

県指定史跡水軒堤防

—和歌山下津港本港1号線交差点改良工事に伴う発掘調査報告書—

平成22年9月

財団法人 和歌山県文化財センター



2区中堤防全景（北から）



2区中堤防全景（西から）



2区石堤東法面（東から）



3-1区石堤断面（南から）



3-1 区石堤及び石敷全景（南西から）



3-1 区石堤表法底部（西から）

序 文

県指定史跡水軒堤防は和歌山市西浜に所在する江戸時代に築かれた防潮・防波堤防です。紀ノ川河口から雑賀崎に向かって延びる砂堆上に築かれた堤防の南端は、紀州徳川家の御用地で国指定名勝の養翠園付近まで続いております。昭和34年には南北約1.7km、幅10m前後の範囲が県指定文化財（史跡）に指定されました。

財団法人和歌山県文化財センターでは、平成17、20、21年度にわたり道路と交差点改良工事に伴う発掘調査を実施し、石堤と土堤からなる堤防の規模と構造及びその築造時期を明らかにすることができました。この結果、和歌山県教育委員会により実施された確認調査の成果と併せ全長約1kmに及ぶ堤防の全容が判明し、国内でも有数の土木技術を駆使して築造された江戸時代の海岸堤防であることが分かりました。

平成21年度から平成22年度にかけて整理作業を進めてまいりましたが、このたびその成果をまとめることができましたので、発掘調査報告書として刊行する次第でございます。本書が県民の皆様のみならず、広く一般の方々に活用していただける歴史資料となれば幸いです。

最後になりましたが、発掘調査ならびに本書の作成にあたりご指導・ご協力を賜りました地元の方々をはじめとする多くの皆様方に、厚くお礼申し上げます。

平成22年9月

財団法人和歌山県文化財センター

理事長 鈴木 嘉吉

例 言

- 1 本書は、財団法人和歌山県文化財センター（以下「文化財センター」という。）が実施した和歌山市西浜に所在する県指定史跡水軒堤防の発掘調査報告書である。
- 2 現地調査は平成 17・20・21 年度、出土遺物等整理は平成 21・22 年度に実施した。
平成 17 年度現地調査については仲原知之が、それ以外の現地調査および出土遺物等整理については佐々木宏治が担当した。
- 3 平成 17 年度の写真測量は株式会社南紀航測センターに、平成 20・21 年度の 3 次元レーザー測量は株式会社共和に委託して実施した。
また、平成 21 年度に実施した樹種同定は、株式会社吉田生物研究所に委託して実施した。
- 4 現地調査及び報告書作成に際し、関係機関および地元の方々から助言・協力を得た。
- 5 本書は、村田弘、佐々木宏治が執筆・編集した。
図版編遺構写真および遺物写真は、各調査担当者が撮影した。遺物実測図は佐々木と稲田紗千が作成し、遺構・遺物トレースは稲田紗千が行った。
- 6 付章 1 については、大阪産業大学の玉野富雄教授、金岡正信准教授、水谷夏樹准教授に解析を依頼し執筆していただいた。
付章 2 については、和歌山県教育委員会文化遺産課黒石哲夫氏に依頼し執筆していただいた。
- 7 現地調査及び出土遺物等整理にあたっては、次の諸氏から多大な御指導・御教示を賜った。
北野隆亮（財団法人和歌山市都市整備公社）、此松昌彦（和歌山大学教育学部教授）、
積山洋（大阪歴史博物館）、畑大介（帝京大学山梨文化財研究所）
三尾功（史跡和歌山城保存整備委員会委員長）、水島大二（日本城郭史学会）、
森岡秀人（芦屋市教育委員会）、森村健一（堺市教育委員会）
- 8 平成 21 年度から歴史地理、近世史、考古学、土木工学等の有識者 5 名からなる県指定史跡水軒堤防調査委員会を組織し、指導・助言を受けて現地調査及び出土遺物等整理事業を実施した。
委員長 水田義一 和歌山大学教育学部教授
委 員 藤本清二郎 和歌山大学教育学部教授
委 員 森 郁夫 帝塚山大学人文学部教授
委 員 北垣聰一郎 石川県金沢城調査研究所長
委 員 玉野富雄 大阪産業大学工学部教授
- 9 調査・整理業務で作成した図面・写真及び台帳等の記録資料は文化財センターが、出土遺物は和歌山県教育委員会が保管している。
- 10 調査組織は次のとおりである。

調査組織

	平成 17 年度	平成 20 年度	平成 21 年度	平成 22 年度
事務局長	熊崎訓自	酒部三衣	田中洋次	田中洋次
管理課長	西本悦子	酒部三衣	富加見泰彦	富加見泰彦
埋蔵文化財課長	渋谷高秀	村田弘	村田弘	村田弘
調査・整理担当	仲原知之	佐々木宏治	佐々木宏治	村田弘

凡 例

- 1 遺構実測図の基準線は、平面直角座標系第Ⅵ系（世界測地系）に基づき、図示した北方位は座標北を示す。
- 2 遺構実測図の基準高は、東京湾標準潮位（T.P.）である。
- 3 発掘調査で使用了調査コードは、以下のとおりである。
 05-01・史 19（2005 年度（平成 17 年度）-和歌山市・県指定史跡水軒堤防）
 08-01・史 19-1（2008 年度（平成 20 年度）-和歌山市・県指定史跡水軒堤防）
 08-01・史 19-2（2008 年度（平成 20 年度）-和歌山市・県指定史跡水軒堤防）
 なお、08-01・史 19-2 については、平成 21 年度への繰越事業であり現地調査は平成 21 年度に実施しているため、本書では平成 21 年度調査として報告する。
- 4 遺物番号は、本文・実測図・遺物観察表・写真図版において一致する。
- 5 遺物実測図の縮尺は、原則として土器が 1/4、石器及び金属器が 1/3、銅銭、鉄銭の拓本は 1/1 である。遺物写真の縮尺は、統一していない。
- 6 土器及び調査時の土層の色調は、農林水産省農林水産技術会議事務局監修、財団法人日本色彩研究所色票監修 小山正忠・竹原秀雄編著『新版標準土色帖』（2000 年版）を使用した。

本文目次

第1章 調査に至る経緯と経過(佐々木).....1	第2節 地盤調査.....45
	第1項 現場密度試験.....45
第2章 遺跡の位置と環境(佐々木).....2	第2項 ポータブルコーン貫入試験.....45
第1節 地理的環境.....2	
第2節 歴史的環境.....2	第5章 石堤の移築整備(村田、佐々木) ... 46
第3節 文献にみる水軒堤防.....3	第1節 解体.....46
第4節 既往の調査.....4	第2節 移築整備.....46
	第3節 石材法量.....46
第3章 調査の方法と成果(佐々木).....6	
第1節 調査の方法.....6	第6章 まとめ(佐々木) 50
第1項 調査区の設定.....6	第1節 堤防構造について.....50
第2項 調査地の地区割.....6	第1項 水軒堤防の構造.....50
第3項 発掘調査の方法.....7	第2項 水軒堤防の強度.....51
第2節 基本層序.....9	第3項 他地域例との比較.....52
第3節 遺構.....13	第2節 築造工程の復元.....55
第1項 石堤及び石敷.....13	第1項 築造当時の潮位.....55
第2項 土堤.....30	第2項 作業単位.....56
第4節 遺物.....33	第3項 築造工程.....63
第1項 堤防築造後の堆積土層出土遺物...33	第3節 築造時期.....66
第2項 土堤出土遺物.....33	第1項 石堤.....66
第3項 石堤出土遺物.....34	第2項 土堤.....67
第4項 石敷出土遺物.....35	第3項 石堤と土堤の前後関係.....67
第4章 分析(佐々木) 45	第4項 文献資料との相違.....68
第1節 樹種同定.....45	第4節 築造目的.....68
付章1	
和歌山県指定史跡水軒堤防の工学的機能性(大阪産業大学 玉野富雄、金岡正信、水谷夏樹) 73	
付章2	
石材の調達について(和歌山県教育庁生涯学習局文化遺産課 黒石哲夫) 81	

挿図目次

第1図	水軒堤防周辺の地勢図 (S=1/200,000)	2
第2図	水軒堤防調査地点及び周辺道路図 (S=1/50,000)	3
第3図	水軒堤防の範囲 (S=1/20,000)	4
第4図	調査区位置図 (S=1/1,000)	6
第5図	石堤・土堤地区割図 (S=1/400)	6
第6図	2区南壁堤防上堆積土層断面図 (S=1/80) 11・12	
第7図	中堤防平面図・立面図 (S=1/200)	14
第8図	中堤防断面図 (S=1/200)	14
第9図	石堤全体平面図・立面図 (S=1/200)	15
第10図	1、3区石堤平面図 (S=1/80)	17
第11図	1、3区石堤表法立面図 (S=1/80)	18
第12図	1、3区石堤裏法立面図 (S=1/80)	18
第13図	1、3区石堤断面図 (S=1/80)	19
第14図	2、4区石堤平面図 (S=1/80)	20
第15図	2、4区石堤表法立面図 (S=1/80)	21
第16図	2、4区石堤裏法立面図 (S=1/80)	21
第17図	2、4区石堤断面図 (S=1/80)	21
第18図	2区石堤解体部南端断面図 (S=1/40)	22
第19図	3区石堤解体部南端断面図 (S=1/40)	23
第20図	表法石材平面図・立面図 (S=1/20)	23
第21図	3区表法基底部及び石散平面図 ・立面図・断面図 (S=1/40)	25・26
第22図	矢穴痕位置図 (S=1/160)	27
第23図	2、4区サブトレンチ 2、3区石堤裏法基底部平面図・立面図・断面図 (S=1/40)	29
第24図	2区土堤南壁土層断面図 (S=1/80)	31
第25図	2区土堤北壁土層断面図 (S=1/80)	32
第26図	1区北壁土層断面図 (S=1/160)	32
第27図	出土遺物実測図	36
第28図	出土遺物実測図	37
第29図	出土遺物実測図	38
第30図	出土遺物実測図	39
第31図	出土遺物実測図	40
第32図	出土遺物実測図・拓本	41
第33図	石堤解体・移築範囲 (S=1/200)	47
第34図	解体石材番号対応図 (S=1/100)	48
第35図	中堤防断面模式図 (S=1/200)	50
第36図	昭和36年災害復旧時地形図 (S ≈ 1/200) ...	52
第37図	石堤と土堤からなる河川堤防例 断面図 (S=1/200)	53
第38図	石堤作業単位 (S=1/100)	57・58
第39図	石堤南端部(確認調査)作業単位 (S=1/100) ...	59
第40図	2区石堤東法上段砂岩列上土山平面図 ・立面図 (S=1/80)	59
第41図	2区土堤 単位体積当たりの出土遺物量 ...	60
第42図	2区土堤南壁 土山・片岩粒及び 出土遺物分布模式図 (S=1/80)	61
第43図	石堤裏法勾配等変化 (S=1/40)	62
第44図	水軒堤防築造工程復元模式図 (S=1/200) ...	65

表目次

第1表	県指定史跡水軒堤防発掘調査事業工程表	1
第2表	矢穴痕一覧表	24
第3表	出土遺物点数一覧表	34
第4表	出土遺物観察表	42～44
第5表	樹種同定試料一覧表	45
第6表	現場密度試験結果一覧表	45
第7表	石材法量一覧表	49
第8表	2区土堤各層位における単位体積当たりの 出土遺物量	60

写真目次

写真1	確認調査 中堤防南端部(南西から)	4
写真2	確認調査 中堤防南端部(南から)	4
写真3	昭和36年災害状況(北西から)	52
写真4	調査地点から南東方向の風景	52
写真5	3区石堤裏法上段砂岩列(南西から)	67
写真6	虎島遠景	73
写真7	虎島東端部	73
写真8	虎島露頭部	73
写真9	虎島矢穴1	73
写真10	虎島矢穴2	73
写真11	虎島矢穴3	73
写真12	双子島遠景	73
写真13	雑賀崎露頭部	73

第1章 調査に至る経緯と経過

水軒堤防は和歌山市西浜に所在する江戸時代に築かれた防潮・防波堤防で、昭和34年4月に県指定文化財(史跡)に指定された。指定範囲は、水軒川河口から北へ続く海浜砂丘状地形の延長約1.7km、幅10m前後の帯状の範囲で、面積は約13haに及ぶ。

平成11年度に、地元要望により和歌山下津港本港1号線交差点部分の拡幅工事が事業化され、水軒堤防の指定範囲に工事が及ぶこととなった。平成12年に現状変更に係る手続きがなされた後、平成17年2月には交差点北側拡幅工事に伴い和歌山県教育委員会（以下「県教育委員会」という。）による和歌山県文化財保護条例の規定に基づく立会調査が実施され、精緻な石堤が発見された⁽¹⁾。

この結果に基づき、平成17年5月から文化財センターが交差点北側（1区）の発掘調査を実施した。石堤と土堤からなる堤防が良好な状態で遺存しており、貴重な土木遺産であることが判明した。

この後、県教育委員会と事業者の間で協議が進められ、車道部分については工事影響範囲まで発掘調査を実施し、除去される石堤は解体後移築整備すること、歩道部分については石堤に影響のないよう工事計画を変更するという基本方針で合意がなされた。

文化財センターでは、この協議結果を受けて平成20年8月から12月まで交差点南側（2区）、平成21年5月から7月まで交差点北側（3区）、平成21年10月から11月まで交差点中央部（4区）の発掘調査を実施した。石堤の解体は2区の調査中に実施し、移築整備は平成22年5月から8月に実施した。出土遺物等整理は4区調査終了後から開始し、移築整備の成果を含めた本報告書を作成した。

なお、今回の調査では、和歌山県教育委員会による確認調査時の調査委員会を引き継ぐ形で、平成21年度から同委員による調査委員会を組織し、助言・指導を得て事業を行った。

<注>

(1)「県指定史跡水軒堤防確認調査報告書」2009 和歌山県教育委員会・財団法人和歌山県文化財センター

第1表 県指定史跡水軒堤防発掘調査事業工程表

	平成17年度	平成18年度	平成19年度	平成20年度	平成21年度	平成22年度
現地調査						
平成17年度(1区)	■					
平成20年度(2区)				■		
平成21年度(3区)					■	
平成21年度(4区)						■
石堤移築整備						
解体工事					■	
移築整備						■
出土遺物等整理					■	■
調査委員会					■	
確認調査(和歌山県教育委員会)		■	■	■		

第2章 遺跡の位置と環境

第1節 地理的環境

紀ノ川は中央構造線に沿うように西流して紀伊水道に注ぎ、河口域に和歌山平野を形成するが、中世頃までは河道を大きく変え、現在の水軒堤防周辺の地形は大きく変動している。

古代から中世頃には、紀ノ川の本流は古代までに形成された南北方向に延びる砂洲を突き抜けて、雑賀崎北側の大浦付近に注ぐようになる。この名残が現在の水軒川である。中世後半頃になると、紀ノ川は海岸の砂洲を突破して河口はほぼ現在的位置になったとされる。

水軒堤防は南北に形成された最も海側の砂洲上に位置する。砂洲の上に形成された砂丘は北側が高く紀ノ川河口付近では標高約20mを測るが、南に向かって低く砂洲の幅も狭くなる。堤防の西側に広がっていた砂浜は昭和30年代以降埋め立てられ、昔の景観を偲ぶことができないが、現在も南北に連なる樹木と砂堤にその痕跡が残る⁽¹⁾。

第2節 歴史的環境

前節で述べたとおり、水軒堤防周辺は紀ノ川の流れが安定した近世以降に開発が進んだ地域であることから、中世以前の遺跡は認められない。しかし、水軒堤防のある西浜村一帯および西方の海浜は、古代・中世では雑賀野、あるいは和歌の浦と並び記された吹上の一部であり、歴史的・文学的に由緒のある場所である。近世になり、延宝4年(1677)頃、「城南西浜」(城南南西)の湾曲した入江の窪地(「江西」)に、李梅溪が「釣漁」「休沐」のための別荘地を拝領している。延享2年(1744)、冷泉為久が「吹上八景歌」に吹上浜を詠んでおり、文化7年(1810)「友か鳥紀行」に「吹上の浜の松はら」が紹介されている。このように水軒の地は古くから風景が注目された地であった。⁽²⁾

水軒堤防は和歌山城下から南西へ外れた位置に築かれ、その東側には西浜村・関戸村・和歌村など



第1図 水軒堤防周辺の地勢図 (S=1/200,000)

の農村が広がる。また和歌道で和歌の浦に通じている。堤防東側を南北に流れる水軒川は徳川氏が入部した元和年間（1615～1624）以降、おそらく17世紀前半期に堀割と築堤がなされ、「左右に新田畑」の開発が進んだとされる⁽³⁾。『紀伊統風土記』には、堤を築く前の河道（紀ノ川の旧河道）は現在の河道より東へ40～50間のところに位置していたと記される。現在も旧河道と思われる水軒川の東80m付近は標高1m以下の土地が南北に広がり、今回の調査区東方では50cmに満たない土地も認められる。

一般に17世紀は新田新畑の開発が顕著で生産力が増大した時代と言われるが、水軒堤防周辺でも例外ではなく、西浜村においては慶長6年（1600）検地時458石余で

あったが、宝永3（1706）年新田畑改めまでに700石余の開発が見られた。17世紀半ば頃に朝比奈段右衛門が水軒の地200石余を拝領し住み着き⁽⁴⁾、17世紀後半から18世紀にかけて水軒の集落が計画的に開発されたと推定されている⁽⁵⁾。

城下周辺には2代藩主光貞の時代から湊御殿などの殿館が造営されるが、西浜御殿（次述）の北東には光貞の築いた西浜御用地の存在も指摘されている⁽⁶⁾。19世紀前半には10代藩主治宝によって水軒堤防の東に西浜御殿が、南に水軒御用地（養翠園）が造営された。また、城下続きの近郊村（南西部続きの西浜村や南続きの和歌村）には家老などの上級家臣（久野・加納・志賀・芦川等）が免許地を得て、下屋敷等の別邸を営んだ（元禄12年頃の西浜村名寄帳⁽⁷⁾）。

さらに、天保4年（1833）の「御用留」（桑山家文書）記録に、藩主が鶴の鷹野のために城下南東部の手平、紀三井寺村、三葛村、小雑賀村、つづいて西浜村水軒畑朝比奈段右衛門宅へ立ち寄ったこと、また西浜村の水軒川内での殺生が禁じられたとの記録などがみられ、西浜村鎮内の水軒地区が藩主遊覧の地として、環境が保護され、利用されていたことがわかる⁽⁸⁾。

第3節 文献にみる水軒堤防

水軒堤防についての記載がある文献は少なく、その構造や築造時期について詳細に記したものは、昭和25年に出版された『和歌山県史蹟名勝天然記念物調査会報告書 第二十二輯』（以下『調査会報



第2図 水軒堤防調査地点及び周辺遺跡図(S=1/50,000)

告書』という。)のみである。ここには、水軒堤防は朝比奈段石衛門(隠号水軒)が寛永年間(1624～1644年)に築造したと記される。この他、築造時期についての記載がある文献に『和歌山県海草郡雑賀村郷土誌』(1909)(以下『雑賀村郷土誌』という。)がある。石垣堤の記述が認められ、藩主吉宗の築造とされる。いずれも近代以降に執筆、出版された文献であり、築造当時まで遡る文献は確認できていないのが現状である。

一方、堤の存在を示すものはいくつか確認されている。人工的な堤であったのか、石堤であったのか判別できない資料を除くと、江戸期の資料では『類集略記』⁽⁹⁾と『異船記』がある。

『類集略記』は、近世後期に編纂された紀州藩の藩政資料である。文化3年(1806年)の記事に「水軒後沖手堤辺江、毎春延気ニ罷超、石垣、并吹垣等踏荒候輩も有之趣二付、被仰出候品之事、」とあり、水軒後沖手堤は水軒堤防を指すと思われる、その石垣が踏み荒らされたとある。19世紀初頭に石堤が存在したことを示す資料である。『異船記』は安政年間(1854～1860年)に描かれた絵図で、石堤がはっきりと描かれその位置も概ね調査成果と一致している。

このように、現在江戸期の資料で石堤の存在が確認できるのは19世紀初頭以降である。

第4節 既往の調査⁽¹⁰⁾

和歌山県教育委員会により平成18年度から平成20年度に、水軒堤防の全容解明と遺存状況を把握し、今後の保存と活用の方針資料を作成するための確認調査(以下「確認調査」という)が実施されている。平成18年度と20年度の中堤防南端部、19年度の北端部付近の発掘調査の他、地



第3図 水軒堤防の範囲(S=1/20,000)⁽¹⁰⁾



写真1 確認調査中堤防南端部(南西から)⁽¹¹⁾



写真2 確認調査 中堤防南端部(南から)⁽¹¹⁾

中探査、ボーリング調査、測量調査が実施されている。

この結果、中堤防¹²⁾の石堤及び土堤は南北に形成された砂洲上の砂丘及び砂堆を利用して東西 20m、南北約 960m に及ぶ範囲に築造されていることが確認され、南端部では堤防南面構造とその下に広がる石敷が検出された。土堤南面は結晶片岩の石積みで土留され、この石積みは土堤東端に連続することが判明した。これらの調査で、中堤防の外周構造がほぼ明らかとなった。

この他、中堤防南端部の東側から南に延びる近代のコンクリート堤防（南堤防）が検出されている。

<注>

- (1) 『県指定史跡水軒堤防確認調査報告書』2009 和歌山県教育委員会・財団法人和歌山県文化財センター
- (2) 柏原卓『西浜（紀州和歌山）古典文学データベースのために』、『雑質・雑質崎地区の人文・自然環境と経済状況に関する研究』2002 年所収
- (3) (4) 藤本清二『江戸期、城下近郊海浜部の防災堤防 - 紀州西浜村水軒堤防の築造期を中心に -』『和歌山大学紀州経済史文化史研究所紀要』第 26 号 2005
- (5) 藤本清二氏から御教示いただいた。『和歌山地理学研究会報告第 2 集 - 和歌山市水軒地区の研究 -』堀内篤磨『新田村としての水軒 - 社寺関係より考察して -』『和歌山史学』第 3 号 1964 和歌山史学会
上記文献では明治 5 年の戸籍から、西浜村のうち水軒だけが他の小名と違って矢ノ宮神社でなく住吉神社の氏子として形成される点、水軒には寺院と墓石が全く認められず現和歌山市中の多様な寺院との間に寺檀関係が認められる点から、先達地にみられる百姓寄持新田として開発された集落と推定されている。
- (6) 三尾八朗『城下町の片断』2001
- (7) 藤本清二氏から御教示いただいた。
- (8) 三尾功氏、米田頼司氏、藤本清二氏から御教示いただいた。
- (9) 前掲 1 の文献参照
- (10) 前掲 1 の文献から転載、一部加筆・修正
- (11) 写真は和歌山県教育委員会提供
- (12) 前掲 1 の文献では江戸期の石堤と土堤からなる堤防を中堤防、その南に延びる近代のコンクリート堤防を南堤防とする。本報告でもこの呼称を用いることとする。

第3章 調査の方法と成果

第1節 調査の方法

第1項 調査区の設定（第4図）

今回の調査は、平成17年度の調査成果を受けて平成20、21年度の調査範囲及び調査方法が定められた。この結果、現有道路上に位置する平成20、21年度調査については3箇所調査を分割し、道路を切替えながら実施することとなった。現地調査時には、各調査区とも時間的に重複することがなかったこともあり、調査区名を設定していなかったが、この報告書では煩雑になることを防ぐため調査区名を設定する。

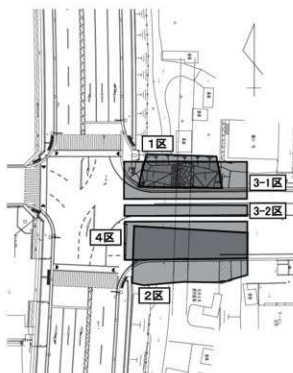
発掘調査順に、平成17年度実施の調査を1区、平成20年度実施の調査を2区、平成21年度実施の調査を3区、4区として報告する。

第2項 調査地の地区割（第5図）

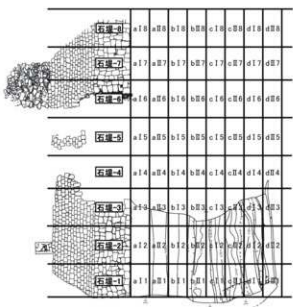
通常は国土座標軸を基準に1辺100mの大区画と1辺4mの小区画を設定するが、今回の調査では、南北方向に延びる水軒堤防の位置が明瞭であったため、変則的であるが遺物出土地点と堤防の位置関係をより明確にすることを目的として堤防を基準とした地区割をおこなった。

水軒堤防は大きく石堤と土堤に分かれるが、土堤は石堤天端東端のラインを基準に東側へ4mごとにa、b、c、dの順に分割する。また、東西方向の出土遺物分布が重要な資料となる可能性が考えられたため、4mの区画をさらに東西方向にⅠ、Ⅱと2mに分割した。南北方向の地区割は、2区の南端を通り堤防に直交するラインを基準とする。北側へ4mごとに1、2、3・・・の順に分割する。各地区はこれらの組合せで呼称した（例：cⅡ2）。

石堤については、掘削予定範囲も狭いため、南北方向の地区割を用いて、南から順に石堤-1、2、3・・・と分割した。



第4図 調査区位置図(S=1/1,000)



第5図 石堤・土堤地区分割図(S=1/400)

遺物の取り上げは、特別な場合を除きこの地区単位で行った。なお、堤防より上位については、石堤天端西端から西側をA、天端上をB、これより東側をCとして遺物を取り上げている。

第3項 発掘調査の方法

県教育委員会と事業者の協議により合意された基本方針に基づき調査を実施した。そのため調査は車道部分については工事高さまで掘削し、これにより除去される石堤については移築整備するが、歩道部分については工事計画を変更し石堤を現状保存する。併せてトレンチ調査を実施し部分的に堤防の内部構造を把握する。

原則として堤防の上10cmまでは、機械と人力を併用して慎重に掘削し、これ以下については人力により堤防の検出・掘削を行った。図面・写真記録の後、遺構保護と調査位置明示のため堤防上面に厚さ3mmのポリエステル繊維不織布を敷設し、埋戻しを行った。

記録写真は4×5リバーサル・モノクロフィルム、6×7リバーサル・モノクロフィルム、35mmリバーサルフィルムで撮影した。併せてデジタルカメラでの撮影も行った。

実測作業は、石堤については、空中写真測量又は3次元レーザー測量により、それ以外については手測りにより図化した。

平面位置は国土座標第VI系（世界測地系）、標高はT.P.で管理した。

（1）1区の調査（平成17年度）

平成17年2月に現有道路以北の工事範囲を対象に実施した。調査面積は約170㎡である。工事により土堤は既に取り除かれていたため、石堤と土堤の断面調査を中心に行った。石堤の検出は、工事範囲の制約と法面崩壊の危険性を考慮し標高80cm付近までとした。石堤は空中写真測量により図化した。

（2）2区の調査（平成20年度）

南側歩道部分と車道南半に位置する面積約440㎡の調査区である。堤防検出時、石堤海側の掘削深度は湧水面である標高50cm付近までに止めた。石堤を一部解体する部分については、土堤構造及び石堤裏法面の構造を把握するため、標高50cm付近まで土堤を人力により掘削した。また、石堤の東西底部構造を確認するため、基底部前面を囲む幅1mほどの範囲に木製板を用いた簡易的な矢板を打ち込むことにより、砂の流入を防いで調査を実施した（サブトレンチ1、2）。この後、歩道部分の土堤を工事高さまで人力掘削し、車道部分を工事高さ付近まで埋め戻した。車道部分の石堤については専門業者に委託して工事高さまで解体し、移築整備に備え石材を仮置きした。この作業は復元可能なデータを取得しながら慎重に実施した。残った石堤内部の充填材を人力掘削により工事高さまで掘削後、不織布で養生し擁壁工事及び仮設道の設置等道路切替に必要な工事を行った。

（3）3区の調査（平成21年度）

北側歩道部分と車道北半に位置する面積約510㎡の調査区である。道路を南側へ切替えた後実施し

た。新たに基底部の確認をするため、1区とは重複する調査区を設定した。調査前道路として使用していたこの調査区南半の堤防は、過去に行われた水道管、高圧線、電話線等の埋設工事により大部分が破壊されていた。調査の工程上、埋設物上面まで掘削し、破壊されていない北半（3-1区）を実施した後、南半（3-2区）を実施した。

堤防検出時、石堤海側の掘削深度は一旦湧水面である標高50cm付近までに止めた。車道部に一部遺存していた土堤を人力で工事高さまで掘削した。歩道部については、平成17年度調査以前に除去されているため調査は実施していない。

2区の調査で石堤表法基底部の構造の確認を試みたが、小規模であったためその構造の十分な把握には至らなかった。このため、今回は幅約5mの範囲に軽量矢板を建込み、基底部及び前面の石敷部の調査を実施した。その後、3-2区に残存している石堤を検出し3次元レーザー測量により図化した。3-2区を一部埋め戻した後、石敷の破損している部分にサブトレンチ4を設定し、その断面構造を確認した。工事高さまで埋め戻した後、車道と歩道間に設置する擁壁部に重複する石堤を工事高さまで解体しながら、内部充填材を人力により掘削した。不織布で堤防を養生し、擁壁及び舗装工事等道路切替えに必要な工事を行った。

（4）4区の調査（平成21年度）

2区と3区の間に位置する面積約340㎡の調査区である。法勾配の影響で堤防を検出できなかった部分を対象とする調査である。道路を北側へ切替えた後実施した。石堤海側の検出は湧水面である標高50cm付近までに止めた。

2区の調査で石堤裏法基底部の構造の確認を試みたが、小規模であったためその構造の十分な把握には至らなかった。このため今回は軽量矢板を建込み、基底部の調査を実施した（サブトレンチ3）。その後、3次元レーザー測量により図化し、埋め戻しを行った。

第2節 基本層序（第6、26 図）

水戸堤防の構築過程と埋没過程を考慮し、1 から8 層に大分類した。さらにそれぞれの層番号の後ろに「- 番号」を付して分類し、必要に応じてさらにアルファベットや「'」を付して細分した。なお、1 区と2 ～4 区では調査時期も離れ担当者も異なることから、土層の対応関係をつけることは危険と判断し、大分類のみ対応させることとした。

4 層以下については、堤防築造に関連する層（4、5 層は土堤構築層、6 層は石堤構築層、7 層は石堤基底部及び石敷構築層、8 層はベース土層）であるため、詳細は次節で報告することとし、ここでは1 層から3 層の堆積状況について主に2 区南壁の土層断面に基づき記述する。

1 層は表土を除き自然堆積土である。1 - 1 から1 - 11 層とそれ以降の層は石堤天端東端付近で明瞭な境界が認められる。土色も前者がやや青みを帯びた灰色であるのに対し、後者は黄褐色が多い。砂粒も後者に比べ前者が粗い。当時の写真・図面記録及び出土遺物から、昭和36 年の第2 室戸台風により堤防上の砂が削り取られた痕跡と考えられる。台風直後の堆積層である1 - 11 層にはガラス、鉄片、炭、陶器類など多量の遺物が含まれる。1 - 12 層以下の堆積の時期幅は細かく特定できないが、石敷上面で1883 年（明治16 年）の硬貨が出土していることから、19 世後半から昭和36 年までの堆積層である。

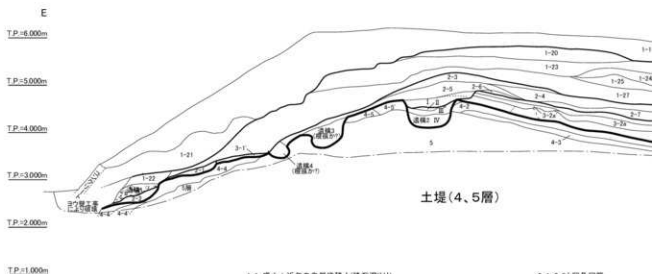
2 層は人為的な盛土或いは有機物を多量に含み人の生活痕跡が認められる層である。出土遺物は多く概ね19 世紀代に収まる。2 - 1 層や2 - 2 層はその形状と多量の瓦を含むことから、東端の土留め痕跡或いは当初存在したと推定される結晶片岩の土留めの抜き取り痕跡の可能性が考えられる。2 - 3 層～2 - 5 層は土堤の形状を後世に整えた盛土層である。2 - 6、2 - 7 層は3 - 1 層との区別が付きにくく、3 層に含めたほうが適切かもしれない。

3 層は堤防築造後の堆積土である。少量の小礫や山土を含むが柔らかく、石堤も覆うことから自然堆積層と考えられる。3 - 1 層は黒褐色の土や炭化物を含み、この時期から生活痕跡が認められるようになる。出土遺物は少ない。

平面的な堆積状況は、機械を併用しながらの掘削であったため十分なデータが取得できてはいないが、2 区の中央付近から北側では土堤上に2、3 層は確認できず昭和36 年の第2 室戸台風以降と考えられる青みを帯びた灰色砂層（1 層）が堆積している。この2 区北半では土堤と石堤の直上で昭和30 年代の10 円硬貨が出土している。

1 区北壁との対比をしてみたい（第26 図参照）。1 - 4 層からは昭和20 年代の硬貨が出土する。この地点も第2 室戸台風時に石堤上半が露出したとされる。このことから、1 - 1 層～1 - 7 層までが昭和36 年以降の堆積土で、1 - 7 層が2 区の1 - 11 層に対応する。第2 室戸台風で土堤の上部が標高3.90m 付近まで削り取られたため、北壁付近では2 層と3 層も遺存しない。

A3 挟込み
(第 6 図)



1-1 黄土+近年の自然堆積土(砂石混じり)

1-2 黄褐色(2.5Y5/4)中砂 下よりやや黄強い

1-3 黄褐色(2.5Y5/4)中砂 ゴミ少量含む

1-4 灰オリーブ色(5Y5/2)中砂 やや硬

1-5 灰オリーブ色(5Y5/2)中砂 やや硬 上層よりやや黄強い

1-6 灰オリーブ色(5Y5/2)中砂 軟 下層よりやや黄強い

1-7 灰オリーブ色(5Y5/2)細砂 不純物少ない

1-8 灰オリーブ色(2.5Y5/3)細砂 やや軟 下よりやや黄強い

1-9 灰オリーブ色(5Y5/2)中砂 軟 不純物少ない

1-10 黄褐色(2.5Y5/4)中砂 灰混じり

1-11 黄褐色(2.5Y5/2)中砂 軟 ガラス、鉄、炭、陶器等多量

1-12 灰オリーブ色(2.5Y5/3)細砂

1-13 左右の砂層に入る

1-14 黄褐色(2.5Y5/4)細砂 灰多量 上面にコンクリート

1-15 にふい黄褐色(10YR5/4)中砂 貝殻・鉄・炭など少量含む

1-16 黄褐色(2.5Y5/3)中砂 やや黄強い 不純物少ない

1-17 黄褐色(2.5Y5/2)中砂 やや軟 やや赤味あり 不純物少ない

1-18 黄褐色(2.5Y5/4)~にふい黄褐色(10YR5/4)中砂 やや軟 不純物少ない

1-19 黄褐色(2.5Y5/3)中砂 軟 不純物少ない

1-20 灰オリーブ色(5Y5/3)細砂

1-21 黄褐色(2.5Y5/4)細砂 やや軟

1-22 黄褐色(2.5Y5/3)細砂 やや軟

1-23 褐色(10YR4/4)細砂 やや硬

1-24 にふい黄褐色(10YR5/4)~黄褐色(2.5Y5/3)細砂 プラスチック含む

1-25 にふい黄褐色(10YR5/4)細砂 中硬 灰少量

1-26 黄褐色(2.5Y5/3)細砂 下層よりやや硬い

1-27 黄褐色(2.5Y5/3)細砂

2-1 2-3と同色同質

2-2 黒褐色(10YR3/1)細砂 やや軟

2-3 赤褐色(5YR4/6)シルト 灰・炭

2-4 黄褐色(2.5Y5/3)細砂 下層より

2-5 灰黄褐色(10YR4/2)細砂 やや軟

2-6 黄褐色(2.5Y5/4)細砂 やや軟

2-7 黄褐色(2.5Y5/4)細砂 やや軟

3-1 黄褐色(2.5Y5/4)細砂 やや軟

3-1' 黄褐色(10YR3/2)細砂

3-2a' にふい黄褐色(10YR5/4)中砂

3-2b' にふい黄褐色(2.5Y5/4)中砂

4-1 黄褐色(2.5Y5/3)シルト 硬

4-2 黄褐色(2.5Y5/3)シルト 硬

4-3 明褐色(7.5YR5/6)シルト 硬

4-4 灰黄褐色(10YR4/2)中砂 灰

4-4' にふい黄褐色(10YR5/4)中砂

4-5 褐色(10YR4/4)片岩含む 小粒

4-5' 黄褐色(10YR5/6)シルト 片岩

道橋1 黄褐色(2.5Y5/4)細砂 +4-4

10~20cm大片岩 灰多量

道橋2 1' にふい黄褐色(10YR4/3)

2' 明黄褐色(2.5Y5/6)シルト

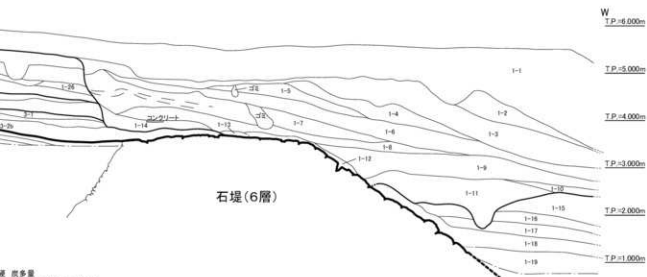
3' 黄褐色(10YR5/6)シルト

4' 黄褐色(2.5Y5/4)細砂

道橋3 黄褐色(2.5Y5/4)~にふい

道橋4 黄褐色(2.5Y5/3)~5/4中砂

第6図 2区南壁堤防



底 灰多量
 赤色砂混じる プラスチック出土
 リやや粘い 一部灰混じる
 灰 灰や粘性有 粗砂混じり 赤色土・灰・瓦等多量
 灰
 意味あり
 局所的に多く含む(黒褐色10YR3/2の土に灰含む)

細砂 灰黄褐色土(10YR4/2)少量混に含む
 やや軟 山土含む
 1cm大砂混小片少量
 2cmに比べ片岩粒少なく均質
 片岩粒多量
 中層 灰黄褐色土(10YR3/1)中砂
 やや軟 小礫少量
 灰多量
 灰等 礫多量
 層間に入る

細砂 やや粘性あり 灰・赤色土含む
 やや軟
 ~細砂 やや軟 片岩等礫多量
 やや軟 やや粘性有 山土粒多く含む やや暗い
 黒褐色(10YR3/4)細砂 数 木片炭化物多い
 木片炭化物多い



上堆積土層断面図(S=1/80)

第3節 遺構

各調査区はそれぞれが一部重複しているため、本書ではこれらを一括して報告する。

今回検出した堤防は、西側（海側）の石堤とその東側を覆う土堤及び石堤基底部前面に広がる石敷である。この堤防は、和歌山県教育委員会による確認調査で検出された「中堤防」に連続するものである⁽¹⁾（第7、8図）。

今回の調査では、確認調査での成果に加え土堤の全体形状と内部構造、石堤の裏法面形態と内部構造及び基底部構造と石敷構造等をはじめて明らかにすることができた。以下では、石堤と石敷及び土堤に分けて記述する。

第1項 石堤及び石敷（第9～23図、第2表）

1区と3-1区では天端で長さ約7.4m、下端は表法基底部で約4.6mを検出した。裏法については、基底部まで検出していない。1区では法面の安全勾配を確保するため標高80cm付近までの検出に止め、3区では工事高さである標高2m付近までの調査とした。また、3-2区では、海側の石積みと長さ約1m検出した。

2区と4区では天端で長さ約12m、下端は湧水面である標高50cm程度まで掘削し、海側で約13m、陸側で約7mを検出した。基底部については、表法側にサブトレンチ1、裏法側にサブトレンチ2、3を設定して確認した。以下石積部と基底部及び石敷部に分けて記述する。

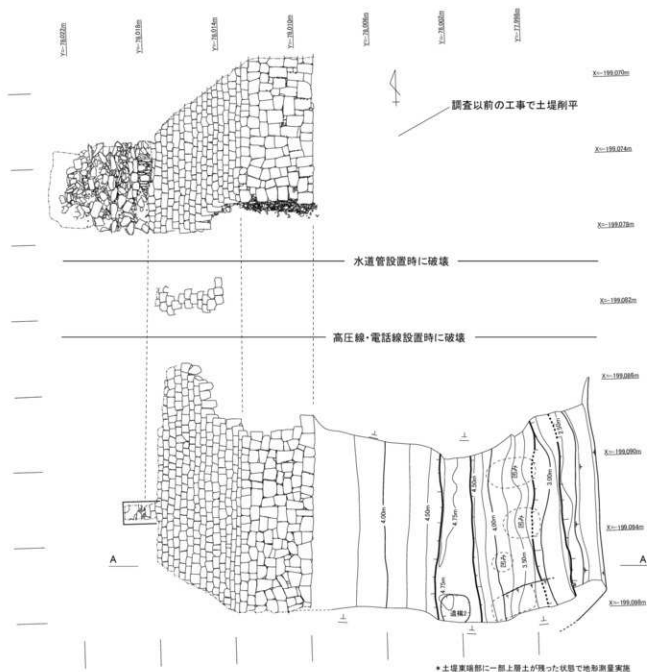
（1）石積部

石堤は断面が台形を呈する。天端は幅が3.8～3.9mでほぼ平坦面をなす。上端の標高が約3.7m、基底石表面下端の標高が約-0.1～-0.2mで、石積みの高さは約4mを測る。海側の法勾配は緩く約37度、陸側の法勾配は海側に比べ急勾配で47度～57度のばらつきがあり、平均すると約53度である。

表面の石材は、天端及び表法に和泉砂岩、裏法には緑色片岩を主体として部分的に和泉砂岩が用いられる。

表法の石積みは、「切り込みハギ」、「布積み」で、水平方向に目地が通るように積み上げる。石材の表面形状は水平方向が長辺となる長方形を基本とするが、部分的に方形にも加工される。隣接する石材の形状に合わせた加工がなされるため、各辺が直線的でない部分が認められる。表面は平均して長辺が40～50cm、短辺が30～40cm前後の大きさに加工され、いわゆる「こぶ出し技法」のように周辺に対し中央部を丸く突出させる。表面加工されるため遺存状況はよくないが、少数の矢欠痕がある（第22図、第2表）。また、石積みの下半部を中心に風や波浪による浸食と考えられる小孔が多数確認できる。上位に少ない点、内面にほとんど認められない点⁽²⁾、小孔の方向が海側からにほぼ統一されている点から、石積み完了後に浸食を受けたものと判断できる。

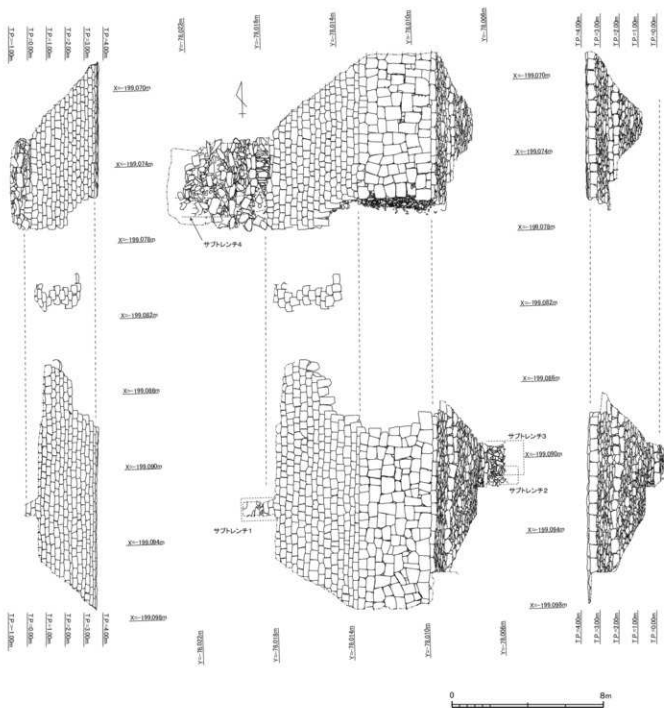
石堤の内部構造は移築整備した2区と水道管の埋設時に破壊されていた3区で標高2.4m付近まで調査した。3区の表法石積みについては、水道管埋設時に表法石積みの大部分が除去されていたため、



第7図 中堤防平面図・立面図(S=1/200)



第8図 中堤防断面図(S=1/200)



第9図 石堤全体平面図・立面図(S=1/200)

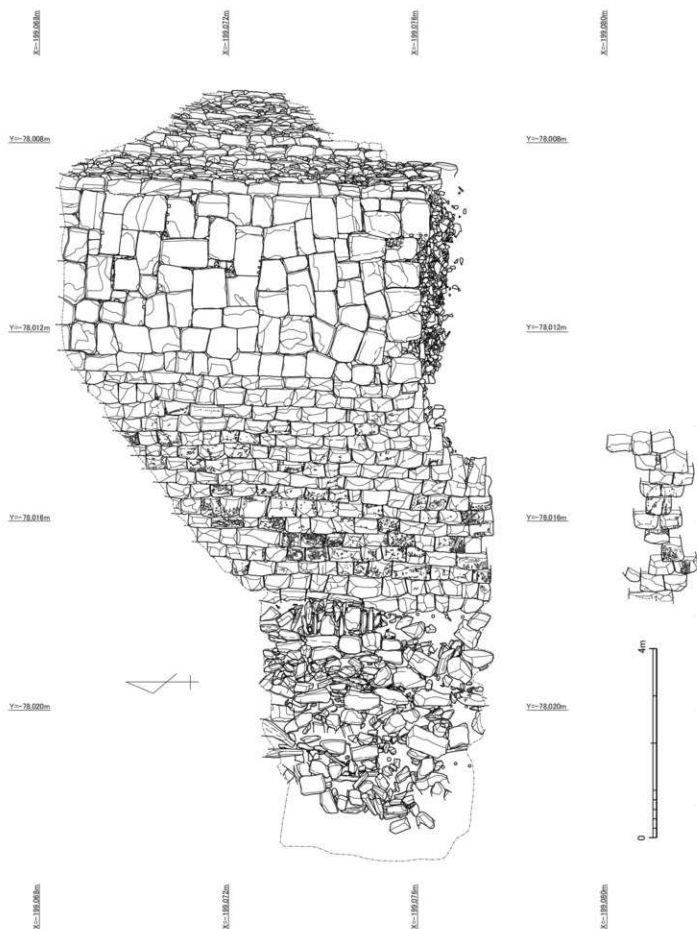
標高50cm 付近まで（基底石から3段目以上）断面形状を確認することができた。石材の奥行きは平均70cm 前後で表面に対して長く、表面上下辺長に対する奥行きの比は2～2.5を中心に分布する（第7表）。城などに用いられる高石垣の構造に類似するが、表面長さに対する奥行きの比はその中でも大きい範疇に含まれ、水軒堤防の大きな特徴の1つである。個々にばらつきはあるが、側面には平均して表面から20cm 程度の範囲に細かい鑿痕が認められる石材が多く、各石材の接触面の形状に合わせた加工がなされたことがわかる。内側の加工はこれより粗い。石尻の幅が狭くなり、石材間に介石を配することにより石材の角度が調整されるものもある。3区の断面図で（第19図）、仮に表法の石材を上から1から16段の順に番号を付けると、1～8段目までは法勾配に対し90度近い角度で加工・設置されるが、9段目から緩い角度となり、13段目の石材では115度近くまでひらいた角度で加工・設置される。また、石材の奥行きも1～8段目までに対し9～13段目は短く石尻がやや細く加工され、介石の量も多くなる。この変化に対応するように、上部では石尻面に接するように平坦な介石を配して石材の荷重を受けるのに対し、下部では水平位置に介石を配して荷重を受ける傾向が認められる。表法勾配に対し90度に石材を据えた構造は力学的に最も強固で¹³⁾、奥行きの長い石材の採用とともに大きな波浪エネルギーに対する備えが十分なされていたことがわかる。

天端の石材は1辺の長さが40～70cmの切石で、奥行きは短く扁平である。表法よりやや大きい。表面を平坦に仕上げるが、下部の加工は雑で隣接する石材とは表面でのみ接する。石材間には間詰石が目立ち、目地も直線的でない。加工が粗いためか矢穴痕が表法面より多く確認できる（第22図、第2表）。

裏法の石積みは結晶片岩が中心だが、最上段、中段及び最下段（基底石）には表法に比べ加工の粗い和泉砂岩が用いられる。それぞれ砂岩は1段のみ配置されるが、2区北側と1区、3区では中段砂岩列は2段となる。この中段砂岩列の上下で積み方が若干異なる。1区では砂岩列より下方の結晶片岩は大きくないが丁寧に積んでおり、法勾配がきれいに揃う。砂岩列より上方はやや雑な積みで法勾配が不揃いな部分が多く、少量の砂岩を含む。2区では逆に下方の結晶片岩がやや雑であるのに対し、上方の結晶片岩は丁寧に表面を平坦に揃えるように積上げる。法勾配も中段の砂岩を境に上方は急傾斜となる。位置によって状況は若干異なるが、中段砂岩列を境に積み方が変化している点是指摘できる。最上段の砂岩に矢穴痕が少数確認できる（第22図、第2表）。石材の奥行きについては部分的に長いものも確認できるが、全般に表法の石材に比べ短い。特に最上段の砂岩は奥行きが30～40cm程度の短いものが多く、急な法勾配と併せて不安定な印象を受ける。

内部には結晶片岩と和泉砂岩の割り石が充填される。外周部を除き、間に土や砂は介在せず、割り石間で直接荷重を流している。和泉砂岩は全体量に対して極わずかであるが、天端と表法近くに多く分布しており、石材加工時の石屑を利用したものと推測できる。

内部礫の堆積状況は2区南端と3区南端で確認した。地点により充填方法が若干異なる。2区石堤



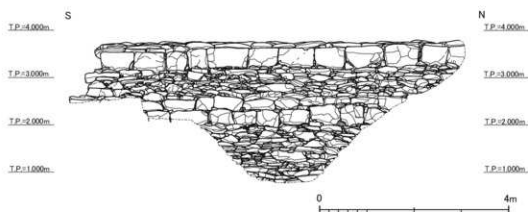
第10图 1、3区石堤平面图(S=1/80)

解体部南端（第18図）では外部から海砂が流入しているため礫層間の境界を判別しづらい部分もあるが、6-7~6-5層にサイズの違う礫を充填してから砂岩片を含む層（6-4層）が堆積する。この段階で表法の石材を加工しながら積上げた可能性が高い。この後、山土を含む6-2b層を盛り上げながら裏法面の石積みをも最上段の砂岩列下まで積上げたものと考えられる。この上にやや大振りの礫層（6-3b層）を盛り、窪んだ部分に小振りの礫層（6-3a層）を充填することにより天端石を据えるための水平面を作り出している。細かな砂岩と片岩及び山土を含む層（6-2a層）で高さを調節しながら天端石を据えている。なお、天端西半に堆積する6-1a層と表法面付近に堆積する6-1b層は外部から流入した海砂で置換され、内部の礫にも一部外部から砂が流入している。

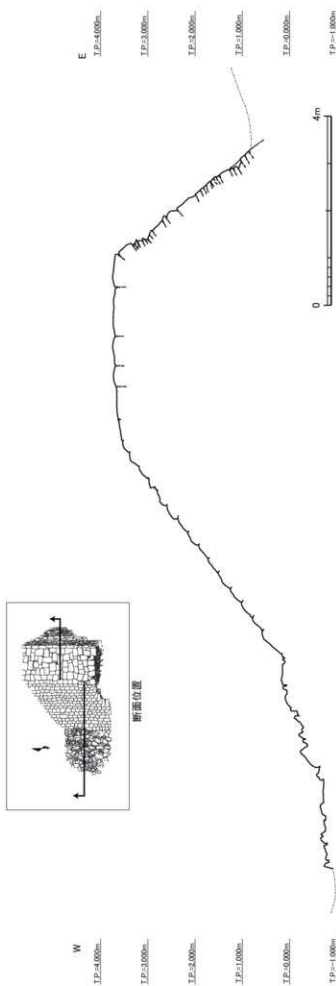
3区石堤解体部南端（第19図）では、石積み直下の堆積状況は2区と同様であったが、6-3層の充填方法に若干の違いが認められた。東半に泥岩質のやや脆い小振りの片岩を中心とした礫層（6-3e層）を充填した後、その海側にやや硬質の片岩層（6-3d層）、さらに海側に材質は変わらないものの水平方向を意識した石材の充填層（6-3c層）、そしてその外側に大振りで硬質な結晶片岩と砂岩片を主体とした6-1b層を充填している。ここでも裏法面と同様、地点により施工方法に違いがある点を指摘できる。



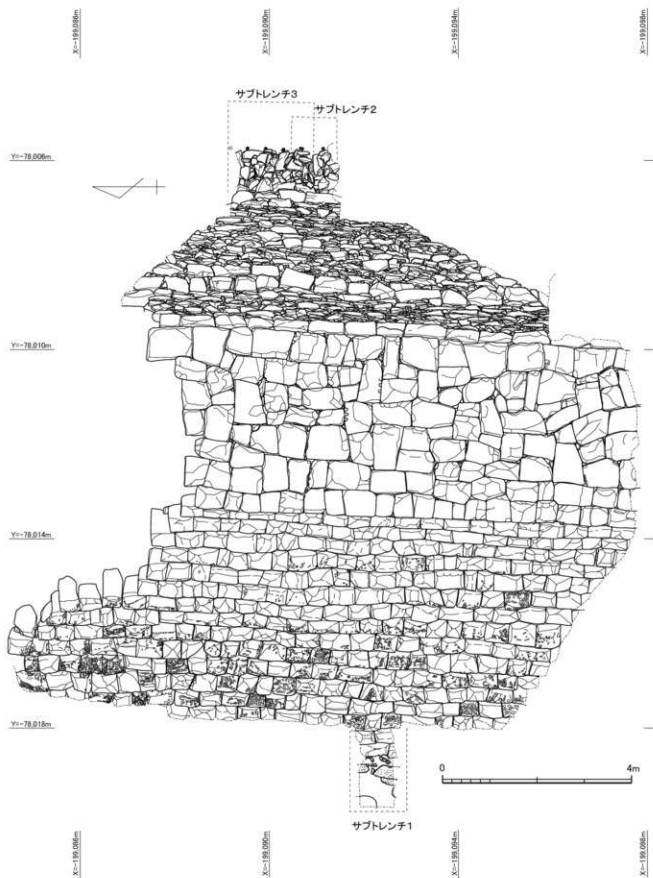
第11図 1、3区石堤表法平面図(S=1/80)



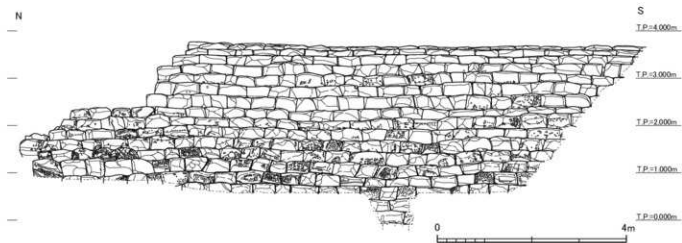
第12図 1、3区石堤裏法立面図(S=1/80)



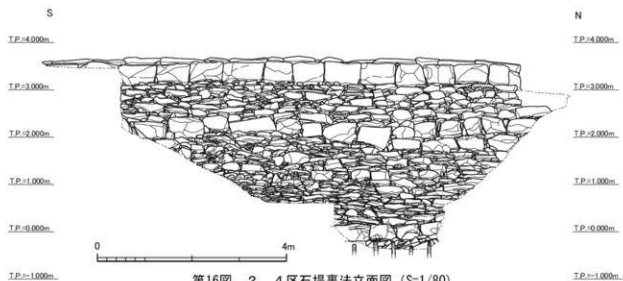
第13图 1、3区石堤断面图(S=1/80)



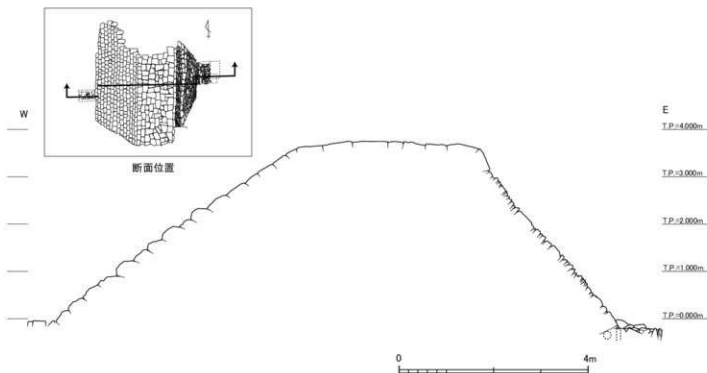
第14図 2、4区石堤平面図(S=1/80)



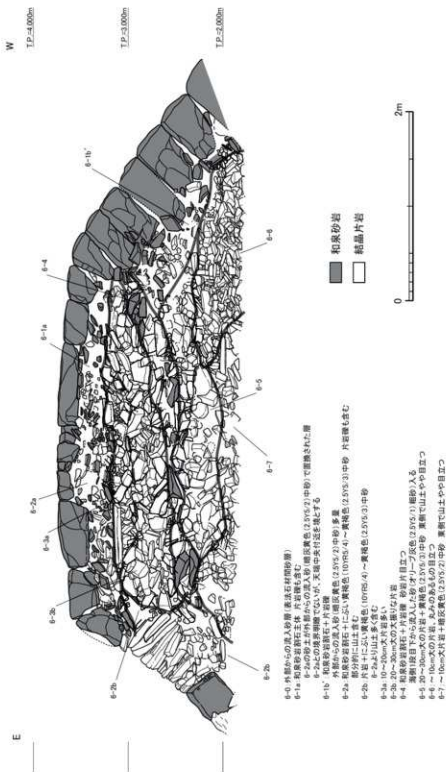
第15图 2、4区石堤表法立面图 (S=1/80)



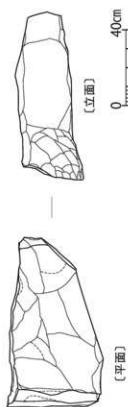
第16图 2、4区石堤裹法立面图 (S=1/80)



第17图 2、4区石堤断面图 (S=1/80)



第18図 2区石堤解体部南端断面図(S=1/40)



第20図 表法石材 (F-15) 平面図・立面図 (S=1/20)

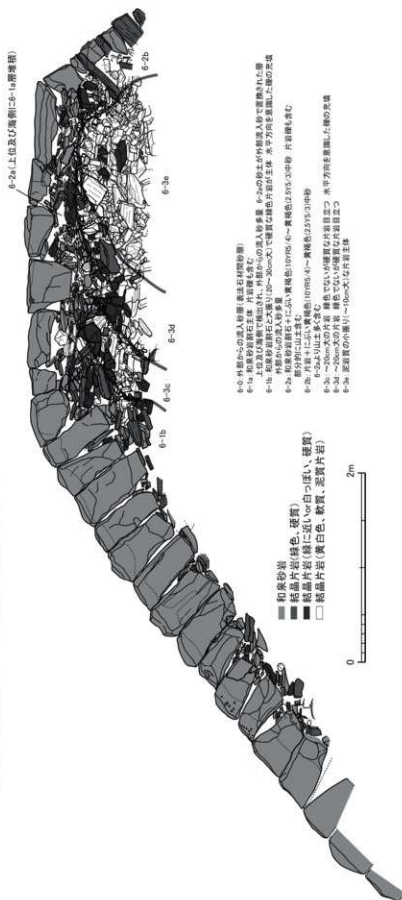
E
TP=4,000m

TP=3,000m

TP=2,000m

TP=1,000m

TP=0,000m



第19図 3区石堤解体部南端断面図 (S=1/40)

6-1 外壁からの流入砂層 (表法石材砂層)
6-1a 表法石材砂層 (表法石材砂層)
6-1b 表法石材砂層 (表法石材砂層)
6-2a 外壁からの流入砂層 (表法石材砂層)
6-2b 外壁からの流入砂層 (表法石材砂層)
6-3a 外壁からの流入砂層 (表法石材砂層)
6-3b 外壁からの流入砂層 (表法石材砂層)
6-3c 外壁からの流入砂層 (表法石材砂層)
6-3d 外壁からの流入砂層 (表法石材砂層)

和東砂岩
結晶片岩 (緑色、硬質)
結晶片岩 (緑に近い白っぽい、硬質)
結晶片岩 (黄白色、軟質、泥質片岩)

(2) 基底部及び石敷

海側(表法)

表法の基底部及び石敷は2区のサブトレレンチ1と3区で確認した。

サブトレレンチ1は、狭小な範囲で検出幅は60～80cmである。基底石は大振りではあるが、他の表法石材に比べ突出した大きさではない。基底石前面には大きさ20cm以上の片岩が点在する。不規則な並びではあるが、直立した石材も多く、転石とは考えられない。意図的に設置したものと考えられる。これらの石材は基底石から海側に向かい標高を下げるが、少なくとも西側へ3mの地点までは石材を確認できる。2区では、木杭及び胴木は確認できなかったが、確認できたのは基底石端から20cm程度内側までであること、基底石下で木片や胴木周りに貼り付けられた砂と同種の粘性を持つ砂(後述)が検出されたことから、さらに内側に胴木が存在する可能性は否定できない。湧水と砂の流入が激しくこれ以上掘り下げて確認することはできなかった。

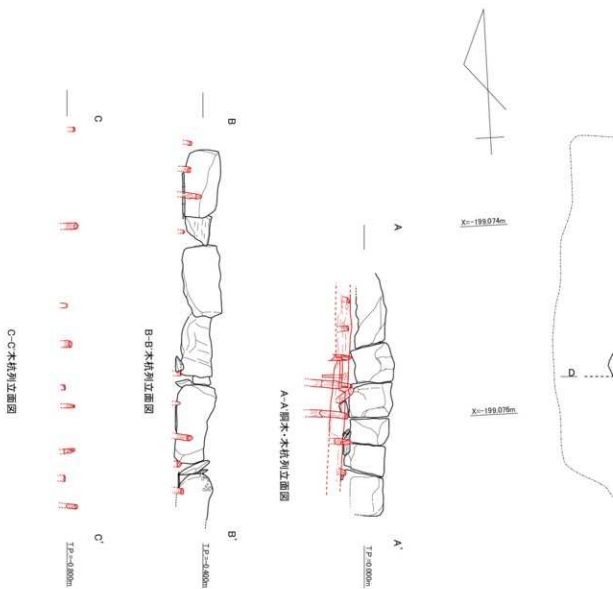
3区では、5m四方の軽量矢板を打ち込んで基底部構造と前面の石敷構造を確認した(第21図)。基底石は上部の石材に比べやや大振りなものを用いる傾向にあるが、突出した大きさではない。基底石下で胴木を検出した。マツの丸太材(第4章参照)で直径約15cmである。胴木中心の標高は約-20cmで海側に直径6cm前後のマツの木杭を約30cm間隔で打ち込む。胴木と杭の間に間隙を生じる部分には小礫を充填し胴木のずれを防いでいる。小口部分には、フナクイムシによる食害が認められる木杭が多い。約1m下まで確認した杭は黒色を呈しており、燻すことによりフナク

第2表 矢穴痕一覧表

(単位:cm)

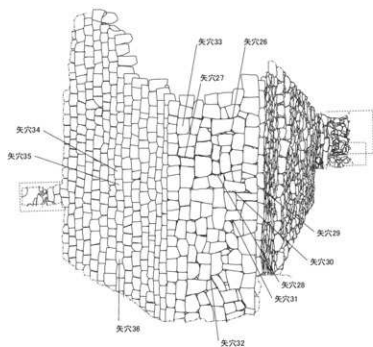
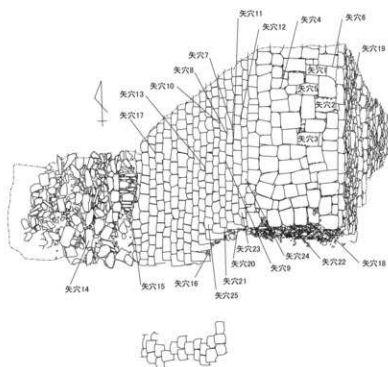
調査年度	矢穴位置	矢穴番号	法量*	矢穴間隔	矢穴残存位置
H17	天端	1-1	5.5×(1.8)×5.8	22.0	表面
		1-2	5.5×(2.0)×6.0		表面
		2-1	6.0×(1.4)×6.2		表面
		2-2	5.4×(0.4)×4.6	10.5	表面
		2-3	6.2×(2.0)×7.0		表面
	天端	3-1	5.0×(1.6)×4.2	5.5	表面
		3-2	5.1×(1.8)×5.2	6.5	表面
		3-3	(5.5)×(1.5)×5.0		表面
		4	6.2×(1.8)×6.0		表面
		5	6.0×(3.8)×4.4		側面
	西法面	6-1	5.4×(3.0)×9.0?	6.0	側面
		6-2	5.0×(2.2)×8.0?		側面
		7	6.2×(2.0)×4.0		側面
		8-1	6.2×(2.0)×4.4	8.0	側面
		8-2	6.8×(3.0)×5.8		側面
H21	西法面	9	7.0×(1.5)×6.0		側面
		10	7.0×(1.5)×?		側面
		11	7.0×(0.4)×?		側面
		12	7.0×(2.2)×?		側面
		13	6.0×(2.3)×5.4		表面
	石敷	14	4.5×(1.5)×5.0		—
	西法面	15	6.0×(2.5)×6.5		側面
		16-1	6.0×(2.0)×10.0	4.5	側面
		16-2	4.5×?×7.0		側面
		16-3	(5.0)×?×10.0	4.0	側面
		16-4	(3.5)×?×(2.1)	18.5	側面
	天端	17	7.0×5.0×8.0		側面
		18-1	7.0×5.0×7.0	13.5	側面
		18-2	5.0×4.0×3.0		側面
		18-3	4.0×3.0×2.0	6.0	側面
		18'	7.0×6.0×7.0		側面
	東法面	19	5.5×(2.5)×6.5		表面
H20	西法面	20-1	8.0×(1.5)×6.5	11.5	側面
		20-2	4.0×?×3.8		側面
		21	4.5×(2.5)×6.5		側面
	天端	22-1	7.0×?×12.0	5.2	側面
		22-2	6.0×(2.0)×9.5		側面
		23-1	(4.0)×?×7.0	5.0	表面
		23-2	6.5×(2.0)×7.5		表面
	西法面	24-1	(4.0)×?×(6.0)	4.0	側面
		24-2	7.0×(3.0)×8.0		側面
		25-1	5.0×(2.0)×6.0	4.0	側面
		25-2	5.0×?×4.0		側面
	天端	26-1	(5.0)×(2.0)×(3.0)	2.8	側面
		26-2	(8.0)×(2.0)×?		側面
		27-1	(4.5)×(0.7)×4.0	6.0	表面
		27-2	(4.5)×(1.0)×2.0		表面
		28-1	7.0×(3.0)×(8.0)		表面
H20	天端	28-2	6.5×(3.5)×6.0	4.0	表面
		28-3	7.0×(1.8)×6.0	4.0	表面
		29	6.0×(3.3)×(5.5)		側面
		30-1	(1.0)×(1.0)×(5.5)	5.0	表面
		30-2	7.0×(1.5)×5.0		(6.0) 表面
	西法面	30-3	(5.5)×(1.5)×5.0		表面
		31	5.0×(2.0)×(3.5)		側面
		32-1	5.0×(1.5)×5.0	5.5	側面
		32-2	4.5×(1.5)×(2.5)	6.5	側面
		32-3	6.0×(1.5)×?		側面
	天端	33-1	7.5×(3.0)×6.0	(6.5)	側面
		33-2	(5.5)×(3.0)×6.0		側面
		34-1	5.5×(1.0)×5.5	6.5	側面
		34-2	5.5×(1.5)×6.0		側面
	西法面	35-1	4.0×(1.0)×4.0	4.5	側面
		35-2	5.0×(1.0)×2.5		側面
		36-1	7.5×(3.0)×(5.0)	9.0	側面
		36-2	9.5×(2.0)×8.0	4.0	側面
		36-3	6.0×(2.0)×(7.0)		側面
	天端	36'-1	6.0×(3.0)×7.0	9.0	側面
		36'-2	(5.0)×(6.0)×?		側面

*矢穴口長さ×矢穴口短辺×矢穴口から底までの深さ



第21図 3区表法基底部及び石敷平面図

图·立面图·断面图 (S=1/40)



第22图 矢穴痕位置图(S=1/160)

イムシによる食害を防いだ可能性がある。また、胴木の周囲はやや粘性のある黄色砂層で覆われる。胴木の継手部はそれぞれ先端から長さ約30cmを半裁して重ね合わせ、重複部に穿ったホゾ穴に木製の楔を打ち込むことにより両者を固定する。胴木はベース土である砂層上に20cm程度の厚さで礫を敷詰めた後設置される。

この基底部前面に東西幅5m以上の石敷を検出した。海側ほど遺存状況はよくないが、1m前後の幅で階段状に海側へ下っている。堤防側から1段目と2段目の段差は角張らず、丸みをもって滑らかにレベルを下げる。3段目と4段目の段差は顕著でない。4段目から5段目は段差があるが、湧水が激しく石が存在すること以外、5段目の設置状況は不明である。少なくとも石の存在しない範囲は調査区西端でも確認できなかったことから、5m以上続くものと思われる。胴木を検出した南半は石敷が破損した部分と考えられ、築造時の構造を保つ北半では胴木は石敷で覆われ露出しない。堤防側から2・3・4段目の西端（海側）の石は、胴木と同様に直径6cm前後のマツの木杭で固定される。確認できなかった杭も多いが、2段目が30cm間隔、3段目が20～30cm間隔で打ち込まれる。4段目については、水中で1本検出したのみであるが、この南北線上に石材が並ぶことから、杭列の存在を想定できる。東西方向の間隔は、胴木前面の留杭列と2段目杭列が約1.9m、2段目と3段目が約1.2m、3段目と4段目が約1.1mである。2段目北半の杭間に半裁した竹片が1本横たわっていた。南半でも同様の竹が検出されていることから、築造過程で竹しがらみを設置し砂止めをした可能性もある。石材は、結晶片岩や和泉砂岩を用いるが、波浪により流出しないよう立てた状態で設置されたものが目立つ。和泉砂岩の中には、表法石積み目の石材に類似した形状のものや矢欠痕を残すものもある（第22図、第2表）。

石敷の破損した南半にサブトレンチ4を設定して石敷の断面構造を確認した。3・4段目については下部構造でも区別がなく、10cm大の礫を含む厚さ20cm程度の7-1層上に表面の石材が設置されている。2段目の下部構造は最も厚く丁寧に造られる。ベース（8層）上に30cm大の礫層（7-4層）を30cm程度盛り、大きさ10cm～20cmの礫を含む7-2層を厚さ10cm前後に敷いた後、表面の石材を設置する。1段目は、基底部設置の基礎となる7-6層上に20cm大の礫を少量含む層（7-3層）を盛り、表面の石材を設置する。

この石敷は波による洗掘で堤防が崩壊することを防ぐための構造であり、機能的には根固めの役割を担っていたものと考えられる。

陸側（裏法）

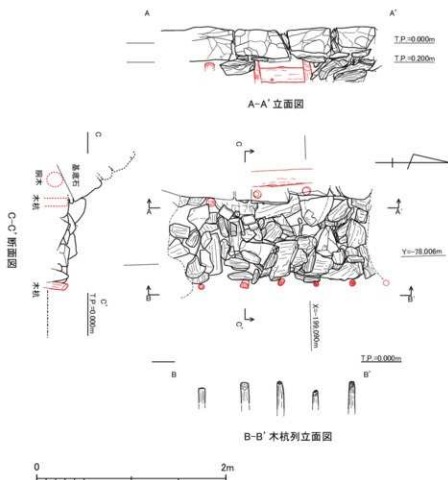
裏法の基底部は2区と4区のサブトレンチ2・3で確認した。サブトレンチ2では、幅約80cmの検出であったため、十分な成果が得られなかった。このため、サブトレンチ3を一部サブトレンチ2の北側に重複させるように設定して基底部構造を調査した（第23図）。

裏法の基底石には幅50cm前後の大振りな砂岩を用いる。基底石下端の標高は-0.1～-0.2mであ

る。前面には大きいもので幅 50cm の結晶片岩及び和泉砂岩の割石を東西幅 80 ～ 90cm の範囲に敷詰める。厚さは 20cm 程度で、その下はベースの 8 層である。この礫層の東端では 40cm 間隔で打ち込まれた直径 5 ～ 10cm のマツの木杭を計 5 本確認した。この杭より東側は砂層（8 層）で礫や杭は認められない。

この礫層を取り除いたところ、基底石前面から 15 ～ 20cm 西側へ入ったところでマツの丸太材を用いた直径約 15cm の胴木を検出した。この周辺では表法と同様やや粘性のある砂層が確認された。胴木前面には直径 8 cm 前後の木杭が 55cm の間隔で打ち込まれる。胴木下はベース（8 層）であり、表法のような礫層は認められない。

前面の礫は、杭と胴木の設置後基底石を置く前に敷かれており、胴木及び留杭と基底石の間にも礫が存在する。石堤内部に続くようである。このことから陸側前面の礫は、海側と異なり基礎構造の一部と考えられる。



第23図 2、4区サブトレレンチ2、3 石堤裏法基礎部平面図・立面図・断面図(S=1/40)

第2項 土堤（第24～26図）

1区では、調査以前の工事により北側の盛土が除去されており、北壁の観察が主となったが、2区では、土堤の全体形状を把握することができた。3区では1区と現有道路との間で、削平された土堤の一部を検出したが、遺存していたのは幅約3mで上部も標高3.3m付近まで削平されていた。

全体構造が把握できた2区の土堤から報告する。土堤は、石堤天端東端部を一部覆うように山形に盛土される。石堤天端東端から東へ約7mの地点で頂点となり、東へ向かい標高を下げる。頂点は標高4.8mで石堤天端より1.1m高い。

南壁土層断面（第24図）をみると、土堤表層（4-1～4-3層）には頂点より西側に30cm前後の厚さの硬質な山土を上下2層に分けて貼り付ける。厚さは均一で、南北方向の誤差もほとんどなく丁寧に造られる。頂点より東側には西側のような硬質な山土層は認められない。有機分を含みやや黒色を呈する4-4～4-6層が堤防の境界ラインと考えられるが、削平により一部当時の形状を留めていない可能性がある。

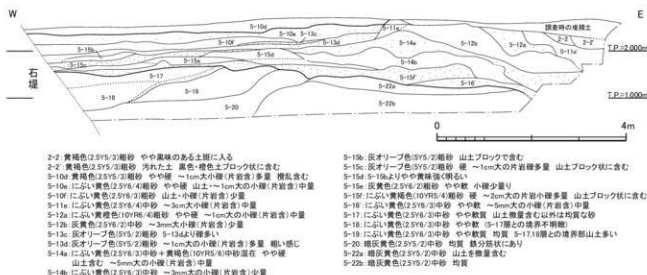
土堤内部は砂層（5層）が堆積する。大きく上層（5-1層～5-16層）と下層（5-17層～5-23層）に分割できる。上層には各層により多少はあるが、山土粒や小礫（片岩含）を含む。下層は均質な砂層で不純物はほとんどなく砂質から自然堆積が否かを判別することは難しいが、5-17～5-20層が石堤裏法面を覆っていることから人為的に動かされた層であることは間違いない。湧水面である標高50cm付近までの確認であったため、ベース（8層）までの土層確認はできていない。上層は概ね10cm～50cm程度の厚さの水平堆積であるが、堤東端付近の5-11,12,14層で山形に盛り上がる。上層の各層は、山土粒等の包含量に差異が認められる。5-6層、5-10b層、5-12a層、5-13b層、5-14c層、5-15a層に多量の山土及び片岩粒が混入する。反対に5-3層、5-5層、5-7層、5-9層、5-10c層、5-10f層、5-11層、5-14b層には少ない。大まかに見るとこれらの層が交互に堆積している点を指摘できる。いずれもブロック状ではなく、点在して層全域に分布する。もう1点この土堤の特徴として5-5'、5-7'、5-8'層の存在がある。これらの層は土堤表層（4層）と同種の山土が用いられ、標高28～34mの範囲に石堤裏法に貼り付けるように盛土し締め固められる。

北壁土層断面（第25図）では、標高2.5m以下の観察であるが、上層と下層は北壁と同様明瞭に区別できる。概ね水平堆積であるが、5-11層から5-14層を山形に盛り上げる点も同様である。ただ、南壁で山土を多く含んでいた5-15a層は細分され、山土層は間に5-15d,e層を挟んで、5-15cの上位層と5-15fの下位層に分かれる。ブロック状に含まれる山土も多く締め固められる。南北方向の土層断面図を作成していないため平面的な土層変化の状況を十分に把握できているとはいえないが、2区南端から北へ8m付近から山土の量が急激に増加する。このように5-15層で若干の違いは認められるが、山土を多量に含む5-15層が標高1.6m付近で石堤に取り付く点は南壁と同

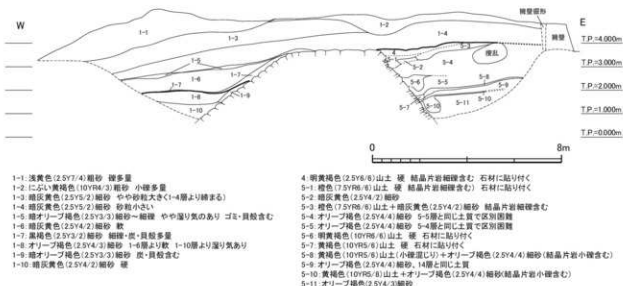
様である。

次に1区の土堤北壁(第26図)についてであるが、前述のとおり2区と土層番号は対応しない。土堤表層である4層は第2室戸台風時に削平され西側付近にのみ遺存する。5層は2区と異なり、山土を石堤裏法面に貼り付け締め固めた層が3箇所確認できる。概ね裏法面を3等分したところに位置する5-1層、5-6層、5-7層である。この他裏法には接しないが、5-10層でも山土の塊が法面付近にブロック状に分布する。5-7層と5-10層上部からは、東に向かい厚さ10cm程度の山土層が続く。標高1.6m付近で石堤に取り付いていることから、それぞれ2区北壁の5-15c層と5-15f層に対応するものと考えられる。

このように、3箇所の断面を観察すると大枠では同じ工程を経て築造されていることがわかるが、細部においてそれぞれの地点で異なる部分も認められる。



第25図 2区土堤北壁土層断面図(S=1/80)



第26図 1区北壁土層断面図(S=1/160)

第4節 遺物（第27～32図、第3、4表）

今回の調査では、遺物収納コンテナ（28ℓ）18箱分の遺物が出土した。1区が1箱、2区が13箱、3区が4箱で、4区からの出土はなかった。出土遺物点数の一覧を第3表に示す。なお、1区の出土遺物についてはすべて1層出土であるため表中の記載を省略した。

第1項 堤防築造後の堆積土層出土遺物

1層から3層及び遺構2、3の出土遺物である。

1～8は1層出土遺物である。2～8については、堤防上10cm以内の層で出土しており、一部2、3層に含まれる可能性もある遺物である。1層は第2節で述べたとおり20世紀代に埋没した層と位置づけられるが、堤防に近い位置では19世紀代の遺物の出土が目立つ。

9～21は2層出土遺物である。染付では、瀬戸・美濃系の端反碗（11,13）、焼接ぎ痕のある皿（15,16）、腰の張る丸碗（12）、口縁部を玉縁状に折り返す皿（14）等がある。呉須が青く鮮明なものが多い。陶器には、京・信楽系の灯明受皿（18）、土瓶蓋（17）等がある。炮烙（19,20）は口縁部が短く屈曲が強い。いずれも19世紀代の特徴を持つ遺物である。なお、2-3～2-5層については一部新しい遺物も含まれ、20世紀代まで時期が下る可能性がある。

22～27は遺構2出土遺物である。遺構2は土堤頂部で2区南端より南に続く。2-6層堆積後掘削され2-3～2-5層で山形の堤防形状に埋め戻される。2層出土遺物と同様19世紀代の遺物が中心である。髷盤（28）は遺構3出土遺物で、4-5層上面から切り込む。

29～36は4-4層上面、4-5層上面出土遺物で堤防上面と考えられる位置から出土した遺物である。瀬戸・美濃系の染付端反碗（29,30）や陶器蓋（35）、行平鍋（36）等19世紀中頃の特徴を示す遺物がある一方で、19世紀初頭の肥前系染付丸形碗（31）や肥前系染付丸形碗（32）・陶器鉢（34）のように18世紀後半まで上がる遺物も認められる。

37～44は3層出土遺物である。肥前系染付碗（42,43）は18世紀代までさかのぼる遺物である。肥前系広東碗（38,39）は体部に丸みを持ち古い様相を示す。炮烙（37）は口縁部が比較的長く、屈曲部に粘土を貼り付ける特異な形態である。この他に京・信楽系の小碗（40）、鍋（44）などが出土している。時期の比定が難しい遺物もあるが、瀬戸・美濃系染付を含まないことと、広東碗を含むことから、概ね18世紀後半から19世紀初頭に収まる時期の遺物と考えられる。

第2項 土堤出土遺物

45～56は4層出土遺物である。肥前系染付碗（45,50）、仏飯器（51）、京・信楽系統（52,53）など18世紀後半に収まる遺物である。

57～144は5層出土遺物で、このうち57～128は上層出土遺物である。肥前系染付碗（65,79,80,103,121）、皿（116,127）、蓋（104）、青磁染付の蕎麦猪口（82）、赤絵猪口（108）、瀬戸・美濃系陶器碗（58,117）、皿（87）、火入れ（69）、京・信楽系陶器碗（60,63,68,94,96,106,115）、堺搦鉢（90,99,123）、

土師器炮烙(77,98,120)などは、18世紀中頃から後半に位置づけられ、上層出土遺物の下限年代を示す。各層で時期的な差は見出せない。また、肥前系染付碗(110)、皿(112)、小坏(57,102)、肥前系陶器碗(70,85)など17世紀まで遡る可能性のある遺物が少量確認できる。

129～144は下層出土遺物である。京・信楽系陶器(141)、焙烙(135,136)など18世紀中頃以降の遺物も認められるが、上層に比べ肥前系陶器碗(143)、皿(134)、備前焼徳利(142)、炮烙(139)など17世紀までさかのぼる可能性のある遺物が多いのが特徴的である。

第3項 石堤出土遺物

145～161は石堤出土遺物である。海側の6-0、6-1層は、石材間から砂やガラス、プラスチックなど現代の流入が多く認められる層である。この他、内部の礫層である6-3～7層にも海側から流入したと考えられる砂が確認でき、実際に1cm程度のプラスチックや現代の磁器片が堤体中央部でも数点出土した。このため、出土遺物の取り扱いには出土地点とその大きさに注意を払って評価する必要がある。石堤築造時を示す遺物は、築造当時の土と考えられる山土及び黄灰色土が遺存している6-2層出土遺物を評価の対象とした。さらに石材の隙間から入る込む可能性がある大きさか否か、石堤内に破片が点在しているか否かも評価条件の一つとした。146～151,153～161は6-2層出土遺物である。この中でも特に肥前系染付端反鉢(150)、京・信楽系陶器碗(153)、堺搦鉢(159)は大破片で隙間から入ることは考えられず、150、153は別地点から出土した破片が接合している。159は、2-1層、4-5層、5層上位、堤防上10cmからの出土遺物と接合関係にあり、接合断面の磨耗はほとんどない。これらの遺物は18世紀中頃から後半に帰属する遺物である。また、149,160,161は、3区の6-2層

第3表 出土遺物点数一覧表

調査区	出土点数	出土位置	出土点数	出土位置	出土点数
2区	1553	1	123	1	123
		2	200	2	200
		遺構2,3	32	遺構2,3	32
		3	59	3	59
		4	134	4層西半	57
				4層東半	77
				5層上位	60
				5-1～4	
				5-5	267
				5-6	67
				5-7	18
				5-8	73
				5-9	26
				5-10	49
				5-10下位	48
				5-11	76
				5-12	40
				5-13	17
				5-14	0
				5-15	29
				5-16	4
				5-17	0
				5-18	15
				5-19	15
				5-20	0
				5-21	0
				5-22	8
				5-23	40
				6-0,1及び混入	71
		6-2	68		
		6-3	11		
		6-5	1		
3区	182	石敷き	2	石敷	2
		1	37	1	37
		2	16	2	16
				5-7	1
				5-10	5
				5-12	33
				5-14	6
				6-0,1及び混入	8
				6-2	21
				石敷上	9
				石敷上面	14
		石敷間	24		
		7	8		8
合計					1735

*○層上面は○層に含める。

*○層or○+1層は○層に含める。

出土遺物である。肥前系染付皿（149）、炮烙（161）は、裏法面中段砂岩列背後の山土混じりの礫層（6-2b層）から出土した。玉縁状の口縁形態、炮烙の口縁形態は18世紀後半の特徴である。

以上から混入を除く出土遺物の時期は18世紀後半に収まるものである。

第4項 石敷出土遺物

162～173が石敷周辺出土遺物であるが、大部分が石敷間や上面からの出土である。石敷上面からは、時期の特定できる遺物として明治16年の1銭硬貨が出土している。石敷下の7層からの出土は少なく、18世紀代の肥前系陶器鉢（169）、堺搦鉢（171）の他、寛永通宝の鉄銭⁽⁴⁾が出土している。石敷部の出土遺物は少ないが、18世紀中頃に収まるようである。

<注>

（1）『県指定史跡水軒堀防堀認識調査報告書』2009 和歌山県教育委員会・財団法人和歌山県文化財センター

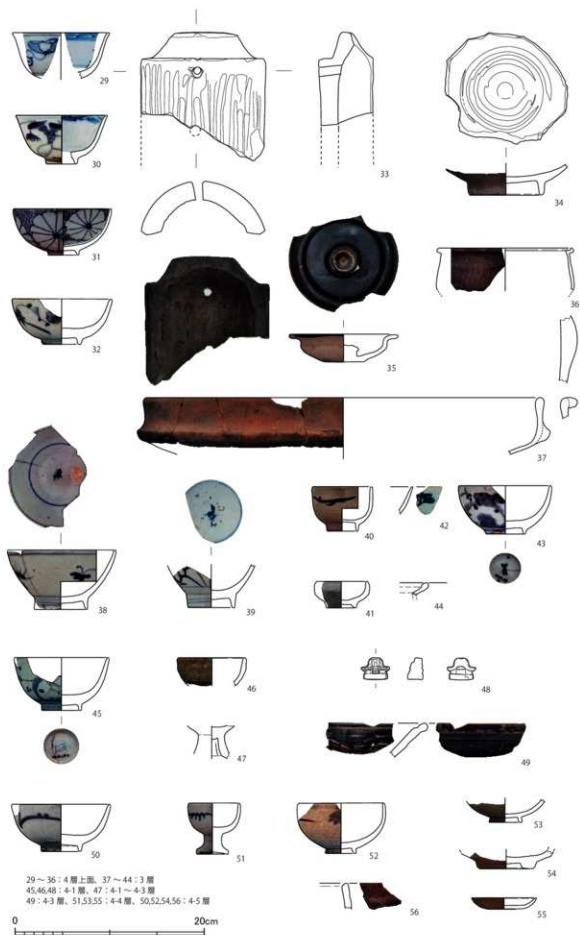
（2）自然面がそのまま使われる裏法中段砂岩列背面に小孔をもつ石材がある。この石材のように石材入手地で浸食された痕跡も少数確認できる。

（3）大阪産業大学玉野教授より御教示いただいた。

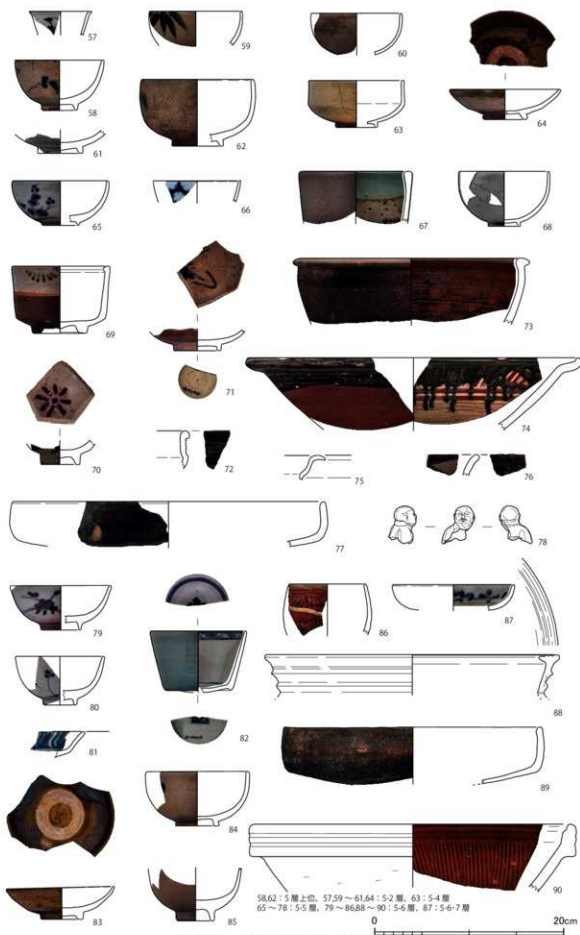
（4）鉄銭は、元文4年（1739年）頃から造られたとされる。



第 27 図 出土遺物実測図 (S=1/4)

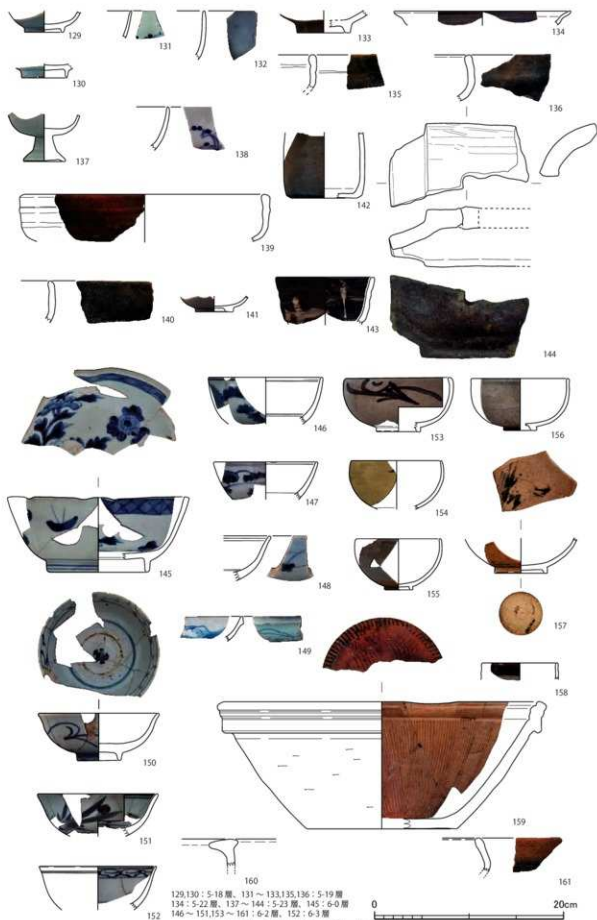


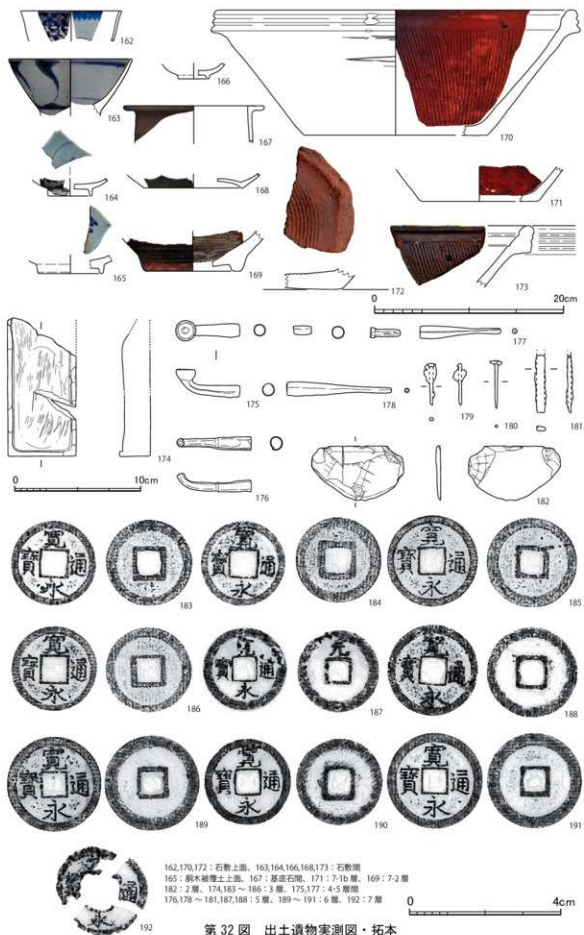
第28図 出土遺物実測図 (S=1/4)



第29图 出土遺物実測図 (S=1/4)







第4表 出土遺物観察表

番号	調査区	地区	通称	層位	種類	器種	口径 (cm)	底径 (cm)	器高 (cm)	残存率	特徴
1	2	A	—	1	灰付	碗	(11.4)	4.7	6.2	50%	黒戸・美濃系、焼反碗。増輪3単位で重複部あり、黒溝青・鮮明。壁高2.5cm付近。
2	2	B	—	1	灰付	碗	(8.4)	3.0	3.8	40%	黒戸・美濃系、焼反碗。口縁端部に鉄線、黒溝青・鮮明。壁高10cm内。
3	2	C	—	1-2-2a2	灰付	陶	—	—	3.2	10%	黒戸・美濃系、直線的にひらく。増輪、黒溝青・鮮明。
4	2	B	—	1	灰付	陶	—	6.0	—	底部50%	肥前系、広葉輪。壁高10cm内。
5	2	B	—	1	灰付	陶	(11.4)	6.7	5.8	50%	肥前系、広葉輪。黒溝青・鮮明。壁高10cm内。
6	2	B	—	1	灰付	陶	—	6.0	—	底部50%	産地不明、蛇の目凹型高台。黒溝青・鮮明。壁高10cm内。
7	2	B	—	1	灰付	陶	(15.0)	8.7	5.0	60%	肥前系、口縁部輪花紋に成形。蛇の目凹型高台。黒溝青・鮮明。壁高10cm内。
8	2	B	—	1	陶器	反碗、土器	11.4	8.4	2.5	90%	京信濃系、反碗、土器。壁高10cm内。
9	2	C(4d)	—	2-2	灰付	陶	(11.5)	(3.8)	4.4	20%	黒戸・美濃系？直線的にひらく。コバルトか？
10	2	C	—	2-2上面	灰付	陶	(11.5)	4.0	5.1	30%	黒戸・美濃系、直線的にひらく。増輪、黒溝青・鮮明。
11	2	C(2)	—	2-1	灰付	陶	(10.6)	(3.8)	6.0	60%	黒戸・美濃系、焼反碗。
12	2	C(3)	—	2-2	灰付	陶	(8.6)	4.2	5.2	50%	産地不明、腰のぼる丸碗。黒溝青・鮮明。
13	2	C(4)	—	2-2	灰付	陶	(9.5)	3.6	5.0	20%	黒戸・美濃系、焼反碗。
14	2	C(2)	—	2-2	灰付	陶	(14.8)	(10.2)	3.3	口縁部20%	肥前系？口縁部折り返し玉縁状とする。2-1層出土遺物に同一個体あり。黒溝青・鮮明。
15	2	C(4)	—	2-2	灰付	陶	(15.0)	—	—	口縁部25%	肥前系、口縁部輪花紋に成形。増輪。
16	2	C(2)	—	2-1	灰付	陶	(17.6)	(10.6)	3.4	40%	肥前系、口縁部輪花紋に成形。増輪。
17	2	C(4)	—	2-2	陶器	土器	8.0	3.7	2.3	90%	産地不明、反碗。土器。
18	2	C(4)	—	2-2	陶器	土器	8.1	3.2	1.4	80%	京・信濃系、打明受皿。反碗？口縁外面に深付溝。
19	2	C(4)	—	2-2	土師器	陶器	—	—	—	口縁部10%	口縁部短く屈曲し、肥前系。
20	2	C(4)	—	2-2	土師器	陶器	—	—	—	口縁部15%	口縁部短く屈曲し、肥前系。
21	2	C(2)	—	2-2	陶器	土器	(13.5)	—	—	口縁部10%	京・信濃系、外面に鉄線による環状文。
22	2	C	通称2	1	灰付	陶	(11.6)	—	—	口縁部15%	肥前系、広葉輪か？
23	2	C	通称2	1	灰付	陶	(10.6)	(3.6)	5.9	底部30%	黒戸・美濃系、焼反碗。増輪。黒溝青・鮮明。
24	2	C	通称2	1	灰付	小碗	(11.6)	—	—	20%	肥前系？短反小碗。
25	2	C	通称2	1	陶器	土器	—	5.1	—	底部100%	肥前系？反碗。外面に緑色釉。
26	2	C	通称2	1	陶器	土器	—	—	—	口縁部10%	産地不明、鉄線。
27	2	C	通称2	1	陶器	土器	—	7.4	—	底部30%	肥前系、白土による磨目。
28	2	C	通称3	—	陶器	土器	—	—	—	80%	黒戸・美濃系、反碗。
29	2	C(e 12)	—	4-5上面	灰付	陶	(10.2)	—	—	口縁部25%	黒戸・美濃系、焼反碗。増輪。
30	2	C	—	4-4上面	灰付	陶	(9.6)	(3.0)	5.2	45%	黒戸・美濃系、焼反碗。増輪。
31	2	C(4)	—	4-4上面	灰付	陶	(10.3)	3.3	4.9	40%	肥前系、丸形碗。
32	2	C(4)	—	4-5上面	灰付	陶	10.4	4.0	4.9	90%	肥前系、厚手。見込み蛇の目縁割。
33	2	C(4)	—	4-5上面	灰付	丸瓦	—	—	—	30%	内面白土・内タタキ。
34	2	C	—	1.4-5層間	陶器	土器	—	7.6	—	底部90%	肥前系、白土による磨目。高台に白い泥環。見込み輪帯状の彫刻。
35	2	C(4)	—	4-4上面	陶器	土器	11.5	4.3	3.0	80%	産地不明、上面に鉄線。
36	2	C(4)	—	4-4上面	陶器	土器	11.5	4.3	3.0	口縁部15%	産地不明、行平輪。外面に飛ガシナ文様。
37	2	C(e 1)	—	3-1	土師器	陶器	(41.6)	—	—	口縁部30%	肥前系、打明受皿。肥前系部分あり。
38	2	C(2)	—	3-1	灰付	陶	(11.3)	5.8	6.3	60%	肥前系、広葉輪。産地不明。見込みと底面輪帯がない部分あり。
39	2	C(2)	—	3-1	灰付	陶	—	4.9	—	底部100%	肥前系、広葉輪。産地不明。高台と体部境界に段差。
40	2	C(2)	—	3-1	陶器	土器	6.2	3.2	4.7	80%	京・信濃系、鉄線文。
41	2	C(e 1)	—	3-1	陶器	小碗	(5.3)	3.1	2.8	口縁部15% 底部100%	肥前系、外面上半まで鉄線。
42	2	C	—	3-2	灰付	陶	—	—	—	口縁部10%	肥前系、コニシヤ印。
43	2	B	—	3-2	灰付	陶	9.7	4.0	5.2	60%	肥前系、丸形碗。厚手。
44	2	C	—	3-2a	灰付	陶	—	—	—	口縁部10%	京・信濃系、鉄線付輪？
45	2	C(2)	土器	4-1	灰付	陶	(9.8)	4.2	5.8	50%	肥前系、丸形碗。厚手。
46	2	C(2)	土器	4-1	陶器	小碗	(7.0)	—	—	口縁部30%	産地不明、深い波明線。
47	2	C	土器	4-1+4-3	土師器	高片	—	—	—	脚部上。半。	
48	2	C(1)	土器	4-1	土師器	土製人形	—	—	—	頭部欠損。	
49	2	C(2)	土器	4-3	陶器	土器	—	—	—	口縁部10%	肥前系、口縁部丸く収める。内面に白土による磨目。
50	2	C(e 3)	土器	4-5	灰付	陶	(10.2)	4.0	5.0	50%	肥前系、厚手。見込み蛇の目縁割。
51	2	C	土器	4-4	灰付	仏面器	(5.2)	3.3	5.4	口縁部20% 底部100%	肥前系、脚部無縁。
52	2	C(e 12)	土器	4-5	陶器	碗	(8.9)	3.1	5.3	口縁部10% 底部100%	京・信濃系、丸碗。厚手。体部外面に鉄線。
53	2	C	土器	4-4	陶器	碗	—	3.4	—	底部100%	京・信濃系、ハナリに凹高台。
54	2	C(e 12)	土器	4-5	陶器	灰入？	—	5.6	—	底部100%	黒戸・美濃系？外面反緑色釉？見込み黄褐色釉と鉄線点。
55	2	C	土器	4-4	土師器	土器	6.8	4.0	1.2	80%	赤さき、内面透明焼。
56	2	C(e 12)	土器	4-5	陶器	増輪	—	—	—	口縁部10%	口縁外周にナツバ。
57	2	C(e 1)	土器	5-2	灰付	小外平	(6.6)	—	—	口縁部20%	肥前系。
58	2	C(e 2)	土器	5層上段	陶器	碗	9.3	3.4	5.3	90%	黒戸・美濃系、陶器付輪。
59	2	C(1)	土器	5-2	陶器	碗	(9.6)	—	—	口縁部25%	京・信濃系、丸碗。緑色上輪付。
60	2	C(1)	土器	5-2	陶器	碗	(9.4)	—	—	口縁部20%	京・信濃系、丸碗。73と同一の可能性。
61	2	C(1)	土器	5-2	陶器	碗	—	4.7	—	底部50%	黒戸・美濃系、反碗。
62	2	C(2)	土器	5層上段	陶器	碗	(11.7)	(5.3)	7.1	口縁部40%	黒戸・美濃系、丸碗。産地付近にクロクによる凹点。
63	2	C(2)	土器	5-4	陶器	碗	(9.8)	(4.3)	5.0	30%	京・信濃系、半面形。
64	2	C(e 1)	土器	5-2	陶器	碗	(11.5)	(4.5)	3.2	30%	肥前系。見込み蛇の目縁割。内面無縁。
65	2	C(1)	土器	5-2	灰付	陶	(10.0)	(3.8)	4.7	30%	肥前系、丸形碗。
66	2	C(2)	土器	5-2	灰付	陶	(9.7)	—	—	口縁部10%	肥前系、口縁部直線に鉄線。
67	2	C(2)	土器	5-2	灰付	器	(11.1)	—	—	口縁部15%	肥前系、外面無縁。
68	2	C(2)	土器	5-5	陶器	碗	(9.4)	3.3	5.8	50%	京・信濃系、厚手、輪文。
69	2	C(1)	土器	5-5	陶器	灰入	(10.1)	(5.5)	7.1	50%	黒戸・美濃系、外面上下で反碗と鉄線の掛け方。
70	2	C(1)	土器	5-5	陶器	碗	—	(4.0)	—	底部90%	肥前系、外面鉄線、内面反碗。見込みに鉄線輪で電文文。
71	2	C(2)	土器	5-5	陶器	碗	—	4.8	—	底部60%	肥前系、京信濃系。高台内(？)鉄線。
72	2	C(2)	土器	5-5	陶器	灰入	—	—	—	口縁部10%	肥前系、口縁部玉縁状。外面鉄線。輪文に鉄線取り。

第4表 出土遺物観察表

番号	調査区	地区	遺構	層位	種類	器種	口径 (cm)	底径 (cm)	高さ (cm)	残存率	特徴
73	2	Cb(2)	土壌	5-9	陶器	鉢?	(23.6)	—	—	口縁部40%	丹塗、内外面鉄絵、内面口口口。
74	2	Cb(1)	土壌	5-9	陶器	鉢	(36.0)	—	—	口縁部15%	鉄絵面、白土による腹文、口縁部に鉄絵+銅鉄絵。
75	2	Cb(2)	土壌	5-9	陶器	?	—	—	—	口縁部15%	灰・黄褐色、鉄絵。
76	2	Cb(1)	土壌	5-9	陶器	?	—	—	—	口縁部15%	丹塗、内外面鉄絵。
77	2	Cb(1)	土壌	5-9	銅器	銅貨	(32.8)	—	—	口縁部10%	口縁部やや低い、小片のため形状不詳。
78	2	Cb(1)	土壌	5-9	銅器	土製土器	—	—	—	口縁部100%	富士土器。
79	2	Cb(1)	土壌	5-9	金付	銅	(10.6)	(4.2)	4.7	35%	鉄絵面、丸形、厚手。見込みの目録割。
80	2	Cb(1)	土壌	5-9	金付	銅	(9.3)	(3.2)	5.2	25%	鉄絵面、丸形、厚手。
81	2	Cb(1)	土壌	5-9	金付	銅	—	—	—	口縁部15%	鉄絵面、厚手。
82	2	Cb(1)	土壌	5-9	金付	銅	(10.0)	(6.8)	6.5	35%	鉄絵面、厚手。見込み五弁花コンニャク印、底面角縁。
83	2	Cb(2)	土壌	5-9	陶器	鉢	11.4	4.3	3.5	75%	鉄絵面、見込みの目録割。内面に鉄絵。
84	2	Cb(1)	土壌	5-9	陶器	鉢	(10.8)	4.5	5.8	口縁部15% 底面100%	灰・黄褐色、丸形、厚手、外面に鉄絵。
85	2	Cb(1)	土壌	5-9	陶器	鉢	—	3.8	—	底面100%	鉄絵面、高台内面、厚手。
86	2	Cb(1)	土壌	5-9	陶器	鉢?	(8.0)	—	—	口縁部15%	瀬戸・美濃土、鉄絵。
87	2	Cb(1)	土壌	5-9	陶器	鉢	(12.8)	—	—	口縁部30%	瀬戸・美濃土、鉄絵。
88	2	Cb(1)	土壌	5-9	陶器	鉢	(30.6)	—	—	口縁部15%	丹塗、内外面鉄絵。
89	2	Cb(1)	土壌	5-9	銅器	銅貨	(27.0)	—	—	口縁部30%	口縁部口縁部。
90	2	Cb(2)	土壌	5-9	銅器	銅貨	(33.4)	—	—	口縁部15%	丹塗、2分、スリム、(一層)6mm/単位、幅30mm。
91	2	Cb(2)	土壌	5-9	金付	銅	(8.4)	—	—	口縁部10%	鉄絵面、外周鉄絵、内面鉄文。
92	2	Cb(3)	土壌	5-10	銅器	銅	13.8	8.2	3.3	70%	鉄絵面、口縁部花文に成形。見込みに花文(上縁はがれ)、底面中央にハバキ。
93	2	Cb(2)	土壌	5-9	陶器	鉢	(11.6)	—	—	口縁部30%	鉄絵面、丸形、鉄絵文。
94	2	Cb(2)	土壌	5-9	陶器	鉢	—	—	—	口縁部15%	灰・黄褐色、外面に鉄絵文、70と同一個体か?
95	2	Cb(1)	土壌	5-9	陶器	鉢	(8.8)	—	—	口縁部15%	灰・黄褐色、口縁部と底面外周下半に鉄絵。
96	2	Cb(1)	土壌	5-10	陶器	鉢	(9.5)	—	—	口縁部20%	灰・黄褐色、丸形、外面に鉄絵文。
97	2	Cb(2)	土壌	5-8-9-12	銅器	銅貨	(11.6)	—	—	口縁部10%	内面鉄文、口縁部外周に付着。
98	2	Cb(2)	土壌	5-10	銅器	銅貨	—	—	—	口縁部10%	口縁部口縁部。
99	2	Cb(1)	土壌	5-9	銅器	銅貨	(32.4)	—	—	口縁部40%	丹塗、2分、スリム、(一層)6mm/単位、幅27mm。
100	2	Cb(1)	土壌	5-10	金付	銅	(9.5)	—	—	口縁部25%	鉄絵面、丸形、外周にコンニャク印による鉄文。
101	2	Cb(1)	土壌	5-10	金付	銅	(8.0)	3.2	4.3	口縁部20% 底面100%	鉄絵面、小振りな丸形、外周にコンニャク印による鉄文。
102	2	Cb(2)	土壌	5-10	金付	銅	(8.3)	—	—	口縁部25%	鉄絵面、口縁部外周に鉄文の圓縁1度、底面外周に2度の圓縁。
103	2	Cb(2)	土壌	5-10	金付	銅	(7.7)	(6.2)	6.2	40%	鉄絵面、厚手、黄銅金付。
104	2	Cb(2)	土壌	5-10	金付	銅	—	4.4	—	口縁部30%	鉄絵面、見込みに鉄文、コンニャク印?
105	2	Cb(1)	土壌	5-10	金付	銅	(20.2)	—	—	口縁部15%	灰・黄褐色、鉄絵。
106	2	Cb(1)	土壌	5-10	金付	銅	(9.8)	—	—	口縁部10%	灰・黄褐色、鉄絵、口縁部鉄文。
107	2	Cb(1)	土壌	5-10	金付	銅	(11.8)	—	—	口縁部15%	鉄絵面、鉄文、口縁部に付着。
108	2	Cb(2)	土壌	5-11	銅器	銅貨	4.9	3.1	3.3	95%	鉄絵面、丸形、鉄文。
109	2	Cb(2)	土壌	5-11	金付	銅	(11.5)	4.0	5.0	50%	鉄絵面、丸形、厚手、一層。
110	2	Cb(2)	土壌	5-11	金付	銅	(16.2)	—	—	口縁部10%	鉄絵面、口縁部。
111	2	Cb(2)	土壌	5-12	金付	銅	9.8	4.0	5.1	80%	鉄絵面、丸形、通化した模様。
112	2	Cb(2)	土壌	5-11	金付	銅	—	—	2.4	70%?	鉄絵面、厚手、角高台、後から付け、たたら成形(鉄?)、一層。
113	2	Cb(2)	土壌	5-11	金付	銅	(14.8)	—	—	口縁部10%	鉄絵面、厚手。
114	2	Cb(2)	土壌	5-11	金付	銅	—	(7.4)	—	底面30%	鉄絵面、鉄絵+白土による腹文。
115	2	Cb(2)	土壌	5-11	金付	銅	—	3.7	—	底面100%	灰・黄褐色、厚手、高台ハバキ。
116	2	Cb(2)	土壌	5-11	金付	銅	(12.1)	4.2	3.8	口縁部20% 底面100%	鉄絵面、見込みの目録割、高台も付け、見込みに白色鉄文、鉄文に黄色。一層。
117	2	Cb(2)	土壌	5-11a	金付	銅	(9.1)	—	—	口縁部10%	瀬戸・美濃土、鉄絵。
118	2	Cb(2)	土壌	5-11	金付	銅	(10.7)	(5.3)	1.8	口縁部10% 底面75%	鉄絵面、鉄文、口縁部に付着。
119	2	Cb(2)	土壌	5-11	金付	銅	(7.5)	—	1.3	10%	鉄絵面、鉄文、口縁部に付着。
120	2	Cb(2)	土壌	5-11	金付	銅	—	—	—	口縁部15%	鉄絵面、鉄文、口縁部に付着。
121	2	Cb(1)	土壌	5-13	金付	銅	(10.7)	(3.7)	5.0	30%	鉄絵面、丸形、鉄文。
122	3	Cb(6)	土壌	5-12a	金付	銅	(13.4)	(6.8)	3.8	40%	鉄絵面、見込みの目録割、見込み五弁花? 高台外周鉄文から黄色に黄色。
123	3	Cb(2)	土壌	5-11下 黄色砂層	陶器	銅貨	(21.0)	—	—	口縁部20%	鉄絵面、スリム、(一層)6mm/単位、幅23mm、小形、5-15層上。
124	2	Cb(2)	土壌	5-12-14	陶器	鉢?	(17.0)	—	—	口縁部15%	丹塗、内外面鉄絵、口縁部鉄文。
125	3	Cb(6)	土壌	5-14a	銅器	土製土器	—	—	—	口縁部10%	上層鉄文。
126	2	Cb(1)	土壌	5-13	銅器	土製土器	—	—	—	口縁部10%	下層。
127	2	Cb(2)	土壌	5-13	銅器	銅貨	(13.0)	—	—	口縁部20%	鉄絵面、鉄文、口縁部に付着。
128	2	Cb(2)	土壌	5-13	銅器	銅貨	(13.2)	—	—	口縁部10%	鉄絵面、鉄文、口縁部に付着。
129	2	Cb(2)	土壌	5-13	銅器	銅貨	(14.0)	—	—	口縁部10%	鉄絵面、鉄文、口縁部に付着。
130	2	Cb(2)	土壌	5-13	銅器	銅貨	(4.8)	—	—	口縁部10%	鉄絵面、鉄文、口縁部に付着。
131	2	Cb(2)	土壌	5-13	銅器	銅貨	—	—	—	口縁部10%	鉄絵面、鉄文、口縁部に付着。
132	2	Cb(2)	土壌	5-13	銅器	銅貨	—	—	—	口縁部10%	鉄絵面、鉄文、口縁部に付着。
133	2	Cb(2)	土壌	5-13	銅器	銅貨	—	—	—	口縁部10%	鉄絵面、鉄文、口縁部に付着。
134	2	Cb(1)	土壌	5-22	銅器	銅貨	(18.6)	—	—	口縁部10%	鉄絵面、鉄文、口縁部に付着。
135	2	Cb(2)	土壌	5-13	銅器	銅貨	—	—	—	口縁部10%	鉄絵面、鉄文、口縁部に付着。
136	2	Cb(2)	土壌	5-13	銅器	銅貨	—	—	—	口縁部10%	鉄絵面、鉄文、口縁部に付着。
137	2	Cb(2)	土壌	5-23	銅器	銅貨	—	4.4	—	口縁部10%	鉄絵面、鉄文、口縁部に付着。
138	2	Cb(2)	土壌	5-23	銅器	銅貨	—	—	—	口縁部10%	鉄絵面、鉄文、口縁部に付着。
139	2	Cb(2)	土壌	5-23	銅器	銅貨	(9.0)	—	—	口縁部15%	鉄絵面、鉄文、口縁部に付着。
140	2	Cb(2)	土壌	5-23	銅器	銅貨	—	—	—	口縁部10%	鉄絵面、鉄文、口縁部に付着。
141	2	Cb(1)	土壌	5-23	銅器	銅貨	—	(3.8)	—	底面100%	鉄絵面、鉄文、口縁部に付着。
142	2	Cb(2)	土壌	5-23	銅器	銅貨	—	(6.8)	—	底面30%	鉄絵面、鉄文、口縁部に付着。
143	2	Cb(2)	土壌	5-23	銅器	銅貨	(10.2)	—	—	口縁部20%	鉄絵面、鉄文、口縁部に付着。
144	2	Cb(2)	土壌	5-23	銅器	銅貨	—	—	—	口縁部10%	鉄絵面、鉄文、口縁部に付着。

第4表 出土遺物観察表

番号	調査区	地区	通稱	層位	種類	器種	口径 (cm)	底径 (cm)	高さ (cm)	残存率	特徴
145	2	石堤	石堤	6-9 塗付	鉢	鉢	(18.3)	(10.3)	8.0	25%	肥前系。口縁部輪花紋に成形。蛇の目型蓋高台。
146	2	石堤-1	石堤	6-2a 塗付	鉢	鉢	(11.7)	—	—	口縁部10%	肥前系。
147	2	石堤-1	石堤	6-2a 塗付	鉢	鉢	(10.8)	—	—	口縁部15%	肥前系。
148	2	石堤-2	石堤	6-2a 塗付	鉢	鉢	—	—	—	口縁部片	肥前系。増反鉢。おそろく見込み蛇の目跡割製。
149	3	石堤-6	石堤	6-2b 塗付	皿	皿	—	—	—	口縁部片	肥前系。玉縁状口縁。
150	2	石堤-1	石堤	6-2a 塗付	鉢	鉢	12.6	4.4	5.0	80%	肥前系。増反鉢。見込み蛇の目跡割製。コンニャク印判による瓦作文。
151	2	石堤-1	石堤	6-2a 塗付	鉢	鉢	(12.6)	—	—	口縁部35%	肥前系。増反鉢。見込み蛇の目跡割製。
152	2	石堤-3	石堤	6-3 塗付	鉢	鉢	12.2	—	—	口縁部60%	肥前系。増反鉢。
153	2	石堤-1	石堤	6-2a 陶部	碗	碗	10.8	(4.6)	5.8	70%	京・信楽系。丸碗。外面鉄絵文様。やや厚手。
154	2	石堤-1	石堤	6-2a 陶部	碗	碗	(9.4)	—	—	口縁部30% 底部100% 体部40%	京・信楽系。丸碗。薄手。外面鉄絵文様。
155	2	石堤-1	石堤	6-2a 陶部	碗	碗	(8.8)	2.9	5.4	口縁部小片 底部100%	京・信楽系。丸碗。やや厚手。
156	2	石堤-2	石堤	6-2b 上面	陶部	碗	(10.1)	(3.2)	5.5	15%	京・信楽系。丸碗。やや厚手。高台厚い。
157	2	石堤-1	石堤	6-2a 上面	陶部	皿	—	5.4	—	底部100%	肥前系。京信風陶部。厚印あり。
158	2	石堤-1	石堤	6-2a 陶部	湯呑	湯呑	(7.8)	—	—	口縁部10%	瀬戸・美濃系。厚手湯呑。
159	2	石堤-1.2	石堤	6-2a 陶部	湯鉢	湯鉢	(33.1)	(15.8)	13.4	25%	伊豫鉢。2式。スリメ12本ノ単位。幅33mm。2-1型。4-3型。5号土位及び通防上10cm出土遺物と接合。
160	3	石堤-6	石堤	6-2a 陶部	皿	皿	—	—	—	口縁部片	肥前系。1号状口縁。体部片あり。
161	3	石堤-6	石堤	6-2b 土砂層	陶部	陶部	—	—	—	口縁部片	伊豫系。
162	3	A	石敷	石敷上面	塗付	碗	(10.6)	—	—	口縁部10%	瀬戸・美濃系。増鉢。京信風割製。
163	3	A	石敷	石敷間	塗付	碗	(12.8)	—	—	口縁部30%	肥前系？広直系。
164	3	石敷-7	石敷	石敷間	塗付	碗	—	(4.3)	—	底部20%	肥前系？。見込み「唐」？
165	3	石敷-6	石敷	銅木被覆 土上面	塗付	皿？	—	(6.6)	—	底部20%	肥前系。見込みに文字。高台内彫刻なし。
166	3	A	石敷	石敷間	埋部	小皿	—	(3.2)	—	底部40%	肥前系？残存部無文。
167	3	B	石堤	基礎石間	陶部	鉢太鉢？	(14.6)	—	—	口縁部15%	京・信楽系。
168	3	石敷-7	石敷	石敷間	陶部	土瓶？	—	(10.4)	—	底部20%	産地不明。底彫無輪。
169	3	石敷-6	石敷	7-2 陶部	鉢	鉢	—	(10.0)	—	底部30%	肥前系。内面白土による刷毛目。外面鉄絵？風化濃し。
170	2	石堤-2	石敷	石敷上面	陶部	湯鉢	(37.6)	(19.3)	13.2	口縁部15%	伊豫鉢。3式。スリメ12本ノ単位。幅約39mm。
171	3	石敷-6	石敷	7-1b 陶部	湯鉢	湯鉢	—	(12.2)	—	底部25%	伊豫鉢。小形。スリメ12本ノ単位。幅24mm。
172	3	石敷-6	石敷	石敷上面	陶部	湯鉢	—	—	—	底部片	産地不明。
173	3	石敷-7	石敷	石敷間	陶部	湯鉢	—	—	—	口縁部小片	伊豫鉢。3式？破損。スリメ12本ノ単位。幅約40mm。
174	2	C(42)	—	3-1 石製品	碇	碇	—	—	—	70%	幅7.1cm。厚さ3.3cm。
175	2	C(42)	土堤	4.5層間	銅製品	僧堂	—	—	—	100%	鎌倉。ラウ一部残存。全長5.1cm。穴直径1.4cm。
176	2	C(42 II)	土堤	5-1 銅製品	僧堂	—	—	—	—	100%	鎌倉。火炎文様。
177	2	C(42)	土堤	4.5層間	銅製品	僧堂	—	—	—	100%	鎌倉。9.3と同一地点で出土。ラウ一部残存。全長6.4cm。
178	2	C(42 II)	土堤	5-2 銅製品	僧堂	—	—	—	—	100%	鎌倉。全長8.2cm。
179	2	C(42 II)	土堤	5-1 鉄製品	釘	釘	—	—	—	100%	全長3.3cm。幅3mm。厚さ2mm。
180	2	C(42 II)	土堤	5-10 下位	銅製品	釘	—	—	—	100%	丸釘。全長3.8cm。
181	2	C(42 II)	土堤	5-2 鉄製品	釘or釘？	釘or釘？	—	—	—	100%	鎌倉。幅8mm。厚さ3mm。残存長さ4.8cm。
182	2	C(42 II)	—	3-1 石製品	碇石？	碇石？	—	—	—	90%	碇石として使用例刀？つくる？幅9.7×5.8cm。厚さ3mm。
183	2	C	—	3-2 銅製品	銅銭	銅銭	—	—	—	100%	直径22.9×23.0mm。厚さ1.2mm。
184	2	C	—	3-2 銅製品	銅銭	銅銭	—	—	—	100%	直径22.7mm。厚さ2.0mm。
185	2	C	—	3-2 銅製品	銅銭	銅銭	—	—	—	100%	直径24.5mm。厚さ1.4mm。半磨損(172)と類似？。
186	2	C	—	3-2 銅製品	銅銭	銅銭	—	—	—	100%	直径22.9×23.0mm。厚さ1.0mm。
187	2	C(42 II)	土堤	5-10 下位	銅製品	銅銭	—	—	—	100%	直径22.3mm。厚さ1.3mm。半磨損(174)と類似？。
188	2	C(42 II)	土堤	5-2 銅製品	銅銭	銅銭	—	—	—	100%	直径24.4×24.5mm。厚さ1.1mm。
189	2	石堤-3	石堤	6-1 上面	銅製品	銅銭	—	—	—	100%	直径25.6mm。厚さ1.1mm。直徑大。
190	3	石堤-6	石堤	6-2a 銅製品	銅銭	銅銭	—	—	—	100%	直径23.3×23.4mm。厚さ1.2mm。元文(1738～1745)秋田製？。
191	2	石堤-3	石堤	6-3 銅製品	銅銭	銅銭	—	—	—	100%	直径25.6mm。厚さ1.2mm。直徑大。
192	3	石敷-6	石敷	7-1 鉄製品	鉄銭	鉄銭	—	—	—	100%	3分割に破損。直径約21mm。厚さ約1.2mm。元文4年(1730)以降。

第4章 分析

第1節 樹種同定

今回の調査で堤防底部と石敷部から胴木及び木杭等が検出された。海岸堤防の築造方法を解明するにあたり、これらの樹種を同定する必要が生じたため、(株)吉田生物研究所に委託し、8試料について樹種同定を行った。この結果、全試料ともマツ科マツ属〔二葉松類〕との成果を得た。

第5表 樹種同定試料一覧表

No.	試料名	出土位置
1	木杭 1	2 区石堤東側石敷木杭
2	木杭 2	4 区石堤東側石敷木杭
3	木杭 3	3 区石堤西側胴木留杭
4	木杭 4	3 区石堤西側石敷 2 段目木杭
5	木片 1	3 区石堤西側胴木上木片
6	胴木 1	4 区石堤東側基底部胴木
7	胴木 2	3 区石堤西側基底部胴木 (北側)
8	胴木 3	3 区石堤西側基底部胴木 (南側)

第2節 地盤調査

第1項 現場密度試験

土堤表面を覆う山土層である4層の現場密度を、JIS A 1214「砂置換による土の密度試験」に基づき測定した。測定は石堤天端東端から東へ2.5m (P 1) と

第6表 現場密度試験結果一覧表

	湿潤密度	乾燥密度	含水率
P1 (4層山土上層)	1.81	1.64	110.4%
P2 (4層山土上層)	1.73	1.51	114.7%
P1 (4層山土下層)	1.59	1.41	112.5%

3.5m (P 2) の位置で実施し、P 1 では土色の異なる下層の山土でも測定した。

この結果、上層の平均湿潤密度は1.77、平均乾燥密度は1.57、下層の湿潤密度は1.59、乾燥密度は1.41と高密度の土であるが、やや下層の値が低い。含水率の平均値は等しく113%であった。

第2項 ポータブルコーン貫入試験

土堤表面を覆う山土層(4層)とその下層である砂層(5層)に対してポータブルコーン貫入試験を行い、コーン貫入抵抗を求めた。試験は地盤工学会の基準 JGS1431に基づき実施した。

前項のP 1、P 2に加え、石堤天端東端から東へ3.5m (P 3) の地点で測定した。P 1、2は4層上及び5層上から実施し、P 3は標高2.6mの5層中から測定した。

この結果、山土層(4層)の貫入は5cm程度までで、これ以上人力では貫入することができなかった。貫入抵抗は940kN/m²以上である。砂層(5層)は周辺摩擦が大きいためか30cm程度しか貫入させることができなかった。このため、良好な数値は得られていない。

貫入試験では値を特定することはできなかったが、現場密度試験、ポータブルコーン貫入試験結果により、土堤の表層である4層が非常に固く締め固められた土であることを客観的に示すことができた。

第5章 石堤の移築整備（第33,34図、第7表）

2区の車道部分について、工事の影響範囲まで石堤を解体し移築整備した。作業は株式会社京都科学に委託して実施した。

第1節 解体

各石材の詳細な写真撮影及び3点のマーキングにより位置データを計測し、石堤の復元に必要な記録を取得しながら石材を解体した。解体前或いは解体後に石材の風化・破損を防ぐため石材強化材ワッカー OH を1㎡あたり3kg 塗布含浸し石材を強化した。

解体範囲は第33図のとおりである。2区解体部の南端5石については、車道と歩道間の擁壁設置の際に必要な作業スペースを確保するために解体したもので、工事施工後現状復旧した石材である。3区についても同様の擁壁工事で一部解体し北側の石材のみ復旧した。

露出した堤防抜き取り面は不織布で覆った後真砂土で保護した。擁壁設置部の抜き取り断面については不織布、遮水シートで養生後、擁壁との間隙にモルタルを充填した。この作業時に前述の仮解体した石材を復旧した。

第2節 移築整備

移築場所は今回の調査地点から南へ800m 程離れた地点で、現在和歌山県が管理する南海電鉄和歌山港線線路跡地である。中堤防南端部から南へ200m 離れるが指定地に含まれる砂堆の前面（海側）に位置する（第3図参照）。

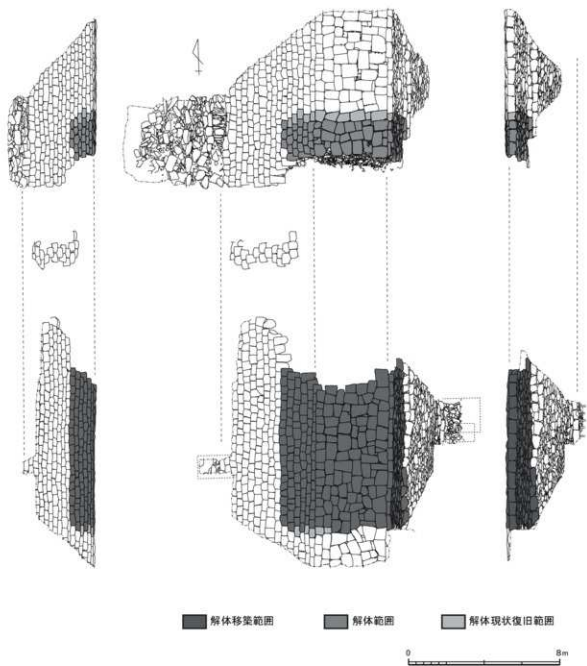
基礎工事を行った後、実際に使われていた片岩礫を内部に充填しながら石材を復元した。破損していた石材については接着しながら作業を進めたが、裏法の結晶片岩で接着を行っても使用困難なものについては同種石材の代替品を使用した。中堤防は土堤があって安定する構造であるため安全面から石堤内部をモルタルで一部補強した。また、この石堤は露出展示となるため復元後撥水処理剤を塗布した。

陶製の説明板を4枚作成し2枚を移築石堤に、残り2枚を解体地点に設置した。

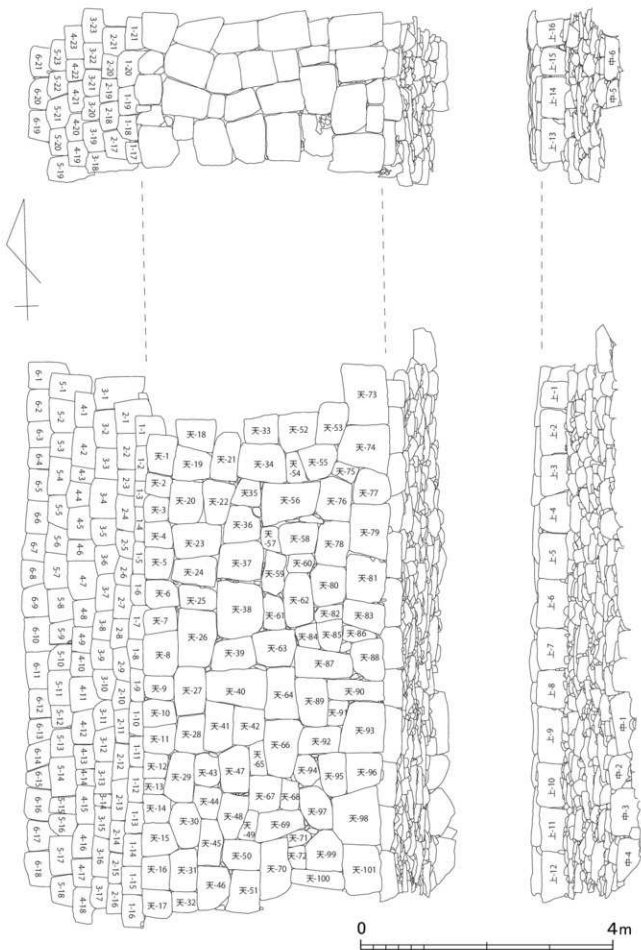
第3節 石材法量

解体した石材について、高さ、幅、奥行き等法量を計測した。なお、裏法結晶片岩については規格性が認められないため省略し、天端石については奥行きのみ記録した。

表法については上からの段数に「-番号」を付し裏法については、上段砂岩列は「上-番号」、中段砂岩列は「中-番号」として区別した。番号は2区解体部北側から南側、その後3区南側から北側の順に付した（例：2区表法4段目北側から8石目であれば4-8、3区表法4段目南端の石材であれば4-19、2区裏法上段砂岩列北側から4石目であれば上-4）。



第33図 石堤解体・移築範囲 (S=1/200)



第7表 石材量一覧表

石材番号	表面高さ	表面幅	奥行き	奥行き／高さ	石材番号	表面高さ	表面幅	奥行き	奥行き／高さ	石材番号	表面高さ	表面幅	奥行き	奥行き／高さ	石材番号	表面高さ	表面幅	奥行き	奥行き／高さ	石材番号	表面高さ	表面幅	奥行き	奥行き／高さ
1-1	25	56	70	2.80	3-16	32	65	81	2.53	6-4	45	40	81	1.80	天-1	30		天-58	35	石材番号				
1-2	22	59	75	3.41	3-17	35	50	71	2.03	6-5	37	50	81	2.19	天-2	60		天-59	32	天-59	32			
1-3	23	28	84	3.65	3-18	32	35	79	2.47	6-6	41	52	81	1.98	天-3	50		天-60	22	天-60	22			
1-4	21	56	74	3.52	3-19	25	48	76	3.04	6-7	49	45	73	1.49	天-4	40		天-61	34	天-61	34			
1-5	25	52	77	3.08	3-20	33	37	80	2.42	6-8	45	35	80	1.78	天-5	50		天-62	40	天-62	40			
1-6	27	49	87	3.22	3-21	31	40	80	2.58	6-9	50	50	85	1.70	天-6	30		天-63	31	天-63	31			
1-7	27	53	78	2.89	3-22	35	43	87	1.91	6-10	40	48	82	2.05	天-7	35		天-64	38	天-64	38			
1-8	29	40	87	3.00	3-23	38	51	81	2.13	6-11	41	60	80	1.95	天-8	39		天-65	36	天-65	36			
1-9	24	50	30	1.25	4-1	32	50	73	2.28	6-12	46	37	75	1.63	天-9	40		天-66	310	天-66	310			
1-10	26	55	75	2.88	4-2	37	69	81	2.19	6-13	43	38	70	1.63	天-10	50		天-67	38	天-67	38			
1-11	25	50	81	3.24	4-3	33	26	75	2.27	6-14	43	39	75	1.74	天-11	60		天-68	15	天-68	15			
1-12	28	54	83	2.96	4-4	43	41	72	1.70	6-15	45	55	70	1.56	天-12	50		天-69	44	天-69	44			
1-13	34	49	92	2.71	4-5	48	53	83	1.73	6-16	37	45	72	1.95	天-13	39		天-70	40	天-70	40			
1-14	34	52	71	2.09	4-6	53	35	83	1.57	6-17	41	44	50	1.22	天-14	47		天-71	19	天-71	19			
1-15	34	45	80	2.35	4-7	57	61	78	1.37	6-18	60	49	74	1.23	天-15	39		天-72	13	天-72	13			
1-17	23	30	73	3.17	4-8	45	52	87	1.90	上-1	49	44	58	1.18	天-16	42		天-73	28	天-73	28			
1-18	28	41	77	2.75	4-9	46	35	72	1.57	上-2	45	77	33	0.73	天-18	25		天-74	25	天-74	25			
1-19	29	46	72	2.48	4-10	44	39	77	1.75	上-3	48	67	32	0.67	天-19	30		天-75	24	天-75	24			
1-20	35	55	75	2.14	4-11	42	54	80	1.90	上-4	49	61	32	0.65	天-20	25		天-76	38	天-76	38			
1-21	28	46	77	2.75	4-12	43	52	62	1.44	上-5	52	76	42	0.81	天-21	30		天-77	37	天-77	37			
2-1	40	55	58	1.45	4-13	42	38	74	1.76	上-6	50	78	29	0.58	天-22	37		天-78	25	天-78	25			
2-2	38	57	82	2.16	4-14	37	27	78	2.11	上-7	53	69	34	0.64	天-23	34		天-79	28	天-79	28			
2-3	32	44	72	2.25	4-15	38	63	81	2.13	上-8	54	58	39	0.72	天-24	33		天-80	24	天-80	24			
2-4	31	55	74	2.39	4-16	41	53	71	1.73	上-9	46	90	35	0.76	天-25	40		天-81	26	天-81	26			
2-5	32	43	82	2.56	4-17	41	46	72	1.76	上-10	49	73	37	0.76	天-26	30		天-82	25	天-82	25			
2-6	32	44	82	2.56	4-19	28	39	69	2.46	上-11	49	72	46	0.94	天-27	39		天-83	33	天-83	33			
2-7	32	55	76	2.38	4-20	25	43	83	3.32	上-12	48	84	38	0.79	天-28	30		天-84	27	天-84	27			
2-8	36	50	65	1.81	4-21	25	49	71	2.84	上-13	37	70	30	0.81	天-29	38		天-85	25	天-85	25			
2-9	34	56	77	2.26	4-22	32	35	71	2.22	上-14	36	64	23	0.64	天-30	40		天-86	23	天-86	23			
2-10	36	57	90	2.37	4-23	34	53	72	2.12	上-15	42	41	28	0.67	天-31	42		天-87	40	天-87	40			
2-11	28	55	72	2.57	5-1	41	92	46	1.12	上-16	45	43	35	0.78	天-33	26		天-88	25	天-88	25			
2-12	31	59	73	2.35	5-2	46	53	76	1.65	中-1	43	95	50	1.16	天-34	33		天-89	46	天-89	46			
2-13	32	64	77	2.41	5-3	41	41	81	1.98	中-2	50	52	76	1.52	天-35	18		天-90	35	天-90	35			
2-14	28	52	77	2.75	5-4	41	60	69	1.68	中-3	58	82	56	0.97	天-36	23		天-91	20	天-91	20			
2-15	26	50	74	2.85	5-5	35	53	76	2.17	中-4	45	72	48	1.07	天-37	23		天-92	29	天-92	29			
2-17	33	41	73	2.21	5-6	42	46	84	2.00	中-5	22	40	27	1.23	天-38	31		天-93	27	天-93	27			
2-18	32	44	71	2.22	5-7	45	52	87	1.93	中-6	26	64	36	1.38	天-39	32		天-94	40	天-94	40			
2-19	33	36	76	2.30	5-8	46	45	90	1.96						天-40	34		天-95	34	天-95	34			
2-20	28	36	71	2.54	5-9	36	46	71	1.97						天-41	36		天-96	24	天-96	24			
2-21	34	43	79	2.32	5-10	42	41	71	1.69						天-42	20		天-97	30	天-97	30			
3-1	33	52	74	2.24	5-11	41	55	80	1.95						天-43	31		天-98	24	天-98	24			
3-2	40	62	66	1.65	5-12	32	32	32	1.00						天-44	36		天-99	32	天-99	32			
3-3	43	50	67	1.56	5-13	42	45	70	1.67						天-45	36		天-100	29	天-100	29			
3-4	50	61	69	1.38	5-14	50	62	82	1.64						天-47	32		天-101	27	天-101	27			
3-5	48	42	83	1.73	5-15	51	31	73	1.43						天-48	32								
3-6	47	46	76	1.62	5-16	40	52	78	1.95						天-49	15								
3-7	43	57	64	1.49	5-17	44	65	63	1.43						天-50	32								
3-8	38	51	75	1.97	5-18	45	50	70	1.56						天-51	30								
3-9	44	40	70	1.59	5-19	36	39	72	2.00						天-52	25								
3-10	42	48	72	1.71	5-20	32	42	71	2.22						天-53	38								
3-11	42	42	94	2.24	5-21	35	48	79	2.26						天-54	24								
3-12	41	54	97	2.37	5-22	37	39	74	2.00						天-55	34								
3-13	35	51	73	2.09	5-23	33	48	72	2.18						天-56	34								
3-14	34	23	67	1.97	6-1	44	43	68	1.55															
3-15	34	50	79	2.32	6-2	47	50	64	1.36															
					6-3	43	46	80	1.86															

第6章 まとめ

第1節 堤防構造について（第35～37図、写真3～5）

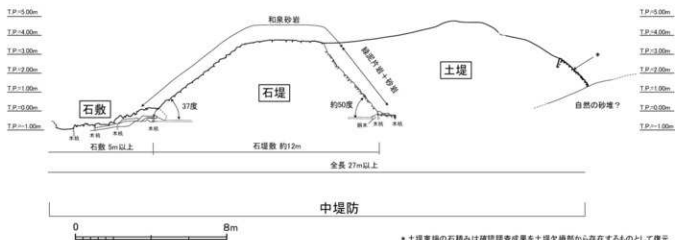
第1項 水軒堤防の構造

今回の調査成果と和歌山県教育委員会による確認調査成果^[1]により、水軒堤防（中堤防）の全体構造がほぼ明らかになった。

中堤防は石堤と土堤及びその前面に敷かれる石敷きで構成され、今回の調査では検出されなかったが、確認調査の成果から土堤の東端は結晶片岩の石積みで土留されるものと考えられる。全長が南北約960mにも及ぶ大規模な土木構造物である。主な法量は、石堤基底石下端を基準とすると、堤防高さである土堤高さは約5.0m、石敷部を含めた堤防全体の敷幅27m以上、石堤については天端幅3.5～4.0m、敷幅約12m、高さは3.9～4.4m、表法勾配約37度、裏法勾配47度～57度である。

個々の構造については、第3章及び確認調査報告書における報告内容の通りであるので、ここでは築造当初の統一仕様で造られた構造と作業区間ごとに異なる構造について考えてみたい。石堤についてみると、天端高さは今回の調査地で標高3.7m、南端部で4.4m、北端部で4.2mとばらつきが大きい。北端部は天端断面がかまぼこ形に盛り上がることから、表法最上段の石材上端高さと比較すると、今回の調査地点が標高3.55m、北端部が3.85m、南端部が4.25mである。基底部の標高が今回の調査地で約20cm低いことを考慮しても南端部とは石堤高さで50cmの差があり、これは全高に対して約12%と大きな割合を占める。北端部とはほとんど同じである可能性はあるが、優先度の高い仕様とは言い難い。天端の幅についても、今回の調査地点と北端部は3.9m前後であるのに対し、南端部では3.5m程度と狭く高さ同様差が大きい。また、石堤内部礫については、使用石材は同じであるが、その充填方法は工区によって異なるようである。

次に石堤敷幅と法勾配及び石積み形態を見ると、敷幅は今回の調査地点で11.9m、南端部では底まで確認できていないが南面の裏法ラインを延長すると約12mに復元できる。工程上最初に設定する値であることから共通仕様で実際守られた値と見て間違いないであろう。表法の勾配は今回の調査地



第35図 中堤防断面模式図 (S=1/200)

点、南端部付近とも約37度で一致する。裏法の勾配は、第3節で述べるように工程ごとに勾配の差が認められる。石積み形態については、表法の石積みは両地点とも16段積まれる⁽²⁾。裏法の石積みは南北端部の全容が明らかでないが、最上段に砂岩を1列配し、その下に緑色片岩を用いる構造は同じである。

以上のことを整理すると、石堤の敷幅、表法の勾配そして使用する石材の種類と積上げ段数を守ることが最優先された仕様であり、石堤高さについては参考寸法程度であったと考えられる。敷幅を11.9m、表法勾配を37度として厚さ40cm前後の和泉砂岩切石を布積みで16段積上げる。裏法の勾配は50度程度を目安とする。この結果、石材厚さ及び裏法勾配のばらつきが各地点における石堤高さと天端幅の差につながったと考えられる。

土堤についてみると、南北端部での全体形状は不明だが、表面を硬く締め固めた山土で被覆する点と、その下の石堤裏法最上段の砂岩列付近に山土を貼り付けるように締め固める点は同様である。一方内部における山土の締め固めについては、今回の調査でみたように地点によって異なり、統一された工法とは言えない。南端部では土堤内で石堤裏法面から東に砂岩割石が敷詰められ、山土の代わりに石堤の安定と足場の確保をしたと考えることもできる。このように土堤内部の充填方法は地点によって若干異なるが、外表面の形態は統一されていた可能性が高い。

海側石敷部についてみると、小規模な確認を含めて今回の調査で2箇所、南端部で2箇所確認されているが、各地点で構造が大きく異なる。3区では海側へ階段状に標高を下げながら石敷が設置されるが、南端部西面サブトレンチBでは基底石下端から下に結晶片岩を設置し、堤防に平行して立て並べることでより強固な構造としている。また、南端部南側は上面を平坦に加工した砂岩を並べ平面を作り出している⁽³⁾。このように石敷部については規格化した構造は認められないが、サブトレンチBについては上部が破損し基礎構造のみ遺存している可能性があるため、表面構造は3区と同形態であった可能性もある。石堤及び土堤では直接波を受ける外面構造に特に注意を払った施工がなされることから、海側の最も重要な部位である石敷構造についても統一された施工法があったものと考えのが自然であり、施工後又は施工時の改修又は破損の可能性がより強いように思われる。なお、南端部南側については西側と同様根固めの機能も有すると思われるが、扁平な石を使って丁寧に平坦面を作り出していることから、船着場などとしての機能も併せ持った構造と考えたほうがよいかも知れない。

統一仕様で造られた構造は強度上あるいは外観上重要視されていた部位と評価できるのに対し、土堤内の山土の締め固めの有無など地点によって異なる構造は強度や外観に関連するものではなく、堤防の築造をスムーズに行うための工程上の工夫であったと考えることもできる。

第2項 水軒堤防の強度

水軒堤防の工学的機能性について分析を依頼した。詳細は付章1を参照していただきたいが、石堤のみでは回転方向の荷重を受け不安定であること、土堤を付け足すことにより回転方向の荷重が緩和

され安定することなど、水軒堤防が非常に機能的な構造を持っていることが判明した。

ここでは、調査で堤防の破損が実際に認められた部位について述べることにする。計2箇所検出した。1つは南端部南東コーナー部で、石材の加工方法及び間隙などが明らかに異なり、後世に改修されていることがわかる(第39図、4頁の写真1、2)⁽⁴⁾。なお、このコーナー部分は丸みを持たせた加工がなされ、城石垣の隅部と大きく異なる点である。改修前のコーナー部が一部残る下端部を見ても丸みを持たせた仕上げがなされており、築造当時から類似した隅部形状であったことがわかる。改修の時期は不明であるが、19世紀以降に多く認められる石積み形態で、明治期から埋没が始まっていることから19世紀代の改修と考えられ、安政の南海地震(1854年)による破損の可能性もある。

もう1つは今回の1区北壁と2区南壁で確認した昭和36年の第2室戸台風の痕跡である。出土遺物と併せて、災害復旧時の写真(写真3)と図面(第36図)から特定した⁽⁵⁾。第36図によると石堤が露出した場所は3箇所あり、今回の調査地点がその1つに該当する。今回の調査で撮影した風景(写真4)と写真3を比較すると同一地点であることがわかる。石堤の破損については確認できないが、写真3では北側ほど背後の土が多く削られていた。今回の調査でも、2区南壁土層断面では土堤の上に堆積した砂層が大きく削り取られ石堤の一部が露出しているのに対し、1区北壁では土堤の一部も削り取られている。石堤表法は上から4～6段目まで露出したようである。



写真3 昭和36年災害状況(北西から)

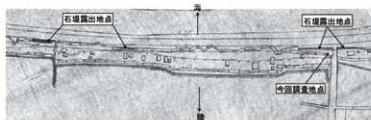
機能的な構造を持つ水軒堤防であるが、高潮や地震に対して大きく破損することなく現在まで残った要因として、19世紀前半及び19世紀後半以降大部分が厚い砂に覆われ、直接波を受けることがなかった点をあげることができる⁽⁶⁾。

第3項 他地域例との比較

今回、海岸線を持つ都道府県教育委員会の方々に御協力願い、海岸堤防及び波浪を受ける構造物について事例調査を行った。その結果、文献や伝承でその存在が確認されている事例は一定量認められるが、発掘調査によりその構造と時期が判明している例はほとんどないこ



写真4 調査地点から南東方向の風景



第36図 昭和36年災害復旧時地形図(S=1/200)⁽⁵⁾

とが判明した。また、河川堤防の調査事例は比較的多いが、海岸堤防とは波を受ける力の大きさも方向も異なるため単純に比較はできない。このように、全体構造で比較できる例は確認できなかったが、堤防構造を各要素に分けて比較することにより、水軒堤防の構造的特徴を見出す材料としたい。

(1) 断面形状

断面台形の石堤の背後に土堤を配する構造は江戸時代以前には確認できないが、明治時代の河川堤防である山梨県の西表堤防と元大明神前堤防に非常に類似した断面形態がある（第37図）⁽⁷⁾。これらは構造的に同時施工されたものとされる。

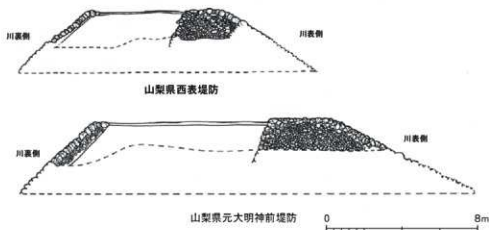
水軒堤防の裏法石積みは面をある程度揃え石堤単独で自立する点や築造時期の点では異なるが、同時施工で強度を増すための構造が他に存在することは、築造工程推定の重要な参考資料である。

(2) 法勾配

水軒堤防の表法勾配は約37度に設定されている。海岸堤防である愛知県の込高新田堤防（土堤）と浅山新田堤防（土+石貼り）では、それぞれ約30度と25度の勾配で築堤される⁽⁸⁾。時期や構造も考慮する必要はあるが、一般に河川堤防に比べ緩い勾配といえる。水軒堤防の築造時期に近い1794年に出版された『地方凡例録』では、石堤は5分、丈夫にする場合でも1割とされ、土堤に比べ急な勾配に設定されている。定性的な解釈としては、強い波浪を受ける海岸堤防のため河川堤防に比べ緩い勾配に設定されるが、強固な石積みを持つため他の海岸堤防よりも急勾配に造られたものと考えられる。

(3) 石積み

水軒堤防の特徴は、城石垣のように奥行きが長い石材を使う点にある。中でも直方体に近い加工がなされ、法勾配に対し約90度の角度で設置された石積みは、17世紀前半の徳川大阪城南外堀南側石垣面に類例がある以外確認できないほど特異な構造である。土木工学的にも最も理想的な角度と加工のようである⁽⁹⁾。时期的な隔たりが大きく、両者に技術的な繋がりがあるとは考えがたいことから、



第37図 石堤と土堤からなる河川堤防例断面図 (S=1/200)⁽⁷⁾

現状ではより強固な堤防を造るために独自に考案された構造と考える以外にない。

(4) 基底部構造

胴木とその留杭を持つ構造は、近世以降軟弱地盤に重量の大きな構造物を設置する際に用いられる。県内では海南市岡村遺跡で18世紀初頭とされる亀の川護岸石垣基底部に松の丸太材と留杭が確認され⁽³⁰⁾、紀の川市粉河寺遺跡でも近世と思われる長屋川の護岸石垣基底部から丸太材の胴木が出土している⁽³¹⁾。この他、田辺市(旧大塔村)の富田川で江戸末期と考えられる護岸下から1m間隔でホゾ穴がかけられた丸太材が出土し、新宮城でも詳細は不明だが胴木が確認されている⁽³²⁾。

他地域にも目を向けると、実際に構造が確認されている石垣と台場の胴木組については、森田克行氏により分類・編年がなされている⁽³³⁾。水軒堤防の場合胴木列1列が確認できているが、その奥にさらに1本あった可能性も残される。東京湾に位置する近世の州崎波除石垣では胴木下に2.3mの間隔をあけ胴木に直交する枕木が据えつけられる⁽³⁴⁾。水軒堤防も胴木下の確認範囲が狭いことから枕木の存在も否定はできないが、加工材でなく丸太材を使っている点からも可能性は低いと考える。I B又はII B類に位置づけられる。

水軒堤防の胴木の特徴は、丸太材をそのまま使い継ぎ手を作り出している点、胴木の周囲が粘性砂質土で覆われる点である。前者については、和歌山県内の例にあるように城石垣に比べ軽量の構造物に使われる傾向にある。後者については人為的な被覆土と考えれば、第3章でも述べた食害対策⁽³⁵⁾の他保水効果を狙った可能性もある。

構造的にはどちらかといえば簡素な胴木組の部類に入るが、石垣に比べ全高が低い点、傾斜が緩く垂直方向に大荷重がかからない点、予想以上に地盤が安定している点(ボーリング調査の結果⁽³⁶⁾)からこの構造が選択されたものと思われる。

(5) 石敷構造

水中に設置される構造物特有の施設で、洗掘を防ぐ目的で設置される。調査で確認された例は少ないが、幕末の品川台場でその構造が確認されている⁽³⁷⁾。品川台場では、前面に大量の礫を入れ3列単位の波除杭と呼ぶ杭列を2帯打ち込む。この杭列については台場前面の海水をくみ出し、乾燥状態で築造作業ができるようにするための堤の痕跡とも理解されている。前面に敷かれた礫は、洗掘防止と消波効果を目的とする。

水軒堤防の本杭は、その状況から品川台場のような機能や河川堤防にみられる水流を緩和させるための乱杭とも異なり、石材及び砂を固定するために打設されたものである。水軒堤防の石敷は捨石及び根固めの機能を持つ点では他例と同様であるが、河川堤防や海中にある品川台場に比べ波浪による洗掘を受けやすい場所に位置する。このため、他例に比べ丁寧な石敷で基底部付近を強固に覆い、杭で石材を固定するなど、礫や砂の流出で堤防が崩壊しないよう配慮した構造にしたものと考えられる。

第2節 築造工程の復元（第38～44図、第8表）

第1項 築造当時の潮位

（1）現在の和歌山市青岸の潮位

今回の調査地点から北へ約2.5kmにある和歌山市青岸におけるこの1年間（2009年2月から2010年1月）の潮位観測データを見ると、季節や時間によって異なるが、最高潮位がT.P.=115cm、最低潮位がT.P.= -135cmで2.5mの干満差がある。

1日の変動をみると、最も干満差が小さい時で70cm、大きい時で200cm程度である。日毎の変動は大きく潮位がT.P.値でマイナス及びプラスになる時間は、平均すると6時間前後で繰り返し現れる。これを日中に限ってみると、8時間程度マイナスがある日もあれば全くない日も存在する。また、夏より冬のほうが全体的に潮位は低い。

2008年の青岸の年平均水位はT.P.=9.6cmである。

（2）築造当時の海面レベル

築造当時の海面レベルを推定すると、気候変動に関する政府間パネル（IPCC）の第4次評価報告書（2007）では、観測データに基づき20世紀を通じた海面上昇量を17cm $\pm$ 5cmと見積もっている。19世紀台の観測データは一部しか確認できないが、単純にその観測データを比例関係で延長すると、築造時期である19世紀前後には現在より26cm程度海面水位が低かったと考えられる。

（3）築造時の状況

築造時の平均水位を推定するとT.P.=9.6 - 26.0 = -16.4cmである。水軒堤防の基底部でみると、ちょうど胴木の上端付近である。前述のとおり石敷と石堤基底部は、1日のうちでも露出と冠水が繰り返り起きる高さに位置している。潮位の最も高い9月の最高潮位時には石堤の下から3～4段目まで海水に覆われたものと思われる。

胴木前面の留杭、石敷2段目、3段目の木杭先端にはフナクイムシによる浸食が認められるものがあり、石敷部には多量の貝殻が散乱している。また、石堤表立面の下半には波浪の影響と思われる小孔が多数認められる。これらは、当時海水が石堤下半部まで達することがあったことを示すもので潮位の推定値と一致する。

上記の内容は、堤防築造に対し非常に困難な環境であったことを示すものである。この対策として波除施設を堤防前面に設けることが考えられるが、前面の波除施設築堤の際、同様の問題を生じる。そこで、季節ごとの潮位変化も合わせて考えることにより、波除施設を設置しない場合のより効率的な築造季節を考えてみたい。最も潮位の低い季節は2月で、基底石上端が冠水するのは15日程度、冠水する日も1日のうち数時間程度である。基底石上の2段目石上面を覆うような水位は2月ではない。冬場のうちに石敷と石堤の下から3段目位まで積上げてしまえば、その後の作業は冠水することなくできたものと思われる。ただし、夏季の台風時には潮位も高く波浪も大きいことから、仮にこの

時期までにある程度の高さまで積上げておかねば、高潮のたびに破損・修復を繰り返す困難な工事であったと考えられる。

第2項 作業単位

全長約1kmにも及ぶ水軒堤防を築造するにあたり、上下方向の作業単位はもちろん水平方向にも作業単位があったと考えられる。上下方向は作業工程上の単位で同一の作業グループにより行われている可能性が高いが、水平方向の作業単位は工区の違いを示すものと思われる。

(1) 水平方向の作業単位(工区)

明瞭な境界は見出すことができないが、いくつかその可能性を指摘して作業単位を推定してみたい。なお、推定に当たっては土堤の盛土方法の変化、盛土の不連続性、石堤石材の水平方向の不連続性、天端石材の目地の通り、石材法量及び石積み形態の変化、胴木継ぎ手位置等が一致する地点を工区の境界と認定した。

初めに石堤表法面であるが、石材の大きさ及び縦横比、横目地の変化点を見ると、3-1区中央やや南より、そして2区中央やや北よりで若干の変化が認められる。平成18年度の確認調査についても見ると、中央やや南で大きく横目地の傾斜が変わる。石材間の空隙や加工形状を見ると、築造後の歪とは考えにくい。天端についても石材の並びと東西方向の目地がある程度揃うラインが表法面で見たライン近くで見出せる。3区表法基底部の胴木継ぎ手部は上記の変化点に一致する。

石堤裏法面は、2区で中段砂岩列が1列から2列に変化する部分がひとつの単位として考えられる。上下の片岩石積みも、この南では細かい礫が多数含まれるのに対し、北側ではやや大振りの石材が目立つ。3区でも上段砂岩列と中段砂岩列の幅が変化する地点が認められる。

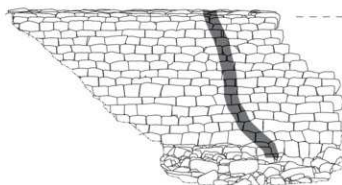
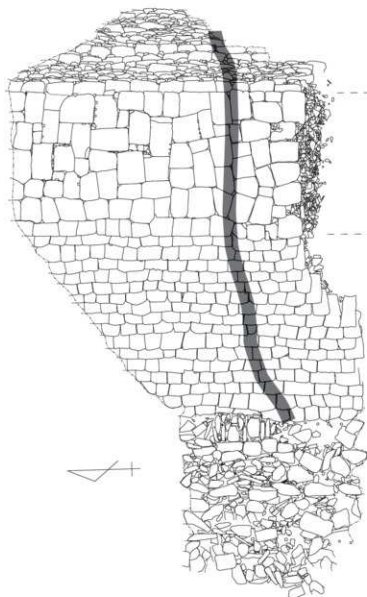
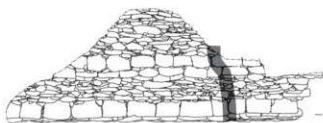
上記の変化点にラインを入れたものが第38、39図である。個々の石材がどちらの単位に属するのか断定するのは境界部の作業状況を考えれば現実的ではないが、このライン付近で石積みの様子が変化していることは確認できる。

土堤でも、第3章で述べたように土堤中に含まれる山土の状況が異なる。1区北壁では石堤裏法面に厚く貼り付けられる山土が最上層以外にも何箇所かに認められ、2区北壁では厚い山土層はなく、薄く締め固めた山土層が東に伸びる。2区南壁では、山土は多く含むものの下位に山土を締め固めた層は認められない。その他、2区の石堤裏法面上段に貼付けられた山土(第24図5-5'、5-7'、5-8'層)も石堤の境界とした位置付近で不連続点が認められる(第40図、写真図版4)。

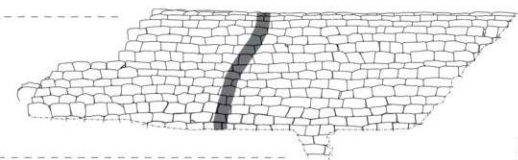
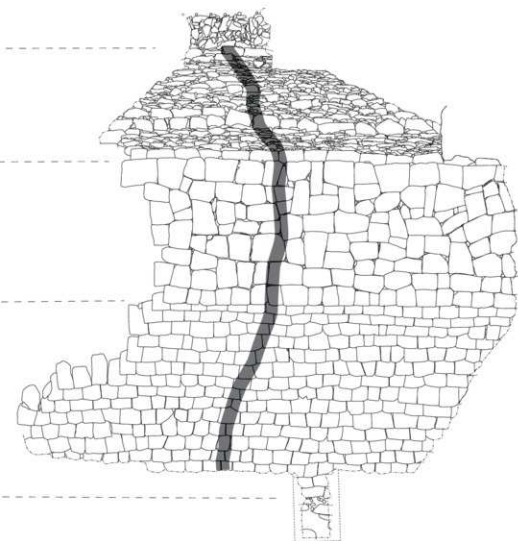
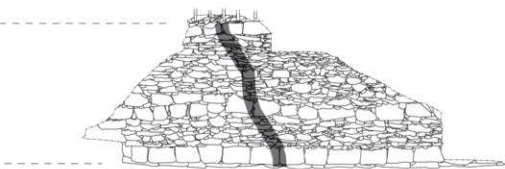
不確かな議論が多いが、今回の調査区では石堤及び土堤とも築造工程細部における違いで大きく3工区に分割できる。これを直ちに作業単位に結びつけるのは乱暴かも知れないが、仮にそうだとすれば、およそ14～15m或いはその半分の間隔で作業単位があったと考えられる。

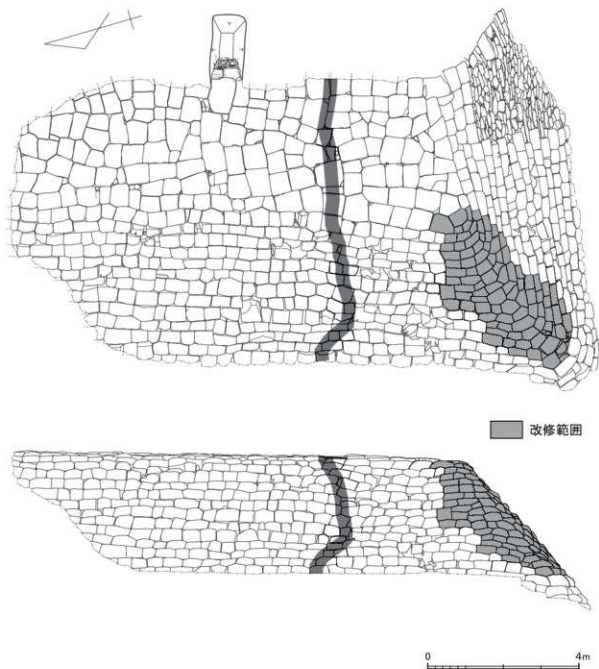
(2) 上下方向の作業単位(工程)

胴木の設置を含む基礎工事、石敷と基底石の設置、そしてそれ以降の堤体築造で作業工程が分けら

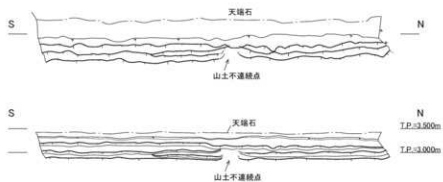


第38図 石堤作業単位





第39図 石堤南端部（確認調査）作業単位 (S=1/100)



第40図 2区石堤東法上段砂岩列上山土平面図・立面図 (S=1/80)

れるのは明らかなので、堤体築造時の作業単位について考えてみたい。

石堤は基底部までの断面構造を確認できていないので、内部充填礫全体の状況は不明であるが⁽¹⁸⁾、表法石積みは丁度中間点である下から8段目上端を境に若干加工・設置方法が異なる。上部が法勾配に対し約90度で石材を設置するのに対し、下部はやや水平方向に勾配を緩く設置する。このラインは裏法面の中段砂岩の下端（標高1.9m付近）に一致する。次に中段砂岩列の上端、表法で取って言えば下から10or11段目までである（標高2.3m付近）。表法面の変化は明瞭でないが、上部に比べ9から11段目の法勾配に対する角度がやや

緩い点と、2区南断面で内部礫の6～6層の盛土後11段目まで積上げた可能性を指摘できる点が根拠である。もう1箇所は裏法面最上段の砂岩列と天端設置である（標高3.2m付近）。

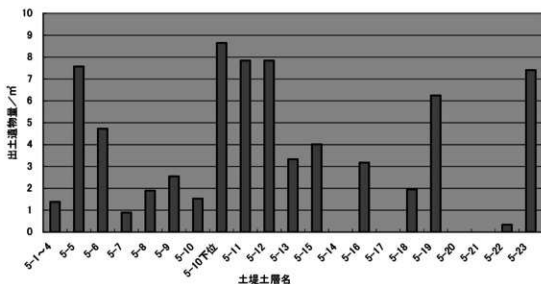
土堤は、標高1.6m付近の上層と下層の境界は明瞭である。この他にも第42図に示すように、不純物をほとんど含まない砂層である下層に対し、下層上面の5～15a層には山土の粒が多量に含まれ、山土の少ない層を挟んで5～6層にも山土が多く含まれる。その上はまたやや山土の量が減少する。このように土層の堆積状況から見ると、山土の包含量で5層は5分割できる。

第8表 2区土堤各層位における単位体積当たりの出土遺物量

層名	数量	断面積㎡*1	単位体積当たりの出土遺物量 遺物数量/(断面積×6)*2
5-1～4	11	1.33	1.38
5-5	134	2.95	7.57
5-6	55	1.94	4.73
5-7	13	2.43	0.89
5-8	36	3.16	1.90
5-9	26	1.7	2.55
5-10	48	5.24	1.53
5-10下位	41	0.79	8.65
5-11	64	1.36	7.84
5-12	40	0.85	7.84
5-13	13	0.65	3.33
5-15	26	1.08	4.01
5-14	0	0.81	0.00
5-16	4	0.21	3.17
5-17	0	1.04	0.00
5-18	15	1.28	1.95
5-19	15	0.4	6.25
5-20	0	1.75	0.00
5-21	0	1.49	0.00
5-22	8	3.96	0.34
5-23	40	0.9	7.41

*1 2区南壁断面から算出した値。

*2 上部のみ掘削した歩道部を除く南北幅約5mを対象とした。



第41図 2区土堤 単位体積当たりの出土遺物量

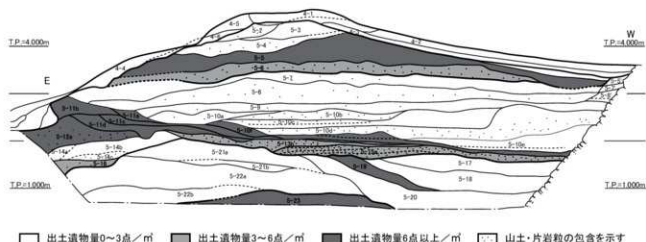
また、各層の出土遺物量の分布を見ると、5-23層、5-10層下位付近、5-5層付近に遺物の集中が認められる（第41図、第8表）。5-23層については、古い遺物の割合が多いことから、築造前に堆積した遺物が含まれるものと考えられるが、他の2地点は築造を示す時期の遺物が多くを占める。この出土遺物が集中する層は、山土分布層の上層に位置する。

以上から標高1.6m付近（下層の直上）、標高2.0m付近（5-10e層と5-10f層の間）、標高3.2m付近（5-7層と5-6層の間）、標高4m付近（5-5層と5-4層の間）に境界を見出すことができる。これは1区北壁、2区北壁でも同様で、石堤の分割単位ともほぼ対応する。

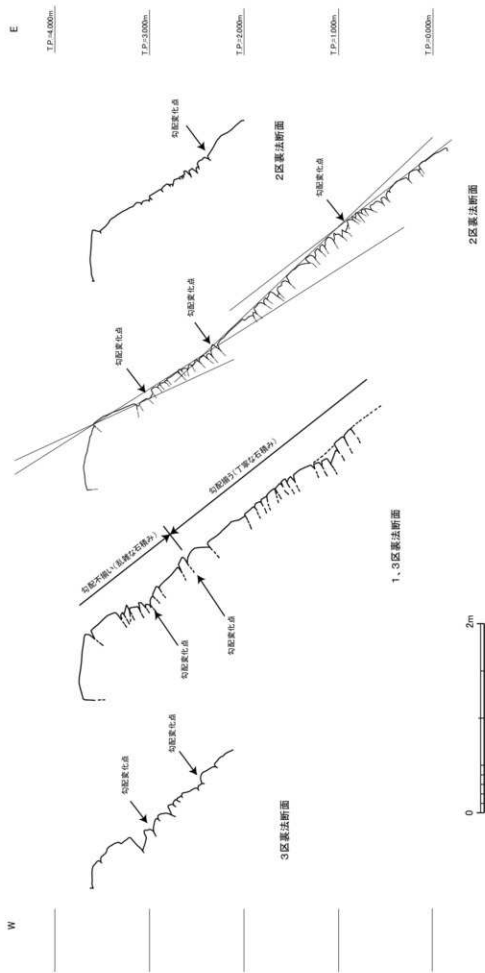
この状況を生じる工程を推定してみる。石積みを一定高さまで積上げた後その付近まで土堤を盛り上げ、この土盛りを搬入路として利用し内部充填礫と石積み石材を運搬する。その運搬中、山土が落ち砂層に多く含まれる。場所によっては足場を安定させるために山土や小礫を積極的に敷き均し締め固める。この段階で石材の加工と積み上げが一定高さまでなされるため土堤の盛土は一旦中断し、この面が一定期間露出する。この間に土工作業者たちの廃棄した遺物がこの上層に堆積した結果、遺物の包含量が多くなるものと解釈できる。

この他石堤と土堤を順次積み上げた根拠として、第43図の石堤断面図に示すように石堤裏法面の傾斜が変化している点が上げられる。2区では下端から最上段砂岩列下端までの区間で大きく3箇所の傾斜変化点が認められる。1区ではT.P.=1.5m～2.6m付近の傾斜は一定であるが、それ以外の部位では変動が大きい。確認調査南端部南面も同様に変動が大きい。大まかに見ると、各地点とも標高1m弱、中段砂岩列上端、上段砂岩列下付近の共通した位置で変化点が認められる。さらに上下段の片岩石積みは地区によって状況は異なるが積み方が異なる。これらは、石積み途中で土堤で覆った結果、下位の石積み勾配等を確認することができなかったため生じた変化と推定される。

また、石堤内の6-2a層（最上段砂岩列と同レベル出土）から出土した播鉢（156）が、土堤の5層上位（5-1～5-4層）、4-5層、2-1層、堤防上10cmの層から出土した播鉢と接合関



第42図 2区土堤南壁 山土・片岩粒及び出土遺物分布模式図(S=1/80)



第43図 石堤裏法勾配等変化 ($S=1/40$)

係にある。いずれも破断面の磨耗はほとんどない¹⁰⁰⁾。石垣内の搥鉢の破片は大きく、外側から混入することは考えられない。石垣内部から出土した遺物が土堤上層及び直上層出土遺物と接合する事実は、石垣最上段砂岩列付近の石積みと土堤上層の盛土がほぼ同時に行われたことを推測させる。

石積みの形態が類似する城石垣の築造方法、石堤裏法面の石積みの面が比較的揃っている点など石垣の施工法に注目すると、土堤を順次盛上げながらの工法よりも石堤を完成させた後土堤を下から盛上げる工程のほうが自然であるが、土堤に残された痕跡や石堤の傾斜など発掘調査で得られた成果は、石堤と土堤は下から順に一定の高さごとに同時施工されたことを示すようである。その単位は少なくとも5段階に分割される。さらに裏法中段砂岩列以下では2m近くの高さを一度に積上げたとするよりは、5-19層と5-18層の間が単位となり分割されたと考えたほうがよいかもしれない。5-19層には遺物がやや多く含まれ、2区北壁では5-19層の上面ではあるが、若干の山土を含む層を検出している。

第3項 築造工程

水軒堤防の主構造の1つである石堤は城石垣の技術を利用して造られる。石垣の築造を考えた場合、法勾配を一定に保ち石積みの孕みを避けることが重要な要素であることから、積んだ石積みを土で覆いながら順次上方に積上げる施工法は考え難い。前項で検討した作業単位が示す工程はこの石垣の施工法に相反するものであるが、城石垣と比べ石堤の高さは約4mと低く、問題となる裏法面は土堤で覆われるなど異なる部分も多いことから、石堤と土堤を同時進行で積み上げる施工法も十分実現可能と考える。石垣の施工法から推測される工程と異なるが、本項では発掘調査で得られた成果に基づき水軒堤防の築造工程を復元してみたい。

(1) 第1工程：資材調達

付章2の記載のとおり、友ヶ島と雑賀崎から船で石材と礫を運搬したと考えられる。第4工程で陸側から搬入した痕跡が認められることから水軒川を通る陸側からの資材搬入路を推定する。遠浅の海岸で汀線が安定しないこと、水軒川であれば搬入の際波浪の影響を受けないことも陸側から搬入する利点である。

(2) 第2工程：基礎工事

築堤の敷幅等を決定し胴木、留杭、陸側木杭列を打ち込む。7-6, 7-7層の基礎となる礫を敷設し、胴木を設置する。陸側については7-7層に対応する礫層を確認できず、胴木を設置後その周辺及び一部上面にも礫を敷設する。幅約1mで東側に広がる礫層に連続するものである。この後、胴木と留杭間に間隙があればずれを生じないように礫を挟み胴木の位置を固定し、基底石を据付ける。胴木は粘性のある黄色砂質土で被覆する。機能としては保水若しくは食害対策が考えられる。

(3) 第3工程：石敷部の施工

海側石敷の2段目、3段目、4段目・・・木杭列を打ち込む（第1工程で実施の可能性もあり）。

この際、横方向に竹しがらみを編むなど砂及び波止めを行った可能性がある。石敷の基礎となる7-1~7-5層の礫層を盛った後、石敷きを設置する。木杭列に接する位置及び1段目西端で堤防に平行する方向に石材の長手方向を揃えて据えた後、その東側はランダムに設置する。ただし、1段目については東側についても東西方向に丁寧に並べる。

(4) 第4工程：堤体の築造

第1段階

石堤内部に礫を充填し、表法の石積みを下から8段目まで、裏法の石積みを中段砂岩列下端（標高19m付近）まで、現地で加工しながら積み上げる。

第2段階

石堤背後にあったと想定される自然砂丘の砂（5-17~5-23層）を移動させ、標高16m付近まで盛土し、東側から盛土上面を通して石堤の石材及び内部充填礫を搬入する。場所によっては土堤の盛土上面に山土を敷き固めたり、石堤裏法面に接する位置に山土を厚く盛土し石材等運搬の足場固めを行う。表法石積みを下から10或いは11段目まで、裏法石積みを中段砂岩列まで加工しながら積み上げる。

第1、2段階は細分される可能性がある。

第3段階（工区によっては前工程と同時施工の場合もありうる）

工区により異なる可能性があるが、石堤裏法面に接する位置に山土を厚く盛土し石材等運搬の足場固めを行いながら、中段砂岩列上面付近まで土堤を盛土する。石材及び内部充填礫を搬入し、表法石積みを下から15段目まで、裏法石積みを上段砂岩列下まで加工しながら積み上げる。

第4段階

土堤を5-9層まで盛土する。この際、山土を裏法面に接する位置に厚く盛土し締め固める（5-8'層）。石材及び内部充填礫を搬入し、表法石積み最上段と裏法石積み上段砂岩列を加工しながら積み上げる。

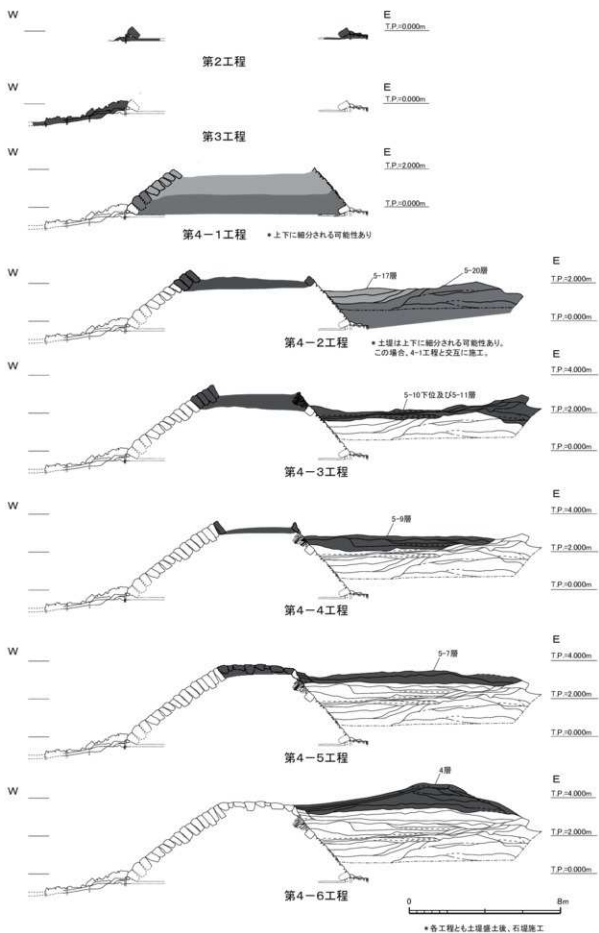
第5段階

石材等搬入の足場と石堤裏法面の補強のため、山土を裏法面に接する位置に厚く盛土し、締め固めながら（5-5'、5-7'層）、土堤を5-7層まで盛土する。石材及び内部充填礫を搬入し、天端石の加工・設置を行う。

第6段階

5層を最上層まで盛土後、4層（山土）で表層を被覆し締め固めて完成。

各工程で土堤東端に土留めのため、結晶片岩による石積みがなされた可能性がある。



第44図 水軒堤防築造工程復元模式図 (S=1/200)

第3節 築造時期

今回の調査では、石堤及び土堤内部を掘削したことから築造時期を評価できる遺物が多数出土した。これらの出土遺物を中心に築造時期の比定をする。

その前に遺物の出土状況などからその混入過程を推定し、築造時期の比定に適した資料であるかどうかについて評価する。堤体内部からの出土遺物量は1211点である。堤防としては異常な出土量であることから、築造前から搬入土に含まれていたもので築造時期に関連しない遺物ではないかとの疑いがあった。仮に過去に生活を営んだ過程で埋没した遺物であれば、少なからず有機物を含む土が周りに存在するはずであるが、遺物は海砂中に散在して出土し、生活痕跡のある土質は認められなかった。また、各土層について土の有機物量を測定する強熱減量試験を実施した結果（付章1参照）、各層とも有機物はほとんど含まれていないことが明らかになった。このことから、出土遺物の大部分は堤防築造時に包含された遺物であると考えられる。

第3節で述べたように、各層ごとの出土遺物量分布も、推定する築造工程に合致したものである。なぜこれほどの遺物が混入するかについては、水軒堤防の特徴的な構造に起因するものと思われる。他の堤防と違い、石堤は石垣の築造技術を利用しており専門の技術者である石工が必要である。一方で背後に土堤が盛土されるため、資材確保と搬入を除く現地作業で少なくとも2種の作業者が必要となる。石堤の築造は現地での加工にかなりの時間を要するため、その間土堤の盛土作業を進めることはできない。このため、盛土の作業単位ごとに土堤工事が中断し、各段階の盛土上面が一定期間露出していたものと推測される。多くの河川堤防や海岸堤防など土堤主体の堤防のように絶えず作業を進められる状況でなかったことが、多量に遺物を混入する要因と考えられる。

第1項 石堤

石堤内部からは合計180点の遺物が出土し、このうち101点が築造時期の評価が可能な6-2層から出土した。第3章でも述べたように、肥前系染付端反り鉢、玉縁状口縁皿、瀬戸・美濃系鎗手湯呑、京・信楽系陶器碗、堺播鉢、土師器炮烙といった18世紀後半に位置づけられる遺物が出土している。また、6-2a層出土の寛永通宝(190)は、元文期(1738～1745年)の秋田銭とされる特徴を有し、石敷下の7層出土鉄銭(192)は元文4年(1739年)以降の鑄造とされる。当初築造時期の可能性が考えられていた寛永期や宝永期とは大きな時期差がある。これらの遺物は混入の可能性がない層からの出土であり、中でも150、153、159は破片が大きく物理的に隙間から入り込む可能性はない(写真図版17)。

念のため、何らかの理由で天端石が外された際に混入した可能性についても考えてみたい。石堤自体にこの痕跡を見出すことは困難であり、痕跡がないから取り外されていないと断定することはできないが、少なくとも外観、断面ともにその痕跡は認められない。また、出土遺物は、2区で多数出土したが、3区でも天端石下の6-2a層で上述の寛永通宝、6-2b層で玉縁状口縁皿(149)、炮烙(161)

などが分散して出土している。得に 149,161 は天端から 1.5m 以上下の標高 2m 付近で出土しており、天端を外した程度では入りえない位置である。

次に改修の可能性はどうであろうか。今回の調査で明確な痕跡は検出できていない。県教育委員会による調査成果である石堤南端部と北端部の石積みと比較すると、石積みの段数や土堤の盛土方法など非常に統一された工法で施工されている。今回の調査区でも同様の施工法で造られていることから改修の可能性は考え難い。

以上のことから、石堤は 18 世紀後半を上限とする時期に築造されたと考えられる。これは、確認調査報告でも述べられているように、石積み形態及び矢穴痕形状とも矛盾するものではない。

第2項 土堤

土堤内部からは 1031 点の遺物が出土した。第 3 章でも述べたように、上層では 18 世紀中頃から後半に位置づけられる肥前系陶器・磁器、瀬戸・美濃系陶器、京・信楽系陶器などが多数出土しているのに対し、下層では総数量は少ないものの、18 世紀後半の遺物の割合は低く 17 世紀後半まで遡る遺物の割合が高い傾向にある。

また、土堤上の 3 層出土遺物を見ると、肥前系広東碗 (38,39) など堤体内では確認できなかった器種が認められる。広東碗でも古い特徴を示すため、18 世紀代に収まる可能性がある。堤防表面でこの遺物が出土した点は堤防築造時期を比定する上で重要な資料である。さらにこの上の 2 層を見ると、瀬戸・美濃系染付広東碗、端反り碗など 3 層以下では認められなかった 19 世紀前半の瀬戸・美濃系染付が含まれる。

堤体内外の出土遺物から土堤は 18 世紀後半頃に築造されたものと考えられる。

第3項 石堤と土堤の前後関係

石堤と土堤はその構造から、工程ごとに石堤積上げ後土堤が盛りあげられている。このことから、第 1 項で 18 世紀後半以降とした石堤も土堤が 18 世紀後半頃に比定されたため、石堤の下限年代も 18 世紀後半となる。この結果、両堤とも 18 世紀後半頃の築造と考えられる。

第 3 節で石堤と土堤は同時施工として築造工程を復元したが、ここではその根拠について整理する。

- ・裏法面最上段の砂岩は奥行きが短く角度も西側に比べ急傾斜であることから、土堤なしでは構造上不安定である (写真 5)。
- ・裏法面石積みの傾斜が土盛りの単位付近で異なる部分がある。土堤を盛りながら石堤を積上げた可能性が考えられる。
- ・裏法面に貼り付けられた山土の意味について、不安定な石堤上段部を押さえ安定させる



写真 5 3区石堤裏法上段砂岩列 (南西から)

ため、或いは石堤資材搬入時の足場を確保するために施された構造と考えれば理解できる。1区北壁では特に顕著に観察できる。

- ・下層を除き土堤の各層に粒状の山土が点在する。周辺には存在しない土である。土堤のみの施工であれば山土は上部に使うのみであるため、あらゆる地点で混入することは考えにくく、石堤築造に用いた山土が運搬時に混入したものと考えられる。
- ・出土遺物に時期差がない。築造に時期差がない或いはあっても極めて短いことを示す。
- ・東法面の石材には風化がほとんど認められない。露出していた時間がない或いは極めて短いことを示す。
- ・土堤内に和泉砂岩の剥片が点在する。積極的な根拠とはならないが、同時施工のため混入したと考えるのが自然である。
- ・強熱減量試験の結果、土堤中に有機分を多く含む層が認められない。削平の可能性も十分考えられるが、土堤付加直前の地表面が確認されなかったことは事実である²⁰⁾。

第4項 文献資料との相違

18世紀後半の築造という発掘調査の成果は、第2章で述べた『類集略記』文化3年(1806年)の記事にある石垣の存在に矛盾するものではない。しかし、明治及び昭和に書かれた文献による、寛永期と宝永期の築造説とは大きく異なる。元和以降に水軒川が整備され田畑が作られた点、18世紀初めに西浜村の石高が増加している点は、それぞれの時期に堤防が築かれていた可能性を推測させる。

今回の調査成果では直接的な痕跡を見出すことはできなかったが、土堤には17世紀後半から18世紀前半頃と思われる遺物が含まれ、特に砂を盛る際に上層ほど大きく移動させた痕跡が認められなかった下層では、その遺物の割合が高い。この遺物は中堤防築造時に混入したものではなく、築堤前から砂に含まれていた遺物と考えられる。これだけでは過去の堤防の存在まで言及することは無理であるが、集落でもない地にこれだけの遺物が含まれることは、その存在を推測させるものであることは確かである。

第4節 築造目的

水軒堤防の構造と築造方法及び時期について検討してきたが、ここではその目的について考えてみたい。先にも述べたとおり、水軒堤防の築造について記載された当時の文献資料は確認できないことから、発掘調査で明らかになった構造と築造時期を手がかりに検討してみたい。

非常に強固な構造物である点と18世紀後半という時代背景から、水軒堤防が造られた第1義的な目的を海防と波除の2点に絞っても差し支えないであろう。

まず海防目的の可能性についてであるが、水軒堤防が築造された18世紀後半は日本の海防論が議論され始めた時代として位置づけられる。明和8年(1771年)にはハンガリー人によりロシアの日

本進出が警告される。このロシアの脅威が日本の海防対策のきっかけとなり、寛政3年（1791年）には、林子平が日本の海防について論じた『海国兵談』を発表している。また、幕府は、寛政3年（1791年）に、異国船漂着時の取扱いを公布する。寛政4年にはロシア使節ラクスマンが根室に渡来し通商を求める事件が発生し、同年には、海岸に領地のある諸藩に対し沿岸警備と砲台の築造などを命じている。

このように、18世紀後半は外国の脅威を受け始めた時期ではあるが、それはロシアに対する脅威で北方地域が中心であり、江戸湾でさえ議論はあったものの、具体的な防備がなされることはなかった。一方、紀州においても、上記のようなロシアの脅威は直接的にはなかったと思われるが、明和8年（1771年）にロシア軍艦が阿波藩領に漂着、寛政3年（1791年）にはアメリカ船が紀州藩の串本に漂着している。

この状況のみを取り上げれば、以前にない異国の脅威に対し和歌山城下を守るため、城壁を思わせるような水軒堤防を築いたとする考えも否定はできないが、これはあくまで当時の社会状況と水軒堤防の立地から言えることであり、文献等に基づくものではない。実際、紀伊半島沿岸部を含めた大阪湾沿岸の本格的な海防施設の設置は、嘉永7年（1854年）のブチャーチン来航後であり、それ以前には和歌山で、嘉永2年（1849年）から南部の田辺、すさみ、串本に簡易な台場が造られた記録が残るのみである⁽²¹⁾。

また、構造的な観点からも、海防目的とは考え難い。幕末期の台場は急勾配の石垣上に造られる。仮に台場でなく城壁と考えても急勾配に設計するはずで、緩勾配に造られた水軒堤防の石堤では防衛機能を果たすには不十分と言わざるを得ない。明らかに波浪のエネルギーを減ずるための法勾配である。海防と波除両者の機能をあわせもった構造物と考えることも理屈としては可能であるが、主たる構造を変えてまで従属的な機能を持たせたとはいえず、海防目的の構造物ではないと判断できる。

一方で、波除目的の構造物と考えた場合、基底部の強固な根固め構造、緩い法勾配、現在の堤防と比較し類似する堤防高さなどの構造面から見て否定する要素は見当たらない。ただし波除といっても、和歌山の場合、台風などによる高潮対策の他、稲村の火で有名な広川町の広村堤防のような津波対策の堤防についても考える必要がある。

津波については、宝永4年（1707年）の南海地震に伴う津波が記録に残るが、それ以後堤防築造までの半世紀以上にわたり記録は残っていない。津波は大規模な地震の被害もあわせもつため、他藩も含め必ず記録に残るはずである。津波対策だとすれば、津波被害を受けて半世紀以上後に堤防を築造したことになるので、津波対策の可能性は低く高潮対策の堤防とするのが妥当である。

堤防高さと高潮の高さについてもう少しみると、水軒堤防の北、紀ノ川の河口にある和歌山市青岸の観測地点で最高潮位は、昭和36年の第2室戸台風時で、標高251m（和歌山地方気象台資料）である。これに波浪の高さが加わるわけだが、付章1で21mの波高が推算されている。有義波高で

あるため実際にはより高い波を受けることもあるようだが⁽²²⁾、十分高潮を防ぐ高さに造られていることがわかる。第2室戸台風の高潮は過去50年間で突出した規模であり、高潮対策の堤防と考えることに矛盾はない。この他、堤防後ろに設置した防潮林とともに潮風による塩害対策の役割を担っていることも間違いのないであろう。

それでは、高潮から何を守るために造られたのであろうか。水軒堤防の背後には水軒の集落と耕作地が広がる。また、水軒堤防の東側500mの地点には紀州藩主の別邸として19世紀前半に徳川治宝によって造られた西浜御殿があり、それ以前にも現在の西浜中学校付近に西浜御用地が存在したとされる。水軒堤防より東側の現在の標高を見ると、水軒川を越えて大浦街道付近まで標高1.0m前後の低い土地が広がっている。第2室戸台風では潮位が標高2.5mまで上昇しこれに波浪高さ加わることから、仮に海水が堤防を越流した場合、水軒川の堤防で遮られることがなければ大浦街道の東側まで浸水したと思われる。また、調査地点での湧水面は標高0.5m付近で地盤高さに近接しており、当時の地下水位を同レベルと仮定すれば、一旦海水が入るとなかなか水が引かない状況であったと推測される。水軒川の堤防で遮ることができるか否かでその影響範囲は違ってくるが、少なくとも水軒地区の居住地と耕作地は大きな被害を受け、復旧にもかなりの時間を要したものと思われる。

築造時期と高潮による影響範囲を考えた場合、水軒地区或いは西浜村の集落と農作物を守るためという結論に至る。安定した農作物の収穫が望まれたのは間違いのないであろうが、これが水軒堤防築造にかかるコストに見合うであろうか。第一義的な目的が高潮対策であるという結論に変わりはないが、第2章第2節で述べたように、水軒地区は古代以来の名勝地和歌の浦と隣り合わせて一体の「吹上」地であり、藩主が遊覧し別邸が造られるような土地であり、他の農村とは違い一定の景観を維持する必要があったことが、一見この地にそぐわないような立派な堤防築造の要因となった可能を指摘できる。この問題については築造の直接の契機となった事柄を特定した上でないと最終的な結論を出すことは難しいため、今後の課題としておきたい。

<注>

- (1)『県指定史跡水軒堤防確認調査報告書』2009 和歌山県教育委員会・財団法人和歌山県文化財センター
 - (2)南端部南面については、ベース土が東へ向かい標高を上げるため、この勾配に合わせてように1段減らし15段となる。
 - (3)前掲1の文脈
 - (4)写真は和歌山県教育委員会提供。図面は前掲1の文献掲載図を一部加筆・修正。
 - (5)『昭和36年和歌山下津港（水軒地区）災害復旧関連事業全体計画書』（和歌山県立文書館所蔵）収録写真と図面を使用。
 - (6)海岸工学を専門とされる大阪産業大学水谷准教授から多くの助言を受けた。
 - (7)帝京大学山梨文化財研究所横大介氏より御教示いただいた。第37図は次の報告書から転載した。
『元大明神前堤防道路 荏崎本町通り線整備事業に伴う埋没文化財発掘調査報告書』2004 荏崎市／荏崎市教育委員会／（財）山梨文化財研究所
 - (8)『込高新田堤防発掘調査概要報告書』1985 名古屋市教育委員会
 - (9)『浅山新田堤防発掘調査報告』1996 東海市教育委員会
 - (10)調査委員である大阪産業大学玉野教授より御教示いただいた。
 - (11)『岡村遺跡発掘調査報告書－亀の川中小河川改修工事に伴う発掘調査－』1990 財団法人和歌山県文化財センター
 - (12)『粉河寺遺跡－長屋川砂防環境整備工事に伴う発掘調査報告書－』2008 財団法人和歌山県文化財センター
 - (13)日本城郭史学会水島大二氏より御教示いただいた。
 - (14)森田克行『土木と基礎工事』『季刊考古学』第103号 2008 華山閣
- 脚本列数1～3をI～III類、留宿のない場合をA、ある場合をB、枕木のある場合をC、高機城のような特段の類をDとし、これらの組合せで分類される。

城石垣など重量のある構造物中心の分類であるため、今回の例と直接比較することが妥当かどうか検討の余地がある。
実際丸太材をそのまま用いる例は確認できない。

- (14) 『州崎波除石垣試掘調査報告 旧八幡堀試掘調査報告』1987 江東区教育委員会
- (15) 通常制木材料としては松材が多く用いられるが、海水中で使用する場合は、フナタイムシに対する対抗性はコウヤマキやスギなどより低く、食害には弱い樹種である。この対策として粘性砂質土で被覆した可能性も考えられる。実際制木にフナタイムシの痕跡はほとんどないが、留杭には多数の食害痕が認められる。
- (16) 確認調査で中堤防北端部付近の石堤部についてボーリング調査が実施され、ベースの N 値 20 前後の高い値が得られている。ただし玉野教授から、石堤の重量で地盤が締まった可能性も考慮すべきとの助言を受けた。
- (17) 『台場～内海御台場の構造と築造～』2000 東京都港区教育委員会
- (18) 注 16 のボーリング調査の結果、石堤内部には基底部付近まで片岩礫が充填されていることが判明したが、標高 24m 付近で色調や土質に変化が認められる。
- (19) 土堤上位と下位間での接合関係は確認できなかった。
- (20) 付章 1 参照
- (21) 原綱『幕末海防史の研究～全国的にみた日本の海防態勢～』1988 名著出版
佐山和夫『わが名はケンドリック』1991 講談社
岸本直文他『特集幕末京都の関門～枚方・橋本台場跡』『ヒストリア』第 217 号 2009 大阪歴史学会
西ヶ谷恭弘編『国別城郭・陣屋・要害・台場事典』2002 東京堂出版
- (22) 有義波高とはある一定の時間内に観測された N 個の波を高いほうから順に並べて上位 N/3 個を取り出し、その波高の平均をとったものであることから最大波ではない。実際に当時の写真で石堤上まで波浪が及び上部に堆積した砂を大きく削り取っていることが確認できる。



写真6 虎島遠景



写真7 虎島東端部



写真8 虎島露頭部



写真9 虎島矢穴1



写真10 虎島矢穴2



写真11 虎島矢穴3



写真12 双子島遠景



写真13 雑賀崎露頭部

付章 1：水軒堤防の工学的機能性

玉野富雄¹・水谷夏樹²・金岡正信²

Tomio TAMANO, Natsuki MIZUTANI, and Masanobu KANAOKA

1. 緒言

和歌山市西浜に位置する水軒堤防は、南北に約1.7kmの防潮堤防である。昭和34年4月23日に県指定文化財（史跡）として指定されたが、堤防全体が砂に覆われ地元以外には人々の記憶から長い間忘れ去れてきた。

平成17年の交差点改良工事に伴い堤防が再び出土し、この水軒堤防が国内でも最大級であり、有数の土木技術を駆使して築造された江戸時代の石堤であることが再発見された。これを受けて、和歌山県教育委員会では県指定史跡水軒堤防の全容解明調査が3カ年に渡って行われ、県指定史跡水軒堤防確認調査報告書（黒石ら、2009）にまとめられた。

この報告書では、水軒堤防の地理的特性や歴史的背景、堤防の構成材料や構造などについて調査報告が行われたが、防潮堤防という海岸建造物に対し、波浪などに対する工学的機能性については検討されていない。また、この堤防は城の石垣を造るほどの精緻な石積み技術が駆使されていることを特徴とするが、石垣に加えて背後に土堤を組み合わせた構造でもあり、その力学的特性についてはよく分かっていないのが現状である。

そこで本研究では、この県指定史跡水軒堤防の工学的機能性について検討するため、過去に生じた歴史的な津波（安政南海地震津波および昭和南海地震津波）、第二室戸台風による暴浪に対して堤防に作用する波力、および安政南海地震時の強震動の推定値を外力として求め、堤体の有限要素弾性解析を行って堤体の変形量と変形挙動について数値解析的な検討を行う。

2. 水軒堤防の概要

（1）地理的背景

水軒堤防は、図-1に示すように紀ノ川の河口南側に位置する南北に約1.7kmの石積みの堤防である。現在は、水軒堤防の西側前面は埋め立てられ、昭和46年の木材港の開港を経て、和歌山下津港和歌山本港区となり現在に至っているが、埋め立て以前は水軒海水浴場として県民に親しまれてきた海岸である。



図-1 水軒堤防の位置（Google Earthより）

埋め立て以前の断面図を見ると、1/100勾配程度の緩勾配海岸であり、水軒堤防は紀ノ川から流出した土砂が堆積してきた海浜砂丘状地形の上に築造されたものである。

（2）歴史的背景

堤防の築造時期については、発掘調査で18世紀に製造されたとされる出土遺物が多数見つかったことから、18世紀後半頃と考えられる。また、築造の目的は、一義的には堤防背面に展開されている農地の保全で

1 工 博 大阪産業大学 教 授 工学部 都市創造工学科
2 博（工） 大阪産業大学 准教授 工学部 都市創造工学科

あると言えるが、誰の命によって築造されたかなどを含め築造のプロセスの詳細は今後の課題として残されている。

(3) 堤防の構造

図-2に水軒堤防南端部(図-1のA点)の全景を示す。江戸期における外海に面した海岸堤防としては全国的にみて他に例を見ない精緻で大規模な海岸堤防の構造である。また、図-3に中央部(図-1のB点)の堤防断面を示す。

中央部石堤は、高さが約4m、天端幅が約3.8mである。海側の石積勾配は約40度で直方体形状に切石加工した和泉砂岩を布積みしている(図-4)、それに対し、陸側の石積みは約53度と急勾配で緑泥片岩と粗加工した和泉砂岩を交互に積んでいる(図-5)、さらに、この海岸堤防の最大の特徴として、この石堤の陸

側背後に幅約14m以上で石堤の天端高よりも約1m高く山形に盛られた土堤が付設されている。

石堤海側法面に貼られた石の表面形状は長辺で40～50cm、短辺で30～40cmであり、



図-4 堤防の断面の様子
(前面(右側)が約40度、背面(左側)が約53度の傾斜を持つ)



図-2 水軒堤防南端部の全景(海側から)
和歌山県教育委員会提供



図-5 堤防背面の石積の様子



図-3 中央部堤防前面の石積と背後の土堤の様子



図-6 堤防先方の根固めの様子

奥行き長さは70cm程度である。特に、のり稜線にほぼ直角に据え付けられており力学的に強固な構造となっている。石積み全体としてみれば、近世城郭石垣における切り込みはぎ・布積みの型式である。

堤防の法先是、ほぼT.P. ± 0 mの高さであり、図-6に示すように、これより前面では杭によって基礎が固定され、石が敷き詰められた根固めが施工されている。また、全てを発掘できていないが、この杭と石による根固めは沖へ向かって3段程度続いており、前面の洗堀防止に対してかなり配慮された施工となっている。

また、石堤と土堤は、現場調査より、土堤を盛りながら石堤を積み上げる同時施工が行なわれたと考えられ、土堤の強熱減量試験の結果では、数値はすべて1.5%程度と小さいものであり、長期間をかけた段階的に積み上げが行なわれた痕跡はなかった。

3. 南海地震津波のシミュレーション

(1) 計算手法の概要

堤体の有限要素解析を行うにあたり作用波力を求める。ここではこの地を襲った昭和南海地震津波(1946)と安政南海地震津波(1854)に対して津波シミュレーションを行うが、観測記録が豊富な昭和南海地震津波に対して計算精度の検証を行い、より規模が大きい安政南海地震津波の際の水軒堤防に作用する最大波高を求め、波力を算出する。

計算手法はGotoら(1997)に準じており、一般的に用いられる非線形長波方程式を用い差分化した、移流項には一次の風上差分を、拡散項には中心差分を用い、Leap-frog法により時間発展を行った。また陸上境界は全反射とし、陸上遡上は考慮しておらず、沖側境界は放射境界、海底面の摩擦はマニングの粗度係数に基づくモデルを用いた。

図-7に示すように、計算領域を東経131度～137度、北緯32度～35度の範囲とし、日本海洋データセンターから水深データを入

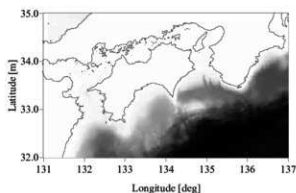


図-7 計算領域

手して、東西、南北ともに格子幅を1000m、格子数557×334に設定した。

津波の初期波形は、相田(1981)の断層パラメータを用いてManshinha and Smylie(1971)の方法によって作成した。断層変形に伴う加速度は本研究では考慮していない。なお、プログラムは、Gotoら(1977)を参考に作成を行った。

(2) 昭和南海地震津波の計算結果

相田(1981)に倣い、計算結果と観測結果の比較を行った。図-8に細島(宮崎)の結果を、図-9に堺(大阪)の結果を示す。

細島の結果は、第二波目と第三波目の位相が、観測データに比べ計算結果の方が20分程度先行しているものの、第一波から第三波までの波高を概ね再現していると思われる。また堺の結果は、第一波目の前の引き波から位相、波高ともにほぼ再現できており良好な結果といえる。

計算結果における水軒堤防沖の最大波高は、 $H_{max}=1.17$ mであった。この値は水深 $h=7$ mでの波高であることから、推定来襲津波波高はグリーンの法則(岩槻・樫木, 1979)を用いて、 $H_1=H_{max} \cdot h^{1/4}=1.90$ mとなる。

羽鳥(1980)によれば、水軒堤防付近の浸水高は、和歌浦から紀三井寺間で2m程度であったとされていることから、本研究の計算結果は妥当なものと推定できる。

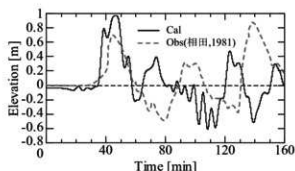


図-8 細島(宮崎)における計算結果と観測結果の比較

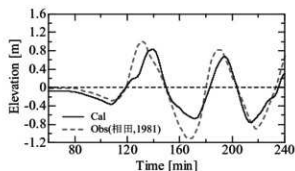


図-9 堺(大阪)における計算結果と観測結果の比較

(3) 安政南海地震津波の計算結果

安政南海地震津波の初期波形を相田(1981)の断層パラメータを用いて作成し、シミュレーションを行った。その結果、水軒堤防の沖での最大波高は $H_{\text{max}}=1.73\text{m}$ であり、推定来襲津波波高は、 $H_1=2.81\text{m}$ となった。羽鳥(1980)によれば安政南海地震時には、紀三井寺で3m程度の浸水高が記録されており、本研究の計算結果の妥当性が裏付けられている。

(4) 堤体への作用波力の算出

シミュレーションで求められた波高に対し、谷本ら(1984)に従って、津波が直立壁に作用する場合の波力分布を求めて堤体の有限要素解析に用いた。現代の設計基準においては水軒堤防のような斜め壁を持つ海岸堤防に対する波力の算定基準が著者らの知る限り存在しない。そこで本研究では鉛直壁に対する波力分布をそのまま斜め壁にも適用した。



図-10 第二室戸台風によって被災した水軒堤防
(堤防の天端上に船が打ち上げられている)
(和歌山県立文書館所有)

4. 第二室戸台風時の暴浪について

1961年9月16日の第二室戸台風是和歌山県にも大きな被害を及ぼし、図-10のように水軒堤防も一部に被災している。本研究では津波による波力に加えて、この第二室戸台風時における暴浪に対しても同様の検討を行う。

まず台風来襲時における最高潮位を調べたところ、和歌山港での観測記録により、T.P.+251mであったことが分かった。次に波高と周期および波向きについては、観測記録は存在しないものの水軒堤防の前面に造られた木材港の外防波堤を設計する際、第二室戸台風を想定して波浪推算が行われており、その推算値が、 $H_{1/3}=7.0\text{m}$ 、 $T_{1/3}=10.5\text{s}$ 、波向きSWであった。本研究ではこの値を沖波の値として採用し、浅水変形等を考慮して堤体に作用する波高を求めた。

その結果、最高潮位時の作用波高は $H=2.1\text{m}$ となり、この結果に基づいて津波波高と同様に、谷本ら(1976)に基づいて、谷田式による直立壁に作用する波力を算出した。

5. 安政南海地震時の強震動について

水軒堤防が経験した最大の地震は安政南海地震(1846年)である。安政南海地震時における水軒堤防が経験した強震動は不明であるが、その強震動に近いと推定できるのが、

2004年9月5日に発生した紀伊半島沖地震(M:7.1)であろう。図-11は、奈良県下北山村地点において計測された震度5弱の強震動の波形である。この強震動を入力値とし地震時有限要素法解析を行った。

6. 堤体の有限要素法解析

(1) 有限要素弾性解析の概要

有限要素解析は、市販ソフトのLusasを用い、最大波力によって平衡状態に達した場合の弾性変形解析を行った。

解析モデルは断面2次元解析とし、堤体内部と堤体下の基礎地盤の条件は現地ボーリングデータ(図-12)のN値より決定した(玉野ら, 2004)。また、堤体に用いられる石材の材料定数は、実際の石材と同様の砂岩のデータを使用した。表-1に入力した材料定数の一覧を、図-13に解析モデルを示す。

水軒堤防は、高さが約4mで天端幅が約3.8mの精緻な石積み堤防であると同時に背後に土堤が組み合わされている。本解析ではこの土堤の役割を解明するため、石堤の場合と石堤+土堤の場合の二通りの解析を行った。なお、石材と石材の間および石材と内部の土との間にはjoint要素を設けて石材が移動できるよう設定した(玉野ら, 2004)。

(2) 安政南海地震の津波による解析結果

図-14に土堤なし場合の水平方向の変位量分布を示し、図-15に土堤ありの場合について示す。また、同様に鉛直方向の変位量分布について土堤なしの場合を図-16に、土堤ありの場合を図-17にそれぞれ示す。

水平方向の変位量を見ると、土堤の有無に関わらず天端上で最大変位を取る。土堤なしの場合、最大変位は約6.4cm、土堤ありの場合で約5.5cmとなり、最大水平変位量で見れば土堤の付設によって14%程度の低減が見られる。水平変位量の分布は天端から下へ行くほど変位量は小さくなるが、どちらの場合も法先の高さで3cm程度の変位量を示している。

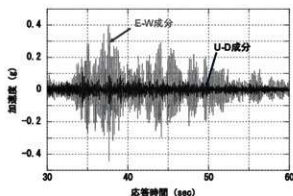


図-11 紀伊半島沖地震強震動(奈良県下北山村地点)

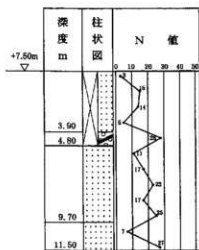


図-12 ボーリング柱状図

表-1 材料定数

材 料	石材	砂地盤 (N=20)	土堤 (N=10)
要素特性	弾性	弾性	弾性
弾性係数 $E(\text{kN/m}^2)$	2.0×10^7	1.3×10^4	9.0×10^3
ポアソン比	0.15	0.3	0.3
単位体積重量 (kN/m^3)	26	18	17

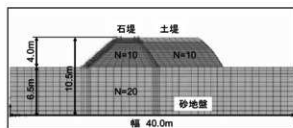


図-13 解析モデル(土堤ありの場合)

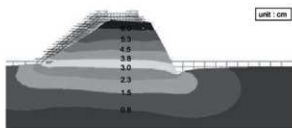


図-14 水平方向の変位量分布（土堤なしの場合）

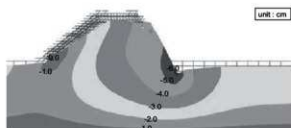


図-16 鉛直方向の変位量分布（土堤なしの場合）

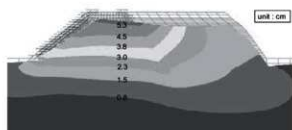


図-15 水平方向の変位量分布（土堤ありの場合）

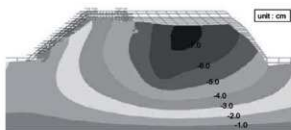


図-17 鉛直方向の変位量分布（土堤ありの場合）

土堤の機能について見れば、図-15から、石堤と土堤の接合部分で不連続な変化を示しており、土堤は石堤ほど水平方向に変位していないため、外力に対し石堤を背後から支える機能を果たしていると言える。

次に鉛直方向の変位量について見ると、土堤なしの場合は、石堤の背後の法先で最大鉛直変位を取り、下方に約6.3cm、土堤ありの場合は、土堤天端中央部付近が凹むように約7.2cmとなっている。水平方向の変位量と併せて見れば、外力が作用した際、堤防全体に時計回りの回転力が作用したと考えられ、土堤は前面の石堤の時計回りの回転とは逆向きに変形しようとした結果、相対的に弱い材料である土堤部分の天端上で凹状の分布となったのではないかと推測できる。

（3）第二室戸台風時の暴浪による解析結果

第二室戸台風時の暴浪による解析を行った結果、水平、鉛直方向の変位量分布はともに安政南海地震津波の解析とほぼ同等の結果を得た。そこで最大変位量のみを表-2に比較として示す。

表から分かるように、第二室戸台風時の暴浪に対しては、どのケースも津波よりも変位量が少ない。しかし土堤ありの場合の鉛直変

表-2 最大変位量の比較

解析対象	土堤なし		土堤あり	
	水平	鉛直	水平	鉛直
安政南海地震津波	6.4cm	-6.3cm	5.5cm	-7.2cm
第二室戸台風暴浪	3.9cm	-5.7cm	3.4cm	-7.1cm



図-18 中央部堤防における土堤部分の断面図

位量は津波でも台風でもほとんど変化がなく、水平外力が異なるに関わらず、このような結果となることから、これらは外力に関係なく水軒堤防が持つ固有の構造から生じる特徴であると考えられる。

図-18は、図-1のB点で発掘された堤防断面のうち、土堤部分を示すものである。解析結果の図とは左右逆であるが、右端に石堤の背面が見える。図から分かるように、土堤部分は石堤の天端よりも1m程度高くなっており、石堤の天端に向かって緩やかにつ

ながっている。元々この形状で築造したとは考えにくく、築造後の自重による変形や天端の摩耗、繰り返しかかる波浪外力などによって最終的にこのような形になったものと考えられ、本研究の解析結果が示す形状と類似するものとして推測することも可能である。なお、基礎地盤および堤体内部の詳細な調査から地震による変形や地盤の液状化の痕跡は認められず、地震による変形はなかったものと判断した。また堤体は砂に埋もれていたものの、その一部は露出する程度で上載荷重として作用するほどのものではなかった。

(4) 安政南海地震時の強震動による解析結果

図-19に地震時における石堤海側斜面部での水平方向変位量の鉛直分布の解析結果を示す。水平方向の変位量は石堤天端面高さにおいて最大値を示している。土堤なしの場合には最大1.8cm、土堤あり場合は最大1.4cmあり、土堤が付設された場合の方が約22%小さくなっている。土堤には地震時の変形を抑制する効果があることが分かる。

また、堤防が単一材料で構成されているとすれば、通常、水平変位量は堤防下端面から天端面に向かって単調に増大する。しかしながら、水軒堤防の場合は、石材と土砂で構成された複合材料堤であることから土堤ありの

場合、なしの場合とも天端面高さにおいては水平変位量の減少が見られる。このことから、石堤表面部の石張りには地震時の変形抑制の力学効果、すなわち制震構造としての力学機能があると判断できる。

7. 結語

本論考は、和歌山市西浜で新たに発掘された県指定史跡水軒堤防の工学的機能性について検証するため、歴史的な津波外力および第二室台風による波浪外力を求め、有限要素弾性解析を行って、その変形特性について明らかにした。あわせて、安政地震時に水軒堤防が受けた強震動を推定し、それを外力として地震時の有限要素法解析を行い、堤体の変形特性について明らかにした。

以下に主な結論を示す。

- (1) 津波外力に対し、石堤に付設された土堤によって水平方向の最大変位量が約14%低減することが分かった。
- (2) 外力によって、石堤全体に時計回りの回転力が作用し、それを抑えるように土堤が機能し、結果として土堤天端上で最大鉛直変位を示すことが分かった。
- (3) 波浪外力が津波外力に比べて相対的に小さく、水平方向の最大変位量が外力に伴って小さくなったが、土堤天端上での最大鉛直変位量はどちらも変わらないことから、堤防が持つ固有の構造から生じる変形ではないかという推論に至った。
- (4) 地震時解析で、土堤が付設された場合の方が石堤のみの場合に比べ水平変位量が小さくなり、土堤には地震時の変形を抑制する効果があることが分かった。また、石堤表面部の石張りにより堤防天端面では水平変位が小さく抑えられ、石堤表面部の石張りには制震構造としての機能があると判断できた。

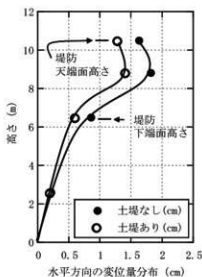


図-19 石堤海側斜面部での水平方向変位量分布

参 考 文 献

- 黒石哲夫・藤井幸司・佐々木宏治 (2009) : 県指定史跡水軒堤防確認調査報告書, 和歌山県教育委員会, p.32.
- 相田 勇 (1981) : 南海道沖の津波の数値実験, 地震研究所彙報, Vol.56, pp.713-730.
- 羽鳥徳太郎 (1980) : 大阪府・和歌山県沿岸における宝永・安政南海道津波の調査, 地震研究所彙報, Vol.55, pp.505-535.
- 谷本勝利・本 浩司・石塚修次・合田良實 (1976) : 防波堤の設計波力算定式の検討, 第23回海岸工学講演会論文集, pp.11-16.
- 谷本勝利・鶴谷広一・中野 晋 (1984) : 1983年日本海中部地震津波における津波力と埋立護岸の被災原因の検討, 第31回海岸工学講演会論文集, pp.257-261.
- 玉野富雄・西田一彦・B. Shrestha・金岡正信・森本浩行 (2004) : 城郭石垣構造の力学安定, 材料, Vol.53, No.1, pp.5-8.
- Manshinha, L. and D. Smylie (1971) : The displacement fields of inclined faults, Bulletin of The Seismological Society of America, Vol.61, No.5, pp.1433-1440.

- Goto, C., Y. Ogawa, N. Shuto and F. Imamura (1997) : Numerical method of Tsunami Simulation with the Leap-frog scheme, IUGG/ICC time project, UNESCO, 97p.
- 水谷夏樹・佐々木宏治・金岡正信・松尾菜央・玉野富雄 (2010) : 和歌山県指定史跡水軒堤防の工学的機能性に関する研究, 土木学会論文集 B2 (海岸工学), Vol.66, No.1, (印刷中)

謝 辞

本特別論考は、「水谷夏樹・佐々木宏治・金岡正信・松尾菜央・玉野富雄 (2010) : 和歌山県指定史跡水軒堤防の工学的機能性に関する研究, 土木学会論文集 B2 (海岸工学), Vol.66, No.1, (印刷中)」の論文を加筆したものである。

本特別論考の作成に際し, ご指導をいただきました和歌山県指定史跡水軒堤防調査委員会委員各位, 和歌山県教育委員会関係各位, (財)和歌山県文化財センター関係各位に記して御礼を申し上げます。

付章2 石材の調達地

和歌山県教育委員会 黒石 哲夫

(1) 友ヶ島（和泉砂岩）

紀淡海峡に位置する友ヶ島の虎島には石切場があり、和歌山城の石垣の石材が採取されたという伝承がある。周辺の地質は和泉層群で、今から約7000万年前の白亜紀後期に海底に堆積した砂岩や泥岩、礫岩、凝灰岩から出来た堆積岩の地層である。虎島周辺では和泉砂岩と泥質岩が互層になって厚さ0.5～1.0m程の板状摂理をなして傾斜角度約40度～50度で露頭している。虎島の東先端部を現地踏査すると露出した巨岩など数地点で矢穴跡が確認できた。また、立方体に加工された石材も見られる。矢穴は巨岩の板状摂理面に添って穿孔されているものが多いが、垂直に密に穿たれたものも見られる。矢穴の長さは6cmから10cm程で、8cm前後のものが多い。

水軒石堤では、多種多様な岩質の和泉砂岩の石材が見られたが、ほぼすべての種類の石材が虎島周辺で確認された。また、水軒堤防の石材の中に、赤く変色して、焼け焦げたようなものが見られるが、虎島周辺の岩石の中にも見られ、表面をよく観察すると被熱により赤変したのではなく、岩石の鉄分が表面で錆化したものと推定される。また、表面に数mmから数cmほどの蜂の巣状に穴が見られる石材が水軒堤防には一定の割合で存在するが、虎島周辺の露頭岩に同様のものがみられる。

このような、石材の観察から、水軒石堤の石材が虎島周辺から切り出されて、使用された可能性は極めて高いものと考えられる。水軒堤防への直線距離は約16kmである。

(2) 雑賀崎（結晶片岩）

結晶片岩類の調達地は雑賀崎周辺だと推定される。番所庭園周辺から和歌浦周辺や双子島にかけて結晶片岩の露頭地が多数見られる。三波川帯と呼ばれる地質構造で、約2億年前に広域変成作用とよばれる高い圧力と熱変成作用によって堆積岩などが結晶片岩などの変成岩になった地域である。

水軒川河口部左岸の雑賀崎小学校の近くに石切場という地名が残っており、近世以降の石切場が周辺に存在した可能性がある。そこから水軒堤防の南端までの距離は約700mである。



2区土堤南壁土層断面（北から）



1区土堤北壁土層断面（南から）



2区土堤北壁土層断面（南から）



2区中堤防上堆積土層：土堤部西端（北から）



2区中堤防上堆積土層：石堤部（北から）



2区中堤防上堆積土層：土堤西半（北から）



2区中堤防上堆積土層：土堤東端（北から）



2区中堤防上堆積土層：土堤東半（北から）



1 区石堤表法全景（東から）



1 区石堤天端・裏法全景（東から）



1 区石堤表法全景（南東から）



1 区石堤天端全景（西から）



1 区石堤表法全景（西から）



2区土堤全景（南西から）



2区土堤全景（南東から）



2区土堤北側断面（北西から）



2区土堤掘削状況（北東から）



2区石堤裏法上段山土貼付け状況（東から）



2区石堤裏法上段山土貼付け状況（北から）



2区石堤裏法上段山土貼付け状況（北から）



2区石堤表法全景（西から）



2区石堤表法全景（北西から）



2区石堤表法全景（南西から）



2区石堤表法基底部：サブトレーチ 1（西から）



2区石堤表法基底部：サブトレーチ 1（北から）



2区石堤全景（北東から）



2区石堤天端・裏法全景（東から）



2区石堤裏法全景（東から）



2区石堤裏法基底部：サブトレッチ2（東から）



2区石堤裏法基底部胴木留杭：サブトレッチ2（東から）



2区北端石堤断面（北から）



2区南端石堤断面（北から）



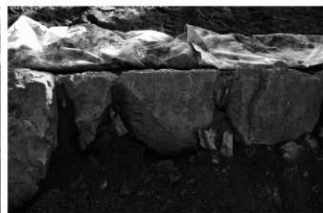
2区石堤表法構築後浸食石材（西から）



2区石堤裏法構築前浸食石材（西から）



2区石堤解体後表法7段目石材上面（東から）



2区石堤解体後裏法中段砂岩列石材上面（西から）



3区石堤表法全景（南西から）



3-1区石堤天端・裏法全景（南東から）



3区石堤裏法全景（東から）



3-1区石堤表法全景（西から）



3-1区石敷全景（西から）



3-1区石堤表法基底部胴木及び留杭（南西から）



3-1区石堤表法基底部胴木及び留杭（北西から）



3-1区石堤表法基底部留杭（北から）



3-1区石敷2段目杭列（北から）



3-1区石敷3段目杭列（北から）



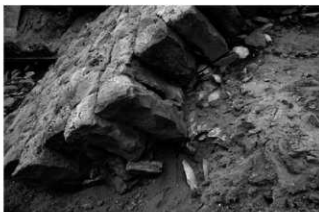
3-1区石敷2段目木杭及び竹（西から）



3-1区石敷2段目木杭（西から）



3-1区石敷断面：サブトレッチ4（南から）



3-1区石堤表法断面（南から）



3-1区石堤表法断面（南東から）



3-1区擁壁部天端除去状況（南東から）



3-1区南端石堤裏法断面（南から）



3-1区擁壁部石堤表法1段目上面（東から）



3-1区擁壁部石堤表法2段目上面（東から）



3-1区擁壁部石堤表法3段目上面（東から）



3-1区擁壁部石堤表法4段目上面（東から）



3-1区擁壁部石堤表法5段目上面（東から）



3-1区擁壁部石堤表法6段目上面（東から）



3-1区擁壁部石堤表法7段目上面（東から）



3-1区擁壁部石堤裏法上段砂岩列上面（西から）



3-1区擁壁部石堤裏法中段砂岩列上面（西から）



3-1区擁壁部石堤裏法上段砂岩列下片岩（西から）



左写真下片岩（西から）



4区石堤表法全景（西から）



4区石堤裏法基底部：サブトレンチ3（東から）



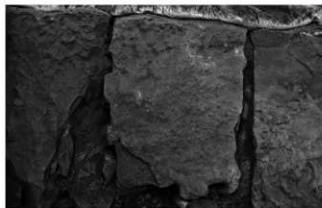
4区石堤裏法基底部：サブトレンチ3（東から）



4区石堤裏法基底部：サブトレンチ3（北から）



4区石堤裏法基底部前面礫除去状況：サブトレンチ3（東から）



2区7段目矢穴 36



2区7段目矢穴 35



2区天端矢穴 28



1、3区天端矢穴 1



2区石堤解体状況（南西から）



2区石堤解体後養生状況（北東から）



石堤移築状況（西から）



石堤移築完了状況（南西から）



1



11



38



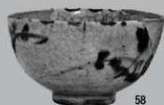
32



45



50



58



68



69



108



116



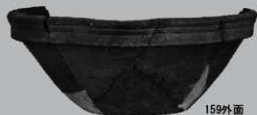
153



150



152



159外面



159内面

報告書抄録

ふりがな	けんしていしきすいけんていぼう						
書 名	県指定史跡水軒堤防						
副 書 名	和歌山下津港本港1号線交差点改良工事に伴う発掘調査報告書						
編 著 者 名	村田弘、佐々木宏治						
編 集 機 関	財団法人和歌山県文化財センター						
所 在 地	〒640-8404 和歌山県和歌山市湊571番地1 TEL 073-433-3843						
発行年月日	西暦2009年3月31日						
ふりがな 所収遺跡	ふりがな 所 在 地	コード 市町村 遺跡番号	北 緯 ° / ' / "	東 経 ° / ' / "	調査期間	調査面積 ㎡	調査原因
すいけんていぼう 水 軒 堤 防	わかやまし 和歌山市 にしはま 西 浜	3020150 和歌 山市 史跡 1 9	34° 12' 09"	135° 09' 13"	1区:2005年5月16日 ～6月20日 2区:2008年8月1日 ～12月1日 3区:2009年5月18日 ～7月31日 4区:2009年10月15日 ～11月10日	1区: 170㎡ 2区: 440㎡ 3区: 510㎡ 4区: 340㎡	道路改良 工事
所収遺跡名	種別	主な時代	主な遺構		主な遺物		特記事項
水軒堤防	堤防跡	江戸時代以降	堤防		陶磁器、土師器、瓦、 鉄製品、銅製品、石製品		江戸時代の 防潮・防波 堤防
要約	県指定史跡水軒堤防のうち江戸時代に築造された中堤防は、石堤と土堤及びその全面に敷かれる石敷で構成され、土堤高さが約5.0m、石敷を含めた堤防全体の敷幅27m以上、石堤については、天端幅3.5～4.0m、敷幅約12m、高さ3.9～4.4m、表法勾配約37度、裏法勾配50度前後であることが判明した。 築造時期は出土遺物から18世紀後半頃と考えられる。 県教育委員会による確認調査成果とあわせ、全長約1kmに及ぶ中堤防の全容がほぼ解明された。						

県指定史跡水軒堤防

—和歌山下津港本港1号線交差点改良工事に伴う発掘調査報告書—

2010年9月30日

編集・発行 財団法人和歌山県文化財センター

印刷・製本 株式会社 協 和