

早朝における光化学オキシダント高濃度事例（2010年度）の解析 ～ 中国大陸からの移流の影響に関する検討 ～

中田 高史、小野 由加里、酒盛 早美、上田 精一郎

Analysis of the Photochemical-oxidants High Concentration Phenomenon in the early morning (2010) —Study on the influence of the advection of Air pollution from Asian Continent—

Takashi Nakata, Yukari Ono, Hayami Sakamori, Seiichiro Ueda

Key words : 光化学オキシダント photochemical oxidants

早朝における高濃度 high concentration phenomenon in the early morning

中国大陸からの移流 advection of air pollution from Asian continent

要 旨

光化学オキシダント（以下、オキシダントという。）による大気汚染は、1970年代から光化学スモッグとして大きな社会問題となっている。近年、オキシダント濃度は全国的に増加傾向¹⁾にあり、大分県においても2000年度から2009年度までの過去10年間で増加の傾向²⁾にある。

今回、2010年度に大分市の敷戸小学校測定局（以下、敷戸小局という。）において、早朝5時にオキシダント濃度が高濃度となる事例が発生した。そこで、その原因を解明することを目的として、2010年度に敷戸小局においてオキシダント濃度が高濃度(100ppb以上)となった計4事例について検討を行った。その結果、2事例について中国大陸からの移流の影響が強く示唆された。

は じ め に

オキシダントは、窒素酸化物や揮発性有機化合物が太陽光（特に紫外線）を受けることにより、光化学反応を起こして発生するため、紫外線が強い昼間に高濃度となることが多い。

本県では、「大分県大気汚染緊急時等対策実施要綱」³⁾に基づき、オキシダントの緊急時等の発令を行うこととしており、2000年度から2009年度までの過去10年間に光化学スモッグ注意報又は光化学スモッグ予報が発令された事例は、いずれも昼間にオキシダント濃度が上昇している²⁾。本県において、2010年度に光化学スモッグ注意報又は光化学スモッグ予報が発令された事例はなかったが、2010年5月25日早朝5時に、敷戸小局においてオキシダント濃度が高濃度(121ppb)となる事例が発生し、当日は九州北部地域においても同様の傾向⁴⁾がみられた。

そこで、2010年度に敷戸小局においてオキシダント濃度が高濃度(100ppb以上)となった4事例について、中国大陸からの移流の影響に関する検討を行った結果、若干の知見を得たので報告する。

検 討 内 容

1 検討した事例

表1に示すとおり、敷戸小局において2010年5月25日早朝5時にオキシダント濃度が高濃度(121ppb)となった事例、及び2010年度に同測定局において高濃度(100ppb以上)となった計4事例について検討した。

表1 敷戸小局で100ppb以上となった事例

年度	月日	時間	オキシダント 最高濃度(ppb)
2010	5月8日	16:00	101
	5月25日	5:00	121
	6月5日	15:00	107
	6月6日	12:00	106

2 移流に関する検討方法

オキシダント濃度と中国大陸からの移流の影響に関する評価については、硫酸イオン濃度のデータ、天気図による高気圧の移動状況、後方流跡線による気塊の移動状況、浮遊粒子状物質濃度の上昇、高濃度オキシダント地域の広域性について検討した。

今回検討したデータについては、硫酸イオン濃度は当衛生環境研究センターで、ローボリュームサンプラーを用いて24時間捕集し、イオンクロマトグラフ法で分析したデータを、高気圧の移動状況は天気

図(気象庁)⁵⁾、気塊の移動状況は国立環境研究所の提供する後方流跡線のデータ⁶⁾、浮遊粒子状物質濃度は大気常時監視測定局のデータ、高濃度オキシダント地域の広域性は、環境省大気汚染物質広域監視システムデータ(そらまめ君)⁷⁾のデータを千葉大学環境リモートセンシング研究センター⁴⁾で解析したものをそれぞれ使用した。

結 果

敷戸小局において、早朝にオキシダント濃度が高濃度となった2010年5月25日及びその前日の本県内の大気常時監視測定局におけるオキシダント濃度の推移は図1に示すとおりである。すべての測定局において、前日の夜間から当日の早朝にかけて、オキシダント濃度が高濃度で推移していることが分かる。

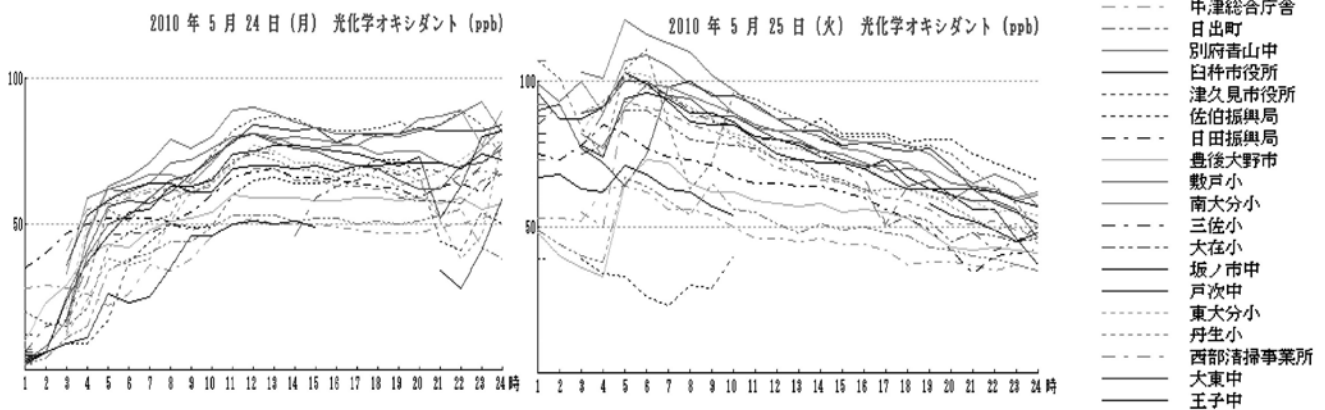


図1 県内測定局における前日及び当日のオキシダント濃度の推移

硫酸イオンは、石炭など化石燃料を燃やした時に発生することから、石炭を大量に使用している中国大陸からの気塊の移流を示す指標の一つとされる。

国内における通常の二酸化硫黄濃度から考えると、硫酸イオン濃度が $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 以上であれば、中国大陸から気塊が移流した可能性が考えられる¹⁾。

2010年4~6月までの敷戸小局におけるオキシダント濃度と、硫酸イオン濃度の日変動は図2に示す

とおりである。早朝にオキシダント濃度が高濃度となった2010年5月25日には、当衛生環境研究センターでの硫酸イオン濃度は $6.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (試料採取期間: 5月25日9時30分~26日9時30分)であり、前日の5月24日の硫酸イオン濃度は $19.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (試料採取期間: 5月24日9時30分~25日9時30分)と高濃度になっており、5月25日5時には中国大陸からの移流の影響が推察された。

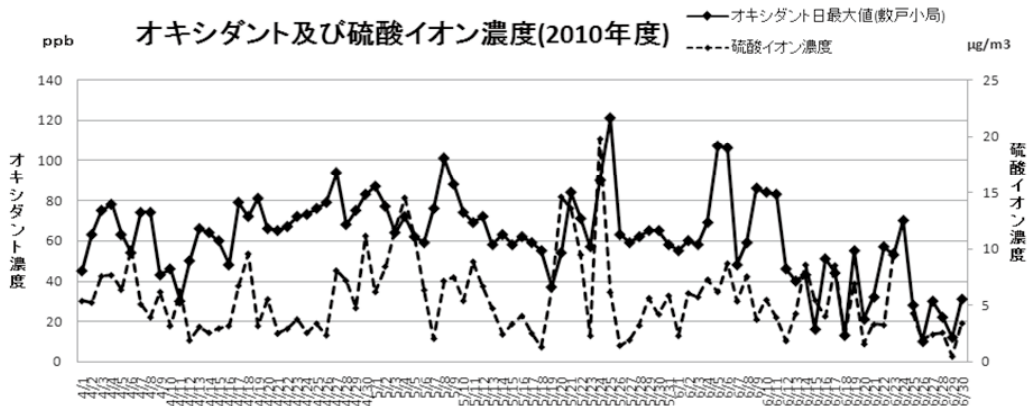
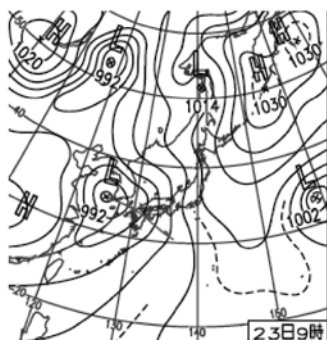


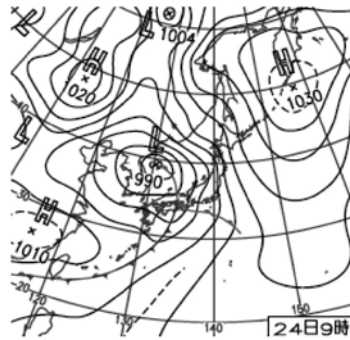
図2 敷戸小局のオキシダント濃度と硫酸イオン濃度の日変動

5月25日の前々日からの天気図は、図3に示すとおりである。前日までの気圧の谷による前線が太平洋側へ移動し、5月25日には中国大陸からの高気圧

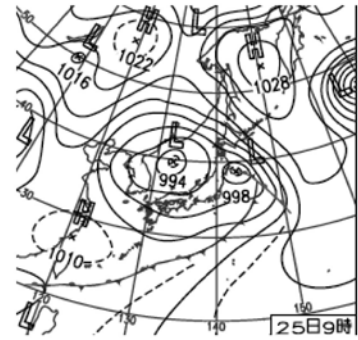
が東に進んでいる。また、九州から近畿地方にかけて広く黄砂が観測されており、中国大陸からの気塊が日本に流れ込んだことが推察された。



23日(日)九州で非常に激しい雨
晴れたのは北海道と東北部の日本海側、南西諸島の一部。その他は雨や曇り。低気圧と前線の影響を受け、西日本では各地で非常に激しい雨を観測。熊本県天草市牛深74.5mm/1h。



24日(月)西日本で大雨
日本海の低気圧に暖かく湿った空気が流れ込み、西日本の一部で前日から記録的な大雨、高知県では朝までに350mm/24h前後。北海道根室市でチシマザクラ満開。



25日(火)今年のサクラ観測終了
西～東日本の太平洋側は晴れて夏日が広がる。北海道と本州の日本海側は雨や曇り。九州～近畿で黄砂。北海道稚内市でエゾヤマザクラが満開になり、今年のサクラ観測終了。

図3 前々日からの天気図

5月25日5時の気塊の移動状況を、国立環境研究所の提供する後方流跡線のデータ⁶⁾により、高度500mにおける三次元法で遡及時間を72時間として

解析した結果は図4に示すとおりである。後方流跡線をたどると、中国上海方向からの気塊が、九州方面へ移流していることが分かる。

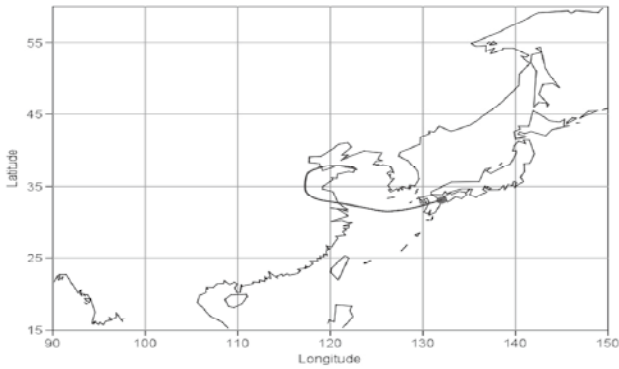


図4 気塊の移動状況

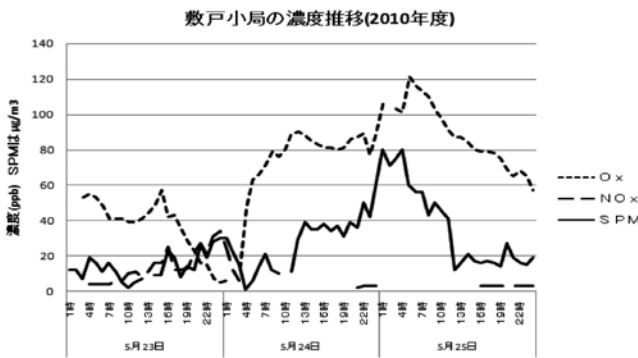
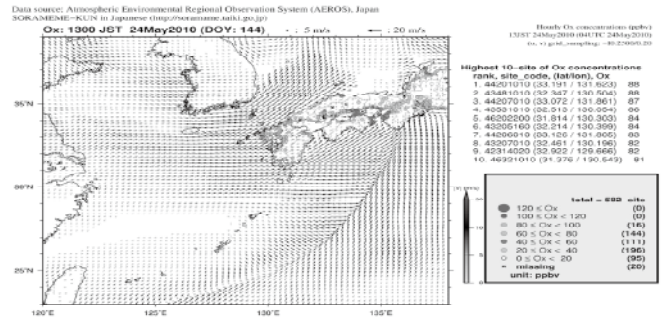


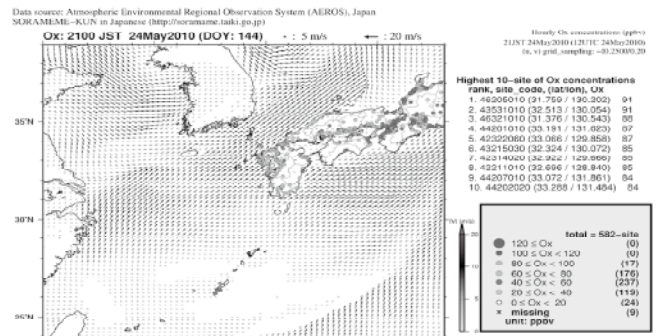
図5 福岡小局における各物質濃度の推移

福岡小局における5月23日から5月25日までのオキシダント、浮遊粒子状物質及び窒素酸化物濃度の推移は図5に示すとおりである。浮遊粒子状物質濃度は、前日の5月24日午後から5月25日の早朝にかけて上昇している。またオキシダント濃度が高濃度となった地域の広域性は、図6に示すとおりである。

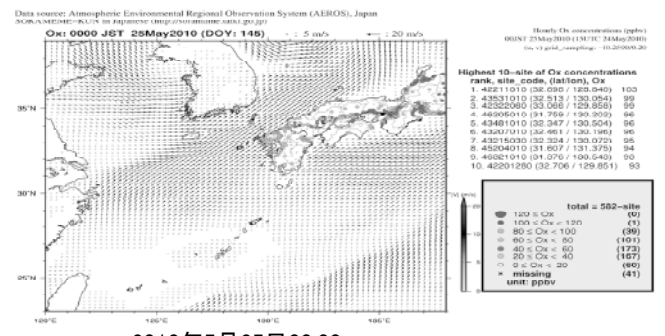
オキシダント濃度は5月24日の夜間から長崎県の離島をはじめ九州西部から上昇しており、本県においても福岡小局で5月25日5時にオキシダント濃度が高濃度(121ppb)となった。なお、九州北部でも100ppb以上となるなど、オキシダント濃度の高濃度地域が広域化しており、中国大陸からの移流の影響を受けた可能性があると考えられた。



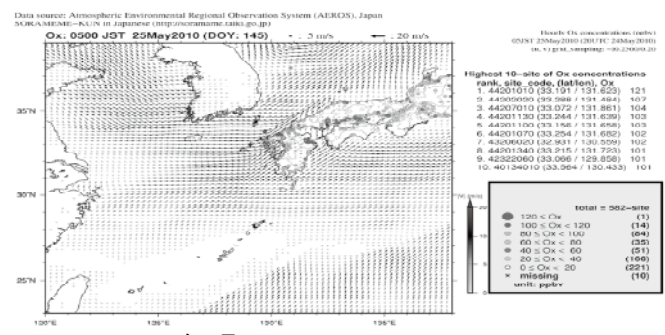
2010年5月24日 13:00



2010年5月24日 21:00



2010年5月25日 00:00



2010年5月25日 05:00

図6 高濃度オキシダント地域の広域性

考 察

今回、2010年度に敷戸小局において高濃度(100ppb以上)となった計4事例について、要因別に検討した結果は表2に示すとおりである。

4事例のうち、5月8日と5月25日の事例は中国大陸からの移流の影響があることが示唆され、特に5月25日の事例では、早朝に高濃度となったことから、地元発生源による影響とは考えられず、検討したすべての要因から、中国大陸からの移流の影響が強く示唆された。

表2 敷戸小局における要因別検討結果

月 日	オキシダント 日最高濃度 (ppb)	硫酸イオン 濃度の上昇 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	天気図	後方流跡線 (方向)	浮遊粒子状物 質濃度の上昇	広域性	検討結果
5月 8日	101	×(7.2)	○	○(北西)	○	○	○
5月25日	121	○(19.7)	○	○(西)	○	○	○
6月 5日	107	×(6.2)	×	×(東)	×	×	×
6月 6日	106	×(8.7)	×	×(東)	×	×	×

(表中、○は中国大陸からの移流の可能性が高く、×はその可能性が低いことを示す。)

参 考 文 献

- 1) 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・地方環境研究所C型研究（国立環境研究所研究報告，第203号），（2010年1月）
- 2) 伊東 達也、中田 高史、上田 精一郎：大分県における高濃度光化学オキシダント発生メカニズムの検討，大分県衛生環境研究センター年報，37，43-48(2009)
- 3) 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(2010年4月)
- 4) 千葉大学環境リモートセンシング研究セン

しかしながら、中国大陸からの移流の影響も一様ではなく、オキシダント濃度が高濃度となる原因として、地元発生源による影響や中国大陸からの影響、成層圏オゾンの下降、さらにそれぞれが複合的に影響している場合など様々な要因¹⁾が考えられる。

このため、今後は観測データの精査、国立環境研究所の提供する後方流跡線等のシミュレーション等を活用し、さらに事例を積み上げて検討を深める必要がある。

- ター：大気汚染常時監視局データ（速報値）の広域分布図，Hp.<http://www.cr.chiba-u.jp/indexjp.htm>
- 5) 気象庁：日々の天気図(2010年5，6月)，Hp.<http://www.data.jma.go.jp/fcd/yoho/hibiten/index.html>
- 6) 国立環境研究所地球環境研究センター：トラジェクトリ(流跡線)計算(NIES-CGER)，Hp.<http://db.cger.nies.go.jp/metex/trajectory.jp.html>
- 7) 環境省：大気汚染物質広域監視システムデータ(そらまめ君)，Hp.<http://soramame.taiki.go.jp/>