

## 網走川支流ドードロマップ川における魚道設置前後の魚類生息密度 (資料)

下田和孝\*, 川村洋司

北海道立総合研究機構さけます・内水面水産試験場

Fish density in Dodoromap River, a tributary of Abashiri River, before and after construction of fish ways (Note)

KAZUTAKA SHIMODA\* AND HILOSHI KAWAMULA

Hokkaido Research Organization, Salmon and Freshwater Fisheries Research Institute, *Eniwa, Hokkaido, 061-1433, Japan*

キーワード： 魚道, 魚類密度, サクラマス, モニタリング

治山ダムや砂防ダムなどの落差を有する河川工作物は、魚類の河川内移動を阻害し種多様性の低下や回遊性の喪失など様々な影響を及ぼす(森田・山本, 2004)。北海道では河川と海洋とを行き来する通し回遊魚の多くがダムによる分断の影響を受け、ダムの上流域では魚類の種数が減少することが知られている(福島, 2005)。近年こうした影響を緩和するために道内各地の河川で魚道の建設が進められ、その数は1990年代以降急増している(谷瀬ら, 2006)。

網走川支流のドードロマップ川では2001年から2006年にかけて網走東部森づくりセンター(現オホーツク総合振興局東部森林室)によって1基の治山ダムと2基の床固工に魚道が設置された。北海道立水産孵化場(現さけます・内水面水産試験場)では網走東部森づくりセンターと共同で、2006年から2009年にかけてドードロマップ川の全域で魚類の生息密度とサクラマス *Oncorhynchus masou* の産卵床分布を調査し、魚道設置後にサクラマス幼魚やアメマスの分布範囲が上流域へと拡大したことや、河川工作物の上流側でもサクラマスの産卵が行われるようになったことを確認した(オホーツク総合振興局ホームページ: <http://www.okhotsk.pref.hokkaido.lg.jp/sr/tsr/>)。

しかし、これまでに道内で設置された魚道の中には、土砂の堆積や流路の変化によって機能低下している場合が見られることから(例えば、北海道立水産孵化場, 1994)、ドードロマップ川の魚道についても今後の経過を観察し、機能低下が認められる場合にはその回復策

が必要になるかもしれない。魚道建設時点での状態は、魚道効果の経年変化を明らかにする際の基準となることから、魚道機能のモニタリングに不可欠な情報である。本報告ではモニタリングに向けた基礎資料として、魚道設置の前後計4年間における魚類の生息密度を記載する。

### 調査方法

**河川工作物と魚道の概要** ドードロマップ川には魚類の遡上を妨げる規模の河川工作物が5基設置されている(図1)。最も下流に位置する昭和44年(1969年)設置の治山ダム(以下、S44治山ダム)は落差約2.0mで、2001年にカラマツ *Larix leptolepis Gordon* 材製の魚道が設置された(図2)。S44治山ダムの1.8km上流で左岸側から支流のポンドードロマップ川が合流し、ポンドードロマップ川には本流との合流点から約0.1km上流の地点に平成11年(1999年)建設の床固工(以下、H11床固工)が設置されている。H11床固工は落差約1.5mで、2005年末にコンクリート製の魚道が設置された(図2)。H11床固工の1.6km上流にも平成13年(2001年)設置の落差約2.0mの床固工(以下、H13床固工)があり、ここには2006年末にコンクリート製の魚道が設置された(図2)。ポンドードロマップ川の最上流部には昭和62年(1987年)設置の治山ダム(以下、S62治山ダム)があり、また本流の上流部にも昭和42年(1967年)設置の床固工(以下、S42床固工)があるが、これらについては2011年末の時点では魚道が未設

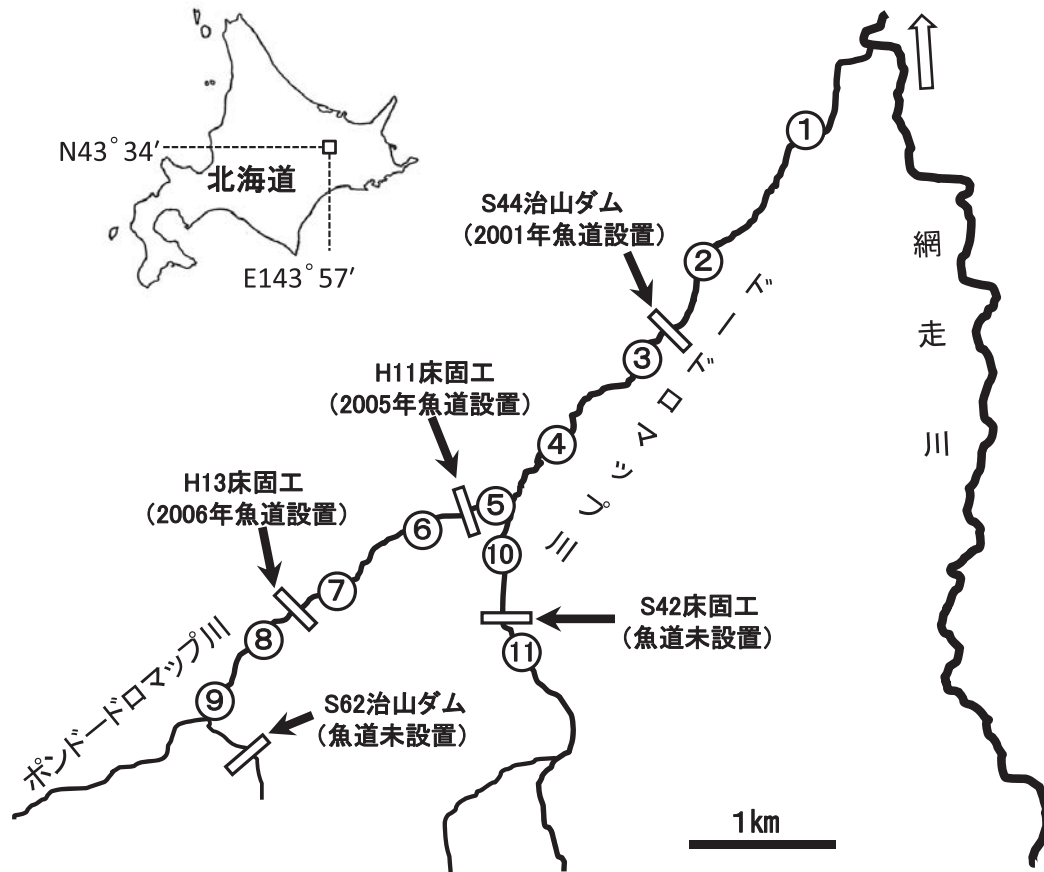


図1 ドードロマップ川の河川工作物および調査区の位置.



図2 河川工作物と魚道の概観.

置であった。S62治山ダムは2段構造で、下段の落差は約1.5m、上段の落差は約3.0mである。S42床固工も2段構造で、下段の落差は約0.6m、上段の落差は約3.2mである。**魚類の生息密度の推定** 調査は2006年6月26～27日、2007年6月26～27、2008年6月23～24日および2009年6月22～23日に実施した。調査初日に流程約1km間隔で流路長50～100mの調査区を7～10箇所設定し、各調査区の流路幅、中州の幅および流心部の水深を縦断方向5m毎に測定した。ただし、2006年は調査区1、4、9および10で調査を実施せず、2007～2009年は調査区11で調査を行っていない。また、2007年は調査区9でも調査は未実施である。各調査区の位置は基本的には毎年同じ地点とした(図1)。ただし、2006年の調査区2および7は、他の年の調査区よりも約0.3km上流に位置し、また同年の調査区8は他の年よりも約0.1km下流に位置していた。調査区の面積は平均流路幅と流路長の積から中州の面積を差し引いて求めた。ただし、中州の面積については、中州幅を底辺、高さを5mの台形の集合体とみなして算出した。

調査2日目に各調査区でエレクトリックフィッシャー(Smith-Root, 12型)を用いて魚類を3回繰り返し採捕した。採捕回毎に魚種別の採捕個体数を記録し全個体について体長(サケ科魚類は尾叉長, その他魚類は全長)を1mm単位で測定した。魚種毎に除去法(Carle and Strub, 1978)で生息個体数を算出し、これを調査区面積で割っ

て生息密度とした。

### 結果および考察

本調査を通じてサクラマス、アメマス *Salvelinus leucomaenis*、ハナカジカ *Cottus nozawae* およびフクドジョウ *Noemacheilus barbatulus toni* の3科4属4種の魚類が採捕された。サクラマスおよびアメマスについては、体長分布(図3)に基づいて0歳魚と1歳以上の個体を識別し、サクラマスは8cm未満の個体を0歳、8cm以上の個体を1歳以上、アメマスは7cm未満の個体を0歳、7cm以上の個体を1歳以上とみなし、年齢別に生息密度を求めた。ハナカジカとフクドジョウは、調査年により体長分布が大きく異なり(図3)、一定の基準で年齢を判別することができなかつたため年齢を区分せずに生息密度を求めた。各魚種の生活史および魚道設置前後における生息密度の変遷は以下のとおりである。なお、各調査区の流路幅や面積、各魚種の平均体長および推定生息密度の値については、それぞれ付表1、2および3に記載した。

**サクラマス** 北海道のサクラマスは遡河回遊型の生活史を送り、春季に産卵床から泳ぎ出した幼魚は、約1年間(一部は2～3年間)河川内で生活した後海へと下る。降海したサクラマスは、北海道周辺やオホーツク海を回遊

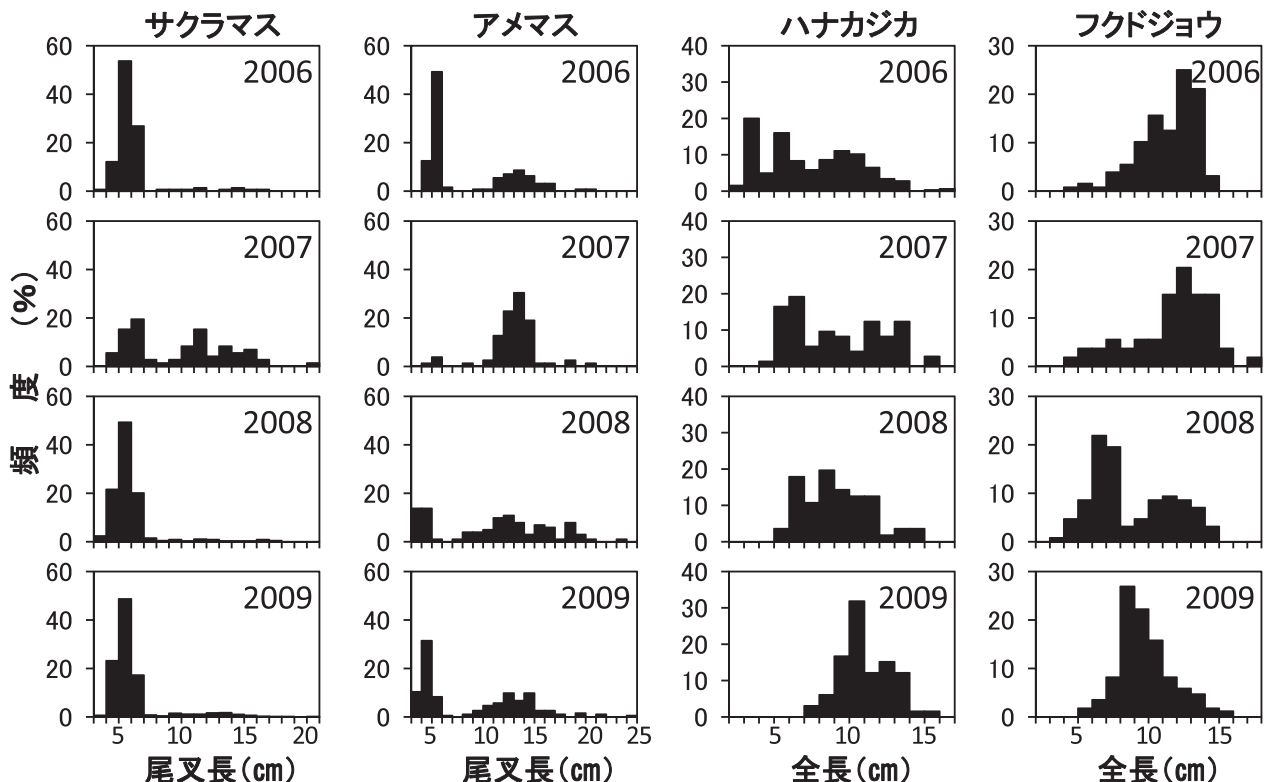


図3 サクラマス、アメマス、ハナカジカおよびフクドジョウの体長頻度分布。

し、降海翌年の春から夏にかけて母川に回帰し秋に産卵を行う（隼野，2003）。北海道では雄の約半数が海へ下らずに一生を河川内で生活するが、雌ではこうした生活を送る個体は少なく、ほぼすべての個体が降海する（隼野，2003）。このため、遡上不可能な河川工作物が設置されると、その上流では産卵が途絶え数年後に個体群は消滅すると考えられる。実際、北海道では広大な湛水域を持つ人工湖や天然湖沼にサクラマスが陸封された事例はあるものの（例えば、朱鞠内湖；Tamate and Maekawa, 2000）、広い湛水域を持たない治山・砂防ダムや床固工によってサクラマスが陸封された水域はこれまで見つっていない。

ドードロマップ川では最も下流に位置する S44 治山ダムの建設された1969年以降、サクラマスの産卵はこの治山ダムよりも下流側に限定されていた可能性が高く、2001年に魚道が設置されるまでの約30年間サクラマスは S44 治山ダムよりも下流にだけ分布していたと推測される。一方、今回の調査では S44 治山ダムの上流に位置する調査区 3 において2006年の時点でサクラマスの 0 歳魚が確認され（図 4）、前年に S44 治山ダムの上流で産卵が行われたことが示唆された。2006年に別途実施したサクラマスの

産卵床分布調査でも、ドードロマップ川で見つかった産卵床のうち半数以上が S44 治山ダムよりも上流で確認されたことから（下田・川村，2008）、S44 治山ダムの魚道はサクラマスの産卵場と幼魚の生息場の拡大に貢献していると結論づけられる。

H11 床固工では2005年の末に魚道が設置されたため、その上流では2006年に産卵が始まり2007年から幼魚が確認できるようになるものと予想された。しかし、今回の調査結果では2006年6月の時点で H11 床固工の上流に位置する調査区 6 および 7 においてサクラマスの 0 歳魚が採捕され（図 4）、魚道設置以前から H11 床固工の上流で産卵が行われたことが明らかになった。H11 床固工の落差は約 1.5 m であるのに対し（図 2）、サクラマス親魚の遡上限界は 1.8 m 程度であるため（岡本ら，2008）、魚道が設置される以前から H11 床固工を遡上することも不可能ではなかったと推測される。また魚道を施工する際、H11 床固工の右岸側に水通し用の斜路が作られたことから、この部分を遡上した親魚がいたのかもしれない。

H13 床固工では2006年末に魚道が設置され、2007年から親魚が遡上できるようになった。H13 床固工の上流に位置する調査区 8 では2007年以前、サクラマス 0 歳魚は採捕

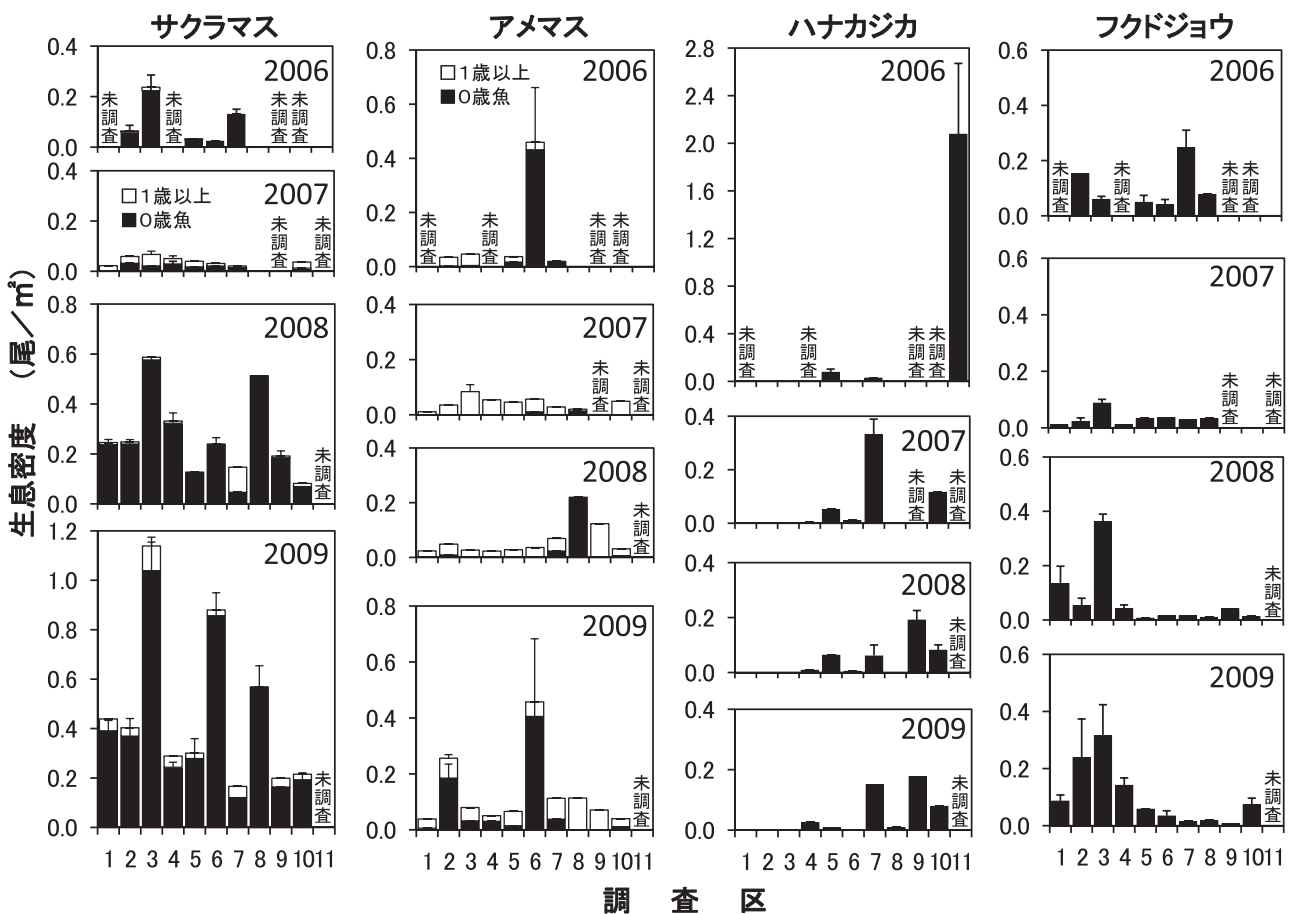


図4 各調査区におけるサクラマス、アメマス、ハナカジカおよびフクドジョウの推定生息密度とその95%信頼幅。

されなかったが、2008年以降1 m<sup>2</sup>あたり0.5尾以上の比較的高い密度で生息するようになった(図4)。サクラマスの産卵床分布調査でも2007年の産卵期にH13床固工の上流でサクラマスの産卵床が確認されていることから(下田・川村, 2008), H13床固工の魚道は、上流域における産卵場と幼魚の生息場の拡大に貢献したと判断できる。

0歳魚の生息密度は、調査開始年(2006年)と最終年(2009年)との間で平均11倍の上昇を示していた(両年に共通する調査区2, 3, 5, 6および7の値を用いた比較:付表3参照)。北海道のサクラマスは産卵された翌々年の春に降海する個体が多く(杉若・小島, 1984; 真山, 1992), 降海翌年に河川回帰し繁殖を行う(真山, 1992)。ドードロマップ川のサクラマスの生活史を3年と仮定すると、調査最終年(2009年)の0歳魚は開始年(2006年)の0歳魚の子世代に相当することになる。2006年から2009年にかけて幼魚の分布範囲が上流へと拡大したことも考慮すると、資源尾数が1世代で大幅に増加したことは明らかである。2008年の幼魚密度も2009年の70%程度と高く、2008年の資源も増加傾向にあると推測される。

こうした急速な資源増加がドードロマップ川に特有の現象か判断するために、オホーツク海に面する4つの保護水面河川(幌内川, 止別川, 奥薬別川および遠音川)におけるサクラマス幼魚の生息密度の経年変化を参照したところ、奥薬別川では2005年から2010年にかけて約2倍の密度上昇が記録されていた(さけます・内水面水産試験場, 2012)。また、網走支庁管内(現オホーツク総合振興局管内)におけるサクラマスの漁獲量についても参照したところ、沿岸来遊時期に相当する4月から7月の漁獲総重量は2005年の48.7tから2006~2007年の70t台、2009年の83.4tに増加していた(北海道立水産孵化場, 2007, 2008, 2010, 2011)。したがって、オホーツク海沿岸の河川では近年サクラマスの資源量が増加傾向にあると推測されるが、ドードロマップ川における資源増加は特に顕著であると考えられる。ドードロマップ川ではオホーツク海沿岸の河川に共通の資源増加傾向に加えて、魚道設置により産卵域や生息場が拡大したことで、大幅な資源増加が起きているのかもしれない。

本調査では2009年の調査区3, 6および8で特に幼魚密度が高く、これらの調査区はいずれも河川工作物の直上に位置していた(図1)。この結果は、魚道の設置により河川工作物の上流域が利用可能になることの重要性を示している。目視観察によるとこれらの河川工作物の上流には土砂が満砂状態に堆積し川床勾配が緩やかになっていたことから、上流の産卵床から流下してきた稚魚が河川工作物の上流側に滞留しやすいものと推測され、幼魚密度の上昇に繋がった可能性が考えられる。調査区3,

6および8で採捕された幼魚の尾叉長は他の調査区と比べて小さくはなく(付表2参照)、河川工作物の上流は幼魚の生息場としても適していることが推察される。また、別途実施した卵の生残率調査によると、上流に形成された産卵床では下流のものに比べて発眼期までの生残率が高い傾向があったことから(下田・川村, 2008), 魚道の設置により上流域で産卵できるようになったことで、生残する卵の数が多くなり幼魚密度が上昇した可能性も考えられる。

一方、2007年の0歳魚は他の年と比べて著しく低密度であり(図4), 尾叉長分布でも0歳魚の割合が他の年よりも低かった(図3)。この原因として前年の産卵数が少なかったことが想定されるが、2006年に行われた産卵床の分布調査によるとドードロマップ川全体で277床の産卵床が確認され、この数は2007年の206床よりも多かった(下田・川村, 2008)。したがって、2007年の生息密度が低い原因としては、産卵から浮上までの間に大幅な減耗が起きたことが考えられる。永田・坂本(1989)によると人工産卵床を作ってサクラマスの卵を埋没放流をした場合、放流後に大雨が降ると増水により産卵床が破壊され、翌年の稚魚の発生数が極端に少なくなるという。ドードロマップ川流域を含む津別町では、2006年10月7日から9日にかけて総雨量200mm近い降雨があり(気象庁ホームページ, <http://www.jma.go.jp/jma/index.html>), 網走川は平水時の数10倍の流量に増水した(国土交通省水文学データベース, <http://www1.river.go.jp>)。実際、2007年の生息密度調査の際、前年と比べて流路や河床地形が変化したと思われる箇所が随所に見られた。2006年の産卵群では降雨に伴う増水の影響により産卵床が破壊され卵が大幅に減耗し、幼魚密度の低下をもたらした可能性が考えられる。こうした自然災害の影響を受けた後のサクラマスの資源動態を観察した事例としては、大雨直後における幼魚の密度変化や成長への影響が報告されているものの(小島, 1984), 長期的な資源動態についてはこれまで明らかにされていない。ドードロマップ川ではサクラマスの産卵床の分布数量が継続調査されていることから(オホーツク総合振興局ホームページ:<http://www.okhotsk.pref.hokkaido.lg.jp/sr/tsr/>), 今後、資源回復の過程が明らかになるものと期待される。

**アメマス** 北海道のアメマスはサクラマスと同様に遡河回遊型の生活史を送るものの、雌雄ともに河川に残留する個体が現れる(山本ら, 1996)。このため、遡上不可能な河川工作物が建設されてもその上流側だけで再生産を繰り返す、生活史を陸封型に変えて個体群を維持する可能性がある(Morita *et al.*, 2000)。しかし、河川工作物の建設から数10年経過すると上流の集団が絶滅する場合があ

り, 特に小規模の集団では絶滅するリスクが高いことが知られている(森田・山本, 2004)。今回の調査結果でも魚道未設置のS42床固工の上流に位置する調査区11においてアメマスの生息が確認されず, この水域のアメマスはS42床固工の建設後に絶滅した可能性がある。

一方, 支流のポンドードロマップ川のH11床固工の上流に位置する調査区6および7では, 2005年の産卵期の時点で魚道未設置であったにも関わらず2006年にアメマスの0歳魚が採捕されている(図4)。これらがH11床固工によって陸封されたものか前述したサクラマスの場合と同様に魚道設置以前に遡上した親魚に由来するものか今回の結果から判断することは難しい。いずれにせよ, 魚道が設置される以前からH11床固工の上流にアメマスが分布していたという結果は, H11床固工の魚道の効果について分布の有無から判定できないことを意味している。

H13床固工では2006年末に魚道が設置されたことから, 2007年の産卵期から魚道を利用できるようになった。H13床固工の上流に位置する調査区8では2008年に0歳魚の生息密度が前年の10倍以上に上昇していることから(付表3参照), 魚道設置によってH13床固工の上流で産卵する親魚の数が増加したことが考えられる。ただし, 2009年の調査では調査区8で0歳魚は採捕されず, 換わって調査区2と6で生息密度が上昇している(図4)。アメマスの産卵場や稚魚の定着場所は年によって変化することも考えられ, 生息密度の上昇には魚道設置以外の要因も関係しているかもしれない。

**ハナカジカおよびフクドジョウ** 2006年の調査結果によると, 魚道未設置のS42床固工の上流に位置する調査区11ではハナカジカのみが極めて高密度に生息し, フクドジョウは全く採捕されなかった(図4)。フクドジョウの生息密度は調査区2や3など下流に位置する調査区で高いものの, ポンドードロマップ川では本流の調査区11よりも上流に位置する7~9でフクドジョウが採捕されていることから(図4), 調査区11の位置がフクドジョウの生息上限を超えているとは考え難い。フクドジョウとハナカジカはともに水生昆虫などを餌とする底生性魚類であることから, 餌や生息場所が競合する関係にあると推測される。S42床固工の上流ではハナカジカが高密度に生息することでフクドジョウが生息しない可能性があるが, このこととS42床固工の建設との因果関係は不明である。

ハナカジカとフクドジョウはいずれも河川内で一生を過ごす純淡水魚である。河川内での移動習性についてはほとんど解明されていないが, 治山・砂防ダム等の建設によって分布域が狭められたような事例はこれまで報告されていない。両種の場合, 治山・砂防ダム等による移動の制限が河川内分布に直接的な影響を及ぼさない可能

性があるため, 魚道の効果を分布密度から推定することは難しく, 個体の移動追跡など, より直接的な手法による調査が適していると考えられる。

## 謝 辞

網走東部森づくりセンター(現オホーツク総合振興局東部森林室)の虎谷和敏係長(現宗谷総合振興局林務課主査), 長山祐治係長(現釧路総合振興局林務課治山係長), 喜多耕一主任(現檜山振興局林務課調整主査)および立木祥子技師(現北海道立総合研究機構林業試験場研究職員)には本調査の全般にわたりご尽力いただいた。北海道立水産孵化場(現さけます・内水面水産試験場)道東内水面室の隼野寛史主幹, 眞野修一研究主査, 渡辺智治研究主任および田村亮一研究職員(現栽培水試研究主任)には現地調査にご協力いただいた。網走支庁(現オホーツク総合振興局)経済部林務課, 網走東部森づくりセンター, 網走西部森づくりセンター(現オホーツク総合振興局西部森林室)および北海道水産林務部治山課の方々には調査の実施にあたり多大なご協力をいただいた。各位に厚くお礼申し上げる。

## 引用文献

- Carle FL, Strub MR. A new method for estimating population size from removal data. *Biometrics* 1978; 34: 621-630.
- 福島路生. ダムによる流域分断と淡水魚の多様性低下—北海道全域での過去半世紀のデータから言えること. 日本生態学会誌 2005; 55: 349-357.
- 隼野寛史. サクラマス(ヤマメ) *Oncorhynchus masou masou* (Brevoort). 「新北のさかなたち(上田吉幸, 前田圭司, 嶋田宏, 鷹見達也編)」北海道新聞社, 札幌. 2003; 148-153.
- 北海道立水産孵化場. サケ・マス通路整備事業調査. 平成4年度事業成績書. 北海道立水産孵化場, 恵庭. 1994; 24-28.
- 北海道立水産孵化場. 平成17, 18, 20および21年度事業成績書. 北海道立水産孵化場, 恵庭. 2007, 2008, 2010, 2011.
- 小島博. 記録的な大雨は川のサクラマス幼魚に何をしたか. 魚と水 1984; 22: 5-11.
- 眞山紘. サクラマス *Oncorhynchus masou* (Brevoort) の淡水域の生活および資源培養に関する研究. 北海道さけ・ますふ化場研究報告 1992; 46: 1-156.
- Morita K, Yamamoto S, Hoshino N. Extreme life history change of white-spotted char (*Salvelinus leucomaenis*)



- after damming. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 2000 ; 57 : 1300-1306.
- 森田健太郎, 山本祥一郎. ダム構築による河川分断化がもたらすもの～川は森と海をつなぐ道～. 「サケ・マスの生態と進化 (前川光司編)」文一総合出版, 東京. 2004 ; 281-312.
- 永田光博, 坂本博幸. サクラマスの卵放流について. 魚と水 1989 ; 26 : 12-21.
- 岡本哲志, 柳井清治, 宮腰靖之, 川村洋司, 卜部浩一, 下田和孝. 河川構造物がサクラマス遡上に与える影響～尻別川水系の支流を事例として～. 平成20年度砂防学会研究発表会概要集. 社団法人砂防学会, 東京. 2008 ; 66-67.
- さけます・内水面水産試験場. 平成22年度サケ・マス保護水面管理事業調査実績書. さけます・内水面水産試験場, 恵庭. 2012 ; 19pp.
- 下田和孝, 川村洋司. 魚道設置によるサクラマス資源の回復. 北海道の治山林道 2008 ; 10 : 13-16.
- 杉若圭一, 小島博. 厚田川におけるサクラマス幼魚のモルト化に及ぼす生息密度の影響. 北海道立水産孵化場研究報告 1984 ; 39 : 19-37.
- Tamate T, Maekawa K. Life cycle of masu salmon (*Oncorhynchus masou*) in Shumarinai Lake, northern Hokkaido, Japan. *Eurasian J. For. Res.* 2000 ; 1 : 39-42.
- 谷瀬敦, 矢部浩規, 山下彰司. 北海道の魚道データベースの作成について. 河川技術論文集 2006 ; 12 : 381-384.
- 山本祥一郎, 高橋芳明, 北野聡, 後藤晃. 北海道南部の河川におけるアメマスの河川残留型雌. 魚類学雑誌 1996 ; 43 : 101-104.

付表1 各調査区の概要

| 調査年/月/日   | 項目          | 調査区           |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |
|-----------|-------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
|           |             | 1             | 2             | 3             | 4             | 5             | 6             | 7             | 8             | 9             | 10            | 11            |
| 2006/6/26 | 平均流路幅 (m)   | 未調査           | 4.1           | 5.0           | 未調査           | 2.6           | 2.9           | 2.1           | 1.9           | 未調査           | 未調査           | 2.5           |
|           | 平均水深 (cm)   | 未調査           | 19.1          | 20.1          | 未調査           | 15.0          | 15.4          | 16.3          | 10.8          | 未調査           | 未調査           | 18.5          |
|           | 流路長 (m)     | 未調査           | 100.0         | 100.0         | 未調査           | 93.0          | 100.0         | 100.0         | 100.0         | 未調査           | 未調査           | 100.0         |
|           | 中州面積 (㎡)    | 未調査           | 0.0           | 0.0           | 未調査           | 0.0           | 0.0           | 0.0           | 0.0           | 未調査           | 未調査           | 0.0           |
|           | 調査区面積 (㎡)   | 未調査           | 405.5         | 497.3         | 未調査           | 242.6         | 287.3         | 206.4         | 191.8         | 未調査           | 未調査           | 246.4         |
|           | 調査区緯度 (北緯*) | 未調査           | 43°34'28.03"  | 43°34'10.29"  | 未調査           | 43°33'34.86"  | 43°33'29.24"  | 43°33'08.12"  | 43°33'00.15"  | 未調査           | 未調査           | 43°32'58.75"  |
| 2007/6/26 | 調査区経度 (東経*) | 未調査           | 143°57'19.87" | 143°57'02.22" | 未調査           | 143°56'24.74" | 143°56'05.65" | 143°55'26.26" | 143°55'11.07" | 未調査           | 未調査           | 143°56'22.79" |
|           | 平均流路幅 (m)   | 7.2           | 5.1           | 5.9           | 5.6           | 3.5           | 3.9           | 2.8           | 3.0           | 未調査           | 3.3           | 未調査           |
|           | 平均水深 (cm)   | 28.5          | 25.2          | 26.8          | 29.9          | 16.8          | 17.2          | 18.5          | 13.3          | 未調査           | 18.0          | 未調査           |
|           | 流路長 (m)     | 50.0          | 50.0          | 50.0          | 50.0          | 50.0          | 50.0          | 50.0          | 50.0          | 未調査           | 50.0          | 未調査           |
|           | 中州面積 (㎡)    | 0.0           | 0.0           | 57.7          | 5.5           | 0.0           | 1.5           | 0.0           | 0.0           | 未調査           | 0.0           | 未調査           |
|           | 調査区面積 (㎡)   | 360.5         | 255.5         | 238.2         | 276.8         | 175.5         | 193.5         | 141.4         | 150.5         | 未調査           | 163.6         | 未調査           |
| 2008/6/23 | 調査区緯度 (北緯*) | 43°35'03.33"  | 43°34'37.40"  | 43°34'10.29"  | 43°33'49.08"  | 43°33'34.86"  | 43°33'29.24"  | 43°33'11.03"  | 43°32'55.09"  | 未調査           | 43°33'28.01"  | 未調査           |
|           | 調査区経度 (東経*) | 143°57'54.02" | 143°57'26.54" | 143°57'02.22" | 143°56'39.10" | 143°56'24.74" | 143°56'05.65" | 143°55'34.44" | 143°55'05.42" | 未調査           | 143°56'23.29" | 未調査           |
|           | 平均流路幅 (m)   | 6.7           | 4.5           | 5.8           | 4.7           | 2.8           | 4.0           | 2.6           | 1.9           | 3.0           | 3.2           | 未調査           |
|           | 平均水深 (cm)   | 26.3          | 21.5          | 16.3          | 22.4          | 13.3          | 14.3          | 13.1          | 9.9           | 14.5          | 19.4          | 未調査           |
|           | 流路長 (m)     | 50.0          | 50.0          | 50.0          | 50.0          | 50.0          | 50.0          | 50.0          | 50.0          | 50.0          | 50.0          | 未調査           |
|           | 中州面積 (㎡)    | 0.0           | 0.0           | 104.0         | 18.0          | 0.0           | 6.5           | 0.0           | 0.0           | 6.3           | 0.0           | 未調査           |
| 2009/6/22 | 調査区面積 (㎡)   | 333.6         | 225.5         | 187.4         | 217.0         | 141.4         | 192.1         | 129.5         | 95.5          | 146.0         | 158.6         | 未調査           |
|           | 調査区緯度 (北緯*) | 43°35'03.33"  | 43°34'37.40"  | 43°34'10.29"  | 43°33'49.08"  | 43°33'34.86"  | 43°33'29.24"  | 43°33'11.03"  | 43°32'55.09"  | 43°33'38.74"  | 43°33'28.01"  | 未調査           |
|           | 調査区経度 (東経*) | 143°57'54.02" | 143°57'26.54" | 143°57'02.22" | 143°56'39.10" | 143°56'24.74" | 143°56'05.65" | 143°55'34.44" | 143°55'05.42" | 143°54'54.17" | 143°56'23.29" | 未調査           |
|           | 平均流路幅 (m)   | 6.8           | 4.8           | 6.2           | 3.9           | 2.7           | 3.9           | 2.7           | 2.1           | 3.1           | 3.5           | 未調査           |
|           | 平均水深 (cm)   | 29.0          | 24.4          | 19.6          | 26.3          | 15.0          | 17.2          | 15.2          | 13.5          | 15.7          | 20.6          | 未調査           |
|           | 流路長 (m)     | 50.0          | 50.0          | 50.0          | 50.0          | 50.0          | 50.0          | 50.0          | 50.0          | 50.0          | 50.0          | 未調査           |
| 2009/6/26 | 中州面積 (㎡)    | 5.0           | 0.0           | 62.0          | 0.0           | 0.0           | 20.0          | 0.0           | 0.0           | 11.9          | 0.0           | 未調査           |
|           | 調査区面積 (㎡)   | 335.0         | 238.2         | 250.3         | 197.3         | 136.4         | 172.7         | 132.7         | 105.5         | 140.8         | 176.4         | 未調査           |
|           | 調査区緯度 (北緯*) | 43°35'03.33"  | 43°34'37.40"  | 43°34'10.29"  | 43°33'49.08"  | 43°33'34.86"  | 43°33'29.24"  | 43°33'11.03"  | 43°32'55.09"  | 43°33'38.74"  | 43°33'28.01"  | 未調査           |
|           | 調査区経度 (東経*) | 143°57'54.02" | 143°57'26.54" | 143°57'02.22" | 143°56'39.10" | 143°56'24.74" | 143°56'05.65" | 143°55'34.44" | 143°55'05.42" | 143°54'54.17" | 143°56'23.29" | 未調査           |

\* : 調査区の緯度・経度はWGS84測地系で表記



付表2 採捕した魚類の平均体長, 標準偏差および測定尾数

| 魚種              | 調査区 | 平均体長(cm)* |       |       |       | 標準偏差(cm)* |      |      |      | 測定尾数 |      |      |      |
|-----------------|-----|-----------|-------|-------|-------|-----------|------|------|------|------|------|------|------|
|                 |     | 2006      | 2007  | 2008  | 2009  | 2006      | 2007 | 2008 | 2009 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 |
| サクラマス<br>(0歳魚)  | 1   | 未調査       | —     | 5.80  | 5.56  | 未調査       | —    | 0.57 | 0.66 | 未調査  | —    | 74   | 116  |
|                 | 2   | 5.68      | 5.93  | 5.96  | 5.71  | 0.58      | 0.46 | 0.67 | 0.68 | 18   | 8    | 52   | 73   |
|                 | 3   | 5.52      | 6.08  | 5.77  | 5.48  | 0.58      | 0.57 | 0.64 | 0.67 | 82   | 5    | 107  | 211  |
|                 | 4   | 未調査       | 6.26  | 5.53  | 5.68  | 未調査       | 0.79 | 0.53 | 0.64 | 未調査  | 7    | 63   | 46   |
|                 | 5   | 5.83      | 5.83  | 5.57  | 5.50  | 0.44      | 0.53 | 0.49 | 0.63 | 7    | 3    | 18   | 31   |
|                 | 6   | 6.14      | 5.75  | 5.40  | 5.44  | 0.43      | 0.38 | 0.53 | 0.62 | 7    | 4    | 43   | 130  |
|                 | 7   | 6.12      | 4.95  | 4.95  | 5.34  | 0.43      | 0.15 | 0.72 | 0.51 | 25   | 2    | 6    | 16   |
|                 | 8   | —         | —     | 4.68  | 5.44  | —         | —    | 0.49 | 0.45 | —    | —    | 49   | 53   |
|                 | 9   | 未調査       | 未調査   | 4.52  | 5.18  | 未調査       | 未調査  | 0.48 | 0.62 | 未調査  | 未調査  | 25   | 23   |
|                 | 10  | 未調査       | 5.55  | 5.35  | 5.20  | 未調査       | 0.55 | 0.49 | 0.71 | 未調査  | 2    | 11   | 31   |
|                 | 11  | —         | 未調査   | 未調査   | 未調査   | —         | 未調査  | 未調査  | 未調査  | —    | 未調査  | 未調査  | 未調査  |
| サクラマス<br>(1歳以上) | 1   | 未調査       | 11.58 | 11.93 | 11.33 | 未調査       | 2.05 | 2.64 | 1.93 | 未調査  | 8    | 3    | 16   |
|                 | 2   | 13.00     | 12.94 | 14.00 | 11.54 | 3.10      | 1.66 | 2.80 | 1.52 | 2    | 7    | 2    | 8    |
|                 | 3   | 12.50     | 13.22 | 14.65 | 13.00 | 2.18      | 2.92 | 1.65 | 2.38 | 7    | 10   | 2    | 23   |
|                 | 4   | 未調査       | 12.60 | 12.30 | 14.09 | 未調査       | 2.50 | 2.40 | 1.70 | 未調査  | 5    | 2    | 9    |
|                 | 5   | 14.70     | 13.38 | —     | 13.37 | 0.00      | 0.97 | —    | 0.98 | 1    | 4    | —    | 3    |
|                 | 6   | —         | 15.05 | —     | 13.90 | —         | 0.05 | —    | 3.37 | —    | 2    | —    | 4    |
|                 | 7   | —         | 15.50 | 11.73 | 11.36 | —         | 0.00 | 2.49 | 2.63 | —    | 1    | 13   | 6    |
|                 | 8   | —         | —     | —     | —     | —         | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    |
|                 | 9   | 未調査       | 未調査   | 16.10 | 11.36 | 未調査       | 未調査  | 0.00 | 2.48 | 未調査  | 未調査  | 1    | 5    |
|                 | 10  | 未調査       | 11.55 | 15.75 | 13.23 | 未調査       | 1.94 | 1.95 | 0.89 | 未調査  | 4    | 2    | 4    |
|                 | 11  | —         | 未調査   | 未調査   | 未調査   | —         | 未調査  | 未調査  | 未調査  | —    | 未調査  | 未調査  | 未調査  |
| アメマス<br>(0歳魚)   | 1   | 未調査       | —     | —     | 5.50  | 未調査       | —    | —    | 0.50 | 未調査  | —    | —    | 2    |
|                 | 2   | 4.40      | —     | 5.00  | 4.29  | 0.00      | —    | 0.30 | 0.44 | 1    | —    | 2    | 36   |
|                 | 3   | 4.80      | —     | —     | 4.93  | 0.00      | —    | —    | 0.33 | 2    | —    | —    | 8    |
|                 | 4   | 未調査       | —     | —     | 4.15  | 未調査       | —    | —    | 0.19 | 未調査  | —    | —    | 6    |
|                 | 5   | 5.63      | —     | —     | 4.45  | 0.40      | —    | —    | 0.05 | 4    | —    | —    | 2    |
|                 | 6   | 5.38      | 5.45  | —     | 4.67  | 0.37      | 0.05 | —    | 0.69 | 70   | 2    | —    | 37   |
|                 | 7   | 5.55      | —     | 4.67  | 4.50  | 0.36      | —    | 0.26 | 0.15 | 4    | —    | 3    | 5    |
|                 | 8   | —         | 5.05  | 3.97  | —     | —         | 0.35 | 0.32 | —    | —    | 2    | 21   | —    |
|                 | 9   | 未調査       | 未調査   | —     | —     | 未調査       | 未調査  | —    | —    | 未調査  | 未調査  | —    | —    |
|                 | 10  | 未調査       | —     | 3.50  | 3.50  | 未調査       | —    | 0.00 | 0.50 | 未調査  | —    | 1    | 2    |
|                 | 11  | —         | 未調査   | 未調査   | 未調査   | —         | 未調査  | 未調査  | 未調査  | —    | 未調査  | 未調査  | 未調査  |
| アメマス<br>(1歳以上)  | 1   | 未調査       | 13.90 | 16.78 | 14.12 | 未調査       | 0.74 | 1.94 | 2.64 | 未調査  | 4    | 8    | 11   |
|                 | 2   | 14.46     | 13.17 | 17.09 | 14.21 | 2.02      | 0.80 | 3.32 | 2.82 | 13   | 9    | 9    | 16   |
|                 | 3   | 13.60     | 14.30 | 14.04 | 14.76 | 1.57      | 2.08 | 1.24 | 3.53 | 21   | 17   | 5    | 12   |
|                 | 4   | 未調査       | 12.63 | 16.42 | 12.90 | 未調査       | 1.11 | 2.64 | 1.23 | 未調査  | 15   | 5    | 4    |
|                 | 5   | 13.54     | 14.13 | 13.43 | 13.04 | 1.65      | 2.09 | 2.18 | 1.47 | 5    | 8    | 4    | 7    |
|                 | 6   | 13.36     | 11.98 | 13.07 | 12.41 | 3.18      | 1.54 | 4.29 | 1.48 | 8    | 9    | 7    | 9    |
|                 | 7   | —         | 14.78 | 11.50 | 12.97 | —         | 0.89 | 3.51 | 1.41 | —    | 4    | 6    | 10   |
|                 | 8   | —         | 13.20 | —     | 10.57 | —         | 0.00 | —    | 1.17 | —    | 1    | —    | 12   |
|                 | 9   | 未調査       | 未調査   | 10.95 | 14.73 | 未調査       | 未調査  | 2.00 | 2.93 | 未調査  | 未調査  | 27   | 10   |
|                 | 10  | 未調査       | 12.71 | 17.90 | 15.78 | 未調査       | 0.89 | 1.14 | 3.14 | 未調査  | 8    | 4    | 5    |
|                 | 11  | —         | 未調査   | 未調査   | 未調査   | —         | 未調査  | 未調査  | 未調査  | —    | 未調査  | 未調査  | 未調査  |
| ハナカジカ           | 1   | 未調査       | —     | —     | —     | 未調査       | —    | —    | —    | 未調査  | —    | —    | —    |
|                 | 2   | 12.45     | —     | —     | —     | 0.85      | —    | —    | —    | 2    | —    | —    | —    |
|                 | 3   | —         | —     | —     | —     | —         | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    |
|                 | 4   | 未調査       | 11.70 | 12.90 | 13.44 | 未調査       | 0.00 | 1.60 | 0.89 | 未調査  | 1    | 2    | 5    |
|                 | 5   | 12.77     | 12.61 | 11.61 | 12.70 | 1.69      | 0.93 | 1.20 | 0.00 | 16   | 9    | 10   | 1    |
|                 | 6   | —         | 10.75 | 14.70 | —     | —         | 1.45 | 0.00 | —    | —    | 2    | 1    | —    |
|                 | 7   | 12.68     | 7.95  | 11.43 | 11.02 | 1.61      | 2.86 | 3.16 | 1.10 | 6    | 42   | 6    | 20   |
|                 | 8   | —         | —     | —     | 13.60 | —         | —    | —    | 0.00 | —    | —    | —    | 1    |
|                 | 9   | 未調査       | 未調査   | 9.04  | 9.91  | 未調査       | 未調査  | 1.93 | 1.13 | 未調査  | 未調査  | 25   | 25   |
|                 | 10  | 未調査       | 10.03 | 10.49 | 12.45 | 未調査       | 2.49 | 1.00 | 1.36 | 未調査  | 19   | 12   | 14   |
|                 | 11  | 6.92      | 未調査   | 未調査   | 未調査   | 2.80      | 未調査  | 未調査  | 未調査  | 301  | 未調査  | 未調査  | 未調査  |
| フクドジョウ          | 1   | 未調査       | 12.03 | 9.32  | 9.94  | 未調査       | 0.82 | 2.73 | 1.08 | 未調査  | 4    | 31   | 25   |
|                 | 2   | 10.20     | 11.42 | 8.13  | 9.53  | 1.96      | 0.64 | 2.47 | 1.55 | 25   | 5    | 9    | 35   |
|                 | 3   | 10.37     | 10.87 | 7.64  | 9.15  | 1.17      | 3.48 | 2.12 | 1.76 | 27   | 20   | 65   | 57   |
|                 | 4   | 未調査       | 13.73 | 9.59  | 10.68 | 未調査       | 1.33 | 2.93 | 2.35 | 未調査  | 3    | 8    | 25   |
|                 | 5   | 12.34     | 9.63  | 12.40 | 10.33 | 1.08      | 2.53 | 0.00 | 1.22 | 9    | 6    | 1    | 8    |
|                 | 6   | 9.81      | 12.56 | 12.83 | 9.86  | 2.73      | 1.39 | 0.95 | 2.72 | 10   | 7    | 3    | 5    |
|                 | 7   | 12.72     | 13.45 | 12.65 | 7.55  | 0.93      | 0.72 | 1.05 | 0.05 | 42   | 4    | 2    | 2    |
|                 | 8   | 12.32     | 13.92 | 2.70  | 14.00 | 2.27      | 1.09 | 0.00 | 1.10 | 15   | 5    | 1    | 2    |
|                 | 9   | 未調査       | 未調査   | 13.57 | 13.40 | 未調査       | 未調査  | 0.82 | 0.00 | 未調査  | 未調査  | 6    | 1    |
|                 | 10  | 未調査       | —     | 13.70 | 10.55 | 未調査       | —    | 1.30 | 1.55 | 未調査  | —    | 2    | 11   |
|                 | 11  | —         | 未調査   | 未調査   | 未調査   | —         | 未調査  | 未調査  | 未調査  | —    | 未調査  | 未調査  | 未調査  |

\*: サクラマスとアメマスは尾又長, ハナカジカとフクドジョウは全長で示す

—: 採捕無し

