

国立公害研究所 正員 〇大坪 国順
同 上 正員 村岡 浩爾

1. まえびき

著者らは、河口部や浅い湖沼で大きな問題となっている直接攪乱による底泥から水系への栄養塩類の回帰量を評価する目的で、底泥の限界掃流力と底泥の物性との関係を検討してきた。これまでの研究によって、底泥の限界掃流力においては2つの限界状態を定義する必要があること、また、底泥はその流送形態・流動特性(ずり応力とずり速度との関係)、静置状態によって2つのグループに大別され、そのおののグループにおいて底質によらず限界掃流力と粘度(すなわち曲線とずり速度の小さな領域で直線近似として求めた値)の間に一定の関係があることが明らかとなった。

本研究は、新たに5種類の現地採取泥について既に発表の結果を確認するとともに、底泥の静置状態における特性を中心に底泥の物性について検討しものである。

2. 底泥の限界掃流力

底質は、その流送形態・流動曲線の特徴・静置状態によって2つのグループに大別される。1つはカオリン主成分粘土と現地泥のグループであり、他の1つはベントナイト主成分粘土のグループである。両グループの特徴はオ25回水論文集に詳しい。

図-1は表-1に示した底質の粘度 η と含水比 w の関係を示したものである。どの底質も w の増加に対して η は減少するが、同一の w に対する η の値は底質によって異なる。図-2は底質の流送限界時(The limit of soil particles movement)の限界掃流力 τ_{c1} と w の関係であり、図-1の η の場合と同様に同一の w に対して τ_{c1} の値は底質によって異なり、 w によって τ_{c1} の値を規定することはできない。また、 $\tau_{c1} \sim w$ の関係には2つの底質のグループの存在が現れてこはい。

図-3は、流送限界および破壊限界における τ_{c1} と τ_{c2} の関係を示したものである。5地質の新たな現地泥(湯の湖・印橋北沼・手賀沼・牛久沼・須沼)を含めて、両限界とも2つの底質グループごとに一定の関係が認められる。

[流送限界] $\tau_{c1} = a \cdot \eta^\alpha$ (オ1グループ: $a = 0.88, \alpha = 0.58$ オ2グループ: $a = 0.37, \alpha = 0.23$)

[破壊限界] $\tau_{c2} = b \cdot \eta^\beta$ (オ1グループ: $b = 1.40, \beta = 0.70$ オ2グループ: $b = 0.67, \beta = 0.46$)

ここで、オ1グループとはカオリン主成分粘土・現地泥の底質グループであり、オ2グループとはベントナイト主成分粘土の底質グループである。底質の限界掃流力は上記の2つの関係式で評価できるものとなる。2つ

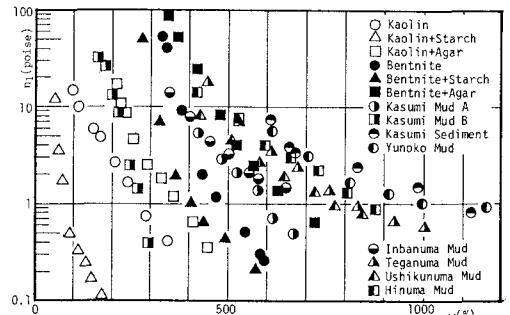


図-1 粘度と含水比の関係

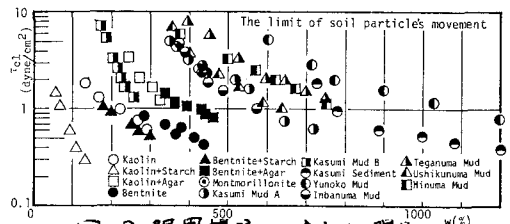


図-2 限界掃流力と含水比の関係

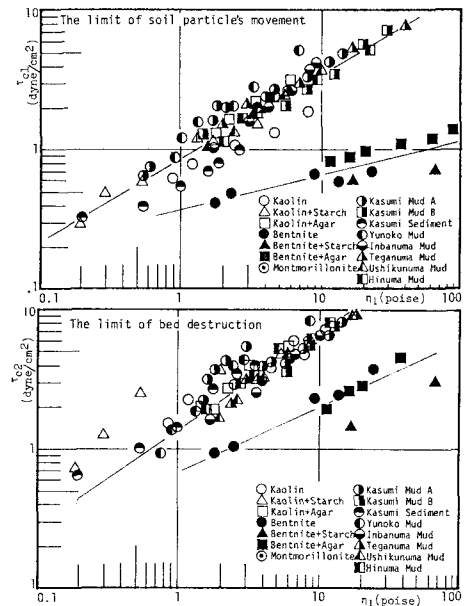


図-3 限界掃流力と粘度の関係

の関係式の意味するところについては今後の課題とし
 たい。

3. 底泥の物性

表-1は、実験に用いた底質の種類と各種物性量である。初めの3項は噴く中央粒径、平均粒径、粒度の標準偏差であり、光透過法によって測定された粒度分布から計算される。測定の際、底質はプロペラによる攪拌のみ行われる。すべての底質において、 $d_{50} < d_m$ 、 $d_m < d_n$ の関係が認められる。図-4は、現地泥の場合に現れ
 分散方法の違いによる粒度分布の変化の一例である。実線はプロペラ攪拌器による分散の場合、破線は超音波水槽における分散の場合である。一方、カオリン、ベントナイト等の粘土の場合、両方法による有意の違いは認められなかった。図-5は、4つの粘土の粒度分布である。ベントナイトの場合は24時間静置後の沈殿物と懸濁体の分布を併示されている。

底質の静置状態は、界面が明確に現れるグループと、現れは
 グループに大別され、そのグループ分けが流速形態、流動曲線、 τ と
 の関係に関するグループ分けと一致することは既に発表し
 ている。ある底質がどちらのグループに属するか判定するのには静置状態による
 方法が最も簡単と思われる。表-1の W_c の値は、24時間静置の
 条件において界面が現れる初期含水比の下限値である。この値を求
 めるためには、最初一定量の底質を24時間静置し、界面が現れ
 る場合には上澄液を除き、一様に攪拌して再び24時間静置する
 という行程を繰り返す。この値は、底質が自然状態において存在
 する上限の含水比に関する目安となるものである。この実験にお
 いては、ベントナイト主成分粘土のみが界面を形成せず、他の底質
 はすべて界面が現れる。

写真-1は、初期含水比1000%での沈降実験における96時間後の沈降状態の一例である。沈降筒の内径は6
 cmで有効高さは23cmである。この実験において沈降状態は2つのタイプに分類される。1つは明確な界面
 が現れ、それが時間の経過と共に低下してゆくタイプであり、他の1つは界面が認められず懸濁したままど
 部粒子が沈殿し、その厚さが非常にゆっくりと増加するタイプである。表-1における H_{24} 、 H_{200} とは、初期含水
 比1000%の沈降実験での24時間後、200時間後における界面高さを示す。*印は界面の現れは底質でこの場
 合には堆積厚を示す。また W_{24} と W_{200} は、 H_{24} 、 H_{200} から計算した底質の平均含水比である。 W_{24} と W_{200} の項の*印

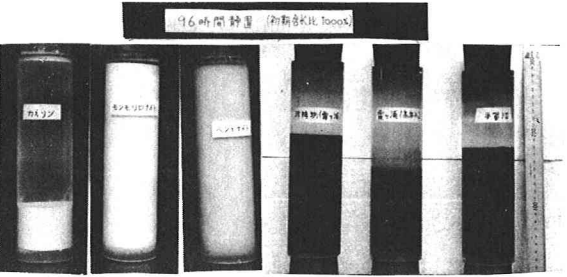


写真-1 底質の沈降状態 (96時間静置)

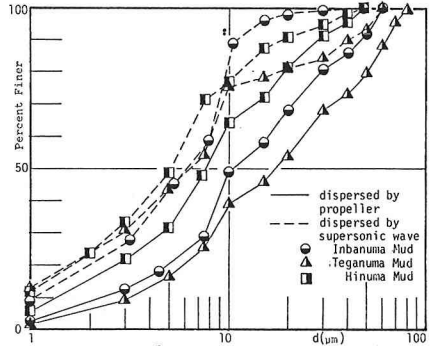


図-4 現地泥の粒度分布

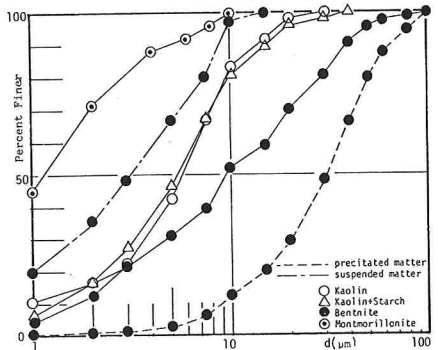


図-5 粘土の粒度分布

はそれぞれ200時間後の沈殿物と懸濁物の含水比である。この実験においては、ベ
 ントナイト主成分粘土の他に、デンプン含有
 カオリン、カスミ泥B(糖類分除去泥)が
 界面を形成しはげなかった。この点と
 同時に詳しい沈降特性については別の機会に報告す
 る。

参考文献 1) 大坪村岡: 第25回水質汚濁

表-1 実験に用いた底質とその物性量

Mud	$d_g(\mu m)$	$d_m(\mu m)$	$d_n(\mu m)$	σ	V.S.S.	P.L.	L.L.	$w_c(\%)$	$H_{24}(cm)$	$H_{200}(cm)$	$W_{24}(\%)$	$W_{200}(\%)$
Kaolin	5.5	6.5	4.7	2.60		38.5	51.1	117.6	5.7	5.3	216.0	201.0
Kaolin+Starch	5.0	7.1	6.4	2.48		27.9	42.3	72.7	*1.5	*2.1	*55.2	*11745
Kaolin+Agar	22.0	41.0	47.0	2.48		49.8	225.0	159.1	6.4	6.2	246.6	237.6
Bentonite	10.0	16.4	16.8	2.48		33.0	186.5		*1.4	*2.3	*142.7	*3025
Bentonite+Starch	11.0	16.5	16.3	2.48		21.7	162.5		*1.5	*1.5	*101.2	*2368
Bentonite+Agar	27.5	40.0	45.0	2.48		34.7	250.3					
Montmorillonite	0.8	2.1	2.2	2.60		45.3	354.0	1220	23.0	21.6	1000	937
Kasumi Mud A	11.0	20.7	21.3	2.42	17.12	70.7	212.5	338.1	10.8	10.4	447.5	429.3
Kasumi Mud B	17.5	27.2	24.5	2.61	11.48	44.2	102.8	125.3	*1.9	*2.5	*116.1	*2680
Kasumi Sediment	24.9	27.7	18.8	2.28	19.00	77.7	324.9	551.8	15.5	14.7	659.7	623.4
Yunoko Mud	4.0	16.5	30.1	2.98	15.01	96.4	347.0	446.7	18.7	16.2	806.7	692.1
Inba North Mud	9.5	15.4	14.5	2.51	10.64	69.0	206.0	302.5	12.2	10.5	511.8	434.9
Teganuma Mud	17.5	26.6	22.5	2.39	14.23	82.7	253.1	468.5	16.7	13.5	712.4	569.7
Ushikunuma Mud	11.5	17.3	13.1	2.36	16.41	84.0	208.8	407.6	12.2	10.2	510.4	419.7
Hinuma Mud	7.5	11.8	11.3	2.52	12.71	64.9	239.6	465.8	16.3	11.7	694.9	489.2