

徳山湾における有害化学物質濃度分布調査

水 質 部

下濃義弘・田中克正・古谷典子・澄田和歌子

はじめに

昨年度、徳山湾、笠戸湾及び光海域を対象に4-ニトロトルエン、1,4-ジオキサン、重金属及び揮発性有機化学物質（以下、VOCsという）の水環境中濃度調査を行い、4-ニトロトルエンや1,4-ジオキサンが徳山湾内に特に広く分布していることが明らかとなった。今年度は、これらの物質の徳山湾内の濃度分布を明らかにし、原因究明に資するため、湾内28地点及び流入4河川について、調査を行った。

方法

1 調査地点

調査地点は徳山湾内をメッシュに切り、湾奥は1km間隔に、その他は2km間隔として、28地点を設定した。流入河川は夜市川、富田川、東川及び西光寺川の上流部と下流部の各2地点合計8地点とした。各地点は図1のとおりである。



図1 調査地点

2 試料採取

試料採取は、河川班と海上班に分れ、春季は平成15年5月27日、秋季は平成15年10月7日に各地点の表層水を、4-ニトロトルエン、1,4-ジオキサン分析用はそれぞれ1L褐色ガラス瓶に、VOCs用は300mlふらん瓶に採取した。湾内の28地点は干満の影響をみるため、午前（下げ潮時）と午後（上げ潮時）の2回の試料採取を行った。

なお、春季の潮汐は干潮0時16分及び12時51分、満潮6時25分及び19時7分であり、秋季の潮汐は干潮1時13分及び13時6分、満潮6時51分及び19時44分であった。試料採取の時間帯は春季は8時15分～11時26分及び13時16分～15時50分、秋季は8時39分～11時19分及び13時32分～16時07分であった。

3 分析項目及び分析方法

各試料について、4-ニトロトルエン、1,4-ジオキサン及び54種VOCs（環境基準項目及び要監視項目20項目並びに他の34物質、EPA手法524指定物質群）の分析を次に示す方法で行った。

4-ニトロトルエンは「外因性内分泌攪乱化学物質調査暫定マニュアル（水質、底質、生物）」（平成10年度環境庁水質保全局水質管理課）に定める方法を基本として分析した。

なお、使用カラムはDB-17(30m×0.25mm膜厚0.5μm)、GC/MS(HP社6890/5973)の分析条件は、カラム温度50℃×1分→20℃/分→290℃×30分、注入口温度250℃、試料注入法 スプリットレス、注入口圧 10psi（定圧モード）、キャリアガス ヘリウム、検出器温度150℃、イオン源温度230℃、SIM(4-ニトロトルエンm/z=137, 91ニトロベンゼン-d5 m/z=128 フェナントレン-d10 m/z=188)とした。

1,4-ジオキサンは当センター所報で報告済み¹⁾の固相抽出+GC/MS法により分析した。

54種VOCsは、当センター業績報告で報告済み²⁾のPTI-GC/MS法により分析した。

結果及び考察

調査対象化学物質のうち、4-ニトロトルエン、1,4-ジオキサン、ジクロロメタン、クロロホルム、ベンゼン、1,2-ジクロロエタン、トルエン、1,4-ジクロロベンゼン、1,1-ジクロロエタン、ジブロモメタン、プロモジクロロメタン、1,1,2-トリクロロエタン、ジブロモクロロメタン、クロロベンゼン及びプロモホルムの15種がtrace（定量限界未満であるが、存在が確実なもの）を含め検出された。これらの地点別時期別濃度を表1～3に示す。

4-ニトロトルエンは河川ではいずれも不検出であったが、5月に湾奥を中心として0.01～0.12μg/L検出され、

10月には湾内全域で0.01～3.08μg/L検出された。これらの濃度レベルは環境省公表資料³⁾における雄メダカ水中暴露試験において肝臓中ピテロジェニン濃度の増加が認められなかった19.5～1920μg/Lと比較してもかなり低く、環境への影響は軽微と考えられるが、広く検出されることから、今後もその動向を把握していく必要があると考えられる。

1,4-ジオキサンは湾内全域及び河川の一部で検出され、濃度範囲は海域では5月が0.22～1.05μg/L、10月が0.67～37.7μg/L、河川では0.08～2.17μg/Lであった。これらの濃度は水道水質基準0.05mg/L（50μg/L）と比較しても低値であるが、1,4-ジオキサンは工業用溶剤や医薬中間体として使用されており、広く検出されることから、4-ニトロトルエンと同様にその動向を把握していく必要があると考えられる。

ジクロロメタンは5月はいずれも不検出であったが、10月は湾奥と湾口の一部で微量検出された。

クロロホルムは河川ではいずれも不検出であったが、5月は湾内全域で、10月は湾奥を中心に検出された。

ベンゼンは5月の下げ潮時に湾奥の一部でtraceとして検出されたが、それ以外は不検出であった。

1,2-ジクロロエタンは5月に湾奥を中心に、10月は湾奥の一部で微量検出された。

トルエンは5月、10月とも下げ潮時に湾奥の一部でtraceとして検出された。

1,4-ジクロロベンゼンは5月の上げ潮時に湾奥の1地点でtraceとして検出された。

1,1-ジクロロエタンは10月の下げ潮時に湾奥の1地点で検出された。

ジブロモメタンは5月の下げ潮を除き、湾奥の一部でtraceとして検出された。

プロモジクロロメタンは10月に湾奥の一部でtraceとして検出された。

1,1,2-トリクロロエタンは5月の下げ潮時を除き、湾奥の一部で微量検出された。

ジブロモクロロメタンはいずれも湾奥を中心に微量検出されたが、大部分はtraceであった。

クロロベンゼンは5月に湾奥のごく一部で微量検出された。

プロモホルムは湾奥を中心に湾内全域で検出された。

これらの物質のうち、クロロホルム、プロモジクロロメタン、ジブロモクロロメタン及びプロモホルムが湾内で検出されたが、これらのトリハロメタンは濃度が低いこと及び湾奥を中心に検出されること、また、特に後3物質は工業的に使用されることは希であることから、工

場排水等の塩素消毒により非意図的に生成したものと考えられる。

なお、以上の物質以外のVOCs類、すなわち、1,1-ジクロロエチレン、cis-1,2-ジクロロエチレン、trans-1,2-ジクロロエチレン、1,1,1-トリクロロエタン、四塩化炭素、トリクロロエチレン、cis-1,3-ジクロロプロペン、trans-1,3-ジクロロプロペン、テトラクロロエチレン、1,2-ジクロロプロパン、p-キシレン、m-キシレン、o-キシレン、2,2-ジクロロプロパン、ブromoklorometan、1,1-ジクロロプロペン、1,3-ジクロロプロパン、1,2-ジブromoeタン、1,1,1,2-テトラクロロエタン、1,1,2,2-テトラクロロエタン、エチルベンゼン、スチレン、イソプロピルベンゼン、ブromobenゼン、1,2,3-トリクロロプロパン、n-プロピルベンゼン、2-クロロトルエン、1,3,5-トリメチルベンゼン、4-クロロトルエン、t-ブチルベンゼン、sec-ブチルベンゼン、1,2,4-トリメチル

ベンゼン、1,3-ジクロロベンゼン、4-イソプロピルトルエン、n-ブチルベンゼン、1,2-ジクロロベンゼン、1,2-ジブromom-3-クロロプロパン、1,2,4-トリクロロベンゼン、ヘキサクロロ-1,3-ブタジエン、ナフタレン及び1,2,3-トリクロロベンゼンは海域、河川のいずれにおいても不検出であった。

文献

- 1) 澄田和歌子ほか：山口県環境保健研究センター所報，45,78～79(平成14年度)
- 2) 田中克正ほか：山口県環境保健研究センター業績報告，20,15～17(1999)
- 3) 環境省総合環境政策局環境保健部：平成15年度第2回内分泌攪乱化学物質問題検討会資料,224～226(2003)

表 1 地点別時期別濃度（その 1）

		単位：μg/L									
物質名		4-ニトロトルエン		1,4-ジオキサン		ジクロロメタン		クロロホルム		ベンゼン	
地点 番号	調査時 間帯	5月調査	10月調査	5月調査	10月調査	5月調査	10月調査	5月調査	10月調査	5月調査	10月調査
1	午前	0.12	0.16	0.35	1.52	ND	ND	2	trace	ND	ND
2		0.10	0.27	0.62	1.42	ND	ND	2	trace	ND	ND
3		0.11	0.33	0.47	1.67	ND	ND	2	trace	ND	ND
4		0.08	0.33	0.71	1.45	ND	7	4	7	ND	ND
5		0.02	1.90	0.63	2.39	ND	ND	2	2	ND	ND
6		0.02	0.82	0.32	1.71	ND	ND	1	3	ND	ND
7		0.01	0.50	0.35	1.83	ND	ND	1	1	ND	ND
8		0.01	0.12	0.41	1.14	ND	ND	2	trace	ND	ND
9		0.03	0.16	0.34	1.29	ND	ND	1	trace	ND	ND
10		0.02	0.88	0.36	2.79	ND	ND	3	1	ND	ND
11		0.03	3.08	0.62	2.69	ND	ND	3	2	ND	ND
12		0.03	2.30	0.40	2.99	ND	ND	3	2	ND	ND
13		0.01	0.16	0.78	1.53	ND	trace	trace	trace	ND	ND
14		0.01	0.24	0.70	1.98	ND	ND	trace	trace	ND	ND
15		ND	0.01	0.79	13.6	ND	ND	trace	ND	trace	ND
16		ND	0.01	0.74	2.49	ND	ND	trace	ND	trace	ND
17		ND	0.13	0.51	1.62	ND	ND	trace	trace	ND	ND
18		ND	0.18	0.69	2.06	ND	ND	trace	trace	ND	ND
19		0.01	0.13	0.70	2.68	ND	ND	trace	trace	ND	ND
20		ND	0.02	1.01	12.1	ND	ND	trace	ND	trace	ND
21		ND	0.01	0.41	15.9	ND	ND	trace	ND	ND	ND
22		ND	0.01	0.50	37.7	ND	ND	trace	ND	ND	ND
23		ND	0.12	0.45	2.61	ND	ND	trace	ND	ND	ND
24		ND	0.06	0.66	3.39	ND	ND	trace	ND	ND	ND
25		ND	0.04	0.77	6.41	ND	ND	trace	ND	ND	ND
26		ND	0.01	0.44	0.67	ND	ND	trace	ND	ND	ND
27		ND	0.02	0.43	2.52	ND	ND	trace	ND	ND	ND
28		ND	0.02	0.39	2.07	ND	7	trace	trace	ND	ND
1	午後	0.06	0.20	0.79	1.52	ND	ND	3	trace	ND	ND
2		0.06	0.22	0.67	1.54	ND	ND	3	trace	ND	ND
3		0.04	0.44	0.60	1.84	ND	ND	3	trace	ND	ND
4		0.03	1.32	0.65	2.21	ND	ND	6	2	ND	ND
5		0.02	0.91	1.05	2.06	ND	ND	20	2	ND	ND
6		0.01	0.68	0.85	1.49	ND	ND	16	2	ND	ND
7		0.01	0.37	0.62	1.41	ND	ND	3	trace	ND	ND
8		0.01	0.25	0.57	1.23	ND	ND	2	trace	ND	ND
9		0.02	0.37	0.64	1.73	ND	ND	6	trace	ND	ND
10		ND	0.32	0.41	1.52	ND	ND	2	trace	ND	ND
11		0.01	0.62	0.39	2.01	ND	ND	2	trace	ND	ND
12		0.01	2.49	0.48	2.14	ND	ND	3	3	ND	ND
13		ND	0.25	0.70	1.64	ND	trace	1	trace	ND	ND
14		ND	0.11	0.61	1.75	ND	ND	1	trace	ND	ND
15		ND	0.02	0.85	7.08	ND	ND	trace	ND	ND	ND
16		ND	0.01	1.03	18.7	ND	ND	trace	ND	ND	ND
17		ND	0.41	0.43	1.87	ND	ND	trace	trace	ND	ND
18		ND	0.18	0.60	2.06	ND	ND	trace	trace	ND	ND
19		ND	0.05	0.61	6.49	ND	ND	trace	trace	ND	ND
20		ND	0.02	0.62	7.75	ND	ND	trace	ND	ND	ND
21		ND	0.01	0.59	13.28	ND	ND	trace	ND	ND	ND
22		ND	0.01	0.42	1.52	ND	ND	trace	ND	ND	ND
23		ND	0.11	0.49	1.80	ND	ND	trace	ND	ND	ND
24		ND	0.06	0.51	5.48	ND	ND	trace	ND	ND	ND
25		ND	0.03	0.55	9.58	ND	ND	trace	ND	ND	ND
26		ND	0.03	0.23	3.95	ND	ND	trace	ND	ND	ND
27		ND	0.03	0.22	5.87	ND	ND	trace	ND	ND	ND
28		ND	0.02	0.30	4.25	ND	ND	trace	trace	ND	ND
29		ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
30		ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
31		ND	ND	0.08	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
32		ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
33		ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
34		ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
35		ND	ND	0.08	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
36		ND	ND	2.17	1.02	ND	ND	ND	ND	ND	ND
定量限界		0.01	0.01	0.01	0.01	2	2	1	1	1	1

表 2 地点別時期濃別度 (その2)

単位：μg/L											
物質名		1,2-ジクロロエタン		トルエン		1,4-ジクロロベンゼン		1,1-ジクロロエタン		ジブロモメタン	
地点 番号	調査時 間帯	5月調査	10月調査	5月調査	10月調査	5月調査	10月調査	5月調査	10月調査	5月調査	10月調査
1	午前	0.4	ND	trace	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
2		trace	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
3		trace	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
4		0.5	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
5		0.5	0.4	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
6		trace	0.6	trace	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
7		trace	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
8		trace	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
9		trace	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
10		0.6	trace	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
11		0.6	trace	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
12		0.7	trace	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
13		trace	ND	ND	trace	ND	ND	ND	ND	ND	trace
14		trace	ND	ND	trace	ND	ND	ND	ND	ND	ND
15		trace	ND	ND	ND	ND	ND	ND	9	ND	ND
16		trace	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
17		ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
18		trace	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
19		trace	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
20		trace	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
21		ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
22		ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
23		ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
24		ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
25		ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
26		ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
27		ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
28		ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
1	午後	0.5	ND	ND	ND	trace	ND	ND	ND	ND	ND
2		trace	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
3		0.8	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
4		1.4	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
5		4.1	0.4	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
6		3.4	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
7		1.2	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	trace	ND
8		0.6	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	trace	ND
9		1.5	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
10		0.5	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
11		0.7	trace	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
12		0.9	0.5	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	trace
13		0.5	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	trace
14		0.4	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
15		0.6	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
16		0.5	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
17		trace	trace	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	trace
18		trace	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
19		trace	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
20		trace	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
21		ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
22		ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
23		ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
24		ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
25		trace	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
26		ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
27		ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
28		ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
29		ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
30		ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
31		ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
32		ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
33		ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
34		ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
35		ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
36		ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
定量限界		0.4	0.4	1	1	1	1	1	1	1	1

表3 地点別時期別濃度（その3）

		単位：μg/L									
物質名		ブロモジクロロメタン		1,1,2-トリクロロエタン		ジブロモクロロメタン		クロロベンゼン		ブロモホルム	
地点 番号	調査時 間帯	5月調査	10月調査	5月調査	10月調査	5月調査	10月調査	5月調査	10月調査	5月調査	10月調査
1	午前	ND	ND	ND	ND	ND	ND	2	ND	2	2
2		ND	ND	ND	ND	ND	ND	trace	ND	2	1
3		ND	ND	ND	ND	ND	ND	2	ND	2	1
4		ND	ND	ND	ND	trace	ND	trace	ND	5	1
5		ND	ND	ND	ND	ND	1	ND	ND	5	7
6		ND	trace	ND	0.7	ND	1	ND	ND	3	10
7		ND	ND	ND	ND	trace	ND	ND	ND	14	4
8		ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	2	1
9		ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	1	1
10		ND	trace	ND	trace	trace	trace	ND	ND	3	4
11		ND	trace	ND	0.6	trace	trace	ND	ND	4	5
12		ND	trace	ND	0.8	trace	trace	ND	ND	4	6
13		ND	ND	ND	trace	ND	trace	ND	ND	3	3
14		ND	ND	ND	ND	ND	trace	ND	ND	2	2
15		ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	6	1
16		ND	ND	ND	ND	trace	ND	ND	ND	10	3
17		ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	trace	trace
18		ND	ND	ND	ND	ND	trace	ND	ND	1	2
19		ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	2	1
20		ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	6	1
21		ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	trace	2
22		ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	1	2
23		ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	trace	1
24		ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	1	trace
25		ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	1	trace
26		ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	trace	trace
27		ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	trace	trace
28		ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	trace	trace
1	午後	ND	ND	ND	ND	ND	ND	1	ND	2	2
2		ND	ND	ND	ND	trace	ND	trace	ND	2	1
3		ND	ND	ND	ND	trace	ND	1	ND	2	2
4		ND	ND	ND	ND	trace	ND	trace	ND	3	4
5		ND	ND	4.5	ND	1	trace	ND	ND	11	5
6		ND	ND	2.1	ND	trace	trace	ND	ND	10	4
7		ND	ND	ND	ND	trace	ND	ND	ND	6	3
8		ND	ND	ND	ND	trace	ND	ND	ND	16	1
9		ND	ND	ND	ND	trace	ND	ND	ND	4	1
10		ND	ND	ND	trace	ND	trace	ND	ND	1	2
11		ND	ND	ND	trace	ND	trace	ND	ND	2	3
12		ND	trace	ND	1.1	ND	trace	ND	ND	2	2
13		ND	ND	ND	0.6	ND	trace	ND	ND	6	2
14		ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	3	2
15		ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	5	2
16		ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	5	3
17		ND	ND	ND	trace	ND	trace	ND	ND	trace	3
18		ND	ND	ND	ND	ND	trace	ND	ND	1	2
19		ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	2	trace
20		ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	2	1
21		ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	2	trace
22		ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	trace	trace
23		ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	trace	trace
24		ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	1	1
25		ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	1	1
26		ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	trace	trace
27		ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	trace	trace
28		ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	trace	trace
29		ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
30		ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
31		ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
32		ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
33		ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
34		ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
35		ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
36		ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
定量限界		1	1	0.6	0.6	1	1	1	1	1	1