

ワムシ培養餌料の進歩と課題

本稿では、海産魚などの種苗生産施設におけるシオミズツボワムシ（以下、ワムシ）培養餌料の変遷とその背景、今後の課題などについて、淡水産クロレラを中心に述べる。

淡水産クロレラは光合成能とタンパク質含有量が高いため、第二次世界大戦後に食料資源としての研究が行われ、1960年代から工業的に生産されたその食品および健康食品としての利用が進められてきた。一方、水産分野では1970年代半ばより、ワムシの餌料としてのクロレラ研究が行われ、1980年頃にはワムシ培養用のクロレラ濃縮液が実用化された。

生クロレラの餌料価値の改善

1) ビタミンB₁₂添加と高密度培養

海産魚などを対象とした種苗生産施設では、淡水濃縮クロレラ（以下、生クロレラ）が開発される以前は、海水産の藻類である「ナンノクロロプシス」（以下、ナンノ）の培養が、ワムシを培養するための餌料の生産工程として組み込まれていた。発売当初の生クロレラは、ナンノの培養が不調になった際の代替餌料としての利用が主体であった。これは、生クロレラ給餌によるワムシ生産が、ナンノ給餌の場合と比べて不安定であるとの評価があったためだ。

そこで、生クロレラのワムシに対する餌料価値を無菌条件下で詳細に検討したところ、ワムシの必須栄養素であるビタミンB₁₂を補うことで、生クロレラの餌料価値はナンノと同等であることが明らかにされた。これを受けて、生クロレラは、ナンノの培養に人工海水を使わなければならない内水面の種苗生産機関などに広く普及していった。

その後、生クロレラ培養時の培地に添加したビタミンB₁₂がクロレラの細胞に濃縮されること、そのためビタミンB₁₂を強化して培養された生クロレラはワムシに

彦田 亮歩（ひこだ りょうほ）

クロレラ工業株式会社 技術特販部 水産課 主任。大阪府生まれ。近畿大学農学部水産学科卒。2017年入社。

対して優れた餌料価値を持つことも明らかにされた。そして、これらの研究成果が広く知られるようになり、生クロレラはワムシ培養餌料として急速に普及した。

また、生クロレラを用いたワムシの高密度培養法が開発され、従来のナンノとパン酵母併用によるワムシ生産では500個体/mL程度が上限であったのに対して、2,000個体/mL以上の培養ができるようになった。さらに、酸素通気やpH制御を行えば10,000個体/mL以上の超高密度培養も可能なことが示された。

生クロレラを利用したこれらのワムシ培養法の確立によって、ワムシ培養水槽の小型化が可能となり、ナンノを生産しなくても、効率的且つ集約的なワムシ生産ができるようになった。

2) ω3高度不飽和脂肪酸の強化

以上のように、生クロレラはワムシ培養餌料として優れているものの、海産仔稚魚の必須脂肪酸であるω3高度不飽和脂肪酸（以下、ω3脂肪酸）を含まない欠点があった。けれども、生クロレラの培養液中にω3脂肪酸を添加するとクロレラの細胞が当該脂肪酸を取り込み、その一部が細胞膜を構成するリン脂質や糖脂質に組み込まれることが確認された。また、ω3脂肪酸を強化した生クロレラを給餌したワムシの増殖率は、通常生クロレラを給餌した場合と同等で、生産されたワムシはω3脂肪酸を含んでいることも確認された。したがって、ω3脂肪酸を含有した生クロレラを用いることで、ワムシ培養と栄養強化を同時に行えるようになり、次項に記すとおり、当該製品の機能改善などが重ねられ、現在では国内外の多くの種苗生産業者に利用されている。



写真1 「生クロレラ-150」



写真2 「生クロレラ-V12」



写真3 「スーパー生クロレラ V12」

生クロレラ製品のあゆみ

クロレラ工業株式会社（以下、弊社）では、生クロレラがワムシの培養餌料として注目され始めた1982年に、生きた状態のクロレラを濃縮した「生クロレラ-150」（写真1）を発売した。当時の製品は18Lのスチール缶（5ガロン缶）に充填しており、今とは異なる荷姿だった。その名称は、製品内の細胞数が150億 cell/mLであったことに由来し、乾燥重量の規格は、現在の規格である145 g/Lよりも低い100 g/Lだった。

その後、1989年に、ビタミンB₁₂をクロレラ細胞内に強化した「生クロレラ-V12」（写真2）を発売。荷姿についても、現在の形態であるバッグインボックス（ポリエチレン製の袋にクロレラ液を充填し、段ボール箱に入れた状態）に変更した。

また、当時はワムシの培養と栄養強化は別途行うのが一般的だったが、1999年に「スーパー生クロレラ-V12」（写真3）を発売し、ワムシの培養と栄養強化を同時に行えるようになった。これにより、ワムシ培養水槽数や2次強化の手間が軽減され、ワムシの餌料培養作業の省力化が実現した。

さらに、2005年には、コストを抑えながらワムシ培養と栄養強化を同時に行える「ハイグレード生クロレラ-V12」を発売した。「ハイグレード生クロレラ-V12」は「スーパー生クロレラ-V12」と比べて、含有する ω 3脂肪酸量は低いものの、作業効率が向上するため、全国のアユ種苗生産業者やガザミ等の甲殻類を対象とした種苗生産施設などで広く用いられている。

生クロレラを用いたワムシの培養方法

ここで、各地の種苗生産施設で行われている、生ク

ロレラを用いたワムシの培養方法について整理しておきたい。以下の3つのやり方に大別でき、それぞれメリット、デメリットを有することが知られている。また、いずれも方法についても、依然として管理者の経験や感覚に頼る部分が小さくない。

1) 間引き式

ワムシ培養水槽から仔魚の餌料として必要な量のワムシを収穫した後、連続的もしくは断続的に注水を行うことで、ワムシ培養水槽の環境を保ちながら培養を続ける方式である。

メリットは、ワムシ培養水槽を洗う頻度が軽減できるため、日々の作業の省力化ができること。また、加温・塩分調整した海水の消費量が抑制されるためコスト低減にもつながる。

一方、デメリットとしては、培養水槽内にワムシの排泄物や死骸が蓄積するため、2,000個体/mL以上の高密度培養は難しく、ワムシ個体数を確保するために水槽が大型化しやすいこと。また、ワムシの状態が悪くなる前に新たな培養水槽を準備する必要があり、それが遅れると培養不調に陥りやすい。

2) 植え継ぎ式（パッチ式）

ワムシ培養中は注水を行わずに止水で管理し、ワムシの個体密度に合わせて生クロレラを給餌し、それぞれの培養水槽内のワムシを3～5日おきに全量回収する。そして、仔魚への給餌用と元種用に分けて再度培養を行う。それを繰り返すやり方である。

この方式のメリットとしては、ワムシ培養水が短期的に全量置き換わるため、比較的高密度でワムシを培養でき、省スペース化が可能なこと。また、ワムシ個体数の計数誤差による過給餌などが生じてその環境



写真4 ワムシ培養用
自動給餌装置「ワムシ
わくわく」



写真5 「ワムシ
カウンター」

は短期間で済むので、培養不調に陥りにくい点も挙げられる。

他方、デメリットとしては、ワムシ培養中は毎日のように水槽替えを行うことになり、作業量が多くなる点が挙げられる。

3) 粗放連続培養方式

ワムシ培養水槽に海水と生クロレラを連続的に供給し、オーバーフローしたワムシを回収する方式であり、間引き式のバリエーションと言える。詳細は本特集の桑田氏の稿を参照いただきたい。

ワムシ培養作業の省力化について

かつてはワムシを通年培養している種苗生産業者が多かったが、そのための作業量や光熱(加温)費、餌料代等の軽減が志向されるようになり、近年は元種が必要になった際はワムシを保有している同業者から譲り受けたり、通年培養を行っている弊社から購入する例が増えている。

また、昨今はワムシ培養作業についても人手不足や働き方改革の観点などから省力化が求められており、機械化も図られている。代表的な2例を紹介する。

1) ワムシ培養用自動給餌装置「ワムシわくわく」

当装置は冷蔵庫を備えており、生クロレラを自動的に給餌する(写真4)。定量ポンプを使ってクロレラをワムシ培養水槽へ給餌するやり方は多くの種苗生産業者が行っているが、「ワムシわくわく」は、ワムシの培養水量や給餌量・給餌回数、現在のワムシ培養方法等を入力することにより、効率的且つ自動的に生クロレラを給餌できる。連続給餌によって、より高密度のワムシ培養も可能になる。

2) 「ワムシカウンター」

日々のワムシ培養において欠かせない、個体数の計

数を省力化し、誰もが同等の精度を実現できる装置である(写真5)。計数作業の負担軽減だけでなく、生クロレラの過給餌を予防し、餌料効率の向上、コストダウン効果も期待できる。

ナンノクロロブシスの利用価値

以上のような経緯により、種苗生産現場におけるナンノの自家培養が減少して20年以上が経過するが、ナンノは生クロレラには無い特色を持つ餌料として、今も用いられる場面がある。

一つは、栄養強化剤としての利用である。EPAを中心とした ω 3脂肪酸の強化を目的に使われている。

もう一つは、仔魚同士の噛み合い防止やストレス緩和を意図して、飼育水の視認性(透過性)を低下させるためである。飼育水の視認性低下効果は生クロレラにもあり、それを期待して生クロレラを使っている種苗生産業者も大勢いるが、淡水由来の生クロレラよりナンノの方が海水中での生存時間が長いこと、飼育水を汚さずに着色状態を維持しやすいと考えられているようだ。また、ナンノを添加することで飼育水の菌叢の安定性が増し、疾病の予防に役立つと考えている種苗生産業者もいる。

ワムシ培養餌料の今後

海産魚などの種苗生産現場で40年近く、餌料として利用されてきたワムシであるが、より高密度の培養、培養不調に陥った際の回復方法、良質とされる高活性ワムシの安定的な生産などが期待されており、それらは培養餌料や培養方法の課題でもある。弊社においてもこれら課題等に挑み、魚介類の種苗生産、ひいては水産増養殖産業のさらなる発展に寄与していきたい。

A