

几种化学因素对罗非鱼、泥鳅行为的作用

康智遥 杨焱 吴功贤 张荣富

(武汉大学生物系)

(湖北省地震局分析室)

一、动物与化学因素的选择

根据鱼类的感觉机能和地震前兆因素,我们认为化学因素、电场和弹性波可能是震前引起鱼类异常的因素。在环境保护和鱼类化学讯号研究工作中证明化学因素对鱼类行为有很大的影响,最近还有以超常活动作为检测有毒元素(镉、锌、铬)的研究。为探讨震前一些因素与动物异常行为的关系,我们选用氟化氢等11种化学因素在罗非鱼(*Tilapia mossambica*)和泥鳅(*Misgurnus anguillicaudatus*)做了初步试验。震前鱼的异常行为主要是浮头、窜动或跳出水面。我们即以此行为作为实验时异常的指标。

二、实验方法

用容量为10,000毫升的方玻璃缸数只,每缸加入5,000毫升自来水(放置一天以上,其化学成分经水厂测定),放大鱼1条,小鱼则放3条,每隔15—20分钟加药液一次,逐步增加浓度,并留一缸不加药液作对照,观察并记录水温、气压、溶氧、pH和鱼的行为反应。选择长时间浮头或窜动作为异常指标。氟化氢试验是通过杠杆将鱼的活动记录在记纹鼓上。

三、结果与讨论

我们对258条罗非鱼、60条泥鳅进行了70多次实验,结果见表1。并说明如下:①符号“-”表示活动正常;“+”表示长期浮头;“++”表示窜动;“+++”表示窜出水面。②pH、溶氧均为实验结束时数值,溶氧单位毫克/升。③实验前自身对照,观察半小时左右均活动正常。④

对照组,实验过程皆活动正常。⑤水温25—31℃;气压747—766毫米水银柱高。⑥鱼体长:罗非鱼大12—14厘米,小6—9厘米;泥鳅大19—20厘米,小7—10厘米。

(一)对11种化学因素的敏感性(图1)

1. 100ppm 以内引起长期浮头的有HF(20ppm开始浮头,80—100ppm窜动后躺倒死亡)、 Na_2S (40ppm开始浮头,700ppm以上死亡)、 NH_4OH (20ppm开始浮头,80ppm以上窜动后躺倒死亡)、 Na_2SO_3 (75ppm浮头,3600ppm以上部分鱼躺倒死亡)。

2. 100—1000ppm引起浮头与窜动的有 Na_2CO_3 (700ppm开始浮头,2000—3000ppm死亡)、 Na_2SiO_3 (一部分鱼700ppm开始浮头,除一尾外,实验鱼1100—2000ppm全部死亡)、 $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$ (个别实验鱼400ppm开始浮头,3000—5600ppm三日内只个别鱼死亡)。

3. 2000ppm以内不引起浮头与窜动的有 NaNO_2 (2000ppm以上2—3天死亡)、 NaNO_3 (2400—3600ppm生存三日以上)、 Na_2SO_4 (2400—3600ppm2—3天死亡)、 NaHCO_3 (2600—4000ppm生存三天以上)。

(二)浓度与反应的关系

HF、 NH_4OH 的浓度升高、反应亦随之增大。 Na_2S 、 Na_2SO_3 达到浮头反应量不随浓度增加而增加。一般同种中小个体比大个体敏感。罗非鱼对HF、 NH_4OH 较泥鳅敏感。

(三)异常反应的不同特征

1. 引起长时间浮头的 Na_2SO_3 (75ppm开始浮头,1000ppm全部鱼浮头,这段时间约3小时或更长)、 Na_2CO_3 (700—2300ppm浮

表 1 11种化学因素对罗非鱼、泥鳅行为的作用

化学因素	鱼类	数量	实验次数	浓度 (ppm) 与动物反应情况	实验组		对照组	
					pH	溶氧	pH	溶氧
HF	罗非鱼	小.6	2	20—70 ¹⁾ +	5.5	2.2	6.5	1.6
		大.4	3	30—70 ²⁾ +	5.5	2.8	6	2.8
	泥鳅	小.10	10	30—40 ³⁾ ++	5.8	3.8	6	
		大.8	8	50—70 ++				
NH ₄ OH	罗非鱼	大.6	3	60—90 +++	8	3.6	6.5	2
		小.6	2	20 ⁴⁾ +	8	2.6	6.5	1.7
	泥鳅	大.4	2	150—350 +++	9.5	3.2	6	2.8
Na ₂ S	罗非鱼	小.9	2	40—700 +	11	1.5	6.5	1.6
		大.4	2	60—500 ⁵⁾ +	10	4.7	6	5
Na ₂ SO ₃	罗非鱼	小.9	3	75—3600 +	7	1.4	6.5	1.8
		大.6	3	80—1000 +	8	1.4	6	1.6
	泥鳅	大.4	2	0—2700 -	8	1.4	6.5	2.8
Na ₂ CO ₃	罗非鱼	大.6	2	700—1000 +	12	2.2	6.5	1.8
		小.4	2	700—2300 +	11	3	6	2.8
Na ₂ B ₄ O ₇	罗非鱼	小.9	3	400—5600 +	9	2.3	6.5	2.3
		小.3	1	0—2900 -	8.5	3.2	6	3
Na ₂ SiO ₃	罗非鱼	大.2	1	700—1000 +	9.5	2.4	6.5	2
		大.1	1	0—2400 -	9.5	2.4	6.5	2
		小.9	3	700—1800 ⁶⁾ +	9.5	2.8	6	2.2
		小.3	1	100—1100 -	10	2.6	6.5	1.7
	泥鳅	大.4	2	700—1100 ++	10	3.2	6.5	2.8
NaNO ₂	罗非鱼	大.6	3	0—2200 -	6	4.3	6	4
		小.6	2	0—2000 -	6		6.5	
Na ₂ SO ₄	罗非鱼	大.3	1	0—2400 -	6	2.5	6.5	2.5
		小.6	2	0—3600 -	6	1.4	6	1.6
NaNO ₃	罗非鱼	大.3	2	0—2400 -	6.5	2	6.5	2
		小.9	3	0—3600 -	6	1.6	6.5	1.7
	泥鳅	大.4	2	0—1900 -	6.5	3	6.5	2.8
NaHCO ₃	罗非鱼	大.2	1	0—2600 -	7.5	1.7	6.5	1.8
		小.6	2	0—4000 -	8	3	6	3

1) 80++, 2) 80—100++, 3) 50+,, 4) 30—60+,, 5) 600+,, 6) 1800—2000+.

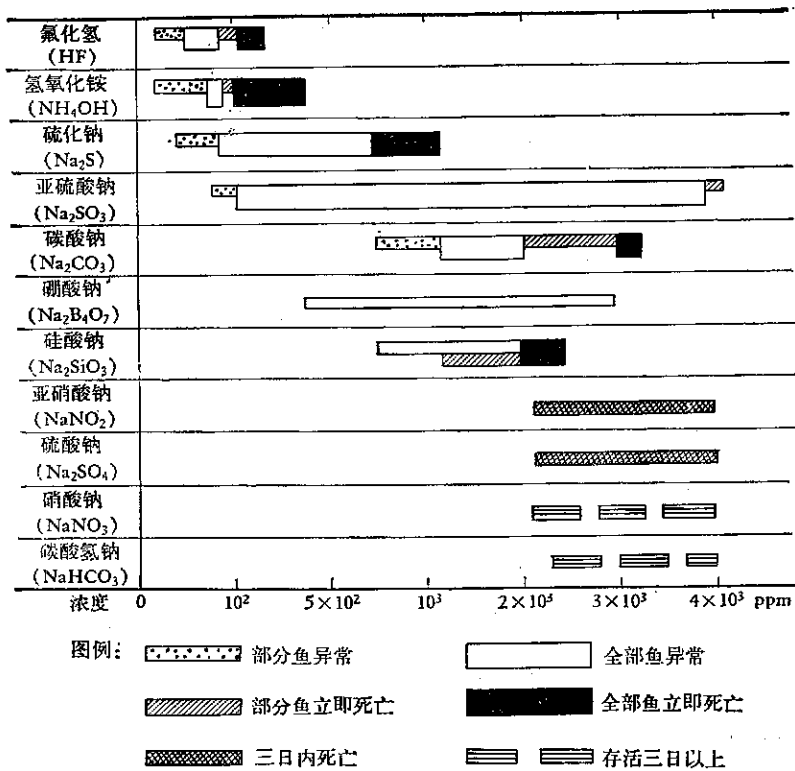


图 1 11 种化学因素对罗非鱼行为的作用

头)。

2. 以窜动为主的 NH_4OH (60—90ppm 使鱼腹向上、侧卧、头或尾朝上窜动或窜出水面)。

3. 浮头兼窜动的 HF 30—80ppm 使罗非鱼先浮头, 后窜动, 随即死亡。泥鳅以窜动为主, Na_2S 40—700ppm 先浮头, 死亡前大多数要窜动。

4. 只引起部分鱼浮头的 Na_2SiO_3 , $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$ (400—1800ppm)。

5. 不引起浮头与窜动的 NaNO_2 , NaNO_3 , Na_2SO_4 , NaHCO_3 。

(四) 所有对照组鱼在鱼缸水底或中层不动或偶有游动, 没有浮头或窜动的异常行为。

(五) HF, NH_4OH , Na_2S , Na_2CO_3 , Na_2SiO_3 , $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$, 实验结束时, 试验组水中溶氧与对照组接近或略高, 因而可以认为反常行为不是缺氧所致。 Na_2S 在实验结束时溶氧略低于对照组, 但在 600ppm 时溶氧为 2.5 毫克/升和 4.7

毫克/升因也不是缺氧引起浮头。 Na_2SO_3 引起浮头可能为缺氧所致, 因 Na_2SO_3 在水中能吸取水里的氧形成 Na_2SO_4 , 实验组溶氧量也较对照组低。

(六) 一般鱼在 pH 5 以下出现酸病, pH 10 以上表现毒性, pH 在 6—9 能自由生活。而 HF 引起鱼浮头时 pH 6—6.5, Na_2SO_3 为 pH 6.5—7; NH_4OH pH 为 8; Na_2S 为 pH 7; Na_2CO_3 为 pH 9; 因而行为异常不是由 pH 值的变化所致。而 Na_2CO_3 和 Na_2S 实验结束时 pH 达 10 以上, 可能 pH 过高是引起鱼的死亡原因之一。

(七) 因为九种化合物在水中均形成钠离子 (Na^+), 但其反应都不一样, 因而可以认为其效用主要由硫离子 (S^{2-})、亚硫酸根离子 (SO_3^{2-})、碳酸根 (CO_3^{2-})、硅酸根 (SiO_3^{2-})、硼酸根 ($\text{B}_4\text{O}_7^{2-}$)、亚硝酸根 (NO_2^-)、硝酸根 (NO_3^-)、硫酸根 (SO_4^{2-})、碳酸氢根 (HCO_3^-) 等离子所引起。 HF、 NH_4OH 的作用主要是氟离子 (F^-) 和 (NH_4^+)。 Na^+ 不是引起罗非鱼、泥鳅行为异

常的主要因素。

(八) 与地震预报的关系

在进行实验的 11 种化学因素中,前 5 种能引起明显的类似震前的异常反应。这 5 种化学因素在水中都可形成相应气体。其它 6 种则不能直接形成气体。这些气体在水中溶解度大,低浓度就能引起鱼类毒性反应,且与地震有密切关系。很多大地震震前出现地气和类似的气味。如海城地震前辽东半岛多次闻到各种气味如硫黄味、硫化氢味、“666”粉味、臭氧味、沥青味、划火柴味等。根据试验结果, F^- 、 NH_4^+ 、 SO_3^- 、 S^- 4 种因素引起鱼异常行为的浓度低,20—75ppm 即可引起典型的类似震前反应,而上述气体窜入水中亦易达到此浓度。这样,震前鱼类异常行为可能是地气、地下水化学因素所引起。

动物行为异常多集中于断裂带及震区附近。地震前地壳发生蠕动,地气可以通过小裂

隙喷到地面或水中,喷出地点可以较大,亦可较小,这样受其影响的动物数量也多少不等。另一方面,引起动物行为异常的因素很多,它们有不属于地震前兆因子所引起的,如鱼类浮头、窜动可以由于气候闷热、气压过低、发情以及废水污染所引起。因此在发现鱼类异常行为后,必须认真分析、测定与地震有关而又易于引起鱼类行为异常的化学因素如 F^- 、 NH_4^+ 、 SO_3^- 、 S^- 等等。若达到一定浓度,又非环境污染所致,就更能认为鱼的异常行为与地震有关,以提高动物预报地震的准确性。

基于上述原因,我们认为加强动物预报地震这个群测手段有它的优越之处。因为某些前兆因素发生的地点是不易预测的,而鱼类作为一个活的监测仪器,它数量多、分布广,就更能监测出地震前兆。在此基础上进行理化手段的测定、排除干扰,有可能使地震预报的准确性提高。