

山梨県東部の光化学大気汚染について

清水 源治

Characteristics of Photochemical Air Pollution in the East Area of Pref. Yamanashi

Genji SHIMIZU

キーワード：光化学大気汚染、山梨県東部，上層風、地上風

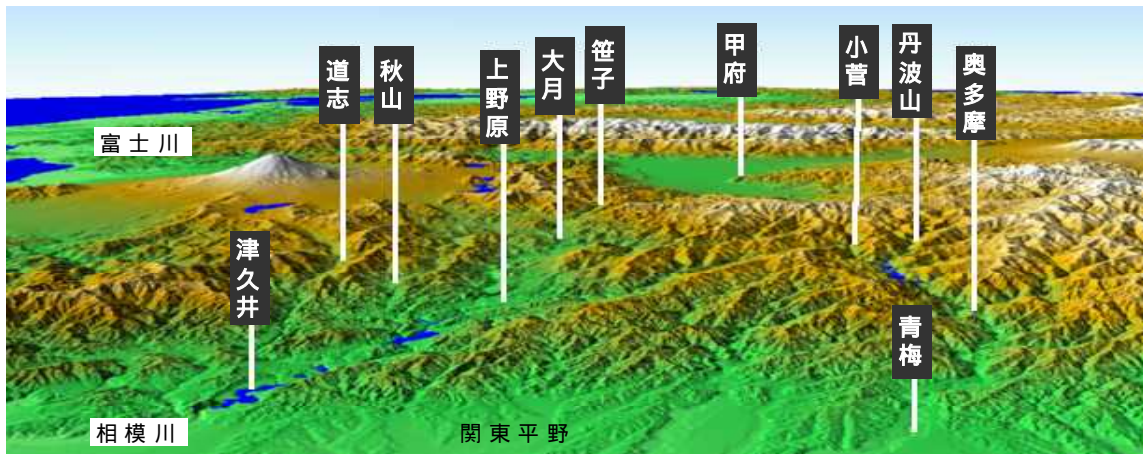


図1 東側(関東平野側)から見た山梨県の地形

山梨県東部には、相模川沿いに4つの大気汚染常時監視測定局がある。これらのうち上野原局と大月局は光化学オキシダント(Ox)が高濃度になりやすく、光化学スモッグ注意報の発令数が多い。両局のOx濃度の上昇は関東平野から相模川に沿って流れ込む大規模な東寄りの風が原因であり¹⁻⁴⁾、汚染気いは地表から1,000m以上に及ぶことがある。

ここで県東部には、相模川流域以外にも平野に谷が開いている。しかし、測定局が配置できない等の理由により、Oxの汚染実態は把握できないままであった。ここでは、その実態把握を目的に実施した調査結果を報告する。

調査方法

1. 調査地点など

調査は次の4カ所の役場屋上に簡易測定局を設け、Ox濃度と風向・風速を1~2ヶ月間測定した。

- (1) 南都留郡秋山村役場 平成14年7月
- (2) 南都留郡道志村役場 平成14年8月
- (3) 北都留郡丹波山村役場 平成15年5~7月
- (4) 北都留郡小菅村役場 平成15年6~8月

調査には、オゾン計(ダイレック社 1150)と超音

波式風向・風速計(KAIJO SA-250)にそれぞれ記録計をつなぎ、Ox濃度は1時間値を、風向・風速は毎正時まで10分間の移動平均値を得た。またパイロット・バルーンにより上層風を観測した。

2. 解析方法

以上の測定結果を近傍の上野原局のOx濃度等と比較し、光化学大気汚染の有無を推定した。

結果と考察

1. 東部の地形

県東部には、平野に谷を開く5本の河川(道志川、秋山川、相模川、多摩川、小菅川)がある。これらの中で最も規模が大きいのは相模川で、上野原局と大月局はこの谷にある(図1)。汚染気いは図中、津久井~青梅の上空をおおうが、その一部は西方の上野原、大月に拡がる。

この谷から、道志川は津久井湖で、秋山川は相模湖で分岐する。図2に、湖を起点にした両河川と相模川の分水嶺までの距離(km)と標高(m)を示した。相模川と比較した場合、秋山川は勾配が急峻であり、調査地点は他の地点より上野原局に近かったが、標

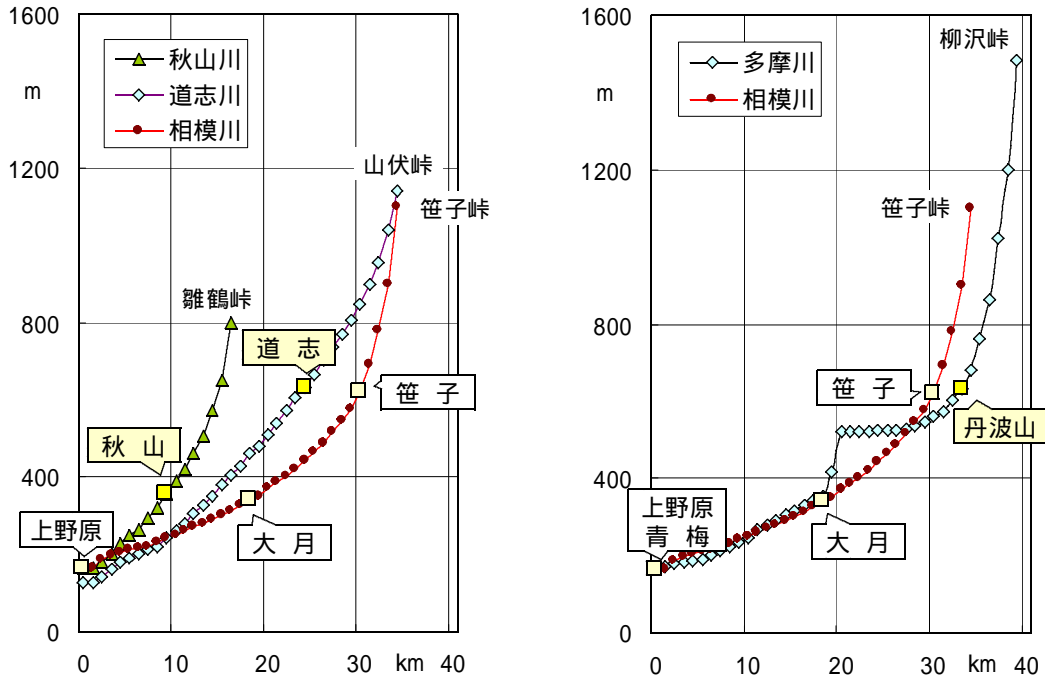


図2 相模湖、津久井湖、青梅を起点にした各河川の距離(km)と標高(m)

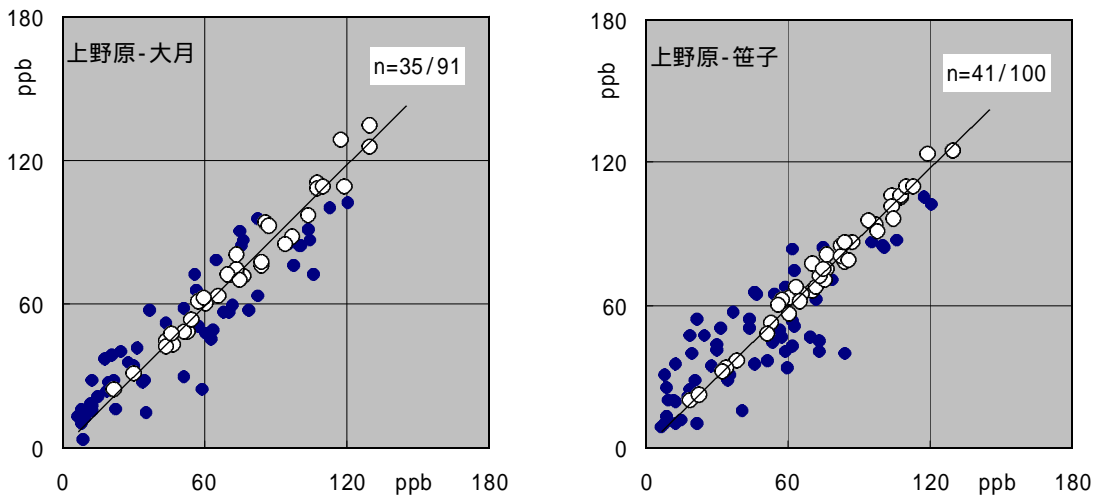


図3 上野原局(X軸)と大月局、笹子局(Y軸)の0x日最高値の関係

(平成9年5月1日～9月15日、n：偏差10%以内で一致した日数()/有効測定日数)

高は約350mで大月局に似ていた。また道志川は分水嶺までほぼ一定の勾配で、調査地点の標高約630mは笹子局(移動局)に似ていた。

他方、北側にある多摩川は中間の小河内ダムでせき止められる。このダムで小菅川が分岐するが、本流の丹波山と支流の小菅の分岐点からの距離はほぼ同じであった。また多摩川の青海から分水嶺までの距離や勾配は相模川によく似ているだけでなく、両地点の位置や高さは相模川の笹子に似ていた。

2. 相模川流域の0x濃度

相模川流域の汚染実態を知る目的で、平成9年度に移動局を笹子に設置したことがある。この地点は

上野原局から約30km、大月局から約10km西方にあり、分水嶺(笹子峠)まで約5kmの距離にある(図2)。

測定結果のうち、0xの日最高値の関係を図3に示した。ここで、上野原局と大月局の間では日最高値が偏差10%以内で一致した日数/有効測定日数は35日/91日(約40%)になり、一致した日は高濃度日に偏っていた。また上野原局と笹子局とでも41日/100日(約40%)となり、この結果から汚染気味の流入は約4割のひん度で笹子にまで及ぶことがわかった。

3. 他の流域の0x濃度

表1に、調査期間中の各地点の地上風と0x濃度を上野原局の値とともに示した。ここで秋山の地上風

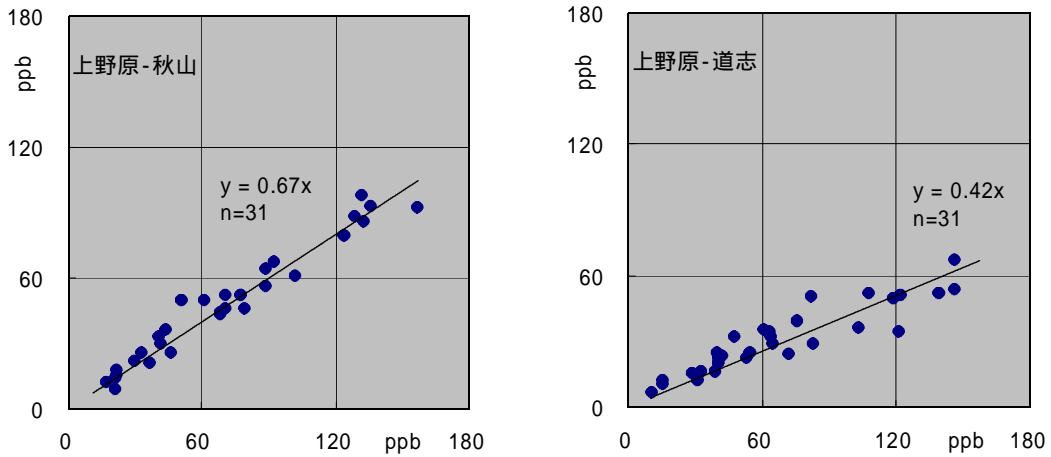


図4 上野原(X軸)と秋山、道志(Y軸)の0x日最高値の関係
(左:平成14年7月18日~7月31日、右:8月1日~8月31日)

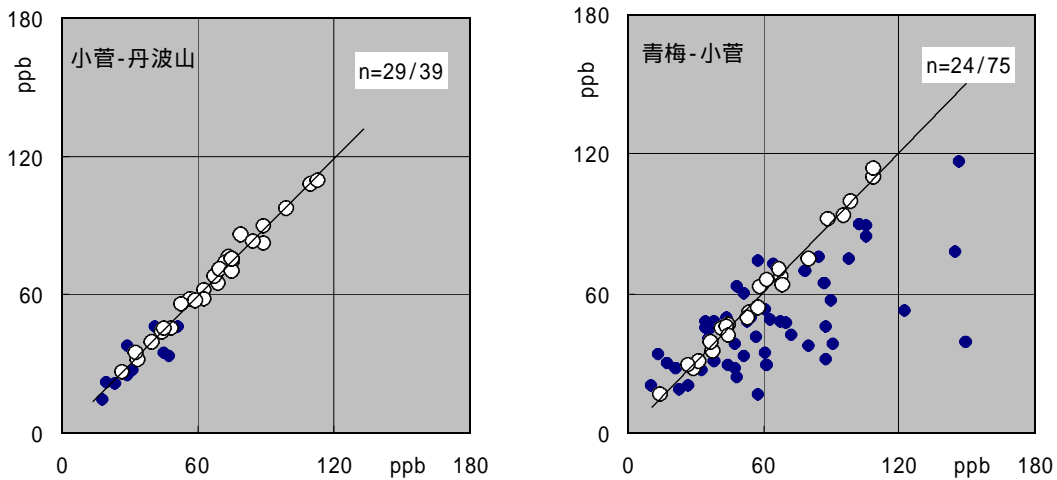


図5 小菅(X軸)と丹波山(Y軸)、青梅局⁵⁾(X軸)と小菅(Y軸)の0x日最高値の関係
(左:平成15年5月28日~7月8日、右:6月1日~8月27日、n: 偏差10%以内で一致した日数()/有効測定日数)

表1 調査期間中の各地点の地上風と0x濃度

期 間	H14. 7.1 ~ 7.31	H14. 8.1 ~ 8.31	H15. 5.28 ~ 8.27	H15. 5.28 ~ 7.8
調査地点	秋 山	道 志	小 菅	丹波山
最多風向	ENE	ENE	-	ESE
平均風速	1.2m/s	0.5m/s	-	2.0m/s
最高値	98ppb	67ppb	117ppb	109ppb
平均値	48ppb	30ppb	24ppb	28ppb
近傍局	上野原局	上野原局	上野原局	上野原局
最多風向	SE	ESE	SE	ESE
平均風速	1.6m/s	1.5m/s	1.3m/s	1.4m/s
最高値	157ppb	146ppb	157ppb	121ppb
平均値	70ppb	68ppb	24ppb	29ppb

は、風速が上野原局よりやや小さかったが秋山川下流からの東寄りの風(ENE)が卓越し、平野からの影響が予想された。しかし測定した0x濃度は上野原局より明らかに低く、最高値で約60ppb、平均値で約20

ppbの差が生じた。また道志も同様に、道志川下流からの風(ENE)が卓越したが、風速は小さく、上野原局と最高値で約80ppb、平均値で約40ppbの差が生じた。図4に両地点と上野原局の日最高値の関係を

表2 各高度まで100mごとに観測した上層風と地上のOx濃度

m	上野原		秋山		道志		小菅		丹波山		小河内	
	風向	風速	風向	風速	風向	風速	風向	風速	風向	風速	風向	風速
2000					SSW	4.0	SSE	2.6	SSE	2.3		
1900			WSW	5.0	SSW	4.2	S	3.1	S	2.5	SW	6.1
1800			WSW	4.8	SSW	3.9	S	1.5	S	1.0	SW	5.9
1700	W	4.3	WSW	4.8	SSW	2.1	S	1.7	S	1.8	SSW	5.0
1600	W	4.0	WSW	3.6	S	1.1	SSE	2.6	SE	2.2	SSW	4.5
1500	W	3.6	WSW	2.3	S	2.3	SE	5.3	SE	3.4	SSW	3.6
1400	W	2.6	SW	1.2	S	3.5	SE	4.0	SE	2.9	S	2.1
1300	WSW	2.1	S	1.9	S	4.0	SE	2.3	SE	1.8	SSE	0.9
1200	SW	1.8	SE	3.0	SSE	4.5	SE	0.9	S	0.6	SE	1.7
1100	SSW	1.6	SE	4.1	SSE	4.7	E	2.0	E	0.8	ESE	2.5
1000	S	1.4	SE	2.4	SE	3.1	E	3.4	E	2.9	ESE	3.3
900	SE	0.5	SE	1.5	SE	1.6	E	4.0	E	4.7	ESE	4.9
800	ESE	1.3	ESE	0.9	ESE	0.6	E	3.4	E	3.2	ESE	4.2
700	ESE	2.1	ENE	1.5	ENE	2.6	E	3.0	ESE	2.5	ESE	3.8
600	ESE	2.6	ENE	3.0							ENE	2.7
500	ESE	3.0	ENE	1.7								
400	ESE	4.0										
300	ESE	4.9										
200												
100												
地表	ESE	4.1	ENE	0.9	ENE	1.2	-	-	ESE	1.5	-	-
標高	160m		360m		630m		630m		630m		520m	
年.月.日	H14.8.7		H14.7.12		H14.8.6		H15.5.30		H15.5.30		H15.8.6	
時刻	13時		13時		13時		13時		14時		13時	
日最高値	119ppb		86ppb		67ppb		69ppb		65ppb		-	
上野原局	119ppb		133ppb		146ppb		65ppb		65ppb		105ppb	

高度(m)：海拔高度、風速：m/s

示したが、Oxは上野原局に対して秋山では約70%($y=0.67x$)、道志では約40%($y=0.42x$)の濃度にとどまることがわかった。

他方、丹波山では、多摩川下流からの地上風が上野原局より強かった(小菅は未測)。Ox濃度の平均値は、秋山、道志とは異なって、小菅、丹波山ともに上野原局によく一致した。図5に、小菅と丹波山、下流の青梅局⁵⁾の日最高値の関係を示した。小菅と丹波山は約3kmの距離にあり、この値が偏差10%以内で一致した日数/有効測定日数は、29日/39日(約70%)と特に大きく、両地点は常に同一の気かいに覆われると考えられた。また青梅局と小菅の間では、偏差10%以内で一致した日数/有効測定日数は24日/75日(約30%)となった。この値は青梅でOx濃度が高くなった場合、約3割のひん度で小菅や丹波山でも高濃度になることがわかった。

4. 地上風と上層風

表2にパイロット・バルーンによる上層風の観測事例を示した。

14年8月7日13時の上野原局上空では東(ESE~SE)から900mの高度まで東寄りの風が進入し、地表付近の谷風と上空の海風とが一体化していた。またその

上方では逆向きの西風となる海風循環が生じていた。このような循環は大気安定すると数日間続くことが多く、光化学反応を繰り返すため大気中のOx濃度が高くなる。この循環が続いたと考えられる8月4~7日の上野原局の日最高値は、103~146ppbであった。本県東部にはこのような海風が南東~東から進入し、地上のOx濃度に影響を及ぼす。

ここで秋山の観測事例を同表に示した。地表付近では秋山川に沿う北東風(ENE:谷風)が吹いていたが、その上方では南東風(ESE~SE:海風)が卓越した。さらに上方では西風(WSW:海風反流)となり、秋山上空の風系は3層構造になっていた。

そのため平野側から高濃度のOxを含む海風が進入しても、秋山ではこれが上空を通過するしくみになっていた。また相模湖を迂回して谷風で進入する汚染気かいは上空から新たなOxが供給されることもないため、初期濃度が高くても次第に消費されて濃度は低くなると考えられた。

道志でも全く同様に、上野原局に高濃度をもたらした海風は上空を通過するだけでなく、津久井湖からの谷風はOxを消費しながら進入するため、高濃度になる機会は少ないと考えられた。両地点は上野原に近接したが、Ox濃度は上野原とは異なった。

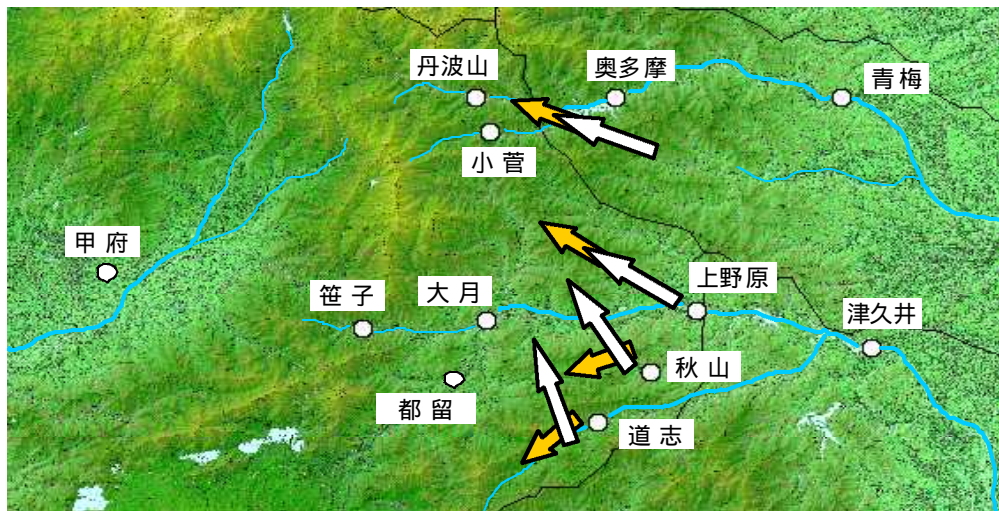


図6 地上風(黄色)と上層風(白色)との関係

他方、小菅や丹波山は上野原局と同様に、地表付近の谷風と上空の海風が一体化していた。そのため上空の汚染気かが地表に運ばれやすい構造になっており、これが上野原局と同濃度になる理由になると考えられた。このように谷の向きと海風の進入経路が一致することが地表のOx濃度を上げる必要条件の一つであり、青梅以西の多摩川上流部もOx濃度が高くなりやすい地域であると考えられた。

5. 光化学大気汚染の有無

図6にこれまで述べた地上風(谷風)と上層風(海風)との関係を示した。小菅や丹波山は上野原同様に地上風と上層風が一致したが、秋山や道志では、これが交差した。4地点ともに平野に谷を開く地形であったが、この違いが地上のOx濃度に大きな影響を与えると考えられた。

ここで大月局に隣接する地点に都留局がある。この局では相模川に沿った北西(NW~NNW)の地上風で濃度が比較的高くなるが、注意報の発令数は少ない。しかし平成6年5月の発令時の地上風は南東風(SE)で、道志方面から高濃度の汚染気かが入った⁶⁾とされ、上層風が地上に達することもあると見なせた。このような事例があることから、秋山や道志についても光化学大気汚染の可能性は皆無ではないと考えられた。

なお、関東平野西部で発達する大規模海風は本県の大菩薩嶺など中部山岳域に発生する熱的低気圧⁷⁾が原因とされ、図6に示した上層風はこの方向に収束している。谷がこの収束点を向いている小菅や丹波山は上空の汚染質を取り込みやすい地形であり、両地点の光化学大気汚染については今後も十分に注意を払う必要があった。

まとめ

測定局が配置されていない本県東部の4地点でOxと上層風を調査した。

その結果、上層と地上の風向が交差する秋山や道志では、関東平野の光化学大気汚染の影響は少なかった。しかし、両者の方向が一致する小菅や丹波山では汚染の影響を受けやすいことがわかった。

引用文献

- 1) 阿相敏明ら: 神奈川県西部地域における大気汚染発生機構の解明(2), 神奈川県環境科学センター研究報告, 18, 7~16(1995)
- 2) 清水源治ら: 山梨県における光化学大気汚染の特徴, 第37回大気環境学会講演要旨集, 494(1996)
- 3) 山梨県企画県民局企画課: 大気汚染物質の立体的移流・拡散モデルの検討, 平成7年度産学官共同促進事業研究成果報告書, 34-49(1996)
- 3) 花輪健司, 片谷教孝: 山梨県の光化学オキシダントの流入経路の解析, 第44回大気環境学会講演要旨集, 351(2003)
- 4) 清水源治ら: ドップラーレーダによる上層風の連続観測からみた上空のオキシダントの地上への影響, 山梨衛公研年報, 50, 48~54(2006)
- 5) 東京の環境: 東京都環境局ホームページ, 平成15年5~8月
- 6) 日本気象協会: 山梨県平成6年度大気汚染業務報告書(平成6年12月)
- 7) 新田 尚ら: キーワード気象の事典, 朝倉書店(2002)