

ホトケドジョウに適した魚道の検討

勝呂尚之・鈴木正貴・水谷正一

Study of A Fish Way Suitable for Hotoke Loach (*Lefua echigonia*)

Naoyuki SUGURO*, Masaki SUZUKI** and Syouichi MIZUTANI***

Abstract

To study a fish way suitable for Hotoke loach (*Lefua echigonia*), testing was done using Cascade-M type and Chidori-X type. The fish ways were 30cm wide, their incline was 10 °, and the number of fish migrating upstream was counted at 2 hour intervals at flow rates of 250 and 500m /s. The results have shown that both newborn fish and 1 year old fish migrated upstream at a higher rate in the Chidori-X type than in the Cascade-M type. And increasing the flow rate encouraged upstream migration.

When testing using the Cascade-M type was performed narrowing its width from 30cm to 15cm and varying the flow rate between 125, 250, and 500m /s, if the rise of the flow rate increased the depth inside the fish way, the one-year old fish migrated upstream at a higher rate. This suggests that if water depth equal to 90% or more of the body height of a fish species is ensured, it is possible for the fish to migrate using the Cascade- M type.

To clarify the relationship between the upstream migration of Hotoke loach with time, the test was performed using Chidori-X type fish way.

Four test periods were set: 12:00 noon, 6:00 p.m., midnight, and 6:00 a.m., and fish were allowed to migrate upstream for 6 hours each time. No differences were observed between the migration of the new born fish during the daytime and nighttime, but more one year old fish migrated upstream during the night. And at all time periods, many fish migrated upstream during the 2 hours immediately after the start of the test.

緒言

ホトケドジョウ *Lefua echigonia* はドジョウ科ホトケドジョウ属の淡水魚である。日本固有種で、青森県、中国地方西部を除く本州、四国東部に分布し、流れの緩やかな細流に生息するが、各地で減少している¹⁾。そのため、環境省のレッド・データ・ブックでは絶滅危惧 B類²⁾、水産庁の「日本の希少な野生水生生物に関する基礎資料」では減少種に位置付けられている¹⁾。

県内では、多摩川、鶴見川、大岡川、神戸川、境川、引地川、相模川、金目川、中村川、帷子川、葛川などで生息が確認されているが³⁻⁵⁾ 環境悪化に伴い各地で減少し、県のレッド・データ・ブックでも、絶滅危惧種 B類に指定された⁶⁾。県水産技術センター内水面試験場(以下、試験場)では、ホトケドジョウの分布・生態調査を行いながら、種苗生産技術の開発研究に取り組み、継代飼育による遺伝子保存を行ってきた^{7,8)}。

最近では、自然水域での生息地保全・復元にも着手し、川崎市の生田緑地⁹⁾や伊勢原市の上堤農業用水路¹⁰⁾などでは、生息地の復元に成功している。

他方、近年、水田地帯では圃場整備と生態系の保全を両立させるため、各水域間のつながりを魚道によって回復する研究が行われ、カスケードM型や千鳥X型魚道など、小規模な魚道が開発されている¹¹⁻¹⁴⁾。今回、絶滅危惧種のホトケドジョウについて、周辺水域との段差を解消し、生息地の保全・復元に寄与するため、カスケードM型と千鳥X型の2つの魚道を用いて試験を行い、遡上状況を比較した。また、カスケードM型では流量と水深の違いが、遡上におよぼす影響について、また、千鳥X型では本種の遡上時刻を調べ、ホトケドジョウに適した魚道を総合的に検討した。

本論文を作成するにあたり、貴重な御助言をいただいた水津敏博場長をはじめとする内水面試験場職員の

2008. 1. 受理 神水セ業績No.07-10

脚注* 内水面試験場

** 福井県土地改良事業団体連合会

*** 宇都宮大学農学部

皆様に感謝の意を表します。また、データ収集や解析にご協力いただいた研修生の山本亮氏をはじめ、当時、日本大学生物資源科学部海洋生物資源学科の皆さんに深謝します。

方法

カスケードM型魚道と千鳥X型魚道の比較試験

試験に用いた魚道のタイプはカスケードM型¹⁴⁾と千鳥X型¹⁴⁾である。魚道は木製で、長さ2m、幅30cm、高さ15cm、傾斜角を10°とし、上流部に60cm×60cmのプールを接続した(図1)。また、遡上するホトケド

ジョウの行動を横から観察するため、壁面の一部に透明なアクリル板を使用した。水は地下水槽(50t)からパワーフィルター(エーハイム社:エーハイムフィルター2217・800 /h)で揚水した。

供試魚は試験場で種苗生産した多摩川水系生田緑地産の当歳魚(標準体長 $26.1 \pm 2.5\text{mm}$)と1歳魚(標準体長 $51.6 \pm 3.6\text{mm}$)で、それぞれ50尾ずつ用いた。

流量は250と500m³/sの二通りを設定した。各流量における流速と水深を表1に示した。試験時間は24時間(12時~翌日12時)で、試験場の魚類行動試験室で実施した。6時~18時は、水銀灯を点灯し(600~750Lux)、

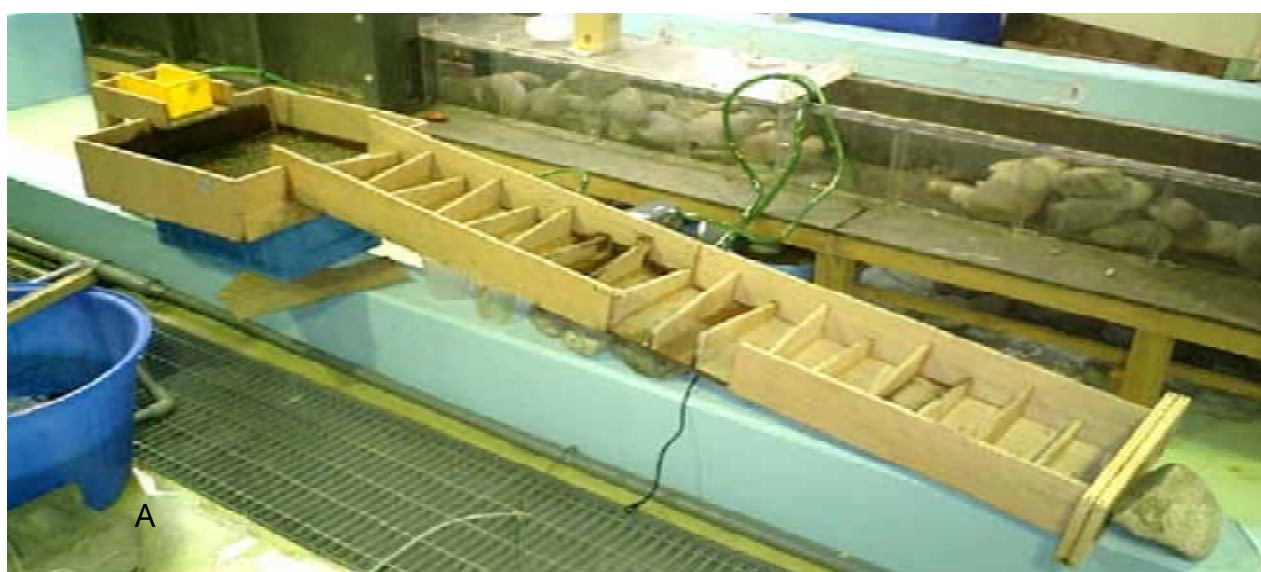


Fig.1 Structure of an experimental equipment, A a Fishway equipment ; B Cascade-M type ; C Chidori-X type

図1 本試験で使用した魚道実験装置, A ; 魚道装置概況, B ; カスケードM型, C ; 千鳥X型

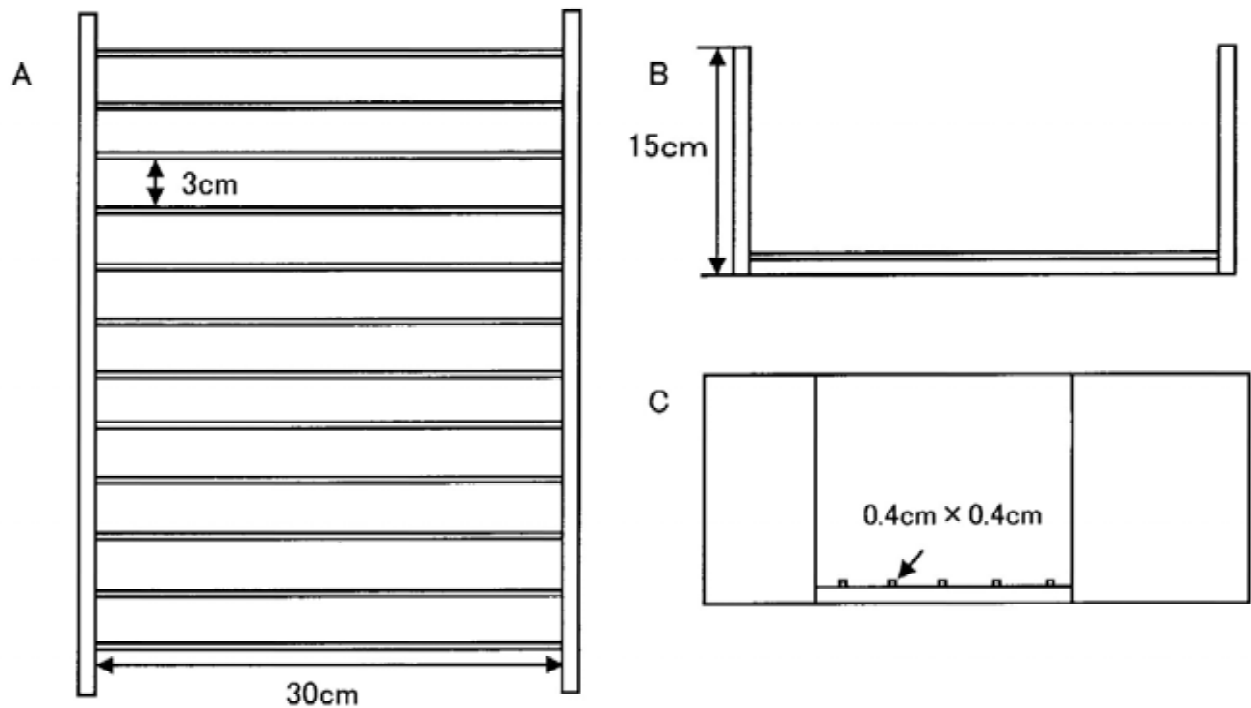


Fig.2 Structure of Cascade-M type an experimental equipment, A a ground plan ; B a front of view ; C a cross of view

図2 カスケードM型魚道の構造図, A; 平面図, B; 正面図, C; 側面図

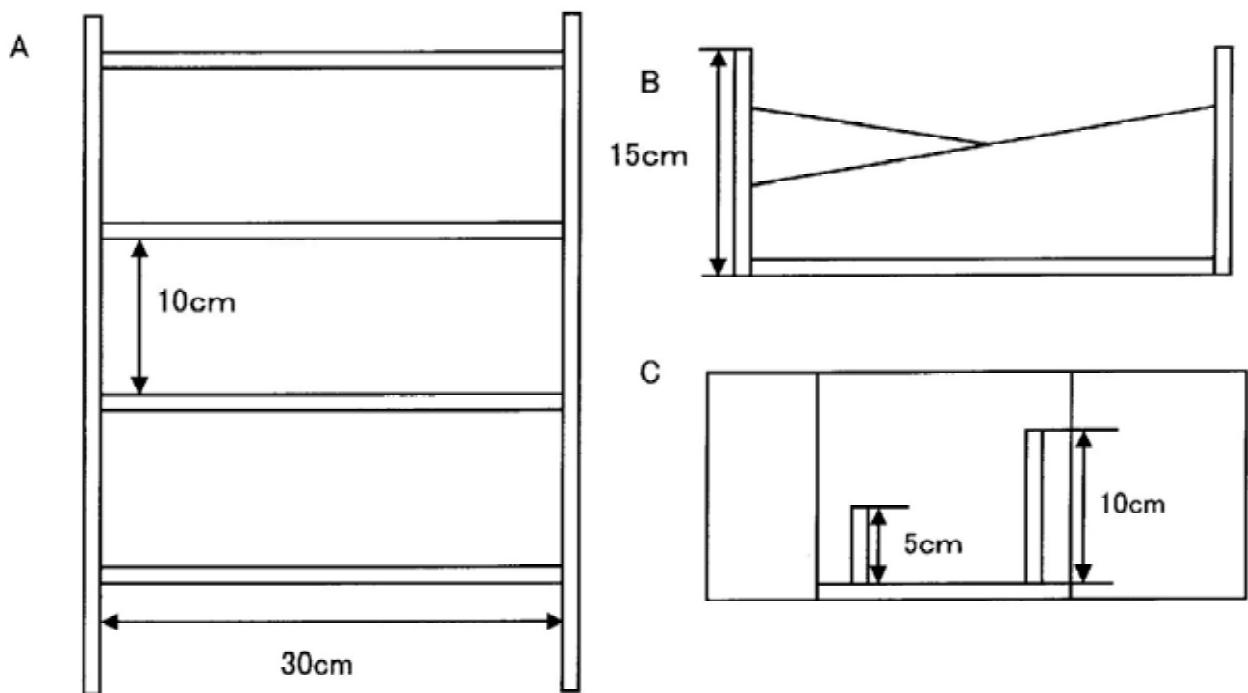


Fig.3 Structure of Chidori-X type an experimental equipment, A a ground plan ; B a front of view ; C a cross of view

図3 千鳥X型魚道の構造図, A; 平面図, B; 正面図, C; 側面図

Table 1 Study of a fishway suitable for Hotoke loach, flow size, surface velocity, water depth and ratio of body height to water depth in each experiment.

表1 ホトケドジョウに適した魚道の検討・各魚道における流量、流速、水深および体高・水深割合

魚道タイプ	魚道幅(cm)	流量(m ³ /s)	流速(cm/s)	水深(mm)	ホトケドジョウの体高・水深割合(%)		
					および遡上行動(S ¹ とC ²)		
					当歳魚	1歳魚	
カスケードM型	30	250	20.8±1.6	4.5	102.3(-)	63.4(S)	
		500	31.3±2.7	6.5	147.7(S)	91.6(C・S)	
千鳥X型	30	250	越流部	28.0	60.0	1363.6(S)	845.1(S)
			プール内	4.0			
		500	越流部	39.6	75.0	1704.6(S)	1056.3(S)
			プール内	8.3			
カスケードM型	15	125	19.9±2.0	6.5	147.7(S)	91.6(C・S)	
		250	32.5±3.4	8.0	181.8(S)	112.7(S)	
		500	40.9±3.3	12.0	272.7(S)	169.0(S)	

*1 S ; 遊泳型 , *2 C ; 匍匐型

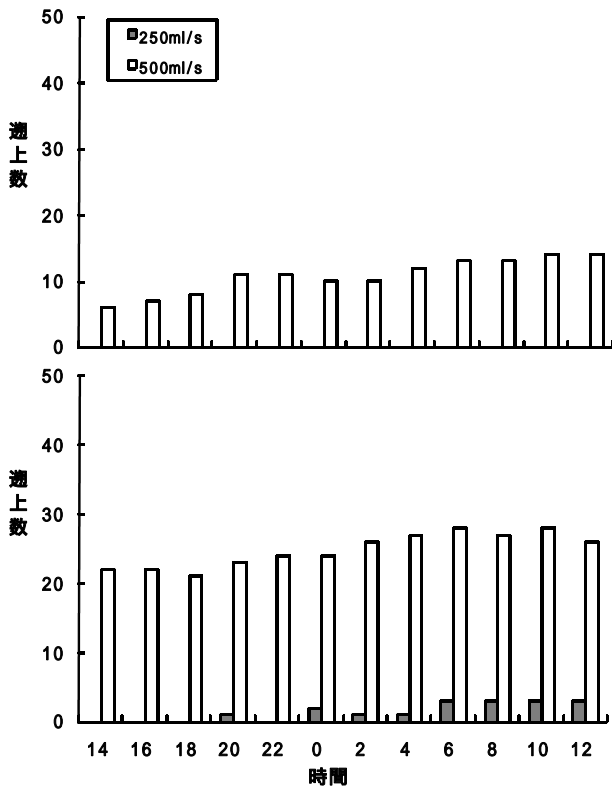


Fig.4 Ratio of upward migration of Hotoke loach in the Cascade-M type of 30cm-width, top ; newborn fish, bottom ; 1 year old fish.

図4 カスケードM型魚道・幅30cmにおけるホトケドジョウの遡上状況
上；当歳魚，下；1歳魚

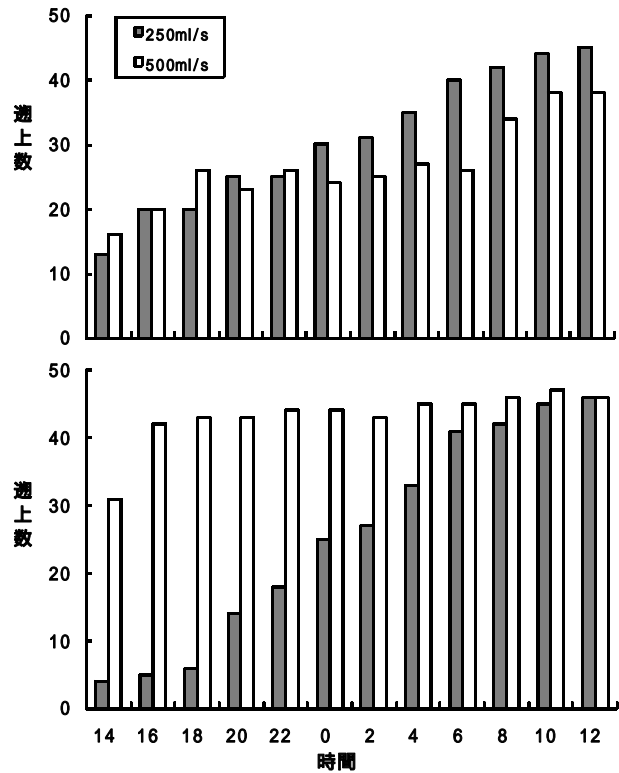


Fig.5 Ratio of upward migration of Hotoke loach in the Chidori-X type of 30cm-width, top ; newborn fish, bottom ; 1 year old fish.

図5 千鳥X型魚道・幅30cmにおけるホトケドジョウの遡上状況
上；当歳魚，下；1歳魚

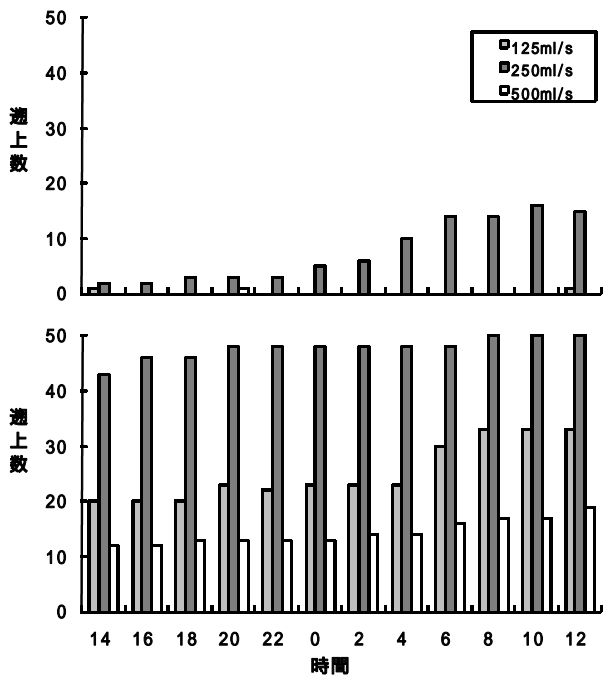


Fig.6 Ratio of upward migration of Hotoke loach in the Cascade-M type of 15cm-width, top ; newborn fish, bottom ; 1 year old fish.

図6 カスケードM型魚道・幅15cmにおけるホトケドジョウの遡上状況
上；当歳魚，下；1歳魚

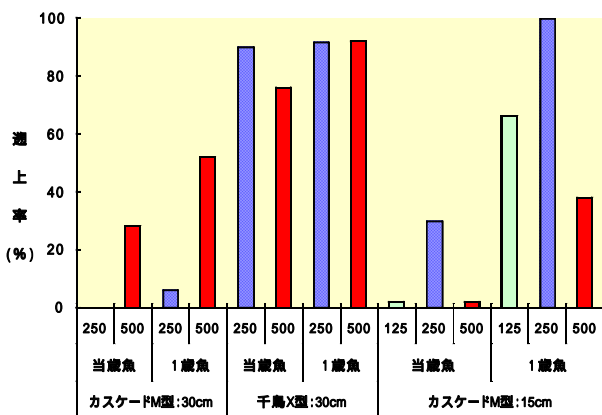


Fig.7 Study of a fishway suitable for Hotoke loach, Ratio of upward migration in each type of fishway.

図7 ホトケドジョウに適した魚道の検討試験・各魚道タイプ別の遡上結果

18時～翌6時は消灯した（0Lux）。試験中は目視とビデオカメラ（TOA株式会社：DSPカラーカメラC-CC30L）で遡上する魚の行動を随時観察し、2時間おきに上流のプールに遡上した魚を計数した。

また、魚道内の水質を把握するため、水温（株式会社ニッソー：デジタル水温計ND-05）、水素イオン濃度（以下pH、電気化学計器株式会社：ガラス電極式水素イオン濃度計HPH-110）、溶存酸素量（以下DO、東亜電波工業株式会社：ポータブル溶存酸素計DO-11P）を2時間おきに測定した。

カスケードM型魚道による流量・水深影響試験

試験装置は前出のカスケードM型で、魚道の幅を30cmから15cmに変更し、流量を125、250、500 ml/sの3通りに設定した。その他の試験方法については、供試魚を含め前述試験と同様とした。各魚道における流量、流速、水深および供試魚の体高・水深割合について表1に示した。

千鳥X型魚道による遡上時刻比較試験

試験装置は前述の千鳥X型魚道を用い、流量は250ml/sとした。その他の試験方法は、供試魚を含め前述試験と同様である。

試験時間を4つの時間帯に区分し、12時～18時（以下、12時区）、18時～0時（18時区）、0時～6時（0時区）、6時～12時（6時区）とした。

結果

カスケードM型魚道と千鳥X型魚道の比較試験

試験期間中の魚道内水温は 21.3 ± 0.98 （平均値±標準偏差、以下同様）、水質はpHが 7.45 ± 0.13 、DOが $9.87 \pm 0.11 \text{mg/l}$ であった。

カスケードM型における遡上行動は、匍匐型および遊泳型の2つのタイプが確認された。匍匐型は這うようにしながら角材を1つ1つ遡上し、遊泳型は泳ぎながら、複数の角材を1度に遡上する。匍匐型は魚道の両端部を遡上するのに対し、遊泳型は端だけでなく、中央付近でも遡上が見られた。ホトケドジョウの当歳魚は、250 ml/sでの遡上は確認できず、500 ml/sでは遊泳型が観察された。1歳魚は250ml/sで匍匐型、500 ml/sでは匍匐型と遊泳型の両方が見られた。また、千鳥X型では当歳魚、1歳魚ともに遊泳型で遡上した。

時間別の遡上数をカスケードM型について図4に、千鳥X型について図5に、また、各魚道の遡上率（遡上率 = 完全遡上個体数¹⁴⁾ / 50 × 100）の比較を図7と図8にそれぞれ示した。なお、最上流端まで遡上した後、魚道を降下する個体ごく一部で確認された。

カスケードM型・幅30cmにおいて、当歳魚は250ml/sでは、開始地点から約1m程度までの遡上行動は確認されたが、上流端まで遡上した個体数は0であった。

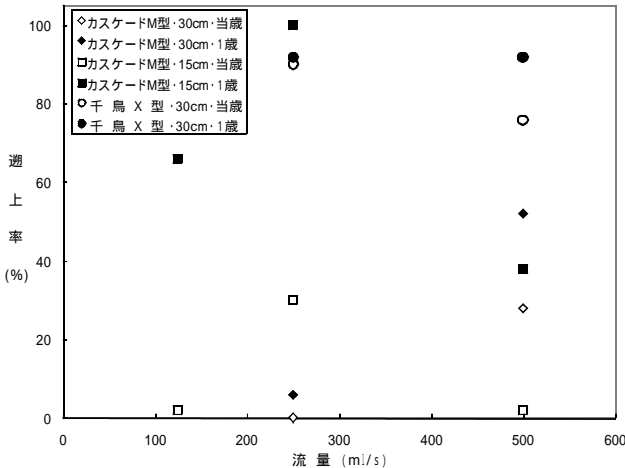


Fig.8 Study of a fishway suitable for Hotoke loach, Ratio of upward migration in flow size with each type of fishway.

図8 ホトケドジョウに適した魚道の検討試験・各魚道の流量別遡上結果

他方、500 m /sでは遡上率は28%であり、両者の間に有意差があった(χ²検定、P<0.01；以下、検定はすべてχ²検定)。千鳥X型において当歳魚は250 m /sで90%、500 m /sで76%であったが、有意差はなかった(P<0.05)。カスケードM型・幅30cmにおける1歳魚の遡上率は250 m /sが6%、500 m /sが52%で有意差があった(P<0.01)。千鳥X型において1歳魚は250 m /sが92%、500 m /sが94%であり、有意差はなかった(P<0.05)。千鳥X型の遡上率は流量の違いにより変化せず、ともに高い遡上率であるが、経過時間ごとの遡上数の推移が大きく異なった。1歳魚についてみると、500 m /sでは試験開始4時間後の16時の遡上率が84.0%であり、この時間までに大部分が遡上した。他方、250 m /sでは同時刻までの遡上率は僅か10.0%で、その後も時間の経過に伴い遡上数が増え、80%以上が遡上したのは18時間後の6時であった(図5)。

幅30cmの魚道についてカスケードM型と千鳥X型の遡上率を比較すると、当歳魚、1歳魚ともに流量が250と500 m /sのどちらの条件においても、カスケードM型に比べ、千鳥X型の遡上率が高かった(P<0.05)。

同条件における当歳魚と1歳魚の遡上率を比較すると、カスケードM型の500 m /sでは1歳魚のほうが高く(P<0.05)、その他の条件では年齢による遡上率の差はなかった(P<0.05)。

カスケードM型魚道による流量・水深影響試験

試験期間中の魚道内水温は16.4 ± 0.39、水質はpHが7.74 ± 0.02、DOが9.86 ± 0.12mg/であった。

遡上行動は、当歳魚は125、250、500 m /sのすべてにおいて遊泳型であった。1歳魚は125 m /sでは匍匐

型と遊泳型の両方が見られ、250と500 m /sでは遊泳型であった。

各試験区の遡上数を図6に、遡上率の比較を図7と図8に示した。当歳魚における遡上率はそれぞれ125 m /sは2%、250 m /sは30%、500 m /sは2%であり、250 m /sは他の2区に対し有意差があった(P<0.01)。1歳魚では125 m /sは66%、250 m /sは100%、500 m /sは38%であり、各区間で有意差があった(P<0.01)。年齢別では全ての流量において、1歳魚の遡上率が高かった(P<0.01)。

また、時間経過に伴う遡上状況を見ると、当歳魚では125、500 m /sともにほとんど遡上せず、250 m /sでは10時間後までは2~3尾が遡上したに過ぎなかったが、その後漸増した。

1歳魚では、試験開始の2時間後・14時に250 m /sでは86%が遡上したが、125 m /sでは40%と低く、その後の時間経過とともに遡上数が増加した。他方、500 m /sでは14時間までに12%が遡上し、その後の遡上数は少なかった。

前述試験・幅30cmの結果と比較すると、250 m /sでは当歳魚、1歳魚ともに幅15cmのほうが、遡上率が高かった(P<0.01)。しかし、500 m /sでは幅30cmのほうが、遡上率が高く、当歳魚では有意差があり(P<0.01)、1歳魚ではなかった(P<0.05)。また、流速がほぼ同じ状態の幅30cm・250 m /s(流速・20.8 ± 1.6cm/s)と幅15cm・125 m /s(流速・19.9 ± 2.0cm/s)の遡上率は、当歳魚では差がなく(P<0.05)、1歳魚では有意差があった(P<0.01)。幅30cm・500 m /s(31.3 ± 2.7cm/s)と15cm・250 m /s(32.5 ± 3.4cm/s)においても同様に、当歳魚では差はないが(P<0.05)、1歳魚では有意差があった(P<0.01)。

また、1歳魚の体高(7.1mm)と水深との関係は、遡上行動が匍匐型であった幅30cm・250 m /sでは、体高に対する水深が63.4%、匍匐型と遊泳型の両方が見られた幅30cm・500 m /sと幅15cm・125 m /sでは91.6%であった(表1)。

当歳魚の体高(4.4mm)と水深の関係は、幅30cm・15cmともに体高に対して90%以上の水深であったが、遡上結果は低く、幅15cm・250 m /s(流速32.5 ± 3.4cm/s)で30%、幅15cm・125 m /s(19.9 ± 2.0cm/s)で2%と、流速が小さいほど遡上率は低下した。また、幅30cm・500 m /s(流速：31.3 ± 2.7cm/s)と幅15cm・125 m /s(流速：19.9 ± 2.0cm/s)の水深はともに6.5mmであった(表1)が、流速の大きい幅30cm・500 m /sの方が、遡上率が高かった(P<0.01)。

本試験の供試魚の体長から、魚類の突進速度(S = 10BL/s、BL；標準体長・cm、s；時間・秒)¹⁵⁾を算出したところ、当歳魚で26.1 ± 2.5cm/s、1歳魚で51.6 ± 3.6 cm/sであったが、本試験では、当歳魚はこれよりもさ

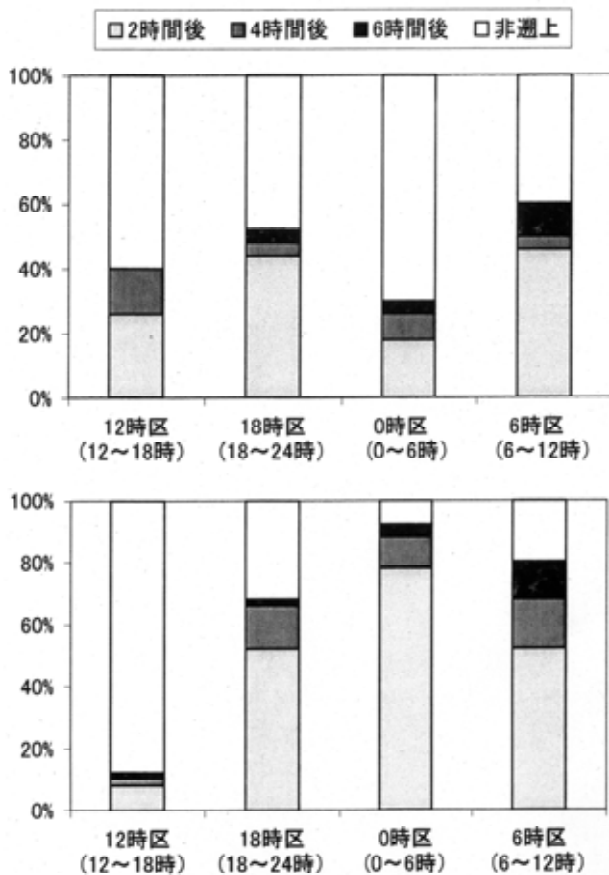


Fig.9 Relationship between time and ratio of upward migration in Hotoke loach with Chidori-X type, top ; newborn fish, bottom ; 1 year old fish.

図9 千鳥X型魚道におけるホトケドジョウの時刻別遡上率
上；当歳魚，下；1歳魚

らに大きい流速での遡上が確認された。

千鳥X型魚道による遡上時刻比較試験

試験期間中の水温は 19.6 ± 1.41 、水質はpHが 7.67 ± 0.15 、DOが $9.85 \pm 0.15\text{mg/l}$ であった。

各試験区の時間帯毎の遡上率を図9に示した。当歳魚の遡上率は12時区が40%、18時区が52%、0時区が30%、6時区が60%であった。1歳魚の遡上率は12時区が12%、18時区が62%、0時区が92%、6時区が80%であった。

当歳魚は18時区と6時区で遡上が多く、12時区と0時区は少ない。1歳魚は0時区が最も多く、以下6時区、18時区、12時区の順であった。12時区と6時区を昼間、18時区と0時区を夜間として、昼間と夜間の遡上状況を比較すると、当歳魚は昼間の平均遡上率は50%（12時区と6時区の平均値）、夜間は41%（18時区と0時区の

平均値）であった。1歳魚では昼間は45%、夜間は77%であった。当歳魚では昼間と夜間の遡上数に有意差はなく（ $P < 0.05$ ）、1歳魚は夜間の遡上数が多かった（ $P < 0.05$ ）。

遡上状況と時間経過との関係は、当歳魚では12時区が2時間後13尾、4時間後7尾、6時間後0尾、以下同様に18時区では、22尾、2尾、2尾、0時区では、9尾、4尾、2尾、6時区では23尾、2尾、5尾が遡上した。1歳魚では、12時区が2時間後4尾、4時間後1尾、6時間後1尾、18時区では、26尾、7尾、1尾、0時区では、39尾、5尾、2尾、6時区では26尾、8尾、6尾の遡上が確認された。

各試験区のデータを総合すると、当歳魚では試験開始から2時間で平均73.3%、2時間後から4時間で17.1%、4時間後から6時間で9.7%が遡上し、1歳魚では試験開始から2時間で71.6%、2時間後から4時間で19.0%、4時間後から6時間で9.4%が遡上した。

考 察

カスケードM型・250m/sでは、当歳魚の遡上が見られなかったものの、その他の条件ではカスケードM型、千鳥X型ともにホトケドジョウの遡上が確認された。特に千鳥X型では遡上率が75%以上と良好な結果で、どの条件においてもカスケードM型よりも遡上率が高い（ $P < 0.05$ 、図7）。この結果から、ホトケドジョウにはカスケードM型よりも千鳥X型が適した魚道と考えられる。千鳥X型では当歳魚、1歳魚ともに250m/sと500m/sの遡上率に差がないので（ $P > 0.05$ ）、流量にも影響を受けにくく、高い遡上効果が期待できる。ただし、流量と遡上時間の関係をみると、1歳魚では、500m/sでは試験開始後4時間で約80%が遡上したが、250m/sでは、多くの個体が遡上するには時間を要した（図5）。このことから本種の遡上を促進するためには、ドジョウ¹⁴と同様に500m/s程度の流量が必要と推察された。

他方、カスケードM型・幅30cmの遡上率は、250m/sでは当歳魚0%、1歳魚6%とともに低かったが、500m/sでは当歳魚28%、1歳魚52%と改善された（ $P < 0.01$ 、図7と図8）。さらに本型魚道の幅を狭めて15cmとし、水深を大きくすると、1歳魚ではさらに遡上率が向上した（ $P < 0.01$ ）。この原因は、供試魚の体高と水深の関係にあると推察された。1歳魚では、幅30cm・250m/sと幅15cm・125m/s、幅30cm・500m/sと幅15cm・250m/sは、ほぼ同じ流速であるが、水深が大きい方が、遡上率が高い（ $P < 0.01$ ）。

ドジョウではカスケードM型の500m/sにおいて匍匐型から遊泳型に変化した¹⁴、ホトケドジョウの遡上行動は、水深の増加により、匍匐型から遊泳型への変化が確認された。ホトケドジョウ1歳魚の体高は

7.1mmであるが、匍匐型であった幅30cm・250m /sでは、体高に対する水深は63.4%、匍匐型と遊泳型の両方が見られた幅30cm・500m /sと幅15cm・125m /sでは91.6%であった(表1)。この結果から、本種は体高の90%以上の水深があれば、魚道内を遊泳型で遡上し、遡上率が改善されると推定された。

当歳魚は体高が4.4mmであり、幅30cmおよび15cmの魚道のいずれの条件でも体高に対して90%以上の水深がある(表1)ことから、流速が小さい方が遡上率は高くなることが予測される。しかし、実際は、幅15cm・流量250m /sにおける流速が 32.5 ± 3.4 cm/sで、遡上率は30%、幅15cm・流量125m /sにおける流速は 19.9 ± 2.0 cm/sで、遡上率は2%と、流速が小さいほどむしろ低下した。同じ水深6.5mmの幅30cm・500m /s(流速： 31.3 ± 2.7 cm/s)と幅15cm・125m /s(流速： 19.9 ± 2.0 cm/s)では、流速の大きい幅30cm・500m /sの方が、遡上率が高かった($P < 0.01$)。このことから、千鳥X型魚道と同様に、ある程度の流速がホトケドジョウの遡上を促す要因の1つと推察され、幅30cm・250m /sの当歳魚の遡上率が低いのは、遡上する能力はあるが、流速が小さいため遡上行動が促されなかった可能性がある。しかし、流速20cm/sより30cm/sの遡上率は高いが、流速40cm/sでは遡上率が低下した。このことから、30cm/s程度の流速があればホトケドジョウの遡上行動を促し、遡上率を改善することができるが、さらに速い40cm/s以上では、遡上が困難になると推察された。

本試験では、魚道の幅を縮小することで水深を深くし遡上率を改善できたが、現場では魚道に導入する水量が限られる場合もある。例えば、川崎市生田緑地の4つのホトケドジョウ復元池の流量は、最も多い池でも100m /s程度、少ない池では15m /s以下である。この程度の流量では、魚道幅の変化だけで水深の確保や流速の調整を行うことは難しい。そこで、今後は魚道内の角材のサイズや配置の仕方などを変えて水深を確保する方法等も考えられる。しかし、魚道の種類の選定や構造の検討には、実験室だけではなく、実際に現場に設置した上で、その効果や問題点などについて調査する必要がある。

魚類の遊泳速度には突進速度と巡航速度がある¹⁵⁾。カスケードM型では休憩を取りながら遡上し、1度に遡上する距離は短く、千鳥X型では越流部が短いことから、両魚道ともに突進速度が重要であると判断し、流速との関係を調べたところ、供試魚の突進速度は、当歳魚で 26.1 ± 2.5 cm/s、1歳魚で 51.6 ± 3.6 cm/sであった。本試験では、当歳魚はこれよりもさらに大きい流速での遡上を確認された。両魚道ともに流量500m /sで遡上したことから、500m /sにおける流速、即ち、カスケードM型では約30cm/s、千鳥X型では越流部の約40cm/s以下であれば、遡上可能と判断された。

また、千鳥X型魚道における遡上時刻の検討試験から、当歳魚では昼間と夜間の遡上数に差はないが($P > 0.05$)、1歳魚では昼間に比べ夜間に多く遡上することがわかった($P < 0.05$)。本試験から、ホトケドジョウは成長に従って行動様式が変化することが想定され、1歳魚になると夜間に行動が活発になる可能性がある。そのため本種の魚道については昼だけでなく夜間も機能させることが求められるが、本試験だけではデータが少ないので、本種の行動時間と遡上との関係については、さらに詳細な調査を行う必要がある。

摘要

ホトケドジョウに適した魚道を検討するため、カスケードM型と千鳥X型を用いて試験を行った。魚道の幅を30cm、傾斜を 10° 、流量を250と500m /sとして、2時間おきに遡上数を計数した。結果は当歳魚および1歳魚ともに、千鳥X型がカスケードM型より遡上率が高かった。また、幅30cmの魚道では、流量が多い方が遡上を促進した。

カスケードM型で魚道の幅を30cmから15cmに狭め、125、250、500m /sの3通りの流量で試験を行ったところ、250m /sの遡上率が改善された。本種の体高に対して、90%以上の水深を確保できれば、カスケードM型でも対応できる可能性が示唆された。

ホトケドジョウの遡上と時刻との関係を解明するため、千鳥X型魚道を用いて試験を行った。試験開始時間を12時、18時、0時、6時の4通りに設定し、それぞれ6時間、魚を遡上させた。当歳魚は昼間と夜間の遡上数に差はなかったが、1歳魚は夜間に多く遡上した。また、各時間帯ともに、試験開始直後の2時間に多くの遡上がみられた。

引用文献

- 1) 細谷和海(1994): ホトケドジョウ, 日本の希少な野生水生生物に関する基礎資料, 水産庁編, 386-391.
- 2) 環境省(2007): 日本の絶滅のおそれのある野生生物の種のリスト(汽水・淡水魚類).
- 3) 勝呂尚之・安藤隆・戸田久仁雄(1998): 神奈川県希少淡水魚生息状況- (平成6~8年度), 神奈川県水産総合研究所研究報告, 3, 51-61.
- 4) 勝呂尚之・安藤隆(2000): 県希少淡水魚生息状況- (平成9~10年度), 神奈川県水産総合研究所研究報告, 5, 25-40.
- 5) 勝呂尚之・中川研・蓑宮敦(2006): 県希少淡水魚生息状況- (平成11~16年度). 神奈川県水産総合研究所研報, 1, 93-108.
- 6) 勝呂尚之・瀬能宏(2006): 県レッドデータ生物調査報告書脊椎動物編・汽水・淡水魚類, 高

- 桑正敏・勝山輝男・木場英久編, 神奈川県立生命の星・地球博物館, 275-288.
- 7) 勝呂尚之(2002): ホトケドジョウの初期飼育条件, 水産増殖, 50, 55-62.
 - 8) 勝呂尚之(2005): ホトケドジョウ種苗生産における最適親魚収容数および魚巢設置数, 水産増殖, 53, 83-90.
 - 9) 生田緑地ホトケドジョウ保存事業実行委員会(2001): 平成12年度生田緑地ホトケドジョウ保存事業報告書, 41pp.
 - 10) 勝呂尚之(2001): ホトケドジョウのすめる用水路を整備, 現代農業, 80(9), 326-327.
 - 11) 端憲二(1999): 小さな魚道による休耕田への魚類遡上試験, 農業土木学会誌, 67, 497-502.
 - 12) 端憲二(2000): 田圃につける小さな魚道, 応用生態工学学会誌, 3, 231-34.
 - 13) 広部圭一(1991): 魚にやさしい排水路整備を目指して, 水と土, 87, 37-40.
 - 14) 鈴木正貴・水谷正一・後藤章(2001): 水田水域における淡水魚の双方向移動を保障する小規模魚道の試作と実験, 応用生態工学学会誌, 4(2), 163-177.
 - 15) 塚本勝巳・梶原武(1973): 魚類の速度と遊泳能力, 水産土木学会誌, 10, 31-36.