

## 立山等における東アジア由来の大気汚染物質等の把握

富山高等専門学校（〒939-8630 富山市本郷町 13） 鳥山成一

### 1 はじめに

2007 年春季に、中国からのオキシダント( $O_x$ )高濃度飛来で北九州から日本海側の広い地域でオキシダント( $O_x$ ) 注意報が発令され、そのため、工場の発電電力量やボイラーの使用量が 20%カットされ、国内の工場が大きな損害をこうむった。国内工場を想定した法律が中国からの飛来によって適用されたのは始めてである。また、このようにガス状物質の飛来が日本の常時観測局で直接観測されたのは珍しい。オキシダントの原因物質として、近年、窒素酸化物( $NO_x$ ) よりむしろ揮発性有機化合物 (Volatile Organic Compounds, 以下 VOCs という。) が注目され、法的にも規制が始まっている。

標高 2,450m の立山室堂は、日本海の気流が直接当たり、しかも、飛行機以外で地表の影響を受けない自由対流圏 (2000m~4000m) にある天然の観測地点である。

本研究では、地の利を生かして立山室堂において、越境大気汚染物質の揮発性有機化合物 (VOC) を測定し、越境大気汚染物質の特定、飛来経路、飛来量を解析し、越境大気汚染物質の飛来メカニズムを解明することを目的とする。2007 年度から調査を行って来たが、今年度は、2010 年 5 月~10 月末まで週 3 回測定で VOCs 31 成分の調査を実施した。2010 年 3 月に新しい GC-MS に更新され、測定値 (定量下限値) が低くなった。

### 2 調査方法

#### 2.1 調査解析期間

2010 年 5 月~10 月末まで、室堂 66 回、ゴンドラ 67 回、VOCs 31 成分を測定し解析を試みた。

#### 2.2 調査地点

立山室堂(標高 2,450m)とゴンドラ (標高 1,180m : らいちょうバレースキー場ゴンドラ山頂駅付近) の 2 地点(Fig.1) で実施した。

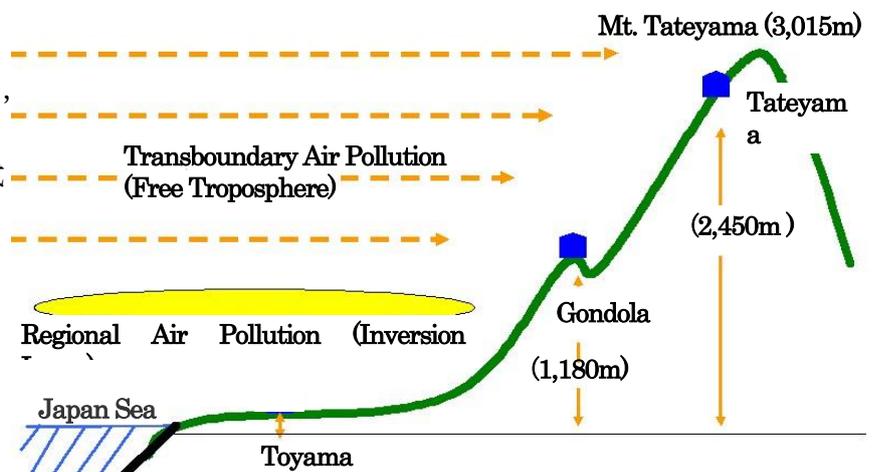


Fig. 1 Altitude of observatory at Gondola and Tateyama Murodo.

#### 2.5 VOCs の測定方法

VOCs の測定方法は環境省『有害大気汚染物質測定方法マニュアル』<sup>28)</sup>に準拠した。捕集時間帯は自由対流圏や境界層の気塊を捕集するため、山里や平野部の影響を受けない、全て山風の吹く 20 時から翌朝の 6 時までの 10 時間で実施した。

VOCs の測定方法は環境省『有害大気汚染物質測定方法マニュアル』に準拠した。先端に除湿管を取付けた捕集管(ORBO-91XL)で 0.5ℓ /min の流量で 10 時間捕集し、持帰り、捕集管から吸着剤を取り出し抽出瓶に入れ、1.0mℓ の二硫化炭素を加え、GC-MS で測定した。VOCs 31 成分の定量限界(定量下限値)は、マニュアルに準拠した。

バックトラジェクトリー (後方流跡線) 解析は、ある時間における観測地点の気塊を、気象デー

タを基に一定時間ごとにその位置を遡って行き、飛来経路を推定する方法である。NOAA の ARL が提供している HYSPLIT Model(Fig. 2)を用いた。

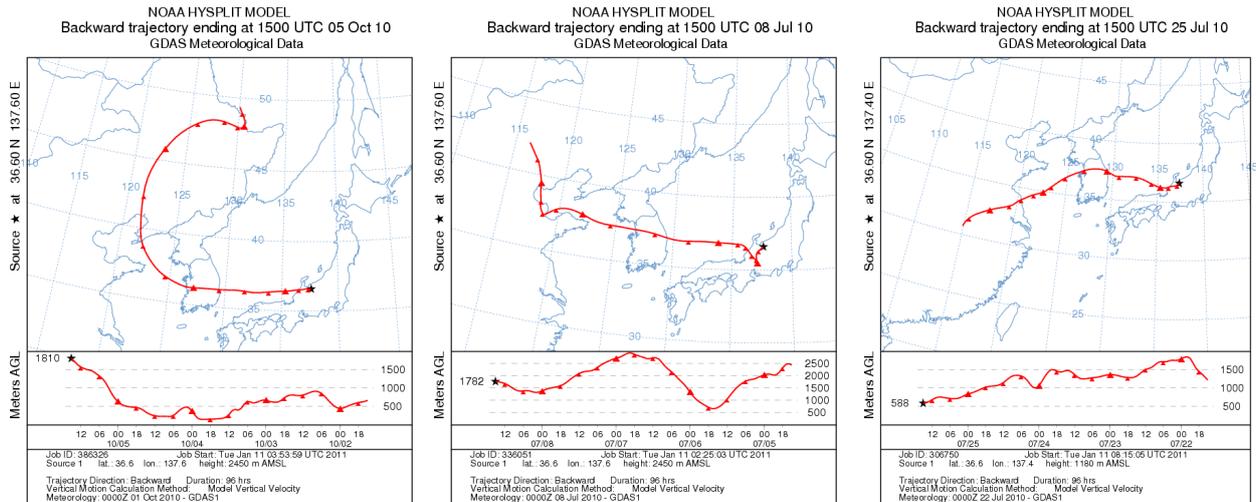


Fig 2 Backward Trajectories by NOAA HYSPLIT Model.

### 3 結果及び考察

新型の GC-MS になったことによって定量下限値が大幅に低くなり、VOCs 31 成分のほとんどが数値化された。Table 1 に立山室堂、ゴンドラの VOCs 31 成分の最大値、最小値、平均値を示す。

後方流跡線解析の結果を Fig. 3 のように移流方向別に分別したところ、立山室堂、ゴンドラで、東アジア由来が約 30%、約 28% を占め、東アジア由来の影響が大きいことが明らかとなった。

既文献データ (Table 1) との比較から、都市部では、立山室堂、ゴンドラの両地点の平均値は都市部のデータより極めて低かった。

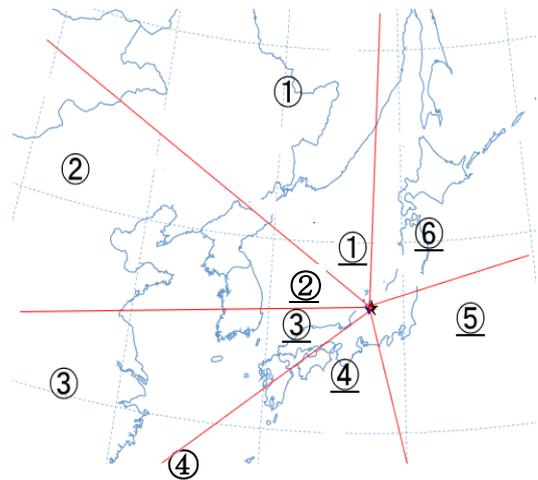


Fig. 3 The classification according to wind direction in Tateyama Murodo and Gondola.

### 謝辞

本研究は富山県の平成 22 年度日本海学研究グループ支援事業助成金の援助を受けて実施した。また、調査に際して配慮いただいた富山県環境科学センターのみなさん、富山県立山センター (立山自然保護センター) の武田和正所長、立山黒部貫光(株)の城 賀津樹課長補佐に深く感謝いたします。

Table 1 VOCs concentrations the present study and other urban centers.

Kind of VOC	Unit concentration : $\mu\text{g}/\text{m}^3$															
	Tateyama Murodo		Tateyama Gondola		Taiwan <sup>29)</sup>	Hamburg <sup>30)</sup>	Vienna <sup>31)</sup>	Athens <sup>32)</sup>	Sydney <sup>33)</sup>	Osaka <sup>34)</sup>	Chicago <sup>35)</sup>	Atlanta <sup>36)</sup>	Seoul <sup>37)</sup>	Tokyo Shirogane <sup>38)</sup>	Tokyo Yahatayama <sup>38)</sup>	Tokyo's 23 wards <sup>39)</sup>
	Min ~ Max	Average	Min ~ Max	Average												
1 Chloroform	<0.004~0.50	0.077	<0.004~1.1	0.13												
2 2,4-Dimethylpentane	<0.002~0.029	0.008	<0.002~0.18	0.015												
3 1,2-Dichloroethane	0.034~0.38	0.12	0.036~0.65	0.13												
4 Benzene	<0.010~1.7	0.22	<0.010~3.0	0.34	4.2	10.4	19.5	16.2	8.4	16.5	7.8	28.6	3.2	0.6	1.1	
5 1,2-Dichloropropane	<0.013~0.14	(0.025)	<0.013~0.23	(0.027)												
6 Isooctane	<0.003~0.25	(0.007)	<0.003~0.57	0.021												
7 Bromodichloromethane	<0.004~(0.011)	<0.004	<0.004~0.051	(0.005)												
8 Trichloroethylene	<0.002~0.10	0.021	(0.003)~0.16	0.042										0.2	0.1	
9 Heptane	(0.007)~1.3	0.058	<0.005~2.7	0.094			2.5	4.3	1.3	3.6						
10 4-Metyl-2-pentanone	<0.005~0.23	0.051	<0.005~0.22	0.060												
11 Toluene	<0.008~5.0	0.39	<0.008~9.5	0.72	27.9	31.4	41.7	54.7	34.1	119.0	14.5	56.3	24.9	3.5	4.5	
12 Dibromochloromethane	<0.002~(0.006)	<0.002	<0.002~0.52	0.010												
13 n-Butyl acetate	(0.009)~1.3	0.16	<0.003~0.83	0.19												
14 Octane	(0.009)~0.78	0.063	<0.005~0.23	0.033	5.7		0.7	1.1	0.7	1.1						
15 Tetrachloroethylene	<0.015~0.070	(0.024)	<0.015~0.10	(0.036)										0.2	0.1	
16 Ethlbenzene	0.023~0.41	0.098	0.038~0.81	0.23	4.5	8.3	6.8	10.2	4.9	14.4	2.3	10.6	3.4	0.6	0.7	
17 mp-Xylene	(0.008)~0.57	0.056	<0.001~0.44	0.080	5.7	19.7	21.6	45.8	14.8	29.1	5.7	28.8	8.7	1.3	1.3	
18 Styrene	<0.001~0.018	(0.004)	<0.001~0.033	0.006												
19 o-Xylene	(0.005)~0.60	0.044	0.009~0.25	0.051	4.2	6.8	8.7	14.0	5.7	10.6	1.5	10.6	3.8	0.5	0.5	
20 Nonane	0.017~5.7	0.21	(0.002)~0.62	0.064												
21 $\alpha$ -Pinene	<0.004~0.09	0.020	(0.005)~0.30	0.038												0.6
22 3-Ethltoluene	0.009~4.5	0.19	(0.003)~0.22	0.034												
23 4-Ethltoluene	(0.004)~3.7	0.13	<0.001~0.12	0.021												
24 1,3,5-Trimethyltoluene	<0.010~2.6	0.10	<0.010~0.16	(0.018)	10.9		3.1	40.2	2.2	5.2		7.9	1.3			
25 2-Ethyltoluene	<0.014~2.9	0.10	<0.014~0.10	(0.014)												
26 $\beta$ -Pinene	<0.002~0.06	(0.012)	<0.002~0.075	(0.014)												0.2
27 1,2,4-Trimethylbenzene	(0.021)~8.5	0.36	<0.011~0.36	0.058	11.4		10.5	17.0	5.7	12.7			3.5			
28 p-Dichlorobenzene	0.019~0.68	0.11	0.007~1.1	0.14												
29 1,2,3-Trimethylbenzene	<0.001~4.5	0.13	<0.001~0.12	0.028												
30 Limonene	<0.011~0.12	0.019	<0.011~0.28	0.040												
31 1,2,4,5-Tetramethylbenzen	<0.002~2.8	0.067	0.007~8.1	0.15												