

# 水落遺跡出土の小銅管内堆積物の層相観察と珪藻分析

—水落遺跡第5次調査から

## 1 はじめに

水落遺跡では、1972年の第1次調査で大型基壇建物（SB200）が発見され、1981年からの史跡整備にともなう発掘調査（第2次～第6次）により、この建物が掘込地業をとまなう正方形の基壇の中央に堅固な地下構造をもつ総柱様建物であることや、基壇内部に漆塗木箱や木樋暗渠、銅管が敷設されていたことが確認された。この基壇建物は、その特異な構造と出土した土器の年代から、斉明天皇6年（660）に皇太子の中大兄皇子が造った水時計である漏刻台と考えられている（『藤原報告Ⅳ』）。

2010年に行われた第165次（東区）調査では、過去の調査で確認されていた小銅管の据付溝SX275の続きが検出された。この小銅管は基壇建物SB200の中心部から北側へ木樋暗渠E（SD263）と並行して敷設されていたことがこれまでの調査でわかっていたが、小銅管の据付溝は第5次調査区と第165次調査区の境界から北へわずか26cmの地点で止まっており、一方、木樋暗渠Eは北側の石神遺跡へと続いていることが確認された（『紀要2011』）。また、両者を埋設していた素堀溝SD277は、木樋暗渠のみが延びる地点から幅が狭くなっており、小銅管の敷設が途絶えることと対応している。

小銅管は、水落遺跡第5次調査区北端付近で上下二股に分かれ、一方は地上へ向かい他方は地下にそのまま延びていたが、第165次調査（東区）で検出された据付溝は排水口のような施設には繋がっておらず、その延長上に何があったのかは不明のままである。そこで、この小銅管内を埋積する堆積物について地質学的層相観察や珪藻分析を行うことにより、小銅管の機能について新たな知見を得ることを試みた。（庄田慎矢）

## 2 小銅管内堆積物の層相

**試料採取** 小銅管は1985年に行われた第5次調査で取り上げられ、当研究所に保管されていた。ラベルの注記からは、遺構内における正確な位置の復元はできなかった。小銅管内の堆積物は既に乾燥していたため、検討試料は可能な限り形状が崩れずに堆積時の状態を保つ部位



図162 小銅管（SX275）と木箱採取穴（左奥）北から

であると同時に、小銅管本体や周辺の堆積物が崩れる危険性の少ない部位を選択し、採取をおこなった。その結果、任意の基準点より80～85cm（堆積物a）および222～230cm（堆積物b）の計2試料を採取した。試料は銅管の内径をほぼ充填するように埋積しているが、上部には空間が残されていた。乾燥にともない堆積物に歪みや撓みなどが観察された。

（村田泰輔／鳥取県埋蔵文化財センター・降幡順子）

**層相の観察** 銅管内から抜き出した試料についておこなった肉眼観察からは、両試料共に小銅管内を完全に埋積して柱状堆積物とはなっておらず、薄層の重なるラミナ構造が認められた。堆積物の構造を把握するため、実体顕微鏡下での観察をおこなった。

**銅管内堆積物a** 層厚は約1.2cm程度で、乾燥による堆積物の歪みや撓みは少ない。全体として銅管の曲面に沿うように湾曲しているが、柱状堆積物のような構造は成しておらず、ラミナも同心円状に埋積したのではなく、むしろ水平堆積をしているように見える。ラミナの枚数は壁面が崩れた部分も多く不明瞭であるが、観察可能な単層の層厚は0.06～0.1mm程度であった。仮に全体の層厚を1.2cmとした場合、薄層の層厚が0.06mmの場合では20層、0.1mmの場合では12層となる。仮に試料採取時に銅管と接触していた側面を外側、反対の側面を内側とした

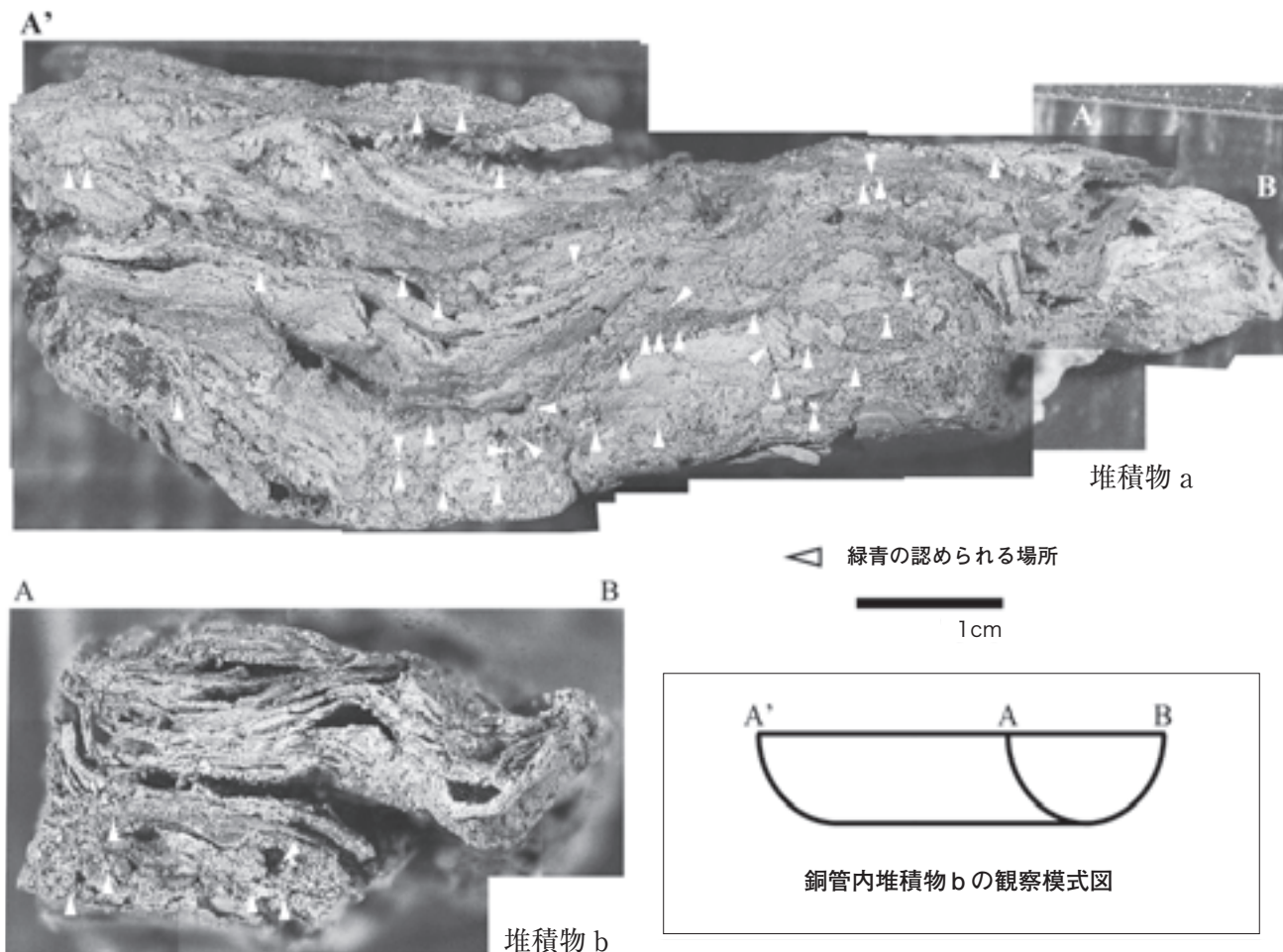


図163 小銅管堆積物bにみられるラミナ構造と緑青の分布

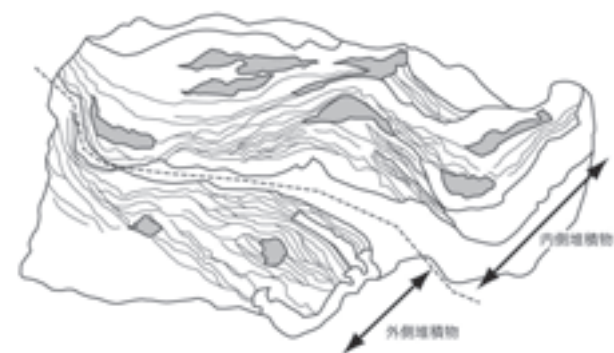


図164 小銅管堆積物bのラミナ構造のトレース  
(トレース・ラインはラミナ構造の下限を引いている)

場合、外側の面に0.2～1.0mm程度の緑青とみられる破片が散在することが観察された。堆積物の側面を観察すると、ラミナの層理面付近に同様の緑青片の散在が観察される(図163)。一方で堆積物の内側の面からは緑青片が観察されなかった。単層を剥離しての内・外側面の観察は、試料の状態が乾燥して極めて脆くなっていることや、試料の採取量自体が少なく他の分析への適用を考慮したため、今回は試みていない。顕微鏡観察下では、堆積物の外側および内側を構成するマトリックスの粒度組成や鉱物組成に大きな変化はみられない。

**銅管内堆積物b** 層厚は約2.2cm程度で、乾燥により試料は大きく撓む箇所が多くみられる。この撓みは出土後に生じたものであるが、一般的に撓みによる薄層の剥離は

堆積物の粒子組成や堆積時期が異なることによって形成される層理面に沿って生じ易い。本試料の場合、細かな剥離も所々で見られるが、堆積物の外側からおよそ1cmの辺りで大きな剥離がみられた(図164)。堆積物外側は銅管の曲面に沿うように湾曲するものの、内側の面は平坦面を形成しており、あたかも円柱の側壁の一部を平坦に切り出したような形状をしている。本試料でもラミナ構造は観察されるが、外側の層は管の曲面に沿うように湾曲し堆積物を包むように層を形成する。すなわち同心円的に内側に向かって堆積する。しかしこの構造はすぐに不明瞭となり、少なくとも堆積物の1/2から2/3程度はほぼ水平堆積をしている。この構造の変化は、前述した堆積物の外側からおよそ1cmの辺りの大きな剥離層にもほぼ対応する。この堆積過程を解明するには、もう少し小銅管内の堆積物を連続的に比較観察し調査する必要があるが、少なくとも2つの堆積システムによって管内が埋積されたことを示す。ラミナの枚数は、堆積物の壁面が崩れている場所が多く不明瞭であるが(図163)、観察可能な薄層の層厚は堆積物a同様、0.06～0.1mm程度であった。

2つの試料の間で層ごとの対応関係を検証することは現段階では困難であるが、仮に小銅管内の堆積がほぼ均質な層厚で同時期的に1つの層が形成されたとするなら



ば、堆積物 a は堆積物 b でみられる大きな剥離面より内側の堆積物がほぼ欠損している可能性がある。この内側と外側の堆積物について、最も大きな差異は緑青片の挟在にみられる。図163に示したとおり、緑青片の析出は主に堆積物の外側に集中する。堆積物の側壁面(図163-a)では外側堆積物を構成する層が取り巻く形になるため前述の傾向は不明瞭となるが、断面(図163-b)では明瞭に観察できる。外側および内側の堆積物のマトリックスの粒度組成や鉱物組成について、顕微鏡観察下では大きな違いは認められなかった。これは堆積物の供給源に季節性や場所性など大きな変化が無かったことを示している。一方、ほぼ同質の粒子により継続的な埋積が行われた場合、層理面の発達は未熟となるが、本試料では明瞭なことから、堆積に時期的な不連続性があることが示唆される。主に外側の堆積物に緑青が析出するプロセスについては、今後詳細な分析と検討を進める必要がある。

### 3 珪藻遺骸の検討

堆積物の供給源やその変遷についてより多くの知見を得るため、水域環境を機敏に反映する珪藻遺骸群を上述の土壌試料中より抽出し、検討をおこなった。層相観察結果から、管内堆積物については外側と内側堆積物に堆積相が区分されることから、分析試料としては堆積物 a および堆積物 b (外側)、堆積物 b (内側)の計3試料を検討した。分析に用いる珪藻とは、海域から淡水域までのほぼすべての水域に棲息する顕微鏡サイズの微小藻類である。非常に多くの種からなり、種ごとに水温や塩分、pHなどの水質や、浮遊型や植物付着型、底土付着型などの生活型によって固有の棲息水域をもっている。

珪藻遺体群の抽出は、以下の手順でおこなった。まず適度な量(湿潤重量で0.5–1.0g)を検討用試料として切り出し、風乾したのち秤量した。その後、遠沈管に移した試料に対し15%程度に希釈した過酸化水素水を注ぎアルコールランプを用いて加熱反応をおこない、土壌中の有機物の分解・漂白をおこなった。十分な処理をおこなった後蒸留水を注いで反応を停止させ、遠心分離機を用いて珪藻殻の濃集をおこなった。化石殻濃集のための遠心回転数は2,000ppm×5分とした。この水洗処理を2、3回繰り返した後、傾斜法を用いて土壌中の粗粒分を、さらに0.5%程度に希釈した二リン酸ナトリウム溶液を

用いて細粒分を除去し、化石殻を抽出した。この化石殻を含む懸濁液を適度な濃度に希釈したものうち0.5mlをカバーガラスに滴下し、マウントメディア(和光純薬製)を用いて封入して永久プレパラートを作成した。化石種の同定と群集組成の把握は光学顕微鏡を用い、400–1000倍視野で観察および計数をおこなった。

分析の結果、3試料のうち珪藻遺骸は堆積物 b (内側)からのみ産出が認められ、他の2試料からは産出はみられなかった。産出した試料についても珪藻殻の量は僅かで、乾燥重量1gあたりの堆積物中に含まれる殻数を算出した結果、およそ $2.3 \times 10^2$ 殻程度の産出量が見積られたが、一般的な水成堆積物と比較するとおよそ1/100–1/1000程度の値を示した。

一方、完形で産出する珪藻殻の頻度は87%と非常に高い値を示した。産出した種は、淡水域全般にみられる普遍種である*Cocconeis placentula* var. *placentula*、*Diploneis ovalis*、*Navicula elginensis*が全体として少産ながら優占し、次いで湖沼や沼沢地を好む*Fragilaria construens*、*Gomphonema affine*、*Gomphonema parvulum*、さらに陸域生種である*Hantzschia amphioxys*がみられた(図165)。これらの種は低層湿原に点在する沼沢地や池、あるいはその周辺域で典型的にみられる種群ではあるが、極端なほどの少産から、これらの種の生産活動がほとんどおこなわれていないことが考えられる。事実、試料となる堆積物は銅管内にあり、生産性を促進させる、すなわち繁殖を促進させる光合成を遮断されていることを考えれば当然の帰結である。これは銅管内の堆積物から産出した珪藻は全て異地性遺骸であることを示し、銅管による通水元である水源が沼沢地や池であったことが推定される。

しかしその一方で、ほぼ同質の堆積物ながら珪藻遺骸の産出が認められない他の2試料についてはどのような背景があるだろうか。珪藻の生産が極端に抑制される環境とは、以下のような条件が想定される。まず光合成が遮断される場合である。水中溶存酸素量が高い場合、この状況においても呼吸回路により棲息は可能であるが、生産性は極端に抑制される。次に、密閉された地下水である場合である。この場合、珪藻の株自体が供給されることが遮蔽されやすく、棲息は困難である。さらに、淡水凍結環境下でも同様である。一部の底塩分凍結水域に

対応した、一般にアイスアレジー (Ice Algae) と呼ばれる種もいるが、例外的であり、本試料で想定される堆積環境には棲息しない。その他にも種ごとの萌芽を抑制する条件はあるが、珪藻全体の萌芽を抑制することは難しい。

これらのことを考えると、この銅管に通水されていた水源は、初期的には地下水を供給したものであり、なおかつ通水にいたるまでの水路が比較的良好な密閉環境にあり、珪藻の供給が遮断されたのではないかという推測が成り立つ。一方、後天的にはこの密閉環境が破られる事件が発生したことが推察される。そのことで外部からの珪藻株の侵入が促進した可能性がある。珪藻株の侵入は比較的容易に起こり得ることを考えるとこの可能性は高い。またこの水域の流量は現状では不明であるが、出現した珪藻遺骸群は好流水性ながらも、沼沢地や池などの滞水環境を好む。仮に初現的にこの水域の流量が少なかった場合、密閉環境が破られただけで産出した珪藻群の棲息を促すことになる。しかしその場合、地下水中に含まれる多くのコロイドをはじめとした粒子の沈降を抑制することはできず、結果的にこの水域は急激に埋積し、機能しないことになる。これらを併せるとこの水源は、初期には地下水から供給される水量が比較的多く、流量もあった可能性がある。しかし施設廃棄などになって、この水源の水量が減少し、また密閉的であった施設が崩壊し、結果的に沼沢地や池の環境が形成された可能性が考えられる。

(村田)

#### 4 ま と め

水落遺跡の小銅管内堆積物の分析から、以下のようなことがあきらかとなった。まず、小銅管内の堆積物はラミナ構造を持ち、緑青片の挟在する管壁に近い外側の堆積層と、その内側の大きく2層に分けられる。外側の堆積物から珪藻遺骸の産出が認められなかったことは、地下水を水源とした水が外気に触れない密閉された形で小銅管に通水されたことを示唆し、内側の堆積物から低層湿地でみられるような珪藻遺骸が産出したことは、これらが異地性遺骸であることを示すと同時に、小銅管への給水量の減少と共に銅管と水源との間で外気に触れる空間が生じた状況を想定させる。

以上の分析結果を遺構検出状況と照らし合わせると、

次の様な説明が可能であろう。まず、外側の堆積物と内側の堆積物の違いは、漏刻の機能時と廃棄後に対応する可能性がある。つまり、漏刻が機能していた時には屋内あるいは地下を通して供給された水が銅管を通っていたが、この施設の廃棄とともに上部構造は取り去られてそこが水溜り状になり、その水がもともと北に向かって下り勾配であった銅管内に流れ込んだのであろう。小銅管の据付溝は、漏刻の機能時に水を貯めていたであろう木箱の抜取穴から検出面においてわずか7 cmしか離れておらず (図162)、この想定に説得力を与える。

『日本書紀』によれば、漏刻は660年に飛鳥の地に設けられるが、671年には大津宮に移されて新たに使用が開始された可能性が高い。水落遺跡のB期 (天武朝) にすでにこの一帯が異なる性格の施設群に造り替えられていることも、その傍証となろう。それならば、小銅管内の外側の堆積物は、このわずか10年余りのうちに起きた出来事を反映していることになる。

今回の分析では、漏刻の機能時と機能後の履歴が小銅管内の堆積物に残されている可能性が示された。今後、平行して設置されていた木樋内の堆積物に関する分析を進めて比較検討することにより、銅管と木樋の機能差を知る手掛かりが得られ、飛鳥時代の漏刻の具体的な構造や仕組みに関する新知見が得られることが期待される。

(庄田)

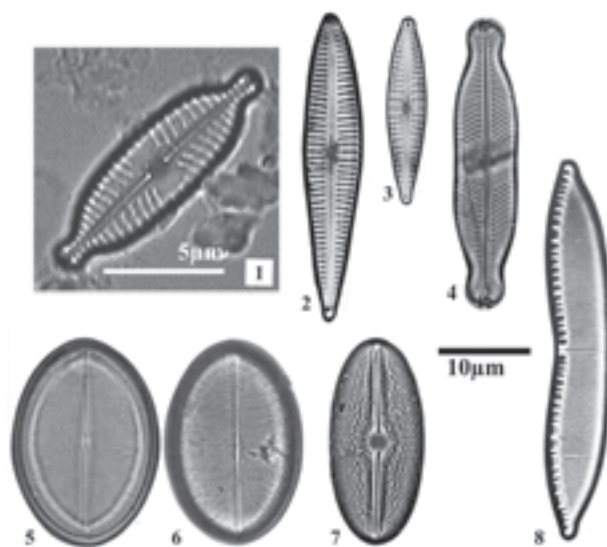


図165 銅管内堆積物 (内側) から産出した主な珪藻化石

1: *Navicula elginensis*? (W.Greg) Ralfs, 2: *Gomphonema affine* Kütz., 3: *Gomphonema parvulum* (Kütz.) Kütz., 4: *Pinnularia lundii* Hustedt, 5-6: *Cocconeis placentula* var. *placentula* Ehrenberg, 7: *Diploneis ovalis* (Hilse) Cleve, 8: *Hantzschia amphioxys* (Ehr.) W. Smith