

底泥の巻き上げに及ぼす生物膜の影響に関する研究 第2報

福岡大学大学院 学生員 ○末永一格 福岡大学工学部 正会員 渡辺亮一
 福岡大学工学部 正会員 山崎惟義 九州大学大学院 フェロー 楠田哲也
 福岡大学工学部 学生員 中小原拓也

1. はじめに

水域の底部に堆積する底泥は、様々な環境問題を引き起こす原因となっている。特に水深の浅い内湾や湖沼では波、風による流れによって底泥が巻き上がり、透明度の低下や浮遊泥による酸素消費などの問題が生じている。これらの現象を解明するため、これまでの底泥の巻き上げに関する研究では「底泥がどの程度のせん断応力で巻き上がり始めるか?」といった物理的側面を明らかにすることに主眼をおいて研究が進められてきた。その結果、巻き上げ量はせん断応力の関数として定式化されることが明らかにされた¹⁾。しかしながら、実際の水域に堆積する底泥の表層には生物膜が形成されているのが一般的である。昨年度の研究では、生物膜が底泥表層に形成された際の底泥の巻き上げ量の違いを、生物膜層の厚さや、水温、光の照射条件といった観点より実験的検討が行われた²⁾。本研究ではこれまでの知見を踏まえ、生物膜が形成した際の巻き上げ初期の様子や、生物膜に含まれるクロロフィル-a と底泥の巻き上げに関する限界せん断応力の関係について検討を行うことを目的とする。

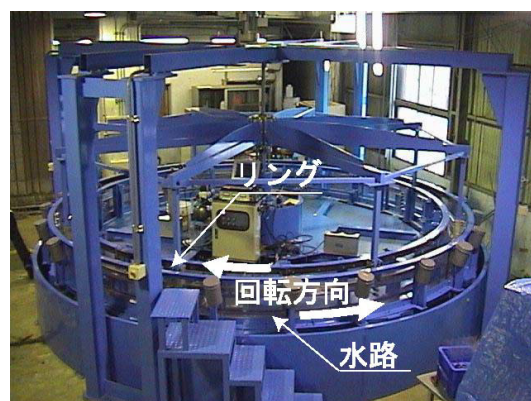


図 1 回転円形水路

2-1. 実験装置

図1は回転円形水炉を示している。水路部の直径5m、水路高0.4m、水路幅0.2m、であり下部の円形水路と、上部の環状リングによって構成されており世界最大級の回転円形水路である。実験に用いた試料は六角川河口より11km地点で採取したもので、真密度2640kg/m³、強熱減量18%、中央粒径1.4μm、粒度組成は粘土分約78%、シルト分約22%であり、地盤工学の三角座標分類では粘土に属する。

実験に用いた試料懸濁液は密度1025kg/m³の塩水で、約20kg/m³に調整したものを用いた。

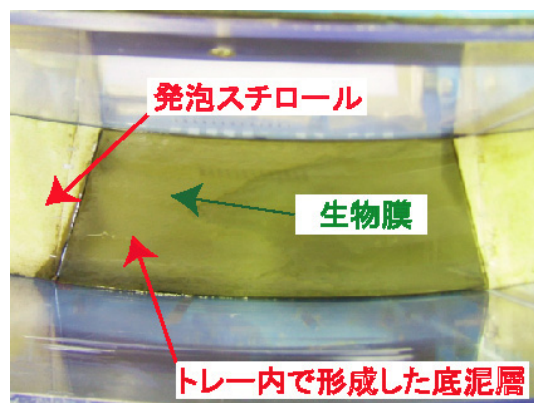


図 2 水路内に挿入したトレー

2-2. 実験方法

表1は実験条件を示している。底泥層は濃度を約20kg/m³となるように調整した懸濁液を回転円形水路内(RUN1、2)または、水温調節機能付きの水槽(900mm×600mm)(RUN3～7)に注入し静置することで形成させた。また水槽内で底泥層を形成する場合(RUN3～7)にはあらかじめアクリル製のトレー(幅200mm、長さ500mm)を水槽内に設置し、トレー内部に底泥層を形成させた。静置条件としては明条件と暗条件の条件を静置期間中に設定し生物膜を形成させた。明条件(RUN1～5)とは静置期間中に光を底泥表面に照射する条件であり、暗条件(RUN6、7)は静置期間中に黒のビニールシートで水槽に覆いをし、光を遮る条件である。トレー内で静置した条件(RUN3～7)では静置後に底泥層をトレーごと回転円形水路

表 1 実験条件

	初期濃度(g/L)	静置条件	静置期間(日)	水温(℃)	Chl-a(μg/cm ²)
RUN1	20.0	明	19	32.8	1.49
RUN2	23.4	明	14	17.9	0.51
RUN3	23.0	明	10	29.8	0.45
RUN4	23.2	明	10	25.3	0.26
RUN5	22.6	明	9	15.1	0.05
RUN6	23.6	暗	9	12.6	0.07
RUN7	22.9	暗	10	7.2	0.06

内にはめ込んだのち実験を開始した。その際、底泥層以外の水路床には発泡スチロールを敷き詰め底泥表面と発泡スチロール表面が水平につながるようにはめ込んだ。(図2参照)

クロロフィル-aの測定に際しては実験直前にスポイト及びピンセットでサンプルを採取し、Lorenzenの方法に従い測定をおこなった。なお、採取面積の計測はモニター上で行い、単位面積あたりのクロロフィル-aを求めた。

3. 結果・考察

巻き上げ初期の様子 - 1

図3は、クロロフィル-aが $1.49 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ の生物膜が形成した際の巻き上げ初期の様子を表している。この写真中で、膜のようにして巻きあがっているのが生物膜の表層部である。実験中、巻き上げに関する限界せん断応力に達すると生物膜がこのようにして巻き上がっていく様子が観察された。また一旦巻き上がった生物膜は時間が経過するとともに、裂けて細かくなっていった。

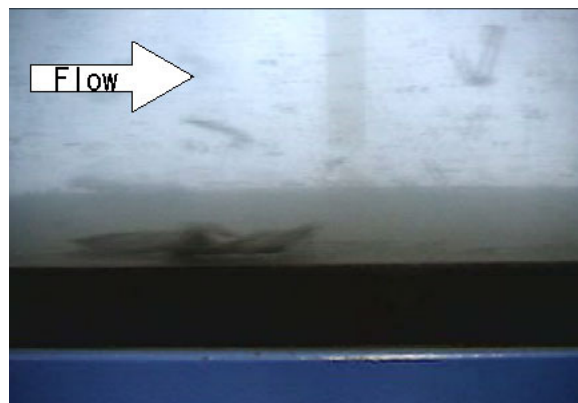


図 3 巻き上げ初期の様子-1

巻き上げ初期の様子 - 2

図4は、クロロフィル-aが $0.51 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ 以下の生物膜が形成した際の巻き上げ初期の様子を表している。写真中で薄く濁って見えるのが生物膜の表層部である。巻き上げに関する限界せん断応力に達すると、生物膜層は細かく裂けて巻き上がっていく様子が観察された。

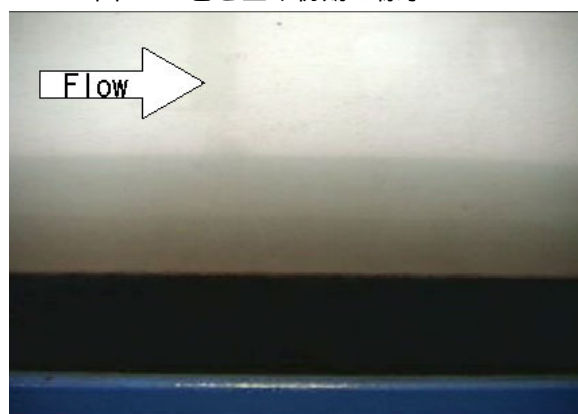


図 4 巻き上げ初期の様子-2

クロロフィル-aと限界せん断応力の関係

実験時に、生物膜表層部が巻き上がり始めると、底泥層の巻き上げが観測されたため、その時点のせん断応力を限界せん断応力と定義した。また、図5は生物膜層の単位面積あたりのクロロフィル-aと限界せん断応力の関係を示したものである。この図から明条件では生物膜のクロロフィル-aが大きくなるにしたがって、限界せん断応力も大きくなるのがわかる。これに対して、暗条件では生物膜のクロロフィル-aが $0.07 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ 程度であり、限界せん断応力も 0.2Pa と小さくなっていることが分かる。

4. 終わりに

以上の結果より、生物膜形成時の巻き上げ初期の様子は、膜状に巻き上がるタイプと細かく裂けて巻き上がるタイプの2つに分けられることが分かった。また、明条件下ではクロロフィル-aが大きくなるにしたがって、限界せん断応力も大きくなることが明らかとなった。

<参考文献>

- 1) 海田輝之, 楠田哲也, 栗原陽一: 柔らかい底泥の巻き上げ過程に関する研究、土木学会論文集、第393号/ -9、1988年5月、pp33-pp37
- 2) 渡辺亮一, 山崎惟義, 楠田哲也: 回転円形水路における底泥の巻き上げに及ぼす生物膜の影響に関する実験的検討、水工学論文集、第50巻、2006年02月

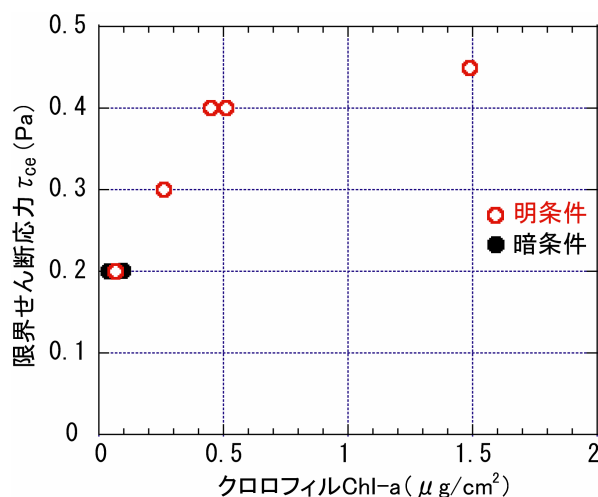


図 5 クロロフィル-aと限界せん断応力の関係