

1. 越境大気汚染・酸性雨長期モニタリングの経緯

東アジア地域では、大気汚染等の深刻な環境問題を抱えつつ経済が急速に発展しており、将来、酸性雨を含む越境大気汚染が深刻になることが懸念されている。

環境省（庁）は、昭和 58 年度に第 1 次酸性雨対策調査を開始し、大気、土壌・植生、陸水の各分野で酸性雨モニタリングを実施した。平成 14 年度までの計 20 年間の調査結果は平成 16 年 6 月に「酸性雨対策調査総合とりまとめ報告書」としてとりまとめられ、欧米並の酸性雨が見られること、冬季に日本海側で酸性成分が増加する傾向にあることなどが確認されている。また、平成 15 年度からは、広域的かつ長期的な酸性雨モニタリングを継続的に実施していくため、「酸性雨長期モニタリング計画」を策定してこれに基づくモニタリングを実施している。この結果は「酸性雨長期モニタリング報告書（平成 15～19 年度）」としてとりまとめられ（平成 21 年 3 月）、伊自良湖集水域における酸性化、オゾンやエアロゾルを含む越境大気汚染への取り組みの必要性等が指摘されている。

一方、東アジア地域においては、国際協調に基づく酸性雨対策を推進していくため、平成 10 年 4 月から「東アジア酸性雨モニタリングネットワーク（EANET）」が試行稼働し、平成 13 年 1 月から本格稼働を開始した（現在、13 カ国が参加）。EANET では、湿性沈着、乾性沈着、土壌・植生、陸水のモニタリングが各国で継続的に実施されるとともに、平成 22 年の第 12 回政府間会合において「EANET を強化するための文書」が採択され設立基盤の強化が図られ、さらに、平成 23 年の第 13 回政府間会合では「東アジア地域における酸性雨状況に関する第 2 次定期報告書」（PR SAD2）がとりまとめられた。EANET では酸性沈着とその影響を対象としてモニタリングを進めているが、酸性沈着のみならず広く大気汚染問題を対象に加える可能性について、議論が重ねられているところである。

上記のような国内外における越境大気汚染問題への関心の高まりを受け、酸性沈着のみならず、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、平成 21 年 3 月に「越境大気汚染・酸性雨長期モニタリング計画」を策定し、平成 21 年度からそれに基づくモニタリングが開始されている。越境大気汚染・酸性雨長期モニタリングは、酸性雨原因物質やオゾン等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、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ものである。昭和 58 年度から平成 22 年度までの調査地点数の推移は、表 1-1 に示したとおりである。平成 20 年度からは、伊自良湖における集水域モニタリングも新たに追加されている。

本報告書は、平成 25 年度末に予定している総合とりまとめ報告（平成 20～24 年度）を前に、その進捗状況を記載した中間報告である。

表 1-1 調査地点数の推移

	第1次調査	第2次調査	第3次調査	第4次調査	—	長期モニタリング	
年度	昭和58年 ～62年度	昭和63年～ 平成4年度	平成5年～ 9年度	平成10年～ 12年度	平成13年～ 14年度	平成15年～ 20年度	平成21年度 ～
大気	14～34地点	29地点	48地点	55地点	48地点	31地点	26地点
土壌・植生	12地点	43地点	88地点	20地点	18地点	25地点	25地点
陸水	133地点 (スリーピング調査)	5地点	33地点	17地点	12地点	11地点	11地点
集水域						1地点 (平成20年 度～)	1地点
その他		酸性雪2地域					

酸性雨と測定物質との関係

工場や自動車から排出された二酸化硫黄(SO₂)、窒素酸化物(NO_x)等のガス状の汚染物質は、様々な化学的、物理的過程を経て最終的に地上に沈着する。

光化学反応によって大気中に生成された水酸化ラジカル(OH)などの酸化性物質により、SO₂やNO_xは硫酸や硝酸という強酸に変換される。一方、大気中にはアンモニアや炭酸カルシウムなどの塩基性物質も存在し、これらの物質は硫酸や硝酸を中和し、硫酸アンモニウムや硝酸アンモニウムなどの弱酸性の塩や硫酸カルシウムや硝酸カルシウムなどの中性の塩を生成し、地上へ沈着する。

大気中の汚染物質の地上への沈着には乾性沈着と湿性沈着の2つの過程がある。ガスや粒子状物質が雨や雪などに取り込まれ、地上へは水に溶け込んだ形で沈着する過程が湿性沈着であり、ガスや粒子状物質が風で輸送されるときにそのままの形で森林表面などに沈着する過程が乾性沈着である。「酸性雨」という環境問題は、湿性沈着及び乾性沈着を併せたものとして捉えられており、両者の合計である総沈着量の評価が最近の課題になっている。

酸性雨による影響としては、土壌の酸性化による森林の衰退、湖沼の酸性化による陸水生態系の被害、銅像等の文化財や建造物の損傷等が指摘されている。この影響は、酸性沈着の量によって決まるため、例えば雨の場合、酸性度を示すpHだけではなく、そのときの降水量も考慮した沈着量に着目する必要がある。

オゾンは、人の健康や植物への悪影響が知られる大気汚染物質であるが、二酸化硫黄や窒素酸化物を酸化する反応性の高い酸化性物質でもあり、酸性雨の生成メカニズムは、オゾンの生成とも密接なつながりがある。

このように、「酸性雨」は種々の物質に関わる総合的な大気汚染として捉えることが大切であり、降水だけではなく、二酸化硫黄、窒素酸化物、オゾン、アンモニアなどのガス及び関連する粒子状物質等を観測する必要がある。

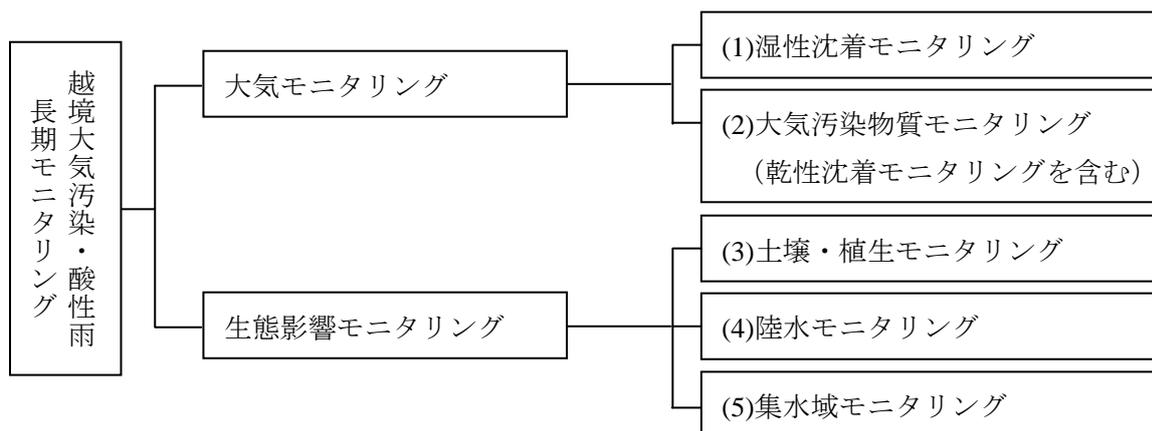
2. 調査の目的及び内容

2.1 目的

越境大気汚染・酸性雨長期モニタリングは、酸性雨原因物質やオゾン等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に、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ものである。

2.2 調査内容

環境省では、酸性雨長期モニタリング計画（平成 14 年 3 月）及び平成 21 年 3 月に改訂された「越境大気汚染・酸性雨長期モニタリング計画」に基づき、平成 20～22 年度において、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。伊自良湖集水域における集水域モニタリングは、平成 17～19 年度に実施された重点調査結果を踏まえ、平成 20 年度から定期観測項目として新たに加えられた。

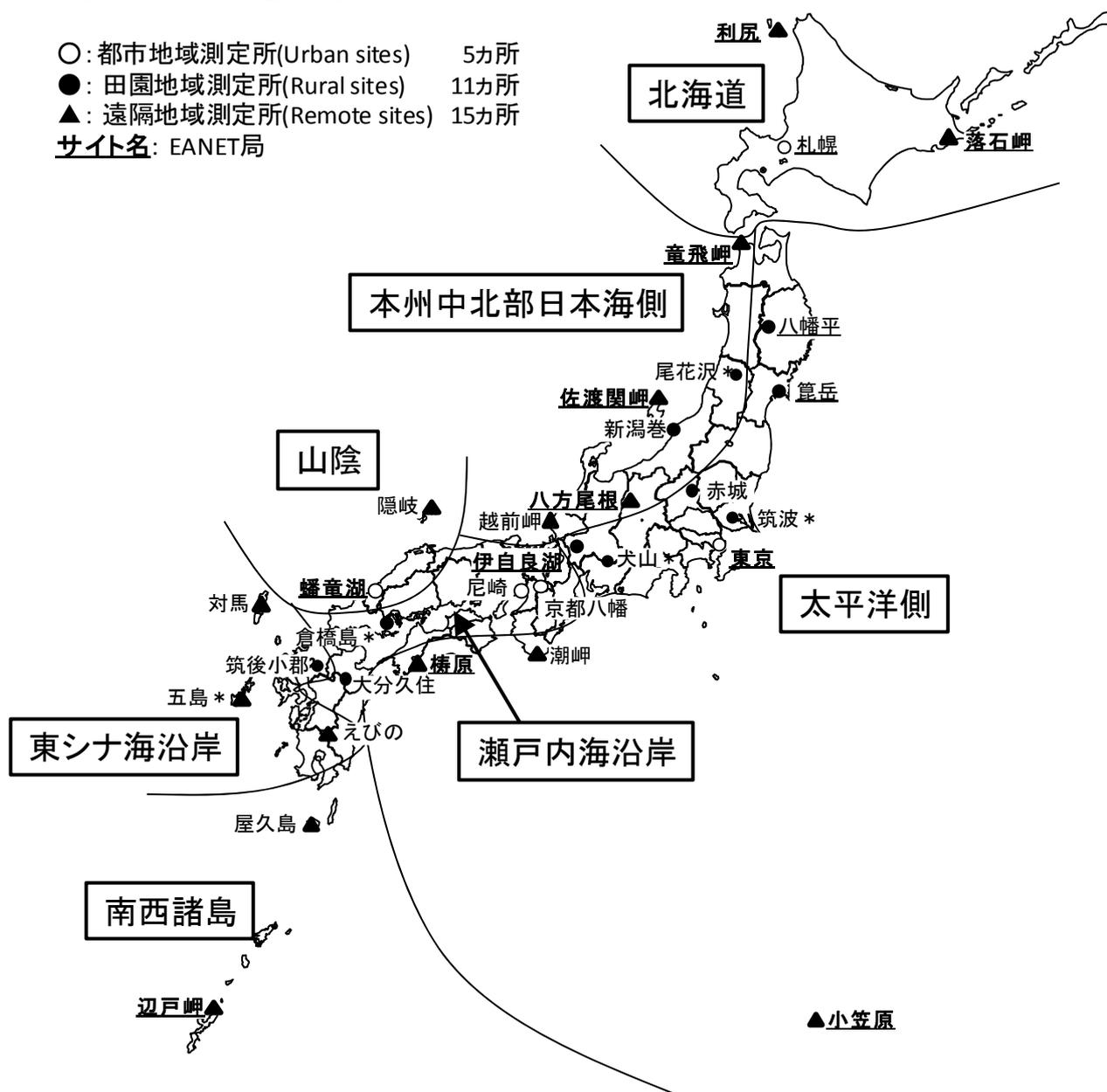


(1) 湿性沈着モニタリング

湿性沈着モニタリングは、気候区分や測定局の特性、地域的なバランス等を考慮し、モニタリングを効果的・効率的に実施できるよう、大気モニタリング地点として選定された 31 地点（うち 5 地点は平成 20 年度末で測定を休止）において実施された。なお、測定地点は、「Technical Manual for Wet Deposition Monitoring in East Asia」¹⁾ に従い、遠隔地域、田園地域及び都市地域モニタリング地点に分類される（図 2-1 参照）。また、31 地点を地域別に分析する際には、図 2-1 に示すとおり、北海道、本州中北部日本海側、太平洋側、瀬戸内海沿岸、山陰、東シナ海沿岸及び南西諸島に区分した。

降水試料（降雪を含む。以下同じ。）の捕集には降水時開放型捕集装置（降水時のみ蓋が開き、降水を捕集する装置）を使用し、試料は、「湿性沈着モニタリング手引き書（第2版（平成13年3月））」²⁾に従って、水素イオン指数（pH）¹⁾、電気伝導率（EC）、イオン濃度（硫酸イオン（SO₄²⁻）、硝酸イオン（NO₃⁻）、塩化物イオン（Cl⁻）、アンモニウムイオン（NH₄⁺）、カルシウムイオン（Ca²⁺）、カリウムイオン（K⁺）、マグネシウムイオン（Mg²⁺）、ナトリウムイオン（Na⁺）の10項目について測定・分析を実施した²⁾。

- ：都市地域測定所(Urban sites) 5カ所
 - ：田園地域測定所(Rural sites) 11カ所
 - ▲：遠隔地域測定所(Remote sites) 15カ所
- サイト名: EANET局



*：尾花沢、筑波、犬山、倉橋島及び五島（湿性沈着）は平成20年度末に測定を休止

図 2-1 大気モニタリング地点

¹⁾ 水素イオン（H⁺）濃度の逆数の常用対数が水素イオン指数（pH）

²⁾ 硫酸イオン及びカルシウムイオンは海水中にも含まれ、海塩として大気中に放出され、一部が降水に取り込まれる。降水中に含まれるこれら海塩由来の成分割合は、ナトリウムイオンを基準として海水中のナトリウムイオンに対する比率から算出し、全体から海塩由来を差し引くことにより、海塩粒子に由来しない（non-sea-salt：nss-）非海塩性硫酸イオン（nss-SO₄²⁻）及び非海塩性カルシウムイオン（nss-Ca²⁺）を求めた。本調査では、これらの nss-SO₄²⁻及び nss-Ca²⁺を考察の対象としている。

(2) 大気汚染物質モニタリング（乾性沈着モニタリングを含む）

乾性沈着モニタリングは、本来、乾性沈着量を把握するためのものであるが、乾性沈着の過程が極めて複雑であり、沈着量の測定法が標準化されていないことから、乾性沈着量の推定に資するよう、大気汚染物質の大気中濃度の測定を実施した。各地点ごとの測定項目を表 2-1 に示す。

(1) で述べた地点のうち、EANET に登録されている測定局（以下、「EANET 局」。東京局を除いた 11 地点）においては、自動測定機による二酸化硫黄（SO₂）、一酸化窒素（NO）、窒素酸化物（NO_x³）、オゾン（O₃）及び粒径 10μm 以下の粒子状物質（PM₁₀）⁴の各濃度の連続測定を実施した。また、利尻、落石岬及び隠岐では PM_{2.5}⁵も測定した。落石岬を除く EANET 局では、フィルターパック法⁶により、大気試料を 1 又は 2 週間吸引した試料を分析し、二酸化硫黄（SO₂）、硝酸（HNO₃）、塩化水素（HCl）、アンモニア（NH₃）、粒子成分濃度を測定した。自動測定機による測定は「環境大気常時監視マニュアル（第 5 版（平成 19 年 3 月）³）及び第 6 版（平成 22 年 3 月）⁴）」、フィルターパック法による測定は EANET の「Technical Document for Filter Pack Method in East Asia」⁵に従って実施した。

さらに、EANET 局以外の一部測定局においても、大気汚染物質の大気中濃度（主にオゾン。えびの及び屋久島局では二酸化硫黄も対象）のモニタリングを実施した。

(3) 土壌・植生モニタリング

土壌・植生モニタリングは、外部負荷の影響を受けやすいと考えられる山岳地域の天然林を中心に選定された「主に樹木への影響に着目した地点」、酸性沈着に対する感受性の高い土壌を中心に選定された「主に土壌への影響に着目した地点」、陸水への影響をみる上で重要となる「陸水への影響に着目した地点」の計 19 地域 25 地点（地点一覧は表 2-2、地点分布は図 2-2 参照）において、「土壌・植生モニタリング手引書（平成 15 年 3 月）⁶」及び「Technical Manual for Soil and Vegetation Monitoring」⁷に基づき、以下のとおり実施した。

① 森林モニタリング

森林総合調査（毎木調査（樹種名、胸高直径、樹高）及び下層植生調査）を 5 年に 1 回、樹木衰退度調査（衰退度観察、写真による記録及び衰退原因の推定）を 1 年に 1 回実施した。

② 土壌モニタリング

各プロット（表 2-2 参照）に設定した 5 つのサブプロットにおいて、表層（0-10cm）及び次層（10-20cm）の土壌を採取し、以下の項目を分析した。なお、頻度は 5 年に 1 回である。

必須項目：水分含量、pH(H₂O)、pH(KCl)、交換性塩基（Ca、Mg、Na、K）、交換酸度^{*}、有効陽イオン交換容量（ECEC）^{**}、交換性 Al 及び H、炭酸塩含有量（石灰岩土壌のみ）

^{*} 交換酸度は、交換性 Al 及び H の分析操作から算出

^{**} 有効陽イオン交換容量（ECEC）は、交換性陽イオンの和として算出

選択項目：全窒素含有量、全炭素含有量、有効態リン酸イオン、硫酸イオン、土壌密度、土壌硬度

³ 分析手法上、NO_x（NO 及び NO₂）以外のペルオキシアセチルナイトレート（PAN）及び一部の硝酸（HNO₃）も測定することになるため、「NO_x*」と表記する。なお、都市地域測定所での NO_x の主要成分は、NO 及び NO₂ と考えられるため、NO_x の測定値と NO の測定値の差を、NO₂ として集計している。

⁴ 粒径（空気力学径）10μm の粒子に対する捕集効率が 50% の分粒装置を用いて捕集した粒子状物質。

⁵ 粒径（空気力学径）2.5μm の粒子に対する捕集効率が 50% の分粒装置を用いて捕集した粒子状物質。

⁶ 乾性沈着を評価するための測定方法のひとつ。大気中のガス、エアロゾル状成分の測定に用いられている。取扱いが簡便であるため長期間の測定に適しており、EANET 参加国において採用されている。

表 2-1 大気モニタリング地点ごとの測定項目一覧

測定所名	都道府県	分類	湿性沈着	分析単位	NOx	SO ₂	O ₃	PM ₁₀	PM _{2.5}	フィルターパック	風向風速	雨量	温湿度	日射	EANET局
1 利尻	北海道	遠隔	○	日毎	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
2 札幌		都市	○	週毎			○				○	○	○	○	
3 落石岬*1		遠隔	○	日毎	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
4 竜飛岬	青森県	遠隔	○	日毎	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
5 八幡平	岩手県	田園	○	週毎							○	○			
6 箕岳	宮城県	田園	○	週毎			○				○	○	○	○	
7 尾花沢*2	山形県	田園	○	週毎							○	○			
8 筑波*2	茨城県	田園	○	日毎			○				○	○	○	○	
9 赤城	群馬県	田園	○	週毎			○				○	○			
10 小笠原	東京都	遠隔	○	日毎	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
11 東京		都市	○	日毎							○	○			○
12 佐渡関岬	新潟県	遠隔	○	日毎	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
13 新潟春		田園	○	日毎				○				○	○	○	○
14 越前岬	福井県	遠隔	○	日毎			○				○	○			
15 八万尾根	長野県	遠隔	○	日毎	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
16 伊自良湖	岐阜県	田園	○	週毎	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
17 犬山*2	愛知県	田園	○	日毎			○				○	○	○	○	
18 京都八幡	京都府	都市	○	週毎			○				○	○	○	○	
19 尼崎	兵庫県	都市	○	週毎			○				○	○	○	○	
20 湖岬	和歌山県	遠隔	○	週毎							○	○			
21 隠岐	島根県	遠隔	○	日毎	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
22 蟠竜湖		都市	○	週毎	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
23 倉橋島*2	広島県	田園	○	日毎			○				○	○	○	○	
24 構原	高知県	遠隔	○	日毎	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
25 筑後小郡	福岡県	田園	○	週毎			○				○	○	○	○	
26 対馬	長崎県	遠隔	○	日毎			○				○	○			
27 五島*2		遠隔	○	日毎				○				○	○		
28 大分久住	大分県	田園	○	週毎			○				○	○			
29 えびの	宮崎県	遠隔	○	日毎			○				○	○	○	○	
30 屋久島	鹿児島県	遠隔	○	週毎			○				○	○			
31 辺戸岬	沖縄県	遠隔	○	日毎	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○

*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：尾花沢、筑波、犬山、倉橋島及び五島（湿性沈着）は平成20年度末に測定を休止

表 2-2 土壌・植生モニタリング地点一覧

* 3	地域特性等	区分	直近の調査 実施年度* 2	選定の際考慮した 樹種、土壌種、集 水域	調査プロット数		
					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)	樹木	平成22年度	トドマツ	1	2	1
2	支笏洞爺国立公園 (北海道)	樹木	平成20年度	ダケカンバ	1	2	1
3	十和田八幡平国立公園 (岩手県)	樹木	平成21年度	オオシラビソ	1	2	1
4	磐梯朝日国立公園三面山 (新潟県)	樹木	平成19年度	ブナ	1	2	1
5	日光国立公園(栃木県)	樹木	平成20年度	ブナ	1	2	1
6	中部山岳国立公園 (富山県)	樹木	平成22年度	ブナ	1	2	1
7	白山国立公園(石川県)	樹木	平成18年度	ブナ	1	2	1
8	吉野熊野国立公園 (奈良県)	樹木	平成21年度	ブナ	1	2	1
9	大山隠岐国立公園 (鳥取県)	樹木	平成20年度	ブナ	1	2	1
10	石鎚国定公園(高知県)	樹木	平成21年度	ブナ	1	2	1
11	阿蘇くじゅう国立公園 (大分県)	樹木	平成22年度	ミズナラ	1	2	1
12	霧島屋久国立公園・	樹木	平成21年度	スギ	1	2	1
13	屋久島(鹿児島県)	樹木	平成21年度	照葉樹林	1	2	1
14	せきどうざん・ほうりゅうざん 石動山・宝立山 (石川県)	土壌	平成22年度	赤色土/ 褐色森林土	2	2×2	2×1
15	ほうどうじ・あまのさん 法道寺・天野山 (大阪府)	土壌	平成19年度	黄色土/黄色系褐 色森林土	2	2×2	2×1
16	しもふりだけ・とくさがみね 霜降岳・十種ヶ峰 (山口県)	土壌	平成20年度	黄色土/黒ぼく土	2	2×2	2×1
17	かしいぐう・こしよさん 香椎宮・古処山 (福岡県)	土壌	平成19年度	赤色系褐色森林土 /褐色森林土	2	2×2	2×1
18	いじらこ 伊自良湖周辺(岐阜県) (伊自良・大和)* 1	陸水	平成18年度	伊自良湖集水域 褐色森林土/黒ぼ く土	2	2×2	2×1
19	ばんりゅうこ 蟠竜湖周辺(島根県) (蟠竜湖・石見臨空ファク トリーパーク(FP))* 1	陸水	平成18年度	蟠竜湖集水域 黄色系褐色森林土 /赤色土	2	2×2	2×1

注) * 1 : EANET モニタリング地点。

* 2 : 森林総合調査及び土壌モニタリング実施年度。

* 3 : 14(せきどうざん・ほうりゅうざん)～19(ばんりゅうこ)の5箇所については調査地点が2地点あるため、全体の調査値点数は25地点となる。



図 2-2 土壌・植生モニタリング地点 (上) 及び陸水モニタリング地点 (下)
伊自良湖 (岐阜県) では集水域モニタリングも実施されている。

(4) 陸水モニタリング

陸水モニタリングは、酸性沈着に対する応答が敏感なこと、人為的汚染が少ないこと、及び地域的バランス等を考慮して選定した 11 地点において、「陸水モニタリング手引き書（平成 17 年 2 月）」⁸⁾ に基づき実施した（地点一覧は表 2-3、調査地点の分布は図 2-2 参照）。測定項目は以下のとおりである。

① 水質調査の測定項目

年 4 回測定：水温、pH、電気伝導率、アルカリ度、 NH_4^+ 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 Na^+ 、 K^+ 、 SO_4^{2-} 、 NO_3^- 、 Cl^- 、クロロフィル a (Chl-a)、溶存酸素 (DO)

年 1 回以上測定： NO_2^- 、 PO_4^{3-} 、DOC、透明度、水色

② 底質調査（間隙水）の測定項目（5 年に 1 回測定）： SO_4^{2-} 、 NO_3^- 、 NH_4^+

表 2-3 陸水モニタリング対象湖沼一覧

	湖沼名	都道府県	直近の底質調査 実施年度（5 年に 1 回）
1	いまがみおいけ 今神御池	山形県	平成 22 年度
2	かりこみこ 刈込湖	栃木県	平成 18 年度
3	さんきよいけ 山居池	新潟県	平成 20 年度
4	おおほたいけ 大畠池	石川県	平成 19 年度
5	やしながいけ 夜叉ヶ池	福井県	平成 18 年度
6	ふたごいけ おいけ・めいけ 双子池（雄池・雌池）	長野県	平成 21 年度
7	いじらこ 伊自良湖 ^{*1} (流入河川：かまがたにがわ こうぼらがわ 釜ヶ谷川・孝洞川)	岐阜県	平成 22 年度
8	さわのいけ 沢の池	京都府	平成 20 年度
9	ぼんりゅうこ 蟠竜湖 ^{*1}	島根県	平成 19 年度
10	やまのくちだむ 山の口ダム	山口県	平成 21 年度
11	ながとみいけ 永富池	香川県	平成 19 年度

注.*1, EANET モニタリング地点

(5) 集水域モニタリング

酸性雨長期モニタリング報告書（平成 15-19 年度）⁹⁾ において酸性化が指摘された伊自良湖集水域（図 2-3 参照）において、酸性沈着による影響を継続的に監視していくため、伊自良湖流入河川（釜ヶ谷川・孝洞川）におけるモニタリングを補強し、酸性物質の流入量（湿性＋乾性による総沈着量）及び流出量の物質収支から、当該集水域における酸性物質の負荷量を検討、評価した。主な測定、評価項目は以下のとおりである。

① 流入量（総沈着量）の推定

降水量分布：標高の異なる 3 地点（赤谷、青少年の家、及び伊自良湖酸性雨測定所）。

湿性・乾性沈着量：伊自良湖酸性雨測定所における湿性沈着量及び大気汚染物質モニ

タリングデータを基に推計した乾性沈着量。

② 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。

河川水質：2週間毎に釜ヶ谷川及び孝洞川で採取した。水温、pH、電気伝導率、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を推計する。



図 2-3. 伊自良湖集水域モニタリング装置配置図

図中のRW1、RW2、RW3は、それぞれ釜ヶ谷川の上流、流入口、孝洞川の河川サンプリング地点を示す。

（6）データの確定と精度保証・精度管理

（1）～（5）の調査に当たっては、試料の捕集及び分析は原則として関係地方公共団体がを行い、その結果をアジア大気汚染研究センターで集約（同センター及び外部の専門家によるデータチェックを含む。）後、越境大気汚染・酸性雨対策検討会（大気分科会及び生態影響分科会）の検討を経てデータを確定した。

また、モニタリングの精度保証・精度管理（QA/QC）活動の一環として、各分析機関に降水、フィルターパックのろ紙及び陸水の模擬試料、並びに土壌試料を送付し、その分析結果を比較する調査（分析機関間比較調査）を行うとともに、周辺環境の状況、機器の管理の状況等について現地調査を行った。

引用文献

- 1) EANET (2000) Technical Manual for Wet Deposition Monitoring in East Asia. Acid Deposition and Oxidant Research Center (ADORC), Niigata, Japan.
- 2) 環境省 (2001) 湿性沈着モニタリング手引き書 (第2版) . 環境省地球環境局・財団法人日本環境衛生センター酸性雨研究センター
- 3) 環境省 (2007) 環境大気常時監視マニュアル (第5版) . 環境省水大気環境局
- 4) 環境省 (2010) 環境大気常時監視マニュアル (第6版) . 環境省水大気環境局
- 5) EANET (2003) Technical Document for Filter Pack Method in East Asia. Acid Deposition and Oxidant Research Center (ADORC), Niigata, Japan.
- 6) 環境省 (2003) 土壌・植生モニタリング手引き書. 環境省地球環境局・財団法人日本環境衛生センター酸性雨研究センター
- 7) EANET (2000) Technical Manual for Soil and Vegetation Monitoring in East Asia. Acid Deposition and Oxidant Research Center (ADORC) , Niigata, Japan.
- 8) 環境省 (2005) 陸水モニタリング手引き書 (初版) . 環境省地球環境局・財団法人日本環境衛生センター酸性雨研究センター
- 9) 環境省 (2009) 酸性雨長期モニタリング報告書 (平成 15～19 年度) . 環境省地球環境局