

報告

魚類を用いた生物試験による魚死亡事故原因物質の究明

島田武憲  
(水質環境部)

Note

Study of the Cause of Fish,s Death

Takenori SHIMADA  
(Water Quality Division)

キーワード：魚死亡事故，原因物質の究明，pH，アンモニア，相乗作用

1. まえがき

これまで、魚死亡事故が発生した場合、通報を受けてから現場へ到着するまでには時間経過があり、その間河川では原因物質が希釈されたり流れ去ったりして、採水した河川水から原因物質の究明が困難なことが多く、平成8年5月及び6月に引地川と同じ場所で発生した魚死亡事故についても、市への連絡が遅れたことから初動調査も遅れ、原因物質の究明が出来なかった。しかし、同じ場所で7月に発生した魚死亡事故に関しては、現地調査中に異常な行動や死亡寸前の魚を発見したので直ちに河川水を採取し、狩谷<sup>1)</sup>の方法を用いた生物試験等から原因物質を明らかにしたので報告する。

2. 事故の概要

大和市から相模湾に注ぐ引地川の上流部（泉の森公園付近）の同じ場所で、5月と6月の月初めの休日に魚死亡事故が発生した。いずれも市への通報が遅れたことにより、現場調査が遅れ、死亡原因は不明であった。その結果、大和市環境部より県央地区行政センター環境部経由で環境科学センターへ協力要請があり、今後の事故原因究明のための連絡方法や調査方法等に関する対策会議が三者の間で開かれた。会議での検討結果を踏まえ、2回の事故が月初めの週末に発生している事から、当センターで7月6日（土曜日）に下流から上流に向かって現地調査を実施した。調査中に異常な行動をしている魚や死亡魚（フナ、オイカワ、ドジョウ）を発見したので、河川水を採取し、直ちにセンターへ持ち帰って原因究明のための分析を実施した。

3. 生物試験による原因物質の検索

3.1 魚毒性有無の確認試験

採取した河川水100ml中に1尾のメダカを投入し、毒性有無の確認試験を実施した結果、20分で死亡した。このことから、魚毒性が認められ、採取した河川水中には未だ毒性物質が残留している事が確認された。また水質分析の結果、pHは9.0、溶存酸素は6.5mg/l、残留塩素0.1mg/l以下であった。なお、現場で異常な行動をしている魚の泳ぎ方は、ときどき狂ったように泳ぎ回って（狂奔反応）いたことから、酸欠に伴う窒息によるものでなく、魚毒性物質による可能性が高いと考えられた。

3.2 pH調整による毒性試験

0.1N及び1N塩酸と0.1N及び1N水酸化ナトリウム溶液を用いて、pH4と7に調整した河川水とpH調整をしない河川水（pH9）についてメダカを投入し、死亡状況を観察した結果を表1に示す。

表1 メダカを用いたpH調整による毒性試験

pH		4	7	9
経過時間（分）	0	+	+	+
	10	+	+	+
	20	+	+	-
	30	+	+	
	60	+	+	
	120	+	+	

+:生存魚, -:死亡魚

表1から、pH4及びpH7については2時間経過しても魚は生存していたが、pH9では20分経過すると魚の死亡が確認された。このことから、毒性物質は、酸性側

で毒性が消失し、アルカリ性側で毒性が強く現れる性質を持つものと考えられた。

狩谷<sup>1)</sup>は、毒性物質の中にはpHによって毒性が変化するものがあり、銅や亜鉛は酸性側で毒性が強く現れ、アンモニアやニコチンはアルカリ性側で毒性が強く現れると報告している。そこで河川水中のNH<sub>4</sub>-Nを分析した結果、27mg/ℓと高い濃度で検出され、原因物質はアンモニアの可能性が高いと考えられた。

### 3.3 毒性物質確認試験

今回の魚死亡事故の原因物質は、アンモニアでないかと推定し、その物質であるかどうか確認するために確認試験を実施した。

まず、蒸留水にNH<sub>4</sub>-N濃度が5、10、20、30mg/ℓになるように塩化アンモニウムを添加した後、塩酸と水酸化ナトリウム溶液を用いてpHを4、7及び9に調整した模擬河川水100mlをそれぞれ作成し、模擬河川水と事故時に採水した河川水にメダカ1尾を投入して毒性試験を実施した。その結果を表2に示した。なお、事故時の河川水のpHは9.0、NH<sub>4</sub>-Nは27mg/ℓである。

表2から、pH4及びpH7でNH<sub>4</sub>-N濃度が5～30mg/ℓに調整した模擬河川水では、120分経過してもいずれも魚の死亡はなかったが、pH9に調整しNH<sub>4</sub>-N濃度が10mg/ℓでは60分で、20mg/ℓでは35分で、30mg/ℓの場合は25分で魚の死亡が観察された。また、事故時採水した河川水は20分で死亡した。この死亡状況と同じ水質になるように調整したpH9でNH<sub>4</sub>-Nが30mg/ℓの死亡状況を比較すると、ほぼ同じような死亡状況を示した。ここでpHとNH<sub>4</sub>-Nについて単独での毒性を考えた場合、pHは塩酸や硫酸そして水酸化ナトリウムなどによりpHが4～10の間では魚は死亡しない。またアンモニアは、

表2から中性付近でNH<sub>4</sub>-N濃度30mg/ℓまではメダカの死亡は観察されなかった。さらに、ヒメダカに対するNH<sub>4</sub>-Nの24時間半数致死濃度は76mg/ℓであること<sup>2)</sup>、またNH<sub>4</sub>-N濃度が60mg/ℓまでは魚類（アカヒレ）は死亡しないこと<sup>3)</sup>などの結果から、事故時河川水の水質内容について、pH及びNH<sub>4</sub>-Nのそれぞれが単独で存在する場合は魚死亡はないと考えられる。しかし、pHが高くさらにNH<sub>4</sub>-Nが共存することにより魚死亡が発生するので、今回の魚死亡事故の原因は主にpHとNH<sub>4</sub>-Nの相乗作用によるものと考えられる。

### 4. まとめ

今回の水質事故原因究明調査から以下のことが明らかとなった。

- (1) 引地川で発生した魚死亡事故の原因物質は、主にpH（アルカリ性）とアンモニアの相乗作用により引き起こされたものと推定された。
- (2) 最初に行う魚毒性有無の確認試験は、採取した河川水中に毒性物質が残存しているかどうかを知り、その後の原因物質究明の試験を実施するか止めるかを判断するために重要である。
- (3) 生物試験は魚毒性物質の性質を知るとともに、原因物質を究明するための方法として有効である。

### 参考文献

- 1) 日本水産資源保護協会編：新編水質汚濁調査指針，451-514(1980)，恒星社厚生閣。
- 2) 田端健二：用水と廃水，14，1297-1303(1972)。
- 3) 鳥田武憲：神奈川県公害センター研究報告，10，1-11(1988)。

表2 メダカを用いた毒性物質確認試験

pH	模 擬 河 川 水												事 故 河 川 水
	4				7				9				9
NH <sub>4</sub> -N (mg/l)	5	10	20	30	5	10	20	30	5	10	20	30	27
0	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
10	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
20	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
30	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	
40	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-		
50	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			
60	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			
70	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-			
120	+	+	+	+	+	+	+	+	+				

+:生存魚  
-:死亡魚