

クリークにおける二枚貝の生息水理環境に関する基礎的研究

福山市役所	正会員	井藤規生
(株)建設技術研究所	正会員	藤塚佳晃
(株)ウエスコ	正会員	渡辺 敏
岡山大学環境理工学部	正会員	前野詩朗

1. はじめに タナゴ類は、水田地帯の小河川、農業用水路（クリーク）を中心に生息するが、近年その生息数と生息環境はめっきり少なくなった。タナゴ類は二枚貝に産卵する生活史を有しているが、その二枚貝の生息数も同様に減少してきた。現在、水辺環境の保全は、地域社会の環境形成において優先事項の一つとして挙げられる。

本研究では、イシガイ類等、淡水二枚貝の生息環境の保全を目的とし、河床材料ならびに河床に作用する掃流力に着目し、水路模型実験を行い、二枚貝の力学的挙動を検討する。

2. 現地調査 本実験の前段階として、岡山平野のある農業用水路で、二枚貝の生息状況および河床状況を確認した。ここでは、帯工状の凸（以下、帯工と呼ぶ）が河床で横断的に設置してある柵渠区間(写真-1)に多くの二枚貝が生息していた。

二枚貝の生息密度に関して、調査地周辺の水路、河川で認められた興味深い状況として、以下が挙げられる。帯工上の構造物の無い砂河床水路区間では、流心で二枚貝は少なく、河岸際で多い。生息密度分布を更に詳しく見ると、帯工の直下流で生息密度が高かった(図-1)。

二枚貝の生息密度は、増水時における左右岸寄りの低流速域で高いと考えられる。

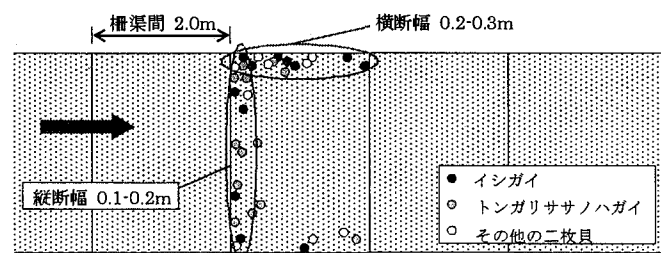


図-1 ある柵渠1区間の二枚貝の生息状況

3. 実験概要

(1) 水路実験で使用した二枚貝と土砂

現地で、イシガイとトンガリササノハガイの殻を採取し、紙粘土と油粘土を適度に詰め、生きた二枚貝と同等の模型(表-1)をつくり、使用した。土砂は標準砂の細砂と粗砂、砕石の混合砂を使用した。

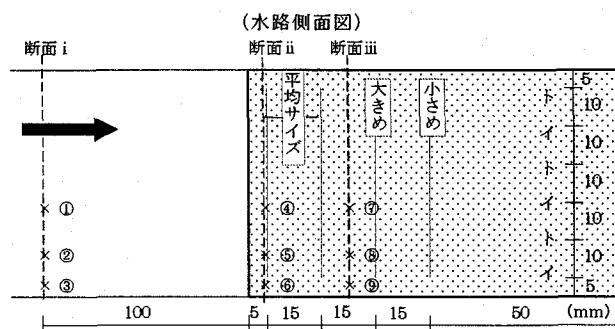
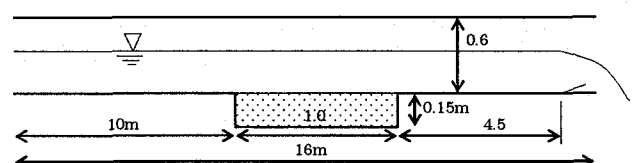
(2) 実験方法およびデータ処理法

水路のピット内に土砂を敷き詰め、サイズの異なる2種の二枚貝を6個×4列で設置した。本実験の水理的諸量は、現地と等倍のスケールで行った。

実験開始に当たり、土砂と二枚貝共に流されない程度の流量を流し、流れが安定した後、段階的に流量を増やし、流量毎に固定床、移動床の計9点で、各地点の鉛直方向複数点での流速を計測した。まず、ピット内に細砂だけを敷き詰めた場合、次に粗砂だけの場合、最後に混合砂を敷き詰めた場合の3ケースで行い、流量は各4ケース行った(図-2)。

表-1

	殻長 (cm)		比重 ($\times 10^{-3} \text{kg/m}^3$)	
	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差
イシガイ	4.4	0.48	1.48	0.41
トンガリササノハガイ	7.1	0.97	1.59	0.42



ト…トンガリササノハガイ、イ…イシガイ

(水路平面図)

図-2 実験水路

二枚貝への掃流力の影響について、流量毎の地点①～地点⑨における摩擦速度を求め、掃流された二枚貝とその地点における摩擦速度から、無次元掃流力を求め、各土砂の限界掃流力（理論値）と照らし合わせた。

(3) 実験結果および考察

細砂において、わずかな二枚貝の挙動が流れの変化のきっかけとなり、その下流側の二枚貝が影響を受け動き出した。一方、粗砂と混合砂においては、粒径が大きく流れに対する抵抗も強いいため、流量の増加に伴い、流速の大きい中央に設置した二枚貝から掃流され、水路際に設置した二枚貝は残った。どの結果からいえることは、ピット上流端の1列目の二枚貝だけは、ほとんど動かなかった。この結果には、現地の帯工直下流で二枚貝の生息密度が高かったこととの関連性が示唆される。なお、二枚貝の大きさの違いによる挙動の違いであるが、帯工直下の最前列を除けば、大きな二枚貝ほど残存率が高い。これは、大きい二枚貝は小さい二枚貝と比較して、砂に埋まっている体積と表面積が大きいことで、また埋没深さが深いことで支持力が大きく、流されにくかったためと考えられる。

次に、地点①～地点⑨における摩擦速度を求めた結果を表-2に示す。また、混合砂の最後のケースにおける地点④～地点⑨の流速分布を図-3に示す。

横断方向の摩擦速度は、流速と比例し、流心で大きく、際ほど小さい傾向にあった。よって、現地でも流速の大きい流心ではなく、流速の小さい河岸際に多くの二枚貝が生息していたと考えられる。そして、河床付近の流速分布は、二枚貝の安定した生息を支配する重要な因子の一つと考えられる。

表-2 各ケース最後の摩擦速度

摩擦速度 U ($\times 10^{-2}$ m/s)	断面 i			断面 ii			断面 iii		
	地点①	地点②	地点③	地点④	地点⑤	地点⑥	地点⑦	地点⑧	地点⑨
細砂 case1-4	3.34	3.19	2.71	3.13	3.14	2.95	3.24	3.12	2.80
粗砂 case2-4	2.97	2.89	2.58	2.91	2.91	2.61	3.24	2.92	2.85
混合砂 case3-4	3.24	3.12	2.64	3.18	3.04	2.81	3.24	3.23	2.68

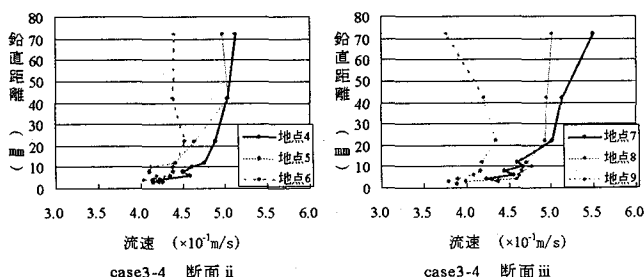


図-3 混合砂における最終ケースの地点④～地点⑨の流速分布

次に、掃流力の影響を考察するため、表-1の太枠で示した各土砂の最後のケースにおける地点④～地点⑨の摩擦速度に着目し、掃流された二枚貝の水中比重と殻長を用いて無次元掃流力を求め、土砂の限界掃流力と比較した。以下に結果を示す（表-3）。

いずれのケースも、掃流された二枚貝の無次元掃流力は、土砂の限界掃流力よりもかなり小さくなる。これより、二枚貝が掃流される過程は、まず二枚貝周辺の土砂が掃流され始め、次第に二枚貝と土砂との接地面積が小さくなり、掃流抵抗が低下し、掃流力の大きい流心近くの個体から徐々に掃流されたと考えられる。また、1列目のほとんどの二枚貝が掃流されず留まっていた理由は、実験で用いた流速計の測定限界（底面から2mm以上）の都合上、図-3に示した底面付近の計測値は、流速計のセンサーのプロープの幅分だけ底面より高い位置から測定したものであり、実際の底面付近の流れは剥離していたからと考えられる。そのため、1列目においては、底面の流速、河床変動共に小さく、二枚貝が留まることができたと推測できる。現地での帯工直下流においても、これと同様な現象が起きていると類推する。

最後に、二枚貝の移動限界は、河床材料に依らず、摩擦速度が 3.0×10^{-2} m/s 前後であることがわかった。この時の水深は0.1m程度であり、平均流速については、細砂では0.30m/s前後、粗砂では0.50m/s前後、混合砂では0.45m/s前後と考えられる。

4. まとめ 本研究は、模型実験により、現場での帯工直下流及び両河岸際ににおいて、二枚貝が多く生息分布した素過程を、実証的に説明することができた。その成果を踏まえれば、二枚貝の生息環境保全のためには、本実験で模したような帯工、また水制や蛇行等による低流速域の創出が有効視される。

表-3 掃流された二枚貝の無次元掃流力と土砂の限界掃流力

	掃流された 個体数	流量 ($\times 10^{-3}$ m ³ /s)	無次元掃流力			土砂の 限界掃流力
			最大値	最小値	平均値	
細砂	7	11.545	0.011	0.0019	0.0056	0.052
粗砂	10	25.968	0.011	0.0024	0.0050	0.035
混合砂	14	23.573	0.011	0.0024	0.0058	0.034