学位請求論文要旨

小松 仁

題 目：アユ消化管の構造と機能の部位間比較

アユ (*Plecoglossus altivelis*) は秋に河川で孵化して海へ下り、動物性プランクトンを食べる。その後川へ遡上してくる際に植物食に変わり、主に川底の石に付着する藻類を摂食する。その後4ヶ月ほどで、体重5g程度から100gほどに成長する。しかし、アユが体長の0.7倍ほどの短い腸を用いて、どの栄養素からどれほどエネルギーを得ているかは不明である。また、アユのエネルギー代謝への自家酵素消化と細菌消化の貢献割合も不明である。

そこで、本研究ではアユの腸を解剖学的に区分し、天然成アユがどの栄養素をどのくらいエネルギー源にしているか、自家酵素消化と細菌消化のエネルギー貢献割合はどれだけか、各栄養素の消化吸収に腸の部位ごとの差があるか、について明らかにすることを目的とした。また、これらに基づいて、アユの成長を支えるエネルギーの獲得の仕方を考察した。なお、本研究は、天然魚でのエサの消化率を明らかにした、知る限りではじめてのものである。

山形県小国川産の成アユの内臓を肉眼観察した結果に基づいて、血管走行を目印にして腸を3部位（胃側から肛門側に向かって腸1、腸2、腸3）に区分した。腸の部位間で粘膜上皮の細胞構成には大差がなかった。

体成長に対する消化管各部位の相対的な成長速度を検討するために、天然の海産稚アユ、遡上アユ、成アユについて、消化管各部位の組織重量と体重との対数回帰式を最小二乗法によって求めた。この式の勾配（相対成長係数）は食道で0.6、胃が0.8、腸は0.9から1.2であったので、海にいる稚アユから遡上中の個体、成魚にいたるまで、アユの消化管は体全体の成長とほぼ同様の速度で成長していることが明らかになった。

天然成アユ消化管内容物のpHは胃で約4、腸の3部位はいずれも約7であった。天然成アユが食物としている藻類と内容物の細菌構成をメタゲノム解析したところ、胃と腸の内容物では違いがあったが、腸の各部位間には大差がなく、Rhizobiales目が最優占であった。また、有機酸の濃度は胃から腸3まで大差がなく、ほとんどが乳酸で、腸3にのみ酢酸が若干存在した。このことから、胃から腸の終末に到るまで微生物による炭水化物分解が行われていることが明らかにな

った。なお、内容物に分岐鎖脂肪酸が検出されなかったことから微生物によるタンパク分解はないことも明らかになった。

魚類をはじめとする脊椎動物の消化率測定で広く用いられている酸不溶性灰分を非吸収性標識として、藻類および胃から腸3までの各部位の内容物の標識あたりの栄養素量を求めた。標識あたりの栄養素量の部位差から、栄養素の消化率はタンパク 69%、脂質 78%、炭水化物 88%であり、胃でタンパクと炭水化物が消化されることも明らかになった。また、腸1でタンパクと脂質が分泌されることも明らかになった。つぎに、消化管内容物中の有機酸濃度から推測した結果、細菌は消化管に流入する炭水化物の約 7%を消費したと推定した。しかし、アユの消化管内細菌の炭水化物分解の主産物が乳酸などの非吸収性の酸であり、腸3で生産された吸収性の酢酸によるエネルギー貢献度は消化炭水化物の 0.6%程度であったことから、細菌が分解した炭水化物は宿主のエネルギー収支には貢献しないと考えた。このような細菌による炭水化物の消費を考慮した栄養素ごとの消化・吸収率は、タンパク 69%、脂質 78%、炭水化物 81%と推定された。

養殖アユの藻類摂餌量の既報値と本研究での栄養素ごとの消化・吸収率とから、摂取エネルギーと消化エネルギーを見積もると、小国川産体重 50 g の天然アユは 10.2~15.3 kcal のエネルギーを含む藻類を毎日摂食していると考えられ、このうち消化エネルギーは 7.6~11.4 kcal/日と推測された。これと、消化エネルギーあたりの体重増加量の既報値とから、体重 50 g の小国川天然アユは一日に藻類を 40 から 60 g/日摂取し、0.27 から 0.41 g/日体重増加すると推算した。これは養殖アユ増体重の既報値と矛盾しない。また、本研究での天然成アユのエネルギー消化率は 78%であり養殖魚の一般的な範囲内であった。

これまで述べてきたことから、灰分が乾物重量の約 4 割を占め、有機物含量が少ないが川底に大量に繁茂する藻類を一般的な養殖魚の摂食量の約 1.5 倍天然成アユたべて成長に必要なエネルギーを消化・吸収する能力があることが明らかになった。

つまり、アユは腸が短い植物食魚ではあるが、消化管内の細菌代謝にはほとんど依存せず、自家酵素消化のみで成長できる魚であることを本研究は明らかにした。