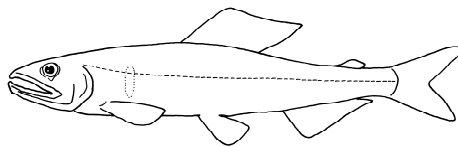


平成26年度
朱太川水系アユ生息状況調査・
保全計画作成業務委託

報 告 書

平成26年12月

たかはし河川生物調査事務所



はじめに

北海道西部を流れる朱太川は、流路延長 43.5km、流域面積 367.1km² の中規模河川で、黒松内町、寿都町を経て日本海側の寿都湾へと注ぐ。

朱太川を特徴づけるものは自然豊かな河川環境で、本川には魚の移動を妨げるような堰堤等の工作物は全くなく、アユが源流域まで遡上できるという全国的にも希有な河川である。また、そこに生息するアユは北限域の貴重な個体群で、その保護が求められるが、資源量や生態に関する情報はごく少ない。

朱太川の大部分が流れる黒松内町は、「自然と人の共生」、「循環を基調とする地域社会」を目指して、自然を活かした地域づくりを推進している。また、生物多様性の保全とその持続的な利用を行うための生物多様性地域戦略を全国に先駆け平成 24 年 3 月に策定し、現在はその一環として朱太川のアユ資源を保全しながら持続的に利用する方法を模索している。

本調査では、朱太川のアユの生態、資源量等を明らかにするとともに、アユ資源を守りながら持続的に利用する方策を検討することを目的としている。朱太川とそこに棲むアユが多くの住民に大切にされ、持続的に利用されるようになることを願う。

平成 26 年 12 月

たかはし河川生物調査事務所

代表 高橋勇夫

目 次

はじめに

第1章 生息場診断	1
1. 調査方法	1
2. 結果と考察	2
1) 河川工作物	2
2) 河床材料	3
3) 水生昆虫の繁殖	4
4) 河口および河口周辺海域	5
5) アユの生息場および漁場としての適性の検討	5
第2章 河川生活期のアユの生態	7
1. 調査方法	7
2. 結果と考察	7
1) 調査時の水温と有効視界	8
2) アユの分布傾向	8
3) サイズと体型	11
4) アユの行動様式	11
5) 異常魚の発生状況	12
6) 生息量の推定	12
第3章 産卵期のアユの生態	15
1. 調査方法	15
2. 結果と考察	15
1) 産卵場の位置	15
2) 産卵場の形状と規模	18
3) 卵の埋没深	21
4) アユの産卵場として見た河床の適性	22
5) アユの産卵場を保全する上での課題	23
第4章 アユ資源の減少原因の検討 Ver. 2014	25
1. 河川環境の悪化	25
2. アユ仔魚の生息に厳しい海域環境	25
3. 種苗放流による遺伝的攪乱	26
4. 他河川からの供給量の減少	26
5. 乱獲および混獲等	27
6. 資源減少要因のまとめ	28
第5章 アユ資源保全策の検証 Ver. 2014	29
1. アユ資源保全に向けての基本方針	29
2. 持続的利用を可能にするための目標値	29
3. 天然アユ資源保全対策	30
4. 天然アユ資源保全対策の検証	30
1) 評価基準	30
2) 2014年度の評価	31

参考文献 40

付属資料

第 1 章

生息場診断

本調査は、朱太川でアユが生息するうえでの障害を明らかにすることと、その対策を考えるために実施している。なお、本調査は 2011 年から行っており、過去の報告書と記述が重複する部分があることをお断りしておく。

1. 調査方法

1) 調査時期

2014 年 7 月 22~24 日

2) 調査地点

調査は朱太川の河口沿岸海域から源流に近い黒松内町東川地区までの本川および黒松内川、来馬川を対象とした（図 1-1）。この区間の中で、図 1-1 に○印で示した 15 地点では、潜水観察も合わせて行った。

図 1-1 漁場環境の調査区域（黄色で示した区間）



3) 調査方法

対象区間を踏査し、河川の形態や河床材料（礫の大きさ、砂泥の多さ等）を観察するとともに、潜水観察により河床表面の状態（砂泥の量、付着物等）を観察した。また、アユの生息に影響を及ぼしている可能性が高い河川工作物等（護岸など）についても観察し、問題点の把握に努めた。

2. 結果と考察

1) 河川工作物

(1) 横断構造物

確認された横断構造物 朱太川本川には横断構造物（床止めや取水堰等）はほとんどなく、踏査した範囲（図 1-1）では、黒松内町黒松内の東橋下流の取水施設（融雪用）と、黒松内町東栄の東栄橋下流の帯工（図 1-2）があるに過ぎなかった。ともに落差はほとんどなく、アユだけでなく、遊泳力の弱い底生魚（カジカ等）の遡上もまったく阻害していないと判断された。



図 1-2 東栄橋下流の帯工

(2) 護岸

護岸の施工状況 朱太川本川、支川（黒松内川、熱郭川）の河岸は、一見自然状態に見える部分が多かったが、周辺の状況から推定するとそのような部分も土砂の下にコンクリートブロックが埋まっているようであった。そのため、河岸が山付きの岩盤となっている部分を除くと、ほぼ全域にコンクリートブロック（形状は様々）による護岸とその根固めによって流路が固定されている（昭和 50 年代の第 1 期改修工事）。そのため、通常の川と比較すると、流れ幅（水面幅）の変化に乏しく、やや単調な河相となっている。

護岸による水生生物への影響 護岸とその根固めによって河道がほぼ固定されており、その結果、水衝部においてもほとんど洗堀が起きず、①水生生物の重要な生息場所である淵が発達しにくく、②河岸の洗堀による土砂の供給も減少していると考えられた（アユなどが産卵するための基質の減少につながる）。また、護岸に近い部分の河床は動きにくいようで、瀬の中で蘚苔類（コケ類）の繁茂が見られた。

①の護岸工事による淵の減少（＝河床の平坦化）が水生生物の生息条件を悪化させることは多くの指摘があり（たとえば、高橋, 1985 ; 水野, 1993）、とくに瀬と淵を昼夜で使い分けるような生態を持つアユ（宮地, 1960）にとっては、その影響は大きいと考えられる。また、②土砂供給の減少はアユの産卵基質の減少や砂州の縮小を引き起こし、産卵環境劣化につながる。

2) 河床材料(川底の状態)

粒径 朱太川に潜水して観察した限りでは、瀬においても河床材料が小さく、淵やトロにおける河床材料との明瞭な差がないことが目についた。谷田・竹門の簡便階級（竹門, 1995）に従えば、岩（径 0.5m 以上）や巨石（径 0.25-0.5m）が、源流に近い上流部を除くと他の河川と比べて極端に少ないことになる。

アユが生息するうえで河床材料の大きさは重要で、巨石が少ないと不良漁場になりやすいことが指摘されている（阿部, 2013）。また、アユは大きな石がランドマーク的に存在する場所でナワバリを作る傾向があることなども考慮すると、朱太川における河床材料の小ささは、アユの生息にマイナス要因となっている可能性が高い。

シルト・粘土分の沈着 朱太川の下流部（実橋より下流）は河床勾配が緩いうえに、近年の河川改修（平成 5 年からの第 2 期工事）によって低水路が拡幅されており、平均流速の低下に伴い付着藻類や礫表面へのシルト・粘土分の沈着が目立った（図 1-3）。アユは餌となるコケを食べる際に、沈着したシルト・粘土分も混食せざるを得なくなっていた（図 1-3 の泥が付着していない部分は、アユのハミ跡）。



図 1-3 河床に沈着したシルト・粘土分
（湯の浜大橋付近）

巨石掘り起こしによる漁場づくり 睦橋の 400m ほど下流の早瀬において、漁協と行政の共同で、河床に埋没していた巨石の掘り起こしが行われた。現場は早瀬で（図 1-4；左上）、底には比較的小さめの礫（5-20cm 程度が多い）がフラットに敷き詰められたようになっていた。ここで、川底に埋没していた巨石（径 0.7-1m 程度）を掘り起こして、不規則に並べて（主に半分より右岸寄り）、流れに変化を付けていた（図 1-4；右上）。

この瀬におけるアユのハミアトの分布状況を潜水し観察したところ、巨石およびその周辺に多くのハミアトが観察された（図 1-4；下段）。他方、従来からの河床が維持されていた左岸寄りの半分は、巨石を並べた区域よりも明らかにハミアトが少なく、アユが巨石を掘り起こした周辺を選んで定着していることは明らかであった。

このようなアユの分布量の差は、巨石によって流れが複雑化されたことによって、定位しやすい流速帯が広がったことが一因と考えられた。すなわち、該当区間の瀬はフラットなために、底まで流れが速く、アユが定位および摂餌しづらい状態（定位には無駄な体力を要する）にあった。巨石によって流速に変化が付き、定位しやすい流速帯ができたことでアユが集中するようになったと考えられる。

河床材料が小さく変化に乏しい朱太川中下流部においては、巨石の掘り起こしによる漁場づくりはかなり効果があると判断された。強いて問題点をあげておけば、現在の石の設置方法は、河床に単純に置いているために洪水の際に流されやすい。図 1-5 のように、石

の下流側に枕になる礫を敷いて、それに巨石をもたせかけるようにして、縦断方向に 2~3 重に重ねれば、出水の際に流されにくくなる。



図 1-4 巨石掘り起こしによる漁場づくりの現場の状況
(下段写真: 巨石およびその周辺の石の表面には多数のハミアトが確認できる)

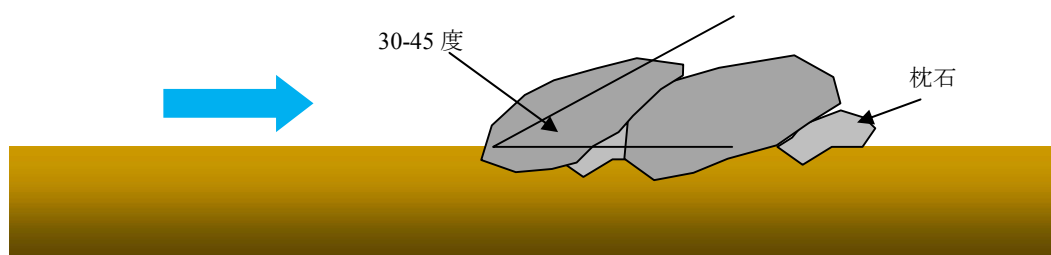


図 1-5 流されにくい石積みの方法

3) 水生昆虫(ヤマトビケラ類)の繁殖

2014 年の 7 月調査時には支川の黒松内川の黒松内橋～旭野橋付近で、水生昆虫（ヤマトビケラの仲間）の異常発生が見られた（図 1-6）。 ヤマトビケラの仲間は付着藻類を専食

するため、異常発生が起きると、周辺の藻類は消失してしまい、結果としてアユなどの餌料がなくなり、アユの分布密度が低下する。

このようなヤマトビケラの異常繁殖は、山腹崩壊などによって河川に大量の砂が流入した時に見られることが多い。黒松内川はこの2年ほどの間に河床に砂泥が多くなっており、ヤマトビケラの異常繁殖はそれと同調するように起きている。



図 1-6 ヤマトビケラの仲間の繁殖(黒松内橋)
(石礫上の付着藻類が食べ尽くされている)

4) 河口および河口周辺海域

朱太川の河口周辺海域は内湾(寿都湾)となっており、朱太川でふ化したアユがこの内湾から外に逸散しにくいという地形的な特性を有する。このことは回帰率を高める方向に働くため、天然アユ資源を保全する上できわめて有利な条件と言える。

また、河口から2-3km上流まで汽水域となっていることは、アユが海と川を行き来する行程での緩衝帯および生息域として利用できる点で有利である。ただし、河口の汽水域は河川流量が多い時期にはほとんど形成されていないようで(潜水による確認)、やや不安定な状態にあるのかも知れない。

アユが生息する上でのもっとも気かりな点は冬場の海水温で、アユ仔稚魚の生息可能な下限値とされる4℃(鈴木, 1985)を下回らないことが要件となる。気象庁が発表している日本近海旬平均海面水温データ(http://www.data.kishou.go.jp/db/kaikyo/jun/sst_jp.html)を見ると寿都湾の海面水温は冬季でも5℃を下回ることはないが、厳冬期には5℃近くまで低下しており、アユが生息するにはぎりぎりの条件と言える。冬場の低水温による減耗や成長不良(場合によっては斃死)が起きているかもしれない。

5) アユ生息場および漁場としての適性の検討

朱太川の漁場環境を概観すると、ほぼ全域にわたる護岸工事と河道の直線化*(昭和50年代の第1期工事)によって、河床の平坦化(瀬と淵の不明瞭化)、あるいは河床材料の均一化が進んでいる。河床の平坦化がアユをはじめとする多くの淡水魚に悪影響を及ぼすことは、すでに多くの指摘があり(例えば、水野, 1980)、朱太川においてもアユが生息するうえでの障害になっていると判断される。

しかし、現状でも天然アユの資源水準は比較的高く、河川環境の悪化が深刻な状態には、まだない。むしろ、源流に至るまで堰や床止めといった横断構造物がほとんどなく、アユのような回遊魚が源流付近まで遡上可能(実際、種苗放流を行っていない年でも源流部で

* 東西蝦夷山川地理取調図によると、朱太川は著しく蛇行した河川であった。

アユが確認される) という朱太川の環境は、日本の他の河川ではすでに失われたものであり、その意味では非常に貴重なものと言える。

一方で、天然アユ資源を保全するうえで気がかりな点は海域での生息環境で、とくに冬場の最低水温がアユの生息下限付近まで低下することは、天然アユ資源を安定的に増やそうとする際の障壁となるかもしれない。また、近年、産卵環境が悪化しつつある点（第3章参照）も現時点での問題点となっている。

今後の課題としては、実橋～白炭の間で予定されている改修工事（2期工事）で、主産卵域であることから、悪影響が出るような改修は、アユの再生産にとって致命的な影響を与えかねない。十分な検討のうえに、アユの生息条件を良くするような改修方法となることを期待したい。

第2章

河川生活期のアユの生態

1. 調査方法

1) 調査時期

2014年7月22-24日に実施した。

2) 調査方法

朱太川の河口に近い湯の浜大橋から源流に近い黒松内町東川地区までの本川および黒松内川、来馬川を対象とし（図2-1）、○印で示した15地点で潜水観察を行った。各地点とも潜水によりアユの個体数を計数し、観察個体数を観察面積で除して生息密度を求めた。さらに全長組成（目視により5cmピッチに区分）とアユの行動様式（ナワバリ、単独、群れに分類）を観察した。



図2-1 潜水観察地点(図中の○印)

2. 結果と考察

1) 調査時の水温と有効視界

水温は 16.2～19.3℃で、平均は 17.6℃であった（表 2-1）。有効視界（潜水目視で魚種が判別可能な水平距離）は 1.5～5.0m で、平均は 2.7m であった。黒松内川や朱太川本川の上流部は透明度が高かったが、本川の下流部（南作開から下流）で有効視界は悪い傾向にあった。有効視界が悪い場合、アユの発見率（確認個体数／実生息数）はかなり落ちるため、観察個体数は誤差が大きくなる。

表 2-1 調査時の水温と有効視界

河川	地点	7/22-24	
		水温 (℃)	有効視界* (m)
	1. 湯の浜大橋	17.3	1.5
	2. 実橋上流	17.3	1.8
	3. 南作開	19.3	1.8
	4. 睦橋	18.3	2.0
	5. 黒松内	18.3	2.2
	6. 賀老橋	16.5	2.2
	7. 中里	16.2	2.5
	8. 豊幌	16.2	2.5
	9. 東栄橋下流	18.4	2.8
	10. 観音橋	18.8	3.0
	11. 小川橋	17.3	5.0
	平均	17.6	2.5
黒松内川	K1. 黒松内橋	17.3	3.5
	K2. 旭野橋	17.6	3.5
	K3. 栄橋	17.7	3.5
	平均	17.5	3.5
来馬川	R1. 来馬川	17.2	3.0
	平均	17.6	2.7

*有効視界：潜水して魚種が判別できる距離

2) アユの分布傾向

生息密度の補正 アユの生息密度の計算結果を付表 2-1 に示した。また生息密度からアユの分布傾向を概観した（図 2-2）。なお、生息密度は視界が悪かった地点では過小評価している可能性が高いため、以下のような発見率（観察個体数/実生息数）による補正を行った（付表 2-1）。なお、発見率は、高知県物部川において調査した値（高橋、未発表）を用いた。

有効視界が 1.5-2.0m：発見率 0.5

2.1-2.9m：発見率 0.7

3.0m 以上：発見率 1.0

生息密度と分布傾向 アユは湯の浜大橋（ハミアトのみ確認）から観音橋の間で確認できたが、その間の密度（補正值；以下同様）は、0～1.1 尾/m²（単純平均は瀬で 0.21 尾/m²、淵で 0.39 尾/m²）であった。2014 年はアユ本来の生息場である瀬よりも淵において密度が高いことが特徴的で、2012～2013 年とは傾向が逆転していた。原因は河川流量の少なさにあると考えられ、水深のある淵やトロに一時的に避難したような状態になっていると考えられた。

生息密度を過去の調査と比較すると、2011 年 8 月調査時の密度（補正無し）が 0.03～0.55 尾/m²（単純平均は瀬で 0.14 尾/m²、淵で 0.15 尾/m²）であったことと比較すると、2014 年の生息数密度はかなり高かったものの、豊漁であった 2012 年 8 月（図 2-3）の 0.03～1.48 尾/m²（単純平均は瀬で 0.67 尾/m²、淵で 0.63 尾/m²）よりは低く、2013 年（図 2-4）8 月の 0～1.63 尾/m²（単純平均は瀬で 0.38 尾/m²、淵で 0.37 尾/m²）と同程度であった。

分布傾向を概観すると、朱太川本川は下流の実橋から黒松内付近まで相対的に高い密度で生息していたが、その上流の賀老橋からは上流に向かうにつれて徐々に密度が低下する傾向にあった。過去の調査では夏場になると、上下流の密度差が小さくなる傾向が見られたが（図 2-3、2-4）、2014 年は調査時期がやや早いものの、上下流の差が大きかった。

遡上上端は、本川は観音橋付近と判断され、これは 2011 年～2013 年 8 月には小川橋まで確認されたことと比較すると、やや下がっていた。また、来馬川の定点でも 2014 年は観察されず、遡上上限が下がっていた。河川流量が少なかったことがアユの遡上意欲を抑制した可能性が高い。

支川の黒松内川では、栄橋まで確認できたが、栄橋における生息密度は 0.03 尾/m²と例年（0.3-1.1 尾/m²）よりも低かった。黒松内川でも遡上がやや抑制されていたと考えられた。

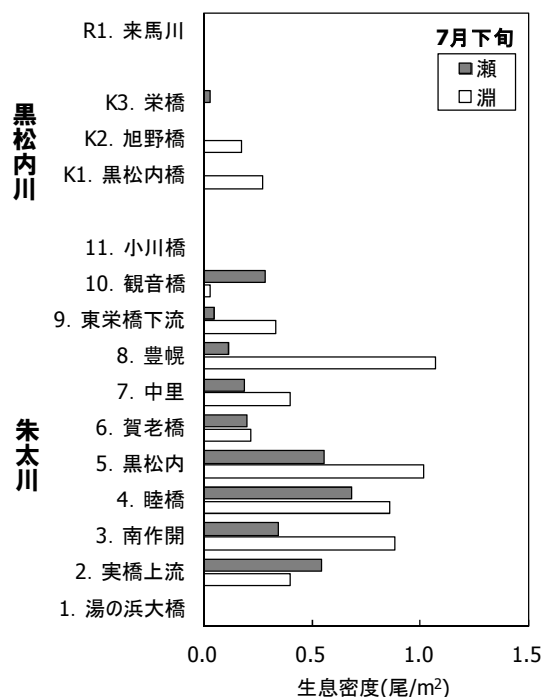


図 2-2 2014 年 7 月におけるアユの生息密度

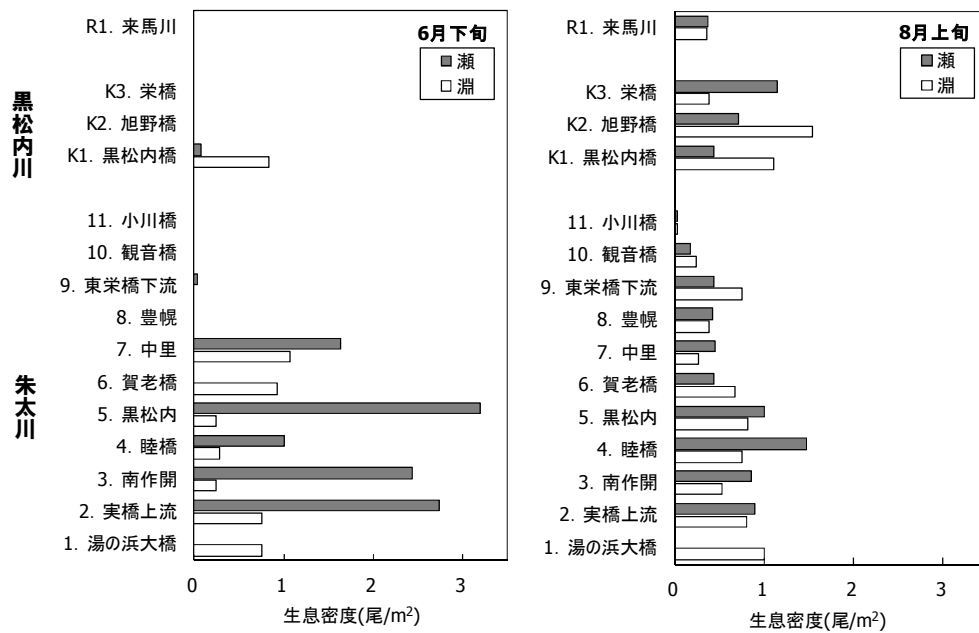


図 2-3 2012 年夏季におけるアユの生息密度

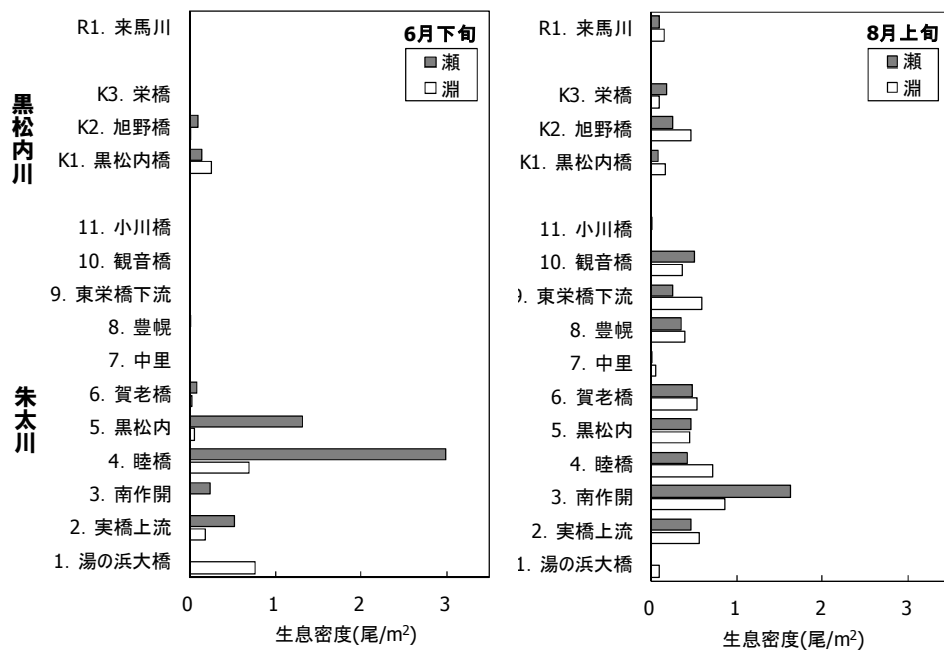


図 2-4 2013 年夏季におけるアユの生息密度

3) サイズと体型

2014 年 7 月に観察したアユの全長組成（個体数比率）を図 2-5 に示した。

中心サイズは全域で全長 15～20cm にあったが、黒松内から下流では全長 10～15cm の割合が相対的に高く、上流側（賀老橋から上流）では逆に 20～25cm の割合が高くなった。朱太川における遡上開始時期が 5 月であることを考えると、2 ヶ月半で 20cm を超えるサイズに達していて、成長は著しく良好と言える。

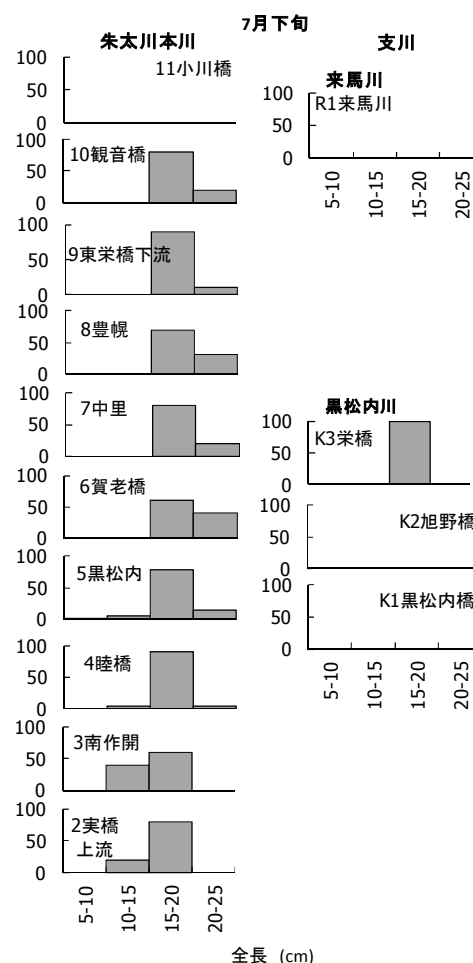


図 2-5 潜水目視によるアユの全長組成

4) アユの行動様式

観察したアユの行動様式をナワバリ、単独（群れてはいないが、ナワバリも持っていない個体）、群れの 3 つに分類し、その個体数比率を付表 2-1 および図 2-6 に示した。

ナワバリ個体は本川の下流部を除くほぼ全域で観察されたが、その比率は 30% 以下で、2012 年は豊幌から観音橋にかけては 30-60% という高率で観察されたことと比較するとやや低かった。

また、瀬と淵を比較すると、ほとんど差がないか、むしろ淵での割合がやや高い傾向にあった。アユのナワバリ形成率は通常、淵よりも瀬で高いことから考えると、2014 年 7 月の状態は、「正常」とは言えない。流量が少なかったことで、瀬がやや忌避されがちであったことと関係していると考えられる。

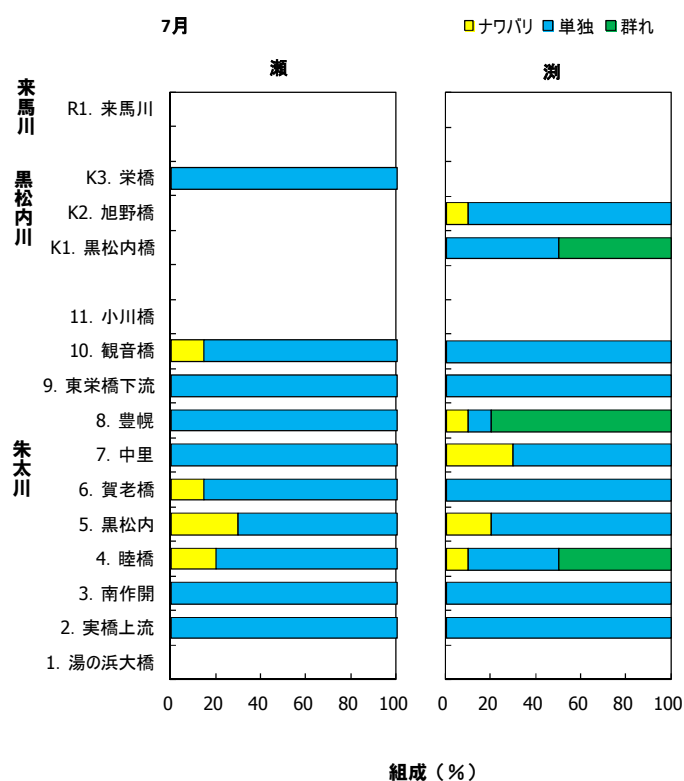


図 2-6 2014 年夏季におけるアユの行動様式

5) 異常魚(冷水病など)の発生状況

外見上、異常のある個体はまったく観察されなかった。東北以南の河川では冷水病が蔓延しており、アユの死亡率の上昇や活性低下（ナワバリを作らない等）により不漁となっている河川が多い。朱太川には今のところ冷水病菌は入っていない（過去には入ったことがあるらしい）と考えられ、アユ資源の保全上、有利な条件となっている。

6) 生息量の推定

ここでは、上記の生息密度と簡易測量した朱太川の水面面積*から、朱太川におけるアユの生息数を推定する。

(1) 朱太川におけるアユ生息域の水面面積

アユの生息域の概算面積を表 2-2 に示した。支川の熱郭川と黒松内川を合わせた合計面積は約 57 万 m^2 であった。なお、表 2-2 に示した区間以外（たとえば来馬川）にもアユは生息することもあるので、生息域の面積は実際にはもう少し広くなると考えられる。

* 2011 年に調査を行った（詳しくは 2011 年の報告書を参照）

表 2-2 朱太川におけるアユ生息域の水面面積の概算

河川	区間	水面幅(m)		流程 (m)	瀬と淵の比率 (瀬:淵)	アユ生息域の面積(m ²)		
		瀬	淵			瀬	淵	合計
本川	湯の浜大橋～丸山橋	15	20	3,350	1 : 9	5,025	60,300	65,325
	丸山橋～黒松内川合流	15	20	7,650	3 : 7	34,425	107,100	141,525
	黒松内川合流～幌内川合流	15	15	8,800	4 : 6	52,800	79,200	132,000
	幌内川合流～来馬川合流	12	10	7,600	4 : 6	36,480	45,600	82,080
	来馬川合流～小川合流	6	10	4,200	5 : 5	12,600	21,000	33,600
	小計			31,600		141,330	313,200	454,530
熱郭川	本川合流点～チョボシナイ川合流	8	8	1,700	5 : 5	6,800	6,800	13,600
	チョボシナイ川合流～白井川合流	6	7	9,050	5 : 5	27,150	31,675	58,825
	小計			10,750		33,950	38,475	72,425
黒松内川	本川合流点～賀老川合流	8	10	1,750	5 : 5	7,000	8,750	15,750
	賀老川合流～万の助沢下流砂防堰堤	5	7	4,800	6 : 4	14,400	13,440	27,840
	小計			6,550		21,400	22,190	43,590
合計				48,900		196,680	373,865	570,545

河川幅:レーザー測距器による平均幅の簡易測量
 流程: 1/50000地形図からプランメータで読み取り

(2) アユ生息量の推定

アユの生息域の面積に 2014 年 7 月の調査で実測した生息密度を乗じて、各調査時の生息量を算定し、表 2-3 に示した。なお、生息密度は先に示したような発見率を考慮した「補正值」を用いた。

7 月下旬時点でのアユの生息量は、朱太川本川が 20.2 万尾、黒松内川が 0.2 万尾、合計 20.4 万尾であった。2014 年はアユの種苗放流は行われなかったため、これがそのまま天然遡上量ということになる。生息量と生息面積から平均密度を算定すると、0.41 尾/m²となる。熱郭川の生息数を黒松内川と同程度とすれば、生息数は 20.6 万尾となる。

表 2-3 朱太川におけるアユの推定生息数(2014 年 7 月下旬)

河川	区間	アユ生息域の面積(m ²)			生息密度(尾/m ²)		推定生息数 (尾)
		瀬	淵	合計	瀬	淵	
本川	湯の浜大橋～丸山橋	5,025	60,300	65,325	0.54	0.20	14,774
	丸山橋～黒松内川合流	34,425	107,100	141,525	0.53	0.92	116,426
	黒松内川合流～幌内川合流	52,800	79,200	132,000	0.19	0.31	34,509
	幌内川合流～来馬川合流	36,480	45,600	82,080	0.08	0.70	34,786
	来馬川合流～小川合流	12,600	21,000	33,600	0.14	0.02	2,079
	小計	141,330	313,200	454,530			202,573
黒松内川	本川合流点～賀老川合流	7,000	8,750	15,750	0.00	0.22	1,925
	賀老川合流～万の助沢下流砂防堰堤	14,400	13,440	27,840	0.03	0.00	432
	小計	21,400	22,190	43,590			2,357
合計		162,730	335,390	498,120			204,930

(3) 天然アユの遡上量の経年変化

2014 年は稚アユの放流を行っていないので、各調査時点の推定生息量はすべて天然アユということになる。ただし、7 月下旬時点では一定の漁獲が行われた後であるため、補正が必要となる。7 月時点の生息量 20.6 万尾(熱郭川の推定生息数も加味した)に、解禁後の漁獲を数千尾と見積もると、2014 年における天然遡上量は約 21 万尾と推定される。

同様の方法*で推定した 2011 年以降の天然遡上量と比較すると(調査時期が必ずしも一致していないので、厳密な比較はできないが)、2011 年よりはかなり多いが、豊漁であった 2012 年よりも少なく、2013 年とはほぼ同レベルであった。

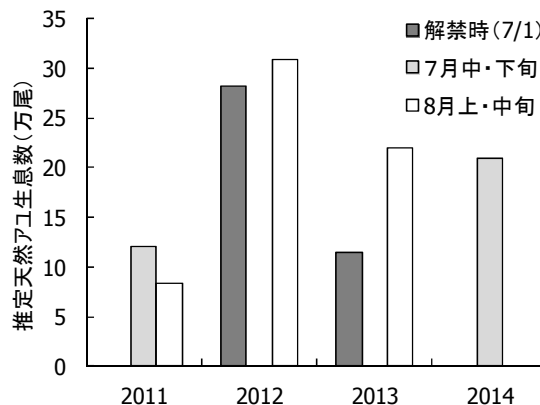


図 2-8 朱太川における天然アユの生息数の年変動

* 2011 年の解禁時の値は 7 月中旬時点の推定天然遡上数を用い、8 月は 8 月中旬時点の生息数から放流魚の生息数(放流数×0.3)を差し引いた値とした。2012 年、2013 年の解禁時の生息数は、6 月下旬時点の天然アユの生息数をそのまま用いた。2012 年の 8 月の生息数は 8 月上旬時点の生息数から放流魚の生息数(放流数×0.4)を差し引いた値とした。

第 3 章

産卵期のアユの生態

1. 調査方法

1) 調査時期

2014 年 9 月 24-25 日に行った。

2) 調査区域

朱太川におけるアユの産卵場は、河口に近い湯の浜大橋（河口から約 2km）から睦橋下流の瀬の間に点在していることが 2011 年の調査で分かっている。今回の調査では、睦橋上流の瀬でも産卵しているという情報が得られたため、睦橋の上流約 300m までを調査対象区間とし、この間にあるすべての瀬で調査を行った。

3) 調査方法

卵の確認と産卵面積の把握 瀬において、潜水によりアユ卵を目視確認した。卵が確認された地点では、産着卵の分布範囲を記録した。

卵の埋没深の測定 アユ卵は河床の礫中に生み付けられ、産卵に適した浮き石底では埋没深が深くなる（高橋, 2010a）。そこで産卵環境の良否の目安として卵の埋没深をランダムに測定した。埋没深は卵が付着している最も深い部分と周辺の河床面との差と定義し、図 3-1 のように河床面に渡した棒からの深さを測定した。



図 3-1 卵の埋没深の測定方法

2. 結果と考察

1) 産卵場の位置

調査対象区間にある瀬の位置と確認された産卵場の位置を図 3-2 に示した。対象区間には 26 箇所の瀬が存在し、そのうち 8 箇所の瀬がアユの産卵場となっていた。ほぼ同じ区間で調査を行った 2013 年（図 3-3）よりも瀬の数、産卵場の数ともに増えているが、2011 年（図 3-4）と比較すると両者とも少ない。このように対象域では、年毎に瀬の数が増減しており、河床が毎年動いていること（変化していること）を示している。

この 4 年間の特徴としては、最下流の産卵場の位置が上流側に移動していることがあげ

られる。これは、下流側から瀬が順次消失していることと、それに伴って、流速が低下しており、河床に砂泥の混入が多くなっていることによると考えられる。

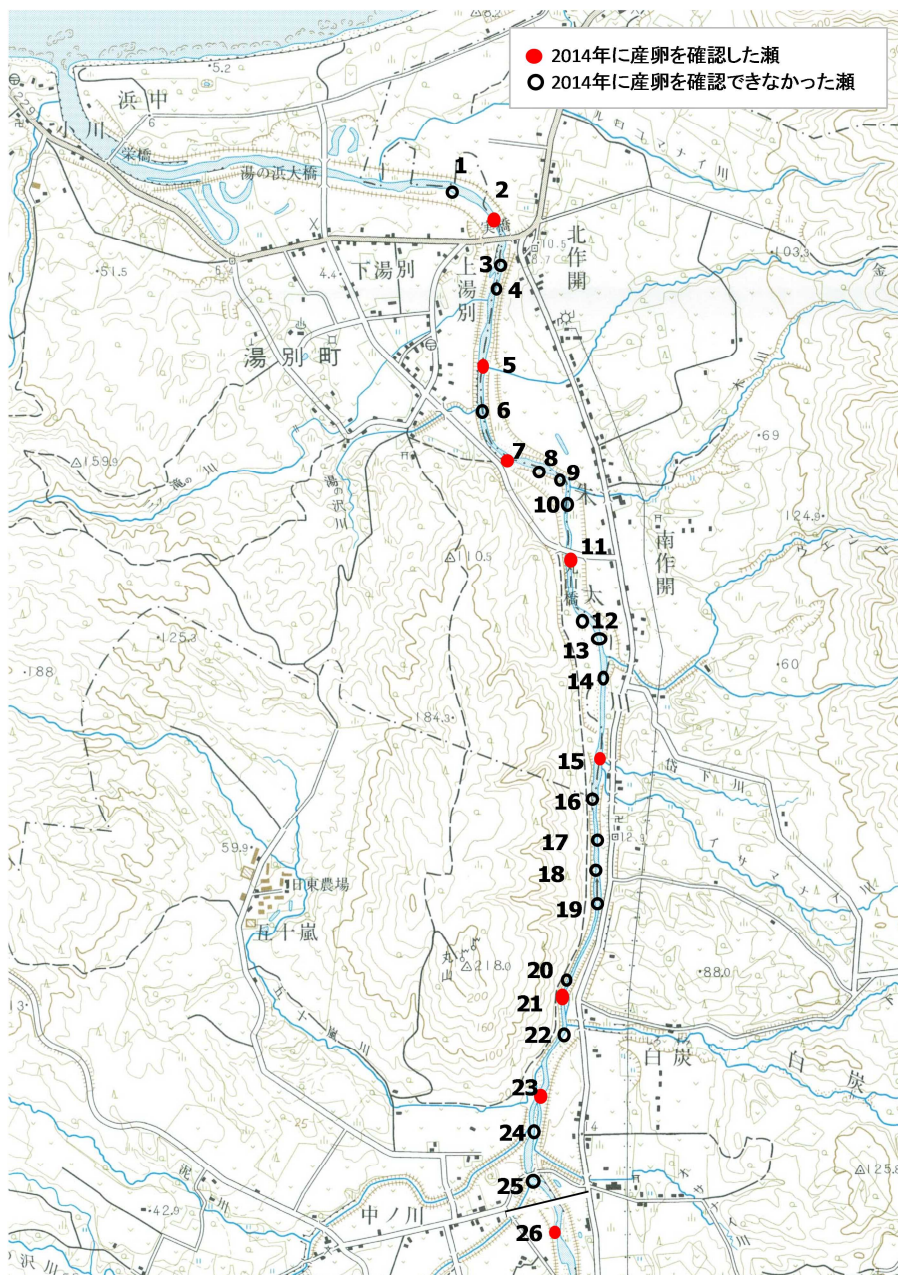


図 3-2 2014 年における瀬と産卵場の位置

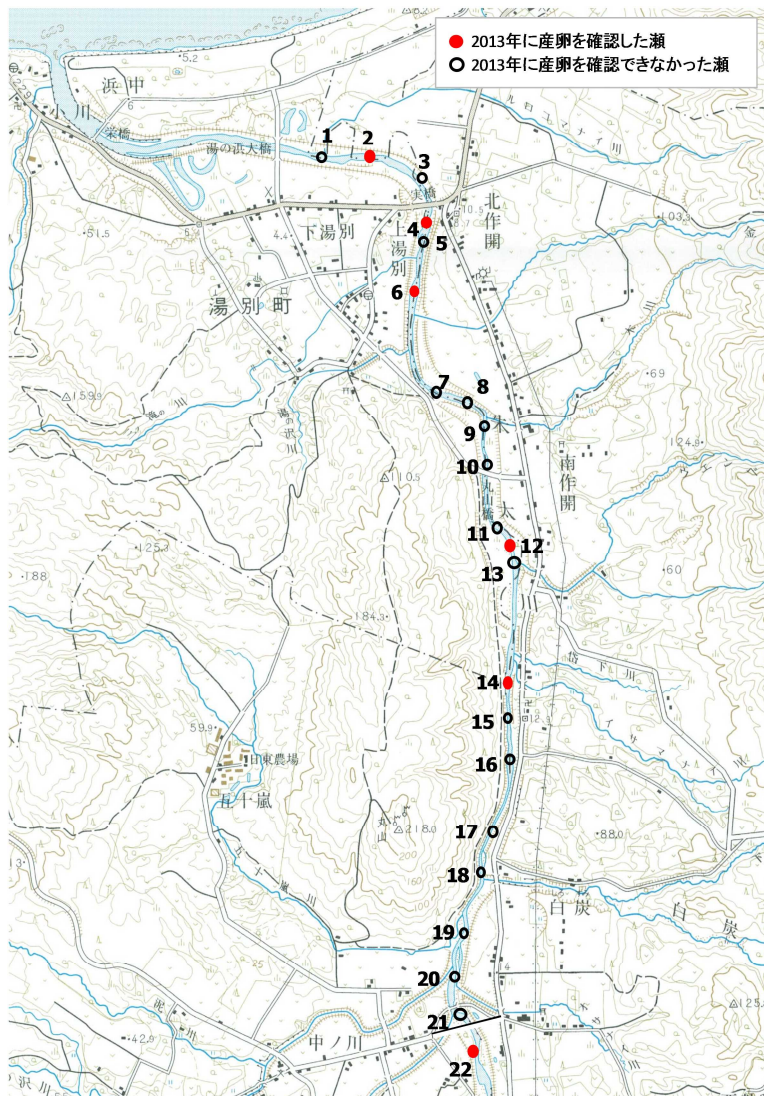


図 3-3 2013 年における瀬と産卵場の位置

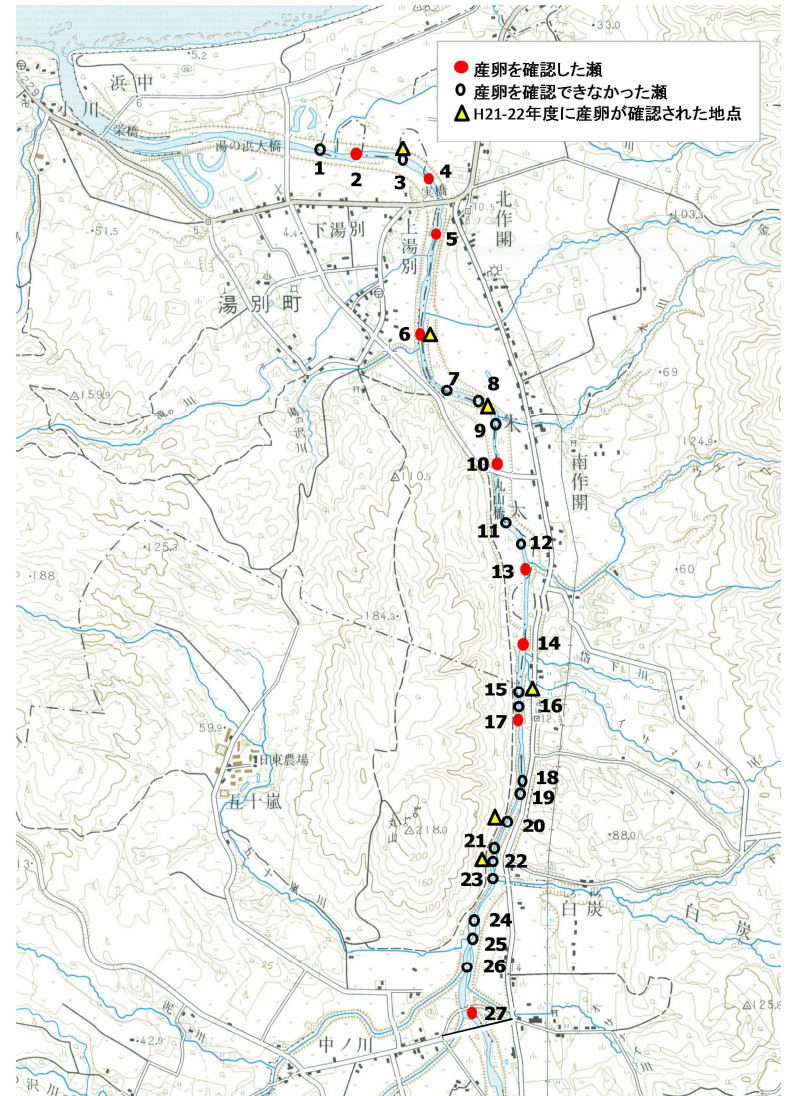


図 3-4 2011 年における瀬と産卵場の位置

2) 産卵場の形状と規模

確認された 8 箇所産卵場の面積や瀬の特徴を表 3-1 に整理するとともに、その形状を図 3-5 に示した。

2014 年に確認された 8 つの産卵場のうち、⑦の瀬を除く 7 つの産卵場は、中州や砂州（沈み州を含む）の周辺の流れが変化する場所に形成されていた（表 3-1、図 3-5）。アユの産卵場は上流から下流にかけての地形的な連続性が乱れているところに形成されることが多く（石田, 1964）、見方を変えれば、地形的には川底の変化が激しく不安定な場所を選んでいえる（白石・鈴木, 1962）。朱太川の産卵場も基本的にはこのような条件を満たした場所に形成されていたことになる。これに対して、サケの産卵が確認された瀬は、比較的地形が単調で、アユとサケが同所的に産卵していることはなかった（表 3-1）。

2014 年の産卵場の総面積は約 1,900m² で、ほぼ同じ範囲を調査した 2013 年とは同レベルで、2011 年の約 1/3 に過ぎなかった。しかし、⑪（丸山橋）、⑮の 2 つの産卵場は、面積が広いだけでなく、卵の密度も高かった。2013 年には卵密度の高い産卵場は観察されなかったことと比較すると、2014 年の産卵量は 2013 年よりもかなり多いと判断される。

産卵場の分布状態を区域別に見ると、2013 年以降は実橋から下流での縮小率が著しかった（図 3-6）。実橋から下流では拡幅を主とした河川改修工事（2 期工事）が行われており、河川形態の変化が起きている。産卵場の消失はこの改修工事と無関係とは思えない。

さらに、2011 年から 2014 年における産卵域の変遷を概観すると、年を追って主産卵域が上流側へ移行している。一過性のものなのかもしれないが、下流側ほど河床への砂の混入が多くなる傾向があり、アユが砂が多いことを嫌って上流側の河床を選択している可能性がある。アユの主産卵場の位置に関しては、仔魚の生き残りとも深く関係するため（下流側で産卵するほど仔魚の生き残りには有利）、今後も注意深く見守る必要がある。

表 3-1 アユの産卵場が確認された瀬の地形上の特徴

瀬の 番号	アユ卵の 有無	産卵面積 (m ²)	瀬の地形上の特徴等	サケの 産卵床	調査時の 水温(℃)
1	×		単調な平瀬。砂が多い	×	
2	○	75	みお筋が分散した平瀬。砂が多い	×	14.6
3	×		みお筋が分散した平瀬。砂が多い	×	
4	×		沈み洲(水位低下時には干出)によって、流れ変化	×	
5	○	90	早瀬。右岸側に砂州あり。流木によって流れが変化	×	14.6
6	×		単調な平瀬。礫は5-20cm	○	
7	○	200	単調な平瀬。礫は5-20cm	×	14.6
8	×		単調な平瀬。転石あり。河床は堅い	○	
9	×		単調な平瀬。転石あり。河床は堅い	○	
10	×		単調な平瀬。礫は20-30cm	○	
11	○	375	橋脚によって流れが変化。礫は5-10cm	×	14.7
12	×		単調な早瀬。礫大きい。河床は堅い	○	
13	×		単調な平瀬。礫は20-30cm	○	15.4
14	×		単調な平瀬。礫は20-30cm	○	
15	○	775	砂州によって流れが変化。砂は少ない	×	
16	×		単調な平瀬。河床は堅い	×	
17	×		早瀬。砂州によって流れが変化する	○	
18	×		単調な平瀬。河床は堅い。大石あり	○	
19	×		砂州によって流れが変化。砂は少ない	○	14.8
20	×		単調な平瀬。砂が多く、河床はやや堅い	○	
21	○	5	砂州によって流れが変化。砂多い	×	
22	×		単調な平瀬。河床は堅い	○	
23	○	5	カーブにできた早瀬。	×	14.8
24	×		砂州によって流れが変化	○	
25	×		支流合流点。単調な平瀬	○	14.7
26	○	370	砂州によって流れが複雑に変化	×	
合計	8箇所	1,895		14箇所	

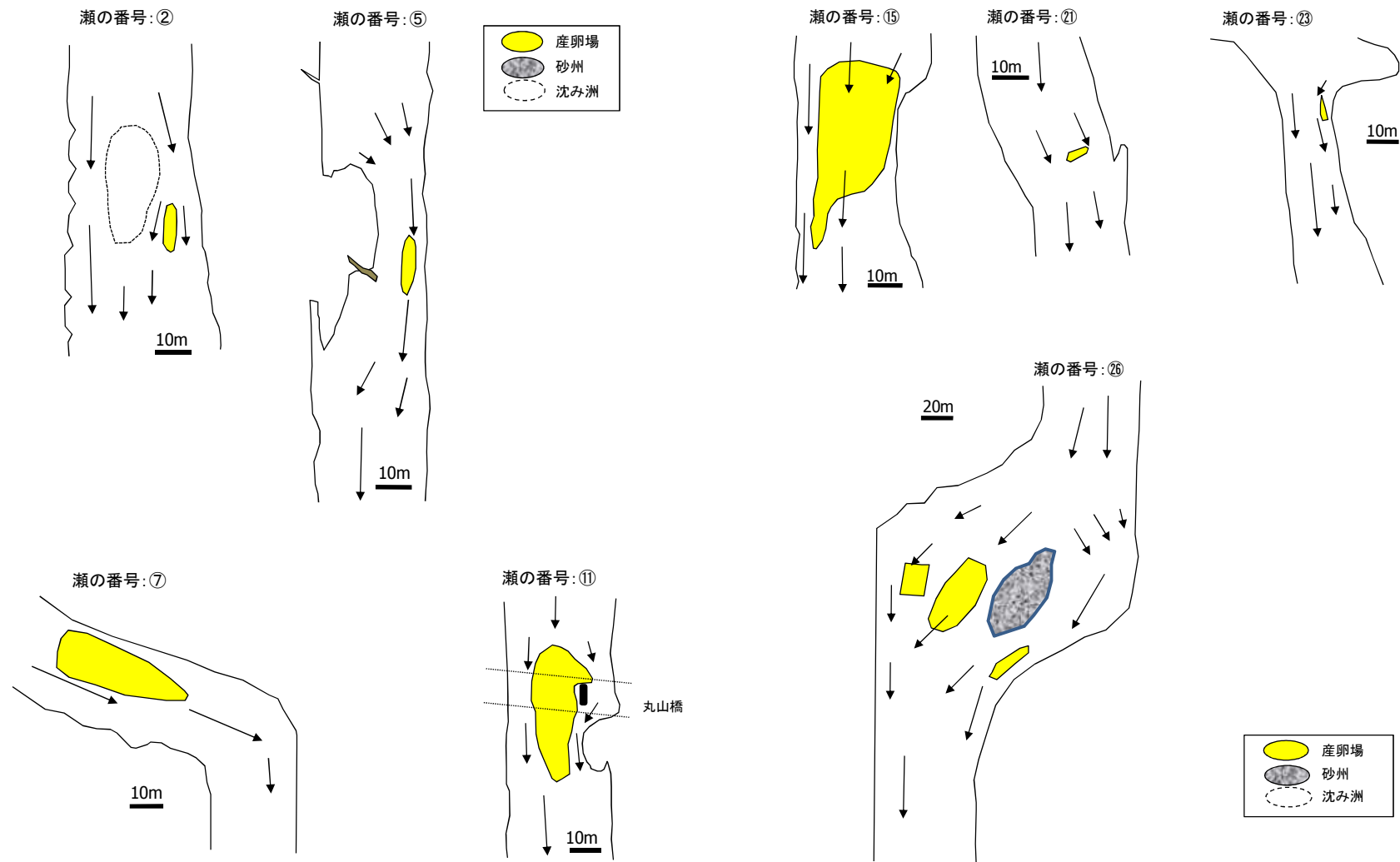


図 3-5 アユ産卵場の形状

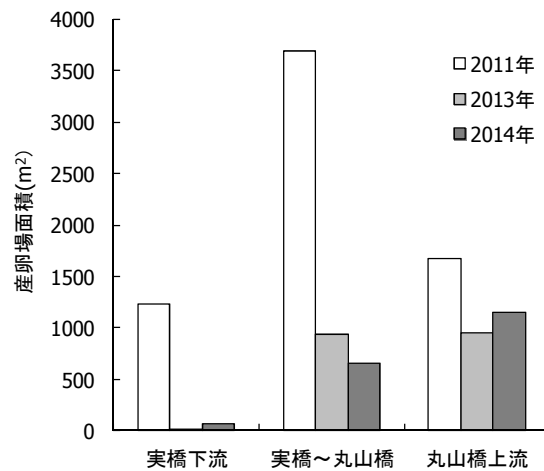


図 3-6 アユの産卵場面積の年変動

3) 卵の埋没深

卵の埋没深の測定結果を付表 3-1 に示した。卵の埋没深が深いと食卵の被害（高橋・東, 2006）が軽減されたり、重ね産みによる卵の流下（同じ場所で産卵を繰り返すと先に産み付けられていた卵が剥離する）が少なくなる。そのため、アユ親魚は礫間に体を差し込んで礫中深くに産卵しようとする。このような理由から、高橋（2007）は卵の埋没深の平均値が 10cm 以上あることを「良好な産卵場」の目安とすることを提唱している。

朱太川の下流部に形成されている瀬の河床表面は、産卵に適した小砂利で覆われているものの、表面の小石を取り除くとその下層は砂泥で目詰まりしていることが多く（図 3-7）、この傾向は下流部ほど顕著であった。そのため、アユ親魚が卵を礫層深くに生み付けることは難しいと考えられた。実際、8 つの産卵場のうち、⑪（丸山橋）以外の埋没深は 4-7cm 程度と浅かった（図 3-7）。

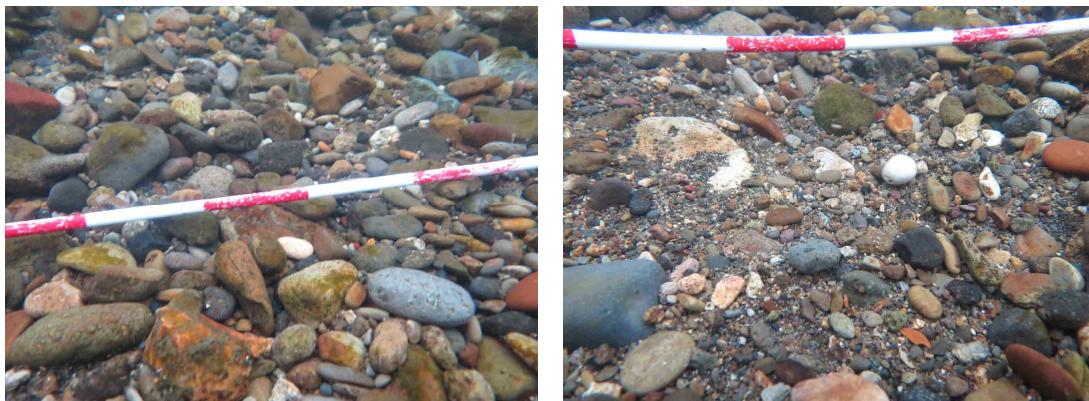


図 3-7 朱太川下流部の瀬の河床の状態。表面は産卵に適した小砂利が多いが（写真左）、その下は砂泥で目詰まりしていることが多かった（写真右）。実橋下流②の瀬

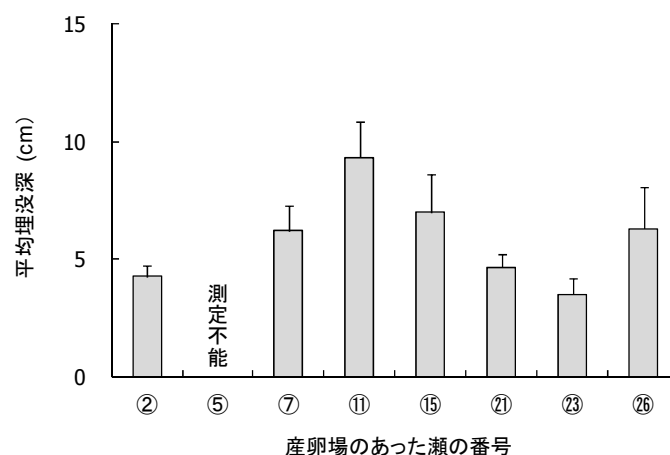


図 3-7 産卵場におけるアユ卵の埋没深

4) アユの産卵場として見た河床の適性

2011 年から 2014 年の調査結果を総合し、朱太川の河床の状態について検討する。

産卵に適した区間 朱太川のアユの産卵適地は睦橋から湯の浜大橋の間と言われており（聞き取り）、2009-2010 年の調査*でもこの間に産卵場が確認されている。また、河床勾配や礫の大きさから判断しても上記範囲が概ね妥当と判断された（ただし、2011 年、2013 年、2014 年とも睦橋の上流にも産卵場が存在していたことを確認している）。

この間は、産卵に適当な小石底（径 1-20cm）の浅瀬が点在し、それに隣接して休み場となる淵やトロ場もある。ただ、産卵範囲の上流側は海域からかなり離れている（6-9km）ため、ふ化した仔魚が流下中に減耗する確率が高いと考えられた。そのため、特に重要な産卵場所を絞り込むとすると、河口から 5.5km の丸山橋から下流ということになる。

朱太川の産卵場に関して心配されるのは実橋から下流の産卵場の縮小で、2011 年には 1,200m² 程度あったものが、2 年後の 2013 年にはほぼ消失してしまい、2014 年も回復していなかった。この区間では近年の改修工事（平成 5 年からの第 2 期工事）によって、河道（河積）の拡幅が行われた。産卵場の消失は改修工事と同調して急激に起きただけに、この改修工事との関係は無視することはできない。今後、同様の工法で改修工事が上流まで延伸されるとすると、アユの産卵場が壊滅的な打撃を受ける可能性も否定できない。注意を要する。

瀬の形 アユの産卵場は河道（縦断方向）に対して順方向の瀬に形成されることは少なく、河道に対して横断方向に流れる瀬に形成されることが多い。このような形の瀬は、礫が小さくかつ浮き石状態になりやすいためにアユの産卵に適している。朱太川下流部ではこのような形の瀬はほとんどなく、アユは中州や砂州（沈み州を含む）の周辺の流れが変化する場所を選択して産卵していた（図 3-5）。朱太川下流部に横断型の瀬が少ない理由は土砂

* 平成 21-22 年度朱太川改修工事漁業影響調査 アユ産卵床調査＜調査結果概要＞

供給の不足と過去の改修工事によって河道が直線化されたうえに、一定幅に固定されていることにあると推定された。

河床の状態 上記区間の瀬における河床の礫は、アユの産卵に適した 5-50mm 程度の礫が多いものの、産卵にはじゃまになる 20cm 以上の礫が混入した場所や砂泥の混入が多く、堅く締まった状態となっている場所があった（表 3-1）。そのような場所ではアユの産卵は確認されなかった。また、産卵が確認された場所（瀬）でも、卵の埋没深は 2011 年と比べると、2013 年、2014 年ともに浅くなっており、朱太川下流部の河床の状態は、「アユの産卵に対してやや不適な状態になりつつある」と判断された。ただし、造成工事などの対策を要するほど悪い状態ではない。

5) アユの産卵場を保全する上での課題

(1) 改修工事の影響

朱太川の主産卵区域（本調査では実橋から丸山橋と判断した）では過去に行われた改修工事（昭和 50 年代の第 1 期工事）の影響なのか、河床形態が単調で、アユの産卵に不適な方向に向いている（向いた）ようである。

2009 年、2010 年に行われた産卵場調査においても産卵場が河岸から離れた場所にあることが指摘されており、他の河川とはやや異なる特性を有している。筆者が 2011 年から 2014 年に産卵場調査を行った際の観察では、岸寄りの河床ははまり石状態で安定していることが多く、アユの産卵には適した状態ではなかった（アユの産卵は河床が不安定で動きやすい場所で行われる）。

このように河岸寄りの河床が安定化する理由のひとつは、昭和 50 年代に行われた護岸工事による河道の単純化（河道の直線化、水面幅の均一化）と考えられ、無配慮な河川改修工事がアユの産卵に悪影響を及ぼすことが示唆される。

河川改修が流れの複雑性を消失させる傾向にあることは、多くの指摘があり（水野, 1980 ; 高橋, 1985 ; 中村, 1993 ; 田子, 2001）、四国の四万十川では改修工事の影響で産卵場が縮小していることが示唆されている（高橋ほか, 2002）。朱太川下流部では、新たな改修工事が予定されているが、現状でもやや悪化している産卵環境をさらに悪化させてしまう危険性をはらんでおり、注意を払う必要がある。具体的には、平成 5 年以降に朱太川の実橋下流で行われたような拡幅工事によって流れが単純化することは避けるべきであるし、万が一、今後予定されている実橋～白炭間の改修工事後に産卵場が劣化、縮小した場合は、産卵環境の創出のための方策（水制の設置、人工産卵場の造成等）について河川管理者と漁協が連携し協議し、実施することが望まれる。

(2) 親魚採捕の影響

朱太川の主産卵区域では人工採卵（仔魚放流）のための、天然親魚の採集（特別採捕許可）が行われている。親魚の採集は「がらがけ（コロガシ）」で行われており、採集場所はアユの産卵場である。採集の際には、産卵場所に立ち込むこともあるようで（産卵場内で

立ち込んで漁をした跡を複数確認した)、その際に産み付けた卵の剥離流失が起きている可能性が高い。

四国の四万十川では、落ち鮎漁で人が産卵場に立ち入ることで大量の卵が、破損、流失することが観察されている（高橋・東, 2006）。朱太川でも同様のことが起きていると考えられ、採捕の際のルール作りが求められる。

(3) 産卵場造成

2014年9月には、睦橋下流 250m ほどの地点の左岸側で産卵場の造成が行われた。現場を観察した結果、支川から流入した砂利を利用して、浮き石底が形成されており、産卵環境を改良するという点に関しては成功していた。

しかし、産卵は確認できず、アユはこの地点を産卵場として選択しなかったと判断せざるを得なかった。理由として考えられるのは、①この周辺に親魚が滞留しなかったことと、②睦橋上流に広い産卵場が形成され、親魚がそこに集中したことである。

朱太川のように毎年産卵場が大きく変化する河川では、造成すべき場所の選択が非常に難しい。新たに良好な産卵環境を提供するということはあきらめ、むしろ、瀬の位置が固定されていて（カーブの前後に形成される瀬、橋脚の周りに形成される瀬）、かつ、産卵の実績が高い場所を選び、その場所の産卵環境をグレードアップするという方向性が、費用対効果を高めると考えられる。

そのような観点から候補を挙げると以下のようなになる。

- ① 丸山橋：ほぼ毎年産卵が確認されるが、その規模は変動が大きい。
- ② 実橋上流 50-300m 地点：仔魚の生き残りに有利であるが、近年砂の混入が多く、産卵しないことがある。
- ③ 実橋下流 100m 地点：仔魚の生き残りに有利であるが、近年砂の混入が多く、産卵しないことがある。

第4章

アユ資源の減少原因の検討 Ver. 2014

第2章で述べたとおり、朱太川では現在でも10-30万尾の天然アユが生息しているが、聞き取り調査から判断すると1990年代前半頃と比べると、現在のアユの資源量は減少しているようである。本章では朱太川における天然アユ資源の減少理由の解明を試みる。

なお、本調査は2011年から行っており、記述内容がこれまでの報告書と重複する箇所がある点についてはご了承願いたい。

1. 河川環境の悪化

現時点において、朱太川の水質や河川形態にはアユが生息するうえで大きな障害となる点は見当たらず、全国的に見ても良好な河川環境が維持されている数少ない河川の一つと言える。

あえて問題点を指摘すると、以下の2点はアユの生息にある程度のマイナスになっている可能性がある。

- ① 河岸の大部分が昭和50年頃の改修工事(第1期工事)で人工化(護岸)されており、その影響で河道が直線化されるとともに明瞭な淵(水深のある淵)が消失している。
- ② 産卵場が形成される下流部の河床は、アユの産卵に適した小砂利が多いものの、砂泥の混入も多いために礫間が目詰まりし、アユ卵の埋没深が浅くなっている(卵の流失や食害が起きやすい状態)。

①については生物の棲み場の多様性を低下させており、アユだけでなく、朱太川の生物多様性を保全するうえでも問題点として提起される。②については、近年の資源量の減少要因となっている可能性がある。また、第3章でふれたとおり、下流部で行われている改修工事(2期工事)によって産卵環境が急ピッチで喪失しつつあることも懸念材料となっている。

2. アユ仔魚の生息に厳しい海域環境

海産アユ(両側回遊性)は秋に河川下流部でふ化した後、直ちに海に流下し、沿岸域で仔稚魚期を過ごし、翌年の春、河川水温が10℃前後に上昇した頃から河川に遡上する(高橋・東, 2006)。アユの分布域の北限にあたる北海道後志地域では、海域での生活期間は7-8ヶ月にも及ぶ(2012年度調査第2章参照)。

北限域において、アユが生息する上でのもっとも気がかりな点は冬場の海水温で、アユ仔稚魚の生息可能な下限値とされる5℃(鈴木, 1985)を下回らないことが要件となる。第1章で述べたとおり、寿都湾の海面水温は厳冬期には5℃近くまで低下しており、アユが生息するにはぎりぎりの条件と言える。生息下限に近い冬場の低水温は、アユ仔稚魚を高率で減耗させることは想像に難くない。

3. 種苗放流による遺伝的攪乱

漁業法で内水面漁協に義務づけられた「増殖」を履行する際に、簡便でかつ数量的にわかりやすい種苗放流が行われることが多く、毎年、全国の河川に 1 億尾を超える（最盛期は 2 億尾を超えていた）アユ種苗が放流されている。しかし、種苗放流の利点ばかりに目が向き、その危険性には十分な注意が払われてこなかった。

アユの産卵期は北で早く、南で遅い。卵サイズは北で小さく、南にいくほど大きくなる。このような繁殖形質の地理的変異は、アユが地域ごとに異なる環境条件に適応した結果と考えられている（井口, 2010）。他地域の種苗を放流することによってせっかくその地域で獲得した適応形質が浸食されるような事態に陥ると、在来のアユが存続する確率は低下することになる。

朱太川では近年 2 万尾程度のアユ種苗が放流されている（2013～2014 年は放流が中止された）。産地は岩手県や秋田県（飼育は宮城県）であり、朱太川の在来のアユとは遺伝的な特性が異なっている可能性が高い。仮に放流される種苗が加温した環境で飼育された場合、仔魚期に低水温に対する抵抗性 — 北限に近い朱太川では生残するために必須の性質と考えられる — を有する遺伝子が淘汰される可能性は否定できない。そして、低水温に対する抵抗性を欠いた種苗が放流され、在来のアユと交雑した場合、本来、朱太川のアユが有していた（はずの）低水温に対する抵抗性が希釈されてしまう可能性は高く、このことはアユ仔魚の海での減耗に直結することになる。

このシナリオは現段階では想像の域を出ないが、このことが確認されてからでは回復させることは難しくなるため、可能な限り「北限のアユ」の遺伝的特性を攪乱しないような対策（一番の対策は放流の取り止め）が求められる。

なお、朱太川や厚沢部川において北海道独特の幅広アユが生息しているという事実は、遺伝的な攪乱は現段階では起きていない（または強度には起きていない）ことを示唆する。遺伝的な攪乱が起きていない理由として、上記のようなリスクは実際には存在しないということも考えられるが、一方で、放流魚との交雑は起きているが交雑した魚はすべて海域で死んでしまうために、見かけ上遺伝的な交雑は起きていないように見えるという可能性もある。後者は琵琶湖産アユをいくら放流しても定着しない理由として考えられている（井口, 2010）。このようなケースでは遺伝的な攪乱によって、資源量の減少が起きていることになる。

4. 他河川からの供給量の減少

1) 無効分散説

朱太川の天然アユは、朱太川とその周辺海域で生活環を完結する個体群ではなく、他地域（本州日本海側の河川）から仔魚期に海流に乗って北海道沿岸まで運ばれてきた無効分散（繁殖に寄与しない分散）的な集団であるという通説がある。この説では、朱太川でふ

化した仔魚は冬場の低水温で死滅すると考えられている。

この考え方が正しいとすると、朱太川でのアユの資源量は他地域からの供給量まかせとなり、近年の朱太川におけるアユの減少は供給量の減少、すなわち本州の河川における資源量の減少に起因していることになる。そして、このことは同時に、本地域において努力しても天然アユ資源を能動的に保全することはできないということを意味している。

2) 無効分散説に対する否定的な見方

筆者は現段階ではこの通説に対して否定的な見方をしている。理由は以下の4つである。

- ① 朱太川に遡上するアユが本州から供給されたものだとすると、海流の変化によってはほとんど来遊がない年があってもおかしくないが、漁協への聞き取りでは過去（この50年程度）に遡上がほとんどないというような年はなかったようである。
- ② かつては鮎釣りの全国大会が開催されていた尻別川は、近年アユの減少が著しいようである（聞き取りによる）。筆者も2012年8月中旬に蘭越町内を流れる尻別川を観察したが、アユの姿は見当たらなかった。仮に他地域からの無効分散で後志地域にアユが供給されているのであれば、特別な理由がない限り、朱太川と尻別川の資源変動は同調すると考えるのが自然であるが、そうっていない。このことは、朱太川と尻別川のアユ資源はほぼ独立した状態となっていることを示唆し、無効分散説では説明することは難しい。
- ③ アユが本州から海流に乗って供給されているのであれば、それは遊泳力に乏しい仔魚期（かなり早い発育段階）と考えられるが、その頃（時期的には10-11月と考えられる）に寿都湾近辺に運ばれてきたものであれば、朱太川でふ化した仔魚と同様に厳冬期には低水温で死滅するはずである。なお、アユ仔稚魚は沿岸に張り付くように分布しているため（田子, 2002；高橋・東, 2006）、成長して遊泳力が増した段階（遡上直前）で潮流によって受動的に遠くまで運ばれる可能性はほとんどない。
- ④ 朱太川を含む道南のアユの体型は体高が異常に高くなるという特徴がある。これは本州以南のアユには見られない特徴であり、北海道のアユが独自の遺伝的特性を持つことを示唆している。

なお、北海道内水面漁業調整規則では9月16日～10月31日の間をアユの禁漁期間としている。この期間はアユの産卵期にあたり、再生産を維持するための禁漁期である。つまり、内水面調整規則は北海道のアユが再生産していることを前提にしていることになる。

5. 乱獲および混獲等

1) 河川内での乱獲の可能性

朱太川における天然アユの生息量は10-30万尾程度（2011-2014年の推定値；第3章参照）と河川規模に対して多いとは言えない年がある。そのため、強度な漁獲が行われた場合は資源規模を著しく縮小させてしまう危険性がある。

しかし、2011年～2013年の調査から河川内での漁獲による減耗量は少なく、現状では乱

獲になるようなレベルではないことが分かっている。朱太川では漁獲圧の大きい網漁が行われていないことや、遊漁人口が少ないことが減耗率の上昇を抑えていると考えられる。

2) 親魚採捕の際の卵の流失可能性

第3章でふれたとおり、朱太川では人工採卵のための親魚採集の際に、人が産卵場に立ち入ることで卵を破損、流失させている可能性がある。資源レベルが高い時にはこのような影響は相対的に小さいが、現在のように資源レベルが低くなると、致命的な影響を与える可能性が高くなる（例えば、親魚量の減少に伴い産卵場が限定されてくると、そこでの漁獲による産卵場の攪乱が致命的にあることがあり得る）ので注意を要する。

3) 海域での混獲の可能性(イカナゴ漁の影響)

本州や四国では、アユが海域に生活している時期（冬から春）にイワシのシラスを漁獲する際に混獲されることがあり（林ほか, 1988 ; 谷口, 1989）、問題となっている。朱太川に遡上前のアユが生息する寿都湾では、4月から6月に、夜間、灯火（集魚灯）を用いたイカナゴ漁が行われており、これによって沿岸に集まった遡上前のアユが混獲される可能性がある。

今のところ混獲の実態については具体的な情報がまったく無く、その影響を判断することはできないものの、下記の理由から、混獲はあったとしても、それほど大きなものではない可能性が高い。

イカナゴ漁が行われる3-6月にはアユは寿都湾沿岸に生息していると推定されるが、その時期のアユは遅生まれ（11月生まれ）であっても180日齢程度には達しており（2012年度調査によって確認）、シラス型仔魚から稚魚への移行を終えていると考えられる（Takahashi et al., 2000）。アユ仔稚魚の走光性（光に集まる性質）は発育とともに低下し、稚アユではむしろ負の走光性に逆転すると言われている（小山, 1978）。実際、集魚灯を用いてアユを採集しても、遡上前の稚アユは集魚灯の光の縁辺（照度はごく弱い）には姿を見せるものの、灯火には近づかない。したがって、イカナゴ漁解禁期間に稚アユがイカナゴ漁の灯火に近づいて網で掬われることはほとんどないと考えられ、混獲されたとしてもその量は資源量に大きな影響を及ぼすものではないと考えられる。

6. 資源減少要因のまとめ

上記の減少要因から消去法でさらに絞り込むと、要因として残るのは、①産卵場の環境悪化（改修工事の影響が否定できない；第1期・第2期とも影響していると考えられる）、②稚魚放流による遺伝的攪乱、③親魚採捕の際の産卵場の損壊、ということになる。

ただし、他の要因も否定できたわけではなく、年によっては色濃く影響が出る可能性もあるため、一定の注意を怠らないようにしたい。

第5章

アユ資源保全策の検証 Ver. 2014

本章では、2011～2013 年度に策定した朱太川の天然アユ資源の保全策について、本年度の調査で得られた情報から、検証・評価するとともに、修正すべき点があれば修正案を提示する。

1. アユ資源保全に向けての基本方針

朱太川の天然アユ資源を保全するにあたっては、単に水産資源としてのアユを増殖することだけではなく、「黒松内町環境基本計画」および平成 24 年 3 月に策定した「黒松内町生物多様性地域戦略」との整合性を図りながら、北限域のアユ個体群とそれが成育する環境を保全することで黒松内町が推進している「自然を活かした地域づくり」に寄与することを目指す。

このようなことを踏まえたうえでのアユ資源保全に向けての基本方針を以下に示す。

- ① 北限域の天然アユ個体群を守る(生物多様性の保全)
- ② 天然アユが生息する豊かな自然環境を保全する
- ③ 天然アユ資源を地域で持続的に利用する
- ④ 検討の過程では、対策に要する期間、関係する機関(責任分担の明確化)、対策実現の可能性(対策の困難性)、重要度についても整理する
- ⑤ 可能な限り具体的な目標値を設定する

基本方針の中でとくに重要視する点は、①の個体群の保護と③の持続的利用（アユという人との関わりが深い種を扱うことを鑑みて）とする。その実現のためにはその他の基本方針が必須のものと言える。

2. 持続的利用を可能にするための目標値

自然資源であるアユを持続的に利用するためには、生息環境（河川環境）と遺伝的特性を保ちながら、十分な再生産量を維持し、そのうえで余剰となる資源のみを利用に回すような配慮が必要となる。余剰となる資源量を把握しておくためには、朱太川の河川環境に見合った生息量を維持するために必要な遡上量と安定的な再生産のために必要な親魚量を目標値とすることが望ましい。

朱太川で天然アユ資源の持続的な利用を行うための保全目標の具体的な数値としては、生息期待量 36 万尾(解禁時)を 100%天然アユでまかなうために必要な遡上量 60 万尾とした。

3. 天然アユ資源保全対策

「朱太川天然アユ資源保全対策」が2011年～2013年にかけて策定された。それらは、大きく①ハード面の対策（後出の表5-1）、②ソフト面の対策（表5-2）、③天然アユ資源を持続的に利用するための対策（表5-3）から構成され、すべて合わせると15の課題に対する対策が検討されている。

4. 天然アユ資源保全対策の検証

ここでは2011年～2013年にかけて策定された「朱太川天然アユ資源保全対策」の2014年における達成度検証・評価する。

1) 評価基準

保全対策の達成度は-1～3までの5段階評価とした。評価基準は以下のとおりである。判定にあたっては今年度の調査結果（1章～3章）や聞き取り調査、関係機関のホームページなどから判断した。

- | |
|------------------------|
| 3 : 十分な成果を上げた |
| 2 : 成果が見られた |
| 1 : 対策に着手したが成果は得られていない |
| 0 : 対策に未着手 |
| -1 : 対策に未着手のため事態が悪化した |

2) 2014 年度の評価

1) ハード面の対策(表 5-1)

(1) 河川環境全般に関わる対策

① 水質

モニタリング 流域人口が少ないこともあり、現状ではとくに問題となる点はないが、源流部の事業所からの排水による負荷等が懸念されるため、現在も行っている定期的な監視体制を維持する必要がある。

アユを増やし自浄作用を高める 水質を浄化するには河川内での自浄作用を強化することも有効な手段となる。アユは河川内の藻類に取り込まれたリンや窒素を、藻類を食べることで体内に蓄積する。アユに蓄積されたリンや窒素もアユが死亡すれば河川に戻るが、釣り人が漁獲して陸上に取り上げれば、水質浄化のシステムができあがる。試算では、このシステムで決して少くない量のリンが河川から除去されており（高橋・東, 2006）、自然を活かした地域づくりを進める黒松内町には適した水質浄化対策の一つと言える。

濁り対策 濁りについては、熱帯川や来馬川等の特定の支川が問題となる。また、一時的なものかもしれないが、2014 年は黒松内川の透明度がやや低下していた。原因としては、①平成 24 年に上流のスリットダムが流木などで詰まり、平成 25 年～26 年にかけてそれらの除去工事を行ったため、そこから濁質が供給されたこと、②上流域が荒れて土砂供給が増加していることがあげられる（河川管理者への聞き取り調査による）。

<2014 年度の評価>

水質は黒松内町が定期的なモニタリングを実施し、異常がないことが確認されている。評価は 3 とした。自浄作用の強化に関しては、2014 年は 20 万尾ほどの遡上があり、一定の効果があったと推定される。評価は 2 とした。濁りの対策に関しては特に進展はないため、評価は 0 とした。

② 土砂の適正管理

朱太川の広い範囲に施工されている護岸により、河岸からの土砂供給量が減少した状態となっている。河川や沿岸の海浜維持にとって一定量の土砂の供給は必要であるため、護岸・根固めを部分的に撤去し、土砂の供給を図る。

<2014 年度の評価>

とくに進展はなし。評価は 0 とした。

③ 河川形状の多様化促進(自然な河川形状の保全)

朱太川の広い範囲に施工されている護岸・根固めは、川の自由度を奪い、川本来の形状を人工的なもの（平坦化、直線化）へと変化させている。このことは生物の棲み場の多様性の低下につながっており、生物多様性を低下させている可能性もある。対策としては上記「土砂の適正管理」と同じ。

＜2014 年度の評価＞

豊幌地区で、治水目的で水制による河道の維持管理が試みられている（治水目的）。その周辺には淵と瀬が形成されており、河川形状の多様化に寄与していた。また、睦橋下流では、朱太川漁協や道、黒松内町の有志によって、巨石の掘り起こしによる生息場の改善が試験的（試験期間は平成 26 年から 28 年）に実施され、その周辺にはアユのハミ跡が多かった。一定の成果が確認できたため、評価は 2 とした。

④ 生態系に配慮した河川改修工事

朱太川下流部では治水対策として改修工事が行われており、今後さらに上流部へと工事が予定されている。これまでの工事区域を見ると、河道の拡幅、水際線の直線化により、単調な河川形態となっており、2011-2014 年の調査でもアユの産卵場への悪影響が懸念された。産卵場の環境悪化は天然アユ資源の減少に直結するため、十分な配慮が必要となる。

改修の際に必要なことは、①土砂供給（河岸洗掘）を止めないことと、②河川形態の単純化を招く直線化を極力避けるということになる。なお、直線化に関しては未着手区間においても問題点となっているため（かつての改修で直線化されている）、新たに行われる改修によってそれが改善されることが望ましい。

＜2014 年度の評価＞

目立った進展はなし。ただ、上記の豊幌地区の試み（治水目的の工事であったが、結果的には生態系に対して良い効果がもたらされている）や、実橋下流の右岸側の水制設置等、部分的には試行されている。効果が出ていることはまだ確認できていないため、評価は 1 とした。

⑤ アユの産卵場の環境改善

朱太川下流部のアユの産卵場の環境は、現状でも比較的良好であるものの、土砂供給の不足、河道形状の単純化にともない、劣化しつつあると判断された。朱太川のアユの産卵場の多くは砂州が発達した瀬にのみ形成されていたことを考慮すると、対策として、土砂供給を安定させ河道の形状が多様化すれば、自然に良好な産卵場が形成されることになる。

また、今後一時的には産卵環境が悪化する可能性もある。そのような場合は、2014 年に試験的に行われたような産卵場造成に積極的に取り組み必要があるかもしれない。ただ、造成は、河川環境を人工的に改変することでもあるため、自然環境の保全を重要視している朱太川にはそぐわない。また、産卵場付近にはカワシンジュカイもたくさん生息しており、産卵場の造成はこれら希少生物の生息を脅かすことにもなる。したがって、朱太川では人工的な産卵場造成は「最後の手段」と位置づけ、流域の土砂供給を適正に管理することで、産卵場を保全するように努めたい。

＜2014 年度の評価＞

朱太川漁協や黒松内町の有志によって、睦橋下流で産卵場造成が試験的（平成 26 年～28 年）に行われた。現場には良好な産卵環境が形成されていたが、産卵はなかった。施工場所の選定に課題が残された。具体的な成果が確認できなかったため、評価は 1 とした。

表 5-1 朱太川における天然アユ資源保全プラン(ハード面での対策)

対象・課題		対 策		対象となる時期	対象となる地域	対象となる機関	実行時期	対策の困難性	重要度(効果)	26 年度の評価	対策の問題点・課題
		項目	方 法								
河川環境全般	水質の保全 (現状の維持)	負 荷 源 対 策	① モニタリング ② 事業所からの汚水排出の監視	周年	流域全体	行政・住民・民間会社	中	+	△	3	
		自 浄 作 用 の強化	アユと釣り人による水質浄化	夏季	流域全体	住民	中	++	○	2	アユを増やすことが必要
		濁り対策	① 発生源の特定 ② 発生源からの濁水防除策	周年	熱那川、来馬川	行政・住民	中	++	△	0	発生源が不明な点が多い
	土砂供給の適正管理	護岸・根固め撤去	河川のほぼ全域に張り巡らされた護岸の部分撤去(安全が確保される区域にのみ適用)	周年	中下流域	行政(河川管理者)	中	++	◎	0	・効果のモニタリングが必要 ・地権者の理解が得られるか ・他生物への影響はないか？
	河川形状の多様化促進	護岸・根固め撤去	同上の対策を取り、河川の自由度を増す。結果として淵など多様な河床型の形成が始まる。	周年	全域	行政(河川管理者)	中	++	◎	2	同上
	河川改修工事の改善	生態系に配慮した工法	近自然河川工法等の採用	周年	全域	行政(河川管理者)・企業	早	++	◎	1	・行政・土木業者の理解度向上 ・工費の増大
	産卵場の環境改善	土砂供給の確保	河川のほぼ全域に張り巡らされた護岸の部分撤去(安全が確保される区域にのみ適用)	周年	全域	行政(河川管理者)	中	++	◎	0	河川形状の多様化と合わせて行くと効果大
		産卵場造成	重機などを用いた産卵場づくり	秋季	下流部	漁協	早	+	△	1	自然に土砂供給が確保できるなら、行わない方がベター

実行時期 早:5年以内 中:5-10年 長期:10年以上

対策の困難性 +:比較的容易 ++:やや難しい +++:かなり難しい

評価 3:十分な成果 2:成果あり 1:対策に着手 0:未着手 -1:事態悪化

2) ソフト面(仕組みづくり等)の対策(表 5-2)

(1) 種苗放流の中止とそれによって発生する問題への対応策

長期的な視点からは、種苗（稚魚）放流による遺伝的な攪乱、病原菌の持ち込み等のリスクが大きいと考えられ、種苗放流は中止することが望ましい。ただし、それに伴うクレームへの対処、漁協の増殖義務としてのふ化仔魚放流等を実施しなければならない。

<2014 年度の評価>

2013 年に引き続き、種苗放流は行われなかった。2014 年は天然アユのみでも周辺河川よりも釣れたことから、遊漁者の減少や放流しないことに対するクレームはほとんどなかった。期待した成果（放流しなくても釣れる）も得られたことから、評価は 3 とした。

(2) 仔魚放流による資源添加

朱太川漁協のふ化施設を使って、朱太川で採捕した親魚から採卵およびふ化放流を行う（増殖義務の履行）。ふ化仔魚の生産目標（ふ化仔魚数）は 500 万尾とし、採捕する親魚量の上限を 70kg（必要量に十分な余剰量を加えた数字）とし、親魚の採捕区域については、産卵範囲である陸橋～湯の浜大橋のうち丸山橋から上流側に限定することが望ましい。

<2014 年度の評価>

例年どおりの親魚の採捕とふ化放流が行われたが、効果に対する検証作業が十分でないこと、親魚採捕量が上限を上回る 80kg であったため、評価は 2 としておく。

(3) 乱獲の防止

①河川域

天然アユを増やすために最も重要なことは十分な数の親魚を確保することであり、漁獲圧を極端に大きくしないような規制が必要である。

<2014 年度の評価>

朱太川では漁獲期間が 2 ヶ月半と短いうえに、認可された漁法が漁獲圧の弱い友釣りだけなので、夏場の漁獲率はかなり低い。今後遊漁人口が極端に増加するというようなことがない限り、親魚の保護はとくに必要はない。評価は 3 とした。

②海域

寿都湾でのイカナゴ漁でのアユ仔稚魚の混獲が懸念されている。今のところ、遡上前の稚アユの生態的な特徴からそのリスクは比較的小さいと判断しているが、実態は分かっていない。混獲による影響がないことを証明するためにもまずは実態調査を行う必要がある。なお、イカナゴ漁でのアユ仔稚魚の混獲の問題は、地域間のトラブルの種となりやすい。トラブルを避けるためには、公的機関（水産試験場）による調査が望まれる。

<2014 年度の評価>

とくに進展はなかった。評価は 0 としたが、問題が起きているわけではない。

表 5-2 朱太川における天然アユ資源保全プラン(ソフト面の対策)

実行時期 早:5 年以内 中:5-10 年 長期:10 年以上 対策の困難性 +:比較的容易 ++:やや難しい +++:かなり難しい

評価 3:十分な成果 2:成果あり 1:対策に着手 0:未着手 -1:事態悪化

対象・課題	対 策		対象と なる時 期	対象とな る地域	対象となる機 関	実行 時期	対策の 困難性	重要度 (効果)	26 年度 の評価	問題点・課題
	項目	方 法								
放流種苗による 遺伝的攪乱、病 気の持ち込み の防止		天然アユ資源へのマイナスの影響が想定される種苗 放流の取り止め(ふ化仔魚放流の強化)とその理由の 広報	春季	全域	漁協・行政	早	+	◎	3	・組合員と遊漁者の理解形成 ・行政が後押しできるか？
ふ化仔魚量の 安定化	人工ふ化	採捕した親魚から卵を取り、ふ化させて放 流	秋季	下流部	漁協	早	+	2	2	・増殖義務としての位置づけ ・採捕のルール作り ・目標値の再検討
乱獲の防止	河川域	現状維持(漁獲強度が強くなった場合は保 護区の設定等)	夏季	ほ ぼ 全 域	漁協・行政	早	+	0	3	組合員と遊漁者の理解形成
		親魚採捕の際に産卵場に立ち込まないよ うなルール作り	秋季	下流の産 卵域	漁協	早	++		0	影響についての理解形成
	海域	混獲の実態調査	4-6 月	海域	漁協・行政	早	++		0	実態が分かっていない

3) 天然アユ資源を持続的に活用するための対策(表 5-3)

(1) 天然アユを活用した地域づくり

①生物多様性を保全することのメリットを実感できる取り組みへの展開

黒松内町は生物多様性地域戦略を策定したが、生物多様性を保全することの価値、メリットについて、住民が実感できる機会は少ない。天然アユは生態系サービスの一つであり、その恩恵を持続的に利用するためには、河川環境を守る必要があり、このことはひいては地域の生物多様性を維持することにつながる。そのうえアユは大きな経済価値を生み出すポテンシャルがあるため、生態系サービスの存在や生物多様性を守るものの価値、メリットを実感する題材として適している。その特性をうまく活用して、地域が協働でアユ資源を保全し持続的に利用することで地域全体が「得をする」「地域全体が良くなる」ことが見える取り組み(下記)へと展開したい。まずは手始めとして、朱太川の生態系サービスである天然アユを町民が味わう「朱太川天然アユ試食会」の開催を提案しておく。

<2014 年度の評価>

町内での「朱太川天然アユ試食会」の開催はできなかった。事前準備としての「清流巡り利き鮎会(高知県で開催)」にはアユを出品するとともに、町内から3名が視察した。成果は上がっていないので、評価は1とした。

③天然アユを通じた環境保全が生み出す付加価値

アユ(良好な自然環境のシンボル)や朱太川を活用した環境教育(例えば産卵場の観察会、アユによる水質浄化のメカニズムを学ぶ勉強会)、シンポジウムの開催といった取り組みを通じて、**天然アユと共生する地域づくり**を推進する。こういった取り組みを通じて環境保全の意識・活動が定着し、同時に天然アユがたくさん住む川のイメージを情報発信(ブランド化)できれば、他の地場産品(農作物や飲料水等)と組み合わせで付加価値を生むことができる。朱太川の天然アユ個体群は、「北限のアユ」であること、類がないほど優れた河川環境の中で成育したアユであること、その食味は特級品レベルであることなどを考えると、きわめて高い付加価値を生む可能性を秘めている。

<2014 年度の評価>

2014年には「森・川・海のつながりと恵みを学ぶ夏の日帰りバスツアー」を黒松内町で企画し、好評であった。また、札幌科学技術専門学校の学生を対象に、アユのふ化実習が20年間継続されている(今年度は台風の影響で中止)。評価は2とした。

(2) 組織づくり

プランを具体化するためには、漁協、町民、行政等が参加するプロジェクトチーム的な組織が必要となる。さらに、プランをうまく実現するためには、地域に根ざした専門的なプランナー(コンサルタント)に参加を求めることが望ましい。

<2014 年度の評価>

とくに進展はなかった。評価は0とした。

(3) 川の生態系サービスの管理人としての漁協(漁協の活用)

これまで内水面漁協の主な役割は漁場管理や水産資源の増殖であったが、近年ではそういった仕事を通じて地域の活性化（地域の経済活動や福祉への貢献、環境保全活動など）につなげようとする漁協が出始めた。このように、漁協という地域に根付いた既存のシステムには、漁場管理や資源の増殖という仕事を通じて「川の生態系サービスの管理人」としての公益性が潜在している。その潜在的な機能に光を当て、地域の活性化につなげることは社会的な意義がある。

漁協の人材育成 今、全国的に漁協への組合員の新規加入が大幅に減少し、高齢化が急速に進んでいる。対策として、「魅力ある漁協づくり」を進めることが重要で、そのためにも上記のような公益性の高い事業や環境保全活動への転換や報酬の見直しなどに取り組むことが望まれる。

漁協財源の安定確保 今、多くの漁協は財源不足に悩まされている。上記のような事業を行うためには一定の自主財源が必要であり、遊漁収入の確保が重要な課題となる。遊漁収入を安定的に確保するためには、「アユが多い漁場」を作ることが大切であるが、それだけでなく遊漁者が釣りをしやすい環境整備も不可欠となる。

<2014 年度の評価>

いずれの項目も具体的な進展はなかったため、評価は0とした。

(4) 情報発信

黒松内町は全国に先駆けて生物多様性地域戦略を策定するなど、環境保全に対する意識レベルが高い。このような下地が整っているため、今回の天然アユ保全プランも「種苗放流の中止」など、朱太川でなければできないような先進的な案を盛り込んだ。このような、人とアユとの共生、持続的利用のあり方はきわめて貴重であり、それをホームページやシンポジウムなどで情報発信し、黒松内町および朱太川での取り組みを多くの人に知ってもらうことは意義深い。

アユの北限域である道南地域では、朱太川だけでなく、厚沢部川や知内川等でも天然アユ資源を保全し、また、活用する動きが見え始めた。これら道南地域が協同して、北限の天然アユの認知度をあげて、さまざまな町おこし事業に活用できるように情報発信する。手始めとして、「道南鮎まつり」や「道南地域北限のアユサミット」などの事業を提案しておく。

<2014 年度の評価>

具体的な進展はなかった。評価は0とした。

(5) モニタリング調査

アユ資源の保全対策の効果を検証するために、また、朱太川のアユの資源レベルをより正確に把握するためにも、アユの資源レベル（遡上量）を毎年モニタリングすることが望まれる。この作業は専門的な技術が必要となるため、専門家に依頼する必要があるが、将来的には市民参加型の調査組織を編成し、各種のモニタリング調査を地元で行えば、地域の環境を守る上で有効な取り組みとなる。

<2014 年度の評価>

2014 年はモニタリング調査と保全策の検証作業が行われた。評価は 3 とした。

(6) プランの検証

アユ資源の保全対策の効果については、具体的数値目標として定めたアユ資源（遡上量）の動向をモニタリングすることで検証する必要がある。検証作業は、関心のある市民、漁協、行政（黒松内町）等で組織する「(仮称) 朱太川天然アユ資源保全対策検証委員会」で行うことが望ましい。検証の結果、成果が出ていないものについてはその原因の解明と方法の改善（場合によっては新たな立案）が必要となる。

<2014 年度の評価>

検証作業は行われた（本報告）が、市民レベルでの検証作業は未着手となっている。評価は 2 とした。

表 5-3 朱太川における天然アユ資源保全プラン(天然アユ資源を持続的に利用するための対策)

対象・課題		対策・課題		対象となる地域	対象となる機関	実行時期	技術的困難性	重要度	26年度の 評価	問題点・課題
		項目	目的・方策							
地域づくり		環境保全活動	アユや川を使った環境教育、河川利用のためのシンポジウム(道南アユサミット)etc	全域	住民・行政・(漁協)	中～長	+	3	1	住民主体で継続的実行が可能な仕組みづくり
		地域協働	天然アユのたくさん住む川のブランドイメージ化 etc による付加価値の創造	全域	漁協・行政・住民	中	+		2	地域が得をする仕組みづくり
組織づくり		保全プランを実行するための組織づくり(または既存組織のネットワーク化)		全域	住民・行政・漁協	早～中	+	○	0	実効性のある組織づくりが重要。専門家が入ることが望ましい
漁協の活用	意識改革	漁協が潜在的に持っている公益性の見直し・発掘(ソーシャルビジネス化)			漁協・(黒松内町)	中	++		0	組合内部の理解形成、行政の支援
	人材育成	組合員確保	新規組合員の確保(魅力ある漁協づくり)		漁協	早～中		◎	0	
	漁協経営	財源の安定確保	遊漁者の増大(開かれた漁場づくり)		漁協・(道)	早	26年度の 評価	○	0	組合員の理解形成、アユ資源の安定確保、漁場管理体制の整備
情報発信		・黒松内町で取り組もうとしている先進的な天然アユの保全活動(生物多様性地域戦略)やそれを活かした地域づくりをホームページなどで公開する ・道南全体で「北限域のアユ」のPR(道南アユまつり)		全国	住民・行政	早	+	◎	0	道南全体での協力体制の構築
地域利用		町内でアユを利用	朱太川の天然アユの価値を町民に知ってもらう(朱太川天然アユ試食会)	町内	住民	早	+	3	0	
モニタリング調査		保全目標値モニタリング	専門家と調査会などによる現地調査	全域	漁協・行政・市民・専門家	早～中	++		3	住民参加型の体制の構築・専門家の確保
プランの検証		プラン達成度の評価およびプランの見直し		全域		早～中	++		2	住民参加型の体制の構築

実行時期 早:5年以内 中:5-10年 長期:10年以上

対策の困難性 +:比較的容易 ++:やや難しい +++:かなり難しい

評価 3:十分な成果 2:成果あり 1:対策に着手 0:未着手 -1:事態悪化

参考文献

- 阿部信一郎. 2013. アユ漁場環境評価手法の開発. pp. 34-43. 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.
- 岐阜県水産試験場. 1992. 適正放流基準の検討とりまとめ. pp 31-38. 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.
- 原田滋雄. 2006. 和歌山県中紀における近年のアユ資源変動について. アユ資源研究部会研究発表報告書 (平成15～17年度のとりまとめ). 全国湖沼河川養殖研究会アユ資源研究部会: 83-86.
- 林幹夫・谷口順彦・山岡耕作. 1988. 土佐湾シラスパッチ網で獲れる仔稚魚の量的組成について. Bull. Mar. Sci. Fish. Kochi Univ., 10: 88-92.
- 井口恵一郎. 2010. 天然アユの保全を考慮した種苗放流. 古川彰・高橋勇夫 (編), pp. 175-179. アユを育てる川仕事. 築地書館, 東京.
- 石田力三. 1964. アユの産卵生態-IV, 産卵水域と産卵場の地形. 日本水産学会誌, 30(6): 478-485.
- 小山長雄. 1978. アユの生態. 中公新書, 中央公論社, 東京. 176 pp.
- 宮地伝三郎. 1960. アユの話. 岩波書店, 東京. 226 pp.
- 水野信彦. 1980. 中流域 (アユ漁場) での河川改修の問題点と改善策. 淡水魚, 6: 1-48.
- 水野信彦. 1993. 魚類の生態学的研究. pp. 103-214. 河川の生態学 (補訂版). 築地書館, 東京.
- 中村俊六. 1993. 河川の人工化に伴う生態環境. 玉井信行・水野信彦・中村俊六 (編), pp. 155-160. 河川生態環境工学. 東京大学出版会, 東京.
- 妹尾優二. 2007. 自然河川工学からの展開. 吉川勝秀 (編著), pp. 101-186. 多自然型川づくりを越えて. 学芸出版社, 東京.
- 白石芳一・鈴木規夫. 1962. アユの産卵生態に関する研究. 淡水研報, 12(1): 83-107.
- 鈴木敬二. 1985. アユの分布に関する一考察. 淡水魚, 11: 46-99.
- 田子泰彦. 2001. 神通川と庄川の中流域における最近の淵の消長. 水産増殖, 49(3): 397-404.
- 田子泰彦. 2002. 富山湾の湾奥部で育成したアユ稚魚の河川への回遊遡上. 日本水産学会誌, 68(4): 554-563.
- 田子泰彦. 2006. アユ、そして川は森と海とのキューピッド-III. 海産アユが大挙して遡上する川に!. 日本水産資源保護協会月報, 495: 3-6.
- 高橋剛一郎. 1985. 河道の改修が魚類の生息環境に与える影響. 淡水魚, 11: 46-51.
- 高橋勇夫. 2009. 天然アユが育つ川. 築地書館, 東京. 194 pp.
- 高橋勇夫. 2007. 産卵場造成の必要性和その実際. 天然アユを増やすと決めた漁協のシンポジウム第 1 回 天竜川大会記録集. 天然アユ保全ネットワーク: 11-18.
- 高橋勇夫. 2010a. 産卵場造成の実際. 古川彰・高橋勇夫 (編), pp. 116-123. アユを育てる川仕事. 築地書館, 東京.
- 高橋勇夫. 2010b. アユを増やすために具体的目標を設定する. 古川彰・高橋勇夫 (編), pp. 133-139. アユを育てる川仕事. 築地書館, 東京.
- 高橋勇夫. 2012. アユ—持続的資源の非持続的利用. 新保輝幸・松本充郎 (編), pp. 83-102. 変容するコモンズ. ナカニシヤ出版, 京都.

- Takahashi I., K. Azuma, S. Fujita, and H. Hiraga. 2000. Difference in larval and juvenile development among monthly cohorts of ayu, *Plecoglossus altivelis*, in the Shimanto River. Ichthyol. Res., 47(4): 385-391.
- 高橋勇夫・東健作・平賀洋之. 2002. 四万十川におけるアユの産卵場と産卵期. 四万十・流域圏学会誌, 2(1): 17-20.
- 高橋勇夫・東健作. 2006. ここまでわかったアユの本. 築地書館, 東京, 265 pp.
- 竹門康弘. 1995. 水域の棲み場所を考える. pp. 11-66. 棲み場所の生態学. 平凡社, 東京.
- 谷口順彦. 1989. 海産アユ不漁の原因. pp. 209-222. 土佐のアユ. 高知県内水面漁連, 高知.
- 内田和男. 2002. アユの種苗放流の現状と課題, pp.5-26. アユの種苗放流の現状と課題. 全国内水面漁業協同組合連合会, 東京.
- 内田和男. 2006. アユの親魚の密度が卵や子アユの生き残りに与える影響. 水産総合研究センターHP, 研究の動き, 4-37.
- 内田和男. 2008. 山形県鼠ヶ関川におけるアユの生命表. 2008 年度日本水産学会講演要旨集: 343.
- 内田和男・清水昭男・阿部信一郎・佐藤年彦・桂和彦・坂野博之. 2006. 鼠ヶ関川におけるアユ個体数の推定. 水産総合研究センター研究報告, 5: 197-202.

付属資料

付表 2-1 2014 年におけるアユの生息密度と行動様式

2014/7/22-24

河川	地点	瀬					淵				
		生息密度 (尾/m ²)	補正密度 (尾/m ²)	行動様式の組成 (%)			生息密度 (尾/m ²)	補正密度 (尾/m ²)	行動様式の組成 (%)		
				ナワバリ	単独	群れ			ナワバリ	単独	群れ
朱太川	1. 湯の浜大橋						0.00	0.00			
	2. 実橋上流	0.27	0.54	0	100	0	0.20	0.40	0	100	0
	3. 南作開	0.17	0.34	0	100	0	0.44	0.88	0	100	0
	4. 睦橋	0.34	0.68	20	80	0	0.43	0.86	10	40	50
	5. 黒松内	0.39	0.56	30	70	0	0.71	1.01	20	80	0
	6. 賀老橋	0.14	0.20	15	85	0	0.15	0.21	0	100	0
	7. 中里	0.13	0.19	0	100	0	0.28	0.40	30	70	0
	8. 豊幌	0.08	0.11	0	100	0	0.75	1.07	10	10	80
	9. 東栄橋下流	0.03	0.04	0	100	0	0.23	0.33	0	100	0
	10. 観音橋	0.28	0.28	15	85	0	0.03	0.03	0	100	0
	11. 小川橋	0.00	0.00								
	平均	0.18	0.29	8.9	91.1	0.0	0.32	0.52	7.8	77.8	14.4
黒松内川	K1. 黒松内橋	0.00	0.00				0.27	0.27	0	50	50
	K2. 旭野橋	0.00	0.00				0.17	0.17	10	90	0
	K3. 栄橋	0.03	0.03	0	100	0	0.00	0.00			
	平均	0.01	0.01	0.00	100.0	0.00	0.15	0.15	5.00	70.00	25.0
来馬川	R1. 来馬川	0.00	0.00				0.00	0.00			
	平均	0.13	0.21	7.3	92.7	0.0	0.25	0.39	7.7	78.2	14.1

※生息密度の補正係数は報告書本文参照

付表 3-1 アユ卵の埋没深の測定結果(2014 年 9/24-25)

地点 (瀬の番号)	卵の埋没深(cm)			
	平均	最大	最小	SD
②	4.3	5	3	0.8
⑤	測定不能			
⑦	6.2	12	8	1.1
⑪実橋	9.3	12	8	1.5
⑮	7.0	9	4	1.6
⑳	4.7	5	4	0.6
㉓	3.5	4	3	0.7
㉖	6.3	9	4	1.8