

モクズガニの稚ガニを魚道上流端からダム湖に誘導する新手法の検討

メタデータ	言語: Japanese
	出版者: 水産大学校
	公開日: 2024-10-11
	キーワード (Ja):
	キーワード (En):
	作成者: 大石, 俊介, 浜野, 龍夫, 荒木, 晶, 林, 健一, 渡邊, 敏晃, 横田, 源弘
	メールアドレス:
URL	所属:
	https://fra.repo.nii.ac.jp/records/2011759

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.



モクズガニの稚ガニを魚道上流端から ダム湖に誘導する新手法の検討

大石俊介^{*1}・浜野龍夫^{*1†}・荒木 晶^{*1}
・林 健一^{*1}・渡邊敏晃^{*2}・横田源弘^{*2}

A novel upper terminal edge of fishway designed to enhance migration of Japanese mitten crab *Eriocheir japonica* juveniles

Shunsuke Ooishi^{*1}, Tatsuo Hamano^{*1†}, Akira Araki^{*1},
Ken-Ichi Hayashi^{*1}, Toshiaki Watanabe^{*2}, and Motohiro Yokota^{*2}

To develop a new economic and effective fishway which allows migration of juveniles of the edible catadromous Japanese mitten crab *Eriocheir japonica* over the dam, devices at the upper terminal edge of an experimental fishway, about 30 cm in width, were studied. Various water injection techniques to dislodge the crabs reaching the edge, the use of a smooth floor to promote slipping, and gradually narrowed edge width of the fishway were examined. The effectiveness was compared by assessing the number of crabs which dropped from the edge for 10 minutes. As a result, 76% of the test crabs were successfully dislodged by the injected water from four nozzles, at incidence of 35°, 20 cm in distance from the nozzle to the landing point, and a water velocity of 2.0 l/min/nozzle. A smooth floor was not effective in enhancing the rate of crabs dislodged. In the reduced edge width, 77-88% of crabs were dislodged from the edge without the injection of water.

1 はじめに

モクズガニ *Eriocheir japonica* De Haan, 1835は、北海道から琉球列島、小笠原諸島にいたる日本各地の河川に広く分布する水産上の有用種である¹⁾。本種は降河回遊型の生活史を持ち、海域まで下って抱卵し、孵化したゾエア幼生は海域で浮遊期を過ごす。そして、メガロバ幼生から稚ガニに変態した後に活発に河川を遡上する^{2, 3)}。このような生活史ゆえに、ダムにより回遊経路が遮断されると、その河川上流域の個体群は衰退してしまう^{4, 5)}。

日本の河川には、アユなどの遊泳性魚類のために魚道が設けられているが、水際を遡上する甲殻類には機能的では

ない。そのため、甲殻類にも配慮した魚道の研究開発が行われており⁶⁻⁹⁾、すでに、長崎県下の河川に設置されている¹⁰⁾。ダムの建設により衰退した上流域のモクズガニ個体群を復元させるためには、このような魚道の設置が有効であるが、既設のダムの一部を切って魚道を設置すると莫大な工費が必要となる。そこで、ダム堤の上をまたぐ魚道を架設するのが得策と考えるが、その魚道の最頂部から水を流した場合には、ダム湖側にも水が流れ下る。魚類や甲殻類は流れに逆らって上流へ行こうとする性質（正の向流性、または走流性と称されている）が強い^{9, 11, 12)}、ダム下から遡上してきた生物は、魚道最頂部からダム湖側へ下り降りにくいと考える。

2002年9月2日受付. Received Sep. 2, 2002.

*1 水産大学校生物生産学科 (Department of Applied Aquabiology, National Fisheries University, Shimonoseki, Yamaguchi 759-6595, Japan).

*2 水産大学校海洋機械工学科 (Department of Ocean Mechanical Engineering, National Fisheries University, Shimonoseki, Yamaguchi 759-6595, Japan).

† 別刷り請求先 (Corresponding author: Phone, +81-832-86-5111; Fax, +81-832-86-7435; Email, hamano@fish-u.ac.jp)

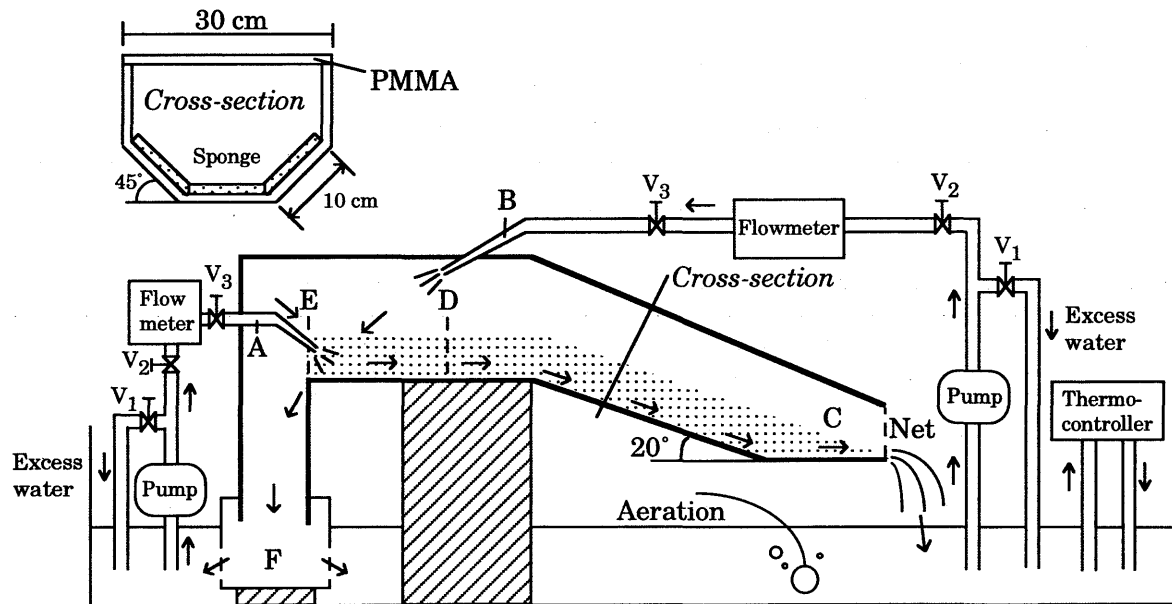


Fig. 1. A schematic illustration of the experimental fishway used. The slope section is: 20° slope, 100 cm/s surface current velocity, and maintained at $25 \pm 2^\circ\text{C}$. Sponge (dotted area) a three-dimensional mesh structure was used to assist climbing. The fishway was put on a concrete block (shaded area) in a large tank. Arrows show the water current direction. A, nozzle for the stream current. B, nozzle for injecting water to dislodge the crabs. Ten crabs were put in C in each trial. The number of crabs dislodged from the terminal edge E of the fishway into the stock tank F was counted for 10 minutes period. This trial was replicated until 100 crabs passed through D. C-D, 40 cm. D-E, 20 cm. A total of 737 seedling crabs (average of carapace width, 9.4 mm) and 95 natural crabs (average of c. w., 9.9 mm) were used.

本研究は、ダムに大規模な改修をすることなく、簡便に設置できる魚道の開発を最終目的としている。ここでは、魚道を遡上してきたモクズガニの稚ガニを魚道の上流端からダム湖へ落とす効果的な方法を想定するため、2つの室内実験（実験Ⅰ、実験Ⅱ）を実施した。

2 実験Ⅰ、Ⅱに共通する材料と方法

魚道上流端へ向けて水を噴射して稚ガニを落とす実験（実験Ⅰ）、実験魚道の床面の構造を変えて稚ガニを落とす実験（実験Ⅱ）、に共通の材料と方法について以下に説明する。

2.1 実験装置

実験魚道は、甲殻類に配慮して提案された安田ら⁷⁾の階段式魚道に準じた構造とし、アクリル板を加工して製作した（Fig. 1）。斜路の勾配は 20° で、その先は水平、両側壁は 45° の角度で外側へ広がっており、魚道の断面は台形状となっている。ただし、斜路が20cmと短いため、水制効果を目的とした階段状の構造にはしなかった。魚道表面には、浜野ら⁶⁾の実験魚道と同様に、カニの歩脚先端がかかりやすいように、ポリウレタン製のスポンジを貼った。

魚道の流水出口は、ポリエチレン製のネット（目合い $2 \times 2 \text{ mm}$ ）でふさいだ。また、魚道からカニが逃亡するのを防ぐために、魚道斜路部の上面は透明なアクリル板で覆った。魚道の下流端（Fig. 1 C）に置かれたカニは、魚道斜路を遡上し、上流端（Fig. 1 E）から落下する。落下したカニは、エアレーションを施した水槽（Fig. 1 F）に入るようにした。

水温は循環式恒温装置を用いて、 $25 \pm 2^\circ\text{C}$ に収まるようにした。実験魚道に流した水は、水道水を汲みおいて一日以上強く曝気したものである。実験に際しては、魚道の下流の貯水槽より2台のポンプで水を汲み上げ、魚道維持水（魚道内を流れ下る水流）（Fig. 1 A）と、カニを落とすための噴射水（Fig. 1 B）として使った。

魚道維持水、噴射水ともに放水部の先端は、入射角度を調整するため、長さ約30cmの金属製の螺旋管とし、さらにその先に散水用の高圧ノズルを取り付けた。入射角度は、このノズルの後端から垂直に降ろした床面までの高さ(a)と、その床面の位置から着地点までの距離(b)を底として三角関数により求めた（Fig. 2）。なお、ノズル先端から着地点までの距離は約20cmになるようにし、水流の幅はノズルから出た直後と接地直前では、ほぼ同じで、約5mmであった。

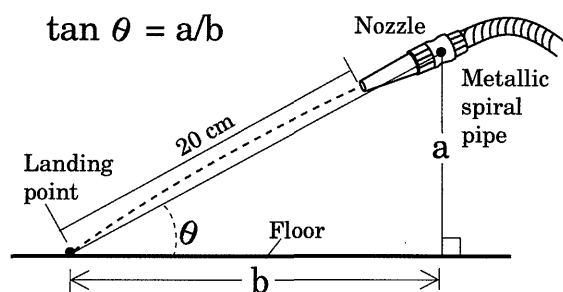


Fig. 2. The angle of incidence of the water current. Angle of incidence (θ) was calculated from the distance from base of injection nozzle and the floor surface (a) and the distance from this floor point to the landing point (b). The axial diameter of injection water was about 5 mm for all tested trials.

魚道維持水は、上流端付近から下流へ向けて4 cm間隔で平行に配置した2本の高圧ノズルから、床面に対し $35 \pm 5^\circ$ の入射角度で、着地点が上流端近くになるようにして流した (Fig. 3)。この入射角度は、飛沫による床面の流れの乱れが少なくなるように角度を調整した結果、決めたものである。ノズルから噴射された魚道維持水は、即座に床面の幅に広がり、床面と側面の境界までを覆い、その状態で流れ下っていた。なお、水流はバルブで調整し、斜路部でモズクガニの遡上に適している流速 100 cm/s 前後になるようにした⁹⁾。斜路の流速については、事前に流量との間の回帰式を求めておき、流量から算出した。

2.2 実験個体

実験には、主として、(株)山口県栽培漁業公社から提供していただいたモズクガニ種苗を使用した。これらは、山口県佐佐川産の親から2001年6月22日に孵化し、7月20日に稚ガニになった種苗で、737個体である。実験期間中の平均甲幅は 9.4 mm (最小 6.6 mm ～最大 12.7 mm)であった。また、実験個体の不足を補うために、2001年9月に山口県川棚川で採集したモズクガニの稚ガニ95個体も実験に使用した。これらの実験期間中の平均甲幅は 9.9 mm (最小 6.1 mm ～最大 14.4 mm)であった。稚ガニを、実験に使わない時には、循環濾過式の1トン水槽の中に垂下した目合い $3.5 \times 3.5 \text{ mm}$ の生簀の中に入れ、オキアミミンチと海産種苗用初期餌料ラブ・ラバ (林兼産業(株)製)を毎日与えて蓄養した。なお、水温は $25 \pm 2^\circ \text{C}$ の範囲にあった。

2.3 実験手順

2001年9月13日から11月23日にかけて実験を行った。実験I、IIともに、モズクガニの遡上に適していると考えら

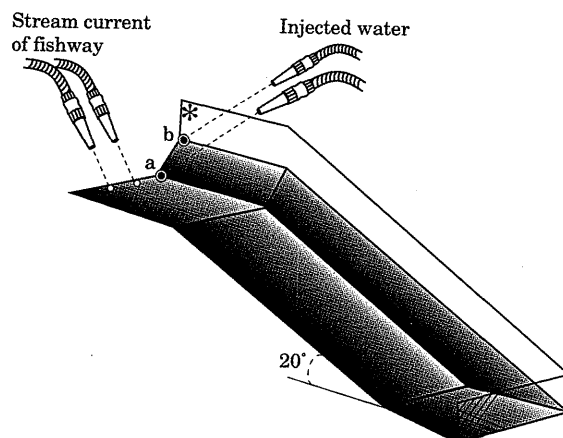


Fig. 3. The landing points of the water currents used in experiment I. Open circles indicate the landing points of stream current of the fishway. Solid circles were those of the injected water. Shaded area indicates the sponge floor. The right side wall of the fishway and right two injection nozzles are not shown. a, border between floor and side wall on the terminal edge of the fishway; b, top of sponge of side wall; *, top of the left side wall of the terminal edge of the fishway.

れている条件 (水温 25°C 、流速 100 cm/s)で実施した。なお、この条件では、照度に関係なく遡上が起きることが判明していることから⁹⁾、実験は日中に行った。

斜路の下流端 (Fig. 1 C) に供試個体10個体 (= 標識をつけなくても個体識別が可能な個体数)を同時に置き、上流水平部の通過点 (Fig. 1 D)を通った個体を「観察対象個体」と称し、それらについてのみ行動を観察した。この通過点から上流端 (Fig. 1 E)までの直線距離は 20 cm である。さらに、上流端から落下して水槽 (Fig. 1 F)に落ちた個体を計数した。一回の実験時間は10分間とし、観察対象個体の総計が100個体になるまで、稚ガニを代えて実験を反復した。なお、一度実験に使った稚ガニを再使用する場合には、実験後2日以上蓄養した。

3 実験 I : 噴射水の条件

3.1 材料と方法

カニを落とす噴射水の水量を、入射角度 35° に固定した上で、ノズル1本当たり0, 1.2, 1.6, 2.0 l/min の4条件にして実験を行った (実験I-A)。次に、噴射水量を 2.0 l/min に固定して、入射角度 15° , 35° , 55° の3条件で実験を実施した (実験I-B)。ただし、 35° については、実験I-Aでの実験結果を使った。なお、噴射水は、魚道上部から上流端へ向けた4本 (左右2本ずつ)の高圧ノズルから、魚道上流端の床面と側面の境界部 (Fig. 3 a)や、

Table 1. Frequency(%) of crabs dislodged from the terminal edge of the experimental fishway under the different injection water conditions. Four injection nozzles were used. In experiment I-A, the quantity of injection water was changed at the constant angle of incidence, 35°. In experiment I-B, the angle of incidence was changed at the constant water quantity 2.0 l/min per nozzle. The number of crabs observed was 100 for each experiment condition.

Experiment	Water quantity (l/min) per nozzle	Angle of incidence	Frequency(%) of crabs dislodged
I-A	0	—	53
	1.2	35°	67
	1.6	35°	64
	2.0	35°	76*
I-B	2.0	15°	65
	2.0	35°	76*
	2.0	55°	59

* The same data.

側面のスポンジ面の上部 (Fig. 3 b) の、いずれも上流端の近くに当たるように流した。流速はバルブを操作してデジタル流量計を見ながら流量を変化させることにより調整した。

3.2 結 果

実験 I を通じて、実験開始後ただちに斜路を遡上する稚ガニが多く、速い個体では、数秒のうちに上流端に達して水槽中に落下した。実験開始後、すぐに遡上行動を開始しなかった個体の場合は、実験が終了する時点 (10分後) でも、動きは緩慢であった。反復した実験回数は 1 条件について 11~18 回で、平均は 14 回、観察対象個体数は実験に供した個体の約 70% であった。

通常、実験開始地点に置かれた稚ガニは斜路部を遡上する際、床面と側面の境界 (水際) やスポンジ上部を通り、上流水兵部に達してもそのまま同じように遡上し続け、その経路の上流端 (Fig. 3 a, b) から落下した。この経路は、魚道上流端における噴射水の着地点 (Fig. 3 a, b) と同じ位置である。斜路を流れる魚道維持水の流心部を遡上し上流水兵部に達した稚ガニは、水平部でもそのまま流心部を通るが、上流端付近に来ると魚道維持水の着地点を避けて、床面と側面の境界 (Fig. 3 a) や側面のスポンジ上部 (Fig. 3 b) へと移動し、落下する個体が多かった。

噴射水を使用した実験では、落下した個体の半数以上は噴射水で飛ばされた個体であった。このとき実験個体は、

噴射水の着地点に直進して入ることはなく、着地点間のやや水流の弱い所を回り込むように通っているうちに、噴射水で飛ばされた。噴射水の影響がない所で自ら落下した個体も観察された。また、噴射水の着地点付近までは遡上するが、魚道維持水とは逆方向の水流を感じて再び斜路に戻り、さらに降りてしまう個体や、遡上はするが、ある場所でじっとして動かずに留まってしまいう個体もあった。

噴射水量を変化させた実験 (実験 I-A) で、噴射水が 0 l/min の場合にも、稚ガニの一部は、実験開始後すぐに遡上し魚道上流端から走り落ちた。また、遡上途中で留まる個体や、上流端付近から斜路部へと引き返すのではなく、魚道の至る所を遡上する個体も見られた。噴射水の水量をノズル 1 本当たり 1.2, 1.6, 2.0 l/min にした場合には、床面と側面の境界や側面スポンジ上部、そして流心部を遡上したが、上流端に達すると噴射水や魚道維持水の着地点を避ける個体や着地点手前で動かなくなってしまう個体が観察された。このような遡上行動には噴射水量の違いによる差異は見られなかった。噴射水量による落下個体数の変化には有意差が認められ (多試料 χ^2 検定, $\chi^2_{\text{cal}} = 11.868$, $P < 0.01$, d.f. = 3), 水量 2.0 l/min のときに、観察対象個体の 76% を落とすことができた (Table 1)。水量が 1.2, 1.6 l/min のときは 65% 前後の個体が落下した。しかしながら、噴射水が無い場合でも約半数 (53%) が落下した。

噴射水の水量を、実験 I-A で最も効果のあった 2.0 l/min に固定し、入射角度を変化させた実験 (実験 I-B) では、入射角度を小さくした場合、着地点で水が広がる範囲が大きくなり、稚ガニはその水を避けて、斜路部へ引き返すことが多かった。逆に入射角度を大きくした場合も、噴射水の飛沫が広範囲に広がり、遡上途中で飛沫を感じてその場に留る個体や斜路部へ引き返す個体が観察された。入射角度 15°, 35°, 55° それぞれにおける落下個体数には有意差が認められた (多試料 χ^2 検定, $\chi^2_{\text{cal}} = 6.690$, $P < 0.05$, d.f. = 2)。最も良い結果は、入射角度 35° であり、76% の稚ガニを落とすことができた (Table 1)。

したがって、噴射水を使用する場合には、噴射水量 2.0 l/min, 入射角度 35° の条件がモクズガニの稚ガニを最も多く落とすことができると結論した。

4 実験 II : 魚道上流端の構造

4.1 材料と方法

魚道上流端の床面を滑面にすれば、脚先がすべって落下

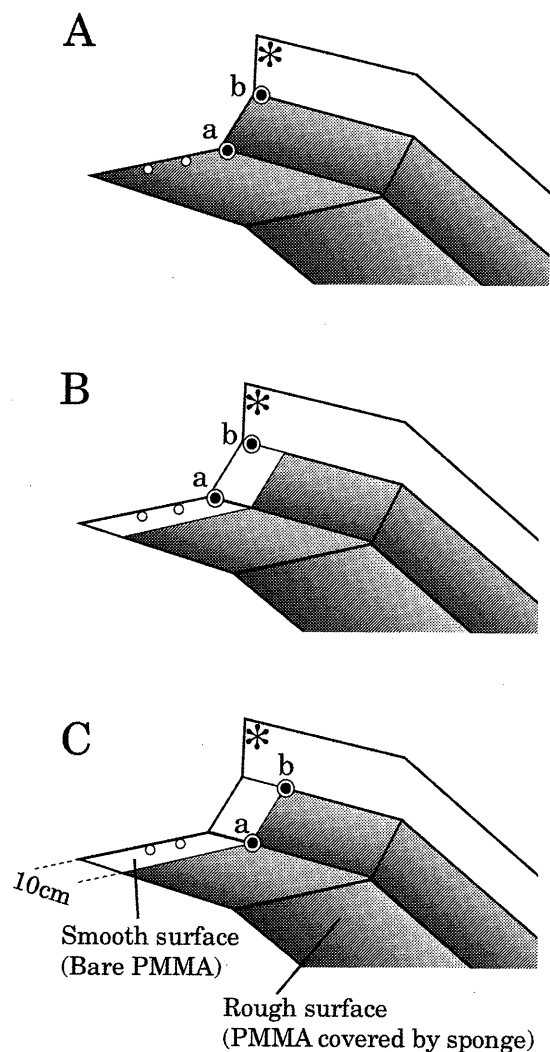


Fig. 4. The aspect of the floor surface and landing points of the injection water in experiment II-A. A, rough surface; B, smooth surface at 10 cm of terminal edge; C, smooth surface and landing points of injection water at the edge of the rough surface. Explanations of symbols are the same as shown in Fig. 3.

しやすいのではないかと考えた。そこで、実験 I において、最もよく稚ガニを落とすことができた噴射水の条件（噴射水量 2.0 l/min 、入射角度 35° ）に固定して、魚道上流端の床面の性状と噴射水を当てる位置を変えて実験を行った。床面のスポンジを魚道上流端まで敷きつめた状態で、噴射水を上流端に当てた場合（コントロール、Fig. 4 A）、次に、上流端 10 cm のスポンジを剥いでアクリル板をむき出しにし、噴射水を上流端に当てた場合（Fig. 4 B）、さらに、噴射水をスポンジと滑面部の境界に当てた場合（Fig. 4 C）の 3 条件について、比較実験を行った（実験 II-A）。ただし、コントロール（Fig. 4 A）は、実験 I-A での実験結果を使った。

次に、床面を上流端に向かって狭めていくことで、遡上

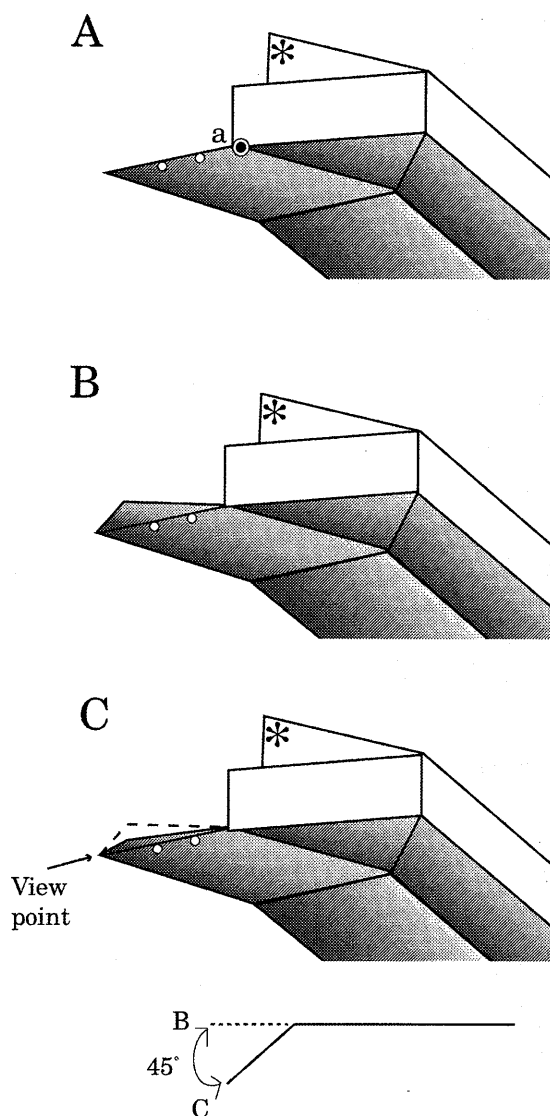


Fig. 5. The structure of the floor of the terminal edge of the fishway in experiment II-B and II-C. A, trapezoid in dorsal view; B, triangle; C, triangle (-45° on tip). Explanations of symbols are the same as shown in Fig. 3.

してきた稚ガニを効果的に落下させることができるのではないかと考えて実験を実施した。上流端の形状を上方から見て方形（魚道水平部と同じ幅約 30 cm のまま）にし、噴射水を 2.0 l/min にした場合（コントロール、Fig. 4 A）と、上方から見て台形にして噴射水量を変化させた場合との比較実験を行った。上流端の形状を台形にして行った実験では、上流端の床面水平部の通過点（Fig. 1 D）から先端部へかけて、垂直に立てたアクリル板で側面スポンジ部を水平部の床面の幅（ 10 cm ）に狭め、上方から見ると上流端が台形の形になるようにした（Fig. 5 A）。そして、上流端が狭くなることから、噴射水を 2 本（左右 1 本ずつ）に減らしてノズル 1 本当たりの水量を 0 、 2.0 、 4.0 l/min と変化させて実験を行った（実験 II-B）。なお、コントロー

Table 2. Frequency(%) of crabs dislodged under different conditions of the floor structure. In experiment II-A, the floor surface was rough or smooth, and the landing point of injected water was also changed. In II-B, the shape of terminal edge was square or trapezoid with a different number of nozzles and water quantity. In II-C, the shape of the floor terminal edge was changed to square, trapezoid, triangle, and triangle (-45°). The rough surface of the terminal edge and no injected water were used in II-C.

Experiment	Surface of terminal edge	Shape of the terminal edge in dorsal view	Water quantity (l/min) per nozzle	No. of injection nozzles	Total quantity (l/min) of water	Landing point	Angle of incidence	Frequency(%) of crabs dislodged
II-A	Rough	Square	2.0	4	8.0	a & b in Fig. 4-A	35°	76 ^{*1}
	Smooth	Square	2.0	4	8.0	a & b in Fig. 4-B	35°	61
	Smooth	Square	2.0	4	8.0	a & b in Fig. 4-C	35°	44
II-B	Rough	Square	2.0	4	8.0	a & b in Fig. 4-A	35°	76 ^{*1}
	Rough	Trapezoid	4.0	2	8.0	a in Fig. 5-A	35°	29
	Rough	Trapezoid	2.0	2	4.0	a in Fig. 5-A	35°	44
	Rough	Trapezoid	0	0	0	—	—	68 ^{*2}
II-C	Rough	Square	0	0	0	—	—	53 ^{*1}
	Rough	Trapezoid	0	0	0	—	—	68 ^{*2}
	Rough	Triangle(0°)	0	0	0	—	—	77
	Rough	Triangle (-45°)	0	0	0	—	—	76

*¹ The same data in the experiment I-A.

*² The same data.

ル (Fig. 4 A) は、実験 I-A の結果を使った。

最後に、噴射水を使用せずに、魚道上流端の形状を変えただけの実験を実施した。上方から見て、上流端が方形の場合 (Fig. 4 A, ただし噴射水は使用せず), 台形の場合 (Fig. 5 A, ただし噴射水は使用せず), 台形にした魚道の床面水平部の先端に三角形の亚克力板を取り付け, 上流端の形状を上方から見て三角形にした場合 (Fig. 5 B), さらに, 先端に取り付けた三角形を下方へ45°の勾配を付けた場合 (Fig. 5 C) の4条件についての実験を実施した (実験 II-C)。なお, 方形の場合には実験 I-A, 台形の場合には実験 II-B の結果をそのまま利用した。

4.2 結果

各実験条件毎に12~23回の実験を反復した。平均は17回で, 観察対象個体数は実験に供した個体の約60%であった。

実験開始後の稚ガニの遡上行動は, 実験 I と同様であった。床面の性状を変化させて行った実験 (実験 II-A) では, 滑面にした場合, 自ら落下する個体も観察されたが, 落下個体のほとんどが噴射水によりはじき飛ばされて落下した。粗面と滑面の境界で遡上が止まり, 粗面部に留まり, 斜路部へ引き返す個体もいた。床面の性状を粗面にし, 噴射水を上流端に当てた場合 (Fig. 4 A) には, 落下個体数は観察対象個体の76%であり, 滑面にして噴射水を上流

端に当てた場合 (Fig. 4 B) には61%, スポンジと滑面部の境界に当てた場合 (Fig. 4 C) には44%が落下し, それぞれの落下個体数間には有意差が認められた (多試料 χ^2 検定, $\chi^2_{\text{cal}}=21.422$, $P<0.001$, d.f.=2) (Table 2)。

魚道上流端の形状と噴射水量を変化させて行った実験 (実験 II-B) では, ノズル1本当たりの噴射水量を4.0 l/minとした場合には, 水流の勢いが強く飛沫も激しいため, 稚ガニの多くは上流端へは近づけず, 斜路部へと引き返した。2.0 l/minの場合も同様な行動が観察された。噴射水量0 l/minの場合, 斜路部を遡上してきた稚ガニは, 素早く上流端の狭くなっている所へ向かい, そのまま落下した。これらの実験の結果, 先端形状が方形で噴射水量2.0 l/minの場合76%の個体が落下したのに対し, 台形でノズル1本当たりの噴射水量を4.0, 2.0 l/minとした場合, それぞれの落下個体数は29, 44%と少なかった (Table 2)。しかしながら, 噴射水量0 l/minの場合には68%の個体が落ちており, 落下個体数には有意差が認められた (多試料 χ^2 検定, $\chi^2_{\text{cal}}=31.072$, $P<0.001$, d.f.=2)。

実験 I-A では, 噴射水無しでも53%が落下し, さらに実験 II-B の結果, 床面の先端を狭めて台形状にすれば, 噴射水を使用せずとも68%の個体を落とすことができた。そこで, 床面の先端をさらに狭めて三角形にして実験を行ったところ (実験 II-C), 噴射水なしでも77%の稚ガニが落

下した。さらに、三角形の部分を45°の勾配で下方に傾けて実験したところ、76%の稚ガニが落下した (Table 2)。このことから、先端に取り付けた三角形の部分は水平であっても下傾していても、落下個体数には有意差は認められなかった (多試料 χ^2 検定, $\chi^2_{\text{cal}}=0.0278$, $P>0.05$, d.f.=1)。よって三角形の部分を下傾させる必要はないと判断した。

5 考 察

噴射水を使用した時には、噴射水の着地点に向かって直進する稚ガニは認められず、明らかに噴射水の存在や飛沫を察知し、脚を止める個体が多かった。そして、噴射水の着地点を迂回し、流れや飛沫の弱い所を通して上流端へ行く個体が多く観察された。よって、噴射水の数を増やして着地点を近接させたり、噴射水量を増やせば増やすほど、魚道から落下する個体が単純に増加することはないだろう。なお、噴射水で落とした5個体を、噴射水による影響が出ていないか調べるため個別に水槽に収容し、飼育実験を行ったところ、その後に半年を経過しても死亡することなく、脱皮成長していたことから、噴射水の衝撃による影響は無いものと考えた。

魚道の床面については、気泡コンクリートなどがエビ類やモズマガニの歩脚先端がかかり易く、遡上に適していると報告されている^{6, 9)}。そこで本研究では同様な構造のスポンジを貼ったが、実験Ⅱ-Aでは魚道上流端を滑面として滑りやすくした。ところが、床面の極端な変化をモズマガニが察知し、動きが止まってしまう、滑面部へは進まない個体が多かった。このことから、極端に床面の性状を変化させるのは良くない考える。

床面の構造を変化させて行った実験 (実験Ⅱ-B, Ⅱ-C)の結果から、実験魚道の上流端を次第に狭め、魚道先端部を上方から見て三角形にした場合には、噴射水を使用しなくとも77%が落下した。さらに、確認のために同じ実験を2回反復したところ、それぞれ78%, 88%が落下し、噴射水を使用しなくとも、高い確率で稚ガニを落とすことができると分かった。これは、噴射水を使用した場合の最良結果 (76%) 以上の効果がある。モズマガニは遡上をする際、水際線だけでなく、飛沫のかからないような箇所や流心部さえも遡上する⁹⁾。そのため、上流端を次第に狭めることによって、稚ガニの落下部への誘導が効果的に実現したのであろう。また、逃げ道が徐々に無くなっていくことで、ある個体を後続の他個体が後ろから押し、その場に留まる

ことをさせないようにするといった押し出し効果の様なものが相乗的に働いたと思われる。

近年建設されたダムや堰には、通し回遊性の魚類だけでなくエビ類やモズマガニにも配慮した工夫がなされている。例えば、福岡県筑後川の筑後大堰に設置されている階段式魚道には、モズマガニが遡上しやすいように側壁に沿って太いロープが渡されている¹³⁾。沖縄本島の漢那川ダムに設置された魚道などは、ダム横の階段に沿って簡便に作られており、エビ類の遡上に貢献している (諸喜田, 未発表)。また、長崎県河通川には、エビ・カニに配慮した魚道が設置され、通し回遊性の水生生物の遡上や降河に貢献している¹⁴⁾。しかしながら、これらは設計時に考案、または設置後の大規模な改修工事によるものであり、本研究で想定した魚道のような、現在稼働しているダムの堤上に架設するだけで機能でき、遡上してきた生物をダム湖へ落とす構造は今日まで実用化されていない。このような魚道は、安価に設置できるため、恒久的な使用のみならず、改修中の仮設魚道としても使用できるであろう。

6 要 約

ダムの堤頂部をまたぐように架設し、下流から遡上してきたモズマガニの稚ガニをダム湖内へ降ろすことができる安価な魚道の開発を目的として、幅約30cmの実験魚道を使って魚道上流端の条件について研究を行った。魚道上流端に達したカニを噴射水で打ち落としたり、上流端の粗い床面を滑面にしてカニが滑りやすいようにしたり、上流端の床幅を先端に進むにつれ徐々に狭めたりして、上流端からの落下個体数を10分間観察した。その結果、上流端手前の上方から入射角35°で距離20cmのところから2.0l/minの噴射水4本を上流端に当てれば、76%の個体を落とすことができた。また、上流端を滑面にしても落下を促進する効果はなかった。さらに、上流端の床幅を徐々に狭めた場合には、噴射水を使用せずとも77~88%の個体を落下させることができた。

謝 辞

本研究にモズマガニの稚ガニを提供して下さった(株)山口県栽培漁業公社に心よりお礼申し上げる。また、本稿英文部の校閲をしてくださったDr. Chris Normanに深謝する。

文 献

- 1) 三宅貞祥：原色日本大型甲殻類図鑑（Ⅱ）。保育社，東京，1983，p. 174.
- 2) 小林 哲：通し回遊性甲殻類モクズガニ *Eriocheir japonica* (DE HAAN) の生態—回遊過程と河川環境。生物科学，51 (2)，93-104 (1999).
- 3) Kobayashi, S.: Settlement and upstream migration of the Japanese mitten crab *Eriocheir japonica* (de Haan). *Ecology and Civil Engineering*, 1 (1)，21-31 (1998).
- 4) 三矢泰彦・浜野龍夫：魚道のないダムが十脚甲殻類の流程分布に与える影響。日本水産学会誌，54 (3)，429-435 (1988).
- 5) 浜野龍夫・三矢泰彦・石崎勝義：河川横断工作物がエビ・カニ類におよぼす影響とその個体群の復元について。河川技術に関する論文集（土木学会水理委員会河川部会），4，183-188 (1998).
- 6) 浜野龍夫・吉見圭一郎・林 健一・柿元 皓・諸喜田茂充：淡水産（両側回遊性）エビ類のための魚道に関する実験的研究。日本水産学会誌，61 (2)，171-178 (1995).
- 7) 安田陽一・大津岩夫・浜野龍夫・三矢泰彦：エビ・カニ類に適した遡上水路の提案。河川技術に関する論文集（土木学会水理委員会河川部会），6，149-154 (2000).
- 8) 安田陽一・大津岩夫・浜野龍夫・三矢泰彦：多様な水生生物の遡上・降河可能な魚道の提案。河川技術に関する論文集（土木学会水理委員会河川部会），7，221-226 (2001).
- 9) 浜野龍夫・勝俣亮介・三矢泰彦・安田陽一：モクズガニの遡上魚道に関する実験的研究。水産増殖，50 (2)，143-148 (2002).
- 10) 浜野龍夫：淡水産エビ・カニ類に配慮した魚道の提案。月刊海洋／号外（総特集 甲殻類），26，249-255 (2001).
- 11) 中村俊六：魚道のはなし。山海堂，東京，1995，225 pp.
- 12) 浜野龍夫・林 健一：徳島県志和岐川に遡上するヤマトヌマエビの生態。甲殻類の研究，21，1-13 (1992).
- 13) 野中繁孝：魚道とその効果，「水辺バイオトープ—その基礎と事例—」（自然環境復元研究会編），信山社サイテック，東京，1994，pp. 126-142.
- 14) 安田陽一・大津岩夫・三矢泰彦・浜野龍夫：長崎県河通川におけるエビ・カニの遡上に配慮した魚道の効果。河川技術に関する論文集（土木学会水理委員会河川部会），8，343-348 (2002).