



淡水鱼类急性中毒死亡的判断

DIAGNOSIS FOR FRESHWATER FISH KILLS CAUSED BY ACUTE POISONING

曹立业 李应仁

(中国水产科学研究院, 北京 100039)

Cao Liye Li Yingren

(Chinese Academy of Fishery Sciences, Beijing 100039)

张汉华

(湖北省水产科学研究所, 武汉 430071)

Zhang Hanhua

(Fishery Research Institute of Hubei Province, Wuhan 430071)

关键词 淡水鱼, 急性中毒, 判断

KEYWORDS Freshwater Fish, Acute poisoning, diagnosis

前言

有毒的工业废水排入江、河、湖、塘, 严重地污染了渔业水体, 造成了鱼类的大量死亡。然而, 死鱼的原因可能是多方面的, 既可能是由于污染使鱼中毒死亡, 也可能因病害、缺氧窒息、有毒藻类的毒害、机械损伤等使鱼死亡。由于死鱼原因存在多种可能性, 使得污染死鱼的索赔变得十分复杂, 矛盾十分突出。因此, 对于鱼类的死亡是由于化学物急性中毒所致这一性质作出科学判断, 在污染死鱼事件的调查处理中是十分必要的。同时, 这一判断也是进一步调查和确定污染物和污染源的基础和前提。

收稿日期: 1995-04-02。

(一)诊断指标及指标特征

根据对不同死鱼原因造成的鱼的形态、行为反应和环境特征的异同分析,选择十八项指标作为死鱼原因的判断指标。判断指标具有以下特点。

1. 易观察测定,即可通过肉眼观察和使用简单的仪器快速测定。
2. 代表性强,指标可以反应不同死鱼原因的生物和环境特征。
3. 可以比较,不同原因造成的死鱼,其指标和特征有所差异,可以比较。

这些判断指标是死亡速率、死鱼种类选择、死鱼发生的时间、死鱼季节、死鱼个体大小选择、行为反应、形态特征、鱼体附着物、浮游动物状况、浮游植物状况、其它水生生物状况、病原体、死鱼发生的形式、水体溶解氧、水体 pH 值、水体气味、水色共十八项。以上十八项判断指标及其特征见表 1。

(二)化学物急性中毒死鱼的指标特征

1. 鱼类化学物急性中毒死亡是由于有毒化学物排入渔业水域,造成水体毒物的高浓度和高毒性所致,因而这种死鱼具有很强的突发性,中毒鱼会在短期内大批死亡,死亡速率很高。
2. 不同种类鱼对于毒物的抗性有所差异,即它们的半致死浓度不同,对于同一毒物而言,半致死浓度低的鱼比半致死浓度高的鱼更容易死亡,即死得更早、更快、更多,因此有一定的种类选择性,但是在毒物毒性非常强,毒物浓度非常高时,致死鱼种类的选择性并不明显。
3. 化学物中毒死鱼一年四季和每时每刻都可能发生,与有毒化学物排入渔业水体的时间相关,因此,发生的时间和季节是不确定的。
4. 同一种类的鱼,个体小的低龄鱼特别是仔鱼和稚鱼对于毒物比个体大的成鱼敏感,抗性差,因此容易死亡,表现在化学物中毒时,小鱼比大鱼先死,小鱼的死亡比例比大鱼高。因此,具有明显的个体大小的选择性。
5. 中毒初期,多数毒物会使鱼表现为跳跃、冲撞、上下翻滚、快速游动等行为;中毒后期时表现为乏力,失去平衡,奄奄一息或昏迷,下沉死亡。
6. 化学物中毒时鱼的形态常会发生变化,有些具有一定的特异性。重金属中毒时,鱼的鳃部受损害比较明显,表皮细胞受破坏,甚至鳃叶部分脱落,鳃部分泌大量粘液形成絮状堆积物。黄磷中毒则鱼的眼球突出,鳞片竖立。氰化物中毒则鳃盖鲜红。余氯中毒则体色、鳃丝发白。碱中毒则鱼体表存在大量的粘液等。
7. 鱼类因化学物急性中毒死亡时,水中其它生物,如水中植物、龟、蛇、蛙、螺也会发生中毒死亡。水中浮游动物的数量和种类会大量减少,甚至消失。重金属中毒会使水中浮游植物品种数量减少,水中会有大量死藻细胞。杀藻剂会使水中几乎全部藻类死亡。
8. 中毒死鱼是由于化学物排入渔业水体造成水环境污染所致,一般来讲这种污染的区域是有限的,严重污染的区域更是有限的,故化学物中毒死鱼是在有限范围内,是孤立发生的,不具有普遍性和流行性。
9. 化学物中毒常会使鱼体,尤其是鱼的鳃部附着一些污染物,并且常带有那些物质特有的气味,如石油、黄磷、农药等都会附着于鱼体和鱼鳃部,并带有异味。
10. 一般来讲,化学物中毒死鱼水的溶解氧、pH 值、水体气味和水色的改变因化学物不同而有不同,酸、碱污染死鱼主要表现为 pH 值改变;农药污染死鱼,水体中却常有农药的气味。上述指标难以给出确定的特征,要视具体情况而定。

表 1 判断指标及指标特征表
Table 1 Diagnostic Indicators and Their Features

序号 No.	判断指标 Diagnosis Indicators	指 标 特 征 Features of Indicators		
		A	B	C
1	死亡速率 Fishkills rate	突发性强, 短期内大批死亡	大批死亡之前有一个明显的少量死亡前期	逐渐死亡
2	品种选择 Variety selection	品种选择性不明显, 死亡的品种相对较多	耐毒(a)和耐低氧(b)的品种可能存活	有一定的品种选择性、死亡的品种相对较少
3	死鱼时间 Fishkills time	严重的死鱼发生在上午 9 点至下午 5 点之间, 其余时间不发生大批死鱼	严重的死鱼通常发生在午夜过后至黎明, 其余时间不发生大批死鱼	——
4	死鱼季节 Fish kills season	——	春末、秋初、夏季高温季节发生大批死鱼	——
5	个体大小选择 Size selection	小鱼比大鱼先死, 小鱼死亡率比大鱼高	大鱼比小鱼先死, 大鱼死亡率比小鱼高	——
6	行为反应 Behaviour reaction	初期反应为冲撞、急速游动……	在表层吞咽空气, 沿池边游动	游动缓慢乏力
7	形态特性 Morphology	眼球突出、鳃盖鲜红、脊柱弯曲等中毒症状	胸鳍向前伸展、鳍条发白	体表及内脏充血溃烂、体表胞囊等鱼病症状
8	鱼体附着物 Adhesion	体表尤其鳃部有附着物且通常有毒物特异气味	——	——
9	浮游动物状况 Plantplankton	大量死亡, 基本消失	品种、数量减少	基本正常
10	浮游植物状况 Zooplankton	品种数量减少, 1、2 种有毒藻类品种占优势	存在大量死藻和濒死的藻细胞	基本正常
11	其它水生生物状况 Other aquatic organism	水生植物可能变色或死亡, 龟、蛇、蛙、螺等死亡或濒死	——	基本正常
12	病原体 Pathogen	——	——	目检或镜检可以在体表、鳃部、内脏观察到大量细菌、霉菌、寄生虫
13	死鱼发生形式 Pattern of fish kills	孤立发生	——	可能流行发生
14	溶解氧 DO	中午强光照射饱和或过饱和	低于渔业水质标准	基本正常
15	酸碱度 pH	水体偏碱性中午强光照射时 pH>9	死鱼发生前几天或一周强光照射 pH>9	基本正常
16	水体气味 Odour of water	毒物特有异味	酸白菜味、霉味、臭味	基本正常
17	水 色 Colour of water	铜绿、黄褐、红棕	灰白、黑色	基本正常
18	急性致死试验 Acute lethal test	急性中毒或死亡	基本正常	短期内不发生死亡

11. 在水族箱内放入适量死鱼水体的水和与死亡鱼相同种类和大小的健康鱼进行急性致死试验, 如果试验鱼出现急性中毒现象或与对照组有显著差异的急性死亡, 则对于化学物急性中毒死鱼的判断是关键性的。但毒物的分解、沉淀、稀释等会使这一指标不能反应真实情况。因此, 及时取样试验是至关重要的。

(三) 鱼病死鱼与化学物中毒死鱼指标特征的差异

1. 鱼病的发生和死亡有急性和慢性二种, 其中急性鱼病发病很快, 前兆不明显, 一旦发病会在短期内大批死亡, 目前我国一些地区发生的暴发性鱼病属于这一类。但是还有一类慢性鱼病死鱼, 它的发病和死亡比较平缓, 从发病到死亡都有一个过程, 前兆比较明显, 许多鱼都是逐步死亡, 不会在短期内发生大批死亡。这一点与化学物急性中毒突发性死亡是完全不同的。
2. 许多鱼病都有一定的种类选择性, 如出血病主要是草鱼和青鱼, 打印病主要是鳊鱼, 尾柄病主要在鳊鱼和草鱼中发生等, 这与高毒性情况下化学物急性中毒没有明显的种类选择性是不同的。急性中毒死鱼在有一定的种类选择的情况下与鱼病选择的种类也不相同。
3. 鱼病发生的季节一般是由春天开始, 在夏季最为严重, 因为这时气温和水温比较高, 细菌等病原体容易繁殖, 这一点与化学物中毒没有季节的限制是不相同的。
4. 急性鱼病死鱼, 在死亡之前鱼的行为与正常鱼的行为难以看出有明显的区别, 行为上看起来很正常但会突然大量死亡, 这与化学物急性中毒时鱼的冲撞、翻滚、跳跃表现不同。慢性鱼病死鱼时, 鱼的体质一般较弱, 空胃、活动迟缓、离群独游、喜在暗处活动, 这也与化学物急性中毒时鱼的行为反应完全不同。虽然有些寄生虫(鱼虱类)病会使鱼跳跃、冲撞、但毕竟比较少。
5. 许多鱼病有其特征的病症, 如草鱼出血病, 在鱼的头部、鳍条、内脏明显出血, 打印病在鱼体表某部位呈圆形或椭圆形红色印记, 碘泡虫病则在鱼体表布有胞囊^[1]。由于溶血性嗜水气单胞菌引起的暴发性鱼病, 病鱼的眼眶、鳃盖表皮、体表、鳍、肌肉充血、腹水、肠充血、部分肠内含黄色粘液、肝脾充血或坏死等。化学物中毒的形态改变与鱼病的形态改变有许多地方是不同的, 但也有些相近, 应仔细观察分析。
6. 生病死亡的鱼, 体表和鳃部一般不存在附着物, 有些病会使鱼鳃部腐烂, 且有一些腐臭之味, 但这与化学物中毒时的附着物及其特有气味是有明显的区别。
7. 发生鱼病死鱼时, 一般来讲水中的浮游动物、浮游植物、水生植物和龟、蛇、蛙、螺等水生动物不会受到明显的损害, 数量不会明显减少。这与化学物急性中毒使其它水生生物大批死亡, 数量种类明显减少完全不同。
8. 细菌性和寄生虫性鱼病, 可以通过目检或镜检在鱼的体表、鳃部、内脏、血液中检出病原体。如弧菌病可取少许肝脏, 经培养染色镜检可见呈弧形弯曲的细菌, 碘泡虫病, 取体表胞囊, 在显微镜下见到大量碘泡虫孢子, 目前在这国南方地区流行的暴发性鱼病, 可取死鱼的肝、肾等内脏经培养观察到溶血性嗜水气单胞菌。这在化学物中毒死鱼的鱼体上不可能观察到的, 这也是二者最大的区别。
9. 由于细菌、病毒等病原体通过水体、饵料、苗种等环节的传染, 使得鱼病常有流行发生的趋势, 即同一类型的鱼病可能在相当大范围内发生, 这与化学物死鱼的有限范围, 孤立发生是不同的。
10. 鱼病死鱼水体的溶解氧、pH 值、水色、气味的改变不明显。水体可能会呈现富营养化的状况, 如氨氮和亚硝酸盐氮和硝酸盐氮含量可能较高。

11. 取发生病害时的水,放入健康的鱼,不论是细菌性、病毒性和寄生虫的疾病都不可能使这些健康的鱼在很短时间内发病而大批死亡,一般来讲,非常严重的病毒和细菌使鱼发病和大批死亡也需要约一周的时间^[2],这与化学物急性中毒是不同的。

(四)缺氧死鱼与化学物中毒死鱼指标特征的差异

1. 由于不同种类的鱼耐低氧的程度不同,因此,在水体不是极度缺氧时,有些种类可能死亡,有些种类可能存活,有些种类死亡比例比较高,有些则死亡的比例比较低。这时种类的选择性与化学物中毒的种类选择不一定相同,在极度缺氧时,所有的种类都会死亡,这时种类的选择不再存在。

2. 在养殖水体中由于投饲多,养殖密度较大等造成的缺氧死鱼一般发生在春末秋初和夏季天气炎热的季节和气压比较低的时候,经常在零点过后至黎明前这段时间之内,其它时间死亡很少甚至根本不死鱼,这与化学物中毒死鱼发生时间和季节不确定是不同的。

3. 缺氧死鱼时,个体大的鱼一般先死亡,而且死亡的比例比个体小的鱼高,这一点与化学物中毒时个体大小的选择性恰恰相反。

4. 在水体缺氧时,鱼呈浮头状态,即鱼在水面吞咽空气,沿池塘壁或迎风向游动,而与化学物中毒时鱼呈冲撞、跳跃等行为完全不同。

5. 缺氧死亡的鱼的胸鳍一般呈向前伸状,鳍条发白,与化学物中毒死亡时鱼的形态不同。另外,缺氧死亡的鱼,一般在体表及鳃部也观察不到在化学物中毒时常有的污染附着物。

6. 缺氧死鱼时,水草、龟、蛇、蛙、螺等其它水生物一般不会死亡,这与化学物中毒时,水草可能变色,其它水生动物大批死亡有着显著的差异。

7. 缺氧死鱼最明显的水质指标是水中溶解氧比正常值低,一般都低于渔业水质标准,这是缺氧死鱼与一般的化学物中毒死亡最明显的不同之处。

8. 缺氧死鱼时,水体常散发有酸白菜味、发霉味和硫化氢臭味,且水色常呈黑色、灰白色,与化学物中毒时水体气味及颜色不同。

9. 由于大量的耗氧物排入渔业水体造成的死鱼具有上述缺氧死鱼的绝大多数指标特征,但是死鱼的时间和死鱼的季节不一定是在凌晨和高温季节,而是具有不确定性。这种情况鱼会在短期内大批死亡,一般没有少量死鱼的前兆,种类的选择不明显,死亡种类较多。而且水体溶解氧会快速下降,鱼体表和鱼鳃可能会有些附着物和异味。

(五)有毒藻类死鱼与化学物中毒死鱼指标特征的差异

1. 有毒藻类死鱼是由于水体中毒藻分泌的藻毒素所致。目前我国常见致鱼死亡的毒藻有铜绿微囊藻、水花微囊藻、甲藻属、裸甲藻属、舞三毛金藻、小三毛金藻等,这些有毒藻类的一、二个种类在水中大量繁殖成为优势种,而化学物中毒死鱼时一般不会使藻类种类数量发生明显变化,虽然重金属和杀藻剂会使藻类种类数量减少甚至基本消失,但不存在优势种。

2. 由于有毒优势种大量繁殖,使得光合作用增强,吸收大量 CO_2 ,使水体 pH 值增加,甚至可高达 $\text{pH} > 9$,所以水体常呈碱性,而这些藻类又适合于碱性中生存和繁殖。这也是毒藻死鱼水质的一个特征。

3. 由于光合作用增强,水中表层溶解氧可能会处于饱和和过饱和状态,而底层由于藻类死亡大量耗氧又可能处于缺氧状态,这也是与一般的化学物中毒死鱼时水中溶解氧不同之处。

4. 由于藻类的不同,水体的颜色也不相同,铜绿微囊藻和水花微囊藻水体呈铜绿色,甲藻属和裸甲藻属水色呈红棕色,舞三毛金藻和小三毛金藻水色呈浓黄褐色^[1]。

(六) 几种主要死鱼原因的诊断指标及其特征

造成鱼类死亡的原因主要有鱼病、缺氧、有毒藻类毒害、化学物中毒等,通过对各种死鱼原因指标特征的分析,可以对各种死鱼原因的诊断指标及其特征给出更明晰的比较,见表 2。

表 2 不同原因死鱼的判断指标及其特征表

Table 2 The Diagnostic Indicators and Their Features of Fish kills Caused by Different Factors

序号 No.	判断指标 Diagnosis Indicator	死 鱼 原 因 Factor Causing Fish kills			
		化学物中毒 Chemical poisoning	鱼病死鱼 Fish disease	缺氧死鱼 Low DO	毒藻死鱼 Toxic algae
1	死亡速率 Fish kills rate	1A	1A1B1C	1A1B	—
2	种类选择 Variety selection	2A2B(a)	2C	2A2B(b)	2A2B(a)
3	死鱼时间 Fish kills time	—	—	3B	—
4	死鱼季节 Fish kills season	—	—	4B	—
5	个体大小选择 Size selection	5A	—	5B	5A
6	行为反应 Behaviour reaction	6A	6A6C	6B	—
7	形态特点 Morphology	7A	7C	7B	—
8	鱼体附着物 Adhesion	8A	—	—	—
9	浮游动物状况 Plantplankton	9A9B	9C	9B	9A9B
10	浮游植物状况 Zooplankton	10B	10C	10B	10A
11	其它水生物状况 Other aquatic organism	11A	11C	11C	11A
12	病原体 Pathogen	—	12C	—	—
13	死鱼发生形式 Pattern of fish kills	13A	13C	—	—
14	水体溶解氧 DO	—	14C	14B	14A
15	水体酸碱度 pH	—	15C	15	15A
16	水体气味 Odour of water	16A	16C	16B	16B
17	水 色 Colour of water	—	17C	17B	17A
18	急性致死试验 Acute lethal test	18A	18C	18B	18A

从表 2 可见,化学物急性中毒的指标大多数表现为 A 特征,鱼病死鱼指标大多数表现为 C 特征,虽然在鱼的死亡速率和行为反应这二项指标上有部分相似之处,但从十八项指标的总体上看二者有着明显的区别。因此,如果我们观测得到的诊断指标大多数具有 A 特点,而不具备 C 特点,通过综合分析我们则可以把鱼病死鱼排除,而初步认为是化学物急性中毒死鱼。

从上表可以看到,缺氧死鱼的指标主要表现为 B 状态,尽管在死鱼速率、种类选择、浮游植物和浮游动物状况二者之间有部分相似之处,但在许多指标上二者有着明显的差异。因此,如果观测到的指标大多数具 A 状态,不具备 B 状态,通过综合分析,则可以把缺氧死鱼(这里主要指非化学物造成的水体缺氧)排除在外,而可以初步认为是化学物急性中毒死鱼。

有毒藻类死鱼和化学物急性中毒死鱼在指标特征上相似之处较多,但二者仍有许多不同之处,有几个指标特征有着特别的差异,发生毒藻死鱼时,水中存在优势种的有毒藻类,水中 pH 值明显高于正常水体,水色具有毒藻特有的铜绿、红棕、黄褐色,这些都是与化学物中毒死鱼有显著差异。因此,若观察的结果主要具备 A 特征但不具备 10A、14A、15A、16B、17A,通过综合分析,可以把有毒藻类死鱼排除,而初步确定为化学物急性中毒死鱼。

上述化学物急性中毒死鱼判断的可靠程度,取决于所观察到的指标数和特征准确性,若观测到的指标数越多,特征越准确,则判断的可靠程度越高,反之,判断的可靠程度越低。

参 考 文 献

- [1] 潘金铭,1988. 鱼病诊断与防治手册. 上海科学技术出版社。
- [2] Fred P. Meyer, etc., 1990, Field Manual for the Investigation of Fish kills, UNITED STATES DEPARTMENT OF THE INTERIOR, Fish and Wildlife Service/Resource Publication 177.