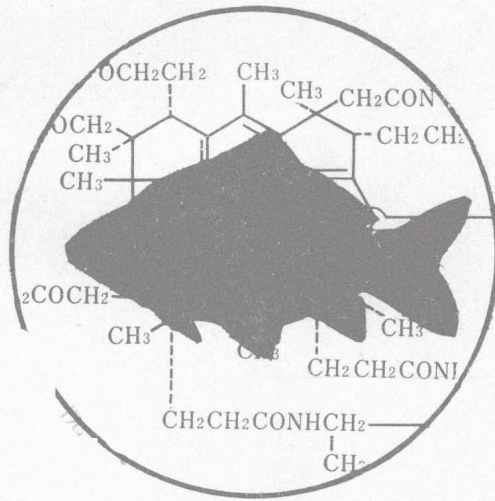


養魚飼料学

橋本芳郎編

養魚飼料学

橋本芳郎編



恒星社厚生閣

養魚飼料学

価 1600 円

発行日 昭和48年1月15日

編者 橋本芳郎

発行者 志賀正路

印刷所 新日本印刷株式会社

製本所 中条製本工場

発行所 株式会社 恒星社厚生閣

東京都新宿区三栄町 8 (〒160)

振替 東京 59600 番

電話 03 (359) 7371 ~ 5

橋本芳郎 ©
1973

まえがき

近年、研究の進歩により養魚飼料は著しく改善され、水産養殖業の発展の基礎となっている。しかし、養魚飼料についての専門書は意外に少なく、関係者の間に不満の声があった。

1965年、編者は岡市友利氏と共著で『魚類の栄養と養魚飼料』という小冊子を日本水産資源保護協会の水産研究叢書として出版した。1968年増補改訂を行なったが、その後の研究の進展にはさらに著しいものがあり、不備な部分が多く目立つようになった。また発行部数が少なく、かなり以前から品切れになっている。そのうち改訂する必要があると考えていたが、厚生閣の強い勧めと日本水産資源保護協会の暖かい御配慮により、ここに1冊の本として出版することになった。というのは、水産研究叢書は一般の手に入りにくいことおよびその性格上頁数に制限があり最近の進歩を盛り込むことに困難があったからである。

本書の作製にあたり、大綱は上記『魚類の栄養と養魚飼料』に準じたが、現在第一線で活躍中の青江弘、池田静徳、岡市友利、荻野珍吉、北村佐三郎および能勢健嗣の6氏に分担執筆をお願いして、大幅な改訂を行なった。さらに内容的には解説を多くし、現場の技術者、学生諸君の参考書になるように配慮した。同時に最近の研究をできるだけ紹介し、研究者にもじゅうぶん役に立つようにした。

本書が読者の参考となり、養魚飼料学の今後の発展に寄与することを希望する次第である。本書についてお気付きの点は大小にかかわらず御注意下さるようお願いする。

最後に本書の出版に暖かい御理解を示された日本水産資源保護協会と終始御協力頂いた厚生閣に謝意を表する。

1972年9月

編者

編者・執筆者紹介

- 橋本芳郎 1920年生，東京帝国大学農学部水産学科卒。
農博。現在，東京大学農学部教授。
-
- 青江弘 1925年生，東京大学農学部水産学科卒，農博。
現在，日清製粉KK中央研究所研究主幹。
- 池田静徳 1921年生，京都大学農学部水産学科卒，農博。
現在，京都大学農学部教授。
- 岡市友利 1929年生，東京大学農学部水産学科卒，農博。
現在，香川大学農学部助教授。
- 荻野珍吉 1916年生。農林省水産講習所養殖科卒。
理博。現在，東京水産大学教授。
- 北村佐三郎 1930年生。東京理科大学理学科卒，農博。
現在，オリエンタル酵母工業KK東京工場開発
管理室長。
- 能勢健嗣 1929年生。東京大学農学部水産学科卒。
現在，農林省淡水区水産研究所主任研究員。

養魚飼料学 目次

第1章 養魚飼料の最近の動向	1
第1節 養魚の現状…(能勢)	1
第2節 養魚飼料の現状…(能勢)	3
第3節 養魚飼料の特徴…(能勢)	6
第2章 魚類の摂餌, 消化吸収ならびにエネルギー代謝	12
第1節 魚類の摂餌…(岡市)	12
第2節 消化と吸収…(池田)	21
第3節 各栄養素の消化率…(能勢)	37
第4節 魚類のエネルギー代謝…(岡市)	47
第3章 魚類の各栄養素に対する要求	70
第1節 蛋白質…(荻野)	70
第2節 炭水化物と脂質…(池田)	97
第3節 ビタミン…(青江)	110
第4節 無機質…(能勢)	159
第4章 魚類の栄養試験法	184
第1節 実験水槽における魚の飼育…(荻野)	184
第2節 排泄物の採取法…(荻野)	186
第3節 エネルギー代謝量ならびに消化率の測定法…(岡市・能勢)	189
第4節 試験飼料…(青江)	197
第5節 飼育試験法…(青江)	204

第5章 飼料原料と配合飼料	209
第1節 飼料原料…(北村)	209
第2節 配合飼料…(北村)	243
第6章 仔魚用生物餌料…(能勢)	255
第7章 投 餌 法	264
第1節 給餌法と投餌回数…(青江)	264
第2節 投餌量…(青江)	271

第1章 養魚飼料の最近の動向

近年、水産業の一つの方向として、水産生物の増養殖が大きく取り上げられるようになった。この背景には国民経済の発展による食生活の多様化、国民のリクリエーションあるいは観光地などにおける需要の増大などの社会的要因とともに、養魚飼料の開発や魚病対策などの養魚技術の発達があり、最近の養殖魚の生産量の増加は著しい。

第1節 養魚の現状

現在、養殖の対象となっている淡水魚には、コイ、マス類、ウナギ、アユが主なもので、このほかフナ、ドジョウおよび観賞魚としてのニシキゴイ、キン

表 1.1 浅海および内水面養殖による魚類生産高 (トン)

漁業養殖業漁獲統計表 (農林省)

	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970
浅海養殖										
ハマチ	2579	4758	5083	9309	18083	19629	26712	30774	36630	50855
フグ	97	151	113	86	91	82	53	44	52	27
マダイ	0	6	6	6	101	328	338	371	472	570
その他の魚類	9	31	78	106						127
クルマエビ	101	163	184	145	203	283	273	268	309	295
イセエビ	18	19	7	10	16	13	14	11	2	—
総生産高	2705	5200	5756	9534	19219	20687	27834	31719	37624	51874
内水面養殖										
コイ	5142	6344	6592	7557	7971	9827	10886	14460	13971	15865
ウナギ	8105	7572	9918	13418	16017	17015	19605	23640	23276	16730
ニジマス	3023	3505	3927	5412	5745	6231	7882	9454	10254	10632
フナ	1515	1549	1533	1533	1503	1441	1622	1615	1776	1391
アユ	245	342	537	994	—	—	—	2343	—	3411
その他	405	352	249	215	1858	1858	1856	412	2762	—
総生産高	18990	20230	23371	29780	33096	36375	41852	51932	52044	48455

表 1・2 わが国の主要養殖魚の養成方法

種	種類	養成方法	種		苗		製品の大きさ	育成期間	養成期間中の水温 °C
			種類	入手期間	大きさ	モジャコ アブユ			
海	ハマチ	囲網、築堤池、小割網 (集約)	天然	5～7月	3～6cm (4～8g) 50～100g	モジャコ アブユ	800～1500g	5～11カ月	15～27
	トラフグ	囲網 (蕃養)	"	5～6月	800～4500g	(成魚)	900～5000g	5～6カ月	15～27
	クロダイ	潮溜り (粗放)	"	6～7月 5～6月	2～5cm 10～15cm	(当才魚) (2才魚)	>100g	>1.5年 >7カ月	7～27
	マダイ	池または生簀	天然・人工	6～9月	6～16g		700～1000g	2～3年	15～27
	マダコ	生簀 (集約)	天然	5～6月	100～375g		375～1200g	2～4カ月	20～27
水	クルマエビ	海水池 (粗放) (集約) (蕃養)	人工・天然 "	6～8月 8～9月 5～10月	稚エビ (2cm 前後 0.02g) 4～8g 15～38g		15～20g 15～20g 20～60g	6～12カ月	7～27
	イセエビ	生簀 (蕃養)	"	8～9月	95～200g		150～250g	5～6カ月	13～27
	コイ	池 (流水・止水) (集約・ 粗放) 稲田 (粗放)	人工	6月	新子・2才 (38～75g) 毛仔・青仔 1.2～5.3cm		700～900g	8～9カ月 1.5年	5～28
淡	ウナギ	止水池 (集約)	天然	3～4月	シラス 5.5cm (0.14g) 養ヒリ } 20～60g 天然ヒリ		120～140g	15～20カ月 9～15カ月	5～28
	ボラ	溜池・止水池 (混養 粗放)	"	3～4月	2.4～3.1cm (0.26～0.34g)		310～460g	20カ月	5～28
水	アユ	流水池 (集約)	"	3～4月	4～5cm (0.6～1.0g)		30～80g	2.5～6カ月	15～25
	スッポン	止水池 (粗放)	人工	5～6月	3～4cm (4～5g)		450～750g	4～5年	10～30
	ニジマス	流水池 (集約)	"	12～3月	発眼卵		80～300g	10～20カ月	7～20

ギョがある。海水魚はその90%以上がハマチによって占められているが、近年、タイ類、フグ、シマアジ、カワハギなどの養殖が開始され、また、マグロの養殖試験も行なわれている。

最近における養殖魚の生産高は、表1・1に示すように、総生産高は10万トンを超えるようになった。そのうちの50%は海産魚のハマチによって占められている。また、タイ類の生産の伸びが著しく、現在の生産高は低いが、将来の発展が期待されている。淡水魚では、その生産の約9割がコイ、ウナギおよびニジマスによって占められている。そのほかの魚種では、アユの生産が急速に伸びている点が注目される。観賞魚の生産はほぼ横ばいであるが、最近のブームでニシキゴイの生産が急増している。

わが国の主要養殖魚の養成方法、種苗、その他をとりまとめると表1・2のとおりである。

第2節 養魚飼料の現状

わが国ではコイが最も古くから養殖され、ニジマスは明治初期に米国から卵が輸入されて養殖が始まった。ウナギは明治の後半から本格的な養殖が開始されている。その後、養殖業の生産は増加の一途をたどり、戦前の1940～1942年にかけてピークに達した。戦後、養殖業は1950年ごろから急速に復興し、1960年にはほぼ戦前のレベルに回復した。

わが国の養殖業は、その創設期から養蚕業と深いつながりを持って発達してきた。すなわち、養魚飼料は生サナギ、乾燥サナギが主体で、これにイワシ、ホッケ、サンマなどの多獲魚あるいはアミのような生餌に、麦類、ヌカなどの植物性飼料が併用されてきた。このような傾向は1960年ごろまでほとんど変わらず、自家配合による養魚飼料の内容はきわめて貧弱であり、その結果は高い斃死率と低い飼料効率となって現われていた。その内容が画期的に改善されたのは、1950年代に行なわれた米国におけるマスの栄養についての基礎的研究の成果、および当時米国で開発されたマス用ペレットの製造法がわが国に取り入れられたことが契機となっている。

McLaren, Wolf, Halver らの精製飼料による、主としてサケ・マス類の栄養要求に関する一連の研究成果は、わが国の研究者に大きな刺激を与え、大学、水産庁および県試験場の協力により、ニジマスを中心に配合飼料に関する研究が行なわれるようになった。特に長野県水産指導所は熱心で、わが国情に応じたニジマスの飼料の改善に努力し、北洋魚粉を主原料としたほぼ満足できる配合割合を完成した。また、ちょうどこのころから、養魚ブームに刺激されたわが国の飼料会社は、次々に養魚に関心を示し、配合飼料の製造や添加物の販売に乗り出し、現在の養魚用配合飼料の総生産高は10万トンに達するようになった。工業的生産可能な配合飼料の開発は、わが国の養魚の歴史上、画期的なことで、それによって現在の養殖業の発展の基礎が固まったといえる。

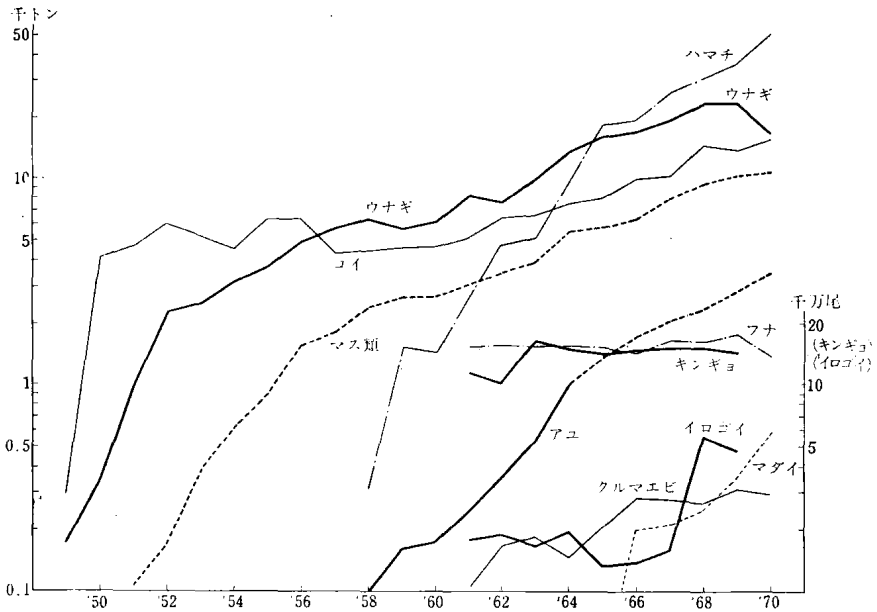


図 1・1 主要養殖魚の年生産高

表 1・3 に示した長野県水産指導所における飼料組成の変遷¹⁾(一部私信)は当時の養魚飼料の進歩のあとを物語っているので興味深い。ここで一番目立つのは、サナギ偏重を止め、動物蛋白源として全面的に北洋ミールと冷凍魚を採用し、最終的には北洋ミールを主体とした配合飼料一本になったことである。この過程においてニジマスの成長、健康、飼料効率、親魚育成、採卵数が飛躍的

表 1-3 長野県水産指導所における食用マスを育成用の餌の年間使用量比 (%)

餌の原料	1953	1956	1960	1962	1963	1964
サナギ (生)	81.9	47.8	0.03	—	—	—
〃 (丸干)	4.7	8.4	0.3	—	—	—
肉 (ウマ)	0.6	0.1	—	—	—	—
肝臓 (ウンその他)	—	0.03	0.3	—	—	—
ウシの血液	—	0.4	—	—	—	—
幼ニワトリ肉	—	0.9	5.1	5.9	—	—
鶏卵	0.01	—	—	—	—	—
冷凍魚 (小アジなど)	0.7	14.6	25.5	19.1	—	—
魚粉 (北洋ミール)	—	—	40.0	26.7	—	—
イサザ	0.1	3.2	4.0	0.7	—	—
大麦	—	—	—	—	—	—
小麦粉	1.3	9.4	28.7	11.5	—	—
小麦粉 (いったもの)	—	3.7	—	—	—	—
米粉	—	6.1	—	—	—	—
コーンミール	—	0.1	0.04	—	—	—
米ヌカ	—	2.7	0.02	—	—	—
配合飼料	—	0.03	—	34.7	96.8	96.1
カルシウム類	—	0.002	—	—	—	—
ビタミン混合	—	—	—	+	—	—
野菜類	—	2.4	1.7	—	—	—
油 (フィード油)	—	—	—	1.4	3.2	3.9

に改善されたことは同所の事業報告書をたどればよくわかる。

養魚飼料の傾向はこのように生餌から乾燥飼料へ、それも魚の栄養要求を考慮した配合飼料へと転換してきた。生餌は貯蔵や取り扱いの不備による劣化が起こりやすく、入手が厄介で価格も著しく変動する欠点がある。一方、配合飼料は品質の一定した製品を安定した価格で購入できること、運搬、貯蔵に便利で、ペレット飼料では調餌のための作業が不要であることなどの長所がある。ただ価格が高いと考えられているが、飼料効率、死亡率などを考慮するとかならずしもそうではない場合が多い。

以上、養魚飼料の改善は魚類の栄養に関する研究の進歩に負うところが大きい。本書で魚類の栄養にかなりの重点を置いたのはこのためである。

第3節 養魚飼料の特徴

魚類は水中に生息し、変温動物であるため、陸上動物のヒト、家畜類とは異なった栄養要求を持っている。一般に養殖魚をその食性から雑食性と肉食性とに区分することが行なわれ、前者にはコイ、フナ、アユなど、後者にはニジマス、ウナギ、ハマチなどを含めるが、魚類の天然餌料には炭水化物はわずかしが含まれていない場合が多く、雑食性魚類といわれるものでも、雑食性恒温動物の栄養学をそのまま適用できない。また消化管の形態が比較的単純で、体長に対する消化管の長さの比も一般哺乳類に比べて著しく小さいので、腸内細菌の働きも少なく、魚類の栄養要求の特異性の一因をなすものと思われる。さらに魚類は水中からも無機イオンを吸収するし、また常に浸透圧調節を行なっているため、魚類の無機イオンの要求あるいは代謝は、陸上動物とは異なるものと予想される。

養魚飼料は魚類の栄養要求の特異性を反映していくつかの特徴を持っている。最も特異的な点は、蛋白質の含有量が著しく高く、それに伴い炭水化物含有量が少ないことである。ニワトリ、ウシあるいはブタ用飼料の蛋白質含有量が20%前後であるのに対して、養魚飼料はいずれも40~50%に達している

表 1.4 市販配合飼料の一般成分 (%)

飼料の種類			粗蛋白質	粗脂肪	粗灰分	粗繊維	差引*
コ	イ	用	40	4	12	2.5	41.5
マ	ス	用	45	5	12	2.5	35.5
ア	ユ	用	45	4	12	2	37.0
ハ	マ	チ	45	5	13	2	35.0
ウ	ナ	ギ	47	5	12	1	35.0
ニ	ワ	トリ	17	3	9	6.5	64.5
	(ブ	イラー					
	4	週令以降)					
ブ	タ	用**	12.5	2.5	10	7.5	67.5
	(若	豚					
	30~	60kg)					
ウ	シ	用**	16	2	9	7.5	65.5
	(幼	令牛					
	3~	8ヵ月)					

* 水分および炭水化物 (ただし水分は10~15%)

** 農林省告示公定規格 (昭和37年8月3日)

(表 1.4). これは魚類が蛋白質を体蛋白の構成以外にエネルギー源として消費し、また多量の炭水化物を与えられた場合には、それを処理できず、病的状態になるという栄養学的知見に基づいている。

ニワトリ、ブタの飼料より蛋白含量が著しく高い飼料を使うので、魚は飼料蛋白を浪費しているように思われるが、ニワトリ、ブタも澱粉や脂肪から蛋白を合成できない点は魚と同じである。したがって単位増重量当たりの蛋白必要量は両者それほど異なるわけではない。すなわち、ブロイラー 1 kg の生産に必要な配合飼料は 2.6~2.8 kg、蛋白質は 440~480 g であるが、魚では飼料効率を 70~80%、飼料中の蛋白含有率を 42% とすると、1 kg の魚を生産するのに必要な配合飼料は 1.3~1.4 kg、蛋白質量は 530~600 g となり、ブロイラーより蛋白必要量が約 20% 高い程度である。一方、飼料の総量では、ブロイラーの場合の約 1/2 しか必要としない。このことは魚の基礎代謝量がニワトリよりきわめて少ないことを意味し、飼育産業としては有利な面である。

現在の養魚用配合飼料の価格はニワトリなどの配合飼料よりかなり高価である。一つには蛋白質含有率が高く、なおかつ良質の蛋白質源である北洋ミールを使用しているためであるが、ビタミン類もかなり過剰な部分があると思われる。さらに飼料の消費量が養鶏などに比べると桁違いに少ないこともコストを高くしている原因と思われる。

このような単価の高い飼料の使用は生産原価に占める飼料費の割合を著しく高いものにしていく。ハマチでは飼料費が 45~50%、ニジマスでは 50~70% に達している。したがって企業的に養魚が成立するのは高価な魚種に限られる訳であるが、今後、栄養学的な研究によりさらに低コストの飼料を開発し、名実ともに「とる漁業からつくる漁業へ」の基盤をつくる必要があるであろう。

現在、養魚用配合飼料の蛋白源としては、北洋ミールが主として使用されている。比較的品質が安定していること、また蛋白含有量が多いので高蛋白を要求する養魚飼料によく適しているためである。しかし、配合飼料の需要が増大すれば北洋ミールの不足は必然であり、そのためここ数年来ブラウンミールや大豆粕の活用が考えられてきた。これまでの試験結果ではいずれも明らかに北洋ミールには及ばないようである。近年、石油資化酵母がクローズアップさ

れ、水産庁、県の試験場を中心に大規模な実用化試験が試みられ、温水性魚類のコイ、ウナギなどでは北洋ミールのかかなりの部分を代替できることがわかった。また、石油資化酵母、脱脂大豆、北洋ミールの組合せにより従来の北洋ミールのみを主体とした場合よりも飼料効率が向上することが明らかにされた。ただし、石油資化酵母の安全性は慎重に考慮されねばならない。

従来の配合飼料あるいは生餌による養魚は、北洋ミールあるいは冷凍魚のような安価な魚肉蛋白源を与え、より価格の高い高級魚肉に転換しているわけであるが、できれば良質の蛋白源である魚肉は食品として有効に利用し、養魚飼料には植物蛋白源あるいは微生物蛋白源をもっと有効に取り入れる必要がある。米国における配合飼料では、魚粉あるいはほかの動物蛋白源は少なく、植物蛋白源を多用する傾向がある。その点、現在のわが国の配合組成とは基本的に異なっている。その一つの理由として、米国の養魚飼料は放流用種苗の育成に重点を置いて発達してきたもので、魚の健康に強い関心が払われてきたのに対し、わが国では食用魚の生産が主目的であり、体重増加率の向上に力点が置かれていたことにあると考えられる。

この問題に関連して、養魚飼料の最適蛋白含有量について考える必要がある。そうである。最適含量というのは主として生物学的な意味での議論で、最大増重が最も重要な尺度とされ、経済性はほとんど考慮されていない。一方、養殖魚のほとんどが季節に支配され、ある季節にある大きさの製品とすることが価格的に著しく有利となり、経営的に絶対的な要件となっている場合が多い。また有利な製品の大きさは、最大成長をねらって初めて達せられるものが多い。

しかし今後、蛋白源の不足や値上りが強まれば、利用し得る蛋白源の範囲を拡げ、単位飼料蛋白当たりの魚の生産量を増し、供給量の安定を図るためにも、低蛋白飼料あるいは安価な蛋白を用いた飼料を採用することになり、いきおい製品の大きさ (commercial size) を修正せざるを得なくなるであろう。もっとも製品の大きさは消費者の嗜好、天然品との競合、調理上の便宜、従来の慣習など、きわめて複雑な要素の上に成り立っているもので、むずかしい問題と思われるが、あらゆる角度から再検討することが必要になったようである。

次に養殖魚は天然魚より肉が柔かく脂肥りの傾向にある。稚魚のふ化放流を

表 1-5 養殖ギンザケ稚魚の放流後の体成分の変化 (%)

	放流後 経過月数	野生魚	養 殖 魚 (養殖期間)			
			3 カ月	6 カ月	9 カ月	12 カ月
粗 蛋 白	3	80.1	65.4	—	—	—
	6	76.0	78.4	58.8	—	—
	9	73.8	71.9	72.5	65.0	—
	12	—	—	—	—	67.3
	14	81.1	79.9	79.5	75.7	76.0
粗 脂 肪	3	9.6	26.1	—	—	—
	6	12.1	9.6	33.2	—	—
	9	15.0	9.9	16.2	24.8	—
	12	—	—	—	—	23.9
	14	8.6	8.2	9.4	13.4	12.7
灰 分	3	12.8	12.3	—	—	—
	6	13.3	16.1	9.2	—	—
	9	12.4	15.6	13.2	11.2	—
	12	—	—	—	—	11.2
	14	13.8	15.6	14.7	14.8	14.9

目的とする場合には、放流後の自然環境における生残率を高めるために、単に増重を目標とせず、魚の健康に主眼を置く必要がある。

Wood ら^{3,9)} はギンザケ稚魚を一定期間養殖した後、放流して体成分の変化を同年令の野生魚と比較したが、ふ化後3カ月間ふ化場で飼育すると、野生魚に比べ脂肪含量が著しく高くなり、蛋白質が少なくなる。しかし、この養殖魚を放流すると9カ月後には体組成が野生魚とほぼ同様になった。ギンザケはふ化後約14カ月で海に降るが、養殖場で6カ月以上飼育されると、海に降るまでに野生魚の体組成に回復することができず、Wood らはこのような体成分の違いが海での生残率を低くするかも知れないと考えている。また、Miller ら⁴⁾ は一応必要な栄養素を完備したと考えられるペレットと牛肝臓を用い、ニジマス飼育したところ、肝臓内のグリコーゲン貯蔵量はペレット投与群の方が牛肝臓投与群より大きく、運動させた後の疲労の回復もペレット投与群の方が速やかであった。次いで、このような魚を川に放流したときの5週間後の死亡率をみると、ペレット投与群は7%であったのに、牛肝臓投与群では20%に達

したという。これはただ単にグリコーゲン蓄積量の差によるだけではなく、飼料の全般的な栄養素の質とバランスの影響と考えられる。

ところで、どのような魚が健康かと問われても一口に答えることはむずかしい。最近、魚病の研究とならんで、魚の健康診断法が重要な研究項目として取り上げられている。研究が進めば理想的な健康魚の尺度が示されるであろうが、さしあたりは野生魚を規準として考えるのも一つの方法である。もっとも野生魚は多くの場合、寄生虫に犯されており、また常に半饑餓の状態にあるので、理想的な健康状態にはあるとはいえないという意見もある。

Wood ら²⁾は9種のサケ・マス類で養殖魚と野生魚を組織学的、化学的に比較したが、組織学的には養殖魚の肝臓や脾臓にかなりの脂肪の蓄積がみられ、成長に伴い増加することが確かめられている。化学的には養殖魚は天然魚に比較して蛋白質および灰分が少なく、脂肪含量が大きかった。このような傾向はPhillips によってカワマスについても認められ、Phillips は養魚飼料は天然餌料よりも栄養的にすぐれているが、魚を分析してみると野生魚の方がすぐれていることから、養魚法には種々研究の余地があるとしている。

さきに述べたように米国では養魚の中で、ふ化放流事業が大きな比重を占めているので、魚の健康には常に関心が払われてきた。これに対し、わが国の養魚では食用魚の短期間の養成を目ざす場合が多く、増重に主眼が置かれる傾向があった。この結果は脂肥りとなって現われているが、ハマチ、ウナギ、ニジマス、アユいずれもそうである。脂肥りはむしろ生産者によって歓迎されるかも知れないが、消費者は最近それを望まない傾向を示している。脂肥りは過食や運動不足によることもあろうが、栄養的に欠陥のある場合が多く、養殖魚が酸素不足のような環境の悪変に対する抵抗力が著しく弱く、また外部寄生や細菌感染を受けやすくなっているのは事実のようである。したがって、養魚ではまず健康な魚を育成する技術を完成した後、これに肥育方法を加えることが望ましい。人間でも離乳食や老人食があるように、魚にも成長段階や飼育目的に応じた飼料配合を考える必要がある。