

加曽利北貝塚野外観覧施設における遺構保存実験について —現状と地衣類（主に藻類）除去実験の報告—

佐藤 洋（千葉市立加曽利貝塚博物館）

1 はじめに

加曽利貝塚博物館は昭和 41(1966) 年 11 月の開館以来、遺跡全体を保存・活用する「野外博物館」構想に基づき、現地保存型の博物館を目指した整備を行ってきた。北貝塚では貝層断面観覧施設、竪穴住居跡群観覧施設、南貝塚では貝層断面観覧施設の計 3 施設が整備されている。なかでも北貝塚の 2 施設は、発掘された遺跡の上に覆屋を建てることで、発掘されたままの状態の遺跡を見学することが可能な施設として 1968(昭和 43) 年に整備された。

両施設は、多くの研究者の努力によって現地保存と公開がなされているが、施設整備から 50 年以上が経過した現在、使用薬剤の効果低減が確認されるなどの問題を抱えている。近年、特に地衣類（主に藻類）の発生が顕著な状況であり、新たな対策を模索し実験を試みている。本稿では、現在確認されている状況と、取り組んでいる地衣類除去実験の成果を報告する。

2 施設の概要

(1) 北貝塚・竪穴住居跡群観覧施設（第 1 図）

- ① 竣 工 1968(昭和 43) 年 3 月
- ② 構 造 鉄筋コンクリート造・平屋建 無窓
- ③ 規 模 282 m² (東西 16 m×南北 16.2 m、東西出入口に前室を設置)
- ④ 壁 構 造 ローム層中 2.2 m から構築
- ⑤ 屋根構造 遺構の損傷を避け、現場施工を省力化するため、プレキャストコンクリート曲面板（断熱材：シルバークール）を架構。
- ⑥ 見 学 路 覆屋の壁面に沿って L 字型に設置。幅 1.8 m。遺構保存面と同じ高さ、高い地点とそれぞれから観察できるよう、通路途中に階段によって高低があるように設定。見学路と遺構保存面の間は、高さ 2 m のガラス板で遮蔽し、手すりを設置。
- ⑦ 出 入 口 当初は一重であったものを前室型の二重扉に改修。
- ⑧ 照明設備 ハロゲン型スポットライト
- ⑨ 空調設備 当初壁面に 4 か所の換気口が設置されていたが、公開から数年後に乾燥による塩類の析出が確認されたため封鎖。
- ⑩ 排水処理 施設の南北に U 字溝を設置し、屋根から落ちてくる雨水を浸透枳で処理。

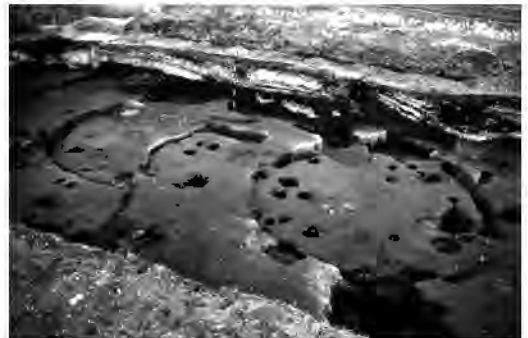
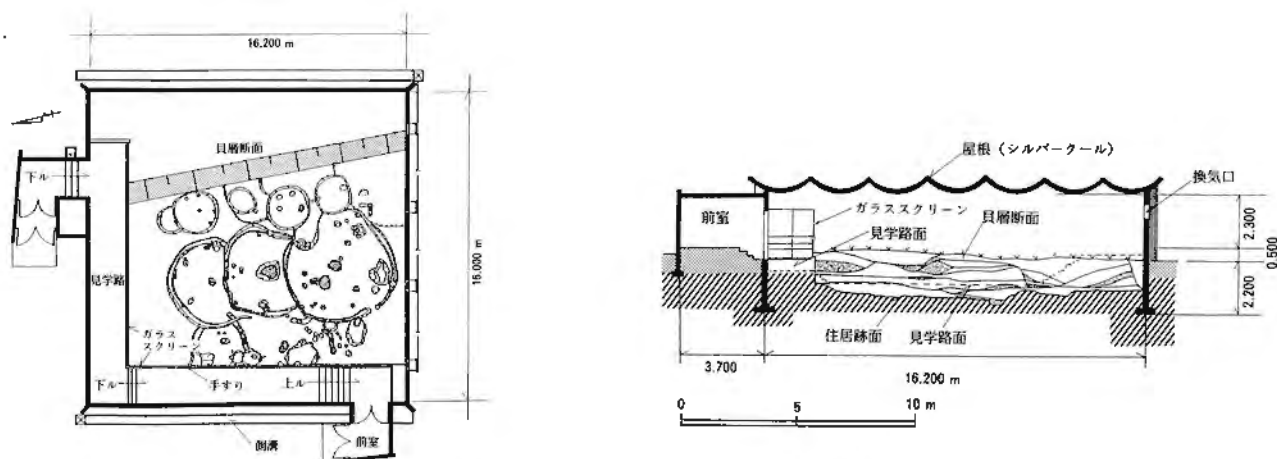


写真 1 発掘された竪穴住居跡群（昭和 40 年）



第1図 北貝塚竪穴住居跡群観覧施設 平面図・断面図

(2) 北貝塚・貝層断面観覧施設(第2図)

- ① 竣工 1968(昭和43)年3月
- ② 構造 鉄筋コンクリート造・平屋建 無窓
- ③ 規模 224.3 m² (東西21 m×南北10 m、東西出入口に前室を設置)
- ④ 壁構造 ローム層中1.5 mから構築。
- ⑤ 屋根構造 遺構の損傷を避け、現場施工を省力化するため、プレキャストコンクリート曲面板(断熱材:シルバークール)を架構。
- ⑥ 見学路 地表下約1.5 m 幅2.5 m 階段あり
貝層と見学路の間は、高さ1.8 mのガラス板(階段部分はアクリル板)で遮蔽し、手すりを設置。
- ⑦ 出入口 東西2か所 設置当初はホコリ除け風防と一重扉であったが、公開から数年後に乾燥による塩類の析出が確認されたため、二重扉に改修し前室を設置。
- ⑧ 照明設備 覆屋天井に蛍光灯を設置。
- ⑨ 空調設備 当初、薬剤の浸透対策として東西の壁面に2か所ずつ、計4か所の換気口が設置されていたが、出入口と同様の理由により封鎖。
- ⑩ 排水処理 施設の南北にU字溝を設置し、屋根から落ちてくる雨水を浸透枳で処理。



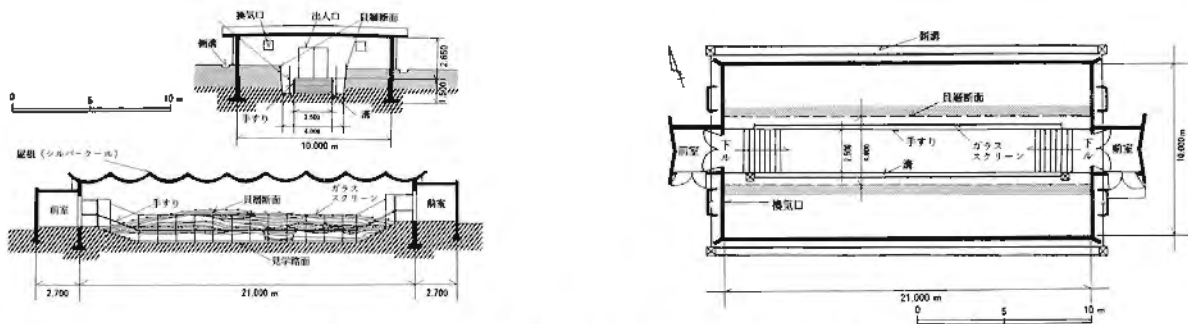
写真2 発掘された北貝塚貝層断面(昭和42年)



写真3 北貝塚貝層断面観覧施設

3 露出展示のための保存処理の変遷

発掘されたままの状態の遺構を保存公開するため、貝層断面については崩壊を防ぐ固定化处理、竪穴住居跡群においては土壌の乾燥と崩落を防ぐ安定化处理が必要となり、東京国立文化財研究所(現:独立行



第2図 北貝塚貝層断面観覧施設 平面図・断面図

政法人国立文化財機構 東京文化財研究所）の協力のもとで遺構の保存処理が行われた。当施設整備時の先行事例は浜松市蜷塚貝塚、横浜市三殿台遺跡の事例しかなく、両遺跡での経験や反省点を踏まえたうえで、予備実験を経て様々な試行錯誤のもとで保存処理がおこなわれた。

① 北貝塚貝層断面観覧施設

貝層断面の固定化においては、エポキシ樹脂とアクリルエマルジョンの使用が検討され、様々な実証実験を経たうえで、アクリルエマルジョンによる処理が行われた。その際、樹脂の浸透を良くするため、各堆積層の性質（土と貝殻の割合）によって、樹脂の粘度（濃度）を変えた注入が行われた。この処理によって貝層断面の固定には成功したものの、処理の過程で上層から流れ落ちた樹脂が土砂を含んだ状態で固化してしまい、貝層の表面が汚れた状態となった。このため、再度汚れた部分の樹脂を小範囲ずつ取り除き、樹脂による再固定処理をすることで、本来の層序が明瞭な状態の貝層断面を固定化することができた。

近年の状態は、経年のホコリや塵等による汚れに加え、塩類や地衣類の析出が目立つ状況となっており、



写真4 アクリルエマルジョンによる固定化処理

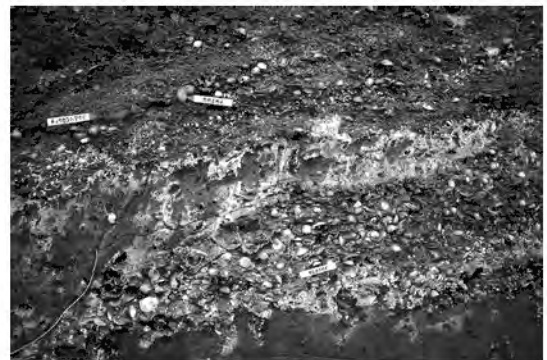


写真5 塩類析出の様子



写真6 地衣類の発生状況①



写真7 地衣類の発生状況②

対策が急務となっている。

② 北貝塚竪穴住居跡群観覧施設

土壌の乾燥を防ぐための処理として、水溶性アクリル樹脂（バインダー 17）に浸透剤（トライトン W）を混入した合成樹脂による安定化処理が行われた。この処理によって乾燥による崩落を防ぐ安定化の効果が得られたものの、処理から数年後には遺構の表面に塩類（炭酸カルシウム、硫酸カルシウム、硫酸マグネシウム等の塩類結晶）やカビ、地衣類（藻類・菌類）の析出が確認された。これに対し、塩類対策として加湿による防除策がとられたが、塩類の析出を抑制できた一方、多湿環境によるカビ・地衣類の大量発生を招く結果となった。大量に発生したカビ・地衣類への対応としては、ホルマリン水溶液や有機錫剤のアルコール溶液による滅菌処理を実施した。この処理によって一定の効果が認められたこと、および溶剤使用による安全面への考慮から、これらの薬剤は現在使用していない。なお、当施設の貝層断面の処理においては、貝層断面観覧施設と同様の処理が行われた。貝層断面の表面は経年によるホコリや塵の堆積による汚れが顕著であったことから、貝層断面観覧施設に先立ちレーザー照射による貝層のクリーニング実験が行われた。この方法は有用で効果が認められるものであったが、膨大な時間と労力を要する作業であり、貝層断面観覧施設での実施には至っていない。

1992（平成 4）年からは、土壌水分の蒸発を抑制する機能を有した「ポリシロキサン」による処理が開始された。この処理により、さらなる塩類の析出防止とともに、カビ・地衣類に対する一定の防除効果が確認されていたが、近年においてはカビ・地衣類の発生が著しく、防除に至っていない現状にある。

4 現状の維持管理作業

この現状に対し、年 1～2 回程度、地衣類の定期的な除去作業を実施している。除去方法は、過酸化水素 3% 水溶液を遺構面に噴霧し、水溶液に反応し発泡した地衣類をガーゼやキッチンペーパーで拭き取る方法を取っている。当初は同処理によって地衣類の再発生まで 1 年以上を要したが、近年は短期間で再発生が確認される現状にあり、新たな対策が急務となっている。



写真 8 塩類析出による崩落



写真 9 地衣類の発生状況③



写真 10 地衣類除去の様子
（竪穴住居跡群観覧施設内）

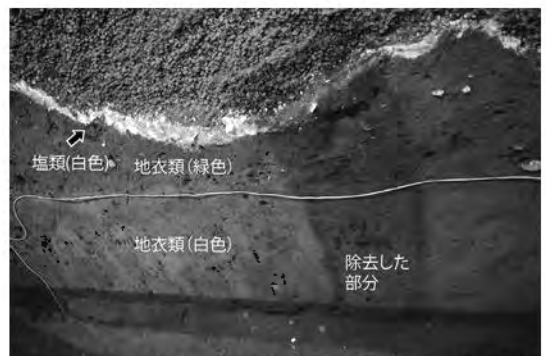


写真 11 地衣類除去の様子（貝層断面観覧施設内）

5 新たな取り組み「高温スチームによる地衣類除去実験」

現状の問題を鑑み、2018（平成 30）年 4 月より新たに「高温スチームによる地衣類の滅菌処理実験」を開始した。竪穴住居跡群観覧施設において貝層断面と土壌平面に実験区を設け、高温スチームの定秒噴射を行った。以下、実験内容と経過について報告する。

－実験の狙い－

従来の過酸化水素 3% 水溶液の噴霧による拭き取り処理においては、処理後短期間での地衣類の再発生が確認されるため、高温スチームによる熱処理によって地衣類自体を死滅させることを目的として実施した。

－実験区の設定－

土壌平面と貝層断面にそれぞれ複数の実験区を設定し、異なる処理方法にて実験を実施した。土壌表面においては、従来方法である過酸化水素 3% 水溶液噴霧によるふき取り（実験区 A）に加え、高温スチーム処理の前後に過酸化水素 3% 水溶液噴霧によるふき取り（実験区 B・D）、高温スチーム処理のみ（実験区 C）の 4 地点を設定した。

貝層断面においては、高温スチーム処理 2 度（実験区 A）、高温スチーム処理 1 度（実験区 B）、従来方法である過酸化水素 3% 水溶液噴霧によるふき取り（実験区 C）の 3 地点を設定した。

土壌平面：平成 30 年 4 月 6 日 0.5 × 0.5 m の実験区 A を設定（旧実験区 A）

平成 31 年 3 月 28 日 0.3 × 0.3 m の実験区 A・B・C・D を新たに設定
（平成 30 年設置の実験区 A を廃止し新たに設定）

貝層断面：平成 30 年 4 月 6 日 0.5 × 1 m の実験区 A を設定

平成 31 年 3 月 28 日 0.5 × 1 m の実験区 B・C を追加設定

－使用機材－

アイリスオーヤマ スチームクリーナーコンパクトタイプ（STM-304N-D）

製品仕様：スチーム温度：約 100℃、最大噴射圧力：約 3 気圧

－観察方法－

目視と定点撮影による。

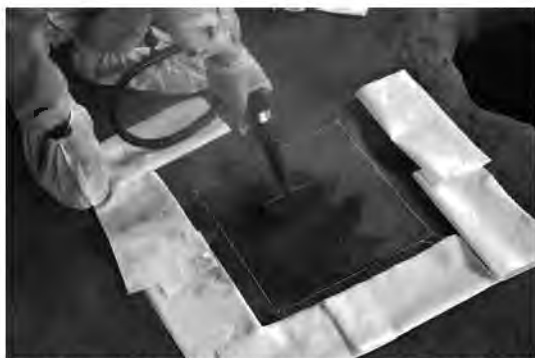


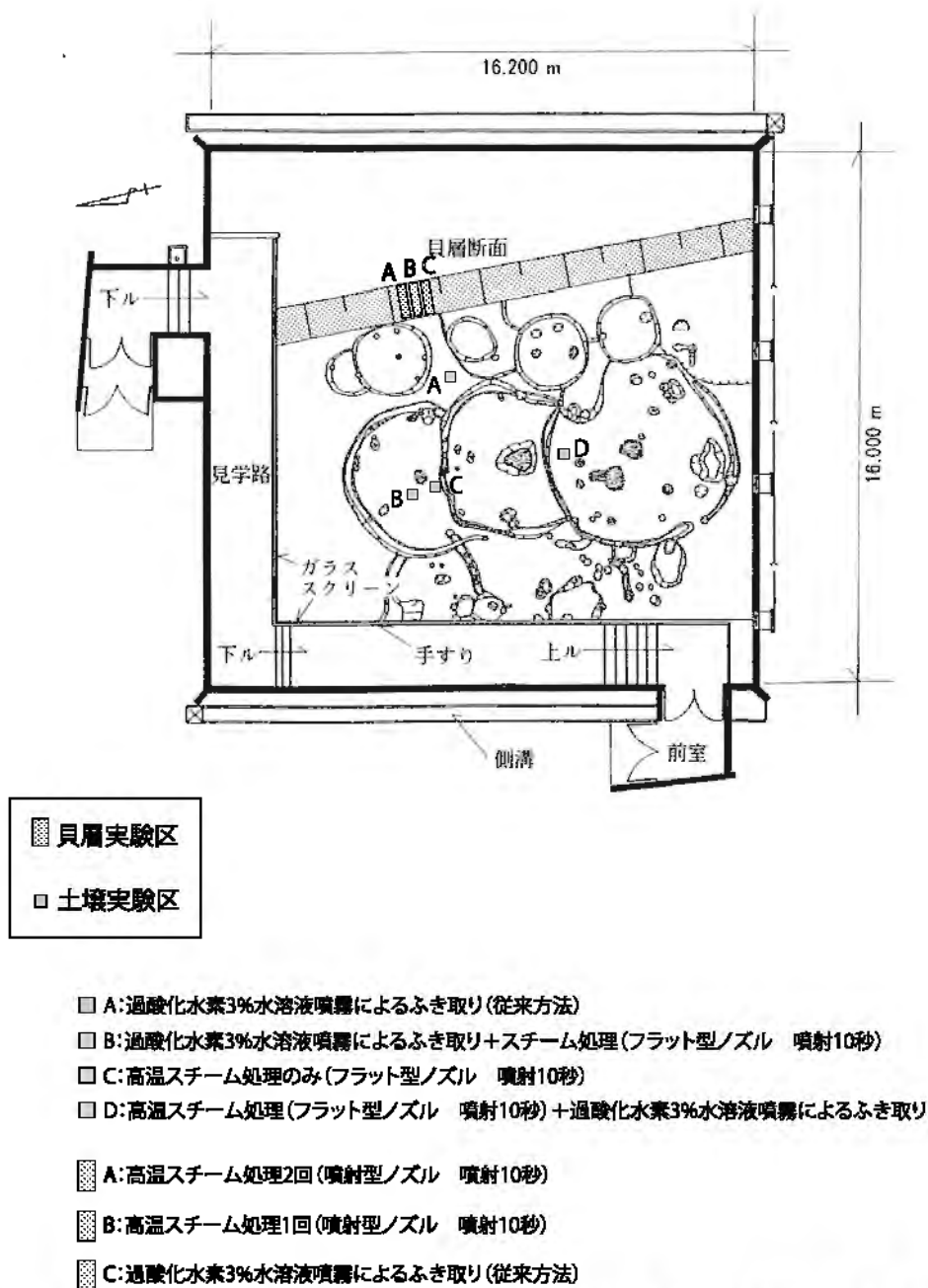
写真 12 土壌実験区の作業（フラット型ノズル使用）



写真 13 貝層実験区の作業（噴射型ノズル使用）

－土壌平面実験区の作業と観察経過－

旧実験区 A



第3図 北貝塚竪穴住居跡群観覧施設「高温スチームによる地衣類除去実験」実験区の設定

方法：噴射型ノズルを使用した高温スチーム処理を、地点 10 秒ずつ実施。

経過：効果を確認できなかった。処理後数週間で地衣類の再発生が確認され、数ヶ月で周囲よりも強い地衣類の発生が確認された。噴射型ノズルの使用によりスチームが拡散してしまい、土壌面への熱の影響が少なく、結果的に地衣類に栄養分(水分)を与える結果となったと予想している。同方法での実験を中止し、同地点を新たに土壌実験区 A に設定した。

土壌実験区 A

方法：過酸化水素 3% 水溶液噴霧によるふき取り(従来方法)。

経過：効果を確認できなかった。処理後約半月で地衣類の再発生が確認された。

土壤実験区 B

方法：過酸化水素 3% 水溶液噴霧によるふき取り作業後、フラット型ノズルを使用した高温スチーム処理を地点 10 秒ずつ実施。

経過：10 ヶ月経過した現在、地衣類の発生はほぼ確認できず、土壤の質感・色感も良い。点的に地衣類の発生が確認されるが、これは未処理である実験区外からの飛散等の影響と想定される。

土壤実験区 C

方法：フラット型ノズルを使用した高温スチーム処理を地点 10 秒ずつ実施。

経過：処理直後は深緑色に変色した地衣類が目視されたが時間の経過とともに減少し、地衣類はその後確認できなくなった。土壤の質感・色感も良い。4 ヶ月経過時に、白色の地衣類を一部で確認したが、その後確認できなくなった。

土壤実験区 D

方法：フラット型ノズルを使用した高温スチーム噴射を地点 10 秒ずつ実施後、過酸化水素 3% 水溶液噴霧によるふき取りを実施。

経過：10 ヶ月経過後も地衣類の発生はほとんど確認されない。土の質感・色感は、B・C 区と比較するとやや白色に見えるが、塩類の析出ではないと考えられる。

ー 貝層断面実験区の作業と経過 ー

貝層実験区 A

方法：噴射型ノズルを使用した高温スチーム噴射を地点 10 秒ずつ実施。2018（平成 30）年 4 月 6 日に 1 度目の処理を実施し、一年間の経過観察後の 2019（平成 31）年 3 月 28 日に 2 度目の処理を実施。

経過：実験区 B・C と比較し、地衣類の色が暗色である。地衣類自体の発生は確認されるが、実験区 B・C と比較すると一定の予防効果は認められる。

貝層実験区 B

方法：噴射型ノズルを使用した高温スチーム噴射を地点 10 秒ずつ実施。

経過：実験区 A と比較すると地衣類の色調が鮮明である。過酸化水素水のみ処理区である実験区 C と比較すると地衣類の色調が暗色であり、一定の予防効果は認められる。

貝層実験区 C

方法：過酸化水素 3% 水溶液噴霧によるふき取り（従来方法）。

経過：効果を確認できず、半月程度で地衣類の再発生を確認。

6 実験経過のまとめ

従来方法である過酸化水素 3% 水溶液の噴霧によるふき取り処理においては、処理後数日から半月以内に再発生が確認されており、現保存環境下においては地衣類の防除ができないことが改めて明らかになった。一方でスチーム処理においては、土壤実験区、貝層実験区ともに一定の効果を確認することができた。特に、土壤実験区においては、3 地点共に地衣類の再発生がごくわずかに留まり、土壤の質感・色感ともに発掘当初の状態に近いという明瞭な効果が確認された。点的に確認された地衣類については周囲からの飛散と考えられ、広範囲に処理を行うことで防ぐことができると予想される。

2020 年 3 月

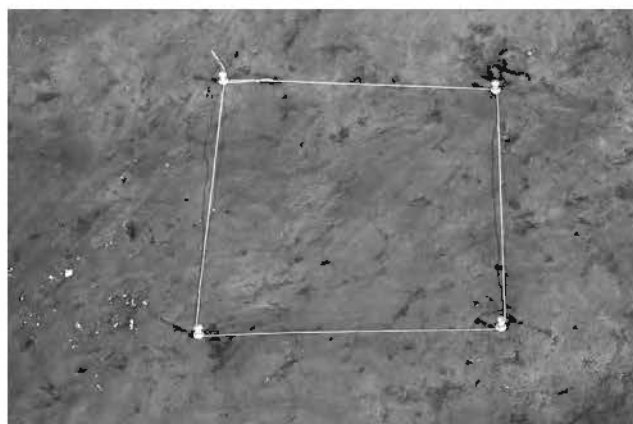


写真 14 土壌実験区 A 処理後 (2019. 3. 28)

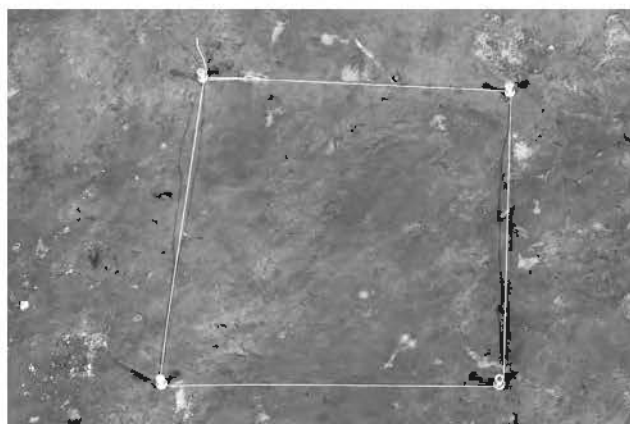


写真 15 土壌実験区 A 4 ヶ月後 (2019. 8. 1)

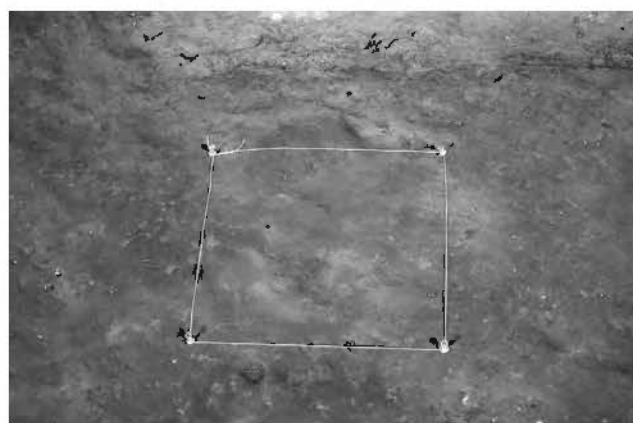


写真 16 土壌実験区 B 処理前 (2019. 3. 28)

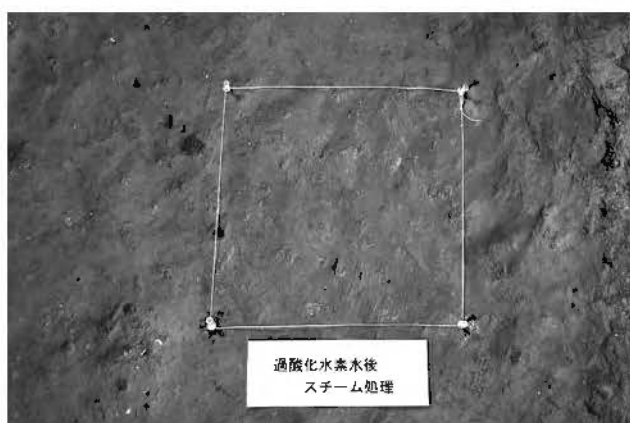


写真 17 土壌実験区 B 10 ヶ月後 (2020. 1. 28)

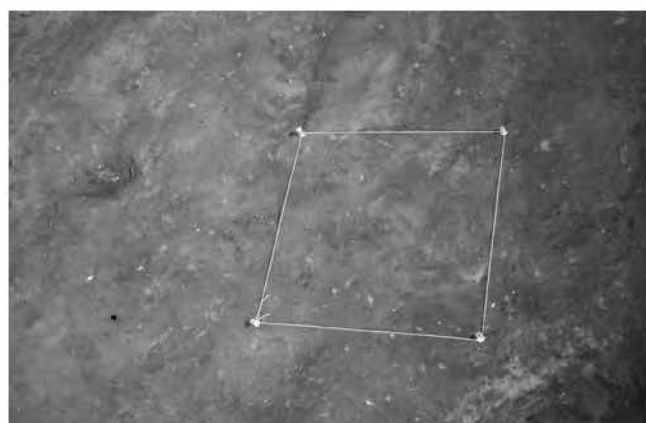


写真 18 土壌実験区 C 処理前 (2019. 3. 28)

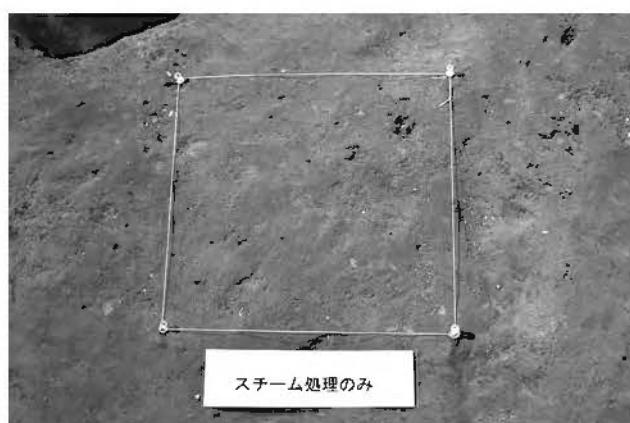


写真 19 土壌実験区 C 10 ヶ月後 (2020. 1. 28)

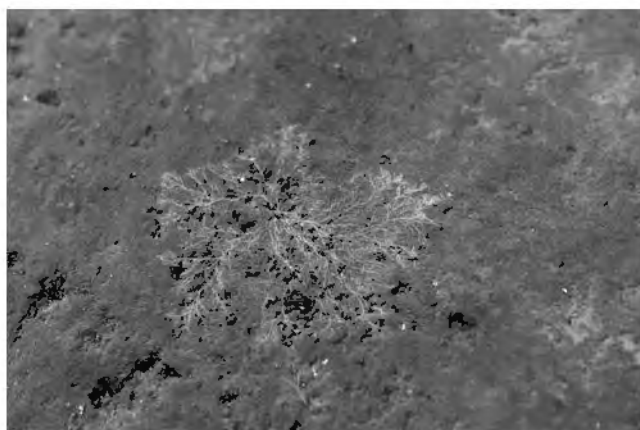


写真 20 土壤実験区 C 4 ヶ月後 (2019. 8. 1) 白色地衣類

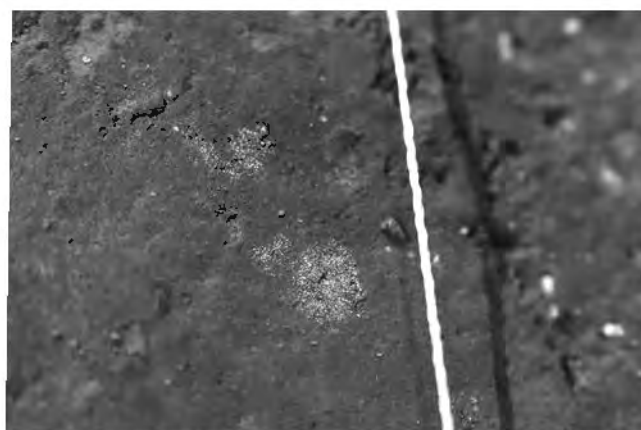


写真 21 土壤実験区 C 4 ヶ月後 (2019. 8. 1) 白色地衣類

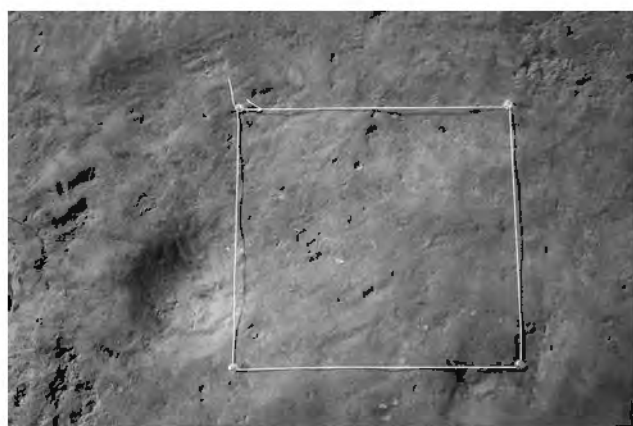


写真 22 土壤実験区 D 処理前 (2019. 3. 28)



写真 23 土壤実験区 B 10 か月後 (2020. 1. 28)

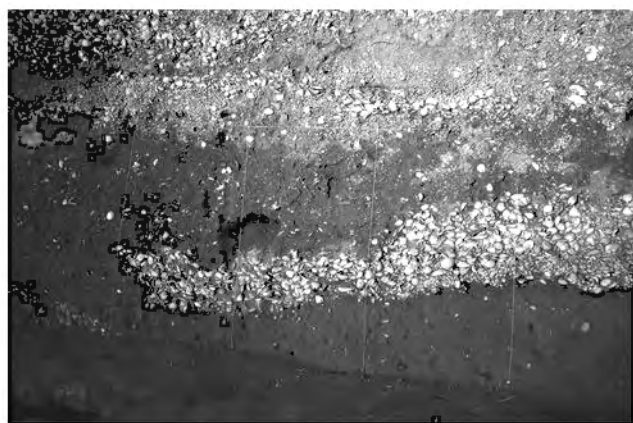


写真 24 貝層実験区 左から A・B・C (2019. 4. 4)

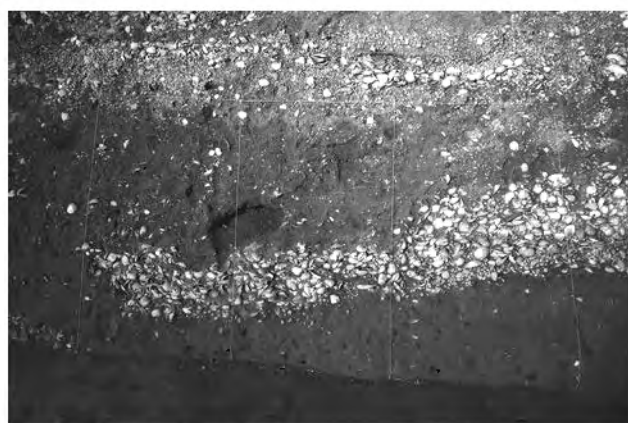


写真 25 貝層実験区 10 ヶ月後 (2020. 1. 28)

貝層実験区においては一定の効果は確認できるものの、地衣類自体の防除には至っていない。貝層の表面は凹凸があることから、接地型のフラットノズルではなく噴射型ノズルを使用したため、スチームが拡散し地衣類への熱影響が限定的になったことが原因であると考えている。

なお、本実験の経過観察方法は目視によるもので、土壌の含水量や温度変化等のデータは未採取であり、高温スチームの使用によるポリシロキサン処理への影響などは不明確と言わざるを得ない（注 1）。また、本実験は遺構面に発生した地衣類に対する対処療法であり、本質的には地衣類の発生自体を防ぐ保存環境の維持が必要となる。現状の設備環境下においては、既存照明が熱源として地衣類の発生に影響を与えていることなども指摘されており、保存環境の見直しが今後の課題である。

最後に、本実験を行うにあたり多大な御指導・御協力をいただいた青木繁夫氏、仙台市富沢遺跡保存館平塚幸人氏をはじめとする諸氏に御礼を申し上げます。

注

- 1 同様の実験を先行実施している仙台市富沢遺跡保存館からデータ提供を受け、高温スチーム 10 秒の噴射での温度上昇は 70℃程度となり、ポリシロキサンの設定耐熱温度に影響はないとの報告から同実験においても 10 秒と設定した。

参考文献

- 後藤和民 1970 「昭和 43 年度野外施設整備調査概報」『貝塚博物館紀要』第 3 号 千葉市立加曽利貝塚博物館
- 葉師寺崇 1971 「昭和 44 年度野外施設整備事業調査概報」『貝塚博物館紀要』第 4 号 千葉市立加曽利貝塚博物館
- 葉師寺崇 1972 「昭和 45 年度野外施設整備事業調査概報」『貝塚博物館紀要』第 5 号 千葉市立加曽利貝塚博物館
- 葉師寺崇 1981 「昭和 46 年度野外施設整備調査概報」『貝塚博物館紀要』第 6 号 千葉市立加曽利貝塚博物館
- 関野克ほか 1982 「昭和 48 年度野外施設整備事業調査報告」『貝塚博物館紀要』第 8 号 千葉市立加曽利貝塚博物館
- 後藤和民ほか 1980 『集落遺構の保存—その実験的研究序説—』貝塚博物館研究資料第 2 集 千葉市立加曽利貝塚博物館
- 葉師寺崇 1984 「野外施設における現状と問題点」『貝塚博物館紀要』第 11 号 千葉市立加曽利貝塚博物館
- 青木繁夫 1996 「加曽利貝塚遺構の保存について」『貝塚博物館紀要』第 23 号 千葉市立加曽利貝塚博物館
- 秋葉光太郎・村田六郎太 1996 「加曽利北貝塚の野外施設について—観察される現状と問題を中心に—」『貝塚博物館紀要』第 23 号 千葉市立加曽利貝塚博物館
- 関根健男 1996 「加曽利北貝塚の貝層断面観覧施設の保存処理」『貝塚博物館紀要』第 23 号 千葉市立加曽利貝塚博物館
- 朽津信明・吉田充夫・青木繁夫 1999 「加曽利貝塚における遺構保存を目的とした環境調査（Ⅰ）」『貝塚博物館紀要』第 26 号 千葉市立加曽利貝塚博物館
- 朽津信明・青木繁夫 2000 「加曽利貝塚における遺構保存を目的とした環境調査（Ⅱ）」『貝塚博物館紀要』第 27 号 千葉市立加曽利貝塚博物館
- 朽津信明・青木繁夫 2001 「加曽利貝塚における遺構保存を目的とした環境調査（Ⅲ）」『貝塚博物館紀要』第 28 号 千葉市立加曽利貝塚博物館
- 千葉市教育委員会 2017 『史跡加曽利貝塚保存活用計画書』
- 千葉市教育委員会 2017 『史跡加曽利貝塚総括報告書』
- 平塚幸人 2019 「仙台市富沢遺跡保存館の藻類処理実験について」『地底の森ミュージアム・縄文の森広場研究報告 2018』
- 仙台市教育委員会