

2-1 微小粒子状物質 (PM2.5) 成分分析調査

1 目的

PM2.5 とは、大気中に浮遊している $2.5\mu\text{m}$ 以下の小さな粒子を示し、肺の奥深くまで入りやすいため、人の呼吸器系や循環器系への影響が懸念されており、平成 21 年 9 月に環境基準が定められた。県では、「大気汚染防止法第 22 条の規定に基づく大気汚染の状況の常時監視に関する事務の処理基準」に基づき、質量濃度の測定を実施している。さらに、地域ごとの特色に応じた効果的な PM2.5 対策の検討のため、「微小粒子状物質 (PM2.5) 成分分析ガイドライン」に基づき、成分分析を実施し、高濃度の原因や発生源について推定する。

2 調査対象物質

- ・質量濃度
 - ・イオン成分 (Cl^- 、 NO_3^- 、 SO_4^{2-} 、 Na^+ 、 NH_4^+ 、 K^+ 、 Mg^{2+} 、 Ca^{2+})
 - ・無機元素成分 (Na、Al、Si、K、Ca、Sc、Ti、V、Cr、Mn、Fe、Co、Ni、Cu、Zn、As、Se、Rb、Mo、Sb、Cs、Ba、La、Ce、Sm、Hf、W、Ta、Th、Pb)
 - ・炭素成分 (WSOC、WIOC、Char-EC、Soot-EC)
- ※WSOC (水溶性有機炭素) : 水溶性の有機炭素成分、WIOC (非水溶性有機炭素) : 非水溶性の有機炭素成分
 Char-EC (低温元素状炭素) : 低温での不完全燃焼によって生成する炭素成分
 Soot-EC (高温元素状炭素) : 主として高温における不完全燃焼時のガス・粒子化により超微小粒子として発生したものが粒子に凝集して生成する炭素成分

3 調査地点

土浦保健所

4 調査時期

春季 令和 3 年 5 月 13 日～同年 5 月 27 日 夏季 令和 3 年 7 月 22 日～同年 8 月 5 日
 秋季 令和 3 年 10 月 21 日～同年 11 月 4 日 冬季 令和 4 年 1 月 20 日～同年 2 月 3 日

5 採取方法

PTFE フィルタまたは石英繊維フィルタを用い、流量 $16.7\text{L}/\text{min}$ 、24 時間捕集 (午前 10 時から翌日の午前 10 時まで) を行った。

- ・使用機器 : Thermo Scientific 社製 FRM2025 または FRM2025i

6 分析方法

「微小粒子状物質 (PM2.5) の成分分析ガイドライン」に準拠した。

質量濃度…………… 秤量法 (PTFE フィルタ)
 測定機器 : MettlerToledo 社 WRP2UV 電子天秤
 秤量条件 温度 $21.5^\circ\text{C} \pm 1.5^\circ\text{C}$ 、相対湿度 $35\% \pm 5\%$

イオン成分…………… イオンクロマトグラフ法 (PTFE フィルタ)
 PTFE フィルタ 1/2 片に純水 10mL を加え、振とう及び超音波抽出、孔径 $0.20\mu\text{m}$ フィルタ (PTFE、ADVANTEC) でろ過後、測定装置に導入した。
 測定装置 : Thermo Fisher Scientific 社 Integrion

- 無機元素成分…………… ICP-MS 法 (PTFE フィルタ)
PTFE フィルタ 1/2 片を圧力容器を用いた硝酸、ふっ化水素酸、過酸化水素による分解等を行い、測定装置に導入した。
測定装置：Agilent 8800
- 炭素成分…………… サーマルオプテカル・リフレクタンス法(石英繊維フィルタ)
石英繊維フィルタ 1/2 の一部をポンチで切り抜き、測定装置に導入した。
測定機器：Atmoslytic 社 DRI Model 2001A
- 水溶性有機炭素…… 全有機炭素計 (燃焼触媒酸化方式)
イオン成分と同様の抽出を行い、抽出液中の全炭素を定量した。
測定機器：島津製作所 TOC-V

7 調査結果

(1) 質量濃度と成分割合

季節別の質量濃度平均値はいずれも年平均値の環境基準値 (15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) よりも低い値であり、比較をすると、冬季 (10.7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) の濃度が最も高く、次いで秋季 (8.9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)、春季 (6.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)、夏季 (5.4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) の順であった。(表 1)。

図 1 に各季節の成分平均濃度及び割合を、図 2 に PM2.5 質量濃度の推移を示す。冬季は他の季節と比べ質量濃度の変動が大きかった。図 6 に経年変化を示す。

表 1 季節別の PM2.5 質量濃度の最大・最小・平均値

単位：($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

	最大	最小	平均
春季	11.2	3.5	6.5
夏季	9.3	3.0	5.4
秋季	22.6	3.7	8.9
冬季	25.5	4.4	10.7

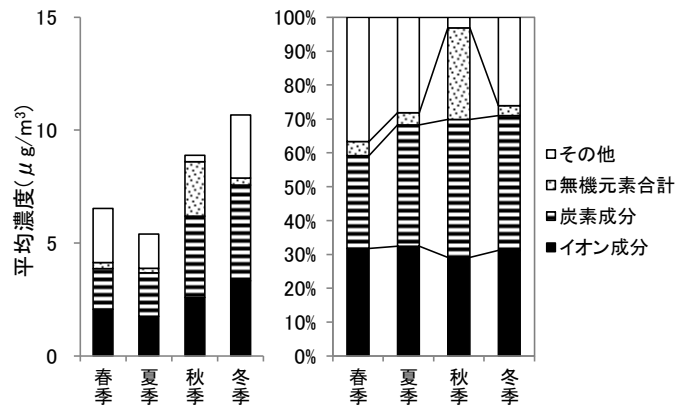


図 1 季節別の各成分平均濃度及び割合 (左：濃度、右：割合)

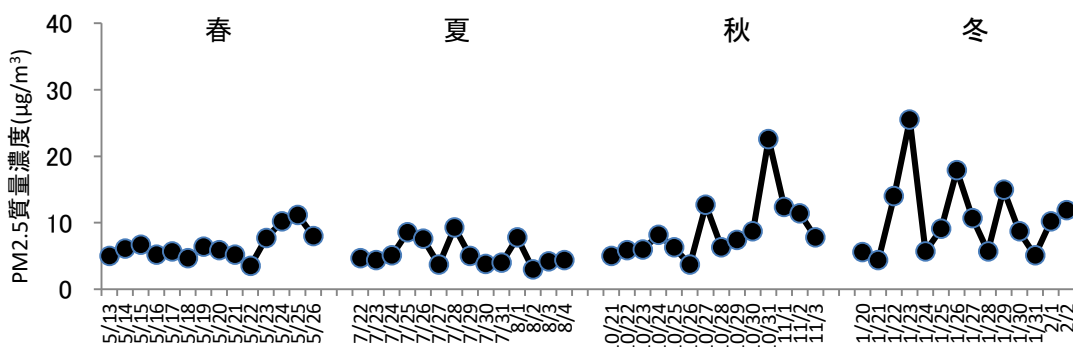


図 2 PM2.5 質量濃度推移 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

(2) イオン成分

春季・夏季のイオン成分濃度を図 3-1 に、秋季・冬季のイオン成分濃度を図 3-2 に、季節別のイオン成分の割合を図 3-3 に示す。

イオン成分に占める硫酸イオンの割合は、春季と夏季が約 6 割、秋季が 4 割、冬季が約 3 割であり、気温が下がるとともに低下した。硝酸イオンは、春季と夏季が 1 割以下、秋季が約 3 割、冬季が約 4 割を占めており、気温が下がるとともに増加した。

硫酸イオンは気温の上昇及び日射量の増加により二次生成が増大したことが影響していると考えられる。硝酸イオンは半揮発性のエアロゾル成分であり、気温の高い春季・夏季には気体として存在し、気温が低下する秋季・冬季には粒子となることが影響していると考えられる。図 7-1、図 7-2 に経年変化を示す。

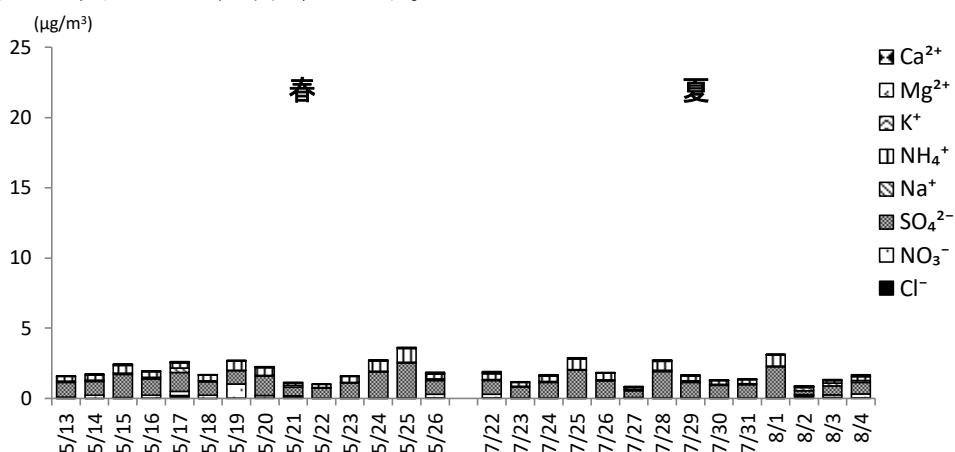


図 3-1 イオン成分濃度 (春季・夏季)

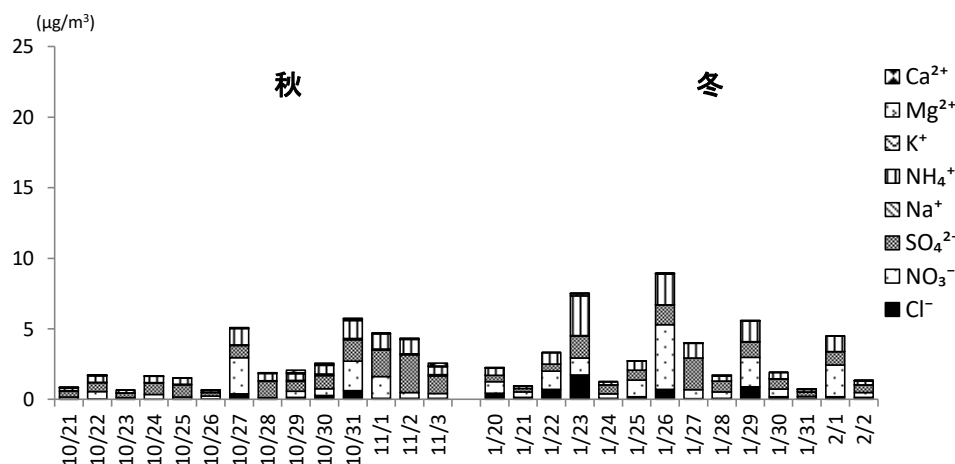


図 3-2 イオン成分濃度 (秋季・冬季)

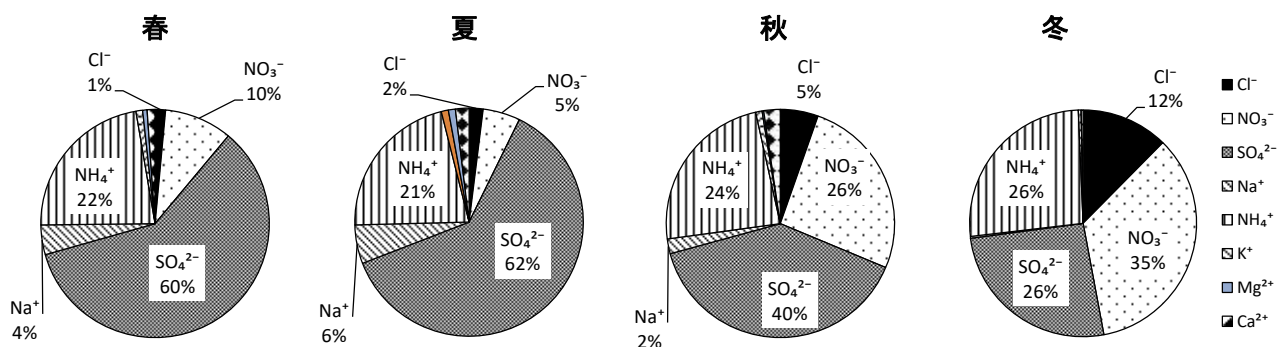


図 3-3 イオン成分の割合 (各季節における平均値)

(3) 無機元素成分

春季・夏季の無機元素成分濃度を図 4-1 に、秋季・冬季の無機元素成分濃度を図 4-2 に、季節別の無機元素成分の割合を図 4-3 に示す。なお、イオン成分でも含まれている Na、Ca、K は除く。各季節において、Al、Fe、Zn が無機元素成分の大部分を占めていた。冬季は Zn の濃度が他の季節と比較して高かった。図 8-1～図 8-4 に経年変化を示す。

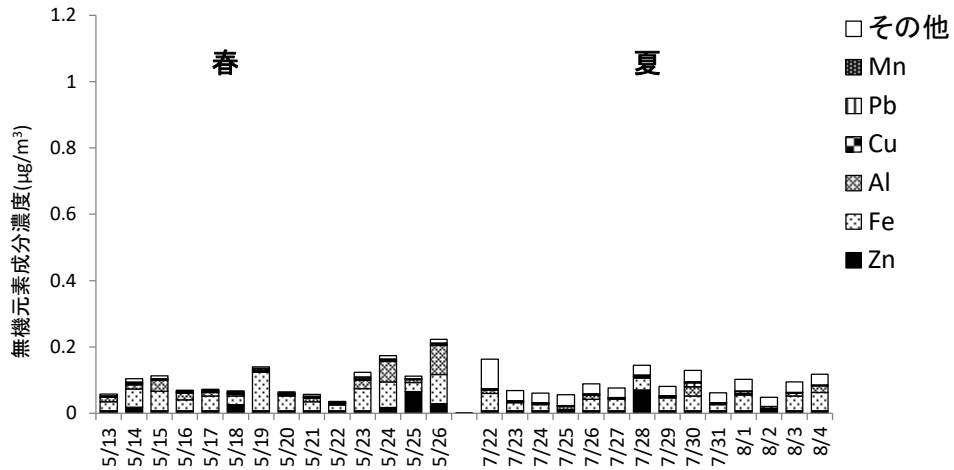


図 4-1 無機元素成分濃度（春季・夏季）

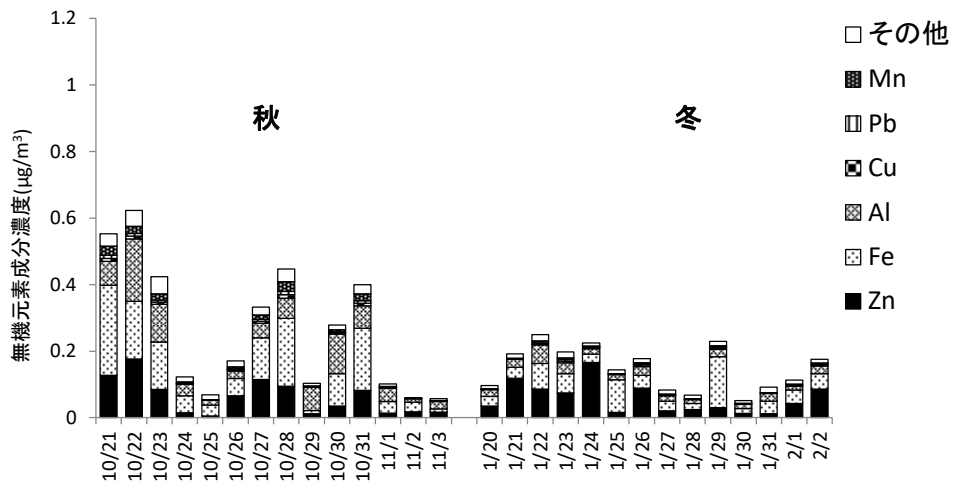


図 4-2 無機元素成分濃度（秋季・冬季）

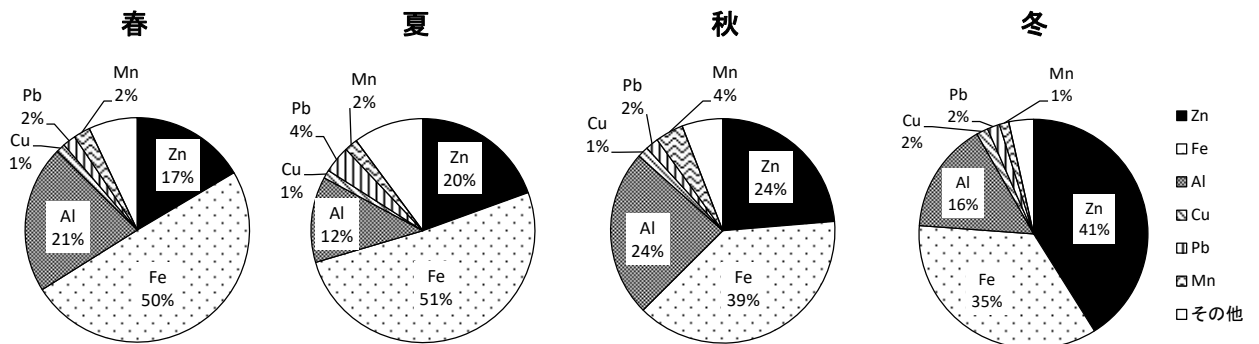


図 4-3 無機元素成分の割合（各季節における平均値）

(4) 炭素成分

春季・夏季の炭素成分濃度を図 5-1 に、秋季・冬季の炭素成分濃度を図 5-2 に季節別の炭素成分濃度の割合を図 5-3 に示す。

WSOC は炭素成分の約 2～4 割を占めており、WIOC は炭素成分の約 5～7 割を占めていた。

炭素成分に占める Soot-EC と Char-EC の割合を比較すると、Soot-EC は年間にわたってほぼ同率であり、Char-EC は秋季と冬季に高くなる傾向があった。図 9 に経年変化を示す。

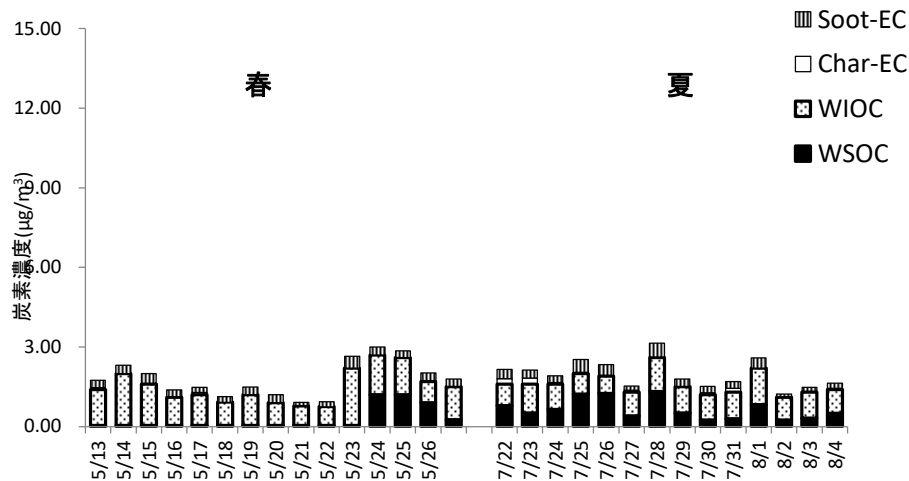


図 5-1 炭素成分濃度 (春季・夏季)

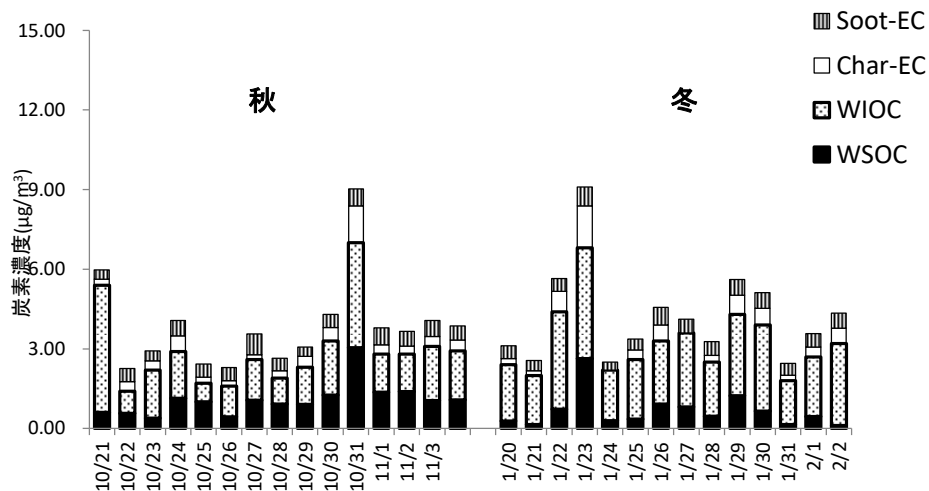


図 5-2 炭素成分濃度 (秋季・冬季)

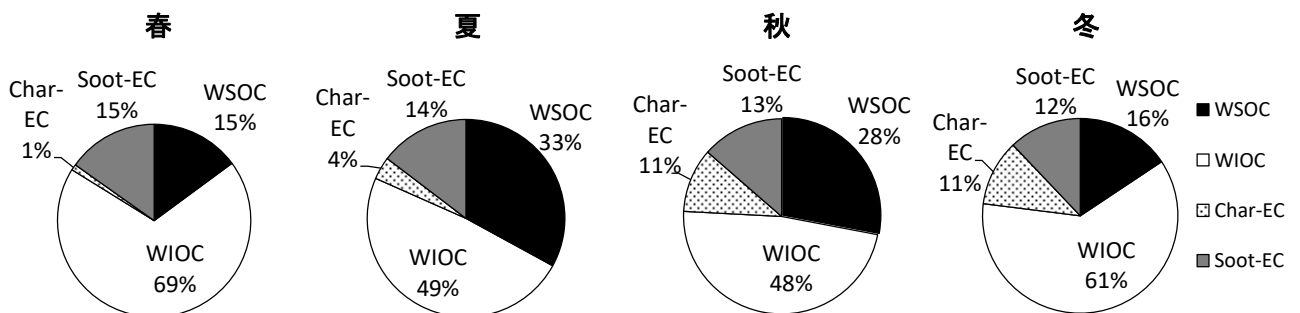


図 5-3 炭素成分の割合 (各季節における平均値)

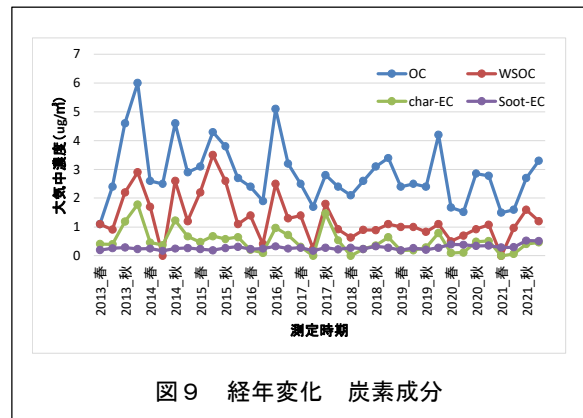
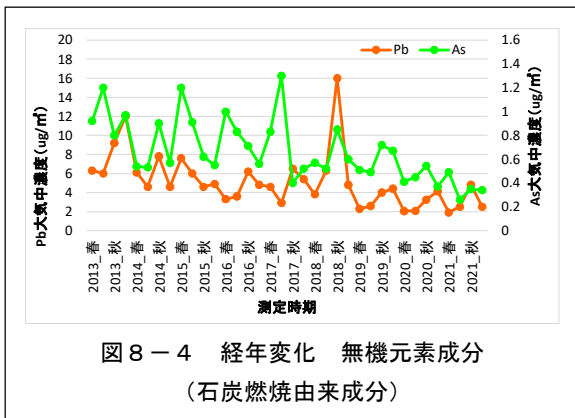
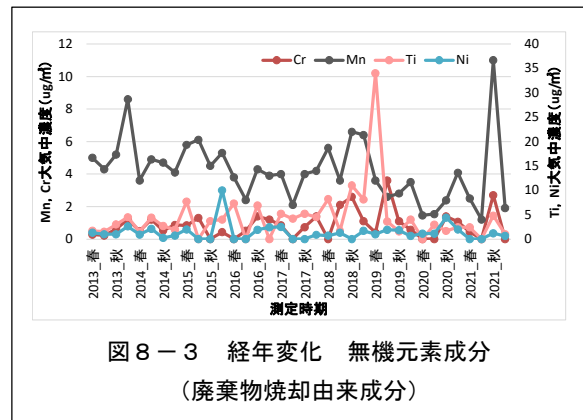
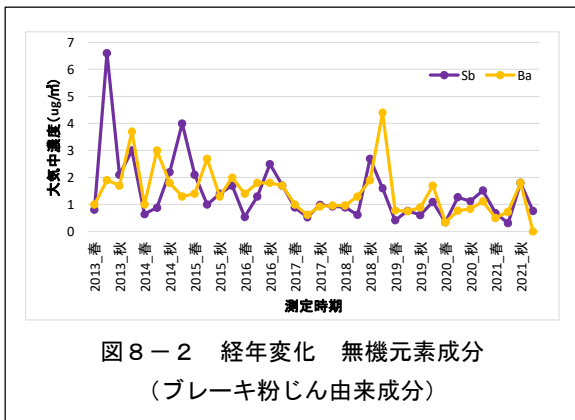
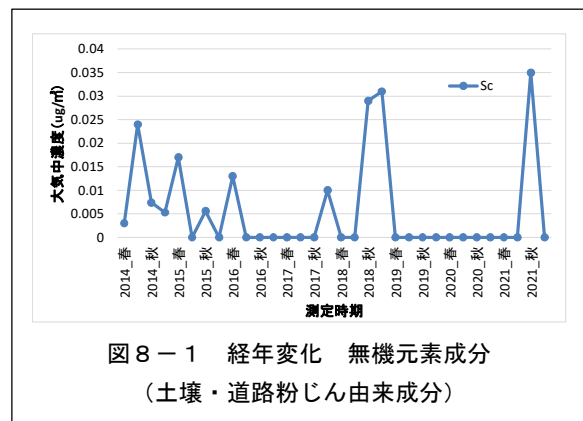
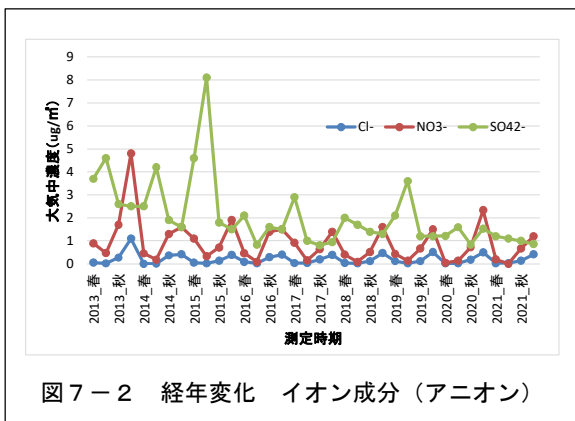
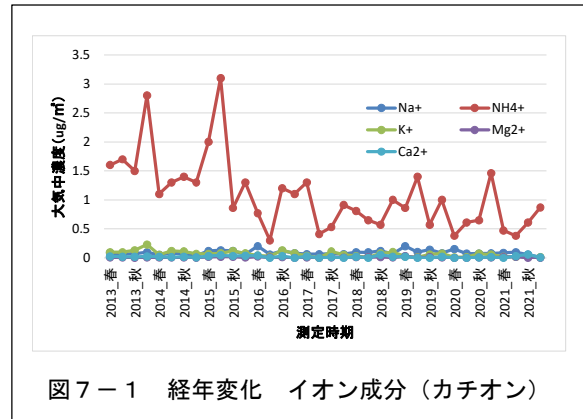
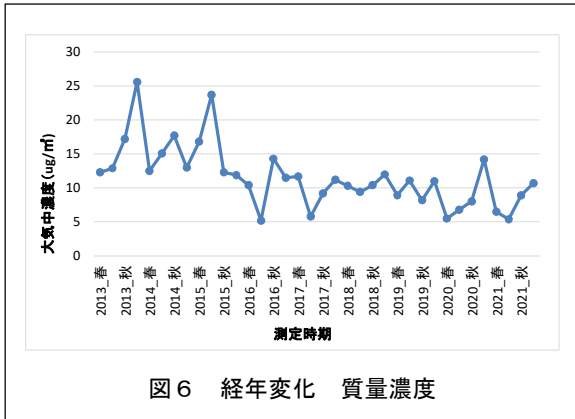


表 2 調査結果一覧

春季調査(土浦保健所局, 令和3年5月13日~令和3年5月26日)

サンプリング実施時期		質量濃度 測定値 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	イオン成分 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)										無機元素 (ng/m^3)									
開始日	終了日		Cl ⁻	NO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Na ⁺	NH ₄ ⁺	K ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺	Na	Al	Si	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co
R3.5.13	~ R3.5.14	5	0.012	0.08	1.05	0.088	0.334	<0.014	0.01	<0.04	54	14	0	17	33	<0.013	<1.5	0.173	0.43	1.33	26	0.029
R3.5.14	~ R3.5.15	6.1	0.01	0.23	0.981	0.087	0.364	0.022	0.016	<0.04	78	13	0	24	33	<0.013	<1.5	0.284	0.3	3.26	55	0.285
R3.5.15	~ R3.5.16	6.7	0.01	0.07	1.63	0.0963	0.558	0.038	0.017	<0.04	69	33	0	34	23	<0.013	6.3	0.373	0.32	1.5	59	0.027
R3.5.16	~ R3.5.17	5.2	0.02	0.22	1.16	0.101	0.416	<0.014	0.011	<0.04	82	21	0	23	21	<0.013	<1.5	0.346	0.18	1.33	32	0.033
R3.5.17	~ R3.5.18	5.7	0.199	0.3	1.36	0.323	0.355	0.032	0.036	<0.04	334	11	0	37	55	<0.013	<1.5	0.792	0.35	2.63	44	0.028
R3.5.18	~ R3.5.19	4.7	<0.008	0.24	0.951	0.0506	0.408	<0.014	<0.009	<0.04	64	<8	0	31	35	<0.013	<1.5	0.253	0.36	3.08	27	0.013
R3.5.19	~ R3.5.20	6.4	0.02	1	0.962	0.0157	0.674	<0.014	<0.009	<0.04	33	<8	0	28	16	<0.013	2.6	0.114	0.32	4.3	115	0.022
R3.5.20	~ R3.5.21	5.9	0.025	0.19	1.38	0.0541	0.552	0.023	<0.009	<0.04	31	<8	0	14	24	<0.013	<1.5	0.456	0.22	2.44	44	0.029
R3.5.21	~ R3.5.22	5.2	0.072	0.11	0.619	0.141	0.168	<0.014	0.015	<0.04	154	10	0	31	21	<0.013	<1.5	0.488	<0.06	1.64	27	0.017
R3.5.22	~ R3.5.23	3.5	<0.008	<0.05	0.712	0.0294	0.237	<0.014	<0.009	<0.04	40	<8	0	15	23	<0.013	<1.5	0.186	<0.06	0.58	17	0.005
R3.5.23	~ R3.5.24	7.7	<0.008	<0.05	1.1	0.0232	0.419	<0.014	<0.009	<0.04	51	26	0	37	45	<0.013	6.4	0.986	0.55	3.2	66	0.041
R3.5.24	~ R3.5.25	10.2	<0.008	<0.05	1.86	0.0582	0.731	0.039	0.012	<0.04	53	62	0	72	69	<0.013	5.1	0.528	0.37	3.66	77	0.027
R3.5.25	~ R3.5.26	11.2	<0.008	<0.05	2.51	0.0507	0.98	0.028	0.01	<0.04	36	9	0	32	58	<0.013	<1.5	0.426	2.22	1.5	27	0.029
R3.5.26	~ R3.5.27	8	0.045	0.24	1.01	0.0925	0.336	0.052	0.025	0.07	88	88	0	49	42	<0.013	6.5	0.454	0.51	4.06	88	0.029
平均		6.5	0.03	0.19	1.2	0.086	0.47	0.017	0.011	<0.04	83	20	<23	32	36	<0.013	2.4	0.42	0.44	2.5	50	0.044
最大値		11.2	0.199	1	2.51	0.323	0.98	0.052	0.036	0.07	334	88	82	72	69	<0.013	6.9	0.986	2.22	4.3	115	0.285
最小値		3.5	<0.008	<0.05	0.619	0.0157	0.168	<0.014	<0.009	<0.04	31	<8	<23	14	16	<0.013	<1.5	0.114	<0.06	0.58	17	0.005

サンプリング実施時期		無機元素 (ng/m^3)																		炭素成分 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)			
開始日	終了日	Ni	Cu	Zn	As	Se	Rb	Mo	Sb	Cs	Ba	La	Ce	Sm	Hf	W	Ta	Th	Pb	Soot-EC	Char-EC	WIOC	WSOC
R3.5.13	~ R3.5.14	<0.6	0.6	<17	0.112	0.194	0.04	<0.05	4.03	<0.003	0.211	0.009	0.013	<0.0026	<0.0023	0.116	<0.06	<0.0022	0.6	0.28	0.06	1.36	<0.7
R3.5.14	~ R3.5.15	<0.6	2.46	19	0.789	0.31	0.064	0.17	0.39	0.005	0.452	0.041	0.021	<0.0026	<0.0023	0.379	<0.06	<0.0022	1.7	0.31	0.00	1.96	<0.7
R3.5.15	~ R3.5.16	<0.6	0.66	<17	0.247	0.368	0.11	0.09	0.21	0.01	0.559	0.0235	0.034	0.0027	0.0024	0.182	<0.06	0.0035	1.7	0.36	0.03	1.56	<0.7
R3.5.16	~ R3.5.17	1.3	0.81	<17	0.171	0.298	0.104	0.08	0.44	0.016	0.397	0.0206	0.03	<0.0026	<0.0023	0.078	<0.06	0.0027	1.4	0.25	0.04	1.06	<0.7
R3.5.17	~ R3.5.18	<0.6	1.17	<17	0.398	0.438	0.068	0.26	0.26	0.008	0.455	0.0337	0.039	<0.0026	<0.0023	0.191	<0.06	<0.0022	1.4	0.19	0.08	1.16	<0.7
R3.5.18	~ R3.5.19	<0.6	2.93	26	0.929	0.258	0.049	0.33	0.22	<0.003	0.305	0.0096	0.018	<0.0026	<0.0023	0.274	<0.06	<0.0022	2	0.20	0.00	0.88	<0.7
R3.5.19	~ R3.5.20	<0.6	1.97	<17	0.42	0.211	0.054	0.14	0.64	<0.003	0.446	0.0198	0.044	<0.0026	0.0028	0.156	<0.06	<0.0022	1.5	0.29	0.00	1.16	<0.7
R3.5.20	~ R3.5.21	1.1	1.04	<17	0.32	0.39	0.054	0.17	0.25	0.0070	0.29	0.0089	0.016	<0.0026	<0.0023	0.178	<0.06	<0.0022	1.10	0.30	0.00	0.86	<0.7
R3.5.21	~ R3.5.22	3.1	0.58	<17	0.15	0.263	0.074	0.07	0.33	0.008	0.30	0.0182	0.027	<0.0026	<0.0023	0.124	<0.06	<0.0022	1.1	0.12	0.01	0.74	<0.7
R3.5.22	~ R3.5.23	<0.6	0.59	<17	0.357	0.182	0.055	0.11	0.22	0.004	0.278	0.0133	0.021	<0.0026	<0.0023	0.173	<0.06	<0.0022	0.8	0.19	0.00	0.71	<0.7
R3.5.23	~ R3.5.24	1.6	1.4	<17	0.716	0.795	0.178	0.28	0.91	0.0380	0.687	0.0298	0.033	<0.0026	<0.0023	0.71	<0.06	<0.0022	3.8	0.45	0.00	2.16	<0.7
R3.5.24	~ R3.5.25	<0.6	1.21	18	0.959	0.579	0.238	0.2	0.45	0.024	0.934	0.0405	0.09	0.0045	0.0024	0.379	<0.06	0.0089	3.1	0.31	0.00	1.50	1.20
R3.5.25	~ R3.5.26	<0.6	1.39	66	0.716	0.5	0.156	0.15	0.6	0.033	0.673	0.017	0.029	<0.0026	<0.0023	0.411	<0.06	<0.0022	4.5	0.26	0.00	1.40	1.20
R3.5.26	~ R3.5.27	<0.6	1.21	29	0.524	0.311	0.22	0.23	0.5	0.018	1.04	0.0436	0.114	0.0064	0.0044	0.265	<0.06	0.0131	2	0.30	0.03	0.60	0.90
平均		<0.6	1.3	<17	0.49	0.36	0.1	0.16	0.68	0.012	0.5	0.023	0.038	<0.0026	<0.0023	0.26	<0.06	<0.0022	1.9	0.27	0.02	1.24	<0.7
最大値		3.1	2.93	66	0.959	0.795	0.238	0.33	4.03	0.038	1.04	0.0436	0.114	0.0064	0.0044	0.71	<0.06	0.0131	4.5	0.45	0.08	2.16	1.35
最小値		<0.6	0.58	<17	0.112	0.182	0.04	<0.05	0.21	<0.003	0.211	0.0096	0.013	<0.0026	<0.0023	0.078	<0.06	<0.0022	0.6	0.12	0.00	0.71	<0.7

夏季調査(土浦保健所局, 令和3年7月22日~令和3年8月4日)

サンプリング実施時期		質量濃度 測定値 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	イオン成分 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)										無機元素 (ng/m^3)									
開始日	終了日		Cl ⁻	NO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Na ⁺	NH ₄ ⁺	K ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺	Na	Al	Si	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co
R3.7.22	~ R3.7.23	4.7	0.052	0.24	1	0.072	0.382	0.071	0.008	0.077	27	11	0	22	27	<0.013	<2.5	0.572	0.8	1.81	52	0.067
R3.7.23	~ R3.7.24	4.4	<0.014	<0.11	0.76	0.044	0.271	0.026	0.014	0.029	37	<6	0	28	<9	<0.013	<2.5	0.239	0.6	0.83	24	<0.016
R3.7.24	~ R3.7.25	5.1	<0.014	<0.11	1.09	0.06	0.378	0.043	0.016	0.029	37	<6	0	20	<9	<0.013	<2.5	0.526	<0.4	0.58	18	<0.016
R3.7.25	~ R3.7.26	8.6	<0.014	<0.11	1.95	0.044	0.756	0.014	0.013	0.043	39	10	0	26	34	<0.013	<2.5	0.233	<0.4	0.38	<7	<0.016
R3.7.26	~ R3.7.27	7.6	<0.014	<0.11	1.19	0.068	0.477	0.009	0.018	0.027	62	11	0	24	36	<0.013	<2.5	0.12	<0.4	0.85	35	0.034
R3.7.27	~ R3.7.28	3.7	0.017	<0.11	0.49	0.109	0.144	<0.004	0.011	<0.025	69	<6	0	<7	10	<0.013	<2.5	0.153	<0.4	1.11	35	0.019
R3.7.28	~ R3.7.29	9.3	<0.014	<0.11	1.84	0.118	0.615	0.01	0.042	0.04	70	<6	0	28	16	<0.013	<2.5	0.459	0.5	2.65	36	0.03
R3.7.29	~ R3.7.30	5	<0.014	<0.11	1.09	0.108	0.363	<0.004	0.018	<0.025	36	<6	0	<7	<9	<0.013	<2.5	0.368	0.5	0.47	39	0.024
R3.7.30	~ R3.7.31	3.8	<0.014	<0.11	0.89	0.057	0.275	0.008	0.009	<0.025	36	27	0	8	73	<0.013	3.2	0.711	0.6	2.78	45	<0.016
R3.7.31	~ R3.8.1	4	<0.014	<0.11	0.92	0.079	0.296	<0.004	0.012	<0.025	52	<6	0	11	<9	<0.013	<2.5	0.474	<0.4	0.6	19	<0.016
R3.8.1	~ R3.8.2	7.8	<0.014	<0.11	2.19	0.053	0.796	0.009	0.018	<0.025	57	<6	0	26	21	<0.013	<2.5	1.14	<0.4	1.19	48	0.024
R3.8.2	~ R3.8.3	3	0.224	<0.11	0.28	0.224	0.053	0.008	0.023	0.035	44	<6	0	<7	<9	<0.013	<2.5	0.073	<0.4	0.13	<7	<0.016
R3.8.3	~ R3.8.4	4.2	0.083	0.17	0.65	0.184	0.187	0.006	0.023	0.041	145	9	0	28	43	<0.013	3.1	0.343	0.9	1.76	44	0.026
R3.8.4	~ R3.8.5	4.4	0.043	0.28	0.82	0.136	0.269	0.034	0.019	0.087	75	19	0	14	49	<0.013	<2.5	0.38	0.9	1.85	56	0.08
平均		5.4	0.03	<0.11	1.1	0.097	0.38	0.017	0.017	0.029	56	6.2	<50	17	22	<0.013						

秋季調査(土浦保健所, 令和3年10月21日~令和3年11月3日)

サンプリング実施時期		質量濃度 測定値 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	イオン成分 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)								無機元素 (ng/m^3)											
開始日	終了日		Cl^-	NO_3^-	SO_4^{2-}	Na^+	NH_4^+	K^+	Mg^{2+}	Ca^{2+}	Na	Al	Si	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co
R3.10.21	~ R3.10.22	5	0.023	0.16	0.4	0.05	0.213	<0.004	<0.006	0.03	90	72	0	210	69	<0.021	10.2	0.516	5.3	27.9	170	0.083
R3.10.22	~ R3.10.23	5.9	0.039	0.52	0.64	0.023	0.47	<0.004	<0.006	0.039	83	188	0	194	70	<0.021	9.5	1.72	10.8	20.8	273	0.116
R3.10.23	~ R3.10.24	6	0.017	0.11	0.32	0.02	0.192	<0.004	<0.006	0.018	61	114	0	228	49	<0.021	7.6	0.74	5.1	18.5	142	0.06
R3.10.24	~ R3.10.25	8.2	0.032	0.34	0.79	0.043	0.436	<0.004	<0.006	0.029	25	34	0	29	27	<0.021	2.6	0.347	0.8	3.3	51	0.036
R3.10.25	~ R3.10.26	6.3	0.021	0.16	0.86	0.035	0.424	<0.004	<0.006	0.038	30	14	0	18	<13	<0.021	1.2	0.074	1.3	<0.6	33	<0.014
R3.10.26	~ R3.10.27	3.7	0.046	0.2	0.24	0.035	0.134	<0.004	<0.006	0.024	34	22	0	115	<13	<0.021	1.2	0.241	0.5	5.2	52	0.018
R3.10.27	~ R3.10.28	12.7	0.408	2.55	0.87	0.043	1.16	0.021	<0.006	0.053	50	45	0	119	25	<0.021	3.8	0.18	2.2	12.8	125	0.034
R3.10.28	~ R3.10.29	6.3	0.021	0.11	1.16	0.06	0.5	<0.004	0.009	0.04	69	60	0	216	50	<0.021	8.1	0.364	6.2	28.4	205	0.096
R3.10.29	~ R3.10.30	7.4	0.147	0.43	0.72	0.073	0.477	0.034	0.013	0.195	190	70	0	29	20	0.156	2	0.098	<0.4	1.5	<20	<0.014
R3.10.30	~ R3.10.31	8.7	0.295	0.47	0.94	0.106	0.621	0.056	0.01	0.066	225	119	0	94	41	0.283	5.2	0.308	0.7	6.2	98	0.028
R3.10.31	~ R3.11.1	22.6	0.623	2.1	1.51	0.084	1.28	0.112	<0.006	0.023	109	67	0	186	24	0.055	7.8	0.981	4.4	20.6	187	0.05
R3.11.1	~ R3.11.2	12.4	0.103	1.52	1.89	0.07	1.07	0.029	<0.006	0.021	26	41	0	<13	<13	<0.021	5.9	0.189	<0.4	1.9	35	<0.014
R3.11.2	~ R3.11.3	11.4	0.077	0.41	2.67	0.073	1.01	0.041	0.016	0.064	19	10	0	<13	<13	<0.021	1.2	0.07	<0.4	<0.6	29	<0.014
R3.11.3	~ R3.11.4	7.8	0.098	0.32	1.27	0.058	0.599	0.021	0.007	0.202	29	22	0	<13	39	<0.021	1.5	0.05	1	1.7	<20	<0.014
平均		8.9	0.14	0.67	1	0.055	0.61	0.022	<0.006	0.06	74	63	1900	100	30	0.035	4.8	0.42	2.7	11	100	0.037
最大値		22.6	0.623	2.55	2.67	0.106	1.28	0.112	0.016	0.202	225	188	12000	228	70	0.283	10.2	1.72	10.8	28.4	270	0.116
最小値		3.7	0.017	0.11	0.24	0.02	0.134	<0.004	<0.006	0.018	19	10	<20	<13	<13	<0.021	1.2	0.05	<0.4	<0.6	<20	<0.014

サンプリング実施時期		無機元素 (ng/m^3)																炭素成分 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)					
開始日	終了日	Ni	Cu	Zn	As	Se	Rb	Mo	Sb	Cs	Ba	La	Ce	Sm	Hf	W	Ta	Th	Pb	Soot-EC	Char-EC	WIOC	WSOC
R3.10.21	~ R3.10.22	2.1	8.93	128	0.618	0.402	0.476	1.37	2.73	0.0214	2.77	0.061	0.143	0.003	0.0105	0.1	<0.018	0.0062	8.73	0.34	0.23	4.80	0.60
R3.10.22	~ R3.10.23	4.2	7.82	177	0.532	0.48	0.526	1.95	4.85	0.0247	3.18	0.086	0.207	0.003	0.0134	0.14	<0.018	0.0076	8.4	0.49	0.37	0.83	0.57
R3.10.23	~ R3.10.24	1.8	6.34	85.1	0.523	0.712	0.586	1.22	3.24	0.0246	3.03	0.088	0.190	<0.002	0.0116	0.18	<0.018	0.0035	8.23	0.38	0.35	1.81	0.39
R3.10.24	~ R3.10.25	<0.4	1.74	15.7	0.116	0.148	0.08	0.27	0.51	0.0038	0.45	0.011	0.02	<0.002	<0.003	<0.07	<0.018	<0.0017	1.34	0.58	0.59	1.76	1.14
R3.10.25	~ R3.10.26	<0.4	1.03	5.62	0.044	0.08	0.04	0.3	0.19	<0.0021	0.16	0.008	0.018	<0.002	<0.003	<0.07	<0.018	<0.0017	0.56	0.49	0.24	0.69	1.01
R3.10.26	~ R3.10.27	<0.4	3.71	66.3	0.233	0.392	0.251	0.89	2.82	0.0132	1.06	0.031	0.056	<0.002	<0.003	<0.07	<0.018	<0.0017	5.69	0.49	0.21	1.16	0.44
R3.10.27	~ R3.10.28	1.1	5.44	115	0.36	0.329	0.261	1.48	1.6	0.0157	1.65	0.063	0.144	<0.002	0.0082	0.340	<0.018	<0.0017	5.06	0.79	0.18	1.54	1.06
R3.10.28	~ R3.10.29	3.3	10.2	94.4	0.615	0.544	0.493	1.76	2.86	0.0206	3.88	0.09	0.197	<0.002	0.01	0.170	<0.018	0.0036	9.91	0.48	0.27	0.98	0.92
R3.10.29	~ R3.10.30	0.6	0.98	12.0	0.196	0.136	0.064	0.13	0.29	0.0065	0.66	0.03	0.062	0.003	0.0293	0.080	3.21	0.0163	0.8	0.36	0.41	1.39	0.91
R3.10.30	~ R3.10.31	0.7	3.09	34.9	0.329	0.245	0.255	0.41	1.08	0.0161	2.54	0.051	0.12	0.006	0.0372	0.14	1.42	0.0214	3.26	0.50	0.50	2.04	1.26
R3.10.31	~ R3.11.1	2.1	7.67	82.4	0.979	0.718	0.434	1.22	3.45	0.0316	4.9	0.062	0.171	<0.002	0.0136	0.28	0.045	0.0056	12.0	0.84	1.38	3.96	3.04
R3.11.1	~ R3.11.2	<0.4	1.05	13.9	0.138	0.155	0.062	0.18	0.43	0.0044	0.35	0.009	0.018	<0.002	<0.003	<0.07	<0.018	<0.0017	1.48	0.64	0.36	1.43	1.37
R3.11.2	~ R3.11.3	<0.4	0.58	18.1	0.054	0.045	0.018	<0.03	0.14	<0.0021	0.16	<0.005	<0.011	<0.002	<0.003	<0.07	<0.018	<0.0017	0.67	0.55	0.30	1.41	1.39
R3.11.3	~ R3.11.4	0.6	1.07	16.7	0.104	0.112	0.073	0.08	0.72	0.0031	0.38	0.009	0.017	<0.002	<0.003	<0.07	<0.018	<0.0017	0.92	0.61	0.36	2.05	1.05
平均		1.2	4.3	62	0.35	0.32	0.26	0.8	1.8	0.013	1.8	0.043	0.098	<0.002	0.0096	0.1	0.33	0.0046	4.8	0.52	0.41	1.85	1.60
最大値		4.2	10.2	177	0.979	0.718	0.586	1.95	4.85	0.0316	4.9	0.09	0.207	0.006	0.0372	0.34	3.21	0.0214	12	0.79	1.38	4.80	3.52
最小値		<0.4	0.58	5.92	0.044	0.045	0.018	<0.03	0.14	<0.0021	0.16	<0.005	<0.011	<0.002	<0.003	<0.07	<0.018	<0.0017	0.56	0.34	0.18	0.89	0.87

冬季調査(土浦保健所, 令和4年1月20日~令和4年2月2日)

サンプリング実施時期		質量濃度 測定値 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	イオン成分 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)								無機元素 (ng/m^3)											
開始日	終了日		Cl^-	NO_3^-	SO_4^{2-}	Na^+	NH_4^+	K^+	Mg^{2+}	Ca^{2+}	Na	Al	Si	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co
R4.1.20	~ R4.1.21	5.6	0.49	0.82	0.441	0.016	0.513	<0.0019	<0.0013	<0.0027	28	20	0	20	36	<0.023	<0.4	<0.07	<0.5	0.9	29.5	<0.029
R4.1.21	~ R4.1.22	4.4	0.153	0.386	0.248	<0.00014	0.16	<0.0019	<0.0013	<0.0027	28	25	0	31	24	<0.023	1.4	<0.07	1.4	1.1	32.6	<0.029
R4.1.22	~ R4.1.23	14	0.727	1.3	0.47	<0.00014	0.821	0.002	<0.0013	<0.0027	147	56	0	147	92	<0.023	5.5	0.17	<0.5	2.8	76.9	0.0307
R4.1.23	~ R4.1.24	25.5	1.74	1.2	1.54	0.0557	2.8	0.163	<0.0013	<0.0027	205	33	0	212	88	<0.023	<0.4	0.36	0.6	4.6	57.9	<0.029
R4.1.24	~ R4.1.25	5.7	0.087	0.321	0.624	0.0117	0.212	<0.0019	<0.0013	<0.0027	75	16	0	44	35	<0.023	<0.4	<0.07	<0.5	1.6	25.5	<0.029
R4.1.25	~ R4.1.26	9.1	0.203	1.18	0.683	0.0231	0.626	<0.0019	<0.0013	<0.0027	41	16	0	24	17	<0.023	<0.4	<0.07	<0.5	1	97.6	<0.029
R4.1.26	~ R4.1.27	17.9	0.721	4.57	1.41	<0.00014	2.22	<0.0019	<0.0013	<0.0027	187	26	0	59	60	<0.023	<0.4	0.09	<0.5	3.3	38.2	<0.029
R4.1.27	~ R4.1.28	10.7	0.065	0.644	2.23	0.0072	1.04	<0.0019	<0.0013	0.0249	36	16	0	67	23	<0.023	<0.4	<0.07	<0.5	1.7	30.1	0.0319
R4.1.28	~ R4.1.29	5.7	0.093	0.455	0.757	<0.00014	0.359	<0.0019	<0.0013	0.0623	22	11	0	28	31	<0.023	<0.4	<0.07	<0.5	1.3	183	<0.029
R4.1.29	~ R4.1.30	15	0.896	2.08	1.11	0.0228	1.44	0.0228	<0.0013	0.01	118	22	0	105	46	<0.023	<0.4	0.31	0.6	2.5	153	<0.029
R4.1.30	~ R4.1.31	8.7	0.208	0.532	0.725	<0.00014	0.455	<0.0019	<0.0013	<0.0027	21	13	0	39	15	<0.023	<0.4	<0.07	<0.5	<0.3	14.7	0.0084
R4.1.31	~ R4.2.1	5.1	0.091	0.13	0.323	<0.00014	0.173	<0.0019	<0.0013	<0.0027	24	23	0	33	24	<0.023	6.6	0.08	<0.5	1.1	37.2	<0.029
R4.2.1	~ R4.2.2	10.2	0.202	2.25	0.937	<0.00014	1.1	<0.0019	<0.0013	<0.0027	23	12	0	42	12	<0.023	<0.4	<0.07	<0.5	2.5	40.1	0.0176
R4.2.2	~ R4.2.3	11.9	0.147	0.339	0.553	<0.00014	0.307	<0.0019	<0.0013	<0.0027	26	23	0	46	14	<0.023	0.9	<0.07	<0.5	2.1	46.4	<0.0029
平均		10.7	0.41	1.2	0.86	0.0087	0.87															

2-2 茨城県における光化学オキシダントの高濃度現象に関する研究

1 はじめに

全国における令和2年度の光化学オキシダントの環境基準（60ppb）達成局数は一般局1,155局中2局（0.2%）であり、令和3年の光化学スモッグ注意報発令地域は12都府県、発令延日数は29日と令和2年度（15都府県、45日）と比較し減少している^{1,2)}。昼間（5時から20時）の日最高1時間値の年平均値については、近年ほぼ横ばいで推移している。

茨城県内においても、昭和59年度以降光化学オキシダントの環境基準が未達成であり、ほぼ毎年光化学スモッグ注意報を発令している³⁾。図1に昭和47年度から令和3年度まで、1年ごとの茨城県の光化学スモッグ注意報発令状況を示す。平成27年度以降、注意報発令日数は0日から5日の間を推移している状況である。

平成29年度まで本研究は、光化学オキシダントの原因物質であるVOCについて、オゾン生成能を評価するとともに、実態調査結果を用いて光化学オキシダント濃度の予測モデル（以下、「予測モデル」という。）を構築した⁴⁾⁷⁾。

本報では、光化学オキシダント（以下、「Ox濃度」という。）の測定結果（実測値）と、予測モデルの結果（予測値）の比較結果を報告する。

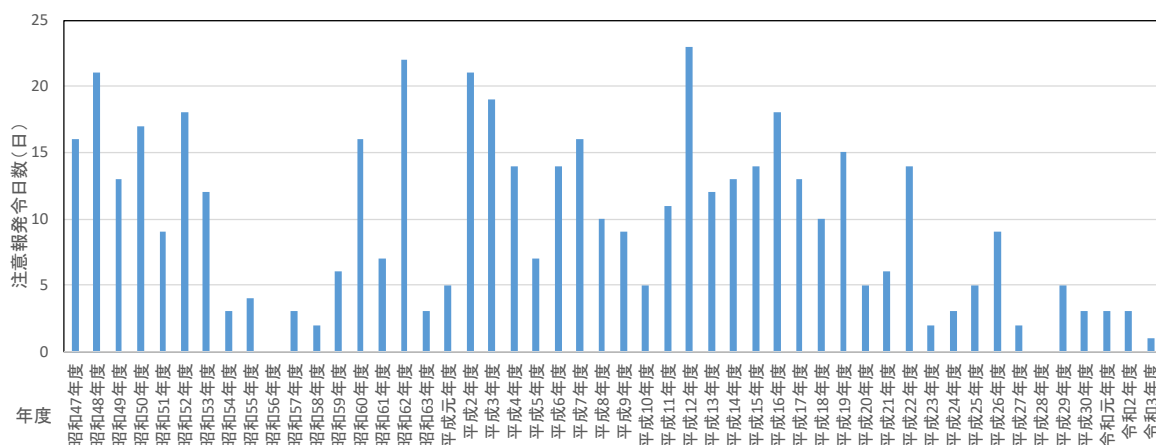


図1 茨城県の光化学スモッグ注意報発令状況

2 方法

(1) 比較地点

比較地点は、図2に示す5地点（日立市、ひたちなか市、神栖市、土浦市、筑西市）に所在する大気測定局舎とした。

(2) 比較方法

令和3年4月から10月までの月から、晴れの日（最高気温25℃以上）であり、常時監視の実測値が高い値（日最大が概ね80ppb以上）であった日を抽出し、予測結果と比較した。具体的に抽出した日は、令和3年5月24日、5月26日、6月8日、6月9日、6月11日である。また、参考として光化学オキシダント濃度が低い令和3年10月27日も予測結果と比較した。



図2 比較地点

3 比較結果及び考察

図3に光化学オキシダントが環境基準を超過した日（代表として、令和3年6月8日）の各局舎の実測値と予測値の比較、図4に光化学オキシダントが低い令和3年10月27日の各局舎の実測値と予測値の比較を示す。比較の結果、実測値の方が予測値よりも若干高く出る傾向であった。実測値と予測値の差及びその割合を次の式(1)、(2)に示す二乗平均平方根より算出した。

$$\sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (X_i - X_{ip})^2} \text{ ----- (1)} \quad \sqrt{\frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (X_i - X_{ip})^2}{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i}} \times 100 \text{ ----- (2)}$$

n; データの個数、 X_i ; 実測値、 X_{ip} ; 予測値

式(1)及び式(2)で算出した結果を表1に示す。実測と予測値は6~31ppbの差があり、実測値と予測値の差の割合は11~67%であった。4月から9月と比較し、実測値の低い10月では、値の差は最大で14ppbと小さいが、差の割合は最大59%と同程度であった。

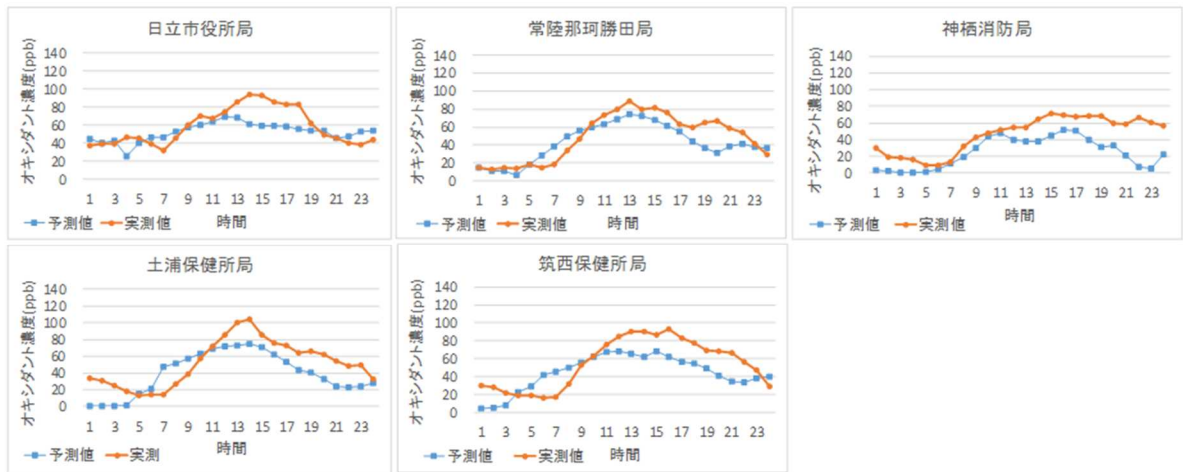


図3 令和3年6月8日の光化学オキシダントの実測値と予測値の比較

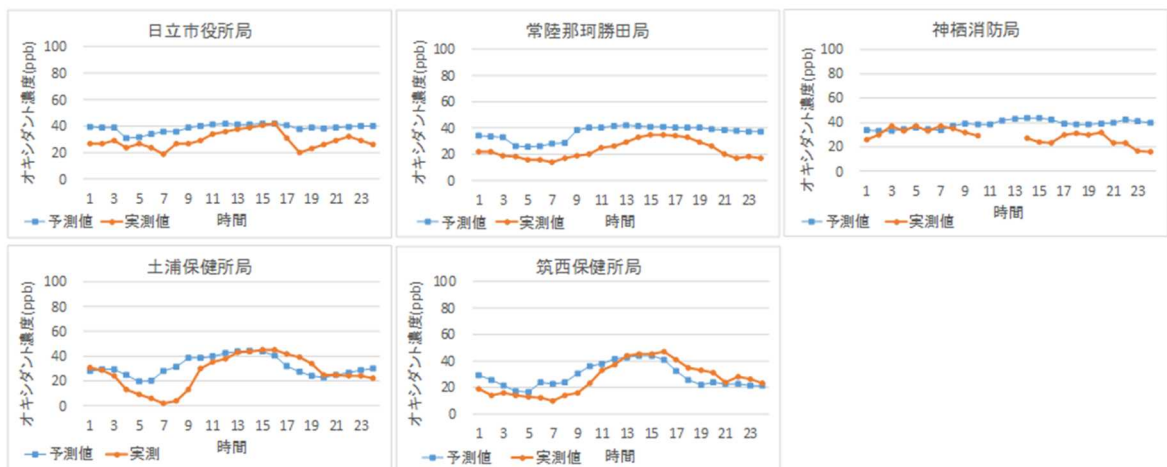


図4 令和3年10月27日の光化学オキシダントの実測値と予測値の比較
(神栖消防局 11時から13時の実測値は欠測)

表 1 実測値と予測値の差（左欄）及び差の割合（右欄）

比較地点名 (単位)	日立市役所局		常陸那珂勝田局		神栖消防局		土浦保健所局		筑西保健所局	
	(ppb)	(%)	(ppb)	(%)	(ppb)	(%)	(ppb)	(%)	(ppb)	(%)
令和3年5月24日	20	45	30	67	21	46	30	66	31	67
令和3年5月26日	12	28	9	18	11	28	12	24	15	30
令和3年6月8日	16	27	14	29	27	57	22	43	21	38
令和3年6月9日	6	11	9	16	18	44	11	21	13	28
令和3年6月11日	14	39	17	48	14	48	18	51	24	55
令和3年10月27日	10	36	14	59	13	50	11	43	8	30

参考文献

- 1) 環境省、令和2年度大気汚染状況について（有害大気汚染物質等を除く）資料編
<https://www.env.go.jp/press/files/jp/117720.pdf>
- 2) 環境省、令和3年光化学大気汚染の概要－注意報等発令状況、被害届出状況－
<https://www.env.go.jp/content/900397098.pdf>
- 3) 茨城県、光化学スモッグ発生状況資料
<https://www.pref.ibaraki.jp/seikatsukankyo/kantai/data/documents/r3taikigaiyou.pdf>
- 4) 茨城県における光化学オキシダントの高濃度現象に関する研究（第1報）、茨城県霞ヶ浦環境科学センター年報、第10号（2014）、144-148.
- 5) 茨城県における光化学オキシダントの高濃度現象に関する研究（第2報）、茨城県霞ヶ浦環境科学センター年報、第11号（2015）、147-151.
- 6) 茨城県における光化学オキシダントの高濃度現象に関する研究、茨城県霞ヶ浦環境科学センター年報、第12号（2016）、183-191.
- 7) 茨城県における光化学オキシダントの高濃度現象に関する研究、茨城県霞ヶ浦環境科学センター年報、第13号（2017）、136-138.

2-3 光化学オキシダントおよび PM2.5 汚染の地域的・気象的要因の解明

(Ⅱ型共同研究)

1 目的

光化学オキシダント（以下、 O_x という。）や微小粒子状物質（以下、PM2.5 という。）などの大気汚染の実態解明を目的とした国立環境研究所と地方環境研究所とのⅡ型共同研究は平成13年から開始され、前身であるC型共同研究を含めると、令和元年度からの研究で7期目となる。これまでのⅡ型共同研究（2013～2015、2016～2018年度）において、PM2.5の環境基準超過要因を高濃度事例解析、長時間分解能観測、各種モデル解析等により解明してきた。ここ数年は環境基準達成率が向上し、高濃度事象も減少傾向にあるが、地域によっては基準達成率が不安定である。

一方、 NO_x や VOC 等の対策が行われているにも関わらず、 O_x の状況に顕著な改善はまだまだ見られておらず、関東や近畿地方では O_x 注意報が毎年発令されている状況である。また、 O_x は PM2.5 の生成（二次生成）にも関与することから、 O_x と PM2.5 を同時に考慮する必要性も指摘されている。

本共同研究では O_x の現状把握と NO_x や VOC 等の前駆物質と O_x の生成に関する基礎的知見の取得、PM2.5の発生源寄与解析や気象解析等による高濃度要因の解明、さらに、シミュレーションモデルを活用して、大気汚染物質の挙動の把握と O_x 及び PM2.5 の高濃度の要因を明らかにすることを目的とする。

・光化学オキシダント (O_x) :

光化学オキシダントとは、オゾン、パーオキシアセチルナイトレート (PAN) 及びアルデヒド等の光化学反応により生成される酸化性物質の総称であり、90%以上がオゾンである（中性ヨウ化カリウム水溶液からヨウ素を遊離するものに限り、 NO_2 を除く）。環境基準に記載されている紫外線吸収法などの乾式の測定法で測定された値はオゾンそのものの濃度である。 O_x の濃度が高くなると、粘膜への刺激や呼吸器への影響などの健康影響があらわれる。

2 共同研究機関及び役割分担

(1) 共同研究者

43 都道府県市の地方環境研究所、国立環境研究所、産業技術総合研究所、愛媛大学、北九州市立大学、高崎経済大学、日本環境衛生センター、日本自動車研究所

(2) 役割分担

参加機関は少なくとも1つのグループに参加し、主体的に研究を推進する。 O_x 、PM2.5 及び大気モデルの3テーマに関して、7グループで研究を行う。当センターはテーマ1の②オキシダント&二次生成粒子 (O_xPM) グループに参加した。

・テーマ1 O_x

O_x 生成影響に関する基礎的知見の取得を目的とした研究を行う。

①オキシダント (O_xNO_x) グループ

O_x 高濃度化現象の主たるターゲットとして O_x と NO_x に着目し、 O_x 生成影響に関する基礎的知見の取得を目的とした研究を行う。

②オキシダント&二次生成粒子 (O_xPM) グループ (当センター参加)

O_x 高濃度化現象の主たるターゲットとして O_x と VOC、PM2.5 の関係に着目し、 O_x 生成影響に関する基礎的知見の取得を目的とした研究を行う。

・テーマ2 PM2.5

PM2.5に関する研究を行う。

③PM2.5高濃度（PM高濃度）グループ

高時間分解成分データの利用や気象解析によりPM2.5の高濃度要因の解明を行う。

④PM2.5成分データ詳細解析（PM成分）グループ

PM2.5の主成分（硫酸塩、有機物、硝酸塩）に関わる国内発生源がPM2.5濃度に及ぼす影響を地域の特徴に応じて把握する。

⑤PM2.5分析法（PM分析）グループ

有機粒子の指標となる物質の測定法の開発、網羅的な分析、指標性の検討などを行う。

⑥PM2.5瀬戸内海高濃度（PM瀬戸内）グループ

環境基準非達成地域の多い瀬戸内地方での高濃度要因を前駆体であるガス成分の測定も加えて探る。

・テーマ3 モデル

⑦シミュレーションモデル（モデル）グループ

OxとPM2.5を対象に、シミュレーションモデルを活用して、汚染物質の挙動の把握と高濃度の生成要因を明らかにする研究を行う。

3 研究計画

令和元年度に研究グループを構築し、共同研究機関は所属グループの実行計画に従って観測や解析等を実施する。

表1 研究計画

	2019	2020	2021
実施項目	<ul style="list-style-type: none"> ・実行計画作成 ・観測 ・データ収集 ・解析 	<ul style="list-style-type: none"> ・観測 ・解析 	<ul style="list-style-type: none"> ・観測 ・解析 ・各グループの結果統合 ・とりまとめ

4 方法

(1) 対象地点

解析対象に選定した一般環境大気測定局の地点（8地点）を図1に示す。

(2) 対象期間

2011年～2019年

※1 第3期の共同研究では2009年度までの時間値データを使用して解析を行っており、今回第7期の共同研究ではこれまで解析を行っていない期間を対象としている。

※2 2010年に校正法の切り替えが実施されたため、2011年以降の時間値データを解析している。



図1 解析対象地点

(3) 使用データ

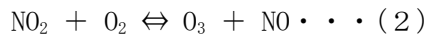
Ox、ポテンシャルオゾン（以下、POという。）、NOx、非メタン炭化水素（以下、NMHCという。）、PM2.5の1時間値データを使用した。ただし、2011年度～2018年度は確定値、2019年

度は速報値のデータを使用している。PO濃度の算出方法は(1)式のとおりであるが、 α 値(発生源におけるNO_x濃度に対するNO₂濃度の比率)は日本で推定されてきた一般的な値である0.1を使用している。

$$[PO]=[O_3]+[NO_2]-\alpha\times[NO_x]\cdots(1)$$

- ・ポテンシャルオゾン (PO)

O₃はNO₂の光分解生成物とO₂の反応により生じる一方、NOとの反応で分解する。NOによるO₃の分解生成物はNO₂であるため、反応(2)のように平衡状態となる。



NO+O₃→NO₂+O₂の反応によってオゾン濃度が減少する効果をNOタイトレーション(titration)効果と呼ぶが、平衡反応(2)ではO₃+NO₂の量は保存されることから、O₃とNO₂の和をPOとして扱うことで、O₃濃度の変動解析を行う際、NOによるタイトレーション効果の影響を含めて評価を行うことが可能となる。

- ・非メタン炭化水素 (NMHC)

炭化水素のうち光化学的に不活性なメタン(CH₄)を除いたものの総称がNMHC(Non-Methane hydrocarbons)である。測定技術上、NMHCにはアルデヒド類などの含酸素化合物質は含まれていない。これら含酸素化合物質を含めた揮発性有機化合物全体をVOCと呼ぶ。

(4) 解析方法

ア 年度昼間平均値

年度内の昼間平均値が250日以上ある年度を対象とし、昼間平均値から年度昼間平均値を算出した。月昼間平均値の解析では昼間平均値が20日以上ある月を対象とし、昼間平均値から月昼間平均値を算出した。増減傾向は回帰式の傾き(変化率)で評価した。なお、昼間とは、5時から20時までの時間帯である。

イ 年度全日平均値

年度内の全日平均値が250日以上ある年度を対象とし、全日平均値から年度全日平均値を算出した。月全日平均値の解析では全日平均値が20日以上ある月を対象とし、全日平均値から月全日平均値を算出した。増減傾向は回帰式の傾き(変化率)で評価した。

5 研究結果

(1) 年度全日平均値及び年度昼間平均値の経年変化

O_x、PO、NO_x、NMHC及びPM2.5について、解析対象とした8地点の年度全日平均値の平均値の経年変化を図2に示す。また、O_x及びPOの年度昼間平均値の変化率を図3に、NO_x及びNMHCの年度全日平均値の変化率を図4に示す。

図2に示すとおり、O_xは上昇傾向、POはほぼ横ばい、NO_x、NMHC及びPM2.5は減少傾向を示している。このことから、茨城県全体の傾向としては、O_xの増加はNO_xの減少によるNOタイトレーション効果が打ち消されたことによる影響が大きいと考えられた。また、PM2.5も減少傾向にあるが、PM2.5の前駆物質の一つであるNO_xやNMHCの減少がPM2.5の減少につながっていると推察される。

地点別では、図3に示すとおり、O_xの年度昼間平均値は日立市役所局以外で増加傾向である。POの年度昼間平均値は日立市役所局で減少傾向を示しているが、その他の地域では変化率-0.5~0.5ppb/yearの範囲内の増減となっている。一方、前駆物質であるNO_x及びNMHCの年度全日平均値の変化率については、図4に示すとおり、全8地点で-1.5~-0.5ppb/year程度の減少となっていた。

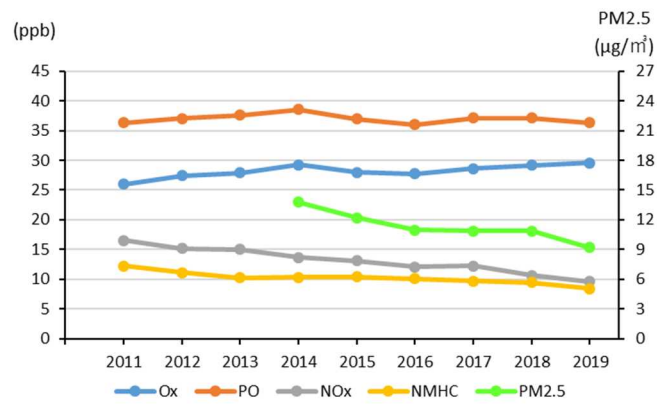


図2 0x、PO、NOx、NMHC及びPM2.5の年度全日平均値 (解析対象とした8地点の平均値)

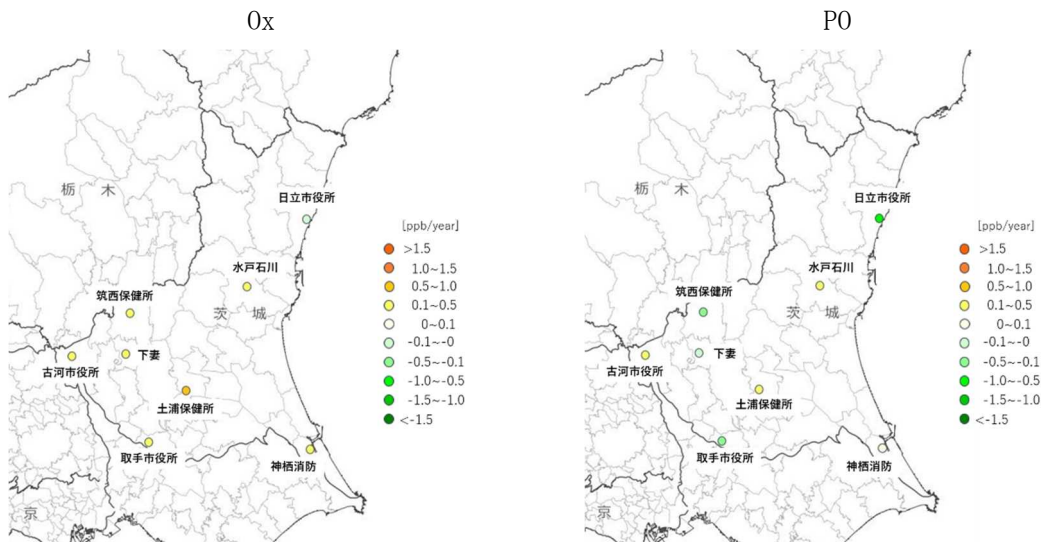


図3 0x及びPOの年度昼間平均値の変化率の地図プロット

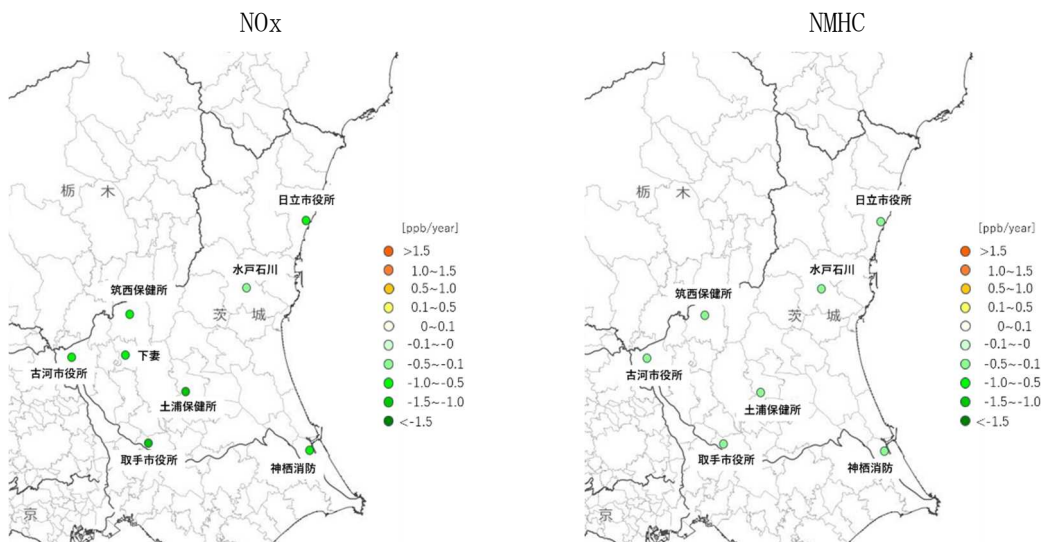


図4 NOx及びNMHCの年度全日平均値の変化率の地図プロット
※下妻局はNMHCを測定していないため、プロットなし

(2) 0x の高濃度観測頻度の経年変化

測定局別に 0x が環境基準の 60ppb を超える時間数の経年変化を図 5 に示す。また、月別に 0x が 100ppb を超える時間数の経年変化を図 6 に示す。

図 5 に示すとおり、60ppb 以上を観測した時間数は、各地点ともに 5 月が最も高頻度で観測されており、沿岸の地域よりも内陸の地域で高頻度に観測されている。100ppb 以上の高濃度に限定すると、図 6 に示すとおり、2011 年～2015 年までは 7 月と 8 月が高頻度だったが、2016 年以降は 7 月と 8 月の頻度は減少した。一方、5 月に 100ppb 以上を観測する頻度が増加している。

初夏から夏季に高頻度で観測されていることから、0x の高濃度化は日射量に影響を受けていると推察される。

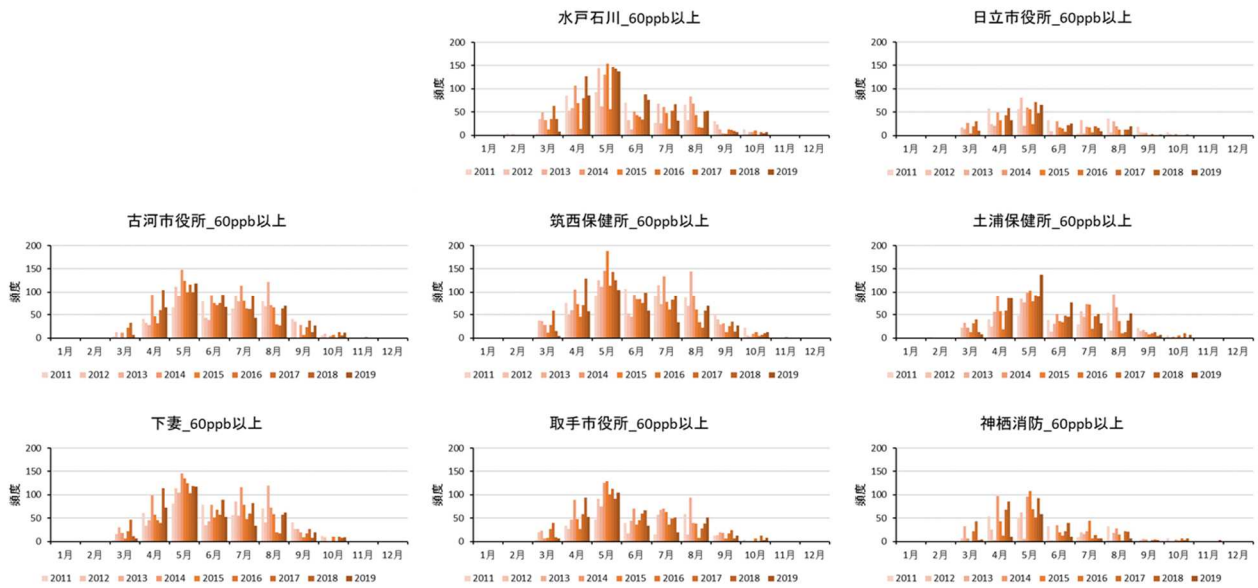


図 5 0x 濃度 60ppb 以上の時間数の経年変化

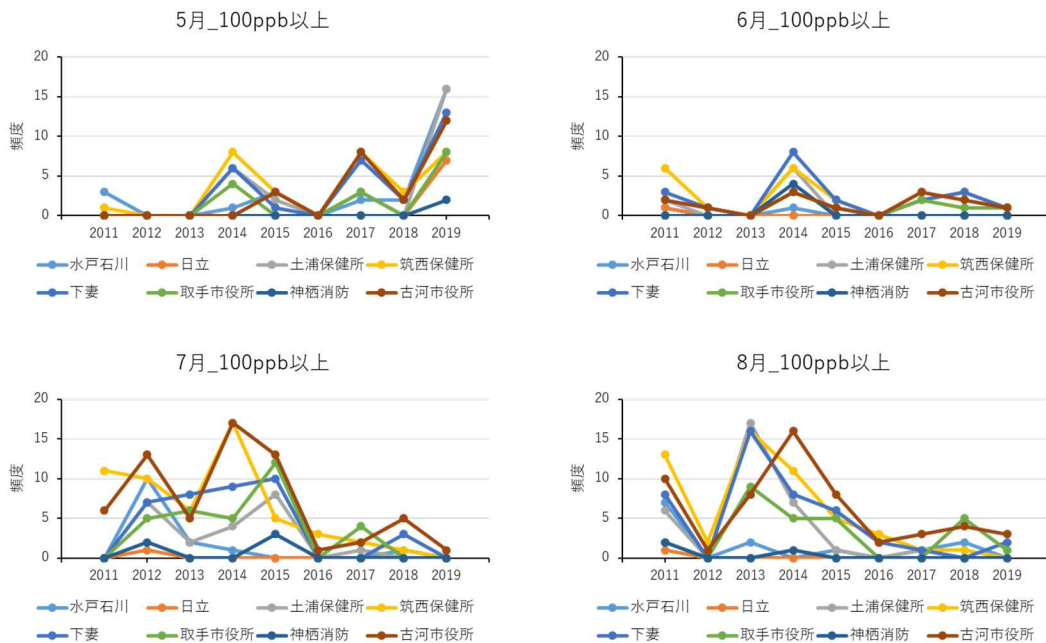


図 6 月別 0x 濃度 100ppb 以上を観測した時間数

(3) 全国調査への参加及び解析結果

2020年の春季及び夏季に18の機関で昼夜別のVOC測定を実施した。本県の状況を表2に示す。VOCはHAPsの成分と、一部の機関においてはPAMSの成分も追加して測定した（PAMSの測定項目は地点により若干異なる）。VOCは表3に示すグループ毎のオゾン生成能（MIR×濃度（ $\mu\text{g-O}_3/\text{m}^3$ ））、アルデヒド（以下、ALDs）は濃度（ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ）で評価した。また、昼間を9～17時、夜間を17～翌9時とした（本県を含む一部の参加機関は、昼間を10時～翌18時、夜間を18時～翌10時とした）。夏季の調査結果を図7に示す。本県を含むほとんどの調査地点においてVOCは夜間>昼間、ALDsは昼間>夜間となった。

・MIR (Maximum Incremental Reactivity) :

最大オゾン生成能。ある物質が大気中に放出された場合に増加するオゾン生成量を求めた際の最大値

表2 茨城県の参加状況

場所	項目	期間	観測時間
土浦保健所局	VOC (HAPs)	①春季 (5/25～5/27)	昼：10時～18時
	アルデヒド	②夏季 (7/29、8/3～8/5)	夜：18時～翌10時

表3 VOCグループ分類

分類1	分類2	略称	説明
HAPs	HAPs Aromatic Hydrocarbons	H Aromatic	HAPs中の芳香族炭化水素
	HAPs Others	-	上記を除くHAPs成分
VOC	PAMS Alkanes	Alkanes	PAMS中のアルカン類（HAPsと重複するものは除く）
	PAMS Alkenes	Alkenes	PAMS中のアルケン類（HAPsと重複するものは除く）
	PAMS Aromatic Hydrocarbons	P Aromatic	PAMS中の芳香族炭化水素（HAPsと重複するものは除く）

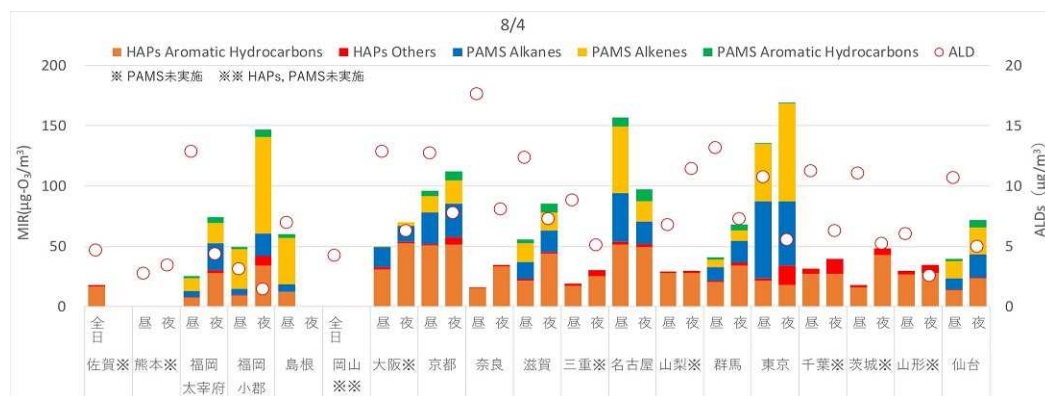


図7 全国の昼夜別観測結果（夏季8月4日を抜粋）

6 今後の検討課題

0x やPOについて、気象条件、前駆物質の地域汚染や越境汚染等による0x生成への影響評価やPM2.5の二次生成との関連を検討し、季節的な特徴や高濃度事象の発生要因を解明していきたい。

2-4 災害時の緊急調査を想定した GC/MS による化学物質の 網羅的簡易迅速測定法 (AIQS) の開発 (Ⅱ型共同研究)

1 目的

自然災害や事故等により一般環境中に化学物質が排出された際、周辺環境や健康への影響を最小限にとどめるためには、化学物質の同定・定量を早急に実施する必要がある。しかし、化学物質は多種多様である上に、分析に汎用される GCMS は同定のために標準物質測定が必要であり、迅速な対応は難しい。

そこで、国立環境研究所（国環研）と地方環境研究所（地環研）で本共同研究を実施し、緊急時の初動スクリーニングに有効な装置非依存型の GCMS 用全自動同定定量システム（Automated Identification and Quantification System for GC、AIQS-GC）を構築することを目的とした。

2 全体研究計画

(1) 研究期間

平成 31 年度から令和 3 年度の 3 ヶ年（当センターは令和 2 年度から参加）

(2) 参画機関

42 機関（国環研、41 都道府県市の地環研）

(3) 役割分担

①国環研

災害時に懸念される約 1000 種の半揮発性有機化合物（SVOCs）を選定し、各物質の定量分析データを AIQS-GC に収載し、災害時に利用するためのマニュアルを策定する。

②地環研

環境実試料を用いて AIQS-GC による測定解析を行い、測定機種間誤差、測定機関間誤差の確認のための基礎データを収集し、普及に向けた評価を行う。

3 研究方法

(1) 河川水を用いた AIQS-GC による測定解析

①試料

令和 3 年度水環境化学物質調査事業で調査対象となった河川水 14 試料について、表 1 に示す対象化合物を調査した。

②測定解析

図 1 に示す方法で試料の前処理を行い、表 2 に示す AIQS モードの条件で測定を行い、AIQS-GC により解析を行った。

表 1 令和3年度水環境化学物質調査事業の対象化合物

化合物名	CAS 番号	指針値 (mg/L)	報告下限値 (mg/L)
Dichlorvos (DDVP)	62-73-7	0.008	0.0008
Fenobucarb	3766-81-2	0.03	0.003
Propyzamide	23950-58-5	0.008	0.0008
Diazinon	333-41-5	0.005	0.0005
Chlorothalonil (TPN)	1897-45-6	0.05	0.005
Iprobenfos	26087-47-8	0.008	0.0008
Fenitrothion	122-14-5	0.003	0.0003
Isoprothiolane	50512-35-1	0.04	0.004
Isoxathion	18854-01-8	0.008	0.0008
Chlornitrofen (CNP)	1836-77-7	—	0.0005
EPN	2104-64-5	0.006	0.0006

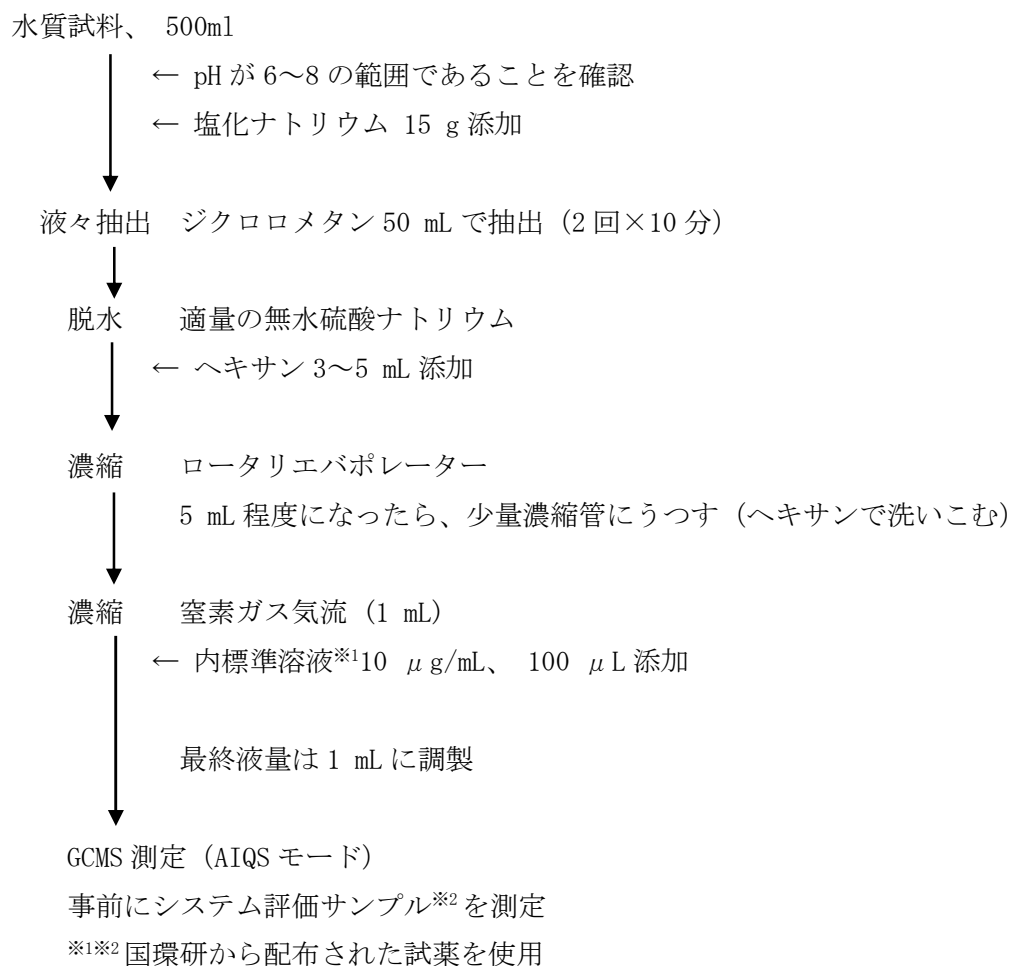


図 1 前処理方法

表2 GCMS 測定条件 (AIQS モード for Agilent GCMS)

使用カラム	J&W DB-5MS 30m×0.25mm、 0.25 μ m
注入モード	スプリットレス
イオン化法	EI
チューニングメソッド	DFTPP
温度プログラム	カラムオープン温度：40℃(2分間)→8℃/分で昇温 →310℃(5分間)
気化室温度	250℃
インターフェース温度	280℃
イオン源温度	230℃
四重極温度	150℃
制御モード	コンスタントフロー、1.2ml/min
スキャン質量範囲	33～600
注入量	1 μ l

(2) AIQS-GC による添加回収試験

①試料

河川水 A に表 3 に示す化合物を 0.1 μ g/ml、0.2 μ g/ml、1.0 μ g/ml になるように加えた。それぞれ、河川水 A_0.1、河川水 A_0.2、河川水 A_1.0 とする。

②測定解析

3 (1) ②と同様に測定解析を行った。

表3 添加した標準液に含まれる化合物

化合物名	CAS no.
Dichlorvos (DDVP)	62-73-7
Fenobucarb	3766-81-2
Simazine	122-34-9
Propyzamide	23950-58-5
Diazinon	333-41-5
Chlorothalonil (TPN)	1897-45-6
Iprobenfos	26087-47-8
Fenitrothion	122-14-5
Thiobencarb	28249-77-6
Isoprothiolane	50512-35-1
Isoxathion	18854-01-8
Chlornitrofen (CNP)	1836-77-7
EPN	2104-64-5

4 研究結果

(1) 河川水を用いた AIQS-GC による測定解析

表 1 に示す化合物を調査し、どの試料も定量下限値未満であることを確認した。令和 3 年度水環境化学物質調査事業で報告した内容と同等の結果が得られたため、AIQS-GC による測定解析は妥当であると考えられる。

(2) AIQS-GC による添加回収試験

表4にAIQS-GCによる解析結果を示す。ほとんどの化合物の回収率は50%から150%に収まり、良好な結果になった。

1.0 $\mu\text{g/ml}$ の添加では、Fenitrothion、Chlornitrofen (CNP)、EPNの値がやや小さかった。システム評価サンプルの測定でも、含有するFenitrothionの値が小さいことが確認された。Fenitrothionは、カラムの状態を確認する化合物のため、汚れなどの影響を受けたことが考えられる。

0.1 $\mu\text{g/ml}$ の添加では、FenitrothionとChlornitrofen (CNP)は、定量下限未満となった。

表4 解析結果 (単位 ; $\mu\text{g/ml}$)

化合物名	河川水 A_0.1	河川水 A_0.2	河川水 A_1.0
Dichlorvos (DDVP)	0.067	0.153	0.696
Fenobucarb	0.099	0.171	0.810
Simazine	0.072	0.179	0.888
Propyzamide	0.150	0.247	0.910
Diazinon	0.119	0.245	0.920
Chlorothalonil (TPN)	0.108	0.234	1.047
Iprobenfos	0.103	0.180	0.735
Fenitrothion	0.000	0.157	0.490
Thiobencarb	0.082	0.146	0.889
Isoprothiolane	0.077	0.114	0.720
Isoxathion	0.084	0.193	0.663
Chlornitrofen (CNP)	0.000	0.134	0.400
EPN	0.051	0.123	0.474

定量下限未満となったFenitrothionとChlornitrofen (CNP)に加えて、定量できているDichlorvos (DDVP)、Fenobucarbについて、表5にそれぞれの化合物の定量イオンのクロマトグラムの面積値の比較を示す。また、図2に、Fenitrothionの河川水 A_0.1と河川水 A_1.0の定量イオンのイオンクロマトグラムの重ね書きを示す。表5から、河川水 A_1.0と河川水 A_0.1を比較すると、定量できているDichlorvos (DDVP)、Fenobucarbの面積値は、濃度と同じように約1/10になったが、定量下限未満となったFenitrothionとChlornitrofen (CNP)は約1/50になった。図2からも、河川水 A_1.0と河川水 A_0.1を比較すると、Fenitrothionの面積値の上がり方が大きいことが分かった。

河川水 A_0.1では、添加濃度が小さいため、カラムの汚れなどの影響が大きくなりやすく、FenitrothionとChlornitrofen (CNP)のクロマトグラムの面積値が小さくなったと考えられる。汚れなどの影響を受けやすいFenitrothionとChlornitrofen (CNP)は、小さい濃度での検出は難しくなると考えられる。

表5 河川水 A_0.1 と河川水 A_1.0 の定量イオンのクロマトグラムの面積値の比較

試料	Fenitrothion	Chlornitrofen (CNP)	Dichlorvos (DDVP)	Fenobucarb
① 河川水 A_0.1	363	197	6925	55135
② 河川水 A_1.0	20741	10242	82214	599758
② / ①	57	52	12	11

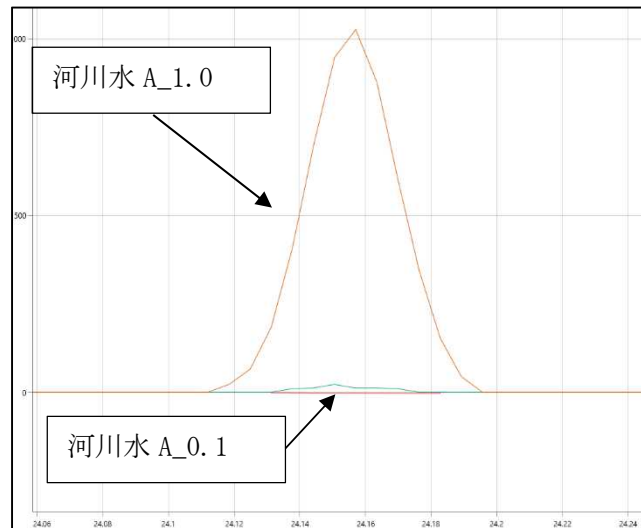


図2 Fenitrothion の河川水 A_0.1 と河川水 A_1.0 の定量イオンのクロマトグラムの重ね書き

5 今後の検討課題

本研究中でデータベース (DB) における保持指標のずれの補正が課題として挙げられた。また、実際の災害や日常業務の中で利用するための平時データの蓄積も重要である。そのため、当センターでも引き続き「災害時等における化学物質の網羅的簡易迅速測定法を活用した緊急調査プロトコルの開発」(Ⅱ型共同研究、研究期間 2022～2024 年度) に参加し、DB の評価等を行っていく。

2-5 有害大気汚染物質調査事業

1 目的

大気環境中には多様な発生源からの多種の物質が含まれており、中には継続的に摂取した場合、人の健康を損なうおそれがある有害大気汚染物質がある。大気汚染防止法により県はその汚染状況を把握することとされており、有害大気汚染モニタリング指針に基づき優先的に対策に取り組むべき物質（優先取組物質）について、県民への健康影響を確認する。

2 調査方法

(1) 調査期間・地点

調査は令和3年4月から令和4年3月までの間に月1回の頻度で、**図1**に示す県内7地点で実施した。

調査地点は、全国標準監視地点として、日立市役所、土浦保健所、筑西保健所、神栖消防、神栖下幡木、土浦中村南の6地点、地域特設監視地点として鹿嶋平井の1地点である。

なお、水戸市の測定地点については、平成9年度から令和元年度まで調査を実施してきたが、令和2年4月1日に水戸市が中核市に指定され、県の有害大気汚染常時監視業務が水戸市に権限移譲されるのに伴い、水戸石川の有害大気汚染物質調査は水戸市が実施することとなった。また、日立市の測定地点は、平成25年度までは日立多賀であったが、平成26年度からは日立市役所に変更された。



図1 調査地点

(2) 調査対象物質

優先取組物質全23物質のうち、測定マニュアル¹⁾に定められている22物質を対象とし、その物性により**表1**のとおり区分した。

表1 調査対象物質一覧

種類	調査対象物質	物質数
揮発性有機化合物	ベンゼン、トリクロロエチレン、テトラクロロエチレン、ジクロロメタン、アクリロニトリル、塩化ビニルモノマー、クロロホルム、1,2-ジクロロエタン、1,3-ブタジエン、塩化メチル、トルエン	11 物質
	酸化エチレン	1 物質
多環芳香族炭化水素	ベンゾ[a]ピレン	1 物質
アルデヒド類	ホルムアルデヒド、アセトアルデヒド	2 物質
金属類	水銀及びその化合物	1 物質
	六価クロム化合物	1 物質
	ニッケル化合物、ヒ素及びその化合物、マンガン及びその化合物、ベリリウム及びその化合物、クロム及びその化合物	5 物質
	計	22 物質

(3) 採取方法及び分析方法

調査対象物質の採取方法及び分析方法を**表2**に示す。

表2 採取方法及び分析方法一覧

種類	項目	採取器具	採取方法	分析方法
揮発性有機化合物	酸化エチレンを除く11物質	真空容器：ステンレス製、内面不活性化処理済、6L	真空容器に流量 3.0 mL/min で24時間採取	真空容器をガスクロマトグラフ質量分析計 (GC/MS) で分析
	酸化エチレン	捕集管：臭化水素を含浸させた捕集剤を充填	捕集管に流量 500 または 700 mL/min で24時間通気	捕集剤を有機溶媒で抽出後、GC/MS で分析
多環芳香族炭化水素	ベンゾ[a]ピレン	石英ろ紙	石英ろ紙に流量 700 L/min で24時間通気	石英ろ紙を有機溶媒で抽出後、蛍光検出器付高速液体クロマトグラフ (HPLC) で分析
アルデヒド類	ホルムアルデヒド アセトアルデヒド	固相カラム：ジフェニルヒドラジンを含有、前段にオゾン除去能を有する固相カラムを接続	固相カラムに流量 100 mL/min で24時間通気、アルデヒド類を誘導体化しながら捕集	固相カラムを有機溶媒で抽出後、紫外可視検出器付 HPLC で分析
金属類	水銀及びその化合物	捕集管：金を焼き付けした捕集剤を充填	捕集管に流量 100 mL/min で24時間通気	捕集管を加熱気化冷原子吸光光度計で分析
	六価クロム化合物	アルカリ含浸ろ紙	アルカリ含浸ろ紙に流量 5L/min で24時間通気	アルカリ含浸ろ紙を水抽出後、イオンクロマトグラフ-ポストカラム吸光光度計で分析
	水銀及び六価クロムを除く5物質	ベンゾ[a]ピレンと同様	ベンゾ[a]ピレンと同様	石英ろ紙を混酸で分解後、誘導結合プラズマ質量分析計で分析

3 結果の概要

県内7地点の調査結果を環境省から発表された令和2年度全国調査の集計結果²⁾とともに表3に示す。

(1) 環境基準が設定されている4物質

環境基準の設定されているベンゼン、トリクロロエチレン、テトラクロロエチレン、ジクロロメタンの4物質について、全ての調査地点で環境基準以下であった。

(2) 指針値が設定されている11物質

指針値の設定されているアクリロニトリル、塩化ビニルモノマー、クロロホルム、1,2-ジクロロエタン、1,3-ブタジエン、塩化メチル、アセトアルデヒド、水銀及びその化合物、ニッケル化合物、ヒ素及びその化合物、マンガン及びその化合物の11物質について、全ての調査地点で指針値以下であった。

(3) その他の7物質

環境基準等が設定されていないその他の有害大気汚染物質7物質について、全ての調査地点で令和2年度全国調査²⁾の全国最大値以下であった。

4 調査結果の詳細 (表3、図2～図23)

(1) 環境基準が設定されている4物質

① ベンゼン

全ての地点で環境基準 $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ より低い値であった。最大値は神栖消防の $1.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、最

小値は日立市役所の $0.45 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、県平均値は $0.77 \mu\text{g}/\text{m}^3$ と令和 2 年度の全国平均値 $0.79 \mu\text{g}/\text{m}^3$ より低い値であった。図 2 に経年変化を示す。神栖消防では概ね他の地点よりも高い濃度で推移しており、発生源からの影響を受けていることが示唆される。

② トリクロロエチレン

全ての地点で環境基準 $130 \mu\text{g}/\text{m}^3$ より低い値であった。最大値は筑西保健所の $0.60 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、最小値は神栖消防・鹿嶋平井の $0.056 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、県平均値は $0.17 \mu\text{g}/\text{m}^3$ と令和 2 年度の全国平均値 $1.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ より低い値であった。図 3 に経年変化を示す。

③ テトラクロロエチレン

全ての地点で環境基準 $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ より低い値であった。最大値は土浦中村南の $0.046 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、最小値は鹿嶋平井の $0.030 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、県平均値は $0.037 \mu\text{g}/\text{m}^3$ と令和 2 年度の全国平均値 $0.086 \mu\text{g}/\text{m}^3$ より低い値であった。図 4 に経年変化を示す。

④ ジクロロメタン

全ての地点で環境基準 $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ より低い値であった。最大値は筑西保健所の $1.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、最小値は日立市役所の $0.70 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、県平均値は $0.98 \mu\text{g}/\text{m}^3$ と令和 2 年度の全国平均値 $1.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ より低い値であった。図 5 に経年変化を示す。

(2) 指針値が設定されている 11 物質

① アクリロニトリル

全ての地点で指針値 $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ より低い値であった。最大値は鹿嶋平井の $0.054 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、最小値は土浦保健所の $0.035 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、県平均値は $0.043 \mu\text{g}/\text{m}^3$ と令和 2 年度の全国平均値 $0.050 \mu\text{g}/\text{m}^3$ より低い値であった。図 6 に経年変化を示す。

② 塩化ビニルモノマー

全ての地点で指針値 $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ より低い値であった。最大値は神栖消防の $0.27 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、最小値は日立市役所の $0.011 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、県平均値は $0.094 \mu\text{g}/\text{m}^3$ と令和 2 年度の全国平均値 $0.035 \mu\text{g}/\text{m}^3$ より高い値であった。図 7 に経年変化を示す。神栖消防では他の地点よりも高い濃度で推移しており、発生源からの影響を受けていることが示唆される。

③ クロロホルム

全ての地点で指針値 $18 \mu\text{g}/\text{m}^3$ より低い値であった。最大値は土浦中村南の $0.25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、最小値は鹿嶋平井の $0.12 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、県平均値は $0.17 \mu\text{g}/\text{m}^3$ と令和 2 年度の全国平均値 $0.27 \mu\text{g}/\text{m}^3$ より低い値であった。図 8 に経年変化を示す。

④ 1,2-ジクロロエタン

全ての地点で指針値 $1.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ より低い値であった。最大値は神栖消防の $0.97 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、最小値は筑西保健所の $0.099 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、県平均値は $0.29 \mu\text{g}/\text{m}^3$ と令和 2 年度の全国平均値 $0.16 \mu\text{g}/\text{m}^3$ より高い値であった。図 9 に経年変化を示す。神栖消防では他の地点よりも高い濃度で推移しており、発生源からの影響を受けていることが示唆される。

⑤ 1,3-ブタジエン

全ての地点で指針値 $2.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ より低い値であった。最大値は筑西保健所の $0.092 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、

最小値は日立市役所の $0.027 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、県平均値は $0.059 \mu\text{g}/\text{m}^3$ と令和2年度の全国平均値 $0.074 \mu\text{g}/\text{m}^3$ より低い値であった。図10に経年変化を示す。神栖消防では概ね他の地点よりも高い濃度で推移しており、発生源からの影響を受けていることが示唆される。

⑥ 塩化メチル

令和2年8月に指針値が設定された。全ての地点で指針値 $94 \mu\text{g}/\text{m}^3$ より低い値であった。最大値は神栖消防の $1.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、最小値は日立市役所・鹿嶋平井の $1.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、県平均値は $1.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ と令和2年度の全国平均値 $1.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ より高い値であった。図11に経年変化を示す。

⑦ アセトアルデヒド

令和2年8月に指針値が設定された。全ての地点で指針値 $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ より低い値であった。最大値は神栖消防の $3.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、最小値は筑西保健所の $1.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、県平均値は $2.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ と令和2年度の全国平均値 $2.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ より高い値であった。図12に経年変化を示す。

⑧ 水銀及びその化合物

全ての地点で指針値 $40 \text{ng}/\text{m}^3$ より低い値であった。最大値は筑西保健所の $1.7 \text{ng}/\text{m}^3$ 、最小値は神栖消防の $0.50 \text{ng}/\text{m}^3$ 、県平均値は $1.2 \text{ng}/\text{m}^3$ と令和2年度の全国平均値 $1.7 \text{ng}/\text{m}^3$ より低い値であった。図13に経年変化を示す。

⑨ ニッケル化合物

全ての地点で指針値 $25 \text{ng}/\text{m}^3$ より低い値であった。最大値は日立市役所の $4.1 \text{ng}/\text{m}^3$ 、最小値は土浦保健所の $1.4 \text{ng}/\text{m}^3$ 、県平均値は $2.3 \text{ng}/\text{m}^3$ と令和2年度の全国平均値 $2.5 \text{ng}/\text{m}^3$ より低い値であった。図14に経年変化を示す。

⑩ ヒ素及びその化合物

全ての地点で指針値 $6 \text{ng}/\text{m}^3$ より低い値であった。最大値は日立市役所の $2.2 \text{ng}/\text{m}^3$ 、最小値は土浦保健所の $0.85 \text{ng}/\text{m}^3$ 、県平均値は $1.2 \text{ng}/\text{m}^3$ と令和2年度の全国平均値 $1.5 \text{ng}/\text{m}^3$ より低い値であった。図15に経年変化を示す。また、平成26年度から測定を開始した日立市役所では他の地点よりも高い濃度で推移しており、発生源からの影響を受けていることが示唆される。

⑪ マンガン及びその化合物

全ての地点で指針値 $140 \text{ng}/\text{m}^3$ より低い値であった。最大値は神栖消防の $39 \text{ng}/\text{m}^3$ 、最小値は日立市役所の $12 \text{ng}/\text{m}^3$ 、県平均値は $22 \text{ng}/\text{m}^3$ と令和2年度の全国平均値 $20 \text{ng}/\text{m}^3$ より高い値であった。図16に経年変化を示す。神栖消防では概ね他の地点よりも高い濃度で推移しており、発生源からの影響を受けていることが示唆される。

(3) その他の7物質

① トルエン

最大値は日立市役所の $6.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、最小値は神栖下幡木・鹿嶋平井の $1.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、県平均値は $3.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ と令和2年度の全国平均値 $5.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ より低い値であった。図17に経年変化を示す。

② 酸化エチレン

最大値は神栖消防の $0.29 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、最小値は土浦中村南の $0.067 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、県平均値は $0.13 \mu\text{g}/\text{m}^3$ と令和2年度の全国平均値 $0.070 \mu\text{g}/\text{m}^3$ より高い値であった。図18に経年変化を示す。神栖消防では、他の地点よりも高い濃度で推移しており、発生源からの影響を受けていることが示唆される。

③ ベンゾ[a]ピレン

最大値は神栖消防の $0.26 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、最小値は日立市役所の $0.032 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、県平均値は $0.11 \mu\text{g}/\text{m}^3$ と令和2年度の全国平均値 $0.16 \mu\text{g}/\text{m}^3$ より低い値であった。図19に経年変化を示す。

④ ホルムアルデヒド

最大値は神栖下幡木の $4.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、最小値は日立市役所・土浦保健所の $2.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、県平均値は $3.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ と令和2年度の全国平均値 $2.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ より高い値であった。図20に経年変化を示す。

⑤ ベリリウム及びその化合物

最大値は土浦中村南の $0.027 \text{ng}/\text{m}^3$ 、最小値は土浦保健所の $0.009 \text{ng}/\text{m}^3$ 、県平均値は $0.016 \text{ng}/\text{m}^3$ と令和2年度の全国平均値 $0.018 \text{ng}/\text{m}^3$ より低い値であった。図21に経年変化を示す。

⑥ クロム及びその化合物

最大値は神栖消防の $3.4 \text{ng}/\text{m}^3$ 、最小値は土浦保健所の $1.9 \text{ng}/\text{m}^3$ 、県平均値は $2.6 \text{ng}/\text{m}^3$ と令和2年度の全国平均値 $3.9 \text{ng}/\text{m}^3$ より低い値であった。図22に経年変化を示す。

⑦ 六価クロム化合物

最大値は日立市役所の $0.070 \text{ng}/\text{m}^3$ 、最小値は神栖下幡木の $0.018 \text{ng}/\text{m}^3$ 、県平均値は $0.040 \text{ng}/\text{m}^3$ であった。図23に経年変化を示す。

5 まとめ

環境基準あるいは指針値を有する項目について、全ての調査地点で環境基準または指針値以下の結果であった。

神栖消防において、ベンゼン、塩化ビニルモノマー、1,2-ジクロロエタン、1,3-ブタジエン、酸化エチレン、マンガン及びその化合物は、他の地点及び令和2年度の全国平均値を超える濃度で推移し、発生源からの影響を受けていることが示唆された。

参考文献

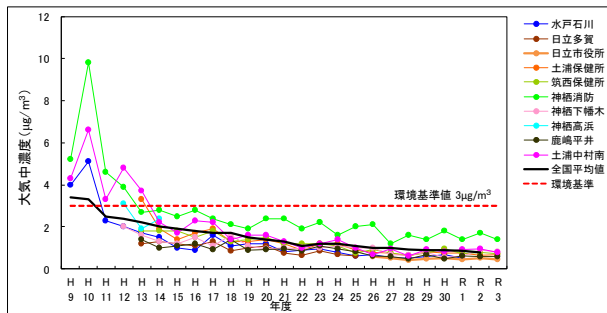
- 1) 有害大気汚染物質測定方法マニュアル（平成31年3月改訂）、環境省（2019）
<http://www.env.go.jp/air/osen/manual2/index.html>
- 2) 令和2年度 大気汚染状況について（有害大気汚染物質モニタリング調査結果報告）、環境省（2021）
http://www.env.go.jp/air/osen/monitoring/mon_R2/index.html

表3 調査結果一覧（年平均）

単位:揮発性有機化合物,アルデヒド類… $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 多環芳香族炭化水素,金属類… ng/m^3

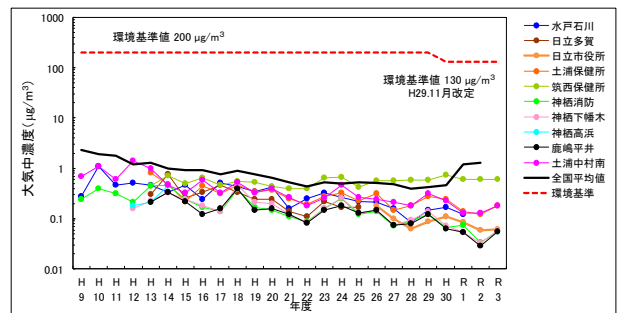
地点名	日立市役所	土浦保健所	筑西保健所	神栖消防	神栖下幡木	鹿嶋平井	土浦中村南				
地点区分	全国標準監視地点	全国標準監視地点	全国標準監視地点	全国標準監視地点	全国標準監視地点	地域特設監視地点	全国標準監視地点	県内調査地点平均	令和2年度全国平均 ²⁾ (範囲)	環境基準値及び指針値	
測定期間	令和3年4月～令和4年3月										
揮発性有機化合物	ベンゼン	0.45	0.68	0.72	1.4	0.81	0.57	0.78	0.77	0.79 (0.34～3.0)	3
	トリクロロエチレン	0.061	0.18	0.60	0.056	0.059	0.056	0.18	0.17	1.3 (0.0033～130)	130
	テトラクロロエチレン	0.031	0.043	0.041	0.033	0.035	0.030	0.046	0.037	0.086 (0.0040～0.73)	200
	シクロメタン	0.70	1.0	1.8	0.90	0.73	0.75	1.0	0.98	1.3 (0.024～8.7)	150
	アクリロニトリル	0.038	0.035	0.050	0.044	0.038	0.054	0.041	0.043	0.050 (0.0014～0.95)	2 (指針値)
	塩化ビニルモノマー	0.011	0.019	0.014	0.27	0.13	0.19	0.027	0.094	0.035 (0.0019～1.1)	10 (指針値)
	クロホルム	0.14	0.16	0.17	0.21	0.13	0.12	0.25	0.17	0.27 (0.0040～13)	18 (指針値)
	1,2-シクロエタン	0.10	0.11	0.099	0.97	0.41	0.22	0.12	0.29	0.16 (0.017～4.0)	1.6 (指針値)
	1,3-ブタジエン	0.027	0.055	0.092	0.091	0.054	0.029	0.063	0.059	0.074 (0.0018～1.4)	2.5 (指針値)
	塩化メチル	1.4	1.6	1.5	1.6	1.5	1.4	1.5	1.5	1.4 (0.32～4.1)	94 (指針値)
	トルエン	6.3	3.5	3.7	2.5	1.7	1.7	4.4	3.4	5.8 (0.33～180)	—
酸化エチレン	0.070	0.069	0.15	0.29	0.11	—	0.067	0.13	0.070 (0.016～0.72)	—	
多環芳香族炭化水素	ベンゾ[a]ピレン	0.032	0.066	0.10	0.26	0.092	—	0.10	0.11	0.16 (0.0081～3.1)	—
アルデヒド類	ホルムアルデヒド	2.7	2.7	3.0	2.8	4.3	—	3.9	3.3	2.4 (0.92～11)	—
	アセトアルデヒド	1.8	1.9	1.7	3.6	2.5	—	3.1	2.4	2.0 (0.64～14)	120 (指針値)
金属類	水銀及びその化合物	1.5	1.2	1.7	0.50	1.3	—	1.3	1.2	1.7 (0.17～5.7)	40 (指針値)
	ニッケル化合物	4.1	1.4	1.5	2.8	1.8	—	2.3	2.3	2.5 (0.13～14)	25 (指針値)
	ヒ素及びその化合物	2.2	0.85	1.1	0.99	0.89	—	1.1	1.2	1.5 (0.075～50)	6 (指針値)
	マンガン及びその化合物	12	13	17	39	23	—	27	22	20 (1.2～130)	140 (指針値)
	ベリリウム及びその化合物	0.015	0.009	0.015	0.018	0.012	—	0.027	0.016	0.018 (0.0019～0.10)	—
	クロム及びその化合物	2.6	1.9	2.3	3.4	2.2	—	3.1	2.6	3.9 (0.19～26)	—
	六価クロム化合物	0.070	0.025	0.050	0.043	0.018	—	0.036	0.040	—	—

2) 環境省、令和2年度 大気汚染状況について(有害大気汚染物質モニタリング調査結果報告)



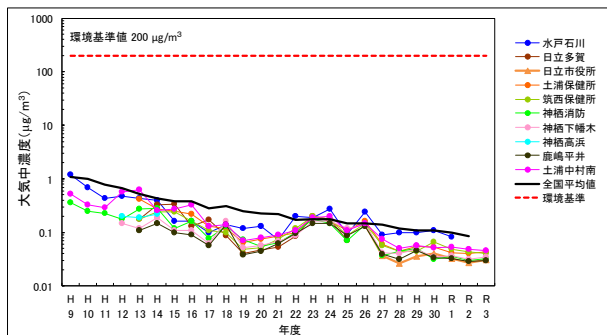
年度	水戸石川	日立多賀	日立市役所	土浦保健所	筑西保健所	神橋消防	神橋下橋木	神橋高浜	鹿嶋平井	土浦中村南	全国平均値	環境基準
H 9	4.0					5.2				4.3	3.4	
H 10	5.1					9.8				6.6	3.3	
H 11	2.3					4.6				3.3	2.5	
H 12	2.0					3.9	2.0	3.1		4.8	2.4	
H 13	1.7	1.2		3.3	1.8	2.7	1.6	1.9	1.4	3.7	2.2	
H 14	1.5	1.3		1.9	1.8	2.8	1.3	2.4	0.99	2.2	2.0	
H 15	1.0	1.2		1.4	1.8	2.5	1.2		1.1	1.7	1.9	
H 16	0.89	1.1		1.7	1.5	2.8	1.5		1.2	2.3	1.8	
H 17	1.6	1.3		1.9	1.8	2.4	1.1		0.91	2.2	1.7	
H 18	1.1	0.84		1.3	1.3	2.1	1.6		1.4	1.4	1.7	
H 19	1.2	0.99		1.3	1.4	1.9	1.1		0.90	1.6	1.5	
H 20	1.2	1.1		1.4	1.5	2.4	0.94		0.91	1.6	1.4	
H 21	0.82	0.76		1.2	1.2	2.4	1.0		0.94	1.3	1.3	
H 22	0.88	0.66		0.89	1.2	1.9	0.96		0.86	0.98	1.1	
H 23	0.94	0.84		1.2	1.2	2.2	1.0		1.1	1.2	1.2	
H 24	0.79	0.69		1.2	1.1	1.6	1.1		0.97	1.4	1.2	
H 25	0.62	0.63		0.90	0.74	2.0	0.98		0.82	1.0	1.1	
H 26	0.69		0.58	0.80	0.92	2.1	1.0		0.60	0.69	1.0	
H 27	0.55		0.51	0.76	0.76	1.2	0.70		0.58	0.94	1.0	
H 28	0.50		0.40	0.60	0.64	1.6	0.66		0.48	0.63	0.91	
H 29	0.58		0.48	0.83	0.74	1.4	0.79		0.67	0.93	0.90	
H 30	0.67		0.51	0.76	0.96	1.8	0.54		0.49	0.81	0.90	
R 1	0.50		0.44	0.76	0.73	1.4	0.62		0.60	0.91	0.86	
R 2			0.51	0.64	0.78	1.7	0.90		0.58	0.94	0.79	
R 3			0.45	0.68	0.72	1.4	0.81		0.57	0.78		

図2 経年変化 ベンゼン



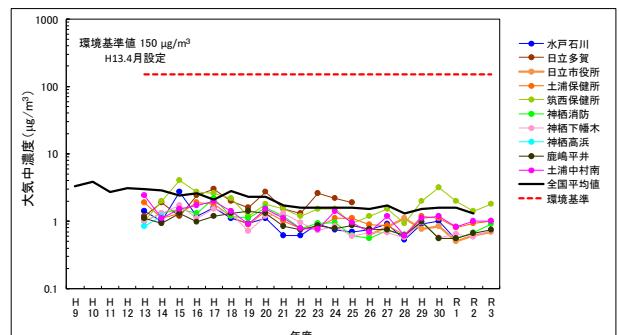
年度	水戸石川	日立多賀	日立市役所	土浦保健所	筑西保健所	神橋消防	神橋下橋木	神橋高浜	鹿嶋平井	土浦中村南	全国平均値	環境基準
H 9	0.28					0.24				0.69	2.3	
H 10	1.1					0.39				1.1	1.9	
H 11	0.47					0.31				0.60	1.8	
H 12	0.51					0.21	0.16	0.18		1.4	1.2	
H 13	0.47	0.30		0.81	0.45	0.45	0.23	0.21	0.21	0.98	1.3	
H 14	0.34	0.75		0.48	0.71	0.47	0.33	0.45	0.34	0.46	1.0	
H 15	0.46	0.26		0.22	0.49	0.24	0.24	0.22	0.32	0.32	0.92	
H 16	0.24	0.34		0.45	0.65	0.17	0.18		0.12	0.58	0.93	
H 17	0.52	0.46		0.31	0.46	0.14	0.14		0.16	0.33	0.75	
H 18	0.43	0.34		0.47	0.55	0.38	0.46		0.40	0.53	0.90	
H 19	0.35	0.24		0.35	0.53	0.17	0.21		0.15	0.32	0.76	
H 20	0.42	0.24		0.37	0.44	0.15	0.20		0.16	0.39	0.65	
H 21	0.16	0.14		0.25	0.39	0.11	0.12		0.12	0.27	0.53	
H 22	0.25	0.11		0.19	0.39	0.089	0.085		0.081	0.18	0.44	
H 23	0.32	0.22		0.28	0.64	0.16	0.16		0.15	0.26	0.53	
H 24	0.27	0.17		0.32	0.66	0.25	0.26		0.18	0.46	0.50	
H 25	0.22	0.17		0.23	0.42	0.12	0.13		0.13	0.27	0.53	
H 26	0.21		0.18	0.31	0.56	0.14	0.15		0.15	0.24	0.51	
H 27	0.16		0.10	0.15	0.56	0.73	0.075		0.075	0.21	0.48	
H 28	0.086		0.063	0.18	0.58	0.082	0.093		0.079	0.18	0.40	
H 29	0.15		0.089	0.28	0.59	0.12	0.14		0.12	0.31	0.42	
H 30	0.17		0.11	0.24	0.74	0.067	0.073		0.064	0.23	0.46	
R 1	0.12		0.086	0.14	0.61	0.074	0.054		0.053	0.13	1.2	
R 2			0.060	0.12	0.60	0.034	0.033		0.029	0.13	1.3	
R 3			0.061	0.18	0.60	0.056	0.059		0.056	0.18		

図3 経年変化 トリクロロエチレン



年度	水戸石川	日立多賀	日立市役所	土浦保健所	筑西保健所	神橋消防	神橋下橋木	神橋高浜	鹿嶋平井	土浦中村南	全国平均値	環境基準
H 9	1.2					0.36				0.53	1.1	
H 10	0.69					0.25				0.33	1.0	
H 11	0.44					0.23				0.29	0.77	
H 12	0.48					0.18	0.15	0.20		0.57	0.66	
H 13	0.43	0.18		0.42	0.18	0.27	0.12	0.19	0.11	0.63	0.52	
H 14	0.40	0.33		0.27	0.24	0.28	0.19	0.22	0.15	0.26	0.43	
H 15	0.16	0.34		0.25	0.24	0.12	0.11		0.10	0.27	0.38	
H 16	0.16	0.13		0.22	0.16	0.16	0.11		0.089	0.33	0.38	
H 17	0.10	0.17		0.13	0.11	0.078	0.062		0.056	0.13	0.28	
H 18	0.14	0.088		0.12	0.10	0.13	0.16		0.14	0.14	0.31	
H 19	0.12	0.040		0.065	0.048	0.073	0.052		0.038	0.07	0.25	
H 20	0.13	0.047		0.074	0.052	0.055	0.056		0.045	0.081	0.23	
H 21	0.072	0.054		0.086	0.074	0.065	0.068		0.063	0.089	0.22	
H 22	0.20	0.084		0.10	0.12	0.10	0.087		0.096	0.11	0.17	
H 23	0.19	0.20		0.20	0.20	0.18	0.16		0.15	0.19	0.18	
H 24	0.27	0.18		0.16	0.18	0.15	0.16		0.15	0.20	0.18	
H 25	0.092	0.07		0.11	0.087	0.07	0.12		0.088	0.11	0.15	
H 26	0.24		0.14	0.16	0.15	0.14	0.14		0.13	0.15	0.15	
H 27	0.091		0.037	0.061	0.056	0.037	0.042		0.039	0.076	0.14	
H 28	0.10		0.028	0.044	0.044	0.044	0.041		0.032	0.050	0.12	
H 29	0.099		0.036	0.055	0.045	0.050	0.048		0.046	0.057	0.11	
H 30	0.11		0.041	0.054	0.066	0.032	0.035		0.034	0.052	0.11	
R 1	0.082		0.033	0.042	0.048	0.036	0.037		0.033	0.053	0.10	
R 2			0.027	0.040	0.043	0.030	0.032		0.029	0.049	0.086	
R 3			0.031	0.043	0.041	0.033	0.035		0.030	0.046		

図4 経年変化 テトラクロロエチレン



年度	水戸石川	日立多賀	日立市役所	土浦保健所	筑西保健所	神橋消防	神橋下橋木	神橋高浜	鹿嶋平井	土浦中村南	全国平均値	環境基準
H 9											3.3	
H 10											3.8	
H 11											2.7	
H 12											3.1	
H 13	1.4	1.2		1.9	1.0	1.0	1.0	0.85	1.1	2.4	3.0	
H 14	1.0	1.9		1.1	2.0	1.3	1.3	1.2	0.94	1.1	2.9	
H 15	2.7	1.2		1.3	4.0	1.5	1.7		1.3	1.5	2.4	
H 16	1.2	2.4		1.9	2.7	1.3	1.1		0.98	1.7	2.6	
H 17	1.6	3.0		1.8	2.6	2.2	1.5		1.2	2.0	2.1	
H 18	1.1	2.0		1.2	2.2	1.2	1.3		1.3	1.4	2.8	
H 19	0.93	1.6		0.88	1.2	1.1	0.71		1.4	0.91	2.3	
H 20	1.1	2.7		1.4	1.8	1.6	1.2		1.3	1.5	2.3	
H 21	0.62	1.5		1.0	1.5	1.2	1.3		0.84	1.1	1.7	
H 22	0.61	1.3		0.79	1.2	0.79	0.96		0.74	0.79	1.6	
H 23	0.91	2.6		0.83	1.5	0.92	0.73		0.86	0.77	1.6	
H 24	0.74	2.2		1.1	1.5	0.95	0.85		0.79	1.4	1.6	
H 25	0.70	1.9		1.1	0.94	0.82	0.80		0.86	0.96	1.6	
H 26	0.74		0.63	0.88	1.2	0.56	0.67		0.76	0.70	1.5	
H 27	0.90		0.83	0.87	1.5	0.73	0.68		0.75	1.2	1.7	
H 28	0.53		1.1	0.63	0.92	0.63	0.57		0.61	0.61	1.3	
H 29	0.91		0.77	1.2	2.0	1.0	0.96		0.98	1.1	1.5	
H 30	1.0		0.85	1.1	3.2	0.56	0.57		0.55	1.2	1.6	
R 1	0.53		0.51	0.81	2.0	0.55	0.64		0.56	0.83	1.6	
R 2			0.62	0.93	1.4	0.67	0.58		0.66	1.0	1.3	
R 3			0.70	1.0	1.8	0.90	0.73		0.75	1.0		

図5 経年変化 ジクロロメタン

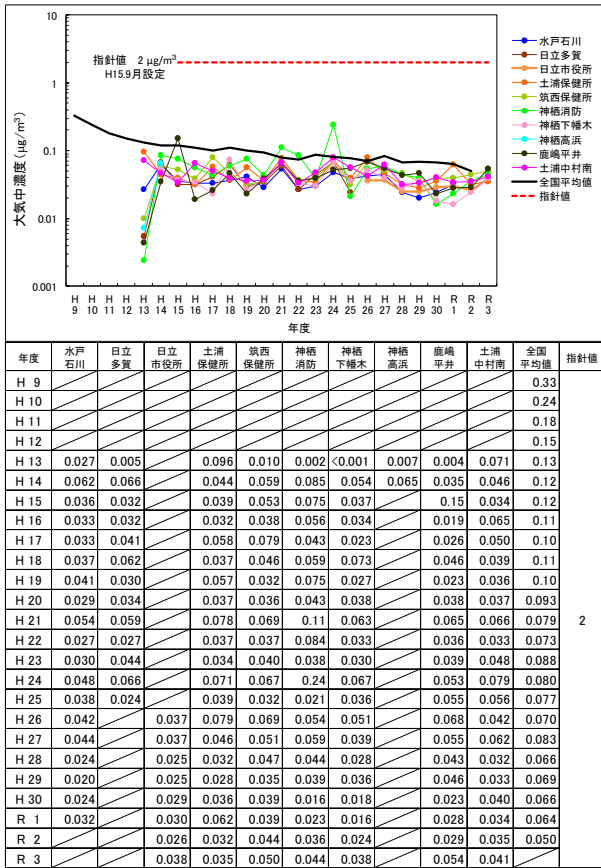


図6 経年変化 アクリロニトリル

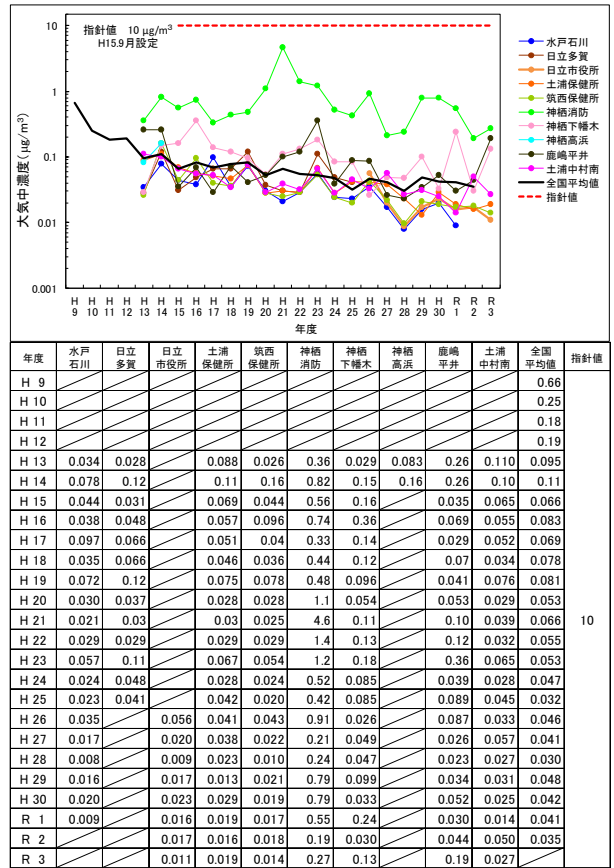


図7 経年変化 塩化ビニルモノマー

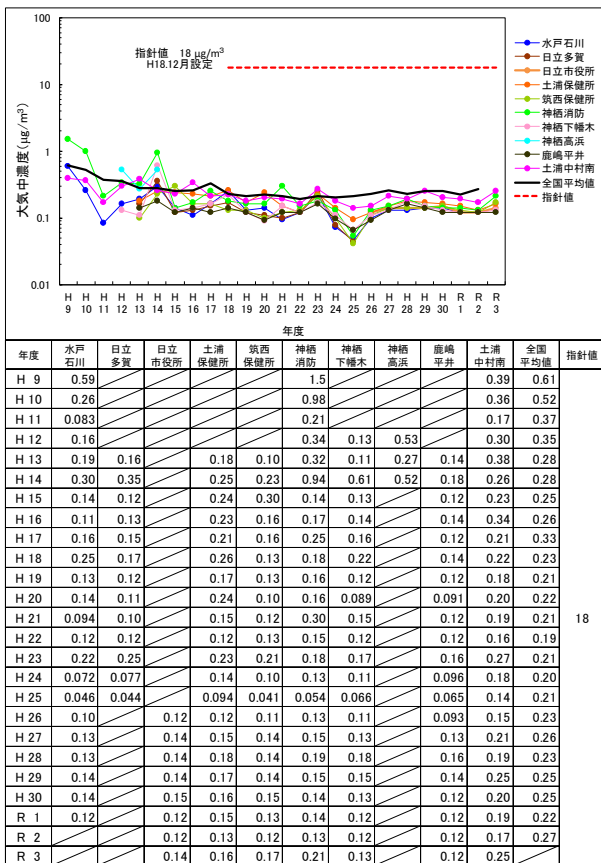


図8 経年変化 クロロホルム

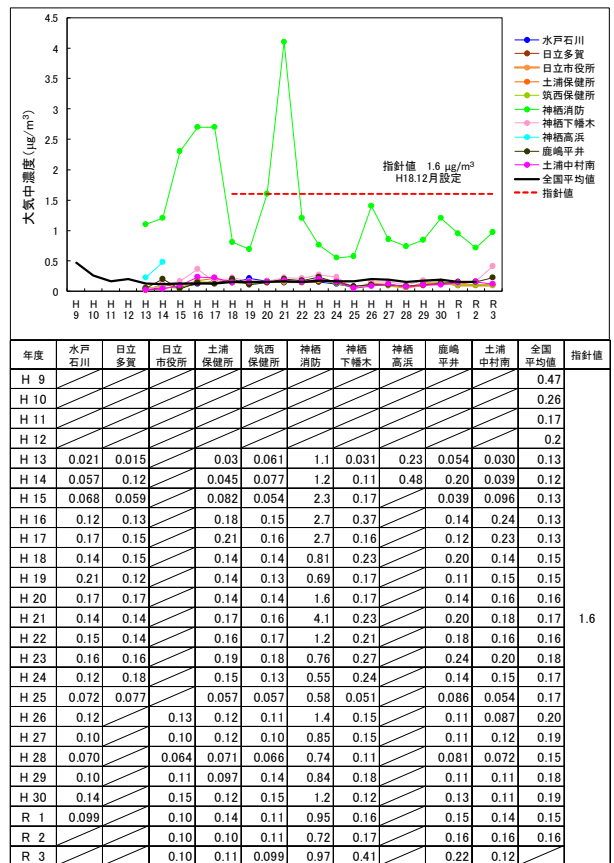


図9 経年変化 1,2-ジクロロエタン

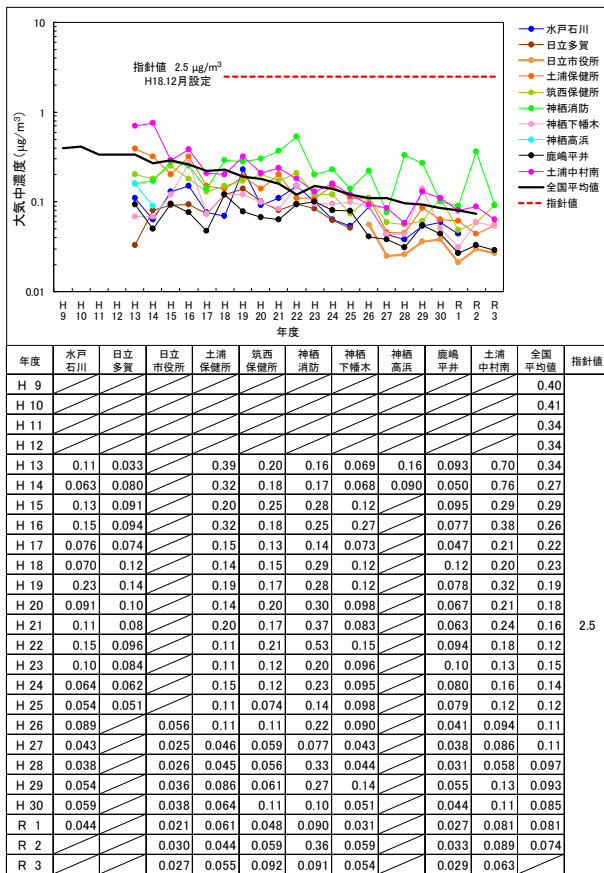


図10 経年変化 1,3-ブタジエン

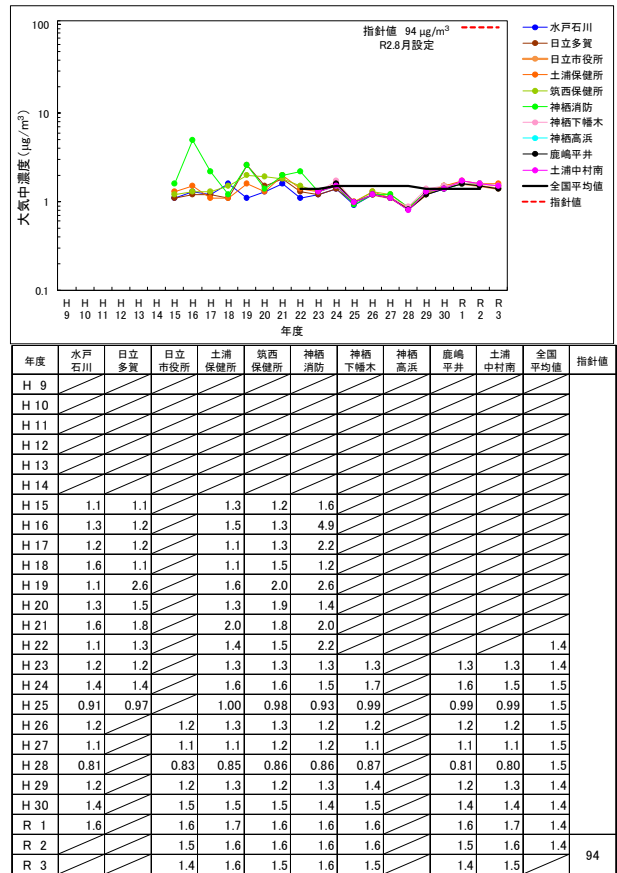


図11 経年変化 塩化メチル

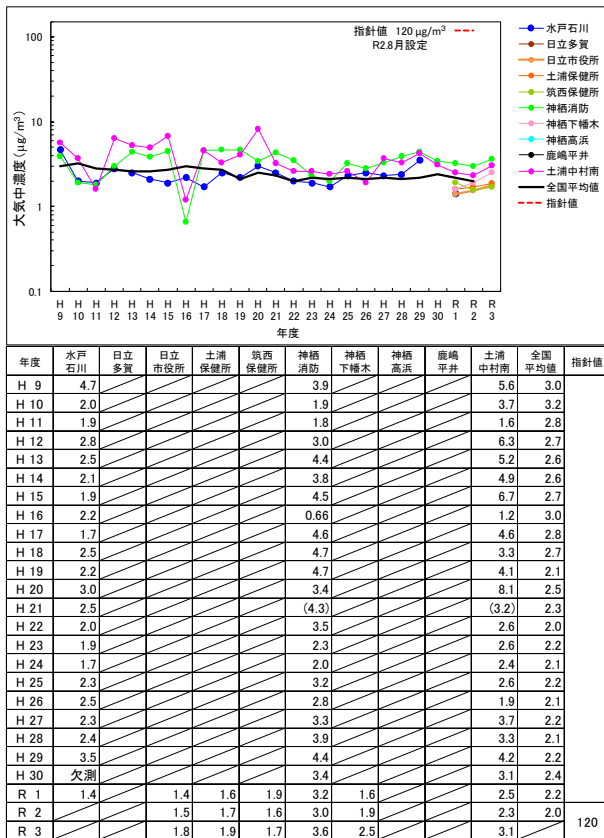


図12 経年変化 アセトアルデヒド ※(数値)は参考値扱い。

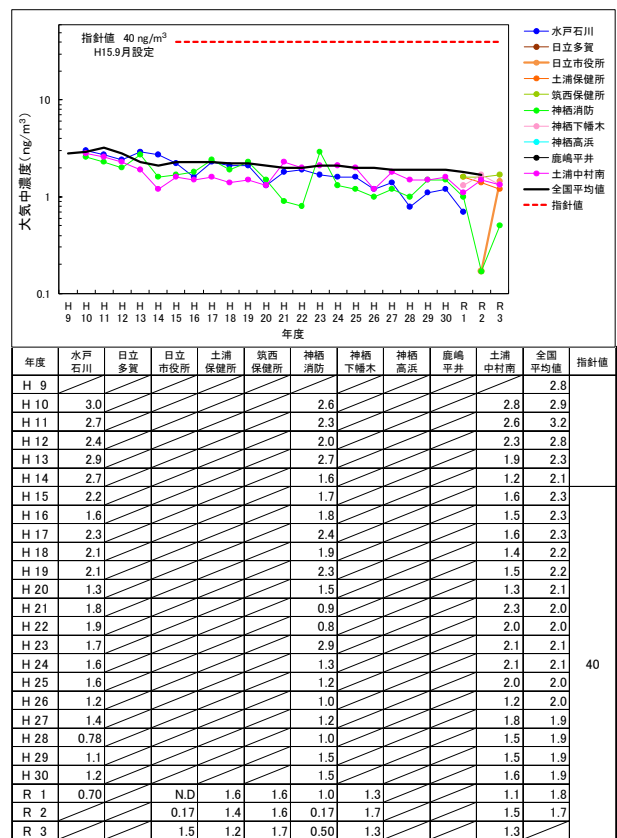


図13 経年変化 水銀及びその化合物

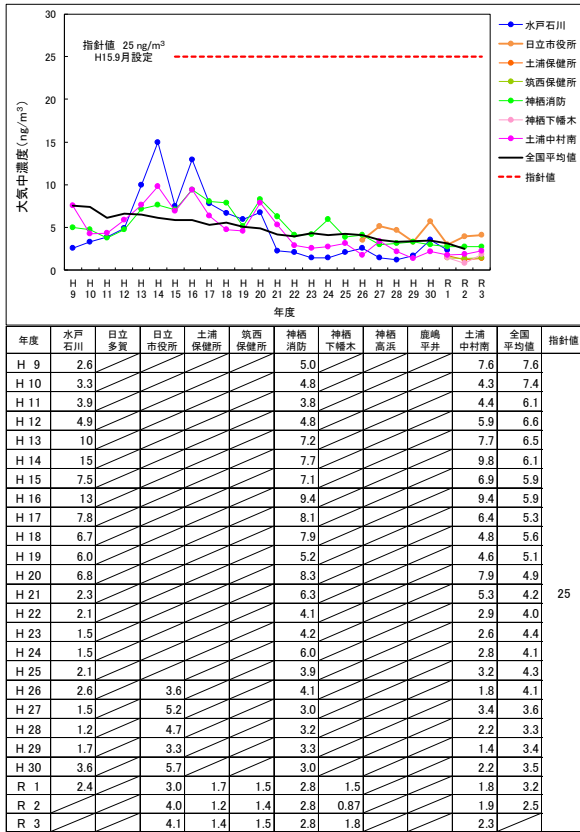


図14 経年変化 ニッケル化合物

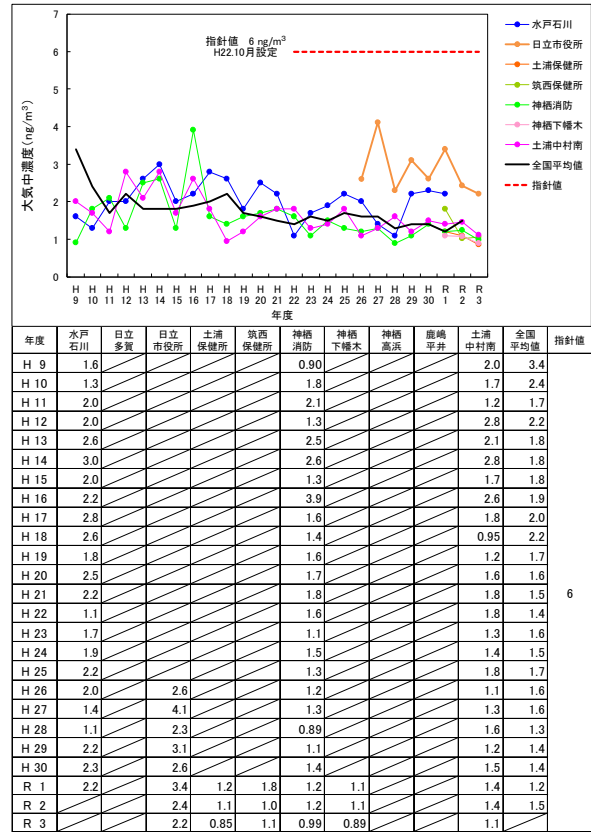


図15 経年変化 ヒ素及びその化合物

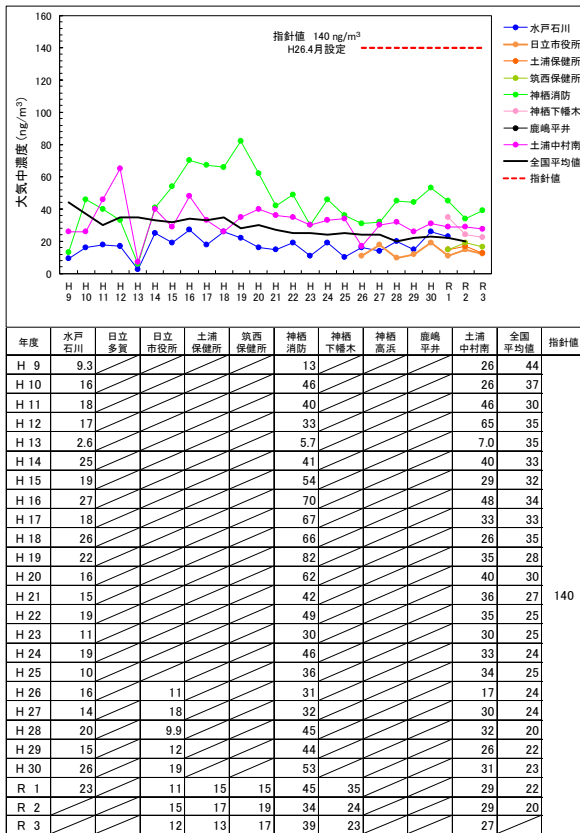


図16 経年変化 マンガン及びその化合物

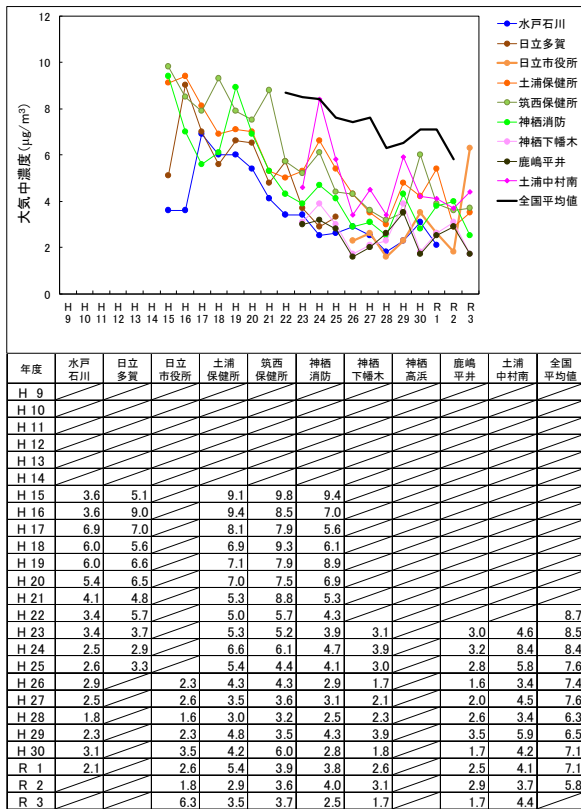


図17 経年変化 トルエン

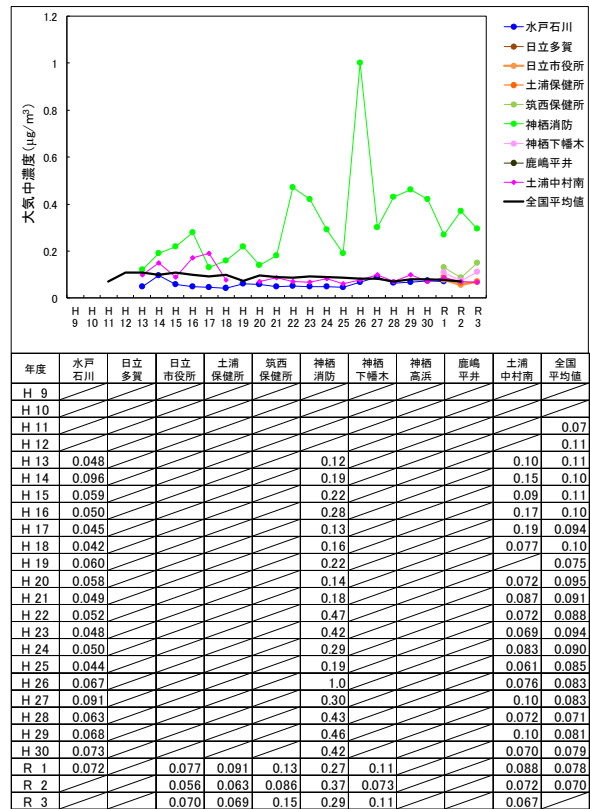


図18 経年変化 酸化エチレン

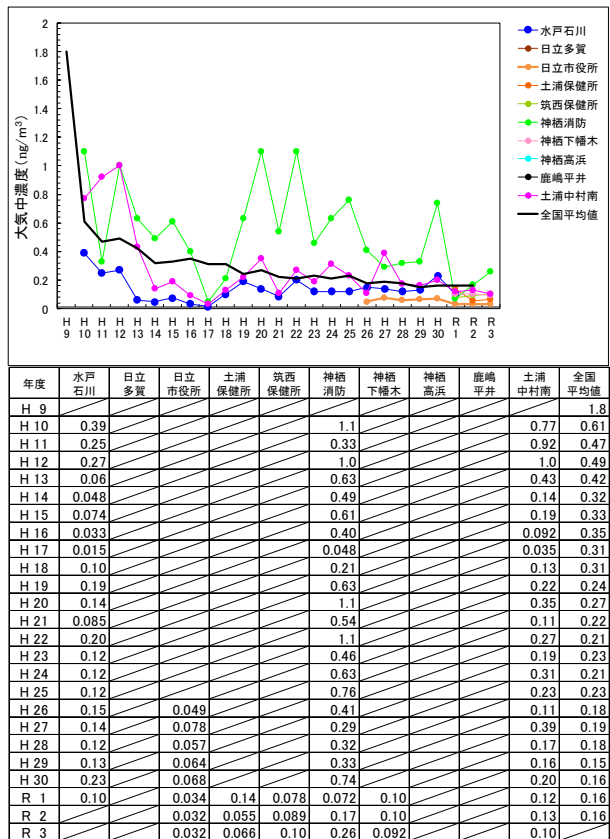


図19 経年変化 ベンゾ[a]ピレン

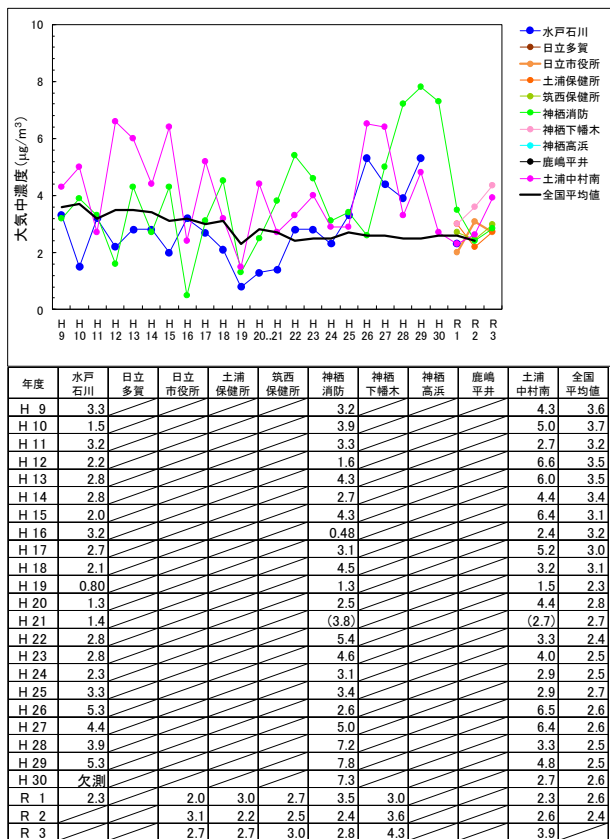
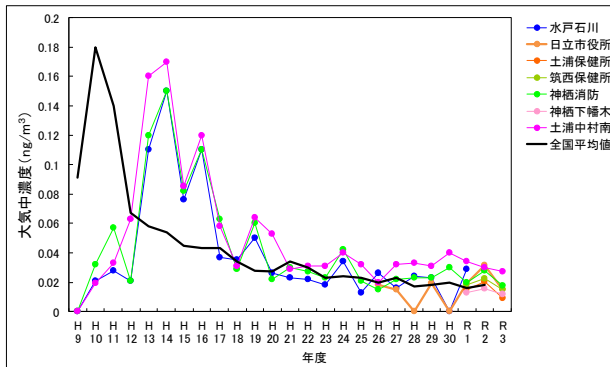
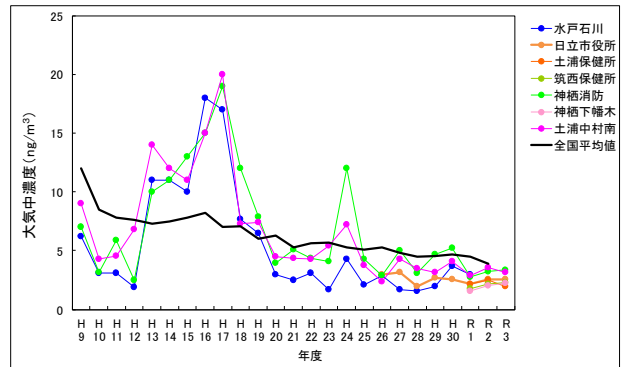


図20 経年変化 ホルムアルデヒド
※(数値)は参考値扱い。



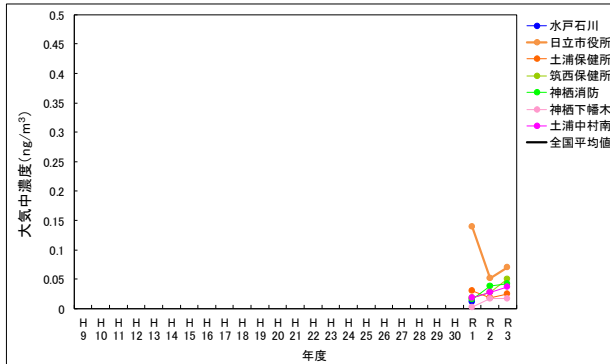
年度	水戸石川	日立市役所	日立市役所	土浦保健所	筑西保健所	神橋消防	神橋下幡木	神橋高浜	鹿嶋平井	土浦中村南	全国平均値
H 9	N.D					N.D				N.D	0.091
H 10	0.021					0.032				0.019	0.18
H 11	0.028					0.057				0.033	0.14
H 12	0.021					0.021				0.063	0.067
H 13	0.11					0.12				0.16	0.058
H 14	0.15					0.15				0.17	0.054
H 15	0.076					0.082				0.085	0.045
H 16	0.11					0.11				0.12	0.043
H 17	0.037					0.063				0.058	0.043
H 18	0.035					0.029				0.031	0.034
H 19	0.050					0.060				0.064	0.028
H 20	0.026					0.022				0.053	0.027
H 21	0.023					0.030				0.029	0.034
H 22	0.022					0.027				0.031	0.030
H 23	0.018					0.023				0.031	0.023
H 24	0.034					0.042				0.040	0.024
H 25	0.013					0.021				0.032	0.023
H 26	0.026		0.018			0.015				0.020	0.020
H 27	0.016		0.015			0.022				0.032	0.023
H 28	0.024		N.D			0.023				0.033	0.017
H 29	0.023		0.019			0.023				0.031	0.018
H 30	N.D		N.D			0.030				0.04	0.020
R 1	0.029		0.019	0.015	0.018	0.020	0.013			0.034	0.016
R 2			0.032	0.020	0.023	0.028	0.016			0.030	0.018
R 3			0.015	0.009	0.015	0.018	0.012			0.027	

図21 経年変化 ベリリウム及びその化合物



年度	水戸石川	日立市役所	日立市役所	土浦保健所	筑西保健所	神橋消防	神橋下幡木	神橋高浜	鹿嶋平井	土浦中村南	全国平均値
H 9	6.2					7.0				9.0	12
H 10	3.1					3.2				4.3	8.5
H 11	3.1					5.9				4.6	7.8
H 12	1.9					2.5				6.8	7.6
H 13	11					10				14	7.3
H 14	11					11				12	7.5
H 15	10					13				11	7.8
H 16	18					15				15	8.2
H 17	17					19				20	7.0
H 18	7.7					12				7.3	7.1
H 19	6.5					7.9				7.4	6.0
H 20	3.0					4.0				4.5	6.3
H 21	2.5					5.1				4.4	5.3
H 22	3.1					4.4				4.3	5.6
H 23	1.7					4.1				5.4	5.7
H 24	4.3					12				7.2	5.3
H 25	2.1					4.3				3.8	5.1
H 26	2.9		3.0			2.9				2.4	5.3
H 27	1.7		3.2			5.0				4.3	4.8
H 28	1.6		2.0			3.1				3.5	4.5
H 29	2.0		2.7			4.7				3.2	4.6
H 30	3.7		2.6			5.2				4.1	4.7
R 1	3.0		2.2	2.2	1.8	2.8	1.6			2.9	4.5
R 2			2.6	2.5	2.2	3.2	2.0			3.6	3.9
R 3			2.6	1.9	2.3	3.4	2.2			3.1	

図22 経年変化 クロム及びその化合物



年度	水戸石川	日立市役所	日立市役所	土浦保健所	筑西保健所	神橋消防	神橋下幡木	神橋高浜	鹿嶋平井	土浦中村南	全国平均値
H 9											
H 10											
H 11											
H 12											
H 13											
H 14											
H 15											
H 16											
H 17											
H 18											
H 19											
H 20											
H 21											
H 22											
H 23											
H 24											
H 25											
H 26											
H 27											
H 28											
H 29											
H 30											
R 1	0.012		0.14	0.031	0.018	0.016	0.0027				0.018
R 2			0.052	0.019	0.028	0.039	0.017				0.028
R 3			0.070	0.025	0.050	0.043	0.018				0.036

図23 経年変化 六価クロム化合物

2-6 大気環境中のフロン濃度調査事業

1 目的

オゾン層の破壊物質及び温室効果ガスであるフロン等の環境濃度を測定することにより、大気環境の実態を継続的に把握する。

2 調査方法

(1) 調査期間及び地点

調査は令和3年5月から令和4年2月の間に4回、**図1**に示す4地点（日立市、神栖市、土浦市、筑西市）に所在する大気測定局舎で行った。調査地点の概況は以下のとおりである。

- ① 日立市役所局舎：南方向約70 m先に日立市役所が、東南東方向約70 m先に国道6号線がある。
- ② 神栖消防局舎：国道124号線に面した公官庁の駐車場の一角にあり、北東方向約500 mから先に石油化学コンビナートがある。
- ③ 土浦保健所局舎：保健所の駐車場の一角にあり、付近には雑木林、国立病院及び住宅等がある。
- ④ 筑西保健所局舎：商業地域内に位置する保健所の一角にあり、北方向約100 mには国道50号線がある。



(2) 調査対象物質及び測定方法

調査は、CFC-11、CFC-12及びCFC-113の3物質を対象に土浦市において、四塩化炭素、HFC C-22、HCFC-123、HCFC-141b、HCFC-142b、HCFC-225ca、HCFC-225cb、1,1,1-トリクロロエタン、HFC-134aの9物質を対象に県内4地点において実施した。また、測定方法は有害大気汚染物質等測定方法マニュアル¹⁾に基づき、真空容器（ステンレス製内面不活性化処理済、6L）に約3 mL/minの流量で24時間採取した環境大気をガスクロマトグラフ質量分析法で測定した。

3 結果の概要

調査結果を**表1**に示す。比較のため、環境省が行った令和2年度調査結果²⁾も併せて示す。また、平成5年度及び平成17年度からの本県の結果を**図2**及び**図3**に示す。

(1) CFC-11、CFC-12、CFC-113

昨年度と比較すると、CFC-11、CFC-12、CFC-113は共に大きな変動はなかった（**表1**及び**図2**）。

大気中濃度の推移について、CFC-11は調査を開始した平成5年度からほぼ横ばいであり、県外2地点と同程度で推移している。CFC-12は県外2地点と比較して平成25年度から平成28年度は低い状況であったが平成30年度以降は本県が高い状況で推移している。CFC-113は調査を開始した平成11年度から横ばいであり、県外2地点と同程度で推移している（**図2**）。

(2) 四塩化炭素、HCFC-22、HCFC-123、HCFC-141b、HCFC-142b、HCFC-225ca、HCFC-225cb、1,1,1-トリクロロエタン、HFC-134a

昨年度と比較すると、大きな変動はなかった。(表1及び図3)。

県平均値と県外の値を比較すると、四塩化炭素、1, 1, 1-トリクロロエタンは北海道 < 茨城県、HCFC-22、HCFC-141b 及び HFC-134a は北海道 < 川崎 < 茨城県、HCFC-142b は 北海道 = 茨城県 < 川崎であった(表1)。

表1 調査結果

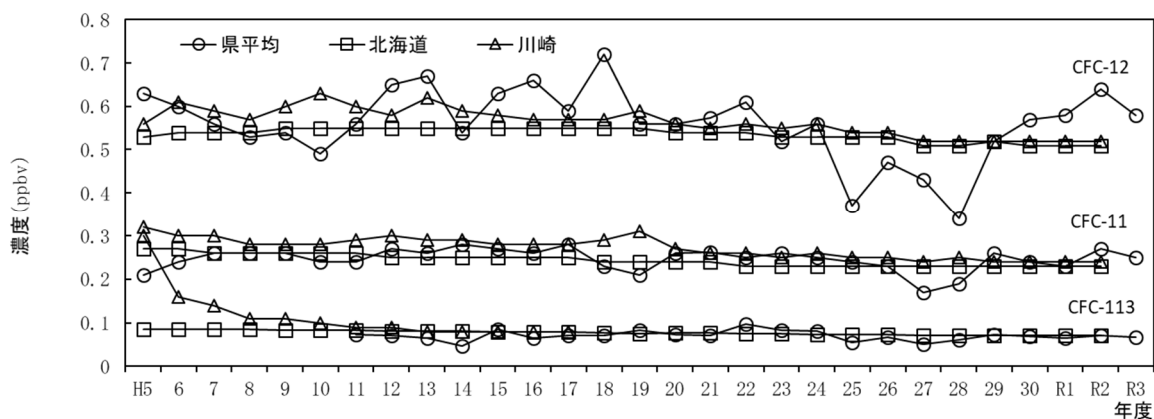
単位：ppbv

物質名	地点別年平均値				R3年度 県平均	R2年度 県平均	経年調査結果 ¹⁾	
	日立 市役所	土浦 保健所	筑西 保健所	神栖 消防			北海道	川崎
<特定フロン>								
CFC-11	-	0.25	-	-	0.25	0.27	0.23	0.24
CFC-12	-	0.58	-	-	0.58	0.64	0.51	0.51
CFC-113	-	0.067	-	-	0.067	0.072	0.072	-

<代替フロン等>								
四塩化炭素	0.082	0.084	0.084	0.085	0.084	0.088	0.080	-
1, 1, 1-トリクロロエタン	0.0025	0.003	0.0036	0.0023	0.0028	0.0025	0.0015	-
HCFC-22	0.32	0.38	0.4	0.37	0.37	0.38	0.27	0.32
HCFC-123	< 0.0005	0.0018	< 0.0005	0.0006	0.0007	<0.0007	-	-
HCFC-141b	0.029	0.033	0.079	0.031	0.043	0.051	0.028	0.034
HCFC-142b	0.024	0.025	0.025	0.024	0.024	0.026	0.024	0.026
HCFC-225ca	0.0005	0.0006	0.0005	0.0017	0.0008	<0.0013	-	-
HCFC-225cb	0.0009	0.0023	0.0009	0.0019	0.0015	0.0013	-	-
HFC-134a	0.16	0.18	0.17	0.18	0.17	0.17	0.13	0.158

1) R2年度オゾン層等の監視結果に関する年次報告書、環境省(2021)

北海道は8、12月(月6試料)測定の平均値、川崎は3月から翌年2月まで1日4~5回(5時間毎)測定の中央値



調査地点 H5~H10: 日立会瀬、水戸石川、神栖消防、国設筑波、総和町役場

H11~21: 水戸石川、国設筑波

H22~30、R1: 水戸石川

R2~: 土浦保健所

図2 CFC-11、CFC-12、CFC-113の推移

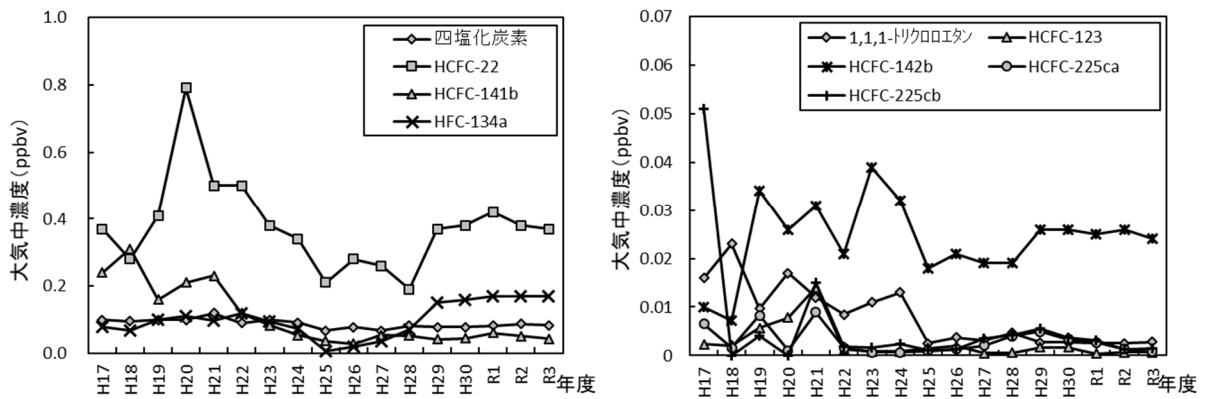


図3 四塩化炭素、HCFC-22、HCFC-123、HCFC-141b、HCFC-142b、HCFC-225ca、HCFC-225cb、1,1,1-トリクロロエタン、HFC-134aの推移

参考文献

- 1) 有害大気汚染物質等測定方法マニュアル（平成31年3月改訂）、環境省（2019）
<http://www.env.go.jp/air/osen/manual2/index.html>
- 2) 令和2年度オゾン層等の監視結果に関する年次報告書、環境省（2021）
https://www.env.go.jp/earth/report/r02-01/post_8.html

2-7 酸性雨の実態把握調査事業

1 目的

降水の pH 等の成分分析を実施し、生態系に影響を及ぼす恐れのある酸性雨の茨城県内の実態を把握することを目的とする。

2 方法

(1) 調査期間及び試料採取

調査は令和3年4月1日から令和4年4月1日までの降雨を対象とし、霞ヶ浦環境科学センター(図1)の敷地内に設置した降水時開放型自動降水捕集装置(小笠原計器製 US-330)で捕集した降雨を約一月分毎に回収し降雨試料とした。

(2) 測定項目及び測定方法

降水量は、重量法で求めた貯水量を捕集面積で除して算出した。その他の測定項目は、pH (TOA MM-43X、電極型式: GST-5841C)、電気伝導率 (TOA MM-43X、電極型式: CT-58101B)、イオン成分: SO_4^{2-} 、 NO_3^- 、 Cl^- 、 NH_4^+ 、 K^+ 、 Na^+ 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} (サーモフィッシャー製 IntegrionRFIC) とした。

なお、測定項目の精度管理は、環境省の湿性沈着モニタリング手引き書¹⁾に従った。

3 結果の概要

(1) 調査結果概要

月毎の試料採取期間を表1、調査結果を表2に示す。月毎の pH は 5.07~6.64 の範囲にあり、7月、9月、11月は、酸性雨の目安とされる 5.6 より低く、依然として酸性雨が観測されている。

なお、令和3年度の年平均値は 5.52 で、全国の令和2年度酸性雨調査結果²⁾の平均値 5.01 より高かった。

(2) 経年変化

当調査の調査地点は、平成18年度までは水戸市石川(水戸)としてきたが、平成17年度からの霞ヶ浦環境科学センター(土浦)への移転に伴い、平成17~18年度の調査により水戸と土浦の地点間差が小さいことを確認し、平成19年度からは土浦を調査地点としている。降雨 pH の経年変化を図2に示す。土浦市における pH 値は、全国の平均値²⁾よりも高い値で推移している。

4 まとめ

茨城県内の降雨の pH は全国の平均値よりは高いものの、酸性雨の目安とされる値 (pH 5.6) より低いことから、今後とも動向を注視する必要がある。

参考文献

- 1) 湿性沈着モニタリング手引き書(第2版)、環境省(2001)
- 2) 令和2年度酸性雨調査結果について、環境省



図1 調査地点

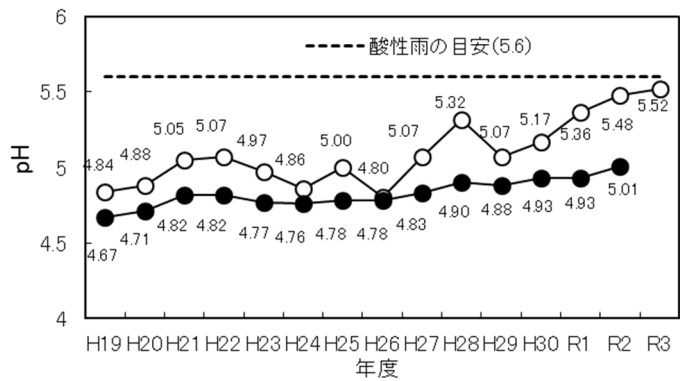


図2 茨城県土浦市における降雨 pH の経年変化
○：土浦市 ●：全国平均

表1 試料採取期間

調査月	試料採取期間	調査月	試料採取期間
4月	令和3年3月31日～令和3年4月30日	10月	令和3年9月30日～令和3年11月1日
5月	令和3年4月30日～令和3年6月1日	11月	令和3年11月1日～令和3年12月1日
6月	令和3年6月1日～令和3年6月30日	12月	令和3年12月1日～令和4年1月4日
7月	令和3年6月30日～令和3年7月30日	1月	令和4年1月4日～令和4年2月1日
8月	令和3年7月30日～令和3年8月31日	2月	令和4年2月1日～令和4年3月1日
9月	令和3年8月31日～令和3年9月30日	3月	令和4年3月1日～令和4年4月1日

表2 調査結果

調査月	降水量 ¹⁾ (mm)	貯水量 (mL)	pH	EC (μ S/cm)	イオン濃度 (mg/L)								nss- SO ₄ ²⁻	nss- Ca ²⁺
					SO ₄ ²⁻	NO ₃ ⁻	Cl ⁻	NH ₄ ⁺	Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺		
4月	105	3,300	5.68	14.35	0.85	0.86	1.24	0.34	0.74	0.20	0.30	0.12	0.66	0.27
5月	69	2,165	6.38	21.20	2.17	2.55	1.76	1.11	1.03	0.29	0.78	0.21	1.91	0.74
6月	72	2,269	6.12	12.76	1.12	1.32	0.93	0.75	0.56	0.12	0.32	0.10	0.98	0.30
7月	199	6,253	5.14	11.32	0.84	0.97	0.29	0.43	0.17	0.04	0.11	0.03	0.80	0.10
8月	251	7,890	5.73	5.48	0.42	0.37	0.55	0.18	0.30	0.01	0.11	0.05	0.35	0.09
9月	112	3,524	5.07	13.18	0.93	1.21	1.27	0.38	0.71	0.04	0.16	0.10	0.76	0.13
10月	189	5,928	5.67	7.52	0.53	0.57	0.78	0.19	0.42	0.19	0.18	0.06	0.42	0.16
11月	91	2,853	5.57	15.92	0.72	0.45	2.30	0.09	1.39	0.06	0.19	0.21	0.37	0.13
12月	100	3,137	5.82	5.23	0.37	0.52	0.46	0.22	0.26	0.00	0.12	0.04	0.31	0.11
1月	13	400	6.64	26.80	1.93	1.72	1.80	1.41	1.00	0.12	0.59	0.15	1.68	0.55
2月	78	2,447	5.94	6.89	0.48	0.87	0.36	0.39	0.20	0.03	0.35	0.06	0.43	0.34
3月	111	3,479	5.92	14.33	1.22	1.51	1.36	0.48	0.75	0.08	0.68	0.08	1.04	0.65
最大	251	7,890	6.64	26.80	2.17	2.55	2.30	1.41	1.39	0.29	0.78	0.21	1.91	0.74
最小	13	400	5.07	5.23	0.37	0.37	0.29	0.09	0.17	0.00	0.11	0.03	0.31	0.09
平均 ²⁾	1,390	43,646	5.52	10.69	0.79	0.89	0.91	0.36	0.52	0.09	0.25	0.08	0.66	0.23

1) 降水量 (mm) は貯水量を採取口面積で除して求めた。

2) 平均の欄は降水量で重み付けした平均値。ただし、降水量及び貯水量は合計量。

2-8 大気環境中の石綿調査事業

1 目的

県民の健康被害の防止と生活環境の保全を図るため、大気環境中の石綿濃度を測定し、実態を把握する。

2 調査内容

(1) 調査項目

一般環境（住宅地域）における大気中の総繊維数濃度、石綿繊維数濃度（本/L）

(2) 調査地点

調査地点を図1に示す。土浦保健所1地点

(3) 試料採取期間

夏季及び冬季の平日昼間（10時～16時）4時間、連続3日間

- ・夏季：令和3年8月18日、8月19日、8月20日
- ・冬季：令和4年1月19日、1月20日、1月21日



図1 調査地点

(4) 調査方法

総繊維数濃度はアスベストモニタリングマニュアル第4.1版¹⁾、石綿繊維数濃度はアスベストモニタリングマニュアル第3版²⁾に基づき実施した。

3 調査結果

土浦保健所における調査結果を表1、総繊維数濃度及び石綿繊維数濃度の推移を表2及び図2に示す。総繊維数濃度は夏季0.14本/L、冬季0.070本/L、年平均0.10本/Lであり、石綿繊維数濃度は夏季0.11本/L、冬季0.056本/L、年平均0.08本/Lであった。土浦保健所における総繊維数濃度及び石綿繊維数濃度は低い水準で推移している。

表1 調査結果

調査地点	調査時期	調査期間	石綿繊維数濃度 (本/L)		総繊維数濃度 (本/L)		天候	主風向	風速 (m/秒)
			幾何平均	幾何平均					
土浦保健所 大気測定局舎	夏季	令和3年8月18日(水) 10:00～14:00	0.18	0.11	0.24	0.14	曇	南南西	5.3
		令和3年8月19日(木) 10:00～14:00	0.12		0.18		晴	南西	3.9
		令和3年8月20日(金) 10:00～14:00	0.059		0.059		晴	南西	2.9
	冬季	令和4年1月19日(水) 10:00～14:00	0.056	0.056	0.11	0.070	晴	東	1.2
		令和4年1月20日(木) 10:00～14:00	0.056		0.056		晴	北西	1.2
		令和4年1月21日(金) 10:00～14:00	0.056		0.056		晴	北西	2.0

表2 総繊維数濃度及び石綿繊維数濃度の推移

総繊維数濃度		単位:本/L				
年度	H29	H30	R1	R2	R3	
夏季	0.27	0.24	0.38	0.13	0.14	
冬季	0.18	0.19	0.23	0.71	0.070	
年平均	0.22	0.21	0.30	0.42	0.10	

石綿繊維数濃度		単位:本/L				
年度	H29	H30	R1	R2	R3	
夏季	0.16	0.13	0.15	0.083	0.11	
冬季	0.14	0.086	0.083	0.71	0.056	
年平均	0.15	0.10	0.12	0.40	0.08	

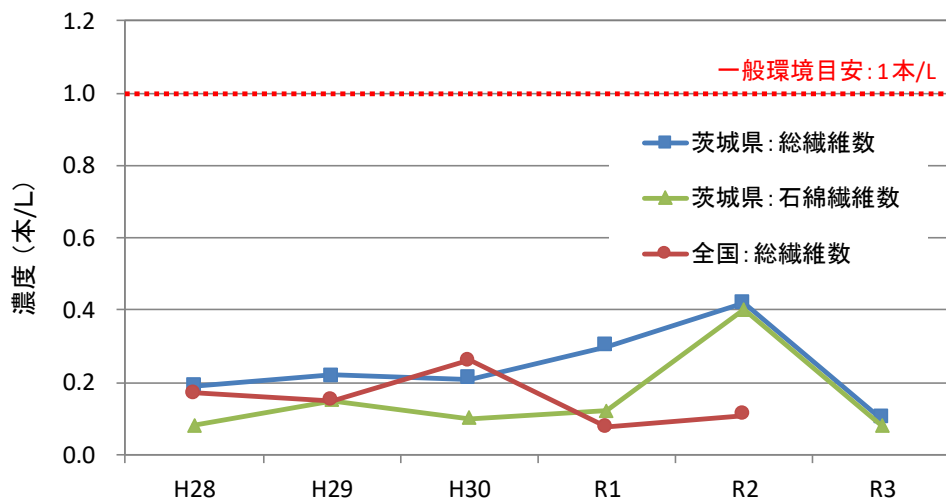


図2 総繊維数濃度及び石綿繊維数濃度の推移

参考資料

- 1) アスベストモニタリングマニュアル第4.1版(環境省水・大気環境局大気環境課、平成29年7月)
- 2) アスベストモニタリングマニュアル第3版(環境省水・大気環境局大気環境課、平成19年5月)
- 3) 報道発表資料:アスベスト大気濃度調査結果について(環境省)

2-9 百里飛行場周辺地域における航空機騒音実態調査事業

1 目的

航空自衛隊百里基地の航空機騒音に係る環境基準の類型をあてはめた地域（平成3年3月28日付け茨城県告示第398号）について、環境基準の達成状況を把握し、もって航空機騒音の発生源対策及び障害防止対策等の各種施策を総合的に推進するための基礎資料を得ることを目的とする。

2 調査方法

(1) 調査地点

調査地点を図1に示す。調査は航空機騒音に係る環境基準のI類型をあてはめた地域内7地点（小美玉市、茨城町、銚田市、行方市、かすみがうら市）及び地域外3地点（茨城町、大洗町、銚田市）の計10地点で実施した。なお、例年実施していた県立消防学校については、校内工事の影響により調査に不適であったため、調査地点を近傍の県立農業大学校へ変更した。



図1 調査地点

(2) 調査期間

- ・短期測定地点：
 - 令和3年6月10日～11月24日の期間内に連続2週間
- ・通年観測地点：
 - 令和3年4月1日～令和4年3月31日の1年間

(3) 測定及び評価方法

航空機騒音の測定・評価は、環境省告示¹⁾及び「航空機騒音測定・評価マニュアル²⁾」に基づき、評価指標である時間帯補正等価騒音レベル「 L_{den} 値」を通年観測地点の測定値で補正し、年間平均 L_{den} 推定値（以下「 L_{den} 推定値」という）を算出した。

また、平成25年4月より評価指標が加重等価平均感覚騒音レベル「WECPNL、W値」から L_{den} 値へ移行したことから、旧マニュアル³⁾に基づき、W値及び年間平均WECPNL推定値（以下「W推定値」という）を算出し、新旧評価指標の比較を行った。

3 調査結果

(1) 令和3年度調査結果

調査結果を表1に示す。評価指標である L_{den} 推定値を環境基準値（I類型：57 dB）と照合したところ、全地点で環境基準値（57 dB）以下であった。なお、旧評価指標であるW推定値に関しても、全地点で旧環境基準値（70 WECPNL）以下であった。

※ L_{den} 推定値の算出は、航空機騒音測定・評価マニュアルにより小数点第1位を四捨五入する。

表1では、参考として小数点第1位まで標記している。

表1 調査結果

調査地点	測定期間	騒音発生数					最大騒音ピークレベル (dB)	2週間の L_{den} 平均値 (dB)	年間平均 L_{den} 推定値 (dB)	2週間の WECPNL 平均値 (WECPNL)	年間平均 WECPNL 推定値 (WECPNL)
		0時～7時	7時～19時	19時～22時	22時～0時	合計					
隠谷公民館	R3. 6. 10～6. 23	0	302	4	0	306	88.0	43.7	41.2	58.5	56.0
下吉影南原公民館	R3. 11. 11～11. 24	0	243	2	0	245	99.9	54.9	54.7	68.8	68.9
広浦放射能局舎	R3. 6. 10～6. 23	0	89	2	0	91	90.9	45.8	42.6	58.5	55.2
県立農業大学校	R3. 11. 11～11. 24	0	38	4	0	42	75.9	36.0	36.5	48.6	48.8
神山集落センター	R3. 11. 11～11. 23*	0	34	0	0	34	86.9	41.4	41.6	54.4	54.4
鉦田総合運動公園	R3. 6. 10～6. 23	0	166	2	1	169	95.3	50.5	47.3	63.9	60.6
旭スポーツセンター	R3. 11. 11～11. 24	0	99	0	0	99	86.7	47.1	47.6	59.3	59.5
竹之塚農村集落センター	R3. 6. 10～6. 23	0	17	3	0	20	88.5	41.7	39.2	55.7	53.2
南原生活改善センター	R3. 11. 11～11. 24	0	19	0	0	19	78.0	31.0	30.8	45.5	45.6
田伏中台総合センター	R3. 6. 10～6. 23	0	45	9	0	54	90.3	44.0	41.5	59.3	56.8

*マイク断線により11月24日は欠測、欠測日を除外した残りの期間から評価量を算出した。

(2) L_{den} 推定値の推移

調査を開始した平成 25 年度から令和 3 年度までの L_{den} 推定値の推移を表 2 及び図 2 に示す。下吉影南原公民館は、調査開始から複数回にわたり環境基準値 (57 dB) を超過していたが、令和元年度以降は環境基準値以下となっている。騒音発生回数は、基準値を超過していた平成 30 年度は 714 回であったが、令和 3 年度は 245 回に大きく減少していた。また、最大騒音ピークレベルについても、基準値を超過していた平成 30 年度は 109.5 dB であったが、令和 3 年度は 99.9 dB に減少していた。南原生活改善センターと田伏中台総合センターについても、 L_{den} 推定値は大きく減少していたが、騒音発生回数及び最大騒音ピークレベルが減少していることが確認された。その他の地点では著しい経年変化は見られず、環境基準値以下で推移した。

(3) L_{den} 推定値及び W 推定値の比較

L_{den} 推定値及び W 推定値の比較を表 3 に示す。今回の調査では、環境基準値 (57 dB) 及び旧環境基準値 (70 WECPNL) を全地点で達成した。また、W 推定値－ L_{den} 推定値の値は、調査地点によってばらつきが見られたが、平均値は 13.6 となった。

(4) W 推定値の推移

平成 24 年度から令和 3 年度まで (過去 10 年間) の W 推定値の推移を図 3 に示す。各地点で L_{den} 推定値とほぼ同様に推移しており、横ばいか下降傾向を示している。

表2 L_{den} 推定値の推移

調査地点	平成25年度	平成26年度	平成27年度	平成28年度	平成29年度	平成30年度	令和元年度	令和2年度	令和3年度	平均値
隠谷公民館	43.5	42.9	40.3	43.6	45.2	39.8	38.3	37.2	41.2	41.3
下吉影南原公民館	58.4	58.5	58.0	52.0	55.0	63.2	53.9	52.5	54.7	56.2
広浦放射能局舎	45.4	46.5	49.3	43.7	45.1	47.8	43.1	43.3	42.6	45.2
県立消防学校及び県立農業大学校 ^{*1}	40.9	30.7	39.8	39.2	48.9	40.5	41.0	36.4	36.5	39.3
神山集落センター	47.0	45.5	47.7	44.4	43.0	44.2	42.9	44.9	41.6	44.6
当間小学校及び鉾田総合運動公園 ^{*2}	46.7	53.5	50.9	51.0	51.1	56.3	54.7	49.7	47.3	51.2
旭スポーツセンター	55.3	53.5	54.9	53.2	54.3	51.3	55.4	50.4	47.6	52.9
手賀小学校及び竹之塚農村集落センター ^{*3}	39.8	42.7	42.5	41.9	40.5	34.1	26.7	38.0	39.2	38.4
南原生活改善センター	50.0	43.0	49.5	46.0	44.1	48.4	50.8	39.3	30.8	44.7
田伏中台総合センター	55.4	52.9	49.8	55.0	51.6	44.8	46.8	50.4	41.5	49.8

*1 平成25年度、平成27年度及び令和3年度は県立消防学校から県立農業大学校に調査地点を変更した（校内工事のため）。
 *2 令和元年度以降、当間小学校（閉校）から鉾田総合運動公園に調査地点を変更した。
 *3 平成26年度以降、手賀小学校（閉校）から竹之塚農村集落センターに調査地点を変更した。

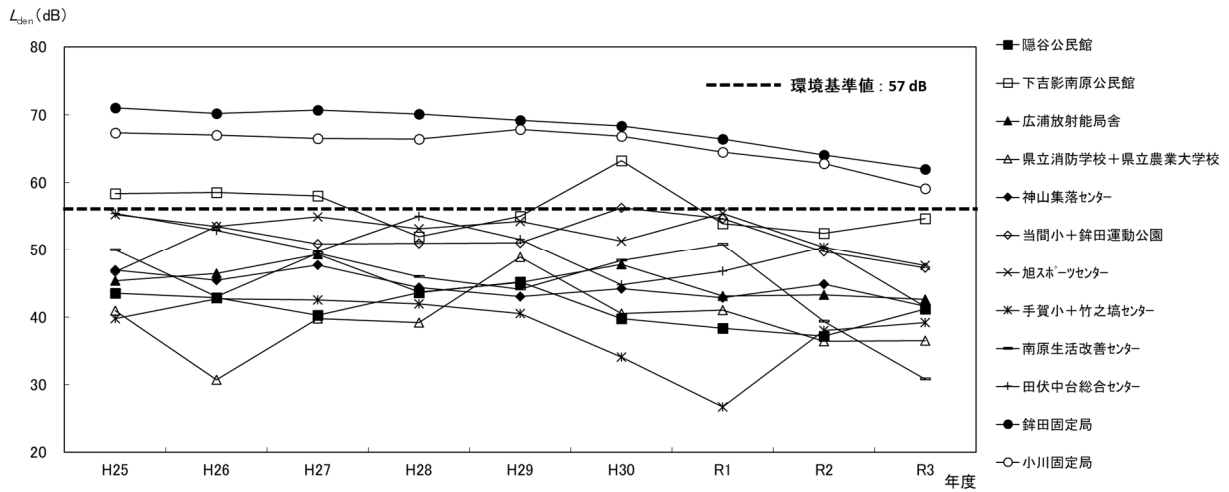


図2 L_{den} 推定値の推移

表3 L_{den} 推定値及びW推定値の比較

調査地点	年間平均WECPNL推定値 (WECPNL)	年間平均 L_{den} 推定値 (dB)	W値- L_{den} 値
隠谷公民館	56.0	41.2	14.8
下吉影南原公民館	68.9	54.7	14.2
広浦放射能局舎	55.2	42.6	12.6
県立農業大学校	48.8	36.5	12.3
神山集落センター	54.4	41.6	12.8
銚田総合運動公園	60.6	47.3	13.3
旭スポーツセンター	59.5	47.6	11.9
竹之塙農村集落センター	53.2	39.2	14.0
南原生活改善センター	45.6	30.8	14.8
田伏中台総合センター	56.8	41.5	15.3

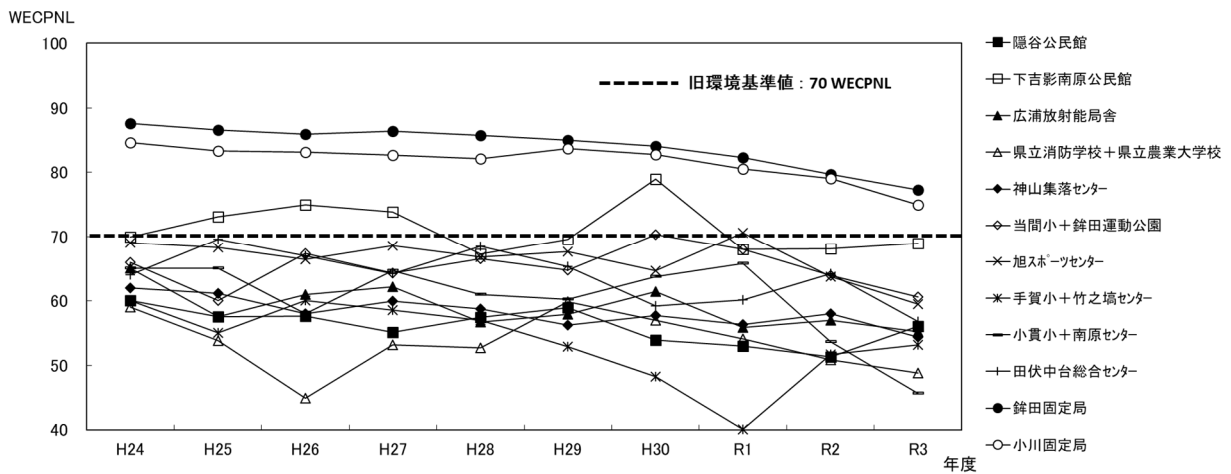


図3 WECPNL 推定値の推移

4 まとめ

百里飛行場周辺の環境基準I類型あてはめ地域内7地点及び地域外3地点の計10地点において、14日間の短期測定を実施した結果、 L_{den} 推定値は全地点で環境基準値(57 dB)以下となった。各地点の L_{den} 推定値は、経年的に横ばいか下降傾向を示している。また、評価指標がWECPNLから L_{den} へ移行されたが、新旧環境基準値の達成状況に大きな相違は見られなかった。

参考文献

- 1) 航空機騒音に係る環境基準について(平成19年12月17日環境省告示第114号(改正))
- 2) 航空機騒音測定・評価マニュアル(環境省、令和2年3月)
- 3) 航空機騒音監視測定マニュアル(環境庁大気保全局、昭和63年7月)

2-10 化学物質環境実態調査事業

1 目的

化学物質環境実態調査は、昭和 49 年から一般環境中における化学物質の残留状況を継続的に把握することを目的に実施されてきた。その調査結果は、PRTR 制度の候補物質の選定、環境リスク評価及び社会的要因から必要とされる物質等の環境安全性評価、化学物質による環境汚染の未然防止等に役立てられている。

2 調査内容

この調査は環境省からの委託事業である。令和 3 年度は初期環境調査、詳細環境調査及びモニタリング調査を実施した。なお、当センターでは主に試料採取、前処理を担当し、分析については別途環境省と委託契約を締結した者が実施することとなっている。

(1) 初期環境調査

環境リスクが懸念される化学物質について、一般環境中で高濃度が予想される地域等においてデータを取得することにより、「特定化学物質の環境への排出量の把握等及び管理の改善の促進に関する法律」の指定化学物質の指定、その他化学物質による環境リスクに係る施策を検討する際の、ばく露の可能性について判断するための基礎資料等とすること目的とした調査¹⁾である。

ア 試料採取

水質：令和 3 年 11 月 6 日に利根川かもめ大橋で表層水を採水した。

底質：令和 3 年 11 月 6 日に利根川かもめ大橋で底泥を採取した。

大気：つくば高野一般環境大気測定局において、令和 3 年 11 月 2 日から令和 3 年 11 月 5 日まで大気の捕集を行った。

イ 調査対象物質

水質：1,3-ジオキソラン、シクロヘキシルアミン、6-ニトロクリセン

底質：6-ニトロクリセン

大気：6-ニトロクリセン、フラン

(2) 詳細環境調査

「化学物質の審査及び製造等の規制に関する法律」（以下「化審法」という。）における特定化学物質及び監視化学物質、環境リスク初期評価を実施すべき物質等の環境残留状況を把握することを目的とした調査¹⁾である。

ア 試料採取

水質：令和 3 年 11 月 6 日に利根川かもめ大橋で表層水を採水した。

底質：令和 3 年 11 月 6 日に利根川かもめ大橋で底泥を採取した。

大気：つくば高野一般環境大気測定局において、令和 3 年 11 月 2 日から令和 3 年 11 月 5 日まで大気の捕集を行った。

イ 調査対象物質

水質：オクタメチルシクロテトラシロキサン、デカメチルシクロペンタシロキサン、ドデカメチルシクロヘキサシロキサン、ヘキサデシル(トリメチル)アンモニウム及びその塩、トリメチル(オクタデシル)アンモニウム及びその塩、ジデシル(ジメチル)アンモニウム及びその塩、テトラメチルアンモニウム=ヒドロキシド
底質：2-ベンジリデンオクタナール
大気：メチルアミン

(3) モニタリング調査

「残留性有機汚染物質に関するストックホルム条約（POP s 条約）」の対象物質及びその候補となる可能性のある物質並びに化審法の特定化学物質及び監視化学物質等のうち、環境残留性が高く環境残留実態の推移の把握が必要な物質を経年的に調査することを目的とした調査¹⁾である。

ア 試料採取

水質：令和3年11月6日に利根川かもめ大橋で表層水を採水した。
底質：令和3年11月6日に利根川かもめ大橋で採水した。
生物：令和3年11月30日に常磐沖で捕獲したサバを試料として調製した。
大気：令和3年10月12日から令和3年10月19日までミドルボリュームエアースンプラーにより、また令和3年10月12日から令和3年10月15日までローボリュームエアースンプラーにより茨城県霞ヶ浦環境科学センターで試料採取を行った。

イ 調査対象物質

水質、底質、生物及び大気：
ペルフルオロオクタンスルホン酸（PFOS）、ペルフルオロオクタン酸（PFOA）、ペンタクロロベンゼン、エンドスルファン、ポリ塩化ナフタレン類（総量、1～8塩化物の同族体）、ヘキサクロロブタ-1,3,-ジエン、短鎖塩素化パラフィン（炭素数が10～13のもの）、ペルフルオロヘキサンスルホン酸（PFHxS）

3 結果の公表

中央環境審議会環境保健部会化学物質評価専門委員会における評価等を経て、環境省環境保健部環境安全課より「化学物質と環境」として発行される。

4 令和2年度調査結果²⁾

令和2年度の調査について、結果を表1～表9に示す。

表1 令和2年度初期環境調査 水質の結果

調査地点:利根川河口かもめ大橋(神栖市)

単位:(ng/L)

調査対象物質	測定値	検出下限値
メタクリル酸 2-エチルヘキシル	nd	12

(注) nd:不検出

表2 令和2年度詳細環境調査 水質の結果

調査地点:利根川河口かもめ大橋(神栖市)

単位:(ng/L)

調査対象物質	測定値	検出下限値
アニリン	52	14
[(3-デカンアミド-プロピル)(ジメチル)アンモニオ]アセタート	nd	0.35
[(3-ドデカンアミド-プロピル)(ジメチル)アンモニオ]アセタート	5.7	2.6
[(3-テトラデカンアミド-プロピル)(ジメチル)アンモニオ]アセタート	4.3	2.8
[(3-ヘキサデカンアミド-プロピル)(ジメチル)アンモニオ]アセタート	nd	0.76
[(3-オクタデカンアミド-プロピル)(ジメチル)アンモニオ]アセタート	0.34	0.24
(Z)-{[3-(オクタデカ-9-エンアミド)プロピル](ジメチル)アンモニオ}アセタート	nd	0.091
二硫化炭素	22	4.2
N-メチルカルバミン酸 2-sec-ブチルフェニル (別名:フェノブカルブ又はBPMC)	0.68	0.052

(注) nd:不検出

表3 令和2年度詳細環境調査 底質の結果

調査地点：利根川河口かもめ大橋（神栖市）

単位：(ng/g-dry)

調査対象物質	測定値			検出下限値
	検体1	検体2	検体3	
[(3-デカンアミド-プロピル)(ジメチル)アンモニオ]アセタート	nd	nd	nd	0.24
[(3-ドデカンアミド-プロピル)(ジメチル)アンモニオ]アセタート	nd	nd	nd	5.0
[(3-テトラデカンアミド-プロピル)(ジメチル)アンモニオ]アセタート	nd	nd	nd	0.94
[(3-ヘキサデカンアミド-プロピル)(ジメチル)アンモニオ]アセタート	nd	nd	nd	0.19
[(3-オクタデカンアミド-プロピル)(ジメチル)アンモニオ]アセタート	nd	nd	nd	0.095
(Z)-{[3-(オクタデカ-9-エンアミド)プロピル](ジメチル)アンモニオ}アセタート	nd	nd	※ 0.015	0.020
N,N'-エチレンビス(ジチオカルバミン酸)	nd	nd	nd	0.34
N,N-ジメチルジチオカルバミン酸	nd	nd	nd	1.3

(注1) nd：不検出

(注2) ※：参考値（調査対象物質ごとに統一して設定した「検出下限値」未満ではあるが、各地点ごとの調査精度に依存する「報告時検出下限値」以上として定量的に検出された値である。

表4 令和2年度初期環境調査 大気の結果

調査地点：霞ヶ浦環境科学センター（土浦市）

単位：(ng/m³)

調査対象物質	測定値			検出下限値
	検体1	検体2	検体3	
1,3,5-トリス(2,3-エポキシプロピル)-1,3,5-トリアジン-2,4,6(1H,3H,5H)-トリオン（別名：1,3,5-トリスグリシジル-イソシアヌル酸）	nd	nd	nd	0.039
りん酸ジメチル=2,2-ジクロロビニル（別名：ジクロロボス）	nd	nd	nd	0.63

(注)nd：不検出

表5 令和2年度初期環境調査 大気の結果

調査地点：つくば高野一般環境大気測定局（つくば市）

単位：(ng/m³)

調査対象物質	測定値			検出下限値
	検体1	検体2	検体3	
1,3,5-トリス(2,3-エポキシプロピル)-1,3,5-トリアジン-2,4,6(1 <i>H</i> ,3 <i>H</i> ,5 <i>H</i>)-トリオン（別名：1,3,5-トリスグリシジル-イソシアヌル酸）	nd	nd	nd	0.039
りん酸ジメチル=2,2-ジクロロビニル（別名：ジクロロボス）	nd	0.64	nd	0.63

(注)nd：不検出

表6 令和2年度モニタリング調査 水質の結果

調査地点：利根川河口かもめ大橋（神栖市）

単位：(pg/L)

調査対象物質	測定値	検出下限値	定量下限値
総 PCB	68	※6	※19
HCB（ヘキサクロロベンゼン）	23	0.8	2.0
クロルデン類	36	※8	※18
ヘプタクロル類	11	※3	※7
ペルフルオロオクタンスルホン酸（PFOS）	700	30	80
ペルフルオロオクタン酸（PFOA）	3,100	30	90
ペンタクロロベンゼン	34	1	3
ヘキサクロロブタ-1,3,-ジエン	nd	40	100
短鎖塩素化パラフィン類	3,800	※1,000	※2,500
ジコホル	nd	5	13
ペルフルオロヘキサンスルホン酸（PFHxS）	620	20	60

(注1) nd:不検出

(注2) ※：それぞれの同族体ごと、各調査対象物質ごと又は同一アルキル鎖長ごとの合計値

表7 令和2年度モニタリング調査 底質の結果

調査地点:利根川河口かもめ大橋(神栖市)

単位:(pg/g-dry)

調査対象物質	測定値	検出下限値	定量下限値
総 PCB	3,100	※3.1	※8.2
HCB (ヘキサクロロベンゼン)	820	0.5	1.3
クロルデン類	400	※1.8	※4.5
ヘプタクロル類	11	※1.2	※3.1
ペルフルオロオクタンスルホン酸 (PFOS)	140	2	5
ペルフルオロオクタン酸 (PFOA)	27	3	8
ペンタクロロベンゼン	800	0.2	0.4
ヘキサクロロブタ-1,3,-ジエン	nd	10	30
短鎖塩素化パラフィン類	nd	※2,200	※5,300
ジコホル	tr(6)	5	13
ペルフルオロヘキサンスルホン酸 (PFHxS)	nd	3	6

(注1) tr:検出下限以上定量下限未満

(注2) nd:不検出

(注3) ※:それぞれの同族体ごと、各調査対象物質ごと又は同一アルキル鎖長ごとの合計値

表8 令和2年度モニタリング調査 生物(マサバ)の結果

調査地点:常磐沖

単位:(pg/g-wet)

調査対象物質	測定値	検出下限値	定量下限値
総 PCB	3,000	※11	※31
HCB (ヘキサクロロベンゼン)	1,100	1	3
クロルデン類	1,000	※7	※19
ヘプタクロル類	110	※6	※15
ペルフルオロオクタンスルホン酸 (PFOS)	22	2	5
ペルフルオロオクタン酸 (PFOA)	tr(4)	2	6
ペンタクロロベンゼン	120	1	3
ヘキサクロロブタ-1,3,-ジエン	19	5	13
短鎖塩素化パラフィン類	nd	※1,000	※2,800
ジコホル	nd	10	30
ペルフルオロヘキサンスルホン酸 (PFHxS)	nd	2	5

(注1) tr:検出下限以上定量下限未満

(注2) nd:不検出

(注3) ※:それぞれの同族体ごと、各調査対象物質ごと又は同一アルキル鎖長ごとの合計値

表9 令和2年度モニタリング調査 大気の結果

調査地点：霞ヶ浦環境科学センター（土浦市）		単位：(pg/m ³)			
調査対象物質	測定値			検出下限値	定量下限値
総 PCB	100			※0.6	※1.8
HCB（ヘキサクロロベンゼン）	120			0.1	0.3
クロルデン類	63			※0.21	※0.54
ヘプタクロル類	8.0			※0.13	※0.34
ペルフルオロオクタンスルホン酸（PFOS）	6.5			0.1	0.3
ペルフルオロオクタン酸（PFOA）	18			0.3	0.8
ペンタクロロベンゼン	85			0.07	0.17
ヘキサクロロブタ-1,3,-ジエン	1,800	1,800	2,200	10	30
短鎖塩素化パラフィン類	700			※200	※500
ジコホル	nd			0.2	0.5
ペルフルオロヘキサンスルホン酸（PFHxS）	5.6			0.1	0.3

(注1) nd:不検出

(注2)※:それぞれの同族体ごと、各調査対象物質ごと又は同一アルキル鎖長ごとの合計値

参考文献

- 1) 環境省環境保健部環境安全課 令和3年度 化学物質環境実態調査委託業務詳細要領
- 2) 環境省環境保健部環境安全課 令和3年度版 化学物質と環境(令和2年度 化学物質環境実態調査 調査結果報告書)(令和4年3月)

<http://www.env.go.jp/chemi/kurohon/2021/index.html>

2-11 水環境化学物質調査事業

1 目的

茨城県内の公共用水域において、人の健康の保護に係る要監視項目、水生生物の保全に係る要監視項目、魚類（メダカ）に内分泌攪乱作用があると疑われる物質の実態調査を行い、化学物質による環境汚染の有無を把握する。

2 調査内容

(1) 実態調査

- ・地点：県内の公共用水域 70 地点のうち 15 河川 15 地点
- ・項目：要監視項目 32 項目、ビスフェノール A

3 調査機関

霞ヶ浦環境科学センター

※採水、農薬類及び金属類以外の 17 項目の測定については、「令和 3 年度（2021 年度）公共用水域水質調査業務委託」により委託業者が実施した。

4 調査方法

調査については、「水質調査方法」（環境庁昭和 46 年 9 月）、「外因性内分泌攪乱化学物質調査暫定マニュアル」（環境庁平成 10 年 10 月）、環境省通達（平成 5 年 4 月 28 日、平成 11 年 3 月 12 日、平成 15 年 11 月 5 日、平成 16 年 3 月 31 日、平成 25 年 3 月 27 日）に定める方法で行った。

5 調査結果

(1) 実態調査

実態調査の結果を表 1 に示す。

梶無川の PFOS 及び PFOA の合算値について、指針値を超過した。

表1 水環境化学物質調査_実態調査結果一覧

統一番号	水域名	実施機関	指針値等	報告下限値	138	136	125	121	163	27	26	140	54	73	99	98	30	124	40
					前川	夜越川	梶無川	山王川	牛久沼	浅川	玉川	瀬沼	石川川	飯沼川	稲荷川	西谷田川	茂宮川	園部川	早戸川2
調査地点名					湖来あやめ橋	堀の内橋	上宿橋	所橋	牛久沼湖心	浅川橋	下玉川橋	宮前	入野橋	菅生沼湖心	小荻橋	境松橋	大橋	園部新橋	小高橋
1	年月日	委託 ^{※2}			R3.7.7	R3.7.7	R3.7.7	R3.7.7	R3.7.8	R3.7.8	R3.7.13	R3.7.14	R3.7.14	R3.7.14	R3.7.14	R3.7.14	R3.7.14	R3.7.15	R3.7.20
2	時間	委託 ^{※2}			11:50	11:00	13:40	15:40	8:20	12:10	13:00	8:15	9:10	11:55	14:55	14:35	9:30	9:56	9:30
3	天候	委託 ^{※2}			薄曇り	薄曇り	薄曇り	薄曇り	曇り	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	薄曇り	薄曇り	晴れ
4	流況	委託 ^{※2}			通常の状況	通常の状況	通常の状況	通常の状況	通常の状況	通常の状況	通常の状況	通常の状況	通常の状況	通常の状況	通常の状況	通常の状況	通常の状況	通常の状況	通常の状況
5	臭気	委託 ^{※2}			無臭	無臭	無臭	無臭	無臭	無臭	無臭	無臭	無臭	無臭	無臭	無臭	無臭	無臭	無臭
6	色相	委託 ^{※2}			黄緑色・淡(明)	黄色・中	褐色・淡(明)	黄色・濃(暗)	黄褐色・淡(明)	灰色・淡(明)	灰色・淡(明)	黄緑色・淡(明)	黄色・淡(明)	灰黄色・淡(明)	黄色・淡(明)	灰黄色・淡(明)	黄色・淡(明)	黄色・中	無色
7	気温 (°C)	委託 ^{※2}			24.0	21.0	25.0	23.0	22.2	27.8	27.0	25.0	26.3	25.4	26.9	27.1	26.0	24.0	29.6
8	水温 (°C)	委託 ^{※2}			25.0	20.5	24.5	22.5	25.0	21.0	22.4	25.2	26.0	26.7	26.0	27.5	22.5	24.5	26.0
9	全水深 (m)	委託 ^{※2}			2.4	0.5	0.5	0.6	1.4	0.4	0.7	3.3	0.3	1.4	0.8	0.8	0.6	1.6	0.3
1	クロロホルム (mg/L)	委託 ^{※2}	0.06	0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006
2	トランス-1,2-ジクロロエチレン (mg/L)	委託 ^{※2}	0.04	0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004
3	1,2-ジクロロプロパン (mg/L)	委託 ^{※2}	0.06	0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006
4	p-ジクロロベンゼン (mg/L)	委託 ^{※2}	0.2	0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
5	イソキサチオン (mg/L)	霞セ ^{※1}	0.008	0.0008	<0.0008	<0.0008	<0.0008	<0.0008	<0.0008	<0.0008	<0.0008	<0.0008	<0.0008	<0.0008	<0.0008	<0.0008	<0.0008	<0.0008	<0.0008
6	ダイアジノン (mg/L)	霞セ ^{※1}	0.005	0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005
7	フェニトロチオン(MEP) (mg/L)	霞セ ^{※1}	0.003	0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003
8	イソプロチオラン (mg/L)	霞セ ^{※1}	0.04	0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004
9	オキシン銅(有機銅) (mg/L)	委託 ^{※2}	0.04	0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004
10	クロタロニル(TPN) (mg/L)	霞セ ^{※1}	0.05	0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
11	プロピザミド (mg/L)	霞セ ^{※1}	0.008	0.0008	<0.0008	<0.0008	<0.0008	<0.0008	<0.0008	<0.0008	<0.0008	<0.0008	<0.0008	<0.0008	<0.0008	<0.0008	<0.0008	<0.0008	<0.0008
12	EPN (mg/L)	霞セ ^{※1}	0.006	0.0006	<0.0006	<0.0006	<0.0006	<0.0006	<0.0006	<0.0006	<0.0006	<0.0006	<0.0006	<0.0006	<0.0006	<0.0006	<0.0006	<0.0006	<0.0006
13	ジクロロボス(DDVP) (mg/L)	霞セ ^{※1}	0.008	0.0008	<0.0008	<0.0008	<0.0008	<0.0008	<0.0008	<0.0008	<0.0008	<0.0008	<0.0008	<0.0008	<0.0008	<0.0008	<0.0008	<0.0008	<0.0008
14	フェノカルブ(BPMC) (mg/L)	霞セ ^{※1}	0.03	0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003
15	イプロベンホス(IBP) (mg/L)	霞セ ^{※1}	0.008	0.0008	<0.0008	<0.0008	<0.0008	<0.0008	<0.0008	<0.0008	<0.0008	<0.0008	<0.0008	<0.0008	<0.0008	<0.0008	<0.0008	<0.0008	<0.0008
16	クロルニトロフェン(CNP) (mg/L)	霞セ ^{※1}	-	0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005
17	トルエン (mg/L)	委託 ^{※2}	0.6	0.06	<0.06	<0.06	<0.06	<0.06	<0.06	<0.06	<0.06	<0.06	<0.06	<0.06	<0.06	<0.06	<0.06	<0.06	<0.06
18	キシレン (mg/L)	委託 ^{※2}	0.4	0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04
19	フタル酸ジエチルヘキシル (mg/L)	委託 ^{※2}	0.06	0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006
20	ニッケル (mg/L)	霞セ ^{※1}	-	0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.001	<0.001	<0.001	<0.001
21	モリブデン (mg/L)	霞セ ^{※1}	0.07	0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007
22	アンチモン (mg/L)	霞セ ^{※1}	0.02	0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002
23	塩化ビニルモノマー (mg/L)	委託 ^{※2}	0.002	0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002
24	エビクロロヒドリン (mg/L)	委託 ^{※2}	0.0004	0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004
25	全マンガン (mg/L)	霞セ ^{※1}	0.2	0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
26	ウラン (mg/L)	霞セ ^{※1}	0.002	0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002
27	フェノール (mg/L)	委託 ^{※2}	0.05	0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
28	ホルムアルデヒド (mg/L)	委託 ^{※2}	1	0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003
29	4-tert-オクチルフェノール (mg/L)	委託 ^{※2}	0.001	0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001
30	アニリン (mg/L)	委託 ^{※2}	0.02	0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002
31	2,4-ジクロロフェノール (mg/L)	委託 ^{※2}	0.03	0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003
32	PFOS及びPFOAの合算値 (mg/L)	委託 ^{※2}	0.00005	※3	0.000014	0.000018	0.000054	0.000027	0.000015	0.000003	0.000003	0.000010	0.000010	0.000018	0.000010	0.000019	0.000004	0.000012	0.000012
33	ビスフェノールA (mg/L)	委託 ^{※2}	0.011	0.0011	<0.0011	<0.0011	<0.0011	<0.0011	<0.0011	<0.0011	<0.0011	<0.0011	<0.0011	<0.0011	<0.0011	<0.0011	<0.0011	<0.0011	<0.0011

備考) ※1 霞セ：茨城県霞ヶ浦環境科学センター、※2 委託：委託業者（「令和3年度公共用水域水質調査業務委託」契約を締結した者）、※3 報告下限値 PFOS 0.000001 mg/L、PFOA 0.000002 mg/L

2-12 公害事案等処理対策調査事業

1 目的

緊急水質事案、地下水水質汚染事案、廃棄物の不法投棄事案、騒音・振動・悪臭に係る分析又は技術指導の対応状況を取りまとめ、今後の対応に資することを目的とした。

2 調査方法

分析依頼や技術指導した案件について、依頼元及び依頼内容ごとに分類し傾向を把握する。

3 結果の概要

公害事案等の依頼元及び内容別内訳を表1、表2に示す。水質事案関係では、農薬等の分析を行った。地下水水質汚染関係では、ヒ素、六価クロム等の分析を行った。廃棄物関係では、水試料および土壌の硫黄、硫酸イオン、カルシウムイオン等の分析を行った。大気汚染物質関係では、粉じん量の測定を行った。騒音振動関係では、騒音計、振動レベル計等の貸出、測定方法の助言、技術指導等を行った。

表1 公害事案等調査依頼者別内訳

依頼元	技術指導	機材貸出依頼 ()内は貸出回数	分析依頼 ()内は検体数
環境対策課	0	0(0)	4(44)
廃棄物規制課	0	0(0)	0(0)
漁政課	0	0(0)	1(38)
環境政策課 (県中央環境保全室)	0	0(0)	1(6)
県北県民センター	0	0(0)	0(0)
鹿行県民センター	0	1(2)	8(27)
県南県民センター	0	0(0)	1(10)
県西県民センター	0	0(0)	2(7)
その他 (市町村等)	14	5(5)	0(0)
計	14	6(7)	17(132)

表2 公害事案等調査内容別内訳

依頼内容	技術指導	機材貸出依頼 ()内は貸出回数	分析依頼 ()内は検体数
水質事案関係	0	0(0)	1(38)
地下水水質汚染関係	0	0(0)	13(85)
廃棄物関係	0	0(0)	2(7)
大気汚染物質関係	0	1(2)	1(2)
騒音振動関係	14	5(5)	0(0)
その他	0	0(0)	0(0)
計	14	6(7)	17(132)