

植物由来を含む揮発性有機化合物について

新潟県保健環境科学研究所
調査研究室大気科学科
坂上 梓

1

はじめに

揮発性有機化合物とは

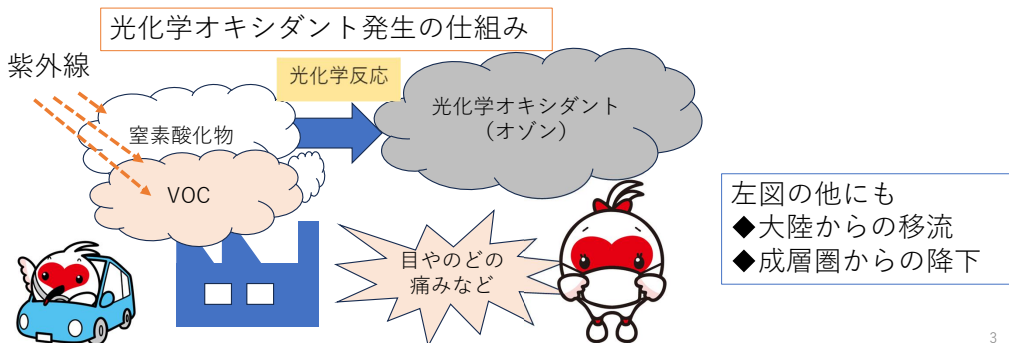
- 蒸発しやすく、大気中で気体となる有機化合物の総称で、VOC (Volatile Organic Compounds)と呼ばれる
- VOCには、トルエン、ベンゼンなど人為的な活動により発生する人為由来VOCやイソプレン、ピネンなど植物から放出される植物由来VOCなどがある
- 総発生量は、植物由来VOCの方が多いと推定されている

VOC	主な発生源	主な物質
人為由来	ガソリンなどの燃料、塗料、化学品、印刷インキ、接着剤など	トルエン、ベンゼン、ヘキサン、アセトン、トリクロロエチレンなど
植物由来	光合成による副生成物、生長調節、昆虫などの誘引、防御反応など	イソプレン、ピネン、リモネンなど

2

背景

- VOCは、窒素酸化物と光化学反応を起こして、大気汚染物質の一つである光化学オキシダントを生成する
- 光化学オキシダントについては大気環境基準が設定されているが、新潟県では環境基準非達成が続いている



3

問題と目的

問題点

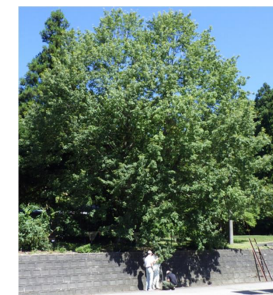
県内では人為由来VOCのうち、いくつかの物質は大気中濃度を定期的に監視しているが、植物由来VOCについては監視していないため、大気中濃度の実態は不明

目的

植物由来VOCの実態を調査

そのために

- 1 県内での人為由来及び植物由来VOCの調査
- 2 (1) 近接する土地利用の異なる地点での調査
(2) VOCによるオゾン生成量の試算



4

植物由来VOCについて

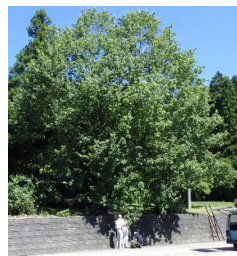
- 植物の種類によって放出される物質が異なる

新潟県内の森林における樹種の割合
(自然環境調査GIS)

順位	樹種名	割合 (%)
1	ブナ	22.3
2	コナラ	19.4
3	スギ	8.9



■ **ブナ**
VOCの放出量は少ない



■ **コナラ**
イソプレンの放出量が9割以上を占める



■ **スギ**
主にαピネンを放出している

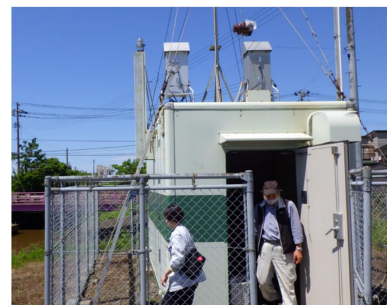
5

1 県内での人為由来及び植物由来VOCの調査

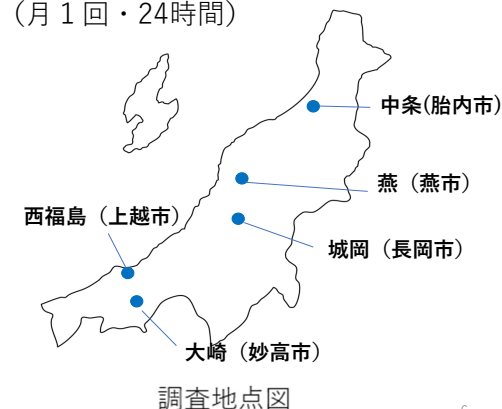
1) 調査地点及び期間

調査地点：県内5地点 (いずれの地点も付近に大きな森林はない)

調査期間：令和5年4月～令和6年9月 (月1回・24時間)



西福島 (上越市)

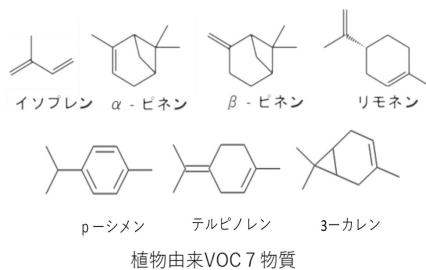


調査地点図

6

2) 調査手法

- 調査対象物質 VOC94物質
うち植物由来VOC 7物質



- 調査方法

容器(キャニスター・減圧) 採取-ガスクロマトグラフ質量分析法



7

2) 調査手法

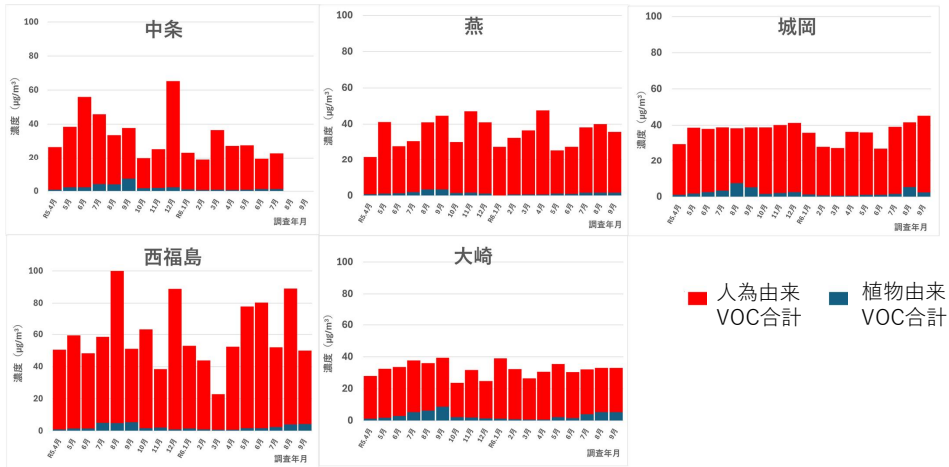
- 調査対象物質 VOC 94物質

No	物質名	No	物質名	No	物質名	No	物質名
1	Freon12	20	Trichloroethylene	39	Benzyl chloride	58	2,4-Dimethylpentane
2	Freon114	21	1,2-Dichloropropane	40	o-Dichlorobenzene	59	Methylcyclopentane
3	Chloromethane	22	cis-1,3-Dichloropropene	41	1,2,4-Trichlorobenzene	60	Ethylacetate
4	Vinyl chloride	23	Toluene	42	Hexachlorobutadiene	61	2-Methylhexane
5	1,3-Butadiene	24	trans-1,3-Dichloropropene	43	Methylmethacrylate	62	2,3-Dimethylpentane
6	Bromomethane	25	1,1,2-Trichloroethane	44	Isopentane	63	3-Methylhexane
7	Chloroethane	26	Tetrachloroethylene	45	1-Pentene	64	2,2,4-Trimethylpentane
8	Freon11	27	1,2-Dibromoethane	46	Pentane	65	Heptane
9	Freon113	28	Chlorobenzene	47	trans-2-pentene	66	1-Butanol
10	1,1-Dichloroethylene	29	Ethylbenzene	48	cis-2-Pentene	67	Cyclohexene
11	Dichloromethane	30	m&p-Xylene	49	2,2-dimethylbutane	68	Methylcyclohexane
12	Acrylonitrile	31	o-Xylene	50	Acetone	69	2,3,4-Trimethylpentane
13	1,1-Dichloroethane	32	Styrene	51	2,3-Dimethylbutane	70	2-Methylheptane
14	cis-1,2-Dichloroethylene	33	1,1,2,2-Tetrachloroethane	52	2-Methylpentane	71	3-Methylheptane
15	Chloroform	34	4-Ethyltoluene	53	Methylacetate	72	Octane
16	1,1,1-Trichloroethane	35	1,3,5-Trimethylbenzene	54	Cyclopentane	73	Butylacetate
17	Tetrachloromethane	36	1,2,4-Trimethylbenzene	55	3-Methylpentane	74	Nonane
18	1,2-Dichloroethane	37	m-Dichlorobenzene	56	Propanol	75	Isopropylbenzene
19	Benzene	38	p-Dichlorobenzene	57	Hexane	76	Decane
						77	Propylbenzene
						78	β-pinene
						79	2-Ethyltoluene
						80	α-methylstyrene
						81	sec-Butylbenzene
						82	1,2,3-Trimethylbenzene
						83	Undecane
						84	m-Diethylbenzene
						85	Butylbenzene
						86	p-Diethylbenzene
						87	o-Diethylbenzene
						88	Isoprene
						89	α-pinene
						90	β-pinene
						91	3-Carene
						92	Limonene
						93	p-Cymene
						94	Terpinolene

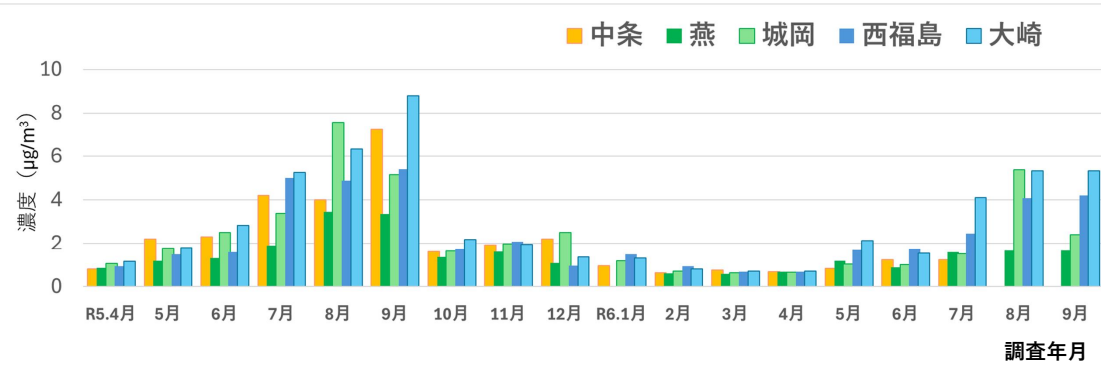
8

調査結果

1) 人為由来及び植物由来VOCの地点別季節変動



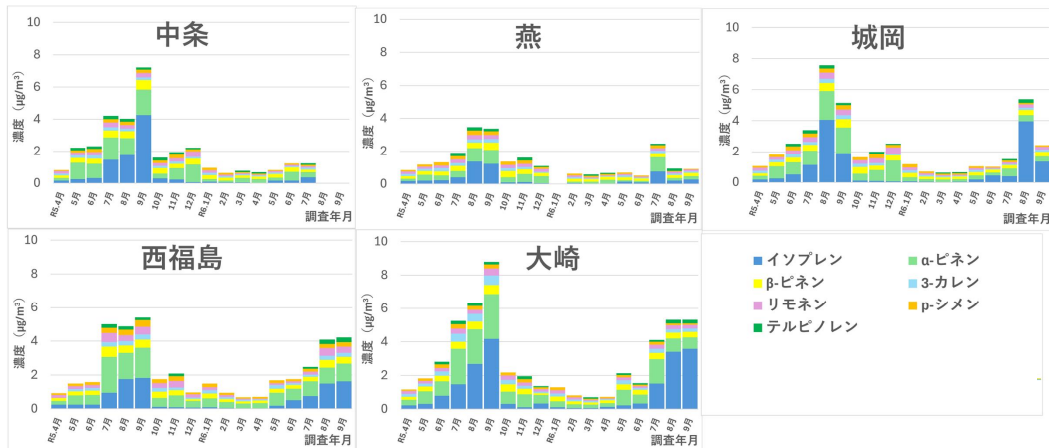
2) 植物由来VOCの地点別季節変動



植物由来VOC（合計）の地点別の変動（R5.4～R6.9）

- 植物由来VOCの濃度は、いずれの地点も7-9月に高くなる傾向がみられた

3) 植物由来VOCの地点別季節変動（各物質の濃度）



2(1) 近接する土地利用の異なる地点での調査

1) 調査地点



新潟県内の森林における樹種の割合
(自然環境調査GIS)

順位	樹種名	割合 (%)
1	ブナ	22.3
2	コナラ	19.4
3	スギ	8.9

カスミザクラ-コナラ群落
チシマザサ-ブナ群団
スギ・ヒノキ・サワラ植林

2) 調査地点及び期間

地点名	場所	周辺環境	採取位置	調査期間	調査時間
市街地	燕市	住宅	地上7m	R6.7月~9月	24時間
田園地域	西蒲区	田園	地上1.2m		①10時~16時
森林地域	西蒲区	森林	地上1.2m		②16時~翌10時

(田園及び森林地域での調査時間は、日射量の多い昼の時間帯とそれ以外に分けて実施)



市街地



田園地域

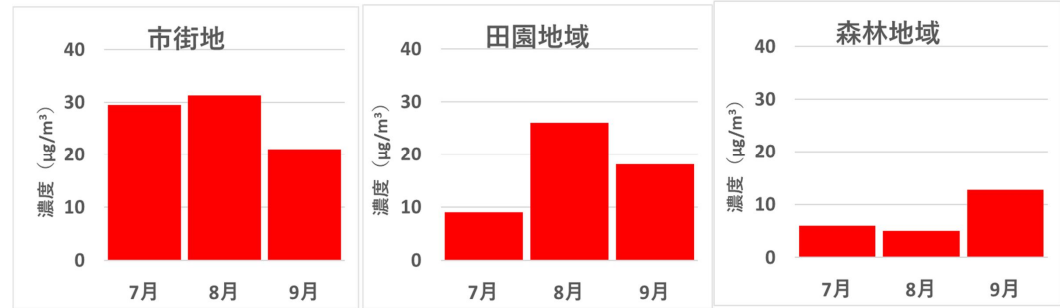


森林地域

13

調査結果

1) 人為由来VOCの結果(R6年度)



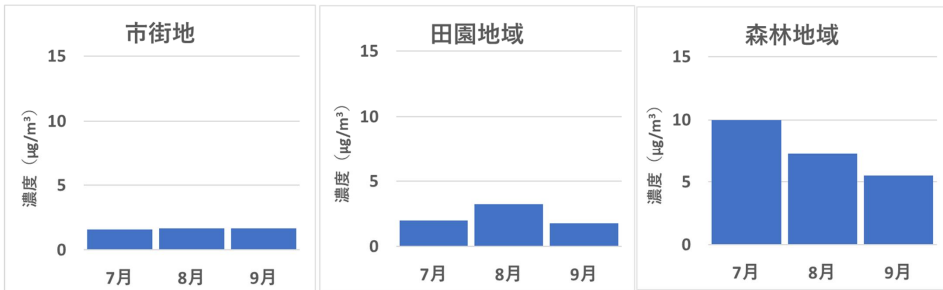
※1 田園地域及び森林地域は24時間推計濃度

※2 人為由来VOCはペンタン・ペンテン類及びアセトンを除いた合計濃度

- 人為由来VOCの濃度は、市街地で高く、森林地域で低かった

14

2) 植物由来VOCの結果(R6年度)



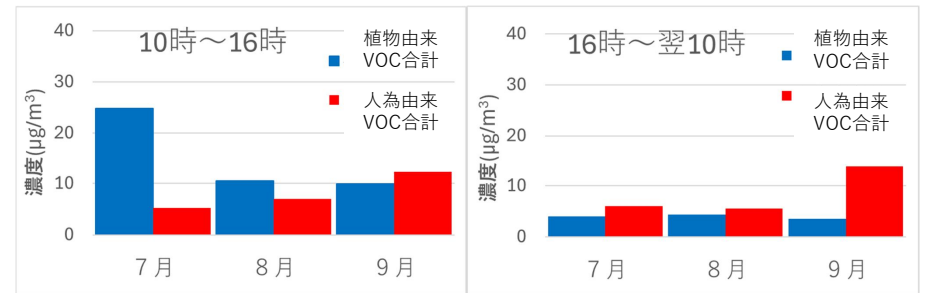
※1 田園地域及び森林地域は24時間推計濃度

※2 植物由来VOCは合計濃度

- 植物由来VOCの濃度は、森林地域で高く、市街地で低かった

15

3) 森林地域での調査時間帯別の結果 (R6年度)



※ 人為由来VOCはペンタン・ペンテン類及びアセトンを除いた合計濃度

- 植物由来VOCの濃度は、[10-16時]の方が[16-翌10時]より高かった
- 人為由来VOCの濃度は、[10-16時]の方が少し多い程度で植物由来VOCほどの差は認められなかった

16

2 (2) VOCによるオゾン生成量の試算

個々の大気中VOC濃度 × VOC成分単位重量あたりのオゾン生成量
(以下、MIR)

MIR: Maximum Incremental Reactivity

個々のVOC成分がオゾンを生成する能力を示すもので、単位量あたりのVOC成分が大気中で生成しうる最大のオゾン量として定義される。

主なVOCのMIR (g)

(出典: William.P.Cater, 2010)

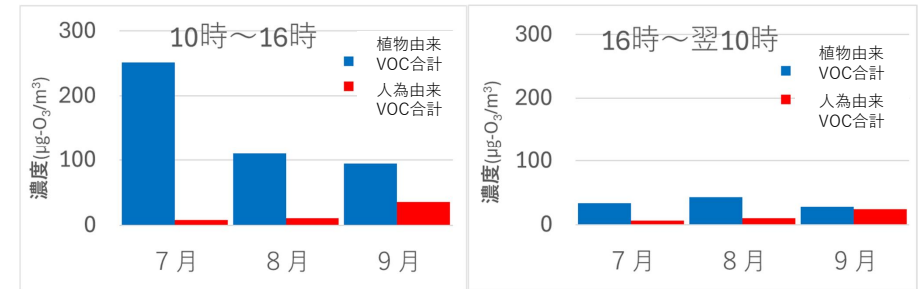
人為由来VOC	MIR	植物由来VOC	MIR
メタクリル酸メチル	15.61	イソプレン	10.61
1,3-ブタジエン	12.61	テルピノレン	6.36
トルエン	4.0	リモネン	4.55
トリクロロエチレン	0.64	3-カレン	3.24



17

試算結果

1) 森林地域での調査時間帯別の結果 (R6年度)

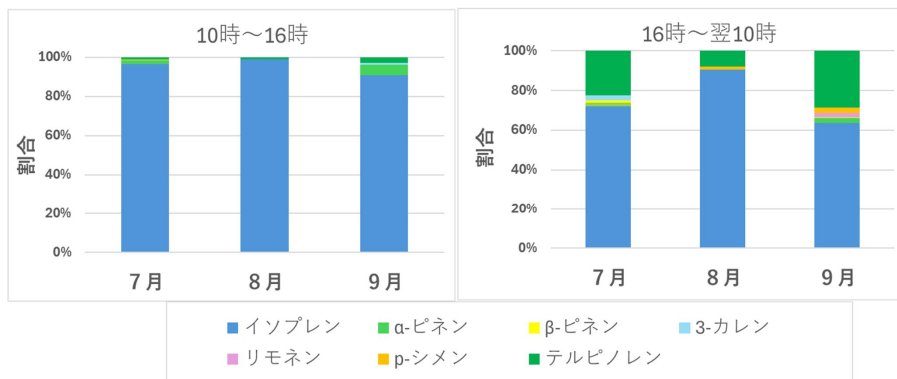


※ 人為由来VOCはペンタン・ペンテン類及びアセトンを除いた合計濃度

- 森林地域では、人為由来VOCよりも植物由来VOCの方がオゾン生成量が多いと試算された

18

2) 森林地域での調査時間帯別の結果 (植物由来VOCの内訳) (R6年度)



- 森林地域では、イソプレンが、いずれの調査時間帯も植物由来VOCから試算したオゾン生成量の6割以上を占めていた

19

まとめ

- 県内5地点で人為由来及び植物由来VOCの大気中濃度を調査した
 - 植物由来VOCの合計濃度は、いずれの地点も7-9月に高くなる傾向がみられた
- (1) 近接する土地利用の異なる地点で調査を行った
 - 人為由来VOCの濃度は、市街地で高く、森林地域で低かった
 - 植物由来VOCの濃度は、森林地域で高く、市街地で低かった
 - 植物由来VOCの濃度は、[10-16時]の方が[16-翌10時]より高かった
- (2) VOCによるオゾン生成量の試算を行った (森林地域)
 - 人為由来VOCよりも植物由来VOCの方がオゾン生成量が多いと試算された
 - イソプレンが、いずれの調査時間帯も植物由来VOCから試算したオゾン生成量の6割以上を占めていた

➤ 実際にVOCがオゾン生成にどれだけ寄与しているかについては、同時に存在している窒素酸化物の濃度を把握する必要がある

20