

VOC モニタリングデータの整理・検証について

平成 26 年 2 月 28 日

内容

VOC モニタリングデータの整理・検証について	1
1 はじめに.....	2
2 調査概要	2
3 VOC 成分別濃度・割合	6
3.1 環境省調査結果(H25 年 夏季調査).....	6
3.2 東京都調査結果.....	9
3.3 埼玉県調査結果.....	11
3.4 首都大学調査結果	15
4 OH ラジカル反応性を考慮した VOC 成分別濃度・割合	15
4.1 環境省調査結果(H25 年 夏季調査).....	16
4.2 東京都調査結果	19
4.3 埼玉県調査結果.....	21
4.4 首都大学調査結果	25
5 MIR を考慮した VOC 成分別濃度・割合.....	25
5.1 環境省調査結果(H25 年 夏季調査).....	25
5.2 東京都調査結果.....	28
5.3 埼玉県調査結果.....	30
5.4 首都大学調査結果	34
6 VOC 排出量と大気中濃度の関係.....	34
7 VOC 調査結果のまとめ.....	38
8 BVOC 調査結果の整理.....	39
8.1 はじめに	39
8.2 H25 年度調査概要	39
8.3 夏季調査結果.....	41
8.4 前年度調査結果との比較.....	43
8.5 BVOC 濃度レベルの妥当性検討	44
9 (参考資料).....	51
9.1 設定した KOH、MIR 一覧.....	51
9.2 (補足) BVOC の H24 年度調査と H25 年度調査の相違点および検討課題	52
(参考文献).....	53

1 はじめに

これまでに実施された日本国内での VOC 成分別濃度の調査事例を収集・整理し、成分別濃度・割合を比較するとともに、OH ラジカルとの反応性や、オキシダント生成能(MIR)を考慮し、光化学オキシダント生成に大きく寄与する成分の把握等を行った。既往調査事例の収集にあたっては、以下の点を考慮した。

- ・比較的最近(2000 年以降)の調査事例であること
- ・個別の VOC について、50 成分以上の物質が測定されていること
- ・年平均濃度または季節平均濃度の代表値として扱うための十分なサンプル数(例:月 1 回=年間 12 サンプル、各季 1 週間連続サンプリングなど)が調査されていること

上記の点を考慮して、本資料では以下の調査事例について解析を行った。

東京都環境科学研究所大気中 VOC 成分組成調査¹

埼玉県炭化水素類組成調査²

東京郊外での多成分揮発性有機化合物の長期測定と OH 反応性およびオゾン生成ポテンシャルによる大気質評価³

環境省 VOC モニタリング調査

2 調査概要

今回解析対象とした調査の概要を表 1 に整理した。測定対象成分については、表 2 に一覧表としてまとめた。また、平成 25 年度の環境省 VOC モニタリング調査の地点位置図を図 1 に示す。

¹星純也、佐々木啓行、天野冴子、樋口雅人、飯村文成、上野広行、「大気中 VOC の成分性の経年変化とオゾン生成への寄与について」東京都環境科学研究所年報 2008, p.10-17 および星委員提供データ

²埼玉県環境部大気環境課が事業化し、埼玉県環境科学国際センターが実施。竹内委員提供データ

³田島洋介、加藤俊吾、Jeeranut Suthawaree、梶井克純、「東京郊外での多成分揮発性有機化合物の長期測定と OH 反応性およびオゾン生成ポテンシャルによる大気質評価」、大気環境学会誌, 45, 56-65 (2010)

表 1 調査概要一覧

	環境省 ¹⁾ (~H23)	環境省 ²⁾ (H25~)	東京都 ³⁾ (H17~)	埼玉県 ⁴⁾ (H17~)	首都大学 ⁵⁾ (H14~H20)
調査期間	平成17年6月~平成23年度	平成25年夏季	平成14年度~平成19年度	平成17年度~	平成14年5月~平成20年12月
調査目的	VOC 排出量の多い物質について、大気環境中の濃度を継続的にモニタリングして経年変化等の基礎データを取得する。	光化学反応性及び大気への排出量を踏まえた光化学オキシダント及び浮遊粒子状物質への寄与が大きい物質を中心に、今後の光化学オキシダント対策及びPM2.5対策の検討に資する	VOC 個別成分の継続モニタリングによる都内の VOC 濃度実態の検討、VOC 対策の検討	大気中の炭化水素組成を明らかにし、Ox生成に寄与する成分の動態を把握する	郊外地域での大気中の VOC 濃度レベルの把握や経年濃度変動、季節変動の有無を把握する
調査地点	全国で53地点、大部分は一般環境だが、一部、自排局や離島の観測点を含む(調査年度によって若干の地点変更有り)	関東地方9地点、うち2地点(さいたま、渋川)はBVOCの測定も実施	都内の一般環境2地点(国設東京・荒川)、道路沿道3地点(八幡山・日比谷・松原橋)	戸田、鴻巣、幸手、寄居(年によって変動あり)	東京都八王子(郊外地点)
調査方法	毎月1回、キャニスターによる24時間サンプリングを実施し、GC-MSにより19成分(メタンを含めて20成分)を定量。	夏季1週間昼夜別サンプリングを実施。キャニスター捕集-GC/MS、固相捕集-GC/MS法、固相捕集-HPLC法で分析。	毎月1回、キャニスターによる24時間サンプリングを実施。GC-MS法およびGC-FID法で90成分~105成分を測定。	H21年以降は毎月1回昼夜別サンプリング。試料採取は容器採取法と固相捕集法の2種類。分析は、GC/MS法、GC-FID法、HPLC-PDA法、LC/MS法で行った。	概ね週1回、キャニスターによるサンプリングを実施(14:30~15:30の間の1分間)。GC-FID法で58成分を測定。
備考	測定対象成分は、平成12年度 VOC 排出インベントリの排出量上位物質のうちキャニスターサンプリング-GC-MS法で定量可能な物質である。	H24年度は秋季・冬季にBVOC調査のみ実施	地点に調査年度、分析項目に違い有り	解析は、調査方法が同一であるH21以降のデータで実施	

1) 2)環境省 VOC モニタリング調査

3) 東京都環境科学研究所大気中 VOC 成分組成調査

4) 埼玉県炭化水素類組成調査

5) 東京郊外での多成分揮発性有機化合物の長期測定と OH 反応性およびオゾン生成ポテンシャルによる大気質評価

平成 25 年度 光化学オキシダント調査検討会（第 4 回）資料

表 2(1) 測定成分一覧

	物質名	分類	環境省 (~H23)	環境省 (H24~)	東京都 (H18~)	埼玉県 (H21~)	首都大学 (H14~H20)
1	アセチレン	アルキン(アルケン)					
2	エチレン	アルケン					
3	エタン	アルカン					
4	プロピレン	アルケン					
5	プロパン	アルカン					
6	イソブタン	アルカン					
7	n-ブタン	アルカン					
8	1-ブテン	アルケン					
9	t-2-ブテン	アルケン					
10	c-2-ブテン	アルケン					
11	イソペンタン	アルカン					
12	1-ペンテン	アルケン					
13	2-メチル-1,3-ブタジエ	BVOC(アルケン)					
14	n-ペンタン	アルカン					
15	t-2-ペンテン	アルケン					
16	c-2-ペンテン	アルケン					
17	2,2-ジメチルブタン	アルカン					
18	シクロペンタン	アルカン					
19	2,3-ジメチルブタン	アルカン					
20	2-メチルペンタン	アルカン					
21	3-メチルペンタン	アルカン					
22	2-メチル-1-ペンテン	アルケン					
23	n-ヘキサン	アルカン					
24	メチルシクロペンタン	アルカン					
25	ベンゼン	芳香族					
26	シクロヘキサン	アルカン					
27	2-メチルヘキサン	アルカン					
28	2,4-ジメチルペンタン	アルカン					
29	2,3-ジメチルペンタン	アルカン					
30	3-メチルヘキサン	アルカン					
31	2,2,4-トリメチルペンタン	アルカン					
32	n-ヘプタン	アルカン					
33	メチルシクロヘキサン	アルカン					
34	2,3,4-トリメチルペンタン	アルカン					
35	トルエン	芳香族					
36	2-メチルヘプタン	アルカン					
37	3-メチルヘプタン	アルカン					
38	n-オクタン	アルカン					
39	エチルベンゼン	芳香族					
40	m&p-キシレン	芳香族					
41	o-キシレン	芳香族					
42	スチレン	芳香族					
43	n-ノナン	アルカン					
44	イソプロピルベンゼン	芳香族					
45	n-プロピルベンゼン	芳香族					
46	-ピネン	BVOC					
47	-ピネン	BVOC					
48	1,3,5-トリメチルベンゼン	芳香族					
49	1,2,4-トリメチルベンゼン	芳香族					
50	4-エチルトルエン	芳香族					
51	3-エチルトルエン	芳香族					
52	2-エチルトルエン	芳香族					
53	n-デカン	アルカン					
54	1,2,3-トリメチルベンゼン	芳香族					
55	m-ジエチルベンゼン	芳香族					
56	p-ジエチルベンゼン	芳香族					
57	n-ウンデカン	アルカン					
58	カンフェン	BVOC					
59	リモネン	BVOC					
60	p-シメン	BVOC					

:一部地点のみ実施

平成 25 年度 光化学オキシダント調査検討会（第 4 回）資料

表 2(2) 測定成分一覧

	物質名	分類	環境省 (~ H23)	環境省 (H24 ~)	東京都 (H18 ~)	埼玉県 (H21 ~)	首都大学 (H14 ~ H20)
61	ホルムアルデヒド	アルデヒド					
62	アセトアルデヒド	アルデヒド					
63	1,3-ブタジエン	アルケン					
64	クロロメタン	ハロゲン類					
65	ジクロロメタン	ハロゲン類					
66	クロホルム	ハロゲン類					
67	四塩化炭素	ハロゲン類					
68	ブromoメタン	ハロゲン類					
69	クロロエタン	ハロゲン類					
70	1,2-ジクロロエタン	ハロゲン類					
71	1,1-ジクロロエタン	ハロゲン類					
72	1,1,1-トリクロロエタン	ハロゲン類					
73	1,1,2-トリクロロエタン	ハロゲン類					
74	1,2-ジブromoエタン	ハロゲン類					
75	塩化ビニルモノマー	ハロゲン類					
76	1,1-ジクロロエチレン	ハロゲン類					
77	c-1,2-ジクロロエチレン	ハロゲン類					
78	トリクロロエチレン	ハロゲン類					
79	テトラクロロエチレン	ハロゲン類					
80	c-1,3-ジクロロプロペン	ハロゲン類					
81	t-1,3-ジクロロプロペン	ハロゲン類					
82	クロロベンゼン	ハロゲン類					
83	m-ジクロロベンゼン	ハロゲン類					
84	p-ジクロロベンゼン	ハロゲン類					
85	o-ジクロロベンゼン	ハロゲン類					
86	HCFC22	フロン類					
87	CFC12	フロン類					
88	CFC11	フロン類					
89	HFC134a	フロン類					
90	CFC114	フロン類					
91	HCFC142b	フロン類					
92	HCFC123	フロン類					
93	HCFC141b	フロン類					
94	CFC113	フロン類					
95	HCFC225ca	フロン類					
96	HCFC225cb	フロン類					
97	プロピオンアルデヒド	アルデヒド					
98	n-イソブチルアルデヒド	アルデヒド					
99	イソバレールアルデヒド	アルデヒド					
100	n-バレールアルデヒド	アルデヒド					
101	ヘキサナール	アルデヒド					
102	ヘプサルアルデヒド	アルデヒド					
103	アセトン	ケトン・エステル・アルコール					
104	メチルエチルケトン	ケトン・エステル・アルコール					
105	メチルイソブチルケトン	ケトン・エステル・アルコール					
106	アクリロニトリル	その他					
107	1,2-ジクロロプロパン	ハロゲン類					
108	1,2,4-トリクロロベンゼン	ハロゲン類					
109	酸化エチレン	その他					
110	酢酸エチル	ケトン・エステル・アルコール					
111	イソプロピルアルコール	ケトン・エステル・アルコール					
112	酢酸ブチル	ケトン・エステル・アルコール					
113	n-ブチルアルコール	ケトン・エステル・アルコール					
114	酢酸メチル	ケトン・エステル・アルコール					
115	メチル-t-ブチルエーテル	ケトン・エステル・アルコール					
116	n-プロピルアルコール	ケトン・エステル・アルコール					
117	1,1,2,2-テトラクロロエタン	ハロゲン類					
118	3-メチル-1-ブテン	アルケン					
119	2-メチル-2-ブテン	アルケン					
120	シクロペンテン	アルケン					
121	4-メチル1-ペンテン	アルケン					
122	t-2-ヘキセン	アルケン					
123	c-2-ヘキセン	アルケン					

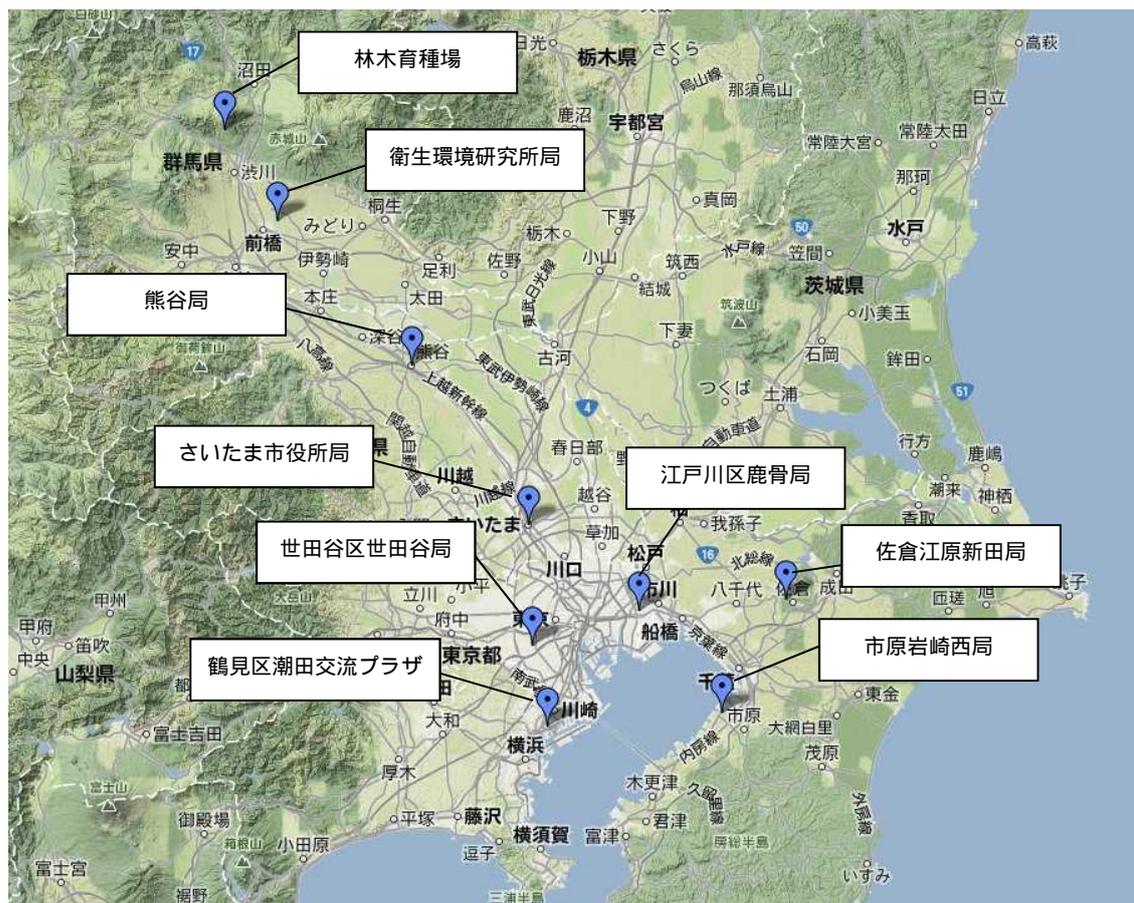


図 1 環境省 VOC モニタリング調査地点位置図

3 VOC 成分別濃度・割合

3.1 環境省調査結果(H25 年 夏季調査)

図 2 に VOC 分類別の濃度および割合を示す。VOC 総量について期間平均濃度を地点別に比較すると、江戸川、世田谷、鶴見、さいたまが 30ppb 以上であった。一方、渋川地点のみが 20ppb 以下であった。昼夜別の濃度を比較した場合、すべての地点で日中の方が高濃度であったが、前橋、市原、渋川では、日中と夜間の濃度差は比較的小さかった。

組成に着目した場合、最も割合が高いのはアルカン類であった。二番目に高い割合を示した成分は、地点毎に異なり、江戸川、鶴見、佐倉はアルケン類であったが、世田谷、市原、熊谷、前橋、渋川では、アルデヒド類の割合が高かった。また、佐倉、渋川では BVOC(ISOP+ピネン)の割合が他の地点と比較するとやや高い傾向が見られた。昼夜別に組成を比較した場合、すべての地点でアルデヒド類の割合は日中の方が高い傾向がみられた。

平成 25 年度 光化学オキシダント調査検討会（第 4 回）資料

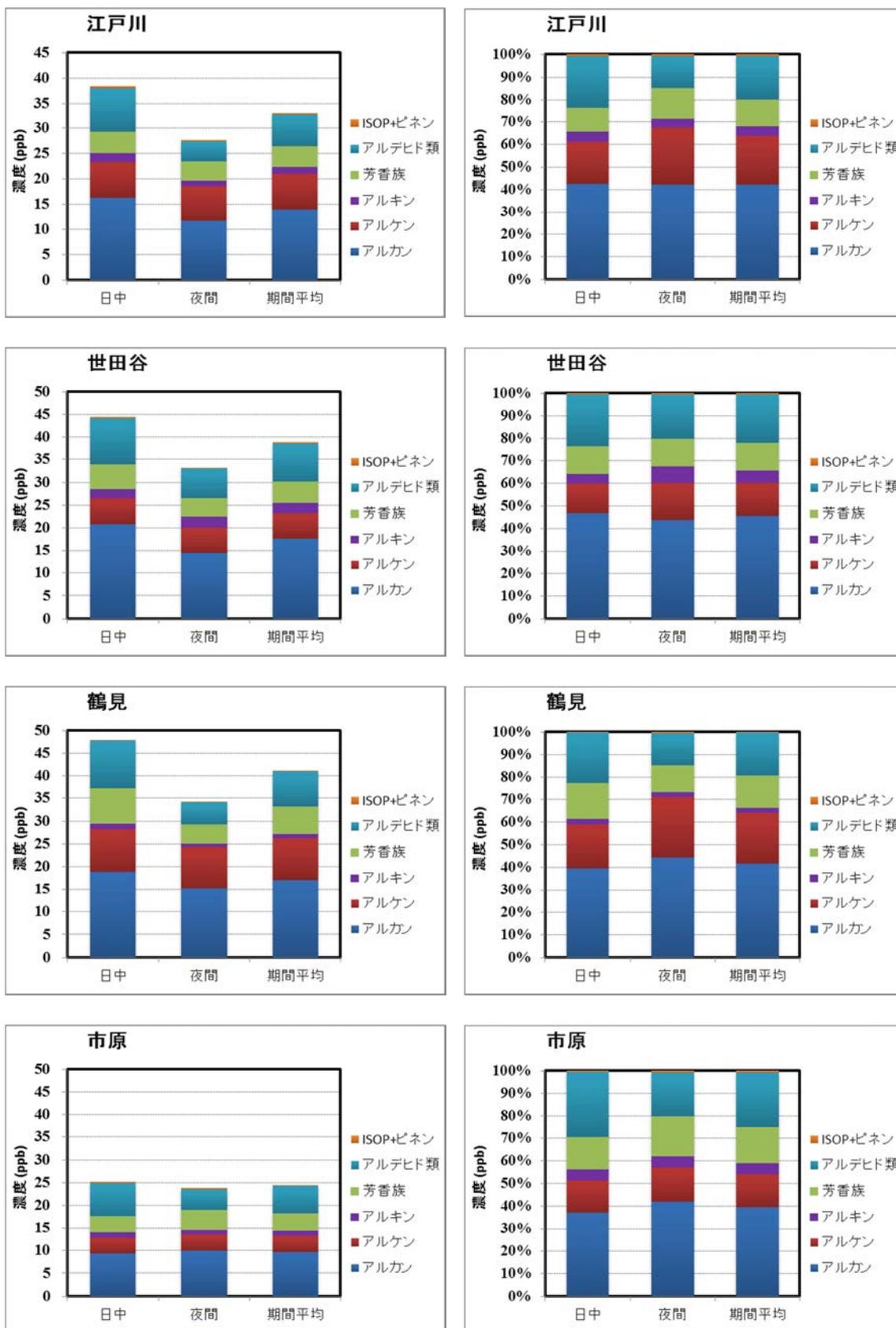


図 2(1) 環境省調査結果(左図:VOC 濃度 右図:VOC 組成)

平成 25 年度 光化学オキシダント調査検討会（第 4 回）資料

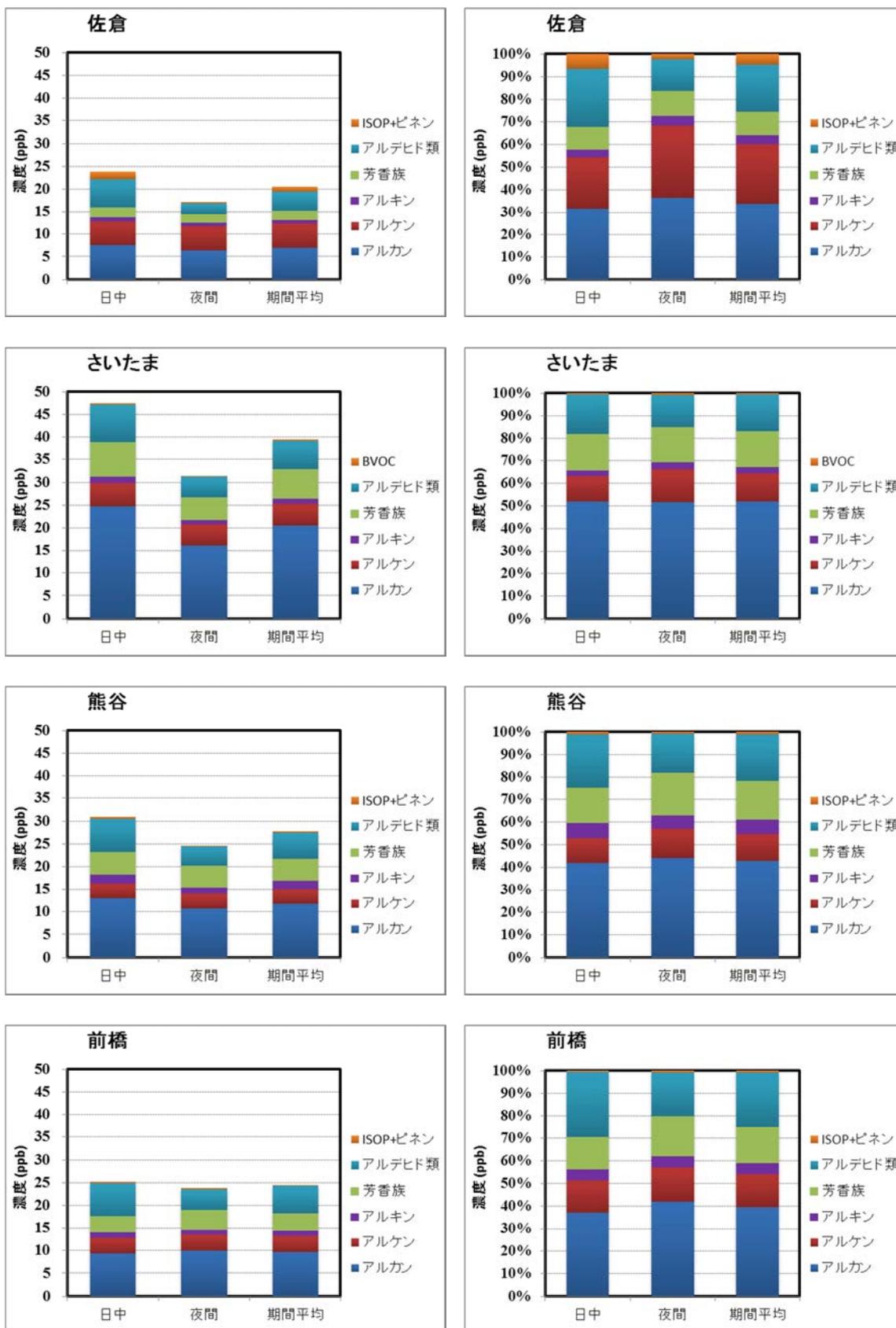


図 2(2) 環境省調査結果(左図:VOC 濃度 右図:VOC 組成)

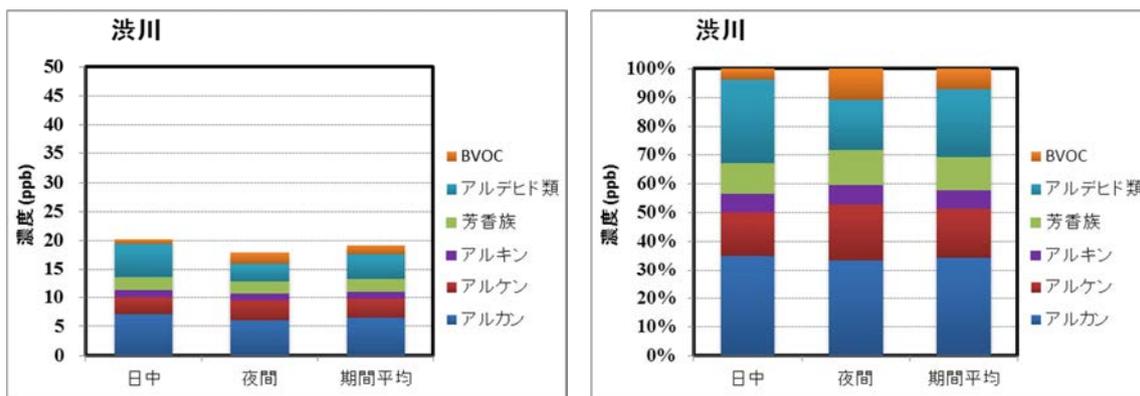


図 2(3) 環境省調査結果(左図:VOC 濃度 右図:VOC 組成)

3.2 東京都調査結果

図 3 に VOC 分類別の濃度および割合を示す。平成 21 年度調査を実施した国設東京(一般局)および八幡山(自排局)について比較すると VOC 総量は 八幡山 > 国設東京 の傾向がみられ、両地点共に H18 年度 ~ H19 年度よりも濃度は低下していた。H17 年度 ~ H19 年度に調査を実施した荒川(一般局)、日比谷(自排局)、松原橋(自排局)について着目すると、松原橋の濃度レベルが他の 2 地点と比較するとやや高かった。3 年間の経年変化については、荒川はほぼ横ばい、日比谷、松原橋についてはやや上昇する傾向が見られた。

組成に着目した場合、H21 年度調査の国設東京、八幡山ともにアルカン類の割合が最も高いが、2 番目に多い成分は国設東京ではケトン・エステル類、八幡山では、アルケン類であった。荒川、日比谷、松原橋については、H19 年度調査では松原橋ではアルカン類の割合が最も高いが、荒川、日比谷はアルカン類とケトン・エステル類が同程度の割合であった。

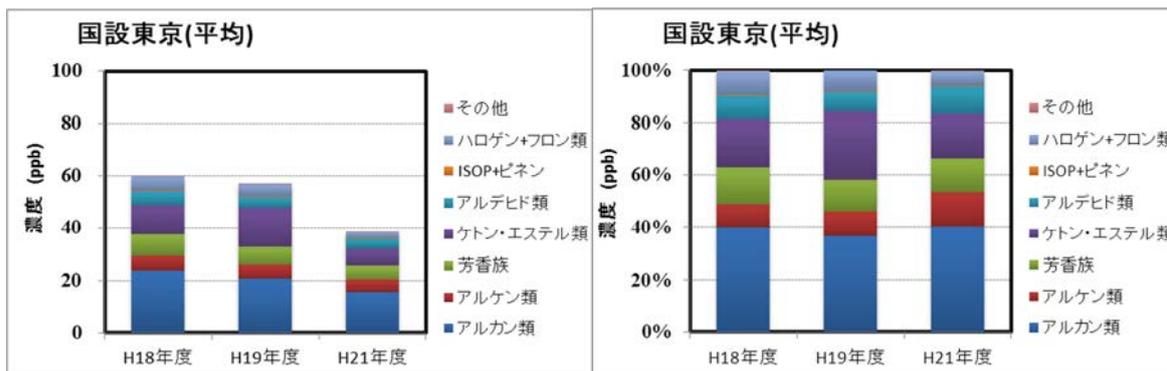


図 3(1) 東京都調査結果(左図:VOC 濃度 右図:VOC 組成)

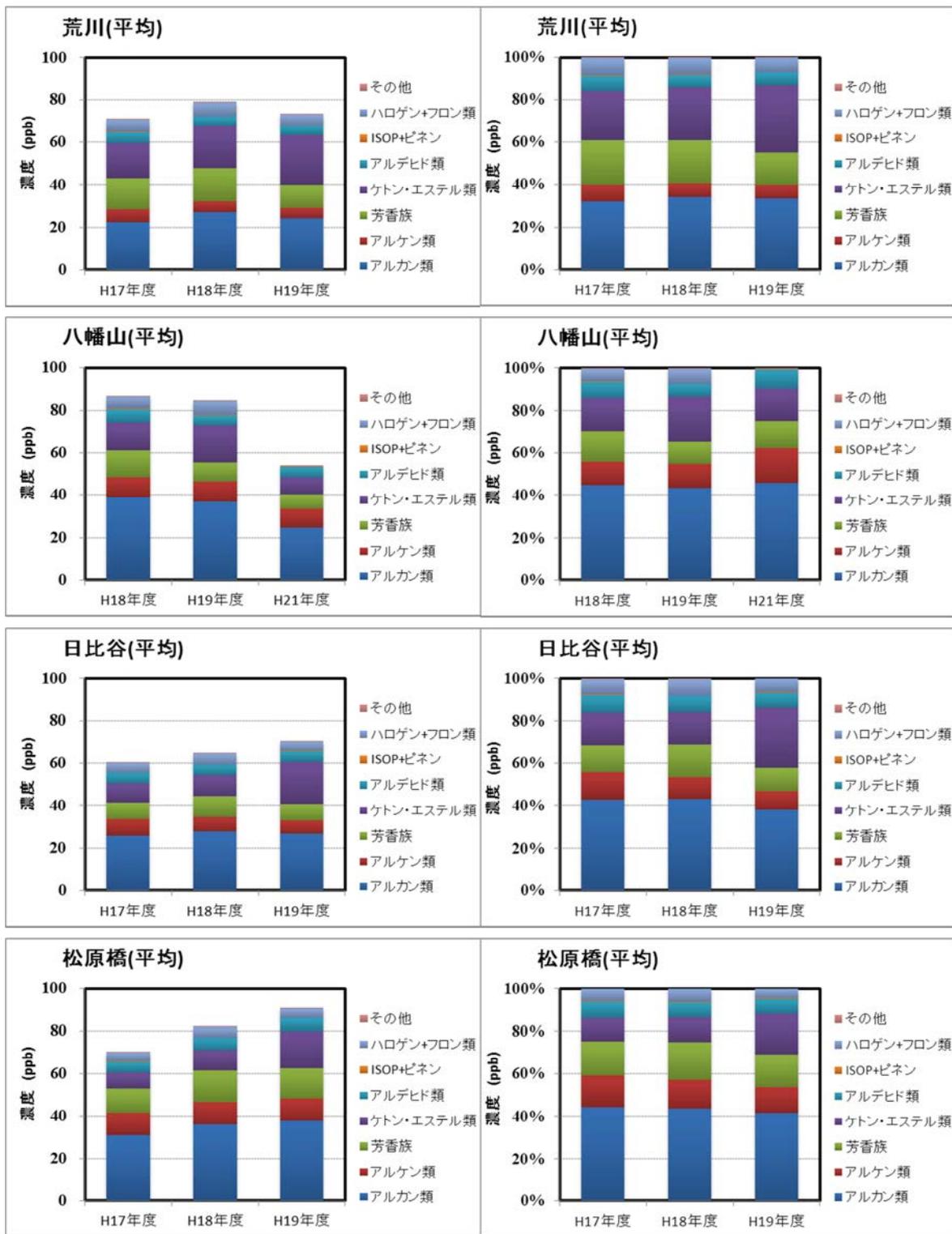


図 3(2) 東京都調査結果(左図:VOC 濃度 右図:VOC 組成)

3.3 埼玉県調査結果

図 4 に VOC 分類別の濃度および割合を示す。VOC 総量を地点別に比較した場合、戸田で高く、寄居で低く、鴻巣、幸手はその中間程度の濃度であった。経年変化に着目すると、すべての地点で、H21 年度から H22 年度で濃度低下がみられ、その後の濃度変化は比較的小さかった。昼夜別の濃度に着目した場合、寄居以外の地点では、夜間の濃度について、H22 年度～H24 年度にかけて軒増傾向が見られた。同一年度で昼夜別濃度を比較すると、濃度差が小さいか、夜間の方がやや濃度が高い傾向が見られた。

組成に着目した場合、最も割合の大きいのはすべての地点でアルカン類であった。二番目に多い成分は地点によって傾向が異なり、戸田では、芳香族の割合が高く、鴻巣、幸手ではアルケン類と芳香族が同程度、寄居ではアルデヒド類の割合が高かった。経年的には各地点ともに顕著な傾向は見られないが、戸田(日中)や、幸手(夜間)、鴻巣(夜間)については、アルカン類の割合がやや高くなる傾向が見られた。

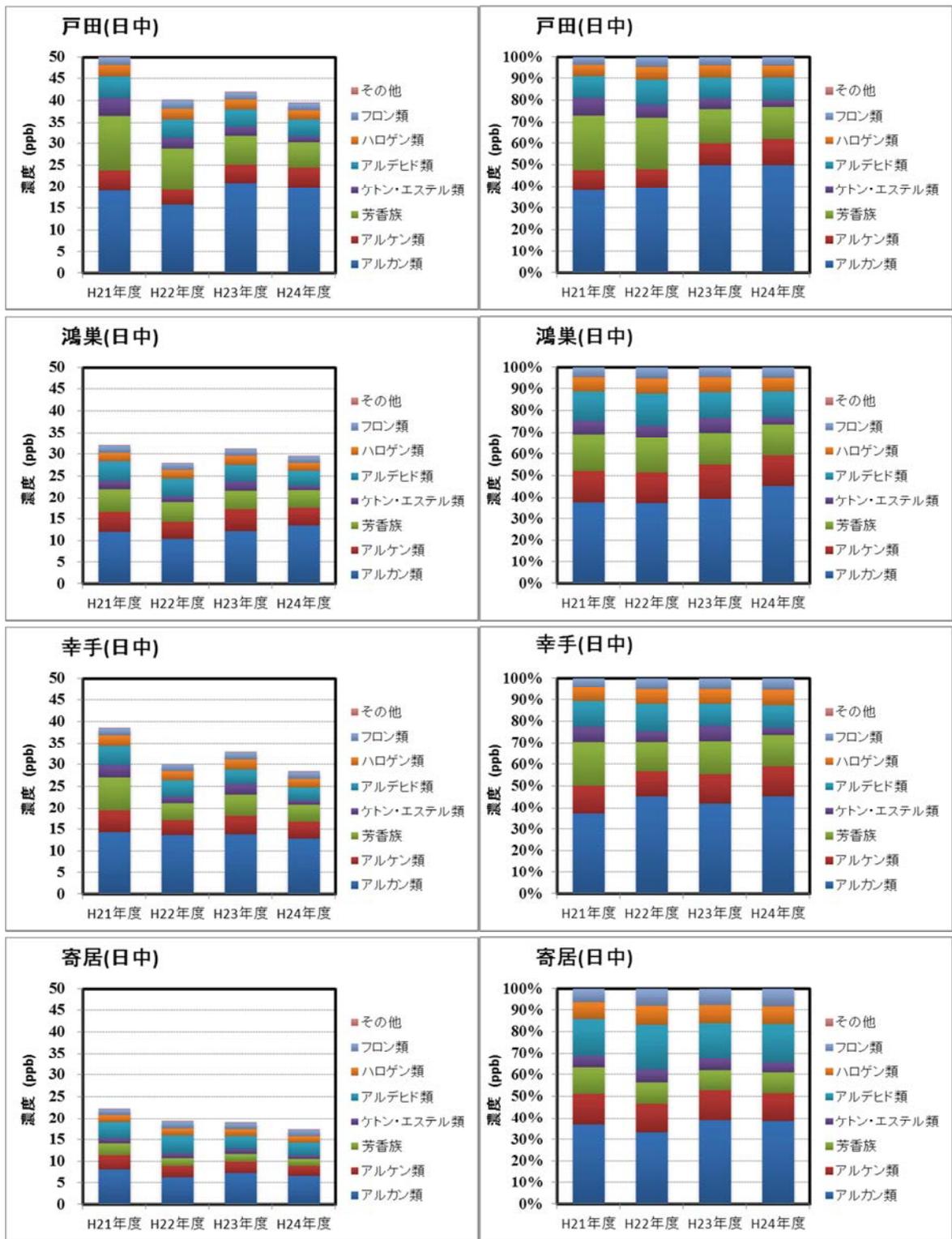


図 4(1) 埼玉県調査結果(左図:日中 VOC 濃度 右図:日中 VOC 組成)

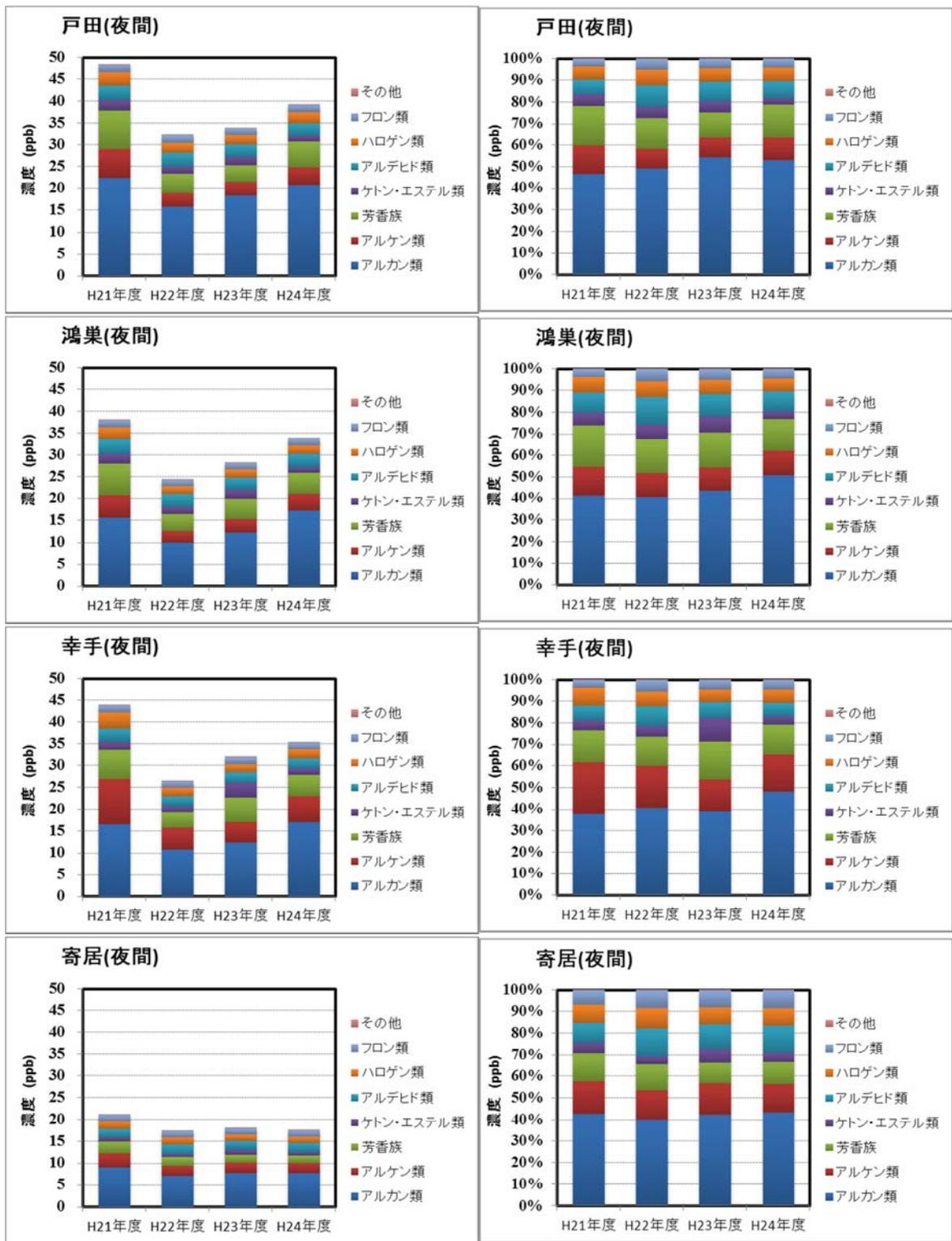


図 4(2) 埼玉県調査結果(左図:夜間 VOC 濃度 右図:夜間 VOC 組成)

平成 25 年度 光化学オキシダント調査検討会（第 4 回）資料

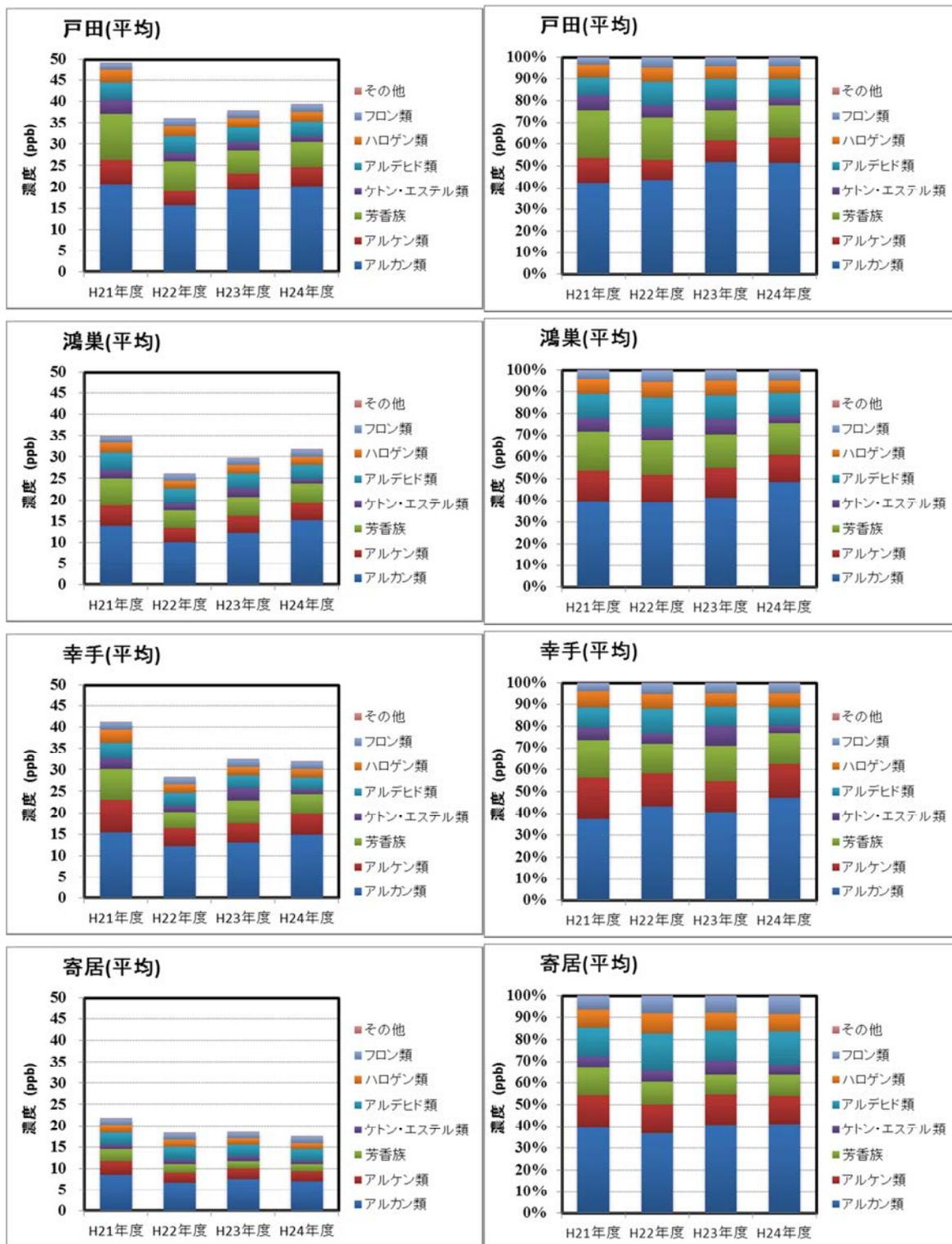


図 4(3) 埼玉県調査結果(左図:平均 VOC 濃度 右図:平均 VOC 組成)

3.4 首都大学調査結果

図 5 に VOC 分類別の濃度および割合を示す。季節別の VOC 総量は夏季が最も高く、春季に低くなる傾向が見られた。

組成に着目した場合、季節間の差異は比較的小さく、アルカン > 芳香族 > アルケン > BVOC の順で割合が大きかった。なお、BVOC については、夏季の割合が他の季節と比較するとやや大きくなる傾向が見られた。

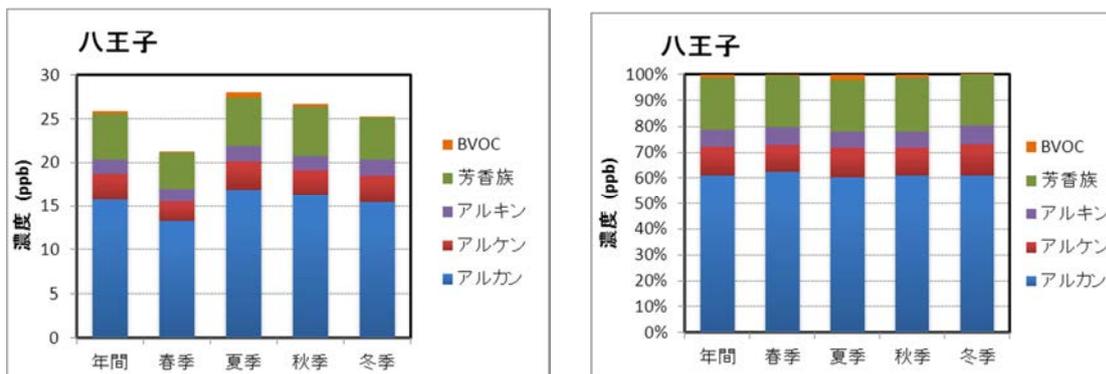


図 5 首都大学調査結果(左図:VOC 濃度 右図:VOC 組成)

4 OH ラジカル反応性を考慮した VOC 成分別濃度・割合

光化学オキシダント生成の中で重要な役割を持つ VOC 成分を検討するためには、VOC の成分濃度だけでなく、大気中での反応性に着目する必要がある。そこで、大気中における反応性の指標として、OH ラジカルとの反応速度定数(k_{OH})を用いた解析を行った。 k_{OH} は文献値(Atkinson *et al.*, 2003, Atkinson *et al.*, 1990, Cox *et al.*, 1976, Strekowski *et al.*, 2009, Stephanle *et al.*, 1990, Carter, 2010)から整理し、VOC 成分毎に k_{OH} と大気濃度の積を算出し(式 1)、考察を行った。

$$RI = C \times k_{OH} \quad (\text{式 1})$$

RI : Reactivity Index [s^{-1}]
 C : 濃度 [molecule cm^{-3}]
 k_{OH} : OH ラジカルとの反応速度定数 [$\text{cm}^3 \text{ molecule}^{-1} \text{ s}^{-1}$]

4.1 環境省調査結果(H25 年 夏季調査)

図 6 に VOC 分類別の $k_{OH} \times$ 濃度およびその割合を示す。期間平均の $k_{OH} \times$ 濃度は、地点によって、 $6 \sim 8s^{-1}$ 程度であり、図 2 に示した VOC 濃度と比較すると地点間の差が小さかった。昼夜別に比較すると江戸川、世田谷、鶴見、佐倉、さいたま、熊谷では明らかに日中の方が大きかったが、市原、前橋、渋川では日中と夜間の差が比較的小さかった。

割合に着目した場合、渋川では BVOC の寄与が最も大きかったが、他の地点ではアルケン類の寄与が最も大きかった。また、すべての地点で、芳香族よりもアルデヒド類の寄与が大きい傾向が見られた。佐倉については、他の地点よりも ISOP+ピネンの寄与が大きいのが特徴的であった。

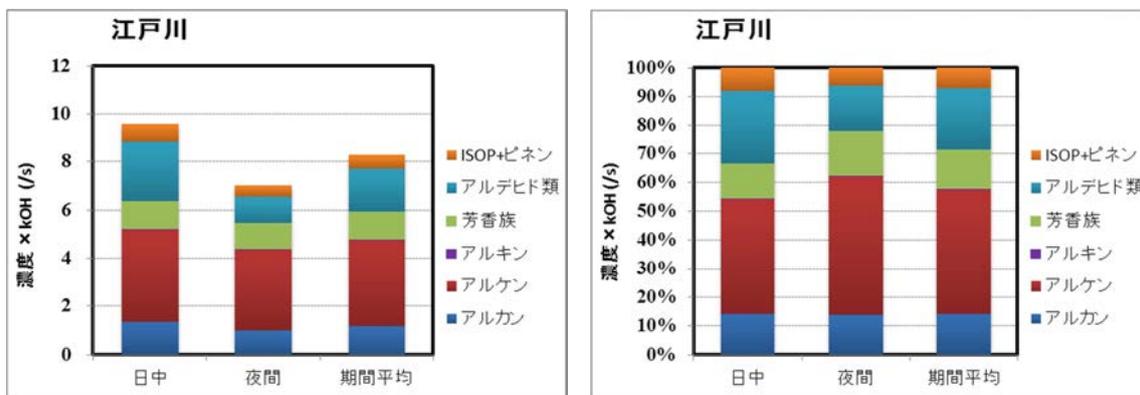


図 6(1) 環境省調査結果(左図: $k_{OH} \times$ VOC 濃度 右図:VOC 組成)

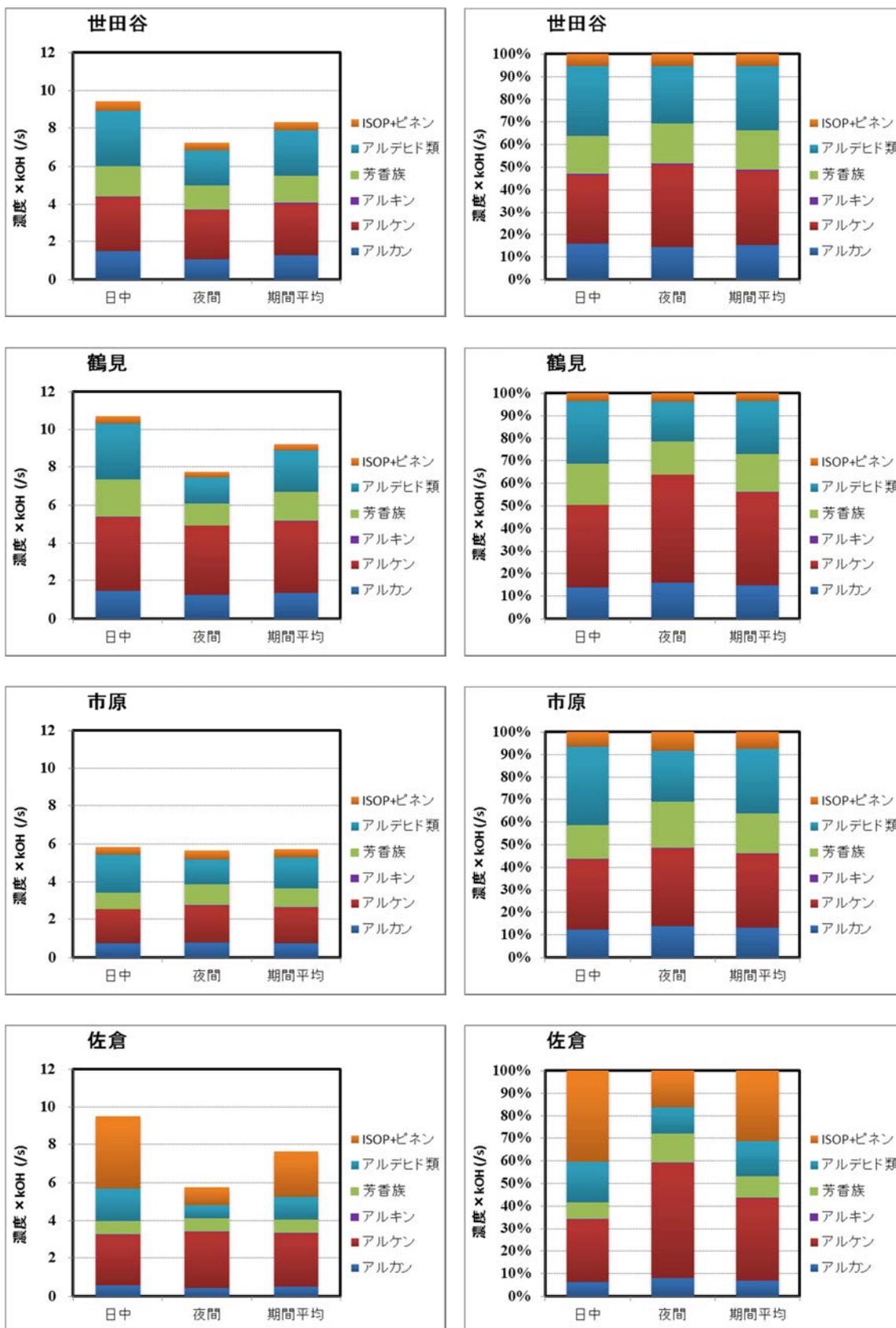


図 6(2) 環境省調査結果(左図:KOH × VOC 濃度 右図:VOC 組成)

平成 25 年度 光化学オキシダント調査検討会（第 4 回）資料

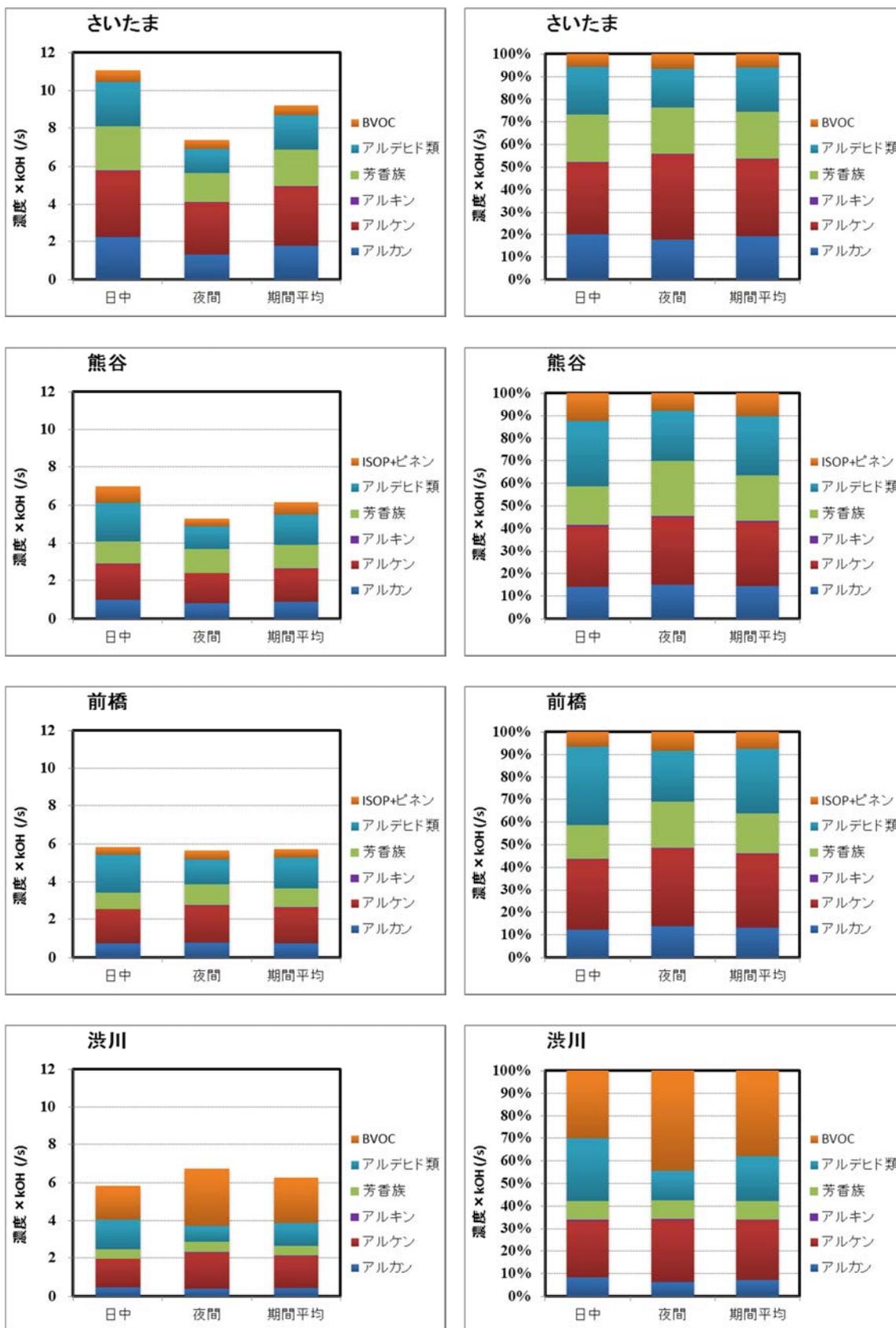


図 6(3) 環境省調査結果(左図: $k_{OH} \times VOC$ 濃度 右図: VOC 組成)

4.2 東京都調査結果

図 7 に VOC 分類別の $k_{OH} \times$ 濃度およびその割合を示す。H21 年度調査を実施した、国設東京、八幡山に着目した場合、VOC 濃度と同様に $k_{OH} \times$ 濃度は、八幡山 > 国設東京 であり、両地点ともに H18 年度～H19 年度調査と比較すると、H21 年度は低下している。荒川、日比谷、松原橋に着目すると、 $k_{OH} \times$ 濃度の値は、荒川、日比谷で同程度、松原橋ではこれら2地点よりも高かった。また、H17 年度～H19 年度の3年間で、荒川、日比谷ではほぼ横ばいであったが、松原橋では増加する傾向が見られた。

寄与割合に着目すると、国設東京、八幡山については H21 年度調査ではアルケン類の比率が最も高く、次いで芳香族、アルデヒド類の寄与が同程度となっている。また、H19 年度調査では、松原橋ではアルケン類の寄与が最も大きい、荒川、日比谷では、アルカン類、アルケン類、芳香族、ケトン・エステル類、アルデヒド類の寄与は同程度となっている。

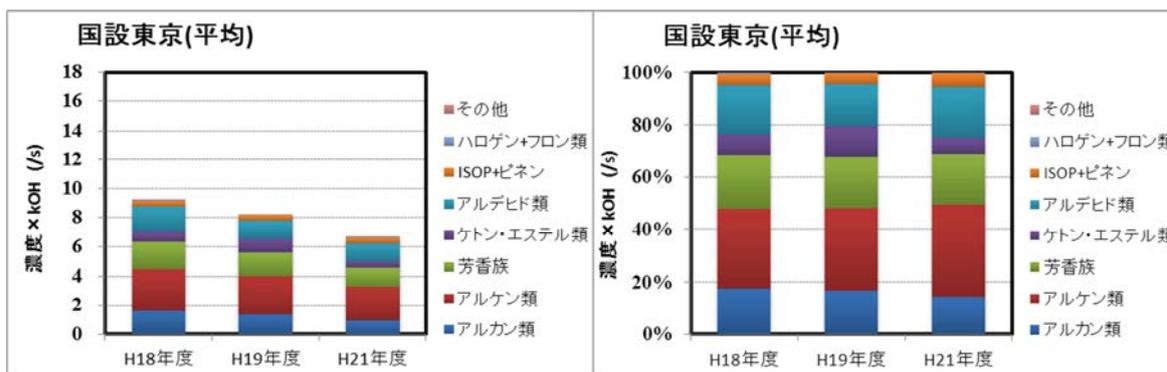


図 7(1) 東京都調査結果(左図: $k_{OH} \times$ VOC 濃度 右図: VOC 組成)

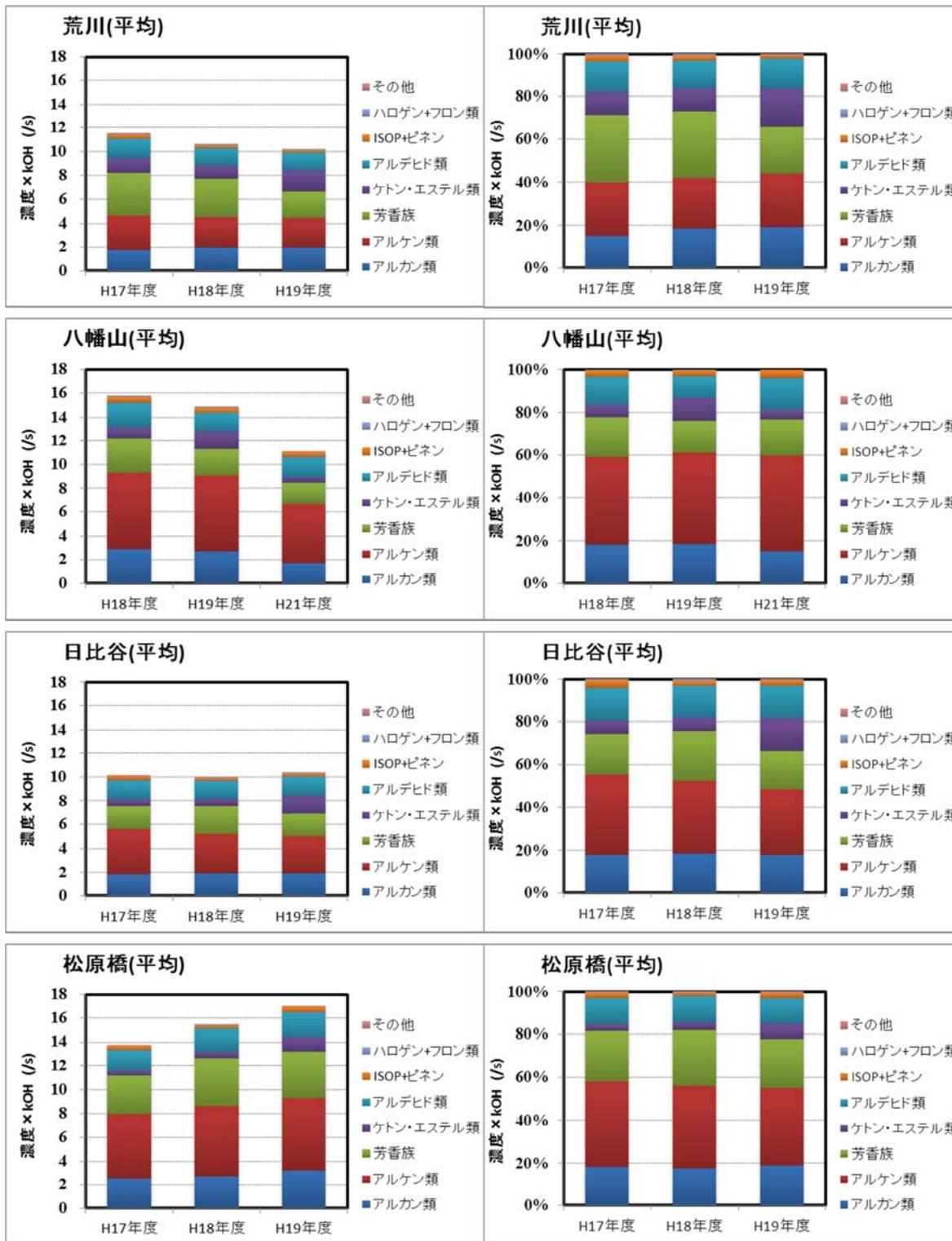


図 7(2) 東京都調査結果(左図: $k_{OH} \times \text{VOC}$ 濃度 右図: VOC 組成)

4.3 埼玉県調査結果

図 8 に VOC 分類別の $k_{OH} \times$ 濃度およびその割合を示す。 $k_{OH} \times$ 濃度を地点別に比較した場合、図 4 に示した VOC 濃度と同様に、戸田で高く、寄居で低く、鴻巣、幸手はその中間程度の値であった。経年変化についても VOC 濃度と同様に、H21 年度から H22 年度で減少が見られたが、その後の変化は小さかった。昼夜別に見た場合、各地点共に日中の方が値がやや大きい。

割合に着目した場合、すべての地点でアルケン類の寄与が最大であった。次いで芳香族とアルデヒド類の寄与が同程度の地点が多いが、寄居についてはアルデヒド類の寄与の方が他の地点よりも大きかった。経年変化については特に顕著な傾向は見られなかった。

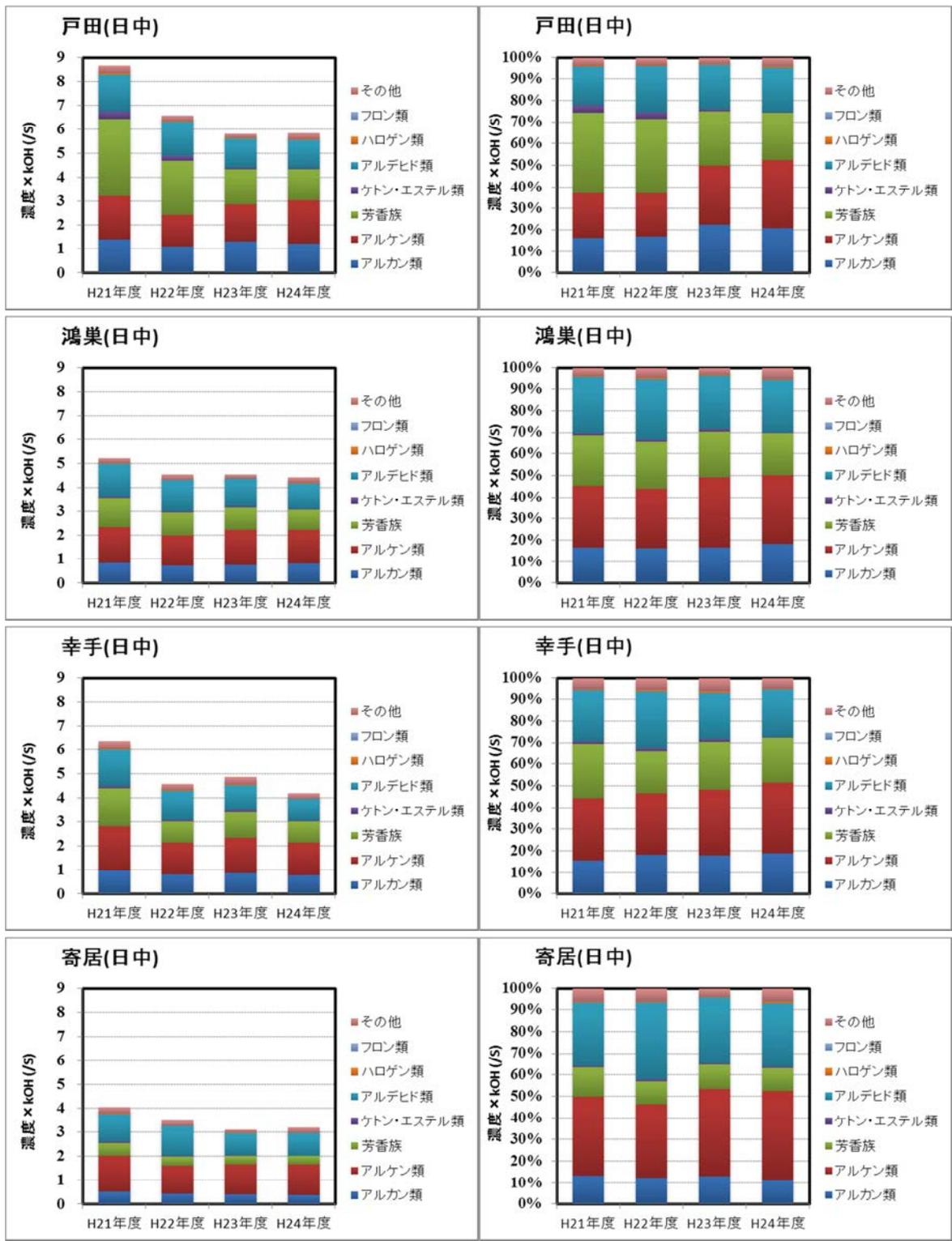


図 8(1) 埼玉県調査結果(左図:日中 $K_{OH} \times VOC$ 濃度 右図:日中 VOC 組成)

平成 25 年度 光化学オキシダント調査検討会（第 4 回）資料

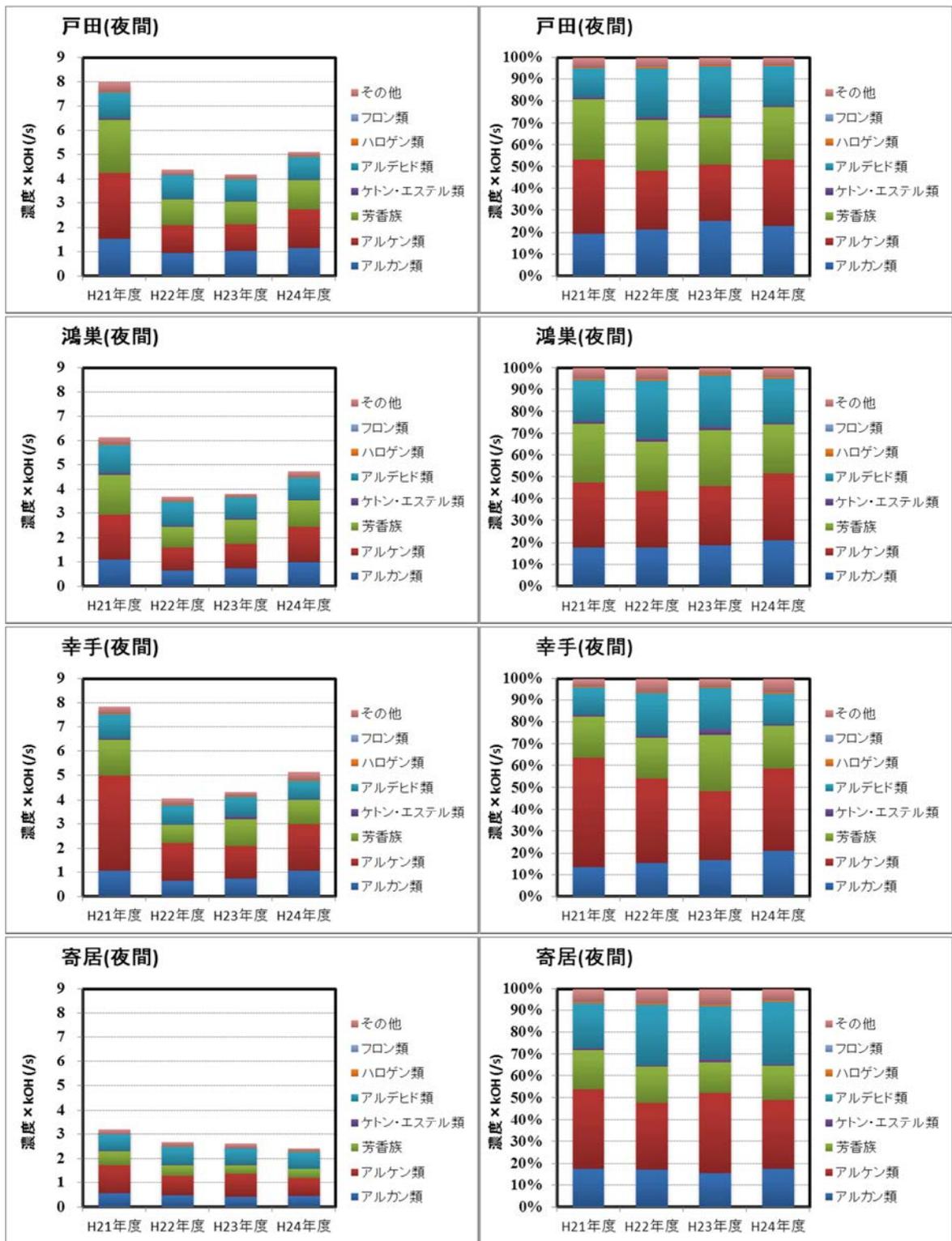


図 8(2) 埼玉県調査結果(左図:夜間 $K_{OH} \times VOC$ 濃度 右図:夜間 VOC 組成)

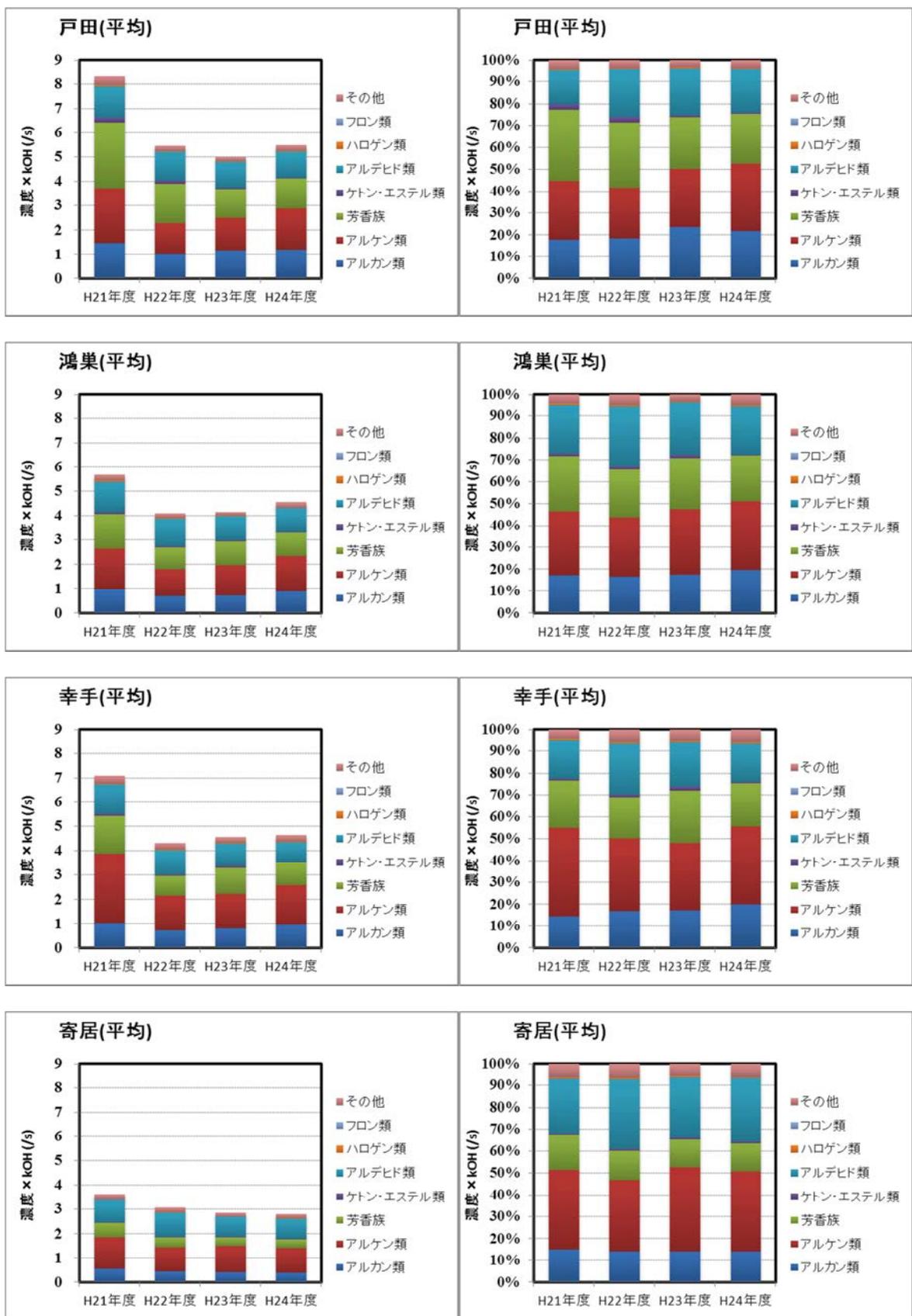


図 8(3) 埼玉県調査結果(左図:平均 K_{OH} × VOC 濃度 右図:平均 VOC 組成)

4.4 首都大学調査結果

図 9 に VOC 分類別の $k_{OH} \times$ 濃度およびその割合を示す。 $k_{OH} \times$ 濃度は、夏季に高く、春季に低い傾向が VOC 濃度の季節変動よりも顕著であった。

割合についても季節別の差異が VOC 濃度組成よりも顕著となり、特に夏季は、BVOC の寄与が他の季節よりも大きくなる点が特徴的である。

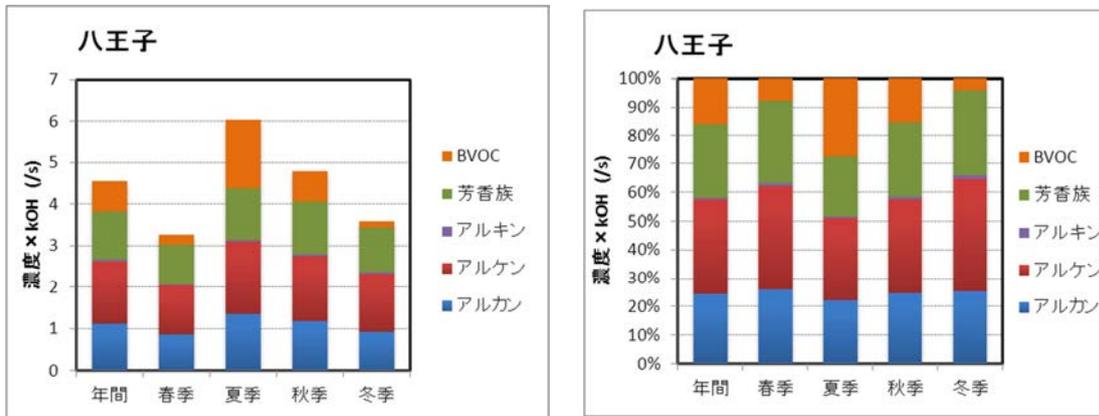


図 9 首都大学調査結果(左図: $k_{OH} \times$ VOC 濃度 右図:VOC 組成)

5 MIR を考慮した VOC 成分別濃度・割合

大気中における反応性の指標として、前節と同様に MIR (Maximum Incremental Reactivity)を用いた解析を行った。MIR を文献値から整理し、VOC 成分毎に MIR と大気濃度の積を算出し(式 2)、考察を行った。

$$OFP = C \times MIR \quad (\text{式 2})$$

OFP: Ozone formation potential [$\mu\text{gO}_3/\text{m}^3$]
 C: 濃度 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
 MIR: 最大オゾン生成量 [$\mu\text{gO}_3/\mu\text{gVOC}$]

5.1 環境省調査結果(H25 年 夏季調査)

図 10 に VOC 分類別の MIR \times 濃度およびその割合を示す。期間平均の MIR \times 濃度は、地点によって、200 ~ 400 $\mu\text{gO}_3/\text{m}^3$ 程度であった。昼夜別に比較すると前橋、渋川では日中と夜間の差が小さいが、その他の地点では日中の方が夜間よりも大きかった。

割合に着目した場合、江戸川、鶴見、市原、佐倉でアルケン類の寄与が最も大きく、世田谷、さいたま、熊谷、前橋では、芳香族の寄与が大きかった。また、渋川ではアルデヒド類と BVOC の寄与が他の点よりも大きい点が特徴的であった。また、昼夜別に比較した場合、アルケン類の寄与が大きい地点では、日中よりも夜間の方がその比率が大きくなる傾向が見られた。

平成 25 年度 光化学オキシダント調査検討会（第 4 回）資料

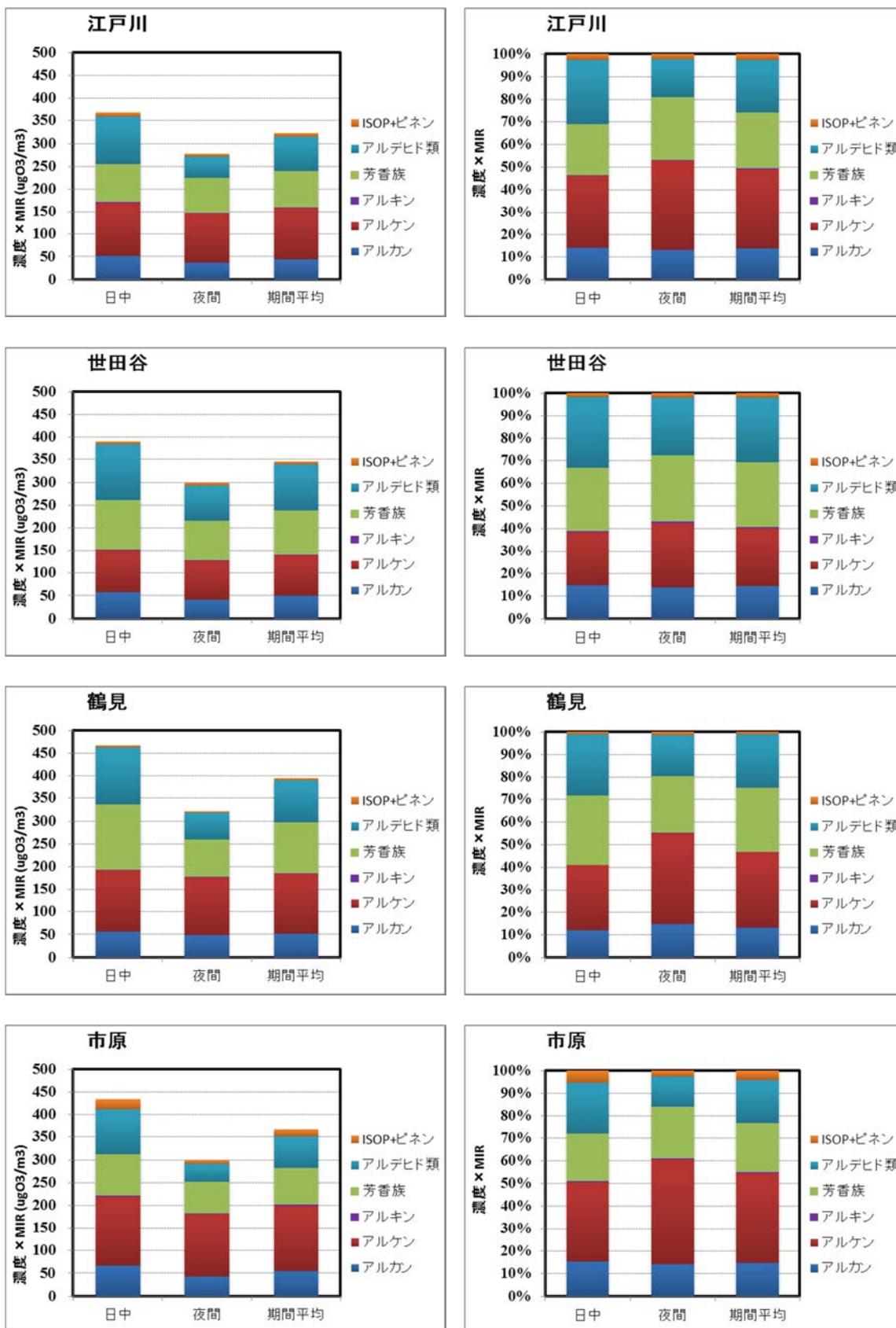


図 10(1) 環境省調査結果(左図:MIR × VOC 濃度 右図:VOC 組成)

平成 25 年度 光化学オキシダント調査検討会（第 4 回）資料

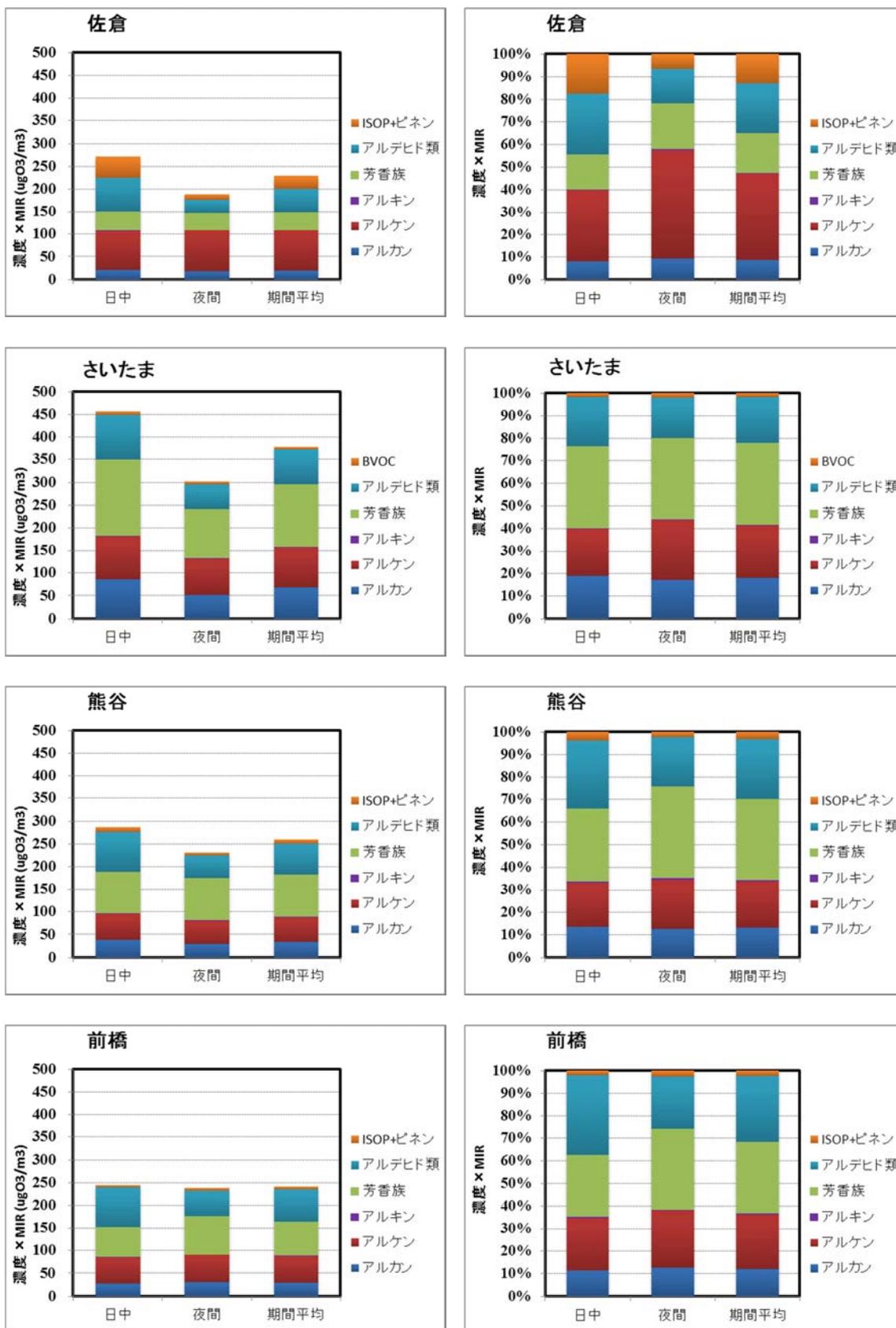


図 10(2) 環境省調査結果(左図: MIR × VOC 濃度 右図: VOC 組成)