

6 過去に発生した魚の死亡事故事例

二宮勝幸、水尾寛己、樋口文夫

6-1 はじめに

横浜市内での魚の死亡事故においては、酸素欠乏によると思われる事故が半数以上を占めており、第3章から第5章にかけて述べたように、環境要因や魚自体の生理学的特性などが複雑に絡み合った結果と考えられる。また、科学技術の発達により多数の有用な化学物質が生産されているが、その反面、使用に伴う様々な問題も指摘されている¹⁾。その一つとして、化学物質が水域環境に放出された場合における魚への影響が挙げられる。

ここでは、過去数年間に横浜市内で発生した魚の死亡事故のうち、酸素欠乏による事故及び毒物が確認あるいは推定された事故について数例報告する。特に毒物の事故については、事故時の対応とその後の毒物検索過程についても具体的に記述した。

6-2 酸素欠乏による事故事例

6-2-1 鶴見川河口域での事故

6-2-1-1 現場の概況

1984年5月12日、鶴見川鶴見川橋付近(図6-2-1)で魚が浮上しているという連絡があり、現場へ直行したところ、下げ潮時であったが、体長7から10cmのフナやコイが鼻上げ症状を示しており、体長20cmのコイが死亡していた。特に、数十尾ずつのフナの鼻上げ症状の群れ見られ酸素欠乏による事故と推定した。

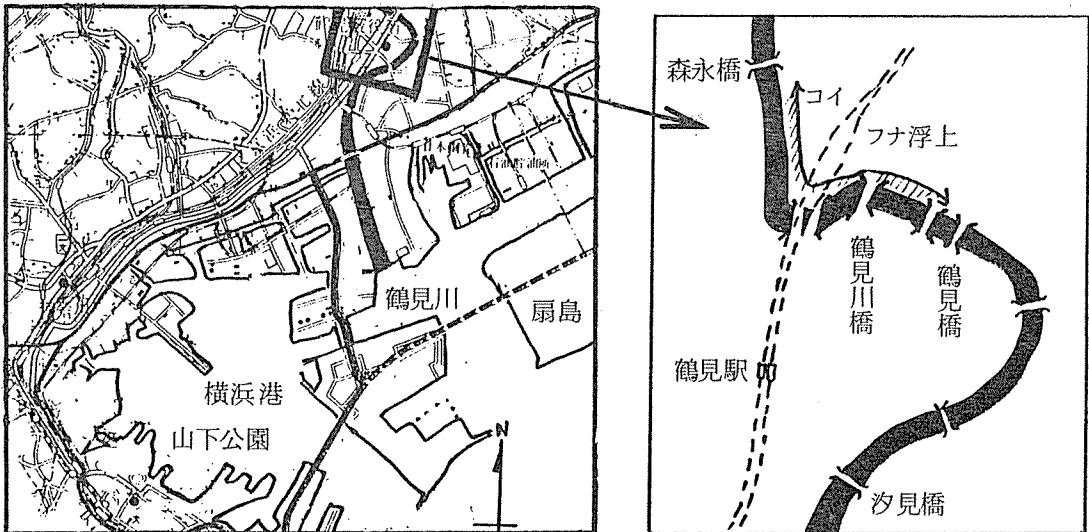


図6-2-1 鶴見川における酸素欠乏による事故現場周辺図

6-2-1-2 死亡時刻の推定

死亡していたコイの眼球の色は黒色で光沢があることと、鼻上げ症状の個体も確認できることから事故は数時間程度の比較的新しいものと推定した。

6-2-1-3 瀕死魚及び死亡魚からの事故原因の検索

(1) 死亡状態からの推定

死亡したコイは比較的大きな個体であり、川の岸辺に横向きになって口を開いて死亡していた。一方、小さな個体での死亡魚は見られなかった。このことから、酸素欠乏による死亡が考えられた。

(2) 遊泳行動及び回復試験からの推定

瀕死魚は群れをなして鼻上げ症状を示していた。回復試験のために、これらの個体を長めの柄のたも網で捕まえようとすると、水中に潜り込むため容易には採集は困難であったが、数尾採集できた。これらの個体について、その水の入ったバケツに入れ、散気すると直ちに回復した。

このことから、酸素欠乏の可能性が考えられた。

(3) 瀕死魚及び死亡魚の所見

死亡したコイは眼球の色が黒色で、体表にややヌルヌルしているが特に出血は見られなかった。死亡したコイの鰓を肉眼観察すると、鮮紅色の個体及び淡紅色の個体が見られることから死後比較的新しいと思われた。瀕死のフナ鰓の肉眼観察では鮮紅色であった。また、死亡したコイと瀕死のフナ鰓の顕微鏡観察の結果では、窒息時の鰓と類似の形態像を示していた。

6-2-1-4 事故原因の推定

現場での水中溶存酸素は、0.8mg/lを示し、瀕死魚及び死亡魚の事故原因検索結果から、事故原因は酸素欠乏によるものと判断した。通報者の話では、事故を発見した時は上げ潮時で、瀕死のアユ3個体とオオウナギを採集し、オオウナギは“たる”に生かしているとのことだったので、その場所へ行って確認したところ、オオウナギの他フナとコイが、散気条件下で元気に遊泳していた。また、魚の浮上している周辺で疑わしい工場も見られず、その事故周辺より上流では、魚は浮上していなかった。以上から、貧酸素水塊が満潮時に河口へ湧昇してきた可能性が考えられ、それによる酸欠事故と推定した。

6-2-2 恵比寿運河付近の海域での事故

6-2-2-1 現場の概況

1983年8月23日、恵比寿運河付近の海域(図6-2-2)で大量のマハゼが浮上死した。確認できた死亡魚種はマハゼの他ドロメ、ウナギが見られ、無酸素水塊が海底から湧昇し、逃げ場を失った魚が岸壁に集まってきたものと思われる。

6-2-2-2 死亡時刻の推定

死亡魚の眼球の色は黒色で鰓も赤色を残していることから死後数時間以内と思われた。

6-2-2-3 瀕死魚及び死亡魚からの事故原因の検索

(1) 死亡状態からの推定

死亡したマハゼ、ドロメなどの魚は、水面に横向きに浮上しており、眼球の色から判断して死亡後比較的新しいと思われた。口は開口していて、比較的大きい個体が先に死亡しており、酸欠死の可能性が考えられた。

(2) 遊泳行動及び回復試験からの推定

体長7から15cmのマハゼが工場の排水口付近に重なるように集まり、群れをなして鼻上げ症状を示していた。鼻上げ症状の個体数尾をその海水の入ったバケツに入れ、空気を送り込むと直ちに回復のきざしを示したことから酸欠死の可能性が考えられた。

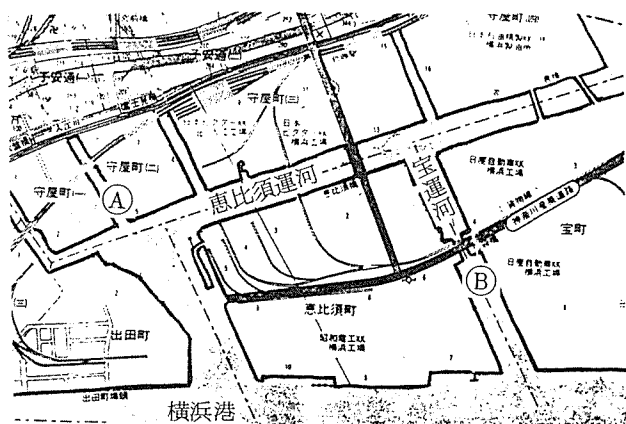
(3) 瀕死魚及び死亡魚の所見

死亡魚、瀕死魚いずれも体表に出血、粘液異常分泌等の異常は見られなかった。

瀕死魚の鰓の肉眼観察では鮮紅色であった。マハゼの瀕死魚5個体を現場で延髄刺し10%ホルマリン溶液で魚を固定し、持ち帰って顕微鏡観察したところ、酸欠時の鰓と類似の鰓形態像が見られた。

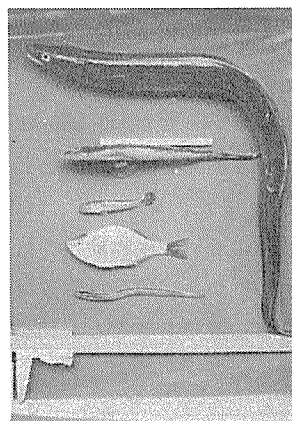
6-2-2-4 事故原因の推定

現場での水中溶存酸素は1.4から2.0mg/lを示し、瀕死魚及び死亡魚の検索結果から、事故原因は酸素欠乏によるものと判断した。この水域の周辺では、1977年に扇島前面でマアナゴ、クロアナゴ、ウミタナゴ、アイナメ、カレイ、アカエイなど(写真6-2-1)の浮上事故、1981年には宝運河でコノシロ、ボラの浮上事故が発生しており、いずれも低酸素水塊が海底から湧昇したことによると思われた。



- Ⓐ 1983年8月23日、恵比須運河付近での事故
- Ⓑ 1981年6月9日、宝運河付近での事故

図6-2-2 海域での魚の浮上事故現場周辺図



クロアナゴ、ホロヌメリ、スジハゼ
ウミタナゴ、マアナゴ
(1977年8月9日、扇島前面での事故)

写真6-2-1 浮上魚

6-2-3 まとめ

第1章の魚の死亡事故の特徴のところで述べたように、酸欠死と推定される事故が多くを占めている。しかし、酸欠死と断定する手法がない中での推定結果である。酸欠死の指標の一つとして鼻上げ症状が考えられるが、薬剤の種類によっては鼻上げ症状を示すものもあることから、鼻上げ症状は窒息の指標ではあるが、酸欠の指標には不十分と考える。上記の事故事例は、水質、及び魚の症状から明らかに酸欠死と推定できるものを示した。

瀕死魚が確認できる場合は原因究明の可能性は強いが、そのような事例は乏しく、多くは死亡魚から酸欠による事故かどうかの判断が求められる。酸欠死の推定手法を確立する上では、あきらかに酸欠死と推定できる事例についての解析が重要と考える。

6-3 毒物による事故事例

6-3-1 ポリオキシエチレンアルキルエーテルによる事故²⁾

6-3-1-1 事故の概要

1983年8月22日に横浜市南西部を流れる柏尾川の支流・いたち川で、約100匹のコイが死亡ないしは瀕死の状態でもた同時に白濁水が流れているのを、住民が発見した。通報を受けてから約1時間後に現場付近の死亡魚や河川水（試料水）を採取した。この水系は昭和50年頃コイの稚魚が放流され、現在では約1000尾が生息している比較的水質の良好な河川で、現場の状況などから毒性物質による疑いがあるため、原因物質の検索を実施した。

6-3-1-2 原因物質の検索

原因物質の検索は、以下に述べるように生物学的手法と理化学的手法との組合せにより実施した。

(1) 死亡魚の所見

死亡魚は口部を閉じ、鰓弁・二次鰓弁上皮は収縮しておらず、鰓弁の一部に浮腫もみられることから、酸欠死ではないと推定した。また、鰓弁の小入出鰓動脈が屈曲した形態を示していることから、通常の鰓形態とは異なるものであった。さらに、瀕死のコイ2個体を十分な溶存酸素を含む清水に入れても回復が極めて遅いことから、毒物による事故と判断した。

(2) 試料水の急性毒性試験

試料水が少なかつたため、300mlの試料水中に3gのコイ2尾を入れ、散気条件で毒性試験を行ったところ、10分で横転し60分で死亡した。試料水の水質検査を行った結果、pHは7.9、溶存酸素は6.8mg/lであった。また、シアンなどは検出されなかつた。次に、有機溶媒に抽出可能な試料水中の物質およびその残液について生物検定を行った。そのフローを図6-3-1に、検定結果を表6-3-1に示した。検定結果から、魚毒性物質はn-ヘキサンやエーテルに酸性およびアルカリ性のいずれの条件でも抽出される物質であることが判明した。

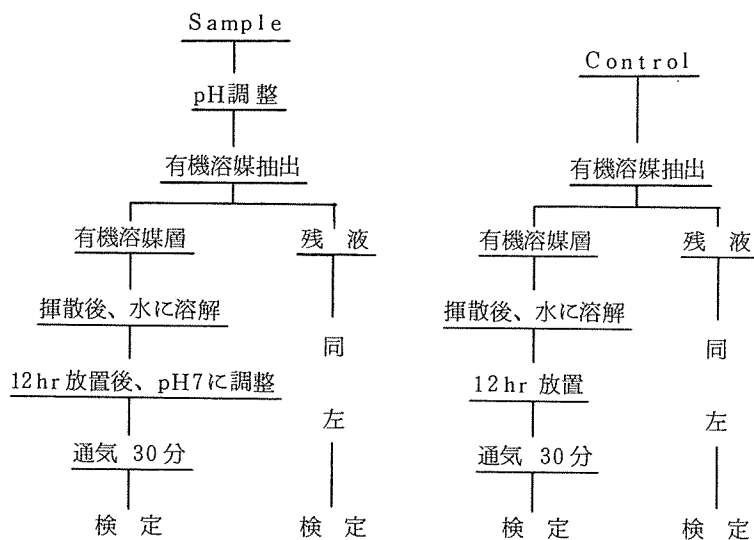


図6-3-1 魚毒性検定法

表 6-3-1 魚毒性検定結果

		横転時間	死亡時間	判定
Sample pH3	n-hex層	10分	60分	(+)
	残液	-	-	(-)
Sample pH11	n-hex層	10分	60分	(+)
	残液	-	-	(-)
Sample pH11	ether層	10分	60分	(+)
	残液	-	-	(-)
Control	n-hex層	-	-	(-)
	残液	-	-	(-)
Control	ether層	-	-	(-)
	残液	-	-	(-)

20℃、約3gの0年魚のコイ、2尾使用。

(3) NMRとIRによる魚毒性物質の同定

試料水を酢酸エチルで抽出した後、酢酸エチルを揮散させた残留物について、NMRとIRの測定を行った。図6-3-2に抽出物質のNMRスペクトルを示した。それは主としてアルキル基とポリオキシエチレン基の2つのシグナルからなる単純なスペクトルであった。抽出物質のIRスペクトル(図6-3-3)を併せて考慮すると、魚毒性物質はポリオキシエチレン系非イオン界面活性剤であると推定された。そこで十数種類の非イオン界面活性剤標準品についてNMRスペクトルを調べたところ、ポリオキシエチレンアルキルエーテルのNMRスペクトルが抽出物質のそれとよく一致した。

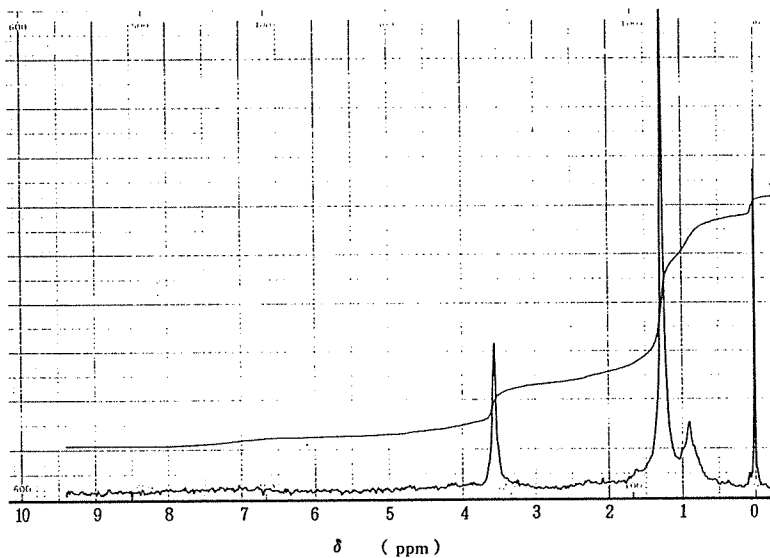


図 6-3-2 抽出物質のNMRスペクトル

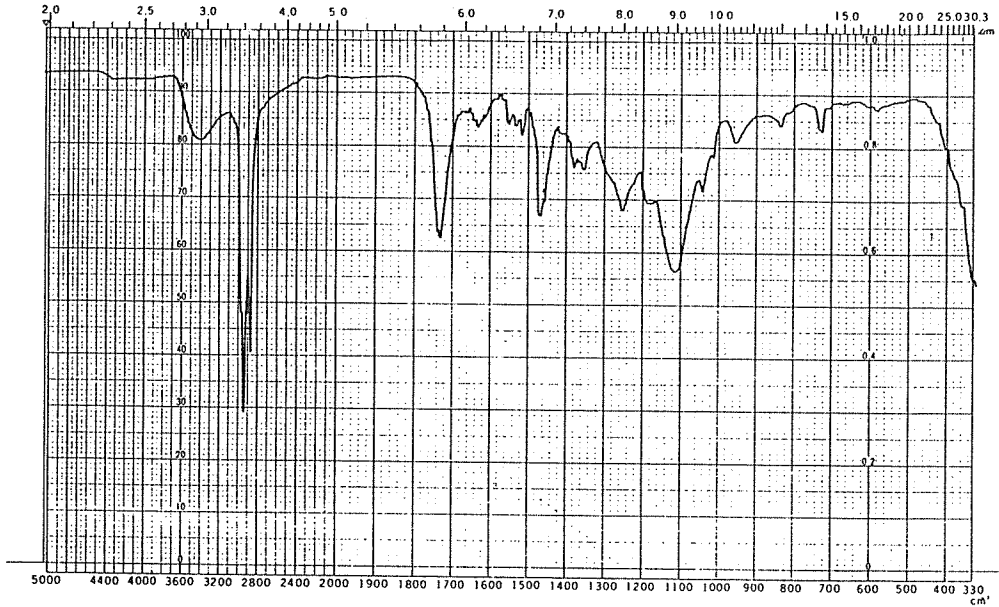


図 6-3-3 抽出物質の IR スペクトル

図 6-3-4~5 に POE₈ ドデシルエーテル (以下、AE という) の NMR および IR スペクトルを示した。スペクトルの類似した数種類の界面活性剤について生物検定を行った結果 (表 6-3-2)、AE が非イオン界面活性剤のなかでも特に強い毒性をもち、事故試料に比較的近い毒性を示した。

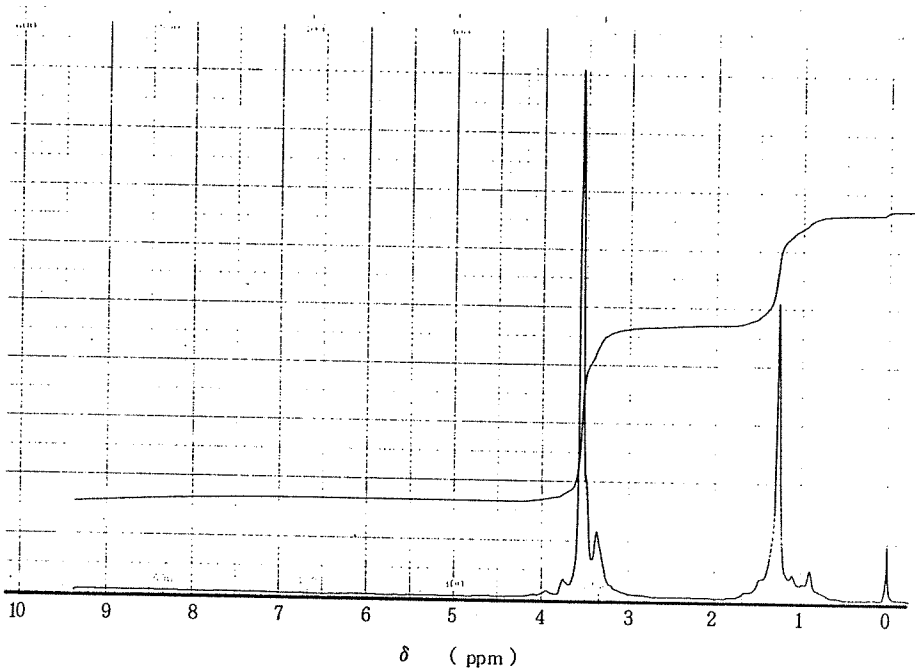


図 6-3-4 POE₈ ドデシルエーテルの NMR スペクトル

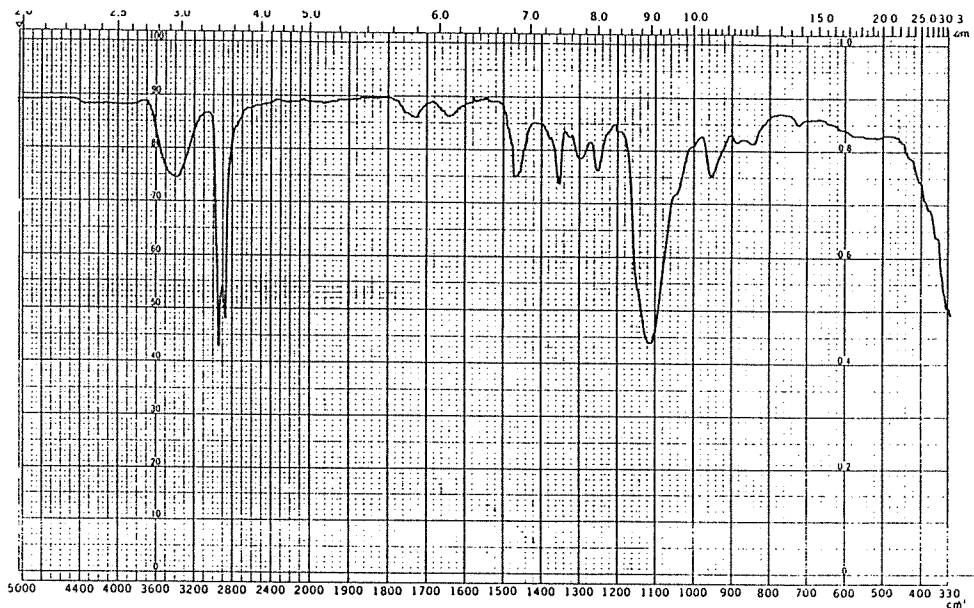


図 6-3-5 POE₈ドデシルエーテルのIRスペクトル

表 6-3-2 POE系非イオン界面活性剤の魚毒性試験

種 類	判 定
POE ₈ ドデシルエーテル	(+)
POE ₆ オレイン酸エステル	(-)
POE ₂₀ オレイン酸エステル	(-)
POE ₆ ソルビタンモノステアリン酸エステル	(-)
POE ₂₀ ソルビタンモノステアリン酸エステル	(-)
POE ₆ ソルビタンモノオレイン酸エステル	(-)
POE ₂₀ ソルビタンモノオレイン酸エステル	(-)

試験時間—2時間、濃度—40mg/l、20℃、約3gの0年魚の
コイ、2尾使用。

(4) 試料水の分析およびAEの生物検定

試料水中のポリオキシエチレン系非イオン界面活性剤をAE (POE₉)として測定した結果、その濃度は19.3mg/lであった。そこで、AE (POE₉)について濃度を変えて生物検定を行った結果(表6-3-3)、10~14mg/lの濃度範囲で試料水の毒性に比較的近い反応を示した。AEの生物検定における死亡魚の口部およびえら形態が事故時の死亡魚の所見と類似していたので、事故原因物質はポリオキシエチレン系非イオン界面活性剤の1種であるAEと判断した。

表 6-3-3 AE (n=8、c=12) の魚毒性試験

濃 度	横転時間	死亡時間	判 定
(水温 20℃) 4 mg/l	—	—	(-)
10 "	8分	30分 50%	(+)
14 "	8分	30分 75%	(+)
20 "	3分	5分 100%	(+)
50 "		3分 100%	(+)
100 "		2分 100%	(+)
(水温 28℃) 5 "		8分 100%	(+)

約 3g の 0 年魚のコイ、4 尾使用。

6-3-1-3 まとめ

いちち川で発生した魚の死亡事故はポリオキシエチレン系非イオン界面活性剤の 1 種である AE によって引き起こされた可能性が大きかった。事故後の調査では、非イオン界面活性剤の濃厚液が人為的ミスにより水域環境へ流出したことが原因であると推定された。市内河川の平常時における水質調査結果³⁾によると、ポリオキシエチレン系非イオン界面活性剤の総濃度は最高 1.6mg/l で事故時の濃度に比べると低いが、事故原因物質である AE やそれと同等の魚毒性をもつポリオキシエチレンフェニルエーテル⁴⁾などが一般家庭の台所や風呂場などでも日常的に使用されていることを勘案すると、これらの物質が不用意に水域環境に捨てられないように啓発していく必要がある。

6-3-2 ガソリンによる事故

6-3-2-1 事故の概要

1988年11月に戸塚区の名瀬川で魚が浮上しているとの情報が入った。現場に急行し、事故原因物質を流出させたと考えられるガソリンスタンドの放流水（試料 1）およびその近くの U 字溝（試料 2）さらに下流の排水路（試料 3）の水を採取した。試料は公害研究所に持ち込まれ直ちに原因物質の検索が行われた。

6-3-2-2 原因物質の検索

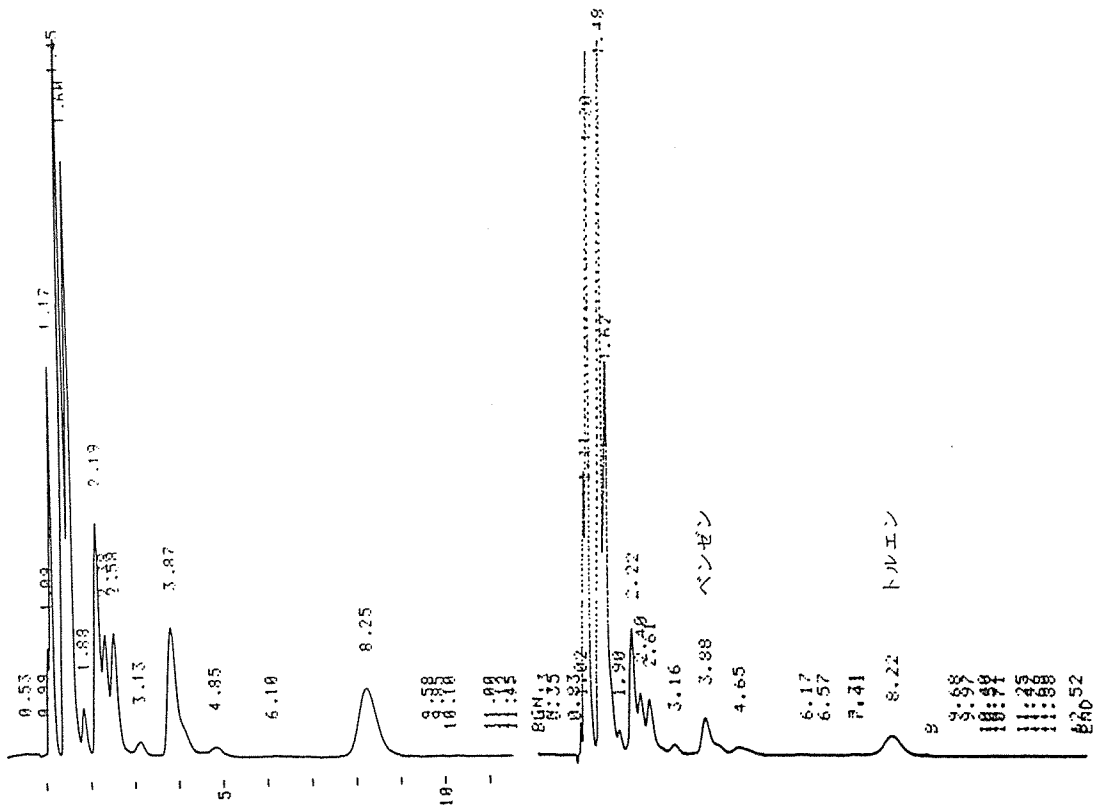
(1) 試料水の生物検定

試料水が少なかったため、シャーレに試料水を少量入れ、それにアカヒレ 5 尾を用いて生物検定を行った。その結果、試料 1 では試験開始直後に 5 尾とも死亡し、試料 2 では 20 分後に 3 尾死亡、25 分で残りの 2 尾も死亡した。また、試料 3 では 2 時間 30 分後に 5 尾死亡した。このように、試料 1 の急性毒性が最も高く、次に試料 2 として試料 3 の順であった。これらのことから、試料 1 が事故を引き起こした原因物質を多量含み、それが希釈され試料 2 となり、さらに希釈され試料 3 となったものと推察された。

(2) 原因物質の同定

まず、毒性の高い試料1について調べた。試料1は強いシンナー臭を放ち、クリーム色を呈していた。蒸留水の入ったビーカーに試料1を加えたところ、試料1は水層に移行せず、水層と分離した状態であったことから、試料1は炭化水素系の溶剤の可能性が大きいと思われた。

そこで、その少量をn-ヘキサンに溶解させ、その一部をFID-GCに注入し成分分析を行った結果、GCチャート上ではn-ヘキサンのピーク付近に数本の小さなピークが認められただけで、ほとんどはn-ヘキサンのピークと重なっていることがわかった。このことから、原因物質は低沸点の化合物と推定できたので、試料1をバイアル瓶に取り密栓した後、その気層の一部をFID-GCで測定した(図6-3-6)。試料1の気層のGCチャートはガソリンのGCパターンとよく一致した(図6-3-7)。



次に、試料1は着色成分も含まれていたので、ガソリンを揮散させた後の残留物質のNMRを測定した(図6-3-8)。NMRチャート上には、炭化水素由来のピーク以外にオキシエチレン基に由来するピークが認められた。以上のことから、試料1は少量の界面活性剤あるいはワックスなどを含むガソリンであると判断した。試料2および試料3については、試料1の場合と同様に各々の気層成分をFID-GCで調べた(図6-3-9、および図6-3-10)。試料2および試料3のGCチャート上では、試料1のそれに比べ揮発性の高い物質に由来する初期流出成分が低いピークを示していたが、それ以外については試料1とほぼ同じGCパターンをとっていた。また、試料2の方が試料3よりいずれの成分も高い濃度を示した。従って、ガソリン流出の影響が試料2および試料3の採取地点まで広がり希釈されて行ったものと考えられる。

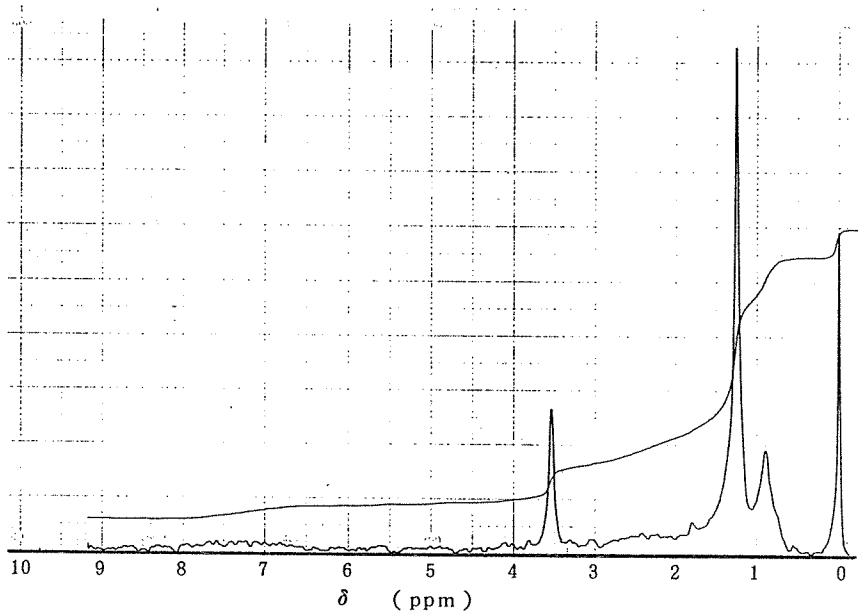


図6-3-8 残渣物のNMRスペクトル

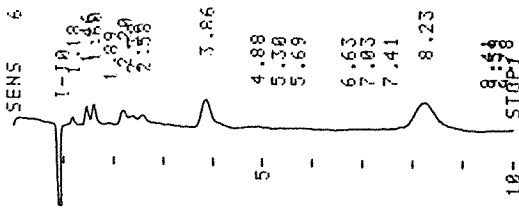


図6-3-9 試料2の気相のGCクロマトグラム

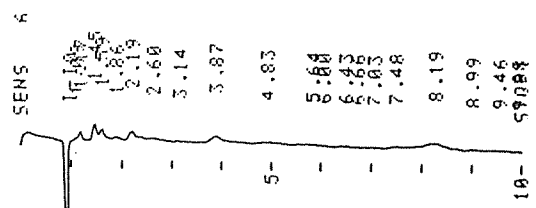


図6-3-10 試料3の気相のGCクロマトグラム

6-3-2-3 まとめ

名瀬川の事故はガソリンを主成分とする廃液の流出によって引き起こされた可能性が大きかった。ガソリンは揮発性炭化水素の混合物であり、その中の比較的毒性の高い物質が魚に作用したものと思われる。また、ガソリンは比重が小さいことから河川水の上層を覆うため、水と大気を遮断して河川水に酸素が補給できなくなる作用も影響しているものと推察される。ガソリンは自動車燃料などとして一般にもかなり利用されていることから、火災などの危険性以外に水域環境への弊害についても周知させていく必要がある。

6-3-3 ジクロロベンゼンによる事故

6-3-3-1 事故の概要

平成元年10月29日午後7時頃、港南区の大岡川、岡本橋付近で鯉が死んでいるという通報が、付近の住民からあった。現場を調査した結果、コイの死亡魚が確認されるとともに、河川水からクレゾール様の臭いが確認された。翌日、全長約2.5Kmの範囲を調査したが、前日の臭気は認められなかったが、コイがところどころで死んでいるのを確認した。市民の方から前日の状況等についての情報を収集し、これを踏まえ発生源調査を行ったが、特定はできなかった。

また、試料は市民が採水した水も含め、以下に述べるように原因物質の検索を行った。

6-3-3-2 原因物質の検索

(1) 死亡魚の所見

死亡したコイを調べたところ、外部形態的所見では特に異常は見られなかった。鰓の顕微鏡所見からは、写真6-3-1に示すように鰓弁上皮の拡張、二次鰓弁の浮腫が見られ、毒物による影響と推定した。

(2) 試料水の生物検定

シャーレに試料水を100ml入れ、アカヒレ5尾を用いて生物検定を行った。その結果、4～5時間で鼻上げ症状を示し、口を開口して死亡した。

(3) 原因物質の同定

ガスクロマトグラフ・質量分析法により分析したところ、図6-3-11に示すようにジクロロベンゼンの顕著なピークが検出された。ガスクロマトグラフ法で種類の確認及び含有量の分析を行ったところ、オルト-ジクロロベンゼン2.91mg/l、パラ-ジクロロベンゼン1.02mg/l、メタ-ジクロロベンゼン微量の結果が得られた。また、4アミノアンチピリン比色法でフェノール類を分析したところ、0.69mg/l検出された。

(4) オルト-ジクロロベンゼンの生物検定⁵⁾

オルト-ジクロロベンゼンは難溶性のため、灯油とsanimal-258N（日本乳化剤株式会社）を混合した乳化剤を乳剤として使用した。ジクロロベンゼンは揮発しやすいため、1lの栓付メスシリンダーを試験容器として使用した。所定の濃度に調整し、試験生物として、ヌカエビ3尾、アカヒレ3尾を使用した。ヌカエビでの24hrLC₅₀は1.6mg/lで、アカヒレでは4mg/lであった。アカヒレの死亡時の症状としては、鼻上げ症状を呈し、鰓の光学顕微鏡観察においては、酸素欠乏時の鰓形態像と類似していた。

オルト-ジクロロベンゼンの鰓への影響についてコイで詳しく調べたところ、鼻上げ症状で死亡した

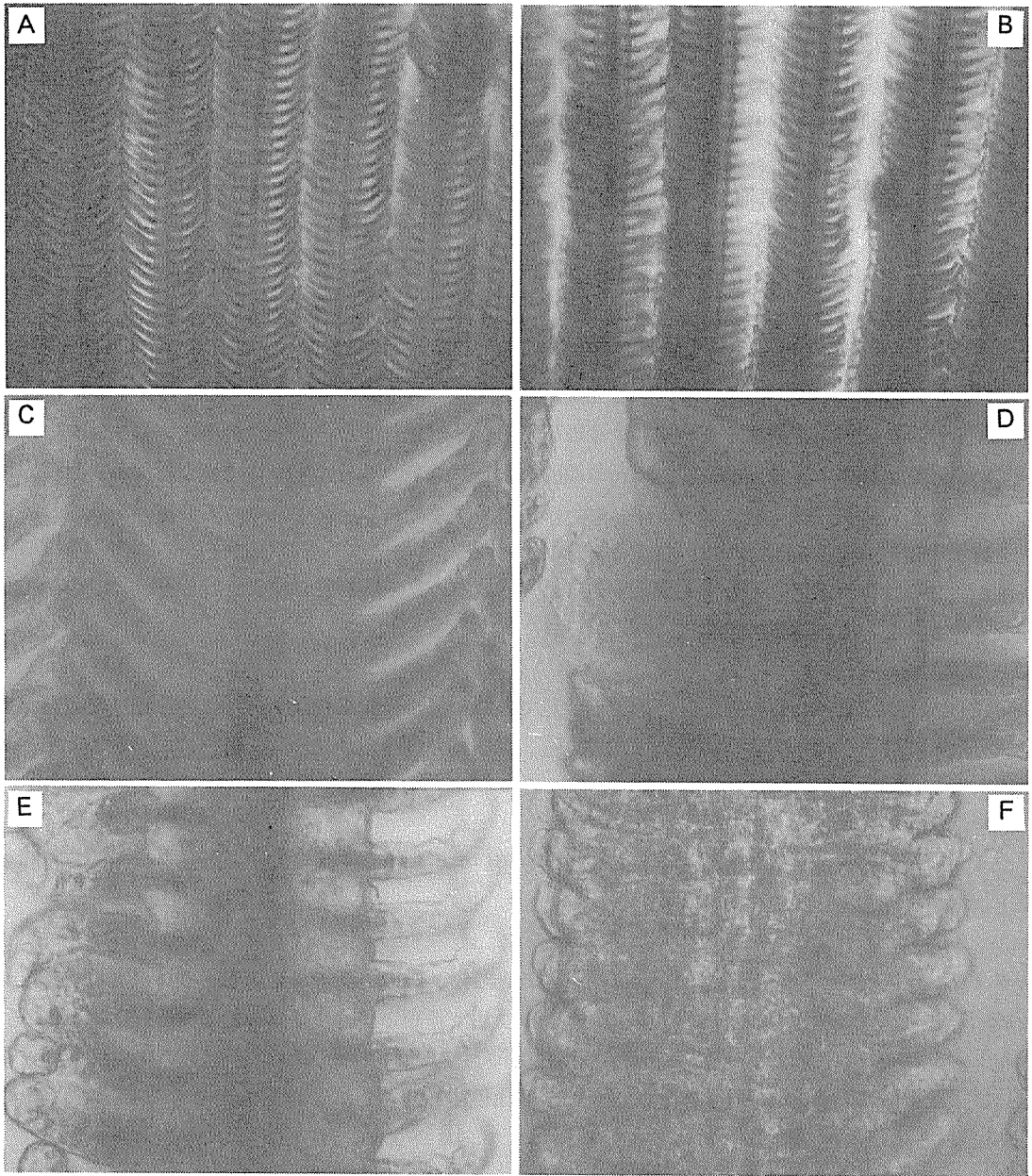
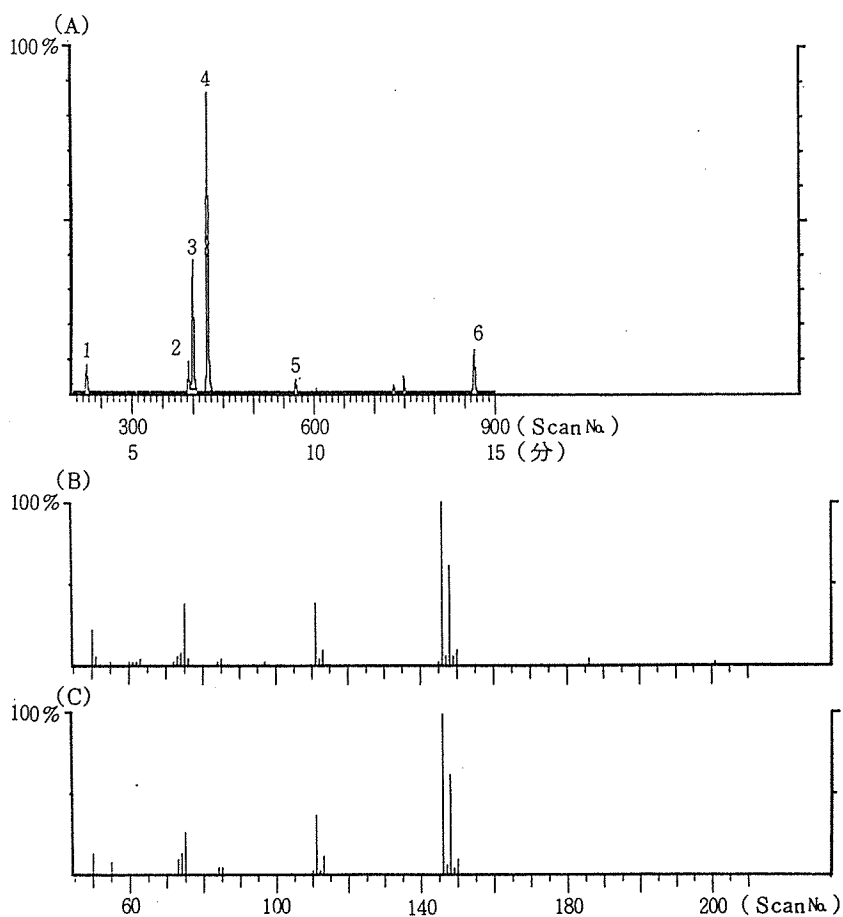


写真 6-3-1 ジクロロベンゼンの影響を受けた鰓形態

- | | |
|---------------------------------|---|
| (A); ジクロロベンゼン 5mg/l に曝露された生魚の鰓 | (B); ジクロロベンゼン 5mg/l に曝露された生魚の鰓、出血が見られる。 |
| (C); A の拡大写真 | (D); B の拡大写真 |
| (E); ジクロロベンゼン 5mg/l に曝露された頻死魚の鰓 | (F); ジクロロベンゼン 5mg/l に曝露された死亡魚の鰓 |



(A) 事故試料 (B) 事故試料の中 Scan number 423
 (C) 標準試料 1,2 ジクロロベンゼン
 1: クロロベンゼン 2: m-ジクロロベンゼン 3: p-ジクロロベンゼン
 4: o-ジクロロベンゼン 5: トリクロロベンゼン 6: ビフェニル

図6-3-11 ガスクロマトグラフ・質量分析法による分析結果

時点の鰓は酸素欠乏時の鰓と類似しているが、死後数十分間に事故死亡魚の鰓と類似の形態像に変化するのが確認できた。

6-3-3-3 事故原因の推定

今回事故試料から検出されたジクロロベンゼンの濃度は、オルトー及びパラの和として3.9mg/lであり、流出時にはもう少し高い濃度と考えられ、また、フェノールの毒性との相乗作用も考えられる。以上より、事故原因は、主としてジクロロベンゼンによる事故と判断した。

6-3-3-4 まとめ

大岡川で発生した魚の死亡事故は、主としてジクロロベンゼンにより引き起こされた可能性が強かった。ジクロロベンゼンは、うじ殺し製剤中に多量に含まれており、一般家庭でも容易に入手できることから、取扱によっては今回のような事故と結び付く可能性も否定できない。このことから、これらの物質の毒性と取扱についての啓発が必要と思われた。

6-3-4 シアンによる事故

6-3-4-1 事故の概要

工場等からのシアン流失による魚死亡事故は、ほぼ毎年発生しているが、他の事故原因の件数より少ない。しかしこのシアンは、一度発生すると多数の魚を死に至らしめることから、常に注意しなければならない毒性物質の一つである。ちなみに最近のシアン事故の発生状況を見ると、1987年4月21日に境川の上流、相模原市内、1987年11月2日に柏尾川の支川の阿久和川、1988年6月13日に同水域で、1989年5月7日に境川の大和市など境川水系に多く発生している。

そこでここでは市内の柏尾川で発生した事故の事例を概説する(図6-3-12)。

1987年(昭和62年)11月2日、横浜市の戸塚区を流れる阿久和川の鷹匠橋から柏尾川の高島橋までの約4kmの範囲で多量のコイ、フナ、ボラ、モツゴ等が死亡していた。事故発生の経過は、10月31日に付近の住民より県警に通報があり、その後遅れて11月2日に戸塚区役所から公害対策局水質課に連絡が入った。当日、職員が現場へ行き、原因調査とともに現場付近の死亡魚、河川水(資料水)を採取した。

1988年(昭和63年)6月13日、先とほぼ同じ水域のかもめ橋から高島橋の範囲で多量の魚が死亡していた。事故の経過は、当日、戸塚区役所から公害対策局水質課に通報があり、職員が現場調査を行った。その時、簡易テスト等からシアンが検出されたので、発生源調査、現場付近の河川水を採取した。また6月14日にも発生源の特定と事後処理のために現場調査を行った。

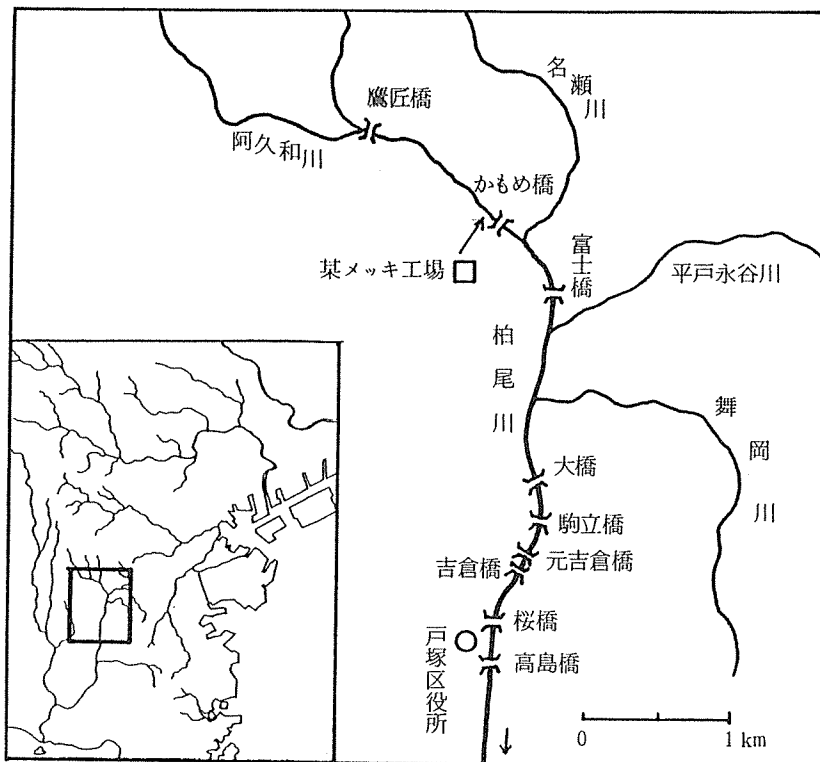


図6-3-12 柏尾川のシアンによる死亡事故発生地域

6-3-4-2 原因物質の検索

(1) 死亡魚の所見

1987年11月2日に搬入された死亡魚の所見は、魚体に腐敗が進行してようであったが、内臓の溶解はまだなく、体表の粘液が残存、眼球の白濁化がまだ進行していないこと等から死後経過時間は、24時間以内と推定した。

外観的には体表の粘液の異常分泌、鰓蓋部等に出血斑等、鰓の肉眼的所見では、特に赤色の鰓で粘液の異常分泌があり、アルカリ性物質に曝露された時の症状に酷似していた。また鰓の顕微鏡観察の所見では、二次鰓弁が収縮し、よく似た所見を示す酸素欠乏時とは収縮の様子が異なっていた。

以上の結果から死亡原因は、アルカリ性の毒性物質によるものと思われた。

1988年6月13日の時は、河川水で原因が特定できたので死亡魚の搬入はなかった。

(2) 毒性物質の同定

1987年11月2日に搬入された試料水は、高島橋で採水したもので、シアン分析の結果、不検出であった。しかしコイの鰓、内臓を混合した試料からは、シアンが $0.3\sim 0.7\mu\text{g}/\text{wet g}$ が検出され、シアンによる死亡であることが判明した。しかし発生源は特定できなかった。

1988年6月13日に搬入された試料水は、富士橋で午前11時50分と17時の2回採水したものであり、前者が $0.77\text{mg}/\text{l}$ 、後者が $0.01\text{mg}/\text{l}$ のシアンを検出した。同日、阿久和川沿いにある某メッキ工場の雨水排水口の水は、 $2.3\sim 4.8\text{mg}/\text{l}$ の高濃度のシアンが検出され、発生源が特定された。6月14日、午前中に阿久和川の上流から柏尾川の測定局までの範囲で採水し、シアンを分析した結果、上流部で $0.02\sim 0.14\text{mg}/\text{l}$ 、それより下流部で不検出であった。前日に検出された富士橋でも同様であった。またボラの鰓、内臓の分析では、 $0.03\mu\text{g}/\text{wet g}$ のシアンが検出された。

以上のことから1987年11月に発生した事故は、被害状況、範囲等からシアンによるものと推定され、また1988年6月の事故は、メッキ工場の高濃度のシアンが雨水口から川へ流出されたことによるものであった。

6-3-4-3 まとめ

毒性物質による事故の原因究明は、流出後の経過時間によって左右される。経過時間が短ければ魚の行動観察、魚体の外観、内観、特に鰓は、シアンに急性的に曝露されると鮮紅色を示す⁶⁾。さらに現場の水の分析によって明らかになる場合が多い。それが長ければ魚体の腐乱が進行し、毒性物質特有の症状の消失、河川水の流出によって不明となる。今回、1987年11月では、経過時間が長く原因究明が困難な事例である。しかし死後24時間以内では、河川水の分析結果から不明であっても、魚体の観察等、また鰓、内臓による毒性物質の分析によって明らかになる場合もある。

つぎにシアンの毒性についてまとめると、生理的には、シアンは赤血球中に存在するヘモグロビンと結合しシアンヘモグロビンとなる。その結果水中の酸素を取り込めなくなり、窒息状態、死に到る。

生物検定からのシアンによる毒性値をみると、急性的には24時間 LC_{50} の値がコイで $0.5\text{mg}/\text{l}$ ⁷⁾、96時間 LC_{50} の値がコイ科の一種、Fathead minnowで $0.12\text{mg}/\text{l}$ 、亜急性、慢性的には、同じFathead minnowで影響限界濃度が $0.013\sim 0.020\text{mg}/\text{l}$ である。また魚類に対する長期毒性実験の影響限界濃度の最小値は、 $0.005\text{mg}/\text{l}$ としている⁸⁾。

文 献

- 1) 環境庁環境保健部保健調査室：昭和58年版ケミカルアセスメントレポート、昭和58年12月。
- 2) 二宮勝幸、水尾寛己、飯塚貞男、白柳康夫：界面活性剤による魚のへい死事故、第20回水質汚濁学会講演集、181-182 (1986)。
- 3) 飯塚貞男：横浜市内河川水中の合成界面活性剤の濃度分布、横浜市公害研究所報、10、141-146 (1985)。
- 4) 菊地幹夫、若林明子、露崎亀吉：非イオン界面活性剤の生分解性と魚毒性、東京都公害研究所報、11、114-118 (1984)。
- 5) 酒井 学、水尾寛己：〇-ジクロロベンゼンのアカヒレ (*Tanichthys albonubes*) 及びヌカエビ (*Paratya compressa improvisa*) に対する急性毒性評価、横浜市公害研究所報、15、(1991)。
- 6) 新田 忠雄：水質保護論、改訂増補、水産学全集15、恒星社厚生閣、東京 (1966)。
- 7) 日本水産資源保護協会：水産用水基準、1-72 (1979)。
- 8) 田端 健二：水生生物に対する各種水質汚染物質の半数致死濃度と長期影響限界濃度との関係、東海区水産研究所報告、98、1-21 (1979)。