

# 光化学オキシダント等の越境汚染に関する調査研究（第1報） —海沿いの高地における大気汚染物質の予備調査—

谷口佳文・井上由里香・山田克則・高橋伸行

Research on the Cross-border Pollution of Photochemical Oxidants and Other Matters (1)  
— Preliminary Survey of Atmospheric Pollutants at Seacoast Highlands —

Yoshifumi TANIGUCHI, Yurika INOUE, Katsunori YAMADA, Nobuyuki TAKAHASHI

## 1. はじめに

近年、全国的にオキシダント(Ox)濃度の増加傾向や高濃度となる地域の広域化が指摘され、その原因としてアジア大陸からの越境汚染の可能性が指摘されている。

本県においても西寄りの風の日にOx濃度が高くなる傾向や<sup>1)</sup>、県内全域でOxが高濃度となる日が観測されている。

そこで本県における越境汚染の影響を探るための標記研究を平成22年度から開始するにあたり、大気環境測定車「みどり号」(以下「みどり号」)を用いた予備調査を行った。

## 2. 調査方法

### 2.1 調査地点の選定

Ox濃度が高濃度となる要因として、近傍地域からの窒素酸化物(NOx)等の排出の他に、上空の強い風に乗って遠方から運ばれたOxが、対流により地上に補給されることが考えられる<sup>2)</sup>。

そこで越境汚染によるOx濃度の上昇をより早くより正確にとらえるために、上空から飛来するOxをダイレクトに測定することが必要と考え、調査地点として以下の要件を設定した。

- ・汚染物質排出源の影響を受けにくい地域(内陸部よりも海岸部)
- ・大気混合層の範囲内(100~1,500m)でなおかつ逆転層の範囲外(数10~数100m)
- ・「みどり号」での測定が可能(道路、電力等)

地図および現地確認を通して、これらの条件を満たす地点として久須夜ヶ岳山頂(標高619.7m)付近および国見岳山頂(標高656m)付近の2地点を選定した。

### 2.2 調査期間

「みどり号」の年間運用には市町依頼による調査などが含まれるため1か月程度の連続測定しかできないため、各地点での調査期間は下記のとおりとなった。

- ・久須夜ヶ岳(平成21年5月26日~6月30日)
- ・国見岳(平成21年7月6日~8月7日)

### 2.3 調査方法および調査項目

調査項目として「みどり号」に搭載された以下の自動測定機による測定を行い、地域代表測定局(三国、福井、神明、大野、敦賀、小浜)の測定結果との比較を行った。

- ・二酸化硫黄計(SO<sub>2</sub>)
- ・窒素酸化物計(NO、NO<sub>2</sub>)

- ・浮遊粒子状物質(SPM)
- ・オキシダント計(O<sub>3</sub>)
- ・炭化水素計(NMHC、CH<sub>4</sub>)
- ・一酸化炭素計(CO) ※COについてはみどり号のみ
- ・風向風速計(WDWW)
- ・温度湿度計(TH)

## 3. 結果と考察

### 3.1 久須夜ヶ岳調査地点

調査期間中にいずれかの測定局でOx濃度が90ppbを超えたのは6月2日、6月12日、6月18日、6月19日であった。このうち大野を除く全局で90ppbを超えた6月2日と、和久野で119ppbを観測した6月12日について(90ppb以上は敦賀、和久野のみ)解析を行った。

#### 3.1.1 6月2日の事例

図1~図5に前日から翌日にかけての濃度推移を示す。前日の夜からみどり号のSO<sub>2</sub>濃度とOx濃度が上昇する傾向がみられ、NO、NO<sub>2</sub>は他の測定局と比べ測定値が低く推移した。COについては通常は0~0.1ppmと低い値が、Oxが高くなるのとほぼ同じ時間帯に0.1~0.3ppmまで値が上昇した。その他の項目については他の測定局と大きな差はみられなかった。

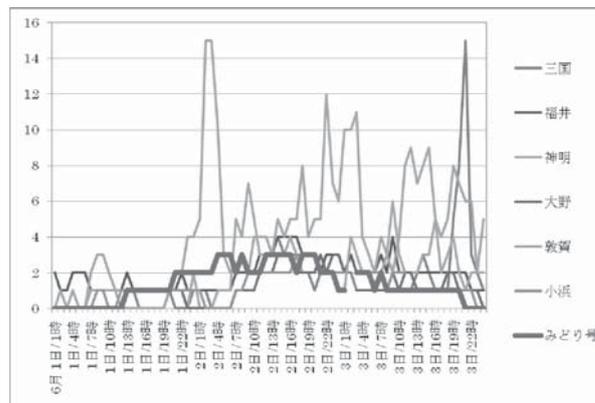


図1 SO<sub>2</sub>濃度(単位 ppb)

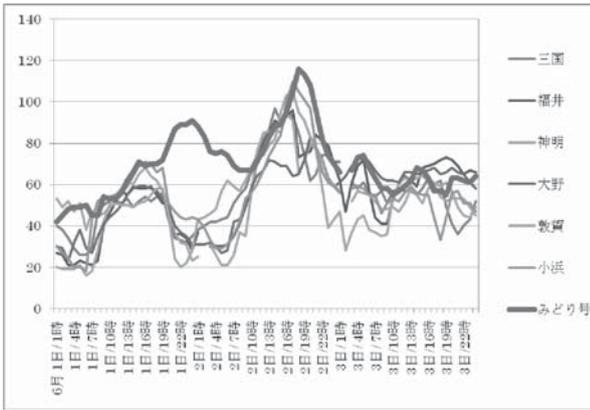


図2 Ox 濃度 (単位 ppb)

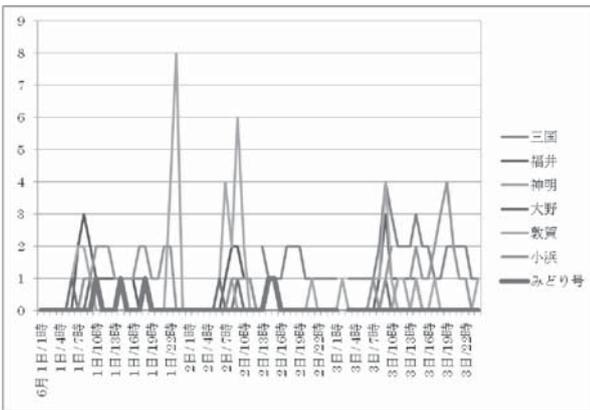


図3 NO 濃度 (単位 ppb)

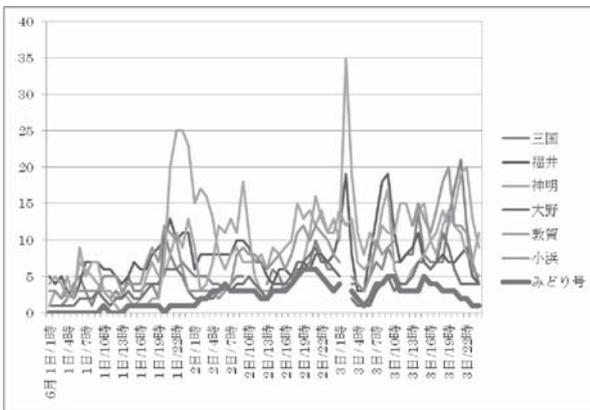


図4 NO<sub>2</sub> 濃度 (単位 ppb)

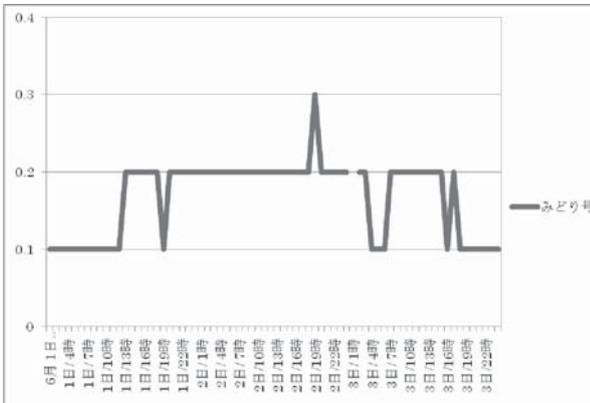


図5 CO 濃度 (単位 ppm)

後方流跡線解析 (NOAA HYSPLIT MODEL) ではアジア大陸から日本海にかけての気塊が山陰地方を經由して流れ込み、前日の夜間から当日にかけて SO<sub>2</sub> 濃度や Ox 濃度を上昇させたことがうかがえた (図6)。

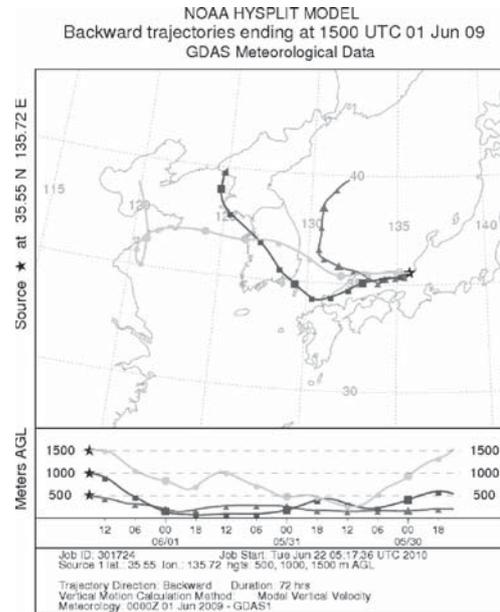


図6 後方流跡線図 (6月2日0:00)

### 3.1.2 6月12日の事例

図7~図11に前日から翌日にかけての濃度推移を示す。

前日の夜からみどり号のOx濃度が高くなる傾向が認められたが、当日のOx濃度が90ppbを超えたのは2局(敦賀、和久野)のみであった。NO、NO<sub>2</sub>は他の測定局と比べ測定値が低く推移し、CH<sub>4</sub>は小浜局と同程度であったが、他の測定局で夜間に高くなる傾向が認められた。またCOについては、通常0~0.1ppmと低い値が、日中のみ0.1~0.3ppmと値が上昇した。その他の項目については大きな差は認められなかった。このうちCH<sub>4</sub>については6~8月にかけて水田から発生するCH<sub>4</sub>により濃度が上昇している<sup>3)</sup>ことが考えられる。

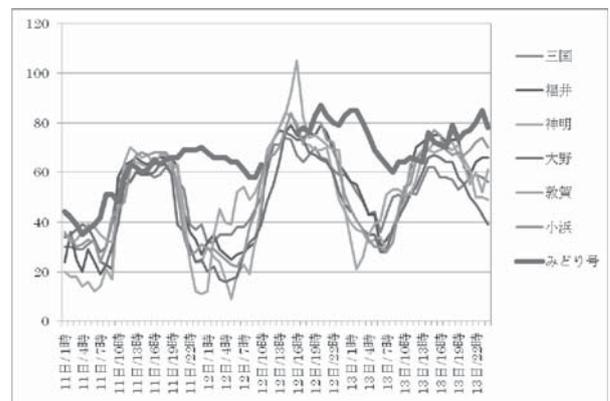


図7 Ox 濃度 (単位 ppb)

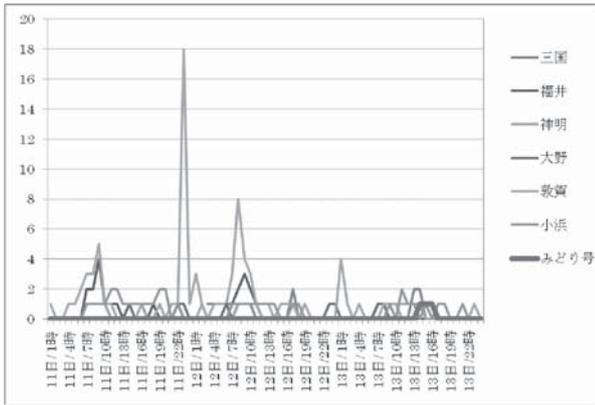


図8 NO濃度(単位ppb)

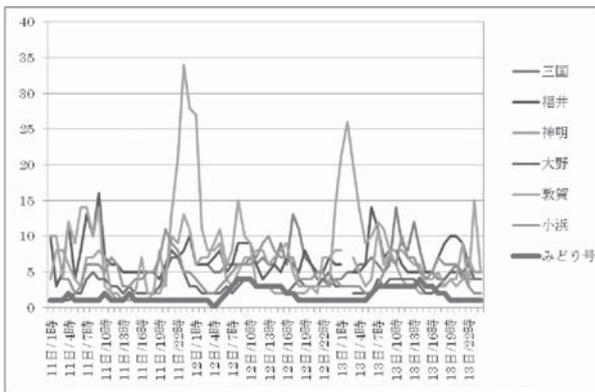


図9 NO<sub>2</sub>濃度(単位ppb)

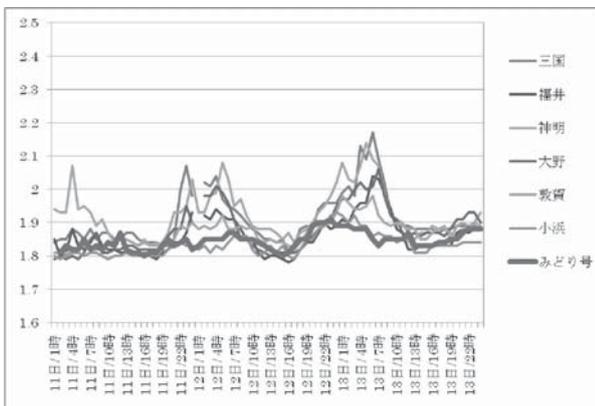


図10 CH<sub>4</sub>濃度(単位ppmC)

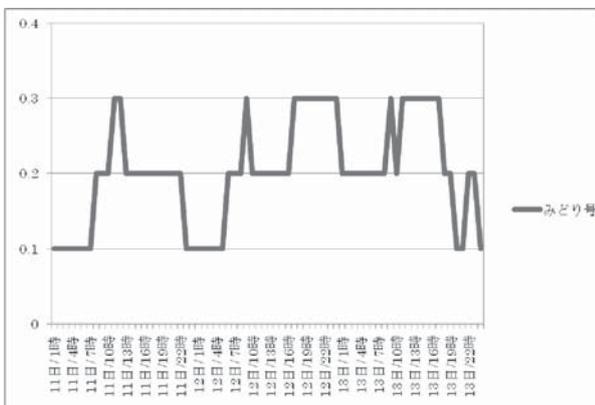


図11 CO濃度(単位ppm)

後方流跡線解析ではアジア大陸から直接流れ込んできた気塊が夜間にOx濃度を上昇させたことがうかがえた(図12)。

ただし、夜間の濃度上昇がOxおよびCH<sub>4</sub>のみであったこと、気塊の源流が北極圏付近まで遡り高度3,500mに達することから、アジア大陸からの越境汚染よりも成層圏オゾンの沈降による影響が大きい可能性が考えられる。

また、前日夜のみどり号のOx濃度が最大で70ppbであることや、当日のOx濃度上昇は地域に限られ、敦賀局でOx濃度が急上昇する1時間ほど前に滋賀県内で光化学スモッグ注意報が発令されていることから、国内発生源による移流の影響が加わっていると考えられる。

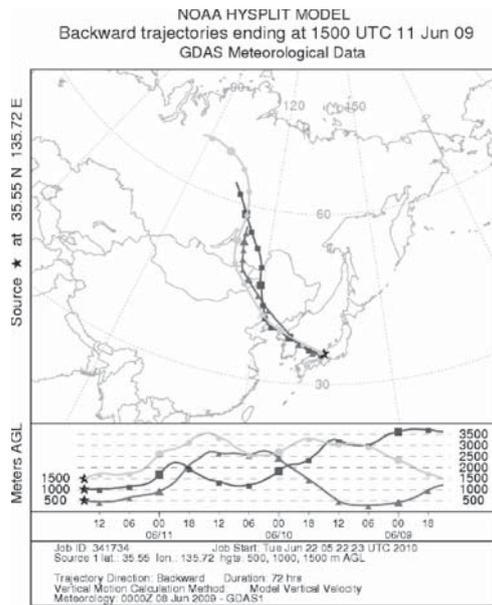


図12 後方流跡線図(6月12日0:00)

### 3.2 国見岳調査地点

調査期間中にいずれかの測定局でOx濃度が90ppbを超えたのは7月12日のみであったため(90ppb以上は和久野のみ)、この日について解析を行った。

#### 3.2.1 7月12日の事例

図13~図19に前日から翌日にかけての濃度推移を示す。

前日からみどり号のSO<sub>2</sub>濃度、Ox濃度、CO濃度が高くなる傾向が認められたが、当日のOx濃度が90ppbを超えたのは1局(和久野)のみであった。NO、NO<sub>2</sub>、NMHCは他の測定局と比べ測定値が低く推移し、CH<sub>4</sub>はみどり号よりも他の測定局で夜間に高くなる傾向が認められた。SPMについては大きな差はみられなかった。

このうちCH<sub>4</sub>については6月12日の事例と同じく水田から発生するCH<sub>4</sub>により濃度が上昇していることが考えられる。

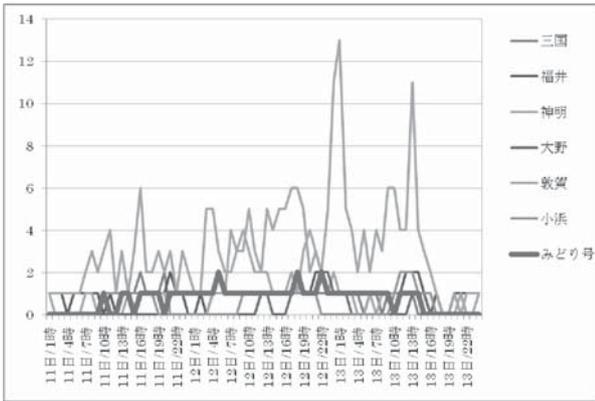


図 13 SO<sub>2</sub>濃度(単位 ppb)

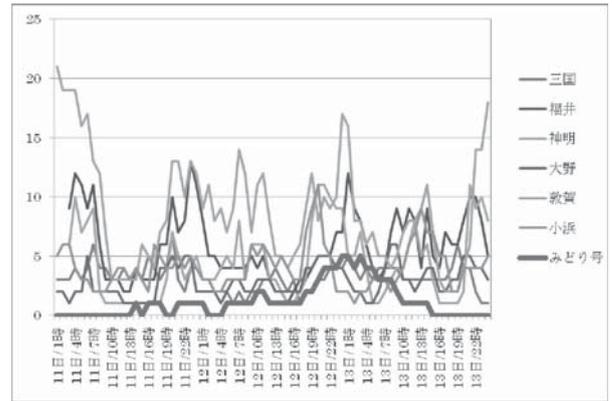


図 17 NO<sub>2</sub>濃度(単位 ppb)

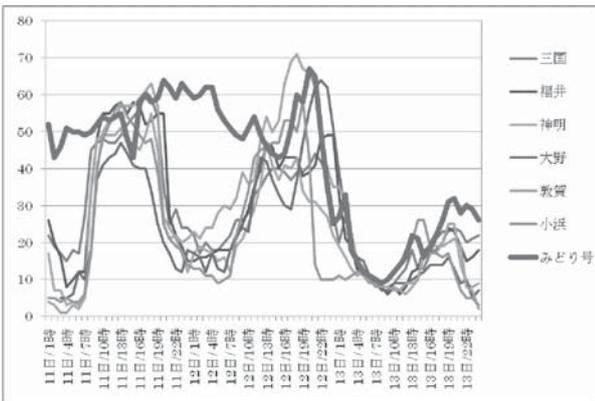


図 14 Ox 濃度(単位 ppb)

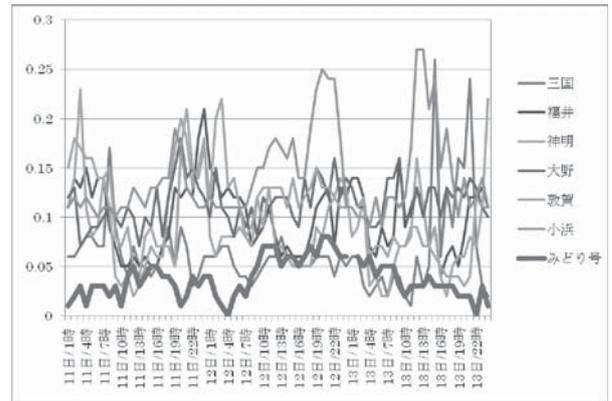


図 18 NMHC(単位 ppmC)

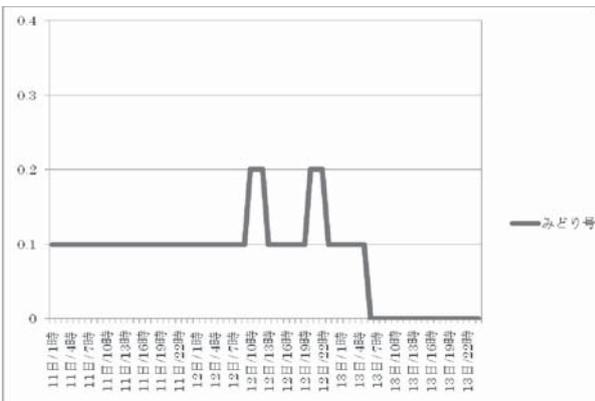


図 15 CO 濃度(単位 ppm)

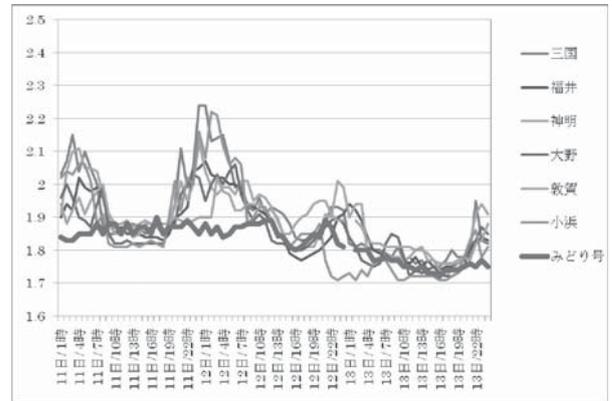


図 19 CH<sub>4</sub>(単位 ppmC)

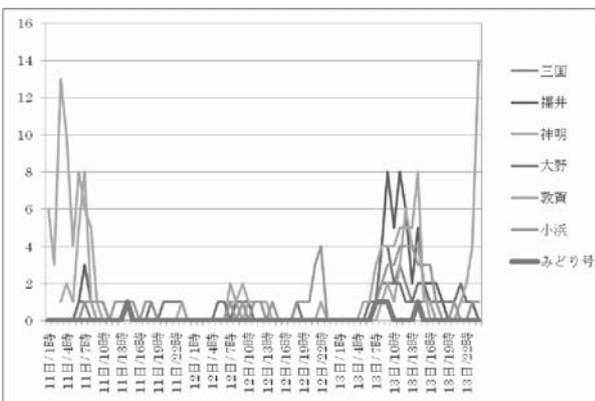


図 16 NO 濃度(単位 ppb)

後方流跡線解析ではアジア大陸から山陰地方を經由して流れ込んできた気塊が夜間に SO<sub>2</sub> 濃度、Ox 濃度、CO 濃度を上昇させたことがうかがえた (図 20)。

ただし、前日夜のみどり号の Ox 濃度が最大で 64ppb であることや、当日の Ox 濃度が上昇した地域に限られ、濃度も 15 時以降に急激に上昇していることから、当日の Ox 濃度上昇は国内発生源による移流の影響が大きいと考えられる。

## 4. まとめ

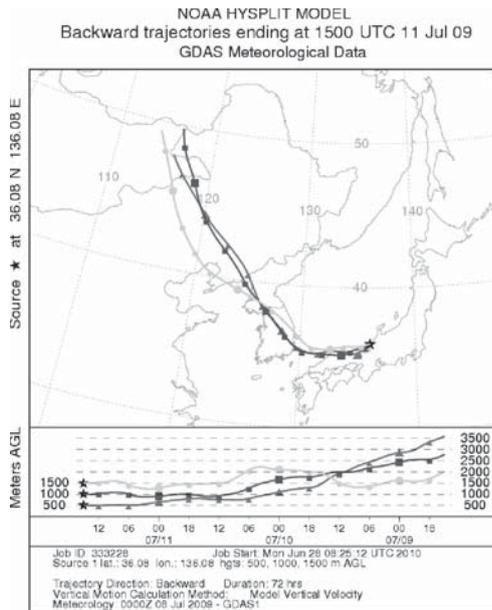


図 20 後方流跡線図 (7月12日0:00)

今回の予備調査の結果、県内でオキシダント濃度が上昇する前日の夜に調査地点で  $O_x$  濃度が上昇することが観測され、その原因として後方流跡線解析によりアジア大陸からの移流の可能性が高いことが示唆された。

また今回得られたデータから、前日夜に調査地点で濃度が上昇する項目やその値と、当日の  $O_x$  高濃度地域の広がりに関係がみられたことから、海沿いの高地における観測データを解析することが越境汚染の解析に有効であると考えられる。

そこで、来年度以降の本調査では自動測定以外の調査項目として、光化学オキシダントの原因物質の一つである揮発性有機化合物等についても調査を行うとともに、季節変動や調査地点と各測定局との  $O_x$  濃度上昇の相関関係についても解析を行っていく予定である。

## 参考文献

- 1)山田克則他：北陸地方における光化学オキシダント高濃度の特徴(2)―風向別高濃度出現時間数の経年変化―，第36回環境保全・公害防止研究発表会講演要旨集，(富山市,2009)
- 2)清水源治他：ドップラーレーダーによる上層風の連続観測からみた上空のオキシダント濃度の地上への影響，山梨県衛生公害研究所年報,50,48-54(2006)
- 3)植山洋一他：自動測定機による炭化水素濃度について，福井県公害センター年報,8,171-178(1978)