

3.7.5 バイオコントロール

A. 滅菌および除菌の実態

養殖では、多くの手法を用いて、魚介類の飼育水より病原菌を取り除く、いわゆる滅菌、除菌などの作業が行われている。たとえば種苗生産飼育水の一般的な滅菌・除菌では、微細フィルターによる濾過、紫外線やオゾンによる処理、さらに塩素剤、抗生物質などの薬剤が使用され、一部の薬剤は配合飼料に混合して投与される。

養殖現場の人々は、これらの処置によって水中の微生物が排除され、長期間にわたっていわゆる無菌状態に近い飼育水が維持できると考えがちであるが、養殖水の微生物数の減少は一時的にすぎない。たとえば、抗生物質を飼育水に加えた場合は、薬剤の量と種類によって異なるが、細菌数が数日にわたって減少、低濃度に維持されたあとに、耐性菌などの増加により、細菌数がほぼもとの濃度まで復元する。濾過やオゾン、紫外線滅菌処理においても、水槽壁、魚体や餌飼料に付着する微生物が、処理装置を通じた後の水中で増殖し、結局はもとの微生物数を示すことになる。

逆に、滅菌処理のあとでは微生物群集間の拮抗作用が減退するため、特定の微生物が増加する機会が多い。たとえば、抗生物質の多用により、これまでウイルスを抑えていた自然細菌が減少し、ウイルスが急増する事例は高い頻度で発生する。

さらに、これらの微生物の排除方法の効果が低いことから、効能が比較的長く続く核酸染色剤(マラカイトグリーンなど)、ホルマリン、銅イオン、未精製有機酸などがとくに国外において使用されており、人体に悪影響を及ぼすこれらの薬剤などの使用は、消費者の養殖魚への不信感増大の一因となっている。

B. 養殖におけるバイオコントロール

このような、養殖水より微生物を除去する試みとは異なり、微生物を利用して疾病を排除する方法があり、バイオコントロール(生物学的防除、生物防除: biological control, biocontrol)とよばれる。この方法では、自然界に恒常的に進行している生物間の競合のなかで、主として拮抗作用を利用することにより、病原菌などの病原生物の増殖を抑制、あるいは排除することができる。この実施手法には、大別して2種類があり、①外部より天敵(微生物)を(多くの場合には増殖させた後に)現場に移入して、病

原(微生物)を排除する直接的な技術と、②有害(微生物)を排除する、あるいはその数や機能を低減するような天敵(微生物)を当該生物近辺で増殖させるなどして、当該生物を保護するという間接的技術が内容となっている。養殖に実施されている①の例では、病原菌(ウイルス、細菌、真菌など)に拮抗作用を示す有用細菌を大量培養して養殖水に添加し、疾病を排除する方法が実用化されている。②の例では、養殖対象種と異なる魚類、または海藻などを併用する混合養殖があり、さらに、ほかの魚種を別の池(水槽)で飼育し、その飼育水を養殖対象種の飼育池に移流する方法もある。これは、魚類と共存する微生物が、養殖対象種の病原菌を抑制する効果を期待した手法といえる。なお、ワムシなどの生物餌料にバイオコントロール生菌を飼食させ、これを魚介類に給与することによる疾病防除方法も国内外において広く採用されている。

水産養殖におけるバイオコントロールは、1980年代に日本栽培漁業協会玉野事業場(当時のガザミ種苗生産において初めて実用化された。ガザミ種苗生産では、*Vibrio*属の細菌による種苗の斃死が頻発し、対症方法として抗生物質を投与したところ、病原菌が大量発生し、種苗の全滅する事態が起きた。抗生物質を飼育水に投与すると、細菌数が減少するため、これらの細菌が拮抗していた抗生物質の効かない病原菌が増殖したことに原因する。このような状況で、有効な対症方法としてバイオコントロールが採用され、有用菌の飼育水への添加により種苗生残率の大幅な向上がみられた。

このような方法は、とくに種苗に頻発するウイルス病への対策にも用いられ、いわゆる抗ウイルス細菌を添加することにより、エビ類、ヒラメ、シマアジ、ハタなどのウイルス疾病の防除に効果をあげている。ウイルスの感染能を抑える細菌は、1960年代に報告され、その後、細菌の生産するプロテアーゼがウイルスの外皮を分解(損傷)することで、ウイルスの失活することも報告された。以降、ワクチン研究が重視されたこともあり、抗ウイルス細菌について

最新「水産ハンドブック」講談社 より

の知見の蓄積は少ないが、近年、バイオコントロールに利用する微生物として注目されるようになり、国内においても *Pseudomonas* 属、*Aeromonas* 属の細菌が製品化されている。

C. バイオコントロールにおける微生物の作用

バイオコントロール菌の作用において、抗ウイルス、抗病原細菌・真菌の機能と同時に、選択する菌が魚体に阻害を示さないような株であることが必須となる。種苗は、微生物を消化管に非選択的に取り込む場合が多く、(細胞壁が硬い、病原性があるなどの)餌料として不適な微生物の場合には短時間で死滅する。このため、バイオコントロール菌の選択においては、とくに脆弱な種苗(ウシエビ、ガザミ、ヒラメ仔稚など)に給与して、その生残率向上や運動能促進などの効果を検証する方法が有効である。ただし、メダカや観賞魚等の仔稚は、不適な微生物を投与しても短時間では弱らないので、このような効果検証には採用し難い。

微生物の拮抗作用は、抗菌物質がその主役と考えられているが、その他には、栄養物質や(微生物の増殖因子である)鉄イオンの競合、さらに、微生物どうしの直接的な接触による作用で他を排除する例がある。また、クオラムセンシング(quorum sensing)の効果も注目されている。これは、細菌の一定以上の存在数・量によ

って、すなわち存在という情報を感知することによって、自身または他の微生物の代謝が変化する現象をいう。クオラムとは、議会における定足数(議決に必要な定数)を指し、細菌の数・量が一定値を超えたときに初めて特定の物質が生産されることを、案件が議決されることにたとえることで命名された。クオラムセンシングを行う細菌は多様にわたる。これらの菌の生産物が細胞内でDNA、RNAの転写を制御する因子に作用するが、この物質は、自身に働くだけでなく、菌体外に分泌され、他細菌にも作用することが報告されている。さらに、物質は、少数の細菌数においても、同様の作用を起こすことも示唆されている。このような有用菌のクオラムセンシングによる病原菌の抑制は、医学方面では研究が進んでおり、水産養殖分野においても報告されるようになった。

害虫駆除のためのバイオコントロールは農業方面では大きく進展しており、害虫を殺滅する芽胞細菌(バチルス菌)の2種は有名で、その他にも、ウイルス、糸状菌、線虫を利用した方法がある。水産養殖での害虫防除のためのバイオコントロール方法では、生菌の投与により魚体が活性化し、体表の寄生虫が減少した例がある。

(前田 昌樹)