

水産養殖における水環境汚濁とその対策

東京海洋大学 学術研究院 海洋生物資源学部門

遠藤雅人

現在、世界の水産養殖は、漁獲漁業の生産量に追いつき、水産の主要な生産形態となりつつある。一方で魚介類の養殖に関しては生産量の数倍もの物質を天然水域に排出している。これによって少なからず水環境汚濁が生じ、天然環境で処理しきれない量の物質が排出された場合には養殖場の周辺環境に影響を与えることとなる。例えば、海面養殖いけすの場合、これらの物質は水に溶けて海流によって流されるものといけす直下の海底に沈殿するものと分けられ、沈殿物はしばしば嫌気的な環境を作り出し、貧酸素、さらには硫化水素の発生にもつながる。このような生物に危険な環境がその生物の飼育によって作り出され、養殖生産物が被害を受けることを「自家汚染」という。

一方、最近では海面の養殖適地の不足や漁業権の制約などの問題から人間の活動環境に近く、より良い管理が可能な陸上養殖が注目されている。特に循環式養殖では魚介類の排泄した有害なアンモニアを硝化細菌の作用によって酸化し、亜硝酸を経て比較的無害な硝酸に変換して飼育水中に蓄積させることができる。同様に糞等の固形物も回収できる。これにより、天然環境への水質汚濁物質の排出を防止することが可能である。また、自然界から隔離された飼育環境を創出することができるため、光や塩分制御が自由に行うことができ、それによって飼育される魚介類の成長促進が可能である。

現在、生産企業数が拡大し、異分野からの新規参入も進められている。日本は古くから海産魚の養殖が盛んであり、1990年くらいから海産魚の循環式養殖の技術開発が進められ、産業化が可能な技術レベルに達している。近年、更なる大型化も進められており、特にサーモンやバナメイエビ、マサバなどの大型陸上養殖施設が建設され、運用段階に入っている。

先にも述べたが閉鎖循環式養殖では物質の蓄積は可能であるが、溶存態の物質を単独で処理することは不可能である。そこで蓄積した魚介類の排泄物質を肥料として用いるアクアポニックスという技術がある(図1)。淡水の循環式養殖では、魚介類の排出物質を野菜などの有用な植物に転換するアクアポニックスが確立されている(図2)。この際、排泄物質は栽培される野菜など、農作物の有機肥料として考えられ、付加価値の高い水耕栽培を実現することができる。アメリカの内陸部では新鮮な魚が手に入らないことから、少ない水を用いて淡水魚養殖を行うために閉鎖循環式養殖が行われ、その廃水を使ったアクアポニックスも行われている。アクアポニックスは教育や産業に利用され、近年、日本でも大型施設の運用が開始されている。さらに来年4月から開催される大阪・関西万博の展示物としても採用され、注目を集めている。

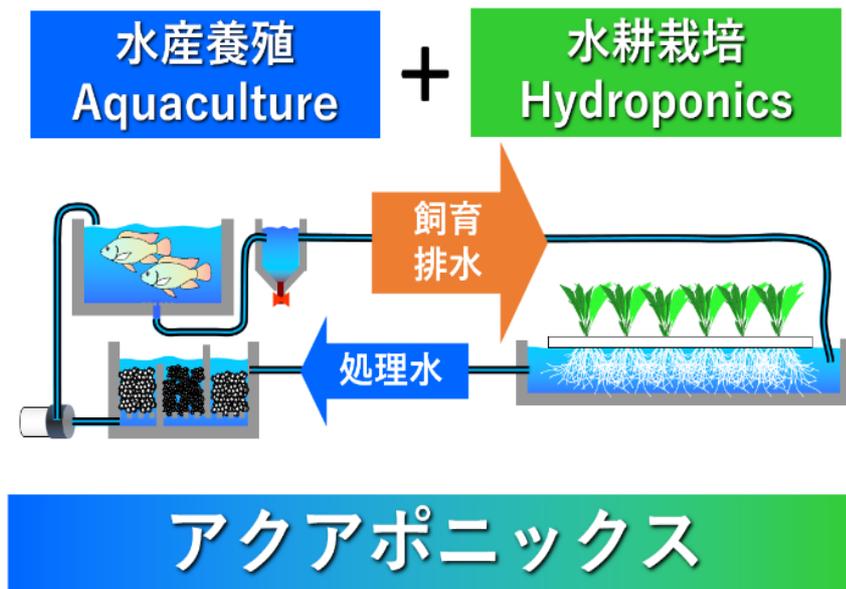


図1. アクアポニックスの概念



図2. 東京海洋大学のアクアポニックス

アクアポニックスの水管理は閉鎖循環式養殖、水耕栽培それぞれの単独運用と比較しても条件の幅が狭く、精密で特殊な管理が求められる。また、魚介類の排泄する物質が植物の吸収する物質と質・量ともに完全に一致するわけではないため、不足する栄養素の添加が必要となる。このようにアクアポニックスの運用管理では、養殖システムと水耕栽培システムを理解し、両者を組み合わせた独自の管理方法についても学ぶ必要がある。

現状、日本では海産魚養殖が魚類養殖全体の96%以上を占めていることから、閉鎖循環式養殖の技術に関してもヒラメやトラフグなどの海産魚を中心に研究開発が進められ、実用化に至っている。この海産魚の循環式養殖システムにアクアポニックスが適用できれば、天然水域、特に日本の周辺



**クエの飼育排水を用いて
アイスプラントや
クビレスタ(海ぶどう)の
栽培を行う**

クエ (塩分17~34psu)



アイスプラント (塩分8psu)



クビレスタ (塩分32psu)

図3. 新技術開発への試み: 海水版アクアポニックスの開発

海域への水質汚濁物質の排出防止の一助となると期待される。そこで我々はこの海産魚養殖に適用可能な塩水を使用したアクアポニックスの技術開発を行ってきた(図3)。これまでにクエの飼育廃水を利用したアイスプラントと海ぶどう(クビレスタ)の栽培試験を行った。アイスプラントではクエの飼育廃水を4倍に水道水で希釈し、塩分を海水の1/4にしてそれを液肥として利用した。その結果、アイスプラントは水道水で希釈したクエ飼育廃水において合成された培地と同様の成育を示すことが分かった。一方、海ぶどうは飼育廃水をそのまま利用して栽培を行った。その結果、アイスプラントと同様に合成培地と同等の成育結果が得られた。このことから、クエの飼育廃水を用いて塩生食用植物のアイスプラントや食用海藻の海ぶどうを栽培可能であることが示された。

現在は、科学技術振興機構 JST が推進し、琉球大学が中核となって実施している COI-NEXT 資源循環型共生社会実現に向けた農水一体型サステイナブル陸上養殖のグローバル拠点に参画し、農水一体型システムについて検討を行っている。具体的にはヤイトハタと耐塩性植物を用いた塩水アクアポニックスの開発やヤイトハタ養殖の際に排出される沈殿固形物の農業利用について研究を進めている。

地球の水資源は96.5%が海水であり、利用しやすい陸上の淡水資源は0.008%とされる。その中で農業利用される水が最も割合が高く、増加し続けている。今後の人口増加や食料生産を考えると水利用の効率化は喫緊の課題である。陸上の淡水が利用されることで海水浸食による塩害も進んでいる。既存のアクアポニックスを含む淡水利用の効率化を進めるとともに食料生産における海水や塩分を含んだ水の利用方法についても試験研究を積み重ね、様々な視点・角度からの技術開発を進めることで水環境汚濁の問題の解決につなげることが重要であると考えられる。