

5 酸性雨成分分析調査

【大気騒音科】

林田博通・洞崎和徳・尾田喜夫

佐藤 白

1 はじめに

当所では鳥取県の酸性雨調査を昭和62年度から行っているが、本年も昨年に引き続き県内4地点（鳥取、郡家、倉吉、米子）について、環境庁仕様の酸性雨ろ過式採取装置を用いて調査を実施した。平成元年度について調査結果をまとめたので報告する。

2 調査地点及び調査方法

調査地点を図1に示す。

衛生研究所 鳥取市松並町2-470（東 部）

郡家保健所 八頭郡郡家町郡家40（山間部）

倉吉保健所 倉吉市東巖城町2（中 部）

米子保健所 米子市西福原444（西 部）

調査方法は環境庁、酸性雨調査マニュアルに準拠して行った。なお、試料採取は環境庁仕様酸性雨ろ過式採取装置を用いて行い、6月及び2月の鳥取、郡家については1週間毎、又その他については1ヶ月単位で試料採取を行った。測定方法を表1に示す。

表1 調査項目及び測定方法

区分	測定項目	測定方法
河 降	pH	ガラス電極法
	EC	導電率法
	SO ₄ ²⁻	グリセリン・アルコール法
	NO ₃ ⁻	サリチル酸ナトリウム法
過 水	Cl ⁻	チオシアン酸第二水銀法
	NH ₄ ⁺	インドフェノール法
	Ca ²⁺	原子吸光法
	Mg ²⁺	〃
式 採	K ⁺	炎光光度法
	Na ⁺	〃
取 器	降下物量	重量法
	Ca ²⁺	原子吸光法
	Mg ²⁺	〃
	K ⁺	炎光光度法
	Na ⁺	〃
	Fe ³⁺	原子吸光法
乾 性 降 下 物	Mn ²⁺	〃



図1 測定地点

3 調査結果及び考察

平成元年度の降水中の水溶性成分の調査結果を表2に示す。ここで、6月と2月の鳥取、郡家については1週間降雨データの加重平均値である。

分析結果を各調査項目についてまとめた。

(1) 降雨量

県内4地点の月別降雨量を図2に示す。月別変化は4地点とも類似しており、4月、6月、2月、3月が少なめであった。年間降雨量は鳥取1,731mm、郡家1,919mm、倉吉1,672mm、米子1,941mmであった。

表2-1 ろ過式採取器による降水の水溶性成分分析結果

採取場所	採取年月	降水量 mm	pH	EC μS/cm	SO ₄ ²⁻ μg/ml	NO ₃ ⁻ μg/ml	Cl ⁻ μg/ml	NH ₄ ⁺ μg/ml	Ca ²⁺ μg/ml	Mg ²⁺ μg/ml	K ⁺ μg/ml	Na ⁺ μg/ml	nss-SO ₄ ²⁻ μg/ml	nss-Ca ²⁺ μg/ml
鳥取市	平成元. 4	69.6	5.36	39.9	4.22	2.13	5.89	0.68	1.15	0.50	0.40	4.00	3.22	1.00
	5	118.1	4.92	18.7	2.38	1.13	2.06	0.39	0.46	0.18	0.17	1.24	2.07	0.41
	6	84.7	4.67	23.2	2.91	1.69	1.42	0.63	0.53	0.18	0.17	1.11	2.63	0.49
	7	122.5	4.80	12.1	1.60	0.70	0.39	0.25	0.16	0.04	0.18	0.31	1.52	0.15
	8	134.8	4.72	23.8	2.29	0.68	3.70	0.21	0.30	0.28	0.18	2.25	1.73	0.22
	9	309.3	4.75	14.4	1.70	0.55	0.95	0.28	0.17	0.07	0.14	0.53	1.57	0.15
	10	116.3	4.36	61.0	3.60	0.90	11.70	0.55	0.43	0.75	0.41	6.32	2.01	0.19
	11	156.4	4.50	71.7	5.25	1.13	16.60	0.35	0.52	1.07	0.56	8.92	3.01	0.18
	12	194.3	4.42	81.2	5.70	1.20	15.10	0.42	0.56	1.01	0.55	8.26	3.63	0.25
	2. 1	176.7	4.55	56.9	4.20	0.85	10.60	0.29	0.49	0.70	0.39	5.76	2.76	0.27
	2	121.4	4.64	42.1	4.03	0.96	6.14	0.25	0.74	0.44	0.26	3.50	3.15	0.61
	3	127.3	4.61	54.3	4.25	1.15	8.62	0.27	0.74	0.61	0.35	5.14	2.96	0.55
	最高値	309.3	5.36	81.2	5.70	2.13	16.60	0.68	1.15	1.07	0.56	8.92	3.63	1.00
最低値	69.6	4.36	12.1	1.60	0.55	0.39	0.21	0.16	0.04	0.14	0.31	1.52	0.15	
平均値	144.2	4.62	41.7	3.45	0.98	7.07	0.35	0.46	0.49	0.31	3.96	2.46	0.31	
郡家町	平成元. 4	63.9	5.59	29.1	4.00	1.98	3.81	0.74	1.20	0.31	0.29	2.42	3.39	1.11
	5	132.6	4.70	15.5	2.02	0.97	0.70	0.38	0.32	0.07	0.12	0.46	1.91	0.30
	6	100.5	4.71	17.9	2.30	1.23	0.88	0.58	0.36	0.09	0.11	0.57	2.16	0.34
	7	122.0	4.61	13.7	1.80	0.78	0.50	0.05	0.18	0.03	0.13	0.25	1.74	0.17
	8	159.5	5.06	13.0	1.64	0.67	1.15	0.33	0.25	0.07	0.09	0.62	1.49	0.23
	9	349.3	4.69	12.4	1.57	0.56	0.50	0.19	0.06	0.03	0.05	0.22	1.52	0.05
	10	195.6	4.60	41.1	2.45	0.71	7.80	0.22	0.20	0.51	0.37	4.30	1.37	0.04
	11	193.0	4.40	46.8	3.65	0.76	8.15	0.35	0.25	0.50	0.30	4.08	2.63	0.10
	12	181.5	4.59	52.2	3.90	0.98	9.20	0.38	0.37	0.60	0.34	4.96	2.66	0.18
	2. 1	221.6	4.65	39.5	2.80	0.68	6.75	0.27	0.35	0.44	0.26	3.50	1.92	0.22
	2	93.6	5.19	22.9	2.67	0.86	2.93	0.21	0.91	0.21	0.14	1.62	2.26	0.85
	3	106.2	4.87	41.2	4.50	1.20	6.36	0.30	0.89	0.47	0.28	3.70	3.57	0.75
	最高値	349.3	5.59	52.2	4.50	1.98	9.20	0.74	1.20	0.60	0.37	4.96	3.57	1.11
最低値	63.9	4.40	12.4	1.57	0.56	0.34	0.05	0.06	0.03	0.05	0.22	1.37	0.04	
平均値	159.9	4.68	24.4	2.62	0.83	4.20	0.30	0.34	0.28	0.20	2.26	2.05	0.25	

(2) 水素イオン濃度 (pH)

pHの地点別経月変化を図3に示す。全体的に4、5月が高め、10、11、12月が低めであった。

範囲は、鳥取 4.36 (10月)～5.36 (4月) (平均 4.62)

郡家 4.40 (11月)～5.59 (4月) (平均 4.68)

倉吉 4.40 (6月)～5.19 (10月) (平均 4.70)

米子 4.25 (6月)～5.20 (2月) (平均 4.60)

であり、4地点いずれも平均値4.6～4.7で同程度であった。酸性雨のpH基準値5.6と比較すると測定値はすべて基準値以下でありpH5.0を基準としても基準未満の出現頻度は鳥取 (11/12)、郡家 (9/12)、倉吉 (10/12)、米子 (10/12) であり、大部分がpH5.0未

表 2-2 ろ過式採取器による降水の水溶性成分分析結果

採取場所	採取年月	降水量 mm	pH	EC μS/cm	SO ₄ ²⁻ μg/ml	NO ₃ ⁻ μg/ml	Cl ⁻ μg/ml	NH ₄ ⁺ μg/ml	Ca ²⁺ μg/ml	Mg ²⁺ μg/ml	K ⁺ μg/ml	Na ⁺ μg/ml	nss-SO ₄ ²⁻ μg/ml	nss-Ca ²⁺ μg/ml
倉吉市	平成 元 4	52.9	4.60	28.0	4.05	1.40	3.27	0.25	1.17	0.30	0.22	1.90	3.57	1.10
	5	104.8	4.50	20.0	2.15	1.24	2.03	0.07	0.64	0.18	0.16	1.24	1.84	0.59
	6	110.1	4.40	30.0	3.62	1.59	1.82	0.46	0.45	0.14	0.16	0.99	3.37	0.41
	7	126.7	4.70	10.0	1.80	0.30	0.55	0.02	0.14	0.05	0.06	0.35	1.71	0.13
	8	157.8	4.70	20.0	2.10	0.70	2.75	0.26	0.22	0.19	0.22	1.30	1.77	0.17
	9	304.6	4.80	12.4	1.50	0.49	0.80	0.28	0.14	0.05	0.07	0.40	1.40	0.13
	10	126.1	5.19	43.2	3.05	0.75	8.36	0.71	0.25	0.55	0.42	4.64	1.89	0.07
	11	188.2	4.60	43.5	3.30	0.71	9.05	0.36	0.27	0.59	0.34	4.82	2.09	0.09
	12	103.6	4.51	80.2	5.80	1.25	16.00	0.48	0.61	1.07	0.56	8.65	3.63	0.28
	2. 1	187.8	4.72	52.5	4.00	0.88	9.30	0.39	0.60	0.61	0.37	5.12	2.72	0.41
	2	117.3	5.15	35.8	4.30	0.80	6.00	0.40	0.92	0.38	0.26	3.16	3.51	0.80
	3	92.5	4.96	55.5	5.86	0.00	10.10	0.00	1.71	0.73	0.33	5.96	4.37	1.48
		最高値	304.6	5.19	80.2	5.86	1.59	16.00	0.71	1.71	1.07	0.56	8.65	4.37
	最低値	52.9	4.40	10.0	1.50	0.30	0.55	0.02	0.14	0.05	0.06	0.35	1.40	0.07
	平均値	139.3	4.70	33.6	3.14	0.77	5.46	0.32	0.48	0.37	0.25	2.98	2.40	0.36
米子市	平成 元 4	74.1	4.92	45.0	6.15	2.53	6.01	0.77	1.62	0.47	0.40	3.56	5.26	1.49
	5	132.2	4.50	25.5	3.32	1.34	1.80	0.41	0.52	0.15	0.14	1.05	3.06	0.48
	6	121.2	4.25	33.3	3.65	1.15	1.68	0.06	0.51	0.13	0.29	1.02	3.39	0.47
	7	168.8	4.80	10.0	2.20	0.68	0.60	0.32	0.08	0.04	0.04	0.21	2.15	0.07
	8	173.2	5.00	21.0	1.80	0.56	3.40	0.21	0.33	0.26	0.16	1.50	1.42	0.27
	9	413.5	4.62	15.6	1.90	0.52	0.80	0.14	0.14	0.05	0.05	0.39	1.80	0.13
	10	189.1	4.58	56.5	3.40	1.00	11.40	0.29	0.44	0.74	0.40	6.46	1.78	0.20
	11	139.0	4.50	58.7	4.18	0.91	11.30	0.32	0.35	0.71	0.39	6.24	2.61	0.11
	12	132.2	4.34	93.4	7.10	1.91	16.90	0.74	0.75	1.13	0.58	8.94	4.86	0.41
	2. 1	185.6	4.64	59.8	4.68	1.23	10.56	0.44	0.84	0.70	0.39	5.70	3.25	0.62
	2	106.0	5.20	38.9	5.00	1.02	6.60	0.43	1.17	0.45	0.28	3.42	4.14	1.04
	3	106.2	4.63	62.1	5.86	1.48	10.50	0.51	1.38	0.79	0.43	6.44	4.24	1.14
		最高値	413.5	5.20	93.4	7.10	2.53	16.90	0.77	1.62	1.13	0.58	8.94	5.26
	最低値	74.1	4.25	10.0	1.80	0.52	0.60	0.06	0.08	0.04	0.04	0.21	1.42	0.07
	平均値	161.7	4.60	38.9	3.60	1.03	6.00	0.33	0.53	0.41	0.25	3.28	2.78	0.41

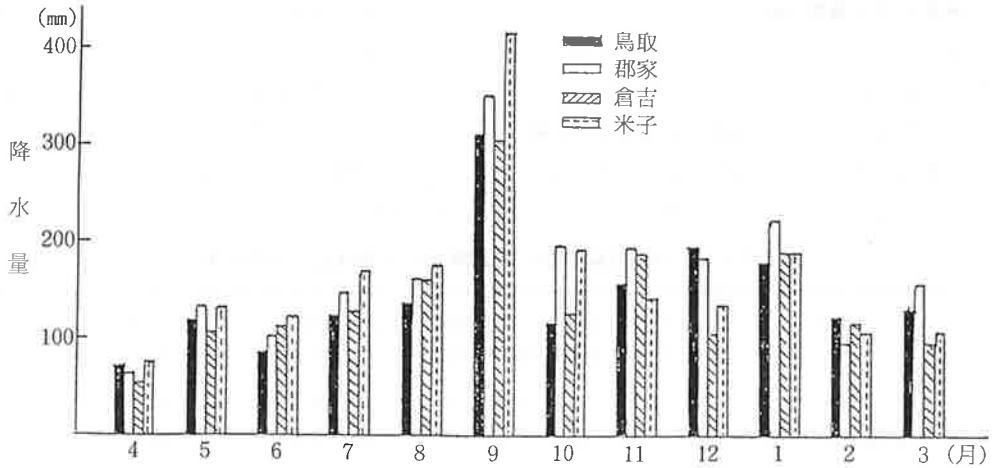


図2 降水量の月別変化

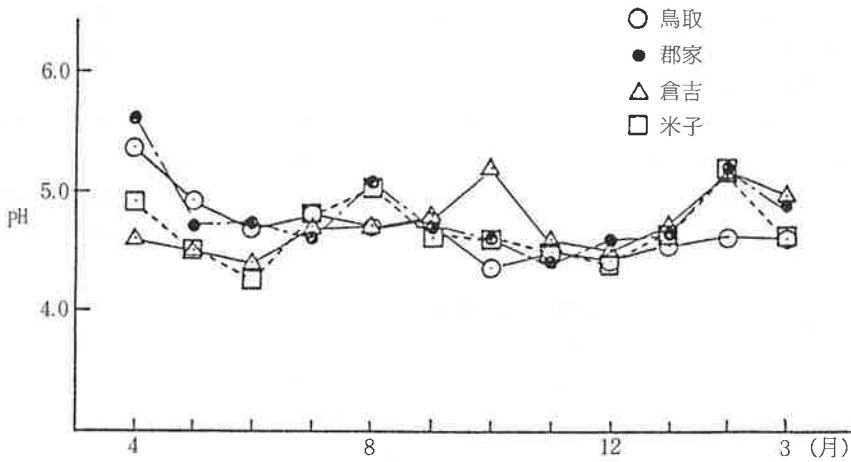


図3 pHの経月変化

満であった。

(3) 導電率及びイオンバランス

導電率の経月変化を図4に示す。

4地点いずれも5月から9月にかけて低く10月から3月に高くなっている。地点別では最高値で米子(93.4 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 、12月)、鳥取(81.2 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 、12月)、倉吉(80.2 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 、12月)、郡家(52.2 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 、12月)であり、最低値は米子、倉吉(10.0 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 、7月)、鳥取(12.1 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 、7月)、郡家(12.4 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 、9月)であり、最高値については地域差が若干見られるが最低値は同程度であった。

降水中のイオンは当量濃度で陽イオンと陰イオンがバランスを保っており測定結果からそれを確かめ

ることによりデータの妥当性が検証できる。又、導電率についても各イオンの濃度から計算により求めることができる。これを測定値と比較し測定データの妥当性を確認することができる。今回の調査結果をイオンバランス並びに導電率の計算値と実測値の比較をそれぞれ行った結果よい一致を示した。その結果を図5、図6に示す。ここで導電率の計算式は次式を用いた。

$$\begin{aligned} \text{EC cal} (\mu\text{S}/\text{cm}) = & 80.02 \times [\text{SO}_4^{2-}] + 71.46 \times \\ & [\text{NO}_3^-] + 76.35 \times [\text{Cl}^-] + 349.81 \times [\text{H}^+] \\ & + 73.55 \times [\text{NH}_4^+] + 59.50 \times [\text{Ca}^{2+}] + 53.05 \\ & \times [\text{Mg}^{2+}] + 73.5 \times [\text{K}^+] + 50.10 \times [\text{Na}^+] \\ & [] : \text{当量濃度} (\mu\text{eq}/\text{ml}) \end{aligned}$$

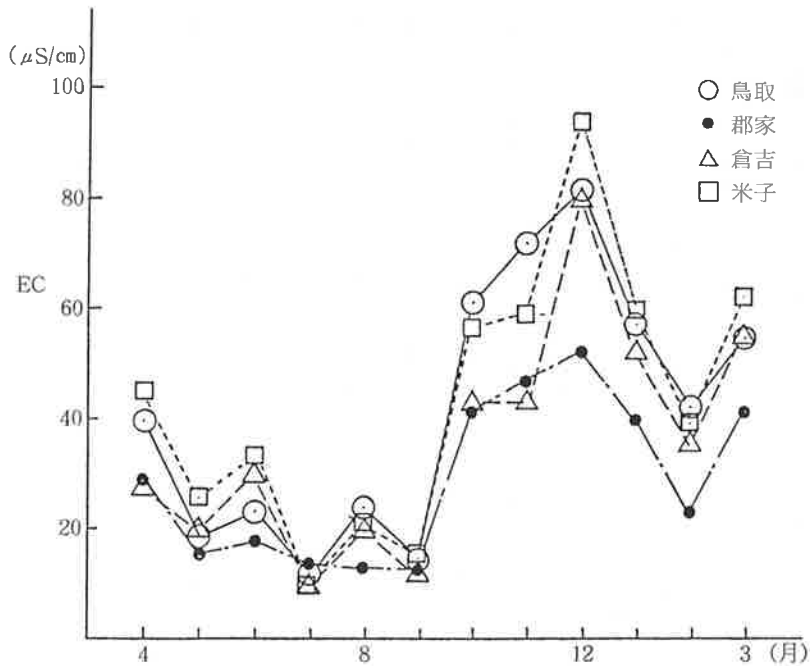


図4 E C の 経 月 変 化

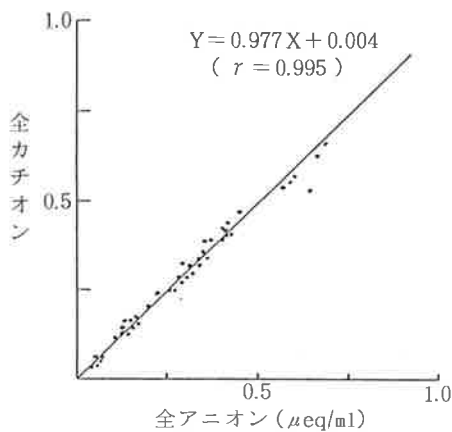


図5 全カチオンと全アニオンの関係

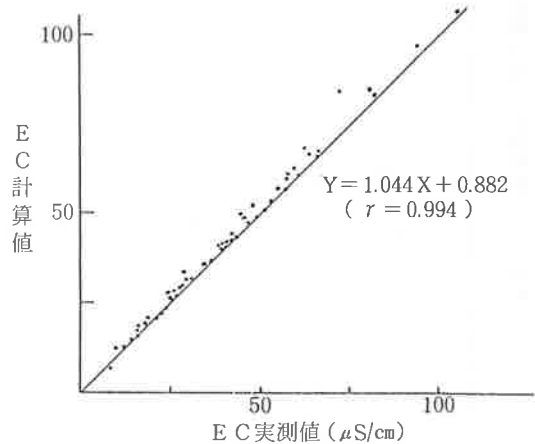


図6 E C 実測値と計算値の関係

この結果より降水中の成分は陰イオン3種 (SO_4^{2-} 、 NO_3^- 、 Cl^-)、陽イオン (H^+ 、 NH_4^+ 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 K^+ 、 Na^+) で大部分が占められていることがわかる。また測定値も妥当であることがわかる。

(4) 水溶性成分の濃度相関

降水中の水溶性成分濃度の相関行列を表3に示す。危険率1%で有意な相関が認められる成分を見ると、全地域で導電率に対し SO_4^{2-} 、 Cl^- 、 Mg^{2+} 、 K^+ 、 Na^+ 、

が相関が見られ Na^+ 及び Cl^- に対し SO_4^{2-} 、 Mg^{2+} 、 K^+ が相関が見られる。これは、降水成分中 SO_4^{2-} 、 Cl^- 、 Na^+ が主成分であり海塩の主成分と一致している。これより降水が海塩の影響を強く受けていることが認められる。

そこで Na^+ 、 Cl^- 、 SO_4^{2-} 濃度の経月変化を地点別に見たのが図7である。いずれも秋季から冬季にかけて高くなっており、又 Na^+ 、 Cl^- は類似の傾向を

表3-1 降水中のイオン濃度相関行列 (鳥取、郡家)

平成元年度	鳥取												
	降水量	pH	EC	SO ₄ ²⁻	NO ₃ ⁻	Cl ⁻	NH ₄ ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	nss-SO ₄ ²⁻	nss-Ca ²⁺
降水量													
pH	-0.310												
EC	0.013	-0.525											
SO ₄ ²⁻	-0.117	-0.325	*0.840										
NO ₃ ⁻	-0.607	0.516	0.163	*0.896									
Cl ⁻	0.057	-0.561	*0.980	*0.896	0.226								
NH ₄ ⁺	-0.466	0.303	0.132	0.226	*0.823	0.072							
Ca ²⁺	-0.532	-0.426	0.379	0.610	*0.822	0.284	0.521						
Mg ²⁺	0.000	-0.504	*0.986	*0.931	0.172	*0.995	0.132	0.367					
K ⁺	-0.033	-0.354	*0.953	*0.923	0.280	*0.959	0.230	0.432	0.352				
Na ⁺	0.013	-0.511	*0.985	*0.920	0.146	*0.997	0.111	0.308	0.701	0.701			
nss-SO ₄ ²⁻	-0.232	-0.075	*0.733	*0.913	0.608	*0.776	*0.910	*0.716	0.680	0.680			
nss-Ca ²⁺	-0.573	0.681	-0.033	0.243	*0.811	-0.139	0.506	*0.910	-0.068	-0.068			

* : 危険率1%で有意 (n=12)

表 3-2 降水の成分濃度相関行列 (倉吉、米子)

平成元年度

		倉 吉										
降水量	pH	EC	SO ₄ ²⁻	NO ₃ ⁻	Cl ⁻	NH ₄ ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	nss ⁻ SO ₄ ²⁻	nss ⁻ Ca ²⁺
降水量	0.085	-0.266	-0.514	-0.349	-0.184	0.097	-0.574	-0.246	-0.254	-0.207	-0.612	-0.561
pH	-0.094	0.056	0.086	-0.579	0.149	0.223	0.175	0.120	0.165	0.158	0.020	0.150
EC	-0.373	-0.367	*0.869	0.096	*0.976	0.398	0.391	*0.980	*0.942	*0.978	0.618	0.197
SO ₄ ²⁻	-0.595	*0.832	*0.841	0.093	*0.793	0.155	*0.741	*0.826	*0.728	*0.810	*0.921	0.604
NO ₃ ⁻	-0.591	0.561	*0.841	-0.035	0.419	0.383	-0.075	-0.019	0.115	-0.055	0.172	-0.067
Cl ⁻	-0.306	*0.967	*0.732	0.419	0.383	0.383	0.315	*0.995	*0.960	*0.998	0.494	0.112
NH ₄ ⁺	-0.513	0.613	*0.841	*0.850	0.575		-0.342	0.334	0.546	0.351	-0.007	-0.439
Ca ²⁺	-0.596	0.446	*0.797	*0.785	0.360	*0.719		0.383	0.236	0.358	*0.844	*0.978
Mg ²⁺	-0.350	*0.973	*0.774	0.477	*0.995	0.622	0.435		*0.955	*0.998	0.542	0.184
K ⁺	-0.512	*0.963	*0.868	0.660	*0.911	0.619	0.581	*0.929		*0.853	0.428	0.038
Na ⁺	-0.324	*0.969	*0.749	0.447	*0.995	0.581	0.402	*0.995	*0.923		0.518	0.156
nss ⁻ SO ₄ ²⁻	-0.620	0.565	*0.922	*0.883	0.413	*0.797	*0.849	0.470	0.640	0.434		*0.778
nss ⁻ Ca ²⁺	-0.560	0.387	0.671	*0.733	0.142	0.629	*0.974	0.223	0.396	0.186	*0.804	

* : 危険率 1% で有意 (n = 12)

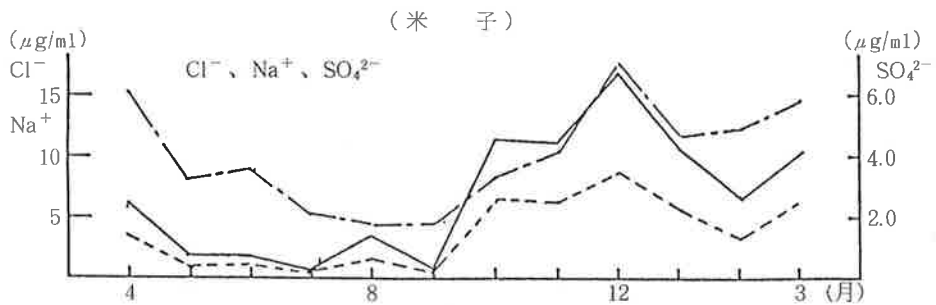
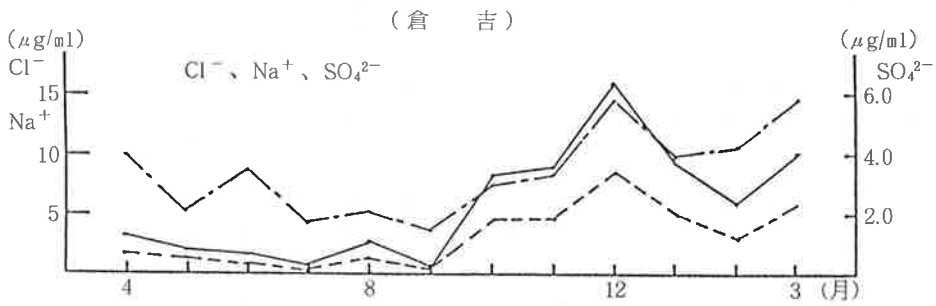
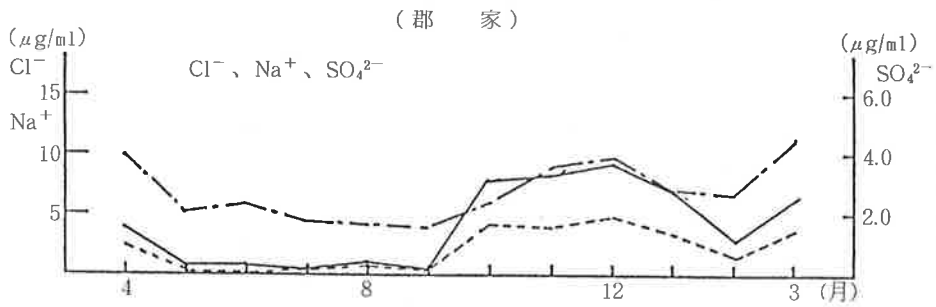
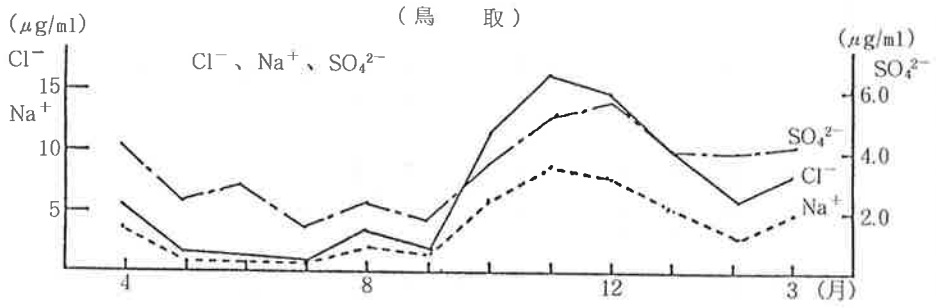


図7 降水成分濃度の地域別経月変化

示すが SO_4^{2-} は若干異なる。そして、 Na^+ と他の成分について相関を見ると降水中の成分を3つのグループに分類できる。

(1) 海水の成分比と一致するもの



(2) 海水の成分比と若干異なるもの



(3) 海水の成分に殆どないもの $\text{NO}_3^- \text{ NH}_4^+$

これらの関係を Cl^- 、 SO_4^{2-} 、 Ca^{2+} について見たのが図8である。これより Cl^- は海塩起源のみであ

り SO_4^{2-} 、 Ca^{2+} は海塩起源とそれ以外の合計である。

次に、海塩起源以外の成分 nss-SO_4^{2-} 、 nss-Ca^{2+} 、 NO_3^- 、 NH_4^+ について経月変化を図9に示す。

nss-SO_4^{2-} は4月と11月～3月に高くなっており冬季季節風による影響が現れている。又 nss-Ca^{2+} は4月と2月、3月に高くなっておりPHの上昇と類似しておりこれへの寄与が推察される。一方、 NO_3^- は4地点の値は同程度であり、経月変化も少ない。 NH_4^+ は地点別、経月変化いずれもまちまちで傾向は見られない。

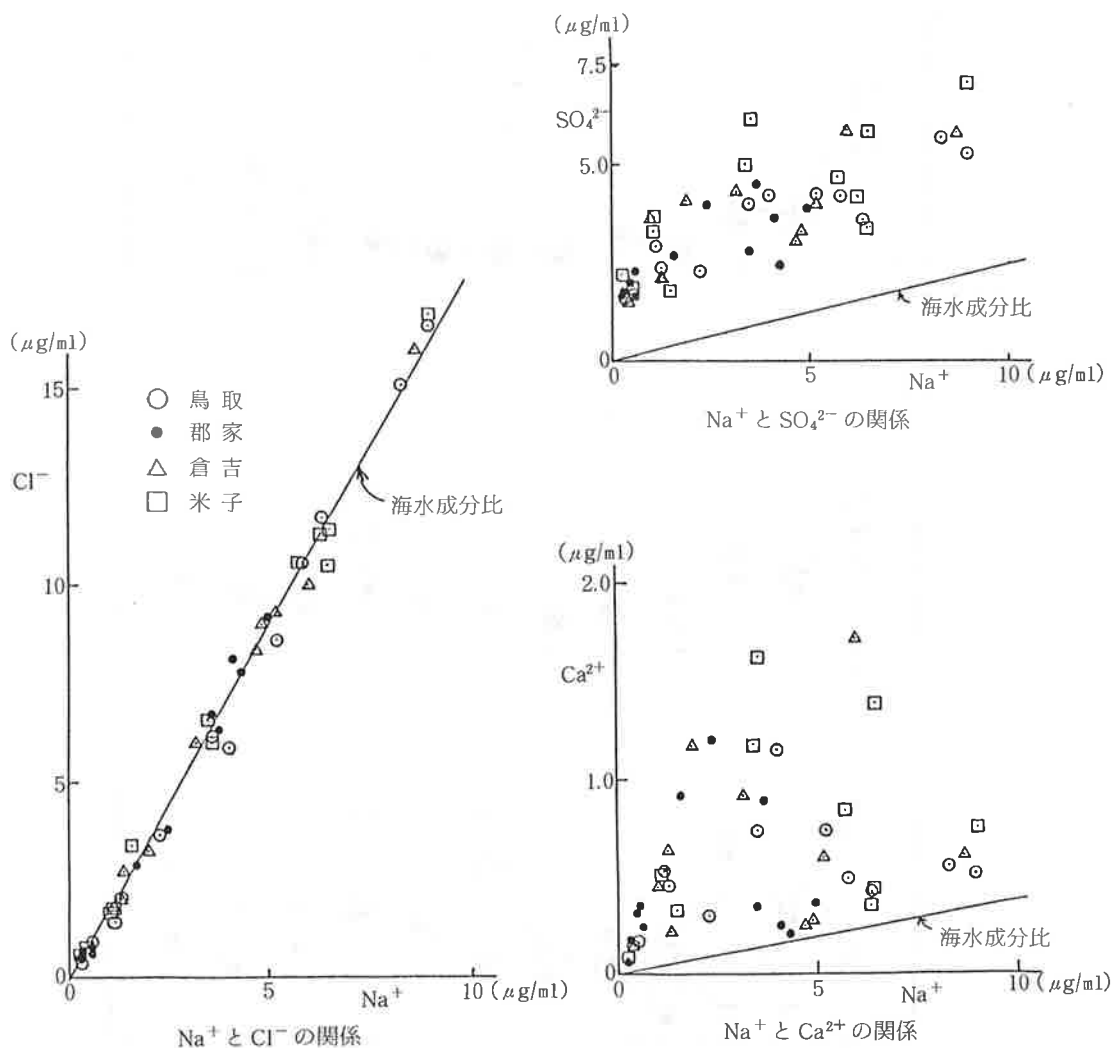


図8 Na^+ と Cl^- 、 SO_4^{2-} 、 Ca^{2+} の関係

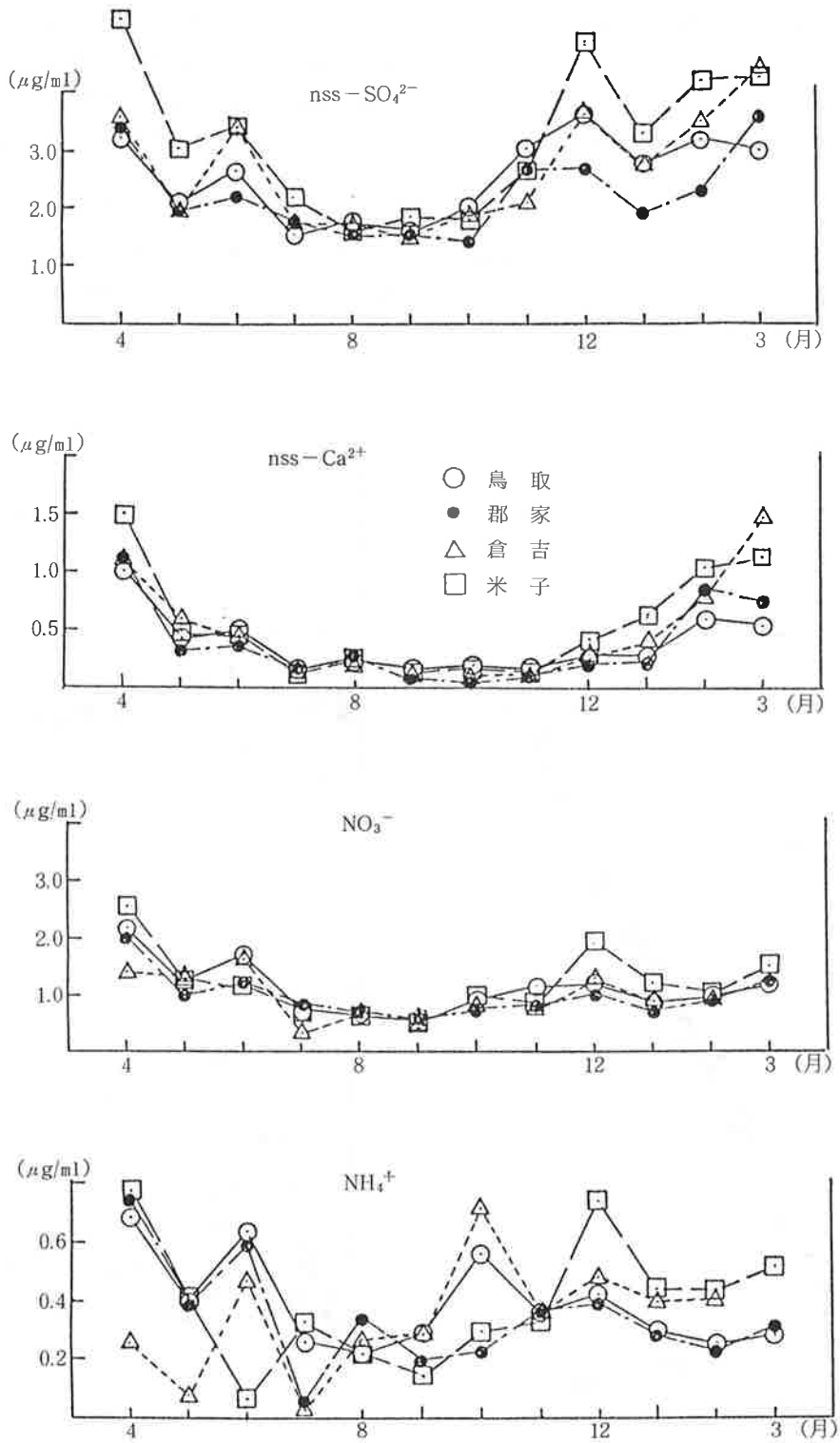


図9 降水成分濃度の経月変化

地域による降水成分の差異を見るため濃度の年平均値について地域別に見たのが図10である。イオン濃度の合計で鳥取、米子、倉吉、郡家の順に小さくなっている。組成で見ると Na^+ と Cl^- が60%前後を占め SO_4^{2-} を合わせると82~84%となる。そして、地

域別の降水濃度差は海塩由来成分の差として現れている。すなわち郡家が山間地で海塩の影響が最も少なくなっていることがわかる。一方海塩由来以外の成分については地域別差異は見られない。

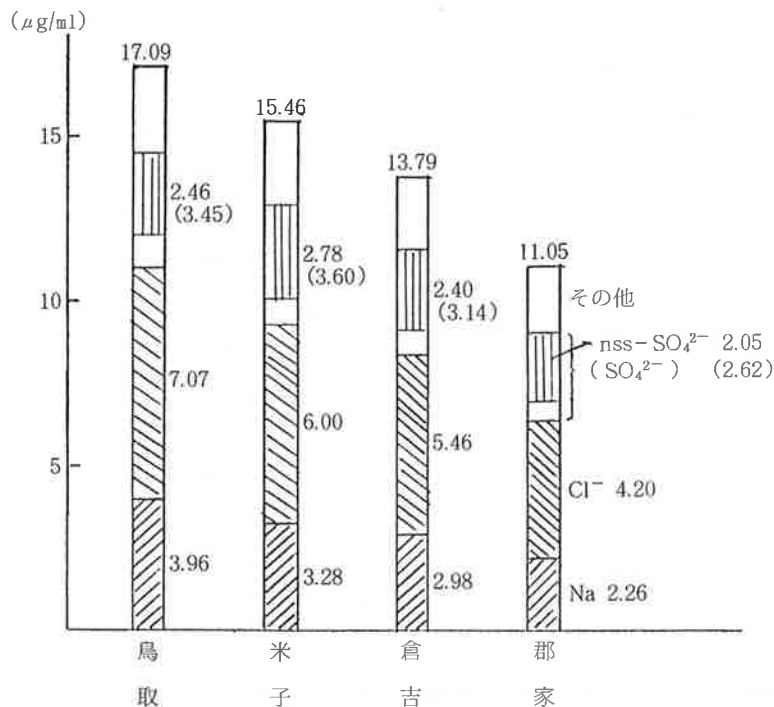


図10 降水成分(年平均値)の地域差

(5) 水溶性及び不溶性成分降下量

ろ過式採取器による降水中的水溶性成分(湿性)及び不溶性成分(乾性)の月別降下量及び年間降下量を表4に、地域別経月変化を図11、図12に示す。

年間降下量は水溶性物質が鳥取29.6($\text{g}/\text{m}^2/\text{年}$)、郡家21.2、倉吉23.0、米子30.0であり、不溶性物質

は鳥取10.8($\text{g}/\text{m}^2/\text{年}$)、郡家13.0、倉吉7.2、米子9.6である。水溶性と不溶性物質の地域別傾向は一致しない。又、経月変化も水溶性物質が10月から1月の冬季に高くなっているのに対して不溶性物質は地域別、経月変化いずれもまちまちで傾向は見られなかった。

表4-1 ろ過式採取器による湿性及び乾性降下物量

上段：水溶性成分
下段：不溶性成分 30日換算 (mg/m²月)

鳥取市

採取年月	SO ₂	NO _x	Cl	H	NH ₄	Ca	Mg	K	Na	Fe	Mn	wet dust 総量 総量
平成. 4	294	148	410	0.3	47	80 4.4	35 8.1	28 6.7	278 1.1	72	0.8	1,320 1,785
5	281	133	243	1.4	46	54 1.5	21 4.1	20 3.0	146 0.6	27	0.3	945 642
6	247	143	144	1.8	53	45 2.9	15 4.3	14 3.2	94 0.8	35	0.5	756 915
7	196	86	48	1.9	31	20 1.3	5 0.8	22 0.5	38 0.3	15	0.1	447 264
8	309	92	499	2.6	28	40 2.1	38 1.8	24 1.5	303 0.6	98	0.3	1,335 571
9	526	170	294	5.5	87	53 1.8	22 1.7	43 1.7	164 0.7	34	0.2	1,364 445
10	419	105	1,361	5.1	64	50 1.9	87 2.8	48 2.2	735 1.0	63	0.3	2,874 679
11	821	177	2,596	4.9	55	81 2.3	167 3.2	88 2.1	1,395 0.6	64	0.4	5,384 846
12	1,108	233	2,936	7.4	82	109 1.6	196 3.8	107 3.4	1,605 1.0	118	0.3	6,383 782
2. 1	742	150	1,864	5.0	51	87 1.9	124 11.2	69 7.0	1,018 0.8	115	0.6	4,110 1,628
2	490	116	745	2.8	30	30 3.9	53 8.8	32 5.0	425 0.9	47	0.5	1,983 1,208
3	541	146	1,097	3.1	34	94 3.7	78 5.3	45 3.1	654 0.7	69	0.5	2,692 1,014
年間 降下量	5,974	1,699	12,237	41.9	608	803 29.1	841 56.0	540 39.5	6,855 9.0	758	4.9	29,598 10,779

郡家町

平成. 4	256	127	243	0.2	47	77 6.0	20 9.9	19 7.8	155 2.2	59	0.9	944 1,997
5	268	129	93	2.7	50	42 2.1	9 4.9	16 3.6	61 1.0	25	0.3	670 777
6	231	124	88	2.0	58	36 6.0	9 4.3	11 3.6	57 2.9	61	0.5	616 1,339
7	220	95	61	3.0	6	22 1.7	4 0.9	16 0.6	31 0.9	6	0.1	458 223
8	262	107	183	1.4	53	40 4.6	11 4.1	14 3.5	99 2.4	31	0.4	770 1,266
9	548	196	175	7.1	66	21 2.0	10 1.8	17 2.3	77 0.8	102	0.6	1,117 669
10	479	139	1,526	4.9	43	39 2.7	100 3.0	72 2.5	841 1.3	26	0.4	3,243 771
11	704	147	1,573	7.7	68	48 2.3	97 3.1	58 2.7	787 3.0	43	0.5	3,489 796
12	708	178	1,670	4.7	69	67 2.1	109 2.9	62 2.8	900 0.8	59	0.4	3,767 817
2. 1	620	151	1,496	5.0	60	78 2.4	98 9.6	58 6.2	776 0.5	154	0.9	3,342 1,535
2	250	80	274	0.6	20	85 6.5	20 9.9	13 7.3	152 2.5	95	0.9	894 1,672
3	478	127	675	1.4	32	95 3.8	50 5.5	30 4.7	393 0.7	40	0.4	1,881 1,146
年間 降下量	5,024	1,600	8,057	40.5	572	650 42.4	537 59.8	386 47.6	4,329 18.9	700	6.4	21,195 13,008

表4-2 ろ過式採取器による湿性及び乾性降下物量

上段：水溶性成分
下段：不溶性成分 30日換算 (mg/m²月)

倉吉市

採取年月	SO ₄	NO ₃	Cl	H	NH ₄	Ca	Mg	K	Na	Fe	Mn	wet dust 総量
平元. 4	214	74	173	1.3	13	62 1.3	16 0.9	12 2.4	101 0.3	15	0.2	666 372
5	225	130	213	3.3	7	67 2.1	19 4.9	17 3.6	130 0.3	27	0.3	811 911
6	339	175	200	4.4	51	50 2.0	15 3.4	18 2.8	109 0.5	22	0.3	1,021 789
7	228	38	70	2.5	3	18 0.9	6 0.7	8 0.2	44 0.4	5	0.1	417 176
8	331	110	434	3.2	41	35 1.6	30 1.3	35 1.2	205 0.9	8	0.1	1,224 330
9	457	149	244	4.8	85	43 1.7	15 1.4	21 1.1	122 0.6	8	0.1	1,140 302
10	385	95	1,054	0.8	90	32 1.9	69 2.0	53 1.6	585 1.0	19	0.2	2,363 441
11	621	134	1,703	4.7	68	51 1.1	111 1.4	64 0.9	907 0.8	9	0.1	3,663 290
12	601	130	1,658	3.2	50	63 0.9	111 3.3	58 3.0	896 0.7	19	0.2	3,570 498
2. 1	751	165	1,747	3.6	73	113 2.2	115 7.6	69 5.9	962 1.0	37	0.4	3,998 1,096
2	504	94	704	0.8	47	108 2.9	45 5.5	30 3.9	371 0.8	26	0.4	1,903 904
3	542	-	934	1.0	-	158 4.0	68 5.9	31 4.6	551 1.4	28	0.4	2,285 1,042
年間 降下量	5,258	1,294	9,134	33.7	528	800 23.1	620 38.2	416 31.2	4,983 8.8	222	2.6	23,066 7,151

米子市

平元. 4	456	187	445	0.9	57	120 3.0	35 6.7	30 5.4	264 0.8	36	0.4	1,594 915
5	439	177	238	4.2	54	69 2.7	20 8.1	19 4.6	139 1.0	34	0.4	1,159 908
6	442	139	204	6.8	7	62 2.3	16 4.8	35 2.9	124 0.9	30	0.3	1,035 813
7	371	115	101	2.7	54	14 2.1	7 2.9	7 1.4	35 1.1	20	0.3	706 828
8	312	97	589	1.7	36	57 1.8	45 2.4	28 1.6	260 0.8	17	0.2	1,425 575
9	786	215	331	9.9	58	58 2.1	21 2.0	21 1.4	161 1.1	11	0.1	1,660 408
10	643	189	2,156	5.0	55	83 2.2	140 3.6	76 2.0	1,222 1.0	26	0.3	4,569 603
11	581	126	1,571	4.4	44	49 1.5	99 2.6	54 1.1	867 1.9	15	0.2	3,395 423
12	939	253	2,234	6.0	98	99 1.4	149 5.6	77 3.6	1,182 0.9	30	0.3	5,037 746
2. 1	869	228	1,960	4.3	82	156 4.6	130 15.9	72 8.1	1,058 1.6	63	0.7	4,559 1,608
2	530	108	700	0.7	46	124 4.1	48 13.6	30 4.1	363 0.8	32	0.5	1,949 1,120
3	622	157	1,115	2.5	54	147 2.8	84 5.4	46 2.9	684 0.5	18	0.2	2,911 662
年間 降下量	6,990	1,991	11,644	49.0	645	1,038 30.7	794 73.6	495 38.9	6,359 12.5	332	3.9	30,005 9,609

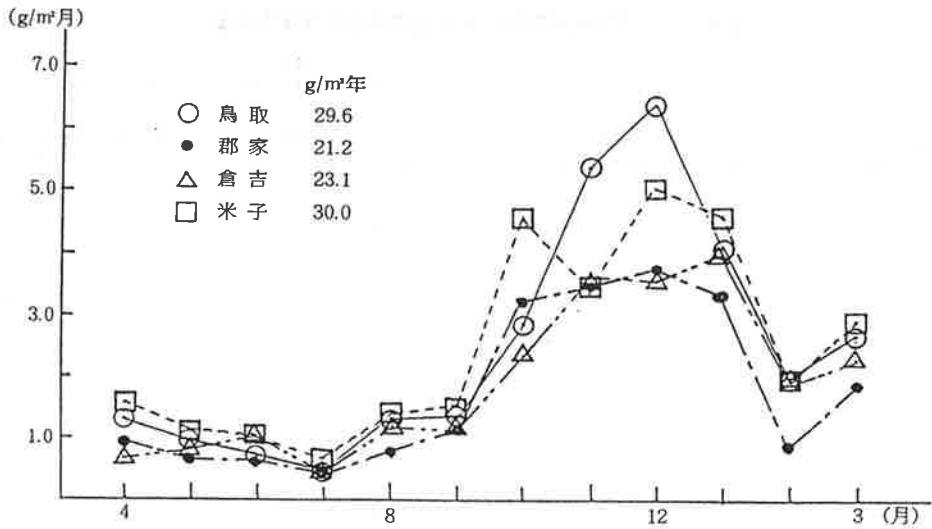


図11 水溶性物質降下量の経月変化

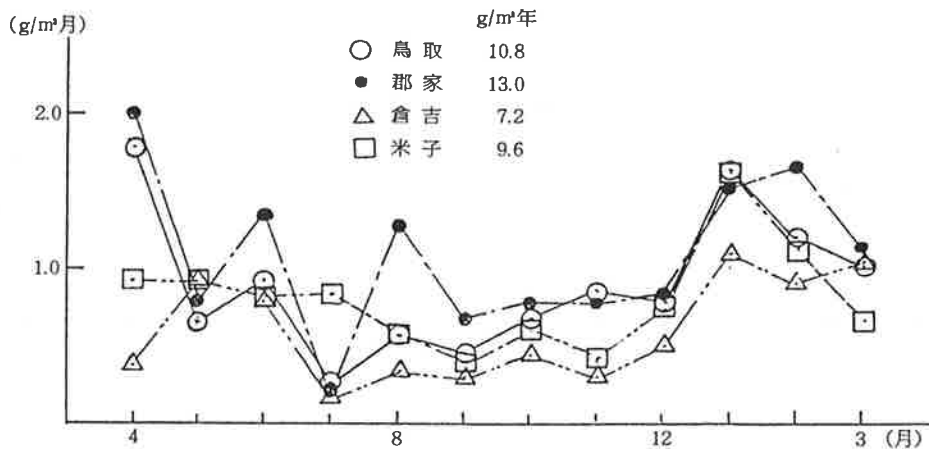


図12 不溶性物質降下量の経月変化

4 まとめ

(1) 県内4地点での降水のpHは4.3~5.6で平均4.6前後であった。

(2) 降水成分濃度の相関では海塩に由来する成分間で高く経月変化でも秋季から冬季にかけて海塩由来成分が高くなっており県下の降水中の成分は冬季北西の季節風による海塩の寄与が大きい。

(3) 海塩の影響を取り除いた成分について経月変化を見ると、 $nss-SO_4^{2-}$ は秋季から冬季に、 $nss-Ca^{2+}$ は春季にそれぞれ高くなっており、pHの低下及び上昇へ寄与していることが推察される。一方、 NO_3^-

は季節による変化は少なく又、 NH_4^+ はまちまちで取り上げられる定まった傾向は見られなかった。

(4) 降水成分の年間降下量は20~30g/m²/年で海岸部より山間部になるに従って少なくなっている。

おわりに

当調査にご協力いただいた米子、倉吉両保健所検査室の皆様へ感謝します。なお、当研究の一部は第33回鳥取県公衆衛生学会(1990年7月 鳥取市)及び第36回中国地区公衆衛生学会(1990年8月 広島市)において発表した。