

洗剤に関する研究Ⅱ

—陰イオン界面活性剤の水棲生物に対する急性毒性—

若林 明子 菊地 幹夫 中村 多恵子*
井上 亙 高橋 耿之介* 川名 俊雄*
川原 浩 古井戸 良雄 (*東京都水産試験場)

1. 目 的

家庭用合成洗剤の主な原料である陰イオン界面活性剤のうち、直鎖型アルキルベンゼンスルホン酸ナトリウム(LAS)と、アルキル硫酸ナトリウム(AS)等について、ヒメダカの成魚、コイの卵および仔魚に対する急性毒性を検討する。

2. 実 験

(1) 供試界面活性剤

AS : n-デシル硫酸ナトリウム (C10-AS)
n-ラウリル硫酸ナトリウム (C12-AS)
n-ミリスチル硫酸ナトリウム (C14-AS)
n-セチル硫酸ナトリウム (C16-AS)

LAS : アルキル基の炭素数は10~13で平均すると11.7

ABS : 分岐鎖型ドデシルベンゼンスルホン酸ナトリウム (東京化成株式会社製)

セッケン : 母親シャボン (太陽油脂株式会社製, 脂肪酸ナトリウムを42%含有), 以下脂肪酸ナトリウムに換算した値で表示した。

(2) 供試魚および卵

- (f) ヒメダカ 都内養魚所より購入
- (g) コイ仔魚 ふ化後1週間経過したもの
- (h) コイ卵 当水産試験場でポリエチレン魚巢に産卵させたもの

(3) 試験水

実験開始直前に界面活性剤溶液を希釈して調製した。硬度0mg/lの蒸留水溶液と、硬度25mg/lの人工軟水¹⁾

溶液とを用いた。

(4) ヒメダカの半数致死濃度 (TLm) の測定

試験はヒメダカを10尾ずつ用い、工場排水試験方法 (JIS K 0102-1971) で定められた方法に準じて行い、24および48時間 TLm を求めた。試験水は6または12時間毎にその%を静かに交換して界面活性剤濃度をほぼ一定に保った。

(5) コイ仔魚の TLm 測定

各濃度で仔魚20尾ずつ用い、(4)とほぼ同様の方法で TLm を求めた。但し実験中換水は行わなかった。

(6) コイ卵のふ化阻害濃度の測定

受精卵を各濃度で約200粒ずつ魚巢に付着したまま用いて測定を行った。AS, LASとABSについては卵を試験開始からふ化までずっと界面活性剤に浸漬して試験した。LASについてはそれ以外に卵の発生段階の感受性を比較するため、一定時間界面活性剤溶液につけそれ以外の時間は界面活性剤を含まない人工軟水に浸漬した試験も行った。試験水の交換は24時間毎に2回行った。ふ化仔魚は2時間毎にピペットでとり出し計数したのち、界面活性剤を含まぬ脱塩素水道水に移し、1~2日後に奇型の有無についても調べた。

3. 結 果

(1) ヒメダカの TLm の測定

試験期間中のpHは5.6~6.1, 溶存酸素量(DO)は6.3以上であり、水温はC14-ASとC16-ASの試験の際は17.4~20.8℃で、それ以外は22.5~24.0℃であった。ヒメダカを界面活性剤溶液と接触させると、一般的には死に至る前にヒレの白変, 体表からの粘液の分泌等が観察された。各界面活性剤の蒸留水中での TLm を表1に示した。急性毒性はC12-AS < LAS < セッケン ≒ C14-AS < C16-AS の順で増大した。LASについては人

註) この論文は Annual Report of the Tokyo Metropolitan Research Institute for Environmental Protection, 1976年度版掲載の論文を要約したものである。

表1 界面活性剤のメダカに対するTLm

界面活性剤	24時間 TLm, mg/ℓ	48時間 TLm, mg/ℓ
C12-A S	70	51
C14-A S	5.9	—
C16-A S	0.78	0.50
L A S	23	15
L A S*	13	10
セッケン	5.9	5.9
セッケン*	>84**	>84**

* 人工軟水使用, 他は蒸留水使用

** 簡易試験で求めた値

表2 界活性剤のコイ仔魚に対するTLm

界面活性剤	6時間 TLm, mg/ℓ	12時間 TLm, mg/ℓ	24時間 TLm, mg/ℓ	48時間 TLm, mg/ℓ
C10-A S	190	180	180	13
C12-A S	52	46	46	13
C14-A S	5.6	5.1	5.0	5.0
C16-A S	0.71	0.69	0.69	0.69
L A S	9.0	5.6	5.6	5.6
A B S	23	23	22	22

工軟水中でも同時に試験したところ, 急性毒性は蒸留水中に比較して増大した。石ケンについては本試験に準じて若干追加試験したところ, 市販されている三種のセッケン(母親シャボン, ミヨシ粉セッケン, アデカ粉セッケン)間で致死効果に違いはみられなかった。人工軟水中のセッケンの24時間 TLm は 84mg/ℓ以上であった。

(2) コイ仔魚の TLm 測定

試験はすべて人工軟水中で行った。試験水の DO は 7 mg/ℓ以上で, pH は約 7.0 であった。L A S の 16mg/ℓ以上, A B S の 64mg/ℓ以上の濃度で死亡時の仔魚に背骨の著しいわん曲がみられた。また C10-A S および C12-A S の一部試験濃度では 24 時間目までに死亡魚がなく, その後急に死亡した。各時間の TLm を表 2 に示したが, ヒメダカの場合と同様の傾向がみられた。A B S は C10-A S および C12-A S とほぼ同じ TLm を与えた。

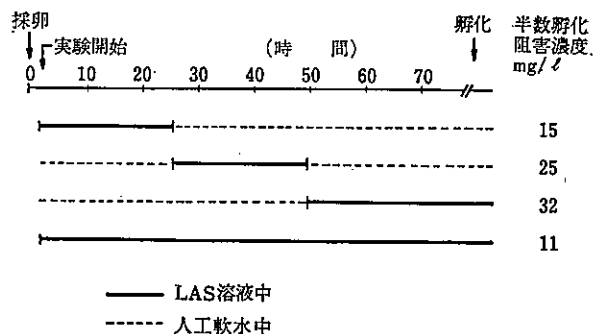
(3) コイ卵のふ化阻害濃度の測定

試験はすべて人工軟水中で行った。換水時の DO が C10-A S (50mg/ℓ) で, 4.1mg/ℓ, C12-A S (171 mg/ℓ) で, 4.6mg/ℓとやや低かったが, その他は 5.2~8.8mg/ℓであった。pH は 6.6~7.1 であった。半数ふ化阻害濃度(対照のふ化率の 1/2 の 44% ふ化に相当する各界面活性剤の濃度)を求め表 3 に示した。半数ふ化阻害濃度

表3 卵のふ化時間と半数ふ化阻害濃度

	界面活性剤の濃度, mg/ℓ	75%ふ化時間 時間	半数ふ化阻害濃度, mg/ℓ
対 照	0	73, 73, 74	—
C16-A S	0.1	74	>1.6
	0.2	71	
	0.4	73	
	0.8	73	
	1.6	72	
C14-A S	0.5	73	2.9
	1.0	75	
	2.0	74	
C12-A S	10	75	18
	15	78	
	23	78	
C10-A S	50	90	—
	70	78	
L A S	7.7	73	11
	12	76	
A B S	10	73	28
	15	73	
	23	73	
	34	73	

図1 卵の発生段階の相違による L A S の毒性の比較



はABS>C12-AS>LAS>C14-ASの順で減少した。C10-ASとC12-ASの一部にふ化時間の遅れと、ふ化仔魚の状態の異常がみられた。しかしふ化仔魚の奇型発生率はすべての界面活性剤で対照の値(約4%)とほとんど差が認められなかった。また卵の発生段階の相違によるLASの毒性の差を比較すると図1の結果が得られ、発生初期に一番大きな影響を受ける事が解った。

4. 考 察

(1) ヒメダカ、コイ仔魚、卵いずれの試験においてもASのアルキル基の炭素数が増加すると急性毒性が増加した。この傾向は蒸留水中でも人工軟水中でも変らなかった。LASでも同じくアルキル基の炭素数が増加すると毒性が高くなるという報告があるが²⁾、合成洗剤中の界面活性剤はほとんどの場合アルキル基の炭素数の異なる化合物の混合物であるので、毒性を調べる際はこの点についての検討が必要である。

(2) 試験水を蒸留水から人工軟水にかえると、LASでは毒性が増大し、セッケンでは減少した。ASについては硬度の上昇に伴い毒性が増すということが既に報告されている³⁾。したがって蒸留水中では、急性毒性の大きさはC12-AS<LAS<C14-AS≒セッケン<C16-ASであるが、河川水中ではセッケン<C10-AS≒C12-AS≒ABS<LAS<C14-AS<C16-ASとなる。

(3) 人工軟水中LASに24時間接触した場合の感受性はコイ卵<ヒメダカ<コイ仔魚の順で大きくなった。またLASのコイ卵に対する発生段階での感受性の差をみると発生の初期程高く、その時期には比較的低濃度の界

面活性剤溶液に接触しても大きな影響を受けることになる。

(4) C10-ASおよびC12-ASは6時間と48時間TLm値が大きく変わることや、半数ふ化阻害濃度付近でコイのふ化時間を遅らしたり、仔魚の状態に異常をもたらすことから、TLmが他の界面活性剤より大きいからといって魚の生存やはん殖に対して安全であるとはいえない。

(5) しかし一方、河川水中でのこれらの界面活性剤の生分解速度はセッケン≒AS>LAS>ABSであるので⁴⁾、今回の実験の範囲内で魚に対する影響を考えるとセッケンが最も小さく、合成界面活性剤でもC10-ASやC12-ASは現在最も一般的に用いられているLASよりは小さくなると思われる。

なお今後セッケンアカの河川汚濁や、底棲生物に対する影響も検討する必要があるだろう。

おわりに、本試験にあたり、LASの供試をうけた花王石鹼株式会社に感謝します。

参 考 文 献

- 1) 田端健二：東海水研報 34, 67 (1962)
- 2) E. Hirsch, Moers, Fette, Seifen, Anstrichmittel, 65(10), 814 (1963)
- 3) P. W. A. Tovell, C. Newsome and O. Howes: Water Research, 8, 291 (1974)
- 4) 関口一, 三浦千明, 大場健吉：油化学, 24 (7), 451 (1975)