

論文審査結果の要旨

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。川へ遡上す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ほどに急速に成長する。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、消化管内では粘膜上皮細胞の脱落や消化酵素の体内から管腔への分泌があるので、消化管の部位ごとに栄養素の吸収と分泌を評価する必要があるが、こうした方法で魚類の栄養素消化・吸収を評価した研究は無い。

そこで、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ほどか、各栄養素の消化吸収に腸の部位差があるかについて検討する事を本研究の目的とした。腸が短いという植物食魚としての制約の大きいアユのエネルギー獲得の実態を量的に解明することによって、植物食魚、特に生息環境の水温が低いために微生物消化が期待しにくい河川上流域の植物食魚が生存と成長に必要なエネルギーを獲得する仕組みを明らかにできると考えられるからである。

まず、本研究では腹腔腸間膜動脈の近位枝と遠位枝の進入部位を目印にして腸を3部位（胃側から肛門側に向かって腸1、腸2、腸3）に区分することとし、腸の3部位間で粘膜上皮の細胞構成、及び内容物の成分や細菌構成には大差がない事を示した。また、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も明らかにした。

つぎに、藻類および消化管各部の内容物の非吸収性標識物質に対する炭水化物、タンパク、脂質の質量比を比較することによって、栄養素の消化率がタンパク69%、脂質78%、炭水化物88%で、胃でもタンパクと炭水化物が消化されること、炭水化物の消化は胃と腸1でほぼ終了するがタンパクと脂質の消化は腸1から腸3まで継続すること、腸1でタンパクと脂質が分泌されることを明らかにした。また、内容物の有機酸分析から消化管内細菌が炭水化物を約7%消費すると推定したが、有機酸の大部分が非吸収性の乳酸であったので、消化管内細菌は宿主のエネルギー収支に貢献しないことが判明した。消化管内細菌による炭水化物の消費も考慮した消化・吸収率は、タンパク69%、脂質78%、炭水化物81%となった。

上記の結果と養殖アユの藻類摂餌量既報値から、体重50gの天然アユは10.2～15.3kcalのエネルギーを含む藻類を毎日摂食しており、このうち消化エネルギーは7.6～11.4kcalであると本

研究では推測した。これと消化エネルギーあたりのアユ体重増加量の既報値とから、体重 50g の天然アユは藻類を 40～60g 湿重量／日摂取し、0.27～0.41g／日の割合で体重増加すると推算した。これは養殖アユの体重増加の既報値や本研究の過程で実測した天然アユの体重と矛盾しなかった。また、本研究で明らかにした天然成アユのエネルギー消化率は 78% で、養殖魚の一般的な範囲内であった。短い腸をもつアユは、灰分が乾物重量の約 4 割を占める藻類を大量に食べても、藻類有機物のエネルギーの約 75% を自家酵素消化によって消化・吸収して繁殖サイズまで成長できることが明らかになった。

この研究は天然魚の栄養素消化・吸収率を初めて定量的に明らかにしたもので、その栄養生理学的な貢献は大きい。また、消化管の客観的な部位分けの方法を確立し、非吸収性標識物質を用いた消化吸收率の計算に消化管内細菌による消化の影響を加味して最終的な消化・吸収率を計算する方法も新たに開発したが、これらの研究方法は堅実で健全である。さらに、実験で得られた結果を既報値や野外での観察値によって検証しており、本研究での方法や結果の妥当性を担保している。本研究の成果は天然魚のエネルギー獲得の実相を初めて明らかにし、自家酵素消化と細菌による餌の分解が胃から肛門にかけて並行して進み、後者のエネルギー貢献は少ないものの、藻類細胞壁の部分的消化により前者の効率を向上させている可能性を示唆しており、これは魚類用人工餌料の開発に重要な視点を与えるものである。

以上から、標記論文は本学大学院理工学研究科生命環境科学専攻の博士（理学）学位請求論文として合格であると判断する。