

# 鱼的异常活动与唐山余震关系的观察研究

殷春阳

王少韩

蒋锦昌

(江苏省地震局) (北京工人体育场业余体校) (中国科学院生物物理研究所)

有关鱼类的震前行为异常现象，国内外的报道多数是震后的调查和历史记载，对一般宏观特点的描述。

1976年7月唐山7.8级地震后，北京工人

体育场业余体校地震测报组，在国家地震局等有关单位的支持下，于同年8—11月，在自然状况下对该场鱼池中的鱼类活动，进行了连续观察，取得了国内外少见的观察资料。分析表明，

青、草、鲢、鳙等常见鱼类的异常活动与唐山余震活动有明显的关系。

## 实验观察

池塘面积约  $20 \times 80$  米，主要放养青、草、鲢、鳙等，鱼的个体大小 0.2—10 斤左右。观察结束后共捕获 1.5—10 斤的鱼约七千余尾。

每天 24 小时昼夜连续观察，记录鱼的各种活动和天气状况。8 月 21—29 日为摸索观察和鱼活动的描述方法训练，直到 11 月 9 日水面冰冻结束观察，有效观察期 8 月 30 日—11 月 3 日，共 65 天。

根据大量震例的调查结果，以鱼突然跳出水面、狂游、漂浮水面，头朝下尾露出水面打旋等活动作为观察指标。

观察期间与国家地震局等有关专业部门进行密切联系，以鱼的异常活动曾多次预报了唐山及邻近北京地区的较大余震。如 1976 年 10 月 7 日 12 时左右根据鱼的异常活动情况，向有关部门提出预报意见，5 小时后在唐山宁河地区发生 5.5 级强余震。

观察以“小时”为单位统计鱼的活动次数。在统计中则同一个体或群体的连续性活动，如连续跳跃、跳跃—狂游—跳跃等连续活动计为一次。由此可得到每天鱼的活动次数，即日频度分布(图 1)。

由震前动物行为异常现象与震级 ( $M$ ) 和震中距离 ( $\Delta$ ) 关系的一般概念，以及观察期内唐山余震活动频度高的特点。在有效观察期内，只选取  $\Delta \leq 80$  公里， $M \geq 3.5$  级的近的有感

地震共 5 天次，以及  $\Delta \leq 200$  公里， $M \geq 5.5$  级的远强地震共 11 天次。标于图 1 中的相应日期内，与鱼活动日频度相对照。

图 1 表明，鱼活动的日频度具有明显的起伏现象，其活动高潮期基本上与唐山余震活动高潮期相一致，即余震一般都发生在鱼活动高潮期中或数小时至 1—2 天内。同时可看到，鱼的活动量随气温变冷而逐步下降的明显趋势。这就是说，对于同样的地震，在不同的气温条件下，鱼的震前活动量存在一定差异，即高温期(一般水温不超过  $30^\circ\text{C}$ )反应量大，低温期(一般水温不低于  $5^\circ\text{C}$ )反应量小。

由地震观察数据处理中常用的“滑动平均”法(《地震预报中的数据处理方法》，第 15—18 天，国家地震局，1975。)，对图 1 所给出的鱼活动日频度序列  $a_1, a_2, \dots, a_n$ ，进行 3 天滑动平均，即取每天前后 1 天，共 3 天的均值作为该天的滑动平均日频度。由此可得到鱼活动滑动平均日频度序列为  $\bar{a}_2 = (a_1 + a_2 + a_3)/3, \bar{a}_3 = (a_2 + a_3 + a_4)/3, \dots, \bar{a}_{n-1} = (a_{n-2} + a_{n-1} + a_n)/3$  (图 2)。

图 2 表明，鱼活动日频度具有极其明显的高潮期 [(1)—(7)]，除 9 月 7 日 5.6 级、9 月 25 日 5.9 级和 10 月 13 日 5.7 级三个地震之外，其他的 13 个地震都发生在鱼异常活动高潮期之中或一天之内。同时，鱼异常活动的高潮期的活动量与气温有着明显的关系。

为了进一步分析鱼的异常活动与这 13 个地震的关系，有必要消除不同高潮期内，与气温影响等有关的平均活动数。根据震前动物行

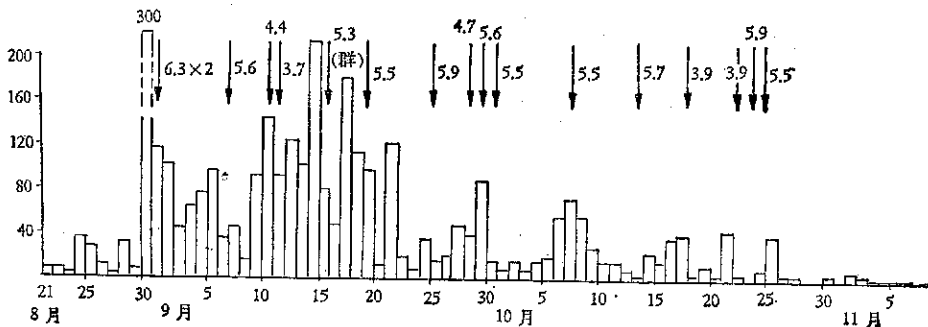


图 1 鱼异常活动日频度分布直方图

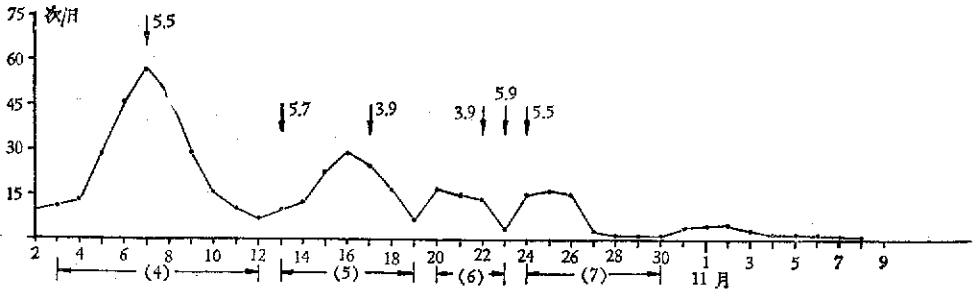
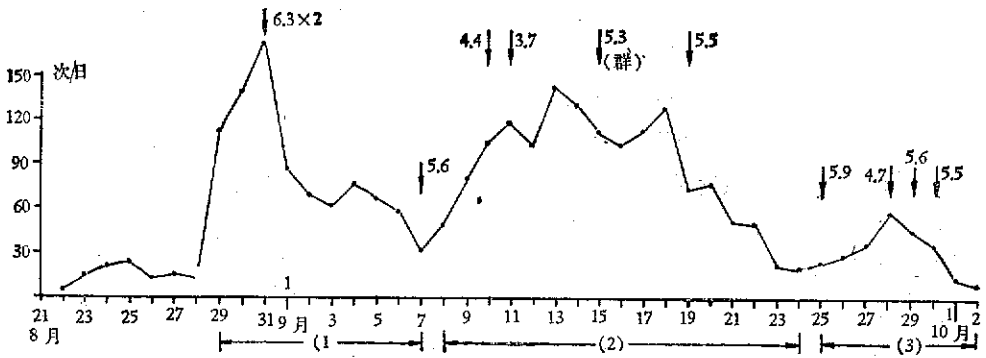


图2 鱼活动的滑动平均日频度曲线

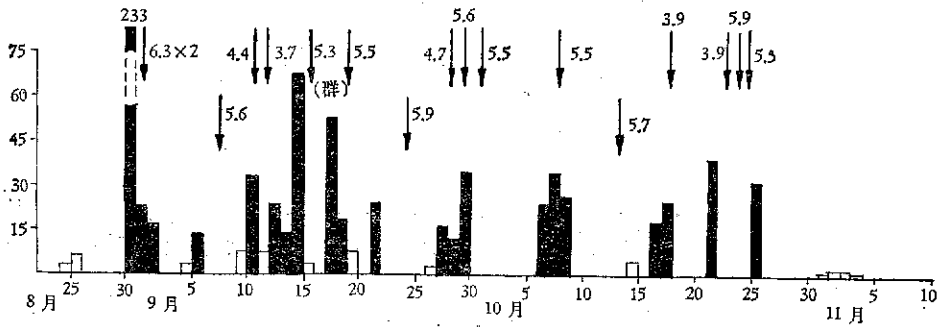


图3 鱼活动异常量分布直方图

为异常现象主要集中在震前一天之内特点。因此在计算各个高潮期的日均值时，不计震前一天内的活动数。例如，第一个活动高潮期8月29日—9月7日内，不计8月30日的日频度，由其他9天的日频度均值作为该期间的日均值。据此，由图1所给出的日频度减去各个高潮期的日均值，得到鱼活动的异常量分布(图3)。

图3表明，在有效观察期内，鱼的行为活动共出现21天明显著异常(图3中的黑直方)。其中有14天异常出现的当天或一天之内，发生了地震，即与地震发生有关的异常占总异常的

65%。其余7天异常出现后一天之内没有发生地震，即为由其他非震因素(如天气变化等)引起的假异常，占总异常数的35%。对于16次地震来说，有11次发生在鱼活动异常的当天或一天之内，即报准率约占总地震数的70%。其他5次地震发生当天或震前1天之内，没有出现鱼活动异常，即漏报数为30%。同时可以看到对5次近的有感地震，全部报准，而对于11次远强余震只有6次报准。可见，鱼的行为活动异常与近的有感地震的关系更为明显。

对上述结果用统计量 $\chi^2$ 作检验(中国科学院生物物理研究所地震组编，《动物与地震》，

第 83—87 页,地震出版社,1977) 其结果为, $\chi^2=9.6 \gg 3.84 = \chi_{0.05}^2$ 。由此可见,鱼的行为活动异常量与唐山余震的发生具有显著性相关。

上述结果表明,青、草、鲢、鳙等养殖鱼类的异常活动,与唐山余震活动具有明显的相关性,而与近的有感余震的关系更为显著,即异常活动出现一天之内发生地震的概率为 70%。这不仅与震前动物异常与震中距离的关系的一般概念相一致。同时,与日本的烟井新喜司小组对鲇鱼活动的观察结果基本相一致,即当鲇鱼对手指敲打反应非常灵敏和有些灵敏时,几小时后发生地震的概率达 80% (力武常次著,《地震预报》,第 8 页,地震出版社,1978)。

这些“家鱼”属温水性鱼类。其活动量受水温变化的影响明显。一般在 20—30℃ 的水温下生活较为适宜。当水温高于 30℃ 时,就躲到阴凉处“乘凉”,活动量减小。当水温低于 20℃ 时,活动开始减慢,低于 15℃ 时,活动明显减慢,低于 5℃ 时就进入底层冬眠。但是这种水温的影响是比较容易识别的。另外,短时间内局部天气变化(如下雨、刮风等)对它们的活动虽有一定影响,但其对应关系不如泥鳅等鱼类

明显。故在自然条件下,观察这些“家鱼”活动与地震发生的关系对临震预报是有意义的。

但是必须看到,确实存在一定比例的“有震无异常”和“有异常无震”的情况。这不仅与变化多端的生活环境和鱼类本身的生理状态有关,同时还可能与不同地震的前兆异常的变化特点有关。另外,观察时间尚短,当时唐山余震活动频度又高,因此所得到的这些观察结果,可能存在一定的偶然性,这还有待于进一步的观察研究。

同时,鱼的震前活动的时频度和日频度呈现时有、时无,时强、时弱的特点。这说明引起鱼的行为异常的刺激因素,亦即那些有关的其他地震前兆因素的异常过程是不连续的,即时有、时无的;异常幅值是不均匀的,即时强、时弱的。刺激因素的这种特点与生物机体本身的感觉特性是相一致的。例如,与同期内相距约 20 公里的地声观察结果相比较。可看到,这些鱼类活动的日频度变化趋势,与同一天内的地声活动频度大体相一致,而在某些时段内几乎呈现同步变化的特点。