

平成 24 年度国内酸性雨モニタリングデータについて
(湿性沈着、乾性沈着、土壌・植生、陸水、集水域)

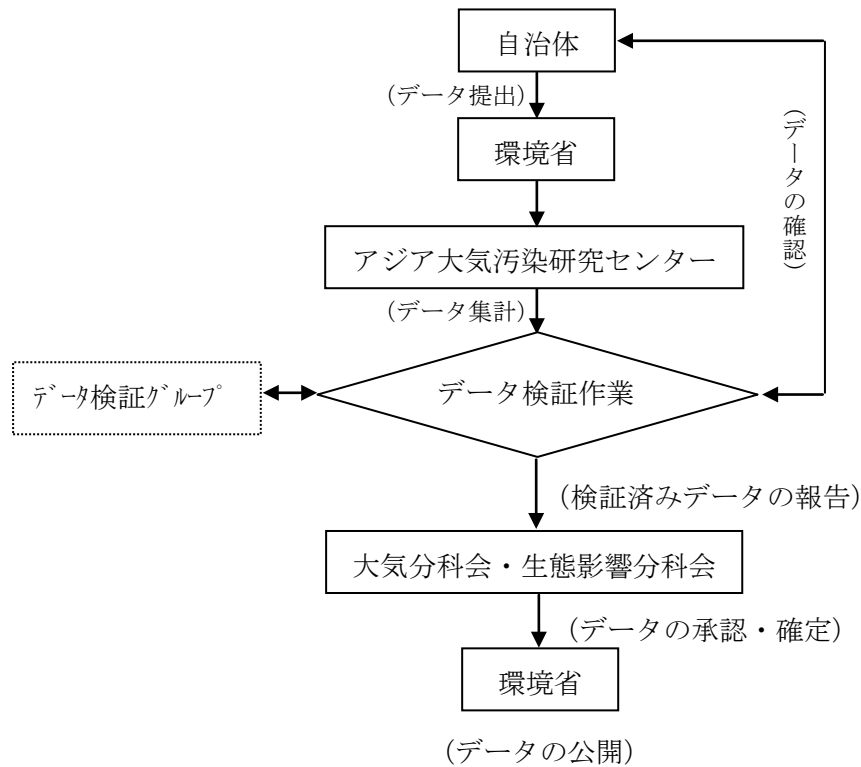
アジア大気汚染研究センター

1. データ確定・公開までの手続き

越境大気汚染・酸性雨長期モニタリング計画（平成 21 年 3 月改訂）に基づき、自治体等によって観測が行われ、環境省に提出された平成 24 年度国内酸性雨モニタリングデータは、アジア大気汚染研究センターにおいて集計され、データの検証作業が行われた。その際、専門家から構成されるデータ検証グループのチェックを経た。

集計及びデータ検証が終了したデータは、2 月 26 日に開催された越境大気汚染・酸性雨対策検討会大気分科会及び同検討会生態影響分科会において、一部修正及び再整理を条件に承認を得ており、この時点で確定した。毎年 3 月に前年度データが環境省のホームページ上で公開されており、平成 24 年度モニタリングデータについてもまもなく公開される見込みである。

なお、公開されたデータはホームページより自由に入手と利用が可能となる（公開されたデータを利用して発表等を行う者には、出典を明らかにすることを求めるものとする）。



データ確定・公開までの手続き（平成 11 年度データから適用）

【参考】平成24年度データ検証グループ委員

(敬省略)

① 湿性

木戸 瑞佳 富山県環境科学センター 大気課 主任研究員
野口 泉 (地独) 北海道立総合研究機構 環境・地質研究本部
環境科学研究センター 環境保全部 地球・大気環境 G 研究主幹
原 宏 東京農工大学 名誉教授
皆巳 幸也 石川県立大学 生物資源環境学部 環境科学科 准教授
村野健太郎 法政大学 生命科学部 環境応用化学科 教授
山口 高志 (地独) 北海道立総合研究機構 環境・地質研究本部
環境科学研究センター 環境保全部 地球・大気環境 G 研究主任

② 乾性

藍川 昌秀 (独) 国立環境研究所 地球環境研究センター
炭素循環研究室 主任研究員
奥田 知明 慶應義塾大学 理工学部 応用化学科 専任講師
櫻井 達也 明星大学 理工学部 総合理工学科 助教
高橋 章 (一財) 電力中央研究所 環境科学研究所 上席研究員
松田 和秀 東京農工大学 農学部 准教授
松本 利恵 埼玉県環境科学国際センター 大気環境担当 部長

③ 土壌・植生

伊豆田 猛 東京農工大学大学院 農学研究院 教授
太田 誠一 (公財) 国際緑化推進センター 技術顧問 (京都大学 名誉教授)
小林 政広 (独) 森林総合研究所 立地環境研究領域 水フラックス担当チーム長
高松武次郎 元 茨城大学 広域水圏環境科学教育研究センター 教授

④ 陸水

井上 隆信 豊橋技術科学大学大学院 工学研究科 教授
海老瀬潜一 摂南大学 理工学部 都市環境工学科 教授
川上 智規 富山県立大学 環境工学科 教授
山田 俊郎 岐阜大学 工学部 社会基盤工学科 准教授

⑤ 集水域 ※「酸性沈着の生態系影響評価ワーキンググループ」で検証

太田 誠一 (公財) 国際緑化推進センター 技術顧問 (京都大学 名誉教授)
大原 利真 (独) 国立環境研究所 地域環境研究センター長
金子 真司 (独) 森林総合研究所 立地環境研究領域長
袴田 共之 浜松ホトニクス(株) 企画開発部 顧問
林 健太郎 (独) 農業環境技術研究所 物質循環研究領域 主任研究員
福原 晴夫 新潟大学 名誉教授

2. 平成24年度モニタリング結果

平成24年度国内酸性雨モニタリングの結果を、Ⅰ(湿性沈着)、Ⅱ(乾性沈着)、Ⅲ(土壌・植生)、Ⅳ(陸水)及びⅤ(集水域)の分野別に、以下に示した。

I 平成24年度湿性沈着モニタリングデータについて

1. 平成24年度モニタリングの概要

平成24年度は、12地点のEANET地点を含む27の大气モニタリング地点（表1-1及び図1-1）のうち、五島を除く26地点において湿性沈着モニタリングが実施された。降水量は雨量計で観測し、降水中成分濃度は降水時開放型捕集装置による捕集試料を実験室で分析することにより測定された。

2. データ検証作業

各分析機関において降水成分濃度のイオンバランス及び電気伝導率比較による検証が行われた後、環境省にデータが報告された。イオンバランス・電気伝導率の比較は共に全体の98%が「湿性沈着モニタリング手引き書」に定められた許容範囲にあり、分析精度は非常に高い。これらの報告値に対してアジア大気汚染研究センター及びデータ検証グループでの検証において、下記の基準に従って月平均値及び年平均値の有効性が判定され、その結果、全26地点のうち23地点において全項目の年間値が有効と判定された。

- 1) 全降水成分の濃度と沈着量の月間及び年間値：%TPが80%以上かつ%PCLが80%以上
- 2) nss-SO₄²⁻とnss-Ca²⁺の月間及び年間値：上記に加え、海塩寄与率が75%以下

注) %TP：対象期間中の降水量に対する有効データが得られた降水量の割合
%PCL：対象日数に対する降水量が測定された日数の割合

3. モニタリング結果

平成24年度における年降水量及びイオン成分濃度、pH等の降水量加重年平均値を表1-2に、イオン成分の年湿性沈着量を表1-3に示した。また、全国のpH分布を図1-1に、降水量、pH及びイオン成分の湿性沈着量の経年変化を図1-2に、各地点の降水量及び各イオン成分の湿性沈着量を図1-3～1-8にそれぞれ示した。

年降水量の全地点平均値は1,945 mmで、昨年度と比較して205 mm少ないものの、最近5年間では2番目に多かった。地点別では、屋久島（4,524 mm）で最も多く、落石岬（846 mm）で最も少なかった。

pHは4.51（蟠竜湖）から5.37（小笠原）の範囲にあり、全地点の降水量加重平均値は4.71で前年度の4.73よりやや低下した。

nss-SO₄²⁻の湿性沈着量は4.2（小笠原）から49.1 mmol m⁻² y⁻¹（えびの）の範囲にあった。また、NO₃⁻の湿性沈着量は3.8（小笠原）から48.5 mmol m⁻² y⁻¹（伊自良湖）の範囲にあった。

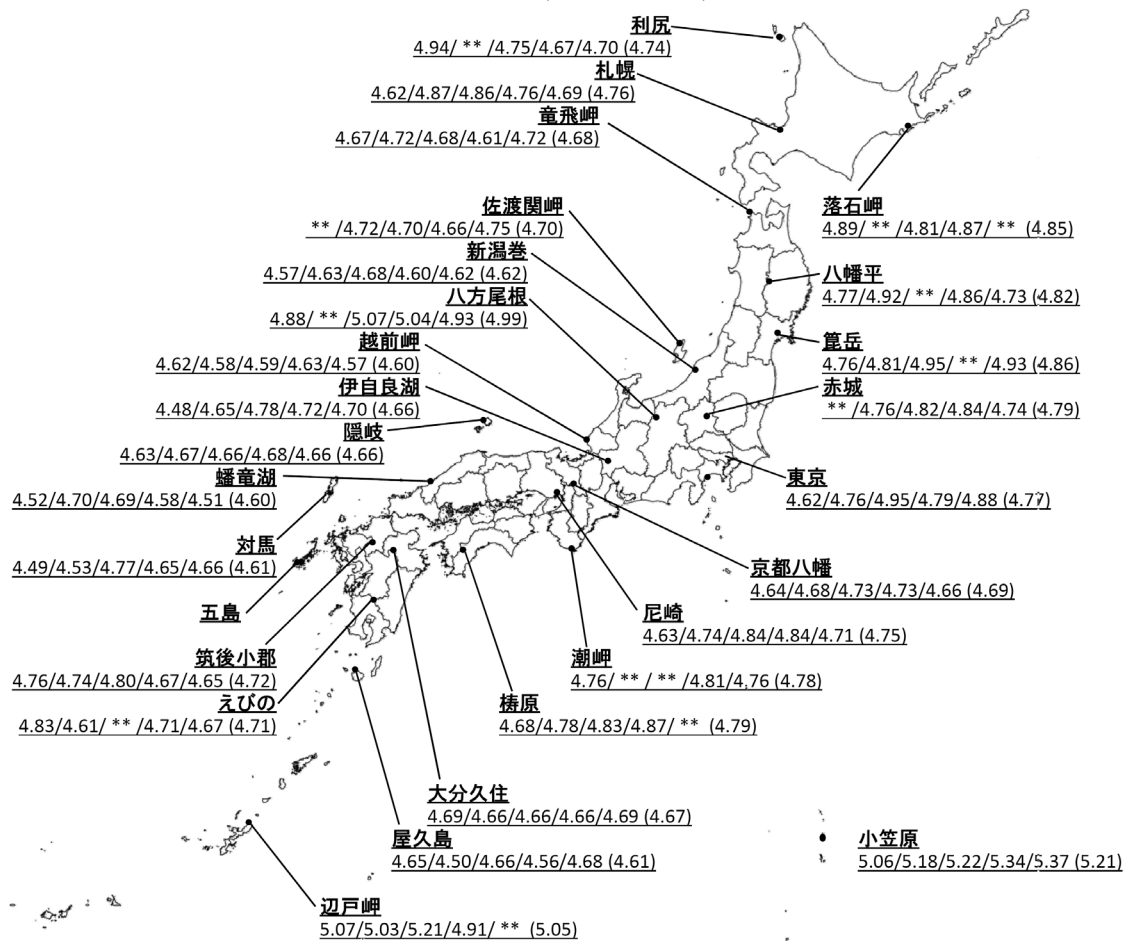
表 1-1-1 大気モニタリング地点と測定項目一覧

測定所名	都道府県	分類	湿性沈着	分析単位	NO _x	SO ₂	O ₃	PM ₁₀	PM _{2.5}	フィルター ^{※1}	風向風速	雨量	温度	日射量	EANET 局
1 利尻	北海道	遠隔	○	日	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
2 札幌		都市	○	週							○	○			
3 落石岬 ^{*1}		遠隔	○	日	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
4 蕨岬	青森県	遠隔	○	日	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
5 八幡平	岩手県	田園	○	週							○	○			
6 鷺岳	宮城県	田園	○	週							○	○			
7 赤城	群馬県	田園	○	週							○	○			
8 小笠原	東京都	遠隔	○	日	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
9 東京		都市	○	日							○	○			○
10 佐渡関岬	新潟県	遠隔	○	日	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
11 新潟春		田園	○	日							○	○			○
12 越前岬	福井県	遠隔	○	日							○	○			
13 八万尾根	長野県	遠隔	○	日	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
14 伊自良湖	岐阜県	田園	○	週	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
15 京都八幡	京都府	都市	○	週							○	○			
16 尼崎	兵庫県	都市	○	週							○	○			
17 潮岬	和歌山県	遠隔	○	週							○	○			
18 隠岐	島根県	遠隔	○	日	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
19 鱒重湖		都市	○	週	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
20 構原	高知県	遠隔	○	日	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
21 筑後小郡	福岡県	田園	○	週							○	○			
22 対馬	長崎県	遠隔	○	日							○	○			
23 五島		遠隔	---*2	---*2								○			
24 大分久住	大分県	田園	○	週							○	○			
25 えびの	宮崎県	遠隔	○	日							○	○	○		
26 屋久島	鹿児島県	遠隔	○	週							○	○			
27 辺戸岬	沖縄県	遠隔	○	日	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○

*1 落石岬の自動測定機による大気濃度及び気象項目は独立行政法人国立環境研究所地球環境研究センターによる測定

*2 五島では湿性沈着モニタリングを実施していない

平成 20 年度/21 年度/22 年度/23 年度/24 年度/ (5 年間平均値)



—: 未測定

** : 年平均値が年判定基準への適合判定により棄却

注 1 : 平均値は降水量加重平均により求めた

注 2 : 五島では湿性沈着モニタリングを実施していない

図 1 - 1 大気モニタリング地点及び降水の pH 分布 (平成 20 年度～平成 24 年度)

表 1-2 年降水量及びイオン成分濃度等の降水量加重年平均値 (平成 24 年度)

降水量	SO ₄ ²⁻ μmol L ⁻¹	nss-SO ₄ ²⁻ μmol L ⁻¹	NO ₃ ⁻ μmol L ⁻¹	Cl ⁻ μmol L ⁻¹	NH ₄ ⁺ μmol L ⁻¹	Na ⁺ μmol L ⁻¹	K ⁺ μmol L ⁻¹	Ca ²⁺ μmol L ⁻¹	nss-Ca ²⁺ μmol L ⁻¹	Mg ⁺ μmol L ⁻¹	H ⁺ μmol L ⁻¹	pH	EC mS m ⁻¹
利尻	1226.0	28.6	11.1	13.1	331.6	11.2	293.7	6.4	8.6	32.5	20.2	4.70	5.55
札幌	1378.3	19.0	12.0	14.0	130.2	16.4	116.6	3.0	6.7	13.3	20.3	4.69	3.02
落石岬	845.8	26.3	9.4	10.0	318.6	12.6	281.7	6.9	7.7	31.3	14.8	4.83	5.08
竜飛岬	1174.7	27.1	14.7	19.3	236.8	13.3	207.2	5.0	10.1	22.6	19.2	4.72	4.22
八幡平	1872.9	17.8	15.8	20.1	33.1	21.9	32.0	1.6	5.5	4.0	18.4	4.73	1.86
籠岳	1005.2	11.7	9.8	13.2	37.0	15.4	31.6	1.3	3.0	3.7	11.7	4.93	1.45
赤城	1736.5	11.3	10.7	19.5	13.6	21.3	9.9	0.3	2.2	2.0	18.1	4.74	1.40
小笠原	1454.3	10.0	2.9	2.6	139.9	4.7	119.1	2.8	3.5	1.0	4.2	5.37	2.32
佐渡関岬	1249.3	33.1	16.9	20.3	316.7	16.6	271.8	7.3	12.6	32.6	17.6	4.75	5.29
新潟巻	1617.3	31.0	17.3	20.5	273.0	17.0	226.7	5.6	9.3	26.5	24.2	4.62	5.10
八方尾根	1890.7	11.7	11.2	11.9	10.2	11.8	8.3	0.9	4.6	2.3	11.8	4.93	1.02
越前岬	1976.5	28.9	16.9	19.8	239.5	15.9	198.3	4.4	7.5	23.0	27.2	4.57	4.98
伊自良湖	2706.1	15.2	13.9	17.9	27.2	16.5	21.7	0.8	3.9	3.0	20.1	4.70	1.72
潮岬	2658.0	23.7	9.3	8.9	281.0	5.0	237.8	5.3	7.3	27.2	17.4	4.76	4.74
京都八幡	1799.0	11.4	10.9	16.7	9.1	14.0	7.3	0.7	3.5	1.3	21.7	4.66	1.37
尼崎	1320.0	15.8	14.7	16.4	23.8	15.4	19.1	1.2	4.9	2.9	19.7	4.71	1.52
隠岐	1141.8	30.6	13.9	18.1	319.5	13.9	276.9	7.5	10.4	31.7	22.1	4.66	5.24
蟠竜湖	1181.5	23.0	18.5	24.2	84.6	18.8	74.6	2.8	6.5	9.2	30.6	4.51	3.00
橿原	3011.4	9.6	8.5	7.8	21.7	7.0	18.1	1.0	2.5	2.9	14.7	4.83	1.13
筑後小郡	2069.0	15.5	14.9	12.6	13.6	16.0	9.0	1.0	2.0	1.4	22.5	4.65	1.41
大分久住	2665.0	15.0	14.4	10.2	12.8	15.0	9.6	0.7	3.0	2.8	20.6	4.69	1.38
対馬	2087.2	20.1	17.1	15.6	57.2	15.6	50.2	1.7	3.3	2.2	21.9	4.66	2.25
えびの	3506.4	14.8	14.0	9.0	17.8	13.4	12.5	1.3	2.6	2.3	21.5	4.67	1.44
屋久島	4523.8	13.6	8.6	7.0	97.2	6.1	82.6	2.0	2.6	0.8	20.9	4.68	2.30
辺戸岬	2988.4	31.1	6.2	6.7	495.6	18.6	417.6	10.8	11.1	47.7	7.6	5.12	7.28
東京	1488.8	15.1	13.2	17.7	36.7	22.9	30.5	0.9	4.4	4.0	13.1	4.88	1.69

注：網掛けの数値は参考値（年間値が有効判定基準で棄却されたもの）を表す。

表1-3 イオン成分の年湿性沈着量 (平成24年度)

(単位: 年間沈着量 mmol m⁻² y⁻¹)

	SO ₄ ²⁻	nss-SO ₄ ²⁻	NO ₃ ⁻	Cl ⁻	NH ₄ ⁺	Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	nss-Ca ²⁺	Mg ⁺	H ⁺
利尻	35.0	13.6	16.1	406.6	13.7	360.1	7.8	10.5	2.9	39.9	24.7
札幌	26.2	16.5	19.3	179.4	22.6	160.7	4.1	9.2	5.7	18.4	28.0
落石岬	22.3	7.94	8.43	269.4	10.7	238.2	5.8	6.5	1.4	26.5	12.5
竜飛岬	31.9	17.2	22.6	278.1	15.6	243.4	5.9	11.9	6.7	26.6	22.5
八幡平	33.3	29.6	37.7	62.1	41.0	59.9	2.9	10.2	8.9	7.5	34.5
鯨岳	11.7	9.8	13.3	37.2	15.4	31.8	1.3	3.0	2.3	3.7	11.8
赤城	19.6	18.6	33.9	23.6	36.9	17.2	0.5	3.8	3.4	3.0	31.4
小笠原	14.6	4.20	3.83	203.5	6.85	173.3	4.1	5.1	1.4	20.7	6.2
佐渡関岬	41.3	21.1	25.4	395.6	20.8	339.6	9.1	15.7	8.5	40.7	22.0
新潟巻	50.1	28.0	33.2	441.5	27.5	366.7	9.1	15.1	7.2	42.9	39.2
八方尾根	22.1	21.1	22.5	19.2	22.3	15.8	1.6	8.8	8.4	4.3	22.4
越前岬	57.1	33.5	39.1	473.4	31.3	391.8	8.7	14.7	6.4	45.6	53.8
伊自良湖	41.1	37.6	48.5	73.5	44.8	58.7	2.1	10.5	9.3	8.3	54.4
潮岬	62.9	24.8	23.7	747.0	13.2	632.1	14.1	19.4	5.8	72.2	46.3
京都八幡	20.4	19.6	30.1	16.4	25.1	13.1	1.2	6.3	6.0	2.4	38.9
尼崎	20.9	19.3	21.7	31.5	20.3	25.2	1.6	6.4	5.9	3.8	26.0
隠岐	34.9	15.9	20.7	364.8	15.9	316.2	8.6	11.9	5.0	36.2	25.2
蟠竜湖	27.2	21.8	28.6	100.0	22.2	88.2	3.3	7.7	5.7	10.9	36.1
構原	29.0	25.7	23.6	65.4	21.1	54.4	2.9	7.6	6.4	8.9	44.2
筑後小郡	32.0	30.9	26.1	28.1	33.2	18.7	2.1	4.2	3.8	2.9	46.5
大分久住	39.8	38.3	27.2	34.1	40.0	25.7	1.9	8.1	7.5	5.1	54.8
対馬	42.0	35.7	32.5	119.4	32.7	104.7	3.5	6.8	4.5	12.3	45.8
えびの	51.8	49.1	31.7	62.3	46.8	43.9	4.4	9.0	8.0	8.0	75.3
屋久島	61.4	38.9	31.8	439.6	27.8	373.6	9.0	11.7	3.8	41.2	94.6
辺戸岬	92.9	18.6	20.1	1481.1	55.7	1248.0	32.3	33.2	6.3	142.6	22.8
東京	22.4	19.7	26.3	54.7	34.0	45.4	1.3	6.6	5.6	5.9	19.5

注: 網掛けの数値は参考値 (年間値が有効判定基準で棄却されたもの) を表す。

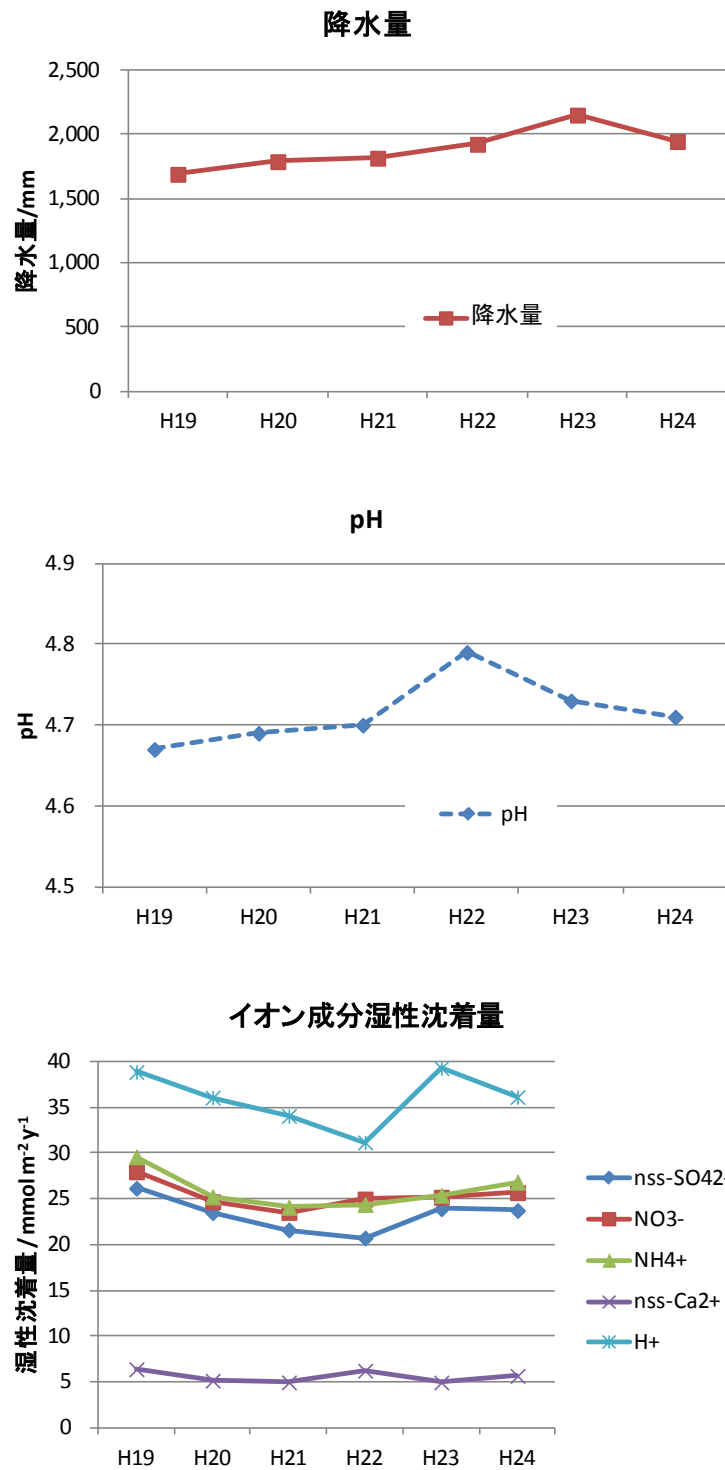


図1-2 降水量平均値（上図）、pH降水量加重平均値（中図）及びイオン成分湿性沈着量平均値（下図）の経年変化

(注) 図1-4～1-8中に*を付記した地点は、参考値（有効判定基準で棄却されたもの）であることを示す。

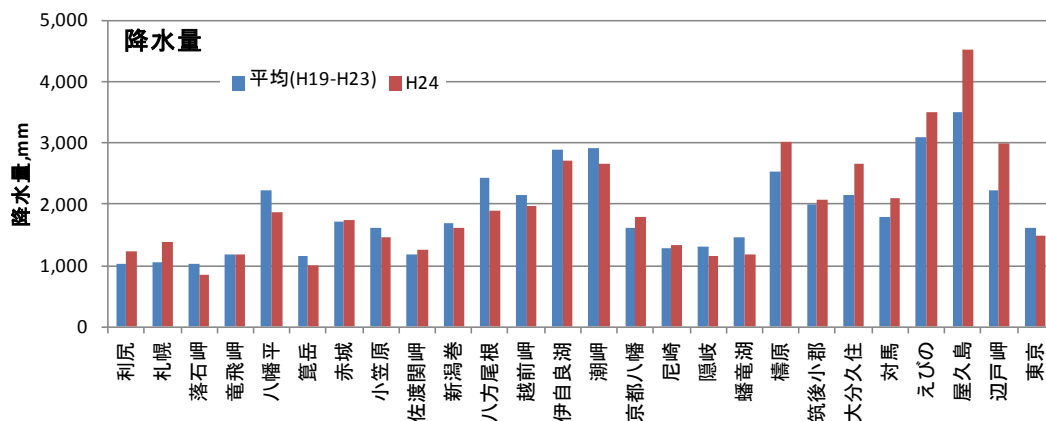


図1-3 各地点の年降水量

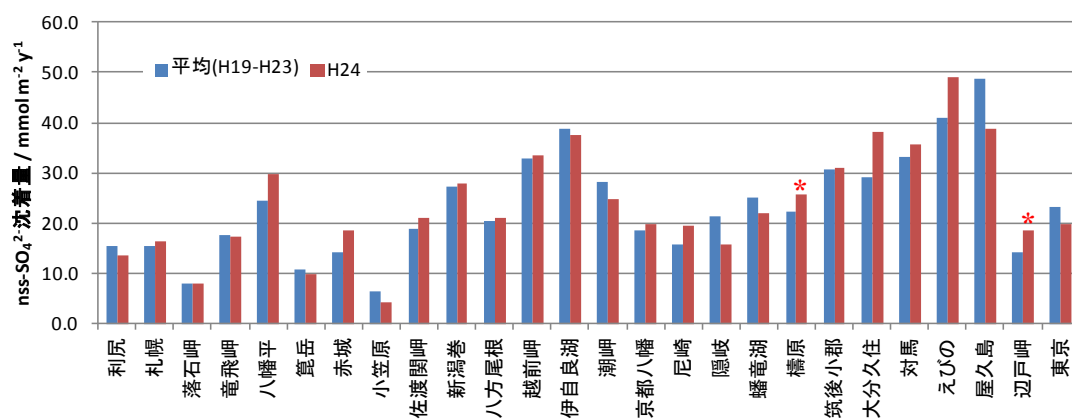


図1-4 各地点の nss-SO₄²⁻年湿性沈着量

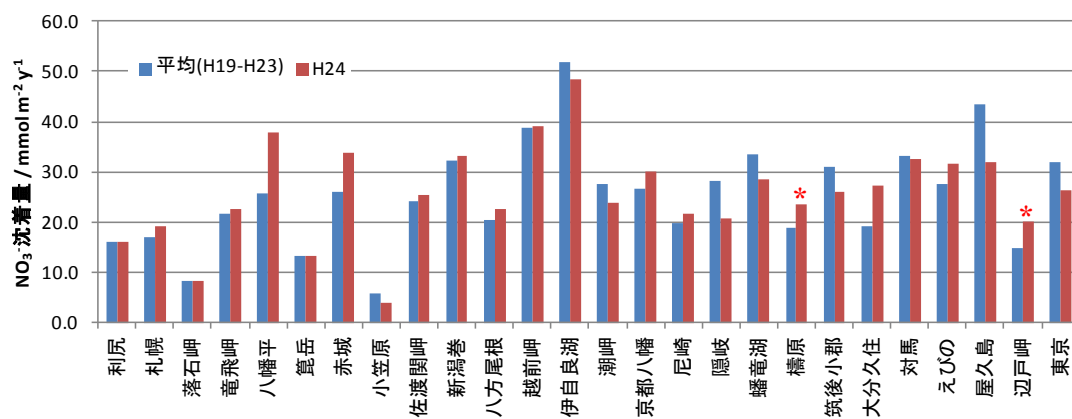


図1-5 各地点の NO₃年湿性沈着量

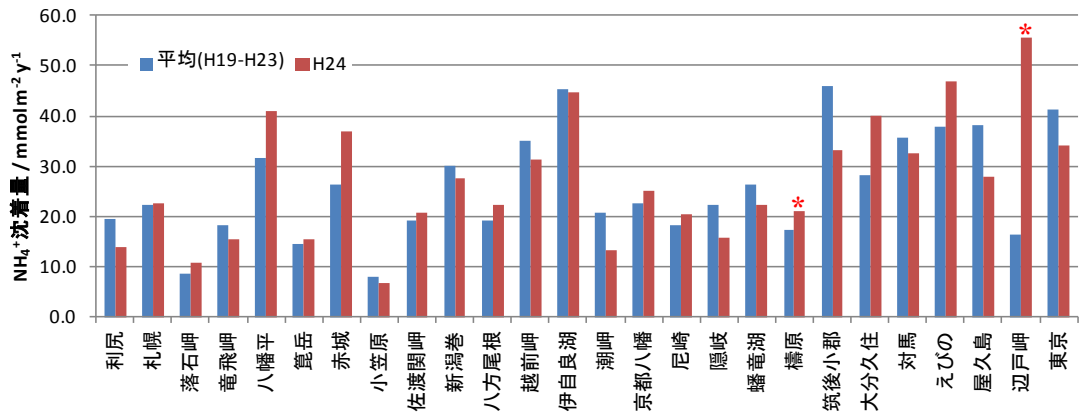


図1-6 各地点のNH₄⁺年湿性沈着量

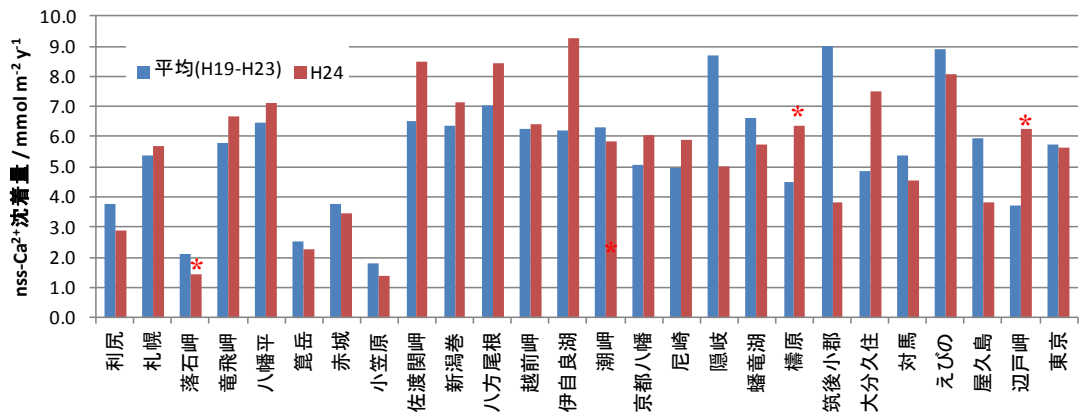


図1-7 各地点のnss-Ca²⁺年湿性沈着量

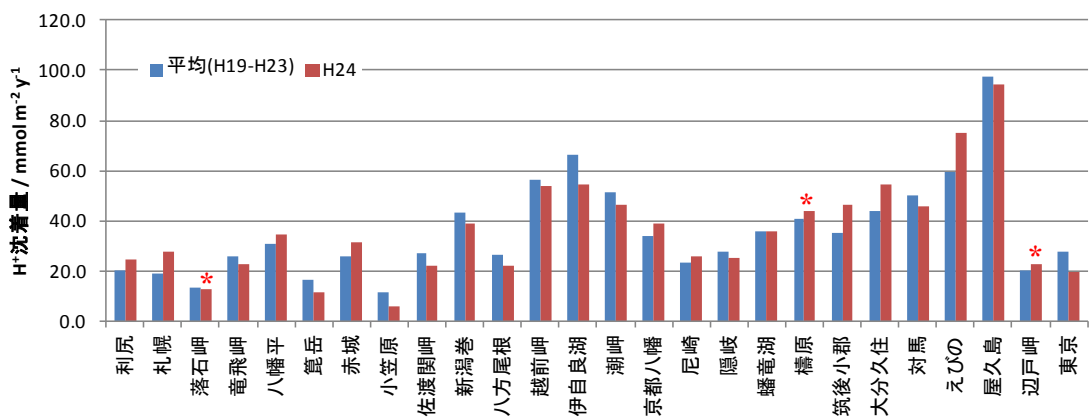


図1-8 各地点のH⁺年湿性沈着量

II 平成 24 年度乾性沈着モニタリングデータについて

1. 平成 24 年度モニタリングの概要

乾性沈着モニタリングとして、大気汚染物質濃度を測定した。平成 24 年度は 27 の大気モニタリング地点（表 1-1 及び図 1-1）のうち、24 地点で自動測定機による測定を実施し、更に、12 の EANET 地点においてフィルターパック法による測定を実施した。なお、落石岬の自動測定機のデータは、独立行政法人国立環境研究所より提供されたものである。

2. モニタリング結果

平成 24 年度における各測定局での測定結果の平均値、完全度等を表 2-1～2-3 に示す。また、各成分の経月変化及び経年変化を図 2-1～2-18 に示したほか、顕著な経年変化が確認された赤城の O₃ 濃度については、長期の経月変化を参考図に示した。

自動測定機で測定された主な項目の年平均濃度は、SO₂: 0.1 未満（小笠原）～2.3 ppb（屋久島）、NO_x*: 0.4（小笠原）～2.2 ppb（伊自良湖）、O₃: 23（尼崎）～49 ppb（八方尾根）、PM₁₀: 11（八方尾根、小笠原）～28 µg/m³（辺戸岬）、PM_{2.5}: 7（利尻）～14 µg/m³（隠岐）の範囲にあった。フィルターパック法で測定された粒子状成分のうち、硫酸イオンの年平均濃度は 2.12（落石岬）～5.42 µg/m³（隠岐）、硝酸イオンの年平均濃度は 0.31（伊自良湖）～3.01 µg/m³（東京）の範囲にあった。

表2-1 乾性沈着モニタリング結果(1): EANET局 自動測定機

平成24年度		濃度単位: ppb					濃度単位: $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
	項目	SO ₂	NO	NO _x	O ₃	NO ₂	PM ₁₀	PM _{2.5}
利尻	Mean	0.2	<0.1	0.6	36		13	7
	Median	<0.1	<0.1	0.6	37		10	7
	%	97	96	96	98		85	99
	Max	6.5	0.6	3.4	62		101	41
	Min	<0.1	<0.1	<0.1	14		1	1
落石岬	Mean	0.1	<0.1	1.0	39		18	9
	Median	<0.1	<0.1	0.9	39		16	8
	%	95	95	95	98		87	87
	Max	2.4	1.8	3.6	63		71	37
	Min	<0.1	<0.1	0.2	15		2	2
竜飛岬	Mean	0.4	0.1	1.3	42		18	
	Median	0.3	0.1	1.0	42		15	
	%	98	89	89	98		99	
	Max	3.2	1.3	7.6	65		73	
	Min	<0.1	<0.1	<0.1	21		3	
佐渡関岬	Mean	0.4	<0.1	0.7	47		20	
	Median	0.2	<0.1	0.7	45		16	
	%	93	92	92	94		89	
	Max	4.6	0.2	3.4	83		113	
	Min	<0.1	<0.1	<0.1	23		4	
八方尾根	Mean	0.4	<0.1	1.1	49		11	
	Median	0.3	<0.1	1.0	48		8	
	%	97	97	97	98		86	
	Max	4.1	0.3	3.2	87		53	
	Min	<0.1	<0.1	<0.1	17		<1	
伊自良湖	Mean	0.2	0.1	2.2	26		18	
	Median	0.2	<0.1	1.7	25		16	
	%	96	97	97	98		90	
	Max	2.0	1.9	9.2	53		81	
	Min	<0.1	<0.1	<0.1	4		2	
隠岐	Mean	0.5	<0.1	1.0	47		25	14
	Median	0.3	<0.1	0.9	46		22	12
	%	96	80	80	98		97	88
	Max	3.7	0.3	3.5	84		114	52
	Min	<0.1	<0.1	<0.1	21		6	3
蟠竜湖	Mean	0.5	0.2	1.9	34	1.8	24	
	Median	0.3	0.1	1.9	34	1.7	20	
	%	96	97	97	98	97	93	
	Max	3.3	0.5	4.9	69	4.7	124	
	Min	<0.1	<0.1	0.2	7	<0.1	5	
檮原	Mean	0.9	<0.1	1.4	35		16	
	Median	0.5	<0.1	1.2	37		12	
	%	95	94	94	89		87	
	Max	11.3	0.2	6.0	77		120	
	Min	<0.1	<0.1	<0.1	5		1	
辺戸岬	Mean	0.2	<0.1	0.6	35		28	
	Median	0.1	<0.1	0.4	39		25	
	%	90	79	79	95		90	
	Max	2.9	1.0	2.6	72		168	
	Min	<0.1	<0.1	<0.1	6		4	
小笠原	Mean	<0.1	<0.1	0.4	31		11	
	Median	<0.1	<0.1	0.2	35		10	
	%	97	96	96	98		99	
	Max	0.9	1.6	3.2	66		43	
	Min	<0.1	<0.1	<0.1	5		<1	

Max 及び Min : それぞれ日平均値の最大値及び最小値 % : 完全度

注1 : 表中の「<」で示された値は、検出下限値未満を示す。

注2 : 蟠竜湖は NO_x, その他地点は NO_x*の結果として示した。

表 2-2 乾性沈着モニタリング結果(2):他の国設局 自動測定機

平成 24 年度		濃度単位 : ppb		平成 24 年度		濃度単位 : ppb	
測定局	項目	SO ₂	O ₃	測定局	項目	SO ₂	O ₃
札幌	Mean		27	筑後小郡	Mean		26
	Median		26		Median		25
	%		99		%		99
	Max		56		Max		67
	Min		6		Min		2
麓岳	Mean		34	大分久住	Mean		40
	Median		34		Median		40
	%		99		%		92
	Max		64		Max		94
	Min		11		Min		7
赤城	Mean		42	五島	Mean		44
	Median		41		Median		44
	%		99		%		97
	Max		78		Max		81
	Min		14		Min		9
新潟巻	Mean		40	対馬	Mean		44
	Median		40		Median		42
	%		97		%		97
	Max		69		Max		92
	Min		19		Min		9
越前岬	Mean		44	えびの	Mean	1.6	28
	Median		43		Median	0.8	30
	%		96		%	99	99
	Max		78		Max	25.1	68
	Min		16		Min	<0.1	5
京都八幡	Mean		28	屋久島	Mean	2.3	42
	Median		28		Median	1.3	42
	%		99		%	99	86
	Max		57		Max	14.3	87
	Min		4		Min	<0.1	9
尼崎	Mean		23				
	Median		22				
	%		99				
	Max		51				
	Min		3				

Max 及び Min : それぞれ日平均値の最大値及び最小値 % : 完全度

注 1 : 表中の「<」で示された値は、検出下限値未満を示す。

表2-3 乾性沈着モニタリング結果(3): EANET局 フィルターパック

平成24年度		濃度単位: ppb				濃度単位: µg/m ³							
測定局	項目	SO ₂	HNO ₃	HCl	NH ₃	SO ₄ ²⁻	NO ₃ ⁻	Cl ⁻	NH ₄ ⁺	Na ⁺	K ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺
利尻	Mean		<0.1	0.4	0.3	2.37	0.61	2.22	0.40	1.75	0.11	0.20	0.13
	%		100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	Max		0.2	0.8	0.8	4.42	1.64	7.84	0.75	5.08	0.25	0.58	0.52
	Min		<0.1	0.1	<0.1	1.05	0.11	0.07	0.13	0.23	0.03	0.03	0.03
落石岬	Mean		<0.1	0.6	0.4	2.12	0.48	3.72	0.32	2.59	0.11	0.30	0.15
	%		96	96	96	100	100	100	100	100	100	100	100
	Max		0.2	5.9	1.5	6.47	1.30	15.21	0.73	9.71	0.38	1.10	1.11
	Min		<0.1	<0.1	<0.1	0.38	0.04	0.16	0.03	0.45	0.03	0.04	0.04
竜飛岬	Mean		0.2	0.6	0.4	4.00	0.98	9.40	0.53	5.88	0.26	0.68	0.29
	%		92	88	92	92	92	92	92	92	92	92	92
	Max		0.6	0.9	1.0	9.78	2.13	59.00	1.50	32.98	1.22	3.66	0.98
	Min		<0.1	0.3	<0.1	1.33	0.18	0.09	0.10	0.55	0.05	0.09	0.05
佐渡関岬	Mean		0.3	0.9	0.6	3.67	0.98	2.98	0.57	2.36	0.14	0.29	0.23
	%		91	91	91	91	91	91	91	91	91	91	91
	Max		1.0	1.6	1.5	7.52	2.19	8.55	1.45	5.34	0.25	0.65	0.91
	Min		<0.1	0.5	<0.1	1.87	0.21	0.01	0.15	0.65	0.08	0.07	0.07
八方尾根	Mean		0.3	0.2	0.4	2.54	0.45	0.03	0.67	0.11	0.05	0.02	0.19
	%		92	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92
	Max		0.8	0.3	1.3	6.90	2.56	0.19	2.07	0.42	0.13	0.13	1.36
	Min		<0.1	<0.1	0.1	0.45	0.02	<0.01	0.06	0.01	<0.01	<0.01	<0.01
伊自良湖	Mean		0.2	0.1	1.0	2.51	0.31	0.03	0.69	0.17	0.06	0.03	0.10
	%		100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	Max		0.7	0.4	2.4	7.56	1.38	0.14	2.24	0.55	0.17	0.10	0.36
	Min		<0.1	<0.1	0.2	0.07	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
隠岐	Mean		0.2	0.9	0.6	5.42	1.78	4.79	1.04	3.67	0.24	0.45	0.32
	%		77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77
	Max		0.6	1.5	1.4	8.88	4.74	19.61	2.08	11.93	0.61	1.16	1.43
	Min		<0.1	0.5	<0.1	2.84	0.25	0.04	0.47	0.45	0.06	0.05	0.04
蟠竜湖	Mean		0.3	0.8	0.8	5.23	1.66	1.08	1.28	1.37	0.17	0.19	0.26
	%		96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96
	Max		1.0	1.2	1.6	9.45	4.65	2.46	2.39	2.55	0.43	0.39	1.02
	Min		<0.1	0.1	0.2	2.29	0.06	0.02	0.50	0.35	0.07	0.04	0.03
構原	Mean		0.3	0.3	0.5	4.83	0.59	0.06	1.10	0.37	0.10	0.07	0.24
	%		92	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92
	Max		0.9	0.7	1.1	12.08	2.95	0.25	3.11	0.81	0.26	0.22	1.13
	Min		<0.1	<0.1	<0.1	1.61	<0.01	<0.01	0.12	0.06	<0.01	<0.01	0.02
辺戸岬	Mean		<0.1	0.6	1.3	4.80	1.47	6.42	0.79	4.66	0.27	0.57	0.39
	%		100	100	100	96	96	96	96	96	96	96	96
	Max		0.3	1.3	2.4	9.20	3.29	37.26	1.63	21.06	0.77	2.47	1.31
	Min		<0.1	<0.1	0.4	0.58	0.04	1.64	0.02	1.94	0.08	0.23	0.10
小笠原	Mean		<0.1	0.5	0.5	2.43	0.54	3.58	0.22	2.50	0.12	0.32	0.15
	%		100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	Max		0.1	1.2	0.9	5.44	1.47	6.39	0.61	3.86	0.24	0.49	0.41
	Min		<0.1	<0.1	0.2	0.06	<0.01	0.01	0.02	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
東京	Mean	1.5	0.6	0.8	4.2	3.48	3.01	0.57	1.17	0.82	0.14	0.13	0.46
	%	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	Max	3.1	2.9	1.4	7.0	6.96	5.64	1.88	2.04	1.76	0.41	0.29	1.04
	Min	0.2	<0.1	<0.1	0.4	0.58	0.35	0.08	0.19	0.16	0.02	0.02	0.05

Max及びMin:それぞれ、2週間値の最大値及び最小値 %:完全度

注1:表中の「<」で示された値は、検出下限値未満を示す。

注2:SO₂は、東京以外の地点では自動測定機により測定した。

乾性沈着モニタリングにおける各成分濃度の季節変動・経年変化

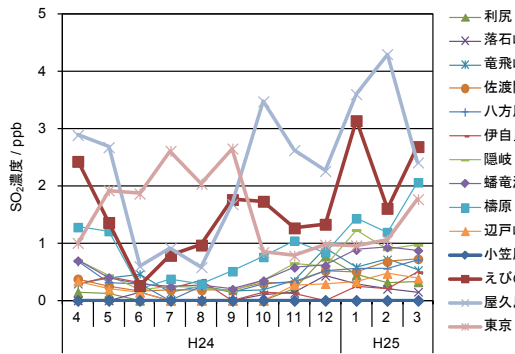


図 2-1 SO₂濃度の季節変動

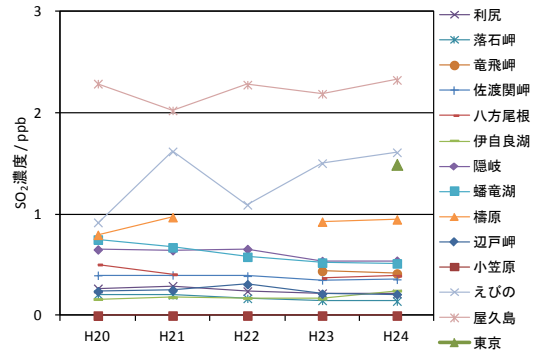


図 2-2 SO₂濃度の経年変化

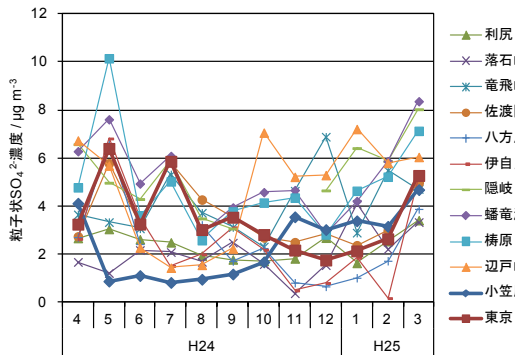


図 2-3 粒子状 SO₄²⁻濃度の季節変動

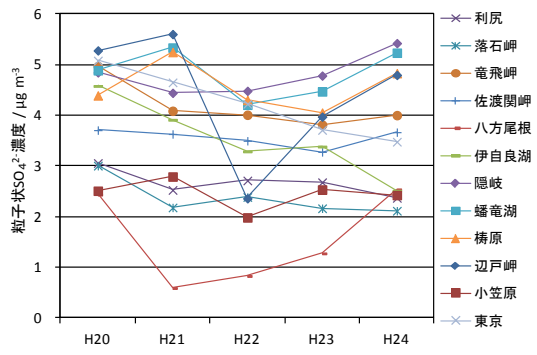


図 2-4 粒子状 SO₄²⁻濃度の経年変化

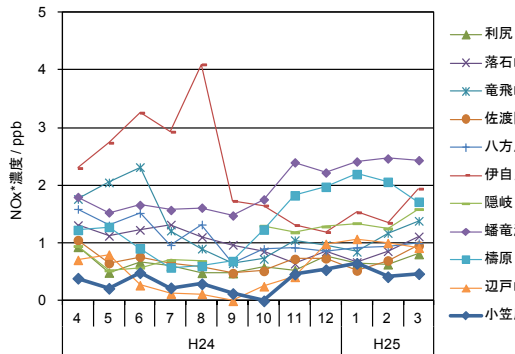


図 2-5 NO_x*濃度の季節変動

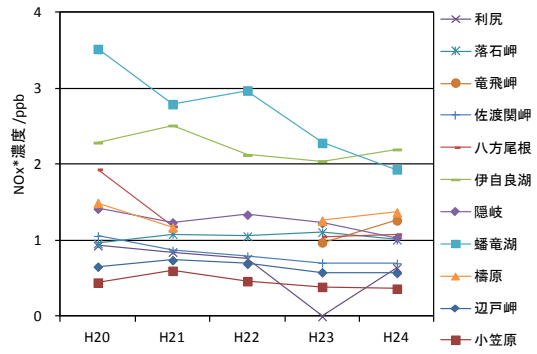


図 2-6 NO_x*濃度の経年変化

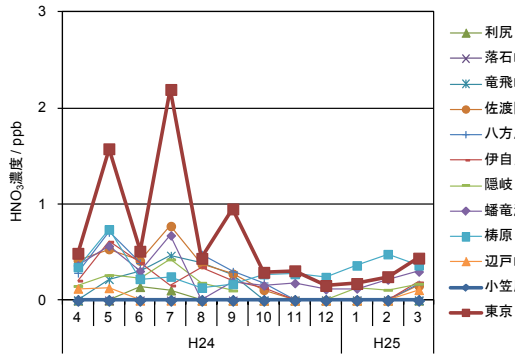


図 2-7 HNO₃濃度の季節変動

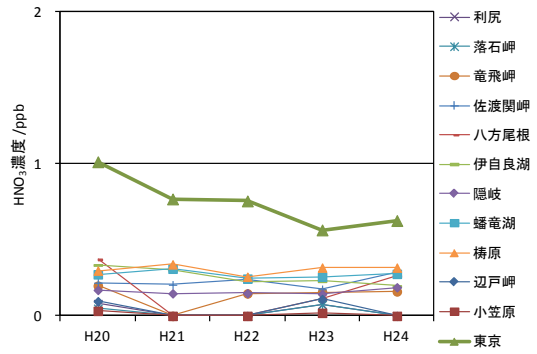


図 2-8 HNO₃濃度の経年変化

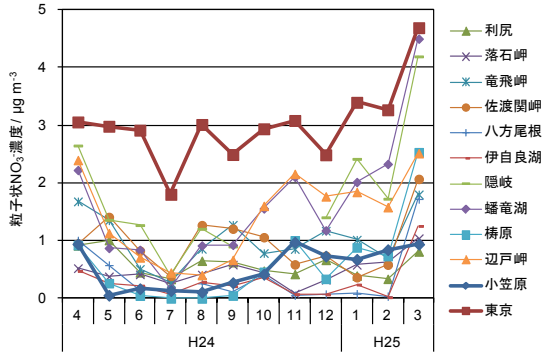


図 2-9 粒子状 NO₃濃度の季節変動

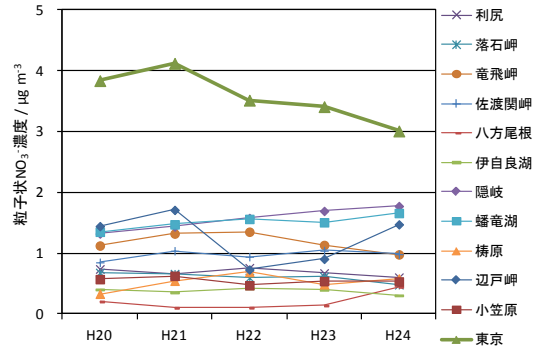


図 2-10 粒子状 NO₃濃度の経年変化

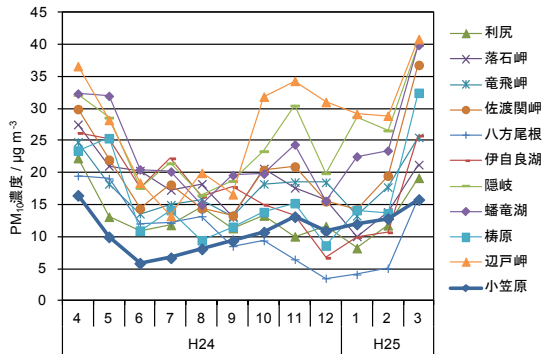


図 2-11 PM₁₀濃度の季節変動

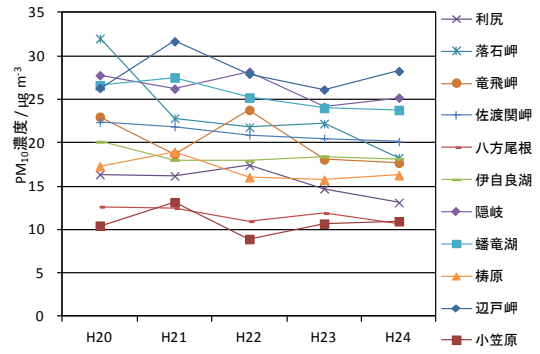


図 2-12 PM₁₀濃度の経年変化

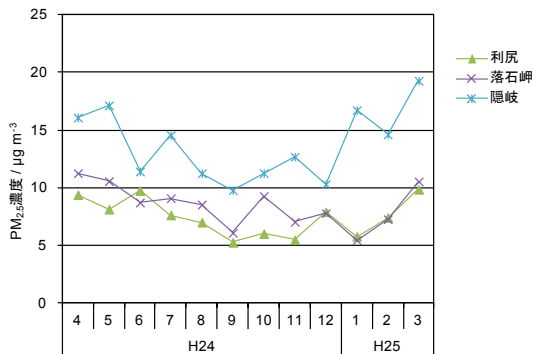


図 2-13 PM_{2.5}濃度の季節変動

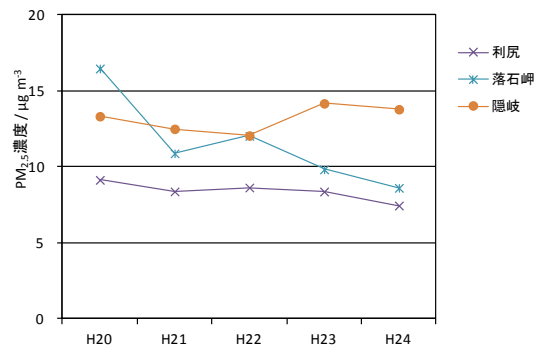


図 2-14 PM_{2.5}濃度の経年変化

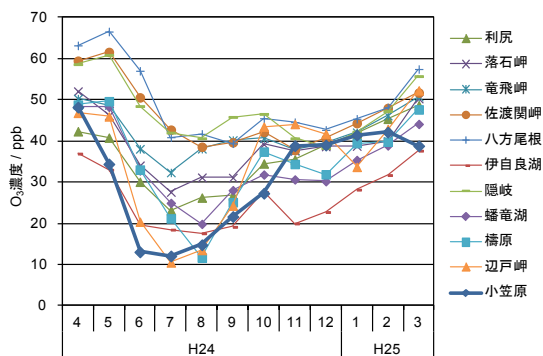


図 2-15 O₃濃度の季節変動 (EANET 局)

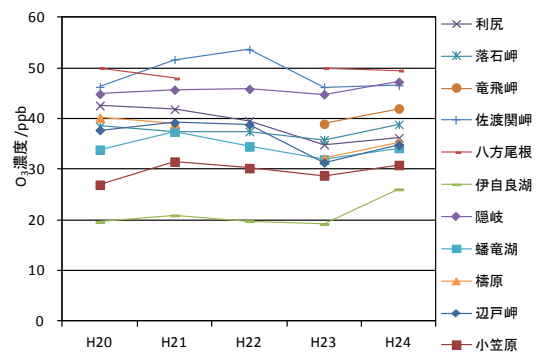


図 2-16 O₃濃度の経年変化 (EANET 局)

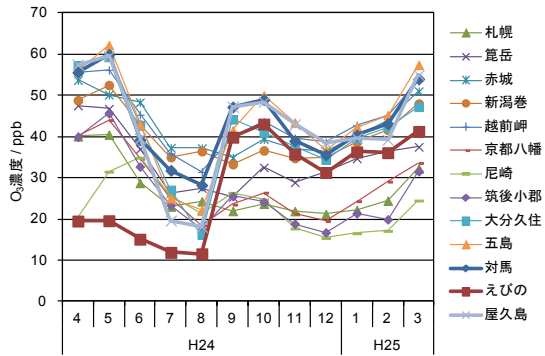


図 2 - 1 7 O₃濃度の季節変動 (他の国設局)

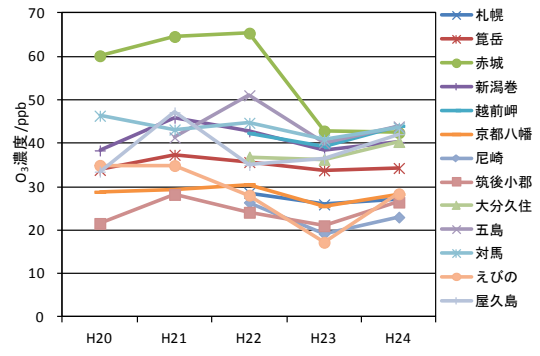
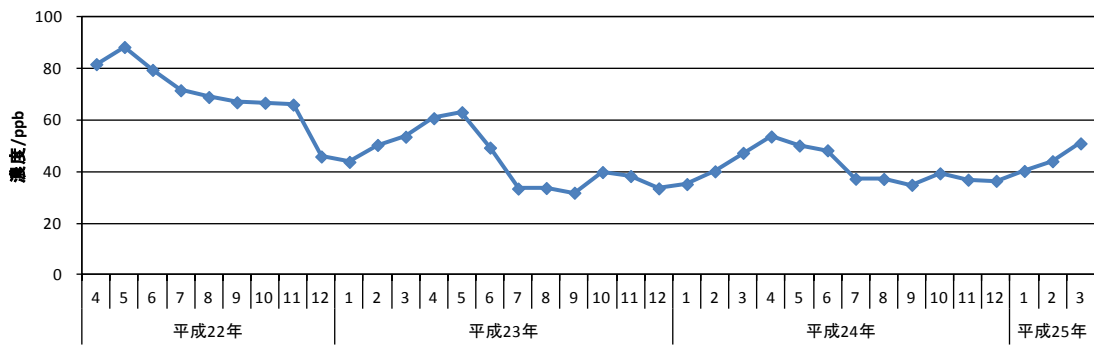


図 2 - 1 8 O₃濃度の経年変化 (他の国設局)



参考図 赤城局における O₃濃度の季節変動 (平成 22 年度～24 年度)

Ⅲ 平成24年度土壌・植生モニタリングデータについて

1. 平成24年度モニタリングの概要

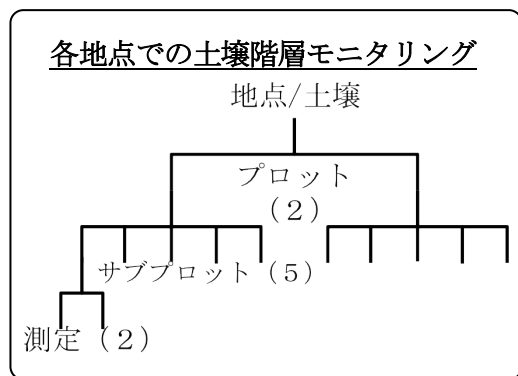
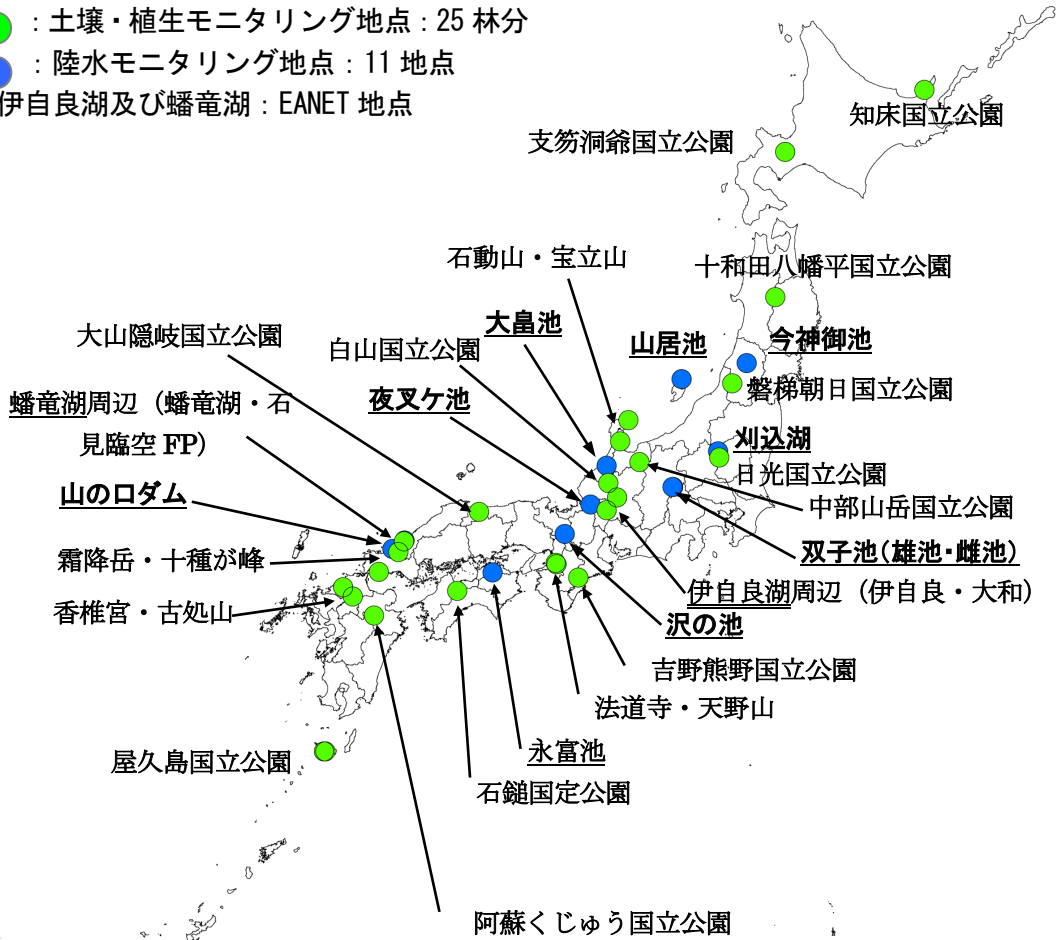
土壌・植生モニタリングは、表3-1に示す「主に樹木への影響に着目した地点」、「主に土壌への影響に着目した地点」、「陸水への影響に着目した地点」及び「EANET登録地点」で実施されている。土壌・植生、及び陸水の各モニタリング地点を図3-1に示した。

主に樹木への影響に着目した地点については、天然林に着目し、国立公園等の自然保護地域内でモニタリングが実施されている。なお、土壌モニタリング及び森林モニタリング（森林総合調査）は、5年に1回の頻度で実施されている（表3-2）。

表3-1 土壌・植生モニタリング地点一覧

地点番号	地域特性等	区分	対象とする樹種、土壌種、又は湖沼	備考		
				林分の数	土壌プロット数	植生プロット数
1	知床国立公園（北海道）	主に樹木への影響に着目	トドマツ	1	2	1
2	支笏洞爺国立公園（北海道）		ダケカンバ	1	2	1
3	十和田八幡平国立公園（岩手県）		オオシラビソ	1	2	1
4	磐梯朝日国立公園三面山（新潟県）		ブナ	1	2	1
5	日光国立公園（栃木県）		ブナ	1	2	1
6	中部山岳国立公園（富山県）		ブナ	1	2	1
7	白山国立公園（石川県）		ブナ	1	2	1
8	吉野熊野国立公園（奈良県）		ブナ	1	2	1
9	大山隠岐国立公園（鳥取県）		ブナ	1	2	1
10	石鎚国定公園（高知県）		ブナ	1	2	1
11	阿蘇くじゅう国立公園（大分県）		ブナ	1	2	1
12	屋久島国立公園		スギ	1	2	1
13	（鹿児島県）		照葉樹林	1	2	1
14	石動山・宝立山（石川県）	主に土壌への影響に着目	褐色森林土・赤色土	2	2×2	2×1
15	法道寺・天野山（大阪府）		黄色土・黄色系褐色森林土	2	2×2	2×1
16	霜降岳・十種が峰（山口県）		黄色土・黒ぼく土	2	2×2	2×1
17	香椎宮・古処山（福岡県）		赤色系褐色森林土・褐色森林土	2	2×2	2×1
18	伊自良湖（岐阜県）	陸水及び土壌への影響に着目（EANET登録地点）	伊自良湖集水域 褐色森林土・黒ぼく土	2	2×2	2×1
19	蟠竜湖（島根県）		蟠竜湖集水域 赤色土・黄色系褐色森林土	2	2×2	2×1

- : 土壌・植生モニタリング地点 : 25 林分
- : 陸水モニタリング地点 : 11 地点
- 伊自良湖及び蟠竜湖 : EANET 地点



注1 : 陸水モニタリング地点は下線で示した。

注2 : 二重線で示した伊自良湖（岐阜県）では土壌・植生、陸水に加え集水域モニタリングが実施されている。

図3-1 土壌・植生及び陸水モニタリング地点

表 3-2 土壌モニタリング及び森林モニタリング（森林総合調査）実施時期

グループ番号	土壌調査の開始年度 ^(*)	担当自治体（地点番号 ^(**) ）
G1	H20（2008）	栃木県（5）、鳥取県（9）、北海道（2）山口県（16）
G2	H21（2009）	鹿児島県（12、13）、岩手県（3）、奈良県（8）、高知県（10）
G3	H22（2010）	北海道（1）、石川県（14）、大分県（11）、富山県（6）
G4	H23（2011）	石川県（7）、島根県（19）、岐阜県（18）
G5	H24（2012）	新潟県（4）、大阪府（15）、福岡県（17）

(*) 樹木衰退度調査は、平成15年度から全地点で実施する。森林総合調査は、土壌調査と同じ年に実施する。

(**) 地点番号の下線は、土壌2種類（土壌4プロット、森林2プロット）が設定される地域を示す。それ以外は、土壌1種類（土壌2プロット、森林1プロット）が設定される。

平成24年度においては、土壌モニタリング及び森林総合モニタリング（森林総合調査）は、表3-2に示すG5グループの3自治体において行われた。毎年行われている森林モニタリング（樹木衰退度調査）は、19地点が対象となる。

また、土壌の長期的な酸性化傾向について確認するため、第3次酸性雨対策調査（平成5～9年度）の調査地点であった輪島試験林（石川県）、星田妙見及び積川神社（大阪府）において、フォローアップ調査が実施された。フォローアップ調査は、第3次酸性雨対策調査の調査地点の中から、プロットの保存状況や自治体の実施体制等を考慮し、再調査可能と判断された地点について、平成22年度から実施しているものである。諸般の事情によりモニタリングを停止したこれらの地点での再調査を実施することによって、10年以上経過した地点における土壌化学性の変化について、より明確な議論が可能になると考えられる。なお、これらのフォローアップ地点については、前回の調査以降、周辺環境が大きく変化していないことを確認している。

2. モニタリング結果

土壌・植生モニタリングの結果のうち、土壌化学性の経年変化を以下に示した。法道寺（大阪府）では、表層で塩基飽和度の増加が見られる一方で、プロット1の次層で土壌pHの低下が見られた。フォローアップ調査地点では、輪島試験林の表層で交換性塩基の減少、次層ではpHの低下が見られた。

表3-3 土壌モニタリング結果の概要
(青文字は一貫した有意な増加を赤文字は一貫した有意な減少を示す)

調査地点名	Plot No.	土壌層 (cm)	採取年	pH(H ₂ O)		pH(KCl)		Ex-Ca ²⁺		Ex-Mg ²⁺		Ex-K ⁺		Ex-Na ⁺	
				Ave.	S.D.	Ave.	S.D.	Ave.	S.D.	Ave.	S.D.	Ave.	S.D.	Ave.	S.D.
磐梯朝日	1	0-10	平成19年度	3.8 (0.2)	3.3 (0.2)	0.52 (0.69)	0.54 (0.32)	0.26 (0.06)	0.071 (0.02)						
			平成24年度	4.0 (0.2)	3.2 (0.1)	0.26 (0.19)	0.46 (0.13)	0.25 (0.05)	0.087 (0.01)						
		10-20	平成19年度	4.2 (0.1)	3.6 (0.2)	0.20 (0.24)	0.21 (0.14)	0.22 (0.10)	0.058 (0.01) b						
	2	0-10	平成19年度	4.4 (0.1)	3.5 (0.2)	0.11 (0.10)	0.22 (0.11)	0.20 (0.05)	0.077 (0.02) a						
			平成24年度	4.1 (0.2)	3.5 (0.3)	0.092 (0.05)	0.32 (0.20)	0.19 (0.05)	0.081 (0.05)						
		10-20	平成19年度	4.1 (0.2)	3.2 (0.2)	0.11 (0.07)	0.54 (0.31)	0.23 (0.03)	0.12 (0.04)						
天野山	1	0-10	平成13年度	4.2 (0.3)	3.4 (0.2)	0.41 (0.29)	0.23 (0.09)	0.16 (0.04)	0.051 (0.02) ab						
			平成19年度	4.1 (0.1)	3.5 (0.1)	0.15 (0.08)	0.13 (0.03)	0.16 (0.03)	0.031 (0.01) b						
			平成24年度	4.0 (0.1)	3.3 (0.2)	0.21 (0.10)	0.20 (0.07)	0.19 (0.07)	0.068 (0.02) a						
		10-20	平成13年度	4.5 (0.1)	3.8 (0.1)	0.084 (0.07)	0.070 (0.03)	0.11 (0.02)	0.034 (0.01) ab						
			平成19年度	4.4 (0.1)	3.7 (0.2)	0.058 (0.03)	0.068 (0.02)	0.11 (0.02)	0.023 (0.01) b						
			平成24年度	4.4 (0.1)	3.7 (0.1)	0.043 (0.01)	0.074 (0.02)	0.11 (0.02)	0.041 (0.01) a						
	2	0-10	平成13年度	3.8 (0.2)	3.1 (0.2)	0.19 (0.11) b	0.33 (0.22)	0.16 (0.04)	0.063 (0.03)						
			平成19年度	4.0 (0.1)	3.3 (0.1)	0.16 (0.16) b	0.16 (0.10)	0.16 (0.05)	0.030 (0.02)						
			平成24年度	3.9 (0.2)	3.2 (0.2)	0.40 (0.07) a	0.26 (0.11)	0.20 (0.04)	0.064 (0.02)						
		10-20	平成13年度	4.3 (0.2)	3.6 (0.1)	0.014 (0.01)	0.077 (0.03)	0.079 (0.01) b	0.030 (0.01) ab						
			平成19年度	4.3 (0.1)	3.7 (0.1)	0.050 (0.02)	0.064 (0.01)	0.11 (0.02) ab	0.019 (0.01) b						
			平成24年度	4.3 (0.1)	3.6 (0.1)	0.14 (0.17)	0.10 (0.04)	0.14 (0.03) a	0.040 (0.01) a						
法道寺	1	0-10	平成13年度	3.9 (0.1)	3.2 (0.1)	0.13 (0.05)	0.24 (0.03) b	0.13 (0.03)	0.078 (0.04)						
			平成19年度	3.8 (0.1)	3.1 (0.1)	0.29 (0.12)	0.33 (0.08) ab	0.17 (0.05)	0.091 (0.03)						
			平成24年度	3.8 (0.1)	3.1 (0.1)	0.27 (0.10)	0.47 (0.14) a	0.19 (0.03)	0.070 (0.02)						
		10-20	平成13年度	*4.24 (0.05) a	3.5 (0.1)	0.038 (0.02)	0.13 (0.04)	0.086 (0.03)	0.072 (0.03)						
			平成19年度	*4.08 (0.08) b	3.4 (0.1)	0.090 (0.04)	0.18 (0.08)	0.12 (0.05)	0.093 (0.04)						
			平成24年度	*4.07 (0.11) b	3.4 (0.1)	0.083 (0.06)	0.24 (0.06)	0.14 (0.03)	0.068 (0.01)						
	2	0-10	平成13年度	4.0 (0.1)	3.3 (0.2)	0.20 (0.08)	0.23 (0.10)	0.13 (0.05)	0.066 (0.01)						
			平成19年度	3.9 (0.1)	3.2 (0.2)	0.23 (0.11)	0.27 (0.09)	0.16 (0.05)	0.089 (0.02)						
			平成24年度	3.9 (0.2)	3.2 (0.2)	0.36 (0.17)	0.42 (0.14)	0.19 (0.06)	0.081 (0.02)						
		10-20	平成13年度	4.3 (0.1)	3.6 (0.1)	0.036 (0.03)	0.075 (0.04)	0.073 (0.02)	0.058 (0.03)						
			平成19年度	4.0 (0.1)	3.4 (0.1)	0.10 (0.07)	0.13 (0.06)	0.098 (0.02)	0.070 (0.01)						
			平成24年度	4.2 (0.1)	3.6 (0.1)	0.048 (0.02)	0.11 (0.03)	0.10 (0.02)	0.050 (0.00)						
古処山	1	0-10	平成13年度	4.8 (0.4)	3.9 (0.4)	5.9 (6.9)	1.8 (1.4)	0.75 (0.13)	0.069 (0.04)						
			平成19年度	4.5 (0.4)	3.6 (0.2)	1.5 (1.1)	1.1 (0.48)	0.59 (0.13)	0.093 (0.07)						
			平成24年度	5.0 (0.8)	4.2 (0.8)	12 (14)	2.8 (2.65)	0.71 (0.30)	0.12 (0.08)						
		10-20	平成13年度	4.9 (0.5)	4.0 (0.4)	1.8 (3.1)	0.78 (0.85)	0.47 (0.08)	0.070 (0.06)						
			平成19年度	4.6 (0.3)	3.8 (0.2)	0.54 (0.5)	0.54 (0.20)	0.39 (0.06)	0.082 (0.05)						
			平成24年度	5.0 (0.7)	4.2 (0.6)	8.0 (9.7)	1.7 (1.9)	0.57 (0.23)	0.13 (0.10)						
	2	0-10	平成13年度	6.5 (1.0)	5.6 (1.1)	28 (16)	0.90 (0.43)	0.64 (0.17)	0.039 (0.02)						
			平成19年度	6.1 (1.0)	5.4 (1.3)	23 (20)	0.70 (0.25)	0.47 (0.10)	0.052 (0.02)						
			平成24年度	6.2 (1.1)	5.5 (1.3)	24 (21)	0.90 (0.49)	0.58 (0.22)	0.037 (0.01)						
		10-20	平成13年度	6.7 (1.1)	5.8 (1.0)	27 (16)	0.35 (0.17)	0.38 (0.09)	0.036 (0.01) b						
			平成19年度	6.4 (1.2)	5.6 (1.3)	18 (16)	0.37 (0.20)	0.27 (0.10)	0.064 (0.02) a						
			平成24年度	6.4 (1.3)	5.7 (1.4)	26 (23)	0.48 (0.33)	0.38 (0.20)	0.035 (0.01) b						
香権宮	1	0-10	平成13年度	4.2 (0.3)	3.4 (0.1)	1.2 (0.60)	0.92 (0.29)	0.27 (0.07)	0.044 (0.02) b						
			平成19年度	4.1 (0.2)	3.3 (0.1)	0.47 (0.20)	0.73 (0.25)	0.25 (0.05)	0.12 (0.04) a						
			平成24年度	4.1 (0.1)	3.3 (0.1)	0.80 (0.48)	0.77 (0.13)	0.27 (0.06)	0.068 (0.03) b						
		10-20	平成13年度	4.5 (0.2)	3.5 (0.1)	0.38 (0.18)	0.56 (0.13)	0.13 (0.03) b	0.032 (0.01) b						
			平成19年度	4.3 (0.2)	3.4 (0.1)	0.24 (0.07)	0.62 (0.23)	0.17 (0.02) a	0.11 (0.04) a						
			平成24年度	4.4 (0.1)	3.5 (0.1)	0.30 (0.18)	0.55 (0.17)	0.16 (0.03) ab	0.064 (0.01) b						
	2	0-10	平成13年度	4.5 (0.2)	3.5 (0.1)	3.6 (2.0) a	2.3 (0.47)	0.66 (0.15) a	0.097 (0.03) b						
			平成19年度	4.4 (0.1)	3.4 (0.1)	0.98 (0.28) b	1.9 (0.23)	0.46 (0.05) b	0.20 (0.05) a						
			平成24年度	4.4 (0.1)	3.4 (0.1)	1.5 (0.51) b	2.0 (0.28)	0.50 (0.07) b	0.15 (0.05) ab						
		10-20	平成13年度	4.5 (0.1)	3.5 (0.1)	1.3 (0.75)	1.5 (0.28)	0.27 (0.10)	0.086 (0.03) b						
			平成19年度	4.5 (0.1)	3.4 (0.1)	0.74 (0.36)	1.5 (0.36)	0.35 (0.06)	0.16 (0.04) a						
			平成24年度	4.5 (0.1)	3.5 (0.1)	0.69 (0.25)	1.4 (0.22)	0.36 (0.06)	0.13 (0.03) ab						

注： a, b, cは採取年による有意差を示す (t検定, p<0.05, Tukeyによる多重比較, サブプロットごとの対応を考慮)。S.D.(標準偏差)はサブプロット(n=5)の変動を示す。*.本モニタリングで定められたpHの有効数字は2桁であるが、有意差が認められた法道寺については3桁で示した。

表3-3 (続き)

調査地点名	Plot No.	土壌層 (cm)	採取年	交換酸度		ECEC		塩基飽和度		全炭素		全窒素		C/N	硫酸イオン	
				%		%		(g kg ⁻¹)		(mg S·kg ⁻¹)						
				Ave.	S.D.	Ave.	S.D.	Ave.	S.D.	Ave.	S.D.	Ave.	S.D.			
磐梯朝日	1	0-10	平成19年度	13 (1.1)	14 (1.4)	9.2 (6.3)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			平成24年度	12 (1.3)	13 (1.6)	7.9 (1.9)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
		10-20	平成19年度	11 (1.7)	11 (2.1)	5.7 (3.5)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	2	0-10	平成24年度	11 (2.3)	12 (2.5)	5.1 (1.2)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			平成19年度	12 (4.9)	13 (5.2)	5.4 (1.2)	-	-	-	-	-	-	-	-		
		平成24年度	14 (2.1)	15 (2.2)	6.6 (2.1)	-	-	-	-	-	-	-	-			
10-20	平成19年度	8.9 (4.7)	9.3 (4.9)	4.6 (0.7)	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
	平成24年度	11 (2.5)	12 (2.8)	3.8 (0.3)	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
	平成13年度	8.3 (1.3)	9.3 (1.6)	9.1 (2.9) a	43 (17)	2.1 (0.7) b	20 a	71 (9.6) a								
天野山	1	0-10	平成19年度	8.6 (1.3)	9.0 (1.3)	5.2 (1.3) b	41 (9.5)	4.1 (1.1) a	10 b	75 (18) a						
			平成24年度	9.5 (1.3)	10 (1.4)	6.5 (1.0) ab	59 (19)	2.9 (0.9) ab	21 a	34 (7.1) b						
		10-20	平成13年度	5.9 (0.9)	6.2 (0.9)	4.8 (1.2)	11 (3.3) b	0.68 (0.2)	15	140 (42)						
	2	0-10	平成19年度	6.0 (1.3)	6.3 (1.3)	4.3 (1.4)	18 (4.1) a	3.6 (1.4)	5.5	160 (54)						
			平成24年度	6.9 (1.0)	7.2 (1.0)	3.8 (0.9)	15 (3.4) ab	0.85 (0.2)	17	68 (24)						
		10-20	平成13年度	10 (0.6)	11 (0.8)	6.6 (2.8)	71 (24)	3.6 (1.2)	20 a	65 (7.3) b						
法道寺	1	0-10	平成19年度	10 (1.3)	10 (1.4)	4.7 (2.5)	48 (34)	4.1 (2.9)	14 b	97 (21) a						
			平成24年度	10 (0.8)	11 (1.1)	8.3 (1.0)	72 (21)	3.4 (0.9)	21 a	30 (8.1) c						
		10-20	平成13年度	7.2 (1.2)	7.4 (1.2)	2.7 (0.2) b	15 (4.1)	0.80 (0.2)	18	100 (21)						
	2	0-10	平成19年度	7.7 (1.1)	7.9 (1.2)	3.1 (0.5) ab	14 (4.6)	1.0 (0.3)	14	180 (66)						
			平成24年度	7.5 (0.9)	8.0 (1.0)	5.3 (2.4) a	17 (5.1)	0.95 (0.2)	18	55 (17)						
		10-20	平成13年度	11 (2.3)	11 (2.4)	5.3 (1.1) b	51 (16)	2.3 (0.7)	22	52 (25) a						
古処山	1	0-10	平成19年度	9.7 (3.4)	11 (3.3)	9.2 (3.0) a	61 (10)	3.4 (2.6)	23	45 (9.8) a						
			平成24年度	9.4 (3.0)	10 (3.1)	10 (3.1) a	72 (11)	3.6 (0.6)	20	14 (4.1) b						
		10-20	平成13年度	10 (3.7)	10 (3.9)	3.4 (0.8)	13 (2.9)	0.76 (0.2)	18	91 (39)						
	2	0-10	平成19年度	9.6 (4.7)	10 (5.0)	5.3 (1.5)	18 (6.4)	1.9 (2.4)	28	83 (27)						
			平成24年度	12 (3.8)	12 (3.7)	4.7 (2.2)	33 (31)	1.8 (1.4)	16	21 (5.6)						
		10-20	平成13年度	7.7 (1.1) ab	8.3 (1.3)	7.4 (1.7) b	66 (31)	3.1 (1.3)	21	42 (15) a						
香椎宮	1	0-10	平成19年度	8.4 (1.5) a	9.2 (1.7)	8.1 (1.7) b	63 (24)	3.1 (1.2)	22	33 (5.8) a						
			平成24年度	5.9 (1.3) b	7.0 (1.4)	15 (5.4) a	88 (40)	4.1 (1.6)	21	12 (4.2) b						
		10-20	平成13年度	5.9 (0.8)	6.2 (0.8)	4.0 (1.6)	17 (6.4)	0.82 (0.3)	20	48 (18)						
	2	0-10	平成19年度	6.9 (1.7)	7.3 (1.8)	5.5 (1.4)	24 (15)	3.5 (3.9)	15	41 (12)						
			平成24年度	6.9 (1.4)	7.2 (1.4)	4.4 (0.7)	24 (8.6)	1.3 (0.3)	18	14 (3.8)						
		10-20	平成13年度	5.6 (3.3)	14 (5.6)	51 (30)	190 (34)	13 (2.1)	15	32 (11) b						
香椎宮	1	0-10	平成19年度	5.0 (2.0)	8.4 (1.8)	40 (16)	190 (130)	13 (8.1)	15	62 (28) a						
			平成24年度	4.2 (3.5)	20 (14)	60 (35)	240 (130)	15 (7.3)	17	11 (4.9) b						
		10-20	平成13年度	6.0 (3.1)	9.1 (1.9)	32 (34)	160 (64)	11 (3.6)	15	41 (24)						
	2	0-10	平成19年度	6.9 (2.0)	8.5 (2.2)	19 (7.7)	120 (63)	8.3 (4.1)	15	36 (15)						
			平成24年度	4.6 (3.5)	15 (8.6)	49 (41)	180 (100)	11 (5.9)	16	9.7 (4.2)						
		10-20	平成13年度	1.0 (1.8)	30 (15)	91 (19)	140 (40)	11 (2.4)	13 b	15 (12) b						
香椎宮	1	0-10	平成19年度	1.3 (1.6)	26 (19)	79 (31)	130 (48)	9.9 (4.2)	14 b	87 (52) a						
			平成24年度	1.8 (2.1)	28 (19)	76 (31)	140 (12)	9 (1.2)	15 a	10 (5.7) b						
		10-20	平成13年度	1.2 (2.2)	29 (14)	84 (34)	98 (15)	7.6 (0.9)	13	25 (34)						
	2	0-10	平成19年度	1.5 (1.8)	21 (14)	68 (41)	75 (25)	5.3 (2.1)	15	11 (2.3)						
			平成24年度	1.5 (1.8)	28 (21)	69 (40)	90 (16)	5.4 (1.5)	17	8.0 (3.2)						
		10-20	平成13年度	17 (1.9)	19 (1.7)	13 (4.8)	97 (63)	6.0 (3.7)	16	92 (69) ab						
香椎宮	1	0-10	平成19年度	17 (2.0)	19 (1.5)	8.6 (2.7)	54 (29)	3.3 (1.9)	17	140 (36) a						
			平成24年度	17 (1.8)	19 (1.1)	10 (3.7)	52 (23)	3.2 (1.5)	16	53 (9.8) b						
		10-20	平成13年度	17 (2.5)	18 (2.5)	6.1 (1.4)	27 (15)	1.8 (1.0)	15 b	140 (92)						
	2	0-10	平成19年度	19 (1.5)	20 (1.5)	5.8 (1.7)	28 (14)	1.6 (0.8)	18 a	160 (83)						
			平成24年度	17 (1.1)	18 (1.1)	6.0 (1.7)	19 (4.6)	1.2 (0.3)	16 ab	84 (19)						
		10-20	平成13年度	21 (7.1)	28 (6.5)	25 (11)	110 (52)	7.0 (3.1)	16	27 (3.4) b						
10-20	平成19年度	20 (3.1)	23 (3.0)	15 (3.0)	72 (6.3)	4.2 (0.3)	17	43 (4.4) a								
	平成24年度	21 (3.0)	26 (3.1)	17 (3.1)	77 (45)	4.4 (2.3)	17	18 (1.4) c								
	平成13年度	24 (7.2)	28 (7.4)	12 (4.2)	30 (14)	2.0 (0.9)	15	35 (9.3) a								
10-20	平成19年度	25 (4.7)	28 (4.3)	10 (3.9)	30 (8.7)	1.7 (0.4)	18	40 (3.4) a								
	平成24年度	25 (3.9)	28 (3.7)	9.7 (2.3)	35 (21)	2.1 (1.1)	16	20 (4.5) b								

注： a, b, cは採取年による有意差を示す (t検定, p<0.05, Tukeyによる多重比較, サブプロットごとの対応を考慮)。S.D.(標準偏差)はサブプロット(n=5)の変動を示す。*.本モニタリングで定められたpHの有効数字は2桁であるが、有意差が認められた法道寺については3桁で示した。

表3-4 土壌フオロアーアップ調査の概要 (青文字は有意な増加を赤文字は有意な減少を示す)

自治体	調査地点名	土壌層	採取年	pH (H ₂ O)	Ex (mol(+) kg ⁻¹)					ECECS	塩基飽和度§	全炭素¶		CN比¶
					Ex-Ca ²⁺	Ex-Mg ²⁺	Ex-K ⁺	Ex-Na ⁺	Ex-Al ³⁺			g kg ⁻¹	g kg ⁻¹	
石川	輪島試験林	表層	平成7年度	4.4	3.6	2.8	0.43	0.38	9.6	17	43%	160	6.2	26
			平成24年度	4.6	0.44 **	0.79 **	0.46	0.36	8.8	11 *	19% **	88	3.7	23
		次層	平成7年度	5.1	0.20	0.46	0.43	0.34	7.6	9.0	16%	35	1.6	21
			平成24年度	4.8 *	0.23	0.60	0.38	0.36	9.2	11	14%	36	1.7	21
大阪	星田妙見	表層	平成5年度	5.1	2.3	0.30	0.13	0.072	0.50	3.3	83%	29	2.0	15
			平成24年度	4.7	3.9	0.53	0.26 *	0.026 ***	1.9 †	6.2 *	64%	15	2.8	6.8
		次層	平成5年度	5.3	1.7	0.25	0.35	0.046	0.31	2.7	88%	6.0	NA	NA
			平成24年度	5.1	2.2	0.38	0.14	0.023 **	2.1 *	4.6 **	58% †	2.2	1.0	4.7
福井	積川神社	表層	平成5年度	4.0	0.30	0.14	0.24	0.086	3.1	3.9	20%	72	5.0	14
			平成24年度	4.1	2.6	0.82	0.46 †	0.068 †	4.2 †	6.4 †	43% †	130	8.1	16
		次層	平成5年度	4.1	0.072	0.048	0.11	0.064	2.3	2.6	12%	30	2.0	15
			平成24年度	4.3 *	0.19 *	0.14 ***	0.16	0.048	6.9 ***	6.6 **	7% †	27	1.7	16

注: * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$: 過去の調査と平成24年度データに有意差あり (t検定), † $p < 0.1$

§ 星田妙見及び積川神社ではEx-Hを考慮していない。¶ 過去調査のサンプル数が不十分なために統計解析を実施していない。

IV 平成 24 年度陸水モニタリングデータについて

1. 平成 24 年度モニタリングの概要

平成 24 年度は、表 4-1 に示す 11 湖沼（11 自治体）で実施された（*印は EANET サイトを示す）。各地点の位置は、図 3-1 のとおりである。

なお、本年度は、大島池、蟠竜湖及び永富池において底質調査が実施された。

表 4-1 調査・分析状況

湖沼名	調査地点数	調査回数	サンプリング回数	繰り返し分析回数
今神御池（山形県）	2	4	2	3
刈込湖（栃木県）	2	4	2	3
山居池（新潟県）	2	4	2	3
大島池（石川県）	2(1)**	3(1)**	2(2)**	3(3)**
夜叉ヶ池（福井県）	2	4	2	3
双子池（雄池） （長野県）	2	表層：3 底層：3	2	3
双子池（雌池） （長野県）	2	表層：3 底層：3	2	3
伊自良湖* （岐阜県）	6	4	2	3
沢の池（京都府）	2	4	2	3
蟠竜湖*（島根県）	3(1)**	4(1)**	No.2湖心表層・底層：2(2)** No.3湖心表層：1	No.2湖心表層・底層：3(3)** No.3湖心表層：1
山の口ダム （山口県）	2	4	2	3
永富池（香川県）	2(1)**	4(1)**	2(2)**	3(3)**

*：国内EANETサイト

**：括弧内は底質調査状況を示す。湖心底質の表層・中層・底層を分析した。

2. データ検証作業

各自治体から提出されたデータは、アジア大気汚染研究センターで測定下限値をはじめ R1・R2、変動係数等について管理目標値を満たすか確認を行った。これらを踏まえ、集計データについて、過年度からの経年変化も併せて国内データ検証グループに依頼し、データ検証作業を行った。さらに必要に応じ、自治体担当者への確認等も行った。

3. モニタリング結果

陸水モニタリングの結果を表 4-2 に示した。大島池（石川県）では例年より早い積雪のため、冬季調査が実施できず、年 3 回の実施となった。また、夜叉ヶ池（福井県）では秋季調査の際、強風のためボートが出せず、湖心ではなく湖岸表層のみからの採水となったため、そのデータは参考値扱いとした（集計上は年 3 回）。

表 4-2a 陸水モニタリング結果の概要 (年 4 回の項目)

県名	湖沼名	地点名	pH	EC (mS/m)	7カカリ度 (meq/L)	SO ₄ ²⁻ (mg/L)	NO ₃ ⁻ *1 (mg/L)	Cl ⁻ (mg/L)	NH ₄ ⁺ *1 (mg/L)	Na ⁺ (mg/L)	K ⁺ (mg/L)	Ca ²⁺ (mg/L)	Mg ²⁺ (mg/L)	Chl-a (μg/L)	DO (mg/L)	
山形県	今神御池	湖心表層	6.46	3.91	0.055	3.99	<0.10	6.22	<0.05	5.27	0.46	0.66	0.59	4.8	8.9	
		湖心底層	6.01	6.10	0.139	4.82	<0.10	9.46	0.21	7.64	0.82	1.61	0.96	83.7	6.5	
栃木県	刈込湖	湖心表層	7.05	3.30	0.166	5.26	0.19	0.66	<0.05	2.96	0.58	2.47	0.20	3.1	8.5	
		湖心底層	6.69	4.92	0.324	3.64	<0.10	0.71	0.54	3.11	0.76	3.12	0.28	4.2	2.7	
新潟県	山居池	湖心表層	6.89	8.78	0.111	4.86	<0.10	18.5	<0.05	11.6	1.24	1.58	1.38	3.0	9.3	
		湖心底層	6.76	9.03	0.125	4.74	<0.10	18.8	<0.05	11.8	1.29	1.58	1.37	7.8	9.2	
石川県	大島池	湖心表層*2	6.77	4.52	0.170	1.34	0.54	6.42	<0.05	4.57	1.17	1.54	1.03	12.5	8.2	
		湖心底層*2	6.37	4.78	0.193	1.37	0.37	6.56	0.08	4.63	1.21	1.70	1.16	25.4	4.5	
福井県	夜叉ヶ池	湖心表層*3	5.35	1.80	-	1.73	0.59	2.64	0.11	1.70	0.34	0.35	0.20	2.0	7.9	
		湖心底層*3	5.60	1.79	-	1.66	0.47	2.52	0.21	1.62	0.30	0.36	0.20	3.3	5.9	
長野県	雄池・雌池 (双子池)	雄池表層*4	7.08	1.73	0.108	1.48	0.81	0.32	<0.05	1.02	0.26	2.03	0.19	0.4	8.5	
		雄池底層*1	7.04	2.04	0.128	1.60	1.03	0.37	<0.05	1.26	0.27	2.44	0.22	3.0	10.5	
		雌池表層*1	5.68	0.64	0.018	1.06	0.22	0.31	0.31	<0.05	0.26	0.18	0.34	0.08	0.8	7.9
		雌池底層*1	5.68	0.63	0.016	1.11	0.24	0.28	0.28	0.26	0.17	0.34	0.07	0.9	8.0	
岐阜県	伊自良湖	湖心表層	7.11	3.76	0.154	4.66	1.31	1.89	<0.05	1.85	0.23	2.78	1.23	6.8	10.4	
		湖心底層	6.79	3.84	0.154	4.70	1.47	1.89	<0.05	1.84	0.26	2.79	1.27	10.2	9.3	
		釜ヶ谷川 (流入河川)	6.94	4.00	0.143	5.49	1.85	1.90	1.90	<0.05	1.92	0.24	2.84	1.37	-	-
		孝洞川 (流入河川)	6.94	3.47	0.129	4.46	1.23	1.99	1.99	<0.05	2.13	0.20	1.92	1.30	-	-
京都府	沢の池	伊自良川 (流出河川)	7.10	3.81	0.155	4.68	1.32	1.89	<0.05	1.85	0.24	2.86	1.24	-	-	
		放水路	6.89	3.87	0.154	4.74	1.54	1.88	<0.05	1.86	0.24	2.86	1.28	-	-	
高根県	鱒竜湖	池中央部表層	5.86	1.59	0.023	1.52	<0.10	2.68	<0.05	1.49	0.24	0.65	0.38	4.2	8.9	
		池中央部底層	5.81	1.61	0.024	1.49	<0.10	2.69	<0.05	1.53	0.23	0.62	0.39	5.3	8.9	
山口県	山の口ダム	NO.2 (湖心) 表層	7.00	11.0	0.178	4.02	0.15	24.3	<0.05	14.7	1.92	1.88	2.04	4.1	8.3	
		NO.2 (湖心) 底層	6.61	12.4	0.317	3.48	0.20	24.7	0.13	15.2	2.06	2.76	2.62	17.3	3.6	
香川県	永富池	NO.3 表層	6.96	11.0	0.182	4.13	0.17	23.9	<0.05	14.6	1.95	2.00	2.06	4.9	8.4	
		湖心表層	6.50	6.26	0.089	4.79	0.76	10.5	<0.05	8.12	1.02	1.38	0.89	0.6	6.0	
香川県	永富池	湖心底層	6.27	6.63	0.104	4.79	0.92	10.8	<0.05	8.13	1.01	1.67	0.99	0.2	4.7	
		湖心表層	7.15	7.81	0.378	7.27	1.62	4.52	0.07	7.12	0.84	6.09	0.92	2.8	8.5	
		湖心底層	6.69	10.9	0.733	5.31	0.88	4.88	0.56	7.38	1.01	8.86	1.20	5.1	2.7	

注：年平均値を算出するにあたり、測定値が各分析機関で定めた定値未達であった場合はこれを 0 とみなして計算に加えた。また、pH の平均値は水素イオン濃度の算術平均とした。*1；不等号を用いた値は、手引き書に定めた定値未達のある定値未達 (管理目標値) 未達であることを示す。*2；年 3 回の調査から平均値を算出 (冬期調査は実施できず)。*3；年 3 回の調査から平均値を算出 (秋期調査分を除外)。*4；年 3 回の調査から平均値を算出 (冬期調査はもとより実施予定なし)

表4-2b 陸水モニタリング底質調査の概要

県名	湖沼名	採泥日	底質	NH ₄ ⁺ (mg/L)	NO ₃ ⁻ *1 (mg/L)	SO ₄ ²⁻ *1 (mg/L)	水温 ℃	溶存酸素 (mg/L)	採取深度 (m)
石川県	大畠池	10月3日	表層	4.35	<0.10	0.24	20.2 (2.9)	6.2 (2.9)	3.9
			中層	6.22	<0.10	0.12			
			底層	4.90	<0.10	<0.10			
島根県	蟠竜湖	11月20日	表層	4.53	0.25	5.06	12.5 (8.8)	0.4 (8.8)	8.8
			中層	6.99	0.55	1.22			
			底層	8.21	0.17	0.74			
			直上水	0.23	<0.10	5.02			
香川県	永富池	11月16日	表層	6.04	0.15	4.94	8.0 (12.2)	0.7 (12.2)	14.2
			中層	13.4	0.11	1.04			
			底層	17.6	0.22	0.72			

注：水温と溶存の（）内は測定深度。*1；不等号を用いた値は、手引き書に定めのある定量下限値のDQO値（管理目標値）未満であることを示す。

V 平成 24 年度集水域モニタリングデータについて

1. 平成 24 年度モニタリングの概要

集水域モニタリングについては、平成 17~19 年度に実施された岐阜県伊自良湖集水域での重点調査結果を踏まえ、引き続き伊自良湖集水域において定期観測が行われている。集水域モニタリングについては、東アジア酸性雨モニタリングネットワーク (EANET) でも、平成 22 年 10 月に開催された科学諮問委員会 (SAC10) において集水域モニタリング・ガイドラインが承認、同年 11 月に開催された第 12 回政府間会合 (IG12) において採択され、参加国からの定期観測データの提出が期待されている。我が国からは、伊自良湖の既存データ (2007-2011 年の 4 水年分) を EANET に提出した。

平成 24 年度においては、2011-2012 水年 (平成 23 年 11 月~24 年 10 月) のデータセットを、データ確定の対象とした。

表 5-1 に観測項目及び方法を、図 5-1 にモニタリング装置の配置図を示した。水年の区切りは、流入・流出の季節変化を基に、11 月初旬としている。

表 5-1 伊自良湖集水域モニタリングの観測項目及び方法

観測項目		方法等
流入量 (総沈着量) の推定	降水量分布	釜ヶ谷川集水域内の標高の異なる 3 地点 (伊自良湖酸性雨測定所を含む。) における降水量を継続観測する。
	湿性沈着量*	伊自良湖酸性雨測定所における湿性沈着モニタリングデータ (EANET データ) を基に、上記降水量分布を考慮して補正し、湿性沈着量を推計する。
	乾性沈着量*	伊自良湖酸性雨測定所におけるフィルターパック法及び自動測定装置による大気汚染物質モニタリングデータ (EANET データ) を基に、インフレンシヤル法により乾性沈着量を推計する。
	流入総沈着量*	年間総沈着量は上記の湿性沈着量及び乾性沈着量の和とする。
流出量の推定	流量	釜ヶ谷川の水位を連続測定し、水位・流量曲線を基に流量を推計する。
	河川水質	2 週間毎に釜ヶ谷川及び孝洞川で採取し、次の測定を行う。測定項目：水温、pH、電気伝導率 (EC)、アルカリ度 (pH4.8、グランプロット法)、 NH_4^+ 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 Na^+ 、 K^+ 、 SO_4^{2-} 、 NO_3^- 、 Cl^- 、TOC、溶存態全 Al、 SiO_2
	流出量	上記の流量と河川水質を基に、2 週間毎の期間流出量及び年間流出量を推計する。

* 湿性沈着量、乾性沈着量、流入総沈着量等については、EANET データの確定や関連 WG における乾性沈着量の解析結果を得て、定期的なデータのとりまとめの際、流出量とともに評価を行う。



図5-1 伊自良湖集水域モニタリング装置配置図
 注：太線内は、物質収支解析を行った釜ヶ谷川の集水域を示す。

2. データ検証作業

分析結果は、陸水モニタリングにおける手引書及びEANETのQA/QCプログラムに従い、R1、R2の確認を行い、問題があれば再分析を行った。集水域モニタリングにおいては、独自に取得されるデータの分析精度を検証するだけでなく、流入・流出収支等におけるデータの整合性を含めたデータセットとして確定していくことが求められることから、データ検証は、「酸性沈着の生態系影響評価ワーキンググループ（WG）」を主体として行った。

3. モニタリング結果

集水域モニタリング結果の概要を以下に示した。降水量や河川流量は昨年よりは低めであったが、流出率はほとんど変わらなかった。過去7年間では、pHやアルカリ度はほぼ横ばい、 SO_4^{2-} や NO_3^- は若干低下傾向にあった。

表 5-2 降水量、河川流出量及び流出率

水年		2009-2010	2010-2011	2011-2012
降水量 (mm)	赤谷	4522	3913	3276
	伊自良湖測定所	3920	3157	2732
	青少年の家・湖岸	3717	3583	2986
	平均	4053	3551	2998
釜ヶ谷川からの流出量 (mm)		2687	1703	1496
平均降水量に基づく流出率*1(%)		66	48	50
(赤谷の値に基づく流出率)		(59)	(44)	(46)

*1 河川流出量を降水量の平均で除して算出。

表 5-3 釜ヶ谷川における河川水質の加重平均濃度

水年		pH	アルカリ度	SO ₄ ²⁻	NO ₃ ⁻
			(μmolc L ⁻¹)		
2009	2010	7.0	135	121	29.4
2010	2011	6.8	120	120	36.4
2011	2012	6.8	136	132	30.1

注：各水年の RW1 における年間流出量を基に算出。アルカリ度は pH4.8 法による。

表 5-4 釜ヶ谷川における主な物質の年間河川流出量

水年		アルカリ度	SO ₄ ²⁻	NO ₃ ⁻	Cl ⁻	NH ₄ ⁺	Ca ²⁺
		kmolc ha ⁻¹					
2009	2010	3.6	3.2	0.8	1.5	0.054	3.0
2010	2011	2.0	2.1	0.6	0.9	0.004	2.1
2011	2012	2.0	2.0	0.5	0.8	0.002	1.9

注：アルカリ度は pH4.8 法による。

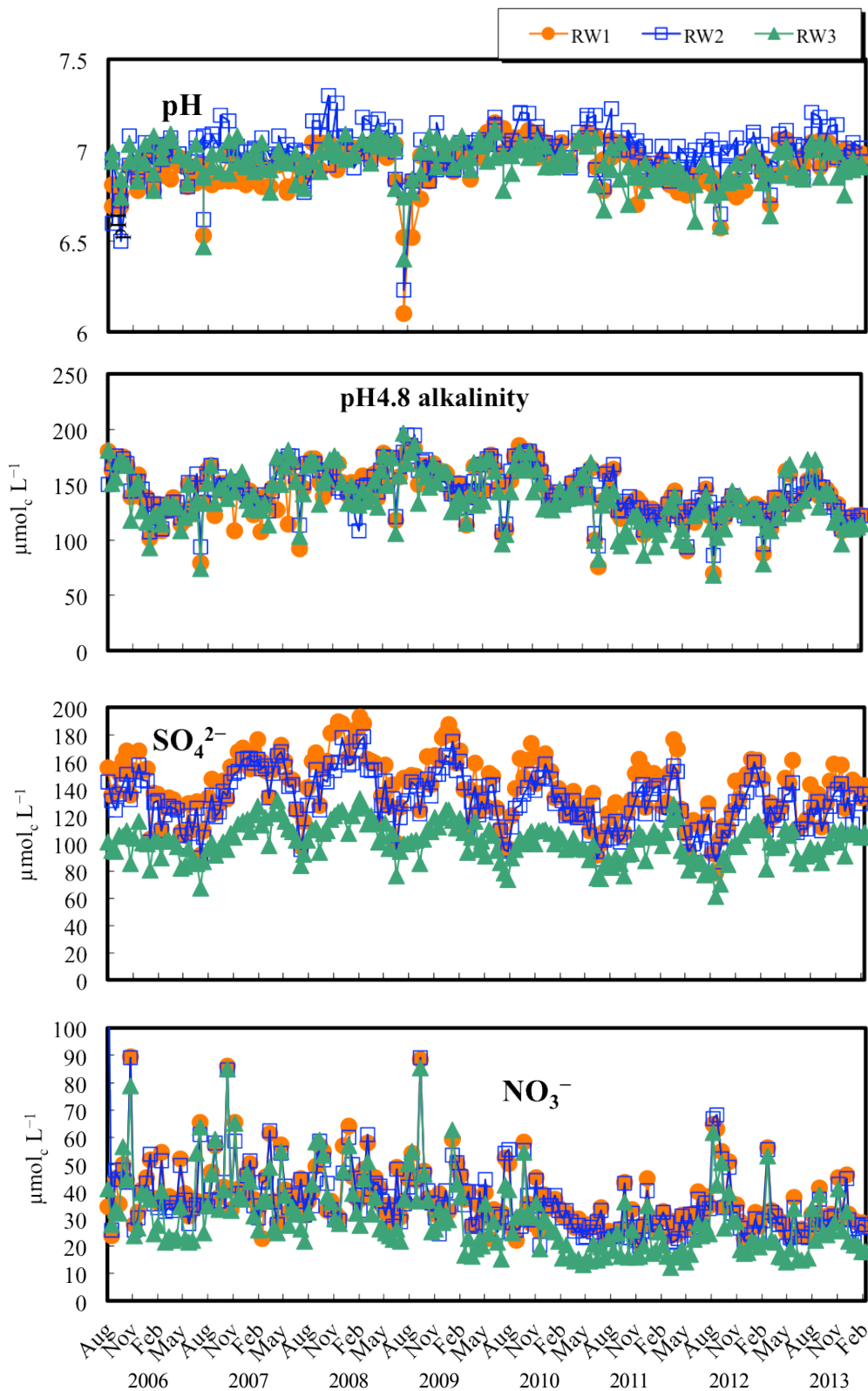


図5-2 過去7年間の河川水質の変化 (RW1及びRW2は釜が谷川、RW3は孝洞川)