

The Relation of Felling Riparian Woods and Habitat in TOYOHIRA River

共通事業本部 環境部 三田 賢哉

本研究では、生態環境に配慮した河畔林伐採の管理指標を抽出するため、鳥類と魚類を対象に、その生息環境と河畔林との関係を定量的な評価手法により調査・検討した。その結果、鳥類については、河畔林環境区分図との重ね合わせから、河畔林に依存する種の生息を期待し得る林分の規模、及び生息に相当と考えられる群落構造の傾向を示すことができ、魚類については、ヤマメの生息密度や成長状況の観点から、河畔林が分布することの優位性を示すことができた。



※ 本研究は、独立行政法人 北海道開発土木研究所 環境研究室での依頼研修において、『河川生態系における生息生育環境に関する研究』(中期研究目標)の1つとして実施したものである。

はじめに

豊平川は、大都市札幌のほぼ中心部を流れる河川であり、普段は市民の貴重な憩いの場であるとともに、鳥類や魚類等の生息場所として貴重な空間である。しかし、その一方で、洪水時には莫大な被害をもたらす可能性を持つ急流河川であるため、床止工の設置、流路の直線化、護岸工による河岸や堤防の保護など、様々な治水対策がとられてきた。それらの対策のうち、治水安全度が不足している箇所の河畔林(主にヤナギ類)は、今まで年度毎に区間を決め皆伐が実施されてきたが、1990年代後半からは、生態環境等に配慮して河畔林の伐採方法には間伐が採用されるようになった。ただし、どのような伐採を行えば、生態環境(鳥類や魚類等の生息環境)への影響を最小限に抑えられるのか、河畔林の生態機能の評価は未だ十分に検討されていない状況にある。

このような背景を踏まえ、本研究では、河畔林生態機能の維持に必要な管理指標を抽出するため、豊平川の河畔林環境を整理した上で、河畔林と動物(本研究では鳥類と魚類が対象)の生態環境との関係を調査・検討した。

1. 調査の概要

豊平川では、前述のとおり年度毎に区間が設けられ、最近3カ年は間伐による河畔林管理が実施されている。

本研究では、図-1に示すとおり、鳥類と河畔林伐採との関係を調べるため、伐採が実施されている3区間と、その対照区間として、近年伐採が実施されていない2区間を調査区間に選定した。また、魚類と河畔林との関係を調べるための調査では、河床勾配変化による魚類相の変化を考慮した上で、KP10～KP21の範囲で、両岸に河畔林が分布しない区間と分布する区間を、2区間ずつ調査区間として選定した。

調査の流れとしては、鳥類調査では、生息分布と河畔林規模・群落構造との関係を河畔林環境区分図との重ね合わせから明らかにすること、魚類調査では、河畔林分布の有無が生息分布や摂食状況・成長度にどのような影響を与えているか導き出すことを目的としている。



図-1 調査対象区間

そして、これらの調査結果をもとに、最終的には、生態環境に配慮した河畔林の伐採管理指標を抽出するものである。

3. 河畔林の基盤情報の整理

(1) 河畔林環境区分図の作成

鳥類をはじめ、”河畔林を生息の場として利用する動物”の生息分布と河畔林環境との関係を把握するための基盤図として、河畔林環境区分図を作成した。

区分図の作成は、図-1に示すとおり各年次伐採区間(3区間)と各未伐採区間(2区間)を対象とし、林分(群落)の区分化のため、これら区間で空中写真撮影(低高度)と現地踏査を行った。林分の分布と群落構造を概略判定するための空撮は2003年7月中旬に実施し、概略判定を補足するための現地踏査は2003年8月上旬に実施した。

なお、林分の構成要素(樹高、階層構造、樹冠疎密、幹の状態、草本疎密)は、表-1に示すようにそれぞれ数段階に区分されており、豊平川に分布する各林分は、これら区分の組み合わせ別により20パターンに分類された。

表-1 林分構成要素の区分

構成要素	区 分
樹高	高木林 12m以上
	亜高木林 7m以上12m未満
	低木林 2m以上7m未満
	稚樹林 2m未満
	矮生林 雪堆積場において矮生化した林
階層構造	一層型 樹冠が一層を形成している。
	二層型 樹冠が二層を形成している。
	混生型 樹冠が混生している。
樹冠疎密	疎 樹冠に隙間があり、地表面や草草が露出している。
	密 樹冠に隙間がなく、地表面や草草が露出していない。
幹の状態	単幹型 単幹が低密度で生えている。
	株状型 株立ちの幹が目立つ。
	密生型 まっすぐ伸びた幹が密生し、人が歩くのも難しい。
草本疎密	疎 植被率50%未満
	密 植被率50%以上

(2) 植生調査(群落構造調査)

河畔林環境区分図の作成により区分された代表的な各林分(群落)にて、林分構成要素に関する項目を測定記録し、河畔林伐採管理の基礎データとして流用することを目的としている。

図-1に示すとおり、各調査区間において、比較的規模が大きく構成要素の組み合わせが異なる林分を、それぞれ代表林分に選定した上で、調査箇所として1つずつコードラート(計31箇所)を設置し、樹木の

枝葉の生長が盛んになる8月(2003年)に、林分構成要素に関する項目(樹種、樹高、樹形、幹径、伐採位置、萌芽枝本数、枝振り、被度・群度等)について計測調査を実施した。

4. 鳥類調査

(1) 調査内容

伐採により生じた河畔林環境の変化が、河畔林を生息又は営巣の場として利用する鳥類(以後、河畔林依存性鳥類と呼ぶ)に影響を与えているかどうか検討する調査である。

調査は、多くの夏鳥にとって繁殖期となる2003年6月に3回(中旬2回、下旬1回)実施した。鳥類の生息分布を全域的に把握するため、調査法にはラインセンサス法を採用し、各年次伐採区間(3区間)と各未伐採区間(2区間)を調査区間(図-1)とした上で、日の出から2~3時間の間で確認される種、個体数、行動、出現環境を全て記録した。なお、この調査結果を、前述の河畔林環境区分図と重ね合わせることで、河畔林依存性鳥類の生息分布が、河畔林の規模や群落構造とどのように係わっているのか検討を行った。

(2) 調査結果

a) 河畔林依存性鳥類の生息分布と河畔林伐採

繁殖時期の鳥類調査により、豊平川では、表-2に示すとおり44種の鳥類が確認された。

表-2 鳥類ラインセンサス調査結果

確認種	主な営巣環境	繁殖・育雛期の主な食性	確認個体数					河畔林依存性鳥類
			H12伐採	H14伐採	H13伐採	未伐採1	未伐採2	
アオジ	枝上	昆虫食	61	39	31	83	52	●
カリタビ	枝上	植物食	4	29	5	65	49	●
シメツカサ	樹洞	昆虫食	15	14	2	25	11	●
コムクドリ	樹洞	昆虫食	9	3	16	18		●
キジバト	枝上	植物食	6		1	4	24	●
ヒトリ	枝上	昆虫食	8	8	1	4		●
エゾセンノウ	地上	昆虫食		10			6	◎
ハブツグリス	枝上	雑食	2	1	3	4	1	○
ハシボソグリス	枝上	雑食	3	1	2	1	4	○
アカハ	枝上	昆虫食			2	1	7	●
アカゲラ	樹洞	昆虫食	1				2	●
ニューナイスズメ	樹洞	昆虫食					1	●
他32種			166	140	158	109	166	
計44種			275	245	221	314	323	12種
河畔林分布の左右岸計(km)			4.83	4.04	1.36	2.29	2.88	
河畔林の面積計(m ²)			70922	61158	18105	74415	58980	

注)1. 表中の確認個体数は3回調査の合計であり、リストは確認数の多い種から順に表記している。

2. 河畔林依存性の欄に示す記号の意味は下記のとおりである。

●：河畔林を生息及び営巣の場として利用している種

◎：河畔林を主に生息の場として利用している種

○：河畔林を主に営巣の場として利用している種

3. ムクドリについては、以下のような理由から河畔林依存性鳥類としない。

・豊平川河畔林を通過的に利用している。

・集団で行動し、その出現の仕方が突発的である。

このうち、河畔林を生息又は営巣の場として利用する河畔林依存性鳥類は12種確認されており、これらの種を営巣環境別・食性別のグループに分類した上で、(河畔林分布区間あたりの)生息密度を、図-2のとおり調査区間別に示した。

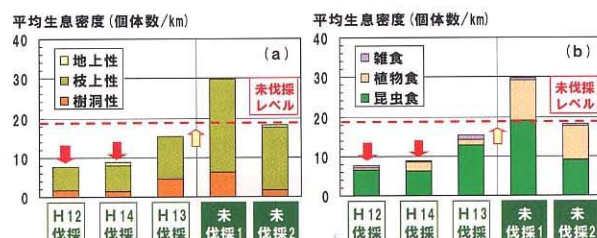


図-2 河畔林依存性鳥類の生息密度(生息環境・食性別)

全体的な傾向として、河畔林に大きく関わるグループをみた場合、生息環境別では、枝上性の種の生息密度が、平成12年と平成14年の伐採区間において低い値を示している。食性別でても、昆虫食(主に鱗翅目の幼虫を採餌)と植物食(主に果実・種子を採餌)の種を合わせた生息密度が、同様に平成12年と平成14年の伐採区間において低い値を示している。事前調査のデータがないので経年的な傾向を述べることは出来ないが、この生息密度の低下要因としては、表-3に示すようなことが考えられ、過去10か年に実施された河畔林の一斉伐採の回数をみると、平成12年や平成14年の伐採区間は、平成13年伐採区間と比べ、その回数が多い。

表-3 河畔林依存性鳥類の生息密度低下要因

調査区間	過去10か年における一斉伐採の履歴	その他の要因
平成12年伐採区間	・平成15年(ハリエンジュ等が対象) ・平成12年(ヤナギ林が対象) ・平成8年(ヤナギ林が対象)	雪捨て場における河畔林の矮生化
平成14年伐採区間	・平成14年(ヤナギ林が対象) ・平成11年(ヤナギ林が対象) ・平成7年(ヤナギ林が対象)	都市部の中心
平成13年伐採区間	・平成13年(ヤナギ林が対象) ・平成9年(ヤナギ林が対象)	—

また、河畔林伐採とは別のことであるが、平成12年伐採区間では、冬季の雪捨て作業の影響により河畔林が矮生化していることが、さらに生息密度を低下させる要因になっているものと考えられる。

他に、河畔林の周辺環境という点に着目すると、平成14年伐採区間のように、都市部の中心に位

置することが生息密度の低下を引き起こす要因になっていることも考えられる。しかし、生息密度が周辺環境だけに起因しているのであれば、未伐採区間に隣接する平成13年伐採区間において生息密度が高いことは説明出来ても、山地(藻岩山)や緑地公園(真駒内公園)の近傍である平成12年伐採区間において生息密度が高くなっていないことについては説明が難しくなる。したがって、周辺環境の影響だけで、生息密度の低下を述べることは出来ないということが考えられる。

以上のことから、河畔林依存性鳥類の営巣・採餌に、河畔林の伐採がある程度影響を与えているものと考えられる。

b) 河畔林依存性鳥類の生息分布と河畔林環境

豊平川に分布する代表的な林分は、構成要素の組み合わせ別により20パターンに区分された。本研究では、この区分作業で作成した河畔林環境区分図に、ラインセンサス調査で確認された河畔林依存性鳥類の位置を重ね合わせることで、その生息分布が林分のどのような条件に影響を受けているのか検討した。検討解析の手法としては、林分の規模と群落構造という2つの点に着目し、前者は重回帰分析により、後者は数量化理論一類により、生息分布(生息個体数または生息密度)との関係を調べた。なお、解析は、河畔林依存性鳥類を生息環境別・食性別に分類したグループを対象にも行っているが、以下には河畔林依存性鳥類全種を対象に行った解析結果を代表して示すものとする。

林分の規模との関係について重回帰分析により導き出した結果は、表-4に示すとおりであり、河畔林依存性鳥類全種の平均生息個体数は、林分の縦断距離又は最大横断幅に影響を受けることが示された。ただし、影響の度合いとしては、林分の縦断距離の方が大きく効いている。この理由としては、豊平川河畔林で確認された河畔林依存性鳥類の多くが、本当の森林・樹林性鳥類ではなく、アオジ等に代表されるように林縁性鳥類であることによるものと考えられる。つまりこのことは、豊平川の河畔林依存性鳥類は、縦横比(縦断距離/横断幅)が1に近いような林分中に均一的に生息分布

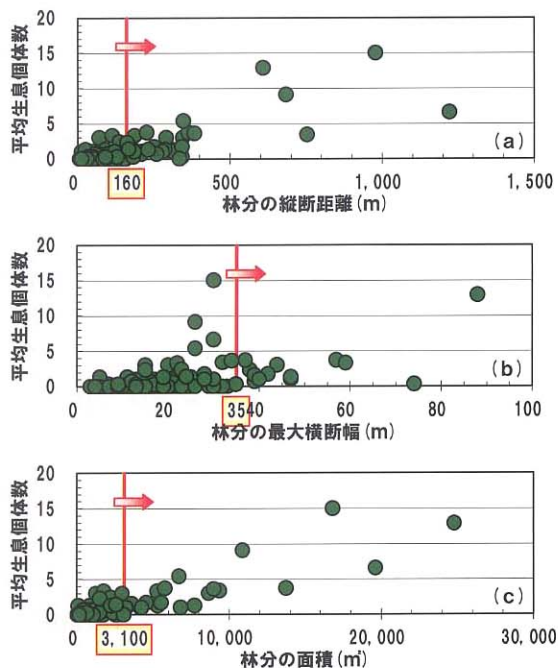
するよりは、縦横比が大きく周縁距離が長くなるような林分の縁を、より選択的に生息の場として利用していることを示している。

表－4 重回帰分析による解析結果(n=137)

解析対象	変数名	標準偏回帰係数	単相関係数	判定	重相関係数
河畔林依存性鳥類全種	縦断距離	0.71	0.79	**	0.81
	最大横断幅	0.20	0.49	**	
	高水敷幅	0.00	0.12		

**：1%有意 *：5%有意

なお、河畔林依存性鳥類の生息個体数と林分規模との関係を示した図－3を見て分かるように、ある値までは林分が存在するにもかかわらず、河畔林依存性鳥類が確認されないデータが多くみられる。このことを逆に考慮すると、河畔林依存性鳥類の生息・営巣を期待するには、少なくとも縦断距離では約160m、最大横断幅では約35mの林分規模を確保する必要があると考えられる。また、林分の規模を面積でみた場合には、河畔林依存性鳥類の生息・営巣環境機能を確実に有する林分として、少なくとも約3,100m²の面積が必要であることがみてとれる。



図－3 河畔林依存性鳥類の生息個体数と林分の規模

群落構造との関係について検討した数量化理論一類の解析では、相関係数はさほど高くはないが、河畔林依存性鳥類の生息・営巣に適する林分

パターンとして、表－5に示すような林分が抽出された。林分パターンの抽出にあたっては、偏相関係数の高いアイテム(構成要素)から順に、ウェイトの高いカテゴリーを優先的に選択し、豊平川に実在する林分パターンに合うような組み合わせを行った。

表－5 数量化理論一類による解析結果(n=105)

解析対象	アイテム (構成要素)	カテゴリ	カテゴリ ウェイト	偏相関係数と カテゴリウェイトを 考慮した最適な 林分パターン	偏相関係 係数	アイテム 影響 順位	重相関係 係数	重相関係 係数の 2乗
河畔林 依存性鳥類全種	樹高	高木林	1.72	①	0.24	2	0.42	0.17
		亜高木林	0.64	2				
		低木林	-2.28	3				
		稚樹林	-1.81	4				
		矮生林	-0.78	5				
	階層構造	一層型	0.26	2	0.27	1		
		二層型	1.56	①				
		混生型	-2.35	3				
	樹冠疎密	疎	-0.55	2	0.07	5		
		密	0.25	①				
	幹の状態	単幹型	0.99	①	0.16	3		
		株状型	-0.42	2				
		密生型	-1.04	3				
	草本疎密	疎	0.66	1	0.11	4		
		密	-0.75	②				
	定数項		3.80					

河畔林依存性鳥類の生息密度への影響度が比較的高い構成要素としては、階層構造(二層型)、樹高(高木林)、幹の状態(単幹型)が順に挙げられ、このように、樹高レベルの高い単幹型の大径木が林分を形成しその下層にも階層を有することは、上層木を営巣環境とする樹洞性鳥類だけでなく、下層木を営巣環境や隠れ場とするアオジのような鳥類の生息も可能にするという優位性を与えると考えられる。また、下層木を営巣環境とする鳥類は、縄張り誇示や求愛行動を行う際は比較的上層木を利用することから、このような点を踏まえると、林分において二層の階層を成すことは、河畔林依存性鳥類全体の生息・営巣環境機能を高めるために重要であると考えられる。複数の階層を成すことの重要性については、「河畔林における階層構造等の要素がより密接に鳥類相に結びついている」という、加藤ら¹⁾の研究に示される所見とも概ね合致している。

一方、一斉伐採により伐採木から多くの萌芽枝が生え密生状態となっている低木林や亜高木林(低木優占)のように治水安全度を低下させるような林分は、河畔林依存性鳥類の生息・営巣に適さないという結果となっている。

なお、河畔林依存性鳥類の生息・営巣に適する

と考えられる林分では、植生調査(群落構造調査)により河畔林構成要素に関するデータを計測していることから、この計測値を基に、今後の河畔林伐採管理の目安を表-6に示すものとする。

表-6 河畔林依存性鳥類の生息・営巣に配慮した伐採管理の目安

項目	伐採管理の目安
樹高	・全樹木のうち80%程度は、高木(12m)及び亜高木(7~12m)として残置する。
階層構造	・高木が上層、亜高木・低木が下層を成すよう、二層型の階層構造とする。
樹冠疎密	・植被率は、高木層で50%程度、亜高木層で60%程度、低木層で5%程度となるようにする。 ・密度としては、15本/100m ² 程度とする。
幹の状態	・全樹木のうち70%程度の個体が、単幹型の樹木とする。
草本疎密	・草本層の植被率は、60%程度となるようにする。

5. 魚類調査

(1) 調査内容

河畔林が分布していない区間において同一の流路単位(早瀬、平瀬、淵)をみた場合、魚類の生息密度、摂食状況(胃内容量指数と陸生昆虫の比率)、成長の度合い(肥満度)に、上流から下流に向かって縦断的な低下現象が生じているか調べ、そのような現象が認められた場合、許容できる河畔林の分断距離を導き出すことを目的としている。また、同様の検討を河畔林が分布している区間でも行い、河畔林分布の有無でみた場合でも、上記のような点に違いがみられるのか比較検討を行った。

調査は、図-1に示すとおり、兩岸に河畔林が分布しない区間と分布する区間、各2区間、計4区間を調査区間とした上で、魚類の餌資源において陸生昆虫(落下昆虫)への依存度が高まる夏季(2003年7月)に2回実施した。その概要は図-4に示すとおりであり、調査区間の始点では、サーバーネットによる流下昆虫捕集(13~14時)を、調査区間内では、各流路単位(早瀬、平瀬、淵)を50~100mの間隔で細分化して区画を設けた後、投網による魚類採捕とスポイトによる胃内容物採取(15~18時)を実施した。ただし、胃内容物の採取は、陸生昆虫(落下昆虫)に対する積極的な捕食性、1日の中で広範囲を移動しない定住性、胃内容物採取の容易性などを考慮して、ヤマメについ

てのみ行い、この種を河畔林の生態機能を評価するための調査対象魚とした。胃内容物採取の目標数としては、1採捕区画当り15尾とした。

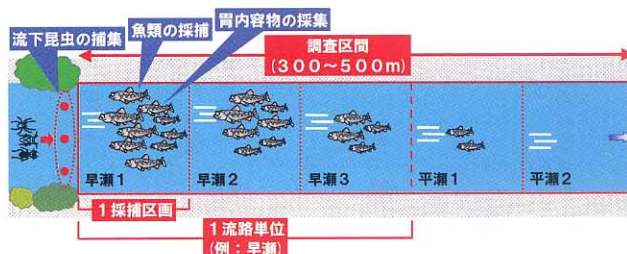


図-4 魚類調査の概要図

(2) 調査結果

a) 魚類の生息分布と河畔林の関係

調査の結果、ヤマメの生息密度は図-5に示すとおりとなった。

何れの調査区間でも、比較的ヤマメが早瀬環境に集中しており、早瀬環境に着目してヤマメの生息密度の縦断変化をみたが、当初想定していたように、兩岸に河畔林がない区間で、上流採捕区画から縦断的にヤマメの生息密度が低下していくような現象は生じなかった。また、兩岸に河畔林がある区間においても、ヤマメの生息密度が低下せずにある一定の値を保つという現象は認められなかった。ただ、図-5にヤマメの生息密度とともに示されているフルード数(=流速/(重力加速度×水深)^{1/2})を見ると、概ねこの値にヤマメの生息密度が連動している傾向がみられる。つまり、ヤマメの生息密度は、河川の微地形という小さいスケールでみた場合、その程度を表すフルード数と相関があり、この値が高く早瀬環境に近づく程、生息密度が高くなるという傾向を示すことが分かった。このことは、「フルード数の高い地点で、ヤマメ(0+)の生息密度が高くなる」という、北海道立林業試験場と北海道立水産孵化場の共同研究報告書²⁾に示される結果とも合致している。

なお、河畔林分布の有無で比較した場合、フルード数が同程度にも関わらず、河畔林がある区間の方においてヤマメの生息密度が高くなる傾向がみられる。実際、図-6に示すように、河畔林分布の有無でヤマメの生息密度を統計的に比較すると(Kruskal-Wallisの検定)、生息密度をフルード

数で割り返した値(標準化した値)で有意差が確認される。つまり、このことは、河川の微地形(瀬・淵)が同じ条件であっても、河畔林がある区間の方においてヤマメの生息密度が高くなるということを示している。

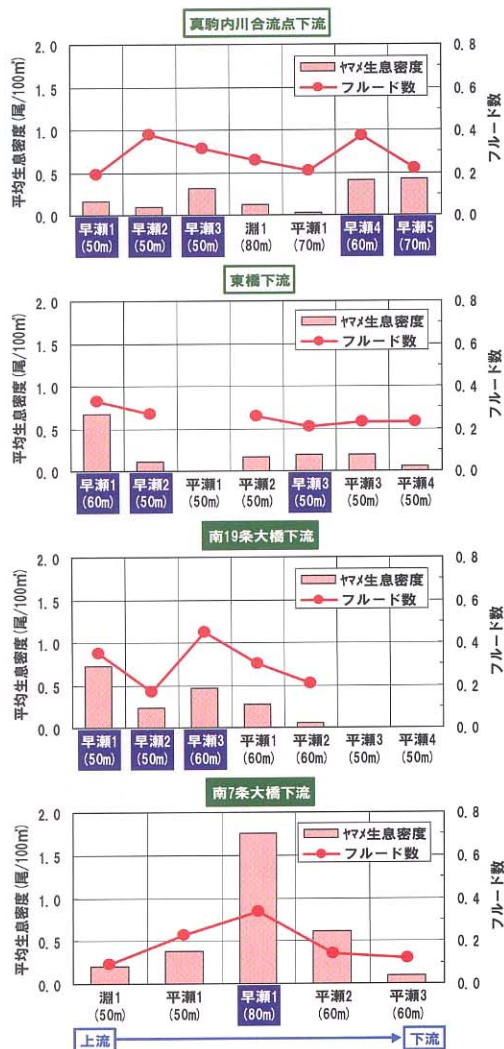


図-5 ヤマメの生息密度の縦断変化
〔上2段:両岸に河畔林がない区間〕
〔下2段:両岸に河畔林がある区間〕

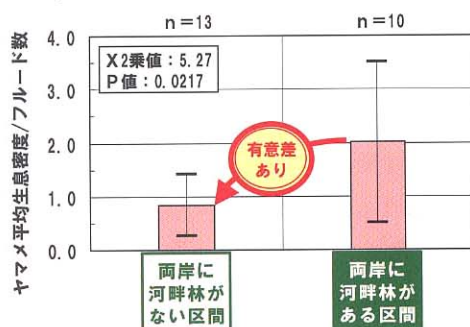


図-6 河畔林の有無からみたヤマメ生息密度の比較

b) 魚類の摂食状況・成長度と河畔林の関係

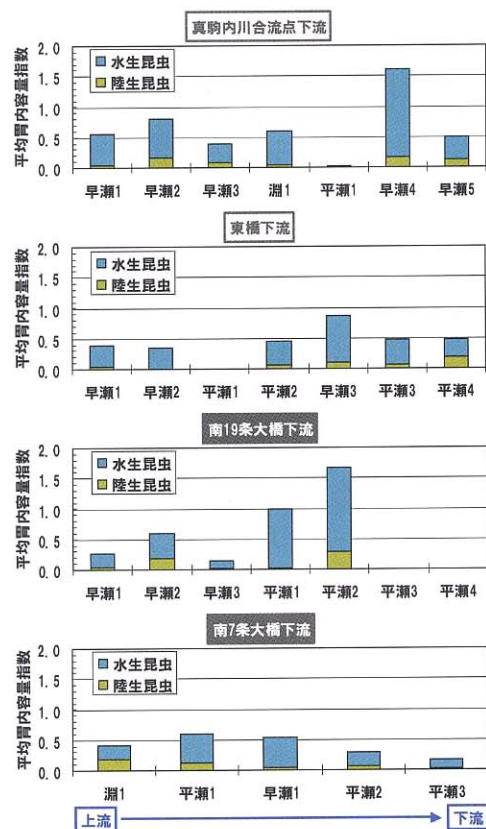


図-7 ヤマメの胃内容量指数の縦断変化
〔上2段:両岸に河畔林がない区間〕
〔下2段:両岸に河畔林がある区間〕

ヤマメの摂食状況についても、図-7に示すように、胃内容量指数(=胃内容重量[g]/魚類の重量[g]×100)を指標値として、各調査区間内における縦断的变化を確認したが、当初想定したように、両岸に河畔林がない区間で、上流採捕区画から縦断的にヤマメの胃内容量指数が低下し、それとともに胃内容量における陸生昆虫の比率も低下していくような現象は生じなかった。また、両岸に河畔林がある区間においても、胃内容量指数及び陸生昆虫の比率が低下せずにある一定の値を保つというような現象は認められなかった。ただし、各調査区間とも流下昆虫量は十分にあるのに、ヤマメの昼間の捕食率が大きくても1%弱程度にしかなっていないという現状を鑑みると、摂食時にほとんど移動をしないというヤマメの生態と、調査対象河川(豊平川)においてヤマメの生息密度がさほど高くはなかったということが、胃内容量指数によ

る定量的評価を難しくしていると考えられる。

成長度については、外見から栄養状態を評価する肥満度(=魚類の体重[g]/(魚類の体長[cm])³×1000)を指標値として、各調査区間内における縦断的变化を確認したが、これについても特別な縦断傾向を確認することはできなかった。



図-8 河川林の有無からみたヤマメの肥満度の比較

ただし、河川林分布の有無でみた場合、図-8に示すように、統計的比較(Kruskal-Wallisの検定)により、両岸に河川林がある区間の方において、肥満度が僅かに高くなるという有意差を確認することが出来た。つまり、長期間の餌の蓄積から成り立つ肥満度について、河川林が分布することの優位性が示された。

6. まとめ

河川林の生態機能の維持に必要な管理指標を抽出するため、鳥類と魚類を対象に定量的な評価手法により調査を実施した結果、豊平川の河川林では以下のような傾向が把握できた。

(鳥類調査の総括)

- ① 未伐採区間と比較すると、平成12年と平成14年の伐採区間において、河川林依存性鳥類の生息密度が低下している現状が確認された。
- ② 河川林依存性鳥類の生息・営巣を期待するには、縦断距離では160m以上、面積では3,100m²以上の林分規模が必要である。
- ③ 河川林依存性鳥類の生息・営巣に適する林分(群落)の構造では、階層構造が二層を成していること、上層木の樹高が高木林レベルであること、単幹型の樹木が優占することの影響度が

比較的高い。

(魚類調査の総括)

- ① 両岸に河川林がない区間において、ヤマメの生息密度、胃内容量指数・陸生昆虫の比率、肥満度が、下流側に向かって縦断的に低下すると想定していたが、そのような現象は認められなかった。したがって、河川林の分断距離について許容値を得ることは出来なかった。ただし、ヤマメの生息密度にはフルード数との相関がみられ、フルード数が高くなる程(早瀬の環境に近づく程)、ヤマメの生息密度が増加するという傾向は確認できた。
- ② 大規模河川での実施例があまりみられない中、比較的規模の大きい当該調査河川(豊平川)で、ヤマメの生息密度や成長度(肥満度)について、河川林が分布することの優位性を確認することができた。

7. 謝辞

本研究の実施にあたり、帯広畜産大学名誉教授藤巻裕蔵氏、(独)さけ・ます資源管理センターの眞山紘氏、北海道立水産孵化場熊石支場のト部浩一氏に、様々な助言を頂きました。厚くお礼申し上げます。

なお、本研究を進めるにあたり、北海道開発局から受託研究による補助を受けました。記して謝意を表します。

参考文献

- 1)加藤和弘、一ノ瀬友博、高橋俊守:分類樹木を用いた生物生息場所の分類 河川水辺の鳥類を対象とした事例研究, 応用生態工学5(2), pp.189-201, 2003.
- 2)道立林業試験場、道立水産孵化場:平成7年度共同研究報告書 山地溪流における魚類増殖と河川林整備に関する研究 一魚にやさしい森づくり調査一, 1996.