

9 鳥取県における降水成分調査について

【大気騒音科】

林田 博通 ・ 尾田 喜夫 ・ 洞崎 和徳
佐藤 白

1 はじめに

地球規模の環境問題の一つとして、いわゆる酸性雨による森林、湖沼等の広範な環境破壊が挙げられるがこの対策として酸性雨のモニタリングは益々重要となっている。そして、その実態を把握し確かな対応をとるためにも、全国的に調査が実施されている。

当所においても、鳥取県における酸性雨調査を昭和62年度から実施しているが、本年も引き続き県内4地点において、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2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 倉吉市殿城町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、その他の地点については1ヶ月単位で試料採取を行った。調査方法を表1に

表1 調査項目及び測定方法

区分	測定項目	測定方法	
ろ過式採取器	pH	ガラス電極法	
	EC	導電率法	
	水溶性成分	SO ₄ ²⁺	イオンクロマト法
		NO ₃ ⁻	〃
		Cl ⁻	〃
	不溶性成分	NH ₄ ⁺	インドフェノール法
		Ca ²⁺	原子吸光法
		Mg ²⁺	〃
		K ⁺	炎光光度法
		Na ⁺	〃
採取器	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	
Mn ²⁺	〃		

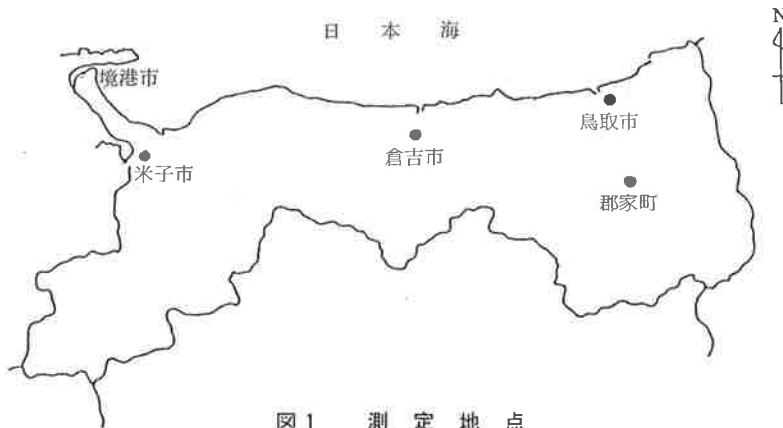


図1 測定地点

示す。

3 調査結果及び考察

平成2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。

(1) 降水量

県内4地点の月別降水量を図2に示す。月別変化は4地点とも類似しており、6月、7月、8月、12月が少なめであった。ここで鳥取地方気象台発行鳥取県気象月報から降水の概況を記すと、4月は平均して降雨があり、6月7月は上旬と中旬に数日あ

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 μg/ml	NO ₃ μg/ml	Cl μg/ml	NH ₄ μg/ml	Ca μg/ml	Mg μg/ml	K μg/ml	Na μg/ml	nssSO ₄ μg/ml	nss-Ca μg/ml	
鳥取市	平成2.4	137.0	4.80	39.2	4.32	1.24	5.99	0.35	1.18	0.38	0.33	3.04	3.56	1.06	
	5	176.2	4.96	13.4	1.41	0.65	0.97	0.17	0.42	0.09	0.13	0.58	1.26	0.40	
	6	85.0	5.14	13.8	2.07	1.07	0.89	0.41	0.63	0.10	0.17	0.51	1.94	0.61	
	7	143.6	4.91	12.3	1.65	0.96	0.36	0.44	0.22	0.04	0.10	0.19	1.60	0.21	
	8	65.6	5.36	7.8	1.00	0.41	0.45	0.09	0.27	0.06	0.19	0.21	0.95	0.26	
	9	415.4	5.10	45.1	2.44	0.39	14.06	0.12	0.43	0.88	0.46	7.77	0.49	0.13	
	10	193.9	4.55	30.9	1.93	1.00	4.09	0.25	0.16	0.30	0.16	2.20	1.38	0.08	
	11	246.1	4.78	49.7	2.78	0.88	8.76	0.29	0.37	0.63	0.36	5.22	1.47	0.17	
	12	115.9	4.46	165.0	8.37	1.99	29.93	0.87	1.43	2.36	0.96	20.40	3.25	0.65	
	3.1	194.8	4.35	99.3	6.26	1.92	18.41	0.64	0.96	1.30	0.48	9.75	3.81	0.59	
	2	159.9	4.27	136.5	7.86	1.65	30.96	0.61	1.61	1.92	0.77	17.68	3.42	0.94	
	3	172.5	4.45	31.9	3.47	1.47	3.12	0.51	0.52	0.24	0.13	1.65	3.06	0.46	
		最高値	415.4	5.36	165.0	8.37	1.99	30.96	0.87	1.61	2.36	0.96	20.40	3.81	1.06
		最低値	65.6	4.35	7.8	1.00	0.39	0.36	0.09	0.16	0.04	0.10	0.19	0.49	0.08
		平均値	175.5	4.72	54.1	3.53	1.06	10.68	0.36	0.64	0.73	0.37	6.13	1.99	0.40
郡家町	平成2.4	146.3	4.66	36.3	4.80	1.99	3.05	0.58	1.38	0.28	0.24	1.63	4.39	1.32	
	5	140.1	4.93	12.7	1.38	0.71	0.82	0.19	0.45	0.07	0.11	0.45	1.27	0.43	
	6	98.9	4.89	13.1	1.78	1.14	0.58	0.40	0.45	0.05	0.12	0.28	1.71	0.44	
	7	89.0	4.80	13.6	1.39	0.97	0.37	0.27	0.20	0.04	0.06	0.17	1.35	0.19	
	8	103.1	4.85	10.7	1.16	0.81	0.32	0.24	0.14	0.03	0.05	0.21	1.11	0.13	
	9	308.9	5.08	14.1	0.79	0.21	2.39	0.03	0.08	0.14	0.08	1.38	0.44	0.03	
	10	203.1	4.74	23.8	1.49	0.64	3.07	0.36	0.16	0.21	0.14	1.55	1.10	0.10	
	11	254.3	4.92	20.3	1.32	0.22	2.88	0.27	0.13	0.21	0.11	1.60	0.92	0.07	
	12	128.9	4.59	100.0	5.28	1.20	18.28	0.55	0.83	1.46	0.53	10.90	2.54	0.42	
	3.1	184.3	4.43	60.1	4.04	1.12	9.86	0.48	0.54	0.68	0.25	5.30	2.71	0.34	
	2	204.8	4.63	69.8	4.56	1.05	13.00	0.58	0.83	0.89	0.35	6.97	2.81	0.57	
	3	149.0	4.82	24.4	2.86	1.34	2.35	0.54	0.65	0.19	0.12	1.26	2.54	0.60	
		最高値	308.9	5.08	100.0	5.28	1.99	18.28	0.58	1.38	1.46	0.53	10.90	4.39	1.32
		最低値	89.0	4.43	10.7	0.79	0.21	0.32	0.03	0.08	0.03	0.05	0.17	0.44	0.03
		平均値	167.6	4.75	33.3	2.48	0.85	4.96	0.35	0.45	0.36	0.18	2.74	1.79	0.35

ただで晴れの日が多く8月は更に少なく中旬に1日だけ50mmを越える降雨があったのみで平年に比べ40%程度の降水量であった。9月は中旬に台風19号の影響で大雨となり月間降水量も平年の2倍近くとなった。10月11月は台風や秋雨前線の影響で平均して降雨があり月間で平年の160~180%であった。

12月は冬型の気圧配置となったが降水量は少なく平年の60%程度であった。1月2月は冬型気圧配置が強まり、殆ど毎日降水現象があった。3月は冬型も弱まったが平均して降水現象があり月間降水量も平年と比べ170%程度とかなり多かった。月別変動を見ると、平年に比べ非常に少ない月と多い月があり

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 μg/ml	NO ₃ μg/ml	Cl μg/ml	NH ₄ μg/ml	Ca μg/ml	Mg μg/ml	K μg/ml	Na μg/ml	nssSO ₄ μg/ml	nss-Ca μg/ml
倉吉市	平成2.4	163.0	4.64	30.4	2.82	1.09	3.75	0.18	0.73	0.27	0.16	2.12	2.29	0.65
	5	151.1	4.86	15.8	2.03	0.92	0.87	0.27	0.67	0.09	0.11	0.43	1.92	0.65
	6	110.6	4.93	14.8	1.86	1.43	0.75	0.46	0.53	0.07	0.16	0.42	1.75	0.51
	7	119.8	4.97	13.4	1.71	1.04	0.48	0.53	0.27	0.04	0.13	0.23	1.65	0.26
	8	58.2	4.65	14.6	1.61	1.03	0.62	0.37	0.38	0.06	0.27	0.32	1.53	0.37
	9	337.7	5.02	36.1	1.67	0.28	7.71	0.12	0.23	0.49	0.29	4.52	0.54	0.06
	10	184.0	6.22	38.6	1.48	0.61	7.07	1.21	0.16	0.22	4.75	1.80	1.03	0.09
	11	198.0	4.82	35.2	2.47	1.02	6.41	0.40	0.39	0.43	0.26	3.64	1.56	0.25
	12	76.4	4.76	63.0	3.76	0.91	13.42	0.42	0.57	0.86	0.31	7.13	1.97	0.30
	3.1	149.6	4.62	74.1	5.13	1.25	14.11	0.65	0.96	0.95	0.40	7.50	3.25	0.68
	2	140.2	5.65	60.5	5.37	1.60	12.70	0.67	1.71	0.86	0.35	6.85	3.65	1.44
	3	121.0	4.80	31.0	3.45	1.36	3.53	0.46	0.89	0.27	0.14	1.87	2.98	0.82
	最高値	337.7	6.22	74.1	5.37	1.60	14.11	1.21	1.70	0.95	4.75	7.50	3.65	1.44
	最低値	58.2	4.62	13.4	1.48	0.28	0.48	0.12	0.16	0.04	0.11	0.23	0.54	0.06
平均値	150.8	4.89	36.4	2.66	0.95	6.32	0.46	0.58	0.40	0.70	3.28	1.84	0.46	
米子市	平成2.4	172.3	4.68	33.6	3.56	1.20	3.48	0.42	0.93	0.29	0.27	2.00	3.06	0.85
	5	131.3	4.78	13.7	2.28	0.70	0.78	0.24	0.59	0.08	0.13	0.42	2.17	0.57
	6	90.3	4.82	20.6	2.74	1.45	1.08	0.42	0.79	0.11	0.19	0.57	2.60	0.77
	7	155.1	4.91	10.1	1.12	0.65	0.26	0.24	0.16	0.03	0.03	0.15	1.08	0.15
	8	78.9	5.11	14.7	1.93	1.31	0.94	0.21	0.83	0.10	0.13	0.53	1.80	0.81
	9	344.1	5.26	36.8	2.06	0.45	8.18	0.19	0.35	0.52	0.32	4.38	0.96	0.18
	10	227.0	4.78	26.3	1.90	0.55	4.01	0.28	0.20	0.28	0.18	2.15	1.36	0.12
	11	219.3	4.75	41.6	2.83	0.78	7.49	0.33	0.35	0.49	0.29	4.20	1.78	0.19
	12	94.5	4.81	143.0	8.24	2.10	31.83	0.93	1.74	2.04	0.76	17.90	3.75	1.06
	3.1	112.0	4.58	77.9	5.98	2.19	13.82	0.77	1.35	0.93	0.39	7.37	4.13	1.07
	2	150.2	5.50	76.6	6.48	1.90	15.29	0.68	2.17	1.11	0.42	8.15	4.43	1.86
	3	157.2	4.60	32.3	3.46	1.35	3.69	0.54	0.70	0.28	0.14	1.90	2.98	0.63
	最高値	344.1	5.50	143.0	8.24	2.19	31.83	0.93	2.17	2.04	0.76	17.90	4.43	1.86
	最低値	78.9	4.58	10.1	1.12	0.45	0.26	0.19	0.16	0.03	0.03	0.15	0.96	0.12
平均値	161.0	4.84	40.8	3.22	1.05	7.12	0.39	0.72	0.49	0.26	3.87	2.24	0.57	

異常気象の年であった。

年間降水量では気象台の調査で鳥取 2315 mm 米子 2013 mm で平年と比べ 110~120% であった。

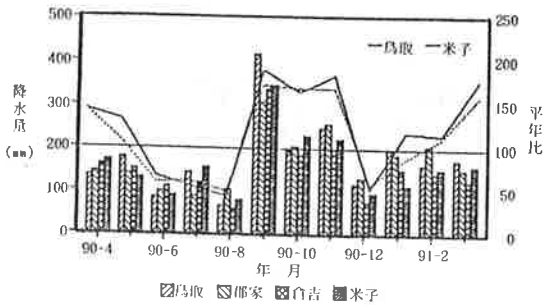


図2 月間降水量及び平年比 (鳥取、米子) の推移

(2) pH の状況

pHの地点別経月変化を図3に示す。全体的に6、7、8月が高め、冬型気圧配置が強かった12月1月が低めであった。なお2月のpH値が高めになっているのは、雪採取器によるサンプリングを行った結果、

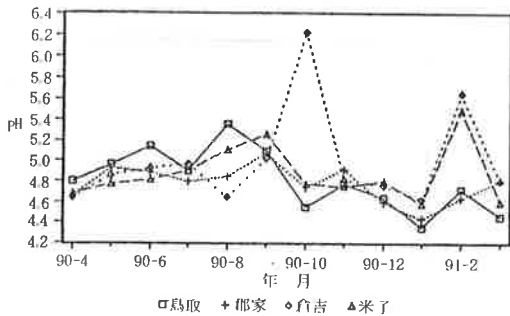


図3 pHの経月変化

ろ過式採取器との違いにより高めになったものと思われる。

過去3年間の最大、最小、平均値を表3に示す。3年間の調査では、経年変化は見られないと言える。また、pH 5.0未満の出現頻度は鳥取(9/12)、郡家(11/12)、倉吉(9/12)、米子(9/12)であり依然として大部分が5.0未満であった。

(3) 導電率(EC)

ECは降水中の全溶存イオン量にはほぼ比例し、測定法も容易であるので、降水の汚染指標として有用である。

導電率の経月変化を図4に示す。

経月変化では、4地点いずれも11月~2月にかけて高くなり5月~8月に低くなっている。

また、地域別では4月~8月の低い時期はあまり差がないが9月~2月の秋季から冬季にかけては鳥取が最も高く米子、倉吉、郡家の順に低くなっている。これは山陰地方が冬季北西の季節風による海塩等の寄与が海岸からの距離に対応して低くなっているこ

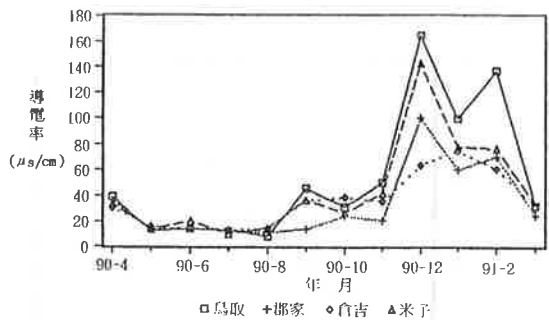


図4 ECの経月変化

表3 pHの年度別調査結果

	年度	鳥取	郡家	倉吉	米子
最大値	1988	6.15 (Apr)	6.07 (Apr)	6.10 (Apr)	6.07 (Apr)
	1989	5.36 (Apr)	5.59 (Apr)	5.19 (Oct)	5.20 (Fed)
	1990	5.36 (Aug)	5.08 (Sep)	6.22 (Oct)	5.50 (Fed)
最小値	1988	4.40 (Dec)	4.46 (Dec)	4.30 (Dec)	4.40 (May)
	1989	4.36 (Oct)	4.40 (Nov)	4.40 (Jun)	4.25 (Jun)
	1990	4.35 (Jan)	4.43 (Jan)	4.62 (Jan)	4.58 (Jan)
平均値	1988	4.74	4.79	4.86	5.12
	1989	4.62	4.68	4.70	4.60
	1990	4.72	4.75	4.89	4.84

とによるものと言える。

(4) データの信頼性

降水中のイオン成分は当量濃度で陰イオンと陽イオンがバランスを保っており又導電率についても各イオン濃度から計算により求めることができる。そこで、調査結果からイオンバランス及び導電率の計算値と実測値の比較を図5に示す。これから、測定データは計算値と良い一致を示しておりデータの妥当性が確認できた。

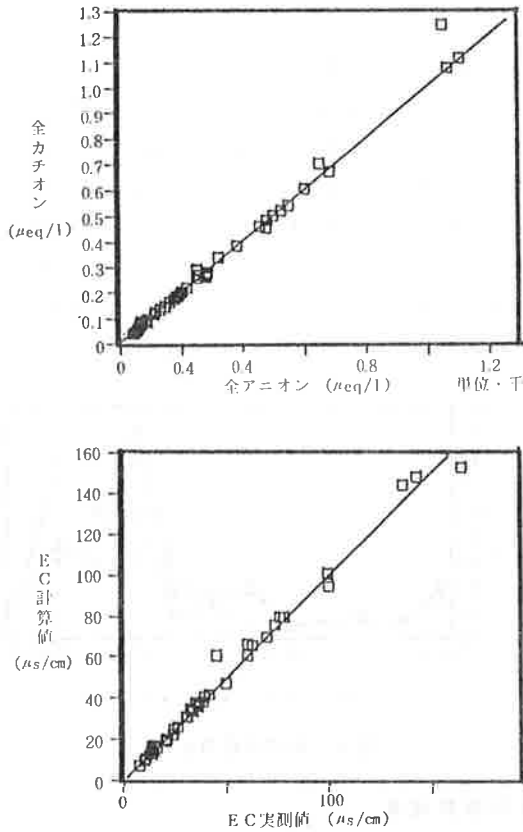


図5 イオンバランス及びEC実測値と計算値の関係

(5) 海塩の影響

降水中のNa⁺はその大部分が海塩由来である。そこで、降水中のNa⁺の経月変化から海塩の影響を推察できる。その結果を図6に示す。5～8月は海塩の影響は少ないが11月から2月にかけて大きくなっている。又、9月に若干影響が見られるが、これは台風19号によるものと思われる。

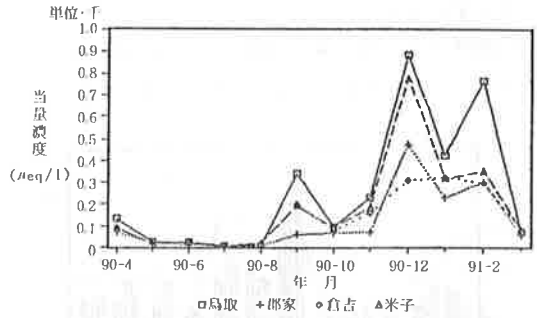


図6 Na⁺の経月変化

(6) pH変動に関与するイオン成分

pH(水素イオン濃度)はアニオンとカチオンのバランスにより決まるが非海塩由来イオンについて見ると、アニオンとしてnss-SO₄²⁻及びNO₃⁻、カチオンとしてH⁺、NH₄⁺、nss-Ca²⁺が挙げられ、これらについて相関を見たのが図7である。これよりこれらの成分は1:1で対応しておりよいバランスがとられている。即ちpH変動はこれら4成分(nss-SO₄²⁻、NO₃⁻、NH₄⁺、nss-Ca²⁺)の多少により決まることが判る。

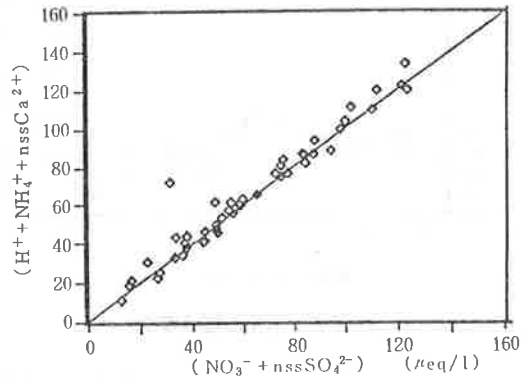


図7 (NO₃⁻+nssSO₄²⁻)と(H⁺+NH₄⁺+nssCa²⁺)の相関

そこで、これらの成分について月別濃度の変化を地域別に見たのが、図8である。これよりnss-SO₄²⁻、NO₃⁻いずれも冬季から春季にかけて高くなっており、NH₄⁺は夏季に低めで冬季に高めであり、nss-Ca²⁺は夏季から秋季に低めで冬季から春季に高くなる傾向が見られる。そして、NH₄⁺とnss-Ca²⁺は当量濃度で同レベルでありpHへの寄与は同程度であると言える。そしてNO₃⁻とnss-SO₄²⁻は当量濃度でその比が0.3～0.6でありnss-SO₄²⁻のpHへの

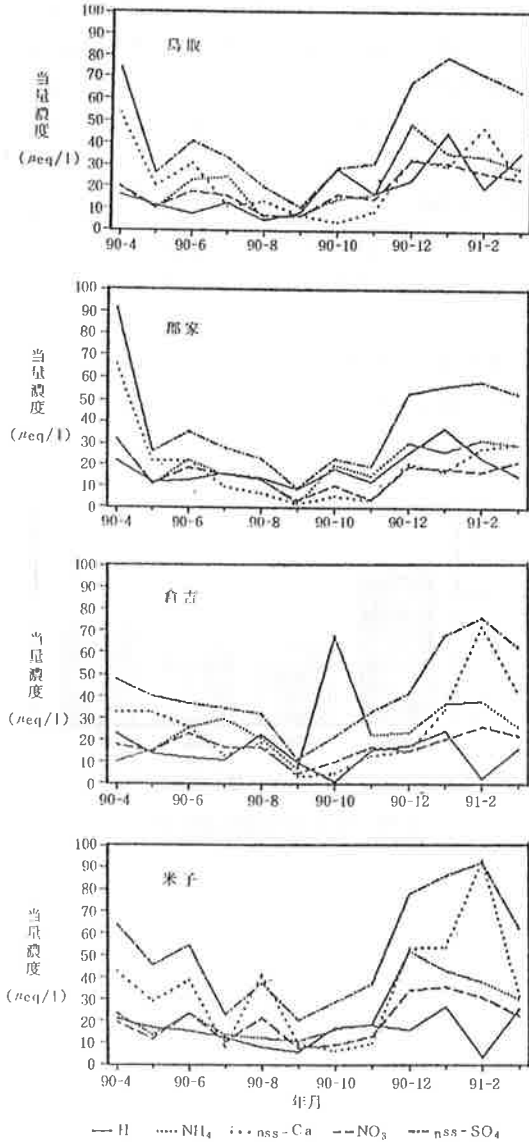


図8 陰イオン及び陽イオンの地域別経月変化

寄与は NO_3^- の2倍から3倍である。鳥取、郡家において4月に nss-SO_4^{2-} 、 nssCa^{2+} が共に高くなっており、大陸からの黄砂現象による影響と推察される。

次にこれらの成分を年平均値で地域別に表したのが図9である。これからも nss-SO_4^{2-} が最も高い値を示しておりpHへの寄与が大きいと言える。又、地域別では鳥取、米子が同程度で次いで倉吉、郡家の順に小さくなっている。

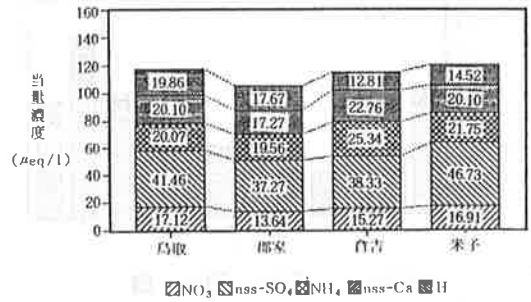
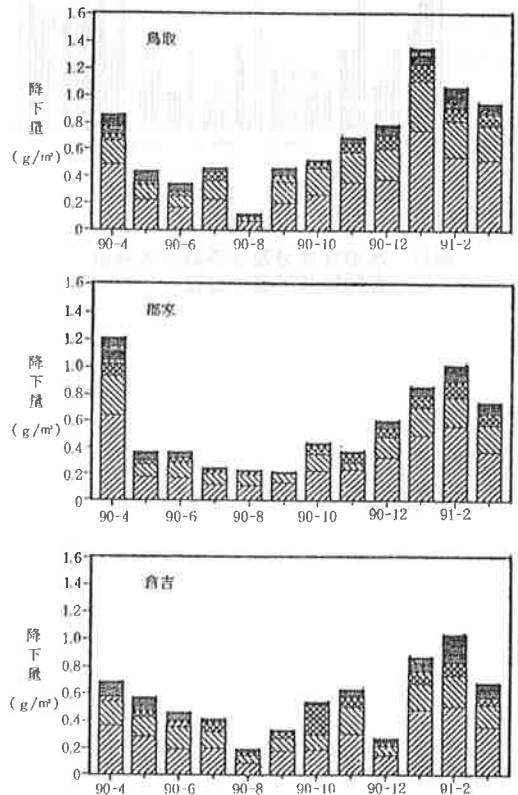


図9 水溶性成分の地域別年平均値

(7) 水溶性及び不溶性成分降下量

水溶性成分及び不溶性成分の月別降下量、年間降下量を表4に示す。

水溶性成分(nss-SO_4^{2-} 、 NO_3^- 、 NH_4^+ 、 nss-Ca^{2+})について月別降下量を見たのが図10である。地域別では鳥取、米子が同程度で次いで倉吉、郡家の順に少なくなっている。経月変化では nss-SO_4^{2-} の変化が最も著しく冬季から春季にかけて多く夏季に少なくなっている。 NO_3^- についても全地域で冬季から春季に多く夏季に少ない傾向が見られる。



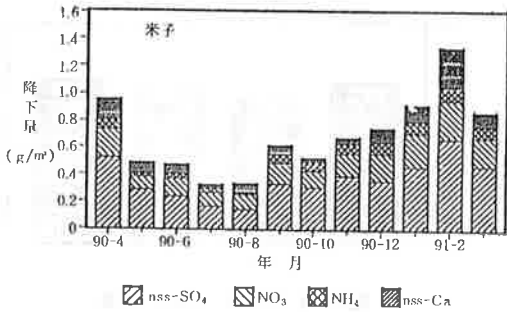


図10 水溶性成分の地域別月間降下量の推移

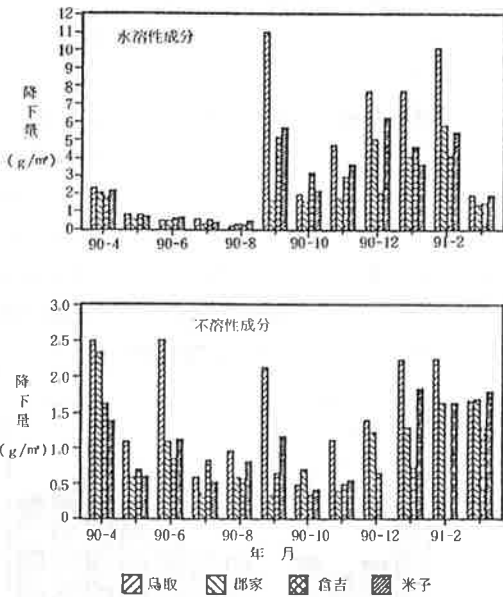


図11 水溶性成分及び不溶性成分の月間総降下量の推移

次に、水溶性及び不溶性成分の月別総降下量を見たのが図11である。鳥取が水溶性、不溶性成分いずれも他と比較して高くなっており、水溶性成分は冬季に高く夏季に少ないが不溶性成分については7月～12月にかけて少なく1月～4月に多くなっている。

又、年間降下量を水溶性、不溶性成分について地域別に見たのが図12である。年間総降下量は鳥取 68.4 (g/m²年) 郡家 37.1 倉吉 36.5 米子 44.9 であり、鳥取が他に比べ4割近く多くなっている。これは鳥取県東部が冬季(12月～2月)に西高東低の気圧配置が強まり北西の季節風の影響を強く受けたためである。

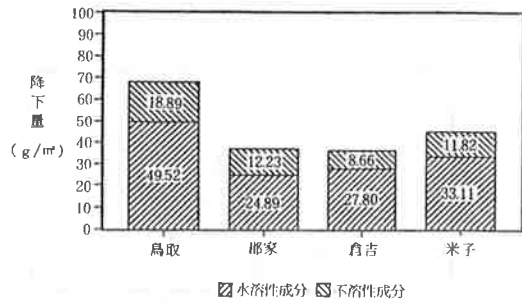


図12 地域別年間総降下量

表4-1 ろ過式採取器による湿性及び不溶性成分降下量

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 ₄	NO ₃	Cl	H	NH ₄	Ca	Mg	K	Na	Fe	Mn	水溶性総量 不溶性総量
平2.4	592	170	821	2.2	48	162 3.8	52 11.9	45 8.9	416 2.1	85	0.9	2,308 2,500
5	248	115	171	1.9	30	74 2.0	16 4.3	23 3.4	102 1.1	81	0.5	780 1,090
6	176	91	76	0.6	35	54 4.0	9 5.6	14 3.4	43 1.3	77	0.7	498 2,510
7	237	138	52	1.8	63	32 1.5	6 1.9	14 1.1	27 0.3	57	0.2	570 590
8	66	27	30	0.3	6	18 5.2	4 3.0	12 1.4	14 0.6	74	0.5	177 960
9	1,014	162	5,841	3.3	50	179 80.5	366 9.9	191 4.2	3,228 1.5	61	1.0	11,034 2,130
10	374	194	793	5.5	48	31 1.7	58 1.9	31 1.0	427 1.1	44	0.3	1,961 480
11	684	217	2,156	4.1	71	91 0.6	155 5.1	89 4.0	1,285 1.1	39	0.5	4,752 1,110
12	970	231	3,469	2.7	101	166 0.9	274 9.0	111 6.0	2,364 2.9	47	0.6	7,688 1,390
3.1	1,219	374	3,586	8.7	125	187 29.5	253 13.1	94 5.7	1,899 1.7	58	0.9	7,745 2,230
2	1,257	264	4,951	3.1	98	257 5.2	307 12.7	123 4.9	2,827 1.1	56	0.8	10,087 2,240
3	599	254	538	6.1	88	90 0.8	41 5.9	22 3.5	285 1.0	22	0.5	1,923 1,670
年間 降下量	7,436	2,235	22,482	40.1	763	1,339 135.7	1,540 84.1	770 47.5	12,917 9.0	700	7.2	49,522 18,890

郡 家 町

平2.4	702	291	446	3.2	85	202 4.9	41 14.8	35 9.2	238 1.6	117	0.9	2,043 2,340
5	193	99	115	1.7	27	63 1.0	10 3.2	15 3.4	63 1.0	18	0.2	586 590
6	176	113	57	1.3	40	45 1.6	5 3.6	12 3.6	28 1.6	41	0.4	477 1,080
7	124	86	33	1.4	24	18 2.1	4 1.3	5 0.8	15 0.2	26	0.2	310 350
8	120	84	33	1.5	25	14 2.4	3 1.9	5 1.3	22 0.8	67	0.4	307 590
9	244	65	738	2.6	9	25 2.1	43 1.4	25 0.8	426 0.4	10	0.1	1,577 330
10	303	130	624	3.7	73	33 3.0	43 3.1	28 1.9	315 1.0	13	0.3	1,552 700
11	336	56	732	3.1	69	33 0.6	53 2.1	28 2.0	407 0.6	16	0.2	1,717 390
12	681	155	2,356	3.3	71	107 0.8	188 6.0	68 4.2	1,405 0.9	166	0.8	5,034 1,230
3.1	745	206	1,817	6.9	88	100 1.9	125 8.3	46 3.9	977 1.0	47	0.6	4,110 1,290
2	934	215	2,662	4.8	119	170 2.4	183 9.5	72 4.2	1,427 0.8	40	0.6	5,786 1,640
3	426	200	350	2.3	80	97 0.6	28 4.0	18 3.3	188 0.9	11	0.3	1,389 1,690
年間 降下量	4,982	1,670	9,965	35.5	710	905 23.2	726 59.1	358 38.5	5,511 10.7	572	5.0	24,862 12,230

表 4-2 ろ過式採取器による水溶性及び不溶性成分降下量

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	水溶性総量 不溶性総量
平 2. 4	460	178	611	3.7	29	119 2.0	44 10.3	26 9.5	346 1.5	48	0.6	1,816 1,610
5	307	139	131	2.1	41	101 2.1	14 5.5	17 4.7	65 1.2	23	0.3	817 700
6	206	158	83	1.3	51	59 1.7	8 3.1	18 2.9	46 1.2	35	0.4	630 840
7	205	125	58	1.3	63	32 1.7	5 3.2	16 2.0	28 0.5	17	0.2	533 820
8	94	60	36	1.3	22	22 1.7	4 1.7	16 1.2	19 0.6	8	0.2	274 570
9	564	95	2,604	3.2	41	78 1.0	165 2.1	98 1.2	1,526 0.3	51	0.3	5,174 640
10	272	112	1,301	0.1	223	29 0.7	40 0.6	874 0.7	331 0.3	3	0.1	3,182 350
11	489	202	1,269	3.0	79	77 0.4	85 3.1	51 1.9	721 0.5	17	0.2	2,976 480
12	287	70	1,025	1.3	32	44 2.4	66 4.6	24 3.0	545 1.9	19	0.4	2,094 640
3. 1	767	187	2,111	3.6	97	144 1.2	142 5.5	60 2.3	1,122 0.6	21	0.3	4,633 720
2	753	224	1,781	0.3	94	238 -	121 -	49 -	960 -			4,220 -
3	417	165	427	1.9	56	108 0.3	33 5.1	17 3.3	226 1.2	18	0.3	1,450 1,290
年間 降下量	4,821	1,714	11,437	23.2	827	1,051 15.1	726 44.7	1,265 32.6	5,935 9.8	260	3.1	27,799 8,660

米子市

平 2. 4	613	207	651	3.6	72	160 3.3	50 11.2	47 7.1	345 1.1	44	0.5	2,148 1,380
5	299	92	102	2.2	32	77 1.7	11 3.3	17 2.9	55 1.4	16	0.2	687 590
6	247	131	98	1.4	38	71 1.6	10 2.8	17 2.3	51 1.3	24	0.3	664 1,120
7	174	101	40	1.9	37	25 1.3	5 2.0	5 1.5	23 0.6	11	0.1	411 520
8	152	103	74	0.6	17	65 3.5	8 4.0	10 1.5	42 0.7	22	0.3	471 800
9	709	155	2,815	1.9	65	120 3.6	179 5.8	110 2.3	1,507 0.6	36	0.5	5,661 1,170
10	431	125	910	3.8	64	45 1.7	64 1.8	41 0.7	488 0.6	10	0.2	2,171 410
11	621	171	1,643	3.9	72	77 0.8	107 3.9	64 1.8	921 0.7	17	0.3	3,679 540
12	779	198	3,008	1.5	88	164 0.9	193 2.0	72 1.0	1,692 0.7	10	0.1	6,195 720
3. 1	670	245	1,548	3.0	86	151 3.6	104 14.7	44 4.4	825 1.8	50	0.7	3,676 1,830
2	973	285	2,297	0.5	102	326 2.6	167 13.5	63 3.9	1,224 1.1	39	0.6	5,437 1,640
3	544	212	580	4.0	85	110 0.4	44 6.2	22 2.5	299 1.2	20	0.3	1,900 1,810
年間 降下量	6,213	2,026	13,766	28.1	758	1,394 25.1	941 71.1	511 31.9	7,472 11.6	300	4.0	33,109 12,540

(8) 中国四国の他県との状況

全公研中四国ブロックでは酸性雨の共同調査を6月と2月に各々4週間、1週間降水についてろ過式採取器を用いて行っている。平成2年度の調査データを降水成分濃度及び降水量についてまとめたのが図13及び図14である。

6月については当量濃度で全地域にわたってあまり差がなく、 NH_4^+ 、 nss-SO_4^{2-} 、 NO_3^- は同レベルであり、 nss-SO_4^{2-} が他のイオンに比べ2倍近い値となっておりpHへの寄与が最も大きい。又全 SO_4^{2-} と nss-SO_4^{2-} は殆ど差がなく SO_4^{2-} の大部分が非海塩性に由来していることがわかる。

地区別では岡山、倉敷、広島、高松の瀬戸内地域が若干高めとなっており、この地域の汚染度が高い。又、降水量では全イオンについて山陰地域が少なく、瀬戸内から太平洋側が多い。これは、降水量の差によるものであるが、全 SO_4^{2-} については瀬戸内地域が若干濃度が高いため降水量も多くなっている。

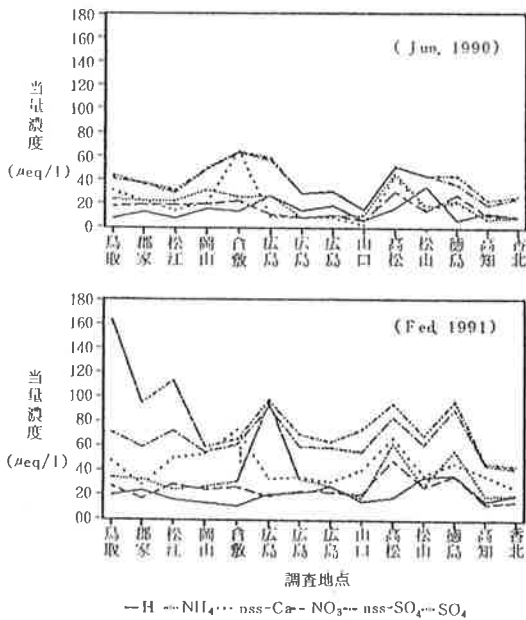


図13 中四国各県の降水成分濃度

2月については、6月に比べイオン濃度は高く、とりわけ顕著なのが SO_4^{2-} 、 Ca^{2+} であり SO_4^{2-} に着目すると特に山陰側の鳥取、松江、郡家の順で全 SO_4^{2-} が高くなっており nss-SO_4^{2-} と差が大きい。即ち、山陰側は冬季北西の季節風による海塩の

影響が強いことを示している。一方、瀬戸内及び太平洋側では大部分が非海塩性であり、これがその地域の汚染源によるものか、季節風により長距離輸送されているものかは不明であるが少なくとも夏季に比べ冬季に濃度が高くなっており長距離輸送による寄与もかなりあると思われる。

降水量では、 SO_4^{2-} 以外は6月よりもむしろ少なくなっておりこれは降水量が冬季、瀬戸内太平洋側において1/2～1/3になったためと思われる。 SO_4^{2-} については、山陰側で全 SO_4^{2-} が6月に比べ5～10倍 nss-SO_4^{2-} が3倍近くになっている。又それ以外の地域でも降水量が少ないにもかかわらず夏季と同程度となっている。

以上の結果から瀬戸内地域は山陰及び太平洋側に比べ地域汚染が進んでいる。

一方、中四国全域において冬季季節風による汚染物質特に nss-SO_4^{2-} の長距離輸送が降水成分の増加に大きく寄与していることがわかる。

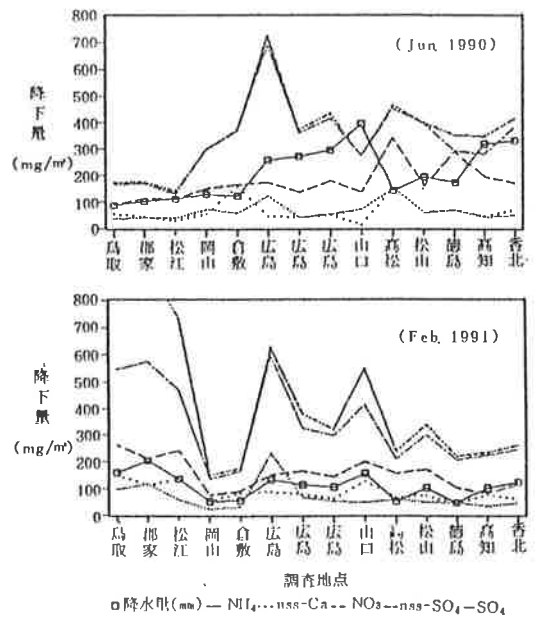


図14 中四国各県の降水成分降水量

4 まとめ

- (1) 年間降水量は平年の110～120%であったが月別では、かなり変動があり異常気象であった。
- (2) 降水のpHは年平均で4.7～4.9であり昨年度に

比べ0.1程度高いが経年的には殆ど変化ないといえる。

(3) pHに関与するイオンとして NH_4^+ 、 nss-Ca^{2+} 、 NO_3^- 、 nss-SO_4^{2-} があげられ、これらのバランスによりpHは決まる。

(4) pHへの寄与は NH_4^+ と nss-Ca^{2+} が同程度、 nss-SO_4^{2-} が NO_3^- の2倍から3倍高くなっている。

(5) 降水成分の降水量は夏季に少なく、冬季から春季に多く冬季季節風による影響が大きい。又水溶性成分が不溶性成分の2倍から3倍であり水溶性降水量の割合が高い。

(6) 中四国の地域別では瀬戸内地域が地域汚染度がその他に比べ若干高い。一方、冬季季節風による汚染物質特に SO_4^{2-} の長距離輸送が当地域全域にわたって降水成分の増大にかなり寄与している。