

高級アルコール系界面活性剤のコイへの吸収・体内分布および排泄

若林明子 菊地幹夫 小島はるみ
 佐藤哲士 吉田多摩夫
 (東京水産大学) (東京水産大学)

1 はじめに

環境汚染レベルの界面活性剤に魚が曝露された場合に界面活性剤が魚体に吸収されるかどうか、また吸収された場合には各組織にどのように分布するかを調べることは、低濃度における界面活性剤の魚への作用部位を推定し、毒性作用の検索方法を決定する上で有効な手段と思われる。また吸収、体内分布、排泄の様相が界面活性剤の分子構造によってどのように影響されるか、急性毒性等とどのように関連しているかを知ることは水生生物に与える影響の大きい合成洗剤の製造あるいは使用を抑制していくこととする点から重要である。我々は以上の観点から、前回、*n*-ラウリルベンゼンスルホン酸ナトリウム(C12-LAS)とラウリル硫酸ナトリウム(C12-AS)を環境汚染レベルでコイに曝露し、その際、これらの界面活性剤の魚体内への吸収・体内分布・排泄の様相を検討した。¹⁾今回は前回にひきつづいて、今後の洗剤原料として注目を浴びている高級アルコール系界面活性剤である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), トリオキシエチレン-*n*-ラウリルエーテル硫酸ナトリウム(C12-AES(3)), ペンタオキシエチレン-*n*-ラウリルエーテル硫酸ナトリウム(C12-AES(5)), テトラオキシエチレン-*n*-ラウリルエーテル(C12-AE(4)), オクタオキシエチレン-*n*-ラウリルエーテル(C12-AE(8)), ヘキサデカオキシエチレン-*n*-ラウリルエーテル(C12-AE(16))について同様の検討を行った。

2 方法

(1) ラジオアクティビティーの魚体内分布

約0.5 mg/lの³⁵Sまたは¹⁴Cで標識した界面活性剤水溶液(硬度 CaCO₃として25 mg/l)にコイ

(*Cyprinus carpio*)の1才魚(体重 数十~百数十g)を約十尾投入し、静水式で24時間曝露した後、流水式清水槽に移し48時間飼育した。実験中経時的に2~4尾ずつとり上げ1尾については全身オートラジオグラフィ(WARG)によりラジオアクティビティーの体内分布を調べた。すなわち、とり上げ後直ちにMS 222で麻酔し、常法に従いCMCで包埋したのち、-20℃で必要な面について30~40 μmの切片を作成し、X線フィルムあるいはトリチウムフィルムに露光させた。また残りの1~3尾については解剖によって各部位に分け常法に従って液化したのち、液体シンチレーション計数法により³⁵Sまたは¹⁴Cラジオアクティビティーを測定した。

(2) ラジオアクティビティーの魚体内への吸収と排泄

約50尾の当才魚(体重数十g)のコイを約0.3 mg/lの³⁵Sまたは¹⁴Cで標識した界面活性剤水溶液(硬度 25 mg/l)15~45ℓに72時間曝露した。試験水は流水式で1日2回程度交換した。その後コイを流水式清水槽で最高168時間飼育した。実験中経時的に5尾ずつ取り上げ、解剖して、肝のう、エラ、肝すい臓およびその他の部分に分けた。それらについてそのまま、あるいは乾燥後粉砕したのち、常法により液化レラジオアクティビティーを測定した。

3 結果

曝露24時間目のWARGをみると、いずれの界面活性剤でもラジオアクティビティーは、エラ、皮膚、鼻腔、口腔、肝すい臓、腎臓、胆のう、腸に相対的に高レベルで見られた。C12-AE(4), C12-AE(8)では上記の部位に加えて脳にもラジオアクティビティーの濃縮がみられた。清水に移して48時間後では、C12-AS, C14-AS, C12-AES(3), C12-AES(5),

C12-AE(6)に曝露した魚では胆のうや腸の内容物以外ではほとんどラジオアクティビティーの濃縮はみられなかったが、C16-AS, C12-AE(4), C12-AE(8)に曝露した魚では、ラジオアクティビティーが胆のうや腸内容物ばかりでなく肝すい臓等内臓を中心に残存していた。界面活性剤の分布の特徴を更に詳しく比較する為C14-AS, C12-AES(3), C12-AE(8)に24時間曝露された魚についてラジオアクティビティーを計数法で測定した結果を図1に示す。いずれの界面活性剤でも胆のうのレベルが著しく高いのに対して筋肉のレベルは低い。また、C14-ASでは肝すい臓や腎臓の

レベルが高く、脳レベルが低い。C12-AES(3)はエラで高いラジオアクティビティーの濃縮がみられた以外は、C14-ASとほぼ同じパターンを示した。一方、非イオン系のC12-AE(8)では脳レベルが前二者と比べて著しく高かった。

次に界面活性剤の取り込みの様相をみるといずれの界面活性剤も曝露開始後短時間で魚体中に取り込まれ、ASではラジオアクティビティーは24時間目に最高値に達し、その後曝露を続けたにも拘らず減少した。一方、AESやAEでは曝露中ずっと増加した。表1に各界面活性剤の72時間曝露時のラジオアクティビティーの濃縮

表1 界面活性剤に72時間曝露されたコイの各部位における界面活性剤の濃縮率

界面活性剤	ラジオアクティビティーの水からの濃縮率				半減日, 日
	全魚体	エラ	肝すい臓	胆のう	
C12-AS	1.5	1.1	3.4	290	3
C14-AS	5.5	8.9	11	630	3
C16-AS	59	130	130	680	4
C12-AES(3)	18	25	37	3,400	3
C12-AES(5)	4.7	1.6	4.6	940	6
C12-AE(4)	240	160	1,400	26,000	2
C12-AE(8)	100	100	210	11,000	4
C12-AE(6)	1.8	3.6	4.5	220	4

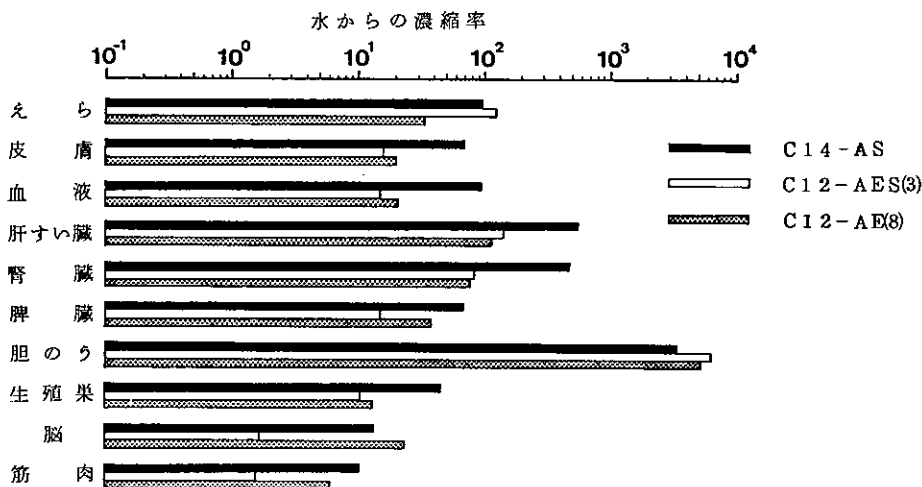


図1 界面活性剤溶液に24時間曝露時のラジオアクティビティの魚体内分布

率と清水に移した後の半減期を示した。表によると水からの濃縮率はASで2.1~73, AESで4.7~18, AEで1.8~240と分子構造の相違によって濃縮の難易は大きく影響を受けた。また清水に移した後の界面活性剤の半減期はいずれの界面活性剤でも2日~6日であり、比較的短時間で排泄された。

4 考 察

低濃度の界面活性剤に曝露された魚について藤谷らはLASによるナマズの味らいの損傷を,²⁾ HaraらはC12-ASによる嗅覚応答の損傷を³⁾報告している。我々は既に前報で、これらの部位にC12-LASやC12-AEが濃縮されやすい事を証明し、界面活性剤が高濃度に濃縮された部位が、組織の損傷を受け易いであろうと提案した。その後、我々がLASが高濃度に濃縮されたと報告した部位である腎臓と腸管についても低濃度のLASに曝露された和金でそれらの部位に損傷がみられたとの報告がなされている。⁴⁾これらの事実から、今回の実験に用いた界面活性剤でも、その化合物がたまりやすい事が確認された前記の部位が低濃度曝露された魚で何らかの損傷を受ける可能性がある。今後これらの部位の損傷を調べる研究手段の模索が必要であると思われる。

次に界面活性剤の濃縮性と毒性との関連について考察を加える。今回用いた界面活性剤の全魚体の濃縮率を同じ基本骨格を持った系と比較してみると、ASでは親油基であるアルキル鎖長が長くなると濃縮性が高くなり、AESやAEでは親水基であるオキシエチレン基の長さ

が長くなると濃縮性は低くなっている。一方ヒメダカに対する致死影響は同じ基本骨格を持っていても置換基の違いによって大きく異なる事、また同じ基本骨格を持った界面活性剤同士と比較するとAS, AESでは分子の中の親油性基が大きくなると毒性が増し、AEでは親水性基が大きくなると毒性が減少する事を示した。⁵⁾これらの結果を合わせて考えると、ヒメダカに対する致死影響の強い界面活性剤が低濃度での曝露でコイの魚体内により多く取り込まれて濃縮されやすいことになる。すなわち、致死影響の強い界面活性剤では致死濃度以下での毒性影響も強く表われる可能性が高い。

この為、水生生物保護の観点からは、AS系ではアルキル基の鎖長の比較的長いもの、AES, AE系では、オキシエチレン基の長さが比較的短いものは、水生生物に与える影響が強い為洗剤原料として製造、使用を抑えていく必要があると思われる。

参 考 文 献

- 1) 菊地幹夫, 若林明子, 小島はるみ, 吉田多摩夫: 公害研究報告書(水質編), 昭和52年度, P74, P84.
- 2) 藤谷超: 水処理技術, 8(6), 9(1967).
- 3) T. J. Hara, B. E. Thompson: Water Res., 12, 893(1978).
- 4) 飯森正秀, 滝田八広: 油化学, 28(3), 185(1979).
- 5) 菊地幹夫, 若林明子, 川原浩: 東京都公害局行政交流会誌, 第3号, 65(1980).