短　報

水生無脊椎動物を与えたシマウキゴリの餌料効率

下田　和孝

北海道立水産孵化場

Feed conversion efficiency in floating goby *Gymnogobius* sp. 2 fed aquatic invertebrates

KAZUTAKA SHIMODA

Hokkaido Fish Hatchery, Kitakashiwagi 3-373, Eniwa, Hokkaodo 061-1433, Japan

Abstract The dietary value of aquatic invertebrates for floating goby *Gymnogobius* sp. 2 was assessed by a feeding experiment. The feed conversion efficiencies of Diptera larva, Ephemeroptera larva, Trichoptera larva, Gammaridea and Oligochaeta were 13.3%, 30.9%, 44.7%, 29.0% and 26.3% respectively. These results were compared with the previous results of the masu salmon *Oncorhynchus masou*. The feed conversion efficiencies of Diptera larva, Gammaridea and Oligochaeta were found to differ between fish species.

Key words：餌料効率，シマウキゴリ，水生無脊椎動物

野外に生息する魚類の食性は，胃内容物の分析によって調べられてきた。この手法は，餌料の重量組成を明らかにできるという利点があるものの，餌生物と捕食者との間には消化吸収過程が介在するためそれぞれの餌生物が捕食者の成長にどの程度寄与しているか不明な場合が多い。一方，養魚餌料の研究では，給餌実験を通じて餌料の違いによる魚類の成長の差異が解明されている（例えば，荻野，1985）。同様の方法で野外に生息する魚類の餌料についても成長への影響の程度を明らかにできると考えられ，餌料生物としての重要性を評価する手法として有効と考える。本研究では北海道の河川中・下流域に広く分布するシマウキゴリ *Gymnogobius* sp.2 を対象に，5 種の水生無脊椎動物を与えた場合の餌料効率を飼育環境下で調べ，既報のサクラマス幼魚 *Oncorhynchus masou* の値と比較した。

飼育実験には北海道日本海中部に注ぐ濃昼川の中流域で 2001 年 5 月 30 日に採集したシマウキゴリ 60 個体（全長 3.9-4.6cm，体重 0.403-0.655g）を用い，これらを容積 1.5L の水槽に 1 個体ずつ入れた。60 個の水槽を 10 個ずつ 6 試験区に分け，このうち 5 試験区にはそれぞれ異なる餌生物を給餌した。残る 1 試験区は，無給餌状態での体重減少率を測定するため給餌を行わなかった。餌生物として，双翅目 Diptera 幼虫（ユスリカ科 Chironomidae），カゲロウ目 Ephemeroptera 幼虫（ヒラタカゲロウ科 Heptageniidae），トビケラ目 Trichoptera 幼虫，ヨコエビ類 Gammaridea および水生ミミズ類 Oligochaeta の 5 分類群の無脊椎動物を用いた。これらの無脊椎動物は野外におけるシマウキゴリの代表的な餌料生物である（下田ら，2005）。このうち水生ミミズ類は観賞魚用餌料として市販されている生体を用い，他の餌生物は石狩川水系千歳川支流柏木川に流入する九谷田の沢川および石狩川水系千歳川支流の漁川で採捕した個体を用いた。飼育水槽には毎時 3L の飼育水を注水した。飼育水には河川水を用いた

E-mail: shimodak@fishexp.pref.hokkaido.jp. Tel: 0123-32-2135. Fax: 0123-34-7233

が，スポンジフィルター（PⅡフィルター，Tetra 社）で濾過することによりシマウキゴリの餌となるものが混入するのを防いだ。

飼育実験は 2001 年 6 月 7 日から 6 月 23 日の間に実施した。飼育開始 1 日目に，2-フェノキシエタノール水溶液中に入れて麻酔した供試魚の体重（湿重量）を測定した。給餌は実験開始 2 日目から行った。1 回の給餌量は魚体重の 5%から 10%とし，生きた状態で給餌した。給餌から 24 時間以内に摂食されなかった餌は回収し湿重量を測定した。給餌は 48 時間おきとし，実験開始 14 日目に最後の給餌を行った。15 日目に残餌を回収し，16 日目を無給餌として消化管内容物を排出させ，17 日目に供試魚の体重を測定した。下式（1）を用いて餌料効率（E）を求めた。

$$E(\%) = 100(BW_2 - BW_1 \cdot a)/(FW_1 - FW_2) \cdots\cdots (1)$$

$$a' = BW_2'/BW_1' \cdots\cdots (2)$$

ここで，BW_1 は実験開始時の魚体重，BW_2 は実験終了時の魚体重，FW_1 は総給餌量，FW_2 は総残餌量である。定数 a は無給餌区における体重減少率で，式（2）によって無給餌区の個体毎に求めた a' の平均値 0.945（n=10, SD=0.013）を用いた。ただし，BW_1' は無給餌区における飼育開始時の魚体重，BW_2' は飼育開始 17 日後の魚体重である。式（1）において BW_1 に定数 a を乗じるのは，餌料効率を求める際に基礎代謝に伴う体重の減少量を考慮するためである。なお，式（1）および（2）ではいずれも乾燥重量を用いた。乾燥重量は，湿重量に対する乾燥重量の割合を別途求め，湿重量から推定した。

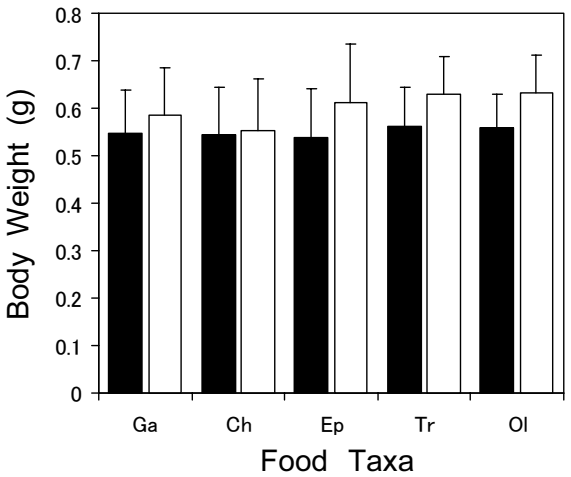

Fig. 1 Mean body weight (wet mass) with SD of floating goby fed aquatic invertebrates. ■: Initial value, □: After 17-day feeding. Food taxa: Ga, Gammaridea (n=9); Ch, Chironomidae larva (n=8); Ep, Ephemeroptera larva (n=9); Tr, Trichoptera larva (n=9); Ol, Oligochaeta (n=10).

試験開始時および終了時の平均体重を Fig. 1 に示した。ただし，ヨコエビ類区，双翅目幼虫区，カゲロウ目幼虫区およびトビケラ目幼虫区ではそれぞれ 1，2，1，および 1 個体の供試魚が試験期間中に死亡したため，これらについては解析から除外した。試験開始時の各試験区の供試魚の平均体重（湿重量）はいずれも約 0.55g であり群間で有意差は認められなかった（一元配置分散分析，F=0.153，p=0.960）。試験終了時の平均体重はカゲロウ目幼虫区，トビケラ目幼虫区およびミミズ類区で 0.61g を超える一方，双翅目幼虫区では試験開始時と比べ体重の増加はほとんど認められなかった。ただし，試験終了時の体重は試験区内の個体差が大きく，試験区間の差は有意ではなかった（一元配置分散分析，F=1.164，p=0.341）。

摂食量の乾燥重量は試験区間で有意差が認められた（一元配置分散分析，F=6.380，p<0001）。水生ミミズ類区では給餌した全餌料が捕食されたため，他の試験区と比較して摂食量が多くなった（Fig. 2-A）。餌料効率にも有意差が認められ（一元配置分散分析，F=10.190，p<0001），トビケラ目区が 44.7%で最も高く次いでカゲロウ目区およびヨコエビ類区の順に高かった（Fig. 2-B）。双翅目幼虫区は飼育期間中ほとんど成長しなかったため，餌料効率は 13.3%にとどまった。摂食量の多寡と餌料効率の高低に相関関係は認められなかった（Spearman の順位相関，r= -0.500，n=5，p >0.05）。

餌料効率について今回と同様の方法で測定したサクラマス幼魚の結果（下田ら，2004）と比較したところ，トビケラ目幼虫区およびカゲロウ目幼虫区の餌料効率が高い点では両者は同じ傾向を示したが（サクラマス幼魚の餌料効率，平均値±標準偏差：トビケラ目幼虫区，35.0±7.72%，n=10；カゲロウ目幼虫区，27.6±3.61%，n=10，シマウキゴリとの比較，t 検定，トビケラ目幼虫区，t=1.604，p=0.127；カゲロウ目幼虫区，t=1.550，p=0.139），サクラマス幼魚の餌料効率が双翅目幼虫で高く（サクラマス幼魚の餌料効率，平均値±標準偏差：23.8±6.15%，n=10，シマウキゴリとの比較，t 検定，t=3.540，p=0.003），逆にヨコエビ類区で低い点で両者は異なっていた（サクラマス幼魚の餌料効率，平均値±標準偏差：12.8±6.27%，n=10，シマウキゴリとの比較，t 検定，t=3.479，p=0.005）。

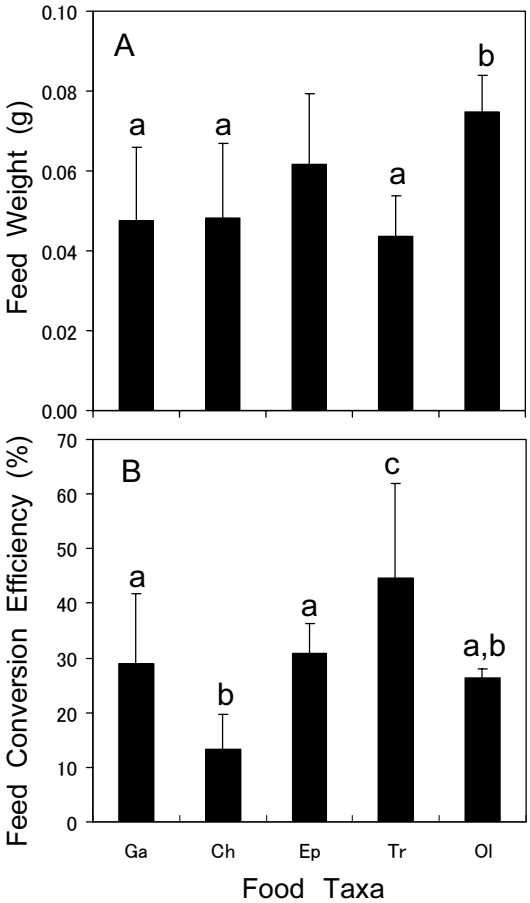

Fig. 2 Feed weight of dry mass（A）and feed conversion efficiency（B）of floating goby fed aquatic invertebrates. Vertical bars indicate SD. Food taxa: Ga, Gammaridea（n=9）; Ch, Chironomidae larva（n=8）; Ep, Ephemeroptera larva（n=9）; Tr, Trichoptera larva（n=9）; Ol, Oligochaeta（n=10）. Different letters represent significant differences among groups（Tukey's HSD test, $p<0.05$）.

また，水生ミミズ類区の餌料効率の平均値は，サクラマス幼魚が約6％高かった（サクラマス幼魚の餌料効率，平均値±標準偏差：31.9±7.55%，n=10，シマウキゴリとの比較，t検定，t=2.300，p=0.044）。

以上の結果は，野外における魚類の餌生物の重要性を評価する際，胃内容物分析に基づく捕食重量の解明とともに，それぞれの餌生物の栄養面での価値を考慮する必要があることを示している。同時に，同じ餌生物であっても捕食する魚種によって成長へ及ぼす影響が異なることも示唆している。胃内容物分析によるとトビケラ目幼虫とカゲロウ目幼虫はシマウキゴリとサクラマス幼魚の主要な餌生物であり（下田ら，2004，2005），両群の餌料効率が高いことを考慮すると，これらの餌生物は両種の成長に大きな影響を及ぼす重要な餌生物であると言える。一方，双翅目幼虫区，ヨコエビ類区および水生ミミズ類区の餌料効率は，魚種による差が認められ，これらの餌生物の重要性は魚種によって異なると推測される。

近年，生物間の捕食関係を解明する際に，安定同位体解析が頻繁に用いられている（山田ら，2002）。この手法は，捕食者と餌料生物の体組織に含まれる安定同位体比をもとに，両者間の関係を量的に推定できるが，安定同位体比が類似した餌料生物が複数種含まれていると，それぞれの餌料生物の利用率を明らかにすることは難しい。こうした場合，従来から行われてきた胃内容物の分析に加え，頻出する餌料生物についてはその餌料効率を測定することで，魚類と餌生物間の捕食関係をより正確に把握できると考えられる。

文　献

荻野珍吉（1985）. 魚類の栄養素に対する要求. 魚類の栄養と餌料（荻野珍吉編）, pp. 111-246. 恒星社厚生閣, 東京.

下田和孝・中島美由紀・柳井清治・河内香織・伊藤絹子（2004）. 陸上植物からサクラマス幼魚への物質移動経路. 魚類学雑誌, **51**, 123-134.

下田和孝・中島美由紀・伊藤富子（2005）. 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. 北海道立水産孵化場研究報告, **59**, 1-9.

山田佳裕・丸山 敦・石樋由香（2002）沿岸帯における炭素, 窒素安定同位体比研究の話題. 陸水学雑誌, **63**, 261-267.