

資料

江の川中流域におけるアユ漁場診断調査

高橋勇夫¹・曾田一志^{2a}・寺門弘悦^{3b}・村山達朗³・古谷尚大^{3c}

Assessment of the habitat quality for Ayu, *Plecoglossus altivelis altivelis*, in the middle reaches of the Gounokawa River.

Isao TAKAHASHI, Kazushi SOTA, Hiroyoshi TERAKADO, Tatsuro MURAYAMA and Takahiro FURUTANI

キーワード：アユ，江の川中流域，河床，漁場診断

はじめに

江の川では流域の関係機関が協力し、2011年から天然アユ資源の増大を目指した取り組みが行われている。現在、その第1段階として、浜原ダムより下流域の天然アユ資源を優先的に回復させる取り組みが進められている。この取り組みは、2012年から開始され、魚道の流量を一定期間（4月1日～6月中旬まで）アユが遡上困難な程度に増加させ、浜原ダムから上流に遡上させないことでダム下流に天然遡上アユを多く残し（以下、遡上制限）、また必要に応じて産卵場環境の改善等の対策を併用することで資源の再生産力を高めることを目指している。本取り組みの最終目標はダム上流を含めた江の川におけるアユの資源循環（親魚の降下、産卵、流下、遡上）の再生である。浜原ダム下流域での再生産力が高まれば、ダム上流にアユを遡上、生育させる第2段階へと進むことになる。このため、ダム上流域の環境が生息に適しているか客観的に評価することは取り組みを進める上で重要である。すなわち、浜原ダム上流域がアユ生育に適当であると判断されれば、遡上制限を解除し、次の取り組みへと移行するが、不適と判断されれば遡上制限を継続し環境改

善等に取り組む必要がある。

これらのことから、浜原ダム貯水池上端～鳴瀬堰（江の川取水ダム）にかけての河川環境をアユの生息環境という視点から評価し、江の川中流域の漁場診断結果としてまとめた。

資料および方法

1. 調査河川の概要

江の川は、広島県山県郡北広島町の阿佐山を源流とし、中国山地の中央を貫流して島根県江津市で日本海に注ぐ中国地方最大の一級河川である。流域面積は3,900km²、幹川流路延長は194kmに及ぶ¹⁾。

本水系において第5種共同漁業権を免許されている漁業協同組合は6組合あり、このうち、本川中流域を管理するのは江の川漁業協同組合（広島県）と江川漁業協同組合（島根県）である。両漁業協同組合は広島県と島根県の県境の入会区域（宇津井大橋～両国橋の区間）を境にして、上流側を江の川漁業協同組合が、下流側を江川漁業協同組合が管理している。江川漁業協同組合におけるアユの漁獲量は、1974年には500tにのぼったが、その後減少し、2012年～2016年は9～20t（平均15t）にまで

¹たかはし河川生物調査事務所 Takahashi Research Office of Freshwater Biology, Konan, Kochi 781-5603, Japan

²内水面浅海部 Inland Water Fisheries and Coastal Fisheries Division

³漁業生産部 Fisheries Productivity Division

^a 現所属：漁業生産部

^b 現所属：島根県松江水産事務所 Shimane Prefectural Matsue Regional Office of Fisheries Affairs, Matsue, Shimane 690-0011, Japan

^c 現所属：島根県農林水産部水産課 Shimane Prefectural Government Fisheries Division, Department of Agriculture, Forestry and Fisheries, Matsue, Shimane 690-8501, Japan

激減している。

2. アユ漁場としての問題点の把握

江の川中流域（図1：本報告では浜原ダム貯水池上端～鳴瀬堰（江の川取水ダム）を便宜上「中流域」と呼ぶ）における瀬淵の分布，水量，河床の状態等の河川環境を，2015年9月16，17日に陸上および水中から観察し，アユの生息に影響を与えると判断される問題点が見つければ，その位置と理由を整理した。潜水調査地点は図1に示した8地点であった。調査結果をもとに，江の川中流域のアユ漁場としての適性について検討し，問題点がある場合は改善策についても提示した。

3. アユの生息状況調査

アユの分布傾向を把握するために図1に示した8地点において潜水観察によりアユのハミ跡被度を観察・記録した。ハミ跡被度の観察にあたっては各地点とも瀬と淵（トロ）にそれぞれ9～15本の観測線（河床面積に応じて設定した）を設け，各観測線上の被度を観察し，その平均値を求めた。

4. アユの生息期待量と適正放流量の推定

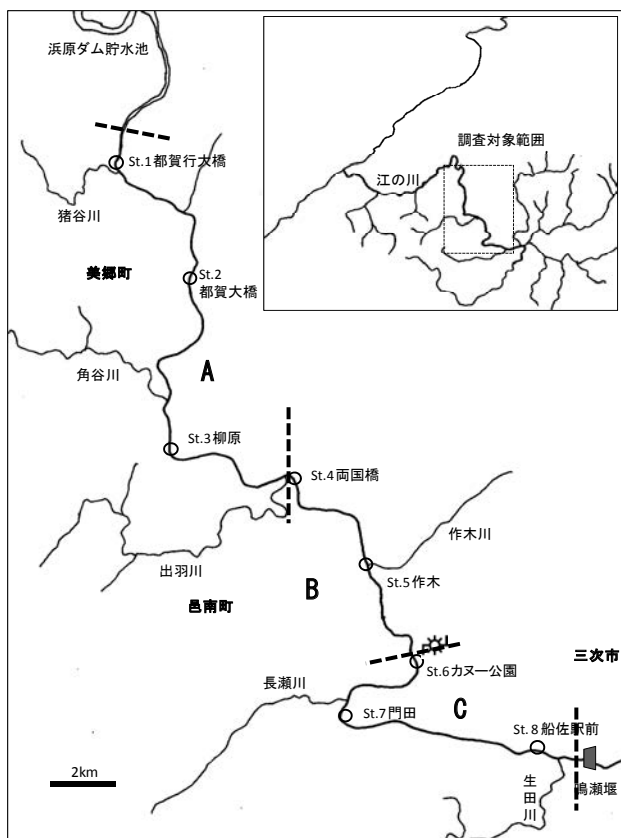


図1. 江の川中流域での調査範囲と潜水調査地点（図中の○印）および水面面積調査における区分（破線で仕切られたA～C区）

1) 河床型別水面面積の測定

2011年10月4，6日に江の川中流域の浜原ダム貯水池上端（島根県美郷町潮地先）から鳴瀬堰（広島県三次市日下町地先）の区間を踏査し，河床型（早瀬・平瀬・淵・トロA・トロB）の区分を行った。さらに，区分された河床型ごとに航空写真上で地図情報処理ソフト（地図太郎 Ver6.14，東京カートグラフィック社）を用いて水面面積を求めた。河床型の特徴（分類基準）は高橋・谷口²⁾に従った。求めた河床型別水面面積は図1に破線で分けたA，B，Cの3つの区域に整理し，比較を行った。

2) アユの生息期待量の算定

河床型別の水面面積にアユの適正収容密度（過密のために小型化が生じない程度の密度）を乗じて，期待される生息量（以下，生息期待量）を試算した。生息期待量は江の川中流域の河川環境に応じた生息数で，十分な成長が確保される最大生息数と定義した。適正収容密度は，現地踏査（潜水観察を含む）によって把握した底石の大きさ，河床型の組成，流況，水温等の生息条件を考慮して決定した。

結果と考察

1. アユ漁場としての問題点の把握

1) 河川形態および河川の概要

江の川中流域の河川形態は主にBb型（平地流）で，河床型としてはトロが卓越しており，全水面積の60%程度を占めている。早瀬や水深のある淵はそれぞれ10%前後と少なかった（表1）。

2) 河床の状態

(1) 河床付着物

砂泥の堆積 対象域では緩流部の河床に砂泥の堆積が目立った（図2）。アユの成育に目立った悪影



図2. 緩流部の堆積した砂泥（St. 7 門田）

表 1. 江の川中流域の河床型別水面面積

区間		河床型						
		早瀬	平瀬	淵	トロA	トロB	合計	
A	浜原ダム流入点～ 出羽川合流点	面積(m ²)	203,300	361,469	129,593	534,632	113,097	1,342,091
		構成比(%)	15.1	26.9	9.7	39.8	8.4	100
B	出羽川合流点～ 熊見発電所	面積(m ²)	99,454	69,047	9,437	330,700	171,322	679,959
		構成比(%)	14.6	10.2	1.4	48.6	25.2	100
C	熊見発電所～ 鳴瀬堰	面積(m ²)	70,952	147,646	33,122	305,870	265,719	823,308
		構成比(%)	8.6	17.9	4.0	37.2	32.3	100
合計		面積(m ²)	373,705	578,162	172,152	1,171,202	550,138	2,845,358
		構成比(%)	13.1	20.3	6.1	41.2	19.3	100

響が出るレベルではないが、食味には影響があるかもしれない。

淡水海綿 St. 3 柳原～St. 7 門田の間で淡水海綿が観察された(図3)。淡水海綿は通常、河川ではあまり目にするものではないが、江の川ではダムによって流況が制御されていることと土砂の供給が少ないことから、河床の攪乱が起きにくく、淡水海綿が生育できる条件が生じていると考えられる。

アユに対する淡水海綿の悪影響としては、アユの餌となる付着藻類の生育面積が不足することがあげられるが、淡水海綿の生育面積はまだ狭く、特に問題になるレベルではないと判断された。それ以上に注意すべきは、淡水海綿が繁殖するような地点では、経験的にアユが多く生息することはほとんど観察されないことで、河川環境そのものがアユの成育に不適當なものに変化している可能性が高い。

水草の繁茂 対象域の広い範囲のトロや平瀬でオオカナダモやエビモ類などの水草(沈水植物)の生育が見られた。現時点では生育面積は狭く、漁業等への影響はほとんどないと判断された。しかし、ダ



図 3. 淡水海綿 (St. 3 柳原)

ムのある河川ではこれらの水草の繁茂が問題となっているケースもあり³⁾、今後注意を要する。

カワニナの高密度分布 St. 6 カヌー公園から下流では高密度に生息するカワニナが観察された(図4上)。St. 7 門田から上流では、カワニナの生息密度は低いことから、St. 7 門田の下流に流入する長瀬川が供給源となっている可能性がある。カワニナは付着藻類(コケ)を専食するため、生息密度が高い地点では付着藻類がほとんどなくなっていた。江



図 4. カワニナの高密度分布(上: St. 2 都賀大橋 下: アユのハミ跡のある石ではカワニナが少ない)

の川のように河床の攪乱が起きにくくなっている河川では、潜在的にカワニナの高密度化が発生しやすい状態となっており、餌をめぐる競合者であるアユが少ないことで（図4下）、助長されるということも考えられる。なお、江の川のようにカワニナが主たる一次消費者となった場合、それを捕食する生物が少ないため、河川の生産力が高次の消費者（鳥類等）へ伝達されにくくなり、結果として河川の生物相が貧弱化することが憂慮される。

(2) 底質（底石の状態）

江の川中流域の瀬では河床のアーマコート化（河床材料が粗粒化し、はまり石状態となって動きにくくなる現象）が見られ、特にSt.4両国橋～St.7門田の間で顕著であった。河床がはまり石状態となることで「不良漁場」の形成要因となることが報告されており⁴⁾、注意を要する。

3) 発電による減水

鳴瀬堰（江の川取水ダム）の貯留水を使って発電が行われており、鳴瀬堰から放水口のあるSt.6カヌー公園までは、減水区となっていた。調査当日（2015年9月16日）の鳴瀬堰からの総放流量（維持流量 $8.85 \text{ m}^3/\text{s}$ を含む）は約 $9.3\sim 9.5 \text{ m}^3/\text{s}$ （中国電力株式会社からの聞き取りによる）であった。鳴瀬堰の取水能力は $90 \text{ m}^3/\text{s}$ あるが、当日の鳴瀬堰上流の流量は、約 $61 \text{ m}^3/\text{s}$ （国土交通省水文水質データベース <http://www1.river.go.jp> 尾関山観測所と神之瀬川観測所の合計値）であった。堰上流の流量から堰下流の総放流量を差し引いた残り、約 $50 \text{ m}^3/\text{s}$ が発電用として取水されていたことになり、取水される前の約 $1/6$ に減水していた。減水はアユに対して様々な悪影響を及ぼすが、調査日の流況をみる限り、アユの生息を著しく阻害するような大きな悪影響はないと判断された。しかし、取水によりアユの生息にとって好適な早瀬や淵などの河床型面積は減少しており、生息期待量を抑制していることは明らかである。高橋、谷口²⁾は河床型の構成が減水以前の状態に近くなる流量を維持流量とすることで、アユの生息環境改善と発電との両立が可能であることを明らかにしている。今後、遡上制限を解除してダム上流にアユを遡上、生育させるにあたり、本来の河床型に近くなるよう維持流量の見直しを行い、生息環境改善を図ることが望ましい。

4) 魚道等の問題

St.6カヌー公園に流入する熊見川は、本川との合流点に段差があり、右岸側に石張りの階段状（階段式とは言い難い）の魚道が建設されている（図5

上）。隔壁はなく、プールはほとんど形成されないために、流量が少し増えると魚道内は通水量が過剰となって遡上は困難になる。また上り口には段差ができており、魚道への進入を困難にしている。さらに、魚道の上流は河床をコンクリートで固められており（図5下）、遡上できたとしても生息に不適な環境となっている。一連の施設を観察して、生物の生息に対しては実質的には何の配慮も窺えなかった。江の川水系における河川開発の歴史を窺い知ることのできる施設と言えよう。



図5. 熊見川合流点の魚道（上）と魚道の上流側のコンクリート河道（下）

5) アユ生息場および漁場としての適性

対象域をアユ漁場として見ると、カワニナの高密度分布や河床のアーマコート化といったアユの生息に対して不適な現象は少なくない。しかし、アユが生息できないほどの環境悪化は認められず、下流からのアユの遡上量が増えれば現状でも良好な漁場が形成されることが考えられた。

また、問題点として指摘したカワニナの高密度分布に関しては、カワニナの競合種であるアユが増えることで繁殖を抑制できる可能性がある。

2. アユの生息状況調査

1) 潜水条件

潜水調査時の水温は19.4~21.0℃で、平均値は20.1℃であった(表2)。

有効視界(潜水して魚種が判別できる距離)は1.7mであった。3m以下の有効視界では通常、観察者がアユを直接目視するよりも早くアユが視界から逃避してしまうことが多く、発見率(観察数/アユの実数)はかなり低くなる⁵⁾。1.7mの視界では個体数の計数は誤差が大きくなるため、今回の調査では、ハミ跡被度の観察のみを行った。

表2. 江の川中流域における水温と有効視界

地点	地点名	水温(℃)	有効視界(m)
St.1	都賀行大橋	20.6	1.7
St.2	都賀大橋	20.5	1.7
St.3	柳原	21.0	1.7
St.4	両国橋	19.9	1.7
St.5	作木	19.4	1.7
St.6	カヌー公園	19.4	1.7
St.7	門田	19.9	1.7
St.8	船佐駅前	19.9	1.7
平均		20.1	1.7

2) アユの分布傾向

アユのハミ跡被度を表3に示した。またハミ跡被度からアユの分布傾向を概観した(図6)。アユは全地点で確認できたが、ハミ跡被度は、瀬で2~36%(平均12%)、淵・トロで1~7%(平均3%)

表3. 江の川中流域におけるアユのハミ跡被度

地点	地点名	平均ハミ跡被度(%)	
		瀬	淵・トロ
St.1	都賀行大橋	7	7
St.2	都賀大橋	5	2
St.3	柳原	2	2
St.4	両国橋	2	3
St.5	作木	23	2
St.6	カヌー公園	6	2
St.7	門田	16	1
St.8	船佐駅前	36	3
平均		12	3

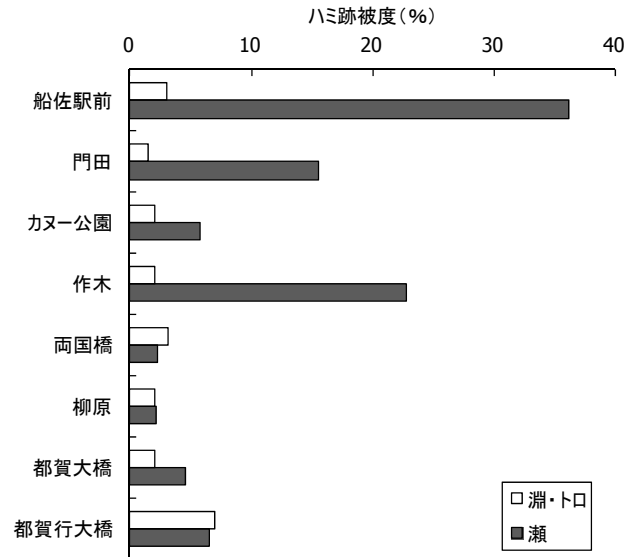


図6. 江の川中流域におけるアユの分布傾向 (2015年9月16-17日)

であった。筆者の一人である高橋の経験上、アユが良く釣れる河川のハミ跡被度は平均値で50%を上回ることが普通で、漁期の初期であれば80%を上回ることも珍しくはない。アユの個体数が減った9月に調査を行ったことを考慮しても、江の川中流域のハミ跡被度は低く、河川の規模に対してアユの生息数がかなり少ないことは明らかであった。

瀬のハミ跡被度を概観すると、調査範囲の上流側で高く、産卵のための降下行動が始まった様子は窺えなかった。

3) 異常魚の分布状況

潜水調査時には疾病症状等を呈した異常魚は観察されなかった。

3. アユの生息期待量と適正放流量の算定

1) 水面面積

河床型別の水面面積とその構成比を表1に整理した。対象域の総水面面積は284.5万m²であった。

2) 河床型の構成

河床型別の構成はA区とB・C区では大きく異なり、A区では瀬(早瀬および平瀬)の割合が42%と高いのに対し、後者では25%程度であった(表1, 図7)。また、トロBの比率はA区で8%と低く、B・C区では25~32%と高かった。淵はいずれの区間でも10%以下と低かった。

減水区では、早瀬の割合が低くなるとともにトロBの割合が高くなることが知られている²⁾。C区では顕著な減水は見られないが、減水区に特有の河床型の構成比に近くなっており、流量が少ないこと

で本来の河床型から変化したことが窺える。

3) アユの生息期待量の算定

(1) 適正収容密度の検討

適正収容密度は、現地踏査（潜水観察を含む）によって把握した底石の大きさ、河床型の組成（図7）、流況、水温等の生息条件を考慮して決定したが、この値は筆者の一人である高橋の潜水観察の経験に基づいた値であり、明確な根拠があるわけではない。正常な河川の適正収容密度は0.8~2.0尾/m²で、多くの場合、1.0~1.5尾/m²と判断される。なお、神奈川県早川では環境収容力から期待できるアユの生息密度の最大値は2~3尾/m²と試算されている⁶⁾。

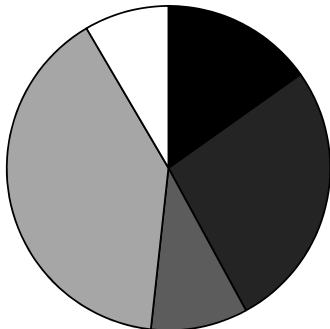
江の川中流域における河床型別の適正収容密度を

表4のように推定した。対象域の河床はアーマーカート化やカワニナの高密度分布など、アユの生息場としては好適な状態にはないが、前述の通り、大きな問題点はないと仮定して決定した。

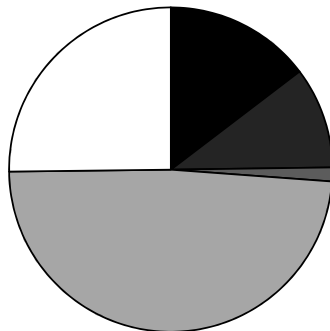
表4. 江の川中流域における河床型の適正収容密度

河床型	適正収容密度 (尾/m ²)
早瀬	1.5
平瀬	1.0
淵	0.5
トコA	0.8
トコB	0.1

A: 浜原ダム流入点～出羽川合流点



B: 出羽川合流点～熊見発電所



C: 熊見発電所～鳴瀬堰

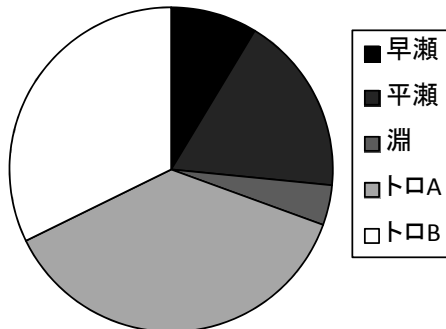


図7. 江の川中流域の河床型の構成 (面積比)

対象域に設けたA~Cの3区間（図1）それぞれの生息期待量の算定結果を表5に示した。また、それらを整理し、表6に示した。

生息期待量は約220万尾と算定された。平均密度は0.78尾/m²で、いわゆる適正放流基準密度0.7尾/m²^{7,8)}に近い数字となった。減水区であるC区では、平均密度がもっとも低くなった。理由は、発電取水による減水のためにアユの生息にとって好適な早瀬の割合が低下し、生息に不適なトコBの割合が高くなっていること（図7）、言い換えれば、生息場の質が劣化していることにある。

(2) 生息期待量を満たすために必要とされる放流量 (適正放流量)

ここでは生息期待量すべてを放流で維持するために必要な放流量を算定する。放流種苗の平均重量を10g、放流から解禁までの歩留まりを60%⁸⁾とすると、江の川中流域の生息期待量約220万尾（表6）を6月1日時点で確保するためには、約370万尾、37tの種苗が必要と算定された（表7）。これは、江川漁業協同組合が管内の水域に放流する種苗数である約200万尾の2倍近い数字である。ちなみに輸送費を含む種苗単価を4,000円/kgとすると、37tの種苗を購入するには1億4,800万円が必要となり、放流のみで資源を維持することは現実的には不可能と言える。本調査により、江の川中流域は下流からアユの遡上があれば良好な漁場が形成されることが明らかとなった。今後は、ダム上流を含めた

表 5. 江の川中流域におけるアユの生息期待量 (区間別)

A:浜原ダム流入点～出羽川合流点				B:出羽川合流点～熊見発電所			
河床型	漁場面積 (m ²)	適正密度 (尾/m ²)	生息期待量 (尾)	河床型	漁場面積 (m ²)	適正密度 (尾/m ²)	生息期待量 (尾)
早瀬	203,300	1.5	304,950	早瀬	99,454	1.5	149,180
平瀬	361,469	1.0	361,469	平瀬	69,047	1.0	69,047
淵	129,593	0.5	64,796	淵	9,437	0.5	4,719
ト口A	534,632	0.8	427,706	ト口A	330,700	0.8	264,560
ト口B	113,097	0.1	11,310	ト口B	171,322	0.1	17,132
計	1,342,091	0.87	1,170,230	計	679,959	0.74	504,637

C:熊見発電所～鳴瀬堰			
河床型	漁場面積 (m ²)	適正密度 (尾/m ²)	生息期待量 (尾)
早瀬	70,952	1.5	106,427
平瀬	147,646	1.0	147,646
淵	33,122	0.5	16,561
ト口A	305,870	0.8	244,696
ト口B	265,719	0.1	26,572
計	823,309	0.66	541,902

表 6. 江の川中流域におけるアユの生息期待量

区間	漁場面積 (m ²)	適正密度 (尾/m ²)	生息期待量 (尾)
A:浜原ダム流入点～出羽川合流点	1,342,091	0.87	1,170,230
B:出羽川合流点～熊見発電所	679,959	0.74	504,637
C:熊見発電所～鳴瀬堰	823,308	0.66	541,902
合計	2,845,358	0.78	2,216,769

江の川におけるアユの資源循環の再生に向けて、浜原ダム下流域における再生産力の向上や、課題となっている浜原ダムにおける親魚降下阻害の改善などに取り組み、天然資源の増殖に努力することが重要となる。

表 7. 生息期待量を種苗放流でまかなうために必要な放流量の試算

項目	計算値
生息期待量(尾)	2,216,769
放流から解禁までの歩留まり(%)	60
必要(適正)放流尾数(尾)	3,694,616
放流サイズ(g/尾)	10
必要(適正)放流量(kg)	36,946

文献

- 国土交通省河川局：江の川水系河川整備基本方針，2007，15pp.
- 高橋勇夫，谷口順彦：流量変化に伴う河床型構成およびアユの生息密度の変化とそれらの河川維持流量評価への活用．応用生態工学，15，197-206 (2012)．
- 内田朝子，白金晶子，洲崎燈子，裕 伸夫，水野 修，椿 隆明：矢作川における要注意外来生物オオカナダモ (*Egeria densa*) の繁茂状況と駆除活動．矢作川研究，18，33-40 (2014)．
- 荒木康男：寒河江川・月布川におけるアユ漁業実態および漁場環境調査，良好なアユ漁場を維持するための河川環境調査の指針，水産庁，pp.46-59 (2011)．
- 高橋勇夫，岸野底：奈半利川におけるアユの生息数と減耗率の潜水目視法による推定．応用生態工学，19，233-243 (2017)．
- 相澤康，中川研：神奈川県早川におけるアユの生物生産と適正資源量の検討．神奈川県水産技術センター研究報告，3，79-85 (2008)．
- 宮地伝三郎：アユの話，岩波書店，東京，1960，226pp.
- 岐阜県水産試験場：適正放流基準の検討とり

まとめ. アユの放流研究 (アユ資源研究部会昭和63年～平成2年度のまとめ), 全国湖沼河川養殖研究会アユ資源研究部会, pp31-38 (1992).