

国立公害研究所 正員 大坪 国順

国立公害研究所 正員 村岡 浩爾

## 1. まえがき

本報告は、霞ヶ浦西浦を対象に行った底泥採取による底泥調査と、底泥の再浮上に関する現地観測の結果について述べたもので、併せて再浮上のシミュレーション結果についてもふれにものである。

## 2. 底泥の現地調査結果

底泥は、押し込み式コア・サンプラー（コア長1m、

内径4cm）で採取した。底泥の採取地点と地点番号を図1に示す。図2はNo.1と16の地点での含水比の季節変化の結果で、その変化は小さいことがわかる。図3は代表的地点での含水比 $W$ 、灼熱減量比 $V.S.S.$ 、中央粒径 $d_{50}$ の鉛直方向変化の結果である。 $W$ は泥深方向に減少するが、減少率は泥深方向に鈍化する。 $V.S.S.$ は0.2m層までは変化が小さいが、0.2~0.3m層以下で大幅に減少するケースが多い。 $d_{50}$ は0.3m層までは泥深方向に多少の増減があるが、0.3~0.5m層で急激に減少し、 $10\mu m$ 以下となる。図4に湖心域での平均的な、底泥層内の含水比 $W$ 、固相濃度 $C$ 、累積堆積重量 $Wsd$ の鉛直方向変化を示す。図中の $\bullet$ 、 $\circ$ 印は実測値であり、各曲線は、底泥の自重圧密の最終状態

の支配方程式<sup>1)</sup>から求められた理論値である。自重圧密により、 $Wsd$ は泥深に対して高次の増加函数となる。図5は、 $d_{50}$ および $W$ の、0~0.02m層と0.3~0.5m層での水平分布である。高浜入~井上沖~今宿沖をA域、土浦入~湖心域をB域、麻生沖~湖心域をC域、湖心域をD域とする。 $d_{50}$ については、0~0.02m層では領域間に差があり、 $A > C > D > B$ であるが、0.3~0.5m層では4つの領域間の差がなく、全域で $6 \sim 9\mu m$ となる。

$W$ については、0~0.02m層では領域間で差があり、 $A \approx D > B > C$ となる。0.3~0.5m層ではほぼ全域で一様となり $200 \sim 300\%$ となる。 $V.S.S.$ 、比重、栄養塩の水平分布特性においても同様な結果となった。0.3m付近を境に、水平分布特性に違いが現れたのは、湖を取り巻く外部環境に変化があったためと考えられる。自重圧密を考慮に入れて霞ヶ浦底泥の堆積速度を推定したところ、0.3mは65~80年前<sup>2)</sup>に対応するが、変化要因についてはまだ未解明である。

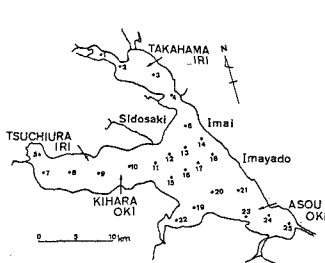


図 1

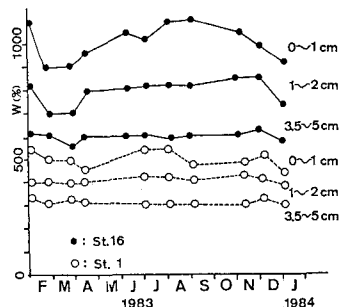


図 2

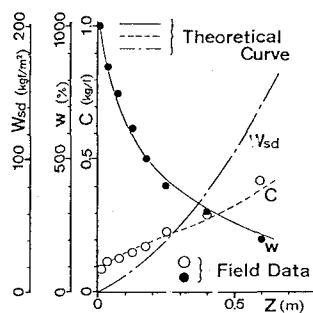


図 3

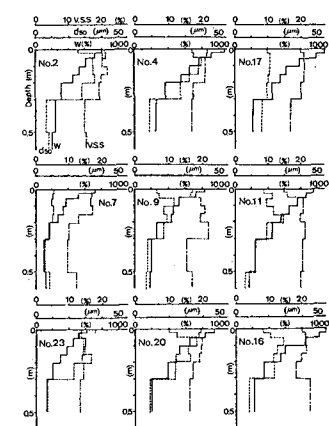


図 4

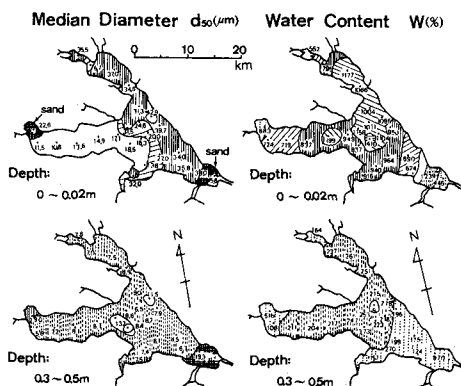


図 5

### 3. 濁度の現地観測

濁度等の現地観測は図1のNo.1近傍(水深2.6m)に係留された湖上St.(5m)で行った。観測項目は、濁度、湖流(共に湖床面上約0.25m)、風向風速、波浪である。各項目は、自動計測・記録される。 **\*風の特性\*** 霞ヶ浦周辺は地形が平坦なため、湖面上の風向風速とも全域的に一致である。7~9月には、E~S方向の風が、10~3月にはNW~NE方向の風が卓越した。図6は、夏期および秋期の風速変動のpower spectrumである。夏期には、1日と半日に顕著なピークが、秋には2.5日付近に弱いピークがある。夏期は台風時を除き、風速は小さく(<6m/s)、秋・冬期は、日中10%を越す風が、数日周期で吹いた。

**\*湖流の特性\*** 図7は、夏期と秋期の湖流の流速変動のpower spectrumである。夏・秋期とも、風の場合と同じ波数域に弱いピークが認められるが、湖流と風速との相関係数は小さく、夏期で約0.2、秋期で0.05であった。湖流の最大値は5%前後、平均値は1~2%と小さかった。 **\*波の特性\***

実測データを用いて、有義波高 $H_{1/3}$ と風速 $V_w$ との関係を回帰分析して、次の関係式を得た。

$$H_{1/3} = 0.002V_w^2 + 0.016 \quad (\text{単位: SI}) \quad (r=0.855) \quad (1)$$

$$H_{1/3} = 0.035V_w - 0.10 \quad (\text{単位: SI}) \quad (r=0.76) \quad (2)$$

ここで、 $r$ は相関係数である。図8の曲線①、②は、式

(1)、(2)の関係を示す。曲線③は、Wilsonの $H_{1/3}$ の推定式において吹送距離 $F$ を1kmとしした結果である。一方、図8中の●印は、zero-up cross法で求めた平均周期 $T$ の実測をもとに、 $T_{1/3} \approx 1.1T$ なる経験式から求めた $T_{1/3}$ と $V_w$ の関係である。曲線④は、Wilsonの $T_{1/3}$ の推定式で $F=1$ kmとした結果である。厳密には $F$ は風向などにより異なるが、湖上St付近での $H_{1/3}$ 、 $T_{1/3}$ の値は、図8の曲線③、④で評価できよう。

### 4. 濁度のシミュレーション

図9に、1984年1月15日から1月22日までの風向・風速・濁度の観測値と、濁度と浮上厚さのシミュレーションの結果を示す。濁度に関して、実測値とシミュレーションの結果は比較的良好に一致している。計算によれば、12%程度の風が吹くと深さにして数mm程度の底泥が浮上することになる。シミュレーションの詳細については別の機会に説明するとして、骨子のみを記す。①. 水平方向は考えず、鉛直方向について断面平均濃度に関しての底泥の物質収支を考える。②. 底泥の限界掃流力の鉛直方向変化を考慮する。③. 底泥の限界掃流力と飛び出し率については参考文献②で提案した式を用いる。④. セン断応力は平均値が時間的に変化するランダム過程として与える。その平均値としては、湖流ではなく波に帰因するせん断応力を実効値として評価した値を用いる。 **\*\*参考文献\*\*** 1)大坪(1983). 国公研報告第42号, 2)大坪他(1984). 国公研報告第51号

3) 例えば水理公式集

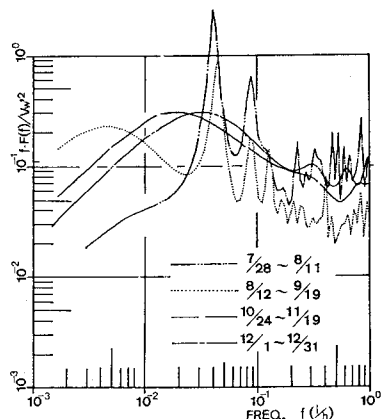


図 6

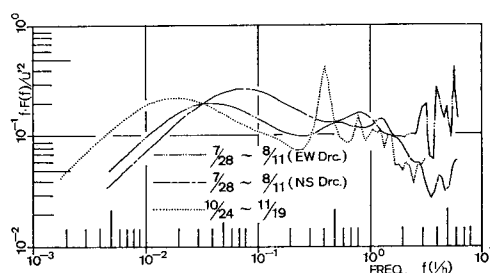


図 7

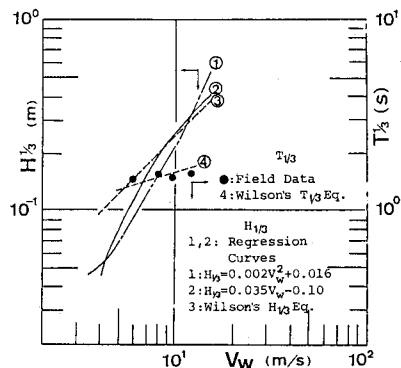


図 8

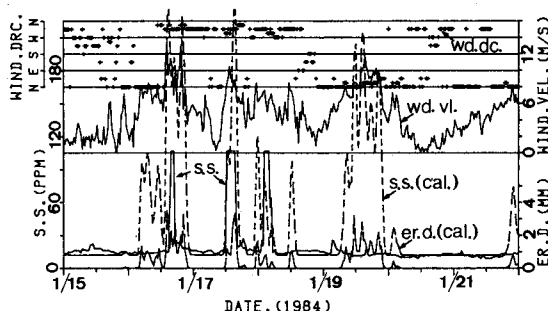


図 9