

越境大気汚染・酸性雨長期モニタリング報告書(平成 25～29 年度)の概要(案)

1. この報告書について

環境省(庁)では昭和 58 年度(1983 年度)から酸性雨モニタリングを実施している。オゾンやエアロゾルも対象に越境大気汚染を監視することを明確にする観点から、現在は「越境大気汚染・酸性雨長期モニタリング計画(平成 26 年 3 月改訂)」に基づき、湿性沈着(降水)、大気汚染物質(ガス、エアロゾル)、土壌・植生、陸水及び集水域の各分野についてモニタリングを行っている。この報告書は、平成 25～29 年度(2013～2017 年度)の 5 年間のモニタリング結果を中心に取りまとめたものである。

2. 越境大気汚染・酸性雨長期モニタリングの目的

越境大気汚染・酸性雨長期モニタリングは、酸性雨原因物質、オゾン、PM_{2.5}等の大気汚染物質の長距離越境輸送や長期トレンド等を把握し、また、越境大気汚染や酸性沈着の影響の早期把握や将来の影響を予測することを目的として、東アジア酸性雨モニタリングネットワーク(EANET)と密接に連携しつつ、大気モニタリング及び生態影響モニタリングを長期間実施する。

3. モニタリングの内容

酸性沈着の状況を把握するため、湿性沈着モニタリング及び大気汚染物質モニタリングを、また、酸性沈着による生態系への影響を把握するため、土壌・植生モニタリング、陸水モニタリング及び集水域モニタリングをそれぞれ実施した(表 1)。

表 1 越境大気汚染・酸性雨長期モニタリングの内容(2013～2017 年度)

	種類	内容	地点数
大気モニタリング	(1)湿性沈着モニタリング	降水(雨や雪)の pH や溶存するイオン成分の濃度等のモニタリング。降水量との積により各成分の地表面への沈着量を計算することを含む。	27 地点(2014 年度から 24 地点)
	(2)大気汚染物質モニタリング	大気中のガス状物質の濃度、粒子状物質の重量濃度やその中に含まれる成分の濃度等のモニタリング。風速等の気象条件からそれらの物質の地表面への沈着量を計算することを含む。	
生態影響モニタリング	(3)土壌・植生モニタリング	土壌の pH 等の状態やそれに含まれるイオン成分の濃度、樹木の衰退度や下層植生等のモニタリング。	25 地点
	(4)陸水モニタリング	河川、湖沼等の pH やそれに含まれるイオン成分の濃度等のモニタリング。	11 地点
	(5)集水域モニタリング	一定の流域(集水域)に着目して、大気や流出入する河川を通じた酸性物質等の物質収支とそれに伴う生態系への影響との関連を評価するためのモニタリング。	1 地点

4. モニタリング結果

(1) 大気モニタリングの結果

＜ポイント①＞ 降水の酸性度(pH) [本編 3.1.1] [本編 3.1.3]

日本の降水は引き続き酸性化した状態にあり、日本の降水 pH は、欧米及び EANET 各国と比べて低い、中国の大気汚染物質排出量の減少とともに pH の上昇（酸の低下）の兆候がみられる。

- 国内の各地点における降水 pH の 5 年間(2013～2017 年度)の加重平均値(降水量を考慮した平均値)は、pH4.58～5.16 の範囲にあり、小笠原(5.16)、落石岬(5.10)、辺戸岬(5.07)で高く、大分久住(4.58)、屋久島(4.65)、越前岬(4.67)で低かった。全地点の 5 年間の加重平均値は 4.77 であり、降水は引き続き酸性化した状態にあった(図 1)。
- 日本の降水 pH は、欧米及び日本を除く EANET 各国（カンボジア、中国、インドネシア、ラオス、マレーシア、モンゴル、ミャンマー、フィリピン、韓国、ロシア、タイ、ベトナム）の平均値と比べて低い(図 2)。
- 中国における硫黄や窒素の酸化物の排出量(本編図 3-1-42 参照)の減少とともに、日本の降水への酸の寄与も低下傾向にあり、降水 pH も近年は上昇の兆候がみられる(図 3)。

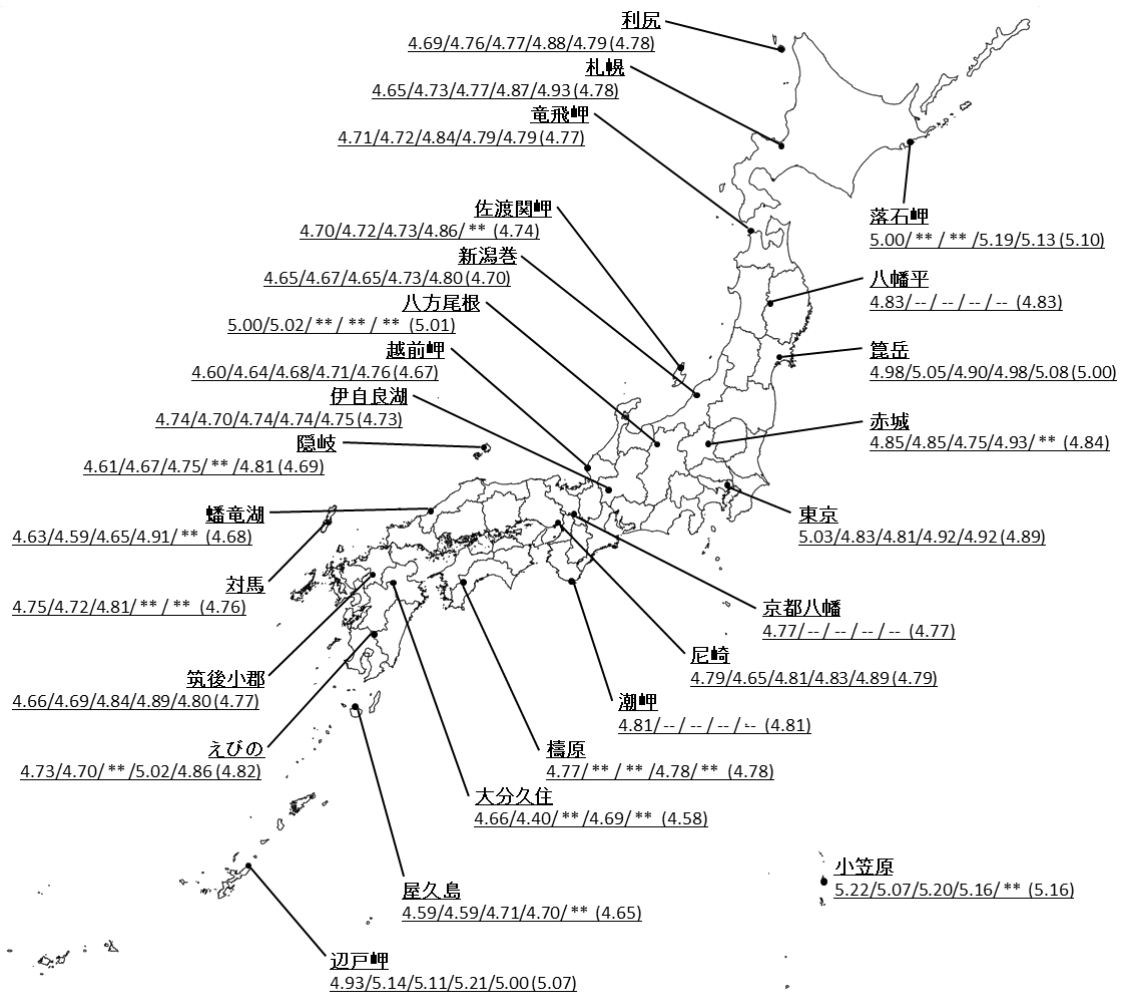


図1 pH分布図

2013年度/2014年度/2015年度/2016年度/2017年度 (5年間平均値)

--: 測定なし, **: 当該年平均値が有効判定基準に適合せず、棄却されたことを示す。
 平均値は降水量加重平均により求めた。八幡平、京都八幡、潮岬は2013年度末で測定を休止。

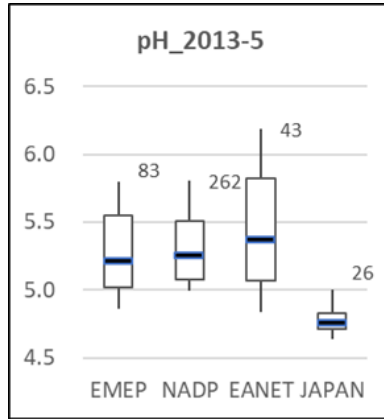


図 2 日本の降水 pH の国際ネットワーク (EMEP¹: 欧州、NADP²: 北米、EANET: 日本以外の東アジア) との比較
 構成地点の 2013~2015 年(日本は年度)の降水量加重平均値の分布。図中の数値は地点数、箱ひげ図は各ネットワークデータの 10, 25, 50, 75, 90 パーセンタイル値³をそれぞれ示す。

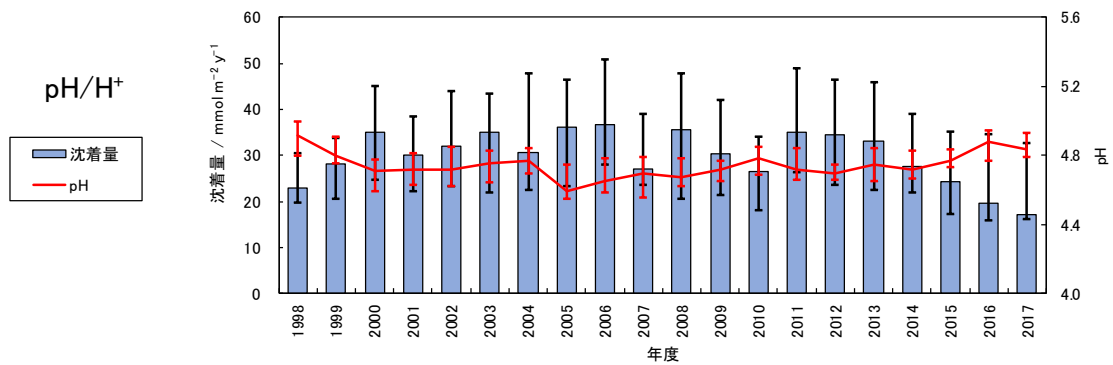


図 3 pH 及び水素イオン濃度・湿性沈着量(中央値)の経年変化
 エラーバーは、pH と水素イオン沈着量について、各年度の 25~75 パーセンタイル値の範囲を示す。データの完全度⁴が基準を満足しない年間値は含めずに計算した。

¹ EMEP: 長距離移動大気汚染物質モニタリング・欧州共同プログラム (Co-operative Program for Monitoring and Evaluation of the Long-Range Transmission of Air Pollutants in Europe)
² NADP: 米国国家大気降下物測定プログラム (National Atmospheric Deposition Program)
³ パーセンタイル値とは、対象とするデータ群を小さい方から並べたときに、指定された個数番目にある値を代表値とするもの。例えば、データが 100 個あったとすると、50 パーセンタイル値とは小さい方から数えて 50 番目の値であるということ。
⁴ 完全度とは、一定のモニタリング期間における有効なデータの比率をいう。

<ポイント②> 降水中に含まれる物質の季節変動 [本編 3.1.1]

酸性化した降水に含まれる非海塩性硫酸イオン等の濃度は冬季に高いことから、国内発生源に加えて大陸からの影響が示唆された。

- 降水中の非海塩性硫酸イオン(nss-SO_4^{2-})、硝酸イオン(NO_3^-)及びアンモニウムイオン(NH_4^+)の濃度はほぼ同じ季節変動を示し、全体的に夏季に低く冬季に高かった。山陰及び本州中北部日本海側で冬季に顕著な上昇が見られることから、国内発生源に加えて大陸からの影響が示唆された(図4)。

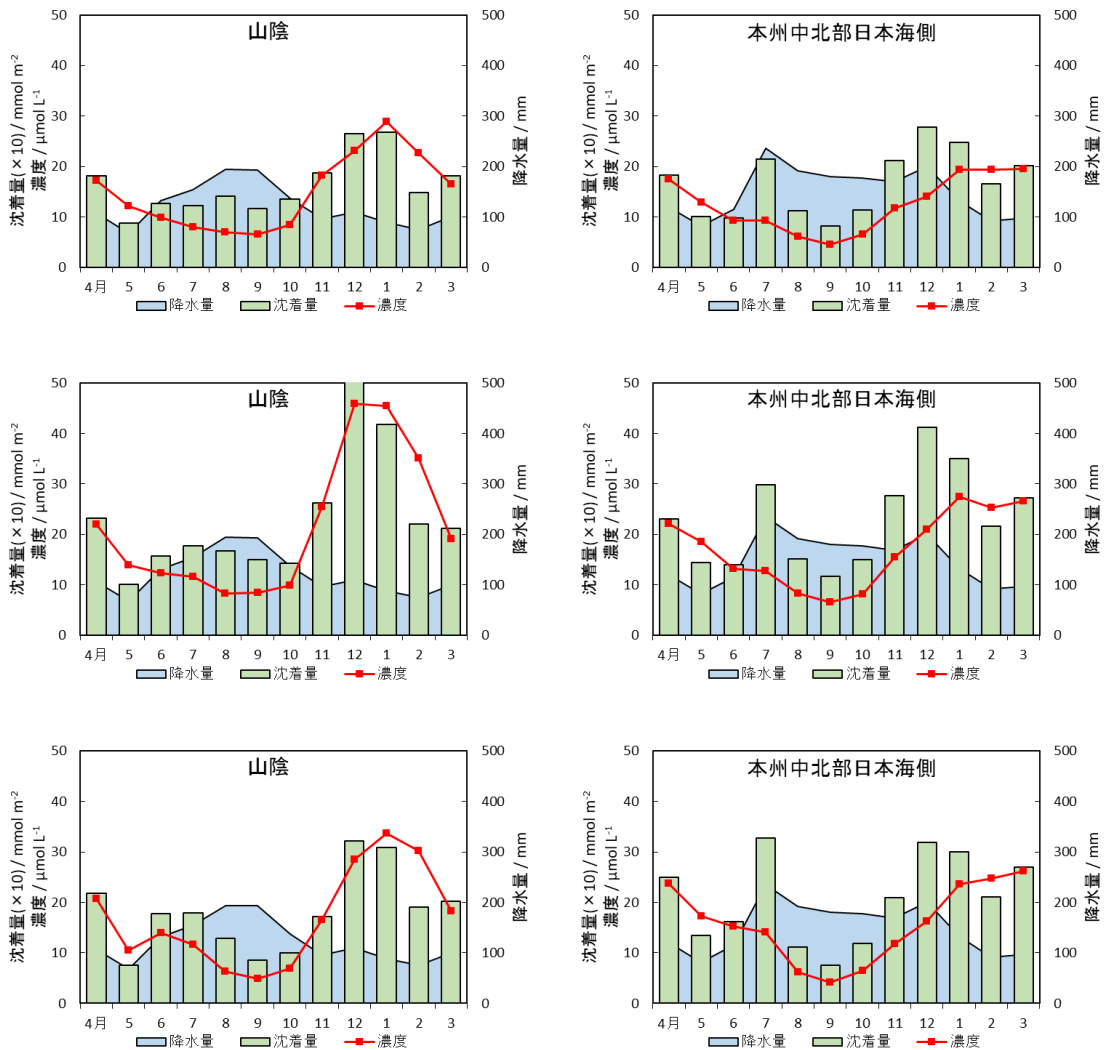


図4 山陰及び本州中北部日本海側における降水中の非海塩硫酸イオン(nss-SO_4^{2-} : 上段)、硝酸イオン(NO_3^- : 中段)及びアンモニウムイオン(NH_4^+ : 下段)の濃度、沈着量及び降水量の季節変動(2013~2017年度平均値)

<ポイント③> 大気汚染物質の季節変動 [本編 3.1.2]

大気汚染物質(ガス、エアロゾル)の季節変動の傾向は物質によって異なり、二酸化硫黄は冬季に高く越境汚染の影響が示唆された。オゾンと粒子状物質は春季に高く、越境汚染及び黄砂の影響が示唆された。

- 大気汚染物質(ガス、エアロゾル)濃度の季節変動は物質によって異なり、概ね次のような傾向にあった(図5)。

二酸化硫黄(SO₂) : 全体的に夏季に低く、冬季の北西季節が卓越する期間に高い傾向がみられ、大陸からの越境汚染の影響が示唆された。

窒素酸化物(NO_x*)⁵ : 全体的に一定の傾向はみられず、伊自良湖で中京地域からの輸送で夏季に高い一方、禰原では冬季に高く、測定地点ごとに異なった傾向を示した。

オゾン(O₃) : 全体的に春季に最大となり、夏季には低い傾向がみられた。多くの地点で秋季にもピークがみられ、大気モデルを用いた発生源寄与解析等との比較から、越境汚染の影響が示唆された。

粒子状物質(PM₁₀)及び微小粒子状物質(PM_{2.5})

: いずれもほぼ同じ季節変動を示し、春季に高い傾向がみられ、黄砂の影響が示唆された。

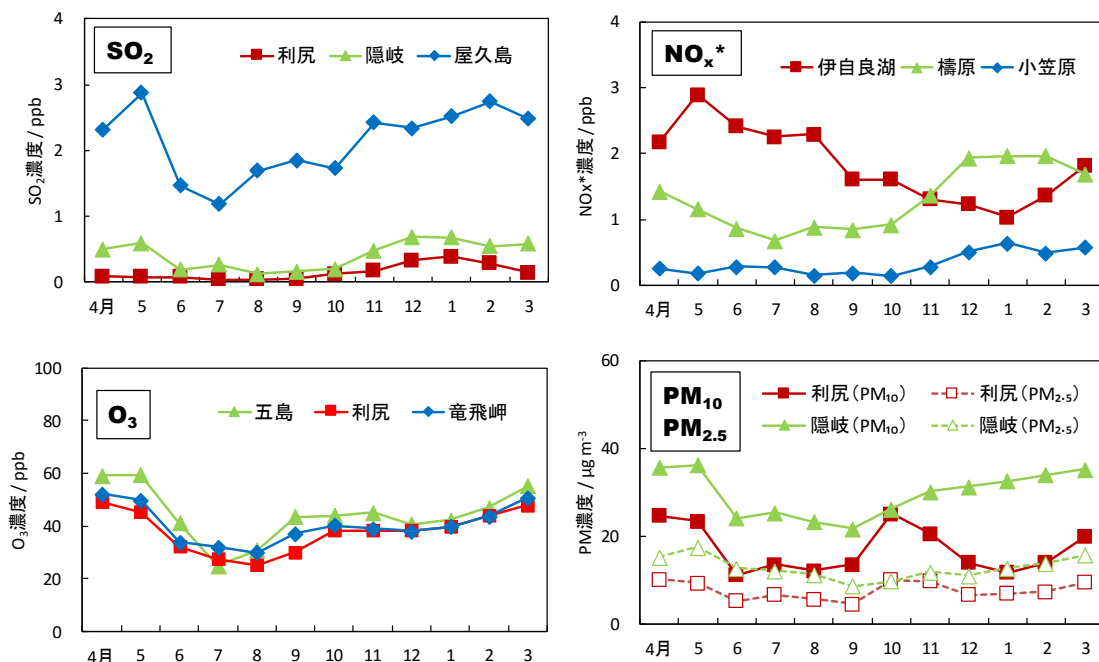


図5 ガス状及び粒子状物質濃度の季節変動(2013~2017年度平均)

⁵ 「NO_x＊」は測定法の原理から、都市地域以外の測定所において、一酸化窒素(NO)及び二酸化窒素(NO₂)以外の窒素酸化物も測定している可能性があることを示している(本編 2.2.2 の脚注参照)。

＜ポイント④＞ 大気汚染物質の長期的傾向等 [本編 3.1.2]

大気中の二酸化硫黄 (SO_2) 及び粒子状非海塩性硫酸イオン (nss-SO_4^{2-}) 濃度は、大陸に近い地点で高く、それらの地点では大陸からの移流の寄与が大きいことが示唆された。

- SO_2 濃度については、日本海側の遠隔地域(国内発生源から十分な距離にある地域)では、大陸により近い西側の隠岐が佐渡関岬と比べて長期継続的に濃度が高い傾向が見られたこと、粒子状非海塩性硫酸イオン (nss-SO_4^{2-}) 濃度については、西日本の測定地点が東日本の地点より高い傾向が見られたことから、大陸からの移流の寄与が大きいことが示唆された(図 6)。
- なお、遠隔地域のうち、構原、えびの及び屋久島については、 SO_2 濃度が比較的高いが、これは火山活動の影響が考えられる。

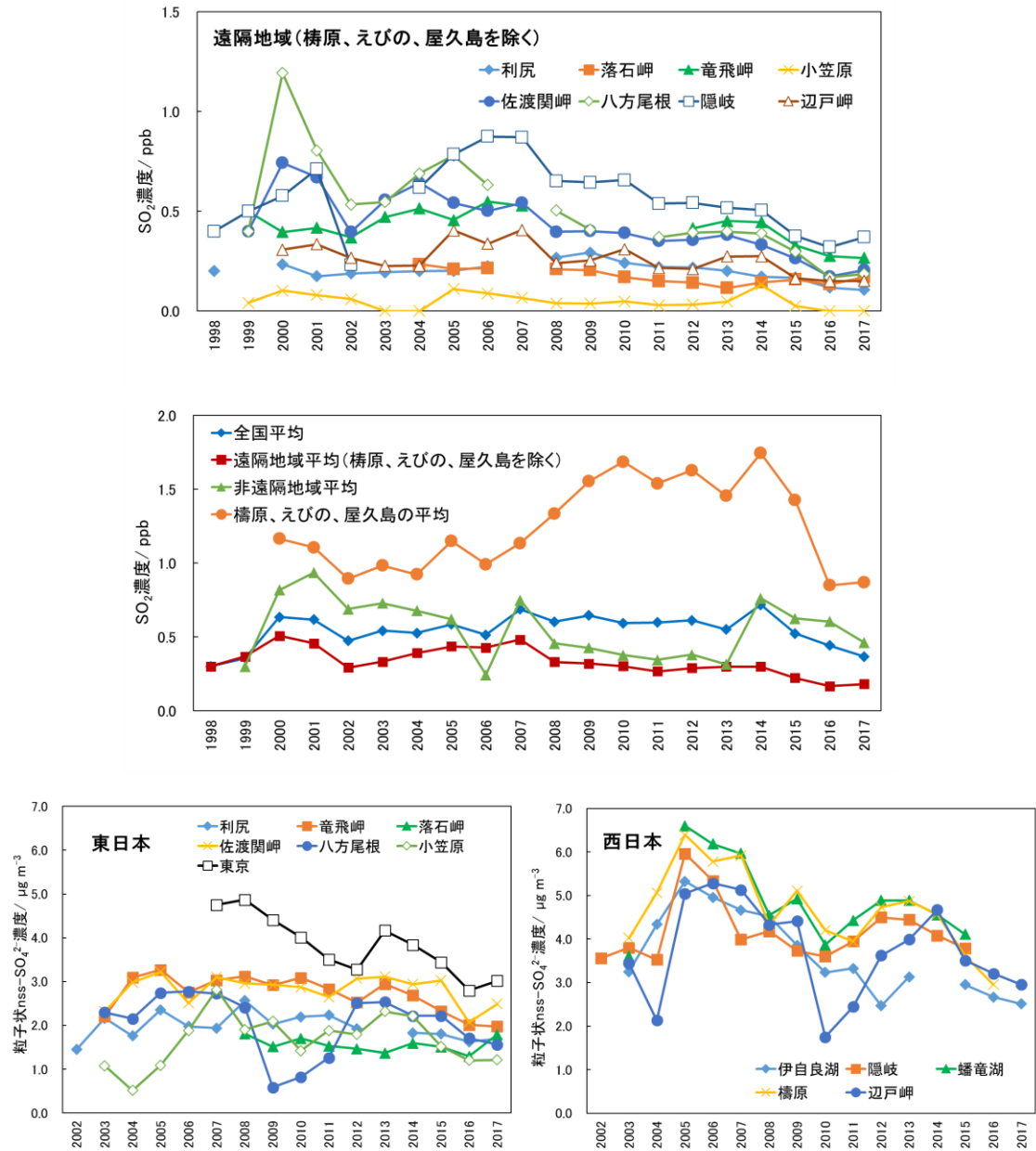


図6 二酸化硫黄 (SO₂) 濃度(上・中段)及び粒子状非海塩性硫酸イオン (nss-SO₄²⁻) 濃度(下段)の経年変化

完全度が70%未満の年間値は表示していない。

(2) 土壌・植生モニタリングの結果

＜ポイント⑤＞ 森林生態系における土壌化学性の変化 [本編 3.2.1]

5年周期で地点ごとに実施している土壌モニタリングにおいて、多くの地点では長期的な上昇あるいは下降といった傾向は認められなかった。

- 土壌 pH(H₂O)は、一部の地点を除きおおむね 4.0～5.5 の間に分布した。多くの地点では、一貫した上昇あるいは下降のような経年変化は認められなかった。(本編図 3-2-3、3-2-4、3-2-5)
- 現時点では、確かな傾向を判断するのは困難であり、5日年周期で測定された土壌 pH(H₂O)低下・上昇の原因は明らかでない。

＜ポイント⑥＞ 森林生態系の現状 [本編 3.2.1]

ほとんどの地点で樹木の衰退は確認されなかった。一部、樹木の衰退が確認された地点があったが、気象害や病虫害などの自然要因によるものと考えられ、大気汚染等の人為影響が原因とみられる森林の衰退は確認されていない。

- 毎木調査に基づく胸高断面積合計は、一部のモニタリング地点を除いて増加傾向であったことから、樹木成長の観点からは森林衰退は進行していないと考えられた。
(本編図 3-2-7)
- 樹木衰退度調査では、大山隠岐、十和田八幡平、吉野熊野および磐梯朝日で、衰退度が高く、継続的に衰退度の上昇が見られる地点もあった。多くは気象害、病虫害、及び獣害によるものと考えられ、大気汚染等の人為的影響が原因とみられる森林の衰退は確認されていない。
- 土壌・植生モニタリングの調査地には国立・国定公園地域が多く含まれ、遷移後期にある天然林も対象としている。わが国の貴重な自然の現状を把握し、その保護・保全に役立てていく上で、本調査で得られるデータは貴重である。
- 現時点では、大気汚染・酸性沈着による森林生態系への影響は十分把握できていない。今後も変動する東アジアの大気環境下において、我が国の森林生態系がどのように応答していくのかを把握するために、土壌・植生モニタリングを継続することが必要である。

(3) 陸水モニタリングの結果

＜ポイント⑦＞ 酸性化からの回復の兆候 [本編 3.2.2]

ほとんどのモニタリング対象湖沼で、硫酸イオン濃度や硝酸イオン濃度の低下が見られた。

- 2006 年以降の解析結果では、pH の有意な低下を示す地点がなくなる等、酸性化からの回復傾向が見られた。アルカリ度や陽イオン濃度の経年変化は地点によって差があるものの、ほとんどのモニタリング湖沼で硫酸イオン、硝酸イオン濃度は低下傾向にあった。(表 2)。
- 近年の東アジア地域の酸性物質の排出量の低下傾向を反映した、大気沈着低下に伴う陸水の酸性化からの回復の兆候と考えられる。
- 陸水の水質は大気沈着と森林生態系内での物質循環の結果を反映したものであることから、今後さらに変動する東アジアの大気環境下において、我が国の森林生態系がどのように応答し、回復していくかを見る上で、モニタリングを継続することが必要である。

表2 陸水モニタリング地点における水質の経年変化

湖沼名	解析開始年	試料数	Z-スコア ^{*2}										
			pH	電気伝導率	アルカリ度	硫酸イオン	硝酸イオン	塩化物イオン	アンモニウムイオン	ナトリウムイオン	カリウムイオン	カルシウムイオン	マグネシウムイオン
今神御池	2001	66	1.46	0.02	0.64	-0.11	-0.07	0.60	0.83	1.99	2.90	2.27	3.48
	2006	48	1.61	-0.24	-0.17	-2.57	-0.66	0.24	-1.27	-1.03	1.82	3.60	3.16
刈込湖	2003	60	1.66	3.19	5.07	1.81	-3.06	2.23	-0.11	3.39	4.61	3.81	4.24
	2006	48	2.09	2.26	3.67	3.12	-3.86	2.40	-1.07	3.81	4.40	3.33	3.44
大島池	2003	59	4.23	2.53	2.74	-3.98	-0.08	-2.08	-0.11	0.30	4.23	1.57	1.87
	2006	47	2.75	0.21	2.75	-5.01	-2.31	-1.98	-0.60	0.32	3.11	1.80	0.21
夜叉ヶ池	2000	69	-2.34	-2.88	-2.97	-3.85	1.55	-3.24	-2.27	-3.10	-2.99	-5.57	-4.61
	2006	46	0.69	-1.82	0.81	-2.95	1.64	-1.13	-0.98	-1.13	-3.14	-4.70	-3.01
雄池	1998	60	2.60	2.66	5.44	0.54	-3.07	-3.66	-1.66	4.94	0.45	3.10	1.49
	2006	35	0.21	2.27	5.47	-6.54	-5.93	-1.48	0.14	1.96	-0.16	0.51	-2.01
雌池	1998	60	0.75	-5.26	-0.77	-2.77	-5.80	-3.58	-3.13	0.38	-3.57	-4.94	-6.30
	2006	35	1.03	-5.84	-0.05	-7.33	-5.65	-2.90	0.07	-3.93	-4.20	-6.99	-7.07
伊自良湖	1989	112	-0.61	1.09	4.89	-0.99	0.30	-4.71	-4.15	-3.11	-5.38	-1.07	-2.27
	2006	44	0.69	-3.79	-3.22	-1.15	-2.83	-4.98	-2.97	-3.22	-2.49	-4.36	-3.18
釜ヶ谷川	1989	116	-2.23	-0.64	2.13	-1.78	0.10	-4.01	-4.21	-2.16	-3.80	-3.37	-3.46
	2006	48	0.93	-3.74	-2.09	-2.16	-5.79	-5.69	1.12	-4.08	-1.96	-3.67	-3.74
孝洞川	1989	92	4.62	2.14	2.93	2.22	-0.69	-4.41	-4.35	-0.34	-0.58	-2.61	-1.79
	2006	41	4.07	-2.02	-0.55	-0.76	-3.40	-4.87	*1	-2.48	0.17	-2.81	-2.31
沢の池	2003	60	3.34	-3.76	2.97	-2.82	-0.50	-4.92	1.91	1.71	-0.30	-1.76	0.00
	2006	48	2.57	-3.16	1.47	-3.02	1.41	-4.77	1.63	1.47	-1.85	-5.38	-1.06
蟠竜湖	1989	116	1.22	5.43	5.30	-2.60	-1.53	6.87	3.91	6.43	0.61	3.58	6.32
	2006	48	-1.47	-1.72	-1.37	-1.99	-2.94	0.75	0.46	-1.20	-2.78	1.54	0.62

-	+	5%未満の危険率で有意
-	+	1%未満の危険率で有意
-	+	0.1%未満の危険率で有意

- *1. 定量限界未満。
- *2. 単調な上昇又は低下傾向の程度を示す統計量。正の値は上昇傾向、負の値は減少傾向を示し、0から離れるほどより単調に上昇又は低下する傾向にあることを示す。

(4) 集水域モニタリングの結果

＜ポイント⑧＞ 伊自良湖集水域モニタリング [本編 3.2.3]

酸性沈着による影響を継続監視している伊自良湖集水域では、降水や河川水において溶存態無機窒素濃度やpHの上昇傾向が見られたことから、窒素飽和や酸性化からの回復が示唆された。

- 降水由来の硫黄や窒素の流入量が低下傾向にあり、特に窒素についてはそれに応答し流出量も低下傾向にあることが示された。また降水濃度や河川水濃度も同様の傾向であった(図7)。河川水のpHも6.83から6.99まで上昇しており、伊自良湖集水域は、大気からの汚染物質の流入量の低下により、窒素飽和、酸性化から回復しつつあることが示唆された。

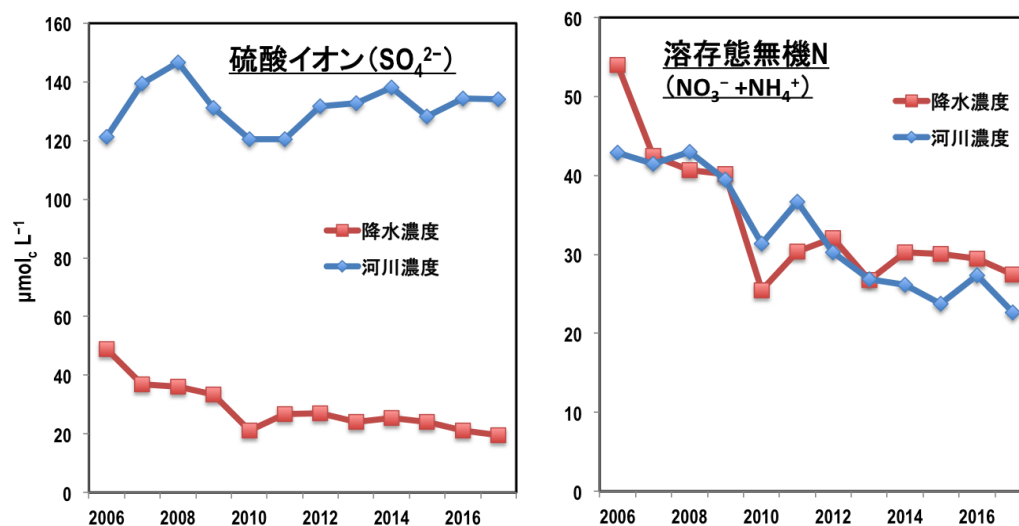


図7 伊自良湖集水域における硫酸イオン(SO₄²⁻)及び溶存態無機窒素(N)の加重平均濃度の経年変化

(5) その他

＜ポイント⑨＞ オゾンによる植物影響の可能性 [本編 3.2.4]

これまで明らかになっていなかった森林・山岳地域の植物成長時期におけるオゾン濃度の調査により、八海山や英彦山での現状のオゾン濃度は、樹木の成長量低下を引き起こす可能性があるレベルであることが示唆された。

- 山岳地域においては、都市部と比べて日内変動があまり大きくないことから、一旦高濃度になった場合には、その暴露時間や暴露量が大きくなることによって、植物への影響がより顕著になることが懸念される。
- 樹木の生物季節との関係では、樹木葉が比較的若い時期にオゾン濃度が高いことが示された。現時点では、樹木の健全性とオゾン濃度との関連性は明らかではないが、八海山（新潟県）や英彦山（福岡県）における樹木成長への影響指標である「40 ppb を超えたオゾン濃度の積算値(AOT40⁶)」は、これまでの暴露実験データに基づくと、ブナの成長を 10%低下させると考えられるレベル（8～15ppm・h）にあった(表 3)。

⁶ AOT40 (Accumulated exposure Over a Threshold of 40ppb) は 40 ppb を超えたオゾン濃度の積算値。ここでは 5～10 月の樹木成長期に合わせて 6 時から 18 時まで積算した。

表3 摩周湖外輪山(上段)、八海山(中段)、及び英彦山(下段)における樹木成長期(5~10月)のオゾン濃度の概況と影響指標

摩周湖外輪山					
年	2013	2014	2015* ¹	2016* ²	2017* ³
95パーセンタイル値	40	35	32	30	54
中央値	22	20	20	18	30
5パーセンタイル値	9.3	11	10	7.7	14
AOT40(ppm・h)	0.39	0.23	0.01	-	2.4
八海山					
年	2013* ⁴	2014	2015	2016	2017* ⁵
95パーセンタイル値	52	78	77	69	80
中央値	35	46	46	43	47
5パーセンタイル値	12	27	25	24	26
AOT40(ppm・h)	2.3	<u>19.5</u>	<u>19.4</u>	<u>13.8</u>	<u>15.9</u>
英彦山					
年	2013	2014	2015	2016* ⁶	2017* ⁶
95パーセンタイル値	73	72	69	69	74
中央値	42	41	42	38	40
5パーセンタイル値	17.5	13	13	13	15
AOT40(ppm・h)	<u>16.8</u>	<u>15.7</u>	<u>15.4</u>	<u>11.8</u>	<u>15.4</u>

*1. 測定期間：6~10月。*2.測定期間：7~10月。*3. 測定期間：5~8月。*4. 測定期間：5月下旬から。*5. 測定期間：5~9月。*6. 測定期間：5月初旬欠測。

<ポイント⑩> 生態系に流入する越境大気汚染由来の物質 [本編 4.2]

硫黄同位体比分析の結果から、冬季の北西季節風により、アジア大陸由来の硫黄酸化物も飛来していることが示唆された。日本海側でより顕著であるが、太平洋側においても、国内発生源の影響に加えての越境大気汚染の影響が示唆された。

- 太平洋側内陸に位置する伊自良湖集水域は、従来、中京工業地域で汚染物質が移流される国内発生源の影響が大きいとされ、降水による硫酸イオン(SO_4^{2-})沈着量は、夏季(7-9月)に沈着量が多いことが知られてきた。しかしながら、降水中の非海塩性硫黄(nss-S)の同位体比は、日本海側にある加治川集水域と同様、冬季に上昇し、アジア大陸から吹き付ける北西季節風により、国内発生源からの影響に加えての硫黄酸化物も飛来していることが示唆された(図8)。
- 降水の水素・酸素同位体比(d-excess 値)⁷は、伊自良湖集水域と加治川集水域で同様に、冬季に高くなる明瞭な季節性を示した(図9)。冬季にアジア大陸から吹き出す冷たい乾いた大気に日本海から急激に水蒸気が供給される際、水蒸気の同位体分別が生じるからであり、太平洋側内陸に位置する伊自良湖集水域も冬季には大陸から日本海を輸送される気団の影響を受けていることが示唆された。
- いずれの結果も日本海側の加治川集水域だけでなく太平洋側の伊自良湖集水域においても、越境大気汚染の影響を受けていることが示唆された。

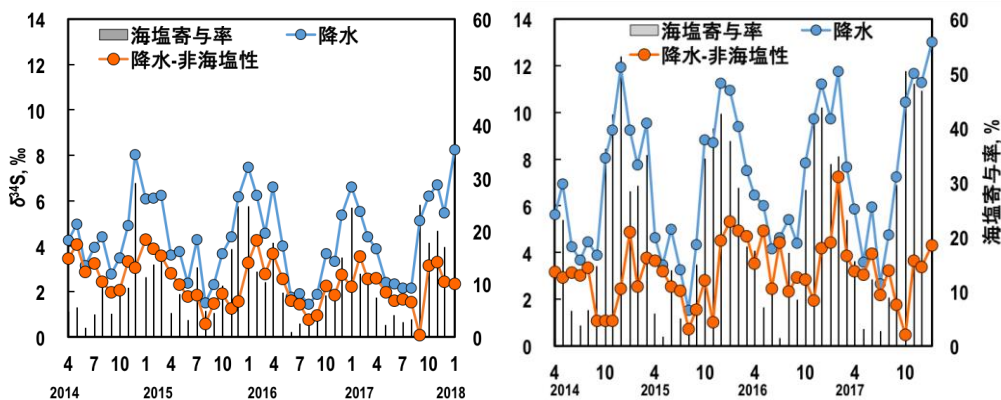


図8 伊自良湖集水域(左)と加治川集水域(右)における降水の硫黄同位体比($\delta^{34}\text{S}$)

⁷ 水の水素及び酸素の同位体比から計算される指標値で、水蒸気の起源を反映する： $\delta^2\text{H} - 8 \times \delta^{18}\text{O}$

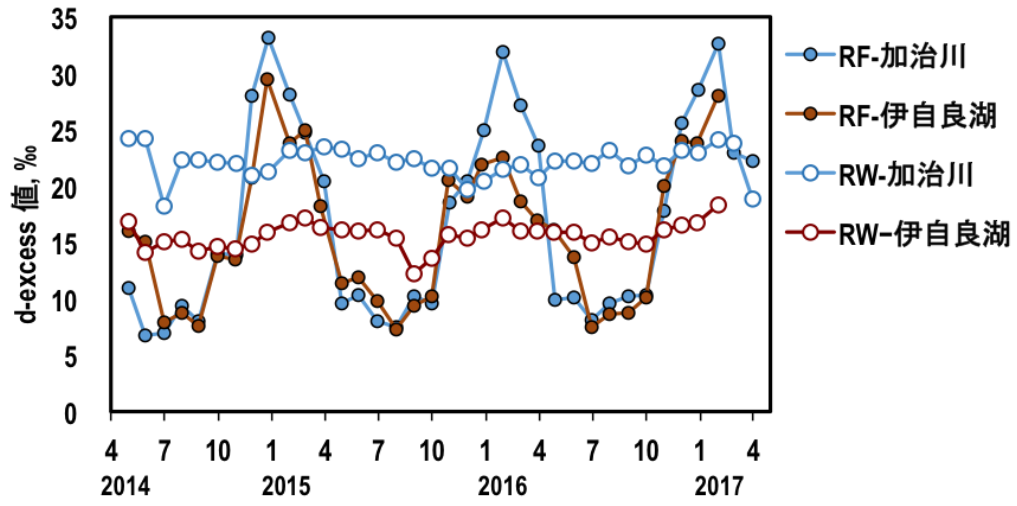


図9 伊自良湖集水域と加治川集水域における降水(RF)及び溪流・河川水(RW)の酸素・水素同位体比(d-excess 値 : $\delta^2\text{H} - 8 \times \delta^{18}\text{O}$)

＜ポイント⑪＞ 森林集水域における大気由来物質の動態 [本編 4.3]

降水中の硫黄は直接河川に流出するのではなく、一旦生態系内で保持・循環されてから、流出していることが同位体比分析で示唆された。

- 降水中の硫黄同位体比が明確な季節性を示すのに対し、土壌溶液及び渓流水の硫黄同位体比は年間を通じて安定していた(図 10)。大気由来の硫黄が直接河川に流出するのではなく、一旦生態系内で保持・循環されてから、流出していることを示唆していた。
- 河川水の水素・酸素同位体比(d-excess 値)は、降水のそれとは異なり年間を通じてほぼ一定であった(図 9)。森林集水域に流入した降水は、循環・滞留、均質化されてから陸水に流出していることが示唆される。降水の値には大きな差はないが、河川水の値は加治川集水域の方が伊自良湖集水域よりも明確に高い値を示し、日本海側ではより北西季節風による冬季降水の影響が大きいことが示唆される。

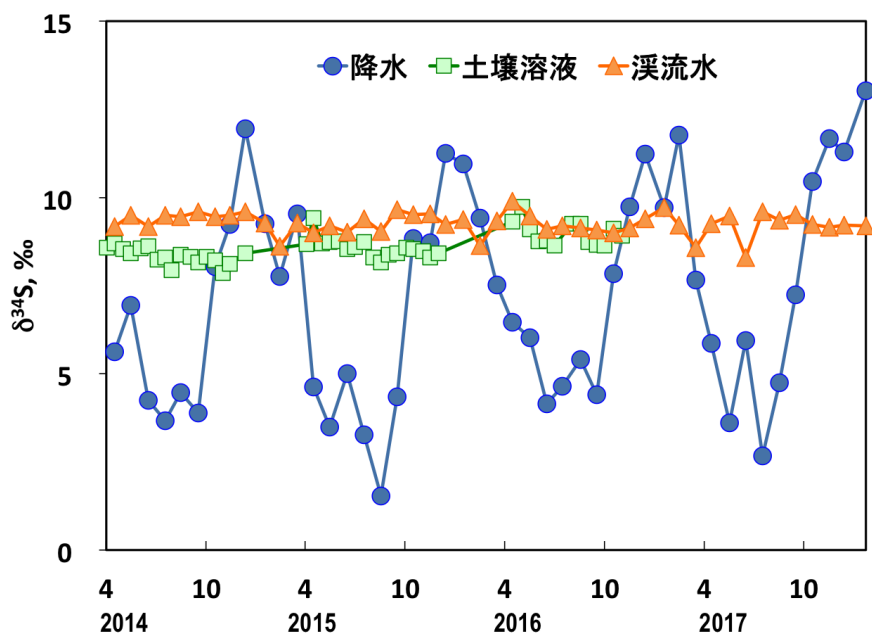


図 10 加治川集水域における降水、土壌溶液、渓流水中の硫黄同位体比 ($\delta^{34}\text{S}$)

土壌溶液は全地点の平均

＜ポイント⑫＞ オゾンの長期的傾向 [本編 5.1]

オゾン濃度の長期的傾向を日最高 8 時間平均値の年間 99 パーセンタイル値⁸を用いて推移を調べたところ、全体的に増減傾向はみられなかった。

- 2005 年度から 2017 年度までのオゾン濃度の長期的傾向を日最高 8 時間平均値の年間 99% 値を用いて解析したところ、全体的に有意な増減傾向は見られなかった。

⁸ 光化学オキシダントの大部分を占めるオゾンについて、自動連続測定されている 1 時間値から日最高 8 時間平均値を算出し、それらの 1 年分を小さい方から順に並べたときに 99% (362 番目) の位置にある値。気象状況や年々変動の影響を受けにくく、オゾンの生態影響に関する研究成果とも整合性のある評価指標であり、主に長期変動の評価に利用されている。

5. 越境大気汚染・酸性雨対策に関する今後の主な課題

(1) 国内における取組の推進

- 酸性雨による影響は長期継続的なモニタリング結果によらなければ把握しにくく、また、湖沼や土壌の緩衝能力が低い場合には一定量以上の酸性物質の負荷の蓄積により急激に酸性化による影響が発現する可能性があることから、今後も長期モニタリングを着実に実施していく必要がある。
- PM_{2.5} や対流圏オゾン等による健康影響についての国民の関心が高く、モニタリングに比重をおくべき項目も変化していることから、このことにも対応しつつ総合的、長期継続的なモニタリングを実施していく必要がある。また、測定現場の技術水準を維持するためには、モニタリングに関わっている地方公共団体と環境省の一層緊密な連携・協力が重要である。
- 一方で、今後も機器更新を含む測定所の維持管理を限られた予算で適切に行いつつ、高品質のモニタリングデータの取得を継続していくためには、これまでのモニタリング結果を踏まえて、測定所・モニタリング計画の見直し・集約化が必要である。
- 酸性沈着やオゾン等による越境大気汚染の状況を総合的かつ正確に解析評価するためには、遠隔地点及び田園地点における NO₂ 濃度測定方法の改良、分析機関比較調査等の分析向上に向けた取り組みを充実させるなどして、さらにモニタリングを進める必要がある。
- 土壌や地質の酸緩衝能が小さく硫黄酸化物や窒素酸化物による酸性沈着量の多い地域等、酸性化のリスクが高い可能性がある地域を優先して大気由来の物質の生態影響の解明を進めていくため、集水域モニタリングのような大気沈着の影響を含めた総合的な判断を継続していく必要がある。さらに、必要に応じて同位体モニタリングについても実施する。
- オゾンの植物影響に関するパイロット・モニタリングを継続し、高濃度オゾンが観測される山岳・森林地域における汚染の実態とオゾン障害の兆候を監視するとともに、大気汚染とそれ以外の要因(病虫害等)による複合影響の実態に関する情報収集に努める必要がある。さらに、粒子状物質とオゾンが森林樹木に及ぼす複合影響を解明するための取組も必要である。

(2) 国際的な取組の推進

- 東アジア全体の汚染状況を把握するために、今後も東アジア酸性雨モニタリングネットワーク(EANET)参加国へ働きかけ、従来の狭義の酸性雨の枠に捉われず、PM_{2.5} やオゾン等の今日的な大気汚染について、最新の化学的知見をこれらの国々とも共有することにより、モニタリングを充実させていく必要がある。
- 我が国の経験と技術を活用し、アジア各国が清浄な大気を共有できるよう、地域協力の強化に取り組むことが必要である。日中韓三ヵ国環境大臣会合(TEMU)に基づく日

中韓による取り組み、中国や韓国との二国間連携の強化、アジア太平洋クリーン・エア・パートナーシップ (APCAP) 等の大気汚染に関する既存の国際的な組織等との連携により、我が国への越境大気汚染の緩和に繋がる国際協力を推進していくことが必要である。

- ▶ 酸性雨とその影響に関する科学者会合である第 10 回酸性雨国際会議が、2020 年に新潟市で開催される予定である。従来の狭義の酸性雨の枠に捉われず、PM_{2.5} やオゾン等の今日的な大気汚染とその影響を含む会合として開催されることが有意義と考えられるところであり、最新の科学的知見をアジア諸国とも共有するとともに、我が国が主導した EANET の 20 年間の成果を広くアピールすることが望まれる。また、これにより、今後、EANET の発展の方向性について議論が深まる契機となることも期待される。