

(2) 調査・事例

- 1) SFTS疑い症例からのRickettsia japonica検出（大分県） 37
- 2) 久住地域における乾性沈着物中のイオン成分の特性について（2011～2013年度） 40
- 3) 由布地域の大气環境調査（2013年度） 50

SFTS疑い症例からの*Rickettsia japonica*検出 (大分県)加藤 聖紀、本田 顕子、百武 兼道、河口 政慎*¹、高木 崇*²、緒方 喜久代*Rickettsia japonica* Detection from SFTS Suspected Case in Oita PrefectureMiki Kato, Akiko Honda, Kanemichi Hyakutake,
Masanori Kawaguchi, Takashi Takaki, Kikuyo OgataKey Words : 日本紅斑熱 Japanese spotted fever, 日本紅斑熱リケッチア *Rickettsia japonica*,
間接蛍光抗体法 indirect immunofluorescence, SFTS

要 旨

2014年4月25日、SFTS疑い症例として当センターに搬入された患者血清から*Rickettsia japonica*遺伝子を検出した。同一患者の4月30日採取血清から間接蛍光抗体法で*Rickettsia japonica*抗体を検出した。SFTSの臨床症状は発熱、消化器症状と血小板減少であり他の疾患でも同様の症状が見られることもあるため、患者疫学情報よりリケッチア感染症等が疑われる場合は、複数の病原体を同時検査することが治療の早期開始につながると考えられた。

はじめに

日本紅斑熱は、リケッチア的一种である*Rickettsia japonica* (Rj) の感染によって引き起こされる感染症である。主に関東以西を中心に増加傾向があり、直近の2年では毎年約170例の報告がある。ダニ媒介性疾患の一つであり、このリケッチアを持ったマダニに刺咬されることによって感染する¹⁾。日本では感染症予防法によって四類感染症に指定されている。

大分県内では2004年以来10年ぶりの患者報告であり、検査診断で確定された初めての症例として報告する。

症 例

1. 患者

75歳女性

2. 主訴

発熱、発疹、食欲不振、悪心、嘔吐、下痢、睡眠障害

3. 既往歴

特になし

4. 生活歴

無職(主婦) 自宅周辺の山でみかん作りに従事

ダニに刺された自覚はない。

5. 経過

2014年4月17日の数日前より嘔吐・下痢症状及び倦怠感があり、同日夜の入浴後に倒れていた。翌18日は自宅で安静にしていたが、支えがないと自力で立てないほど足腰に力が入らず、微熱もあったので、市内の夜間救急病院を受診し、点滴施行後帰宅した。翌日も症状は変わらず、19日に再受診し入院となった。4月25日、原因不明で症状改善も見られないため同市内で救命救急センターのある大分県立病院に転院となった。

6. 入院時現症

体温40.3°C、顔面から前胸部及び両上肢に発疹を認めた。

7. 血液検査

WBC $9.63 \times 10^3/\mu\text{L}$ (Neu93.2%、Lym3%、Mon1.3%)、RBC $4.08 \times 10^6/\mu\text{L}$ 、Hb13.0g/dL、Ht38.7%、Plt $42 \times 10^3/\mu\text{L}$ 、CRP8.10mg/dL、PT-INR1.07、APTT35.5sec、Fib390mg/dL、FDP57.6 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 、D-dimer27.8 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 、AST151U/L、ALT134U/L、LDH475U/L

8. 入院後経過

2014年4月25日、体温39°C、ベッド上安静、絶食で過ごす。意識はある。原因不明のため治療方法が決定出来ず、血球貪食症候群もあったため、ステロ

*¹大分県立病院救命救急センター、*²大分県立病院地域医療部

イドパルス療法及び抗生剤(メロペン)投与を施行。発熱は2014年4月18日から8日間持続、発疹は10日間持続していた。血小板減少と血圧低下も見られたため、同日、管轄保健所を通じてSFTSVの緊急行政検査依頼をした。SFTSV遺伝子検査結果が陰性であったことを受け、抗生剤をミノマイシンに変更、投与開始翌日から解熱が見られ症状及び血液検査所見は改善され、約3週間後の2014年5月17日に退院となった。マダニの刺し口は当初ははっきりしなかったが、数カ所の痂皮を採取して病理検査を実施した結果、右頬に刺し口と思われる部位が確認された。

検査結果

4月25日、管轄保健所より最初の入院先の病院にあった4月23日の血清が当センターに搬入され、主治医の要望により即日SFTSVの遺伝子検査を行った結果、陰性であった。

4月30日、同日採血の血清が当センターに搬入され、先に提出された4月23日採血の血清と共にツツガムシ病及び日本紅斑熱の検査を実施した。ツツガムシ病については間接蛍光抗体法を実施し、両日分ともツツガムシ5種 (Kato,Karp,Gilliam,Kawasaki,Kuroki) 全てIgG、IgM共に抗体20 \geq であった。

日本紅斑熱については、4月23日採取分は間接蛍光抗体法IgG80, IgM80 \geq で、クエン酸合成酵素A遺伝子 (*gltA*) を標的とした紅斑熱群・発疹チフスリケッチア群 (SFGR) リアルタイムPCR法²⁾は陽性となり、4月30日採取分は間接蛍光抗体法IgG2, 560, IgM320で、*gltA*を標的にしたSFGRリアルタイムPCR法は陰性であった。4月23日採血分について、17kDa蛋白抗原のリケッチア属共通のプライマー (R1/R2) 及びRjを標的としたプライマー (Rj5/Rj10) でPCRを実施した結果、いずれも陽性であった³⁾ (表1)。

表1 検査結果

		4/23 (5病日)	4/30 (12病日)
血清診断：IF	<i>O.tsutsugamushi</i>	IgG ≤ 20	≤ 20
	Kato	IgM ≤ 20	≤ 20
	Karp	IgG ≤ 20	≤ 20
		IgM ≤ 20	≤ 20
	Gilliam	IgG ≤ 20	≤ 20
		IgM ≤ 20	≤ 20
	Kuroki	IgG ≤ 20	≤ 20
		IgM ≤ 20	≤ 20
	Kawasaki	IgG ≤ 20	≤ 20
		IgM ≤ 20	≤ 20
<i>R.japonica</i> YH	IgG	80	2560
	IgM	≤ 80	320
遺伝子検査	<i>gltA</i> 遺伝子検出	+	-
	17kDa蛋白抗原遺伝子検出	+	
	Rj特異遺伝子検出	+	

増幅された産物をテンプレートにダイレクトシーケンス及びBLASTで相同性検索を行ったところ、*Rickettsia japonica* YHの配列に100%一致し、日本紅斑熱と確定した。

考察

SFTS疑い症例として当センターに検体搬入された際には患者疫学情報は一切なかったが、迅速に検査を実施して結果を還元したことが、リケッチア感染症の早期治療開始につながったと考える。

4月30日に検体が搬入された際に添付されたツツ

ガムシ様患者調査表により、顔面から前胸部及び両上肢に発疹があることがわかり、SFTSよりむしろツツガムシ病か日本紅斑熱が疑われた。仮に4月25日の時点で患者疫学情報があれば、SFTSと同時にツツガムシ病及び日本紅斑熱の検査も実施し、より早期に確定できたのではないかと考えられた。

SFTSの臨床症状は発熱、消化器症状と血小板減少であり他の疾患でも同様の症状が見られることもあるため、診断にはウイルス学的検査診断が必須である (表2)。また、日本紅斑熱は治療が遅れた場合の死亡例も報告されているため迅速な検査が求め

表2 SFTSと日本紅斑熱の臨床所見比較

	日本紅斑熱	SFTS	患者 (75歳女性)
潜伏期	2~8日	6日~2週間	—
高熱	あり (39~40°C)	あり (38°C以上)	あり (40.3°C)
白血球数	→または↑	↓ (4000/μL未満)	↑ (9,630/μL)
血小板数	↓	↓ (10万/μL未満)	↓ (42,000/μL)
肝機能	↑	↑	↑ (AST151、ALT134、LDH475)
CRP	↑	↑ (軽度上昇)	↑ (8.10mg/dL)
リンパ節腫脹	なし	あり	なし
消化器症状	あり	嘔気、嘔吐、腹痛、下痢、下血のいずれか	嘔吐、下痢
尿検査	潜血 (+) タンパク (+)	潜血 (+) タンパク (+)	—
発疹	紅色の斑丘疹が手足など末梢部から求心性に多発	なし	顔面~前胸部、両上肢に皮疹あり
その他の所見	頭痛 倦怠感、関節痛、筋肉痛 刺し口が存在 D I C など重症化しやすい	意識障害 出血症状 血清電解質異常 (Na↓、Ca↓)	悪心 睡眠障害 食欲不振 意識障害はなく、応答可能

られる。さほど多くない疾患に対して迅速に検査対応するためには、専門機関として検査体制を整備しておく必要がある。また検査を実施する上で患者疫学情報は重要であり、それをもとにダニ媒介性疾患が疑われる場合は、複数の病原体の同時検査も必要であると考えられる。

謝 辞

検体の収集・搬送にご協力いただいた大分市保健所感染症担当関係者、検査についてご指導いただいた別府大学の小河正雄博士に深謝いたします。

参 考 文 献

- 1) IDWR 感染症の話 日本紅斑熱2002年第25週号
- 2) J Stenos, SR Graves, NB Unsworth A highly sensitive and specific real-time PCR assay for the detection of spotted fever and typhus group rickettsiae. Am. J. Trop. Med. Hyg., 73(6), 2005, pp. 1083-1085
- 3) 国立感染症研究所・地方衛生研究所全国協議会：2000年度リケッチア感染症診断マニュアル

久住地域における乾性沈着物中の イオン成分の特性について (2011~2013年度)

松田 貴志、安東 大悟^{*1}、酒盛 早美^{*1}、甲斐 正二

Properties of Ionic Component in the Dry Deposition in Kuju Area (2011~2013)

Takashi Matsuda, Daigo Ando, Hayami Sakamori, Syoji Kai

Key Words : 乾性沈着 Dry deposition, フィルターパック法 Filter Pack Method, 粒子状物質 Particulate

要 旨

アジア地域からの汚染物質の移流状況を調査するために、県内の大気環境上のバックグラウンド地点と考えられる久住地域において、乾性沈着物の調査を行った。

汚染物質の移流イベントと考えられている黄砂や煙霧が観測された期間は、カルシウムイオンや硫酸イオンが通常よりも高濃度に検出されており、久住地域が越境移流の影響を受けている可能性が示唆された。

はじめに

近年、東アジア地域の急速な経済成長に伴い大気汚染物質の排出量が増加している。こうした中、季節風の影響により、東アジア地域で排出された汚染物質が日本へ移流し健康被害等を引き起こすと懸念されている。一般に、東アジア地域の汚染物質は、黄砂や煙霧とともに日本に移流すると考えられており、本県は東アジア地域に比較的近い位置にあるため、汚染の影響を受けやすいと推察される。

国設大分久住酸性雨測定所は、周囲に人為的な発生源が少ないため、本県における大気環境上のバックグラウンド地点とすることができる。これまでに、アジア地域からの移流と高濃度硫酸イオンの観測には相関があるという報告¹⁾があり、バックグラウンド地点において高濃度事例があった場合、人為的な発生源に近い都市地域に比べて、移流の可能性の判断材料になりやすいと考えられる。

今回、大気中の粒子状物質及びガス状物質である乾性沈着物について、平成23年度から平成25年度にかけて、フィルターパック法により調査をおこなったので、その結果をまとめて報告する。

調 査 方 法

1 調査期間

平成23年3月28日~平成26年4月7日

2 調査地点

久住町：竹田市久住町大字久住平木
国設大分久住酸性雨測定所
北緯33° 02' 東経131° 15'
標高約560m

久住町は、九州のほぼ中央部に位置し、北部一帯は久住山を中心とするくじゅう火山群が占め、南に久住高原が広がっている。久住山の北西斜面には硫黄山があり、少量の火山性ガスを噴出している。

当測定所は久住山の南麓にあり、周囲には牧草地帯が広がり、キャンプ場などの保養施設がある。約30m南方に国道442号が通っているが、交通量はあまり多くない。

3 試料採取方法及び分析方法

4段式フィルターパック法（以下FP法という）により、大気中の粒子状物質及びガス状物質を毎分1Lの流速でろ紙上に捕集した。ろ紙は、粒子状物質捕集用として1段目にPTFEろ紙を、ガス状物質捕集用ろ紙として2段目に硝酸ガスを主に捕集するポリアミドロ紙、3段目に硫酸ガス及び塩素ガスを捕集する6%炭酸カリウム、2%グリセリン水溶液含浸セルロースろ紙、4段目にアンモニアガスを捕集する5%リン酸、2%グリセリン水溶液含浸セルロースろ紙を使用した。それぞれ超純水または過酸化水素水中に抽出したのち、イオンクロマトグラフを用

いて測定した。測定対象成分は、硫酸イオン（以下「 SO_4^{2-} 」という。）、塩化物イオン（以下「 Cl^- 」という。）、硝酸イオン（以下「 NO_3^- 」という。）、アンモニウムイオン（以下「 NH_4^+ 」という。）、ナトリウムイオン（以下「 Na^+ 」という。）、カリウムイオン（以下「 K^+ 」という。）、カルシウムイオン（以下「 Ca^{2+} 」という。）及びマグネシウムイオン（以下「 Mg^{2+} 」という。）の8成分である。イオン成分のうち、粒子状物質は（p）、ガス状物質は、（g）と表す。

黄砂及び煙霧の観測記録は、大分地方気象台の発表する大分県気象月報（観測地点：大分市）を使用した²⁾。

四季は、3~5月を春季、6~8月を夏季、9~11月を秋季、12~2月を冬季と分類した。

結 果

1 粒子状物質の濃度について

粒子状物質の濃度を表1及び図1に示した。表1における非海塩性成分（nss-: non sea salt）とは各成分の測定値から海塩由来成分量を差し引いた値である。³⁾

粒子状物質の総イオン量は、平成23年度は4月、平成24年度は3月、平成25年度は5月といずれも春季がもっとも多く、夏季に減少し、秋季から春季にかけて上昇する傾向にあった。黄砂を観測した期間に捕集した試料（平成23年4月25日~同年5月9日、平成23年5月11日~同年同月23日、平成24年3月12日~同年同月26日、平成24年4月23日~同年5月7日、平成25年2月25日~同年3月11日、平成25年3月11日~同年同月25日）では、比較的高濃度のnss- Ca^{2+} (p)が検出された。

粒子状物質に占める月ごとの各成分の割合は、3年間をとおしてnss- SO_4^{2-} (p)の割合が最大となることが多く（36月のうち27月）、次いで NH_4^+ (p)が最大となることが多かった（36月のうち8月）。平成23年5月及び平成25年3月はnss- Ca^{2+} (p)の占める割合が他の月と比較して高かったが、これは黄砂の主成分である炭酸カルシウムによるものと考えられる。平成23年9月、平成24年8月及び平成25年8月は Na^+ (p)の占める割合が他の月と比較して高かった。（図2）

2 ガス状物質の濃度について

ガス状物質の濃度を表2及び図3に示した。3年間

をとおして SO_2 (g)濃度が最大となることが多く（36月のうち28月）、次いで NH_3 (g)が最大となることが多かった（36月のうち8月）。 NH_3 (g)は、春季から夏季にかけて高く、冬季に低下し、 HNO_3 (g)は冬季から春季に上昇した。

SO_2 (g)濃度の最高値は、平成24年8月27日~同年9月10日に捕集した試料の258.2nmol/m³であった。 NH_3 (g)濃度の最高値は、平成25年3月25日~同年4月8日に捕集した試料の197.4nmol/m³であった。

3 粒子状物質及びガス状物質の総濃度について

全硫酸（ SO_2 (g)+nss- SO_4^{2-} (p)）、全硝酸（ HNO_3 (g)+ NO_3^- (p)）、全塩化物（ HCl (g)+ Cl^- ）、全アンモニア（ NH_3 (g)+ NH_4^+ (p)）濃度及びそれぞれの粒子化率の月平均値を図4及び図5に示した。粒子化率は、「(粒子状成分濃度)/(粒子状及びガス状成分の総濃度)×100」として求めた。

全硫酸濃度及び全アンモニア濃度は、夏季に低くなる傾向があった。また、全硝酸濃度及び全塩化物濃度も、夏季に若干低くなる傾向がみられた。

全硝酸及び全アンモニアの粒子化率は、夏季に低く、冬季に高かった。夏季に粒子化率が低くなる要因としては、気温が高い時期には、硫酸アンモニウムや塩化アンモニウムなどの解離が起りやすいことや土壌から放出されるアンモニアの影響を受けていること等が考えられる。^{3),4)}

4 各成分の相関関係について

各成分間の相関関係を表3に示した。nss- SO_4^{2-} (p)と NH_4^+ (p)の相関係数は0.85と高く、また、 NH_4^+ (p)とnss- SO_4^{2-} (p)のモル比は、おおむね1~2の間にあり、硫酸塩を含む粒子の大部分は、アンモニアで中和された硫酸アンモニウムや硫酸水素アンモニウムとして存在していると考えられた。³⁾（図6）

Mg^{2+} (p)とnss- Ca^{2+} (p)の相関係数は0.83と高いが、これは、黄砂中の土壌粒子に、 Ca^{2+} (p)及び Mg^{2+} (p)が多く含まれるためと考えられる。黄砂飛来時を除いても他の成分よりも高い相関関係にあるため、黄砂飛来時以外にも土壌の巻き上げの影響を受けていると考えられる。

Cl^- (p)と Na^+ (p)の相関係数は0.44であるのに対して、全塩化物（ Cl^- (p)+ HCl (g)）と Na^+ (p)の相関係数は0.62と高くなった。これは、粒子としてフィルターに捕集された海塩を起源とする塩化ナトリウム粒子が、2週間の捕集期間中に大気中の HNO_3 と

反応して、硝酸ナトリウム(粒子)と塩酸ガスになったためと考えられる。

5 黄砂及び煙霧現象との関係について

黄砂飛来時に捕集した試料は6検体、煙霧発生時に採取した試料は31検体(うち3検体は黄砂飛来時と重複)であった。黄砂時、煙霧時及び非黄砂・非煙霧時(38検体)の3区分に分類し、粒子状物質の各イオン成分の総イオン濃度に占める割合を図7に示した。

黄砂時には、その他の区分と比較して、黄砂中の土壌粒子に由来していると考えられる $nss-Ca^{2+}$ 濃度の比率がもっとも高かった。

煙霧時には、その他の区分と比較して $nss-SO_4^{2-}$ (p)濃度の比率が高く、これは、アジア地域からの移流と高濃度硫酸イオンの観測とが相関関係にあるという報告¹⁾と一致しており、本調査地点が越境移流の影響を受けている可能性が示唆された。

$nss-SO_4^{2-}$ が期間中最高濃度を示した平成25年5月20日~同年6月3日の試料の期間では、平成25年5月21日~同月24日に大分市において煙霧が観測された。煙霧観測時に国設久住測定局において光化学オキシダントが高濃度に観測された時点(平成25年5月23日17時)の気塊の移動状況を米国海洋大気庁の提供する後方流跡線データ⁵⁾により解析を行った結果を図8に示した。

$nss-SO_4^{2-}$ 高濃度現象時に観測された煙霧の気塊は、大陸上空を通過し、久住地域に到達していることがわかった。

6 火山の影響について

調査地点から北の方向約8kmに硫黄山があり、その影響の有無を調べるため調査期間通年及び煙霧日の最多風向を図9に示した。

調査期間通年、煙霧日ともに類似の風向を示し、調査期間通年では西の風、煙霧日では西北西の風の割合が最も多かった。このことから、硫黄山の影響は少ないことが推測された。

参 考 文 献

- 1) 国立環境研究所・地方環境研究所C型研究：「光化学オキシダントと粒子状物質等の汚染特性解明に関する研究」, 国立環境研究所研究報告 第203号, p179-191
- 2) 大分地方気象台：大分県気象月報(2011年4月~2014年4月)
- 3) 国立環境研協議会酸性雨調査研究部会：全国環境研会誌, 35(3), 2010
- 4) 国立環境研協議会酸性雨調査研究部会：全国環境研会誌, 36(3), 2011
- 5) 米国海洋大気庁：NOAA(U.S.A) HYSPLIT MODEL

表1 粒子状物質の測定結果

年	月	試料採取 開始日	試料採取 終了日	SO ₄ ²⁻	nss-SO ₄ ²⁻	NO ₃ ⁻	Cl ⁻	Na ⁺	K ⁻	Ca ²⁺	nss-Ca ²⁺	Mg ²⁺	NH ₄ ⁺
				nmol/m ³									
平成23年度	4月	4月11日	4月25日	55.4	54.4	38.7	52.8	16.4	3.0	5.7	5.3	2.9	123.9
		4月25日	5月9日	51.0	49.7	33.8	4.2	21.1	4.3	41.6	41.1	8.4	34.4
	5月	5月11日	5月23日	55.9	55.2	23.0	4.8	12.1	3.8	23.9	23.6	6.3	65.2
		5月23日	6月6日	54.3	53.6	3.8	0.8	11.2	3.1	3.8	3.6	1.2	85.2
	6月	6月6日	6月20日	31.6	31.5	3.5	0.5	1.8	2.9	1.4	1.3	0.4	57.0
		6月20日	7月4日	30.2	28.8	5.5	4.7	23.3	1.3	1.7	1.2	2.2	47.5
	7月	7月4日	7月20日	5.4	5.1	1.0	0.9	5.0	0.6	0.7	0.6	0.6	7.5
		7月20日	8月1日	52.8	51.9	2.8	0.8	13.8	1.5	1.3	1.0	1.5	82.3
	8月	8月1日	8月15日	43.6	42.5	2.9	1.3	18.5	1.5	1.0	0.6	1.9	60.8
		8月29日	9月11日	27.5	26.4	3.5	3.6	18.3	1.4	1.4	1.0	1.9	36.0
	9月	9月11日	9月26日	11.1	9.7	7.9	13.0	23.8	1.1	0.7	0.2	1.5	12.6
		9月27日	10月11日	68.9	68.3	34.8	32.8	9.5	2.6	3.2	3.0	1.7	107.4
	10月	10月11日	10月24日	15.9	15.5	4.0	2.2	7.2	0.9	0.9	0.7	0.5	22.3
		10月24日	11月7日	19.6	17.9	10.4	9.3	28.7	1.3	1.4	0.7	2.1	22.3
	11月	11月7日	11月21日	46.1	44.7	24.5	6.1	22.7	3.6	5.3	4.8	3.5	76.1
		11月21日	12月5日	40.1	38.7	18.5	6.7	23.1	1.7	2.8	2.3	2.9	66.1
	12月	12月5日	12月19日	10.7	10.3	9.3	1.6	6.4	0.6	0.9	0.8	0.8	21.0
		12月19日	1月4日	50.5	49.0	36.0	10.5	25.7	3.6	5.4	4.8	3.2	82.8
	1月	1月4日	1月16日	45.1	44.2	37.2	6.7	15.5	3.4	3.4	3.0	2.0	87.3
		1月16日	1月30日	50.0	48.9	37.4	6.1	17.9	5.5	5.0	4.6	2.5	93.0
2月	1月30日	2月13日	43.2	42.1	26.5	4.8	17.6	2.8	4.4	4.0	2.6	73.3	
	2月13日	2月27日	46.3	45.4	24.8	5.3	15.0	2.3	2.9	2.5	1.9	83.2	
3月	2月27日	3月12日	37.9	37.9	14.2	2.7	10.8	1.7	1.3	1.0	0.7	85.3	
	3月12日	3月26日	48.6	48.6	47.8	12.4	24.2	5.6	14.8	14.3	4.1	107.3	
平成24年度	4月	4月9日	4月23日	48.8	48.1	13.4	1.7	11.7	2.4	5.9	5.6	2.2	89.8
		4月23日	5月7日	39.9	39.4	14.7	0.5	8.2	2.0	12.3	12.1	2.7	48.8
	5月	5月7日	5月22日	85.8	85.1	13.1	0.1	12.5	4.0	15.2	14.9	3.1	121.1
		5月22日	6月4日	80.8	80.0	9.7	2.5	13.4	3.3	6.0	5.7	2.5	136.0
	6月	6月4日	6月18日	24.8	24.4	6.6	1.4	6.2	2.6	2.5	2.4	1.5	43.6
	7月	7月2日	7月17日	28.1	27.6	1.5	1.2	8.8	1.0	1.8	1.6	1.2	47.9
		7月17日	7月30日	29.1	28.9	0.9	0.0	2.6	0.7	2.2	2.1	1.3	47.0
	8月	7月30日	8月13日	2.8	2.7	0.5	0.4	2.0	0.4	0.8	0.8	0.5	3.9
		8月13日	8月27日	2.3	2.0	0.2	2.1	4.5	0.4	1.8	1.7	1.1	1.8
	9月	8月27日	9月10日	40.9	40.3	1.1	1.4	10.8	1.1	3.1	2.9	2.0	65.7
		9月10日	9月24日	50.9	50.1	11.8	0.9	14.1	2.5	4.3	4.0	2.6	66.3
	10月	9月24日	10月9日	31.0	29.7	10.9	1.6	22.2	2.0	3.4	2.9	2.7	43.3
		10月9日	10月22日	56.3	54.6	16.0	1.6	29.0	3.0	6.9	6.3	3.9	91.0
	11月	10月22日	11月5日	50.8	49.4	25.4	5.7	24.1	2.4	4.2	3.7	3.3	101.8
		11月5日	11月19日	60.7	57.5	34.9	23.7	52.6	4.4	9.9	8.7	9.1	71.4
	12月	11月19日	12月3日	35.9	34.8	26.8	8.1	18.9	2.2	7.7	7.3	3.2	75.5
		12月3日	12月17日	39.7	38.1	23.4	8.5	26.5	2.1	6.3	5.7	3.6	75.9
	1月	12月17日	12月25日	39.9	38.8	21.3	3.4	17.7	1.4	4.3	3.9	3.1	74.9
		12月25日	1月7日	39.7	38.5	27.0	7.1	19.4	2.7	7.2	6.8	3.3	82.5
	2月	1月21日	2月4日	63.1	62.0	34.5	2.8	18.6	3.5	6.4	6.0	2.9	115.0
2月4日		2月18日	37.6	36.8	18.8	2.8	12.8	2.7	4.1	3.8	2.4	83.5	
3月	2月18日	2月25日	66.6	65.6	47.0	6.5	16.2	4.0	6.4	6.0	3.5	146.9	
	2月25日	3月11日	91.3	89.0	94.4	15.2	38.7	9.0	70.4	69.5	12.0	166.2	
平成25年度	4月	3月11日	3月25日	15.8	15.4	9.2	1.2	7.0	0.8	2.5	2.3	1.4	30.9
		3月25日	4月8日	2.0	2.0	0.9	0.2	0.4	0.3	0.2	0.2	0.1	1.7
	5月	4月8日	4月22日	71.4	69.9	49.1	3.4	25.4	4.6	11.6	11.0	4.9	129.6
		4月22日	5月7日	72.7	71.8	20.4	0.9	14.7	3.9	5.9	5.6	3.3	106.8
	6月	5月7日	5月20日	72.2	71.0	12.8	3.3	19.6	3.2	6.0	5.6	3.3	142.6
		5月20日	6月3日	121.9	120.5	23.7	1.9	23.7	6.0	12.1	11.5	4.9	177.3
	7月	6月3日	6月17日	43.9	43.9	2.5	0.4	0.6	0.1	1.6	1.5	0.5	2.9
		6月17日	7月1日	0.7	0.2	0.1	1.0	8.6	3.3	2.7	2.5	1.8	81.7
	8月	7月1日	7月16日	14.2	13.2	1.2	1.0	17.3	2.4	3.6	3.3	2.4	79.7
		7月16日	7月29日	2.1	1.6	0.3	0.5	8.1	1.2	2.2	2.1	1.4	70.1
	9月	7月29日	8月12日	0.0	0.0	0.0	0.4	0.7	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0
		8月12日	8月26日	0.2	0.2	0.2	0.3	0.5	0.1	0.1	0.1	0.0	0.4
	10月	9月26日	10月7日	52.7	50.5	19.7	4.6	37.5	3.8	3.9	3.1	4.4	69.2
		10月21日	11月5日	61.8	60.0	33.0	11.6	30.2	4.2	5.4	4.7	4.3	115.0
	11月	11月5日	11月18日	37.6	36.7	18.2	7.6	14.4	2.8	6.7	6.4	2.7	73.5
		11月18日	12月2日	31.0	29.4	21.9	13.4	27.2	2.6	3.8	3.2	3.6	51.7
	12月	12月2日	12月16日	40.2	38.9	33.0	13.8	22.0	4.2	5.4	4.9	3.0	94.9
		12月16日	12月26日	19.9	19.1	13.2	9.6	13.6	0.9	1.0	0.7	1.7	41.4
	1月	12月26日	1月9日	58.5	56.3	70.7	23.5	36.4	6.3	22.9	22.1	6.6	115.0
		1月9日	1月27日	50.9	49.7	43.6	6.8	20.2	4.5	4.9	4.5	2.8	110.9
2月	1月27日	2月10日	24.9	24.4	10.4	3.0	8.3	3.4	2.6	2.4	1.2	44.0	
	2月10日	2月24日	27.9	27.2	19.0	1.6	11.6	2.0	3.8	3.5	2.1	60.1	
3月	2月24日	3月10日	25.0	24.6	17.7	1.7	6.9	1.9	2.5	2.3	1.3	61.3	
	3月10日	3月24日	60.1	59.4	13.4	2.7	12.2	4.9	13.8	13.5	5.1	134.4	
	3月24日	平成26年 4月7日	40.7	39.5	23.2	7.3	19.8	3.3	5.9	5.5	3.4	82.2	

表2 ガス状物質の測定結果

年	月	試料採取 開始日	試料採取 終了日	HNO ₃	SO ₂	HCl	NH ₃
				nmol/m ³			
平成23年度	4月	4月11日	4月25日	0.24	157.3	4.2	29.5
		4月25日	5月9日	12.7	77.3	20.4	100.7
	5月	5月11日	5月23日	18.8	234.8	23.7	82.4
		5月23日	6月6日	5.3	119.1	20.5	32.1
	6月	6月6日	6月20日	8.1	22.4	4.9	44.5
		6月20日	7月4日	2.9	86.5	15.9	48.5
	7月	7月4日	7月20日	3.3	16.4	8.2	46.8
		7月20日	8月1日	13.0	79.3	10.9	51.6
	8月	8月1日	8月15日	6.8	59.9	15.1	56.9
		8月29日	9月11日	10.9	52.1	9.8	82.7
	9月	9月11日	9月26日	11.9	20.8	3.6	45.9
		9月27日	10月11日	12.9	117.3	4.1	16.6
	10月	10月11日	10月24日	13.9	201.3	34.8	34.3
		10月24日	11月7日	14.9	53.6	25.3	28.2
		11月7日	11月21日	15.9	42.5	14.1	33.1
	11月	11月21日	12月5日	16.9	164.3	17.9	25.8
		12月5日	12月19日	17.9	3.8	1.6	0.2
	12月	12月19日	1月4日	18.9	77.2	20.1	9.5
		1月4日	1月16日	19.9	126	26	7.3
	1月	1月16日	1月30日	20.9	95.1	15.1	15.9
		1月30日	2月13日	21.9	92	13.4	16.4
	2月	2月13日	2月27日	22.9	130.7	11.8	23.6
		2月27日	3月12日	7.1	61.3	4.6	46.2
	3月	3月12日	3月26日	15.7	35.7	13.6	20.1
4月9日		4月23日	16.3	100.4	13.1	44.7	
平成24年度	4月	4月23日	5月7日	15.8	157.6	14.5	55.3
		5月7日	5月22日	35.9	54.5	13.9	87.1
	5月	5月22日	6月4日	25.0	100.1	14.2	45.6
		6月4日	6月18日	9.6	34.8	12.2	175.7
	7月	7月2日	7月17日	7.1	89.1	13.0	43.0
		7月17日	7月30日	4.4	74.6	4.7	29.3
	8月	7月30日	8月13日	0.6	2.4	1.4	10.4
		8月13日	8月27日	1.8	28.7	11.7	136.5
	9月	8月27日	9月10日	8.6	258.2	23.7	42.4
		9月10日	9月24日	13.2	22.7	16.9	48.6
	10月	9月24日	10月9日	10.7	32.3	5.9	53.1
		10月9日	10月22日	19.8	11.7	36.8	39.3
		10月22日	11月5日	12.3	84.4	19.9	39.7
	11月	11月5日	11月19日	7.4	67.1	31.0	22.2
		11月19日	12月3日	9.5	139.2	19.8	24.7
	12月	12月3日	12月17日	5.4	78.9	18.7	20.7
		12月17日	12月25日	9.9	31.4	14.4	10.2
	1月	12月25日	1月7日	6.0	77.2	16.4	12.0
		1月21日	2月4日	12.6	135.3	24.0	25.2
	2月	2月4日	2月18日	5.4	112.9	11.2	33.2
		2月18日	2月25日	12.6	86.0	11.8	25.1
	3月	2月25日	3月11日	17.3	83.4	33.9	79.0
		3月11日	3月25日	6.3	101.6	5.5	54.8
	平成25年度	4月	3月25日	4月8日	50.3	186.3	23.6
4月8日			4月22日	21.1	172.7	22.2	109.7
4月22日			5月7日	38.4	124.0	23.1	85.9
5月		5月7日	5月20日	30.1	154.0	32.8	82.0
		5月20日	6月3日	20.8	74.6	19.1	128.8
6月		6月3日	6月17日	15.1	34.8	13.2	146.1
		6月17日	7月1日	2.9	21.9	1.9	46.4
7月		7月1日	7月16日	1.0	84.9	8.4	22.5
		7月16日	7月29日	0.8	7.7	1.7	10.2
8月		7月29日	8月12日	0.4	56.6	37.6	169.7
		8月12日	8月26日	0.5	77.0	25.7	95.0
9月		9月26日	10月7日	5.4	40.5	37.4	53.2
		10月21日	11月5日	10.5	101.5	40.9	29.9
11月		11月5日	11月18日	9.8	130.2	20.9	43.2
		11月18日	12月2日	4.9	35.8	17.3	17.2
12月		12月2日	12月16日	15.5	83.1	15.7	21.3
		12月16日	12月26日	3.6	46.2	11.1	23.2
1月		12月26日	1月9日	4.5	150.2	13.4	22.0
		1月9日	1月27日	14.9	71.9	17.8	15.1
2月		1月27日	2月10日	7.7	88.4	16.0	15.4
		2月10日	2月24日	6.1	67.4	12.3	14.0
3月		2月24日	3月10日	15.0	73.2	8.1	56.5
		3月10日	3月24日	10.3	83.8	14.7	41.5
		3月24日	平成26年4月7日	8.2	41.3	11.3	40.6

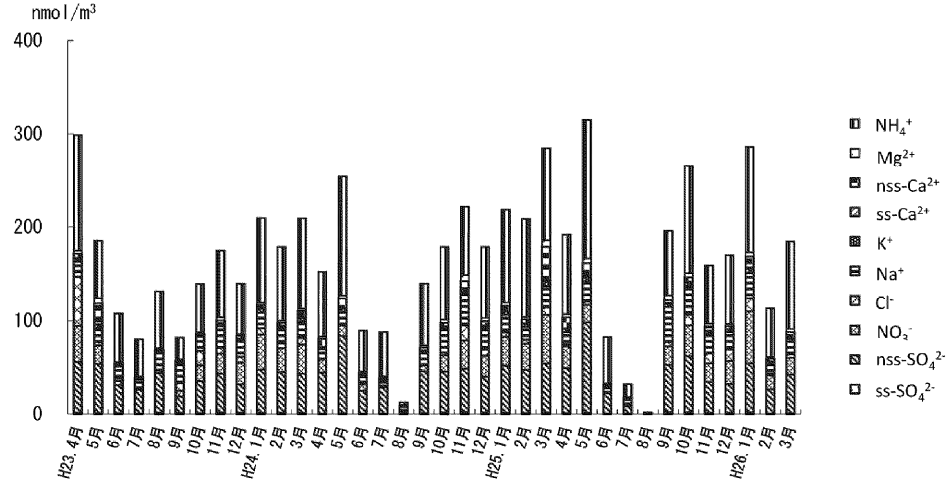


図1 粒子状物質濃度の月変動

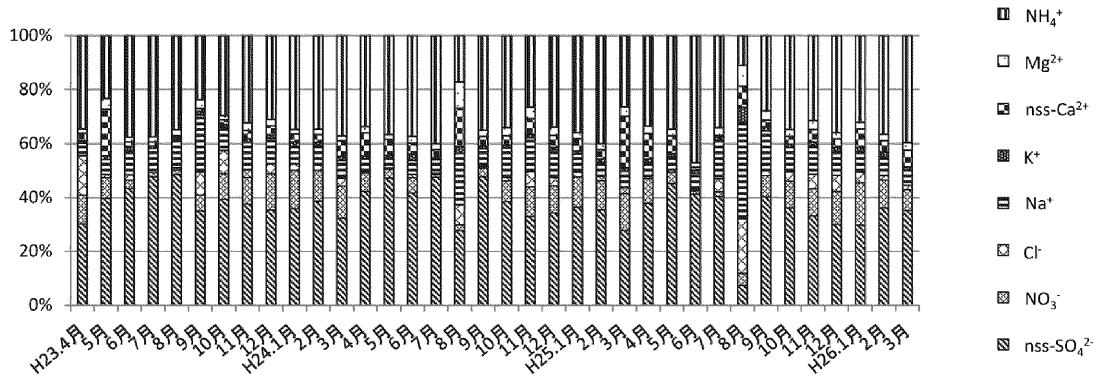


図2 粒子状物質成分比率の月変動

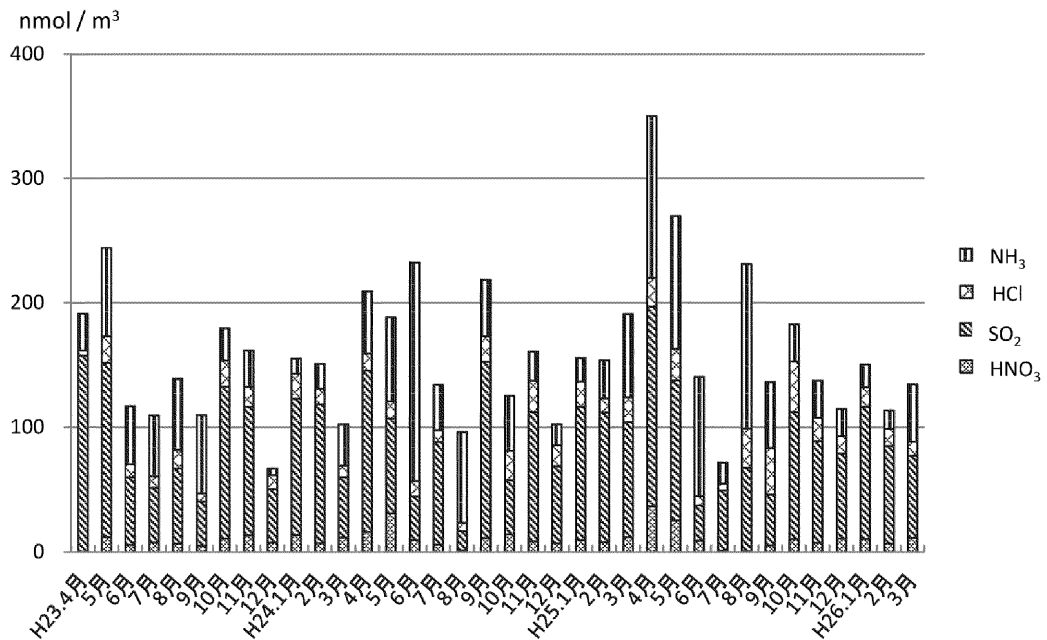


図3 ガス状物質濃度の月変動

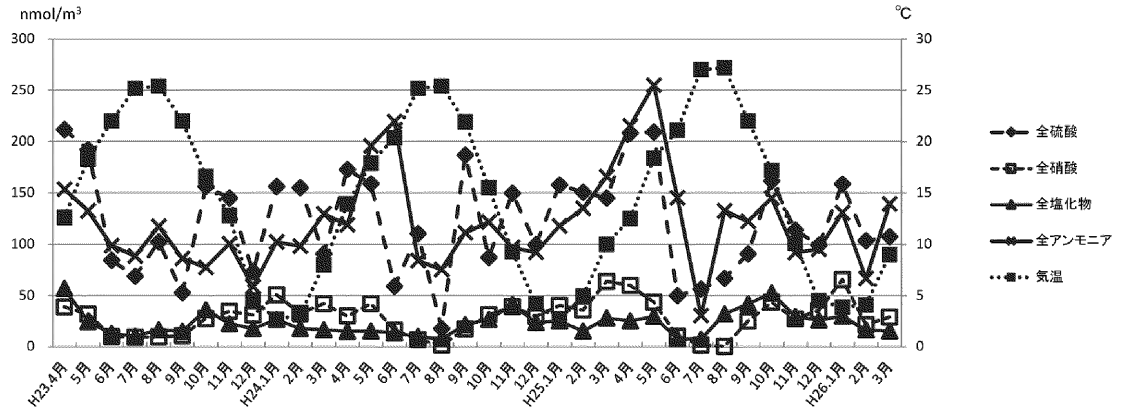


図4 粒子状物質及びガス状物質の総濃度の月変動

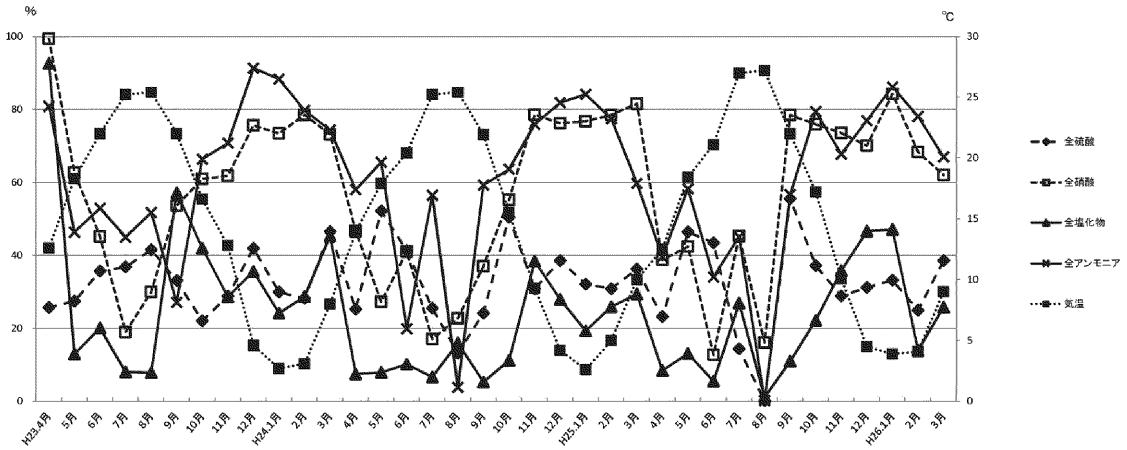


図5 粒子化率の月変動

表3 各成分間の相関係数

	nss-SO ₄ ²⁻	NO ₃ ⁻	Cl ⁻	Na ⁺	K ⁺	nss-Ca ⁻	Mg ⁺	NH ₄ ⁺	NHO ₃	SO ₂	HCl	NH ₃	全硫酸	全硝酸	全塩化物	全アノモニア	
粒子状物質	nss-SO ₄ ²⁻	1															
	NO ₃	0.58	1														
	Cl ⁻	0.24	0.55	1													
	Na ⁺	0.48	0.63	0.44	1												
	K ⁺	0.74	0.81	0.32	0.61	1											
	nss-Ca ⁺	0.47	0.67	0.19	0.39	0.69	1										
	Mg ⁺	0.61	0.75	0.35	0.77	0.79	0.83	1									
	NH ₄ ⁺	0.85	0.64	0.30	0.46	0.79	0.40	0.55	1								
	NHO ₃	0.44	0.17	-0.15	0.04	0.25	0.15	0.12	0.28	1							
	SO ₂	0.28	0.21	0.17	0.00	0.13	0.15	0.14	0.24	0.32	1						
ガス状物質	HCl	0.31	0.25	-0.03	0.43	0.29	0.27	0.40	0.25	0.34	1						
	NH ₃	-0.01	-0.23	-0.28	-0.29	-0.12	0.12	-0.05	-0.22	0.30	0.07	0.23	1				
	全硫酸	0.60	0.39	0.23	0.18	0.38	0.30	0.35	0.51	0.42	0.94	0.40	0.05	1			
	全硝酸	0.67	0.90	0.39	0.54	0.78	0.63	0.67	0.65	0.58	0.31	0.32	-0.06	0.51	1		
総計 (粒子状物質 + ガス状物質)	全塩化物	0.40	0.56	0.65	0.62	0.43	0.33	0.54	0.33	0.10	0.37	0.74	-0.01	0.46	0.51	1	
	全アノモニア	0.66	0.32	0.02	0.13	0.53	0.42	0.39	0.62	0.46	0.25	0.31	0.63	0.45	0.47	0.25	1

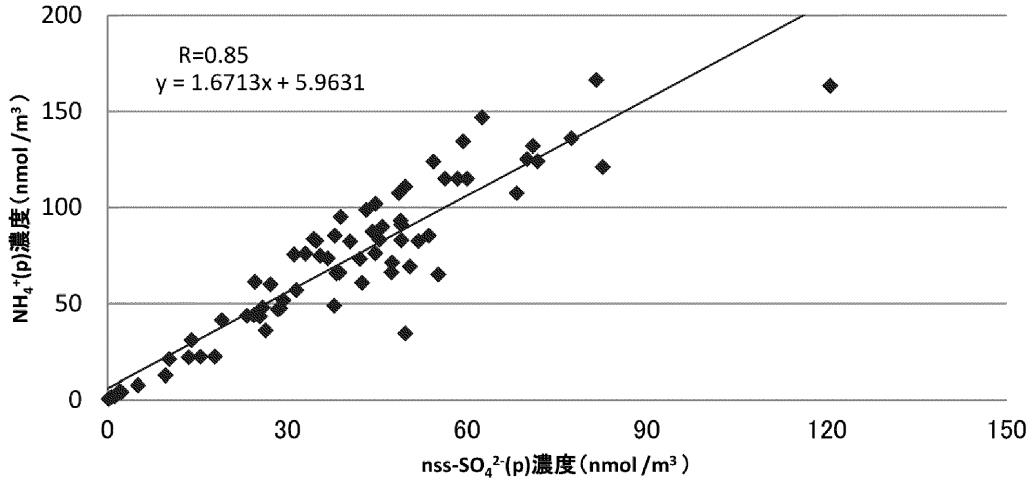


図6 nss-SO₄²⁻(P)濃度とNH₄⁺(P)濃度の関係

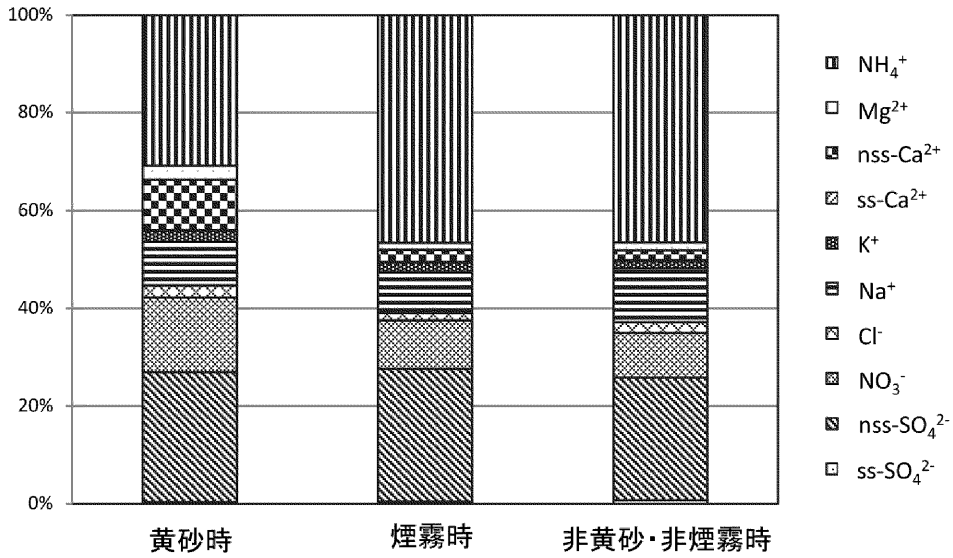


図7 黄砂、煙霧の有無で分類した粒子状物質のイオン成分比率

NOAA HYSPLIT MODEL
 Backward trajectories ending at 0800 UTC 23 May 13
 CDC1 Meteorological Data

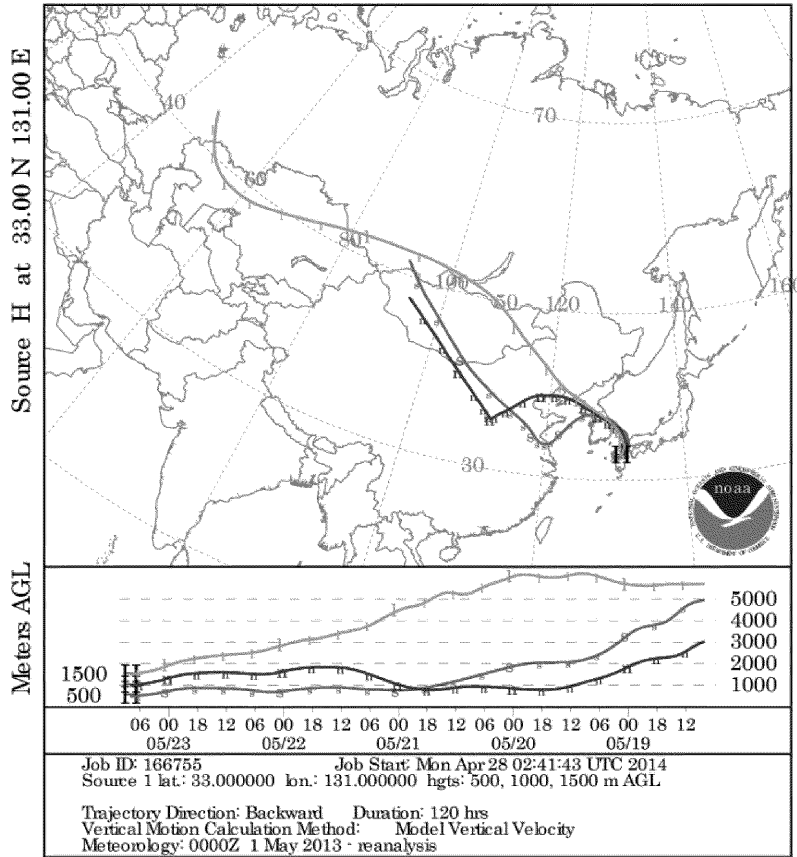


図8 平成25年5月23日17時を起点とする後方流跡線

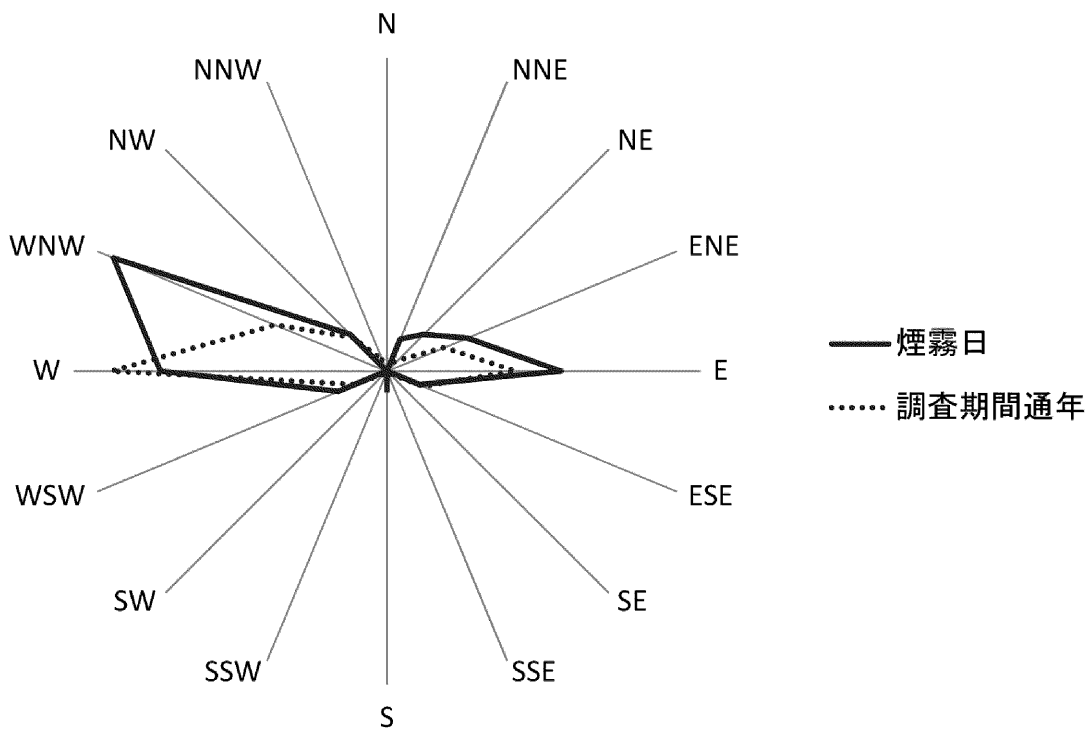


図9 調査期間通年及び煙霧日の最多風向

由布地域の大气環境調査 (2013年度)

岡本 英子、松田 貴志、甲斐 正二

Survey of Atmospheric Environment in Yufu Area, 2013

Eiko Okamoto, Takashi Matsuda, Shoji Kai

Key Words : 大气環境 atmospheric environment, 常時監視 constant monitoring, 光化学オキシダント photochemical-oxidants

はじめに

本県では、大气汚染防止法第22条の規定に基づく大气汚染状況の常時監視を行う測定局（以下「常時監視測定局」という。）が整備されていない地域において、大气環境測定車を一定期間設置することにより、大气環境の把握を行っている^{1)~3)}。2010年度及び2011年度に由布地域において大气環境測定車による測定を実施したところ、光化学オキシダントの濃度が他の常時監視測定局と比べ高い値を示した^{4)~5)}。このため、2013年度に再度調査を実施し、測定を検証を行ったので報告する。

調査方法

1 調査期間

2013年4月23日～2013年7月31日

2 調査地点

中部保健所由布保健部駐車場敷地内：由布市庄内町大字柿原337-2（図1）

由布市は、大分県のほぼ中央部に位置し、北部から南西部にかけては由布岳や黒岳など標高1,000m級の山々が連なる人口3万人余の地域である。

当該保健部は、市役所に隣接し、約150m北方に大分市と福岡県久留米市を結ぶ国道210号（由布市庄内町柿原交通量：約12,700台/日）が東西にかけて走っている⁷⁾。また、南西～南東方向には田園が広がり、約100m東方には大分川の支流となる阿蘇野川が流れる。

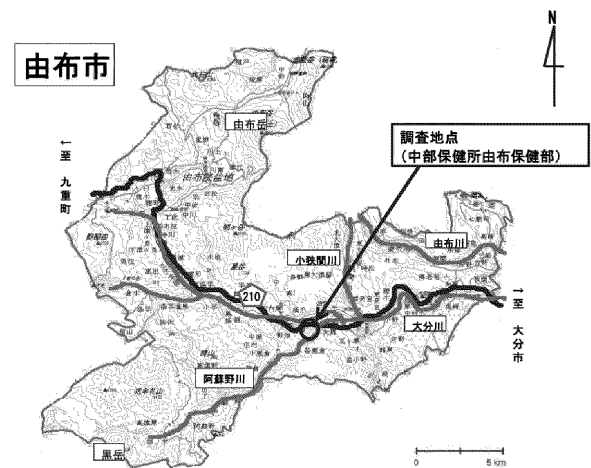


図1 調査地点⁶⁾

3 測定項目、方法及び使用機器

測定項目、方法及び使用機器は、表1のとおりである。各項目の測定は、環境大气常時監視マニュアル⁸⁾に従って行った。

なお、測定データは、バッチ処理による通信システムを用いて収集した。

表1 測定項目、方法及び使用機器

測定項目	方法	使用機器
二酸化硫黄	紫外線蛍光法	大気中二酸化硫黄測定装置 GFS-212J* ¹
窒素酸化物 (一酸化窒素及び二酸化窒素)	オゾンを用いる化学発光法	大気中窒素酸化物測定装置 GLN-214J* ¹
一酸化炭素	非分散赤外線吸収法	大気中一酸化炭素測定装置 GIA-272H* ¹
浮遊粒子状物質	ベータ線吸収法	浮遊粒子状物質測定装置 DUB-222* ¹
光化学オキシダント	紫外線吸収法	大気中オゾン測定装置 GUX-213J* ¹
気象 (風向及び風速)	風向、風速計による測定	風向風速計 C-W503* ²

*1: 東亜ディーケーケー株式会社
*2: 株式会社 小笠原計器製作所

調査結果

測定結果の概要を表2に示す。光化学オキシダント

ト(以下「Ox」という。)は、環境基準値の超過があったが、その他の調査項目については環境基準値を満たしていた。(表2)

表2 調査結果

調査地点	調査期間	一酸化炭素			一酸化窒素		二酸化窒素		二酸化硫黄		浮遊粒子状物質		オキシダント		風向	風速		
		H平均値	8時間値	1時間値	H平均値	1時間値	H平均値	1時間値	H平均値	1時間値	H平均値	1時間値	昼間*のH平均値	昼間の1時間値	1時間値	H平均値	1時間値	
		最高値	最高値	最高値	最高値	最高値	最高値	最高値	最高値	最高値	最高値	最高値	最高値	最高値	最高値	最頻風向	最高値	最高値
		最低値	最低値	最低値	最低値	最低値	最低値	最低値	最低値	最低値	最低値	最低値	最低値	最低値	最低値	その割合	最低値	最低値
		平均値	平均値	平均値	平均値	平均値	平均値	平均値	平均値	平均値	平均値	平均値	平均値	平均値	平均値	CALM割合	平均値	平均値
ppm			ppb		ppb		ppb		μg/m ³		ppb		%	m/s				
中部保健所 由布保健部 (由布市)	4月23日 ～ 7月31日	0.6	0.9	1.5	7	22	17	42	11	21	63	138	81	111	E	4.1	6.6	
		0.0	0.0	0.0	1	0	1	0	2	2	2	0	9	2	16	0.7	0.0	
		0.2	0.2	0.2	2	2	6	6	4	4	21	21	42	42	10	1.4	1.4	
環境基準 ⁹⁾¹⁰⁾	1時間値の1日平均値が10ppm以下であり、かつ、1時間値の8時間平均値が20ppm以下			-		1時間値の1日平均値が40ppbから60ppbまでのゾーン内又はそれ以下		1時間値の1日平均値が40ppb以下であり、かつ、1時間値が100ppb以下		1時間値の1日平均値が100μg/m ³ 以下であり、かつ、1時間値が200μg/m ³ 以下		1時間値が60ppb以下		-	-			

* オキシダントの測定における「昼間」とは、5時から20時までの時間帯をいう。

環境基準値の超過があったOxについて検討を行った。Oxに係る測定結果の概要を表3に示す。

測定期間中の昼間の1時間値の平均値は、0.042 ppmであった。

昼間の1時間値が基準値(0.06ppm以下)を超過

した時間数は、352時間であり、環境基準を満たさなかった。また、超過した日数は51日であった。由布地域は他の常時監視測定局と比べ、基準値(0.06 ppm以下)を超過した時間数が多かった。(図2)

本県では、「大分県大気汚染緊急時等対策実施要

綱] ¹¹⁾に基づき、1測定地点において、Ox濃度が0.12 ppm以上になり、気象条件等からみて、その状態が

継続すると認められるときは注意報を発令することとしているが、0.12ppmを超えた時間はなかった。

表3 光化学オキシダント測定結果

項目		4月	5月	6月	7月	平均値*
昼間測定日数	(日)	8	31	30	31	(100)
昼間測定時間	(時間)	113	463	448	460	(1484)
昼間の1時間値の月平均値	(ppm)	0.058	0.054	0.037	0.030	0.042
昼間の1時間値が0.06ppmを超えた日数	(日)	5	26	9	11	(51)
昼間の1時間値が0.06ppmを超えた時間数	(時間)	50	201	47	54	(352)
昼間の1時間値が0.12ppm以上の日数	(日)	0	0	0	0	(0)
昼間の1時間値が0.12ppm以上の時間数	(時間)	0	0	0	0	(0)
昼間の1時間値の最高値	(ppm)	0.094	0.111	0.099	0.099	0.101
昼間の日最高1時間値の月間平均値	(ppm)	0.075	0.075	0.056	0.052	0.065

* : () 内は合計値

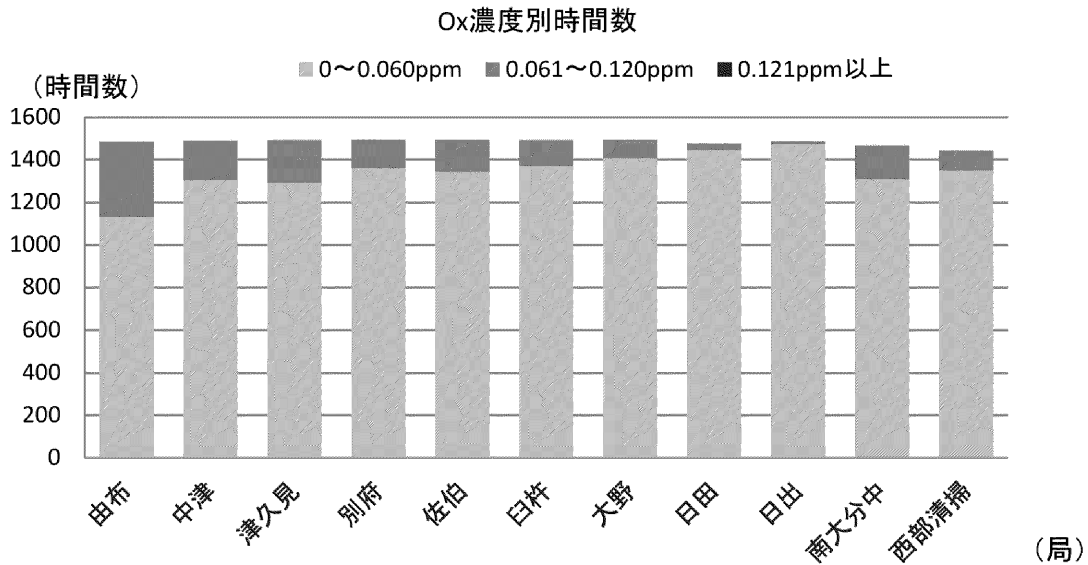


図2 Ox濃度別時間数 (常時監視測定局及び由布地域)

月別濃度変化を見ると、Oxの昼間の日最高1時間値の月間平均値及び昼間の1時間値の月平均値は、春季(4月及び5月)に高く、夏季(6月及び7月)にかけて減少した。(図3)

にあり、東方向のやや弱い風が吹くとき、Ox濃度が高い傾向にあった。(図6)

Oxの昼間の1時間値の最高値は、5月に最も高い値を示し、他の常時監視測定局もほぼ同様の挙動を示した。由布地域はすべての月において、常時監視測定局より高い値を示した。(図4)

Ox濃度の経時変化は、他の常時監視測定局も含め14時から16時をピークに日中に山なりに大きくなっており、由布地域は9時から19時の平均値が他の常時監視測定局より高い値を示した。(図5)

由布地域の風向別濃度は0.023~0.055ppmの範囲

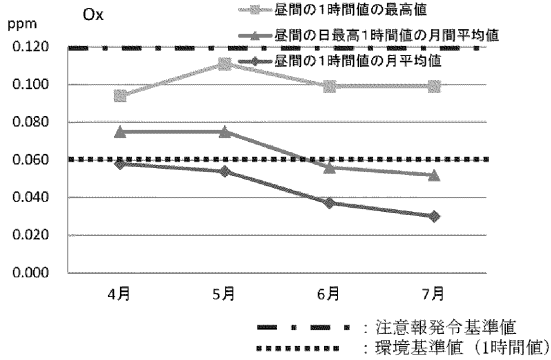


図3 月別濃度変化 (由布地域)

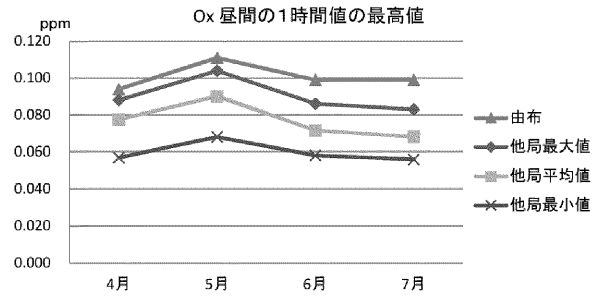


図4 月別濃度変化 (常時監視測定局及び由布地域)

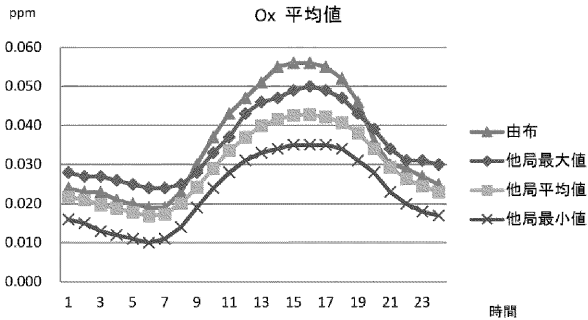


図5 Ox経時変化 (常時監視測定局及び由布地域)

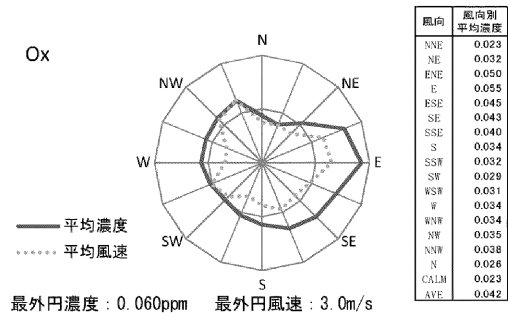


図6 Ox風向別濃度 (由布地域)

考 察

2010年⁴⁾及び2011年⁵⁾で、由布地域は、他の常時監視測定局と比べ、Ox濃度が高く、また東方向の風が吹くときやや高い傾向を示すことを報告したが、2013年度も同様の傾向にあった。

Oxの発生源がほとんどない由布地域が、他の常時監視測定局よりOx濃度が高くなる要因として、気象条件、地形、大分川に沿って吹く東方向からの風及び越境移流等が考えられる。

まず、風向風速及び最頻風向・割合経時変化から、大分川沿いに設置されている大分市の常時監視測定局(南大分中及び西部清掃事務所)及び調査地点の由布地域では、昼間は大分川に沿って吹く海からの風、夜は陸から海へ吹く風の影響を受けていることがわかる(図7、図8)。

さらに、由布地域の平均風速は、南大分中及び西部清掃事務所と比べ一日を通して低い値を示しており、Oxが高くなる条件の一つである微風の日が多い。(図9)

このことから、由布地域では、大分川に沿って吹く東方向からの海風によって、Oxまたはその前駆物質がこの地域に運ばれ、かつ、一日を通して微風

であるという条件が揃い、Ox濃度が高くなるものと推察される。

今回はOx濃度が高くなる時期の4月から7月のみ調査を実施したが、高濃度現象の解明を進めるためには、この地域に常時監視測定局を設置し、日照時間等の気象データを含めた長期的なデータを蓄積する必要がある。

おわりに

本調査の実施にあたり、大気環境測定車の設置及び保守管理にご協力いただいた中部保健所由布保健部の職員に深謝致します。

参考文献

- 1) 岡本盛義 他：「杵築地域の環境大気調査」, 大分県衛生環境研究センター年報, 20, 127-132 (1992)
- 2) 三浦清徳 他：「豊後高田地域の環境大気調査」, 大分県衛生環境研究センター年報, 21, 58-62 (1993)
- 3) 小野由加里 他：「豊後大野地域の環境大気調

- 査(2009年度)」、大分県衛生環境研究センター年報, 37, 78-84 (2009)
- 4) 小野由加里 他：「由布地域の環境大気調査(2010年度)」, 大分県衛生環境研究センター年報, 38, 65-72 (2010)
 - 5) 鈴木龍一 他：「由布地域の環境大気調査(2011年度)」, 大分県衛生環境研究センター年報, 39, 92-103 (2011)
 - 6) 地理院地図：URL <http://cyberjapan.jp/>
 - 7) 国土交通省 道路局道路経済調査室：「平成17年度 全国道路・街路交通情勢調査」(2006)
<http://www.mlit.go.jp/road/ir/ir-data/ir-data.html#koutu>
 - 8) 環境省水・大気環境局：「環境大気常時監視マニュアル 第6版」(平成22年3月)
 - 9) 昭和48年 環境庁告示25号「大気の汚染に係る環境基準について」別表(昭48環庁告35・昭53環庁告38・昭56環庁告47・平8環庁告73・一部改正)
 - 10) 昭和53年 環境庁告示38号「二酸化窒素に係る環境基準について」(平8環庁告74・一部改正)
 - 11) 大分県 生活環境部：「大分県大気汚染緊急時等対策実施要綱」(平成25年4月)

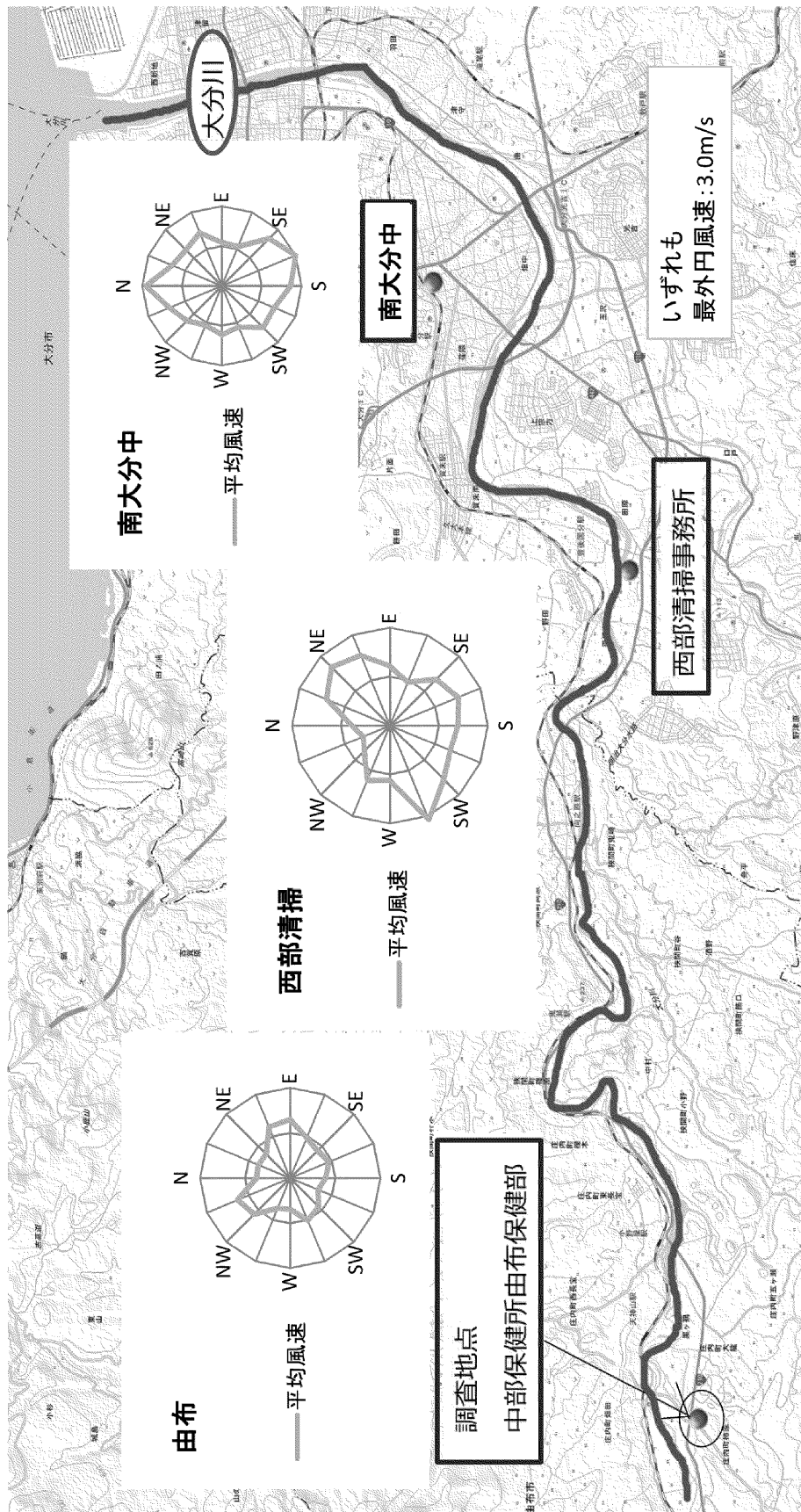


図7 大分川沿いの風向風速

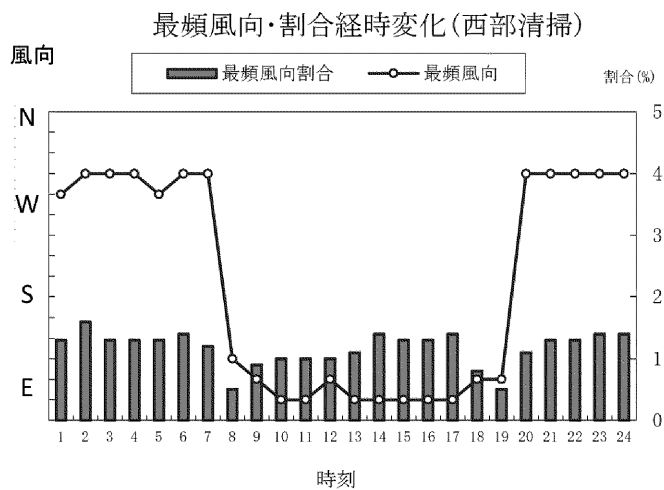
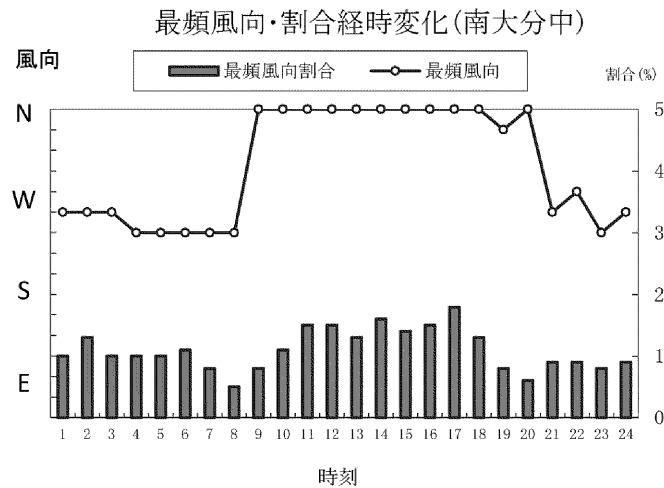
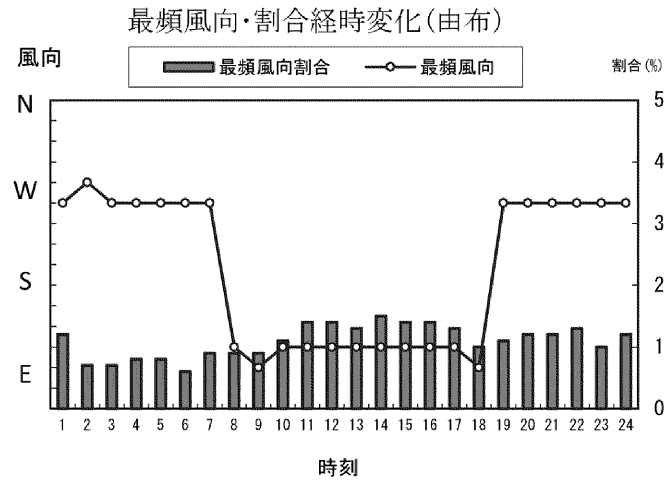


図8 大分川沿いの最頻風向・割合経時変化

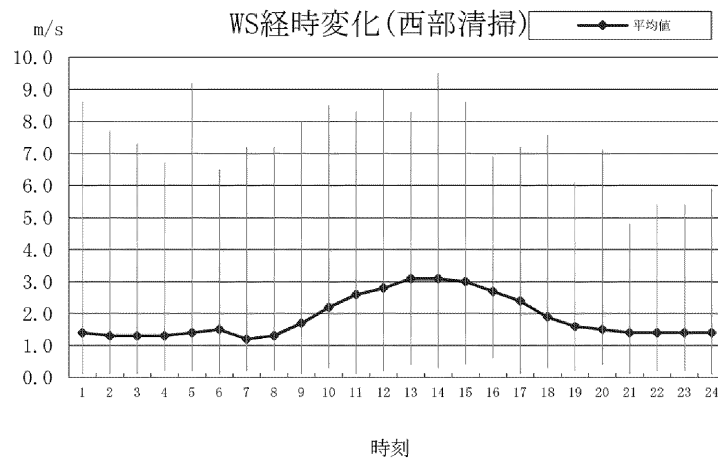
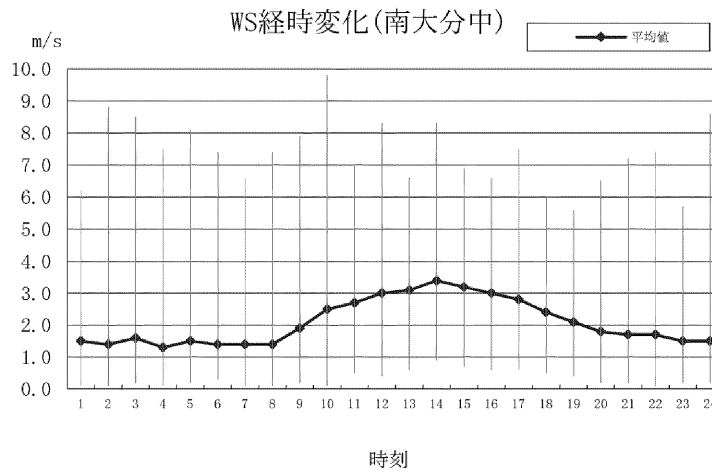
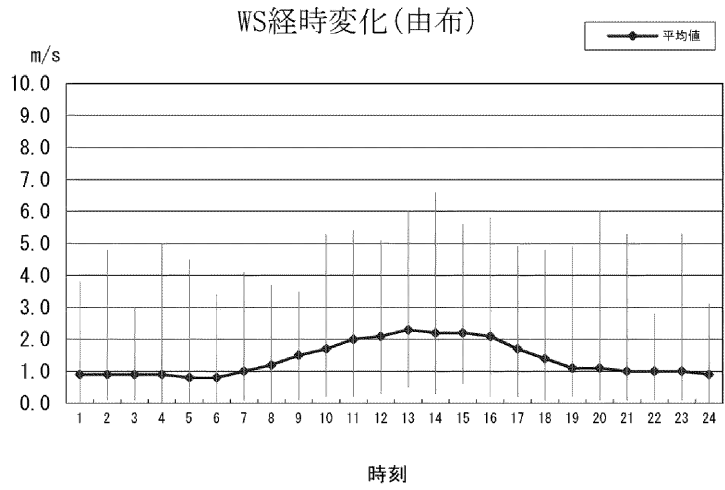


図9 大分川沿いの風速経時変化