

北海道石狩北部の濃昼川下流域における魚類群集の月変化

下田和孝^{*1a}・中島美由紀^{*1}・伊藤富子^{*1}

Monthly Changes of Fish community in the Lower Reach of the Gokibiru River, Northern Ishikari, Hokkaido, Japan

Kazutaka Shimoda^{*1a}, Miyuki Nakajima^{*1} and Tomiko Ito^{*1}

Abstract

Dynamics of the diadromous fish community and their stomach contents in the lower reach of the Gokibiru River, Hokkaido, Japan, were investigated from April to October in 2001 on a monthly basis. Biomass and population density of the community changed three to four times in ranges by the diadromous migration of floating goby (*Gymnogobius* sp. 2), the passage of masu salmon smolts (*Oncorhynchus masou*) or spawning adults of Japanese dace (*Tribolodon hakonensis*) and the up stream migration of tyuman river sculpin juvenile (*Cottus hangiongensis*) from the sea. Composition and quantity of floating goby, masu salmon, Japanese dace and tyuman river sculpin in the stomach contents changed every month. The four fish species had a species specific dietary composition. These results suggests that the ecosystem of the lower reach of the Gokibiru River was a dynamic community based on the migration of diadromous fishes.

Key words: 下流域, 魚類群集, 通し回遊魚

北海道の淡水魚相は、本州以南の地域と比べて純淡水魚の比率が低く通し回遊魚や周縁性淡水魚の比率が高いという特徴を持ち、自然分布種のうち約92%の魚種が河川と海洋にまたがって生活するか、あるいは過去に海洋を通じて分布域を形成した陸封魚に属している(後藤・中野, 1993)。特に、下流域はハゼ科魚類やカジカ科魚類など河川と海洋とを行き来する通し回遊魚の種数が多く(例えば、後藤, 1982; 水野ら, 1982; 河村, 1982; 後藤ら, 1978)、また、サケ科魚類など中・上流域を再生産の場とする魚種は、河川と海洋とを行き来する際に下流域を通過する。したがって、北海道の河川下流域における魚類群集は、その構

成種や個体数、現存量が経時的に変動していると予想される。しかしながら、種毎の動態についてはいくつか報告があるものの(例えば、後藤, 1981; 酒井・後藤, 1982)、魚類群集全体の動態についてはこれまで調べられていない。本研究は北海道の小河川下流域における魚類の生息密度、現存量および食性について、春季から秋季にかけての動態を記載し、その特徴を明らかにすることを目的とする。

^{*1} 北海道立水産孵化場 (Hokkaido Fish Hatchery, Kitakashiwagi 3-373, Eniwa, Hokkaido 061-1433, Japan)

^{*1a} 現所属; 北海道立稚内水産試験場 (Hokkaido Wakkanai Fisheries Experimental Station, Suehiro 4-5-15, Wakkanai, Hokkaido 094-0024, Japan)

材料および方法

調査地の概要

調査は北海道中部日本海に注ぐ濃昼川の河口から上流約100mの地点で行った (Fig. 1)。濃昼川は流域面積19.9km²、流程5.7km、平均勾配6.8%の河川である。濃昼川の流域面積のうち98%は落葉広葉樹林で覆われているが、河口から約0.5km上流までの河畔は草地または畑地で、調査地点の河畔はイネ科の草本やオオイトドリ *Polygonum sachinensis* から成る草地である。平水時の調査地点は川幅3.5mから5.9m、流路延長34.2mで、流心部の水深は0.2mから0.7mである(2001年8月31日測定)。川床には長径20cm程度の浮き石が散在し、これらの表面には付着藻類と糸状藻類が繁茂する。濃昼川にはサクラマス *Oncorhynchus masou*, シロサケ *Oncorhynchus keta*, ウグイ *Tribolodon hakonensis*, カンキョウカジカ *Cottus hangiongensis*, ハナカジカ *Cottus nozawae*, シマウキゴリ *Gymnogobius* sp. 2, ミミズハゼ *Luciogobius guttatus*, ヌマチチブ *Tridentiger brevispinis* およびルリヨシノボリ *Rhinogobius* sp. CO の4科7属9種の魚類が分布する (下田ら, 2004)。このうち調査地点ではハナ

カジカ以外の8種が確認され、これらはすべて通し回遊魚である。本研究ではシマウキゴリ, カンキョウカジカ, ウグイおよびサクラマスの4種を調査対象とした。これら4種は濃昼川下流域で確認された魚類の総個体数の94~99%を占める (下田ら, 2004)。

魚類の体サイズ, 生息密度および現存量

2001年4月から10月の各下旬に魚類の生息個体数を調査した。調査にはエレクトロフィッシャー (Smith-Root, Model12) を用い、除去法 (Cowx, 1983) により魚類の生息個体数を求めた。除去の回数は3回とした。生息個体数を調査面積で除して1m²当たりの生息個体数を求めた。この調査の際に採集された魚類の全長 (ただし, ウグイおよびサクラマスでは尾叉長) を1mm単位で測定し、これを濃昼川で採集した標本により別途求めた全長と体重との関係式 (Table 1) を使って体重に変換した。魚種毎に平均体重を求め、生息個体数と平均体重との積により現存量を求めた。生活史ステージを推定する際の参考とするために、採集した魚類の外観上の特徴を記録し、一部の個体については中性ホルマリン水溶液で固定して持ち帰り、生殖腺の観察を行った。また、サクラマスについては耳石から年齢を査定した。

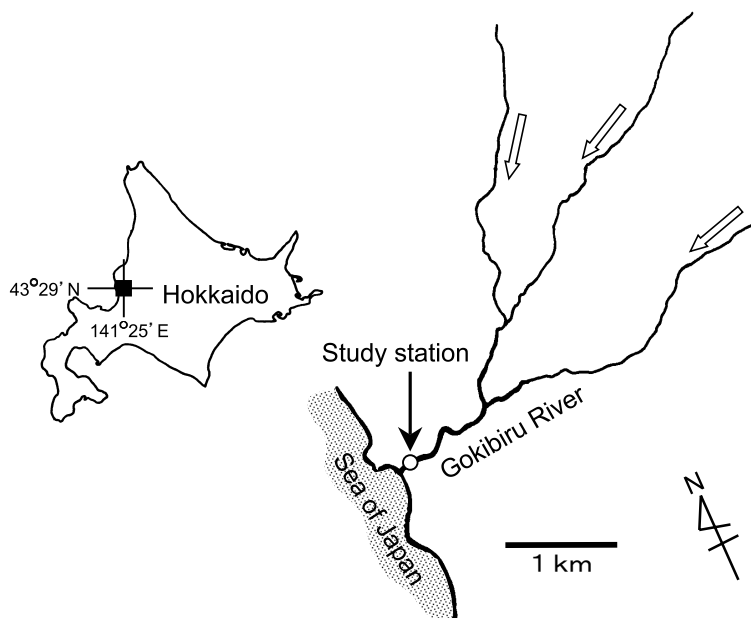


Fig. 1 Map of the study station. Open arrows indicate flow direction.

Table 1 Regression formula between body weight(g) and body length(mm).

Species	Formula	Correlation coefficient	Sample size
<i>G. sp.2</i>	$y=2.90x-4.85$	$r^2=0.965$	163
<i>C. hangiongensis</i>	$y=3.18x-5.23$	$r^2=0.986$	71
<i>T. hakonensis</i>	$y=2.87x-4.66$	$r^2=0.979$	100
<i>O. masou</i>	$y=2.93x-4.76$	$r^2=0.990$	56

y:Log₁₀(BW), x:Log₁₀(BL)

魚類の食性

各魚種の食性を消化管内容物の分析により調べた。ウグイは無胃魚のため消化管の第一屈曲部までの内容を分析対象とし、他の3種は胃の内容物を分析対象とした。消化管内容物分析用のサンプルは生息個体数調査の際に採集した個体のうち各月3~11個体を用いた。採集数が3個体未満の場合には、消化管内容物の分析は行わなかった。サンプルは採集後直ちに10%中性ホルマリン水溶液で固定し、後日、実体顕微鏡下で消化管内容物を分類した。消化管内容物の分類群ごとの湿重量はサンプル表面の水分を約10秒間濾紙で吸い取った後に0.01mg単位で測定した。この方法による湿重量の測定値の誤差は±6%以内とされている(Kawaguchi and Nakano, 2001)。消化管の摘出前に魚体重の湿重量を0.01mg単位で測定した。この値から消化管内容物の総重量を差し引いた値を魚体重とした。各分類群の重量を魚体重で除して単位魚体重あたりの消化管内容物重量を求めた。魚種間における消化管内容物組成の類似性をMorisita (1959)のC_s指数を用いて検討した。C_sの算出には小椋(2001)の付属ソフトを用いた。C_s指数は0から1の間をとり、2魚種間の消化管内容物を比較した際、両種の餌の出現分類群組成が類似する場合、または同じ特定の餌の出現数量がともに多い場合に1に近い値を示す。

結果および考察

下流域に生息する魚類の生活史ステージと食性

シマウキゴリ、カンキョウカジカ、ウグイおよびサクラマスは月別体長分布および消化管内容物をそれぞれFig. 2とFig. 3に、消化管内容物の魚種間におけるC_s指数をTable 2に示した。

北海道のウキゴリ類の産卵は5月初旬に始まり、ほぼ2か月間続くとされている(石野, 1987)。本調査に

おいても、5月末と6月末の調査時にシマウキゴリの卵と孵化直後の仔魚が確認された。なお、これらの卵と仔魚は定量的に調査することが困難であったことから、本調査のデータに含めなかった。ウキゴリ類は両側回遊型の生活史を示し、河川で孵化した仔魚は直ちに降海し、しばらくの間海洋で生活した後、河川に遡上する(石野, 1987)。本調査では8月末に全長3.5~4.0cmのモードが新たに出現し(Fig. 2)、このモードが河川遡上した当歳魚であると推定される。したがって、濃昼川のシマウキゴリは5月末から6月末に産卵し、孵化仔魚は約1~2か月間の海洋生活の後、8月に河川遡上すると考えられる。本種は濃昼川中流の砂防ダム付近にも生息することから(下田ら, 2004)、河川遡上後は中・下流に広く分散して生活すると考えられる。産卵期に当たる5月末の全長分布が4つのモードから成る多峰型を示しことから(Fig. 2)、本種の寿命は満5年程度であると推定される。シマウキゴリの消化管内容物は4月末~5月末に多く、その40~70%がカゲロウ目幼虫であった(Fig. 3)。6月末にはカゲロウ目幼虫の出現重量が減少し、ハエ目幼虫が消化管内容物の約70%を占めた。同時に消化管内容物の総量も5月末の約30%にまで減少した(Fig. 3)。7月末になるとハエ目幼虫もほとんど出現しなくなり、消化管内容物は5月末の10%以下となった。8月末以降、消化管内容物にヨコエビ類や魚類が出現するようになり、内容物の総量は徐々に増加した(Fig. 3)。

カンキョウカジカの全長分布は、4月末は全長5~6cmにモードを持つ群と全長11cm以上の大型群に分離していた(Fig. 2)。全長5~6cmにモードを持つ群は調査期間を通じて追跡できるが、全長11cm以上の群は5月末以降、各月0~5個体が確認されるだけとなった(Fig. 2)。北海道におけるカンキョウカジカの産卵期は4~5月とされ(後藤, 1989)、産卵期になると中流域で生活していた個体も下流域へと移動して繁殖

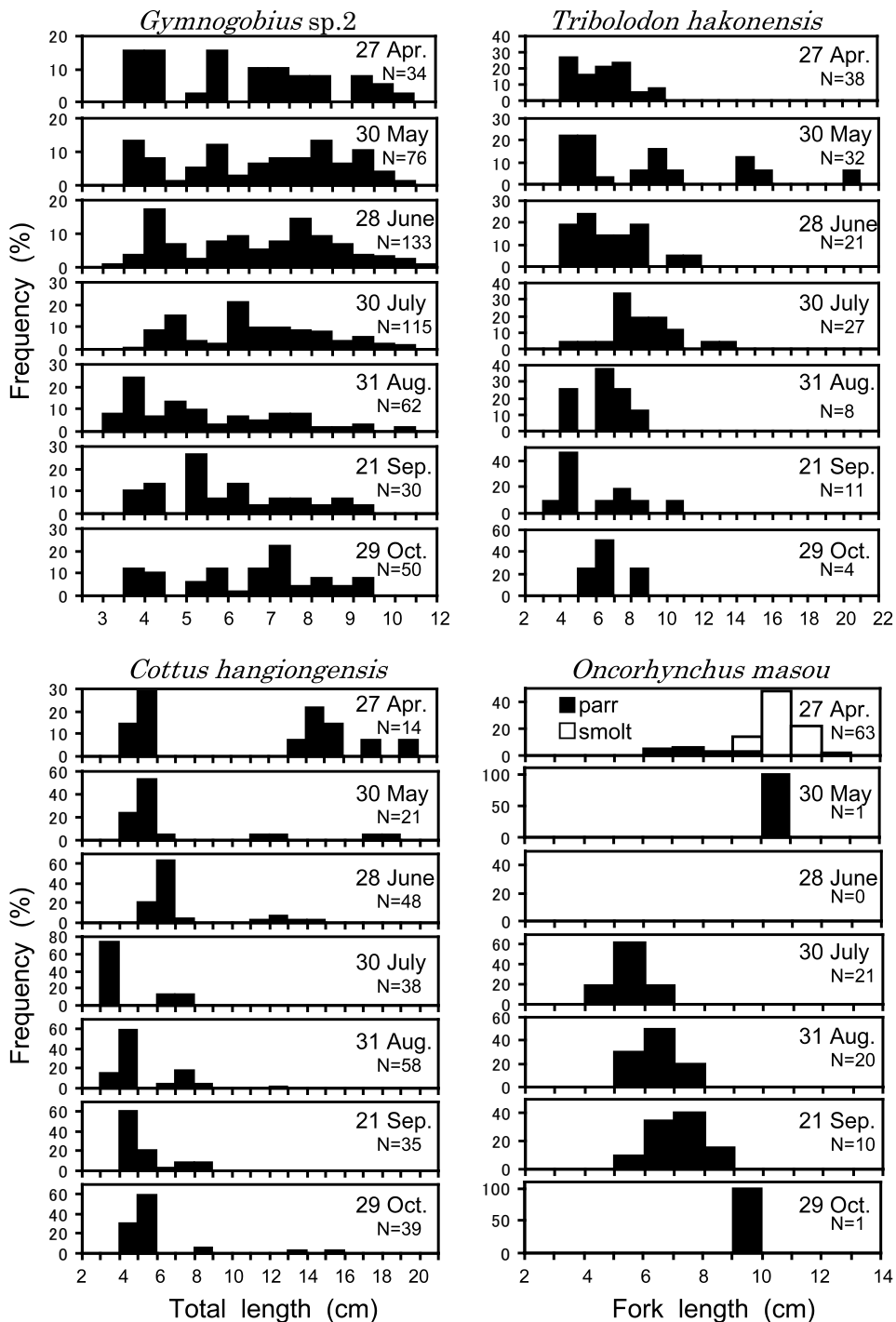


Fig. 2 Body length frequencies in monthly collections of *Gymnogobius sp.2*, *Cottus hangiongensis*, *Tribolodon hakonensis* and *Oncorhynchus masou* from the Gokibiru River in 2001.

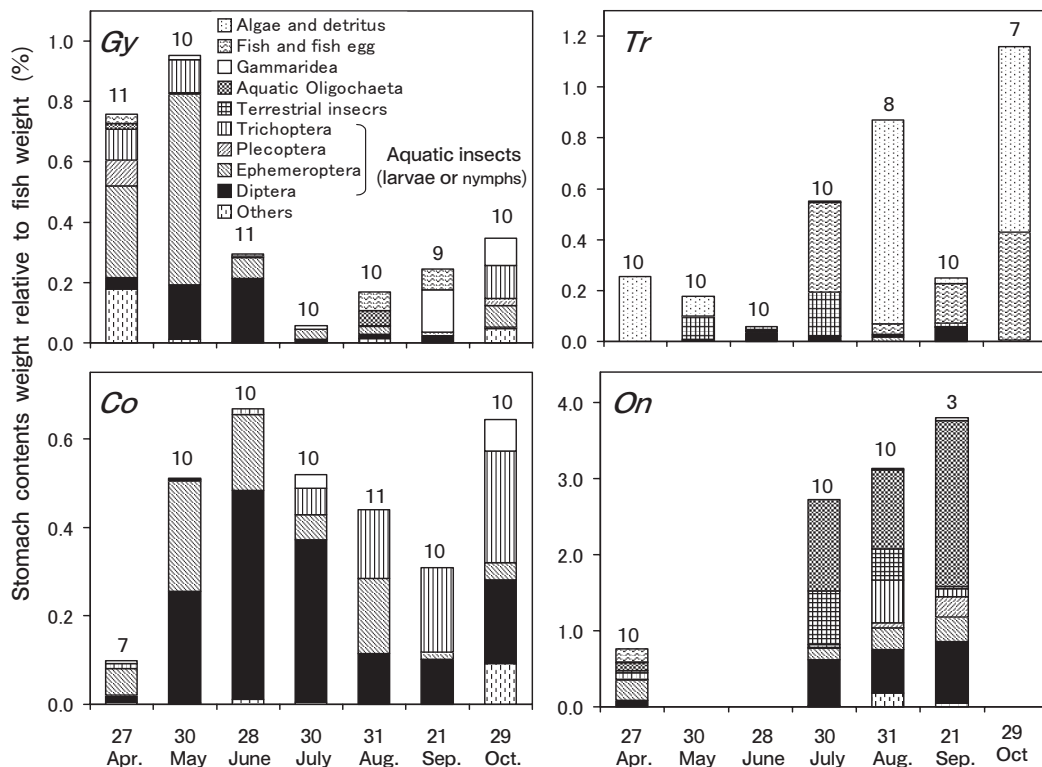


Fig. 3 Dietary composition in stomach contents of *Gymnogobius* sp. 2 (*Gy*), *Cottus hangiongensis* (*Co*), *Tribolodon hakonensis* (*Tr*) and *Oncorhynchus masou* (*On*) from the Gokibiru River in 2001. Figures on the columns are sample size.

に参加する (Goto, 1987)。本調査でも、4月末に採集した全長11cm以上の個体のうちの3個体の生殖腺を観察し、産卵直前の卵を持つことを確認した。これらのことから、本調査で4月末に確認された大型群は繁殖のために中流域から下流域へと移動してきた成熟個体であると推測される。カンキョウカジカの両側回遊型の生活史を示し、孵化した仔魚は直ちに降海して、約1か月の海洋生活の後に河川に遡上する (後藤, 1989)。本調査では7月末に全長3~4cmのモードが出現し、これらが河川遡上した当歳魚であると推定される。本種は濃昼川中流にも分布することから (下田ら, 2004)、河川遡上後は中・下流域に広く分散すると考えられる。カンキョウカジカの消化管内容物の総量は4月末に最少、6月末に最多となり、両者の差は約7倍であった (Fig. 3)。7月末以降、消化管内容物の総量は減少したが、10月末には再び増加した (Fig. 3)。消化管内容物組成は、7月末まではカゲロウ目幼虫とハエ目幼虫が総量の80%以上を占めたのに対し、8月

末以降はこれらに加えてトビケラ目幼虫の出現量が多くなった (Fig. 3)。カンキョウカジカの消化管内容物組成は水生昆虫が主である点でシマウキゴリと共通するものの目レベルの組成が異なり、両種間のC_i指数は最高でも6月末の0.370であった (Table 2)。

ウグイは5月末に尾叉長14cm以上の大型個体が確認された (Fig. 2)。これらは婚姻色を呈していたことから、繁殖個体であると判断できた。北海道のウグイは遡河回遊型の生活史を示し (後藤・中野, 1993)、この生活型のウグイは、孵化後1年から数年を河川で生活してから降海し、1年から数年の海洋生活の後、繁殖のため河川に遡上する (酒井, 1989)。濃昼川においては中流域で繁殖することから (下田, 未発表)、5月末に下流域で採捕された繁殖個体は、海洋から繁殖域へと遡上する途上であったと考えられる。ウグイの尾叉長分布は8月末になると4~5cmにモードが出現し (Fig. 2)、当歳魚が中流域にある繁殖場から下流域へと分散してきたことが確認された。調査期間を

Table 2 C_i index (Morisita, 1959) of stomach contents between fish species.

	<i>C. hangiongensis</i>	<i>T. hakonensis</i>	<i>O. masou</i>
27 Apr.			
	<i>G. sp.2</i> 0.127	0.000	0.051
	<i>C. hangiongensis</i>	0.000	0.107
	<i>T. hakonensis</i>		0.000
30 May			
	<i>G. sp.2</i> 0.066	0.004	
	<i>C. hangiongensis</i>	0.014	
28 June			
	<i>G. sp.2</i> 0.370	0.250	
	<i>C. hangiongensis</i>	0.191	
30 July			
	<i>G. sp.2</i> 0.179	0.005	0.172
	<i>C. hangiongensis</i>	0.014	0.234
	<i>T. hakonensis</i>		0.114
31 Aug.			
	<i>G. sp.2</i> 0.064	0.014	0.272
	<i>C. hangiongensis</i>	0.006	0.218
	<i>T. hakonensis</i>		0.003
21 Sep.			
	<i>G. sp.2</i> 0.029	0.164	0.045
	<i>C. hangiongensis</i>	0.062	0.130
	<i>T. hakonensis</i>		0.071
29 Oct.			
	<i>G. sp.2</i> 0.101	0.000	
	<i>C. hangiongensis</i>	0.000	

通じて4~10cmの個体が常に採集されたことから、下流域はウグイにとって幼・稚魚期の生活の場であると考えられる。ウグイの消化管内容物組成は4月末、8月末および10月末に藻類とデトリタスの出現量が多く、7月末および9月末は魚類とその卵の比率が高かった (Fig. 3)。これらの餌料は他の3魚種の消化管からはほとんど出現しないものであり、ウグイと他種間での C_i 指数は0または非常に低い値を示した (Table 2)。

サクラマス尾叉長分布によると、4月末はスマルト (smolt, 降海期の個体) が主体であった (Fig. 2)。これらのスマルトのうち10個体を抽出し年齢を査定したところ、いずれも1⁺であった。濃昼川のサクラマス幼魚は中・上流域に多く分布することから (下田ら, 2004)、これらのスマルトは降海するために中・上流域から移動してきたものと考えられる。7月末になる

と尾叉長4~7cmの当歳魚が加入したが、これらは10月末にはほとんど確認されなくなった。したがって、サクラマスは幼魚期の夏季、および河川と海洋とを行き来する際に通過する以外、下流域を生活の場としないものと推測される。ただし、北海道南部の河川では翌春降海するサクラマスの幼魚が下流域で越冬することが確認されており (小林, 私信)、今回調査対象としなかった11月末から3月末の冬期間に、こうした個体が下流期に分布していた可能性もある。サクラマスの消化管内容物の総量は4月末には魚体重の1%以下であったが、7月末以降顕著に増加し8月末には魚体重の3%に達した (Fig. 3)。消化管内容物組成は主に水生ミミズ類、陸生昆虫、ハエ目幼虫およびカゲロウ目幼虫であった (Fig. 3)。ハエ目幼虫やカゲロウ目幼虫が含まれる点ではシマウキゴリやカンキョウカジカと、

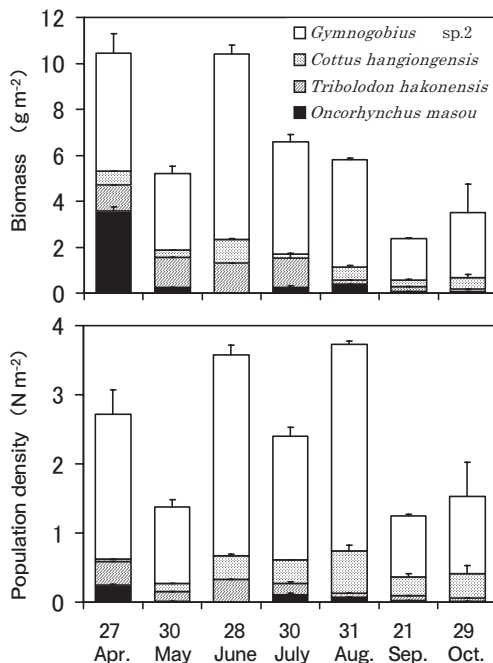


Fig. 4 Biomass and population density of *Gymnogobius* sp. 2, *Cottus hangiongensis*, *Tribolodon hakonensis* and *Oncorhynchus masou* in the Gokibiru River in 2001. Error bars indicate 95% confidence intervals.

陸生昆虫が含まれる点ではウグイと組成が重複したが (Fig. 3), C_s 指数は最高でも8月末のシマウキゴリとの間の0.272に止まり (Table 2), 種間の類似性は低かった。

魚類群集の月変化

下流域における魚種別の現存量と生息密度の月変化を Fig.4に示した。

4月末の魚類群集の特徴は、サクラマスが現存量の40%を占め、魚類群集全体の現存量が調査期間中で最大となったことである (Fig. 4)。これは中・上流域で生活していたサクラマスの幼魚が降海する途中、下流域の魚類群集に加入したためと考えられる。5月末になるとサクラマスはほとんど見られなくなり、魚類群集全体の現存量は4月末の約半分に減少した (Fig. 4)。5月末の魚類群集はシマウキゴリとウグイが現存量と個体数の90%以上を占めた。

6月末にはシマウキゴリの現存量と個体数が前月の約2倍に増加し、魚類群集全体の現存量と個体数も同様に増加した (Fig. 4)。一方、7月末になるとシマウキゴリは現存量、個体数ともに6月末の約60%に減少

した (Fig. 4)。シマウキゴリが増減する原因として、6月末は繁殖に伴い中流域で生活していた成熟個体が下流域へと移動してきたのに対し、繁殖期の終了に伴いこれらが7月末までに移出または死亡したことが考えられる。

8月末になるとシマウキゴリの個体数が7月末と比べ個体数で約40%増加した (Fig. 4)。8月末はカンキョウカジカの個体数も多く、魚類群集全体の約20%を占めた (Fig. 4)。体長分布 (Fig. 2) から、増加分の多くは海洋から遡上した稚魚であると考えられる。ただし、これらの稚魚は体サイズが小さいため、現存量の増加には繋がらず、さらに、7月末まで現存量の10~20%を占めたウグイが減少したことから、魚類群集全体の現存量は前月よりも約10%減少した (Fig. 4)。

9月末以降、シマウキゴリおよびカンキョウカジカの個体数および現存量は8月末の40%以下に減少し、魚類群集全体の個体数および現存量も調査期間中で最低となった (Fig. 4)。両種は中流域にも分布することから (下田ら, 2004), 8月末までに河川遡上した稚魚が中流域に分散したことで下流域の生息数が減少したものと考えられる。また一般に、魚類は仔・稚魚期

の死亡率が高いことから、初期減耗も関係しているかもしれない。

以上の結果および考察から、通し回遊魚によって構成される濃昼川下流域の魚類群集は、月単位の短い期間で変動する極めて動的な群集であると特徴づけられる。魚類群集の規模と構成員は、現存量の50~80%、生息数の70~80%を占めるシマウキゴリの移出入を中心に变化し、これにサクラマスのスモルトの通過や、カンキョウカジカ稚魚の河川遡上、ウグイの増減などが加わって、群集全体の現存量と個体数は最大で約3~4倍の変動幅を示した (Fig. 4)。各魚種の消化管内容物には月変化が認められると同時に、魚種間における C_p 指数は常に低い値を示すことから、それぞれの魚種の食性は固有の季節性を持つものと考えられる。近年の研究によると、生態系間での生物や物質の移出入は生物群集の動態に大きな影響を及ぼすことが明らかにされている (例えば, Nakano et al, 1999; Nakano and Murakami, 2001)。本研究の結果は、北海道の河川下流域の生物群集の構造や捕食関係が、通し回遊魚の移出入の影響を受けて短期間に大きく変化していることを示唆し、群集生態学の重要な研究対象になるものと考えられる。

要 約

1. 通し回遊魚から構成される魚類群集の動態を知るために、北海道石狩北部の濃昼川下流域でシマウキゴリ、カンキョウカジカ、ウグイおよびサクラマスの現存量、個体数密度および消化管内容物の月変化を調べた。
2. 現存量および個体数ともにシマウキゴリが最も高かった。下流域魚類群集の月変化は本種の河川-海洋間移動や河川内移動を中心に变化し、これにサクラマスのスモルトの通過や、カンキョウカジカ稚魚の河川遡上、ウグイの増減などが加わって、群集全体の現存量と個体数は最大で約3~4倍の変動幅を示した。
3. 各魚種の消化管内容物組成には月変化が認められた。魚体重量当たりの消化管内容物総量は最大で10倍の変動幅を示した。消化管内容物組成の魚種間における類似性を示す C_p 指数の値はすべての魚種の組み合わせで常に低く、各魚種は固有の食性を持つこ

とが示された。

4. これらの結果から、通し回遊魚から構成される北海道の河川下流域魚類群集は月単位の短い期間で変動する極めて動的な群集であると考えられた。

謝 辞

本研究は重点領域研究「森林が河口域の水産資源に及ぼす影響の評価」の一環として行った。野外調査にあたり北海道立林業試験場の長坂晶子研究職員および佐藤弘和研究職員、北海道立水産孵化場の鷹見達也研究職員、藤原真研究職員、渡辺智治研究職員、故鈴木研一研究職員、工藤智河川湖沼科長および小林美樹企画室長、札幌市豊平川さけ科学館の有賀望学芸員、北海道工業大学の柳井清治教授にご協力いただいた。

文 献

- Cowx, I. G. (1983). Review of the methods for estimating fish population size from survey removal data, *Fisheries Management*, **14**, 67-82.
- 後藤 晃 (1981). カンキョウカジカ *Cottus hangiongensis* の生活史と分布. 北海道大学水産学部研究彙報, **32**, 10-21.
- 後藤 晃 (1982). 北海道の淡水魚相とその起源. 淡水魚, **8**, 19-26.
- Goto A. (1987). Life history variation in males of the river sculpin, *Cottus hangiongensis* along the course of a river. *Environmental Biology of Fishes*, **19**, 81-91.
- 後藤 晃 (1989). カンキョウカジカ. 「日本の淡水魚」(川那部浩哉・水野信彦編), pp. 658-659. 山と溪谷社, 東京.
- 後藤 晃・中西照幸・宇藤 均・濱田啓吉 (1978). 北海道南部の河川魚類相についての予察的研究. 北海道大学水産学部研究彙報, **29**, 118-130.
- 後藤 晃・小野里坦・酒井治巳・高山啓介・山羽悦郎 (1982). 奥尻島の淡水魚とその起源. 展示基礎資料研究報告, **1**, 1-18.
- 後藤 晃・中野 繁 (1993). 淡水魚類の分布と生態. 「生態学からみた北海道」(東 正剛・阿部永・辻井達一編), pp. 209-221. 北海道大学図書刊行会,

札幌.

石野健吾 (1987). ウキゴリ類—すみ場への適応と分化. 「日本の淡水魚類」(水野信彦・後藤晃編), pp. 189-197. 東海大学出版会, 東京.

河村 博 (1982). 北海道えりも岬周辺の淡水魚類. 北海道立水産孵化場研究報告, **37**, 1-12.

Kawaguchi, Y. and Nakano S. (2001). Contribution of terrestrial invertebrates to the annual resource budget for salmonids in forest and grassland reaches of a headwater stream. *Freshwater Biology*, **46**, 303-316.

水野信彦・向井正夫・後藤 晃・濱田啓吉 (1982). 北海道の淡水魚に関する研究-II. ヨシノボリ2型の分布. 北海道大学水産学部研究彙報, **33**, 115-125.

Morisita, M. (1959). Measuring of interspecific association and similarity between communities. *Memoirs of the Faculty of Science, Kyushu University, Series E, (Biology)*, **3**, 65-80.

Nakano, S., Miyasaka, H. and Kuhara, N. (1999).

Terrestrial-aquatic linkages: riparian arthropod inputs alter trophic cascades in a stream food web. *Ecology*, **80**, 2435-2441.

Nakano, S and Murakami, M. (2001). Reciprocal subsidies: dynamic interdependence between terrestrial and aquatic food webs. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, **98**, 166-170.

小椋将弘 (2001). Excel で簡単統計, 講談社, 東京, pp. 190.

酒井治巳 (1989). ウグイ. 「日本の淡水魚」(川那部浩哉・水野信彦編), pp. 259-264. 山と溪谷社, 東京.

酒井光男・後藤 晃 (1982). 北海道の淡水魚に関する研究-I. ビリンゴ *Chaenogobius castanea* (O' SHAUGHNESSY)の産卵習性, 成長及び分布. 北海道大学水産学部研究彙報, **33**, 9-23.

下田和孝・中島美由紀・伊藤富子 (2004). 北海道石狩北部濃昼川の魚類相と砂防ダムとの関係. 北海道立水産孵化場研究報告, **58**, 53-58.