

鱼类的营养和饲料

〔日〕 荻野珍吉 编

海洋出版社

鱼类的营养和饲料

〔日〕萩野珍吉 编

陈国铭 黄小秋 译

海洋出版社

1987年·北京

责任编辑 庄一纯

责任校对 王淑香

新水产学全集14

魚類の栄養と飼料

荻野珍吉 编

恒星社厚生阁版

昭和55年(1980年)

鱼类的营养和饲料

[日] 荻野珍吉 编

陈国铭 黄小秋 译

海洋出版社出版 (北京市复兴门外大街1号)

新华书店北京发行所发行

北京市通县彩虹印刷厂印刷

开本: 787×1092 1/32 印张: 13 3/4 字数: 300千字

1987年6月第一版 1987年6月第一次印刷

印数: 3050

统一书号: 13193·0895 定价: 4.00元

内 容 简 介

本书共分七章，分别介绍养鱼和养鱼饲料的现状、鱼类的摄饵和消化吸收、鱼类的能量代谢、生物饵料和种苗生产、鱼类对营养素的要求、饲料及其养殖过程中的投饵方法等，既有理论叙述，又有科研和生产的具体方法。

本书可供大专院校海淡水养殖专业师生、科研人员以及水产养殖场技术人员参考。

前 言

鱼类是栖息于水中的变温动物，所以有关其营养需求的研究比起陆上的恒温动物来，有很多困难之处。

有关鱼类的营养和饲料，1973年桥本芳朗教授（已故）编著的《养鱼饲料学》一书的发行对水产学和水产增养殖的发展作出了重大贡献。然而，由于这方面研究的迅速发展，在该书发行后几年就感到很有必要对其内容进行修改。这次正值发行新水产学全集时，能汇编《鱼类的营养和饲料》是符合时机的，可以说该书对发展水产增养殖寄予很大希望。

本书由长期在第一线从事鱼类的营养需求和养鱼饲料等工作的研究人员分担执笔编写。叙述时尽量注意深入浅出，照顾了研究人员、学生以及现场技术人员的参考。本书若对发展水产学和水产增养殖能起到一些作用，便是作者的莫大荣幸。

本书的出版得到恒星社厚生阁的佐竹久雄氏的很大帮助，我代表执笔者致以谢意。

荻野珍吉

1980年8月15日

目 录

1. 养鱼和养鱼饲料的现状.....	(1)
1.1 鱼类养殖的现状.....	(1)
1.2 养鱼饲料的现状.....	(4)
1.3 今后的养鱼饲料.....	(9)
2. 鱼类的摄饵与消化吸收.....	(13)
2.1 鱼类的摄饵.....	(13)
2.1.1 摄饵量和各种主要因素	2.1.2 促摄物质
2.2 消化酶.....	(34)
2.2.1 蛋白酶 ()	2.2.2 糖苷酶 ()
2.2.3 脂肪酶和酯酶 ()	2.2.4 与生态、食性、生长阶段和饲料组成的关系 ()
2.3 营养素的消化吸收和消化率.....	(47)
2.3.1 吸收 ()	2.3.2 消化速度 ()
2.3.3 消化率的测定法	2.3.4 各种营养素的消化率 ()
3. 鱼类的能量代谢.....	(87)
3.1 营养素的能.....	(88)
3.1.1 蛋白质代谢过程中尿中的能量损失 ()	
3.1.2 利用能	3.1.3 () 可消化能 ()
3.1.4 代谢能和净能 ()	
3.2 鱼类的能量代谢.....	(95)
3.2.1 基础代谢 ()	3.2.2 运动和能消耗 ()

3.2.3 热量增加 ()	
3.3 能代谢量的测定法.....	(102)
3.3.1 直接测定法 () 3.3.2 间接测定法 ()	
3.4 能量收支.....	(106)
4. 种苗生产和生物饵料.....	(111)
4.1 饵料系列中的问题.....	(111)
4.2 生物饵料的一般组成和无机物组成.....	(112)
4.2.1 褶状臂尾轮虫 <i>Brachionus plicatilis</i> ()	
4.2.2 卤虫 <i>Artemia salina</i> () 4.2.3 日本虎斑 猛水蚤 () 4.2.4 其他的生物饵料 ()	
4.3 生物饵料蛋白质的营养价.....	(122)
4.3.1 生物饵料的氨基酸组成 () 4.3.2 生物饵料 蛋白 () 质的消化率 () 4.3.3 生物饵料蛋白 质的PER和NPU ()	
4.4 从鱼类必需脂肪酸看生物饵料的营养价.....	(126)
4.4.1 褶状臂尾轮虫 () 4.4.2 卤虫 ()	
4.4.3 日本虎斑猛水蚤 () 4.4.4 其他的生物饵料 ()	
4.5 酵母轮虫用小球藻二次培养和饵料效果.....	(141)
4.5.1 海水小球藻的二次培养 () 4.5.2 淡水小球 藻的二次培养 ()	
4.6 酵母轮虫的营养不良和高度不饱和酸的添加效 果.....	(146)
5. 鱼类对营养素的需求.....	(152)
5.1 蛋白质.....	(152)
5.1.1 吸收的氨基酸在体内的利用 () 5.1.2 代 谢性氮和内因性氮的排泄 () 5.1.3 氮的平衡 (氮的收支) () 5.1.4 蛋白质的种类和鱼的生 长 () 5.1.5 必需氨基酸 () 5.1.6 蛋白质营	

养价的评价法 ()	5.1.7 蛋白质的必需氨基酸组成和对于鱼类的营养价 ()	5.1.8 鱼类的必需氨基酸需求量 ()	5.1.9 补充必需氨基酸, 提高蛋白质的营养价 ()	5.1.10 鱼类的蛋白质需求量和饲料的最佳蛋白质含量 ()
5.2 碳水化合物	(190)			
5.2.1 饲料的最佳碳水化合物含量 ()	5.2.2 对碳水化合物利用能力 ()	5.2.3 碳水化合物的种类和利用性 ()	5.2.4 鱼摄取碳水化合物时的糖代谢 ()	
5.3 脂质	(203)			
5.3.1 鱼类的必需脂肪酸 ()	5.3.2 甲壳类的必需脂肪酸 ()	5.3.3 肝油的营养价 ()	5.3.4 饲料的含脂量和必需脂肪酸需求量 ()	5.3.5 脂质的蛋白质节约效果 ()
5.3.6 作为饲料能源的硬化油的利用 ()	5.3.7 氧化油的毒性			
5.4 维生素	(250)			
5.4.1 试验饲料与各种维生素缺乏症 ()	5.4.2 水溶性维生素 ()	5.4.3 脂溶性维生素 ()	5.4.4 抗维生素 ()	5.4.5 维生素需求量 ()
5.4.6 其他营养素对维生素需求量的影响	5.4.7 维生素需求与酶活性 ()			
5.5 无机质	(303)			
5.5.1 鱼类中无机质的吸收 ()	5.5.2 鱼体的无机质组成 ()	5.5.3 鱼类的无机质缺乏症 ()	5.5.4 鱼类的无机质需求量 ()	5.5.5 钙和磷 ()
5.5.6 镁 ()	5.5.7 微量元素 ()	5.5.8 用于研究鱼类营养的无机盐混合物 ()		
6. 饲料	(320)			

6.1 饲料安全法.....	(329)
6.1.1 家畜的定 (义)	6.1.2 饲料的定义 ()
6.1.3 饲料添加物 ()	6.1.4 新饲料 ()
6.1.5 饲料制造管理者 ()	6.1.6 法定规格 ()
6.1.7 质量表示 ()	
6.2 原料.....	(335)
6.2.1 动物性原料 ()	6.2.2 植物性原料 ()
6.2.3 油脂类 ()	6.2.4 发酵产物 ()
6.2.5 特殊添加物 ()	
6.3 配合饲料.....	(381)
6.3.1 配合饲料的组成 ()	6.3.2 饲料的制造工艺与用途 ()
6.3.3 配合饲料的普及状况 ()	
7. 投饵法.....	(402)
7.1 投饵法和投饵次数.....	(402)
7.1.1 虹鳟 ()	7.1.2 鲤鱼 ()
7.1.3 香鱼 ()	7.1.4 鳊鱼 ()
7.1.5 鲮鱼 ()	7.1.6 鳊鱼 ()
7.1.7 罗非鱼 ()	7.1.8 真鲷 ()
7.1.9 其他 ()	
7.2 投饵量.....	(415)
7.2.1 虹鳟 ()	7.2.2 鲤鱼 ()
7.2.3 香鱼 ()	7.2.4 鳊鱼 ()
7.2.5 鲮鱼 ()	7.2.6 鳊鱼 ()
7.2.7 真鲷 ()	

1. 养鱼和养鱼饲料的现状

日本的渔业生产中，养殖业约占总产量的9%，产值约占17%，其中包括紫菜、裙带菜等海藻类以及牡蛎等贝类的养殖。投饵养殖的产量和产值分别占养殖业的20%和50%左右。但是从近10年来的生产量变化来看，养殖业出现了明显的增长。进入200海里时代，日本渔业由近海向远洋发展以后，又重新开始转向以沿岸和近海为主的渔业。预计今后养殖业的比重将会更加增大。

1.1 鱼类养殖的现状

目前日本养鱼产量约为21万吨，其中内陆水面养殖和海水养殖的比例约为2:3，从表1.1中可以看出今后海水养殖的比重将会进一步提高。

内陆水面养殖的主要鱼种有鳊鲌、鲤鱼、虹鳟、香鱼，同时还养殖鲫鱼、泥鳅以及中华鳖和观赏鱼类锦鲤、金鱼。最近还开始养殖从国外引进的尼罗罗非鱼(*Tilapia nilotica*)和*Ictalurus punctatus*，这些鱼有可能成为内陆水面养殖的重要鱼种。日本的内陆水面养殖具有悠久的历史，几乎所有的鱼种都用配合饲料，养殖技术相当高。但是内陆水面养殖的养鱼用水随着河水污染的不断发展，大部分只好依靠地下水，所以水资源不足的问题相当严重，若不发展养

鱼用水的循环再利用等技术，今后要迅速发展内陆水面养殖恐怕比较困难。

海水投饵养殖对象中，鲷鱼占90%，最近真鲷、日本对虾的生产有所增加，黑鲷、鲈、鲑鱼、长鳞鲈等鱼类也开始养殖，养殖对象在不断增多。养殖品种都是温水性鱼种，养殖场只限于关东以西，但是近二、三年间已开始在海水水中正规养殖银大肚哈鱼，东北地方正在走向事业化。海水养殖的历史较短，养殖历史最长的鲷鱼从正式开始养殖至今也不过20年，饵料以新鲜和冷冻鱼为主，还有很多养殖技术的问题需

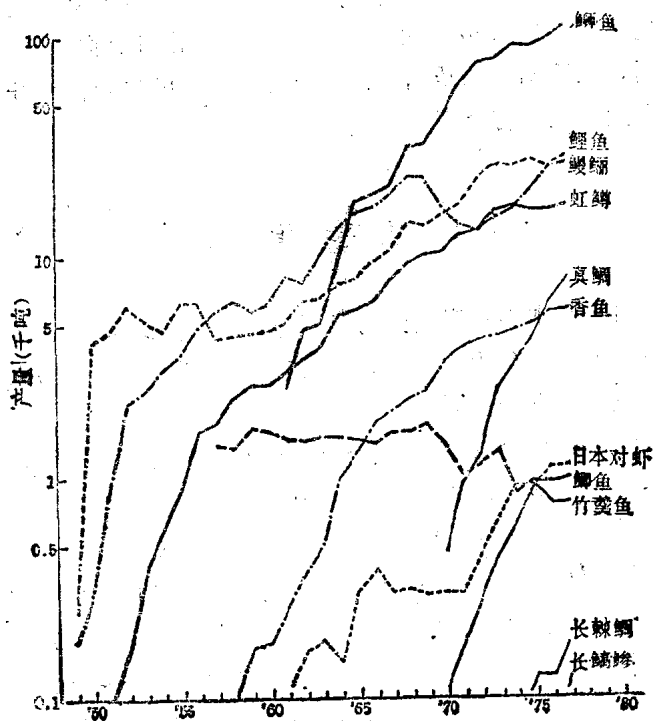


图1.1 主要养殖品种的历年产量

表1.1 海水和淡水投饵养殖的产量(吨)
渔业养殖业生产统计年报(农林水产省)

年 份	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977
海水养殖											
竹荚鱼				2	24	112	348	628	923	721	772
长编鲆				36	43	15	30	48	22	69	136
鲷鱼类	21 169	31 777	32 613	43 300	61 743	76 913	80 269	92 685	92 352	101 619	114 866
真鲷				460	971	1298	2606	3414	4303	6453	8120
长棘鲷				5	23	95	58	85	126	125	193
黑鲷				2	1	13	9	4	6	61	67
鲷类	46	63	52	26	21	15	17	8	11	11	18
丝鳍粗甲角鲷				63	44	149	253	51	17	10	34
其他鱼类	313	354	481	16	41	113	179	158	236	187	302
日本对虾	305	311	295	301	306	454	653	911	936	1042	1124
头足类	117	77	50	109	98	68	56	54	41	42	16
总生产量	21 975	32 608	33 494	44 320	63 317	79 246	84 478	98 054	98 974	110 341	125 650
淡水养殖											
大床哈鱼类	7882	9454	10 254	10 632	12 749	13 515	16 425	17 631	16 725	16 837	17 617
香鱼		2343	2534	3411	3 941	4317	4428	4712	4991	5726	5875
鲤 鱼	10 886	14 460	13 971	15 865	17 840	23 037	26 417	26 323	28 129	26 289	29 295
鲫鱼	1622	1615	1776	1391	1209	1183	1369	841	968	954	1007
鳊 鱼	19 605	23 640	23 276	16 730	14 233	13 355	15 247	17 077	20 749	26 251	27 630
总生产量	41 852	51 936	52 044	48 455	50 398	55 831	64 429	67 099	72 119	76 645	82 159

• 1969年以前的包括在其他鱼类内。

要改进。特别是因高密度养殖和大量投喂活饵造成的养殖场自体污染给社会带来了影响，对发展海水养殖造成不良的舆论。但是，近几年来，以真鲷为主的鲷鱼、日本对虾等的营养生理学的研究发展很快，海产鱼的养殖方面也有可能实行饵料的配合饲料化。

另外，还如银大麻哈鱼的放流那样，将人工培育的稚鱼放流到自然水域中去，利用水域生产力，增加经济鱼类的资源，因此当务之急是开展亲鱼的培育和仔稚鱼饲育管理技术的研究。

1.2 养鱼饲料的现状

目前鱼类养殖中使用的饵料大致分为三种，即新鲜鱼和

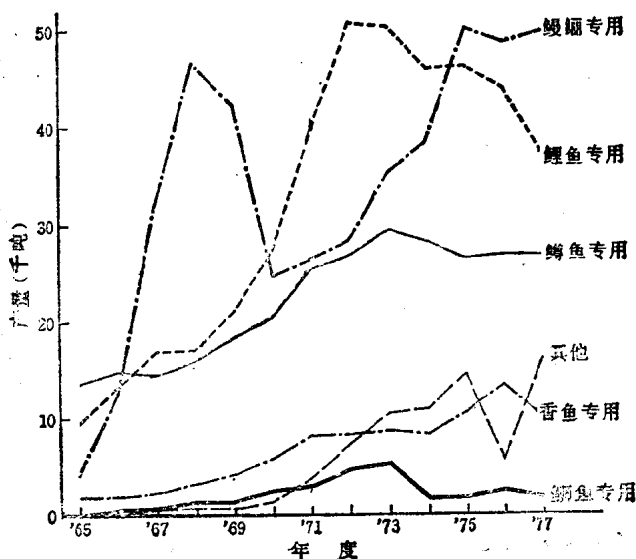


图1.2 配合饲料的生产变化

冷冻鱼（活饵）、鱼粉以及用植物油粕与其他干燥饲料以1:1（重量）的比例混合而成的饵料。所谓奥莱公湿粒和干燥饲料中加入维生素和无机物类，形成泥浆状或颗粒状，这就是人工配合饲料。表1.2表示1977年使用的饵料，图1.2表示过去10年内不同鱼种的配合饲料产量的变化。

在日本除了相当部分的鲷鱼、真鲷和一部分日本对虾外，海水养殖几乎都用活饵，淡水养殖中，大部分用配合饲料。活饵主要用于鳗鲡养殖，也只是很少量。在还没有出现配合饵料时，湿粒主要用于养殖虹鳟，但是这些饲料都是自己生产的，质量并不高，配合饲料普遍使用后也就淘汰了。

美国用于放流的大鳞大麻哈鱼（*Oncorhynchus tshawytscha*）是用湿粒饲养的。所以在工厂中大量生产的湿粒，要严格把住质量管理，而后分发到各养殖场去。湿粒含水量约30—40%，所以要用专门的设备进行运输和保存，缺点在于不耐长期保存。最近报道：已发明在常温下能贮藏30天的湿粒^[1]。在日本今后也有在养殖鲷鱼方面发展这种饵料的可能性。

直接将新鲜鱼、冷冻鱼投喂时，饵料中的蛋白质含量特别高，大部分摄取的蛋白质作为能原而被消耗，所以大量浪费蛋白质。配合饲料化或湿粒化后，饲料中的蛋白质和热量之间可维持适当的比例，这样有可能节约蛋白质30—40%。考虑到目前有100多万吨鱼用作饵料，可以认为配合饲料化或湿粒化的效用很大。此外，由于蛋白质节约效果，排泄到环境水域中去的氮负荷量也会减轻，这也是防止渔场自体污染的一种有效措施。

淡水养殖的鱼类都有可能投喂配合饲料进行饲养，从1965年起这种养鱼用的配合饲料迅速开始普及。配合饲料发

表1.2 养殖用的饲料

渔业养殖业生产统计年报(农林水产省)

鱼 种	产 量 (吨)	投 饵 量 (吨)					
		新鲜、 冷冻鱼	配合饲料	活 蛹	干 蛹	鱼粉 鱼粕	其他
竹 筴 鱼	743	6404					
长 编 鲔	161	2447					
鲷 鱼 类	114 864	966 218	6275				
鲷 类	8 245	105 507*					
鲑	15	252					
丝鳍粗单角鲑	10	85					
其他鱼类	237	5371					
日本对虾	1124	10 892	1392				
头 足 类	16	93					
鳟 鱼	17 641	149	25 573	0	28 134		475
香 鱼	5850	30	8 313	—	—	3	133
鲤 鱼	29 215	120	33 234	13 487	7155 340		2013
鲫 鱼	1054	—	132	—	224 21		307
鳊 鲮	27 790	6390	40 034	2	17 15		788
合 计	206 965	1 104 158	114 953	13 489	7424 513		3716

* 包括配合饲料。

明以前, 养鱼饲料都是自己配方, 且都用就近能买到的原料来配制, 质量极不稳定, 由营养性疾病引起的大量死亡使养殖者很伤脑筋。1950年起, 美国首先开始研究鱼类的营养, 进

行了配合饲料化的试验。这一研究情报对日本研究人员来说是一种强烈的刺激，于是日本研究人员从1955年起先进行了虹鳟配合饲料的研究。当时，现代化的鱼粉加工母船以北太平洋的底层鱼类为原料，开始生产鱼粉，生产了大量的优质鱼粉。但是，当时还没有象现在这样发达的养鸡、养猪等畜产业，因此找不到消费大量鱼粉的市场。被称为北洋鱼粉的加工母船产生的鱼粉，对养鱼饲料原料来说是一种极其优良的蛋白质来源，1963年至今的配合饲料成分（北洋鱼粉65%、面粉33%、复合维生素1%、矿物质1%、另外再加鳕鱼肝油1%）〔2〕还是以北洋鱼粉为主的配方。当时美国用剩余的农产品促进了养鸡饲料配合化的迅速发展，引进颗粒机以后，开始由饲料工厂生产养鱼饲料。

以发展虹鳟为主的北洋鱼粉的配合饲料，包括饲料的形状在内，若经过一些改进以后，有可能适用于其他鱼种。在较短时间内，生产出鲤鱼、鳊鱼以及香鱼的配合饲料。

日本的配合饲料比美国和欧洲各国的养鱼配合饲料成分少，这可能是由于在欧美是沿着以植物性饲料为原料的畜产饲料途径发展出来的缘故。但是与早期的饲料相比，最近美国鳕鱼的饲料成分中，鱼粉的比例有所增加。这也证明了用鱼粉作为养鱼饲料的蛋白质原料的优越性。养鱼配合饲料的发展初期，北洋鱼粉被视为质量相当好的鱼粉，如在短期内能普及配合饲料，那就会有相当大的效果，可是要大量供应廉价的优质鱼粉。除了北洋鱼粉以外，发展其他蛋白质原料还有不少阻力。

1977年养鱼的配合饲料中，鱼粉约有50%，大豆油粕约6%，麦糠约14%，米糠油粕等糟糠类、淀粉和壳类约18%。其中仍以鱼粉的比例最高，使用其他动物性饲料原料或植物

性油粕较少。划定200海里经济区以后，北洋鱼粉重要原料鱼的狭鳕渔获量受到明显影响。由于水产加工技术的发展，狭鳕还是冷冻碎鱼肉原料的重要鱼类。北洋鱼粉的质量已出现下降，鱼粉中灰分显著增加，对依靠北洋鱼粉的日本配合饲料来说，进入了转换期。随着养鱼饲料配合化的发展，对北洋鱼粉的需要量增加，正如很早就预见到的，北洋鱼粉的产量是有一定的限度的，因此需要及早地探索新蛋白质源以代替北洋鱼粉。也就是说要开展从脱脂大豆粕、酿造酵母以及鲱鱼、秋刀鱼等常见性多脂肪鱼生产的所谓沿岸鱼粉等的利用研究，但至今尚未获得有效的成果。1970年后，发明了单细胞蛋白质，SCP和有助于n-石蜡酵母的大量培养技术，能否作为养鱼饲料，对很多鱼类进行了研究⁽³⁾。结果是，饲料中有35—40%的鱼粉蛋白质可以替换出来，而且对鲤鱼还可多加一些酵母，与鱼粉同时使用比单独使用鱼粉的效果好。后来，促使甲醇、乙醇、醋酸等起变化的酵母或细菌逐渐在工业上有所生产。实验结果是，对饲养来说肯定不比n-石蜡酵母差。单细胞蛋白（SCP）还有一些具体问题，如保证安全、石油价格上涨等，所以预计利用前途还有困难。但是从长期观点来看，用工业手段提供稳定的蛋白质资源的有效性，对于未来的养鱼饲料将有很大好处。

作为代替北洋鱼粉的蛋白质原料，最能就地取材的还是沿岸鱼粉。但是沿岸鱼粉的原料鱼涉及到很多方面，另外，由于使用加工厂的残渣等，多数质量差。目前还没有可靠的评价质量的分析方法。在1965年的实验中，用沿岸鱼粉或由秘鲁进口的以鲱鱼为原料的鱼粉作为唯一的蛋白质来源的饲料，长期喂育虹鳟会造成鱼类贫血。估计是由残存在鱼粉中氧化油的毒性引起。最近的沿岸鱼粉或由秘鲁等国输入的鱼