

環境中での化学物質による生態影響の可能性

本資料は、環境中での化学物質による生態影響の可能性について、既往の知見による生態毒性値と環境濃度との比較、環境中での化学物質による生態影響の実態、をとりまとめるとともに、最近、内外において関心が高まっている ノニルフェノール、TBT による生態影響、短鎖塩素化パラフィンの生態影響について整理したものである。

1 既往の知見による生態毒性値と環境濃度との比較

化学物質の生態毒性試験やモニタリングは、各種の機関において実施され、データの蓄積が図られている。これらの機関から得られた既往の知見を用いて、各種の化学物質の生態毒性値とその環境濃度との比較を行うことにより、化学物質の生態毒性が実際の環境中で影響を及ぼしうるレベルであるのかどうか、また、影響を及ぼしうる化学物質は多数存在しそうかどうかについて推測を行った。ここでは、水生生物への影響は生態影響をみる上での重要な指標であること、また、水生生物への毒性試験データは比較的豊富であることから、水生生物に対する影響を対象とした。

なお、今回の比較作業は、全体的な傾向を見るため既存のデータを単純に比較しただけであり、それぞれの化学物質についての生態影響のリスク評価を行ったものではない。

(1) 検討対象物質の母集団

[基本的な考え方]

今回は水生生物に対する影響を対象としていることから、水域において影響がありそうな、水環境に係る基準が策定されている物質、諸外国において水生生物の保護のための水質目標等が設定されている物質等を優先的に選んで対象物質母集団を作成した。この中の各物質について生態毒性情報とモニタリングデータを収集し、毒性情報とモニタリングデータの双方が得られた物質についてそれらの比較を行った。

[検討対象物質母集団の内訳]

< 日本 >

環境基本法

水質汚濁に係る人の健康の保護に係る環境基準項目 : 26 項目 (32 物質)

(1 つの項目を複数の物質に分けた場合がある。以下同じ)

水質汚濁防止法関係

排水基準項目 (有害物質) : 26 項目 (43 物質)

環境基準を補完する項目

要監視項目 : 22 項目 (22 物質)
要調査項目 : 300 項目 (563 物質)

P R T R 法 (生態影響クラス) : 143 物質

水産用水基準 : 60 項目 (66 物質)

農薬取締法 (水質汚濁性農薬) : 6 物質

< 諸外国水生生物対象基準 >

米国水生生物クライテリア (Quality Criteria for water, 1986) : 78 物質

英国環境基準 : 65 物質

カナダ水生生物ガイドライン : 96 物質

オーストラリア水生生物クライテリア : 69 物質

< その他 >

界面活性剤 : 71 物質

上記全物質から重複を除いた 788 物質 を検討対象母集団とした。

(2) 生態毒性情報について

水生生物に関する生態毒性情報については、国内外で多くの試験データがあるが、中でも米国環境保護庁のデータベースである「AQUIRE」が内容的にも充実している。今回、毒性情報として「AQUIRE」収載データを用いて、各化学物質の予測影響濃度の試算を行った。

1) 生態毒性データベース

毒性データセットの設定

生態毒性情報を収集した生物は、検討対象物質に関する毒性データのある種類すべてとした。

・ 対象生物 : 藻類、甲殻類、魚類、その他

・ エンドポイント : 以下に示すエンドポイントで試験を実施しているデータ
急性毒性 : LC50, EC50, IC50, LD50, LT50

慢性毒性：LOEC, NOEC, MATC

- ・抽出データ：Document Code=[C]（「AQUIRE」では、既往の知見をその情報量に応じて、「C（Complete）」、「M（Moderate）」、「I（Incomplete）」の3段階に分類している。本資料のとりまとめでは、情報量が多いとされている「C」の知見のみ用いた。）

毒性値の算出方法

本資料では、毒性値として、上位5%のデータは特異的な値の可能性があるととして棄却することとし、対象とする物質の生物群別毒性分類別データの5%値（データを昇順に並べ、5%目に当たる毒性値）を用いて急性毒性値、慢性毒性値とした。なお、データ数が40未満の場合は最小値を採用した。

試算PNEC値（予測無影響濃度：Predicted No Effect Concentration）の算出方法 -アセスメント係数等について-

試算PNEC値算定のために用いたアセスメント係数は、OECDのWorkshopでの提案をもとに、表1のように設定した。PNEC値を算出するためのアセスメント係数については、このほかEU等でも独自の係数が決められている（表2）。

表1 PNECの推定に使用されるアセスメント係数

急性毒性				慢性毒性				アセスメント係数
一次生産 (藻類)	一次消費 (甲殻類)	捕食 (魚類)	その他	一次生産 (藻類)	一次消費 (甲殻類)	捕食 (魚類)	その他	
1種 or 2種								1,000
								100
								100
				1種～2種				100
				1種～2種				100
				3種				10
				3種				10

表 2. Proposed Assessment Factors for Application to Aquatic Toxicity Data for Estimating a PNEC

Available information applied	Assessment factor applied to the lowest value (modifications not included)		
	(a) OECD workshop	(b) EU Technical Guidance Document	(c) ECETOC proposal
One acute L(E)C ₅₀ for acute toxicity from one trophic level	1000	-	-
At least once acute L(E)C ₅₀ form each of three trophic levels of the base-set (fish, Daphnia and algae)	100	1000	200
One chronic NOEC (either fish or Daphnia)	-	100	-
Two chronic NOECs From species representing two trophic levels (fish and/or Daphnia and/or algae)	-	50	5
Chronic NOECs from at least three species (normally fish, Daphnia and algae) representing three trophic levels	10	10	
Field data or model ecosystems	-	case-by-case	1

検討に用いた試算 PNEC 値は、急性毒性と慢性毒性それぞれ試算 PNEC 値を求め、両者を比較してより小さい値を採用した。これは、多くの物質で慢性毒性データが急性毒性データに比べて少ないことから、より安全側で評価するためである。

急性毒性、慢性毒性それぞれの試算 PNEC 値は、藻類、甲殻類、魚類の 5 % 毒性値の中で最小の値をアセスメント係数で除して算出した。

2) 生態毒性データの集計結果

- ・ 生態毒性データのある物質 (試算 PNEC 値を算出した物質): 414 物質
- ・ 急性毒性データのある物質 : 413 物質
うち、藻類・甲殻類・魚類データが揃っている物質 : 134 物質
- ・ 慢性毒性データのある物質 : 209 物質
うち、藻類・甲殻類・魚類データが揃っている物質 : 26 物質

(3) 環境中濃度が測定されている物質

化学物質の環境中の濃度については、国、地方公共団体等で各種の調査が実施されているが、ここでは比較的最近の調査結果によるデータを用いて、比較の対象とした。

1) 情報を収集したモニタリング調査と物質数

- ・ 公共用水域水質測定結果 (平成 10 年度): 23 物質
- ・ 要監視項目存在状況調査 (平成 6 年度 ~ 10 年度): 21 物質
- ・ 化学物質総点検調査 (いわゆる黒本調査 ; 昭和 49 年度 ~ 平成 10 年度): 334 物質

- ・水環境中の内分泌攪乱化学物質実態調査（平成 10 年度）：29 物質
- ・環境省で実施している各種調査（平成 10 年度・11 年度）：48 物質
- ・その他自治体等で独自に実施している調査（昭和 63 年度～平成 10 年度）：233 物質

総数 411 物質（重複物質除く）

2) うち、環境中から検出されている物質数

- ・公共用水域水質測定結果：21 物質
- ・要監視項目存在状況調査：21 物質
- ・化学物質総点検調査：117 物質
- ・水環境中の内分泌攪乱化学物質実態調査：22 物質
- ・環境省で実施している各種調査：26 物質
- ・その他自治体等で独自に実施している調査：183 物質

総数 209 物質（重複物質除く）

(4) 生態毒性と環境中濃度の比較

(1) から (3) のデータを用いて、生態毒性と環境中濃度のデータがある 192 物質について、生態毒性と環境中予測濃度の比較を行った。比較の手法としては、当該物質の測定された環境中の濃度の最大値を PEC (Predicted Environmental Concentration) とし、既存の生態毒性データをアセスメント係数で除して算出した予測無影響濃度 PNEC (Predicted No Effect Concentration) と比較するとともに、急性毒性・慢性毒性のデータそのもの (5% 値) と PEC との比較も行った。その結果、以下のいずれかの結果が得られた物質を、水環境中の濃度が水生生物へ影響を与えうるレベルにある物質とみなして、表 3 に抽出した。

：水環境中濃度（最大値）	急性毒性の最小 5 % 値
：水環境中濃度（最大値）	慢性毒性の最小 5 % 値
：水環境中濃度（最大値）	試算 PNEC 値

[集計結果 (表 3)] (計 92 物質)

- ・水環境中濃度 急性毒性の最小 5 % 値：26 物質
- ・水環境中濃度 慢性毒性の最小 5 % 値：20 物質
- ・水環境中濃度 試算 PNEC 値：92 物質

(参考：母集団物質の中で、検出下限値が毒性値を上回っており、評価できない物質：34 物質)

表3 環境中濃度が試算PNEC以上である物質

番号	物質名	Cas番号	急性毒性 最小5%値 (µg/L)	慢性毒性 最小5%値 (µg/L)	試算 PNEC値 (µg/L)	環境中濃度 (µg/L)		環境 中濃 度	急性 毒性 値	環境 中濃 度	慢性 毒性 値	環境 中濃 度	P 試 算 P N E C 値	毒性値 (µg/L)															
														急性毒性								慢性毒性							
														藻類		甲殻類		魚類		その他		藻類		甲殻類		魚類		その他	
														N	5%値	N	5%値	N	5%値	N	5%値	N	5%値	N	5%値	N	5%値	N	5%値
1	亜鉛	7440-66-6	15	120	0.15	0.2	~	70						17	15	1	499	40	410	14	10			9	120	3	590	1	100
2	アクリルアミド	79-06-1	29,910	15,000	29.91	0.02	~	38								4	29,910	20	85,000	3	230,000			1	60,000	4	15,000	1	60,000
3	アジピン酸ジ-2-エチルヘキシル	103-23-1	660	24	0.24	n.d.	~	1.8								1	660	2	780					3	24				
4	アニリン	62-53-3	40	4	0.4	0.02	~	28						2	94,000	18	40	61	4,600	19	1,100	2	90,000	3	4	11	4,610		
5	4-アミノフェノール	123-30-8	340		0.34	n.d.	~	6.3										2	340										
6	Alkylbenzene Sulphonate, Liner (C12)	25155-30-0	700	3,100	7	5	~	2500						2	3,700	4	2,100	12	700	1	230					3	3,100		
7	アルジカルブ	116-06-3	40	0.5	0.005	30	~	120								13	51	17	40	16	8			2	0.5	2	4.5	1	0.02
8	アルミニウム	7429-90-5	10		0.01	2	~	430										22	10	1	50								
9	アンチモン	7440-36-0	170	6,200	0.17	0.2	~	170										5	170	1	300					1	6,200		
10	アントラセン	120-12-7	1.27		0.0127	n.d.	~	0.018						13	3.3	13	3.6	17	1.27	9	6								
11	イソプロチオラン	50512-35-1	5,900		5.9	0.01	~	40										2	5,900										
12	イプロベンホス	26087-47-8	3,700		3.7	0.006	~	21											16	3,700									
13	N-エチルアニリン	103-69-5	420		4.2	0.323	~	6						1	22,000	1	420	3	27,100	1	160,000								
14	エチルパラニトリロフェニルチオノベンゼンホスホネイト (EPN)	2104-64-5	0.29	0.44	0.0029	n.d.	~	0.6						2	340	15	0.29	41	26	1	7.4			5	0.44	13	11		
15	塩素	7782-50-5	9.29		0.0929	1800	~	1800						1	930,000	80	9.29	44	29	255	6.89								
16	エンドサルファン	115-29-7	0.3	0.0001	0.00001	0.05	~	0.05								126	0.337	370	0.3	106	2.3	1	47	34	0.032	3	0.0001	12	0.02
17	オキシ銅	10380-28-6	50		0.05	4	~	4										8	50										
18	カドミウム	7440-43-9	0.2	1.25	0.002	0.5	~	29						8	13	48	0.2	24	2.1	96	80			3	1,000	9	1.25	3	9.4
19	カルバリル (NAC)	63-25-2	5	4.04	0.0404	n.d.	~	1.6						16	600	168	5	176	860	96	2			5	4.04	67	50		
20	2,4-キシレノール	105-67-9	1,320	0.00005	0.0000005	n.d.	~	0.032								19	1,600	30	1,320	6	5,100					5	0.00005		
21	キシレン	1330-20-7	7,400		7.4	1	~	48								4	7,400	44	10,400	3	13,940								
22	クロルビリホス	2921-88-2	0.056	0.01	0.0001	n.d.	~	0.002						9	138	103	0.056	77	1.7	87	0.3			47	0.01	5	3.02	5	0.38
23	m-クロロアニリン	108-42-9	100	13	0.13	0.012	~	0.34						1	21,000	3	100	3	6,800	1	100,000			1	13	4	5,600		
24	o-クロロアニリン	95-51-2	130	32	0.32	0.011	~	0.56						1	32,000	4	130	6	5,130	1	200,000			1	32				
25	p-クロロアニリン	106-47-8	0.1	10	0.001	0.024	~	0.39						2	2,400	6	0.1	16	0.25	2	10,000			1	10	1	2,250		
26	クロロタロニル	1897-45-6	8.2	0.3	0.003	n.d.	~	4								14	11	24	8.2	2	160					2	0.3		
27	クロロニトロフェン	1836-77-7	9.82		0.0982	0.001	~	5						1	9.82	1	54	11	180	9	37								
28	クロロホルム	67-66-3	1,000	560	10	0.09	~	78						3	1,000	29	29,000	65	1,240	10	270	4	560	10	3,400	7	4,180		
29	四塩化炭素	56-23-5	2,000	37,100	2	0.01	~	2.03								4	2,300	7	2,000	9	200					3	37,100		
30	ジクロロホス	62-73-7	0.149	0.109	0.000149	n.d.	~	3.9								80	0.149	91	200	40	0.1			14	0.109	4	16		
31	3,4-ジクロロアニリン	95-76-1	2	2	0.02	0.057	~	0.42						11	1,650	34	10	27	2	28	4	9	260	113	3.1	21	2	4	760
32	2,4-ジクロロフェノール	120-83-2	70	0.001	0.0001	n.d.	~	70						2	9,200	10	2,000	25	70	28	4,280	4	0.001	4	210	18	99		
33	1,3-ジクロロプロペン	542-75-6	90	1,200	0.09	n.d.	~	1								5	90	12	239	2	1,350					1	1,200		
34	p-ジクロロベンゼン	106-46-7	147	300	1.5	0.035	~	20						1	34,300	13	147	26	1,100	3	12,000			1	300	9	570	1	940
35	ジクロロメタン	75-09-2	97,000	130,000	97	0.1	~	130								5	108,500	19	97,000	6	17,780					1	130,000		
36	ジフェニルアミン	122-39-4	310		0.31	0.028	~	1.2								2	310	3	2,200										
37	シマジン	122-34-9	0.614	75	0.00614	n.d.	~	3						14	0.614	22	1,000	66	440	4	1,900	8	75						
38	シメトリン	1014-70-6	5.11		0.0511	0.006	~	18						86	7.9	3	5.11	11	7,000										
39	水銀	7439-97-6	3.5		0.035	0.5	~	2.6						4	9	13	3.5	10	5	42	5							3	0.7
40	スチレン	100-42-5	560	63	5.6	n.d.	~	5.7						4	560	10	4,700	36	2,500			2	63	4	1,900	3	4,000		
41	セレン	7782-49-2	1	85	0.01	1	~	50						7	2,400	10	70	31	1	3	90			2	85	2	330	2	303
42	ダイアジノン	333-41-5	0.26	0.2	0.0026	n.d.	~	6.7						1	6,400	94	0.26	135	30	62	0.07	2	205	10	0.2	25	9.2	17	4.3
43	鉄	7439-89-6	3,700		3.7	40	~	1400						1	3,700			8	500,000										
44	テトラクロロエチレン	127-18-4	1,300	29,000	1.3	0.01	~	9.5								12	1,300	38	1,600	8	900					1	29,000		
45	3,3',4,4'-テトラクロロビフェニル	32598-13-3	1,348		1.348	n.d.	~	100										1	1,348										
46	テトラプロモビスフェノールA	79-94-7	0.9		0.0009	0.05	~	0.05								8	0.9	8	1.5										
47	テトラメチルチウラムジスルフィド	137-26-8	0.3	0.009	0.00009	n.d.	~	3.7						2	1,000	2	8	31	0.3	8	390					7	0.009		

表3 環境中濃度が試算PNEC以上である物質

番号	物質名	Cas番号	急性毒性 最小5%値 (µg/L)	慢性毒性 最小5%値 (µg/L)	試算 PNEC値 (µg/L)	環境中濃度 (µg/L)		環境 中濃 度	急性 毒性 値	環境 中濃 度	慢性 毒性 値	環境 中濃 度	P N E C 値	毒性値 (µg/L)																			
														急性毒性								慢性毒性											
														藻類		甲殻類		魚類		その他		藻類		甲殻類		魚類		その他					
														N	5%値	N	5%値	N	5%値	N	5%値	N	5%値	N	5%値	N	5%値	N	5%値				
48	4-(1,1,3,3-テトラメチルブチル)フェノール	140-66-9	48		0.0479	0.015	~	0.069							6	48	5	400															
49	銅	7440-50-8	10	7.7	0.1	0.7	~	16.4							13	10	149	19	86	24	59	15	30	8.8	22	7.7	27	32	9	3.8			
50	1,1,1-トリクロロエタン	71-55-6	5,400	1,300	5.4	0.06	~	100								4	5,400	15	11,100						2	1,300	1	43,000					
51	トリクロロエチレン	79-01-6	1,900		19	0.04	~	210							1	450,000	5	2,300	17	1,900	3	1,700											
52	2,4,6-トリクロロフェノール	88-06-2	180		1.8	n.d.	~	5.7							3	3,500	8	780	21	180	5	850											
53	1,3,5-トリクロロベンゼン	108-70-3	590		0.59	0.003	~	1.71							1	590						1	30,000										
54	トリトンX-100	9002-93-1	170	290	0.17	0.1	~	63								1	73,290	29	170								2	290					
55	o-トルイジン	95-53-4	520		5.2	0.006	~	20							1	55,000	3	520	1	81,300	1	520,000											
56	p-トルイジン	106-49-0	120		0.12	0.02	~	0.18								2	120	4	42,000	1	150,000												
57	トルエン	108-88-3	5,700	1,000	5.7	0.01	~	100								43	5,700	75	6,520	19	2,350				1	1,000	6	5,440	2	921			
58	ナフタリン	91-20-3	110	1,800	0.11	n.d.	~	89.3								43	1,020	38	110	17	920						6	1,800					
59	鉛	7439-92-1	170	37	0.17	0.03	~	160							3	285		5	170	2	40					2	37						
60	ニッケル	7440-02-0	50		0.5	5	~	290							3	125	4	508	14	50	5	50											
61	ノニルフェノール(混合異性体)	25154-52-3	21	6	0.0207	n.d.	~	21								8	21	9	96	5	268	6	694	15	24	9	6	2	25				
62	ノニルフェノールエトキシレート	9016-45-9	1,300		1.3	0.1	~	63								11	4,800	33	1,300	6	4,000												
63	バナジウム	7440-62-2	160		0.16	0.6	~	4										1	160														
64	ビレン	129-00-0	0.89		0.0089	0.01	~	0.12								9	0.89	1	220	7	0.23												
65	ヒ素	7440-38-2	170	631	0.17	1	~	90								1	1,740	3	170	1	40				7	631							
66	フェニトロチオン(MEP)	122-14-5	0.01	0.009	0.0001	n.d.	~	9							1	11,860	80	0.01	212	2.5	77	2	2	1,000,000	9	0.009	1	20	12	1,000			
67	フェノール	108-95-2	710	10	1	0.025	~	26							20	12,000	171	4000	317	710	71	230	2	13,000	21	10	39	77	2	5,700			
68	フェノバカルブ	3766-81-2	10		0.01	n.d.	~	9								1	10	2	115														
69	ブタクロール	23184-66-9	1.16	530	0.0116	n.d.	~	7.1							1	1.16	9	100	10	240	7	136			4	530							
70	フタル酸ジ(2-エチルヘキシル)	117-81-7	133	77	0.77	n.d.	~	333							5	320	10	133	63	200	7	180				3	77	13	300				
71	フタル酸ジイソブチル	84-69-5	900		0.9	0.014	~	1.2								1	3,000	1	900														
72	フタル酸ジブチル	84-74-2	480	100	0.48	n.d.	~	36								7	500	14	480	5	540					9	260	8	100	1	2,350		
73	フタル酸ブチルベンジル	85-68-7	490	280	0.49	n.d.	~	0.55								29	900	17	490	2	1,340				20	280	6	360	1	390			
74	n-ブチルベンゼン	104-51-8	340	490	0.34	n.d.	~	13.5								9	340								1	490							
75	フッ素	7782-41-4	60,000		60	140	~	10000							1	60,000																	
76	フルオレン	86-73-7	212	18.8	0.188	0.007	~	3.1								1	212					1	1,000				2	19					
77	ブレチラクロール	51218-49-6	0.94		0.0094	0.012	~	6.1							4	1.3	1	0.94															
78	ベノミル	17804-35-2	6		0.006	0.1	~	0.1								1	1,032,000	32	6														
79	ペンシリド	741-58-2	379		0.379	0.4	~	2.8								4	1,400	3	379														
80	ベンゾ(a)ピレン	50-32-8	5		0.005	n.d.	~	0.12							6	5	1	40			4	5											
81	ベンゾフェノン	119-61-9	280	540	0.28	n.d.	~	0.98								2	280	15	4,300								7	540					
82	ベンチオカープ	28249-77-6	17	3.2	0.17	n.d.	~	12							15	17	18	53	46	63	4	1,200	6	5.0	4	3.2	4	23					
83	ホウ素	7440-42-8	60,000		60	9	~	7400							1	60,000																	
84	ポリ塩化ビフェニル(PCB)	1336-36-3	103		0.103	n.d.	~	220										8	103														
85	ホルムアルデヒド	50-00-0	420	100	0.42	n.d.	~	12								15	420	252	15,000	10	37,200	2	100										
86	マラチオン	121-75-5	0.4	0.15	0.0004	n.d.	~	0.6								119	0.4	305	24	219	1.1				2	0.15	13	45	4	11,400			
87	マンガン	7439-96-5	170		0.17	0.5	~	218							1	31,000		1	170	1	1,420												
88	メシチレン	108-67-8	4,300	400	4	n.d.	~	18.1								5	4,300	4	12,520							1	400						
89	モノクロロベンゼン	108-90-7	60	1,400	0.6	n.d.	~	1							3	201,000	37	2,500	64	60			2	100,000	8	1,400	5	6,200	1	720			
90	モリネート	2212-67-1	135	25.6	0.13546	0.016	~	32								27	135	14	210	7	340				6	26	6	90					
91	モリブデン	7439-98-7	730		0.73	0.1	~	154										1	730														
92	リン酸トリクレシル	1330-78-5	10		0.1	n.d.	~	0.54							8	290	7	100	31	10													
			92	54	92	92	92	26	20	92	45	45	76	76	85	85	63	63	15	15	39	39	45	45	20	20							

注) n.d. : not detected
 単位: µg/L
 毒性情報に関しては信頼性を確認していない。

2 環境中での化学物質による生態影響の実態

実際の環境中における野生生物の斃死・異常発生の事例については、国内外を問わず、様々な形で報告されており、特に水生生物への影響については新聞等でも取り上げられているが、その原因まで特定することは困難であることが多い。ここでは、その中で化学物質（重金属を含む）がその原因として疑われる事例について、最近の内外の報道・報告をもとに取りまとめた。

(1) 我が国における水生生物への影響事例

1) 新聞報道による事例

平成8年1月から平成13年9月までの期間、下記に示す新聞社において報道された、水質汚染や化学物質が原因と考えられる事例に関する新聞報道を整理した(表4)。

全国紙	地方紙
朝日新聞	北海道新聞
毎日新聞	北國新聞
読売新聞	静岡新聞
産経新聞	中国新聞
	愛媛新聞
	高知新聞
	西日本新聞
	熊本日日新聞
	南日本新聞
	琉球新聞

2) 漁業被害事例(内水面)

水産庁が毎年集計している「水質汚濁等による突発的漁業被害発生報告書」に記載されている、水生生物の斃死等に関する情報をとりまとめた。

集計年度：平成5年度から平成10年度

集計した項目：油(油膜含む)、濁水(濁り)による影響事例は除いて集計。ただし、発生源の不明な事例については集計に加えた。

被害種類別の被害生物

表5に原因種類別に被害生物をとりまとめた。平成5年度から平成10年度の6年間で何らかの被害を受けた生物は46種類で、総件数は469件に達する。被害を最も受けた生物はフナ(86件)で、次いでコイ(80件)、アユ(55件)の順となっている。

被害の発生源は、工場排水、畜産排水、農薬などが見られるが、原因者が特定できない（表中では「不明」としている）件数がかなり多い。

化学物質が原因とみられる被害事例

化学物質が原因とみられる被害事例を表6に整理した。

化学物質が原因と考えられる被害事例は、5年間で99件で、農薬（27件）、工場排水（11件）が多く、被害生物としてはアブラハヤ、イワナ、アユ、ウグイ、コイ、フナ等19種類となっている。

原因と考えられている物質としては、農薬を除けば、シロアリ駆除剤、次亜塩素酸ナトリウム、シアン、塩化第二鉄などが挙げられている。

（2）その他の既往の知見による化学物質の生態影響事例

既往知見による化学物質の生態影響事例として、国内での界面活性剤の事故による水生生物への影響事例、諸外国において化学物質による水生生物の斃死、資源量の減少、内分泌攪乱等の影響が報告されている事例を収集し、表7に整理した。

表4 新聞報道による水生生物への影響事例

新聞記事1996.1～2001.9 有機スズ・ホルマリン・界面活性剤・魚類・奇形・有害物質など

見出	事象	場所	情報源	要因	報道されている物質名	対応	その他	報道年月日	新聞名
蒲原町の富士川右岸河口付近のアユ大量死の原因つかめず	7/27庵原郡蒲原町の富士川右岸河口付近で、大量のアユが死んで浮いているのを発見。8/9静岡県水産試験場と富士川町生活課は調査の結果「死亡原因は特定できない」との見解を示した。静岡県水産試験場は、採取した水とアユの分析から農業は検出されず、アユの解剖でも異常がみられなかったと蒲原町に報告	庵原郡蒲原町の富士川	静岡県水産試験場と富士川町生活課の調査	不明		関係機関は今後も異常がないか監視を続けていく方針		H3.8.10	静岡新聞
御笠川下流に大量死魚、福岡市が原因調査	福岡市博多区内を流れる御笠川下流一帯で12/15～16にかけ、大量の魚が死んで浮いているのが発見	博多区内を流れる御笠川下流	市民による通報 福岡市環境保全部による調査	「酸欠による死亡ではない」ことだけ判明		市衛生局衛生試験所でも本格的な検査中		H3.12.17	西日本新聞
福岡市博多区の川で魚数千匹死ぬ	十五日朝、福岡市博多区諸岡五丁目と同区板付七丁目の境界を流れる御笠川水系の諸岡川（幅約十五メートル、水深約二十センチ）で、一キロにわたってフナ、コイ、ナマズなど数千匹が死んでいるのを発見	御笠川水系の諸岡川	博多市	不明		博多市環境保全部が現地に職員を派遣、原因調査中	諸岡川本流の御笠川では昨年十二月にも、大量の魚が死んでいるのが見つかった。このときの市環境保全部の調査では、同川の水から有害物質は検出されず、死因も酸欠でないことが分かり、原因は不明のまま	H4.7.15	西日本新聞
巴川で大量の魚が死ぬ-静岡市	6/30午前十時ごろ、静岡市流通センター横を流れる巴川に大量の魚が浮上。川幅約6～10メートルの間にヘラブナ、ナマズなど10～30センチほどの魚約千匹が死んだり弱っていたりした	巴川	市民による通報	不明 pH（水素イオン指数）、残留塩素の調査をしたが異常なし		今後、農業や有害物質なども調査する	市環境保全部によると、同川は上流の麻機地区からの生活廃水などが流れているが、有害物質が出るような工場や工事はない	H7.1.31	静岡新聞
飯塚市・相田川で魚が大量死、市と保健所が水質検査 筑豊	飯塚市水道局相田浄水場付近から下流の新松本橋付近までの約一・四キロの相田川に体長五～三十センチのフナなど魚約二百匹以上が死んでいるのを確認	飯塚市・相田川	市民による通報	不明		保健所が三カ所で水中の溶存酸素（DO）を調べたが、7～9ppmで異常なし。三カ所で採取した川の水と死んだ魚六匹を県保健環境研究所（太宰府市）に送って水質などを検査		H7.11.7	西日本新聞
櫃川でコイなど大量死、稚魚放流の住民 ショック 北九州	1/24福岡県北九州市小倉北区愛宕の板櫃橋付近から上流へ約五十メートルにわたって、コイ約百匹、オイカワなどの魚も数百匹が死んで浮いているのを発見	北九州市 櫃川	市民による通報 北九州市水質騒音課の調査	不明		川の水を採取し検査の結果、水温、pH（水素イオン濃度）やDO（溶存酸素）などの値に異常はなく、魚体からも有害物質などは検出されず		H8.1.26	西日本新聞
介良川で魚大量死 有害物質流入か 高知市など調査	高知市介良の介良川、潮見台ニュータウン入り口に架かる潮見台橋から西の下流の妹背橋までの約七百メートルの間で、コイやフナなど大量の魚が死んで浮いているのが発見。六月末から次々と死んだらしく、流域の魚類はほぼ全滅状態。		住民による通報	市などは何らかの有害物質が流れ込んだと見ている		県、市などは川の水と死魚を採取して詳しく分析しているが、魚はえらなどから出血して死んでおり、市などは「酸欠による死に方とは明らかに違う。何らかの有害物質が流れ込んだのは間違いなさそうだ」と言っている。		H8.7.4	高知新聞

見出	事象	場所	情報源	要因	報道されている物質名	対応	その他	報道年月日	新聞名
ホルマリン使用、代替薬剤で暫定和解 天草のアコヤ貝大量死【西部】	真珠養殖用アコヤ貝の大量死問題による裁判	熊本県・天草の羊角湾	「九州真珠」(本社・同県河浦町)	フグ養殖場で使うホルマリンが原因	ホルマリン	12/11 熊本地裁天草支部でホルマリンの使用中止を求めた仮処分申請の四回目の審尋があり、「貝の死ぬ原因は特定されていない」としたうえで、来年五月末までは代替品を使うことで合意、暫定的和解		H8.12.12	朝日新聞
有明町のベッコウトンボ生息地で多量の魚や鳥が死ぬ、産廃か？	県外から運ばれた土砂で埋め立てられた曾於郡有明町野井倉の湿地帯で、魚や鳥が死んでいることに、住民らが「有害な産業廃棄物ではないか」と反発。同湿地帯は、絶滅の恐れのある野生動植物種・ベッコウトンボの生息地	曾於郡有明町野井倉の湿地帯	トンボ愛好家から報告	不明		業者は「路盤強化に使う建設資材で有害物質は含まれていない」としている 有明町は独自に土壌と水質の検査を開始	同町は現場がベッコウトンボの生息地だったことから頭を悩ませているが、「愛好家から報告を受けたのは埋め立て後の昨年十二月。現場は民有地であり対応は難しい」と話している	H9.2.5	南日本新聞
有毒物質流入が原因か、鹿児島市清滝川でボラが大量死	鹿児島市を流れる清滝川の二官橋付近から清滝橋付近までの約一・六キロで体長十センチから二十センチ前後のボラが数百匹、川底に沈んだり、川面に浮いているのを発見	鹿児島市 清滝川	市民からの通報 鹿児島市環境保全課による調査	不明	クロルピリホス(同川の過去の事例)		県水産試験場では、七日夕方に死魚はなかったことや、八日午前の調査中には泳いでいる魚がいたことなどから、短時間に大量の魚が死んだとして、農薬などの有毒物質が流れ込んだのではないかとみている。 環境保全課は「有害物質は既に流れ去った可能性が高く、水から原因物質を特定するのは難しいだろう。酸欠の可能性もあるが、魚体から特定できるかもしれない」としている。 清滝川では一九九五年六月にも約五百匹のボラの死魚が見つかっており、シロアリ駆除剤のクロルピリホスが原因とみられたが、流出元の特定などできなかった。	H9.8.9	南日本新聞
多摩川のコイ、精巢異常 環境ホルモンの影響か 府中市内で学者調査	2/26 多摩川で捕獲されたコイに精巢異常。水質調査では「ノニルフェノール」が検出	東京都府中市の多摩川	横浜市立大の井口泰泉教授(四六) = 内分泌学 = らのグループの調査	洗剤などに使われる界面活性剤の分解物の「ノニルフェノール」が検出。この物質は環境ホルモンの一つとされており、井口教授は「精子異常の原因になっている可能性がある」と見る。	ノニルフェノール	1990年代初頭 欧米の数力国は政府が関与して調査 1997年3月末 井口教授らがメンバーとなった環境庁の研究班が発足 1998年3月 経済協力開発機構(OECD)は三月、パリで毒性評価と試験方法についての専門家会合を予定		H10.2.27	朝日新聞
北諸県郡三股町の年見川で魚が大量死、都城保健所が調査へ	5月31日夕、北諸県郡三股町蓼池の年見川のせきから上流へ約130メートルにわたる区間で、ハヤなど川魚約1000匹が死んでいるのが発見	北諸県郡三股町蓼池の年見川		何らかの有害物質が混入した可能性が高い		都城保健所は1日、付近の水を採取するなど調査を開始	同川には農業用水や生活雑排水が流れ込んでいる	H10.6.2	南日本新聞

見出	事象	場所	情報源	要因	報道されている物質名	対応	その他	報道年月日	新聞名
農薬など有害化学物質汚染深い海の魚に拡大愛媛大、東大グループ調査	沖合の深い海にすむ魚の体内に、毒性の強い有機塩素系農薬や漁船の塗料に使われる有機スズなどの有害化学物質が高濃度で蓄積	主に水深五、六百メートルの海	愛媛大農学部と東京大海洋研究所の共同研究グループの調査	有機塩素系農薬や漁船の塗料に使用される	P C B D D T B H C T B T (トリブチルスズ)		分析結果は6/4午前、京都市での環境化学討論会で発表 田辺信介愛媛大教授(環境化学)「日本で七〇年代初めに使用禁止になったBHCの濃度がいまだに表層で高いことは、BHCの汚染が長続きしていることを示している」	H10.6.3	産経新聞
薬品300リットルが流出--袖ヶ浦の化学工場/千葉	石油類の薬品「2,6-ルチジン」約300リットルがタンクから流出、うち約100リットルが雨水排水路を通過して浜宿川から東京湾に流入 同川で八せなどの魚数十匹が浮いているのが確認	袖ヶ浦市北袖、広栄化学工業千葉製造所(高橋新吉所長)	木更津署と同市消防本部調査	作業員によるノズルの締め忘れ	2,6-ルチジン		2,6-ルチジンはアンモニア、ホルマリンなどから製造され、水溶性で、人体に対する毒性は弱い。	H10.8.17	毎日新聞
大和川でコイの生殖腺異常発見「夏休みの大きな成果」- 畝傍中学科学部	国内の川魚では3例目となるコイの生殖腺異常を発見	大和川	橿原市立畝傍中学科学部の生徒(顧問/松本清二教諭)	記述なし			同様の事例 魚の生殖腺異常に関しては、1980年代に英国で雄のニジマスの血液から本来雌にしかないたんぱく質「ピテロジェニン」が検出された。調査の結果、合成洗剤などに含まれる環境ホルモンの一種、ノニルフェノールが魚の体内で女性ホルモンと同様の働きをし、雄の「雌化」が起きたためと分かった。日本では東京都府中市の多摩川のコイ、沖縄県金武町の億首川のカレイ(カワスズメ科の淡水魚)、東京湾のカレイの雄からピテロジェニンを検出。コイとカレイには大和川のコイと同様の精巢の委縮もあった。原因は究明されていないが、英国と同様、環境ホルモンの影響を指摘する専門家が多い。	H10.8.28	毎日新聞
岡山の奇形魚知事「情報収集に力」県議会一般質問 対策を求め追及(岡山県)	十一月末、高濃度のダイオキシン類が検出された焼却灰が約千トン野ざらしになっている岡山市粟井地区を流れる川の下流で、奇形魚が発見	岡山市粟井地区を流れる川の下流	市民団体「足守川の水を守る会」(神田利男会長)	岡山市粟井地区で野ざらしになっている高濃度のダイオキシン類が検出された焼却灰(約千トン)	ダイオキシン	石井知事は「岡山市が(焼却灰の調査に絡んで)必要な環境ホルモン(内分泌かく乱化学物質)の実態調査を検討すると聞いている。市や国の動向を重大な関心を持って見守り、対処する」		H10.12.10	中国新聞
宇和海のホルマリン使用 全廃へ賠償訴訟視野に 下灘漁協有志	北宇和郡津島町下灘漁協の有志四百二十五人で組織する「海をよみがえらせる会(SOSA)」=同町成、小幡照美代表(76)=は十二日、愛媛弁護士会環境問題対策委員会(委員長・三井康生弁護士)に、ホルマリンによるアコヤ貝大量へい死など海洋環境破壊や国民の健康被害について、訴訟を前提とした現況調査を申し立て		「海をよみがえらせる会(SOSA)」(下灘漁協組合員の真珠母貝養殖業者ら)	下灘漁協が病理学調査を依頼した神戸大学と神戸市環境保健研究所での調査結果で、ホルマリンとアコヤ貝へい死との因果関係は証明されたとしている	ホルマリン	同環境問題対策委では今後、現場調査をするなどして、行政機関への法整備の働き掛けやホルマリンを使用している漁業者への損害賠償請求など具体的な対応策を検討		H11.2.13	愛媛新聞

見出	事象	場所	情報源	要因	報道されている物質名	対応	その他	報道年月日	新聞名
松山・魚大量死 重信川にも被害拡大 毒劇物・農薬 検出されず	3/2夕、松山市和泉、吉木橋付近の小野川で、大量の魚が死んでいるのが見つかった問題で、建設省松山工事事務所などは3/3、同橋から下流の石手川や重信川などを調査。同橋から約三・七キロ下流の重信川の出合橋付近＝松山市出合＝や、小野川から取水した農業用水が流入している同市垣生地区の洗地川、三反地川でも魚が大量に死んでいるのが発見	松山市 小野川		不明		工事事務所と松山西、松山南の両署は同日までに、魚が死んでいた数カ所の河川の水と魚を採取。同工事事務所や両署のこれまでの調べでは採取した水からシアンやヒ素などの毒劇物、農薬は検出されていない。関係機関で引き続き、水と魚について分析調査し、原因を調査中 松山市は、同市が管理する洗地川、三反地川の水质調査をした結果、両河川のpH（水素イオン指数）は7・2?7・4でほぼ中性。DO（容存酸素量）も一リットル当たり五・〇ミリグラム前後とほぼ正常値。毒性の強い六価クロムも検出されなかった。魚の解剖結果から酸欠も考えにくいとして、別の有害物質の調査を進める	重信川漁協の重松乙組合長 「小野川には毎年約二万匹のコイやウナギを放流している。原因が解明されるまで放流できない。早く原因を解明して、このようなことが二度と起きないようにしてほしい」	H11.3.4	愛媛新聞
大分県 / 石松川の魚大量死 「有害物質検出できず」 日田市が調査結果発表 “ナゾ” 深まる	日田市の有田川支流の石松川で7月16日朝、石松橋から上流約一キロにかけフナなどが千匹以上死んでいた問題で、日田市は7/31「原因は特定できない」とする調査結果を発表	日田市の有田川支流の石松川		何らかの毒性物質が含まれていると推測		日田市は魚を県内水面研究所に、川水を化学品検査協会（福岡県久米市）にそれぞれ送り、原因を調査 （1）農業などの流入の形跡はなく、魚の検体からも寄生虫や細菌などは検出されなかった （2）水质については、ヒメダカ（毒性を調査する試験魚）を事故直後に採取した川水に入れたところ死んだことから、何らかの毒性物質が含まれていると推測 しかし、五十項目にのぼる水质の有害物質調査では、該当する物質は検出されず	同川では昨年十月にも同じような事故が発生しており、日田署は人為的な疑いもあるとみて調べている。	H11.9.1	西日本新聞
カク 養殖にホルマリン 使用禁止の指導無視 熊本・天草 【西部】	熊本県天草・御所浦町で、水産庁が使用を禁止しているホルマリンが、度重なる行政や漁協の指導にもかかわらず、現在も使われていることを確認	熊本県天草・御所浦町	地元の市民グループ 「天草の海からホルマリンをなくす会」の調査（県天草水産業指導所の職員も同行）	記述なし	ホルマリン	10/12に御所浦漁協（正組合員約六百七十人）は、緊急理事会を開いて対策を協議 1981年水産庁は、環境への影響などがはっきりしないとして、成魚へのホルマリン使用をやめ、水産用医薬品を使用するよう指導。一昨年には「全面禁止」を各都道府県知事に通達している	御所浦町沖合の養殖場一カ所で薬浴作業直後の海水を採取。簡易水质分析試薬で調査、ホルムアルデヒドが測定上限値の2ppm 従業員「時々、ホルマリンを使う」と話す	H11.10.9	朝日新聞
静岡の大門川でアユなど約100匹が浮く	11/11午後二時半ごろ、静岡市羽鳥の大門川・静岡バイパス羽鳥ランプ橋から上流六百メートルの間に約百匹の小魚が浮いているのを確認	静岡市羽鳥の大門川	市民による通報 同市環境保全課・建設省静岡河川工事事務所が調査			「毒物的なものが一時的に流されてきた可能性もあるが、十七日の現地確認でも新たに死んだ魚は見つからず、アユも元気に泳いでいる」として調査を終了		H11.11.12	静岡新聞

見出	事象	場所	情報源	要因	報道されている物質名	対応	その他	報道年月日	新聞名
川本の荒川に魚1000匹浮く = 埼玉	11/16午前七時三十分ごろ、川本町本田の荒川と吉野川の河口合流点から下流約四百メートルの中州南側で、二、三百メートルの範囲内にフナなどの魚（体長五-十センチ）約千匹が死んでいるのを発見	荒川	住民による通報	不明		県北部環境管理事務所が付近の水を簡易検査したが、水質は中性で、シアン、六価クロムの有害物質は検出されず 県は「予想できない有害物質が流れ込んだ可能性もある」として、民間の分析業者に分析を依頼	小魚が浮いた近くにはハクチョウの飛来地があるが、ハクチョウには被害はなかった。	H11.11.17	東京新聞
安倍川支流で稚アユ大量死 有害物質検出されず	辰起町排水樋管から井宮小学校付近までの約六百メートルの範囲。体長五-六センチの稚アユ四百-五百匹が川底で死んでいるのが発見	安倍川支流の辰起川	市民による通報	不明				H12.4.18	静岡新聞
吉井川支流の魚が大量死 2回目検査も毒性物質検出 = 岡山	4/21 岡山県は吉井川の支流、打穴（うたの）川と倭文（しとり）川、皿川で、コイやフナなどが大量に死んでいるのが見つかった問題で、現場流域で行った2回目の水質検査の結果、有機塩素系化合物、トリクロロフェノールなどが検出	中央町と津山市を流れる吉井川の支流	岡山県調査	農薬や防腐剤に含まれる	有機塩素系化合物、トリクロロフェノール	県は「いずれの物質も本来は自然界に存在しないものなので、数値の評価はともかく水質検査を継続する」二十五日、三回目の採水		H12.4.25	読売新聞
静岡の下川原雨水幹線で小魚が200~300匹死亡	静岡市桃園町の丸子川に注ぐ下川原雨水幹線とそれに注ぐ水路約二百メートルの間でアユなどの小魚二百-三百匹が死んでいるのが確認	静岡市桃園町の丸子川	市民による通報	不明			死んだ魚からは微量（一キロ当たり〇・〇二ミリグラム）のシアンが検出されたものの、通常値の範囲内で、同事務所などは直接の死因になったとは考えられない	H12.4.26	静岡新聞
加西市「梨ヶ谷池」奇形フナ問題 県が説明会で「用水利用は問題なし」	1996年11月、背骨が曲がっているフナが20~30匹見つかった問題で、原因究明の調査をしている県や市は27日夜、同町公会堂で地元住民を対象に最終の調査説明会を開いた。	加西市田谷町のゴルフコース内のため池「梨ヶ谷池」				調査は96年度から、毎年実施。これまでに、同池のすべての魚を取り除き、池の水を干した後、満水にし、新たにヘラブナ3000匹を放流するなど、水質や池底の泥、生物、農薬を調査。学識者で構成する「魚類防疫・農薬・水環境等検討会」（座長、藤井正美・神戸学院大教授）がデータに基づいて意見を交換してきた。 その結果、重金属、農薬とも、特に問題となる値は検出されず、97年度以降は骨の曲がったフナは発生しなかった。このため、県は「池に有害物質が存在しているとは考えにくく、今後もかんがい用水として利用しても問題はない」と結論づけ、原因については「断定できるだけのものが得られなかった」と報告した。 市は住民の不安を取り除くため、今後も毎月1回、水質調査を続けるという。		H12.7.29	毎日新聞
アユやハヤ数十匹、中津川で魚が大量死 -- 愛川町	アユやハヤなど50~60匹が死んで浮いているのを、アユ釣りの人が見つけた。釣具店からの連絡で町職員が駆け付けたところ、死んだ魚は既に下流域に流されていた。魚が浮いたのは角田橋付近に限られ、少なくとも数十匹以上が死んだとみられている。	27日午前7時20分ごろ、神奈川県愛川町角田の角田橋付近	アユ釣りの人	酸欠による影響ではないとみられる。		町は上流域から有害物質が流れ込んだ可能性があるかどうかなど原因を調査している。	中津川上流の宮ヶ瀬ダムからは、毎秒5トンが放流されており、流量減少の変化はなく、水質も良好	H12.9.1	毎日新聞社

見出	事象	場所	情報源	要因	報道されている物質名	対応	その他	報道年月日	新聞名
能代・奇形コイ問題 寒堤の魚や水質検査へ--県と市	奇形コイが見つかった	能代市浅内の農業用水ため池・寒堤に流れる用水路				寒堤の水質検査や魚類の生息調査、魚体の重金属分析に着手する		H12.10.20	毎日新聞
秋田県など、水質検査など実施へ、産廃処理場付近での奇形コイ発見	奇形のコイが発見された。	九八年十二月に破産した秋田県能代市浅内の能代産業廃棄物処理センター近くの用水路				県と市はこのほど、このコイが見つかった用水路近くの農業用ため池の魚類の生息状況や水質の調査を実施することを決めた。今月下旬から十一月月上旬にかけて行う。	このコイは今月上旬に発見され、能代の産廃を考える会（原田悦子事務局長）が県水産振興センターに調査を依頼。その結果、魚が通常かかる病気ではないことが判明。用水路の上流約一キロの高台に能代産業廃棄物処理センターがあることから、同会は「産廃の環境汚染と関連がある」などと訴えている。	H12.10.26	化学工業日報
横須賀港のハゼ「6割に奇形」--県保険医協会、環境省に調査を要望 / 神奈川	神奈川県保険医協会は30日、横須賀米軍基地近くの横須賀港で昨年10月に釣ったハゼの6割に奇形があったと発表した。同基地内のふ頭で昨年5月に起きた崩落事故で、汚染土壌が海に流れ込んだのが原因として、同協会は環境省と防衛施設庁に調査を申し入れた。同協会は86年から臨海工業地帯の鶴見川河口など同県内の海域で、魚類調査を続けている。横須賀港の調査は98年に始め、同年は釣ったハゼに奇形はなかったが、99年は22匹のうち3匹に外観上の異常が見つかった。昨年は52匹のうち31匹にエックス線検査で骨が曲がる奇形があることが確認され、うち13匹は外観上も骨が曲がっていた。奇形のハゼの内臓からは、鉛や水銀などの重金属類が検出された。	横須賀米軍基地近くの横須賀港	神奈川県保険医協会	汚染土壌が海に流れ込んだのが原因	鉛や水銀などの重金属類			H13.5.31	毎日新聞 社地方版 / 神奈川
奇形コイからダイオキシン検出 民間団体が調査 / 秋田	破産した能代産業廃棄物処理センターに近い、能代市浅内の用水路で昨年10月、発見された奇形のコイの肉に、1グラムあたり2.6ピコグラム（ピコは1兆分の1）のダイオキシンが含まれていたことが11日までに、同市の住民団体「能代の産廃を考える会」の調査でわかった。県は昨年12月、用水路周辺の水質や魚類などを調査し、「環境上心配される状況ではない」と「安全宣言」した。これに対して、同会は「能代産廃稼働時には高濃度のダイオキシン汚染が明らかになった埼玉や茨城の一般廃棄物処分場の焼却灰などの受け入れが行われてきた」と指摘。今年6月、冷凍保存してあった奇形コイを東京の検査機関に送り、検査を依頼してきた。検査結果について同会の原田悦子事務局長は「県に、ダイオキシンを含めたチェックなどの原因究明と安全対策の徹底化を改めて申し入れたい」と話している。	能代市浅内の用水路	住民団体「能代の産廃を考える会」	能代産業廃棄物処理センター	ダイオキシン	県は昨年12月、用水路周辺の水質や魚類などを調査し、「環境上心配される状況ではない」と「安全宣言」した。	国が定めたダイオキシン類の耐用摂取量は、1日に体重1キロ当たり4ピコグラムとされている。仮に、このコイの肉200グラムを体重50キロの人が食べたすると、ダイオキシン類の摂取量は体重1キロ当たり10.4ピコグラムとなり、1日の耐用摂取量を超える計算となる。	H13.9.12	朝日新聞 社東京地方版 / 秋田

表5 原因種類別の被害生物

被害生物	工場排水					生コン排水			し尿投棄		畜産排水						生活排水		農業排水	農薬						不明						その他						総計											
	1993	1994	1995	1996	1998	1994	1996	1997	1996	1997	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1995	1998	1995	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	1993	1994	1995	1996	1997		1998	1999									
アブラハヤ		1					1																																					2					
アマゴ		1					1																																					8					
アユ	1				2				1				1		1					1					1																		55						
イワナ																							1																				9						
ウグイ		2			1	1	1						1	1																													36						
ウナギ																																											5						
エビ																																											2						
オイカワ	1												1				1																										29						
カジカ									1																																			6					
カマツカ																																												1					
カワエビ																																												1					
カワハギ																																												1					
カワムツ		1																																										1					
ギンザケ																																													2				
クチボソ																																													1				
ゲンゴロウブナ																																													1				
コイ		4			1					1	1					1																													80				
コノシロ													2																																4				
サケ															2																														2				
ザリガニ																																													2				
シジミ																																														1			
シマドジョウ																																														2			
シラハエ																																														2			
セイゴ																																														1			
テラピア																																														6			
ドジョウ		2					1																																						12				
ナマス													1																																	10			
ニゴイ																																														6			
ニジマス																1	1																													6			
ハエ																																															1		
ハゼ																																															4		
ハヤ																																															7		
ヒガイ		1																																													1		
フッコ																																															1		
フナ		4			1		1							1																																86			
ブラックバス																																															2		
ボラ																																																30	
ミナミクロダイ																																																1	
ムツ																																																1	
メダカ																																																1	
モツゴ																																																2	
モロコ																																																3	
ヤマベ																																																	1
ヤマメ		2																																														12	
ヨイノボリ																																																1	
ヨシノボリ																																																5	
魚類				1			1																																										14
小魚																																																	2
総計	2	18	1	2	4	2	5	1	1	2	1	3	5	2	3	3	2	0	0	5	7	2	1	3	5	23	51	63	74	60	47	5	4	10	15	15	11	11	0	469									

水産庁：平成5年度～10年度 水質汚濁等による突発的漁業被害発生報告書

表6 化学物質が原因と考えられている漁業被害事例

番号	発生年月日 ~ 終了年月日	都道府県名	発生水域	被害生物	分類	発生原因	被害数量	被害状況
1	1993/5/24 ~ 1993/5/24	岐阜	岐阜市津保川～長良川	アユ、オイカワ		工場排水 次亜塩素酸ソーダ	約200kg	
2	1993/6/6 ~ 1993/6/6	鹿児島	鹿児島市新川	アユ	斃死	農薬		
3	1993/6/18 ~ 1993/6/18	岐阜	岐阜市長良川水系早田川			工場排水 洗浄用処理剤		
4	1993/7/22 ~ 1993/7/22	鹿児島	名瀬市屋仁川	ボラ	斃死	農薬		
5	1993/7/27 ~ 1993/7/27	鹿児島	名瀬市屋仁川	ボラ	斃死	農薬		
6	1993/8/26 ~ 1993/8/26	鹿児島	瀬戸内町中金町	ボラ	斃死	農薬		
7	1993/9/29 ~ 1993/9/29	鹿児島	屋久町	ボラ、エビ	斃死	その他 塩素剤		
8	1993/10/28 ~ 1993/10/28	鹿児島	名瀬市浦上川	ボラ	斃死	農薬		
9	1993/11/13 ~ 1993/11/17	岩手	閉伊川河口?500m付近			その他 水産加工汁の垂れ流し		釣り場砂利及び川船、釣り糸の油付着
10	1994/1/12 ~ 1994/1/12	鹿児島	鹿児島市木之下川	オイカワ	斃死	農薬		
11	1994/3/8 ~ 1994/3/8	宮城	気仙沼松川地区	ウグイ、フナ	斃死	生コン排水	100匹	
12	1994/3/10 ~ 1994/3/10	山梨	相模川水系鶴川	ニジマス、イワナ、魚類	斃死	不明		養殖池のニジマス約3トン、イワナ約1600尾、河川の魚
14	1994/3/31 ~ 1994/3/31	宮城	大和町宮床川地区	オイカワ、シマドジョウ	斃死	その他		
15	1994/5/4 ~ 1994/5/4	埼玉	荒川水系横瀬川、大瀬沢	ヤマメ		工場排水 過酸化水素	約40匹 約200尾	
16	1994/5/6 ~ 1994/5/6	鹿児島	西之表市玉川	ボラ	斃死	農薬		
17	1994/5/10 ~ 1994/5/10	埼玉	都畿川(都畿村 滝の橋付近)	ウグイ、オイカワ		その他		
18	1994/5/10 ~ 1994/5/10	埼玉	都畿川(都畿村 滝の橋付近)			その他		
19	1994/6/27 ~ 1994/6/27	宮城	一迫町狐崎地区	コイ	斃死	農薬	154尾	養殖池のコイがへい死
20	1994/7/2 ~ 1994/7/2	長野	上伊那郡南箕輪村農業水路	ウグイ、コイ、フナ、ドジョウ、アブラハヤ、ヒガイ		工場排水		
21	1994/7/14 ~ 1994/7/14	鹿児島	鹿児島市彦四郎川	フナ	斃死	農薬		
22	1994/8/24 ~ 1994/8/24	鹿児島	瀬戸内町	ボラ	斃死	農薬		
23	1994/8/26 ~ 1994/8/26	長野	上伊那郡中川村日向沢?前沢川	ヤマメ、アマゴ、ドジョウ	斃死	工場排水		
24	1994/9/19 ~ 1994/9/19	鹿児島	名瀬市永田川	ボラ	斃死	農薬		
25	1994/10/25 ~ 1994/10/25	鹿児島	川内町隈之城川	ボラ	斃死	農薬		
26	1994/11/23 ~ 1994/11/23	長野	上伊那郡南箕輪村中溝川	フナ	斃死	工場排水		
27	1994/12/8 ~ 1994/12/8	岐阜	牧田川水系水門川	コイ、フナ	斃死	工場排水		
28	1994/12/22 ~ 1994/12/22	岐阜	木曾川水系飛騨川	ウグイ、コイ、カワムツ	斃死	工場排水		
29	1995/1/5 ~ 1995/1/5	群馬	甘楽町雄川	ウグイ		その他		
30	1995/3/3 ~ 1995/3/14	岩手	盛川支流鷹生川	ヤマメ、イワナ		その他		第五種共同漁業 ウグイ排水口から下流約1kmヤマメ、イワナ生息不可
31	1995/3/28 ~ 1995/3/28	宮城	白石川支流敷川(蔵王町)			その他		
32	1995/4/1 ~ 1996/3/31	滋賀	安曇川地先 青井川	魚類		工場排水		魚類の忌避
33	1995/4/1 ~ 1996/5/31	滋賀	姉川水系			農業排水		河川漁業における漁獲量の減少
34	1995/4/1 ~ 1996/5/31	滋賀	彦根市地先 宇曾川 江面川			農業排水		刺網漁業及び小型定置網漁業における漁獲量の減少、漁具への浮泥の付着
35	1995/5/9 ~ 1995/5/9	京都	木曾川漁協養魚地	コイ	斃死	農薬		稚鯉5千尾へい死
36	1995/6/29 ~ 1995/6/29	鹿児島	鹿児島市清滝川	ボラ	斃死	その他		
37	1995/7/4 ~ 1995/7/4	鹿児島	龍郷町赤尾木川	ボラ	斃死	農薬		
38	1995/7/5 ~ 1995/7/5	鹿児島	串木野市塩田川	ボラ	斃死	その他		
39	1995/8/8 ~ 1995/8/8	長野	下高井郡山ノ内町表笹川(夜間瀬川支流)			農薬		
40	1995/8/21 ~ 1995/8/21	岐阜	金山町 飛田川 鳥居川	アユ	斃死	その他		
41	1995/10/1 ~ 1995/10/1	長野	小県郡北御牧村 番屋川(鹿曲川支流)	ウグイ、フナ	斃死	その他		
42	1995/10/1 ~ 1995/10/1	長野	小県郡北御牧村 番屋川(鹿曲川支流)		斃死	その他		
43	1995/10/23 ~ 1995/10/23	群馬	吉井町大沢川	オイカワ		その他		

表6 化学物質が原因と考えられている漁業被害事例

番号	発生日月 ~ 終了年月日	都道府県名	発生水域	被害生物	分類	発生原因	被害数量	被害状況
44	1995/11/2 ~ 1995/11/2	群馬	富岡市丹生川	コイ, ドジョウ, フナ		その他		第五種共同漁業、コイ、フナ、ドジョウ
45	1995/11/30 ~ 1995/11/30	静岡	下田市立野蓮台寺川	コイ, フナ	斃死	その他	次亜塩素酸ナトリウム 温泉水	約6000尾
46	1996/1/29 ~ 1996/1/29	岐阜	恵那市 木曾川水系 阿木川	シラハエ	斃死	その他	アスファルト溶液	約300尾
47	1996/3/11 ~ 1996/3/11	長野	茅野市 音無川 阿智川	イワナ, アマゴ, アユ	斃死	その他	次亜塩素酸ナトリウム	
48	1996/4/2 ~ 1996/4/2	岐阜	長良川水系水門川(大垣市) 宇魯川全域及び河口 江面川全域及び河口	フナ	斃死	その他	次亜塩素酸ナトリウム	約200尾
49	1996/4/5 ~ 1996/5/15	滋賀				農薬		
50	1996/4/16 ~ 1996/4/16	群馬	前橋市			その他	洗剤	
51	1996/5/14 ~ 1996/5/14	長野	豊野町浅川(千曲川支流)			その他	石鹼水	
52	1996/5/22 ~ 1996/5/22	鹿児島	川内市銀杏木川	フナ	斃死	その他	シロアリ駆除剤	
53	1996/5/30 ~ 1996/5/30	鹿児島	川内市銀杏木川	フナ	斃死	その他	シロアリ駆除剤	
54	1996/7/7 ~ 1996/7/7	長野	小海町親沢川(千曲川支流)	イワナ	斃死	農薬		13尾
55	1996/8/12 ~ 1996/8/12	鹿児島	鹿児島市幸加木川	アユ	斃死	その他	シロアリ駆除剤	
56	1996/8/29 ~ 1996/8/29	鹿児島	徳之島町大瀬川	ボラ	斃死	その他	シロアリ駆除剤	
57	1996/9/9 ~ 1996/9/9	鹿児島	東郷町樋渡川	アユ	斃死	その他	シロアリ駆除剤	
58	1996/9/11 ~ 1996/9/11	岩手	盛川中流下流	アユ	斃死	その他	コンクリート混和剤	
59	1996/9/14 ~ 1996/9/16	埼玉	利根川水系備前渠川(本庄市内)	フナ, コイ, ギリガニ		その他	残留塩素	多量
60	1996/9/18 ~ 1996/9/18	長野	伊那市戸沢川(天竜川支流)	ウグイ, ドジョウ, アマゴ, アブラハヤ, ヨイノボリ		生コン排水		230Kg
61	1996/10/28 ~ 1996/10/28	岐阜	揖斐川水系水門川(大垣市)	コイ, フナ	斃死	工場排水	水酸化銅	
62	1996/10/31 ~ 1996/10/31	長野	山ノ内町横湯川へ流入する水路(角間川支流)			その他	油中和剤	
63	1996/11/19 ~ 1996/11/19	長野	辰野町天竜川			その他	パルプ製造廃液	
64	1996/12/5 ~ 1996/12/5	鹿児島	川内市銀杏木川	フナ	斃死	その他	シロアリ駆除剤	
65	1997/1/7 ~ 1997/1/7	京都	木津川水域	魚類	斃死	その他	苛性ソーダ	約1500尾
66	1997/1/21 ~ 1997/1/21	埼玉	荒川水系入間川(川越市内)	コイ, フナ		その他	アルカリ排水	約100尾
67	1997/2/19 ~ 1997/2/19	鹿児島	喜入町八幡川	魚類	斃死	その他	強酸性排水	
68	1997/2/24 ~ 1997/2/24	鹿児島	国分市大鳥川	コイ	斃死	その他	アルカリ性排水	
69	1997/4/5 ~ 1997/4/15	滋賀	宇魯川全域河口一帯 江面川全域河口一帯			農薬		彦根市磯田
70	1997/6/19 ~ 1997/6/19	群馬	高崎市碓氷川	アユ	斃死	不明	毒物の疑い	数百
71	1997/6/24 ~ 1997/6/25	島根	大橋川			その他	塩化第二鉄液流出	
72	1997/6/24 ~ 1997/6/24	群馬	桐生市渡瀬川	アユ		不明	毒物の疑い	
73	1997/7/2 ~ 1997/7/2	群馬	沼田市立の沢川	ウグイ		不明	毒物の疑い	
74	1997/8/8 ~ 1997/8/8	鹿児島	鹿児島市清滝川	ボラ	斃死	その他	シロアリ駆除剤	
75	1997/8/14 ~ 1997/8/14	鹿児島	出水死天神門川	ハゼ	斃死	農薬		
76	1997/8/22 ~ 1997/8/22	埼玉	荒川水系黒目川(新座市内)	ボラ		不明	シアン	300
77	1997/8/28 ~ 1997/8/28	石川	熊田川	ウグイ, フナ, アユ	斃死	その他	塩化第二鉄1kL	6000尾
78	1997/9/9 ~ 1997/9/9	鹿児島	東町塩迫川	ボラ	斃死	農薬		
79	1997/9/22 ~ 1997/9/22	鹿児島	川内市春田川	テラピア	斃死	農薬		
80	1997/10/2 ~ 1997/10/2	宮城	外尾川	カジカ	斃死	生コン排水		600
81	1997/10/14 ~ 1997/10/14	群馬	尾島町石田川	コイ, フナ, ドジョウ		不明	毒物の疑い	
82	1997/10/16 ~ 1997/10/16	鹿児島	川内市銀杏木川	フナ	斃死	その他	シロアリ駆除剤	
83	1997/10/24 ~ 1997/10/24	鹿児島	名瀬市大熊川	ミナミクロダ イ	斃死	その他	シロアリ駆除剤	

表6 化学物質が原因と考えられている漁業被害事例

番号	発生年月日 ~ 終了年月日	都道府県名	発生水域	被害生物	分類	発生原因	被害数量	被害状況
84	1998/1/30 ~ 1998/1/30	長野	松本市穴田川(田川支流)	オイカワ、ウグイ、ドジョウ、シマドジョウ	斃死	その他 苛性ソーダ1t	16Kg	
85	1998/3/28 ~ 1998/3/28	埼玉	荒川水系笹目川(戸田市)	小魚		不明 シアン	1万	
86	1998/4/5 ~ 1998/5/15	滋賀	宇曾川全域河口 安食川全域河口			農薬		刺網漁業、網えり漁業
87	1998/4/15 ~ 1998/5/10	滋賀	永源寺町山上農業排水路より愛知川本流	アユ	減少	農薬		濁水流入によるアユ斃死 魚類生息量減少
88	1998/4/15 ~ 1998/5/10	滋賀	永源寺町山上農業排水路より愛知川本流	魚類	減少	農薬		濁水流入によるアユ斃死 魚類生息量減少
89	1998/5/26 ~ 1998/5/26	岐阜	木曾川水系一ノ瀬	アユ	斃死	その他 ポリ塩化アルミニウム		
90	1998/5/26 ~ 1998/5/26	岐阜	木曾川水系一ノ瀬	フナ	斃死	その他 ポリ塩化アルミニウム		
91	1998/5/26 ~ 1998/5/26	岐阜	木曾川水系一ノ瀬	コイ	斃死	その他 ポリ塩化アルミニウム		
92	1998/5/30 ~ 1998/5/30	岐阜	長良川水系柿野川	アユ	斃死	その他 コンクリート		
93	1998/7/1 ~ 1998/7/1	鹿児島	出水市高柳川	ボラ	斃死	農薬		
94	1998/7/1 ~ 1998/7/1	鹿児島	川内氏銀杏木川	ボラ	斃死	農薬		
95	1998/7/8 ~ 1998/7/8	群馬	甘楽町雄川	アユ、ウグイ	斃死	工場排水 シアン		
96	1998/8/4 ~ 1998/8/5	奈良	内牧川(宇陀川支流)榛原町白明~宇陀川合流	アユ、魚類	斃死	その他 薬物流入		アユ漁業、魚類へい死、遊漁者の減少
97	1998/8/5 ~ 1998/8/5	鹿児島	知覧町永里川	フナ	斃死	農薬		
98	1998/8/7 ~ 1998/8/7	鹿児島	鹿児島市稲荷川	アユ	斃死	その他 シロアリ駆除剤		
99	1999/2/9 ~ 1999/2/9	島根	斐伊川			その他 機械故障による排水		漁場環境の悪化

水産庁：平成5年度～10年度 水質汚濁等による突発的漁業被害発生報告書

表7 国内の界面活性剤による生態影響事例及び諸外国における化学物質による生態影響事例

生物	場所	影響	影響内容	発生原因	対応、対策等	出典
コイ	横浜市南西部の柏尾川	死亡しないしは瀕死	約100匹のコイが死亡（ないし、瀕死）、同時に白濁水が流出	人的ミスによる界面活性剤の流出	事故後の調査で、非イオン界面活性剤の高濃度または濃縮溶液が人的なミスにより河川に流入したことが原因と推定された。	(1)
コイ、ミミズ	神奈川県横浜市M川	死亡	体長10～50cmのコイが死亡し、エラに出血又は鬱血がみられた。生存魚は水面からの飛び上がりや浅瀬への逃避行動がみられ、多くは仮死状態となった。また、雨水幹線出口では白濁したミミズの死骸が多数認められた。	台所用合成洗剤の入った1トン積コンテナ転倒により、雨水幹線を經由してM川へ流出。	事故によりM川一面に発泡現象が発生し、この対策として食品工業用シリコーン消泡剤を散布。衰弱、浮上したコイを水道水で洗浄し、他の支流へ輸送・放流。市の水道局取水場を緊急停止。	(2)
アメリカナマズ	米国オハイオ州北部ブラック川	肝腫瘍の発症	工場操業中、ブラック川のアメリカナマズに非常に高い率で肝腫瘍が発症していた。1982年の工場閉鎖後、肝腫瘍発症率は以前に比べて下がったもの、依然高かった。アメリカナマズの個体群に見られる高い肝腫瘍発症率と堆積物に含まれる高濃度のPAHsは相関していた。	コークス工場から発生するPAHs	工場閉鎖後、1989年～1990年にかけて浚渫を行った結果、浚渫中0～1歳だったアメリカナマズは、3歳の時に工場閉鎖後・浚渫前に0～1歳だった3歳のアメリカナマズと比べさらに高い率の肝細胞異常が見られた。しかし、浚渫後に誕生したアメリカナマズには、3歳の時点でガンおよびガン以外の腫瘍が見られなかった。	(3)
レイク・トラウト	北米大陸、五大湖	個体群の減少	1940年代、乱獲および害魚により、五大湖のレイク・トラウトの個体群は減少し、絶滅したと考えられていた。1960年代に、1年間に4万尾のレイク・トラウトを放流し、商業的漁業の禁止および害魚の駆除を行ったが、スベリオル湖を除く湖で、ごくわずかの1歳のレイク・トラウトしか採集することができなかった。	ダイオキシン	1930年から1960年のオンタリオ湖の底質コアを分析したところ、1945年から1975年の間のダイオキシン濃度は孵化稚魚にとって生存率0%のレベルであった。1980年代半ばまでは、ダイオキシンに暴露した卵から生まれた仔魚の症状が見られたものの、1991年には観察されなかった。	(4)
カキ	フランスアラカシオン湾	増殖速度の低下、奇形	1975年からカキの増殖速度が衰えているのに加え、上殻に空洞ができる奇形が観察された。	防汚塗料	1980年代初期にそれらのカキの症状はTBTと結び付けられ、世界で始めて1982年に25m以下の船へのTBTの使用が禁止された。	(5)
ヨーロッパチジミボラ	イギリス南部ワイト島ソレント河口域	オス化現象、またそれによる個体群の減少	1980年半ばに、ヨーロッパチジミボラの数著しく減少し、多くのメスにオスの生殖器の発達が見られた。イギリス南部にあるワイト島のソレント河口域では、500ng/L以上の濃度のTBTが検出され、ヨーロッパチジミボラは地域的にほぼ絶滅していた。	生物付着防除用塗料	生物への影響のみられた場所はTBTに汚染されていることが判明した。TBTは内分泌攪乱作用を持っており、最低で0.5gn/LのTBTでベニスの発達のみならず、4-5gn/Lでは輸卵管が発達したベニスと輸精管にふさがれ体内に卵が詰まり、メスが死に至ることもあったと分かった。1987年7月、25m以下の船へのTBTの使用が禁止された。1997年の調査では、ソレント沿岸域の個体群は回復してきていることが観察された。	(6), (7)
エゾバイ科の貝	カナダバンクーバー島	オス化現象、またそれによる個体群の減少	ピクトリア付近の調査地点で1987年から行っている調査では、エゾバイ科の貝のインボセックス出現率は100%であった。バンクーバー湾のBurrard Inletにおいては、世界で一番高い濃度のTBTに暴露し、全滅してしまった種の巻貝もあった。	トリブチルスズ(TBT)	生態系への影響（個々の種への影響および将来的な食物連鎖）を踏まえ、カナダは1989年に25m以下の船へのTBTの使用を禁止した。	(8)
purple snail (Plicopurpura pansa) イガイ類	ノルウェー沿岸（北部フィンマルク地方を除く全地域）	輸卵管の閉塞、幼生に対する成長阻害	TBTにより輸卵管のふさがったpurple snail (Plicopurpura pansa) がみられた。また、イガイ類にも、TBTへ暴露した際の症状（幼生の成長の妨げられていることや正常よりも小型であること）がでている。	トリブチルスズ(TBT)	ノルウェーは1990年に25m以下の船へのTBTの使用を禁止した。	(9)
マス類	米国モンタナ州ブラックフット川	個体群の減少	1975年尾鉾ダムが洪水により崩壊し、毒性物質が、5種のます類の生息地であるブラックフット川へ流出した。それにより、カットスロートトラウト・ブラウントラウト・カワマスが死亡し、川の堆積物は重金属に汚染された。	鉱山の尾鉾ダムの崩壊による重金属の流出	事故から13年後の調査では、カットスロートトラウトの数は流出以前に比べ4分の1以下に減少していた。1991年の調査では、事故現場の4.6マイル(約7.4km)下流で、カワガラ類およびブラウントラウトがかなりの量のカドミウムに汚染されていることがわかった。	(10)

出典

- (1) 二宮勝幸・水尾寛己・樋口文夫(1991):魚の死亡事故の原因究明に関する研究報告書、横浜市郊外研究所資料、(91):99-100. [日本水環境学会編(2000):非イオン界面活性剤と水環境、技報堂出版]
- (2) 小澤敬(1996):「水環境と洗剤研究委員会」96年度第1回学習会資料. [日本水環境学会編(2000):非イオン界面活性剤と水環境、技報堂出版]
- (3) Baumann, P.C., W.D. Smith, and M. Ribick. 1982. Hepatic tumor rates and polynuclear aromatic hydrocarbon levels in two populations of brown bullhead (*Ictalurus nebulosus*). Polynuclear Aromatic Hydrocarbons. Sixth International Symposium on Physical and Biological Chemistry. eds. Cook, M.W., A. J. Dennis, and G.L. Fisher. BaTelle Press. Columbus, Ohio. Pp. 93-102. [International Joint Commission <http://www.ijc.org/boards/wqb/cases/black/black.html>]
- Baumann, P.C. and J.C. Harshbarger. 1995. Decline in liver neoplasms in wild brown bullhead catfish after coking plant closes and environmental PAHs plummet. *Environmental Health Perspectives*. 103(2):168-170. [International Joint Commission <http://www.ijc.org/boards/wqb/cases/black/black.html>]
- Baumann, P.C. and J.C. Harshbarger. [in press]. Liver Neoplasm Trends in Black River Bullhead. 18 pp. [International Joint Commission <http://www.ijc.org/boards/wqb/cases/black/black.html>]
- Black River Remedial Action Plan Coordinating Committee. 1994. Black River Remedial Action Plan Stage One Report: Impairment of beneficial uses and sources of pollution in the Black River Area of Concern. Ohio Environmental Protection Agency and the Black River Coordinating Committee, 9880 South Murray Ridge Road, Elyria, Ohio. [International Joint Commission <http://www.ijc.org/boards/wqb/cases/black/black.html>]
- Fabacher, D.L., C.J. Schmitt, J.M. Besser, and M.J. Mac. 1988. Chemical Characterization and Mutagenic Properties of Polycyclic Aromatic Compounds in Sediment from Tributaries of the Great Lakes. *Environmental Toxicology and Chemistry* 7:529-543. [International Joint Commission <http://www.ijc.org/boards/wqb/cases/black/black.html>]
- Fabacher, D.L., C.J. Schmitt, J.M. Besser, and M.J. Mac. 1988. Chemical Characterization and Mutagenic Properties of Polycyclic Aromatic Compounds in Sediment from Tributaries of the Great Lakes. *Environmental Toxicology and Chemistry* 7:529-543. [International Joint Commission <http://www.ijc.org/boards/wqb/cases/black/black.html>]
- Hartig, J.H. and M.A. Zarull. 1991. Methods of restoring degraded areas in the Great Lakes. *Reviews of Environmental Contamination and Toxicology* 117:128-154. [International Joint Commission <http://www.ijc.org/boards/wqb/cases/black/black.html>]
- U.S. District Court - Northern District of Ohio. 1985. Consent Decree with USS/KOBE Steel. [International Joint Commission <http://www.ijc.org/boards/wqb/cases/black/black.html>]
- U.S. EPA-Great Lakes National Program Office. 1993. A summary of contaminated sediment activities within the United States Great Lakes Areas of Concern. [International Joint Commission <http://www.ijc.org/boards/wqb/cases/black/black.html>]
- (4) University of Wisconsin Sea Grant Institute <http://www.sciencedaily.com/releases/1997/02/970213133222.htm>
- (5) Organotin Environmental Programme (ORTEP) Association <http://www.ortepa.org/pages/ei10.htm>
Organotin Environmental Programme (ORTEP) Association <http://www.ortepa.org/pages/ei13.htm>
Organotin Environmental Programme (ORTEP) Association <http://www.ortepa.org/pages/r2.htm>
- (6) 井口泰泉、大島康行 http://www.asahi-net.or.jp/~xj6t-tkd/env/f_eds/eds2-2-1.html
- (7) http://www.ios.bc.ca/ios/mehsd/contam/fact_sh/tbt/tbt-e.htm
- (8) Bray, S. & Herbert R.J.H. (1998) A reassessment of populations of the Dog-welk *Nucella lapillus* on the Isle of Wight following legislation restricting the use of TBT antifouling paints. *Proc. Isle. Wight nat. Hist. archaeol. Soc.* 14: 23-40. [Medina Valley Centre <http://www.field-studies.org.uk/dog-welks.htm>]
- Bryan, G.W., Gibbs, P.E., Hummerstone, L.G. and Burt, G.R. (1986) The decline of the gastropod *Nucella lapillus* around south-west England: evidence for the effect of tributyltin from antifouling paints. *J. mar. biol. Ass. U.K.* 67: 525-544. [Medina Valley Centre <http://www.field-studies.org.uk/dog-welks.htm>]
- Gibbs, P.E., Bryan, G.W., Pascoe, P.L. & Burt, G.R. (1987) Reproductive failure in populations of the dog-welk *Nucella lapillus* caused by tributyltin from antifouling paints. *J. mar. biol. Ass. U.K.* 66: 767-777. [Medina Valley Centre <http://www.field-studies.org.uk/dog-welks.htm>]
- Herbert, R.J.H (1989) A survey of the Dog-welk *Nucella lapillus* (L.) around the coast of the Isle of Wight. *Proc. Isle. Wight. nat. Hist. Soc.* 8 (3): 15-21. [Medina Valley Centre <http://www.field-studies.org.uk/dog-welks.htm>]
- Langston, W.J., Bryan, G.W., Burt, E.R., & Pope, N.D. (1994) Effects of sediment metals on estuarine benthic organisms. National Rivers Authority R&D Note 203. [Medina Valley Centre <http://www.field-studies.org.uk/dog-welks.htm>]
- (9) J. Knutzen, Vann-2-95, Miljøgifter i økosystemet [Marius Dalen (ベローナ基金) <http://www.bellona.no/data/dump/0/01/86/7.html>]
IMO resolusjonen høsten 1998, Utfasing av TBT [Marius Dalen (ベローナ基金) <http://www.bellona.no/data/dump/0/01/86/7.html>]
SFT rapport 93:22, Miljøgifter i Norge [Marius Dalen (ベローナ基金) <http://www.bellona.no/data/dump/0/01/86/7.html>]
NIVA rapport 3665, Imposex og nivåer av organotinn hos populasjoner av purpursnegl i Norge [Marius Dalen (ベローナ基金) <http://www.bellona.no/data/dump/0/01/86/7.html>]
J. Knutzen, Vann-4-98, Blir formålene ved miljøovervåkingen oppfylt? [Marius Dalen (ベローナ基金) <http://www.bellona.no/data/dump/0/01/86/7.html>]
SFT rapport 96:21, Kartlegging av stoffer med mulige hormonliknende effekter [Marius Dalen (ベローナ基金) <http://www.bellona.no/data/dump/0/01/86/7.html>]
- (10) Montana Department of Environmental Quality <http://www.deq.state.mt.us/rem/AboutREM/accomplishments/cecrubmc.asp>
Montana Environmental Information Center <http://www.meic.org/fisheries.html>

3 ノニルフェノール、TBT による生態影響

ノニルフェノールとトリブチルスズ化合物(TBT)は、内分泌攪乱作用が疑われる物質として、平成10年に環境省(当時環境庁)が公表した「環境ホルモン戦略計画 SPEED'98」にリストアップされた物質であるが、これを踏まえ、環境省においては、全国の環境実態調査を行うとともに、省内の検討会においてリスク評価の検討を実施してきたところであり、平成13年8月に両物質の魚類に与える内分泌攪乱作用の試験結果に関する報告案を取りまとめ、公表した。

ここでは、本報告書案の概要とともに、本報告書案に記載されている両物質の水生生物に係る生態毒性情報に関する部分について抜粋・記載する。

(1) ノニルフェノールについて

ノニルフェノールは、アルキルフェノール類の一種であり、我が国では2社が生産しており、平成12年度の生産量は16,500トンである。ノニルフェノールは、原料として界面活性剤、エチルセルロースの安定剤、油性フェノール樹脂、エステル類などに用いられ、また加工品としても洗剤、油性ワニス、ゴム助剤、加硫促進剤等に用いられる。また、ノニルフェノールの多くは非イオン系の界面活性剤であるノニルフェノールエトキシレートの原料として用いられており、工場等で使用・排出されると、環境中でノニルフェノールに分解されて、環境中で検出されることとなる。ノニルフェノールエトキシレートは、我が国では産業系で使用されるのがほとんどであるが、海外では家庭用洗剤にも使用されている。ノニルフェノールについては、我が国においては特に製造・輸入に係る規制はないが、生態毒性を有するという観点から、PRTR法においては第1種指定化学物質に指定されている。

ヨーロッパ諸国では、ノニルフェノール及びノニルフェノールエトキシレートについて、洗剤等に係る利用を廃止する動きがある。

(2) トリブチルスズ(TBT)について

トリブチルスズ化合物は、かつては我が国において農薬や漁網防汚剤、船底防汚剤等に用いられてきたが、昭和52年に農薬登録が失効し、昭和54年には家庭用製品における使用が禁止された。その後、環境汚染の状況が明らかになり、平成元年には化審法によりトリブチルスズオキドが第1種特定化学物質に指定され、さらに平成2年にはトリブチルスズクロリド等13物質が第2種特定化学物質に指定され、使用等に係る規制がなされるようになった。これを受け、造船業界では使用を中止し、日本塗料工業会においても平成9年以降は製造が取りやめられた。また、PRTR法においても、主に生態毒性の観点から第1種指定化学物質に指定されている。

国際的には、IMO(国際海事機関)において、船舶用塗料としてのTBTの使用禁止のため

の条約策定の動きがあり、平成13年中に条約化される見込みである。

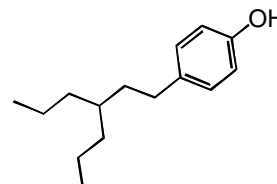
ノニルフェノールが魚類に与える内分泌攪乱作用の試験結果に関する報告(概要) (案)

1 背景と経緯

内分泌攪乱作用を有すると疑われる化学物質のうち、平成12年度に優先してリスク評価に取り組むべき物質の一つであるノニルフェノールについては、魚類への影響評価試験の結果が今般得られたので、これまでの文献調査結果等とあわせて魚類等へのリスク評価結果を取りまとめた。なお、人の健康影響については、現在、げっ歯類を用いた試験を実施中であり、別途、リスク評価を行う予定である。

2 使用状況、用途、化学構造

平成12年の生産量16,500トン。工業用洗剤等として用いられるノニルフェノールエトキシレートの原料。構造式を右図に示す。



3 ノニルフェノールの曝露評価

環境庁及び建設省が実施した平成10年度～11年度の環境実態調査によると、水質調査における検出濃度範囲は、ND (<0.03～0.1)～21 µg/Lであった。その平均値は、NDを0とした場合0.17 µg/L、検出限界値の1/2とした場合0.19 µg/L、検出限界値とした場合0.22 µg/Lであり、75パーセンタイルは0.10 µg/L、90パーセンタイルは0.30 µg/L、95パーセンタイルは0.59 µg/Lであった。予測環境濃度(PEC:予測される水中濃度)については、環境実態調査の代表値を採用することとし、一般水域での最高値と推定される95パーセンタイルである0.59 µg/Lを暫定的に予測環境濃度(PEC)とする。

4 ノニルフェノールが魚類に及ぼす内分泌攪乱作用に関する有害性評価

文献情報のうち、魚類への内分泌攪乱作用を示すと疑われた結果の信頼性が確認された水中濃度は、電子顕微鏡検査によりファットヘッドミノアの精巣組織に異常が認められた1.6 µg/L、未成熟なニジマスの肝臓にピテロジェニンmRNAが誘導された10 µg/L、成熟した雄ニジマスの血漿中にピテロジェニンが合成された20.3 µg/L(同報告において、その閾値を10 µg/Lと想定している)等が挙げられる。

メダカのレセプターバインディングアッセイによると、17 エストラジオール(E₂)と比較したエストロゲンレセプターへの相対結合強度は1/10、メダカのレポータージーンアッセイによるとE₂に対して数百分の1の転写活性能を示していた。

メダカのパーシャルライフサイクル試験では、雄について水中濃度23.5 µg/Lで二次性徴の雌化、11.6 µg/Lで精巣卵の出現及びピテロジェニン産生が有意に認められた(注: 6.08 µg/Lではみられなかった)。

メダカのフルライフサイクル試験では、雄について水中濃度17.7 µg/Lで性分化異常、受精率低下等がみられたが、次世代においては1世代目ではみられなかった精巣卵が8.2 µg/Lで観察された(注: 4.2 µg/Lではみられなかった)。

今回の試験結果は、低濃度で精巣卵がみられたという内分泌攪乱作用を十分に疑わせる形態的異常がみられた世界で初めての報告であり、また、これを裏付けるように、試験管内試験によって、魚類についてはエストロゲンレセプターとの結合性やエストロゲン様活性が強いことが世界で初めて証明されたことから、ノニルフェノールは、魚類に強い内分泌攪乱作用を有することが強く推察された。

これまでの文献調査やスクリーニング試験結果をまとめると、

メダカのパーシャルライフサイクル試験で精巣卵、ピテロジェニン産生が有意にみられた水中濃度11.6 µg/Lを性分化に関する影響の最小作用濃度とする。

この場合の最大無作用濃度(NOEC)は6.08 µg/Lとなり、また、予測無影響濃度(PNEC:影響がないと予測される水中濃度)については、最大無作用濃度(NOEC)に安全係数1/10を乗じた0.608 µg/Lとなる。

なお、人の健康影響については、現在環境省が各種試験を実施中であるが、ヒト細胞を用いた試験管内（in vitro）試験では、エストロゲンレセプター（ ER ）との結合性が極めて弱く、また、これまでの文献調査におけるげっ歯類を用いた動物実験でも極低濃度での反応がこれまで報告されていないことから、魚類での結果がそのまま人にはあてはまらないと考えられることに留意する必要がある。

5 ノニルフェノールが魚類等に与える影響のリスク評価

予測無影響濃度（PNEC）は $0.608 \mu\text{g/L}$ であり、予測環境濃度（PEC）である $0.59 \mu\text{g/L}$ に近似している。また、環境実態調査で得られた国内の環境水中の濃度はND（ $< 0.03 \sim 0.1$ ） $\sim 21 \mu\text{g/L}$ の範囲内であり、同調査を行った1,574地点中4.5%に当たる71地点が予測無影響濃度（PNEC）の値を超過している。

以上から、我が国の環境水中でみられるノニルフェノールは、魚類への内分泌攪乱作用を通じ、生態系に影響を及ぼしている可能性があるとして評価される。

6 リスク低減に向けての取組

（1）リスク評価の精度向上のための取組

今回の評価は、既存の有害性評価手法を活用しながら暫定的にとりまとめたものであり、より精度を上げるためにも今後一層の科学的知見の集積が求められる。

また、曝露状況についても、今後は、PRTR制度等を活用して排出源の把握に努めるとともに、その周辺の詳細調査を地元自治体や関係省庁とも連携しつつ実施することにより、環境汚染の実態をより詳細に確認し、暴露評価の継続実施と向上を図りつつ、効果的な対策の早期実現に向けて取り組むことが重要である。

（2）リスク低減のための取組

今回のリスク評価の結果を考慮すると、生態系の保全を図る観点からリスク低減に向けた対策が必要と考えられる。

先進的な取組がなされている諸外国においては、アルキルフェノールエトキシレート（ノニルフェノールエトキシレートを含む）について、種々の規制や使用削減に向けた業界の取組が広く行われている。また、我が国においても業界独自の取組として、家庭用洗剤にアルキルフェノールエトキシレートを使用しないことや業務用及び工業用洗剤なども代替品へ転換することを推進している。

今回のリスク評価において、ノニルフェノールは魚類を中心とする生態系に影響を及ぼしている可能性があるとして評価された。我が国の化学物質に関する規制は人の健康保護が主たる目的とされ、生態系の保全という観点が稀薄であるが、そうしたなかで、生態系に対する影響が懸念されるノニルフェノールの問題にどう対処するかは、我が国の化学物質対策のあり方を考える上で重要な論点を含んでいる。

この点を含めて、次のことに留意すべきであるとする。

ア．水環境中濃度を極力、予測無影響濃度（PNEC）以下にするための方策を、早急に関係者の間で検討する必要がある。この際には、業界による代替品の利用の促進等の自主的取組にも期待したい。また、今後、PRTR制度の活用により、自主管理がより促進されることが望まれる。

イ．代替品の開発・使用に際しては、分解性が高く、有害性が低い、より生態系に配慮した代替品の使用を進めるとともに、よりよい代替品の開発に向けて、産官学が協力してその取組を加速化する必要がある。

ウ．行政においては、生態系保全の観点からの化学物質審査・規制のあり方の検討及び水質保全の観点からの検討等を進めていく必要がある。

(以下、ノニルフェノールが魚類に与える内分泌攪乱作用の試験結果に関する報告(案)より、生態毒性に関する部分の抜粋)

7 一般毒性

(1) 急性毒性

欧州委員会またはカナダ環境省及び厚生省が報告した急性毒性に関する報告について以下に記載する。信頼性評価は行っていない。

ア．魚類

欧州委員会は、ブルック^{27,31)}、ハロコムラ³²⁾、ワードとボーリ³³⁾によるファットヘッドミノー、ブルーギル、ニジマス、シープスヘッドミノーを試験生物とした急性毒性試験について報告している⁷⁾。その結果として、96時間半数致死濃度 LC_{50} は $128 \sim 310 \mu\text{g/L}$ の範囲にあり、最も低濃度で反応がみられたのはファットヘッドミノー(*Pimephales promelas*)であった³¹⁾。最小作用濃度 $LOEC$ の最小値はノニルフェノール(純度91%、異性体の種類は不明)を被験物質とし、ファットヘッドミノーを試験生物とした平衡感覚の喪失に関する $98 \mu\text{g/L}$ であった³²⁾。無作用濃度 $NOEC$ の最小値はノニルフェノール(異性体の種類は不明)を被験物質とし、ファットヘッドミノーを試験生物とした生存に関する $83.1 \mu\text{g/L}$ であった²⁷⁾。

カナダ環境省及び厚生省は、18種類の魚類の半数致死濃度 LC_{50} が $17 \sim 1,400 \mu\text{g/L}$ の範囲にあることを報告しているが、その大部分は $100 \sim 300 \mu\text{g/L}$ にあるとしている¹⁷⁾。

イ．水生無脊椎動物

欧州委員会は、ワードとボーリ³⁴⁾、ブルック³¹⁾、イングランド³⁵⁾、イングランドとバッサード³⁶⁾、フェールス³⁷⁾、コンバーら³⁸⁾によるミジンコ類、アミ類、ヨコエビ類、ゴカイ類、巻貝類、トンボ類を試験生物とした急性毒性試験について報告している⁷⁾。その結果として、96時間半数致死濃度 LC_{50} は $43 \sim 774 \mu\text{g/L}$ の範囲にあり、最も低濃度で反応がみられたのはアミ類(*Mysidopsis bahia*)であった³⁴⁾。無作用濃度 $NOEC$ の最小値は4-ノニルフェノール(分岐型)を被験物質とし、アミ類を試験生物とした $18 \mu\text{g/L}$ であった³⁴⁾。

カナダ環境省及び厚生省は、水生無脊椎動物の半数致死濃度 LC_{50} として $20 \sim 3,000 \mu\text{g/L}$ を報告している¹⁷⁾。

ウ．藻類

欧州委員会は、コプフ³⁹⁾、ワードとボーリ^{40,41)}、フェールス⁴²⁾、ブルック³¹⁾による植物プランクトン3種、オオウキクサ類を試験生物とした急性毒性試験について報告している⁷⁾。その結果として、72時間または96時間半数影響濃度 EC_{50} は $27 \sim 1,300 \mu\text{g/L}$ の範囲にあり、最も低濃度で反応がみられたのは海産珪藻類(*Skeletonema costatum*)であった⁴⁰⁾。無作用濃度 $NOEC$ の最小値としてノニルフェノール(異性体の種類は不明)を被験物質とし、淡水性緑藻類のイカダモ(*Scenedesmus subspicatus*)を試験生物とした増殖に関する72時間10%影響値 $EC_{10}=3.3 \mu\text{g/L}$ ³⁹⁾を採用していた。

カナダ環境省及び厚生省は、藻類の半数致死濃度 LC_{50} として $27 \sim 2,500 \mu\text{g/L}$ を報告している¹⁷⁾。

(2) 慢性毒性

欧州委員会またはカナダ環境省及び厚生省が報告した慢性毒性に関する報告について以下に記載する。信頼性評価は行っていない。

ア．魚類

欧州委員会は、ワードとボーリ⁴⁸⁾、ブルック²⁷⁾によるファットヘッドミノーを試験生物とした28日間または33日間の慢性毒性試験について報告している⁷⁾。その結果として、最小作用濃度 $LOEC$ の最小値は4-ノニルフェノール(分岐型)を被験物質

とし、ファットヘッドミノーを試験生物とした生存に関する $14 \mu\text{g/L}$ ⁴⁸⁾であった。無作用濃度 NOEC の最小値は 4-ノニルフェノール(分岐型)を被験物質とした生存に関する $7.4 \mu\text{g/L}$ であった⁴⁸⁾。

カナダ環境省及び厚生省は、魚類の無作用濃度 NOEC として $6 \mu\text{g/L}$ を報告している¹⁷⁾。

イ．水生無脊椎動物

欧州委員会は、ワードとポーリ⁴⁹⁾、コンバーら³⁸⁾、イングランド³⁵⁾、イングランドとバッサード⁵⁰⁾によるアミ類、ミジンコ類、ユスリカ類を試験生物とした7～28日間の慢性毒性試験について報告している⁷⁾。その結果として、半数致死濃度 LC_{50} は $100 \sim 258 \mu\text{g/L}$ の範囲にあり、最も低濃度で反応がみられたのはオオミジンコ(*Daphnia magna*)であった³⁸⁾。最小作用濃度 LOEC の最小値は 4-ノニルフェノール(分岐型)を被験物質とし、アミ類を試験生物とした成長に関する $6.7 \mu\text{g/L}$ であった⁴⁹⁾。無作用濃度 NOEC の最小値は 4-ノニルフェノール(分岐型)を被験物質とし、アミ類を試験生物とした成長に関する $3.9 \mu\text{g/L}$ であった⁴⁹⁾。

カナダ環境省及び厚生省は、水生無脊椎動物の無作用濃度 NOEC として $3.9 \mu\text{g/L}$ を報告している¹⁷⁾。

(3) 繁殖毒性

ア．魚類

JICST で得られた魚類の繁殖毒性に関する報告について以下に記載する。信頼性評価は行っていない。

塩田と若林⁵⁵⁾によって、4-ノニルフェノール(90%p-NP と 10%o-NP の混合物、分岐型) 6.6 、 22 、 $66 \mu\text{g/L}$ (設定値)に2週間曝露された雌雄メダカへの影響が検討されている。その結果として、 $6.6 \mu\text{g/L}$ 以上の曝露群の雌と未曝露の雄を交配させたところ、産卵数の有意な減少がみられた。

イ．水生無脊椎動物

欧州委員会が報告した水生無脊椎動物の繁殖毒性に関する報告について以下に記載する。信頼性評価は行っていない。

欧州委員会は、イングランド³⁵⁾、フェールス^{56,57)}によるミジンコ類を試験生物とした7日間又は21日間の繁殖毒性試験について報告している⁷⁾。その結果として、最小作用濃度 LOEC の最小値はノニルフェノール(異性体混合物)を被験物質とし、オオミジンコ(*Daphnia magna*)を試験生物とした $140 \mu\text{g/L}$ であった⁵⁷⁾。無作用濃度 NOEC の最小値は 4-ノニルフェノール(分岐型)を被験物質とし、ミジンコ類(*Ceriodaphnia dubia*)を試験生物とした $88.7 \mu\text{g/L}$ であった³⁵⁾。

10 海外のリスク評価の動向

(1) カナダ

カナダ環境省及び厚生省の連名で、平成12年3月に「ノニルフェノール及びノニルフェノールエトキシレートに関するアセスメント報告書”Assessment Report Nonylphenol and its ethoxylates”」の公衆意見聴取用草稿(Draft for public comment)が公表された¹⁷⁾。

草稿にはノニルフェノール及びノニルフェノールエトキシレートの物性、用途、生産状況、市場傾向、発生源、環境中運命、環境中分布、環境中濃度、一般毒性、内分泌攪乱作用、生体濃縮等について記載され、予測曝露量と予測無影響量との比較による人への影響及び生態への影響に関するリスクアセスメントを行っている。

人へのリスクアセスメント結果では、米国毒性プログラムNTPによるラット3世代試験の報告から最少影響量を 12mg/kg/day とし、食物からの予測曝露量 0.017mg/kg/day との比が700程度としている。

生態へのリスクアセスメント結果では、最も安全側に立った予測無影響濃度をカレイ類(winter flounder)の急性毒性値96hLC₅₀=17 µg/Lにアセスメント係数1/100を乗じた0.17 µg/Lとし、次いで安全側に立った予測無影響濃度をアミ類(mysid shrimp)の慢性毒性の最大無作用濃度 (NOEC) 3.9 µg/Lにアセスメント係数1/10を乗じた0.39 µg/Lとし、また、内分泌攪乱作用の予測無影響濃度を雄ニジマスの血漿中にピテロジェニンが誘導される閾値=10 µg/Lにアセスメント係数1/10を乗じた1 µg/Lとし、各予測無影響濃度と予測環境濃度との比較を行っている。その結果として、河川水、工場排水、下水処理場排水の濃度には予測無影響濃度を上回る例があるとしている。

総括として、「適切な情報を基にした批判的アセスメントを根拠とし、ノンルフェノール及びノンルフェノールエトキシレートはカナダ環境保護法第64条で定義されている“有毒(toxic)”に該当すると提案する。」と述べられている。

(2) 欧州連合：EU

欧州委員会より、平成13年4月に「4-ノンルフェノール(分岐型)及びノンルフェノールに関するリスクアセスメント報告書”European Union Risk Assessment Report 4-Nonylphenol(branched) and nonylphenol”」の最終報告書が欧州連合に提出された⁷⁾。

報告書には4-ノンルフェノール(分岐型)及びノンルフェノールの物性、分類、製造状況、用途(ノンルフェノールエトキシレートを含む)、市場傾向、規制、発生源、環境中での分解、環境中分布、環境中濃度、一般毒性、内分泌攪乱作用等について記載され、予測曝露量と予測無影響量との比較による人への影響及び生態への影響に関するリスクアセスメントを行っている。

人へのリスクアセスメント結果では、米国毒性プログラムNTPによるラット3世代試験の報告から生殖に関する予測無毒性量 (NOAEL) 15mg/kg/dayにアセスメント係数1/10を乗じた1.5mg/kg/dayと消費者を対象とした予測曝露量0.6 µg/kg/dayとの比較を行っており、両者の比(margins of safety)が2,500であり、人への実質的なリスクはないとしている。なお、消費者を対象とした予測曝露量は、室内での防黴剤散布を想定した吸入曝露量 (SCIESモデル：米国環境保護庁)と経皮曝露量 (DERMALモデル：米国環境保護庁)の予測計算値、毛染めを想定した経皮曝露量の予測計算値及び食品包装材からの溶出を想定した経口曝露量の予測計算値の合計値である。

生態へのリスクアセスメント結果では、水中の予測無影響濃度^{注)} (PNEC_{water})を淡水性緑藻類のイカダモ(Scenedesmus subspicatus)の10%影響値72hEC_{10(Biomass)}=3.3 µg/Lにアセスメント係数1/10を乗じた0.33 µg/Lとし、また、水中の予測環境濃度^{注)} (PEC_{surface water})として、EUSES(欧州連合化学物質評価体系：the European Union System for the Evaluation of Substances)モデル(フガシティーモデルレベル)による計算結果から4 × 10⁴km²の範囲を対象とし、一般的な複数の河川の汚染状況を見るPEC_{regional}=0.6 µg/L及びより広い3.56 × 10⁶km²を対象としたPEC_{continental}=0.066 µg/Lを得て、予測無影響濃度(PNEC)と各予測環境濃度(PEC)との比較を行っており、PEC_{regional}/PNEC値が約1.8と1を超えているとともに排水濃度に希釈率を乗じて排出源近傍の濃度を予測したPEC_{local}=<0.6~350 µg/Lのリスクが高いことも受け、水環境におけるリスク低減策の策定が必要であるとしている。

注) 予測無影響濃度(PNEC)：影響が出ないと予測される濃度

予測環境濃度(PEC)：予測される水中濃度

PEC/PNEC値：予測環境濃度(PEC)が予測無影響濃度(PNEC)を超える場合(すなわち、PEC/PNEC値 > 1)には、欧州連合ではリスク低減策が必要とされている。

(案)

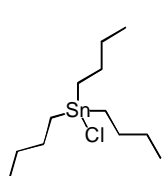
トリブチルスズ (TBT) が魚類に与える内分泌攪乱作用の試験結果に関する報告 (概要)

1 背景・経緯

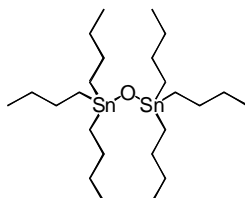
内分泌攪乱作用が疑われる化学物質のうち、平成12年度に優先してリスク評価に取り組むべき物質の一つであるトリブチルスズ化合物については、魚類 (メダカ) を用いた各種試験を終了したので、これまでに得られた文献調査・信頼性評価の結果等とあわせて、魚類への内分泌攪乱作用等について報告する。なお、人の健康影響については、現在、げっ歯類を用いた試験を実施中であり、別途、評価を行う予定である。

2 使用状況、用途、化学構造等

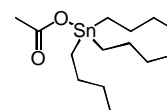
我が国では、平成元年に「化学物質の審査及び製造等の規制に関する法律」(化審法)の対象となり、酸化トリブチルスズは製造、輸入、使用禁止になっている (その他のトリブチルスズも業界の自主規制で既に生産されていない)。以前は、船底塗料、漁網の防腐剤として用いられていた。主なトリブチルスズ化合物の化学構造式を下図に示す。



塩化トリブチルスズ



bis-酸化トリブチルスズ



酢酸トリブチルスズ

3 トリブチルスズ (TBT) の内分泌攪乱作用にかかる評価結果について

(1) 魚類への影響

文献情報のうち、シープスヘッドミノへの影響が検討されているが、何れの曝露群においても生殖に影響はみられていなかった。なお、講演要旨のみで信頼性の評価は行っていないが、餌投与群において遺伝的全雌ヒラメの20~30%に性転換雄がみられた。

メダカのレセプターバインディングアッセイによると、17 エストラジオール (E2) と比較したエストロゲンレセプターへの相対結合強度は約1/1,000であり、結合性は高くないことがわかった。また、この結合性についても変性作用によるものである可能性が強く示唆された。

雄メダカのピテロジェニンアッセイでは、いずれの濃度においても有意な変動は認められなかった。また、メダカのパーシャルライフサイクル試験では、594 ng/L 以上でメスの比率の増加はみられたが有意差は認められず、また、オス個体に明らかなピテロジェニン誘導が生じたとは結論付けられなかった。

以上、トリブチルスズ (TBT) 化合物が魚類に対して内分泌攪乱作用を有するという明らかな結果は得られなかった。

(2) その他の水生生物への影響

文献情報のうち、魚類以外の水生生物への内分泌攪乱作用を示すと疑われた結果の信頼性が確認された水中濃度は、雌イボニシにインボセックスのみられた0.001 $\mu\text{g/L}$ 、クモヒトデ類の腕の再生阻害がみられた0.1 $\mu\text{g/L}$ 、エビ類の尾節の再生と脱皮に遅延がみられた0.1 $\mu\text{g/L}$ 等が挙げられる。

このように、水生生物に対して内分泌攪乱作用を示すと疑われた報告は多く、最小作用濃度 (LOEC) であるインボセックスのみられた水中濃度0.001 $\mu\text{g/L}$ は検出限界値に相当し、最大無作用濃度 (NOEC) 及び予測無影響濃度 (PNEC: 影響がないと予測される水中濃度) は検出限界値未満となり、現在の分析技術からは両者を設定するこ

とは困難であった。

トリブチルスズ（TBT）化合物は、様々な水生生物に極めて低い濃度で影響をもたらすと考えられているが、トリブチルスズ（TBT）化合物はそもそも一般毒性が強く、また、これら無脊椎動物にどのようなホルモンやそのレセプターが存在し、どのように機能しているかについて、その解明に向けた科学的な取組が始まったばかりであることに鑑みれば、無脊椎動物で文献上みられた生殖・発生影響が内分泌系を攪乱することによって生じたものかどうかについて、現時点で判断することは困難である。

（3）哺乳類への影響

人の健康影響については、現在環境省が各種試験を実施中であるが、ヒト細胞を用いた試験管内（in vitro）試験では、E2と比較したエストロジェンレセプターへの相対結合強度は約1/10,000であり、結合性は高くなく、また、この結合性についても変性作用によるものである可能性が強く示唆された。また、これまでの文献調査におけるげっ歯類を用いた動物実験では極低濃度での反応がこれまで報告されていないことに留意する必要がある。

4 評価結果と今後の取組

トリブチルスズ（TBT）化合物は、様々な水生生物にごく低い濃度で影響をもたらすと考えられるが、今回の文献調査や各種試験結果からは、未発表ながらヒラメでは雄化が報告されているものの、魚類に対して内分泌攪乱作用を有するという明らかな結果は得られなかったと考えることが妥当である。

したがって、現時点ではトリブチルスズ（TBT）は魚類に対する内分泌攪乱作用を有しないか、またはその作用は極めて弱いと考えられる。ただし、ヒラメの雄化にみられるような報告の再現性については、今後の科学的知見の集積を待って、必要があれば再評価を含めて、検討していきたい。

また、他の水生生物については、内分泌攪乱作用が疑われる報告もみられたが、これらの反応が内分泌攪乱作用によるものか否かを現時点で判断することは困難であった。これら無脊椎動物に対する内分泌攪乱作用を評価するための試験法については、OECDを含む先進各国でも未だ検討も始まっていないことから、今後は、イボニシ等巻き貝の内分泌系を解明するための調査研究を推進するとともに、OECD等の動向を注視しながら無脊椎動物に対する内分泌攪乱作用を評価するための試験法の開発・確立を求めることが肝要である。

5 附言

トリブチルスズ（TBT）化合物については、そもそも一般毒性が強く、また、難分解性であることから、昭和60年代のはじめから国際的にも大きく取り上げられ、我が国でも平成元年以降、「化学物質の審査及び製造等に関する法律（化審法）」において製造、輸入、使用を厳しく規制したほか、運輸省及び水産庁の指導により、関係業界の使用自粛が進み、漁網防汚剤や船底塗料としては、現在、使用されていない。これにより、TBT船底塗料に代わる加水分解型船底塗料が用いられている。

しかし、最近の環境モニタリング調査によると、水質、水生生物でも低濃度ではあるが未だに検出されており、また、底質ではあまり改善がみられていない。その一因として分解性の低さのほか、外航船舶のTBT含有塗料が污染源と考えられている。

すでに述べたように、イボニシのインボセックス等の影響は検出限界値レベルでもみられており、現に多くの港湾において未だに高頻度でインボセックスがみられていることから、さらに一層の削減が望まれる。船舶の船底塗料に含まれるトリブチルスズ（TBT）化合物については、現在、国際海事機関（IMO）において船底塗料としての使用禁止に関して平成13年の国際条約化を目標に審議が続けられている。このように国際的に協調した強制力のある規制を促進するほか、研究開発としてより安全な代替品の開発等の推進も必要であろう。

(以下、トリブチルスズ(TBT)が魚類に与える内分泌攪乱作用の試験結果に関する報告(案)より、生態毒性に関する部分の抜粋)

5 一般毒性

(1) 急性毒性

ア. 魚類

世界保健機関のEnvironmental Health Criteriaにおける魚類の急性毒性に関する報告²⁾について以下に記載する。

ショートとスローワー²²⁾、タイン²³⁾、角野と木村²⁴⁾、清水と木村²⁵⁾、RIVM²⁶⁾、リンデンら²⁷⁾、テミンクとエパーツ²⁸⁾、プラム²⁹⁾によるマスノスケ、ササウシノシタ類、メジナ、アゴハゼ、トゲウオ類、コイ類、トクビレ類、メダカ、グッピー、コイ、ブルーギルを試験生物とした急性毒性試験について報告している。その結果として、96時間半数致死濃度LC₅₀は1.6～262 µg/L (TBTClに換算した値)の範囲にあり、最も低濃度で反応がみられたのはマスノスケ(*Oncorhynchus tshawytscha*)であった²²⁾。

イ. 水生無脊椎動物

世界保健機関のEnvironmental Health Criteriaにおける魚類以外の水生無脊椎動物の急性毒性に関する報告²⁾について以下に記載する。

グッドマンら³⁰⁾、ユーレン³¹⁾、タイン²³⁾、リンデンら²⁷⁾、メドー³²⁾、ウォルシュ³³⁾、テミンクとエパーツ²⁸⁾によるアミ類、コペポーダ類、エビジャコ類、ヒゲエビ類、オオミジンコ、イソガニ、スジエビ類、モノアラガイ類、イガイ、ヨーロッパカキ、マガキを試験生物とした急性毒性試験について報告している。その結果として、96時間半数致死濃度LC₅₀は1.1～317 µg/L (TBTClに換算した値)の範囲にあり、最も低濃度で反応がみられたのはアミ類(*Mysidopsis bahia*)であった³⁰⁾。

ウ. 藻類・水生植物類

世界保健機関のEnvironmental Health Criteriaにおける藻類及び水生植物類の急性毒性に関する報告²⁾について以下に記載する。

デイビスら³⁴⁾、ウォルシュら³⁵⁾、タイン²³⁾、サラザール³⁶⁾、ウォンら³⁷⁾、ボームとニューマン³⁸⁾、RIVM²⁶⁾、フロックら³⁹⁾、デスチェインズとフロック⁴⁰⁾、ボ克蘭ツとプラム⁴¹⁾による植物プランクトン類及びボウアオノリ、ウキクサ、ヒルムシロ類を試験生物とした急性毒性試験について報告している。その結果として、影響は0.001～1,092 µg/L (TBTClに換算した値)の範囲でみられ、半数影響濃度EC₅₀は0.001～70 µg/Lの範囲にあり、最も低濃度0.001 µg/Lでみられた影響は、緑藻類ボウアオノリ(*Enteromorpha intestinalis*)の胞子の着生阻害であった³⁴⁾。

(2) 慢性毒性

ア. 魚類

世界保健機関のEnvironmental Health Criteriaにおける魚類の慢性毒性に関する報告²⁾について以下に記載する。

セイネンら⁵⁰⁾によって塩化トリブチルスズ0.2、1、5 µg/Lに110日間曝露されたニジマス卵黄嚢稚魚への影響が検討されている。その結果として、5 µg/Lの曝露群では全数が12日以内に死亡したが、1 µg/L以下の曝露群では死亡はみられなかった。0.2 µg/L以上の曝露群では、用量依存的な成長の遅延、体重に対する相対肝重量の増加がみられた。

ウェスターら⁵¹⁾によって酸化トリブチルスズに1ヶ月間曝露されたメダカへの影響が検討されている。その結果として、3.2 µg/Lの曝露群では死亡率の増加、

成長の遅延、行動異常、網膜上皮の液胞形成がみられ、全身毒性に関する無作用濃度を0.32 µg/L (TBTCIに換算すると0.35 µg/L)と報告している。また、肝臓に関する無作用濃度を1 µg/L (TBTCIに換算すると1.1 µg/L)としている。

清水と木村²⁵⁾によって酸化トリブチルスズに12週間曝露されたアゴハゼへの影響が検討されている。その結果として、2.1 µg/L (TBTCIに換算すると2.3 µg/L)の曝露群では雄の成熟度指数が有意に低下したが、雌の成熟度指数及び卵巣組織に影響はみられなかった。

ウェイスら⁵²⁾によって酸化トリブチルスズ3~30 µg/Lに曝露されたメダカ類の胚への影響が検討されている。その結果として、30 µg/L (TBTCIに換算すると33 µg/L)の曝露群では若干の死亡がみられた。

(3) 繁殖毒性

ア. 魚類

JICSTで得られた魚類の繁殖毒性に関する報告について以下に記載する。信頼性評価は行っていない。

ニルマーラ⁵⁸⁾によって、酸化トリブチルスズを1 µg/g魚体重/dayの割合で混餌投与された成熟した雌雄ヒメダカへの影響が検討されている。その結果として、産卵頻度、卵の生残率、仔魚の遊泳(swim up)率及び稚魚の生残率の減少がみられた。

イ. 水生無脊椎動物

世界保健機関のEnvironmental Health Criteriaにおける水生無脊椎動物の繁殖毒性に関する報告²⁾について以下に記載する。

ヨハンセンとモーレンベルグ⁵⁹⁾によって酸化トリブチルスズ0.01、0.05、0.1 µg/Lに120時間曝露された雌コペポーダ類への影響が検討されている。その結果として、0.01 µg/L (TBTCIに換算すると0.01 µg/L)以上の曝露群で卵の産生が有意に低下した。

リッチーら⁶⁰⁾によって酸化トリブチルスズ0.001、0.01、0.1、1、10 µg/Lに曝露されたヒラマキガイ類への影響が検討されている。その結果として、10 µg/L (TBTCIに換算すると11 µg/L)の曝露群では産卵が完全に阻害され、5日以内に死滅した。0.1 µg/L (TBTCIに換算すると0.1 µg/L)以上の曝露群では産卵の低下がみられた。0.01 µg/L (TBTCIに換算すると0.01 µg/L)以下の曝露群では産卵に影響はみられなかった。

ホールら⁶¹⁾によって塩化トリブチルスズ0.0125~0.5 µg/Lに13日間曝露された雌のコペポーダ類への影響が検討されている。その結果として、0.1 µg/Lの曝露群で新生仔の生存に有意な低下がみられ、0.5 µg/Lの曝露群で同腹卵数の有意な減少、新生仔の死滅がみられた。0.0125~0.2 µg/Lの曝露群では同腹卵数に影響はみられなかった。0.05 µg/L以下の曝露群では新生仔の生存に影響はみられなかった。

4 短鎖塩素化パラフィンの生態影響

塩素化パラフィンは、幹となる炭素数によって短鎖、中鎖、長鎖に分けて呼ばれており、炭素数が 13 以下のものを短鎖塩素化パラフィンと呼んでいる。短鎖塩素化パラフィンは、化学的に安定で蒸気圧が低く、人に対する急性毒性も慢性毒性も示さないことから、金属加工油用の極圧添加剤やゴム用の難燃剤、可塑剤等に広く使用されている。しかし、一部の短鎖塩素化パラフィンで発がん性や、水生生物に対するリスクの可能性があると指摘されていることから、欧州では欧州委員会において、短鎖塩素化パラフィンの一部の上市と使用を制限する提案がなされ、水質枠組指令の中でも最も早く対策を取るべき 11 種の中にリストされているとともに、欧州環境汚染物質排出登録 (EPER) の報告も義務付けられている。また、欧州委員会とは別に、OSPAR (欧州 11 カ国から構成される海洋環境会議) においても短鎖塩素化パラフィンのいくつかの用途での使用を廃止していく方向の議論がなされている。一方、米国においては、一部の短鎖塩素化パラフィンが IARC によって発がん性の可能性ありと評価されていること等から有害物質排出目録 (TRI) の報告対象とされているが、現時点では製造、使用に際しての規制はなされていない。また、我が国においては現在のところ PRTR 法の対象物質とはされておらず、また、製造等の規制はなされていない。

ここでは、短鎖塩素化パラフィンによる生態影響に関するリスク評価を取りまとめた EU と豪州の報告書について、水域生態系への影響に関する記述について要約したものを記載した。

(1) EU 報告書のまとめ

1) 環境中での挙動

短鎖塩素化パラフィン (以下、SCCPs) は、Log Kow (4.4~8) が高いことから、生態濃縮性が高く、下水汚泥や土壌、底質への強い吸着性があり、土壌中での移動性が低いことが考えられる。また、種々の淡水や海洋生物において、高い生体濃縮係数 (1000~5000) が報告されており、素早く体内に取り込まれ、清浄な水中に戻してもなかなか排出されない物質とされている。

下水処理場に流入した SCCPs は、Coupled Units Test 結果に基づき、その 93% が汚泥に吸着し、7% が水中に残留すると試算されている。土壌や底質への吸着性が高いとは言え、水や大気への分配が予測されている。これは、SCCPs がわずかながらも、環境中に幅広く移行していることを意味する。

2) 水環境への影響(底質と下水処理場を含む)

短期および長期毒性は、魚類や無脊椎動物、藻類に関して得られている。58%の SCCPs を用いたミジンコ (*Daphnia magna*) の 21 日間 繁殖 (multi-generation) 毒性試験での無影響濃度は 0.005mg/L であった。TGD (EU の技術指針報告書) においては、水環境に関する PNEC としてこの無影響濃度にアセスメント係数 10 を適用した濃度 (0.5 μg/L) が示されている。

底質に棲息する生物に関する毒性データはなく、暫定的な PNEC が TGD に示されている平衡式を用いて算定されている。ここでは Log Kow = 6 が用いられており、暫定 PNEC = 0.88mg/kg が与えられている。しかしながら、TGD では、底質に棲息する生物が底質に吸着している物質を摂取することを考慮して、Log Kow が 5 以上の物質に関しては、PEC/PNEC に係数 10 を乗じている。

SCCPs は嫌気性微生物試験においては、毒性が低いことが示されている。24 時間試験での最低濃度は 600mg/L と報告されており、PNECmicro-organisms は、この値にアセスメント係数 100 を適用して 6mg/L としている。

3) 環境でのリスク評価(底質を含む)

PEC/PNEC 率の値をみると概ね 1 を超え、製品・金属加工時の潤滑油 (metal working fluid) やレーザー加工工程から排出された SCCPs による水生生物への重大なリスクを示している。PEC/PNEC 率を大きく変えるような情報が得られる見込みがないため、リスクの軽減の評価は、これらの用途について考慮すべきである。

下水処理場に関する全シナリオの PEC/PNEC 率は 1 未満と見なされており、これは、製品や SCCPs の用途からの下水処理場に対するリスクは低いことを示している。

底質に関しては、スクリーニングアセスメントでは、SCCPs 含有塗料やシーリング剤と繊維以外の全シナリオについて、1 より大きい PEC/PNEC 率を与えている。今後の研究 (例えば、底質に棲息する生物に関するモニタリングデータ、あるいは毒性データなど) によって、PEC や PNEC が修正されていくとは言え、リスクを軽減するような戦略を検討していかねばならない。

(2) 豪州報告書のまとめ

SCCPs に関する水生生物の毒性データの報告例として、魚類の慢性毒性については、シ - プヘッドミノールにおいて NOEC=0.28mg/l などのデータが報告されているが、急性毒性に関する有効なデータは示されていない。無脊椎生物については、ミジンコの 24 時間の EC50=0.3

~ 11.1mg/l、NOEC=0.06~ 2mg/l とされているなど比較的強い毒性の報告例が示されている。

藻類への影響については、セテナストレムより感受性の高い *Skeletonema costatum* について、NOEC=12.1 μ g/l と強い毒性を有するデータが報告されている。さらに、微生物、底生生物についての考察があるが、底生生物に関する有効なデータはない。底質については局地的にかなり暴露している地域があると考えられることから、さらなる検討が必要である。