

能登半島珠洲における揮発性有機化合物の長期観測

Long-term observation of volatile organic compounds at Suzu, Noto Peninsula

対馬 悠介¹⁾

指導教員 加藤 俊吾¹⁾, 研究協力者 松木 篤²⁾

1) 東京都立大学大学院 都市環境化学研究科 環境応用化学域 分析化学研究室

2) 金沢大学 環日本海域環境研究センター

キーワード：揮発性有機化合物, VOC, 大気汚染, 越境大気汚染

1. 緒言

大気汚染物質の排出量規制が行われたことにより、近年の日本での大気汚染物質の排出量は減少傾向にある。しかし、東アジア地域では急速な人口増加や経済発展により、大気汚染が問題となっている。これらの地域の汚染大気は偏西風によって日本に運ばれ、影響を及ぼす可能性がある。そのため、海外からの越境大気汚染を観測し、その影響を評価することは日本のさらなる大気環境の改善のために重要である。

そこで本研究では、石川県珠洲市の観測地で大気汚染物質の観測を揮発性有機化合物 (VOC) に注目して行った。VOC は常温常圧で大気中に揮発する有機化合物の総称で、人体に有害な光化学オキシダントやエアロゾルを生成する原因物質である。VOC の発生源は車や工場の排ガスなどの人為起源と植物の光合成による植物起源の 2 つに分けられる。海外から輸送される VOC を観測し、その発生源や影響を把握することを目的とした。

2. 方法

・観測地

観測地は石川県珠洲市 (北緯 37.46 度、東経 137.36 度) にある小学校跡地を利用した施設で、都市部から離れた場所にあり、周辺は海などの自然に囲まれているため都市大気の影響を受けづらく越境大気汚染の観測に適している。

・サンプリングと分析

サンプリングは 2014 年 3 月から 2023 年 7 月の間、基本的に週に一度の頻度で行った。内面を不活性加工した金属容器にポンプを用いて大気を 1 分間サンプリングした。サンプルが入った金属容器は東京都立大学に送られ、ガスクロマトグラフ-水素炎イオン化検出器 (GC-FID) を用いて VOC58 種を分析した。定性・定量は VOC 標準ガス (PAMS58) と比較することで行った。

・後方流跡線解析

後方流跡線解析とは、空気塊の移動経路を気象データを用いて計算するものであり、サンプリングした大気の輸送経路を知ることができる。本研究では、米国海洋大気局 (NOAA) が提供する HYSPLIT モデル (<https://www.arl.noaa.gov/hysplit/>) のデータを用いた。

・PSCF 解析

PSCF 解析とは、後方流跡線解析で得られた結果と測定した汚染物質の濃度を組み合わせることで、その物質の主な発生源を推定できる解析手法である。本研究では、MeteoInfo が提供する TrajStat (<http://meteothink.org/docs/trajstat/index.html>) を用いた。

3. 結果と考察

観測期間におけるエタン、プロパン、イソプレンの濃度の推移を対数スケールで表したものを図 1

に示す。

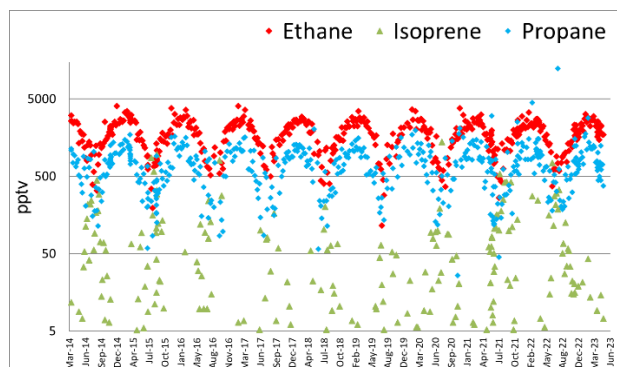


図 1. 観測期間における VOC3 種の濃度変動

エタンやプロパンのように、多くの VOC は濃度が冬季に高く夏季に低いという季節変動を示す。これは、VOC の除去に関わる OH ラジカルの濃度が夏季に高く冬季に低いという季節変動をするためである。しかし、イソプレンのような植物起源の VOC は濃度が夏季に高く冬季に低いという季節変動を示す。これは、植物起源の VOC の排出量は植物の活動が活発な夏季に多くなるためである。

図 2 は観測期間における後方流跡線解析の結果である（赤点は観測地を示す）。

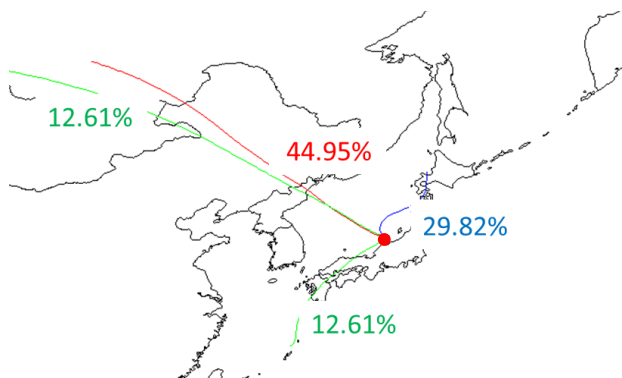


図 2. 観測期間における後方流跡線解析の結果

観測地で採取された大気は約 60 %がアジア大陸から輸送され、他は日本海や九州南部付近から輸送されたものであった。また、季節ごとに分けて解析を行ったところ、冬季（1-3 月）ではそのほとんどが大陸からの輸送であることが分かった。これは冬季の季節風が大陸から太平洋へ吹くことによるものだと考えられる。このことから、東アジア地域からの越境大気汚染の発生源を考察するには冬

季の観測データを用いるのが適していると考えた。

図 3 は冬季のエタンの PSCF 解析の結果である。

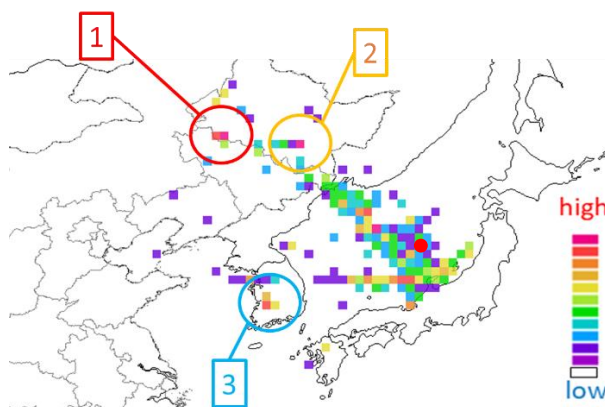


図 3. 冬季のエタンの PSCF 解析の結果

日本海上に PSCF の結果が高く出た箇所が複数見られるが、これは PSCF の計算上、高濃度が観測された際の空気塊の輸送方向を反映するため、実際には発生源ではない海上において PSCF の値が高く出る結果となったと考えられる。そのため、本研究では海上の結果については考慮しないこととした。また、今回エタンを用いたのは、エタンは大気中寿命が長く、長距離輸送の指標として用いられる汚染物質だからである。

図 3 中に示した 1~3 は大陸上で PSCF の結果が特に高かった地点である。この 3 点について考えられる発生源を調べたところ、2 については有力なものは発見できなかったが、1 については中国黒竜江省の大慶油田、3 については韓国の大都市である全州市の都市排ガスが有力な発生源として挙げられた。

4. 結言

越境大気汚染の把握を目的として、石川県珠洲市で VOC を観測した。多くの VOC は夏季に濃度が低く冬季に高い季節変動を示した。後方流跡線解析の結果、冬季においてそのほとんどが大陸からの輸送であった。冬季のエタンに注目して PSCF 解析を行ったところ、中国の大慶油田や韓国の全州市が有力な発生源として考えられた。