

平成 26 年度国内大気モニタリングデータの解析内容について

1. モニタリング地点

地域の酸性沈着の季節変動を把握するため、図 1 に示す北海道、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設置された 24 調査地点において大気モニタリングを実施した。

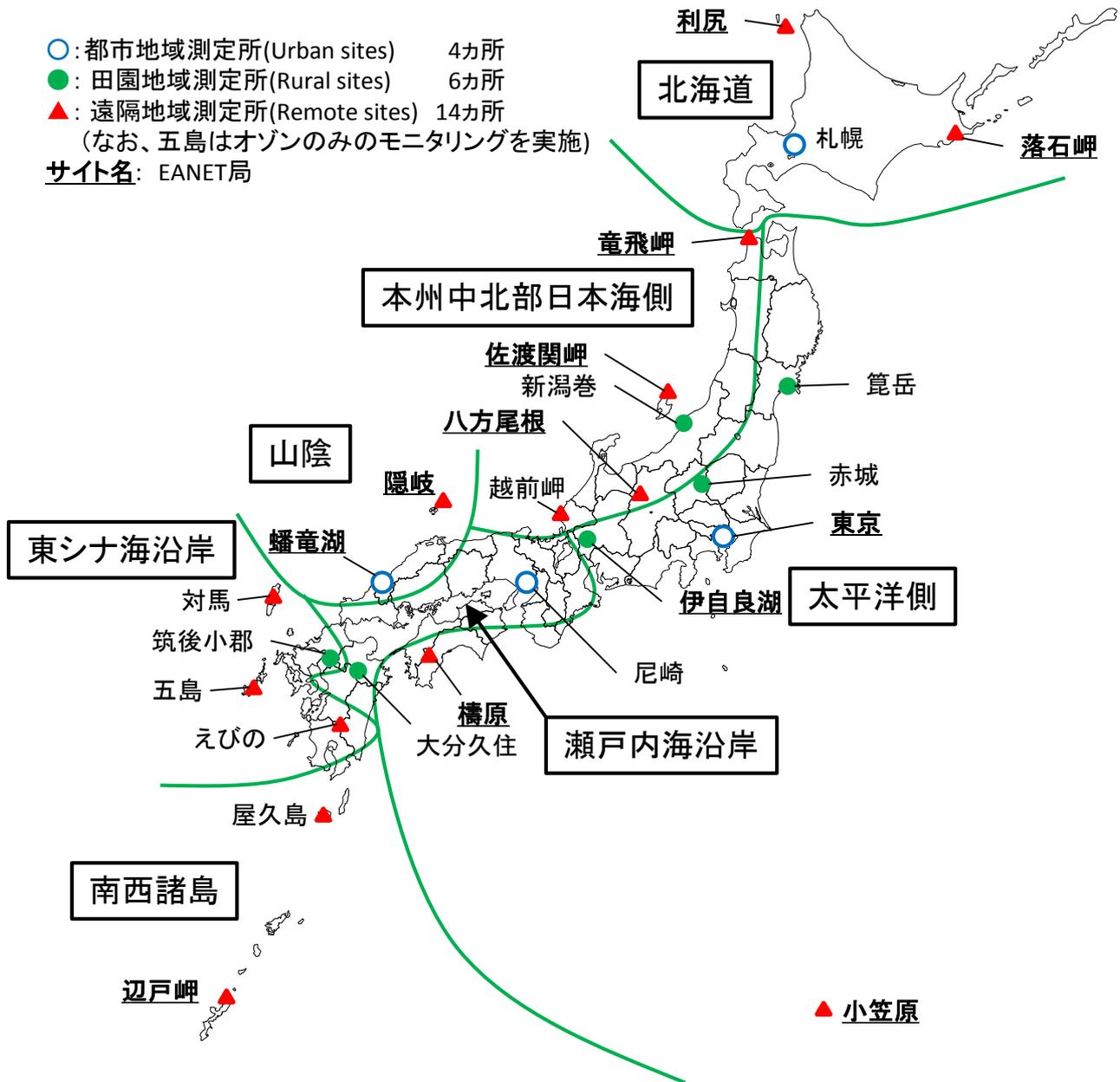


図 1 大気モニタリング地点

2. 大気モニタリングの結果

(1) 湿性沈着(降水)

① 湿性沈着の年平均の傾向

次の有効判定基準を満たした結果を解析し、地点間の比較等を行った。

- 1) 月間・年間値については、降水量の測定日数が対象日数の 80%以上であり、さらに対象期間中における有効試料の割合が 80%以上であること
- 2) nss-SO_4^{2-} と nss-Ca^{2+} については、海塩粒子の寄与率が 75%以下であること

ア) 降水量

年間降水量の範囲は、839.7 mm y^{-1} (落石岬)～4102.0 mm y^{-1} (屋久島)であった。九州以南において特に降水量が多く、また、北海道で比較的降水量が少ない傾向が認められた。

イ) pH

pH の平成 22 年度から 26 年度までの年平均値及び 5 年間の平均値を地点別に図 2 に示す。平成 26 年度の pH の地点別年平均値の範囲は、pH4.40 (大分久住)～pH5.14(辺戸岬)であり、蟠竜湖、屋久島などで低めであった。全地点の平成 26 年度平均は pH4.71 であり、依然として酸性雨が観測されている。

ウ) 主なイオン成分の濃度と沈着量

pH は酸と塩基のバランスで決定され、酸性に寄与する成分としては硫酸及び硝酸が、塩基性に寄与する成分としてはアンモニア及び塩基性カルシウム化合物が考えられている。このため、降水中の非海塩由来硫酸イオン(nss-SO_4^{2-})及び硝酸イオン(NO_3^-)は湿性沈着の酸性化に寄与した成分の指標、アンモニウムイオン(NH_4^+)及び非海塩由来カルシウムイオン(nss-Ca^{2+})は酸性化を抑制した成分の指標とみなすことができる。また、イオン成分の湿性沈着量は、生態系などに対する長期的な影響の把握に有効な情報である。これらの 4 種類のイオン成分と水素イオン(H^+)濃度の年平均値、年間沈着量の概要及び平成 10～24 年度までの 15 年中央値を基準とした評価結果の概要を表 1 に示す。

表 1 降水中の主なイオン成分の年平均濃度と年沈着量

イオン成分	年平均濃度/ $\mu\text{mol L}^{-1}$	年間沈着量/ $\text{mmol m}^{-2} \text{y}^{-1}$
nss-SO_4^{2-}	範囲: 4.0 (小笠原)～18.6 (大分久住) 全平均値: 11.4 大分久住、蟠竜湖で高く、 小笠原で低い傾向 15 年中央値との比較は、大分久住で 90%値以上と高く、利尻、伊自良湖、札幌、籠岳、新潟巻、越前岬で 10%値以下と低い結果	範囲: 5.71 (小笠原)～43.8 (屋久島) 全平均値: 21.1 えびの、屋久島で高く、 小笠原、辺戸岬で低い傾向 15 年中央値との比較は、利尻、伊自良湖、隠岐、札幌、籠岳、新潟巻、越前岬で 10%値以下と低い結果
NO_3^-	範囲: 3.0 (小笠原)～22.3 (蟠竜湖) 全平均値: 12.4 蟠竜湖、竜飛岬で高く、 小笠原で低い傾向 15 年中央値との比較は、利尻、札幌、籠岳、新潟巻、越前岬で 10%値以下と低い結果	範囲: 4.26 (小笠原)～49.2 (伊自良湖) 全平均値: 21.9 越前岬、伊自良湖、蟠竜湖で高く、 小笠原で低い傾向 15 年中央値との比較は、八方尾根、で 90%値以上と高く、利尻、隠岐、札幌、籠岳、越前岬で 10%値以下と低い結果
NH_4^+	範囲: 3.8 (小笠原)～21.7 (東京) 全平均値: 12.9 東京、竜飛岬で高く、 小笠原、屋久島、辺戸岬で低い傾向	範囲: 5.37 (小笠原)～43.7 (伊自良湖) 全平均値: 22.9 伊自良湖、赤城、東京で高く、 小笠原で低い傾向

② 湿性沈着の季節変動

nss-SO₄²⁻、NO₃⁻、NH₄⁺、nss-Ca²⁺及びH⁺イオン濃度の月平均値及び月間沈着量並びに月間降水量の季節変動をそれぞれ図3～図7に示す。また、平成21～25年度の月間値の(加重)平均値を対照データとして示した。なお、解析にあたっては有効判定基準を満たした結果のみを用いた。

降水量は、南西諸島では6月、東シナ海沿岸では7月、北海道、太平洋側、瀬戸内海沿岸及び山陰では8月と、夏季に最大となった。一方で、本州中北部日本海側では12月と、冬季に最大となった。なお、北海道、本州中北部日本海側、太平洋側、山陰、南西諸島においては平成21～25年度の月間平均降水量の最大値を上回った。

nss-SO₄²⁻、NO₃⁻及びNH₄⁺濃度は類似の挙動を示す傾向にあった。全体的に平成21～25年度と同じく、夏季に低く冬季に高くなる傾向が認められたほか、瀬戸内海沿岸では4月に高くなった。また、山陰では4月、12月、2月と年3回の濃度上昇が見られた。

nss-SO₄²⁻、NO₃⁻及びNH₄⁺沈着量は、本州中北部日本海側で7月及び12月に降水量の増加に伴って増加した。また南西諸島でも6月に降水量の増加に伴って沈着量が増加した。

nss-Ca²⁺濃度及び沈着量はnss-SO₄²⁻、NO₃⁻及びNH₄⁺と同様に夏季に低く冬季に高くなる傾向が認められたほか、瀬戸内海沿岸では4月に、山陰では2月に濃度が上昇し、東シナ海沿岸では4月に濃度、沈着量ともに増加した。

H⁺濃度及び沈着量は全体的に平成21～25年度と同様の傾向であったが、本州中北部日本海側では12月に、瀬戸内海沿岸では7月、8月に、南西諸島では6月に降水量の増加に伴う沈着量の増加がみられた。

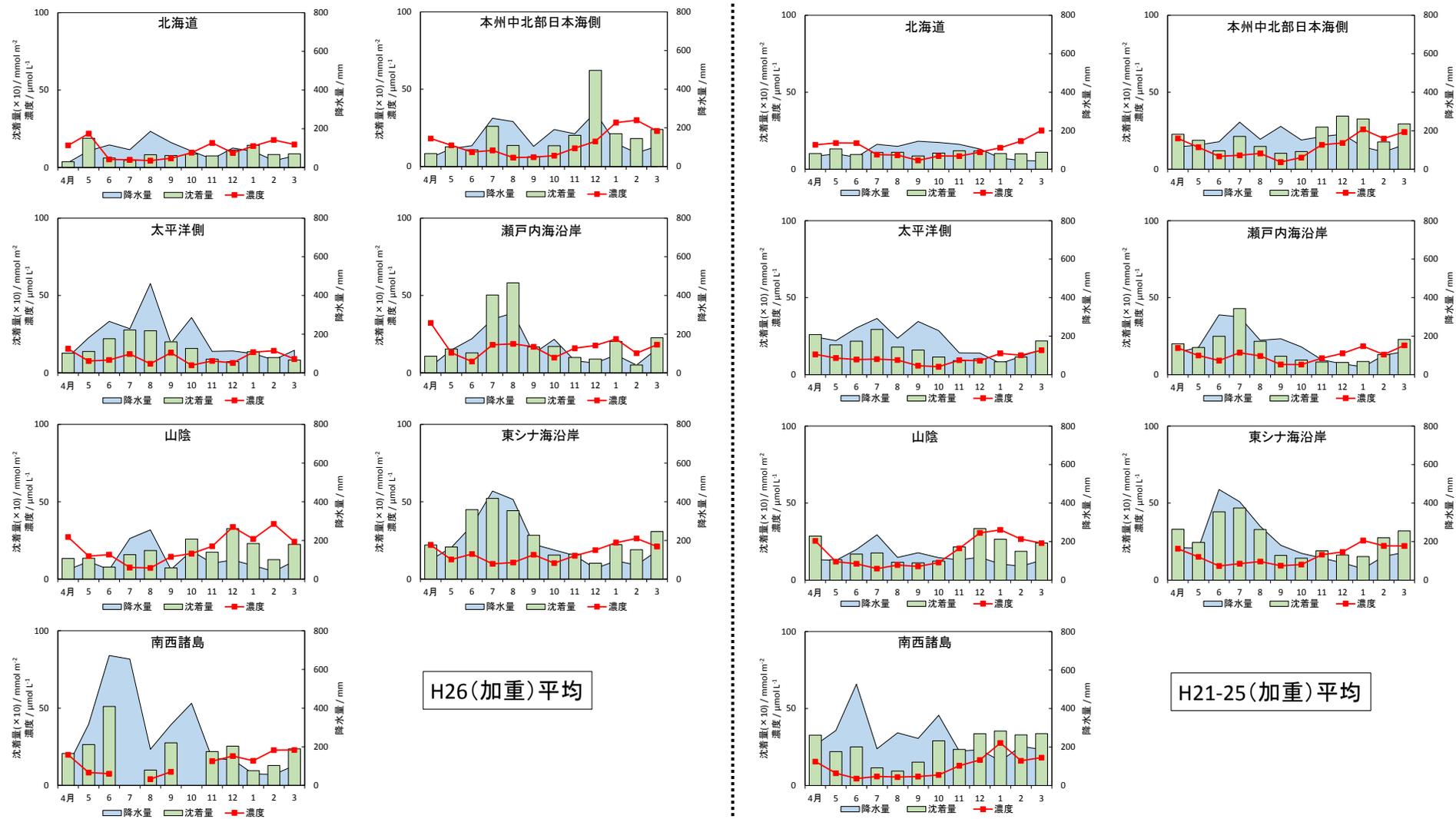


図3 nss-SO₄²⁻の月平均濃度及び月間沈着量並びに月間降水量の季節変動
(平成26年度及び平成21-25年度)

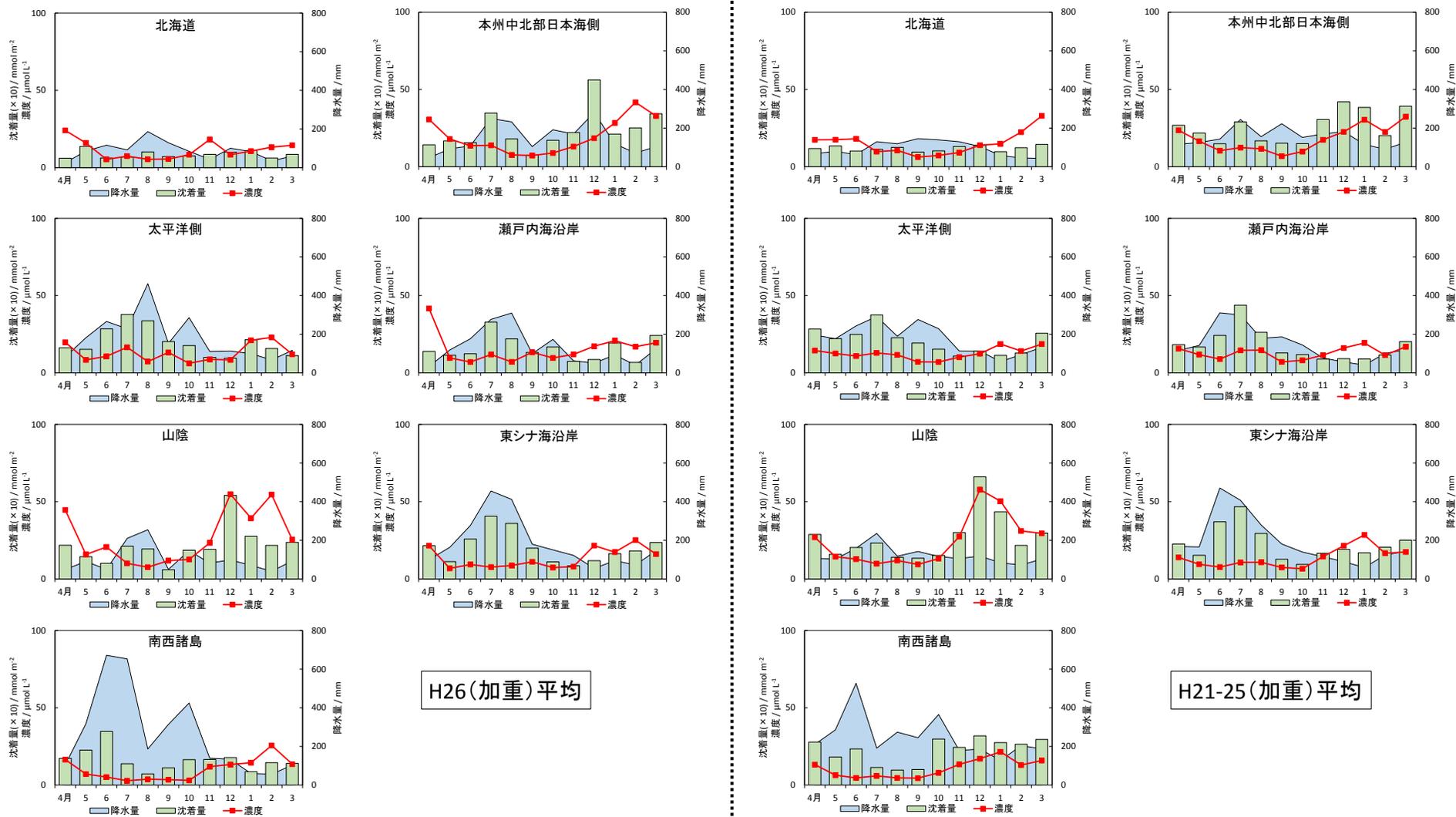


図4 NO_3^- の月平均濃度及び月間沈着量並びに月間降水量の季節変動
(平成26年度及び平成21-25年度)

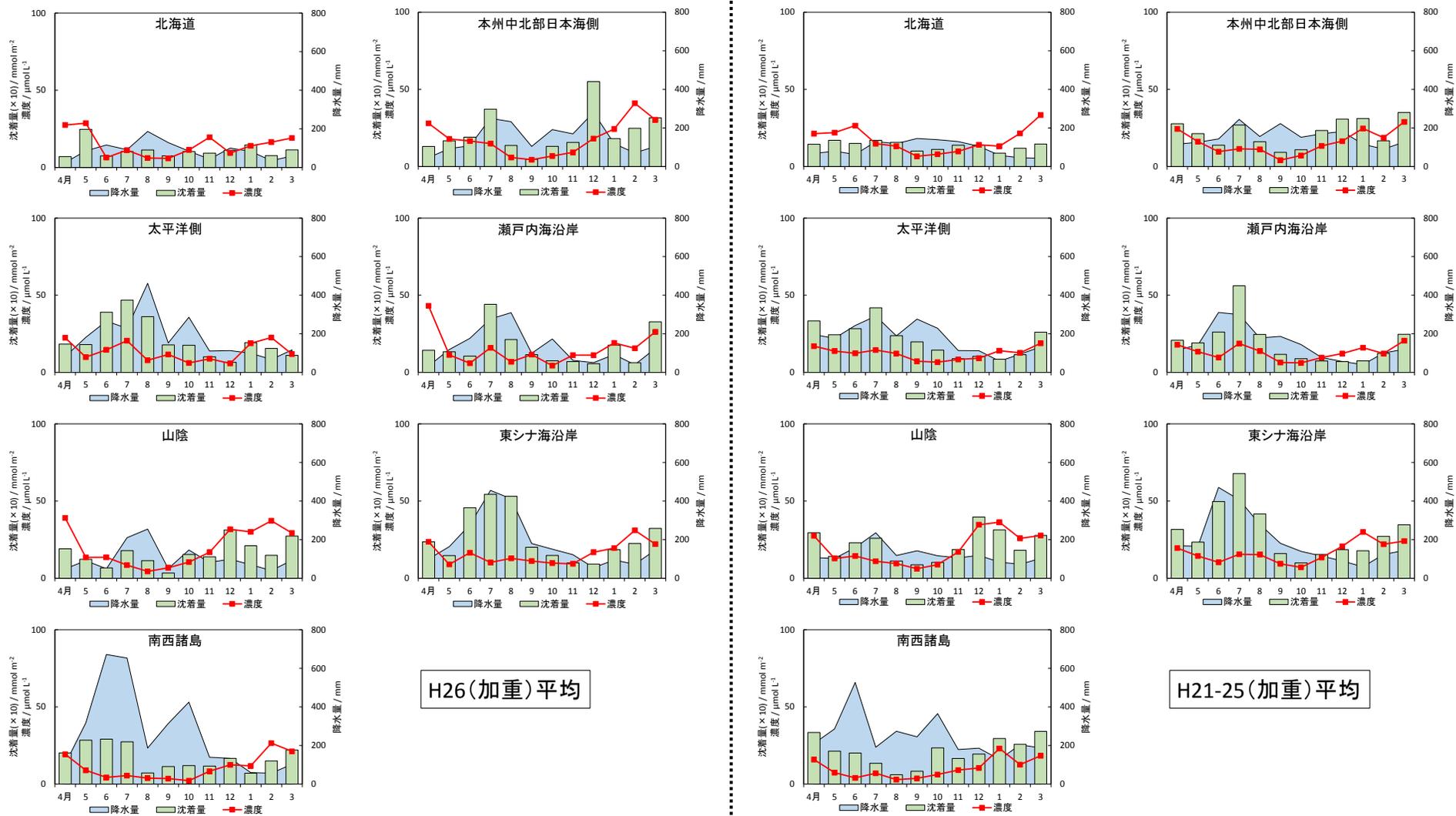


図5 NH_4^+ の月平均濃度及び月間沈着量並びに月間降水量の季節変動
(平成26年度及び平成21-25年度)

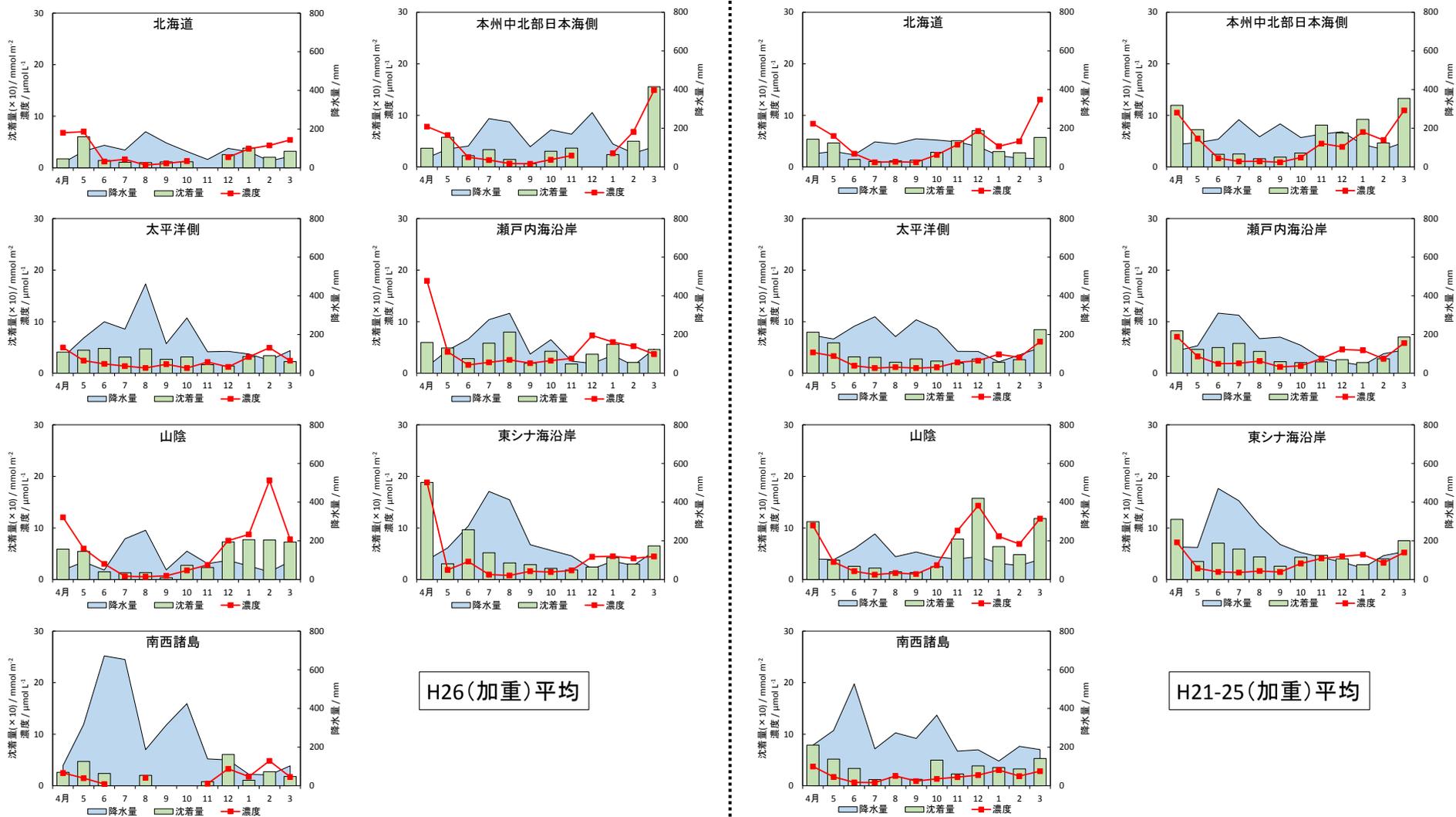


図6 nss-Ca²⁺の月平均濃度及び月間沈着量並びに月間降水量の季節変動
(平成26年度及び平成21-25年度)

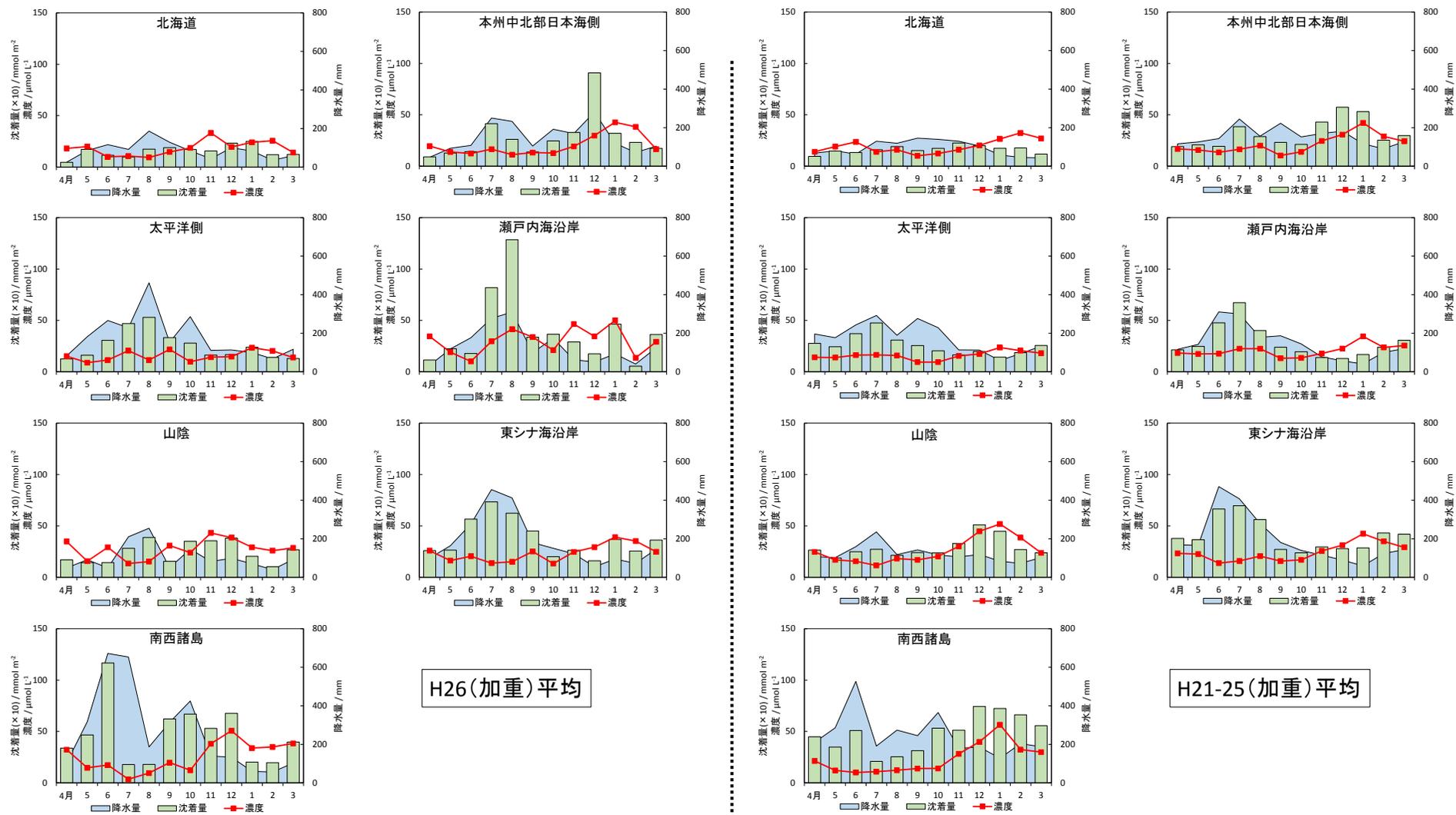


図7 H⁺の月平均濃度及び月間沈着量並びに月間降水量の季節変動
(平成26年度及び平成21-25年度)

大気汚染物質(ガス・粒子)

① 大気汚染物質の年平均の傾向及び季節変動

平成 26 年度における大気汚染物質(ガス・粒子)の主な測定項目についての概要を本ページ下記に、結果を表 2 に示す。また、図 8、図 9 及び図 10 には、SO₂、NO_x*、NO_x*/NO₂ 及び O₃ 濃度の季節変化を、図 11 には PM₁₀ と PM_{2.5} 濃度を比較した季節変化、図 12-17 にはフィルターパック法によるガス状及び粒子状成分濃度の季節変化を示す。なお、解析に使用した値は、有効データ(自動測定器: 1 時間値、フィルターパック: 2 週間値)の得られた時間が調査対象時間の 70%以上あった値のみである。

[主な測定項目]

ア) 自動測定器

SO₂ (17 地点)、NO_x* (遠隔・田園地域) 及び NO_x/NO₂ (都市地域) (15 地点)、O₃ (23 地点)、PM₁₀ (12 地点)、PM_{2.5} (8 地点)

イ) フィルターパック法

- ・ 粒子状成分濃度 (SO₄²⁻、NO₃⁻、NH₄⁺、Ca²⁺) (12 地点)
- ・ ガス状成分濃度 (HNO₃、NH₃) (12 地点)

なお、粒子状 SO₄²⁻及び Ca²⁺については粒子状 Na⁺を海塩粒子の指標として用い、海塩粒子に由来しない非海塩性の粒子状 SO₄²⁻及び Ca²⁺を算出して考察の対象とした。

昨年度の越境大気汚染・酸性雨対策検討会で例年に比べ平成 25 年度夏季のオゾン濃度が箕岳局、大分久住局で低くなっているが原因を検討するよう指摘された。図 18、図 19 に示すように、平成 20～25 年の箕岳局、平成 22～25 年の大分久住局における O₃ 濃度の経月変化から、平成 25 年度は特異的に夏季に低い傾向が見られたが、図 10 に示すように、平成 26 年度はこの傾向が見られなかった。測定異常は見られず原因は特定できないが、今後の傾向を注視する必要がある。

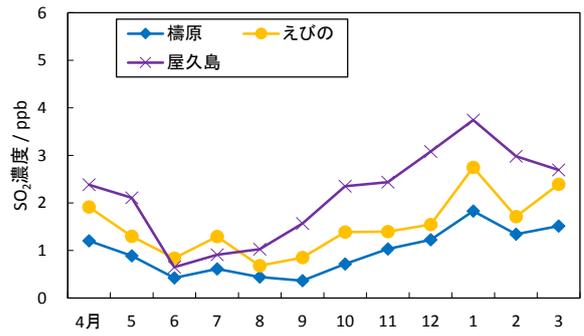
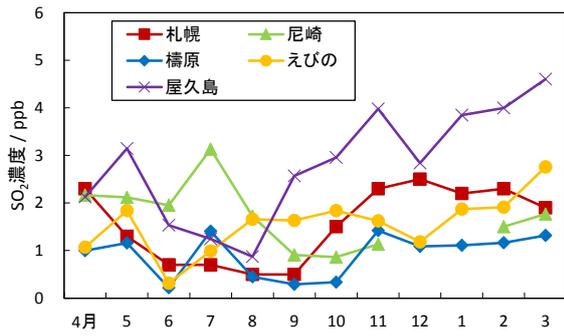
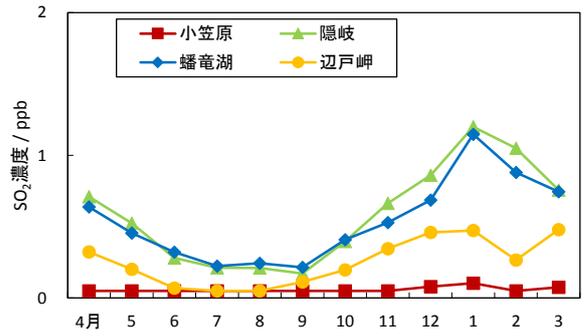
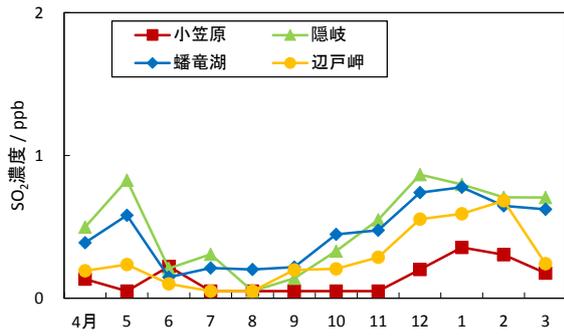
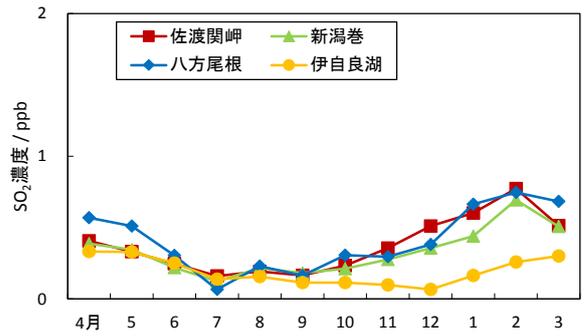
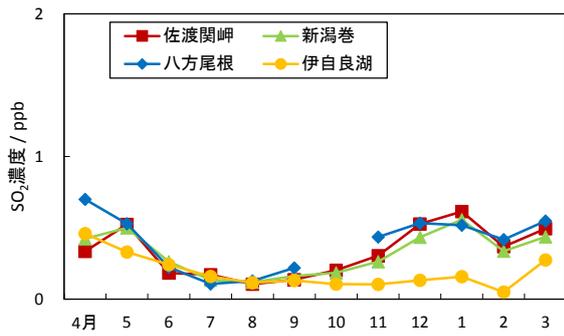
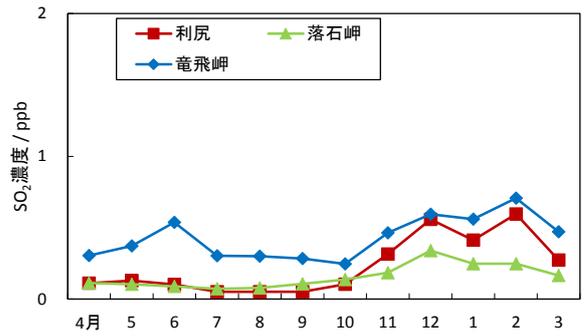
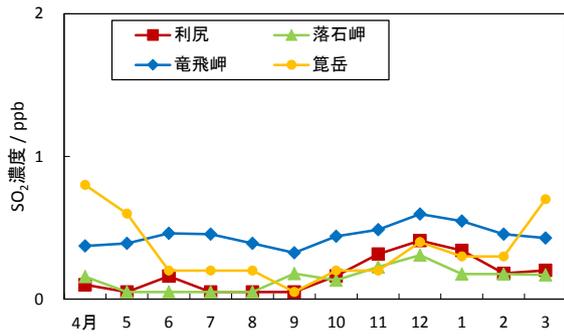
表 2 主な項目の測定結果

項目	年平均値、月平均濃度の変動の特徴
SO ₂ (自動測定器) 有効地点数： 17 地点	<ul style="list-style-type: none"> 年平均値の範囲：0.1 ppb（小笠原）～2.8 ppb（屋久島） 年平均値の全地点平均：0.7 ppb 月平均濃度の変動：晩秋から冬季にかけて濃度が上昇する地点が多く、西日本における濃度の上昇が大きい。屋久島、えびの、構原で濃度が高くなっているのは、近傍の火山活動の影響を受けているものと考えられる。このほか都市地域である札幌、尼崎で濃度が高かった。 <p>15 年中央値との比較では、小笠原で 90% 値より高く、利尻、佐渡関岬、八方尾根、蟠竜湖で 10% 値より低い結果であった。</p>
NO _x *、NO _x ^{注)} (自動測定器) 有効地点数： 14 地点	<ul style="list-style-type: none"> 年平均値の範囲：0.4 ppb（小笠原）～19.8 ppb（尼崎） 年平均値の全地点平均：3.7 ppb 月平均濃度の変動：全体的に晩秋から冬季にかけて濃度が上昇する傾向が認められた。都市地域である札幌、尼崎は他地点に比べ 10 倍程度濃度が高く、近傍の排出源の影響を受けていると考えられる。 <p>15 年中央値との比較では、利尻、佐渡関岬、八方尾根で 10% 値より低い結果であった。</p>
O ₃ (自動測定器) 有効地点数： 21 地点	<ul style="list-style-type: none"> 年平均値の範囲：27 ppb（えびの）～48 ppb（八方尾根、対馬） 年平均値の全地点平均：39 ppb 月平均濃度の変動：平成 26 年度は平成 21～25 年度の傾向とよく一致しており、春季に濃度が高く、夏季に低く、3 月にかけて濃度が再び上昇する地点が多くみられた。 <p>15 年中央値との比較では、隠岐、小笠原で 90% 値より高く、八方尾根、蟠竜湖で 10% 値より低い結果であった。</p>
PM ₁₀ (自動測定器) 有効地点数： 12 地点	<ul style="list-style-type: none"> 年平均値の範囲：10.7 μg m⁻³（小笠原）～32.6 μg m⁻³（隠岐） 年平均値の全地点平均：20.6 μg m⁻³ 月平均濃度の変動：春季に高い傾向が認められ、秋季にも高くなる地点がみられた。春季の濃度上昇は、Ca²⁺濃度も春季に高いことから、黄砂の影響を受けていることが示唆される。 <p>15 年中央値との比較では、隠岐で 90% 値より高く、伊自良湖で 10% 値より低い結果であった。</p>
PM _{2.5} (自動測定器) 有効地点数： 8 地点	<ul style="list-style-type: none"> 年平均値の範囲：7.0 μg m⁻³（落石岬）～16.7 μg m⁻³（尼崎） 年平均値の全地点平均：11.8 μg m⁻³ 月平均濃度の変動：春季に高くなる傾向がみられたが、全体的に PM₁₀ ほど大きな変動を示さなかった。

注) 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) も測定されるため、遠隔地域及び田園地域では「NO_x*」と表記する。

表2 主な測定項目の結果（つづき）

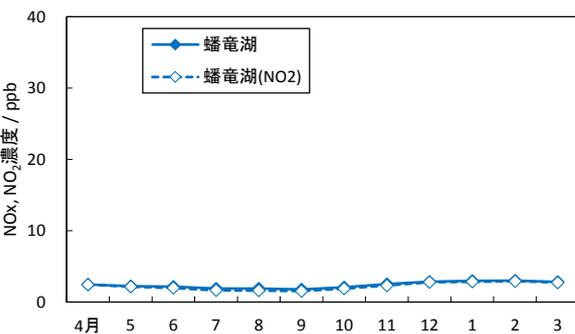
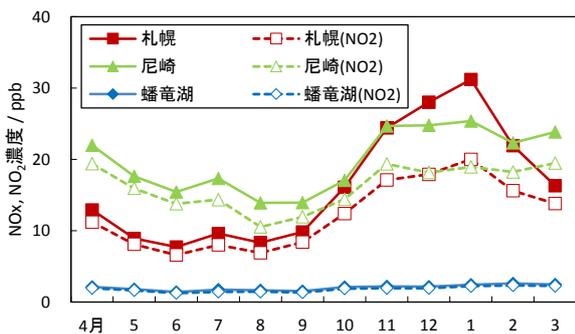
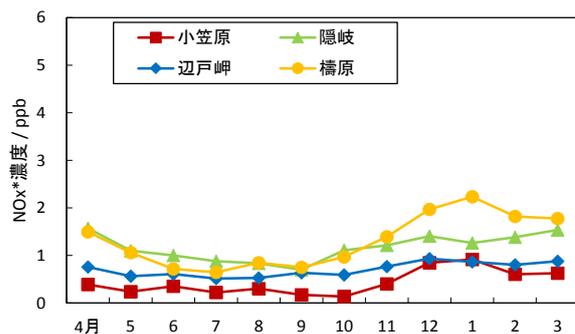
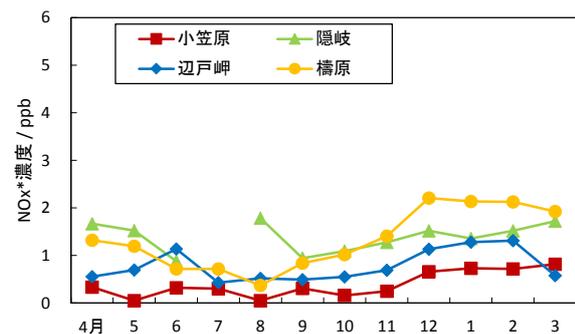
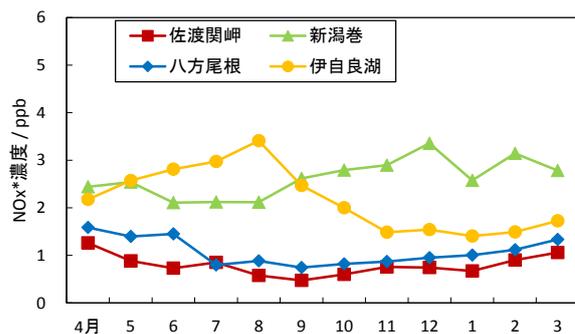
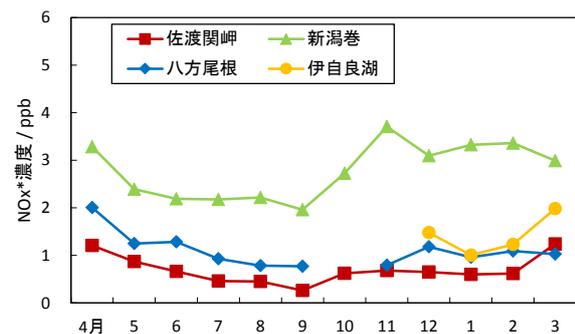
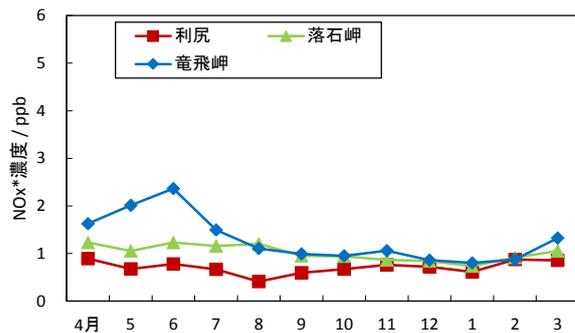
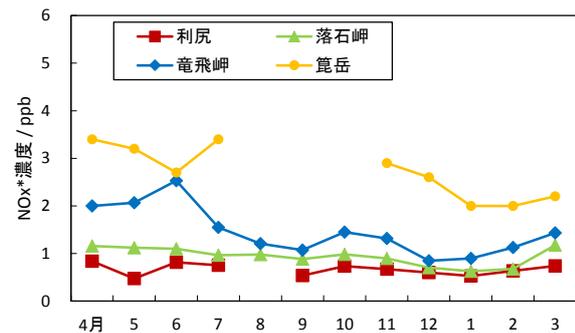
<p>粒子状 SO₄²⁻ (フィルターパック) 有効地点数： 11 地点</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・年平均値の範囲：2.24 μg m⁻³（八方尾根）～5.79 μg m⁻³（辺戸岬） ・年平均値の全地点平均：3.88 μg m⁻³ ・月平均濃度の変動：全体的に春季～初夏及び晩冬季に高くなる傾向が認められる。15年中央値との比較では、竜飛岬、小笠原で90%値より高く、利尻で10%値より低い結果であった。
<p>粒子状 nss-SO₄²⁻ (フィルターパック) 有効地点数： 11 地点</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・年平均値の範囲：1.60 μg m⁻³（落石岬）～4.67 μg m⁻³（辺戸岬） ・年平均値の全地点平均：3.20 μg m⁻³ ・月平均濃度の変動：全体的に春季～初夏及び晩冬季に高くなる傾向が認められる。平成26年度は竜飛岬で5月、7月に上昇したほか、辺戸岬で1月～2月に濃度が高くなっている。15年中央値との比較では、小笠原で90%値より高く、利尻、竜飛岬で10%値より低い結果であった。
<p>粒子状 NO₃⁻ (フィルターパック) 有効地点数： 11 地点</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・年平均値の範囲：0.53 μg m⁻³（八方尾根）～3.38 μg m⁻³（東京） ・年平均値の全地点平均：1.29 μg m⁻³ ・月平均濃度の変動：東京の濃度が他地点と比較して高い。春季の濃度が比較的高い傾向が見られるほか、西日本では秋季に濃度が上昇した。15年中央値との比較では、佐渡関岬、八方尾根、隠岐、辺戸岬、小笠原で90%値より高い結果であった。
<p>ガス状 HNO₃ (フィルターパック) 有効地点数： 11 地点</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・年平均値の範囲：<0.1 ppb（利尻、落石岬、小笠原）～0.7 ppb（東京） ・年平均値の全地点平均：0.2 ppb ・月平均濃度の変動：夏季に濃度が高くなる傾向が認められる。利尻、落石岬、小笠原では年間を通じて非常に濃度が低い。15年中央値との比較では、利尻で90%値より高い結果であった。
<p>粒子状 NH₄⁺ (フィルターパック) 有効地点数： 11 地点</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・年平均値の範囲：0.28 μg m⁻³（小笠原）～1.48 μg m⁻³（東京） ・年平均値の全地点平均：0.76 μg m⁻³ ・月平均濃度の変動：全体的に春季～初夏及び晩冬季に高くなる傾向が認められる。
<p>ガス状 NH₃ (フィルターパック) 有効地点数： 11 地点</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・年平均値の範囲：0.3 ppb（利尻）～4.4 ppb（東京） ・年平均値の全地点平均：1.0 ppb ・月平均濃度の変動：東京の濃度が他地点と比較して高い。春季及び夏季に濃度が高くなる傾向が認められ、冬季の濃度は低い。平成26年度は辺戸岬で1月～2月にかけて濃度が高くなった。15年中央値との比較では、佐渡関岬、蟠竜湖、辺戸岬で90%値より高く、利尻で10%値より低い結果であった。
<p>粒子状 Ca²⁺ (フィルターパック) 有効地点数： 11 地点</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・年平均値の範囲：0.14 μg m⁻³（利尻）～0.49 μg m⁻³（辺戸岬） ・年平均値の全地点平均：0.30 μg m⁻³ ・月平均濃度の変動：春季及び秋季～冬季の濃度が高く、夏季の濃度は低い。15年中央値との比較では、竜飛岬、佐渡関岬、八方尾根、小笠原で90%値より高く、樽原で10%値より低い結果であった。
<p>粒子状 nss-Ca²⁺ (フィルターパック) 有効地点数： 11 地点</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・年平均値の範囲：0.06 μg m⁻³（竜飛岬）～0.45 μg m⁻³（東京） ・年平均値の全地点平均：0.19 μg m⁻³ ・月平均濃度の変動：春季及び秋季～冬季の濃度が高く、夏季の濃度は低い。平成26年度は多くの地点で5月に濃度が上昇したほか、辺戸岬では10月、1月、2月に、小笠原では3月に特異的に濃度が上昇した。15年中央値との比較では、佐渡関岬、八方尾根、辺戸岬、小笠原で90%値より高く、竜飛岬、樽原で10%値より低い結果であった。



平成 26 年度

平成 21-25 年度平均

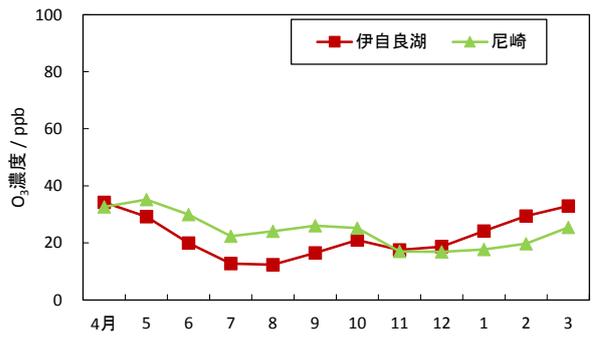
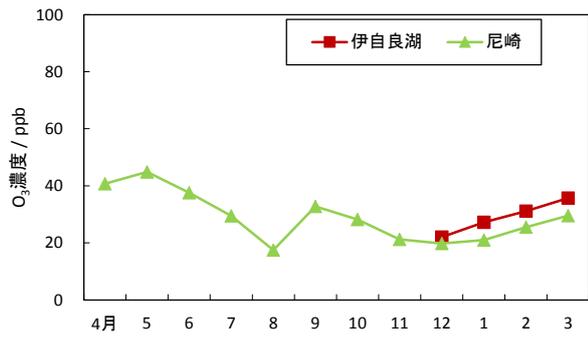
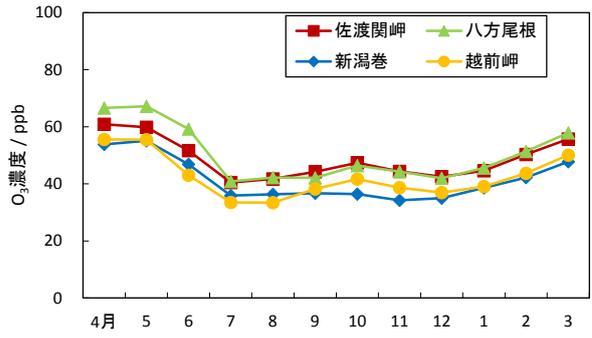
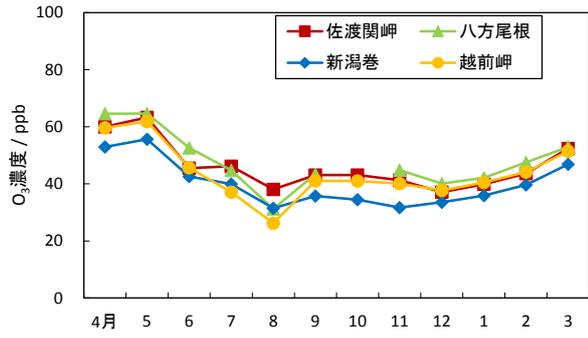
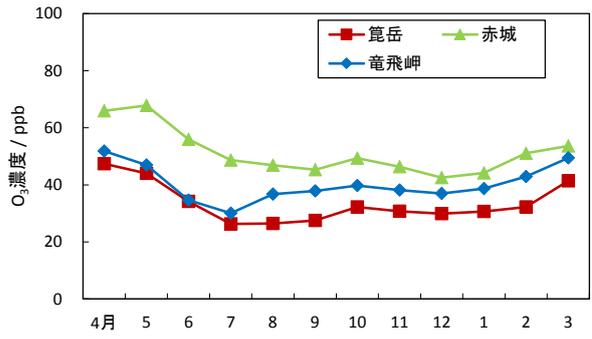
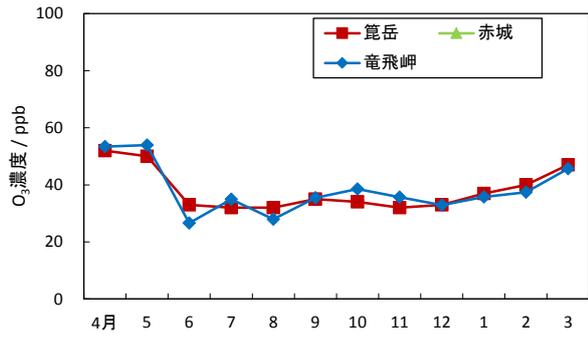
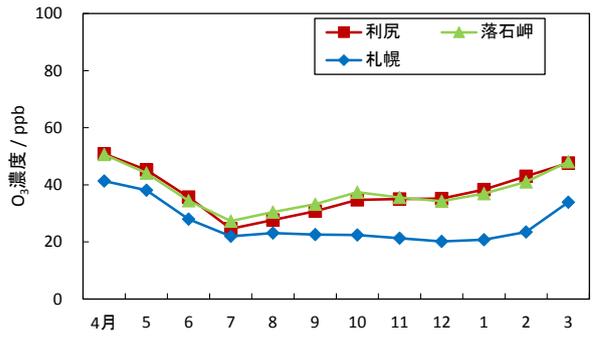
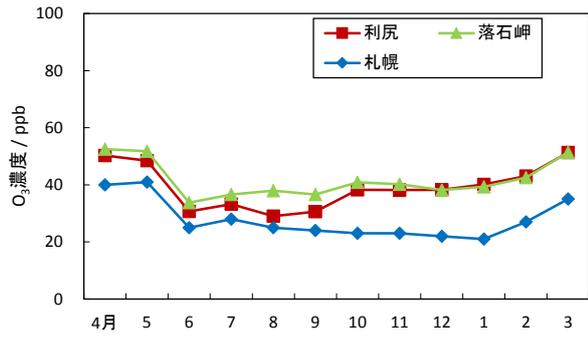
図 8 SO₂濃度の季節変化(単位 : ppb)
(平成 26 年度及び平成 21-25 年度)



平成 26 年度

平成 21-25 年度平均

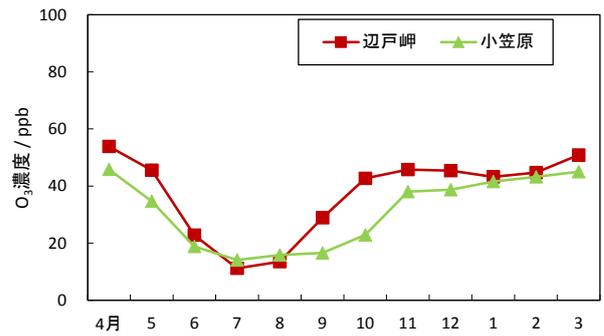
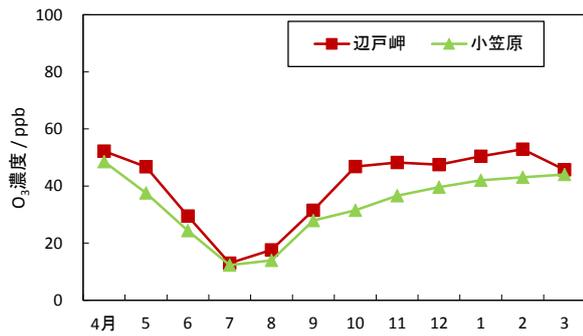
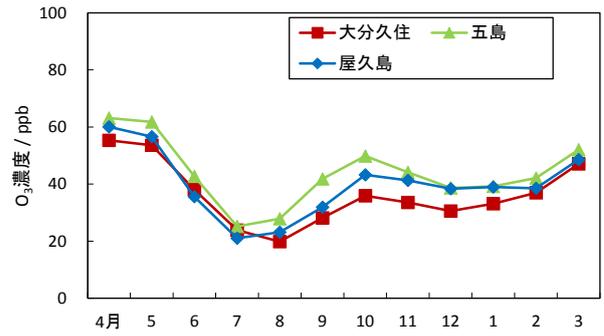
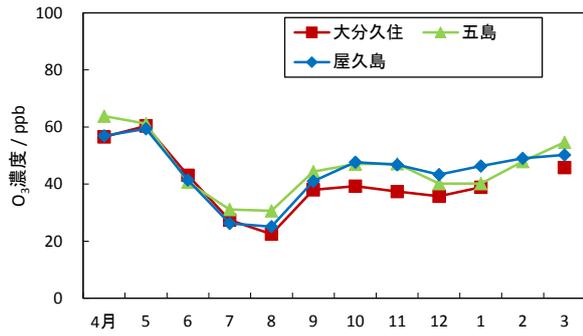
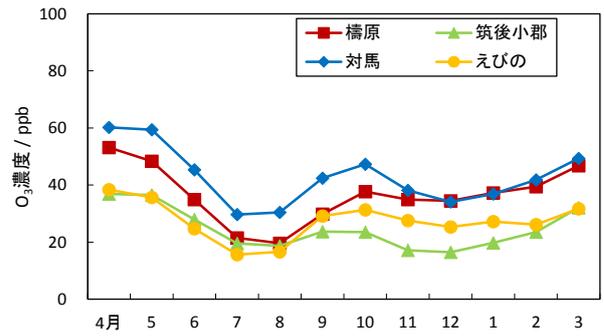
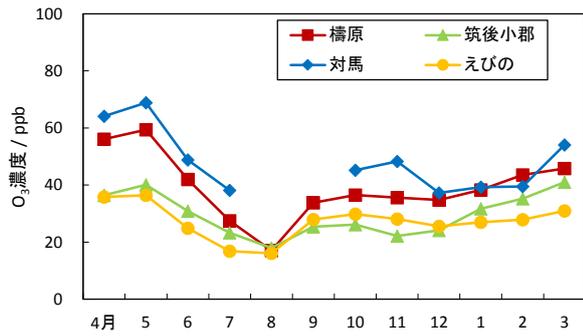
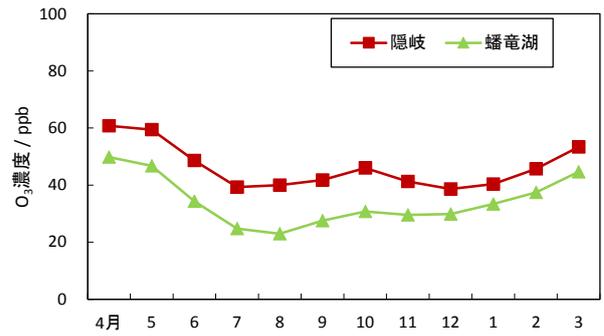
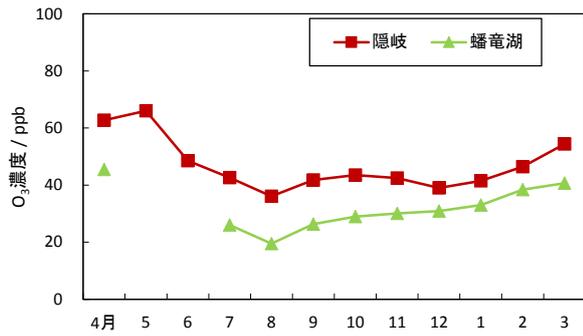
図 9 NOx*及び NOx/NO₂濃度の季節変化(単位 : ppb)
(平成 26 年度及び平成 21-25 年度)



平成26年度

平成21-25年度平均

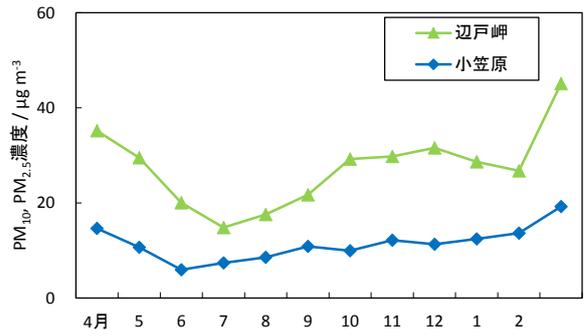
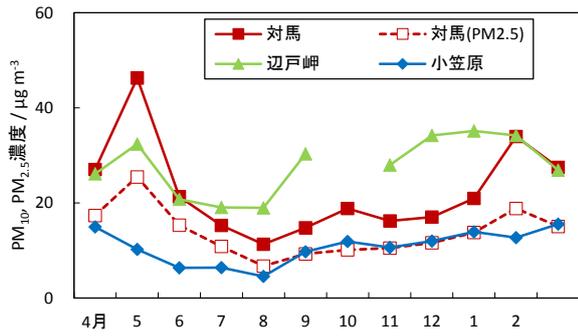
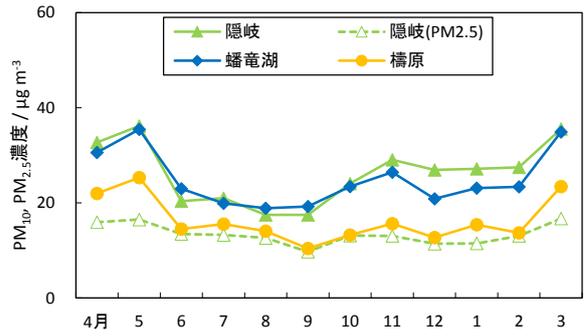
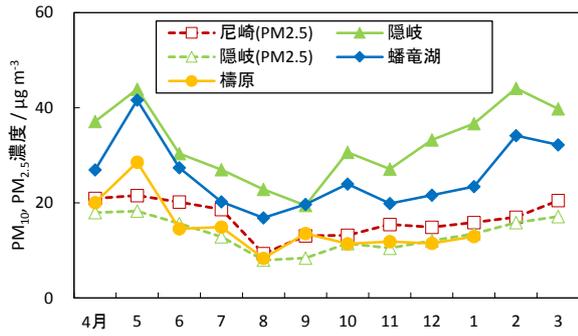
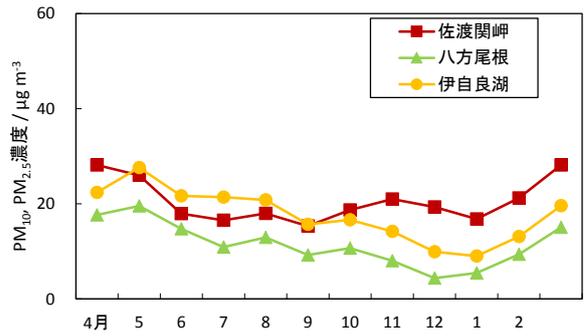
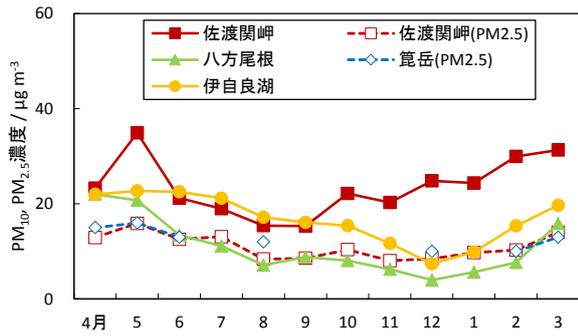
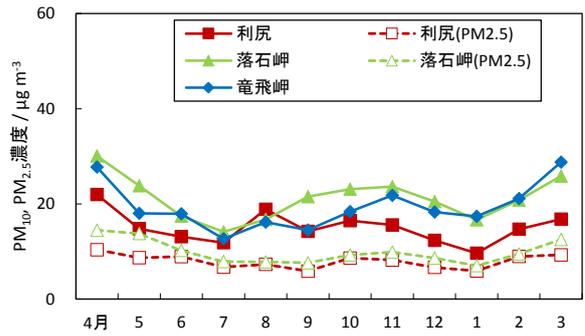
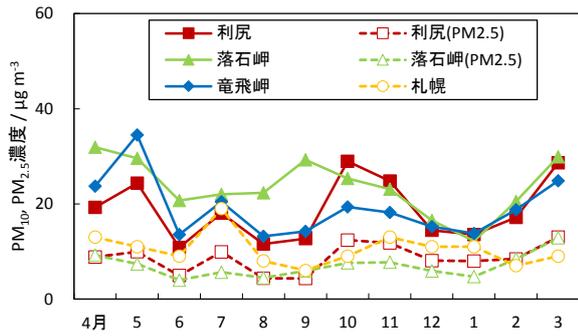
図10 O₃濃度の季節変化 (単位: ppb)
(平成26年度及び平成21-25年度)



平成 26 年度

平成 21-25 年度平均

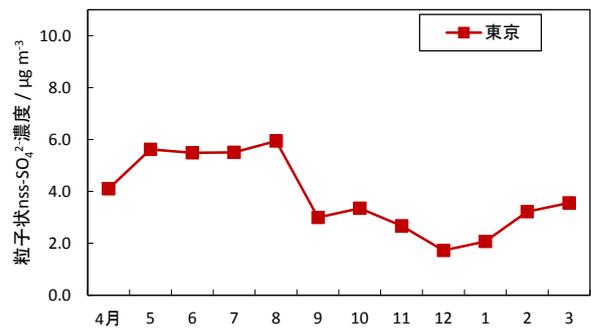
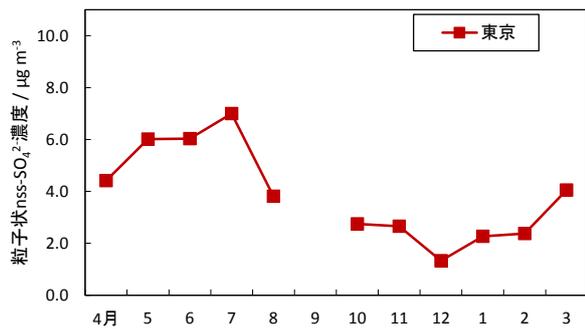
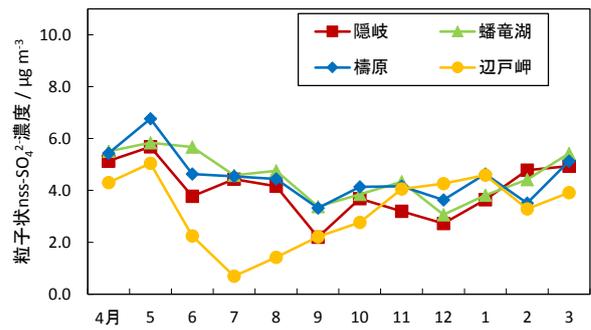
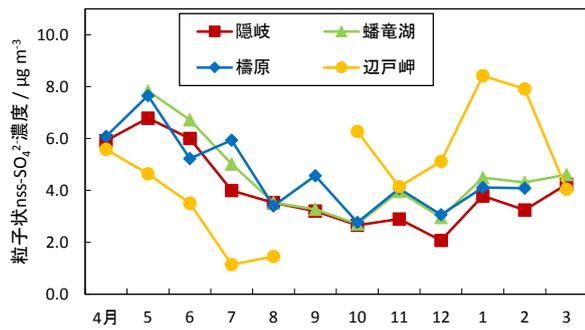
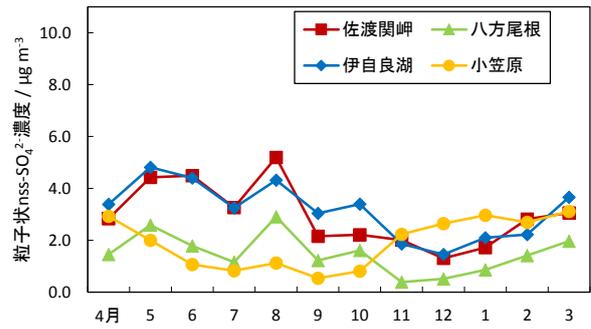
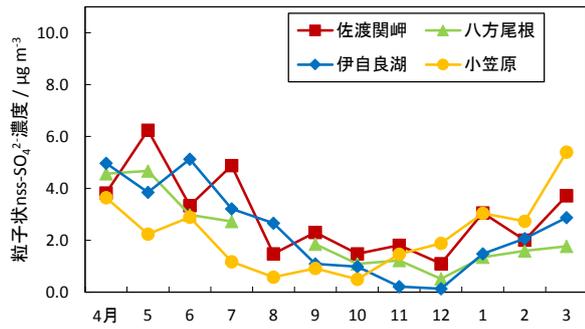
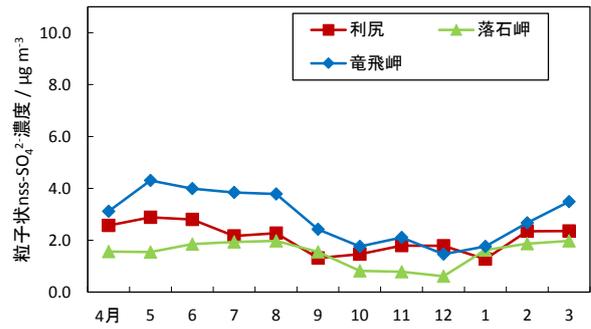
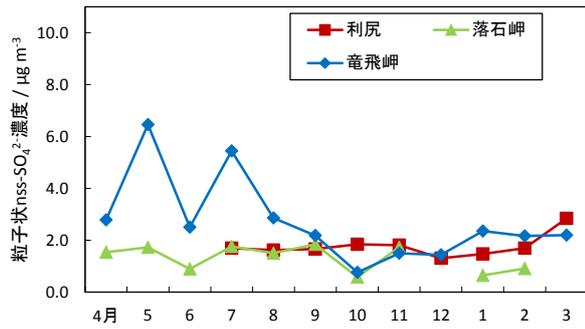
図 10 O₃濃度の季節変化 続き (単位 : ppb)
(平成 26 年度及び平成 21-25 年度)



平成 26 年度

平成 21-25 年度平均

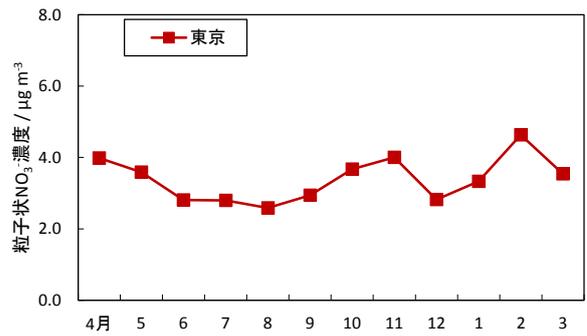
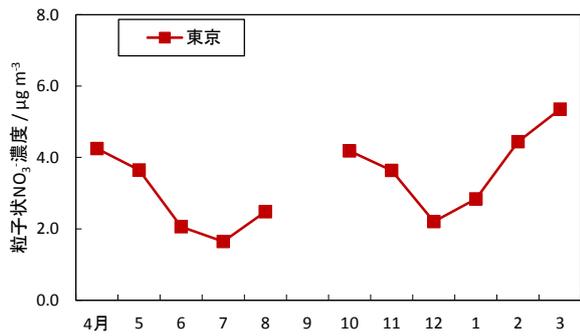
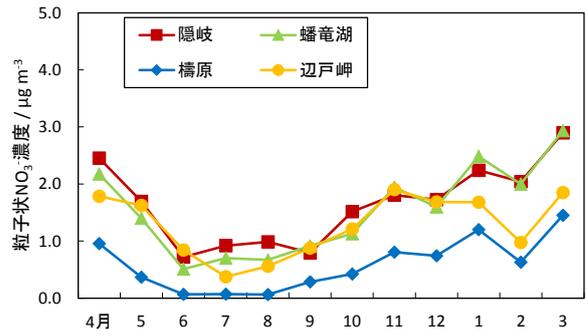
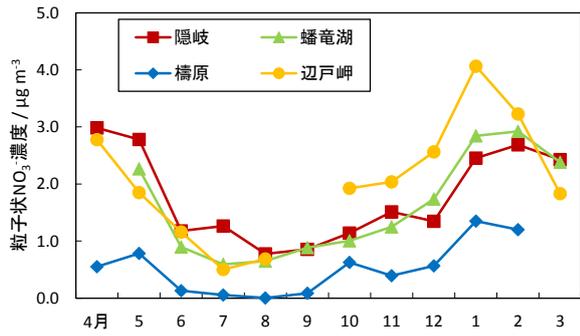
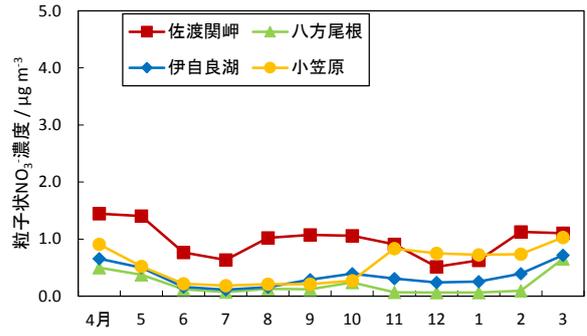
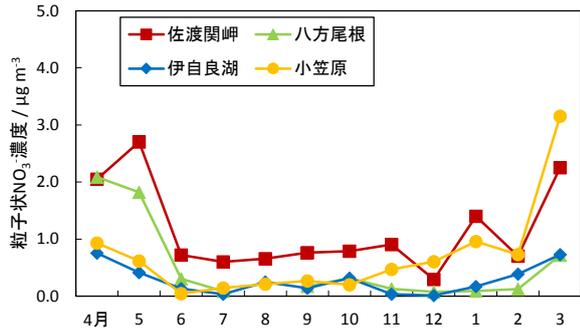
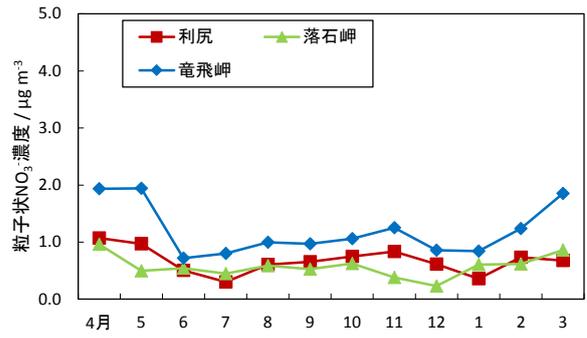
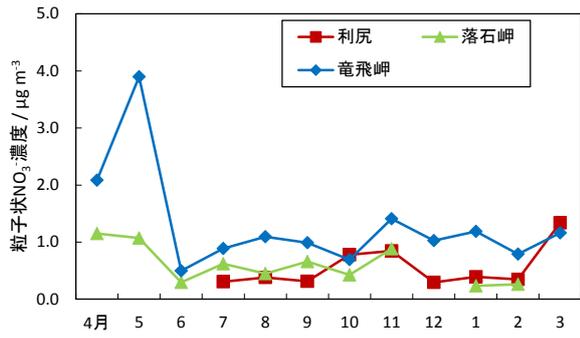
図 11 PM₁₀ 及び PM_{2.5} 濃度の季節変化 (単位 : $\mu\text{g m}^{-3}$)
(平成 26 年度及び平成 21-25 年度)



平成26年度

平成21-25年度平均

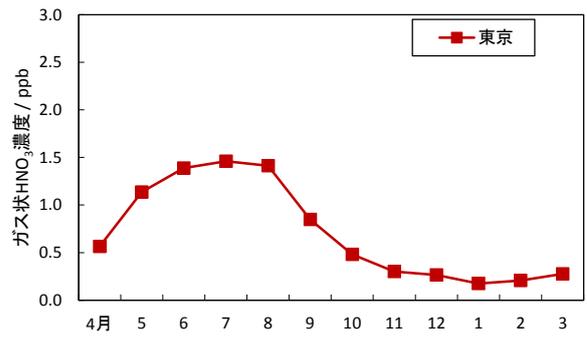
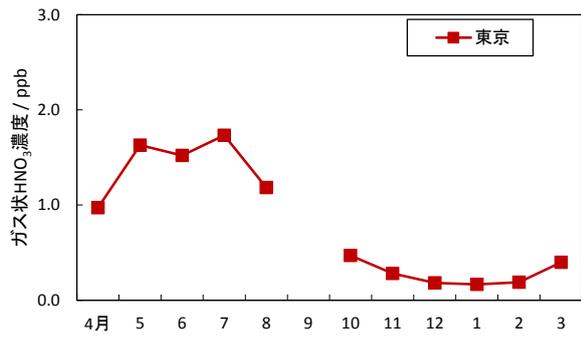
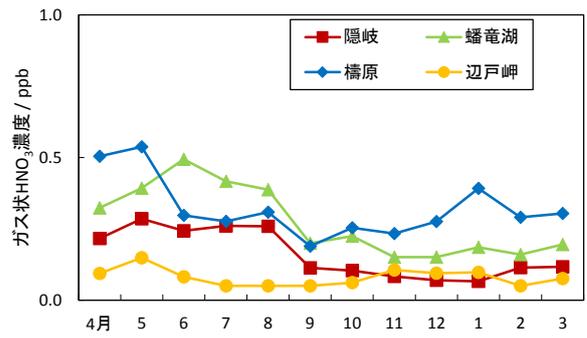
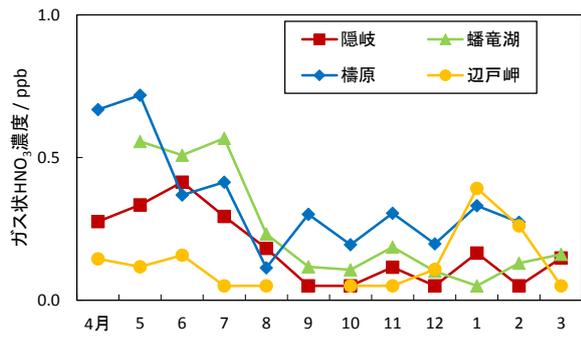
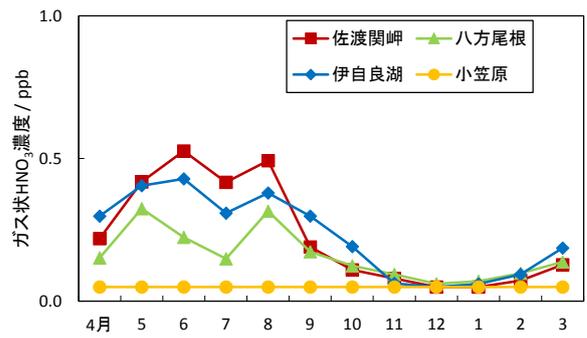
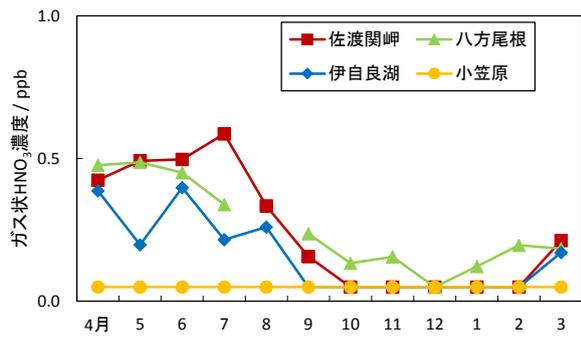
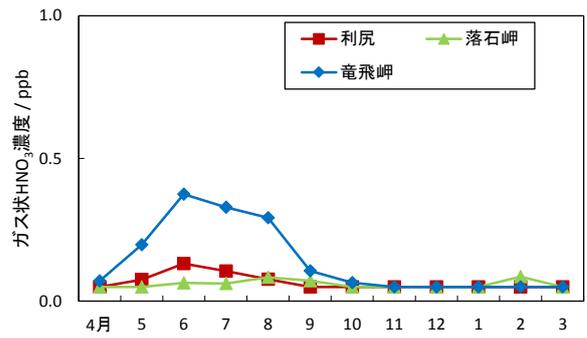
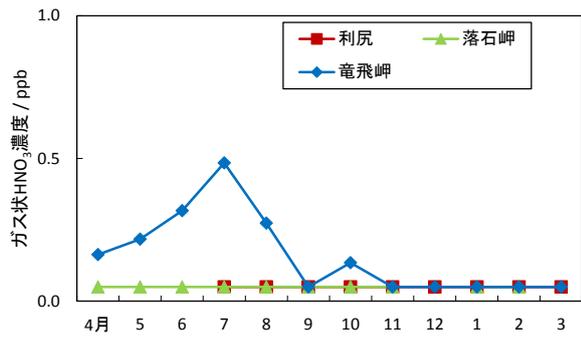
図12 粒子状 nss-SO₄²⁻濃度の季節変化(フィルターパック法、単位：μg m⁻³)
(平成26年度及び平成21-25年度)



平成 26 年度

平成 21-25 年度平均

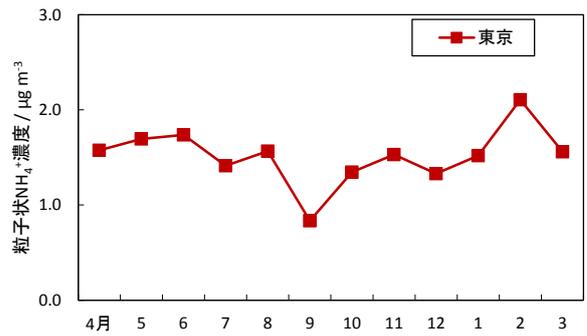
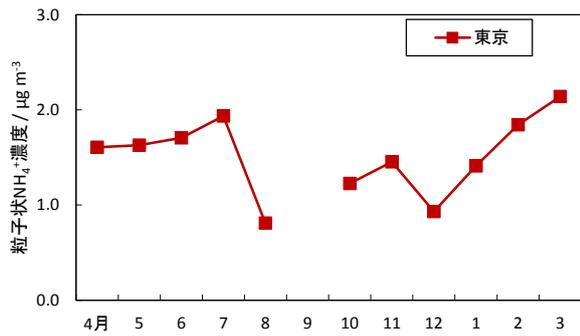
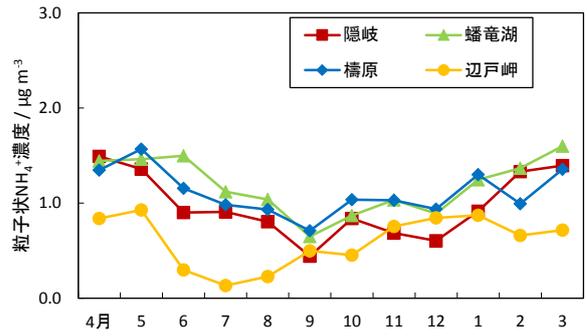
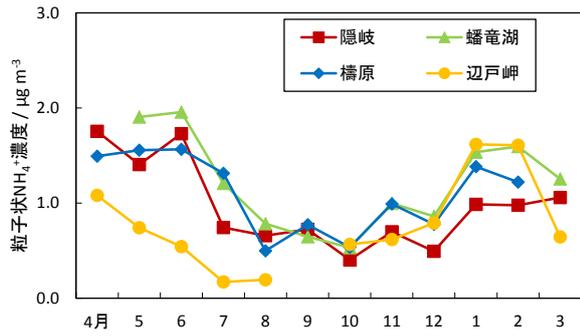
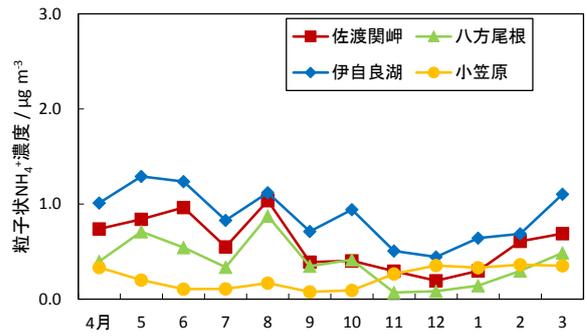
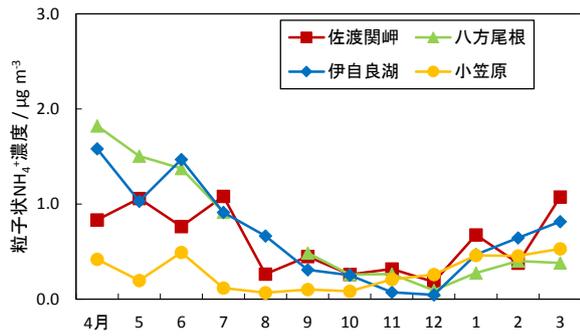
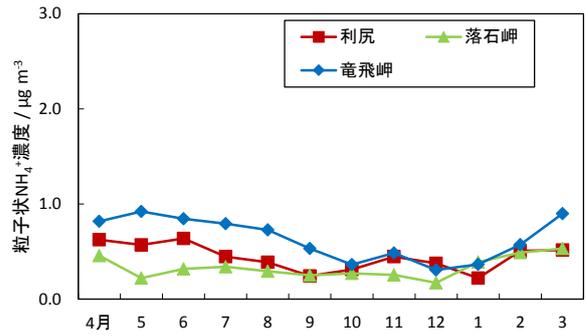
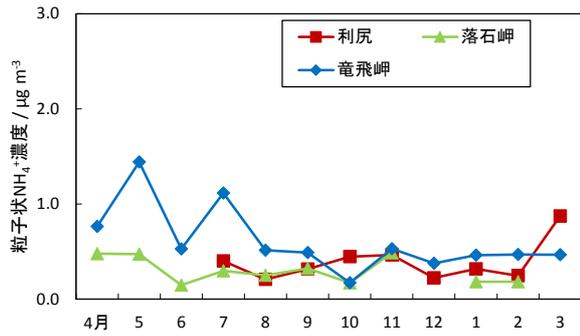
図 13 粒子状 NO₃濃度の季節変化(フィルターパック法、単位：µg m⁻³)
(平成 26 年度及び平成 21-25 年度)



平成26年度

平成21-25年度平均

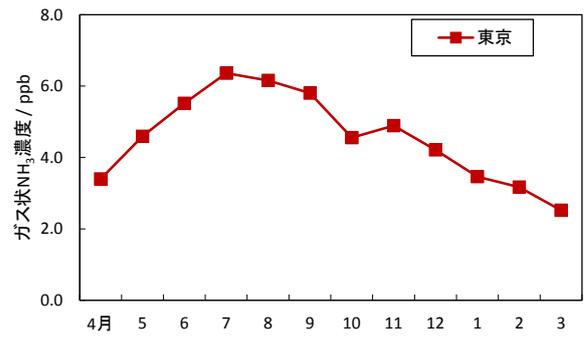
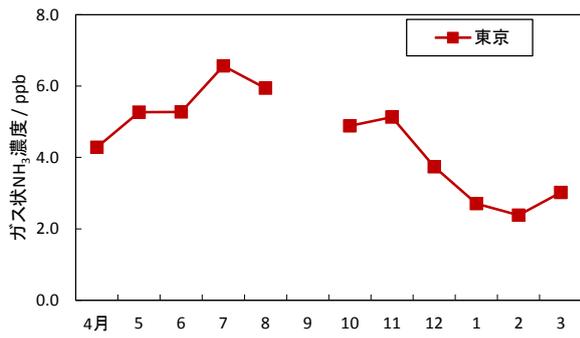
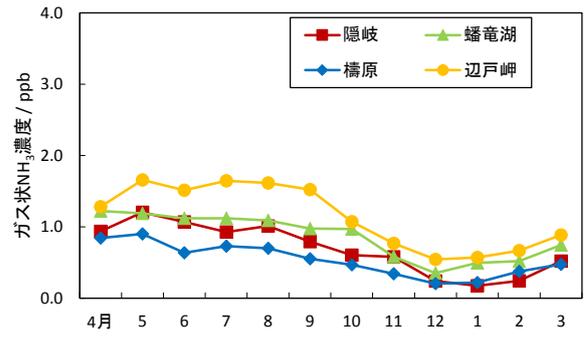
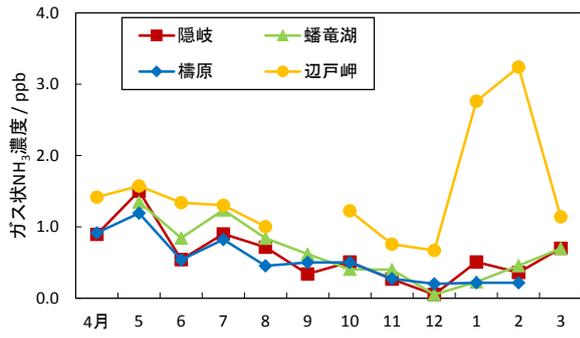
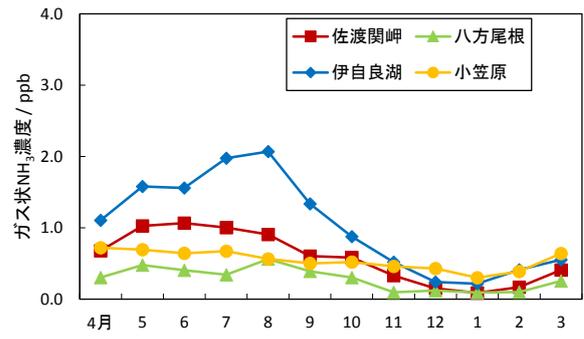
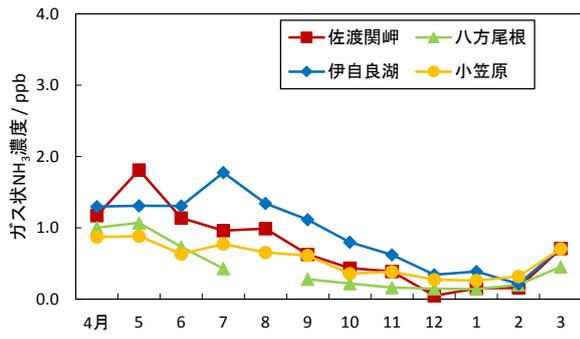
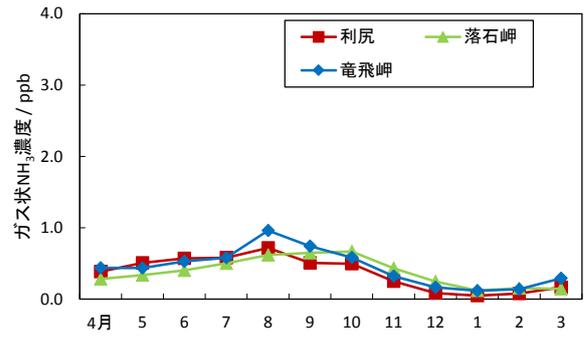
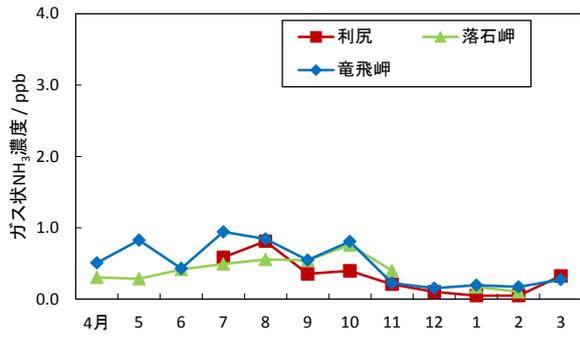
図14 ガス状 HNO₃濃度の季節変化(フィルターパック法、単位：ppb)
(平成26年度及び平成21-25年度)



平成26年度

平成21-25年度平均

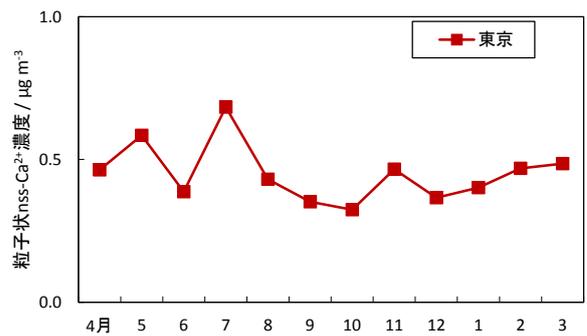
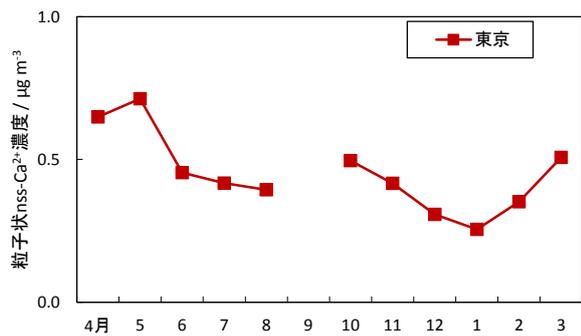
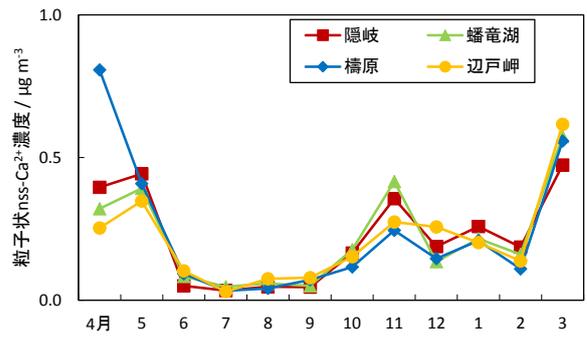
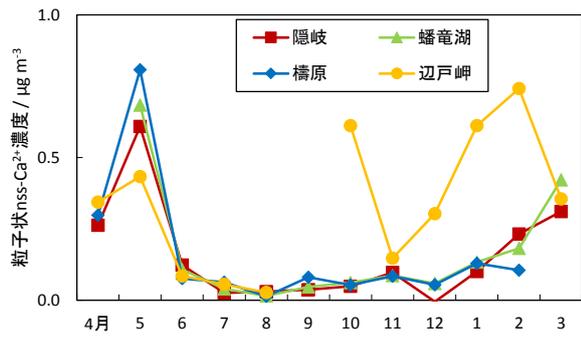
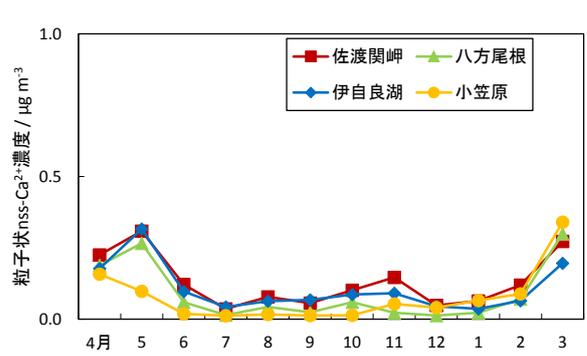
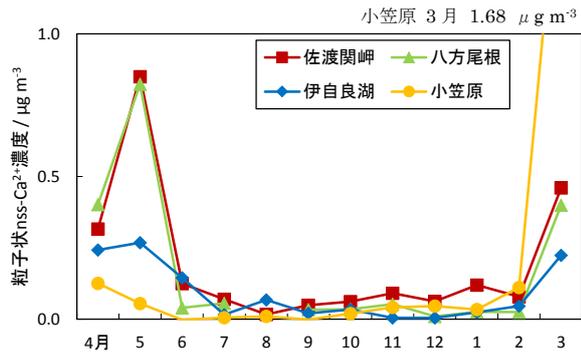
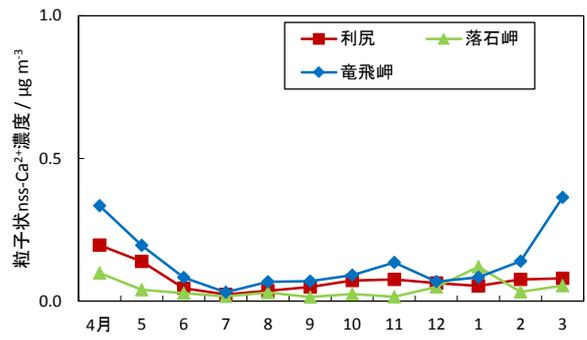
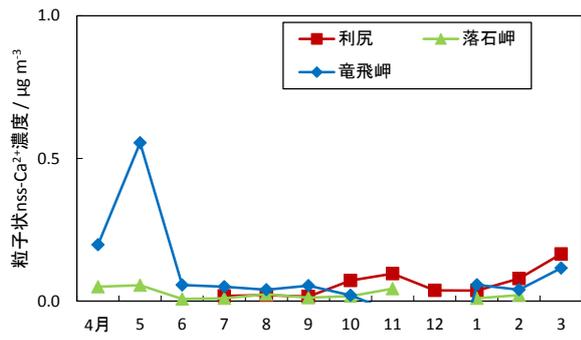
図15 粒子状NH₄⁺濃度の季節変化(フィルターパック法、単位：µg m⁻³)
(平成26年度及び平成21-25年度)



平成 26 年度

平成 21-25 年度平均

図 16 ガス状 NH₃ 濃度の季節変化(フィルターパック法、単位 : ppb)
(平成 26 年度及び平成 21-25 年度)



平成 26 年度

平成 21-25 年度平均

図 17 粒子状 nss-Ca²⁺濃度の季節変化(フィルターパック法、単位： $\mu\text{g m}^{-3}$)
(平成 26 年度及び平成 21-25 年度)

箕岳 過去7年間の経月変化

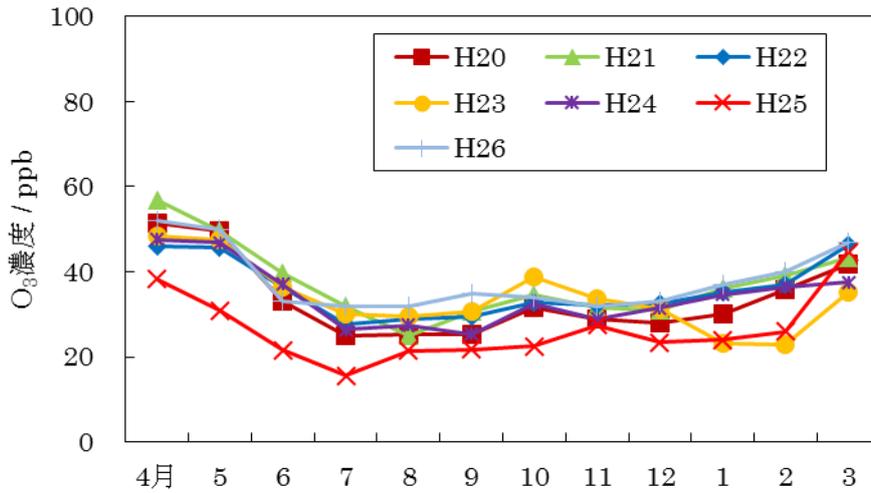


図 18 平成 20～26 年の箕岳局における O₃ 濃度の経月変化

大分久住 過去5年間の経月変化

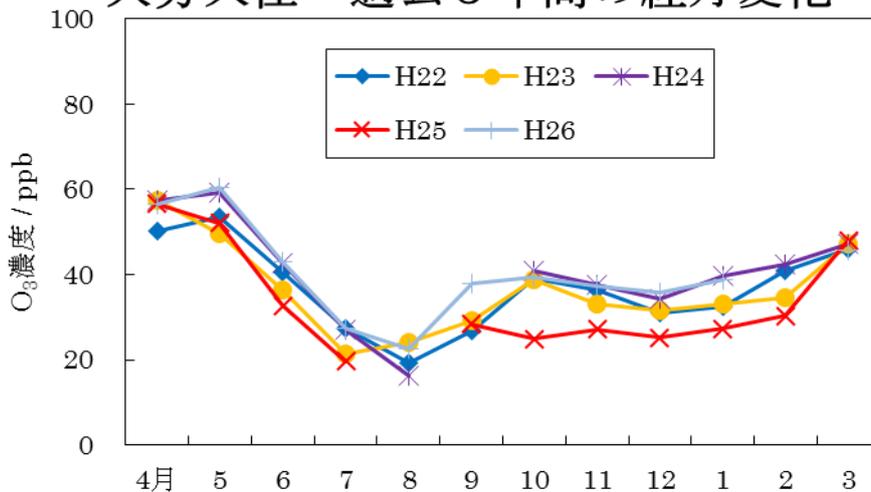


図 19 平成 22～26 年の大分久住局における O₃ 濃度の経月変化

② 総沈着量（湿性＋乾性）の推計結果（平成 26 年 1 月～12 月）

東京、伊自良湖を除く EANET 局の 10 地点において、平成 26 年 1 月～12 月の期間の乾性沈着量（ガス状物質：SO₂、HNO₃、NH₃、粒子状物質中のイオン成分：nss-SO₄²⁻、NO₃⁻、NH₄⁺）を推計した。窒素化合物については硝酸及びアンモニアを評価対象とした。各地点における硫黄化合物、窒素化合物の年間乾性及び湿性沈着量の結果を図 20、図 21 に示す。また、参考のために平成 21～25 年の硫黄化合物、窒素化合物の乾性及び湿性沈着量の 5 年平均値を図 22、図 23 に示す。

各成分の沈着速度は EANET で採択された「Technical Manual on Dry Deposition Flux Estimation in East Asia」に基づき、測定局で観測されている気象要素（気温、相対湿度、風速、全天日射量、降水量）及び近傍の気象台における雲量データを用いて 1 時間毎に算出した。各サイトの沈着表面は、周辺 1km の土地利用から森林と草地の割合を求め、それぞれの表面に対する沈着速度を計算して重み付け平均した。各サイトにおける乾性沈着量は、対象とする成分の大気中濃度（SO₂は 1 時間値、その他の成分は 2 週間値）と沈着速度の積により求めた。

昨年度の越境大気汚染・酸性雨対策検討会で梶原局の平成 23 年の SO₂ の乾性沈着量が高いことが指摘されたが、その後の調査でガス状物質の乾性沈着速度計算に誤りが見つかったため、図 22、図 23 は訂正後の結果を示している。図 24 に、平成 20～25 年の梶原局における SO₂ 濃度の経月変化を示す。平成 24 年 1 月以降に火山の影響を受けていると思われる SO₂ 濃度の上昇が見られたが、硫黄化合物の沈着量の増加に寄与しているとは言い難い。

また、同検討会で平成 25 年度の隠岐乾性沈着における高濃度は、その原因が、濃度要因か、気象の影響による沈着速度の要因かという指摘があった。図 25、図 26 に示す、平成 20～25 年の隠岐局における SO₂、粒子状 SO₄²⁻濃度の経月変化からは、特異的に硫黄化合物濃度が上昇している年は見られなかった。森林表面の SO₂ 乾性沈着速度の年平均値は、3.6 cm/s（平成 24 年）、3.9 cm/s（平成 25 年）、3.9 cm/s（平成 26 年）、草地表面の SO₂ 乾性沈着速度の年平均値は、1.6 cm/s（平成 24 年）、1.8 cm/s（平成 25 年）、1.7 cm/s（平成 26 年）であり、SO₂ 乾性沈着速度の増加が沈着量に影響していると思われる。また、隠岐は他地点に比べ沈着量が高い傾向があり、他地点に比べ周辺の森林比率が高いことが一因として考えられる。

国内 EANET 局における硫黄及び窒素化合物の年間乾性沈着量の範囲はそれぞれ 2.5-36.2 mmol m⁻² y⁻¹、3.0-68.9 mmol m⁻² y⁻¹であった。地域別に見ると西日本の隠岐、蟠竜湖、日本海側の竜飛岬、佐渡関岬で高い傾向がみられ、利尻、落石岬、小笠原で低かった。化学種別に乾性沈着量を見ると、硫黄の乾性沈着については、粒子状 nss-SO₄²⁻に比べて SO₂ の寄与が全体的に大きかった。窒素の乾性沈着では、多くの地点で HNO₃ 及び粒子状 NH₄⁺ の寄与が大きい傾向が見られた。

硫黄の総沈着量は、降水中の nss-SO₄²⁻の湿性沈着量、及びガス状物質の SO₂ と粒子状物質の nss-SO₄²⁻の乾性沈着量の総計で、窒素の総沈着量は、降水中の NO₃⁻と NH₄⁺の湿性沈着量、及びガス状物質（HNO₃、NH₃）と粒子状物質（NO₃⁻、NH₄⁺）の乾性沈着量の総計で評価した。硫黄の総年間沈着量は、9.4～52.1 mmol m⁻² y⁻¹の範囲であった。地域的特徴を見ると、西日本の遠隔地域、都市地域に位置する、隠岐、蟠竜湖及び梶原で高く、発生源地域から遠く離れている利尻、落石及び小笠原で少ない傾向が平成 21～25 年の結果と同様に見られた。窒素の総年間沈着量は 19.7～104.9 mmol m⁻² y⁻¹の範囲であった。地域的特徴を見ると、都市地域、郊外地域に位置する伊自良湖及び蟠竜湖で高く、長距離輸送の影響を受けていると考えられる竜飛岬、隠岐でも高かった。一方、周囲に顕著な発生源がなく、大陸からの長距離輸送の影響も受けにくい利尻、落石岬及び小笠原では、窒素についても総沈着量が少ない傾向を示した。

総沈着量に対する湿性沈着、乾性沈着の割合について着目すると、 nss-SO_4^{2-} の湿性沈着量は、 $6.0\sim 24.8 \text{ mmol m}^{-2} \text{ y}^{-1}$ の範囲にあり、利尻、八方尾根、蟠竜湖、栲原、小笠原では湿性沈着量が顕著に大きく、隠岐については乾性沈着量が湿性沈着量を大きく上回っていた。また、窒素化合物の湿性沈着量は $10.7\sim 59.1 \text{ mmol m}^{-2} \text{ y}^{-1}$ の範囲にあり、総沈着量に対する湿性沈着量の寄与が乾性沈着量と比べて同等または大きかった。隠岐では、平成 21～25 年の平均値は総沈着量に対する乾性沈着量の寄与が湿性沈着量と比べて大きかったが、平成 26 年の結果は、乾性沈着量と湿性沈着量が同等であった。

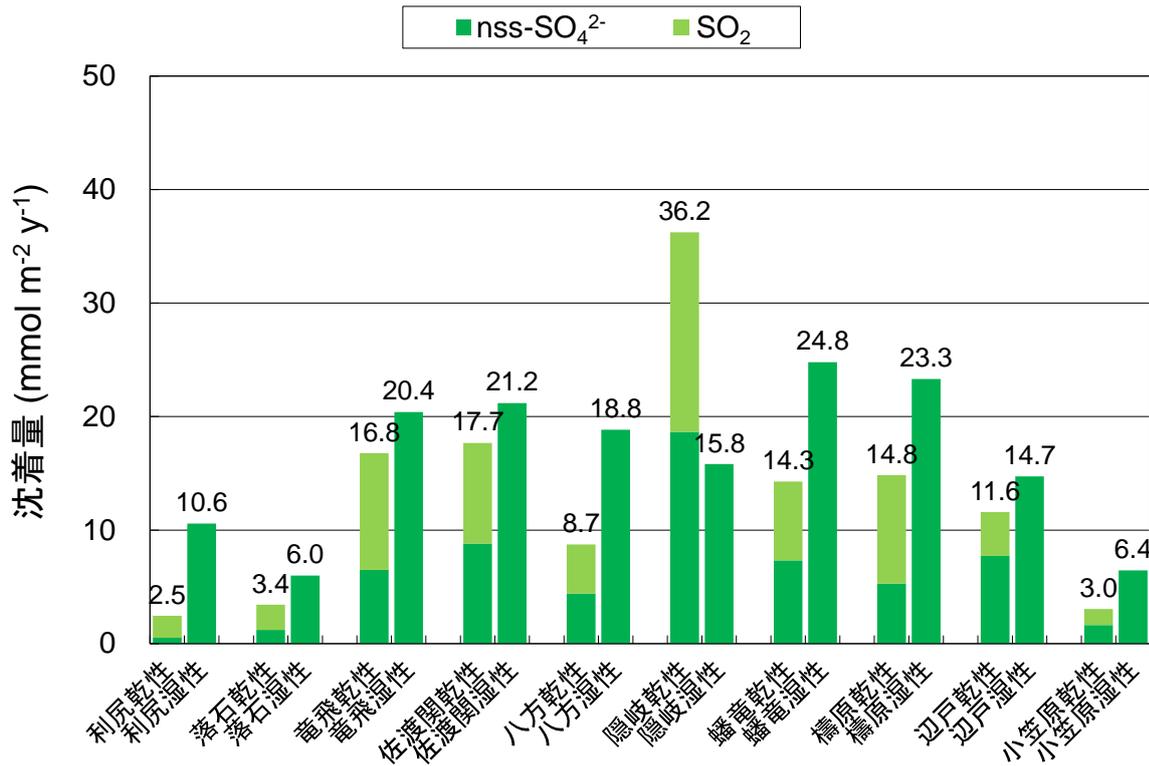


図 20 平成 26 年 1 月～12 月の国内 EANET 局における硫黄化合物の乾性及び湿性沈着量

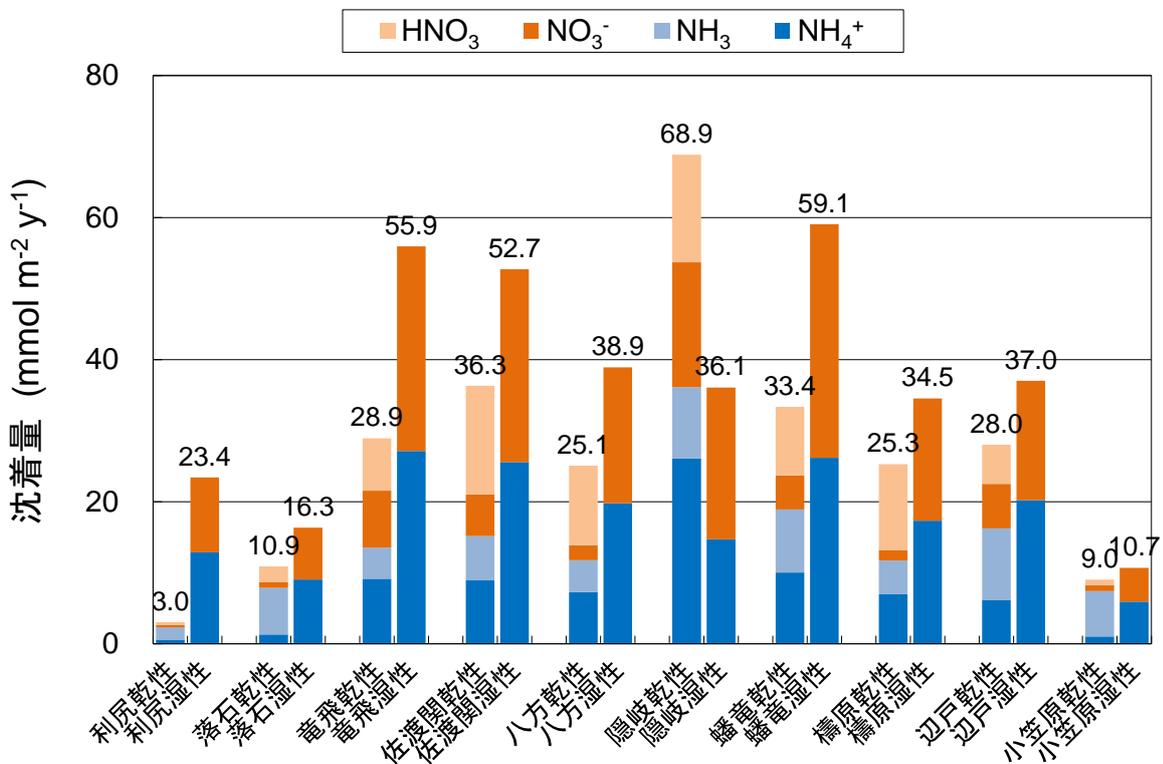


図 21 平成 26 年 1 月～12 月の国内 EANET 局における窒素化合物の乾性及び湿性沈着量

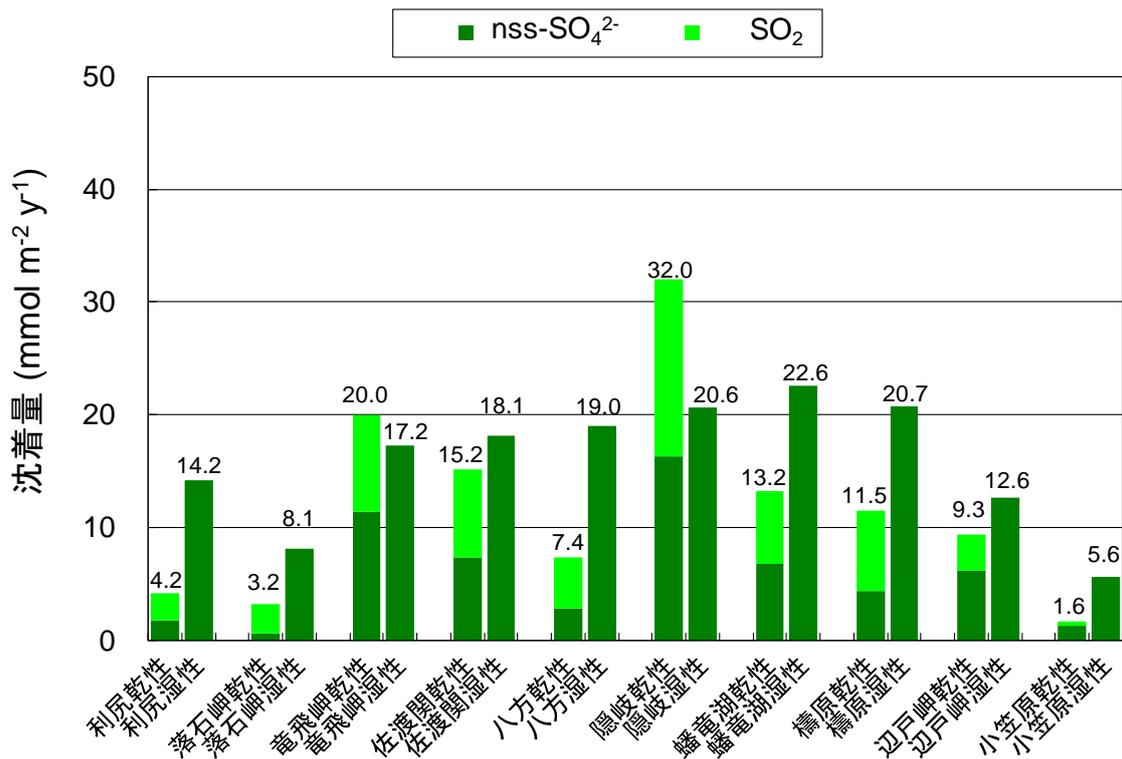


図 22 平成 21～25 年の国内 EANET 局における硫黄化合物の乾性及び湿性沈着量の 5 年平均値

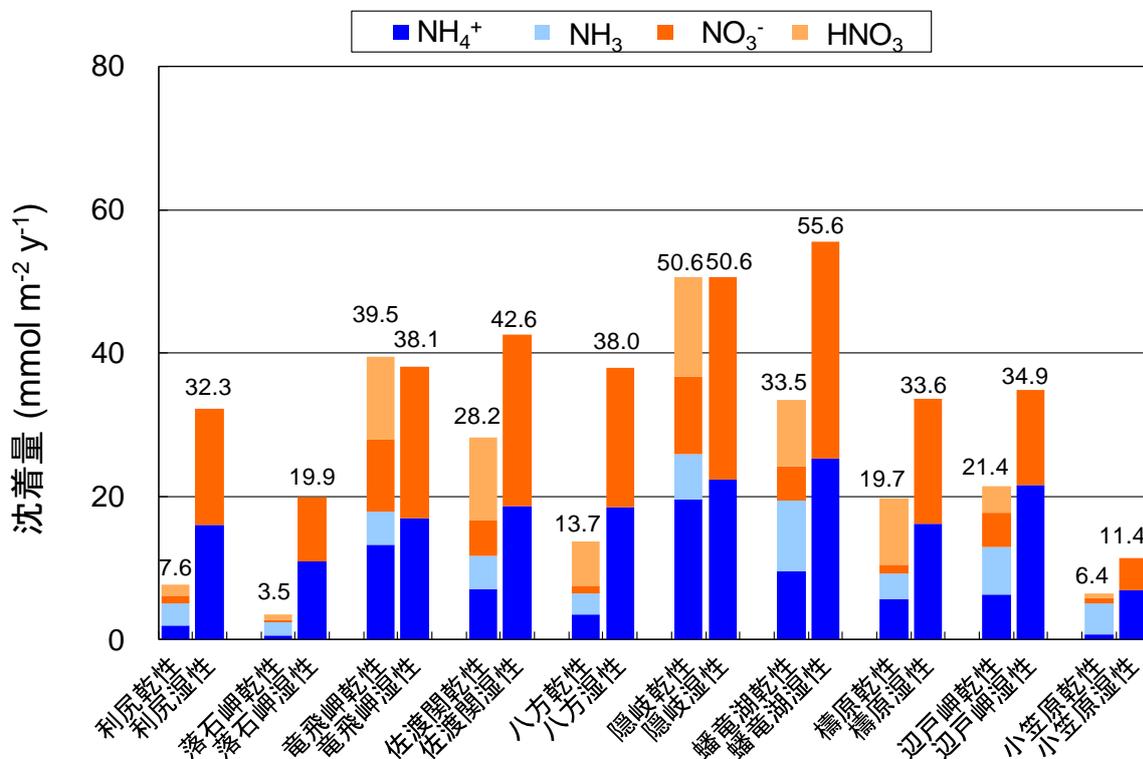


図 23 平成 21～25 年の国内 EANET 局における窒素化合物の乾性及び湿性沈着量の 5 年平均値

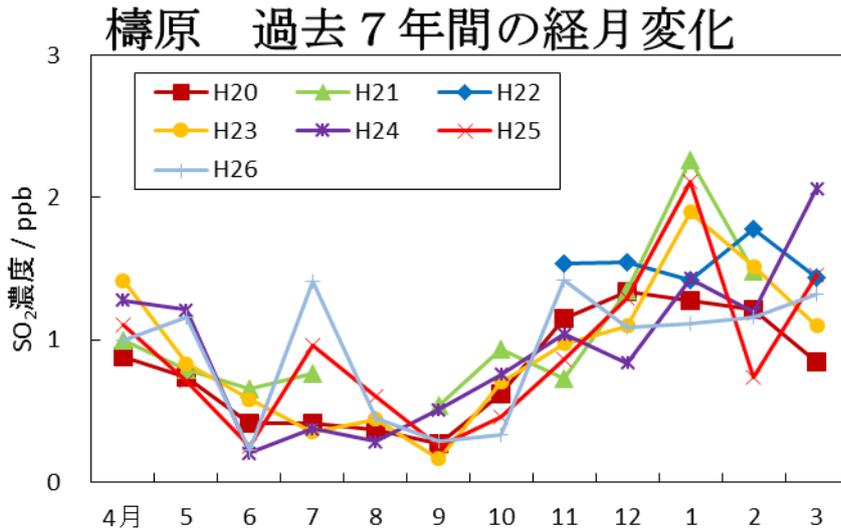


図 24 平成 20～26 年の橿原局における SO₂ 濃度の経月変化

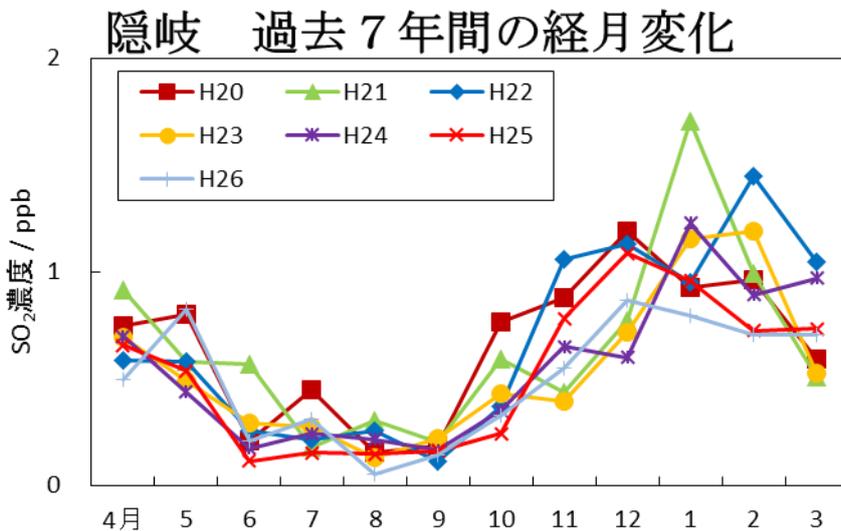


図 25 平成 20～26 年の隠岐局における SO₂ 濃度の経月変化

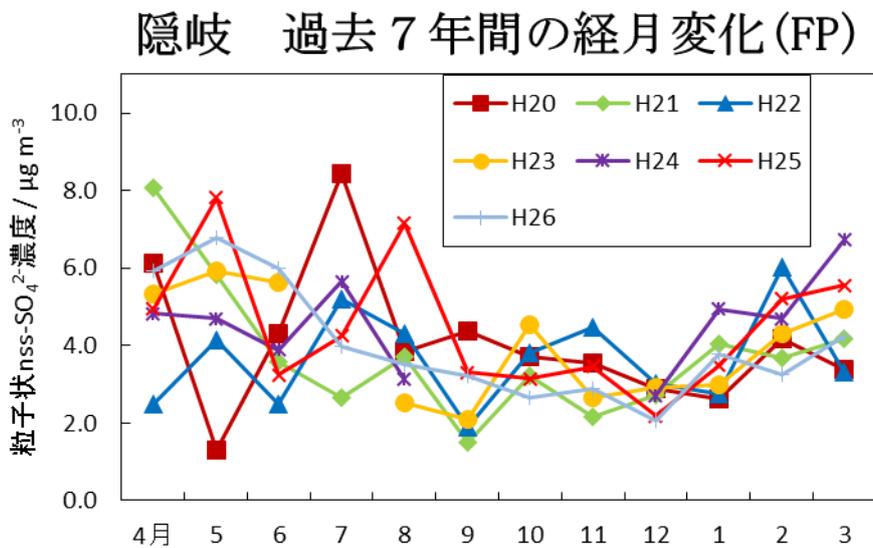


図 26 平成 20～26 年の隠岐局における粒子状 SO₄²⁻濃度の経月変化

表1-1 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26年度）

	降水量	SO ₄ ²⁻	nss-SO ₄ ²⁻	NO ₃ ⁻	Cl ⁻	NH ₄ ⁺	Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	nss-Ca ²⁺	Mg ²⁺	H ⁺	pH	EC
	mm	μmol L ⁻¹	μmol L ⁻¹	μmol L ⁻¹	μmol L ⁻¹	μmol L ⁻¹	μmol L ⁻¹	μmol L ⁻¹	μmol L ⁻¹	μmol L ⁻¹	μmol L ⁻¹	μmol L ⁻¹		mS m ⁻¹
利尻	1084.0	20.4	10.4	9.7	188.5	12.3	166.6	4.3	6.3	2.7	18.9	17.2	4.76	3.56
札幌	1200.2	16.4	10.0	9.3	121.2	12.5	106.6	2.7	4.5	2.2	12.1	18.5	4.73	2.63
落石岬	839.7	11.9	6.6	7.6	100.0	9.9	86.8	2.5	3.7	1.8	9.8	6.5	5.19	1.82
竜飛岬	1129.3	26.2	15.7	20.8	207.1	19.7	174.5	4.3	7.4	3.8	19.6	19.0	4.72	3.48
篔岳	1173.3	8.7	7.5	9.8	21.9	12.4	19.0	0.9	2.2	1.8	2.2	9.0	5.05	1.02
赤城	1961.9	9.5	9.3	14.5	4.2	17.7	2.6	0.6	1.9	1.8	0.8	14.0	4.85	1.08
小笠原	1432.2	11.6	4.0	3.0	149.1	3.8	127.2	3.1	3.9	1.2	14.7	8.5	5.07	2.56
佐渡関岬	1357.8	35.1	14.4	18.0	386.9	17.8	344.7	9.1	10.9	3.5	40.0	19.1	4.72	6.34
新潟巻	1691.1	23.2	12.1	15.2	217.4	14.7	184.5	4.4	5.8	1.8	21.2	21.5	4.67	4.19
八方尾根	2478.9	9.3	8.8	10.3	9.5	9.3	8.4	1.0	4.2	4.1	1.9	9.6	5.02	0.86
越前岬	2198.0	27.2	13.1	15.6	286.1	13.0	234.2	5.8	6.9	1.8	26.4	23.1	4.64	5.38
伊自良湖	3106.9	12.5	11.3	15.8	24.2	14.1	19.1	0.7	1.9	1.5	2.4	20.0	4.70	1.59
尼崎	1244.4	14.7	13.0	16.1	36.2	14.5	29.6	1.1	4.7	4.0	4.5	22.6	4.65	1.80
隠岐	1024.4	53.5	14.7	18.9	728.6	12.2	644.6	15.2	18.7	4.8	72.1	21.4	4.67	10.97
蟠竜湖	1444.2	21.3	16.7	22.3	91.8	18.3	77.8	2.5	5.8	4.1	10.1	25.5	4.59	2.93
禰原	3604.0	5.8	5.5	4.1	6.7	3.8	5.1	0.7	1.5	1.4	1.8	11.8	4.93	0.69
筑後小郡	1900.2	15.9	15.0	13.2	22.4	16.9	15.8	1.2	2.9	2.6	3.3	20.5	4.69	1.54
大分久住	1883.5	19.3	18.6	8.7	31.7	10.1	12.0	1.4	3.3	3.0	1.8	40.1	4.40	2.30
対馬	1876.5	17.0	15.0	14.5	38.1	16.5	33.6	1.6	2.5	1.8	4.2	19.2	4.72	1.89
えびの	2907.6	14.5	13.9	8.2	13.6	11.7	8.9	0.9	3.9	3.7	2.0	19.9	4.70	1.30
屋久島	4102.0	19.3	10.7	7.2	166.2	6.9	144.7	3.3	3.9	0.8	16.5	25.9	4.59	3.46
辺戸岬	2225.3	11.5	4.4	5.9	135.2	7.2	118.1	2.9	3.7	1.2	13.4	7.3	5.14	2.22
東京	1732.5	12.5	11.6	16.4	17.8	21.7	14.6	0.5	3.6	3.3	2.1	14.9	4.83	1.35

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 1-2 イオン成分の年湿性沈着量 (平成 26 年度)

	SO ₄ ²⁻	nss-SO ₄ ²⁻	NO ₃ ⁻	Cl ⁻	NH ₄ ⁺	Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	nss-Ca ²⁺	Mg ²⁺	H ⁺
	mmol m ⁻² y ⁻¹										
利尻	22.15	11.30	10.47	204.30	13.37	180.56	4.61	6.80	2.97	20.47	18.70
札幌	19.68	11.97	11.21	145.46	15.00	127.89	3.23	5.39	2.64	14.54	22.21
落石岬	9.96	5.57	6.39	84.00	8.35	72.88	2.10	3.11	1.54	8.26	5.44
竜飛岬	29.57	17.70	23.45	233.89	22.27	197.08	4.82	8.34	4.33	22.10	21.44
籠岳	10.17	8.82	11.45	25.67	14.50	22.32	1.10	2.61	2.13	2.60	10.54
赤城	18.56	18.26	28.51	8.24	34.80	5.07	1.08	3.70	3.59	1.53	27.48
小笠原	16.66	5.71	4.26	213.50	5.37	182.16	4.45	5.65	1.71	21.08	12.12
佐渡関岬	47.71	19.52	24.42	525.41	24.14	468.01	12.37	14.83	4.81	54.28	25.87
新潟巻	39.21	20.40	25.70	367.62	24.88	312.00	7.45	9.84	3.10	35.93	36.33
八方尾根	22.96	21.71	25.57	23.63	23.11	20.75	2.41	10.52	10.07	4.71	23.81
越前岬	59.73	28.71	34.24	628.91	28.47	514.67	12.79	15.15	4.05	58.13	50.68
伊自良湖	38.75	35.17	49.21	75.26	43.66	59.43	2.30	5.91	4.70	7.52	62.09
尼崎	18.35	16.13	20.01	45.06	18.04	36.82	1.41	5.79	5.00	5.60	28.11
隠岐	54.83	15.10	19.31	746.43	12.46	660.34	15.53	19.12	4.87	73.91	21.95
蟠竜湖	30.82	24.05	32.23	132.54	26.40	112.38	3.61	8.42	5.99	14.56	36.87
橈原	20.89	19.79	14.75	24.08	13.81	18.26	2.64	5.45	5.06	6.37	42.64
筑後小郡	30.30	28.50	25.01	42.53	32.07	29.97	2.26	5.49	4.85	6.23	38.95
大分久住	36.35	34.99	16.43	59.76	19.07	22.56	2.70	6.21	5.73	3.46	75.60
対馬	31.90	28.09	27.17	71.43	30.90	63.13	2.97	4.75	3.38	7.85	36.04
えびの	42.11	40.55	23.72	39.50	33.94	25.85	2.72	11.31	10.75	5.69	57.75
屋久島	79.32	43.80	29.42	681.70	28.16	593.73	13.70	16.05	3.27	67.65	106.33
辺戸岬	25.65	9.82	13.13	300.80	16.10	262.92	6.39	8.29	2.61	29.85	16.30
東京	21.62	20.09	28.33	30.81	37.54	25.28	0.89	6.29	5.75	3.56	25.87

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 2 - 1 乾性沈着モニタリング結果 (1) : EANET 局 自動測定機

	項目	濃度単位 : ppb					濃度単位 : $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
		SO2	NO	NOx	O3	NO2	PM10	PM2.5
利尻	Mean	0.2	<0.1	0.7	39		19	9
	Median	<0.1	<0.1	0.6	39		13	7
	%	97	88	88	98		99	99
	Max	2.1	0.5	3.9	80		103	41
	Min	<0.1	<0.1	<0.1	15		<1	<1
落石岬	Mean	0.1	<0.1	0.9	42		24	7
	Median	<0.1	<0.1	0.8	40		20	6
	%	89	93	93	99		98	98
	Max	1.4	0.8	3.1	78		89	34
	Min	<0.1	<0.1	0.2	16		4	<1
竜飛岬	Mean	0.4	<0.1	1.5	38		19	
	Median	0.4	<0.1	1.2	37		15	
	%	98	97	97	98		99	
	Max	2.3	0.3	5.9	82		125	
	Min	<0.1	<0.1	0.4	11		4	
佐渡関岬	Mean	0.3	<0.1	0.7	46		23	11
	Median	0.2	<0.1	0.6	44		21	10
	%	95	94	94	96		99	99
	Max	3.5	0.3	3.2	88		157	43
	Min	<0.1	<0.1	<0.1	19		2	<1
八方尾根	Mean	0.4	<0.1	1.1	48		11	
	Median	0.3	<0.1	0.9	47		8	
	%	96	95	95	97		97	
	Max	3.1	0.7	4.1	86		96	
	Min	<0.1	<0.1	<0.1	16		<1	
伊自良湖	Mean	0.2	0.2	1.6	28		17	
	Median	0.1	0.1	1.3	28		15	
	%	97	39	39	40		99	
	Max	1.7	2.0	10.0	46		68	
	Min	<0.1	<0.1	<0.1	7		2	
隠岐	Mean	0.5	0.2	1.4	47		33	13
	Median	0.3	0.1	1.2	44		29	12
	%	96	93	93	99		97	97
	Max	4.9	3.1	5.1	92		153	46
	Min	<0.1	<0.1	0.2	19		6	2
蟠竜湖	Mean	0.5	0.2	2.0	33	1.8	26	
	Median	0.3	0.2	1.9	32	1.7	22	
	%	97	97	97	90	97	99	
	Max	2.8	1.1	5.0	60	4.5	111	
	Min	<0.1	<0.1	0.5	5	0.4	4	
禰原	Mean	0.9	<0.1	1.3	39		15	
	Median	0.5	<0.1	1.3	39		12	
	%	97	96	96	98		80	
	Max	7.9	0.6	5.1	83		76	
	Min	<0.1	<0.1	<0.1	5		<1	
辺戸岬	Mean	0.3	<0.1	0.8	40		28	
	Median	0.1	<0.1	0.6	45		25	
	%	92	92	92	94		94	
	Max	3.5	0.6	3.7	83		83	
	Min	<0.1	<0.1	<0.1	6		6	
小笠原	Mean	0.1	<0.1	0.4	33		11	
	Median	<0.1	<0.1	0.2	37		10	
	%	96	95	95	96		98	
	Max	2.6	1.8	2.9	73		33	
	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

	項目	濃度単位 : ppb					濃度単位 : $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
		SO ₂	NO	NO _x	O ₃	NO ₂	PM ₁₀	PM _{2.5}
札幌	Mean	1.6	4.1	16.3	28	12.2		11
	Median	1.0	1.0	10.0	28	8.0		9
	%	99	98	98	98	98		93
	Max	6.3	61.1	106.4	64	46.2		70
	Min	<0.1	<0.1	2.0	5	1.5		<1
箕岳	Mean	0.3	0.3	2.7	38			13
	Median	<0.1	<0.1	2.0	38			10
	%	98	77	77	99			71
	Max	2.1	2.4	8.7	79			39
	Min	<0.1	<0.1	<0.1	11			<1
赤城	Mean				71			
	Median				71			
	%				0			
	Max				74			
	Min				69			
新潟巻	Mean	0.3	0.3	2.8	40			
	Median	0.2	0.2	2.3	38			
	%	97	95	95	98			
	Max	3.0	2.3	16.0	83			
	Min	<0.1	<0.1	0.5	16			
越前岬	Mean				44			
	Median				42			
	%				100			
	Max				85			
	Min				15			
尼崎	Mean	1.7	3.6	19.8	29	16.2		17
	Median	1.4	2.3	17.8	29	15.0		15
	%	87	99	99	99	99		99
	Max	6.1	27.3	65.8	72	39.8		51
	Min	<0.1	0.3	4.8	3	4.5		3
筑後小郡	Mean				29			
	Median				29			
	%				100			
	Max				58			
	Min				4			
大分久住	Mean				41			
	Median				40			
	%				95			
	Max				79			
	Min				7			
五島	Mean				46			
	Median				45			
	%				99			
	Max				86			
	Min				10			
対馬	Mean				48		22	14
	Median				45		17	11
	%				85		99	99
	Max				94		128	76
	Min				9		<1	<1
えびの	Mean	1.6			27			
	Median	0.7			27			
	%	99			99			
	Max	20.6			57			
	Min	<0.1			6			
屋久島	Mean	2.8			44			
	Median	1.5			46			
	%	94			99			
	Max	37.8			78			
	Min	<0.1			10			

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

測定局	項目	濃度単位 : ppb				濃度単位 : $\mu\text{g}/\text{m}^3$							
		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	2.34	0.61	2.79	0.42	2.01	0.15	0.24	0.14
	%		74	74	74	74	74	74	74	74	74	74	74
	Max		0.2	0.8	1.1	4.35	2.26	10.75	1.13	6.69	0.44	0.81	0.38
	Min		<0.1	<0.1	<0.1	0.79	0.14	0.07	0.20	0.15	0.03	0.01	0.01
落石岬	Mean		<0.1	0.5	0.4	2.32	0.58	4.41	0.30	2.86	0.13	0.34	0.24
	%		89	89	89	89	89	89	89	89	89	89	89
	Max		0.1	1.6	0.9	12.06	1.87	28.92	0.74	16.44	0.66	2.12	3.08
	Min		<0.1	0.1	<0.1	0.50	0.07	0.15	0.07	0.20	<0.01	0.02	0.03
竜飛岬	Mean		0.2	0.6	0.5	5.15	1.29	15.77	0.60	9.81	0.36	1.08	0.43
	%		100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	Max		0.5	1.3	1.2	20.64	4.00	135.05	1.48	77.80	2.49	8.39	1.96
	Min		<0.1	0.4	<0.1	0.86	0.33	0.08	0.10	0.53	0.05	0.06	0.07
佐渡関岬	Mean		0.2	1.1	0.7	3.67	1.18	4.00	0.62	2.88	0.17	0.35	0.30
	%		100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	Max		0.8	8.4	2.4	8.91	4.32	23.35	2.19	13.45	0.53	1.58	1.51
	Min		<0.1	0.4	<0.1	0.26	0.03	0.09	0.02	0.34	0.02	0.04	0.01
八方尾根	Mean		0.3	0.2	0.4	2.24	0.53	0.03	0.70	0.09	0.04	0.03	0.18
	%		96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96
	Max		0.6	0.3	1.3	7.02	3.35	0.14	2.66	0.28	0.18	0.18	1.42
	Min		<0.1	<0.1	0.1	0.49	<0.01	<0.01	0.07	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
伊自良湖	Mean		0.2	0.2	0.9	3.38	0.41	0.06	0.96	0.20	0.10	0.04	0.15
	%		66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66
	Max		0.6	0.2	1.7	7.00	1.23	0.24	2.29	0.39	0.22	0.08	0.39
	Min		<0.1	<0.1	0.2	1.44	0.05	<0.01	0.37	0.09	0.03	<0.01	0.02
隠岐	Mean		0.2	0.9	0.6	5.08	1.82	5.42	0.97	3.95	0.24	0.46	0.32
	%		100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	Max		0.5	1.6	2.1	10.63	4.35	28.21	2.41	17.30	0.68	1.95	1.44
	Min		<0.1	0.4	<0.1	2.78	0.31	<0.01	0.36	0.37	0.06	0.07	0.06
蟠竜湖	Mean		0.3	0.7	0.7	4.98	1.61	1.70	1.22	1.67	0.17	0.23	0.24
	%		96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96
	Max		0.7	1.1	1.7	9.18	3.93	6.53	2.53	4.13	0.27	0.47	1.07
	Min		<0.1	0.5	<0.1	2.63	0.47	0.03	0.38	0.58	0.08	0.09	0.04
橈原	Mean		0.3	0.3	0.5	4.66	0.54	0.06	1.07	0.36	0.13	0.06	0.18
	%		96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96
	Max		0.9	0.6	1.5	9.34	1.78	0.21	1.88	0.78	0.39	0.21	0.99
	Min		0.1	0.1	0.1	1.71	<0.01	<0.01	<0.01	0.07	0.04	0.02	0.01
辺戸岬	Mean		0.1	1.2	1.4	5.79	1.97	6.89	0.75	4.44	0.28	0.63	0.49
	%		96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96
	Max		0.5	2.3	4.6	10.62	4.43	28.84	1.94	9.37	0.69	2.01	1.15
	Min		<0.1	0.3	0.6	1.34	0.41	1.46	0.13	<0.01	0.12	0.20	0.09
小笠原	Mean		<0.1	0.6	0.6	2.88	0.69	3.45	0.28	2.65	0.17	0.32	0.27
	%		100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	Max		0.1	1.4	1.2	8.11	5.02	9.74	0.70	9.18	1.53	0.89	3.33
	Min		<0.1	0.1	0.2	0.33	0.04	0.11	<0.01	0.51	0.02	0.07	0.02
東京	Mean	1.5	0.7	0.7	4.4	4.04	3.38	0.55	1.48	0.78	0.15	0.13	0.48
	%	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96
	Max	2.9	2.3	1.3	7.1	8.62	7.93	1.31	3.11	1.92	0.26	0.28	0.93
	Min	0.6	0.1	0.3	2.0	1.30	1.26	0.04	0.49	0.24	0.07	0.04	0.21

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。