

<報文>

異常水質（河川水の発泡）時の原因究明事例について*

犬塚 加代子**・志岐 寿子**・中島 妙見**・末次 稔**

キーワード ①界面活性剤 ②エチルバイオレット法 ③鶏卵 ④レシチン ⑤公共用水域

要 旨

佐賀県内で川の水が頻繁に泡立つという苦情が保健福祉事務所に寄せられ、周辺調査を行ったところ、河川上流にある事業場の排水口付近が特に泡立っていた。事業場の排水及び周辺の河川水について水質検査を行ったところ、事業場の排水から界面活性剤が検出された。しかしながら、事業場での洗剤使用は確認できなかったことから、他の原因について検討を行った。事業場は洗卵施設であり、排水中に含まれる卵の成分が界面活性剤と同様の性質を持つことから測定値に影響している可能性がある。そこで、卵を使った模擬試験を行ったところ、事業場の排水と同様の結果が得られたことから、卵を含む事業場の排水が河川水の発泡の原因となっていると考えられた。

1. はじめに

平成27年2月に佐賀県内のA町で「川の水が頻繁に泡立っている」と付近住民からA町を管轄する保健福祉事務所に苦情が寄せられたため、保健福祉事務所職員が原因調査を行った。当該河川の周囲は農業地域であり、数軒の一般家庭がある他、上流には鶏卵を洗う洗卵施設（B事業場）がある。泡立ちの発生場所がB事業場の下流であること、泡立ちが頻繁に発生するようになった時期とB事業場が操業を始めた時期がおおむね一致することから、B事業場からの排水が疑われた。

保健福祉事務所は、事業者に対する指導根拠を明確にする必要があることから、当センターでB事業場の排水及び周辺の河川水の界面活性剤等について水質検査を行うこととした。

ここでは、この事例をとおして得られた、異常水質発生時の原因究明に際しての問題点や今後の課題について報告する。

2. 原因究明調査 ①

2.1 調査地点

調査地点は図1のとおり。

地点①は、B事業場の排水の流入のない上流で、一般家庭の排水が流入する地点。地点②は、B事業場の排水口。地点③は、発泡苦情地点より上流でB事業場の流入のない支流。地点④は、B事業場の排水口下流の地点である。

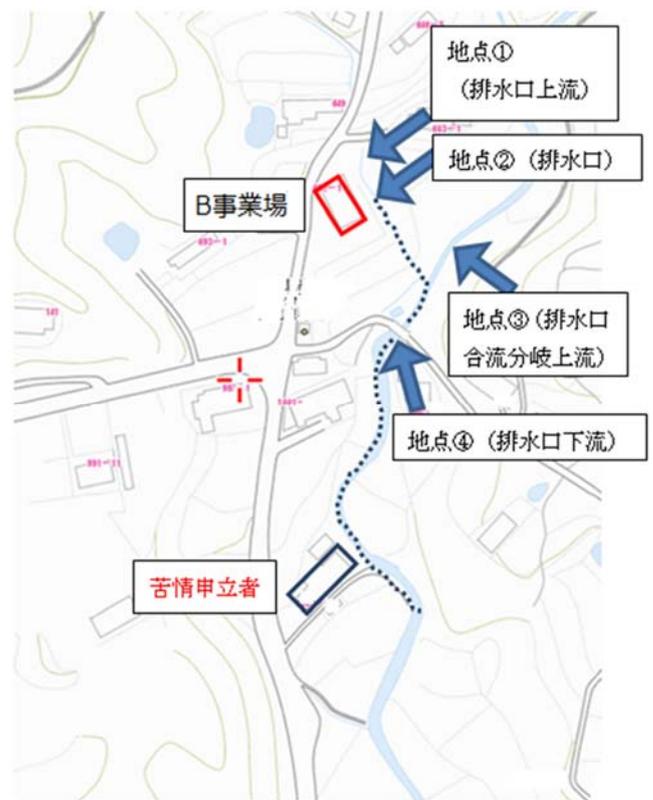


図1 調査地点

*Cause investigation of river water foaming

**Kayoko Inutsuka, Toshiko Shiki, Taemi Nakashima, Minoru Suetsugu (佐賀県環境センター) Environmental Research Center of Saga Prefecture

2.2 水質測定項目

水質測定項目及び測定方法は、表1のとおり。

泡立ちの原因と考えられる陰イオン界面活性剤及び非イオン界面活性剤、並びにB事業場より上流にある一般家庭の排水の影響を考慮するため総窒素及び各態窒素（アンモニア性窒素に0.4を乗じたもの、亜硝酸性窒素及び硝酸性窒素の合計量）について分析を行った。

表1 水質測定項目及び測定方法

項目	測定方法
陰イオン界面活性剤	JIS 工場排水試験方法 JIS K0102 30.1.2 に準拠
非イオン界面活性剤	水道法水質基準に関する省令により、厚労大臣が定める方法（厚労省告示第261号44別表第28に定める方法）
総窒素	JIS 工場排水試験方法 JIS K0102 45.6 に準拠
各態窒素	JIS 工場排水試験方法 JIS K0102 42.6, 43.1.3, 43.2.6 に準拠

2.3 水質測定結果

各調査地点の水質測定結果は表2のとおり。

表2 水質測定結果 (単位 mg/L)

地点 項目	地点①	地点②	地点③	地点④
陰イオン界面活性剤	0.02	9.2	0.04	0.03
非イオン界面活性剤	0.02	2.2	0.03	0.02
窒素含有量	0.91	38	0.65	0.83
各態窒素	0.49	2.0	0.37	0.38

水質測定の結果、B事業場の排水（地点②）からは、すべての項目で、他の地点より高い値が検出され、事業場の排水が河川の泡立ちの原因であることが示唆された。

特に陰イオン界面活性剤の測定結果は、他の地点に比べて、200倍以上の濃度で検出されているため、事業場の排水に含まれる界面活性剤が河川の泡立ちの原因と考えられた。

3. 事業場立入調査

前章の調査結果を受け、保健福祉事務所はB事業所の立入調査を行った。B事業所は、鶏卵を洗浄し出荷している事業場であり、洗卵施設は水質汚濁防止法に基づく特定施設に該当しない。

B事業場では、1日当たり約13万個の鶏卵を洗浄しており、排水量は1日当たり約2.7m³である。卵の洗浄時に、消毒の目的で12%次亜塩素酸ナトリウム製品を1日当たり30kg使用しており、洗浄後の汚水はチオ硫酸ナトリウムで中和している。洗浄時に1日当たり20～30個の卵が割れ、汚水とともに流出するため、網籠で固形物を除去したのち河川へ排出している。

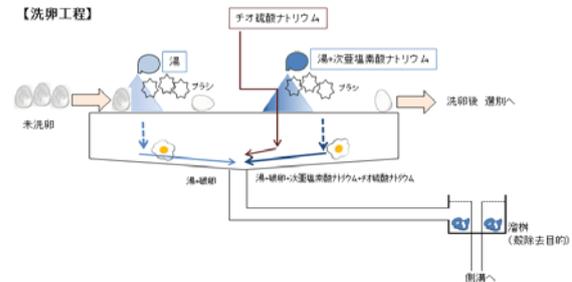


図2 洗卵工程

立入調査の結果、B事業場では、発泡を引き起こす界面活性剤を含む洗剤の使用は確認できなかった。事業場には、生物処理による汚水処理施設がないため、割れた卵が排水とともに河川へ流出したために河川の泡立ちが発生したものと考えられた。

4. 原因究明調査 ②

事業場への立入調査の結果、河川の泡立ちの原因は界面活性剤ではなく、卵が排水とともに河川へ流出したためと考えられたことから、卵を用いて模擬排水を調製し、JIS K0102 30.1.2（エチルバイオレット吸光光度法）による陰イオン界面活性剤の測定に対する影響及び泡の持続性について試験を行った。

4.1 模擬排水（試験溶液）の調整

- ① 全卵1個を卵黄、卵白及び殻に分け、卵黄及び卵白はそれぞれビーカーに入れ、ガラス棒で均一になるようにかき混ぜた。殻は乳鉢で粉碎した。
- ② 卵黄及び卵白は、それぞれ10mlを分取し水90mlと混合し10倍希釈液とした。さらに水で希釈し100倍希釈液、1,000倍希釈液及び10,000倍希釈液を調製し、試験溶液とした。
- ③ 粉碎した殻は10倍量の水に懸濁させ10倍希釈液とし、さらに水で希釈し100倍希釈液及び1,000倍希釈液を調製し、試験溶液とした。

4.2 エチルバイオレット吸光光度法による測定

試験溶液をJIS K0102 30.1.2（エチルバイオレット吸光光度法）により測定しB事業場の排水の測定結果と比較した。

結果は表3のとおり。

表3 測定結果

試験溶液		陰イオン界面活性剤相当量
卵黄	100倍希釈液	高濃度のため測定不可
	1,000倍希釈液	2.9 mg/L
	10,000倍希釈液	0.33 mg/L
卵白	100倍希釈液	乳化し分離困難なため測定不可
	1,000倍希釈液	検出せず (0.02 mg/L未満)
	10,000倍希釈液	
殻	10倍希釈液	測定不可
	100倍希釈液	検出せず (0.02 mg/L未満)
B事業場排水		9.2 mg/L

4.3 泡の持続性試験

試験溶液を共栓付三角フラスコに入れ、15秒間振り混ぜた後、直後、1分後及び5分後の発泡状態について観察し、B事業場の排水の泡の持続性と比較した。

結果は表4のとおり。

表4 泡の持続性試験結果

		直後	1分後	5分後
卵黄希釈液 (10~10,000倍希釈液)		発泡	泡は持続	大きな泡は減少 微細な泡が残る
卵白	10~100倍希釈液	発泡	泡は持続	1分後に同じ
	1,000倍希釈液	発泡	大きな泡は消失 微細な泡が残る	
	10,000倍希釈液	発泡	泡は消失	
殻	10倍希釈液	発泡	泡は持続	大きな泡は消失 微細な泡が残る
	100~1,000倍希釈液	泡立ちなし		
B事業場排水		発泡	大きな泡は減少 微細な泡が残る	大きな泡は消失 微細な泡が残る

5. 考察

卵を用いた模擬排水の測定結果から、溶液中の卵黄は、エチルバイオレット吸光光度法による陰イオン界面活性剤の測定値に正の誤差を与えることがわかった。B事業場の排水の測定結果と比較すると、排水は卵黄の100~1,000倍希釈液に相当していた。

また、泡の持続性試験から、発泡作用は卵黄と卵白の

両方にみられるが、持続性について差が見られた。B事業場の排水の結果と比較すると、排水は卵白の1,000倍希釈液に相当していた。

B事業場は1日当たりの排水量が2.7m³であり、20~30個の卵が排水中に流出しているため、1個70gの卵30個が排水中に流出していたと仮定すると、排水は卵の約1,300倍希釈液に相当し、模擬試験の結果とおおむね一致した。

以上のことから、A町の河川の泡立ちの原因は、界面活性剤によるものではなく、B事業場の卵を含む排水によるものであることが推察された。

6. 問題点と今後の課題

河川の泡立ちという異常水質の事例で、界面活性剤の測定を行ったところ、事業場の排水から周辺河川水より高濃度で検出されたために、事業場の立入調査・指導を行ったが、実際には、界面活性剤は使用されておらず、排水中に混入した卵が原因であることがわかった。

検査結果を基に、保健福祉事務所が事業者に対して排水の改善を指導しており、事業者側は努力する姿勢を示しているとのことである。このように、分析機関の測定結果は、行政処分や指導の基となるため、精度の高い結果が求められる。

特に、今回の様な吸光光度法による測定は、他の成分により妨害されることがあるため、他の方法による測定でチェックする必要があること、また、泡立ちは卵黄中のレシチンが原因と推定されたことから、レシチンの測定を行うべきであったが、当所ではレシチンの測定ができないために、排水中のレシチンの確認は行っていない。原因究明調査の結果をより確実なものとするためには、他の分析機関に依頼するなどしてレシチンの測定を行うべきであったと感じた。

今回の事例から、原因調査においては測定値だけではなく、周辺環境や施設の稼働状況など現地調査とセットで幅広い視点で取り組んでいく必要性を感じた。

7. 参考文献

- 1) 西村和彦, 千田千代子: 川崎市の地下水及び公共用水域における界面活性剤の実態調査. 川崎市公害研究所年報, **33**, 51-56, 2006
- 2) 小島節子, 山守英明: 発泡苦情に対する分析事例. 名古屋市環境科学研究所報, **39**, 58-62, 2009