

千葉工業大学 学 員 ○住谷 宏典 三品 智和
正 員 村上 和仁 瀧 和夫

1. はじめに

河川では、梅雨時期などの長雨時に微細粒子を多く含む高い泥流濃度が継続的に生じている。この濁水長期化の原因の一つとして、流水によって河床の微細粒子が巻き上げられ、ウォッシュロード(wash load)を形成している浮遊砂が考えられる。従来より、河床材料として砂とシルトによる混合砂を用いた研究が数多く行われ、巻き上げりが発生する侵食限界についてはある程度把握されている。しかしながら、河床材料に底生生物が産出する粘性を考慮した実験はほとんどなされておらず、巻き上げりが発生する侵食限界に関しては十分に解明されていない。そこで本研究では、生物を考慮した河床における巻き上げ現象の機構解明を目的として、底生生物が産出する粘性物質に着目し、生物由来の粘性と底泥の巻き上がり現象について水路実験による検討を行った。

2. 生物の粘性物質

生物が産出する粘性物質としては主に糖が挙げられ、単糖の数によって少糖と多糖に分類されている。また、代表的な生物が産出する糖の主成分を表 1 に示している。なお、表1に示した糖の成分は、一例に過ぎず、すべての生物が産出する糖の成分については十分に解明されていない。ここで、巻き上げ現象に関与する主な底生生物は底泥表面中の動物や植物であるが、本研究では動物が産出する糖としてウロン酸に着目した。ウロン酸は、D-グルクロン酸、L-ガラクトソロン酸、D-マンヌロン酸などがあり、一般に細胞壁や粘液物質の主成分となっている。また、底泥表面に繁殖し生物膜を形成する褐藻類の主成分であるアルギン酸も、D-マンヌロン酸とL-グルクロン酸からなるウロン酸¹⁾である。そこで本研究では、ウロン酸で構成されているアルギン酸を粘性物質として用いることとした。

表 1 生物の糖²⁾

種類	生物種	糖
植物	褐藻 <i>Laminariales</i>	アルギン酸
	緑藻 <i>Ulva lactuca</i>	エステル硫酸
	紅藻 <i>Glidium amansii Lamourex</i>	アガロース
動物	多毛類 <i>Janua (Dexiospira) barasii</i>	ウロン酸

3. 実験概要

実験水路は、図 1 に示すように、長さ 400cm、高さ 13.5cm、幅 12cm の矩形断面開水路を用い、水平に設置した。水路上流端から 200cm の部分に幅 12cm、深さ 6.5cm、長さ 50cm の凹部を設け、ここに河床材料を充填し測定部とした。なお、常に河床の高さが一様になるよう、測定部の下方から給泥装置により供給している。下流端に可動堰を設けて、水深を変化させることにより流速を調整した。

凹部に設置した河床材料は、写真2に示す粒径 600 μm のイオン交換樹脂を、また粘性物質にはアルギン酸を用

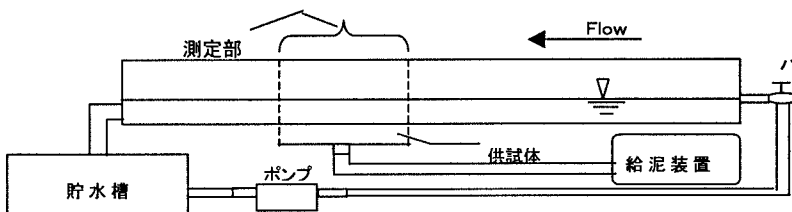


図 1 実験装置図

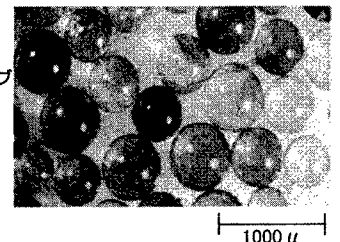


写真 2 イオン交換樹脂 (600 μm ϕ)

キーワード: 巻き上がり現象、水路実験、粘性底泥、底生生物、多糖類

〒275-8588 千葉県習志野市津田沼 2-17-1(千葉工業大学) TEL 047-478-0452 FAX047-478-0452

いた。イオン交換樹脂、水、アルギン酸を混合し所定の濃度に調整した人工底泥を、表 2 に示す 6 段階に設定し実験を行った。また、ニュートンの粘性方程式における粘性係数の単位に併せて、本実験における粘性の単位はPa・sとした。

実験手順は、まず、測定部に均一な濃度の人工泥を充填し、次に水路全体は所定の水深にし、河床を乱さぬように測定部の両端には堰を設け、最後に水路上流端に一定量(500cm³/s)の流量で給水した。流れによって生じる巻き上がり現象をカメラにて撮影し、この現象の解析を試みた。

4. 実験結果

河床に粘性物質を含まない系(Run1, Run2)では、写真 3 に示すような明確な巻き上がりが生じた。一方、河床に粘性材料を含む系(Run3, Run4, Run5, Run6)では、写真 4 に示すように巻き上がりを観察することはできなかった。ここで、流速を一定条件(20.8cm/s)で河床の粘性を変化させた系(Run1, Run3, Run5)では、河床の粘性が最も低い系(Run3)は、Run5 で観察できる巻き上がりに比べると巻き上がり量に明確な違いが観察される。これは、巻き上がりが生じる限界の粘性は 0.0367Pa・sであることを示している。また、河床の粘性を一定で流速を変化させた系(Run3, Run4:0.0367Pa・s, Run5, Run6:0.830Pa・s)において、Run3 と Run4 ではわずかではあるが違いが観察された。一方、Run5 と Run6 の比較では、明確な違いは観察されなかった。これより、底泥の巻き上がりが生じる境界は、河床粘性が 0.0367～0.830Pa・s、流速が 20.8～27.8cm/s の範囲にあるものと考えられる。

以上より、河床に粘性を有する底泥と有さない底泥では巻き上がり現象に明確な差が生じることが実験的に明らかとなった。

5. まとめ

本研究は、従来水理学の観点から解析されてきた巻き上がり現象を、生物の粘性という新たな視点からの解明を目指した基礎実験の一環である。得られた成果は以下のようにまとめられる。

- 1)生物が産出する粘性物質は、生物種によって様々な粘性多糖が存在するが、ウロン酸が主成分である。
- 2)生物の粘性が巻き上がり現象に影響を与えていることが明らかとなった。
- 3)本研究より、底泥の巻き上がりが生じる境界は、河床粘性が 0.0367～0.830Pa・s、流速が 20.8～27.8cm/s の範囲にあるものと考えられた。

謝 辞

本研究を遂行するにあたり、千葉工業大学 石井俊夫助教授のご協力を賜った。ここに記して深謝の意を表す。

参考文献

- 1) 山田常雄・前川文雄 他(1983)生物学辞典第 3 版、岩波書店、pp.95～96.
- 2) 山田信夫:海藻利用の科学(2000)成山堂書店、pp.88～89.

表 2 実験条件

Run. No	流量 cm ³ /s	水深 cm	流速 cm/s	河床の粘性 Pa・s
1	500	2	20.8	0
2	500	1.5	27.8	0
3	500	2	20.8	0.0367
4	500	1.5	27.8	0.0367
5	500	2	20.8	0.830
6	500	1.5	27.8	0.830

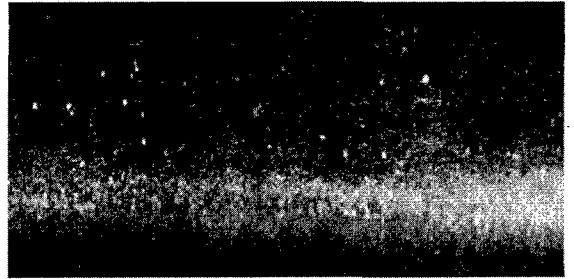


写真3 粘性物質 無 (Run1)

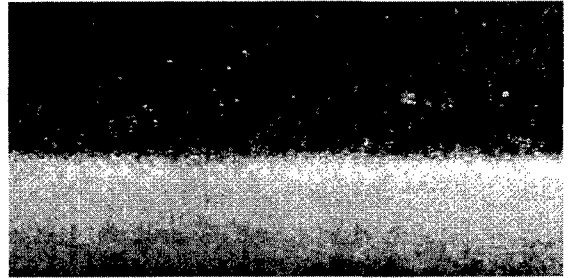


写真4 粘性物質 有 (Run3)