

## 第 11 節 養魚用配合飼料

### 1. 沿革

#### 1) 養魚飼料の発祥と展開

わが国の魚類養殖の起源はコイが最も古く、次いでニジマスが明治初期、ウナギが明治後半と続く。しかし、当時の養魚飼料は養蚕の副産物であるサナギを主体に、生魚や穀類などを混合した低品質の自家配合飼料であったため、生産性は極めて低いものであったという<sup>1,2)</sup>。この状況は、1956～1957（昭 31～32）年にアメリカでマスの栄養要求研究成果<sup>3)</sup>が発表され、同じくアメリカで開発されたマス用配合固形飼料の製造法がわが国に取り入れられたことを契機として大きく変わり、公的機関主導による組織的な養魚飼料開発への取り組みが開始されることになった。その流れを以下に示す。

1959（昭 34）年 全国湖沼河川養殖研究会・養鱒部会に養鱒技術研修会が発足。大学・水産庁・水研・関係水試・飼料メーカーが共同でニジマス用配合飼料の開発研究を開始<sup>1,2)</sup>。

1963（昭 38）年 同上共同研究によりニジマス用配合飼料の市販が実現。その後、同様手法でコイ、アユ、ウナギなど、内水面魚類の配合飼料が開発される。

1968（昭 43）年 水産庁主導の指定調査研究・飼餌料部門で、大学・水研・関係水試が共同でクルマエビ用配合飼料研究を開始、鹿児島水試もこれに参入<sup>4,5)</sup>。

1978（昭 53）年 同上指定調査研究・飼餌料部門で、ハマチ用配合飼料の共同研究を開始、鹿児島水試もこれに参入<sup>6)</sup>。

1985（昭 60）年～養殖対象魚全般の栄養要求が次第に解明され<sup>7)</sup>、この成果に基づいて実用的な養魚用配合飼料の開発研究が進行。

#### 2) 鹿児島県における養魚用配合飼料の導入と普及

魚類養殖への配合飼料の普及は内水面が先行し、海面ではかなり遅れる。

1963（昭 38）年 鹿児島水試大口養魚場がニジマス、アユ、コイ、ウナギの養魚事業で、自家配合飼料に代えて配合飼料を初めて導入<sup>8)</sup>。これを契機に県内のこれら内水面魚類養殖に配合飼料（固形または練り餌）が普及。

1973（昭 48）年 県内に新設されたクルマエビ養殖場（隼人，知覧）で、配合飼料（固形）を初めて導入。その後、種子島や奄美大島でも配合飼料を用いたクルマエビ養殖場が次々に開設。県外（天草，瀬戸内海）の既設養殖場でも従来の生餌から配合飼料への切り替えが急速に進行。

1986（昭 61）年 甕島（漁協，民間），東町（民間）のハマチ養殖場で、従来の生餌に代えて配合飼料（固形）を初めて導入。1986～1988（昭 61～63）年まで使用されたがその後中断。

1992（平 4）年ごろからイワシ資源の減少に伴う生餌の不足や価格高騰により、モイスト飼料（マッシュ＋生餌）が全般的に普及（鹿児島湾，東町）。固形飼料も東町の一部（薄井，葛輪，脇崎）や鹿屋（古江：カンパチ）などで徐々に普及。県外（愛媛，佐賀，長崎，大分）ではモイストあるいは固形飼料への移行が急速に進行。

1987（昭 62）年 マダイ，ヒラメ，トラフグの種苗生産と養殖に配合飼料（モイスト，固形）が徐々に普及。

1997（平 9）年 配合飼料の普及状況を県内を含めて全国的に概観すると下記のとおり。

- ・ニジマス，アユ，コイの養殖では固形飼料，ウナギの養殖では粉末飼料の練り餌が主流。
- ・クルマエビ養殖では固形飼料が広く定着。
- ・ハマチ養殖では，モジャコ 幼魚期は固形飼料（クランブル 小型ペレット），養成期は固

形飼料 生餌モイスト 生餌単独の順に段階的な切り替えが主流。

- ・その他魚種（カンパチ，マダイ，ヒラメ，トラフグ等）もおおむねハマチ養殖に準ずるが，マダイでは特に県外で成魚に固形飼料の使用が普及（三重，愛媛，長崎，沖縄）。

## 2. 技術の改良

### 1) 養魚飼料の形態別分類<sup>9-10)</sup>

(1) 生餌：生鮮または冷蔵・冷凍魚

(2) 練り餌：粉末飼料（マッシュ）に加水して練り餌としたもの（ウナギ飼料）。

(3) モイスト飼料

生餌モイスト：生餌にモイスト用マッシュを混合，ペレット状に成形したもの。

シングルモイスト：粉末飼料に加水してペレット状に成形したもの。

(4) 固形飼料

HP：ディスクベレッターで成形される通常の固形ペレット。DPとも呼ばれる。成形が脆く，粉化しやすい。高脂肪飼料には不適とされる。運転コストが安い。

EP：エクストルーターで成形される発泡タイプのペレット。成形良好，粉化が少ない。高脂肪飼料に好適。HPに比べて生産能力が低く，運転コストが高くなる。

EX：HPとEPの特性を共有する新しいタイプのペレット。

### 2) 養魚用配合飼料の必須条件

(1) 基本的条件：対象魚の栄養要求を満足する栄養成分と，摂取に適した形状・物性を有する飼料であること。

(2) 付帯的条件：実用飼料として養殖現場に受け入れられる価格であること。嗜好性，増肉効果，増肉係数がすぐれていること。

### 3) 固形飼料における技術の改良

(1) 基本的条件について

栄養成分：魚種別の生理生態や基本的な栄養要求はほぼ解明されている<sup>7,10,11)</sup>。これらの知見に基づいて様々な原料が選択され，最大の飼料効果を示す配合組成の改良検討が行われている。配合原料の基本型は，三大栄養素としてタンパク質源に魚粉，脂肪源に魚油，糖質源にデンプン類，その他栄養素として無機質およびビタミン類などから構成される。最近では不足する魚粉の代替原料として植物油粕や骨肉粉などの利用化も検討されている。

形状：仔稚魚から成魚までの飼料形状は，微粒子 クランブル 小型ペレット 中型ペレット 大型ペレットの順序で定着している。

物性：飼料品質を左右する物性は，粉化の有無，固さ，浮沈性など。この物性安定は製造実務者の熟練度に負うところが大きいため，製造ライン専任の人材育成が行われている。

(2) 付帯的条件について

実用飼料の必須要因である付帯的条件を満たすため，原料供給や経済性を考慮して調製した数多くの試作飼料で飼育実験を反復し，適正配合組成を取捨選択する手法で改良が進行中。例えば，主原料の魚粉を大豆粕などの代替タンパク質原料と置き換える形で魚粉の節減と原料経費低減化の試験が行われている<sup>10,12)</sup>。

### 3. 生産の推移

#### 1) イワシ漁獲量

図1に示す。この図で明らかなように、イワシの漁獲量は1988(昭63)年の450万トンをピークに年々減少し、1994(平6)年には120万トンにまで低下している。このような大幅な漁獲減は、イワシを主要な生餌とする魚類養殖に大きな影響を与えている。この状況は今後も続くことと予測されることから、生餌に代わる配合飼料の安定供給が重要な課題と考えられる。

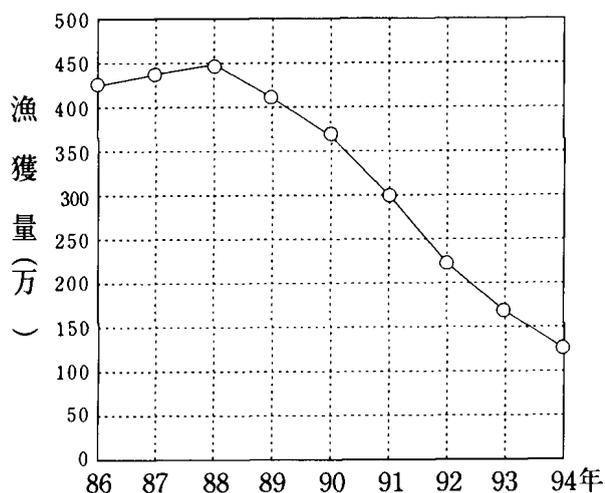


図1. イワシ漁獲量の推移〔農水省統計情報部漁業、養殖業生産統計年報、1996(平8)〕

表1. 魚種別養魚飼料生産量 (トン)

対象魚	1989 (平元)	1993 (平5)	1997 (平9)	
ハマチ	粉末	34.022	44.210	60.634
	固形	2.257	13.789	59.259
	合計	36.279	57.999	119.893
タイ	粉末	53.725	79.386	70.641
	固形	23.325	36.772	98.820
	合計	77.050	116.158	169.461
ギンザケ	6.968	8.033	8.180	
クルマエビ	5.192	3.925	4.557	
海面合計	125.489	186.115	302.091	
マ ス	26.527	23.527	21.803	
コ イ	31.670	24.752	21.042	
ア ユ	19.647	17.192	13.182	
ウ ナ ギ	57.092	41.721	29.874	
テ ラ ピ ア	7.708	5.619	1.581	
内水面合計	142.644	112.811	87.482	
その他合計	13.571	26.036	26.826	
総計	281.704	324.962	416.399	

(社)日本養魚飼料協会

#### 2) 養魚用配合飼料生産量

日本養魚飼料協会加入の飼料メーカー17社による魚種別養魚飼料生産量を、1989(平元)年、1993(平5)年、および1997(平9)年について示すと表1のとおりである。

この表から、まず海面用配合飼料の総生産量をみると、イワシ漁獲量がピーク時の1989(平元)年には125千トンと低いが、その後イワシの漁獲減少に伴って1993(平5)年には186千トンに増加、さらに1997(平9)年には302千トンと、1989年時点の2.5倍量に増加している。この増加はハマチ用とマダイ用で大きく、種類別には粉末飼料より固形飼料の伸びが大きい。一方、内水面用飼料をみると、1989年の段階では142千トンと海面飼料より多いが、その後は次第に低下して1997年には87千トンに減少している。この減少は特にウナギ用とセラピア用で著しい。その他の飼料としてはヒラメ、トラフグ、シマアジ、スズキなどの海面用が主であるが、これらはハマチ用やマダイ用と同様に1989年の13千トンから1993年には2倍量の26千トンとなっている。

#### 4. 今後の課題

前項で述べた飼料生産量の推移から分かるように、海面養殖では生餌から配合飼料への切り替えが急速に進行中であり、その中で固形飼料への移行が着実に増加している状況が観察される。しかしながら、これらの配合飼料には今後なお解決すべき幾つかの課題が指摘されている<sup>10)</sup>。これらの指摘課題に若干の補足を加えて以下に列挙する。

飼料の安定供給：安価な原料を適正に配合して、良質な飼料を安定的に供給。

省力・機械化：調餌、給餌の省力・機械化に対応できる物性の良い飼料固形化。

環境の保全維持：残飯の少ない高嗜好・高摂餌性、成分溶出の少ない飼料固形化。

生産物の品質向上：養殖生産物の肉質向上、ブランド化が可能な飼料開発。

養殖魚種多様化への対応：様々な養殖対象魚種に合わせた様々な専用飼料の開発。

未利用原料の検索：まだ利用されていない原料の検索と利用化の検討。

低価格飼料の検討：品質を維持して飼料経費を節減できる低価格飼料の開発。

#### 5. 参考文献

- 1) 能勢健嗣(1973): 養魚飼料学, 橋本芳郎編, 恒星社厚生閣, 1~7。
- 2) 竹内昌昭(1994): 栄養・飼料研究の歴史について, 水産養殖研究推進全国会議要旨集, 水産庁養殖研究所, 1~7。
- 3) J.E.Halver(1956~1957): The journal of Nutrition, USA, Vol. 62~63。
- 4) 茂野邦彦, 他(1968~1970): クルマエビ飼料研究, 昭和43~45年度水産庁指定調査研究報告書, 鹿水試。
- 5) 九万田一巳, 他(1971~1974): クルマエビ飼料研究, 昭和46~49年度鹿水試事報。
- 6) 弟子丸修・黒木克宜(1978~1984): ハマチ飼料におけるタンパク質及び脂質の適正レベルに関する研究, 水産庁研究開発促進事業・魚類養殖環境自家汚染防除技術開発研究, 昭和56年度および昭和60年度鹿水試事報・化学部編。
- 7) 荻野珍吉編(1980): 魚類の栄養と飼料, 新水産学全集14, 恒星社厚生閣。
- 8) 小山鐵雄, 他(1962~1966): 養魚事業(鯉, 鰻, 虹鱒, 鮎), 昭和37~41年度鹿水試事報。
- 9) 北林邦次(1988): モイストペレット, 水産増養殖叢書38, 日水資協会, 1~68。
- 10) 渡邊武編(1994): 新しい養魚飼料, 水産学シリーズ102, 恒星社厚生閣, 11~118。
- 11) 日本水産学会編(1978): 水産動物のカロテノイド, 水産学シリーズ25, 恒星社厚生閣, 7~143。
- 12) 示野貞夫, 他(1992): ハマチ飼料に大豆粕の配合, 水産増殖, 40巻1号, 51~56。

(弟子丸 修)