

増水時における河川魚類の挙動と河川構造

Behaviour of Japanese dace *Leuciscus hakonensis* and
Masu salmon *Oncorhynchus masou* during flood period

東 信行^{*}・鴨下真吾^{**}・佐原雄二^{*}・関 泰夫^{***}・渡辺勝栄^{***}
Nobuyuki AZUMA^{*}, Shingo KAMOSHITA^{**}, Yuji SAWARA^{*}, Yasuo SEKI^{***}, Katsuei WATANABE^{***}.

ABSTRACT: We determined movement and migration of Japanese dace *Leuciscus hakonensis* and Masu salmon *Oncorhynchus masou* in the Hira River and the Kaji River during flood period, using radio telemetry. We found that sandbars and riparian forests were important as the refuges for most of fishes during high water. If there were not such structure in the streams, the fishes were flowed away for long distance and they could not return to their habitat.

Keywords: Fish migration, Flood, Refuge, Radio telemetry

1. はじめに

流水は降雨の多少によって大きくその物理特性を変化させ、時には極端な増水・渇水によって生物を危機的な状況に追い込むことがある。しかしながら河川生物は、そういった流水環境という頻繁に変動しながら成立する動的環境に適応し、生活している。従って生息場評価あるいは多自然型川づくりに代表される様な生息場の再生には、定常的に見られる環境特性に加えて、時間的には一瞬であるが、影響が大きなイベントについては、その要素を評価基準、設計基準の中に含むことが重要である。水生昆虫の場合、水中生活をする幼虫期には、誕生時よりも下流に移動するものが多く、これは流れによって受動的に流されたものと考えられる。彼らのなかには、この受動的な流下を補償するべく、成虫時には上流へ飛翔し、繁殖を繰り返す機構Colonization cycle (Waters 1965)の存在が提唱されている。

一生を水中で過ごす魚類では、産卵や摂餌のために意図的に河川内を遡上、降下するものの他に、増水によって意図しない降下を行うものがある。このような個体にはその後元の生息場まで戻ろうとする「復帰回遊」を行うものと、おおよそ流された場所で再度日常ルーティンを再開する生息場選択性の幅が広いものがあると考えられている。しかしいずれにしても、本来の生息場所から大きく流下させられる場合には、それまでの行動圏・縄張りの放棄せざるを得ない状況に陥ったり、流下した場所の物理構造や水温などがその個体にとって不適切であるために、大きな移動が必要であるなど、その個体にかかるコストは無視できない。近年までの河川改修を施された河川は、現在広く行われている多自然型河川改修を含めて、本来存在した大きな蛇行やその内側に存在するはずの広い河原を減少させている。また都市近郊に多く見られる堀込み型の河道では、仮に低水路が蛇行していたとしても、増水時には護岸の形の通りに流れが生じ、いわゆる排水路化する場合が多い。現状の河川は、増水時に緩流域となり魚などが流されずにすむ避難場所 (White 1973, Matheney & Rabeni 1995)となる空間が乏しくなっている。従って、増水が生じるたびに生物群集のリセットが起こりやすくなっているかもしれない。このような条件下では、比較的生息場選択性の低い、どこにでも棲める種が有利になる可能性が高い。本研究ではこれまで不明であった増水時の個体レベルの行動をラジオテレメトリー法によって明らかにした結果を示し、その周辺の河川構造について考察する。テレメトリー法は同一個体を長期間・長距離に渡って連続的に追跡できるだけではなく、河川が増水しているような、直接把握できない状況下での魚類の行動を知ることが出来る。これによって、増水・洪水時にどのような河川の構造が魚類に必要なか、また河川の構造が魚類の生態に与える影響を考える重要な情報を与えてくれることが期待される。

* 弘前大学農学生命科学部 Fac. Agriculture and Life Science, Hirosaki Univ.

** 弘前大学大学院農学系研究科 Graduate student, Fac. Agriculture, Hirosaki Univ.

*** 新潟県内水面水産試験場 Niigata Pref. Inland Water Fisheries Experimental Station

2. 調査河川および材料と方法

2.1 ウグイ *Leuciscus hakonensis*

調査は産卵がほぼ終了した1998年6月2日から11月2日の期間、青森県西部を流れる岩木川水系の支流、平川において行った。調査区間は岩木川合流点よりおよそ20km上流までの区間である (fig.1)。この区間には6つの農業用水取水堰がある。比較的新しい3つの頭首工には魚道が設置されているが、そのほかには設置されていない。但し、水量が豊富な時期には、ある程度遡上可能であると考えられた。放流場所は合流点よりおよそ18km上流の地点である。

ウグイは魚道遡上時にトラップで捕獲されたものと釣りで捕獲したものを用いた。追跡数は9個体で、体長は144-179mmであった。放流は1998年6月2日、6月9日、7月25日、9月4日、10月13日の計5回行った。エチレングリコールモノフェニルエーテルもしくはFA100で魚体を麻酔した後、ナイロン製のより糸で発信機を背鰭後部に固定した。発信機はアルキテック社製、サイズは20x10x5(mm)、空中重量は2.5gで、150mmのアンテナが付属している。使用した周波数帯は144MHzであり、1MHz以下の周波数を変えることにより、個体識別を行った。魚の探索は2つの方法を用いた。まず、大まかな位置を捕捉するために、長さ2.5mのロッドアンテナを乗用車の天井に装着し、出来るかぎり川に近い道を低速移動しながら電波を捕捉した。次に正確な位置を把握するために5素子の八木アンテナを用いて数力所から発信機の位置を特定した。1998年9月11-12日には3時間毎に24時間連続で行動を追跡し、同時に物理環境特性 (水深・流速・底質) を測定した。環境特性はそのほかの期間においても可能な限り測定した。流速は電磁流速計 (アレック社製) およびプロベラ式流速計 (TAMAYA製) を用い、平均流速を測定したが、洪水時には目測で表面流速を測定した。

2.2 サクラマス *Oncorhynchus masou*

調査は1996年から1997年にかけ新潟県北部を流れる加治川において行った。そのうち特に1997年の梅雨時期の増水の個体の挙動について言及する。サクラマスは春から初夏にかけて河口から約9.5kmの所にある第二頭首工に設置された魚道を遡上中に採捕されたものを用いた。河口より約20kmの位置に魚道を備えた第一頭首工が、約29kmの位置に遡上不可能な発電用堰堤があり、上流側はここまでを調査区間とした。放流時期は6月下旬から7月上旬である。魚体のサイズは42-57cmの範囲にあり、装着された発信機の空中重量は約4gである (図1)。そのほかの調査方法はウグイの場合と同様である。



図1 発信機を取り付けたサクラマス

3. 結果と考察

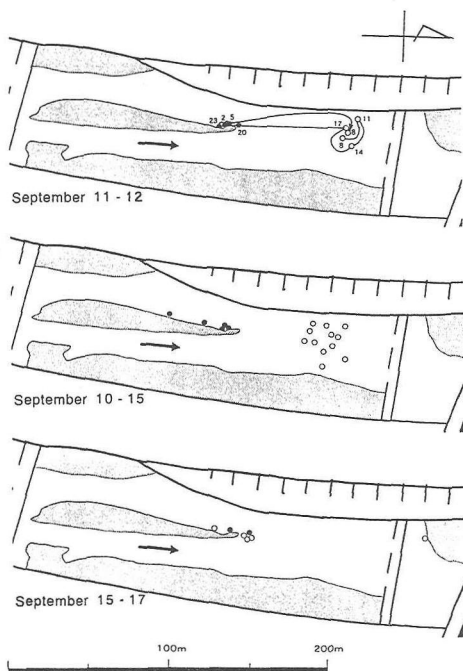
3.1 ウグイ

1) 追跡

発信機を取り付けた個体は、最長で55日間、多くの個体で約1か月間追跡を行うことが出来た。追跡個体を見失う例のほとんどは降雨による出水であった。水量が少なく水の透明度が高い場合には、発信機をつけた個体の肉眼による観察も可能であり、その際の観察では未装着の個体と行動が異なる等の異常は認められなかった。電波による位置の特定は、丁寧な探索では2mx2m程度の範囲まで精度を上げることが可能であった。

図2 ラジオテレメトリー法を用いた調査によるウグイの日周行動

白丸：昼間の位置。 黒丸：夜間の位置
9/11-12：3時間おきの連続追跡
9/10-15：平水時における昼夜の個体の位置
9/15-17：降雨増水時における個体の位置



2) 日周活動と生息場所

明確な日周的な生息場の使い分けは放流後しばらくの間見られないが、ほとんどの個体で数日以内で日周ルーティンが確立していった。明確な日周活動確立直後の24時間連続テレメトリー調査の結果、ウグイは昼夜で生息場所を変えていることがより明確となった。個体番号9の結果を図2に示す。9月11-12日の24時間調査では夜明け前、日没後に大きな移動があり、昼夜それぞれの時間内では小さな移動にとどまっていた。同様の結果は日周性が確立してから増水するまでの9月10-15日の期間において見られた(24時間連続調査のデータは除いてある)。この期間における昼間と夜間、さらに増水によって流されるまでに位置した場所の流速及び水深を図3に示す。結果より、昼夜の生息場所の環境特性は異なり、その間の行動も異なることが示唆された。

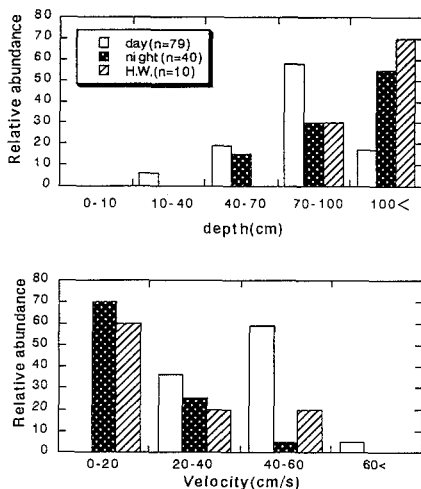


図3 昼夜および増水時(HW)における生息場所の水深、流速の頻度

3) 増水と流下移動

1998年夏から秋にかけては特に降雨が多く、出水の影響が大きかった。6月から11月までの日平均流量を図4に示す。追跡期間の比較的長かった6個体の位置を図5に示すが、最終的には全ての個体が放流地点より降下したことになる。図5のアスタリスク*の位置が放流点および日周活動の観察地点であり、黒丸が流下後の位置である。多少の降雨による流量の増大は昼間の活動を抑制し、流速の遅い場所にとどまるが(図2の9月15-17日)、それ以上の増水に対してはとどまることができず、大きく流下した。この際の流下距離は捉えられる範囲では数kmから10数キロにおよんだ(図5)。一方、増水流下後の復帰遡上と見られる行動はほとんどの個体で見られたものの、平水時に大きく遡上し元の位置まで戻る個体は見られなかった。出水直後に流下した個体は一時的にできた交互砂州上に形成されたの一時的なワンド状の流速の遅い場所やその付近の植生帯などにとどまっており、この際そこには数千以上の魚が集まっていた例が観察された。このような巨大な群は出水が引くとともに解消された。また、しかしながら、中州の下流側の陰や多自然型工法を含む人工構造物の比較的小さな河岸のくぼみなど、平水時にも水があるような場所では、ほとんどの場合大きな増水の避難場所になり得なかったことは、重大な問題である。

3.2 サクラマス

1) 追跡

サクラマスの場合調査河川の規模が大きいため、夏期には活動を低下させているため、梅雨の増水期に一気に移動し、淵に入った後の移動行動は余り顕著ではなかった。従って、発信機の脱落との区別が困難であるため、潜水目視などで確認されていた約30日目までを取り上げることにする。

移動

本種は河川に入った後、ほとんど摂餌活動を行わないため、移動行動のみをここでは取り上げる。第二頭首工上流の湛水域に放流された個体は、多くの場合、湛水域にしばらく留まった後、遡上を開始する。そのタイミングには個体差があり、放流後速やかに遡上するものから1週間以上を湛水域で過ごすものまで現れた。また一方で放流翌日に一気に約10kmを遡上し、第一頭首工直下まで移動した個体もあった。いずれにせよ顕著な移動はほとんど日出から日没にかけて観察されたが、上流の取水調整による流量増加がある場合(この河川では、48時間毎に第一、第二頭首工で交代に取水する。)には夜間にも移動が行われた。

2) 増水時の行動

サクラマスは梅雨の流量変動が著しい時期を過ぎると、余り積極的な移動は示さなかった。上記にあるように、わずかの増水は遡上を促しているように考えられた。また、降雨によるより大きな増水では淵や堰による湛水域で増水をやりすごした。しかしながら、淵の中にまで大きな流速が突入した場合には、その場所から次第に流下した。1997年7月5-6日のこの状態(淵の表面流速が平水時約60-80cm/sが約200cm/sに増加)を追跡したのが図6である。低水路岸にコンクリートブロックが詰ま

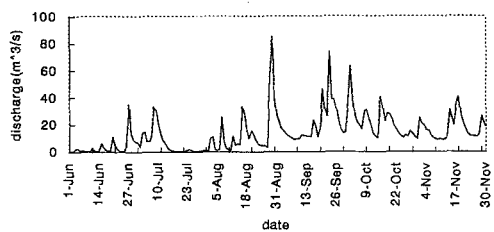


図4 1998年平川における流量
放流場所の下流における流量

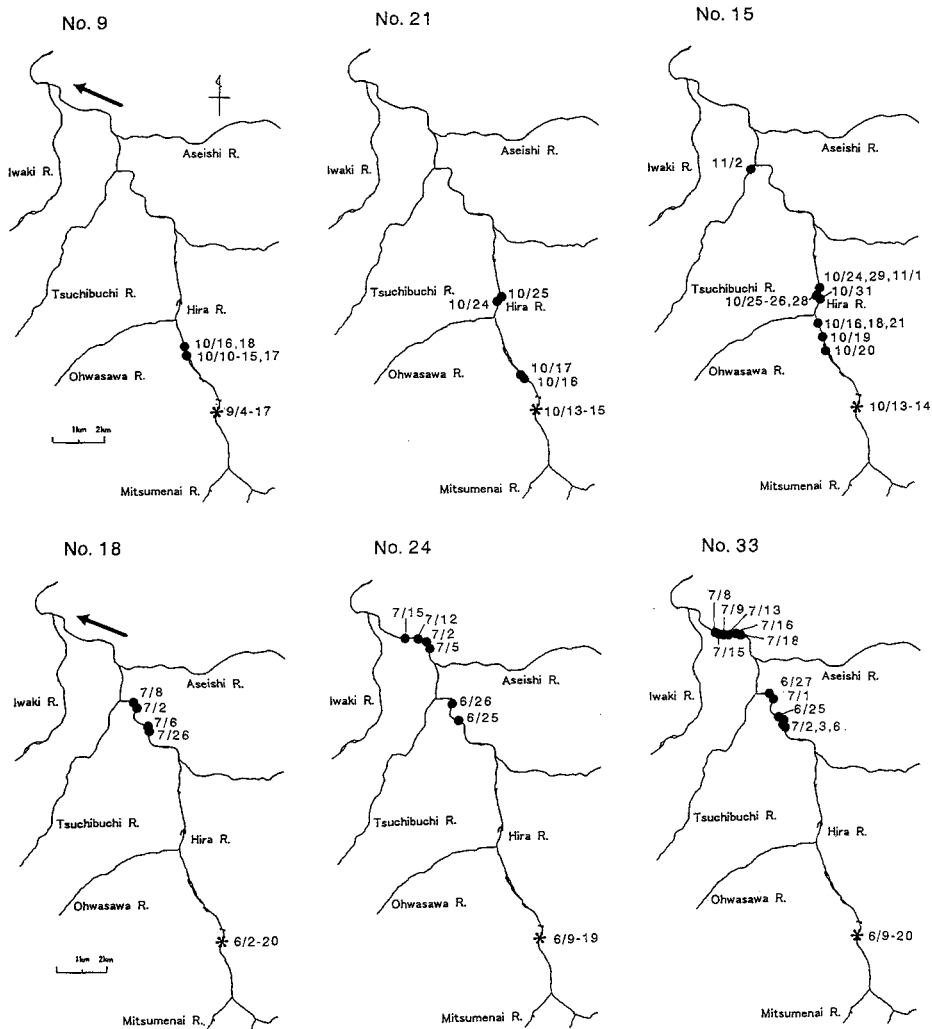


図5 ウグイの河川内移動
比較的長期に渡って追跡を行った6個体の位置
*放流場所 数値は日付けを示す

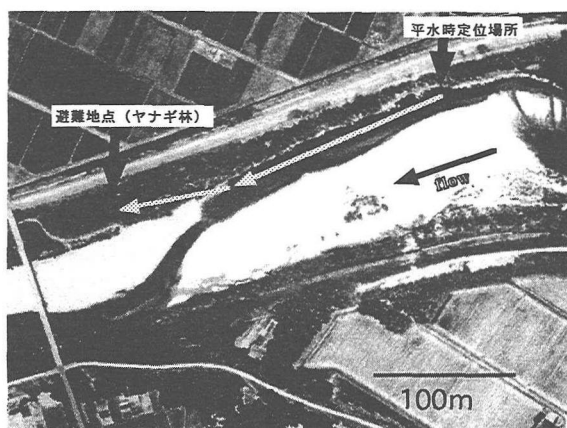


図6 増水によって流下したサクラマス軌跡と航空写真

右岸側に出来た淵から右岸側砂州上に発達した河畔林に避難した後、増水が治まった後、もとの定位位置に戻る

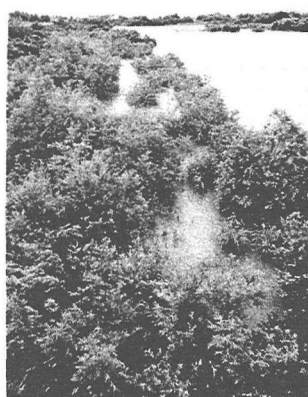
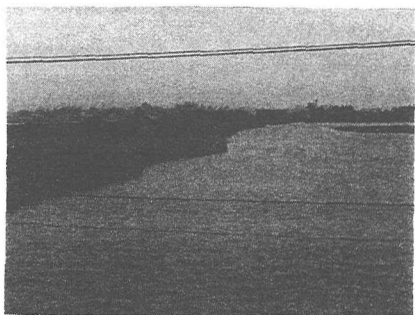


図7 図6の地上からの様子

左上：平水時に下流からのぞむ。

左下：増水時に同じ位置からのぞむ

上：ヤナギ林林床冠水の様子

いるM型の淵に落ちついていたこの個体（尾叉長48cm）は、増水によって300mほど流下し、冠水した交互砂州上のヤナギ林の林床に入ってしまった（図7）。その場所の表面流速は約50cm/s、水深は50-70cmであり、本流部の2m/sを越える流れに比して穏やかな流れが形成されていた。この2日間の流量変動は、約50m³/sから600m³/sと10倍以上であった。増水終了後、この個体はもとの淵に速やかに戻っていた。また湛水域に停滞していたものの中には、増水時に頭首工の放水ゲートから流下したと思われる個体も観察され、特に96年については約半数がそうであった。このように降下した個体は数km下流まで降下している場合が多く、一部は若干の復帰遡上をするものの観察期間中に元の位置にまで戻ったものは観察されなかった。産卵のために遡上してきた個体にとって、その時期の更なる遡上はエネルギーコストの面から不利になるため、そのような行動をとっているのかもしれない。

3.3 増水と河川構造

増水時に魚類が流速の遅い場所に待避することは、河川生態研究者や川魚漁師をはじめよく知られた事実である(中村1993、水野1993)。2種の生態の異なる魚種について、特に増水時の避難に注目した場合に、両側の堤防に水面が達する流れにおいては、小さな河道内の凹凸は機能しきれないことを示唆している。この際よく機能していたのが、普段は河畔林や一時的なワンド状構造などを有する程度の砂州である。おそらく人工堤防が存在しなかった原始河川では、増水の度にあふれでた河川水とともに、後背湿地との動物の個体の往来があったものと想像されるが、現状ではせめて堤内の河原(砂州)上にこれに準じた機能を求めるより無いようである。

それ自体動的平衡をによって成立している河川植生であるが、草本から木本までの植生の移行帯が、ある程度は堤内に残るような河道の計画が、魚類にとっても、物質循環・生物生産の側面のみならず、物理的な構造としても重要な機能を果たしていることを本稿のまとめとする。

引用文献

- Matheney, M. and C.Rabeni (1995) Patterns of movement and habitat use by northern hog suckers in an Ozark Stream. Transactions of the American Fisheries Society. 124: 886-897.
- 水野信彦 (1993) 生息場所の確保、「河川生態環境工学」(玉井・水野・中村編)、pp171-185, 東大出版会、東京
- 中村俊六 (1993) 避難場所の確保、「河川生態環境工学」(玉井・水野・中村編)、pp167-171, 東大出版会、東京
- Waters T.F. (1965) Interpretation of invertebrate drift in streams. Ecology 46:327-334
- White, R.J.(1973) Stream channel suitability for cold water fish. Proc. 28th Ann. Meet. Soil. conserv. Soc. Amer.60-79