

# 巨勢川調整池（佐賀導水事業）と東名遺跡の保存対策

河野清和・井上晃司

## 1. はじめに

佐賀導水事業の核となる<sup>こせ</sup>巨勢川調整池は、佐賀県都である佐賀市の洪水被害軽減と内水被害軽減を図る目的で建設した施設である。この調整池掘削工事中に、約8,000年前の縄文時代早期の貝塚が発見され、「東名（ひがしみょう）遺跡」と命名された（写真-1）。発掘作業が調整池の完成（H20年度）に間に合わないことから、「東名遺跡保存検討委員会」（平成17年度～平成18年度）を設置し、残り短い事業期間のなかで、治水規模を縮小することなく、遺跡の現状保存に最も適した方法を検討することとなった。本レポートはその遺跡保存の技術的検討内容を紹介するものである。

## 2. 東名遺跡について

東名遺跡は、巨勢川調整池の建設時に、地盤を標高-0.5mから-2.5m（掘削深約5.5mから7.5m）まで掘り込む過程で、標高3m付近（掘削深約2m程度）において、縄文時代早期の集落や墓地が発見されたことから、平成5年度から平成8年度にかけて発掘調査を実施した。その後、約5m程度掘り進んだ標高0.5m地点で、縄文時代早期の貝塚が発見（平成15年5月）され、平成16年9月より本格的な発掘調査を実施した。貝塚は全部で6箇所発見され、その面積は約1,700㎡に及ぶと想定されている（図-1）。出土した遺物は貝類の他、クヌギ・オニグルミ等の種実や木枝等、イノシシ・ニホンジカ等の獣骨、土器、石器、縄文時代としては珍しい木製品の編みかご、皿等の容器類、板材で日本最古級の貴重な遺物である。一般に日本の土壌は酸性土壌であるため、酸化により劣化し木製品等の有機物は残りにくい環境にある。そうしたなか、これらが良好な形で残った理由として、温暖化による縄文海進により水没して一気に粘土層で包含され、その後約8000年にわたり、酸素と遮断された中性～弱アルカリ性の還元状態



写真-1 巨勢川調整池と東名遺跡の位置

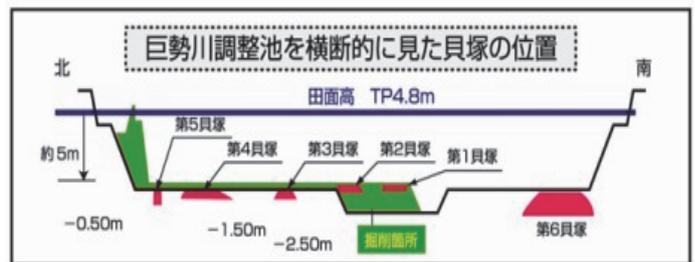


図-1 巨勢川調整池と東名遺跡の断面位置図

を保持できたためと推察される。

## 3. 遺跡保存対策工の検討について

### 3.1 遺跡保存対策のポイント

遺跡の保存については、巨勢川調整池本来の治水機能及び構造などを考慮した上で、佐賀市の文化財部局との調整を進めた結果、6箇所の貝塚のうち、中央水路部に位置している（掘削標高-2.5m）第1貝塚、第2貝塚は記録保存（発掘調査を行い遺跡の記録を残す）とし、残る第3貝塚～第6貝塚は、委員会での議論を踏まえ、現地での現状保存となった。調整池の掘削直後の土壌環境は、酸化還元電位が約500mv上昇し、pHも酸性へ移行した。遺跡包含層の粘性土は、硫黄分を多く含み、酸化環境下においては好気性微生物等の作用により硫酸酸性となる可能性が高いこと、調整池内は掘削により地下水位が低下し、大気や雨水等の溶存酸素を含む水や、乾湿繰り返し等の影

響を受け、遺跡周辺地盤は酸化が進み遺物の劣化が促進されると推察されるため、次の点を遺跡保存対策の基本的な考え方とした。

- ①大気による酸素の影響を出来るだけ遮断する。
- ②遺跡を劣化させる恐れのある溶存酸素等を含む雨水や地下水等の出入りを抑制する。
- ③土壌の乾湿繰り返しを出来るだけ避ける

### 3.2 現地保存対策工の検討

#### (1) 被覆形態の検討について

被覆形態については当初、覆土・改良土・シート等で覆うキャッピングのみの形態と、さらに遮水壁を併用する形態とが考えられた。遮水壁の併用はキャッピング範囲外の地表より、溶存酸素を含む雨水が浸透し、遺跡が酸化されるのを防ぐためのものであった。ところが、打設工事の影響、経済性、工期等を考慮した結果、採用は難しいことがわかり、保存対象物から一定以上の距離までを覆うキャッピングによって、被覆範囲外の地表より流入する溶存酸素の影響を防止する方法を検討することとなった。溶存酸素の影響軽減は、水が地層中を浸透する間に好気性微生物によって消費される効果によるものであるため、現地において溶存酸素消費試験を実施し、その検証結果をふまえて、3mの距離をとった範囲をキャッピングで覆う形態にすることとした。

#### (2) キャッピング工法の選定

キャッピング工法には、大きく土質系工法とシート材を用いるシート系工法とがある。このうちシート系については、洪水時に水没した場合にシート材が揚圧力で浮き上がる恐れがあること、仮にベントナイトシートを使用した場合でも、電解質を多く含む浸出水に対して膨潤せず遮水効果が出ない恐れがある等の問題点が考えられたため、土質系工法を採用することとした。

さらに、土質系工法の被覆層の選定においては、粘土を用いるタイプ、安定処理土を用いるタイプなどの候補があったが、粘土では締固めなどの施工性が悪く表面に亀裂が入り易いことから、安定処理土のタイプを用いることとした。また、安定処理土については耐久性を考慮し、石灰ではなくセメント改良土による土質系キャッピング工法(セメント改良層と覆土層による)を選定することとした(図-3)。

#### (3) キャッピング工法の設計及び施工法の検討

土質系キャッピング工法(セメント改良層と覆土層による)の設計及び施工法を検討し、以下の点に留意することとした。

- ①乾燥収縮亀裂対策として、堤体に対して亀裂を生じにくいことが経験的に把握されている粒度分布を目安に、現地砂質土を混合した粒度調整を行い、固化による団粒化の影響を軽減するため、セメント添加量を最少(30~40kg/m<sup>3</sup>)に抑える。
- ②セメント改良層の厚さと遮水性は、「廃棄物最終処分場整備の計画・設計要領(平成13年)」を参考に厚さ50cmかつ透水係数 $1 \times 10^{-6}$ cm/sに設定する。
- ③セメント改良層に夏期などの高温・乾燥による亀裂の発生や、植物根の浸入などが起こらないよう、また、当地の外気温度変化の影響がなくなるよう覆土層厚を1.0mとする。

### 3.3 試験施工について

遺跡の保存対策としてのキャッピングの有効性を確認するために、実際の遺跡において試験施工を実施した。試験施工は、保存対象のうち規模が小さい第5貝塚で行うこととした。室内配合試験、セメント改良層配合試験を行い、セメント改良層の配合を決定したのち、写真-2に示す流れにしたがって施工した(写真-2)。キャッピングのセメント改良土は下の仕様とした。

<セメント改良層仕様(混合土安定処理土)>

- ☆土質混合比  
粘性土：砂質土=1：1
- ☆固化材種類及び添加量  
高炉Bセメント 30kg/m<sup>3</sup>
- ☆混合機種及び混合速度  
バックホウ(1次混合用)+自走式土質改良機  
(混合速度 40m<sup>3</sup>/h)
- ☆締固め機種  
16t級湿地ブルドーザ(接地圧 32kN/m<sup>2</sup>  
程度で2層に分けて転圧)

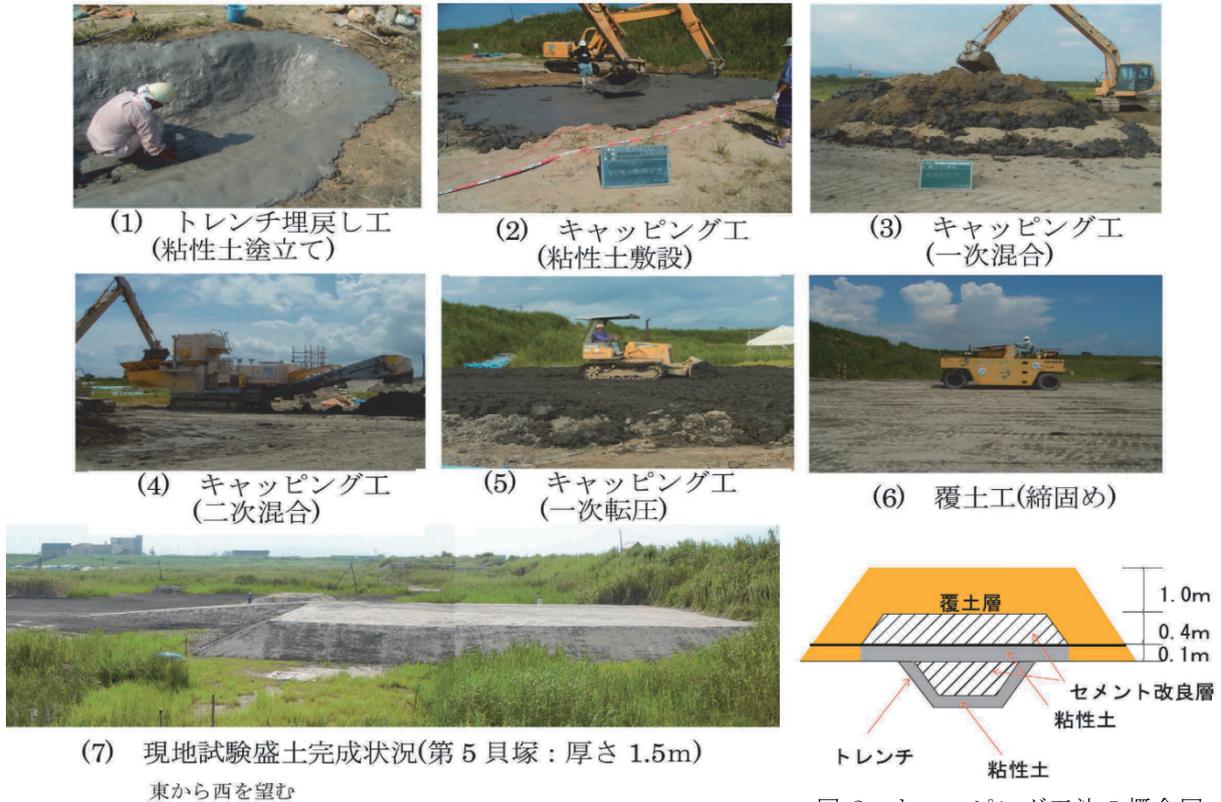


図-2 キャッピング工法の概念図

写真-2 試験施工の状況

なお、キャッピング層の最下端には、アルカリ浸出水の影響の緩和や、より高い水密性を確保するため、遺跡調査用に掘削したトレンチ部を含めて、10cm厚程度の粘性土を敷設し、散水等を行うことにより乾燥亀裂の発生に配慮した。セメント改良土層を保護する覆土層については、締め固めが十分に行うことができるような粒度分布の良い土(0.075mm以下15%以上)で、透水性も確保

できるように、クラックの入り難い配合とした。

4. 遺跡保存対策のモニタリングについて

保存対策の効果を検証するため、平成18年度よりモニタリングを実施した。モニタリングは土壌環境、地下水環境の双方から、以下の項目を実施することとした(図-3)。

土壌環境 : 酸化還元電位・土壌水分・地中温度

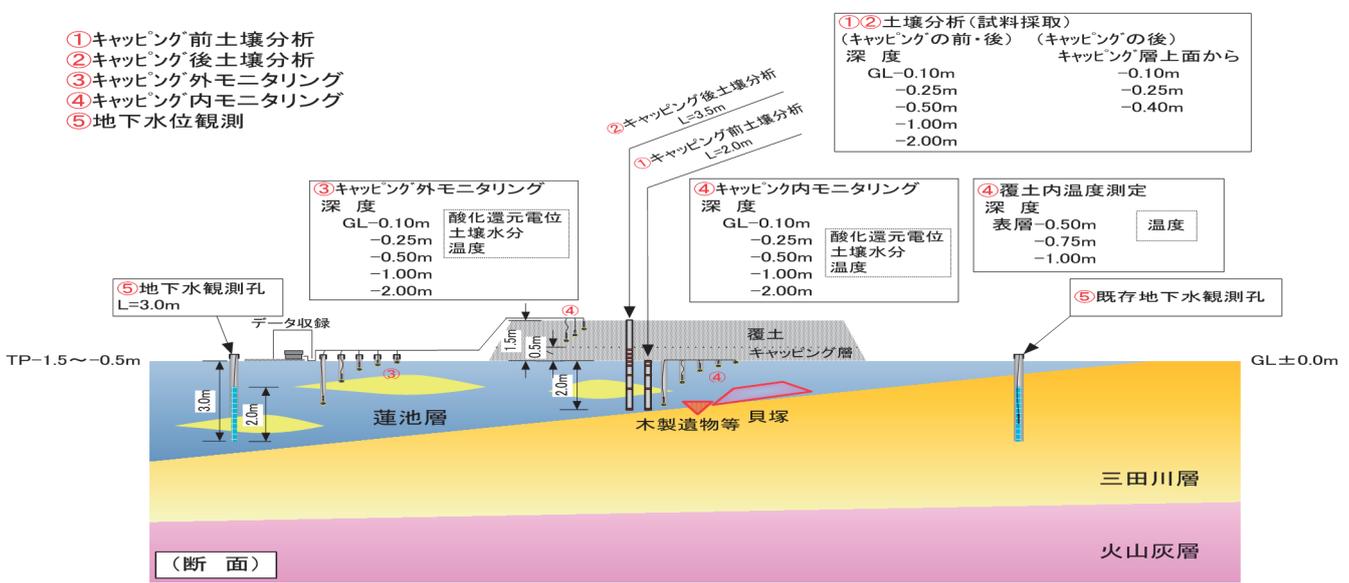


図-3 現地モニタリング概要図

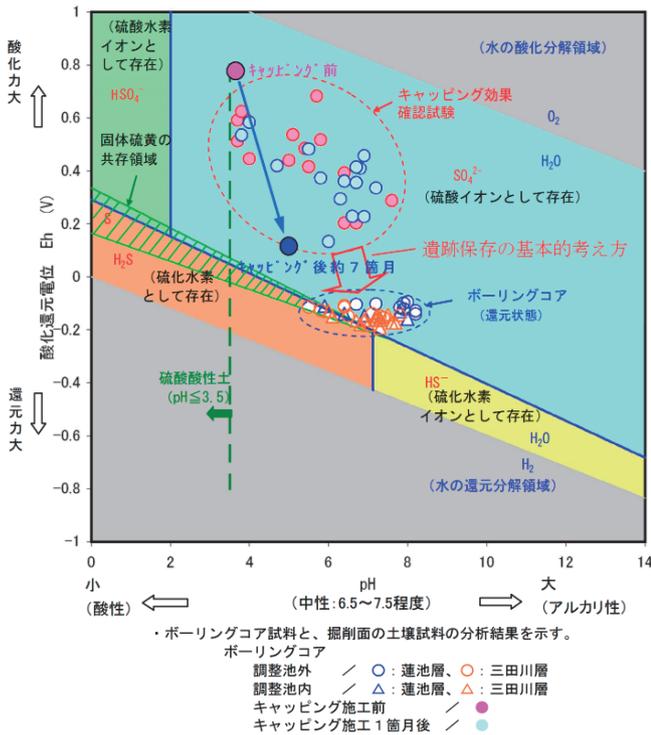


図-4 キャッピング後の遺跡付近土壌の硫黄の存在状態とpH-Ehの関係

地下水環境：水位・水温・pH・溶存酸素量・伝導率

図-4をみると、同一地点でキャッピング前（青線囲い大きい赤丸）の状態から、キャッピング7か月後（大きい濃紺丸）のように、土壌の酸化は抑制され、還元状態の方向に推移している。周辺地点で1か月後にキャッピング効果確認試験（赤点線領域の小さい丸）を行った時点では、施工前（赤小丸）と施工後（青小丸）との差が明確ではなかった。また、東名遺跡モニタリング委員会（平成19年度～）にて、(1)土壌環境と地下水環境とのメカニズムについて、(2)地下水低下が長期化した場合の土壌環境の状況について整理が求められ、下記実験を行った。

(1) トレンチ及び観測孔調査

土壌環境の状況を把握するため巨勢川調整池内に試験フィールドを設け、トレンチ調査を行った。結果、酸化は地下水が変動する範囲に限られていることが判明した。地下水環境の状況を把握するため、巨勢川調整池に観測孔を設け調査を行った。その結果、水位低下に伴う酸化は観測孔の表面部分のみで、土壌内部までは影響が及んでいないことが確認された。

以上の実験により、地下水位低下による酸化現象の範囲は僅かであり、遺物への影響も僅かであると推察される。

(2) 現地土質室内試験

長期間の地下水位低下時の土壌環境を把握するために遺跡付近の土壌をサンプリングし、室内において強制的に乾燥させ、その後、水浸させる実験を行った。その結果、土壌の乾燥に伴い酸化還元電位は上昇するものの、再び水浸することで酸化還元電位が低下し、元の還元状態に近づくことが確認された。遺跡付近の土壌は、現在も還元状態を保っており、酸化を抑制していると推察出来る。今後も引き続きモニタリングを行い、遺跡の状態を監視していく予定である。

5. おわりに

今回、関係者の協力により、洪水調節施設としての機能と8,000年前の遺跡（東名遺跡）の保存が共存できたことを報告し、また『東名遺跡』が平成28年10月3日に国史跡に指定されたことも併せて紹介するものである。

謝 辞

本報文の執筆にあたりご協力頂いた皆様、東名遺跡保存検討委員会・東名遺跡モニタリング委員会に携わって頂いた委員の先生方、巨勢川調整池事業、東名遺跡保存 に携われた皆様に厚く御礼申し上げます。

河野清和



国土交通省九州地方整備局武雄河川事務所施設管理課長  
Seiwa KAWANO

井上晃司



国土交通省九州地方整備局武雄河川事務所施設管理課施設管理第二係長  
Kouji INOUE