

平成27年2月20日
土研新技術セミナー

冷水性魚類の 産卵床適地推定技術

(独)土木研究所 寒地土木研究所 水環境保全チーム

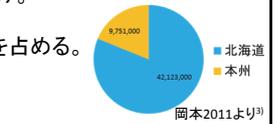
1. はじめに

○北海道には、サケ科魚類(シロザケ、サクラマス、カラフトマス)が生息。



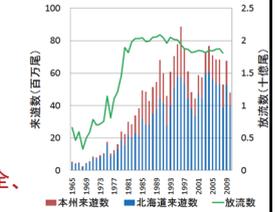
特にシロザケは秋鮭として食卓でお馴染み。

北海道のシロザケ漁獲量は全国の8割を占める。人工孵化放流が漁獲を支えている。



近年は野生魚の重要性がクローズアップ

- ・病気による絶滅リスク低減
- ・人工孵化放流のコスト低減
- ・遺伝的多様性の保全



野生魚を増やすためには産卵環境の保全、創出が必要

1. はじめに

現場からの問い合わせ
たとえば、

Q1: 河川横断工作物に魚道を設置したらサケは遡上して産卵するのか

Q2: 河川工事で産卵床を保全、創出するためには、具体的にどのような河床形状を保全、創出すればよいのか

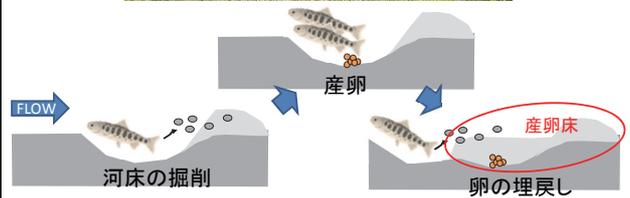


Q1: 産卵床適地の概略的な縦断分布の推定方法が必要

Q2: 産卵床適地の詳細な平面分布の推定方法が必要

2. 既往研究でのシロザケの産卵環境

1) シロザケ産卵の概要



2. 既往研究でのシロザケの産卵環境

2) シロザケの産卵環境に重要な要素

① 浸透流... 溶存酸素の供給、代謝排泄物の流出



② 水温... 卵の成長に必要

→ シロザケでは、
孵化... 積算温度480°C
浮上... 積算温度960°C

③ 河床材料... 河床が掘れる

④ 水深... 浅すぎない

⑤ 流速... 速すぎない

○ 産卵時期による群分け

- ・前期群: 9月初旬 ~ 11月中旬
伏流した河川水が湧出(河川水温に近い)箇所に産卵
- ・後期群: 11月下旬 ~ 1月上旬
地下水の湧出(河川水温より高い)箇所に産卵

2. 既往研究でのシロザケの産卵環境

3) 河床材料と産卵環境について

① Kondolf & Wolman 1993⁵⁾は、既往文献のデータから、サケ科魚類の体長と産卵床の河床材料の関係を検討。

産卵床に利用できる河床材料の50%粒径(D₅₀)は、魚体長の1/10。

② 鈴木2008⁶⁾が、異なるFredle指数⁷⁾(粒径分布)で、シロザケの発眼卵の生存率を調査

Fredle指数⁷⁾: $fi = Dg / So$

Dg: 平均粒径(mm)、
So: ふるい分け係数($\sqrt{D_{75} / D_{25}}$)
D₂₅, D₇₅: 25%, 75%粒径(mm)

その結果、

- ... Fredle指数 大 → 生存率 大
- ... Fredle指数 小 → 浮上魚は卵黄を残した仔魚の状態。

Fredle指数5mm以上が必要。



3. 産卵床適地の簡易推定

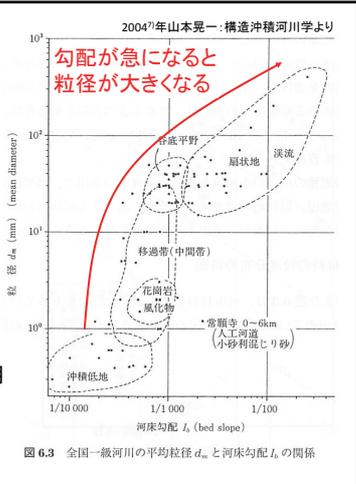
既往の知見を利用して、簡易な方法で概略的に産卵環境を評価できなかな？

河床勾配は、縦断的に変化（上流ほど河床勾配が急）

河床材料の粒径は、河床勾配の影響を受けている

河床材料から算出される50%粒径、Fredle指数を利用

河床材料により、縦断的な産卵環境評価は可能か検証



3. 産卵床適地の簡易推定

○推定手法: 下記条件を満たす範囲が適地と推定

- 50%粒径 ... 体長の1/10まで利用
※豊平川シロザケの体長(3才) 範囲 560~760mm
...最大 約80mmの50%粒径が使用可能
- Fredle指数 ... 5mm以上

○検証対象河川:

サケ産卵床調査結果がある 豊平川、漁川、石狩川上流、釧路川

○使用データ

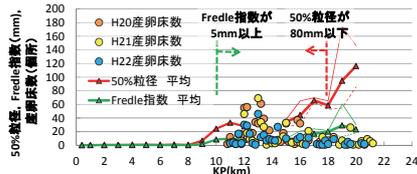
- Fredle指数、50%粒径は、河床材料調査結果から縦断位置毎に平均を算出
- 産卵床数は産卵床位置調査結果からKP毎に算出



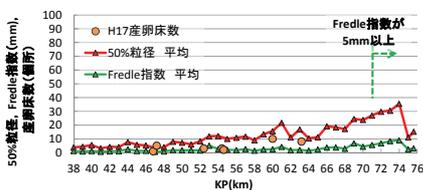
3. 産卵床適地の簡易推定

○シロザケ産卵床の縦断分布の推定結果

例1 豊平川



例2 釧路川



3. 産卵床適地の簡易推定

○まとめ

- 豊平川、漁川、石狩川上流では良好な推定精度
- 釧路川の推定精度は低い

考えられる精度低下要因

- 河床材料調査と産卵床調査実施時期が異なっている。
- 河床材料調査方法の影響
(測線間隔、河床表面は調査対象外、横断方向の調査が不足)

簡易推定手法としては有効と判断

4. PHABSIMによる産卵床適地の推定

シロザケの産卵環境には河床材料以外に
→流速、水深、浸透流、水温など複数の物理環境要素が影響

シロザケ産卵環境の客観的、定量的な評価事例がない。

生物生息場などを物理環境から評価する手法
PHABSIM(Physical Habitat Simulation Model)の適用性を検証
※アユ産卵床の推定(流速・水深のみ考慮)に使用された実績有り

研究の目的
PHABSIMがシロザケ産卵床適地評価手法として適用できるか明らかにする
※前期群(9~11月下旬の産卵)のみを対象

4. PHABSIMによる産卵床適地の推定

PHABSIMの概要

①河道内を平面的にセル分割

②各セルの物理環境値の把握
・対象生物に影響する物理環境値の取得。

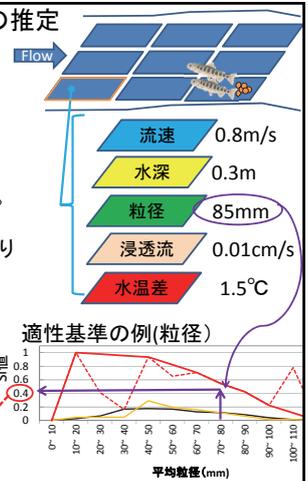
③物理環境要素毎の適性基準により適性値(SI値 0~1)の算定

④合成適正值(CSI)を算出

$$CSI = SI_a \times SI_b \times SI_c \times \dots$$

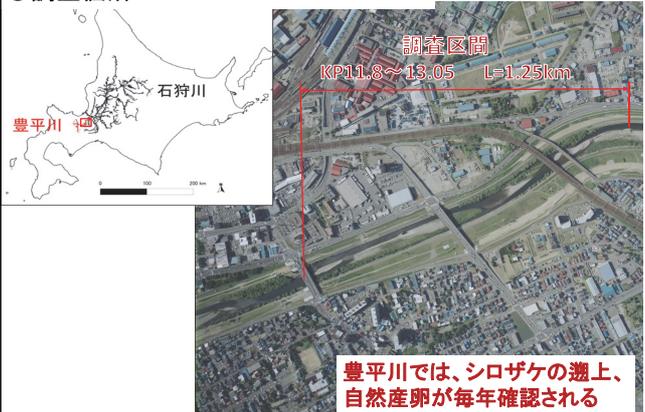
例 $CSI = 0.3 \times 0.8 \times 0.4 \times 0.5 \times 1.0 = 0.048$

⑤CSIと産卵床の対応を検討。



4. PHABSIMによる産卵床適地の推定

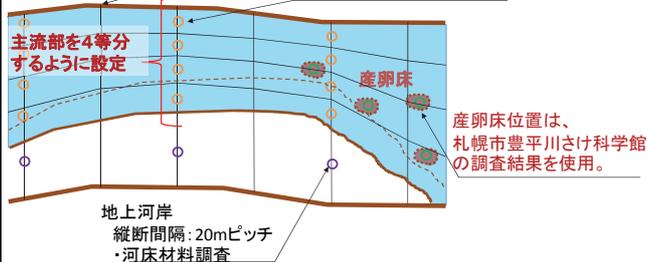
○調査箇所



4. PHABSIMによる産卵床適地の推定

○現地調査イメージ(平面図) 河道物理環境(主流部)

縦断間隔: 20mピッチ
横断測量
縦断間隔: 10ピッチ
・河床材料調査
・浸透流調査
・河床内、河川水温調査



※流速1m/s以上、水深1m以上の箇所など、調査が困難な箇所は実施していない。

4. PHABSIMによる産卵床適地の推定

流況解析

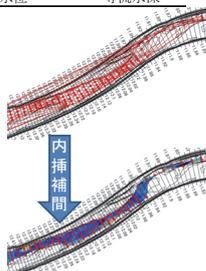
現地では、日流量変動がある。同一流量条件の流速・水深分布を把握することは困難。

↓
流況解析により、現地の流況を把握。(iRICのNAYS2Dソルバーを使用。)

離散した現地調査結果を、GISを用いた三角形分割補間法により内挿補間。
→物理環境値の平面分布(2×2m)の作成。

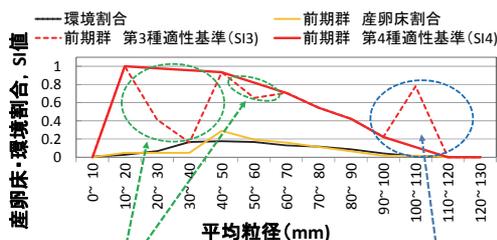
↓
産卵床位置の物理環境値を抽出し、産卵床物理環境の把握。

iRICによる計算条件	
項目	計算条件
ソルバー	Nays2D
格子サイズ	約2×2m
マンニングの粗度係数	0.035
乱流モデル	ゼロ方程式
移流項の差分法	CIP法
下流端水位	等流水深



4. PHABSIMによる産卵床適地の推定

・適性基準の作成【平均粒径の例】



・S13(赤点線)の凹凸を埋めた。

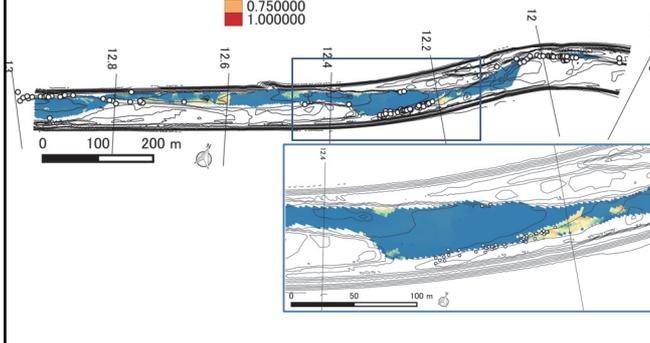
・既往文献では、粒径が大き過ぎると産卵床造成が困難(50%粒径が体長の1/10以内⁵⁾)
→この凸は不自然と判断、除外

4. PHABSIMによる産卵床適地の推定

4) 流速・水深、河床材料、浸透流、水温による評価

凡例 (合成適性値の分布)

○産卵床位置 前期群
正規化 合成適性値 (CSI)
0.000000
0.250000
0.500000
0.750000
1.000000



5. まとめ(産卵環境)評価

1) 簡易な産卵環境の評価手法として、一級河川の河川管理で実施されている河床材料調査結果からFredle指数と50%粒径を算出することで、縦断的な評価が可能

2) PHABSIMの手法を用いて、多項目の物理環境要素(流速、水深、河床材料、浸透流、水温など)を用いれば、詳細な産卵環境の評価が可能

今後...
数値計算などを用いて、物理環境の予測値を用いたPHABSIMを行い、調査数量の削減、将来予測に対応できるようにしたい。

ご清聴ありがとうございました。

引用文献

- 1) (独)水産総合研究センター、Newsletter おさかな瓦版、No.35、2010.6
- 2) (独)水産総合研究センター北海道区水産研究所HP: <http://salmon.fra.affrc.go.jp>
- 3) 岡本康孝:北太平洋と日本におけるさけます類の資源と増殖、SALMON情報、No.5、(独)水産総合研究センター、2011.3
- 4) 札幌市豊平川さけ科学館HP:<http://www.sapporo-park.or.jp>
- 5) G.Mathias Kondif、Michael J Sale、M.Gordon Wolman : the sizes of Salmonid spawning gravels,water resource research, vol.29, no.7, pp2275-2285,July 1993
- 6) 鈴木俊哉:自然再生産を利用したサケ資源保全への取り組み、SALMON情報、No.2、(独)水産総合研究センター、2008.1
- 7) Friedrich B.lotspeich and Fred H.Everst:A New Method for Reporting and Interpreting textural Composition of Spawning Gravel,united states departure of agriculture forest service pacific northwest forest and range experiment station ,research
- 8) 山本晃一:構造沖積河川工学、山海堂、2004