

熱帯域養殖での低コストで安定的な餌料生産技術の開発に関する研究：
ワムシ類（ツボワムシ科）を事例として

長崎大学大学院水産・環境科学総合研究科

Erick Ochieng OGELLO

魚類の種苗生産で初期餌料の安定供給は必須である。しかし、餌料生物を量産するために使用される濃縮植物プランクトンは高価であり、ケニアなどの開発途上国での増養殖の発達の影響となっている。本研究は、種苗生産の現場で主な初期餌料生物であるツボワムシ科プランクトン（以下、ワムシ）の安定・安価な培養技術の開発と応用を目的とした。まず、ケニアで採集された淡水産ワムシ *Brachionus angularis* の現地での応用を目指し、生物学・個体群生態学的パラメーターを利用して最適な培養条件を調べた（第2章）。続いて、これらを経済的に量産するため、低コストである鶏糞が *B. angularis* の増殖に与える影響を調べた（第3章）。次に、高価な濃縮植物プランクトンの代替物を探索した。ワムシはバクテリアフィーダーでもあるため、バクテリアを発生する魚類廃棄物を利用出来るか検討した（第4章）。最後に、濃縮植物プランクトンより保存性が高く安価である乾燥植物プランクトンを利用してワムシの増殖能を最大限に発揮するため、Gamma-aminobutyric acid (GABA) の有効性を検討した。（第5章）。

【ケニア株 *B. angularis* の最適培養環境】

ケニアで採集された淡水産ワムシ *B. angularis* の耐久卵を孵化させ、これらの生物学・個体群生態学的特長を調べた（第2章）。孵化した個体の大きさは背甲長 $85.6 \pm 3.1 \mu\text{m}$ 、背甲幅 $75.4 \pm 3.6 \mu\text{m}$ であった。*B. angularis* の最適培養環境を調べるため、3段階の水温（20、25、30°C）と餌密度（ 2.5×10^5 、 2.5×10^5 、 2.5×10^6 *Chlorella vulgaris* cells ml⁻¹）で個体別培養・バッチ培養を行った。*B. angularis* は水温 25°C で *C. vulgaris* を 2.5×10^6 cells ml⁻¹ の密度になるよう毎日給餌することで最大増殖能（個体群増殖率 0.49 ± 0.01 、最大密度 255.7 ± 12.6 個体 ml⁻¹）を発揮することが分かり、口径が小さな魚類の初期餌料としての高い可能性を確認した。

【鶏糞が淡水産ワムシ *B. angularis* の増殖に与える影響】

安価な量産培養の方法として鶏糞を用い、淡水産ワムシ *B. angularis* のバッチ培養を行った。培養水の中、鶏糞濃度を4段階（0.5、1.0、2.0、3.0 ml l⁻¹）に調節し、最適環境下（水温 25°C、餌 *C. vulgaris* 2.5×10^6 cells ml⁻¹ day⁻¹）で7日間換水せずに培養し *B. angularis* の生殖能力を比較した。これらの両性生殖は鶏糞の濃度が高くなるほど抑制された。一方、単性生殖は 2.0 ml l⁻¹ の鶏糞濃度でサイズの変化なく活発になる事が分かった。

【乾燥植物プランクトンを用いたワムシの量産培養システムの構築及び応用】

乾燥植物プランクトンは濃縮物より、保管性に優れ、原価が安いという長所があるが、ワムシの増殖力は低下する。そこで、悪環境下でワムシの増殖力を高めると知られている GABA を用いたワムシ量産培養の餌として乾燥植物プランクトン (*Nannochloropsis oculata* と *C. vulgaris*) の可能性を確認した。培養前 48 時間 GABA に暴露することで *B. rotundiformis* (S-type) の活発な増殖が誘導される事が分かった。

【魚類廃棄物を用いた餌料生物の量産培養システムの構築及び応用】

現在、水産現場で汎用されている濃縮植物プランクトンの代替としてバクテリアの可能性を確認した。汽水産ワムシ *Brachionus rotundiformis* (SS-type) を用い、設置した魚類廃棄物が *B. rotundiformis* の増殖と栄養価に与える影響を調べた。実験区は (1) 魚類廃棄物 (0.5 g l⁻¹) のみ、(2) 魚類廃棄物と小麦粉 (澱粉提供) を混合の 2 つを設定し、植物プランクトン *C. vulgaris* のみの対照区と個体群増殖率を比較した。それぞれの餌環境下で 18 日間培養を行った結果、*B. rotundiformis* は混合物で植物プランクトンより高い密度 (1188±67.7 個体 ml⁻¹) を安定的 (CV 7.47±1.68%) に維持した。魚廃棄物を設定した培養水の中には *Pseudomonas* sp.、*Bacillus* sp.、*Thiocapsa* sp.、*Shewanella* sp. のバクテリア 4 種が、対照区には *Micrococcus* sp. が主に分布していた。対照区のワムシは DHA と EPA を持たなかったが、魚廃棄物区は DHA 0.35 と EPA 0.39 mg g⁻¹ を保有し、DHA/EPA 率は 0.9 だった。

さらに、魚類廃棄物を用いた量産培養方法の応用に向けて、餌料生物として高い可能性を持つ、淡水産ワムシ、カイアシ類、ミジンコについて実際にケニアで野外実験を実施した。それぞれの生物を 3 つの餌環境下：(1) 魚類廃棄物と小麦粉の混合物、(2) 魚類廃棄物に鶏糞添加、(3) 鶏糞のみを提供 (対照区) で井戸水 500 l を用いて 16 日間培養した。実験に用いられた全ての生物は魚類廃棄物に鶏糞を添加した実験区で高い増殖能を示した。

魚類廃棄物の利用可能性を確かめるため、ワムシの活発な増殖及び高い栄養価が確認された魚類廃棄物と小麦粉の混合物で培養した *B. rotundiformis* (SS-type) を用い、シロギス *Sillago japonica* の仔魚飼育実験を行った。濃縮クロレラで培養したワムシ給餌区 (対照区) より、魚類廃棄物区で仔魚の活発な成長が見られた。本研究を通じて構築された安定・安価な餌料生物の量産システムはアジアの若干国を含めた開発途上国の水産増・養殖の発達、及び持続的漁業のため必要となる資源管理 (種苗生産) の効率化を加速化する可能性がある。