

## アユの遡上促進のためのコンテナボックスを用いた簡易魚道の開発と効果検証

高瀬智洋<sup>1\*</sup>・澤崎昌子<sup>1</sup>・安齋武治<sup>1</sup>

### Development and test of a small-scale fishway using container boxes to facilitate ayu (*Plecoglossus altivelis altivelis*) to migrate upstream

Tomohiro TAKASE\*, Masako SAWAZAKI and Takeharu ANZAI

**Abstract:** In order to facilitate ayu (*Plecoglossus altivelis altivelis*) staying in the weir to migrate upstream, we developed the small-scale fishway using container boxes. The test was conducted in the under of Shouwa water weir with a height of 2 m. We confirmed that ayu was migrating using the fishway. Especially when we loaded the container box in seven stages, the effect was high, 158 ayu migrated in 1 hour. The task of installing and removing our fishway was less than that of the small-scale fishway using sandbags. The test was done in a short period. The water temperature was high and it was not turbid, so it was suitable for ayu to migrate during the testing period. In the future, it is required to gather knowledge in a long-term test.

**Key Words:** *Plecoglossus altivelis altivelis*; container box; small-scale fishway; Tama River

\* Corresponding author: Tokyo Metropolitan Islands Area Research and Development Center of Agriculture, Forestry and Fisheries, 2-7-104 Kaigan, Minatoku, Tokyo, 105-0022, Japan.

Tomohiro\_Takase@member.metro.tokyo.jp

アユ *Plecoglossus altivelis altivelis* は、内水面漁業における重要な魚種である。両側回遊型の生態をもち、増殖や有効利用を図るうえで、河川環境における分断された縦断方向の連続性を回復することが重要な課題となっている(武藤 2006)。

多摩川は東京を流れる都市河川であり、落差工や堰が数多く存在する。本河川は国土交通省が推進する「魚がのほりやすい川づくり推進モデル事業」に指定されており、その一環で多くの落差工や堰には魚道が整備されるに至っている。しかしながら、一部の魚道では、出入り口が流量の変動などで十分に確保されず、アユが堰下に迷入し滞留するなど課題が残る状況となっている(安田 2011, 前田・藤原 2011)。この滞留するアユを堰上まで速やかに遡上させるため、別途、土のう式簡易魚道を設置し、アユを遡上させる取組が行われている(前田 2012, 橋本 2013, 2014)。

しかしながら、土のう式簡易魚道では、堰の落差が大きくなると、相当の資材と作業を要することが課題となる。例えば、落差 1.3 m の日野用水堰では 1/3 勾配で、土のう 412 袋、設置に 39 人で 1 時間 30 分間(7.3 人工)、撤去に 20 人で 40 分(1.67 人工)を要したが、落差 2.4 m の大丸用水堰の場合では、同じ 1/3 勾配で、土のう 1,930 袋、設置に 34 人工、撤去に 16 人工を要した(橋本 未発表)。落差が 1.8 倍に増加したことで資材・作業は 5 倍以上(≒ 1.8<sup>3</sup>)と大きな負担となり、土のう式簡易魚道は、落差 2 m 前後では作業の上で簡易の枠を超える。

そこで、本研究では、落差 2 m 前後の堰にあっても、アユの遡上を促進する、土のう式簡易魚道に代わる新しい簡易魚道を提案するとともに、その設置試験を行う。

## 材料および方法

### 積上げ式コンテナボックス簡易魚道の開発

簡易魚道の開発においては、(1)遡上中のアユが一時的に休息できる場所の確保、(2)魚類が行き来できる連続性の確保、(3)土のう式と比べ設置・撤去がより簡易、の3点に留意した。簡易魚道は、コンテナボックス(図1)を複数段積み上げ、堰の高さに対応するものとし、各コンテナボックスの底面には穴を開け、またプラスチックダンボール製のスロープ(勾配2/3)を取り付けた(図2)。なお、最上段用のコンテナボックスには、アユの遊泳空間を最大限に確保するため、スロープを取り付けなかった。

コンテナボックスの積上げ段数は、堰高2m前後に対応するため、最大7段までを想定した。上段から下段へと水が流れながらもコンテナボックス内に水が充満する構造にするため、最下段の1段目から3段目までは直径32mm、4段目～6段目までは直径44mm、最上段の7段目には直径64mmと、上段から下段に向かって直径が小さくなるように穴を開けた(図2)。なお、段数を6段、5段と少なくする場合は、最上段のみを直径64mmのものにして、それより下段の構成は上記と同じにした。



外寸(mm) : W552×D400×H309

上部内寸(mm) : W513×D361×H300

有効内寸(mm) : W502×D350×H284

容量 : 54 リットル

材質 : PP

図1 コンテナボックスの形状



図2 加工したコンテナボックス

### 製作した簡易魚道の試験設置

製作した積上げ式コンテナボックス簡易魚道の試験設置を、多摩川河口から47.8kmに位置する昭和用水堰で行った(図3)。

本用水堰は堰長349.1m、左岸側に可動堰があり、他は固定堰(東京都水産試験場1989)と堰のほぼ中央にある幅員6.0mのハーフコーン型魚道で構成される。固定堰は落差の異なる多段で構成されるが、最も落差のあるところで2mある(図4)。この固定堰下に迷入したアユの遡上を促進するため、製作した簡易魚道を設置した。

設置の際に、まず、土のう4袋を敷き河床の凹凸を相殺し、次に、堰に立て掛けるようにコンテナボックスを積み上げていった(図5)。なお、最下段のコンテナボックス底面に設けた穴が、土のうで塞がれないように留意した。簡易魚道は2016年7月29日、8月3、4、5日に設置し、万一の事故やいたずら、急な出水による流失を防ぐため、毎日の試験終了後に撤去した。

設置した簡易魚道の様子を目視で観察した。また、8月4日には、7段積みの1段目(最下段)と3段目のコンテナボックス内にビデオカメラGoPro HERO3+(GoPro, Inc.)を設置し、10:00～12:00までの120分間の様子を動画で記録した。

簡易魚道を利用して堰上まで遡上したアユの尾数を

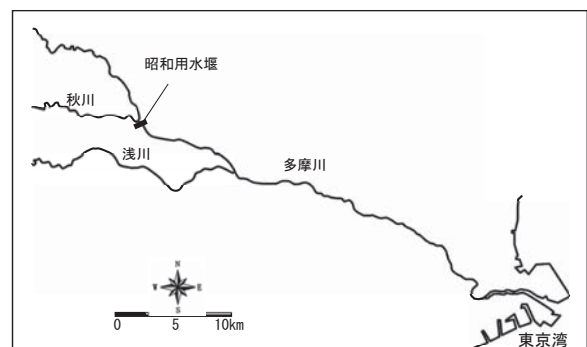


図3 開発した簡易魚道の設置試験場所

把握するため、最上段のコンテナボックスから堰上まで達した、あるいは堰上に達せず落下したアユを、原則1時間毎に目視で計数した。8月4,5日に限っては、簡易魚道を利用せずに、落差2mの堰をそのまま遡上したアユも計数した。また、簡易魚道の撤去時には、コンテナボックス内に残っていた魚種を確認した。

調査中、一日に1回以上、ポータブル多項目水質計 WQC-24（東亜ディーケーケー株式会社）を用いて、水温、塩分、pH、DO、電気伝導率および濁度の6項目を測定した。

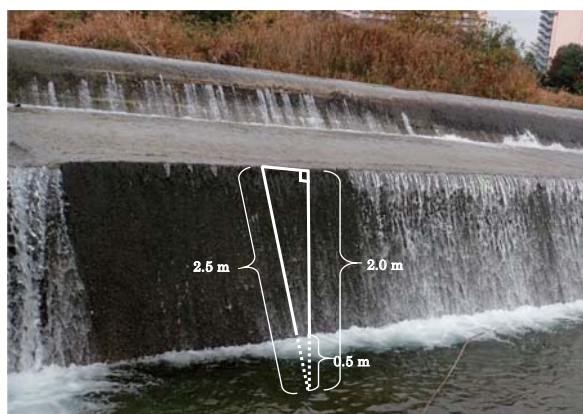


図4 昭和用水堰の外観

**結果**  
簡易魚道の設置には2人で20分（0.08人工）、撤去には2人で10分（0.04人工）を要した。

簡易魚道の設置後、積上げたコンテナボックス内には、堰を越流した河川水が流れ込んだ。最上段のコンテナボックスは速やかに満水となり、その両脇から河川水が溢れ出て、堰を伝う状態となった（図6）。

堰下に滞留するアユは、堰に向かって盛んに跳ね、その多くは堰の途中まで遡上するも、最終的には落下した。一部のアユが、簡易魚道の最上段から溢れ出た



図6 通水中の簡易魚道の様子



図5 簡易魚道の設置作業。上：土のうを敷き河床の凹凸を相殺し、その上から堰に立て掛けるように加工したコンテナボックスを積み上げていく。下：コンテナボックスを7段まで積み上げた様子

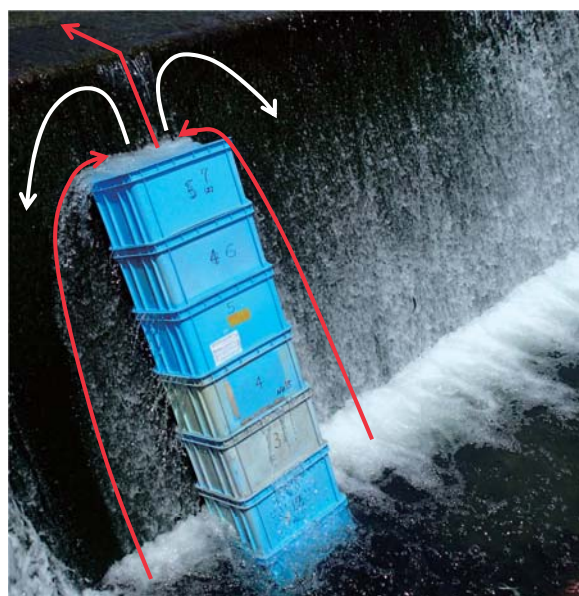


図7 目視観察により確認されたアユの遡上経路。赤線：視認されたアユの遡上経路。アユはコンテナボックスから溢れ出た水に沿って、一気に堰下から最上段のコンテナボックス内に入り、そこから、堰上まで遡上した。白線：視認されたアユの落下経路。一部のアユは、最上段のコンテナボックスから堰上に向かって遡上するも落下した



水に沿って、堰下から一気に最上段のコンテナボックス内に入り、そこから再び遡上して最終的に落差2mの堰を超えた(図7)。なお、最上段のコンテナボックス内に入りはしたものの、堰上まで遡上しきれずに落下するアユもいた(図7)。

7段積みの最下段(1段目)および3段目のコンテナボックス内に設置したビデオカメラの映像より、コンテナボックス内は速やかに満水状態になった後、泡や懸濁物の動きから上段から下段へと水が流れる様子



図8 コンテナボックス内に設置したビデオのスナップ写真。上:7段積みの1段目で簡易魚道内に入ってきたアユ。下:7段積みの3段目で簡易魚道内を往来するアユ

が確認された(図8)。加えて、コンテナボックス底面に開けた穴からアユが出入りする様子も確認された(図8)。なお、映っていたアユの数は、最下段の1段目よりも3段目のほうが多かった。

簡易魚道の設置状況および堰上まで達したあるいは落下したアユの目視計数の結果を表1に示した。計397尾のアユが、最上段のコンテナボックスを経由して堰上に達した。1時間当たりの最多遡上数は、8月3日12:00~13:00の158尾であった。

最上段のコンテナボックス内に入りはしたものの、堰を越えられずに落下したアユも計145尾計数された。特に、5段および6段積上げの場合、堰を越えたアユよりも落下したアユのほうが多かった(表1)。

一方、簡易魚道を経由せずに堰を遡上したアユも確認された(表1)。8月4、5日の調査結果を用いて、簡易魚道経由と未経由のアユの遡上数を比較すると、それぞれ計90尾、計15尾と、簡易魚道経由が未経由を大きく上回った。

簡易魚道の撤去時にコンテナボックス内で確認さ



図9 簡易魚道の撤去の際に確認されたアユ

表1 積上げ式コンテナボックス簡易魚道の設置状況および遡上または落下したアユの目視計数の結果

月日	時間	積上げ段数	簡易魚道経由		簡易魚道未経由
			遡上数(尾)	落下数(尾)	遡上数(尾)
7月29日	11:30~12:30	5段	10	26	-
8月3日	10:00~11:00	7段	0	0	-
	11:00~12:00	7段	16	5	-
	12:00~13:00	7段	158	36	-
	13:00~13:45	7段	82	16	-
	15:00~16:00	7段	41	8	-
8月4日	10:00~11:00	7段	1	1	1
	11:00~12:00	7段	40	6	7
8月5日	10:30~11:00	7段	0	0	0
	11:30~12:00	7段	4	3	1
	12:00~13:00	6段	32	43	6
	13:00~14:00	7段	13	1	0
合計			397	145	15

-: データなし

れた魚類は、アユ（図9）、クロダハゼ *Rhinogobius kurodai* およびムサシノジユズカケハゼ *Gymnogobius* sp. 1 であった。

調査期間中の水温は、25.5～29.8℃、塩分は一貫して0‰、pHは8.50～9.03、DOは6.34～7.85 mg/l、電気伝導率は12.8～13.7 ms/S、そして濁度0.0～4.7 NTUであった（表2）。

### 考 察

製作した積上げ式コンテナボックス簡易魚道を、昭和水堰の落差2mの堰下に設置したところ、速やかにコンテナボックス内は河川水で満たされ、上流から下流までの流路が確保された（図5, 6, 8）。更に、最上段のコンテナボックスから溢れた河川水は、堰を伝いながら流れ落ちる状況となり、アユがその流れに向かって遡上し、簡易魚道の外側から一気に最上段のコンテナボックス内に入る様子が確認された（図7）。また、簡易魚道の内部を行き来するアユも確認された（図8）。現場作業には、最多となる7段積上げにおいて2人で設置20分、撤去10分を要し、落差1.3mの日野用水堰に設置した土のう式簡易魚道の39人で1時間30分間（橋本2014）と比較し大きく軽減された。製作した簡易魚道は、(1) 遡上中のアユが一時的に休息できる場所の確保、(2) 魚類が行き来できる連続性の確保、(3) 土のう式と比べ設置・撤去がより簡易という3つの目的を達成したと考えられた。

遡上中のアユが一時的に休息できる場所を確保することについては、アユが最上段のコンテナボックスまで達し、そこで休息し、最終的に堰上まで遡上することを想定した。これには、最上段のコンテナボックス内が満水で、アユが遊泳する容積が最大となることを理想とし、コンテナボックス底面に設けた穴を下段になるほど小さく設計することで水量を制御した。結果的に、すべての調査時において、最上段から水が溢れ出て、満水が確保され、ビデオカメラから魚道内も

満水となっていることが確認された（図8）。参考として、堰上で水深と流速（電磁流速計TK-105X（株式会社東邦電探））を測定したところ、水深は4～5cmで、流速は0.00～0.135 m/sとなったが（著者ら未発表）、水深が極めて浅く、測定値は得られたものの不安定で十分な測定に至らなかった。今回の試験では、全て満水が確保されたが、流量が減少した際など、流れ込む水量と本簡易魚道の水量状況との関係を把握しておくことは重要で、水量の測定方法の検討ほか課題が残った。

魚類が行き来できる連続性を確保することについては、コンテナボックス内に設置した2つのビデオカメラの映像により、アユが簡易魚道の内部を行き来し（図8）、最上段まで上がったとしても、改めて下まで戻り、簡易魚道から出ることも可能であることが示された。なお、ビデオカメラに映っていたアユの数は、最下段の1段目よりも3段目で多かった。これは、最下段から順に簡易魚道を上ってくるアユよりも、簡易魚道の外側から一気に最上段のコンテナボックス内に入り、そこからすぐには遡上せず、簡易魚道内を行き来しているアユが相当数いるからと考えられた。また、このビデオカメラの記録と、簡易魚道の目視の様子から、堰上まで遡上した計397尾のアユについては、そのほとんどは外側から一気に簡易魚道最上段のコンテナボックスまで遡上し、それから堰上まで遡上するルートであったと考えられた。

土のう式と比べ設置・撤去がより簡易であることについては、本調査地より落差の低い固定堰に設置された土のう式簡易魚道（橋本2014）と比較した結果、大幅に作業量が軽減された。構造上の安定性についても、水は簡易魚道内を充満した状態で上から下に流れ続けており、少々力では動かないほどであった。

簡易魚道を経由して堰上に達するアユが確認された一方で、簡易魚道を経由せずに堰上まで達するアユも確認された。ただし、簡易魚道を経由したアユの数が

表2 昭和水堰における水質測定の結果

月日	時刻	水温(℃)	塩分(‰)	pH	DO(mg/L)	電気伝導率(mS/m)	濁度(NTU)
7月29日	9:30	26.8	0	9.01	7.85	12.8	0.0
8月3日	10:00	25.1	0	8.61	7.39	13.3	4.7
	13:45	28.3	0	8.88	6.75	13.7	0.8
	16:00	27.9	0	8.93	6.34	13.2	0.8
8月4日	10:40	26.9	0	8.84	7.35	13.0	0.8
	16:00	29.1	0	9.03	6.57	13.2	0.8
8月5日	9:30	25.5	0	8.50	6.40	13.1	0.8
	14:00	29.8	0	9.05	7.23	13.0	0.8

大幅に未経由を上回っており(表1), 簡易魚道の設置によりアユの遡上が促進されたと考えられた。なお, 8月3日10:00~11:00, 4日10:00~11:00および5日10:30~11:00では, 遡上数が1尾あるいは0尾であった(表2)。この間, 堰下には多くのアユが視認されており, いずれの日も12:00前後になると遡上数が多くなった(表1)。調査期間中の水温は, 午前中よりも午後で明らかに高く(表2), 水温の上昇とともにアユの活性があがり, 遡上数が増えたと考えられた。

積み上げたコンテナボックスの段数で比較すると, 7段積みでは遡上数が落下数を上回ったが, 5および6段積みでは, 落下数が遡上数を上回った(表1)。ただし, 簡易魚道の外側から一気に最上段のコンテナボックス内に入るアユは, 7段積みよりも5, 6段積みで多く視認された(著者ら 私信)。このことから, 簡易魚道の高さが低いと, 外側から一気に最上段まで至るアユが多くなるが, そこから堰上まで遡上できずに落下するアユも多くなり, 結果的に7段積みが最も遡上促進の効果を発揮した。なお, 8段積みの試験はしていないが, その場合, ほぼ堰と一致する高さになり, 外側から一気に最上段まで上がるアユは皆無となり, 最終的な遡上数は7段よりも減少すると考えられた。

簡易魚道の試験設置は7月末から8月上旬の短期間で行っており, アユの遡上期を網羅するものではなかった。加えて, 簡易魚道を利用したアユの体長を把握できていない。アユの遡上や遊泳行動には, 水温, 濁度(本田1983)のほか, 流速や体長の違いが影響するとされる(鬼束ら2010)。調査期間の水温については, 25.1~29.8℃と高く, 濁度は低く(表2), アユの遡上に適していたと考えられた。ただし, 20cmを超えるようなアユの遡上は視認されず(図9), 大型のアユは本簡易魚道を利用しない, あるいは利用できなかった可能性が考えられる。その他の場所や時期での設置を検討する場合, 本簡易魚道を利用するアユの特徴を明らかにすることは重要で, 課題として残された。

簡易魚道を撤去した際に, コンテナボックス内にはアユのほか, クロダハゼとムサシノジュズカケハゼが確認された。両種は, 視認の限り全長5cm弱と小さく, 簡易魚道を下段から上ってきたのか, 外側から一気に最上段のコンテナボックス内に入ってきたのか, あるいは堰上から落下してきたのかを確認することはできなかった。ただし, 下段ほど多くの個体が視認された

ことから, アユのように外側から一気に簡易魚道の最上段に至るのではなく, 最下段から入り, 順に上段へと上がっているものと推察された。

最後に, 本簡易魚道の連続設置時間は最大で6時間と短く, 数週間に及んだ場合にどのような状況になるかは明らかではない。一般に, 土砂の流入や堆積, 砂礫の流下による摩耗・破損などは魚道機能の低下につながるとされる。本簡易魚道は, 短期間の設置を念頭に置いたものではあるが, 今後の普及を考えれば, 数週間程度の設置に耐えうるかどうかを確認することは必要と考えられる。

## 要 約

堰下に滞留するアユの遡上を促進するため, 加工したコンテナボックスを積み上げた新たな簡易魚道を開発した。堰高2mの昭和用水堰下に試験設置したところ, 5, 6そして7段積み上げでアユの遡上を確認し, 遡上促進の効果が得られた。特に7段積み上げで遡上数が多く, 最多で1時間に158尾のアユが遡上した。また, 設置および撤去の作業も, 土のう式簡易魚道と比較して大きく軽減できた。

設置試験は短期間で行われ, 水温は高く, 濁りもない遡上に適した環境であった。

キーワード: アユ, コンテナボックス, 簡易魚道, 多摩川

## 謝 辞

本研究の遂行にあたり, 東京都島しょ農林水産総合センター振興企画室の方々には, 野外調査・試験ならびに測定などに多大なるご協力をいただいた。大島事業所の橋本 浩主任には, アユの生態をはじめ, 多摩川に関する多岐にわたる情報をご提供いただいた。執筆にあたり, 振興企画室の小野 淳室長にはご校閲を賜った。また, 安永勝昭代表理事組合長をはじめ, 秋川漁業協同組合の皆様には試験に快く了承いただいた。特に, 同漁協の田中久男参事(2016年10月逝去)には, 各種試験の連絡調整にご尽力頂いた。ここに記して関係各位に著者らの深甚な謝意を表す。

## 文 献

橋本 浩. 2013. 多摩川におけるアユの遡上と遡上促進の取り組み~天然遡上アユをより上流へ~. 平成24年度東京都島しょ農林水産総合センター主要成果集: 15-16.

- 橋本 浩 . 2014. 簡易魚道で天然アユののぼりやすい川づくり～天然遡上アユをより上流へ～. 平成 25 年度東京都島しょ農林水産総合センター主要成果集 : 15-16 .
- 本田晴朗 . 1983. アユの遡上行動におよぼす濁質濃度および水温低下の影響 . 海洋科学 , **15**: 233-255.
- 前田洋志・藤原 直 . 2011. 多摩川におけるアユの遡上生態 (特集 江戸前アユの復活をめざして). 海洋と生物 **33**: 530-537.
- 前田洋志 . 2012. 江戸前アユをスムーズに上流へ～土のうで魚道を作る!～. 平成 23 年度東京都島しょ農林水産総合センター主要成果集 : 17-18.
- 武藤裕則・綾 史郎・川上 隆・三橋 覚・高橋 正・加藤 裕・有働正人・田口圭介・紀平 肇 . 2006. 土のうを利用した簡易魚道の試験設置 . 河川技術論文集 , **12**, 377-380.
- 鬼東幸樹・秋山壽一郎・竹内光・小野篤志 . 2010. 流速変化が単独アユの遊泳特性に及ぼす影響 . 水工学論文集 , **54**, 1309-1314.
- 安田陽一 . 2011. 多摩川における河川横断構造物と魚道の課題 (特集 江戸前アユの復活をめざして). 海洋と生物 **33**, 513-522.