

狭山池の歴史と堆積土の性状 -物証土木史の一試み-

Physical and mechanical properties of soil deposits and history of Sayama Reservoir

西田 一彦**

市川 秀之***

辻本 勝彦****

By Kazuhiko NISHIDA

Hideyuki ICHIKAWA

Katsuhiko TSUJIMOTO

概要 大阪狭山市に存在する狭山池は、わが国でも最も古い溜め池の1つとされ、従来、歴史学、考古学、地理学の各分野から種々研究されている。そしてまた、この池は改修、補修の多いことでも有名であるが、それらの原因や建設年代については不明な点も多かった。この度、池の全面改修を行うに当たり、歴史学、考古学、地理学、地質学、土木工学などの各分野から総合的に研究が行われている。

そこで、著者らは、池の歴史的発展過程を明らかにするための一手法として、池内に堆積している土層の性状に着目し、ボーリング試料を用いた土層の形状、組織の観察と判別、ならびに、化学分析、粒度、密度などの各試験を行い、それらの特徴から池の歴史的展開を読みとることを試みた。

その結果、土層の厚さや性質から堆積速度を推定することが可能であり、それを尺度として、池建設後に起こった種々の事項を推定しうる可能性を示したものである。

1. まえがき

大阪狭山市に存在する狭山池は、わが国でも最も古い溜め池の1つとされ、従来、歴史学、考古学、地理学の各分野から種々研究されている。そしてまた、この池は改修、補修の多いことでも有名であるが、それらの原因や建設年代については不明な点も多かった。この度、池の全面改修を行うに当たり、歴史学、考古学、地理学、土木工学などの各分野から総合的に研究が行われている。

そして、狭山池の築造に関する歴史的観点からの研究からその築造の年代や改修の事実が明らかになってきている。堤体についてもその構造と土性についての調査が行われ、数々の新しい知見が得られている。

従来、土木施設についての文献による土木史的研究は多くなされているが、文献の乏しいこのような古い構造物では考古学的手法に加え、土層や構造部材の性状から歴史を解明する手法であるジオアケオロジーからのアプローチも必要となる。本研究は、このような文献の乏しい土木構造物を土層の性状を調べて解明しようとする、いわゆる物的証拠に基づいた研究手法を試みるものである。

一般に、溜池にはそれが築造されて以降絶え間なく土砂が堆積されている。その堆積物には池の歴史的変遷ならびに池を取り巻く環境の変化が記録されているはずであって、これらを調査することは、考古学のみにならず土質工学、環境工学の面でも意義深いことと考える。そこで、筆者らは、池の歴史的発展過程を明らかにするための一手法として、池内に堆積している土層の性状に着目し、ボーリング試料を用いた土層の形状、組織の観察と判別、ならびに化学分析、粒度、密度などの各試験を行い、それらの特徴から池の歴史的展開を読みとることを試みた。

* keywords : 溜め池、考古学、環境工学

** 正会員 工博 関西大学工学部土木工学科 (〒564 大阪府吹田市山手町3-3-35)

*** 大阪狭山市教育委員会 (〒589 大阪狭山市狭山1-2384-1)

****正会員 ㈱東京ソイルリサーチ (〒564 大阪府吹田市垂水町3-27-10)

2. 池の歴史の概要

狹山池は、西除川（天野川）と三津屋川（今熊川）の二つの河川をせき止めて造られた大きなダム湖である。築造時期は、非常に古く日本書紀にも紀元前36年（崇神天皇62年）に河内国において狹山池、依網（よさみ）池、菊坂池が造られたと記載されており、古事記にも狹山池についての記述がある。これらによると池の築造は約2,000年前行われたことになるが、その信憑性については一定の限界があると言われている。しかし、西暦731年の行基菩薩の池の修復はそれを裏付ける資料も多く信頼性が高い。したがって、池の築造はそれ以前で、木樋の年輪年代測定、須恵器の時期、 ^{14}C の測定結果などによると、7世紀前半であることが明らかにされている。

池築造当初の堤体高さは、図-1に示すように約6～8m程度で長さも現在より短かったと推定されている（本論では、これを第Ⅰ期）。また、狹山池の歴史は改修の歴史といってもよく、その後多くの改修工事が行われてきた（表-1）。これらの改修は洪水や地震などによる堤体の決壊や損傷と関係しているものとされている。大規模なものとしては慶長13年（1608）の改修がある。この改修では北堤の高さは、東の段丘面のレベルにほぼ等しくなるように約4m嵩上げし、長さも西へ延長され面積も拡大された（これを第Ⅱ期）。さらに、大正昭和の修復で約1mの嵩上げがなされ、現在は高さ約14～15mとなっている（第Ⅲ期）。これらの改修の内、建仁2年（1202）の重源の修復と片桐且元が行った慶長13年（1608）の改修は今回の発掘調査によっても裏付けされている。また、記録によると、742年、1510年、1596年、1707年に近畿地方に大地震があったとされている。狹山池もその影響を受けた可能性はある。

3. 調査・試験法

調査試験の目的のため2本のボーリングと掘削面を利用して釘打法でサンプリングを1ヶ所行った。その場所は図-2に示すとおりであるが、その選定にあたっては、池内

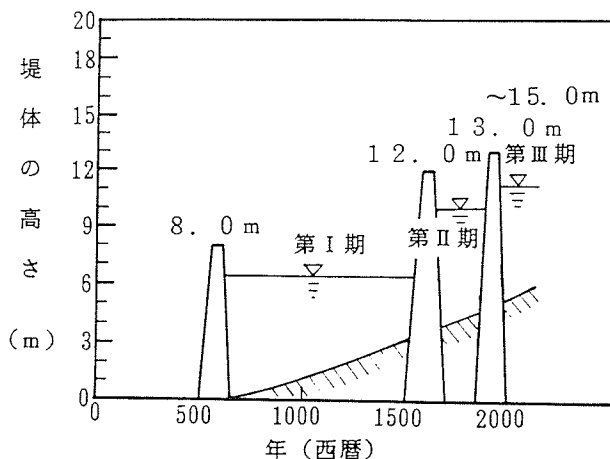


図-1 池の歴史的変遷模式図

表-1 堤体の改修記録¹⁾

年 代	事 項	長 さ	高 さ	幅	備 考
西暦 600年頃	池の築造	約 300m	約6～8m以内		当時の谷間に築造
天平3年(731)	行基の修復				
天平14年(742)	堤決壊				堤決壊
宝字6年(762)	改修				上流に堤設置
建仁2年(1202)	重源の修復				石樋の敷設
永正7年(1510)					地震
慶弔5年(1596)	決壊				地震
慶長13年(1608)	改修、井桁工によるのり面安定	西約500m 延長 (約800m)	西約4m 高さ増 (約12mのレベル)		池の拡張 尺八樋
元和6年(1620)	堤切れ一修復				
寛永11年(1634)	堤かさ置御普請				
宝永4年(1707)	損傷				地震
享保15年(1730)	腹部決壊一修復				
元文5年(1740)	北堤一部決壊				
寛保元年(1741)	北堤腹付工事				
安政4年(1857)	大堤、西約300m	445m(800m)	西約6m(10.8m)		
安政5年(1857)	改修	420m(756m)	西約6m(12.6m)		池の縮小
慶応2年(1866)	北堤、西約300m 修復				
大正・昭和	大改修	335m(603m)	西約3m(1m)かさ上げ 48m(14.55m)	上幅平均3間 (5.43m)	富阪池の掘削 堤趾部の直轄化
現 代 (1988)		約600m	約14～15m	天端約10m 弱 底部約70m	

堆積物が厚く分布していて、堤体の破壊・改修などの影響による変化が推定できると思われる地点とした。2本のボーリングでは両地点とも乱さない試料を連続的に採取した。一般に、ボーリングで採取された試料は、1本1mのサンプリングチューブ（塩ビ管）に納められているので、試験室において、これを長さ20cm毎に抜き出した。通常、サンプリングチューブから抜出した試料の表面は酸化や有機物の含有などから多少変色している所もあるが、全体的には抜き出し時に発生したサンプリングチューブ内面と試料との摩擦からほとんど同一の層に見える。そのため、従来の調査ではこの20cmの同一サンプル中に、薄層や粒度の変化、攪乱等があったとしても見逃すことが多かったように思われる。このようなことから今回は試料の側面をパレットナイフ等で削り取り内部の組織を詳細に観察した。また、Na93-2地点の試料は20cm毎に抜出した試料をさらに縦方向に2つ割りしたのち試料観察を行った。試験は、Na93-1地点については土の粒度試験等各種物理試験を行った。さらに、Na93-2地点の試料の一部を化学分析に廻し、水銀などの重金属の含有量を調べた。

4. 調査結果と考察

① 試料観察結果

池内の堆積物は同一粘性土層であっても厚さ数ミリの薄層からなっていることが判った（写真-1参照）。全試料について同じ作業を繰返した結果、池の堆積物は多くの薄層からなることが判った。また、所々これらの薄層が渦を巻くように見られたり、かき乱したような模様を示す所や一度土層が削られた後に堆積した構造があった（写真-2参照）。この事は、一度堆積した地層が地震や洪水等による攪乱を受けたことを示唆しているものと考ええる。以上のようなことから、薄層を調べることは、池の堤体を含めた堆積環境を考える上で重要なことである。

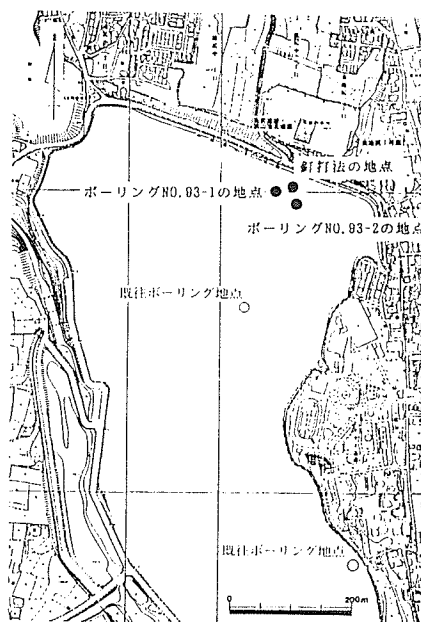


図-2 調査地点位置図

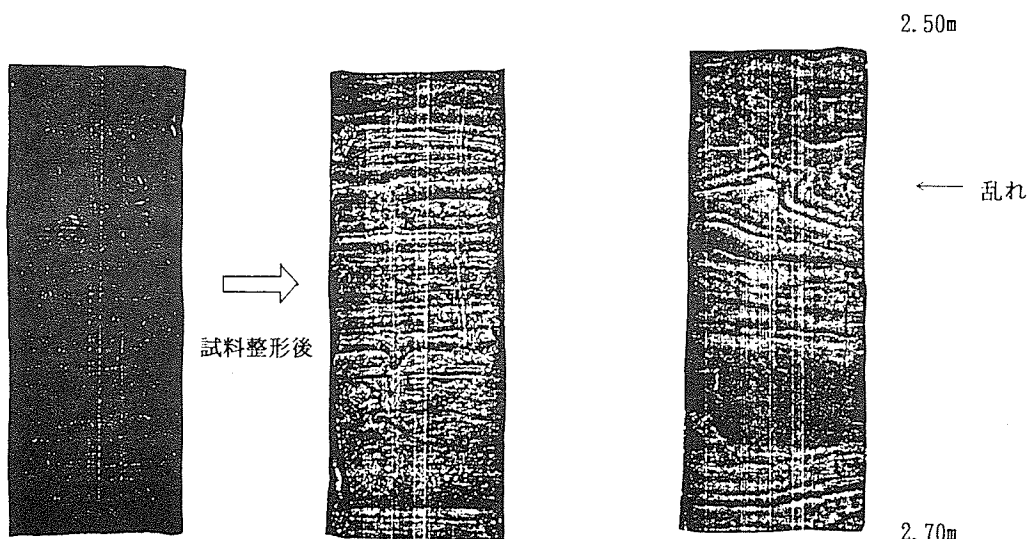


写真-1 採取試料（表面整形）

写真-2 採取試料（攪乱部分）

図-3は、試料10cm毎に含まれる薄層の層数を深度毎に示したものである。同図によると、深度が4mをこえると層数が増加し、その変化も小さくなっている。このことは古い時代ほど土砂の供給が安定していることを物語っている。また、第Ⅲ期の堆積物には、このような薄層は見られず、暗灰色のヘドロとなっている。

図-4は、各調査地点の試料を観察した結果、試料中に見られた攪乱部分を抽出したものである。

それによると、いくつかの深度で連続性のある攪乱部が認められる。これらは、地震や洪水による堆積物の攪乱と池の改修と深い関連があるものと考えている。

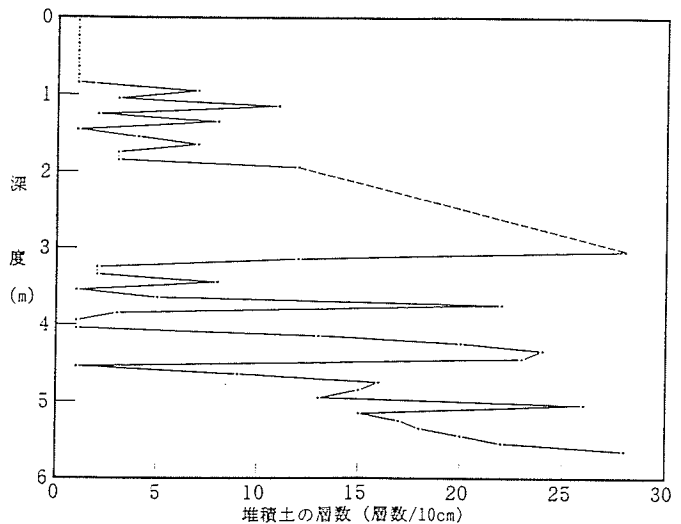


図-3 堆積土の層数と深度との関係

ボーリングNo	93-1	93-2	釘打ち法
全長	5.7 (m)	6 (m)	5 (m)
国土地理院	(-166008.346, -40907.747)	(-166016.429, -40837.960)	(-166005.262, -40877.697)

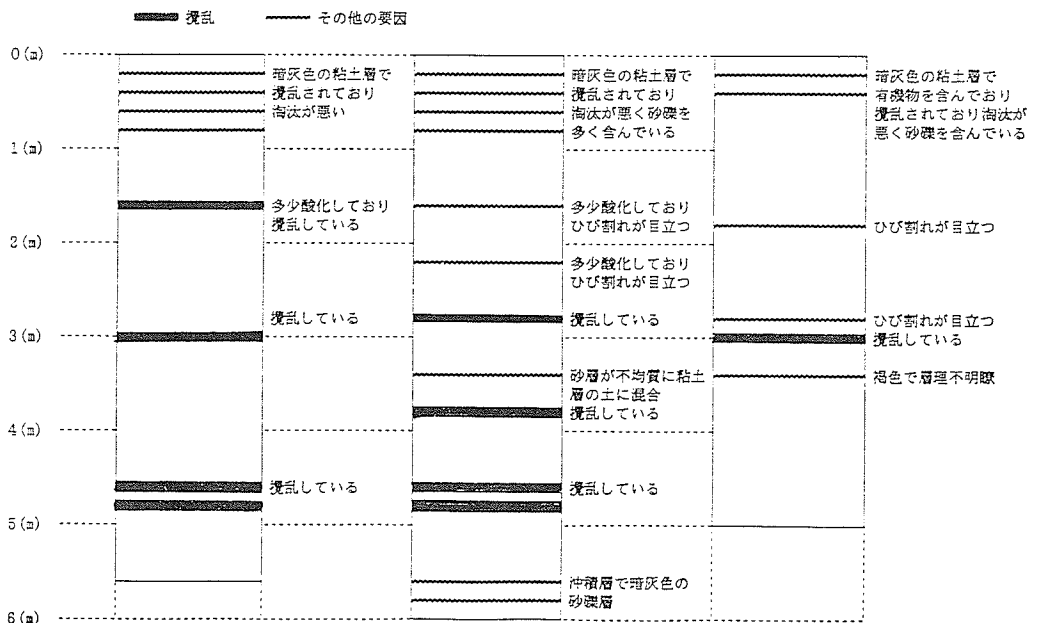


図-4 攪乱部の分布状況

② 化学試験結果

図-5は、水銀含有量の深度分布を示したものである。それによると、他の重金属も含めて、水銀含有量は第Ⅲ期に入って著しく増加している。また、水銀に限って見ると、一度増加した含有量が徐々に減少して

いる。これは、当初農薬に含有されていた有機水銀（1958年に実用化）が、その後の公害問題などから農薬に使用されなくなった結果（1969 年頃）によるものと思われる。

③ 粒度試験結果

ボーリングコア（93-2）について、層別の粒度分析を島津製作所製遠心沈降式粒度分布測定装置を用いて行った。この手法を用いたのは極少量のサンプルで粒度分析が可能であるからである。ただし、測定範囲は0.2 mm以下に限られる。この方法によって得られた粒度分布を深度別に示したのが図-6であり、均等係数（ U_c ）と曲率係数（ $U_{c'}$ ）で表したのが図-7である。これより、既述のように地表面から約2.7～3.0 mと約4.5～4.6 mにおいて砂分が多くなること、また、これらの深度より少し上部で均等係数が大きくなっている。均等係数が大きいことは、不安定な状態で堆積が行われたことを示すもので、その状態を作り出す外的インパクト、たとえば洪水や地震が考えられる。

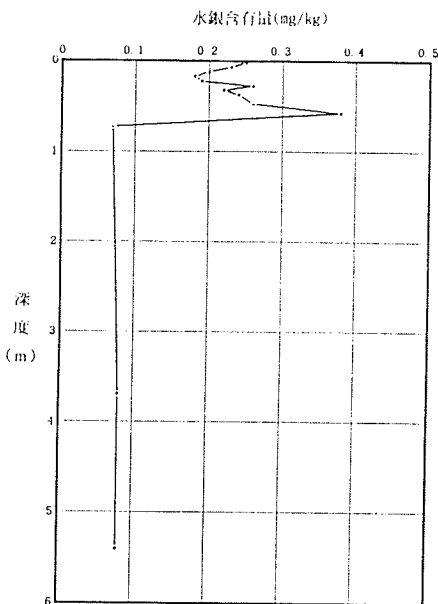


図-5 総水銀含有量の深度分布

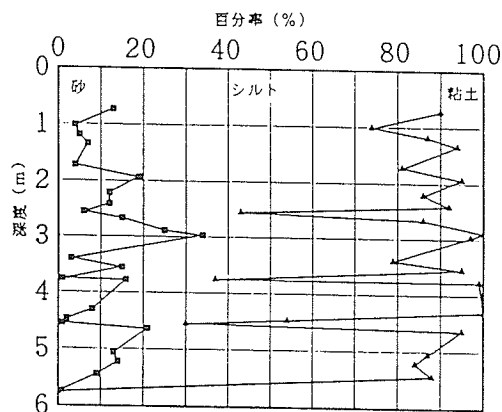


図-6 深度と粒度組成の関係

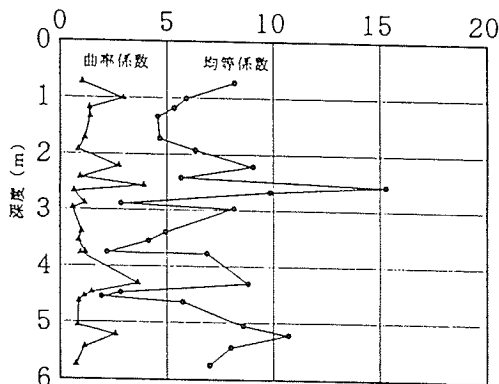


図-7 深度と均等係数・曲率係数の関係

図-8は、30cm毎の薄層の数を平均して、その値と深度について回帰したものである。それによると、層数と深度は(1)式で表すことができる。

$$Y = 1.73 + 5.12 (\log X) \quad \dots\dots (1) \text{式}$$

相関係数 0.84

記号 Y: 深度 (m)

X: 層数

ここで、堆積土の層厚が6 m、薄層1層が堆積するのに要した時間が一定であったと仮定すると、(1)式より狭山池には全層で671層の薄層が堆積しているものとなる。さらに、西暦600年より池の堆積が始まったと仮定すると、現在までの狭山池の堆積土は図-9に示すような堆積速度で堆積していったものと推定される。同図には、池の歴史や試験の結果から判明している事象も合わせて明記してある。図の①と②は、図-5より読み取った水銀の使用停止時と使用開始時点の深度を示したものである。③は、取水塔基礎底面の

深度と堆積物の関係から推定したものである。また、④はワタの花粉が出現する深度であるが、これは曲線から推定される深度より少し浅い所にプロットされる。その理由は、花粉の分析個数が少ないためによるものと思われる。さらに、前述した重源の改修と慶長の改修が実施された年代をこの曲線にあてはめると、その深度では試料に乱れが認められている。この乱れは、これら改修と深い関係があり、改修の原因が既述の洪水あるいは地震などの外的インパクトの存在と関係しているものと考えられる。以上の事より、図-9に示した堆積土とその堆積年代との関係はほぼ正しいものと考えらる。このことから、今回の手法を用いることによって池内堆積土の堆積速度（堆積年代）を推定することが可能になるものと思われる。

図-4の中で深度3m付近で見られた攪乱部は1608年の慶長の改修によるものと考えられる。深度4.6～4.8mのものは重源による改修に、また、深度3.4～3.8m付近のものは1510年、1596年の地震によるものかも知れない。その結果、土層の厚さやさや性質から堆積速度を推定することが可能であり、それを尺度として、池建設後に起こった種々の事項を推定しうる可能性を示したものである。

なお、その後のトレンチによる調査の結果によると、噴砂の後が確認され、攪乱の原因の1つが地震によるものであることが明らかとなった。

5. あとがき

著者らは、池の歴史的発展過程を明らかにするための一手法として、池内に堆積している土層の性状に着目し、ボーリング試料を用いた土層の形状、組織の観察と判別、ならびに、化学分析、粒度、密度などの各試験を行い、それらの特徴から、池の歴史的展開を読みとることを試みた。その結果、土層の厚さや性質から堆積速度を推定することが可能であり、それを尺度として、池建設後に起こった種々の事項を推定しうる可能性を示したものである。最後に、農薬の成分の変遷については、関西大学生物工学科松中昭一教授に御教示頂いた、ここに記して謝意を表します。

参考文献 1) 日下雅義：歴史時代の地形環境、初版、古今書院、pp. 217～261, 1980 2) 西田一彦：古い堤体の構造と土性について、第25回土質工学研究発表講演集、Vol. 2, pp. 283～286, 1989 3) 狭山池調査事務所：狭山池遺跡珪藻分析事務報告書、1992 4) 狭山池調査事務所：狭山池調査事務所昭和63年度調査報告書、1989 5) 辻本勝彦他：狭山池の歴史と堆積物の物理・力学的性質、遺跡の保存技術に関するシンポジウム、pp. 65～70, 1995

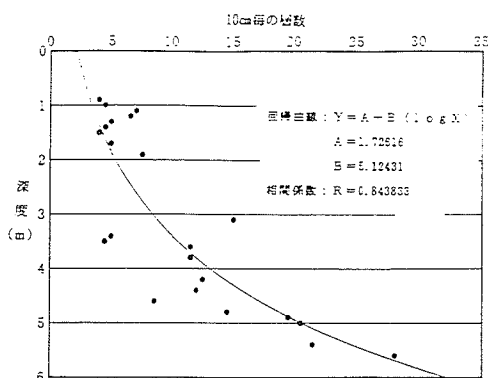


図-8 層数と深度との回帰曲線

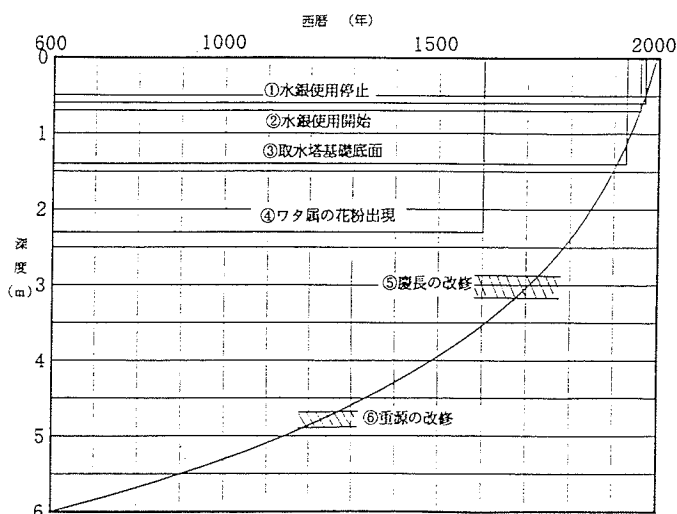


図-9 堆積土と堆積年代（推定）との関係