

湖山池における底泥の巻上げによる濁度変化

鳥 取 県 正 員 ○山根 裕文
 鳥取大学工学部 正 員 道上 正規
 鳥取大学工学部 正 員 鈴木 幸一
 鳥取大学工学部 正 員 檜谷 治

1. はじめに 湖沼、特に湖山池のように浅く広い湖沼においては、底泥が水圏に与える影響が大きい。すなわち、底泥の巻上げなどにより底泥中の栄養塩が湖水へ回帰し、近年問題化されている富栄養化、濁水問題などに連なっていく。以上のような背景の基に、本研究では底泥の巻上げ機構解明へのアプローチとして鳥取県東部に位置する湖山池を研究対象として、風波に伴う底泥の巻上げ現象についての現地観測を試みた。また、その結果を基にして湖山池底泥の限界せん断応力の推定を行ない、底泥の再浮上に関する理論的な検討を試みたものである。

2. 濁度観測の概要 湖山池の底泥の巻上げに関する現地観測は昭和62年 1月10日および 1月13日の両日、午前 9時30分から午前 3時30分を目安として行なった。観測地点は図-1に示す湖山池南部の地点であり、観測項目としては濁度・波および風とした。まず濁度の観測方法としては、濁度計(PM206型、透過光量式)にペンレコーダーを接続し、連続的に自動記録させた。濁度計検出部の設置は岸から約10m 沖(水深約1.8m)、また、湖底面から約20cmの位置とした。波の観測については、15分毎に約 2分間ずつビデオカメラで湖面を撮影し、Crest to Crest 法を用いて有義波高および有義波周期を求めた。

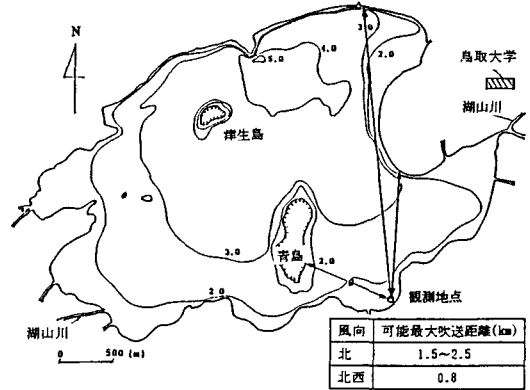


図-1 湖山池の概要

このため、観測途中に吹雪となった時間帯においては十分な波浪観測が行なえず、データの得られないケースもあった。最後に風の観測については、15分間に 1回湖面上約3mの高さにおいて観測した。使用した風速計はハンド式のものであり、1分間平均の値として測定した。

3. 観測結果および考察 観測結果の一例として昭和62年 1月13日の結果を図-2に示す。図中の実線が観測結果である。この日は朝から晴天であり、湖水も 5~10ppm 程度と清浄なものであった。しかしながら、正午前を境として吹雪となり、北風の強風状態となった。このような風況の急変に対応して、有義波高・有義波周期および濁度も急変しているのが見られる。これらの結果をもとに検討した結果、この観測点では有義波高が20cm、有義波周期が約1.3secを越えると底泥が急激に巻上がるものとみなされた。

図-2には湖山池中央の北東約 2kmに位置する鳥取地方気象台空港出張所で観測された風向と風速(U_{10} ;ここに、10は地上10mの意)のデータも示しているが、この風データを用いた観測地点での波浪の推算を試みた。波浪の推算式としては、以下に示すWilsonの式を用いた。

$$H_{1/3} = 0.30 \frac{1}{g} \left[1 - \left\{ 1 + 0.004 \left(\frac{gF}{U_{10}^2} \right)^{1/2} \right\}^2 \right] U_{10}^2 \cdots (1) \quad , \quad T_{1/3} = 1.37 \frac{2\pi}{g} \left[1 - \left\{ 1 + 0.008 \left(\frac{gF}{U_{10}^2} \right)^{1/2} \right\}^2 \right]^{1/2} U_{10} \cdots (2)$$

ここに、 U_{10} は地上10mでの風速、 F は吹送距離、 g は重力加速度である。なお、上式は深海における波浪の推算式であり、本研究の場合、深海波の条件を満たさないこともあるが、ここでは便宜的に上式を用いた。式(1),(2)を用いて観測波浪の推算を行なった結果を図-2の中段に破線および実線で示す。本研究の濁度観測点における可能最大な吹送距離は風向によって図-1に示すように異なっているため、ここでも西風の場合： $F=800m$ 、北風の場合： $F=2000m$ と変化させて計算を行なった。その結果、図-2の中段に示すように波浪

の観測結果と計算結果は比較的良好一致を示した。すなわち、湖山池の波浪の推算においては、目標地点での可能最大吹送距離を考慮すれば波浪はほぼ十分に表現されるものと思われる。

つぎに、底泥の巻上げに関する検討として湖底面に作用するせん断応力についての検討を試みる。湖底面へ作用するせん断応力の主な要因としては①湖流によるものと②波浪によるものが考えられるが、ここではそれらについての詳細な検討は困難であるので以下に示す式によりそれぞれを表現する。

①湖流による湖底面せん断応力²⁾

$$\tau_b = 0.5 \tau_{surf} \dots (3)$$

ここに、 τ_b は底面に働くせん断応力、 τ_{surf} は風による水面せん断応力である。

②波浪による湖底面せん断応力(層流における底面せん断応力)³⁾

$$\tau_w = \hat{\tau}_w \sin\{kh - \sigma_w t - (\pi/4)\} \dots (4)$$

ここに、 $\hat{\tau}_w = \rho \sqrt{\sigma_w v} \hat{u}_B$ 、 $\hat{u}_B = a \sigma_w / \sinh(kh)$ である。観測結果として波高が約20cm以上になると湖山池の底泥が急激に巻上ることを先に示したが、この結果と①湖流②波浪と底面せん断応力の関係式である式(3)、式(4)を用いた結果、湖山池底泥の限界せん断応力(限界掃流力)を 0.15N/m^2 と推定した。この値を湖山池へ適応し、底泥の巻上げに関するシミュレーションを行なった結果を図-3に示す。これらの図は湖山池での冬季の代表的な風向である北西風を与え、その強度変化によってどの領域で底泥が巻上るかをシミュレートしたものであり、 $\tau_b + \tau_w$ が限界せん断応力(0.15N/m^2)を上回る場合にその領域では底泥が巻上ると判断している。これらの図より、風速 $4(\text{m/s})$ 以下ではほとんど底泥の巻上げが見られないこと、また風速が $10(\text{m/s})$ になると湖山池のほぼ程度で底泥が巻上ることなどがわかる。

4. おわりに 本研究は湖山池における濁度観測の一例を報告するとともに、底泥の巻上げに関する若干の理論的考察を試みた。しかしながら、これらの結果を導くまでには多くの仮定および不確定事項が含まれており、今後よりいっそうの観測および実験などによる検討が必要と思われる。

<参考文献> 1)土木学会; 水理公式集
2)檜谷 治; 鳥取大学修士論文, 1983.
3)首藤伸夫; 新体系土木工学24海の波の水理, 1981.

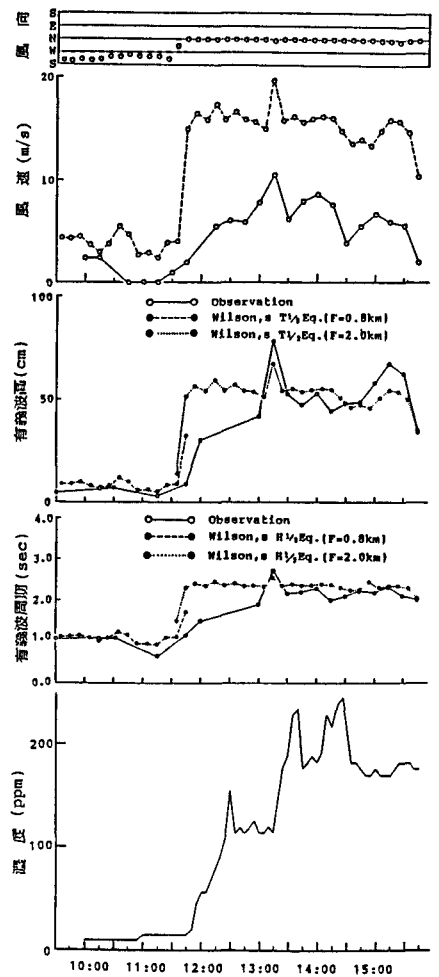


図-2 観測結果および波浪の計算結果

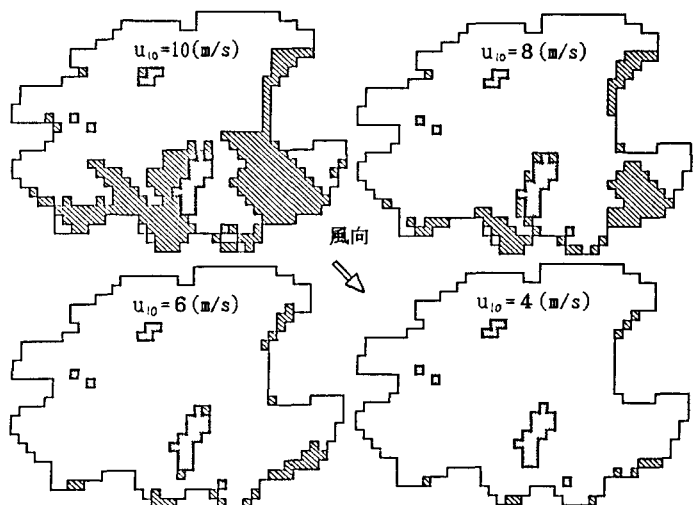


図-3 底泥の巻上げに関するシミュレーション例