

イワナの生息に及ぼす排砂の影響

京都大学大学院農学研究科 木下 篤彦
 京都大学防災研究所 藤田 正治,
 京都大学防災研究所 澤田 豊明
 京都大学大学院農学研究科 水山 高久

1. はじめに

著者らは、排砂によるイワナへの影響を河床変動の点から調べる目的で、京都大学ヒル谷試験流域で現地実験を行い、河床変動とイワナの生息分布の変化を調査してきた^{1,2)}。排砂によるイワナの生息分布への影響を評価できる手法を確立するために、本研究では、河床変動に伴うイワナの行動パターンを現地実験を通してモデル化し、それを藤田ら²⁾の河床変動モデルにリンクし、影響評価モデルとする。

2. 現地実験

排砂によるイワナへの影響の実態調査とモデルのパラメータ同定を目的として現地実験を行った。図-1にヒル谷の平面図および'99年の排砂前後のイワナの個体分布を示す。ただし、排砂前に取水堰より下流の代表的なプールに1匹ずつイワナが放流されており、調査は取水堰で流量を減らしてからその下流で行っている。

また、調査時には放流魚以外にも天然魚や稚魚の存在も確認されている。図-1から、排砂2時間後まではほとんど生息分布に影響はない。2時間後には排出土砂のうち、掃流砂の移動堆積層の先端が取水堰付近であったことから、この時には取水堰より下流のイワナには濁水の影響しか与えられていない。よって、濁水ではイワナの位置はあまり変わらないことが分かる。その後、移動堆積層はプールを土砂で満杯にしながら通過し、2日後には掃流砂の移動堆積層は既に足洗谷との合流点に到達していたが、大部分のイワナは住处を失いヒル谷から追い出された。ただし、ヒル谷のすべてのプールが土砂で満杯になっても4匹のイワナが残っているが、これはヒル谷が自然溪流なのでこういった状況となっても避難場所となるスペースが存在することを示している。図-2に掃流砂の移動堆積層が到達した後に図-1のPoint.1~5で流心、河岸のよどみの浮遊物質濃度を測定した結果を示す。図-2より河岸のよどみは浮遊物質濃度が低く、流速も小さく、イワナにとって良好な避難場所となることが分かる。実際、現地実験ではイワナが河岸のよどみに逃げ込むシーンが何度も目撃されている。

3. 影響評価モデル

3.1 モデルの概要

藤田ら²⁾はヒル谷の河道をプールと瀬の連続構造としてモデル化し、排砂後の河道への土砂の堆積と浸食を評価している。プールはイワナにとって生息場所、避難場所であり、瀬では河岸のよどみが避難場所になる。本研究では排砂に伴う河床変動によるイワナの行動パターンをプール部と瀬の部分に分けてモデル化し、先の藤田ら²⁾のモ

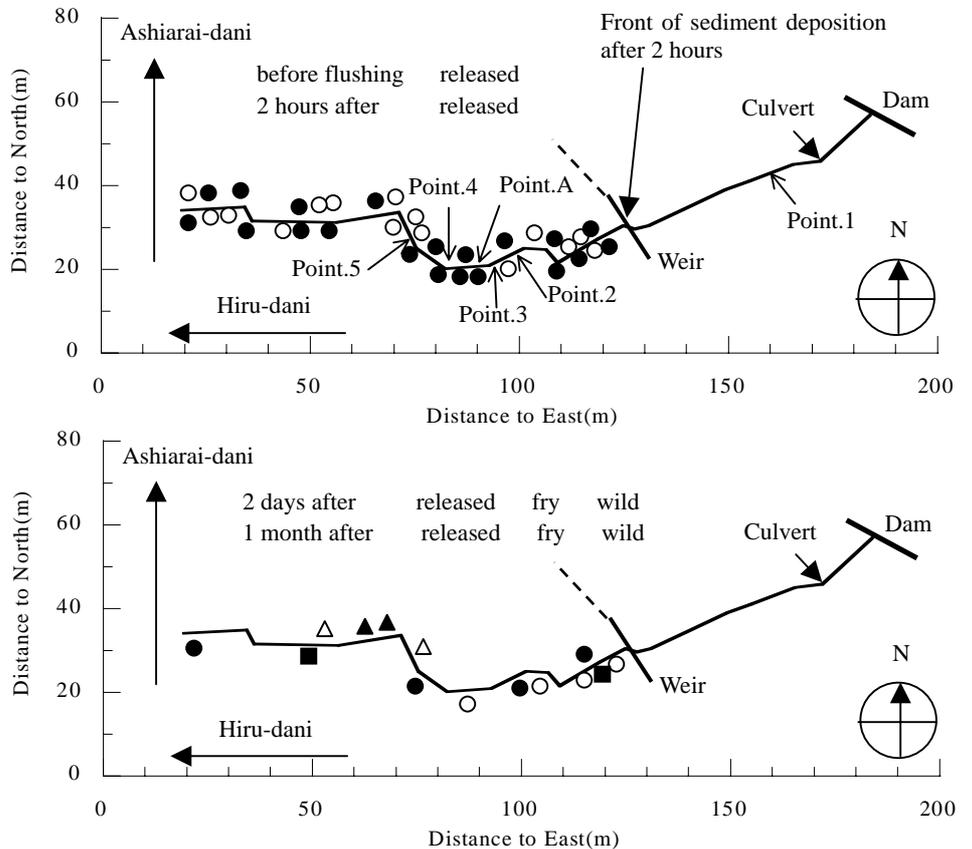


図-1 ヒル谷の平面図および'99年の排砂によるイワナの生息分布変化

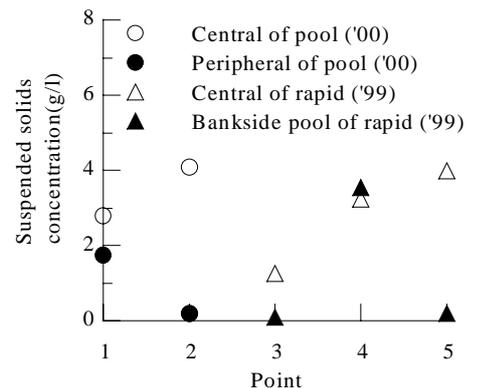


図-2 浮遊物質濃度の測定結果

デルにリンクし、イワナの生息分布への影響が評価できるようにした。

3.2 プール

イワナは大きなプールにはたくさん生息できるが、プールが小さいとあまり生息できない。また、プールに土砂が堆積し空き容積が小さくなると、プールの容積に見合ったイワナの数しか入れないので、入れなかったイワナは下流に追い出されると考えられる。本モデルでは1つのプールに生息できるイワナの数は A 匹であるとし、空きがあれば上から流されてきたイワナはそこに入り、空きがなければさらに下流に流されるものとする。 A は以下の式(1)で表す。

$$A = \text{int}(\alpha \cdot B_S \cdot V_W / V_i) \quad (1)$$

ここに、 $\text{int}(x)=x$ を超えない最大の整数、 α :係数、 B_S :流水幅、 V_W :単位幅当たりのプールの容積、 V_i :イワナの体積である。式(1)の A は式(2)によって表される。

$$A = \alpha_1 \times \alpha_2 \quad (2)$$

ここに、 α_1 :イワナの生息に必要な空間の体積のうち魚体積の占める割合、 α_2 :プールの容積のうちイワナの生息場所、避難場所として有効な体積の割合である。式(2)の α_1 は尾崎³⁾の文献から 0.1 とし、 α_2 に関しては後述する。

3.3 瀬

図-3 に図-1 の Point.A 付近での水際線の平面図を、図-4 に Point.A の河床の横断面図を示す。瀬では図-3 のような河床の出っ張りによどみができ、図-4 のように河床の深いところからよどみまでの高さを D_e とすると、現地調査の結果 $D_e=0.09(\text{m})$ であった。瀬では土砂堆積が少ないとよどみが残されイワナは避難できるが、土砂堆積が多いとよどみが土砂で埋まりイワナは避難できずに下流に流されると考えられる。瀬では、以下の式(3)の条件を満たすとそこに避難しているイワナは下流に流されるものとする。

$$D \geq D_e \quad (3)$$

ここに、 D :土砂堆積厚である。

4. 本モデルを用いた計算例

式(2)の α_2 についてはまだ分からないが、0.07 以下であれば過去の実験が再現できたのでここでは $\alpha_2=0.07$ とする。また、式(1)の V_i は $V_i=0.000150(\text{m}^3)$ と見積もられる。図-5 に'99年の排砂の再現計算の結果を示す。ただし、section は図-1 の取水堰より足洗谷合流点までの間を下流に向かって約 20m おきに 1~6 とし、図中の矢印はプールが土砂で満杯になった区間を表す。図-5 のように再現計算ではヒル谷から全てのイワナが追い出されてしまったが、図-1 では 4 匹残っている。これはヒル谷が自然溪流なので本研究で提示した以外にも排砂時の避難場所となるスペースが存在するためと考えられる。'99年の排砂では流量が $0.049\text{m}^3/\text{s}$ であったが、仮に $0.090\text{m}^3/\text{s}$ 、 $0.100\text{m}^3/\text{s}$ と大きくした場合の計算結果を図-6,7 に例示的に示す。図-6,7 から、排砂時の流量を大きくすれば生息分布への影響は小さくなり、この場合だと $0.100\text{m}^3/\text{s}$ 以上であると生息分布に影響がないことが分かった。また、図-6 では section 2,3 のみ 7 匹残っている。これはこの区間の河道幅が他の区間より広く、プールの容積が大きいためである。

5. おわりに

本研究では河床変動に伴うイワナの行動パターンをモデル化し、排砂後のイワナの生息分布への影響を評価できるモデルを作った。避難場所については本研究で提示した場所以外にも存在すると考えられ、さらに調査が必要である。今後は、本モデルの妥当性を検証し式(2)の α_2 の値を決定するために、再現計算でイワナが流されないような条件、流されるイワナがいるのもののある程度は残る条件で現地実験を行う。

参考文献 1)木下ら:河川技術論文集,2001. 2)藤田ら:水工学論文集,2000. 3)尾崎久雄:魚類生理学講座,1970.

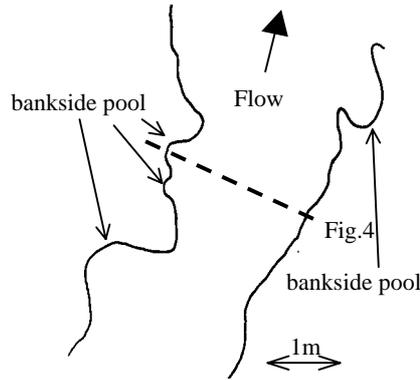


図-3 Point.A 付近での瀬の平面図

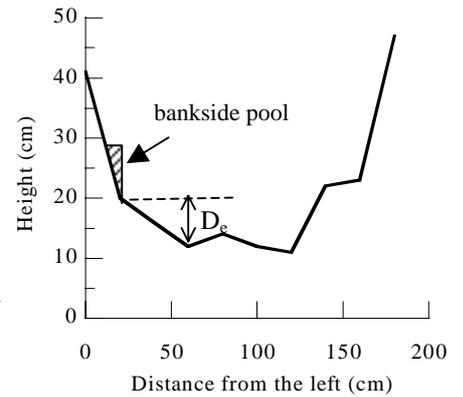


図-4 Point.A での瀬の横断面図

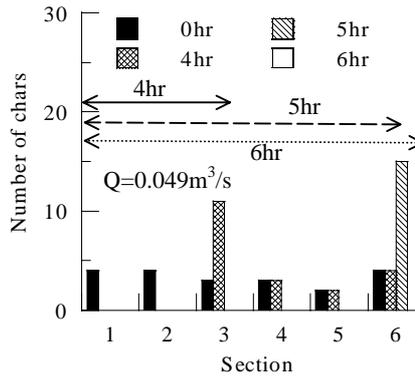


図-5 '99年の排砂の再現計算結果

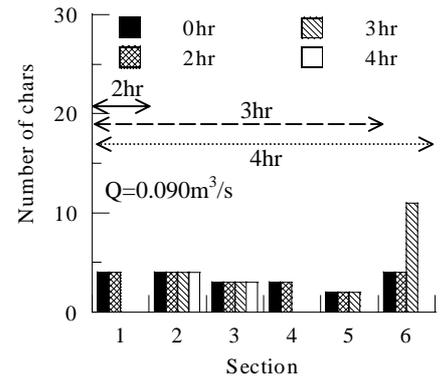


図-6 $0.090\text{m}^3/\text{s}$ の場合の計算結果

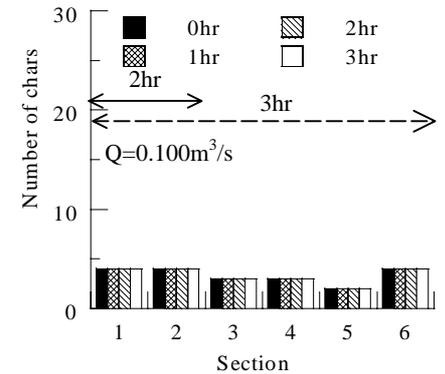


図-7 $0.100\text{m}^3/\text{s}$ の場合の計算結果