

## ノート

# 広瀬川郡山堰魚道改修による天然アユ遡上状況の変化

伊藤 貴\*

Changes in Upstream Migration of Natural Ayu Juveniles after repair of  
Fishway on Koriyama Weir in Hirose River

Takashi ITO\*

キーワード：広瀬川，魚道，改修，アユ，溯上

近年，河川生態系の維持・保全を図るため，治水・利水はもとより，環境あるいは生態系に配慮した河川改修が行われるようになってきた。

仙台市を流れる広瀬川においては，高取ら<sup>1)</sup>や，内水面水産試験場による魚影の郷整備調査事業<sup>2), 3)</sup>などから，いくつかの河川工作物に設置された魚道の機能が不十分であることが指摘され，魚類への影響が懸念された。その後，1997年の河川法の改正などを経て環境問題への関心が高まり，魚道改修の動きが加速し，1998年3月に東北電力が管理する北堰で，1999年3月には仙台市が管理する郡山堰で魚道の改修工事が行われた。

本報では，このうち郡山堰について，河川の漁業および遊漁で代表的なアユを主対象とし，1996年から2000年にかけて実施した広瀬川下流域における天然アユ遡上状況調査，および1996年と1999年に実施した魚道遡上調査結果に基づき，魚道改修前後における魚類の遡上状況について比較検討したので報告する。

## 方法

### 天然アユ遡上時期の広瀬川下流域の環境調査

1996年から2000年にかけて，天然アユの遡上に深く関係すると考えられる環境要因である河川水温と河川流量について調べた。河川水温は，仙台市環境対策課が広瀬川下流の郡山堰から約1km上流にある愛宕堰に設置した自動観測器の1時間毎のデータを用いた。また，河川流量は，建設省（現，国土交通省）仙台工事事務所が郡山堰から約500m下流にある広瀬橋に設置した水位自動観測器の1時間毎のデータから，各年度毎の水位流量曲線

により算出した値を用いた(図1)。



図1 広瀬川における堰堤と調査地点位置図  
◎：河川水温，流量観測地点  
●：アユ捕獲調査地点

### 広瀬川下流域における天然アユ遡上状況調査

1996年から2000年の4月あるいは5月から6月にかけて，各年毎月2回～4回，郡山堰より下流3箇所で行ったアユ捕獲調査を行った(図1)。1996年は，愛宕堰下流域においても捕獲調査を行った。捕獲は広瀬名取川漁業協同組合の協力を得て，目合26節（約13mm）の投網を用い，1箇所につき10回前後投網を行った。捕獲魚のうちアユについては捕獲尾数を記録するとともに，捕獲した全部もしくは一部を持ち帰り魚体測定を行ったが，

\*宮城県内水面水産試験場

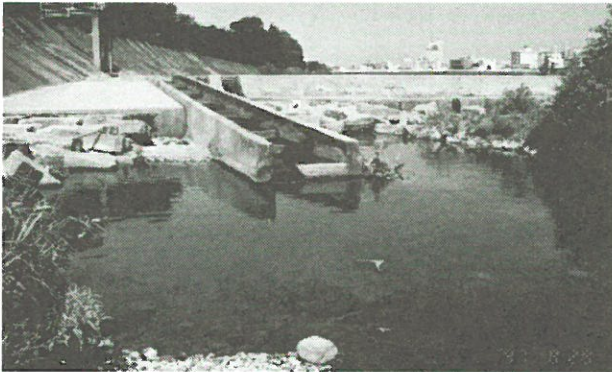
その他の魚種は魚種毎に計数した後、その場で再放流した。

各調査時のアユ捕獲尾数と投網回数から、CPUE（投網1回当たりアユ捕獲数）を算出し、河川水温、流量、捕獲アユの体長組成と併せて郡山堰下流域における天然遡上アユの遡上状況を比較検討した。

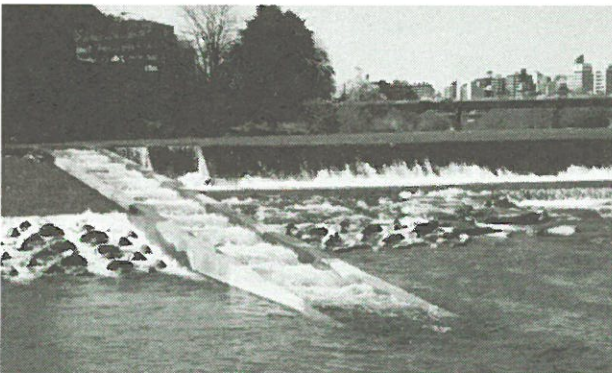
#### 魚道遡上調査

改修前後における魚道の魚類遡上状況を調べた。魚道改修前は1996年6月6～7日に、改修後は1999年6月10～11日にかけて、魚道出口に24時間にわたり捕獲器（胴型のトラップ）を設置し、一定時間経過毎に捕獲器を取り上げ、魚種別に計数し魚体測定を行った。

さらに、魚道改修後の調査時には、魚道遡上調査終了後に4つのプールごと上、中、下段に分けて仕切を付け魚道の通水を遮断し、魚道内にいる魚類を取り上げ、魚種別に計数し魚体測定を行った。また、魚道プール内の堆積物の状況について目視観察を行なった。



改修前の魚道



改修後の魚道

## 結果及び考察

### 郡山堰魚道の改修状況

郡山堰は、広瀬川と名取川の合流点から約4kmほど上流にあり、広瀬川では最下流に位置する堰堤である。左右一基ずつ魚道が設置されているが、左岸魚道は魚道下部の破損が著しく落差が1m近くあり、全く機能していないまま放置されている。右岸魚道は、昭和62年に改修を施している階段式魚道であるが、河床低下に伴い魚道入り口に30cm程度の落差が生じたこと、流量の調整設備の不備による魚道内流量の過剰等により魚道機能の低下が指摘されていた<sup>1)・3)</sup>。改修後の右岸魚道は、形状をアイスハーバー型の階段式魚道へ変更し、魚道プールの延長による入り口段差の解消、魚道隔壁の嵩上げ、魚道出口切欠部における水量調整板の設置等により、魚が遡上しやすい形状へ変更された<sup>4)</sup>（表1）。

### 天然アユ遡上時期の広瀬川下流域の環境調査

1996～2000年の河川水温と河川流量の推移を図2に示す。5年間の河川水温をみると、4月上旬～下旬までは10℃を下回っているが、4月中旬～5月上旬には10℃を上回り、5月中～下旬には15℃に、6月になると16～19℃になった。アユは水温10℃前後になると河川への遡上を

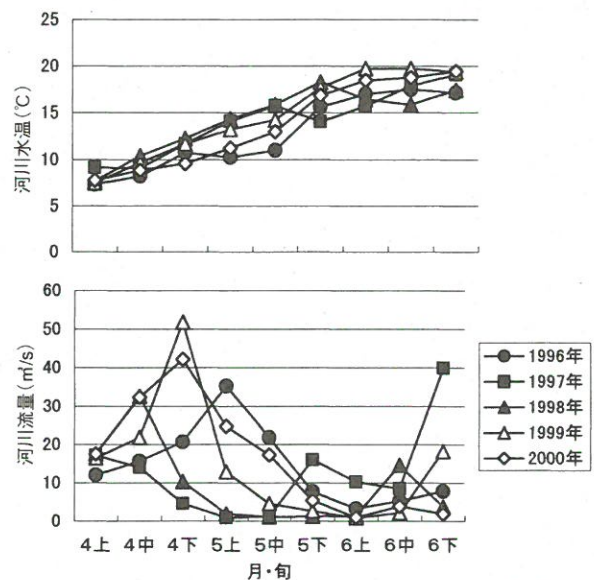


図2 1996～2000年の河川水温河川、流量の推移

表1 魚道の改修状況

改修部位	改修前の状況	改修内容	改修後の状況
魚道入り口	入り口に30cm程度の段差 (魚道総延長: 27.9m)	魚道プールを3段延長	入り口段差の解消 (魚道総延長: 35.4m)
魚道出口	魚道出口隔壁が堰堤高より低い 水量調整施設なし	魚道隔壁を嵩上げ(23cm) 水量調整板を設置(出口部と2段目)	魚道出口隔壁高が堰堤高と同じ 水量調節が可能
魚道内部 (隔壁, 切欠, 潜孔部)	切欠高は10cmで千鳥配置 潜孔部は10cm四方で千鳥配置 隔壁天端は直線	切欠高は15cmで直線配置 潜孔部は20cm四方で直線配置 隔壁天端は角落とし	切り欠け部の遡上効果が向上 流況が安定し、潜孔部の遡上効果が向上 流水の水脈の確保

開始することが知られており<sup>5)</sup>、1998年は4月中旬、1997・1999年は4月下旬、1996・2000年は5月上旬に10℃を上回ったことから、この時期に広瀬川でも天然アユの遡上を開始したものと推察された。

一方、河川流量をみると、雪解けによる増水が4月下旬から5月下旬まで続き、10m<sup>3</sup>/s以上の流量となっており、旬平均流量が50m<sup>3</sup>/sを越す年もあった。その後、流量は減少する傾向にあったが、降雨等により年変動が大きかった。従って、河川流量は天然アユの遡上時期である4月～6月にかけて、年によって大きく変動するものと考えられた。

広瀬川下流域における天然アユ遡上状況調査

1996年から2000年に実施した天然アユ遡上状況調査の捕獲魚種と尾数を表2に示す。調査期間を通じて各年、合計100～400回投網を行い、1,200～4,000尾の魚類を捕獲した。出現魚種は、中・下流域に生息する魚種と汽水域に生息する魚種で、魚道改修以前の1996～1998年と魚道改修後の1999、2000年で出現魚種に大きな変化はみられなかった。各年とも捕獲した魚類の50～75%がアユであり、春季の広瀬川下流域においては遡上アユが優占種であった。

表2 アユ遡上調査時の捕獲魚種と尾数

年	1996	1997	1998	1999	2000
調査回数	9	7	6	4	5
打網回数	218	427	236	118	226
捕獲全数	2,472	4,012	1,949	1,238	2,762
サケ稚魚	27	186	64	0	12
ニジマス	0	0	0	1	0
ヤマメ	2	1	0	0	1
アユ	1,431	2,294	996	786	2,086
ワカサギ	15	5	0	0	2
コイ	6	0	0	0	0
フナ類	13	4	30	27	4
ウグイ	470	913	334	92	329
マルタウグイ	59	41	11	10	62
アブラハヤ	12	11	1	0	1
ニゴイ	8	52	51	21	2
オイカワ	38	62	185	23	8
モツゴ	0	2	3	0	0
モロコ類	2	3	0	0	0
カマツカ	2	17	8	11	0
ヨシノボリ類	378	409	141	204	176
チチブ類	1	3	69	7	63
ハゼ類	2	4	1	0	5
ウキゴリ類	0	0	4	0	0
シマドジョウ	0	1	0	0	1
ボラ類	3	3	49	56	10
カワガレイ	3	1	2	0	0
アユ占有率(%)	57.89	57.18	51.10	63.49	75.52

アユ捕獲状況

1996～2000年のアユ捕獲状況と捕獲アユの体長組成について、魚道改修以前(1996～1998年)を図3-1に、魚道改修後(1999、2000年)を図3-2に示す。各年の

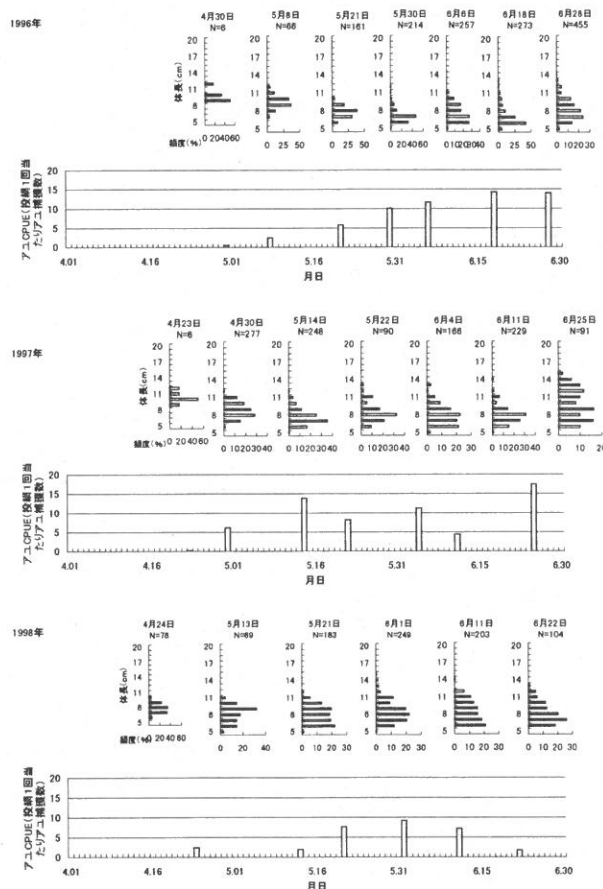


図3-1 1996～1998年のアユ捕獲状況と捕獲アユの体長組成

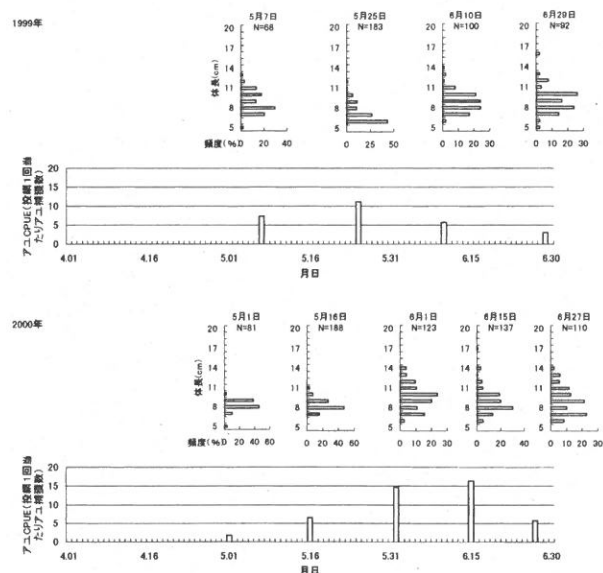


図3-2 1999・2000年のアユ捕獲状況と捕獲アユの体長組成

概要は以下のとおりであった。

1996年：4月18日から調査を開始したが、アユが捕獲されたのは4月30日以降であった。CPUEは、調査開始時から6月中旬まで徐々に増加し続け、6月下旬におい

ても6月中旬と変化はみられなかった。捕獲アユの体長組成をみると、4月30日と5月8日は9cm以上の個体が多く、その後6~8cmの個体が多くなった。

1997年：調査開始時の4月23日からアユが捕獲された。CPUEは、変動しながらも6月下旬に最も大きくなった。体長組成を見ると、4月23日には9cm以上の個体が多かったが、その後6~8cmの個体が増加し、6月25日に再び10cm以上の大型個体が多くなった。

1998年：調査開始時の4月24日からアユが捕獲された。CPUEは調査開始時から6月上旬まで徐々に増加し、6月1日に最大となり、その後減少した。調査期間を通じて8cm以下の小型個体の割合が多かった。

1999年：調査開始時の5月7日からアユが捕獲された。CPUEは、調査開始時から5月下旬まで徐々に増加し、5月25日に最大となり、その後減少した。体長組成は、5月25日に7cm以下の小型個体が多かったが、他の時期は概ね8~10cmの個体が多かった。

2000年：調査開始時の5月1日からアユが捕獲された。CPUEは、調査開始時から6月中旬まで徐々に増加し、6月15日に最大となり、その後減少した。調査期間を通じて10cm以下の個体の割合が多かった。

アユは各年とも4月下旬から5月上旬に最初に捕獲され、この時のCPUEは小さな値を示したが、これは遡上開始時期には下流域に生息するアユの絶対数が少なかったためと考えられる。また、その後のCPUEの増加は、アユの遡上が盛んになり生息数が増加したため、さらに、6月におけるCPUEの減少は大多数が上流へと移動し下流域の生息数が減少したためと考えられる。しかし、1996・1997年は、堰堤に設置された魚道をアユが遡上できずに、堰堤下流域に滞留したため6月以降もCPUEが減少しなかったと考えられた。

また、天然アユは、大型の個体が先行して河川を遡上し、その後小型個体が遡上することが知られている<sup>6)・7)</sup>。調査を行った各年においても、調査開始時期が早かった1996, 1997, 1999年は、調査開始当初に体長9~10cm以上の大型アユの割合が多く、その後は7~9cm以下の小型アユの割合が増加し、同様の傾向がみられた。1998, 2000年は調査開始当初から9cm以下の小型アユの割合が多く、大型アユは調査開始以前に遡上を終了したと考えられた。大型アユが捕獲される調査初期はCPUEが小さく、CPUEが大きな値となる時期はいずれの年においても体長が6~8cmの個体の割合が多いことから、遡上主群の天然アユの体長は6~8cmであると考えられた。

各年の河川流量とCPUEを比較すると、魚道改修以前で6月以降もCPUEが減少しなかった1996, 1997年は、河川流量が多く、CPUEが増加し始めた5月中旬以降、河川流量が3m<sup>3</sup>/sを下回ることがほとんどなかった。一方、6月以降CPUEが減少した1998年は、CPUEの値が大きかった5月中旬から6月上旬に河川流量が2m<sup>3</sup>/s以下で推移した河川流量の少ない年であった。したがって、改修以前の郡山堰魚道は、河川流量が3m<sup>3</sup>/sを上回るときには、体長6~8cmの遡上主群である小型アユは魚道を遡上できずに堰堤下流域に滞留し、魚道が十分に機能していなかったと考えられる。

一方、魚道改修後の1999・2000年については、兩年とも6月以降CPUEは減少した。1999年の河川流量は5月上旬までは10m<sup>3</sup>/sを超えていたが、その後3m<sup>3</sup>/s以下の時期が多い河川流量の少ない年であった。また、2000年の河川流量は5月中旬までは10m<sup>3</sup>/sを超え、その後は1~5m<sup>3</sup>/sで推移しやや流量が多い年であった。改修後の魚道は流量調節板が魚道出口部にあり、広瀬名取川漁業協同組合員が魚道内の流量を調節することにより適切な流量が保たれている。したがって、調査を行った兩年は、河川流量に違いがあったものの、魚道内の流量を調整した効果や魚道内部の形状を隔壁の嵩上げやアイスハーバー型の形状に変更したことにより、堰堤下流域に遡上主群の小型アユが滞留することなく魚道を遡上したと考えられ、改修後の魚道は十分機能しているものと推察された。今のところ、魚道改修後に1996年や1997年のようにアユ遡上盛期に河川流量が多い年はないが、今後も引き続きデータの収集を行い、その機能を確認する必要がある。

#### 魚道遡上調査

##### 1996年(魚道改修前)

調査時の河川水温は15.8~19.3℃、河川流量は2m<sup>3</sup>/s前後であった。また、魚道内の流量、流速については、実測データはないものの、試算値から推測すると、流量は0.6m<sup>3</sup>/s、流速は1.6m/s前後であった。

魚道出口の捕獲調査では、22時と翌日4時にアユが2尾、ウグイが2尾の計4尾が捕獲された(図4)。遡上魚の体長は、アユが13.8, 11.0cm、ウグイが15.8, 22.5cmと全て体長10cm以上の個体であった。調査当日(6月6日)に郡山堰より下流で捕獲したアユと愛宕堰下流で捕獲したアユの体長組成を比較すると、郡山堰下流で捕獲したアユが5~11cmであったのに対し、愛宕堰では捕獲数が少ないものの9~11cmで、郡山堰より上流で明らか

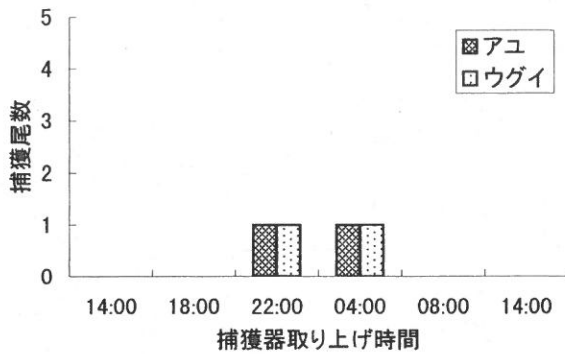


図4 1996年(魚道改修前)調査時の魚類魚道遡上状況

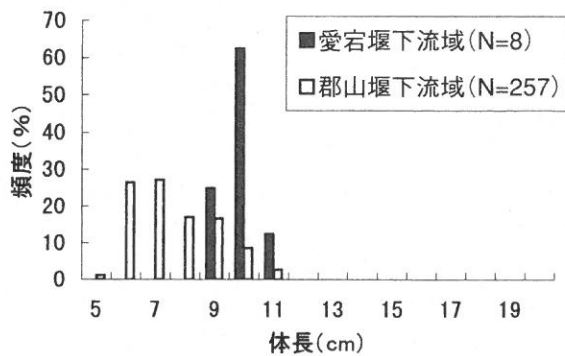


図5 愛宕堰下流域と郡山下流域における捕獲アユの体長組成(1996年6月6日)

に大きく、統計的にも有意差が見られた (t検定:  $P \leq 0.05$ , 図5)。

アユが魚道を通る際の遊泳速度の目安として、突進速度が考えられる。体長6.6cmのアユの突進速度は1.2 m/s、体長14.4cmのアユの突進速度は約1.8 m/s<sup>8)</sup>であり、本調査時の流速では、体長6~8cm程度の小型のアユには遡上できず、9cm以上の大型のアユのみが遡上可能であったと考えられた。したがって、本調査時は、河川水温はアユの遡上に適した水温であったが、魚道内の流速が大きかったため、大型のアユは魚道を遡上し魚道出口の捕獲器や郡山堰上流にある愛宕堰下流域に達したものの、遡上主群である小型のアユは魚道を遡上できず郡山堰下流に滞留したものと推察された。このことは、前述のアユ遡上状況調査においても確認されている。

#### 1999年(魚道改修後)

調査時の河川水温は18.5~22.6℃、河川流量は0.3 m<sup>3</sup>/sであった。調査開始時に流量調整板を調整し、魚道内の流量は約0.1 m<sup>3</sup>/s、流速は1.2 m/s前後になるよう調整した。

魚道出口で捕獲できたのは、アユ、オイカワ等5種の魚類とスズエビであった。最も捕獲数が多かったのはアユで、合計823尾と全捕獲魚の61.3%を占めた。アユが

多く捕獲された取り上げ時間は14時と翌日11時40分であった。これは、14時~17時にかけて魚道の遡上活動が活発であるという報告<sup>9)・10)</sup>と一致した(図6)。

調査当日に郡山堰より下流で捕獲したアユと魚道出口で捕獲したアユの体長組成をみると、郡山堰下流と魚道出口で差はなく、統計的に有意差は見られなかった (t検定:  $P \leq 0.05$ , 図7)。アユ以外の捕獲魚については、ヨシノボリとスズエビは測定を行わなかったが、その他の魚種の体長は6~12cmの範囲であった。本調査時の魚道内の流速は、調査開始時に前述の体長6.6cmのアユが遡上可能と考えられる1.2 m/sを目安とし流量調整を行ったが、その後の実測値は概ね1.3~1.4 m/s程度の流速であった。しかし、実際は越流部の側壁側や隔壁の天端部等では境界層が存在し流速が遅くなると考えられることから<sup>1)</sup>、遡上中のアユは最適な流速部分を選択することにより、実質上の機能に問題はなかったと推察された。改修後の魚道遡上調査時には、魚道形状の改良や流量調節板の調整により、アユが遡上できる条件を整えることができた。このため、河川水温や魚道内の流量がアユの遡上に適した環境にあり、魚道を遡上できたと考えられた。

遡上調査終了後に実施した魚道内捕獲調査では、魚道遡上調査で確認したアユなど5種の魚類の他に、ニジマス、ウグイ、カマツカの計8魚種を捕獲した(表3)。同日、郡山堰下流部で行ったアユ遡上状況調査時の捕獲魚種は9種類であり、このうち7種類を魚道出口と魚道内

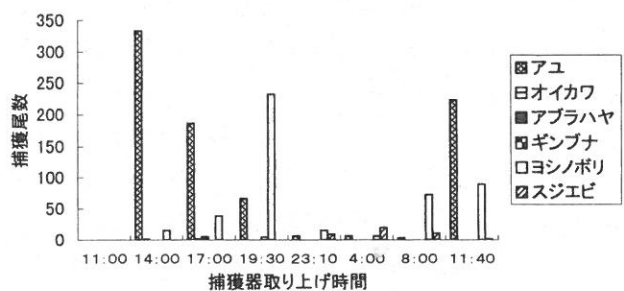


図6 1999年(魚道改修前)調査時の魚類魚道遡上状況

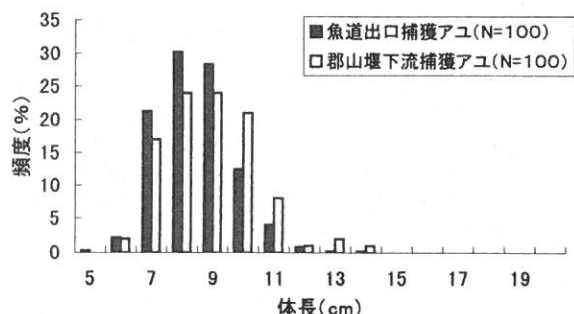


図7 魚道遡上アユと郡山堰下流域で捕獲したアユの体長組成(魚道出口捕獲アユは14:00取上時のもの)

部で捕獲した。魚道内の分布状況は、捕獲数の多かったアユとヨシノボリは魚道下部での捕獲数が多かった。先述したようにアユは14~17時頃に遡上数が多く<sup>9)・10)</sup>、本魚調査を13時頃から実施したので、調査時刻前後にアユが活発に遡上を開始した結果、魚道下部での捕獲数が多くなったものと考えられた。ヨシノボリについては、前日の魚道出口の捕獲調査で捕獲数は夕刻になるに従って増加する傾向が認められたことから、下流部に多かったものが徐々に魚道上部へ移動していくものと推察された。なお、他魚種では分布状況に傾向はみられなかった。また、アユ以外の捕獲魚の体長は6~30cmであり、小型から大型の魚まで魚道を利用しているものと考えられた。したがって、改修後は、魚道を遡上する魚種、大きさに選択性は見られず、郡山堰下流部に生息する魚類のほとんどが魚道を利用できるものと判断された。

表3 魚道内捕獲魚種と捕獲位置・尾数、および体長範囲

魚種	魚道位置と捕獲尾数				体長(cm) (体長範囲)
	上段	中段	下段	合計	
アユ	99	141	174	414	8.8±0.9 (6.3~10.8)
ニジマス	1	0	1	2	27.0±4.9 (23.5~30.5)
ウグイ	0	1	1	2	19.0±5.0 (15.4~22.5)
ギンブナ	0	1	0	1	9.6
アブラハヤ	2	0	2	4	6.9±0.5 (6.4~7.6)
カマツカ	0	0	1	1	10.0
ヨシノボリ	117	478	682	1,277	-
スジエビ	1	0	1	2	-

以上のように、魚道改修により郡山堰右岸魚道は魚類が遡上しやすい形状へと変更され、また、魚道内の流量の調整が可能となった結果、郡山堰下流域にアユが滞留する現象がみられなくなり、また、堰堤下流域に生息している多くの魚類・甲殻類が魚道を利用していることが確認された。しかし、本魚道の遡上効果をより向上させるためには、現在の右岸魚道は魚道入口への呼び水等の誘導機能がなく、また、堰直下の中州が流れを二分していることから、魚道入り口への誘導機能を強化するとともに、破損状態にある左岸魚道の改修が望まれる。また、改修後に魚道内部の堆積物を観察したところ、特に魚道の下流部のプールでプール深の半分以上にもなる大量の土砂の堆積が確認されていることから、魚道機能の維持のためには定期的な魚道内部の堆積物の確認と除去作業が必要である。

## 要 約

1 1999年3月に仙台市が管理する郡山堰で魚道の改修

工事が行われたことから、魚道改修前後の天然アユ遡上状況の変化や魚道の魚類遡上状況について調べた。

- 2 アユ遡上時期の環境要因として河川水温、河川流量について検討した結果、広瀬川では、4月中旬から5月上旬にアユが遡上を開始する水温環境になった。河川流量は、アユの遡上時期である4月から6月にかけて年により大きく変動した。
- 3 郡山堰下流域におけるアユCPUEの推移と環境条件を比較検討した結果、河川流量が多い年には魚道改修前で堰堤下流域にアユが滞留する状況が明らかとなり、魚道としての機能は河川水量に左右されていると考えられた。改修後は、河川流量が少ない年、やや多い年の調査ではあるが、アユの滞留は認められず、良好に機能していると考えられた。
- 4 魚道遡上調査では、改修前の魚道は魚類遡上数が極めて少なかった。改修後は多量のアユの遡上を確認でき、改修前の調査時と河川流量や魚道内流量・流速が異なるものの、郡山堰下流域に生息している多くの魚類、甲殻類が魚道を利用し、有効に機能していることが確認された。
- 5 改修後の魚道遡上効果をより向上させるためには、魚道入り口への誘導機能の強化を図るとともに、破損状態にある左岸魚道の改修が望まれる。また、その機能を発揮させるためには、河川流量に応じた魚道内の流量調整とともに、魚道内部の堆積物の除去が必要である。

## 謝 辞

1995年度以降、調査の際に多大なご協力を頂いた広瀬名取川漁業協同組合の方々、実際に魚道の改修を行い、また、調査に全面協力して頂いた仙台市農業土木課の方々、水理環境のデータを快く提供して下さった国土交通省仙台工事事務所、仙台市環境対策課に深甚なる謝意を表します。

本研究は、魚影の郷整備調査事業(県単独事業)により実施した1996年から2000年までの調査結果を取りまとめたものであり、本調査を行うに当たり指導・助言をいただいた歴代の内水面水産試験場長をはじめ、各年度の調査を担当した、小野信、高橋清孝、佐藤靖、長谷川新、永倉一徳の各氏に謝意を表します。

参考文献

- 1) 小山 均・秋保保夫・高取知男 (1994) 広瀬川水系の淡水魚, 仙台市環境局環境計画課, 広瀬川流域の自然環境, 505-574, 仙台市, 922pp
- 2) 宮城県 (1997) 魚影の郷整備調査事業, 宮城県内水面水産試験場, 平成8年度宮城県内水面水産試験場事業報告書, 41-45, 宮城県, 55pp
- 3) 宮城県 (1999) 魚影の郷整備調査事業, 宮城県内水面水産試験場, 平成9年度宮城県内水面水産試験場事業報告書, 28-34, 宮城県, 60pp
- 4) 中村俊六 (1995) 魚道の変遷史, (財)リバーフロント整備センター, 魚道のはなし, 42-63・100-105, 東京, 山海堂, 225pp
- 5) 谷口順彦・依光良三・西島敏隆・松浦秀敏 (1989) アユの一生・その生活史, 高知県内水面漁業協同組合連合会, 土佐のアユ 資源問題を考える, 9-37, 高知県, 西村謄写堂, 240PP
- 6) 作中 宏・小山忠幸 (1985) 相模川におけるアユの天然そ上量調査-Ⅲ, 神奈川県淡水魚増殖試験場, 神奈川県淡水魚増殖試験場報告21号, 45-52, 神奈川県, 85pp
- 7) 渋谷隆之 (1983) 那珂川アユ資源調査, 栃木県水産試験場, 栃木県水産試験場報告書27号, 121-128, 栃木県, 134pp
- 8) 広瀬利雄・中村俊六 (1993) 関係魚類の生理生態, (財)ダム水源地管理整備センター, 魚道の設計, 170-171, 東京, 山海堂, 376pp
- 9) 作中 宏・山本正一・安藤隆 (1983) 相模川におけるアユの天然そ上量調査, 神奈川県淡水魚増殖試験場, 神奈川県淡水魚増殖試験場報告19号, 37-44, 神奈川県, 67pp
- 10) 作中 宏 (1984) 相模川におけるアユの天然そ上量調査-Ⅱ, 神奈川県淡水魚増殖試験場, 神奈川県淡水魚増殖試験場報告20号, 46-47, 神奈川県, 94pp

