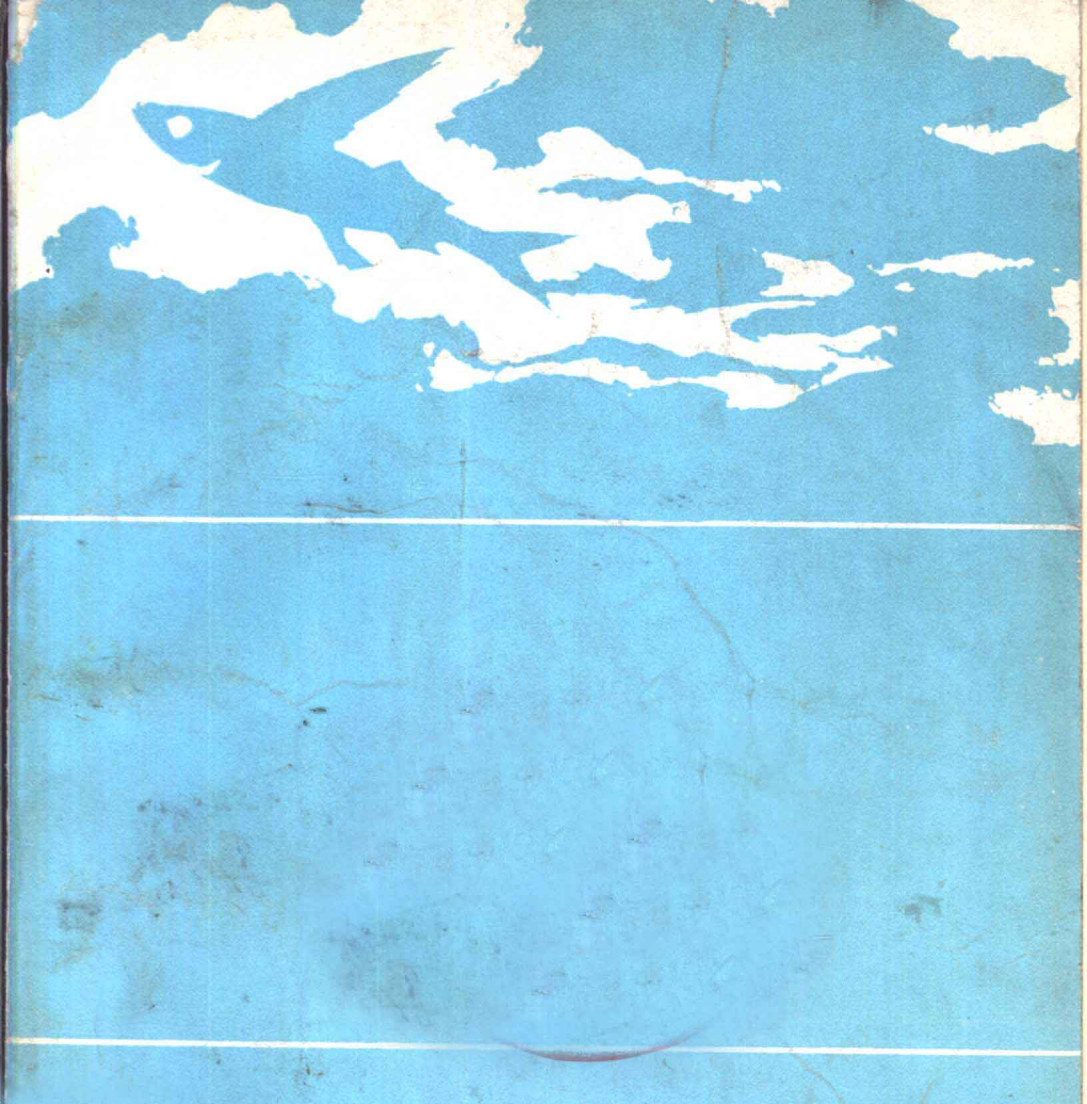




中上层鱼类资源

〔日〕川崎 健著

李大成 张如玉译

中上层鱼类资源

〔日〕川崎 健 著

李大成 张如玉 译

农业出版社

浮 魚 資 源

著者 川崎 健

発行所 株式会社恒星社厚生閣

1982年 1 月25日 初版発行

中 上 层 鱼 类 资 源

〔日〕川崎 健 著

李大成 张如玉 译

* * *

责任编辑 范崇权

农业出版社出版 (北京朝内大街130号)

新华书店北京发行所发行 农业出版社印刷厂印刷

850×1168毫米32开本 11印张 282千字

1986年3月第1版 1986年3月北京第1次印刷

印数 1—1,630册

统一书号 16144·3051 定价 2.70 元

前 言

从欧洲开始研究水产资源以来，已经过了将近一个世纪了。在此期间，有了各种各样的理论和实践方面的发展，也可以说其系统化也有某种程度的进展。但是，在近二十年来，没有看到理论上的发展，在日本，年青研究人员数量也一味地减少，将水产资源研究说成已面临所谓“冬天”也不过分。这种困难程度，在“中上层鱼类资源”特别明显，例如，对日本最重的渔业资源之一的远东沙璠鱼类来说，我们无法说明其长期的变动机制，因而，也无法预报。在嘴巴较刻薄的人当中，甚至有人严厉地批评说，目前的水产资源的研究，只不过是事后在写资源的“尸体检验书”罢了。

我想，要使资源的研究，从这种弥漫中逃脱而使之前进的方法，只有重建占现代生态学基础上的理论体系，本书就是根据这种意图写的。因此，请看内容就知道，未必限于“中上层鱼类”的狭窄范围，从通观整个鱼类资源中，通过比较对照“中上层鱼类”和“底层鱼类”，努力使“中上层鱼类”的特性突出出来，从其意义上来说，本书应该称为“中上层鱼类资源论”比较确切。

在“中上层鱼类”中，本书将重点放在海产硬骨鱼类上，因而，对鲑、鳟鱼类，鲨鱼类，乌贼类，鲸鱼类没怎么提到。尚且，本书的组成，除了第二和第四章外，与其说是以鱼种来分还不如说是以项目来分的，在其中涉及各种鱼。因此，中上层鱼的各种鱼不一定都提到，而仅仅是举例表示的，因考虑到对所有各种鱼的说明，恐怕只能停留在现状的说明，而理论上的发展就不足。

虽然大胆地执笔了，但写成后还有很多不满意的地方。但

是，现在根据我的能力，这样已经竭尽全力了，不足之处，敬请读者指正。在执笔本书的过程中麻烦了许多人，特别难忘的是，得到东北大学农学部水产资源学讲座的桥本博明、佐佐本浩一、千田良雄三位先生及水产增殖学讲座的菅原义雄博士的协助，特此表示衷心的感谢。

川崎 健
一九八一年七月

川崎 健，1928年生，东北大学农学部水产学科毕业。现任东北大学农学部教授，日本学术会议会员，农学博士。

目 录

前 言

第一章 绪论	1
1.1 前言	1
1.2 水产资源学的定义和性质	3
1.3 历史	6
1.4 关于渔获压力和资源反应的数理模式	11
1.5 资源量与补充量的关系	16
第二章 资源的结构	24
2.1 种群的古典定义	24
2.2 大西洋鲱鱼	26
2.3 金枪鱼类	28
2.4 远东沙琅鱼	38
2.5 秋刀鱼	48
2.6 鲱鱼	52
2.7 小结	58
第三章 发育阶段和生活周期	62
3.1 发育阶段	62
3.2 生活周期	76
3.3 生殖周期及其有关周期	87
第四章 生活史 I ——再生产	104
4.1 成熟、产卵形式	104
4.2 产卵数	129
4.3 同一种卵的大小	150
4.4 产卵数和卵大小	161
第五章 生活史 II ——生长	173

5.1	生长形式	173
5.2	k 和 L_{∞} 的意义	174
5.3	决定生长的主要因素	182
第六章	生活史Ⅲ——摄饵	186
6.1	种在群集中所占的位置	186
6.2	摄饵适应	193
第七章	发育初期的存活	202
7.1	生存曲线	202
7.2	存活所必要的饵料条件	207
7.3	小结	221
第八章	生活史的选择和资源变动	227
8.1	r -选择和 k -选择	228
8.2	Murphy 的理论	237
8.3	个体数的变动和环境变动	240
8.4	小生境和个体数变动 (1)	253
8.5	三种类型的特征和相互关系	254
8.6	在鱼类的 r_m 的问题	259
8.7	小生境和个体数变动 (2)	264
第九章	资源的变动、管理及预测	271
9.1	变动的类型、管理及预测	271
9.2	秋刀鱼	274
9.3	远东沙璘鱼	283
9.4	加州沙璘鱼	289
9.5	太平洋鲱鱼	298
9.6	大西洋—斯堪的纳维亚鲱鱼	305
9.7	金枪鱼类	314
9.8	多鱼种问题 (multispecies problem)	328
9.9	在资源的利用和管理上存在的问题	336

第一章 緒 論

1.1 前 言

本书的书名是《中上层鱼类资源》，因此，首先来考虑一下本书的对象。“中上层鱼类”的定义应该怎么下呢？，中上层鱼类是与底层鱼类相对而言的，即将鱼类分为两类，栖息于表面或表层的称为中上层鱼类；栖息于底层或海底的称为底层鱼类。用英语来说，就是 pelagic fish（中上层鱼类）和 demersal fish（底层鱼类）或 ground fish（海底鱼类）。那么，中上层鱼类具体指的是什么？，在渔业资源研究会议报第 18 号（1976）上，登载有中上层鱼类和底层鱼类的鱼种名单，当然这是渔获对象的鱼种，但在此划为中上层鱼类的有：鲱形目（鲱科、鳀科、鲑科）、秋刀鱼科、鲭科、鲭科、金枪鱼科的鱼类，其他为底层鱼类。水产厅西海区水产研究所的中上层鱼类资源部*的主要研究对象为远东沙嘴鱼、日本鳀鱼、竹筴鱼和日本鲈鱼，它们是中上层渔业，主要是围网渔业的对象。另外，底层鱼类资源部是以鲷鱼类、石首鱼科鱼类等以西底拖网渔业的对象鱼种为研究对象。远洋水产研究所的中上层鱼类资源部以延绳钓渔业的渔获对象金枪鱼为研究对象，而底层鱼类和海兽资源部的底层鱼类的研究对象为底拖网渔业的渔获对象，因而也可以说，中上层鱼类是钓、中上层延绳钓、围网等中上层渔业的对象鱼种；底层鱼类是底拖网渔业等底层渔业的对象鱼种。

以上说明，大体弄清了所谓“中上层鱼类资源”的一般概念，

* 1980年西海区水产研究所的中上层鱼类资源部和底层鱼类资源部合并，为资源部。

但“中上层鱼类”和“底层鱼类”之间没有明确的界线，这是不用说的，例如在日本近海的日本鲈鱼基本上属于所谓“中上层鱼类”，不过未成熟鱼于冬季在新潟沿岸、三陆沿岸或仙台湾等的底层越冬，被底拖网捕捞。玉筋鱼在渔业资源研究会议报第18号（1976）划为底层鱼类，在宗谷海峡周围被外海底拖网所捕，但在牡鹿半岛周围水域，2至6月为索饵期，可用灯光网（未成熟鱼）和抄网（成鱼）在中上层捕捞，但7至11月系夏眠期，潜入海底砂中，即随着年生活周期，由中上层鱼类转变为底层鱼类。就是说，中上层鱼类或底层鱼类是相对而言的，即各鱼种是更靠近中上层鱼类，或更靠近底层鱼类而已，因而，要正确地认识“中上层鱼类”，需要从整个鱼类的角度来看。在本书中，探讨问题并不限于狭窄的中上层鱼类，而从更广阔的范围来看中上层鱼类。

其次，叙述一下本书的基本立场，正如在本章的后节要详细说明的，所谓“传统的”或“古典的”“水产资源学”，目前正处在交叉路口。如Gulland（1978）认为：“设单纯的目标MSY”也好，或使用像单一种而处在无变化的环境中那样的单纯的个体群模式也好，这些单纯的时代（age of simplicity）已经结束了”。现在重要的是将水产资源学放在现代生态学的基础上重新建立起来，正如后章节将叙述的，从Russell（1932）以来，包括本人在内的许多人认为，水产资源学是生态学的一个领域或应用生态学，但Kerr（1980）指出：现在水产资源学所存在的一个问题是渔业生态学（fisheries ecology）和基础生态学（academic ecology）之间的相互关联差，水产资源学应从基础生态学中学习更多的知识。

鉴于上述考虑，作者着眼于探讨水产资源学的中心内容——“个体数量变动”的生态学基础，因此，本书的内容如下：首先

* Maximum sustainable yield（最大持续产量），详见1.4节。

研究水产资源学的学术性质及其问题(第一章), 归纳个体数量变动的资源学单位的问题(第二章)、研究决定存活过程的生物学范畴(第三章)。各个种具有固有的个体数量变动形式, 但个体数量变动形式是指: 产出的卵生存后加入资源过程的世代至另一世代的变动形式, 各个种在长期的进化过程中, 根据选择的生活史得到的适应形式。关于选择生活史的基本内容, 在后面详细讨论, 问题就是将从外界吸取的生活物质主要分配给维持种族即生殖组织及其活动呢? 或者主要分配给维持个体即个体组织及其活动方面, 从这个角度出发, 顺次探讨生活史的基本内容, 再生产(第四章)、生长(第五章)、摄饵(第六章)、存活(第七章), 然后在这些基础上以“生活史的选择和资源变动”(第八章)来做总结。最后, 归纳资源管理 & 预测所存在的问题, 并分别叙述具有典型的个体数量变动形式的鱼种(第九章)。

1.2 水产资源学的定义和性质

水产资源学是怎么样学问呢?, 更确切地说, 有没有确立做为学问的体系呢?, 例如东京大学出版会发行的海洋学讲座有“水产资源论”(田中昌一编)一册, 但没写“学”, 也可能考虑到这一点。首先就此问题开始来谈吧。

水产资源研究的历史过程将在下一节做较详细的说明, 但在此研究的发祥地欧美来说, 对水产资源学的定义也有曲折的过程。1932年英国的 Russell 对水产资源研究使用 fishery research 一词, 并说“fishery research 仅仅是生态学的一个领域”, 加拿大的 Dymond (1948) 使用 study of fish populations, 可能是“鱼类集团的研究”之意吧, 英国的 Cushing (1968) 在著作的题目中, 用 fisheries biology (渔业生物学), 副题为 a study in population dynamics (资源动态的研究), 它由两个领域组成, 即一是 stock (资源) 的 natural history (生态

学)研究,是关于产卵、生长、摄食的研究,其主要目的是要将 stock 或 unit population (种群) 的范围划分清楚,另一个领域是种群的数量变动 (dynamics),即增长率、死亡率、再生产率的研究,他认为:渔业生物学是从鱼类资源及资源动态的观点叙述各种渔业,而生态学是为种群的动态研究所必不可少的。加拿大的 Ricker (1977) 使用 fishery science (渔业科学) 一词,它主要探讨的问题和目标是:预测不同捕捞力量和方法对渔获物的数量和重量起怎么样的效果,其内容有两个方面,一是良好的渔业管理,这需要有关鱼类资源动态的知识,其内容包括鱼类资源生产的机制、个体数量调节的过程、捕捞对资源的影响以及弄清渔获努力量和种类不同时,可继续捕获的鱼的种类、数量、大小,另一个是说明所给与的环境条件和渔获压力水平下的,资源和渔获量的历史性变化的原因,以预测未来的情况。

如上所述,在欧美也使用各种词汇,且其内容,从有的认为单纯属于生物学的一部分,到认为是为了渔业管理和渔况预报所需的技术学等等。

回过头来,看看日本对水产资源学的定义。相川 (1949) 认为:具有数量概念的水产生物 (有经济价值和相当数量) 的研究,成为水产资源学概念的中心,而群聚生理学、群聚生态学和量性胚胎学为必要的辅助科学,并且,其目的为:(1) 用最少的经费和努力,达到持久的最大生产;(2) 求出增产可能的界限,订出计划生产的基础;(3) 预测渔况,以求稳定的渔业经营。久保、吉原 (1969) 就“水产资源学的范畴及目的”叙述如下:“水产资源学、渔业生物学、水产资源生物学或 fishery biology 是关于维持、培养水产动植物资源的科学知识的一个体系,是渔业科学的主要领域之一,其内容与生物学有直接关连的和与数理关连的两个方面。但是,其基础是生物学,主体为在渔业中的水产资源生物的群落生态学 (synecology)。在此范畴内主要研究的事项是为掌握单一资源或综合性资源的性质及实际状况所

必要的资源种群、组成、分布、移动、年龄、成长、繁殖、减少等基础事项；渔况、资源变动的原因及机制、渔获对象资源量的估计、再生产力的估计、适宜渔获量的决定等有关资源管理事项，以及确立增殖方法等事项。有关水产资源学的各种学科有其基础学的水产动植物学、水产增殖学、生态学等生物学，另外还有海洋学、湖沼学和数理统计学”。

佐藤（1961）认为，水产资源研究（渔业生物学）的任务和内容，是从理论上探明经济水产生物的生产机制，并根据这些机制，创造使渔业达到更高水平和合理化的生产技术。并且认为：做为科学的渔业生物学，从各关连科学的历史看，是生态学的领域之一，应以探明个体数量变动和鱼群行动的理论依据为研究课题，而且，资源的判断、渔况预测或广义的资源管理并不是包括在一、二个科学之内的问题，而是综合性的技术体系，渔业生物学应与海洋学、数理统计学、生理学和进化学一起，做为各关连科学参加此技术体系的确立。

如上所述，在日本，亦有从将水产资源学做为建立资源合理利用的技术体系的基础科学（生态学）的观点，到有关生物资源合理利用的知识体系的观点等等。作者对分析这个问题的前提，考虑了渔业生产的结构。图 1.1 是参照吉冈（1950）的农业生产图而作出的。

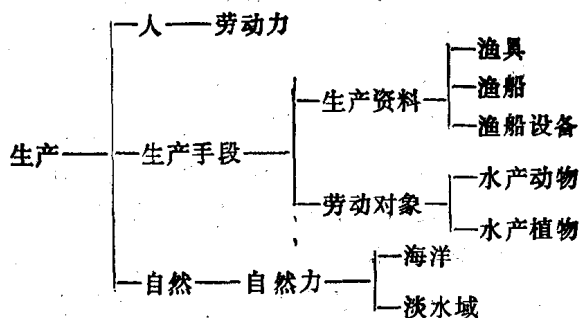


图 1.1 渔业生产的结构（川崎，1978）

作者认为：水产资源学是为合理的渔业生产提供科学基础的应用生态学的一个领域，合理的渔业生产是社会科学的概念，它做为生产体系是以如图 1.1 的各因素为基础的技术体系，但不仅仅是技术，而且涉及政治、经济、行政等的综合性战略。图 1.1 所示，水产资源学的主要对象是劳动对象的部分，而主要研究内容是其个体数量变动，但是，这些劳动对象本身并不单独存在，而它本身是自然中的成员，也存在于非劳动对象的环境之中。人（即劳动力）使用生产资料起作用，在这样的自然变化和人的压力之下，水产生物如何反应（response），这就是水产资源学的主要研究内容。这样，水产资源学在内容上包括人的捕捞问题，因此它不是单纯的基础科学（即生态学），而是应用生态学（applied ecology）。并且，近年来出现了人对劳动对象发生作用的另一种形式，就是种苗放流的问题，这就是与水产增殖学的边缘科学。这样，研究范围也随着新问题的出现，不断扩大。

1.3 历史

水产资源学的起源地是东北大西洋海域。首先参照 Russel (1932) 和 Dymond (1948)，叙述在欧洲的历史过程。资源研究始于十九世纪后半期，主要在斯堪的纳维亚诸国、德国、英国开展，当时围绕渔业资源有两个大问题，即滥捕（overfishing）和资源变动（fluctuation）问题，1902 年由欧洲西北部的沿海国家参加，设置了国际性海洋研究组织国际海洋考察理事会（ICES），当时这个组织主要关心的事也在这里，而现在也是，就是说这两个课题是水产资源研究的老而新的中心课题。当时存在的大问题之一是由于强大渔获的结果而出现北海（North Sea）赫氏高眼鲽（plaice）的减少。渔获对资源量的影响是通过第一次世界大战明确地显示出来。战争开始的 1917 年，英国的底层鱼类产量只有 30% 以下，多数鱼类生存下来，恢复了资源。从英国蒸汽式

拖网渔船每天的平均渔获量看，战前的1913年为879公斤，而战后开始作业的1919年达1,580公斤，但是，这种状况也维持不了多久，不久又恢复到战前的状况。赫氏高眼鲱的资源量在战争中增大，平均体长也大了，但生长率下降。

Dymond (1948) 对滥捕的定义为加强渔获努力则总渔获量减少。对未开发的资源加强渔获则暂时伴随CPUE（单位努力量渔获量）下降而总渔获量增加，但是，以后渔获量达到最大，此时，如果再加强渔获，总渔获量也会下降，这个状态就是滥捕。

当时还有一个大问题，是春汛鲱鱼在挪威北部沿岸的渔况变动，当时任挪威水产局长的Hjort全力以赴研究这个问题，并阐明了变动的主要原因是世代*大小的变动（Hjort, 1914），即出现大的世代则它长期占优势而决定渔况。但问题在此世代变动的原因。Hjort认为：对大的世代，非常早期的阶段就知道其存在，这一点意味着世代的大小决定于发生初期，这里有如下两种情况：一是当仔鱼开始摄饵的阶段即仔鱼后期，有没有足够的饵料——主要是无节幼虫，Hjort称此阶段为临界期（critical period），二是仔鱼是否被海流移送到条件差的地方。Hjort的这个假设，至今还有很大的影响。

在欧洲的水产资源研究特征是从相当早的时候就有组织地开展，例如，在英国，1929年就有组织地开展渔获物调查，测定了914,000尾赫氏高眼鲱，在鱼市场测定了其中69,500尾，采集了20,000个赫氏高眼鲱（plaice）的耳石。

从上述两个问题——滥捕与变动出发，展开了以后的水产资源的研究。拿滥捕问题来看，向两个方向发展了，就是由苏联的Baranov (1918) 创始，由英国的Beverton和Holt (1957) 暂告完成的“单位补充量的渔获量”法——Yield-per-recruit met-

* 某年出生的同时发生的集团。

hod——和英国的 Russell (1931) 所启发, 由英国的 Graham (1935) 和美国的 Schaefer (1954) 发展的“剩余产量”法——surplus-production method——(Ricker, 1977), 这些问题待后述。关于补充量 (recruitment) 的变动, 应提到 Ricker (1954) 发展了补充量与资源 (stock) 理论的研究, 这个问题也将在后面提及。

日本的水产资源研究, 始于仓上等 (仓上、大岛, 1925; 仓上、梶田, 1926) 关于鲱鱼渔况的研究, 这是受到上述 Hjort 的影响的, 然后北海道水产试验场从 1928 年在“北水试旬报”上发表了渔况预测 (石田, 1952)。田内森三郎从 1935 至 1943 年, 对许多种类, 用自己的手法, 计算总减少率、自然死亡率及渔获率, 论述了渔获对资源的压力。相川广秋从 1932—1949 年, 研究了渔况论、年龄鉴定、资源变动、渔获率、滥捕问题及种群等广泛的问题, 也可以说相川是在日本建立了水产资源学基础的学者。另外, 木村喜之助从 1932 年, 宇田道隆从 1933 年就渔况与海况的关系各自开展了研究。这领域在水产资源学当中也是日本独特的领域, 这时就打下了今天的渔况论和海况论的基础, 并发展成为现代水产海洋学。如上所述, 日本的水产资源研究始于约 1925 年, 但正式开始的是进入三十年代后, 而且到 1949 年为止, 并不像欧洲那样有组织地进行, 而是仅靠少数几个人的个人努力进行的。

到了 1949 年, 为了探明远东沙鳎鱼资源量为目的, 以该年从原农林省水产试验场分出来的 8 个海区水产研究所为中心, 开始进行了“沙鳎鱼资源合作研究”。对日本来说, 这是第一次正规的资源调查。这个调查是由利用调查船进行的卵、仔稚鱼调查和渔获物的陆上调查组成。并且同年也开始了以东、黄海底层鱼类资源为对象的“以西底层鱼类资源调查”, 此调查是将推理学理论为基础的标本调查法首次应用于资源调查上。开始科学地推测渔获物组成的划时代的调查。从这个时期, 日本的水产资源研

究深受欧美的方法论的影响。

上述沙嘴鱼的资源调查，于1954年发展到包括竹筴鱼、鲐类和斯氏柔鱼等在内的“沿岸重要资源调查”，此调查研究成为由水产研究所、水产试验场等参加的、有组织的沿岸和近海资源研究。另外，同年成立了日美加渔业委员会，接着1957年成立了日苏渔业委员会，日本的资源研究也逐步增加了国际性色彩。这样的国际性协商，最终都会以数量评估资源为议论的中心，为此国际性的资源研究以数理性资源管理理论成为主流。日美加或日苏有关的资源是北太平洋、白令海的鲑、鳕鱼、庸鲽、堪察加拟石蟹、狭鳕、鲱鱼等，其中最重要的是鲑、鳕鱼。此资源管理理论，尤其是以再生产曲线的解析为中心得到发展。

在1950年以后得到迅速发展的远洋渔业中，有金枪鱼延绳钓渔业。关于该渔业，积累了庞大的生物学资料（尤其是体长及体重组成），并应用上述的两个方法即单位补充量的渔获量模式和剩余产量模式，开展了资源管理理论，尤其是南金枪鱼，其资源结构简单、资料来源（data source）亦单纯，因此，用单位努力量的渔获量模式做了相当详细的分析，对资源的管理提出了种种建议（9.7.4）。

关于以西底层鱼类资源的研究，可以说是应用单位努力量的渔获量模式的典型例子。对这个资源，从开始起进行了相当有计划的鱼体标本调查（这一点在以后的日子里变成全面的各体长组成），也得到了所有渔船的渔获成绩报告书。关于此资源，有许多研究报告。

另外，约从1961年对鲸鱼类的资源管理进行了许多研究，这是因国际捕鲸委员会（IWC）为了对付鲸鱼资源的减少而进行的有关活动发展起来的，使剩余产量模式向解析方向发展。

关于上述鲑、鳕鱼、金枪鱼类、以西底层鱼、鲸鱼类等远洋资源，由于（1）这些鱼类具有国际性资源的性质，要求进行资源评估；（2）这些鱼种基本上属于密度依存性数量变动类型，

因此，有适用于依存密度型平衡理论的部分，故使用数学的平衡模式。但是，无论是单位补充量的渔获量模型，或剩余产量模型，或使用再生产曲线的模型，只要推测若干参数，便可决定数学式，因此，如果要确切地表现在海洋环境中的生物生产与干扰它的因素——渔获压力的复杂关系，还留有相当多的问题。对这一点，佐藤荣从“鱼的生活”角度进行了研究。佐藤于1962年发表论文，就此问题进行了全面的分析，他将个体数量变动有关的生态学理论与水产资源学理论，尤其是其主流的数学平衡理论进行了详细的研究，规定水产资源学为生态学的一个领域，并提出“种的生活”研究问题，而且，做为研究方向，提出：（1）发育阶段和生活周期；（2）种的生活类型；（3）渔业海图等三个解析方法。在以往常用物理性时间来处理问题的水产资源研究的领域中，引进了发育阶段和生活周期等生物学范畴，这是很大的功绩。

在日本的水产资源研究发展中，不可忽略的是，1963年成立的“渔业资源研究会议”。如上所述，第二次世界大战后水产资源研究的发展中心是以“沙璫鱼资源联合调查”为转机，开始了有组织活动的水产研究所的研究人员，它后来发展成“沿岸重要资源调查”，并进一步发展成为渔业资源研究会议。这个组织是使水产研究所的资源研究者和海洋研究者成为一体为目的的。

1963年初，在日本近海发生了异常冷水现象^{*}，其机制随各水域不同，但冷水广泛覆盖日本列岛近海，被认为世界性的海洋异常现象的一个环节，与这样的异常现象相对应，渔况也发生了种种异常现象，出现了产卵场的消失、大量的异常死亡。在这样的情况下，由水产研究所、水产试验场进行了“异常冷水调查——冷水团对水产资源分布、消长的影响”，以此为转折，成立了全国性的“海渔况预报事业”。由于这个事业的实施，将水产研

* 从1963年初至1964年，日本近海广泛被低温覆盖，对渔业资源产生了种种影响（详见辻田，1966）。