

国立公害研究所 (正) 大坪 国順
同 (正) 村岡 浩爾

1. まえがき 底泥から水系への栄養塩等の供給には、溶出のような底質の動きがたい形態と巻き上げのように底質そのものの動きによる形態が考えられる。本研究は、後者の形態を解明することを目的として、まず底泥の限界掃流力について実験的に考察し、そのものであり、各地で採取した底泥を用いて既に発表の結果を確認するとともに、底泥中の有機物を化学的に操作して有機物に底泥の物性や限界掃流力に及ぼす影響を検討したものである。

2. 実験方法 限界掃流力を求める実験に用いた装置および実験手

順は既に発表の場合と同様である。対象とした底泥の種類を表-1に示す。底泥は研究の目的によって2つに大別される。1つは霞ヶ浦高流入で採取した底泥を主成分としたものである (KASUMIGAURA MUD 1~6)。ここで、MUD 1: 無処理泥, MUD 2: H_2O_2 (濃度 30%) による処理泥, MUD 3: MUD 2 + 可溶性デンプン (含有率 10%), MUD 4: MUD 2 + 寒天 (10%), MUD 5: 脂肪分除去泥, MUD 6: 腐植除去泥 (NaOH 処理後 PH 6.7~7.3 に調整) である。以下

本文中では K. MUD ①~⑥ と呼ぶ。他の一群は、各地の湖・河口での採取泥である (採集地省略) 底泥の採集はエックマン・バージを用い、表層付近 (15cm 程度) と対象とした。底質は砂質土以外はすべて 0.25mm の篩を通した。

3. 底泥の物性 表-1 に各底泥の物性を示す。粒度 (d_m , S.D.: 粒度分布の標準偏差) の結果は、分散媒を用いて十分分散させた状態のものである。K. MUD の物性に関しては、K. MUD ②, ③, ④, ⑤ の4つの粒度は K. MUD ① と大まかに違いはないが、L.L., P.I. の値は半減し4倍では近い値となっている。また V.S.S. (灼熱減量比) から、脂肪の量は腐植のその2割以下であることがわかる。

K. MUD ②, ④ は両者とも非電解質無極性の長鎖状分子構造の有機物を混合させたものであるが、有機物によって物性が大きく変わることがわかる。現地採集の底泥の物性に関しては、湖沼のものとは河口のものに大別される。前者は後者に比べて、i). d_m , S.D. が小さい, ii). L.L., P.I. が大きい (2~10 倍), iii). V.S.S. が2倍程度大きい。ことがわかる。なお、表-1 の

下の4つの底質は砂質土と見なされ、限界掃流力の値も砂粒に関する公式で評価できることを確認した。

図-1 は各底質の粘度 (η_s) と含水比 (w) の関係を示したもので、K. MUD のグループとそれ以外に別けてある。

表-1 実験に用いた底質とその物性

Bed materials	d_m (μm)	S.D.	L.L.	P.I.	V.S.S.	σ/ρ
KASUMI GAURA MUD 1	20.7	21.3	212.5	70.7	141.8	17.12 2.42
KASUMI GAURA MUD 2	14.6	15.1	95.9	44.5	51.4	12.10 2.59
KASUMI GAURA MUD 3	9.0	13.6	97.1	31.3	65.3	
KASUMI GAURA MUD 4	73.1	74.2	272.0	48.4	223.6	
KASUMI GAURA MUD 5	36.1	30.6	112.9	55.5	57.4	16.01 2.51
KASUMI GAURA MUD 6	27.2	24.5	102.8	44.2	58.6	11.48 2.61
YUNOKO MUD	16.5	30.1	547.0	96.4	250.6	13.69 2.98
SUNAKO MUD	11.0	14.0	232.1	81.4	150.7	14.26 2.72
HARUNAKO MUD	34.5	28.3	212.3	80.3	132.0	15.11 2.35
NAKAGAWA UNGA MUD	47.8	36.8	119.6	39.3	80.3	11.42 2.93
DOJIMAGAWA MUD	60.6	52.2	59.2	33.9	25.3	7.66 2.63
TOSABORIGAWA MUD	47.6	36.8	68.7	46.2	22.5	6.89 2.55
SHONAI GAWA 1	169.0					1.03 2.75
SHONAI GAWA 2	524.0					0.81 2.73
NEYAGAWA	666.0					1.95 3.05
TAGUNOURA	195.0					2.87 2.95

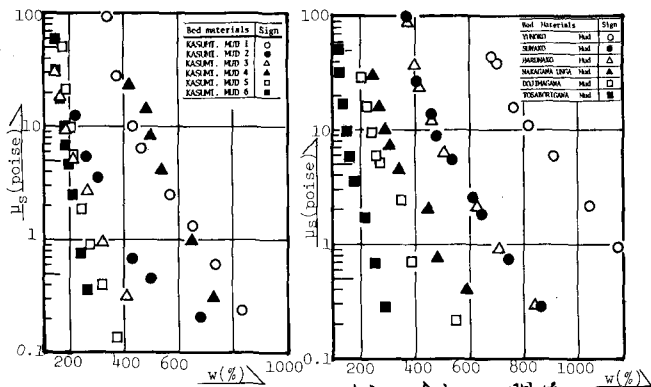


図-1 粘度と含水比の関係

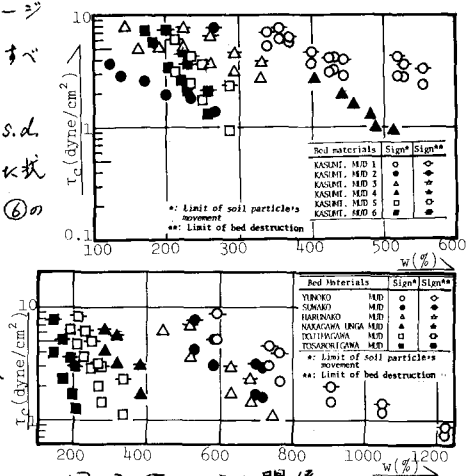


図-2 τ_c と w の関係

K. MUD では①と④がほぼ同じ値となり他の4つの泥よりかなり大きな値である。②と③では W の増加に伴い差が現れ②が大きい。⑤と⑥は W の増加に対して μ が急激に低下している。現地泥では、湖沼泥が河口泥より大きく、 W の増加に伴う μ の低下の割合が小さい。全般的に、L.L., P.I.の大きい底質ほど μ が大きく、 W の増加に対する低下が小さい。

4. 底泥の限界掃流力 底泥の限界掃流力に対しては、既発表のものと同様、流速限界 (Limit of soil particle's movement) と破壊限界 (Limit of bed destruction) の2つを考えた。図-2は各底泥の τ_b と W との関係を示したものであり、図-1の場合と同様に2つのグループに別ける。どの底泥においても、 W の増加とともに τ_b は減少する。また W の増加に対して μ の減少が急激なものでは τ_b の減少も急になる傾向がある。湖沼の底泥のほうでは、同一の W に対して μ の大きいものほど τ_b も大きくなる関係が認められる(ただし、K. MUD②を除く)。一方、河口の底泥についても同様の傾向が認められる。しかし、湖沼の底泥と河口の底泥では、 $\mu \sim W$ がほぼ同じ関係にあるとしても $\tau_b \sim W$ は同じものとはならず、 W の増加につれて後者の τ_b の低下が著しい。 τ_b と μ とは密接な関係が認められるが、 μ だけでは規定できず、他の物性の影響が絡み合っていると考えられる。流速形態は湖沼底泥(K. MUD①含む)と河口底泥・K. MUD②、③、④、⑤、⑥とで区別される。前者は相対的に τ_b が大きく、流れと直角方向の亀裂やwavy bedが形成され、破壊状態が数しい。後者はwavy bedが現れても小規模で、数しい破壊はあく局所的な破壊の連続と数しい巻き上げが特徴である。

5. τ_b に関する無次元表示 本研究の対象となる底泥の性質を概略的に述べる。① 粒子の重力より表面力が卓越する。(微細粒径、凝集力)。② 含水比がし.し.値以上で、多少ややわらず粘性を示す。(連続体としての性格) ③ 粒状体・凝集体としての性質を示す。底泥の τ_b の特性を定式化する方向としては、現象の複雑さのため、現象を支配する物理量を求め次元解析によって無次元関係式を導くしかないと考えられるが、それさえも含有有機物の変化等の化学的・物理化学的性質の影響をどのような物理・物性量によって定量化すべきかという困難な問題が存在する。ここでは、既発表の結果を確認する意味とあって、既発表と同様の無次元量を用いて結果を整理した。図-3は、水流と底泥の界面現象を密度流のアナロジーとしてとらえた無次元表示である。大部分の底泥が、両方の限界に対して $U_{*c}/(\epsilon \Delta \rho g)^{1/2}$ ($\beta = (1-\rho)/\rho$, $\Delta \rho = \rho_s/\rho$) の値が V_b/V_s の増加に対して減少する傾向を示すことがわかる。現時点において $U_{*c}/(\epsilon \Delta \rho g)^{1/2}$ で τ_b を規定できる範囲を明確にすることはできていない。図-4は現象を支配する物理量として、 β , E , α を含ませた場合の無次元量による整理結果である。既発表の結果とよく一致しており、各底泥とも比較的好ましく、範囲におさまっているが、この無次元表示の場合、各無次元量の物理的意味が明確ではなくこの点に問題が残る。今後は①②③の性質をもつ底泥を対象としてより適切な物理量、無次元表示の開発を進めようとしている。参考文献: 大坪, 村岡, 高野, 第16回衛生工学研究討論会

