

## 環境にやさしい養殖・水耕栽培システム(アクアポニックス)の開発

山内 皓平 [北海道大学大学院水産科学研究科/教授]

高野 和則 [(有)アイジャード/研究所長]

足立 伸次 [北海道大学大学院水産科学研究科/助教授]

山羽 悦郎 [北海道大学北方生物圏フィールド科学センター/教授]

宮嶋 克己 [(財)函館地域産業振興財団 工業技術センター/研究開発部長]

吉野 博之 [(財)函館地域産業振興財団 工業技術センター/機械電子技術科長]

### 背景・目的

我国の漁獲量は減少の一途を辿り、水産養殖業の重要性が増しているが、これまでの養殖法は環境に大きな負荷を与え、汚染問題が深刻化している。一方、西欧諸国では、養殖(アクアカルチャー)排水を水耕栽培(ハイドロポニックス)で浄化するアクアポニックスと呼ばれる方法が実用化されつつある。しかし、アクアポニックスに適する水産動物および農産物は限られており、多くの研究余地がある。本研究の目的は、小型アクアポニックスシステムを用いて、実験魚から排出される窒素やリンを水耕栽培植物がどの程度浄化できるかを調べることである。

### 内容・方法

最初に実験1として、飼育魚数の増加に伴う飼育水の汚染量の増加および汚染水により水耕植物がどの程度生長できるかを調べた。実験用アクアポニックスシステムは植物槽、魚類飼育槽および濾過槽からなり、それらをポンプにより循環した。実験群として、キンギョを100、200および300匹飼育する群を設け、8週間飼育実験を行なった。水耕植物として、チンゲンサイを用いた。実験期間中の水温は6から10℃であった。

次に、飼育魚および水耕植物に及ぼす飼育水への液体肥料添加の影響を調べた。実験群として、魚のみ(魚)、魚と植物(魚・植)、魚と植物と液肥(魚・植・肥)、魚と液肥(魚・肥)、植物と液肥(植・肥)の5つの群を設けた。各群のキンギョは100匹とし、水耕植物としてチンゲンサイを用いた。液肥は週1回4度加え、5週目以降は添加しなかった。実験期間中の水温は10から20℃であった。

### 結果・成果

実験1において、飼育水中のリン酸、硝酸およびカリウム濃度は群間で顕著な差はみられなかった。魚体に有毒なアンモニウム濃度は飼育密度に比例して上昇した。300匹群では、4週目までに急激に上昇したため、飼育魚が死亡し始めた。pHは300匹群で4週目まで上昇した。この上昇はアンモニウムの蓄積によるものと考えられる。チンゲンサイの重量は飼育魚数が多く、

水質悪化が早いほど増加した。しかし、8週間でも一株平均4.5gにまでしか達せず、明らかに生長不良であった。これは栽培温度が低かったこともあるが、すべての群で葉の黄変がみられたことから、栄養不足が主な原因と考えられた。以上の結果から、キンギョの飼育水のみでチンゲンサイを育てることは困難であり、飼育水を浄化するためには、チンゲンサイの生長に必要な何らかの成分を添加する必要があると思われる。

そこで実験2として、飼育水への液肥添加を試みた。飼育水中のリン酸、硝酸、アンモニウムおよびカリウムは液肥添加により大きく増加したが、液肥添加を止めた4週目以降、植物のある群では硝酸、アンモニウムおよびカリウム濃度は徐々に減少した。リン酸は植・肥群では減少したが、魚・肥および魚・植・肥群では高値を維持した。植物は硝酸、アンモニウムおよびカリウム濃度を大幅に低下させた。魚・肥群ではアンモニウムの上昇が著しく、7週目以降飼育魚の死亡が増加した。飼育魚の死亡がみられたのは魚・肥群のみである。一方、液肥を添加しなかった群では、飼育水中のリン酸、硝酸およびアンモニウムが上昇した。植物による硝酸およびアンモニウム吸収ができなかった主な原因は飼育水中のカリウム不足と考えられる。従って、飼育水中へカリウムを添加することで植物の生長を促すと、生長した植物はリン酸、硝酸およびアンモニウムをより多く吸収できるようになると思われる。チンゲンサイの重量は、7週目には液肥添加群で1株60-70g以上となった。また、液肥添加群では葉の黄変も起こらず、十分商品となりうる質であった。

以上の結果から、飼育魚の排水だけではチンゲンサイを良好に育てることはできないが、液肥を添加することで十分可能であることが示された。現在、チンゲンサイ以外の水耕対象植物の検討などを行なっている。これまでの結果では、チンゲンサイ以外にもコマツ菜、サラダ菜、ミツバ、バジルなど多くの植物が良好な生育をみせており、水耕植物は魚類飼育水の脱窒素に予想以上に有効であることが判った。

また本研究では、海産魚の養殖排水を海藻により浄化するシステム開発へ向け予備実験も行なった。その結果、海産魚の飼育水で生育できる海藻もいくつか判った。

### 今後の展望

今回、水耕植物は魚類飼育水の脱窒素に有効であることが判った。対象となる植物あるいは養殖魚の組み合わせや細かな条件の検討については今後も継続する必要があるとあろう。また、本研究では、海産魚の飼育水で生育できる海藻がいくつかあることも判った。今後それらの浄化能の比較を行なうことにより、実用化へ向けた十分な展望が開けるであろう。海藻類は低温を好む種類が多く、付加価値が高いものも多い。北海道においては、十分期待できる分野である。