表 4　フガシティーモデルによる代表物質の計算結果と環境濃度(実測値)の比較

凡例 *:モデル計算結果と実測値の差は1/10～10倍以内
▽:同上。ただし、検出限界を加味するとやや低く予想されたもの。

A-1	8:ｱﾐﾄﾛｰﾙ						
	検出率	環境中濃度（H10）	検出率	環境中濃度（H11）	モデル計算結果	同左(注2)	備考
生物	0/48	5.0E+00(μg/kg)	0/0	−	1.8E-07	*7.8E-04	検出限界:10μg/kg
水質	54/747	2.9E-02(μg/L)	0/0	−	6.8E-06	2.9E-02	検出限界:0.05μg/L
大気	0/0	−	0/0	−	6.2E-14	−	−
土壌	0/94	2.5E+00(μg/kg)	0/0	−	1.2E-08	*5.2E-05	検出限界:5μg/kg
底質	0/94	5.0E+00(μg/kg)	0/0	−	2.4E-08	*1.0E-04	検出限界:10μg/kg

A-2	28:ﾒｿﾐﾙ						
	検出率	環境中濃度（H10）	検出率	環境中濃度（H11）	モデル計算結果	同左(注2)	備考
生物	0/48	1.0E+00(μg/kg)	0/0	−	7.6E-06	*1.7E-02	検出限界:2μg/kg
水質	25/747	2.9E-02(μg/L)	0/0	−	1.3E-05	2.9E-02	検出限界:0.05μg/L
大気	0/0	−	0/0	−	1.1E-11	−	−
土壌	0/94	1.0E+00(μg/kg)	0/0	−	6.6E-07	*1.5E-03	検出限界:2μg/kg
底質	0/94	5.0E+00(μg/kg)	0/0	−	1.3E-06	*2.9E-03	検出限界:10μg/kg

B-1	55:ﾒﾄﾘﾌﾞｼﾝ						
	検出率	環境中濃度（H10）	検出率	環境中濃度（H11）	モデル計算結果	同左(注2)	備考
生物	0/48	2.5E+00(μg/kg)	0/0	−	8.1E-05	*1.2E-01	検出限界:5μg/kg
水質	0/747	2.5E-02(μg/L)	0/0	−	1.7E-05	2.5E-02	検出限界:0.05μg/L
大気	0/0	−	0/0	−	8.3E-11	−	−
土壌	0/94	5.0E-01(μg/kg)	0/0	−	8.6E-06	*1.3E-02	検出限界:1μg/kg
底質	0/94	5.0E+00(μg/kg)	0/0	−	1.7E-05	*2.5E-02	検出限界:10μg/kg

B-2	7:2,4-ｼﾞｸﾛﾛﾌｪﾉｷｼ酢酸						
	検出率	環境中濃度（H10）	検出率	環境中濃度（H11）	モデル計算結果	同左(注2)	備考
生物	0/48	5.0E+00(μg/kg)	0/0	−	9.0E-04	*2.2E+00	検出限界:10μg/kg
水質	54/747	3.7E-02(μg/L)	0/0	−	1.5E-05	3.7E-02	検出限界:0.05μg/L
大気	0/0	−	0/0	−	2.2E-08	−	−
土壌	0/94	5.0E+00(μg/kg)	0/0	−	1.2E-04	*3.0E-01	検出限界:10μg/kg
底質	0/94	2.5E+00(μg/kg)	0/0	−	2.5E-04	*6.2E-01	検出限界:5μg/kg

B-3	47:4-ﾆﾄﾛﾄﾙｴﾝ						
	検出率	環境中濃度（H10）	検出率	環境中濃度（H11）	モデル計算結果	同左(注2)	備考
生物	1/140	5.4E-01(μg/kg)	0/0	−	2.4E-04	*2.3E-01	検出限界:1μg/kg
水質	5/405	6.0E-03(μg/L)	8/170	1.2E-02(μg/L)	9.6E-06	9.0E-03	検出限界:0.01μg/L
大気	0/0	−	0/0	−	2.2E-06	−	−
土壌	7/94	5.6E-01(μg/kg)	0/0	−	3.0E-05	▽2.8E-02	検出限界:1μg/kg
底質	0/152	5.0E-01(μg/kg)	1/48	5.7E-01(μg/kg)	6.1E-05	*5.7E-02	検出限界:1μg/kg

C-1	53:ﾏﾝﾈﾌﾞ						
	検出率	環境中濃度（H10）	検出率	環境中濃度（H11）	モデル計算結果	同左(注2)	備考
生物	−	−	−	−	2.9E-03	−	ﾏﾝｾﾞﾌﾞ、ﾏﾝﾈﾌﾞ、ｼﾞﾈﾌﾞの合計値で不採用
水質	−	−	−	−	1.1E-05	−	同上
大気	−	−	−	−	2.2E-09	−	同上
土壌	−	−	−	−	4.6E-04	−	同上
底質	−	−	−	−	9.2E-04	−	同上

C-2	39:ﾌﾀﾙ酸ﾌﾞﾁﾙﾍﾞﾝｼﾞﾙ						
	検出率	環境中濃度（H10）	検出率	環境中濃度（H11）	モデル計算結果	同左(注2)	備考
生物	3/140	5.4E+00(μg/kg)	0/0	−	2.9E-03	*5.4E+00	検出限界:10μg/kg
水質	1/405	6.2E-02(μg/L)	0/170	5.0E-02(μg/L)	1.5E-05	*2.8E-02	検出限界:0.1μg/L
大気	47/178	7.9E-04(μg/m3)	13/20	2.1E-03(μg/m3)	7.7E-07	1.4E-03	検出限界:0.0011μg/m3(H11)
土壌	8/94	1.2E+01(μg/kg)	0/0	−	4.5E-04	▽8.5E-01	検出限界:10μg/kg
底質	10/152	1.5E+01(μg/kg)	24/48	2.2E+01(μg/kg)	9.1E-04	▽1.7E+00	検出限界:10μg/kg

C-3	44:2,4-ｼﾞｸﾛﾛﾌｪﾉｰﾙ						
	検出率	環境中濃度（H10）	検出率	環境中濃度（H11）	モデル計算結果	同左(注2)	備考
生物	1/140	7.6E-01(μg/kg)	0/0	−	9.3E-04	*6.8E-01	検出限界:1.5μg/kg
水質	38/405	6.9E-03(μg/L)	25/170	8.0E-03(μg/L)	9.4E-06	6.9E-03	検出限界:0.01μg/L
大気	0/0	−	0/0	−	2.1E-06	−	−
土壌	0/94	2.5E+00(μg/kg)	0/0	−	1.4E-04	*1.0E-01	検出限界:5μg/kg
底質	4/152	6.4E+00(μg/kg)	0/48	2.5E+00(μg/kg)	2.7E-04	▽2.0E-01	検出限界:5μg/kg(H10)、1μg/kg(H11)

D-1	18:p,p'-DDT						
	検出率	環境中濃度（H10）	検出率	環境中濃度（H11）	モデル計算結果	同左(注2)	備考
生物	0/48	2.5E+00(μg/kg)	0/0	−	1.1E-03	*5.8E+00	検出限界:5μg/kg
水質	0/249	2.5E-02(μg/L)	0/0	−	6.6E-08	*3.5E-04	検出限界:0.05μg/L
大気	0/0	−	0/0	−	2.2E-08	−	−
土壌	4/94	6.8E+00(μg/kg)	0/0	−	1.3E-03	6.8E+00	検出限界:10μg/kg
底質	0/94	2.5E+00(μg/kg)	0/0	−	2.6E-03	*1.4E+01	検出限界:5μg/kg

D-2	4:ﾍｷｻｸﾛﾛﾍﾞﾝｾﾞﾝ(HCB)						
	検出率	環境中濃度（H10）	検出率	環境中濃度（H11）	モデル計算結果	同左(注2)	備考
生物	6/48	1.8E+00(μg/kg)	0/0	−	8.7E-04	1.8E+00	検出限界:2μg/kg
水質	0/249	2.5E-02(μg/L)	0/0	−	5.1E-08	*1.1E-04	検出限界:0.05μg/L
大気	0/0	−	20/20	2.7E-04(μg/m3)	3.6E-06	*7.6E-03	検出限界:0.0000262μg/m3
土壌	1/94	2.5E+00(μg/kg)	0/0	−	9.7E-04	*2.0E+00	検出限界:5μg/kg
底質	0/94	5.0E+00(μg/kg)	0/0	−	1.9E-03	*4.0E+00	検出限界10μg/L

注 :1. 環境中濃度は実測値(NDは検出下限値の1/2として計算した)。
2. モデル計算結果はフガシティモデル(レベルⅠ)の計算結果で、検出率の高い水質濃度を測定値に対応させ、他の媒体の濃度を比較した。
(ただし、フタル酸ブチルベンジルは大気濃度に、DDTは土壌濃度に、HCBは生物濃度に対応させた。)
3. 比較は媒体別の測定数の多い平成10年の調査結果を主に用いたが、フタル酸ブチルベンジルは平成11年の調査結果も参考にした。

3. 8 物質の主要曝露媒体の推定

平成 12 年度の報告において優先的にリスク評価を実施するとした 8 物質(トリブチルスズ、ノニルフェノール、4-オクチルフェノール(ここでは 4-t-オクチルフェノールを扱う)、フタル酸ジ-n-ブチル、フタル酸ジ-2-エチルヘキシル、フタル酸ジシクロヘキシル、ベンゾフェノン、オクタクロロスチレン)(以下「8 物質」)について、フガシティーモデルにより曝露媒体中の濃度を推定した。

(1) ユニットワールド、物性パラメータ等の設定

ユニットワールド及びユニットワールドに存在する対象化学物質の量については、参考資料に示す設定とした。

物性パラメータについてはそれぞれ多くの報告値があることから、収集した報告値を踏まえて適切な数値を設定した(表 1)。

(2) 試算結果

ユニットワールドに 1 単位の化学物質が放出されたとして試算した場合の各コンパートメントにおける 8 物質の相対濃度を表 6及び図 4 に示した。

相対濃度で見た場合、8 物質とも水生生物あるいは土壌中の濃度が高くなっている(懸濁質及び底泥は曝露媒体としては検討に値しない)。

ただ水生生物(食品)の摂取量に比較すると土壌の摂取量はごく少ないと考えられ、結果として上記の 8 物質とも水生生物からの曝露量がもっとも多い可能性が高いことが認められた。

ただし、室内大気等の問題があり、今後多くの調査事例の集約が必要であると考えられた。

表 5　　物性パラメータの値

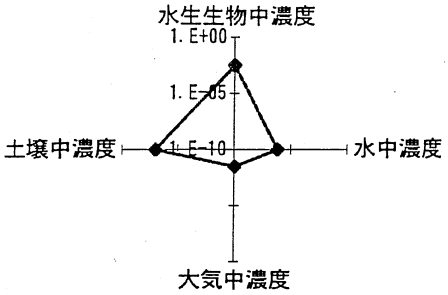
物 質 名	有機炭素･水分配係数 $log\ K_{OC}$ (－)	生物濃縮係数 K_B (－)	ヘンリー則定数 H (Pa･m^3/mol)
トリブチルスズ(TBTO)	4.95	5620	1.28×10^{-2}
ノニルフェノール	4.81	158	1.85×10^{-3}
4-t-オクチルフェノール	4.42	776	6.98×10^{-1}
フタル酸ジ-n-ブチル	4.52	282	1.83×10^{-1}
フタル酸ジ-2-エチルヘキシル	4.94	125	2.63×10^{-1}
フタル酸ジシクロヘキシル	4.75	16900	5.95×10^{-1}
ベンゾフェノン	2.67	32.8	1.97×10^{-1}
オクタクロロスチレン	5.94	16400	1.75×10

表 6　　8 物質の相対濃度

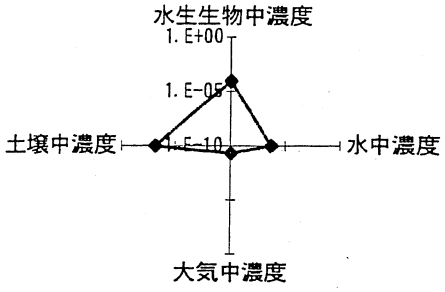
ｺﾝﾊﾟｰﾄﾒﾝﾄ	トリブチルスズ (TBTO)	ノニルフェノール	4-t-ｵｸﾁﾙﾌｪﾉｰﾙ	フタル酸ジ-n-ブチル
大　気(1/m^3)	3.2×10^{-9}	4.5×10^{-10}	3.7×10^{-7}	1.1×10^{-7}
土　壌(1/kg)	1.1×10^{-3}	7.8×10^{-4}	6.9×10^{-4}	9.5×10^{-4}
水　(1/L)	6.1×10^{-7}	6.0×10^{-7}	1.3×10^{-6}	1.4×10^{-6}
水生生物(1/kg)	3.4×10^{-3}	9.5×10^{-5}	1.0×10^{-3}	4.0×10^{-4}
懸濁質(1/kg)	2.2×10^{-3}	1.6×10^{-3}	1.4×10^{-3}	1.9×10^{-3}
底　泥(1/kg)	2.2×10^{-3}	1.6×10^{-3}	1.4×10^{-3}	1.9×10^{-3}

ｺﾝﾊﾟｰﾄﾒﾝﾄ	ﾌﾀﾙ酸ｼﾞ-2-ｴﾁﾙﾍｷｼﾙ	ﾌﾀﾙ酸ｼﾞｼｸﾛﾍｷｼﾙ	ベンゾフェノン	ｵｸﾀｸﾛﾛｽﾁﾚﾝ
大　気(1/m^3)	8.5×10^{-8}	2.5×10^{-7}	9.5×10^{-7}	4.1×10^{-7}
土　壌(1/kg)	1.4×10^{-3}	1.2×10^{-3}	1.1×10^{-4}	1.0×10^{-3}
水　(1/L)	8.0×10^{-7}	1.0×10^{-6}	1.2×10^{-5}	5.8×10^{-8}
水生生物(1/kg)	1.0×10^{-4}	1.7×10^{-2}	3.9×10^{-4}	9.5×10^{-4}
懸濁質(1/kg)	2.8×10^{-3}	2.4×10^{-3}	2.2×10^{-4}	2.0×10^{-3}
底　泥(1/kg)	2.8×10^{-3}	2.4×10^{-3}	2.2×10^{-4}	2.0×10^{-3}

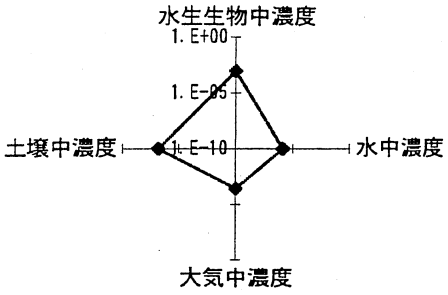
トリブチルスズ



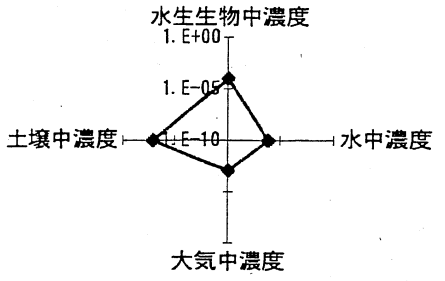
ノニルフェノール



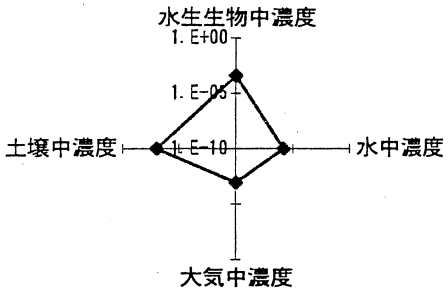
4-t-オクチルフェノール



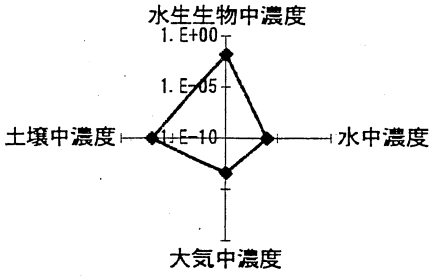
フタル酸ジ-2-エチルヘキシル



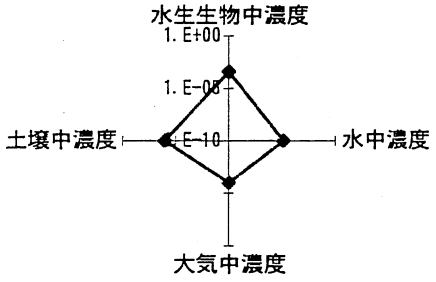
フタル酸ジ-n-ブチル



フタル酸ジシクロヘキシル



ベンゾフェノン



オクタクロロスチレン

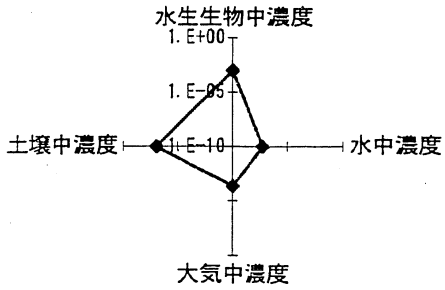


図4　　フガシティーモデルによる8物質の計算結果(相対濃度)

[1)] 田辺信介、立川涼 (1981) 沿岸域および河口域における人工有機化合物の動態、沿岸海洋研究ノート、19、1、9-19.

II　水環境挙動モデルの構築と検証

昨年度の調査において、水環境において考えられる対象物質の移動、収着、分解及び揮発などの挙動を検討し、基本モデルの構築及び基本的なパラメータの収集･整理を行った。さらに、実地調査で得られたデータ等を用いて、対象河川(日光川、境川)･湖沼(手賀沼)における対象物質の挙動の検証を試みた。

1.　モデルの構築

(1)　モデル化対象物質

今年度のモデル化対象物質は表 1に示した。モデルの検証は測定値の得られた水域について行った。

表1　　モデル化対象物質

モデル化対象物質	検出状況		
	味生水路	石津川	手賀沼
フタル酸ジ-2-エチルヘキシル	―	○	○
4-t-オクチルフェノール	―	○	○
ベンゾフェノン	―	○	○
フタル酸ジ-n-ブチル	○	△	＊
トリブチルスズ	○	△	＊
フタル酸ジシクロヘキシル	＊	＊	＊
オクタクロロスチレン	＊	＊	＊

○：実測値より検証を行った。
△：実地調査を行ったが、検出されなかったため計算を行わなかった。
＊：環境省調査において水からの検出例がないため、実地調査を行っていない。
－：手賀沼及び石津川において検出されたため、味生水路では実地調査を行っていない。

(2) モデル化する挙動と環境及び基礎式

昨年度構築した基本モデルと同様とする。詳細については参考資料に示す。

(3) パラメータの値

ア) 評価環境に関するパラメータ

評価環境に関するパラメータの値は、主に現場調査より得られた実測値を用い、実測値の得られなかったものについては表 2に示す文献値等を用いた。

表 2　　評価環境に関するパラメータの値

(手賀沼)

パラメータ	値	単位	出典
C_f　漁獲量	1.1×10	(g/s)	[1]
—　面積	5.5×10^{6}	(m^2)	[2]
—　平均水深	9.0×10^{-1}	(m)	[3]
—　堆積速度	9.5×10^{-11}	(m/s)	[4]
t　滞留時間	11 日：　2.0×10^{6} 12 日：　1.6×10^{6} 13 日：　3.3×10^{6} 14 日：　1.8×10^{6} 15 日：　2.7×10^{6} 16 日：　2.2×10^{6} 17 日：　3.5×10^{6}	(s)	—

(味生水路及び石津川)

パラメータ	値		単位
	味生水路	石津川	
—　流程	1.5×10^{3}	3.3×10^{2}	(m)
t　滞留時間	2.5×10^{4}	2.7×10^{3}	(s)

イ) 対象物質の物性に関するパラメータ

計算に使用した物性に関するパラメータの値は、それぞれ多くの報告値があることから、収集した報告値を踏まえて適切な数値を設定した(表 3)。

表 3　　物性に関するパラメータの値

物　　質	水中半減期		底質中半減期		log Koc	BCF
	河川	湖沼	河川	湖沼		
トリブチルスズ(TBTO)	7.6 日	―	120 日	―	4.95	5623
4-t-オクチルフェノール	7 日	14 日	7 日	14 日	4.42	776
フタル酸ジ-n-ブチル	1 日	―	5 日	―	4.52	282
ベンゾフェノン	26 日	26 日	26 日	26 日	2.67	32.8
フタル酸ジ-2-エチルヘキシル	7.6 日	7.6 日	457 日	457 日	4.94	125

注：1. 値の設定の詳細は参考資料に示す。
2. 「－」はモデルの構築を行わなかったため、使用していないことを示す。