

高分子凝集剤（スミフロックFA-30）の 水棲生物に対する急性毒試験

照屋忠敬 金城美恵子**

1. 目的及び内容

高分子凝集剤はアクリルアルマイド及びその他のモノマーを重合（高分子化）して得られる合成樹脂系の凝集剤で、水中に浮遊している懸濁物質を凝集させ、より大きなフロックとして沈降又は浮上処理し、水と分離させる薬剤である。

今、赤つち対策の一方法として、河川及び海域へ流れ出した赤つちに対し、あるいは流出前に高分子凝集剤によって凝集沈澱除法を行うことが考えられている。

高分子凝集剤が河川及び海域へ流出した場合、それらが水棲生物にどう影響を与えるかを検討するため、高分子凝集剤としてスミフロックFA-30を用いて数種の水棲生物に対する急性毒試験を行った。

その結果、海産クロレラ・ミジンコ・アルテミア卵の孵化・ティラピア・ウシエビに対し、1,000 ppm 以下で影響はみられなかった。

しかし、酸素要求の大きな生物においては、24 TLM が210~300 ppmで鰓への付着がみられ、窒息死が観察された。

2. スミフロックの調整

マグネットスターラーを用い、あらかじめ水を攪拌しながら各濃度になるよう、スミフロックFA-30を徐々に投入し、均一的な溶液になるまで十分に溶解させる。***

3. 材料及び方法

試験1 海産クロレラの増殖におよぼす影響試験

材料：当水試で培養中の海産クロレラ（ 7.8×10^6 cells/ml）を用いた。

方法：0.5 μ フィルターでろ過した海水を1気圧120°C15分高圧滅菌した。その海水にスミフロックFA-30を各々、1,000、750、560、320、180、100、0 ppmに調整し、それら990 mlを1 ℓ 丸底フラスコに入れ、材料のクロレラ液を各々10ml入れて1 ℓ とした。このときクロレラの細胞数は 7.8×10^4 cells/mlとなる。栄養液としてノリマックスを0.5 ml/ ℓ 添加した。

培養温度は28~30°Cとした。光量は60W蛍光灯1本、通気を行い、2週間培養後、細胞数を測定

* 県単（漁場保全調査） 土砂流出等防止対策推進協議会—赤つち除去方法調査研究の一環として行った。

** 非常勤職員

*** 濃度が高くなるとなかなか溶解せず、1,000 ppmが限度であった。

した。

試験月日：1981年7月15日～31日

試験 (2) ミジンコに対する急性毒試験

材料：ミジンコ S P. を用いた。

方法：500、300、100、50、30、10、1.0、0.5、0.3、0 ppm に淡水で調整したスミフロック FA-30 液を 100 ml 比色管に 100 ml 入れ、各々に材料のミジンコを 10 個入れた。24 時間後、48 時間後のミジンコのへい死を観察した。

試験月日：1981年6月11日～13日

試験 (3) アルテミア卵の孵化におよぼす影響試験

材料：市販のアルテミア卵を用いた。

方法：1,000、750、560、320、180、100、0 ppm になるように海水で調整したスミフロック FA-30 を 1 ℓ ビーカーに各々 1 ℓ 入れ、アルテミア卵を各々 0.2 g ずつ入れた。通気を行い 24 時間後の孵化率をみた。

試験月日：1981年～7月22日～23日

試験 (4) タイワンガサミ (稚ガニ) に対する急性毒試験

材料：当水試で種苗生産されたタイワンガサミ (稚ガニ、甲長平均 3.0 mm) を用いた。

方法：1,000、750、560、320、180、100、0 ppm に海水で調整したスミフロック FA-30 液に材料の稚ガニを各々 10 個ずつ入れて、24 時間及び 48 時間後のへい死を観察した。

試験液は毎日作り変え、pH、DO、水温の測定を行った。

試験月日：1981年6月15日～17日

試験 (5) ウシエビに対する急性毒試験

材料：台湾で種苗生産されたウシエビ (平均重量 0.55 g) を用いた。

方法：1,000、750、560、320、180、100、0 ppm に海水で調整したスミフロック FA-30 液を 30 ℓ アクリル水槽に 20 ℓ ずつ入れ、材料のウシエビを各々 10 尾ずつ放養し、無通気、無投餌とし、24 時間、48 時間及び 72 時間後のへい死を観察した。

各濃度液は毎日作り変え、pH、DO、水温を測定した。

試験月日：1981年6月24日～27日

試験 (6) ミナミクロダイに対する急性毒試験

材料：水試八重山支場で種苗生産されたミナミクロダイ (平均体長 98.9 mm、平均重量 22.6 g) を用いた。

方法：1,000、750、560、320、180、100、0 ppm に海水で調整したスミフロック FA-30 液を 30 ℓ アクリル水槽に各々 20 ℓ ずつ入れ、材料のミナミクロダイを各々 3 尾ずつ放養した。ミナミクロダイは酸素要求が大きいため通気した。無投餌で 24 時間、48 時間後のへい死を観察した。

各濃度液は毎日作り変え、pH、DO、水温を測定した。

試験月日：1981年8月17日～19日

試験 (7) ティラピア・ニロチカに対する急性毒試験

材料：ティラピア・ニロチカ (平均重量3.22g) を用いた。

方法：1,000、750、560、320、180、100、0 ppmに淡水で調整したスミフロックFA-30液を30ℓアクリル水槽に20ℓ入れ、材料のティラピアを各々9尾ずつ放養した。無投餌で通気を行い、24時間、48時間後のへい死を観察した。

各濃度は毎日作り変え、pH、DO、水温を測定した。

試験月日：1981年9月7日～9日

4. 結果

試験 (1)

各濃度のスミフロックFA-30液に培養した海産クロレラは、培養前細胞数は 7.8×10^4 であった。2週間培養後は対照の0 ppmが 6.3×10^6 、100 ppmが 2.5×10^6 、180 ppmが 5.2×10^6 、320 ppmが 5.2×10^6 、560 ppmが 2.1×10^6 、1,000 ppmが 1.7×10^6 といずれも 10^4 から 10^6 へと2オーダーの増殖が認められた。

1,000 ppm以下では海産クロレラへの影響はみられなかった。

試験 (2)

ミジンコに対するスミフロックFA-30の急性毒試験の結果は表-1に示した。

500 ppmまでへい死はみられなかった。

試験 (3)

アルテミア卵の孵化におよぼす影響試験の結果は表-2に示した。

供試の各濃度において、いずれも対照の0 ppmより孵化率が高く、1,000 ppm以下ではスミフロックFA-30のアルテミア卵の孵化におよぼす影響はみられなかった。

試験 (4)

タイワンガサミに対する急性毒試験の結果は表-3に示した。

グラフを用いた直線的補間法によりTL_mを求めた結果 (図-1)、24TL_mは310 ppm、48TL_mは210 ppmであった。

pH、DOの結果は表-4に示した。

試験 (5)

ウシエビに対する急性毒試験の結果は表-5に示した。

72時間観察の結果、750及び1,000 ppmで40%のへい死が観察されたが、72TL_mは1,000 ppm以上であった。

試験中のpH、DOの結果は表-6に示した。1日目、750 ppmでへい死が多いのはDOの低下に

よるものと思われる。

表-1 ミジンコのスミフロックFA30に対するへい死率

TIME \ ppm	500	300	100	50	30	10	1.0	0.5	0.3	0
24 h	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
48 h	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

表-2 スミフロックFA30のアルテミア卵の孵化におよぼす影響試験結果

ppm	卵数	孵化数	孵化率
0	51.2/cc	15.8/cc	30.86
100	45.8	16.0	34.93
180	47.0	17.8	37.87
320	41.4	18.2	43.96
560	47.4	15.6	32.91
750	44.0	14.4	32.73
1000	40.6	17.0	41.87

水温 27.0°C

表-3 スミフロックFA30の各濃度に対するタイワンガサミ(稚ガニ)のへい死率

TIME \ ppm	1000	750	560	320	180	100	0	水温
24 h	90	70	90	50	20	20	0	26.5 - 27.8
48 h	100	80	90	80	40	40	20	25.0 - 26.2

表-4 タイワンガサミTLm試験中のPHとDO

		1 日 目		2 日 目	
	FA 30の 濃度 ppm	開 始	終 了	開 始	終 了
PH	0	8.31	—	8.39	8.36
	100	8.36	—	8.38	8.32
	180	8.37	—	8.34	8.31
	320	8.31	—	8.31	8.29
	560	8.29	—	8.31	8.26
	750	8.29	—	8.29	8.21
	1000	8.24	—	8.28	8.16
DO (PPm)	0	6.46	6.07	6.65	6.23
	100	6.50	5.66	6.77	6.18
	180	6.46	5.99	6.53	6.22
	320	6.54	5.91	6.48	6.02
	560	6.54	5.86	6.20	5.70
	750	6.51	5.86	5.29	4.90
	1000	6.20	5.66	5.33	4.88

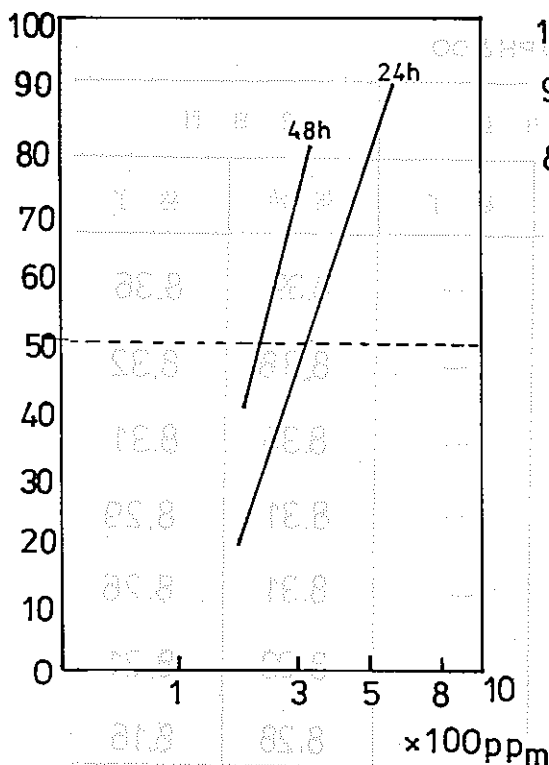


図-1 タイワンガサミ(稚ガニ)のTLm

24TLm = 310ppm

48TLm = 210ppm

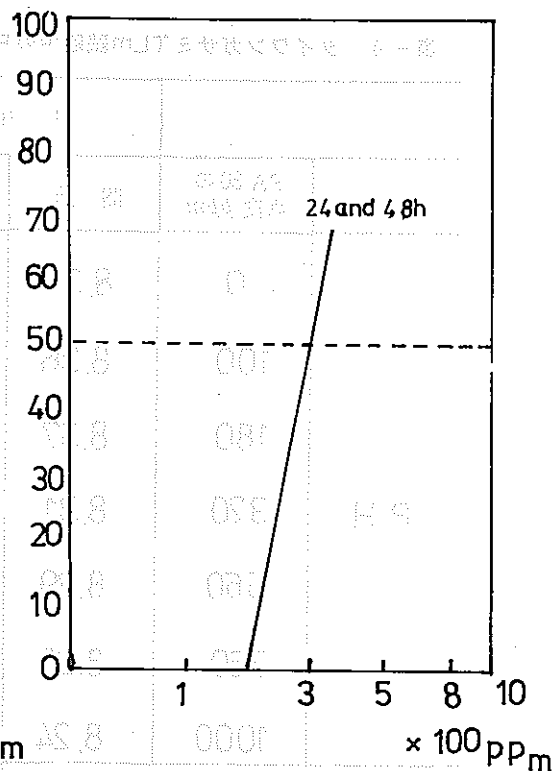


図-2 ミナマイクロダイのTLm

24TLm = 300ppm

48TLm = 300ppm

試験 (6)

ミナマイクロダイに対する急性毒試験の結果は表-7に示した。

グラフを用いた直線的補間法により、24及び48TLmは300ppmであった。(図-2)又、1TLmが800ppm、4TLmが650ppm、8TLmが620ppmであった。

試験中のpH及びDOの結果は表-8に示した。

試験 (7)

ティラピア・ニロチカに対する急性毒試験の結果は表-9に示した。

24及び48TLmは1,000ppm以上であった。180ppmで1尾へい死がみられた。

pH、DOの結果は表-10に示した。

表-5 スミフロックFA 30の各濃度に対するウシエビのへい死率

TIME \ PPM	1000	750	560	320	180	100	0
24 h	20	40	0	0	0	0	0
48 h	20	40	0	0	0	0	0
72 h	40	40	0	0	0	0	0

水温 28.6 - 31.5°C

表-6 ウシエビTLm試験中のPHとDO

		1 日 目		2 日 目		3 日 目	
	FA30の濃度 ppm	開始	終了	開始	終了	開始	終了
PH	0	8.23	8.23	8.22	—	8.20	8.14
	100	8.27	8.21	8.28	—	8.20	8.14
	180	8.25	8.22	8.28	—	8.23	8.22
	320	8.20	8.21	8.30	—	8.20	8.17
	560	8.20	8.20	8.24	—	8.22	8.17
	750	8.19	8.13	8.23	—	8.21	8.18
	1000	8.15	8.11	8.23	—	8.17	8.11
DO (PPm)	0	6.28	4.08	5.63	—	5.14	4.23
	100	6.26	3.85	6.33	—	4.80	3.91
	180	6.38	4.01	5.66	—	5.99	4.71
	320	6.34	3.90	6.06	—	6.64	4.33
	560	6.33	3.93	6.10	—	5.70	4.41
	750	6.44	2.47	5.72	—	5.91	4.67
	1000	6.44	3.12	5.28	—	5.23	4.12

表-7 スミブロックFA30に対するミナマイクロダイのへい死

Time PPm	1h	4h	8h	18h	24h	48h
0	0	0	0	0	0	0
100	0	0	0	0	0	0
180	0	0	0	0	0	0
320	0	33.3	33.3	66.6	66.6	66.6
560	33.3	66.6	100	100	100	100
750	33.3	100	100	100	100	100
1000	100	100	100	100	100	100

水温 28.0 - 28.6°C

表-8 ミナマイクロダイ TLM 試験中の PH と DO

		1 日 目		2 日 目	
	FA 30 の 濃度 ppm	開 始	終 了	開 始	終 了
PH	0	8.10	8.05	8.20	7.98
	100	8.20	8.11	8.23	8.20
	180	8.21	8.08	8.22	8.10
	320	8.20	8.16	8.23	8.26
	560	8.20	—	—	—
	750	8.18	—	—	—
	1000	8.22	—	—	—
DO (PPm)	0	5.35	5.45	5.58	4.78
	100	5.35	5.73	5.81	6.21
	180	5.96	5.21	5.75	5.97
	320	6.11	5.37	6.03	6.49
	560	6.22	—	—	—
	750	6.03	—	—	—
	1000	5.85	—	—	—

表-9 スミフロックFA30に対するテレビアニロチカのへい死率

Time \ ppm	1000	750	560	320	180	100	0
24 h	0	0	0	0	11.1	0	0
48 h	0	0	0	0	11.1	0	0

水 温 25.0 - 27.0°C

表-10 テレビアニロチカTLM試験中のPHとDO

		1 日 目		2 日 目	
	FA 30 の 濃度 ppm	開 始	終 了	開 始	終 了
P H	0	8.86	8.39	8.41	8.57
	100	8.56	—	8.58	8.41
	180	8.59	—	8.62	8.34
	320	8.49	8.32	8.50	8.49
	560	8.57	8.15	8.43	8.48
	750	8.40	8.21	8.30	8.36
	1000	8.31	8.30	8.12	8.31
D O (PPm)	0	7.61	7.65	9.79	7.69
	100	8.07	—	7.60	7.75
	180	8.08	—	7.70	7.71
	320	7.71	7.50	7.86	7.69
	560	8.18	7.89	7.95	7.62
	750	8.71	7.87	8.16	6.92
	1000	8.45	7.88	9.09	5.72

5. 考 察

今回は、被害を受けやすいと思われる小型生物を用いて実験を行ったが、海産クロレラ、アルテミア卵、ウシエビ及びティラピアには1,000ppm以下で影響はみられなかった。ミジンコは500ppmで異常はみられなかった。

ミナマイクロダイは、48TLmが300ppmであった。

ミナマイクロダイのへい死魚の鰓の剖見の結果は、スミフロックの付着がみられ窒息死であると思われた。ミナマイクロダイは酸素要求が大きく、20ℓの水に5尾放養し、無通気の予備試験の結果では、4時間で3尾へい死した。又、320ppm以上では粘度が強く、タイワンガサミ、ウシエビ等動きが不自由になるのが観察された。このようなことから、酸素要求の大きな生物では粘度が強くなる300ppm以上で、スミフロックが鰓へ付着するためにへい死が出るものと思われる。

タイワンガサミは48TLmが210ppmであった。

タイワンガサミのへい死も窒息死が主であったと思われるが、0ppmでもへい死がみられた。これは、無投餌での試験のために共食いがおこったものと思われる。よって実際のTLmは数値的にそれより大きくなるであろう。

以上の試験結果から安全濃度を求めてみた。(表-11)

安全濃度はTLmから安全な許容濃度を推定するのだが、その求め方には色々な方法がある。今回は48TLm×0.1を用いた。(江上1981)

その結果安全濃度は2.1～30.0ppm以下ということになる。

又、表-12はS社の資料をまとめたものであるが、TLmは植物に対しては高い値を示し、動物では海水馴致のヒメダカをのぞいて、48TLmが165～2,500ppmであった。よって安全濃度は16.5ppm以下となった。

6. 成 果 の 要 約

高分子凝集剤のスミフロックFA-30を用いて水棲生物に対する急性毒試験を行った結果

- (1) 海産クロレラに対し、1,000ppm以下では、その増殖に影響はみられなかった。
- (2) ミジンコに対し500ppm以下で、へい死はみられなかった。
- (3) アルテミア卵の孵化に対し、1,000ppm以下で影響はみられなかった。
- (4) タイワンガサミ(稚ガニ)に対し、48TLmが210ppmであった。
- (5) ウシエビ(稚エビ)に対し、72TLmが1,000ppm以上であった。
- (6) ミナマイクロダイに対し、24及び48TLmが300ppmであった。
- (7) ティラピア・ニロチカに対し、48TLmが1,000ppm以上となった。

7. 今 後 の 課 題

今回の試験は遊泳力のある生物を用いた。それらは実際には忌避行動をおこすと思われる。よって今後、ベントス類及び付着性のサンゴ、シャコガイ等に対する影響影響試験も行う必要があると

表-11 今回の試験結果と安全濃度

	24TLm	48TLm	72TLm	安全濃度*
海産クロレラ	1000ppm	1000ppm		
ミジンコ	500ppm	500ppm		
アルテミア卵孵化	1000ppm	1000ppm		
タイワンガサミ	310ppm	210ppm		21.0ppm
ウシエビ	1000ppm	1000ppm	1000ppm	
ミナミクロダイ	300ppm	300ppm		30.0ppm
ティラピアニロチカ	1000ppm	100ppm		

* 48TLm × 0.1

表-12 S社資料によるスミフロックFAのTLm

	24TLm	48TLm	96TLm	*安全濃度	凝集剤	分析機円	分析月日
ビメダカ	260	260		26.0	FA 40		S.47.7
〃	190	165		16.5	FA 50	S社	〃
金魚		10以上			FA 40	日本食品 分析センター	S.46.9
海水馴致ビメダカ	2500	2500		25.0	FA	〃	S.52.12
ルリスズメ	1100	740		74.0	〃	〃	〃
アサリ		3000以上	2100		〃	〃	〃
スケトレネマ		1000以上			〃	〃	〃
ノリ		1300	420	130.0	〃	〃	〃
ヒジキ			3000		〃	〃	〃

* 48TLm × 0.1

思われる。

参考文献

- 日本水産資源保護協会編 (1980) : 新編水質汚濁調査指針 恒星社厚生閣 pp552 p377~421
- Doudoroff、他 (町田喜弘訳) (1955) : 魚類に対する産業廃水の急性毒を評価するための生物学的定量法 水産増殖 vol. 3 No. 2 p1 ~ 23
- 江上信雄編 (1981) : 実験動物としての魚類—基礎実験法と毒性試験— ソフトサイエンス社 pp568

1000 ppm	1000 ppm	1000 ppm	1000 ppm
300 ppm	300 ppm	300 ppm	300 ppm
100 ppm	100 ppm	100 ppm	100 ppm

1.0 x 10⁻⁴ m³/m³

濃度 (ppm)	濃度 (ppm)	濃度 (ppm)	濃度 (ppm)	濃度 (ppm)	濃度 (ppm)	濃度 (ppm)
2.5	5.0	10.0	20.0	40.0	80.0	160.0
300	300	300	300	300	300	300
100	100	100	100	100	100	100
1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000