

加曽利貝塚遺跡における 遺構保存を目的とした環境調査（Ⅰ）

— 非公開時の状況 —

朽津 信明*・吉田 充夫**・青木 繁夫*

1. はじめに

近年、発掘された遺構面を展示・公開する遺跡が増えているが、大地と接した文化財を保存することは容易ではなく、様々なデータを検討しながらよりよい保存法を検討していく必要がある。ここでは、加曽利北貝塚の住居跡群保存施設において行った環境調査の例を紹介し、遺構保存の方向性について検討を加えることとする。

2. 経緯

加曽利貝塚遺跡は、千葉市にある国指定の史跡であり、1970年以降、野外博物館的発想で住居跡群などの遺構を覆屋内で保存、公開している¹⁾。このうち、特に北貝塚の住居跡群の遺構の保存に関しては、公開に先立つ1968年から既に、合成樹脂の含浸など、様々な試みが行われ²⁾現在に至っている。しかしこの施設では、覆屋自身の建設から既に30年近くが経過し、覆屋自身の劣化も目立つようになってきており、また覆屋壁面では結露が頻繁に観察され、遺構面には塩類や緑色生物等が見られる箇所があり、保存状況は好ましくなくなっていた³⁾。そこで1997年1月より、約一年半に渉って遺構面の公開が中止され、千葉市立加曽利貝塚博物館によって遺構面のクリーニングや合成樹脂含浸などの保存処置が行われた。遺構の保存には、こうした直接的な遺構面に対する働きかけの他に、そのおかれている環境を十分に理解し、また上述の塩類や植物などの、保存上好ましくないものが形成される原因について考察することが必要不可欠である。この様な観点から、ここでは、上述の保存処置が行われて以降、一般公開が行われていない状況の覆屋内の環境に関して各種の計測を行い、また、処置後の遺構面の経過を観察したので、その報告を行いたい。

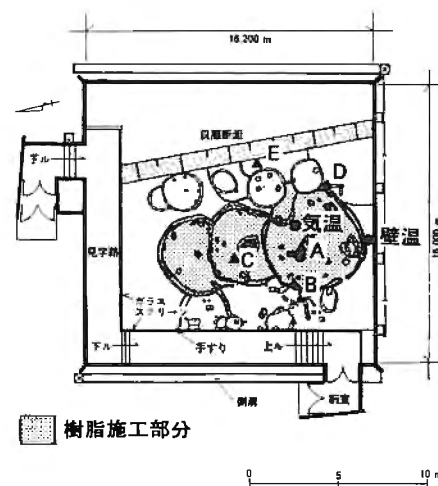


図1. 住居跡群平面図

千葉市立加曽利貝塚博物館の原図¹⁾
を基に作成

3. 調査前の状況と博物館による処置

まず、今回の公開中止に伴って、博物館側による各処置が行われる前の段階の1997年2月に、遺構面の状態調査を行った。クリーニング・樹脂含浸が行われる前のこの段階では、炉の部分(図1のA)、そしてエッジ部(同B、D)の各地点では顕著な塩類(X線粉末回折により、石膏($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)と同定された)の析出が見られ(図2)、また遺構中央部のC地点では緑色生物が観察された。これらの存在は通常は遺構面の保存には好ましくないと言われている²⁾。また、建物の各側壁面や天井部分には、定常的に結露が観察され(図3)、こうしたものが遺構面への水の供給源になっていることが考えられた。

公開中止期間中の1997年3月から4月にかけてと7月から8月にかけて、千葉市立加曽利貝塚博物館によって、遺構面のクリーニングと、合成樹脂の含浸が行われた。クリーニングは、遺構表面に存在する汚れや塩類などを、物理的に、あるいは過酸化水素水とホルマリンを用いた化学的方法²⁾で除去する形で行われ、それが行われた後、遺構面のうちの図1に示された領域については、ポリシロキサン系の合成樹脂であるビフォマーER-002³⁾を平均して1㎡の遺構面あたり1ℓ程度ずつ含浸する作業が進められた。

4. 調査内容

上述の3月から4月にかけての処置が終了して以後、公開されていない状況下の、覆屋内の環境計測を行った。今回計測を行ったのは覆屋内の温度、湿度、蒸発量、壁面温度、遺構の土壌表面温度、体積含水率、等の各データの経時変化である。温度・湿度と壁面温度、土壌表面



図2. 樹脂処置前のB地点の様子
(1997年2月撮影)

表面に、塩類の析出が観察される。
(写真提供：千葉市立加曽利貝塚博物館)



図3. 施設壁面の結露の様子

温度に関しては、Onset社のデータロガーを用い、一時間に一度の割合で自動計測を行った。蒸発量に関しては、2ℓメスシリンダーに水を入れ、期間ごとの水面の上がり具合から、ポテンシャルの蒸発量(Potential evaporation)を見積もった。土壌含水率は、IMKO社のTDR土壌水分計を用い、地表面から深さ方向8cmの部分の平均の体積含水率として計測し、これを一時間に一度の割合で自動計測を行った。特に、土壌の含水率と表面温度については、遺構面の位置による違いと樹脂含浸の有無による違いを見る目的で、図1に示すA(炉・処置あり)、B(エッジ・処置あり)、C(中央部・処置あり)、D(エッジ・処置無し)、E(中央部・処置無し)の5地点を設定して計測した。それぞれの計測は、1997年5月から、遺構の再公開が行われるようになった1998年7月まで、2回目の遺構面の処理が行われたために中断した1997年7月～8月の期間を除いて、原則的に継続して行った。なお、処置ありとしたA、B、C、の3地点の部分の樹脂含浸処置は、1997年3月から4月にかけて終了しており、またD、E地点については今回は樹脂含浸は行われなかったため、1997年7月から8月にかけての処置では、その間の計測が中断しただけで、遺構のうち今回計測を行った部分の状態には原則的に変化はなかった。また、上述の設定した5地点は、週に一回の写真撮影により表面状態の変化をモニターした。

それから、この遺跡の土壌の基礎的な性質を理解するために、遺構を構成する土壌の水分特性を観察した。これは、遺跡と同一層準の土壌サンプルについて、そのままの状態と、それに樹脂含浸をさせたものとのそれぞれについて水分特性曲線を描いて行ったものである。この場合の樹脂含浸は、遺構面に施されたのと全く同様の比率で同様の樹脂を含浸させて行われた。水分特性曲線とは、土壌などが、湿潤状態から乾燥状態に至るまでに、どのように水を放っていくか(および、通常はその逆の乾燥状態の試料を湿潤させる過程も含む)の性質を示す図であり、ここでは地盤工学会⁴⁾に従って測定した。

5. 結果

覆屋内の湿度は、年間を通して湿度計の計測限界(95%)以上であった。温度の季節変化は、図4に示す。温度は、2～3℃程度の日較差を保ちながら(図5、6)、その平均

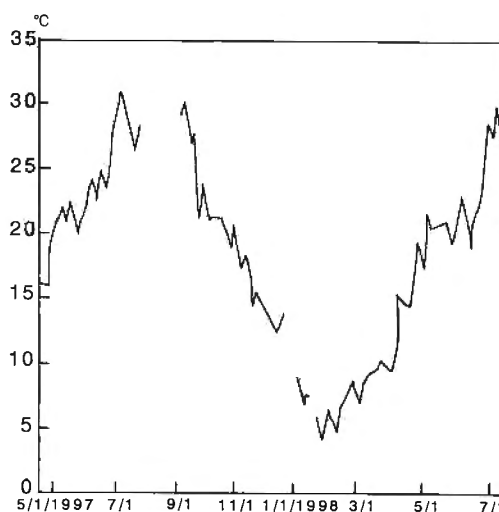


図4. 施設内の平均気温の推移

(1997年5月～1998年7月)

約一週間ごとに、その間の平均気温をプロットしたもの。値のない部分は、博物館側の処置に伴って計測を中止した期間と、計器の故障の期間。

は、4℃から30℃程度まで緩やかに推移した。壁温は、夏場には常に気温より1℃程度低く冬場は気温に比べて日較差が二倍程度に大きくなって、昼間は気温より高く夜は気温より低くなっていた(図5、6)。メスシリンダーの目盛の下がり具合から推定された、覆屋内の年間のポテンシャル蒸発量は、14mm程度の極めて低い値であった。

土壌表面の温度変化は、気温の変化より日較差がやや小さく(図7)、季節変化は忠実に気温変化を追っていた。場所による違いは、心持ちエッジ部(B及びD)で中央部(C及びE)より日較差が大きい傾向があるものの、顕著な違いではなかった。体積含水率を見ると、まず炉の部分(A)では、年間を通じて殆ど変化が見られなかった(図8)。これに対してそれ以外の部分では、C地点(中央部・処置あり)を除いては一般に気温変化と緩く相関するような季節変化が観察され、その変化幅は、エッジ部(例えばD)と中央部(例えばE)ではエッジ部においてその変動が大きく、また同様の部位で比較すると、樹脂施工がある方(B)がない方(D)よりも変動幅は乏しかった(図8)。特に、それを日変化単位の細かい変化で見ると、施工のないエッジ部(D)では、温度の日変化

に相関するような、細かい変化が見られたのに対し、同じエッジ部でも樹脂処置の行われたB地点では、そのような細かい変化は観察されなかった(図9)。なお、処置のあった中央部(C)では、含水率変化が見られないわけではなかったものの、その変動は小さく、また傾向もはっきりとはつかめなかった。

次に、水分特性曲線(図10)で見ると、樹脂処理前の試料では、乾燥に伴って比較的水を放ちやすい傾向が見られるのに対して、樹脂処理後の試料では、同じ条件で比較して、相対的に水を放ちにくい傾向が観察された。

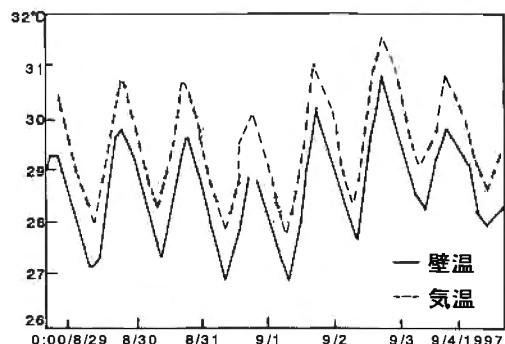


図5. 夏場の気温と壁温の比較

(1997年8月～9月)

一時間ごとの平均値をプロットしたもの。日較差は2～3℃程度で、常に気温より壁温の方が1℃程度低い値で推移している。

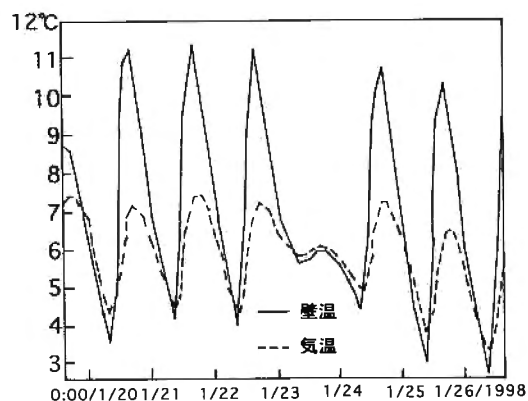


図6. 冬場の気温と壁温の比較

(1997年1月)

気温に比べて壁温の日較差は二倍程度に大きくなり、昼間は気温より壁温が高く、夜は低くなっている。

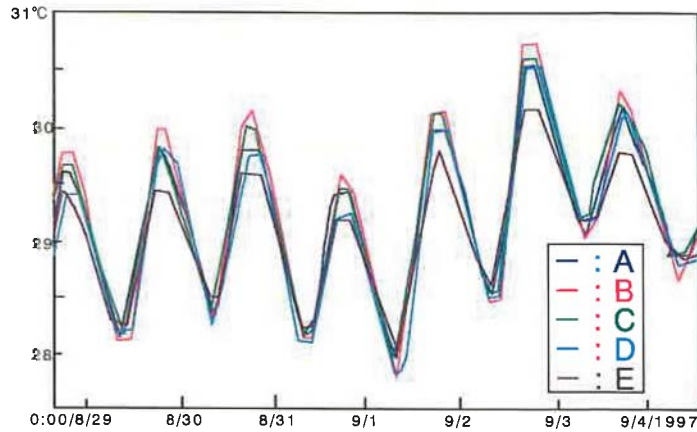


図7. 遺構面各地点の地温変化の比較 (図5と同期間)

地点ごとの違いはそれ程大きいものではなく、いずれの地点でも、図5と比較して、日較差は小さく、変化の仕方は類似している。

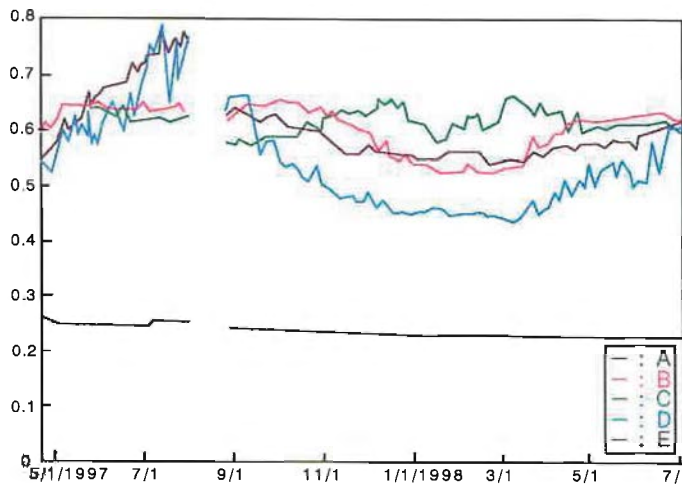


図8. 遺構面各地点の土壌体積含水率の季節変化 (図4と同期間)

約一週間ごとに、各地点ごとに体積含水率の平均値をプロットしたもの。値のない部分は、博物館側の処置に伴って計測を中止した期間。

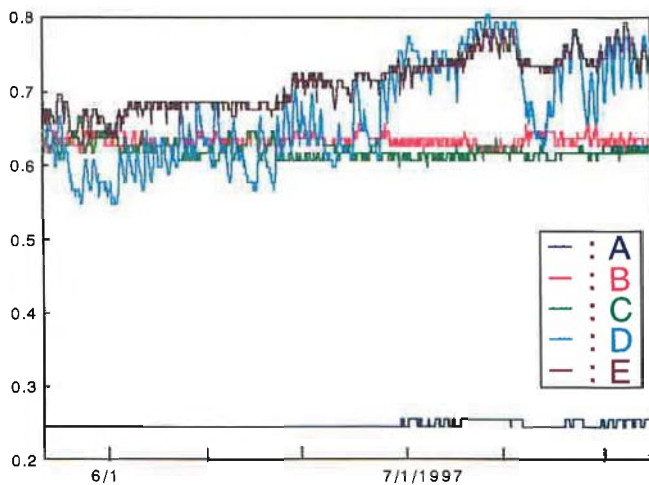


図9. 各地点の体積含水率変化の詳細 (1997年5月~7月)

一時間おきの計測値をそのままプロット。樹脂含浸のないB地点では日変動と季節変動のいずれもが大きく、同じくE地点では緩やかな季節変化が観察されるが、樹脂含浸のあったA、C、D地点では、それほどの変動は見られない。

非公開期間中の一週間に一度の写真撮影による写真観察と、1998年2月における現地調査から、今回の調査期間内における遺構面状態の変化を観察すると、樹脂施工のあった部分（A, B, C）では、一年を通じて塩類も緑色生物も一切観察されなかった（図11）がD地点では引き続き塩類が観察された（図12）。特に、再公開直前の1998年7月には、樹脂施工が施された部分を除くように、そのまわりだけに塩類が形成されていた（図13）。

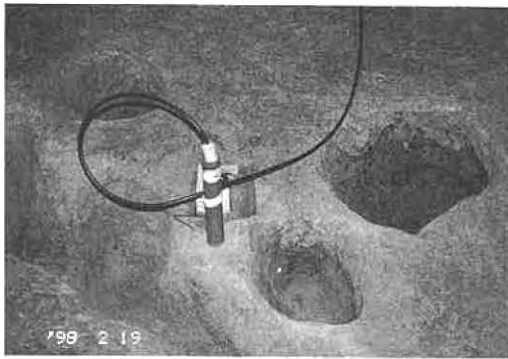


図11. 図2から一年後のB地点の様子
(1998年2月)

冬場でも塩類の形成は全く見られない。
(写真提供：千葉市立加曽利貝塚博物館)

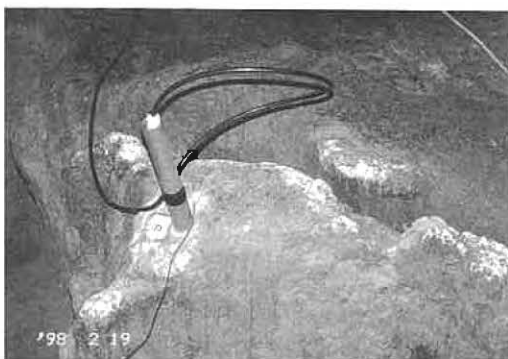


図12. 図11と同時期のD地点の様子
(1997年2月)

引き続き、著しい塩類の形成が見られる。
(写真提供：千葉市立加曽利貝塚博物館)

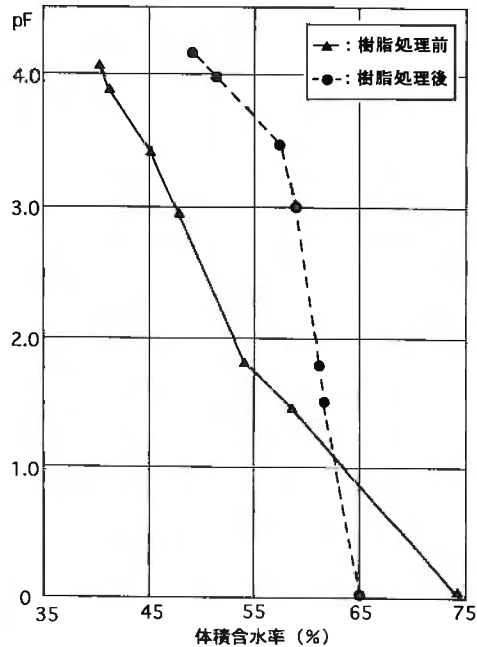


図10. 樹脂処理のあるなしによる、水分特性曲線の比較

遺構面と同一層準の土壌試料について、遺構面に施したものと同条件で樹脂含浸させたものと、樹脂含浸のないものとの比較。明らかに、樹脂処理をしたものの方がpF変化に伴う含水率変化が乏しい。



図13. 遺構面全体での塩類の分布
(1998年7月)

建物の南東端から北東側に向けて撮影。図1の樹脂施工部分だけを避けるように塩類の析出が見られる。

(この後、再公開に先立って、加曽利貝塚博物館によって再度クリーニングが施された。)

6. 考 察

まず、建物内の環境としては、湿度の変動は殆どなく、気温変化では、年較差が25℃以上に及んでいる状況は屋内としてはやや変動が大きくも感じられるが、日較差がそれ程ではなく緩やかに変化しているため、これだけを見るとそれ程劣悪な環境とも思われえない。ただし、壁温と気温との違いから、特に夏場には定常的に結露が起き続けると思われ、これについては壁材に関して何らかの検討が必要かも知れない。

次に、遺構面の状況としては、まず中央部分で年間の最高含水率と最低含水率の差がそれほどでもないのに対して、エッジ部では冬場はかなり含水率が低下していることが確認された。このことから考えると、エッジ部で塩類の析出が顕著だったのは、こうした含水率の低下に伴って引き起こされていたのではないかと考えられる。ただし、同じエッジ部であっても、樹脂施工が行われた部分（B）では、この冬場の含水率低下はある程度制御されているように観察され、また実際に施工後一年が経過しても、ここでは塩類の析出が見られなかった。このことは、水分特性曲線から、樹脂含浸によって同一条件下での水分放出が制御されると考えられることとも整合的であり、あるいは樹脂含浸による具体的な効果が、実際の遺構でも観察されている可能性も考えることができる。同様に、調査開始以前には顕著な塩類が見られた炉の部分も、樹脂含浸以前には含水率低下があったために塩類が出ていたと推定されるが、これも今回の樹脂処置によって押さえられているように今のところ観察される。また、緑色生物は逆に過剰な水分の存在に起因したと思われるが、それについても、樹脂施工が施されたC地点では、一年が経過しても依然としてそうしたものが観察されないことから、今のところは樹脂含浸によって解決されているように見受けられる。

つまり、今回加曾利貝塚博物館によってなされた処置は、今までの経過で見る限りは、遺構の安定化に対して一定の効果をあげているように観察される。ただし、これらはいくまでも遺構が公開されていないときのデータに過ぎない点に注意が必要である。すなわち、覆屋の建物はほぼ四六時中密閉された状態であったため、覆屋内の相対湿度は常に検出限界（95%）以上であり、蒸発量は極めて微々たるものであった。このため、水分を保持するためには、比較的好条件が揃っていたことになり、樹脂含浸の効果で水分制御が助長されていた面が考察されるにしろ、今のところは、あくまでもそれが好環境の下では有効である可能性が示されたに過ぎない。現実には、その後の再公開に伴って人の出入りやドアの開け閉めが頻繁になり、環境データは大きく変わってくるのが予想され、従って保存状態も変化してくる可能性が考えられる。最終的な評価は、今後この施設が再公開された後のデータと比較した後に、慎重に行う必要があるだろう。

7. おわりに

加曽利北貝塚の住居跡群保存施設は、1998年7月に、見学路と遺構面とを仕切るガラスが交換され、その後既存の塩類をはじめとする遺構面の様々な汚れが再度クリーニングされて、再公開が始まった。上述の各調査項目は、公開以降も継続して行っている。今後この公開中のデータが一年分蓄積された段階で、最終的な検討を行い、この覆屋内の環境、合成樹脂含浸等の保存処置の評価、そして遺構保存の方向性について考察を行う予定である。

(* : 東京国立文化財研究所)

(* * : (株)ジオサイエンス)

引用文献

- 1) 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』 1-13 加曽利貝塚博物館

- 2) 千葉市立加曽利貝塚博物館 (1980) 『集落遺構の保存－その実験的研究序説－』 122 P

- 3) 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』 17-30 加曽利貝塚博物館

- 4) (社)地盤工学会 (1990) 『土質試験の方法と解説』 615 P