

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(Ⅲ) －除湿器と空調の影響

朽 津 信 明・青 木 繁 夫

1. はじめに

筆者らは従来より、加曽利貝塚遺跡において、遺構保存を目的とした環境調査を行っている^{1), 2)}が、遺構の保存を考える場合には、遺構自身の保存環境という面とともに、見学者の便宜を考えた公開環境に対する配慮も必要となる。本稿では、こうした視点から、遺構の保存環境のみでなく、見学者の見学環境を考慮した上で、保存と公開の兼ね合いまで含めた遺構の公開環境について考察する。

2. 経 緯

加曽利北貝塚の住居跡群観覧施設内における環境調査としては、1997年に遺構面に樹脂処理が行われて以後、非公開時の環境¹⁾、そして公開時の環境²⁾について既に報告が行われている。これらによれば、樹脂処理以降、公開以後も施設の保存環境は、原則として遺構保存にとって好ましい状況が続いていると判断され、実際に遺構面の状態も概して良好であった。しかしながらその一方で、夏場に施設内は極めて高温かつ高湿度になり、遺跡の見学環境としては良好とは言えないことが指摘されていた。これに基づき、1999年以降、加曽利貝塚博物館によって、見学者のための通路部分に除湿器や空調装置が設置された。

そこで本研究では、これらの装置の稼働中の環境について報告し、それを装置の導入以前の環境と比較することにより、除湿器や空調装置の遺構保存環境への影響について考察する。

3. 環境制御の内容

見学環境の制御は、まず除湿器を導入して、見学通路の湿度を下げる努力から行われた。これは、市販の除湿器(日立 RD1604LD)を、施設内の見学者用通路上に三箇所設置したもので、1999年7月21日に導入された(図1)。これは公開日の朝に公開開始とともに電源が入れられ、設定湿度60%の状態ですべて稼働され、公開終了時刻である夕方に電源が切られるという周期で、導入以降、2000年8月13日から10月12日までの間を除いて、継続して稼働された。なお、公開時間は原則的に9時から16時30分であり、非公開日は原則的に毎週月曜日・祝日で、非公開日には除湿器の稼働はなかった。

また、2000年6月10日からは、市販の空調装置(ナショナル CS-J45KC および同 CS-J50KC)

が、それぞれ施設通路北側、南側に設置された（図1、2）。これらは設置日以降、除湿器と同様に公開日の朝に電源が入れられ、設定温度28℃（2000年8月25日からは26℃）の状態で連続稼働され、公開終了時刻である夕方に電源が切られるという周期で継続して稼働された。なお、空調は秋以降も継続して運転されたものの、冷房機能しか稼働させていないため、2000年9月下旬ごろからは定常的に気温が設定温度を下回り、実質上は運転は停止されている。また、空調装置も非公開日には稼働はなかった。

4. 調査内容

今回計測を行ったのは、従来から続けている、遺構の気温、湿度、蒸発量、施設の壁面温度、遺構の土壌表面温度、土壌体積含水率、に加え、見学者用通路の温度・湿度の経時変化である。

遺構・通路の気温・湿度と壁面温度、土壌表面温度に関しては、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、21メスシリンダーに水を入れ、期間ごとの水面の下がり具合から、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。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。

5. 結果

1. 除湿器の直接的影響

まず、1999年7月21日の除湿器導入以降で、2000年6月10日の空調導入以前の状況を見ることにより、除湿器の環境への直接的影響を評価する。

1999年7月21日を挟んで、前後の短期的な湿度変動を見る限りでは、除湿器の導入によって見学者用の通路部分で、湿度条件が大きく変わるような状況は見られない（図3）。つまり、除湿器3台を導入しただけでは、見学環境に大きな変化は見られないということになる。なお、遺構側の湿度で見ても、やはり除湿器の導入前後で大きな変化は見られない。

2. 空調の直接的影響

次に2000年6月10日以降の状況から、空調の環境への直接的影響を評価する。

まず、従来から高温が懸念されていた夏場の状況で、空調稼働のない1999年と空調稼働のある2000年とで、見学者用通路における温度変動のパターンを比較すると、1999年には、8月上

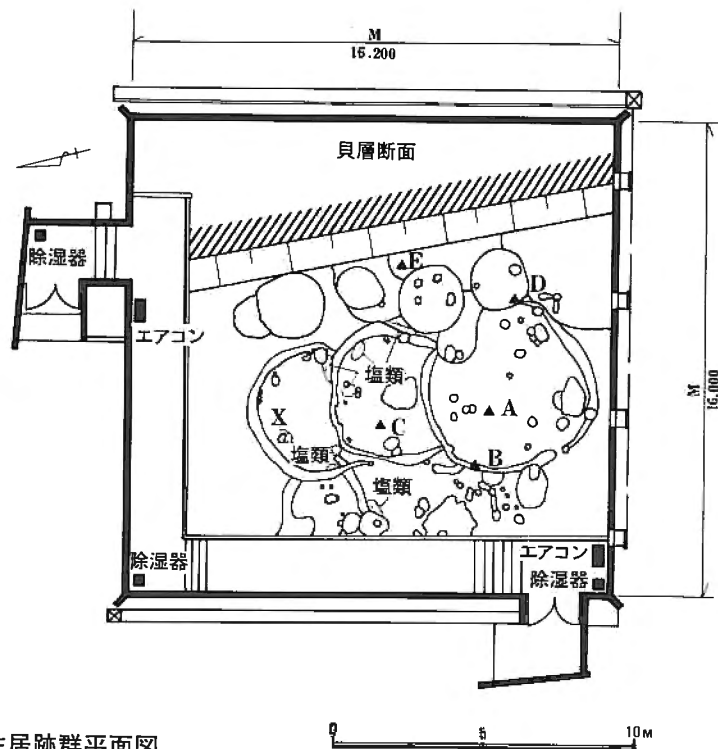


図 1. 住居跡群平面図

朽津・青木¹⁾に一部加筆



図 2. 導入された、除湿器と空調装置

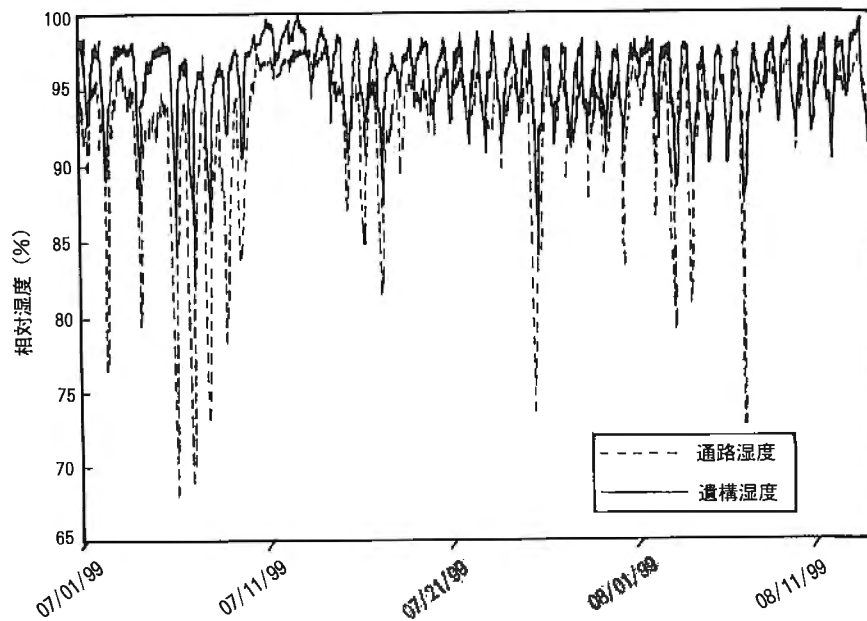


図 3. 除湿器の導入前後における湿度変化の推移（1999年 7、8 月）

1999年 7 月 21 日の前後で、特にパターンが変わることはない。

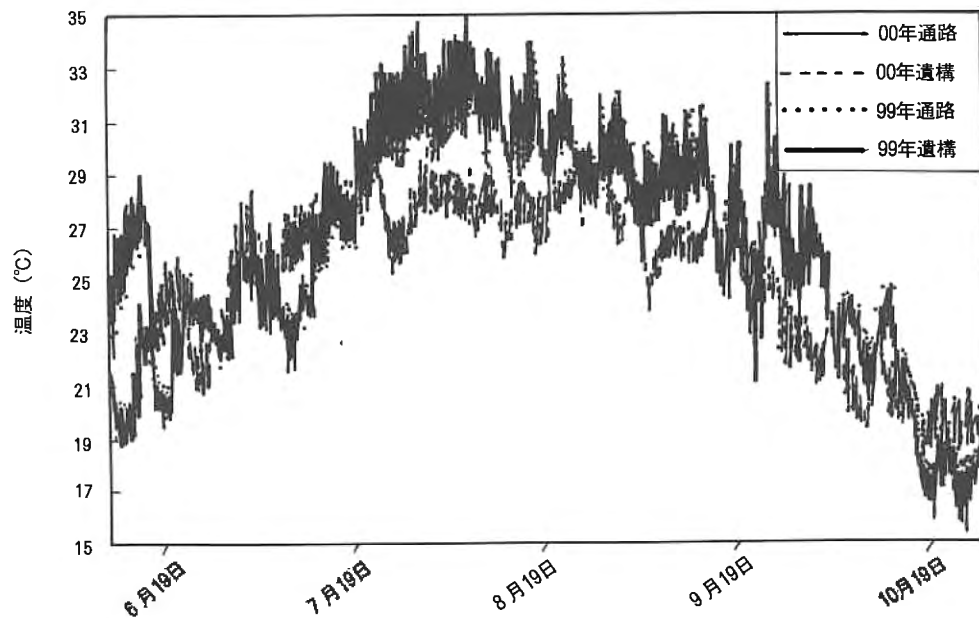


図 4. 同季節での空調稼働の有無による温度変化の比較（1999年と2000年の夏場の比較）

明らかに、空調稼働時の2000年の夏の方が、最高気温が低めで推移している。
遺構温度と通路温度の違いは乏しい。

旬に連日30℃を超える状況が続くのに対して、2000年には同じ時期でも殆ど常に30℃を下回る状態で推移した（図4）。通路側と遺構側とでは、いずれの年でも温度環境にそれ程大きな違いは見出されなかった。

また、空調稼働中の湿度変動を見ると、空調稼働時には通路・遺構面ともに、湿度低下が観察された（図5）。その低下幅は、通路側の方が遺構側よりも明確に大きい。なお、2000年8月13日からは一時的に除湿器の稼働が停止されていたが、その時期には通路側・遺構ともに僅かながら湿度の低下傾向が軽減されて観察されたが、同年10月13日から再稼働された際には、既にそれ以前の9月下旬に空調が実質上停止していたために湿度低下は極めて小さくなっており、除湿器再稼働前後で大きな状況変化は観察されなかった。

3. 長期的変動

それぞれの計測データの月ごとの平均値をもって、以前からのデータと今回のデータを比較検討する。

まず、温度については、空調導入以前の1999年の夏に比べれば、空調稼働のあった2000年の夏の方が、明らかに夏場の遺構気温が低くなっている（図6）。地温変化については、地点ごとの差異が比較的小さい¹⁾ため、仮にB地点で代表させてみると、遺構気温と同様の傾向を持つ。施設壁面温度は、空調稼働のない1999年の夏場は遺構気温よりも低い傾向が見られるが、空調稼働中の2000年の夏場は、遺構気温より若干高めで推移した。しかし、空調の停止する秋には、壁温はやはり遺構気温よりも低めとなっている。

一方の湿度については、1999年10月ごろまでは、はっきりとした傾向の見られない変動が続いたが、1999年11月からは、通路・遺構ともに、かなり極端に高い状態で推移した後、2000年の夏場の空調作動時のみ湿度低下が観察され、さらにそれが空調の停止とともに高湿度に回復しているように観察される（図7）。

そして土壌含水率については、既に報告したように²⁾、変動が殆どないA地点とC地点を除く各地点で、気温と同じように冬に低めで夏に高めになる傾向が引き続き観察されたが、その夏場の含水率で比較する限りは、空調稼働のない1999年に比べて、空調稼働のある2000年の方が、夏場の含水率上昇が小さい傾向が観察される（図8）。

最後に蒸発量の変動は、夏場に大きく冬場に小さい傾向が見られ、空調稼働中は極端に大きな値が観察されたものの、それ以外の時期は概して小さな値として観察された（図9）。

4. 遺構面の変化

遺構面の状況は、除湿器導入のみの時点では概して安定した状態が継続的に観察され、また空調導入以降も、定点観測部分では目に見える状態の変化は検出されなかった。しかしながら

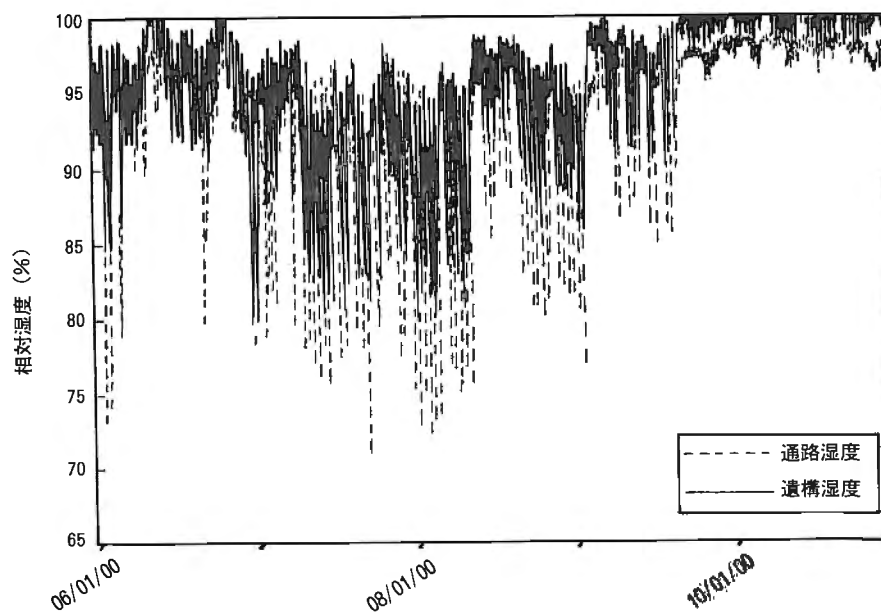


図 5. 空調及び除湿器の稼働の有無による湿度変動の比較 (2000年 6 月～10 月)

6 月 10 日からの空調稼働時に、湿度の低下が著しい。

8 月 13 日の除湿器停止以後、湿度低下は若干軽減されて観察される。

10 月 13 日に除湿器が再稼働されたが、それ以前に温度の関係で空調が実質上機能して折らず、除湿器再稼働の影響は伺えない。

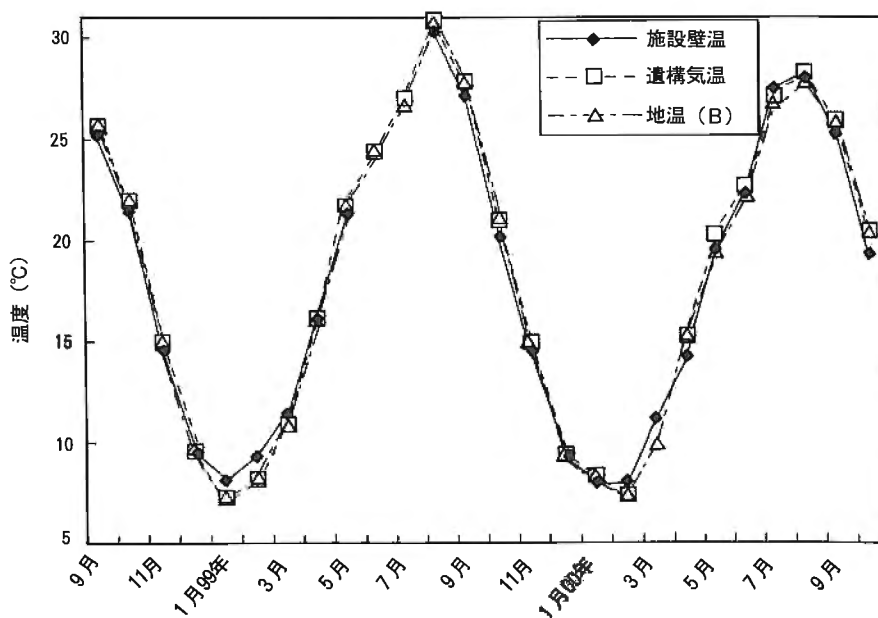


図 6. 月平均温度の変遷

1999 年に比べて、2000 年の夏の方が、明らかに各温度が低い。

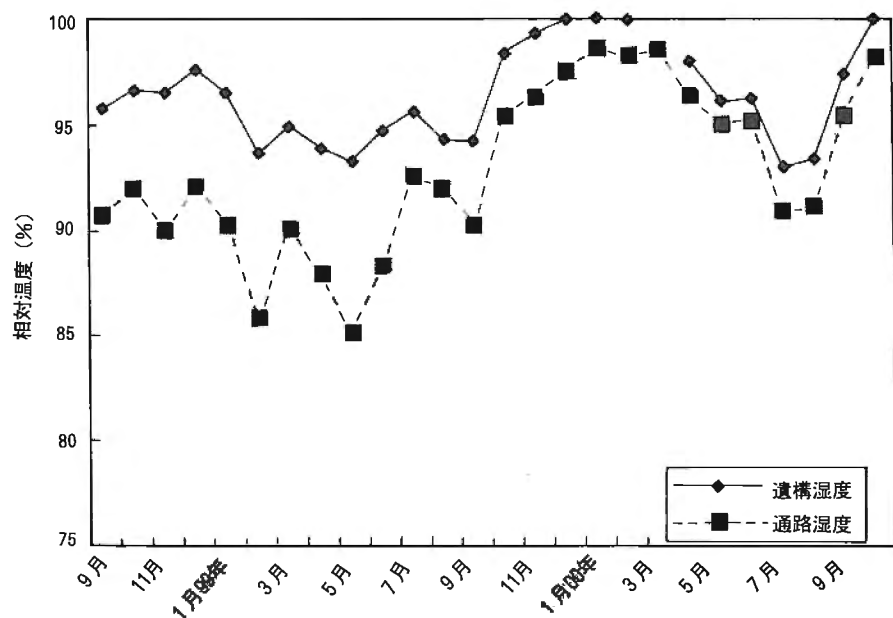


図 7. 月平均湿度の変遷

空調稼働中の2000年夏には、相対的に湿度低下が見られるものの、前年に比べて低いわけでもない。

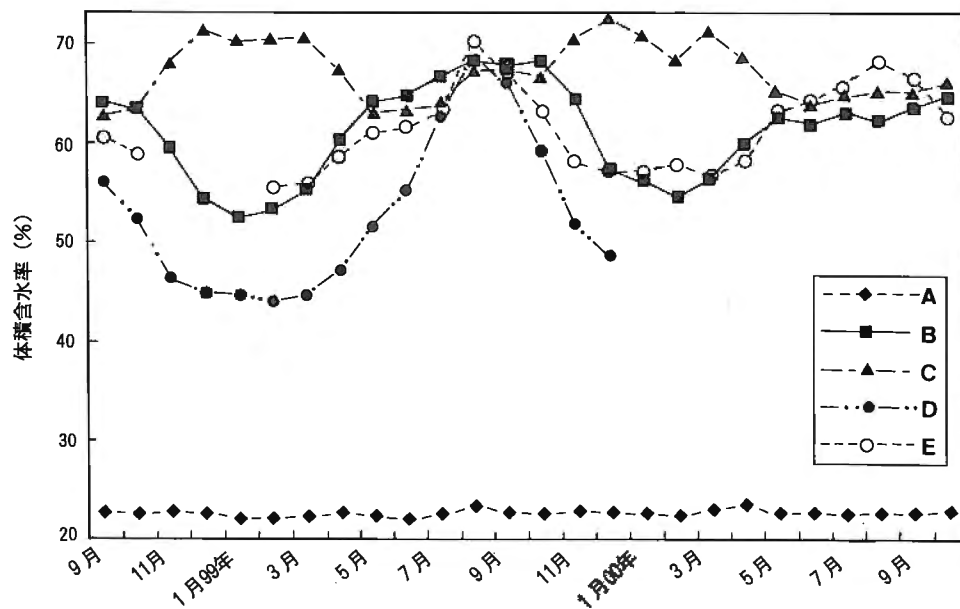


図 8. 月平均堆積含水率の変遷

A地点とC地点を除く各地点では、冬に低めで夏に高めの傾向がある。
1999年の夏に比べれば、空調稼働のある2000年夏の含水率の方が、概して低めの値を示している。

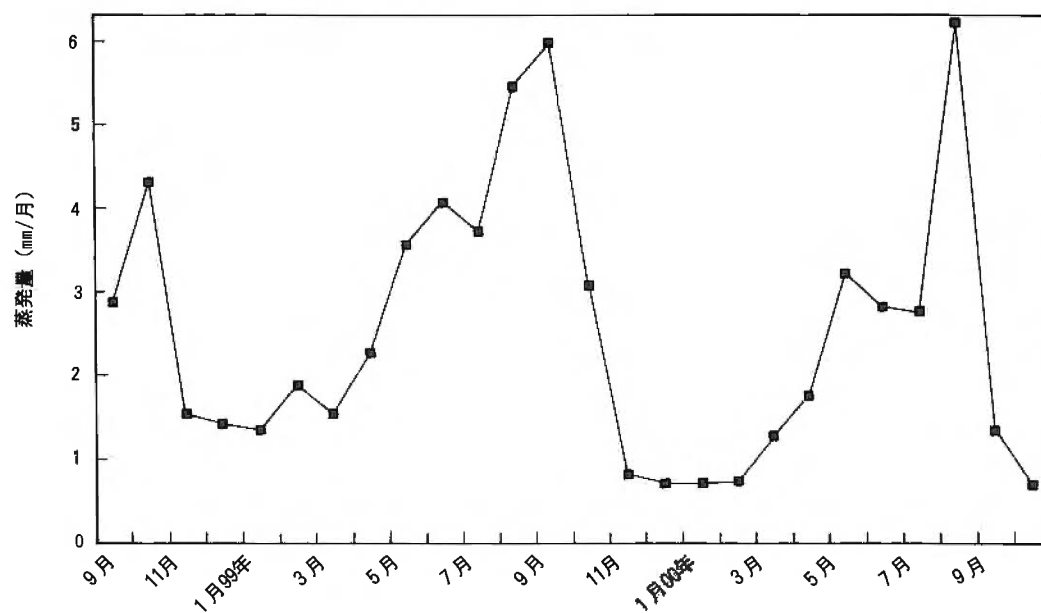


図9. 蒸発量の変動

概して夏に大きく冬に小さい。

空調稼働中の2000年夏に大きな値が見られるが、全体的には小さい値で推移している。

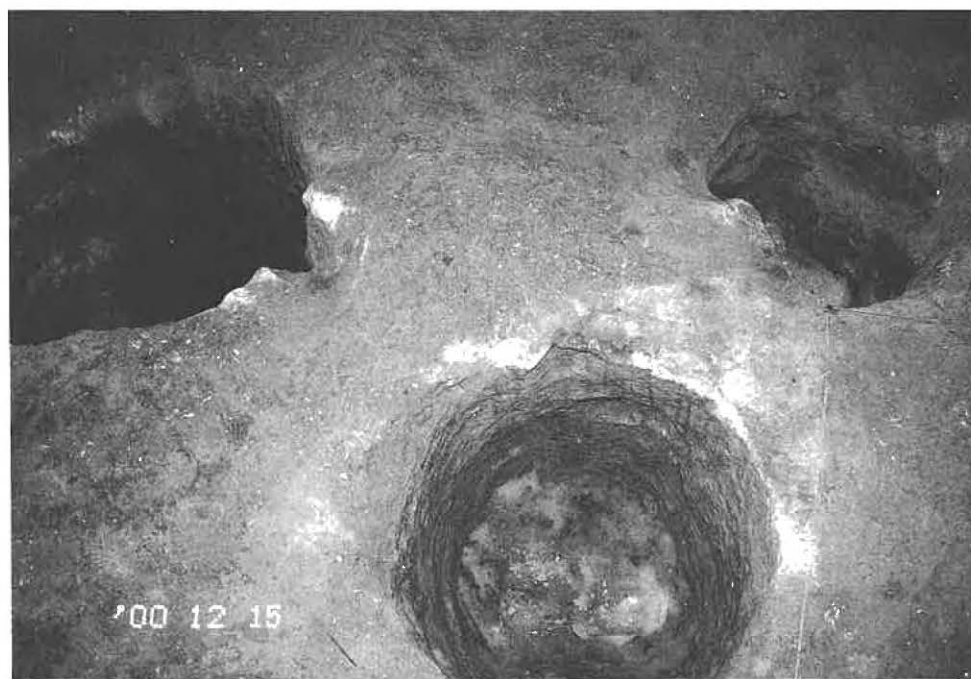


図10. 新たな塩類の析出（2000年11月）

図1のX地点。（写真提供：千葉市立加曽利貝塚博物館）

北側の空調設置地点から比較的近接した地点（図1のX地点）では、空調の導入以降にやや乾燥した状態が観察され、僅かながら塩類の析出も観察された（図10）。この塩類は、空調の稼働が実質上停止されて以降も、2000年11月に至るまで観察されている。

なお、従来から塩類の析出が指摘されている、樹脂施工のないD地点においては、他の地点で処置が行われて以降も継続して塩類の析出が観察され続け、これは空調の導入に関係なく、引き続き塩類の析出が観察された。

6. 考 察

まず、除湿器の影響については、空調がない状況で除湿器だけ稼働させても、見学環境の改善にはあまり有効ではなかったと考えられる。すなわち、除湿器のみの稼働では、通路部分の湿度低下には殆ど寄与しておらず、むしろその時その時の気象による変動に比べれば、除湿器の影響は無視できるレベルであると判断される。従って、遺構面に対する影響も、殆ど見られていない。しかしながら、空調稼働時に限定してみれば、2000年8月13日の除湿器停止以降、日中の湿度の低下幅が小さくなっているように観察されることから、これを除湿器停止の影響と見ることも可能だろう。つまり、除湿器単独では環境にそれ程の影響は与えられないが、空調稼働時には除湿器を併用することでさらに湿度を低下させることが可能であると解釈できる。

これに対して、温度条件のコントロールという点に関しては、今回行われた空調装置の導入で、一応は成果が挙げられたと判断される。すなわち、問題視されていた夏場の時期に、2000年は見学者用通路で30℃を超えた日は一日しか見られなかった。また、空調が稼働していない時期に比べれば、除湿も相対的には有効に行われているため、見学環境としては改善されたと判断される。

しかしながらその一方で、僅かとは言え新たな塩類の析出を生んだことに象徴されるように、遺構の保存という観点からすると、空調稼働の弊害が出ている可能性も否定できない。現在のところは、すぐに大問題に繋がる段階とは考えにくいものの、今後の公開環境に向けては注意が必要であろう。ただし、これは湿度条件で考えても土壌含水率で考えても、絶対値で比較する限りは、弊害の見られた空調稼働時の2000年夏の状況は、それ以前の例えば1999年の冬などに比べてそれほど劣悪な環境に晒されているとは思われない（図8、9）。従って、湿度や含水率などの絶対値よりも、蒸発量の極端な上昇に象徴されるように、人工的に環境を作り出す際の、風などによる局所的な負荷が、遺構に与えている影響が大きいのではないかと考えられる。

これらを総合すると、空調稼働によって、見学環境の改善が図られる一方で、遺構面の保存環境の悪化に繋がる可能性が考えられる。従って、今後は見学環境と遺構面の保存環境との、妥協点を探ることが必要となろう。さらに、空調稼働時には、除湿器の稼働が環境に影響を与

える面が考えられるため、今後の対応としては、遺構面の状況と見学環境を慎重に見極めながら、空調と除湿器との両方の稼働を適度にコントロールしていくことが必要と考えられる。

こうした試行錯誤を繰り返す中から、遺構面にとっても影響が少なく、見学者にとっても快適に見学できるような環境を把握していくことが可能となるであろう。

7. おわりに

これで3年間にわたって加曽利北貝塚の遺構保存施設の環境を調査したことになるが、それを総括すると、まず、樹脂処理やガラス交換などの博物館の尽力により、ある程度までは遺構保存のために良好な環境が獲得されるに至ったと判断される。

しかし次の段階として、遺構保存には良好な環境であっても、夏場の時期には見学者にとって過酷な環境になることがあるため、見学者用の環境を考えて除湿器や空調装置が導入され、見学環境の改善が図られた。これも一定の成果を上げ、見学環境は改善されたが、その分で僅かながら遺構面への影響が観察されるに至った。

こうした経緯に見られるように、遺構自身の保存に良好な保存環境と、見学者に快適な見学環境とは、相反する場合が往々にして起こりうる。今後の同施設の公開を考えるには、従来から言われているように、この両者の兼ね合いを考えながら、いずれにも良好な妥協点を探りながら、環境制御していくことが必要となろう。その兼ね合いの環境を探る上で、これまで提示してきたデータが参考になれば幸いである。

引用文献

- 1) 朽津信明・吉田充夫・青木繁夫(1999)、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)、貝塚博物館紀要、26、1-9
- 2) 朽津信明・青木繁夫(2000)、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(II)、貝塚博物館紀要、27、47-55