



Title	北海道南部の大当別川における水生昆虫相とカジカ属魚類2種の食性
Author(s)	山本, 栄一; Yamamoto, Eiichi; 後藤, 晃 他
Citation	北海道大學水産學部研究彙報, 39(4), 237-256
Issue Date	1988-11
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/24007
Type	departmental bulletin paper
File Information	39(4)_P237-256.pdf



北海道南部の大当別川における水生昆虫相と
カジカ属魚類2種の食性

山本 栄一*・後藤 晃**
仲谷 一宏***・尼岡 邦夫***

**Aquatic Insect Fauna and Feeding Habits of Two
Cottus Species in the Daitobetsu River
of Southern Hokkaido**

Eiichi YAMAMOTO*, Akira GOTO**, Kazuhiro NAKAYA***
and Kunio AMAOKA***

Abstract

From May to December of 1976, the aquatic insect fauna, abundance and biomass, were investigated in the Daitobetsu River of southern Hokkaido. In addition, the stomach contents of the bottom dwelling fish *Cottus hangiongensis* and *C. nozawae* were also studied.

In the Daitobetsu River, approximately 70 species of aquatic insects were found, belonging to 33 families of the 7 orders, Ephemeroptera, Odonata, Plecoptera, Megaloptera, Trichoptera, Coleoptera and Diptera. The biomass of aquatic insects was generally high in spring and was low in autumn.

The stomach contents of the two *Cottus* species mostly consisted of the larvae of aquatic insects throughout the study period. The stomach fullness index was high in spring and decreased rapidly from summer to autumn, remaining very low throughout winter. This seasonal change of the fullness index corresponded to that of the biomass of aquatic insects. The two *Cottus* species fed on the aquatic insects according to their availability as prey, and fed on them both drifting and directly from the bed of stream.

In the area of sympatry during summer, *C. hangiongensis* fed mainly on drifting aquatic insects, while *C. nozawae* fed on benthic aquatic insects. Analysis of Ivlev's electivity indexes showed that in summer the two species partitioned the microhabitat dietarily. However, the diet composition of the two species was similar in winter when habitat partitioning disappeared.

We hypothesise that the feeding habits of the two *Cottus* species are basically similar, and that the difference of diet found between the two species in summer is attributable to their habitat partitioning.

* 鳥取県栽培漁業試験場
(Tottori Prefectural Laboratory of Aquaculture)
** 北海道大学水産学部発生学遺伝学講座
(Laboratory of Embryology and Genetics, Faculty of Fisheries, Hokkaido University)
*** 北海道大学水産学部水産動物学講座
(Laboratory of Marine Zoology, Faculty of Fisheries, Hokkaido University)

緒 言

溪流に生息する魚類の多くはその餌生物として、主に水生および陸生昆虫を利用している。特に、水生昆虫は河川生態系において、第二次生産者としての海におけるプランクトンのそれに相当する役割を持ち、そこに生息する魚類の生育に欠くことのできない条件である。一方、溪流に落下した陸生昆虫も、サクラマスやイワナなどのサケ科魚類の餌生物として重要な役割を有している。それゆえ、溪流性魚類の生態研究、とりわけ食性に関する研究には、餌生物としての昆虫相の調査が不可欠である。

水生昆虫の研究は欧米で古くから行われており、例えば Hynes (1961) は、イギリスに分布する多数の水生昆虫のあらゆるステージの幼虫が種まで容易に同定されうる状態であると述べている。また、多くの河川について水生昆虫相に関する報告がなされており、それと対応させた魚類の食性に関する研究も少なくない (Allen, 1941; Hynes, 1961; Chaston, 1969; Elliott, 1970, 1973)。中でも、Elliott (1967a, b, c, 1968, 1970) は、水生昆虫の生活史と流下現象を調査し、それとブラウントラウト (*Salmo trutta*) の食性との関係を詳細に検討している。

日本では水生昆虫成虫の記載は比較的古くから行われてきたが、幼虫に関する研究の歴史は浅く、研究者も少ない。津田 (1962) は水生昆虫全般についての総説を著し、その検索に広く利用されてきたが、なお未記載の種や、成虫と幼虫の関係などにおいて不明な点が多く残されていた。しかし、最近になって、川合 (1985) の「日本産水生昆虫検索図説」が出版され、こうした点が大幅に改善されるに至った。

一方、溪流性魚類の食性に関する調査報告は比較的多くみられる (津田, 1967; Honma, 1972; 上原, 1973)。特に、Honma (1972) は周年を通して獲られた多数のイワナについて胃内容物の調査を行い、その食性の季節変化を論じている。しかし、調査水域の水生昆虫相を明らかにした上での魚類の食性研究は極めて少なく、著者らの知る限りでは、ヨシノボリ (Sawara, 1978) とイワナ (Furukawa-Tanaka, 1985) に関する報告があるにすぎない。

北海道においては、1960年頃までは水生昆虫についての基礎的研究が乏しく、また魚類の食性に関する研究も少なかった。しかし、近年サケ・マス孵化放流事業の一環として、各地の河川で餌生物としての水生昆虫についての調査が行われたこともあって、水生昆虫や魚類の食性に関する研究は一定の蓄積をみるに至った (川合, 1966; 阿刀田ら, 1969; 阿刀田・今田, 1972a, b; 河村, 1978; 帰山, 1979; 後藤ら, 1979; 後藤, 1981)。

本研究では、1976年5月から12月にかけて、北海道南部の大当別川において実施した水生昆虫相とその現存量に関する調査結果を報告すると共に、そこに生息する主要な底生魚であるカンキョウカジカ *Cottus hangiongensis* とハナカジカ *C. nozawae* の食性について、水生昆虫に関する結果と対応させて検討した。

本文に入るに先立ち、研究の過程で指導と助言を頂いた北海道大学前教授、故五十嵐孝夫博士に深く感謝の意を表す。また、水生昆虫の同定にあたり御教授頂いた、同大学農学部昆虫学講座に在籍していた服部寿夫氏、及び採集に協力頂いた、当時同大学水産学部学生の石野健吾氏 (現在、北海道立網走水産試験場) に心より感謝する。米国アラスカ大学ジュノー校の W.W. Smoker 博士には本論文の英文添削をお願いした。記して厚く感謝の意を表す。

調査河川の概要と調査方法

調査河川の概要

北海道の渡島半島南部に位置する大当別川は桂岳 (標高 735 m) に源を発し、南流して上磯郡

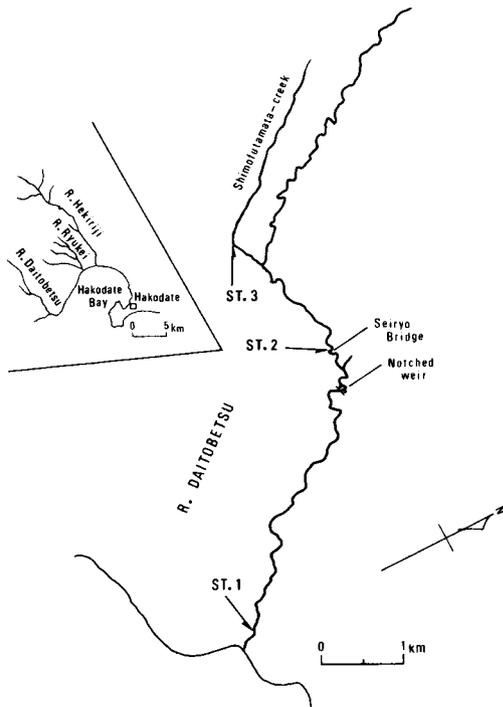


Fig. 1. Map of the Daitobetsu River and the study sites.

当別において津軽海峡に注ぐ、流程約 17 km の急峻な勾配の小河川である。河口より約 5 km 上流地点で本流と下二股沢に分岐する。この下二股沢とその下流部の本流に 3 調査地点 (St. 1-3) を設けた (図 1)。各調査地点の環境条件の概要は以下の通りである。

St. 1: 河口より 200 m 上流に位置する。標高約 5 m であるが、河川形態は中流型 (水野・御勢, 1972) を呈し、川幅は 4-8 m である。水流は比較的速く清冽である。底質は砂利の多い石礫からなり、沈み石が卓越している。ここでの生息魚種はアメマス、カンキョウカジカ、エゾハナカジカ、ウキゴリ (中流型、淡水型) を含め、約 10 種からなる。St. 2: 河口より 3.5 km 上流、標高約 50 m にある。中間溪流型を呈し、川幅は 2-5 m である。St. 1 に比べて、淵、瀬を通して水位が深く、流れも速い。底質は大型の石礫からなり、浮き石が多い。生息魚種は、サクラマス、アメマス、ハナカジカ、カンキョウカジカ、ウキゴリ (中流型) およびヨシノボリ (ルリ型) の 6 種である。St. 3: 本流との分岐点から約 300 m 上流の下二股沢に位置し、標高約 75 m である。川幅は 1.5-3 m で、中間溪流型を呈する。水量は少なく、緩い勾配で小規模な淵と瀬が連続する。周りは林に覆われ、夏期でも太陽光の照射が少ない。底質は主に巨礫からなるが、ところどころに岩盤が露出している。生息魚種はサクラマス、アメマス、ハナカジカが多く、カンキョウカジカも少数分布する。

調査方法

1976 年 5 月上旬から 12 月中旬までの期間に、上記した 3 地点で水生昆虫とカジカ属 2 種 (カンキョウカジカとハナカジカ) の調査・採集を行った。各月の各地点における調査は、同一日の 11 時 (St. 1), 13 時 (St. 2), 15 時 (St. 3) にそれぞれ行った。

水生昆虫については、調査地点毎に 0.125 m² の定量採集と非定量採集を行った。定量採集には

Table 1. Number of specimens of two *Cottus* species observed in this study.

Species	Station	Month										Total
		May	Jun. 1	Jun. 2	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.		
<i>C. hangiongensis</i>	1	9	5	3	4	6	5	10	4	3	49	
	2	—	9	3	7	6	10	5	2	1	43	
<i>C. nozawae</i>	2	4	8	11	6	12	19	6	10	4	80	
	3	—	3	4	6	7	16	5	8	—	49	

25 cm 方形枠付きサバーネット (津田, 1962) を用い、各調査地点で毎回 2 度ずつ行い、それらを合わせて各地点の標本とした。また、非定量採集に際しては、魚類の食性を検討する上で重要と思われる水生昆虫の生態的特性についても観察した。各調査地点での採集場所は平瀬と早瀬の移行部に設けた。得られた資料は 5% ホルマリン溶液で固定した。定量採集標本は双眼実体顕微鏡下で分類、計数し、化学天秤を用いて mg 単位まで湿重量を求めた。なお、水生昆虫の分類・同定は、主に津田 (1962)、上野 (1973) および川合 (1985) に基づいて行った。また、水生昆虫成虫および陸生昆虫の査定、および生活史などの生態学的知見については、中根ら (1963)、朝比奈ら (1965)、内田ら (1970)、上野ら (1971) を参照した。

各調査地点でのカジカ属魚類の採集は三角網を用いて行った。得られた魚は直ちに 10% ホルマリン溶液で固定された。夏期に採集された大型の個体については、同溶液に浸漬することに加え、腹腔内にホルマリン原液を少量注入して固定した。保存標本のうち、カンキョウカジカ *Cottus hangiongensis* とハナカジカ *C. nozawae* の体長 7 cm 以上の個体について体重と標準体長を測定した。その後、胃を摘出して胃内容物重量を測定すると共に、内容物の分類と計数を行った。そして、各個体の充満度を、胃内容物重量 (mg)/体重 (g)×1000 によって、また肥満度を、(体重-胃内容物重量, g)/標準体長 (mm)×1000 によって求めた。また、カジカ類の餌生物に対する選択性を検討するために、イヴレフの選択指数 $E_i = r_i - P_i / r_i + P_i$ (ただし、 r_i は i という種類の餌が胃内容物中に占める割合、 P_i はその環境中に占める役割) を求めた (Ivlev, 1955)。食性の調査に用いられたカジカ属 2 種の全標本数は、カンキョウカジカ 92 個体、ハナカジカ 129 個体であり、その各調査地点での月毎の標本数は表 1 に示された通りである。なお、ここで言うハナカジカとは、本調査実施後にエゾハナカジカ *C. amblystomopsis* と区別された、大卵型の河川陸封種のことである (後藤, 1975a, b; Goto, 1980)。また、6 月には 1 日 (Jun. 1 と記す) と 29 日 (Jun. 2) の 2 回、調査・採集を実施した。

結 果

水生昆虫相および現存量

1) 水生昆虫相

本調査期間に大当別川で採集、記録された水生昆虫を Table 2 に示した。それらは、蜉蝣目 7 科 21 種、蜻蛉目 3 科 4 種、襖翅目 6 科 9 種、広翅目 1 科 1 種、毛翅目 9 科 23 種、鞘翅目 2 科 2 種および双翅目 5 科 8 種の合計 7 目 33 科 68 種である。

2) 現存量および生態学的知見

各調査地点 (St. 1-3) における定量採集標本を用いて、水生昆虫の個体数と現存量を目毎に集計し、その時期的変化を示した (図 2)。

Table 2. Aquatic insects found in the Daitobetsu River from May to December, 1976.

Order Ephemeroptera	Order Trichoptera
Family Siphonuridae	Family Stenopsychidae
1. <i>Isonychia japonica</i> Ulmer	36. <i>Stenopsyche marmorata</i> Navas
2. <i>Ameletus costalis</i> Matsumura	Family Philopotamidae
Family Heptageniidae	37. <i>Dolophilodes</i> sp.
3. <i>Epeorus aesculus</i> Imanishi	Family Hydropsychidae
4. <i>E. latifolium</i> Uéno	38. <i>Hydropsyche brevilineata</i> (Iwata)
5. <i>E. ikanonis</i> Takahashi	39. <i>H. orientalis</i> Martynov
6. <i>Ecdyonurus yoshidae</i> Takahashi	Family Rhyacophilidae
7. <i>Rhithrogena japonica</i> Uéno	40. <i>Rhyacophila tranquilla</i> Tsuda
8. <i>Cinygma</i> sp.	41. <i>R. nigrocephala</i> Iwata
Family Baetidae	42. <i>R. kawamurae</i> Tsuda
9. <i>Baetis</i> sp.	43. <i>R. kuwayamai</i> Schmidt
10. <i>Baetiella japonica</i> Imanishi	44. <i>R. shikotsuensis</i> Iwata
Family Leptophlebiidae	45. <i>R. hokkaidensis</i> Iwata
11. <i>Paraleptophlebia spinosa</i> Uéno	46. <i>R. yamanakensis</i> Iwata
Family Ephemerellidae	47. <i>R. brevicephala</i> Iwata
12. <i>Ephemerella cryptomeria</i> Imanishi	48. <i>Apsilochorema sutshanum</i> (Martynov)
13. <i>E. trispina</i> Uéno	Family Glossosomatidae
14. <i>E. rufa</i> (Imanishi)	49. <i>Glossosoma altaicum</i> Martynov
15. <i>E. nigra</i> Uéno	50. <i>G. inops</i> (Tsuda)
16. <i>E. setigera</i> Bajkova	51. <i>Agapetus</i> sp.
17. <i>E. orientalis</i> Tshernova	Family Phryganeidae
18. <i>E. japonica</i> Gose	52. <i>Eubasilissa regina</i> (McLachlan)
19. <i>E.</i> sp.	Family Brachycentridae
Family Caenidae	53. <i>Brachycentrus</i> sp. BA
20. <i>Caenis</i> sp.	54. <i>Microsema</i> sp. MA
Family Ephemeridae	Family Limnephilidae
21. <i>Ephemerella japonica</i> McLachlan	55. <i>Apatania</i> sp.
Order Odonata	56. <i>Nothopsyche</i> sp. NA
Family Calopterygidae	57. <i>Goera japonica</i> Banks
22. <i>Mnais pruinosa</i> Selys	Family Lepidostomatidae
23. <i>Calopteryx cornelia</i> Selys	58. <i>Neoseverinia crassicornis</i> (Ulmer)
Family Epiophlebiidae	Order Coleoptera
24. <i>Epiophlebia superstes</i> Selys	Family Dytiscidae
Family Gomphidae	59. <i>Platambus</i> sp.
25. <i>Davidis moiwanus</i> (Okumura)	Family Helodidae
Order Plecoptera	60. <i>Helodes</i> sp.
Family Taeniopterygidae	Order Diptera
26.	Family Tipulidae
Family Nemouridae	61. <i>Tipula</i> sp.
27. <i>Amphinemura</i> sp.	62. <i>Antocha</i> sp.
Family Capniidae	63. <i>Eriocera</i> sp. EB
28.	64. <i>Pedicia</i> sp.
Family Perlodidae	Family Blepharoceridae
29. <i>Isoperla asakawae</i> Kohno	65. <i>Amica infuscata minor</i> Kitakami
Family Perlidae	Family Simuliidae
30. <i>Kamimuria tibialis</i> (Pictet)	66.
31. <i>K. quadrata</i> Klápálek	Family Chironomidae
32. <i>Gibosia jezoensis</i> Okamoto	67.
33. <i>Caroperla pacifica</i> Kohno	Family Athericidae
Family Chloroperlidae	68. <i>Suragina caeruleascens</i> (Brunetti)
34. <i>Sweltsa abdominalis</i> (Okamoto)	
Order Megaloptera	
Family Corydalidae	
35. <i>Protohermes grandis</i> Thunberg	

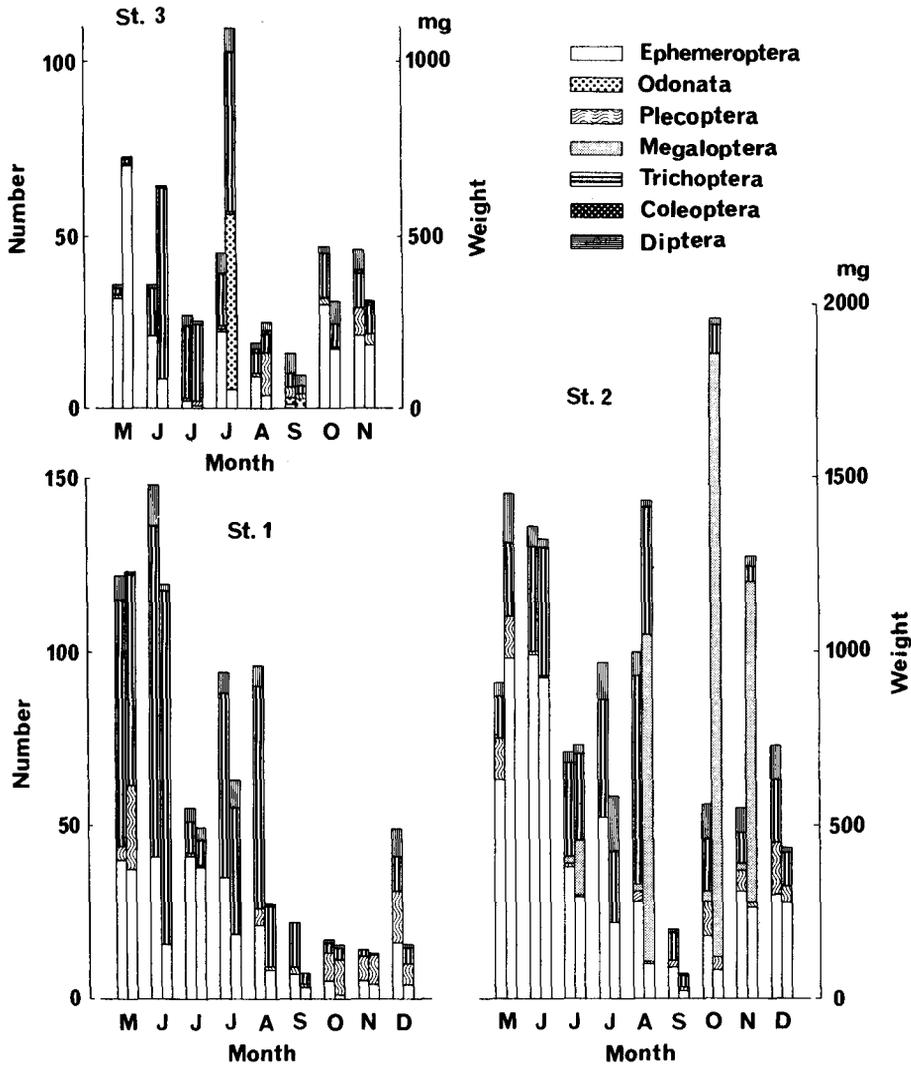


Fig. 2. Monthly change in number and wet weight of aquatic insects collected by quantitative sampling in each of 3 sites on the Daitobetsu River in 1976.

St. 1 においては、5, 6 月にミヤマタニガワカゲロウ属、カミムラカワゲラおよびヤマトビゲラ属などの越冬世代幼虫が出現するとともに、7, 8 月にはマダラカゲロウ属とヤマトビゲラ属の夏期世代幼虫が多数出現し、個体数および現存量とも高い値を示した。しかし、秋以降には越冬世代幼虫の出現が少なく、現存量も低い値を示した。St. 2 では、5 月に主に蜉蝣目の越冬世代幼虫の出現によって高い現存量を示した。その後、この越冬世代幼虫は羽化し消失したが、マダラカゲロウ属などの夏期世代幼虫が出現したために高い現存量が維持された。9 月には、夏期世代幼虫が羽化消失したために、極めて低い現存量しか認められなかった。しかし、その後エルモンヒラタカゲロウやミヤマタニガワカゲロウ属などの豊富な越冬世代幼虫の出現により、個体数と現存量は

増加した。なお、8月、10月と11月の標本には、ヘビトンボの大型幼虫が混入したために極めて高い現存量を示した。St. 3では、5月に蜉蝣目の越冬世代幼虫が多く出現したために、高い現存量を示した。しかし、6月から9月の期間には夏期世代幼虫はわずかしこ出現せず、全般的に低い現存量であった。このうち、6月1日と7月には高い現存量が認められたが、それはムカシトンボあるいはヒゲナガカワトビケラの大型幼虫が採集標本に入ったためであり、偶発的なものであろう。10月以降には、越冬世代幼虫が多数出現し、個体数と現存量が共に増加した。

以上のように、本流下流部の St. 1 では、現存量は夏期に高く、冬期に低い。対照的に、上流の支流 St. 3 では現存量は夏期に低く、冬期に高い。そして、本流中流部の St. 2 では、夏期および冬期とも豊富な現存量を示すという特徴が認められた。

定量採集した標本の時期別水生昆虫の種組成と出現頻度(表3)、およびそれらの出現時期と生態的知見について、カジカ属2種の食性を検討する上で重要と思われるものを中心にその特徴を概説する。

蜉蝣目幼虫は7科21種が記録された。このうち、ヨシノマダラカゲロウとミットゲマダラカゲロウは5月から8月の期間に限って多数出現した。マダラカゲロウ属幼虫はすべて緩やかな匍匐運動を示し、河川内の至るところに分布したが、水流の極めて強い早瀬では個体数が少なかった。コカゲロウ属幼虫は全地点で多数みられたが、特に St. 2 では全期間を通して出現した。5月に得られた個体の多くは大型の越冬老熟個体であったが、夏期に採集されたものはそれより幾分小型であり、明らかに春期以降に発生した夏期世代幼虫であろうと推定された。エルモンヒラタカゲロウは全地点、全期間を通して多数出現した。5月および冬期には、大型の越冬世代幼虫が卓越したが、夏期には小型の夏期世代幼虫の出現が認められた。水流によく適応した扁平な体形をした本種の幼虫は早瀬に多く、特に急流中の大きな岩石には極めて多数の個体が認められた。シロタニガワカゲロウは6月から9月の期間にのみ出現した。ヒラタカゲロウ属幼虫と同様に、急流によく適応した種であるが、その分布は早瀬に少なく平瀬に多いというように、エルモンヒラタカゲロウの分布とは対照的であった。

毛翅目幼虫は9科23種が記録された。このうち、ヤマトビケラ属幼虫は St. 1 と St. 2 において明らかに二化性であり、2世代が出現することが認められた。ヤマトビケラ科幼虫は、小石からなる半楕円形の巢筒を有し、石面に付着しているのが観察された。平瀬から早瀬の流心部に至るまではほぼ一様に分布し、特に凹凸の激しい石面に多くみられた。前蛹および蛹の入っている巢筒は、強く岩面に固着していた。各ステージにおいて、巢筒の分布に違いは認められなかった。造網型毛翅目幼虫であるコガタシマトビケラは、St. 1 と St. 2 で春期および夏期に出現した。また、ウルマーシマトビケラは全地点を通して全期間に多数出現した。両種とも河床の石面のくぼみに糸をはいて網状に造巣し、その中に潜む習性が観察された。コエグリトビケラ的一种およびニンギョウトビケラは、春期から夏期の間小石からなる巢筒を持った大型個体が採集されたのに対し、冬期には両種とも微細な砂つぶからなる巢筒を持つ若齢幼虫として観察された。オオカクツトビケラは全地点で全期間にわたって多数出現した。本種幼虫は植物質の角型巢筒を有すると記されてきた(津田, 1962)。しかし、若齢幼虫は、コエグリトビケラやニンギョウトビケラの若齢幼虫と同様に、砂つぶの円筒形巢筒を有しており、成長に伴って植物質の巢筒へ移行することが観察された。本種は河床の石面にミノムシに似た状態で付着しており、水流の緩い平瀬や早瀬の瀬脇に多くみられた。

双翅目幼虫は5科8種が記録された。ブユ科幼虫は全地点で出現した。特に、夏期に St. 2 では早瀬の流心部に位置する大型の岩石の表面に集団で固着しているのが観察された。ユスリカ科幼虫はごく普通に採集されたが、春期に St. 1 で特に多く採集された。生息場所は淵尻や平瀬などの流れの緩慢なところであり、シルトの覆った石の表面や石間のシルトに潜んでいる個体が多く観

Table 3. Wet weight (mg) and number (in parentheses) of aquatic insects found in the monthly non-quantitative samples or in the stomach contents of sculpins.

	St. 1										May	Jun. 1	Jun. 2	
	May	Jun. 1	Jun. 2	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.					
<i>I. japonica</i>		1(1)	24(3)											6(3)
<i>A. costalis</i>	13(1)											+	4(1)	
<i>E. aesculus</i>														
<i>E. latifolium</i>	+	15(3)	20(2)	22(6)	13(8)	17(3)	6(1)	22(1)				539(23)	510(29)	39(6)
<i>E. ikanonis</i>					+									
<i>E. yoshidae</i>				7(2)										3(1)
<i>R. japonica</i>			7(2)	8(2)	1(1)	15(4)								
<i>Cinygma</i> sp.	280(26)	8(4)						11(1)	10(1)			139(14)	45(5)	
<i>Baetis</i> sp.	9(3)	2(2)	11(5)		1(2)				2(1)			34(7)	11(8)	9(6)
<i>B. japonica</i>	+	1(1)	3(1)									+	+	+
<i>P. spinosa</i>	15(2)		2(1)					5(4)	5(2)	28(14)		91(10)	+	1(1)
<i>E. cryptomeria</i>		63(21)	310(26)	150(25)	60(8)							1(1)	225(48)	126(15)
<i>E. trispina</i>	6(6)	65(9)										34(2)	82(5)	18(1)
<i>E. rufa</i>														+
<i>E. nigra</i>	52(2)								2(1)	+		140(5)		
<i>E. setigera</i>													5(1)	7(4)
<i>E. orientalis</i>												2(1)	8(1)	
<i>E. japonica</i>														
<i>E. sp.</i>			3(1)											
<i>Caenis</i> sp.														+
<i>E. japonica</i>					6(2)							+	38(1)	83(1)
<i>M. pruinosa</i>												+		
<i>C. cornelia</i>	+													
<i>E. superstes</i>													+	
<i>D. mawamui</i>												+		
Taeniopterygidae									1(1)	3(1)				
<i>Amphinemura</i> sp.												38(10)		
Capniidae												14(12)		
<i>I. asakawae</i>	85(1)									5(2)		78(1)		
<i>K. tibialis</i>	137(2)				11(5)	7(2)	99(7)	73(2)	40(1)			+		
<i>K. quadrata</i>												6(1)		
<i>G. jezoensis</i>														5(1)
<i>C. pacifica</i>	19(1)													
<i>S. abdominalis</i>	+		2(1)				3(1)	6(2)	3(1)			+	1(1)	
<i>P. grandis</i>	+											+	+	160(2)
<i>S. marmorata</i>	+			158(2)	26(1)							101(1)		
<i>Dolophilodes</i> sp.														
<i>H. brevilineata</i>	6(2)	37(10)	17(2)	10(2)		1(1)							+	60(11)
<i>H. orientalis</i>	47(2)	36(3)	13(2)		2(1)	23(9)	41(2)	5(2)	8(2)			57(4)	70(5)	78(5)
<i>R. tranquilla</i>												+		
<i>R. nigrocephala</i>														24(1)
<i>R. kawamurae</i>					1(1)					26(2)		+		
<i>R. kuwayamai</i>	+											17(1)		
<i>R. shikotsuensis</i>														
<i>R. hokkaidensis</i>														
<i>R. yamanakensis</i>			+											
<i>R. brevicephala</i>														
<i>A. sutshanum</i>	+		15(1)	+	52(4)							+	+	
<i>Glossosoma</i> spp.	446(52)	911(81)		195(47)	92(56)	6(2)	+					26(4)	108(7)	+
<i>Agapetus</i> sp.														
<i>E. regina</i>														
<i>Brachycentrus</i> sp. BA	52(2)				+	4(1)	+	+	+			+		
<i>Microsema</i> sp. MA	4(1)	+	+											
<i>Apatania</i> sp.	8(1)		+		3(1)	+						5(1)	+	11(2)
<i>Nothopsyche</i> sp. NA														+
<i>G. japonica</i>	+	+						1(1)	+			+	79(2)	54(3)
<i>N. crassicornis</i>	46(11)	38(1)	31(4)	10(2)	+	+		1(1)	+	13(6)		3(1)	112(16)	23(5)
<i>Platambus</i> sp.														
<i>Helodes</i> sp.														
<i>Tipula</i> sp.	+				3(1)							+		
<i>Antocha</i> sp.	1(1)	13(5)	36(3)		2(1)	+	+	+		3(1)			1(1)	+
<i>Eriocera</i> sp. EB	+			77(1)								134(1)	20(1)	+
<i>Pedicia</i> sp.	+											2(1)	+	
<i>A. infusata</i>												+		
Simuliidae	+	+		+								4(1)	+	3(1)
Chironomidae	4(6)	5(7)	1(1)	3(5)	2(4)	+	1(1)	+		4(6)		1(1)	2(4)	+
<i>S. caeruleus</i>												+	+	23(2)
	1230 (122)	1195 (148)	495 (55)	630 (94)	275 (96)	73 (22)	155 (17)	130 (14)	156 (49)			1452 (91)	1321 (136)	731 (71)

Table 4. Composition of stomach contents and the average number of each item found in *Cottus hangiongensis*. The figures represent the number calculated per 10 sculpins.

	St. 1									St. 2							
	May	Jun. 1	Jun. 2	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Jun. 1	Jun. 2	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.
<i>E. latifolium</i>	1.1		3.3	2.5				2.5		1.1	3.3	1.4	1.7	1.0		5.0	
<i>E. ikanonis</i>					1.7												
<i>E. yoshidae</i>												1.4	5.0	1.0			
<i>Cinygma</i> sp.	8.9									4.4					2.0		
<i>Baetis</i> sp.	6.7	16.0	6.7		1.7					18.9	243.3	24.3	15.0	5.0		5.0	
<i>B. japonica</i>		2.0								2.2							
<i>E. cryptomeria</i>		8.0	10.0		1.7					2.2	13.3	1.4	6.7				
<i>E. trispina</i>	2.2									1.1							
<i>E. rufa</i>											20.0						
<i>E. nigra</i>														1.0			
<i>E. setigera</i>																5.0	
<i>I. asakawae</i>	2.2																
<i>K. tibialis</i>													1.7				
<i>S. abdominalis</i>								2.5								10.0	
<i>P. grandis</i>																5.0	
<i>H. brevilineata</i>			6.7							1.1							
<i>H. orientalis</i>		2.0					3.0	5.0		8.9						15.0	
<i>R. tranquilla</i>																5.0	
<i>R. kawamurae</i>																	10.0
<i>R. kuwayamai</i>									3.3								
<i>R. yamanakensis</i>		2.0															
<i>A. sutsuhanum</i>										1.1							
<i>Glossosoma</i> spp.	12.2	10.0		12.5	1.7	6.0	4.0			8.9		11.4	3.3	3.0		5.0	
<i>Brachycentrus</i> sp. BA														1.0			
<i>Microsema</i> sp.		2.0	3.3														
<i>Apatania</i> sp.			10.0			2.0											
<i>G. japonica</i>							1.0	18.0		1.1	3.3		5.0				
<i>N. crassicornis</i>	10.0	6.0	43.3	2.5		8.0	31.0	45.0	6.7	1.1				3.0	2.0	10.0	10.0
<i>Antocha</i> sp.			6.7			2.0	3.0	5.0		3.3	3.3	2.9			2.0	10.0	
<i>Eriocera</i> sp. EB	1.1										6.7						
Simuliidae	2.2	6.0		2.5						33.3		1.4	68.3				
Chironomidae	143.3	266.0	23.3			2.0		5.0	6.7	75.6	73.3	4.3	25.0	1.0	4.0		10.0
Porcellio							2.0										
Millipedes							2.0										
Gammarus							16.0										
Egg of salmonid fish									6.7								

Table 5. Composition of stomach contents and the average number of each item found in *Cottus nozawae*. The figures represent the number calculated per 10 sculpins.

	St. 2									St. 3						
	May	Jun. 1	Jun. 2	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Jun. 1	Jun. 2	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.
<i>I. japonica</i>				1.7												
<i>A. costalis</i>		2.5														
<i>E. latifolium</i>		3.8	0.9	1.7												1.3
<i>E. yoshidae</i>		1.8	1.8	1.7	2.5											
<i>R. japonica</i>				1.7		1.6										
<i>Cinygma</i> sp.	45.0									3.3					2.0	2.5
<i>Baetis</i> sp.		1.3	43.6		2.5	3.2		1.0						0.6		8.6
<i>B. japonica</i>	2.5		1.8													
<i>E. cryptomeria</i>		3.8	5.5		0.8					10.0	10.0	1.7				
<i>E. trispina</i>	2.5	1.3								6.7						
<i>E. rufa</i>			0.9					1.0								
<i>E. nigra</i>														0.6		2.5
<i>E. setigera</i>		1.3														
<i>E. japonica</i>								1.0								
<i>E. japonica</i>			0.9					1.0								
<i>E. surperstes</i>														1.3		1.3
<i>D. moiwanus</i>					0.8	0.5		1.0								
Capniidae	2.5								2.5							
<i>I. asakawae</i>																1.3
<i>K. tibialis</i>						0.5		1.0								
<i>S. abdominalis</i>								1.0							2.0	
<i>H. orientalis</i>			0.9			3.2	1.7					1.4	1.9		2.5	
<i>R. tranquilla</i>						0.5	1.7		2.5						2.0	
<i>R. kuwayamai</i>						1.1				6.7						
<i>Glossosoma</i> spp.	5.0	7.5	0.9	6.7	10.0	1.1	6.7				2.5	3.3	1.4			
<i>Brachycentrus</i> sp. BA					0.8	0.5									2.0	1.3
<i>Apatania</i> sp.		3.8								6.7						
<i>Nothopsyche</i> sp. NA			0.9							3.3						
<i>G. japonica</i>		3.8	8.2		5.0	1.1			2.5	10.0	2.5					1.3
<i>N. crassicornis</i>	5.0	10.0	19.1	11.7		6.8	3.3	40.0	10.0	3.3	7.5	1.7	2.8	8.1	22.0	5.0
<i>Helodes</i> sp.						0.5	1.7									
<i>Tripula</i> sp.								3.0								
<i>Anthcha</i> sp.		5.0	1.8					1.0								
<i>Eriocera</i> sp. EB			0.9													
<i>Pedicia</i> sp.		1.3														
Simuliidae									2.5				1.4			
Chironomidae	30.0		52.7	1.7		1.1				15.0	3.3	12.5		0.6		1.3
Gordius						0.5										
Oligochaeta						0.5		1.0	2.5					0.6		
Land-snail			0.9		1.6											
Porcellio						0.5										2.5
Gammarus								3.0								2.5
Hymenoptera larva			0.9													1.3
Diptera larva												1.7			8.0	
Lepidoptera larva			1.8													
Egg of salmonid fish								1.0						4.4		

山本ら：水生昆虫相とカジカ属2種の食性

察された。

カンキョウカジカおよびハナカジカの食性

St. 1 においては、カンキョウカジカのみが瀬と淵のいずれの河床からも採捕された。St. 2 ではカンキョウカジカが主に瀬で、ハナカジカが瀬と淵の両方で採捕され、両種の生息密度は他の調査地点よりも著しく高かった。St. 3 ではほとんどハナカジカのみが採捕された。

1) 両種の胃内容物

カンキョウカジカとハナカジカの胃内容物の組成と数量を地点別、月別に、それぞれカジカ 10 個体当りの出現数に換算して示した (表 4 & 5)。表 4 と 5 から明らかなように、両種とも胃内容物中の餌生物は大部分水生昆虫から成った。

St. 1 におけるカンキョウカジカの胃中には、ヤマトビケラ属幼虫とオオカクツツビケラが 5-12 月の期間を通して多く出現した。春期にはユスリカ科幼虫が多量に摂食されており、春期および夏期にはヨシノマダラカゲロウ、コカゲロウ属幼虫およびブユ科幼虫が多く摂食されていた。冬期にはニンギョウトビケラが多く出現し、またオオカクツツビケラも比較的多かった。なお、10 月にはサケ科魚類の卵を摂食していた個体が認められた。St. 2 でのカンキョウカジカの胃内容物中には、春期および夏期にコカゲロウ属幼虫が多量に出現した。この外、ヨシノマダラカゲロウ、エルモンヒラタカゲロウ、シロタニガワカゲロウ、ヤマトビケラ属幼虫、ブユ科幼虫および、ユスリカ科幼虫も多く摂食されていた。増水のあった 6 月 29 日には、マダラカゲロウ属幼虫、コカゲロウ属幼虫、ユスリカ科幼虫が著しく多数摂食されていた。オオカクツツビケラは秋以降わずかに摂食されていたに過ぎなかった。この地点では水生昆虫以外の動物は胃内容物中に全くみ

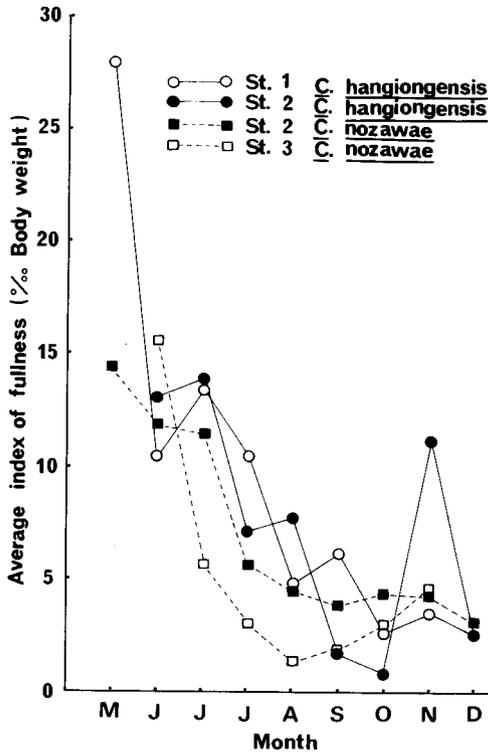


Fig. 3. Monthly change of average fullness indexes of stomachs in two *Cottus* species.

られなかった。

St. 2におけるハナカジカの胃中には、もっとも多種多様な餌生物が認められた。5-12月を通してヤマトビケラ属幼虫とオオカクツツビケラが多く出現した。また、夏期にはヨシノマダラカゲロウ、エルモンヒラタカゲロウ、シロタニガワカゲロウおよびニンギョウトビケラが多く摂食されていた。増水があった6月29日にはコカゲロウ属幼虫とユスリカ科幼虫が多量に摂食されていた。この外、調査期間を通してハリガネムシ、ヨコエビなどの水生動物やミミズ、ワラジムシなどの陸生動物を摂食していた個体が認められた。St. 3でのハナカジカの胃内容物には、夏期にヨシノマダラカゲロウとヤマトビケラ属幼虫が多量に出現した。また調査期間を通して、オオカクツツビケラが比較的多く摂食されていた。

これらカジカ属2種が摂食していた水生昆虫のサイズについてみると、5,6月には越冬後の大型高齢幼虫が多く、7月以降は小型の若齢幼虫がその主体となることが認められた。

2) 両種の充満度および肥満度

カンキョウカジカとハナカジカの平均胃充満度の経時変化を地点別に示した(図3)。ただし、平均充満度の計算に際しては、ヨコエビ、ミミズなどの大型動物を摂食していた個体はその値が著しく高かったので除外された。充満度は、2種ともいずれの地点でも春期に高く、夏期から秋期に著しく低下した。そして、夏期においてハナカジカはカンキョウカジカよりも明瞭に低い値を示した。10月以降には、両種とも全地点で空胃の個体が多く認められた。

両種の平均肥満度の経時変化を図4に示した。全体的に、カンキョウカジカはハナカジカに比べて低い肥満度を示した。このことは、元来前者は後者よりも細長い体形をしていることを示唆する。カンキョウカジカ(St. 1とSt. 2)およびSt. 2のハナカジカは類似した肥満度の経時変化を示した。つまり、産卵期直後にあたる5月では低い肥満度であったが、6月から7月にかけて肥満度の著しい上昇が認められた。そして、その後は11月まではほぼ高い値を維持した。一方、St. 3でのハナカジカは、春期に高い肥満度であったが夏期には顕著な低下を示した。

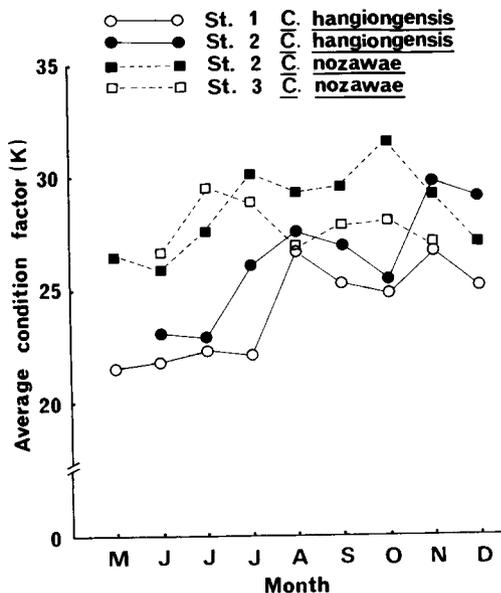


Fig. 4. Monthly change of average condition-factor (K) of two *Cottus* species.

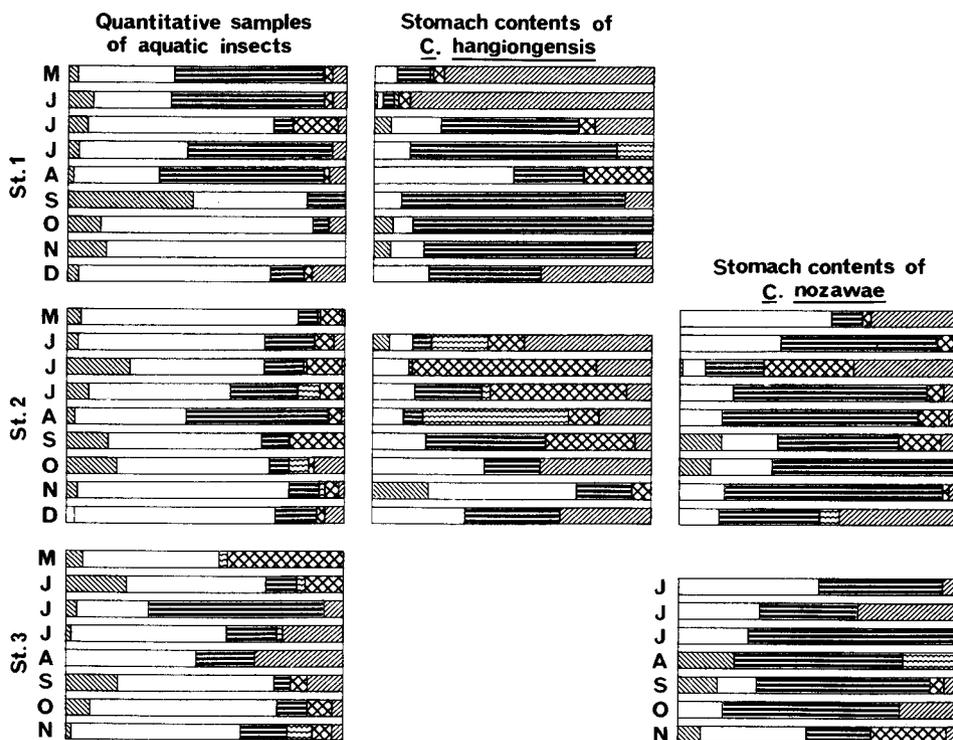


Fig. 5. Monthly change in proportion of 6 ecological types of aquatic insects found in the quantitative samples from each site and in the stomach contents of two *Cottus* species.
 ■: net-spinning type, □: creeping type, ■: case-bearing type, ▨: attaching type, ▩: swimming type, ▧: burrowing type.

3) 両種の餌選択性

生息場所に分布する水生昆虫の側からカジカ属 2 種の食性を検討するために、生息環境中の水生昆虫の定量標本およびカンキョウカジカとハナカジカの胃内容物中に出現した水生昆虫を、津田 (1962) に従い、造網型 (net-spinning type)、匍匐型 (creeping type)、携巢型 (case-bearing type)、固着型 (attaching type)、遊泳型 (swimming type) および掘潜型 (burrowing type) の 6 つの生態型に分類して個体数比率で表示した (図 5)。

全地点を通して造網型と匍匐型幼虫は、胃内容物中に占める割合が環境中のそれに比べてかなり少ないことから、その利用容易性が低いことが示唆された。対照的に、携巢型と遊泳型幼虫は、胃内容物中の割合が環境中のそれよりも著しく多いことから、極めて高い利用容易性を有することが示唆された。そこで、カジカ属 2 種の側から食性をより詳しく検討するために、換言すればこれらの魚種が生息環境中に存在する水生昆虫をその生態型別にいかに選択して利用しているのかを明確にするために、各魚種の生態型別の餌に対する選択指数 (E_i) を示した (表 6)。2 種の共存域である St. 2 では、カンキョウカジカは春期と夏期には遊泳型と掘潜型幼虫を選択的に捕食し、秋期と冬期には携巢型幼虫を主に選択的に捕食することが認められた。一方、ハナカジカは、ほぼ全期間を通して携巢型と掘潜型幼虫を選択的に捕食すると判断された。

Table 6. Ivlev's electivity index for two *Cottus* species to 6 ecological types of aquatic insects.

St.	Month	<i>C. hangiongensis</i>						<i>C. nozawae</i>						
		NS	CR	CB	AT	SW	BU	NS	CR	CB	AT	SW	BU	
1	May	-1	-0.62	-0.64	1	0.08	0.88							
	Jun.	-0.89	-0.84	-0.85	1	0.18	0.89							
	Jun.	-0.09	-0.58	0.75	-	-0.46	0.75							
	Jul.	-1	-0.51	0.18	1	-	-1							
	Aug.	-1	0.23	-0.40	-	0.85	-1							
	Sep.	-1	-0.61	0.70	-	-	1							
	Oct.	-0.26	-0.83	0.87	-	-	-1							
	Nov.	-0.39	-0.75	1	-	-	1							
	Dec.	-1	-0.55	0.54	-	-1	0.54							
2	May							-1	-0.18	0.21	-1	-0.50	0.94	
	Jun.	0.21	-0.78	-0.45	1	0.29	0.84	-1	-0.30	0.51	-	0.09	-1	
	Jun.	-1	-0.58	-0.88	-1	0.67	0.90	-0.95	-0.70	0.19	-1	0.43	0.95	
	Jul.	-1	-0.55	-0.01	-0.47	0.72	0.80	-1	-0.46	0.48	-1	-0.12	0.73	
	Aug.	-1	-0.56	-0.78	1	0.39	0.90	-1	-0.46	0.16	-	0.38	0.57	
	Sep.	-1	-0.49	0.63	-	0.22	1	-0.01	-0.48	0.63	-	-0.16	1	
	Oct.	-1	-0.16	0.48	-1	-1	0.57	-0.24	-0.42	0.81	-1	-1	-1	
	Nov.	0.67	-0.18	0.29	-1	0.15	-1	-1	-0.66	0.75	-1	-0.43	0.33	
	Dec.	-1	-0.37	0.38	-	-1	0.65	-1	-0.67	0.41	1	-1	0.72	
3	Jun.							-1	0	0.60	-1	-1	1	
	Jun.							-1	0.05	-0.28	-	-	0.67	
	Jul.							-1	-0.38	0.61	-1	-	-1	
	Aug.							1	-1	0.48	1	-	-1	
	Sep.							-0.14	-0.59	0.82	-	-0.11	-0.46	
	Oct.							-1	-0.62	0.70	-	-1	0.68	
	Nov.							0.59	-0.23	0.15	-1	0.59	-0.03	

NS: Net-spinning type, CR: Creeping type, CB: Case-bearing type, AT: Attaching type, SW: Swimming type and BU: Burrowing type.

考 察

大当別川の水生昆虫相の特徴と現存量

今回記録された水生昆虫は7目33科68種であった。この種数は大当別川のような小河川としては決して少なくなく、道内の河川についての既存の報告(川合, 1966; 帰山, 1979など)と比較してもそれを上回っている。そして、多くの種は各地点で共通して出現しており、地点の特異性を示す例はSt. 3のコヤマトビケラ属の出現などわずかにすぎなかった。このことは、大当別川の流程に沿った環境条件の変化が水生昆虫群集の種組成そのものを大きく変えるほどのものではないことを示すと共に、同一地点の群集が極めて多様性に富んだものであることを示している。

一方、水生昆虫の現存量には地点によって相違が認められた。St. 2では春-夏期および冬期とも現存量が大きい。これに対して、St. 1およびSt. 3では全体的に現存量が小さく、特にSt. 1では冬期に、またSt. 3では夏期に著しく小さい。各地点別にみると、St. 2では中間溪流型を呈し、浮き石が多い。また、流れも速く、水生昆虫の生育空間は立体的で大きい。匍匐型の蜉蝣目幼虫が豊富に存在しており、夏期世代および越冬世代の両者とも現存量が大きい。日照量は周年を通して大きく、珪藻などの繁茂も良好で、水生昆虫の生産性は高い。一方、St. 3では、St. 2と同様に

中間溪流型を呈するものの、水量は少なく、夏期においても太陽光の照射が著しく少ない。このことから、夏期の水生昆虫の生産性は高くなく、夏期世代の出現も少ない。これに対して、St. 1では、中流型を呈し、沈み石が卓越している。それゆえ、水生昆虫の生育空間は小さく、匍匐型の幼生は少ない。石の上面を利用するヤマトビケラ属幼虫が春期から夏期に卓越しているが、秋-冬期にはその減少によって全体の現存量は小さくなる。以上のように、各地点とも主要な構成種に関しては共通しているものの、溪相によって現存量と種の個体数組成に相違が認められる。すなわち、水生昆虫の現存量は、河床の立体的構造ばかりでなく、日照などの環境条件にも大きく影響を受けると考えられる。

一般に、水生昆虫群集は、構成種の各々の季節経過に対応した生活史（幼虫の出現時間や羽化消失時期、および幼虫の生態型）の総和として捉えることができる。現存量の季節変化も様々な生活史を持つ各種の生息量の合計の変化であり、これには大当別川の各地点で共通した変動傾向が認められる。すなわち、現存量は春期に大きく、夏期にはやや小さい。そして、秋期には著しく減少し、冬期には徐々に現存量が回復する。例えば、St. 2における5月と9月の現存量には20倍以上の差が存在した。この変動をもたらす要因は、主に水生昆虫の羽化による水中からの消失であろう。事実、多くの分類群の昆虫において、越冬世代の羽化の盛期は5-6月に、また主に年2化性種の夏期世代の羽化期は7-9月にある（津田, 1962; 川合, 1985）。本研究で認められた現存量の顕著な変動はこうした羽化期のズレによって形成されたのであろうと考えられる。また、この変動は水生昆虫群集の一つの特性であり、水生昆虫を餌生物として利用している魚類の生活史にも大きな影響を与えるであろうと考えられる。

各地点を通した現存量のレベルについてみると、春期に0.125 m² 当り0.7-1.5 gにあった。これは造網型幼虫が少なく蜉蝣目や携巢型毛翅目の昆虫を優占種とする群集としては、比較的大きな値である。津田（1962）は、日本の溪流では現存量の大きな群集は造網型幼虫（ヒゲナガカワトビケラなど）が優占種である場合が多く、特に0.125 m² 当り2.5 g以上の現存量を有する群集では通常その重量が80%以上占めることを示している。さらに、こうした状態がその場所での水生昆虫群集の極相であり、河床における水生昆虫群集の安定度の指標になると指摘している。従って、大当別川は、各地点で造網型幼虫が少なく、かつ河床の群集安定度が低いことから、環境条件の変化が生じた場合現存量も大きく変動するという特徴を有すると判断される。

カンキョウカジカとハナカジカの食性の特徴

カンキョウカジカとハナカジカはいずれも春期に極めて高い胃の充満度を示した。そして、環境中にはこの時期に水生昆虫の越冬世代に基づく高い現存量が存在した。それ故、カジカ類の高い充満度は餌生物の側の好条件と水温の上昇に伴う魚の摂餌活動の活発化が重なることに起因したのであろうと考えられる。一方、夏期には全地点で充満度の低下が見られた。この充満度の低下は、夏期における水生昆虫の越冬世代の羽化消失による現存量の低下とよく対応している。特に、St. 3におけるハナカジカは夏期に著しい充満度の低下を示し、さらには肥満度の低下も示した。これは、下二股沢では夏期世代の出現が極めて少なく、現存量も著しく低いことと対応している。St. 1およびSt. 2では、より多くの夏期世代幼虫の出現が認められ、カジカ属2種とも夏期に肥満度の上昇を示した。それ故、St. 3のハナカジカの充満度および肥満度の低下は、環境中における越冬世代の羽化消失と共に、夏期世代の出現が乏しいという環境条件に起因すると考えられる。これらのことは、水生昆虫の夏期世代がカジカ属2種の成長を保障する餌生物として重要な役割を有することを示唆する。

一般に、魚類の摂餌生態を論ずる場合、魚の側の摂餌行動・習性と共に餌生物側の生態的習性が考慮されなければならない。Allen (1941) は、多数の魚の平均的な胃内容物組成をその生息場

所の生物相と比較すれば、餌生物の利用容易性が理解できることを示した。本研究では、カンキョウカジカとハナカジカに対して携巢型と遊泳型幼虫が高い利用容易性を持つことが示唆された。そして、共存域である St. 2 では、カンキョウカジカは春期と夏期には遊泳型と掘潜型幼虫を、また秋期と冬期には携巢型幼虫をもっぱら選択的に捕食し、ハナカジカはほぼ全期間を通して携巢型と掘潜型幼虫を選択的に捕食することが示された。

こうした水生昆虫の生態型によって利用容易性が異なることについては、これらの水生昆虫の行動的・生態的習性からも理解が可能である。つまり、造網型毛翅目幼虫は石礫と石礫との間、石礫のくぼみに造巢しており、一般に索餌活動中の魚にさらされる機会が少ない。また、匍匐型幼虫はどれも流水中にある石の表面で素早く動く能力を持つことに加え、その多くは負の趨光性を有する (Elliott, 1967c) ために昼間は石の下に隠れている。それ故、これら水生昆虫の生息場所や行動習性はカジカ類にとって、その餌としての利用容易性を低下させることをもたらすであろう。一方、携巢型毛翅目幼虫は一般に石の表面に密着、あるいはミノムシ状に付着しており、索餌中の魚に直接さらされ易い。かれらがカジカ属2種に対して高い利用容易性を示すのは、こうした行動習性と関係していると考えられる。

遊泳型蜉蝣目幼虫の高い利用容易性は、これらが水流に対する抵抗性が弱く、流下し易いことと関係しているようである。河川における底生動物の流下現象は洪水時以外でもみられる一般的なものであり (田中, 1960; Elliott, 1967a, c, 1968), 魚類の餌生物として重要な役割を持つことが知られている (Elliott, 1967b)。そして、流下昆虫の組成中には、水流に対する適応度の低い昆虫ほど高い割合を占めることが知られており、この適応度と流下容易性には負の相関が認められるという (Elliott, 1967a)。日本の河川では、特にコカゲロウ属などの遊泳型蜉蝣目幼虫およびユスリカ科幼虫の流下量が著しく多い (田中, 1960; 御勢ら, 1967)。しかし、水生昆虫の流下量は一般に夜間に多く、昼間には少ない (田中, 1960; 御勢ら, 1967; Elliott, 1967a)。本研究で調査したカジカ属2種はいずれも正午前後に採捕されたものであるので、その胃内容物は昼間に摂食されたものが大部分を占めると推定される。カジカ属魚類は一般に夜行性であり、摂餌活動も夜間に活発である (Emery, 1973; Broadway and Moyle, 1981; Hoekstra and Janssen, 1985)。従って、これらカジカ類は本調査結果よりも、本来より多くの流下性水生昆虫を摂食していると推測される。

流心部に生息する滑行的生活型蜉蝣目幼虫のうち、エルモンヒラタカゲロウのように水流への適応度の大きいものは、現存量に比べて被摂食量が小さく、逆にシロタニガワカゲロウのようにその適応度の小さいものはその現存量に比べて被摂食量が大きい。さらに、そのことは適応度より小さいコカゲロウ属幼虫で一層極端な状態で認められる。これらのことは、カジカ属2種にとっての水生昆虫の利用容易性がその昆虫の流下容易性と密接に関係していることを示唆する。一方、マダラカゲロウ属幼虫の現存量に対するカジカ属2種による摂食量はほぼ一様に低かった。Elliott (1967b) は、マダラカゲロウ属幼虫 *Ephemerella ignita* が大きな現存量を有するにも拘らず、流下昆虫中にも、またブラウントラウトの胃内容物中にも低い割合でしか出現しなかったことを報告している。このことは、Imanishi (1938) がマダラカゲロウ属幼虫を潜伏匍行的生活型に属するとしたことと符合する。本属幼虫は流心部を避けて生息するために流下容易性が低く、そのために被摂食量が少ないのであろう。さらに、携巢型毛翅目幼虫について見ると、大部分は巢筒ごとカジカ属2種に摂食されていた。Elliott (1968) によれば、携巢型毛翅目幼虫では小石の巢筒を持つ高齢幼虫は全く流下することがなく、ヤマトビケラ属幼虫などでみられる流下は巢筒を欠く場合にのみ起こるといふ。従って、携巢型毛翅目幼虫はカジカ類に直接河床で捕食されたのであろうと推定される。以上のことから、カジカ属2種は流下する水生昆虫を摂食するだけでなく、種類によっては直接河床からも摂食すると考えられる。

カジカ属2種は、生息地点別の餌選択指数で示されたように(表6)、種間および同種の生息場所集団間で水生昆虫に対する利用の度合を幾分異にする。まず、同種の生息集団間の相違をハナカジカについて見ると、St.2ではコカゲロウ属などの遊泳型蜉蝣目幼虫を多量に摂食していたのに対して、St.3では極めて少量しか摂食していなかった。流れが速く、早瀬が発達しているSt.2では夏期世代幼虫が豊富に分布することに加え、蜉蝣目幼虫の流下が起り易い。これに対して、St.3では夏期世代が乏しい上に、水量が少なく流速が小さいことから蜉蝣目幼虫の流下が生じにくい。従って、カジカ属2種の生息場所集団間でみられた食性の違いは、水生昆虫相とその現存量の地点間での違いと共に、流速などの河川環境条件の違いに基づく水生昆虫の流下状態の相違によってもたらされたと推測される。この考えは、匍匐型蜉蝣目幼虫のうち、先に述べたように滑行的生活型に属するエルモンヒラタカゲロウ、シロタニガワカゲロウなどのハナカジカにとっての利用容易性がSt.2とSt.3の間で異なることから支持される。

一方、カンキョウカジカとハナカジカが共存するSt.2において、夏期に2種が異なる生態型の水生昆虫幼虫を利用する、つまり前者は流下型昆虫を、後者は底生型昆虫を主に摂食することが認められた。この近縁2種間にみられた食性の相違の原因としては、1) 両種間の餌生物への選好性に違いが存在すること(食い分け)に起因する、あるいは2) 両種間にマイクロな摂餌場所の違いが存在すること(棲み分け)に起因する、という2つの可能性が検討されなければならない(菊池, 1974)。まず、1)については、St.1においてカンキョウカジカは流下型と底生型の水生昆虫をほぼ等しい割合で摂食していたこと、およびSt.2でのハナカジカが6月29日の増水時に流下型の昆虫を多量に摂食していたという事実から、その可能性は低いと判断される。これに対して、2)については、共存域で2種はマイクロハビタートを異にするという報告(後藤, 1977, 1981)、および各個体の胃内容物の組成は摂食していた河床の位置によって決まるようだという本研究結果から、これが2種間の食性の違いの主要な原因であろうと考えられる。換言すれば、カンキョウカジカとハナカジカとの間に、摂餌習性そのものには顕著な相違はないとすることができる。

以上に述べたことから、カンキョウカジカとハナカジカはいずれも、餌生物の利用容易性に基づいて水生昆虫を中心とした水生動物を摂食しており、それらを流下を介しても、また直接河床からも摂食する。そして、共存域では夏期に棲み分けることによって餌生物組成を異にするが、冬期には低水温下で活動が不活発になるに伴い棲み分けが解消され、餌組成が類似するようになる。このことは、カジカ属2種の食性が、生息場所の水生昆虫相とその現存量および物理的環境条件だけでなく、これらカジカ類の種間関係の状態にも影響を受けることを示唆する。

要 約

北海道南部の大江別川において、1976年5月から12月までの期間に水生昆虫相とその現存量を調査した。また、同河川に生息する底生魚カンキョウカジカとハナカジカの食性を併せて調査した。その結果、以下のことが明らかになった。

1. 水生昆虫は7目33科68種が記録された。水生昆虫の現存量は一般に春期に高く、秋期に低い値を示した。
2. カンキョウカジカとハナカジカの胃内容物は、大部分水生昆虫の幼虫によって占められていた。両種の胃の充満度は春期に高く、夏期および秋期に低かった。この季節変化は水生昆虫の現存量の季節変化とよく一致した。
3. カンキョウカジカとハナカジカの肥満度は春期に低く、夏期に高い値を示した。このカジカ類の成長には水生昆虫の夏期世代が重要な役割を果たすことが示唆された。
4. カンキョウカジカとハナカジカは水生昆虫を中心とした餌生物をその利用容易性に基づいて

て摂食しており、2種間の摂餌習性そのものに顕著な相違は認められなかった。そして、両種は水生昆虫を、流下を介しても、直接河床からも捕食することが示唆された。

5. 2種の共存域 (St. 2) では、夏期に両種は棲み分けを示し、その結果餌生物組成に明瞭な差異が認められた。つまり、カンキョウカジカは流下型昆虫を、一方ハナカジカは底生型昆虫を主に摂食した。しかし、冬期には棲み分けが解消され、餌生物組成は両種間で類似した。

6. 以上の結果から、カジカ属2種間の食性にみられた相違は、食い分けに起因するのではなく、ミクロな生息場所の違い (棲み分け) に基づいて生じると考えられた。

文 献

- Allen, K.R. (1941). Studies on the biology of the early stages of the salmon (*Salmo salar*). 2. Feeding habits. *J. Anim. Ecol.*, **10**, 47-76.
- 朝比奈正二郎・石原 保・安松京三 (1965). 原色昆虫大図鑑 III. lxxvi+385頁. 北隆館, 東京.
- 阿刀田光紹・吉住喜好・栗倉輝彦・浅野俊威・伊藤富子 (1969). 天塩川水系の底生生物相について. 水産研報, **24**, 97-114.
- 阿刀田光紹・今田和史 (1972a). 千走川の水生昆虫相ならびに環境条件. 水産研報, **27**, 59-95.
- 阿刀田光紹・今田和史 (1972b). 積丹川, 見市川, 落部川の水生昆虫相ならびに環境条件. 水産研報, **27**, 97-149.
- Broadway, J.E. and P.B. Moyle. (1978). Aspects of the ecology of the prickly sculpin, *Cottus asper* Richardson, a persistent native species in Clear Lake California. *Env. Biol. Fish.*, **3**, 337-343.
- Chaston, I. (1969). Seasonal activity and feeding pattern of brown trout (*Salmo trutta*) in a Dartmoor stream in relation to availability of food. *J. Fish. Res. Bd. Canada*, **26**, 2165-2171.
- Elliott, J.M. (1967a). Invertebrate drift in a Dartmoor stream. *Arch. Hydrobiol.*, **63**, 202-237.
- Elliott, J.M. (1967b). The food of trout (*Salmo trutta*) in a Dartmoor stream. *J. Appl. Ecol.*, **4**, 59-71.
- Elliott, J.M. (1967c). The life histories and drifting of Plecoptera and Ephemeroptera in a Dartmoor stream. *J. Anim. Ecol.*, **36**, 343-362.
- Elliott, J.M. (1968). The life histories and drifting of Trichoptera in a Dartmoor stream. *J. Anim. Ecol.*, **37**, 615-625.
- Elliott, J.M. (1970). Diel changes in vertebrate drift and the food of trout *Salmo trutta* L. *J. Fish. Biol.*, **2**, 161-165.
- Elliott, J.M. (1973). The food of brown and rainbow trout (*Salmo gairdneri* and *S. trutta*) in relation to the abundance of drifting invertebrate in a mountain stream. *Oecologia* **12**, 329-347.
- Emery, A.R. (1973). Preliminary comparisons of day and night habits of freshwater fish in Ontario lakes. *J. Fish Res. Bd. Canada*, **30**, 761-774.
- Furukawa-Tanaka, T. (1985). The ecology of salmonid fishes in Japanese mountain streams I. Food condition and feeding habit of Japanese charr, *Salvelinus leucomaenis* (PALLAS). *Japan. J. Ecol.*, **35**, 481-504.
- 御勢久右衛門・千田哲資・服部洋年 (1967). 小坂部川における底生動物流下の日周変化. 岡山水試報告, 昭和42年度, 35-43.
- 後藤 晃 (1975a). ハナカジカ *Cottus nozawae* Synder の生態的・形態的分岐-I. 産卵習性及び初期発育過程. 北大水産集報, **26**, 31-37.
- 後藤 晃 (1975b). 同上-II. 成魚の形態および分布について. 同誌, **26**, 39-48.
- 後藤 晃 (1977). 北海道産淡水カジカの形態学的・生態学的研究. 207頁. 北海道大学博士学位請求論文.
- Goto, A. (1980). Geographical distribution and variation of two types of *Cottus nozawae* in Hokkaido, and morphological characteristics of *C. amblystomopsis* from Sakhalin. *Japan. J. Ichthyol.*, **27**, 97-105.
- 後藤 晃 (1981). カンキョウカジカ *Cottus hangiongensis* の生活史と分布. 北大水産集報, **32**, 10-21.
- 後藤 晃・大石浩平・高田啓介 (1979). 北海道久根別川水系一水路におけるイバラトミヨ *Pungitius*

- pungitius* (L.) の産卵習性, 生長及び食物. 同誌, 30, 239-251.
- Hoekstra, D. and J. Janssen. (1985). Non-visual feeding behavior of the mottled sculpin, *Cottus bairdi*, in Lake Michigan. *Env. Biol. Fish.*, 12, 111-117.
- Honma, Y., N. Hokari and E. Tamura. (1972). Studies on Japanese Chars of the genus *Salvelinus*-VI. The food of *S. leucomaenis*. *Japan. J. Ichthyol.*, 19, 255-262.
- Hynes, H.B.N. (1961). The invertebrate fauna of a Welsh mountain stream. *Arch. Hydrobiol.*, 57, 344-388.
- Imanishi, K. (1938). Mayflies from Japanese torrents IX. Life forms and life zones of mayfly nymphs. I. Introduction. *Annot. Zool. Japon.*, 17, 23-36.
- Ivelv, V.S. (1955). Experimental ecology of the feeding of fishes. Yale Univ. Press. (児玉康雄・吉原友吉訳, 1965. 「魚類の栄養生態学」, 261頁, たたら書房, 米子.)
- 梶山雅秀 (1979). 十勝川におけるサケ稚魚の成長と食性に関する調査-II. 十勝川水系における1977年春期の水生動物相. 北海道さけ・ます研報, 33, 31-45.
- 川合禎次 (1966). 十勝川水系の水生昆虫相調査. 北海道さけ・ます研報, 20, 65-78.
- 川合禎次(編)(1985). 日本産水生昆虫検索図説. vii+409頁. 東海大学出版会, 東京.
- 河村 博 (1978). 歌別川におけるサケ稚魚放流時期の餌生物相と稚魚の食性および降海移動について. 孵化場研報, 33, 27-44.
- 菊池泰二 (1974). 動物の種間関係. 生態学講座 13, 120頁. 共立出版, 東京.
- 水野信彦・御勢久右衛門 (1972). 河川の生態学. vii+245頁. 築地書館, 東京.
- 中根猛彦・大林一夫・野村 鎮・黒沢良彦 (1963). 原色昆虫大図鑑 II. xviii+358頁. 北隆館, 東京.
- Sawara, Y. (1978). Ecological studies on the common freshwater goby, *Rhinogobius brunneus*, especially on the growth, food habits and feeding activity. *J. Fac. Sci. Univ. Tokyo, Sec. 4, Zool.*, 14, 201-236.
- 田中 光 (1960). 河川における底生動物の流下量の日周変化, とくに数種類の昆虫にみられる日周変化の諸型について. 淡水研報, 9, 13-24.
- 津田松苗 (編)(1962). 水生昆虫学. v+269頁. 北隆館, 東京.
- 津田松苗 (1967). 伊南川水系のイワナ・マスの消化管内容物についての考察. 陸水学雑誌, 28, 51-55.
- 内田 亨・徳永雅明・安藤 裕・朝比奈正二郎・今立源太良 (1970). 動物系統分類学, 7 (下 A), 節足動物 (IIIb) 昆虫類 (上). iii+414頁. 中山書店, 東京.
- 上原武則 (1973). 奈良井川における産卵前後のイワナの摂餌生態. 採集と飼育, 35, 91-96.
- 上野益三 (編)(1973). 日本淡水生物学. xiii+760頁. 北隆館, 東京.
- 上野益三・朝比奈正二郎・山根柄根・森本 桂・川合禎次・堤 千里・金子清俊・石原 保・上島法博 (1971). 動物系統分類学, 7 (下 A), 節足動物 (IIIb) 昆虫類 (下). v+340頁. 中山書店, 東京.