

滑面上に置いたタイワンシジミの移動限界摩擦速度に関する実験的検討 Experiment on the critical friction velocity of the Asian clams on the smooth surface

○浅野 友雅*, 岡島 賢治**, 長岡 誠也**

ASANO Yuga, OKAJIMA Kenji, NAGAOKA Seiya

1 はじめに

現在、三重県の宮川用水管内で農業水利施設（パイプライン，給水栓等）に詰まるなどの通水障害が発生している．特にパイプライン末端の給水栓詰まりの被害は甚大である．現在のところ根本的な解決策はなく，主要水路の排泥工において定期的な排出作業により被害軽減に努めているのが現状である．そこで本報では，管水路内でのタイワンシジミの移動を把握するために実験開水路でのタイワンシジミがどの程度の流れで動くのかを把握した．また，宮川用水国営一号幹線水路を例に管水路内での挙動を推定することを目的とした．

2 実験概要

本実験では，ガラス製の長方形断面の水平開水路（粗度係数 $n = 0.01$ ，水路幅 600mm，高さ 400mm）を用いた．水流は，ポンプの回転数に相対して上がるため連続した流速変化が可能である．実験に用いたタイワンシジミは宮川用水で採取したシジミを計測して得た平均比重 1.25 を参考に，シリコンを詰め比重を



写真1 シジミとシリコンボール

1.25 としたシジミを作製した．また比較対象としてナイロンボール(比重 1.12)を使用した．シジミは平均殻長 9.5mm,12.5mm,15.5mm,18.5mm,21.5mm のシジミ各 6 個
ナイロンボールは直径 5.6mm,9.5mm,12.7mm,15.9mm,22.2mm のボール各 6 個を用いた．水深は，容量式波高計を用いて 10ms 間隔で計測し，シジミが移動した瞬間の水深を計測できるようにした．

3 実験方法

3-1 摩擦速度 u_* の求め方

シジミやナイロンボールの移動時の比較には，限界摩擦速度を用いた．摩擦速度の計算に必要なエネルギー勾配は，マンニングの粗度係数による計算値を用いた．

$$I = \left(nv \left(R^{-\frac{2}{3}} \right) \right)^2$$

$$u_* = \sqrt{gRI}$$

この時 I : エネルギー勾配, n : 粗度係数, R : 径深, v : 計測した流速, g : 重力加速度である．以上より実測値を算出した．また理論値として Shields 式及び岩根式より求められる摩擦速度を計算した．

Shields 式による摩擦速度の計算には，Soulsby(1997)の式を利用した．

*三重大学生物資源学部 Mie University Faculty of Bioresources

**三重大学大学院生物資源学研究科 Mie University Faculty of Bioresources Research section

タイワンシジミ，水理実験，限界摩擦速度

$$\theta_{cr} = 0.3/(1 + 1.2D_*) + 0.055\{1 - \exp(-0.02D_*)\}$$

ここで無次元粒径 D_* は、 $D_* = \{(\rho_s/\rho_w - 1)g/\gamma^2\}^{1/3}$

上記2式より摩擦速度は、 $U_* = \sqrt{\theta_{cr}\{(\rho_s - \rho_w)gd\}}$ で求めた。この時 ρ_w :水の密度、 ρ_s :物体密度、 θ_{cr} :限界シールドズ数、 γ :動粘性係数である。以上より理論式より摩擦速度 U_* を算出した。

3-2 実験概要

水流は、摩擦速度 0.003(m/s)程から流し始め、水面の波が消えたのちにシジミ（ナイロンボール）を同じ直径（殻長）のものを一定間隔に置き、実験を開始した。設置したシジミ（ナイロンボール）に対して摩擦速度を 0.003(m/s)から 0.012(m/s)まで変化させて、連続的に実験を行った。シジミが転がった定義として連続して 50cm 移動した場合を転がったとし、この時の摩擦速度を限界摩擦速度とした。

4 結果

図 1 にシジミとナイロンボールの比較と理論式の比較を示す。図 1 より、シジミとナイロンボールの限界摩擦速度を比較すると、紡錘型のシジミは丸型のナイロンボールに比べ抵抗を受けにくく流れにくいことが分かった。また岩根式ではシジミやナイロンボールと比較し、10 倍以上摩擦速度に差がある。これは、岩根式が粒径のみの経験式のため結果がずれた。比重を考慮する Shields 式における理論値とシジミの実測値を比較すると、限界摩擦速度は理論値が最小で 5 倍最大で 10 倍以上の流れにくさを持ち、常に実測値が理論値を下回る結果となった。シジミの殻長が 12mm を超えると限界摩擦速度は 0.011(m/s)で一定となった。

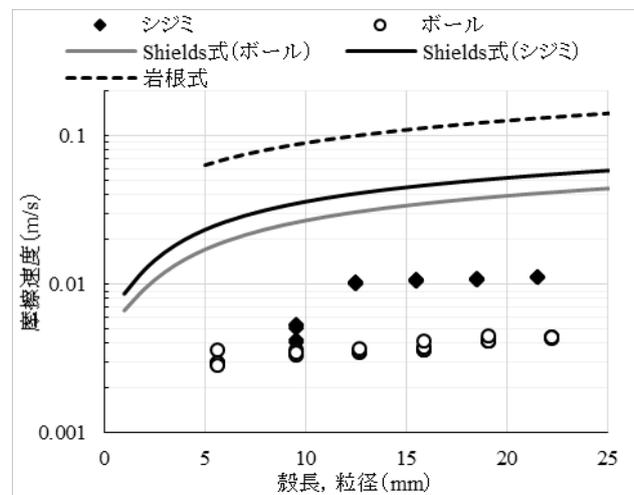


図 1 シジミとナイロンボールの比較と理論式

5 管水路内での挙動の推定

図 2 は、宮川用水の国営一号幹線水路の 2016 年の摩擦速度を示す。図 1 と比較すると灌漑期である 4/8 から 10/27 の間、パイプラインが水平のとき 9.6mm から 21.5mm のシジミは転がるのが分かった。10/27 から 11/25 の間は、9.6mm のみ転がるのが分かった。

11/25 以降は、本実験に使用したシジミすべて転がらなくなることが分かった。これらより非灌漑期に溜まったシジミが灌漑期に管水路内の摩擦速度が増加することで 9.6mm より大きなシジミが転がり、給水栓詰まりが起こると考えられる。

今後、管水路での勾配を考慮したシジミの移動実験や、シジミが継手部分に溜まりやすいことから溜まりにくい継手形状を実験的に検討する必要がある。

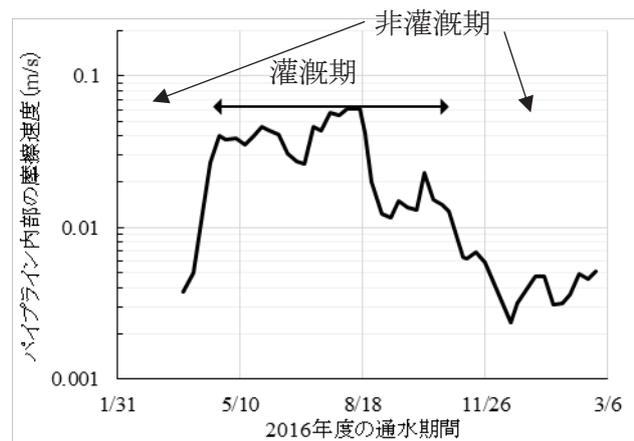


図 2 宮川用水国営一号幹線水路の 2016 年の別摩擦速度（水平）