

九州大学 正員 羽田野 義義

シ 学生員 古賀 省三

シ ○学生員 赤司 孝也

1 まえがき

洪水の際、貯水池内に濁水が流入すると、貯水池や放流水の濁りが長期間続くため、各方面で最近問題となっている。小洪水の場合、流入濁水の濁度、つまり密度の増大も小さく泥水密度流は発生しないが、大洪水の場合には流入濁水の濁度、密度が大きくなり、貯水池に入ると底面に沿って流下するいわゆる泥水密度流として流動する。本研究では塩水を用いた室内実験を行ない、泥水密度流について若干の考察を行なった。

2 実験装置、方法

実験装置は図-1に示す、水平長約4m、最大水深0.8m、幅0.2m、水路床勾配0.204の模型貯水池である。実験は淡水を満たした模型貯水池に、上流より着色を施した濃度既知の塩水を供給し、擬似泥水密度流を発生させ、ビデオで密度流先端部の動きを追跡して形状をとり、壁体に衝突後、上流方向に段波状に遡上していく先端部の塩水を採水することにより密度分布をとった。

実験条件としては、流入塩水塩分濃度：1000, 2000, 3000, 5000

ppm. の4種類に対して、流入泥水流量：0.200, 0.153, 0.250

l/sec. の3種類ずつを行なった。

3 実験結果

a) 流況

塩水密度流の移動状況の概要は図-2に示す。流下過程では先端のふくらみ部分、後方の等流部分、その後方の水面への漸近部より成る。先端部は流下に伴い、大きさを増しているのが認められる。下流端に達すると慣性力の効果で上昇して、まもなく静止し、下降と同時に上流への遡上を始める。その際、塩水は稀釈されているため、後流の塩水密度流と清水との境界あきらかに侵入し、段波状に遡上していく。

b) 先端部の移動速度

塩水密度流先端部は図-2に示す様な形状であるため、先端部の足下を先端とし、その位置と時間の関係を1つの流量条件でまとめてプロットしたものの1つが図-3、4である。流下過程に於ては、初め徐々に加速して後にほぼ一定速度となる。この結果だけから決定的なことは言えないが、 Pl_{app} あるいは福岡ら²⁾により提案されている $V \propto \frac{1}{\sqrt{\rho}}$ はここでは認められない。遡上過程に於ては徐々に減速していくのが認められ、遡上に伴い速度の変化は小さくなっていくように思われる。ところで、土石流では流速係数を一定とすると、 $V \propto (g \theta \sin \theta)^{1/2}$ で表わされている³⁾が、本実験の流下過程でも、速度がほぼ一定と見なされる部分の平均値をとって、 $V \propto (g \theta \sin \theta)^{1/2}$ をプロットしてみると、図-5のようになった。これによると、 $V \propto (g \theta \sin \theta)^{1/2}$ の傾向が見られ、その時の流速係数は $\phi \approx 3.05$ となり、土石流の場合と近い値を示している。

c) 先端部の高さ

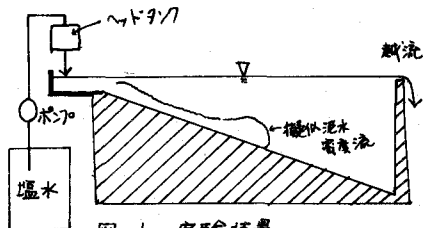


図-1 実験装置

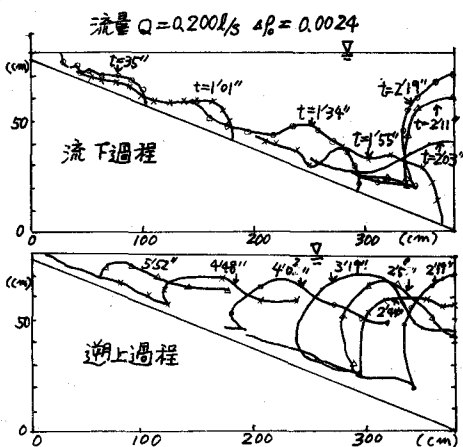


図-2 形状の時間的変化

底面から垂直にとって先端部分のふくらみの最大厚さを δ_{max} とし、流下方向の位置 x に対してプロットしたものが図-6である。流下過程に於ては δ_{max} は x とほぼ直線的に増加する傾向が見られ、Plappらあるいは福岡らの提案した $\delta_{max} \propto x$ の関係が一応認められる。遡上過程に於ては、水素が徐々に減少していくことの影響が表われて、遡上と伴に δ_{max} は漸減している。

d) 密度分布

壁体に衝突した段波状に遡上してくる先端部分の密度を採水方式により測定した。採水は上流端より、180, 250, 320 cmの3地点で行ない、その先端部の形状と共に示したのが図-7である。それによると、遡上につれて密度が僅かに減少しているように思われるが、測定が不十分で、 x 方向の変化特性を得るには至らなかった。

4 結び

以上、模型貯水池を用いて泥水密度流の実験を行ない、流下過程から壁体に衝突後の遡上過程に至るまでの現象、及びその先端部の5 cm特性の傾向について述べてきた。その結果、泥水密度流先端部の特性(先端部分の厚さ、移動速度、周囲水との密度差等)に対して、Plappら¹²⁾が工のべき乗で仮定した相似形には尚検討の余地があるであろうことが見出された。これらの問題点については、相似形の式形を考え直すなりして、運動方程式からの検討が必要であろう。今後、実験としては、更に長い水路を使い、実験条件も勾配、密度差の種類を増やすなどして、その範囲を広げる一方、貯水池や海に突入していく土石流の流動とも関連づけていきたいと思う。

最後に本研究にあたっては、終始懇切丁寧な御指導を頂いた九州大学平野宗助教授に謝意を表します。

参考文献

- 1) Plapp, J. E, Mitchell, J. P, Journal of Geophys. Res. Vol 65, N. O. 3, 1960
- 2) 福岡, 木村, 加納; 泥水密度流先端部の流動特性, 第21回水理講演会講演集
- 3) 橋, 平野, 内村; 渓谷堆積土砂の流動, 第27回土木学会年次講演会概要集

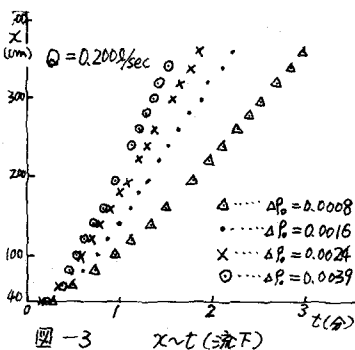


図-3 $x \sim t$ (流下)

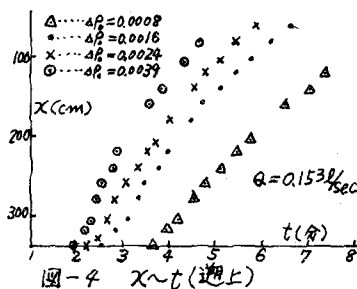


図-4 $x \sim t$ (遡上)

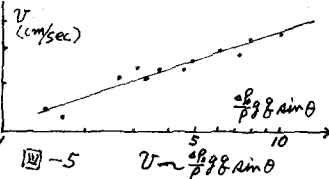


図-5 $U \sim \frac{\Delta \rho}{\rho} \sin \theta$

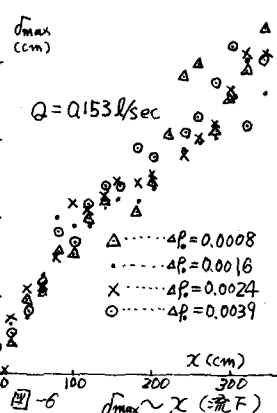


図-6 $\delta_{max} \sim X$ (流下)

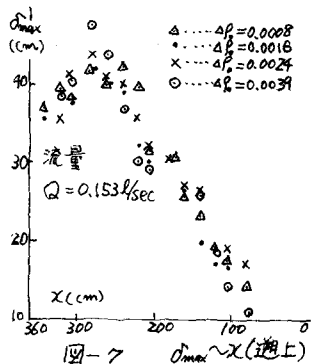


図-7 $\delta_{max} \sim X$ (遡上)

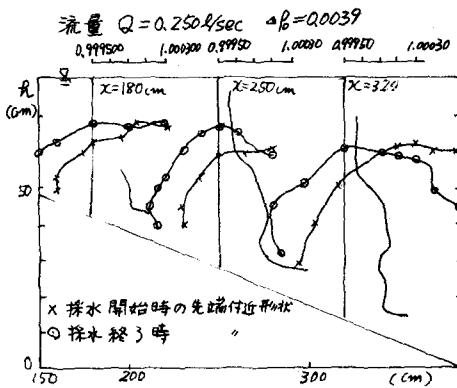


図-8 密度分布