

河畔林から川への落下昆虫とサクラマス

胃内容物の比較検討

長坂 有*・柳井清治*・佐藤弘和*

Relation between fallen insects from riparian forest and
stomach content of Masu Salmon (*Oncorhynchus masou*)

Yu NAGASAKA*, Seiji YANAI*, and Hirokazu SATO*

抄 録

河畔林の存在効果を魚類への餌供給面から評価するため、代表的な河畔林である、ケヤマハンノキ林、ヤナギ林下の落下昆虫を調べた。同時に林内の河川に生息するサクラマス幼魚の胃内容物を調べ、餌昆虫との対応関係を検討した。落下昆虫の総量はケヤマハンノキ林で河畔林のない対照区よりも多かったが、ヤナギ林では有意な差はなかった。サクラマス幼魚の胃内容物は季節、林相によって異なり、胃内容物中に占める陸生昆虫の割合は3～4割であった。陸生昆虫の中ではガの幼虫を多く摂食しており、これを多く供給しているのはヤナギ林であった。餌量の面から考えると、水生昆虫の方が主要であるが、陸生の餌供給に及ぼす河畔林の重要性が示唆された。

Abstract

To clarify the function of riparian forest on the prey-supply to fishes, fallen insects under 3 riparian conditions were examined. 1. Without riparian forest (open site), 2. With riparian forest of alder, 3. With riparian forest of willow. And the stomach contents of masu salmon (0+) at the same sites were also examined. Then these were compared.

Mean weight of fallen insects were about 1 g/m²/day. There is a significant difference between the alder site and the open site. But, no significant difference between the willow site and the open site.

Stomach contents of masu salmon were 50~100mg/1 fish, varied with season and the sites. There is no significant correlation between the sites and stomach contents, neither biomass or taxon of prey insects. Terrestrial insects amount to about 40% of stomach contents in summer to autumn. Noticeable point is masu salmon fed on Lepidoptera in high frequency, especially larvae of them amount to 35% of summer terrestrial prey. And at willow site biomass of these fallen larvae were maximum among the 3 sites.

So far as total mass of prey is concerned, aquatic insects are main prey, but it's suggested that riparian forest is important to supply terrestrial prey.

*北海道立林業試験場 Hokkaido Forestry Research Institute, Bibai, Hokkaido 079-01

[北海道立林業試験場研究報告 第 33 号 平成 8 年 3 月, Bulletin of the Hokkaido Forestry Research Institute, NO.33.March,1996]

はじめに

近年、河川環境やそこに生息する様々な生物に及ぼす河畔植生の影響がクローズアップされてきている。川面に枝を張り出すヤナギなどの河畔林は、魚に隠れ場所を提供したり、水温上昇を防ぐなどの効果をもたらす（佐藤ら 1995）とともに、餌としての陸生昆虫を供給する場でもある。これまで河川におけるサケ科魚類の食性と餌生物の流下状況等については、いくつかの報告（橋本ら 1977, 真山 1992, 田中 1985）があるが、河畔林から川への餌の供給状況と関連づけた事例報告は少ない。そこでここでは、北海道の河川において代表的な河畔林であるヤナギ林、ケヤマハンノキ林および河畔林の無い場所における落下昆虫の種類、量の違いを調べた。また、同時に代表的な溪流魚であり流下昆虫を主要な餌としているサクラマス（*Oncorhynchus masou*）の胃内容物を調べ、これを落下昆虫と比較することで河畔林の餌供給機能について検討した。

調査地と方法

調査対象地

調査は北海道厚田村にある厚田川の上～中流部 7 地点で行った（図-1）。厚田川は標高 600m 前後の山地を水源として日本海へ注ぐ、主流路長 32.6 km、流域面積 140.1 km² の中河川であり、水産動物の保護水面に指定されている。調査対象地点は水田を営む最終人家から上流の山地溪流域に設定した。対象地の概要を表-1 に示した。

対象地は、St. 1, St. 4 がケヤマハンノキ林、St. 2, St. 6 がヤナギ林、St. 3, St. 5, St. 7 がそれらの対照区であり、対照区は川沿いに樹木のない、ササや高茎草本の場所を選んだ。ただし、当流域では皆伐地がないため、対照区においても開放区間は 100m 程度である。St. 6 は 1989 年に落下昆虫を調べた際の Plot. 2（長坂ら 1990）と同地点である。ここでは便宜的に、St. 1～3 を上流区、4, 5 を中流区、6, 7 を下流区と呼ぶことにする。川幅は St. 1 が 2 m 前後と狭く、河床の地形も瀬、淵等の変化に富むが、他の地点は川幅 5 m 前後で、単調な平瀬～早瀬状である。落下昆虫の調査は全地点で行ない、サクラマスの胃内容物調査は個体数の多い 0+ 幼魚のみを対象に、上流区のみで行った。魚の捕獲は

表-1 調査地の概況

	地点	主要樹種	樹高	川幅
上流区	St.1	ケヤマハンノキ	8m	2m
	St.2	ナガバヤナギ	8m	4m
	St.3	なし(ササ, オオイタドリ)	—	5m
中流区	St.4	ケヤマハンノキ	10m	8m
	St.5	なし(St.4 に隣接)	—	7m
下流区	St.6	カバヤナギ, エゾノキヤナギ	10m	6m
	St.7	なし	—	6m



図-1 調査地位置図

北海道立水産孵化場の協力を得て行った。

落下昆虫の採集

落下昆虫の採集は茶色に塗装した直径 34cm、深さ 9 cm の水盤トラップを用い、流水中に立てた杭の上に設置して、陸上からの昆虫侵入を排除した

(図-2)。トラップ側面には降雨による溢水防止のため、水抜孔を設けた。トラップを茶色にしたのは、色による誘因効果をなるべく少なくするためである (HARPER ら 1962, 斎藤ら 1990)。

トラップ内には水と昆虫脱出防止のための少量の液体洗剤を入れ、各対象地の河道内林冠下に 7 個ずつ設置した。トラップは 2~3 日間放置し、捕獲された昆虫類は洗剤溶液と一緒にフィルムケースで持ち帰り、種類、量 (生重) を調べた。採集は、6 月~10 月に半月間隔で 9 回行った。

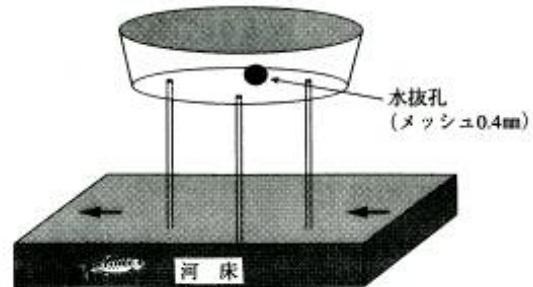


図-2 水盤トラップの設置状況

サクラマス幼魚の胃内容物

上流区 3 地点の河道内 10~40m の範囲でサクラマス幼魚 (0+) を捕獲し、生息密度、体重、体長等を調べた。捕獲は 6 月 29 日、8 月 30 日、11 月 8 日の 3 回行い、6、8 月は投網、11 月は電気ショックを使用した。各地点での採捕は 10~20 尾で、捕獲した幼魚の胃袋はホルマリン固定して持ち帰り、内容物の種類、量 (生重) を調べた。胃内容物は陸生昆虫、水生昆虫、消化物 (同定不能有機物など) に分け、各時期の幼魚の摂食物の違いを検討した。

結果・考察

落下昆虫

図-3 に上流区~下流区の各地点の水盤トラップにかかった昆虫量の季節変化を示した。ここでは 1 個体で大きな重量を占めるトンボは除いてある。6~10 月の落下昆虫量は、およそ $1\text{g}/\text{m}^2/\text{日}$ であり、個体数では 100 匹前後であった。地点間で比較すると、上流区、中流区のケヤマハンノキ林では対照区よりも有意に落下量が多かった。他方、ヤナギ林と対照区では落下量に有意な差はみられなかったが、下流区においては、ヤナギ林下で初夏にガの幼虫の落下が多かった (図-4)。中流区のケヤマハンノキ林にみられる 2 回の落下量増加はガの成虫 (8 月)、トビケラ (9 月) によるものである。サクラマス幼魚の捕獲を行った上流区では、1 回目の採捕時期に対応する 7 月 1 日に落下昆虫が最も多く、その後はあまり変動がなく漸減傾向であった。

つづいて全期間の落下昆虫の内訳を主要な目別に示した (図-5)。図の下段には主要な水生昆虫 (成虫)、上段にはそれ以外の陸生昆虫とクモの平均落下量をそれぞれの地点ごとに示してある。陸生昆虫類ではハエ類、ガ類が最も多く、ついで、カメムシ等であり、クモも高頻度に捕獲された。ガはケヤマハンノキ林では成虫が、ヤナギ林では幼虫が特に多くかかり、幼虫には後述する幼魚の胃内容物と共通の種もみられた。落下昆虫内の水生昆虫は、トビケラの成虫がほとんどであったが、特にケヤマハンノキ林で多く、ヤナギ林と対照区では差がなかった。これはトビケラの群飛 (Swarming) が林冠下で行われるためと考えられたが、ヤナギ林では少ない理由については不明である。

サクラマスの生息状況

図-6 に上流区 3 地点におけるサクラマス幼魚の生育状況を示した。生息密度はケヤマハンノキ林

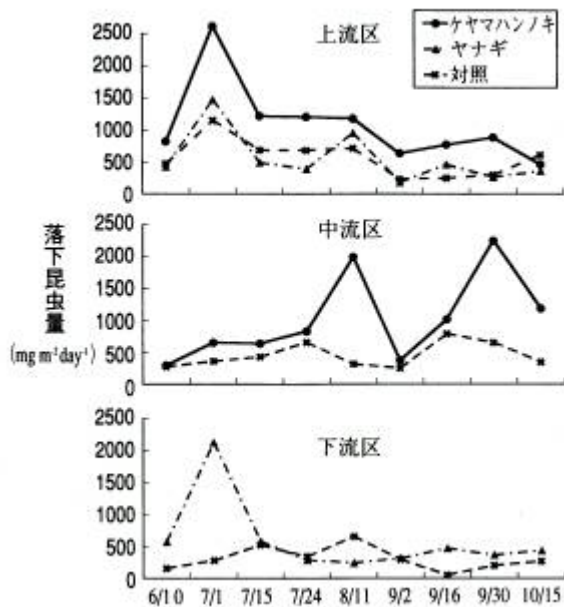


図-3 各調査区の落下昆虫量の季節変化

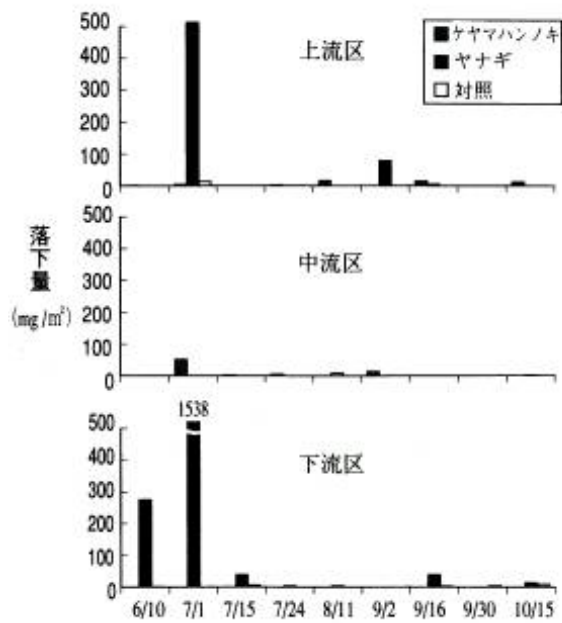


図-4 ガの幼虫落下量

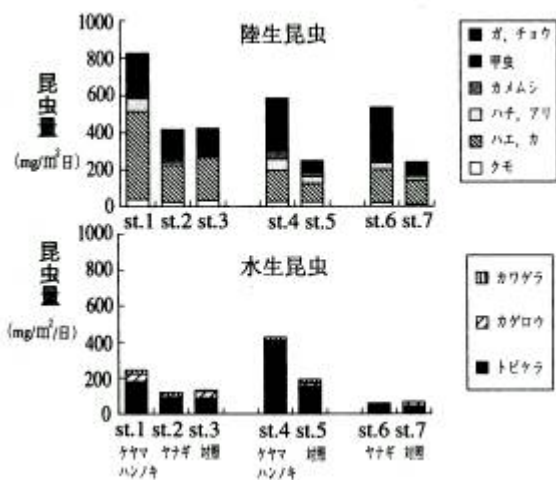


図-5 落下昆虫の内訳

(St .1) が $0.3 \sim 0.7$ 尾/ m^2 と他の 2 地点よりも期間を通して高く、ナガバヤナギ林 (St .2), 対照区 (St.3) で約 0.1 尾/ m^2 であった。また、St.1, St.2 ではこの他に数匹の 1 年生魚 (1+) とアメマスが捕獲された。しかし、幼

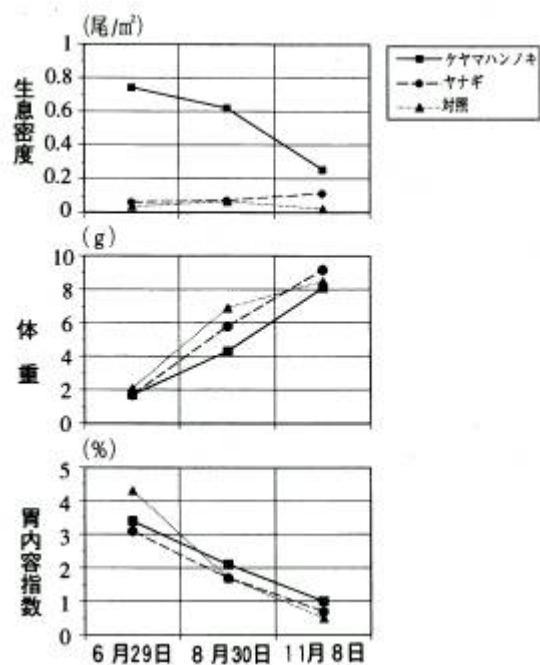


図-6 サクラマス(0+)幼魚の生育状況

魚の平均体重は、8月に St.3 が 7g, St.1 が 4g と地点間でやや差が開いたものの、6月で約 2 g (体長 5cm), 11月で約 8 g (体長 9 cm) とあまり地点による差はなかった。他方、この時期の幼魚の胃内容物指数 (胃内容物量/体重 $\times 100\%$) は 6月 29 日に 3~4%, 11月 8 日に約 1% と低下し、小さい時ほど摂食が旺盛なことを示している。

胃内容物の内訳

図-7に各採集時における3地点のサクラマス(0+)の胃内容物量を陸生昆虫,水生昆虫に分けて示した。なお,水生昆虫の成虫は原則として川への落下昆虫とみなし,陸生昆虫に含めたが,8月の胃内にみられたカゲロウは流下中の羽化前後に被食されたと思われたため,これに関しては,水生昆虫に含めた。内訳は幼魚約10個体の平均である。時期別に胃内容物総量を見ると,8月が最も多く80~110mgであるが,6月,8月は対照区が河畔林のある区よりも多く,11月は河畔林区の方が多かった。前述の幼魚の8月の体重差にはこの夏期の摂餌量の違いが反映されている可能性がある。内訳でみると,河畔林のある区では陸生昆虫の摂食量が多いのは8月であり,11月は少ないが,対照区では6月に陸生昆虫摂食が多く,8月は少なかった。このように,幼魚の採集時期によって陸生,水生昆虫の摂食比は異なり,一貫した傾向はみられなかった。水生昆虫はここでは大部分がカゲロウの幼虫であり,胃内容物中の水生昆虫量は河床における水生昆虫の現存量をある程度反映していると思われる。他方,陸生昆虫は,対照区においても上流の河畔林で落下したと考えられるガの幼虫等がみられるため,幼魚採捕地点の昆虫落下状況をあまり反映していないと思われた。調査期間を通してみると陸生昆虫は餌昆虫全体の3~4割を占めていることがわかった。

摂食された陸生昆虫類

前記の胃内容物中の陸生昆虫をより詳しく示したのが図-8である。ここでは胃内の陸生昆虫を主要な目別に示した。摂食された昆虫の種類はハエ類,カメムシ,ヨコバイ類,ハチ,アリ類,甲虫類,ガ類,およびクモ類が主要なものであるが,幼魚の採捕地点,時期と陸生昆虫の種類に一定の傾向はみられない。特徴的なのは,全般的にガを高頻度に摂食していることであつた。とくに幼虫は6,8月の摂食陸生昆虫全体の35%を占めていた。

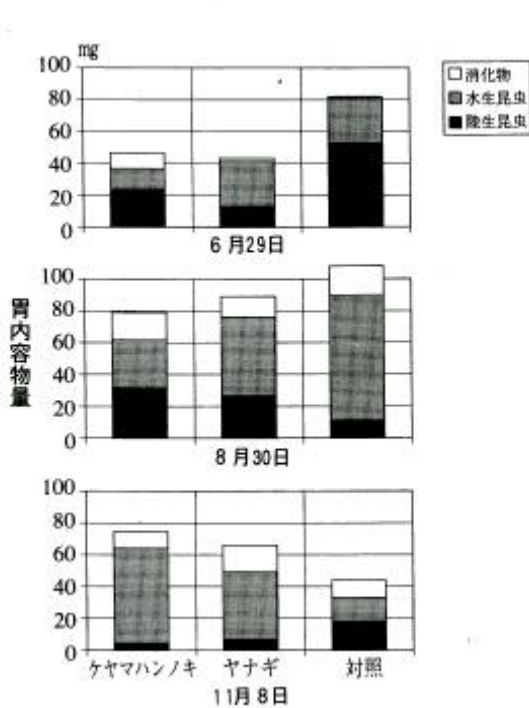


図-7 サクラマス(0+)の胃内容物

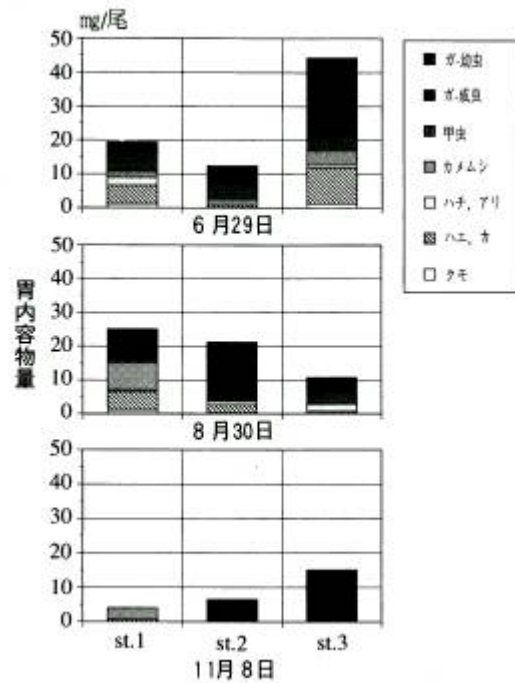


図-8 胃内容物(陸生昆虫)の内訳

胃内容物と落下昆虫の比較

今回の調査におけるサクラマス幼魚の胃内容物調査の結果、0+幼魚の餌昆虫の最大重量は、6月で49.7mg、11月では76mgであった。幼魚の餌昆虫サイズに関しては、真山(1992)による餌の体幅の報告があるが、ここでは便宜的に、50mgまでの重さの落下昆虫を摂食可能と想定してみた。図-9は図-6の落下昆虫から50mg以上の個体を除いて表示したものであるが、この場合大型のガ、トビケラ等は控除され、河畔林のある地点と対照区との間に落下昆虫量の有意な差は見られなくなった。この理由としては、今回の水盤トラップ法が界面活性剤を使用しているため、実際の川への落下よりもかなり多くのハエ類等、飛来昆虫を捕獲している可能性が高いことがあげられる。ここで仮に0+幼魚の生息密度を1尾/m²、1尾当たり1日の陸生昆虫採餌量を50mgとやや多めに見積もっても、摂食される陸生昆虫量は50mg/m²/日であり、これに大個体である1年成魚、アメマスの摂食を考慮しても、河川中で摂食される陸生昆虫はこの2~3倍程度と推定された。従って今回の結果では最も落下量の少なかった、中、下流区の対照区の平均落下量、約200mg/m²/日と比較しても、供給の方が上回ることになる。そこで、餌昆虫を内容面から評価するため、同時期に捕獲された落下昆虫内訳のみと較べた。図-10は6月、8月のサクラマス幼魚の捕獲日と同日に採集した落下昆虫の内訳と幼魚の胃内容物の内訳を並べて示したものである。ここでは上記したように桁違いの量が捕らえられたハエ類(St.1で約2000mg)は除き、その他で主要な6種目のみを示した。6月は落下昆虫で多いのはクモと甲虫であるが、クモは胃内容物中には少なかった。また、落下した甲虫はほとんどがハネカクシ科であり、胃内容物中では大部分がジョウカイボン科(*Podabrus*属)と、内容的に異なっていた。ハネカクシはSt.3で最も多く落下していたが、胃内容物中には少なかった。他方、ガの幼虫落下は先にも述べたように、ヤナギ林(St.2)で多いが、胃内容物中ではSt.3が特に多かった。また8月では、落下昆虫にはハチ、ガの成虫が多くなるが、胃内容物ではやはり、ガの幼虫が多かった。今回の落下昆虫トラップでは流水中の餌昆虫状況が正確に反映されているとは言えないが、仮に流下昆虫が図-10の落下昆虫の内訳と同じ比率で餌として存在していたと仮定してみる。各種目の昆虫が落下昆虫全体に占める割合を r 、同じ種目の餌が胃内容量に占める割合を p とし

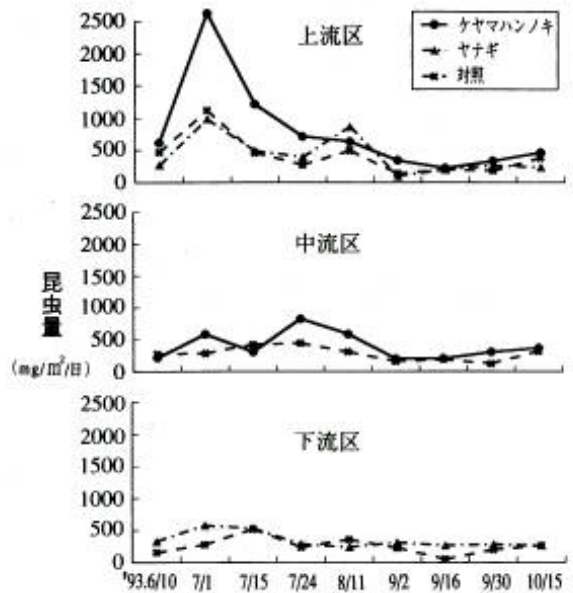


図-9 各調査地の落下昆虫量 (50mg以上の個体を除く)

表-2 各地点の幼魚の餌選択度

		ハチ・カメムシ・アリ	カメムシ・アブラムシ	甲虫	ガー幼虫	ガー幼虫	クモ
6月	St.1	0.62	0.23	0.15	0.80	*	-0.84
	St.2	-1.00	0.02	0.36	0.52	*	-1.00
	St.3	0.26	0.71	-0.78	0.89	-0.37	-0.82
8月	St.1	-0.85	0.45	0.70	1.00	0.09	-0.64
	St.2	1.00	-0.29	*	1.00	*	-1.00
	St.3	-0.81	*	1.00	1.00	-0.98	-0.09

数値は選択度指数(D)

*: 落下昆虫, 胃内容物のどちらにもあられず

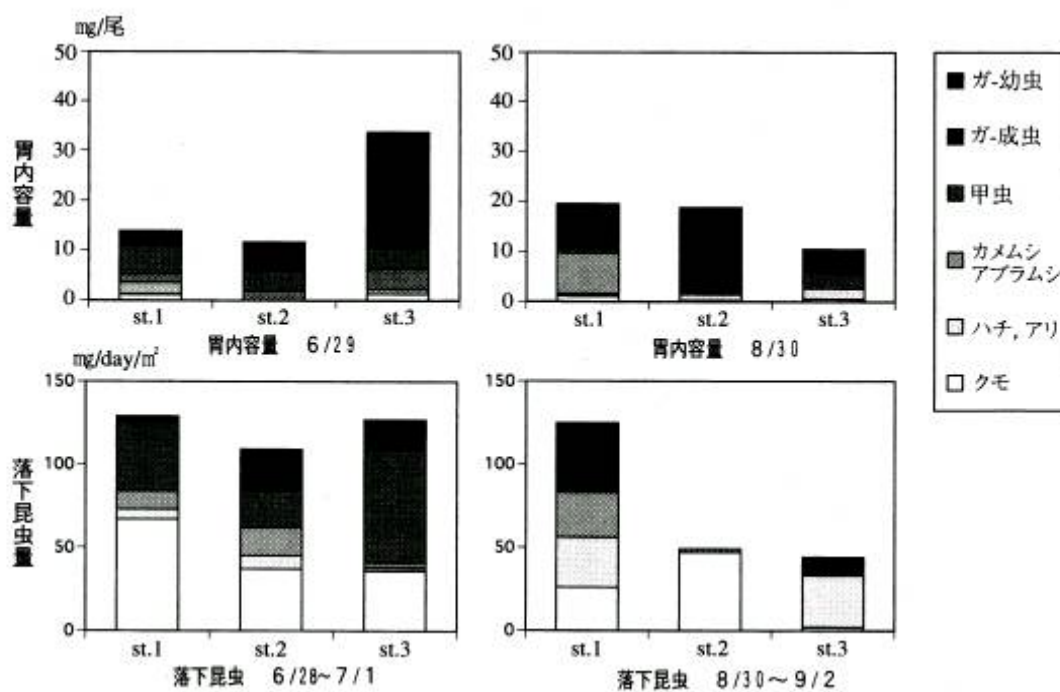


図-10 落下昆虫と胃内容物の内訳

てJACOBSの選択度指数(1974)を用いて幼魚の餌選好性を評価してみた(表-2)。計算式を以下に示す。

$$D(\text{選択度指数}) = (r - p) / (r + p - 2rp)$$

ここでは6月、8月各一回のサンプル比較のせいもあり、全体にDのばらつきが大きく、同じ種目の餌の選好性が地点によっては逆転(±)している。落下昆虫には多いにもかかわらず、あまり摂食されていなかったクモは、概ねDが-0.6未満と、幼魚が好まないことを示している。他方、ガの幼虫はいずれの地点もDが0.5以上と高い値を示しており、サクラマス幼魚はガの幼虫(イモ虫)を好んで摂食する傾向がうかがえた。このことは、これらを多く供給していたナガバヤナギ林等、河畔林の重要性を示唆するであろう。

おわりに

今回の結果では、胃内容物全体の6~7割は水生昆虫であり、餌の量だけを問題にすると河畔林の役割は少し弱い。河畔林により林冠がうっ閉すると、河床の付着藻類が減少するため、これを餌とする水生昆虫類(grazer)はオープンな場所に多いとの報告もある(FEMINELLAら1989)。一方、季節的には川中の水生昆虫の現存量が羽化のため減少する時期があり、6月の胃内容物(St.3)にみられたように陸生昆虫の供給がある時期の重要な餌資源となる可能性もある。また、今回とりあげなかった残留型の大個体(ヤマメ)やイワナ類にとっては大型の陸生昆虫も餌として重要と考えられる。したがって、今後は林冠の開放の程度と、シーズンを通しての流水中のトータルな餌量、ならびに採餌の関係を明らかにする必要があるが、餌供給面のみならず、魚の居住環境(Habitat)等も考慮した多面的な河畔林評価が必要となるであろう。

文 献

- FEMINELLA, J. W, Power, M. E. and RESH, V. H. 1989 Periphyton responses to invertebrate grazing and riparian canopy in three northern California coastal streams. *Freshwater Biology* 22 : 445-457
- HARPER, A. M. and STORY, T. P. 1962 Reliability of trapping in determining the emergence period and sex ratio of the Sugar-beet Root Maggot. *The Canadian Entomologist* 94 : 268-271
- 橋本 進・石田昭夫 1977 河川におけるサクラマス幼魚の摂餌について 北海道さけ・ます孵化場研究報告 31 : 13-20
- JACOBS, J. 1974 Quantitative measurements of food selection : a modification of the forage ratio and Ivlev' s electivity index. *Oecologia* 14 : 413-417
- 真山 紘 1992 サクラマス *Oncorhynchus masou*(BREVOORT)の淡水域の生活および資源培養に関する研究 北海道さけ・ます孵化場研究報告 46 : 1-156
- 長坂 有 1990 厚田川における河畔林の昆虫類-魚類への餌資源供給の視点から-日林北支論 38: 224-226
- 斎藤新一郎・成田俊司・長坂 有 1990 厚田川の河畔林に関する調査報告書 163 p
- 佐藤弘和・他 1995 積丹川における河畔林の水温上昇抑制機能とサクラマスの生息密度の関係日林北支論 43 : 60-62
- 田中哲夫 1985 溪流におけるサケ科魚類の生態 I, 溪流における餌生物の存在状態とイワナの食性 日生態会誌 35 : 481-504