

长江家鱼产卵场的自然条件和促使产卵的主要外界因素

易伯鲁 梁秩燊*

(中国科学院水生生物研究所)

引言

天然水体中的草鱼 (*Ctenopharyngodon idellus*)、青鱼 (*Mylopharyngodon piceus*)、鲢 (*Hypophthalmichthys molitrix*)、鳙 (*Aristichthys nobilis*) 四种家鱼是在流水中产卵繁殖的。产卵场分布在各河川一定的江段。可是, 产卵场的自然环境怎样? 刺激亲鱼产卵排精又需要些什么条件? 其中有些问题至今还不明确。关于这方面的调查研究工作, 三十年前陈椿寿、林书颜曾在西江、湘江一些家鱼产卵地区, 对若干水文情况作了实测^[1], 但这些实测数据还不能看作就是家鱼产卵场的自然环境和刺激亲鱼产卵的必要条件。近年来, 还有关于浦阳江(钱塘江支流)家鱼产卵场自然条件的记载^[3]; 但是, 正如该文中所说, 在浦阳江对江水、流速、水温、含氧量、二氧化碳含量、透明度等的测定数据, 虽是“产卵场客观存在的理化条件; 但是并不都是家鱼生殖不可缺少的条件”。另一方面, 还必须估计到, 在宽广的江面上, 如果观测地点不是亲鱼产卵的现场, 则测得的数据与实际情况之间必然存在着相当的差异。在长江方面, 中国科学院水生生物研究所、上海水产学院养殖系、山东海洋学院水产系、南京大学生物系及武汉大学生物系, 曾在干、支流家鱼产卵场作了几年广泛的调查; 除基本弄清楚了产卵场的大致分布情况及各产卵场的规模大小外, 同时还对产卵场的环境和产卵条件提出了一些初步的看法^[2]。为了进一步摸清和探讨长江家鱼产卵场的自然条件和促使产卵的外界因素, 以供渔业生产和水利建筑设计上的参考, 作者在1961—1963年的家鱼繁殖时期, 继续在长江干流几个点进行了这一问题的调查研究工作, 并得出了一定的结论。看来, 家鱼天然产卵场的自然条件和促使产卵的外界因素中, 应是有主次之分的; 只有弄清楚了那些条件是主要的, 那些是次要的, 那些理化因素是无关紧要的, 这一问题才具有理论和实践的意义。

工作方法

这项工作是根据复查“长江干流家鱼产卵场的分布和规模”和“草、青、鲢、鳙等产漂流性卵鱼类的胚胎发育”等任务同时进行的。以长江上、中游规模较大的产卵场(西陵峡的宜昌峡、黄石市附近的道士袱及上游的忠县地区)为重点, 主要通过采取江中受精不久的早期发育卵粒, 以确定产卵现场的具体范围, 从而为观测产卵场的自然条件和分析促使亲

1964年3月27日收到。

* 参加野外工作的, 还有何名巨、余志堂两同志。

魚产卵排精的主要外界因素打下基础。在比較了产卵場和非产卵場的某些水文、地貌特点的异同以后,就可查出那些特点是产卵場所特有的。同时,在亲魚繁殖期間,在产卵場上或其附近进行了連續的魚卵采集,获得了整个繁殖时期家魚魚卵“发江”和“断江”的記錄,将这些記錄和产卵場上变化着的有关水文、气象資料进行对比,就可以分析出那些条件是促使亲魚产卵的主要因素。

这个报告是根据 1961 年在宜昌峡(南津关—石牌)所得的材料、1962—1963 年在黄石市的道士袱所得的連續两年的材料和 1962 年在万县采集的材料来进行整理分析的。此外,还利用了 1961 年水生生物研究所第一室武穴观测点的一部分資料。

野外工作大多是在“水生二号”輪上进行的。在江面工作期間,船員們在复杂的水文条件下工作,尽了很大的努力,付出了出色的劳动。此外,长江流域规划办公室提供了一些有关的水文資料,对完成本工作都有很大的帮助。特此一并致謝。

产卵場的自然条件

在观察分析了产卵場上的各种水文状况以后,除了流水是必要的条件外,认为具有“泡漩水”的江面是家魚产卵場的主要环境条件。

流水 家魚产卵虽需要流水的条件,但各产卵場江面的流速一般并不很大。有的测点仅为 0.33 米/秒,有的則达 0.90 米/秒。实际上,在流向复杂的产卵現場上,同一断面的流速也是不同的;即使同一点的流速也时时发生一定的变化。如宜昌峡产卵現場近岸测点,在半小时内連测的流速为 0.33—0.53 米/秒;道士袱产卵現場近岸测点的流速則变化在 0.5—0.6 米/秒之間。許多水流湍急的江面,如西陵峡的灯影峡附近的蓮沱、南沱一带江面,流速經常保持在每秒 3 米以上,也并不是产卵場所。从长江干流一些家魚主要产卵場的情况来看,产卵場江面的流水一般不是平直的,而是由許多流向不同的水流交錯而成;并往往出現一些局部的迴流区域。

亲魚产卵排精活动是在較深的水层中进行,因而产卵排精的行为难以观察,但估計必經歷一定時間的追逐活动,而較為和緩的水流則有助于这种追逐活动的进行。如果流速过大,产卵魚羣的游泳能力将为強力水流所限制。亲魚选择这样的环境来完成繁殖,是生物生活习性与外界条件相互統一的必然結果。

泡漩水 泡漩水¹⁾是产卵場所的重要水文特点。它是由崎嶇不平的复杂河床地形所引起的。当下泻的底层急流为前方礁岩阻挡时,这股水流便向上移动,使得上层水流不断向四周翻滾;从表面看,正如一鍋开水,下面尚有文火燃烧时的翻滾情况相似。

西陵峡的宜昌峡,是家魚的一个良好产卵場,那里的泡漩水面十分广闊。以小平善坝至白石咀約 1000 米长的江段为例,水面下礁石矗立,深槽浅槽交錯出現,河床糙度很大;有些地带則被強烈下切至海平面以下,水深最大为 84.51 米,有的則出現广大的浅水部分,水深仅为 5 米上下²⁾。如取数个横断面来看,河床地形的变化极为明显,每距一、二百米,不但水深有很大不同(从图 1 可以看到,AB 断面最深点为 50.85 米,右岸有寬闊的浅水区;而相距約 200 米的 CD 断面,最深点达 81.42 米,左岸較浅)。江面寬度也有很大变

1) 航运界俗称“打泡水”。

2) 以产卵季节(5—6 月份)的平均水位 45 米計算。

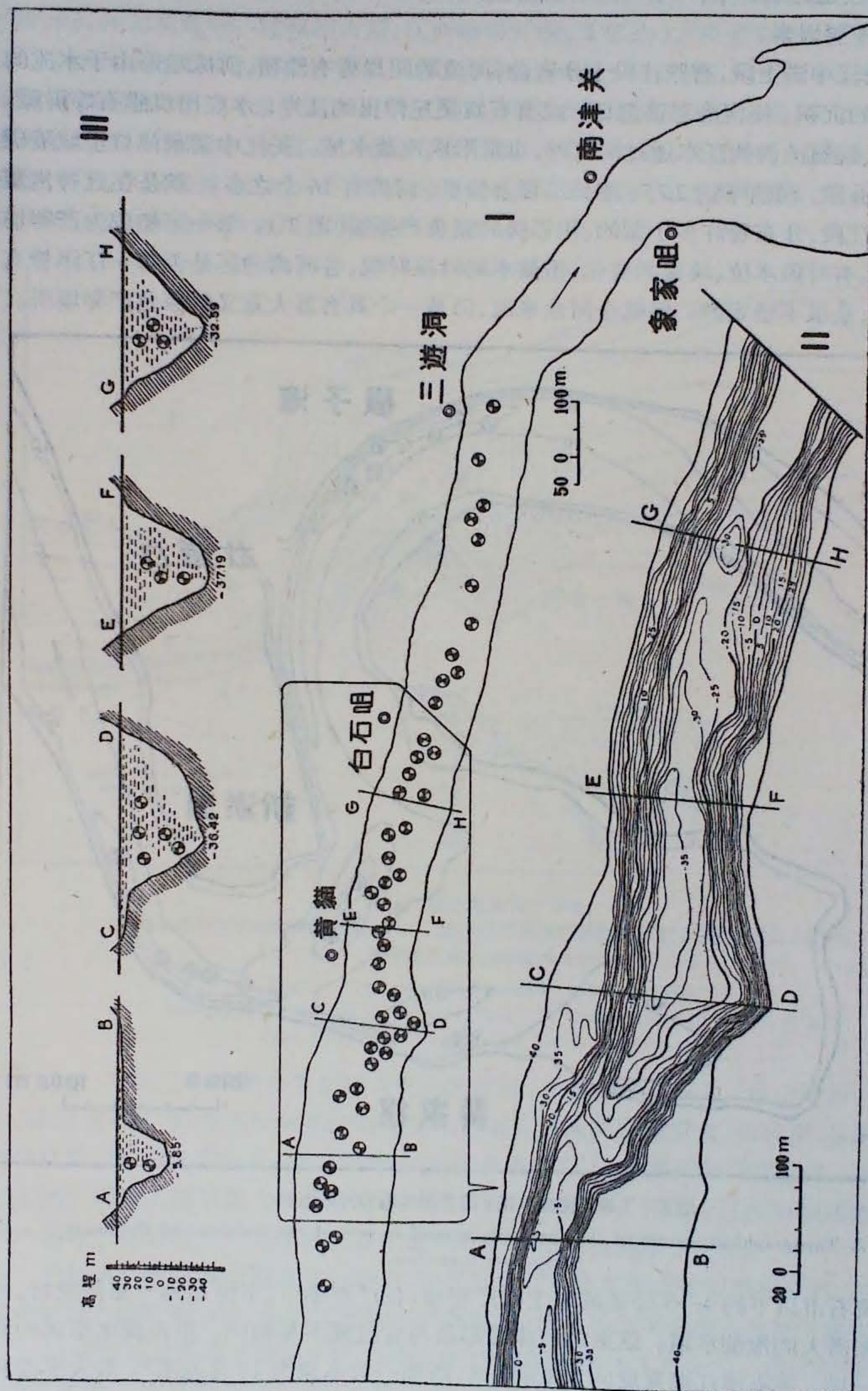


圖 1 宜昌峽家魚產卵場：I. 產卵現場示意圖；II. 產卵現場的河床地形；III. 產卵場的幾個河床橫斷面(黑白交叉圓圈表示產卵集中的地區, 下同)。

Fig. 1. The spawning ground in Ichang Gorge; I. Scheme showing the lower reach of the Valley (circles crossed with white and black represent the very spawning spots, the same in other figures), II. Topographical feature of the river bed, III. Cross-sections of the river bed.

化(AB 断面江宽为 177 米, CD 为 200 米, 至 EF 突减至 130 米)。所有这些, 都是形成泡漩水面的主要因素。

此外, 长江中游上段, 有些江段十分弯曲, 河流的凹岸皆有深槽, 河床地形由于水流的冲刷和泥沙的沉积, 使河底忽高忽低; 或有石质残丘伸出的江岸, 水底出现礁石等屏障。当时缓时急、蜿蜒流泻的江水通过河湾时, 也常形成泡漩水域。长江中游藕池口至城陵矶的下荆江河曲段, 河曲率达 2.75, 流长二百余公里, 河湾有 16 个之多。就是在这种泡漩水域的典型江段, 分布着许多小型的、相邻接的家鱼产卵场(图 2)。每一可能成为产卵场的河湾地区, 有时因水位、流速的变化, 泡漩水的时没时现, 各河湾地区是否每一江汛皆有亲鱼产卵, 是很不稳定的。但就全河曲来说, 仍是一个具有重大意义的家鱼产卵场所。

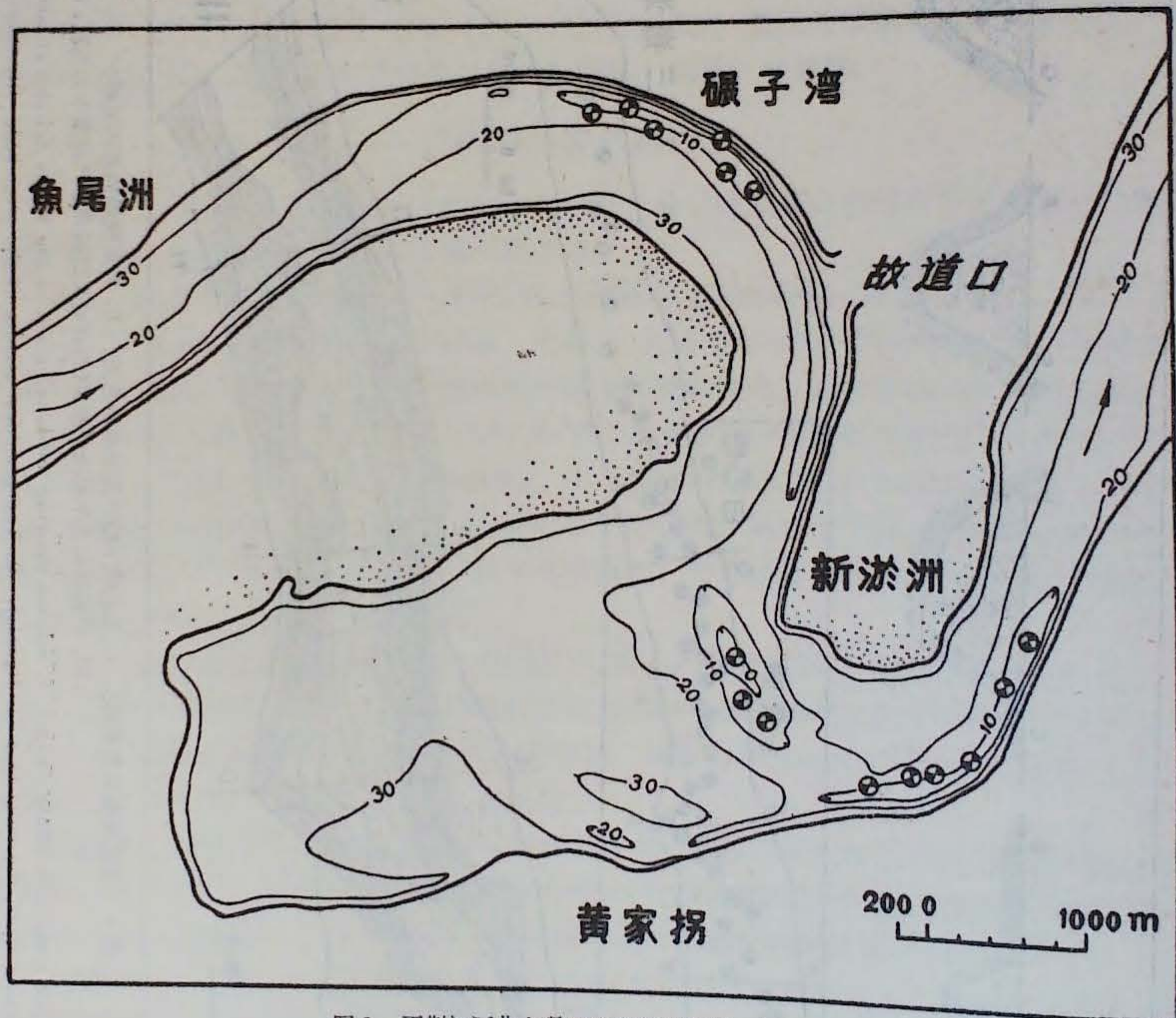


图 2 下荆江河曲中碾子湾产卵现场的河床地形

Fig. 2. Topographical feature of the spawning ground in one of the windings of the lower Yangtze river meanders.

又如黄石市以下约 4—5 公里的道士袱产卵场, 在产卵季节, 水位达到一定高度时, 也同样出现相当大的泡漩水域。这里的河床地形虽与宜昌峡不尽相同, 但泡漩水形成的原因则完全一样。黄石市江面宽度约为 1,000 米, 断面一般水深为 10 米左右¹⁾, 最大水深约

1) 以产卵季节黄石市水位约 19 米计算。

為 30 米。其下約 4 公里處，右岸有峭峻的西塞山伸入江中，使河道驟然收縮（江寬約為 700 米），並向左彎折。過西塞山後，江面頓形開闊，寬度達 1,300 米以上，往下繼續逐漸擴大。在面對西塞山的江中心，有廣大深潭，最大水深達 65.2 米，其下約半公里，河床高程則又陡然提高 20—30 米。在不長的江段內，河道由闊而淺變為狹而深，然後又轉淺，加上江水流速的不斷波動，形成了廣闊的泡漩水面。此外，西塞山下，尚有一圓形江灣，其底部高低不平，水深相差 20—30 米，形成流向極為複雜的迴流，這些都有助於這一地區泡漩水的形成，成為家魚的良好產卵場所（圖 3）。

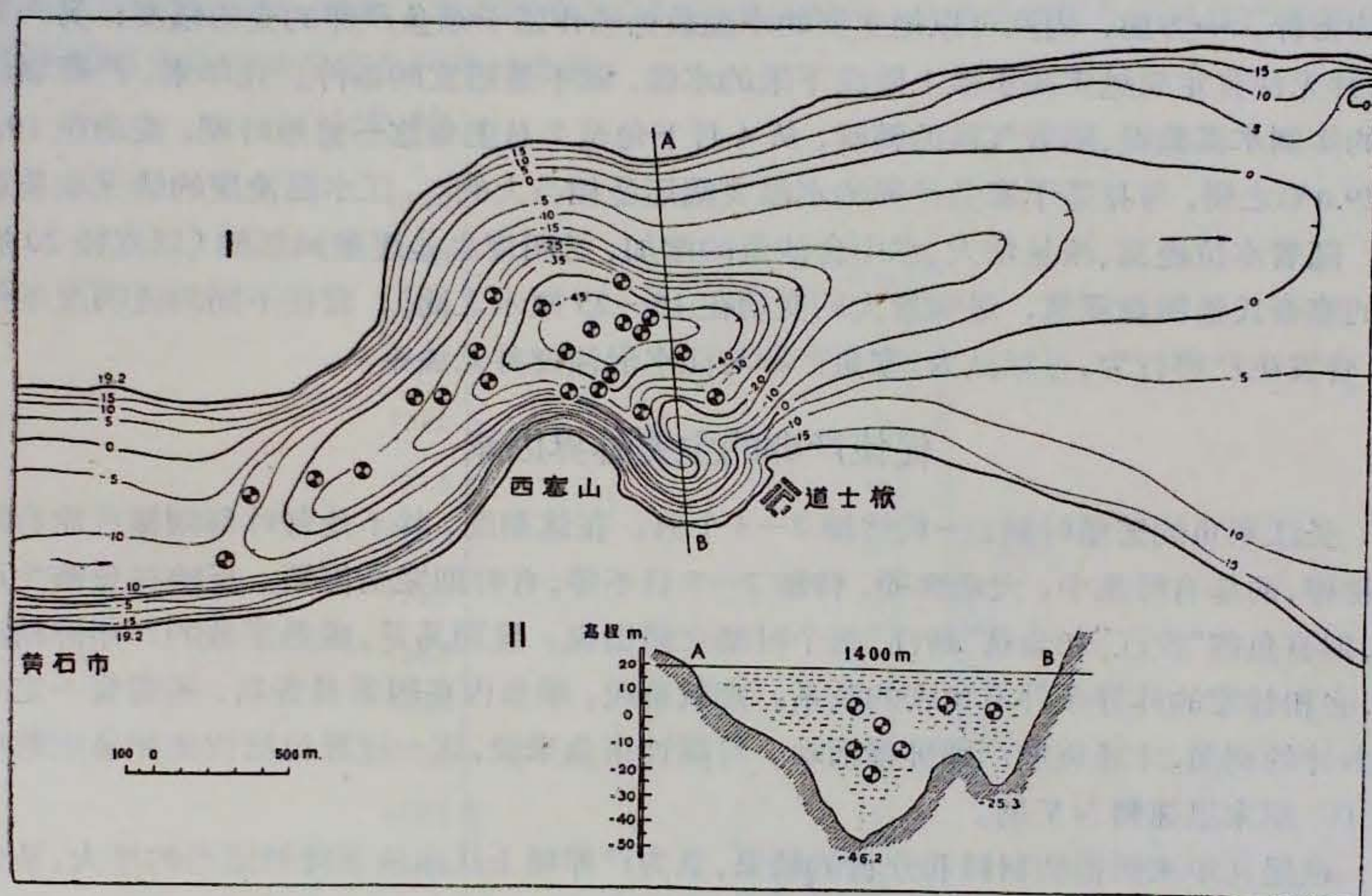


圖 3 道士嶺家魚產卵場：

I. 道士嶺產卵現場的河床地形； II. 道士嶺產卵現場的河床橫斷面（斷面圖的水深與江寬不成比例，水深繪大 9 倍）。

Fig. 3. The spawning ground of Dou-Shi-Foo;

I. Topographical feature of the river bed, II. Cross-section of the river bed (the width and depth drawn not in proportion).

總之，在大江兩岸地形發生較大變化的地段，如江面陡然緊束，或山嶺由一岸伸入江中，或河道彎曲等（漲水時流速的改變最為顯著），以及河床糙度大，水較深，易形成泡漩水面的江段，都可能成為家魚的產卵場。但在黃石市以下 50 多公里的田家鎮一帶，情況卻又不同。那里的地形雖大致符合上述一般產卵場的情況，但至今還沒有發現家魚集中產卵的跡象。估計與這一地區的江面在繁殖季節不出現泡漩水面有關。

產卵場江面具備泡漩水這一特點，除了可以在產卵時期直接觀察得到外，還可以從產卵前的低水位時期、或江水劇落時的不產卵時期，江面不出現泡漩水面這一事實而得到證明。以黃石市道士嶺產卵場為例，1962 和 1963 兩年中的 5 月上旬，水位超過 16.7 米時（1962 年為 5 月 8 日，1963 年為 5 月 6 日），泡漩水即行出現。當水位流速繼續增長，即有親魚產卵（兩年皆是 5 月 10 日）。在此以前，即使水位流速有增長，由於絕對水位低，不

能形成泡漩水面,亲鱼也是不会产卵的(图6)。

泡漩水成为家鱼产卵场所的主要特点之一,可以看作是家鱼繁殖习性与外界环境条件相适应的结果,是漂流性鱼卵从产卵受精到吸水膨胀这一过程所需要的水文条件,因为家鱼卵的比重大于水,如果没有翻滚的流水条件,卵产出后,必将大量沉于水底,影响它们的发育,以致死亡。

至于产卵场所江水水温和混浊度等外界因素对产卵的作用,看来是不明显的、无关紧要的。产卵场上水温的一定变异范围,仅是整个家鱼繁殖时期随着气温的变化所必然出现的指标。一方面,固然可以把实测的水温数据当作适于亲鱼产卵的变动幅度;另一方面,并无法肯定超越实测水温上限或下限的水温,就不是适宜的条件。几年来,产卵场江面的实测水温数据,随着气候的转暖,从4月下旬至7月上旬这一繁殖时期,变动在19.2—29.0℃之间,可见适于家鱼产卵的水温变幅还是相当大的。江水混浊度的情况也是这样:随着水位提高、流量增大、水中含沙量的增加,透明度也是逐渐减低的(以直径20厘米的塞奇氏透明盘测量,透明度大约变动在15—25厘米之间),而在不同的透明度条件下,皆发生产卵行为,可以认为,家鱼产卵与江水混浊度并无关系。

促使产卵的主要外界因素

长江家鱼的繁殖时期,一般持续2—3个月。在这期间,并不是每时每刻都可能亲鱼排卵,而是有时集中,大量排卵,持续2—5日不等;有时则完全停顿。反映在鱼苗生产上,则有鱼苗“发江”和鱼苗“断江”两个时期交错出现。显而易见,成熟亲鱼的产卵排精活动,必和特定的外界条件有紧密的联系。那就是说,亲鱼内在因素具备后,还需要一定外界条件的刺激,才能促成产卵排精活动。对雌性亲鱼来说,这一过程包括促使卵巢成熟度从IV期末迅速转为V期。

根据几年来所得的材料和分析的结果,认为产卵场上江水流速陡然适当的增大,是促使亲鱼排卵的主要外界条件。

表1 忠县地区产卵场水位变动与产卵的关系(1962)
Table 1. The relation between the fluctuations of the water level in Chun-Shian spawning ground and the duration of each spawning, 1962.

魚卵 “发江” 順序	水位提升起迄時間						产卵起迄時間						漲水持 續時間 (日)	产卵持 續時間 (日)	忠 县 水 位 (米)		水位上 升幅度 (米)
	开始上升			开始下降			“发 江”			“断 江”					开始水位	最終水位	
	月	日	时	月	日	时	月	日	时	月	日	时					
I	VI	14	18	VI	20	18	VI	16	12	VI	19	20	6.0	3.5	123.77	128.02	4.25
II	VI	23	18	VI	25	18	VI	23	下午	VI	25	上午	2.0	1.5	125.60	133.60	8.00
III	VI	28	6	VI	30	6	VI	28	下午	VI	29	下午	2.0	1.0	128.76	130.90	2.14

在家鱼的繁殖时期,我们的采集船守候在产卵场上或产卵场附近,不断采集流经江断面的鱼卵,从没有鱼卵到发现鱼卵、或大量出现鱼卵,总是伴随着发生江水流速的加大,每秒增加0.25—0.50米,皆具刺激产卵的效果。另一方面,当产卵持续一定时期后,流速逐渐稳定或减小时,鱼卵即行“断江”。分析了1961年宜昌峡产卵场连续获得的家鱼产卵材料、1961—1963三年在道士袱产卵场及其附近江段所获得的材料以及1962年6月在万

縣所獲得的材料，結合同時期流速的變化情況，十分明顯地說明了這一規律。

關於流速的測定，在地形和水流方向比較複雜、紊亂的產卵場地區，由於流速的脈動現象十分劇烈，定點定時觀測流速既較困難，又往往缺乏代表性，不能反映出各時期實際存在的變幅。但是，在河槽較穩定的情況下，江水流速的加大是流量增加的結果，流量的增加也同時造成水位的提高。即是說，流速大小與流量多寡成正比，而水位與流量之間有一個單一拋物綫的關係。那麼，流速增加的幅度與水位的提高數值是相關的。在工作中，經常觀測水位的變動，既較容易，又較準確，所以在研究分析流速變化（加大）與家魚產卵排精之間的關係時，利用了水位的變化（提高）來說明¹⁾。下面將根據幾個具體產卵場的情況來闡述水位變動與家魚產卵的關係。

水位 m.

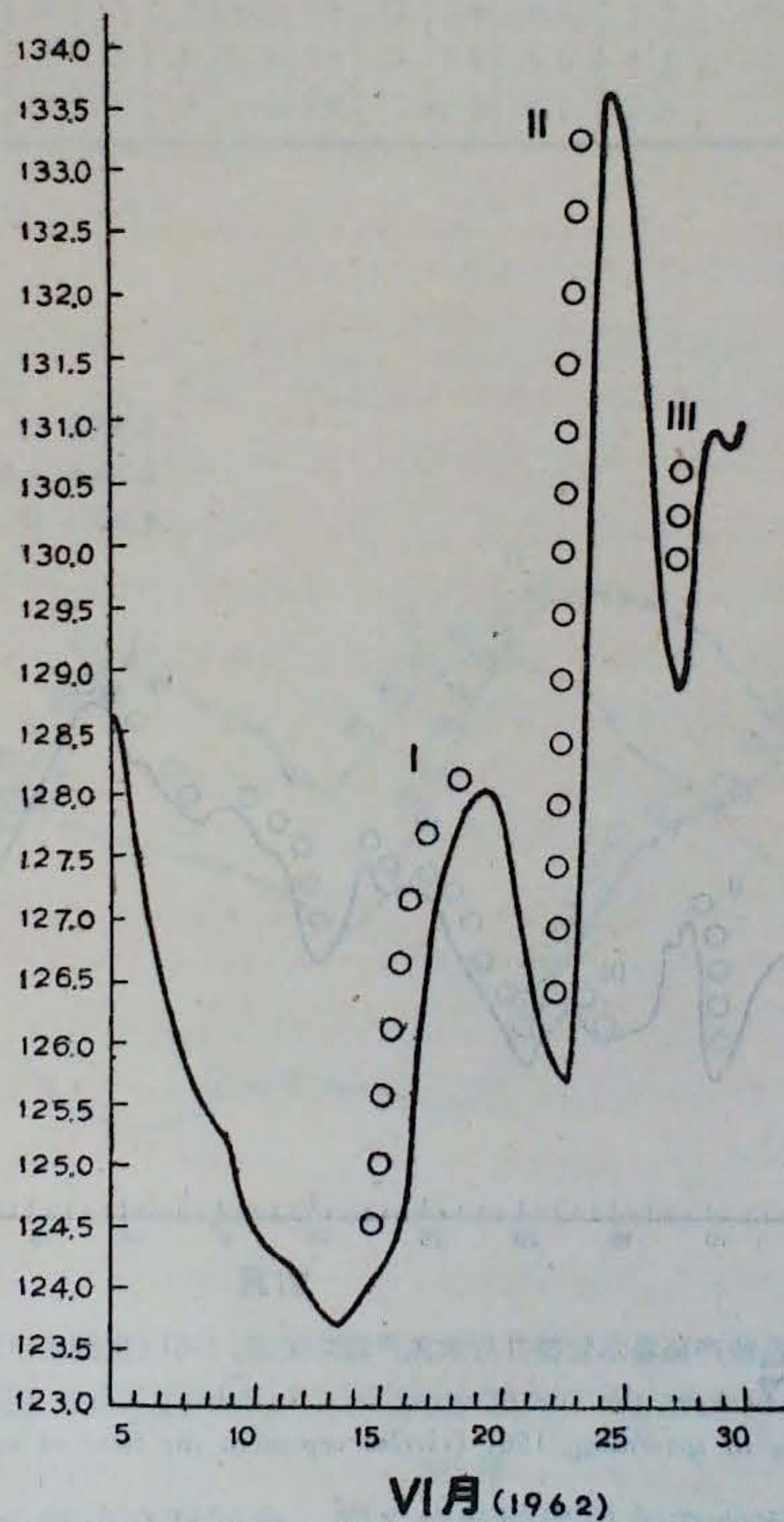


圖4 忠縣地區產卵場水位提升與家魚產卵的關係，1962（圓圈表示產卵時期）。

Fig. 4. The relation between the rise of water level of the spawning ground near Chun-Shian and the beginning of spawning, 1962 (circles represent the time of egg-casting).

1) 每晝夜測水位3或4次。

忠县地区产卵場 1962年6月,在上游万县采集了一个月的魚卵材料。結果,不但推算出万县以上約90公里的忠县一带是草、青魚的产卵場;而且証明了忠县江面水位陡然上升时,便伴随发生家魚魚羣产卵。相反,在退水时期,产卵即行終止(图4,表1)。

宜昌峡产卵場 1961年4月下旬至7月上旬,由于降水的影响,宜昌峡江面水位的变化十分頻繁,显著涨落达8次之多,而在每次水位提升的持續期間,皆同时发生不同程度的魚卵“发江”。在退水时期,产卵活动也即行停止(图5,表2)。

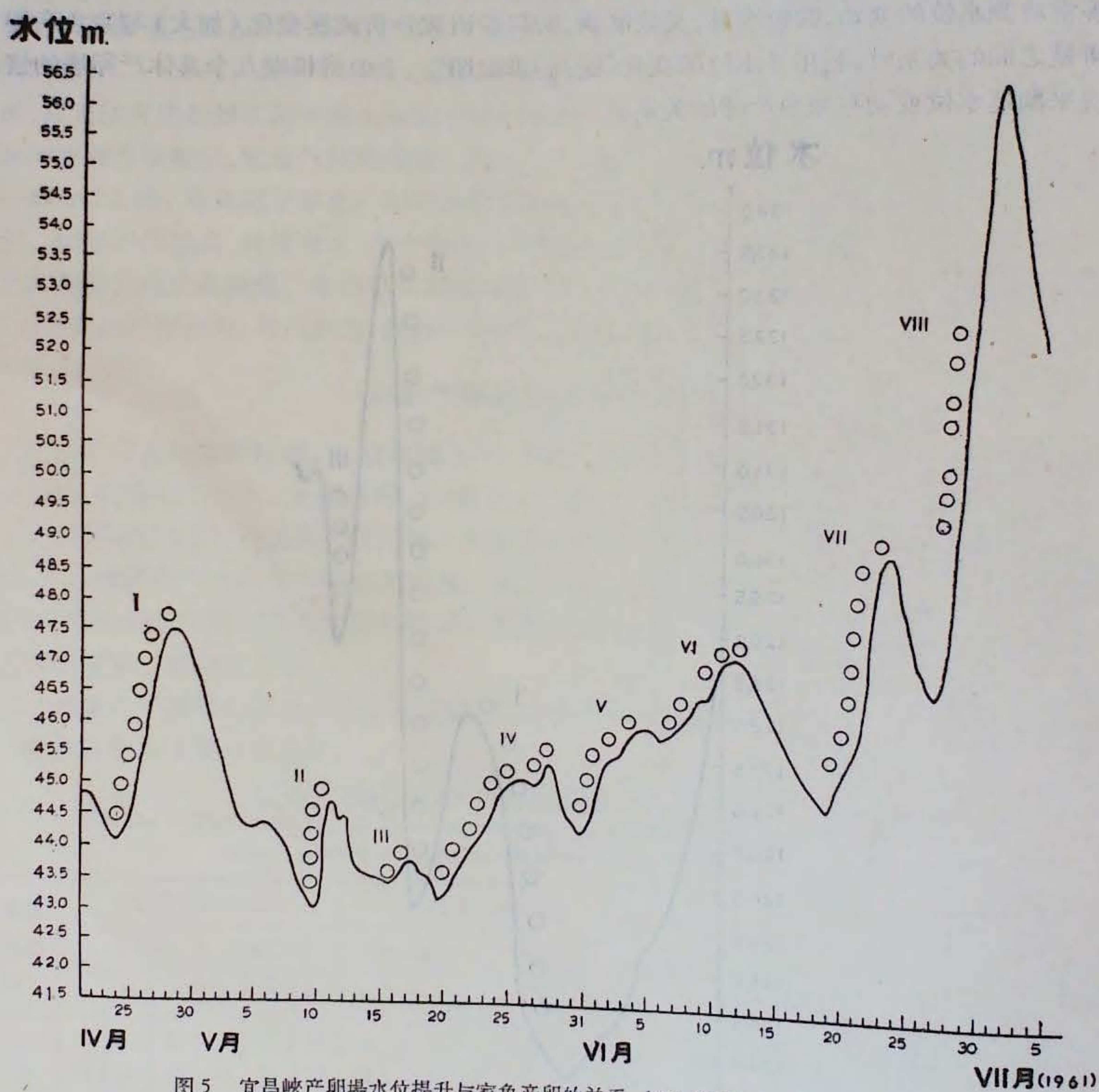


图5 宜昌峡产卵場水位提升与家魚产卵的关系, 1961 (圆圈表示产卵时期)。

Fig. 5. The relation between the rise of water level in Ichang Gorge spawning ground and the beginning of spawning, 1961 (circles represent the time of egg-casting).

道士袱产卵場 水位变动与产卵活动之間, 也同样存在着上述那种有規律的关系。1961—1963 三年中, 每年从5月初至7月初的两个多月內, 水位皆有三次不同程度的涨落, 尽管涨落持續時間的长短不一, 魚卵也各“发江”三次, 产卵時間也是与水位的提高相吻合的。在退水时期, 产卵活动亦即行停止(图6, 表3)。

表 2 宜昌峽家魚產卵場水位變動與產卵的關係 (1961)

Table 2. The relation between the fluctuations of the water level in Ichang Gorge spawning ground and the duration of each spawning, 1961.

魚卵 “发江” 順序	水位提升起迄時間						产 卵 起 迄 時 間						漲水持 續時間 (日)	产卵持 續時間 (日)	平 善 坝 水 位 (米)		水位上 升幅度 (米)
	开始上升			开始下降			“发 江”			“断 江”					开始水位	最終水位	
	月	日	时	月	日	时	月	日	时	月	日	时					
I	IV	25	8	IV	29	20	IV	25	12	IV	30	6	4.5	4.5	44.05	47.56	3.51
II	V	10	18	V	12	6	V	11	7	V	12	下午	1.5	1.5	43.01	44.75	1.74
III	V	16	6	V	18	12	V	16	下午	V	18	10	2.5	1.5	43.43	43.82	0.39
IV	V	20	6	V	29	6	V	22	上午	V	29	上午	9.0	7.0	43.15	45.44	2.29
V	V	31	6	VI	5	12	VI	2	6	VI	5	上午	5.5	3.0	44.29	46.02	1.73
VI	VI	6	12	VI	12	12	VI	7	上午	VI	12	下午	6.0	5.5	45.83	47.14	1.31
VII	VI	19	18	VI	24	18	VI	20	上午	VI	24	下午	5.0	4.5	44.78	48.88	4.10
VIII	VI	27	18	VII	3	18	VI	29	上午	VII	1	上午	6.0	2.0	46.63	56.26	9.63

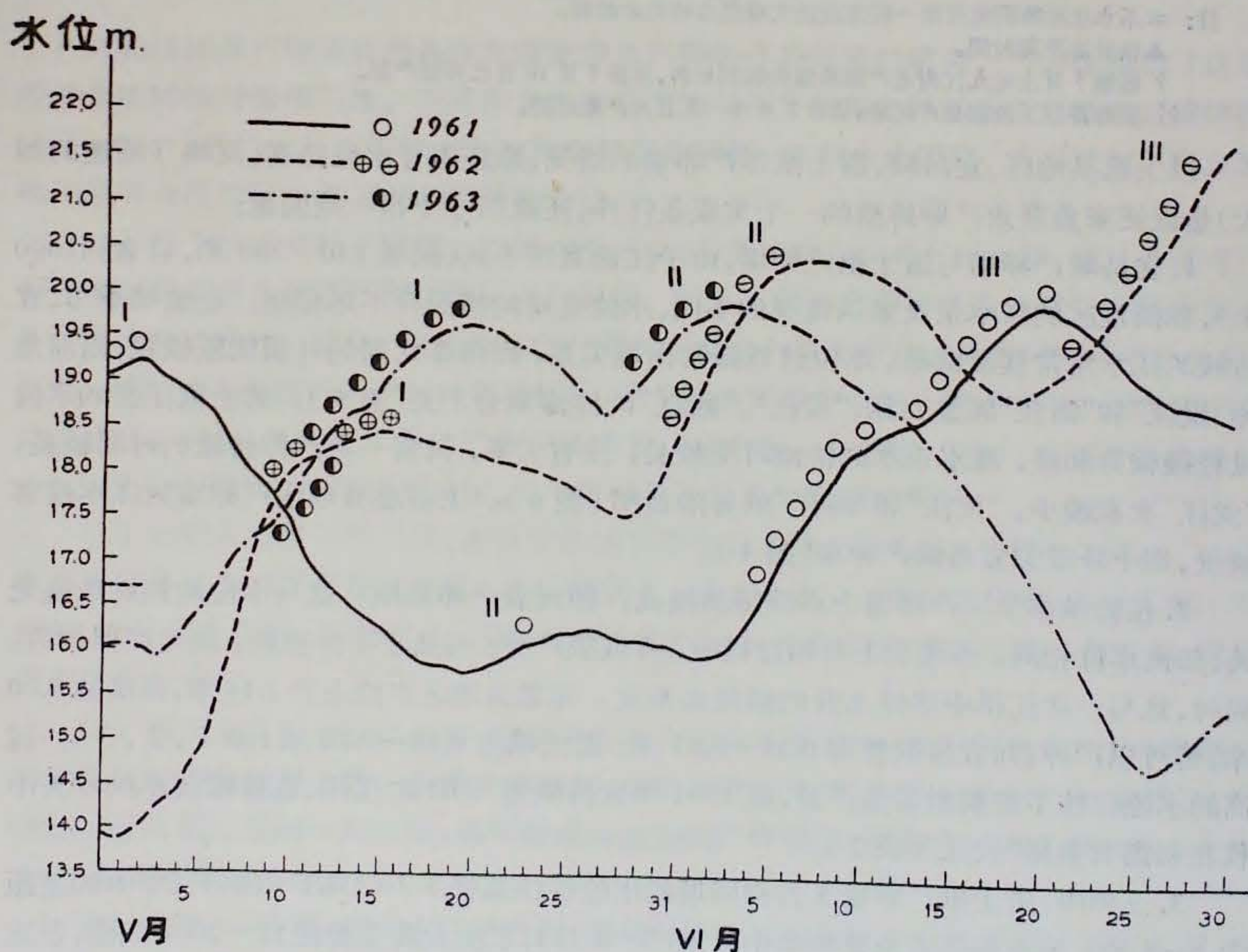


圖 6 道士嶺產卵場水位提升與家魚產卵的關係，1961—1963 (各式圓圈表示不同年度的產卵時期，⊕表示估算的產卵時期)。

Fig. 6. The relation between the rise of water level in Dou-Shi-Foo spawning ground and the beginning of spawning, 1961—1963 (various circles represent the time of egg-casting in different years).

表3 黄石市道士袱家魚產卵場水位变动与產卵的关系 (1961—1963)
Table 3. The relation between the fluctuations of the water level in Dou-Shi-Foo spawning ground and the duration of each spawning, 1961—1963.

spawning ground and the duration of each spawning, 1961-1963																		
年 度	魚卵 “发江” 順序	水位提升起迄時間						产卵起迄時間						漲水持 續時間 (日)	产卵持 續時間 (日)	黄石水位 (米)		水位上 升幅度 (米)
		开始上升			开始下降			“发江”			“断江”					开始水位	最終水位	
		月	日	时	月	日	时	月	日	时	月	日	时					
一 九 六 一	I	IV	12	20	V	3	6	IV	25	下午	V	3	下午	20.5	8.0	13.54	19.24	5.70
	II	V	20	18	V	28	6	V	22	上午	V	22	下午	7.5	0.5	15.79	16.27	0.48
	III	VI	2	6	VI	20	12	VI	5	上午	VI	21	上午	18.5	16.0	15.95	19.88	3.93
一 九 六 二	I	V	1	18	V	15	24	V	10	上午	V	15	下午	14.0	5.5	13.89	18.48	4.59
	II▲	V	25	6	VI	7	24	V	31	上午	VI	6	上午	13.5	6.0	17.53	20.44	2.91
	III▲	VI	19	18	VII	14	—	VI	21	下午	—	—	—	25.0	—	18.91	24.00	5.09
一 九 六 三	I	V	3	20	V	20	20	V	16† (10)	上午	V	21	上午	17.0	5.0 (11.0)	15.94	19.70	3.76
	II	V	27	20	VI	4	8	V	29	—	VI	2	—	7.5	4.0	18.72	19.97	1.25
	III	VI	26	14	VII	20	—	VII	4††	—	VII	11	—	24.0	7.0	14.73	20.12	5.39

注: *系水生生物研究所第一研究室武穴观测点的部分材料。

▲估計的产卵時間。

† 根据5月上旬九江附近产卵亲魚的解剖材料,估計5月10日已开始产卵。

‡ 据彭泽以下魚苗生产記錄,估計7月4—11日为产卵時間。

以上忠县地区、宜昌峡、道士袱等产卵場的情况,除証明了水位提高(反映了流速的加大)是促使家魚亲魚产卵排精的一个重要条件外,还說明了下面一些問題:

1. 宜昌峡产卵場与道士袱产卵場,由于江面寬度不同(前者130—200米,后者約1000米),和两地区的降水量及来洪情况的不同,水位变动的情况亦不尽相同。在繁殖季节,宜昌峡的江水常常猛涨剧落,水位过程綫常出現尖峯,而两峯之間的時間間距較短,因而魚卵“发江”和“断江”頻繁交錯,“发江”、“断江”的持續期皆不长(图5)。道士袱江面的水位过程綫較為和緩,漲水退水的持續時間較长,沒有尖峯,因而一次产卵持續的時間較长,“发江”次数較少,“发江”和“断江”的界限显明(图6)。上游忠县地区产卵場的江水漲落情况,則十分近似宜昌峡产卵場(图4)。

2. 在繁殖季节,产卵場上水位陡然提高,即促成产卵排精。这与水位的絕對数值无关;即使水位相同,当处于上升的过程中,可促成产卵;当处于下降过程,則无产卵行为。同时,这与一次江汛中水位上升的幅度也无关。如忠县地区水位上升2.14米,或高达8.00米,皆可以产卵;而宜昌峡曾为0.39—9.63米;道士袱为0.48—5.70米(表1, 2, 3)。过高的水位往往不能刺激亲魚产卵,如1961年宜昌峡第VIII次江汛,在持續漲水的6天中仅在初期有魚卵“发江”(表2)。

3. 三年中,道士袱产卵場5月初同期的水位往往高低不一(1961—1963三年中的差距为2—5米),但在每年家魚繁殖集中时期(5—6月),水位大致变动在17—20米之間,在这幅度內,漲水时即产卵;退水时停产。但在每次江汛中,上漲的水位超过16.7米时,始能促成亲魚产卵。1961年5月中下旬(一般是盛产时期),水位很低(16米上下),虽然在20—26日之間水位有一回升阶段,亦沒有大量的魚卵“发江”,仅采到一、二粒家魚卵。这与当时水位处在16.7米以下,产卵場江面不能形成广大的泡漩水面有关(图6,表3)。

4. 在各次江汛中，漲水持續的時間與產卵持續的時間，有時完全吻合；有時後者顯著短於前者。在宜昌峽產卵場，1961年第I、II次江汛與產卵持續時間完全吻合，第VI、VII次則大致吻合，III、IV、V次產卵持續日低於漲水持續日。這都與江水漲勢陡猛或和緩有關。如第II及第V次江汛，水位上升幅度幾乎相等，但第II次是在一天半內達到的，而第V次卻持續了5天半。前者在水位開始提升時，親魚隨即產卵，直至水位回落。而後者在水位上升2天后，才開始產卵（表2）。忠縣地區產卵場也有類似情況（表1）。在道士袱產卵場，每次江汛中水位的提高，一般皆較為緩和，因此，親魚的產卵排精行為一般遲於江汛開始時期。產卵持續日亦短於漲水持續日。

長江上、中游家魚的繁殖期，一般是4月中至7月中，而以5、6兩月最為集中。這是與江水的汛期緊密相結合的。而江汛主要是由季風所引起的降水所形成的。所以，從4月下半月起，每當產卵場受上游地區雨水匯集下瀉的影響，或產卵場及其附近地區持續一、二日的雷暴雨，造成水位陡然上漲時，都同樣可以促成魚卵“發江”。可以看出，雷暴雨這一因素，有時是導致魚卵“發江”的間接原因，但不是每次“發江”的必要條件。

討 論

對長江家魚產卵場自然條件和促使親魚產卵的外界因素的研究，一方面揭示了這些經濟魚類的獨特繁殖習性，為弄清魚類生活習性與外界環境條件相互適應的普遍規律提供了材料。同時，對長江干流水利建設中的漁業問題、魚苗生產問題、人工控制下家魚繁殖問題等也提供了一些有關的資料和論據。

1. 長江干流水利建設問題：如果在干流上、中游交接處興建攔河大壩，就可能阻礙產卵魚羣洄游至宜昌峽等產卵場地區進行繁殖。但是，這些產卵場江段，在長江徑流調節後，將成為水庫的一部分，使原來適於產卵的水文條件發生變化，失去促使產卵的作用。因此，根據過去提出的調查材料和論據^[2]，完全同意無需在建築大壩的同時，再附建任何過魚設備。此外，從長江家魚的產卵習性來看，還可進一步說明，在長江水利建設的規劃中，大壩工程不附建任何過魚設施，並不影響長江家魚的繁殖和資源。

(1) 如在宜昌峽一帶建壩，則自宜昌以下至安慶之間大約1,200公里的干流上，仍將保存着許多原有的產卵場。同時，在徑流調節、壩下干流水文發生變化後，還將出現一些新的，或目前是小的、不穩定的，而將來成為規模較大的產卵場；如田家鎮一帶江面，就可能有这样的變化。

(2) 重慶宜昌間的長江上游，證明是有不少家魚產卵場的，也可以說，上游可能栖居有地區性的家魚魚羣。這一段成為水庫後，由於水位的提高，庫區上游各支流，如黔江、嘉陵江、沱江、岷江等的一定江段，都可能成為家魚的產卵場所，使整個上游水域成為一個獨立的、漁產豐富的水體。

總的看來，一方面，橫貫大江的巨壩，顯然並不能影響長江的家魚資源。另一方面，當前雖是良好的產卵場，而將來成為水庫區以後，將失去產卵場應具備的自然條件和促使親魚產卵的外界因素。那麼，即使設法將親魚引入，也不能達到產卵的目的。何況親魚通過過魚設備的能力，和滿足魚卵順水漂流特性等方面都還有問題。在這種情況下，如附設過魚設備，顯然會是徒勞無益的。

2. 魚苗生产問題: 长江捕捞魚苗的生产, 每年作业時間长达 2—3 个月。但是, 魚苗是分期分批“发江”的, 由于目前还不能根据可靠的因素来推测魚苗“发江”的时刻, 因此, 捕苗漁戶只好长期在江边守候, 不断进行試网, 避免錯過魚苗“江汛”。这样, 就不可避免地造成人力物力上的損耗。根据对家魚产卵习性的研究, 提供了一些有可能解决这一問題的資料。当张捕地点了解其上游一些主要产卵場的分布情况后, 就可根据这些产卵場水位的变动、沿途江水的流速、水温高低等, 估算出上游“发江”的时刻和持續時間, 从而預計魚苗流經該地的日期。这样就可促进計划生产和節約人力物力。有一个具体例子, 十分明确地說明了这个問題: 6 月份一般应是魚苗生产的集中时期, 往往有 2—3 次魚苗“江汛”。但 1963 年出現了反常現象, 在整个 6 月中, 魚苗几乎“断江”, 生产上几无所获。我們在江中采集, 也沒有获得一粒家魚卵。6 月底, 絕大多数的沿江捕捞单位已收網停止生产。至 7 月上旬, 忽然例外地来了一次很好的“魚苗江汛”, 少数坚持捕捞的单位, 获得了丰收。这是因为 1963 年长江水文情况也出現了反常現象; 即长江干流各地水位在 6 月中都是大幅度下降: 宜昌从 5 月 30 日起至 6 月 21 日止, 退水共 22 天, 水位下降 8.59 米; 石首从 5 月 30 日至 6 月 22 日, 退水共 23 天, 水位降 6.14 米; 武汉从 6 月 4 日至 26 日, 退水 22 天, 水位降 5.42 米; 黄石从 6 月 3 日至 26 日, 退水 23 天, 水位降 5.22 米。这样就抑制了成熟亲魚的产卵和排精; 直至 6 月底水位回升时, 才完成了生殖活动, 形成 7 月上旬的“魚苗江汛”。

表 4 家魚產卵与沿江魚苗生產時間的关系

Table 4. A reference table indicating the relation between the time of spawning at the spawning grounds upstream and the time of fry-catching along the river bank downstream.

产 卵 場	捕捞魚苗江段	产卵場至捕魚苗江段大約距离 (公里)	魚卵“发江”(产卵場漲水期)至魚苗到达捕苗地区日数	所 捕 魚 苗 規 格	
				平均江水水温为 20°C 时	平均江水水温为 26°C 时
宜 昌 峽	监 利	350	4.0	嫩 口	嫩 口
	新 堤	550	6.5	嫩 口	老 口
	武 汉	700	8.5	老 口	老 口
石首—調关	武 汉	400—450	5.0—5.5	嫩 口	嫩 口
	武 穴	600—650	7.0—7.5	老 口	老 口
	九 江	650—700	7.5—8.0	老 口	老 口
道 士 袱	安 庆	250	3.0	—	嫩 口
	大 通	350	4.0	嫩 口	嫩 口
	蕪 湖	450	5.5	嫩 口	老 口
	南 京	550	6.5	老 口	老 口

表 4 是根据一些具体材料, 举例編列的一个参考表。从表 4 中, 可以大致看出产卵場魚卵“发江”与魚苗生产之間的关系。在运用这种推算时, 还必须注意:

(1) 魚卵魚苗順水漂流的速度, 表中是按江水平均流速每秒約 1 米計算的。但同时期各江段的流速因河床地貌的不同, 实际上是有相当大的差异; 即使在同一江段, 不同时期的流量也不同, 流速也有很大的变化。因此, 生产地段最好累集多次“产卵場发江与魚苗到达時間差距”的实际材料, 找出其中規律, 再具体掌握运用。

(2) 關於魚苗的規格，生產上有“嫩口”、“老口”等通稱，這種劃分並未從魚苗發育形態上作明確的區別；“嫩口”一般是指孵出不久的幼苗，“老口”為較大的魚苗。表4中的“嫩口”是指卵黃將吸盡，開始自由攝食的階段；“老口”指鰾已出現兩室、背鰭和臀鰭已分化、腹褶尚未全部消失、色素較多的階段。由於不同時期江水水溫的不同，影響到魚苗發育的快慢。因此，張捕地點可捕到來自同一產卵場的“嫩口”或“老口”魚苗。

(3) 各張捕魚苗地區，可以捕撈到不同產卵場的不同發育時期的魚苗。但一般不能捕撈到800公里以上的產卵場出產的魚苗。因魚卵（約一天半後孵化為魚苗）漂流約800公里以後，可發育成為自由游泳的幼苗，它們便不再順水漂流，而是逆水上行了。

(4) 距產卵場150公里以內的捕撈地段，應特別注意吞魚苗的操作方法，因為撈網的網箱中常集沉大量尚未孵化的卵粒，如不採取措施及時把魚卵放回江中，將招致大量的損耗。

3. 家魚人工繁殖問題：為了保證人工繁殖的家魚魚苗的質量，在人工控制下，進行家魚自然產卵的試驗仍是可能的途徑之一。在進行這項試驗時，建議應主要考慮在試驗場所創造適於產卵的水文條件。這就應考慮人工產卵渠道的深淺、糙度和曲折狀況，使產生適當的泡漩或翻滾的水域。投入親魚後，在恰當的時刻，陡然加大水的流量，增加流速，以促使親魚自然產卵。而不必去索求渠道流速的絕對大小。

魚卵產出後，可使卵粒在渠道中環流發育，3—4天後即成為幼苗，然後收集利用。目前已知一些水庫的成熟家魚可在繁殖季節至發洪的水庫支流進行繁殖。這些支流一般很短小，產出的魚卵流入水庫靜水區後，將沉入水底，影響發育而招致大量死亡，這是一個需要解決的問題。途徑之一是設法及時採取卵粒，進行人工孵化。

摘 要

1. 在天然水体中，草、青、鰱、鱮需在流水的环境中产卵。根据在长江产卵現場觀測的數據，產卵場的流速為每秒0.33—0.90米皆屬適宜。流速過大的江段，如西陵峽的蓮沱一帶，反不是產卵場所。

2. 具有相當面積“泡漩水”的江段，是家魚集中產卵的典型地區。“泡漩水”是因河床糙度大，河床崎嶇不平所引起的。這一特點，除可在產卵時期直接觀察得到外，還可以從產卵前低水位時期，或江水劇落時的停產時期，江面均不出現泡漩水面得到証實。從產漂流性魚卵的家魚生態習性來看，翻騰着的“泡漩水”是從排卵受精到卵粒吸水膨脹這一過程所需要的，是家魚對外界環境的一種適應性。

3. 在繁殖季節，產卵場流速的適當提高，是刺激親魚產卵的主要外界因素。流速一旦開始減小，產卵即行停止。流速每秒增加0.25—0.50米，皆具促使產卵的效果。大量材料揭示了這一規律。由於流速的增加與水位的提高是相關的，為了便於觀測和提高準確性，利用產卵場水位的起伏，來確定產卵和停產的時刻是適宜的。

4. 江水水溫和混濁度，並不是與產卵有關的限制因素。雷暴雨本身也不是刺激產卵的直接原因。

5. 根據家魚的繁殖習性，在長江干流上興建水利建築時，無須考慮附建過魚設備。攔河大壩並不會影響長江的家魚資源。

6. 長江的魚苗捕撈生產，可根據捕撈地區以上各產卵場江段的水位漲落來獲知產卵和停產的時間，並可預計魚苗流經該捕撈江段的時刻，從而可進行計劃生產，並節約人力物力。

7. 在人工控制下，進行家魚自然產卵的試驗，主要應考慮人工產卵渠道的深淺、糙度和曲折狀況，使產生適當的泡漩流水；並在恰當時刻，陡然加大流量，以增加流速，親魚即可能自然產卵。

参 考 文 献

- [1] 陈椿寿、林书颜, 1935。中国鱼苗志。浙江省水产试验场水产汇报, 第一卷, 第四册: 21—23。
- [2] 中国科学院水生生物研究所、上海水产学院养殖系、山东海洋学院水产系、南京大学生物系、武汉大学生物系, 1960。长江草、青、鲢、鳙(家鱼)产卵场的分布、规模以及三峡水利枢纽建设与渔业的关系(未出版)。
- [3] 中国科学院实验生物研究所发生生理研究室, 1962。家鱼生殖、孵化及发育的生态条件的测定和分析。家鱼人工生殖的研究, 第六章: 113—124。科学出版社。

NATURAL CONDITIONS OF THE SPAWNING GROUNDS OF THE "DOMESTIC FISHES" IN YANGTZE RIVER AND ESSENTIAL EXTERNAL FACTOR FOR SPAWNING

YIH PEH-LU AND LIANG TZE-SIN

(Institute of Hydrobiology, Academia Sinica)

ABSTRACT

1. The Chinese famous "domestic fishes" (*Ctenopharyngodon idellus*, *Mylopharyngodon piceus*, *Hypophthalmichthys molitrix* and *Aristichthys nobilis*) cast their eggs in running waters of many rivers and tributaries in our mainland. In Yangtze River, spawning grounds of these fishes are widely distributed along the main stream. Velocities of the current of the very spawning spots are not very high and range from 0.33 to 0.90 meter per second. No spawning occurs wherever the current velocity is over 3 meters per second, which is usually met with at torrential sections of the upper Yangtze or during deluge.

2. Those sections of the river with considerable area of mingled whirlpool current and turbulent flow, created by the roughness of the river bed and the irregularity in the banks, are typical districts for spawning. This hydrological characteristic may be observed directly over the spawning grounds during the spawning time and is confirmed by the facts that neither it will be produced during the period of lower level before the breeding season of a certain spawning ground, nor during the period of an abrupt fall of the level to a point below the particular limitation. The characteristic movement of these kinds of currents, from an ecological point of view, is adapted to eggs of the "drifting" type of these fishes in the course from the time of fertilization to the end of swelling of the egg-membrane. Otherwise, the eggs would sink to the bottom and it is detrimental to the embryonic development of this particular type of eggs.

3. During the breeding season, a sudden increase of the current velocity of the spawning ground, ranging from 0.25 to 0.50 meter per second or more, is an essential factor that stimulates the ripe females to spawn. Spawning activity ceases while the current velocity begins to reduce from the peak of any one of the flash floods. This regularity was revealed by a lot of data obtained on several main spawning grounds of Yangtze in the years 1961—1963. Inasmuch as the increase of the current velocity is closely related with the rise of water level, it is more convenient and accurate to make use of the measurements of the fluctuation of the level on the spawning ground to pre-

dict the commencement and termination of each spawning.

4. Since water temperatures ranging from 19.2 to 29.0°C have been recorded on the spawning grounds at the time of spawning, it is presumable that temperature requirements of the spawners are not rigid. Higher or lower turbidity of the water likely has no influence on spawning. The storm, prevailing in the breeding season, itself could not be considered as a direct factor for stimulating the spawning activity.

5. The future dam of the hydroelectric station of the main stream of Yangtze may block up the migratory path of the fish population towards some of the spawning grounds that are located on the lower part of the upper course. But, at the same time, the hydrological conditions of the mentioned areas will be highly altered owing to their transformation into part of the reservoir after the regulation of the flow. The original spawning grounds within the future reservoir would then be no longer valuable. By this reason, it is unnecessary to install any kind of fishpath for the spawners to pass through the dam. As spawning grounds are widely distributed along the middle course of the river, the replenishment of the fish population in this water body will be guaranteed.

6. Based on the information of the rises or falls of the water level on the upstream spawning grounds, the fry-fishery, catching the newly hatched and passively drifting larvae along the river bank, may calculate more accurately to the time when large swarm of fry is to pass by.

7. In connection with the experiments on "natural spawning" of the "domestic fishes" under control in an artificial canal, it is better to lay more emphasis on the roughness and the degree of winding of the canal with a view to the production of whirlpool current and turbulent flow. Subsequently, large amount of inflow should be introduced abruptly into the canal in order to raise the current velocity to instigate a spawning process.