

閉鎖生態系循環式養殖システムにおける物質循環の研究

Studies on the material circulation in a closed ecological recirculating aquaculture system, CERAS

遠藤 雅人 [1]; 竹内 俊郎 [1]

Masato Endo[1]; Toshio Takeuchi[1]

[1] 海洋大

[1] Tokyo Univ. Marine Sci. & Tech.

<http://www2.kaiyodai.ac.jp/seibutsuHP/laboratory/seisan/2-4.html>

将来、建設が予定されている月面基地あるいは有人火星探査等の長期有人宇宙活動においては空気、水、廃棄物の再利用および食料の自給自足は不可欠である。現在、これらの食料生産における研究対象は植物栽培が基本であるが、高次の食料として動物の生産システムが必要であると考えられる。

我々は人間が宇宙環境等の閉鎖環境下で生活していく制御生態系生命維持システム内における食料生産サブシステムとしての魚類養殖に着目し、閉鎖生態系循環式養殖システム (Closed Ecological Recirculating Aquaculture System, CERAS) の開発に向けた研究を続けてきた。CERAS は魚類養殖という一つの食料生産過程の中に食物連鎖を利用して人工的な閉鎖生態系を構築し、種々の栄養塩や再生可能な廃棄物を効率よく食料へ変換するとともに、植物・動物間の呼吸および光合成にともなうガス交換についても光照射や温度条件等の環境制御により維持していく技術の確立を目的としている。

今回は食物連鎖の系として微細藻類・動物プランクトン・魚類を選定し、藻類としてクロレラ *Chlorella vulgaris* を、動物プランクトンとしてタマミジンコ *Moina macrocopa* を、魚類としてティラピア *Oreochromis niloticus* を用いた研究について紹介する。

まず、微細藻類・魚類間の呼吸および同化によるガス交換実験を行うため、再生循環型魚類飼育実験装置を開発し、酸素および二酸化炭素の挙動について把握した。この装置を用いてクロレラ・ティラピア間のガス交換実験を2週間行った。その結果、クロレラの増殖にともない、装置全体の酸素および二酸化炭素の濃度が徐々に安定し、ティラピアへの十分な酸素供給が行われ、ティラピアの生命維持および水質維持に成功した。これにより、クロレラのバイオマス生産と酸素再生量との関係が把握できた。

次にクロレラを用いて、養魚排水の栄養塩除去の検討を行った。培養を試みた結果、ティラピア飼育排水のみでは十分な増殖は得られなかったが、ミネラル添加を目的としてティラピア飼育槽の堆積物を硫酸で分解し、飼育排水へ添加して作成した培養液中では、合成培地と同様の増殖率を示した。また、このティラピアの排泄物から作成した培養液における窒素およびリンの除去率は75.2%および71.9%であった。これらの結果から、藻類のバイオマス生産によるティラピアの飼育水の浄化および固形排泄物の処理が可能であるとともに、微細藻類の藻体バイオマスとして回収し、利用可能であることが明らかとなった。

さらにクロレラを餌料としてタマミジンコを、タマミジンコを給餌してティラピア仔稚魚を飼育する試験を行い、バイオマス、窒素およびリンの変換効率を調査した。その結果、バイオマス、窒素およびリンの変換効率はそれぞれクロレラ・タマミジンコで20.4%、24.9%および17.0%、タマミジンコ・ティラピア仔稚魚で25.4%、27.3%および45.3%であった。

最後にティラピア仔稚魚の飼育を基準としたCERASにおける物質収支の算出を行った。ティラピアから排泄される栄養塩を利用して、10mg(開口直後)から5g湿重量までティラピア1尾を生産すると53日間を要し、3.75g乾燥重量のタマミジンコを必要とし、そのタマミジンコ生産には19.6g乾燥重量のクロレラが必要になるとともに、クロレラ生産時には34.0gの酸素が再生されると予想された。また、この間の窒素およびリンの変換効率はそれぞれ5.12%および5.54%と試算された。

以上の結果から、ティラピアの排泄物を栄養塩として微細藻類による酸素再生、さらには餌料生物生産を介して、その藻体を食用魚のバイオマスへ変換する系の基礎的データの算出が可能となった。