

臓、小腸冊子縁および直腸上皮細胞の消化機能は摂餌開始時期までに獲得される。また、膵臓の消化酵素の分泌を制御する内分泌機構も摂餌開始期までに機能し始める。したがって、仔魚が餌を消化吸収するためには、膵臓、小腸冊子縁および直腸上皮細胞の消化機能が最低限必要であると考えられる。このように、仔魚期であっても、その消化機能はかなり高度に発達しているといえる。そして、最終的に成魚と同じ消化機能が整うのは、変態後の稚魚期以降であると考えられる。このような消化機能の発達過程は、多くの魚種で共通する部分が多いと考えられるが、胃腺の分化時期などは魚種によって大きく異なる。例えば、サバ科魚類のマグロなどの魚種では胃腺の分化時期は早く、中期仔魚期にはすでに胃腺の形成がみられる。マグロ類では、仔魚期からすでにプランクトン食性から魚食性に移行するため、早くから胃の消化機能が必要になると考えられる。このように、消化機能の発達パターンは、その魚種の食性の発達過程と密接に関連していると考えられる。

2.4 仔稚魚の栄養 I -タンパク質とビタミン-

越塩 俊介 鹿児島大学 教授

仔稚魚の栄養要求については、現時点では、完全配合飼料化が不可能なため、まだ不明な点が多いのが現状である。また、生物餌料と微粒子飼料の併用投与により、仔魚の生残、発育が大きく改善されたものの、この場合、生物餌料への依存度がかかなり大きく、微粒子飼料の貢献度についてはあまり詳しく検討されていない。更に、栄養学的な観点ばかりでなく、物性を含めた物理的な面についての解明も必要である。実際の微粒子飼料の摂餌量や給餌するタイミングについてはまだ確立されているわけではない。このように、仔魚期においては生物餌料の役割が大変重要ではあるが、最近、世界各国で、微粒子飼料を用いて仔魚期の栄養要求や生理学的知見が集積しつつある。したがって、ここでは仔稚魚期のたんぱく質及びビタミン類研究に関して、最近の知見を中心に概要する。

1、 たんぱく質

微粒子飼料の最適化には、最低限次の条件を満たす必要がある：

- (1) 十分に栄養バランスが整った栄養成分を含む、
- (2) 水中での高い安定性（栄養成分の低溶出）、
- (3) 高消化・吸収率、
- (4) 水中での適正滞留

上記条件を備えた微粒子飼料の開発の一環として、最近ペプチドのようなタ

ンパク質加水分解物と魚油脂肪酸カルシウムを組み合わせた飼料が開発されている。

ミルクカゼインから得られたペプチドとドコサヘキサエン酸を多く含む脂肪酸カルシウムを添加して作成した微粒子飼料をマダイ仔魚（8日齢）に投与したところ、生物餌料区に比較して生残と成長は劣ったものの、孵化後26日目の生残率が58%を示したとの報告がある。我々の研究室においても、異なった分子量を持つ大豆ペプチドを窒素源とした微粒子飼料の開発を試みた。表1に開発した飼料組成を示す。この試験飼料をマダイ仔魚（30日齢）に30日間給餌し、その生残率及び成長率についてワムシ・アルテミア投与区と比較検討した。飼料1とアルテミアを併用した区で実験終了時の生残率が最も高かったが、魚体重は飼料1のみ給餌区が最も大きく、ついで併用区の順となり、上位4試験区までは統計的有意差は検出されなかった。したがって、まだ改善すべき点はあるものの、分子量1000から3000の大豆ペプチドをタンパク質源とし、魚油Caソープを添加した微粒子飼料は、生物餌料と併用あるいは単独で仔魚を十分育成できることが示唆された。

表1 微粒子飼料の組成 (%)

原料素材	飼料1	飼料2	飼料3	飼料4
SBP-1000*	40.0	-	-	40.0
SBP-3000**	-	40.0	-	-
分離大豆タンパク質	-	-	40.0	-
アミノ酸混合物	13.6	15.3	11.9	13.6
魚油 Ca ソープ	6.0	6.0	6.0	-
ステロール乳酸 Ca	-	-	-	6.0
デキストリン	3.4	1.5	5.7	3.4
セルロース	0.7	0.9	0.1	0.7
その他***	36.3	36.3	36.3	36.3

*大豆ペプチド分子量1000

**大豆ペプチド分子量3000

***カゼインナトリウム、ゼイン、大豆レシチン、高度不飽和脂肪酸、誘引物質、ビタミン混合物、ミネラル混合物

海外においても、魚粉やカゼインの加水分解物は、コイやシーバス仔魚に有効で、魚粉に対して約20%の代替が可能であるが、あまり多く添加すると、イカミール加水分解物は、タイ類では、発育や生残を損なうとの報告もある。さらに、これらのペプチドや加水分解物をたんぱく質源として使用した場合、奇形率が改善されることがわかった。

仔魚期におけるたんぱく質要求量についても、生物餌料への依存度が高いことから、まだ知見が不足しているのが現状である。我々は、ワムシ投与量が異なった群に、それぞれたんぱく質含量の異なる微粒子飼料を投与し、その後の発育、生残に及ぼすたんぱく質投与量の影響について検討した。その結果を表2に示した。本実験で用いたワムシ投与量の違いに関しては、微粒子飼料に移行後の発育や成長にはあまり影響が無く、微粒子飼料への餌付けを如何に円滑に行うかが重要と思われる。また、微粒子飼料中のたんぱく質含量が高い程発育

が速い傾向が見られた。

表2 異なるたんぱく質含量の微粒子飼料を摂取したマダイ仔魚の発育、成長、生残の結果 (11~30日齢)

摂餌グループ*	最終時の全長 (mm)	生残率 (%)	増重率 (%)	たんぱく質増加率 (%)
7R-40P 区	17.6	41.5	4666	4082
7R-50P 区	17.7	41.0	4629	4286
7R-60P 区	17.3	40.1	4971	4591
21R-40P 区	17.8	35.5	4135	3812
21R-50P 区	17.9	36.2	4202	3962
21R-60P 区	18.3	37.0	4363	4077
生物餌料区	15.4	69.4	2049	1919

*7R-40P 区 ; ワムシ 7 個体 / ml (10 日齢)、開始時全長 = 5.84 mm、微粒子飼料中のたんぱく質含量 = 40%

*7R-50P 区 ; ワムシ 7 個体 / ml (10 日齢)、開始時全長 = 5.84 mm、微粒子飼料中のたんぱく質含量 = 50%

*7R-60P 区 ; ワムシ 7 個体 / ml (10 日齢)、開始時全長 = 5.84 mm、微粒子飼料中のたんぱく質含量 = 60%

*21R-40P 区 ; ワムシ 21 個体 / ml (10 日齢)、開始時全長 = 6.51 mm、微粒子飼料中のたんぱく質含量 = 40%

*21R-50P 区 ; ワムシ 21 個体 / ml (10 日齢)、開始時全長 = 6.51 mm、微粒子飼料中のたんぱく質含量 = 50%

*21R-60P 区 ; ワムシ 21 個体 / ml (10 日齢)、開始時全長 = 6.51 mm、微粒子飼料中のたんぱく質含量 = 60%

2. ビタミン

仔魚はビタミン類を体内でほとんど生合成できない可能性が高く、食物から摂取する必要がある。すべてのビタミン類の要求量はまだ解明されていないが、最近、ビタミン A、E や C に関する報告がいくつかなされている。ビタミン C についてはストレス耐性の向上には、通常の発育に必要なビタミン C レベル以上の摂取量が必要である事が示唆されている。一方、ビタミン E においても、高濃度ビタミン E 強化したワムシ投与区において、Latris 仔魚の発育や生残が改善されたと報告されている。ビタミン A 関連では、仔魚期における下顎奇形に関連している事が判明している。

このように、多くの発展的研究が遂行されているが、仔魚期の栄養学的知見はまだ不十分でさらなる研究が必要である。