沖縄県立埋蔵文化財センター調査報告書　第 86 集

白保竿根田原洞穴遺跡

重要遺跡範囲確認調査報告書 2－総括報告編－

平成 29 年（2017）年 3 月
沖縄県立埋蔵文化財センター

白保竿根田原洞穴遺跡

重要遺跡範囲確認調査報告書２ －総括報告編－

平成 29（2017）年３月

沖縄県立埋蔵文化財センター

巻頭図版 1　遺跡近景・調査状況

巻頭図版 2　H4 区 III E 層（24,000 ～ 20,000BP）　白保 4 号人骨検出作業状況

巻頭図版 3　H4 区周辺　白保 4 号人骨が眠る岩陰

巻頭図版 4　H4 区 III E 層（24,000 ～ 20,000 BP）　白保 4 号人骨出土状況

序

本報告書は、文化庁から予算の補助を受け、沖縄県立埋蔵文化財センターにより、平成 24（2012）年度から平成 28（2016）年度まで実施した発掘調査の成果を、平成 28（2016）年度に同センターがまとめたものです。

本事業の調査報告書については、白保竿根田原洞穴遺跡調査指導委員会において、『事実報告』と『総括報告』の 2 分冊で刊行することが適切と判断され、『事実報告』は確認調査の成果と主な分析成果にしぼって掲載しました。これに続く『総括報告』は、空港建設工事に伴い平成 22（2010）年度に実施された記録保存調査の成果と、今回の確認調査の成果を集約するとともに、新たな分析結果を加えて改めて遺跡の内容・分析結果について考察を行い、遺跡の評価を行う内容となっております。

事業期間は 5 年間の長期におよび、その間に石垣市や沖縄県の関係者はもとより、県内外の多くの研究機関・研究者の多大な協力を得ることにより無事終えることができました。また、本報告をまとめるにあたっては、白保竿根田原洞穴遺跡調査指導委員会において幾度となく議論が行われ、メールなどを交わしながら原稿を組み上げ、刊行にこぎ着けることができました。

調査は終了し、その成果をまとめた調査報告書も刊行されますが、関連分野の分析・研究は今後も引き続き行われることでしょう。また、本調査により行われた洞穴調査の手法は、沖縄県内に残るあまたの石灰岩洞穴に残る遺跡の調査にも有効と思われ、これを今後も引き継いでいくことにより新たな発見につながる可能性を有しています。白保竿根田原洞穴遺跡や、その他の洞穴遺跡調査の今後の動向を見守っていただけたらと思います。

この成果をまとめた本報告が、沖縄県の歴史・文化はもとより、今後の洞穴調査を行う上での参考資料として多くの方々に活用されるとともに、埋蔵文化財の保護・活用について関心を持っていただければ幸いです。

最後に、発掘調査および資料整理作業にあたり、ご指導・ご協力を賜った関係者各位に厚く御礼申し上げます。

平成 29（2017）年 3 月

沖縄県立埋蔵文化財センター
所　長　　金　城　亀　信

例　言

1. 本報告書は文化庁の補助を受け、平成 24（2012）年度から平成 28（2016）年度に実施した白保竿根田原洞穴遺跡の重要遺跡範囲確認調査の成果をまとめたものである。

2. 発掘調査は沖縄県立埋蔵文化財センターが平成 24（2012）年度から平成 28（2016）年度に実施し、資料整理作業も各年度において並行して実施した。

3. 発掘調査及び資料整理作業にあたり、調査体制の項で記した多くの方々に資料の分析・同定・指導をいただいた。記して謝意を表したい。

4. 本書に掲載した地図は、国土地理院発行の 1/25,000 地形図を使用した。

5. 本書に掲載した緯度、経度、平面直角座標は、すべて世界測地系に基づくものである。

6. 本報告書の編集は、調査体制の項で記した多くの方々の協力のもと仲座久宜が行い、各章の執筆は次のとおり行った。また、この中で外部執筆及び共著の原稿については、文頭に氏名及び所属を記した。

仲座久宜・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・第 1 章、第 2 章第 1 節・第 2 節、第 4 章
吉村和久、石原与四郎・・・・・・・・・・・・・・・・・・第 1 章第 1 節 2、第 3 章第 1 節
徳嶺里江・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・第2章第1節、第2章第2節3・4、第3章第2節
神谷厚昭・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・第 2 章第 2 節 1、第 3 章第 1 節
波木基真・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・第 2 章第 2 節 2
土肥直美、河野礼子、片桐千亜紀・・・・・・・・・・・・第 2 章第 2 節 3・4、第 3 章第 2 節 2・3・6
吉村和久、石原与四郎、島袋綾野・・・・・・・・・・・・第 2 章第 2 節 6・7・8、第 3 章第 1 節
米田　穣・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・第 2 章第 2 節 4、第 3 章第 2 節 5
篠田謙一、神澤秀明、中垣裕貴、安達　登、角田恒雄・・第 2 章第 2 節 6、第 3 章第 2 節 4
吉村和久、土肥直美、片桐千亜紀、米田　穣、仲座久宜、徳嶺里江・・・・・・・・・第 2 章第 2 節 5
吉村和久、杉原真司、能登征美、天日美薫、石原与四郎、島袋綾野、山内平三郎・・・第 2 章第 2 節 8
佐藤宏之・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・第 3 章第 3 節 3-1
稲田孝司・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・第 3 章第 3 節 3-2

7. 本書掲載の調査時の写真は仲座久宜が撮影し、出土遺物の撮影は領家範夫が行った。

8. 発掘調査で得られた出土品、図面、写真等の記録はすべて沖縄県立埋蔵文化財センターに保管している。

目　次

序
例　言
第１章　位置と環境
　第１節　位置と環境の概要 …… 1
　　1　地理的環境 …… 1
　　2　地質的環境と洞穴・遺跡の形成 …… 2
　　3　歴史的環境 …… 3
　第２節　調査区と層序の概要 …… 6
　　1　調査区の設定 …… 6
　　2　層序の概要 …… 6
　第３節　遺跡の保存範囲と遺存率 …… 10
　　1　遺跡の範囲と年度別調査範囲及び遺存率 …… 10
　　2　時期別遺物包含層の範囲と遺存率 …… 11
第２章　調査・分析・研究の成果
　第１節　調査の成果 …… 13
　　1　中森期文化層 …… 13
　　2　下田原・無土器期文化層 …… 15
　　3　完新世初期文化層 …… 24
　　4　旧石器時代文化層 …… 33
　第２節　分析・研究の成果 …… 55
　　1　白保竿根田原洞穴遺跡に関係した石器石材調査 …… 55
　　2　動物遺体 …… 61
　　3　出土人骨の分析 …… 64
　　4　白保竿根田原洞穴遺跡の年代学的検討と食生態の時代変遷 …… 107
　　5　化石骨のフッ素含量と放射性炭素年代 …… 113
　　6　出土人骨のミトコンドリア DNA 分析 …… 120
　　7　洞穴堆積物 …… 132
　　8　白保竿根田原洞穴遺跡の石筍年代と古環境情報 …… 153
第３章　考察
　第１節　地学的評価
　　（1）はじめに …… 161
　　（2）遺跡としての白保竿根田原洞穴の形成 …… 161
　　（3）遺跡を含む洞穴堆積物とその保存 …… 162
　第２節　人類学的評価
　　1　はじめに …… 165
　　2　人骨と歯の調査・分析 …… 165
　　3　崖葬墓 …… 166
　　4　DNA 分析 …… 166
　　5　年代と安定同位体分析 …… 167
　　6　おわりに …… 167
　第３節　考古学的評価
　　3-1　白保竿根田原洞穴出土化石人骨と旧石器文化の探索 …… 169
　　3-2　旧石器時代の埋葬：白保竿根田原洞穴遺跡の埋葬行為を考える …… 182
第４章　総括
　1　はじめに …… 186
　2　調査方法と体制・遺存率 …… 186
　3　調査・分析・研究の成果
　　①層序 …… 187
　　②文化層ごとの状況 …… 187
　　③分析・研究 …… 188
　4　遺跡の保存管理と今後の調査研究・課題
　　①入構に関すること …… 191
　　②調査・分析・研究 …… 192
　　③公開・活用 …… 192
　5　遺跡の評価
　　白保竿根田原洞穴遺跡の歴史的意義 …… 193
　6　まとめ …… 194

　要旨 …… 198
報告書抄録

挿図図版

第 1 図　石垣島の位置 …… 1
第 2 図　先島諸島と遺跡の位置 …… 1
第 3 図　新石垣空港と遺跡の位置 …… 1
第 4 図　洞穴の分布と調査区の位置 …… 1
第 5 図　C 洞システム …… 2
第 6 図　洞穴の形成と埋没 …… 3
第 7 図　グリッド設定図 …… 6
第 8 図　基本層序 …… 9
第 9 図　保存範囲 …… 10
第 10 図　遺物包含層の範囲 …… 10
第 11 図　年度別調査範囲 …… 11
第 12 図　文化層ごとの範囲 …… 12
第 13 図　D2・3 区 検出　地床炉　平面図 …… 14
第 14 図　中森期文化層　出土遺物 …… 14
第 15 図　G2・3 区　炭化物集中部検出状況
平面図 …… 16
第 16 図　礫敷き遺構　平・断面図 …… 17
第 17 図　D4 区 S4 層人骨・遺物出土状況　平面図… 18
第 18 図　遺物出土状況　平・断面 Dot 図
【下田原・無土器期文化層】…… 19
第 19 図　人骨出土状況　平・断面 Dot 図
【下田原・無土器期文化層】…… 20
第 20 図　下田原・無土器期文化層　出土遺物 1 …… 21
第 21 図　下田原・無土器期文化層　出土遺物 3 …… 22
第 22 図　下田原・無土器期文化層　出土遺物 4 …… 23
第 23 図　遺物出土状況　平・断面 Dot 図
【完新世初期文化層】…… 25
第 24 図　イノシシ・人工遺物出土状況　平・断面
Dot 図【完新世初期文化層】…… 26
第 25 図　人骨出土状況　平・断面 Dot 図
【完新世初期文化層】…… 27
第 26 図　完新世初期文化層遺物出土状況　平面図 … 29
第 27 図　完新世初期文化層　出土遺物 1 …… 30
第 28 図　完新世初頭文化層　出土遺物 4 …… 32
第 29 図　遺物出土状況　平・断面 Dot 図
【旧石器時代文化層】…… 35
第 30 図　人骨出土状況　平・断面 Dot 図
【旧石器時代文化層】…… 36
第 31 図　人骨出土状況投影断面 Dot 図（H ライン壁面）
【旧石器時代文化層】…… 37
第 32 図　G7-8 区 < ユニット 1> 人骨出土状況
立・平面図（C1・C2 層）…… 38
第 33 図　H5-6 区 < ユニット 2> 人骨出土状況
立面図（Ⅲ B・Ⅲ C 層）…… 40
第 34 図　H5-6 区 < ユニット 2> 人骨出土状況
平面図（Ⅲ B・Ⅲ C 層）…… 41
第 35 図　G5 区 < ユニット 3> 人骨出土状況
立面図（Ⅲ C ～Ⅲ E 層）…… 42
第 36 図　G5 区 < ユニット 3> 人骨出土状況
平面図（Ⅲ C ～Ⅲ E 層）…… 43
第 37 図　H4 区 < ユニット 4> 人骨出土状況
立面図【石除去前】（Ⅲ E 層）…… 44
第 38 図　H4 区 < ユニット 4> 人骨出土状況
平面図【石除去前】（Ⅲ E 層）…… 45
第 39 図　I4-5 区 < ユニット 5> 人骨出土状況
平・断面図（Ⅳ層）…… 46
第 40 図　人工遺物・石材　出土状況
平・断面図 …… 49
第 41 図　貝　出土状況図 …… 50
第 42 図　イノシシ骨／その他動物骨　出土状況図 … 51
第 43 図　人骨　出土状況図 …… 52
第 44 図　炭化物　出土状況図 …… 53
第 45 図　約 2 万年前の陸地と琉球石灰岩の分布 …… 58
第 46 図　石垣島の地質図 …… 59
第 47 図　西表島の地質図 …… 60
第 48 図　小浜島の地質図 …… 60
第 49 図　遺体の骨化過程模式図 …… 67
第 50 図　葬られた遺体の姿勢イメージ図 …… 69
第 51 図　人骨の 3 次元分布状況　平・断面 Dot 図… 71
第 52 図　H4 区（ユニット 4）　人骨出土状況
平・断面図【個体別】…… 72
第 53 図　H5-6 区（ユニット 2）　人骨出土状況
平・断面図【個体別】…… 73
第 54 図　G8 区（ユニット 1）　人骨出土状況
平・断面図【個体別】…… 74
第 55 図　G5 区（ユニット 3）　人骨出土状況
平・断面図【個体別】…… 75
第 56 図　ナカンダカリヤマ古墓群風葬人骨の
出土状況 …… 81
第 57 図　大腿骨の残存部位例 …… 81
第 58 図　主な個体ごとの歯の出土状況
平・断面 Dot 図 …… 90
第 59 図　もっとも広範囲から回収された個体の歯の
出土状況　平・断面 Dot 図 …… 91
第 60 図　傷跡の分類模式図 …… 97
第 61 図　縄文時代後期・グスク時代初期・琉球王国
時代の崖葬墓人骨検出状況 …… 103
第 62 図　崖葬墓における未成人の割合 …… 105
第 63 図　較正放射性炭素年代の確率分布 …… 108
第 64 図　較正放射年代の合計確率分布における人骨、
動物遺存体、木炭・炭化物ヒトの食生態の
時代変遷の比較 …… 109
第 65 図　Phase1 における較正放射年代の合計確率
分布における人骨と生活痕跡の比較 …… 109
第 66 図　人骨とイノシシ骨における炭素・
窒素同位体比 …… 110
第 67 図　イノシシ骨における炭素・窒素同位体比の
時代変遷 …… 110
第 68 図　人骨における炭素・窒素同位体比の
時代変遷 …… 111
第 69 図　各 Phase における人骨と動物骨の炭素・
窒素同位体比の比較 …… 111
第 70 図　化石骨の ^{14}C 年代と F/P 原子比との
関係 …… 117
第 71 図　セクション層序ごとの F/P 原子比の
分布 …… 118
第 72 図　Ⅲ E 層のグリッドごとの F/P 原子比の
分布 …… 118
第 73 図　No.1043、8、6、2、5、7 の APLP
分析 …… 125

第 74 図　No.502、515、525、620、621 の APLP 分析 …… 125
第 75 図　No.1043、.8、6、2、5、.7 の細分 APLP 分析 …… 125
第 76 図　ミトコンドリアゲノムにマップしたユニークリードのダメージパターン …… 126
第 77 図　ミトコンドリアゲノムにマップしたユニークリードの長さの分布 …… 127
第 78 図　洞穴の堆積物 …… 133
第 79 図　遺物包含層の層序と粒度分布 …… 136
第 80 図　G3、G4、G5 断面での細粒分含有率の層序的変化 …… 136
第 81 図　細粒分の中央粒径と細粒分側からの累積 136
第 82 図　細粒分に含まれる鉱物 …… 137
第 83 図　$CaCO_3$ と C の関係 …… 137
第 84 図　$MgCO_3$ と $MgCO_3/CaCO_3$ との関係 …… 137
第 85 図　TN と TOC との関係 …… 137
第 86 図　各層における堆積物の化学組成 …… 138
第 87 図　津波堆積物の粗粒粒子の長軸の配列から推定される流れの方向 …… 139
第 88 図　Ⅲ層および「Ⅳ」の各ユニット面 …… 141
第 89 図　洞穴内をの地層と堆積時間面・層序の模式例 …… 145
第 90 図　洞穴堆積物の形成 …… 150
第 91 図　鍾乳石採取地点 …… 153
第 92 図　C1 洞口付近鍾乳石採取地点概念図 …… 154
第 93 図　50,000 年間の酸素、炭素同位体比の変動 …… 157
第 94 図　3,000 年間の安定同位体比 , Mg,Sr の変動 …… 158
第 95 図　白保竿根田原洞穴形成の概念図 …… 161
第 96 図　石垣島・西表島・小浜島の石材産地と関係遺跡 …… 170
第 97 図　石垣島の石器石材と製品 …… 172
第 98 図　台湾八仙洞洞穴群先陶文化層の石器 …… 173
第 99 図　台湾小馬海蝕洞と鵝鑾鼻第 2 遺跡の遺構・遺物 …… 174
第 100 図　ペラク人の出土状況 …… 184
第 101 図　タム・ロッド岩陰遺跡出土個体 1 …… 184
第 102 図　タム・ロッド岩陰遺跡出土個体 2 …… 184

写真図版

巻頭図版 1　遺跡近景・調査状況
巻頭図版 2　H4 区Ⅲ E 層（24,000 ～ 20,000 年前 BP）白保 4 号人骨検出作業状況
巻頭図版 3　H4 区周辺　白保 4 号人骨が眠る岩陰
巻頭図版 4　H4 区Ⅲ E 層（24,000 ～ 20,000 年前 BP）白保 4 号人骨出土状況
図版 1　遺跡遠景 …… 2
図版 2　遺跡近景 …… 2
図版 3　D2・3 区 検出地　床炉 2 …… 14
図版 4　中森期文化層　出土遺物 …… 14
図版 5　G2 区　炭化物集中部検出状況 …… 16
図版 6　礫敷き遺構　俯瞰（東から） …… 17
図版 7　礫敷き遺構　平面 …… 17
図版 8　D4 区 S4 層　人骨・遺物出土状況（北から）… 18
図版 9　D4 区 S4 層　人骨・遺物出土状況（南から）… 18
図版 10　下田原・無土器期文化層　出土遺物 1 …… 21
図版 11　下田原・無土器期文化層　出土遺物 2 …… 21
図版 12　下田原・無土器期文化層　出土遺物 3 …… 22
図版 13　下田原・無土器期文化層　出土遺物 4 …… 23
図版 14　H6 区Ⅲ B 層下面　人骨・イノシシ骨・石器出土状況 …… 29
図版 15　H6 区Ⅲ B 層　土器出土状況 …… 29
図版 16　完新世初期文化層　出土遺物 1 …… 30
図版 17　完新世初期文化層　出土遺物 2 …… 31
図版 18　完新世初期文化層　出土遺物 3 …… 31
図版 19　完新世初期文化層出土イノシシ骨の人為的解体痕拡大画像 …… 31
図版 20　完新世初期文化層　出土遺物 4 …… 32
図版 21　人骨　出土状況 1 …… 39
図版 22　人骨　出土状況 2 …… 47
図版 23　人骨　出土状況 3 …… 48
図版 24　石英脈 …… 56
図版 25　アカヤ崎の緑色片岩 …… 56
図版 26　礫岩中の礫 …… 56
図版 27　砂岩中のノジュール …… 56
図版 28　メノウ結晶（野底崎）…… 57
図版 29　複輝石安山岩（小浜島）…… 57
図版 30　宮良川上流の様子 …… 57
図版 31　波照間島大泊浜貝塚の埋葬人骨 …… 68
図版 32　首里城右掖門西方岩陰の風葬人骨 …… 68
図版 33　H4 区　人骨出土状況 …… 68
図版 34　H4 区　人骨上の石 …… 68
図版 35　H4　前腕骨の出土状況 …… 68
図版 36　H4 区　椎骨の出土状況 …… 68
図版 37　抽出された個体（白保 1・2 号人骨）…… 78
図版 38　抽出された個体（白保 3・4 号人骨）…… 79
図版 39　抽出された個体の頭骨（白保 1 ～ 4 号人骨）…… 80
図版 40　人骨に残された生活痕 …… 83
図版 41　白保 2 号の歯の磨耗状態 …… 92
図版 42　白保 4 号の歯の磨耗状態 …… 92
図版 43　G4 区の個体の歯（石膏模型）…… 93
図版 44　膠結物付着（HB-218）…… 95
図版 45　膠結物付着（HB-236）…… 95

図版 46　Ⅰ類：HB-569（H6）椎骨 …… 97
図版 47　Ⅰ類：HB-798（G5）四肢骨 …… 97
図版 48　Ⅱ類：HB-619（G8）上腕骨 …… 97
図版 49　Ⅱ類：HB-466（G8）脛骨 …… 97
図版 50　Ⅱ類：HB-773（G5）上顎小臼歯 …… 98
図版 51　ⅢA類：HB-513（H6）橈骨 …… 98
図版 52　ⅢA類：HB-546（G8）上腕骨 …… 98
図版 53　ⅢA類：HB-915（G5）…… 98
図版 54　ⅢB類：HB-931（I6）中足骨…… 98
図版 55　ⅢB類：HB-965（G4）中足骨 …… 98
図版 56　Ⅳ類：H-950（G5）尺骨 …… 98
図版 57　Ⅳ類：HB-103（H5）大腿骨 …… 98
図版 58　Ⅴ類：HB-894（G5）骨片 …… 99
図版 59　Ⅵ類：HB-941（G5）上腕骨 …… 99
図版 60　長南古墓出土人骨の傷跡 1 …… 99
図版 61　長南古墓出土人骨の傷跡 2 …… 99
図版 62　銘苅古墓群 A 地区 53 号墓 …… 102
図版 63　蘭嶼島の崖葬墓 …… 104
図版 64　蘭嶼島の崖葬墓 …… 104
図版 65　蘭嶼島の崖葬墓 …… 104
図版 66　タンパガロ村の崖葬墓 …… 105
図版 67　ケテ・ケス村の崖葬墓 …… 105
図版 68　ボリ村の崖葬墓 …… 105
図版 69　試料を採取した化石骨 …… 114
図版 70　SAOHB 525 大腿骨の切断面 …… 114
図版 71　SAOHB -247 の F/P 比分析結果 …… 115
図版 72　SAOHB- 110/111/244 の F/P 比
分析結果 …… 115
図版 73　SAOHB -1013 四肢骨片…… 116
図版 74　SAOHB -1116 骨片…… 116
図版 75　SAOHB- 941 上腕骨 …… 116
図版 76　DNA 抽出に用いた側頭骨 …… 124
図版 77　サンプルと 3D レプリカ …… 124
図版 78　SAO16（H4 区、IIIE 層）の頭骨の表面に
認められた石灰質膠結物の産状 …… 148
図版 79　SRH-1 石筍 …… 154
図版 80　SRH-3 石筍 …… 154
図版 81　SRH-15 石筍 …… 154
図版 82　SRH-17 鍾乳石（フローストン）…… 154
図版 83　SRH-19 鍾乳石（カーテン）…… 155
図版 84　マンゴー湖遺跡群 WLH3 の出土状況…… 183

表　目　次

第 1 表　遺跡周辺の土地利用と発掘調査一覧 …… 5
第 2 表　層序概要と対比 …… 8
第 3 表　遺跡の範囲・調査範囲・遺存率一覧 …… 10
第 4 表　年度別調査範囲一覧 …… 10
第 5 表　時期別遺物包含層の範囲・遺存率一覧 …… 11
第 6 表　中森期文化層 …… 13
第 7 表　下田原・無土器期文化層 …… 16
第 8 表　完新世初期文化層 …… 24
第 9 表　旧石器時代文化層 …… 34
第 10 表　人骨ユニット別 ^{14}C 年代測定値 …… 34
第 11 表　出土遺物一覧表 …… 54
第 12 表　調査地一覧 …… 55
第 13 表　出土動物遺体種名一覧 …… 63
第 14 表　出土人骨点数 …… 64
第 15 表　集中部ごとの主な出土人骨部位数 …… 65
第 16 表　人骨片の接合関係 …… 66
第 17 表　出土人骨まとめ …… 82
第 18 表　集中部を考慮した推定個体数 …… 84
第 19 表　歯の出土状況と部位 …… 87
第 20 表　歯の組み合わせによる個体識別 …… 88
第 21 表　歯と骨の組み合わせによる個体数の比較 … 93
第 22 表　傷の割合（更新世末中心） …… 96
第 23 表　傷の割合（下田原期） …… 96
第 24 表　傷の割合（個体別） …… 96
第 25 表　化石骨表面の着色部分の
蛍光 X 線分析結果 …… 116
第 26 表　実験に用いた白保竿根田原出土の人骨 … 120
第 27 表　APLP 法によるミトコンドリア
ハプログループ分析の結果 …… 124
第 28 表　ミトコンドリアゲノム濃縮後ライブラリ
のシーケンスデータのフィルタリング
結果 …… 126
第 29 表　NGS データから推定された
ミトコンドリアハプログループの結果 … 128
第 30 表　ハプログループを規定する変異の有無 … 128
第 31 表　年代の判明しているサンプルの分析結果　130
第 32 表　白保竿根田原洞穴鍾乳石の U 系列年代… 156
第 33 表　礁構成物や礁湖堆積物の化学組成 …… 159

第 1 章　位置と環境

第 1 節　位置と環境の概要

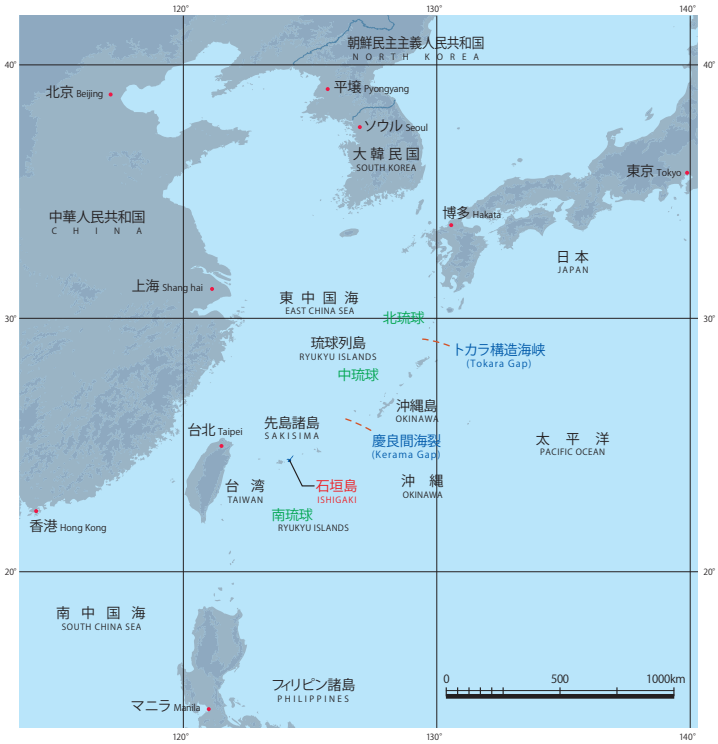
1　地理的環境

白保竿根田原洞穴遺跡が所在する石垣島は、琉球列島の西端に位置する八重山諸島の一離島に属し、沖縄県で 3 番目に広い面積を有する（第 1 図）。遺跡は島の東海岸に面しており、白保集落の北北東約 5km に建設された新石垣空港浸透池内の標高 30 ～ 40 m 地点、現在の海岸線から約 800 m の距離に位置している（第 2 図）。

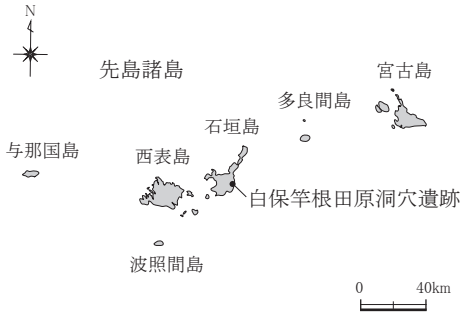
本遺跡は全長約 255m におよぶ鍾乳洞の一角にあり、現在は新石垣空港敷地内に位置する（第 3 図）。白保地区における洞穴の呼び名は「タカヤマアブ」（沖縄県教育委員会 1980）とされるが、遺跡名とした「竿根田原」の方音は、石垣市が実施した地名調査によると「ソンタパリ」とされる（石垣市役所総務部市史編集室 1989、石垣市史編集委員会 1994）。その後、平成 28（2016）年 9 月に実施した白保地区での聞き取り調査では「ソーネータバル」と称され、洞穴は「タカヤマのアブ」と呼ばれていた（在白保の大泊信健氏による）。

この「竿根田原」の方音は他にも数種あり、一般名としての絞り込みが困難なことから、本報告では「サオネタバル」（角川日本地名大辞典編纂委員会 1986）と称することとする。

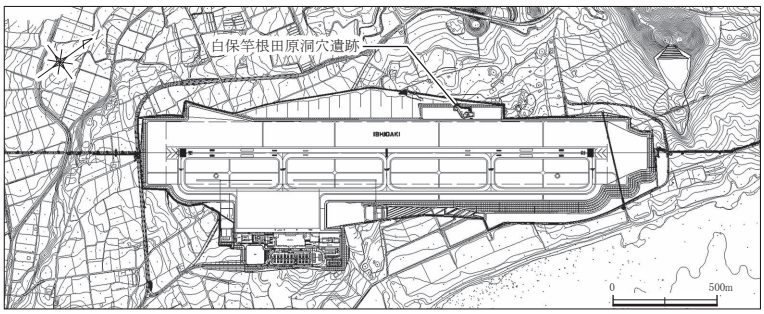
新石垣空港の地下には、石灰岩層の溶食によって形成された東西方向に延びる鍾乳洞が 5 ヶ所に分布しており、新空港建設事業に伴う洞穴測量調査では、A ～ E 洞と称されていた（第 4 図）。この内、今回調査するに至った洞穴は C 洞としていたが、遺跡名を付けるにあたり、所在する地名を取って「白保竿根田原洞穴遺跡」と命名された。



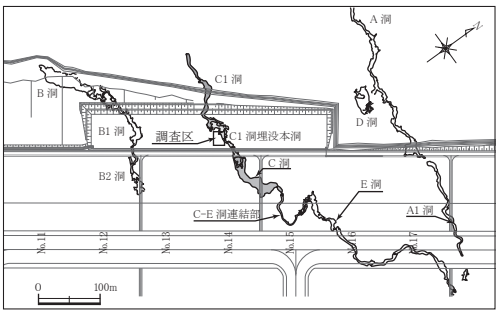
第 1 図　石垣島の位置



第 2 図　先島諸島と遺跡の位置



第 3 図　新石垣空港と遺跡の位置



第 4 図　洞穴の分布と調査区の位置

図版 1　遺跡遠景

図版 2　遺跡近景

〈参考文献〉

石垣市役所総務部市史編集室 1989『石垣の地名（1)』石垣市史研究資料 1 石垣市役所総務部市史編集室

石垣市史編集委員会 1994『石垣市史 各論編 民俗 上』石垣市

石垣市総務部市史編集課（編）2010『八重山の民間交易隆盛期 中森期－中国陶磁器・人口の急増－』石垣市史考古ビジュアル版第 6 巻 石垣市

沖縄県教育委員会 1980『沖縄県洞穴実態調査報告Ⅲ』沖縄県天然記念物調査シリーズ第 19 集 沖縄県教育委員会

沖縄県教育委員会 1992『新空港・空港拡張建設計画予定地内の遺跡－新石垣空港・久米島空港拡張建設計画予定地内の分布調査報告書－』沖縄県文化財調査報告書第 106 集 沖縄県教育委員会

沖縄県立埋蔵文化財センター 2004『新石垣空港予定地内遺跡詳細分布調査』沖縄県埋蔵文化財センター調査報告書第 23 集 沖縄県立埋蔵文化財センター

沖縄県立埋蔵文化財センター 2010『白保竿根田原洞穴遺跡－新石垣空港建設工事に伴う発掘調査報告書－』沖縄県立埋蔵文化財センター調査報告書第 65 集 沖縄県立埋蔵文化財センター

角川日本地名大辞典編纂委員会 1986『角川日本地名大辞典　47 沖縄』角川書店

木崎甲子郎編　1985『琉球弧の地質誌』沖縄タイムス社

2　地質的環境と洞穴・遺跡の形成

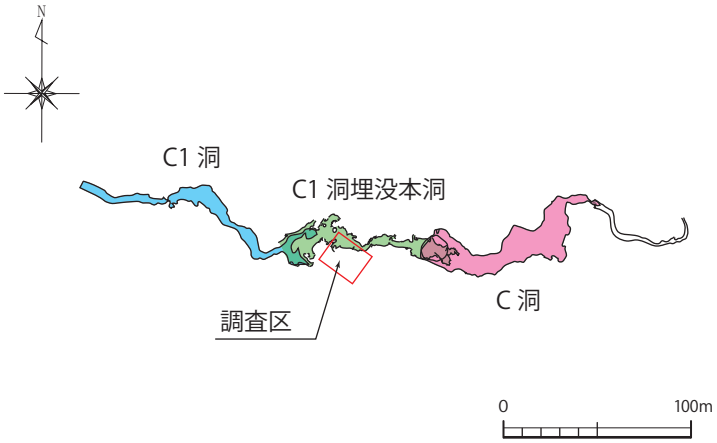
遺跡が含まれる洞穴は琉球層群の石灰岩に胚胎する。洞穴の最下層では、基盤となるトムル層が認められる。空港開発により地表および上部の石灰岩が掘削されたことから、当初の洞穴入口の位置は判然としないが、開口部は標高約 40 m 付近にあったとみられる。人骨をはじめとする出土遺物は、洞穴堆積物に含まれている。

白保竿根田原洞穴遺跡を含む洞穴は、調査時の名称で C1 洞埋没本洞と呼ばれているが、これは上流側から C1 洞、C1 洞埋没本洞、C 洞、E 洞と連結する一連の流路に沿った洞穴となっている（第 9 図)。

遺跡周辺では、標高 30 m 以上で緻密なサンゴ石灰岩が、その下位で砂礫質の石灰岩が不規則に存在する。砂礫質の石灰岩は侵食されやすいので、遺跡が位置する標高 30m 以下では大規模な洞穴空間の形成と、その天井や壁面の落盤が想定される。

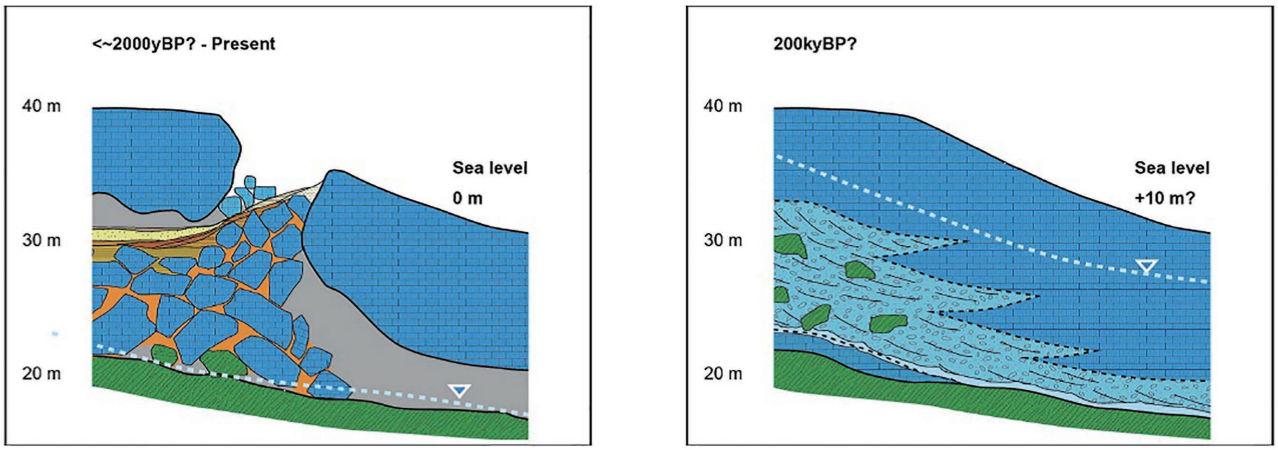
遺物包含層を含む洞穴堆積物は、洞口から断続的に流入し落盤上に堆積している。これらは風成堆積物および基盤の風化残渣、突発的に流入した津波堆積物（Ⅱ層）を主体としており、層序の逆転等は認められない。

これらの地形・地質情報から、遺跡を包含する洞穴およびその堆積物は次のように形成されたと考えられる。



第 5 図　C 洞システム

①琉球石灰岩の形成：基盤岩のトムル層の上に、MIS9（33.7 万年前前後）あるいはそれ以前の温暖な時期にサンゴ礁地形が形成された。その後、島の隆起と海水準変動によって少なくとも 3 段の明瞭な段丘地形が形成された。
②洞穴の形成：石灰岩は高海水準期における飽和水帯下で洞穴空間の拡大が始まった（第 6 図の左）。洞穴空間拡大の際、基盤近くの砂礫質の石灰岩は選択的に溶食・侵食された。
　一方で上部のサンゴ石灰岩は比較的固結度が高く、洞穴の天井を形作った。石灰岩の形成以降の明瞭な高海水準期は、約 24.3 万年前（MIS7）、約 12.3 万年前（MIS5e）等に認められるので、このどちらかもしくは両方で大きな空間が形成されたと推定される。その後の海水準低下は、下位の石灰岩および基盤の侵食および空間上部の崩落を促した。落盤礫には、空間形成時に形成された鍾乳石も含まれる。
③遺跡を包含する洞穴堆積物の形成：遺跡を包含する洞穴堆積物は、洞穴の平坦面もしくは斜面を埋積する堆積物からなる。これらは洞口から定常的に流入した堆積物である。洞口は②における落盤によって開口したと推定され、おおよそ遺跡からみて南～南南西方向にあったと考えられる。堆積物の多くは氷期に多く堆積するレスもしくはその再堆積物であることから、これらの活発な堆積の始まる頃には開口し、津波堆積物の流入する約 1,800 年前までは比較的大きな洞口が存在した。そして再び起こった崩落によって埋積するまでは、開口部は維持されていたと考えられる（第 6 図の右）。



第 6 図　洞穴の形成と埋没

〈参考文献〉
金子慶之・川野良信・兼子尚知 2003「5 万分の 1 地質図幅　石垣島北東部及び説明書『地域地質研究報告』72p. 地質調査総合センター .
町田洋・太田陽子・河名俊男・森脇　広・長岡信治編 2001『日本の地形 7 九州・南西諸島』355p. 東京大学出版会 .
中川久夫・土井宣夫・白尾元理・荒木裕 1982「八重山群島石垣島・西表島の地質」『東北大地質古生物研邦報』No. 84,1-22.
中江　訓・長森英明・宮崎一博・駒澤正夫 2009『20 万分の 1 地質図幅「石垣島」』
沖縄県 1985『5 万分の 1　土地分類基本調査　石垣地域』46p.
山田茂昭・松田博貴 2001「南琉球弧の琉球層群の層序と礁発達様式－予察－」『堆積学研究』No. 53,105-107.
山田茂昭 2002『熊本大学大学院自然科学研究科学位論文』275p.

3　歴史的環境

先島諸島の先史文化は、日本や沖縄諸島に分布する縄文文化の影響を受けず、南方系文化の影響を受けていると考えられている。この白保竿根田原洞穴遺跡の発見まで、最古の文化期は下田原期（約 4,000 年前・縄文後期並行）とされていたが、調査によりこれまで空白期とされていた時期が数ヶ所埋められることになった。次に、白保竿根田原洞穴遺跡一帯の歴史的環境について概要を記す。

先史時代

白保竿根田原洞穴遺跡の周辺には、無土器期の遺跡として、嘉良嶽東貝塚や川尻遺跡（沖縄県教育委員会 1992）があり、グスク時代の遺跡としてアブ遺跡（沖縄県立埋蔵文化財センター 2004）や嘉良嶽東貝塚、

嘉良嶽東方古墓群（沖縄県立埋蔵文化財センター 2009）などが知られている。これに関連する情報として、Foster は轟川流域のシルト層中から海産貝とともに、イノシシやシカ化石が産出することを記載しており、信頼性には疑問があるとしながらも、イノシシ化石の放射性炭素年代値（8,500 ± 500 years）を報告している（Foster 1965.83 頁）。

近世・近代

遺跡を有する白保の成立について、現時点で近世を遡る記録は見あたらないが、1705 年に調査・編集された「八重山嶽々由来記」において、白保と宮良の発祥に関する神話が掲載されている（小島瓔禮 1982）。これによると、石垣四か村とされる石垣、登野城、大川、新川の村建てとともに、6 御嶽の由来が語られている。

続いて古文書からみると、1629 年時点の八重山 3 間切をまとめた文書「八重山島年来記」（石垣市総務部市史編集室 1999）において、白保村は大浜間切に属する一村落として記されるほか、「八重山島年来記」には、1713 年に波照間島から 300 人あまりを移住（寄百姓）させたことにより与人・目差などの役人が配置され、白保村が成立したことが記されている（石垣市総務部市史編集室 1999）。

この白保を含む石垣島東海岸一帯は、1771（明和 8）年 3 月 10 日（旧暦）午前 8 時頃に、石垣島の南南東 40㎞の海底を震源とする、マグニチュード 7.4（推定）の地震による津波（明和津波）で、甚大な被害を受けた地域として知られる。津波は宮古・八重山の先島諸島全域に被害を及ぼし、死者・行方不明者は合計 11,861 人（八重山群島で 9,313 人・人口 28,407 人中 32.7%、石垣島で 8,439 人・人口 17,349 人中 48.6%）もの数となっている。

この津波直前の時点で、白保の人口は 1,574 人を数え、八重山群島の村落中最大の人口を誇り、石垣島東部において宮良村とともに経済・交通の要衝として位置付けられていた。このような中で、白保集落では津波により 234 件の家屋や田畑が流され、津波前の住民 1,574 人（男 771 人･女 803 人）中 98% の 1,546 人（男 750 人 97%・女 796 人 99%）が溺死し、計 28 人（男 21 人・女 7 人）しか生き残らなかったという壊滅的な被害を被ったことが記録されている（石垣市総務部市史編集室 1998）。これら犠牲者の遺骨は、嘉手苅御嶽そばの洞穴に千人墓納められたとされる（牧野清 1981）。

この津波以降、八重山在番の再建計画により、八重山各地から壊滅した村々に住民が移住させられることになり、（石垣市総務部市史編集室 1998）、白保においても生存した 28 人のみでは再建が困難であることから、波照間島より 418 人（男 193 人・女 225 人）を移住（寄百姓）させ、合計 446 人で被災した集落の北北西にある上野地という場所に村建てを行った。しかし、再建した場所が不便であったことから、10 年以内には旧地に戻ったとされる（石垣市史編集委員会 1994）。そのほか遺跡付近には、竹富島の住民が村建てした冨崎村（のちに宇良村と改称）の再移住先として、1785（安永 5）年に盛山村が営まれた。しかし、村の人口はマラリアなどの風土病が原因で激減し、1917（大正 6）年には事実上廃村となる。

このように、明和津波の被害は甚大で、その復興にも長い期間を要したが、復興後も飢饉やマラリア等により廃村になった集落は多く、近代に至るまで苦難の道を辿ったことがわかる。

現代

創設年は不明だが、一帯は明治期頃から昭和 39（1964）年まで主に畑地や牧草地として利用されていた。廃牧後はゴルフ場として買い上げられて開発が進められ、昭和 50（1975）～平成 18（2006）年までゴルフ場として利用された（第 1 表）。

このような中、島の南部に位置する石垣空港の需要が高まり、また騒音問題や安全面からも拡張の必要性が生じていた。しかし、周辺に市街地や史跡がある状態での拡張が困難なことから、新たな空港の建設が計画された。空港建設事業は、昭和 51（1976）年の基本計画策定調査に始まり、建設位置選定委員会により島内数ヶ所が候補地としてあげられ、最終的に「カラ岳陸上地区」に取り決められた。そして平成 17（2005）年度の飛行場設置許可以降、約 7 年におよぶ工事・整備が進められ、平成 25（2013）年 3 月 7 日に新石垣空港として供用が開始された。

本報告の対象となる白保竿根田原洞穴遺跡は、新石垣空港建設工事に伴い、平成 13 ～ 15 年度にかけて

第 1 表　遺跡周辺の土地利用と発掘調査一覧

西　暦	元　号	月	事　項	備　考
19 世紀～ 1964	明治期～昭和 50	－	遺跡を含むカラ岳の一帯が牧場として利用される	創設年不明　1964 年廃牧
1975 ～ 2006	昭和 50 ～平成 18	－	遺跡周辺が石垣島ゴルフ倶楽部として開発・利用される	
1976	昭和　51	－	石垣空港基本計画策定のための調査を実施	
1989 ～ 91	平成　1 ～ 3	－	新石垣空港建設計画予定地内遺跡分布調査（県文化課）	嘉良嶽東貝塚・古墓群、クバ御嶽
1991	平成　3	2 月	新石垣空港建設位置の再検討開始	
1999	平成　11	6 月	新石垣空港建設位置選定委員会設置	
2000	平成　12	3 月	カラ岳陸上案を建設地として決定	
2001 ～ 03	平成　13 ～ 15	－	新石垣空港予定地内遺跡詳細分布調査（県埋文）	16 か所の遺跡を確認
2006 ～ 08	平成　18 ～ 20	－	嘉良嶽東貝塚・嘉良嶽東方古墓群発掘調査（県埋文）	滑走路内・記録保存調査
2006	平成　18	10 月	新石垣空港起工式	
2008	平成　20	4 月	洞穴（C1 洞）測量調査の際に遺物（人骨・獣骨・貝類等）の散布を確認	沖縄鍾乳洞協会　山内平三郎氏
		5 月	現場確認が行われ土器片の散布を確認（県文化課）	
		8・9 月	試掘調査で人骨 1 点と自然遺物確認（県埋文）	
		10 月	慎重工事の回答	
2009	平成　21	2 ～ 4 月	山内氏より県文化課、県教育長、文化庁あて洞穴の調査を要請	
		6 月	新石垣空港課、県文化課が協議し試掘調査実施が決まる	
		7 月	再確認調査を実施し遺物の散布を確認（県埋文）	
			白保竿根田原洞穴周辺遺物散布地として通知	
			翌年に本発掘調査実施が決まる	
2010	平成　22	8 ～ 11 月	白保竿根田原洞穴遺跡発掘調査（県埋文）第 1 次調査	記録保存調査
		10 月	第 2 回　白保竿根田原洞穴総合発掘調査委員会	石垣市民会館
			遺跡の一部が現地保存されることが決まる	
2013	平成　25	1・2 月	白保竿根田原洞穴遺跡確認調査（県埋文）第 2 次調査	重要遺跡確認調査 1（H24 年度）
		10・11 月	白保竿根田原洞穴遺跡確認調査（県埋文）第 2 次調査	重要遺跡確認調査 2（H25 年度）
2014	平成　26	6 月	白保竿根田原洞穴遺跡確認調査（県埋文）第 2 次調査	重要遺跡確認調査 3（H26 年度）
			平成 26 年度　第 1 回　白保竿根田原洞穴遺跡調査指導委員会	八重山教育事務所
			関連講座開催（2 回）	石垣市民会館
		11 月	白保竿根田原洞穴遺跡確認調査（県埋文）第 2 次調査	追加調査・各種サンプリング
2015	平成　27	6 月	白保竿根田原洞穴遺跡確認調査（県埋文）第 2 次調査	重要遺跡確認調査 4（H27 年度）
			平成 27 年度　第 1 回　白保竿根田原洞穴遺跡調査指導委員会	八重山合同庁舎
2016	平成　28	6 月	平成 28 年度　第 1 回　白保竿根田原洞穴遺跡調査指導委員会	八重山合同庁舎
			白保竿根田原洞穴遺跡確認調査（県埋文）第 2 次調査	重要遺跡確認調査 5（H28 年度）

白保竿根田原洞穴遺跡関連　　主な調査

実施した分布調査により「石垣島ゴルフ場 8 番ホール東側洞穴」と称されていたが、ゴルフ場開発時の造成土で覆われていたことから様相が判然としなかった(沖縄県立埋蔵文化財センター 2004)。しかしその後、沖縄県新石垣空港課が洞穴測量調査を委託した山内平三郎氏（沖縄鍾乳洞協会）により、洞内から人骨等の遺物が回収されたことから再調査の必要性を指摘され、記録保存調査として平成 21 ～ 24 年度の 4 ヶ年にわたり実施した。

この調査により、人骨や土器・陶磁器、骨製品、石器などの複数時期の遺物や堆積土が確認されている。中でも人骨については、放射性炭素年代測定により約 20,000 年前とする結果が得られ、骨から直接導き出した年代としては国内最古のものとしてマスコミにも取り上げられ、関連する学会等からも注目される結果となった。

このような重要な発見があって、関係機関で遺跡の取り扱いについて協議が行われ、遺跡の中心部を空港西側浸透池内に現地保存することで計画変更がなされた。この調査成果に関しては、平成 25（2013）年 3 月に調査報告書が刊行されている。

平成 24（2012）年度からは、遺跡のより詳細な性格を把握する目的で、重要遺跡確認調査として、文化庁より補助を受け、平成 28（2016）年度までの 5 ヶ年計画で調査を実施した。

〈参考文献〉

石垣市史編集委員会 1994『石垣市史 各論編 民俗 上』石垣市

石垣市総務部市史編集室（編）1998『石垣市史叢書 12　大波之時各村之形行書・大波寄揚候次第』石垣市

石垣市総務部市史編集室（編）1999『石垣市史叢書 13　八重山島年来記』石垣市

沖縄県教育委員会 1992『新空港・空港拡張建設計画予定地内の遺跡 - 新石垣空港・久米島空港拡張建設計画予定地内の分布調査報告書』沖縄県文化財調査報告書第 106 集 沖縄県教育委員会

沖縄県立埋蔵文化財センター 2004『新石垣空港予定地内遺跡詳細分布調査』沖縄県埋蔵文化財センター調査報告書第 23 集 沖縄県立埋蔵文化財センター

沖縄県立埋蔵文化財センター 2009『嘉良嶽東貝塚・嘉良嶽東方古墓群－新石垣空港予定地内遺跡発掘調査報告書－』沖縄県立埋蔵文化財センター調査報告書第 50 集 沖縄県立埋蔵文化財センター

沖縄県立埋蔵文化財センター 2010『白保竿根田原洞穴遺跡－新石垣空港建設工事に伴う発掘調査報告書－』沖縄県立埋蔵文化財センター調査報告書第 65 集 沖縄県立埋蔵文化財センター

小島瓔禮（校注）1982『神道大系　神社編 52 沖縄』財団法人神道大系編纂会

牧野清 1981『改訂増補 八重山の明和大津波』牧野清

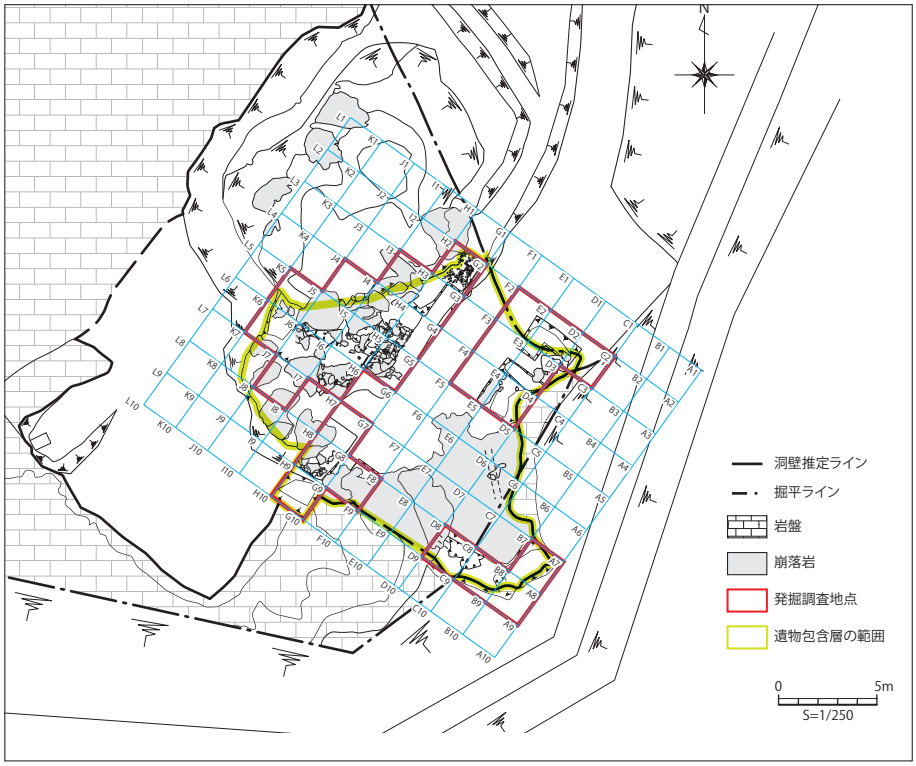
Foster, L. H. 1965 Geology of Ishigaki-shima Ryukyu-retto, Geology and Palaeontology of Ishigaki-shima, Ryukyu-retto, Geological Survey Professional Paper 399-A.

第 2 節　調査区と層序の概要

1　調査区の設定

平成 22（2010）年度に実施した記録保存調査（以下「第 1 次調査」）時においては、洞穴測量調査時に「化石ホール」と称された後期更新世人骨採取地点を「調査区Ⅰ」として約 60㎡を調査し、この調査区Ⅰの下部に分布する洞穴内部を「調査区Ⅱ」として約 160㎡の範囲で調査を実施した。

グリッド設定は遺跡本体部となる調査区Ⅰにしぼって行われた。区画は 2m 四方で北西南東ラインを南東から A ～ K、北東南西ラインを北東から 1 ～ 9 とし（第 7 図）、平成 24（2012）～平成 28（2016）年度に実施した確認調査においても同様の調査区を用いて調査を実施した。



第 7 図　グリッド設定図

2　層序の概要

遺跡の堆積土は、一見すると色調や土質に変調がなく、土層の境界が不明瞭なことから、発見当初の段階では洞穴外部からの流れ込みと推測されていた。しかし、調査時に土を削る感触や、土中に含まれる礫や遺物など混入物の違いにより分層が可能となった。

また、その絶対年代を特定するため、各層から骨や木炭など 100 点近くもの試料から放射性炭素年代測

定を行った。さらにこの分析に加え、多くの土壌サンプルから洞穴堆積物を地質学的に分析することにより、遺物を含む堆積土が外部からの流れ込みではなく、また、後生に撹乱された状態でもない成層構造を保つことが確認されたのである。

これらの堆積土は、ドリーネ内に崩落した巨岩の隙間を埋めるように堆積することから、層序は傾斜や岩に影響されることにより地点によって差異が生じるが、第１次調査において大きく０～Ⅳ層まで５枚の層準にまとめることができ、さらに必要に応じて各層序ごとに細分した。しかし、局所的に分布することから、遺跡全体の層準の中に位置付けることが難しい層序については、A・B・C･･･のように個別にアルファベット名を与えて分層を行った。第２次調査となる確認調査においても、この層序を踏襲して調査を行った。

これまでの調査により確認された基本層序と時期の対応関係、主な遺構・遺物は次のとおりである（第２表・第８図）。

Ⅰ層（中森期・グスク時代相当・14 ～ 17 世紀）

遺構として地床炉跡が１基検出され、遺物は青磁や白磁などの中国産陶磁器、中森式土器、貝類、獣骨、人骨が出土している。この遺構の発見により、洞穴内はヒトの活動が可能な照度を有する空間であったことが想定できた。

Ⅱ層（無土器～中森期・約 1,800 年前～ 17 世紀）

遺構・遺物は確認されていないものの、放射性炭素年代測定により約 1,800BP の年代が得られている。また、土壌分析から津波堆積物の可能性が指摘されている。

Ⅲ A 層・S 層（下田原～無土器期・約 4,000 ～ 1,800BP）

Ⅲ A 層は G2・3 区でⅢ A1 層とⅢ A2 層に細分され、放射性炭素年代測定では約 4,000 ～ 1,800BP の結果が得られている。遺構として、Ⅲ A1 層から炭化物集中部が２基確認され、Ⅲ A2 層からは礫敷遺構が１基確認されている。出土遺物としては、下田原式土器や海産貝、イノシシ骨等が出土するが、下田原・無土器期に特徴的な貝斧や石斧などは未確認である。また、S 層では、サメ歯、イノシシ牙製品等の副葬品と思われる遺物を伴う人骨がまとまって出土しており、この状況から崖葬墓の可能性が考えられる。人骨や貝等の放射性炭素年代から約 4,000BP が得られ、下田原期のものであることが推定された。先島諸島における下田原期の人骨の確認は、本遺跡が初となる。

Ⅲ B 層（完新世初頭・9,500 ～ 8,500BP）

遺構の確認はないが、わずかに土器片や石器の可能性がある石英片とともに、イノシシ骨が多く出土している。このイノシシ骨の表面には、解体時につけられたと思われる筋状の傷跡が残ることから、食用にする目的で石器を使用した可能性が想定される。その他、人骨片がわずかに出土している。また、これまで先島諸島の先史文化は、この下田原期が最古とされていたが、本層以下は新たに確認された文化層・堆積層となる。

Ⅲ C・Ⅲ E ～Ⅳ層（後期更新世・24,000 ～ 16,000BP）

石器などの人工遺物はみられないものの、多量の人骨片が得られており（巻頭図版２～４）、その一部において関節状態がみられるなど、人体の解剖学的位置関係が保たれている可能性を有する人骨が１体分出土している。その他動物骨としてトリ、ネズミ、カエルなどの動物骨が出土している。

これらの堆積は、全体的に南側から北側へ徐々に低く傾斜する傾向がある。発掘調査中の取り上げ層序（算用数字）と分層後の自然層序（ローマ数字）との対応関係と層序の概要を第２表に記した。この詳細については、記録保存調査の報告（沖縄県立埋蔵文化財センター 2013）及び事実報告編に記載している。

この考古学的手法による分層に加え、確認調査時には堆積のプロセスを含め地質学的観点からの分析も行っている。この成果については事実報告で記載するほか、次項の分析の中で報告され、最終的に地学的評価としてまとめているので参照いただきたい。

〈参考文献〉

沖縄県立埋蔵文化財センター 2010『白保竿根田原洞穴遺跡－新石垣空港建設工事に伴う発掘調査報告書－』沖縄県立埋蔵文化財センター調査報告書第 65 集 沖縄県立埋蔵文化財センター

第 2 表　層序概要と対比（第 1 次調査【調査区 1】対比表　追加・修正）

< 基本層序 >

層序（時期） ＼ 遺構・遺物 年代・区		遺構（遺構№）	主要遺物	性格（出土量：◎多い・○普通・△少ない）	未較正年代 BP（試料№）	グリッド・取り上げ層序 D2 ～ D4	G2	G3	G4	G5	F8	G7	G8	G9	H3	H4	H5	H6	I5	I6	J6	B8・C8	備考
0 層				現代造成土																			
I 層（中森期）		地床炉 (SF1)	人骨・白磁碗・タイ産陶器 海産貝・獣骨	グスク時代相当期包含層 （土器○・陶磁器△）	338BP (MTC-14718)	2D 層																	
II 層（無土器期～中森期）			（無遺物）	砂礫層 （津波堆積層か）	1,885BP (PLD-19668) ～ 1,745BP (PLD-19669)	2E 層 2F 層																	
III 層（完新世～更新世）	III A 層（下田原期～無土器期）	炭化物集中部 (SX2・SX3) 礫敷遺構 (SX4)	土器・磨石類 海産貝・魚骨・獣骨	無土器期～下田原期 （土器○・石器○・イノシシ骨◎）	9,158BP (PLD-22523) ～ 1,764BP (MTC-14716)	3 層 3-2 層 3-3 層	3 層 3-2 層	3 層	3 層	3 層					3 層	3 層	3 層	3 層		3 層	3 層		III 上層（完新世）
	III B 層（完新世）		イノシシ骨・土器・石器・ 石材類・イノシシ骨・人骨	完新世初頭 （イノシシ骨◎・土器△・石器△・人骨△）	9,426BP (TKa-16647) ～ 9,155BP (TKa-16652)				3-2 層	3-2 層							3-2 層	3-2 層	3 層	3-2 層 3-3 層	3-2 層 3-3 層		
	III C 層（更新世）		人骨（頭骨・下顎骨・上腕骨 大腿骨等）	（人骨◎・イノシシ骨△）	19,101BP（Tka-16164） ～ 9,525BP (PLD-19665)					3-3 層	3-3 層 ※1				3-2 層 3-3 層	3-2 層	3-2 層 ※3	3-3 層					III 中層（更新世）
	III D 層（更新世）			（人骨○）	21,861（PLD-26784） ～ 17,521BP (PLD-27578)				3-3 層		3-4 層 ※1					3-3 層							
	III E 層（更新世）		人骨（頭骨・下顎骨等） 鳥骨・小動物骨	（人骨◎）	24,369BP（PLD-17001） ～ 17,779BP (TKa-16648)				3-4 層	3-5 層					4 層	4 層	3-3 層	3-4 層					III 下層（更新世）
	Z 層（更新世）		（無遺物）	落盤層						Z 層	Z1 層 ※2						3-4 層						
											Z2 層 ※2												
IV 層（更新世）	IV A 層（更新世）		人骨（寛骨・大腿骨・肋骨 頭骨等）・小動物骨	更新世末 （人骨○、トリ骨△）	24,325BP (PLD-17337) ～ 12,890BP (PLD-19667)												4 層→III E 層へ		4 層				IV 層（更新世）
	IV B 層（更新世）																		4-2 層 4-3 層				

< 局所分布層序 >

X 層（無土器期～完新世初頭か）			海産貝・炭化物	G2 区付近の吸込穴を埋める 堆積物で、X1 ～ X3 に分層 （海産貝・イノシシ骨△）	1,916BP (MTC-14720) ～ 1,812BP (PLD-22526)			3-2 層 3-3 層	3-2 層														III 上層相当（完新世）
S 層（下田原期）		崖葬墓 (SX5)	人骨（頭骨・大腿骨・脛骨等） イノシシ骨・マイマイ	下田原期：S1 ～ S4 に分層 （人骨○・イノシシ骨△）	4,090BP (PLD-19662) ～ 3,970BP (PLD-19659)	2E-2 層 2E-3 層																	
Y 層（完新世）			獣骨（イノシシ）	Y1 ～ Y2 に分層	9,535BP (PLD-17335)																3-2 層 3-3 層		
B 層（更新世末～完新世）			イノシシ骨	（イノシシ骨◎）	12,433BP (MTC-15230) ～ 12,175BP (PLD-19666)															4 層 4-2 層	4 層		III 上・III 中層の中間
C 層（更新世～下田原期か）	C1 層（下田原期か）		土器・石英片 イノシシ骨・マイマイ	（土器△・石英片△・ イノシシ骨△・マイマイ△）							3-1 層		3-1 層										III 層相当か（III 上層相当か）削平工事の影響で詳細不明
	C2 層（更新世）		人骨（頭骨等）・小動物骨 マイマイ	更新世末 （人骨◎、ネズミ骨ほか△）	21,479BP（Tka-16160） ～ 18,506BP（Tka-16162）						3-2 層	3-2 層 3-3 層	3-2 層 3-3 層 3-4 層										III 中～III 下層相当（更新世）
D 層（更新世 - 下田原期か）			石器（ドリル） 海産貝・マイマイ ネズミ骨	砂礫層 （石器△、人骨△、ネズミ骨◎）										3-1 層 3-2 層 3-3 層									削平工事の影響で詳細不明
A 層（更新世か）			ヤシガニ・マイマイ	III 層・IV 層よりも古い？ （ヤシガニ△・マイマイ△）																		A0 層 A1 層 A2 層	詳細不明

取り上げ層位は算用数字、セクション層位はローマ数字およびアルファベットを使用している。
取り上げ層位とセクション層位の対応は暫定的なもので、取り上げ層位はセクション層位の複数の層にまたがる場合がある。

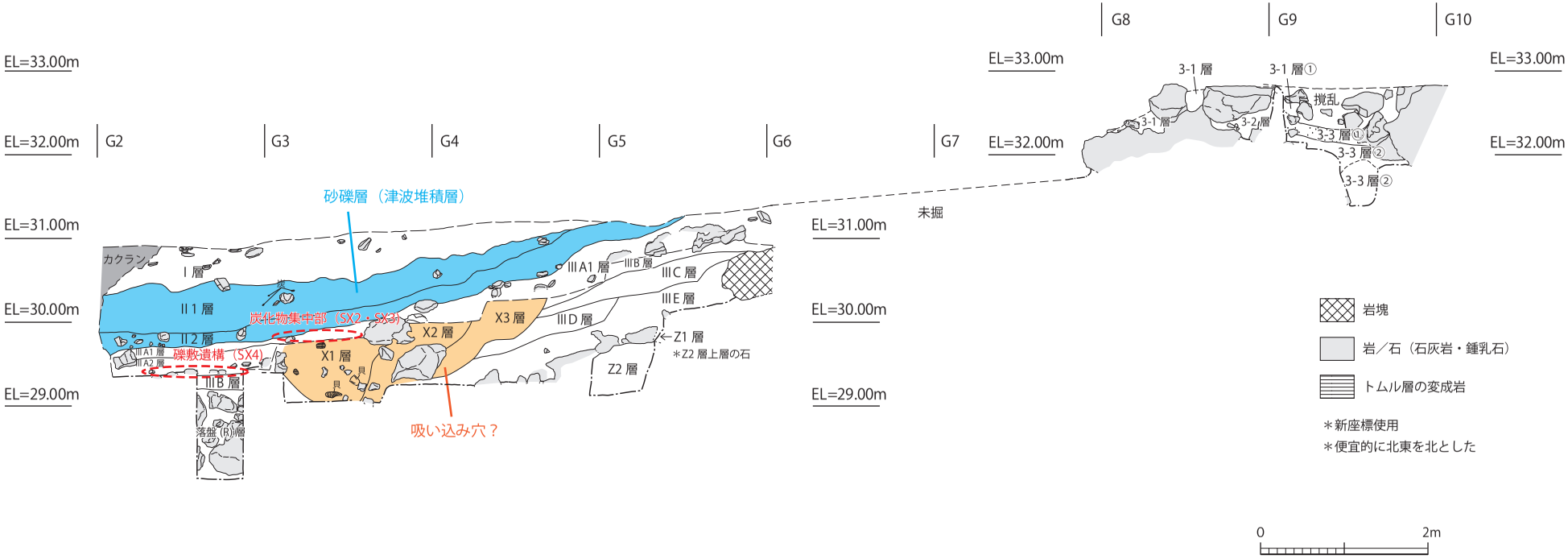
※ 1：G5 3-3 層は、2012 年度調査以降、3-3 層は III C、3-4 層は III D に細分される。
※ 2：G5 Z 層は、2012 年度調査以降、Z1 層、Z2 層に細分される。
※ 3：H5 3-2 層は、2012 年度調査以降では III C 層相当となる。

・・・追加、修正部分

G2-5 区　東壁

G8 区　東壁

G9 区　東壁



第 8 図　基本層序

第 3 節　遺跡の保存範囲と遺存率

白保竿根田原洞穴遺跡では、2010 年の記録保存調査以降、2012 年～ 2016 年の 5 年計画により範囲確認調査を実施してきた。この調査により、遺跡の最低限の範囲を把握することができた。ここでは年度ごとの調査範囲を示すとともに、調査により判明した遺物包含層の範囲、時期ごとの遺物包含層の範囲を示し、これらのデータを基に調査後の遺存率算出を試みた。

なお、遺跡は現地保存の観点から必要最低限の発掘を行っているため、範囲及び遺存率は調査した範囲でわかり得る最低限の数値として認識いただきたい。

1　遺跡の範囲と年度別調査範囲及び遺存率

白保竿根田原洞穴遺跡の遺物包含層は、新石垣空港建設工事により、その一部が洞穴の天井部分とともに除かれた状態で調査が開始された。遺跡は本体部を中心として約 2,500㎡が浮島状に現地保存されている。

遺物包含層は、現時点で約 450㎡の洞穴内に、少なくとも 200㎡の範囲で分布しており、その体積は 300㎥以上存在していたことが考えられる編（第 3･4 表、第 9 ～ 11 図）。2010（平成 22）年度には 60㎡･79.6㎥の範囲で記録保存調査が行われ、遺物包含層全体の 26% が調査された（割合は遺物包含層全量 306㎥を基に算出、以下同様）。その後、空港建設工事により約 16㎡、9.3㎥が削られたことから、調査と工事により 76㎡、89.3㎥、29.2% が掘削されたことになり、この時点での遺跡の遺存率は 70.8% となっている。

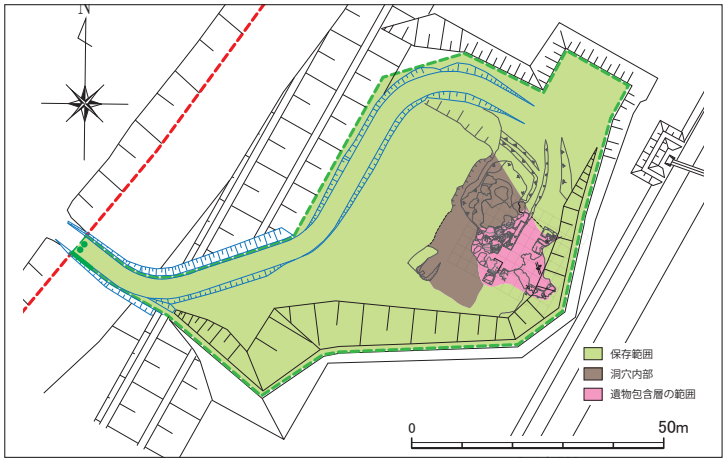
その後、2012（平成 24）年度からは、保存目的の範囲確認調査が 38㎡、29.8㎥の範囲で行われ、遺物包含層全量の 9.7% を調査した。これに 2010（平成 22）年度の記録保存調査及び工事で削平された範囲 16㎡、9.3㎥を加えると、遺物包含層全量の 38.8% が調査され、61.3% が敷地内に残されていることになる。

第 3 表　遺跡の範囲・調査範囲・遺存率一覧

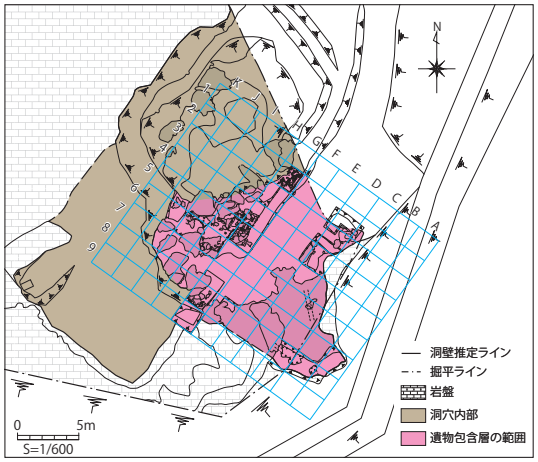
項目	面積（約・㎡）	体積（約・㎥）
保存面積	2,500	―
洞内面積	450 ～	―
包含層の範囲	200 ～	306.0
記録保存調査範囲	60	79.6
確認調査範囲	38	29.8
全調査範囲	74	109.4
工事掘削範囲	16	9.3
調査後の包含層遺存範囲	184 ～	187.8
包含層遺存率（%）	92	61.3

第 4 表　年度別調査範囲一覧

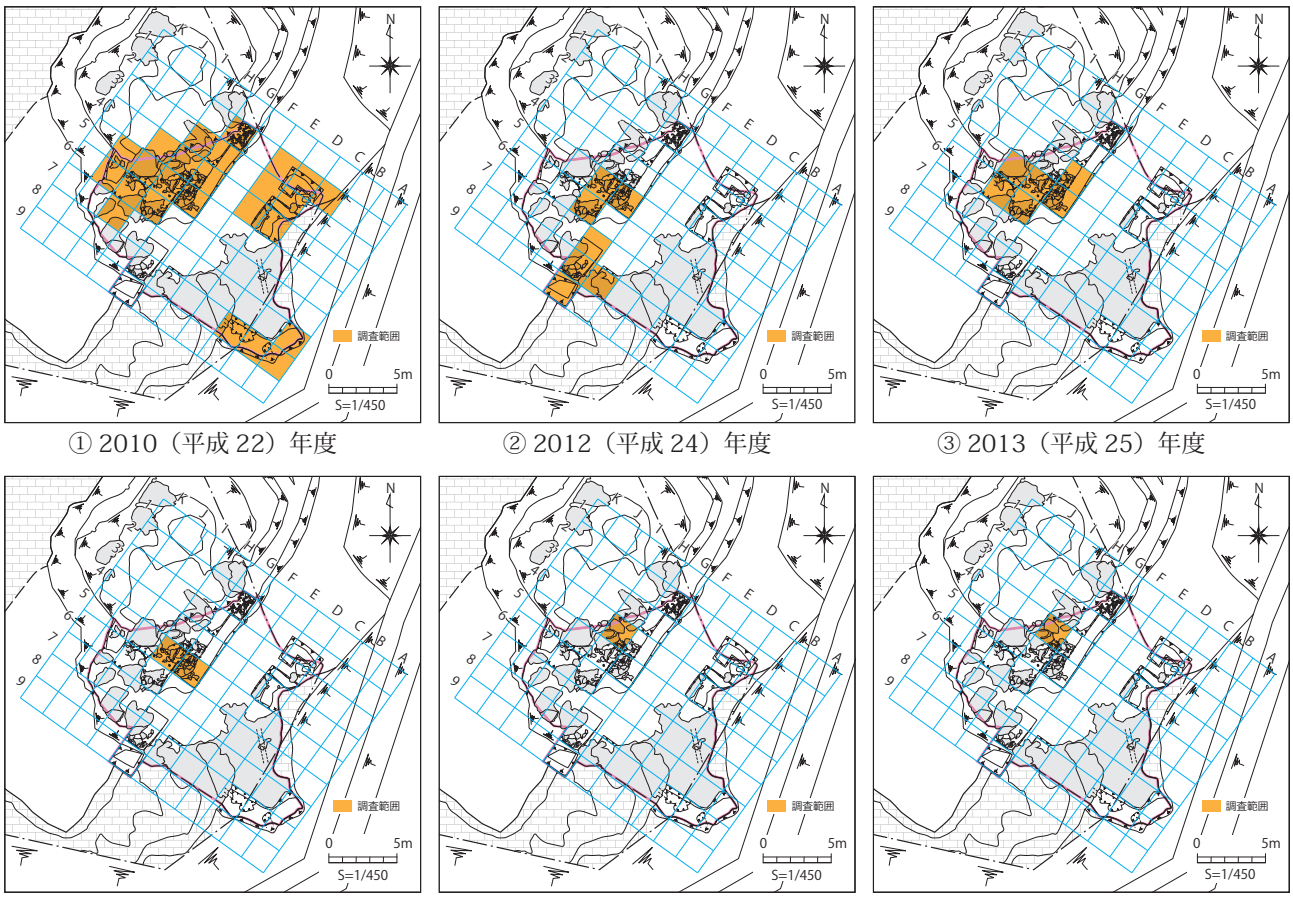
調査年度		面積（約・㎡）	体積（約・㎥）	備考
西暦	平成			
2010	22	60	79.6	記録保存調査
2012	24	26	16.8	確認調査 1
2013	25	16	7.4	確認調査 2
2014	26	4	3.2	確認調査 3
2015	27	4	1.6	確認調査 4
2016	28	2	0.8	確認調査 5
合計		112	109.4	



第 9 図　保存範囲



第 10 図　遺物包含層の範囲



① 2010（平成 22）年度　② 2012（平成 24）年度　③ 2013（平成 25）年度

④ 2014（平成 26）年度　⑤ 2015（平成 27）年度　⑥ 2016（平成 28）年度

第 11 図　年度別調査範囲

2　時期別遺物包含層の範囲と遺存率

つぎに、時期別の遺存状況を示す（第 5 表、第 12 図）。グスク時代～無土器期（Ⅰ・Ⅱ層）の層は全体で 64㎡、54㎥の土量があり、包含層全量 306㎥の 17.6% を占める。この内 24㎡の範囲において 21㎥を調査した。これにより、当該期包含層 54㎥の 38.9% が調査され、約 61% が残されている。

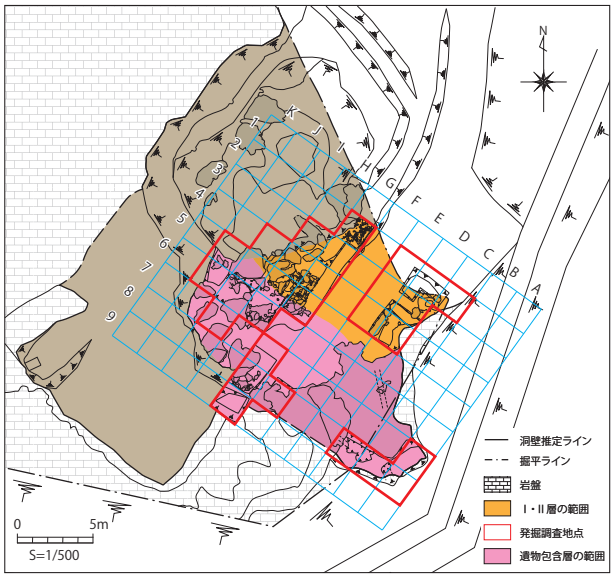
第 5 表　時期別遺物包含層の範囲・遺存率一覧

時期区分・層	項目	面積（約・㎡）	体積（約・㎥）	体積割合（%） 全包含層 306㎥中	体積割合（%） 文化層ごと	備考
Ⅰ・Ⅱ層	全体	64	54	17.6	100.0	
	調査分	24	21.0	6.9	38.9	
	調査後	40	32.9	10.7	61.1	
	遺存率（%）	62.5	61.1	10.7	61.1	
ⅢA・ⅢB・S・X・Y 層	全体	116	62	20.3	100.0	
	調査分	52	27.4	8.9	44.1	
	調査後	64	34.7	11.3	55.9	
	遺存率（%）	55.2	55.9	11.3	55.9	
ⅢC～ⅢE・Ⅳ・A・B・C・Z 層	全体	160	190	62.1	100.0	
	調査分	55	61.7	20.1	32.4	
	工事	16	9.3	3.0	4.9	記録保存調査後の工事により掘削された範囲
	調査後	140	119.4	39.0	62.7	面積は H4 区 4㎡と工事掘削箇所 16㎡以外完堀していないため 140㎡が遺存
	遺存率（%）	87.5	62.7	39.0	62.7	

続いて下田原期・完新世初頭（Ⅲ A・Ⅲ B 層）の遺物包含層は、116㎡の範囲に 62㎥が堆積しており、包含層全量 306㎥の 20.3% を占める。この内 52㎡、27.4㎥の調査を行った。当該期包含層 62㎥の調査した割合は 44.1% で、遺存率は約 56% となっている。

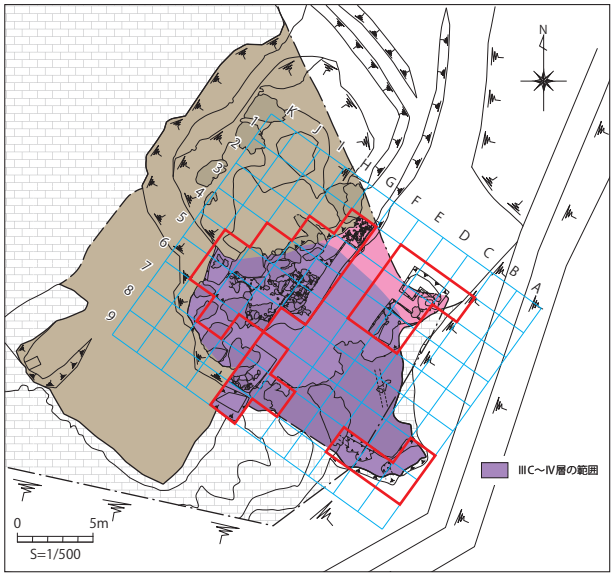
最後に更新世期（Ⅲ C ～Ⅳ層）の遺物包含層は、160㎡の範囲に 190㎥が堆積していたことが考えられ、包含層全量 306㎥の 62.1% を占める。この内 55㎡、61.7㎥の範囲を調査し、当該期包含層 186㎥の 33.1% を調査した。また、空港建設工事により約 16㎡、9.3㎥が削られたことから、62.7% が残されている。当該層は H4 区の 4㎡以外は完堀していないことから、面積としては大半が遺存していることが考えられる。

このように、遺跡には 6 割以上の遺物包含層が現地保存されており、その大半は更新世に属する。この遺物包含層中には、いまだ膨大な人骨をはじめとする遺物が含まれていると思われ、学術的に大変貴重といえる。

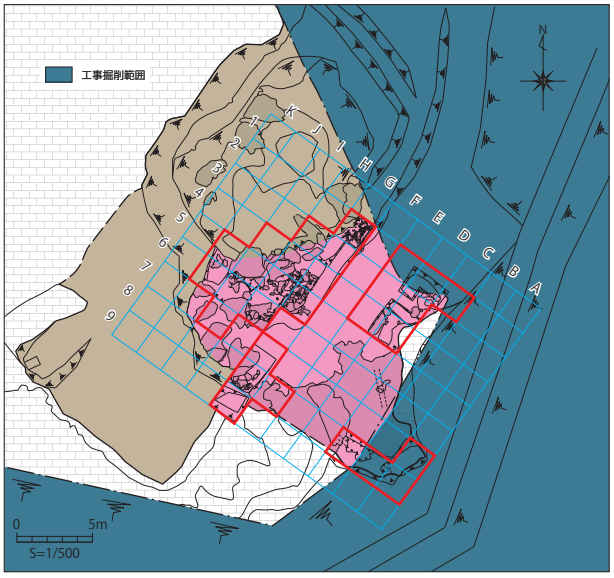


①Ⅰ・Ⅱ層（グスク～無土器期）の範囲

②Ⅲ A・Ⅲ B 層（下田原期～完新世初頭）の範囲



③Ⅲ C ～Ⅳ層（更新世）の範囲



④工事掘削後の遺物包含層の範囲

第 12 図　文化層ごとの範囲

第 2 章　調査・分析・研究の成果

第 1 節　調査の成果

白保竿根田原洞穴遺跡は平成 20（2008）年に発見された遺跡である。新石垣空港空港建設工事に伴い、平成 22（2010）年度に記録保存調査（第 1 次調査）が行われ、遺跡の中心部が現地保存されることになった。その後、平成 24（2012）～ 28（2016）年度にかけて重要遺跡範囲確認調査（第 2 次調査）が行われた。これらの調査により、遺跡の堆積は旧石器時代（後期更新世）から中森期（グスク時代相当）までの長期にわたり断続的に確認されている。第 1 次調査の報告書や第 2 次調査の事実報告においては、その状況について層序及び遺構ごとに状況を記載したが、ここでは遺跡の文化層を中森期文化層、下田原・無土器期文化層、完新世初期文化層、旧石器時代文化層の 4 期に区分し、各時期の文化層ごとに調査成果を報告する。

1　中森期文化層

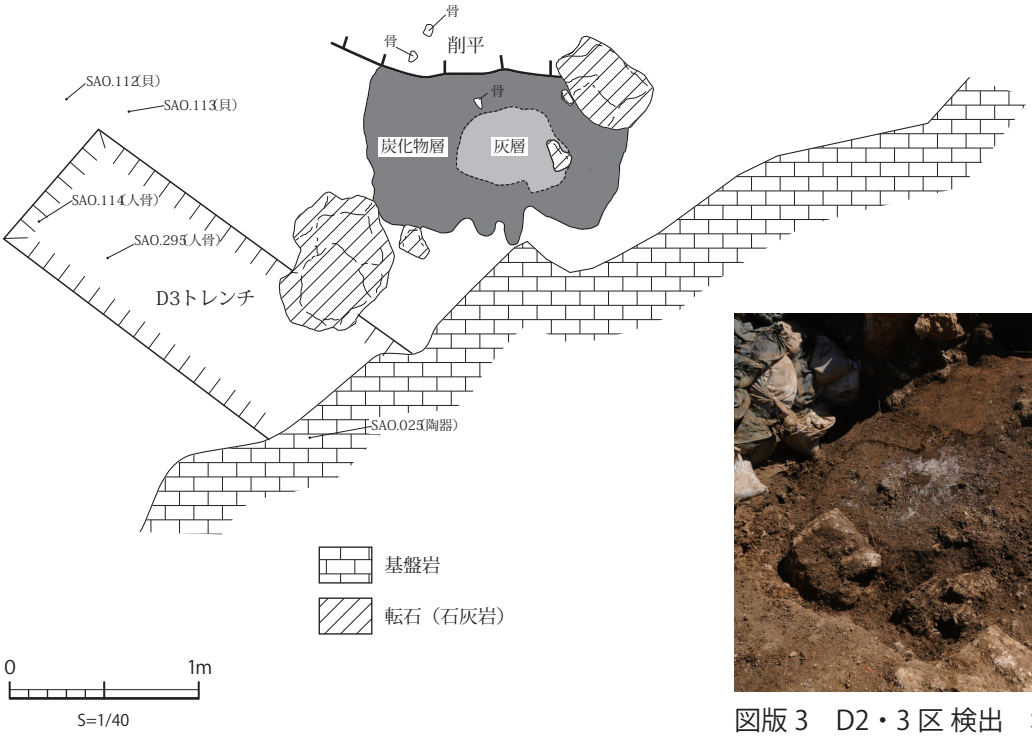
中森期文化層は、白保竿根田原洞穴遺跡のⅠ層を指し、洞内の北東付近に約 64㎡が分布する（第 6 表）。このⅠ層は暗褐色混砂土層で、粒径 3㎝以下の軽石や数㎝～ 30㎝台のトムル層起源の円礫及び、5㎜以下の細礫～粗砂を含む。粘性は中程度でしまりはよく海産貝類遺体及び炭化物が目立つ。D2 ～ 4 区で調査を実施し、この内 D2・3 区において地床炉（SF1）が 1 基確認された（第 13 図・図版 3）。遺構は径約 1m の範囲に灰・炭化物・焼土がまとまって検出されている。遺構下部には約 8㎝厚の焼土面を有し、この直上に灰層が薄く広がる構造を成す。灰層は中心部で厚く縁辺部で薄くなる。遺構内木炭の放射性炭素年代は 338 ± 43 BP となっている。

遺構の周辺からは、中国産白磁やタイ産褐釉陶器、中森式土器のほか（第 14 図・図版 4）、獣骨等が出土している。白磁には中国福建産のビロースクタイプ碗Ⅱが含まれ、年代は 14 世紀後半～ 15 世紀初頭とされる。その他陶磁器には、16 世紀頃に位置づけられる浅手の中国産白磁碗や、タイ・メナムノイ窯産と考えられる褐釉陶器壺片が得られている。これらの共伴遺物と木炭の放射性炭素測定結果から、中森期文化層は 14 世紀～ 17 世紀に位置づけられ、八重山考古学編年の中森期（グスク時代相当）からパナリ期（近世相当）に属することが考えられるが、ここでは人工遺物の年代から中森期文化層とした。その他自然遺物として、獣骨（ウシ・ウマ・イノシシ）、人骨、海産貝類遺体（シャコガイ・マガキガイ等）、陸産貝類（マイマイ）等が出土している。

この遺構の発見により、空港開発以前の洞内は、ヒトの活動が困難な漆黒の暗闇でないことが想定できるようになった。

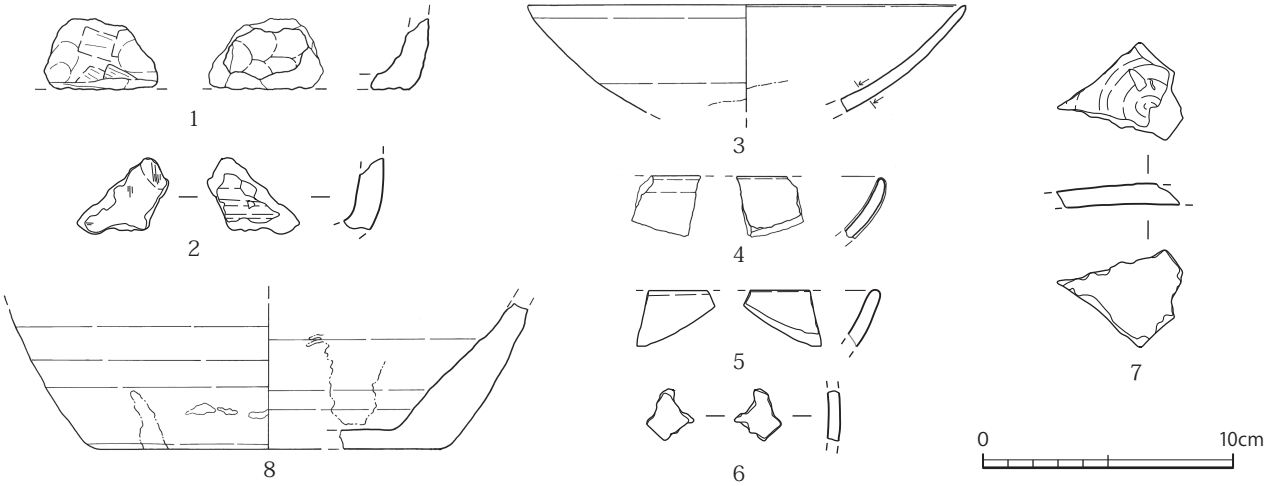
第 6 表　中森期文化層

項　目		内　容
時期区分		中森期（グスク時代・中世相当）
主な年代		14 ～ 17 世紀
分　布		D・E・F・G・H2 ～ 5、I4・5 区（約 64㎡）
層　位		Ⅰ層
遺　構		炉跡 1 基（SF1）
遺物	人工遺物	中森式土器、中国龍泉窯系青磁、中国福建産白磁、タイ・メナムノイ窯産褐釉陶器
	自然遺物	貝類、動物骨（ウシ、イノシシ、ネズミ類、鳥類、ヘビ・トカゲ類、カエル類）
	人　骨	点数：1 点
状　況		グスク時代（中森期）の遺物包含層で、Ⅰ層を指す。在地の中森式土器、中国龍泉窯系青磁、タイ産褐釉陶器が確認された。陶磁器の年代は 14 世紀後半～ 16 世紀を指す。また、炉跡（SF1）が 1 基検出された。炉跡内の木炭の放射性炭素年代は 338 ± 43BP である。この遺構の発見により、洞穴は開放的なドリーネであり、人が生活を営むことが可能な場所であったことが想定されるようになった。

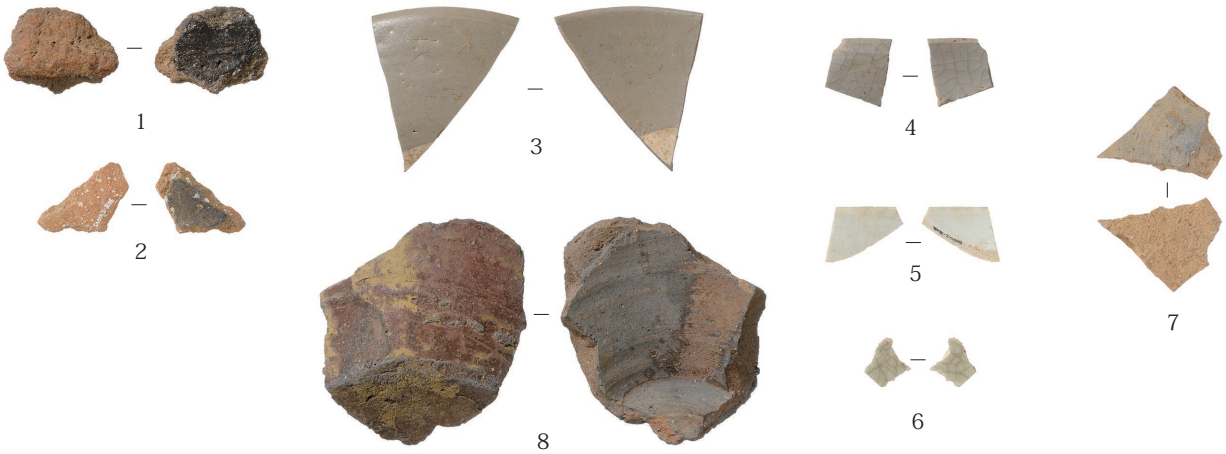


第 13 図　D2・3 区 検出　地床炉（SF1）　平面図

図版 3　D2・3 区 検出　地床炉（SF1）



第 14 図　中森期文化層　出土遺物（1・2 土器、3 ～ 8 陶磁器）



図版 4　中森期文化層　出土遺物（1・2 土器、3 ～ 8 陶磁器）

2　下田原・無土器期文化層

Ⅲ A 層および、S 層の遺物包含層を指す。遺物包含層の範囲は 60㎡前後で分布する（第 7 表）。Ⅲ A 層の上面はⅡ層に不整合に覆われ、Ⅱ層が堆積する際に、Ⅲ A 層の上面も撹乱を受けたと考えられる。Ⅲ A 層は、最も層序的に安定した区画である G2・3 区において、Ⅲ A1 層（無土器期）、Ⅲ A2 層（下田原期）に細分されるが、その他の区画では細分することが困難であったため、G2・3 区の遺構以外はⅢ A 層（下田原・無土器期）として取り上げた。このため、ここでは下田原・無土器期文化層とする。

Ⅲ A 層は、粘性、しまりともに中程度で、貝片、炭化物、砂粒を含む。また、バサバサした土壌で乾裂が発達し、拳大の風化した鍾乳石片、クサレ礫等を含むという特徴を持つ。Ⅲ A1 層からは炭集中部（SX2・3）2 基、Ⅲ A2 層からは礫敷遺構（SX4）1 基が検出された。Ⅲ A1 層の炭化物集中部では、粒径 5mm 以下の微細な炭化物がまとまって検出された（第 15 図、図版 5）。焼土面等は認められなかったが、遺跡周辺にはみられない火成岩の円礫が確認され、人為的に搬入されたものと考えられる。無土器期に特徴的な貝斧や石斧が未確認だが、放射性炭素年代測定の結果、炭化物で 1,764 ± 38BP、1,835 ± 36BP、1,834 ± 39BP、シャコガイで 1,916 ± 38BP の年代値が得られたことから、無土器期と推定した。また、Ⅲ A2 層の礫敷遺構は、上部に間層を挟んで炭集中部（SX2）が検出されている（第 7 表）。トムル層に由来すると考えられる変成岩の角礫が 1.5m × 1.1m の範囲に敷き詰められ、礫中には火成岩やイノシシ骨、炭化物等が出土した。遺跡内にみられる石灰岩礫がほどんど検出されないことから、変成岩が選択的に敷き詰められた人為的遺構と考えられる（第 16 図、図版６・７）。遺構と共伴する人工遺物の出土はないが、他区画においてⅢ A 層から下田原式土器が出土していることや、2,000 ～ 1,800BP と考えられる SX2 の下部に位置すること、石垣市大田原遺跡に礫敷遺構の類例があることから（沖縄県教育委員会 1980 ほか）、下田原期と推定した。遺物としては、下田原式土器、磨石等の石器類、海産貝、イノシシ骨、魚骨、稀な資料としてネコ属の骨等が出土した（第 20 ～ 22 図、図版 10 ～ 13 図）。

遺物の分布状況をみていくと、イノシシ骨は G2 ～ 5、H5・6、I・J6 区で出土し、G2 ～ 5 区にまとまって出土する傾向がみられる（第 18・19 図）。また、土器や海産貝もイノシシ骨と類似の傾向がみられ、後述する完新世初頭（Ⅲ B 層）の遺物の出土状況とは集中域が異なることがわかった。I6 区では約 8,500BP の年代が得られているが、下層のⅢ B 層を一部取り上げている可能性が考えられる。

S 層は D2 ～ 4 区に分布する。Ⅲ A 層に相当するが、局所的に分布するため、遺跡全体の層準（基本層序）の中に位置付けることが難しいことから、S 層とした。S1 ～ S4 層に細分される。S1 ～ S3 層は、黒褐色～暗褐色土層で粘性・しまりともに中～強程度、灰や焼土、炭化物、陸産貝などが出土する炭化物層となる。S4 層は暗褐色土層で、5㎝程度の石灰岩礫、砂粒・炭・焼土を少量含み、30㎝程度の厚さを持って堆積する。粘性は中程度でしまりはよい。S4 層からは、崖葬墓（SX5）が確認された。人骨は解剖学的位置関係を保たず、集骨された状態で確認されている（第 17 ～ 19 図・図版 8・9）。最小個体数は 2 体（成人）である。人骨周辺からはサメ歯穿孔製品（2 孔タイプ）が 1 点、サザエの蓋などの海産貝が出土しており、これらは副葬品の可能性が考えられる。同層では、下田原期の指標となる下田原式土器は未確認だが、人骨等から約 4,000BP の年代値が得られたことから、下田原期の崖葬墓と推定した。下田原期の人骨はこれまで八重山諸島では確認されておらず、本遺跡が初となる。

その他特筆すべきもので、津波堆積層と考えられるⅡ層がある。Ⅱ層は洞壁内のほぼ全域、約 450㎡に分布する無遺物の砂礫層で、Ⅱ 1 層とⅡ 2 層に細分される（第 8 図）。砂礫中に海洋生物遺骸や海浜性の砕屑物を多く含むことから、津波のようなイベントに由来する堆積層と考えられる。Ⅱ 2 層は、洞内の北東付近に約 64㎡が分布する。Ⅱ 1 層と比較すると砂粒が粗くなり、大型の礫が混入する。径 5㎝以下のトムル層起源の円磨された礫を多く含み、基質は径 2㎜以下の均質な砂粒である。粘性は弱いがしまりはよい。海産貝、枝サンゴ、星砂、銭石、軽石などの海洋生物遺骸や漂流性岩石（軽石）を含む。特にⅡ層上部には大小の軽石が多く含まれており、径 20㎝に達するものも見られる。また、Ⅰ層とⅡ層の境界付近には、面的に薄く軽石が集中する状況も観察される。このⅡ層は、Ⅲ A1 層を不整合に覆っている。

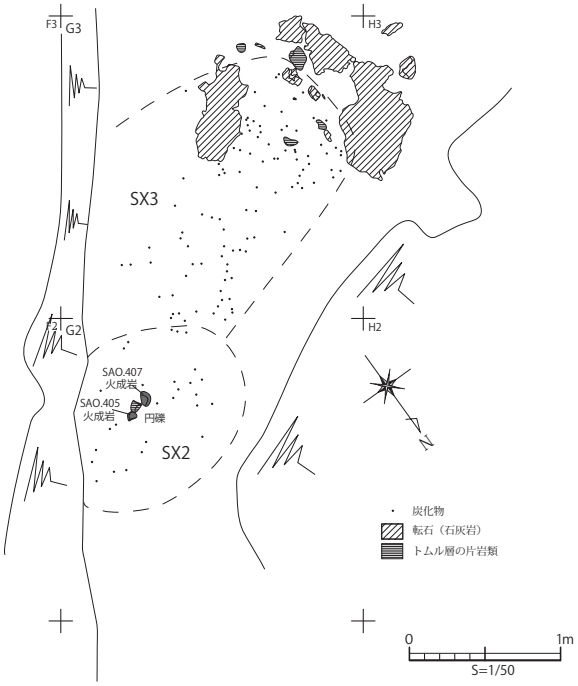
洞穴堆積物分析として、Ⅱ層の粒度や泥分含有量、粒子配列から津波による堆積のプロセスを復元するとともに、当初の洞口の位置を推定した（第２章第２節７）。

このⅡ層から採取した炭化物の放射性炭素年代測定を行った結果、約 1,800BP の数値が得られた（沖縄県立埋蔵文化財センター 2013）。この年代値は、津波石の年代測定結果から導き出した津波の年代や（河名俊男、中田高 1994）、石筍に記録された安定同位体比や微量元素濃度から過去の植生変化を読み取り、放射性炭素年代測定結果や歴史記録と照合した結果とも調和的である（吉村和久ほか 2013）。

出土遺物として、D4 区Ⅱ層からホシダカラ製の貝錘が１点得られている（第 21 図・図版 12）。自然遺物はイノシシ、ネズミ類、コウモリ類、ヘビ・トカゲ類、カエル類、魚類が少量得られている。

第７表　下田原・無土器期文化層

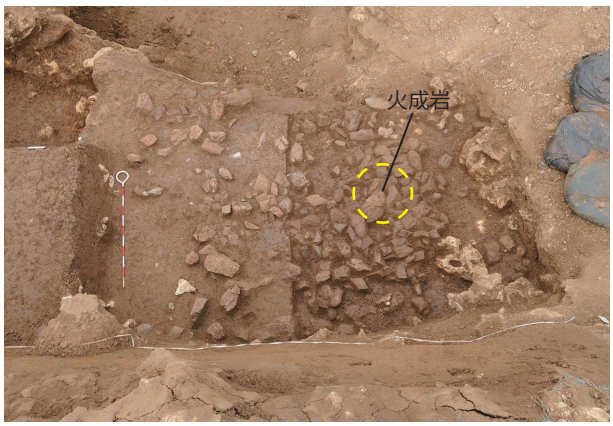
項　目		内　容
時期区分		下田原期～無土器期（縄文後期～弥生相当）
主な年代		約 4,000 ～ 1,800BP
分　布		C2・3、D2 ～ 5、E2 ～ 7、F・G・H2 ～ 8、I4 ～ 8、J5 ～ 8 区（約 116㎡）、Ⅱ層：洞壁内全域（約 450㎡）
層　位		ⅢＡ層・Ｓ層、Ⅱ層
遺　構		炭化物集中部２基（SX2・3）、礫敷き遺構（SX4）、崖葬墓（SX5）、津波堆積層
遺物	人工遺物	土器、石器、貝製品（ホシダカラ製貝錘１点）
	自然遺物	動物骨（イノシシ、ネコ属、ネズミ類、コウモリ類、鳥類、ヘビ・トカゲ類、リクガメ類、カエル類、魚類）
	人　骨	点数：約 70 点、最小個体数：２人（男性１人、女性１人）
状　況		ⅢＡ層はⅢＡ１層とⅢA2 層に細分され、ⅢA1 層では無土器期の炭化物集中部２基、ⅢＡ２層では礫敷遺構１基が検出された。また、Ｓ層から下田原期と考えられる崖葬墓が八重山諸島で初めて確認された。下田原式土器、敲石等の石器、イノシシ牙・サメ歯製品等の人工遺物が出土したが、下田原・無土器期に特徴的な石斧や貝斧は未確認である。希少な動物骨として、ヤマネコと思われるネコ属の骨が出土しており、当時の陸域や自然環境・動物相を知る上で貴重といえる。 Ⅱ層は海砂や枝サンゴ等の生砕物を含む無遺物の砂礫層。Ⅰ層（中森期）とⅢＡ層（下田原期）の中間に位置し、ⅢＡ層上面を不整合に覆う。海産貝類やサンゴ礫、軽石など海浜起源の生砕物や岩石を含むことから津波堆積物の可能性が高い。木炭の放射性炭素年代は 1,885 ± 25BP ～ 1,745 ± 25BP の数値が得られている。出土遺物は、D4 区Ⅱ層からホシダカラ製の貝錘が１点得られている。自然遺物はイノシシやネズミ、魚類等の動物骨が得られている。



第 15 図　G2・３区　炭化物集中部検出状況（SX2・3）　平面図

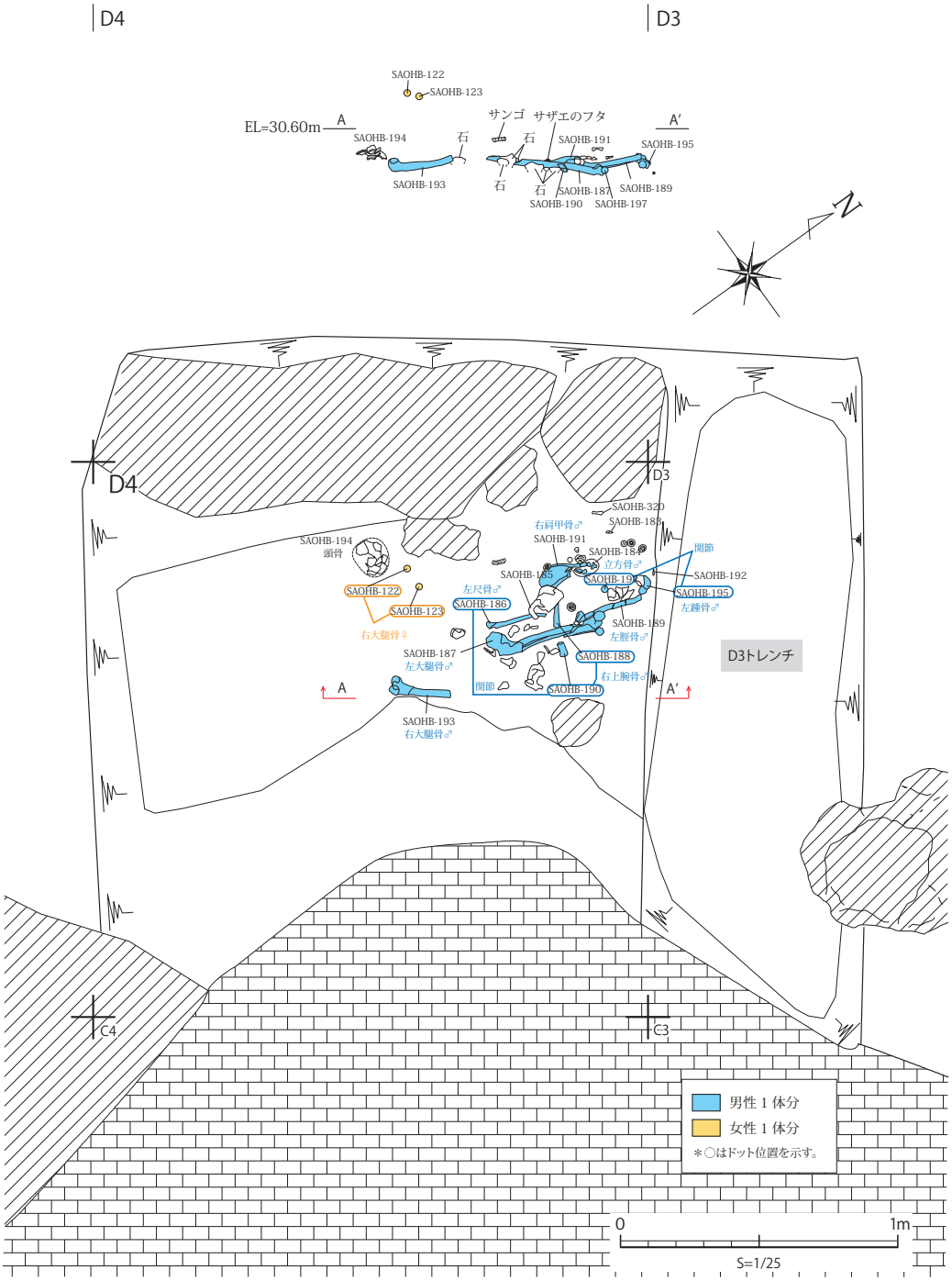
図版５　G2 区　炭化物集中部（SX2・3）検出状況

第 16 図　礫敷き遺構（SX4）　平・断面図



図版 6　礫敷き遺構（SX4）　俯瞰　東から

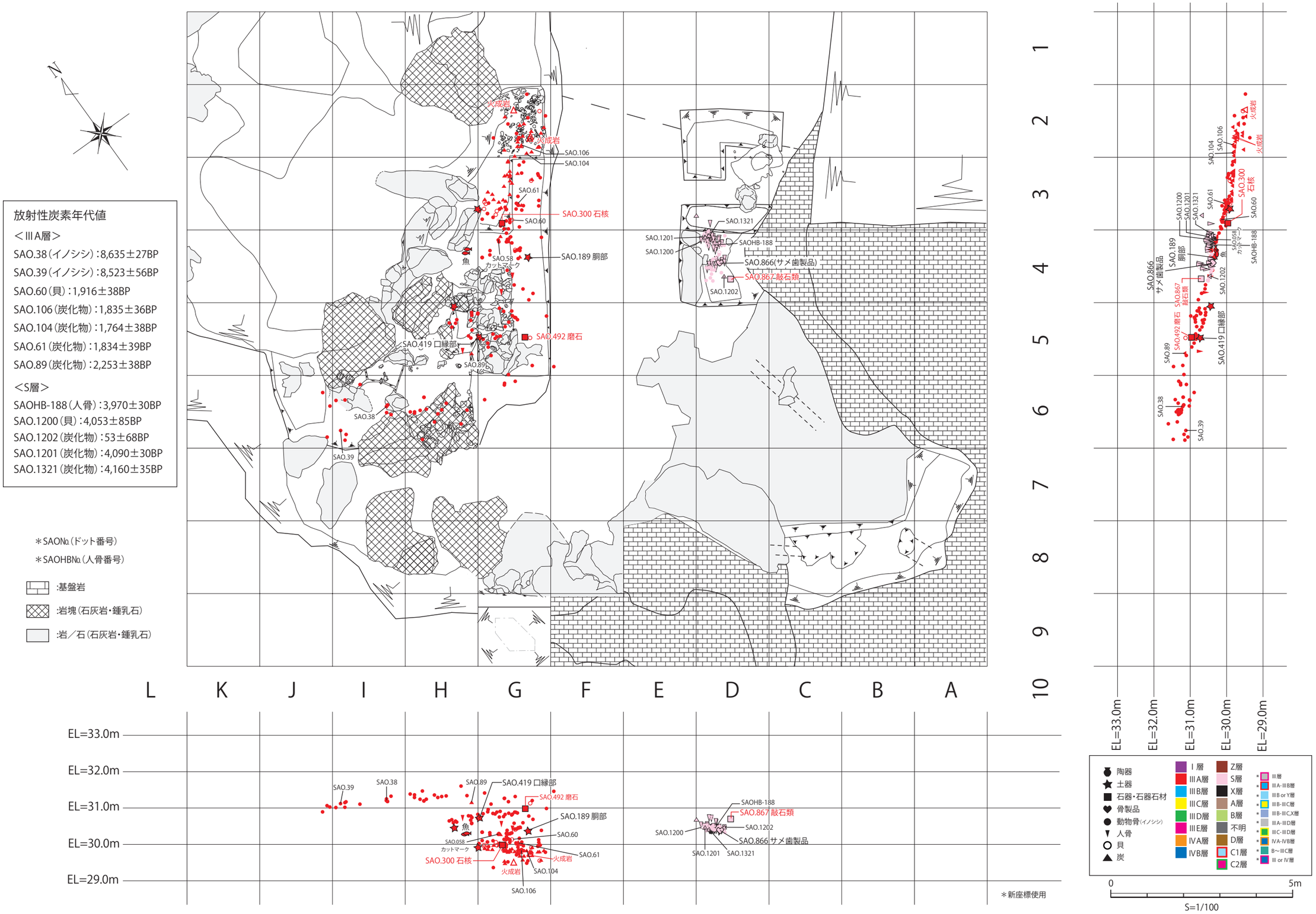
図版 7　礫敷き遺構（SX4）　西から



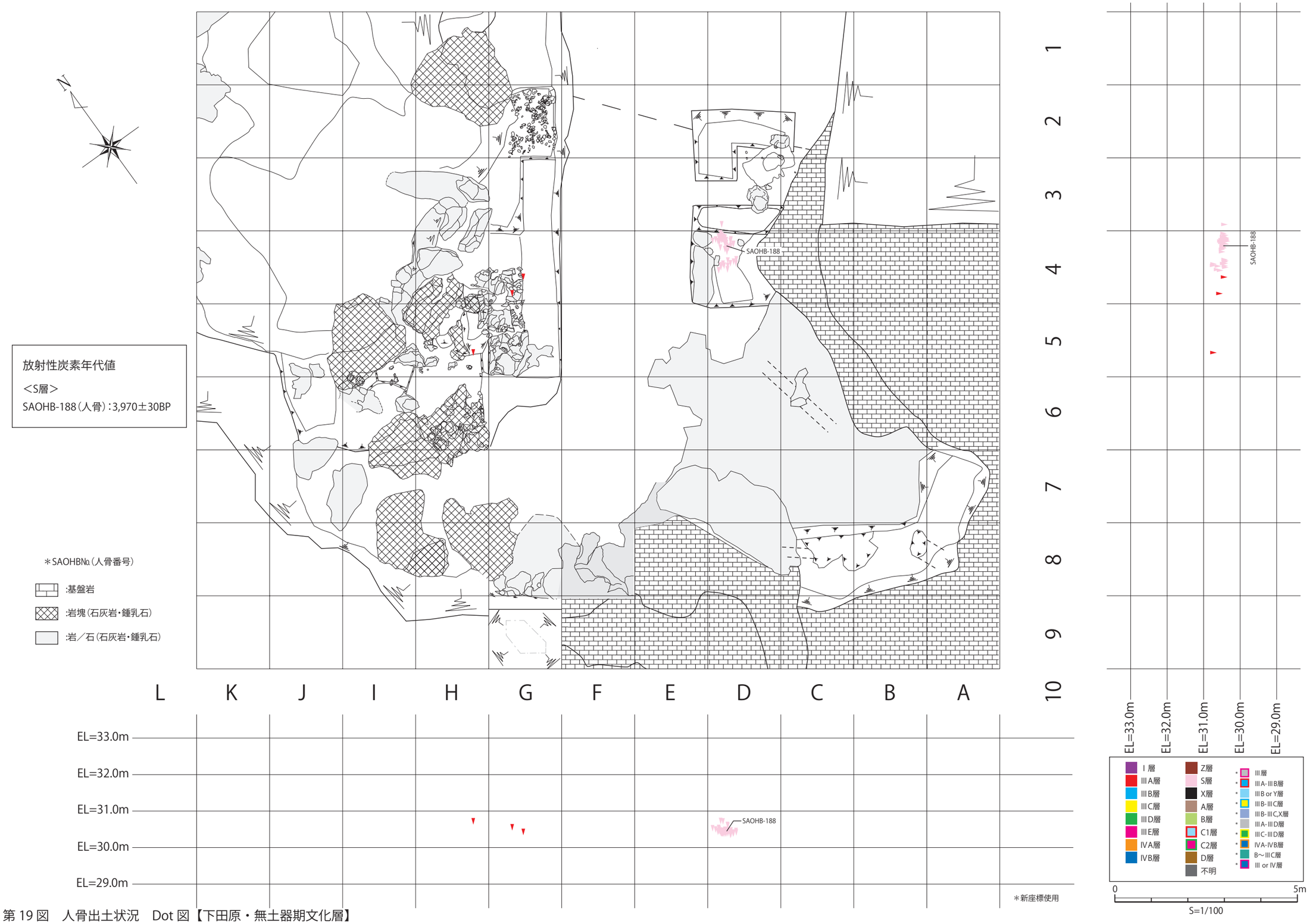
第 17 図　D4 区 S4 層　人骨出土状況（SX5）　平・立面図

図版 8　D4 区 S4 層　人骨出土状況（SX5）　北から

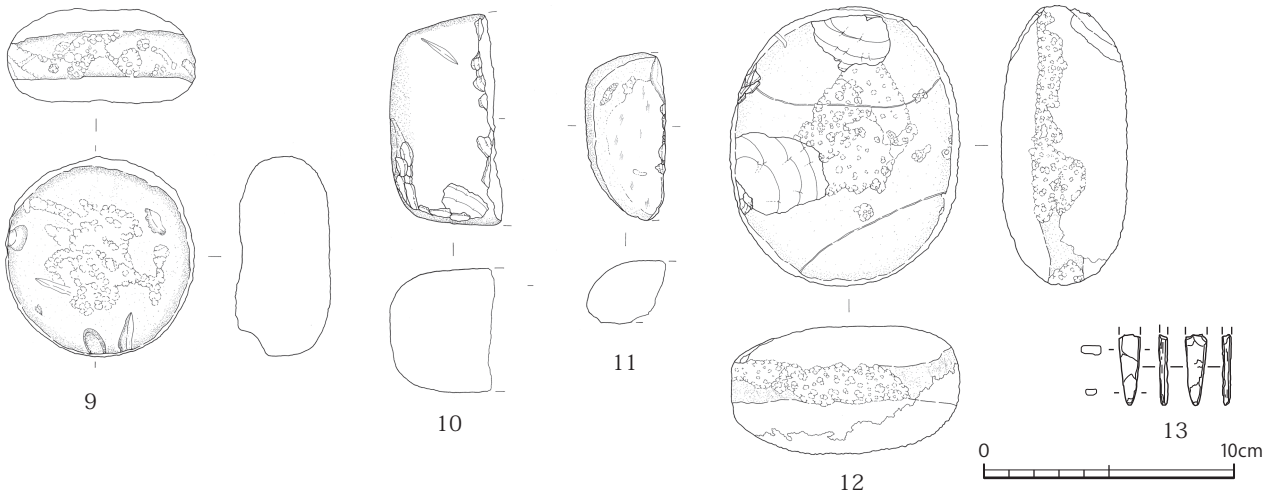
図版 9　D4 区 S4 層　人骨出土状況（SX5）　南から



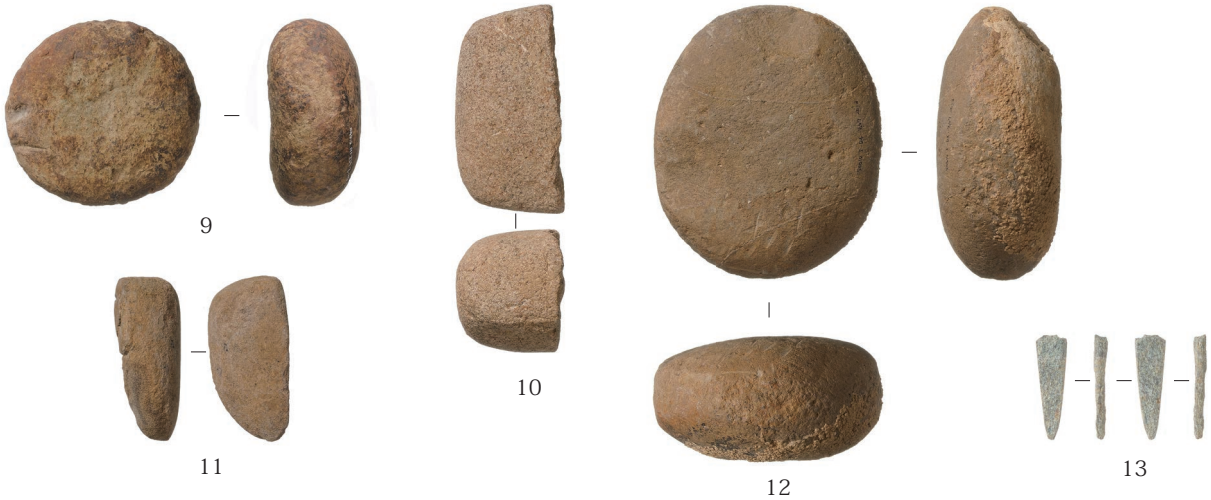
第 18 図　遺物出土状況　Dot 図【下田原・無土器期文化層】　（国立科学博物館提供図に追加作成－その他の dot 図同様）



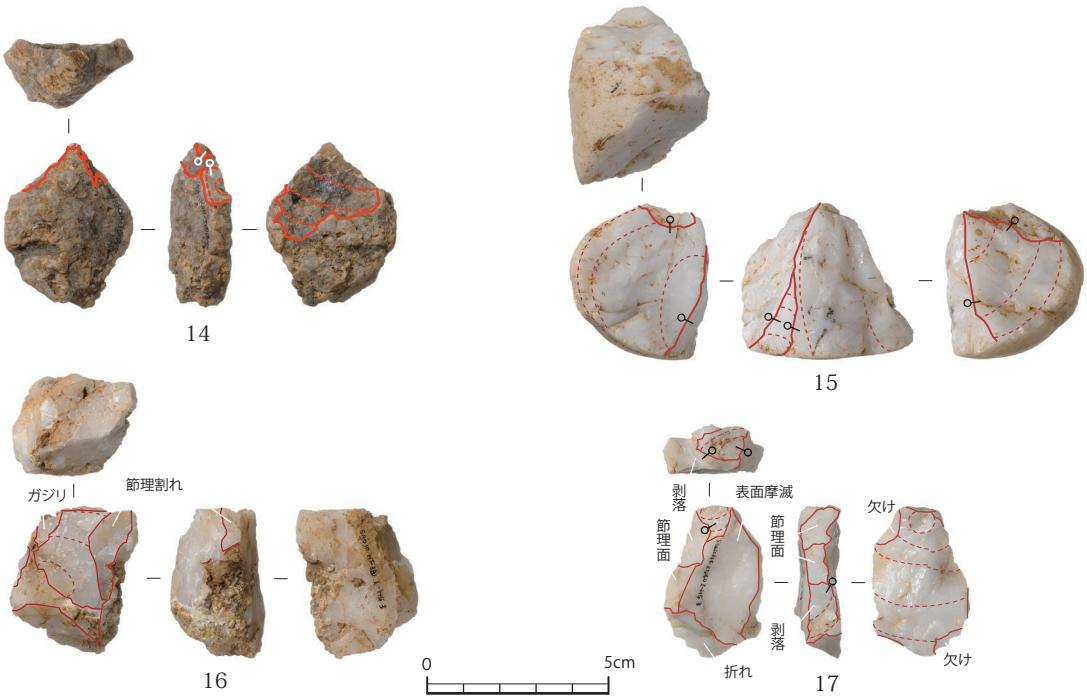
第 19 図　人骨出土状況　Dot 図【下田原・無土器期文化層】



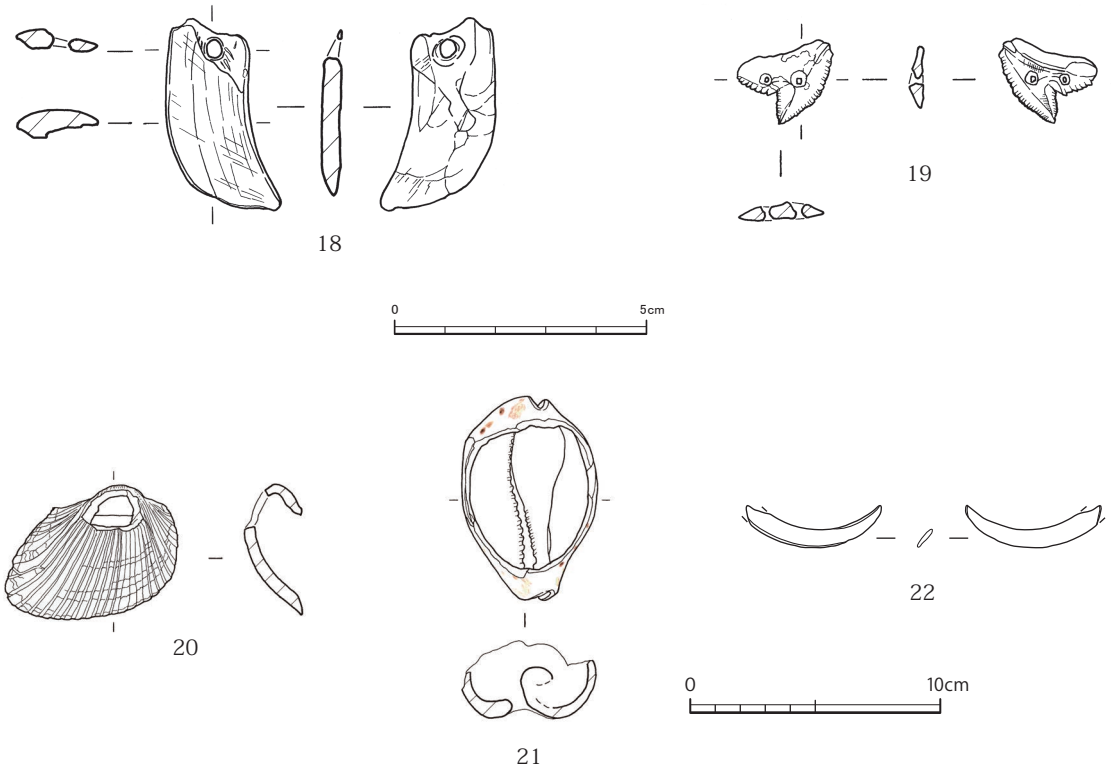
第 20 図　下田原・無土器期文化層　出土遺物 1（石器 9 ～ 13）



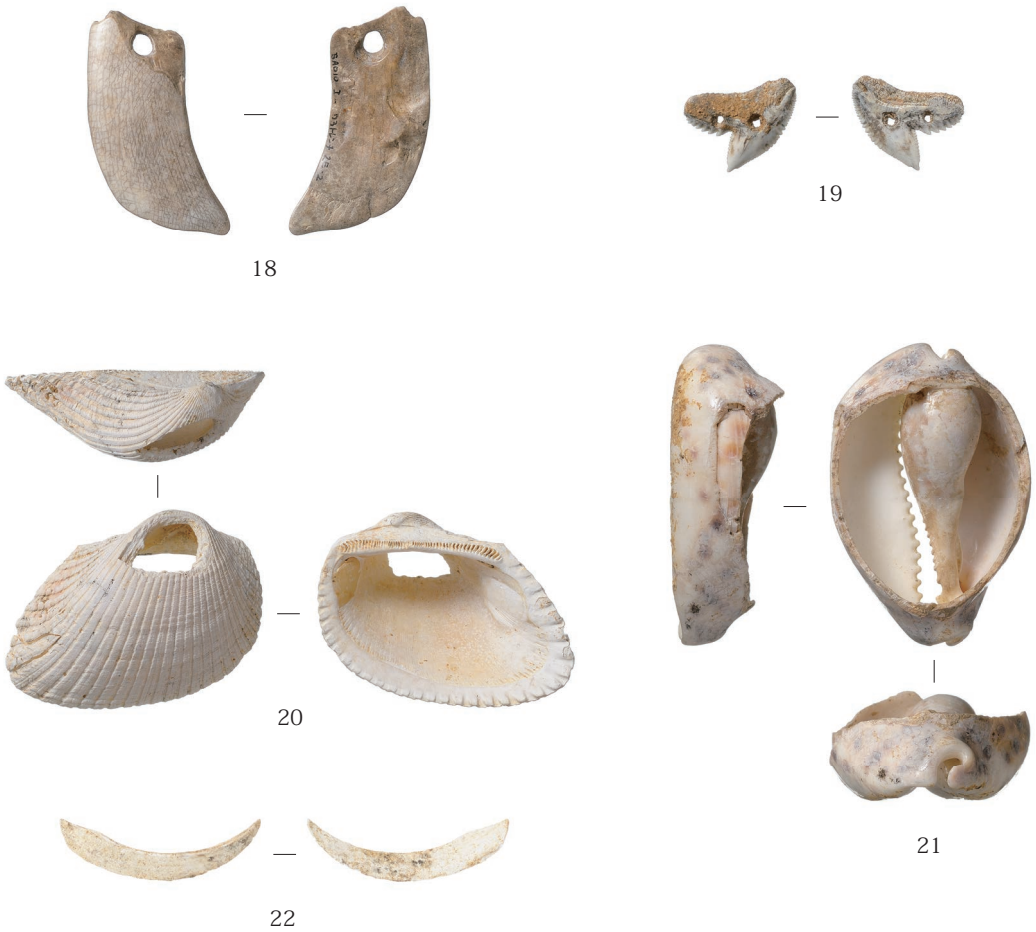
図版 10　下田原・無土器期文化層　出土遺物 1（石器 9 ～ 13）



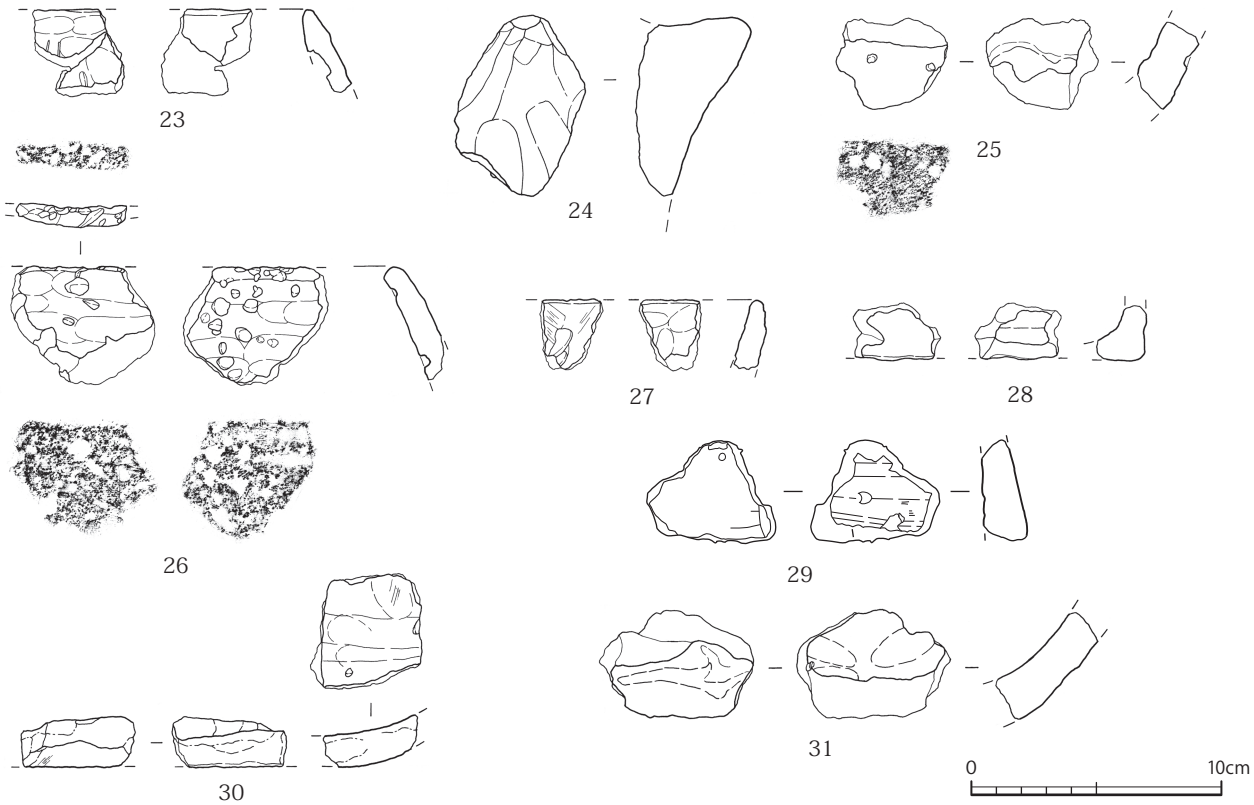
図版 11　下田原・無土器期文化層　出土遺物 2（石英製石器 14 ～ 17）



第 21 図　下田原・無土器期文化層　出土遺物 3（歯牙製品 18・19、貝製品 20 ～ 22）



図版 12　下田原・無土器期文化層　出土遺物 3（歯牙製品 18・19、貝製品 20 ～ 22）



第 22 図　下田原・無土器期文化層　出土遺物 4（土器 23 ～ 31）

図版 13　下田原・無土器期文化層　出土遺物 4（土器 23 ～ 31）

3　完新世初期文化層

完新世初期文化層は主にⅢＢ層を指し、洞壁内中心部に 116㎡前後の範囲で分布する褐色の粘質土層である。粘性は中程度でよくしまり、乾裂が発達する。径５～ 1㎝程度のトムル層起源の円礫～亜角礫が目立つ。マンガン粒とみられる黒色粒を多量に含み、黄褐色の斑文が顕著である。

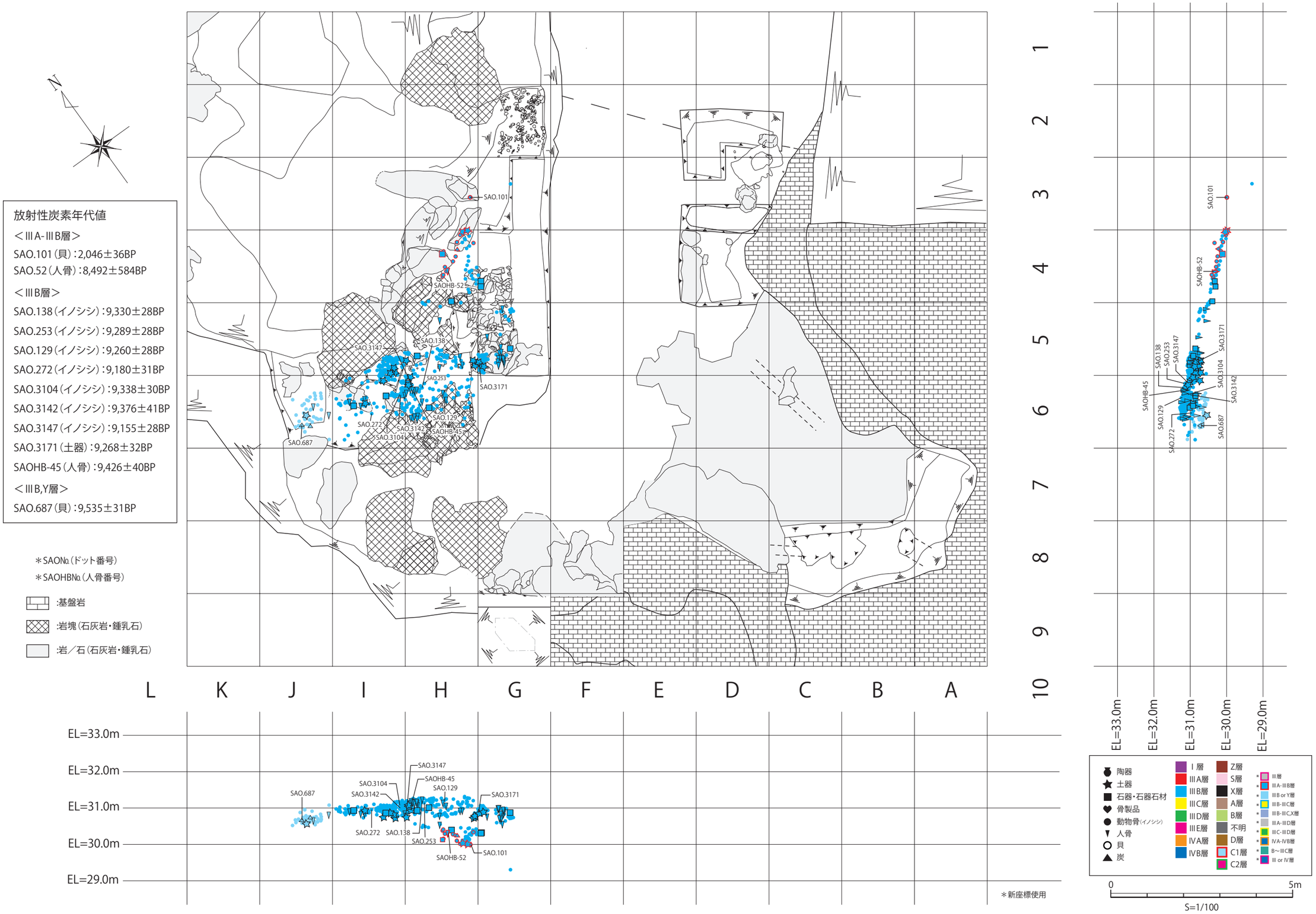
イノシシ骨を多く含み、少量の非材地系石材（チャート）等の石材類を含む。人骨、イノシシ骨、炭化物の放射性炭素年代測定の結果から約 9,500BP ～ 8,500BP（約 10,500 ～ 9,500cal.BP）の遺物包含層と推定される。出土するイノシシ骨には歯が多いが体幹骨は少なく、化石化が弱い。また、ⅢＣ層以下の層から出土する人骨には比較的多くの石灰質膠結物の付着が観察されるのに対し、ⅢＢ層出土のイノシシ骨や人骨には石灰質膠結物の付着が少ない傾向がある。色調などからⅢＡ層、ⅢＢ層、ⅢＣ層を明確に区分することは困難だが、ⅢＡ層からはシャコガイなどの海産貝がみられるがⅢＢ層では海産貝はみられず、イノシシ骨主体となり、ⅢＣ層では人骨が主体的に出土することから、遺物の産状等を考慮して区分している。

出土遺物は人工遺物として、敲石、石皿や砥石のほか、石英製の剥片と思われる石材、土器片が出土している。ⅢＢ層は下田原期のⅢＡ層と重なることが多いため、当初、土器片はⅢＡ層由来の可能性が考えられた。しかし、ⅢＢ層出土土器に含まれる炭化物の放射性炭素年代測定を行った結果、9,268 ± 32BP とする結果が得られ、共伴するイノシシ骨等の年代と調和していることから、下田原期よりも古い土器が存在する可能性が出てきた。また、土器胎土分析では、ⅢＢ層出土の（暗褐色薄手）土器とⅢＡ・Ｓ層出土の下田原式土器では胎土に含まれる鉱物や岩片の組成が異なることが明らかとなっている。出土した土器は小破片で、形式など不明な点が残ることから、類例を待ち今後の調査・研究で明らかにしていきたい。

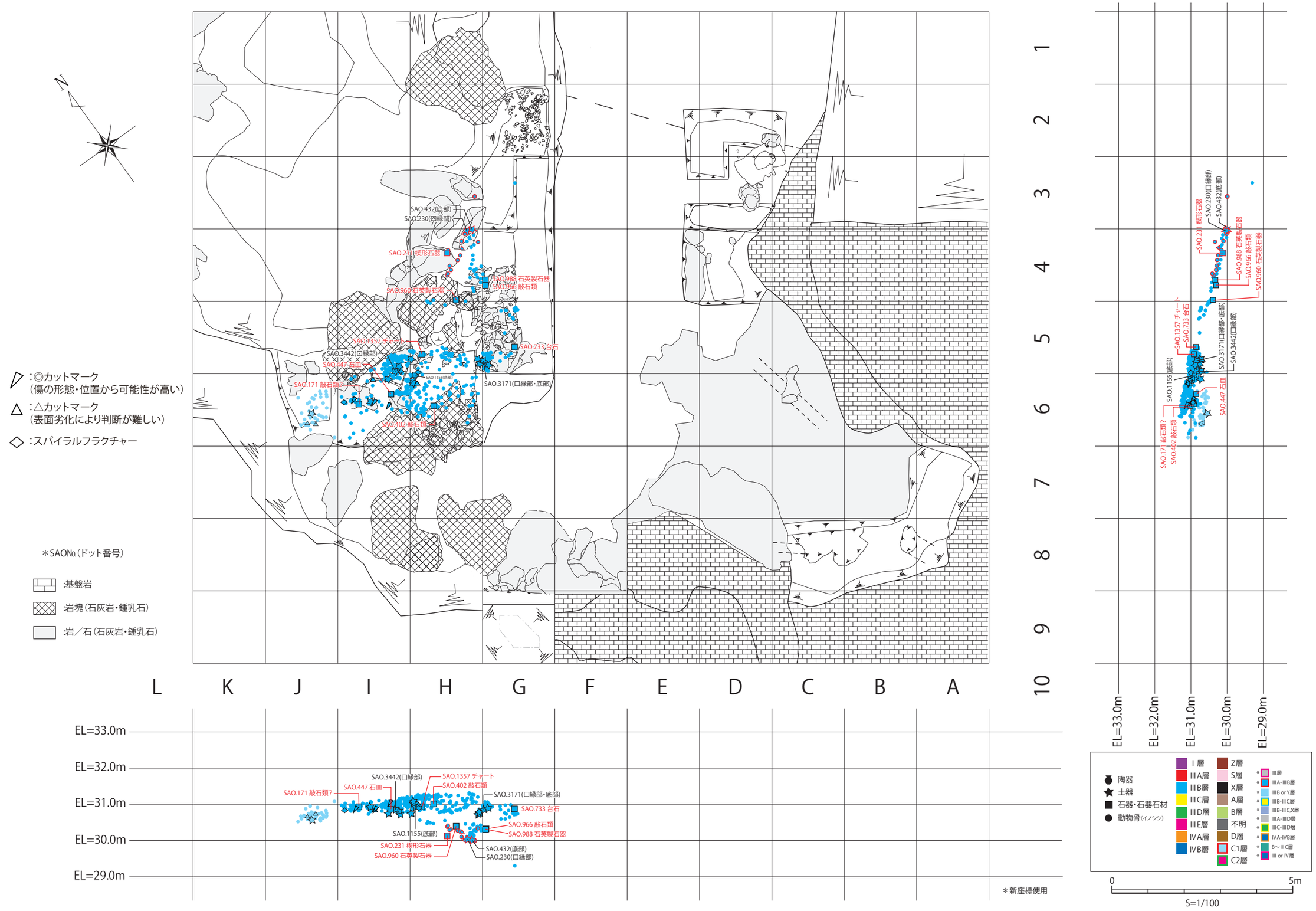
ⅢＢ層出土のイノシシ骨の分布状況としては、H5・6、I・J6、G5 区の一部、G・H4 区の２ヶ所に集中する傾向がみられる（第 24 図）。イノシシ骨の集中部には土器、敲石類や石英製石器などの石器（第 27・28 図、図版 16・17・20）が伴い、また、イノシシ骨には特徴的な部位にカットマークやスパイラル割れなどの人為的痕跡も確認された（図版 18･19）。この傷跡は、動物を解体する際に付けられた傷と考えられ、石器利用の可能性を示している。明確な遺構は確認されていないが、この集中部は遺跡の中でも平坦面を形成している場所であり、イノシシ骨も面的に出土することから、何らかの生活空間として利用していた可能性が考えられる。この発見まで、八重山諸島における最古の文化は約 4,000 年前の下田原期とされていたが、これを遡る文化が初めて確認されたことになる。9,426 ± 40BP の放射性炭素年代を示す人骨も出土するが、少量のためその様相は判然としない。

第８表　完新世初期文化層

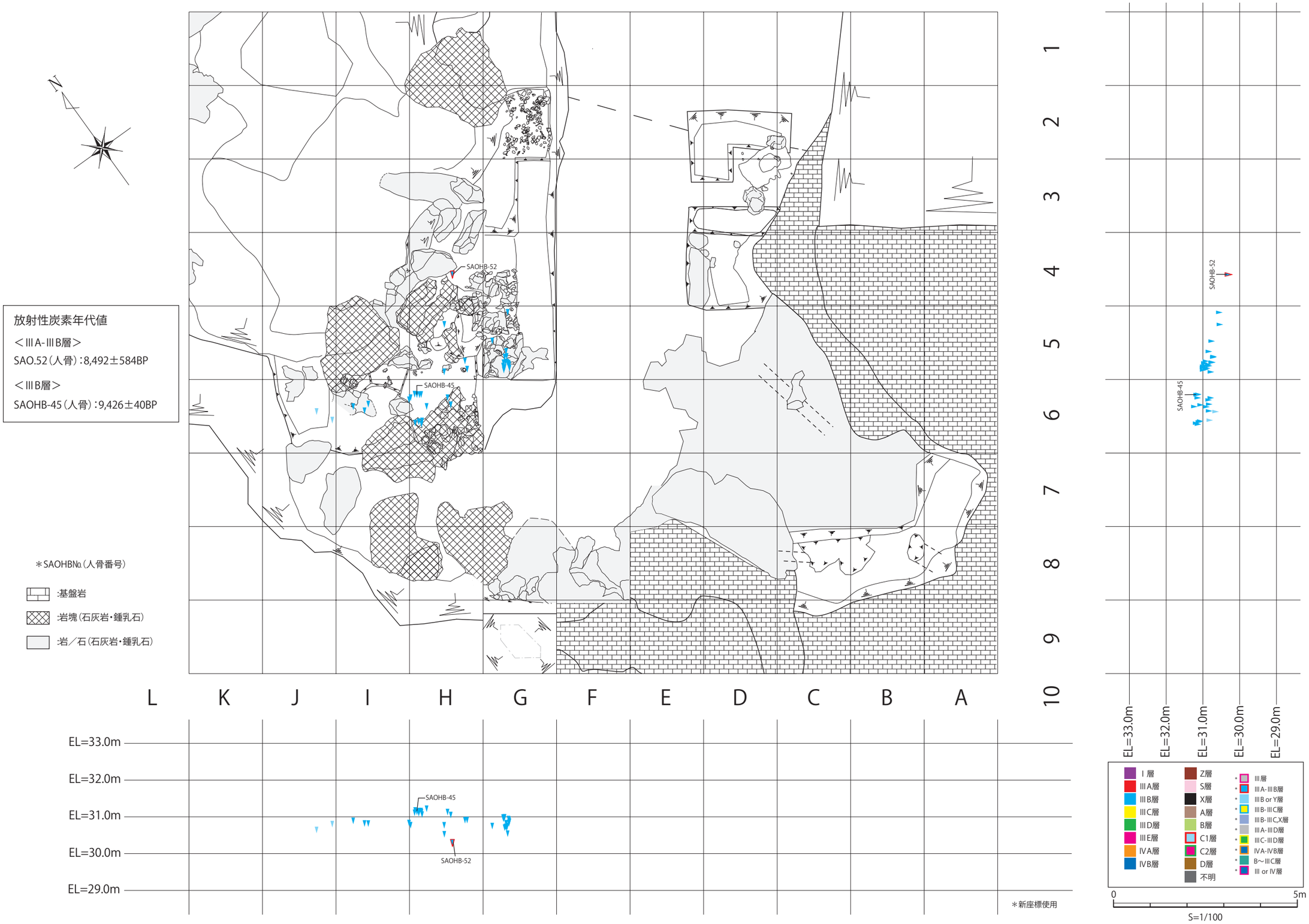
項　目		内　容
時期区分		完新世初期（縄文早期相当）
主な年代		9,500 ～ 8,500BP
分　布		C2・3、D2 ～ 5、E2 ～ 7、F・G・H2 ～ 8、I4 ～ 8、J5 ～ 8 区（約 116㎡）
層　位		ⅢＢ層
遺　構		未確認
遺物	人工遺物	土器、石器
	自然遺物	石器石材、動物骨（イノシシ、ネコ属、ネズミ類、コウモリ類、鳥類、ヘビ･トカゲ類、リクガメ類、カエル類、魚類）
	人　骨	点数：約 50 点、最小個体数：３人（男性２人、女性１人）
状　況		完新世初期のイノシシ骨が主体となる包含層である。多量のイノシシ骨ともに土器や礫石器・石材が確認された。イノシシ骨には人為的なカットマークやいわゆるスパイラル割れの見られるものも比較的多く含まれる。土器片は炭化物の放射性炭素年代測定を行い、9,268 ± 32BP の数値が得られている。



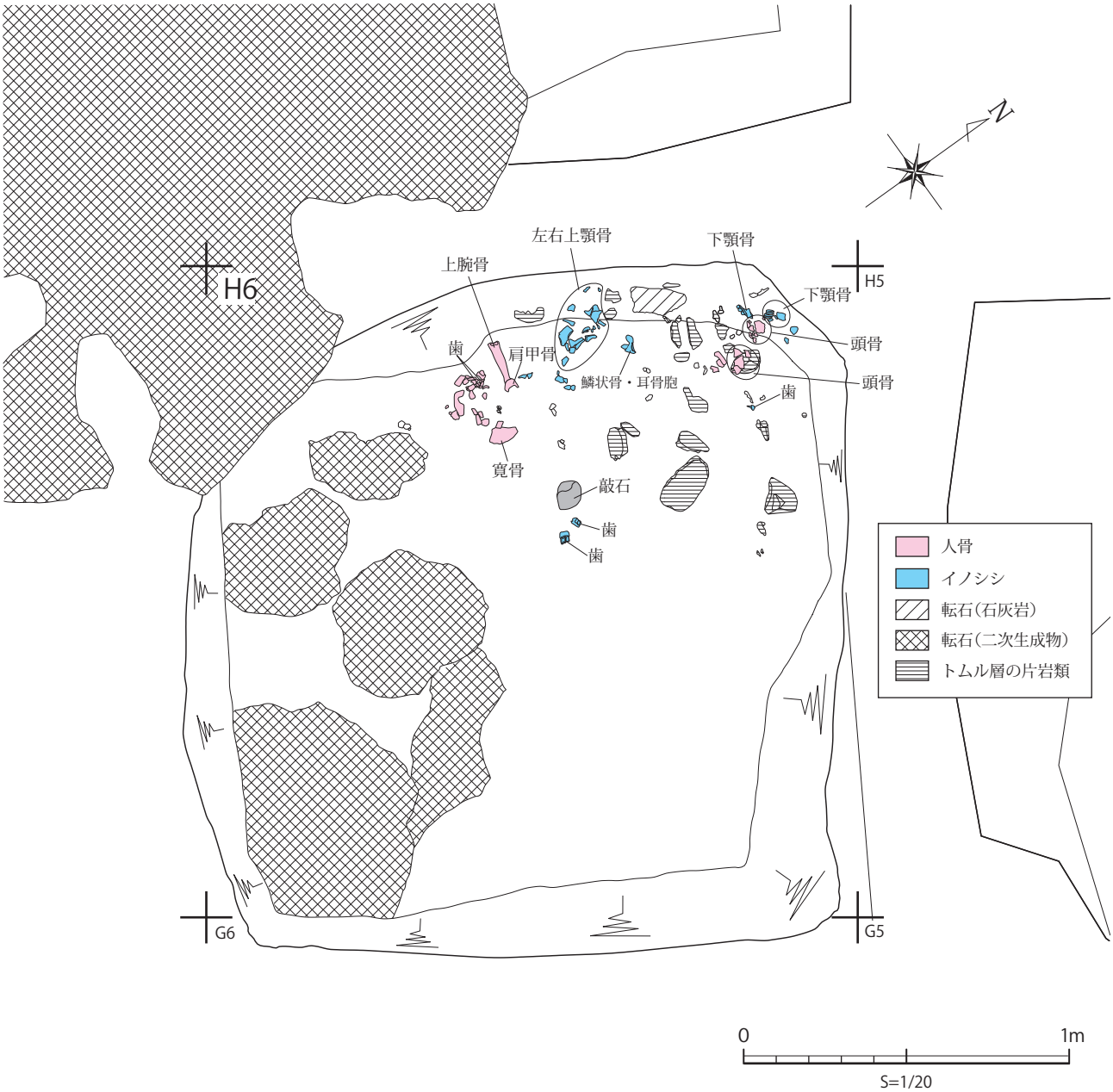
第 23 図　遺物出土状況　Dot 図【完新世初期文化層】



第 24 図　イノシシ・人工遺物出土状況　Dot 図【完新世初期文化層】



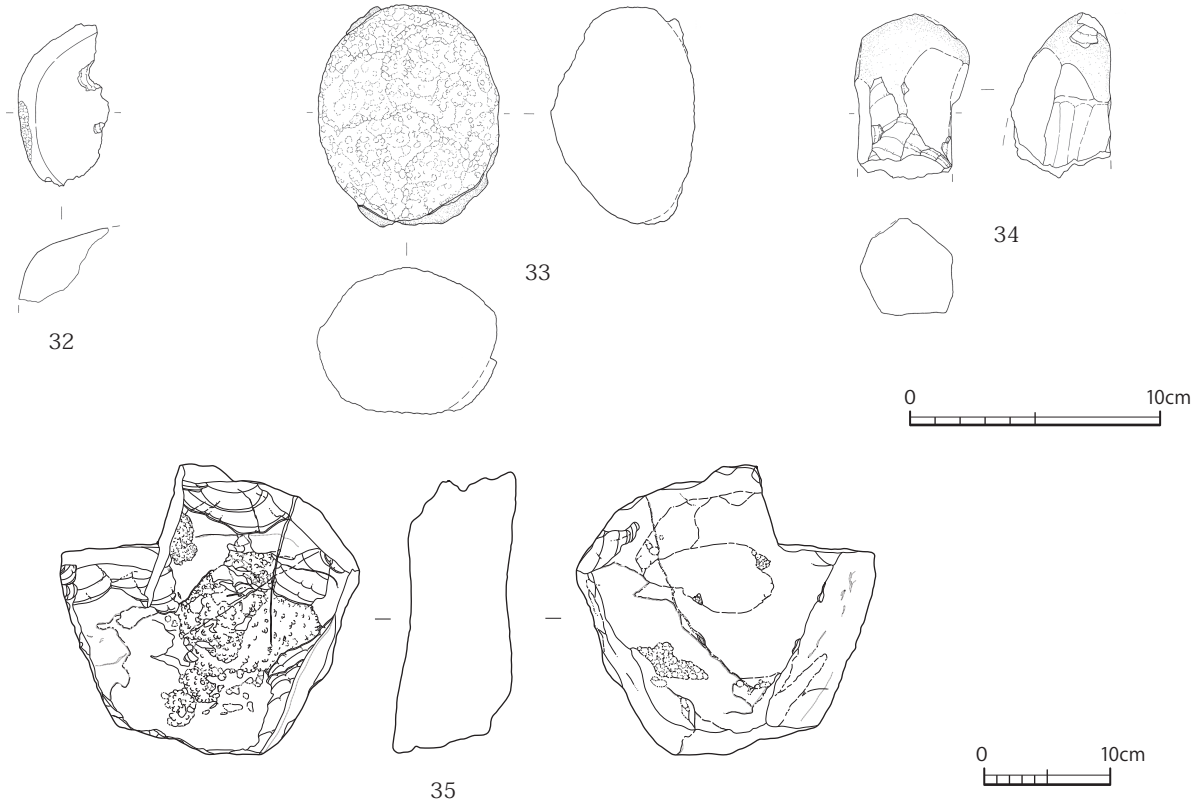
第 25 図　人骨出土状況　Dot 図【完新世初期文化層】



第 26 図　完新世初期文化層　遺物出土状況　平面図

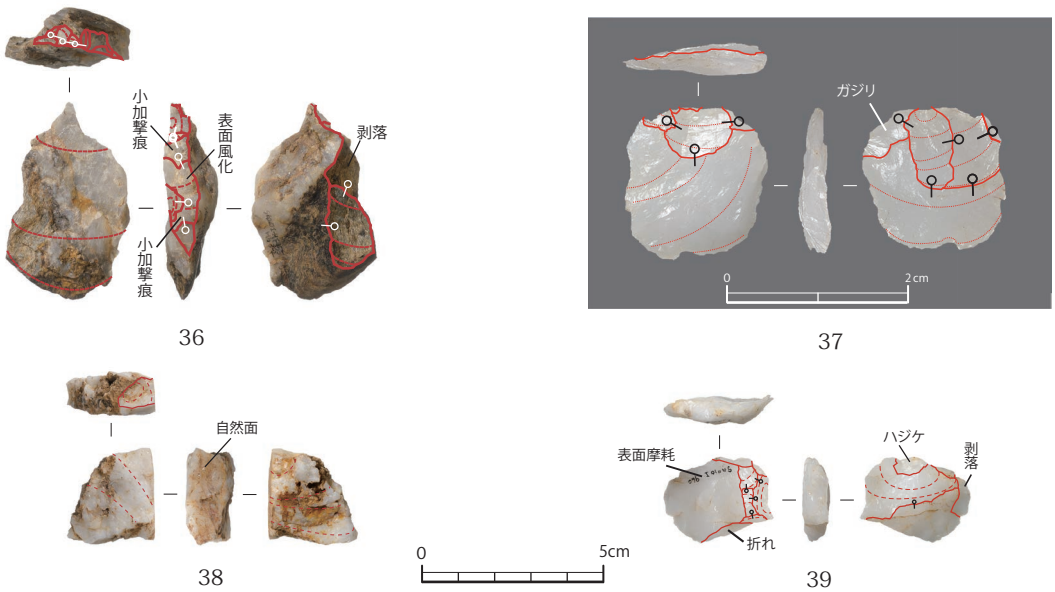
図版 14　H6 区 III B 層下面　遺物出土状況

図版 15　H6 区 III B 層　土器出土状況



第 27 図　完新世初期文化層　出土遺物 1（礫石器 32 ～ 35）

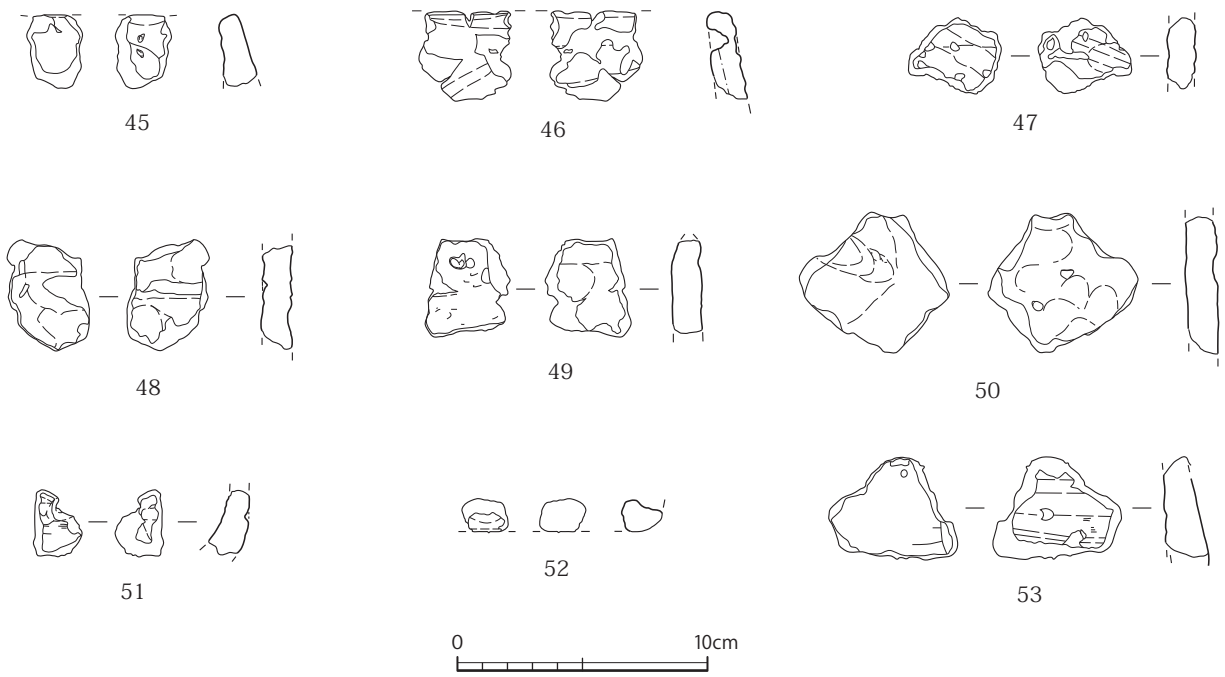
図版 16　完新世初期文化層　出土遺物 1（礫石器 32 ～ 35）



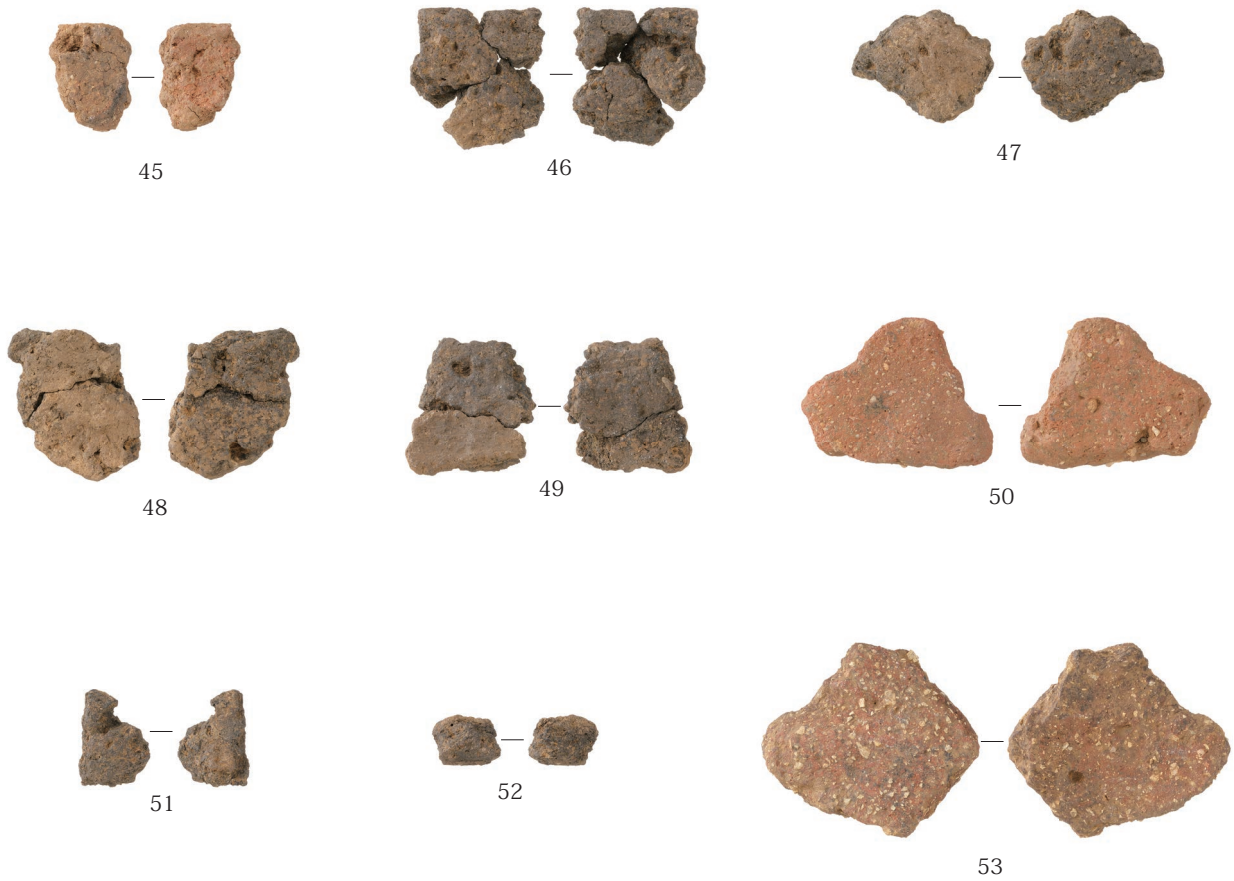
図版 17　完新世初期文化層　出土遺物 2（石英製石器 36 ～ 39）

図版 18　完新世初期文化層　出土遺物 3（人為的解体痕を有するイノシシ骨 40 ～ 44）

図版 19　完新世初期文化層出土　イノシシ骨の人為的解体痕拡大画像



第 28 図　完新世初頭文化層　出土遺物 4（土器 45 ～ 53）



図版 20　完新世初期文化層　出土遺物 4（土器 45 ～ 53）

4　旧石器時代文化層

ⅢC・ⅢD・ⅢE・Ⅳ・C2 層を指す。ⅢC～ⅢE 層は、土質・土色などの違いから分層したが、遺物の産状や放射性炭素年代からは明確に区別することができなかった（第 2 表）。Ⅳ層はⅢE 層と漸移的に変化し、年代測定の結果では約 24,000 ～ 19,000BP の年代値が得られ、ⅢE 層とほぼ同時期の堆積層と推定された。また、C2 層はその他の区画と分断され、基本層序との対応が不明ではあるが年代測定で約 21,000 ～ 18,000BP が得られ、ⅢC～ⅢE、Ⅳ層と近い年代値となる。このことから、これらの層を約 24,000 ～ 16,000BP（約 27,000 ～ 20,000cal.BP）の旧石器時代文化層とした。出土遺物としては、主に人骨が出土し、その他少量のイノシシ骨、ネズミなどの小動物骨が出土する。また、石英やチャート等の石材も出土するが、明確な人工遺物は確認されていない。

旧石器時代文化層は人骨が主体となる層で、遺跡の高所（南西）から低所（北東）にかけて人骨が確認されている。出土地点は遺跡の平坦面や傾斜面からなり、岩塊の周辺や岩陰に集中する。これらの集中部は 5 つに分けられ、便宜的に高所からユニット 1 とし、下位に行くにつれてユニット 2 ～ 5 と名付けた。各集中部をみていくと、ユニット 2・4・5 は遺跡の平坦面を利用して形成され、ユニット 1 の一部・ユニット 3 は傾斜面となる（第 30・31 図）。

ユニット 1（G8 区）は最も高い位置にあたる。上部は削平されて詳細は不明である。主に C2 層から人骨が出土し、これらの多くは石灰岩直上で確認されている。平坦面と傾斜面から出土しており、平坦面にあった人骨が傾斜に沿って落ちている状況がみてとれる（第 32 図、図版 21-2 ～ 4）。

中段に位置するユニット 2（H5・6 区）では、岩塊の周辺に人骨が集中するという状況がみられる。解剖学的位置関係をあまり保っていないが、左右の大腿骨が並んで出土するなど、わずかにその位置を保つ人骨が出土する（第 33・34 図、図版 23-1 ～ 4）。

ユニット 3（G5 区、G・H4 の一部）は、傾斜面を形成しており、人骨が傾斜に沿って動いている様子がみてとれる（第 35・36 図、図版 22-1・2）。ユニット 3 の人骨は、他の集中部と比べて破片が細かい。これらの人骨の主体部は G5 区が傾斜面にあたることや G5 区南壁において人骨の出土がみられることからも、もう一段上の G6 区周辺にあると考えられる。

ユニット 4（H4 区）は、最も低い位置にある。2 つの岩塊からなる岩陰に屈葬姿勢を示す 1 体分の人骨が出土し、その周辺からは別個体の人骨が出土している。岩陰内の人骨は、頭が岩陰入口付近にあり、上肢骨、下肢骨と奥に続く。頭蓋骨・上肢骨の上部では鍾乳石が検出されている。体幹骨・下肢骨は一部が岩陰奥へ動いているが、頭蓋骨・上肢骨は乱れてはいるが、上部の鍾乳石で覆われていたため、その位置を保っているようにみえる（第 37・38 図、図版 22-3 ～ 5）。人骨の下からは岩（Z2 層）が検出された。人骨は岩の上で出土するが、その一部は岩の隙間から下方へ落ちている状況が確認された。岩陰外の人骨は、解剖学的位置を保っておらず、その詳細は不明である。

ユニット 5（I4・5 区）はユニット 4 でみられた岩塊の反対側（北西側）にある。大部分が破壊されていて、詳細は不明であるが、I5 区で寛骨と大腿骨骨頭が解剖学的位置に近い状態で出土した（第 49 図、図版 23-5）。

各層の人骨出土状況をみていくと、人骨はⅢC・ⅢD・ⅢE・Ⅳ・C2 層から出土し、その中でもⅢC・ⅢD・ⅢE 層では人骨が連続して出土する状況が確認された。人骨の接合関係をみていくと、層を超えて接合した人骨が確認されている。この接合関係や石灰質膠結物の付着、ネズミの噛み痕などから人骨は土中に埋めない葬法（崖葬）であったことが考えられ、さらに洞穴内の土壌堆積速度が遅いことが想定されることからも同一個体の人骨が層を超えて出土することがわかっている（第 2 章 2 節 3）。また、各ユニットや層序別の放射性炭素年代の結果（第 10 表、事実報告編 第 5 表）やフッ素年代分析（第 2 章 2 節 5）からは、各層の時期を区別する明確な要素が認められなかったことから、これらの人骨は同時期の一集団と考えられる。しかし、年代幅等検討課題が残ることからも今後の調査・研究でより明らかにしていきたい。

以上のように、旧石器時代文化層では複数体の人骨がいくつかのまとまりを持って検出され、集中部の中でもユニット 4（H4 区）では岩塊の岩陰内にほぼ解剖学的位置関係を保った 1 体分の人骨が検出されたこ

とからも後期更新世に洞穴を墓として利用した一集団の存在が示唆された。

その他の特筆としては、ユニット２・４で 10cm 以上のトムル層起源と考えられる変成岩が確認されている（第 33・34、37・38 図）。トムル層変成岩の出土はⅢＢ層で顕著にみられ、ⅢＣ層以下になると 5cm 以下のものが僅かにみられるもののその数は減少する。また、ユニット４では岩陰内の人骨上部に鍾乳石が検出されている。これらの石がどのような経緯で混入するのか今回は明らかにできなかった。自然なのか人為的なのかは、今後の課題としたい。

人骨の年代より、やや新しい年代値（約 15,000 ～ 12,000BP）を示すイノシシ骨がⅢＣ・Ｂ層で確認されている（第 29 図、Ｂ層で約 16,000BP のネズミ骨も出土）。G5、H4 ～ 6、I5・6 区から出土し、ⅢＢ層でみられた土器や石器などの人工遺物、カットマークなどの人為的痕跡は確認されていない。分布状況をみると、H5・6、I5・6 区に集中する傾向がみられる（第 29 図）。人骨の集中域とは異なり、イノシシ骨が集中する I5･6 区からは上層のⅢＢ層で数点人骨が出土するものの、ⅢＣ層以下では人骨は確認されなかった。局所的な分布状況のため、人骨との関連性などその詳細は不明である。

ⅢＥ・Ⅳ層からも僅かにイノシシ骨が出土する。保存状態は悪く細片化されており、化石化の過程で黒色化した骨が多い。点在して出土するため詳細は不明であるが、本遺跡で最も古い層からの出土となる。

第９表　旧石器時代文化層

項　目		内　容
時期区分		旧石器時代（後期更新世）
主な年代		24,000 ～ 16,000BP
分　布		A・B6 ～ 8、C5 ～ 8、D・E3 ～ 8、F・G・H3 ～ 10、I4 ～ 8、J5 ～ 8 区（約 160㎡）
層　位		ⅢＣ層～ⅢＥ層・Ⅳ層・C2 層
遺　構		ユニット１～５（風葬・崖葬墓）
遺物	人工遺物	未確認
	自然遺物	動物骨（イノシシ、ネコ属、ネズミ類、コウモリ類、鳥類、ヘビ・トカゲ類、リクガメ類、カエル類、魚類）
	人　骨	点数：約 920 点、最小個体数：19 人（男性９人、女性５人、性別不明成人４人、未成人１人）
状　況		更新世の包含層で人骨が主に出土する。５つの集中部（ユニット１～５）からなり、複数体の人骨が出土する。その中でも H4 区では岩塊なる岩陰から屈葬姿勢を示す１体分の人骨が出土した。その他左右の大腿骨が並んだ状態で検出された例や、頭蓋骨が潰れた状態で検出された例もある。ユニット別で最小個体数を算出した結果、19 人と推定された。その他の出土遺物としては少量のイノシシ骨が出土するほか、鳥骨やネズミ骨などの小動物骨の出土も目立つ。また、石英やチャート等の石材は確認されたが、人工遺物は未確認である。

〈参考文献〉

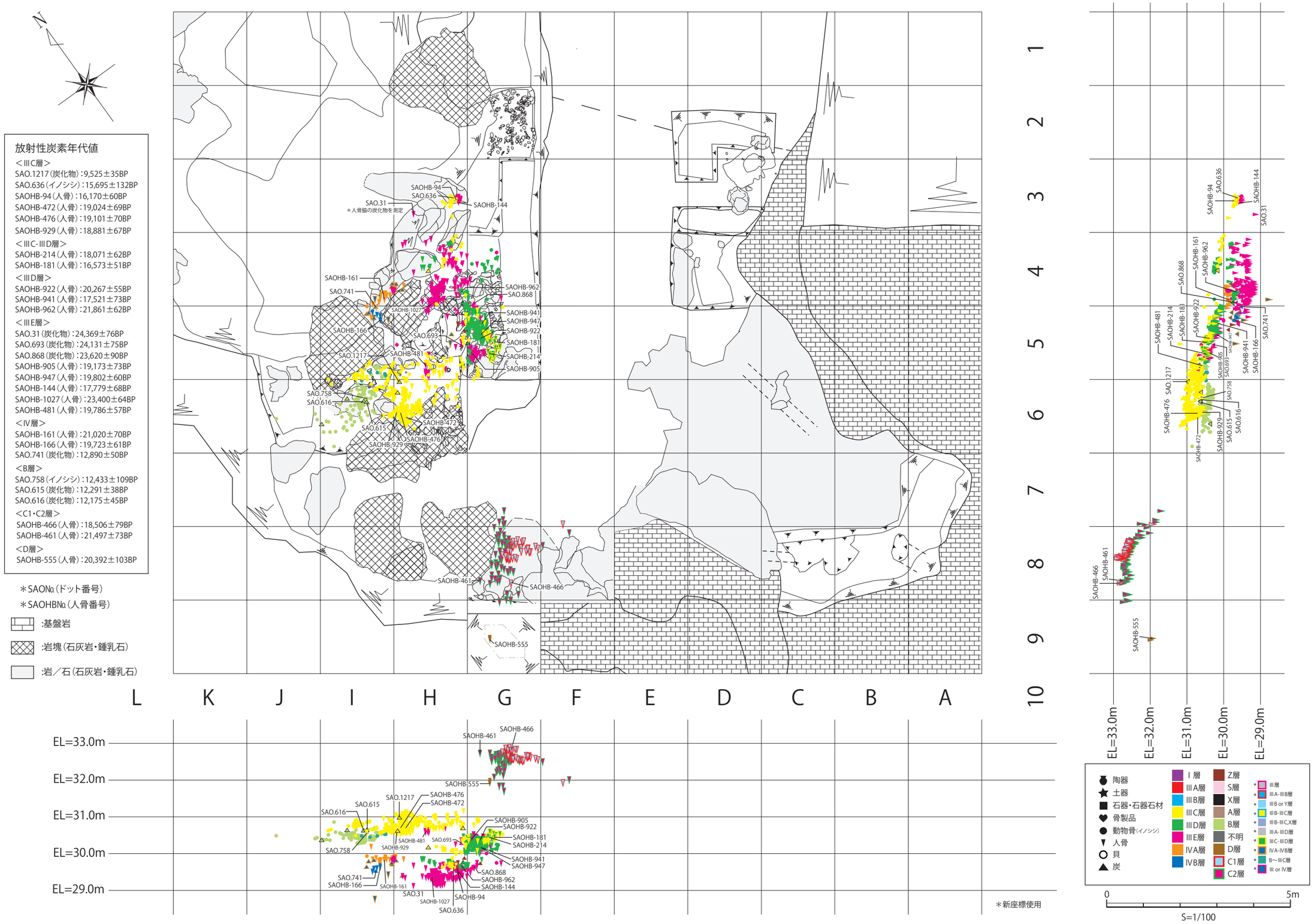
沖縄県立埋蔵文化財センター 2013『白保竿根田原洞穴遺跡－新石垣空港建設工事に伴う発掘調査報告書－』沖縄県立埋蔵文化財センター調査報告書第 65 集 沖縄県立埋蔵文化財センター

河名俊男、中田高 1994「サンゴ質津波堆積物の年代からみた琉球列島南部周辺海域における後期完新世の津波発生時期」『地学雑誌』103. №. 4 東京地学協会

第 10 表　人骨　ユニット別　^{14}C 年代測定値

ユニット No.	セクション 層序	^{14}C 年代値 (BP)	^{14}C 年代値 (Cal BP)	人骨№	区画名	取り上げ層序	部位名
ユニット１	C1 層	18,506 ± 79	22,473-22,314	SAOHB-466	G8	3-1 層	脛骨
	C2 層	21,497 ± 73	25,877-25,716	SAOHB-461	G8	3-2 層	右上腕骨
	D 層	20,392 ± 103	24,669-24,297	SAOHB-555	G9	3-3 層	左橈骨
ユニット２	ⅢＣ層	19,024 ± 69	23,029-22,781	SAOHB-472	H6	3-3 層	右大腿骨
	ⅢＣ層	19,101 ± 70	23,122-22,866	SAOHB-476	H6	3-3 層	左尺骨
	ⅢＣ層	18,881 ± 67	22,855-22,610	SAOHB-929	I6 東ベルト	ⅢＣ層	左上腕骨
	ⅢＥ層	19,786 ± 57	23,938-23,709	SAOHB-481	H5	3-3 層	左下顎骨
ユニット３	ⅢC-ⅢD 層	18,071 ± 62	22,145-21,660	SAOHB-214	G5	3-3 層	左大腿骨
	ⅢC-ⅢD 層	16,573 ± 51	20,187-19,791	SAOHB-181	G5	3-3 層	左下顎骨
	ⅢＤ層	20,267 ± 55	24,449-24,240	SAOHB-922	G5 西ベルト	3-4 層	左上腕骨
	ⅢＤ層	17,521 ± 73	21,304-21,026	SAOHB-941	G5 西ベルト	3-4 層	頭骨
	ⅢＤ層	21,861 ± 62	26,135-25,978	SAOHB-962	G4 南	ⅢＤ層	肋骨
	ⅢＥ層	19,173 ± 73	23,870-23,619	SAOHB-905	G5 西ベルト	3-5 層	肋骨
	ⅢＥ層	19,802 ± 60	23,958-23,726	SAOHB-947	G5 西ベルト	3-5 層	肋骨
ユニット４	ⅢＥ層	23,400 ± 64	27,685-27,519	SAOHB-1027	H4	ⅢＥ層	右大腿骨
ユニット５	Ⅳ層	(24,556 ± 205)	-	SIG1016	I5	４層（化石ホール東壁）	肋骨
	Ⅳ層	21,593 ± 122	26,084-25,655	SIG1015	I5	４層（化石ホール東壁）	右第一中足骨
	Ⅳ層	(20,761 ± 163)	-	SIG1011	I5	４層（化石ホール東壁）	肋骨
	Ⅳ層	20,160 ± 108	24,507-23,946	SIG1012	I5	４層（化石ホール東壁）	右上腕骨
	ⅣＡ層	21,020 ± 70	25,588-25,153	SRH161	I5	４層	腓骨
	ⅣＢ層	19,723 ± 61	-	SAOHB-166	I5	4-2 層	左大腿骨
ユニット外	ⅢＥ層	17,779 ± 68	21,667-21,405	SAOHB-144	H3	ⅢＥ層	肋骨

＊詳細は 2013 年度報告書・事実報告編 米田原稿参照



第 29 図　遺物出土状況　Dot 図【旧石器時代文化層】

放射性炭素年代値

【ユニット1】
SAOHB-466（C1層）：18,506±79BP
SAOHB-461（C2層）：21,497±73BP
SAOHB-555（D層）：20,392±103BP

【ユニット2】
SAOHB-472（ⅢC層）：19,024±69BP
SAOHB-476（ⅢC層）：19,101±70BP
SAOHB-929（ⅢC層）：18,881±67BP
SAOHB-481（ⅢE層）：19,786±57BP

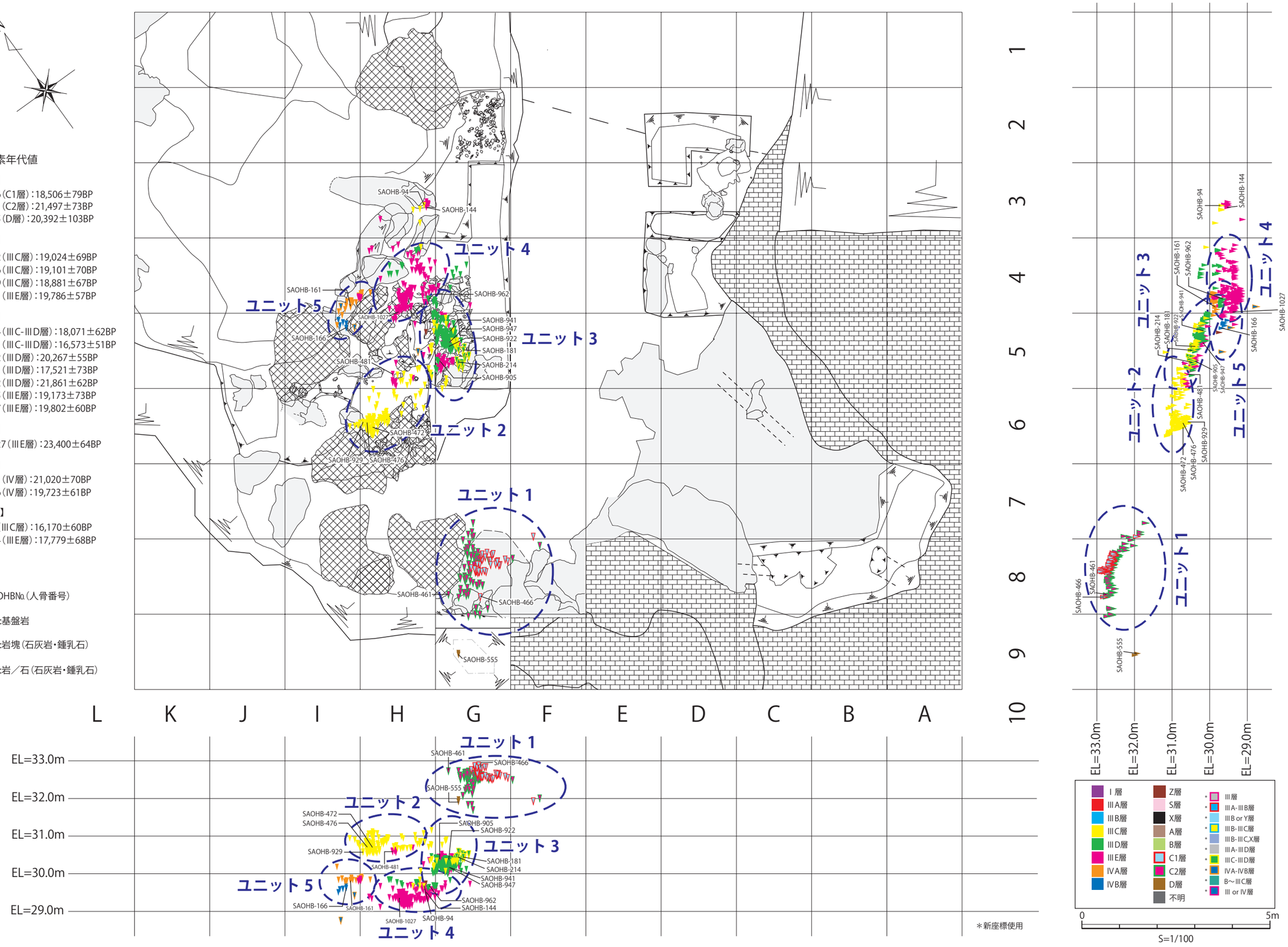
【ユニット3】
SAOHB-214（ⅢC-ⅢD層）：18,071±62BP
SAOHB-181（ⅢC-ⅢD層）：16,573±51BP
SAOHB-922（ⅢD層）：20,267±55BP
SAOHB-941（ⅢD層）：17,521±73BP
SAOHB-962（ⅢD層）：21,861±62BP
SAOHB-905（ⅢE層）：19,173±73BP
SAOHB-947（ⅢE層）：19,802±60BP

【ユニット4】
SAOHB-1027（ⅢE層）：23,400±64BP

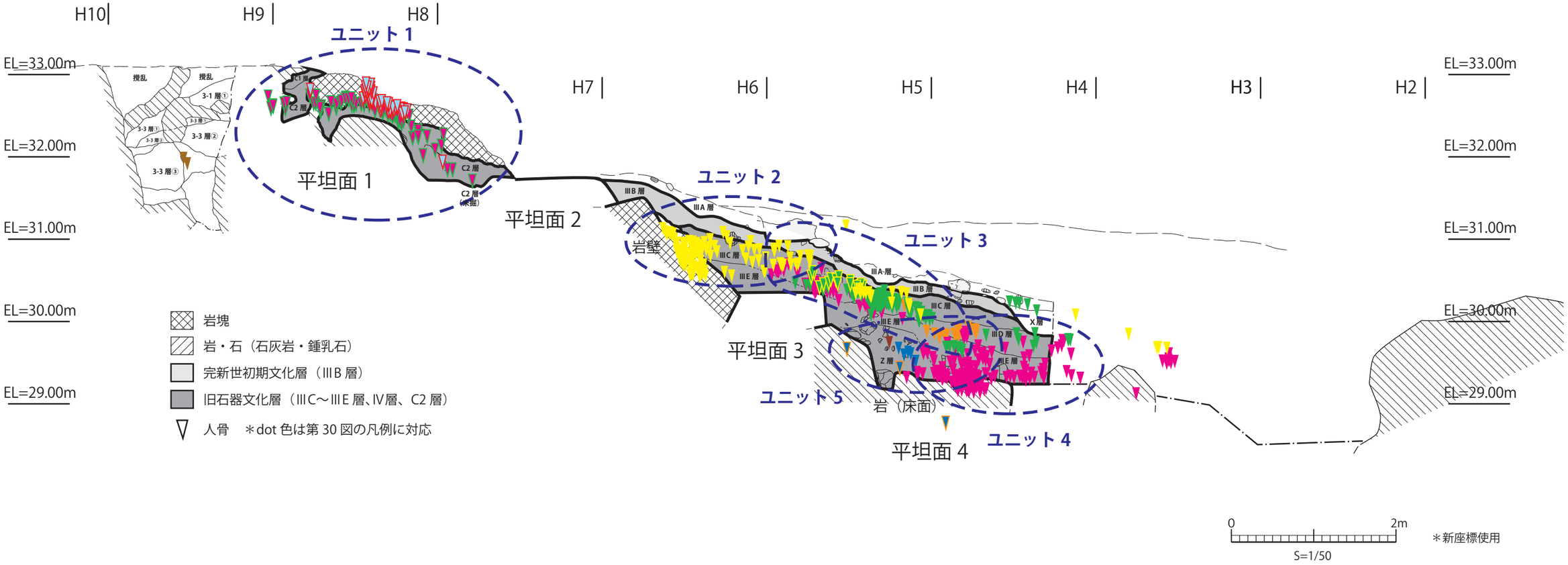
【ユニット5】
SAOHB-161（Ⅳ層）：21,020±70BP
SAOHB-166（Ⅳ層）：19,723±61BP

【ユニット外】
SAOHB-94（ⅢC層）：16,170±60BP
SAOHB-144（ⅢE層）：17,779±68BP

＊SAOHBNo.（人骨番号）
:基盤岩
:岩塊（石灰岩・鍾乳石）
:岩／石（石灰岩・鍾乳石）



第 30 図　人骨出土状況　Dot 図【旧石器時代文化層】



第 31 図　人骨出土状況投影断面 Dot 図（H ライン壁面）【旧石器時代文化層】

第 32 図　G7-8 区 < ユニット 1> 人骨出土状況　立・平面図（C1・C2 層）

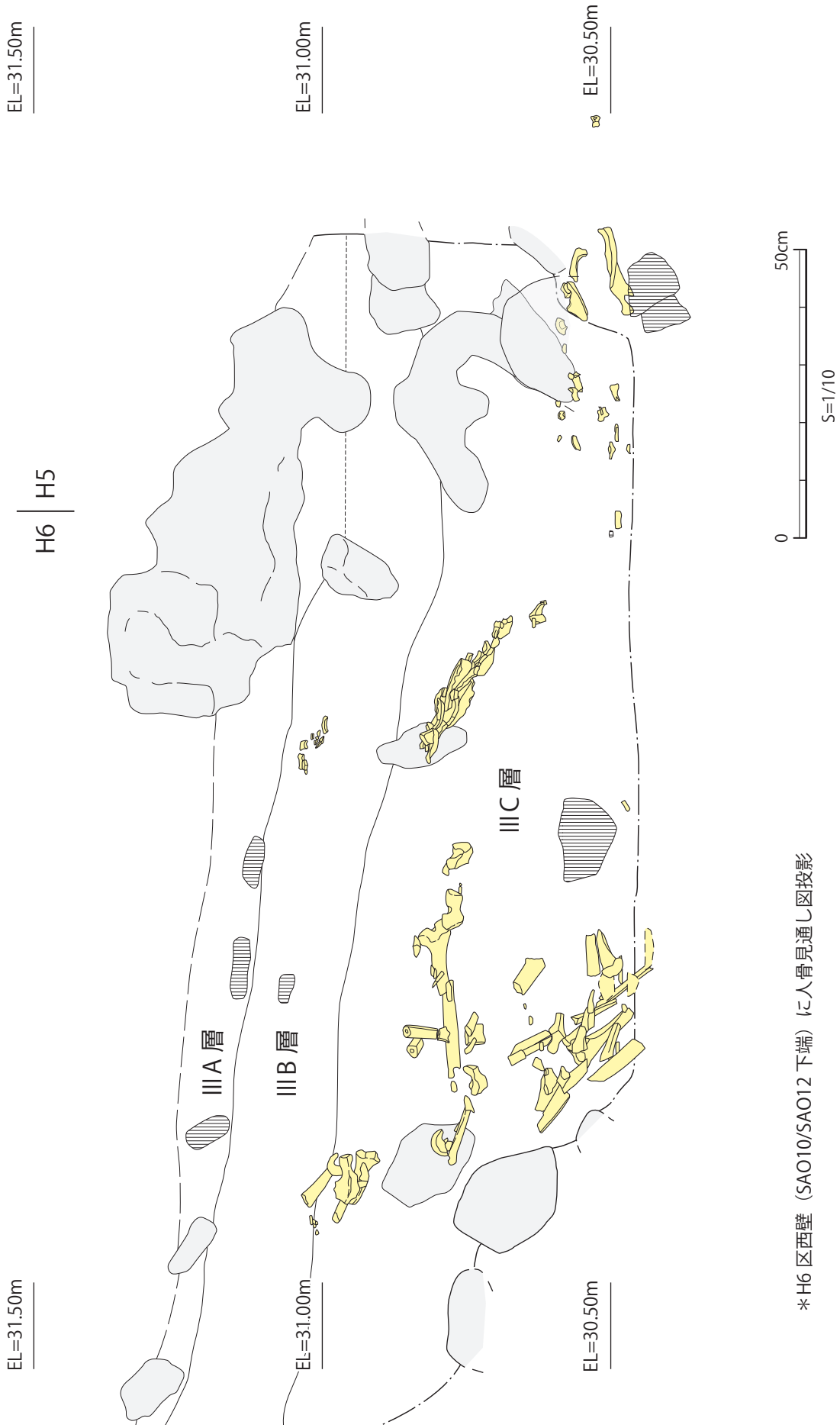
1　調査区 I 遠景（第 1 次調査終了後）北東より

2　G8 区　人骨出土状況 1（C2 層）北東より

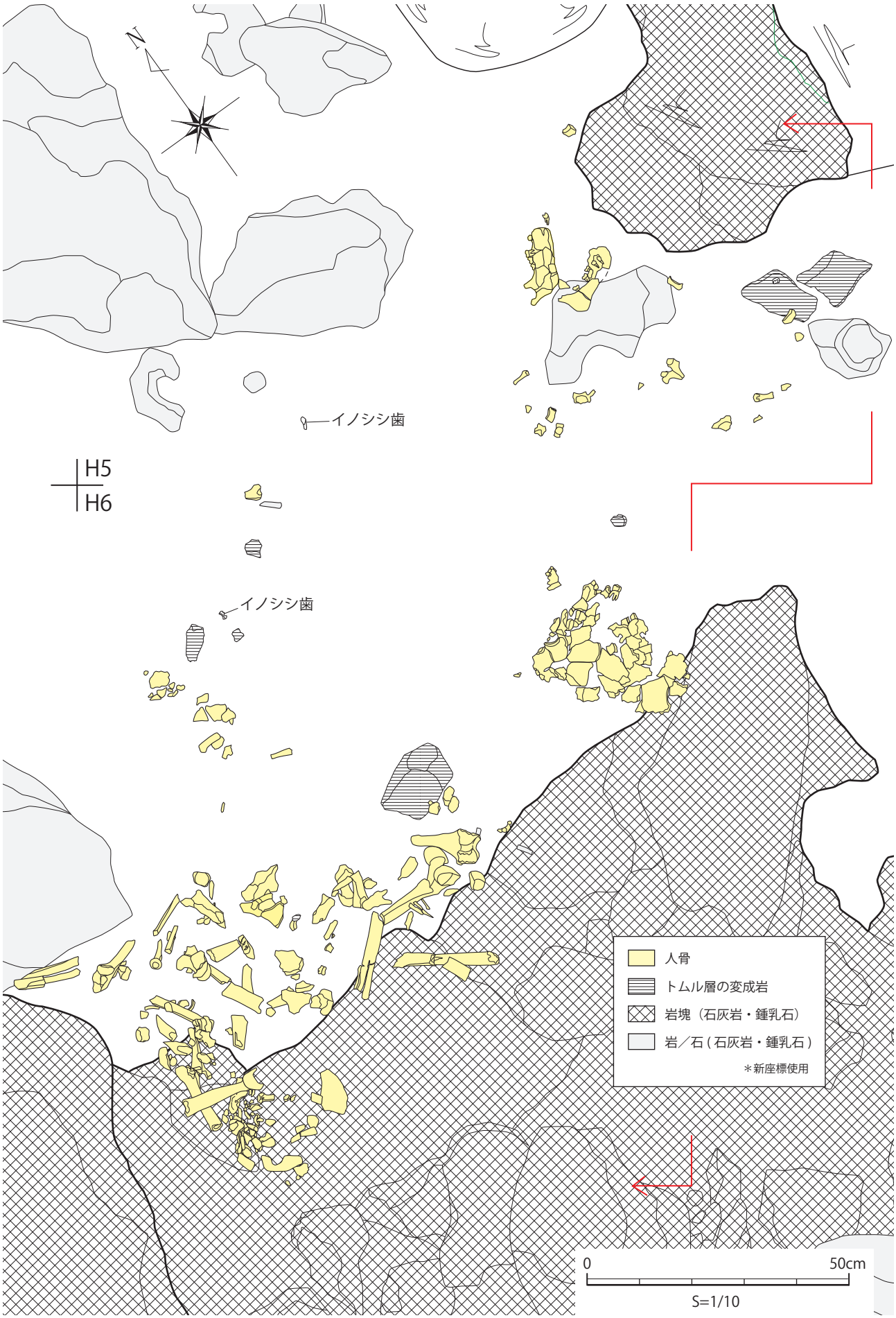
3　G8 区　人骨出土状況 2（C2 層）北東より

4　G7-8 区　人骨出土状況 3（C2 層）北東より

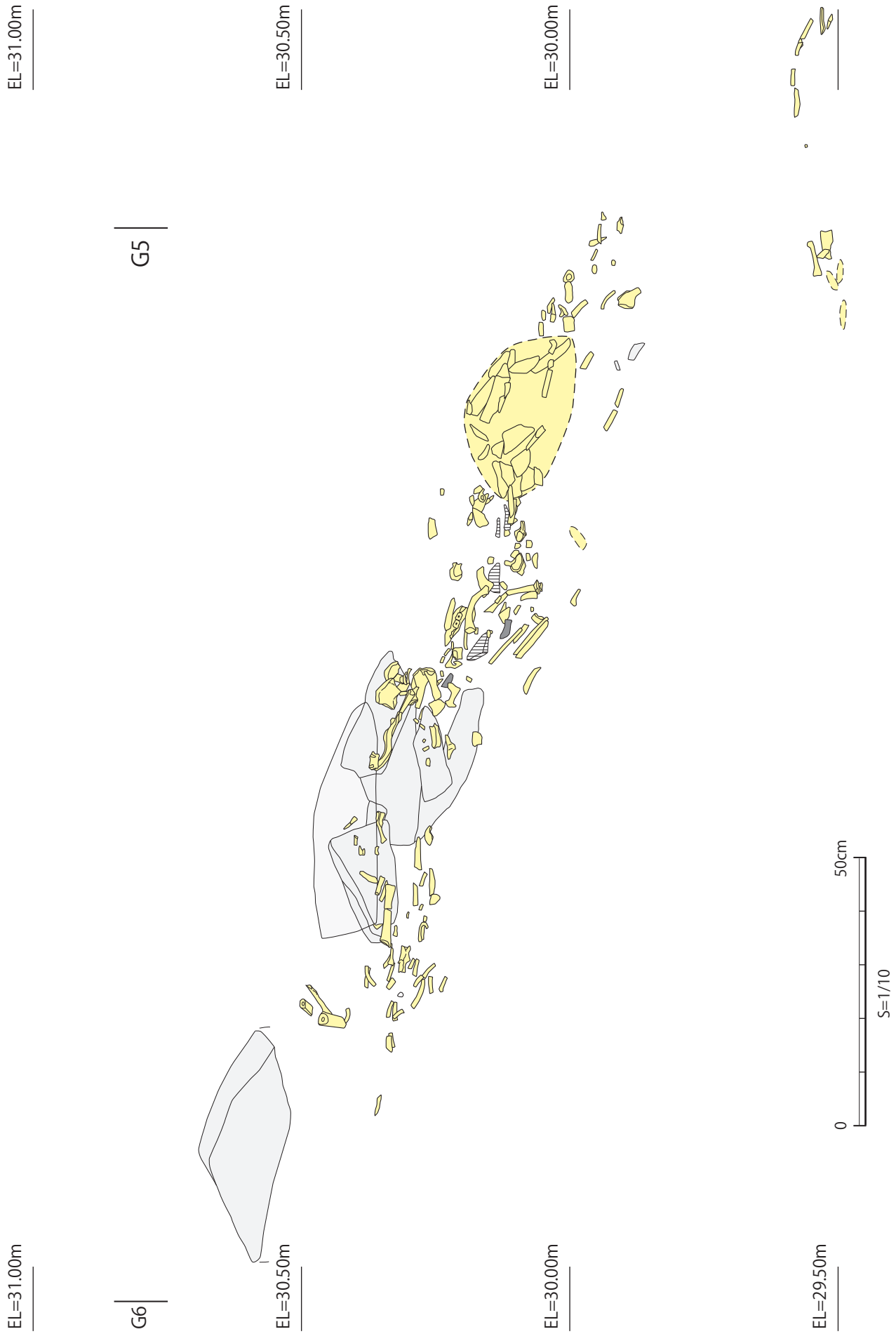
図版 21　人骨　出土状況 1



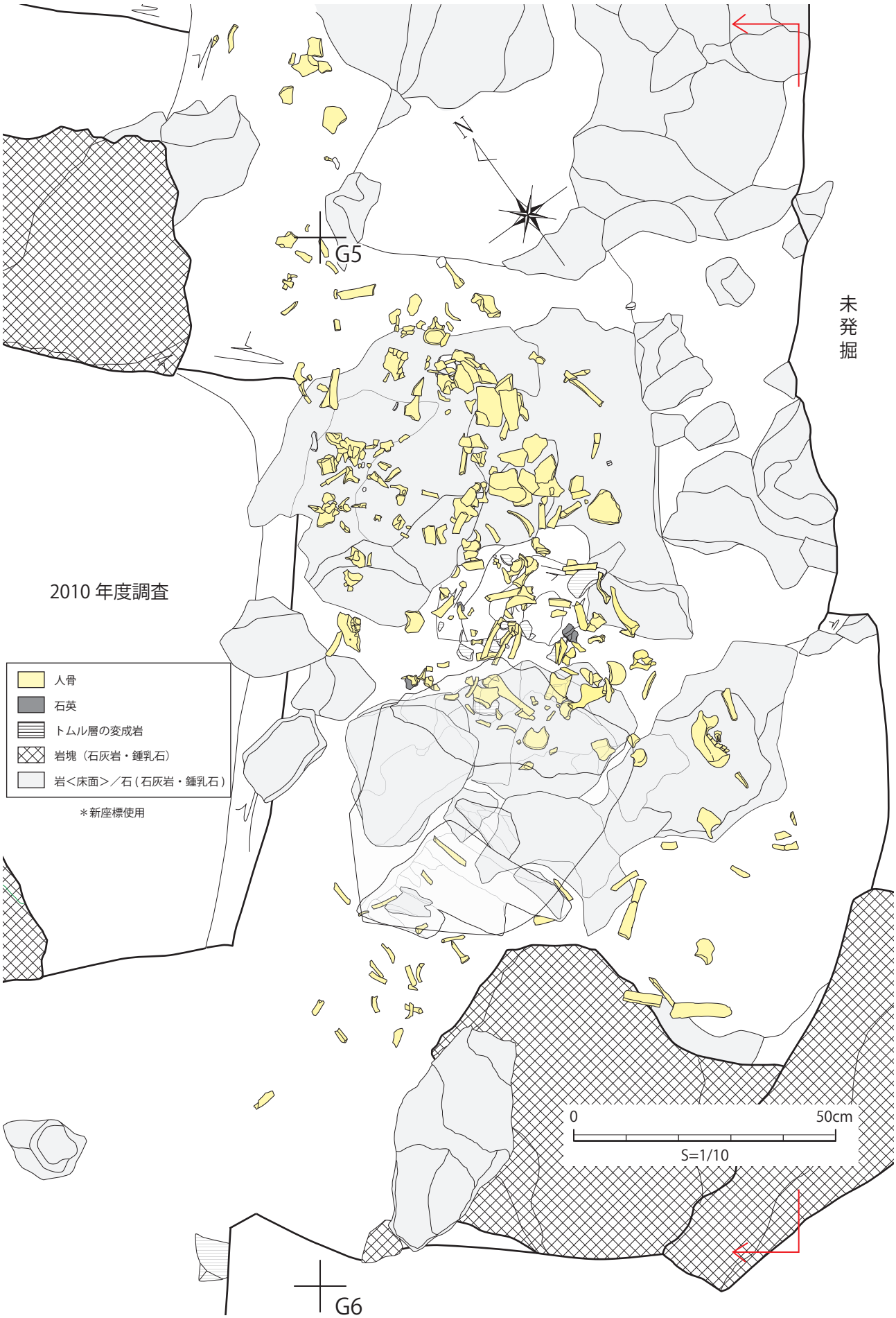
第 33 図　H5-6 区 < ユニット 2> 人骨出土状況　立面図（Ⅲ B・Ⅲ C・Ⅲ E 層）



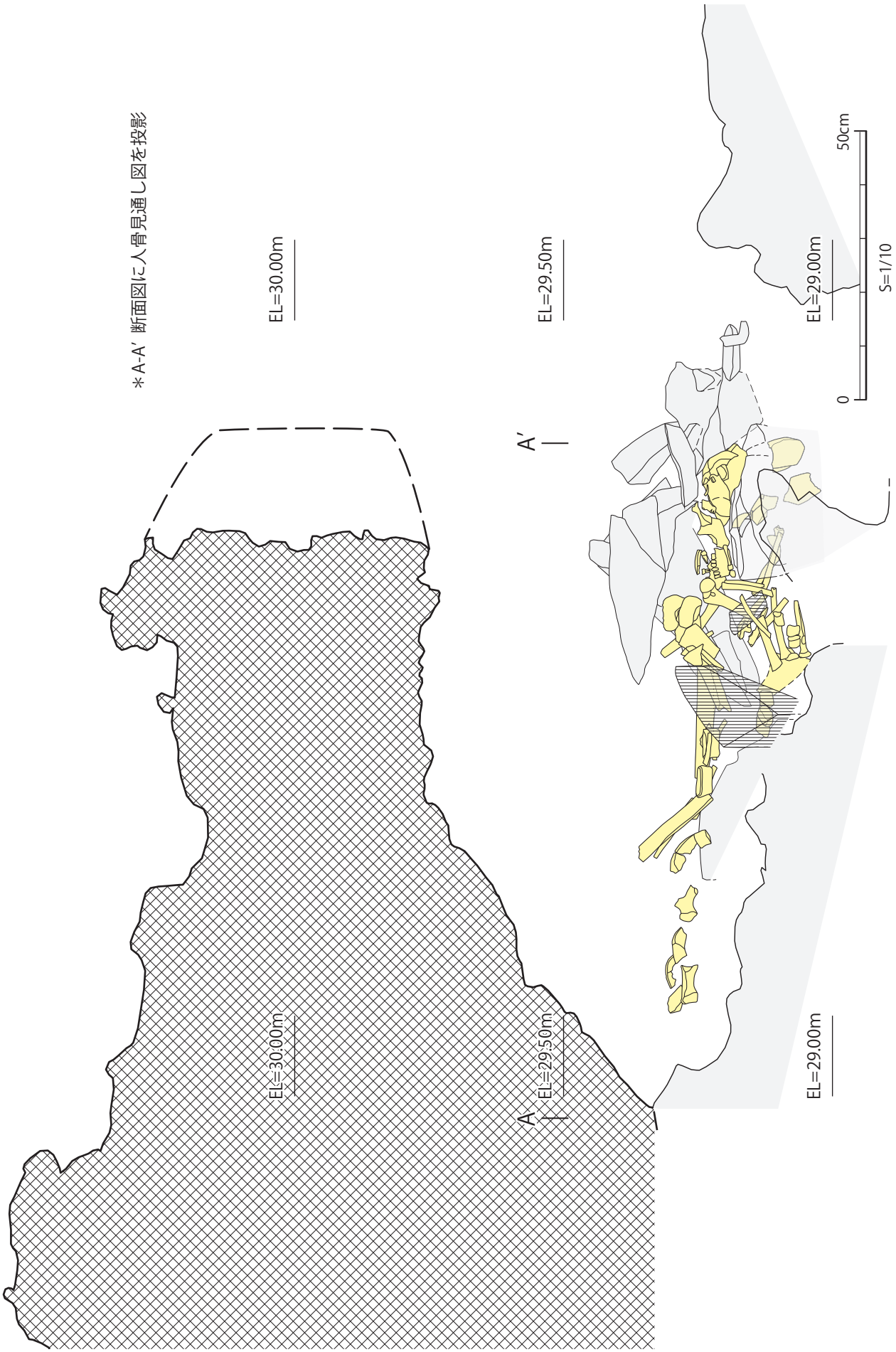
第 34 図　H5-6 区 < ユニット 2> 人骨出土状況　平面図（Ⅲ B・Ⅲ C・Ⅲ E 層）



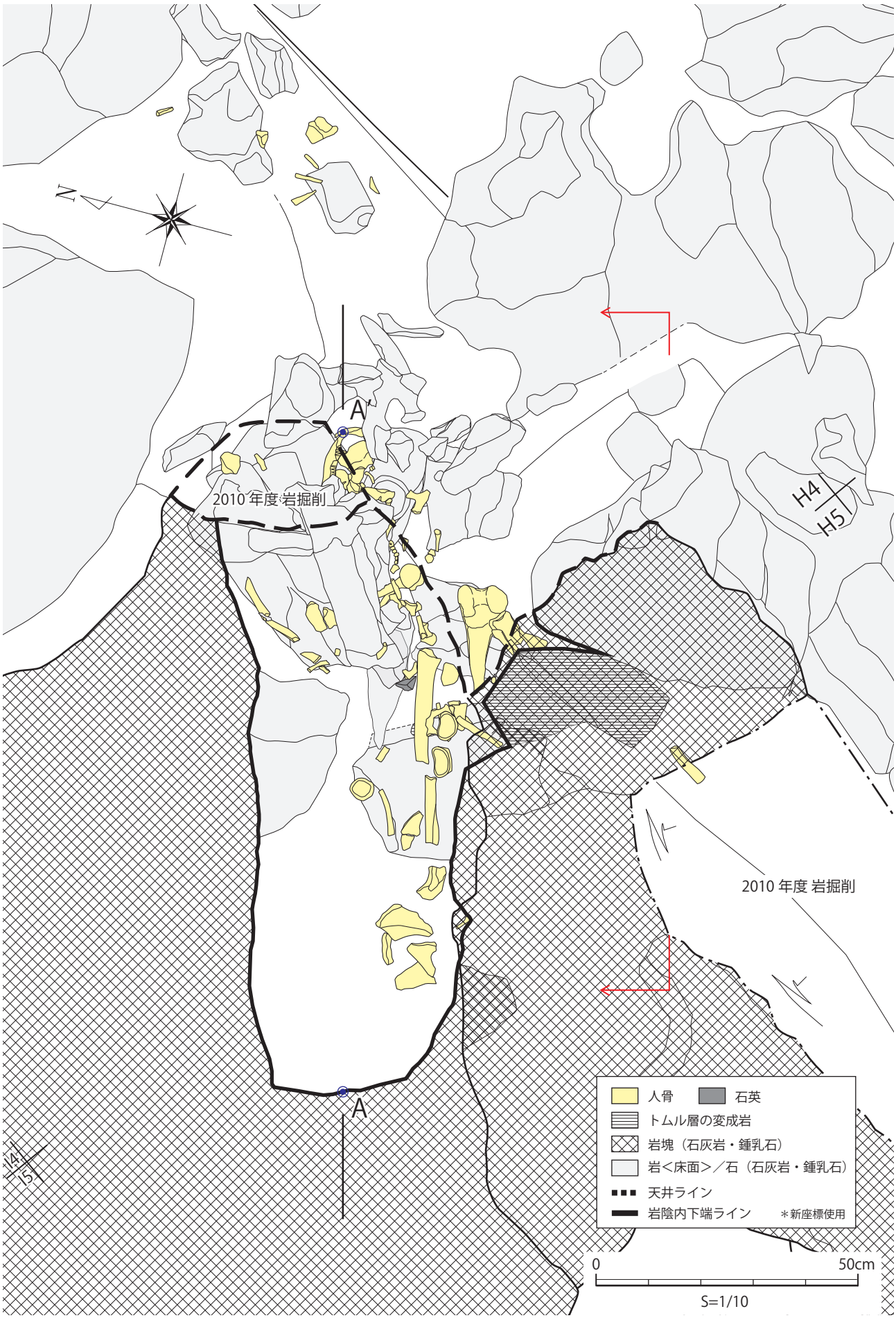
第 35 図　G5 区 < ユニット 3> 人骨出土状況　立面図（Ⅲ C ～Ⅲ E 層）



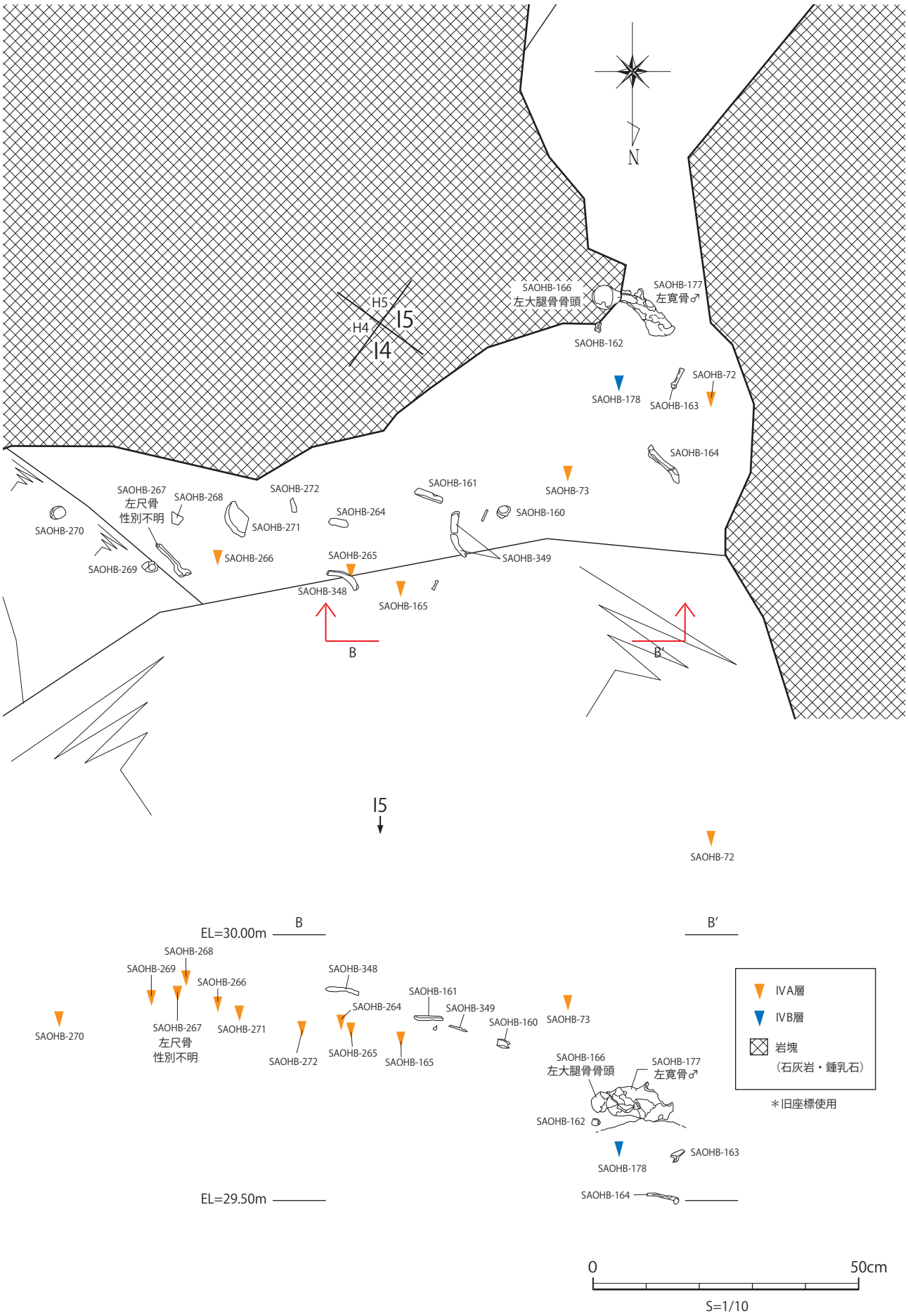
第 36 図　G5 区 < ユニット 3> 人骨出土状況　平面図（Ⅲ C ～Ⅲ E 層）



第 37 図　H4 区 < ユニット 4> 人骨出土状況　立面図【石除去前】（Ⅲ E 層）



第 38 図　H4 区 < ユニット 4> 人骨出土状況　平面図【石除去前】（III E 層）



第 39 図　I4-5 区 < ユニット 5> 人骨出土状況　平・立面図（IV層）

1　G5 区　頭骨出土状況（Ⅲ D 層）北東より

2　G5 区　石材・人骨出土状況（Ⅲ D 層）北東より

3　H4 区　岩陰内　人骨出土状況（Ⅲ E 層）南東より

4　H4 区　岩陰　遠景 南東より

5　H4 区　鍾乳石除去後　椎骨出土状況（Ⅲ E 層）東より

図版 22　人骨　出土状況 2

1　H6 区　人骨出土状況（Ⅲ C 層）北より

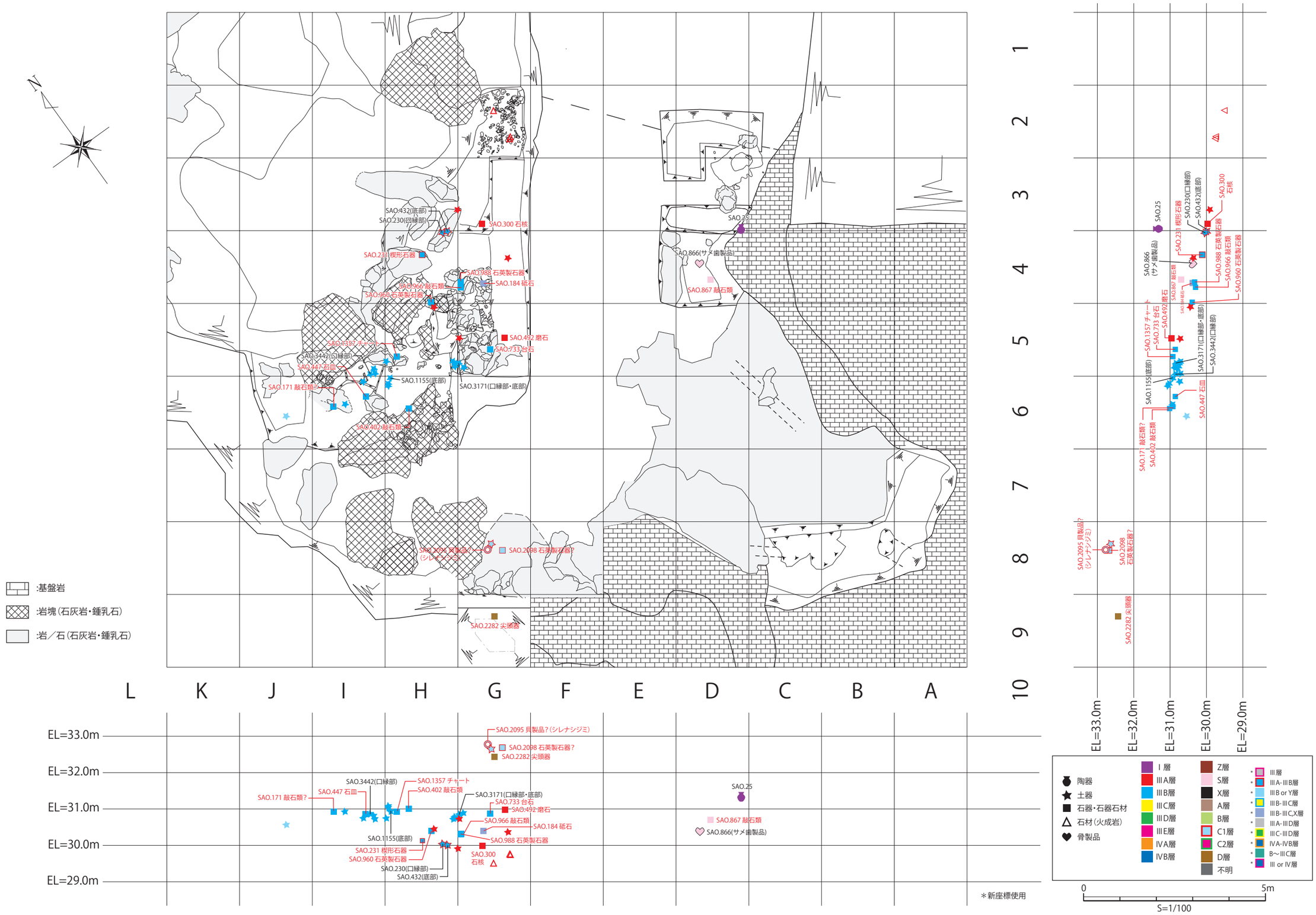
2　H6 区　頭骨出土状況（Ⅲ C 層）

3　H6 区　大腿骨出土状況（Ⅳ層）

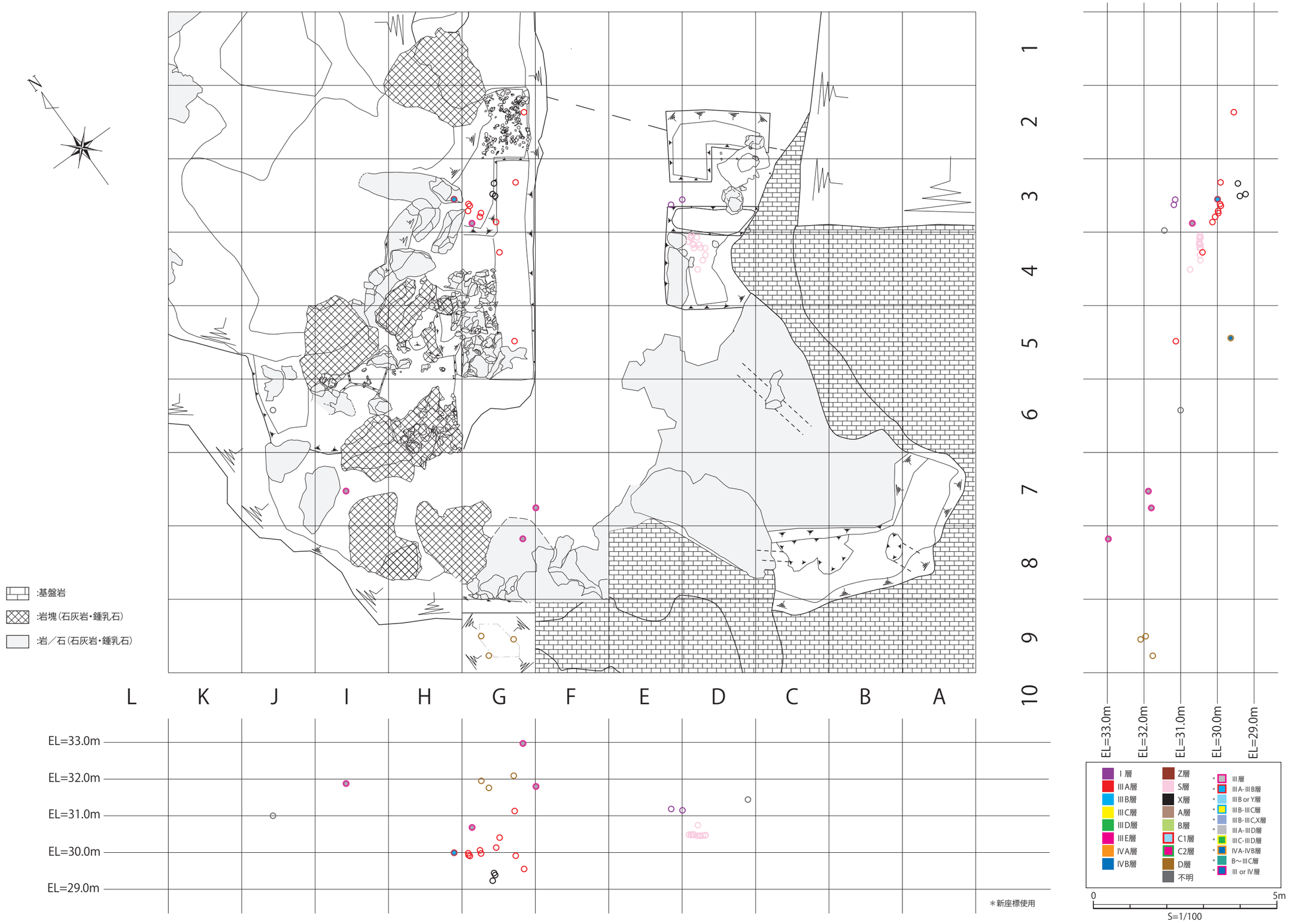
4　H5 区　下顎骨出土状況（Ⅲ E 層）

5　I5 区　人骨出土状況（Ⅳ層）北より

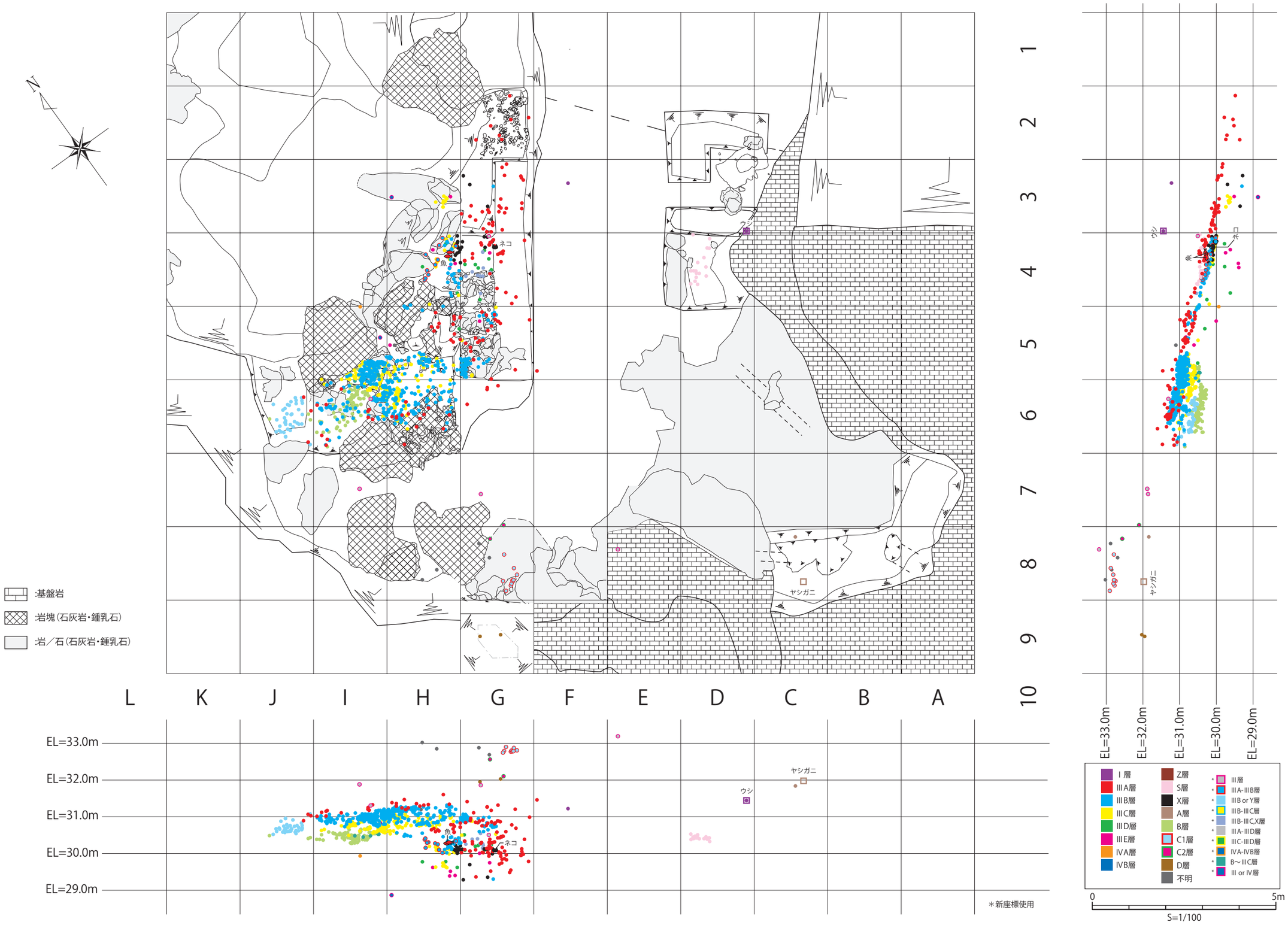
図版 23　人骨　出土状況 3



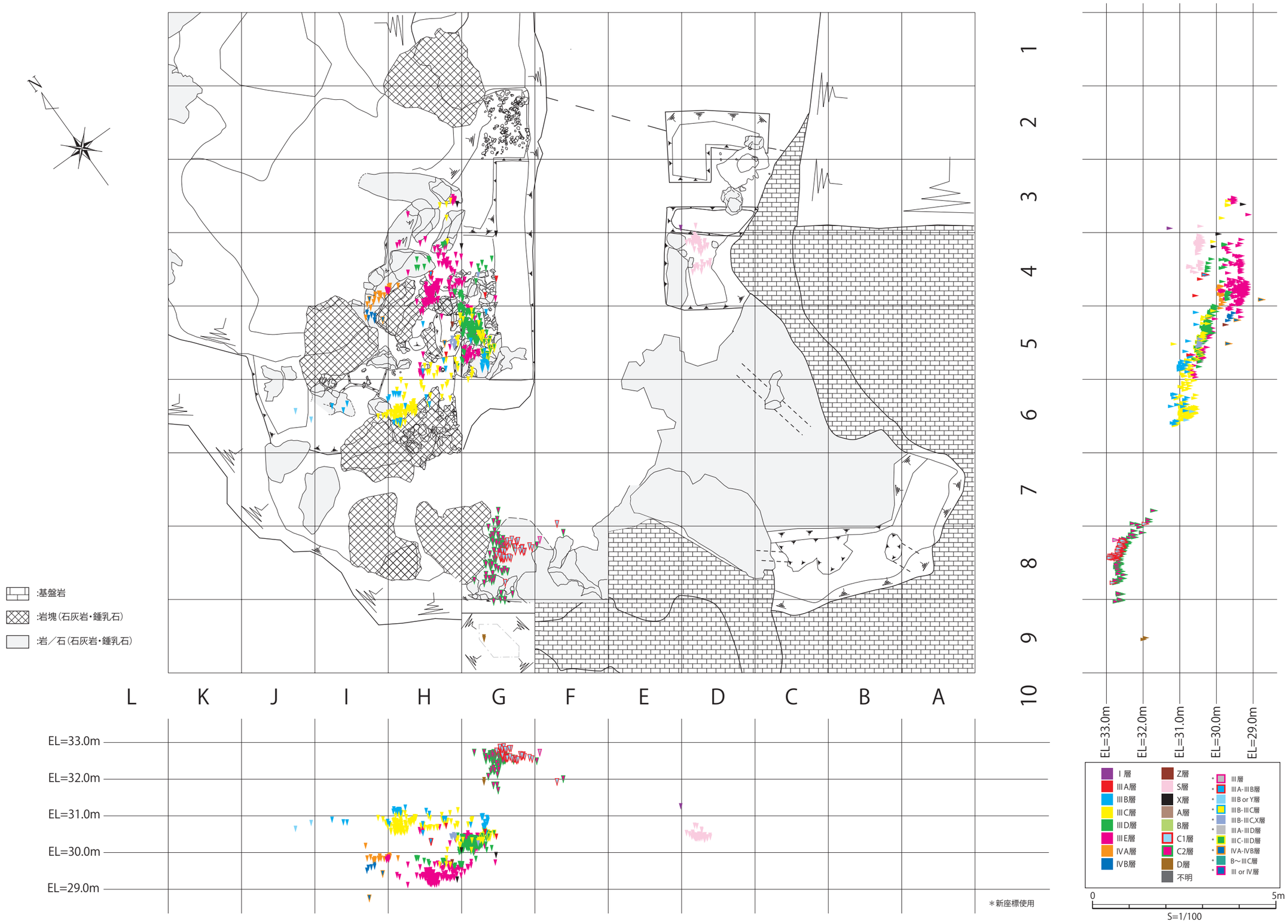
第 40 図　人工遺物・石材　出土状況　Dot 図



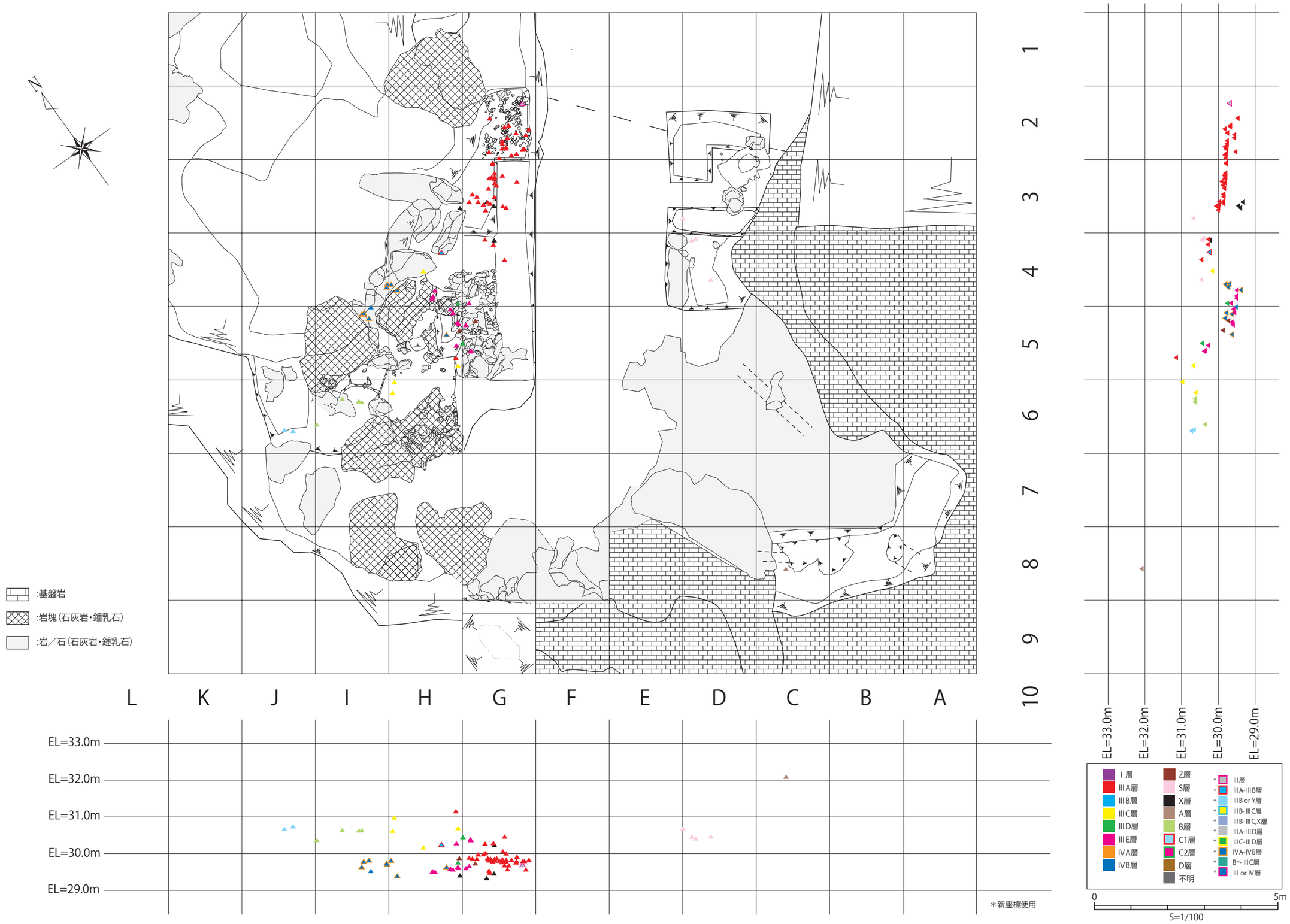
第 41 図　貝　出土状況　Dot 図



第 42 図　イノシシ骨／その他動物骨　出土状況　Dot 図

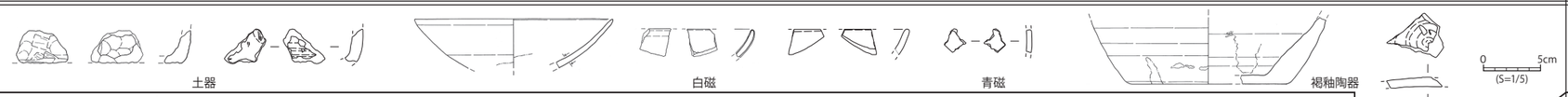
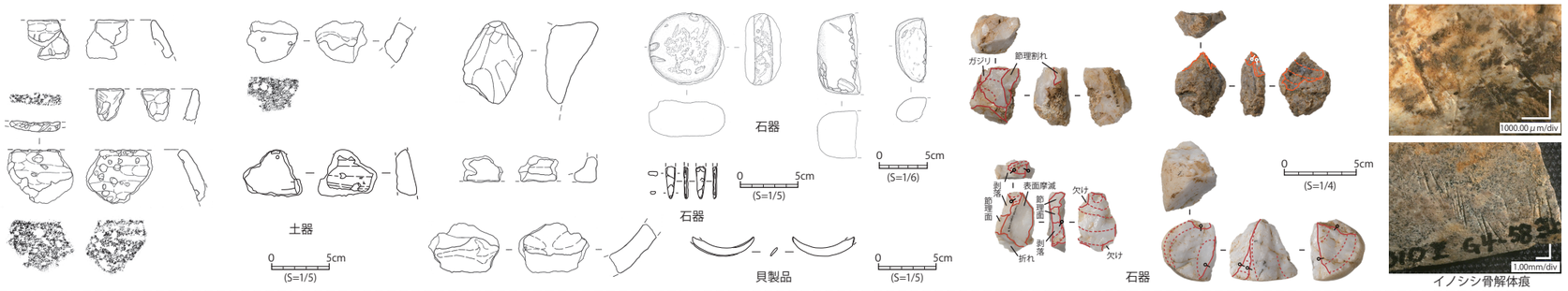
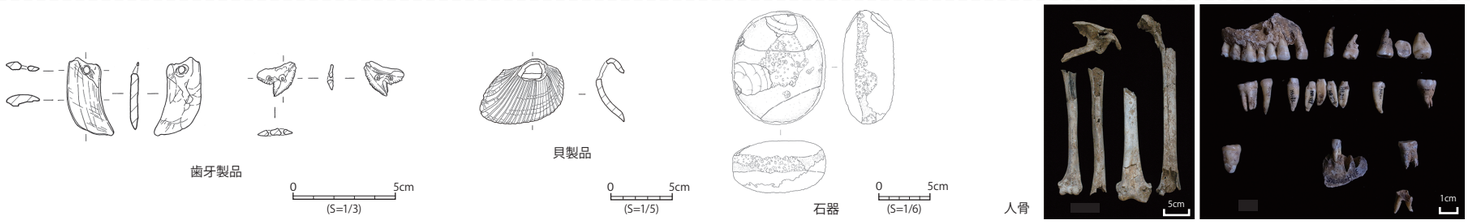
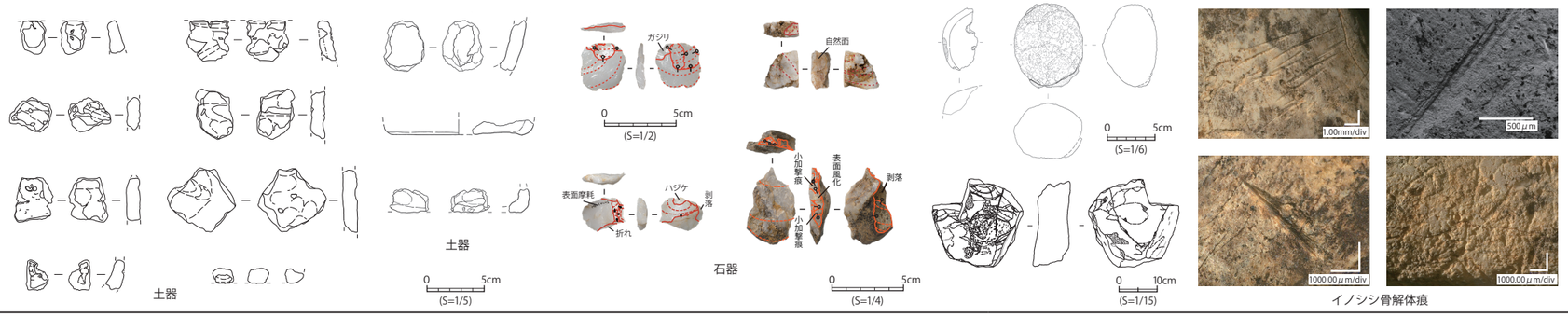


第 43 図　人骨　出土状況　Dot 図



第 44 図　炭化物　出土状況　Dot 図

第 11 表　時期別出土遺物一覧表

層序	時期・年代	遺構	白保竿根田原洞穴遺跡出土遺物	主な動物骨
Ⅰ層	中森期 （グスク時代・ 14～17世紀）	地床炉跡 １基		カエル類 ウシ
Ⅱ層	無土器期 ～中森期	津波堆積層		魚類 カエル類
ⅢA1層	無土器期 （約2,000年前・ 弥生並行）	炭化物集中 ２基		魚類 カエル類 リクガメ類 トカゲ類 ベビ類 コウモリ類 イノシシ
ⅢA2層	下田原期 （約4,000年前・ 縄文後期並行）	礫敷遺構		
S層	下田原期 （約4,000年前・ 縄文後期並行）	崖葬墓か		魚類 カエル類 リクガメ類 イノシシ
ⅢB層	完新世前半 （9,500BP ～8,500BP）	－		魚類 カエル類 トカゲ類 ベビ類 コウモリ類 ネズミ類 ネコ属 イノシシ
B層	後期更新世末 （12,000BP）	－		カエル・トカゲ類 ベビ類・イノシシ
ⅢC層	後期更新世 （24,000BP ～16,000BP）	－		カエル類 トカゲ ベビ類 ネズミ類 ネコ属 イノシシ
ⅢD層		－		
ⅢE～ Ⅳ層		－		カエル類 トカゲ・ベビ類 鳥類・ネズミ類
C・D層				
A層	更新世か	－	 イノシシ骨解体痕　A 層	カニ ヤシガニ

第２節　分析・研究の成果

前項に続き、ここでも記録保存調査と確認調査の成果をあわせて報告するが、確認調査により新たに導入した分析・研究についても報告する。

1　白保竿根田原洞穴遺跡に関係した石器石材調査

神谷厚昭（金城町石畳地質研究所）

白保竿根田原洞穴遺跡の位置する石垣島は、琉球列島の他の島々と比べて地質的に豊富な岩石・地層が分布する島である。そのため、遺跡から産出する石器の石材は、石垣島に分布する岩石・地層から採取した石材をもとに制作された石器である可能性が高い。また、白保竿根田原人（旧石器時代人）が石垣島に住んでいた約２万年前には海面が現在より 100m 以上低かった関係で、石垣島および周辺の離島群は西表島まで陸続きであった。そのため、石器用の石材はかなり広い半から採取された可能性がある。そこで、石器石材調査は可能な限り石垣島～西表島までの広い範囲の調査を実施した。

(1)　石器石材調査の結果

石器石材調査は、2010 年 10 月から始まって、同年 12 月、翌 2011 年 3 月、2014 年 6 月、2015 年 6 月および 2016 年 6 月の 6 回､延べ 13 日間にわたって実施した（第 12 表、第 46 ～ 48 図）。その結果の要点を記す。

第 12 表　調査地一覧

№	地層名	調査地	島名	地図上№
①	トムル層	米原ヤシ林	石垣島	1
		轟川河口	石垣島	2
		三和北東側	石垣島	3
		白保竿根田原洞穴遺跡北西側	石垣島	4
		白保竿根田原洞穴遺跡北側	石垣島	5
		カーラ岳東側海岸	石垣島	6
		大崎	石垣島	7
		明石南東海岸	石垣島	8
		野原崎	西表島	9
		アカヤ崎	小浜島	10
②	富崎層	富崎	石垣島	11
		富崎東方	石垣島	12
		石底山	石垣島	13
		バンナ岳西方林道	石垣島	14
		名蔵ヴィレッジ海岸	石垣島	15
		ミジュン崎	石垣島	16
③	宮良川層	大浜海岸	石垣島	17
		星野鉱山	石垣島	18
		星野西方	石垣島	19
		宮良北方	石垣島	20
④	野底層	野底崎	石垣島	21
		玉取崎	石垣島	22
		野原崎	石垣島	23
		屋良部崎	石垣島	24
		御神崎	石垣島	25
		川平石崎	石垣島	26
		明石西海岸	石垣島	27
		野底石崎	石垣島	28
		伊土名海岸	石垣島	29
		高那海岸	西表島	30
		小浜	小浜島	31
⑤	於茂登深成岩類	ンタナーラ橋下（宮良川上流）	石垣島	32
		真栄里ダム北（宮良川上流）	石垣島	33
		荒川河口	石垣島	34
		名蔵ダム上流	石垣島	35
⑥	八重山層	南風見田海岸	西表島	36
		千立海岸	西表島	37
		ビルマ崎海岸	小浜島	38
⑦	大浜層下部	宮良川中流域	石垣島	39
		轟川中・上流域	石垣島	40
		三和北方地域	石垣島	41
		カーラ岳西方地域	石垣島	42
		名蔵川上流域	石垣島	43

①トムル層

米原ヤシ林、轟川河口、三和北東側、遺跡北西・北側、カーラ岳東方海岸、大崎、明石南東海岸、野原崎（西表島）、アカヤ崎（小浜島）について調査した。岩石の種類としては、緑色片岩系統の岩石が多く、それ以外には黒色片岩・珪質片岩・カンラン岩等が見られる。黒色片岩にはしばしば石英脈が含まれており（図版 24）、石器石材として有効である。緑色片岩は石斧としてよく利用されている石材で、今回の調査ではとくにアカヤ崎、野原崎それに明石南東海岸で良質な岩石の採集が可能であった（図版 25）。

白保竿根田原洞穴遺跡からは、緑色片岩の石皿（ⅢB 層）と敲石類（H8 付近、層不明）が産出している。

②富崎層

富崎、富崎東方、石底山、バンナ岳西方林道、名蔵ヴィレッジ海岸、ミジュン崎について調査した。構成岩石は主にチャートである。露頭は全体として風化が著しく、良質な石材を観察することはできなかった。また、海岸に分布する礫も少なかった。ただ後述するように宮良川上流地域では、深成岩類の礫に混じってチャート・ホルンフェルス・石英等の礫が採集可能で

図版 24　石英脈

図版 25　アカヤ崎の緑色片岩

ある。露頭では、唯一ミジュン崎において石器石材として良質なチャートが観察できた。

白保竿根田原洞穴遺跡からは、石器の可能性をもつ石材として多量の石英製ピック、石核、フレイクが見つかっている（ⅢＡ～ⅢＣ層）。

③宮良川層

大浜海岸、星野鉱山、星野西方、宮良北方（明和大津波遭難者慰霊碑）について調査した。構成岩石は石灰岩を主とし、砂岩・礫岩・古銅輝石安山岩からなる。石灰岩は石器石材としては不適当であるため後者を主に調査した。砂岩と礫岩は大浜海岸で観察でき、砂岩ノジュール、礫岩中の石英・チャート礫は石器の材料になり得る（図版 26・27）。一方、古銅輝石安山岩は石器石材としては良質であるが分布範囲が狭く採集が困難である。今回の調査では宮良北方において露頭が、星野西方において畑中に転石が確認できた。

白保竿根田原洞穴遺跡からは砂岩製の敲石（ⅢＡ層）が産出する。しかし、西表層の砂岩である可能性も残っている。

図版 26　礫岩中の礫

図版 27　砂岩中のノジュール

④野底層

野底崎、玉取崎、野原崎（石垣島）、屋良部崎、御神崎、川平石崎、野底石崎、伊土名海岸、明石西海岸、高那海岸（西表島）について調査した。構成する岩石は安山岩溶岩・同質の火山砕屑岩を主とし、同層に伴って産出する流紋岩・複輝石安山岩からなる。石器石材として良質な安山岩溶岩は野底崎において多量に産出し、複輝石安山岩は小浜島において産出する（図版 29）。一般的に硬い岩石に属する流紋岩は、いずれの露頭においても風化が著しく、石器石材として有用なものは採集できなかった。また、野底層には野底崎、玉取崎、小浜島においては、石器石材として利用度が高いメノウ結晶が採集できる（図版 28）。

白保竿根田原洞穴遺跡からは、凝灰岩製の敲石類（ⅢＡ・Ｓ層）２点と砥石（ⅢＢ・ⅢＣ・Ｘ層）が見つかっ

ている。敲石の１点（S 層）には微小なメノウ結晶が含まれている。また、敲石類の１点に安山岩製（Ⅲ A 層）のものがあるが、これも野底層の構成岩石である可能性が高い。

図版 28　メノウ結晶（野底崎）

図版 29　複輝石安山岩（小浜島）

⑤於茂登深成岩類

宮良川上流域（ンタナーラ橋下、真栄里ダム北）、荒川河口付近、名蔵ダム上流について調査した（図版 30）。これらの地域では深成岩類（花崗岩・閃緑岩・ハンレイ岩等）の円礫が多数分布し、石器石材としての礫の採集が容易である。それ以外にも、宮良川上流域では前述したように富崎層に由来する礫（石英・チャート・ホルンフェルス）の採集も可能である。

白保竿根田原洞穴遺跡からは、花崗岩製の敲石類（Ⅲ A・Ⅲ B 層）が３点とハンレイ岩製の敲石（Ⅲ B 層）が１点見つかっている。

図版 30　宮良川上流の様子

⑥西表層・ビルマ崎層（八重山層）

西表島と小浜島の調査を実施した。西表島では、南風見田海岸と干立海岸、小浜島ではビルマ崎海岸で調査した。西表層で石器の可能性があるものは砂岩のみである。しかし、全体として風化した露頭が多く、また海岸に分布する礫にも柔らかいものが多く、石器石材として有用なものは少ない。

白保竿根田原洞穴遺跡から産出している石器には、砂岩製の敲石類（Ⅲ A 層）があり、今後の詳しい検討が必要である。

⑦大浜層下部（名蔵礫層）

宮良川中流域、轟川中～上流流域、三和北方地域、カーラ岳西方地域、名蔵川上流域を数カ所にわたって名蔵礫層の礫種・礫質を調査した。礫を構成する岩石は、付近に分布するトムル層・富崎層・於茂登深成岩類に由来する岩石である。巨礫を除いて全般的に風化が著しく、石器として利用可能な石材は少なかった。

(2)　白保竿根田原洞穴遺跡から発見された石器について

これまでに白保竿根田原洞穴遺跡から発見された石器あるいは石器の可能性のある石材は、トムル層の岩石が２個、野底層の岩石が４個、於茂登深成岩類の岩石が４個、そして宮良川層ないし西表層と思われるものが１個産出している。また、石器の可能性がある石材としては、石英が多数産出しているが、その供給源はトムル層中の石英脈か宮良川層の石英礫と考えられる。

(3)　台湾の旧石器の岩質と石垣島地域の岩石との関連

台湾の東海岸にある台東県の八仙洞遺跡は、中新世の地層である都巒山層に形成された海食洞に見られる遺跡である。都巒山層は安山岩質溶岩、集塊岩（自破砕溶岩）、凝灰岩、凝灰角礫岩など中新世の火山活動によって噴出岩類によって構成されている。その構成岩石の弱いところが海水の浸食を受けて海食洞が出来たわけである。遺跡の近くには、鮮新世～更新世の地層である大港層があり、頁岩、砂岩、礫岩から構成される。

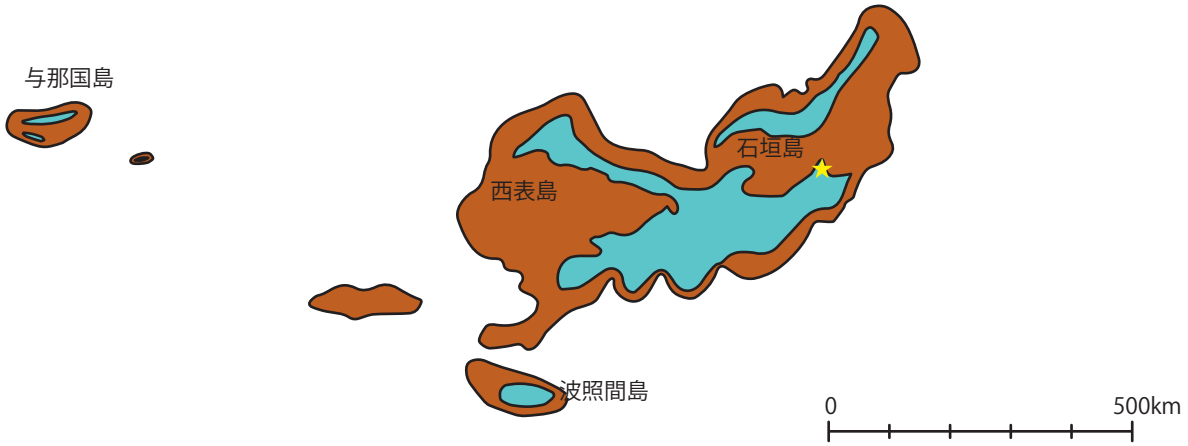
八仙洞遺跡では後期旧石器時代の石器類として、砂岩・安山岩の円礫を打ち欠いて作った礫器や玉髄・メノウ製の剥片石器などが発見されている。安山岩や玉髄・メノウは遺跡周辺に分布する都巒山層に由来する礫であり、砂岩は大港層のものであろう。

一方、今までのところ、八重山地方の後期旧石器時代の遺跡（白保竿根田原洞穴遺跡）からは石器が発見されていないが、当時の海陸分布の特徴から判断すると台湾と類似の石器類を持った文化層の推定は可能である。とすると、今後発見される可能性のある石器は、野底層の安山岩類・メノウ、宮良川層や八重山層の砂岩、富崎層のチャート、トムル層の石英・珪質片岩・カンラン岩、於茂登深成岩類等を材料とした礫器や剥片石器が考えられる。あるいは沖縄島のサキタリ洞遺跡のように、貝器文化が広がっていたのだろうか。

(4)　後期旧石器時代の遺跡と琉球石灰岩の分布

第 45 図は、白保竿根田原遺跡Ⅳ層（後期旧石器時代）の頃の八重山地方の陸地分布を示したものである。石垣島・西表島・小浜島の陸上に分布する琉球石灰岩と、また波照間島、黒島、竹富島および多良間島におけるボーリングデータから得られた琉球石灰岩の下底が、それぞれ、海面下 -30m+ α、-55m+ α、-50m、-90m にあることを参考に作図した。琉球石灰岩が最も広く分布する地域は白保竿根田原洞穴遺跡地域から竹富島、黒島、新城島、そして西表島南部にかけての陸域と周辺海域である。

後期旧石器時代の住居は、台湾の後期旧石器遺跡から類推すると、琉球石灰岩中に形成された海食洞か鍾乳洞と考えられるから、当時の琉球石灰岩地域に形成された鍾乳洞の洞口付近、つまり沖縄島のサキタリ洞のような環境が可能性としても高い。しかし、そのような環境の所は、現在では海抜約 30m から海面下 50m の範囲にあり、住居跡が海面下に眠っている可能性も無視できない。



第 45 図　約 2 万年前の八重山地方における陸地と琉球石灰岩の分布

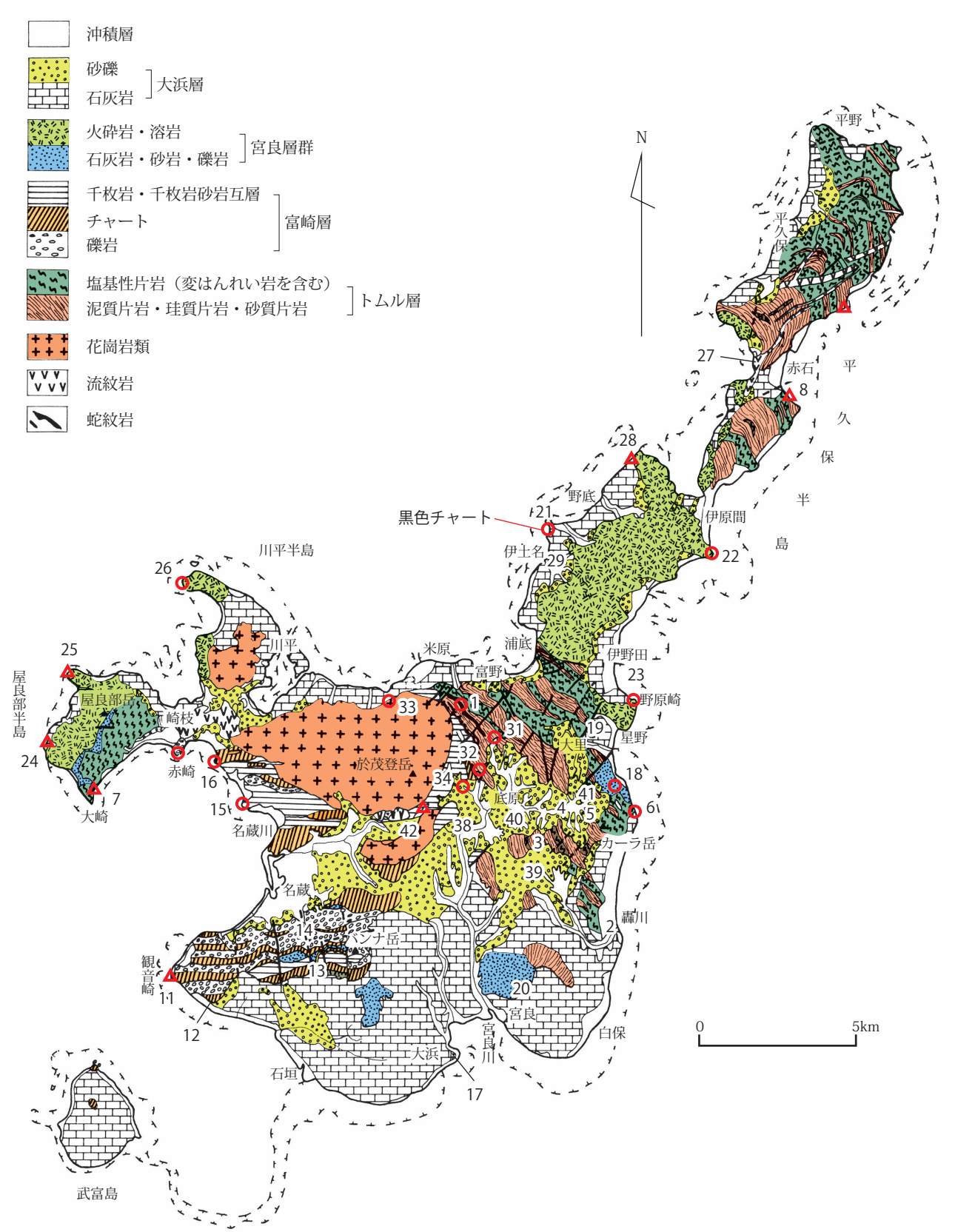
（青：琉球石灰岩、茶：基盤岩、図中の☆印の所が白保竿根田原洞穴遺跡の位置）

〈参考文献〉

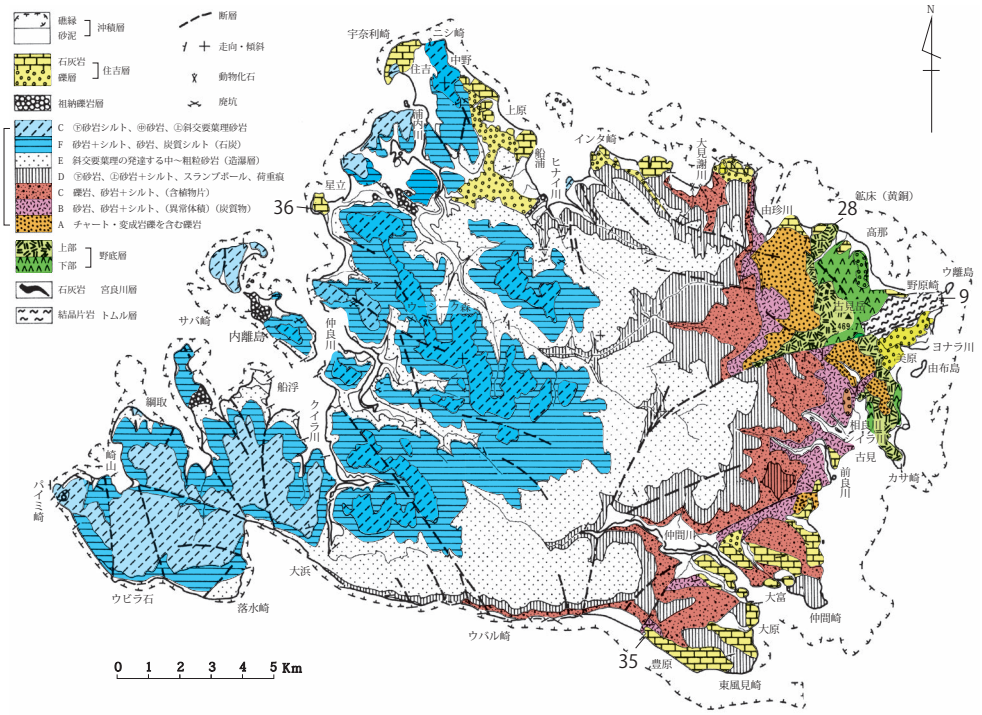
稲田孝司（2015）「南島の化石人骨と旧石器文化」』. 岩波講座『日本歴史』月報 18,p.1-4.

山崎真治（2010）左鎮、八仙洞と大坌坑 . 博物館紀要 ,No.3,p.5-12 沖縄県立博物館・美術館 .

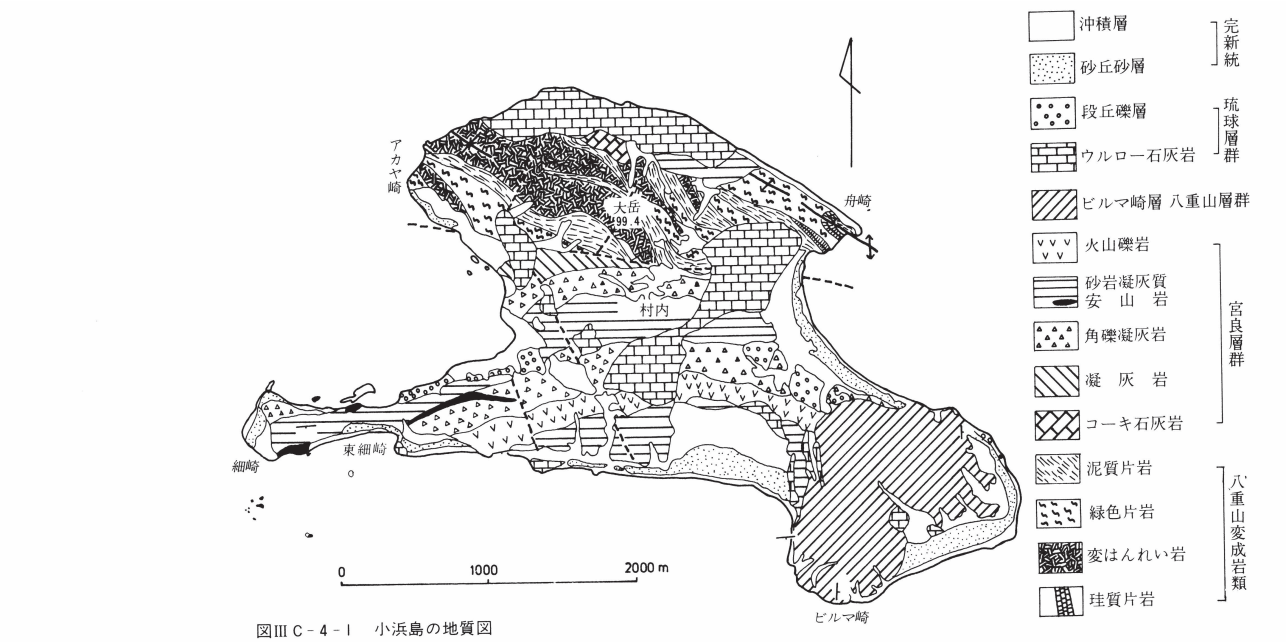
木崎甲子郎編（1985）『琉球列島の地質誌』,278p 沖縄タイムス社 .



第 46 図　石垣島の地質図



第 47 図　西表島の地質図



図ⅢＣ－４－Ⅰ　小浜島の地質図

第 48 図　小浜島の地質図

2　動物遺体

波木基真（うるま市教育委員会）

１．出土動物遺体資料の概要・方法

動物遺体は、第１次･第２次調査でピックアップと水洗選別の２通りの方法によって回収した。ピックアップ資料は、調査時に３次元座標を記録して取り上げた資料と層序・グリッド別に一括して取り上げた資料である。水洗選別資料は、現地で採取した堆積物サンプルを、0.5ｍｍメッシュと1mmメッシュのフローテーション水洗処理によって篩別された沈降物と、5mmメッシュのジェット水洗によって篩別された残留物を乾燥後、目視判別によって抽出した資料である。

出土動物遺体の分析は、著者所蔵または沖縄県立埋蔵文化財センター、沖縄県立博物館美術館現生骨格標本との形態比較によって種同定を行い、分類群によっては骨長計測を行った。また、小型哺乳類遺体は系統分類学的位置を正確に決めるため、台湾（中華民国台中市国立自然科学博物館所蔵）や中国（中国北京市中国科学院古脊椎動物古人類研究所所蔵）の現生・化石標本とも比較を行った。

２．動物遺体の出土状況・分析

出土動物遺体は第13表に示す通り、37分類群が同定された。以下に出土分類群別に分析成果を要約する。

1）甲殻類

ピックアップ資料よりカニ類とヤシガニが回収されている。ヤシガニはA･B･C6～８区Ａ層（更新世？）から出土している。また、C8区Ａ層よりまとまった一個体分のヤシガニが検出されている。ただし、ヤシガニは洞穴の岩陰部などにできた空洞を好んで利用する性質があるため、本来このＡ層に伴うものかどうか不明である。

2）魚類（沖縄県立埋蔵文化財センター（2013）第３章 第４節５）

同定は主上顎骨・前上顎骨・歯骨・角骨・方骨・咽頭骨・腹椎・尾椎などの部位同定が可能な資料を基本的な対象とし、計測については、同定成果及び各魚骨の残存状況の観察結果などから、ブダイ科歯骨の歯骨高・ブダイ科及びベラ科下咽頭骨の全幅及び歯列面幅・分類群が同定可能な椎骨の椎体縦径を作業の対象とした。

層位別の魚骨のNISPを比較すると、魚骨の出土は基本的に完新世以降の層位で主体をなし、特に下田原期から無土器期に比定される層において最も多く出土した事が窺える。

分類群の構成をみるとブダイ科を第一の優占群とし、ハリセンボン科・ハタ科・ベラ科がそれに次いで、出土分類群の主体をなす。検出された分類群はさほど多くは無いものの、それぞれは琉球列島の遺跡出土魚骨から同定される分類群として一般的なものである。また、先島における下田原期から無土器期とされる下田原貝塚や大田原遺跡、大泊浜貝塚、神田貝塚などから出土している魚類の分類群構成を見ると、ブダイ科を最優占群としてハリセンボン科やベラ科･フエフキダイ科などが主要群として挙げられる状況が一致する。これらのことから、本地点における魚骨の埋没過程には人為的な要因が関わっている可能性が指摘できる。一方で、ⅢＢ層（完新世初頭）やそれ以下の更新世に比定される層からも、NISPが僅かであるものの、魚骨が出土している点も注目される。ⅢＢあるいはⅢＣ層（更新世）など人骨の出土する層に伴うことから、これらがヒトの利用したものである可能性は考えられよう。

一方で、計測値を概観してみると、それら値がいずれも小さい点が注視される。計測値として明確に示すことのできる数値こそ一部の資料のみであるが、計測不能あるいは計測対象外の骨についても、とりたてて「大きな」生体サイズとなり得る資料はほとんど確認されていない。本分析中において、ある程度「大型」の個体とみられるサイズを有する資料はハリセンボン科の顎骨２点のみである。

3）両生類・爬虫類・鳥類

両生類はカエル類、爬虫類はキノボリトカゲやヘビ類が、主に水洗選別資料より総破片数では数万点に及ぶ膨大な量が回収されている。これら限られた層序において顕著に出土量が変わるということはなく、どの層序に置いてもほぼ一定量出土している。ピックアップ資料中において、陸生および淡水生カメ類の資料総数 76 点中 63 点がⅢ上層（無土器期～完新世初頭）に出土している。このカメ類は、出土した腸骨・縁板骨および上腹甲骨より、セマルハコガメと認められる形質状態が確認されている（高橋、2015）。また、鳥類は H4 ⅢＥ層（更新世）にサギ・カモ大の個体群が、他層序・グリッドに比べて集中して出土している。どちらも人為的解体痕や被熱痕などはみられないが、カメ類は人為的遺物や遺構が出土しているⅢ上層に集中することから、人為的要因に関わって埋没した可能性が考えられる。

4）小型哺乳類（沖縄県立埋蔵文化財センター（2013）第３章 第４節 6）

遺跡の堆積物から直接採取された小型晴乳類遺体のうち、上・下顎骨 (前顎骨を含む) と歯を対象に研究を行った。研究した遺体は、後期更新世のうちの酸素同位体ステージ２（約 11,000 ～約 25,000 年前：ⅢＣ～ⅣＢ層、Ｂ層）とステージ１（現在～約 11,000 年前：Ⅰ～ⅢＢ層、Ｓ・Ｘ・Ｙ層）のもので、第 13 表に示した種類に分類される。

トガリネズミ形目はジャコウネズミに近似の種類の遺体が１点のみ産出したが、これは住家性の種類であろう。翼手目の５種類のうち、オオコウモリ属は、ステージ２の後期から完新世にかけての層準から産出した。キクガシラコウモリ属とカグラコウモリ属は、ステージ２の前期から完新世にかけてのほとんどの層準で産出し、完新世の層準では特にカグラコウモリ属が多産した。ホオヒゲコウモリ属とユビナガコウモリ属の遺体はステージ２と完新世の層準の両方から少数産出しているにすぎない。齧歯目では、住家性のハツカネズミの遺体が完新世前期の層準から１個のみ産出し、住家性のものの可能性があるクマネズミ属の遺体が完新世後期の層準から２個のみ産出した。シロハラネズミ属 は、現生・化石を通じて、この遺跡以外ではこれまで日本では知られていなかった。シロハラネズミ属の遺体は、完新世後期にあたるⅠ・Ⅱ層から見つかっていないことを除くと、本遺跡ではどの時期の層準でも多産しているので、石垣島ではシロハラネズミ属がステージ２でも完新世でも多数生息していたと考えられる。

ステージ ２の小型哺乳動物群は、非飛行性のものだけに限るとその構成要素はシロハラネズミ属だけとなり、しかもそれは他地域のものとは種レベルで異なるようである。このことから、ステージ２には石垣島の動物群はすでに島嶼型のものになっていたと考えられる。また非飛行性の種類をほぼ同時期の宮古島や沖縄本島のものと比べると、互いがまったく異なっていることがわかった。このことから、非常に寒冷で海面が大きく低下したステージ２においても、石垣島は他地域から海で隔てられていたと考えられる。このことは現在の海底地形や推定されるステージ２の海面高度による海陸分布とも調和的である。

この遺跡のシロハラネズミ属は臼歯が高歯冠であることから、ステージ２やそれ以前の寒冷期の石垣島には草原が広がっていたことが推定される。

5）中・大型哺乳類

主にピックアップ資料より、イノシシ・ネコ・ウシが確認されているが、それらの９割以上がイノシシである。ネコはⅢＡ～ⅢＤ層（無土器期～更新世）より、歯や上腕骨・大腿骨が 12 点出土している。形態はイエネコ現生標本と比較したが、八重山諸島の動物相や年代・地理的背景より鑑みてイリオモテヤマネコの類縁である可能性は高い。ウシはⅠ層や表採より３点出土している。

同定されたイノシシの資料総数は 822 点になる。イノシシはⅠ～ⅢＥ層にかけて出土し続けるが、ⅢＡ・ⅢＢ層に最も多く出土し、ⅢＣ層以下では少なくなる。保存状態の良い資料はⅢＡ～ⅢＣ･Ｂ層に多く見られ、ⅢＡ～ⅢＢ層を主に人為的解体痕と思われるカットマークやスパイラル・フラクチャーが見られる上腕骨や橈骨が確認されている。2010 年度調査では H5･6 区ⅢＢ～ⅢＣ層から、ほぼ一個体分のイノシシ遺体が、2013 年度調査では I5・I6 区ⅢＢ・ⅢＣ層から、まとまった個体群のイノシシが検出されている。これらは共に、サイズは成獣並であるが四肢骨の骨端が癒合していない点、萌出途中の臼歯が植立した顎骨が出土し

ている点から、若齢の未成獣個体であることを示している。さらに出土した層序・グリッドが近位置であることから、同じ埋没・堆積過程を経た可能性も十分考えられる。

4. まとめ

本遺跡の発掘調査により、今まで八重山地域または琉球列島において類例の無かった、完新世初頭～更新世末期からのきわめて貴重な動物遺体群が多数出土し、様々な知見を得ることができた。

小型脊椎動物遺体は、水洗選別資料による回収量が膨大であり、第１次・第２次調査共に未だ全動物骨資料を選別・同定するまでに至っていない。主に両生・爬虫・鳥類においては、動物分類における目レベルまでしかほぼ同定できておらず、同定の精度を高める必要がある。比較資料不足であったネコやカメ類は、今後精細な同定・分析を行う必要がある。

本調査における出土動物遺体についての課題はまだ数多く残されている。近年、サキタリ洞穴遺跡やツヅピスキアブなどの洞穴遺跡から完新世初頭～更新世末期に至るイノシシをはじめとする動物遺体の出土が報告され、Kawamura *et al.* (2016) などからは琉球列島や台湾の第四紀哺乳類化石についての知見が述べられている。本遺跡はこれらに比類する重要な動物遺体・化石の出土遺物産地としてより一層の研究・分析が望まれる。

第 13 表　出土動物遺体種名一覧

無脊椎動物	
甲殻綱 Crustacea	
ヤシガニ	*Birgus latro*
カニ類（科未定）	Decapoda
脊椎動物	
軟骨魚綱 Chondrichtyes	
サメ類	Lamniformes
エイ類	Rajiformes
硬骨魚綱 Osteichthyes	
ウナギ目	Anguilliformes
ウツボ科	Muraenidae
ニシン科	Clupeidae
ハタ科マハタ型	Serranidae cf. *Epinephelus*
ハタ科	Serranidae
フエフキダイ属	*Lethrinus* sp.
ベラ科 A	Labridae
ベラ科その他	Labridae (others)
ブダイ属 / ミゾレブダイ属	*Calotomus/Letoscarus vaigiensis* sp.
アオブダイ属	*Scarus* sp.
ブダイ科	Scaridae
ニザダイ科	Acanthuridae
アイゴ属	*Siganus* sp.
モンガラカワハギ科	Balistidae
ハリセンボン科	Diodontiae
両生綱 Amphibia	
カエル類（科未定）	Anura
爬虫綱 Reptilia	
セマルハコガメ	*Cuora flavomarginata*
キノボリトカゲ	*Japarula polygonata*
キシノウエトカゲ？	*Plestiodon kishinouyei?*
ヘビ亜目	Ophidia
鳥綱 Aves	
哺乳綱 Mammalia	
ジャコウネズミに近似の種類	*Suncus* cf. *murinus*
オオコウモリ属（種未定）	*Pteropus* sp.
キクガシラコウモリ属（種未定）	*Rinolophus* sp.
カグラコウモリ属（種未定）	*Hipposideros* sp.
ホオヒゲコウモリ属（種未定）	*Myotis* sp.
ユビナガコウモリ属（種未定）	*Miniopterus* sp.
ハツカネズミ	*Mus musculus*
クマネズミ属（種未定）	*Rattus* sp.
シロハラネズミ属（種未定）	*Niviventer* sp.
ネズミ亜科（属・種未定）	Murinae
ヤマネコ？	*Prionailurus bengalensis?*
イノシシ	*Sus scrofa*
ウシ	*Bos taurus*

〈参考・引用文献〉

阿阿部永・石井信夫・伊藤鉄魯・金子之史・前田喜四雄・三浦慎悟・米田政明　2008『日本の哺乳類』東海大学出版会

金子浩昌 1986「第５章 第５節２ 脊椎動物遺体」沖縄県教育庁文化課編『下田原貝塚・大泊浜貝塚－第１・２・３次発掘調査報告－』沖縄県文化財調査報告書第 74 集 沖縄県教育委員会　p113-126

Ai Kawamura, Chun-Hsiang Chang, Yoshinari Kawamura, 2016, Middle Pleistocene to Holocene mammal faunas of the Ryukyu Islands and Taiwan: An updated review incorporating results of recent research, Quaternary International, 397, p117-135.

河村善也・樽野博幸　1993「両生類，爬虫類，鳥類，哺乳類」日本第四紀学会編『第四紀試料分析法 1 試料調査法』東京大学出版会　p.37-40.

町田　洋・大場忠道・小野　昭・山崎晴雄・河村善也・百原　新　2003『第四紀学』朝倉書店.

松井　章　2008『動物考古学』京都大学学術出版会

松岡廣繁・安部みき子（編）2009『鳥の骨探』株式会社エヌ・ティー・エス

宮古島市教育委員会（編）2011『宮古島の岩陰遺跡－沖縄県宮古島市内遺跡発掘調査－』宮古島市文化財調査報告書第４集　宮古島市教育委員会

沖縄県教育庁文化課編 1980『石垣島県道改良工事に伴う発掘調査報告　大田原遺跡・神田貝塚・ヤマバレー遺跡　附編　平地原遺跡表面採集遺物』沖縄県文化財調査報告書第 30 集　沖縄県教育委員会

沖縄県立埋蔵文化財センター 2013「白保竿根田原洞穴遺跡－新石垣空港建設工事に伴う緊急発掘調査報告書－」沖縄県立埋蔵文化財センター調査報告書第 65 集　沖縄県立埋蔵文化財センター

白井祥平 1978『原色沖縄海中動物生態図鑑』新星図書出版

高橋亮雄 2015「化石および遺跡産骨格残骸からみた日本の現生淡水生カメ類の歴史」爬虫両棲類学会報 2015(2)『特集：日本における淡水カメ類の保全と管理』日本爬虫両棲類学会　p133-143

山崎真治 2016『サキタリ洞遺跡発掘調査概要報告書（Ⅲ）』沖縄県立博物館・美術館

3　出土人骨の分析

人骨の分析は、複数の研究者により検討しながら進められ、最終的に「3-1　人骨」、「3-2　歯」、「3-3 人骨の傷跡と石灰質固結物の付着」、「3-4　崖葬墓」の４つのテーマでまとめるに至った。以下、分析の成果を報告する。

3-1　人骨

土 肥 直 美（元琉球大学医学部）
徳 嶺 里 江（沖縄県立埋蔵文化財センター）
片桐千亜紀（沖縄県立博物館・美術館）
河 野 礼 子（国立科学博物館）

はじめに

石垣島白保竿根田原洞穴遺跡では、沖縄鍾乳洞協会による最初の発見後、2010 年度に沖縄県による発掘調査、2012 年度～ 2016 年度に文化庁補助による発掘調査が行われ、1,100 点を超す人骨片が出土した（事実報告編、第３章第４節８　第19表）。ただ、位置情報１点として取り上げた人骨のほとんどに複数の破片が含まれているので、実際の人骨片はリストアップされた数を大幅に超えている。人骨の年代は放射性炭素年代法によって人骨そのものから決定され（第２章第２節４、Nakagawa, et.al.,2010）、更新世末から近世の長期間に及ぶものの、主体は更新世末から完新世初頭のものと考えられている。

本報告では、特に、人骨情報からヒトの文化的痕跡が読み取れるかどうか（墓といえるか）が最大の課題になった。というのも、沖縄には港川人のように世界的に知られた更新世人骨があり、詳細な人類学的研究も進んでいるが（Suzuki H., Hanihara K.,1982：Kaifu, Y., Fujita, M., Kono, R.T., Baba, H., 2011）、人工遺物が未発見であること、また、人骨から十分な文化的情報が得られていないことから、「遺跡」としての港川フィッシャーの考古学的評価が困難とされてきた現状があるからである。

第 14 表　出土人骨点数

出土地区	点数
予備調査	17
II 地区	15
I 地区	
D3	18
D4	53
G3	2
G4	28
G5	250
G7	15
G8	209
G9	6
H3	16
H4	78
H4　白保４号	161
H5	58
H6	139
I4	12
I5	22
I6	5
I6 東ベルト	12
J6	3
その他	38
計	1,157

本遺跡の特徴は、更新世の人工遺物は発見されていないものの、質・量ともに他に類をみない豊富な人骨情報があることである。人骨そのものから年代が決定され、DNA 情報が得られ、骨や歯には形態的な情報だけではなく豊富な生活痕が残されている。白保人骨は間違いなく更新世人類のものであり、生活復元も可能な第一級の研究資料なのである。しかし、人骨の評価が、直接、発見された場所（遺跡）の評価には繋がらないという現実があるのも事実である。そこで、人骨はすべての資料化を終えた状況とは言えないが、ここでは、現時点で得られている人骨情報から文化的痕跡をどれだけ読み取ることが出来るかに焦点を絞り、人骨の全体的な分布状況から何が分かるか、人骨の位置関係から読み取れるもの、個体の情報は残されているか、について検討する。また、人骨の形態学的研究はまだ始まってもいない状況であるが、現状で得られている人骨所見についても紹介し、わずかではあるが、白保人像に迫ってみたい。

尚、本報告で用いた資料には、沖縄鍾乳洞協会の調査、沖縄県の予備調査、2010 年度沖縄県立埋蔵文化財センターの本調査、2012 ～ 2016 年度文化庁補助による沖縄県立埋蔵文化財センターの調査で出土した全人骨資料が含まれる。

人骨の分布状況

人骨の全体的な分布状況から何が読み取れるのだろうか。

1）面的な分布

出土した人骨のうち人骨番号が付与されたものは 1,190 点である（事実報告編、第３章第４節８　第19表）。しかし、現場で人骨の可能性があるとして人骨番号を付与した資料が、洗浄後に石や動物と判明したものを除外すると、実際の人骨点数は 1,157 点になる。第 14 表は、層序を考慮せず、調査区ごとの出土人骨数を集計したものである。人骨は D3・D4 区、G5・G8 区、H4・H6 区に集中しており、平面的に明らかな分布の偏りがあることを示している。人骨の３次元位置情報をプロットした図からも分布の偏りは明瞭である（第 51 図）。そこで、あくまでも任意ではあるが、これらの人骨集中部を洞口側（南側）からユニット１（G8 区とその周辺）、ユニット２（H6 区とその周辺）、ユニット３（G5 区とその周辺）、ユニット４（H4 区、H4 岩陰の１個体を含む）、ユニット５（I4・I5 区）として以下の記載を行うことにする。

集中部の形成が偶然の結果なのか、ある意図的な行為の結果であるかは遺跡を評価する上で重要な意味をもつはずである。そこで、集中部形成の機序を知る手がかりとして、同定出来た人骨部位について、ユニットごとの分布を調べてみた（第 15 表）。まったく無作為に外部から流入、あるいは落下したとすれば、重力の法則に従って重い大型の骨や転がりやすい丸い骨は洞奥部に集中することが予想される。結果は、情報量の少ないユニット５を除いて、いずれのユニットからも頭骨から手足の指骨までの全身骨が検出されている。これらの結果は集中部の人骨がその場所に葬られた遺体に由来する可能性があることを示唆している。後述する H4 岩陰の人骨１体分は、ほとんど解剖学的位置関係を保っており、その可能性を強く支持する。

第 15 表　集中部ごとの主な出土人骨部位数

集中部	区	頭蓋	上顎	下顎	歯	上肢	下肢	椎骨	肋骨	手	足	寛骨	計
ユニット１	G7,G8,G9	34	2	7	17	27	20	15	25	1 4	1	6	168
ユニット２	H6	32	4	5	50	16	34	12	4	11	15	7	190
ユニット３	G5	10	2	4	14	33	7	28	59	7	7	2	173
ユニット４	H4	17	2	3	4	28	21	27	39	18	5	11	175
ユニット５	I4・I5	1			4	4	4	4	5	1	7	4	34
ユニット計		94	10	19	89	108	86	86	132	51	35	30	740
下田原期	D3・D4	4	1	1	23	5	7	6	1	18	13	1	80

2）層序と人骨の分布

次に、人骨片の接合関係から層序と人骨の関係について考えてみたい。第 16 表は、接合された人骨片同士の層序・区関係をユニットごとにまとめたものである。人骨片個々の接合関係については事実報告編の人骨リスト（事実報告編、第３章第４節８　第19表）を参照されたい。第 16 表の対角に並んだセルが同じ層序内での接合数を示している。赤字で示したものは区を越えて接合された数であるが、ほぼ隣接する区内での接合である。

ユニット１の人骨片は、ほとんどが G8 区内で接合されたが、４片は隣接する G7 区の人骨片と接合された。一方、層序については、C1 層内の接合数（12）と C2 層内の接合数（21）が多いのは当然であるが、C1 層と C2 層のように層序を超えて接合される例（15）も多数あった。

ユニット２は H6 区が中心であるが、隣接する H5、I6 東ベルトとの接合例も認められた。また、少数ではあるが、層序を越えた接合が認められ、ⅢA 層とⅢC 層のようにⅢB 層を挟んだ上下の層序間で接合された例もあった。

ユニット 3 は G5 西ベルトを含む G5 区である。隣接する G4 区との接合 1 例を除いて、ほとんどは同じ区内で接合されている。しかし、層序についてはⅢE 層とⅢC、ⅢC ～ⅢD、ⅢD 層の接合が認められるなど、やはり層序を越える接合関係が存在する。

ユニット 4 は岩陰から発見された人骨 1 体分を含む H4 区である。ⅢE 層内の接合のほとんどは岩陰の人骨 1 体分の接合を反映している。岩陰の人骨はすべて岩陰内人骨片同士の接合であり、岩陰外との接合関係は認められなかった。また、岩陰外には他個体の人骨片が少量検出され、層序を越えた接合がみられた。

ユニット 5 は調査開始時にすでに大部分が破壊されていたため詳細は不明であるが、大きな鍾乳石などにより他区とは隔てられていることから別ユニットとした。このユニットはⅣ層のみで構成されている。出土人骨が少なく、ユニット内同士だけではなく、ユニット外骨片との接合も認められていない。

第 16 表　人骨片の接合関係

ユニット 1 の接合関係

G8	C1		
C1	11 +1（G7）	C1 ～ C2	
C1 ～ C2	2		C2
C2	14 +1（G7）	1	19 +2（G7）

ユニット 2 の接合関係

H6	IIIA			
IIIA	3	IIIB		
IIIB	1	6	IIIB 下面	
IIIB 下面		1		IIIC
IIIC	1	1	2	24 +2(H5,I6 東)

ユニット 3 の接合関係

G5	IIIB					
IIIB	7	IIIB ～ IIIC				
IIIB ～ IIIC			IIIC			
IIIC			2	IIIC ～ IIID		
IIIC ～ IIID	1			12	IIID	
IIID			1	9 +1(G4)	41	IIIE
IIIE			1	2 +1(H4)	8 +1(H4)	20

ユニット 4 の接合関係

H4	IIIA ～ IIIB			
IIIA ～ IIIB	1	IIIC ～ IIID		
IIIC ～ IIID			IIID	
IIID			1	IIIE
IIIE		1 (G5)	2 (G4,G5)	52

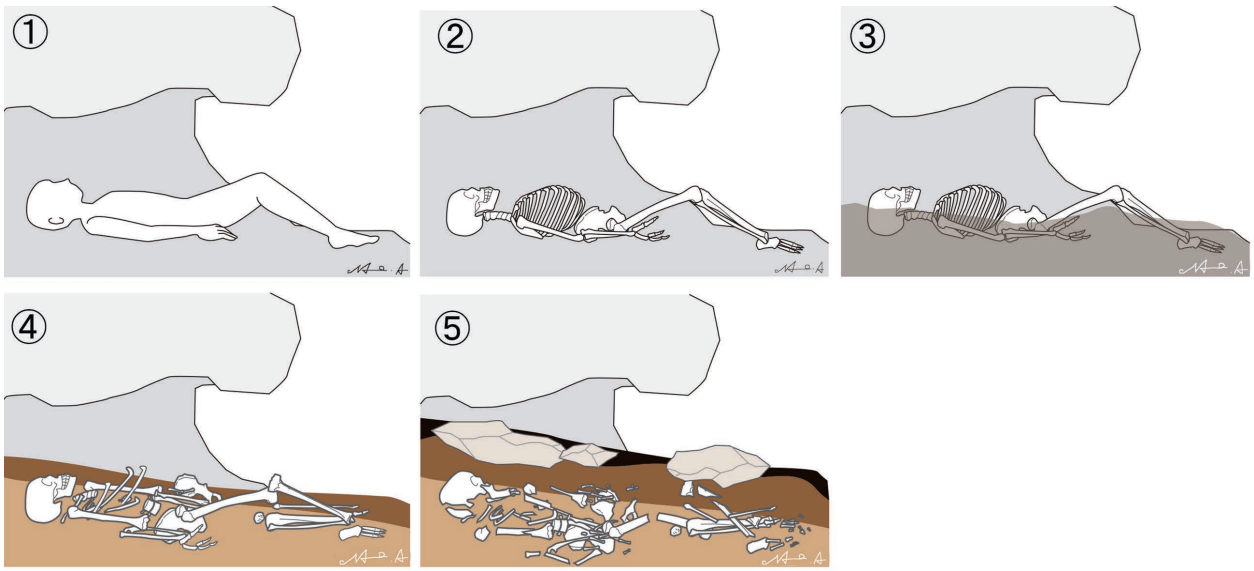
以上のことから、現状では隣接区を超えて（例えば H6 と H4 のように）接合される例が見当たらず、人骨の面的な移動は小範囲に限定されていたことが分かる。1）の結果は接合関係からも支持される。

一方､層序の不一致に関する理解にはさらなる検討が必要である。ユニット 1 の例について考えてみよう。

ユニット 1 は他区層序との関係が不明であるため、新たに C1 層、C2 層、D 層というセクション層序が設定されている。層序の考古学的年代観は土器やイノシシ骨などの出土遺物に基づいて C1 層はⅢ上層相当（完新世）、C2 層はⅢ中～Ⅲ下層相当（更新世）、D 層は詳細不明とされている。

人骨片は C1、C2、D 層のすべてで検出され、上述のように、層序を超えて接合される例が多数存在する。しかも、1 個として接合された頭骨、下顎骨には C1 層、C2 層の破片が混在する。さらに人骨の ^{14}C 年代値は HB-461（G8,C2）で 21,479 ± 73BP（25,877cal.BP）､HB-466（G8,C1）で 18,503 ± 79BP（22,473cal.BP）、HB-555（G9,D）で 20,392 ± 103BP（24,669cal.BP）といずれも更新世の年代値を示している（第 2 章第 2 節 4）。

これらの事実関係を総合すると、層序を越えて検出される人骨片の形成機序について、次のような説明が可能と思われる。その鍵となるのは、土中に埋めない葬法と洞穴内の土壌堆積速度が遅いことである。①遺体は洞穴内の岩陰等にそのまま（埋めないで）葬られる。②遺体が骨化した後、骨は地表に露出した状態になる。③洞口からの飛来や流入、あるいは洞穴内石灰岩等に由来する土壌によって人骨は徐々に埋まっていく。④堆積速度が遅いため、考古学的層序を超えても（C1 から C2 へ）一部の骨は露出していた（少なくとも人間の頭骨の大きさや胸部の厚みは 20cm くらいあり、膝を立てたり、曲げた姿勢だったとすると、



第 49 図　遺体の骨化過程模式図（番号は本文の説明番号に対応）

さらに厚みは増す）。⑤何らかの外的要因によって骨が割れると、骨片は層序を超えて分布する（第 49 図イラスト参照）。他のユニットについても同様の説明が可能と考えられる。さらに、吉村等のフッ素年代分析結果とも相互に整合的である（第 2 章第 2 節 5）。

人骨の分布状況からは、検出された人骨の分布がまったくランダムなものではなく、洞穴内に置かれた（埋めないで）遺体に由来する可能性が示唆された。また、人骨片の接合関係からは、遺体が土中に埋めない葬法で葬られた可能性が示された。

人骨の出土状況

では、掘り出された現場の人骨そのものには、どんな情報が残されているのだろうか。人骨の位置関係（解剖学的位置は残されているか）、骨の向き（近位、遠位の向き、前面、後面の向きなど）には、遺体がどのように葬られ、骨化していったのかを示す具体的な痕跡が残されているはずである。

琉球列島には大きく二つのタイプの葬法が認められる（第 2 章第 2 節 3-4）。土中に埋めるいわゆる埋葬と、洞穴の入り口や岩陰に遺体を置いて、土中に埋めずに骨化させる葬法（崖葬、風葬）である。仮に、前者を A タイプ、後者を B タイプとすると、A タイプの遺体が骨化した場合、周囲の土で固定されているため、骨は解剖学的位置関係を保った状態（関節した状態）で検出される（図版 31・安里進・春成秀爾編 ,2001）。B タイプの遺体が骨化すると、周囲に空間があるため関節が外れ、骨はバラバラの状態で検出される。また、骨化後に意図的な手が加わらなければ、全体として、解剖学的位置に近い状態を保つ（一次葬）。しかし、地表に露出している状態が続くため、外部要因による破損や位置関係の乱れが生じやすい（図版 32・沖縄県立埋蔵文化財センター ,2003）。また、集骨、改葬のような意図的な移動（二次葬）を伴う場合もある。白保人骨の出土状況は人骨の分布状況で想定された埋めない葬法（B タイプ）を支持するのだろうか。まず、情報量の最も多い H4 区岩陰（ユニット 4）の人骨から見ていくことにする。

1）H4 区岩陰の人骨（ユニット 4）

第 52 図に出土状況を示す実測図、図版 33 に岩陰内の人骨検出状況を示した。骨は一見バラバラに見えるが、全体としては、解剖学的位置に近い状態を保っている。すなわち、岩陰の入口側から奥に向かって、頭骨、上肢骨、左壁に沿うように大腿骨が並び、一番奥から骨盤が検出されている。岩陰の狭い空間に体を折りたたむように窮屈な姿勢で葬られたことが見て取れる。頭骨は前頭部が上を向いており（図版 34）、体は仰向けだったことが分かる。また、大腿骨は左右とも遠位部（膝の部分）が頭骨側に位置し、右大腿骨に多少の乱れが認められるものの、左大腿骨は後面を上に向け、脛骨と関節した状態であることから、仰向け

の状態で両膝を胸の方に強く屈曲させた姿勢だったことが読み取れる。両膝が左肩の近くにあるのは、遺体の段階で下肢が体の正中軸より左にずれていたことを示唆するが、葬られた狭い空間には石なども認められるので（図版 33）、それらの作用により骨化の段階で左に寄った可能性も否定できない。上肢の位置関係は図面では分かりにくいが、左右の前腕骨（尺骨、橈骨）が近位部（肘側）を奥に、遠位部（手指側）を顔の近くに向けて検出されたことから（図版 35）、両手が顔の近くに来るように、肘を強く曲げていたことが分かる。両手は顔のやや右側に位置する。ただ、胸の上にかなり大きな石が載っているので、その影響で右側にずれた可能性もある。石の落下で砕けたような骨は見当たらなかったので、石は遺体の段階で上にあったものかもしれない。意図的かどうかは不明である。脊柱部分は、腰椎は少しバラけた状態で、頸椎は全体が石灰質膠結物に覆われていたため室内作業での確認になったが、ほぼ関節した状態が保たれていた。胸椎は

図版 31　波照間島大泊浜貝塚の埋葬人骨

図版 32　首里城右掖門西方岩陰の風葬人骨

図版 33　H4 区　人骨出土状況

図版 34　H4 区　人骨上の石

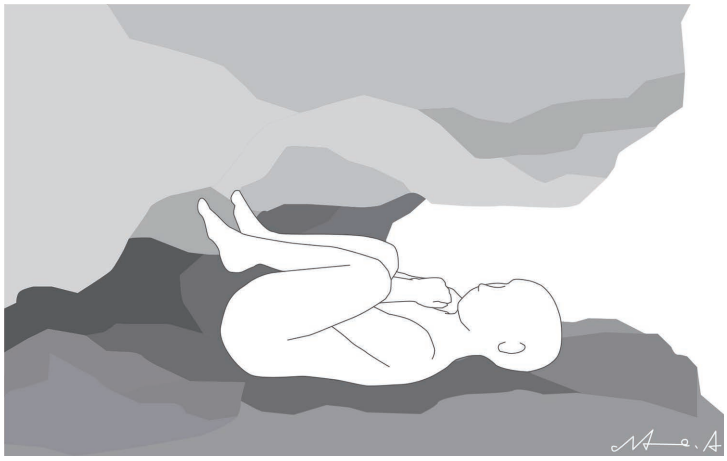
図版 35　H4　前腕骨の出土状況

○印は頭骨の位置、頭骨下の石の隙間（矢印）から多数の割れた頭骨片が検出された。

図版 36　H4 区　椎骨の出土状況

下位（腰椎側）の 4 個が未発見であるが、上位 8 個がほぼ前面を上に向けた関節状態で検出されている（図版 36）。胸椎は胸部内臓保護のため、関節した状態では相互にロックされ運動の自由度が制限される構造になっていることから、本来の位置関係が保たれたのだろう。

H4 区岩陰の人骨はバラけた状態ではあるが、全体としては解剖学的位置関係を保っているので、土中に埋めない B タイプの葬法だったと理解できる。また、本人骨が検出された範囲に他個体の骨が見当たらないことから、この岩陰には 1 体だけが仰臥屈位の姿勢で葬られたと考えられる（第 50 図イラスト参照）。ひとの手によって葬られたことは明らかだろう。H4 区からは他に少数の人骨片が検出されているが、情報が少なく詳細は不明である。



第 50 図　葬られた遺体の姿勢イメージ図

2）H6 区（ユニット 2）

次に情報量が多いのは H6 区である。出土状況を第 53 図に示す。確実に関節状態が保たれた骨は見当たらないが、橙色で塗られた骨の位置関係に注目したい。頭骨と骨盤の位置関係は H4 区岩陰人骨の例と似ている。また、大腿骨が左右とも後面を上にし、遠位部（膝の部分）を頭骨側に向けている点も H4 区岩陰人骨の位置関係と共通している。歯列咬合面の適合から H6 区頭骨と同一個体であることが確認された下顎骨は、やや離れて H5 区から検出されているが、骨になった後も地表に露出していたものが何らかの外因よって動いた結果であろう。上半身および脊柱部分が確認出来ないが、H6 区はⅢC 層までしか発掘されておらず、下層部分が未掘であるため現地に残されている可能性も考えられる。いずれにしても、H6 区には H4 区とほぼ同様に、ややバラけてはいるものの全体として解剖学的位置関係を保った人骨があると考えて良いのではないだろうか。また、葬られた姿勢も同様に仰臥屈位だったことが読み取れる。

H6 区からは他にも人骨が出土している。しかし、第 53 図の橙色以外の人骨からは、意味のある関係性はほとんど読み取ることが出来ない。形態的にはペアになると思われるものも、解剖学的な位置関係を反映しているようには思えない（第 53 図の青のペア、赤のペア）。全体が石灰岩の壁際（図の下方）に集中して検出される状況は、以前に葬られた骨を奥壁側に押しやりながら同じ場所に追葬していく沖縄の崖葬墓（風葬墓）の例（沖縄県立埋蔵文化財センター 2005）と酷似しており、同様の葬法だったことがうかがえる。

3）G8 区（ユニット 1）

G8 区は調査時にすでに上部が削られており、また、ゴルフ場開発等による攪乱を受けているため、全体像は不明である。洞穴内で遺体が葬られる場所としては、H4、H6、I5 区のような平坦なところが選ばれていると思われるので、G8 区で検出された人骨は全体を反映していない可能性が高い。第 51・54 図の立面図を見ると、人骨は平坦な部分と傾斜した部分から検出されていることが分かる。おそらく、平坦部が本来の分布域であり、一部が傾斜面に沿って滑り落ちたのではないだろうか。

第 54 図の実測図からは解剖学的位置関係を保った人骨は認められないが、橙色に塗られた人骨については形態的特徴、関節の変形、分布範囲の近さなどから同一個体の可能性が高い。平坦部で骨化し、露出した状態だったものが傾斜面に沿って滑り落ちたものと思われる。葬法としては B タイプであることは間違いないと思われるが、情報が限られているため姿勢などは不明である。ユニット 1 からは他に男性と未成人の骨が少量検出されているが、詳細は不明である。

4）G5 区（ユニット 3）

G5 区の人骨出土状況は G8 区の状況と似ている。すなわち、人骨の一部は平坦部からも検出されているが、ほとんどが傾斜面から検出されている（第 51・55 図）。G8 同様の説明が成り立つとすれば、人骨分布の中心部は未掘の G6 区にある可能性がある。

実測図（第 55 図）では、G8 区と同様に、解剖学的位置関係を保つ人骨は見当たらない。図の右側にある下顎骨（橙色）は上方（傾斜面下方）の頭骨（橙色）と同一個体であることが歯列咬合面の適合関係から確認されている。他に形態的特徴から同一個体と推定されたのは、男性の前腕骨（緑）と、女性と思われる非常に細い前腕骨（赤）であるが、いずれもバラバラの状態で本来の位置関係を留めていない。

G5 区の人骨は別の分布中心（おそらく G6 区）から傾斜面に沿って滑り落ちた状況を示しているように思われる。

5）I4・I5 区（ユニット 5）

I4・I5 区は大部分が破壊されていたため、人骨は石灰岩壁際にわずかに残っているだけで詳細は不明である。しかし、ここではほとんど関節状態に近い人骨が見られたことに注目する必要がある。股関節を形成する大腿骨近位部と寛骨が近い位置から検出されている（沖縄県立埋蔵文化財センター、2013）。人骨の出土状況も平面的である（第 51 図）。おそらく、I4・I5 区には解剖学的位置に近い状態を示す人骨があったのではないだろうか。

6）D3・D4 区（下田原期）

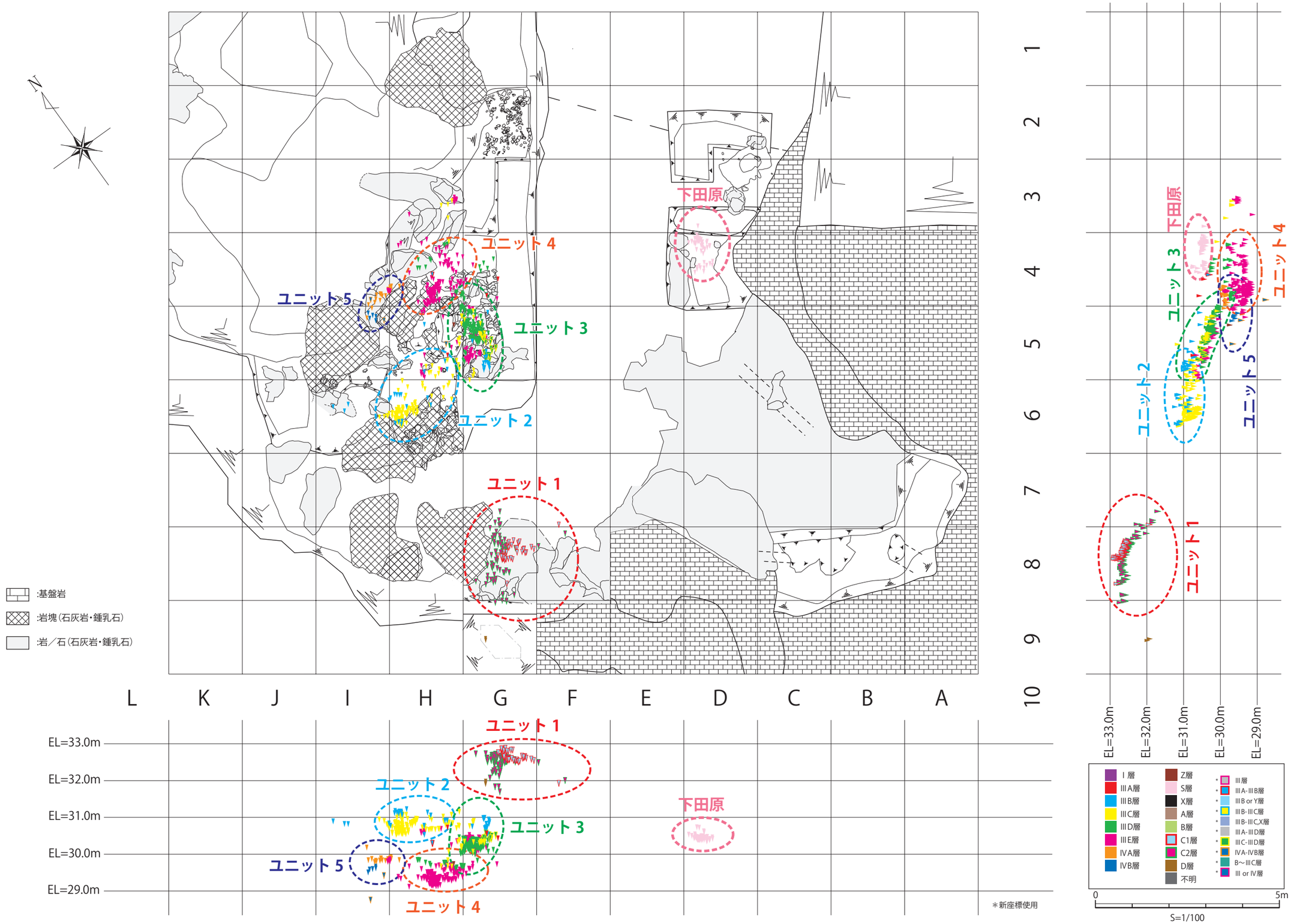
検出された人骨はバラバラで解剖学的位置関係を示すものはない。しかし、形態的特徴から同一個体の可能性が高い人骨がバラバラの状態ではあるがまとまって検出されているので、下田原期の崖葬と考えて良さそうである。また、平坦面で検出されている（第 51 図）にも拘わらず解剖学的な位置関係を留めていないのは、壁際に寄せられた（二次葬）人骨の可能性も考えられる。調査範囲が限られているため、詳細は不明である。尚、2013 年報告の乳臼歯（HB-398）は河野ら専門家の精査によって動物の歯と変更され、事実報告編のリストからも削除済みである。2013 年報告時の検討が十分でなかったことを謝して訂正しておきたい。

個体の抽出

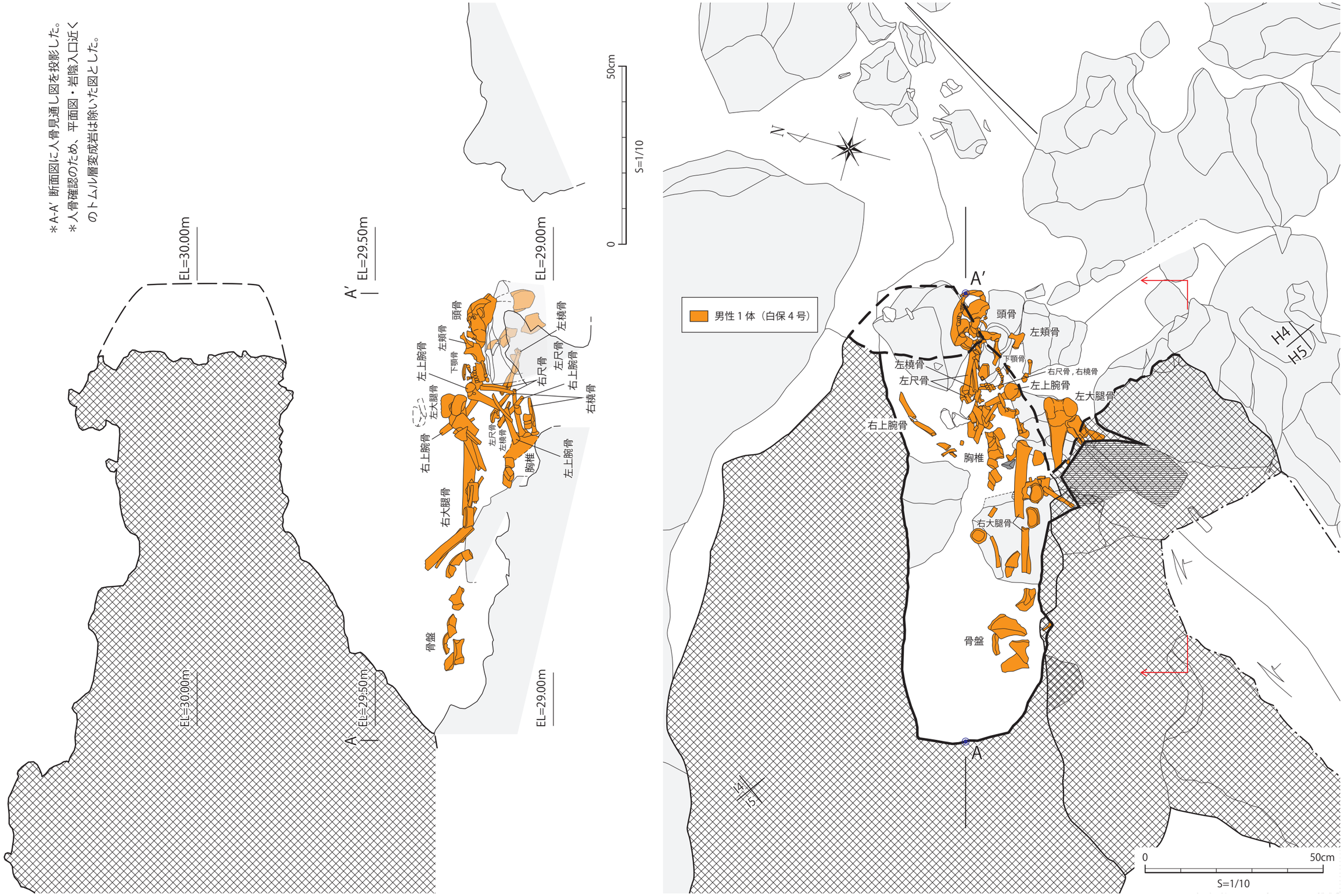
人骨集中部（ユニット）は葬送の場としての単位を反映している可能性があることが分かってきた。だとすると、そこには個体（一体分）の痕跡が残されているはずである。そこで、人骨の位置関係、性別･年齢、形態的特徴、関節や歯列の対応関係などをもとに、同一個体と思われる骨の組み合わせについて抽出を試みた。更新世人骨の性別・年齢の判定基準については、発見例が少ないため、現状では統計学的裏づけのある基準はない。ただ、白保では同じ部位で複数の骨が出土しているため、それらの形態的特徴の違いを一応の目安とし、一般的な基準（Brothwell DR (1981)、Knussman (1988)）も参考にしながら推定を行った。その際には、港川人などこれまでに発見されている更新世人骨の特徴も参考にした。

抽出された個体は更新世 4 体（ユニット 1 ～ 4 で各 1 体）、下田原 1 体である。更新世人骨 4 体は、今後の記載、研究資料としての便宜を考慮し、発見順に白保 1 号（ユニット 2、H6 区）、白保 2 号（ユニット 1、G8 区）、白保 3 号（ユニット 3、G5 区）、白保 4 号（ユニット 4、H4 区）の個体番号を付与した。1 個体（橙色）を示す人骨の組み合わせを、第 52 ～ 55 図に示している。また、各個体の写真を図版 37・38 に示した。

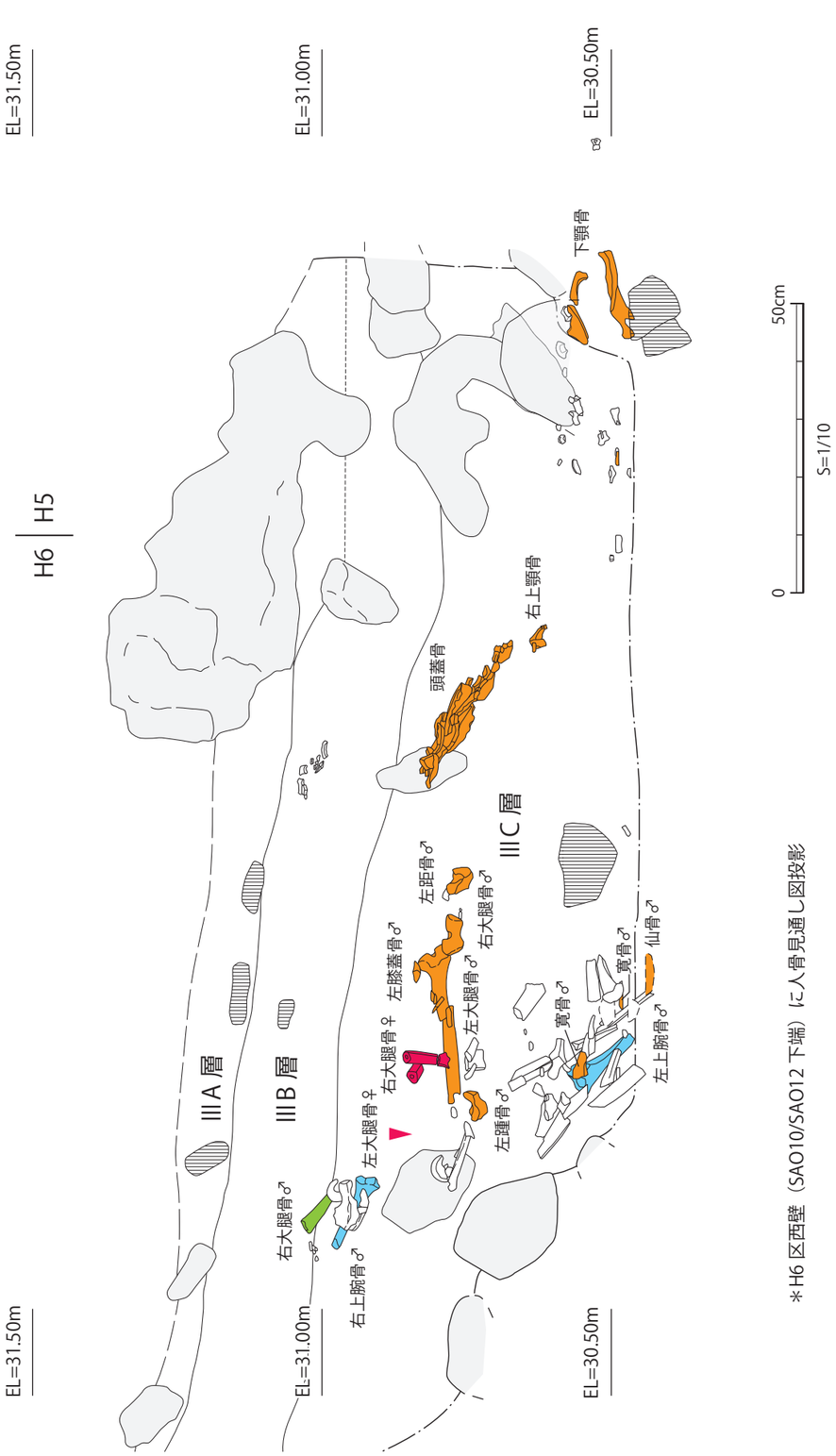
各ユニットから 1 体ずつ、葬られた遺体に由来すると思われる個体の骨が抽出されたことは、この洞穴が白保更新世人に繰り返し利用された葬送の場だったことを強く示唆しているのではないだろうか。



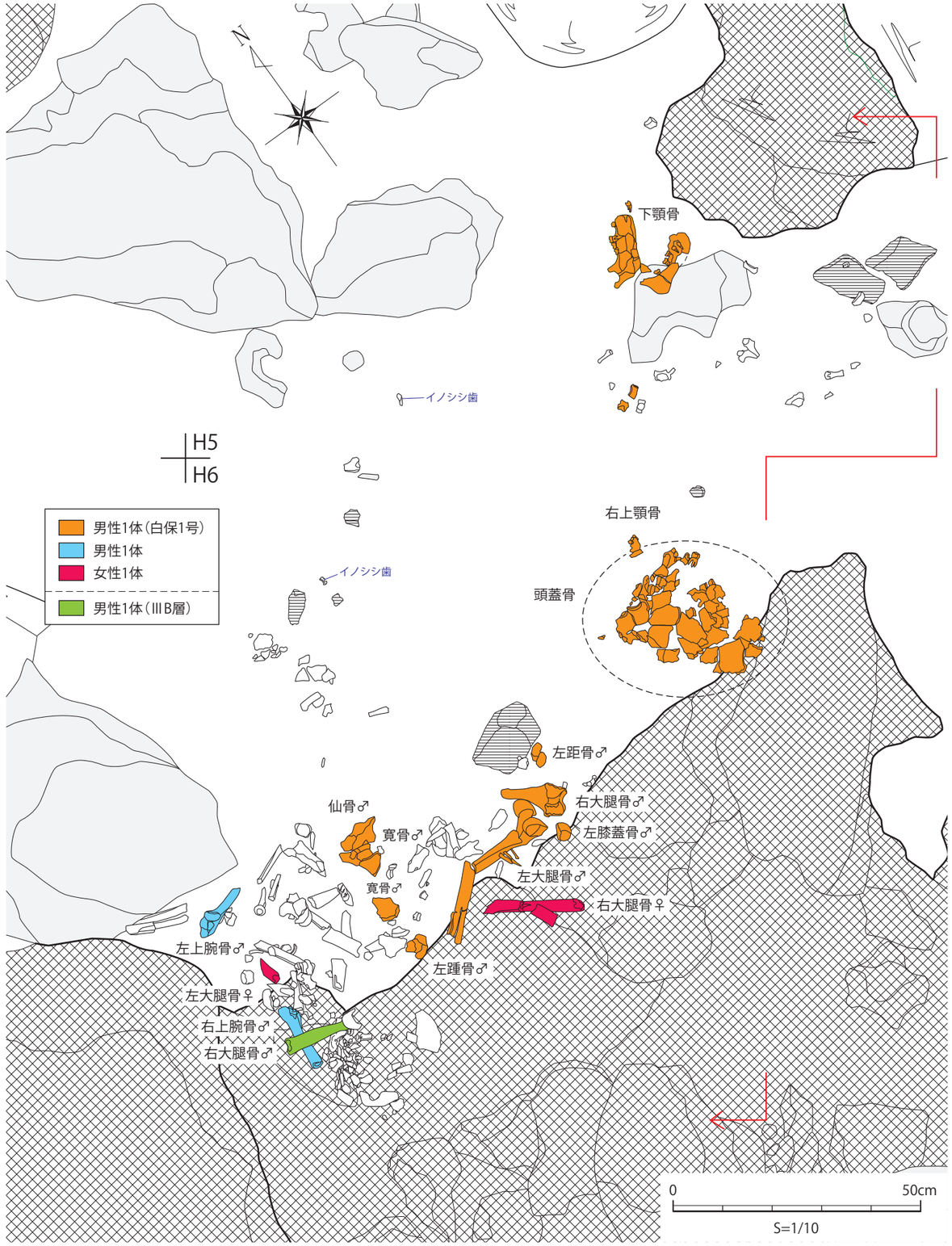
第 51 図　人骨の 3 次元分布状況　Dot 図（国立科学博物館提供図にユニットを加筆）



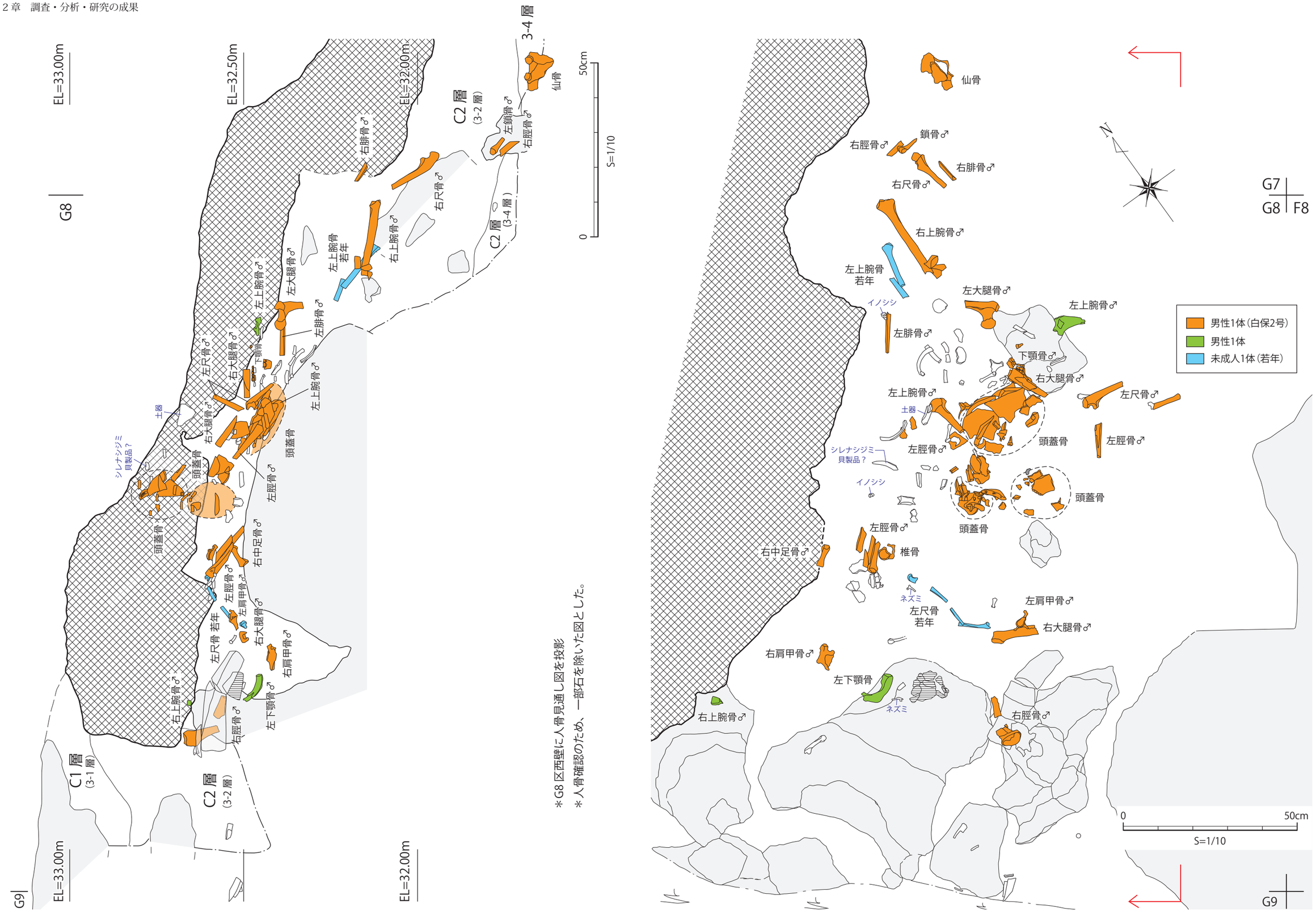
第 52 図　H4 区（ユニット 4）　人骨出土状況　平・立面図 石除去後【個体別】



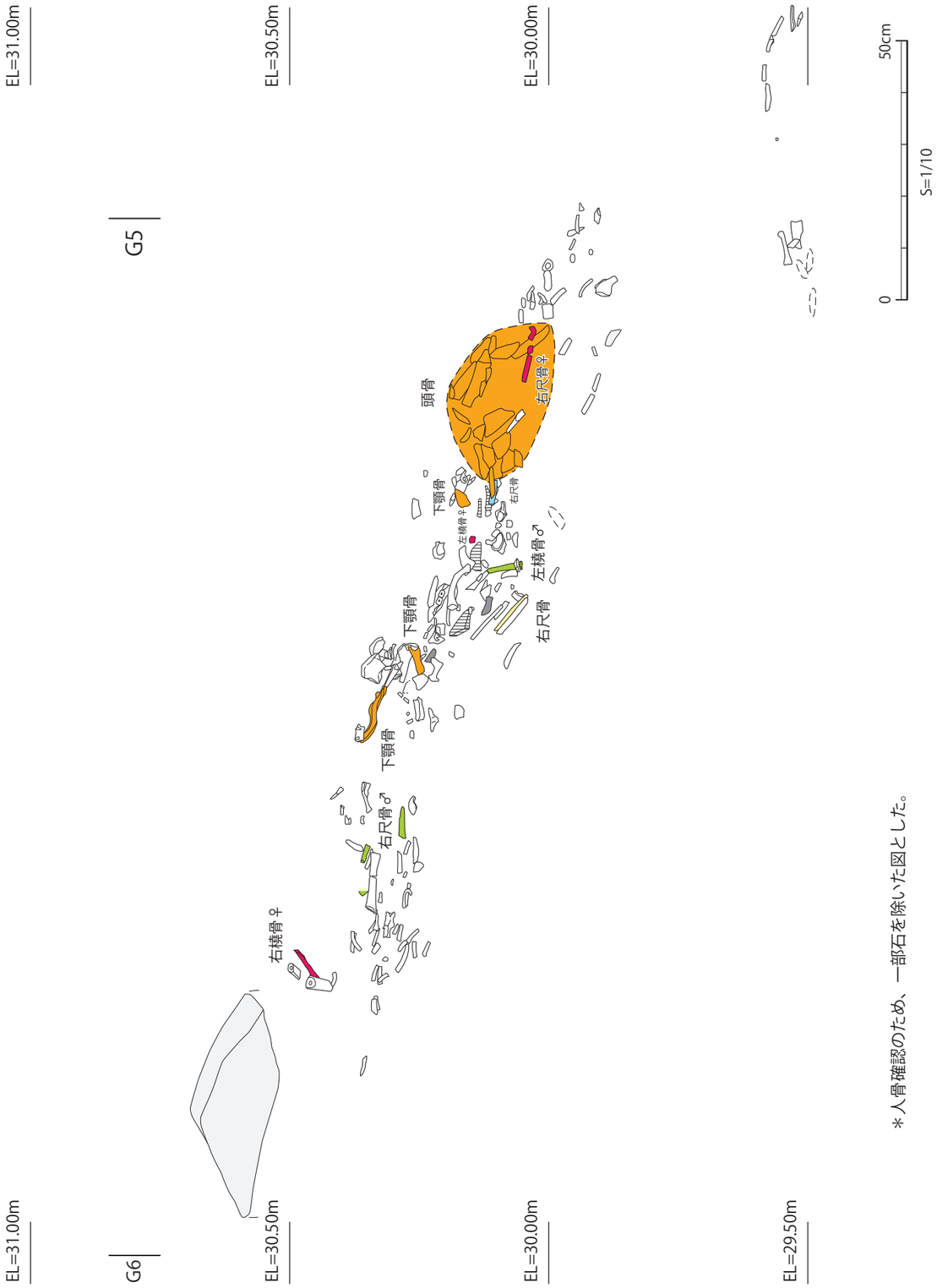
＊H6 区西壁（SAO10/SAO12 下端）に人骨見通し図投影



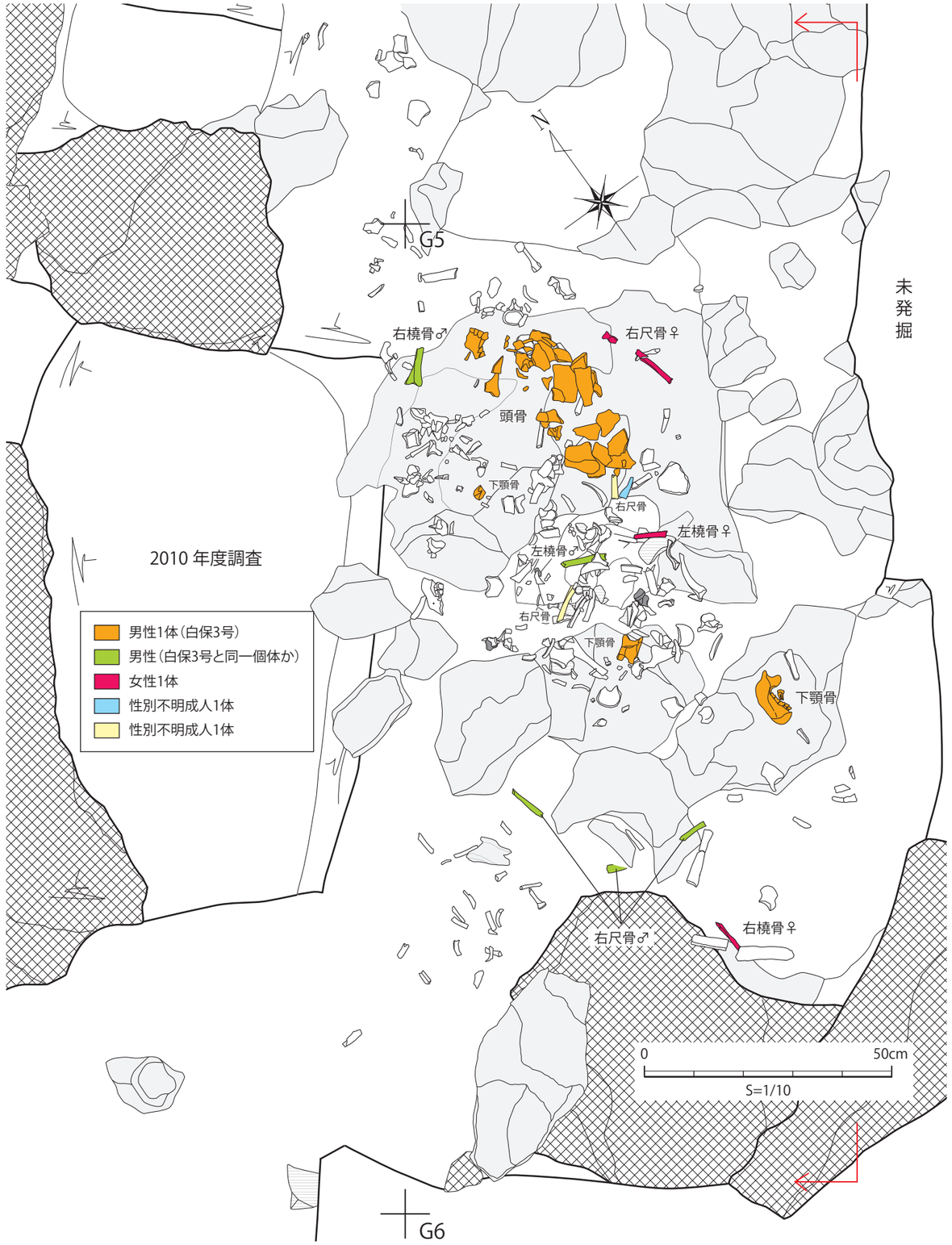
第 53 図　H5-6 区（ユニット 2）　人骨出土状況　平・立面図【個体別】



第 54 図　G8 区（ユニット 1）　人骨出土状況　平・立面図【個体別】



＊人骨確認のため、一部石を除いた図とした。



第 55 図　G5 区（ユニット 3）　人骨出土状況　平・立面図【個体別】

人骨の所見

1）抽出された個体

個体の抽出が可能だったのはいずれも男性の４体である。

（1）白保１号人骨

残存部位：顔面部を含む頭骨、下顎骨、左右大腿骨、寛骨片。

性別・年齢：眉間の隆起など頭骨の特徴から性別は男性と推定。大腿骨も頑丈で男性の特徴を示している。年齢は第３大臼歯がすでに萌出しているため成人に達しているが、咬耗が弱いので 20 歳代前半程度と推定。

推定身長：左大腿骨最大長（420mm）から藤井の式を用いて推定した身長は 158.6cm。（更新世人骨の身長推定式はないので、便宜的に、現代日本人の資料を用いて作られた藤井（1960）の式で推定した。）

特記事項：前頭骨に遺伝的形質とされる前頭縫合が認められる。

（2）白保２号人骨

残存部位：顔面部を含む頭骨、下顎骨、右肩甲骨、左鎖骨、左右上腕骨、左右尺骨、左右橈骨、椎骨、仙骨、左右大腿骨、左右脛骨、左右腓骨。

性別・年齢：眉間の隆起や筋付着部を示す稜線の発達が明瞭であるなど頭骨は男性の特徴を示した。また、四肢骨も頑丈であることから男性と推定。年齢は、椎骨の加齢変化、歯の咬耗度などかなり高齢と思われる所見を示すが、食性などの違いもあるため、詳細な検討は今後の課題とし、ここでは比較的高齢の成人としておく。

推定身長：左上腕骨最大長（推定 325mm）から藤井の式を用いて推定した身長は 164.9cm。

特記事項：後述のような外耳道骨腫の発達が両側に認められた。歯の咬耗度が上顎と下顎で異なる。

（3）白保３号人骨

残存部位：解剖学的位置関係を保っていないので、歯列咬合面の適合によって同一個体と確認された顔面部を含む頭骨と下顎骨のみ。

性別・年齢：眉間の隆起など頭骨の特徴から男性と推定。年齢は歯の咬耗が弱いので白保１号人骨とほぼ同じ 20 歳代前半程度と推定。

推定身長：別個体の可能性があるが、同じ G5 区で計測された男性の右橈骨最大長（推定 245mm）から藤井の式によって推定した身長は 163.4cm。

（4）白保４号人骨

残存部位：ほぼ全身骨が検出されているが、胸椎４点（第９～第 12）、左大腿骨近位部、下腿（脛骨、腓骨）と足の骨の大部分が欠けている。

性別・年齢：性別は寛骨の大坐骨切痕角が小さいので男性である。また、頭骨、四肢骨も男性の特徴を示している。年齢は、上顎の前歯部分がほとんど生前に脱落しており、かなり高齢だったことを示すが、白保２号人骨と同様の理由で比較的高齢の成人としておく。

推定身長：左橈骨最大長（248mm）から藤井の式を用いて推定した身長は 165.2cm。

特記事項：白保２号人骨と同様に、上顎と下顎の歯の咬耗度が異なる。前頭骨に白保１号人骨と同じ前頭縫合が認められる。

男性４体の推定身長は、１号の 158.6cm 以外は 160cm を越えており、155cm 前後とされる港川人に比べると高身長である。また、１号と４号の頭骨に遺伝的形質とされる非計測的形質の前頭縫合が認められたことは、洞穴を利用した集団の近縁性を示すものかもしれない。

1　白保１号人骨

2　白保２号人骨

図版 37　抽出された個体（白保１・２号人骨）

1　白保３号人骨

2　白保４号人骨

図版 38　抽出された個体（白保３・４号人骨）

1　白保１号人骨

2　白保２号人骨

3　白保３号人骨

4　白保４号人骨

図版 39　抽出された個体の頭骨（白保１～４号人骨）

白保１号から４号までの頭骨写真を図版 39 に示した。顔面部の骨の欠損が多く、実際の骨で全体を復元するのは残念ながら難しい。これらはすべて国立科学博物館で CT スキャンを行い、現在、デジタル技術による復元が進行中である。

2）最小個体数の推定

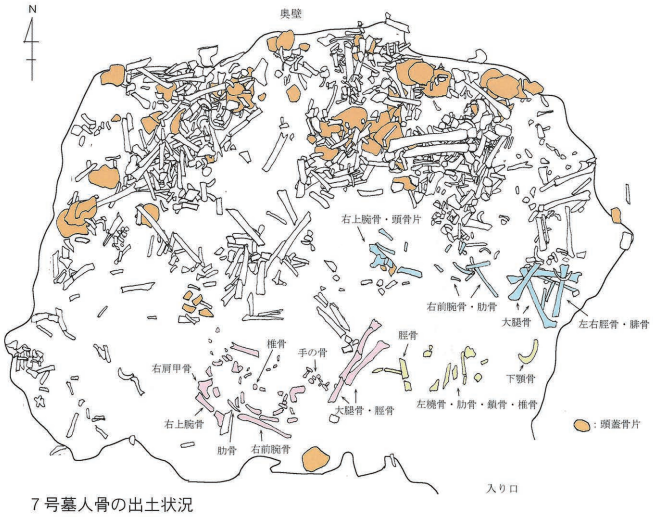
洞穴が葬送の場として利用されていたとすると、何人くらいの人が葬られているのだろうか。人骨から最小個体数の推定を試みた。

(1) 推定の方法

接合した人骨のうち情報量の多い部位（例えば大腿骨など）について、同側、同部分（例えば右骨体中央部など）の数をカウントし、個体数の推定値とした。また、左右が異なる場合でも形態的特徴が明らかに違うもの（例えば性差、未成人など）については、別個体として個体数に加えた。図化した台帳の１例を第 57 図に示す。この例では情報量の多い右大腿骨骨体中央部が５体分あるので、個体数は５人と推定する。

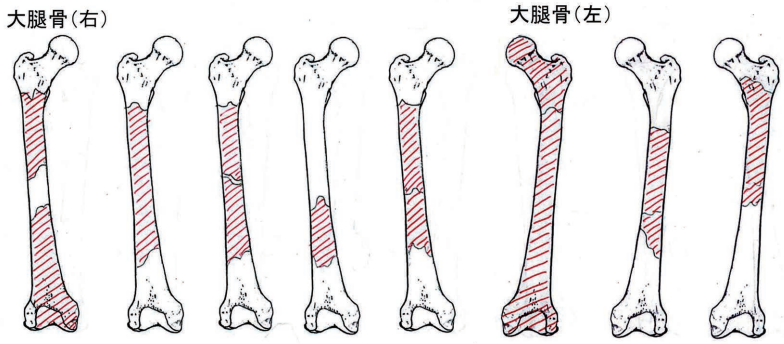
(2) 推定個体数

まず、完新世初頭から更新世の人骨について、区・層序を考慮せず、人骨の形態的特徴だけで推定した結果を第 17 表に示す。人骨部位で情報量が多いのは右大腿骨だった。成人の右大腿骨は 13 人分（男性７人、女性３人、性別不明３人）、未成人１人を加えると 14 人という個体数が推定された。この個体数は更新世末～完新世初頭の人骨すべてが流れ込みだったとしても、最低 14 人が含まれているという意味である。しかし、実際には明らかな一次葬が認められ、集中部ごとに個体が抽出されることから、14 人は実態を反映しない。そこで、ユニットを一つの単位として個体数を推定すると第 18 表の結果が得られた。具体的には、接合によって形態的に個体識別が可能になった部位（表中に記載）について、性別、年齢、形態的特徴などを加味し、最小数を推定した。完新世初頭（Ⅲ B 層）に３人（男性２人、女性１人）、更新世（Ⅲ C 層以下）に 19 人（男性９人、女性５人、性別不明成人４人、未成人１人）である。上述のように人骨の年代は必ずしも層序と一致しないことがあるので、Ⅲ B 層の人骨すべてが完新世かどうかは評価が難しい。１点だけではあるが、H6 区で 9,426 ± 40BP(10,704cal.BP)（HB-45）（第２章第２節4）の年代値が得られているので、完新世初頭の人骨は確かに含まれている。しかし、吉村等のフッ素年代分析（第２章第２節７）の結果をみると、多くが更新世の値を示



第 56 図　ナカンダカリヤマ古墓群風葬人骨の出土状況

（線で囲んだ人骨はほぼ解剖学的位置関係を保つ個体。先に風葬された人骨は奥壁側に寄せられている。）



第 57 図　大腿骨の残存部位例

している。出土人骨が少なく、接合関係から直接検証することが難しいので、今後の検討課題としておきたい。また、G5・H6 の両方と接合関係が認められた H5 区のようなユニットの境界部分（他にも H3・G4・J6 区など）、D3・D4 区以外のⅢ A 層などについては、独自に個体として扱うべきかどうかの判断が難しかったので、第 18 表の個体数推定からは除外した。これらも今後の課題としておきたい。遺跡全体としては、下田原期の２体（男女各１体）を加えて、少なくとも 24 人が葬られていることになる。尚、歯から推定された最小個体数は下田原期２人、完新世７人（未成人２人を含む）、更新世 18 人、計 27 人となっている。まったく独立に行った人骨と歯による個体数推定値には多少の不一致があるものの、どちらも総数では 20 人を越えており、全体としては近い値になっている（第２章第２節３-２歯）。破損した人骨片の年齢推定（未成人かどうか）は骨端部が残っていない場合は難しい。歯では未成人が確認されているユニット３では確かに非常に細かく小さな肋骨なども検出されており、今後の分析の進展によっては未成人と判定される可能性もある。これらも今後の課題としておきたい。

第 17 表　出土人骨まとめ
（下田原期以外の全層序・全地区一括）

部位		成　人				未成人	計
		男性	女性	性別不明成人	成人計		
側頭骨	右	4		1	5		
	左	3		3	6		
下顎骨	右	3		2	5		
	中	4			4		
	左	2	1		3		
上腕骨	右	5	2	1	8		
	左	5	2	1	8	1	
尺骨	右	3	1	2	6		
	左	4	1	1	6	1	
橈骨	右	4	1		5		
	左	3	2	1	6	1	
大腿骨	右	7	3	3	13		
	左	6	1	1	8		
脛骨	右	4	1	2	7		
	左	2			2		
腓骨	右	2			2		
	左	2			2		
推定個体数		7	3	3	13	1	14

(D3・D4 以外のⅢA，ⅢA ～ⅢB 出土女性左上腕骨を加えてある)

3）人骨に残された生活痕

齲歯、歯石、大腿骨頭の骨折痕等については報告済みであるが（沖縄県立埋蔵文化財センター、2013）、白保人骨にはこれら以外にも豊かな生活痕が残されている。主要なものを以下に紹介する。

（1）変形性脊椎症

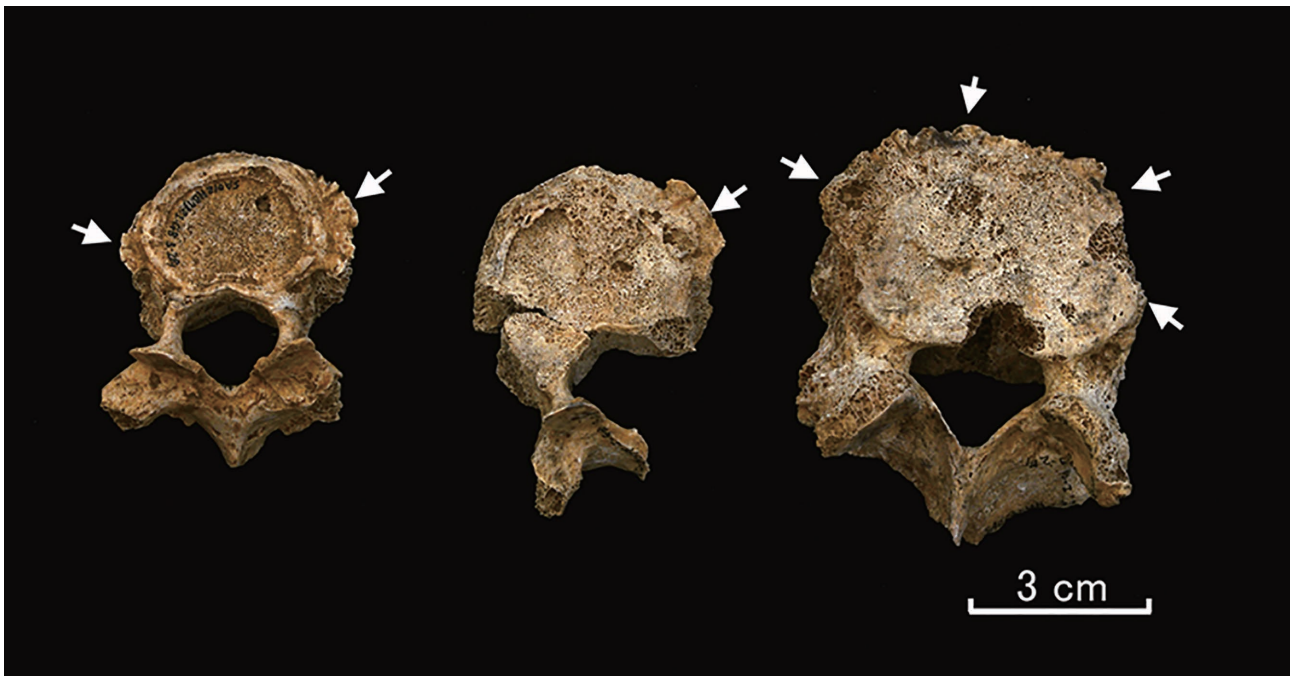
著しい骨棘形成が白保２号人骨と考えられる 胸椎と腰椎に認められ、また、H3 区ⅢE 層出土の胸椎椎体２個が完全に癒合する病変が認められた（図版 40）。加齢による変化と考えられるが、あるいは脊柱に負担のかかるような重労働をしていた可能性もあるのではないだろうか。

（2）妊娠痕

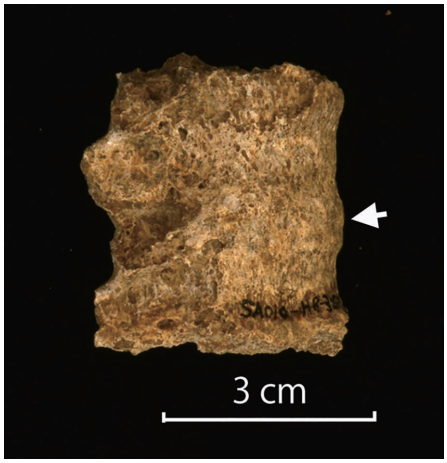
妊娠・出産を経験した女性の骨盤には出産した後もその痕跡が残る。仙腸関節（仙骨と寛骨〔腸骨〕を連結する関節）を構成する寛骨耳状面の前下部（連結を補強する靱帯の付着部）に不規則な溝（前耳状溝）として、その痕跡が残され、妊娠回数との相関も認められるという（Igarashi,1992）。白保人骨では H4 区ⅢC 層（HB-100）と I4 区Ⅳ層（HB-41）で検出された寛骨片に前耳状溝が認められた。図版 40 に I4 区の例を示している。かなり深く広い溝が２つ確認される。おそらく複数回の出産歴があると思われるが、白保の更新世人が確実に子孫を残した貴重な証拠でもある。

（3）外耳道骨腫

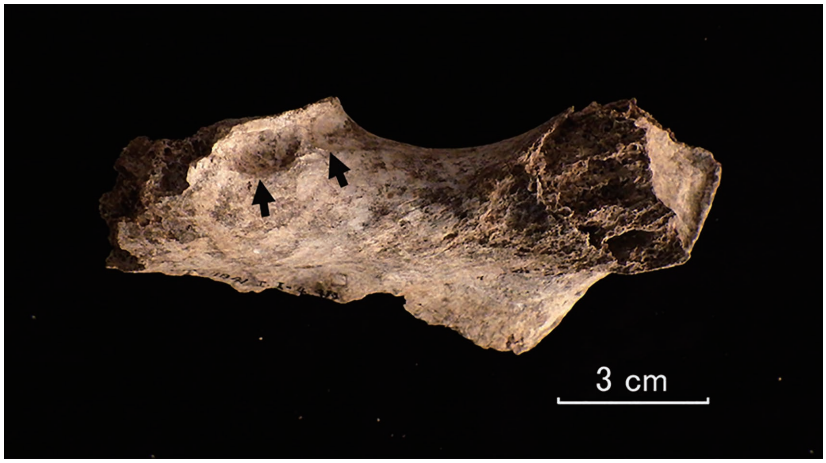
白保２号人骨には両側に明瞭な外耳道骨腫が認められた（図版 40）。外耳道骨腫は中緯度地方に多くみられる形質であり、沖縄のような暖かい低緯度地方（南北緯０～ 30 度）ではほとんどみられないといわれている（Kennedy,1986）。また、その成因については、「冷水刺激仮説」が有力で、外耳道に入った水が鼓室板を刺激し骨腫の形成を引き起こすと考えられている（片山 ,1999）。サーファーズイヤーとも呼ばれ、実際、海女やサーファーなど常習的に水と関わる生活を続ける人に多く見られるという。しかし、低緯度地方に位置する沖縄でも、貝塚時代人の 10% 余に外耳道骨腫が認められ、彼等の生活と海との関係がそれだけ密接だったことを示すものではないかと考えられている（土肥他 ,2000）。



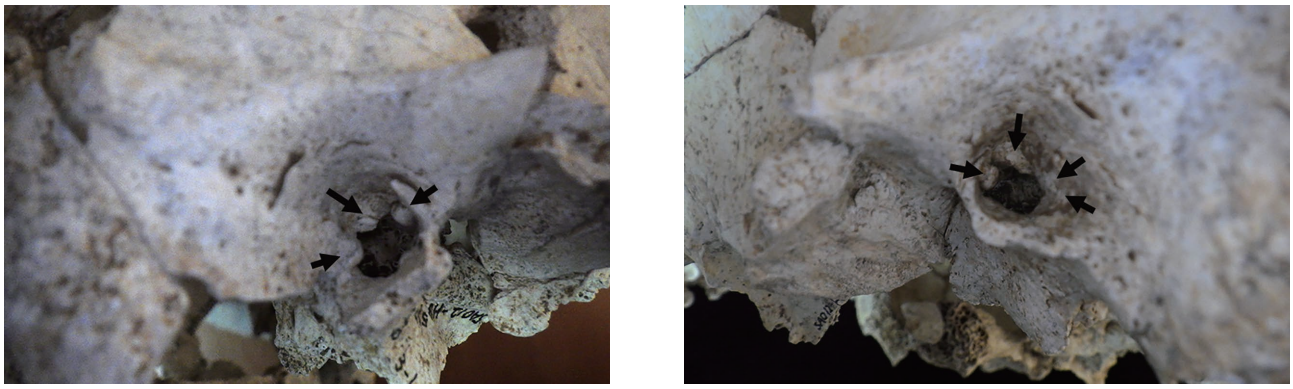
1　白保２号人骨の変形性脊椎症（矢印部分は顕著な骨棘）



2　HB-329（H3 区 ⅢE 層）の癒合胸椎



3　HB-41（I5 区Ⅳ層）女性寛骨の妊娠痕（矢印）



4　白保２号人骨（男性）に見られた外耳道骨腫（矢印）左：左側　右：右側

図版40　人骨に残された生活痕

白保の更新世人も海と深く関わるような生活をしていたのだろうか。最初に琉球列島にやって来た人たちは南から海を渡ってきたと考えられており、最近、当時の航海を再現する試みも行われている（海部, 2016）。白保２号人がどのような生活をしていたのか興味深い。

第 18 表　集中部を考慮した推定個体数

（完新世　ⅢB 層）

集中部 区画	成　人 男性	成　人 女性	成　人 性別不明成人	成　人 成人計	未成人	計
H6-ⅢB	HB46・HB69(左右大腿骨)		HB44,45,62,68(左頭頂骨)（大腿骨と同一個体の可能性もあるのでカウントしない）			1
	1			1		
G5-ⅢB	HB131,132(右大腿骨)	HB770(左橈骨)				2
	1	1		2		
完新世計	2	1		3		3

（更新世　ⅢC ～Ⅳ層）

集中部 区画	成　人 男性	成　人 女性	成　人 性別不明成人	成　人 成人計	未成人	計
ユニット 1	白保２号（ほぼ全身）HB591,424,444 (2 号左上腕骨) HB546,645,500 (2 号以外の左上腕骨)				HB620 (左上腕骨)	3
	2			2	1	
ユニット 2	白保 1 号人骨（頭骨 , 下顎骨 , 左右大腿骨 , 寛骨）HB243,345,294（1 号右大腿骨）.HB292,293（右大腿骨）,HB472,525（右大腿骨）	HB110,111(右大腿骨) HB475(右大腿骨)	HB291(右大腿骨)			6
	3	2	1	6		
ユニット 3	白保 3 号人骨（頭骨、下顎骨）、3 号以外の左頭頂骨（HB127）HB213,895,903(右尺骨、3 号の可能性あり)	HB791(右尺骨)	HB798(右尺骨)、HB785,797,950（右尺骨）			5
	2	1	2	5		
ユニット 4	白保 4 号人骨（ほぼ全身）	HB100(右寛骨)				2
	1	1		2		
ユニット 5	HB177(左寛骨)	HB41(左寛骨)	HB267(左尺骨、色調・形状が他と異なる)			3
	1	1	1	3		
計	9	5	4	18	1	19

課題と展望

出土した人骨は 1,100 点を越える膨大なものだったが、ほとんどが破片の状態だったため、同定・接合作業も膨大な時間を要することになった。現在も作業は完了した訳ではないが、今回の報告書作成で第一段階はクリアされたのではないかと思う。引き続き、貴重な人骨情報をしっかり整理し、後世の研究に対応できるものにすべく責任を果たしていきたいと考える。

今後は、これらの人骨をもとに、形態学的な研究がスタートする。多くの研究者が様々な角度から白保人骨に取り組み、成果を出してくるはずである。どんな白保人像、そして更新世人類像が描かれるのか、期待していただきたい。

まとめ

石垣島白保竿根田原洞穴遺跡から 1,100 点を超す人骨が出土した。人骨の年代は放射性炭素年代法によって人骨そのものから決定され、主体は更新世末から完新世初頭のものであることが明らかになっている。

本遺跡の最大の特徴は質・量ともに他に類をみない人骨情報の多さである。本報告では、まず、人骨情報からヒトの文化的痕跡が読み取れるかどうか（墓と言えるか）に焦点を絞り分析を行った。また、人骨所見についても現状で得られている情報を紹介した。概要を以下に記す。

1）人骨の分布には偏りがあり、集中部（ユニット）が 5 カ所検出された。ユニットは遺体が置かれた葬送の場を反映している可能性があり、人骨はその場所に葬られた遺体に由来する可能性があることが示唆された。また、人骨片の接合関係からは土中に埋めない葬法だったことも示唆された。

2）H4 区岩陰（ユニット 4）から仰臥屈葬の人骨 1 体が出土した。人骨は、全体としては解剖学的位置関係を保っているが、バラけた状態であることから、周囲に空間のある土中に埋めない葬法（崖葬〈風葬〉）だったことが支持された。本人骨は明らかにひとの手によって葬られたものである。

3）H6 区（ユニット 2）にも仰臥屈葬と推定される人骨が認められた。H6 区からは以前に葬られた骨を奥壁側に押しやりながら追葬していったような形跡もみられた。

4）葬られた遺体に由来する１個体の組み合わせが抽出出来ないかを探ったところ、各ユニットから１体ずつ（更新世４体、下田原１体）が抽出された。更新世人骨４体には、発見順に白保１号（ユニット 2)、白保２号（ユニット 1)、白保３号（ユニット 3)、白保４号（ユニット 4）の個体番号を付与した。

5）人骨所見

白保１号人骨：20 歳代前半くらいの若い成人男性。推定身長は 158.6cm。前頭骨に遺伝的形質とされる前頭縫合が認められる。

白保２号人骨：比較的高齢の成人男性。推定身長は 164.9cm。外耳道骨腫が両側に認められた。

白保３号人骨：頭骨のみ。20 歳代前半くらいの男性。別個体の可能性はあるが、近くで出土した男性橈骨からの推定身長は 163.4cm。

白保４号人骨：比較的高齢の成人男性。推定身長は 165.2cm。前頭骨に前頭縫合が認められる。
４体の頭骨は、現在、すべて国立科学博物館で CT スキャンを行い、デジタル復元が進行中である。

6）接合した人骨の同部位、同側、同部分をカウントする方法で求めた個体数は、完新世３人（男性 2, 女性 1）（歯では未成人２人を含む７人）、更新世 19 人（男性 9, 女性 5, 性別不明成人 4, 未成人 1）（歯では成人 18 人）、下田原期２人（男性 1, 女性 1）（歯では成人２人）となり、全体で少なくとも 24 人（歯では 27 人）が葬られていると推定された。骨と歯の結果を総合すると、少なくとも 24 人以上（未成人３人を含む）が葬られていると考えて良さそうである。更新世人骨数は国内最多であり、世界的にも最大級と言える。

7）白保人骨には豊かな生活痕が残されているのも特徴である。変形性脊椎症、女性の妊娠痕、外耳道骨腫などが認められた。

〈参考文献〉

安里進・春成秀爾編（2001）『沖縄県大泊浜貝塚　平成 12 年度文部省科学研究費補助金特定領域研究 A（一)』国立歴史民俗博物館 .

Brothwell DR (1981) Digging up Bones. Cornell University Press.

土肥直美、泉水　奏 、瑞慶覧朝盛、譜久嶺忠彦（2000）「骨からみた沖縄先史時代人の生活」, 高宮廣衛先生古稀記念論集刊行会編『琉球・東アジアの人と文化』（下巻）, 高宮廣衛先生古稀記念論集刊行会, pp.431-448.

IgarashiI, Y., (1992) Pregnancy bony imprint on Japanese female pelves, and its relation to pregnancy experience. J. Anthrop. Soc. Nippon, 100：311-319.

Kaifu, Y., Fujita, M., Kono, R.T., Baba, H., (2011). Late Pleistocene modern human mandibles from the Minatogawa Fissure site, Okinawa, Japan：morphological affinities and implications for modern human dispersals in East Asia. Anthropol. Sci. 109：137-157.

海部陽介（2016）日本人はどこから来たのか？　文藝春秋 .

片山一道 (1999) 「縄文人の外耳道骨腫—彼らは漁労にはげんだか？」『縄文人と「弥生人」古人骨の事件簿』, 昭和堂 ,pp. 70-90.

Kennedy G.E. (1986) The relationship between auditory exostoses and cold water：A latitudinal analysis. American Journal of Physical Anthropology 71, pp. 401-415.

Knussman R. (1988) Martin / Knussman Anthropologie. Band 1, Stuttgart, Gustav Fischer Verlag.

Nakagawa R., Doi N., Nishioka Y., et al. (2010) Pleistocene human remains from Shiraho-Saonetabaru Cave on Ishigaki Island, Okinawa, Japan, and their radiocarbon dating. Anthroplogical Science, 118;173-183.

沖縄県立埋蔵文化財センター（2003）『首里城跡－右掖門及び周辺地区発掘調査報告書－』沖縄県立埋蔵文化財センター .

沖縄県立埋蔵文化財センター（2005）『ナカンダカリヤマの古墓群－急傾斜地崩壊危険区域内擁壁工事に伴う発掘調査報告書－』沖縄県立埋蔵文化財センター .

沖縄県立埋蔵文化財センター（2013）『白保竿根田原洞穴遺跡－新石垣空港建設工事に伴う緊急発掘調査報告書－』沖縄県立埋蔵文化財センター調査報告書第 65 集 沖縄県立埋蔵文化財センター .

Suzuki H. and Hanihara K.(1982) The Minatogawa man; the upper Pleistocene man from the island of Okinawa, Bulletin 19, the University Museum, the University of Tokyo Press.

3-2　歯

河 野 礼 子（国立科学博物館）
徳 嶺 里 江（沖縄県立埋蔵文化財センター）
片桐千亜紀（沖縄県立博物館・美術館）
土 肥 直 美（元琉球大学医学部）

はじめに

白保竿根田原洞穴遺跡からは、ヒトの歯が総計 213 点回収された。これは、顎骨に植立した状態で発見されたものも遊離歯もすべてを一本ずつ数えた点数である。人骨資料全体の一部として人骨の項でも扱われているが、歯のみでも相当数となったこと、また同定された歯種と咬耗状態等を手がかりにすることで個体ごとのまとまりを見出しやすいことなどから、この別稿において詳しく検討することとした。本稿の主たる目的は、歯種の同定と個体分けを通じて、出土人骨が何人分から構成されるのかを推定することである。これにより、骨からの人数推定の結果と合わせて、集団の規模を明らかにすることを目指すものである。したがってすでに報告済みの 2010 年度発掘調査によって出土した歯もすべて含めて検討を行った。本稿においても 2010 年度出土資料を特に区別することなく一括して扱っている。なお、歯の形態学的・計測学的分析や、磨耗や病変等の生活痕跡としての特徴に関する詳しい検討は、いずれも将来の研究に譲ることとし、本稿では特に目立って認められる特徴などについてコメントするにとどめる。

分析方法

すべての歯を並べて比較観察する目的のために、歯科用のシリコーン印象剤（ジーシー エクザハイフレックス インジェクションタイプ）をもちいて歯冠部分の型取りをし、歯科用硬石膏（ジーシー ニュープラストーン II LE）を使用して模型を作成した。

これらの模型を利用して、歯冠の形状と磨耗の進み具合等を比較検討し、出土した調査区や層序も考慮しながら、個体分けを試みた。模型に基づく解釈がほぼ固まった段階で、実物資料を再度確認し、色合いや歯根の形状も考慮に入れて、最終的な判断をまとめた。若年個体については、一般的なチャート（Ubelaker, 1989 等）を参照して、おおよその年齢区分を確認した。

なお同一個体の判断およびそれに基づく個体数の確認作業は、人骨の項と同様にユニット 1（G8 区とその周辺）、ユニット 2（H6 区とその周辺）、ユニット 3（G5 区とその周辺）、ユニット 4（H4 区、H4 岩陰の 1 個体を含む）、ユニット 5（I4・I5 区）に対応させて進めた。また出土位置・層序が明確に異なる下田原期（D3･D4 区）の標本は別途扱った。

結果

・標本点数（標本番号数）に対する歯の本数

213 点の歯は、標本番号数でみると、SAO-HB 番号の 142 番号分に属する。これに加えて、SAO-HB 番号の付与されていない歯が 1 点存在し（HF-4601）、全 143 標本番号に属することとなる。このうち 122 標本は歯を 1 本しか含まない。顎骨に植立している、あるいはごく近傍で出土した標本は同じ標本番号にまとめられているので、白保の発掘では半分以上の歯が、単独で回収されたことになる（骨片など歯以外の標本と一緒に回収されている場合も含む）。後述するように、何年度かにまたがって回収された複数の遊離歯が同一の顎に収まるなど､遊離して回収された歯が個体に属することが判明するケースが多数見受けられた。このことは、白保遺跡では人骨資料の保存状態が良いこと、そして発掘調査が非常に丁寧に実施されてきたことを立証するといえよう。

・出土した歯種

213 点の歯の歯種の同定結果は事実報告編 第 3 章第 4 節 8 第 20 表に示した。層序ごとの歯種の同定結果は第 19 表に示した。2010 年度出土資料の当初の記載（沖縄県立埋蔵文化財センター ,2013）から同定結果を改めた標本も若干数存在する。

・最小個体数の推定

まず、下田原期、ユニット 1、ユニット 2 ～ 5、の 3 つに分けて、同一歯種の点数を見ることによって厳密な意味での「最小個体数」を推定した。第 19 表によると、下田原期では下顎左中切歯と下顎左第三大臼歯がそれぞれ 2 点確認されたことから、最小で 2 個体が含まれる。ユニット 1 では下顎切歯が左右とも 3 点確認されたことから、最小で 3 個体含まれる。ユニット 2 ～ 5 では、同一歯種で最大数が確認されたのは、上顎右第三大臼歯であり、全部で 8 点存在することから、少なくとも 8 個体は含まれていたと判断される。3 つの区分の数値を合計すると、少なくとも 13 個体が含まれていたとの結論である。

第 19 表　歯の出土状況と部位

下田原期	1	1	1	1	1	1		1		1		1		1	1	1
IIIA・III B																
IIIA	204(D4-S)	204(D4-S)	204(D4-S)	204(D4-S)	204(D4-S)	204(D4-S)		303(D4-S)		312(D4-S)		406(D4-S)		318(D4-S)	405(D4-S)	407(D4-S)
	8	7	6	5	4	3	2	1	1	2	3	4	5	6	7	8
IIIA			196(D4-S)			183(D4-S)	199(D4-S)	308(D4-S)	310(D4-S)	301(D4-S)		311(D4-S)				207(D4-S)
IIIA・III B					119(D3t 北)				86(D3t)							86(D3t)
			1		1	1	1	1	2	1		1				2

ユニット 1	1	1	1	2	1	1	1				1	1	1	1	1	1
C2	596	596	596	596	596	596	596				596	596	596	596	613	613
C1				711												
	8	7	6	5	4	3	2	1	1	2	3	4	5	6	7	8
C1				548 696			483 680	684 692 708	564 688 689	558	558	558	558 686	558		
C2		630			610	610										
		1		2	1	1	2	3	3	1	1	1	2	1		

ユニット 2 ～ 5	8	4	5	2	5	5	4	3	5	3	3	4	4	7	5	5
others	435 (G5/ 清掃中)	440 (G5/ 清掃中)									440 (G5/ 清掃中)			650 (G4/ 崩土中)		471(H6 西 B/ 清掃中) 992(H6 東壁 / 不明)
X			358(G4)													
IV					72(I5)		165(I5)							172(H5)		
IIIE	233(H4 南 B)			336(H4 南 B)	147(H4)	949 (G5 西 B 北)				373(H4 東 B)		1019(H4)			1168(H4)	1023(H4)
IIID	91(G4) 994(H4)					963(G4 南)			828(G5 西 B)		793(G5 西 B)	793(G5 西 B)	92(G4) 793(G5 西 B)	367(H4) 793(G5 西 B)		853(G5 西 B)
IIIC-IIID															179(G5)	
IIIC	772(G5 西 B)	771(G5 西 B)	445(H6)	448(H6)	448(H6)	288(H5 南 B) 448(H6)		182(H6)	114(H6) 182(H6) 777(I6 東 B)	114(H6) 182(H6)	182(H6)	182(H6)	182(H6) 773(G5 西 B)	182(H6)	182(H6) 350(H6)	182(H6)
IIIC 上面		769(I6 東 B)														
IIIB-IIIC					49(G4)		105(H5)		56(H5)							
IIIB-IIIC 下																
IIIB 下面																
IIIB	361(G5) 369(H4 南 B)		63(H6) 381(H5 南 B) 411(H6 北 B)		159(H6)		63(H6)	59(H6) 340(H5 南 B)				368(H4)		417(H6)		
IIIA	47(H5)	47(H5)				378(H5)	385(H6)							380(H5)	34(G4)	
	8	7	6	5	4	3	2	1	1	2	3	4	5	6	7	8
IIIA																
IIIB	76(I6)	167(J6)	76(I6)						76(I6)	78(I6)	75(I6)	359(G5)		77(I6)	79(J6)	71(H6)
IIIB 下面				66(H6)							66(H6)					
IIIB-IIIC 下				418(G4)												
IIIB-IIIC													356(G4)			
IIIC 上面																
IIIC	109(H6) 453(H5)	453(H5)	453(H5)	453(H5)	453(H5)		109(H6) 116(H6)			109(H6) 155(H6)		109(H6)				
IIIC-IIID		180(G5)	181(G5)			360(G5)			209(G5)			181(G5)	181(G5)	181(G5)	181(G5)	181(G5)
IIID	875 (G5 西 B 北) 953(H5 北)	842(G5 西 B)	89(G4) 842(G5 西 B)	915(G5 西 B)	908(G5 西 B) 941(G5 西 B)	227(G4 北 B) 919(G5 西 B)		810(G5 西 B)		822(G5 西 B)	841(G5 西 B)	820(G5 西 B)	964(G4 南)	130(G4)		
IIIE	1042(H4)			241(H4) 1042(H4)	1042(H4)	1042(H4)	372(H4 東 B) 1042(H4)	1042(H4)	1042(H4)	1042(H4)	583(H5) 1042(H4)	481(H5) 1042(H4)	106(H5) 481(H5) 1042(H4)	278(H4 南 B) 481(H5) 1042(H4) 1134(H4)	481(H5)	168(H4) 481(H5)
IV			162(I5)													
X											376(H4 南 B)					
others			412 (不明 / 不明)	HF4601 (I5 南 /B1)											17(C1 化石 H)	
	6	4	7	7	4	4	4	2	3	5	6	6	6	7	4	4

IIIB	285(H5)									
	m2	m1	c	i2	i1	i1	i2	c	m1	m2
IIIB										

鑑定困難
153（H6, IIIC）
154（H6, IIIC）
389（I5, IV）
394（J6, B）
1177（H4, IIIE）

（色つきの文字は第 58 図個体別出土状況の色分けに対応する）

第 20 表　歯の組み合わせによる個体識別

No.	ユニットNo. 層序	時期区分・特徴	歯列と人骨No.															
①	S 層	下田原期	204	204	204	204	204	204		303		312		406		318	405	407
					196			183	199	308	310	301		311				207
②	S 層	下田原期																
							119				86							86
③	ユニット 1	白保 2 号	613	613	596	596	596	596				596	596	596	596	596	596	596
				630		548	610	610	483		564	558	558	558	558	558		
④	ユニット 1	歯の抜けている下顎																
									680	684								
⑤	ユニット 1	磨耗の少ない小さい歯					711											
							696				688							
⑥	ユニット 1																	
										708	689				686			
⑦	ユニット 1																	
										692								
⑧	IIIB 層	10 歳前後 ユニットにあてはまらない （G4・H4・H5）				285	49							368				
																	285 は乳臼歯	
⑨	IIIB 層 ユニット 5										777							
			76		76						76	78	75				79	
⑩	IIIB 層 ユニット 2	歯が減っている			63		159		63		114	114						
⑪	IIIB 層 ユニット 3	15 歳前後	361	440									440					
														359				
⑫	IIIB 層 ユニット 2	色などが古く見える エナメル質が厚い			381			378		340						380		
													376					
⑬	IIIB 層 ユニット 2				411					59						417		
⑭	IIIB 層 ユニット 5	見た目非常に新しい																
				167											HF4601	77		
⑮	IIIC 層以下 ユニット 2	白保 1 号	47	47	445	448	448	448		182	182	182	182	182	182	182	182	182
			453	453	453	453	453							481	481	481	481	481
⑯	IIIC 層以下 ユニット 3	白保 3 号	772	771				949	105		828		793	793	793	793		
			875	180	181	915	941	919	372	810	209	822	841	181	181	181	181	181
⑰	IIIC 層以下 ユニット 4	白保 4 号												1019			1168	1023
				1042		1042	1042	1042	1042	1042	1042	1042	1042	1042	1042	1042		
⑱	IIIC 層以下 ユニット 3	G5 もうひとつの顎		769		336	147	288	165								179	
				842	842	241	908	360										
⑲	IIIC 層以下	形成不全の人 ユニット外（すべて G4）	91		358						650				92			
					89	418									356	130		
⑳	IIIC 層以下 ユニット 3	平らに減った人													773			
														820	964	278		
㉑	IIIC 層以下 ユニット 2	ひどく減った人															350	992
			109			66			109			109	66	109				71
												歯種は判断できないが 153・154 も同一個体に由来する可能性がある						
㉒	IIIC 層以下	小さい歯 ユニット外（G4 南・H5）						963							106			
㉓	IIIC 層以下 ユニット 4	減ってる人 歯種は不確実														367		
																1134		
㉔	IIIC 層以下 ユニット 5						72											
					162												17	
㉕	IIIC 層以下 ユニット 3																	853
			953															168
㉖	IIIC 層以下 ユニット 3		435														34	
㉗	IIIC 層以下 ユニット 3									385								
										116								

※■は層序が異なるが、形状と磨耗の状態、隣接面咬耗の適合などからみて同一個体の可能性が高いと判定したもの

・個体分けによる個体数の推定

次に歯の形態や咬耗の進行度などをもとに、個体分けを試みた結果を、第 20 表に示す。またこれらのうちの主要な個体について、第 58 図に各歯の出土地点をプロットした。

◎下田原期

D3・4 区からは、総計 23 点の歯が回収されている。これらは、右側上顎骨に植立した 6 点を含めてほぼ確実に同一個体と判断可能な 20 点（第 20 表①）と、同一個体と判断する確たる根拠はないものの別個体にする積極的な理由も認められない 3 点、の 2 個体に分けられた。

◎ユニット 1

ユニット 1 からは総計 33 点の歯が出土している。このうち 11 点は、白保 2 号個体の上顎骨（SAOHB-596）とともに回収されており、別途回収された大臼歯 2 点（SAOHB-613）と合わせて 13 点がこの個体の上顎歯であると判断された。両側の中切歯と右側側切歯のみ未発見であるが、歯槽はきれいに残存しているので、死後に失われたのであろう。これらの上顎歯は非常に特徴的な磨耗状態を示している。左側の第二・第三大臼歯と右側第三大臼歯をのぞいて、すべての歯で歯冠がほぼ失われており、さらに左側では第二小臼歯と第一大臼歯の間、右側では第一大臼歯と第二大臼歯の間の位置で、磨耗面が上方に楔状に切れ込むなど、磨耗面が歯列全体を通じていわば「波打って」いる状態である（図版 41）。一方、SAOHB-596 を含む白保 2 号人骨の近傍で回収された下顎骨（SAOHB-558 など）の歯は、磨耗は進んでいるものの、SAOHB-596 の歯列ほどではなく、また歯列を通じて比較的平坦な咬耗面を示す（図版 41）。このことから、検討の過程でこれらの上顎骨と下顎骨が同一個体であるかどうかについての疑問が生じたが、後に述べる H4 区出土の白保 4 号人骨にも同様の状況が見られたことから、最終的にはこれらを同一個体と判断した。下顎には右中切歯をのぞいて左側第一大臼歯から右側第二小臼歯までがそろっている。さらに、根拠は弱いが咬耗面が遠心に傾斜する右側大臼歯（SAOHB-630）をこの個体の第二大臼歯と判断して、計 11 本をこの個体の下顎歯とした。上顎との対応が正しければ、白保 2 号人骨には 24 本の歯が残存していることになる（第 20 表③）。

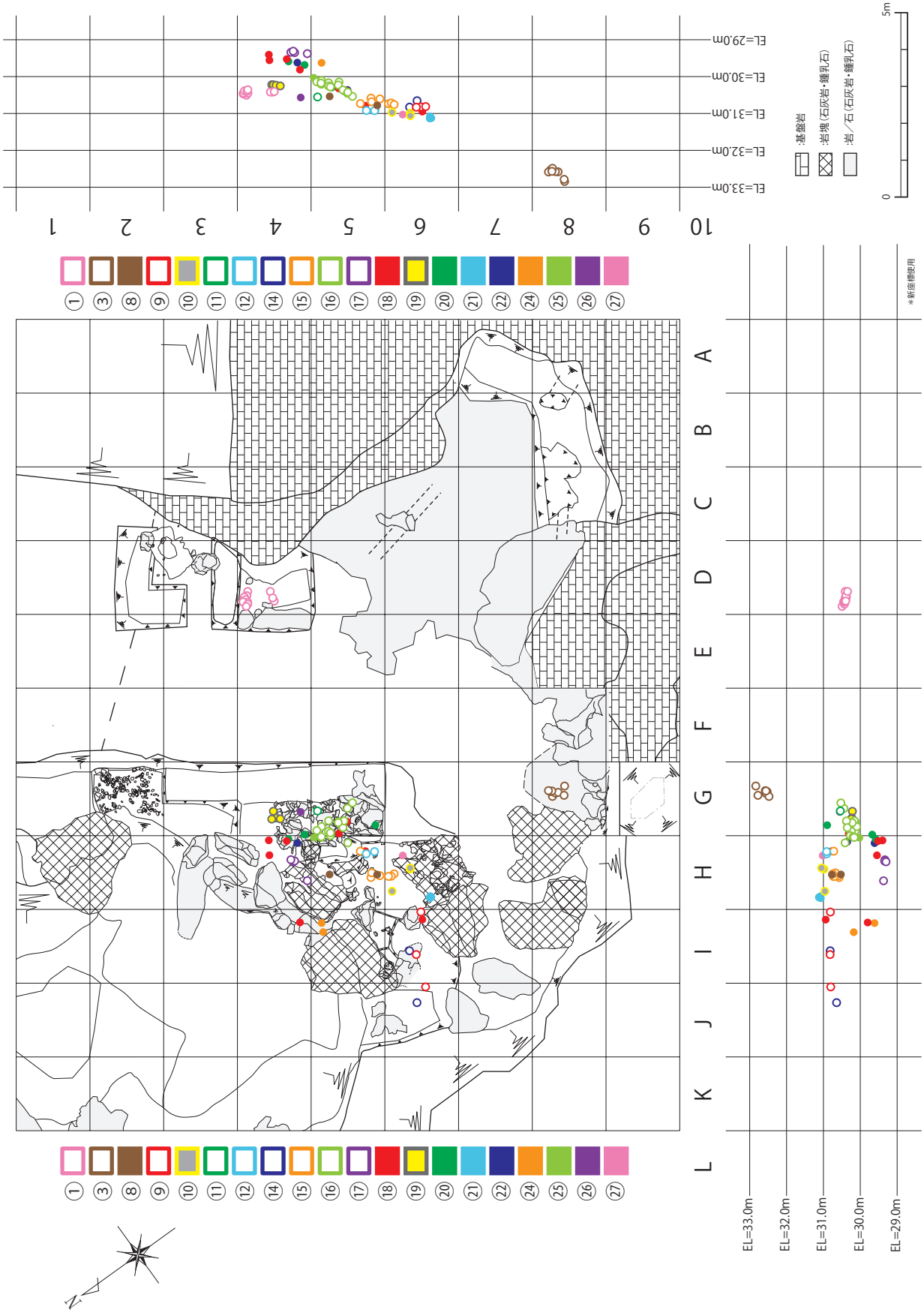
残る 9 点については、下顎右中切歯が 3 点含まれることから少なくとも 3 個体分になるが、下顎左中切歯も 2 点あり、このうち 1 点はいずれの右中切歯とも形状が異なることから、これを別個体と判断して計 4 個体分とした。上記の白保 2 号個体と合わせ、ユニット 1 の出土人骨資料には計 5 個体が含まれるとの判断である。

◎ユニット 2 ～ユニット 5

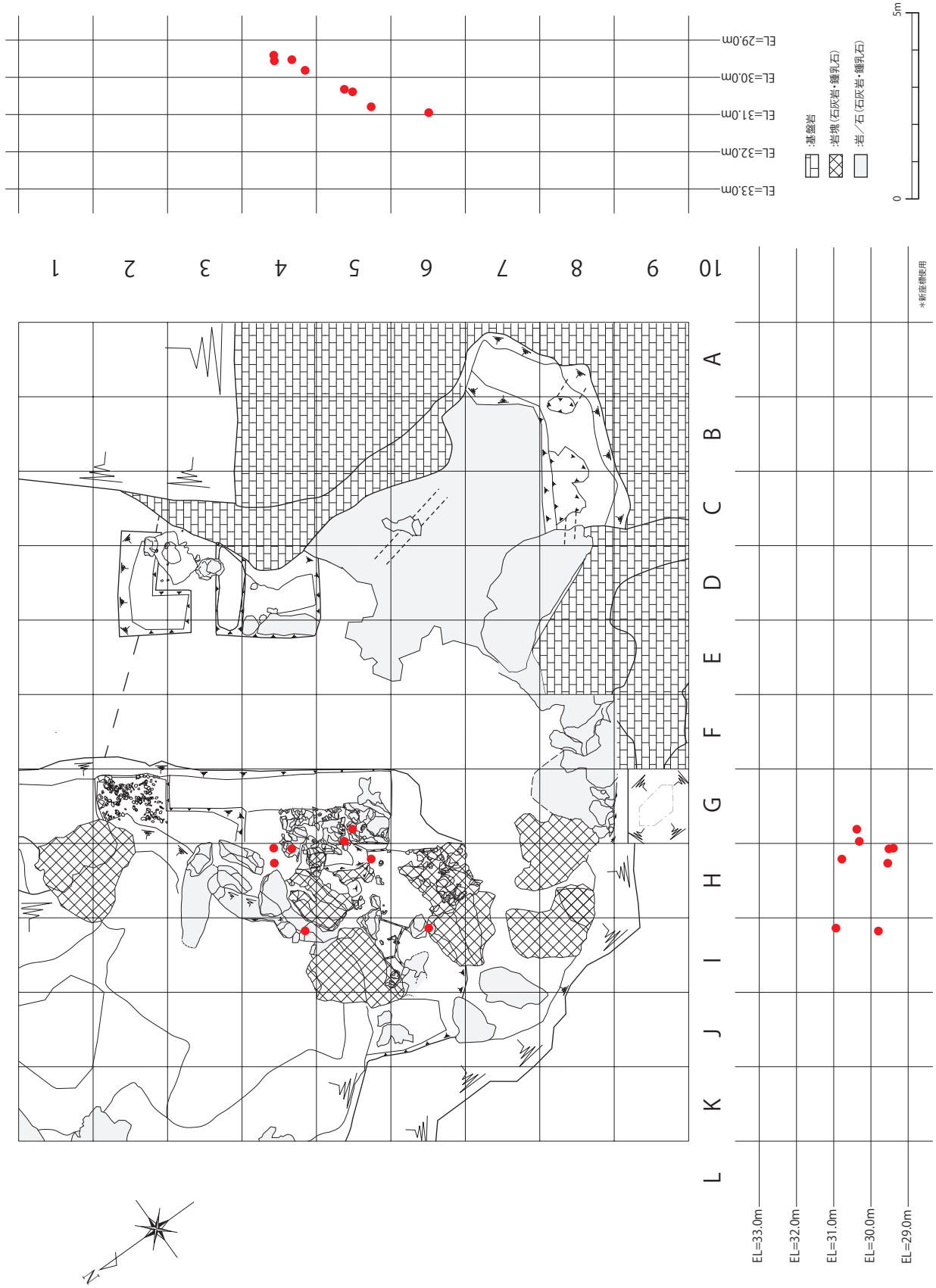
ユニット 2 ～ユニット 5 から回収された歯は計 157 点である。ⅢB 層由来の人骨資料には、年代の新しいものと古いものが混在していることが示されたため（第 2 章 2 節 5）、ここでは便宜的に、ⅢB 層由来の歯を主体として個体分けされたものはⅢB 層の個体と示し、ⅢC 層以下から回収された歯を主体として個体分けされた中にⅢB 層由来の歯が混在する場合はⅢC 層以下由来の個体と示すこととした。

ⅢB 層由来の個体としては 7 個体が確認された。この中には、乳臼歯 1 点（SAOHB-285）を含む 10 歳前後と推定される個体（第 20 表⑧）と、永久歯の磨耗がごく軽微で 15 歳前後と推定される個体（第 2 表⑪）が含まれる。そのほかはいずれも成人個体と考えられる。同じⅢB 層由来の組み合わせの中には、色合いも黒みがかかっていて化石化が進んでいるように見える個体（第 20 表⑫）と、現代人のものでもおかしくないほど新しく見える個体（第 20 表⑭）が認められた。これらの 7 個体をユニットごとに分けるとすれば、ユニット 2 が 3 個体、ユニット 3 が 1 個体、ユニット 5 が 2 個体、となる。残り 1 個体は前述の 10 歳前後の個体であるが、この個体は H4・G4・H5 の 3 つの調査区からそれぞれ出土した 3 点からなり、出土状況図（第 58 図）に掲載の 2 点も若干離れた位置にプロットされている。このためこの個体はユニットには分けないこととした。

ⅢC 層以下由来の個体は 13 個体を数える。ユニット 2 の白保 1 号（第 20 表⑮）については、上顎の歯は右の側切歯を除きすべてそろった。下顎は切歯と犬歯は未発見であるが、臼歯部は左右ともそろっている。ユニット 3 の白保 3 号（第 20 表⑯）については、上顎の歯が 9 本回収されており、下顎は 16 本すべてそろっている。白保 1 号と白保 3 号は、歯の咬耗の進行もそれほどでなく、比較的若い成人個体であったと



第 58 図　主な個体ごとの歯の出土状況　Dot 図　丸囲みの番号は第 20 表の個体番号に対応する。



第 59 図　もっとも広範囲から回収された個体の歯の出土状況（第 20 表の個体⑱）　Dot 図

考えられる。

一方、ユニット４のH4区周辺で全身の骨が出土した白保４号（第20表⑰）については、上顎の歯は、遊離した左第二・第三第臼歯と、上顎骨に植立し歯根まで磨耗した左第一小臼歯が確認された。上顎骨は左右とも発見されているが、歯槽骨の退縮が認められ、磨耗も著しく進み、前歯部などでは生前に脱落した歯もあったものと推測される。これに対して、遊離していた第二・第三大臼歯は、それほどひどく磨耗してはいない。

下顎については、左第一大臼歯から右第二小臼歯と右第二大臼歯の計12本がすべて下顎骨に植立した状態で出土した。下顎の歯は連続的に滑らかな磨耗面を形成している。右第二小臼歯だけは、歯冠の遠心半が失われるように遠心へ強く傾斜した磨耗面となっており、隣の第一大臼歯の歯槽が閉じていることから、隣接歯が失われたことによって特殊な減り方をしたものと推測される。この個体については上顎骨および上顎

1a　白保２号人骨１

2a　白保４号人骨１

1b　白保２号人骨２

図版41　白保２号の歯の磨耗状態

1a：上下噛み合わせた正面観
1b：開口して歯列を見たところ

2b　白保４号人骨２

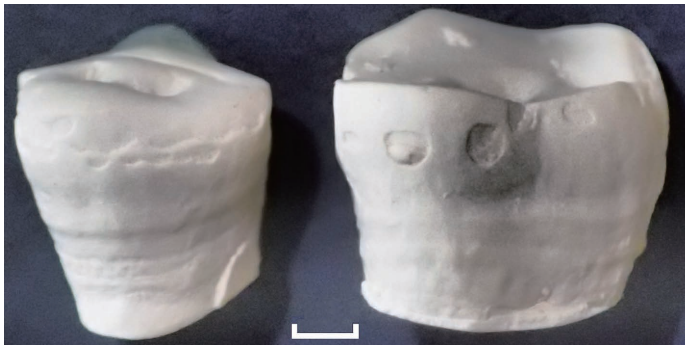
図版42　白保４号の歯の磨耗状態

写真にはないが上顎左側の第二大臼歯・第三大臼歯は遊離して発見されている。

の歯の状態と、下顎の骨と歯の状態とが、あまりにも異なっているが（図版 42）、出土状況から見て同一個体であることにはほぼ疑いの余地がない。そこで白保遺跡では、このように上顎歯が下顎歯よりも著しく磨り減るような特殊な磨耗状態があり得たものと判断した。

上述の白保２号についても、同じような解釈に基づいて同一個体と判断したものである。なお、暫定的に左上顎第一大臼歯と判断した SAOHB-367 も、これらの２個体と同様に上顎大臼歯が特殊に磨耗していたことを示唆することから、このような上顎歯の磨耗状態が少なくとも３個体に認められたこととなる。

上記の全身個体３個体に加えて、あと５個体はかなり確実に個体のまとまりが確認された（第 20 表⑱～㉒）。このうち、G5 区から出土した下顎骨（SAOHB-842）を含む個体（第 20 表⑱）については、歯の形態に基づいて比較的明確に同一個体と判断できたのであるが、出土地点の分布（第 59 図）を見ると、G5 区、H4 区、H5 区、I5 区、I6 区と、かなり広範囲から回収されたものであることがわかる。同一個体の歯がこれほど広範囲に分布する可能性があるのかどうか、確実なことはいえないが、ここでは歯の形態にもとづく判断を優先し、ユニット３由来の同一個体として提示することとした。第 20 表⑲の個体は、G4 区由来の８点からなる。この８点は、石膏模型を詳細に観察したところ、歯冠エナメル質の表面にエナメル形成不全とおぼしきくぼみが認められ、これを手がかりに個体としてまとめられたものである（図版 43）。同様のくぼみが SAOHB-34 の上顎大臼歯にも見られたが、磨耗の状態からみて、同一個体ではないと判断した。



図版 43　G4 区の個体の歯（石膏模型）

形成不全のようなくぼみが見える。
右は上顎右第三大臼歯（SAOHB-91）の頬側面、
左は下顎右第二小臼歯（SAOHB-418）の舌側面。
スケールバーは 2mm。

ここまでに提示したものと比べて、同一個体としてまとめる根拠は弱くなるが、さらに５個体のまとまりを認識した（第 20 表㉓～㉗）。このほかに個体に属するかどうか判断の難しい歯が 14 点あった。これら 14 点の歯はすでに提示した 20 個体のいずれかに属する可能性もあるが、そうした判断をする根拠があまりにも弱いため、無理に当てはめることは差し控えた。反対に、すでに提示した 20 個体には当てはまらない別個体の存在を、単独あるいは何点かで示すものが含まれる可能性もあるが、明確な根拠を示すことが難しいことから、ここでは判断しないこととした。

最後に、歯によって検出された個体数について、骨による人数と比較し吟味するため、第 21 表にユニット別の集計値を示した。骨による集計（第 21 表）と、個体総数ではほぼ同様の数字となったが、ユニット別・層序別に細かくみると、いろいろと食い違いが認められる。ここではⅢB 層由来の個体も便宜的にユニットにあてはめて集計した。歯による集計では、骨による集計にくらべて、ⅢB 層由来の個体数が多くなっているが、前述の通りⅢB 層由来の標本のなかには更新世由来のものも含まれていると考えられるため（第２章２節５）、層序による区分は今後の検討によって変動することもありうる。

第 21 表　歯の組み合わせと歯以外の骨から算出した個体数

層 / No.	ⅢB 層						ⅢC～Ⅳ層						計	
	未成人		成人		小計		未成人		成人		小計			
	歯	骨	歯	骨	歯	骨	歯	骨	歯	骨	歯	骨	歯	骨
ユニット１								1	5	2	5	3	5	3
ユニット２			3	1	3	1			3	6	3	6	6	7
ユニット３	1			2	1	2			5	5	5	5	6	7
ユニット４									2	2	2	2	2	2
ユニット５			2		2				1	3	1	3	3	3
その他	1				1				2		2		3	
計	2		5	3	7	3		1	18	18	18	19	25	22

また骨による検討では、唯一の未成人個体はユニット１に属するが、歯によるとユニット１には未成人は認められなかった。ユニット１では歯の磨り減りが軽微な個体も認識されており、この個体が未成人とされる骨と対応する可能性もある。一方、歯によって未成人と判断された個体はユニット３の個体とユニットに特定できない個体の２個体であったが､骨による検討ではそれに対応する未成人骨は確認されていない。さらに、骨による分析ではG4区は人骨集中部として認識されていないが、歯によればG4区から集中的に出土した個体が認められたことも改めて記しておく。

まとめ

歯の標本213点の詳細な検討により、下田原期から２個体、ユニット１から５個体、ユニット２～５から20個体が数えられた。骨による個体数の推定と、歯によるそれとでは、総数においてはほぼ対応しているものの、層序やユニットごとに細かく見ていくと、部分的に一致しないところがあった。こうした不一致の理由として、骨と歯とでは葬られてから化石化する過程での振る舞いがことなる可能性が考えられる。同一個体と考えられる歯が、かなり広い範囲で出土しているケースもあることから、骨と歯では骨化した後に移動しうる範囲が、水平方向に、場合によっては垂直方向も含めて、異なることがあるのかもしれない。本報告書では、個体認識された５体をのぞき、骨と歯それぞれでの個体同定にとどめているが、将来的には相互の対応関係を吟味した上でこのような可能性をくわしく検証していく必要があろう。

同定された27個体のうち、乳臼歯を含み10歳前後と判断される個体と、永久歯であるが摩耗が少なく15歳前後と推測される個体、そして骨の分析によってユニット１に認められた未成人を含めても、計３個体のみが若年の個体と判断された。上述の通り非常に特殊な咬耗事例が存在するため、成人個体の年齢については本稿ではほとんど触れなかった。成人個体の年齢分布についても今後検討していく必要があるが、いずれにしても、30体近くが回収されて、乳幼児等はまったく含まれず、若年が３個体のみという状況は、この遺跡の性格を判断する上で極めて重要な意味を持つだろう。

また上顎歯が下顎歯よりも著しく摩耗している個体が少なくとも２個体確認された。このような磨耗状態は、通常の咀嚼活動のみで生じるとは考えにくく、なんらかほかの要因が関与している可能性を検討する必要があろう。どのような理由でこうした摩耗が生じたのかを明らかにするには、民族学的事例を参考にするなど、今後の詳しい検討を待ちたい。

〈参考文献〉

沖縄県立埋蔵文化財センター（2013）『白保竿根田原洞穴遺跡－新石垣空港建設工事に伴う緊急発掘調査報告書－』沖縄県立埋蔵文化財センター調査報告書第65集 沖縄県立埋蔵文化財センター .

Ubelaker DH (1989) Human Skeletal Remains, Teraxacum, Washington DC.

3-3 人骨の傷跡と石灰質膠結物の付着

片桐千亜紀（沖縄県立博物館・美術館）
土 肥 直 美（元琉球大学医学部）
徳 嶺 里 江（沖縄県立埋蔵文化財センター）
河 野 礼 子（国立科学博物館）

はじめに

白保竿根田原洞穴遺跡の更新世堆積層を中心に出土した人骨には、通常の遺跡から出土した人骨のクリーニングに用いる筆や刷毛等では落とすことができないような強固な石灰質膠結物が付着しているものや、人骨表面に自然の割れとは考えられないような様々な傷跡が残されているものがある。その観察を行う事によって、人骨が埋没するまでの環境を推定することができそうである。

石灰質膠結物の付着

吉村（2013）は、人骨に強固に付着した石灰質膠結物（図版 44・45）の分析を行い、そこから推定される人骨埋没環境を明らかにした。すなわち、石灰質膠結物が人骨に付着する背景には洞穴滴下水などの水の影響が大きく左右するとしており、このことは人骨が、水の影響をほとんど受けない土中ではなく、露出した環境に置かれていたからこそ、水を含む堆積物の膠結が起こり、石灰質膠結物が付着すると推定された。

図版 44　膠結物付着（HB-218）

図版 45　膠結物付着（HB-236）

傷跡

人骨には様々な傷跡が残されていた。更新世堆積層から出土した人骨を中心とし、完新世初頭、下田原期の人骨も含めて傷跡の調査を行った。観察した人骨は 515 点である。この点数は接合後の点数となっており、取り上げ番号が５つに分かれているものでも、それらが接合された場合は１点と計上している。全点数を観察したものではなく比較的形が大きいものを中心とした。観察は片桐・土肥の２名で行い、傷跡としてカウントしたものは２名とも自然とは考えにくいと判断したもののみとした。また、観察はすべて肉眼によって行い、ルーペや顕微鏡は使用していない。

①傷跡の割合

観察した傷跡は完新世初頭～更新世末の人骨で 497 点、下田原期で 18 点である。そのほとんどが更新世末の人骨で完新世初頭・下田原期の人骨はわずかである。観察した人骨数と傷跡が確認された人骨数、そしてその割合を調査区別に求め、第 22・23 表にまとめた。観察　た全人骨 515 点中 84 点（16.3%）で特徴的な傷跡が観察された。また、更新世末を主体とする人骨では、497 点中 83 点（16.7%）、で特徴的な傷跡が観察された（第 22 表）。下田原期の人骨は 18 点中 1 点（5.5%）で特徴的な傷跡が観察された（第 23 表）。両者を比較すると更新世末を中心とする人骨群の傷痕の割合が高い。

更新世末の人骨群は、５つのユニットから構成されることがわかっている。ユニット１はG8区（２号人骨含む)、ユニット２はH6区（１号人骨含む)、ユニット３はG5区（３号人骨含む)、ユニット４はH4区（４号人骨含む)、ユニット５はＩ４～５区である。それぞれ、他の調査区に比べて多量の人骨が出土していることがわかる。人骨は大きさや保存状態が異なるため、単純に比較することにどれほどの意味があるのか難しいが、十分な観察数が得られた４つの調査区を比較してみると、H6区が25.4%で最も高く、H4区が20.3%、G5区が17.6%と続く。G8区のみが8.5%とかなり低い割合を示した。このような差が有意な差なのか、有意な差の場合、何に起因するのか、今後の課題であろう。

②傷跡の部位

傷跡は頭蓋骨を除き、下顎骨、鎖骨、肩甲骨、鎖骨、椎骨、寛骨、上腕骨、橈骨、尺骨、指骨、大腿骨、脛骨、腓骨、足指骨から遊離歯の歯根部に至るまで観察された。つまり全身各所の骨が偏りなく傷跡があると考えて良いだろう。第24表には１・２・４号人骨の観察数と傷跡の割合を示した。保存状態の良いこれら３体分の人骨個体だけで見ると、傷跡の割合は20%を越える。４号人骨はもっとも保存状態が良く、全身骨が個体として把握できるものである。その傷の割合が25.8%と比較的高い数値を示していることから、この数値が最も実際の割合に近いものと考えられる。

第22表　傷の割合（更新世末中心）

出土地区	I	H	G	計
3		2/6（33.3%）		2/6（33.3%）
4	2/5（40%）	25/123（20.3%）	4/5（80%）	31/133（23.3%）
5	0/3（0%）	3/57（5.2%）	25/142（17.6%）	28/202（13.8%）
6	1/10（10%）	13/51（25.4%）		14/61（22.9%）
7			0/1（0%）	0/1（0%）
8			8/94（8.5%）	8/94（8.5%）
計	3/18（16.6%）	43/237（18.1%）	37/242（15.2%）	83/497（16.7%）

第23表　傷の割合（下田原期）

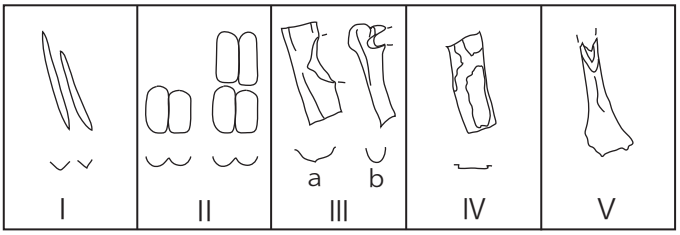
出土地区	D
3	1/18（5.5%）
4	

第24表　傷の割合（個体別）

個体№ / 部位	１号人骨	２号人骨	４号人骨	計
頭蓋	0/3(0%)	0/5(0%)	0/1(0%)	0/9(0%)
下顎	0/2(0%)	1/1(100%)	0/1(0%)	1/4(25%)
歯	0/1(0%)	1/1（100%）		1/2(50%)
鎖骨		0/2(0%)	0/2(0%)	0/2(0%)
肩甲骨		0/1(0%)		0/1(0%)
上肢		2/6(33.3%)	5/6(83.3%)	7/12(58.3%)
手指			1/14(7.1%)	1/14(7.1%)
肋骨			7/44(15.9%)	7/44(15.9%)
椎骨			10/17(58.8%)	10/17(58.8%)
仙骨		0/1(0%)		0/1(0%)
寛骨			1/3(33.3%)	1/3(33.3%)
下肢	2/3(66.6%)	2/6(33.3%)	2/16(12.5%)	6/25(24%)
足指	0/1(0%)		3/8(37.5%)	3/9(33.3%)
合計	2/10(20%)	5/23(21.7%)	29/112(25.8%)	36/145(24.8%)

③傷跡の分類

傷には様々な特徴があり類型化するのは難しいが、あえて試みると以下の５つに分類可能であった（第60図）。



第60図　傷跡の分類模式図

Ⅰ類：細くシャープな溝が２条を単位として見られる。骨幹軸にほぼ直交し、並行するものはない（図版46・47）。

Ⅱ類：Ⅰ類よりも太い溝が２条を単位として見られる。断面が蒲鉾状となる。２条の単位が上下２段に並ぶものもある。骨幹軸にほぼ直交し、並行するものはない（図版48～50）。

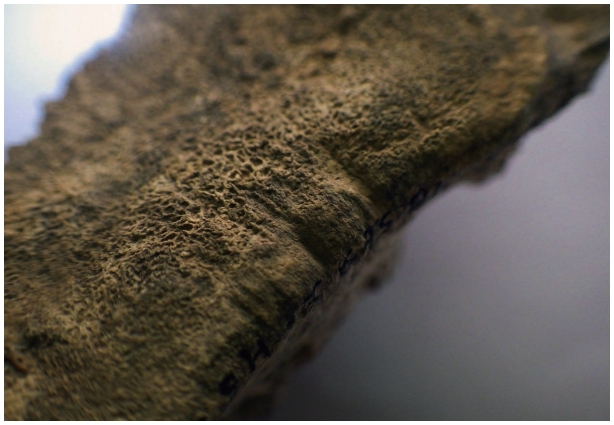
Ⅲ類：不自然な剥離が見られる。

A 長幹骨に大きな剥離が見られる。剥離は深さより幅の方が大きい　（図版51～53）。

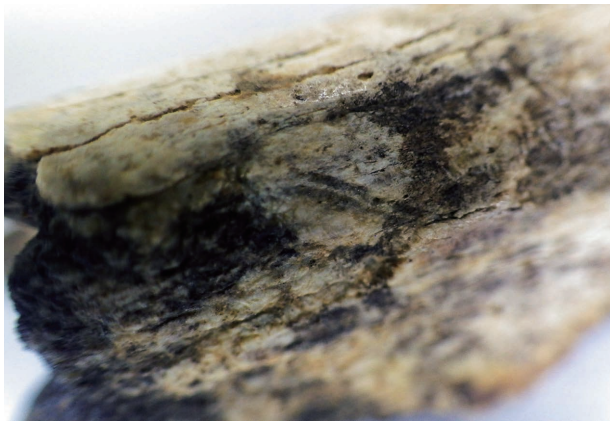
B 骨端部に大きな剥離が見られる。断面形は蒲鉾状で、剥離面は滑らかである。幅より深さの方が大きい　（図版54・55）。

Ⅳ類：骨表面の緻密質が広い面積で浅く剥離している。片面にのみ多く見られる資料もある（図版56・57）。

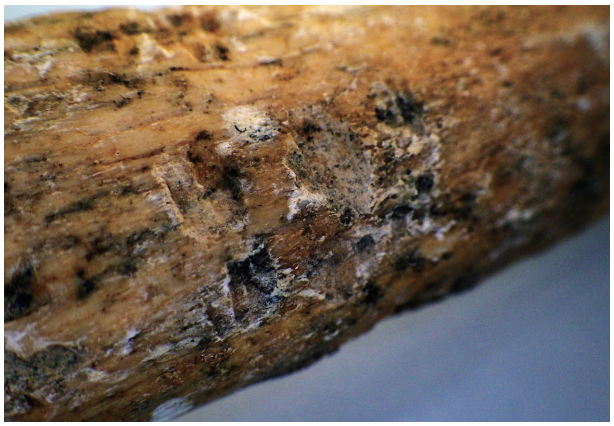
Ⅴ類：長幹骨の端部が叉状となる（図版58・59）。



図版46　Ⅰ類：HB-569（H6）椎骨



図版47　Ⅰ類：HB-798（G5）四肢骨



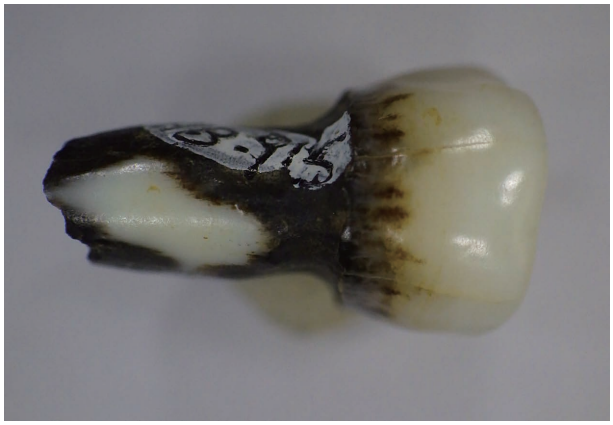
図版48　Ⅱ類：HB-619（G8）上腕骨

図版49　Ⅱ類：HB-466（G8）脛骨

図版 50　II 類：HB-773（G5）上顎小臼歯

図版 51　III A 類：HB-513（H6）橈骨

図版 52　III A 類：HB-546（G8）上腕骨



図版 53　III A 類：HB-915（G5）

図版 54　III B 類：HB-931（I6）中足骨

図版 55　III B 類：HB-965（G4）中足骨

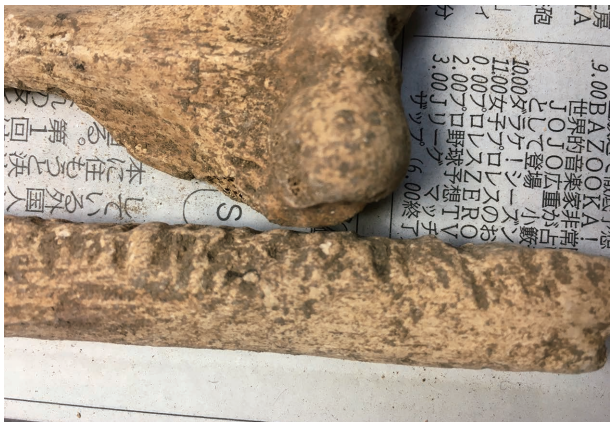
図版 56　IV類：H-950（G5）尺骨

図版 57　IV類：HB-103（H5）大腿骨

図版 58　Ⅴ類：HB-894（G5）骨片

図版 59　Ⅵ類：HB-941（G5）上腕骨

図版 60　長南古墓出土人骨の傷跡 1



図版 61　長南古墓出土人骨の傷跡 2

それぞれの傷跡がどのような要因なのか推定するのは難しいが、あえて推定するならば、Ⅰ・Ⅱ類は２条の単位を基本とすることから、ほとんどは齧歯類によって咬まれた痕跡である可能性が考えられる。本遺跡の更新世堆積層からは多数の絶滅したシロハラネズミを含む齧歯類の骨が出土しており、当時、多くの齧歯類が洞穴内にいたことがわかっている（河村 2013）また、Ⅲ類Ａの一部も、齧歯類に同じ場所を何度も咬まれた結果大きな剥離となった可能性もあろう。Ⅴ類は有蹄類による臼歯列での骨咬み痕に似る。本遺跡では、人骨よりもやや新しい年代値を示すが、更新世の年代値を示すイノシシ骨が出土していることから（第２章第２節 4）、当時の石垣島にすでにイノシシが生息していた可能性は高い。藤田祐樹（2010）は石垣島で採取したウシ骨に見られる損傷について分析しており、彼の言う溝状の傷や叉状の破損はⅠ類やⅤ類に似るものである。

沖縄では多数の風葬墓の調査が行われているが、風葬されたことが明らかなこれらの人骨にも、今回確認されたものと同様の傷跡が観察される。図版 60・61 は宮古島の長南古墓から出土した人骨である。Ⅰ類やⅡ類に相当する傷跡が観察され、齧歯類によって何度も咬まれた結果と考えられる。

まとめ

吉村が分析した石灰質膠結物の付着や今回調査した多種多様な傷跡の存在は、人骨が土中ではなく露出した環境にあったことを示していると考えられる。これらのことからも、遺体は土中に埋められて骨化したのではなく、露出した環境に置かれて骨化し、骨になった後も一定期間土の堆積は無かったのではないだろうか。

〈参考文献〉

河村善也・河村愛 2013「小型哺乳類遺体」『白保竿根田原洞穴遺跡』沖縄県立埋蔵文化財センター

藤田祐樹 2010「石垣島にて採取したウシ骨に見られる特徴的な損傷について」『博物館紀要』第３号　沖縄県立博物館・美術館

吉村和久・片桐千亜紀・藤田祐樹・山崎真治・土肥直美・鮎沢潤・栗崎弘輔 2013「固結堆積物から見た化石骨の埋没環境」『洞窟学雑誌』第 37 号洞窟学会

3-4 崖葬墓

片桐千亜紀（沖縄県立博物館・美術館）
土 肥 直 美（元琉球大学医学部）
徳 嶺 里 江（沖縄県立埋蔵文化財センター）
河 野 礼 子（国立科学博物館）

はじめに

白保竿根田原洞穴遺跡で行われた一連の調査によって、近世琉球王国、グスク時代、無土器期、下田原期、完新世初頭、更新世末の人骨が発見された。ひとつの遺跡でこれほど多時期にわたる人骨資料が得られることは稀であり、継続的・断続的にこの洞窟を利用した人類そのものを知る資料群として、遺跡の重要性が極めて高い証拠と考えられる。また、これまで人類の存在は遺跡として知られていたが、人骨は未発見だった無土器期を含めてそれより古い時代の人骨が次々と発見されたことも重要である。さらに、これらの重要性がかすんでしまうような発見として、下田原期、更新世末の層からは人骨の出土状況から文化的活動を復元できるほどのまとまった情報が得られたのである。人骨の出土状況から考えられる遺跡の性格とその評価について、これまで知られている完新世前半以降の沖縄の遺跡や周辺の国々の状況を比較しつつ考えてみる。

更新世末の人骨出土状況から考える白保竿根田原洞穴遺跡の性格

1) 墓の可能性

更新世末、洞穴は南西～南側に開口部があったと想定された。洞床は開口部を最高所として、北東側に向かって階段状に深度を下げていく。いたるところに数万年前に天井から崩落したと考えられる巨大な石灰岩塊が露出しており、平坦面は岩塊と岩塊の隙間に充填された土壌やより小さな石灰岩礫によって形成されている。このような洞穴環境の中で、人骨は土肥（第２章第２節 3-1）の報告に詳しいように、５つの集中区（ユニット）からまとまって出土した。便宜的に最も高所で発見されたユニットを１とし、深度が下がるにつれてユニット２～５の番号が振られている。それぞれのユニットはバラバラの人骨からなるが、複数体分の人骨が含まれており、ほとんどが個体の識別はできないものの全身の骨が含まれている。この状況は、それぞれのユニットが遺体を繰り返し意識的に葬る墓として利用されていたことを示していると考えられ、洞穴全体があたかも墓地として認識されていた可能性を示唆する。

2) 葬法

H4 区ユニット４から発見された人骨（４号人骨）は一見バラバラに見えるが、１個体分の人骨がほとんど解剖学的位置関係を保っていた。岩陰の隙間に押し込められるように葬られており、その姿勢は仰臥屈位で両腕は肘を折り曲げて手を顔の近くに添えていたと推定された。頭位は東から北東を向く。通常、遺体を土中に埋葬した場合、周囲に空間がないために遺体は腐食した肉が無くなった後も骨同士はほとんど関節しており、解剖学的な位置関係（ヒトの形）をきれいに保っている。４号人骨はその配置から葬られた姿勢まで復元できるものだったが、様々なパーツに若干の乱れが見られるものだった。この事は、遺体が土中に埋まっていない状態で腐食して骨化したことを示している。露出された空間で骨化したことから、重力の作用と床の地形によって骨に乱れが生じたものと考えられる。つまり、死後、遺体は土中に埋葬されず岩陰に置かれて風葬されたと判断される。遺体を土中に埋めない葬法が更新世末に存在したようだ。

H6 区ユニット２の人骨検出状況は、この遺跡で行われた遺体の葬送行為をさらに詳しく知ることができる。人骨は石灰岩の壁沿いとその平坦面に集中している。最小個体数で６体分もの人骨が出土した。その内の１体は壁に添うように頭骨、左右の大腿骨、寛骨がならんでおり、その配置はわずかなパーツながら解剖学的位置関係を保っていることをうかがわせるものである（１号人骨）。姿勢はユニット４で確認された人骨と同様、仰臥屈位と考えられ、頭の向きも東から北東と同じである。この個体の他の部位や他の５体分の人骨は１号人骨足元南西側の壁際に集中している。この状況は、後述するが、以前に葬られた人骨を壁際に集め、空けた空間に新しい遺体を追葬していく沖縄の崖葬墓（風葬墓）と類似している。これらの

ことから、このユニットでも１号人骨の状況によって遺体は土中に埋めない風葬が行われており、さらに、足元と壁際に集中した５体分ものバラバラの人骨の存在によって、骨化した後はその骨をさらに壁際に次々と集骨していった状況が推定できる。１号人骨はこのユニットに最後に葬られた人の可能性が示唆される。

大部分が破壊されていたため、若干の人骨が出土するわずかな痕跡を留めるのみだったが、I4･5 区ユニット５の人骨も巨大な石灰岩塊の壁際に形成された平坦面から、寛骨と大腿骨の近位端が近い位置関係で検出されており、解剖学的な位置関係に近い人骨があったことが示唆されている。この他２体分の人骨が出土しており、このユニットでも埋めない葬法によって複数体の遺体を葬っていた可能性がある。

G8 区ユニット１と G5 区ユニット３は一部が平坦面から、残りは平坦面から斜面に添って人骨が検出された。それぞれユニット１で３体、ユニット３で５体分のバラバラの人骨が出土した。これまでのユニット２･４・５の状況を考慮すれば、平坦面側が当初遺体が葬られた場所であり、斜面側に向かって人骨が滑り落ちていったことが推定される。つまり、このユニットでも遺体は埋めない葬法が行われた可能性が示唆される。

3) 集団構成

人骨の調査によって、この遺跡で行われたさらに興味深い更新世末人類の文化的活動が示唆された。それは、この墓に葬られた人々は、19 体を数える最小個体数の内、18 体もが成人男女であり、未成人はたった１体のみという点である。完新世初頭の人骨が含まれる可能性があるⅢB 層でも最小個体数の３体はすべて成人である。ちなみに、歯では完新世初頭の人骨が含まれる可能性があるⅢB 層～更新世末のⅢC 層以下にかけて、最小個体数 27 体のうち、若年は乳臼歯を含む 10 歳前後、摩耗が少ない 15 歳前後、ユニット１に認められた未成人を含めて３個体しか確認されていない。骨から見ても歯からみても若年は極めて少なく、乳幼児はいない。このことは、この墓では成人男女や未成人（若年）と乳幼児を区別していたと考えられ、乳幼児は意識的に別の場所に葬っていた可能性が示唆される。

4) まとめ

本遺跡の更新世人骨出土層の性格は以下のものであったと考えられる。

①更新世末には洞穴を墓地として利用した。

②その葬法は遺体を地中に埋めず、地上に露出して骨化させる、いわゆる風葬（崖葬墓）であった。

③遺体は仰臥屈葬で、頭位は東から北東を向けるものがある。

④１個体分の遺体を洞穴内にランダムに安置するだけでなく、以前の人骨は二次的に壁際に集め（集骨）、それによって確保した空間に新たな遺体を追葬する。結果として複数個体が同じ墓に葬られる（合葬）。

⑤墓、洞穴内１ヶ所ではなく数ヶ所に及ぶ。

⑥この墓地に葬るのは成人男女が主体で未成人は極めてまれ。乳幼児の墓とは区別していた。

下田原期の崖葬墓

下田原期の崖葬墓についてはすでに報告されているため（沖縄県立埋蔵文化財センター 2013）、ここでは概要を記すのみにとどめる。

下田原期の崖葬墓は、同じ洞穴内でも更新世末の人骨集中部（崖葬墓）とはまったく異なる場所（D4 区 S4 層）で発見された。人骨は洞穴の壁際直下に解剖学的位置関係を保たず、集骨された状態だった。最小個体数は２体で、男女各１体と同定された。周辺からはサザエの蓋や陸産貝、サメ歯穿孔製品が出土した。年代決定の指標となる土器は得られなかったが、人骨、サザエの蓋、炭化物による年代測定の結果、約 4,000BP の値が得られ、下田原期のものであると考えられた。サザエの蓋やサメ歯穿孔製品といった人骨以外の遺物が共伴する点が更新世崖葬墓と異なる。宮古島も含めて、先島諸島では先史時代の墓は未発見であり、彼らがどのような葬墓制を営んでいたのか、どのような形質的特徴があるのかまったく不明であった。今回の下田原期崖葬墓の発見によって、崖葬墓を営む文化を持っていたことが明らかとなった。

周辺地域の崖葬墓

1）沖縄諸島の崖葬墓

琉球列島には岩陰や洞穴を墓とし、遺体を風葬して骨化させ、骨化後も遺骨は地中に埋めずに地上に安置する葬墓制があり、琉球王国時代にはその文化がピークを迎える。自然の岩陰や洞穴を利用するだけでなく、崖面を無理矢理掘り込んで墓としての空間を確保するものもあり、崖に墓を構築する意欲に満ちている。形も、洞穴や岩陰に石積等で墓口を塞いだだけのものや、破風・亀甲タイプの構造物を取り付けたものなどがある。遺体は墓内のシルヒラシで風葬され、骨化後には蔵骨器に納められたり、イケ（池）と呼ばれる場所に合葬される。このような葬墓制を崖葬墓と呼んでおり、琉球王国時代からグスク時代を遡り、先史時代から存在したことが明らかになりつつある（片桐 2014）。各時代の崖葬墓に共通する特徴は、①岩陰や洞穴を利用する。②遺骨は地下に埋めず地上に安置する、③遺骨はある特殊な場合を除きヒトの形は保っておらずバラバラの状態、④追葬が繰りかえされた結果、複数体が合葬されてひとつの墓となる、である。

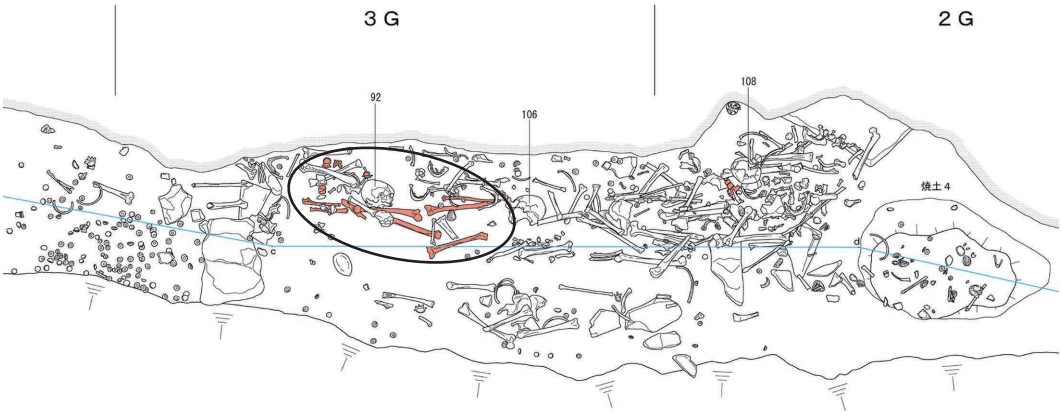
⑤特殊な場合とは、例外があるということである。一見バラバラの人骨群の中には、解剖学位置関係を保っている人骨が紛れていることがある。これには様々な理由が考えられるが、わかり易い例としては、次の被葬者がないまま墓が廃棄された場合、最後に風葬された遺体が集骨されずにその場所に残されることになる。あるいは、土砂等で遺体が埋まってしまい、新しい被葬者が出てもそこはすでに骨の無い空間となっており、集骨する必要が無くなってしまうこともあろう。近世・近代では遺体を風葬する場所を「シルヒラシ」と呼んでおり、古墓の発掘調査を実施するとこの場所から解剖学的地関係を保つ一次葬段階の人骨が発見されることがある。図版 62 は那覇市銘苅古墓群 A 地区 53 号墓のもので、遺体は風葬されたため人骨に乱れは見られるが、解剖学的位置関係を保っている。なんらかの事情によって、蔵骨器やイケに再葬されなかった最後の被葬者であろう。このような事例に気づくことによって、この場所で一次葬が行われ、その葬法がどのようなものだったのか、地中に埋めて埋葬するものだったのか、地上に置いて風葬するものだったのかを推定することができる。

図版 62　銘苅古墓群 A 地区 53 号墓

第 61 図は琉球王国前半（16 ～ 17 世紀）、グスク時代初期（11 世紀）、縄文時代後期（約 3,800BP）の崖葬墓の実測図である。第 61 図 C は琉球王国前半のナカンダカリ山古墓群 7 号墓で、石灰岩の崖を掘り込んで墓としている。複数体分のバラバラの人骨が奥壁を中心に集中しており、二次的に集められたものだとわかる。しかし、入口付近には一見バラバラだが、かろうじて解剖学的位置関係を保つ人骨が 3 体分検出されている。この場所で一次葬が風葬によって行われた証拠である（土肥 2005）。土肥の記述（第 2 章第 2 節 3-1）を繰り返すことになるが、このことから、この墓は、遺体は風葬によって骨化させ、以前に葬られた遺体は奥壁側に押しやりながら、同じ場所に遺体を追葬していく崖葬墓だったことがわかる。

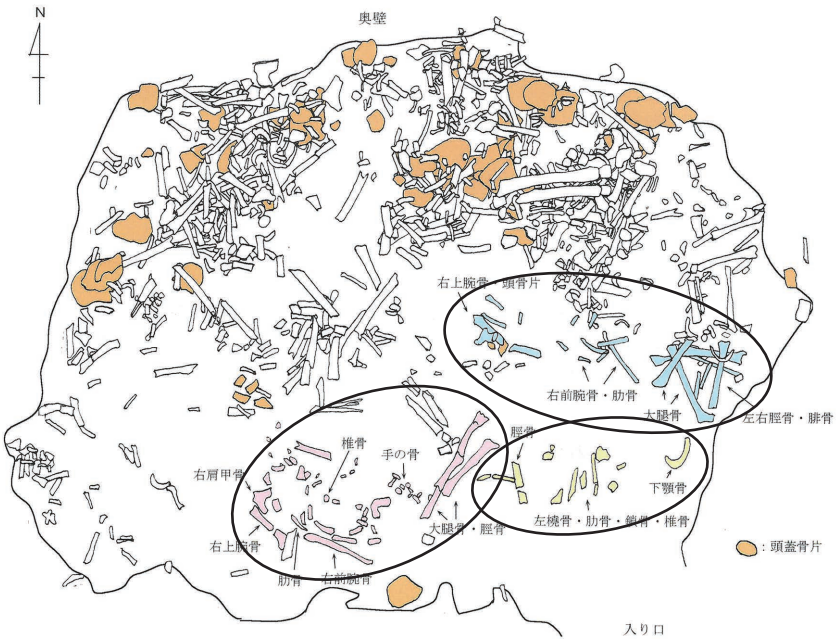
第 61 図 B はサキタリ洞遺跡Ⅱ区で発見されたグスク時代初期の崖葬墓である。自然の洞穴の壁際を利用している。石積みによって囲いをしており、墓と外の空間を区画している。複数体分のバラバラの人骨が壁際に集中しており、二次的に集められたことがわかる。しかし、そのやや手前側で検出された人骨は、椎骨が並び肋骨も関節しているものがあり、解剖学的位置関係を保っている（山崎 2016）。この場所で風葬による一次葬と集骨が行われたことを示していると考えられ、グスク時代初期に遡って崖葬墓が営まれていたことが明らかとなった。

第 61 図 A は具志川島遺跡群岩立遺跡西区で発見された縄文時代後期の崖葬墓である。石灰岩の岩陰を利用している。複数体分のバラバラの人骨が壁際に集中しており、二次的に集められたことがわかる。しかし、この人骨群の西側ではやはりかろうじて解剖学的位置関係を保つ人骨が検出されている。頭位を西にし



A　具志川島岩立遺跡西区の崖葬墓（縄文時代後期）
（沖縄県立埋蔵文化財センター 2012 より転載・加筆）

B　サキタリ洞遺跡Ⅱ区の崖葬墓（グスク時代初期、11 世紀）
（山崎 2016 を転載、一部加筆）



C　ナカンダカリ山古墓群７号墓の崖葬墓（16 ～ 17 世紀）
（沖縄県立埋蔵文化財センター 2005 を転載、一部加筆）

第 61 図　縄文時代後期・グスク時代初期・琉球王国時代の崖葬墓人骨検出状況
（線で囲んだ人骨はほぼ解剖学的位置関係を保つ個体。先に風葬された人骨は奥壁側に寄せられてる。）

た伸展葬の姿勢だったと推定される。二次的に人骨を集めているのは足元の方である（沖縄県立埋蔵文化財センター 2012）。この状況も、この場所で風葬による一次葬と集骨が行われたことを示していると考えられ、縄文時代後期にはすでにこのような崖葬墓文化が存在したことを示唆する。

白保竿根田原洞穴遺跡更新世末に見られる人骨集中部（ユニット）はこのような崖葬墓の状況と良く似ていると考えられる。それぞれのユニットは複数体分のバラバラの人骨が壁際に集中しており、土中に埋めていなかったことが明らかである。また、ユニット 4 で検出された 4 号人骨はほとんど解剖学的位置を保っており、岩陰に押し込めるように一次葬段階の遺体を置いていた。同じように、ユニット 2・5 でも壁際に一次葬段階の遺体を置いていた可能性は高い。さらに、ユニット 2 では、一次葬段階の遺体の足元側に、複数体分の人骨が集骨されている。この状況は具志川島遺跡群岩立遺跡西区と似ている。

2）周辺地域の崖葬墓

このような崖葬墓文化は、琉球列島のみに見られるものではない。アジア、東南アジアの島嶼部に広がっている事例がある。台湾蘭嶼島では海岸に突き出た岩山崖面のわずかな平場に人骨が散乱している状況を確認した。人骨の多くは失われてしまっていたが、四肢骨や遊離歯などが散乱しており、この場所を崖葬墓として利用した可能性が示唆される（図版 63 ～ 65）。

フィリピンのミンダナオ島アユーブ洞穴遺跡（紀元前後）では人骨を蔵骨器に再葬し洞穴内に安置する再葬墓が発見されている（DIZON, E. Z, & R. SANTIAGO. 1996）。遺体を土中に埋めない文化があった可能性が示唆される。

インドネシアのスラウェシ島タナ・トラジャでは、岩陰や洞穴を墓とし、バラバラの遺骨を複数体分まとめて合葬する葬墓制が民俗事例として存在する（図版 66）。蔵骨器（木棺）の中に複数体の遺骨を合葬するものもあれば（図版 67）、蔵骨器を用いずに壁際に集骨・合葬するものもある。崖を掘り込み、墓の空間を確保して人骨を合葬するものもある（図版 68）。崖葬墓文化がスラウェシ島に存在する証拠と考えられる（片桐 2016）。また、スラウェシ島の東に位置するマルク諸島のハルマヘラ島では、約 2,000 年前の岩陰遺跡から、バラバラに合葬された

図版 63　蘭嶼島の崖葬墓　（遠景）

図版 64　蘭嶼島の崖葬墓　（近景）

図版 65　蘭嶼島の崖葬墓　（散乱する人骨）

多量の人骨が発掘されており（Ono, et. Al.,2017）、インドネシアの崖葬墓文化がこの時期まで遡る可能性を示唆する。

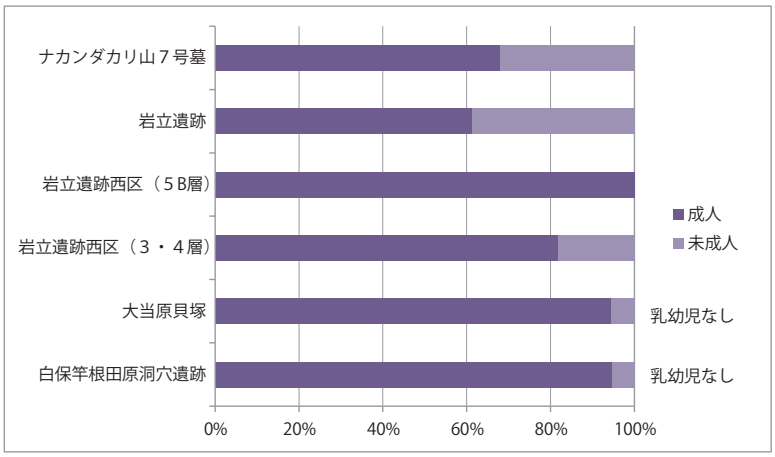
まだまだ事例は少ないものの、崖葬墓文化はアジア、東南アジア島嶼部に広がっており、琉球列島はその北縁となるのではないだろうか。東南アジアの崖葬墓文化がどこまで遡るのか、興味深い課題である。

3）被葬者の区別

最後に、白保竿根田原洞穴遺跡更新世末人骨群の集団構成について検討してみたい。土肥（第２章第２節 3-1）及び河野（第２章第２節 3-2）の報告により、更新世末の人骨群のほとんどは成人であり、乳幼児はまったく含まれていないことが明らかとなった。未成は人骨で考えるならば、最小個体数 19 体の内、1 体（5%）である。これには明らかに偏りが見られる。

第 62 図は沖縄で知られる崖葬墓の集団構成の内、成人と未成人を区別した割合をグラフで示した。先に事例として紹介した 16 ～ 17 世紀のナカンダカリヤマの古墓群 7 号墓（16 ～ 17 世紀）の崖葬墓では、最小個体数 47 体の内、未成人は 15 体（32%）含まれていた（土肥 2005）。具志川島遺跡群岩立遺跡の崖葬墓では、最小個体数 62 体の内、未成人は 24 体（39%）も含まれている。未成人は 30 ～ 40% の割合で含まれており、乳幼児も一定量の割合で含まれている（片桐他 2007）。これらの墓には成人と未成人・乳幼児の区別が無かったことが明らかである。

一方で、未成人をほとんど含まない崖葬墓も確認されている。先に事例紹介した縄文時代の具志川島遺跡群岩立遺跡西区では 5B 層から出土した人骨群は最小個体数 11 体の内、未成人は 2 体（22%）しか含まれていない（土肥 2012）。間層を挟んで 3・4 層から出土した人骨群は成人 14 体のみであり、乳幼児はもとより未成人はまったく含まれていない（松下・太田 1993）。弥生・平安相当と考えられる大当原貝塚の崖



第 62 図　崖葬墓における未成人の割合

図版 66　タンパガロ村の崖葬墓

図版 67　ケテ・ケス村の崖葬墓

図版 68　ボリ村の崖葬墓

葬墓では最小個体数 18 体の内、未成人は若年 1 体（5%）のみである（小橋川他 2009）。これらの墓では成人と未成人・乳幼児が区別されており、未成人や乳幼児は別の場所に葬っていた可能性が高い。

先史時代に限っても、崖葬墓に葬られる集団構成には、乳幼児も含めて未成人を区別しない場合とする場合があり、明らかな偏りがある。白保竿根田原洞穴遺跡更新世末集団においては、区別していた可能性が高いだろう。

〈参考文献〉

片桐千亜紀 2014 「琉球列島における先史時代の崖葬墓」『琉球列島先史・原史時代の環境と文化の変遷』 研究論文集第２集　高宮広土・新里貴之編『琉球列島先史・原史時代における環境と文化の変遷に関する実証的研究　研究論文集』

片桐千亜紀 2016 「インドネシア・スラウェシ島に崖葬墓文化を求めて」『廣友会誌』第９号

片桐千亜紀・小橋川剛・島袋利恵子・土肥直美 2008 「具志川島岩立遺跡出土人骨の再整理」『紀要　沖縄埋文研究 5』沖縄県立埋蔵文化財センター

小橋川剛・片桐千亜紀・徳嶺里江・本村麻里衣・大城歩・天顔瑞笑・菅原広史・土肥直美・米田穣 2009「沖縄県読谷村大当原貝塚出土人骨いついて」『紀要　沖縄埋文研究 6』沖縄県立埋蔵文化財センター

那覇市教育委員会 1999 『銘苅古墓群（Ⅱ）』那覇市教育委員会 1999

土肥直美 2005 「第Ⅵ章人骨」『ナカンダカヤマの古墓群』沖縄県立埋蔵文化財センター

土肥直美 2012 「第 11 章　具志川島遺跡群の人骨」『具志川島遺跡群』沖縄県立埋蔵文化財センター

松下孝幸・太田純二 1993 「附章　沖縄県具志川島遺跡群出土の古人骨」『具志川島遺跡群』伊是名村教育委員会

山崎真治 2016 『サキタリ洞遺跡発掘調査概要報告書（Ⅲ）』沖縄県立博物館・美術館

沖縄県立埋蔵文化財センター 2012 『具志川島遺跡群』沖縄県立埋蔵文化財センター

DIZON,E.Z,& R.SANTIAGO.1996.Faces from Maitum：The archaeological excavation of Ayub Cave.Manila：The National Museum of the Philippines.

Ono,R. A. Octaviana, F. Aziz D. Prastiningtyas, N. Iriyanto M. Ririmasei, I. B. Zesse, Y. Hisa.(2017). Development of Regional Maritime Networks during the Early Metal Ages in Northern Maluku Islands： A view from excavated pottery and glass ornaments. Journal of Island and Coastal Archaeology.

おわりに

石垣島白保竿根田原洞穴遺跡から 1,100 点を超す人骨が出土した。人骨の年代は放射性炭素年代法によって人骨そのものから決定され、主体は更新世末から完新世初頭のものであることが明らかになっている。本遺跡の特徴は、質・量ともに他に類をみない人骨（歯を含む）情報の多さと細密な発掘調査による現場情報の充実である。本報告では、それらの情報を最大限に活用することで、人工遺物の検出されない遺跡から人間活動の痕跡を読み取ることが出来るか（墓といえるか）、という点に焦点を絞り分析を試みた。その結果、上記のような豊かな人間活動の痕跡が読み取れることが明らかになった。

大きな成果としては、人骨はまったくランダムに散乱しているのではなく、ヒトの手によって葬られたものであること、遺体は土中に埋めない葬法（崖葬）だったことが挙げられる。また、歯と骨の情報を詳細に検討することで、更新世だけでも約 20 人（骨からの推定で 19 人、歯からの推定で 18 人）の被葬者が確認された。もちろん、現状では国内最大、世界的にも最大級の更新世遺跡と言えるだろう。人骨の保存状態も概ね良好で、今後の更新世人類研究に大きく寄与するはずである。

本報告の内容は、基本的に、土肥、河野、片桐、徳嶺の 4 名で議論し、検討したものである。それらをもとに、1 を土肥が、2 を河野が、3・4 を片桐が分担執筆した。尚、執筆に際しては、青山奈緒氏をはじめとする株式会社文化財サービス沖縄営業所の皆様に多大なるご助力をいただいた。記して深甚の謝意を表したい。

（土肥直美）

4　白保竿根田原洞穴遺跡の年代学的検討と食生態の時代変遷

米田　穣（東京大学総合研究博物館）

白保竿根田原洞穴遺跡の意義と本研究の目的

更新世にさかのぼる日本列島の遺跡で、古人骨が確認される事例はほぼ沖縄諸島に限られており（Matsu'ura & Konod 2001）、それらは日本列島にどのような系譜のホモ・サピエンスが拡散し、どのような生業を有していたのかを解き明かすうえで、きわめて貴重な情報源である（Kaifu et al. 2014）。我々は、白保竿根田原洞穴遺跡から出土した古人骨で直接年代測定する機会を得て、「化石ホール」とよばれる空間の攪乱層に、更新世にさかのぼる古人骨が含まれていることを、放射性炭素年代の直接的な測定で確認できた（Nakagawa et al. 2010）。これまで、山下町第一洞穴や港川フィッシャー遺跡、ピンザアブ洞穴遺跡などから更新世にさかのぼる可能性のある人骨が発見され、供伴する木炭や動物遺存体などで放射性炭素年代が測定されてきたが、琉球諸島で後期旧石器文化が確認されないため更新世とされる人骨の年代には議論があった（例えば、安里 2011）。古人骨から抽出したコラーゲンで直接年代を決定することで、旧石器時代の物質文化が確認されない琉球諸島の考古学的文脈のなかに、沖縄諸島の更新世人類集団を確かに居続けた点で白保竿根田原洞穴遺跡における発見は重要であった。さらに、沖縄島のサキタリ洞遺跡でも堆積状態のよい更新世の地層が発掘調査され、貝製品やカニ外骨格などの生活痕跡が報告されている（Fujita et al. 2016）。沖縄諸島における更新世人類の居住はほぼ確証された。次の重要な課題として、旧石器文化に相当する沖縄の更新世人類集団が、どのような適応戦略で資源も集団構成員数も制限される離島環境に生息できたのか、その居住は安定的で長期間に持続可能な物であったのか、当時の生業形態から議論することが求められている。

白保竿根田原洞穴遺跡では、2010 年から I 区が発掘調査され、陥没ドリーネに生活面を含む一連の累積した地層が確認された。これらの地層には、歴史時代からグスク時代中森期、八重山新石器時代の無土器文化期と下田原期、完新世初頭から後期更新世にわたる地層で人間活動の痕跡が確認された（沖縄県立埋蔵文化財センター 2013）。この長期間にわたる堆積シークエンスの解析によって、港川フィッシャー遺跡やサキタリ洞遺跡が位置する沖縄島よりもさらに小さい石垣島・西表島において、人類が狩猟・採集・漁撈によって継続的に生存することができたのか、検証することができる。

しかし、白保竿根田原洞穴遺跡のように、各層から出土する物質文化が乏しい場合、遺跡利用の継続・断絶を出土遺物の文化的連続性から議論するが難しい。そこで、本研究ではこれまでに測定された 97 点の放射性炭素年代を解析することで、白保竿根田原洞穴遺跡における遺跡利用の連続性と断続について、独立して検証することを試みる。また、その年代学的な検討をふまえた上で、白保竿根田原洞穴遺跡における生業活動の時代変遷について、骨コラーゲンの炭素・窒素同位体比から推定されるヒトと動物の食性の変化を議論する。

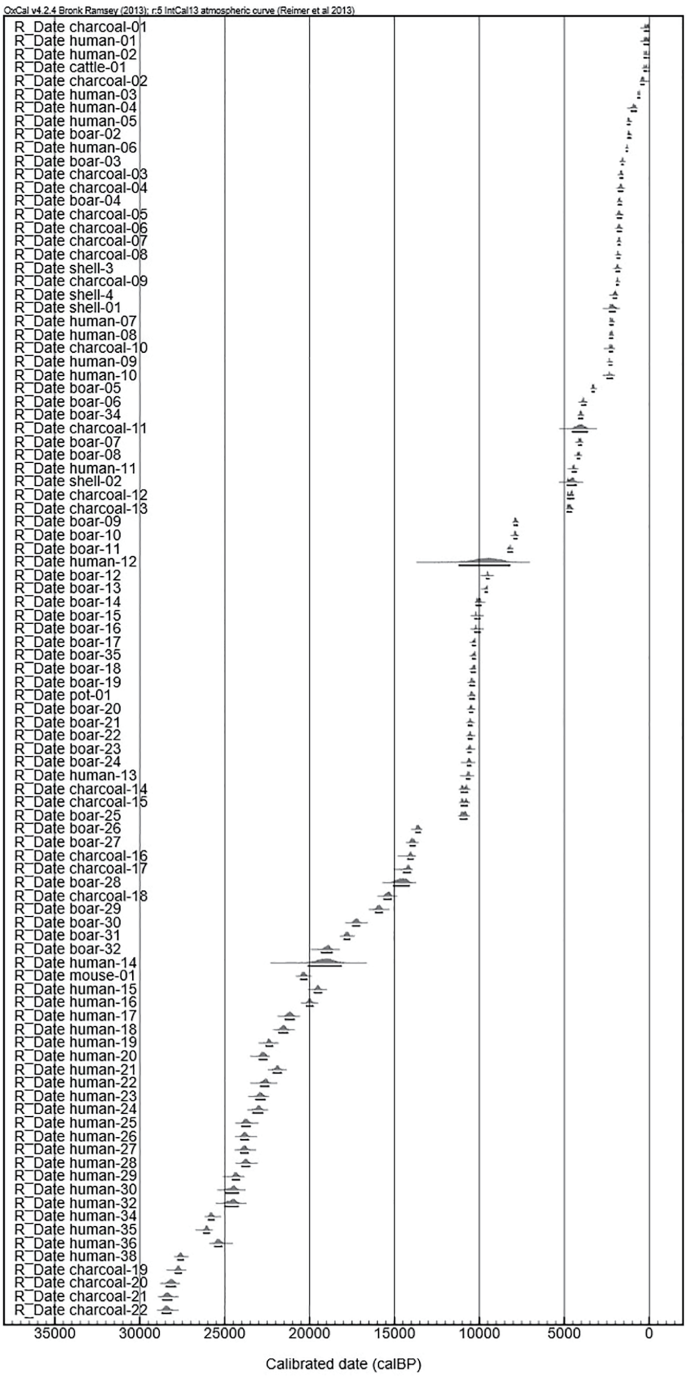
遺跡利用の断続

これまでに白保竿根田原洞穴遺跡から出土した人骨、動物骨、木炭、貝殻、土器付着炭化物の合計 97 点で放射性炭素年代を報告した（米田ら 2013、米田ら 2017）。これらの放射性炭素年代を、大気中の放射性炭素濃度の時代変化や半減期のずれを考慮して、より正確な暦年代に直した較正放射性炭素年代を、較正曲線 IntCal13（Reimer et al. 2013）と較正プログラム OxCal4.2 と用いて解析した (Bronk Ramsey, 2009)。注目される古人骨の最古の較正放射性炭素年代は、H4 区のⅢE 層から出土した大腿骨 SAOHB-1027 がおよそ 27,600 年前の人骨であった（米田ら 2017）。白保竿根田原洞穴遺跡の発掘調査で確認された堆積層は更新世末から完新世初頭、八重山先史時代の下田原期と無土器文化期、グスク時代中森期の文化層を含んでいることが示された（第 63 図）。

興味深い点として、較正年代で 11,000 ～ 13,000 cal. BP と、5,000 ～ 8,000 cal. BP 頃に数千年にわたる大きな空隙があるように見える。前者は、全球的に寒冷化が起こったとされるヤンガードリアス期にほぼ相

当する（11,700 ～ 12,900 年前 ;Shakun & Carlson 2010）。これらの間隙の時間幅を推定するために、データを３つの Phase に分割し、それぞれの空隙について、OxCal 4.2 の Interval コマンドによって Phase 間の時代幅を推定した。このモデルで示された。この Phase モデルからは、白保竿根田原洞穴遺跡の遺跡利用は、28,866 ～ 28,376 cal. BP（Phase3 の開始年代）に開始されたと推定された。

分析の結果、Phase1 と Phase2 の区分と設定した 4,160 ± 35 BP（4,821-4,628 cal. BP、以下較正年代は全て１標準偏差範囲の最大値と最小値を示す）と 7,031 ± 41 BP（7,932-7,837 cal.BP）の間には、2,753 ～ 3,138 年（1 σ）/2,386 ～ 3,246 年（2 σ）の間隙が示された。また、Phase2 と Phase3 の区分と設定した 9,576 ± 44 BP（10,935 ～ 10,781 cal. BP）　と 11,791 ± 48 BP（13,710 ～ 13,566 cal. BP）の間にも 1,899 ～ 2,637 年（1 σ）/1,110 ～ 2,808 年（2 σ）の間隙が示された。少なくともこれら２つの期間には、白保竿根田原洞穴遺跡が利用された証拠が回収されていない。石垣島・西表島では、下田原期以前の遺跡が、白保竿根田原遺跡を除いて報告されていないので、これらの間隙はこれらの島の無人期を示す可能性がある。少なくとも、白保竿根原洞穴遺跡の利用について、更新世後期から完新世にかけて複数の断続を確認できたと言える。



第 63 図　白保竿根田原洞穴遺跡で測定された較正放射性炭素年代の確率分布

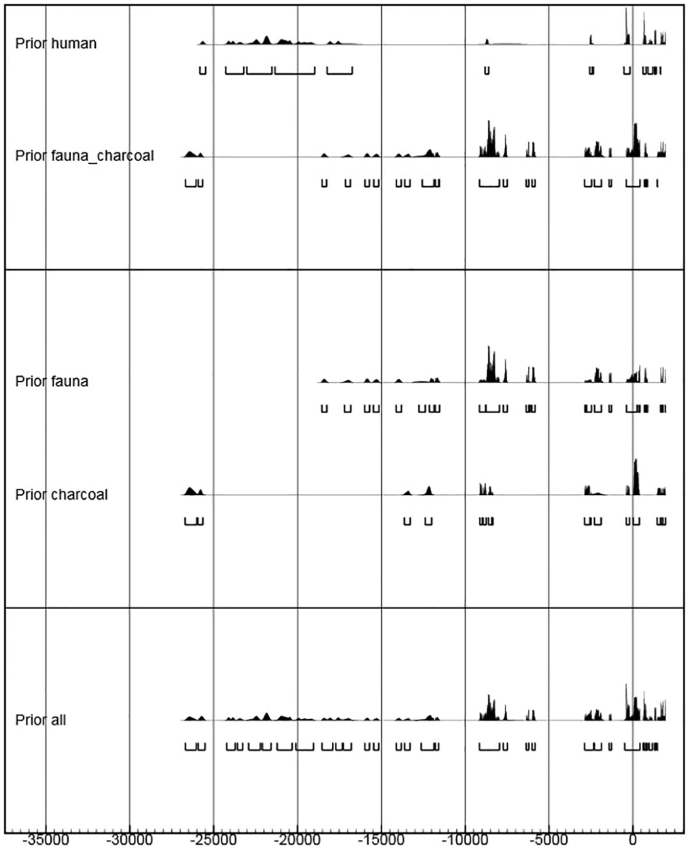
一方、Phase1、Phase2、Phase3 の継続年代は、実測データでランダムサンプリングを仮定した Span コマンドで評価された 1 σの年代幅はそれぞれ 4,494 ～ 4,706 年 (n=38)、2,948 ～ 3,225 年 (n=23)、14,675 ～ 14,929 年（n=43）と推定された。1 σ上限値でみたときのサンプリング間隔は、Phases1/2/3 でそれぞれ 124 年、149 年、374 年となり、遺物の時間による欠損率を加味すると大差はない。これらの Phases が真に連続的な遺跡利用を示しているかは、さらにシミュレーション実験などで検討が必要である。

遺跡の利用方法

次に、遺跡の利用方法についての時代差を、葬送に関わる人骨、生活痕跡である動物遺存体と木炭の２群にわけて検討した。第 64 図に各較正年代を合算してつくった合計確率分布（SPD：Summed Probability Distribution）を人骨、動物遺存体 + 木炭・炭化物、動物遺存体、木炭・炭化物、全較正放射性炭素年代について、SPD と 2 σ（上位 95.4%）の幅を示した。更新世後期の Phase1 では人骨の年代が前半に集中し、

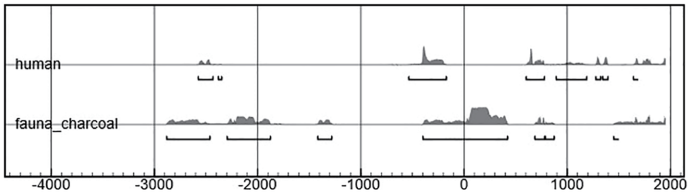
生活痕跡のデータは後半に集中しており、お互いの重複は少ない。一方、Phase2 では、人骨が 1 点のみしか測定結果が得られていないのに対し、生活痕跡である木炭と動物遺存体が多く、この時期に洞窟は主に生活の場として用いられていたと考えられる。動物遺存体は Phase2 全体から出土しているが、木炭は Phase2 前半に集中している。人骨は、両者が重複する Phase2 前半から回収された。Phase3 については第 65 図に拡大して示したように、人骨の確率分布と生活痕跡の確率分布は、一部重複するが互いに相補的な関係を示した。

以上から、Phase1 と Phase3 では遺跡が主に葬送の場として用いられた時期と、生活の場として用いられた時期が存在しており、両者の重複は限定的である。また Phase2 では主に生活痕跡が回収されており、人骨の回収は限定的（1 点のみ）であった。本調査による重要は知見として、葬送あるいは生活といった特定の目的のために洞穴空間を用いる習慣が更新世にさかのぼる可能性を指摘できる。



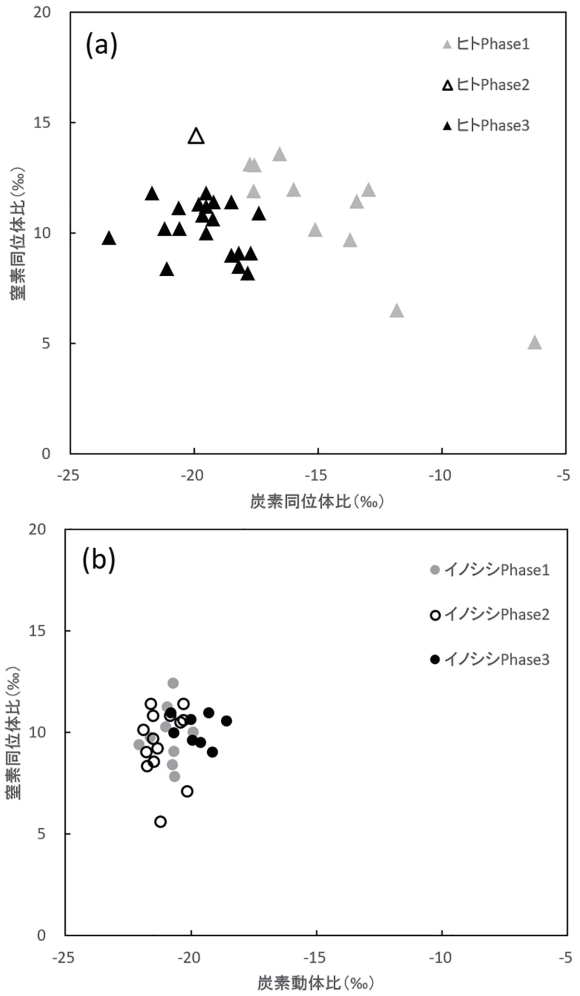
第 64 図　較正放射年代の合計確率分布における人骨（human）、動物遺存体 (fauna)、木炭・炭化物（charcoal）ヒトの食生態の時代変遷の比較。横軸は cal.BC 単位で示されている。

まず、時期ごとに自然の生態系における同位体比の変動があるかどうかを検討するために、Phase1 ～ 3 でイノシシの同位体比を Kruskal-Wallis 順位和検定で比較したところ、炭素同位体比では有意な相違が見られ（p=0.0027; 第 4 図 a)、窒素同位体比では有意な相違は見られなかった（p=0.69; 第 66 図 b)。有意差が認められた炭素同位体比について、Bonferroni 法によって多重検定の補正した U 検定で比較すると Phase1 と Phase3 の間（p=0.031)、Phase2 と Phase3 の間（p=0.0039）で有意差が認められた。このことから、更新世後期のイノシシ骨において炭素同位体比が高かったといえる。同様の傾向が北西ヨーロッパのウマ属の骨コラーゲンでも観察されており、大気中における二酸化炭素分圧の変化と関連していると考えられている（Stevens and Hedges 2004)。すなわち、白保竿根田原洞穴遺跡のイノシシ骨における更新世から完新世への炭素同位体比の変動は全球的な気候変動を反映しているものである。また、イノシシの窒素同位体比では、完新世初頭に低い窒素同位体比を示す個体がみられるが、Kruskal-Wallis 順位和検定でも有意差は示されず（p=0.69)、系統的に同位体比が変化した傾向はみられない（第 66 図 b)。

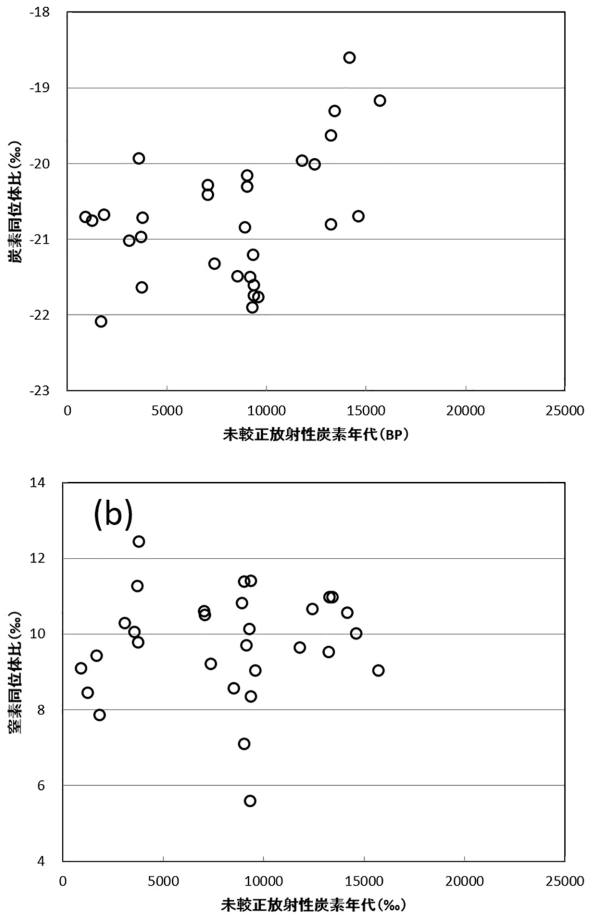


第 65 図　Phase1 における較正放射年代の合計確率分布における人骨（human）と生活痕跡（fauna_charcoal) の比較。横軸は cal.BC/cal.AD 単位で示されている。

一方、人骨コラーゲンの炭素・窒素同位体比で時代変遷をみると、自然の生態系を反映すると考えられる



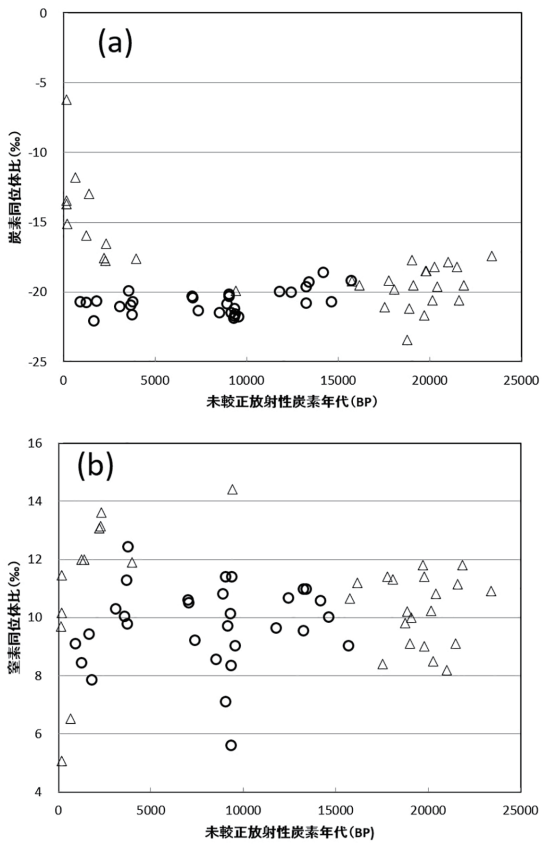
第 66 図　人骨とイノシシ骨における炭素・窒素同位体比



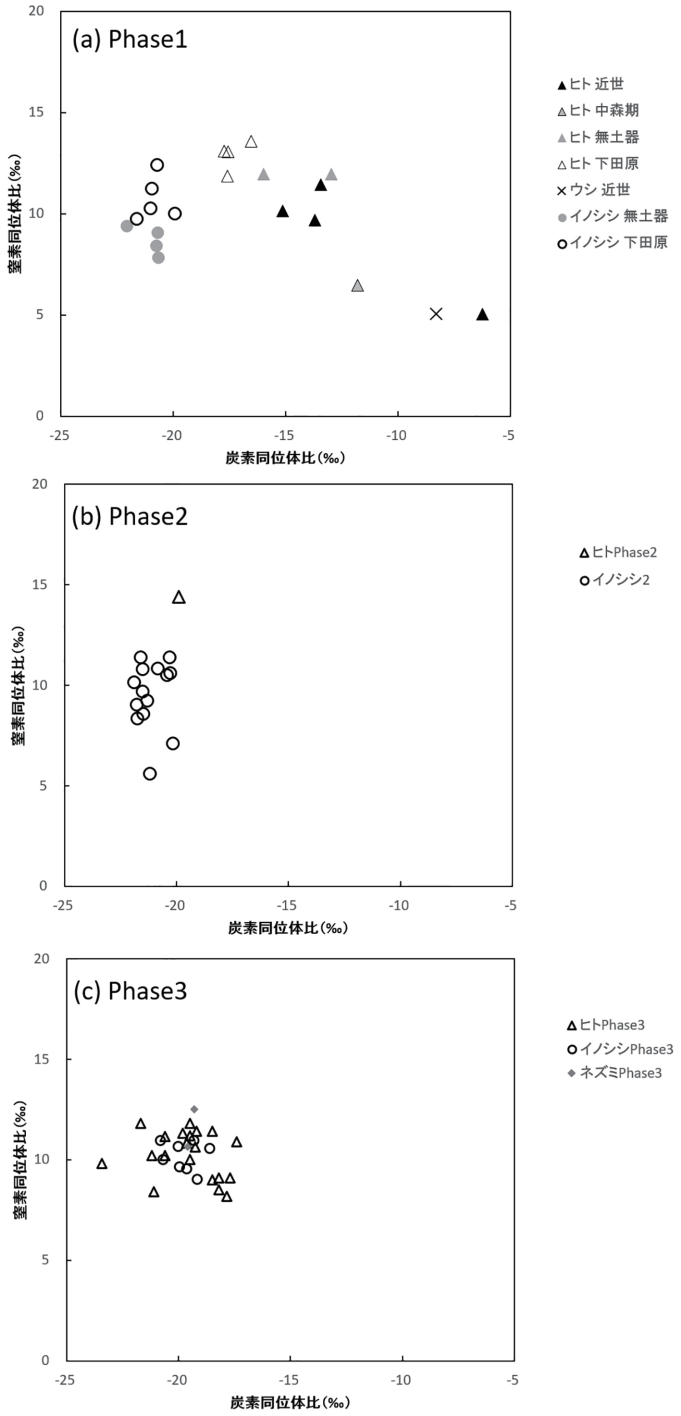
第 67 図　イノシシ骨における炭素・窒素同位体比の時代変遷

イノシシの変遷とは大きく異なる。炭素同位体比で Phase1 と Phase3 を Wilcoxon 順位和検定で比較すると Phase1 が有意に高い（p=1.2 × 10-15; 第 67 図 a）。このことは完新世になって海産物あるいは C4 植物に属する雑穀を多く利用したことを示す。一方、窒素同位体では有意差は見られないが（p=0.079）、琉球諸島で農耕が本格的に始まったグスク時代（13 世紀以降）の資料では窒素同位体比が低く、それ以前の先史時代の人骨では窒素同位体比が更新世人骨よりも高い（第 67 図 a）。第 68 図 a に示した炭素・窒素同位体比のうち、Phase1 の炭素・窒素同位体比がともに低い個体は C4 雑穀を利用した金成人であり、比較的窒素同位体比が高く、炭素同位体比が比較的低い個体は農耕導入以前の中森期の人骨であり、海産物利用の影響をうけていると想定された。イノシシではヒトに比べると炭素・窒素同位体比の変動は非常に限定的である（第 68 図 b）。

人骨の炭素・窒素同位体比における時代変遷は、次のように解釈できる。まず、Phase3 の更新世人骨は、イノシシやネズミと類似した炭素・窒素同位体比を示していることから、陸上生態系を中心とした食生活を送っていたと推定される（第 69 図 c）。次に完新世初頭の Phase2 で人骨は 1 個体しかないが、炭素同位体比は陸上生態系と類似しており、肉食性が高かった可能性がある（第 69 図 b）。最後の完新世の Phase1 では、下田原期から無土器文化期の同位体比は比較的高いまま、炭素同位体比が上昇しており、海産物利用の影響と考えられる（第 69 図 c）。その後、中森期や近世では炭素同位体比が非常に高く、窒素同位体比は低い個体がみられ、近世のウシの同位体比と近似していることから、C4 植物であるアワなどの雑穀を多く摂取したと推定される。近世の個体には無土器時代と同程度の炭素同位体比のものもいるが、少し窒素同位体比が



第 68 図　人骨における炭素・窒素同位体比の時代変遷



第 69 図　各 Phase における人骨と動物骨の炭素・窒素同位体比の比較

低くなっており、C4 植物の影響と推定される。ただし C4 植物の利用は、牛などの家畜肉を経由している可能性も考えられる。

結語

白保竿根田原洞穴遺跡では、当初堆積構造が維持されていない撹乱層から更新世人骨が回収されたため、人骨資料で網羅的に分析を行うことが計画され、あわせて動物骨や木炭・土器付着炭化物でも積極的な年代測定が実施された。その結果 97 点という本邦では類例を見ない多数の放射性炭素年代測定データを得ることができたので、発掘による層序学的な検討とは独立して、較正放射性炭素年代の SPD という指標から遺跡利用の歴史について検討できた。その結果、更新世後期と完新世初頭、八重山新石器文化以降の 3 つの Phase の間では年代が分布していな時期が 2,000 年以上存在することがわかった。これが石垣島・西表島にヒトが生息しなかったことは意味しないが、白保竿根田原洞穴遺跡以外に八重山新石器文化以前の人間居住の証拠は見つかっていない。少なくとも、白保竿根田原洞穴遺跡の利用は更新世後期に始まったが、ヤンガードリアス期と相当する時期と完新世の下田原期以前に断続があり、連続とは言えない。

琉球諸島に生活した更新世人類集団の生業については、沖縄島のサキタリ洞穴遺跡で更新世の地層からモクズガニなどの水産物の遺存体や釣りばりである可能性のある貝製品が検出され、海洋適応（海産物利用）

の証拠として報告された（Fujita et al. 2016）。一方、本研究で分析した白保竿根田原洞穴の更新世人骨では、明確な海産物利用は完新世の 5,000 年前頃から明らかであるが、更新世では顕著では海産物利用が限定的である可能性が、古人骨コラーゲンの炭素・窒素同位体比から示された。大陸から離れた離島に生息した更新世人類集団という点で、琉球諸島の更新世遺跡群はヒトの拡散と適応を理解する上で重要であり、その多様な様相について新規の発掘と既存資料の高度分析でさらに研究する必要がある。

謝辞

本研究は、発掘調査を担当された沖縄県埋蔵文化財センターの仲座久宜氏、片桐千亜紀氏の多大な尽力によって実現した。人骨ならびに動物骨の採取には、土肥直美博士、徳嶺里江氏、藤田祐樹博士、山崎真治博士、波木基真博士、河野礼子博士のご協力を頂いた。分析とデータ解析には、覚張隆史博士、瀧上舞博士、内藤裕一博士、板橋悠博士、大森貴之博士、尾嵜大真博士、Enrico R. Crema 博士、東京大学総合研究博物館加速器分析室 MALT、（株）Paleo. Labo. の協力得た。記して謝意を表する。

本稿は筆者による予察的な解析結果なので、単名にて報告する。

〈引用文献〉

安里嗣淳 (2011)「先史時代の沖縄」第一書房 .

沖縄県立埋蔵文化財センター（2013）「白保竿根田原洞穴遺跡－新石垣空港建設工事に伴う気球発掘調査報告書－」

米田穣・覚張隆史・内藤裕一・板橋悠・瀧上舞・大森貴之・松崎浩之・小林紘一・廣田正史・伊藤茂 (2013). 白保竿根田原洞穴遺跡における人間活動の年代学的検討 .「沖縄埋蔵文化財センター調査報告書第 65 集 白保竿根田原洞穴遺跡－新石垣空港建設工事に伴う緊急発掘調査報告書－」(沖縄県立埋蔵文化財センター), pp. 201-209.

米田穣・板橋悠・大森貴之・尾嵜大真・覚張隆史・伊藤茂（2017）白保竿根田原洞穴遺跡から出土した人骨・動物骨・土器付着炭化物における炭素・窒素同位体比と放射性炭素年代の測定（本巻？）

Bronk Ramsey, C. (2009) Bayesian analysis of radiocarbon dates. Radiocarbon 51(4), 337-360.

Fijita, M., S. Yamasaki, C. Katagiri, I. Oshiro, K. Sano, T. Kurozumi, H. Sugawara, D. Kunikita, H. Matsuzaki, A. Kano, T. Okumura, T. Sone, H. Fujita, S. Kobayashi, T. Naruse, M. Kondo, S. Matsu'ura, G. Suwa and Y. Kaifu (2016) Advanced maritime adaptation in the western Pacific coastal region extendet back to 35,00-30,000 years before present. Proceedings of National Academy of Sciences, the United States of America 113, 11184-1189.

Kaifu, Y., M. Fujita, M. Yoneda, S. Yamasaki (2014) Pleistocene seafaring and colonization of the Ryukyu Islands, southwestern Japan. In "Emergence and Diversity of Modern Human Behavior in Paleolithic Asia" (Y. Kaifu, M. Izuho, T. Goebel, H. Sato and A. Ono, eds.), pp. 345-361, College Station：Texas A&M University Press.

Matsu'ura S. and Kondo M. (2001b) Dating of the Mikkabi human remains from Japan. Anthropological Science, 109：257.288.

Nakagawa, R., N. Doi, Y. Nishioka, S. Nunami, H. Yamauchi, M. Fujita, S. Yamazaki, M. Yamamoto, C. Katagiri, H. Mukai, H. Matsuzaki, T. Gakuhari, M. Takigami, and M. Yoneda (2010) The Pleistocene human remains from Shiraho-Saonetabaru Cave on Ishigaki Island, Okinawa, Japan, and their radiocarbon dating. Anthropological Science 118(3), 173-183.

Reimer, P.J., E. Bard, A. Bayliss, J.W. Beck, P.G. Blackwell, C. Bronk Ramsey, C.E. Buck, H. Cheng, R.L. Edwards, M. Friedrich, P.M. Grootes, T.P. Guilderson, H. Haflidason, I. Hajdas, C. Hatte, T.J. Heaton, D.L. Hoffmann, A.G. Hogg, K.A. Hughen, K.F. Kaiser, B. Kromer, S.W. Manning, M. Niu, R.W. Reimer, D.A. Richards, E.M. Scott, J.R. Southon, R.A. Staff, C.S.M. Turney, and J. van der Plicht (2013) IntCal13 and Marine13 radiocarbon age calibration curves 0–50,000 years cal BP. Radiocarbon, 55(4), 1869-1887.

Shakun, J.D. and A.E. Carlson (2010) A global perspective on Last Glacial Maxium to Holocene climate change. Quaternary Science Reviews 29, 1801-1816.

Stevens R.E. and R.E.M. Hedges (2004) Carbon and nitrogen stable isotope analysis of northwest European horse bone and tooth collagen, 40,000 BP-present：Palaeoclimatic interpretations. Quaternary Science Reviews 23, 977-991.

5 化石骨のフッ素含量と放射性炭素年代

吉 村 和 久（九州大学）
土 肥 直 美（元琉球大学医学部）
片桐千亜紀（沖縄県立博物館・美術館）
米 田　　穣（東京大学総合研究博物館）
仲座久宜・徳嶺里江（沖縄県立埋蔵文化財センター）

1. はじめに

白保竿根田原洞穴遺跡では多数の化石骨が出土し、その ^{14}C 年代は更新世末にまでさかのぼることが明らかになった（Nakagawa et al.,2010）。同じ試料に関してフッ素を分析することで、絶対年代指標としての有効性の検証をすでに行ったが、必ずしも期待される結果は得られなかった（沖縄県立埋蔵文化財センター ,2013）。今までも、化石骨のフッ素含量と ^{14}C 年代との相関性を明らかにする同様の試みがなされてきたが、明確な相関性は得られていない（Hogue,2006; Lyman et al.,2012）。白保竿根田原洞穴では、その後さらに多数の化石骨が出土し、^{14}C 年代が得られた試料数も増加した。そこで、ヒト化石骨について分析試料の採取法、溶解法、化学分析法に関する詳細な検討を行った。^{14}C 年代とフッ素濃度との相関に及ぼす諸因子を明らかにし、信頼性の高いフッ素年代を得るための指標を確立し、各層準からの 150 以上の化石人骨試料の分析を行い、出土層準との関連を明らかにした。

2. 原理

土壌のような堆積物に埋まっている骨は、接触している堆積物間隙水からフッ素を蓄積することが知られている。骨の主成分はヒドロキシアパタイト（HAP）（化学式：$Ca_{10}(PO_4)_6(OH)_2$）であり、HAP 中の水酸化物イオンと土壌間隙水中のフッ化物イオンが以下の反応式によりイオン交換反応を起こすことで、フッ素が骨に蓄積される。

$$Ca_{10}(PO_4)_6(OH)_2 + xF^- \rightarrow Ca_{10}(PO_4)_6(OH)_{2-x}F_x + xOH^- \quad (x \leqq 2) \quad (1)$$

間隙水中のフッ化物イオン濃度が一定に保たれ、さらに、間隙水の供給が継続的であれば、骨が堆積物中に埋まっていた期間と骨のフッ素濃度には正の相関が期待され、骨のフッ素濃度を相対年代指標として用いることができる。したがって、^{14}C 年代測定により絶対年代の決定された試料についてフッ素濃度と ^{14}C 年代の間に相関性を見出すことができれば、^{14}C 年代測定が困難な試料であっても、フッ素濃度から絶対年代を推定することが可能になる。

3. 骨試料の採取 , 溶解 , フッ素の定量法

フッ素濃度測定には強酸による骨試料の溶解とフッ素選択性電極を用いた電位差法が用いられている（Matsu'ura, 1981; 松浦 , 1991）。ヒドロキシアパタイトの溶解度は pH の低下とともに著しく大きくなるためである。本報告では、分析に供する試料量をできるだけ小さくすることを念頭に、イオンクロマトグラフィーをフッ素とリンの分析に用いた。この分析法を採用する際に問題となるのが試料の溶解法である。用いた強酸に由来する陰イオンがクロマトグラムに大きなピークを与えて、目的成分の分析を困難にすることがあるからである。そこで、炭酸塩の溶解に実績がある H^+ 形陽イオン交換樹脂を試料の溶解に用いた（Ichikuni and Tsurumi, 1990; Yoshimura et al., 2014）。H^+ 形陽イオン交換樹脂は固体の酸に相当する。

最終的に採用した分析法は次の通りである。先端までダイヤモンド粉が埋め込まれたダイヤモンドドリルを用いて、試料の表層から深さ約 1 mm までに限定して試料を採取した。この試料 1 mg と水 0.5 mL を 30

mL ポリプロピレン製投薬瓶にとり、H^+ 形陽イオン交換樹脂（Muromac AG 50W-X4,100-200 mesh）スラリー 1 mL を 5 mL ポリエチレン製注射筒を用いて加えた。この混合物を 3 時間振とうすると溶液の pH は約 3 まで低下し、リン酸塩である試料は完全に溶解する。この混合物を駒型 0.45 μ m メンブレンフィルターを取り付けた注射筒に移しろ過を行い、ろ液を分析に供した。電導度検出器を取り付けた Dionex 社製の ICS-90 型に AG12A ガードカラム、AS12A 分離カラム、メンブレンサプレッサー AMMS 300 を連結し、陰イオンの分離には $NaHCO_3^-Na_2CO_3$ 混合溶液を用いた。試料導入ループは 30 μ L であり、ラインや導入用のシリンジの洗浄を含めると 0.5 mL の試料液量があれば分析可能である。フルオロアパタイト $Ca_{10}(PO_4)_6F_2$（FAP, 和光 ,F/P 比 = 0.333）の分析を同時に行い、分析の信頼性に関する管理を行った。なお、同一試料溶液の繰り返し測定誤差は F/P 原子比にして ± 0.003（1 σ）であった。

4. フッ素分析の最適化

従来、リンの分析が煩雑であることも影響していると思われるが、試料の質量を基準とするフッ素含量が年代指標として用いられてきた。しかし、不純物を含む試料の場合、フッ素含量だけでは正確な指標とはなり得ない。イオンクロマトグラフィーではフッ素（フッ化物イオン）とリン（リン酸イオン）を 10 分程度で同時に測定することができるため、リン濃度を基準にしてフッ素との原子比を年代指標とする方が良い。また、この方法では試料量は 1 mg 前後で済み、完全溶解の必要もない。なお、この比を用いることは、従来用いられてきたフッ素含量を用いた年代判定基準と異なることになるが、従来法における試料純度を 100% と仮定すれば、フッ素濃度 1 % は F/P 比 0.098 に対応する。また、F/P 比はヒドロキシアパタイトで 0、フルオロアパタイトで 0.333 となり、これを超えることはない。

1）試料量

本法では F/P 比が得られれば良いので、イオンクロマトグラフィー分析用試料溶液調製の際に、イオン交換樹脂に付着残存する試料溶液まで完全に回収する必要はない。したがって、溶解に用いる溶液量を小さくすることができ、少量の試料での分析が可能となる。1 mg 以下であっても分析を行うことができた。図版 69 に示したように、採取痕は小さく今後の調査研究の際に支障をきたすことはない。

2）深さ方向のフッ素分布

骨の表面から内部へフッ素の拡散が起きる。骨の反対側の表面からも同様である。Kottler et al.（2002）による陽子線即発ガンマ線（PIGE）分析では、40 μ m 径のビームを骨の断面にあてることで局所分析を行い、1,000 ～ 5,400 年前のヒトおよび動物化石のフッ素濃度分布を得ている。いずれも骨の両側のフッ素濃度が高く内部に向かって低下した。

図版 70 に今回分析を行った試料の一例を示した。大腿骨であり、DNA 分析のために採取された厚さ 5 mm の部位において、表面から内部に向けて 1 mm 幅で試料を採取した。F/P 原子比分析結果はそれぞれ 0.163、0.132、0.102、0.097、0.086 となった。他にも大腿骨と尺骨について深さごとの分析を行ったが、すべて外側が高く内側表層が最も低い値を示し、外側表層に比べるとその濃度は約 1/2 に達することがわかった。Kottler et al.（2002）の試料とは異なり、管状の骨内部からフッ素の蓄積が起きにくかったためと考えられる。以上の結果を踏まえて、フッ素分析用の試料は表面から 1 mm

図版 69　試料を採取した化石骨

(a) 全容 ;(b) 試料採取痕（中央のくぼみ）

図版 70　SAOHB-525 大腿骨の切断面

以内を採取することにした。用いたダイヤモンドドリルでは深さ 1 mm、直径 1 mm の円錐状に試料が採取できる（図版 69（b））。

3）表面分布

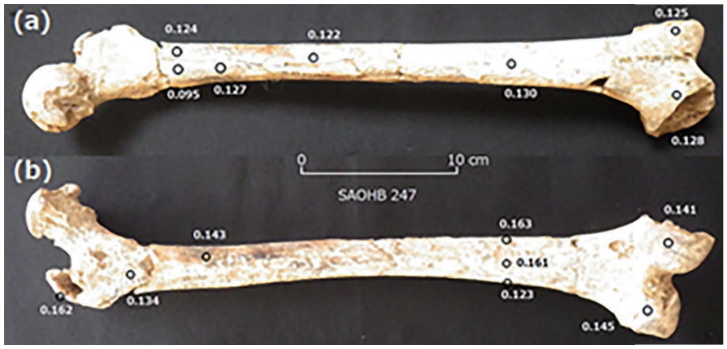
図版 71・72 に、分析を行った大腿骨試料を示した。（a）と（b）は同一試料の表裏の関係にある。フッ素とリンの分析を行った部位に○印と F/P 原子比を示した。3 個の大腿骨骨片が接合した試料（図版 72）では、F/P 比は 0.108 ～ 0.164 と採取位置によってかなり大きな違いがあるものの、その分布にははっきりとした規則性はなかった。ただし、（b）の低値を示す部分は表面が周囲よりも幾分えぐれていた。次に、ほぼ完全な大腿骨である SAOHB-247 では、0.095 ～ 0.163 であり、最小値は同様に表面が幾分くぼんだ部分であった。また、(a）の側の 0.095 ～ 0.130 に比べると（b）の側では 0.123 ～ 0.162 と高値であった。フッ素年代法の前提は、透水性が同じ堆積物中に化石骨が存在し、間隙水中のフッ化物イオン濃度が一定に保たれ、さらに、間隙水の供給が継続的であることである。化石含有堆積物間隙を間隙水が流動するためには、それを駆動する位置エネルギーが必要である。おもに滴下水によりフッ化物イオンは供給され、基本的には下方に緩やかに浸透したと考えられる。サイズの大きな図版 71 の大腿骨の場合、おそらく（b）面の方が（a）面よりも地下水循環がよく、（b）面が上方になるように埋没していたものと推定され、出土状態の記載と一致した（沖縄県立埋蔵文化財センター , 2013, p.199）。

図版 71・72 を詳細に観察すると、化石骨の表面は必ずしも均質でないことがわかった。そこで、F/P 比に影響を与える要因についてさらに詳細に検討を行った。

(i) 地下水流動方向に対する位置：SAOHB-247 のように大きな化石骨以外にも、頭骨片のように平面的な広がりを持つものでは、間隙水の流動方向との位置関係が大きく F/P 比に影響するものと予想される。SAOHB-1150 頭骨の外側が 0.098 であったのに対し内側は 0.120 と高く、同じ試料の表裏で大きな違いが見られた。この頭骨試料では、内側の方が間隙水の流動に関して上流側に位置し、その反対側の面へのフッ化物イオンの供給は相対的に小さかったものと推定される。地下水循環のよい上流側部位からの試料採取が望まれるが、どの部分が上流側になるかを知ることは難しい。したがって、この影響を避けるために、同一試料中の複数の部分の分析を行う必要がある。

(ii) 石灰質膠結物：骨のまわりに粘土や砂が炭酸塩で固結した石灰質膠結物が多量に付着したものがある。この膠結物は極めて固く締まっており、水で洗った程度では落とすことができないものであった。このような膠結物が、人骨によっては骨表面の多くを覆っている試料もあった。また、骨の片方の面のみに付着し、反対側の面にはほとんど付着していないという試料も観察された。このような膠結物が付着した人骨は、点検を行った人骨試料 447 点中 277 点に及んだ。これらの膠結物は方解石、石英、粘土鉱物からなり、石英と粘土鉱物の間隙を方解石が後から充填（セメント）して生成したものである。滴下水などとして方解石に関して過飽和の水が上方から供給される場合、方解石が沈殿する場は粘土層中ではない。堆積物の上や表層にある骨の周りで方解石の沈殿が生じ、堆積物の固結が起きたものと考えられる（吉村ほか ,

図版 71　SAOHB -247 の F/P 比分析結果

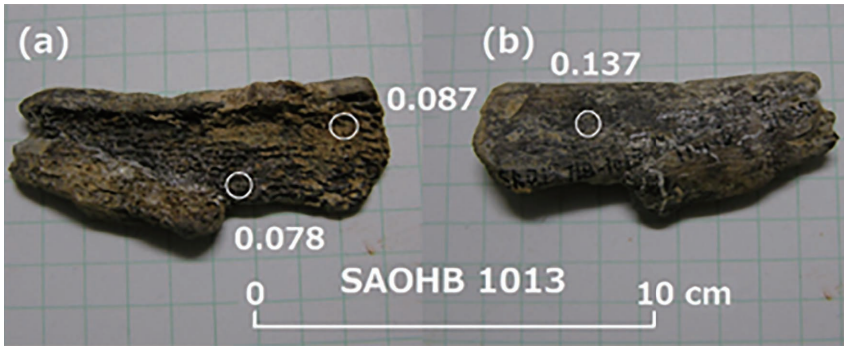


図版 72　SAOHB- 110/111/244 の F/P 比分析結果

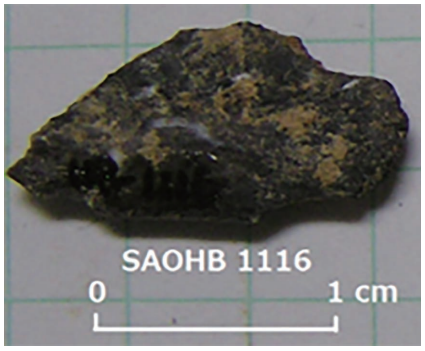
2012)。膠結物の存在する化石骨表面とそうでない表面では、間隙水の供給に違いが生じ、それはフッ素濃度に反映されるはずである。膠結物がなかった部分についてフッ素濃度を測定することが望まれる。

(iii) 赤色、黒色着色部：化石骨の表面は、着色層が薄く形成されている場合がある（図版 73・74)。それぞれの試料の着色部分の蛍光 X 線分析結果を第 25 表に示した。有色化合物を与える着色部分に関しては、相対的にマンガン含量が多いものの主要有色成分元素は鉄であった。堆積層中の貧酸素環境で堆積物に含まれるマンガンが Mn^{2+} としてまず溶出し、さらに貧酸素条件が進行すると鉄が Fe^{2+} として溶出する。おそらく、骨の有機物の分解が貧酸素環境形成に関与する。有機物の分解が終わると酸素分圧が上昇し、鉄は $Fe(OH)_3$ や FeOOH として赤褐色の沈殿物が、マンガンは MnO_2 として黒色の沈殿物が、骨表面において生成したものと考えられる。有色部分とそうでない部分における F/P 比を図版 73 中に示した。着色部分が著しく低値を与えることはなかった。着色成分の存在はフッ化物イオンの骨への吸着には大きな影響を与えていないことがわかった。

(iv) 噛み痕：骨試料には噛み痕のあるものがかなり存在する（第２章第２節 3-3)。図版 75 はその一例である。噛み痕によって生じた凹部の F/P 比は低値を与えた。噛み痕を含めて骨表面のくぼんだ部分の分析は避けることが望ましい。



図版 73　SAOHB -1013 四肢骨片



図版 74　SAOHB -1116 骨片

第 25 表　化石骨表面の着色部分の蛍光 X 線分析結果

	HB-1150 頭骨　H4 IIIE 層			HB-1013	HB-1116 骨片、H4	
	裏、赤褐色	裏、赤褐色（やや黒色）	表、着色なし		やや黒色	やや赤褐色
CaO (%)	49.1	39.4	29.1	37.4	80.6	30.9
P_2O_5 (%)	47.8	42.1	35.8	47.9	0.0	41.6
Fe_2O_3 (%)	2	3.9	1.6	0.6	5.7	1.5
MnO_2 (%)	0.1	0.6	0.1	0.3	1.6	0.0
SiO_2 (%)	0.0	12.2	31.9	13.7	0.0	23
K_2O (%)	0.8	0.5	1.3	0	1.6	0.9
TiO_2 (%)	0.1	0.0	0.4	0.1	0.0	0.0

装置：島津 EDX-720 型（定量法：ファンダメンタルパラメータ法）
分析者：三島章雄・辻美紀（九州大学大学院理学府化学専攻）

図版 75　SAOHB- 941 上腕骨

4）フッ素年代法のための試料採取法と分析値の採用指針

Lyman et al（2012）は化石骨のフッ素濃度に及ぼす因子を次のように整理している。

(i) 全骨格の中の部位（サイズ、密度、骨部位（骨幹と骨端)、骨組織（緻密質と海綿質)、年齢）
(ii) 堆積環境（堆積物の種類、孔隙率、地下水浸透能、温度）
(iii) 地下水の特性（フッ化物イオン濃度、pH、地下水循環速度）
(iv) 堆積してからの時間

これらの中の（i）～（iii）が同一条件に保たれていれば、骨試料中のフッ化物イオン濃度は堆積してからの時間と相関性を示すはずである。今回は、白保竿根田原洞穴遺跡から出土したものに限定したため、(ii) および（iii）に関しては、ほぼ条件を満足していると期待される。(i) に関しては、出土した化石骨の数にも制約があるため、すべてを統一することは不可能である。ただし、採取部位として緻密質に統一することはできるので、1）～3）の結果も踏まえて、試料採取法と分析値の採用指針は次のようにすることにした。

（i）緻密質部分の表面の深さ 1 mm 以内から採取する。

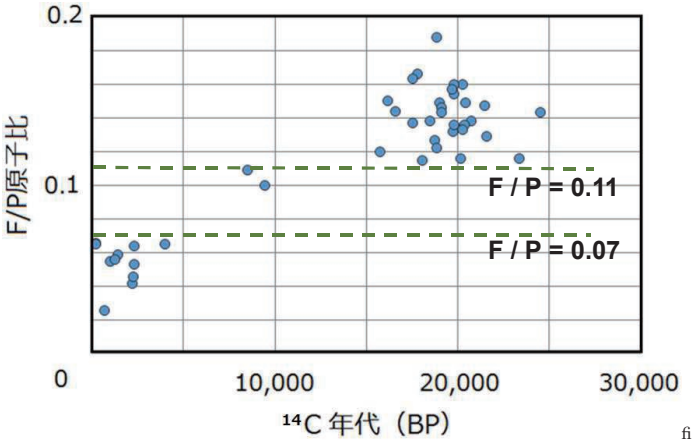
（ii）石灰質膠結物が厚く付着した部分は可能な限り避け、剥離や噛み跡などの痕跡のない滑らかな面あるいは凸部から採取する。

（iii）複数の部分から採取する。

（iv）上の 3）の（i)、(ii)、(iv）の影響は F/P 比に低値を与えるが、それを目視で判定できない可能性があるため得られた F/P 比の中から最も高い値を採用する。

5. 放射性炭素年代とフッ素含量

^{14}C 年代の明らかになった試料のフッ素とリンの分析結果に関してすでに報告した（沖縄県立埋蔵文化財センター、2013)。ただし、当時の分析法では分析に用いる試料量も多く、試料採取部位は今後の研究に支障をきたさない部位に限られた。また、^{14}C 年代測定に使用した試料を用いるなど、上で述べた条件を必ずしも満たさないものを用いた。そこで、^{14}C 年代の明らかになった全ての試料について、新たに試料を採取し分析を行った。4 で示した指標に従って分析を行うことで、従来報告されてきた相関性（Hogue, 2006; Lyman et al.,2012）と比較してより良好な相関関係を得ることができた（第 70 図)。妥当な回帰式に関する検討は今後の課題である。ただし、現時点でも、大まかな年代区分には非常に重要な情報を与える。すなわち、後述のように、F/P = 0.07 が下田原期と完新世初頭との境界、F/P = 0.11 が完新世初頭と更新世との境界の目安とすることができる。白保竿根田原洞穴遺跡に限定的ではあるが、F/P 比を年代指標として用いることが可能となった。



第 70 図　化石骨の ^{14}C 年代と F/P 原子比との関係

6. ^{14}C 年代のない試料のフッ素含量

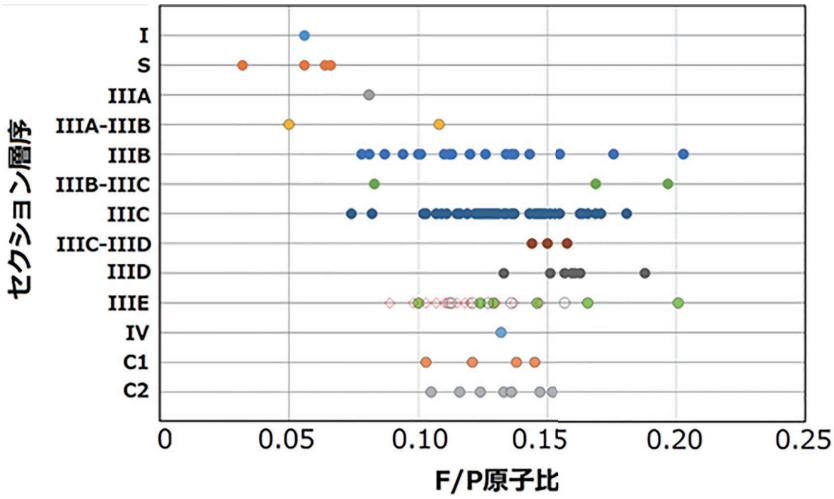
1）層序と F/P 原子比

第 70 図で検討したように、F/P 原子比は絶対年代の指標となることが明らかとなった。1,000 点を超える化石人骨試料は、セクション層序ごとに整理されているが、同一層序の中での絶対年代の分布は明らかになっていない。そこで、各層準からの計 150 を超える化石骨試料について分析を行った。下田原期の堆積層である S 層はすべて 0.07 以下の値である（なお、Ⅲ A 層は試料数が少なく、分析を行った上腕骨 SAOHB 648 は 0.081 と幾分高かった)。また、更新世末の堆積層であるⅢ C 層以下では、数点が低い値を示す他はすべて 0.11 以上の高値を示した。下田原期は 0.07 以下、更新世末は 0.11 以上という数値を基準とできそうである（第 71 図)。発掘調査で明らかとなった成層構造を有する層序の理解、^{14}C 年代、フッ素分析、すべてが整合的である。

2）Ⅲ B 層と F/P 原子比

Ⅲ B 層は完新世初頭の堆積層であり、下田原期と更新世末の中間層となっている。F/P 比の値はすべて 0.07 以上を示した。先に下田原期以前の指標とした 0.07 よりも大きな値であることから、より古い年代に

比定されることが明らかである。^{14}C による年代測定でも 9,000BP の値が得られた人骨があり、整合的である。しかし、^{14}C 年代値が得られていない半数以上の人骨がフッ素分析では更新世末人骨の標準とした 0.11 以上の値を示している。このことから、Ⅲ B 層にはⅢ C 層以下が主体となっている多くの更新世末人骨が混入していることがわかる。



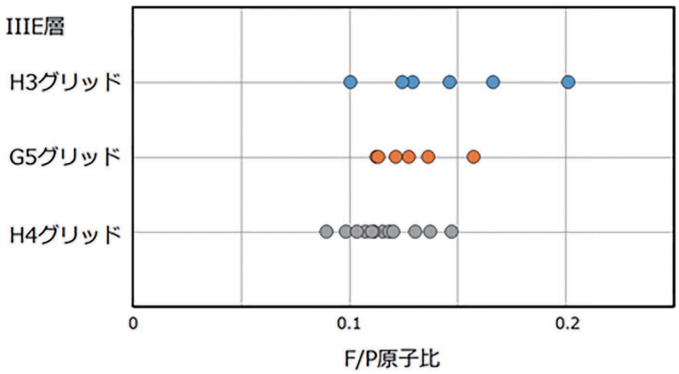
第 71 図　セクション層序ごとの F/P 原子比の分布

この原因については、土肥らの報告に詳しい（第２章第２節 3-1）。土肥らの調査によって、Ⅲ A 層やⅢ B 層の人骨と更新世人骨が接合することが確かめられている。その解釈としては、更新世末の人骨群は土中に埋めない葬法によって葬られたこと、洞穴内の土壌堆積速度が遅いことにあるとしている。人骨はレスや非石灰岩の風化残渣からなる土壌堆積物によって徐々に埋まっていくが、考古学的層序を越えても一部の人骨は露出していたとしていたとしても不自然ではない。このため、完新世初頭の人類がこの場所を別の目的で利用した際に、更新世人骨の一部がⅢ B 層の土壌堆積に混ざってしまったと理解することができる。

Ⅲ B 層は解体痕も有するイノシシ骨や石器・石材を主体とする層である。人骨はⅢ B 層全体から見ればごくわずかに含むのみであり、更新世末とは明らかに洞穴の利用方法が変わっている。人骨も 2 点が ^{14}C によって 9,000BP 前後の値が得られているが、フッ素分析でも明らかなように、大半の人骨は更新世人骨に属すると考えられる。このⅢ B 層を中心としてⅢ A- Ⅲ B 層、Ⅲ B- Ⅲ C 層としてとりあげた人骨がある。Ⅲ A- Ⅲ B 層として取り上げた人骨 2 点は 1 点が 0.07 以下、1 点が 0.11 であった。0.07 以下の値を持つものはⅢ A 層に由来し、0.11 の値を持つものは完新世初頭あるいは更新世に由来するものとして理解できる。また、Ⅲ B- Ⅲ C 層としてとりあげた人骨 3 点には 0.07 以下の値を示すものはなく、下田原期に由来するものが含まれていない。1 点が 0.083 であることから完新世初頭に、残りの 2 点は 0.169 と 0.197 であり 0.11 以上であることから更新世人骨に属すると考えて良さそうである。

3）Ⅲ E 層と F/P 原子比

H4 グリッドⅢ E 層は、最下層部に相当し、SAOHB-1027/31 大腿骨の ^{14}C 年代は 23,400 BP である。しかし、この試料については、F/P 比は 5 箇所の分析を行ったにもかかわらず、0.094 ～ 0.116 の範囲の値となりかなり低い値を取った。SAOHB-1000 以降は崩落礫下の陰となる部分から主に出土した同一個体であり、H3 および G5 グリッドの人骨はそれぞれ別固体である。Ⅲ E 層をさらにグリッドごとに細分してプロットしたものを第 72 図に示した。とくに H4 グリッド人骨に関しては、上で設定した更新世と完新世初頭の境界値としての F/P = 0.11 よりも低いものが複数存在した。H4 グリッド人骨の多くが崩落礫の重なった陰から出土したことが、この低値に影響している可能性が高い。すなわち、土壌間隙水を通じたフッ化



第 72 図　Ⅲ E 層のグリッドごとの F/P 原子比の分布

物イオンの供給速度が他とは異なっていることが考えられる。今回のように、出土状況に関する詳細にわたる情報があれば、F/P 原子比がもたらす情報の質をより向上できることは明らかである。

7. おわりに

今回のフッ素分析によって、^{14}C 年代測定によって年代を得ることができなかった人骨あるいは ^{14}C 年代測定を実施していない人骨において、下田原期、完新世初頭、更新世末の人骨群を区別することができるようになった。その分析結果も発掘調査によってなされた層序の理解と極めて整合的であることが示された。

4 に示した指標に従って分析試料を採取することで、骨試料の F/P 原子比と ^{14}C 年代との間に今までに例のない高い相関性が成立することがわかった。この指標の普遍性は高く、フッ素年代法は ^{14}C 年代と相補的な役割を果たすものと期待される。

〈参考文献〉

S. H. Hogue (2006)：Evaluating the reliability of fluoride dating at two prehistoric mound sites in Mississippi, *Journal of Field Archaeology,* 31, 307-315.

M. Ichikuni and M. Tsurumi (1990)：Determination of traces of fluoride in carbonate minerals by ion chromatography, Analytical Sciences, 6, 111-113.

C. Kottler, M. Dobeli, U. Krahenbuhli and M. Nussbaumer (2002)：Exposure age dating by fluorine diffusion, *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B*, 188, 61-66.

R. L. Lyman, C. N. Rosania and M. T. Boulanger (2012)：Comparison of fluoride and direct AMS radiocarbon dating of black bear bone from Lawson Cave, Missouri, *Journal of Field Archaeology*, 37(3), 226-237.

S. Matsu'ura (1981)：Determination of fluorine in fossil bone with an ion-selective electrode. Bulletin of the National Science Museum, Tokyo, Ser.D,, 7, 9-16.

松浦秀治 (1991)：イオン電極を用いたフッ素の定量 . 国立歴史民俗博物館報告 , 29, 235-24

R. Nakagawa, N. Doi., Y. Nishioka, S. Nunami, H. Yamauchi, M. Fujita, S. Yamazaki, M. Yamamoto, C. Katagiri, H. Mukai, H. Matsuzaki, T. Gakuhari, M. Takigami and M. Yoneda (2010)：Pleistocene human remains from Shiraho-Saonetabaru Cave on Ishigaki Island, Okinawa, Japan, and their radiocarbon dating. Anthropological Science, 118(3), 173-183.

沖縄県立埋蔵文化財センター (2013)：『白保竿根田原洞穴遺跡－新石垣空港建設工事に伴う緊急発掘調査報告書－』沖縄県立埋蔵文化財センター調査報告書第 65 集沖縄県立埋蔵文化財センター .

K. Yoshimura, K. Kurisaki, T. Okamoto, M. Fujikawa, Y. Ikeda, T. Yamada and H. Matsuda (2014)：Sulfide ore smelting at the Naganobori Copper Mine recorded on speleothems from the Ogiri No. 4 Pit on the Akiyoshi-dai Plateau, Yamaguchi, Japan. ISIJ International, 54(5), 1147-1154.

吉村和久・片桐千亜紀・藤田祐樹・山崎真治・土肥直美・鮎沢潤・栗崎弘輔 (2012)：固結堆積物から見た化石骨の埋没環境 . 洞窟学雑誌 , 37, 55-64.

6 出土人骨のミトコンドリア DNA 分析

篠田謙一・神澤秀明・中垣裕貴（国立科学博物館人類研究部）
安達登・角田恒雄（山梨大学医学部法医学講座）

要約

白保竿根田原洞穴遺跡から出土した人骨から DNA を抽出し、APLP 法と次世代シークエンサを用いたミトコンドリア DNA のハプログループの決定を試みた。合計で 21 サンプルの分析を行ったが , 安定した結果を得ることができたのは 2 体分に留まった。それらはいずれも 1,000 年～ 2,000 年ほど前の人骨であり、今回は旧石器時代人骨にさかのぼるサンプルの DNA 分析は出来なかった。今回用いた方法では古代 DNA の特徴である長さが 30 塩基から 50 塩基程度の短いものを効率的に解析できていない。旧石器人骨の DNA は短い断片となっていると考えられるので、これらのサンプルから遺伝情報を抽出するためには , 更に方法を改良する必要があることを確認した。また , 得られた DNA 情報から、文化的には異なるとされる 2,000 年ほど前の石垣島と沖縄本島には , 同じミトコンドリア DNA ハプログループを持ったヒトが存在したことが明らかとなった。このことは琉球列島での文化の変遷と集団の関係について、新たな枠組みで捉え直す必要があることを示唆している。

はじめに

白保竿根田原洞穴遺跡は , 沖縄県石垣島にある旧石器時代から近世・近代にかけての複合遺跡である。特に旧石器時代に遡る多数の人骨が出土しており , その形態と共に遺伝的な特徴に興味が持たれた。我々は発掘当初からその DNA 分析に携わり、2013 年に発行された報告書（篠田・安達 ,2013）では旧石器時代から下田原期にいたる 11 サンプルについて分析を行った結果を報告した。今回は , その後に発掘された人骨及び、それまでに発掘されていながら DNA 分析を試みていなかったサンプルについて分析を行ったので報告する。なお後者については、Nakagawa et al. (2010) に報告がある。

なお前回の分析以降 , 古代 DNA 分析は従来の PCR 法を用いた分析から、次世代シークエンサを用いた方法に変わりつつある。そこで今回はその双方を併用し , 結果の再現性も含めた検定を行った。

材料および方法

分析に用いた試料と分析部位は第 26 表に示した 21 サンプルである。基本的には同一の個体から複数のサンプルを採取することは避けているが、出土した人骨は多数の破片に分かれており、全てが異なる個体から得られた保証はない。破片同士の関係については、本報告書の土肥らの論考を参考にされたい。これまでの研究で用いてきた大臼歯や四肢骨の緻密質に加え , 今回はより DNA 分析の成功率が高いとされる側頭骨錐体部も分析試料として用いることにした（Gamba et al., 2014）。なお、DNA 分析にともなうサンプルの破壊が形態学的な研究の妨げになることを避けるために、各試料についてできるだけ精巧なレプリカを作成した後に実験を行った。また、側頭骨錐体部については、CT 撮影をおこなった後に実験に用いた。

第 26 表　実験に用いた白保竿根田原出土の人骨

№.	人骨番号	ｸﾞﾘｯﾄﾞ・出土地	部位	未較正年代
1	2	C1 洞埋没本洞 化石ホール	右頭頂骨	20,416 ± 113
2	5	C1 洞埋没本洞 コウモリホール	左頭頂骨	998 ± 61
3	6	C1 洞埋没本洞 3-50 付近	左大腿骨	2,312 ± 58
4	7	C1 洞埋没本洞 化石ホール 水流ポイント	左頭頂骨	
5	8	C1 洞埋没本洞 化石ホール	右腓骨	15,751 ± 421
6	502	H6	大腿骨	
7	515	H6	脛骨	
8	525	H6	大腿骨	
9	620	G8	上腕骨 (左･未成人)	
10	621	G8	腓骨	20,392 ± 103
11	772	G5 西ベルト	上顎右 M3	
12	841	G5 西ベルト	下顎左 C	
13	922	G5 西ベルト	上腕骨（左）	20,267 ± 55
14	929	I6 東ベルト	上腕骨（左）	(18,881 ± 67)
15	953	H5 北	下顎右 M3	
16	994	H4	上顎右 M3	
17	1000	H4 西壁	大腿骨（左）	
18	1023	H4	上顎左 M3	
19	1027	H4	大腿骨（右近位）	23,400 ± 64
20	1043	H4	側頭骨	
21	1085	H4	上腕骨（右）	

* 年代は Nakagawa et al. (2010) による

DNA の抽出方法

DNA の抽出は Adachi et al.（2013）に従って行った。サンプルは、DNA 除去液（DNA Away, Molecular Bio Products）に 15 分間浸漬後、DNase/RNase free の滅菌蒸留水で洗浄し、UV リンカーにより、45 分間の紫外線照射を上下面の双方に行うことで試料表面の DNA の除去を行った。乾燥させた後、錐体は内耳を露出するように切断し、内耳部のみをデンタルドリルで削り、DNA 抽出のための試料粉末を得た。大臼歯は、表面をデンタルドリルで削り落とし、再度上記の洗浄と乾燥を行った。次に歯根部をダイヤモンドディスクで切断し、切断面から歯科用ドリルを挿入して歯髄の内腔壁を削り、DNA 抽出のための試料粉末（約 200mg)を得た。試料粉末に 8 ml の EDTA pH 8.0 の溶液を加え、56℃で低速回転させながら一晩脱灰を行った。その後、溶液を 8000 rpm で 1 分間遠心して上清を除去し、残存したペレットに再度 8 ml の EDTA pH 8.0 の溶液を加え、56℃で低速回転させながら、さらに一晩脱灰を行った。脱灰後、溶液を 8000 rpm で 1 分間遠心して上清を除去し、残存したペレットに 1000 µl の Genomic Lyse buffer（Genetic ID）および 50 µl の 20 mg/ml proteinase K を加えて懸濁し、低速回転させながら 56℃で一晩かけてタンパク質を溶解した。溶解後の溶液を 1500 µl のフェノール・クロロホルム・イソアミルアルコール（25：24：1）および 1500 µl のクロロホルムで抽出したのち、Fast ID DNA extraction kit（Genetic ID）を用いて DNA 溶液を得た。DNA の溶出には、65℃に加温した 130 µl の Buffer EB（QIAGEN）を用いた。

APLP 法によるミトコンドリア DNA ハプログループ分析

APLP 法（Amplified Product-Length Polymorphism method）によるミトコンドリア DNA ハプログループ分析は 安達他（2014）と Kakuda et al.（2016）に従って実行した。まず、ミトコンドリア DNA のマクロハプログループである M および N と、それぞれの下位のハプログループを決定するプライマーセット M および N を用いた 6-plex の PCR を行い、マクロハプログループの M と N の判定およびその下位のハプログループの推定を行った。更にハプログループを細分するために、プライマーセット M8 および M9 を細分するセットでの 6-plex PCR を行った。PCR 条件は、95℃ 15 分の後、94℃ 30 秒、64℃ 5 分を 5 サイクル、さらに 94℃ 30 秒、64℃ 90 秒で 33 サイクル行い、最後に 72℃ 3 分反応させて 12℃で保存した。得られた PCR 産物は、ポリアクリルアミドゲル（10 % T、5 % C）を使用し、150 ～ 250V で分離後、SYBR® greenI（Thermo Fisher Scientific）にて 30 ～ 90 分染色を行い、トランスイルミネーターを用いて PCR 産物を可視化し、ハプログループの判定を行った。

次世代シークエンス分析用ライブラリの作成

NGS を用いて抽出した DNA を分析するために、最初に Meyer and Kircher（2010）の方法を用いて NGS 分析用ライブラリの作成を行った。アダプターライゲーション後の PCR 反応には、Multiplex PCR Kit（QIAGEN）を用い、95℃ 15 分の denature 反応後、12 サイクルの PCR 反応（95℃ 20 秒、65℃ 30 秒、72℃ 30 秒）を行った後、72℃ 10 分を追加し、最後に 4℃で保存した。精製は AMpureXP で行い、50 µl の Buffer EB で溶出した。

第 2 ラウンドの PCR 反応は AccuPrime Pfx DNA polymerase（Life Technologies）を使用し、5 µl の DNA ライブラリと 5 µl の 10X AccuPrime Pfx Reaction Mix、更に 5 µl の PE-Post1-Oligo と PE-Post2-Oligo 1000 nM を加えて混合したのち、反応溶液を 50 µl まで H2O でメスアップして実験を行った。95℃ 2 分の denature 反応後、8 サイクルの PCR 反応（95℃ 15 秒、60℃ 30 秒、68℃ 70 秒）を行い、4℃で保存した。精製は QIAquick PCR purification kit（QIAGEN）を用い、30 µl の Buffer EB で溶出した。なお、第 1 ラウンド および第 2 ラウンドの PCR 反応で増幅されたライブラリの断片長と濃度は High Sensitivity DNA D1000（Agilent Technologies）を用いて確認した。

ミトコンドリアゲノムの分析
（DNA のキャプチャおよびシークエンス）

調整した NGS 用ライブラリには、古代人由来の核 DNA やミトコンドリア DNA に加えて、死後に骨や歯に侵入したバクテリアなどの混入 DNA が含まれている可能性がある。先行研究でも古人骨から抽出した DNA では多くの場合、バクテリア由来の DNA が全体の 99% を占めており、古代人由来の DNA はわずかであることが指摘されている（Green et al., 2010）。このようなライブラリから効率的に古代人のミトコンドリア DNA の分析を行うために、NGS 用ライブラリに含まれるヒトミトコンドリア DNA に由来する DNA 断片を、Maricic et al.（2010）の方法を用いて濃縮を試みた。

濃縮に必要な 1-2 μg のライブラリは AccuPrime Pfx DNA polymerase で３ラウンド目の PCR を行い、QIAquick PCR purification kit（QIAGEN）で精製することで取得した。濃縮後のライブラリは再度 AccuPrime Pfx DNA polymerase を用いて 14 サイクルの PCR 反応を行い、同様に QIAquick PCR purification kit で精製した。精製したライブラリに含まれる DNA の断片長と濃度は、High Sensitivity D1000 を用いて確認した。ライブラリのシークエンスには MiSeq（Illumina）を使用し、MiSeq Reagent Kit v2（300 Cycles）を用いて、アダプターに挟まれている DNA 配列を両端から 150 塩基ずつシークエンス（ペアエンドリード：R1、R2）をすることでデータを取得した。

（配列データのマッピングおよびデータフィルタリング）

得られた DNA 配列のマッピングおよびデータのフィルタリングは Kanzawa-Kiriyama et al.（2016）の方法に一部修正を加えて行った。初めに、リード R1 にアダプター配列 AGATCGGAAGAGCACACGTCTGAA

CTCCAGTCAC******（* はインデックス配列）を含むペアエンドリードのみを抽出し、シークエンスの際のインデックスの分類ミスをできるだけ除去した。

その後、FASTX-Toolkit（http：//hannonlab.cshl.edu/fastx_toolkit/）に含まれるソフトウエア fastx_clipper（パラメーター：-a AGATCGG -n -l 11）を用いて、得られた 150 塩基の R1、R2 にあるアダプター配列のトリミングと 11 塩基以下のリード長の DNA の除去を行った。トリミング後のデータから同じく FASTX-toolkit 中のプログラムのひとつである fastq_quality_trimmer（パラメーター：-t 25 -l 11）を用いて低クオリティのベースコールを除去した。除去後の R1 と R2 はソフトウエア fastqjoin（https：//code.google.com/p/ea-utils/wiki/FastqJoin）を用いてマージした（パラメーター：-m 11）。マージされたリードのみを、ソフトウエア BWA（Burrows-Wheeler Aligner）（Li and Durbin, 2009）を用いてヒトのリファレンスゲノム（hg19）へマッピング（bwa-0.7.8,aln）し、SAMtools（Li et al., 2009）を用いて SAM フォーマットへ変換した。

マップされたリードのうち、35 塩基以下のリード長の DNA 断片は、バクテリア由来の DNA とのミスマッピングが生じやすいので解析から除去した。なお、リード長は挿入・欠失の有無に関係なく、リファレンスゲノムにマッピングされた領域のスタートサイトとエンドサイトから計算した。

ヒトの核ゲノム上にはミトコンドリア DNA に由来する配列領域（NUMT：nuclear copies of mitochondrial DNA）が存在する。そのため、本来ミトコンドリア DNA にマップされるべきリードが誤って NUMT にマップされる場合や、逆にミトコンドリアゲノムにマップされた場合でもその信頼性（mapq：mapping quality）が低く判断されることがある。そこで NUMT に誤ってマップされたリードをミトコンドリアゲノム（rCRS：revised Cambridge Reference Sequence、Andrews et al.、1999）へ再マッピングした。

手法としては、Fu et al.（2014）の方法に一部修正を加えて NUMT の検出を行った。具体的には、ウィンドウサイズを 25 mer として、rCRS の 16569 bp の末端からスライディング・ウィンドウで配列を回収し、得られた配列を BWA でリファレンスゲノム（hg19）にマッピングした。次に 25 mer のリードが常染色体・性染色体上に連続してマップされた領域をひとつのグループとして、グループ間の距離が 2kb 以下の場合はグループをひとつにまとめ、それらの領域を NUMT とした。続いて、各ライブラリでリファレンスゲノ

ムにマップされたリードのうち、NUMT の一部もしくは全て重なっているもの、およびミトコンドリアゲノムにすでにマップされているリードを BWA で rCRS に再マッピングした。この際、マッピングの作業でもマップされなかったリード（SAM フォーマットのフラグ 0、フラグ 16 以外）は除去した。

さらに、依然として残っていると考えられるシークエンスの際のインデックスの分類ミスによるクロスコンタミネーションを、Kanzawa-Kiriyama et al. (2016) の方法で除去した。同一の鋳型に由来する重複リードはソフトウエア PickingBases（パラメーター：--use-n --ignore-strand）（Kanzawa-Kiriyama et al., 2016）を用いてひとつにまとめた。さらにマップされたリードのうち、マッピングのクオリティ（mapq）が 20 以上（マップエラー率が 1% 以下）のリードのみを残した。

（DNA データの信頼性およびミトコンドリア DNA ハプログループの推定）

古代 DNA では、死後に DNA 配列のシトシン塩基に脱アミノ化が起こる現象が知られている（Briggs et al.、2007）。また DNA の長さもほとんどが 200 塩基以下の長さに断片化しているため、ヒトリファレンスゲノムにマップされたリード長が長いものはコンタミネーションの可能性がある。従ってリードの長さも古代人由来の DNA であるかの判断材料となる。シトシン塩基の脱アミノ化はリードの末端に高い頻度で起こり、脱アミノ化によってウラシル塩基となったシトシン塩基は、PCR による増幅を経てチミン塩基に置換される。そのため、リファレンスゲノムのシトシン塩基がマップされたリードでは、チミン塩基として観察される（以下 C/T と記載）。相補鎖のシトシン塩基に脱アミノ化が起きた場合、グアニン塩基がアデニン塩基に置換される（以下、G/A と記載）。そこで rCRS に再マップされたリードを用いて、そのリード長と C/T および G/A の割合を調べて、マップされたリードが古代 DNA に見られる特徴を有しているかどうかを判定した。

ハプログループを判定するために、ゲノムビューワである IGV（Integrative Genomics Viewer）（Robinson et al., 2011）を用いてミトコンドリアゲノムにマップされたリードを目視で確認し、各ハプログループに固有の変異の有無を確認した。ハプログループごとの変異リストは、PhyloTree-Build 16（vanOven and Kayser, 2009）を参照して作成した。最後に、判定されたハプログループの結果を APLP 法で得られた結果と比較した。

結果

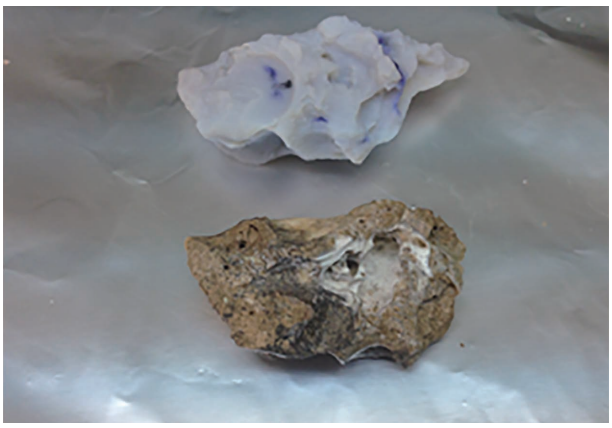
DNA 抽出

歯および長幹骨の緻密質からの DNA 抽出方法は、これまでもいくつかの論文で報告してきた（例えば、Adachi et al., 2009、篠田 , 2014 など）。そこで、本報告書ではそれらの処理については割愛し、今回初めて試みた側頭骨（No.1043）の DNA 抽出のみについて記載する。

図版 76 はサンプルの側頭骨である。まずこのサンプルの CT スキャンデータをもとに、3D プリンタを用いてレプリカを作成した。そのモデルを元にサンプルの採取部位を検討し、実際にドリルを用いてサンプリングを行った。側頭骨の中で実際に DNA を含んでいると考えられるのは内耳を形成している緻密質の部分なので、まずそこにいたる外壁の骨を取り去り、その後にドリルで内耳骨の壁を削って、得られた骨粉を DNA 抽出用のサンプルとした（図版 77）。

これらの操作によって、白保のサンプルは一般に硬質でかなり化石化が進んでいることが確認された。EDTA を用いた脱灰処理では、通常有機物が残っていると溶液中にその残滓が確認できるが、白保のサンプルの場合はそれをほとんど確認できなかった。これはサンプルが DNA をあまり含んでいないことを示しており、以下の実験もそれを確認するものになった。

図版 76　DNA 抽出に用いた側頭骨
サンプル（No.1043）



図版 77　サンプルと 3D レプリカ
（サンプルの内部を削っている）

APLP 分析

APLP 分析の結果を第 27 表および第 73・74 図に示した。解析を行った 21 サンプルのうち、何らかの情報が得られたのは 5 サンプルであった。ただし、No.5 に関してはマクロハプログループの大分類である M、N の区分までしかできなかった。ハプログループの特定が出来たのは 4 サンプルだが、No.8 に関しては増幅バンドが薄く、判定に疑問が残った。さらに同じハプログループ M9a と判定された No.6 とは年代差が 13,000 年ほどあり、両者が同一ハプログループに属するというのは考えにくいため、クロスコンタミネーションの結果を見ている可能性がある。

それ以外では、No.620 が A、側頭骨サンプルである No.1043 が M8a と判定された。いずれも年代が未確定なので判断は難しいが、出土した層序から考えると 10,000 年以上前のサンプルであり、基本的に大陸中央～北方に起源を持つこれらのハプログループがこの遺跡から見つかるというのは考えにくい。特に M8a は発掘に中心的に係わった研究者の持つハプログループであり、発掘担当者からのコンタミネーションの結果を見ている可能性が考えられる。

第 27 表　APLP法によるミトコンドリアハプログループ分析の結果

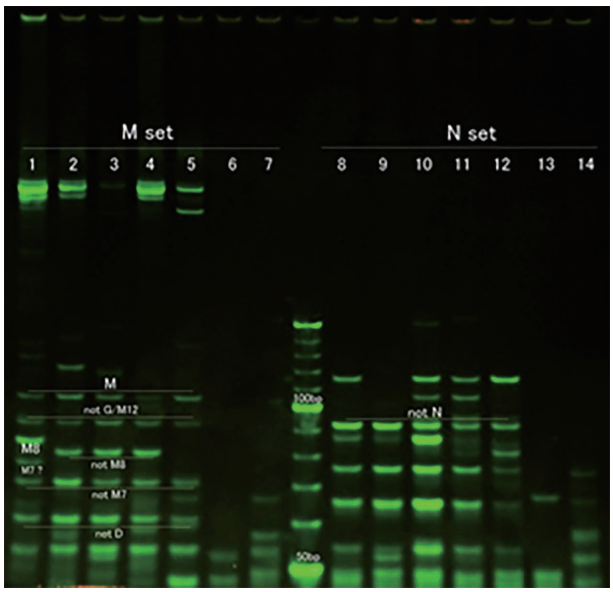
№.	人骨番号	ハプログループ	部位	未較正年代
1	2	N.D.	右頭頂骨	20,416 ± 113
2	5	M*	左頭頂骨	998 ± 61
3	6	M9a	左大腿骨	2,312 ± 58
4	7	N.D.	左頭頂骨	
5	8	M9a?	右腓骨	15,751 ± 421
6	502	N.D.	大腿骨	
7	515	N.D.	脛骨	
8	525	N.D.	大腿骨	
9	620	A	上腕骨 (左)	
10	621	N.D.	腓骨	20,392 ± 103
11	772	N.D.	上顎右 M3	
12	841	N.D.	下顎左 C	
13	922	N.D.	上腕骨（左）	20,267 ± 55
14	929	N.D.	上腕骨（左）	(18,881 ± 67)
15	953	N.D.	下顎右 M3	
16	994	N.D.	上顎右 M3	
17	1000	N.D.	大腿骨（左）	
18	1023	N.D.	上顎左 M3	
19	1027	N.D.	大腿骨（右近位）	23,400 ± 64
20	1043	M8a	側頭骨	
21	1085	N.D.	上腕骨（右）	

*ND：検出不能　** 年代は Nakagawa et al. (2010) による

以上、今回の APLP 分析の結果は判定に疑問を残すものが多かった。APLP 分析から言えることは、全体として白保のサンプルは DNA の残量が極めて少ないこと、特に厳密なサンプリングを行っている 2013 年以降の発掘で得られたサンプルからは、ほとんどデータを得ることが出来ていないのは、そもそも白保竿根田原洞穴から出土した人骨には、ごく微量の DNA の残存しか期待できないことを示していると考えられる。

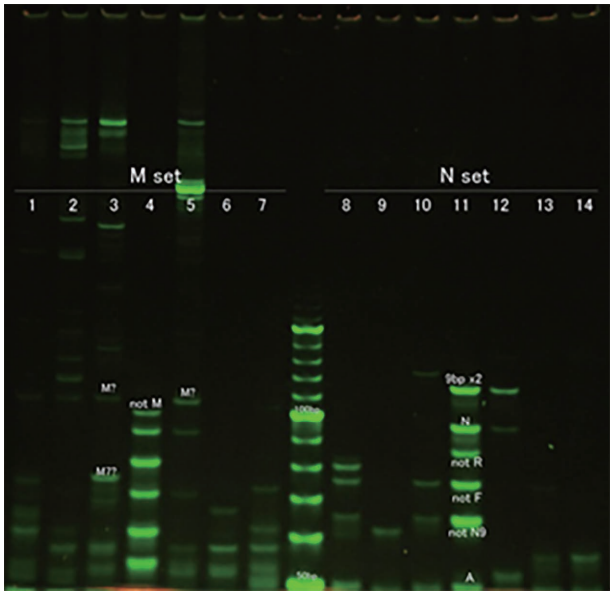
NGS による分析

より詳細なハプログループを明らかにすることを目的として、NGS による分析からミトコンドリアゲノムの決定を試みた。また、APLP 分析で判定できなかった試料についてもいくつかのサンプルを選んで分析をおこない、ハプログループの判定を試みた。



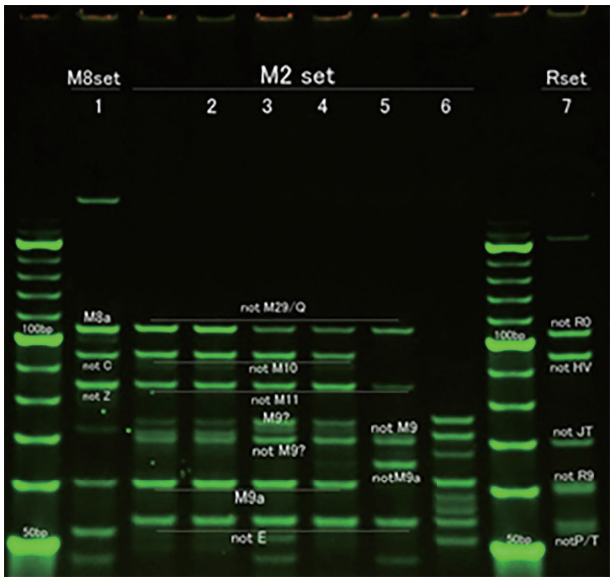
第 73 図　No.1043、No.8、No.6、No.2、No.5、No.7 の APLP 分析

ハプログループ M と N の分類を行うプライマーセットを用いた No.1043、No.8、No.6、No.2、No.5、No.7 の APLP 分析の結果。レーン 7 と 8 の間はサイズマーカー、レーン 1 － 6 はハプログループ M を細分する分析で、サンプルの並びは、1：No.1043、2：No.8、3：No.6、4：No.2、5：No.5、6：No.7、7：Negative Control。レーン 8-14 はハプログループ N を細分するセットによる実験結果。サンプルの並びは M のセットと同じ。



第 74 図　No.502、No.515、No.525、No.620、No.621 の APLP 分析

ハプログループ M と N の分類を行うプライマーセットを用いた No.502、No.515、No.525、No.620、No.621 の APLP 分析の結果。レーン 7 と 8 の間はサイズマーカー、レーン 1 － 6 はハプログループ M を細分する分析で、サンプルの並びは、1：No.502、2：No.515、3：No.525、4：No.620、5：No.621、6：Blank Control、7：Negative Control。レーン 8-14 はハプログループ N を細分するセットによる実験結果。サンプルの並びは M のセットと同じ。



第 75 図　No.1043、N0.8、No.6、No.2、No.5、No.7 の細分 APLP 分析

ハプログループ M と N の分類を行うプライマーセットを用いた No.1043、N0.8、No.6、No.2、No.5、No.7 の APLP 分析の結果。左端およびレーン 6 と 7 の間はサイズマーカー、レーン 1 － 6 はハプログループ M を細分する分析で、サンプルの並びは、1：No.1043、2：No.8、3：No.6、4：No.2、5：No.5、6：No.7、7：Negative Control。

ミトコンドリアゲノムを濃縮した DNA ライブラリを MiSeq でシークエンスし、364 ～ 2、549 メガリードの DNA 配列データを始めに取得した（第 28 表）。rCRS への再マッピング後にミトコンドリアゲノムに由来すると判定されたリード数は、得られたデータの 0 ～ 6% 程度であり、濃縮後の試料としては著しく少なかった。フィルタリング後の最終的なユニークリード数は 0 ～ 16、723 本であった。なお、No.1043 の側頭骨錐体から得たリード数は 30 本であった。

得られたリード数は限定的ではあったが、比較的リード数の得られた 6 個体についてはさらに解析を進めた。最初に得られたデータが古代人に由来する DNA であるか否かの検証を行った。

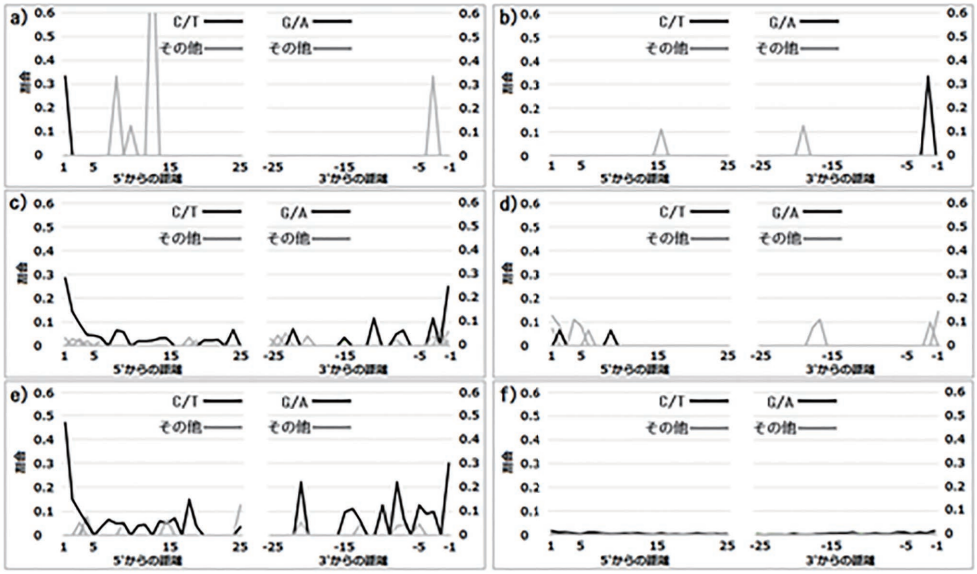
古代人の NGS データでは、リードの末端に生じるシトシンの脱アミノ化の検出及び割合の算出によって判定することが一般的である（Green et al., 2010; Fu et al., 2014; Gamba et al. 2014; Kanzawa-Kiriyama et al., 2016）。脱アミノ化の指標となる C/T、G/A の変異が 5’ 末端および 3’ 末端に検出されたのは、No.5、No.6 の 2 個体であった（第 76 図）。No.1043 は得られたリード数が少ないことから判断は限定的であるが、脱アミノ化が 5’ 末端のみであることから、DNA は古代人由来ではない可能性がある。No.2、No.8、No.620 は末端の脱アミノ化の割合が極めて低いもしくは観察されないことから、DNA は現代人由来のコンタミネーションであると考えられる。

コンタミネーションを予測するもう一つの判定基準として、長さの分布を調べる方法がある。DNA の保

第 28 表　ミトコンドリアゲノム濃縮後ライブラリのシーケンスデータのフィルタリング結果

試料	No.2	No.5	No.6	No.8	No.502	No.515	No.525	No.620	No.621	No.1043
インデックス（Illuimina LT）	A009	A013	A008	A006	A013	A010	A011	A014	A018	A001
ライブラリ作成に用いた抽出 DNA 量（ul）	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
総リード数（R1+R2）	972,020	1,689,098	2,549,740	1,859,038	364,376	997,468	1,077,168	523,090	420,476	1,136,412
フィルタリング										
R1 にインデックスを含むリード数（R1+R2）	564,818	1,263,766	1,680,682	1,130,470	235,992	568,870	630,396	430,272	288,012	557,382
R1 と R2 をマージした後のリード数	234,927	478,823	717,731	529,476	83,694	195,530	232,999	197,125	81,908	260,450
ヒトリファレンスゲノム (hg19) へマップされたリード数	105,078	288,778	407,545	197,487	34,937	49,689	33,295	155,596	43,748	18,157
>=35bp[1] のみのリード数	103,219	283,646	402,343	193,319	34,012	47,474	31,398	153,277	42,571	17,519
NUMT にマップされたリード数	1,131	2,031	3,382	2,160	9	0	0	2,172	0	272
ミトコンドリアゲノムにマップされたリード数	10,866	34,122	45,283	14,331	1,144	120	1	30,941	295	4,383
rCRS への再マップされたリード数（フラグ 0, 16 のみ）	11,863	35,536	47,479	14,841	1,151	120	1	32,733	295	4,579
同一ランのクロスコンタミネーションの除去後のリード数	11,863	35,533	47,479	14,839	1,149	118	0	31,486	295	4,578
PickingBases でのフィルタリング後のリード数	82	156	277	71	10	3	0	16,723	2	30
マージされた重複リード数（マージ後のリード数）	11,856 (75)	35,520 (143)	47,445 (243)	14,833 (65)	1,144 (5)	117 (2)	0	22,664 (7901)	295 (2)	4,573 (25)
シングルリード数	7	13	34	6	5	1	0	8,822	0	5
>=MAPQ20 のリード数	82	156	277	71	10	3	0	16,723	2	30
最終的なミトコンドリア DNA 由来のユニークリード数	82	156	277	71	10	3	0	16,723	2	30

1) Indel に関係なく、リファレンスにマップされたリードのスタートサイト・エンドサイトからリード長を計算した。



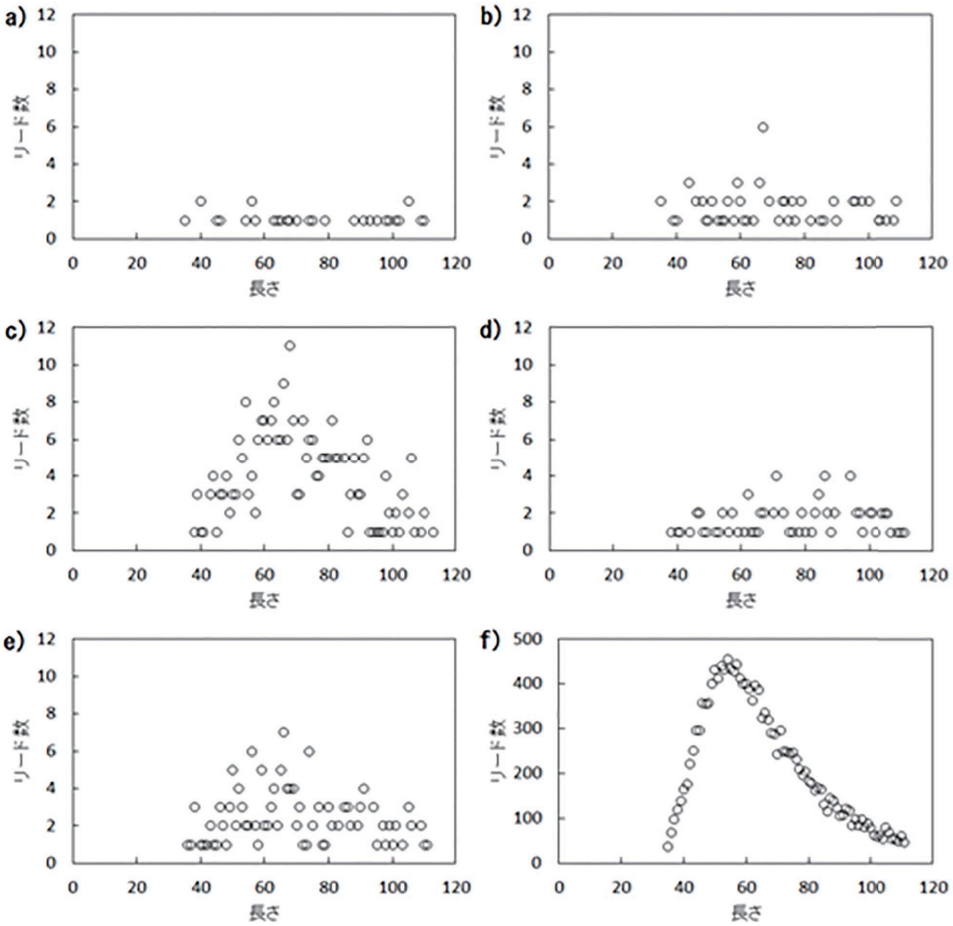
第 76 図　ミトコンドリアゲノムにマップしたユニークリードのダメージパターン

a) No.1043、b) No.8、c) No.6、d) No.2、e) No.5、f) No.620

存状態にもよるが一般に、古代人由来の DNA の多くは 50 ～ 70 bp に長さの分布のピークがあり、長い DNA 断片が得られることはほとんどない。これに対し、コンタミネーションによる DNA 断片は相対的に長い傾向にある。しかしながら、脱アミノ化が検出された No.5、No.6 のサンプルとそれ以外の個体との間では、リード長の分布に大差はなかった（第 77 図）。

脱アミノ化のパターンより、No.5、No.6 で得られたデータは古代人に由来する可能性が高いと考えられるので、この 2 体に関してはハプログループの推定を試みた。得られたリード 277 本と 156 本について、既存のハプログループを規定する変異の有無を検証した。APLP 分析ではそれぞれハプログループ M9a と M* と判定されているが、NGS による分析では No.6 が M7a と M9a の混合の可能性、No.5 が M7a1a の可能性があるという結果が得られた（第 29 表）。なお、これらのサンプルでは他のハプログループを規定する変異はほとんど見られなかった。従って、No.6 では M7a、M9a いずれかのハプログループがコンタミネーションによるものと思われる。そこで、各ハプログループの変異箇所にマップされたリードに脱アミノ化があるかを調べ、どちらがコンタミネーションによるものかを検証した。その結果、脱アミノ化はハプログループ M7a の変異と一致するリードにのみ見られたことから（第 30 表）、M7a が古代人に由来するものと推定した。一方 No.5 も、同様に脱アミノ化は M7a の変異と一致するリードにのみ見られた。

次に、No.1043、No.2、No.8 に生じたコンタミネーションについての検証を行った。APLP 分析では No.1043、No.8 それぞれがハプログループ M8a と M9a と判定していたので、それらの変異を持つリードの有無を調べた。ただし、No.8 はリード数が少なく変異箇所と重複するリードはなかったため検証できなかった。No.1043 と No.2 では、それぞれ重複するリード 2 本と 9 本のうち、脱アミノ化の起こっていない M8a、M9a と一致するリードが 2 本と 5 本見られた。よって、APLP で検出された M8a、M9a はコンタミネーションによるものであることが NGS による分析からも確認された。



第 77 図　ミトコンドリアゲノムにマップしたユニークリードの長さの分布

a) No.1043、b) No.8 c) No.6、d) No.2、e) No.5、f) No.620

第 29 表　NGS データから推定されたミトコンドリアハプログループの結果

No.	人骨番号	APLP ハプログループ	NGS	未較正年代
1	2	N.D.	判定不能	20,416 ± 113
2	5	M*	M7a1a	998 ± 61
3	6	M9a	M7a/M9a	2,312 ± 58
4	7	N.D.	実験せず	
5	8	M9a?	判定不能	15,751 ± 421
6	502	N.D.	判定不能	
7	515	N.D.	判定不能	
8	525	N.D.	判定不能	
9	620	A	判定不能	
10	621	N.D.	判定不能	20,392 ± 103
11	772	N.D.	実験せず	
12	841	N.D.	実験せず	
13	922	N.D.	実験せず	20,267 ± 55
14	929	N.D.	実験せず	（18,881 ± 67）
15	953	N.D.	実験せず	
16	994	N.D.	実験せず	
17	1000	N.D.	実験せず	
18	1023	N.D.	実験せず	
19	1027	N.D.	実験せず	
20	1043	M8a	判定不能	
21	1085	N.D.	実験せず	

*ND：検出不能　** 年代は Nakagawa et al. (2010) による

第 30 表　ハプログループを規定する変異の有無

ハプログループ	ハプログループの変異	No.5 変異（リード数）		No.6 変異（リード数）		リード長	各リード内の脱アミノ化の有無 (+-)
		無	有	無	有		
M	T489C	0	0	0	0		
M	C10400T	0	0	0	1	72	-
M	T14783C	0	1	0	0	67	+
M	G15043A	0	1	0	2	56, 80, 98	-, -, +
M7	C6455T	0	0	0	1	67	-
M7	T9824C	0	3	0	0	109, 52, 74	+, +, -
M7a	T2626C	0	0	0	0		
M7a	C2772T	0	0	0	0		
M7a	T4386C	0	0	0	2	106, 74	-, +
M7a	A4958G	0	0	0	1	44	+
M7a	G12771A	1	0	0	0	75	-
M7a	T16209C	0	1	1	1	85, 64, 91	-, -, -
pre-M7a1	T16324C	0	0	0	0		
M7a1	5899.XC	0	0	0	2	82, 88	-, -
M7a1	G14364A	0	1	1	0	58, 91	-, +
M7a1a	T11017C	0	1	0	0	51	+
M7a1a	A11084G	0	0	0	0		
M9	G4491A	0	0	0	2	69, 68	-, -
M9	T16362C	0	0	0	0		
M9a,b	A153G	0	0	0	0		
M9a,b	T3394C	0	0	1	2	70, 69, 55	+, -, -
M9a	T14308C	0	0	0	2	96, 98	-, -
M9a	C16234T	1	0	0	0	91	-
判定されたハプログループ		M7a1a?		M7a?/M9a?			

注 1：灰色で塗られた箇所は，ハプログループの判定に関係する変異を示す。
注 2：リード長および脱アミノ化の有無の順は，No.5 変異無，有，No.6 変異無，有のリードに対応する。

考察

今回の解析では、2013 年以降に発掘されたサンプルからは、確実に古代人に由来すると考えられる DNA 情報を得ることはできなかった。これらの発掘は最初から、科学分析を意識したもので、極力コンタミネーションを抑え、かつ試料の劣化を防ぐために発掘直後から冷蔵保存を心がけるなど、細心の注意を払ったものだけに残念な結果となった。しかし、これは一方でこれらのサンプルに現在の水準で分析が可能な形で DNA が残っていないことを確認することにもなった。

近年、次世代シークエンサを用いた古代ゲノム解析が盛んに行われるようになり、解析の射程もより古いサンプルへと向かっている。それに伴って解析の技術も改良が加えられている。今回の実験でも用いたような DNA のエンリッチメントもそのひとつだが、更により短い DNA 鎖の回収を目指す革新も行われている。本論考でも指摘したが、古代ゲノムは経年的な変性によって、短い DNA 鎖に断片化している。それは概ね 30 ～ 100 塩基対程度だとされているが、実際には更に短い DNA 鎖も存在する。現在の DNA 回収の技法では、あえてこの 30 塩基対以下の短い DNA 鎖の回収を無視している。それは、分子量の小さな短い DNA 鎖まで回収しようとすると、現在の手法では他の夾雑物も同時に抽出液に混入することが避けられないためである。しかし旧石器時代までさかのぼる試料で、特に沖縄のような気温の高い地域では、DNA 鎖はより短い断片に分解していることが予想される。従って､白保のサンプルからより多くの遺伝情報を得るためには、更に率的に 30 ～ 50 bp 程度の DNA を回収する方法を改良することが必要である。

2010 年に報告されたネアンデルタール人骨の DNA 分析の結果（Green et al., 2010）などを見てみると、同じ洞窟に埋まっていた 23 の骨片のうち、DNA が回収できたのは 3 つだけだったことが報告されている。このことは基本的に同一のコンディションに置かれた人骨であっても、洞窟内のわずかな環境の違いで DNA が残ることもあることを教えている。前回の報告（2013）に引き続いて、今回も初期に回収された人骨から DNA 情報を得ることができているのは、このような洞窟内の環境が影響したのだろうと考えられる。

白保竿根田原洞穴遺跡から出土した人骨には、発掘時の位置情報がすべて記録されている。将来的に、より短い DNA 鎖を回収する技術を用いて DNA 情報を得ることができるようになれば、洞窟内の環境が DNA の残存にどのような影響を及ぼすのかもアセスメントできるようになるだろう。このことも含めて今後の課題としたい。

次に、ハプログループに関する情報を得ることのできた 2 体について考察を進める。この 2 体、すなわち No.5 および No.6 から得られた DNA のリード長は比較的短く、また古代人の DNA に特徴的な脱アミノ化が観察された。従って両者は古人骨から回収された DNA 情報であると考えて良いだろう。No.5 は M7a1a の可能性が示されたが、M7a1a の分岐年代は Saillard et al.（2000）の ρ と σ、およびコーディング領域の変異速度を 1.71E-08 置換 / サイト / 年（Soares et al., 2009）として推定した場合 10､985 ± 1,442 YBP である。このサンプル自体の年代は、約 1,000 年前のものなので、このハプログループが検出されることに矛盾はない。

最終的に M7a と判定された No.6 も 2,300 年ほど前のサンプルである。また以前の解析では 4,000 年前の下田原期のサンプルからもハプログループ M7a を持つ個体が見つかっており、少なくとも 4,000 年前以降には、この遺跡に M7a を持つヒトが存在したと結論して問題はないだろう。

我々は、沖縄本島付近の伊江島のナガラ原第 3 遺跡から出土した貝塚中期人骨からもハプログループ M7a1a を検出している（篠田 , 2015）。このことは少なくとも 2,000 年前には、八重山と沖縄本島周辺に同じハプログループを持った人々がいたことを示している。ハプログループ M7a は日本の基層集団を代表するタイプであり、全国の縄文遺跡から検出されているが（篠田 , 2015）、このハプログループが石垣島からも検出されたことは注目に値する。なぜなら琉球列島では文化編年的には、グスク時代まで沖縄本島と八重山は異なる文化圏に属しており、そのことは間接的に集団が異なっていることを示唆しているからだ。

貝塚時代に八重山と沖縄本島に同じ遺伝的な特徴を持った集団が存在したとすると、その理由に対する説明は、両者が同じ起源地を持つか、どちらかの地域かが起源地になっている場合のいずれかだと考えられるが、文化的な違いを考えれば一方からの流入は考えにくい。恐らく起源地は旧石器時代には陸地化していた

大陸の沿岸地域で、ここから温暖化によって押し出された集団が琉球列島と日本列島へと向かったと想像される（篠田 , 2007）。しかしこの仮説を検証するためには、各地域の旧石器～縄文時代の人骨の DNA 分析、特に今回の場合は得られた M7a 系統の全塩基配列を用いた解析が必要なので、現時点でこれ以上の追求をすることはできない。今後の課題としたい。

白保竿根田原洞穴遺跡では、旧石器人骨の存在が大きく取り上げられるが、旧石器から歴史時代の人骨が連綿と出土していることも重要である。この遺跡は石垣島における集団の遺伝的な変遷を追求することができる貴重な人骨を包含している。これまでこの白保竿根田原洞穴遺跡から出土した人骨で、^{14}C 年代が分かっており、かつミトコンドリア DNA のハプログループが判明しているものが 2013 年に報告したものを含めて 5 つある。それを年代順に並べてみたのが第 31 表である。数が少ないので、ここから結論めいたものを導くことは難しいが、旧石器時代に属するサンプルと、4,000 年前以降のサンプルにはハッキリとした違いがあることがわかる。

第 31 表　年代の判明しているサンプルの分析結果

人骨番号	^{14}C 年代	ハプログループ
No.5	998 ± 61	M7a1a
No.6	2,312 ± 58	M7a
No.188	3,970 ± 30	M7a
No.12	20,160 ± 108	B4e
No.13	20,761 ± 163	R

前述したように 4,000 年よりも新しい時代のサンプルが持っているのは、縄文時代を代表するハプログループ M7a だが、旧石器時代のハプログループは、先の報告書でも指摘したように、現代の東南アジアを中心とした地域に分布するものである。単純に考えれば、このことは旧石器時代とそれ以降では白保竿根田原洞穴に埋葬された集団の出自が異なっていることを意味する。前述したように、ハプログループ M7a には地域差が存在する。その系統の分岐年代から、このハプログループは旧石器時代に日本列島の到達し、列島の内部で地理的な隔離を受けながら、地域に特有の系統を生み出していったと考えられる。

最も詳しく系統を解析できた No.5 が持つハプログループ M7a1a は前述の通り、伊江島の縄文時代（貝塚時代中期）の人骨と同じ系統であり、九州の縄文人にもこの系統が存在することを考えれば、縄文時代に九州から沖縄に広く分布していた系統だと考えて良いだろう。それが石垣島に進出するとすれば、やはり沖縄本島から到達したと考える方が自然である。一方、旧石器時代のサンプルは、東南アジアや中国南部とのつながりを予想させる。とすれば、白保竿根田原洞穴における集団の交代は、流入経路の変化を伴ったものである可能性がある。琉球列島は日本列島と台湾・東南アジアを結ぶ経路に位置し、様々な地域からの人類集団が到達する可能性がある。今回明らかになった時代による集団の断裂も、そのようなダイナミックな人類集団の移動の歴史を反映したものなのかも知れない。

一方、当然ながら、これまでの分析に用いた個体数では結論を導くには十分ではない。今回は技術的な制約から、多数の個体から DNA 情報を得ることができなかったが、新たな手法の開発を待って、より多くのサンプルから DNA 情報を得ることをこれからの課題としたい。それは琉球列島における集団の形成史のみならず、島嶼地域における人々の移動の実相がどのようなものであったのかということを明らかにすることになるはずである。

謝辞

本研究に際し、貴重な人骨標本を提供いただいた沖縄県埋蔵文化財センターに感謝いたします。また人骨の出土状況や形態学的な情報を提供頂いた土肥直美博士と国立科学博物館の河野礼子博士にも感謝します。

〈引用文献〉

Adachi N., Sawada J., Yoneda M., et al. (2013) Mitochondrial DNA Analysis of the Human Skeleton of the Initial Jomon Phase Excavated at the Yugura Cave Site, Nagano, Japan. Anthropological Science 121 (2)：137-143.

安達　登・猪々英紀・梅津和夫（2014）東アジア人集団のミトコンドリア DNA 多型解析を目的とした新しい APLP システム . DNA 多型 , 22 (1)：140-143.

Adachi N., Shinoda K., and Izuho M. (2015) Further Analyses of Hokkaido Jomon Mitochondrial DNA. In. Emergence and Diversity of Modern Human Behavior in Paleolithic Asia. In：Kaifu Y., Izuho M., Goebel T., Sato H., and Ono A. (eds.) Texas A&M University Press, Texas, U.S.A., pp.406-417.

Adachi, N., Shinoda, K., Umetsu, K., et al. (2009) Mitochondrial DNA Analysis of Jomon Skeletons From the Funadomari Site, Hokkaido, and Its Implication for the Origins of Native American. American Journal of Physical Anthropology. 138(3), 255-265.

Andrews R.M., Kubacka I, Chinnery P.F., et al. (1999) Reanalysis and revision of the Cambridge reference sequence for human mitochondrial DNA. Nature Genetics, 23：147.

Briggs A.W., Stenzel U., Johnson P.L.F., et al. (2007) Patterns of damage in genomic DNA sequences from a Neandertal. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 104(37)：14616-16621.

Fu Q., Li H., Moorjani P., et al. (2014) Genome sequence of a 45,000-year-old modern human from western Siberia. Nature, 514：445-449.

Gamba C., Jones E.R., Teasdale M.D., et al. (2014) Genome flux and stasis in a five millennium transect of European prehistory. Nature Communications, 5：5257.

Green R.E., Krause J., Briggs A.W., et al. (2010) A Draft Sequence of the Neandertal Genome. Science, 328：710-722.

Kakuda, T., Shojo, H., Tanaka, M., et al. (2016) Multiplex APLP System for High-Resolution Haplogrouping of Extremely Degraded East-Asian Mitochondrial DNAs. PLoS ONE 11(6)：e0158463. doi：10.1371/journal. pone.0158463.

Kanzawa-Kiriyama H., Kryukov K., Jinam T., et al. (2016) A partial nuclear genome of the Jomons who lived 3000 years ago in Fukushima, Japan. Journal of Human Genetics,

http：//www.nature.com/jhg/journal/vaop/ncurrent/full/jhg2016110a.html .

Li H. and Durbin R. (2009) Fast and accurate short read alignment with Burrows-Wheeler Transform. Bioinformatics, 25：1754-60.

Li H., Handsaker B., Wysoker A., et al. (2009) The sequence alignment/map format and SAMtools. Bioinformatics, 25：2078–2079.

Maricic T., Whitten M., and Pääbo S. (2010) Multiplexed DNA sequence capture of mitochondrial genomes using PCR products. PLoS ONE, 5(11)：e14004.

Meyer M. and Kircher M. (2010) Illumina sequencing library preparation for highly multiplexed target capture and sequencing. Cold Spring Harbor Protocols.

Nakagawa R., Doi N., Nishioka Y., et al. (2010) Pleistocene human remains from Shiraho-Saonetabaru Cave on Ishigaki Island, Okinawa, Japan, and their radiocarbon dating. Anthroplogical Science, 118;173-183.

Robinson J.T., Thorvaldsdóttir H., Winckler W., et al. (2011) Integrative genomics viewer. Nature Biotechnology, 29：24-26.

Saillard J., Forster P., Lynnerup N., et al. (2010) mtDNA Variation among Greenland Eskimos：The Edge of the Beringian Expansion. The American Journal of Human Genetics, 67：718-726.

篠田謙一 , 安達登 (2013)『白保竿根田原洞穴遺跡－新石垣空港建設工事に伴う緊急発掘調査報告書－』沖縄県立埋蔵文化財センター調査報告書第 65 集 ,pp. 219-228.

篠田謙一 (2014) 横穴墓群から出土した人骨の DNA 分析 .『羽根沢台遺跡・羽根沢台横穴墓群 Ⅲ』三鷹市埋蔵文化財調査報告集第 34 集 .　pp.181-186. 三鷹市教育委員会・三鷹市遺跡調査会

篠田謙一（2007）日本人になった祖先たち .　NHK 出版 ,　東京 , pp. 131-159.

篠田謙一（2015）DNA で語る日本人起源論 .　岩波書店 ,　東京 ,　pp. 180-222.

Soares P., Ermini L., Thomson N., et al. (2009) Correcting for Purifying Selection：An Improved Human Mitochondrial Molecular Clock. The American Journal of Human Genetics, 84：740-759.

Van Oven M. and Kayser M. (2009) Updated comprehensive phylogenetic tree of global human mitochondrial DNA variation. Human Mutation, 30(2)：E386-E394.

7　洞穴堆積物

石原与四郎（福岡大学）
吉 村 和 久（九州大学）
島 袋 綾 野（石垣市教育員会）

(1) はじめに

事実報告編で述べた通り、洞穴堆積物の起源は主として洞穴の内部に由来する内因性の堆積物と洞穴の外部からもたらされた外来性の堆積物とに分けられる。また、これらは混合することも再移動・再堆積することもあり、洞穴堆積物の解析を難しくしている（たとえば、Waters, 1992; Ford and Williams, 2007）。遺跡では、これらに加えて生物的な堆積作用および人為的堆積作用を考慮する必要もある（Farrand, 2001）。こうした様々な堆積・擾乱作用を受けるものの、洞穴内部は比較的安定した環境であることが多く、化石や遺物、堆積物は保存状態が良い（Ford and Williams, 2007; Benedetti, 2011）。様々な由来を持つ堆積物の種類や組成からはその起源を推定することができるのに対し、このような堆積物の粒度分布や堆積構造からは、これらの堆積した条件、たとえば地下河川によるものかや地底湖によるものか等を明らかにすることができる。堆積相解析と呼ばれるこのような方法は、堆積地質学分野では基礎的な野外調査方法の一つであるが、洞穴堆積物において詳細な検討がなされた例は秋吉台の竪穴の堆積物の例を除いて日本では限られる（村上ほか、2013）。堆積相解析では、複雑な過程を経て形成された洞穴堆積物であっても、場所や時代を問わず一連の堆積作用によって形成されたグループに再区分することができる（たとえば、Schuldenrein, 2001）。

上述のような点から、洞穴堆積物を解析するにあたっては、砕屑物をもたらす起源となる洞穴周辺の地質と水文条件、洞穴を胚胎する石灰岩の特徴を踏まえ、堆積物の産状、層序、粒度分布、地球化学的特徴、そして包含する化石や年代を考慮する必要がある。事実報告編では、白保竿根田原洞穴遺跡およびこれに関連する堆積物の主要な特徴、遺物を包含する堆積物の層序及び特徴、そしてこれらの堆積物の形成についてその概要を説明した（事実報告編を引用）。総括報告編におけるこの項目では、まず、一般的な洞穴堆積物の概要についてまとめる。その次に事実報告編に報告した結果に加え、堆積物の産状、堆積物の特性、地球化学的特徴についてより詳細に解析した結果について報告し、産出する遺物の産状を踏まえながらその形成過程を考察する。なお、鍾乳石を含む二次生成物からも多くの情報を得ることができるが、ここでは砕屑性の堆積物に関連する一部の記載のみに留める。

試料採取および粒度分析作業では産業技術総合研究所の七山太博士、福岡大学大学院の佐々木華、大西由梨の両氏、化学分析においては九州大学大学院の Sarenqiqige 博士にお世話になった。委員の土肥直美博士には、人骨の表面に付着する堆積物の解釈に関して情報を頂いた。洞穴内外の過去の状況については、洞穴の調査を精力的に進められた山内平三郎氏の情報が非常に参考になった。また、最後になるが、調査にあたっては仲座久宜氏、徳嶺里江氏、亀島慎吾氏ら、沖縄県立埋蔵文化財センターの方々には様々な便宜を図っていただいた。ここに記して厚くお礼申し上げる。

(2) 洞穴堆積物の概要

洞穴は、地面に空いた天然の穴で人が入ることができるもの、という定義が広く受け入れられている（Lowe and Waltham, 2002; Ford and Williams, 2007）。これは岩陰や河川の側方侵食による凹みにも使われるが、最も一般的で巨大な空間を持つのは、水によって溶食される岩石に形成されたカルスト地形の一つである、石灰洞（鍾乳洞）である。溶食で形成された洞穴は地表に開口したり、地下河川となることが多く、洞穴内には様々な過程で堆積物が運ばれる（第 78 図）。

1) 洞穴堆積物の起源

先に述べたように、洞穴堆積物は大きく洞穴内部および洞穴外部に起源を持つものにわけられる。洞穴内

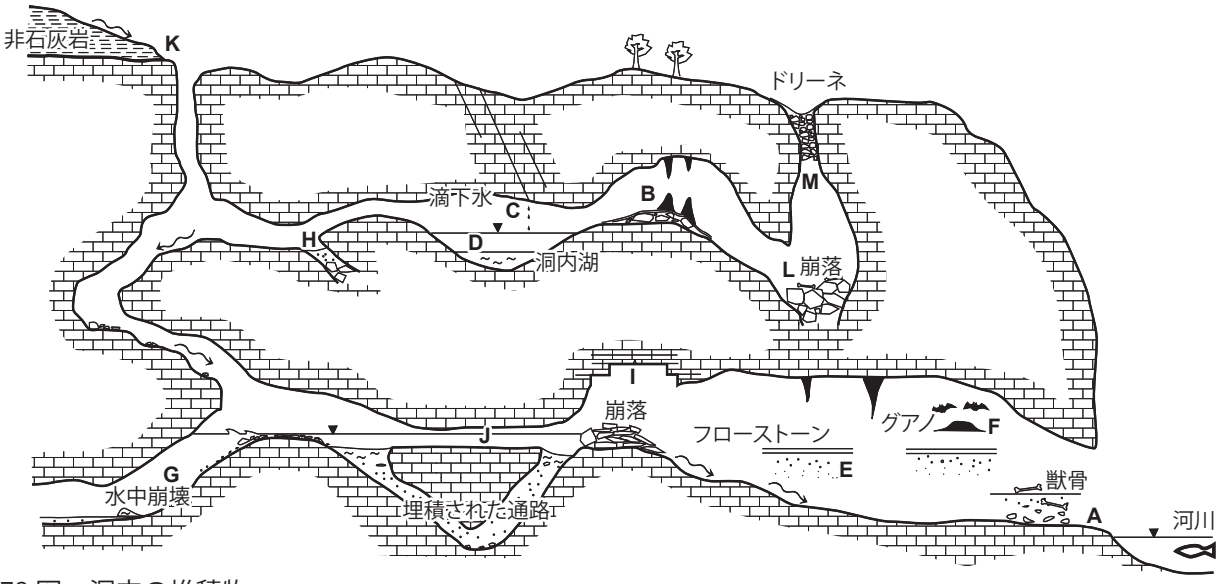
部で生成される堆積物は、壁面や天井の崩壊による堆積物、溶食で溶け残った石灰岩の残渣や沈殿した石灰質生成物（石筍、つらら石、フローストーン等）が主体となる一方で、洞外からは地下河川によって運ばれてきた礫や砂、シルト、洞口から直接もたらされる風成堆積物や流入性の土砂、母岩の割れ目をつたって入り込む細粒な堆積物、そして生物そのものもしくは生物によって持ち込まれる遺骸や糞等がもたらされる（たとえば、Ford and Williams, 2007）。

内因性の堆積物は、洞穴の内部で形成される堆積物で、落盤による石灰岩礫（第 78 図 L）や石灰岩に含まれていた溶け残りの砕屑物（残渣）、二次生成物（第 78 図 B･E）等がある。

洞壁や天井の落盤によってもたらされる堆積物は、母岩の層理面や節理面等の地質学的弱線である面から石灰岩が剥離して形成される。たとえば地層が水平な層理を成す場合、洞穴の幅が単層にかかる応力を持ちこたえることができなくなった際に天井が崩落する。これは岩相や単層の厚さ（もしくは節理の幅）に依存する。崩落を起こす大きな原因は地下河川の下刻等による離水、洞穴の幅が広くなりすぎた場合、浸透水の影響等がある（Ford and Williams, 2007）。また、寒冷な地域では、凍結･融解の作用も破壊を促す（たとえば、Farrand, 2000; Goldberg and Macphail, 2006）。このようなプロセスの結果として生じる堆積物は淘汰が悪く、角ばった巨大な岩塊や巨礫が主体となる。

溶食によって溶け残った石灰岩の残渣の量や種類は、母岩となる石灰岩の層相に関係する。すなわち、母岩となる石灰岩が秋吉台のように海洋島で厚く十分に発達した生物礁によるものであれば残渣となる砕屑物は少ないが、沿岸近くの陸棚や陸に近い浅海域で形成された場合には溶け残る陸源砕屑性粒子が多くなる。これらの粒子が細粒な場合には水中における洞穴空間の発達の際に容易に移動する可能性が高いが、粗粒な場合には地下河川における移動が考えられる。これらは洞穴内で破砕と選別を受けて再堆積する。

二次生成物（石灰質生成物; speleothem）は、主として炭酸カルシウムに飽和した水が流水や滴下水で洞穴内にもたらされ、様々な過程で過飽和となって沈殿したものを指し、多様な形態・大きさを示す（たとえば、Hill and Forti, 1997; Ford and Williams, 2007）。流水からはフローストーンやリムストーンと呼ばれる形態が、滴下水からはつらら石や石筍と呼ばれる形態が形成されるほか、毛管現象や蒸発が関わる微細な生成物もある。これらの堆積物も洞穴の形成過程において崩壊し、砕屑粒子として運搬され、再堆積することがある。



第 78 図　洞穴の堆積物

（A：河川から流入した堆積物と獣骨、B：二次生成物、C：浸透性の流入（filtrates）、D：洞内湖での堆積、E：洞内の " 段丘 " を覆うフローストーン、F：グアノ、G：水中崩壊による堆積、H：通路の埋積、I：水平な層理面に沿った崩落と、それによる上流側のダムアップ、J：堆積物に埋積された洞窟をバイパスする通路、K：非石灰岩地帯からの流入、L：竪穴から落ち込んだ獣骨、M：ドリーネ下のドーム）

外来性堆積物：外来性の堆積物のうち、礫、砂、シルト、粘土といった砕屑粒子は洞穴形成過程における深層飽和帯～循環帯（Ford and Williams, 2007）の全ての環境で流入し、堆積する。特に非石灰岩の集水域の近くで地下河川となった洞穴では、溶食されない粒子からなる豊富な堆積物が流入・排出することが考えられる（第 78 図 K）。これらの堆積物は一般的な河川のように、流下方向に分級が進み、細粒化するときもある（たとえば、Gillieson, 1996）。また、この堆積物の量や分布は、洞穴の形成環境、水文環境に深く関係する。

上述のような水流にともなって流入する堆積物に対して、量は少ないものの割れ目等を伝って地表からもたらされる堆積物がある（Filtrates; Ford and Williams, 2007）。これらはそのような割れ目をつたってくることから細粒な粘土やシルトからなる。特に断層や多孔質の石灰岩である場合はその量が増えると考えられる。また、十分な大きさの洞口が形成されると、明瞭な地下河川の水流によるプロセスだけではなく、地表流に伴う土壌や土砂、風成堆積物、場合によっては火砕流・火山灰の流入が可能になる。

外来性の堆積物では、有機物からなるものがある（第 78 図 A･B）。これらには様々な様式で流入してきた植物の胞子から、木の枝や幹、地表近くでの根などの他、洞穴棲もしくは洞穴に落ち込んだ生物の遺骸や糞などがある。

2）洞穴堆積物の層相

様々な起源で洞穴にもたらされた堆積物は、水流、風、生物作用によって運搬・移動し、再堆積する。この過程で上述の起源の堆積物は混合されたり選別されたりして、最終的には堆積物の物性と堆積環境に応じて堆積物を形成する。堆積物がどのような環境で形成されたのかは、その分布や産状、推定される水理条件等から、堆積相解析と呼ばれる方法で検討される（たとえば、Reading, 1996; Posamentier and Walker, 2006）。一般には巨大な堆積体や地質体を形成する環境、たとえば深海の地層やデルタ、サンゴ礁についての研究例が多く、洞穴での事例は少ない。

Bosch and White（2004）は、洞穴堆積物について、（1）淘汰の悪い礫や粘土からなり、洪水によって形成された混在相（diamicton facies）、（2）洪水のときにのみに移動する砂礫からなる洗い残し相（thalweg facies）、（3）シルト～砂礫からなり、淘汰の良い河道相（channel facies）、（4）洪水等で帯水した場所に堆積する粘土やシルトからなる停滞水相（slack water facies）、（5）不溶性の残渣シルトや粘土からなり、飽和帯で堆積する”バックスワンプ相”（backswamp facies）に分けた。これらは主として地下河川かそれに関連した地底湖に形成される堆積物である。このような主に水流に関連する堆積相に対して、村上ほか（2013）は、秋吉台の竪穴の洞口直下で掘削された長さ 2m、幅 1m 程度、深さ 1m 程度の小規模なトレンチにおけるリムストーンプールを充填する堆積物の堆積相を検討し、堆積物が微地形を充填する過程について復元を行った。これは水流や水塊の影響が上述の例に比べて少ない環境になる。また、洞穴遺跡においては、洞口部の落盤による eboulis（Goldberg and Macphail, 2006）、および恐らくは崩落斜面の末端近くの堆積相であると推定される、淘汰がよい透かし礫の eboulis secs（openwork rubble）が認定されている例もある（Farrand, 2000）。実際の堆積環境の情報が少ない場合、現在の洞穴における堆積環境と地層に残された記録を基に地層の形成を推定するので、基盤となる地形や洞穴地形の調査結果も重要となる。

（3）白保竿根田原洞穴遺跡の堆積物の特徴

白保竿根田原洞穴遺跡を構成する洞穴堆積物で成層しており層序が明確なものは、Ⅰ層～Ⅳ層である（沖縄県立埋蔵文化財センター、2013; 事実報告編）。このうち、Ⅰ層、Ⅲ～Ⅳ層は洞穴堆積物であり、Ⅱ層は流入した津波堆積物であると考えられる（事実報告編）。これらの堆積物の基盤として落盤礫が、またこれらの堆積物が洞穴内の地形の規制を受けてリワークした堆積物も認められる。ここでは、白保竿根田原洞穴遺跡の堆積物の詳細について、産状、堆積物の特性、堆積物の化学組成に基づき、それぞれの地層区分ごとにまとめる。

堆積物の産状は、現地における観察および、現地で採取されたはぎ取り標本の観察を主体とした。露頭

は乾燥し、発掘当時の状況からは変質している可能性もあるので、現地では露頭の表面をねじり鎌もしくは刷毛でクリーニングするか、そのままの産状を観察し、記載した。はぎ取り標本は、露頭に樹脂を染み込ませて作成し、土壌断面を大きくかつ現地に近い状況でサンプリングして観察することができる（たとえば、浜崎ほか、2002; 澤井、2014; Garrison, 2016）。遺跡では、親水性ポリウレタン樹脂（ハイセル OH-1AX）を原液で塗布し、裏打ちとして 1mm メッシュの防虫ネットで補強した。露頭からはぎ取ったこれらの試料は、表面を水洗の上、乾燥させ観察を行った。

堆積物の特性としては、細粒分含有率（泥分含有率）、細粒分の粒度、細粒堆積物中に含まれる粗粒残渣、鉱物組成等を検討した。細粒分含有率は、露頭から採取したこぶし半分ほどの試料から湿潤重量で 20 ～ 30g ほど分取したものについて、それぞれ乾燥させた上で秤量し、その後水中で 63 μ m の篩を通過した量を求めることで得られる。従って、この値は重量 % となる。篩に残された粗粒分は、乾燥させた後に検鏡を行った。一方、細粒分の粒度は、Ⅱ層を除き 7cc のポリカーボネート製のキューブを露頭に打ち込んで採取し、このキューブの中の代表的な細粒な部分をピックした上で水に懸濁させ、レーザー回折散乱法を用いて計測した。Ⅱ層では、露頭から採取された 20 ～ 30g の試料から、室内において細粒部分をハンドピックした。粒度の測定には国立研究開発法人産業技術総合研究所・地質調査総合センター共同利用実験室の HORIBALA-960 を用いた。この装置は微量の試料を用い、10nm ～ 5mm の粒度を測定できるとしている。粒度は、体積比として得た。特に津波堆積物が堆積する以前の外来性の堆積物の鉱物組成を検討するため、これらの堆積物に対して後述の酢酸処理を行った試料について、XRD による同定も行った。

堆積物の化学組成については、露頭でユニパックおよびキューブを用いて得られた試料を使い、炭酸カルシウム含有量、酸不溶性残渣の元素分析として C および N を定量した。本遺跡では、顕著な水流に関与した堆積物は、津波堆積物と考えられるⅡ層のみである。従って、含まれる堆積物は主として洞口あるいは天井あるいは洞壁の割れ目から流入してきた細粒な土壌に由来する可能性が高い。遺跡におけるこのような土壌については、粒度組成等の分析に加え、様々な地球化学的分析が行われることが多い（たとえば、第四紀学会編、1993; Schuldenrein, 2001）。先に述べたように、洞穴堆積物の起源は洞穴内部と洞穴の外がある。特に砕屑性粒子としての流入が見込まれない場合の土壌中の炭酸カルシウム含有量は続成作用や洞穴内部での沈殿が考えられ、C や N は洞口からの自然・人工的な流入の指標になると考えられる。

酸不溶性残渣（炭酸カルシウム含有量、炭酸マグネシウム含有量）は、7cc キューブで採取された試料および 20 ～ 30g ほど採取された試料の中から約 1g 程度をメノウ乳鉢で粉砕し、200 ～ 500mg だけ分取した後、1mol/l の酢酸緩衝溶液で 12 時間をおいた後の減量を含有量とした。土壌の炭酸塩画分の陽イオン分析には酢酸処理の後、島津原子吸光光度計（AA-6300）を、鉄、マンガンノジュールの元素分析には島津蛍光 X 線分析計（EDX-720）を用いた。また、酸不溶性残渣の元素分析は九州大学理学部中央元素分析所に依頼した。以下では、各ユニットについての特徴について述べる。なお、Ⅳ層については、事実報告編で述べた通り、考古学的な層序区分のⅣ層とは異なり、洞壁や洞床を局所的に埋積する堆積物についてを対象として区分しており、ⅢD、ⅢE、Ⅳ層を主体とする堆積物であるため、ここでは「Ⅳ」層として区別記述する。

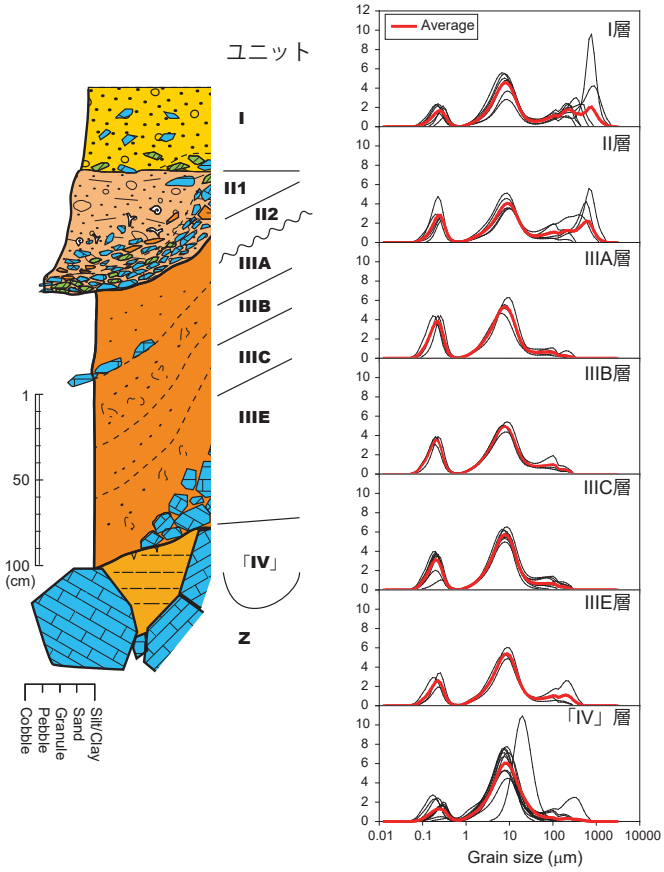
1）Ⅰ層

(a) 産状

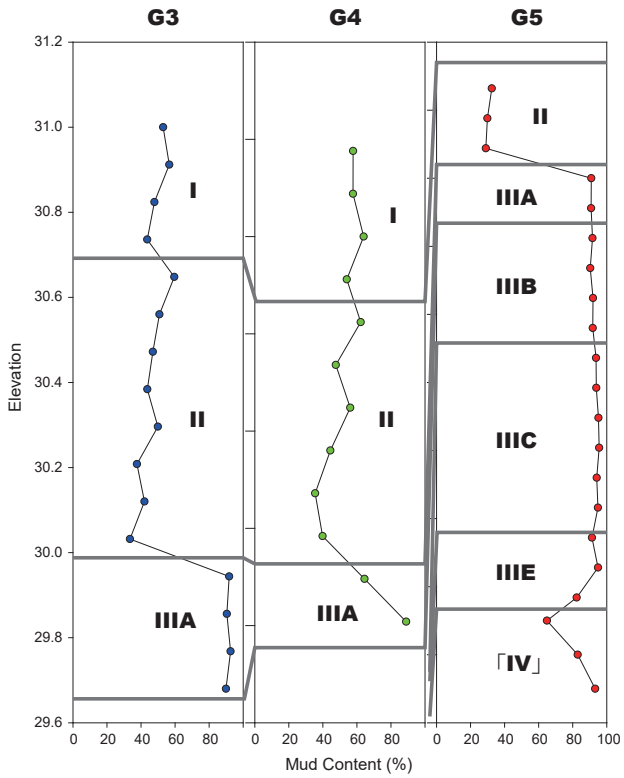
Ⅰ層は上位を造成土である 0 層に覆われ、ⅡA 層とやや不明瞭な境界を持って覆う（第 79 図）。観察時には最上部は発掘のために失われており確認できていないが、およそ 50cm 程度の厚さを持つと考えられる。暗褐色砂混土層で、中森期（14 ～ 15 世紀）の土器、中国産陶磁器、人骨、獣骨、海産貝類遺体等を含む遺跡とされる。

含まれる木炭からは未較正年代として 338BP が得られている（沖縄県立埋蔵文化財センター、2013）。

G 断面における露頭およびはぎ取り試料における観察では、全体として淘汰が悪く、初生的な堆積構造を残さない塊状無構造の特徴を示すが、一部で礫の配列が認められる。すなわち、一部の礫の配列を除けば、



第 79 図　遺物包含層の層序と粒度分布



第 80 図　G3、G4、G5 断面での細粒分含有率の層序的変化

ⅡA 層の再堆積と思われる中粒～粗粒の粒子の混じったシルト質の塊状の堆積物に、細礫、中礫が散点的に混じる層相を示す。粒子の形状は、亜円礫～角礫と様々なものからなり、ⅡA 層に含まれる粒子に似る。基底は、下位と不明瞭な境界を持ちながらも、ⅡA 層を覆うように洞口と見られる南方向に高くなる。

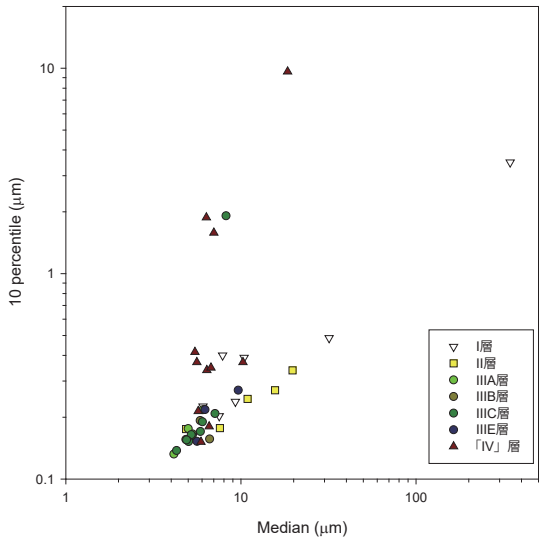
野外における堆積物の特徴からは、明瞭な水流や落盤の痕跡は認められない。より高い位置にあったⅡA 層の再堆積および洞口からの土壌の流入が堆積物の主体と推定される。

b）堆積物の特性

Ⅰ層の細粒分の含有率は、56 ～ 43wt% とおよそ半分ほどの砂以上のサイズの粒子を含む（第 80 図）。含まれる粗粒分は極粗粒～中粒砂を主体とし、細礫～中礫を含む。粒子は変成岩片、方解石、石英からなることが多く、下部には黒色の木片やマンガン粒が認められる。

Ⅰ層の細粒分の粒度分布は、およそ 0.07μm 以上で、0.25 μm、8.8 μm、そして細粒基質に混じった砂質分のピークが認められる（第 79 図）。分布の幅を示す D90-D10 は、63 ～ 950 と変化に富むが、ほとんどは 200 以上と幅の広い分布を示し、淘汰の悪さを反映している。

検討した試料は特に基質中の粗粒分の含有率が変化するが、おおよそ 8.8 μm のピークが



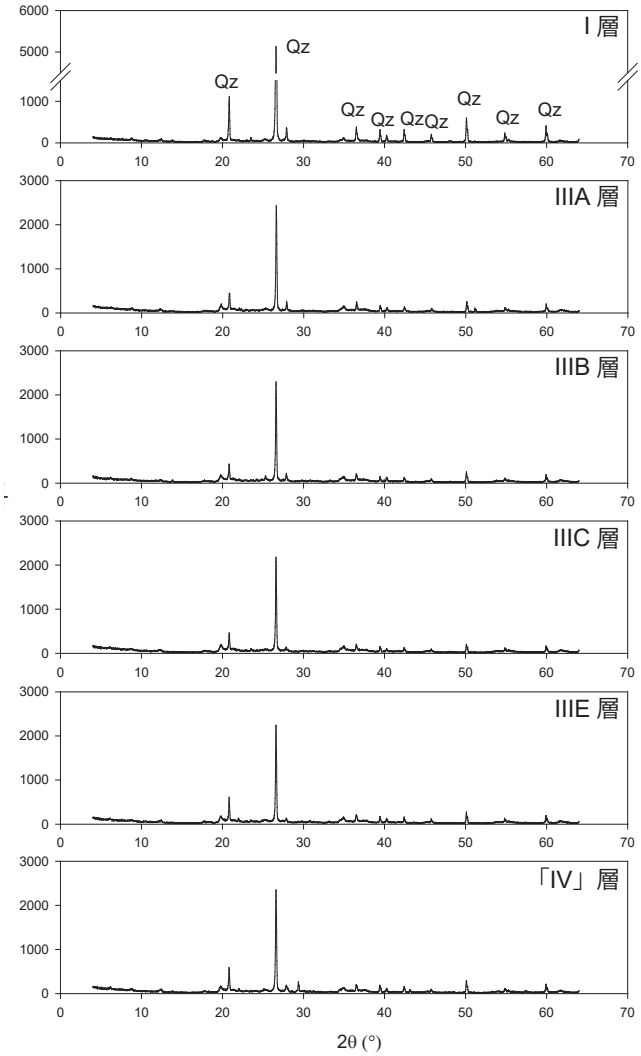
第 81 図　細粒分の中央粒径と細粒分側からの累積

10% 粒径。縦軸は、細粒フラクションの割合を示し、値が高いほどその割合が少ない。

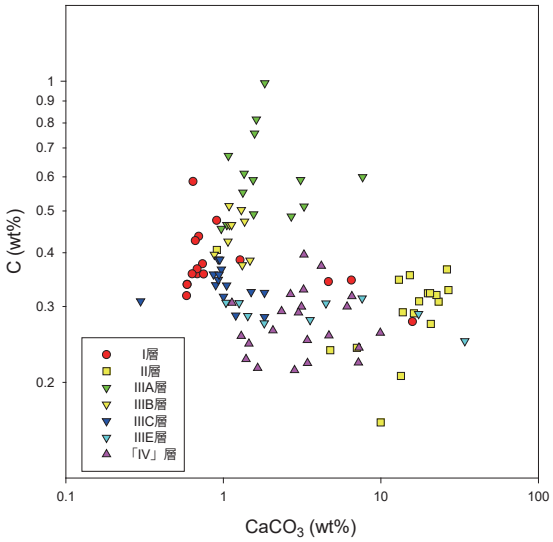
4.5%、0.25 μ m のピークが 1.6% の高さを示す。全体的な分布の傾向は、Ⅱ層とよく似る。中央粒径および細粒フラクションの割合は他の層準に比べて比較的変化に富む（第 81 図）。XRD による鉱物同定の結果では、塩酸処理した残渣に認められる鉱物は、ほとんどが石英と見られるが、一部詳細不明なピークも認められる（第 82 図）。

（c）堆積物の化学組成

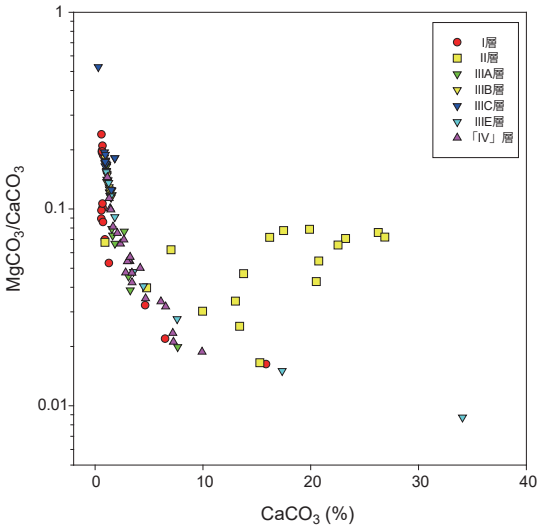
Ⅰ層の堆積物の炭酸カルシウム含有量は 0.58 ～ 15%、炭酸マグネシウム含有量は 0.12 ～ 0.25%、有機炭素含有量が 0.27 ～ 0.58%、窒素含有量が 0.067 ～ 0.089% で、C/N 比が 7.3 ～ 4.1 を示す。これらのうち、炭酸カルシウムと炭酸マグネシウムは、最下部でやや高く、上位に向かって小さくなる。



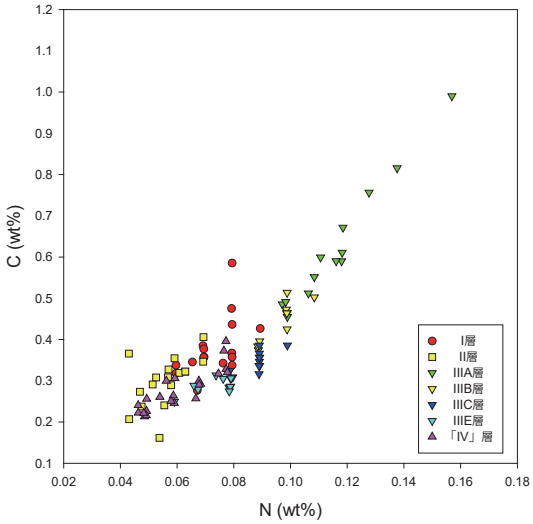
第 82 図　細粒分に含まれる鉱物　Qz は石英のピーク



第 83 図　$CaCO_3$ と C の関係



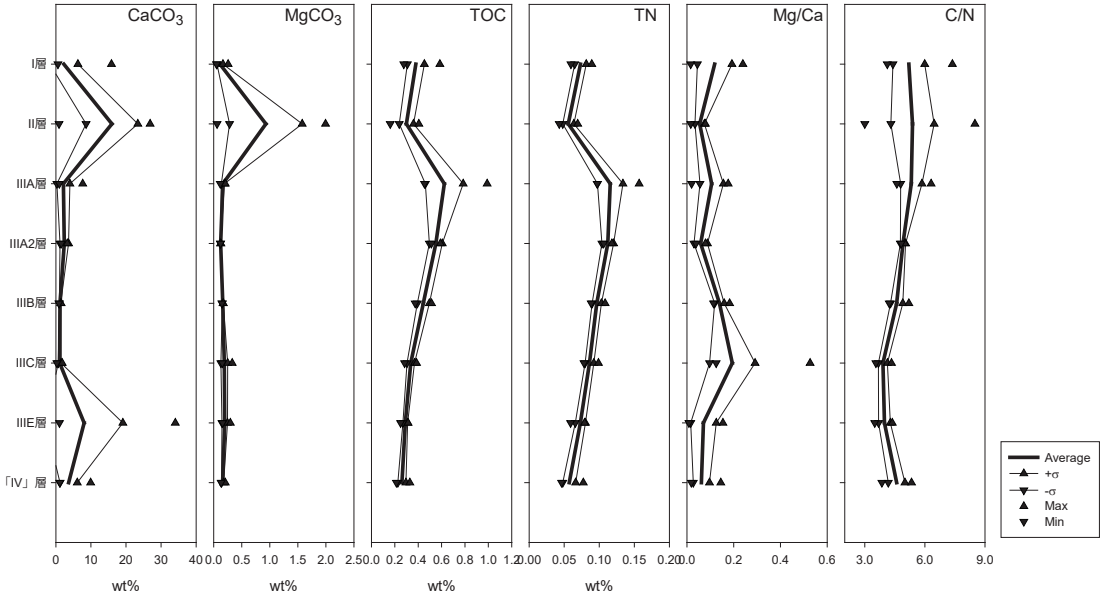
第 84 図　$MgCO_3$ と $MgCO_3/CaCO_3$ との関係



第 85 図　TN と TOC との関係

$CaCO_3$ と C の関係（第 83 図）では、Ⅰ層は $CaCO_3$ に乏しく、やや C に富む位置にプロットされる。高い $CaCO_3$ を持つ値については、恐らくⅡ層由来の再堆積性の粒子を含んだということが示唆される。C の含有量としては、ⅢB 層に近い領域にプロットされる。

$MgCO_3/CaCO_3CaCO_3$ の関係では、他の堆積物と同様に定数和制約（たとえば、太田・新井、2006）に起因すると見られるライン上に載る（第 84 図）。TOC と TN の関係（第 86 図）では、Ⅰ層は値にばらつきは見られるものの、特定の分布傾向は見られない。各組成の層序的変化傾向からみると、Ⅰ層は「Ⅳ」からⅢA 層までの上昇傾向だった TOC、TN、C/N に比べてやや値が低いことから、流入の相対的な量はやや低かったかも知れない。



第 86 図　各層における堆積物の化学組成

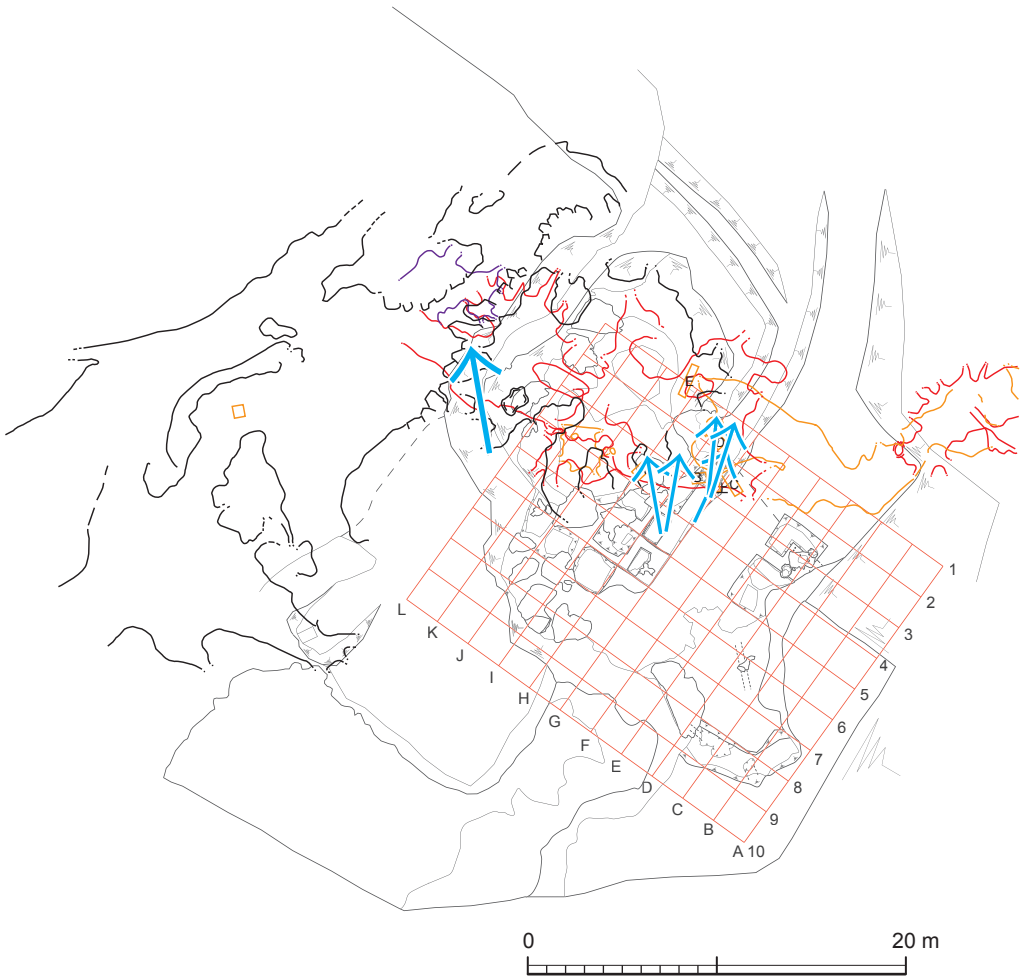
2）Ⅱ層

（a）産状

Ⅱ層は中森期～無土器期の褐色砂礫層とされ、特に海浜性の砕屑物や海棲生物の遺骸が多く含まれることから、津波堆積物であると解釈されている（沖縄県立埋蔵文化財センター、2013）。層序および含まれる炭質物の放射性炭素年代（1,885BP ～ 1,745BP; 沖縄県立埋蔵文化財センター、2013）からは、沖縄先島津波（先島津波）（河名・中田、1994）による堆積物に対比されると考えられている（事実報告編を引用）。Ⅱ層は下位のⅢ層を侵食的に覆い、上位のⅠ層へ漸移的に変化する。Ⅱ層とⅠ層の境界には軽石が濃集することがある。Ⅱ層は、上位のⅡ1 層と下位のⅡ2 層に分かれる。以下は、区画 G5 周辺で得られたはぎ取り試料および調査区周辺に見られた同堆積物に基づき記述する。

Ⅱ1 層は、上位境界の標高 30.5 ～ 31.0m 程度で層厚は 0 ～ 60cm と膨縮に富む（第 79 図）。下流側の C 洞では、更に厚く堆積していたとの報告もある。上位境界は不明瞭であるがほぼ水平か北西方向にゆるく傾く傾向があり、下位はⅡ2 層からやや漸移的に変化する。全体として塊状を示すがゆるく級化しており、粗粒砂～細粒砂サイズの粒子が卓越している。巻貝、サンゴの破片等に加え、洞穴堆積物由来の褐色のシルトのリップアップクラストなどのアウトサイズドクラストを含むが、明瞭な配列等はなさない。Ⅱ2 層との境界には、大礫サイズの変成岩礫や石灰岩礫がほぼ水平に堆積することがある。

Ⅱ2 層は下位のⅢ層を侵食的に覆う砂礫層で、層厚は 20 ～ 50cm である（第 79 図）。上位のⅡ1 層とは明瞭な境界を持たないが、Ⅱ2 層が明瞭な粒子配列を成すのに対してⅡ1 層は塊状であるので層の区分はわかりやすい。Ⅱ2 層は、下位のⅢ層を削りながら斜面を覆うように分布する。すなわち、Ⅱ1 層の分布標高は場所によって異なり、洞穴の奥側（N ～ NW 方向）に向かってやや低くなる。グリッド G5 におけるⅡ2 層は、下位から層厚約 5cm の中粒～細礫で、直径 8cm の角礫を含むユニット、層厚約 17cm で下位ほどシ



第 87 図　津波堆積物の粗粒粒子の長軸の配列から推定される流れの方向

ルトのリップアップクラストを含む、細礫～中礫が主体となるユニット、層厚約 2cm で極粗粒～細礫からなるユニット、層厚約 3cm 程度の細礫を含むユニット、そして大礫を含む厚さ 4cm 程度の極粗粒砂基質のユニットと積み重なる。すなわち、細粒部と粗粒部が最低 2 回繰り返して重なる。

調査区周辺では、発掘から取り残された断面でしばしばⅡ層を観察できる。これらの分布標高は、洞穴の北側に向かって低く分布する。また、Ⅱ2 層で認められる粒子配列のうち、特に粒子の長軸（a 軸）の方向は、概ね北方向を指すという特徴がある）（第 87 図）。

(b) 堆積物の特性

Ⅱ層の細粒分含有率は、およそ 30 ～ 60% であり、基本的に上位ほど大きな値を示す（第 80 図）。Ⅱ1 層では 40% 以上の値を取るのに対して、Ⅱ2 層では 30% 程度である。粗粒な残渣は、変成岩片、洞穴生成物に由来すると考えられる方解石片、石英砂、生砕物を主体する極細粒～極粗粒砂からなる。これらには、砂サイズの酸化鉄・マンガンノジュール？や炭が伴われる。

Ⅱ層では、Ⅱ1 層の細粒分の粒度分析を行った。Ⅱ1 層は、0.07 μ m 以上で、0.22 μ m、8.8 μ m、そして細粒基質に混じった砂質分のピークが認められ、Ⅰ層の粒度分布に似る（第 79 図）。粒度分布の幅を表す D90-D10 は、18 ～ 773 と変化に富む。0.22 μ m のピークは 2.8%、8.8 μ m のピークは 4.0% と、細粒分の粒度がⅠ層に比べるとやや大きい。中央粒径に対する細粒フラクションの割合は、Ⅰ層、「Ⅳ」よりばらつきが小さく、中央粒径が大きくなるとともに細粒フラクションが少なくなるという傾向が認められる。

(c) 堆積物の化学組成

Ⅱ１層の堆積物の炭酸カルシウム含有量は 0.91 ～ 27%、炭酸マグネシウム含有量は 0.06 ～ 2.0%、有機炭素含有量が 0.16 ～ 0.41%、窒素含有量が 0.04 ～ 0.07% で、C/N 比が 3.0 ～ 8.5 を示す。

$CaCO_3$ と C の関係（第 83 図）では、Ⅱ層は極端に $CaCO_3$ に富み、やや C が少ない位置にプロットされる。高い $CaCO_3$ は、津波起源の流入物に由来する可能性が高い。C の含有量としては、ⅢC 層やⅣ層に近い領域にプロットされる。$MgCO_3/CaCO_3$ の関係では、定数和制約を受けた他の堆積物と明瞭に異なり、比例関係が認められる（第 84 図）。すなわち、$CaCO_3$ に富む場合には、$MgCO_3$ に富む。これは明瞭な海洋起源の粒子の影響を示唆する。TOC と TN の関係（第 86 図）では、いずれも低い値の領域にプロットされる。僅かに正の相関が見られることは、土壌流入物の混在を示唆する。各組成の層序的変化傾向からみると、津波堆積物であるⅡ層は、他の土壌堆積物と明瞭な違いが認められる。特に、値のばらつきは、海洋起源の物質に加えて下位層を侵食して巻き込んだ結果と考えられる。

3) Ⅲ層

(a) 産状

Ⅲ層は、Ⅱ１層に侵食的に覆われ、下位の落盤礫層もしくは「Ⅳ」層を整合的に覆う粘土～シルト層である（第 79 図）。下田原・無土器期～後期更新世におよぶ堆積物とされ、土器、石器、貝製品、人骨、脊椎動物遺骸、貝類遺骸等多くの考古学的資料を含む（沖縄県立埋蔵文化財センター、2013）。Ⅲ層は、主として色調やこのような産出資料に基づき、ⅢA ～ⅢE 層に細分される。それぞれの層は南側から北側に向けて傾斜しており、やや膨縮に富む（第 88 図）。以下の記載は主として G 断面での観察結果および G5 付近で得られたはぎ取り試料の観察に基づく。

ⅢA 層は､最上部をⅡ２層に侵食的に覆われる（第 79 図）。層厚は約 50cm ～ 20cm と比較的膨縮に富む。含まれる木炭やイノシシの骨からは 9,158BP ～ 1,764BP の未較正年代が得られている（沖縄県立埋蔵文化財センター、2013）。上位との境界付近はやや変色するが、基本的には褐色のシルトからなる。シルト中には細礫のほか、二次生成物の破片、骨、歯、炭質物等が散在する。明瞭な堆積構造や粒子配列は認められない。最下部には礫の配列が認められる場合がある。

ⅢB 層は、ⅢA 層との境界に礫を含むが、明瞭な境界を示さず、基本的には漸移的に変化する（第 78 図）。含まれるイノシシの骨および木炭からは 9,289BP ～ 9,260BP の未較正年代が得られている（沖縄県立埋蔵文化財センター、2013）。G5 付近では、上位のⅢA 層よりもやや粘土質で、ⅢC 層よりも僅かに暗色を呈する傾向がある。層厚は 10 ～ 40cm と膨縮に富む。小さな円礫や変成岩からなる扁平な礫を含むほか、土壌自体がややまだら状を示す傾向がある。礫や挟まれる骨化石は層理面（ⅢA 層との境界面）に沿って分布する場合と、稀に直立する場合とがある。不規則なまだらは、局所的なコンクリーションのようにも見て取れる。

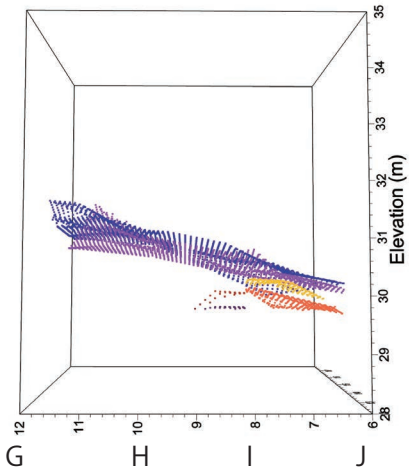
ⅢC 層は、上位および下位と漸移的な境界を持つ（第 79 図）。層厚はおよそ 25 ～ 30cm 程度である。含まれる人骨、イノシシの骨、および木炭からは 18,071BP ～ 9,525BP の未較正年代が得られている（沖縄県立埋蔵文化財センター、2013）。上位のⅢB 層よりもやや明るい色を呈し、粘土質である。ⅢB 層と同様にまだら状であるが、顕著ではない。小さい石英質の円礫および角礫（2 ～ 4mm）を伴う場所も認められるが含有量はⅢB 層よりも少ない。石英質の円礫は、下位ほど大きく、量も増える。

ⅢE 層は、ⅢC 層とは不明瞭な境界を持つ（第 79 図）。含まれる木炭からは、24,369BP ～ 23,620BP の未較正年代が得られている（沖縄県立埋蔵文化財センター、2013）。顕著なまだら状を呈しており、コンクリーションと思われる灰色部分が認められるほか、粘土の収縮時に生じたと思われる割れ目に黒褐色の二酸化マンガンと考えられる沈着物も認められる。層厚はおよそ 40cm 程度である。

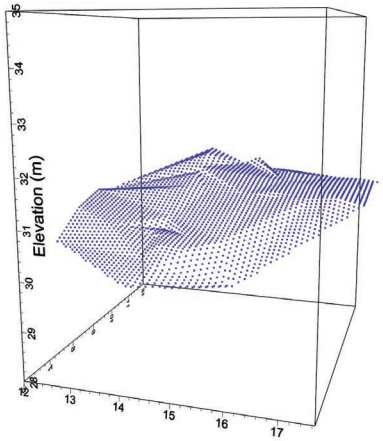
(b) 堆積物の特性

Ⅲ層はほとんどの場所で細粒分含有率が 90% 以上と高く、混入物の少ない泥層であることを示唆する（第 80 図）。ⅢA 層は 64% の一例を除き、92 ～ 89% と集中する。また、ⅢB 層は 92 ～ 90% である。ⅢB、

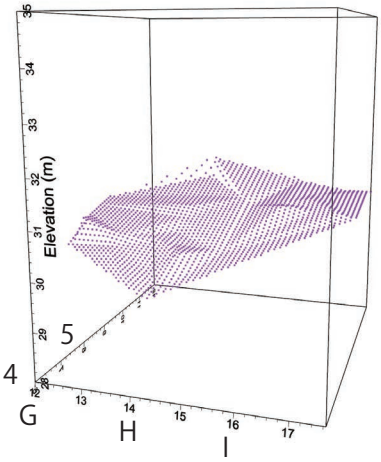
IIIA 層下面～落盤上位面



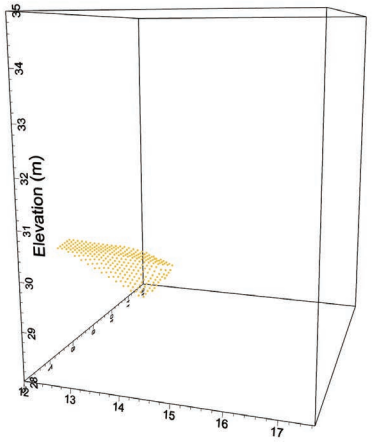
IIIA 層下面



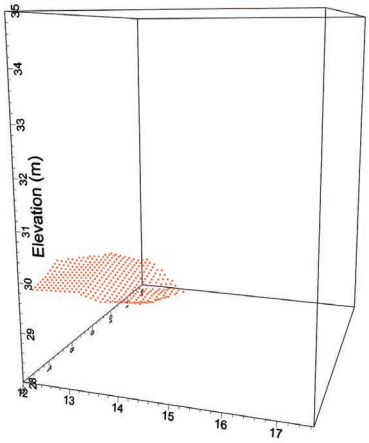
IIIB 層下面



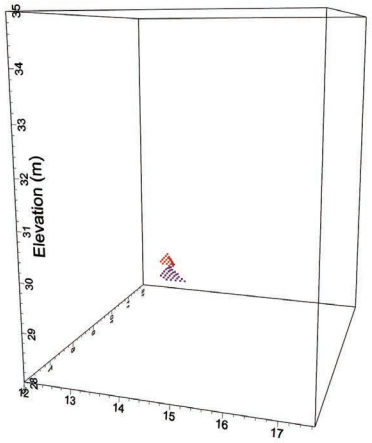
IIIC 層下面



IIID 層下面



IIIE,「IV」層下面



第 88 図　III 層および「IV」の各ユニット面　基本的に緩やかに洞奥に傾くが、最奥部では水平に近い。

ⅢA 層における細粒分含有率に顕著な違いは無い。一方、ⅢC 層は 94 ～ 93% とやや高い値をもち、ⅢE 層は試料が少ないものの、82 ～ 95% とややばらついた値を示す。粗粒な残渣は、変成岩片、方解石片、石英、酸化鉄・マンガンノジュールからなる。粒子は、極細粒～中粒～細粒砂程度であることが多い。一方、ⅢA、ⅢB 層では変成岩片、方解石片、石英の順に多くこれに酸化鉄･マンガンノジュール、炭、骨片等が伴われる。一部では骨片が多い場所もある。ⅢC、ⅢE 層では、酸化鉄･マンガンノジュールが頻繁に混じるようになり、量も増加する。すなわち、酸化鉄・マンガンノジュール、方解石片、石英片の順に多く、変成岩片は量を減じる。ⅢC、ⅢE 層では粗粒～細礫サイズの粒子が混じることもある。

Ⅲ層の細粒分の粒度分布は、0.22 μｍおよび 7.70 μｍにピークを持ち、試料によっては砂サイズの粒子を幾分含む（第 78 図）。ⅢA 層は、0.17 ～ 0.23 μｍのピークと、6.7 ～ 10.0 μｍのピークを持つ。分布の幅を示す D90-D10 は、17 ～ 27 と小さい。２つのピークは、上位ほど粗粒側が大きくなり、分布幅が狭くなる傾向がある。ⅢB 層は、0.20 ～ 0.23 μｍのピークと、8.2 ～ 10.0 μｍのピークを持つ。分布幅を示す D90-D10 は 23 ～ 74 と、ⅢA 層よりは幾分大きい。ⅢB 層中では層序的変化傾向は読み取れない。ⅢC 層は 0.20 ～ 0.25 μｍのピークと 6.7 ～ 8.8 μｍのピーク、そして試料によっては 100 μｍ前後にも小さなピークが認められる。D90-D10 は 11 ～ 64 とⅢ層の他の例と大きな違いはない。ⅢC 層中での層序的な変化傾向は読み取れない。ⅢE 層は 0.20 ～ 0.26 μｍと 7.7 ～ 10.0 μｍにピークを持ち、100 μｍ以上にも僅かに高まりを持つ分布を示す。D90-D10 は、20 ～ 184 と大きな幅を持つが、基本的には他の層準の分布と大きな違いはない。ⅢE 層中での層序的な変化傾向は認められない。中央粒径と細粒フラクションの関係（第 81 図）では、Ⅲ層は比較的まとまった場所に位置し、いずれも粒度分布が似ることによるものと考えられる。

XRD による鉱物同定の結果では、塩酸処理した残渣に認められる鉱物は、ほとんどが石英と見られ、層序による差異は認められない（第 81 図）。

（c）堆積物の化学組成

ⅢA 層では、炭酸カルシウム含有量は 0.97 ～ 2.70%、炭酸マグネシウム含有量は 0.17 ～ 0.21%、有機炭素含有量が 0.45 ～ 0.75%､窒素含有量が 0.097 ～ 0.128% で､C/N 比が 5.9 ～ 7.6 を示す。これらのうち、炭酸カルシウムと炭酸マグネシウムは、多少変動するものの層序的な変化傾向は認められないが、有機炭素含有量、窒素含有量、C/N 比は上位に向かって緩やかに大きくなる。

ⅢB 層では、炭酸カルシウム含有量は 0.88 ～ 1.48%、炭酸マグネシウム含有量は 0.15 ～ 0.17%、有機炭素含有量が 0.38 ～ 0.51%､窒素含有量が 0.089 ～ 0.099% で､C/N 比が 4.3 ～ 5.2 を示す。これらのうち、炭酸カルシウムと炭酸マグネシウムは、多少変動するものの層序的な変化傾向は認められない。一方、有機炭素含有量、窒素含有量、C/N 比は上位に向かって緩やかに大きくなる。

ⅢC 層では、炭酸カルシウム含有量は 0.29 ～ 1.82%、炭酸マグネシウム含有量は 0.16 ～ 0.33%、有機炭素含有量が 0.28 ～ 0.38%､窒素含有量が 0.078 ～ 0.089% で､C/N 比が 3.6 ～ 4.1 を示す。これらのうち、炭酸カルシウムは中下部でやや高いが全体的には上位ほど小さい値を示す。一方、炭酸マグネシウムは、中下部を除いてはほとんど変化がない。有機炭素、窒素、C/N 比は、ばらつくものの上位ほど大きい値を示す。

ⅢE 層では、炭酸カルシウム含有量は 1.04 ～ 34.1%、炭酸マグネシウム含有量は 0.16 ～ 0.30%、有機炭素含有量が 0.24 ～ 0.31%、窒素含有量が 0.059 ～ 0.079% で、C/N 比が 3.9 ～ 4.3 を示す。炭酸カルシウム含有量は、他の層準や炭酸マグネシウムの含有量と比べても極めて幅があり、変化にも富む。この両者は基本的には下位の方が高い値を持つ。一方､有機炭素含有量や窒素含有量は比較的狭い幅に収まり､目立った層序的な変化傾向は認められない。C/N 比は上位に向かって徐々に低くなる。

$CaCO_3$ と C の関係（第 83 図）では、Ⅲ層は地層区分によって変化に富むことが見て取れるⅢA 層が比較的 C に富み、一部では $CaCO_3$ を多く含むものが認められる一方で、ⅢB 層、ⅢC 層は比較的まとまった領域に分布する。ⅢE 層では、ⅢC 層から引き続く傾向として、やや $CaCO_3$ を含む領域を混じえる。$MgCO_3$/$CaCO_3$ と $CaCO_3$ の関係では、他の堆積物と同様に定数和制約に起因すると見られるライン上に載る（第 84 図）。TOC と TN の関係（第 86 図）では、ⅢA 層がいずれも高い値をもち、正の相関が明瞭である一方で、

ⅢB 層はその傾向が弱く、ⅢC 層、ⅢE 層は明瞭な相関関係を示さない。各組成の層序的変化傾向からみると、TOC、TN、C/N は上位に向かって増加する一方で、$CaCO_3$ はⅢE 層で高く、ⅢC 層以降、やや上位に向かって増える傾向がある。また、Mg/Ca 比はⅢC 層でやや高いといった傾向が認められる。

Ⅲ層の堆積速度が大きく変わらなかったことを前提とすると、堆積物の基本的な粒度組成や層相が変わらないにも関わらず、TOC や C/N の増加は、流入物の増加を示唆し、人為的によるものか、落盤が進行し、開口部が相対的に近くなってきた可能性が考えられる。特にⅢA 層の流入は比較的顕著であったことが示される。一方で、下位の層準での $CaCO_3$ の増加は、当時の二次生成物の発達が顕著であったのか、その後の続成作用によるものの可能性が高い。ⅢC 層の Mg/Ca 比の高い値の原因は不明である。

4)「Ⅳ」層

(a) 産状

G 断面周辺における「Ⅳ」層は Z 層と対比される落盤礫を覆い、上位は落盤礫あるいはひさし状に張り出した巨大な落盤によって上位が区切られる（第 79 図）。発掘直後では暗褐色～茶褐色のシルト～粘土からなるが、乾燥状態では上位よりもやや暗色を呈することが多い。分布は散点的であるが、場所によっては水平堆積の様相を示したり、凹凸を埋めるように堆積していることが多い。含まれる木炭および人骨からは 24,325BP ～ 12,890BP の未較正年代が得られている（沖縄県立埋蔵文化財センター、2013）。H 区周辺では、落盤礫の凹凸を埋めるように水平に堆積し、その上は再移動した落盤礫に水平に覆われている層相が観察できる（第 79 図）。このような産状は、H5 区でも観察されている（沖縄県立埋蔵文化財センター、2013）。

(b) 堆積物の特性

「Ⅳ」層はその分布が散点的であることから、採取した試料は限られる。ブロック試料から得られた細粒分含有率は、1 試料が 65% と低いが、他の 2 試料はそれぞれ 83%、93% と高い（第 80 図）。しかしながら、Ⅲ層と比べるとばらつくと考えて良いだろう。粗粒な残渣では、変成岩片、二酸化マンガンノジュール、方解石片、石英砂が多く、これに骨片等が含まれる。粒子は比較的粗い、細礫サイズのものまで含む。

「Ⅳ」層の細粒分の粒度分布は、ばらつく傾向があるが、平均的には 0.26 μ m および 8.82 μ m の双峰型を示す点では、Ⅲ層と比較的似る（第 79 図）。分布の幅を示す D90-D10 も、12 ～ 270 とばらつくが、多くは 25 以下と比較的狭い分布幅を示す。Ⅲ層に比べて、細粒分のピークがやや小さく、1% 前後であるというのが特徴である。連続的に得られた試料においても、明瞭な層序的変化傾向は認められない。中央粒径と細粒フラクションの比率では、細粒フラクションの含有率が試料によって大きく変化するのが認められる（第 81 図）。

XRD による鉱物同定の結果では、塩酸処理した残渣に認められる鉱物はほとんどが石英と見られる（第 82 図）。

(c) 堆積物の化学組成

「Ⅳ」層の炭酸カルシウム含有量は 1.13 ～ 9.92%、炭酸マグネシウム含有量は 0.13 ～ 0.20%、有機炭素含有量が 0.21 ～ 0.39%、窒素含有量が 0.046 ～ 0.078% で、C/N 比が 4.1 ～ 3.3 を示す。全体的なばらつきが大きいものの、C/N 比を除くこれらの値は、基本的には下位の方が大きな値を取る傾向がある。

$CaCO_3$ と C の関係（第 79 図 6）では、「Ⅳ」層は他の分布とことなり C にも $CaCO_3$ にもばらつく。全体としてはⅢ層に比べて $CaCO_3$ に富む傾向がある。$MgCO_3$/CaCO3 と $CaCO_3$ の関係では、他の堆積物と同様に定数和制約に起因すると見られるライン上に載る（第84図）。TOC と TN の関係（第86図）では、ⅢE 層の分布域に似るが、いずれの値も低い領域にプロットされる。各組成の層序的変化傾向からみると、TOC、TN、C/N はⅢ層の層序的変化傾向と似るが、C/N 比はⅢE 層に比べてやや大きい。

「Ⅳ」層は、その分布や層相から、主として落盤礫の凹凸を覆っていたと見られる（第 79 図）。このような堆積場では、局地的な影響を受けやすく、吹き溜まりのようになったり、堆積場から隔離されたりと個々の環境はバリエーションに富む可能性が高い。基本的にはⅢ層の堆積と似た環境でありながら、上述の化学

組成におけるばらつきは、こういった堆積環境を反映していると見られる。

(4) 洞穴堆積物の堆積相

白保竿根田原洞穴は、基盤であるトムル層の変成岩と琉球石灰岩との境界に形成され、比較的集水域も小さく上流側に行くほどその規模は小さいという特徴がある（事実報告編）。このような水文環境を反映し、遺跡を構成する堆積物は、明瞭な流れの証拠を示唆するものはⅡ層の津波堆積物と考えられている例しかなく、その他は洞口からの流入であることが示唆される。洞穴で認められる、細粒なシルトや粘土からなる堆積物は、水中での堆積が明瞭であった場合には「洞穴土壌」（cave earth）と呼ばれ、洞穴の通路で斜面や平坦面をなすことが多い（Ford and Williams, 2007）。このような堆積物は洪水などによる葉理が認められる場合が多く、粘土鉱物、石英粒子等が主体と成る。一方、洞口から流入してくる場合には、一般には落盤礫やスラリーとして、また、有機質で基質支持の崩積土として認められる。これらが泥流であった場合には、洞穴のかなり奥まで至るとされる（Gillieson, 1986）。

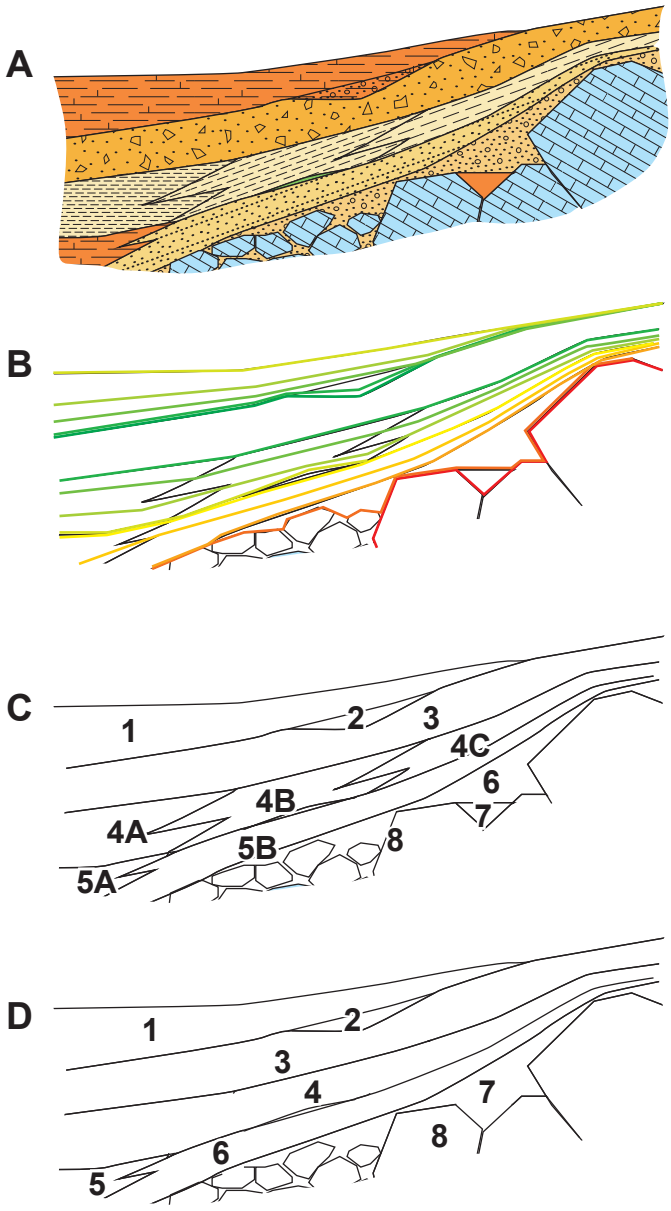
考古学や土壌学の層序区分に比べ、比較的軟らかい泥質な地層に対する岩石学的な区分は一般により単純化されてまとめられることが多い（たとえば、Goldberg and Macphail, 2006; 第 89 図）。これは後者が主として堆積物を構成する物質の種類や粒度、それらが作る構造に注目し、続成やそれに伴う作用を考慮しないのに対して、前二者は続成や風化の状況を反映する色調や遺物の産出層準を考慮することに原因がある。成因的に地層を解釈する上では前者の区分が大きく関与するが、連続的に堆積する泥質堆積物の場合には、これらの詳細な区分も重要である。

白保竿根田原洞穴遺跡およびその周辺の洞穴堆積物の堆積相は、以下のように区分可能である。（1）落盤堆積物、（2）落盤再堆積相、（3）洞穴斜面～平坦面堆積物、（4）洞穴凹凸充填相、（5）津波堆積物である。また、その他の堆積物として（6）二次生成物が挙げられる。層序学的区分のうち、Ⅰ層およびⅢ層は（3）の洞穴斜面～平坦面堆積物、Ⅱ層は（5）の津波堆積物、「Ⅳ」層は（4）の洞穴凹凸充填層に相当する。以下では、それぞれの堆積相についてまとめる。

1）落盤堆積物

先に述べたように、洞穴空間における落盤は、離水などに伴う母岩の不安定化や浸透水等によって生じる。巨大な落盤は落盤が生じた箇所の直下で厚く累積して落盤堆積物を形成する。地層の層理面が明瞭でない場合、落盤は節理等の地質学的弱線に沿って生じ、様々な大きさの角ばった岩塊が累重する。これらがまとまって起こった場合には落盤礫のみの堆積物が、間欠的に起こった場合には洞穴内の細粒な堆積物と互層することになる。前者の場合、礫間の空隙の充填が乏しい透かし礫状態として認められるが、後者は細粒な洞穴堆積物中に孤立して分布する。落盤後に洞穴が水没したり、その通路が顕著な滴下水の真下や流路になったりしなければ礫の表面は磨かれることもなく、破断した表面が残される。このような堆積物は、巨大なホールやドームピット（Ford and Williams, 2007）の下や洞口（Goldberg and Macphail, 2006）に認められる。eboulis および eboulis secs（openwork rubble）（Farrand, 2000）の一部がこれに相当する。

落盤堆積物は、白保竿根田原洞穴遺跡の場合 2 層構造となった洞穴の中間層に発達する。この堆積物は主として 2 層構造となった洞穴の下層の天井、すなわち、上層の最下部を成す。これらは大小様々な母岩（石灰岩）とその間を充填する泥質堆積物からなる。石灰岩は顕著な摩耗を受けていない不規則な形状を成し、基質を欠く礫支持である。遺跡における層序区分では、Z 層に相当する。また、遺跡の堆積物の主体を成す洞穴斜面～平坦面相の中にも大規模でない落盤礫が含まれる。この場合、礫は当時の洞穴地表面と推定される面に並行に分布する。白保竿根田原洞穴遺跡の胚胎する C 洞の場合、母岩には石灰岩だけではなく非石灰岩の巨礫も多く含まれている。これらは遺跡下部の洞穴空間や遺跡と同レベルの洞穴内に落盤礫に混じって認められることもある。



第 89 図　洞穴内を充填する地層と堆積時間面および層序の模式例

洞穴の地層の分布（A）、堆積時間面（B）、地層ユニット区分（C）、地質学的区分（D）。土壌学･考古学的な区分（C）では、詳細に岩相区分を行うことができるのに対して、地質学的な区分では同質の岩相によって区分するため、やや大まかな区分となる。一方で、堆積時間面は層序区分（C）を横切ることもあり、この場合、層序ユニットの区分によっては、同じ時代でも得られる化石や遺物が異なったユニットから産出する場合もある。

2）落盤再堆積相

落盤堆積物のうち、洞穴の斜面上を移動した堆積物を落盤再堆積相とする。落盤による堆積物は、それが斜面を成す場所に堆積した場合、再移動をすることがある。野外では崖錐堆積物として記載されるものに相当する。このような重力流堆積物は、ある程度流下すると粒子の選別が行われ、先端に粗粒な粒子、上方の細粒な粒子が堆積する。これによって堆積物は角礫でありながら粒子サイズが比較的整った堆積物になる。これらは Farrand（2000）における eboulis secs、Nemec and Kazanci（1999）の rockfall deposits に

相当する堆積物である。これらは礫支持の礫岩であること、基底の侵食がないこと、上流に向かって細粒化すること等の特徴が挙げられ、その移動メカニズムは粒子流の一種であるとしている（Nemec and Kazanci, 1999; Blikra and Nemec, 2000）。一方、十分大きな空間で起こった巨大な落盤であれば、これも斜面が不安定になった際には、再移動することがありうる。

遺跡では、直径５～８cm の落盤礫が「Ⅳ」層の一部を覆うのが確認された。上述の遺跡下部に認められる落盤堆積物の一部もこれに相当する可能性がある。一方、遺跡の南西部に認められるフローストーンの覆う巨大な落盤礫は、複数回にわたって回転した形跡が認められる。重力方向に発達するこれらの生成物が異なる３つの方向に成長しており、その U-Th 年代からは、落盤礫の回転が間欠的に起こっていたことが示唆される。遺跡における層序区分では、Z 層の一部がこれに相当すると考えられる。

3）洞穴斜面～平坦面相

シルト～粘土を主体とする堆積物のうち、比較的安定していたと見られる斜面および平坦面に堆積したものを、洞穴斜面～平坦面相とする。一般に洞穴で認められるシルト～粘土を主体とする堆積物は、洞穴内ではもっとも多く見られる砕屑性の堆積物であり、侵食された土壌や河川層の再堆積物、風成堆積物等、多様な起源を持つとされる洞穴土壌に分類される（Ford and Williams, 2007）。一方、洞穴土壌は明確な葉理を持つ場合が多いことからこれらは主に帯水した環境もしくはその周辺での環境を示唆すると考えられており、洞口から流入してくる堆積物とは区別して考えられている（Ford and Williams, 2007）。洞口からは、イベント的に発生・堆積する泥流のような堆積物に加え、広義での洞穴土壌に分類されるような、侵食された土壌や風成堆積物の間欠的な流入が生じると考えられる。本相を堆積させた流入は泥流を形成するような大規模なものではなく、降雨には土壌中の細粒分が洗い流されて洞穴に流入したもの、場合によっては直接風によって堆積物が洞口からもたらされたものであると推定される。この堆積相を構成する堆積物は、長期間に渡る間欠的な堆積が考えられる。すなわち、相対的な堆積速度の低下期には、表面における方解石の沈殿や極僅かな流れによる粗粒分の洗い残し等が作用する可能性がある。

遺跡の主体を成す堆積物は、細粒分含有率が時には 90% 以上に及ぶ細粒な物質からなること、顕著な水流の証拠が認められないこと等が特徴である。これらのうち、斜面から平坦面にかけて連続性がよく堆積するもの、すなわち、Ⅰ層、ⅢA、ⅢB、ⅢC、ⅢD、ⅢE 層は洞穴斜面～平坦面相に分類されると考えられる。これらの堆積物は、（1）水流の証拠を示す、明瞭な堆積構造が認められないこと、（2）地層中に明瞭な不連続面等は観察されないこと、（3）下位のⅡ層の堆積物を多く含むと考えられるⅠ層以外は、細粒分含有率が 80% 以上のシルト～粘土を主体とすること、（4）粒度分布は、0.2 ～ 0.3 μ m、10 μ m のピークを持ち、これに砂サイズ以上の粒子を含むこと、（5）低い C/N 比を持つこと、（6）現地性、あるいはほとんど移動していない可能性の高い方解石の破片等を含むことなどの特徴がある。この中で、（1）、（2）は、これらの堆積物が斜面でありながら安定した堆積をしていたことを示唆し、（4）～（6）は、流入してくる堆積物が限られ、時には二次生成物に覆われることがあったかもしれない洞穴内の堆積物の特徴を示す。これらのⅠ・Ⅲ層の地層区分を構成する堆積物の起源は、（3）、（4）の事実からは、恐らくは 10 μ m 程度の粒径を持つとされるレス（たとえば、井上・成瀬、1990; 成瀬、2006、2007）を主体とし、これに周辺域に分布する変成岩類の風化残渣や石灰岩に含まれる風化残渣が伴われることが示唆される。南西諸島におけるサンゴ石灰岩中には、風成堆積物である石英等の卓越することも示唆されている（成瀬・井上、1990）。洞口からの距離や位置関係によって、堆積物の粒度や有機物の含有量が異なることが考えられるが、本調査ではほぼ一箇所における垂直的な試料採取と解析しか行ってないため、このような特徴は明かではない。

4）洞穴凹凸充填相

広義の洞穴土壌に分類される堆積物のうち、落盤等によって形成された凹凸を直接覆い、不規則かつ散点的に分布するものを洞穴凹凸充填相とする。洞穴斜面～平坦面相が洞穴内部に形成された安定した斜面に堆積するのに対して、洞穴凹凸充填相は、落盤を直接埋めたり、巨大な落盤の隙間や陰に堆積する。これらの

堆積物は、堆積物をもたらす起源（ここでは洞口や河川）との位置関係や堆積場によるローカルな堆積環境の影響を受け、様々な層相や粒度・化学組成を持つようになることが推測されるため、独立した区分を設けた。落盤礫の隙間や洞穴の母岩の凹み等には、様々な過程で細粒な堆積物が充填する。基本的な特徴は洞穴斜面～平坦面相に似るが、たとえば斜面であっても洞口から見て岩陰であったとした場合には主な堆積物の供給路からは外れるため、堆積速度が遅くなって比較的乾燥した環境が維持されていたり、逆に洞穴の奥部で滴下水の多くもたらされる場所では平坦な層理面をなしており、乾裂も生じる可能性がある。このような環境であることから、基本的な層序との関係は、産状としても物性としても対比が難しい可能性が高い。完全に水中での堆積であるが、村上ほか（2013）のリムストーンプール充填層は、これに似た特徴を示す。

遺跡では、「Ⅳ」層がこれに対応すると考えられる。また、凹凸を埋める層相であるという点からは、Ⅲ層の一部、Ⅰ層の一部もこれに相当する可能性がある。「Ⅳ」層は見かけ上、層序的にはⅢE 層の下位に位置するが、局所的な分布を示し、その野外での産状も場所によって異なる。また、地球化学的な分析結果はⅢ層に比べてばらつく傾向もあり、堆積場による影響の大きい可能性が高い。

5）津波堆積物

陸上に認められる津波堆積物は、古地震・古津波の解析において重要な指標となる。このような堆積物は、津波石として残されるほか、干潟や湿地、海浜堆積物等に砂層や礫層等のイベント堆積物として残される。石垣島においては、明和津波による津波石がよく知られているが（たとえば、河名・中田、1994; Goto et al., 2010a, 2010b）、他の多くの地域の場合には保存されやすい環境にイベント的に挟まれる砂層や礫層の解析例が主体である。これはこのような津波堆積物が保存される平地が少ないことにも原因がある（Araoka et al., 2013）。津波が到達しやすい海浜の堆積物においては、対比可能なイベント砂層が広く分布すること、歴史記録との対比がつくこと、特徴的な堆積構造があること、地殻変動を伴うことがあること、特徴的な構成粒子、化学組成を伴うことなどが挙げられている（Goff et al., 2012; 小松原、2012）。一方で、洞穴における津波堆積物の記載例はほとんどなく、津波直後の洞穴の状況を記載した例（山田･加藤、2013）やスマトラの海蝕洞の砂質堆積物の例が認められる程度である（Pilarczyk et al., 2013）。津波堆積物が堆積場によって様々にその特徴を変化させることも多く知られており、洞穴の例はかなり特殊であると言えるだろう。

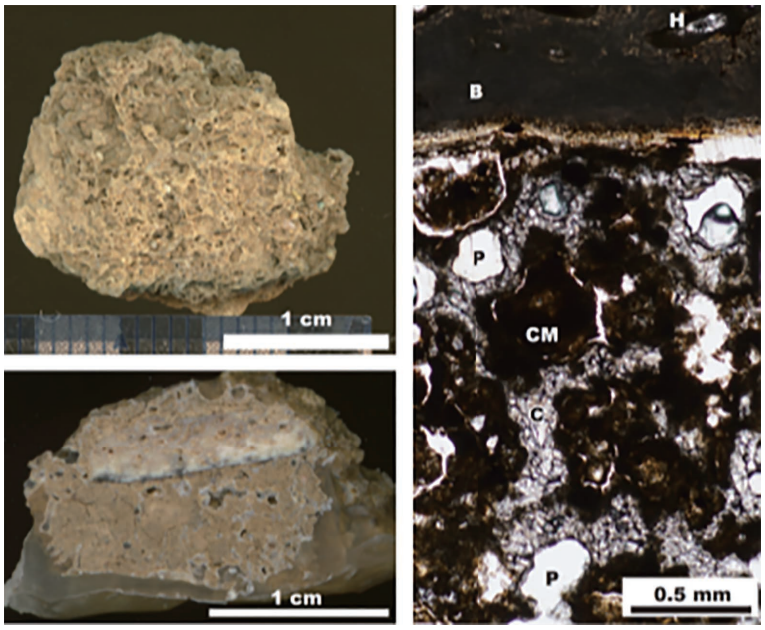
遺跡におけるⅡ層は、その様々な特徴から、調査初期から津波堆積物であると推定されている（沖縄県埋蔵文化財センター、2013; 事実報告編を引用）。Ⅱ層の分布や流入した洞穴の洞口は、標高 35 ～ 40m にあったと推定されることから、明和津波を遥かに上回る巨大なイベントであったことが示唆される。この事実に加え、含まれる炭質物の年代（1885 ～ 1745BP; 1885 ～ 1570cal BP）等からは、先島津波に対比可能であると考えられる。Ⅱ層は上位・下位が基本的には粘土～シルトからなる洞穴堆積物であるのに対して、比較的強い流れからの堆積を示唆する砂礫質であり、多くの海棲生物の化石を含むこと、リップアップクラストを多く含むこと、幾つかのユニットに区分できることが、津波堆積物の特徴として挙げられる。一方、既報の礫質津波堆積物が明白な流れの休止を示唆するマッドドレイプを挟在することが多いのに対して（Fujiwara and Kamataki, 2007）、Ⅱ層にはそのような特徴は見られない。これは、洞口から流入した津波が、初期においては下位をよく侵食しつつ掃流として流れ込んでいたものが（Ⅱ2 層）、洞穴の大半が水没した後、級化するⅡ1 層を形成したが、遺跡には引き続く第二波、第三波は到達しなかったか、したとしてもすでに洞穴が充填されていたために明瞭な痕跡を残さず、最上部にあったと考えられるマッドドレイプもその後の堆積物の再移動によって、もしくは人為的に失われた可能性が高い。粒子ファブリックの分布から推定される流入方向は、概ね北向きであることは、洞口が遺跡よりも南側にあったことを示唆する。なお、本津波堆積物に含まれる炭質物の年代は､約 2000 年前と推定されていた先島津波よりもやや若い値を示す。Araoka et al.（2013）は、琉球列島南部に分布する津波石の年代を整理し、西暦 100 ～ 400 年に一つの集中が認められるとした。本堆積物の年代を踏まえると実際の先島津波の時代はこれに対応する可能性もあるが、更に詳細な検討が必要である。

6）二次生成物

石灰岩の洞穴には、母岩である石灰岩や砕屑性の堆積物を覆って二次生成物が形成される。その規模や形態は極めて変化に富み、条件によっては方解石だけではなく様々な鉱物も形成される（たとえば、Hill and Forti, 1997）。豊富な滴下水がもたらされ、盛んに二次生成物が形成される場合には、その周辺で「トラバーチン」として記載されるような堆積物を覆う方解石の薄い層やフローストーンと呼ばれる生成物が堆積物を直接的に覆い、それより下位の堆積物を侵食や風化の無い安定した環境におく場合（村上ほか、2013; 沖縄県立博物館・美術館、2015 等）や二次生成物に直接化石が取り込まれる例などがありうる。純粋な方解石を主体とする二次生成物からは U-Th 年代を得ることができるという点、特定の生成物はその形成環境を示唆する点、大規模な生成物の形成には大きな空間や豊富な滴下水が必要なことなど、洞穴における二次生成物は重要な年代・環境指標といえる。

白保竿根田原洞穴遺跡の堆積物には、礫として二次生成物の破片が認められる。また、堆積物の表面や裂罅、そして骨化石の表面に形成されたと見られる不規則な形の石灰質膠結物も認められる。一般には南西諸島における二次生成物の発達は、本州の洞穴に比べて速いことが知られている。洞穴空間形成後には、多くの生成物が発達した可能性が高いが、遺跡周辺において直接的に層序に関連するような顕著な二次生成物の形成は認められない。しかしながら、遺跡の地層の下位には、重力方向を記録する二次生成物（石筍とカーテン）の成長方向から複数回の回転移動が推測される直径３～ 4m の巨大な二次生成物が認められる。この生成物からは、最も古いもので 48.6 ± 2.0ka の U-Th 年代が得られている。これはこの生成物が形成されるのに十分な空間がすでに５万年前には存在したことを示唆する。一方、「Ⅳ」層あるいはⅢE 層に含まれると見られる人骨化石の上には、礫として移動したと見られるフローストンの破片が認められる。このフローストンの破片からは、23.8+5.2-4.8ka の U-Th 年代が得られている。周辺に顕著な落盤礫が伴わないことから、洞穴の崩壊の時期を示すとは考えにくいが、層序的にはⅢE 層あるいは「Ⅳ」層形成時に散発的に生じた鍾乳石の落下の一つが人骨化石の上に載った可能性がある。また、この鍾乳石の存在が人為的なものでない場合、この人骨化石よりも斜面の洞口側に生成物が成長できる環境があったことを示唆する。

骨化石には、「マトリックス」として記載されている石灰質膠結物が表面についている場合が多く認められる（沖縄県立埋蔵文化財センター、2013）。実際の洞穴では、二次生成物が骨化石の表面に着くことはそれほど珍しくはない（たとえば、横田直吉退職記念出版会編、1982）。また、これらが埋没や移動で別の環境に置かれた場合でもそれらが形成された環境を示唆することがある。たとえば、Chatters et al.（2014）では、水中の洞穴から発見された人骨に同様な二次生成物（florets ; ケイブコーラルの一種）を認め、これ



図版 78　SAO16（H4 区、IIIE 層）の頭骨の表面に認められた石灰質膠結物の産状

左上：付着面の反対側から撮影した石灰質膠結物。洗浄することでネットワーク状の方解石脈とその間に認められる土壌の構造が浮き彫りとなった。
左下：アクリル系樹脂で充填した石灰質膠結物の断面。下が付着面に相当するなめらかな面。中央部の白色は骨片と見られる。
右：石灰質膠結物の断面。左下図に見られた骨片（B）との接着面では、0.1mm 以下の薄い被膜状の鉱物が認められるが、膠結物の大半は、粘土粒子（CM）を取り囲む脈状の方解石（C）からなる。P は空隙。H は骨に見られるハバース管。

らがかつて陸上の洞穴空間で形成されたと考えている。このような石灰質膠結物が、発掘中に骨の上半分に顕著な場合があること、乾裂等が認められない限り、方解石が細粒な泥層を浸透して生成物を泥層下部に形成することは考えにくいこと（たとえば、吉村ほか、2013）から、これらの骨化石は生成物が形成される地表に近い環境にあったことを示唆する。このような石灰質膠結物は、被膜状に骨を覆う場合もあるが（吉村ほか、2013）、厚い場合には骨化石の表面についた砂や土壌の粒子の隙間を方解石で充填していると見られ、３次元的なネットワーク構造のように見える場合もある（図版 78）。

（5）洞穴の形成と洞穴堆積物

事実報告編および本節で述べた内容に基づくと、白保竿根田原洞穴の形成および遺跡の形成の時系列は以下のようであったと推定される。

1）石灰岩の形成

遺跡を胚胎する洞穴の形成された琉球石灰岩は、基盤岩である変成岩であるトムル層の上に形成されたサンゴ石灰岩および砕屑性石灰岩からなる。下位の標高 30m ぐらいまでは基盤岩の礫を豊富に含む砂礫質の石灰岩であるのに対して、上位は塊状のサンゴ石灰岩が卓越する。遺跡周辺では標高およそ 40m の中位段丘上位面ⅢあるいはⅣ（沖縄県、1985）に属する平坦面を成しており、海側に向かって畝状の地形が発達する。岩相、層序的な累重関係、下位面とそれを構成する石灰岩の岩相との関係から、遺跡を胚胎するのは、およそ酸素同位体ステージ（MIS）9（33.7 万年前）にかけての海進期にかけて形成された砂礫質の下部と引き続く高海水準期に形成された上部のサンゴ石灰岩からなると推定される。これ以降、海水準変動と正味での隆起運動（0.51 ± 0.03m ～ 0.05 ± 0.02m/ka; 山田、2002）を受けながら現在のような標高 40m 付近に段丘を持つ地形となった。

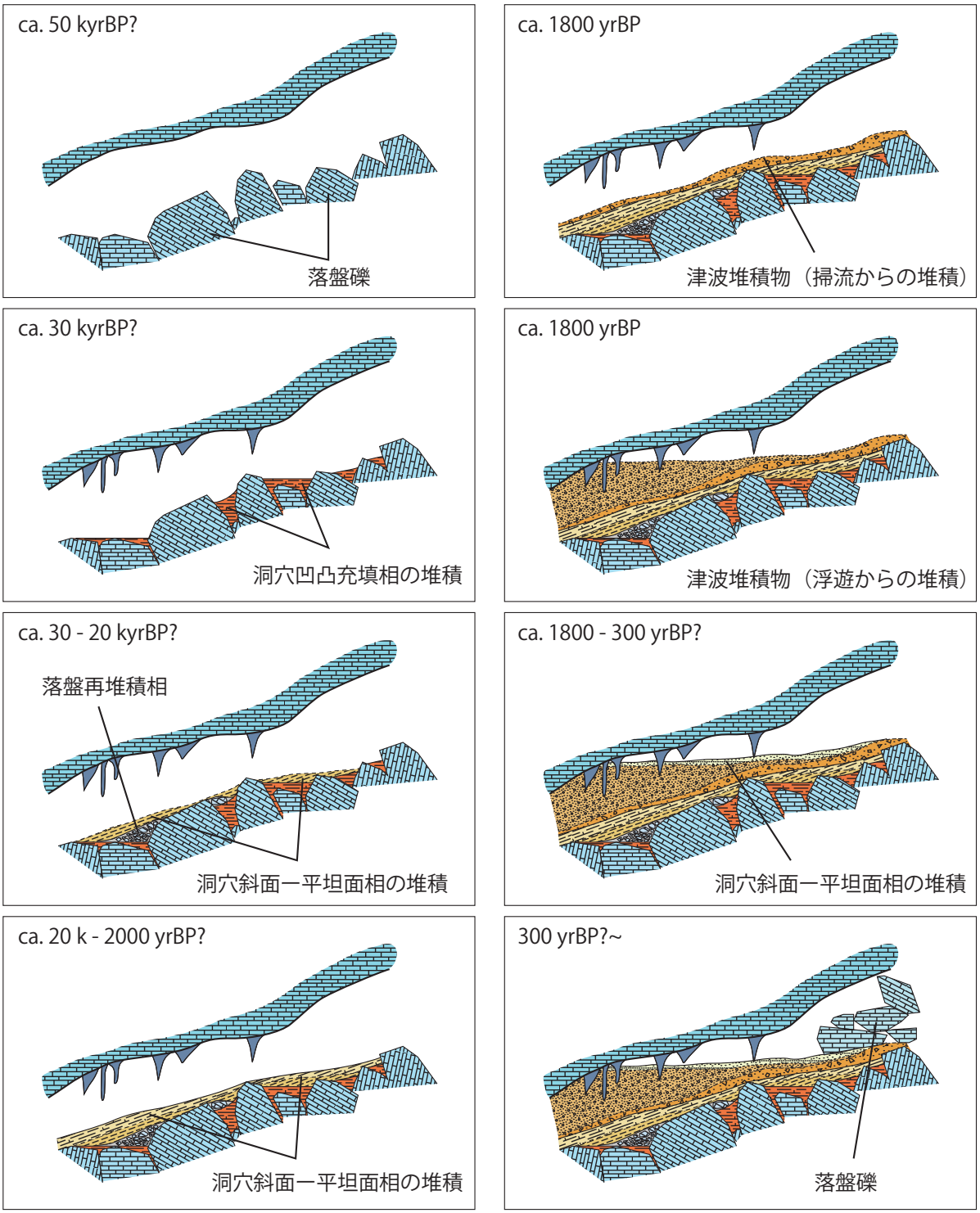
2）洞穴の形成

洞穴空間の形成は、主として石灰岩が飽和水帯環境下に置かれた際、主として溶食、場合によっては侵食によって拡大することで形成される。約 34 万年前の高海水準期に形成された石灰岩は、その後最低２回の顕著な高海水準期を経ていることになる。遺跡には約 4.9 万年前の巨大な二次生成物が認められることから、少なくともこの時代までには大規模な空間が形成されていたと推定される。一方で、現時点ではこれよりも古い化石や二次生成物が認められないことから、少なくとも遺跡周辺での洞穴空間の拡大は主として MIS5e（12.3 万年前）の高海水準期を中心に起こった可能性も示唆される。

高海水準期、石灰岩が飽和水帯下に置かれると、土壌中の二酸化炭素を含んだ雨水や非石灰岩地域から流入した炭酸カルシウムに不飽和な地下水によって溶食が始まる。白保竿根田原洞穴遺跡を胚胎する洞穴の場合には、基盤の変成岩が不透水層として働くので、基盤と琉球石灰岩の境界付近から拡大が始まった可能性が高い。しかも、境界近くの石灰岩は多孔質な砂礫質石灰岩であり、このような岩相の石灰岩を選択的に溶食・侵食が進んだことが考えられる。一方で、洞穴は単一の通路で非石灰岩地域に隣接しているにも関わらず、集水域もそれほど大きくなく、上流側に向かって空間は徐々に狭くなる上、側方拡大も顕著ではないため、流入する水流の影響は飽和水帯下でも地下河川帯においても相対的には小さかったかも知れない。このような多孔質の石灰岩が選択的に溶食・侵食された結果、洞穴空間の天井は相対的に頑丈なサンゴ石灰岩が卓越し、それより下位では十分な広さを持つ空間が長期間に渡って維持される。海水準の低下に伴う洞穴空間の離水後は、地下水面より上の洞穴空間では、大規模な二次生成物が発達するようになる。このような二次生成物の形成は、少なくとも５万年前には始まっていた。やがて、あまりにも広い空間は頑丈なサンゴ石灰岩でも維持できなくなり、陥没して洞口を形成する。陥没は同時に洞穴の下部に遺跡の下位の基盤に相当する落盤礫を堆積させることになる（第 90 図）。

3）遺跡の形成

陥没した洞口からは、洞外の堆積物が流入するようになる（第 90 図）。琉球列島南部の洞穴において、巨大な空間が形成されやすいとされる標高 30 ～ 40m 付近では、陥没は、大きなホール状の洞穴空間の天井が落盤して形成された可能性がある。陥没場所の直下は、巨大な落盤帯が生じるとともに、その側方には大小様々な落盤礫による斜面を形成する。堆積物の分布からは陥没によって生じた洞口は、おおよそ遺跡の南南西側にあったことが示唆される。同様な陥没は、遺跡のある区間の洞穴よりも更に下流側（北側）でも別途生じたかも知れない。遺跡の南側に開口した洞口からは、周辺に薄く堆積した土壌の流入や、または陥



第 90 図　洞穴堆積物の形成

没地点での直接のレス等が堆積するようになる。レスは、MIS2 や 4 の寒冷期で増加するとされるので（たとえば、成瀬、2006）、5 万年前以降の寒冷化に向かう時期には豊富に堆積物が流入したことが推定される。流入やその休止は、気候条件によって変動したが、落盤はそのような細粒な堆積物によって徐々に埋積していった。

初期段階では、特に落盤を直接覆って洞穴凹凸充填相が堆積した。このような条件下では滴下水が豊富な場所では小規模なプールを形成していたかも知れない。また、この堆積の段階では、洞口の崩落から再度もたらされたと見られる落盤再堆積相も見られる。一方で、埋没した洞穴の下部は、徐々に地下河川としての性格を取り戻すようになる。やがて「2 階建て」となった洞穴空間は、地下河川の流水によって落盤堆積物の一部が移動することで、上部の洞穴部分が不安定となり、巨大な落盤の再移動も起こった。

遺跡周辺においては、その後の直接的な落盤の影響もわずかで、徐々に洞口から続く斜面が形成された（Ⅲ層）。この時代には、人骨に加え洞口からの流入と見られる小動物の骨も見られることから、この洞口の陥没に入ったり、落ち込んだり、更にそれが再移動したりすることで堆積物中に骨化石を含むようになる。

およそ今から 1,800 年前、琉球列島南部の島々を琉球海溝側に起源を持つ、先島津波（河名・中田、1994）が襲った。この津波堆積物は、大浜の崎原公園にある最大直径 10m を越える「津波大石」を移動させるほどの規模であり、標高 40m にあった白保竿根田原洞穴の洞口にも津波が届いた。サンゴ等の海棲生物遺骸や砕屑物を巻き込んだ津波は、洞口に堆積していたⅢ層の細粒な堆積物を侵食しながら強い掃流として流入し、やがて遺跡周辺では洞穴空間の大半を埋没した（Ⅱ層の堆積）。津波が収まった後、水が引いていく時を中心にこれらの堆積物が再移動し、再び洞口から続く斜面が現れたが、これ以降の堆積物は津波堆積物を含むようになり、やや砂質である。

4）現在まで

洞口周辺は、1962 年撮影の米軍の航空写真では小規模な森であるのが見て取れる。一方、1977 年の航空写真遺跡の北側では比較的大きな洞口が見られたが、遺跡周辺は空港工事が行われるまで継続的に森や荒れ地であった。恐らくは洞口周辺の陥没等によって土地利用がしにくい場所であったと思われる。従って、I 層の中で認められた約 300 年の遺物の時代以降から、米軍の航空写真の撮影された時期のどこかで再び洞口の陥没が起こり、続いたゴルフ場の造成などによって遺跡の上の洞口が埋没していたと考えられる。発掘が行われる前まで、遺跡の上の洞口は埋没していたと見られる一方で、洞穴調査の報告からも遺跡の下流側の C 洞の洞口は継続して開口していた可能性が高い。なお、石筍からは、洞穴の周辺では明和津波（1771 年）までは森が存在し、それ以降ススキなどの C4 植物が主体となる荒地になったことが明らかになっている。

〈参考文献〉

Araoka, D., Yokoyama, Y., Suzuki, A., Goto, K., Miyagi, K., Miyazawa, K., Matsuzaki, H. and Kawahata, H., 2013, Tsunami recurrence revealed by Porites coral boulders in the southern Ryukyu Islands, Japan. Geology, 41, 919–922.

Benedetti, M.M., 2011, Soils, sediments, and geoarchaeology：Introduction. Catena, 85, 83-86.

Bosch, R.F. and White, W., 2004, Lithofacies and transport of clastic sediments in karstic aquifers. In Mylroie, J.E. and Sasowsky, I.D. eds., Studies of cave sediments：physical and chemical records of paleo climate revised edition. 329p. Springer.

Blikra, L,H. and Nemec, W., 2000, Post-glacial colluvium in western Norway：depositional processes, facies and palaeoclimatic record：Reply. Sedimentology, 47, 1053-1068.

Chatters, J.C., Kennett, D.J., Asmerom, Y., Kemp, B.M., Polyak, V, Blank, A.N., Beddows, B.A., Reinhardt, E., Arroyo-Cabrales, J., Bolnick, D.A., Malhi, R.S., Culleton, B.J., Erreguerena, P.L., Rissolo, L., Morell-Hart, S. and Stafford, T.W.Jr., 2014, Late Pleistocene Human Skeleton and mtDNA Link Paleoamericans and Modern Native Americans. Science, 344, 750-754.

第四紀学会編 ,1993, 第四紀試料分析法 2.555p. 東京大学出版会 .

Farrand, W.R., 2000, Depositional History of Franchthi Cave：Sediments, Stratigraphy, and Chronology. 135p. Indiana University Press.

Farrand, W.R., 2001, Sediments and Stratigraphy in Rockshelters and Caves：A Parsonal Perspective on Principles and Pragmatics. Geoarchaeology：An International Journal, 16, 537-557.

Ford, D. and Williams, P., 2007, Karst Hydrogeology and Geomorphology revised edition. 562p. Wiley.

Fujiwara, O. and Kamataki, T., 2007, Identification of tsunami deposits considering the tsunami wave from：an example of subaqueous tsunami deposits in Holocene shallow bay on outhtern Boso Peninsula, Central Japan. Sedimentary Geology, 200, 295-313.

Garrison, E., 2016, Techniques in Archaeological Geology. 345p. Springer.

Gillieson, D., 1986, Cave sedimentation in the New Guinea Highland. Earth Surface Process and Landforms, 11, 533-543.

Gillieson, D., 1996, Caves：Processes, Development, Management. 324p. Blackwell.

Goff, J., Chagué-Goff, C., Nichol, S.Jaffe, B. and Dominey-Howes, D., 2012, Progress in palaeotsunami research. Sedimentary Geology, 243-244, 70-88.

Goldberg, P. and Macphail, R.I., 2006, Practical and Theoretical Geoarchaeology. 454p. Blackwell.

Goto, K., Kawana, T. and Imamura, F., 2010a, Historical and geological evidence of boulders deposited by tsunamis, southern Ryukyu Islands, Japan. Earth-Science Reviews, 102, 77-99.

Goto, K., Miyagi, K., Kawamata, H. and Imamura, F., 2010b, Discrimination of boulders deposited by tsunamis and storm waves at Ishigaki Island, Japan. Marine Geology, 269, 34-45.

浜崎忠雄・三土正則・小原洋・中井信 ,2002, 土壌モノリスの作製法改訂版 . 農業環境インベントリーセンター 土壌分類研究室資料 .

Hill, C. and Forti, P., 1997, Cave Minerals of the World second edition. 463p. NSS.

井上克弘・成瀬敏郎 ,1990, 日本海沿岸の土壌および古土壌中に堆積したアジア大陸起源の広域風成塵 . 第四紀研究 ,29,209-222.

河名俊男・中田高 ,1994, サンゴ質津波堆積物の年代からみた琉球列島南部周辺海域における後期完新世の津波発生時期 . 地学雑誌 ,103,352-376.

小松原純子 ,2012, 浅海域および沿岸低地に堆積した津波堆積物の識別基準 . 堆積学研究 ,71,119-127.

Lowe, D. and Waltham, T., 2002, Dictionary of Karst and Caves. BCRA Cave Studies Series, 10, 40p.

Nemec, W. and Kazanci, N., 1999, Quaternary colluvium in west-central Anatolia：sedimentary facies and palaeoclimatic significance. Sedimentology, 46, 139-170.

沖縄県 ,1985,5 万分の 1　土地分類基本調査　石垣地域 .46p.

沖縄県埋蔵文化財センター編 ,2013, 白保竿根田原洞穴遺跡 - 新石垣空港建設工事に伴う緊急発掘調査報告書 -. 沖縄県立埋蔵文化財センター調査報告書 ,65,265p.

太田亨・新井宏嘉 ,2006, 組成データ解析の問題点とその解決方法 . 地質学雑誌 ,112,173-187.

Pilarczyk, J., Rubin, C.M., Sieh, K., Horton, B., Daly, P., Majewski, J. and Ismail, N., 2013, Predecessors of the 2004 Indian Ocean tsunami in a coastal cave, Aceh Province, Sumatra. American Geophysical Union, Fall Meeting 2013, abstract #T22E-08.

Posamentier, H. and Walker, R.G., 2006, Facies Models Revisited. SEPM Special Publication, 84, 527p. SEPM.

村上崇史・石原与四郎・藤川将之・無名穴学術調査団 ,2013, 山口県秋吉台無名穴洞口部テラスに認められるリムストーン充填層の堆積相 . 洞窟学雑誌 ,38,52-60.

成瀬敏郎･井上克弘 ,1990, 大陸よりの使者－古環境を語る風成塵－ . サンゴ礁地域研究グループ編 , 日本のサンゴ礁地域 1 熱い自然 ,248-267. 古今書院 .

成瀬敏郎 ,2006, 風成塵とレス .197p. 朝倉書店 .

成瀬敏郎 ,2007, 世界の黄砂・風成塵 .174p. 築地書館 .

沖縄県立博物館・美術館編 ,2015, 沖縄県南城市サキタリ洞遺跡発掘調査概要報告書 II.100p.

澤井祐紀 ,2014, 教育・普及活動のための津波堆積物のはぎ取り標本 .GSJ 地質ニュース ,3,53-59.

Reading, H.G., 1996, Sedimentary Environments：Processes, Facies and Stratigraphy 3rd edition. 688p. Blackwell.

Schuldenrein, J., 2001, Stratigraphy, Sedimentology, and Site Formation at Konispol Cave, Southwest Albania. Geoarchaeology：An international Journal, 16, 559-602.

山田茂昭 ,2002, 更新世における南琉球弧のサンゴ礁発達史と構造運動 . 熊本大学大学院自然科学研究科学位論文 .275p.

山田努・加藤大和 ,2013, 東日本大震災による気仙沼神明崎洞穴群の被災状況 . 洞窟学雑誌 ,38,37-51.

横田直吉退職記念出版会編 ,1982, 平尾台の石灰洞 . 日本洞窟協会 ,272p.

吉村和久・片桐千亜紀・藤田祐樹・山崎真治・土肥直美・鮎澤潤・栗崎弘輔 ,2013, 固結堆積物から見た化石骨の埋没環境 . 洞窟学雑誌 ,37,41-54.

Waters, M.R., 1992, Principles of Geoarchaeology：A N

8　白保竿根田原洞穴遺跡の石筍年代と古環境情報

吉村和久・杉原真司（九州大学アイソトープ統合安全管理センター）
能登征美（株 九電産業）・天日美薫（一財 九州環境管理協会）
石原与四郎（福岡大学理学部）・島袋綾野（石垣市教育委員会）
山内平三郎（NPO 法人沖縄鍾乳洞協会）

1. はじめに

鍾乳洞の中で成長する二次生成物である鍾乳石は、土壌層、洞窟内空間およびそれらと接する地下水中の二酸化炭素濃度が鍵となって生成する。すなわち、降雨が地下に浸透する際に土壌層の高濃度の二酸化炭素を受け取ることで酸性となり、それが石灰岩を溶解する。溶解度は二酸化炭素濃度の三乗根に比例する。その水が滴下水となって洞窟に現れると、洞窟空間の二酸化炭素濃度は土壌層よりも低いために、溶けきれなくなった炭酸カルシウムが方解石として沈殿する。その際に、水に含まれた微量成分や同位体が鍾乳石（石筍）中に取り込まれる。滴下水には、滞留時間の短い地下水成分が含まれ、それには植物の分解生成物の一つであるフルボ酸のような蛍光性有機化合物濃度の季節変化が反映されるため、石筍には蛍光の年縞が観測できる。したがって、現在成長中の鍾乳石を用いると、年縞の計数により鍾乳石の任意の部位の絶対年代を直接見積ることができる（Shopov et al., 1994;Ford and Williams, 2007; Kurisaki and Yoshimura, 2008）。

一方、ウランは $[UO_2(CO_3)_2]^{2-}$、$[UO_2(CO_3)_3]^{4-}$ の炭酸錯イオンを形成してカルスト地下水に溶解するため、滴下水を通じて鍾乳石中に取り込まれるが、トリウムは水に不要な水酸化物 $Th(OH)_4$ を形成するので滴下水には溶存せず鍾乳石中には存在しない。また、U 同位体は壊変の際に α 反跳により放射能比 $^{234}U/^{238}U > 1$ の娘核種過剰状態になっており、鍾乳石中ではウラン系列同位体に関して放射非平衡となっている。この状態から時間がたつにつれて ^{234}U が壊変して ^{230}Th が生成し、数十万年後には放射平衡に達する。よって、^{238}U、^{234}U、^{230}Th の間で放射平衡となるまでの経過時間から鍾乳石の絶対年代の決定が可能になる（Ford and Williams, 2007）。

鍾乳石の形成年代を知ることができれば、すでにその時点で鍾乳石が成長可能な空洞が地下に存在した証拠となる。また、水に含まれた微量成分や同位体が鍾乳石（石筍）中に取り込まれるため、鍾乳石に含まれる微量元素濃度や安定同位体比を用いると、鍾乳石が生成した当時の植生およびその変化などの古環境情報を抽出することができる（Ford and Williams, 2007; 栗崎ほか、2006;Kurisaki and Yoshimura, 2008）。

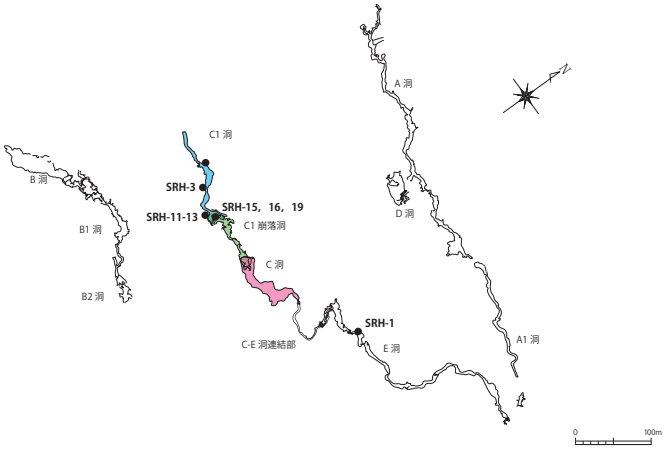
2. 調査の方法

1）石筍試料の採取

石筍の採取地点は第 91 図に示した C 洞、C1 洞および E 洞から採取を行った。SRH-1、3、15 が採取時まで成長を続けていたものであり、残りは現時点では成長の止まったものである。

SRH-1：C 洞地下水系の下流側の E 洞で採取した底部直径 13 cm、高さ 92 cm の石筍である（図版 79）。採取地点は約 12m asl、地表は約 30m asl であった。

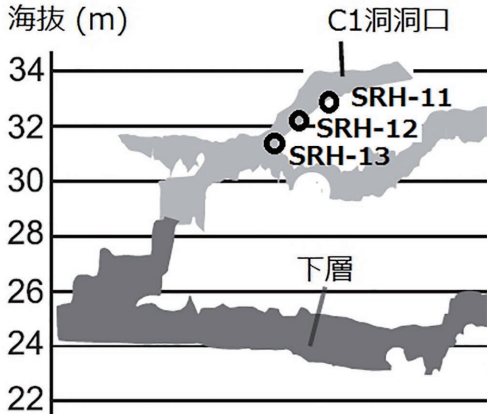
SRH-3：C 洞地下水系の上流側の C1 洞で採取した底部直径 18 cm、高さ 33 cm の石筍である（図版 80）。採取地点は約 25 m asl、



第 91 図　鍾乳石採取地点

図版 79　SRH-1 石筍

図版 80　SRH-3 石筍



第 92 図　C1 洞口付近鍾乳石採取地点概念図

地表は約 40 m asl 以上であった。

SRH-11：工事により開口した C1 洞洞口から地下川への斜洞上部の石筍。石筍の最下部を分析に用いた（第 92 図）。

SRH-12：SRH-11 より下位の石筍。石筍の最下部を分析に用いた（第 92 図）。

SRH-13：SRH-12 よりさらに下位の石筍。上部が折れて横たわっている。琉球石灰岩の上に成長。石筍の最下部を分析に用いた（第 92 図）。

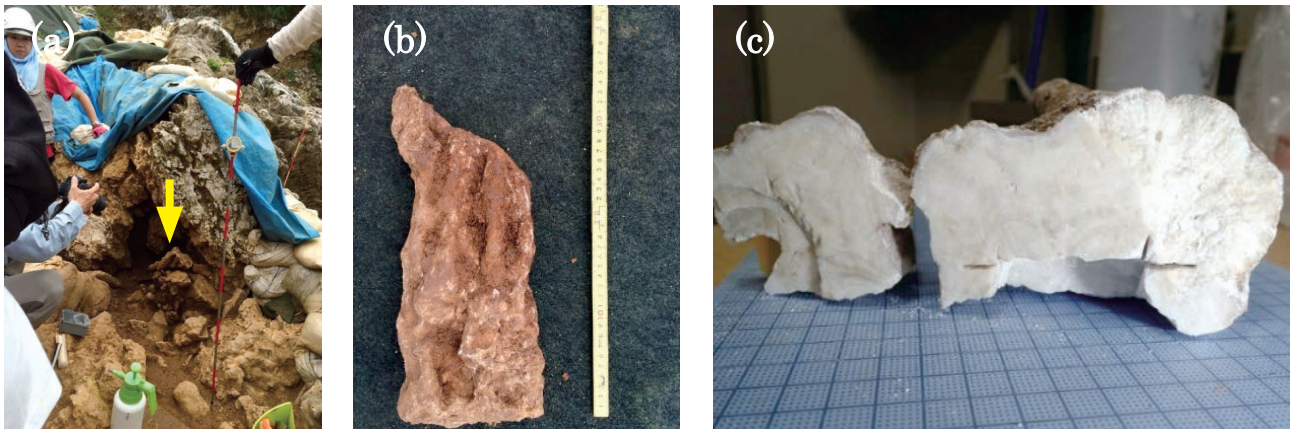
SRH-15：発掘を進めた化石ホールの床面と地下川との間に崩落によりできた空間の床面に成長する石筍で、途中で成長の中心が動いていたものである（図版 81）。

図版 81　SRH-15 石筍

SRH-17：H4 グリッドⅢE 層からほぼ成人骨 1 体分が出土したが、その化石骨には大きな鍾乳石や石灰岩礫が庇状に覆っており、それらを削岩により除去した中にあったフローストンの一部である（図版 82）。

SRH-19：化石ホールの崩落大鍾乳石の下部にあるカーテンを採取した。発達方向が現在の重力方向とは異なっており、洞窟の壁に成長した規模の大きなフローストンがはがれて 90°回転したものである（図版 83）。

SRH-15：発掘を進めた化石ホールの床面と地下川との間に崩落によりできた空間の床面に成長する石筍で、途中で成長の中心が動いていたものである（図版 81）。



図版 82　SRH-17 鍾乳石（フローストン）

(a) H4 グリッドⅢE 層採取サイト全景（矢印が採取鍾乳石）;(b) SRH-17 フローストン ;(c) フローストンの横断面

SRH-17：H4 グリッドⅢE 層からほぼ成人骨 1 体分が出土したが、その化石骨には大きな鍾乳石や石灰岩礫が庇状に覆っており、それらを削岩により除去した中にあったフローストンの一部である（図版 82）。
SRH-19：化石ホールの崩落大鍾乳石の下部にあるカーテンを採取した。発達方向が現在の重力方向とは異なっており、洞窟の壁に成長した規模の大きなフローストンがはがれて 90°回転したものである（図版 83）。

図版 83　SRH-19 鍾乳石（カーテン）

(a) 鍾乳石採取地点（中央の崩落巨大フローストン）;(b) フローストン最下部の生成物（カーテン）;(c) 横断面写真（地下水が伝わり流れることで , 写真の上向きに成長

2）U-Th 法による年代決定

鍾乳石に含まれる U と Th の同位体比を用いた U-Th 法による年代決定の際に問題となるのが鍾乳石に不純物として含まれる粘土等の酸不溶性残渣である。これらには Th が強く吸着しており、強酸で鍾乳石を溶解すると、粘土鉱物中の Th（主な同位体は ^{232}Th であるが、その 1/10 程度の放射能比を持つ ^{230}Th を含む）が同時に溶解して、^{230}Th の量が多めに出て、結果として実際の年代より古い方に誤差を与えてしまう。そこで、粘土からの Th の溶解が起きないような新たな溶解法を開発した。この溶解法と ICP-MS による U の定量（（一財）九州環境管理協会）、U の α - 線分析、市販の標準試薬を用いた Th の同位体希釈後の Th の α - 線分析（九州大学アイソトープ統合安全管理センター）により得た ^{234}U/^{238}U と ^{230}Th/^{234}U 放射能比をもとに、米国 Berkeley Geochronology Center から公開されている Isoplot 4 を用いて年代を得た（Kitakoga et al., 2014）。なお、粘土鉱物からの Th の汚染はないものとして年代決定を行った。

3）年縞測定による年代決定

石筍試料を、成長軸方向に 20 mm × 30 mm 程度の大きさに切り取った後、研磨剤で表面を平らにし、スライドガラスにシアノアクリレート系瞬間接着剤を用いて接着した。その後、石筍の厚さが 0.3 mm になるまで研磨した。石筍試料の蛍光強度の測定は水銀ランプ（C-HGFI Intensilight, NIKON）と分光器（SPG120-UV, SHIMADZU）を取り付けた蛍光顕微鏡（ECLIPSE 80i, NIKON）を用いて、励起波長を 365 nm、測定波長を 444 nm で測定した（Shopov ほか , 1994; Kurisaki and Yoshimura, 2008）。蛍光年縞について、石筍の成長方向に 2 μ m ずつ移動させながら測定を行い、蛍光強度のピークの間隔から年縞の成長幅を見積り、その平均値を年間平均成長速度とした。SRH-1 石筍に関しては平均値である 110 μ m/ 年を、SRH-3 石筍に関しては 103 μ m/ 年を平均成長速度として採用することにした。SRH-15 石筍に関しては、佐々木ほか（2014）に従って年縞を全て計数した。

4）化学分析および同位体比分析

石筍試料を実験室に持ち帰り風乾させた後、ダイヤモンドカッターを用いて切断した。石筍試料の先端部分からの距離を計測しながら、ダイヤモンドヤスリで数百 μ m の厚さ毎の試量を削り取った。

石筍試料 0.01 g に 10 % 酢酸 5 mL を加え、12 時間振とうさせた。その後、0.45 μ m のメンブランフィルターでろ過し、原子吸光分析法（AA-6300, SHIMADZU）により溶液中のカルシウムイオン濃度、マグネシウムイオン濃度、ストロンチウム濃度の定量を行った。

炭素および酸素安定同位体比の測定は九電産業株式会社において Isoprime 社の IsoPrime を用いて行った。炭素安定同位体比の値は、標準物質 PDB に対する千分率偏差を用いて次式の様に表される。酸素安定同位

体比も同様に PDB に対する千分率偏差を用いた。

$$\delta^{13}C\ (‰) = \{(^{13}C / ^{12}C)_{sample} / (^{13}C / ^{12}C)_{reference} - 1\} \times 1000 \qquad (1)$$

3. 調査の結果

1）U-Th 法による鍾乳石の絶対年代と洞窟の発達

第 32 表にそれぞれの試料に関する分析値とそれを用いて求めた絶対年代を示した。$^{234}U/^{238}U$（initial）放射能比は鍾乳石を形成した時点での地下水中の娘核種過剰の程度を表し、それがほぼ同じ値をとった。すなわち、ウランの起源はそれぞれの試料で共通すると考えて差し支えない。

SRH-11 ～ 13 は工事に伴い新たに開口した洞口から C1 洞へ降りる斜面に発達した石筍である。地下川へ至る斜面の下部から採取した SRH-13 石筍年代から、３万年以上前に石筍が成長できる空洞が既に存在したことがわかった。

第 32 表　白保竿根田原洞穴鍾乳石の U 系列年代

試料	試料量	^{238}U		^{230}Th		$^{230}Th/^{234}U$		$^{234}U/^{238}U$		年代（年前）			$^{234}U/^{238}U$(initial)	
	g	mg/kg	s	ng/kg	s	放射能比	s	放射能比	s	ka	(+2s)	(-2s)	放射能比	2s
SRH-11	10.0	111	1.0	0.111	0.009	0.055	0.005	1.121	0.028	6.1	1.1	1.1	1.120	0.056
SRH-12	10.0	58.7	0.8	0.128	0.012	0.098	0.010	1.365	0.069	11.2	3.0	2.7	1.380	0.140
SRH-13	10.0	64.3	0.5	0.325	0.011	0.274	0.011	1.134	0.027	34.6	4.5	4.2	1.150	0.056
SRH-17	10.0	66.6	0.3	0.239	0.019	0.197	0.017	1.117	0.032	23.8	5.2	4.8	1.120	0.016
SRH-19	10.0	88.6	1.1	0.628	0.015	0.364	0.011	1.194	0.013	48.6	2.0	2.0	1.225	0.029

SHR-17 は、H4 グリッドⅢE 層の成人骨 1 体分を庇状に覆った鍾乳石や石灰岩礫の中から取り出したものである。得られた年代はフローストンの古い部分（図版 83（c））であり、崩落した時期はこの年代よりさらに新しくなる。

SRH-19 は化石ホールの崩落大鍾乳石（フローストン）の下部にあるカーテンである。約 5 万年前には洞窟の壁を厚くフローストンが覆い、その下部にはカーテンが成長できるだけの空洞部が存在したことがわかった。カーテンは、フローストンのオーバーハングした部分に襞状に二次生成物が発達したもので、地下水が伝わり流れることにより下方に向けて成長する。しかし、ここではその成長方向は 90°ずれていた。したがって、約 5 万年前に洞窟の壁に成長した規模の大きなフローストンが崩落して 90°回転したことになり、カーテンの成長以降、この空間が維持されていたと推定される。

2）酸素安定同位体比

炭酸カルシウムの酸素同位体比とそれを沈殿した水の酸素同位体比の間に酸素同位体平衡が成立すると、その平衡定数は温度に依存するため、沈殿時の温度を推定することが可能である。浮遊性有孔虫の殻に濃縮する ^{18}O の濃度と水温との関係式が実験的に求められており、陸域の炭酸塩に関しても、例えば（2）が与えられている（Hays and Grossman, 1991）。

$$T\ (℃) = 16.9 - 4.2\ (\delta^{18}O_{calcite} - \delta^{18}O_{water}) + 0.13\ (\delta^{18}O_{calcite} - \delta^{18}O_{water})^2 \qquad (2)$$

$\delta^{18}O_{calcite}$ は炭酸塩試料から得られた $^{18}O/^{16}O$ 同位体比、$\delta^{18}O_{water}$ は試料として用いられた炭酸塩の形成時における海水の $^{18}O/^{16}O$ 同位体比である。海域の場合、$\delta^{18}O_{water}$ は地域ごとで変動は小さいため、$\delta^{18}O_{calcite}$ の値から炭酸塩殻生成時の水温を推定することができる。しかし、陸域においては、降水の $\delta^{18}O_{water}$ は雨ごとに異なるとともに、長い時間スケールでみると気候変動に応じてかなり大きく変動するために、洞窟内気温（その地域の年平均気温に相当）を復元するのは困難である。逆に、$\delta^{18}O_{calcite}$ の値か

ら降水の $\delta^{18}O_{water}$ を復元してアジアモンスーン強度の長期変動と関連付けることに成功している（Wang et al., 2002; Ford and Williams, 2007）。年縞と U-Th 法により年代を決定した試料について、酸素同位体比との関係を第 94 図に示した。SRH-1 と SRH-3 石筍は -6‰前後の値を示した。2 万年以上前の約 -4‰に比べると氷期の終焉とともに約 -6‰と 2‰ほど低下した。

3）炭素安定同位体比とマグネシウムイオン濃度

炭素同位体比は植生の指標となる。森林植生では多くの植物が属する C3 植物が優勢であるが、草原植生に変わるとススキやカヤのような C4 植物が優勢になる。C3 植物と C4 植物では、異なる光合成回路を持つことに由来して、炭素安定同位体比が異なり、その違いが石筍に記録されている。森林に多い C3 植物の炭素安定同位体比が -32 ～ -22‰、C4 植物の炭素安定同位体比が -16 ～ -10‰である（Deines, 1980; Cerling, 1984）。石筍に記録されている同位体比は植物由来の土壌層二酸化炭素の炭素同位体比と石灰岩の炭素同位体比である約 0 ‰との平均値になるので、石筍沈殿時の同位体分別（約 3‰）を考慮すると、地表が森林植生であれば -13 ～ -8‰、草原植生であれば -5 ～ -2‰の炭素安定同位体比を示す（Mook et al., 1974; Yoshimura et al., 2001; 2004）。調査地域において行った土壌二酸化炭素の同位体比測定結果は、森や疎林では C3 植物の寄与が大きいので低い値（$\delta^{13}C$ -20.6、-21.9、-22.4‰）を示したのに対し、荒地にはススキなどの C4 植物の寄与もあるため -14.9‰の大きな値をとった。なお、サトウキビは C4 植物であり予想通りの大きな値（-11.4‰）であった（沖縄県立埋蔵文化財センター、2013）。なお、ネザサも草原植生を代表するものの一つであるが、これは C3 植物である。したがって、炭素同位体比が -5‰を超えるような大きな値を取る場合、ススキなどの C4 植物が卓越していることを示唆する。

第 93 図を見ると、後期更新世（～ 1.17 万年前）において、約 5 万年前の SRH-19 の同位体比がかなり短期間のうちに -8‰から -6‰に値が増加し、引き続いてに -6 ～ -4‰と大きい値を取っており、この期間 C4 植物の寄与が大きかったことを示唆している。

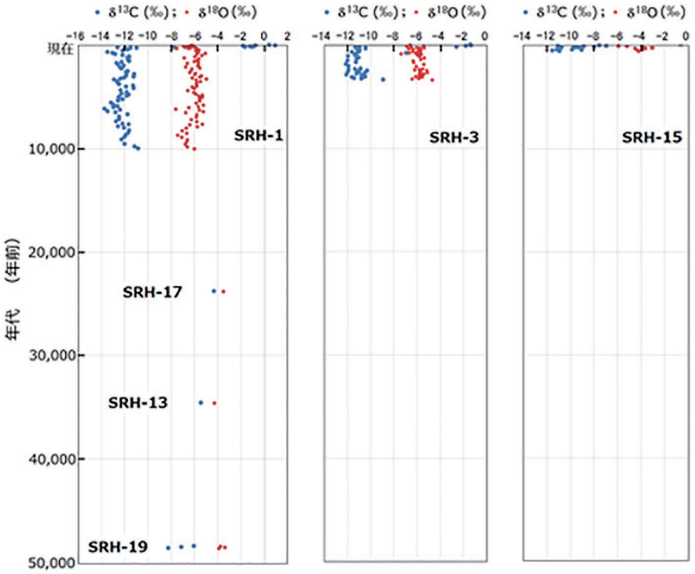
4）マグネシウムイオン濃度と炭素安定同位体比の変動と津波

滴下水中のマグネシウムイオンは炭酸カルシウムが沈殿するときイオン交換反応により格子に取り込まれ、滴下水に含まれるマグネシウムイオンと石筍中のカルシウムイオンとのイオン交換平衡は（4）式のように表される（一国、1980; 1995）。ここで、D_{Mg} は分配係数と呼ばれ、温度により一義的に決まる平衡定数である。

$$Mg^{2+}(aq) + Ca^{2+}(s) \rightleftharpoons Ca^{2+}(aq) + Mg^{2+}(s)\ (aq：水溶液\ ;\ s：石筍) \quad (3)$$

$$D_{Mg} = (Mg^{2+}/Ca^{2+})_s / (Mg^{2+}/Ca^{2+})_{aq} \quad (4)$$

滴下水中のカルシウムイオン濃度はおもに化学風化による琉球石灰岩の溶解により供給され、その濃度は土壌中二酸化炭素濃度の支配を受ける（Yoshimura et al., 2001）。しかし、マグネシウムイオン濃度の供給源が同じ琉球石灰岩である場合、それらの濃度比は一定に保たれる。したがって、石筍中の Mg^{2+}/Ca^{2+} 比が変化したとすると、それは石灰岩溶解以外の原因による。たとえば森林から草原へ植生が変化した時のように植物総量（バイオマス）が減少すると、植物のクロロフィルに含まれていたマグネシウムが降雨の浸透とともに地表から地下に運ばれ、滴下水中のマグネシウムイオン濃度が一時的に増加する。



第 93 図　過去 50,000 年間の酸素、炭素同位体比の変動

したがって、石筍中に記録されたマグネシウム濃度も増加するため、石筍中のマグネシウムイオン濃度の変化から植生の変遷を追跡することができる（栗崎ほか , 2013; Uchida et al., 2013; Yoshimura et al., 2014）。

第 94 図は、第 93 図の 3,000 年間の Mg/Ca 濃度比および炭素安定同位体比の測定結果を拡大したものである。石筍の Mg/Ca 原子比と炭素安定同位体比は同期するような変化があることがわかった。その変動は、バイオマスの減少と C4 植生の寄与の増加と、その後のバイオマスの増加と C4 植生の寄与の減少と見ることができる。つまり、あるイベントのために森のバイオマスが減り、その際に、C4 植物が出現するということである。このような周期的な変動を引き起こすものとしてもっとも可能性の高いイベントは大規模津波と考えることができることはすでに報告した（沖縄県立埋蔵文化財センター、2013）。ここでは、異なる地点で採取した石筍の分析結果との比較を行うとともに、大規模津波が鍾乳石に与える影響について改めて考察を行った。

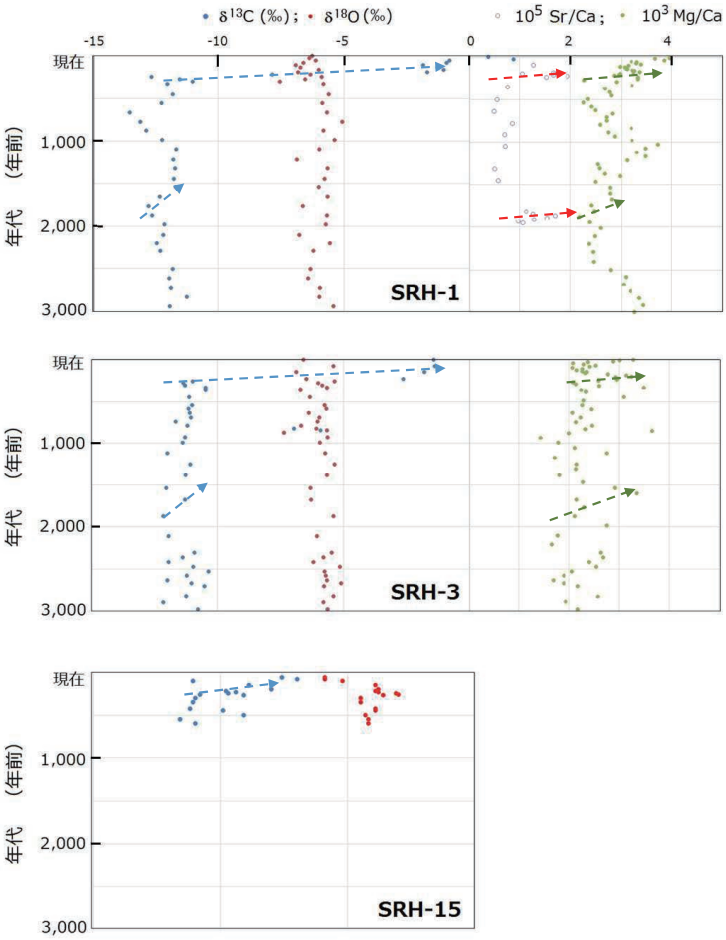
山田・加藤（2013）は、2011 年 3 月 11 日の東北太平洋沖地震による大津波が流入した気仙沼の海岸付近の洞窟の調査を行い、鍾乳石の津波履歴の記録媒体としての可能性について考察を行っている。津波によりもたらされた泥、枯葉、海藻片などの付着や海塩由来成分が直接的に痕跡を残す場合と、洞内に滴下水を供給する石灰岩体やその上位の土壌層に残存した海塩由来成分が滴下水を通じて供給される場合と、塩害による植生変化による鍾乳石の炭素同位体変化を、鍾乳石に残された津波痕跡の候補として挙げている。白保竿根田原洞穴の場合、さらにサンゴ礁由来の堆積物の影響の可能性も考えられる。今回測定を行った炭素同位体比、Mg/Ca 比、Sr/Ca 比については、次のような変化を与えることが考えられる。

(i) 炭素同位体比：森林から草原や荒地に変化した場合、C4 植生の比率が増加し炭素同位体比が増加し、その後、森林へ回復する中で、炭素同位体比が減少する。しかし、ネザサのような C3 植物への植生変化は、炭素同位体比に変化を与えない。

(ii) Mg/Ca 比：森林から草原や荒地に変化した場合、植物バイオマスが減少するために Mg/Ca 比が増加する。大規模津波の際に森のバイオマスが運び去られた場合、Mg/Ca 比は増加しない可能性もある。森林に回復する過程で Mg/Ca 比は減少する。礁構成物や礁湖堆積物が津波堆積物として洞窟直上の地表を被った場合、第 33 表に示したように、Mg- 方解石からの Mg の溶脱が起き得る。この場合、Mg/Ca 比が増加することになる。したがって、それぞれの寄与率に依存して Mg/Ca 比は異なる挙動を示すことも予想される。

そこで、礁構成物や礁湖堆積物が津波堆積物として洞窟直上の地表を被った場合、その影響を最も顕著に表れるものとして Sr/Ca 比を取り上げる。

(iii) Sr/Ca 比：第 33 表中の琉球石灰岩に比べて、アラゴナイトからなるハマサンゴ等の Sr 含量は高い。他の要因の寄与の最も少ない Sr/Ca 比は、サンゴ礁由来の堆積物が津波によりもたらされた確かな証拠と



第 94 図　過去 3,000 年間の安定同位体比 ,Mg,Sr の変動

なる。

SRH-1 石筍を採取した地点の地表標高は約 35 m であり、石筍は約 20 m の標高に発達していた。SRH-3 石筍は、化石ホールより上流側になる。SRH-15 石筍は化石ホール直下であり、遺跡の情報をもっとも直接的にもたらすことが期待される。化石ホールには、II 層に津波によるものと想定される堆積物がある（第 2 章第 2 節 7）。この堆積物中の炭質物の放射性年代は 1,746 ～ 1,885 BP であった（沖縄県立埋蔵文化財センター、2013）。文書等の記録が残っているものとしては、1771 年 4 月 24 日に発生した明和津波があり（後藤・島袋 , 2012）、それによる津波石がよく知られている（たとえば、河名・中田、1994;Goto et al., 2010a, 2010b）。過去 3,000 年の記録を拡大した第 94 図を見ると、SRH-1 と SRH-3 石筍には、この 2 回の津波の痕跡として、Mg/Ca 原子比が増加しており、バイオマスの減少が記録されていた。さらに、炭素同位体比には植生の変化が記録されていた。もっとも大きな変化は 240 年前頃である。1771 年の明和津波の際には、Mg/Ca 比が増加するとともに、炭素同位体比は -13‰から +1‰まで森林植生から草原植生への大きな変化を記録しており、その後も現在まで徐々にバイオマスが減少し、C4 植物の比率が増加したことがわかる。化石ホールを含めて洞口付近にはこの津波が流入した痕跡はない。したがって、明和津波の後に植生が大きく変化するようなことがあった可能性が高い。石垣市史（1994）によると、白保には明治以前から上牧と下牧に牧場があり、牧草としてはカヤを主体としてススキ、アスラ、ハマカズラ等の天然生の雑草を用いたという記録がある。おそらくこのような牧草地あるいは荒地として C4 植物が優勢な植生が続いた可能性が高い。

第 33 表　礁構成物や礁湖堆積物の化学組成

	$CaCO_3$ (%)	$MgCO_3$ (%)	$SrCO_3$ (%)
ハマサンゴ（主要鉱物：アラゴナイト）JCp-1 [1]			
	95.3	0.34	1.21
シャコガイ（主要鉱物：アラゴナイト）JCt-1 [1]			
	97.6	0.1	0.23
サンゴモ、底生有孔虫、ウニ類、石灰藻（主要鉱物：Mg- 方解石）			
	95-90	5-10	
琉球石灰岩　（沖縄本島）[2]			
	98.1	1.09	0.05

1) 産総研地質調査総合センター

2) 相沢・赤岩 (1987)

以上のように、Mg/Ca 原子比と炭素同位体比が同期して変動するのは津波による影響である可能性が高くなったが、それをさらに証拠づけるために、標高が低く 2 回の津波が到達した可能性が高いと予想される SRH-1 石筍に関して Sr/Ca 比の測定を ICP-MS（九州環境管理協会所有）を用いて行った。その結果も第 94 図中に示している。2 回の津波の影響がスパイク状に記録されており、津波堆積物としてのサンゴ礁由来物質の存在を支持している。

4. おわりに

鍾乳石を用いることで、後期更新世には C4 植物の優勢な環境であったこと、当時すでに洞窟には鍾乳石が発達しそれが崩落することが可能な空間を有していたこと、そして、およそ 2000 年前および 250 年前に大規模津波による影響を受けていたことを明らかにすることができた。

本調査での試料採取や調査研究にあたり次の方々に協力いただくとともに有益な情報を提供いただいた。栗崎弘輔（九州大学大学院理学研究院）・新地将大（九州大学大学院理学府）・森永亨（九州大学理学部）、佐々木華・大西由梨（福岡大学大学院）、片桐千亜紀・藤田祐樹（沖縄県立博物館）・仲座久宜・久高健（沖縄県立埋蔵文化財センター）・東田盛善（元沖縄県立八重山高等学校）・前野真実子、島田雄樹（九電産業（株））、松田博貴（熊本大学大学院自然科学研究科）・山田努（東北大学大学院理学研究科）。また、貴重な試料を使った研究を行う機会を与えていただいた沖縄県立埋蔵文化財センターをはじめとする関係諸機関に厚く御礼申し上げます。

〈参考文献〉

T. E. Cerling (1984)：The stable isotopic composition of modern soil carbonate and its relationship to climate. Earth Planet. Sci. Lett., 71, 229-240.

P. Deines (1980)：In：Handbook of Environmental Isotope Geochemistry. Vol. 1, Elsevier. 329-434.

一国雅巳 (1980)：石灰華と温泉水の間の微量成分の分配 . 温泉科学 , 30, 168-175.

一国雅巳 (1995)：方解石中の陰イオン不純物が方解石 – 水溶液間の陽イオン分配におよぼす影響 . 月刊地球 , 17(11), 683-687.

D. Ford and P. Williams (2007)：Karst Hydrogeology and Geomorphology. Wiley, New York.

K. Goto, K. Miyagi, H. Kawamata and F. Imamura (2010a)：Disclimination of boulders deposited by tsunami and storm waves at Ishigaki Island, Japan. Marine Geology, 269, 34-45.

K. Goto, T. Kawana and F. Imamura (2010b)：Historical and geological evidence of boulders deposited by tsunamis, southern Ryukyu Iskands, Japan. Earth-Science Reviews, 102, 77-99.

後藤和久・島袋綾野 (2012)：学際的研究が解き明かす 1771 年明和大津波 . 科学 , 82(2), 208-214.

P. D. Hays and E. L. Grossman (1991)：Oxygen isotopes in meteoric calcite cement as indicators of continental paleoclimate. Geology, 19, 441-444.

石垣市史編集委員会 (1994)：石垣市史 各論編 民俗 上 ,510-511.

河名俊男・中田　高 (1994)：サンゴ質津波堆積物の年代からみた琉球列島南部周辺海域における後期完新世の津波発生時期 . 地学雑誌 , 103(4), 352-376.

Y. Kitakoga, Y. Zhou, S. Sugihara, N. Momoshima, Y. Tennichi, M. Noto and K. Yoshimura (2014)：Improved U-series dating of stalagmites and palaeoenvironmental information extracted from a stalagmite from Guizhou, China. J. Speleol. Soc. Jpn. 39, 37-52 .

栗崎弘輔・中村　久・川村秀久・畑江久美・吉村和久 (2006)：鍾乳石に記録された山口県秋吉台カルスト地域の植生変遷 . 地球化学 ,40(3), 245-251.

栗崎弘輔・中尾武史・冨田麻井・藤川将之・岡本　透・能登征美・吉村和久 (2013)：石筍が語る山口県秋吉台の土地利用と植生の変遷 . 月刊地球 ,35(10), 585-593.

K. Kurisaki and K. Yoshimura (2008)：Novel dating method for speleothems with microscopic fluorescent annual layers. Analytical Sciences, 24(1), 93-98.

W. G. Mook,J. C. Bommerson and W. H. Staverman (1974)：Carbon isotope fractionation between dissolved bicarbonate and gaseous carbon dioxide. Earth Planet. Sci. Lett., 22, 169-176.

沖縄県立埋蔵文化財センター (2013)：『白保竿根田原洞穴遺跡－新石垣空港建設工事に伴う緊急発掘調査報告書－』沖縄県立埋蔵文化財センター調査報告 , 書第 65 集 , 沖縄県立埋蔵文化財センター .

佐々木華・石原与四郎・吉村和久 (2014)：石筍の年縞の自動認定とその課題 －長崎県西海市七釜鍾乳洞龍王洞石筍への適用－ . 洞窟学雑誌 ,39,53-66.

Y. Y. Shopov, D. C. Ford and H. P. Schwarcz (1994)：Luminescent microbanding in speleothems：High resolution chronology and paleoclimate. Geology, 22(5), 407-410.

S. Uchida, K. Kurisaki, Y. Ishihara, S. Haraguchi, T. Yamanaka, M. Noto and K. Yoshimura (2013)：Anthropogenic impact records to nature for past hundreds years extracted from stalagmites in limestone caves developed in the Nanatsugama Sandstone, Saikai, Southwestern Japan. Chem. Geol., 347, 59-68.

Y. Wang, H. Cheng, R. L. Edwards, A. S. An, J. Y. Wu, C. C. Shen, J. A. Dorale (2001)：A high-resolution absolute date late Pleistocene monsoon record from Hulu Cave, China. Science, 294, 2345-2348.

山田　努・加藤大和 (2013)：東日本大震災による気仙沼神明崎洞穴群の被災状況 . 洞窟学雑誌 , 38, 37-51.

K. Yoshimura, S. Nakao, M. Noto, Y. Inokura, K. Urata, M. Chen and P-.W. Lin (2001)：Geochemical and stable isotope studies on natural water in the Taroko Gorge karst area, Taiwan--Chemical weathering of carbonate rocks by deep source CO2 and sulfuric acid. Chemical Geology, 177, 415-430.

K. Yoshimura, Z. Liu, J. Cao, D. Yuan, Y. Inokura and M. Noto (2004)：Deep source CO2 in natural waters and its role in extensive tufa deposition in the Huanglong Ravines, Sichuan, China. Chemical Geology, 205, 141– 153.

K. Yoshimura, K. Kurisaki, T. Okamoto, M. Fujikawa, Y. Ikeda, T. Yamada and H. Matsuda (2014)：Sulfide ore smelting at the Naganobori Copper Mine recorded on speleothems from the Ogiri No. 4 Pit on the Akiyoshi-dai Plateau, Yamaguchi, Japan. ISIJ International, 54(5), 1147-1154.

第 3 章　考察

これまで、総括報告として文化層ごとの状況、各種分析の成果を報告した。ここではその成果を地学的評価、人類学的評価、考古学的評価に分けて考察を行う。

第 1 節　地学的評価

石原与四郎（福岡大学）
吉 村 和 久（九州大学）

(1) はじめに

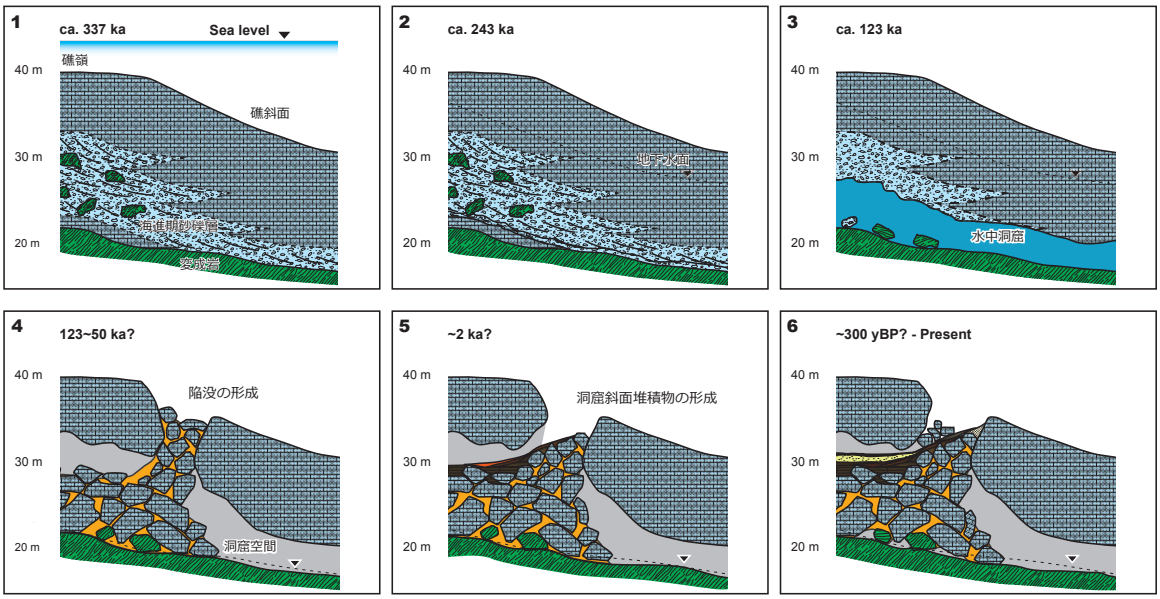
白保竿根田原洞穴遺跡は、考古学的、人類学的に重要な遺跡であることに加え、発掘に伴って明らかになってきた詳細な洞穴堆積物の記載は洞穴学的にも例をみない精度で行われており、その成果は大きな価値がある。特に洞穴に堆積物が充填していく過程が詳細な年代ごとに明らかになったという例は貴重な例である。以下では、白保竿根田原洞穴の特徴と洞穴堆積物の特徴についてまとめ、その地学的、洞穴学的観点から見た場合の評価を述べる。

(2) 遺跡としての白保竿根田原洞穴の形成

2-1) 洞穴の形成

遺跡およびその周辺の地質学的・洞穴学的調査からは、遺跡を胚胎する白保竿根田原洞穴は、以下のように形成されたと推測される（第 95 図）。①中期更新世の高海水準期（MIS9：33.7 万年前）付近の海進期および高海水準期に、琉球層群大浜層に相当する、砂礫質石灰岩およびサンゴ石灰岩が累重する。② MIS7（24.3 万年前）および MIS5e（12.3 万年前）の高海水準期において飽和水帯環境が形成され、洞穴の拡大が起こった。この洞穴空間の拡大は、少なくとも 5 万年前には遺跡周辺で比較的大きなホールを形成するほどであった。二次生成物の発達も顕著である。③ MIS5 以降の海水準低下期に、重力的に不安定となった洞穴のホールの天井が落盤した。下位の砂礫質石灰岩は比較的溶食されやすかったのに比べてホールの天井は丈夫なサンゴ石灰岩からなっていたが、八重山諸島で多いとされる標高 30 ～ 40 m での巨大なホールの発達は、この天井を支えきれなかったと考えられる。④落盤した天井は洞口を形成し、天然の堆積物・人工的な遺物の流入が可能となる。この洞穴では、⑤さらなる落盤により、出入り可能な洞口が塞がれる。

このような過程で洞穴が形成され、この中の④のステージで遺物を含む地層の主体が形成された。



第 95 図　白保竿根田原洞穴形成の概念図

2-2) 白保竿根田原洞穴の評価

前述のように、白保竿根田原洞穴は、石灰岩の岩相や分布等に基づき、約 34 万年前の高海水準期に堆積した琉球層群大浜層に形成されたと考えられる。また、遺跡周辺の洞穴の形成過程については、地質学的・地形学的な背景に加え、洞穴の分布調査、洞穴堆積物、洞穴内に形成された二次生成物の年代から、洞穴が溶食・侵食による拡大の後、落盤によって遺跡のある空間が形成されたこと、またその空間は少なくとも約 5 万年前には十分な大きさの空間であったことも明らかになった。洞穴システムの一部分ではあるが、洞穴の胚胎する石灰岩の形成、洞穴の形成、それを充填する堆積物の年代までに明らかになった例は日本国内においてほとんど例はない。

洞穴形成に石灰岩の岩相が影響するという例は、日本においては、塊状の古生代石灰岩の卓越する本州ではほとんど認められず、南西諸島の第四系（たとえば農林省九州農政局計画部、1973）や古第三系（西海市教育委員会編、2012）の例がある程度である。前者は、多数の洞穴の発達する沖永良部島での詳細な調査に基づき、かつてのサンゴ礁を形成していた硬いサンゴ石灰岩では洞穴が屈曲したり、滝になったりする傾向が観察されており、後者では陸棚堆積物における砂質な層準と石灰質な層準で溶食形態が異なることが明らかになっている。広大な石灰岩地帯を成す大陸棚で形成された層状石灰岩の例では、断層や節理に加えて、岩相が異なることで形成される層理面が洞穴の形態や発達過程に強く関わる（たとえば、Ford and Williams, 2007）。一方、第四系の隆起サンゴ礁に形成された洞穴の場合には、固結～半固結状態の石灰岩からなるため、層理面というよりは岩相の違いがより強く反映されるようである。すなわち、白保竿根田原洞穴の下部砂礫質石灰岩における特徴的な空間の拡大、そして上部のサンゴ石灰岩の崩壊・陥没と遺跡の形成は、海水準変動に伴ったこのようなサンゴ礁を構成する生砕屑物とその積み重なりの特徴を反映したためであるといえ、十分な洞穴空間が形成される上でこれらの特徴が重要であったことが示唆される。

洞穴の形成される期間や時代については、日本においては大まかな地質時代区分か、洞穴の分布する標高と対比可能な地形面との関連で議論されてきた。洞穴は侵食によって形成されるため、直接的な年代を求めることは難しく、洞穴の形態や分布から定性的に議論されることが多かった。一方、白保竿根田原洞穴遺跡の場合、石灰岩の形成年代（34 万年前前後）、飽和水帯を維持できると推定される高海水準期（23 万年前、12 万年前前後）、十分発達した洞穴空間に形成された二次生成物（鍾乳石）の U-Th 年代（5 万年前）そして洞穴堆積物に含まれる化石の放射性炭素年代から、洞穴の形成から埋没までを時系列を追って復元することができているという点で、本州の洞穴の例に比べてより詳細な洞穴の形成過程の考察を可能としている。上述の点から、白保竿根田原洞穴は、重要な遺跡としてだけではなく洞穴学的・地学的にも重要なものであることが示唆される。

（3）遺跡を含む洞穴堆積物とその保存

3-1) 遺跡の洞穴堆積物の特徴とその形成

遺物を含む洞穴堆積物は、洞穴空間形成ステージにおける最終段階の大規模な落盤の後に形成されている。その概要をまとめると以下のようになる。①洞穴の天井の崩落に伴い、落盤の斜面および洞口が形成される。②洞口から流入してくる堆積物（レスや非石灰岩の風化物が主体）が、落盤帯の凹凸を埋める（洞穴凹凸充填相の形成）。③主たる凹凸は充填され、緩やかな堆積速度で泥質の洞穴の斜面～平坦面の堆積物が形成される（洞穴斜面～平坦面相の形成）。④沖縄先島津波と対比されると考えられる津波（約 1,800 年前）が開口部から流入し、堆積する。津波が流入した後も、洞口は維持されていた。⑤再び洞穴斜面～平坦面の堆積物が累重するようになるが、下位の津波堆積物が多く混入し、全体として粗粒になる。⑥再び落盤が起こり、遺跡周辺の出入り可能な洞口は埋没する。

遺跡の堆積物は、細粒な泥質堆積物であり、レスや非石灰岩の風化残渣を主体とする。明瞭な水流の痕跡は津波堆積物を除いては認められず、顕著な侵食の証拠もない。表面上の礫に二次生成物が覆うことはあったと思われるが、大規模な発達は遺跡形成前が主体であったと考えられる。

3-2) 遺跡の洞穴堆積物から得られる情報

洞穴堆積物は、さまざまな起源を持ち、複雑な過程を経て形成されることからその系統的な解析例は必ずしも多くない。白保竿根田原洞穴遺跡は、洞穴の天井部が取り外された上での詳細な考古学的記載が行われながら堆積物の掘削が行われており、洞穴内部の堆積物としては例をみない詳細な情報が得られている。さらにこれらが基本的には明瞭な時間的欠落を持たずにほぼ連続的に堆積したという点や、その堆積物の累重は、洞穴の落盤から氷期における堆積物の流入、そして先史時代の沖縄先島津波に比定される日本最大規模の津波堆積物を考古学的、人類学的な記録とともに得ることができるという稀有な例といえる。ここで、必ずしも事例は多く無いが、琉球列島の洞穴遺跡の堆積物について簡単に振り返ってみたい。

ピンザアブ遺跡は宮古島の琉球石灰岩に形成されたピンザアブ洞穴内部に認められる（沖縄県教育庁文化課、1985）。数回に渡る調査が行われ、洞穴内部から人骨を含む多くの化石骨が産出した。ピンザアブ遺跡では、洞奥で豊富に化石が産出し、その層準は礫混じりの粘土層で上位を粘土や鍾乳石に覆われるとしている。化石は粘土からも産出したものの、恐らくはこれらが侵食され、洗い出されたと思われる産出状況も認められる。ピンザアブ洞穴は、ほぼ水平な形態を持ち、堆積面も比較的水平方向への連続性が良い（大城ほか、1985）。堆積物は洞口だけではなく、およそ 10 m ほどの地表からの流入も示唆されている。洗い出された化石や、上述の礫質粘土層を水洗して得られた化石を同定したものがほとんどなので、明瞭な層序と化石を含む層準の堆積過程は明らかでは無いが、恐らく、上位の粘土層は洞穴自体が水没していた際の地底湖の堆積物、遺物を含む礫質粘土は洞穴内に土石流のように流入した堆積物か、あるいは洞穴内の河川がせき止めのために細粒な粘土を堆積させるようになった結果と推定される。堆積物の詳細な調査が必要ではあるが、化石の多くは再堆積であり、白保竿根田原洞穴遺跡のように考古学的層序区分と年代が一致しない可能性が高い。

沖縄本島の山下第一洞穴は、那覇市山下町の標高 15 m ほどの段丘上に開口する小規模な洞穴である（高宮ほか、1975）。洞穴自体が小規模であり、洞穴の形態等から堆積物の起源等を明らかにするのは容易ではないが、3 m と厚い堆積物が確認されている。産出遺物を主体として記載されているため、堆積物の粒度等は明確ではないが、下位の島尻層群のシルト層を覆う、6 層が区分されている。このうち、第 III 層、第 V 層は生活面であったと考えられており、ここに含まれる木炭から 32000 年前の放射性炭素年代が得られている。この中で、最下位の第 VI 層は、人骨やシカの骨を多く含む。化石の産出状況が必ずしも詳細に記録されていないが、第 VI 層は厚く、暗褐色土層であることからこれが白保竿根田原洞穴遺跡の堆積物の主体と比較できるような洞穴堆積物であると考えられる。

最近になり、沖縄県南城市の玉泉洞ケイブシステムの一つであるサキタリ洞で発掘が行われ、明瞭な堆積物の層序が組み立てられた（沖縄県立博物館・美術館編、2015、2016）。サキタリ洞は標高約 40 m に分布する洞穴で、幅 10 m、奥行き 25 m 程度の貫通洞である。発掘は 3 箇所で行われているが、特に調査区 I、II は遺物も多く発見されているため、明瞭な層序断面に加え、堆積物の詳細も記載されている。調査区 I はシルト質の堆積物にすぐ下を流れる雄樋川起源と思われるカニやカワニナなどを含む一方で、調査区 II は、褐色で細粒粘土質な堆積物に石灰岩の礫を含み、より「洞穴的」な堆積物である。いずれも地層は緩やかな斜面を形成しており、厚く堆積するといった特徴がある。詳細な解析は今後の調査に期待されるが、サキタリ洞のそれぞれの調査区は白保竿根田原洞穴遺跡のように洞穴斜面～平坦面あるいは洞口付近の堆積物の特徴を示しており、そのポテンシャルの高さは同様であると考えられる。

洞穴堆積物のうち、二次生成物に関してはその種類や形成過程に関する研究に加え、これらの生成物から古環境記録を抽出しようと試みる研究が実施され、多くの成果が得られている（たとえば、Hill and Forti, 1997; Fairchild and Baker, 2012; Uchida et al., 2012）。一方、粘土や砂などの砕屑性の堆積物に関しては、特に長期記録の得られる地底湖の堆積物や地下河川性の堆積物に関する研究例以外はそれほど多くない（Gillieson, 1986;Bosch and White, 2004）。特に洞口付近においては、流入性堆積物が卓越するが、細粒な場合には、明瞭な粒子の違いや堆積構造を示さないことも多く、その堆積相の区分に関しても明確にされて

いなかった。しかしながら、洞穴における考古学的・人類学的な情報は、特に洞口付近で残される可能性も高く、このような堆積物の形成過程を明らかにすることは重要であると考えられる。

白保竿根田原洞穴遺跡の堆積物は、洞穴の天井の落盤後に形成された落盤礫層の上に、洞口からもたらされたレスを主体とする堆積物が連続的に堆積するのが観察される。一般には豊富にもたらされる滴下水から沈殿した二次生成物がこのような堆積物を覆うこともあり、下位の堆積物がよく保存されることも多いが（たとえば、沖縄県立博物館・美術館編、2015、2016）、本遺跡の堆積物の場合にはその影響は少なかったと見られる。このように比較的安定で連続的な堆積が続き、遺物が保存された原因としては、(1) 遺跡が洞穴の地下河川流路から十分に切り離されていたことにより、侵食から免れたこと、(2) 地質的な条件からホールのような洞穴が形成され、引続く天井部の落盤によって十分な大きさの陥没が生まれ、安定した環境への外部からのアクセスが可能になったこと、(3) 氷期にかけてのレスの豊富な供給によって埋没し、遺物が風化しやすい環境に長い間置かれることがなかったこと、(4) 堆積物の形成された場所が斜面でありながら平坦面に近く、比較的緩やかでなおかつ侵食的な環境ではなかったこと等が挙げられる。このような連続的に細粒な堆積物が流入しやすい環境においては、遺物は層序関係を保ちながら明瞭な成層状態を成すことが期待されるが、本遺跡における堆積物の場合にはこのような状況に加えそこに含まれる遺物の年代も整合的な値を示した。このような事例は、洞穴学的にも重要な情報となることが示唆される。

謝辞：本節をまとめるにあたり、島袋綾野氏、神谷厚昭氏には本地域の地質学的な評価に関わる多くの情報を頂いた。また、洞穴形成に関わる基礎的な情報は、山内平三郎氏の詳細な洞穴測量図に基づくところが大きい。本節をまとめるにあたっては、本委員会委員の皆様および仲座久宜氏、徳嶺里江氏、亀島慎吾氏ら、沖縄県立埋蔵文化財センターの方々には様々なご意見・資料の情報を頂いた。サキタリ洞の堆積物については、株式会社南都の大岡素平氏、沖縄県立博物館・美術館の山崎真治博士に様々な情報を教えて頂いた。ここに記して厚くお礼申し上げる。

〈参考文献〉

Bosch, R.F. and White, W., 2004, Lithofacies and transport of clastic sediments in karstic aquifers. In Mylroie, J.E. and Sasowsky, I.D. eds., Studies of cave sediments：physical and chemical records of paleo climate revised edition. 329p. Springer.

Fairchild, I.J. and Baker, A., 2012. Speleothem Science：from Process to Past Environments. 450p. Wiley-Blackwell.

Gillieson, D., 1986, Cave sedimentation in the New Guinea Highland. Earth Surface Process and Landforms, 11, 533-543.

Hill, C. and Forti, P., 1997, Cave Minerals of the World second edition. 463p. NSS.

農林省九州農政局計画部 ,1973, 沖永良部島の地形と地質と地下水（特に洞窟群と地下水の調査より）. 農業用地下水調査開発調査沖永良部地区調査報告書別冊 .57p.

沖縄県教育庁文化課編 ,1985, ピンザアブ：ピンザアブ洞穴発掘調査報告 . 沖縄県文化財調査報告書第 68 集 .184p.

沖縄県立博物館・美術館編 ,2015, 沖縄県南城市サキタリ洞発掘調査概要報告書 II.100p.

沖縄県立博物館・美術館編 ,2016, 沖縄県南城市サキタリ洞発掘調査概要報告書 III.115p.

大城逸朗・野原朝秀・浜田隆士 ,1985, ピンザアブ洞穴の地形・地質 . 沖縄県教育庁文化課編 , ピンザアブ：ピンザアブ洞穴発掘調査報告 ,11-19.

西海市教育委員会編 ,2012, 天然記念物「七釜鍾乳洞」天然記念物緊急調査報告書 . 西海市文化財調査報告書第 1 集 .267p.

高宮広衛・金武正紀・鈴木正男 ,1975, 那覇山下洞穴発掘経過報告 . 人類学雑誌 ,82,125-130.

Uchida, S., Kuridski, K., Ishihara, Y., Haraguchi, S., Yamanaka, T., Noto, M. and Yoshimura, K., 2013, Anthropogenic impact records of nature for past hundred years extracted from stalagmites in caves found in the Nanatsugama Sandstone Formation, Saikai, Southwestern Japan. Chemical Geology, 347, 59–68.

第 2 節　人類学的評価

土 肥 直 美（元琉球大学医学部）
河 野 礼 子（国立科学博物館）
片桐千亜紀（沖縄県立博物館・美術館）
徳 嶺 里 江（沖縄県立埋蔵文化財センター）
篠 田 謙 一（国立科学博物館）
米 田　穣（東京大学総合研究博物館）

1　はじめに

沖縄は、「港川人」、「山下町第 1 洞人」、「下地原洞人」、「ピンザアブ人」など、多くの更新世人骨が発見されており、東アジアの人類史解明に不可欠の重要な地域と考えられている。しかし、いずれの遺跡も決定的な人工遺物の証拠が発見されていないこと、人骨の詳細な出土状況が不明であること、年代が周辺の炭や動物骨を用いて測定されたことなどから、「更新世遺跡」としての考古学的評価が難しいとされてきた。そんな中、新石垣空港建設に伴う洞穴測量調査で新たな更新世人骨が発見された。沖縄のような亜熱帯地域で、数万年の時間を経て有機質が骨の中に残存していることなど予想も出来なかったが、米田らの努力によって、人骨そのものから、しかも複数個体で ^{14}C 年代が決定されたのだ。この第一歩がその後の膨大な更新世人骨発見に繋がり、画期的な成果に繋がった。

本調査開始に際しては、当時の担当者 片桐千亜紀、山崎真治・藤田祐樹（沖縄県立博物館・美術館）と人類学からは今回分析を担当したメンバーが参加し、人骨しか出ないという想定のもと、現状で出来得る最高の調査法について徹底的に議論した。まず、人骨中の有機質の救済に努めること、人骨の位置情報をすべて記録すること、土を全部洗うことなどである。その結果、回収された人骨片は 1,100 点を越え、膨大な人骨情報が得られることになった。調査前の準備が今回の人骨調査の成果を決定づけたと言っても過言ではない。以下に、それぞれの分析ごとに評価をまとめた。

2　人骨と歯の調査・分析

白保竿根田原洞穴遺跡からは、更新世末から近世にかけての、1,100 点を超す人骨片が出土し、その主体は更新世末から完新世初頭のものであると考えられる。これらの人骨資料は、国内外を見渡しても前例のない規模のものである。2010 年度の最初の発掘調査以降、2016 年度の最後の調査まで、人骨資料は現地調査のたびに追加発見されており、その合間を縫ってこれらの膨大な人骨片の同定・接合作業を進めてきた。現在までに、人骨の分布状況・出土状況の確認、個体識別と個体数の推定、そして生活痕跡の確認といった、第一段階の作業をようやく終えたところである。

出土した 1,100 点あまりの人骨の分布状況を詳細にみていくと、人骨の集中する調査区が認められ、明らかに平面的な分布の偏りがあることがわかった。これらの 5 つの集中部（ユニット）について、それぞれで同定できた人骨部位の内訳を比較したところ、いずれのユニットからも全身の骨が検出されていることから、これらの集中部は偶然の産物ではなく、意図的にその場所に遺体が葬られたことによるものである可能性が示唆された。さらに集骨あるいは改葬のような意図的な骨の移動の証拠も認められることから、後述するように、白保人骨は崖葬（風葬）によるものである可能性が高いと考えられた。

ユニットごとに、個体の抽出を試みたところ、更新世の 4 個体と、下田原期の 1 個体が認識された。更新世の 4 個体には、発見順に白保 1 号から白保 4 号と個体番号を付した。白保 1 号と 3 号は比較的若い成人男性、白保 2 号と 4 号は比較的高齢の成人男性と判断された。

骨の部位ごとのカウントによると、更新世人骨には、上記 4 個体を含めて、少なくとも 14 人が含まれるとの結果であった。さらにユニットのまとまりや層序も考慮して集計すると、完新世初頭相当の層序から

３人（男性２人と女性１人）、更新世の層序からは 19 人（男性９人、女性５人、不明４人、未成人１人）との結果となった。下田原期の男女２人を合わせると、合計 24 人となる。一方、歯の同定と個体分けによる推計では、下田原期から２人、完新世初頭は７人、更新世から 18 人で、合計 27 人となった。骨による推計とは、層序単位、あるいはユニット単位での人数が異なる部分もあるが、全体としては 24 人程度かそれ以上の人骨が葬られていると結論することには差し支えないであろう。これだけ個体数が揃えば、今後さらに詳しい形態学的分析を進め、港川人を手始めに同時代のアジアの人類との比較を通じて白保の人々の身体的特徴を明らかにすることにより、更新世末のアジアにおける人類の動きや系譜を探るための直接的な手がかりとなり得るであろう。

白保２号人骨には、変形性脊椎症によるものと見られる骨棘形成や、常習的に水と関わる生活をする人に多く見られるという外耳道骨腫、そして上顎の歯が下顎の歯よりも著しく磨り減っているという特殊な磨耗状況が認められた。同じような特殊磨耗は白保４号にも見られた。また、妊娠・出産痕が寛骨片２点に認められた。このように白保人骨には豊かな生活痕も残されており、更新世の人々の生活の様子を伺い知るため、将来の研究による詳しい分析が待たれるところである。

3　崖葬墓

白保竿根田原洞穴遺跡で行われた葬墓制を推定すると、白保では洞穴全体を墓地とし、いくつかの平場を複数体の遺体を葬る墓とした。遺体は頭位を東から北東に向けた仰臥屈葬だった。また、その葬法は遺体を土中に埋めない風葬と、以前の人骨を二次的に集骨する行為を墓単位で行うものであった。二次的な集骨は新しい被葬者の追葬に必要な空間を確保するためだったかもしれない。さらに、この墓に葬られる被葬者は成人男女を中心としており、若年や乳幼児とは区別していたようだ。このような葬墓制の存在は琉球列島にとってどのような意義があるのだろうか。

琉球列島には岩陰や洞穴を墓とし、遺体を風葬して骨化させ、骨化後も遺骨は地中に埋めずに地上に安置する葬墓制があり、琉球王国時代にはその文化がピークを迎える。このような葬墓制を「崖葬墓（風葬墓）」と呼んでおり、琉球王国時代からグスク時代を遡り、先史時代から存在したことが、様々な事例の増加とともに明らかになりつつある。また、崖葬墓文化は琉球列島に限ったものではなく、琉球列島以南のアジアや東南アジア島嶼部にも存在するようだ。

もちろん、琉球列島の葬墓制は崖葬墓だけではない、先史時代から埋葬や火葬、再葬、合葬、といった多様な葬墓制がモザイク的に展開されていたことがわかっている。近年、サキタリ洞遺跡では 9,000 年前を遡る埋葬墓が発見された（山崎 2016）。更新世ですらも琉球列島では遺体を埋めない「風葬」と遺体を埋める「埋葬」の文化が混在していた可能性が示唆される。

しかし、琉球王国時代になると、当時の日本本土の埋葬墓文化とは大きく異なる崖葬墓（風葬墓）文化が統一的な文化として隆盛するに至った。ここに、琉球列島にとっての崖葬墓文化の大切さが見いだせる。そして、その崖葬墓文化は琉球列島を北限とし、アジアから東南アジア島嶼部に広がるグローバルな文化と考える必要がある。白保竿根田原洞穴遺跡は琉球列島、そしてアジア、東南アジア島嶼部に広がる崖葬墓文化が更新世に遡って存在した可能性を示唆する極めて重要な遺跡と考えられる。

4　DNA 分析

分子生物学分野の分析技術の進展により、21 世紀になってからは古人骨の形態研究と共に抽出した DNA を用いた集団の起源や系統に関する研究が行われるようになっている。特にコピー数が多く古人骨での分析が容易なミトコンドリアの DNA は突然変異を起こす確率が高いので、人類集団がアフリカを旅立って世界の各地に展開する間に様々に異なる系統を生み出していった。その系統をハプログループと呼び、地域集団に特有のハプログループが存在するので、その情報をもとに集団の起源や近隣集団との関係を知るための研究が行われている。

白保竿根田原洞穴遺跡は , 旧石器人骨の出土が注目されるが、空白期間はあるものの、旧石器時代～近

世までの様々な時代の人骨が見つかっており、その全ての期間にわたって人骨の DNA 分析が出来れば , 地域における集団の遺伝的な変遷を追求することができる。このような問題意識のもと、これまで出土した 32 の人骨サンプルについてミトコンドリア DNA のハプログループの同定を試みている。これまでの研究で、年代の判明している個体でミトコンドリア DNA の情報を得ることが出来たのは 5 サンプルのみで , 残念ながら集団の遺伝的な特徴を明らかにするには至っていない。しかし、これまでに得られた結果では、20,000 年前のサンプルは現代の東南アジアにつながるタイプを持つのに対し、5,000 年前以降のサンプルでは日本の基層集団が持つタイプとなることが判明している。検出されるミトコンドリア DNA 型が異なっており、集団の連続性は見られていない。今後、遺伝情報が蓄積されていけば、考古学的な研究から導かれる文化編年との整合性の検討や、文化の変容とヒト集団の移動の問題について新たな知見を得ることが可能になるはずである。古代 DNA 分析の技術は、次世代シークエンサを用いた大規模解析の時代に突入しており、ごく微量な DNA の解析技術も開発されている。これまで DNA 情報を得ることの出来なかったサンプルの分析も可能になることは確実で、今後も解析を継続していく必要がある。

5　年代と安定同位体分析

白保竿根田原洞穴遺跡では、当初堆積構造が維持されていない撹乱層から更新世人骨が回収されたため、人骨資料で網羅的に分析を行うことが計画され、あわせて動物骨や木炭・土器付着炭化物でも積極的な年代測定が実施された。その結果、97 点という本邦では類例を見ない多数の放射性炭素年代測定データを得ることができたので、発掘による層序学的な検討とは独立して、較正放射性炭素年代の合計確率分布という指標から遺跡利用の歴史について検討した。その結果、更新世後期と完新世初頭、八重山新石器文化（下田原期）以降の 3 つの Phase の間では年代が分布していない時期が 2,000 年以上存在することがわかった。これが石垣島・西表島にヒトが生息しなかったことは意味しないが、白保竿根田原洞穴遺跡以外に八重山新石器文化以前の人間居住の証拠は見つかっていない。少なくとも、白保竿根田原洞穴遺跡の利用は更新世後期に始まったが、ヤンガードリアス期に相当する時期と完新世の下田原期以前の大きな断続があり、連続とは言えない。

琉球諸島に生活した更新世人類集団の生業については、沖縄島のサキタリ洞遺跡で、更新世の地層からモクズガニなどの水産物の遺存体や貝製の釣り針が検出され、海洋適応（海産物利用）の証拠として報告され、白保 2 号人骨でも冷水刺激と関係する外耳道骨腫が認められている。一方、本研究で分析した白保竿根田原洞穴の更新世人骨の炭素・窒素同位体比からは、明確な海産物利用は下田原期から確認できるが、更新世の人骨では海産物利用は限定的であると推定された。大陸から離れた離島に生息した更新世人類集団という点で、琉球諸島の更新世遺跡群は、ヒトの拡散と適応を理解する上で重要であり、その多様な様相について新規の発掘資料と既存資料の高度な分析でさらに研究する必要がある。

6　おわりに

白保竿根田原洞穴遺跡の調査では、人骨から人間の文化的活動の痕跡（墓として利用した）をどれだけ導き出せるかが最大の課題だった。この点に関しては、骨の分布状況、位置関係等の詳細な分析から、白保竿根田原洞穴がひとの手によって遺体を葬った葬送の場だったことが明らかになった。人骨が遺跡の文化的側面を十分に説明し得る遺物であることが証明されたのではないだろうか。また、亜熱帯地域でも化学分析を想定した発掘調査によって、人骨そのものから年代や DNA の分析が可能であることが示された。この点も調査の新しい方向性を示した貴重な成果といえる。

「ものごと」には「時」があると言われることがあるが、白保の人骨調査はまさにそんな「時」に当たっていたように思う。化学分析を担当した篠田・米田はすでに沖縄で様々な遺跡の分析を手がけており、十分な準備が出来ていた。土肥は長い研究生活を通して、埋葬人骨、石棺･甕棺の人骨、二次葬を含む古墳人骨、近世の座棺人骨など様々なタイプの人骨調査を経験し、そして、沖縄では約 20 年、片桐・徳嶺等とバラバラの風葬人骨を調査し続けてきた。今回の調査ではそれが生きたと思う。また、この 10 年における研究法

の進展はめざましく、化学分析はもとより、形態分析においてもデジタル技術を駆使した新たな研究法が開発された。河野はその最新技術で頭骨のデジタル復元に取り組んでいる。まさに、この調査のために準備されたチームの感すらあるのだ。

人骨の研究はこれからスタートするが、東アジアの人類史解明にどれだけの進展があるか、その成果が期待される。また、白保人骨の成果からは関連分野の研究にも大きな貢献が期待される。

第 3 節　考古学的評価

3-1　白保竿根田原洞穴出土化石人骨と旧石器文化の探索

稲田孝司（岡山大学名誉教授）

1　問題の所在

沖縄県立埋蔵文化財センターが 2009（平成 21）年度から 2016（平成 28）年度まで実施した石垣市白保竿根田原洞穴の発掘調査では、旧石器時代に属する化石人骨が多数出土した（沖縄県立埋蔵文化財センター 2013【以下、2013 年報告書とも記す】・2017）。重要なのは、これら化石人骨が複数の文化層を含む成層堆積物中で発見されたことだ。その層序を上層から下位へたどると、Ⅰ層の中森期文化層（14 ～ 17 世紀、グスク時代相当）、Ⅱ層の津波堆積物（約 1,800BP）、ⅢA 1 層の無土器期文化層、ⅢA 2 層の下田原期文化層（4,000BP、縄文時代後期相当）、ⅢB 層の完新世初期文化層（9,500 ～ 8,500BP）、ⅢC・D・E 層、Ⅳ層の旧石器時代層（24,000 ～ 16,000BP）となる。出土した化石人骨資料は 1,100 点以上で、最小個体数は下田原期が 2 個体、ⅢB 層とⅢC・D・E 層およびⅣ層の全体では 10 個体以上、計算法によっては 20 個体を越えると推定されている。

沖縄県下では人骨の形質的な特徴や理化学的な年代測定等から旧石器時代と推定されてきた人骨が、1980 年代までに 8 カ所知られてきた。那覇市山下町第 1 洞穴（高宮 1968）、八重瀬町港川フィッシャー（渡辺 1980、Suzuki and Hanihara1982）、宜野湾市大山洞穴（鈴木 1975）、北谷町桃原洞穴（鈴木 1975）、伊江村カダ原洞穴（Tokunaga1936、鈴木 1975）、同村ゴヘズ洞穴（加藤他 1977・1978）、久米島町下地原洞穴（佐倉 1984）、宮古市ピンザアブ洞穴（岸本編 1985）である。いずれの人骨も、①解剖学的な位置関係を保った骨格を原位置で確認できず、②石器と明白に判断しうる遺物をともなわず、③既知の先史時代文化層とのつながりをたどることが困難な出土状況であった。港川フィッシャーの本格的な再発掘によっても事態は変わらず（新里・岸本編 2002）、これら化石産出地等を丹念に再検討した小田静夫氏も「確かな旧石器人の生活活動を示す痕跡（遺跡）を確認することはできなかった」（小田 2011、15 頁）と述べた。山下町第 1 洞穴で人骨にともなったとされる焼土層など検討すべき課題をのこしつつも、沖縄県下の化石人骨について人類学的な評価と考古学的な評価が大きく乖離した主な理由は上記の 3 点にあったといえよう。

白保竿根田原洞穴の化石人骨は、複数文化層を含む成層構造堆積物の下部から発見されたことにより、少なくとも③の既知の先史文化層との関係をたどることが可能になった点で、画期的な意義をもつ。また、化石人骨の出土状態について、土地勾配に沿った土壌の動きや生物に起因する攪乱等による小さな二次的移動を除き、新しい時期の人為的・自然的な攪乱を基本的に排除して評価しうる点でも意義が大きい。H4 区における原位置を保った人間の全身骨格の発見により、①の埋没時姿勢復元の課題も基本的な問題解決の第一歩となった。同個体を含め、当遺跡における多量の人骨集中を考古学的にどのように評価するかが今後の課題であり、これついては後述する。

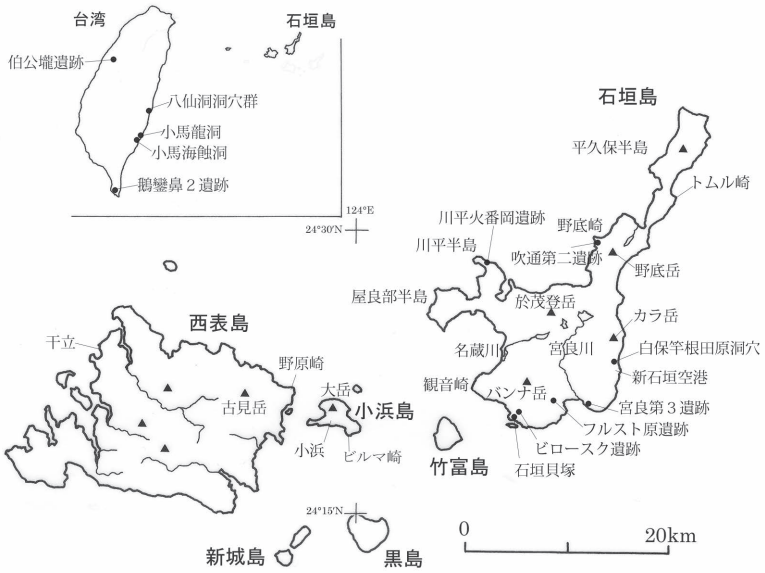
のこる考古学的な課題は、②の人工物の共伴の有無である。白保竿根田原洞穴の化石人骨は、成層堆積物中に埋もれたゆえに、共伴遺物の有無を層位的に検証・確認しうる条件をそなえている。しかし、白保竿根田原洞穴のこれまでの調査では、旧石器時代に属するⅢC・D・E 層およびⅣ層から人工物がまったく出土していない。完新世初期のⅢB 文化層からは、少数の土器片、石英の剥片、解体痕をもつイノシシ骨が出土したが、旧石器時代化石人骨を多く含むⅢC 層以下の層には生きた生活の痕跡が見られないのである。北海道から奄美諸島までの地域には 10,200 カ所以上の旧石器時代遺跡があり、ほぼすべての遺跡で石器が出土している（日本旧石器学会 2010）。しかし、火山灰の酸性土壌が影響してか、旧石器時代の化石人骨は静岡県浜北の 1 カ所のみである。白保竿根田原洞穴と南城市サキタリ洞穴を加えて化石人骨出土地が 10 カ所にもなる沖縄県で、石器が皆無というあり方はいかにも特異である。

白保竿根田原洞穴から旧石器時代の石器が出土しないことについては、墓地等といった遺跡の性格からの解釈（土肥・藤田・片桐・徳嶺 2013）も可能であろうし、また、石以外の材質の利器利用についてもすでに言及されている（山崎 2015b・2016）。沖縄県の既知の先史遺跡では鋭利な刃をもつ打製石器の製作や使用が少ない、という一般的傾向も考慮に入れておく必要があろう。しかし人類史の初期にあっては、なんといっても打製石器ほど製作が容易で使用の効果が大きい利器はない。やはり打製石器の有無にこだわり、それが在ったにしても無かったにしても、その評価を基本にして白保竿根田原洞穴人の生活と文化の特質を考えるのが本筋であろう。

2 八重山諸島における石器石材調査

本洞穴の発掘調査に関連し、すでに石垣島における石器石材の調査が実施され、その成果が報告されている（山崎・仲里 2013、山崎・仲里・大堀 2013）。2014 年度発足の白保竿根田原洞穴遺跡調査指導委員会（以下、今期委員会）ではさらに範囲を拡げて石材調査を進め、その経過と成果については本書神谷論文に記載されたところである。ここでは今期委員会石材調査の考古学的な意義をまとめておきたい（地層の時代・岩相等については木崎 1985、神谷 2001・2015 等を参照し、現地では神谷厚昭氏のご教示を得た）（第 96 図）。

緑色片岩等の変成岩　古生代ペルム紀・中生代三畳紀のトムル層を形成する岩石で、石垣島では北部の平久保半島北半部、東部のカラ岳周辺、西部の屋良部半島に広く分布する。西表島では東北端の野原崎、小浜島では大岳を含む北半部に見られる。琉球石灰岩中に形成された白保竿根田原洞穴の基盤層もトムル層であり、洞内の堆積土壌中に緑色片岩の砕片が含まれる。緑色片岩等の変成岩は、下田原期以降の磨製・局部磨製石斧等の石材として広く利用された。



第 96 図　石垣島・西表島・小浜島の石材産地と関係遺跡

砂岩　中新世の西表層は砂岩を主として礫岩・シルト岩・石炭などを含み、西表島の大部分、小浜島南東部等に分布する。宮良川層の砂岩は石垣島南部の大浜海岸などに見られる。砂岩は八重山諸島ではもっとも一般的な岩石の一つであり、粗加工の礫器や礫石器の有力な石材となりうる。

チャート　トムル層とほぼ同時期の富崎層に含まれるチャートは、石垣島南西部の名蔵川流域やバンナ岳・観音崎の一帯に分布する。節理が顕著で打製石器に適しないものが多いように見える。しかし、名蔵の大田原遺跡から下田原期のチャート製剥片（第 97 図 3、厚さ約 1cm、石垣市教育委員会 1982）が出土しており、長さ 5cm 程度の剥片石器用なら富崎層に含まれるチャートの中に利用可能な良質石材があることを示している。

小浜島南東端のビルマ崎では、西表層中の砂礫層に長径 2cm 前後のチャート円礫が含まれる。富崎層由来で、石器製作には小さすぎるようである。

安山岩　安山岩は新生代古第三紀始新世の宮良川層・野底層に含まれる。宮良川層の古銅輝石安山岩が石器石材に適している可能性は、2013 年報告書（山崎・仲里 2013）や本編神谷論文（第２章第２節１）が指摘している。宮良北方の明和津波遭難慰霊碑脇では高さ 1.5m ～ 2m の同安山岩塊が露出する。今回の踏査中、星野集落西方で採集された古銅輝石安山岩小片については、元の露頭を確認する必要がある。

野底層は玄武岩・安山岩・流紋岩等の火山岩類からなり、石垣島北部の平久保半島南半部、西部の屋良部半島・川平半島、西表島の北東部、小浜島の南部に分布する。これら火山岩がどの程度打製石器の石材に適しているかは、今後の実験研究をまつほかない。石垣市教育委員会によれば、2002 年に吹通第二貝塚において範囲確認調査をおこなった際、先史時代文化層から 1 点の安山岩剥片が出土した（第 97 図 4、石垣市教育委員会 2011、5 頁）。内面は黒色で、不純物をやや多く含む。表面は灰色に風化し、打面と背面に平坦な自然面を残す。厚さは 1cm ほどで、腹面に肥大したバルブをもつ。隣接した野底海岸の安山岩露頭あるいは別産地の古銅輝石安山岩とのかかわりを検討する必要がある。

石英（石英脈）トムル層の緑色片岩等には石英脈が数 cm から 10cm ほどの厚さで胚胎しており、トムル層分布域及びその周辺の河床・海岸では、長径 5cm 前後の石英礫をいたるところで採集することができる。白保竿根田原洞穴の堆積土壌中にも、この種石英の自然礫が含まれる。2013 年報告書で記載された出土石英の接合資料（山崎・仲里・大堀 2013）は、大部分が粗質な石質に影響され不規則に破砕したものである。一部に貝殻状に割れた小石片も見られるから、小さな打製石器や粗い礫器用であれば、石材として利用可能であろう。

メノウ　上記のように石垣島平久保半島西岸の野底崎の南、野底海岸には安山岩露頭が見られる。この安山岩には網の目のように縦横に貫入したメノウ脈が観察され、踏査中、同海岸の砂浜から良質のメノウ礫が採集された。最大の 1 点は長さ 6.6cm、幅 4.8cm、厚さ 3.0cm（第 97 図 1）、それにつぐのは長さ 5.0cm、幅 4.6cm、厚さ 3.0cm（第 97 図 2）である。表面の大部分は風化・白濁しているが、樹脂光沢をもった淡い灰色のメノウ質が一部に見える。前者を陽にかざすと、半透明で良質であることが分かる。後者の表面の一部では、メノウに特有な縞模様が見える。

メノウの発見は今回の石材調査における重要な成果の一つであり、一カ所で確かめた後は関連資料を追跡しやすい。小浜島の小浜でも、野底層安山岩の露岩（転石 ?、地表からの高さは約 2m）の頂部でメノウの胚胎がわずかに観察でき、周囲の地表にメノウの砕片が見られた。野底層の安山岩分布域にはかなり広くメノウがともなう可能性がある。さらにメノウの胚胎は、トムル層でもあったことが判明した。石垣島のカラ岳東側海岸におけるトムル層露頭において、片岩と石英の無数の転石の中に、メノウの付着した片岩転石が 1 点見られた。また、白保竿根田原洞穴のⅢ D 層堆積土中（G5 区西ベルト）から出土した長径 3.1cm の自然礫は、樹脂光沢をもった灰色メノウが片岩に胚胎したらしい石英脈に付着した状態を示している。メノウの分布域は、野底層安山岩分布域以外にも広がる可能性があろう。

石材調査の一環として石垣市教育委員会を訪問し、これまでに出土した石器類を観察させていただいた。メノウ製の剥片類はなかったが、メノウ製の勾玉がビロースク遺跡（第 97 図 8 ～ 11、13 世紀末～ 15 世紀初、石垣市教育委員会 1983）、宮良第 3 遺跡（第 97 図 6、14 世紀～近世）、フルスト原遺跡（13 世紀末～ 16 世紀初）、石垣貝塚（第 97 図 7、15 世紀後半、石垣市教育委員会 1993）からの出土資料や、川平火番岡遺跡周辺の採集資料（第 97 図 5、17 世紀以降）に含まれることをご教示いただいた。これらメノウの材質は、白濁したものから半透明で淡い灰色のものまで変化がある。よく観察すると、白色ないし淡い灰色地にやや濃い灰色の縞模様がみえる場合が多い（第 97 図では点模様で表現）。ここでは灰色メノウと仮称しておきたい。肉眼観察にとどまるけれども、これら灰色メノウは上記の野底層やトムル層の岩石に胚胎したメノウとよく似ており、石垣島の在地石材で製作された可能性がたかい。ビロースク遺跡のメノウ製勾玉 4 点は、未穿孔の明白な未製品 1 点を含み、他の 3 点も表裏両面に研磨時の稜と平坦面がのこる。灰色メノウ製の勾玉については、すべてか一部かはともかく、八重山諸島において原石を採取し製作をおこなった可能性があろう。

石器製作においてメノウは、打製と磨製の両方に有用な石材である。例えば島根県松江市花仙山のメノウは、古墳時代の勾玉製作の原材料として著名だが、旧石器時代の打製石器にも利用された（稲田編 1996・2009）。産地は日本列島各地に点在し、旧石器時代の原産地周辺地域では良質石材の一つとして一定の割合で用いられた。

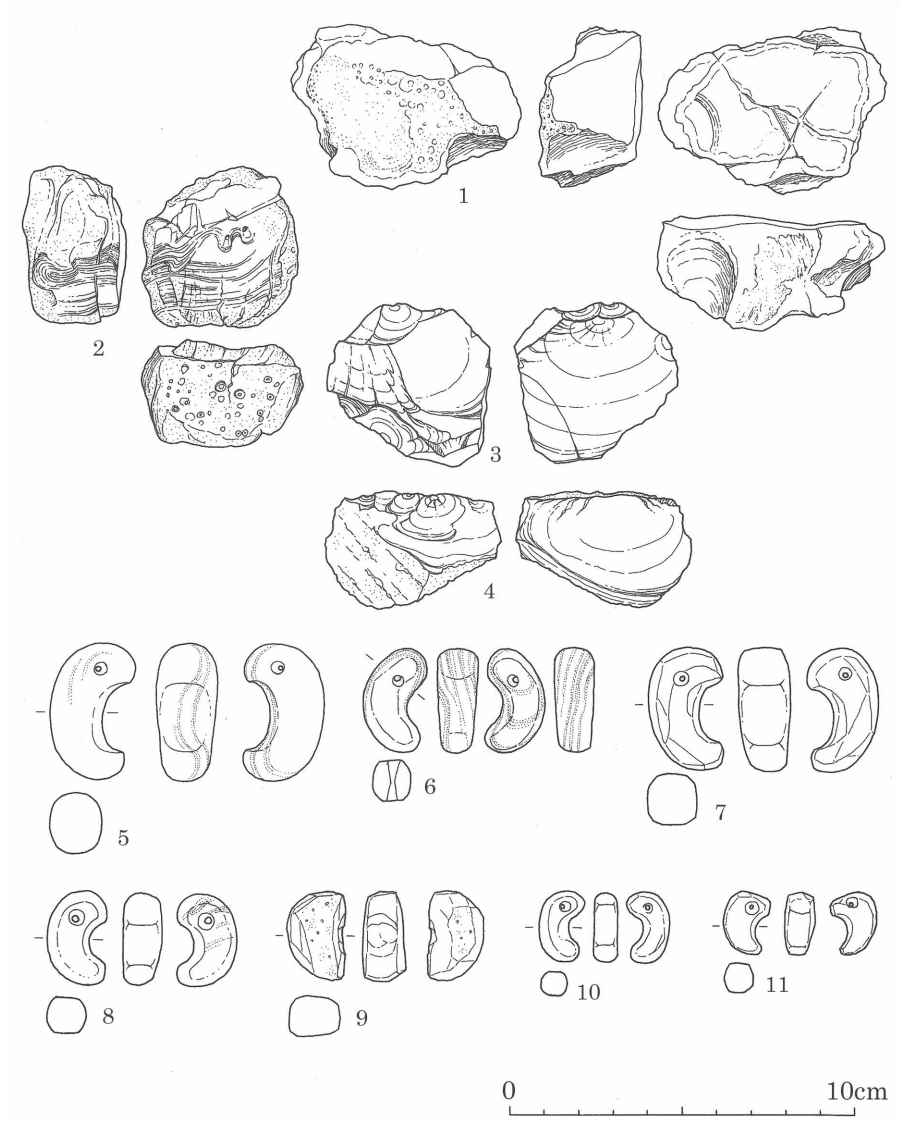
以上、八重山諸島における旧石器時代の石器石材環境のあり方を推察すると、次のようにまとめることができよう。

①緑色片岩・砂岩・安山岩の豊富な存在により、粗加工の礫器・礫石器や打製ないし局部磨製の石斧、粗加工の剥片等を製作しえた可能性はある。

②チャート・石英・メノウによって長さ 5cm 程度の鋭利な刃をもった剥片石器を製作することは可能であり、チャート・安山岩・古銅輝石安山岩のあり方次第では、いま少し大きな剥片石器をより多く製作しえた可能性もある。

③長さ 10cm 前後の規格的な石刃および石刃石器を常時かつ多量に製作するにはあまりふさわしい石材環境でなかった。

これら３点は、あくまでも短時間の広域踏査による予察であり、今後さらに詳しい踏査を実施し、岩石の打剥実験をおこなって石器石材としての適否を具体的に検討していく必要がある。

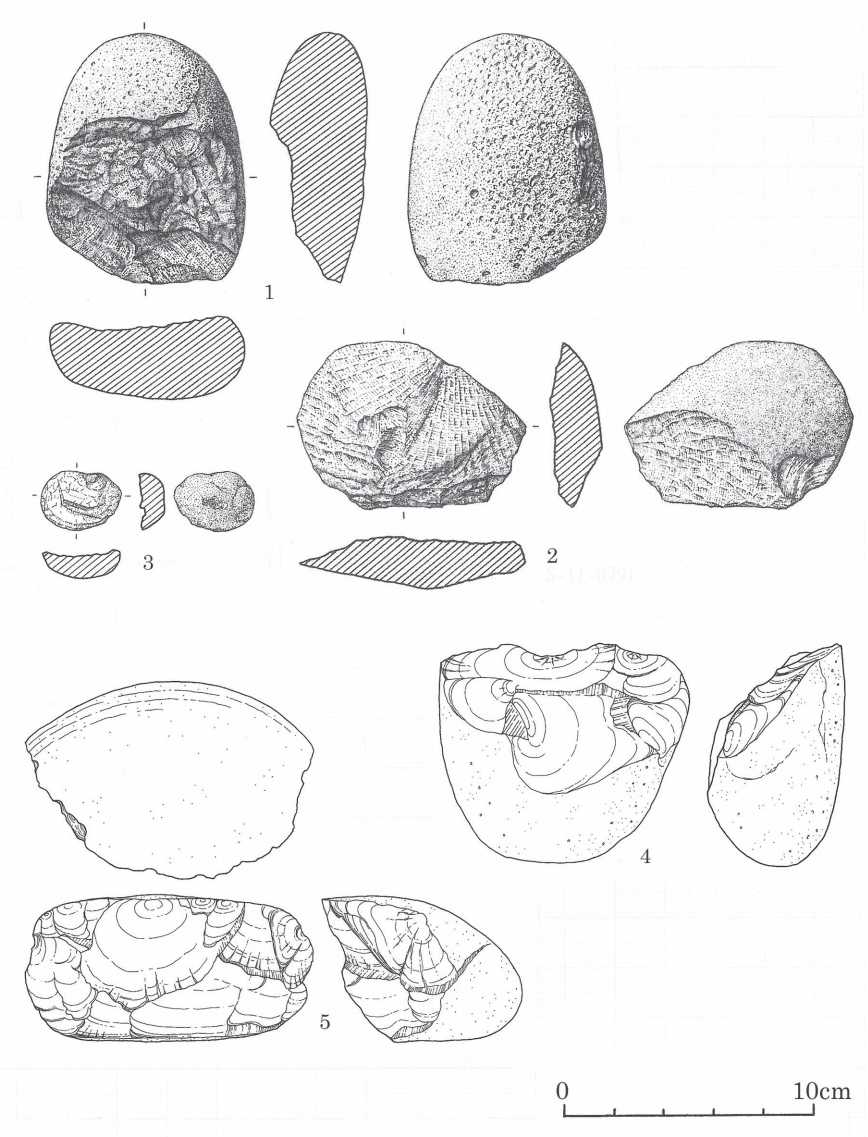


第 97 図　石垣島の石器石材と製品

1・2：野底海岸採集 メノウ原石、3：大田原遺跡出土 チャート剥片（下田原期）、4：吹通第二貝塚出土 安山岩剥片（先史時代）、5 ～ 11：メノウ製勾玉（5 川平火番岡遺跡周辺採集、6 宮良第 3 遺跡出土、7 石垣貝塚出土、8 ～ 11 ビロースク遺跡出土。いずれも 13 世紀末以降）。3 ～ 11 は石垣市教育委員会所蔵で関係文献は本文参照。図は稲田実測・再実測。

3　台湾の先陶文化

八仙洞洞穴群と長浜文化　白保竿根田原洞穴と距離的にもっとも近い旧石器時代遺跡は、台湾の長浜文化に属する遺跡である。直線距離でおよそ 300km。台湾大学の宋文薫氏は東海岸の台東県八仙洞洞穴群で 1968・1969 年に発掘調査を実施し、その結果に基づき、土器をもたない先陶文化として長浜文化（約 15,000 ～約 5,000 年前）を提唱した（宋 1969・1981）。その石器文化は、長径 10cm から 15cm ほどの砂岩・安山岩等の円礫を用い、一端を粗く打ち欠いた片刃の礫器が特徴である（第 98 図 4・5）。その際に剥離された粗い剥片も多いが、それとは別に鋭い刃をもった 5cm 前後の小型の剥片ないし剥片石器が石英・玉髄・鉄石英等の珪質石材でつくられた。上記礫器を実測させていただいた折に、報告では別名称となっているがメノウ製も含まれることを確認した。現在の八仙洞洞穴群のすぐ前の海岸は砂岩・安山岩・石英等の礫浜で、石材は豊富である。調査された洞穴はいずれも安山集塊岩の海蝕洞だが、隆起が激しく最高所の崑崙洞は海抜約 128m に達する。先陶文化層の放射性炭素年代については、潮音洞の 5,240 ± 260BP（未較正年代、以下同じ）、5,340 ± 260BP、4,970 ± 250BP の３例（宋 1969）、乾元洞の >15,000BP（宋 1981）等が報告された。



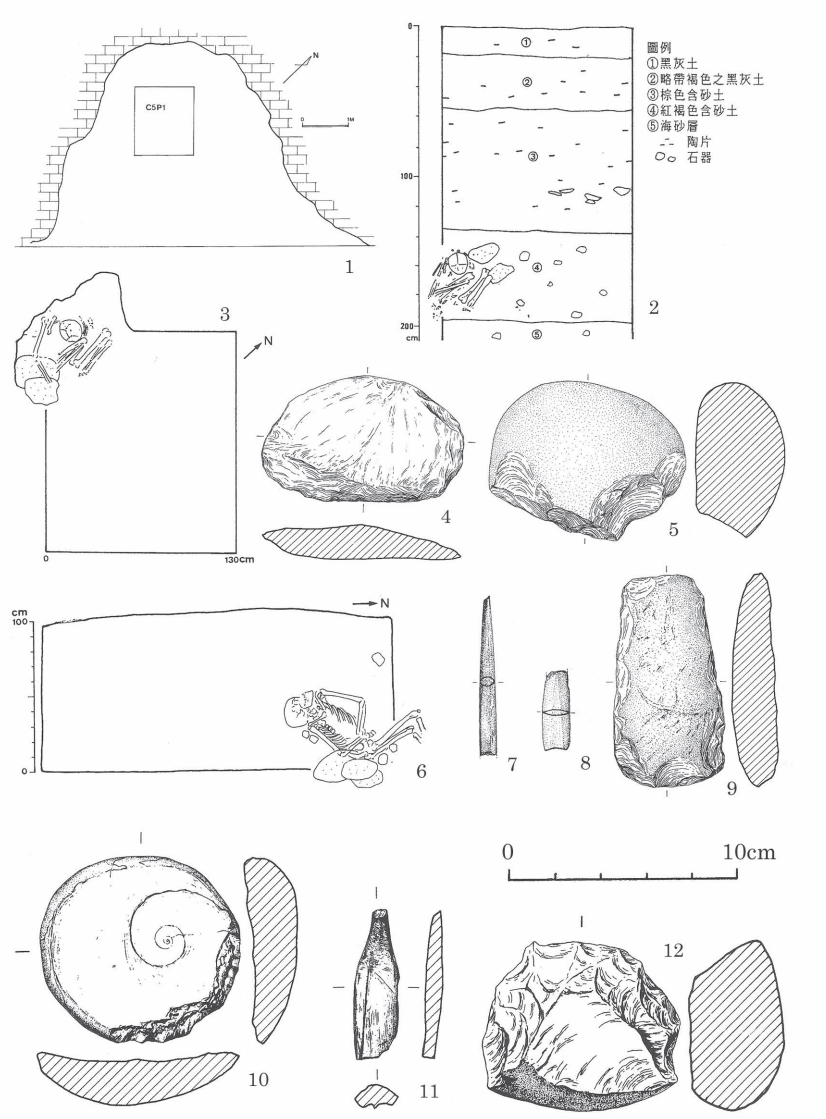
第 98 図　台湾八仙洞洞穴群先陶文化層の石器

1・4・5：片刃礫器、2：削器、3：「石英質小石器」。1 ～ 3：無名洞 4（臧 2011）、4・5：潮音洞（宋 1969 図版ＸＩの３・４を稲田実測）

長浜文化の広がり　八仙洞洞穴群の調査後、礫器を特徴とする先陶文化は台湾の広い範囲に分布することが判明し、東海岸の台東県小馬海蝕洞、台東県小馬龍洞、最南端の屏東県鵝鑾鼻第 2 遺跡、北西部の苗栗県伯公壠遺跡等で発掘調査がなされている。

小馬海蝕洞では、第 5 洞と第 10 洞に先陶文化層がある（黄・陳 1990）。砂岩製礫器や「石英小石器」を含み（第 99 図 4・5）、第 5 洞では長径 30cm ほどの砂岩礫 3 個をともなう埋葬人骨が発見された（第 99 図 2・3）。黄士強氏は、それら先陶文化層の放射性炭素年代（5,770 ± 50BP、5,730 ± 50BP）を報告するとともに、その他の遺跡でも多くの先陶文化が 5,000 ～ 6,000BP の年代を示すことを強調した（黄 1991）。なお小馬第 10 洞では、先陶文化層の直上に「縄文陶期」層があり、打製石斧や石鏃（第 99 図 7 ～ 9）をともなうという。この層からも同じような砂岩大礫をともなう埋葬人骨が検出されている（第 99 図 6）。同層の貝殻を用いた放射性炭素年代は「4,300 ～ 4,500BP」（黄・陳 1990）であった。

小馬龍洞では、砂岩と安山岩の礫器と石英質の小型石器とがあり、数量としては後者が多いという（陳 2004）。



第 99 図　台湾小馬海蝕洞と鵝鑾鼻第 2 遺跡の遺構・遺物

1：小馬第 5 洞発掘区、2・3：同区先陶文化層の埋葬人骨、4・5：同区先陶文化層の剥片石器と礫器、6：小馬第 10 洞の縄文陶期埋葬人骨、7・8：同期石鏃、9：同期打製石斧、10：鵝鑾鼻第 2 遺跡先陶文化層のヤコウガイ蓋、11：同層「骨尖器」、12：同層礫器。1 ～ 9：黄・陳 1990、10 ～ 12：李 1983。

鵝鑾鼻第 2 遺跡では、約 5,000 年前（4,820 ± 100BP、4,790 ± 120BP）とされる文化層Ⅳ（第 1 史前文化層）から砂岩製の礫器（第 99 図の 12）、骨器（第 99 図 11）、周縁に打剥痕のあるヤコウガイの蓋（いわゆる螺蓋製敲打器、第 99 図 10）、および鹿、猪、魚類、貝類、亀を含む多種類の動物骨が出土した（李 1983）。

伯公壠遺跡の礫器をもつ石器群について、劉益昌氏は A 区から出土した石器群を第 1 網形文化、B ～ E 区の石器群を第 2 網形文化と名付け、前者を「旧石器時代晩期文化」に、後者を「旧石器晩期持続文化」に帰属させた (劉 1995・2002)。いずれも砂岩製の「石核器」と「小型石片器」とを含むが、第 1 網形文化では「石核器」が主体だという。

八仙洞洞穴群の再調査　長浜文化の関連遺跡調査では完新世に属する年代の新しい文化層が多かったが、2008 年から中央研究院歴史語言研究所の臧振華氏が八仙洞洞穴群を再調査し、旧石器時代にさかのぼる堆積層の状況や年代が相当明らかになってきた（臧 2009・2011）。

崑崙洞（海抜高約 128m）では、地表下約 160cm までの無遺物層の下、岩盤直上に厚さ 40cm ほどの旧石器時代文化層があり、炉跡が検出された（臧 2009）。遺物は 58 点で、焼け礫を除けば石器類 46 点となる。炭化物による放射性炭素年代は、21,320 ± 150BP、20,860 ± 130BP、20,750 ± 100BP の 3 点がよくそろう。離れた年代として 13,330 ± 70BP と 25.120 ± 200BP があるが、21,000 年前後と見ておくのが妥当だろう。

潮辰洞（海抜高約 109m）では、岩盤近くの層に石器類 3 点、種不明の動物骨砕片、炉跡が含まれ、21,060 ± 140BP の年代が出されている（臧 2009）。

無名洞 4（海抜高約 78m）の成果は豊富である（臧 2009･2011）。土器を含む新石器時代文化層（3,300 ～ 2,800BP）の下に、無遺物層をはさんで旧石器時代文化層がある。旧石器時代文化層は 2 枚に分かれ、下位の方に遺物量が多く、2 カ所で炉跡が検出された。旧石器時代に属する遺物は計 741 点で、礫器 22 点・剥片石器 52 点のほか、石核・剥片類や焼け礫・「刻画石」（?）等があげられている（第 98 図の 1 ～ 3）。器種の分類と数についてはなお検討を要する。同文化層から 353 点の動物骨が出土した。種の同定可能な 303 点中では、陸棲動物が 229 点（65% で、ネズミ類 120 点・鹿類 98 点・不明 11 点）、水棲動物が 74 点（35% で、硬骨魚類 57 点・軟骨魚類 6 点・蟹 11 点）という。旧石器時代文化層の放射性炭素年代 4 例は、17,110 ± 70BP、16,410 ± 70BP、15,810 ± 70BP、15,510 ± 60BP である。この層の直下には洞穴隆起前に形成された海浜礫層が堆積しており、18,150 ± 70BP という年代が報告されている。

以上、八仙洞洞穴群には未較正放射性炭素年代で 21,000BP から 15,000BP の旧石器時代文化層があり、砂岩・安山岩製の礫器・剥片・剥片石器と石英、玉髄、メノウ等の珪質石材の小型剥片・剥片石器をもち、陸生・水棲動物を対象として狩猟・漁撈生活をおくる人びとが生活していたことはほぼ確実であろう。そして宋文薫氏が当初から指摘していたように、礫器を含む類似の先陶文化は一定の文化内容の変化を含みつつ完新世の 5,000 年前頃まで継続したようである。

4　大隅諸島・奄美群島の旧石器文化

本州・四国・九州の旧石器文化は、未較正年代で約 34,000 年前から 13,000 年前（較正年代でおよそ 38,000cal.BP から 16,000cal.BP）まで続いた。最後の数千年間の細石刃文化期を除くと、その大部分は石刃技法とナイフ形石器をもつナイフ形石器文化として区分できる。ナイフ形石器文化の初期には台形石器や刃部磨製石斧をともない、環状集落を形成することもあった。

ナイフ形石器文化の起源と成立過程はまだ明らかでない。石刃技法はユーラシア大陸とりわけシベリアとの結びつきが想定されるが、北海道で列島旧石器時代の初頭までさかのぼる確実な石刃技法の石器群はまだ確認されていない。磨製石斧や礫群、落し穴等の起源については、現在の知見による限り、シベリアよりもむしろ日本列島内での誕生か、より西方または南方に注意を向けた方がよいのかもしれない。

鹿児島県種子島の中種子町立切遺跡では、未較正年代で約 3 万年前の種Ⅳテフラ（30,500 ± 210BP：35,060cal.BP 他）の直下層から、刃部磨製石斧、炉跡、調理用の礫群（下部に掘り込み穴のある例を含む）、落し穴等が発見されている。石刃技法や定型的な打製石器はなく、遺跡近辺の海岸段丘の礫層露頭から採取

したかと見られる砂岩の円礫（礫石器？）や砂岩・頁岩の粗割り剥片をいくらか含む（中種子町教育委員会 1999・2002・2003・2012、鹿児島県立埋蔵文化財センター 2009）。同じ種子島の南種子町横峰Ｃ遺跡では、種Ⅳテフラ直下層で同様な礫群と砂岩の粗割り剥片が確認されている（南種子町教育委員会 2000・2005）。ナイフ形石器は未発見であるけれども、現時点ではナイフ形石器文化の南限は種子島に及ぶと見ておくのが妥当だろう。

奄美群島に旧石器時代遺跡と報告された有力な資料はあるが、検討課題があってなお判然としない面をのこす。奄美市土浜ヤーヤ遺跡では、Ａ地点Ⅲｂ層（18,600 ± 230BP）から剥片類４点、Ａ地点Ⅲｃ層（21,400-?BP）から剥片類 34 点が出土し、後者には研磨痕をもつ磨製石斧の破片３点が含まれている（鹿児島県教育委員会 1988）。両層とも AT テフラ（約 25,000BP：29,000cal.BP）を含むとされ、放射性炭素年代を勘案すると剥片類は同テフラ降下期以降の所産であろう（報告書は AT テフラ以前と見る）。よく研磨された２点の破片は、石斧側縁が表・裏面に対して直角な平坦面となる。このような型式の石斧はナイフ形石器文化前半期の他の資料に類例がなく、後半期には石斧そのものが希になる。石斧の年代と型式で帰属が問題となろう。

奄美市喜子川遺跡では、爪形文土器文化層（第Ⅲ層）の下位に K-Ah テフラ（アカホヤ火山灰層、第Ⅶ層）があり、さらにその下の AT 火山ガラスを微量含む層（第Ⅹ層）上面で礫群が密集して検出された。一部の礫群礫中に少数の頁岩・チャート剥片が含まれ、その礫群下部の掘り込み穴に含まれる炭化物が 25,250 ± 790BP の年代を示したという（中山・田村 1989、田村・池田 1995）。種子島と同様な旧石器時代の礫群である可能性はたかいが、礫群礫の間の土に含まれる火山灰粒がアカホヤ火山灰だという西田史朗氏の指摘（西田 1995）との整合性が問題となる。奄美市赤木名グスクⅤ層（笠利町歴史民俗資料館 2003）と徳之島の伊仙町天城遺跡（堂込・栗林 1994）でチャート製剥片の石器群が報告されているが、時期的・文化的な帰属の手がかりとなる層位や定型器種を欠く。徳之島伊仙町のガラ竿遺跡の花崗岩と砂岩の円礫（磨石？）は AT テフラの下位から出土したと報告されたが、剥片石器を共伴していない（四本・伊藤 2002）。

奄美群島の上記遺跡では、さらに検討を要する礫群や磨製石斧を除けば、ナイフ形石器文化の構成要素となる遺構･遺物がほとんど見られない。ナイフ形石器文化と異なる旧石器文化の可能性があるかもしれない。すでに琉球列島から台湾・南シナ海・東南アジアの広い範囲を対象として、楔形石器を有する「不定形剥片石器文化」の名が提唱されている（加藤 1996a・b、小田 2010）。しかし不定形剥片石器というのでは文化の特徴を理解しづらく、楔形石器は日本列島では旧石器・縄文時代に広く見られ、むしろ縄文時代に顕著な傾向もあって、文化の指標となりにくい。奄美群島で「不定形剥片文化」とみなされた資料は、数が少ないうえに上記のような不確定な問題を含む。加えていえば、もし喜子川遺跡下層文化層の少数剥片を旧石器時代と認めるのであれば、主体をなす礫群も旧石器時代とみとめなければならならず、この場合、礫群の存在を通じて奄美の旧石器文化はむしろ種子島から九州・本州の旧石器文化へと結びつく。また、土浜ヤーヤ遺跡Ａ地点Ⅲｃ層における剥片類を「不定形剥片文化」に帰属させるため、それら剥片と磨製石斧破片との共伴に疑義を呈する見方（加藤 1996a、376 頁）もある。疑問の根拠とされた同遺跡第Ⅱ層（K-Ah テフラを含む）出土磨製石斧というのはＡ地点から 100m 余り離れたＣ地点の第Ⅱ層出土であって、石斧の型式も違い、両者が関連する余地はない。土浜ヤーヤ遺跡Ａ地点の石斧は、型式と時期が検討課題であるとはいえ、磨製という限りにおいてなお種子島・九州・本州の旧石器文化に近い性質をもつ。奄美群島の旧石器文化の系統や位置づけについては､文化名を冠した概念的把握が有意義であるにしても､それを急ぐ前に個々の既存資料を矛盾点も含めて正確に把握し、新たな資料の発見と蓄積に努める必要がある。

沖縄諸島や先島諸島は、旧石器時代化石人骨が集中するにもかかわらず、旧石器時代の打製石器の完全な空白地域となる。サキタリ洞穴出土例のような貝器や想定しうる植物質の器具が、道具の一部を構成することはあったろう（山崎 2015b・2016）。しかし、それらが打製石器の機能・効用の幅広さと作りやすさをすべて代替するのは無理だろう。いずれ何らかの打製石器が発見されるのではあるまいか。

種子島の立切・横峰Ｃ遺跡における砂岩円礫の多用や奄美諸島における珪質石材の剥片類が台湾の旧石器文化と関連するのか否かはなお今後の検討課題だが、台湾で特徴的な片刃礫器にもあわせて注目しておく

必要がある。本州・九州等の旧石器文化に時として単品ないし少数の礫器が現れ、それが片刃礫器で特徴づけられることは織笠昭氏が指摘したところである（織笠昭 1992）。片刃が主体という点では台湾と共通するが、こうした類似が直接・間接に何らかの結びつきがあったことを示すのか、偶然の一致なのか。磨製石斧や礫群・落し穴の起源等の諸問題をも念頭におきつつ、視野を広げて琉球列島の旧石器文化を追跡していく必要がある（Inada 2013、稲田 2015）。

5　旧石器時代化石人骨のタフォノミー

旧石器時代の埋葬を包括的に研究したファビエンヌ・メイ（May1986）やアルバン・ドゥフルール（Defleur1993）は、旧石器時代人骨を埋葬と判断する条件として、①骨が関節状態ないし解剖学的な位置にある、②埋没姿勢が判明する、③墓坑・石組み等の施設をともなう、④副葬品をともなう、の 4 点をあげている。③と④の条件がそろえば埋葬はほぼ確実であろうが、旧石器時代の実例ではむしろ①の完全性と②の人為性で意図的な埋葬か否かが議論となる場合が多い。そして①と②の条件が良好な場合は、③の墓坑が確認されていない場合でも、穴に埋められていた埋葬と解釈される傾向がつよい。

上記のような研究では風葬にあまりふれられることはないが、民族誌の事例を十分考慮する必要がある（内堀・山下 2006）。琉球列島では、近世の琉球王朝期に風葬（崖葬）・洗骨・再葬の風習が盛んであった（伊波 1974、名嘉真 1969・1973、平敷 1995）。沖縄諸島の洗骨改葬習俗は 16 世紀以降に一般化し（赤田 1993）、その影響が遅れて 17 世紀末～ 18 世紀初頭以降に八重山諸島に及んだ可能性が指摘されている（島袋 2003）。したがって、上記①②の条件に関し骨格の保存が良好な場合でも、そのことと墓坑の有無とは別の問題として検討する必要がある。

さて、白保竿根田原洞穴出土人骨資料は 1,100 点を超える。2013 年報告書には同一個体の同定についてかなりの記載があり、今期委員会においても土肥直美氏から新たな個体識別の成果が報告され、本書にも多くの分析・論考が掲載される予定であるので、そうした成果を参照しつつ化石人骨のタフォノミーについて予察的な検討をおこなってみたい。人骨の平面・垂直位置や出土層位から見て頭骨・体幹骨・四肢骨等の部位が集中する 7 カ所を検討対象とする。

① D4 区 S4 層（Ⅲ A 層相当）出土の下田原期の成人男性人骨は、直径 1m ほどの範囲に集中し、頭骨（SAOHB194、以下 SAOHB 記号は略し番号のみ記す）はその南西側にある（2013 年報告書 197 頁第 72 図）。放射性炭素年代は 3,970 ± 30BP（左大腿骨 188）である。解剖学的位置を保っていないが、着装品または副葬品と見られるサメ歯穿孔品とイノシシ牙製品をともなうので、葬られた人骨であることはほぼ確実であろう。同位置の女性骨は、男性骨よりレベルが 20cm ほど高く、時期差がある。

②完新世初期の H6 区Ⅲ B 層出土人骨は、1 個体の確証はないものの、1m 弱の範囲内で北北東に頭骨（62・68）、南南西に大腿骨（46・69）等が分布する（2013 年報告書 第 74 図 199 頁）。頭頂骨片（62・68）と接合する頭頂骨片（45）の放射性炭素年代は 9,426 ± 40BP である。ほぼ同じ位置で、Ⅲ B ～Ⅲ C 層出土のイノシシの若齢未成獣 1 個体が、南南西から北北東へ崩れたかのように、長さ 1m 余り、幅 40cm ほどの範囲に分布する（2013 年報告書 第 46 図 92 頁）。

ついで更新世に属するⅢ C 層からⅣ層までの層（24,000 ～ 16,000BP）では、4 個体ほどが推定できる。

③ H4 区Ⅲ E 層では、崩落した石灰岩塊の隙間（長さ約 1m・幅約 50cm）に成人男性 1 個体が置かれており、骨格全体の解剖学的な位置関係をおおむね復元しうる（事実報告編 第 45 図 103 頁、第 52 図 白保 4 号人骨 72 頁）。頭（1043・1044）を北東に置き、折り曲げた脚（左右大腿骨 1000・1031）を左へかるく倒しながら上半身へつよく引きつけた仰臥屈葬であり、両腕も手を右頬辺りで合わせるように曲げている。大腿骨（1027）の放射性炭素年代は 23,400 ± 64BP（27,685cal.BP）である。

④ G8 区 C1・C2 層の長さ（北東―南西方向）2m、幅 1m の範囲に集中する人骨は、多くが成人男性 1 個体に属する。頭骨（595）は分布範囲の中央付近にあって、その南西側の平坦地に下肢骨（右大腿骨 608、右脛骨 466 等）が多い（事実報告編 第 44 図 102 頁、第 54 図 白保 2 号人骨 74 頁）。ここが当初遺体の置かれた位置であろう。頭骨より北東側は急な斜面となり、そこに分布する下肢骨・上肢骨（右上腕

骨 619 他）等は南西側から崩れ落ちた状態を示す。放射性炭素年代は、18,506 ± 79BP（右脛骨 466）・21,479 ± 73BP（右上腕骨 461）・20,392 ± 103BP（腓骨 621）がある。

⑤ H6 区Ⅲ C 層の成人男性骨は、完新世初期の H6 区Ⅲ B 層出土人骨の真下、20cm ほど下位にあり、体幹骨と四肢骨が直径約 80cm の範囲に集中する（2013 年報告書 第 74 図 199 頁、第 53 図 白保 1 号人骨 73 頁）。左右の大腿骨（243・247）が並び、一部の骨が解剖学的な位置関係を保つようだ。この集中域から 30cm ほど北東へ離れて頭骨（182）があり、この頭骨は H5 区の左下顎骨（481：19,790 ± 60BP）および右下顎骨（453）と同一個体とされる。左下顎骨・頭骨と集中域の四肢骨等を同一個体とする確証はないものの、平面的・垂直的な位置関係から見て、同一個体と理解するのが自然だろう。潰れて破片となった頭骨（182）が北東へずれ落ちた様子は、断面図によって明白である（2013 年報告書 199 頁第 74 図）。この男性骨と同位置に女性の骨（大腿骨 110・111・244・345）も混じるが、個体といえるほどの骨がそろうのかどうか今後の検討をまちたい。

⑥ G5 区にはⅢ C・D・E 層の人骨が複雑に集中するが、グリッド北側の 1m 四方の範囲に集中するⅢ D 層の頭骨（941：17,521BP）・上顎骨（793）・下顎骨（181：16,573 ± 51BP）が同一個体とされる（事実報告編 第 43 図 101 頁、第 55 図白保 3 号人骨 75 頁）。同じ範囲に分布する体幹骨や四肢骨の一部に同一個体が含まれていれば他の個体と出土状況が類似することになるが、現時点では不明である。この骨の集中域の南側から出土した病変の細い左右大腿骨（214：18,071 ± 62BP・216・218・344）は別個体である（2013 年報告書 第 73 図 198 頁）。

⑦ I4・5 区のⅣ層を主とした人骨集中は直径 1m ほどの分布域で、北側が陥没穴の「東壁」（2013 年報告書 第 18 図 48 頁）によって切り取られているが、頭骨片（271）・上下顎骨（162・165）や体幹骨・四肢骨を含む。寛骨（177）に成人男性の左大腿骨頭（166：19,723 ± 61BP）が隣接し、腓骨（161：21,020 ± 70）も近い。2010 年度までの調査で化石ホール採集とされた男性頭頂骨（2：20,416 ± 113）等の骨もこの集中と関係するらしい。

以上、更新世人骨の集中範囲 5 カ所を検討した。このうち 4 カ所④～⑦では骨の解剖学的な位置関係がほとんど保たれていないが、骨の密集範囲がいずれも直径 1m ほどで、③ H4 区白保 4 号人骨と共通する。とくに④ G8 区白保 2 号人骨と⑤ H6 区白保 1 号人骨は、頭骨が体幹・四肢骨の集中部の北東側にあり、H4 区白保 4 号人骨の配置とよく類似する。頭の配置に何らかの意図があった場合、北東という平面的な方位、ドリーネの中心側、レベルの低い方向等が想定されるが、風習によらない偶然の一致でもありうる。G8 区白保 2 号人骨と H6 区白保 1 号人骨で頭骨よりも北側に位置する骨については、傾斜に沿った二次的な移動であることはすでに述べた。骨がレベルの高い方から低い方へ移動する状況は、2013 年報告書で指摘された墓坑をもたない風葬（崖葬）（片桐・山崎 2013、土肥・藤田・片桐・徳嶺 2013）の可能性を支持する。H4 区白保 4 号人骨のみに骨格の大きな二次移動が見られなかったのは、屈葬姿勢に見合った大きさの岩塊空洞が石棺のように遺体を保護したからであろう。このような極端な屈葬姿勢が風習として一般的であったのか、狭い空洞におさめられた特殊事情に起因するのかはなお検討の余地があるにしても、H4 区白保 4 号人骨が風葬の単身一次葬のみで終わったことはほぼ確実である。この白保 4 号人骨を基準にして考えると、①～⑤・⑦の人骨集中は基本的に単身一次葬（屈葬？）の単位であり、何らかの事情でそこに別個体の部位が加わった状況と推察される。その事情とは、崩壊しつつある先行葬の個体に重複あるいは隣接して新たな個体を葬った場合、あるいは単身一次葬の後に崩壊した別個体の骨格が自然の攪乱や斜面に沿って転落してきた場合等が考えられるだろう。今後、意図的・組織的な集骨や再葬のデータが加われば、単身の一次葬と二次葬、あるいは単身一次葬と合葬による二次葬等が併存することになるが、それは現時点では不明である。

6　まとめと今後の課題

第 2 節から第 4 節まで述べてきたところをまとめると、次のような見通しを得ることができよう。石垣島・小浜島・西表島でおこなった石器石材の分布調査によれば、当地の旧石器時代には、安山岩・砂岩の広い分布により粗加工の礫器や礫石器を製作し、同時にチャート・石英・古銅輝石安山岩・メノウ等の珪質石材の

存在により少なくとも長さ 5cm 程度の鋭利な刃をもった剥片石器を製作しうる石器石材環境があった。そして地理的にもっとも近い台湾において、白保竿根田原洞穴の旧石器時代文化層（未較正放射性炭素年代で 24,000 ～ 16,000BP）とほぼ同じ時期（約 21,000 ～ 15,000BP）に確実な旧石器時代文化が存在し、その文化が砂岩・安山岩による粗加工の礫器や剥片類を主体とし、石英やメノウを利用した鋭利な刃の小型剥片石器をともなう特徴をもつことを確認した。この２点を考慮すれば、旧石器時代の八重山諸島において旧石器文化を探索する場合、まず八仙洞洞穴群と類似した石器群を念頭に置くのが妥当な方向であろう。従来、長浜文化石器群のうち、珪質石材による鋭利な剥片石器の波及の可能性が強調されてきたが、粗加工の礫器・剥片・剥片石器の有無についてもそれと同じほどの注意を向ける必要があろう。

海を渡る難しさはどこから人間が渡来してもつきまとう困難だが、目視しうる距離の近さは台湾と八重山諸島との人的・文化的なつながりに有利に作用する。もとより完新世における台湾と八重山の文化の大きな違いからすれば、地理的に近い条件が文化の近さという結果に結びつかないことは十分考慮すべきだ。しかし他に有力な候補がなければ、さまざまな可能性を考慮しつつも、八重山諸島・宮古諸島・沖縄諸島における旧石器時代文化探索の手がかりとしてまず台湾の旧石器文化を念頭におくのが自然であろう。沖縄本島のサキタリ洞穴の調査で得られつつある淡水・海水資源の利用の証拠（山崎 2015a・2015b・2016）も、八仙洞の無名洞４等で確認された旧石器時代のさかんな水棲動物採取や長浜文化における漁労要素の伝統を想起すれば、さほど違和感なく理解できるのではあるまいか。

なお、立切遺跡の刃部磨製石斧２点のうちの１点は体部にくびれをもち、列島の旧石器時代石斧のなかでは唯一の特異な例であるが、ほぼ平行した時期のニューギニア等にもくびれをもつ石斧がある（石村 2010）。もとより形態差があり、両者の地理的・文化的な隔たりは大きく、着柄の必要から偶然に生じた類似の可能性もあるが、両者の関係の有無に注意しておく必要はあろう。完新世の先島・沖縄諸島で著しく発達した石斧製作の由来が旧石器時代までさかのぼるのかどうかの問題ともかかわってこよう。

第５節の化石人骨タフォノミーに関しては、次のような成果と課題が指摘できる。先島・沖縄諸島における葬制の考古学的検討によれば、風葬の盛んであった近世をさかのぼれば、むしろ葬制は多様で土葬が基本であった（嵩元・当眞 1977、当真 1989）。新里貴之氏によれば、貝塚時代前Ⅱ期（縄文時代前期相当）には土坑墓が出現し、前Ⅳ・Ⅴ期（縄文時代後期～弥生前期相当）から配石墓・石囲墓・石棺墓・岩陰葬も加わる。仰臥と伏臥の伸展葬が主体で、貝塚時代後期から屈肢葬・屈葬がしだいに増加する。「前Ⅳ期以降、岩陰墓・砂丘地では同一の墓坑や埋葬地を利用して何度も埋葬」する習俗が見られるという（新里 2011）。伊是名村具志川島岩立遺跡の前Ⅳ・Ⅴ期（縄文時代後期～弥生時代初期相当）人骨の再整理をおこなった片桐千亜紀氏らは、岩陰での集骨や再葬・多重埋葬について、むしろ「近世・近代の岩陰墓に見られる葬法と似たものを感じる」と述べた（片桐他 2008）。また、グスク時代初期の 12・13 世紀に、日本本土の影響を受けて奄美群島・沖縄諸島・先島諸島に屈葬土坑墓が広がったという瀬戸哲也氏の指摘も重要である（瀬戸 2003・2005）。

白保竿根田原洞穴遺跡とその出土化石人骨は、こうした先島・沖縄諸島の葬制・墓制の歴史のなかで以下のような意義をもつであろう。第１は、白保竿根田原洞穴が約 24,000 年前から 4,000 年前まで、断続的ながら共通して墓域としての役割を果たし、完新世になって生活の場としても利用されはじめたことを明らかにした。旧石器時代に居住の場でなかったことは、石器の有無で判断できないとしても、炉跡や炉を示す炭化物集中の無いことがその証左となろう。白保竿根田原洞穴遺跡とその化石人骨は、葬制・墓制を通じ、これまで宙に浮いていた先島・沖縄諸島更新世人類を、はじめて貝塚時代から現代までの歴史とひとつながりの流れとして結びつけたといっても過言でなかろう。第２は、近世・近代まで続いた風葬の根源が、約 24,000 年前の旧石器時代までさかのぼる可能性がたかくなったことである。もっともサキタリ洞の 9,000 年前以前とされる人骨は土坑に埋葬された可能性が報告（山崎 2016）されており、沖縄の旧石器時代の葬制が風葬一色であったとは言い切れない。第３は、H4 区ⅢＥ層の白保４号人骨でつよい仰臥屈葬が確認され、屈葬が皆無ではないにしても伸展葬が主流であった貝塚時代前期の葬法と比較すれば特異な位置を占めることである。第４は、H4 区白保４号人骨により風葬による単身一次葬がほぼ純粋な形で確認され、南城

市サキタリ洞の 9,000 年前以前の墓とともに、単身一次葬が一定の類型となっていたことを明らかにした。風葬と土坑墓、あるいは屈葬・屈肢葬・伸展葬等の変化の多様性がどのようであったのかは、今後の類例の増加をまつ必要がある。そして、単身一次葬に組織的な集骨・再葬・多重埋葬等が加わるか否かについては、白保竿根田原洞穴出土人骨に関する今後の個体同定等の研究成果をまつ必要がありそうだ。

末尾ながら、今回の遺跡調査にかかわる機会を与えていただいた沖縄県教育委員会・沖縄県立埋蔵文化財センター、沖縄県下の考古学的・自然科学的調査の成果について種々ご教示を賜った安里嗣淳氏をはじめとする今期委員会の委員各位、盛本勲・仲座久宜両氏ほかの埋蔵文化財センターの調査員諸氏、石垣市教育委員会の下地傑・島袋綾野・大濱永寛の諸氏、文献探索でお世話になった当眞嗣一氏、長浜文化について種々ご教示賜った台湾大学の宋文薫氏、連照美氏、台湾中央研究院歴史語言研究所の臧振華氏、劉益昌氏にあらためてお礼申し上げたい。

〈参考文献〉

赤田光男 1993「与論島の洞穴墓と改葬習俗」『国立歴史民俗博物館研究報告』49、323-347 頁
陳有貝 2004「小馬龍洞遺址試掘報告」『田野考古』第 8 巻 1・2 合刊
DEFLEUR, Alban 1993, Les sépultures moustériennes, CNRS Éditions.
堂込秀人・栗林文夫 1994『天城遺跡・下島権遺跡』伊仙町教育委員会
土肥直美・藤田祐樹・片桐千亜紀・徳嶺里江 2013「白保竿根田原洞穴遺跡出土の人骨」『白保竿根田原洞穴遺跡』pp.180-200 沖縄県立埋蔵文化財センター
平敷令治 1995『沖縄の祖先祭祀』第一書房
黄士強 1991「從小馬洞穴談台湾地区先陶時期文化」『田野考古』2-2、pp.37-54、図版 4
黄士強・陳有貝 1990『東河地區遺址試掘及史前文化重建』
石村智 2010「オーストラリア・オセアニアの旧石器文化」『講座日本の考古学、旧石器時代（下）』561-582 頁
稲田孝司編 1996『恩原 2 遺跡』岡山大学文学部考古学研究室
稲田孝司編 2009『恩原 1 遺跡』恩原遺跡調査団
稲田孝司 2015「南島の化石人骨と旧石器文化」『日本歴史月報』18、pp.1-4 岩波書店
INADA Takashi, 2013, Comparative study on the Palaeolithic Cultures between Japan and Taiwan, Proceedings of the International Symposium on the Palaeolithic Cultures in Taiwan and Its Surrounding Areas『八仙洞国定遺址保護与研究国際学術研討会論文集』pp.4.1 ～ 4.13
石垣市教育委員会 1982『大田原遺跡発掘調査報告書』
石垣市教育委員会 1983『ビロースク遺跡―沖縄県石垣市ビロースク遺跡発掘調査報告書』
石垣市教育委員会 1993『石垣貝塚－県道真栄里新川線街路改修工事に伴う緊急発掘調査報告書－』
石垣市教育委員会 2011『野底遺跡－野底リゾート開発地内の宿泊施設等建築に伴う古墓群及び埋蔵文化財等の緊急発掘調査報告書－』
伊波普猷 1974「南島古代の葬制」『伊波普猷全集』5、23-53 頁（論文発表は 1927 年）
鹿児島県教育委員会 1988『土浜ヤーヤ遺跡』
鹿児島県立埋蔵文化財センター 2009『大津保畑遺跡・小園遺跡』
神谷厚昭 2001「西表島の地形と地質－露頭の紹介を中心にして－」『西表島総合調査報告書』沖縄県立博物館、pp.3-20
神谷厚昭 2015『地層と化石が語る琉球列島三億年史』ボーダーインク
笠利町歴史民俗資料館編 2003『赤木名グスク遺跡』
片桐千亜紀・小橋川剛・島袋利恵子・土肥直美 2008「具志川島岩立遺跡出土人骨の再整理－焼けた骨の存在から見た葬法に焦点をあてて－」『沖縄埋文研究』5、1-24 頁　沖縄県立埋蔵文化財センター
片桐千亜紀・山崎真治 2013「第 3 章第 3 節調査区 I（化石ホール）の調査」『白保竿根田原洞穴遺跡』47-93 頁　沖縄県立埋蔵文化財センター
加藤晋平他 1977『沖縄県伊江島ゴヘズ洞の調査－第 1 次概報－』伊江村文化財調査報告書第 4 集　伊江村教育委員会
加藤晋平他 1978『沖縄県伊江島ゴヘズ洞の調査－第 2 次概報－』伊江村文化財調査報告書第 5 集　伊江村教育委員会
加藤晋平 1996a「南西諸島への旧石器文化の拡散」『地学雑誌』946、372-383 頁
加藤晋平 1996b「南西諸島における土器文化以前の石器文化」『月刊地球』206、510-515 頁
木崎甲子郎編著 1985『琉球弧の地質誌』沖縄タイムス社
岸本義彦編 1985『ピンザアブ－ピンザアブ洞穴発掘調査報告－』沖縄県文化財調査報告書第 68 集
李光周 1983『鵝鑾鼻公園考古調査報告』
劉益昌 1995『鯉魚潭水庫計畫地區第二期史蹟調查暨伯公壠遺址發掘計畫報告』
劉益昌 2002『淡水河口的史前文化與族群』十三行博物館
南種子町教育委員会 2000『横峰 C 遺跡』
南種子町教育委員会 2005『横峰 C 遺跡』

MAY, Fabienne 1986, Les sépultures préhistoriques, Éditions du CNRS.
中種子町教育委員会 1999『立切遺跡・京塚遺跡』
中種子町教育委員会 2002『立切遺跡』
中種子町教育委員会 2003『立切遺跡』
中種子町教育委員会 2012『立切遺跡』
名嘉真宜勝 1969「沖縄の洗骨習俗－その二、三の儀礼について－」『琉大史学』1、51-60 頁
名嘉真宜勝 1973「沖縄の墓制」『南島考古』3、13-19 頁
中山清美・田村晃一編 1989「喜子川遺跡第 1 次－第 2 次発掘調査報告－」『青山史学』7、pp.1-44、pl.1-16
日本旧石器学会 2010『日本列島の旧石器時代遺跡－日本旧石器（先土器・岩宿）時代遺跡のデータベース－』
西田史朗 1995「喜子川遺跡火山灰調査」『青山史学』14、51-64 頁
小田静夫 2010「ピンザアブ洞穴と南琉球の旧石器文化」『南島考古』29、1-20 頁
小田静夫 2011「下地原洞穴と沖縄の旧石器遺跡について」『南島考古』30、1-18 頁
沖縄県立埋蔵文化財センター編・発行 2013『白保竿根田原洞穴遺跡－新石垣空港建設工事に伴う緊急発掘調査報告書－』
沖縄県立埋蔵文化財センター編・発行 2017『白保竿根田原洞穴遺跡　重要遺跡範囲確認調査報告 1 －事実報告編－』
織笠昭 1992「日本列島における片刃礫器と丹生 1-B 地点北区第 2 群石器の位置付け」鈴木忠司編『大分県丹生遺跡群の研究』pp.461-524
佐倉　朔 1984「久米島で発見された更新世乳幼児骨」『人類学雑誌』92-2、149 頁
瀬戸哲也 2003「グスク時代の土坑墓・石組墓－発掘資料から－」『沖縄埋文研究』1、25-34 頁　沖縄県立埋蔵文化財センター
瀬戸哲也 2005「グスク時代における墓制の集成」『南島考古』24、19-34 頁　沖縄考古学会
島袋綾野 2003「石垣島を中心とした墓の事例紹介―八重山における墓の変遷試案―」『南島考古』22、53 ～ 66 頁　沖縄考古学会
新里貴之 2011「南西諸島における先史時代の墓制（Ⅲ）－沖縄諸島－」『地域政策科学研究』8、101-127 頁
新里尚美・岸本義彦編 2002『港川フィッシャー遺跡－重要遺跡確認調査報告－』具志頭村文化財調査報告書第 5 集　具志頭村教育委員会
宋　文勲 1969「長浜文化」『中国民族学通訊』9、pp.1-27、図 2、図版 15
宋　文勲 1981「関於台湾更新世的人類與文化」『中央研究院国際漢学会議論文集、歴史考古組』
鈴木　尚 1975「沖縄に於ける洪積世人類の発見」『人類学雑誌』83-2、113-123 頁
Suzuki,Hisashi and Hanihara Kazuro,1982, THE MINATOGAWA MAN The Upper Pleistocene Man from The Island of Okinawa, University Museum, Universty of Tokyo, Bulletin No.19
高宮廣衛 1968「那覇市の考古資料」那覇市史編集委員会『那覇市史資料編』第 1 巻 1、241-326 頁・図版 1-33
嵩元政秀・当眞嗣一 1977「考古学上より見たる南島の葬制について」『南島研究』65-88 頁
田村晃一・池田治編 1995「喜子川遺跡第 3 次―第 4 次発掘調査報告」『青山史学』14、pp. 1-64、pl.1-16
Tokunaga Shigeyasu,1936, Bone Artifacts Used by Ancient Man in the Riukiu Islands, Proceeding of the Imperial Academy, Vol.12, No.10. Office of the Academy. pp.352-354
当真嗣一 1989「考古学から見た沖縄の葬制・墓制」『シンポジウム沖縄の葬制・墓制』沖縄県地域史協議会 19-26 頁
臧振華 2009『台東縣長濱鄉八仙洞遺址調查研究計畫（第一年）研究報告』中央研究院歴史語言研究所
臧振華 2011『台東縣長濱鄉八仙洞遺址調查研究計畫（第二年）研究報告』中央研究院歴史語言研究所
内堀基光・山下晋司 2006『死の人類学』講談社
渡辺直経 1980「沖縄における洪積世人類遺跡」『第四紀研究』18-4、259-262 頁
山崎真治 2015a『島に生きた旧石器人、沖縄の洞穴遺跡と人骨化石』新泉社
山崎真治 2015b『沖縄県南城市サキタリ洞遺跡発掘調査概要報告書Ⅱ』沖縄県立博物館・美術館
山崎真治 2016『沖縄県南城市サキタリ洞遺跡発掘調査概要報告書Ⅲ』沖縄県立博物館・美術館
山崎真治・仲里健 2013「白保竿根田原洞穴遺跡と周辺環境に関する地形・地質学的調査の概要」『白保竿根田原洞穴遺跡』pp.16-27　沖縄県立埋蔵文化財センター
山崎真治・仲里健・大堀皓平 2013「第 3 章第 4 節 1 石器・石器石材・岩石 ,1-2 各層の石器・石器石材・岩石」『白保竿根田原洞穴遺跡』pp.94-116　沖縄県立埋蔵文化財センター
四本延宏・伊藤勝憲 2002「徳之島・伊仙町小島ガラ竿遺跡の確認調査について」『南島考古だより』69、p.1　沖縄考古学会

3-2　旧石器時代の埋葬：白保竿根田原洞穴遺跡の埋葬行為を考える

佐藤宏之（東京大学）

1　はじめに

白保竿根田原洞穴遺跡から出土した旧石器時代の化石人骨は 1,100 点以上に上り、現時点で少なくとも最小個体数にして 10 個体以上となる可能性が高い。その中には、頭骨から体部・四肢骨にかけての解剖学的な結合状態を復元可能な複数の個体（1 体は屈葬）が含まれており、①人骨から直接得られた放射性炭素の較正年代が 27-20ka に集中すること（更新世）、②人骨が 5 箇所程度の平面的なまとまりをもって出土すること（墓域を形成）、③洞窟形成に関する堆積学や地質学・地球科学的証拠から、レスを主体とする成層堆積物中に人骨が包含されていること（流れ込み等による二次堆積ではない）、④人骨付着物（石灰質膠着物）や人骨に見られる動物の噛み跡等の観察から、人骨が一定程度の期間暴露された状態にあったこと、⑤石器等の道具や生活痕跡を示す遺構等がなく、明瞭な居住活動の痕跡が認められないこと等の各種の証拠からは、遺跡が風葬（崖葬墓）等の墓域を形成していた可能性がきわめて高い。

旧石器時代における墓域を伴う複数個体の埋葬（風葬等）例は、日本列島では初めて検出されたことになるが、こうした特徴は世界的に見て特異な事例なのであろうか。本稿では、その点について、世界の旧石器時代における埋葬行為の研究事例を概観し、その評価を試みたい。

2　最初の「埋葬」：前期旧石器時代

そもそも埋葬行為を考古学的に確認することは容易ではない。アウストラロピテクスや初期ホモ属が出土するアフリカでは、肉食獣による捕食の結果として残された化石人骨例が著名であるが、そうした行為によらないと推定される人骨もあり、何らかの広義の「埋葬」行為の結果と積極的に解釈する例もある（Pettitt 2001）。しかしながら、具体的にその存在が主張された最古の事例は、おそらくスペインのシマ・デ・ロス・ウエソス洞窟遺跡の事例であろう。同遺跡では、ホモ・ハイデルベルゲンシス（400-350ka）が、洞窟の入り口付近にある深さ 14m の縦穴の底部から、28 体が折り重なるように出土した。調査者のアルスアガは、ハイエナ等から死体を守るために縦穴に意図的に投棄し、「予定された正確な場所に遺体を < 積み上げた >」世界最古の埋葬慣習であると主張している（アルスアガ 2008; 佐藤 2014）。また最近調査された南アフリカのライジング・サン洞窟遺跡でも、ホモ・ナレディと新たに定義された初期ホモ属が同様な方法（意図的廃棄）で「埋葬」されたと報告された（Berger et al. 2015; Dirks et al. 2015; シュリーブ 2015）。

最初の「埋葬」は、仲間の死体を動物の捕食から隔離して「守る」という意識から始まったのかもしれない。

3　ネアンデルタールと早期ホモ・サピエンスの埋葬：中期旧石器時代

ヨーロッパや西アジアを中心に、ネアンデルタール人の全身骨が洞窟等から単独で出土する例は比較的多く報告されている。これらには「墓穴」を伴う例もあるが、そうした施設がない例も普遍的に観察される。ネアンデルタールの化石人骨の出土例は 300 近くにのぼるが、このうち少なくとも 30 例以上は、埋葬の可能性が高い。

ネアンデルタール人の埋葬例では、明確な副葬品がともなわないとされているが、西アジア・レヴァントのアムッド洞窟遺跡から検出されたアムッド 7（80-50ka）では、アカシカの上顎が骨盤付近から検出されている。

現生人類の出現が 20 ～ 15 万年前のアフリカにあることはすでによく知られているが、最古の現生人類の埋葬例は、アフリカではなく西アジアのレヴァントから報告されている。代表的な早期ホモ・サピエンスの化石人骨を出土したスフール遺跡とカフゼー遺跡からは、それぞれ 10 と 13 個体に及ぶ全身骨格が出土した。スフールではそのうち 4 個体が、浅い墓坑を伴うと推定されており、他の個体の多くも自然の窪み

を利用していたと考えられている。このうちスフール５（100-30ka）ではイノシシの下顎骨が、カフゼー11（120-90ka）ではダマジカの角が人骨に伴う形で検出されている。多くの個体は屈葬とされる。ただし装飾品等の明瞭な副葬品の存在は、現生人類が出現する後期旧石器時代以降となる。

かつて現代的行動性を高く評価するあまり、ネアンデルタールの「墓」は、肉食獣から居住地を守るために死体を処理しただけであると主張されたきた（ストリンガー・ギャンブル 1997）が、現在では解剖学的位置を保った全身骨の出土をもって「埋葬」の可能性を考慮することは広く了解されており、墓穴の普遍的存在に先行して埋葬行為が行われていたと考えられる（Akazawa & Muhesen 2002; Pettitt 2001）。

4　現生人類の埋葬：後期旧石器時代

レヴァントの早期ホモ・サピエンスの埋葬例ではすでにその萌芽（動物骨・角の副葬）が見られるが、装飾品等の明瞭な副葬品を伴う墓坑への埋葬は、後期旧石器時代初頭から認められる。ヨーロッパではオーリニャック文化（40 ～ 34ka）から開始されているが、頭部や着衣を多数の装飾品で飾り、多くの副葬品を伴う埋葬が発達するのは、後期旧石器時代中葉のグラベット文化（34 ～ 25ka）である。

グラベット文化は、氷期の寒冷気候のもとでユーラシア北部の草原や疎林に展開した文化であり、マンモスやウマ等の大型獣狩猟に適応した集団によって、西ヨーロッパから南シベリア（東方グラベット）まで広く分布していた。東ヨーロッパからウクライナにかけての地域では、マンモス骨を利用した住居を構築したことでも知られており、各種のヴィーナス像や骨角製装飾品が発達した。墓坑からは、単独または血縁関係が窺われる複数個体の全身骨格が検出されており、屈葬が多いが伸展葬もある。しばしば遺体の上には大量のオーカーがまかれるため、墓全体が赤く染まって見えることもある。特別に選択された地中海産の貝殻やオオカミ・キツネ等の歯牙に尖孔を施したネックレス、線刻・点刻のあるブレスレット、マンモスの骨や牙に抽象的な線刻・点刻や動物文様を施した装飾品、石器・石刃等が副葬されていることが多い（佐藤 2014）。

中期旧石器時代までの埋葬は、主として洞窟が選ばれていたが、後期旧石器時代になると、洞窟・岩陰だけではなく、平地も選択されるようになる。

5　東アジア・東南アジアの旧石器時代埋葬例

しかしながら、グラベット文化のような北方狩猟民の間で著しく発達した埋葬は、アジアの後期旧石器時代では、それほどの厚葬を見せることはない。が、顔料の使用、副葬品、墓坑、埋葬儀礼といった諸要素を看取できる例もある。

東・東南・南アジアの後期更新世化石人骨は、中国国内を始めボルネオのニア洞窟、スリランカのファ・ヒエン洞窟やバタドンバ・レナ洞窟等から出土しているが、その多くは部分骨であるため、埋葬行為の有無は判断しがたい。しかしながら、中国北京郊外にある著名な周口店山頂洞（山頂洞人）近くにある田園洞から、後期旧石器時代初頭の年代測定値（34,500 ～ 44,000cal BP）を有する現生人類の略全身骨格が出土しており、おそらく埋葬行為によるものと思われる（Shang & Trinkaus 2010）。

オーストラリア最古の埋葬は、南東オーストラリアのマンゴー湖遺跡群のひとつウィランドラ遺跡で確認されている。ウィランドラからは 200 個体以上の人骨が検出されているが、40ka 頃の若い女性と推定されている全身骨格 WLH1 と、43ka 頃の老齢個体（おそらく女性）と考えられている WLH3 の２例のみがよく分析されている。WLH3 は遺体の上にオーカーを振り撒いた墓坑から出土しており、墓域が形成されていたのかもしれない（図版 84）（Johnston et al. 1998; 佐藤 2011）。

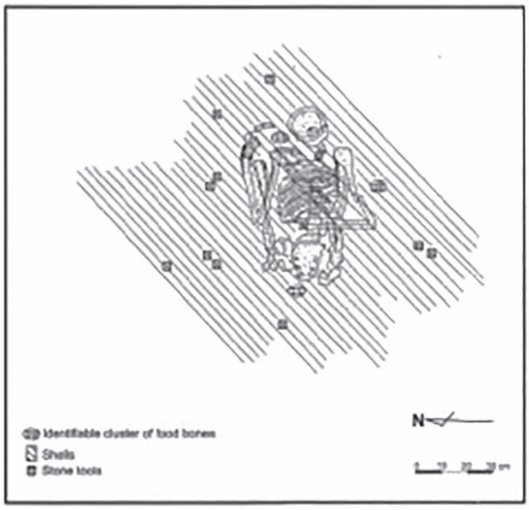
図版 84　マンゴー湖遺跡群 WLH3 の出土状況（Hiscock 2008 より）

マレーシアのグア・グヌン・ルントゥ洞窟遺跡から、13ka と年代測定

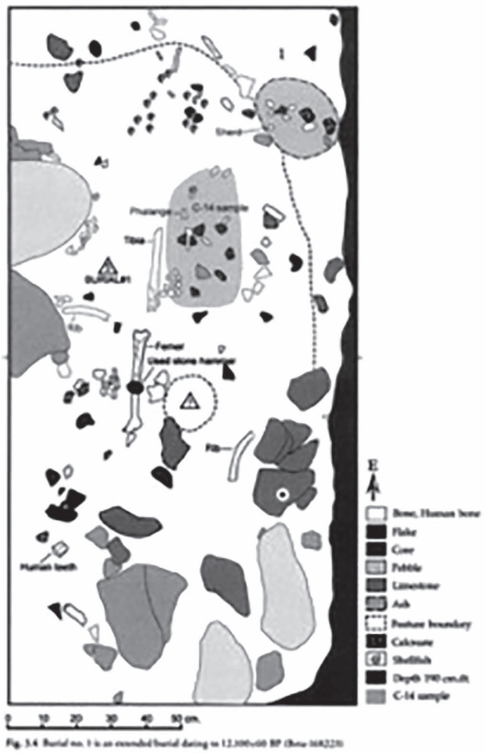
されたペラク人と呼ばれる屈葬の全身骨格が出土している（第 100 図）。明瞭な墓坑は認められていない。埋葬人骨の周囲からは、ヘマタイトの顔料が付着した石皿と磨石（敲石）、石斧等の石器や礫、イノシシ・トカゲ・シカ・サル等の動物骨や貝が出土しており、何らかの葬送儀礼が執り行われていたと推定されている（Majid 2005）。またタイのタム・ロッド岩陰遺跡からは、ほぼ同じ年代値を示す 3 個体の化石人骨が検出されている。このうち 2 個体はほぼ全身骨格が遺存しており、骨の放射性炭素年代は、個体 1 が 12,100 ± 60BP、個体 2 が 13,640 ± 80BP であった。個体 1 は伸展葬の成人で、敲石と淡水・陸生貝が副葬され（第 101 図）、個体 1 の直下から出土した成人女性の個体 2 は屈葬で、遺体の直上にはサークル状に 3 つの礫が配置され、やはり敲石と動物骨が副葬されていた（第 102 図）。Burial と報告されているが、明確な墓坑は認められない（Shoocongdej 2006、2008）。

6　白保竿根田原洞穴遺跡の埋葬

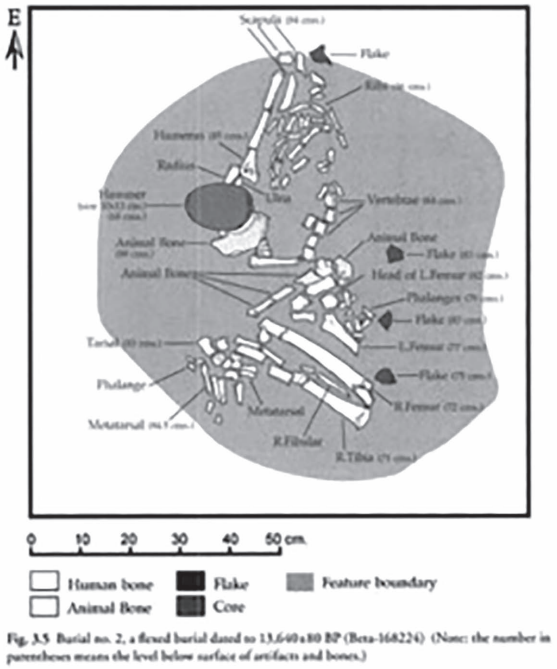
旧石器時代の埋葬例を検討してみると、白保竿根田原洞穴遺跡の後期旧石器時代埋葬例が、決して特異ではないことがわかる。墓坑埋葬が普遍化したグラベット期においても、必ずしも墓坑に埋葬しない例は多数あり、副葬品の伴出も必然ではない。しばしば複数個体の同時埋葬も見られることは、白保の化石人骨ユニットの存在を肯定的に捉えられることを示している。東南アジアにおける更新世埋葬例には伸展葬も屈葬もあり、しばしば自然礫が周囲に配置されているが、白保の場合それを認定することは困難である。周囲に分布する動物骨が、儀礼行為の所産ではなかったと否定することも難しい。またこれらの埋葬例では、多くが洞窟または岩陰に墓坑を伴



第 100 図　ペラク人の出土状況（Majid2005 より）



第 101 図　タム・ロッド岩陰遺跡から出土した個体 1
（Shoocongdej 2006 より）



第 102 図　タム・ロッド岩陰遺跡から出土した個体 2
（Shoocongdej 2006 より）

わないで埋葬されており、白保例と共通する。一方、上述した埋葬例では、遺体を一定期間暴露する風葬のような行為があったかどうかまでは確認できない。これは、本遺跡で採用された人骨付着物の分析や人骨表面の詳細な意図的観察等の分析がなされていないことに起因すると思われるので、今後の調査が必須となろう。

以上のことから、白保竿根田原洞穴遺跡における墓域を伴う後期旧石器時代の複数個体埋葬は、世界の多様な旧石器時代埋葬慣行の中に十分位置づけることが可能である。

〈引用・参考文献〉

アルスアガ , J.L. [藤野邦夫・岩城正夫訳] 2008 『ネアンデルタール人の首飾り』新評論

佐藤宏之　2011 「オーストラリア大陸への人類の移住」『旧石器考古学』75 号、101-108 頁

佐藤宏之　2014 「考古学から見た死と儀礼」秋山聡・野崎歓編『死者との対話』93-107 頁、東京大学出版会

シュリーブ , J. 2015「眠りから覚めた謎の人類」『ナショナル・ジオグラフィック』10 月号、36-61 頁

ストリンガー , C.・ギャンブル , C. [河合信和訳]　1997 『ネアンデルタール人とは誰か』朝日新聞社

Akazawa, T. and Muhesen, S. (eds.) 2002 Neanderthal Burials：Exacvations og the Dederiyeh Cave, Afrin, Syria. International Research Center for Japanese Studies.

Berger, L.R., Hawks, J., Ruiter, D.J., Churchill, S.E., Schmid, P., Delezene, L.K., Kivell, T.L., Garvin, H.M., Williams, S.A., DeSilva, J.M., Skinner, M.M., Musiba, C.M., Cameron, N., Holliday, T.W., Harcourt-Smith, W., Ackermann, R.R., Bastir, M., Bogin, B., Bolter, D., Brophy, J., Cofran, Z.D., Congdon, K.A., Deane, A.S., Dembo, M., Drapeau, M., Elliott, M.C., Feuerriegel, E.M., Garcia-Martinez, D., Green, D.J., Gurtov, A., Irish, J.D., Kruger, A., Laird, M.F., Marchi, D., Meyer, M.R., Nalla, S., Negash, E.W., Orr, C.M., Radvcic, D., Schroeder, L., Scott, J.E., Throckmorton, Z., Tocheri, M.W., VanSickle, C., Walker, C.S., Wei, P.P., Zipfel, B. 2015 Homo naledi, a new species of the genus Homo from the Dinaledi Chamber, South Africa. eLife, 4, doi：10.7554/eLife.09560.

Dirks, P.HGM., Berger, L.R., Roberts, E.M., Kramers, J.D., Hawks, J., Randolph-Quinney, P.S., Elliott, M., Musiba, C.M., Churchill, S.E., Ruiter, D.J., Schmid, P., Backwell, L.R., Belyanin, G.A., Boshoff, P., Hunter, K.L., Feuerriegel, E.M., Gurtov, A., Harrison, J. du G., Hunter, R., Kruger, A., Morris, H., Makhubela, T.V., Peixotto, B., Tucker, S. 2015 Geological and taphonomic context for the new himinin species Homo naledi from the Dinaledi Chamber, South Africa. eLife, 4, doi：10.7554/elife.09561.

Hiscock, P. 2008 Archaeology of Ancient Australia. Routledge.

Johnston, H., Clark, P., and White, J.P. (eds.) 1998 Willandra Lakes：People and Paleoenvironments. Archaeology in Oceania, 33(3).

Majid, Z. (ed.) 2005 The Perek Man and Other Prehistoric Skeletons of Malaysia. Penerbit Universiti Sains Malaysia：Pulau Pinang.

Pettitt, P. 2011 The Palaeolithic Origins of Human Burial. Routledge.

Shoocongdej, R. 2006 Late Pleistocene activities at the Tham Lod Rockshelter in Highland Pang Mapha, Mae Hong Son Province, Northwestern Thailand.Bacus, E.A., Glover, I.C. and Pigott, V.C. (eds.) Uncovering Southeast Asia's Past：Selected Papers from the 10th International Conference of the European Association of Southern Asian Archaeologists, pp. 22-37, National University of Singapore.

Shoocongdej, R. 2008 Archaeological Heritage Management at Ban Rai and Tham Lod Rockshelters in Pang Mapha District, Mae Hong Son Province, Northwestern Thailand. Mae Hong Son Province：Silpakorn University.

Shang, H. and Trinkaus, E. 2010 The Early Modern Human from Tianyuan Cave, China. Texas A&M University Press.

第 4 章　総括

1　はじめに

以上、白保竿根田原洞穴遺跡確認調査の総括報告を行った。ここでは、平成 22（2010）年度に実施した記録保存調査の成果も含め、あらためて総括としたい。

2　調査方法と体制・遺存率

調査体制：発掘調査は、平成 22（2010）年度に沖縄県土木建築部新石垣空港課の分任を受けた記録保存調査を実施し（第 1 次調査）、その後、平成 24（2012）年から平成 28（2016）年度までの 5 年計画として、文化庁補助を受けた重要遺跡範囲確認調査を実施した（第 2 次調査）。事業主体は沖縄県教育庁文化財課で、調査は沖縄県立埋蔵文化財センターが主体となり、石垣市教育委員会や沖縄県立博物館・美術館、国立科学博物館人類研究部の支援を受けて実施した。

記録保存調査の実施にあたっては、人為的痕跡が乏しい中において更新世人骨が多く出土するという、これまでにない遺跡の性格を明らかにするため、考古学をはじめ、人類学や地質学の関連分野で構成した「白保竿根田原洞穴遺跡調査指導委員会」を設置して検討を行った。また、共同研究として、人類学、や年代測定、DNA 分析、古生物学、古環境分析について関係分野による多角的な調査・分析を行った。この分析成果から遺跡の取り扱いについて協議した結果、他に類例のない貴重な遺跡として認識され、遺跡の中心部が現地保存されることになったのである。

平成 24（2012）年度から 5 ヶ年計画で実施した確認調査においては、「白保竿根田原洞穴遺跡調査指導委員会」を設置し、新たな分析法を加えて調査を行い、遺跡の評価について検討を行った。

調査方法：調査箇所は、当初の洞穴測量調査時に「化石ホール」と称した後期更新世人骨採取地点を、記録保存調査時に「調査区Ⅰ」として約 60㎡を調査し、この調査区Ⅰの下部に分布する洞穴内部を「調査区Ⅱ」として約 160㎡の範囲で調査を実施した。この結果、遺跡の本体部は調査区Ⅰで、調査区Ⅱは流れ込みによるものと判断され、その後の確認調査では調査区Ⅰを重点的に調査した。

グリッド設定は遺跡本体部となる調査区Ⅰにおいて行われた。区画は 2m 四方で、北西南東ラインを南東から A ～ K、北東南西ラインを北東から 1 ～ 9 とし、確認調査においても同様の調査区を用いて調査を実施した。確認調査の調査区は、記録保存調査により遺物が多く出土した地点と、南側の未調査区について 38㎡の範囲で実施して遺物の分布と包含層の範囲確認を行い、最終的な調査面積は 74㎡となる。

発掘調査では、目視で確認できるほとんどの遺物に関し 1/5 で実測図を作成するとともに、3 次元の位置情報を記録して取り上げを行った。そのおかげで調査終了後も出土状況を再現しながら検討する作業を行うことができた。また、人骨に関しては回収後に DNA 分析等を行うことから、検出から取り上げまで現代人の DNA が付着しないよう、手袋を着用するなどして直接資料に触れないよう慎重に行った。

調査はこのような通常の水平発掘による遺物取り上げと並行し、微小遺物の回収を目的として、掘削した土砂を全量回収して水洗選別（フローテーション）を行った。回収した土砂は、記録保存調査時に約 31t、確認調査時には約 5.3t で、合計は約 36t となる。これらの土砂を 1㎜・0.5㎜メッシュのふるいで水洗し、ネズミ等の微小遺物や顔面復元に必要な人骨片等の遺物回収に成功している。

遺存率：現時点の遺跡の範囲と遺存率は、概ね次のとおりである。空港の浸透池内に保存された範囲は、遺跡の中心部とその周辺を含む約 2,500㎡で、この中に洞穴内部と考えられる約 450㎡が含まれている。さらにこの中には遺物包含層が約 200㎡、約 306㎥堆積すると推定している。記録保存調査では約 60㎡、包含層全量 306㎥の約 26% を発掘し、空港建設工事により 3.2% が削平された。その後の確認調査では、包含層全量の約 9.7% を調査し、調査と工事により掘削された範囲の合計は、面積で約 74㎡、包含層全量の約

38% であり、約 62% が現地保存されていることになる。

時期別にみると、中森期～無土器期文化層は 64㎡、54㎥の範囲で分布し、遺物包含層全量 306㎥の 17.6% を占める。この中で 24㎡、21㎥を調査し、当該期文化層の約 61% が遺存している。続いて下田原～完新世初期文化層は、全体で 116㎡、62㎥が存在し、包含層全量の 20.3% を占める。この内 52㎡、27.4㎥調査を行い、当該期文化層の約 56% が遺存している。最後に旧石器時代文化層は、全体で 160㎡、190㎥存在し、包含層全量の 62.1% を占める。調査により 55㎡、61.7㎥を掘削し、当該期文化層の 62.7% が遺存していることになる。この保存範囲には、いまだ化石人骨をはじめとする遺物が多量に含まれているとみられ、大変貴重である。

3　調査・分析・研究の成果

調査・分析・研究の成果として、記録保存調査と確認調査の成果をまとめ総括する。

①層序

遺跡の堆積土は、一見すると色調や土質に変調がなく、土層の境界が不明瞭なことから、発見当初の段階では洞穴外部からの流れ込みと推測されていた。しかし、調査時に土を削る感触や、土中に含まれる礫や遺物など混入物の違いにより緻密な分層作業を行った。また、その絶対年代を特定するため、各層から骨や木炭など 100 点近くもの試料から放射性炭素年代測定を行った。さらにこの分析に加え、多くの土壌サンプルから洞穴堆積物を地質学的に分析することにより、遺物を含む堆積土が外部からの流れ込みではなく、また、後生に撹乱された状態でもない成層構造を保つことが確認されたのである。

層序は大きくⅠ～Ⅳ層まで 4 枚の層準にまとめることができ、さらに必要に応じて各層序ごとに細分し、局所的に分布する層はアルファベットを付して区分した。

これまでの調査により確認された基本層序と時期の対応関係は、中森期（Ⅰ層）、無土器期～中森期（Ⅱ層）、下田原・無土器期（約 4,000 ～ 1,800BP：ⅢA 層、S 層）、、完新世初頭（約 9,000BP：ⅢB 層）、後期更新世（24,000BP ～ 16,000BP：ⅢC 層～ⅢE 層・Ⅳ層）、と多時期にわたる。

②文化層ごとの状況

遺跡の堆積土は多時期におよぶことが判明している。これらは以下の 5 時期の文化層に区分が可能である。

中森期文化層：中森期文化層は、白保竿根田原洞穴遺跡のⅠ層を指し、洞内の北東付近に約 64㎡が分布する。D2・3 区において地床炉（SF1）が 1 基確認された。遺構は径約 1m の範囲に灰・炭化物・焼土がまとまって検出されており、含まれる木炭の放射性炭素年代は 338 ± 43 BP となっている。

周辺からは、14 世紀後半～ 15 世紀初頭の中国産白磁や 16 世紀頃のタイ産褐釉陶器、中森式土器のほか、獣骨等が出土している。これらの結果から、中森期文化層は 14 世紀～ 17 世紀に位置づけられ、八重山考古学編年の中森期（グスク時代相当）からパナリ期（近世相当）に属することが考えられる（ここでは人工遺物の年代から中森期文化層とした）。この遺構の発見により、空港開発以前の洞内は、ヒトの活動が困難な漆黒の暗闇でないことが想定できるようになった。

下田原・無土器期文化層：ⅢA 層・S 層を指す。G2・3 区において、ⅢA1 層（無土器期）、ⅢA2 層（下田原期）に細分される。ⅢA1 層では、炭化物集中部（SX2・3）2 基、その下位からはⅢA2 層の礫敷遺構（SX4）1 基が検出された。炭化物集中部（SX2・3）からは、遺跡周辺にはみられない火成岩が出土し、人為的搬入が示唆されている。また、礫敷遺構では変成岩が選択的に敷き詰められており、人為的遺構と考えられる。これらの遺構に伴う人工遺物は確認されていないが、炭化物集中部（SX2・3）では炭化物や海産貝で約 1,900 ～ 1,800BP の年代値が得られたことから無土器期と推定され、また、礫敷遺構（SX4）では他区画においてⅢA 層から下田原式土器が出土していることや、1,800 ～ 2,000BP と考えられる SX2 の下部に位置すること、石垣市大田原遺跡に礫敷遺構の類例があることから（沖縄県教育委員会 1980 ほか）、下田原期と推定した。遺物としては、下田原式土器、磨石等の石器類、海産貝、イノシシ骨、魚骨、稀な資料としてネコ

属の骨等が出土している。

Ｓ層からは、八重山諸島初となる下田原期の崖葬墓が確認された。集骨された状態の人骨が出土し、最小個体数で２人（各男女１人）となる。人骨周辺からは副葬品と考えられるサメ歯穿孔製品やサザエの蓋が出土した。本遺跡では、無土器期や下田原期に特徴的な貝斧や石斧が確認されていない。このことは遺跡の性格を考えるうえで重要な事例となると考える。また、希少な動物骨として、ヤマネコと思われるネコ属の骨が３個体分出土しており、当時の陸域や動物相を知る上で重要な情報となっている。

Ⅱ層は無遺物の砂礫層で、Ⅱ１層とⅡ２層に細分される。砂礫中に海洋生物遺骸や海浜性の砕屑物を多く含むことから、津波のようなイベントに由来する堆積層と考えられる。漂流性岩石（軽石）も多く含み、ⅢA1 層を不整合に覆っている。出土遺物として、D4 区Ⅱ層からホシダカラ製の貝錘が１点得られ、その他イノシシ骨、ネズミ類などの小動物骨、魚骨等が少量得られている。Ⅱ層の洞穴堆積物分析では、Ⅱ層の粒度や泥分含有量、粒子配列から津波による堆積のプロセスを復元するとともに、当初の洞口の位置を推定した（第２章第２節 2）。また、Ⅱ層から採取した炭化物の放射性炭素年代測定では、約 1,800BP の数値が得られている（沖縄県立埋蔵文化財センター 2013）。この年代値は、津波石の年代測定結果から導き出した津波の年代や（河名俊男、中田高 1994）、石筍に記録された安定同位体比や微量元素濃度から過去の植生変化を読み取り、放射性炭素年代測定結果や歴史記録と照合した結果とも調和的である（吉村和久ほか 2013）。これらの成果から、これまで津波石の研究によってその存在が示唆されていた約 2,000 年前の大規模な津波の堆積層が標高約 30m 付近で確認され、その実態を知る手がかりを得ることができた。

完新世初期文化層：主にⅢB 層を指し、洞壁内中心部に 116㎡前後の範囲で分布する。イノシシ骨を多く含むほか、少量の非材地系石材（火成岩類・チャート）等を含む。イノシシ骨、炭化物等の放射性炭素年代測定の結果から約 9,500 ～ 8,500BP の遺物包含層とされている。

当該時期は本洞穴を生活の場として利用したと考えられ、敲石や石皿、砥石のほか、石英製剥片石器と思われる石材、土器片と伴に、カットマーク（動物解体痕）など人為的痕跡がみられるイノシシ骨が出土する。ⅢB 層出土土器に含まれる炭化物の放射性炭素年代測定を行った結果では、9,268 ± 32BP の年代値が得られ、共伴するイノシシ骨等の年代と調和していることから、下田原期よりも古い土器文化の存在が示唆された。

また、土器の発見に加え、特に石英製石器については、近年、沖縄島南部サキタリ洞遺跡の約 12,000BP の年代値を示す文化層からも発見され、人為的石器である可能性が推定されている。本遺跡出土の石英製石器も観察上の特徴、石質、イノシシ骨に残る解体痕などを考慮すると、石器の可能性が考えられ、類例が少ないものの八重山諸島にも石英製石器を利用する文化が存在したことが示唆された。

この発見まで、八重山諸島における最古の文化は約 4,000 年前の下田原期とされていたが、これを遡る文化が初めて確認されたことになる。人骨も少量出土するが、小片が多いことから性格は判然としない。

旧石器時代文化層：ⅢC・ⅢD・ⅢE・Ⅳ層及び G8 区に分布する C2 層を指す。人骨が主体となる層で、放射性炭素年代測定では約 24,000 ～ 16,000BP の年代値が得られている。

人骨は遺跡の高所（南西）から低所（北東）にかけて出土し、主に平坦面に人骨が集中して分布する状況（ユニット１～５）が認められた。これらの集中部は岩塊の周辺や岩陰にみられ、複数体の人骨が確認されている。それぞれのユニットでは全身の骨が出土し、ユニットを超える接合が認められないことから、葬送の場としての単位を反映している可能性が示唆されている。その中でも、H4 区では２つの岩塊からなる岩陰内から屈葬姿勢を示す１体の人骨が出土し、貴重な発見となった。また、これらの人骨は接合関係、石灰質膠結物の付着、ネズミの噛み痕などから、風葬（崖葬）であることが示唆され、洞穴を墓域として利用したことが示された。旧石器時代の葬墓制が確認されたのは沖縄のみならず、日本国内でも初めての事例となる。

③分析・研究

白保竿根田原洞穴遺跡では、人工遺物や遺構等の人為的痕跡が乏しい中、関連する分野により各種分析を

行い、遺跡の性格を解明し、周辺環境を復元することができた。考古学的な分析の成果は前項のとおりであるが、ここでは地学、人類学、古生物・動物骨に大別して、関連する分析・研究をまとめて総括する。

地学的分析：地質学的分析としては、石原与四郎らによる洞穴堆積物分析により堆積のプロセスを復元し、遺跡の堆積物が外部からの流れ込みでない風生堆積物であることを解明した。また、Ⅱ層が津波堆積物であることを改めて特定し、その流入過程を復元するとともに、粒子配列から当初の洞口の位置を想定することができた。これらの分析と周辺の地質的特徴から、洞穴の形成から崩落、遺跡の形成、埋没までの一連の過程を復元することができた。

また、吉村和久らによる鍾乳石の分析では、古環境情報を導き出し一帯の植生を復元するとともに、津波などのイベントを示す結果が得られている。さらに鍾乳石の年縞やウラン・トリウム分析により鍾乳石の年代測定を行い、洞穴形成及び崩落の時期を特定した。

遺跡の周辺に石器として利用可能な石材の分布を確認する石器石材調査を、神谷厚昭を中心として実施した。その結果、石垣島や周辺の離島（西表島、小浜島）においては、チャートや安山岩、メノウなど、石器石材として有用な岩石が多く産出することが確認できた。しかし、このような恵まれた地質環境にありながらも、白保竿根田原洞穴遺跡の旧石器時代文化層からは、現時点で明確に石器と断定される遺物が発見されていない。この件は本報告の中では保留とし、周辺の状況を確認しつつ慎重に取り扱いたい。

人類学的分析：人類学的分析は、人骨の形態分析として土肥直美を中心に行われた。現地での検出から記録・取り上げまでを行うとともに、回収後のクリーニング、接合、個体識別、記載等に至る一連の工程に参加いただいた。この結果と現地で記載した膨大な位置情報のデータを照合し、個体別の出土状況を作成することができ、最終的に人骨は約 1,100 点が得られた。出土状況を詳細に検証した結果、分布は少なくとも 5 箇所のユニットにまとまることがわかった。特に H4 区Ⅲ E 層からは、崩落岩の隙間から人骨 1 体分が膝を曲げた状態で確認されており、旧石器時代における屈葬として初の発見となっている。

約 1,100 点得られた人骨を、骨と歯の組み合わせにより最小個体数の算出を行った。その結果、骨の組み合わせからみると、下田原期 2 体、完新世 3 体、更新世 19 体の合計 24 体で、歯の組み合わせから算出した人数は、下田原期 2 体、完新世 7 体（乳歯 1 点含む）、更新世が 18 個体（G8 区含む）、合計 27 体分となる。判明している性別は、下田原期で男女各 1 体、完新世で男性 2 体、女性 1 体、更新世で男性 9 人、女性 5 人、性別不明成人 4 人、未成人 1 人となっており、未成人の骨が数点含まれる以外は成人の骨で占められている。このうち更新世人骨は、男性 4 体分が同一個体と推定され、白保 1 号～ 4 号と名づけられた。これらの年齢は 20 歳代前半から比較的高齢のヒトで構成され、推定身長は 158.6㎝～ 165.2㎝と港川人の約 155cm と比べると高身長であったことがわかった。齲歯（虫歯）や歯石の付着、骨折後に治癒した状態の骨等、生活情報が豊富に得られており、今後、その特徴から当時の生活に関する分析が続けられる予定である。

年代・安定同位体分析：放射性炭素年代測定が米田穣らによって実施された。分析試料数は最終的に 100 点近くにおよび、ひとつの遺跡の測定数としては国内最多といえる。平成 22（2010）年には、約 20,000 年前という数値が公表され、人骨から直接的に年代を導き出した結果としては国内最古として、マスコミや関係機関から注目された。本遺跡は人工遺物に乏しく、さらに考古学的な年代推定の鍵となる土器が確認されていない完新世初頭や後期更新世（旧石器時代）堆積層から、人骨や破砕されたイノシシ骨、石器石材等の文化的資料が多数得られた。このことから、堆積層の年代を推定し、遺跡の評価を行うために年代測定が必須であった。測定結果からは、堆積層の年代が明らかとなり、堆積土が成層構造を保つことが証明された。また、発掘による層序的な検討とは独立して、較正放射性炭素年代の合計確率分布という指標から遺跡利用の歴史について検討を行い、更新世後期と完新世初頭、下田原期以降の 3 つの Phase の間では、年代が分布しない時期が 2,000 年以上存在することを示した。このことは、本遺跡の利用は少なくとも後期更新世に始まったが連続的ではなく、ヤンガードリアス期に相当する時期と完新世の下田原期以前には断続があっ

たことを示唆するとしている。

この放射性炭素年代測定と並行し、吉村和久によるフッ素濃度に基づく相対年代分析が行われた。試料数は人骨を中心に約 150 点以上におよぶ。これらの人骨を分析することで、放射性炭素年代とフッ素濃度との相関に及ぼす諸因子を明らかにし、信頼性の高いフッ素年代を得るための指標を確立した。これにより、放射性炭素年代が得られなかった試料に関しても、フッ素分析により年代指標として用いることが可能となった。

次に、人骨の安定同位体分析を米田穣らが行っている。骨の主要タンパク質であるコラーゲンには、死亡する直前 10 年間ほどの食生活の平均的な様相が記録される。この原理を用いて動物骨や人骨のコラーゲンに含まれる炭素・窒素の濃度を測定し、その安定同位体比を分析することにより、複数時期の食生活変遷の復元を試みた。分析の結果、更新世の人類集団は、基本的にイノシシが利用していた森林に多い C3 生態系に近似する陸上の食料資源を利用しており、海産物はほとんど摂取していない可能性が示された。次に、下田原期においてはイノシシの利用が顕著となり、海産物も少ないながら利用していたとする結果が得られている。

続いて無土器期においては、海産物が積極的に利用され、中森期（グスク時代）から近代にかけては、主にアワなどの雑穀、サトウキビなどの農産物、ススキ・カヤなどの草原植生を指す C4 植物を多く摂取する個体と、そうでない個体とが共存し、食性が多様化した様子が示された。この結果は、人類が島嶼での生活に適応する過程を示すものとして貴重なデータといえる。

ミトコンドリア DNA 分析：また、白保竿根田原洞穴遺跡から出土する人類の系統を特定するため、骨中のコラーゲンを試料としたミトコンドリア DNA 分析を、篠田謙一、安達登らによりおこなった。記録保存調査時には、11 点の試料を分析し、3 種類の系統情報（ハプロタイプ）を特定した。その内訳は、南方に起源を持ち、日本の基層集団が保持していたものと考えられている M7a が 2 点（約 4,000 年前・約 20,000 年前）、東南アジア・中国大陸南部に起源を持ち、環太平洋地域に広く分布する B4 が 1 点（約 20,000 年前）、ヨーロッパや東南アジア、パプアニューギニアやオーストラリアなどに広く存在する様々な系統に分岐する R が 1 点（約 20,000 年前）である。その後、確認調査において出土した人骨から、19 点の試料を追加したミトコンドリア DNA ハプログループ分析を行った。この内数点の判定結果は、検出された DNA が古代人由来ではなく、現代人由来のコンタミネーションであるとする判定がされているが、2 点の試料で系統情報が得られている。1 点目は M7a1a（約 1,000 年前）で、2 点目は M7a（約 2,300 年前）となっている。この結果は、記録保存調査時に得られた結果の範囲に収まるものと言え、約 4,000 年前の下田原期以降には、M7a を有するヒトが存在していたとする結論に至っている。

動物遺体分析：古生物の分析では、特にネズミ類の小型ほ乳類分析として、河村善也らによる分析が行われた。出土した動物骨は数万点におよび、その大半は遺跡から回取した土砂を、最小 0.5 ～ 1mm 目のフルイによって水洗選別（フローテーション）することにより回収したものである。各種標本との比較から、遺跡出土のネズミ類は大半が、これまで国内で産出例のないシロハラネズミに属することが判明している。シロハラネズミは森林性のネズミで、中国大陸や台湾には現生するが、現在の石垣島を含む日本には分布していない。調査により、数千年前には絶滅したことが考えられ、海水面の変動や陸橋との関係を調べる上で重要な成果となっている。

中型・大型動物骨については、藤田祐樹、菅原広史、波木基真により分析が行われた。試料は水洗選別（フローテーション）による回収と現地調査での取り上げ資料となる。回収後は種ごとに仕分けを行い、魚類、両生・爬虫類、鳥類、哺乳類骨が次のように同定されている。魚類はⅢ A 層（無土器期～下田原期）からの出土が多く、サメ・エイ類、ウツボ科、ハタ科、ベラ科、ブダイ科、ハリセンボン科などが確認されている。両生・爬虫類ではカエル類、イシガメ科、トカゲ・ヘビ類が出土している。鳥類は点数が少なく種も未同定であるが、Ⅲ E 層（後期更新世）からまとまって出土している。哺乳類はコウモリ、ネズミ、ネコ、イノシシ、

ウシが含まれ、近代以降と思われるウシ以外はⅢA～ⅢE層に属している。

特にイノシシ骨がⅢA～ⅢB層を中心に多く出土している。これらの表面には、調理解体時につけられた解体痕と思われる傷が確認されることから、魚類とともに食糧として利用されたことが考えられる。また、解体痕からは石器の使用を想定することができる。この中で特筆できることとして、ネコ属の骨がⅢA～ⅢD層（無土器期～更新世末）から10点以上出土しており、当時の石垣島にヤマネコが生息していた可能性が指摘される。

貝類は、巻貝と二枚貝がⅠ層～ⅢB層（G8区C層・G9区D層）から出土しており、ⅢB層以下からはほとんど出土していない。出土点数と種の数は、第1次調査で巻貝が25科57種、1,176点（個体数491点）、二枚貝が17科35種、524点（個体数176点）である。続く第2次調査では、巻貝23科38種、1,098点（個体数224点）、二枚貝11科17種、81点（個体数31点）であり、全体として少ない印象である。

巻貝は陸産と海産があり、陸産は大半がマイマイ類でD2～4区S層（下田原期）およびG8区C層（更新世～下田原期）、G9区D層（更新世～下田原期）から多く出土している。特にG9区D層では、砂礫層や空洞部分に群集する状況が確認されている。海産の巻貝・二枚貝は、サンゴ礁・内湾に一般的に生息する種が占めており、ⅢB層以下からの出土はみられない。これらは各区からわずかに出土するのみで、焼けた状況もみられないが食用として持ち込まれた可能性が考えられる。

花粉・微粒炭分析：当時の自然環境や人為活動を確認する目的で、ⅢA1層（無土器期）、ⅢD層（更新世）、ⅢE層（更新世）から採取した土壌試料3点で花粉および微粒炭分析を行った。その結果、花粉化石はほとんど検出されず、古植生推定のための定量解析を行うことができなかった。

微粒炭分析はⅢA1層で1ccあたり100個以下と少なく、ⅢD・ⅢE層は10個以下とさらに減少する。土壌中に含まれる微粒炭は、人間活動と密接に関係していることが知られており、ⅢA1層において若干の増加が見受けられることから、多少なりとも周辺で人為活動が変化し、活発になった可能性が指摘される。

これらの結果から、当時の動物相及び食料とした可能性がある種を知ることができ、大陸との関係や自然環境の一端を復元することが可能となる。

4　遺跡の保存管理と今後の調査研究・課題

白保竿根田原洞穴遺跡の調査は一旦終了し、その調査報告書も刊行された。遺跡は今後も空港敷地内に現地保存され、関連分野による研究・分析は続けられることになる。しかし、ただ遺跡を現地に保存するだけではなく、今後何らかの形で活用し、後世に受け継いで行く必要がある。ここでは、入構に関することとして立入や設置物等の申請について書き留めるとともに、今後の調査・研究、利活用に関する課題や展望についても記しておきたい。

①入構に関すること

新石垣空港工事に伴い発見された白保竿根田原洞穴遺跡は、平成22（2010）年に記録保存調査が行われた。この調査中に並行して行われた各種分析の成果から、国内でも例のない貴重な遺跡として認識され、関係機関の協力により遺跡の中心部が空港敷地内に現地保存されるに至ったのである。

新石垣空港は平成25（2013）年3月7日に開港し、多くの観光客や物資の輸送を担っており、八重山諸島の経済に多大な恩恵をもたらしている。この空港の開港に伴い、遺跡への立ち入りに関してセキュリティ面から関係機関への申請等が必要となっている。今後の遺跡の取り扱いや保護措置のあり方によっては、新たな規則や様式が整えられることと思われるが、現時点で必要な申請関係を以下に記しておきたい。

航空法における規定：遺跡は空港敷地内に所在することから、空港の運用が安全に行えるよう、諸作業に際し航空法の規定による申請が必要となる。所管は沖縄県土木建築部空港課にあり、事前調整が必要である。調査や工事等により、敷地内に何らかの構造物を設置する場合は、「石垣空港の制限表面に係る建設予定物件の照会について」として、設置物が航空法により定められた高さ制限（制限表面）に抵触しないかを照会する必要がある。調査や工事等に関する設置物として、現場事務所や車両、仮設トイレ等が考えられるが、

照会文書にはこれらを設置するためのクレーン高も明記する必要がある。

また、空港敷地内にこれらを設置するにあたり、土地所有者の沖縄県知事あてに「工作物等設置等許可申請」及び「土地使用料の減免申請」を行い、許可を得る必要がある。この申請も沖縄県土木建築部空港課が所管しているため、事前に調整が必要である。

入場許可申請：平成 22（2010）年 10 月に遺跡の現地保存が決まり、その後、平成 25（2013）年 3 月 29 日付けで沖縄県土木建築部、沖縄県教育委員会、石垣市教育委員会の 3 者により、「新石垣空港地内白保竿根田原洞穴遺跡等の土地利用に関する協定書」が締結された。本協定には、協定の対象範囲や立入・施錠等の基本的な管理に関する条項が記されている。

立ち入りは原則として、発掘調査や現地公開等の文化的活用に限られており、事前に石垣市教育委員会文化財課と調整のうえ、本協定で定めた「空港施設内（浸透ゾーンⅡ計画用地）入場報告書」に立入予定日、目的、予定者（人数）、時間帯等を明記することになっている。また、これと並行して所定様式の「作業日報」を作成し、この 2 件を石垣市教育委員会文化財課長あて送付する。その後、教育委員会から新石垣空港管理事務所長あてに書類を進達してもらい、立ち入りの許可が下りることになる。

遺跡へ入場するためには、現時点で 2 箇所のゲートを通過する必要があり、それぞれが個別の南京錠で施錠されている。このカギの管理は石垣市教育委員会文化財課、石垣空港管理事務所、八重山土木事務所が行っている。遺跡へ立ち入る際は、これらの機関に入場申請を行っている旨を伝え、カギを借用する必要がある。

②調査・分析・研究

平成 22（2010）年度に実施した記録保存調査では、正体が判然としない遺跡の性格を明かすため、「白保竿根田原洞穴総合発掘調査委員会」を設置し、考古学をはじめ、人類学や地質学等の学際的な調査を行うことにより、各分野において多くの成果を得て遺跡の性格を把握することができた。またその後、平成 24（2012）年から平成 28（2016）年度まで実施された確認調査においても、関連分野で構成した「白保竿根田原洞穴遺跡調査指導委員会」を設置し、調査や分析法の妥当性を検討しながら、新たな分析法を導入しつつ調査を実施した。これらの長期継続による分析・研究により、遺跡の性格がより鮮明になるとともに、多くの成果を生み出し、遺跡の評価を行うに至った。

事業は一旦終了し、調査報告書も刊行されたが、関連分野の研究・分析は今後も継続して行われることになる。人骨をはじめとする出土遺物は、埋蔵文化財として沖縄県立埋蔵文化財センターで保管され、さまざまな形で公開・活用を行う予定である。この出土遺物を含む埋蔵文化財は国民共有の財産で、平等な利活用を行うことが原則としてあるものの、白保竿根田原洞穴遺跡の出土遺物、特に人骨に関しては、いまだ周辺から類例が確認されていない。このことから唯一無二の資料といえ、その管理はより慎重に行う必要がある。

遺跡の調査も、これまで 6 年間にわたり約 4 割を発掘し、約 6 割が現地保存されている。この中には、多くの人骨をはじめとする貴重な遺物が含まれている。遺跡保護の観点からすると、今後の調査実施に際しては、必要性を十分に吟味したうえで行う必要がある。

この遺跡や資料の分析に関しては、遺跡の評価を行う上で必要と思われる分析は調査中に終了しており、一定の成果が得られている。そのため、今後の分析にあたっては、まず「破壊分析を行わない」ことを原則として対応する必要がある。また、通常の資料閲覧等の資料利用に関しても、内容・方法等を十分に審査した上で対応する等、審査する体制等も含めて何らかの基準作りが必要である。この件は、今後の保護措置や設備・体制等により取り決めが行われるであろうから、ここでは必要性を述べるまでにとどめておきたい。

③公開・活用

遺跡の公開・活用に関し、調査中にはほぼ毎年、遺跡の知名度を上げる目的と調査状況や成果を広く周知する目的で、現地説明会や講演会、企画展等を開催してきた。本件に関しては、今後の遺跡の取り扱いや保護措置により、新たな規定が定められ、これに沿った形で行われることと思われるが、当面は前記した許可

申請関係をクリアしたうえで行う必要がある。しかし現状では、遺跡を一般人に公開する場合、石垣市教育委員会文化財課か沖縄県文化財課・県立埋蔵文化財センターのいずれかの職員が立ち会う必要があり、見学者が自由に遺跡を訪問することはできない。空港の保安上の問題により、今後もこの方法に変更はないと思われるが、見学者を随時案内できるような体制づくりが必要と思われる。また、遺跡地内の維持管理として、定期的な除草を行うほか、台風や豪雨後の被害状況確認等の定期的な見回りが必要と思われ、その体制整備も重要である。

この体制上の問題もあるが、白保竿根田原洞穴遺跡は通常の遺跡と異なり、遺構や人工遺物等の痕跡が少ないことで、当時の状況がイメージしづらい性格的側面がある。開発により、遺跡周辺の環境が大きく変わったこともその一因としてあげられる。今後、遺跡を公開・活用するにあたり、見学者の理解をより深めるため、遺跡の当初の地形から変遷がたどれるようなパネルや模型、出土遺物が展示できる説明施設を設置する等、ハード面の整備も必要と思われる。

またその一方では、関連分野の分析・研究が進み、新たな成果が生み出されることも考えられる。これらの成果報告は学術論文のみならず、博物館での企画展や講演会、シンポジウム等の形で随時公表し、地域に還元していく必要がある。

これらの課題を解決するため、沖縄県や石垣市、関連する学会や研究機関で今後も議論し、よりよい形にまとまることを期待したい。

5　遺跡の評価

本事業内で立ち上げた白保竿根田原洞穴遺跡調査指導委員会において、遺跡の評価・価値付けについて数回にわたり検討を行ってきた。そして最終的に、次の 5 点についてまとめるに至った。

白保竿根田原洞穴遺跡の歴史的意義

(1) 旧石器時代化石人骨が、堆積学的・考古学的層序の明白な成層堆積物中に保存されていること

本遺跡では、洞窟堆積物や津波堆積物（Ⅱ層、約 1,800BP）が成層構造をなす堆積物中に、中森期（Ⅰ層、14 ～ 17 世紀、グスク時代相当）・下田原・無土器期（ⅢA 層・S 層、縄文時代後期～弥生相当、4,000 ～ 1,800BP）・完新世初期（ⅢB 層、完新世初期、9,500BP ～ 8,500BP）・旧石器時代（ⅢC・ⅢD・ⅢE 層・Ⅳ層、後期更新世、24,000 ～ 16,000BP）の文化層がほぼ整合的に累重し、堆積学的・考古学的層序が明白である。旧石器時代化石人骨が、日本ではじめて安定した成層堆積物中で確認されたことにより、後世の自然的・人為的なノイズを基本的に排除した学術的評価が可能である。

(2) 旧石器時代化石人骨は数量が多く、埋没姿勢まで復元できる個体があるなど保存状態が良好であるため、量的にも質的にも人類学的な価値が高い

出土化石人骨総数は約 1,100 点で、化石化が進んで保存状態は良好であり、理化学年代の判明した資料が多い。最小個体数は下田原期で 2 個体、完新世初期文化層と旧石器時代で 20 個体以上となる。旧石器時代人骨には関節状態を示す部位があり、少なくとも 1 個体は頭部・顔面・体幹・四肢が多くそろって埋没時の解剖学的な結合状態を推定することが可能である。また身長 160cm 以上と推定される個体も含まれ、従来低身長が多いとされてきた沖縄の旧石器時代化石人骨に新たな知見を加えた。下田原期人骨は、先島諸島では最初の発見例である。このように本遺跡の化石人骨は、量的にも質的にも人類学的価値がきわめて高く、日本列島に居住した初期人類の実態を具体的に知る上で貴重である。

(3) 旧石器時代化石人骨の埋葬と墓域を日本で初めて確認し、完新世初頭・下田原期人骨ともあわせ、生活と葬制の歴史的変遷を具体的にたどることができる点で考古学的価値が極めて高い。

旧石器時代の化石人骨は、南から北へ緩やかに傾斜する地層（ⅢC 層以下）のなかで、平面的・垂直的におおむね 5 カ所に集中して分布していた。屈葬姿勢を示す H4 区人骨は、石灰質膠結物が付着し、齧歯類

等による咬み痕が見られるので、崩落した巨岩の隙間に穴を掘ることなく安置された埋葬と解される。その他の人骨集中域も埋葬単位とみられ、人骨分布域全体が長期にわたって墓域を形成していたと推定できる。完新世初期以降は、生活の場ともなった。本遺跡は、日本列島において旧石器時代の埋葬と墓域を初めて確認した点で考古学的な価値がきわめて高い。また、完新世初頭や下田原期人骨ともあわせ、風葬（崖葬墓）の高い可能性を含め、葬送の歴史的変遷を具体的にたどることができる面でも意義が大きい。

（4）自然史と人類史の多面的で総合的な調査を推進しうる条件を備えた遺跡

これまで、①洞窟学的な調査と鍾乳石のウラン・トリウム法年代測定や洞内堆積物の堆積学的検討に基づく、洞窟の形成・崩壊過程と遺跡形成過程の研究、②人骨からのコラーゲン採取による確度の高い年代測定や遺伝子分析、③人間の形質的・文化的変遷と動物化石等の環境変遷との関係の研究などをすでに実施してきた。とりわけ小型哺乳動物では、シロハラネズミが日本ではじめて確認され、旧石器時代人骨の時期から数千年前まで生息したことが判明した。大型動物では完新世初期（Ⅲ B 層）のイノシシ骨に鋭利な解体痕が観察されたが、これらはいずれも化石の保存状態の良好さがもたらした調査成果である。遺跡・遺物の理化学的な研究法は今後とも大きく発展するはずであり、本遺跡は洞窟遺跡のなかでも、そうした自然史と人類史の多面的で総合的な調査の推進に特によく適合した条件を備えた遺跡として学術的・文化財的意義が大きい。

（5）旧石器時代化石人骨の共伴文化遺物を検証するために不可欠な遺跡

沖縄県内の従来の旧石器時代化石人骨出土地では、明白に旧石器時代の石器・骨器と判断できる遺物が確認されていない。多くの化石人骨がありながら石器とりわけ明白な打製石器が発見されないことが当該地域旧石器時代の大きな疑問であった。本遺跡の発掘調査では、この問題を念頭におき、あげ土すべてをフローテーションにかけて石片・骨片の微細遺物を探索したが、旧石器時代文化層では石器・骨器の出土はなかった。未発掘部分に眠っているかも知れず、この問題の解決はなお今後の課題である。しかし、成層堆積物とりわけ石器・骨器の保存に適した堆積物中に旧石器時代化石人骨出土層をもつ遺跡は、石器の有無いずれの結果となるにせよ、それを検証するのにもっとも有力な根拠を提供する遺跡となるはずである。

6　まとめ

沖縄諸島は、国内有数の更新世（旧石器時代）化石人骨産出地として知られている。しかし近年まで、更新世人類が使った道具類や生活址は発見されておらず、化石人骨に伴う物質文化が明らかでないことが、考古学的に更新世人類を評価するうえでの課題となっていた。

沖縄では、1960 年代の伊江島カダ原洞人（1962 年調査 ; 鈴木 1975）の発見を契機として、宜野湾市大山洞人（1964 年調査 ; 鈴木 1975）、沖縄市桃原洞人（1966 年調査 ; 鈴木 1975）、八重瀬町港川人（1968 ～ 1970 年調査 ;Suzuki 1983）、那覇市山下町第一洞人（1962・1968 年調査 ; 高宮ほか 1975、Suzuki 1983）が発見された。これに続き 1970 ～ 1980 年代には、伊江島ゴヘズ洞人（1976 年調査 ; 松浦 1977）、宮古島ピンザアブ人（1979 年調査 ; 浜田 1985、松浦 1985）、久米島下地原洞人（1983 年調査 ;Sakura 1988）が発見され、この時点での産出地は 8 ヶ所となっている。

この 1980 年代までの発見により、後期更新世の沖縄諸島では、沖縄島、伊江島、久米島、宮古島において人類が生息していたことが明らかとなったが、その後、2008 年に石垣島で白保竿根田原洞穴遺跡が発見されるまでの四半世紀もの間は新たな発見がなく、関連する研究も停滞していた。

このような中で白保竿根田原洞穴遺跡が発見され、後期更新世の石垣島にも人類が到達していたことが明らかとなった。また、この発見に関連し、完新世前半と考えられる遺跡が宮古島（久貝 2011）、沖縄島（山崎ほか 2010）でも発見されている。さらに近年では、沖縄島南城市のサキタリ洞遺跡において、更新世の人骨や貝器、釣り針が確認されるなど（山崎真治編 2016、Masaki Fujita et al. 2016）、沖縄における後期更新世から完新世前半の人類文化を解明する手がかりが増加しており、今後の比較研究が待たれる。

白保竿根田原洞穴遺跡の発掘調査によって、本遺跡が八重山や琉球列島はもとより、ひいては日本の先史文化、人類史を理解する上で極めて重要な遺跡であることが明らかとなった。以下にその要点について記し、まとめとする。

①長期にわたる複合遺跡：本遺跡からは、中森期（グスク時代相当）、無土器期、下田原期、完新世初頭、後期更新世（旧石器時代）の文化層が層位的に確認されており、約 20,000 年の長期にわたる人類の痕跡が断続的に残された複合遺跡であることが明らかとなった。

②洞穴堆積物の解明：遺跡発見当初、洞穴外部からの流れ込みと解されていた堆積物を地質学的に分析し、堆積の由来や成因、埋没する過程を復元することにより、成層構造を保つことを解明した。また、Ⅱ層の津波堆積物の構造から流入の過程を復元し、洞口の位置を推定することができた。

③下田原期・無土器期人骨の発見：八重山諸島でこれまで未確認であった下田原期と無土器期の人骨を初めて得ることができた。このうち下田原期の人骨は副葬品を伴うことから崖葬墓の可能性が高く、この発見も初めてとなる。また、これまで下田原期・無土器期の遺跡は海岸沿いで確認されていたが、本遺跡の発見により、洞穴も利用していたことが明らかとなった。

④下田原期以前の文化層の発見：これまで八重山諸島最古の文化期とされてきた下田原期包含層の下位にあたるⅢB 層から、土器や石器とともに、石器によるものと思われる解体痕を有するイノシシ骨が出土している。その年代値は 9,500BP ～ 8,500BP を示すことから、完新世初頭の文化層と考えられる。この年代値は、八重山及び沖縄諸島における考古学編年の空白期を埋める結果となった。また、土器付着炭化物から得られた年代値が 9,268 ± 32BP と出ており、今後、下田原式土器や周辺の土器と比較し系統について調べる必要がある。

⑤後期更新世人骨の発見：完新世初頭とされるⅢB 層の下位にあたるⅢC ～ⅢE・Ⅳ層から、後期更新世（24,000BP ～ 16,000BP）の年代値を示す人骨片が多量に出土している。この年代値は、主に人骨から直接測定されたものであることから信頼性は高い。人骨は化石化が進んでおり、頭蓋骨や下顎骨、大腿骨等の全身骨の破片が最終的に約 1,100 点得られており、骨や歯の組み合わせによる個体数算出により約 20 体分が確認されている。これらは洞壁や崩落岩の周辺 5 ヶ所に集中分布する状況がみられ、本報告ではユニット 1 ～ 5 に区分した。人骨は部分的に関節しているものや、屈葬姿勢の 1 体分が確認されている状況もあり、骨の表面に付着する石灰質膠着物や傷跡の分析とあわせて考察すると、洞穴が墓域として利用された可能性を考えることができる。またその葬法も、沖縄先史時代から近現代まで一般的に見られる風葬的なものであった可能性がある。これらの人骨から、同一個体として分析された男性人骨 4 体を抽出し、白保 1 号～ 4 号とした。主な特徴として、推定身長は 158.6㎝～ 165.2㎝と、港川人の約 155cm と比べると高身長であったっことがわかる。その他、齲歯（虫歯）や歯石の付着、骨折後に治癒した状態の骨等の生活情報が豊富に得られており、今後その特徴から当時の生活に関する分析が続けられることになる。

さらに、人骨と同層から出土したイノシシ骨の最古の年代が約 16,000BP を示すことも重要な成果で、石垣島に生息するイノシシの起源を検討するうえで重要な資料となる。

今回の調査では、後期更新世（旧石器時代）の層から明確な石器などの道具類が確認されなかったという課題が残るが、本遺跡はその発見の可能性を秘めているといえ、類似遺跡の成果や周辺の状況を注視しながら研究を進めていく必要がある。

⑥緻密な調査・記録・分析：白保竿根田原洞穴遺跡では、遺構や人工遺物などの文化的な情報が乏しい中、旧石器時代（後期更新世）の人骨が多数出土するという点で、遺跡の考古学的な性格把握が難しい。そのた

め、人類学や考古学、地質学等の関連分野で構成した調査指導委員会を設置し、調査から分析法、報告書の構成内容にいたるまで、度重なる検討を行った。その検討内容と指導に基づき、出土遺物のほぼ全点に関し 3 次元の位置情報を記録し、調査終了後も出土状況が検証可能な再現性の高い調査を行った。これらの情報と人骨の部位や接合関係、同一個体判定の分析から、人骨の集中分布となるユニットを割り出し、洞穴が墓として利用された可能性を突き止めるにいたった。

また、関連分野の分析を導入することにより、洞穴の形成から遺跡の堆積まで一連のプロセスを復元することができ、鍾乳石分析からは過去の古環境・植生の変遷をたどることができた。さらに、人骨から放射性炭素年代測定や安定同位体分析、ミトコンドリア DNA 分析を行うことにより、堆積層の年代を特定するとともに、各時期のヒトの食性傾向を読み取り、系統情報から白保人が南方起源の可能性を示すことが明らかとなった。

調査報告書の作成に関しても、調査指導委員会で構成を確認するとともに執筆分担を行い、これまでにない遺跡の評価を行うため､多くの時間を費やして検討を行った。このような過程を経てまとめられた成果は、今後も新たに発見されるであろう、これに類する洞穴遺跡の調査と遺物を理解するうえでの指標になるものと思われる。

本遺跡は当初、記録保存目的で調査が行われ、調査後には開発により失われる運命にあった。しかし、重要な成果が得られたことから、多くの関連学会・団体による保存要請が寄せられた。このような状況から、遺跡の取り扱いについて関係機関と協議した結果、遺跡の中心部が現地保存されることとなった。その後、保存目的の確認調査が行われ、本報告書の刊行にいたった。

この調査にあたっては、当初から石垣市教育委員会文化財課をはじめ、石垣市の皆様から多大な協力があり、安全に調査を進めることができた。また、調査指導委員会委員の皆様やオブザーバーの皆様、国立科学博物館人類研究部の協力により、多くの成果を上げることができた。特に土肥直美先生の協力なくしては、このような緻密な人骨の情報を得ることは不可能であった。

さらに、調査指導委員会や分析、報告書の作成にあたっては、調査指導委員会委員の先生方をはじめ、そのオブザーバーや協力者に分析作業・原稿執筆を分担し進めてきた。特に調査指導委員会の委員長、稲田孝司先生には、さまざまな場面でご指導いただくとともに、これまでの調査・分析成果および調査指導委員会での検討から、本事業の核心といえる遺跡の評価・価値づけに関する文案を作成いただいた。その後、度重なる電話やメールでの綿密なやり取りがあり、本報告をまとめ生みだすことができた。

この編集作業では、沖縄県立埋蔵文化財センターの専門員や資料整理員をはじめ、史跡・埋蔵文化財調査員に緻密な作業をいただいた。特に徳嶺里江さんには、調査時の緻密かつ膨大な記録作業からデータ整理、原稿執筆・編集作業まで、細心の注意のもと作業いただいた。本事業にかかわった多くの皆様に、この場を借りて感謝申し上げたい。

白保竿根田原洞穴遺跡の調査は一旦終了することとなるが、関連する研究・分析は今後も続けられ、新たな成果が公表されるであろう。今後も白保竿根田原洞穴遺跡が適切に保存・利活用がなされることを期待して総括報告のまとめとしたい。

〈参考文献〉

沖縄県文化振興会編 2006『沖縄県史図説編 県土のすがた』沖縄県教育委員会

沖縄県立埋蔵文化財センター編・発行 2013『白保竿根田原洞穴遺跡－新石垣空港建設工事に伴う緊急発掘調査報告書－』

沖縄県立埋蔵文化財センター編・発行 2017『白保竿根田原洞穴遺跡　重要遺跡範囲確認調査報告 1 －事実報告編－』

安里嗣淳　2011『先史時代の沖縄』南島文化叢書 25　第一書房

沖縄県教育委員会編　1985『ピンザアブ　ピンザアブ洞穴発掘調査報告』沖縄県文化財調査報告書第 68 集　沖縄県教育委員会

河名俊夫・中田高　1994「サンゴ質津波堆積物の年代からみた琉球列島南部周辺海域における後期完新世の津波発生時期」『地学雑誌』103(4)

木下尚子・中村愿 1979「Ⅲ 埋葬習俗について」『具志川島遺跡群－岩立地区埋葬遺構の調査－第三次発掘調査報告書－』伊是名村文化財調査報告書第 3 集　伊是名村教育委員会

宮古島市教育委員会編　2011『宮古島の岩陰遺跡－沖縄県宮古島市内遺跡発掘調査－』宮古島市文化財調査報告書第 4 集　宮古島市教育員会
Sakura Hajime,1988 “Additional Finding of Pleistocene infant bores excavated at Shimojibaru cave.Kume Island. Okinawa.” 第 41 回日本人類学会日本民族学会連合大会要旨『人類学雑誌』96-2　日本人類学会
鈴木尚　1975「沖縄に於ける洪積世人類の発見」『人類学雑誌』第 83 巻　日本人類学会
H.Suzuki,1983 “The Yamashita-cho Man” Bulletin et Memoir de la soc. d’Anthropologie de　Paris,Vol.13
H.Suzuki and K.hanihara,ed “The Minatogawa Man”, Bullein,No19 The Univ. Museum, The Univ.of Tokyo.
諏訪元・藤田祐樹・山崎真治・大城逸朗・馬場悠男・新里尚美・金城達・海部陽介・松浦秀治 2011 「港川フィッシャー遺跡（沖縄県八重瀬町）の更新世人骨出土情報に関する新たな知見」Anthropological Science(Japanese Series) Vol.119(2) 日本人類学会
高宮廣衛・金武正紀・鈴木正男　1975「那覇山下町洞穴発掘経過報告」『人類学雑誌』第 83 巻第 2 号　日本人類学会
Nakagawa, R., N. Doi, Y. Nishioka, S. Nunami, H. Yamauchi, M. Fujita, S. Yamazaki, M. Yamamoto, C. Katagiri, H. Mukai, H. Matsuzaki, T. Gakuhari, M. Takigami, and M. Yoneda* (2010). The Pleistocene human remains from Shiraho-Saonetabaru Cave on Ishigaki Island, Okinawa, Japan, and their radiocarbon dating. Anthroplogical Science,118（3）
浜田隆士　1985「第 6 章 第 2 節 ^{14}C 年代測定」沖縄県教育委員会編『ピンザアブ　ピンザアブ洞穴発掘調査報告』沖縄県文化財調査報告書 第 68 集　沖縄県教育委員会
松浦秀治　1977「7　ゴヘズ洞穴出土鹿化石骨のウラン分析」『沖縄県伊江島ゴヘズ洞の調査－第 1 次概報－』伊江村文化財調査報告書第 2 集　伊江村教育委員会
松浦秀治 1985 「第 6 章　第 1 節　ピンザアブ洞穴出土化石骨のフッ素含有量とラセミ化分析」沖縄県教育委員会編『ピンザアブ　ピンザアブ洞穴発掘調査報告』沖縄県文化財調査報告書第 68 集　沖縄県教育委員会
山崎真治・横尾松昌樹・大城秀子　2010「南城市親慶原ウフニクガマ採集の遺物について」『南島考古』第 29 号　沖縄県考古学会
山崎真治・片桐千亜紀・米田穣　2011「展望　白保竿根田原洞穴遺跡の発掘調査と沖縄における更新世人類遺跡研究の現段階」『考古学研究』第 57 巻 3 号　考古学研究会
山崎真治・西秋良宏・赤嶺信哉・片桐千亜紀・仲里健・大城逸郎　2012「沖縄県南城市サキタリ洞遺跡の後期更新世堆積層中より産出した石英標本に関する考古学的研究」『日本考古学』第 34 号　日本考古学協会
山崎真治・藤田祐樹・片桐千亜紀・国木田大・松浦秀治・諏訪元・大城逸郎　2012「沖縄県南城市サキタリ洞遺跡の発掘調査（2009 ～ 2011 年）－沖縄諸島における新たな更新世人類遺跡－」Anthropological Science(Japanese Series)
山崎真治編 2016『沖縄県南城市サキタリ洞遺跡発掘調査概要報告書Ⅲ』沖縄県立博物館・美術館
Masaki Fujita et al.(2016) Advanced maritime adaptation in the western Pacific coastal region extends back to 35,000-30,000years before present. PNAS 113(40)

白保竿根田原洞穴遺跡確認調査

要旨

白保竿根田原洞穴遺跡の発見は、新石垣空港建設に先立ち 2008 年に実施された洞穴の測量調査により、人骨や貝類などの遺物が発見されたことに始まる。この人骨からコラーゲンを抽出し、放射性炭素年代測定を行った結果、今から約 20,000 年前（未較正、以下同様）とする年代値が得られ、人骨試料から直接的に年代を導き出した結果としては、国内最古として公表された。

この発見を契機として、2010（平成 22）年には空港建設工事にかかる範囲約 60㎡に関して緊急発掘調査が行われた。その結果、遺跡の堆積は今から約 24,000 ～ 16,000 年前の旧石器時代（後期更新世）、9,500 ～ 8,500 年前の完新世初頭、約 4,000 年前の下田原期（縄文後期並行）、約 1,800 年前の無土器期（弥生並行）、14 ～ 17 世紀の中森期（グスク時代）までの複数時期におよぶことが判明した。

この発見まで、先島諸島の先史文化は下田原期が最古とされていた。しかし、これを大きく遡り、約 24,000 年前の旧石器時代には人類が石垣島に到達していたことが明らかとなり、これまで確認されていなかったいくつかの空白期を埋める結果となったのである。このような重要な成果から、遺跡の取り扱いについて関係機関と協議を行った　結果、遺跡の中心部が空港敷地内に現地保存されることが決まった。その後、遺跡を適切に評価し保存する目的で、2012 年から 2016 年までの 5 ヶ年計画による重要遺跡範囲確認調査を実施した。最終的な調査面積は、緊急調査とあわせて約 74㎡である。

確認された主な遺構・遺物として、Ⅰ層からは中森期の炉跡及び陶磁器・土器が確認され、Ⅱ層では無土器期の津波による堆積層が確認された。これに続くⅢ A 層からは、下田原期の崖葬墓の可能性がある人骨と礫敷遺構・炉跡、土器、石器、イノシシやサメの歯牙製品が出土している。次にⅢ B 層の完新世初頭の層からは、石器の可能性を有する石英片や石器石材・土器片のほか、骨の表面に解体痕を残すイノシシ骨が多数得られており、石器使用の可能性を示している。これらと共伴する土器片については、下田原式土器との関連を含め分析中である。

このほか特筆できる遺物として、Ⅲ C ～Ⅲ E・Ⅳ層の後期更新世に属する層（24,000 ～ 16,000 年前）を中心に、ヒトの頭骨、歯、体幹骨、四肢骨、指骨など全身の骨片が約 1,100 点得られている。

調査では、目視で確認できる大半の遺物に関し、5 分の 1 の縮尺で実測図を作成するとともに、3 次元の位置情報を記録した上で取り上げを行ってきた。このような膨大な情報から、接合関係や同一個体と思われる資料の位置関係を再現することが可能となっている。人骨の回収後には、部位同定及び接合作業を行い、同一個体の検討や個体数（人数）算出などの人類学的分析を行う。これらの分析から最小個体数を推定すると、現時点で十数体分になることが判明している。

このような緻密な調査・分析の結果、ほとんどが破片の状態で、一見分散して出土する人骨の出土状況に関し、崩落岩や洞壁周辺の数ヶ所において概ね水平的に分布するなど、ある程度の規則性を持って出土する傾向を見出すことができた。特に、H4 区一帯に分布する崩落岩の岩陰からは、1 体分の人骨が一部関節した状態で確認されていることから、遺体が人為的に安置された可能性を想定し、様々な観点から検証中である。

また、人骨中にわずかに含まれるコラーゲンを抽出して多くの放射性炭素年代測定を行うことにより、遺物や層序の年代を特定するとともに洞穴堆積物分析を行い、遺跡の堆積土は洞外からの流れ込みではない成層構造を保つことが判明した。さらに人骨からは、遺伝的特徴を明らかにする目的でミトコンドリア DNA 分析を行い、中国大陸南部や東南アジアに起源を有する集団のハプロタイプが解析されており、日本列島に渡来したルートのひとつと考えることができる。

白保竿根田原洞穴遺跡からは、現時点で人骨を多く含む後期更新世の層から、石器などの明確な人工遺物や遺構が確認されていないという課題が残されている。しかし、これまで先島諸島において未解明であった下田原期以前の様相が明らかになりつつあるとともに、洞穴の利用法や当時の葬送の形態、ヒトの特徴や渡来のルートを解明できる可能性を秘めている。

Report on Survey Excavation of the Shiraho-Saonetabaru Cave Site

Summary

The Shiraho-Saonetabaru cave site was discovered during a metric survey conducted in 2008 prior to construction of the new Ishigaki Airport. During the survey, some artifacts such as human skeletons and marine shells were found in the cave. We succeeded in extracting collagen from these human bones and measured it by radiocarbon dating. The collagen was directly dated to approximately 20,000 BP. Thereafter, we announced that these are the oldest human remains discovered in Japan.

This discovery led us to conduct a rescue excavation in 2010 that covered an area of 60m² overlapping the edge of the new airport construction. In the cave sediment at the site, we found multiple archaeological cultural layers dating back to the Paleolithic era (approximately 24,000~16,000 BP, Late Pleistocene), Early Holocene (approximately 9,500~8,500 BP), Shimotabaru period (approximately 4,000 BP, corresponding to the Late Jomon period), Non-ceramic period (approximately 1,800 BP, corresponding to the Yayoi period), and Nakamori period (14th~17th century, corresponding to the Gusuku period).

Prior to this discovery, it was estimated that the oldest known traces of human existence in the Sakishima Islands were from the Shimotabaru period. However, it was also clear that humans had already arrived on Ishigaki Island much earlier than this, dating far back to approximately 24,000 BP in the Paleolithic era. These findings may fill in several previously unconfirmed blank periods in the history of the Sakishima. Based on these significant results, the Okinawa Prefectural Archaeological Center and Board of Education consulted with relevant institutions regarding management of site, and it was decided to preserve the center of the site in-situ within the airfield. Subsequently, with the aim of appropriately evaluating and preserving the site, a range confirmation research excavation was conducted over five-years from 2012 to 2016. In total, the final survey area was 74m² including the previous rescue archaeological site.

The principal archaeological features and artifacts recorded were:

Layer I (Nakamori period, 14th~17th century): Fire pit, some ceramics, and pottery shards.

Layer II (Non-ceramic~Nakamori period, approximately 1,800 BP~17th century)

Non-ceramic period: Tsunami sediment

Layer III A, S (Shimotabaru~Non-ceramic period, approximately 4,000~1,800 BP)

Shimotabaru period: Human remains from a possible cave burial site, possible stone-paved path with metamorphic rock, a fire place built into a dirt floor, some pottery shards, stone tools, perforated wild boar tusks and a shark tooth

Layer III B (Early Neolithic, approximately 9,500 ~8,500 BP): Quartz flakes which may be from stone tools, some lithic materials and pottery shards as well as many wild boar bones with cut marks or spiral fractures suggesting processing by prehistoric hunter-gathers. Pottery shards that accompanied these remains are currently being analyzed to clarify their relevance to Shimotabaru-type pottery.

Layers III C~III E and IV (Late Pleistocene, approximately 24,000~16,000 BP): Approximately 1,100 human bone fragments including partially-complete skeletons.

During this survey, a one-fifth scale survey map was created, which recorded the three-dimensional positioning of a majority of the artifacts confirmed visually before they were collected. From such an enormous quantity of data, it is possible to recreate the spatial relationship of human remains that appears to have a conjunctional relationship or be associated with the same individual. After collecting the human bone fragments, we will identify individual pieces and join them as part of an anthropological analysis to

examine the same individuals and calculate the number of individuals. Our preliminary estimate of the minimum number of human individuals shows that there are currently a dozen or so.

The results of a thorough investigation and analysis found mainly human bone fragments. At first glance, arrangement of the confirmed human remains was dispersed. However, we noticed a trend when unearthing these fragments. There was a certain regularity in that human bones were distributed horizontally and assembled around cave walls and fallen or fragmented rocks. Particularly, in the bounding rock distributed across the entire H4 grid, we also identified partially articulated human remains of an individual, so we assume the ancient people deliberately placed these remains in such a state. We are currently conducting an interdisciplinary examination of these remains.

In addition, collagen, contained in trace amounts in the human remains, was extracted and radiocarbon-dating performed multiple times to identify chronological data about the artifacts and stratigraphy as well as analyze cave sediment. We determined that stratification of the sediment at the site was maintained without any inflow from outside the site. Furthermore, we analyzed the mitochondrial DNA of ancient human remains to clarify genetic characteristics. It was indicative of a haplotype group having its origins in Southern China and Southeast Asia. These regions are believed to be situated along migration routes to the Japanese archipelago.

An issue still remaining to be resolved is that no stone tools or other clearly man-made artifacts or remnants have been confirmed from the Shiraho-Saonetabaru cave in the Late Pleistocene layer, in which many human skeletons were found. Nevertheless, there is a possibility that, as aspects related to the time prior to the Shimotabaru period, which had previously been a mystery in the Sakishima area, come to light, there is the potential for revelation of migration routes, human traits, mortuary practices of the period, and the ways in which they used cave sites like Shiraho-Saonetabaru.

報 告 書 抄 録

ふりがな	しらほさおねたばるどうけついせき
書名	白保竿根田原洞穴遺跡
副書名	重要遺跡範囲確認調査報告書２　－総括報告編－
巻次	2
シリーズ名	沖縄県立埋蔵文化財センター調査報告書
シリーズ番号	第 86 集
編著者名	仲座久宜（編）、稲田孝司、佐藤宏之、徳嶺里江、波木基真、片桐千亜紀、神谷厚昭、土肥直美、河野礼子、吉村和久、石原与四郎、米田　穣
編集機関	沖縄県立埋蔵文化財センター
所在地	〒 903-0125　沖縄県中頭郡西原町字上原 193-7　　℡　098-835-8752
発行年月日	平成 29（2017）年 3 月 31 日

ふりがな 所収遺跡名	ふりがな 所在地	コード 市町村	コード 遺跡番号	北緯 °′″	東経 °′″	調査期間	調査面積	調査原因
白保竿根田原洞穴遺跡（しらほさおねたばるどうけついせき）	沖縄県石垣市字白保（おきなわけんいしがきしあざしらほ）	47207	－	24° 24′ 1.47″	124° 14′ 45.8″	2013.01.07 ～ 03.06 2013.10.07 ～ 12.20 2014.06.03 ～ 07.02 2014.11.17 ～ 11.19 2015.06.01 ～ 06.30 2016.06.27 ～ 07.08	約 38㎡	重要遺跡範囲 確認調査

所収遺跡名	種　別	主な時代	主な遺構	主な遺物	特記事項
白保竿根田原 洞穴遺跡	埋蔵文化財 包蔵地	旧石器	－	人骨、脊椎動物遺体	八重山諸島初の更新世人骨を確認
		完新世初頭	－	石器、石器石材、土器、脊椎動物遺体、人骨	八重山諸島初の完新世初頭文化層を確認
		下田原期～ 無土器期	礫敷遺構、 炉跡ほか	土器、石器、貝製品、骨製品、貝類、脊椎動物遺体、人骨	八重山諸島初の下田原期人骨を確認
		中森期	炉跡	土器、中国産青磁・白磁、中国・タイ産褐釉陶器、貝類、脊椎動物遺体、人骨	炉跡とともに 15 世紀前後の貿易陶磁器を確認

要　約

白保竿根田原洞穴遺跡は、2008 年の洞穴測量調査時に、人骨や貝類などの遺物が回収されたことにより発見された。その後、2010 年 8 月～ 11 月までの 4 ヶ月間にわたって新石垣空港建設に伴う緊急発掘調査が実施された（第 1 次調査）。調査中には様々な分析が並行して行われ、今から約 20,000 BP とする八重山諸島初の旧石器時代人骨の出土など重要な成果が得られたことから、遺跡は空港敷地内に現地保存されることが決まった。

この緊急調査ののち、遺跡を適切に評価し、保存する目的で 2012 年度～ 2016 年度の 5 ヶ年計画により、文化庁補助を受け重要遺跡範囲確認調査を実施した（第 2 次調査）。調査は第 1 次調査の手法を踏襲して実施し、約 38 ㎡を調査し、遺跡の詳細な範囲や遺物の出土状況等を把握することができた。

本事業においては、関連分野の有識者で構成する調査指導委員会を設置し、調査・分析法や遺跡の評価について検討を重ねてきた。

本報告書は、『事実報告編』に次ぐ『総括報告編』として、第 1 次調査と第 2 次調査の成果を集約するとともに、新たな分析結果を加えて地学、人類学、考古学的な考察・評価を行う内容となっている。

沖縄県立埋蔵文化財センター調査報告書第 86 集

白保竿根田原洞穴遺跡

重要遺跡範囲確認調査報告書 2
－総括報告編－

発　行　日　平成 29（2017）年 3 月 31 日

発行・編集　沖縄県立埋蔵文化財センター
〒 903-0125 沖縄県中頭郡西原町字上原 193 番地の 7
TEL：098-835-8751・8752

印　　刷　文進印刷株式会社
〒 901-0416　沖縄県島尻郡八重瀬町字宜次 706-4
TEL：098-996-3356