

1. はじめに 塩水くさびの存在する河口における河川中の浮遊微細粒子の挙動は、航路埋没などの工学的関連があり、古くから関心を持たれ研究されている⁽¹⁾⁽²⁾。塩水くさび先端にこの浮遊微細粒子の集積する現象の原因としては、先端部底面の流速の減少による沈降、塩水中の浮遊粒子の先端への輸送、境界面における安定化作用による沈殿の促進⁽³⁾、粘土粒子と海水の電気化学的作用によるフロキュレーション、および生物的作用等がまず考えられるが、これらについては現象自体未知の点が多く、十分に解明されているとはいえない。本研究は、実験室において塩水くさびを発生させ、浮遊微細粒子として、現地河口底部に沈降したヘドロおよびモンモリロナイトを例にとり、くさび内の塩分密度分布、流速分布および濁度分布、くさびの存在の浮遊粒子に及ぼす影響、くさびの位置と沈降の関係、ある時間内の沈降土量等を明らかにし、概括的な特性を把握せんとするものである。

2. 実験の概要 実験には $12\text{m} \times 0.5\text{m} \times 0.8\text{m}$ の二次元密度流水路を使用した(図-1)。下層は食塩水とした。淡水流量と水路内の塩水量の調節により、定常塩水くさびと形成させ、混合によって淡水中に持ち去られる分を補給する。次に七北田川底より採取し、水洗いによる脱塩を繰り返し乾燥したヘドロを 0.85m^3 以下の通過させ地下水槽より投入する。モンモリロナイトも使用した。実験状況と表-1に示す。同一流量のとき、くさびが無い場合、くさびのかわりに塩化ビニル板製のくさびと同じ形状の河床模型を設置した場合の状況についても実験を行った。また投入土量、下層塩水密度の変化による相違も調べた。測定は、図-1の5断面で、流速、塩分密度および濁度分布をそれぞれ、油滴、ガラス管による採水試料の Cl^- 滴定および積分球式濁度計で行った。状況の時間的変化と投入 10, 60, 120, 180 分後に測定した。淡水流を停止後、水路内の水を除々に排水し底面に沈降した土量を 50cm 間隔毎に集め乾燥重量を求めた。

3. 実験結果 図-2は流速、塩分密度、および濁度の鉛直分布の一例である(実験 NO.1, 投入10分後)。塩分密度の連続的分布、下層上流向き流速が認められる。また塩水層内の濁度は、上層淡水層内の濁度に比べてすべての断面で小さくなっている。

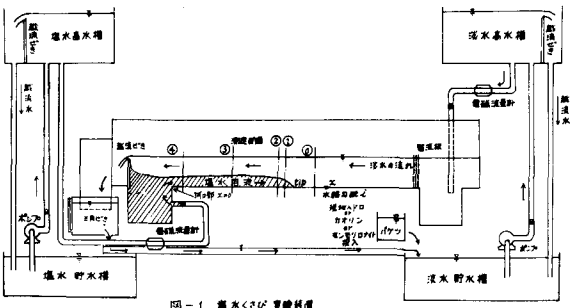
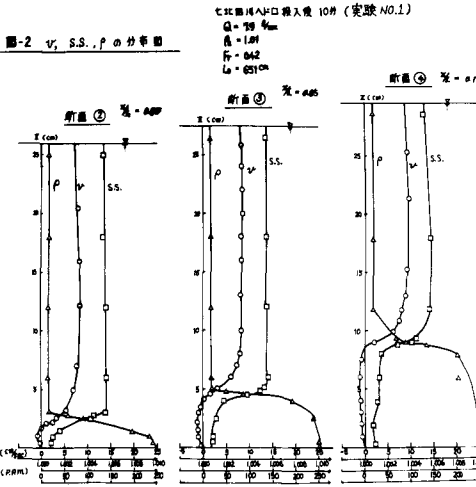


表-1 実験状況 ($L=1/24, L=651\text{m}$)

実験No.	投入物	投入量	水路内土流量	水路内投入量	淡水最大流速	淡水密度	淡水流量	くさび水深	内部流速	内部トルク
1	現地ヘドロ	11,750 ^g	4,241 ^g	0.36	138 ^{cm/s}	1.01	7.92 ^{kg/s}	25.2 ^{cm}	6.28 ^{cm/s}	0.384
2	現地ヘドロ	11,750	3,488	0.297	90	淡水7.80	7.80	25.5	6.12	0.039
3	現地ヘドロ	11,750	3,603	0.307	75	地形	7.92	25.6	6.19	0.039
4	モンモリロナイト	21,500	7,776	0.36	500	1.01	8.13	25.6	6.35	0.40
5	モンモリロナイト	21,500	8,965	0.42	550	1.03	8.75	25.9	6.76	0.24
6	モンモリロナイト	10,750	2,568	0.24	205	地形	7.92	25.6	6.19	0.039



る。図-3は等塩分密度線と等濁度線図である(実験NO. 4, 5)。等塩分密度線と等濁度線はほぼ平行になっている。また淡水層内では濁度はほぼ一様であるがくさびの先端付近の断面で減少がみられる。したがって、くさびの存在は浮遊物質を境界面に沈降させ易いが、その後は沈降が促進されるのではなく、塩分分布により、本実験の条件ではむしろ、抑止されていることがわかる。これは坂本⁽⁴⁾によって指摘されたように、浮遊粒子の空隙中の淡水が塩水と置き換わり沈み得る重さになるまでの間、浮力により沈降が阻止されるためであろうと思われる。

図-4は濁度鉛直分布の時間的变化を示す(実験NO. 4, 断面①, ④)。時間経過とともに上層淡水内の濁度は沈降のためおよそ、0.6 RLM/分の割合で減少しているが、下流断面④ではそれに応じて塩水層内の濁度も減少している。一方、先端付近断面①では塩水層内の濁度はほぼ一定になっている。これは、下流より上流に向かう塩水層内の輸送が一つの原因となっているためと思われる。

さらに図-4から分布形に相似性が認められる。そこで、図-5のように無次元の濁度分布を調べてみるとかなりバラツキがみられるが時間、場所によらず、一つの傾向を有するようになる。図-6に240分間に水路内に沈んだ土量を投入量に対する%で示す。現地ヘドロについての実験では、同一の流量に対し、くさびの有る場合(Na. 1)は、くさびと同形状の河床を設置した場合(Na. 3)よりも沈降量が多く、何も無い場合(Na. 2)はその中間になること、くさび内では外より沈降は少ないが、先端に向って増加することがわかる。また、モンモリロナイトについても、投入量の多い場合(Na. 4)、くさび内で極端に沈降量が多くなっている。さらに下層塩水の塩分を増すと(Na. 5)、沈降量は、Na. 4に比べ多くなっている。これはモンモリロナイトの場合、300ppm以上で、35%の塩分で完全にフロカレトするとされていることより、理解される。

4. あとがき 本研究を行うにあたり終始御指導を賜った東北大学 岩崎敏夫教授に深く感謝の意を表します。また実験に熱心に協力された東北学院大学職員 高橋宏氏、水理研究室学生諸君に謝意を表します。

参考文献

- (1) Postma, H., Sediment Transport and Sedimentation in Estuarine Environment, Estuaries (1967).
- (2) Partheniades, E., Salinity Intrusion in Estuaries and its Effects on Shoaling, River Mechanics, II (1991).
- (3) Tokuchi, H., Density Current Problems in an Estuary, I.A.H.R. (1953).
- (4) Wataru, S., Study on the Process of River Suspension from Flocculation to Accumulation in Estuary (1972).
- (5) Whitehouse, H.G., Differential Settling Tendencies of Clay Minerals in Saline Waters, Clay and Clay Minerals (1966).

