

ウナギなどの水生生物の巣としての蛇かごに関する実験

日大生産工(学部) ○細川 直達・丹羽 智章・上村 俊貴・大山 裕司・栗岡 大貴

日大生産工 小田 晃 日大生産工 武村 武

1. はじめに

平成 26 年 6 月, 国際自然保護連合(IUCN) はニホンウナギを絶滅危惧 1B 類に指定した。これを受けて, わが国では保護機運が高まっている。このことから日本大学では, うなぎの保全を目的とした総合研究プロジェクト「うなぎプラネット」の取り組みを起こした。このプロジェクトでは総合大学の強みを生かし, 多方面からうなぎと人間の関わり方を考え, 共存の道を探っていく。本プロジェクトの中で, 生産工学部ではうなぎの生息域である河川空間の環境工学的理解を深めることを目指している。

河道内に生息するうなぎは, 石礫や構造物の隙間を利用していることが知られている。このような生息場を提供することは, 本研究の対象であるうなぎを誘致ばかりでなく, その水域の価値を高める事となる。これらの事を踏まえ, 本研究では, その生息場の提供に蛇かごを用いる事とする。蛇かごとは, かごを編み, 内部に石材等を充填したもので, 河川改修等に用いられる。しかし, 蛇かごの河川内設置は, 河川の通水能力を下げる事や, 設置方法によっては流れの変化による淀み域が出現し, それに伴う水質悪化などが懸念される。さらに, 流砂により蛇かご内の空隙が埋まる事も想定されるため, 当初の目的である生息域の機能が失われてしまうことも考えられる。

そこで, 本研究では, 蛇かごを用いた生息場の提供を念頭に置き, その空隙の維持機

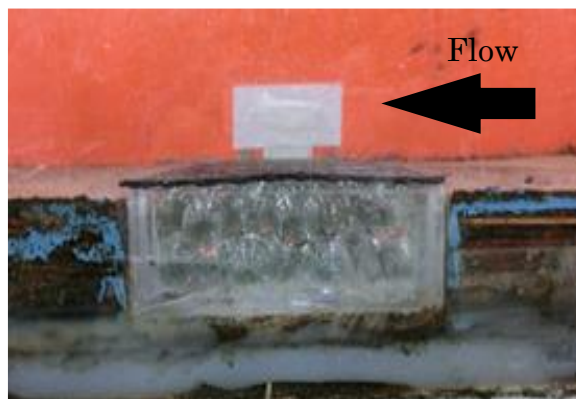


写真-1 水路内に作成した凹部及び蛇かご模型

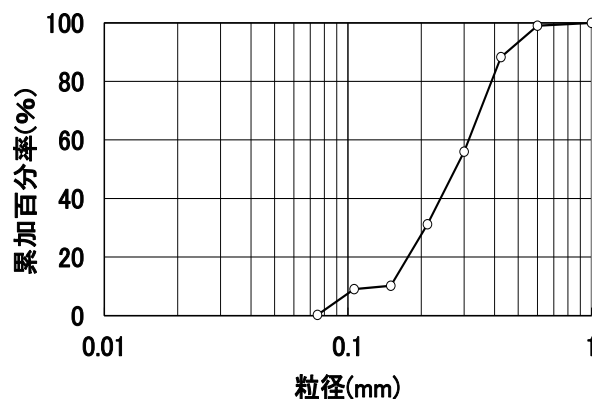


図-1 実験砂粒度分布図

表-1 各 case の給砂平均時間

case	平均給砂時間(s)
0	2100
1-1	2962
1-2	3387
2-1	2446
2-2	2670
3	2671
4-1	2193
4-2	2324
4-3	2103

Experiment on Gabion for Nest of Aquatic Organisms such as Eels

Naomichi HOSOKAWA, Tomoaki NIWA, Toshiki KAMIMURA,

Yuji OHYAMA, Daiki KURIOKA

Akira ODA, and Takeshi TAKEMURA

構を有する新たな蛇かご提案し、そのメカニズムについて実験的に検討した。

2. 実験装置と方法

実験には、長さ 13m、幅 0.3m の循環式可変勾配開水路を用いた。水路勾配 i はうなぎが生息する利根川下流域を想定し、 $i=1/9000$ とした。水路の上流側から 8m 地点の水路床部に、高さ 0.03m、長さ 0.1m、幅 0.3m の凹部を作成し、その中に蛇かご模型を設置した（写真-1）。蛇かご模型の作成に用いたプラスチックのメッシュ材は空隙率 52% であった。蛇かご模型内の中詰め材には、直径 15mm のガラス球を使用した。

実験は、流量 $Q=10\text{ l/s}$ 、水深 $H=6.4\text{ cm}$ で行った。また、実験には平均粒径 0.29 mm の砂を用い、水路の 4m 地点で給砂を行った。図-1 に使用した砂の粒度分布を示す。なお、給砂量は 1000 g であり、水路床には給砂に用いた砂を一樣に貼り付けた。また、給砂継続時間一覧を表-1 に示す。

本研究では、蛇かご内の空隙維持を期待し、対策案を 4 つ設定し、それぞれのモデルについて実験的に検討した。対策案の基本方針は、以下に示す 2 つの手法を念頭に置いている。一つ目は、物体周りの局所流れを利用した対策案である。これは、局所流れにより蛇かご内に洗掘を誘発させ、堆積砂が流出されることを期待している方法である。二つ目は、蛇かご内への直接的な砂の侵入防止である。以上を踏まえた対策案一覧を表-2 に示す。それぞれの対策案の概要は以下の通りである。case1 では、凹部下流端、もしくは上流端に水路幅と同様の幅の突起物を設置した。case2 では、凹部下流端に、複数の突起物を等間隔で設置した。case3 では、蛇かご設置区間を等間隔で区切るように、複数の突起物を長手方向に設置した。case4 では、蛇かご上面に板を設置することにより、開口部を閉塞した。そ

表-2 対策案一覧表

対策案	名称
case 1	垂直板設置実験
case 2	等間隔垂直板設置実験
case 3	並行板設置実験
case 4	供給口減少実験

表-3 対策案詳細一覧

unit:cm								
case	L	h	G_1	g_1	G_2	g_2	B	b
0	-	-	-	-	-	-	-	-
1-1	30	1	-	-	-	-	-	-
1-2	30	1	-	-	-	-	-	-
2-1	-	1	10.5	3	-	-	-	-
2-2	-	1	3.5	3	-	-	-	-
3	-	1	-	-	7.2	0.3	-	-
4-1	-	-	-	-	-	-	10	5
4-2	-	-	-	-	-	-	10	5
4-3	-	-	-	-	-	-	10	2.5

れぞれのモデル概略図を図-2～図-5 に、それぞれのモデルの詳細を表-3 に示す。なお、対策案の効果比較用として、対策を施さないものを case0 とした。

実験終了後、凹部内の堆積量を測定し、蛇かご模型内の堆積率 Sr を算出した。

$$Sr = V_0 / (V_1 - V_2) \times 100 \quad (1)$$

$$V_0 = (1 - \lambda)V \quad (2)$$

ここに、 V は堆積した砂の堆積（空隙を含む）、 V_0 は空隙を取り除いた砂自体の体積、 V_1 は蛇かご模型内の体積、 V_2 は蛇かご模型に用いられたガラス球の総体積、 λ は土砂の空隙率（0.4）である。

3. 実験結果および考察

case1 における蛇かご模型内の堆積率 Sr の測定結果を図-2 に示す。本結果より、突起部が下流側に設置されている場合（case1-1）は、対策無しの状態とほぼ変化が無いことが確認

出来る．一方，上流側に突起物を設置した場合（case1-2）は，蛇かご模型内の堆積率 S_r が大きく減少した．これは，上流から流下する砂が蛇かご模型の上流側に設置された突起物により一旦トラップされ，蛇かご模型内に砂が入らなかったものと考えられる．つまり，給砂量を増やした場合には，case0 と同等の堆積率になるものと推察される．

次に，case2 における測定結果を図-3 に示す．case2-2 に対して，case2-1 は堆積率 S_r が 10% 程度減少している事が確認出来る．一般に，横断方向に設置された 2 物体において，その物体を迂回する流れは，物体間隔が広い場合は干渉する事は無いが，ある程度近くなると迂回流が干渉し始める．さらにその間隔が狭くなると，2 物体があたかも 1 物体のような状態で迂回流が発生し始める．このケースにおいても，突起物間隔が狭くなると，突起物間の迂回流が弱くなり，突起物前面で浮き上がった砂が効率よく下流部へ流出しないため，このような結果になったと推察される．

次に，case3 における測定結果を図-4 に示す．本結果は，case0 とほぼ同様の堆積率となっていることから，当初期待した突起物周りに発生する渦列による堆積砂の再浮上は，それほど起こっていないと考えられる．

最後に，case4 における測定結果を図-5 に示す．凹部の開口率を減少させる事により，堆積率 S_r は大きく減少している事が確認出来る．これは，凹部上面に設置されたプラスチック板の下部において，開口部からの砂の供給が無い事が要因と考えられる（写真-2 参照）．ここで，プラスチック板端部から凹部内部の上流側への堆積の斜面部分をみると，直線的に上流部へ斜面が形成されていることが確認出来る．本実験で使用している砂の安息角を算出すると約 27 度となり，この斜面とほぼ同様になっている事がわかる．つまり，開口部から供給されづらいため，case4 においては，

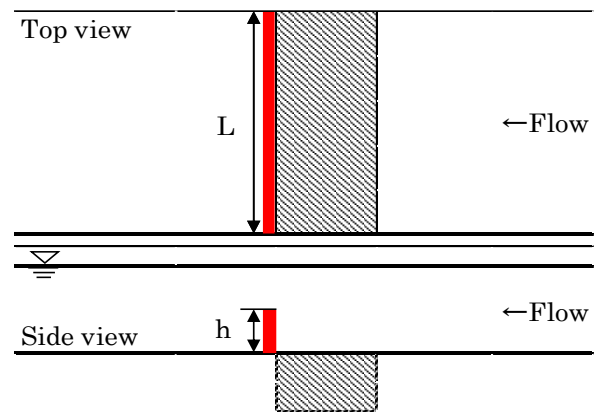


図-2 case1-1 垂直板設置実験

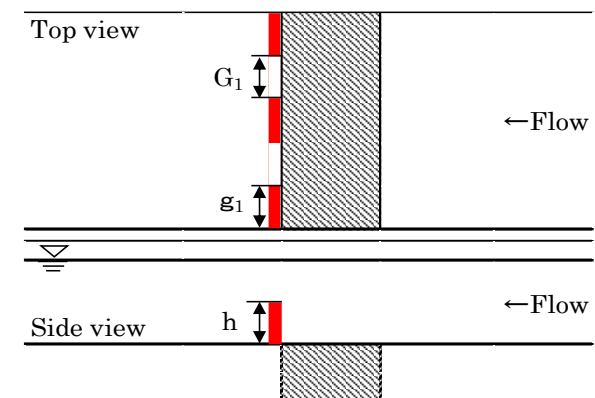


図-3 case2-1 等間隔垂直板設

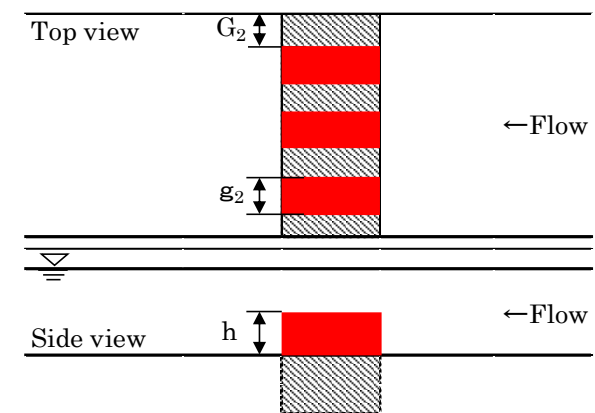


図-4 case3 並行板設置実験

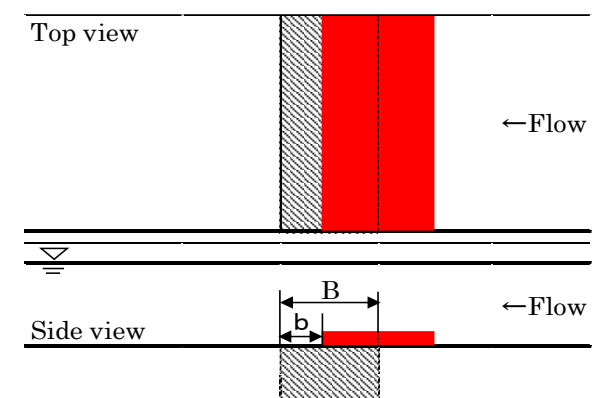


図-5 case4 供給口減少実験

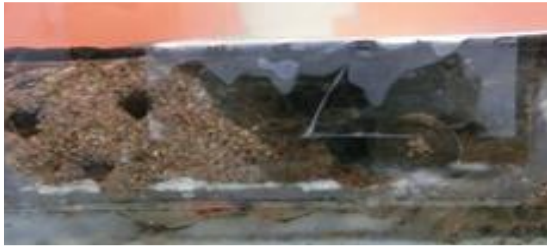


写真-2 case4 の堆積状況

堆積率 S_r は過大評価されている事が推察される。この事を踏まえると、堆積率 S_r は case0 とほぼ同様であることを付記する。

4. まとめ

本研究では、水生生物であるうなぎなど念頭に置き、蛇かごによる生息場提供の可能性について実験的に検討した。その結果、堆積防止策を施さない場合には、蛇かご内の空隙は砂により埋まってしまうが、適切な対策工を施す事により、その堆積率は 10%程度（対策無しを基準とした場合は 25%程度）下げられる事が分かった。この対策工では、物体周りの局所流れを利用したものであり、設置後の運用において、メンテナンスのロードを大きく減少する事が期待できる。

今後は、物体周りの流れ特性について、流速測定や流れの可視化を実施する事により、堆積防止メカニズムの検討や、蛇かご模型内への流れの影響についても検討を行う予定である。

5. 参考文献

- 1) 河村三郎, 土砂水理学 1, 森北出版, (2005), p.10~p.11

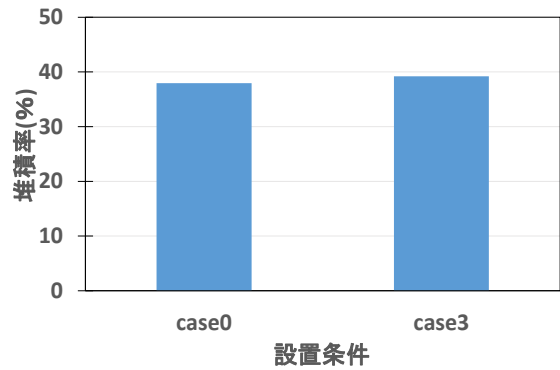


図-6 case1 実験結果

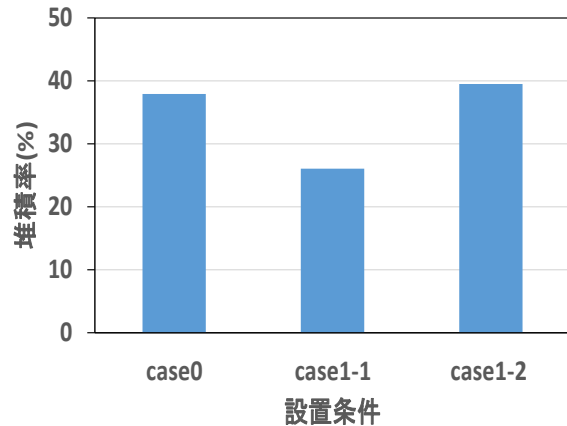


図-7 case2 実験結果

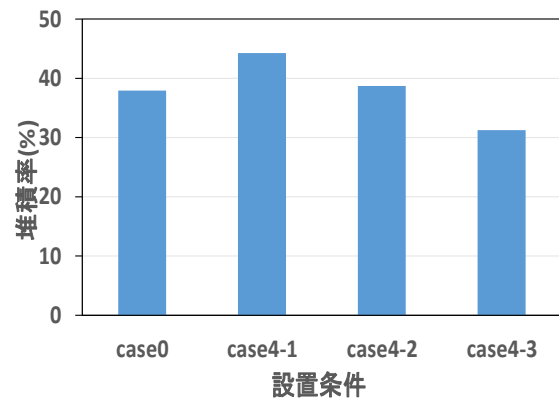


図-8 case3 実験結果

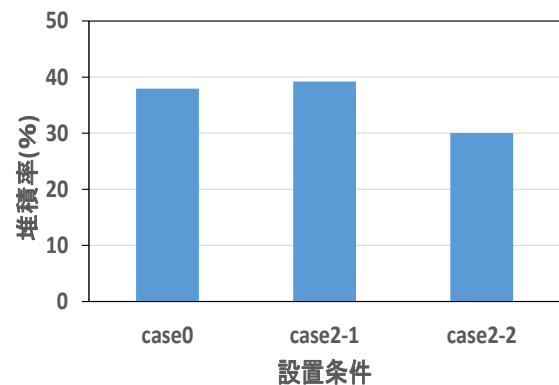


図-9 case4 実験結果