

# 「鳥取県における降水成分調査について」(第7報)

— 溶存電解質総濃度の推定 —

若林 健二・田中 長義・太田垣 初恵\*  
田中 卓実・坂田 裕子

## 1 はじめに

大気汚染に起因する酸性雨現象は、土壌や湖沼の酸性化を引き起こし、森林の衰退や水生生物の死滅等、地球的規模で懸念される環境被害の一因となっている。これら影響を的確に把握し、汚染対策を施す基礎資料を得るため、全国的に降水のモニタリング調査が実施されている。

当所においては、昭和62年度から継続して県内4地点で調査を実施しているが、平成6年度からは新たに山岳部においてバックグラウンド的な調査を開始している。今回、比較的容易に測定できるpH及び電気伝導度を元に統一的に適用できる溶存電解質総濃度の推定について検討したので報告する。

## 2 調査地点及び調査方法

調査地点を図1に示す。このうち⑤の郡家町については、平成6年度から、都市型大気汚染の直接的影響が少ないと判断される②若桜町氷ノ山スキー場に調査地点を変更し調査している。



図1 調査地点

若桜町では平成7年度より、その他の地点では

平成8年度より、試料の採取は、降雪採取用ヒーター付きの環境庁仕様酸性雨ろ過式採取装置を用いて、それ以前は環境庁仕様酸性雨ろ過式採取装置並びに降雪採取装置を併用して実施しており、調査方法は酸性雨等調査マニュアル(環境庁)に準拠して試料の分析を行った。

なお、水溶性成分については、鳥取市で1週間、若桜町で2週間、倉吉市、米子市で半月単位で、不溶性成分については、4地点とも1ヶ月単位で試料の採取を行っている。試料データは、すべて1ヶ月の平均値として取り扱っている。調査項目及び測定方法を表1に示す。

表1 調査項目及び測定法

区分	調査項目	測定方法
水	pH	ガラス電極法
	EC	導電率法
溶性成分	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	イオンクロマトグラフ法
	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	〃
	Cl <sup>-</sup>	〃
	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	〃
	Ca <sup>2+</sup>	〃
	Mg <sup>2+</sup>	〃
	K <sup>+</sup>	〃
	Na <sup>+</sup>	〃
不溶性成分	降下物量	重量法
	Ca <sup>2+</sup>	原子吸光光度法
	Mg <sup>2+</sup>	〃
	K <sup>+</sup>	〃
	Na <sup>+</sup>	〃

## 3 調査結果及び考察

### (1) 推定方法

上記の方法により得られたデータをバックデータとする。なお、鳥取市・倉吉市・米子市については昭和63～平成8年度のデータ、郡家町につい

ては昭和 63 ～平成 5 年度のデータ、若桜町については平成 6 ～8 年度のデータである。

降水の電気伝導度に及ぼすイオン種とその濃度について考える。<sup>1)</sup>

垂直な断面:S [cm<sup>2</sup>]、電極間距離:L [cm]、印加電圧:Φ [V]を考える。

ここで、j 成分のイオン当量濃度:C<sub>j</sub> [eq/l]、j 成分のイオン移動度:U<sub>j</sub> [cm<sup>2</sup>/V・S]、ファラデー定数:F(9.6485・10<sup>4</sup> [C/mol])とすると、降水中を流れる全電流:i [A]は次式で与えられる。

$$i = \frac{F}{1000} \sum_j C_j U_j \frac{\Phi}{L} S \quad \text{.....①}$$

通常、電気伝導度の測定にはセル定数 1 [cm<sup>2</sup>]の電極を使用するので S=1, Φ=1, L=1 の場合には、電気伝導度:EC は流れる i を表す。

よって式①は、

$$EC = \frac{F}{1000} \sum_j C_j U_j \quad \text{.....②}$$

となる。

i は、陽イオン、陰イオンの搬送電流:i<sub>CAT</sub>, i<sub>AN</sub> の和であり、また電気的中性の原理より、以下の関係を得ることができる。

$$i = i_{CAT} + i_{AN} \quad \text{.....③}$$

$$i_{AN} = i_{CAT} \quad \text{.....④}$$

よって、式②は式③,④より

$$EC = \frac{2FT_{AN}}{1000} \sum_j \frac{C_{jAN} U_{jAN}}{T_{jAN}} \quad \text{.....⑤}$$

ここに、

T<sub>AN</sub>:総陰イオンのイオン当量濃度[eq/l]

C<sub>jAN</sub>:陰イオン j 成分のイオン当量濃度[eq/l]

U<sub>jAN</sub>:陰イオン j 成分のイオン移動度[cm<sup>2</sup>/V・S]

式⑤においてΣを K<sub>AN</sub> とすると、式⑤は

$$EC = \frac{2FT_{AN}}{1000} K_{AN} \quad \text{.....⑥}$$

となる。

同様に陽イオンを考えると

$$EC = \frac{2FT_{CAT}}{1000} K_{CAT} \quad \text{.....⑦}$$

ここに、

K<sub>AN</sub>:陰イオンの総平均イオン移動度[cm<sup>2</sup>/V・S]

T<sub>CAT</sub>:総陽イオン当量濃度[eq/l]

K<sub>CAT</sub>:陽イオンの総平均イオン移動度[cm<sup>2</sup>/V・S]

よって、K<sub>AN</sub>, K<sub>CAT</sub> を決定できれば、T<sub>AN</sub>, T<sub>CAT</sub> を推定できることとなる。

## (2) 推定結果

式⑥,⑦より K<sub>AN</sub>, K<sub>CAT</sub> は求まる。

図 2 に式⑥より求めた K<sub>AN</sub>、図 3 に式⑦より求めた K<sub>CAT</sub> と EC の関係を示す。

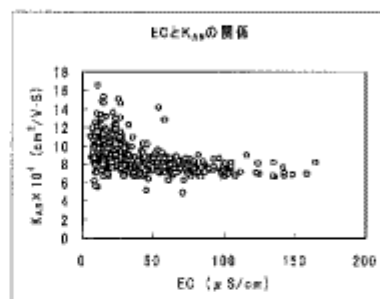


図 2 ECとK<sub>AN</sub>の関係

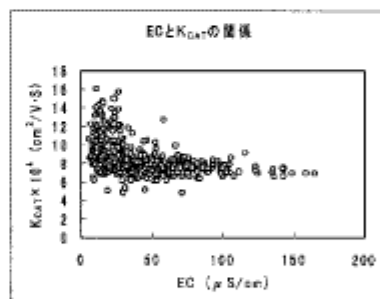


図 3 ECとK<sub>CAT</sub>の関係

どちらも EC が低いところで、ばらつきが大きく、EC が高いところで、ばらつきは小さい。

このとき、このばらつきには、イオン移動度が他のイオン成分と比べて非常に大きい水素イオンの影響が考えられる。

そこで、次に示す acid fraction<sup>2)</sup>:AF [-]を考える。

$$AF = \frac{[H^+]_t}{T_{CAT}} = \frac{[H^+]_t}{T_{jH}} \quad \text{.....⑧}$$

ここに、

[H<sup>+</sup>]<sub>t</sub>:水素イオンのイオン当量濃度[eq/l]

式⑧と式⑥,⑦より

K<sub>AN</sub>, K<sub>CAT</sub> は AF の関数になる。

よって、図 4,5 に K<sub>AN</sub>, K<sub>CAT</sub> と AF の関係を示す。

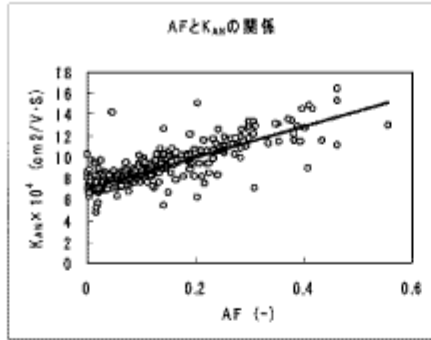


図4 AFとK<sub>AN</sub>の関係

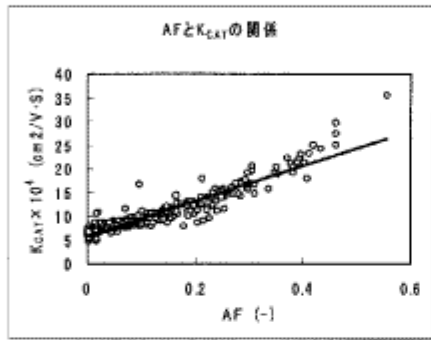


図5 AFとK<sub>CAT</sub>の関係

図4,5より、以下の関係を得た。

$$K_{AN} \times 10^4 = 14.5AF + 7.04 \quad \text{⑨}$$

$$K_{CAT} \times 10^4 = 16.1AF + 6.75 \quad \text{⑩}$$

式⑥,⑧,⑨及び式⑦,⑧,⑩より、

$$T_{AN} = \frac{1000EC - 2F \times 14.5 \times 10^{-4} [H^+]}{2F \times 7.04 \times 10^{-4} [H^+]} \quad \text{⑪}$$

$$T_{CAT} = \frac{1000EC - 2F \times 16.1 \times 10^{-4} [H^+]}{2F \times 6.75 \times 10^{-4} [H^+]} \quad \text{⑫}$$

図6,7に式⑪,⑫より求めた推定イオン当量濃度と実測値との関係を示す。

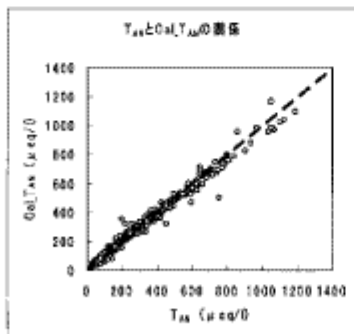


図6 総陰イオンの測定値T<sub>AN</sub>と推定値Cal\_T<sub>AN</sub>の関係

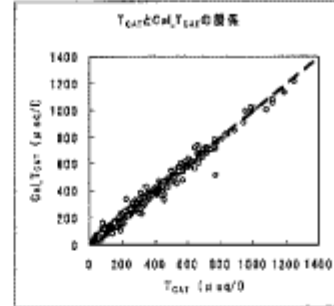


図7 総陽イオンの測定値T<sub>CAT</sub>と推定値Cal\_T<sub>CAT</sub>の関係

非常に良好な推定結果が得られた。

このことは、比較的容易に測定できる降水の電気伝導度とpHだけで、当県下、5ヶ所の降水に対して、統一的に陰イオン・陽イオンそれぞれの総イオン当量濃度を精度良く推定できることを示している。

ここで、K<sub>AN</sub>, K<sub>CAT</sub>が、AFと比例関係にあることに注目する。K<sub>CAT</sub>がAFに対して比例関係にあることは、納得できる。つまり、陽イオンの中で大きなイオン移動度を持つ水素イオン濃度が、相対的に大きくなると、総陽イオンの平均イオン移動度が大きくなることは容易に理解できる。今、K<sub>AN</sub>がAFに比例している。降水のほとんどは、酸性を示している。従って、イオン伝導度の大きい水酸イオンの影響は無視できる。つまり、陰イオンの中で比較的イオン移動度の大きい硫酸イオンの増加を予感させる。そこで、図8にAFと各陰イオンの総陰イオン当量に対する割合の関係を示す。

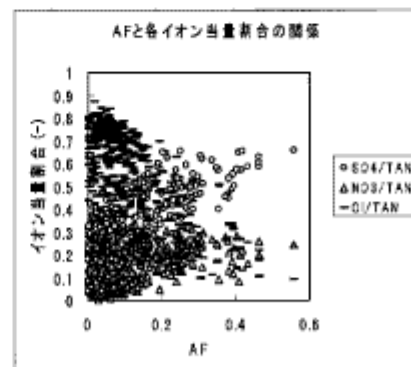


図8 AFと各陰イオンの総陰イオン当量に対する割合の関係

ここに、

○ SO <sub>4</sub> /TAN	:硫酸イオンの T <sub>AN</sub> に対する割合
△ NO <sub>3</sub> /TAN	:硝酸イオンの T <sub>AN</sub> に対する割合
■ Cl/TAN	:塩素イオンの T <sub>AN</sub> に対する割合

図8より、非常にばらつきはあるものの AF の増加に伴って、硫酸イオン・硝酸イオンは増加し、塩素イオンは減少しているように思われる。今、降水中には、海塩の影響がある。海水中のイオン割合が大きく変わることは考えにくく、海塩の影響ならば硫酸イオン・塩素イオンは AF に対して海塩と同様の振る舞いをするはずである。よって、海塩の影響以上の原因によって、このような振る舞いをしているはずである。

ここで、式⑩からも分かるように、AF<sup>+</sup> は、EC が大きいほど、大きくなる。つまり、降水の物質による汚染が大きくなると AF<sup>+</sup> は大きくなる。これらのことより、AF<sup>+</sup> が、降水汚染の一つの指標となり得ると考えられる。

また、我々は前報<sup>3)</sup>において、大陸からの酸性物質輸送の状況証拠を示した。

図9に、月別の AF<sup>+</sup> の値を示す。

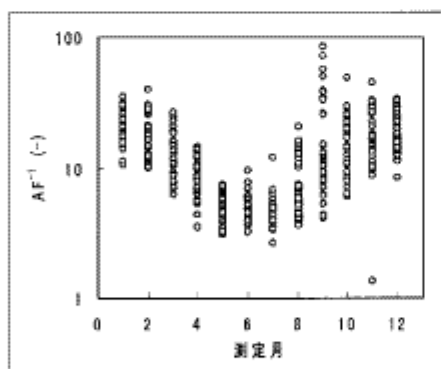


図9 月別AF<sup>+</sup>

図9より、前報において示したとおり特に冬季の酸性物質増加の様子を AF<sup>+</sup> は、良く示していると思われる。よって、AF<sup>+</sup> は降水汚染の指標の一つに十分なり得ると考える。ここで、AF<sup>+</sup> は比であるので、特に EC・[H<sup>+</sup>]<sub>i</sub> の低いところでの測定には十分な精度が要求されるであろう。

今回、EC と pH によって陰・陽総イオン当量の推算を行ったが、各イオン成分の推算は、今後の課題としたい。

なお表2・3に平成8年度の水溶性成分と不溶性

成分の測定結果を示す。

## 4 まとめ

今回、当県下、5ヶ所の降水に、統一的に適用できる陰・陽総イオン当量濃度の推算法を検討し以下の結論を得た。

- (1) 降水の平均イオン移動度は AF に比例する。
- (2) 陰・陽総イオン当量濃度は、以下の式を用いて推算できる。

$$T_{AN} = \frac{1000EC - 2F \times 14.5 \times 10^{-4} [H^+]_i}{2F \times 7.04 \times 10^{-4} [H^+]_i}$$

$$T_{OR} = \frac{1000EC - 2F \times 16.1 \times 10^{-4} [H^+]_i}{2F \times 6.75 \times 10^{-4} [H^+]_i}$$

- (3) AF<sup>+</sup> は、降水汚染の一つの指標になり得る。

## 参考文献

- 1) 高橋 輝吉、村中 健、中谷勝美、高橋 晋：  
pH、電動度値による降水中の主要溶存イオン濃度の推算、環境技術、Vol.25, No.11, p.62～71(1996)
- 2) MARTINA KRÄMER、MATTHIAS SCHÜLE、LOTHAR SCHÜTZ：A METHOD TO DETERMINE RAINWATER SOLUTES FROM pH AND CONDUCTIVITY MEASUREMENTS, Atmospheric Environment, Vol.30, No.19, p.3291～3300(1996)
- 3) 若林健二、朝倉 学、田中長義、中村仁志、田中卓実、坂田裕子：鳥取県における降水成分調査について、鳥取県衛生研究所報、36, p.67～74(1996)

表2 平成8年度の水性成分測定結果

鳥取市(衛生研究所地点)																	
期間	降水量 (mm)	pH	EC ( $\mu$ S/cm)	SO <sub>4</sub> (ng/l)	NO <sub>3</sub> (ng/l)	Cl (ng/l)	NH <sub>4</sub> (ng/l)	Ca (ng/l)	Mg (ng/l)	K (ng/l)	Na (ng/l)	nssSO <sub>4</sub> (ng/l)	nssCl (ng/l)	nssCa (ng/l)	nssMg (ng/l)	nssK (ng/l)	
96-4	39.9	5.02	58.8	4.94	2.21	10.13	0.57	1.81	0.83	0.27	5.71	3.50	-0.13	1.59	0.14	0.06	
96-5	124.0	4.73	22.5	2.96	2.23	0.93	0.49	0.77	0.15	0.11	0.49	2.84	0.05	0.75	0.09	0.09	
96-6	177.0	4.60	21.0	2.12	1.47	1.05	0.41	0.24	0.08	0.07	0.58	1.97	0.01	0.22	0.01	0.05	
96-7	100.4	4.54	24.2	2.08	1.71	1.29	0.39	0.25	0.10	0.09	0.79	1.88	-0.13	0.22	0.00	0.05	
96-8	96.2	4.50	27.7	2.86	2.04	1.49	0.57	0.26	0.11	0.11	0.86	2.64	-0.04	0.23	0.01	0.08	
96-9	220.8	4.39	27.1	2.34	1.38	0.78	0.54	0.09	0.05	0.15	0.43	2.24	0.01	0.07	0.00	0.14	
96-10	145.4	4.19	27.1	2.09	1.20	3.45	0.43	0.16	0.22	0.15	2.03	1.58	-0.20	0.08	-0.02	0.09	
96-11	83.5	4.54	79.5	4.73	3.03	12.44	0.59	0.69	0.91	0.38	7.20	2.93	-0.54	0.41	0.05	0.12	
96-12	184.4	4.55	19.0	4.70	2.18	14.55	0.50	0.69	1.05	0.39	8.25	2.63	-0.29	0.38	0.06	0.10	
97-1	133.4	4.38	123.2	7.12	3.23	24.90	0.97	0.89	1.62	0.65	13.77	3.66	0.16	0.37	-0.03	0.16	
97-2	98.2	4.25	105.3	7.39	3.44	16.22	1.23	0.78	1.16	0.52	9.63	4.97	-1.09	0.42	0.01	0.17	
97-3	42.8	4.51	89.7	6.95	3.74	14.85	0.88	1.49	1.10	0.46	8.78	4.75	-0.92	1.15	0.04	0.14	
最大値	220.8	5.02	123.2	7.39	3.74	24.90	1.23	1.81	1.62	0.65	13.77	4.97	0.16	1.59	0.14	0.17	
最小値	39.9	4.25	21.0	2.08	1.20	0.78	0.39	0.09	0.05	0.07	0.43	1.58	-1.09	0.07	-0.03	0.05	
加重平均	120.5	4.57	57.1	4.19	2.32	8.50	0.52	0.68	0.62	0.28	4.88	2.97	-0.26	0.49	0.03	0.10	
4.51	52.4	3.79	2.11	7.55	0.50	0.52	0.54	0.26	4.30	2.71	-0.18	0.35	0.02	0.10			
若桜町(水ノ山スキー場地点)																	
96-4	126.2	5.05	20.3	2.23	1.22	2.12	0.26	0.74	0.22	0.09	1.31	1.90	-0.23	0.69	0.07	0.04	
96-5	110.5	5.08	11.5	1.67	1.27	0.22	0.42	0.43	0.05	0.08	0.14	1.63	-0.03	0.43	0.04	0.07	
96-6	234.6	4.96	11.1	1.10	0.75	0.68	0.25	0.13	0.03	0.07	0.38	1.06	0.00	0.11	-0.01	0.05	
96-7	138.0	4.70	14.0	1.39	1.04	0.37	0.34	0.08	0.03	0.14	0.35	1.30	-0.26	0.06	-0.01	0.12	
96-8	296.8	4.52	21.9	1.83	1.43	0.79	0.36	0.07	0.05	0.14	0.47	1.71	-0.05	0.05	-0.01	0.12	
96-9	258.9	4.65	26.3	2.05	1.30	1.67	1.14	0.06	0.05	0.27	0.98	1.80	-0.09	0.02	-0.07	0.23	
96-10	188.4	4.63	22.4	1.92	1.07	1.86	0.25	0.08	0.13	0.12	1.07	1.65	-0.06	0.04	0.00	0.08	
96-11	151.2	4.54	53.8	3.28	1.59	8.71	0.31	0.32	0.64	0.26	5.02	2.03	-0.30	0.13	0.03	0.08	
96-12	171.6	4.65	32.7	2.51	1.40	4.03	0.30	0.24	0.28	0.20	2.44	1.89	-0.35	0.15	-0.02	0.11	
97-1	229.4	4.44	50.3	3.11	1.34	7.64	0.30	0.34	0.53	0.25	4.45	1.99	-0.36	0.17	-0.01	0.09	
97-2	169.4	4.34	53.5	4.01	1.43	6.55	0.39	0.33	0.45	0.27	3.73	3.08	-0.16	0.19	0.00	0.14	
97-3	90.2	4.61	26.2	2.26	1.07	2.49	0.18	0.27	0.19	0.11	1.50	1.89	-0.20	0.21	0.01	0.06	
最大値	296.8	5.08	53.8	4.01	1.59	8.71	1.14	0.74	0.64	0.27	5.02	3.08	0.00	0.59	0.07	0.23	
最小値	90.2	4.34	11.1	1.10	0.75	0.22	0.18	0.06	0.03	0.07	0.14	1.06	-0.36	0.02	-0.07	0.04	
181.3	4.68	28.7	2.28	1.24	3.09	0.37	0.26	0.22	0.17	1.82	3.82	-0.18	0.19	0.00	0.10		
加重平均	4.61	28.9	2.25	1.25	3.05	0.41	0.22	0.21	0.17	1.79	1.80	-0.16	0.15	-0.01	0.11		
倉吉市(倉吉保健所地点)																	
96-4	43.2	6.29	40.8	4.11	2.82	5.41	0.55	2.15	0.51	0.28	3.09	3.33	-0.14	2.04	0.14	0.17	
96-5	107.8	4.98	20.4	2.87	2.23	0.75	0.71	0.71	0.11	0.15	0.39	2.77	0.05	0.59	0.07	0.14	
96-6	129.1	4.82	15.1	1.72	1.41	0.56	0.42	0.28	0.06	0.09	0.31	1.64	0.01	0.25	0.02	0.08	
96-7	101.0	4.65	23.5	2.06	1.72	1.74	0.48	0.20	0.12	0.16	1.00	1.81	-0.05	0.16	0.01	0.13	
96-8	158.1	4.49	26.5	2.73	1.75	1.48	0.52	0.18	0.00	0.11	0.76	2.54	0.11	0.15	0.00	0.09	
96-9	129.2	4.57	23.1	2.13	1.19	1.36	0.23	0.34	0.11	0.08	0.71	1.95	0.09	0.31	0.02	0.06	
96-10	109.8	5.28	43.6	3.25	1.63	4.56	0.40	3.45	0.30	0.20	2.51	2.62	0.05	3.35	0.00	0.11	
96-11	109.5	6.08	83.8	5.67	1.97	17.59	0.78	1.98	1.17	0.50	10.02	3.15	-0.41	1.60	-0.03	0.14	
96-12	95.3	4.77	65.3	6.29	2.07	10.21	1.03	1.14	0.79	0.32	5.76	4.84	-0.13	0.92	0.10	0.12	
97-1	118.4	4.45	74.8	5.62	1.95	12.27	0.93	0.67	0.82	0.39	7.17	3.82	-0.61	0.30	-0.04	0.13	
97-2	105.1	4.28	96.6	6.74	2.95	13.83	1.17	0.72	0.99	0.44	5.30	4.56	-1.05	0.41	-0.01	0.14	
97-3	71.6	4.65	58.2	4.52	2.76	8.90	0.83	0.64	0.65	0.29	5.54	3.13	-1.03	0.43	-0.01	0.09	
最大値	158.1	6.29	96.6	6.74	2.95	17.59	1.17	3.45	1.17	0.50	10.02	4.84	0.11	3.35	0.14	0.17	
最小値	43.2	4.26	15.1	1.72	1.19	0.56	0.23	0.18	0.06	0.08	0.31	1.64	-1.08	0.15	-0.04	0.06	
106.5	4.94	47.6	3.97	2.04	6.55	0.58	1.03	0.48	0.25	3.79	3.02	-0.26	0.88	0.02	0.12		
加重平均	4.66	46.0	3.83	1.94	6.19	0.66	0.92	0.44	0.24	3.57	2.93	-0.23	0.79	0.02	0.11		
米子市(米子保健所地点)																	
96-4	50.8	5.92	53.6	5.44	3.41	7.51	0.73	2.34	0.66	0.25	4.32	4.36	-0.26	2.18	0.14	0.09	
96-5	78.3	5.28	20.2	2.88	2.41	0.94	0.71	0.85	0.13	0.62	2.72	2.72	-0.17	0.83	0.05	0.11	
96-6	257.9	4.91	11.6	1.31	0.93	0.56	0.31	0.24	0.05	0.05	0.34	1.23	-0.04	0.23	0.01	0.05	
96-7	89.7	4.75	23.2	1.94	1.70	2.36	0.36	0.33	0.18	0.12	1.33	1.61	-0.02	0.28	0.02	0.07	
96-8	89.2	4.54	30.2	2.87	1.93	2.48	0.47	0.46	0.17	0.12	1.42	2.52	-0.07	0.40	0.00	0.07	
96-9	142.2	4.55	24.1	2.31	1.48	1.06	0.27	0.15	0.09	0.37	0.57	2.17	0.03	0.13	0.02	0.35	
96-10	98.2	5.25	42.2	3.77	2.28	5.29	0.51	2.25	0.48	0.43	2.91	3.04	0.06	2.14	0.13	0.32	
96-11	92.2	4.66	82.3	4.84	1.79	16.50	0.67	0.71	1.16	0.42	9.10	2.56	0.25	0.36	0.07	0.09	
96-12	71.2	4.49	111.9	6.97	3.51	21.42	0.86	1.18	1.56	0.58	12.19	3.91	-0.49	0.71	0.10	0.14	
97-1	86.4	4.55	102.0	6.87	2.31	21.61	0.61	0.83	1.44	0.54	12.07	2.84	-0.08	0.37	-0.01	0.10	
97-2	77.6	4.26	123.6	9.31	4.86	18.65	1.56	1.21	1.36	0.64	11.57	6.40	-2.15	0.77	-0.02	0.23	
97-3	62.4	6.15	56.8	6.32	2.80	11.30	0.99	1.63	0.84	0.48	6.92	3.58	-1.13	1.37	0.01	0.23	
最大値	257.9	6.15	123.6	9.31	4.86	21.61	1.56	2.34	1.56	0.64	12.19	6.40	0.25	2.18	0.14	0.35	
最小値	50.8	4.26	11.6	1.31	0.93	0.56	0.27	0.15	0.05	0.05	0.34	1.23	-2.15	0.13	-0.02	0.05	
99.7	4.91	57.6	4.40	2.45	9.15	0.67	1.01	0.68	0.34	5.28	3.08	-0.34	0.81	0.04	0.15		
加重平均	4.71	48.3	3.74	2.11	7.34	0.58	0.82	0.54	0.30	4.22	2.68	-0.24	0.66	0.04	0.15		

(注) 1 nssSO<sub>4</sub>: 非海洋由来硫酸イオン、nssCa: 非海洋由来カルシウムイオン

2 鳥取市については1週間分のデータ、若桜町については2週間分の降水成分データ、倉吉市・米子市については半月分の降水成分データを加重平均により1ヶ月データとしている。

表3 平成8年度不溶性成分の測定結果

鳥取市(衛生研究所地点)						
期間	採取 日数	dust (ng/月)	Ca (ng/l)	Mg (ng/l)	K (ng/l)	Na (ng/l)
96-4	29	34.15	6.72	12.82	13.93	3.11
96-5	34	45.68	2.95	10.89	13.45	2.40
96-6	28	25.19	2.26	4.42	6.10	2.24
96-7	28	6.91	0.73	1.13	1.26	1.40
96-8	35	24.44	1.40	2.77	3.52	0.94
96-9	29	18.72	2.28	3.08	2.60	0.63
96-10	27	15.71	1.19	2.40	2.33	1.02
96-11	35	16.02	1.75	3.10	3.77	8.03
96-12	35	40.29	1.24	8.87	9.69	1.17
97-1	28	31.29	1.34	7.47	6.91	2.56
97-2	28	24.24	1.17	5.44	5.81	2.34
97-3	28	39.05	1.64	9.34	9.11	0.81
最大値		45.68	6.72	12.82	13.93	8.03
最小値		6.91	0.73	1.13	1.26	0.63
平均値		26.81	2.06	5.98	6.51	2.22
合計		321.69	24.66	71.73	78.49	26.64
若桜町(米ノ山スキー場地点)						
期間	採取 日数	dust (ng/月)	Ca (ng/l)	Mg (ng/l)	K (ng/l)	Na (ng/l)
96-4	43	28.47	2.21	11.22	12.38	2.48
96-5	27	16.55	1.45	6.22	8.44	6.13
96-6	28	8.58	0.51	2.28	5.02	1.96
96-7	28	5.53	0.53	1.08	1.34	1.41
96-8	28	15.62	0.79	1.98	2.01	0.60
96-9	29	7.12	0.38	1.36	1.51	0.67
96-10	42	5.96	0.32	1.57	1.56	0.58
96-11	27	2.95	0.35	0.83	1.23	0.73
96-12	35	25.39	0.80	6.92	6.22	0.60
97-1	28	20.08	0.38	3.42	4.94	0.26
97-2	28	14.46	0.56	2.30	4.21	2.25
97-3	28	11.96	0.51	2.49	3.82	ND
最大値		28.47	2.21	11.22	12.38	6.13
最小値		2.95	0.32	0.83	1.23	0.00
平均値		13.56	0.73	3.47	4.39	1.47
合計		162.68	8.78	41.68	52.65	17.68
倉吉市(倉吉保健所地点)						
期間	採取 日数	dust (ng/月)	Ca (ng/l)	Mg (ng/l)	K (ng/l)	Na (ng/l)
96-4	30	34.74	7.72	15.40	12.99	4.43
96-5	33	21.05	1.81	4.75	7.58	7.38
96-6	29	10.71	0.49	1.73	5.42	2.39
96-7	30	7.05	0.57	0.79	0.96	0.77
96-8	32	15.04	0.53	1.68	1.85	0.40
96-9	29	11.08	0.69	1.63	1.78	0.41
96-10	31	90.22	92.12	6.01	3.48	6.42
96-11	31	19.97	4.04	3.04	2.73	0.73
96-12	35	5.47	0.55	1.25	1.54	0.55
97-1	25	14.55	0.65	3.03	3.39	0.18
97-2	28	24.57	0.82	6.41	5.79	0.92
97-3	32	23.21	1.46	4.91	4.39	0.80
最大値		90.22	92.12	15.40	12.99	7.38
最小値		5.47	0.49	0.79	0.96	0.18
平均値		23.14	9.29	4.22	4.33	2.11
合計		277.66	111.46	50.63	51.91	25.38
米子市(米子保健所地点)						
期間	採取 日数	dust (ng/月)	Ca (ng/l)	Mg (ng/l)	K (ng/l)	Na (ng/l)
96-4	31	86.50	22.36	31.41	39.53	4.97
96-5	32	42.01	4.76	11.39	11.38	3.39
96-6	28	23.59	2.47	5.39	6.43	2.22
96-7	31	11.96	1.65	2.13	1.53	0.89
96-8	32	39.50	3.48	4.30	3.86	1.03
96-9	29	11.74	6.17	2.68	6.73	0.53
96-10	31	32.27	12.45	5.14	3.55	0.85
96-11	31	18.55	1.70	3.93	2.48	0.49
96-12	35	27.20	1.45	6.43	6.99	1.19
97-1	25	6.95	0.68	1.90	2.32	0.69
97-2	28	19.67	1.20	5.07	4.10	0.58
97-3	32	31.70	7.52	7.74	5.12	0.62
最大値		86.50	22.36	31.41	39.53	4.97
最小値		6.95	0.68	1.90	1.53	0.49
平均値		29.30	5.49	7.29	7.83	1.45
合計		351.64	65.89	87.51	94.01	17.45