

长江三峡水库区水生生物調查和 漁业利用的规划意見

E. B. 波魯茨基* 王乾麟 陈受忠 王士达 刘荃瑞 伍献文 戈敏生

(中国科学院水生生物研究所)

目 录

前言	(1)
一、三峡水库区的自然地理环境	(2)
二、三峡水库淹没区水化学及水生生物的情况	(3)
(一) 資料及方法	(3)
(二) 长江水化学的概念和預測	(4)
(三) 三峡水库区内水生生物的現狀和水库建成后可能的变化	(6)
1. 浮游植物	(6)
2. 浮游动物	(12)
3. 生物逕流	(15)
4. 底棲生物	(17)
5. 鱼类区系	(22)
三、三峡水库的漁业利用及具体措施	(24)
(一) 宜昌产卵場的重要性及有关保存的意見	(24)
(二) 水库的漁业利用	(24)
(三) 水库的漁业收益	(28)
四、結尾	(29)

前 言

随着我国社会主义建設事业的飞跃发展,水利工程到处在兴建。伟大的长江流域规划也将逐步实现。特别是三峡大坝的建筑将形成一个发电、防洪、运输、灌溉和漁业等综合利用的大型水库。

三峡大坝的建筑对于长江鱼类资源的影响如何?这是一个有巨大经济意义的问题。大坝筑成以后,必然阻碍了鱼类的洄游,甚至于破坏了产卵场所。究竟影响的程度如何?应采取哪些措施来补救?都是刻不容缓地需要解决的问题。同时,三峡水库蓄水以后,将具有1,566平方公里的淡水水面。利用和发展其中的鱼类资源是水库的综合利用之一。因此,必须尽快而妥善地作出漁业利用的规划。这就是首先要对目前未建坝时的漁业资源,以及影响这些资源的食料基础等问题加以详细的了解和研究,从而预测水库中的天然鱼类区系及其食料基础(包括浮游生物、生物逕流及底棲生物等),并探讨合理的发展和利用这些资源的具体办法。对于在建坝之前需作好准备的工作,提出可行的措施。

在1958年,中国科学院水生生物研究所在湖北省的宜昌市和四川省巴县的木洞镇各

E. B. 波魯茨基教授系1958年10—12月通过中苏科学院合作办法参加工作。



設了一个工作队,进行上述的各項工作。在 1958 年 10 月間,与长江流域规划办公室水产組合作,并聘請苏联专家 E. B. 波魯茨基教授参加指导,組成一个流动性水庫工作組,从宜昌起到江津止,中間經過万县、长寿、开县、涪陵、重庆、北碚等处,在长江或其支流中作了一系列的断面的水生生物采集工作,还在每个县鎮附近的小水体中进行了采集。从各地采集的生物标本都是这个报告主要的資料。

这个报告分成三大部分:第一部分,三峽水庫庫区的自然地理环境,是王乾麟写的。第二部分,水庫庫区水化学和水生生物学的資料是分別由波魯茨基教授(写材料及方法、生物逕流),王乾麟(写水化学和浮游植物),陈受忠(写浮游动物)、王士达(写底棲生物)、刘基瑞(写魚类区系)写的。第三部分,漁业利用,由波魯茨基写初稿,再由伍献文教授和戈敏生加以补充(不当之处由补充者負責)。最后还由伍献文写了結尾。

一、三峽水庫庫区的自然地理环境

长江三峽將成水庫位于北緯 $29^{\circ}30'$ — $31^{\circ}45'$, 东經 $105^{\circ}52'$ — $111^{\circ}15'$ 之間。长江发源于青海,从发源地到江苏入海,全长有 5,800 公里,經過七、八个省份。在沿江两岸自然地理的情况改变很大。从大体上說:宜昌以下为冲积平原区,宜昌南津关以上为山谷和丘陵地区。

今后水利枢纽建在宜昌峽谷口以上約 40 公里的三斗坪附近。坝高 204 米,坝頂长度約 4,000 米,溢洪道位于大坝的中央,长 375 米。将来大坝建成后,会淹没大片的农田和不少的城鎮。形成一个从三斗坪起至江津以上长达 775 公里、面积达 1,566 平方公里、庫容达 570 亿公方、上寬下窄的大水庫。由坝址至奉节間 207 公里左右均为峽谷,两岸为悬崖峭壁,河谷狹窄,水深而流急,两边山峯高出水面約数百米以上,江面最窄处仅 100 多米,較寬处也祇有 300—400 米左右,耕种地极少。奉节至长寿間属丘陵区,水流緩急交替出現,一般流速較三峽为慢,河面寬度約在 500—1,000 米之間,耕地較三峽区为多。长寿至宜宾間亦属丘陵区,惟地势較开闊,間有小块平原,耕地較多。岩石方面,在庫区内主要的有石灰岩、頁岩、花崗岩、砾岩等。在三峽区以石灰岩为主,三峽以上各种岩石交替出現。土壤分布情况:在长寿以下一带为棕色森林土及黄棕色森林土,长寿以上为粘质壤土和重粘质黄壤。庫内年逕流量均以 7、8、9 月最大,2、3 月最小。在重庆附近(上游地区)多年最大流量为 83,100 公方/秒,年最小流量为 3,430 公方/秒;巫山附近多年最大流量为 62,100 公方/秒,年最小为 4,160 公方/秒;宜昌附近多年最大流量为 70,600 公方/秒,年最小是 4,780 公方/秒。年含沙量在重庆最大为 1.51 公斤/公方,最小是 1.31 公斤/公方;宜昌附近年含沙量最大为 1.31 公斤/公方,最小是 0.889 公斤/公方。多年降水量在重庆附近是 1,078 毫米,日最大降水量为 90.5 毫米;巫山附近最大为 983.8 毫米,最小为 78.4 毫米;宜昌附近最大降水量为 1,275 毫米。在庫区内降水量均以 6、7、8 月最多。多年蒸发量在重庆附近为 1136.5 毫米,巫山为 1086.8 毫米,宜昌附近为 1,015 毫米;月蒸发量最大均在 6、7、8 月,最小在 1、2 月。流速,在庫区内以 7 月到 9 月最大,1 月至 3 月最小,一般由 0.5—4.5 米/秒左右。气温在庫区内最高均在 7、8、9 月,最低在 1—2 月間。一般全年平均最高气温在 33.4°C — 39°C 左右,最低气温在 12—2 月,平均为 4°C — 5°C 左右。

注入水庫的河流也不少,較大的在西陵峽內有香溪,在巫峽有大寧河,在奉節有分水河,在雲陽有東滾河和磨刀溪,在雙江有小江,在涪陵有黔江,在長壽有龍溪河,在重慶有嘉陵江,在貓兒沱有綦江,在合江有赤水等等。

二、三峽水庫淹沒區水化學及水生生物的情況

(一) 資料及方法

未來水庫區長江及其支流上的水化學和一部分水生生物的調查是由中國科學院水生生物研究所宜昌工作隊於1958年4月至7月間進行的。1958年秋季10月至11月間由水生生物研究所同長辦水產組合作進行了一次流動的調查。主要調查項目是水生生物各方面。

春夏兩季的觀察是在長江葛洲壩的斷面上進行的(宜昌附近地方)。在這個斷面的三個採樣點上(左岸、右岸及河中心)取了水化學分析的水樣,並在每個點的1米和5米深處取了浮游生物標本,水樣和浮游生物標本是在每月的5日和20日用茹可夫斯基採水器採集的。

浮游植物的定量標本是用1,000毫升採水器採集的,並用魯哥氏溶液固定。在實驗室內將標本倒入沉淀器沉淀48小時後,用吸管吸去上層清水,這樣將標本濃縮到30毫升,再倒入小瓶內,作為計算數量的標本。計算時,在400倍顯微鏡下觀察300個視野,這樣共計數0.1毫升的濃縮的浮游植物標本,然後取300個視野的平均數折算出一升水內的浮游植物數量。

浮游動物定量標本是取水樣5升,經過固定濃縮為30毫升。先計算原生動物(Protozoa)、輪蟲(Rotatoria)兩次,每次用濃縮標本0.1毫升。然後用25號篩絹將標本過濾,以除去部分泥沙,再計算枝角類(Cladocera)、橈足類(Copepoda)、昆蟲幼蟲等大型的浮游動物。

在流動調查期間,用茹可夫斯基採水器採水樣30升,用25號篩絹的浮游生物網過濾濃縮為30毫升,用魯哥氏液固定,然後在室內用解剖鏡進行全部漂游的大型動物的計數並用顯微鏡(約為80倍)數出1毫升標本中的其他浮游動物。

除去對葛洲壩地區之浮游動物觀察外,還對各種大小及不同性質的靜水水体(從較大水庫——長壽湖水庫到較小的地塘及溝渠)的浮游生物進行了調查。這些水体大部分是位於將來的淹沒區內的。

在葛洲壩斷面的採集點上取了化學分析的水樣,測定了溶氧量、有機物耗氧量、氯化物、磷酸鹽、硝酸鹽、總鐵、總硬度和氫離子濃度。

1958年秋季,在三峽水庫整個庫區內進行了水生生物調查。在長江及其大支流上選擇了7個斷面,各取若干採集點採集生物標本。這7個斷面是:

1) 江津附近長江斷面。取了三個點,水深為2米、10米及2米。中央點分別在水深1米、4.5米及9米三處採樣。

2) 重慶大沙壩長江斷面。取了三個點,水深為2.1米、12米及2.8米。中央點分別在水深1米、5米及10米處採集,靠岸的2點只在1米深處採樣。

3) 北碚嘉陵江斷面。取了三個點,左岸點水深7米;分別在水深1米和6米二處採

样;中央点水深 30 米,分别在水深 1 米、14 米和 28 米三处采样;右岸点水深 12 米,分别在水深 1 米及 10 米二处采样。

4) 涪陵黔江断面。取了三个点,水深为 2.1 米、9.2 米及 3.3 米。靠岸的二点均在水深 1 米处采样,中央点则分别在水深 1 米、5 米及 8 米三处采样。

5) 开县小江断面。取了三个点,水深为 3 米、4 米及 1.5 米,各点的浮游生物标本均没有分层采集。

6) 万县长江断面。取了三个点,中央点水深 30 米及两岸各一站。

7) 宜昌三斗坪长江断面。取了两个点,水深为 3 米及 12 米。在后一点上采取了水深为 1 米、3 米及 10 米三处的标本。

底栖生物的标本是用面积为 $1/20$ 平方米的彼得生采泥器采集,在每个采样点采集两次。具体情况如下:

在长江及其较大支流选择了五个断面:

1) 江津附近长江断面。取了两个点,水深为 1.4 米及 2.2 米。

2) 重庆大沙坝长江断面。取了一个点,水深为 2.1 米。

3) 涪陵黔江断面。取了三个点,水深为 2.1 米、9.2 米和 3.3 米。

4) 开县小江断面。取了三个点,水深为 3 米、4 米及 1.5 米。

5) 宜昌三斗坪长江断面。取了一个点,水深为 3 米。

采得的土壤,即时用 40 号及 60 号铜筛滤洗。当时检查出的底栖生物的标本以 5% 福马林固定。同时,筛洗剩余的物质,因内有细小生物体在内,也以 5% 福马林固定保存,以备在实验室进行检查。

检出来的标本,以采样点为单位进行底栖生物的定性及定量分析。定量是以称量为 500 毫克的扭力天秤进行的。从测定的量以推算出每平方米土壤内底栖生物的数量及生物量。

除去长江及其支流外,浮游生物及底栖生物还在与未来水库有关地区的许多小水体中进行了采集。其中有较大的水库——四川的长寿湖水库、涪陵李渡的朱家坝水库及梁平张星桥水库。

生物逕流是用粗眼麻布制成的全生物网采集的。网的口径是 19.4 厘米。采集的深度和分层都和采集浮游生物水样相同,但在水浅的及流速小的河中沒有采集。每次采样时间为 10 分钟。有时也用了直径为 1.2 米的鱼卵网。多在近岸地区采取,采样时间为 30 分钟或 10 分钟。

鱼类标本主要是根据宜昌队及重庆队所收集的。此外,于秋季流动调查时在开县、梁平、万县及江津等地也补充一些材料。

(二) 长江水化学的概况和预测

在宜昌葛洲坝进行了水化学分析。自 1958 年 4 月开始到 7 月,每半月进行一次,共进行了 8 次,分析项目有溶氧量、有机物、氯化物、总硬度、磷酸盐、硝酸盐、总铁、氢离子浓度 8 项,结果见表 1。在秋季流动调查库区时,未进行水化学分析。由于水化学资料仅限于宜昌葛洲坝处的,同时测定期间也不长,故对将来建成水库后,整个库区内的水化学预报感到资料不足。

表 1 长江宜昌葛洲坝断面各采样点水质分析結果*

分析项目 采样日期	溶 氧 (毫克/升)	有 机 物 (毫克/升)	氮 化 物 (毫克/升)	总硬度(度)	磷 酸 盐 (毫克/升)	硝 酸 盐 (毫克/升)	总 铁 (毫克/升)	氢离子浓度
1958年4月5日	8.21—8.90	0.764—6.095	18.48—21.84	4.188—5.535	0.024—0.026	0.104—0.242	0.027—0.074	8.1—8.4
4月21日	7.80—9.55	0.76—5.35	12.44—14.22	3.384—3.94	0.011—0.023	0.065—0.095	0.024—0.040	8.2—8.4
5月5日	7.84—8.37	6.029—9.04	18.12—25.09	6.6—8.58	0.013—0.02	0.044—0.054	0.023—0.033	8.0
5月20日	8.02—8.45	5.14—7.35	14.63—33.37	5—6.78	0.009—0.023	0.019—0.033	0.018—0.019	7.9
6月5日	5.67—7.56	10.59—15.13	18.46—23.19	5.5—6.1	0.027—0.032	0.081—0.109	0—0.022	8.1—8.4
6月20日	6.86—7.74	6.85—16.75	16.32—19.75	5.06—5.94	0.016—0.067	0.024—0.038	0.026—0.027	8.0—8.1
7月5日	4.4—6.4	4.4—18.48	9.9—26.75	4.73—6.05	0.024—0.057	0.081—0.118	0.037—0.04	7.4—7.6
7月20日	6.56—6.88	/	14.85—26.75	3.08—4.29	0.018—0.024	0.073—0.098	0—0.037	7.5—7.9

* 表中所列数字是三个采样点表, 中层水样所含物质的平均数。

表 2 未成水库和已成水库水质分析比較表

地点及日期	分析项目	溶 氧 (毫克/升)	有 机 物 (毫克/升)	氮 化 物 (毫克/升)	总硬度(度)	磷 酸 盐 (毫克/升)	硝 酸 盐 (毫克/升)	总 铁 (毫克/升)	氢离子浓度
宜昌葛洲坝断面 1958年4月—7月		4.4—9.55	0.76—18.4	9.9—33.37	3.08—8.5	0.009—0.067	0.044—0.242	0.—0.074	7.4—8.4
河北省官厅水库 1958年8月11日		6.0—7.50*	2.43—19.47	/	6.66—9.6	0.02—0.068	0.312—0.416	0.050—0.061	8.2—8.3
河南省白沙水库 1958年8月1日		4.1—6.93*	8.92—21.90	/	4.44—8.76	0.014—0.061	0.010—0.089	0.046—0.078	7.8—8.3
湖北省金盆浴鲤鱼水库 1958年7月27日		1.14—9.139	17—45.03	/	2.33	0.015—0.018	0.0088—0.0091	微量—0.24	7.5
四川省狮子滩水库 1958年5月16日		4.3	/	4.3—6.3	4.12—6.72	0.01	0.1	0.003	7—8.6

* 在官厅水库和白沙水库采水时, 正遇着大风, 故溶氧量应较平时为多。

从宜昌葛洲坝断面水化学来看,有机物以6、7月份最多,4月份最少,其变化为0.7648—18.48毫克/升。总硬度在5月份最大(6.6—8.58度),比较低的是4月份(3.384—5.535度)。磷酸盐在数月测定结果,并没有显著差别(0.019到0.042毫克/升之间),仅在5月20日一次最少(0.009毫克/升),最大一次是6月20日(0.067毫克/升)。硝酸盐一般在0.01—0.074毫克/升之间,仅在4月上旬曾到达0.242毫克/升。总铁量在0.01—0.074毫克/升之间。水质微硷性,pH值在7.4—8.4左右。

根据目前宜昌葛洲坝断面水化学分析的情况与河北省的官厅水库和河南省的白沙水库、湖北省的金盆浴鲤水库以及四川狮子滩水库相比较(表2),则宜昌葛洲坝长江中,除了含氧量超过上述已成水库以外,其它溶解物质均不及已成水库那样多。河流的含氧量较多的主要原因是流动水体的缘故。

三峡水库建成后,水中溶氧量会比目前减少。至于其它各溶解物质和已成水库的情形相似,均将有所增加。三峡地区岩石主要是石灰岩,淹没后,促使它溶解,水的硬度将要增加,这是可以理解的。在未来的库区中,淹没了大量农田、山地和城镇,有机物的分解,土壤中溶解物质的释放,可使水中增加有机物、硝酸盐类等的含量。特别在刚建坝后,蓄水的第一年中,因温度增加,流速减小,其溶解盐类的增加会较为显著;又因大量物质已在第一年溶解于水体中,同时因水力发电,库中还有一定的流量,溶解盐类可能在下一年度有减少的趋势。此后库内水质将保持较为稳定状态。

在不同季节及气候条件下,水中溶解物质含量也会有所不同,主要原因是库中水位差很大,夏秋达到高水位时,水源主要来自上游江中,水中含有的溶解性物质比库内原有的水的含量为少,因此会造成稀释的结果。库内水质也可能有地区的不同,特别是接近封闭的库湾,可能含量较高;至于库中大水面,因多少还保持一定流量,差别不致太大。水库建成后,主要是由流动水体突然转变为半流动或者几乎静止的水体,这对溶解物的增加是一有利条件。因此,估计三峡水库的水质,将渐向半营养型和富营养型转变。

(三) 三峡水库库区内水生生物的现状和水库建成后可能的变化

1. 浮游植物

(1) 库区内各种水域的浮游植物:

(甲) 长江中的浮游植物——从长江三峡水库库区各断面所取得的浮游植物来看,主要的属有:圆盘砂藻(*Cyclotella*)、丝状砂藻(*Melosira*)、偏缝砂藻(*Nitzschia*)、曲壳砂藻(*Achnanthes*)、新月砂藻(*Cymbella*)、纺锤砂藻(*Navicula*)、带列砂藻(*Fragilaria*)、单鞭金藻(*Chromulina*)、蓝隐藻(*Chroomonas*)和栅藻(*Scenedesmus*)。

浮游植物数量(表3)以在葛洲坝、大沙坝和江津三处所采的水样中为最多,有20—30万个/升;最少是三斗坪的水样,为104,633个/升。

(乙) 黔江、嘉陵江、小江及其它小溪流的浮游植物——我们在宜昌和重庆之间,部分长江的支流和小溪流内的浮游植物,主要的属有:新月砂藻(*Cymbella*)、异极砂藻(*Gomphonema*)、曲壳砂藻(*Achnanthes*)、异壳砂藻(*Cocconeis*)、布纹砂藻(*Gyrosigma*)、纺锤砂藻(*Navicula*)、薄甲藻(*Gymnodinium*)、纤维藻(*Ankistrodesmus*)和蓝隐藻(*Chroomonas*)。

在数量方面(表4、表5)各支流和小溪流并不很一致,数量最少的祇有43,000个/升(婆婆河溪),最大为168,775个/升(黔江),一般数量均比长江干流的断面低一些。

表 3 长江干流各断面浮游植物总数和生物量比较表

采集地 和 日期	浮游植物 总数 (个/升)	生物量 (毫克/升)	各門藻类占浮游植物总数和它的生物量的百分比 (毫克/升)									
			矽藻类		金藻类		甲藻类		綠藻类		藍藻类	
			占总数 百分比	生物量	占总数 百分比	生物量	占总数 百分比	生物量	占总数 百分比	生物量	占总数 百分比	生物量
三斗坪 1958.10.16	104,633	0.21678	100	0.21678	0	0	0	0	0	0	0	0
万县 1958.10.19	143,333	0.23458	97.6	0.23428	0	0	0	0	2.4	0.0003	0	0
江津 1958.11.4	259,720	0.42587	97	0.42258	0	0	3	0.00328	0	0	0	0
重庆上游大沙坝 1958.11.5	290,480	0.45204	97.1	0.45062	0	0	1	0.00095	1.1	0.00047	0	0.5
宜昌葛洲坝* 1958.3—7月	304,153		71		14		9		4		0	0.3

* 这一断面所列的数字, 采用这一断面的一个固定采样点在 3—5 月中在上层和下层内浮游植物的平均数作为代表。

表 4 长江支流各断面浮游植物总数和生物量比较表、

采集地 和 日期	浮游植物 总数 (个/升)	生物量 (毫克/升)	各門藻类占浮游植物总数和它的生物量的百分比 (毫克/升)									
			矽藻类		金藻类		甲藻类		綠藻类		藍藻类	
			占总数 百分比	生物量	占总数 百分比	生物量	占总数 百分比	生物量	占总数 百分比	生物量	占总数 百分比	生物量
开县小江 1958.10.21	78,475	0.08903	69.8	0.08395	1.3		13.7	0.00115	15	0.00392	0	0
涪陵黔江 1958.10.29	168,775	0.21426	91	0.20590	0.5		3.8	0.00197	2	0.00632	0.5	0
重庆嘉陵江北碛 1958.11.2	93,986	0.12288	69	0.11698	3.9		24	0.00526	0.1	0.00006	0	0.00056

表5 长江三峡水库两岸溪流内浮游植物总数比较表

采 集 地 点	日 期	浮游植物总数 (个/升)	各 門 藻 类 占 总 数 的 百 分 比					
			矽藻类	金藻类	甲藻类	綠藻类	藍藻类	裸藻类
宜昌南津关下牢溪	1958.3.8	66,650	79	3	0	15	0	0
香 溪	1958.6.15	129,000	33	33	0	0	33	0
婆 婆 河 溪	1958.6.15	43,000	100	0	0	0	0	0

从长江的干流、支流、小溪流内的浮游植物种类上来看,主要是矽藻类,其次是甲藻,而綠藻和藍藻甚少,有的几乎没有。

(丙)庫区附近部分小水库的浮游植物——未来三峡水库的沿岸附近共調查了四个水库。长寿湖水庫是一个山峡水库,系控制流量发电的多年調节性水库,面积有 70,000 亩左右,水深一般在 10 米左右,最深可达 40 米,两岸一般为丘陵,辟有許多农田,在消落区内生长着較多的旱草,庫区内小島甚多,在島間有少量水生維管束植物。梁平张星桥水库为一农田灌溉水库,水深在 3 米左右,庫区内有少量水生維管束植物,水源主要靠雨水。朱家門和丰乐水库均是小型灌溉水库。在这四个水库中浮游植物主要的属有:藍隱藻(*Chroomonas*)、隱藻(*Cryptomonas*)、单衣藻(*Chlamydomonas*)、藍纖維藻(*Dictylococcopsis*)、裸藻(*Euglena*)、栅藻(*Scenedesmus*)、圓盘矽藻(*Cyclotella*)和偏縫矽藻(*Nitzschia*)。

长寿湖水庫以藍隱藻、隱藻为主;张星桥水库以藍纖維藻、隱藻为主;丰乐水库以隱藻、裸藻为主;朱家門水库以藍隱藻、隱藻和裸藻为主。此外,甲藻类以朱家門水库为最多。

浮游植物的单位体积含量(表6)以朱家門水库为最多,达 1,519,000 个/升,其生物量为 1.0716 毫克/升;其次是长寿湖水庫,为 1,225,500 个/升,生物量为 0.8464 毫克/升;最少的是丰乐水库,为 249,400 个/升,生物量是 0.6425 毫克/升。

从以上四个小水库的浮游植物的种类看来,主要是甲藻类,其次是藍藻和矽藻类。

(丁)未来淹没区小水体内的浮游植物——在未来淹没区小水体内所采集的标本中,主要的属是:单衣藻(*Chlamydomonas*)、栅藻(*Scenedesmus*)、藍纖維藻(*Dictylococcopsis*)、纖維藻(*Ankistrodesmus*)、藍球藻(*Chroococcus*)、藍隱藻(*Chroomonas*)、錐囊藻(*Dinobryon*)和

表6 长江三峡水库两岸附近水

采集地点和日期	浮游植物总数 (个/升)	生 物 量 (毫克/升)	各 門 藻 类 占			
			矽 藻 类		金 藻 类	
			占总数百分比	生 物 量	占总数百分比	生 物 量
重庆长寿湖水庫 1958.10.27	1,225,500	0.84649	14.7	0.33480	0.6	
梁平张星桥水库 1958.10.22	722,400	0.64218	19	0.49944	0	0
涪陵李渡朱家門水库 1958.10.30	1,591,000	1.07162	29	0.06491	1.4	
开县乐丰水库 1958.10.21	249,400	0.64259	8.6	0.11648	0	0

圓盤矽藻(*Cyclotella*)。

定量標本計算結果(表 7), 在秭歸西面沖積地小水體內超過 100 萬個/升, 而在三江積水洼地的浮游植物總量僅 14 萬個/升, 一般在 20 萬個/升左右。

在種類組成方面, 矽藻雖仍然是有的, 但少於綠藻和藍藻。綠藻類最多。次之為藍藻和甲藻, 其它種類也都有增加, 這一點和河流的種類有所不同。

總之, 從以上不同类型的水體內浮游植物種類的比較看來, 干流、支流、溪流中, 主要是矽藻類; 而水庫、小水體則以甲藻、綠藻、藍藻類占優勢。

為了進一步對江中浮游植物分布情況的了解, 除了在庫區內長江干流斷面、支流以及溪流和附近小水體進行流動採集外, 還擇定宜昌葛洲壩固定橫斷面進行攷察, 在這斷面上設有三個採樣點, 每月 2 次進行定期採集。自今年 3 月到 7 月共採集有 10 次。浮游植物的數量沒有大的變動, 一般為 25—30 萬個/升, 最高曾達到 580,500 個/升(7 月 5 日), 最低為 156,950 個/升。比較上層和下層水中的浮游植物數量, 一般是上層比下層為少。這可能是因為水流的沖力太急而使表層生物漩入底層的緣故。同時, 在江中流速不同之處, 浮游植物的數量也有差別。我們曾在巴東東壤口小河中, 小河與長江匯合而形成漩渦處以及東壤口小河出口的上游(干流)處採集。從這三個不同水流的情況下的浮游植物(表 8)來看, 在數量上水流緩慢處的一般比急流中的為多; 在種類上長江與小河匯合處主要是矽藻類, 而小河內除矽藻類以外, 還有綠藻類和裸藻類。這說明小河對干流沒有很大影響。同時, 小河本身是微動水體, 無法暢流, 而被干流的急流所阻塞, 似成一封閉的水體。因此在進行庫區調查時, 除了急流處需要採集外, 更應該重視緩流處和幾乎靜止的水體內生物材料。這正可以作為建成水庫後浮游植物區系的參攷。

干流、支流以及小溪流(表 3、4、5)中的矽藻類以偏縫矽藻、曲壳矽藻、異極矽藻、新月矽藻、圓盤矽藻、絲狀矽藻為主。在葛洲壩固定斷面上, 圓盤矽藻、絲狀矽藻在春季和夏初(3、4、5、6 月)都大量出現, 以後由偏縫矽藻、曲壳等矽藻所代替。從這些種類生態來看, 除圓盤矽藻、絲狀矽藻以外, 大部分均為固着的種類, 這些種類是由於降雨、洪水等把它們從兩岸和河底的岩石上和溪流上游叢生的水草上以及水溝內沖洗下來的, 在河流水中, 它們是無法生長的。

庫內浮游植物總數和生物量比較表

浮游植物總數和它的生物量的百分比(毫克/升)

甲 藻 類		綠 藻 類		藍 藻 類		裸 藻 類	
占總數百分比	生物量	占總數百分比	生物量	占總數百分比	生物量	占總數百分比	生物量
75.4	0.36275	5.8	0.11731	3	0.03162	0.6	
18	0.60071	16	0.03956	47	0.01135	0.5	0.03175
65	0.76320	4.4	0.33514	0.7	0.00359	20	0.20638
75.8	0.09590	5.1	0.41036	0	0	10.3	0.01984

表 7 长江三峡水库淹没区内小水体浮游植物总数比较表

采集地点	日期	浮游植物总数 (个/升)	各門藻类占浮游植物总数的百分比					
			矽藻类	金藻类	甲藻类	綠藻类	藍藻类	裸藻类
宜昌三江积水窪地	1958.2.26	136,400	8	12	11	25	39	0
秭归西面冲积地小水体	1958.6.14	1,634,000	15	13	8	39	2	21
溪河积水窪地	1958.2.24	195,650	18	1	50	20	0	1

表 8 不同水流内浮游植物情况比较表

采集地点	日期	浮游植物总数 (个/升)	各类藻类所占百分比					
			矽藻类	金藻类	甲藻类	綠藻类	藍藻类	裸藻类
巴东东壤口小河	12. VI	258,000	66	0	0	17	0	17
巴东东壤口出口处上游(干流)	”	215,000	100	0	0	0	0	0
巴东东壤口与长江汇合成漩涡处	”	172,000	100	0	0	0	0	0

从长江干流四个断面上所采集的浮游植物的总数(表 3)而言,以大沙坝、江津、葛洲坝的为最多,江津的为 259,720 个/升,生物量为 0.42 毫克/升;大沙坝的为 290,480 个/升,生物量为 0.45 毫克/升;最少是三斗坪的,数量为 104,633 个/升,生物量为 0.21 毫克/升。两者相差一倍有余。这可能是由于长江在三斗坪部分位于三峡之中、水流甚急、两岸均为岩石、农田甚少而使浮游植物量少的緣故。在江津和大沙坝部分是平原地区,水流較緩慢,四周农田較多,并有一些城鎮,未来淹没区内小水体也多,营养物质丰富,这都可以促使浮游生物数量增加。至于葛洲坝固定采集点所采集的浮游植物的数量平均大于其上游的,可能因葛洲坝是在三峡谷口以下(水库坝址以下)位于平原地区,同时,这个断面也可能受到长江溪的影响。因长江溪上游四周都是农庄,水草較多,适于固着种类的生长,长年不断地由水流带入长江干流中。

(2) 水库建成后浮游植物转变的预报:

(甲)建坝前后浮游植物在数量上的差异——江中目前浮游植物的数量,一般比水库、湖泊为少。但今后三峡水库建成后,浮游植物的数量将大有增加,其理由有下列五点:

1) 河流建成水库后,流速变緩,有部分地区几乎成为静止的水体,这对浮游植物的生长是良好的条件,因为在流动的水体中,使浮游生物大量流失,但转变为静水或半流动水体之后,这有利于浮游植物的繁殖和生长。

2) 当建坝蓄水后,水温将較流水时期显著地提高,这对某些浮游植物的生长是有利的。

3) 流速減慢后,水中泥沙較易下沉,水体的透明度将随之提高,有利于浮游植物光合作用的进行,它的生长和繁殖均将加快。

4) 淹没区内的大量农田被淹没后,营养盐类和分解后的有机物大量溶入水中,有利于浮游植物的生长。

5) 庫区两岸冲入的大量营养物质不易流失。

根據以上五點,在未來三峽水庫淹沒區如,開縣盆地、萬縣、涪陵、大沙壩、江津等地區,特別是開縣盆地浮游植物的數量將顯著地增加。不過在庫區內不同地區中,浮游植物的種類和數量還是有所差別的。

在建壩蓄水后的第一、二年中,庫區浮游植物的數量增加將更為顯著。因為,由河流建成水庫,其中水文條件的改變,同時淹沒區大量營養物質的溶解使水体養料變為較豐富,這種突變,使建壩的第一、二年中的浮游植物的顯著增加。但此后一年中,則因淹沒區的土壤、農田的易于溶解利用的有機或無機物質大部分被利用和流失,比前一、二年相對地有所減少,因此可能發生浮游植物有下降的趨勢。但經過幾年後水庫庫內有機物質的積聚,底棲生物的繁殖基本上已趨穩定狀態,其中各項因子也較建壩時為穩定,因此浮游植物的種類和數量方面也如此,不但趨向穩定,同時逐漸提高產量。

(乙)建壩後水庫中占優勢的浮游植物以及其季節變化的情況——根據長江三峽水庫庫區較長期的浮游植物的觀察結果,並參攷其它附近水庫、小水体和湖泊內浮游植物區系的情況,我們認為今後在水庫內以下面所列的屬為顯著:

- 1) 矽藻類(Bacillariophyta): 圓盤矽藻、絲狀矽藻、紡錘矽藻、偏縫矽藻、放射矽藻(*Synedra*)。
- 2) 金藻類(Chrysophyta): 錐囊藻(*Dinobryon*)、魚鱗藻(*Mallomonas*)、單鞭金藻。
- 3) 甲藻類(Pyrrophyta): 角甲藻(*Ceratium*)、藍隱藻、隱藻。
- 4) 綠藻類(Chlorophyta): 纖維藻、單衣藻、柵藻、卵囊藻(*Oocystis*)。
- 5) 藍藻類(Cyanophyta): 藍纖維藻、微囊藻(*Microcystis*)、魚腥藻(*Anabaena*)、束絲藻(*Aphanizomenon*)。

從水庫的基本情況來看,將來水庫中浮游植物分布會有兩大區域,一在三峽以內,一在三峽奉節以上,依此分別討論其種類數量。在水庫的三峽部分,春、秋、冬三季仍以矽藻為主,尤其是圓盤矽藻、絲狀矽藻、偏縫矽藻、紡錘矽藻,將有大量出現的可能,其根據有下列幾點:

1) 建壩後,在三峽中仍有一定的流速,因三峽是整個水庫總的出口處,庫面較窄,有較大的水量由此處向下流出,同時在幹流內經常有大量船隻經過,形成江水很大程度的流轉,不過其流速比目前江內要減少很多,但對矽藻的生長,一般仍較為有利。

2) 在三峽中,大部分為石灰岩,待建壩後,大部岩層淹沒,同時水庫今後水位差落較大,而使岩層加速溶解而大量溶解于水体中,这样就增加水体內的硬度。這對矽藻生長也創造了有利條件,因一般矽藻喜在硬水中生長。

3) 在三峽中因二邊山較陡,山區高于水面數百米以上,所以一般日照時間與上游比較相對地減少,使峽內光照比較弱,溫度提高也受到一些影響,而矽藻喜在比較冷的水体中,因此三峽中的水溫條件也有利于它們的生長和繁殖。

4) 根據宜昌工作隊室內培養的結果,可以看出,圓盤矽藻、偏縫矽藻對庫區內的水質,環境是合適的,我們曾經從長江采得的江水,經過 25 號篩絹過濾,然後在錐形瓶內(用紗布蓋之,不加任何營養物質)進行培養,結果生長良好,共培養 5 次(5 個月),偏縫矽藻的量最大,繁殖倍數是 112 倍,而圓盤矽藻為 49 倍左右。因此,可以預料到,水庫建成後,三峽中的一般水質條件是適合於矽藻的生長。

根据以上四点,预料将来水库建成后,在初期三峡地区仍以矽藻为主,很可能以圆盘矽藻、絲状矽藻、偏縫矽藻为主要的种类。

在三峡水库库区各断面所采的浮游植物中,以矽藻类的固着种类占优势。但水库建成后,浮游性种类可能大量生长,而固着种类相应有所减少。

在库区上游的重庆、江津、大沙坝以及开县淹没区内,在夏、秋季主要种类可能是甲藻类、綠藻类和蓝藻类,而矽藻类則比較少,因为此区域内有大量农田,城市淹没,以及城镇的污水影响,同时含有丰富的有机物,而水比下游稍浅,阳光充足,温度较高,这些条件对甲藻类、綠藻类、蓝藻类生长更为有利。尤其在开县淹没区内,似乎是一封闭的盆地,四周为山,农田甚多,水质比較肥沃,阳光充足,在夏季温度一定较高,因此在夏季很可能出现蓝藻数量较多。

在重庆至万县一带,淹没耕地也不少,土壤也較肥沃,同时流速更慢,浮游植物的数量要比上游和下游为多,其种类主要属有蓝隐藻、隐藻、角甲藻、纖維藻、栅藻、微囊藻、锥囊藻、紡錘矽藻、絲状矽藻等。尤其在夏季内蓝藻类数量会特多。

在库湾中的浮游植物将比水库中央的植物区系为复杂些,种类方面也有所不同,尤其沿岸浅水处可能出现库中央不常见的种类,如甲藻类的薄甲藻(*Gymnodinium*)和裸藻类的裸藻和囊裸藻(*Trachelomonas*)等种类。

以上是根据库区内不同情况而预报的。但从整个水库内浮游植物季节变化的总的趋势来看,春季是以矽藻类、甲藻类、金藻类为主,夏季蓝藻类和綠藻类为主(除个别地区以外),秋季又是矽藻类、金藻类、甲藻类为多,而至冬季从浮游植物的数量和种类均会有下降的现象发生。

(3) 长江三峡水库建成后浮游植物的转变对渔业的影响:

从目前长江内浮游植物的生物量计算,单位容积含量并不算贫乏,以重庆上游大沙坝一断面的生物逕流计算,每小时是 12,600 斤¹⁾,假如除去部分藻类和矽藻类的壳不被鱼类所吸收,以百分之一真正能作为鱼类营养来估计,也有 126 斤/小时。过去在江内的浮游植物的逕流未被鱼类充分利用的原因,主要是水流过急,大量食料被流失,而被鱼类所利用的仅是其微少的一部分,以往在三峡内鲢鱼等以浮游植物为食料的鱼类稀少,这可能与饵料流失也有着一定的关联。当三峡水库建成后,流速和水的浑浊度将比现时大为降低,水温将比现时有所提高,这些变化对浮游植物的发展都是有利的条件,促使种类和数量上的增加,这对摄食浮游植物的鱼类如鲢、青波等鱼的饵料得到一定的保证,同时对整个水体物质循环也起着良好的作用,間接对其它鱼类也有帮助。因此,当水库建成后,食浮游植物的鱼类在数量上一定有所增加,同时,可以培育一部分摄食浮游植物的鱼类于长江三峡水库中,以便更充分地利用水库内的天然饵料,这是利用水库发展渔业最经济而有效的办法。

2. 浮游动物

(1) 长江干流中的浮游动物——长江水流湍急,含沙量大。一般来讲不利于浮游动物普遍种类的生长和繁殖。特别是上游,亦即未来水库的库区,浮游动物更为贫乏。这是由于上游皆为山区,两岸石壁,人烟稀少,有机物质来源不多,致使水质瘦瘠。例如江津五

1) 逕流量系用超声波探仪测定,断面共测定约 30 点深度,取平均数和目估江面宽度计算求得,系近似值,仅作参考。

舉沱、重慶大沙壩、巴縣木洞鎮以及萬縣沱口等四個斷面的定量標本中，浮游動物含量每立方米水中祇有 0—901,000 個標本，其中僅有十餘個種，而且絕大部分是原生動物及輪蟲，甲殼動物極為罕見。宜昌葛洲壩斷面位於長江著名的三峽的出口，其浮游動物與以上四個斷面相比較，則數量較多（每立方米水中含 200—902,200 個標本），而且在種類上也具有顯著增加。

長江上游的浮游動物，從種類上和數量上看，當首推原生動物為主。而原生動物中最常見、數量最多的是砂殼蟲 (*Diffugia*)、表殼蟲 (*Arcella*)、棘殼蟲 (*Centropyxis*)、俠盜蟲 (*Strobilidium*)、累枝蟲 (*Epistylis*) 等。吸管蟲綱和鍾形蟲科中某些尚未鑑定的標本，是長江中特有的種類，是在湖泊以及其它靜水水体中從未發現過的。原生動物在數量上占有江中浮游動物的優勢是很明顯的事實。以宜昌葛洲壩斷面為例，從 60 份定量標本的計數結果來看，有 5 份標本中原生動物竟達 100%。

冬春兩季枯水期間，長江流速減緩，上游含沙量大大減少，水色變清。在這幾個月中，除原生動物在數量上仍占優勢外，輪蟲也較一年中其它各月為多。葉輪蟲 (*Notholca*)、龜甲輪蟲 (*Keratella*)、三肢輪蟲 (*Filinia*)、腔輪蟲 (*Lecane*) 等皆在此時出現。但甲殼類則整年不易發現。

(2) 長江支流及小溪中的浮游動物——長江上游支流甚多，我們只調查了嘉陵江、黔江及小江數處，所獲資料不多。浮游動物數量稀少，與長江干流上游相似。今後應在不同季節繼續進行觀察，以求得這些支流中浮游動物的確切情況及其對長江的影響。流域兩岸的小溪更多，一般皆流經山地數十里至數百里才入長江。其水源主要是由山水積成。因此枯水季節水少而清，汛期、特別是當地暴雨後流量猛增，含沙量變大。溪流消落範圍很大，河床多為岩石及礫石，或間斷有些沙底，沒有淤泥，不長高等植物，因此浮游動物非常缺乏，每立方米水中僅含 0—600,000 個標本。但也有些支流，例如小江，流域面積較廣，又有很多分支，且多流經開縣盆地，沿岸土壤肥沃，有機物質來源豐富，流速也不大。浮游動物不但在數量上很多，而且甲殼動物如秀體溞 (*Diaphanosoma*) 及劍水蚤科 (*Cyclopoida*) 等種類也不少。另外，有些小溪也受到附近山上水稻田（梯田）中排水的影響，故而亦偶然可發現不少富營養性水中的動物。如晶囊輪蟲 (*Asplanchna*)、鬚足輪蟲 (*Euchlanis*)、囊形單尾輪蟲 (*Monostyla bulla*)、腔輪蟲、異尾輪蟲 (*Trichocerca*)、棘管輪蟲 (*Mytilina*)、蓴花臂尾輪蟲 (*Branchionus calyciflorus*)、雙尖狹甲輪蟲 (*Collurella bicuspidata*)、多肢輪蟲 (*Polyarthra*)、裂足輪蟲 (*Schizocerca diversicornis*)、尖額溞 (*Alona*)、象鼻溞 (*Bosmina*)、裸腹溞 (*Moina*)、粉紅粗毛溞 (*Macrothrix rosea*)、盤腸溞 (*Chydorus*)、真劍溞 (*Eucyclops*)、猛水蚤 (*Harpacticoida*)、介形類 (*Ostracoda*)、水蜘蛛 (*Hydracarina*)、寡毛類 (*Oligochaeta*) 等等。

長江上游流域多山地，幾乎沒有湖泊，所以浮游動物區系除了江中原有的外，唯一來源就是支流及小溪。然而較大的支流如嘉陵江、黔江等浮游動物也很貧乏，對長江中的區系影響並不顯著。有些小溪即使比較豐富，但從種類上看來多是適于稻田或富營養性淺水小水体中的浮游動物，顯然不適于長江上游的環境條件，不可能在江中繁殖。在長江的浮游動物標本中，經常可以發現一些枝角類、橈足類、介形類等的殘肢斷片就可以說明這一點。

(3) 未來水庫淹沒區小水体浮游動物的主要種類——如上所述，長江上游兩岸多山

地,平原极少,缺乏天然湖泊。未来淹没区中的小水体也祇是魚池、荷花池、塘堰、稻田、沟渠等,面积都很小。祇有近来陸續修建的小型水庫面积比較大些。上述这些小水体中的浮游动物区系比較丰富和复杂,也是未来三峡水庫中浮游动物区系形成的主要来源。因而是預报工作中的重要依据之一。

三峡水庫淹没区小水体的浮游动物的主要种类如下:

(甲) 原生动物: 砂壳虫、表壳虫、棘壳虫、輻射变形虫 (*Amoeba radiosa*)、尾毛虫 (*Urotricha*)、蝨毛虫 (*Askenasia*)、榴弹虫 (*Colaps*)、似鈴壳虫 (*Tintinnopsis*)、筒壳虫 (*Tintinnidium*)、俠盜虫、急游虫 (*Strombidium*)、拟急游虫 (*Strombidinopsis*)、长吻虫 (*Lacrymaria*)、草履虫 (*Paramecium*)、钟形虫 (*Vorticella*)、累枝虫 (*Epistylis*)、車輪虫 (*Trichodina*)、太阳虫 (*Heliozoa*)。

(乙) 輪虫: 輪虫 (*Rotaria*)、旋輪虫 (*Philodina*)、晶囊輪虫、长刺三肢輪虫 (*Filinia longisetata*)、多肢輪虫 (*Polyarthra*)、疣毛輪虫 (*Synchaeta pectinata*)、聚花輪虫 (*Conochilus unicornis*)、水輪虫 (*Epiphanes*)、暗小异尾輪虫 (*Trichocerca pusilla*)、巨头輪虫 (*Cephalodella*)、二尾輪虫 (*Diurella*)、鬚足輪虫、棘管輪虫、鞍甲輪虫 (*Lepadella*)、腔輪虫、囊形单尾輪虫、四齿单尾輪虫 (*Monostyla quadridentata*)、月形单尾輪虫 (*M. lunaris*)、双尖狭甲輪虫、泡輪虫 (*Pompholyx*)、壺状臂尾輪虫 (*Brachionus bennini*)、蓴花臂尾輪虫、花篋臂尾輪虫 (*B. capsuliflorus*)、矩形臂尾輪虫 (*B. quadratus*)、剪形臂尾輪虫 (*B. forticula*)、*B. urceolaris*、*B. bakeri*、裂足輪虫、龟紋輪虫 (*Anuraeopsis*)、巨腕輪虫 (*Pedalion mirum*)、平甲輪虫 (*Platyias*)、矩形龟甲輪虫 (*Keratella quadrata*)、螺形龟甲輪虫 (*K. cochlearis*)、鏡輪虫 (*Testudinella*)、鬼輪虫 (*Trichotria*) 及 *Dinocharis pocillum*。

(丙) 枝角类: 隆綫蚤 (*Daphnia carinata*)、长刺蚤 (*D. longispina*)、美女蚤 (*D. pulex*)、短尾秀体蚤 (*Diaphanosoma brachyurum*)、长肢秀体蚤 (*D. leuchtenbergianum*)、平突船卵蚤 (*Scapholeberis mucronata*)、老年低額蚤 (*Simocephalus vetulus*)、*Simocephalus vetuloides*、模糊裸腹蚤 (*Moina dubia*)、黎氏网紋蚤 (*Ceriodaphnia rigaudi*)、柯氏象鼻蚤 (*Bosmina coregoni*)、基合蚤 (*Bosminopsis*)、粉紅粗毛蚤、矩形尖額蚤 (*Alona rectangula*)、肋形尖額蚤 (*A. costata*)、矛状平直蚤 (*Pleuroxus hastata*)、卵形盘腸蚤 (*Chydorus ovalis*)、圓形盘腸蚤 (*C. sphaericus*)、蜂巢盘腸蚤 (*C. faviformis*)。

(丁) 橈足类: 真劍蚤、小劍蚤 (*Microcyclops*)、刘氏中劍蚤 (*Mesocyclops leuckarti*)、温劍蚤 (*Thermocyclops*)、特异藻鏢蚤 (*Neutrodiaptomus incongruens*)、近鏢蚤 (*Tropodiaptomus*)、长江新鏢蚤 (*Neodiaptomus yangtzejiangensis*)、韓氏新鏢蚤 (*Neodiaptomus handeli*) 及猛水蚤。

(4) 未来三峡水庫的浮游动物区系的預报——三峡水庫庫区很长,各部分自然环境不一,浮游动物的种类不可能全庫一致,应分段考虑(具体的分法尚待淹没范围图制出后方能决定)。概括地說可以划分为下述两部分:

(甲) 重庆至奉节約 450 公里为上部,可能是水庫的主要部分。这一带将淹没大量的耕地及城鎮,土壤較肥沃。淹没区中也有很多未經清理的杂草树木。大小支流很多,将形成不少大小不等的庫湾。浮游动物区系将和目前长江中的迥然不同。預計可能逐漸向大型深水湖泊的浮游动物区系演变。而庫湾部分則可能逐漸向中小型湖泊的浮游动物区系

演变。但由于水庫消落區大，水生高等植物將會稀少，與湖泊沿岸帶遠不能相比，因此，許多在草叢中生活的動物，如枝角類的盤腸溞科、粗毛溞科和橈足類的真劍溞亞科以及介形類、水蜘蛛等等，在將來水庫沿岸帶也遠比一般湖泊沿岸帶的為少。水庫建成后的第一、二年的浮游動物區系中，可能以輪蟲中的品囊輪蟲、三肢輪蟲、多肢輪蟲、聚花輪蟲、泡輪蟲、花籃臂尾輪蟲、壺狀臂尾輪蟲、剪形臂尾輪蟲、矩形龜甲輪蟲、螺形龜甲輪蟲、巨腕輪蟲；枝角類中的秀體溞、象鼻溞、基合溞；橈足類中的長江新鏢溞、韓氏新鏢溞、劉氏中劍溞等等為最主要的種類。而尤以輪蟲的數量最多。原生動物中的砂殼蟲等也會有一定數量。

未來三峽水庫浮游動物的主要種類估計如下：

1) 原生動物：表殼蟲、長圓砂殼蟲 (*Diffugia pyriformis*)、尖頂砂殼蟲 (*D. acuminata*)、冠冕砂殼蟲 (*D. corona*)、棘殼蟲、變形蟲、尾毛蟲 (*Urotricha*)、簇毛蟲、榴彈蟲、似鈴殼蟲、筒殼蟲、俠盜蟲、急游蟲、擬急游蟲、櫛毛蟲 (*Didinium*)、匕口蟲 (*Lagynophrya*)、鉚形蟲、累枝蟲、彈跳蟲 (*Halteria*)、太陽蟲。

2) 輪蟲：輪蟲、旋輪蟲、品囊輪蟲、長刺三肢輪蟲、多肢輪蟲、疣毛輪蟲、聚花輪蟲、異尾輪蟲、巨頭輪蟲、二尾輪蟲、棘管輪蟲、腔輪蟲、狹甲輪蟲、泡輪蟲、囊形單尾輪蟲、月形單尾輪蟲、四齒單尾輪蟲、臂尾輪蟲、裂足輪蟲、龜紋輪蟲、巨腕輪蟲、龜甲輪蟲、縐甲輪蟲 (*Ploesoma*)、葉輪蟲、鬚足輪蟲。

3) 枝角類：長刺溞、秀體溞、鈎形象鼻溞、柯氏象鼻溞、基合溞、尖額溞、銳額溞、盤腸溞、金氏薄皮溞 (*Loprodora kindtii*)。

4) 橈足類：近鄰劍溞 (*Cyclops vicinus*)、劉氏中劍溞、透明溫劍溞 (*Thermocyclops hyalinus*)、長江新鏢溞、韓氏新鏢溞、中華原鏢溞、特異蕩鏢溞、溝渠異足猛溞 (*Canthocamptus staphylinus*)。

庫區主要部分幾乎沒有流速，所以浮游性底棲生物如搖蚊幼蟲、綫蟲等在水層中將會減少。

庫灣中的浮游動物將比大水面中的區系複雜得多。這是因為不僅大水面中的種類仍可在庫灣的敞水帶繁殖，而且庫灣的沿岸帶和淺水區將繁殖一些大水面中所缺乏的種類。就如上面曾經提及的盤腸溞科、粗毛溞科、真劍溞亞科、介形類、水蜘蛛等等。庫灣的生物數量將是水庫中浮游生物數量最多的地區。

(乙) 奉節以下至大壩長約 150 公里為下部，是三峽峽谷，峭壁陡立，未來庫區很窄，淹沒地區不多，水質較差，浮游動物數量不如主要庫區之多。但種類方面仍相類似，凡水庫主要庫區的種類，在此處大部分可能發現。

3. 生物逕流

在長江內除去細小的無機物(沙、粘土)以外，經常會有半分解狀的植物殘渣和高等植物的幼苗枝和葉，此外，如苔蘚、各種植物的種子、絲狀綠藻和藍藻、以及各種的動物及牠們的殘渣也可看到。因為長江在這一地區流經富饒的四川省，所以在生物逕流方面有比漢江多得多的各種農作物的殘渣。我們不止一次地見到浮在水面上的少數的樹枝和樹葉，而且還看到整株的高粱、玉米以及其他高等植物。

全部這些水層內的有機物質，幾乎都是魚類的食料基礎，因為牠們可以作為經濟魚類如鯉、鮫及鯽魚等的食物。因此，在宜昌地區長江中的草魚腸子裡有禾本科植物及絲狀

綠藻。

根据长江中的三个断面(江津、重庆、三斗坪)及长江支流的两个断面(北碚嘉陵江和涪陵黔江),可以得到有关庫区的生物逕流的某些概念(表9—13)。可惜由于网具流失,因而未取得万县的长江断面及开县的小江断面的生物逕流的資料。

首先应该提到的是,虽然时间是在秋季(10月上半月到11月初),但漂游底棲生物在数量上还算丰富。在整个調查范围内都发现了端足类(Amphipoda),这是在汉江未曾发现过的。除此以外,还有其他代表性的种类为汉江所未曾找到过的。

长江支流中的漂游底棲生物,在种类和数量上比干流均多。

长江干流及支流上的全部断面(三斗坪断面除外)都有很多搖蚊蛹皮及蜉蝣末期脱下的皮,这表明在这个时期里还有成虫飞出。譬如在10月11日自19点至20点1小时的时间内,我們看到了相当多的搖蚊及小型的蜉蝣的飞行。

水层中的底棲生物比土壤中要多得多。遗憾的是沒有春夏期間的漂游底棲生物的資料。

但是1958年夏季水生生物研究所宜昌工作队在弭网中的观察結果表明在洪水的时候

表9 三斗坪地区长江1平方米断面內30分钟內所流过的漂游底棲生物的数量(个/立方米)及生物量(毫克/立方米) 1958.10.16.

地 区 生物类别	河 中 心 II 站 深 12 米					
	深 1 米		深 3 米		深 10 米	
	数 量	生物量	数 量	生物量	数 量	生物量
搖蚊科(Chironomidae)的卵	—	—	—	—	—	—
幼虫	—	—	—	—	180	13.8
蛹	—	—	120	15.0	—	—
成虫	120	87.0	—	—	60	6.0
蜉蝣目(Ephemeroptera)的稚虫	240	430.8	120	108.0	120	12.6
襉翅目(Plecoptera)的稚虫	—	—	120	31.8	—	—
毛翅目(Trichoptera)的稚虫	60	240.0	—	—	—	—
其他昆虫的成虫	60	72.0	—	—	120	6.0
水蜘蛛(Hydracarina)	—	—	—	—	120	115.0
端足类(Amphipoda)	—	—	—	—	60	300.0
水螅(Hydra)	60	7.2	—	—	—	—
合 計	540	837.0	360	154.8	660	453.6
搖蚊科(Chironomidae)的蛹皮	—	—	120	—	60	—
蜉蝣目(Ephemeroptera)稚虫的皮	—	—	300	—	—	—
襉翅目(Plecoptera)稚虫的皮	—	—	—	—	60	—
广翅目(Megaloptera)幼虫的皮	—	—	—	—	60	—
毛翅目(Trichoptera)幼虫的皮	60	—	60	—	60	—
半翅目(Hemiptera)若虫的皮	—	—	60	—	180	—
端足类(Amphipoda)的皮	—	—	60	—	120	—
軟體动物(Mollusca)的壳	—	—	120	—	60	—
腹足类(Gastropoda)的壳	60	—	—	—	—	—
合 計	120	—	720	—	600	—

候, 水層中有相當多的底棲生物種類存在。這顯然是遠東及東南亞所有河流的特點。這一情況在黑龍江也存在¹⁾。

根據各處所採生物逕流的材料分析結果占主要地位的是有翅的昆蟲(蚊蟲、蒼蠅、蜉蝣及膜翅類占43%, 蜉蝣目占19.8%, 搖蚊科占14.5%, 毛翅目占7.7%, 襀翅目占5.8%, 鞘翅目占4.8%, 半翅目占1%, 等腳類占1%, 寡毛類占1%, 水蜘蛛占1%, 其他昆蟲占0.4%。

表 10 涪陵烏江漂游底棲生物的数量(個/立方米)及生物量(毫克/立方米) 1958.10.29.

地 區 生 物 類 別	左岸 I 站		河 中 心		II 站		深 10 米		右岸 III 站	
	深 1 米		深 1 米		深 5 米		深 8 米		深 1 米	
	数量	生物量	数量	生物量	数量	生物量	数量	生物量	数量	生物量
搖蚊科 (Chironomidae) 的卵	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
幼蟲	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
蛹	—	—	—	—	0.30	0.131	0.11	0.028	—	—
成蟲	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
蜉蝣目 (Ephemeroptera) 的稚蟲	—	—	2.80	1.521	0.45	0.171	0.11	0.020	—	—
襀翅目 (Plecoptera) 的稚蟲	—	—	1.40	5.715	—	—	—	—	—	—
毛翅目 (Trichoptera) 的幼蟲	—	—	—	—	—	—	0.22	0.023	—	—
鞘翅目 (Coleoptera) 的幼蟲	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
半翅目 (Hemiptera) 的若蟲	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
其他昆蟲	—	—	4.2	0.122	0.45	0.050	0.33	0.172	—	—
合 計	—	—	8.4	7.358	1.20	0.352	0.77	0.243	—	—
搖蚊科 (Chironomidae) 的蛹皮	—	—	7.00	—	0.60	—	1.12	—	—	—
蜉蝣目 (Ephemeroptera) 稚蟲的皮	—	—	1.40	—	—	—	1.12	—	—	—
襀翅目 (Plecoptera) 稚蟲的皮	—	—	—	—	0.15	—	—	—	—	—
毛翅目 (Trichoptera) 幼蟲的皮	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
半翅目 (Hemiptera) 若蟲的皮	—	—	—	—	0.15	—	—	—	—	—
鞘翅目 (Coleoptera) 幼蟲的皮	—	—	2.80	—	0.45	—	—	—	—	—
廣翅目 (Megaloptera) 幼蟲的皮	—	—	1.40	—	—	—	—	—	—	—
軟體動物 (Mollusca) 的壳	—	—	1.40	—	0.15	—	0.56	—	—	—
合 計	—	—	14.00	—	1.50	—	2.80	—	—	—

4. 底棲生物

(1) 長江上游地區底棲生物區系及生物量——此段長江河床的底質複雜。三峽地帶兩岸垂直或呈極大的陡坡, 只是在新灘、香溪及三斗坪等地區有小形的泥沙灘。因而絕大部分地區兩岸缺乏亞沿岸帶。斷面水深相差不太大, 底質多為大卵石及亂石, 其間可能雜有幾乎是純礦物質的沙層。三峽以上長江地區, 兩岸多為丘陵及平原, 所以有較明顯的亞沿岸帶, 河流斷面岸邊地區多數情況為細砂, 有的並有少量的淤泥, 中央底質多為石塊及沉積的粗砂。河床的性質與底棲生物的分布有密切關係, 在石底及純礦物質構成的河床地區, 底棲生物是絕對稀少的。

在長江及其支流共作了五個斷面(表14)。得到的標本以搖蚊幼蟲及寡毛類為主。牠

1) E. B. Боруцкий 氏等, 1950. Донные беспозвоночные (зообентос) Амура и их роль в питании Амурских рыб,

表 11 北碚嘉陵江江面漂游底栖生物的数量(个/立方米)及生物量(毫克/立方米) 1958.11.2.

地 区 生物类别	左 岸 II 站 深 7 米			河 中 心 I 站			右 岸 III 站		
	深 1 米		深 6 米	深 1 米		深 14 米	深 1 米		深 12 米
	数 量	生物量	数 量	生物量	数 量	生物量	数 量	生物量	数 量
搖蚊科 (Chironomidae) 的卵	—	—	—	—	—	—	—	—	—
幼虫	—	—	—	—	0.28	0.177	—	—	—
蛹	—	—	—	0.043	0.28	0.017	—	—	—
成虫	—	—	—	0.018	0.14	0.023	—	—	—
蜉蝣目 (Ephemeroptera) 的稚虫	—	—	—	0.150	0.14	0.647	0.09	0.191	—
襀翅目 (Plecoptera) 的稚虫	—	—	—	—	0.14	0.392	0.09	0.009	—
毛翅目 (Trichoptera) 的幼虫	0.14	0.004	—	—	0.07	0.060	—	—	0.13
鞘翅目 (Coleoptera) 的幼虫	—	—	—	—	0.07	0.400	—	—	0.814
半翅目 (Hemiptera) 的幼虫	—	—	—	—	—	—	—	—	—
其他的昆虫	—	—	—	—	—	—	—	—	—
寡毛类 (Oligochaeta)	0.14	0.007	—	—	0.07	0.003	—	—	—
合 计	0.28	0.011	—	0.243	1.19	1.719	0.18	0.200	0.13
搖蚊科 (Chironomidae) 的蛹皮	—	—	—	—	—	—	—	—	—
蜉蝣目 (Ephemeroptera) 稚虫的皮	1.26	—	0.33	—	3.07	—	—	—	1.08
襀翅目 (Plecoptera) 稚虫的皮	1.40	—	—	—	4.00	—	0.09	—	0.54
毛翅目 (Trichoptera) 幼虫的皮	—	—	—	—	0.28	—	—	—	—
鞘翅目 (Coleoptera) 幼虫的皮	—	—	—	—	—	—	—	—	0.13
广翅目 (Megalopectera) 幼虫的皮	—	—	—	—	0.21	—	—	—	0.13
端足类 (Amphipoda) 的皮	—	—	—	—	0.14	—	—	—	—
软体动物的壳	—	—	—	—	—	—	—	—	—
合 计	2.66	—	0.33	—	7.70	—	0.09	—	2.01

表 12 江津以上长江的漂游底棲生物的数量(个/立方米)及生物量(毫克/立方米) 1958.11.4.

地 区 生 物 类 别	左岸 I 站 深 2 米		河 中 心 II 站 深 10 米						右岸 III 站 深 2 米	
	深 1 米		深 1 米		深 5 米		深 9 米		深 1 米	
	数量	生物量	数量	生物量	数量	生物量	数量	生物量	数量	生物量
搖蚊科 (Chironomidae) 的卵	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
幼虫	—	—	0.05	0.014	0.06	0.007	—	—	0.20	0.005
蛹	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
成虫	—	—	—	—	—	—	—	—	0.20	0.050
蜉蝣目 (Ephemeroptera) 的稚虫	—	—	0.05	0.195	—	—	0.21	0.129	—	—
襀翅目 (Plecoptera) 的稚虫	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
毛翅目 (Trichoptera) 的幼虫	—	—	—	—	0.12	0.333	0.07	0.270	—	—
半翅目 (Hemiptera) 的若虫	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
鞘翅目 (Coleoptera) 的幼虫	—	—	0.05	0.049	0.06	0.023	0.14	0.034	—	—
其他昆虫	—	—	0.10	0.041	0.12	0.028	0.21	0.054	—	—
其他	—	—	—	—	0.06	0.014	0.07	0.068	—	—
合 計	—	—	0.25	0.299	0.42	0.445	0.70	0.555	0.40	0.055
搖蚊科 (Chironomidae) 的蛹皮	—	—	0.34	—	0.84	—	0.74	—	0.50	—
蜉蝣目 (Ephemeroptera) 稚虫的皮	—	—	0.15	—	0.20	—	0.61	—	1.00	—
襀翅目 (Plecoptera) 稚虫的皮	—	—	—	—	0.06	—	—	—	0.10	—
毛翅目 (Trichoptera) 幼虫的皮	—	—	—	—	—	—	0.07	—	—	—
广翅目 (Megaloptera) 幼虫及蛹的皮	—	—	—	—	0.06	—	—	—	—	—
端足类 (Amphipoda) 的皮	—	—	0.05	—	—	—	0.14	—	—	—
軟体动物的壳	—	—	—	—	—	—	0.07	—	0.10	—
其他昆虫的皮	—	—	—	—	—	—	0.07	—	—	—
合 計	—	—	0.54	—	1.16	—	1.70	—	1.70	—

們是形成长江上游地区底棲生物的主要种类。另外,在某些采集点,也获得了其他类别的底棲生物,如蠓科 (Ceratopogonidae) 幼虫等,牠們的分布常具有局限性,在数量上更为稀少。断面生物区系及生物量分析的结果見表 14。

底棲生物的分布以底質、流速和深度的影响最大,而三者之間又常是密切相关的。常遇到这样的情况:在断面的最深的地方,其底部流速超过 1.5 米/秒或更大一些,而底質为石块或砾石时,則很难使用采泥器。在这里,土壤內的生物 (инфауна) 自然不会有。生活在流水中的昆虫,象蜉蝣 (Ecdyonuridae) 的稚虫、蚋科 (Simuliidae) 的幼虫,即属于土壤上的 (эпифауна) 水生昆虫可能在这种地区有极少量的存在。

在断面的适宜部分,尤其是深度不及 6 米、沙底并带有少量淤泥的地方,即相当于沿岸及亚沿岸带地区以及水流較緩的地方 (如三斗坪 I 站),是目前河流中生物区系較集中的地点。

由于物理因素的影响,江中只能具有小型的底棲生物,虽在近岸边流水緩慢并有少量淤泥的地方能找到象尾鰓蚓 (*Branchiura*) 的較大型的底棲生物,但就数量来看,小型的种类,如仙女虫科 (Naididae) 的仙女虫 (*Nais*) 及尾盘虫 (*Dero*) 的数目要比大型的多的多。搖蚊幼虫更是如此,在采到的数量不多的标本中,大部分的个体都是細小的,重量在 0.5 毫克以下。这样,就使江中的底棲生物的生物量更低。

在未来庫区的小水体所采到的标本也进行了分析(表 15),主要种类是搖蚊幼虫及水蚯蚓,生物量較江中的为多。这主要是由于这些地区水质較肥、土壤有机物质丰富的原故,同时在分布上比較均匀,个体較大,生长也較快。除搖蚊幼虫及寡毛类(水蚯蚓)外,还有一定数量的軟体动物,如田螺科(Viviparidae)的湖螺(Viviparus),扁卷螺科(Planorbidae)的扁卷螺(Anisus)等。蘿卜螺(Radix)及土蝸螺(Galba)的分布更为广泛。因此,小水体內的生物体要比长江断面丰富的多。这是因为象稻田、池塘等水体具有底棲生物生长的良好的营养环境。有代表性的小水体的底棲生物見表 15。

这里要指出的是,有些种类如半翅类的 *Sphaerodema*、水生甲虫类的 *Rhantus*、*Laccophilus* 及小头水虫(*Haliplus*)等对漁业的利用价值不大,此地不予討論。

(2) 水庫形成后底棲生物区系的預报——拦河大坝修成后,在广大的水庫內的水将几乎变为靜水,在奉节以上广大的沿江地区被水复沒。长江与黄河等河流相比,其特点是水深、水量大、含沙量較少,以宜昌及重庆两地为例,最大含沙量分別只有 0.44% 和 0.55%。上游各河流注水入庫,所带来的泥沙在各河口区及近河口的庫区将形成較厚的淤积,而在广

表 13 大沙坝(重庆以上 30 公里)地区漂游底棲生物的数量(个/立方米)和生物量
(毫克/立方米) 1958.11.5.

地 区 生物类别	左岸 I 站 深 2 米		河 中 心 II 站 深 11 米						右岸 III 站 深 2 米	
	深 1 米		深 1 米		深 5 米		深 10 米		深 1 米	
	数量	生物量	数量	生物量	数量	生物量	数量	生物量	数量	生物量
搖蚊科 (Chironomidae) 的卵	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
幼虫	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
蛹	—	—	0.03	0.007	—	—	—	—	—	—
成虫	—	—	0.03	0.016	—	—	—	—	—	—
蜉蝣目 (Ephemeroptera) 的稚虫	0.08	0.028	0.03	0.005	0.03	0.06	—	—	—	—
襁翅目 (Plecoptera) 的稚虫	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
毛翅目 (Trichoptera) 的幼虫	0.15	0.028	0.03	0.001	—	—	0.08	0.037	—	—
半翅目 (Hemiptera) 的若虫	—	—	—	—	—	—	0.04	0.055	—	—
鞘翅目 (Coleoptera) 的幼虫	0.15	0.340	0.06	0.040	—	—	—	—	—	—
其他昆虫	0.08	0.019	—	—	0.06	0.024	0.21	0.103	—	—
其他	0.08	0.014	—	—	—	—	—	—	—	—
端足类 (Amphipoda)	—	—	—	—	0.03	0.043	—	—	—	—
劍水蚤科 (Cyclopidae)	—	—	—	—	—	—	0.04	0.0004	—	—
合 計	0.54	0.429	0.18	0.069	0.12	0.127	0.37	0.195	—	—
搖蚊科 (Chironomidae) 的蛹皮	0.70	—	0.14	—	0.26	—	0.31	—	0.21	—
蜉蝣目 (Ephemeroptera) 稚虫的皮	0.62	—	0.14	—	0.15	—	0.28	—	0.42	—
襁翅目 (Plecoptera) 稚虫的皮	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
毛翅目 (Trichoptera) 幼虫的皮	—	—	0.03	—	—	—	—	—	—	—
鞘翅目 (Coleoptera) 幼虫的皮	0.08	—	—	—	0.12	—	0.08	—	0.21	—
其他昆虫的皮	0.08	—	—	—	—	—	—	—	—	—
端足类的皮	0.21	—	0.09	—	0.15	—	0.16	—	0.21	—
半翅目的皮	—	—	—	—	—	—	0.12	—	—	—
合 計	1.69	—	0.4	—	0.68	—	0.95	—	1.05	—

表 14 長江三峽未成水庫長江断面底棲生物的数量(个/平方米)及生物量(毫克/平方米)

生物类别	三斗坪		開县小江		開县小江		開县小江		黔江		黔江		江津		江津		重慶	
	I		I		II		III		I		II		I		III		III	
	数量	生物量	数量	生物量	数量	生物量	数量	生物量	数量	生物量	数量	生物量	数量	生物量	数量	生物量	数量	生物量
搖蚊科 (Chironomidae) 幼虫	70	15	40	10	100	8	1100	142	20	7	—	—	360	68	50	6	50	6
蠓科 (Ceratopogonidae) 幼虫	10	1	—	—	—	—	10	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
負子蟻科 (Belostomatidae) 若虫	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10	60	—	—	—	—	—	—
泥甲科 (Dryopidae) 幼虫	—	—	—	—	20	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
仙女虫科 (Naididae)	20	2	—	—	40	12	—	—	—	—	—	—	120	12	—	—	70	10
綫蚓科 (Enchytraeidae)	10	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
顫蚓科 (Tubificidae)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10	13	—	—	—	—
綫虫 (Nematoda)	10	1	—	—	20	2	10	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
总 計	120	20	40	10	180	24	1120	144	20	7	10	60	490	93	50	6	120	16

註: 括号内的米数表示水面至底部的深度。

大的庫区將普遍的沉积一层厚度不同的泥沙。在河水基本变清的情况下,除洪水期外,以后的繼續沉积將是少量的。庫水透明度大为增加。这些情况,都將有利于底棲生物的滋长。

在水庫不同部位的底棲生物的形成和发展將是不一样的。各河流带来的底棲生物,將被送到水庫的底层。小型的种类会被攜帶到庫区中部,有极少量会被攜帶到狹窄的近坝处的庫区底部。这些地区已創造了不同程度的生活条件,有淤泥和不等量的植物碎屑的沉积。以原来河道为中心的主要庫区地带,底棲生物区系將仍是由搖蚊幼虫和寡毛类組成。生物量將能有一定程度的增加。这里,在庫区东部的三峽部分,两岸陡立,庫面狹窄,附近缺乏河源注入庫內。因此該区生物种类及有机物質的来源极少。故生物量將比中部及西部的中心庫区要少一些,甚至到最低的数字,是庫区底棲生物最少的地区。原来長江中的估計可能有的流水型的种类將被淘汰。

表 15 長江三峽水庫庫区小水体底棲生物分布情况(++表示較多,+表示較少)

生物类别	小水体类型	稻田	大塘边	小河	污水溪	荷花池	水庫 輪水道
搖蚊科 (Chironomidae) 幼虫		++	+	++	+	++	+
蠓科 (Ceratopogonidae) 幼虫				+			
蜻科 (Libellulidae) 稚虫		+					+
小头水虫 (Haliplus) 成虫		+				+	+
Laccophilus 成虫		+					+
Rhantus 成虫			+				+
Sphaerodema 若虫及成虫			+				+
顫蚓科 (Tubificidae)		++		++	++	++	
扁卷螺科 (Planorbidae)			+	+			
田螺科 (Viviparidae)		+					+
锥实螺科 (Lymnaeidae)		+	+			+	+

在河湾区的迴水地带,包括长江及其支流嘉陵江、黔江等河湾区,由于有較多的生物的来源,并有較多的有机物质的流入,因而这里将会形成較丰富的底棲生物区系。

奉节以上庫区广大,在沿岸地区形成許多庫湾。那些較浅的,原来是稻田、梯田、池塘等地区,有較肥沃的土壤层,可能保留一些水生高等植物。因而,从原来具有的底棲生物的基础上,能逐渐地形成較为复杂的底棲生物区系。水庫形成后,水位将会升高,但是考虑到搖蚊幼虫及寡毛类有适应深水的力量,牠們可以棲居在較深的水底。因此,水位升高不至影响牠們的生长。要說明的是,水位的升高对軟体动物的存在有很大的不良影响。只是在将来水庫沿岸浅水地区,才有可能使原来的軟体动物保存并繁殖起来。如湖螺、蘿卜螺、扁卷螺及湖蚌 (*Anodonta*) 等。在底质貧瘠的庫湾地区,缺乏生物体及有机物质,因此,底棲生物种类及数量在头1、2年内将极为貧乏。

由于水庫的水几乎变为靜水,創造了搖蚊在水庫內产卵的条件,这是水庫形成后庫內搖蚊幼虫增长的重要原因。搖蚊不仅在岸边地带产卵,而且也能产卵于庫中深水的地方。

为了促进底棲生物区系的形成,提高水庫的生产力,人为移植經濟底棲生物于水庫中适宜的区是十有分益的。所移植的种类可以包括大型寡毛类(如 *Branchiura* 等)及大型搖蚊 (*Chironomus*) 幼虫,軟体动物中的蘿卜螺、湖螺等。这样不仅可以增加水庫底棲生物的种类和数量,而且也可以以此来弥补由于水位降落及其他不利的物理因素所造成的底棲生物的損失。

5. 魚类区系

(1) 庫区长江內現有主要魚类及分布——三峡水庫庫区从宜昌以上的三斗坪起,直到重庆以上的江津止,长达700多公里。在这个范围内,由于地理的特点及水文条件的不同,其魚类組成和分布也有些差别。现将本所重庆、宜昌两工作队及我們这次流动調查所得資料綜合整理一下。庫区内現有主要魚类有:达氏鱈魚 (*Acipenser dabryanus*)、中华鱈魚 (*Acipenser sinensis*)、白鱈 (*Psephrus gladius*)、胭脂魚 (*Mydocyprinus asiaticus*)、鯉魚 (*Cyprinus carpio*)、鰱魚 (*Carassius auratus*)、白鲢 (*Hypophthalmichthys molitrix*)、花鲢 (*Aristichthys nobilis*)、黄姑子 (*Lenocypris macrolepis*)、鱖魚 (*Hemiculter leucisculus*)、銀鯪魚 (*Parapelecus argentens*)、蒙古鮠 (*Erythroculter mongolicus*)、匙嘴鮠 (*Erythroculter erythropterus*)、长身鰻 (*Parabramis brachycephala*)、三角鰻 (*Megalabrama terminalis*)、草魚 (*Ctenopharyngodon idella*)、青魚 (*Mylopharyngodon piceus*)、鱔魚 (*Elopichthys bambusa*)、尖头鱖 (*Luciobrama typus*)、鰻魚 (*Ochetobius elongatus*)、赤眼鱖 (*Squaliobarbus curriculus*)、岩鯉 (*Procypris rabaudi*)、船釘子 (*Saurogobio dabryi*)、鮰魚 (*Coreius heterotis*)、任氏鮰魚 (*Coreius zeni*)、花鰻 (*Hemibarbus maculatus*)、重唇 (*Hemibarbus labeo*)、白甲 (*Onychostoma laticeps*)、青波 (*Spinibarbus sinensis*)、突吻魚 (*Voricorhinus tungting*)、弓魚 (*Schizothorax* spp.)、秋子 (*Rhinogobio typus*)、长鳅 (*Leptobotia elongata*)、鮠魚 (*Parasilurus asotus*)、长吻鮠 (肥头) (*Leiocassis dumerili*)、黄骨头 (*Pseudobagrus* spp.)、鱖魚 (*Hemibagrus macropterus*)、大眼鱖 (*Siniperca kneri*)、斑鱖 (*Siniperca scherzeri*)、黄鱔 (*Monopterus albus*)。

除此以外,尚有鮠类 (*Rodeinae*)、鮠属 (*Gobiobotia*)、鮠科 (*Cobitidae*)、平鳍鮠科 (*Homalopteridae*)、鰻虎类 (*Gobiini*) 等小型魚类。这些魚类除了可作为肉食性魚类的食

料之外,無其他經濟意義。

以上述庫區內主要魚類來看,現有魚類資源是豐富的。但分布上極不平衡。從產量上看:宜昌地區魚類一般較多,產量也較大,年平均魚產量在 100—250 噸之間(為天然捕撈的,下同)。而宜昌以上則逐漸減少,年產量只有 60 噸左右。

有些洄游性魚類如鰻鱺、中華鱖,可以在庫區長江中看得見,但量很少。達氏鱖和白鱖則庫區內及宜昌以下均有,但上游較多些。

一般魚類如青魚、草魚、白鰱、花鰱、蒙古鮰、匙嘴鮰、鰱魚、鯽魚、長身鱖、赤眼鱖、花鰱、尖頭鰱、黃姑子、鱮魚等魚類,一般在下游較多,而越到上游則有逐漸減少的趨勢。至如鮑魚、任氏鮑魚、三角鰻、胭脂魚、岩鯉、重唇、斑鰕、突吻魚、長鰱、長吻鰱等魚類則上游比下游更多些。而洋魚只見於上游。青波、白甲也是上游較多,但為溪河的魚類,在小河水流較急處生活,在長江干流中則較少。

總之,上述魚類分布的一些特點可以說是由於長江地理及水文特點所造成的,是魚類對於環境條件適應性的表現之一。最顯著的特點是新灘,這是位於宜昌以上 40 多公里的地方,是長江著名的險灘,每當枯水季節,水流特別湍急,流速可達 5 米/秒。以往有人以此作為長江干流上兩個不同生態環境的分界線:在此下游魚類多屬於緩流水或靜水中生活的種類;在此上游為長江三峽,兩岸為高山陡壁,水流湍急,所以魚類多屬於流水生活的種類,主要是體形細長,善泳,或者有特殊附於岩石構造的魚類。到了重慶地區,長江又進入丘陵地帶,江面較寬,水流也較緩,在緩水中生活的魚類又有所增加。另外由於養殖的關係,從下游地區運輸魚苗到上游,當江水泛濫、魚池被淹時,一些本為下游魚類,如鱸,則得在重慶等地區棲息,這是人為因素改變了魚類區系的原來面貌的結果。

(2) 水庫建成後魚類區系的變化——水庫建成後,最大特點是水流速度變慢而成為幾乎靜止的大水体,河中泥沙逐漸沉澱下來,水色逐漸變清,灘頭淹沒,沒有急流及險灘,同時水位增高,淹沒大量農田及建築物,水位變幅較大。這一切特點都和原來長江中情況有顯著不同。這些變化必然給魚類以很大的影響。同時,以前公認的長江干流有兩個不同的生態環境和區分問題也因而不存在了。

水庫建成後,由下游上溯到宜昌地區的中華鰻魚、鰻鱺再不會在庫內出現。中華鰻魚和鰻鱺現在可在江津和重慶地區捕到,而水庫建成後,就會因其成魚不得回海而幼魚又不能進入庫區而消失了。達氏鱖魚因在宜賓金沙江中發見產卵場,白鱖也在重慶得到卵巢發育良好的雌魚,將來如能加以人工培育,預計可以成為庫內的重要經濟魚類之一。

一般養殖魚類如青、鰱、鰱、鱮等,將來還可在庫區內棲息。這種情況應當估計到:即在重慶地區曾捕到過草魚的卵及幼魚,同時也發現過成熟的親魚,這說明在重慶以上,有這類魚類的產卵場。在水庫建成後,上游江中的水流還會是較大的,因此,這些家魚很可能會上溯到此產卵,補充庫區內家魚的資源。

由於水庫的建立,生態環境的變化,平原地區湖泊魚類區系的特點將逐漸顯現出來。特別是鯉魚、鯽魚、鰱魚、匙嘴鮰、鰱魚、尖頭鰱、黃姑子、赤眼鱖、花鰱、鱮魚等可能大量繁殖,而且這些魚類絕大部分能在庫內產卵,有少部分也能在水庫的上游產卵。估計鯉魚、鰱魚、鯽魚等可能成為庫中數量最多的魚類。

象白甲、突吻魚、青波等適應於流水生活的溪河魚類,在水庫初建成的幾年內可能繼

續存在,但久之由于影响其繁殖与生活条件,可能逐渐消失,也可能移到水庫上游的河流中去,成为那里的主要魚类。

三、三峽水庫的漁业利用及具体措施

三峽水庫的修建,由于这样大型水体的出現,对于漁业有重大的影响。而且,流速的減緩,透明度的增加,魚类的食料条件变好,魚类种类的增加,都无疑地将使現在庫区内很低的魚产量(約計每公頃 18 公斤)大大地提高。从另外一方面說,也會出現不利的条件;主要的由于庫坝的建成,在宜昌地区,长江主要家魚的产卵場,有可能完全被破坏的危險。又水庫建成,船运頻繁,沿岸又有巨大的工业城市及工厂,这就会因石油产品及工业的废水使水质污染,这对魚类來說是很不利的。目前我們的任务是如何改善不利的条件,而充分利用有利条件并加强它們,使之和人类的利益相結合。

(一) 宜昌产卵場的重要性及有关保存的意見

四种家魚(青、鯇、鲢、鱈)在宜昌的产卵場,据长办水产組 1957 年的調查,以乐天溪至十里紅,长度为 37 公里的一段最主要。1957 年仅在湖北一省就捞获了 450,000 万尾魚苗。这一数字估計主要是由宜昌产卵場来的,占长江魚苗总产量的 34.8%,而长江全流域的魚苗产量又占全国的 76%。由此可見,宜昌产卵場如果遭到破坏,不仅給未来水庫的漁业带来巨大的損失,而且將給全国的漁业带来巨大的損失。

如大坝修建在三斗坪,則主要产卵場仍在坝下并全部得以保存。但由航运的需要,須在古老背坝址建筑副坝,該副坝位于宜昌产卵場的下游,这样就拦断了家魚及其他魚类产卵迴游的路綫。为了亲魚能通过这一枢纽去产卵,并在产卵后能回到下游,就必須在副坝上增設魚道的建筑。到底采用那种类型的魚道,此地不拟詳細論列。但必須指出的是,任何一种类型,即使能使魚卵或魚苗从产卵場全部通过魚道下行,也未必对亲魚通过魚道向上游行全无影响。很可能剩下一部分的亲魚在坝下。这样,最好是将这部分的亲魚捞起,进行人工催青获得魚卵,并使之孵化,然后进行飼养。因此在坝下游附近地区設有孵化和育苗場是必要的。如果由于特殊原因,而这些魚道設備所起作用不太大,則这一育苗場在生产青、鯇、鲢、鱈的魚苗上就更为重要了。

(二) 水庫的漁业利用

將成的三峽水庫的面积約为 150,000 公頃以上(2,349,000 亩)。水很深,总庫容达到 570 亿公方的水体能好好加以利用,漁业收益是惊人的。正因为面积很大,不同于寻常的池塘或者湖泊,立时实行全部养殖,是有困难的,如仅視作天然捕捞基地,不加人工措施,听其自然轉变,則从目前每亩 2.4 市斤的魚产量,逐渐提高,就必須經過很长的時間。

因此,在水庫淹沒的头一、二年,就先用庫湾养魚,而在广大水庫本身則实行經濟魚类的繁殖保护,这应该是最好的办法。再看将来情况,逐渐过渡到全面养殖。

从这一观点出发,我們认为应该实现下列的措施:

1. 在庫湾地区建立池子及小水庫——在巫山、开县、长寿、涪陵、重庆、合川、江津将来淹沒区内有很多山湾及河道的盆地,有比較平坦的底及肥沃的土壤。这些地方恰位于消落区,很可以利用来作为人工养殖。經過清基并在适当的地方筑坝,将这些庫湾地区与水庫本身拦断,或者半拦断。这样就根据底部地形情况而有不同类型的小水体在山湾内、

或河道盆地上建立起來。其面積與深度可視具體情況而定,要以數十畝至數千畝的面積,水深 3—4 米以至 20 米左右為適合。

如果這種庫灣里面積不大,又有水源,而且與水庫相通的口比較狹,則填建在最狹的地區和高水位稍低水平上。這樣,灣內的小水体平時與水庫完全攔斷,只有放水閘以方便放水。

如果該山灣內面積較大,而且與水庫本身分界綫比較長,則可建低堤,使堤的一部分和水閘在中水位時能露出水面。為了使洪水不致于將野魚帶進灣里來,又不使養殖魚類逃逸,可以在堤上建竹欄。

如果該水灣是一支流的流域,淹沒面積在數萬畝以上,則可在這淹沒區周圍建立一系列的第一種和第二種類型的小水体。

在某種情況下,這種小水体不僅可以起養魚的作用,而且可以利用來灌溉附近的農田。

2. 庫中設置人工產卵場——庫區淹沒後,鯉、鮑、鱖魚等產黏着性卵的魚類,其原有江中的產卵場均因水文改變受到破壞。如果有大量的陸生植物受到淹沒,則在第一年內為上述魚類的繁殖造成了極為有利的條件。以後被淹沒的陸生植物腐敗了,而在沿岸地帶新興的水生植物又不多,就必須設置固定的及飄浮的人工產卵場,正如我們春季在湖泊中扎草采卵那樣。這種產卵場可以建立在巫山的大昌、開縣及涪陵等淹沒區,以及水庫上游重慶至江津和重慶至合川之間的地區。

3. 水庫放養——在新建的水庫里,家魚數量不多。因為牠們的主要產卵場在水庫以下的地方。重慶附近即使有,規模不會大,而且因水文情況改變,失去原有功能。因此,最好在水庫建成後就開始放養魚種,以方便牠們利用增多起來的浮游生物和底棲生物。放養的數目和種類應根據水庫建成後食物的具體情況而定,大概水庫建成後最先一、二年宜多放鯪、鱮,少放青、鰱。

放養的青、鰱、鯪、鱮的魚種須有一足齡,長度達到 4、5 寸左右,才能保證成長。至于長成的親魚,能不能在庫區內外產卵?的確是一個最重要的問題。這個問題的解決是需要進行科學的研究的。目前雖無直接的根據,但也可以找一些間接的事例加以推測。四川梁平張星橋水庫,1952 年開始蓄水,不久就放養鰱、鯪魚種;到 1958 年春季,鰱、鯪的卵巢發育都比較良好。四川長壽湖水庫,在 1958 年 10 月間有一條草魚重 12 斤左右,其卵巢也發育良好,春季在水庫的上游河流內,有不少的鰱魚集中,其中 3 斤重的雄魚已能流出精液。因此,我們可以相信,這四種家魚在附近水庫中生長,性腺發育的程度比在長江沿岸湖泊中生長的較佳,而且已經接近于成熟。接近于性成熟的四種家魚的產卵雖還有一定條件,但條件不是太苛刻。宜昌產卵場是長江中主要產卵場,其水文條件比較特殊,但宜昌以下直到南京,都有零星的規模不大的產卵場,其水文條件與宜昌的情況大有區別。因此,我們的推測是原重慶附近江中的產卵場,經水庫建成之後,因水文條件起了變化被破壞,很難估計四種家魚能在庫中產卵,但在水庫上游河流中就有可能找到新的產卵環境。

如果水庫上游發現新的家魚產卵場,而其小魚又能進入水庫,則這些小魚在性成熟以後也會回到牠出生的地方產卵,這樣有可能形成新的巨大的產卵場,這個新產卵場必須加以保護。我們也可以企望這個產卵場所生產的魚苗,能夠做為水庫各庫灣養殖場魚苗供應的基地。

上面已經提到庫灣及水庫本身都需要魚種,因此就需要建立培養魚種的場所。魚種場與其集中不如分散,可以利用上面所述的庫灣(當然庫灣主要是養成魚)選擇在高水位稍低的地点,建立2、3亩或4、5亩大小的魚種池,分散在龍溪河、小江、黔江、嘉陵江等流域內。总面积大小主要以能滿足庫灣养殖的需要而定。庫灣养殖的水面究竟需要有多少,还很难定具体数字,后在收益一节內再行討論。至于水庫本身放养量,以第1年至第3年,每年放500万尾計算,以后視水庫內青、鯪、鯢、鱘性腺发育的情况和水庫上游有无出現产卵場来决定是否需要繼續放养。

达氏鱈魚和白鱈是重要的經濟魚类,必須在水庫內放养。三峽水庫也有条件发展鱈魚和白鱈的漁業。經過詳細調查研究之后,可以广泛开展人工受精及在池塘內飼养魚苗的工作。魚苗培养到一定时期,然后放入水庫。达氏鱈已知在宜宾金沙江口产卵,白鱈在重庆虽曾捕到卵巢发育良好的雌魚,但其产卵場在何处尚有待于調查。

4. 产卵場及幼魚的保护——具体措施是在水庫建立后,根据調查研究的結果,訂出一定的禁捕地区及限制产卵場的亲魚和小魚的捕撈。并經常挽救因水庫水位降落后而擱淺的庫区上的經濟魚类的小魚。

5. 有关野魚及兇猛魚类的問題——水庫內除了有經濟价值的魚类以外,还有不少沒有經濟价值的小魚,这些小魚一方面人类无法直接利用牠們,另一方面却从水体里面耗費一部分的食料。此外,还有一些魚类,既是經濟魚类,又是兇猛魚类;如鱖、鯢、烏鱧之类,牠們也要吃一部分其他經濟魚类的小魚。因此,不論小魚或兇猛魚类,都会在某种程度上降低魚产量。为了提高魚产量,似乎必須限制小魚和兇猛魚类的数量。实际的情况也不是太簡單,必須先慎重考虑然后进行。有这样的情况,即由于消灭某种小型的魚,而使专吃这种小野魚的兇猛魚类轉而大量吃起經濟魚类的小魚来,結果反而降低了漁产。另一方面,也常有这样的情况,即当大量的限制了某种兇猛魚类时(牠們只吃部分的經濟魚类),使得这些兇猛魚类的主要食料——小野魚大量发展,而这些小野魚却是經濟魚类食料上的严重的竞争者,因此又減低了漁产量。

在解决限制小魚及兇猛魚类数量的問題以前,必須在水庫建成后,仔細的調查研究水庫內全部魚类在食料上的相互关系,以及水庫中主要魚类在不同发育时期的食料組成。

还必须指出的是,在庫灣內人工养殖区域,在魚苗魚种放入之前,“彻底清野”是必要的。

6. 加强庫中飼料基础——如我們上面所說的,在头几年水庫內的底棲生物是不丰富的。根据其他大小水庫看,水庫建成后第2年,浮游动物就会相当丰富起来,并足够供給水庫中天然生长的吃浮游动物的魚类及其他魚类的小魚食用。为了提高浮游动物的产量,在水庫中移植較大的枝角类甲壳动物是有利的,尤其是必要在沿岸区移植薄皮蚤,在水庫区(在杂草中)移植低額蚤(*Simocephalus*)。

在长江沙質底部內有机物质已經很少。水庫形成后,浮游生物及水生植物分解为碎屑并在庫底淤积以前,庫底內的生物和有机物也是不会丰富的。但是,本为耕种的土壤,經淹沒后情况有些不同,很可以移植一些双壳类的軟体动物,如杜氏蚌(*Unio douglasiae*)、淡水壳菜(*Limnoperna lacustris*)、湖蚌(*Anodonta woodiana*)、以及蜆(*Corbicula fluminea*)之类。尤其是淡水壳菜通常是附着于树枝上或者在石隙中,靜水和流水都能生活,所以

在初成水庫內生長可以沒有問題。飾螺 (*Dreissena polymorpha*) 大概能在水庫中生長, 應該考慮移植。此外, 如湖螺、椎實螺, 均可移植於水庫的沿岸地區。

蝦和其相類似的種類, 都可以在靜水中生活, 也是經濟魚類的良好食料之一。無疑地牠們是很容易在三峽水庫內生活的。

在長江及其支流所採到的生物標本中, 我們沒有發現端足類, 但是在生物逕流的標本中, 則到處均有。這就表明在長江里還是有這種動物。水庫形成後, 對於端足類的生長提供有利的條件, 因此其數量會增加的。

水庫中水生植物很少, 只在水庫上游及庫灣內才有一些。因此, 水庫建立後, 大部分庫區內, 因水太深, 使水生植物無法生長。只有沿岸較淺地帶可以有一些出現, 但數量不會太多。如即時養殖大量以水生植物為食的魚類, 如鯢魚, 效果不會很好。不過無論如何可以在庫中水深適中的地點, 試行培植水草。試驗種的水草種類可以是下列數種: 挺水植物中的香蒲屬 (*Typha*)、蘆 (*Phragmites communis*); 兩棲性植物中的澤瀉 (*Alisma plantago*)、慈姑 (*Sagittaria sagittifolia*)、旱苗蓼 (*Polygonum lapathifolium*); 沉水植物中的薺屬 (*Myriophyllum*) 及眼子菜屬 (*Potamogeton*) 等。必須指出的是, 水庫水位變動非常大, 對水生植物的生長是極其不利的, 低水位時完全暴露在空氣中必至干死, 而高水位也因為淹沒在 20—30 米深水下, 不得光線而死亡; 上面提到選擇水深適中的地區, 也就是如此。移植歐洲的依洛地 (*Elodea canadensis*), 使適應於水庫的條件, 在堤壩所圍起來的淺水庫灣內生長, 成功的希望可能較大。如果圍繞水庫周圍部分的消落區不被人民公社利用來種莊稼, 那麼最好是在這個地區種植禾本科植物和牧草, 水位升高時, 這些植物就會淹沒在水中, 可以作為鯢魚及其他食草魚類的食料。

7. 捕撈、捕撈場和捕撈場的清理——(1) 捕撈場: 根據庫底地形情況及魚的習性, 我們可以擬定下列的水庫地區作為魚類聚集的場所以及較好的捕撈場所:

甲、土壤肥沃的庫灣內的平坦部分(過去的農田)是主要魚類肥育的地方。

乙、沿庫岸淺水地區將有年齡較小的魚類聚集。

丙、支流流入水庫的地方, 將是食底棲生物魚類很好的聚集地點。

丁、深水潭多岩石的地方, 將是一些魚類越冬的場所。

戊、產卵迴游所經過的路徑和集中點, 主要地將在水庫的上游部分及庫灣部分。

(2) 水庫庫底的清理: 如果不在水庫淹沒以前進行庫底清理, 則上述各種措施的功効都是不大的。因為即使集中魚羣很大, 也不能順利的進行大規模的捕撈。所以庫底清理具有極為重要的意義。

必須在上述魚類集中而又可作捕撈的地區, 選擇面積較廣的地方進行清理, 也就是拆去所有的房屋及屋基, 除去所有的樹木, 挖去樹根, 鏟平農田(特別是梯田), 除去大的石塊等等。就是要作到將來的捕撈場整個是平坦的(使用着底拖網), 或者是斜面平坦的(使用地曳網), 以致於捕魚工具能順利地着底拖曳, 不至於被什麼突出之物所牽掛。

可以作為捕撈場地區, 依初步觀察的結果, 有下列幾個:

甲、開縣的小江兩岸的平原, 包括向家壩、趙家壩、張家壩、福祿壩、水車壩及西津壩等。其面積約為 13,000 公頃。

乙、大昌鎮盆地, 巫山縣大寧河地區, 其面積約為 1,000 公頃。

丙、涪陵白公坝和南沱等地区,其面积约为 500 公顷。

丁、其他的河岸地区或较大的河滩。

从重庆到江津沿岸尚有不少可作底拖网作业的地点。如德感坝、飘灯碛、中三坝、西流沱及黄家坝等等。

(3) 水库捕捞:将来在水库中运用的捕捞工具主要有六种:

甲、拖网。专捕库中底层鱼类。

乙、地曳网。在沿岸地带斜坡上使用,也是底栖鱼类捕捞工具。

丙、流网。可以定置或不定置,主要是捕中、上层鱼类。

丁、中层拖网。主要捕中层鱼类。

戊、钩钓。主要捕深水旧河床底层鱼类。

己、围网。主要是捕中上层鱼类。

这些网具,可以视地区的具体情况选择使用。在水库建立以后,使用这些渔具规模比较大,其动力是机船或机帆船,而且必须在适当地点建立渔捞公司以及加工厂(内附冷藏库)。

8. 拦鱼设备——在电厂下面,水机轮涵洞、溢洪道、泻洪洞等都得有拦鱼设备以免鱼从这些地点逃向下游。这些拦鱼设备在工程设计中即须作为一个项目,投资不至太大。至于水库的上游各支流都要拦鱼设备,就觉得投资太大,而且没有必要。

(三) 水库的渔业收益

三峡大坝建成后,从三峡而上,直到江津上游,形成了一个长达 775 公里、面积 2,349,000 亩的一个大型水库。这个水库除了发电、航运、灌溉之外,如充分发展渔业收益也是不少。

依目前库区内的渔产是每亩水面 2.4 市斤,可以说是很低。水库建立以后,鱼类的食料基础能逐步提高,鱼类区系也起了变化,渔产量的提高是必然的。依苏联有关方面的资料¹⁾,如古比雪夫、雷宾、齐姆良、卡霍夫、莫洛托夫、戈里柯夫、新西伯利亚等七个大水库,每公顷渔产量平均不过 31 公斤(即每亩 4 市斤)。我国水库渔业的资料极少,无法比较。就自然条件而说,我国水库有比苏联的水库稍胜的一面,但也有比苏联较差的一面。如果在水库的管理上,发挥较胜的一面而补救较差的一面,那末水库的渔产可以超过苏联的产量。长江沿岸的湖泊以湖北省为最多,湖北省的湖泊平均每亩渔产大约 15 市斤(指天然捕捞)。梁子湖的渔产量是比较高的,每亩也不过 18 市斤²⁾,从自然条件说,新建成的水库,如不加特殊措施,其产量要比得上梁子湖,事实上未必可能。

正如上文所述三峡水库将来采取库湾人工养殖和水库本身采取依食料基础放养饲养鱼种,并加强底栖生物的移植。这样每亩水面可以希望达到 60 市斤,即总产量 1 亿 4 千万市斤。这个总数字的获得,主要还须依靠库湾人工养殖。暂定库湾划出 10 万亩作为人工养殖之用,每亩平均产量以 1,000 市斤计算,可得总产量 1 亿斤,其余库本身水面每亩平均生产任务约为 18 市斤,等于梁子湖的单位产量。如三峡水库本身每亩水面平均达到 18 市斤不能说是保守,而库湾人工养殖亩产 1,000 市斤也还嫌高了一些。同时库湾 10 万亩也还是暂定数字,如果库湾养殖面积增加,则总渔产量也必然随之上涨。必须指出的,10 万亩占全水库的面积 4% 左右,百分比虽不很大,但划出库湾必须筑堤,这表示国家

1) 德里亚金——苏联水库中鱼类资源的形成。

2) 刘建康——梁子湖的自然环境及其渔业资源问题。

要付出一批很大的資金,這也不能不加估計。

必須指出的漁產量估計是很不容易的事,許多客觀條件以及具體措施的實行都可以影響它,此地所提的只是一個初步。1959 年和以後可能對三峽水庫庫區繼續進行調查,將來調查的結果很可以作為修訂的依據。

四、結 尾

為了三峽水庫在漁業上的利用,我所 1958 年春夏季在宜昌進行了有關於水文及水生生物學的定點觀察,還在秋季組織了一個流動性考察隊,在埧址及庫區內主要地點進行水生生物學考察。考察隊野外工作結束之後,隨即分別整理材料並提出這個報告。

在這個報告裡面我們提出了庫區的自然環境、水化學、目前的經濟魚類區系和魚類的食料基礎以及將來水庫建成後的變化。此外我們還擬訂了初步漁業發展的措施。遺憾的是,考察的時間不夠長,而且在秋季考察的時期還沒有淹沒區實測的圖,使這個報告遺留一些問題。我們現在把這些主要問題提出來作為本報告的結尾,以便以後的工作有所參考。

(1) 青、鯪、鯢、鱸成為全國性淡水養殖對象。農業大躍進情勢到來之後,魚苗的供應極其緊張。人工控制下產卵尚未在全國範圍內推行,長江中魚苗的供應必至於一年比一年緊張。宜昌產卵場是長江中主要產卵場,儘管水生生物研究所提出水利樞紐建築涵洞,作為親魚過道的意見,但到底這四種家魚洄游情況如何?是不是到新灘越冬?還是無法了解的。今後必須仔細加以調查研究,使這些問題能徹底解決。

(2) 本報告內有關於魚類區系和魚類食料基礎部分都預報將來水庫建成以後的情況。這種預報要求十分正確則必須解決兩個主要的問題:甲.首先庫區的江中、支流和小水體的資料應該十分豐富,但是這一點我們感覺到做的不夠,將來還必須加以補充;乙.更必須有其它水庫情況轉變的記錄作為參考,這一點我們感到尤其不夠,因為在國內水庫的工作刚开始,以往就缺乏水庫未成立起至水庫建成以後若干年詳細的記錄。因此我們覺得三峽水庫成立之後,還必須繼續調查注意各方面轉變情形。同時在已成的水庫如長壽湖水庫,是一個有代表性的水庫,首先要取得一整套情況轉變的記錄,以供其它水庫的參考。

(3) 水庫的清基問題是重要的,不做好清基工作,將來特別是大型的底拖網和地曳網都无法工作,目前有不少水庫,有魚而捕不起來,就是如此。清基不是全部而是有重點。可以結合養殖場和捕撈場來進行。本報告內有關養殖場和捕撈場的選定還嫌不夠具體,所以必須待淹沒區實測圖印出之後再就沿江各處進行考察,從事更具體的補充。

(4) 三峽水庫面積有 2,349,000 畝,目前要全面實行人工養殖是不大可能,逐步走向全面養殖也是遙遠將來的事。因此三峽水庫除庫灣較少部分實行養殖外,其它大水面還須有較長時期採取繁殖保護的辦法,以提高漁產。這樣,限制一些魚類的滋生和及時加強食料基礎都是必要的措施。因此庫中經濟魚類食物的相互關係必須徹底了解。遺憾的是,目前有關淡水魚類的食料分析的工作刚开始,用來指導水庫的管理遠遠不夠,所以在水庫建立以前和以後,還須加強這方面的工作。

(5) 鱘魚漁業,世界 95% 的產量在蘇聯,而蘇聯的鱘魚業主要是在里海,目前主要是靠人工放流來維持。三峽水庫有很好條件發展鱘魚業,目前已有資料表明達氏鱘和白鱘卵巢發育良好的個體都可以在水庫上游和庫區中棲息。所以在水庫建成之前就應該將這兩種鱘魚的生態進行調查,以為將來發展鱘魚漁業作好準備工作。

ГИДРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В РАЙОНЕ БУДУЩЕГО САНЬСЯСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА НА РЕКЕ ЯНЦЗЫ И МНЕНИЕ О ПЛАНИРОВАНИИ ЕГО РЫБОХОЗЯЙСТВЕННОГО ОСВОЕНИЯ

Е. В. Боруцкий*, Ван Цень-лин, Чен Шо-цзун,

Ван Ши-да, Лю Цюань-жуй, У Сен-вень и Ге Мынь-шэм

(Гидробиологический институт Академии Наук Китая)

(Резюме)

Для рационального планирования развития рыбного хозяйства в Саньсяском водохранилище в связи с его комплексным использованием после построения мы провели в 1958 году гидробиологические исследования в районе будущего водохранилища.

В реке Янцзы среди фитопланктона преобладают *Cyclotella*, *Melosira*, *Nitzschia*, *Achnanthes*, *Cymbella*, *Navicula*, *Fragilaria*, *Chromulina*, *Chroomonas* и *Scenedesmus* количеством в 104, 633—304, 153 экз. в литре воды. Зоопланктон бедный, среди них преобладают *Diffugia*, *Arcella* и *Keratella*. Очень редко встречаются планктонные ракообразные, примерно в кубметре имеются 0—902, 200 экз. Среди бентоса преобладают личинки Chironomidae, Naididae, кроме этих еще имеются малочисленные личинки Ceratopogonidae, Belostomatidae, Dryopidae, Enchytraeidae, Tubificidae и Nematoda. Общая биомасса—6—1120 мг. на м².

В притоках и ручьях среди фитопланктона преобладают *Cymbella*, *Gomphonema*, *Achnanthes*, *Cocconeis*, *Gyrosigma*, *Navicula*, *Gymnodinium*, *Ankistrodesmus* и *Chroomonas*, в каждом литре воды примерно имеются 168,775—430,000 экз. Виды зоопланктона также бедные, как в самой реке Янцзы, количество еще меньше, в кубметре воды примерно 0—600,000 экз.

В водоемах будущего затопляемого района среди фитопланктона преобладают *Cryptomonas*, *Chlamydomonas*, *Dictyococcopsis*, *Euglena*, *Scenedesmus*, *Cyclotella*, *Ankistrodesmus*, *Chroococcus*, *Chroomonas* и *Dinobryon*, в каждом литре воды имеются примерно от ста тысяч до миллиона экз. В отношении зоопланктона не только разные коловратки многочисленны, но встречаются *Cyclopoida* из ракообразных, Chydoridae и *Diaphanosoma* из ветвистоусых. Среди бентоса очень богаты хирономиды и олигохеты. Кроме того, есть и моллюски, как *Viviparus*, *Anisus*, *Radix* и *Galba*.

Количество биостока в реке Янцзы можно считать богатым. Крылатые насекомые (комара, мухи, водолюбы и Немецоптера) преобладают и занимают 43%, потом поденки—19,8%, хирономиды—14,5%, Trichoptera—7,7%, Плескоптера—5,8%, жуки—4,8%, клопы—1%, изоподы—1%, олигохеты—1%, водяные пауки—1%,

*Е. В. Боруцкий, Профессор Московского университета, принимает участие в работе при коопераций АН СССР и АН Китая в октябре—декабре, 1958.

прочие насекомые—0,4%. Помимо этих, немало остатков сельскохозяйственных культур.

После построения водохранилища большая площадь сельскохозяйственных полей и большое количество водоемов будут затоплены, что не только в значительной степени увеличит источник упомянутых кормовых организмов для рыб, но и в значительной степени улучшит условия среды. Особенно то, что сильное течение превратится в слабое, будет благоприятствовать размножению этих организмов. Исходя из вышесказанного, мы предполагаем, что после построения водохранилища кормовая база в некоторой степени увеличится.

В настоящее время в водохранилище обитает больше сорока видов рыб, но их распределение очень неравномерно. В районе Ичан средняя годовая продукция составляет 100-250 т. Выше Ичан рыбы постепенно уменьшаются, годовая продукция в среднем составляет около 60 т. На видовое распределение оказывают влияние географические и гидрологические особенности реки Янцзы, это особенно ясно из влияния потока Синьтань. Предполагается, что после построения водохранилища китайский осетр (*Acipenser sinensis*) и другие рыбы не смогут входить вверх по течению в водохранилище. Дабрусский осетр (*Acipenser dabryanus*), меченосный осетр и др., при помощи искусственных мероприятий, смогут стать важными промысловыми рыбами. Белый и черный амур, толстолобик и пестрый толстолобик, после образования в водохранилище сравнительно больших популяций, также будут иметь возможность нереститься в районе выше Чунцина. Другие рыбы, как сазан, карась, сом, черный амурский лещ, желтощек, усатый голавль, китайский окунь и т.д., все смогут большими количествами размножаться в водохранилище. Те рыбы, которые живут в сильном течении, такие как *Onychostoma laticeps*, *Voricorhinus tungting*, *Spinibarbus sinensis*, может быть, будут постепенно исчезать в водохранилище или переходить в верховье.

Вследствие того, что вспомогательная плотина, находящаяся на Гулаубы, преграждает «домашним» и другим рыбам путь к нерестилищу, необходимо построить на вспомогательной плотине рыбопропускающие устройства. А вследствие того, что, несмотря на всевозможное усовершенствование этих устройств, все-таки не все рыбы смогут проходить через них, также необходимо и организовать нерестно-малковые рыбопитомники в близком районе ниже плотины.

Мнения о рыбохозяйственном освоении водохранилища следующие:

1. В будущих затопляемых районах Ушань, Кайсень, Чаншоу, Фоулин, Чунцин, Хэчуань, Цзянцзинь, в горных долинах и руслах рек выбрать те, сравнительно ровные и плодородные места, находящиеся в зоне сработки воды, рассчитать их и построить плотины для разведения рыб. При них устроить рыбопитомники.
2. В затопляемых районах Кайсень, Фоулин, а также в районах верховья в сезоне нереста в водохранилище создать искусственные нерестилища для сазана, карася, верхогляда, монгольского краснопера и др., которые имеют клейную икру.
3. После построения водохранилища посадить в него белого и черного амуров, толстолобика и пестрого толстолобика [годовики длиной в 4-5 цуней (13-17 см.)] для пополнения стада этих рыб во вновь построенном водохранилище. Широко развивать работу по искусственному оплодотворению с дабрусским осетром и раз-

ведению мальков в прудах. После того, как мальки вырастут до определенного размера, опускать их в водохранилище. Установить места запрета промысла и ограничить лов производителей и молодей в нереслицах.

4. Усилить кормовую базу водохранилища. В водохранилище вводить ветвистоусых ракообразных большого размера (*Leptodora*, *Simocephalus*) и двустворчатых моллюсков (*Unio donglasiae*, *Limnoperna lacustria*, *Anodonta woodiana*, *Corbicula fluminea*). Провести опыты по выращиванию надводных, погруженных и водноназемные растения. Можно вводить и европейские элодеи (*Elodea canadensis*).

В отношении рыболова в водохранилище в работе были изложены мнения о выборе угодья промысла и обо подготовке ложа. Были предложены четыре рыболовных района и пять видов эффективных орудий лова.

При помощи вышеуказанных мероприятий, через пять лет со времени построения, годовая рыбопродукция в водохранилище примерно будет составлять сто миллионов четыре тысячи цзиней, т.е. с каждого му ежегодно будет получаться около 60 цзиней.