

## 微量化学物質の初期リスク評価手法に関する調査研究

金再奎、佐藤祐一、中村忠貴、小松英司<sup>1)</sup>

### 要約

本研究では、滋賀県における微量化学物質の環境リスク管理のための施策を考えるにあたり、県内で排出あるいは検出されている多数の化学物質の中から、リスク管理上注目すべき物質をいくつか選定し、当面の課題として水生生物に関する環境リスク（生態リスク）初期評価を行った。

微量化学物質の生態リスク初期評価とは、評価対象とする化学物質について、①生態系に対する化学物質の環境経由の暴露量を見積もる「暴露評価」と、②生態系に対する有害性を特定し、用量（濃度）－反応（影響）関係を整理する「有害性評価」を行い、③両者の結果を比較することによってリスクの程度を判定するものである。

評価の対象物質としては、トルエン、キシレンと農薬（フェニトロチオン、フェンチオン、イソプロチオラン、シメトリン、プロモブチド、フサライド、ピロキロン）を選定した。

評価の結果は、トルエン（現時点では作業は必要ない）、キシレン（現時点では作業は必要ない）、フェニトロチオン（詳細な評価を行う候補）、フェンチオン（詳細な評価を行う候補）、イソプロチオラン（詳細な評価を行う候補）、シメトリン（詳細な評価を行う候補）、プロモブチド（詳細な評価を行う候補）、フサライド（現時点では作業は必要ない）、ピロキロン（情報収集に努める必要がある）であった。

### 1. はじめに

化学物質は日本国内で約 5 万種流通されていると言われており、滋賀県でも化学物質を取り扱う事業所が多く立地している。そのような化学物質の中には、人の健康および生態系に対する有害性を持つものが多数存在しており、これらは環境汚染を通じて人の健康や生態系に好ましくない影響を与えるおそれ（環境リスク）がある。

こうした影響を未然に防止するためには、環境リスクについて定量的な評価を行い、その結果に基づき適切な環境リスクの低減対策を進めていく必要がある。

しかし、県内で排出されているすべての化学物質についてリスク評価を行うことは経済的、時間的に無理があり、相対的に環境リスクが高そうな物質をまずスクリーニングし（環境リスクの初期評価）、そこでスクリーニングされた物質をより詳細に評価し、管理していくことがより現実的である。その際、地域の環境の状況を踏まえたリスクの評価が必要であり、そのための手法の開発が求められている。

そこで、本研究では、滋賀県における化学物質の環境リスク管理のための施策を念頭に置きつつ、当面の課題として、水生生物に関する環境リスク（生態リスク）初期評価のための手法の開発を行う。そして、滋賀県内で排出され

ているあるいは検出されている多数の化学物質の中から、リスク管理上注目すべき物質を選定し、その物質の滋賀県における生態リスクの初期評価を行うことを目的とする。

### 2. 評価対象物質の選定

#### 2.1 滋賀県内での化学物質の環境中への総排出・移動量

1999 年 7 月に公表された化学物質排出把握・管理促進法に基づき、2001 年度の報告から開始された PRTR 制度（Pollutant Release and Transfer Register：化学物質排出移動量届出制度）は、自らの事業活動に伴う化学物質の環境排出量を知ることにより、事業者が化学物質の取り扱いやそれを含む排ガス、排水や廃棄物の管理を自主的に徹底し、化学物質の環境への排出削減を促進することを期待した制度である。

滋賀県においては、2003 年度の排出・移動量について 637 の事業所から 139 物質の届出がなされている。公表された滋賀県における 2003 年度の総届出排出量をみると、2001 年度と比べて全体で 23%の排出削減が図られ、PRTR 制度が一定の成果をあげた形となっている（表 1）。環境媒体別の届出排出量の割合を見ると、大部分の化学物質が大気（約 99%以上）に排出されていることが分かる。

1) 千代田アドバンス・ソリューションズ（株）

また、2003年度の届出排出業種の構成(表2)をみると、プラスチック製品製造業からの排出量が最も多く、上位10位までの業種からの排出量が全届出排出量の約9割を占めている。

表1 滋賀県におけるPRTR届出排出量の変化

		2001年度	2003年度
総届出排出量 (t)		7153	5494
環境 媒体 別届 出排 出量 (t)	大気	7116 (99.5%)	5458 (99.3%)
	公共用水域	36 (0.5%)	36 (0.6%)
	土壌	0 (0%)	0.013 (0.0%)
	埋め立て	0 (0%)	0.014 (0.0%)

\*括弧内は、総届出排出量に対する構成比

一方、環境省と経済産業省では、事業所からの届出のあった化学物質の排出量・移動量を集計することとは別に、届出対象外からの排出量についても推計を行っている。その結果をみると、滋賀県における2003年度の届出対象外からの排出量は3,189tと推計されている。

したがって、滋賀県における2003年度の化学物質の環境中への総排出量は8,683tで、そのうち届出排出量が63%、届出外からの排出量は37%となる(表3)。

それらを物質ごとに見ると、2003年度に滋賀県で届出のあった139物質のうち排出量の多い上位10物質は、トルエン、キシレン、エチルベンゼン、ジクロロメタン(別名塩化メチレン)、ホルムアルデヒド、スチレン、p-ジクロロベンゼン、ベンゼン、N,N-ジメチルホルムアミドであり、それらの物質の排出量が全排出量の約87%を占めている(表4)。

表2 滋賀県における2003年度業種別届出排出量

順位	業種	届出排出量(kg/年)	総届出排出量に対する割合(%)	
1	プラスチック製品製造業	1,221,465	22.2	22.2
2	その他の製造業	808,314	14.7	36.9
3	輸送用機械器具製造業	773,062	14.1	51.0
4	電気機械器具製造業	482,338	8.8	59.8
5	一般機械器具製造業	434,081	7.9	67.7
6	家具・装備品製造業	319,460	5.8	73.5
7	金属製品製造業	303,301	5.5	79.0
8	出版・印刷・同梱運産業	285,344	5.2	84.2
9	窯業・土石製品製造業	180,647	3.3	87.5
10	パルプ・紙・紙加工品製造業	189,204	3.1	90.6
11	化学工業	166,026	3.0	93.6
12	繊維工業	77,961	1.4	95.0
13	非鉄金属製造業	57,799	1.1	96.1
14	木材・木製品製造業	45,705	0.8	96.9
15	鉄鋼業	39,550	0.7	97.6
16	ゴム製品製造業	25,407	0.5	
17	衣服・その他の繊維製品製造業	24,471	0.4	
18	下水道業	17,075	0.3	
19	精密機械器具製造業	15,950	0.3	
20	燃料小売業	13,611	0.2	
21	繊維工業	7,200	0.1	
22	自動車整備業	6,400	0.1	
23	電気機械器具製造業	6,228	0.1	
24	石油製品・石炭製品製造業	4,214	0.1	
25	自動車整備業	1,755	0.03	
26	食料品製造業	1,501	0.03	
27	一般廃棄物処理業(ごみ処分量に限る。)	1,094	0.02	
28	プラスチック製品製造業	702	0.01	
29	金属製品製造業	682	0.01	
30	自然科学研究所	612	0.01	
31	石油卸売業	515	0.01	
32	化学工業	478	0.01	
33	一般廃棄物処理業(ごみ処分量に限る。)	427	0.01	
34	輸送用機械器具製造業	420	0.01	
35	窯業・土石製品製造業	315	0.01	
36	産業廃棄物処分量(特別管理産業廃棄物処分量を含む。)	220	0.004	
37	非鉄金属製造業	168	0.003	
38	産業廃棄物処分量(特別管理産業廃棄物処分量を含む。)	127	0.002	
39	家具・装備品製造業	28	0.001	
40	下水道業	20	0.0004	
41	プラスチック製品製造業	14	0.0003	
42	パルプ・紙・紙加工品製造業	12	0.0002	
43	窯業・土石製品製造業	8	0.0001	
44	非鉄金属製造業	5	0.0001	
総届出排出量(kg/年)		5,483,914		



表3 滋賀県における化学物質の環境中への総排出・移動量（2003年度）

届出排出量 (kg/年)					移動量 (kg/年)		届出外排出量 (kg/年)					排出量合計
大気	公共用水域	土壌	埋立	小計	下水道	当該事業所の外	対象業種を営む事業者	非対象業種を営む事業者	家庭	移動体	小計	
5,458,273	35,614	13	14	5,493,914	34,733	7,105,998	448,758	453,559	519,095	1,767,590	3,189,002	8,682,916

表4 滋賀県での排出量の多い上位10位の物質（2003年度）

排出量の多い順位	第一種指定化学物質名	届出排出量 (kg/年)	届出外排出量 (kg/年)	合計排出量(届出+届出外)	滋賀県での総排出量に占める割合(%)
1	トルエン	2,387,075	765,000	3,152,075	36
2	キシレン	1,398,343	517,991	1,916,334	22
3	エチルベンゼン	514,357	153,810	668,167	8
4	ジクロロメタン(別名塩化メチレン)	479,484	19,828	499,312	6
5	ホルムアルデヒド	7,323	277,503	284,826	3
6	ステレン	209,492	40,883	250,375	3
7	p-ジクロロベンゼン		215,419	215,419	2
8	ベンゼン	1,885	211,066	212,951	2
9	N,N-ジメチルホルムアミド	171,895	3,840	175,735	2
10	1,1-ジクロロ-1-フルオロエタン(別名HCFC-141b)	62,954	72,692	135,646	2

表5 評価対象物質の県内での総排出量（2003年度）

	届出						届出外 (国による推計)				総排出量 (kg/年)		
	排出量 (kg/年)				移動量 (kg/年)		排出量 (kg/年)				届出排出量	届出外排出量	合計
	大気	公共用水域	土壌	埋立	下水道	事業所外	対象業種	非対象業種	家庭	移動体			
トルエン	2386860	210	5.1		1019	1232427	120879	85896	3902	554323	2387075	765000	3152075
キシレン	1398059	284	0.1	0	242	394896	70382	113451	9672	324486	1398343	517991	1916334
フェニトロチオン							11	11262	575		0	11848	11848
フェンチオン							2	2758	0		0	2760	2760
イソプロチオラン								4902			0	4902	4902
シメトリン								3644			0	3644	3644

## 2.2 リスク評価対象物質の選定

県内での排出量データ、水質調査データ、使用量データを基に、①県内での排出量が多いこと、②県内で検出されていること、③発生源の推測が比較的行いやすいこと、④負荷の削減について議論を行えることの視点で評価対象物質の抽出を行った。

その結果、対象物質としてVOC（トルエン、キシレン）と農薬（フェニトロチオン、フェンチオン、イソプロチオラン、シメトリン、プロモプチド、フサライド、ピロキロン）を選定した。

## 2.3 評価対象物質の県内での総排出量

本研究での評価対象物質である9物質のうちPRTR制度の対象となっている物質は6物質である。その物質の2003年度における県内での排出量を表5にまとめた。

一方、PRTR公表データにおいて届出データは排出先別（大気、水域、土壌、埋立）に排出量が報告され、その集計結果が公表されているが、届出外排出量の推定は排出先別には行われておらず、内訳は公表されていない。

しかし、物質によっては届出排出量より届出外排出量が多い物質もあり、とくにVOCや農薬はその傾向が強い。そ

ここで環境省は「地域別 PRTR 非点源排出量推計マニュアル（平成 15 年度版）」と独自開発した手法を使って四方 1km メッシュごとに 2003 年度の届出外排出量の排出先別配分を別途行っている。本研究ではそのデータをさらに加工し、GIS を用いて滋賀県における 2003 年度 PRTR 排出量マップを四方 1km メッシュの精度で作成した。

本研究の評価対象物質のうち PRTR の対象である 6 物質について作成した排出量マップを図 1 から図 6 に示す。これらのマップは今後排出量の空間的な分布の把握や適切なモニタリング地点の選定、モデルを用いた暴露評価等に利用される。

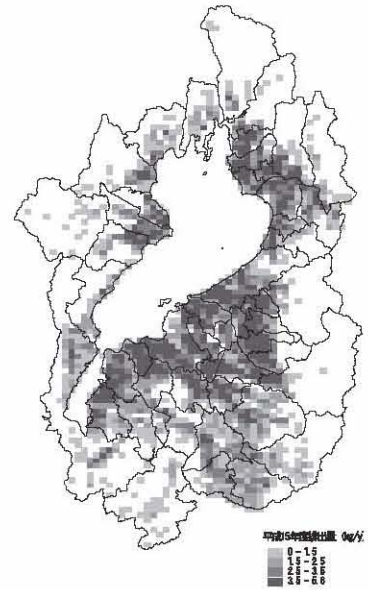


図 3 PRTR 排出量の分布（キシレン）

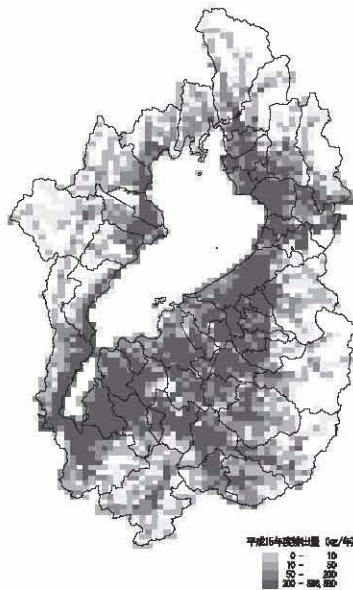


図 1 PRTR 排出量の分布（トルエン）

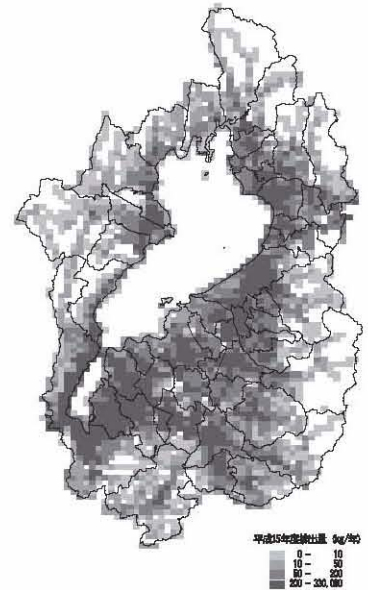


図 4 PRTR 排出量の分布（フェニチオン）

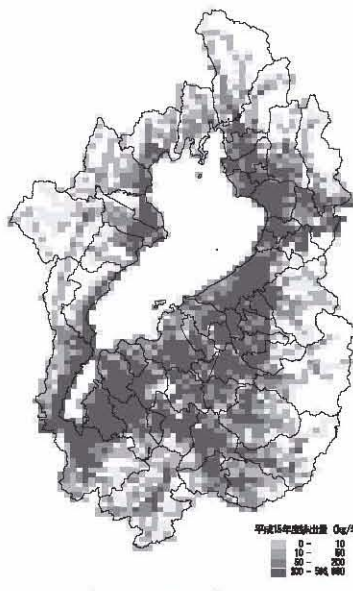


図 2 PRTR 排出量の分布（フェニトロチオン）

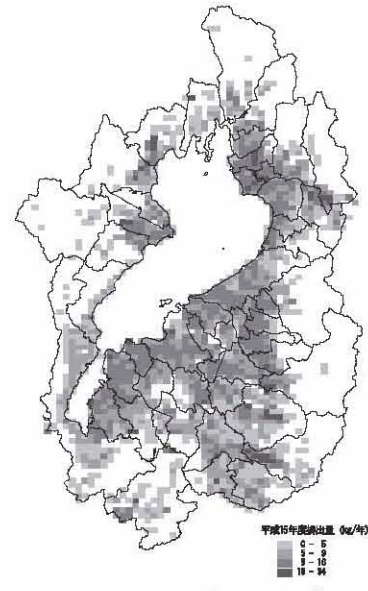


図 5 PRTR 排出量の分布（イソプロチオラン）



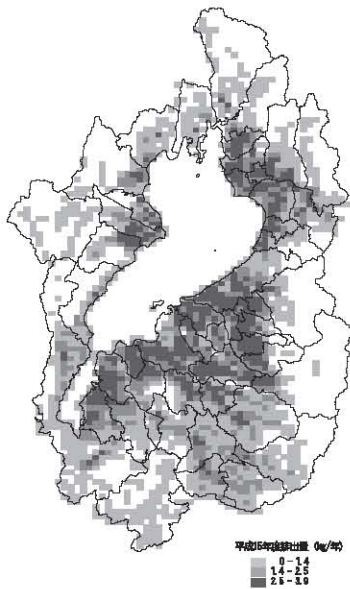


図6 PRTR 排出量 (シメトリン)

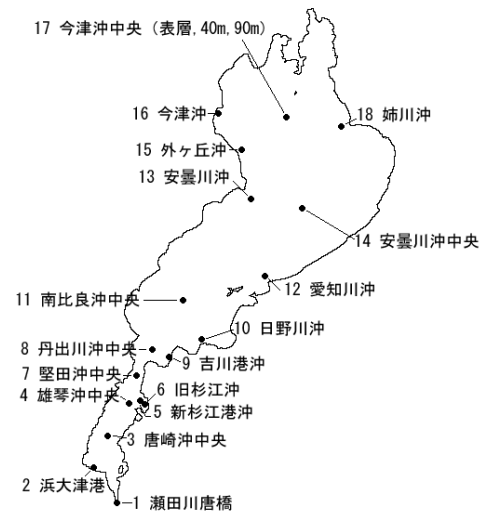


図7 琵琶湖水農業調査地点

### 3. 琵琶湖水中の農業実態調査結果について

#### 3.1 調査時期および調査地点

2006年5月、6月、8月、10月、2007年1月の5回、琵琶湖の北湖11地点、南湖6地点、瀬田川1地点の計18地点の表層0.5mと、北湖今津沖中央の水深40mおよび90mの合計20ポイントで調査を実施した。ただし、5月のみ、南湖の雄琴沖中央部と瀬田川唐橋を除いた16地点18ポイントで調査を実施している。調査地点を図7に示す。

#### 3.2 試料採取方法および調査項目

採水はステンレスバケツで水深0.5mの表層水を採取した。また、今津沖中央においてはバンドーン採水器を用いて、水深40mおよび90mの深層水を採取した。

調査対象の農薬は68物質である。これらは水道法の水質管理目標設定項目の農薬項目101種のうち、ガスクロマトグラフ質量分析計(GC/MS)による測定可能な物質であり、水質汚濁防止法に基づく環境基準における健康項目の内2物質、および要監視項目の内11物質が含まれている。

表6 定量下限値以上の濃度が検出された物質  
(Pは検出されたポイント数、( )は検出された濃度範囲を示す(単位:  $\mu\text{g/L}$ ) )

	2006/5/22	2006/6/6-6	2006/8/22-23	2006/10/23-24	2007/1/29-30
ジクロロポス					1P(0.07)
ジクロベニル	All(0.01-0.02)	All(0.01)	All(0.01)	12P(0.01)	All(0.01)
モリネート		18P(0.01-2.4)	12P(0.01-0.02)	2P(0.01)	2P(0.01)
イソプロカルブ	4P(0.01-0.30)				
フェノカルブ	1P(0.01)	1P(0.02)	3P(0.01)		
シマジン	2P(0.01)	1P(0.03)			
プロピザミド	2P(0.01)				
ピロキロン	All(0.02-0.04)	All(0.03-0.10)	All(0.02-1.7)	All(0.03-0.08)	All(0.03-0.04)
ダイアジノン		1P(0.01)	3P(0.01-0.02)		
イプロベンホス	1P(0.01)	2P(0.02)			
プロモブチド	All(0.04-6.1)	All(0.03-2.4)	All(0.03-0.08)	All(0.01-0.07)	All(0.03-0.05)
シメトリン	All(0.04-0.21)	All(0.04-3.8)	All(0.03-0.16)	All(0.03-0.05)	All(0.03-0.05)
アラクロール	1P(0.01)		1P(0.01)		
フェントロチオン	1P(0.01)		2P(0.01-0.02)		
エスプロカルブ	15P(0.01-0.64)	18P(0.01-0.22)	7P(0.01)		2P(0.01)
チオベンカルブ		5P(0.02)			
フサライド			2P(0.01)		
ジメタメトリン	15P(0.01-0.11)	18P(0.01-0.10)	All(0.01)	18P(0.01)	6P(0.01)
フルトラニル	All(0.01-0.02)	All(0.01-0.02)	All(0.01-0.21)	All(0.01-0.03)	All(0.01)
イソプロチオラン	All(0.02-0.05)	All(0.01-0.06)	All(0.02-0.31)	All(0.02-0.03)	All(0.01-0.02)
プレチクロール	16P(0.01-0.86)	18P(0.02-0.22)	11P(0.01)	4P(0.01)	
プロピコナゾール		1P(0.10)			
デニルクロール	7P(0.01-0.19)	10P(0.01-0.03)			
ピリプチカルブ	1P(0.01)	1P(0.01)			
アミノフォス		1P(0.05)			
メフェナセット	17P(0.02-0.36)	All(0.02-3.0)	All(0.02-0.04)	15P(0.02)	16P(0.02)
カフェンストロール	4P(0.05-0.26)	3P(0.05-0.15)			

### 3.3 調査結果

農薬 67 物質の検出状況を表 6 に示す。

定量下限値以上の濃度が検出された物質は 27 物質であった。そのうち、同一時期に 5 ポイント以上の調査地点で定量下限値以上の濃度が検出された物質は 13 物質であった。

これら 13 物質の多くは水田への除草剤または水稻への殺菌剤・殺虫剤として主に使用されており、うち 10 物質は 2003 年度の滋賀県において 1t 以上の出荷量があった。

これら 13 物質の全てで、使用時期と重なる 5 月～8 月に最大値が測定された。また、最大値をとる時期には特に南湖赤野井湾、北湖東岸部、南湖唐崎沖中央部で局地的に高い値を示した。

10 月は局地的な高濃度地点はなくなって全域でほぼ同程度の濃度となり、10 月から 1 月にかけて全体的に濃度が減少する傾向がみられた。減少の傾向は物質によって差が見られた。また、春～夏期とは逆に赤野井湾で最も低い値を示す物質が複数存在した。

今津沖中央における水深別の結果では、一年を通して表層部で検出されている物質は全て、水深 40m および 90m においても検出され、その濃度は年間を通じてほぼ一定であった。表層部で、5～8 月中に最大値をとる場合、この時期では水深 40m および 90m より最大 2 倍程度高い濃度を示すものの、10 月、1 月は水深 40m および 90m とほぼ同じ濃度まで減少した。

### 4. 評価対象物質の生態リスク初期評価結果

ここでいう生態リスクの初期評価とは、OECD の評価方法に準じて化学物質の水生生物に対するリスク評価に係る第 1 段階の作業を行うものであり、既存のデータベースより得られる知見を活用することにより実施した。

評価作業は、基本的に「化学物質の環境リスク初期評価ガイドライン(環境省、平成 20 年 2 月版、[http://www.env.go.jp/chemi/risk/guideline\\_ia.pdf](http://www.env.go.jp/chemi/risk/guideline_ia.pdf))」に基づいて行った。主な概要は以下のとおりである。

- ① 評価対象物質の物理化学的性状、環境運命、製造輸入量及び用途等のデータを収集し整理する。
- ② 評価対象物質の実測値、過去の調査値(文献値)、数理モデルによる予測値などを参考に、対象物質の水生生物に対する曝露の推定の観点から、水質に係る予測環境中濃度(PEC: Predicted Environmental Concentration)を設定する。
- ③ 評価対象物質の水生生物に対する生態毒性に関する知見(内分泌かく乱作用についての評価は除く)を収集し、それに基づいて、生態系に対して有害な影響を及

ぼさないと予想される濃度として設定される予測無影響濃度(PNEC: Predicted No Effect Concentration)を設定する。

- ④ PEC と PNEC を比較し、リスクの程度を判定し、詳細な評価を行う候補物質等を選定する。

上記の評価作業の概要にしたがって、滋賀県での実測値、モデルを用いた予測値を参考に、水生生物への曝露量の推定の観点から予測環境中濃度(PEC)を求めた。また対象物質の水生生物に対する影響濃度に関する知見から予測無影響濃度(PNEC)を求めた。それらを比較し、対象物質の滋賀県における生態リスクの初期評価を行った。その結果を表 7 に示す。

本研究の対象物質である 9 物質の詳細な生態リスクの初期評価書については、総合報告書を参照されたい。

表 7 対象物質の生態リスクの初期評価の結果

	予測環境中濃度 μg/L (PEC)	予測無影響濃度 μg/L (PNEC)	PEC/PNEC比	生態リスクの判定
トルエン	0.00006	12	0.00005	現時点では作業は必要ない
キシレン	0.00004	8.2	0.00005	現時点では作業は必要ない
フェニトロチオン	19.3	0.0002	96,500	詳細な評価を行う候補
フェンチオン	0.12	0.057	2.1	詳細な評価を行う候補
イソプロチオラン	16.8	10	1.68	詳細な評価を行う候補
シメトリン	59.8	0.000046	1,300,000	詳細な評価を行う候補
プロモプチド	13.4	10	1.34	詳細な評価を行う候補
フサライド	0.004	40	0.0001	現時点では作業は必要ない
ピロキロン	3.42	30	0.114	情報収集に努める必要あり

### 5. まとめ

県内で排出されているすべての化学物質を想定し、リスク評価を行うことは困難であり、相対的に環境リスクが高そうな物質をまずスクリーニング(環境リスク初期評価)し、そこでスクリーニングされた物質をより詳細に評価し、管理していくことがより現実的である。そこで、本研究では、滋賀県における生態リスクの初期評価を行うための手法を開発し、いくつかの物質に適用してその評価書を作成した。

### 6. 引用文献

- PRTR インフォメーション広場:  
<http://www.env.go.jp/chemi/prtr/risk0.html>  
 環境省環境リスク評価室、(社)環境情報科学センター(2004):PRTR データ活用環境リスク評価支援システム 2.0  
 滋賀県琵琶湖環境科学研究センター:琵琶湖農薬調査(2006年5月22日～2007年1月29日)詳細な内容については、「琵琶湖生態系における微量化学物質の研究、滋賀県琵琶湖環境科学研究センター試験研究報告書第3号、

中村忠貴・井上亜紀子・田中勝美・津田泰三(2008)」を  
参照。

滋賀県琵琶湖環境科学研究センター試験研究報告  
No.07 - S3213(2008):微量化学物質の初期リスク評価  
手法に関する調査研究 総合報告書