加曽利貝塚遺構の保存について

青　木　繁　夫

1．はじめに

加曽利貝塚は、環状をなす北貝塚と馬蹄形をした南貝塚からなる日本最大の貝塚として、また考古学研究上の標準遺跡としてもよく知られている。さらに遺跡の保存と活用を目的とした野外博物館の先駆的な博物館としても遺跡保存史上重要な位置を占めている。

保存運動の高まりのなか加曽利貝塚は、昭和37年から39年にかけて発掘され、野外博物館として展示施設とともに、貝層断面や住居遺構の保存展示が計画実施された。まず過去の人間活動の軌跡を展示・活用する場として保存計画が作成され、昭和42年度に遺構保存覆屋が建設された。その後、遺構の強化処理などが実施（表－１）されて現在に至っている。この間、遺構を良好な状態で保持し、古代の人々の営みを観覧者に観察してもらうために加曽利貝塚博物館学芸員による膨大なエネルギーを費やした維持管理の努力が続けられてきた。しかし覆屋を建設し、遺構の保存が開始されて以来25年以上が経過した現在、住居跡や貝層断面などの表面に黴・地衣類が繁茂し、部分的乾燥による遺構面の塩類風化や亀裂崩壊が認められるなど保存状況が著しく低下してきた。さらに覆屋の老朽化および社会的・教育的諸条件の変化による野外博物館利用者のニーズの質的変化に対応する必要がある。そのためには現状維持のための応急的な保存処理と21世紀の世代に引き継いでゆくために保存機能が低下している原因を探るとともに、将来に予定されている保存処理と覆屋に関する調査を検討していかねばならない。ここでは東京国立文化財研究所が行った予備的実験とその結果に基づいて実施された貝層断面の応急的保存処理についてふれることにする。

2．保存遺構の現状

すでに学芸員から見た遺構の保存状態について記述されているため重複することになるが、遺構の保存を考えるにあたって保存科学的観点から遺構の現状を検討してみることとする。

1）覆屋の現状

昭和42年度に建設された覆屋は、三殿台遺跡の覆屋の反省の上に設計されたもので当時としては斬新的なデザインと機能を持っていた。しかし建築後25年以上経過した現在、保存機能の劣化が確認されるようになってきた。

①覆屋の構造躯体であるコンクリートに断熱効果がないために外気温の影響を受けやすく、空

表－１　加曽利貝塚遺構保存のあゆみ

年度	樹　脂　処　理	生　物　防　除
昭和42年	遺構保存覆屋完成　（２棟）	
昭和43年	貝層の処理には、アクリルエマルション 住居跡などの処理には、水溶性アクリル樹脂（バインダー１７） 一部にエポキシ樹脂	ホルマリン、ホクサイド ＰＣＰ、グラモキシン
昭和44年	上記の樹脂のほかに アクリルエマルション（プライマルＡＣ－３４） 大きな間隙に揺変エマルション（プライマルＡＣ－３４とＡＳＥ６０を調合）	上記の薬品のほかに トリブチルティンオキサイド
昭和46年	ウレタン樹脂（タックス）を実験的に使用	
昭和53年	メチルメタクリレートモノマーを実験的に使用	
昭和59年	焼土の強化にアクリル樹脂（パラロイドＢ７２）使用	

気中の水分が壁面や天井に結露する。これらの水が水滴として落下し遺構面に損傷を与えて、カビや地衣類の発生原因にもなっている。天井の結露を防止するために断熱材を吹き付ける改修工事が十数年前に行われたが、現在では断熱材が劣化してその効果が薄れ、再び結露現象が見られるようになってきた（PL-4,1)。

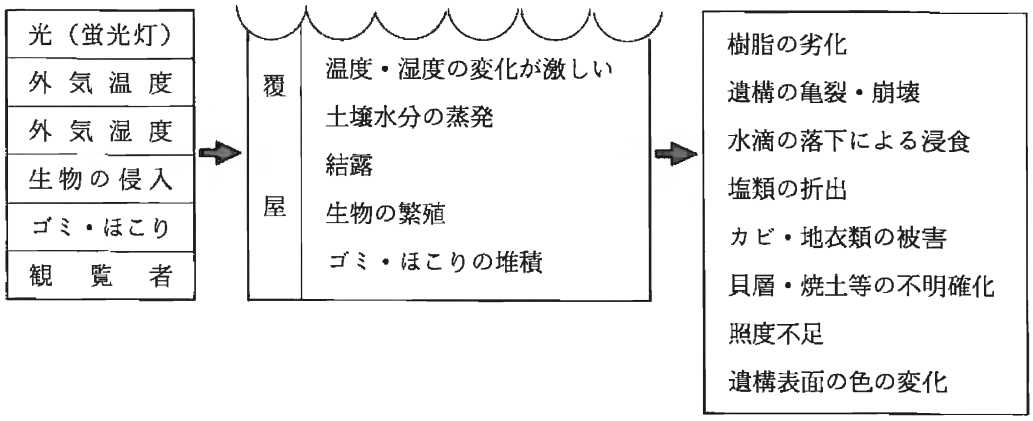
②外気温の影響を受けるために覆屋内の温度変化が大きく土壌水分の蒸発抑制が困難である。そのため覆屋内が高温多湿、あるいは低温低湿度であったりと保存環境が一定していない。これが遺構の崩壊や生物被害の大きな要因になっている。

③覆屋内の照明は、蛍光灯が使用されているが、そこから発生する紫外線の影響による樹脂の劣化や地衣類などの活性化がみられる。保存上遺構表面での紫外線量をゼロにする必要がある。そのため照度が不足し、観覧者から暗くてよく観察できないとの苦情が寄せられる原因ともなっている。また覆屋の湿度が高いため照明器具の腐食を早めている。

２）遺構の現状

保存活用されている貝層や住居跡には様々な劣化現象が観察され、解決されなければならない保存上の問題も数多くある。しかし博物館学芸員の情熱的なエネルギーによって25年以上に渡り維持管理されてきた。

①遺構の強化処理に使われてきた樹脂はアクリル樹脂であり、施工されてから20数年を経過し



第１図　劣化の要因と現状

ている。そのため樹脂の一部に劣化が認められ貝の表面から剥離したり、固くなってひび割れしたりしている（PL-4,2)。また貝や住居跡の表面を覆っている樹脂のうえに「ほこり」がたまり貝を黒くし、ローム土本来の色が失なわれている。

②白い塩類の析出が見られる。特に混土貝層、焼土、柱穴や住居跡の壁面に多く析出している。このため貝層の堆積状態や焼土の範囲がわからなくなったり、塩類結晶の成長圧力によって柱穴の縁などが崩壊している。

③土壌水分の蒸発が著しく、住居跡の壁面などに土の乾燥収縮による亀裂が認められる。

④カビ・地衣類の強力な発生が見られ、博物館学芸員によって防除処置がなされているが、近年はそれらの薬剤に対する耐性が出来たためかあまり効果が期待できなくなっている。さらに毒性の強い薬剤を噴霧する事は、作業者への健康管理の問題や観覧者に及ぼす影響などの問題がある。

３．遺構保存実験

加曽利貝塚では、住居跡遺構と貝層断面の保存活用が行われているが、前述のようにそれらの劣化が進行していた。横浜市三殿台遺跡の保存処理の成果を受けて、応急的な保存処理と将来へ向けてのデータを得るために予備的実験を平成２年度から実施した。また、この保存処理実験は、土壌水分の蒸発抑制を目的として作られた新しい樹脂の適用の可否を検討するための予備的な実験でもある。

１）土壌調査

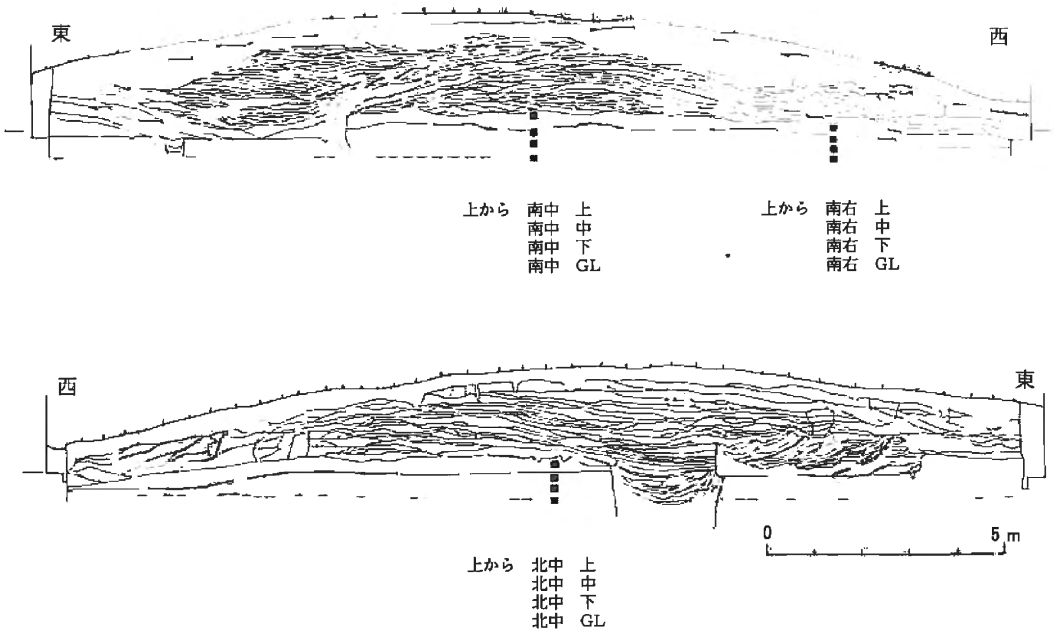
遺構の保存を考える上で土壌の基礎的性状を知ることは必要不可欠なことである。特に比重、含水比、間隙率、塑性および収縮限界は、重要なデータである。本来ならばこれらすべての調査をしなければならないが、予備的実験ということで、貝層断面の含水比、間隙率、比重だけ

表－2　貝層断面（表面）の含比、間隙率、比重

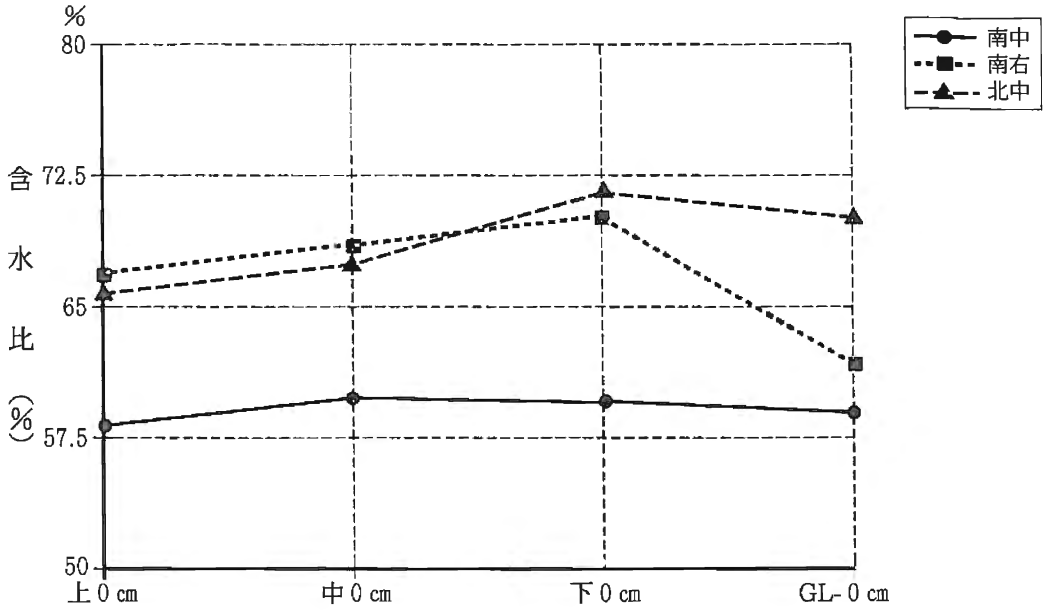
調査地点	含水比（%）	間隙率（%）	比　重
南中　上	58．0	74．2	2．42
南中　中	60．1	77．8	2．56
南中　下	61．2	76．9	2．60
南中　GL	59．0	75．4	2．67
南右　上	66．7	75．8	2．59
南右　中	68．9	76．9	2．64
南右　下	70．3	77．4	2．68
南右　GL	62．4	76．1	2．62
北中　上	66．2	74．9	2．52
北中　中	68．5	78．3	2．56
北中　下	71．8	76．8	2．61
北中　GL	70．3	76．2	2．64

表－3　貝層断面ローム層の深さ方向の含水比、間隙率（%）、比重

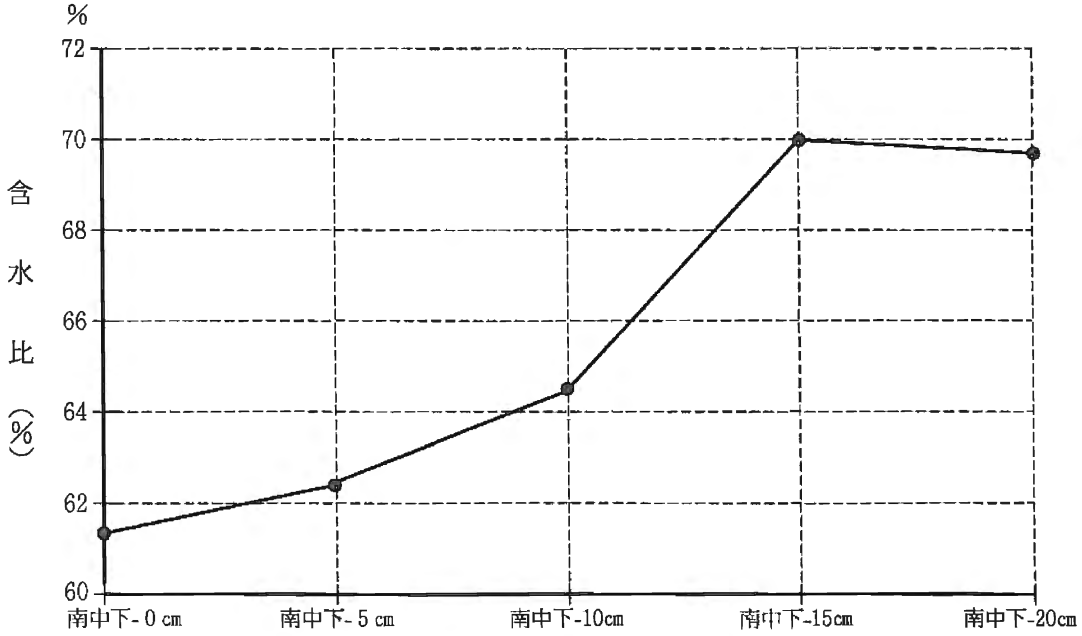
調査地点	含水比（%）	間隙率（%）	比　重
南中　下－0cm	61．2	76．9	2．66
南中　下－5cm	62．2	75．9	2．66
南中　下－10cm	64．5	75．4	2．63
南中　下－15cm	70．0	76．2	2．63
南中　下－20cm	69．8	75．3	2．67



第2図　土壌調査地点



第 3 図　貝層断面（表面）の含水比



第 4 図　貝層断面ローム層の深さ方向の含水比

の調査を行い、同じような性状をもつ関東ローム層と考えられる三殿台遺跡のデータと比較することによって収縮限界値などを推測することにした。

調査地点は、貝層断面観覧施設の南北両断面の土壌部分である（第２図)。

含水比や比重などの測定方法は、土質工学会(1969 年）に基づいて行った。表－２・３および第３・４図に測定結果を示した。遺構表面の含水比は概ね60から70％で、三殿台遺跡に比べて湿潤傾向を示している。また貝層上部より下部にいくに従って含水比が高くなっていることがわかる。深さ方向では、５㎝のところまで60％前後であるが、15㎝の深さのところから70％程度の安定した含水比になる。

含水比、比重や間隙率から見て加曽利貝塚のローム層表層は三殿台遺跡のローム層表層より良い状態にあるということができる。これは三殿台遺跡の温室のような覆屋に比べ加曽利貝塚覆屋の効果が現れているものと見てさしつかえない。しかし一般的に知られているローム層の自然含水比よりも小さい。収縮限界は60数％の付近であるが表面はその値に近く冬季の乾燥が続く時期には収縮限界以下の含水比になるものと考えられ、常に危険なレベルにあるといえよう。

２）遺構保存処理実験

遺構は、土壌水分が収縮限界以上に蒸発すると亀裂が発生し崩壊してしまう。また生物の繁殖もその原因になる。したがって遺構保存の基本的条件としては、土壌水分の蒸発を抑制し、収縮限界以上に土壌水分を守らなければならない。

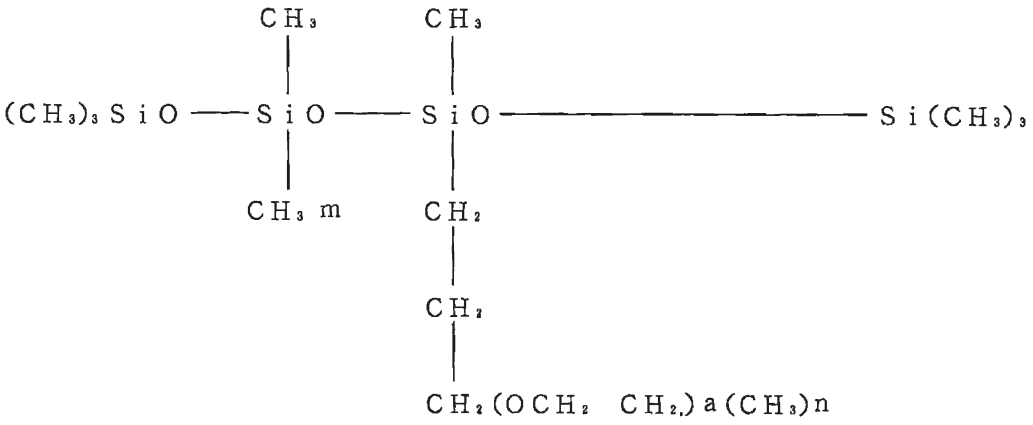
①土壌水分蒸発抑制による処理

土壌水分を抑制する目的で開発された樹脂がポリシロキサン樹脂（商品名ビフォマー）である。この樹脂は、シロキサン（－Ｏ－Ｓｉ－Ｏ）に疎水基と親水基を持たせた特殊な樹脂（第５図）で、疎水基部分が土粒子と反応し、親水基部分が土壌水分の蒸発を抑制する機能を有している。土壌水分がこのようにして固定されるため、カビや地位類は生きるために必要な水を土壌表面から吸収できなくなり死滅してしまう。この樹脂は親水基部分の数を土壌の含水比と収縮限界の含水比によって調整して、遺構表面にスプレーによって浸透させる。加曽利貝塚のローム層は、三殿台のローム層に近い収縮限界を持つことから三殿台遺跡の保存処理に使用されたビフォマーＥＲ－００２を２回に分けて２kg／㎡を含浸させた（PL-4,3)。

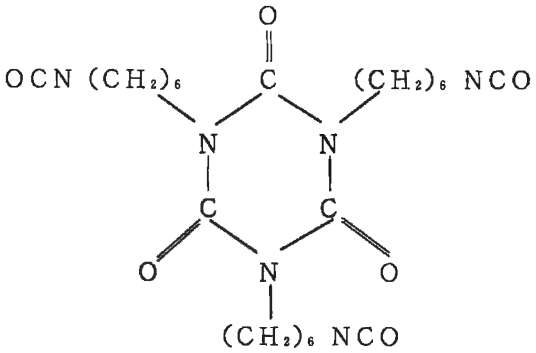
実験結果は良好で、施工後５年が経過（PL-4,4）しているが収縮や生物の繁殖もなく、またロームの色も本来の色に近い色をしている。

②土壌の強化処理

ローム層や粘土のように水が存在することによってある程度固着力を保持する土壌はビフォマーで十分保存処理することが可能であるが、貝層断面の混土貝層や混貝土層のような含水比が低く固着力のない土層を保存処理するにはビフォマーのような機能を持ち、なおかつ浸透性と強化力にすぐれた凝集力の小さい樹脂が必要である。



第5図　ポリシロキサン構造図



第6図　イソシアン酸エステル構造図

ポリシロキサン（第5図）をイソシアン酸エステル（第6図）と反応させて得られる樹脂（商品名ビフォロン）がこのような特徴を持っている。貝層断面の応急処理のまえに施工実験と経年変化の観察を行ってから貝層断面の応急保存処理（関矢氏報文参照）に使用した。

3）レーザーによる貝層断面のクリーニング実験（PL-4,5 6）

貝層断面や住居跡には、長年にわたり煤や埃が固く堆積し汚れて全体に黒くなり貝の堆積状態なども分からなくなってきている。この汚れは頑固で水洗い程度では取り除くことが出来なくなっている。

レーザークリーニングは照射されたレーザーが汚れと当たったときに起きる衝撃波で汚れを蒸散させるもので、その作用はごく表面で行われるため遺物を傷めることなく処理することが可能である。基本的に処理することが可能であることが分かったので、今後汚れの分光特性とレーザー出力などの関係を調べる実験を行い実用化を図る予定である。

4．今後の遺構保存の基本的な考え方

発掘遺構の保存活用は古くて新しい重要なテーマで、現在までに多くの研究がなされてきた。しかし、遺構のおかれている自然環境やその性格の違い、また価値基準の置き方によって保存活用の姿が変わるため未だに決定的な方法がないのが現状である。遺構を覆屋で保護しながら保存活用する場合には、十分な保存科学的な事前調査に基づくならばかなりの保存成績をあげることも可能になってきている。

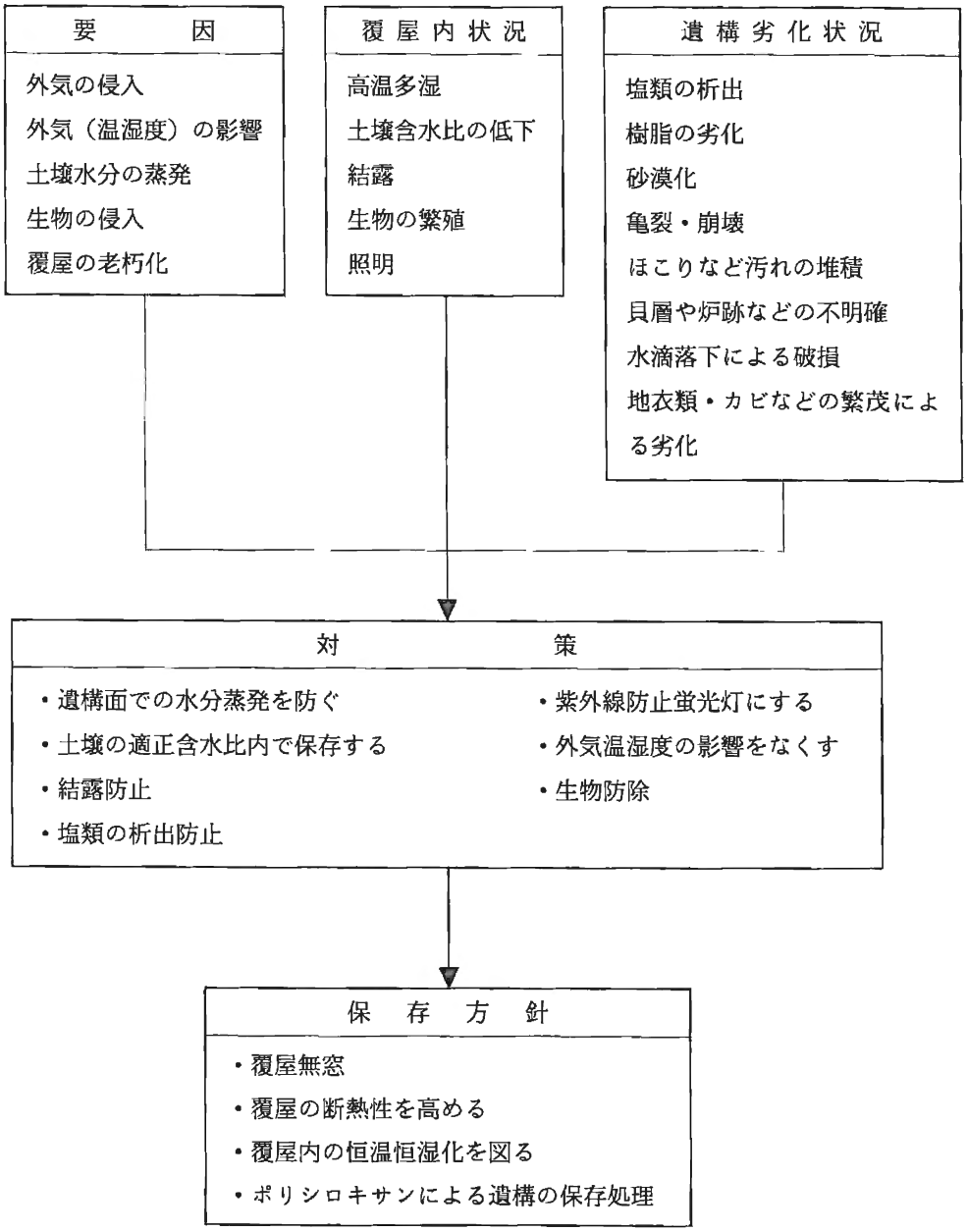
遺構の保存処理後数十年を経過して、覆屋の老朽化や保存処理剤の劣化などが著しく、遺構の保存状態はけっして楽観を許されない状況にあり、現状は学芸員の懸命な努力の結果、かろうじて維持されている。このような状況が今後とも続くならば遺構を維持していけなくなる危険性がある。21世紀の世代に遺構を良好な状態で引き継いでゆくためには、応急的保存処理で済む段階ではなく、再整備を強力に進めて行く時期にきている。そのためには現状を正確に把握し、そこから保存方法を考えていかなければならない。加曽利貝塚の保存遺構は現状では第7図のような遺構劣化の要因が考えられるので、対策を立てる基礎データを得る調査を実施し、そこから遺構の中長期的保存処理対策を立てることが必要である。さらに遺跡を良好な状態で保存活用し、そこから生涯学習施設として情報を発信していくためには、覆屋の改修および保存処理とともに日常のメンテナンスが非常に重要なことである。すでに20数年のメンテナンス経験があり、それなりに手法が開発されてきているが、観覧者の教育的バックグランドの変化や博物館に対する社会的役割の変化、保存技術の進歩、メンテナンス担当者の健康管理まで視

表－4　遺構保存およびメンテナンス方法を検討するための調査項目

調　査　項　目	調　　査　　内　　容
1）気候	外気温度湿度、覆屋内温度湿度、地中温度、風速・風向、雨量、水分蒸発量、日照、日射量、紫外線量
2）土壌調査	土壌三相、含水比、液性限界、塑性限界、収縮限界、土壌ＰＦ測定、土壌ＰＨ測定、土壌水分蒸発量、土中水分測定、土壌の色
3）ボーリング調査	地下水位の測定、地下水位レベルまでの含水比、コンステンシー測定、塩類分析（導電率測定）、地耐力
4）塩類調査	析出塩類の分析、土壌水分析
5）生物被害調査	生物種の同定、防除薬剤の選定と処理方法の実験
6）保存処理実験	土壌処理薬剤の選定、施工実験、耐久性試験
7）法的規制調査	文化財保護法、建築基準法、消防法、その他地方公共団体の条例・行政指針等

野に入れた新しい時代のメンテナンス方法の確立が要請されている。野外博物館として史跡の保存活用の先駆的役割を果たしてきた加曽利貝塚博物館は、現在までの経験の蓄積の上に次の時代の遺構保存方法を探る牽引車の役割を果たすことが期待されている。

（東京国立文化財研究所 修復研究部）



第７図　遺構劣化の要因と対策フロー図

＜参考文献＞

㈱Ｃ＆Ｐ　1990　『横浜市三殿台考古館住居跡保護棟内遺構の保存処理の調査・研究報告』

㈱文化財保存計画協会　1991　『横浜市三殿台考古館住居跡保護棟改築調査報告書』

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
加曽利貝塚博物館

社団法人土質工学会編　1979　『土の試験・調査実習書』

関野　克ほか　1981　『集落遺構の保存』　加曽利貝塚博物館

関野　克ほか　1982　「昭和48年野外施設整備事業調査報告」『貝塚博物館紀要』第８号
加曽利貝塚博物館

高井康雄・三好　洋　1984　『土壌通論』　朝倉書店

登石　健三　1977　『遺構の発掘と保存』　雄山閣出版

日本化学会編　1989　『土の化学』　学会出版センター

文化庁文化財保護部監修　1990　『月刊　文化財』318号　第一法規出版株式会社

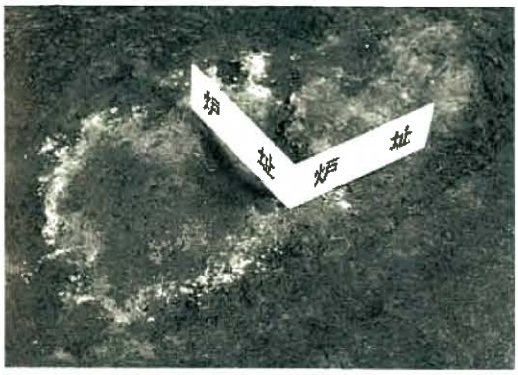
薬師寺　崇　1971　「昭和44年度野外施設整備事業調査概報」『貝塚博物館紀要』第４号
加曽利貝塚博物館

薬師寺　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
加曽利貝塚博物館

薬師寺　崇　1981　「昭和46年度野外施設整備事業報告」『貝塚博物館紀要』第６号
加曽利貝塚博物館

薬師寺　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
加曽利貝塚博物館

（秋葉・村田報告）



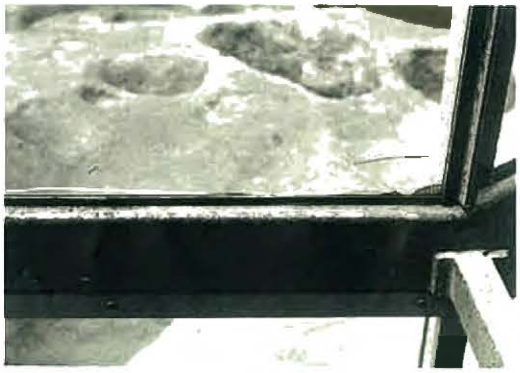
1　炉周辺での塩類析出状況
（住居跡群観覧施設）

2　貝層下端部での塩類析出状況
（貝層断面観覧施設）

3　ビフォマー実験区画とその周囲

4　貝層断面観覧施設見学路

5　住居跡群観覧施設見学路
（西側出入口より）



6　ガラスのヒビ割れ
（住居跡群観覧施設）

ＰＬ－２

（秋葉・村田報告）

1　水滴の落下で生じたシミ
（住居跡群観覧施設）

2　旧換気口周辺の汚濁
（貝層断面観覧施設）

3　地表面に生じた亀裂
（貝層断面観覧施設）

4　塩類析出部分で発生した崩落
（住居跡群観覧施設）

5　貝層断面観覧施設西側出入口

6　住居跡群観覧施設外観
（西側より）

（関矢報告）

1　クリーニング作業状況

2　保存処理作業状況

3　保存処理完了状況

ＰＬ－４

（青木報告）　　※２は貝層断面観覧施設、他は竪穴住居跡群観覧施設

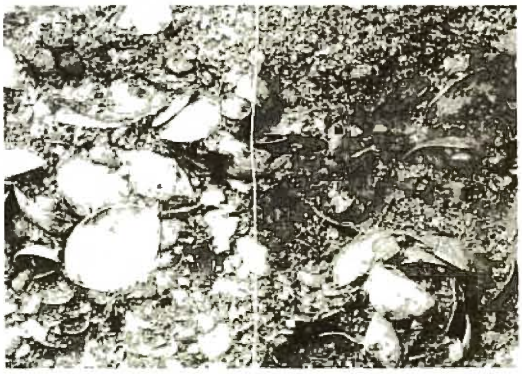
１　結　露　状　況

２　樹脂の劣化状況
（剥離した被膜の内側から崩落している）

３　平成２年、ビフォマー使用実験
（竣工後の状況）

４　ビフォマー使用実験区の現況
（周囲はソウ類が発生している）

５　レーザーによるクリーニング実験作業



６　レーザーによるクリーニング実験の現況
（左側：レーザー処理部分、右側：未処理部分）