

〔日〕桥本芳郎编
蔡完其译
王民生校

养鱼饲料学



农业出版社

养 鱼 饲 料 学

〔日〕橋本芳郎 编

蔡完其 译

王民生 校

农 业 出 版 社

封面设计 朱玉芳

71342

S963

211



养 鱼 饲 料 学

〔日〕桥本芳郎编

蔡完其译 王民生校

农业出版社出版（北京朝内大街13号）
新华书店北京发行所发行 天津市红旗

787×1092 毫米 32 开下 10.25 印张 229 页
1980 年 10 月第 1 版 1980 年 10 月天津第 1 次印刷

印数 1—4,500 册

统一书号 16144·2217 定价 1.05 元

养鱼饲料学

1980.10.12 张

译 者 的 话

《养鱼饲料学》是由日本橋本芳郎等七人编著的，1973年出版。它反映了日本和美国等西方国家在鱼类饲料学和营养学方面科学研究和生产实践的情况。

随着我国养鱼业的迅速发展，养鱼饲料问题日益突出，为了广辟饲料来源，不少地方和单位自力更生、因地制宜地开展了人工配制饲料的研制和养鱼试验，取得了不少成果。我们感到，有一定的理论科学的研究作基础，养鱼饲料的研制和使用才可能有根本性质的进步和变革。为此，我们翻译了此书，以供参考。

本书在翻译过程中，曾得到华汝成教授、王义强副教授、雷慧僧、李思发等同志的审阅，深表谢意。

译 者

1978年2月

目 录

第一章 养鱼饲料的动向	1
第一节 养鱼的现状	1
第二节 养鱼饲料的现状	6
第三节 养鱼饲料的特征	9
第二章 鱼类的摄食、消化吸收及能量代谢	15
第一节 鱼类的摄食	15
第二节 消化和吸收	27
第三节 各种营养素的消化率	46
第四节 鱼类的能量代谢	59
第三章 鱼类对各种营养素的需求	89
第一节 蛋白质	89
第二节 碳水化合物和脂肪	121
第三节 维生素	135
第四节 无机盐	186
第四章 鱼类的营养试验法	218
第一节 鱼在实验水槽中的饲养	218
第二节 排泄物的采集方法	220
第三节 能量代谢量及消化率的测定法	223
第四节 试验饲料	233

第五节 饲养试验方法	241
第五章 饲料原料和配合饲料	247
第一节 饲料原料	247
第二节 配合饲料	283
第六章 仔鱼用的活饵料	299
第七章 投饵方法	311
第一节 投饵方法和投饵次数	311
第二节 投饵量	318

第一章 养鱼饲料的动向

近年来，日本水产养殖业发展迅速，它已成为水产事业的一个方向。随着国民经济的发展，食品的多样化，群众消费、游览地需要量的增加，以及养鱼饲料和鱼病防治等养鱼技术的发展，鱼类养殖产量正显著上升。

第一节 养鱼的现状

目前，日本养殖的鱼类，淡水主要是鲤鱼、鳙鱼、鳊鱼及香鱼，其次还有鲫鱼、泥鳅及观赏鱼类锦鲤、金鱼等。海水鱼中鲷鱼占90%。近年来，开始养殖鲷、鲈、长吻鲈、丝鳍粗单角鲈等，同时金枪鱼的养殖试验也正在进行中。

近年来，日本养殖鱼类的总产量已超过10万吨。其中海产的鲷鱼占50%。鲷鱼的产量有了明显的增加，目前虽然产量还比较低，但预计将会有大发展。在淡水鱼类方面，鲤鱼、鳊鱼及虹鳊的产量占90%。在其他鱼类中，值得注意的是香鱼，其产量正在迅速提高。观赏鱼的产量大体上停滞不前；锦鲤由于最近市价飞涨，产量又在迅速增加（见表1.1）。

日本主要养殖鱼类的苗种培育和成鱼养殖方法见表1.2。

表1.1 浅海和内陆水域养殖鱼产量(吨)

鱼类养殖业产量统计表(农林省)

年 份	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970
浅海养殖										
鲷	2,579	4,758	5,083	9,309	18,083	19,629	26,712	30,774	36,630	50,855
鲈	97	151	113	86	91	82	53	44	52	27
真 鲷	0	6	6	6	101	328	338	371	472	570
其它鱼类	9	31	78	106						127
对 虾	101	163	184	145	203	283	273	268		295
龙 虾	18	19	7	10	16	13	14	11		—
总 产 量	2,705	5,200	5,755	9,534	19,219	20,687	27,834	31,719	37,624	51,874

(续)

年 份	1961	1962	1963	1964 [*]	1965	1966	1967	1968	1969	1970
内陆水域养殖										
鲤	5,142	6,344	6,592	7,557	7,971	9,827	10,886	14,460	13,971	15,865
鳊	8,105	7,572	9,918	13,418	16,017	17,015	19,605	23,640	23,276	16,730
红 鲫	3,023	3,505	3,927	5,412	5,745	6,231	7,882	9,454	10,254	10,632
鲫	1,515	1,549	1,533	1,533	1,503	1,441	1,622	1,615	1,776	1,361
香 鱼	245	342	537	994	—	—	—	2,343	—	3,411
其 他	405	352	249	215	1,858	1,858	1,856	412	2,762	—
总 产 量	18,990	20,230	23,371	29,780	33,096	36,375	41,852	51,932	52,044	48,455

表1.2 日本主要养

种 类	养 殖 方 法	苗	
		来 源	放养时间
海 水	鲷	网栏, 筑堤池、 分格网箱 (精养)	天 然 5~7月 5~6月
	红鳍东方鲀	网栏 (蓄养)	天 然 5~6月
	黑 鲷	潮水塘 (粗养)	天 然 6~7月 5~6月
	真 鲷	池塘或网箱 网箱 (精养)	天然、人工 天 然 6~9月 5~6月
	对 虾	(粗养) 海水池 (精养) (蓄养)	人 工 人工、天然 人工、天然 6~8月 8~9月 5~10月
	龙 虾	网箱 (蓄养)	人工、天然 8~9月
淡 水	鲤 鱼	池塘 (流水、静水) (精养、粗养) 稻田 (粗养)	人 工 6月
	鳊 鱼	静水池 (精养)	天 然 3~4月
	鲮 鱼	贮水塘、静水池 (混放粗养)	天 然 3~4月
	香 鱼	流水池 (精养)	天 然 3~4月
	鲮	静水池 (粗养)	人 工 5~6月
	虹 鳟	流水池 (精养)	人 工 12~8月

殖鱼的养殖方法

种	商品规格	育 成	养 殖 期
规 格	(克)	时 间	间水温(°C)
3~6厘米(4~8克) 50~100克	800~1500	5~11个月	15~27
800~4500克(成鱼)	900~5000	5~6个月	15~27
2~5厘米(当年鱼) 10~15厘米(二龄鱼)	> 100	> 1.5年 > 7个月	7~27
6~16克 100~375克	700~1000 375~1200	2~3年 2~4个月	15~27 20~27
稚虾(2厘米左右,0.02克) 4~8克 15~38克	15~20 15~20 20~60	6~12个月	7~27
95~200克	150~250	5~6个月	13~27
春花10~17厘米 (38~75克) 夏花1.2~5.3厘米	700~900	8~9个月 1.5年	5~28
白仔5.5厘米(0.14克) 人工苗种 } 20~60克 天然苗种 }	120~140	15~20个月 9~15个月	5~28
2.4~3.1cm (0.26~0.34克)	310~460	20个月	5~28
4~5厘米(0.6~1.0克)	30~80	2.5~6个月	15~25
8~4厘米(4~5克)	450~750	4~5年	10~30
发眼卵	80~300	10~20个月	7~20

第二节 养鱼饲料的现状

在日本，鲤鱼的养殖历史最早。虹鳟的养殖是在明治初期从美国引进鱼卵后才开始，而鳊鱼的养殖正式始于明治后半期。其后，鱼类养殖生产不断发展，第二次世界大战前，在1940—1942年达到了顶峰。1950年前后养殖事业开始恢复，至1960年已大体恢复到战前水平。

日本的养鱼业，一开始是随着养蚕业的发展而发达起来的。养鱼用的饲料主要是鲜蚕蛹和干蚕蛹，还有沙丁鱼、远东多线鱼、竹刀鱼等大宗鱼类或者是糠虾等鲜饵料与麦类、米糠等植物性饲料并用。这种情况，一直到1960年前后还几乎没有改变。起初，养鱼者自己配制养鱼饲料，营养成分极少，鱼的死亡率较高，饲料效率低。到了五十年代，日本从美国引进了鳟鱼营养基础研究方面的成果以及当时美国发明的鳟鱼用颗粒饲料的制造方法，从此日本养鱼饲料的成分有了划时代的改变。

McLaren、Wolf、Halver等人用精饲料喂养鲑、鳟鱼类，进行了营养要求方面的一系列研究。这些成果给了日本研究人员很大启发，由有关大学、水产厅及县试验场合作，进行了以虹鳟为中心的配合饲料的研究。特别是长野县水产指导所，结合日本的具体情况，大力改进了虹鳟的饲料，得出了以北洋鱼粉为主要原料，大体能够满意的配合比例。另外，从这时候起，被兴旺的养鱼事业所刺激的日本饲料公司，陆续关心起养鱼事业，生产配合饲料并销售添加物。目前养鱼用配合饲料的总产量已达10万吨。配合饲料的工业生产，在日本养鱼史上是一个划时代的变化，从而巩固了当前

养殖事业发展的基础。

表1.3是长野县水产指导所的养鱼饲料组成的变化^[1]，它反映了当时养鱼饲料的演变，颇有饶趣。最明显的是，他们不再偏重喂蚕蛹，而全面采用北洋鱼粉和冷冻鱼为主要动物蛋白源。最后成为以北洋鱼粉为主体的单一配合饲料。在这个过程中，虹鳟的成长、体质、饲料效率、亲鱼培育及产卵量等都有了飞跃的改进。

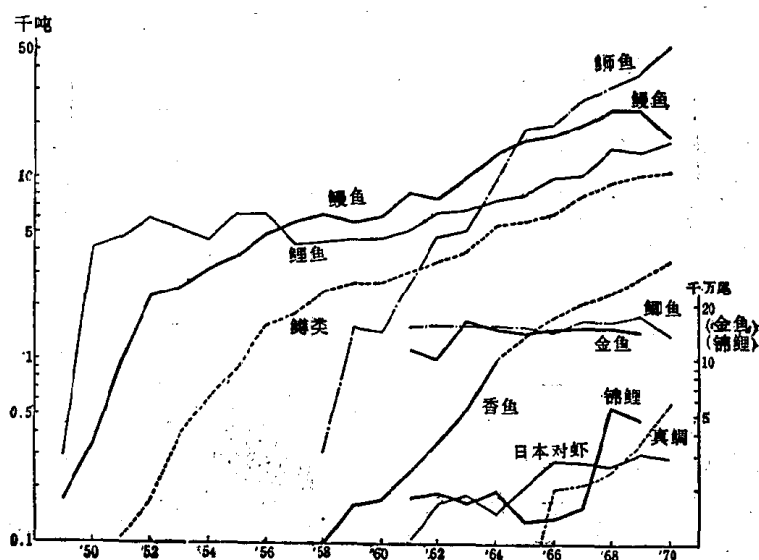


图1.1 主要养殖鱼类的年产量

鲜饲料转变为干饲料，是养鱼饲料的发展趋势，从鱼的营养要求考虑，也需要从鲜饲料转变为配合饲料。鲜饲料贮藏和处理不周容易变质，也有入手困难、价格不稳等缺点。配合饲料的质量和价格稳定，运输贮藏方便。颗粒饲料还有不需调配等优点。它的价格是高一些，但从饲料效率、鱼的死亡率等方面考虑，实际上还是合算的。

养鱼饲料的改进，对鱼类营养研究的进展起着很大的作用，所以，本书便把鱼类的营养放在了一个很重要的位置。

表1.3 长野县水产指导所食用鱒养殖用饲料的各年成分比(%)

饲料原料	1953	1956	1960	1962	1963	1964
蚕蛹(鲜)	81.9	47.8	0.03	—	—	—
蚕蛹(干)	4.7	8.4	0.3	—	—	—
肉(马)	0.6	0.1	—	—	—	—
肝脏(牛等)	—	0.03	0.3	—	—	—
牛血	—	0.4	—	—	—	—
幼鸡肉	—	0.9	5.1	5.9	—	—
鸡蛋	0.01	—	—	—	—	—
冷冻鱼(小鲈等)	0.7	14.6	25.5	19.1	—	—
鱼粉(北洋鱼粉)	—	—	40.0	26.7	—	—
艾萨裸头虾虎鱼	0.1	3.2	4.0	0.7	—	—
大麦	—	—	—	—	—	—
小麦粉	1.3	9.4	28.7	11.5	—	—
麦粉(一类)	—	3.7	—	—	—	—
米粉	—	6.1	—	—	—	—
玉米粉	—	0.1	0.04	—	—	—
米糠	—	2.7	0.02	—	—	—
配合饲料	—	0.03	—	34.7	96.8	96.1
钙类	—	0.002	—	—	—	—
混合维生素	—	—	—	—	—	—
蔬菜类	—	2.4	1.7	—	—	—
食用油	—	—	—	1.4	3.2	3.9

第三节 养鱼饲料的特征

鱼类是栖息于水中的变温动物，它与陆地上的人和家畜有不同的营养要求。按食性来分，养殖鱼类一般可分为杂食性的和肉食性的两种。前者有鲤鱼、鲫鱼、香鱼等，后者有虹鳟、鳗鱼、鲈鱼等。鱼类的天然饵料中，多半只含有少量的碳水化合物，所以，即便是杂食性鱼类，也不能照搬杂食性恒温动物的营养学。^①鱼的消化管的形态比较简单，^②消化管长度与体长之比，一般也比哺乳类小得多，所以，肠内细菌的作用也小。可以认为，这是形成鱼类营养要求特异性的一个原因。鱼类还可以吸收水中的无机离子，以维持正常的渗透压，可以预料，它对无机离子的要求或代谢和陆生动物是不同的。

养鱼饲料具有反映鱼类营养要求特异性的一些特征。最突出的地方是蛋白质含量特别高，碳水化合物含量相对较少。鸡、牛或猪等用的饲料，蛋白质的含量占20%左右，而养鱼饲料至少要达到40~50%（表1.4）。据营养学方面的研究，这些蛋白质除了构成鱼体蛋白以外，还要作为能源消耗，所以如果投喂的碳水化合物太多，鱼类便无法处理而成为病态。

在养鱼用饲料里，蛋白质的含量比鸡、猪的饲料高得多，看来蛋白质有些浪费。鸡和猪也不能把淀粉和脂肪合成蛋白质，这一点与鱼类相同。所以，这两类动物的单位增重所需蛋白质的量几乎无差异。生产一公斤肉用鸡需配合饲料2.6~2.8公斤，蛋白质440~480克。若鱼的饲料效率为70~80%，饲料中蛋白质含量为42%，则生产一公斤鱼需配合饲

表1.4 市售配合饲料的一般成分(%)

饲料种类	粗蛋白	粗脂肪	粗灰分	粗纤维	其它*
鲤 用	40	4	12	2.5	41.5
鲫 用	45	5	12	2.5	35.5
香 鱼 用	45	4	12	2	37.0
鳊 用	45	5	13	2	35.0
鳊 用	47	5	12	1	35.0
鸡 用** (不到4周的食用鸡)	17	3	9	6.5	64.5
猪 用 (30~60公斤的幼猪)	12.5	2.5	10	7.5	67.5
牛 用 (8~8个月的幼牛)	16	2	9	7.5	65.5

* 水分及碳水化合物(水分10~15%)

** 农林部公布的法定规格(1962.8.3)

料1.3~1.4公斤,蛋白质为530~600克。鱼的蛋白质需要量约比肉用鸡高20%,但由于鱼的基础代谢比鸡低,所以饲料的总用量仅为肉用鸡的1/2左右。这就是养鱼的有利方面。

目前,养鱼用配合饲料的价格,比鸡等配合饲料的价格要高得多,因为饲料的蛋白质含量比较高,使用的又是质量很好的蛋白质源——北洋鱼粉。另外,估计维生素类也用的太多,且养鱼饲料的消费量比养鸡要少得多。我们想这也是饲料价格高的一个原因。

由于饲料价格高,所以在养鱼生产成本中,饲料费的比例特别大。如鳊鱼,饲料费约占整个生产费用的45~50%,虹鳟达50~70%。因此,生产单位当然只愿意养殖价值高的鱼类。今后必须进一步研究鱼类的营养学,研制成本更低

的饲料，为“从捕捞渔业向栽培渔业发展”创造坚实的基础。

目前，北洋鱼粉是养鱼用配合饲料的主要蛋白源。因为它的质量比较稳定，蛋白质的含量也较高，对于要求高蛋白的养鱼饲料来说它是很适宜的。但是，如果配合饲料的需要量增多，必然会导致北洋鱼粉的不足，所以，这几年来正考虑用褐色鱼粉和大豆渣代替，但从以往试验结果来看，它们的效果好像不及北洋鱼粉。近几年，以水产厅和县试验场为主，集中对石油酵母进行了大规模生产性试验，已经证明，石油酵母可以代替大部分北洋鱼粉作温水性鱼类鲤鱼、鳊鱼等的饲料。石油酵母、脱脂大豆及北洋鱼粉配合起来使用，效率要比只用北洋鱼粉为主的饲料更高。但使用石油酵母有否副作用，还不清楚，所以必须慎重考虑。

以前，养鱼用的配合饲料或鲜饵料的蛋白源，是用北洋鱼粉或冷冻鱼这样的低价鱼，使其转化为价格更高的高级鱼。如果蛋白质良好的低价鱼肉也能被充分利用作为食品，而有效地利用植物蛋白源或微生物蛋白源来生产高级鱼，就更为理想。美国的配合饲料多半采用植物蛋白源，很少采用鱼粉或其他动物蛋白源。这与日本目前饲料的配合组成根本不同。其原因之一是，美国的养鱼重点是培育放流用苗种，注重鱼的体质。而日本主要是生产食用鱼，注重提高鱼的增重率。

所以，必须研究养鱼饲料的蛋白质的最适含量。最适含量，主要是指生物学意义而言的，最重要的标准是最大增重量，而经济问题几乎不予考虑。养鱼生产大部分是受季节支配的，在某一季节使鱼达到价格理想的某种规格，这种规格多半也就成为经营的重要条件，在此期间，要尽快地使大部分鱼达到这个商品规格。

倘若今后蛋白源不足或价格上涨，为了扩大可利用的蛋