

# 諏訪湖における土砂輸送モデリング

信州大学大学院工学系研究科 学生会員 ○宮原一道  
 日本技術開発株式会社 正会員 北村 聡  
 信州大学工学部 正会員 豊田政史  
 信州大学工学部 正会員 富所五郎

## 1. はじめに

湖の水質改善のためには、湖内における栄養塩や環境化学物質の物質循環過程を把握することが重要である。諏訪湖の湖底には、栄養塩を含んだ底泥が堆積している。この底泥が湖流や風波などの外力により巻き上がると、栄養塩が湖内に回帰することが考えられる。また、湖内の土砂堆積状況には、河川からの流入土砂が大きな影響を及ぼす<sup>1)</sup>。そこで本研究では、諏訪湖における土砂輸送状況を把握するモデルの構築をめざす。まず、底泥の巻き上げに影響すると考えられる湖内における底泥粒径の平面分布の観測結果を検討する。そして、その平面分布を用いて、洪水時の風波による底泥の巻き上げを考慮した土砂輸送解析を行う。

## 2. 底泥粒径の平面分布の観測結果

底泥の巻き上げ・沈降・移流拡散や化学物質の吸着などの現象は底泥の粒径に大きく依存すると考えられる。そこで、湖内における底泥粒径の平面分布を把握するために粒度試験を行った。底泥は2003年6月に、湖内10地点、表層3～5 (cm) のものを採取した。図-1に底泥の採取地点とその水深を示す。

図-2にそれぞれの地点での粒径加積曲線を示す。これをみると、地点Iおよび地点Jの粒径が大きいことがわかる。一般に大きな粒子ほど河口部付近で早い段階で沈降し、湖内には細かい粒子が流入する<sup>2)</sup>。そのため、河口部付近に位置するこれらの地点の粒径が大きいと考えられる。また、これらの地点は諏訪湖における卓越風である北西の風が吹いたときには、吹送距離が大きくなる場所であり、かつ水深も小さい地点である。したがって、この地点の底泥は、風波によって洗掘されて小さい粒子が沖へ運ばれ、大きい粒径が残っているものと考えられる。さらに、地点Jは河川流



図-1 底泥採取地点

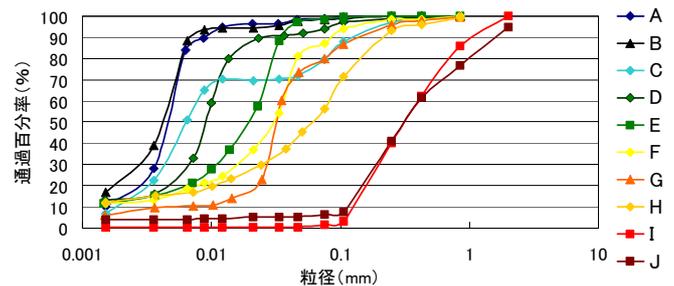


図-2 粒径加積曲線

量の大きい上川の河口付近に位置しているため、洪水時に大きい流量が流入すると、小さい粒径の底泥が洗掘され、比較的大きな粒径の底泥が残ると考えられる。

一方で、地点A～Eの粒径が小さい。これは、吹送距離が大きくなる南東の風の作用頻度が少ないので、風波の影響を受けにくく、底泥の巻き上げがあまり起こっていないためと考えられる。

## 3. 解析に用いた底泥粒径について

河川流および風波の影響で細かい粒径が洗掘され、粗い粒径が残ったと考えられる地点Iと地点Jを除いた地点における50%粒径と水深の関係を図-3に示す。

Key words : 底泥の巻き上げ, 粒径分布, 土砂輸送解析

〒380-8553 長野市若里4-17-1 信州大学工学部社会開発工学科 Tel/Fax 026-269-5299

これを見ると、水深が大きくなるにつれて粒径が小さくなるのがわかる。このことを考慮すると、次節の土砂輸送解析に用いる底泥粒径の平面分布には前節の観測結果に水深の影響を含めることが望ましい。そこで本研究では、ティーセン法により地点ごとに領域を分割し、図-3中の式で補正した底泥粒径の平面分布(図-4)を用いた。

#### 4. 土砂輸送解析

洪水時に湖内に大量に流入する土砂は、湖内の土砂堆積状況に大きな影響を与えらる。そこで、底泥の粒径の平面分布を考慮した土砂輸送解析を行った。解析には準3次元有限要素法<sup>3)</sup>を用いており、密度は土砂濃度の関数として扱っている。

洪水時の観測データは1993年9月9日午前8時～10日4時<sup>4)</sup>のものを用いた。初期条件として、湖内流速は午前8時の値を用いた前駆計算で得られた値を、SS濃度は全域で14.0(mg/l)を与えた。初期値以降の流出入流速、SS濃度、風の値は毎正時の洪水時観測データにしたがい線形補間をして与えた。また、限界底面せん断応力は、粒径に依存することが考えられる。そこで、図-4に示す底泥粒径の平面分布に基づいて、岩垣の式を用いて限界底面せん断応力を算定した。

図-5に洪水終了後(計算開始20時間後)の土砂堆積厚を示す。これを見ると、河口付近は浸食されておらず、堆積傾向が強いことがわかる。本研究で対象とした洪水時においては、最大で風速5.5(m)であったため、風波の影響が小さく、上川と宮川の河口付近では洗掘がほぼ生じなかったと考えられる。また、この洪水はリターンピリオドが1.12(年)と小規模であったため、流入河川による河口付近の洗掘が少なかったことも考えられる。

#### 5. おわりに

本研究では、まず、湖内における底泥粒径の平面分布の観測結果を検討し、湖内の粒径分布が風および流入河川水による底泥の洗掘の影響を受けていることが推測された。また、粒径は水深に依存することが確認できた。さらに、1993年の洪水(最大風速5.5m, リターンピリオド1.12年)を対象に土砂輸送解析を行った結果、風波および流入河川水による底泥の洗掘はほとんどみられなかった。

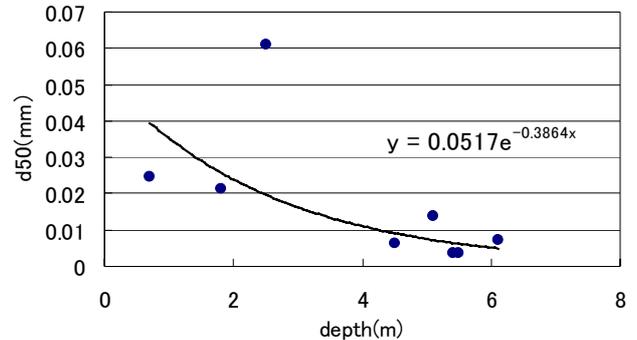


図-3 50%粒径と水深の関係図

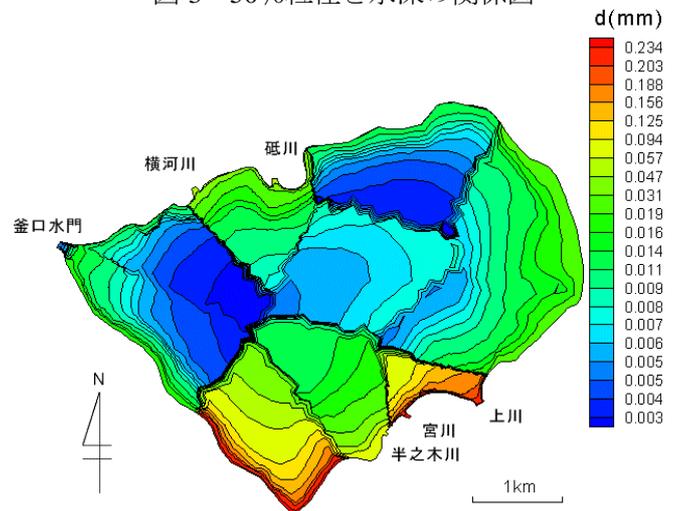


図-4 解析に用いた底泥粒径の平面分布

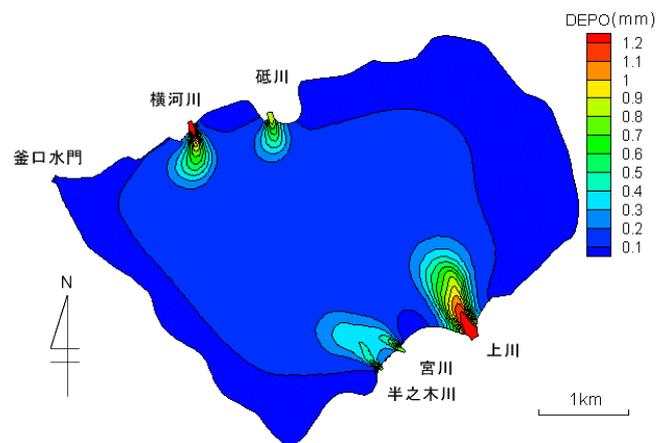


図-5 洪水終了後の土砂堆積厚

#### 参考文献

- 1)北村聡ら：諏訪湖における流入土砂に関する研究，第58回年次学術講演会講演概要集，II-205，2003.
- 2)小川裕正・長林久夫・平山和雄：桧原湖における底泥組成の特性に関する研究，水工学論文集第48巻，pp.1345-1350，2004.
- 3)富所五郎：FEMによる浅水域における三次元流動解析，第27回海岸工学講演会論文集，pp.453-457，1980.
- 4)天竜川工事事務所・長野県：天竜川上流部水質改善検討調査，第4回委員会，pp.170-175，1995.