

8 鳥取県における降水成分調査について(第4報)

【大気騒音科】

朝倉 学・栗村 幸子*・佐藤 白**

1 はじめに

大気汚染に起因する酸性雨現象は、地球の温暖化、フロンガスによるオゾン層の破壊等とともに、地球的規模の環境問題となっている。酸性雨による環境への影響としては、湖沼や土壌の酸性化による生物被害が挙げられるが、これら自然環境等に対する影響を総合的に把握し、的確な対策を施す基礎資料とするため、全国的に降水のモニタリング調査が実施されている。

当所においても、昭和62年度から継続して県内の4地点(鳥取市、郡家町、倉吉市、米子市)で調査を実施している。今回、平成5年度の調査結果及び平成元年度～5年度のデータを統計的手法を用いて解析した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 米子市東福原1-1-45 (西部)

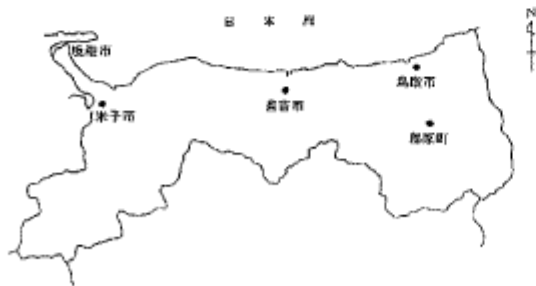


図1 調査地点

調査方法は、酸性雨等調査マニュアル(環境庁)に準拠して行った。なお、降水試料の採取は環境

庁仕様酸性雨ろ過式採取装置を用いて、水溶性成分については、鳥取、郡家で1週間、倉吉、米子で半月間、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並びに測定分析を行った。調査項目及び測定方法を表1に示す。

表1 調査項目及び測定方法

区分	調査項目	測定方法	
ろ過式採取装置	水溶性成分	pH EC	ガラス電極法 電導率法
		SO ₄ ²⁻ NO ₃ ⁻ Cl ⁻	イオンクロマト法 〃 〃
		NH ₄ ⁺ Ca ²⁺ Mg ²⁺ K ⁺ Na ⁺	インドフェノール法 原子吸光法 〃 蛍光光度法 〃
	不溶性成分	降下物量	重量法
		Ca ²⁺ Mg ²⁺ K ⁺ Na ⁺	原子吸光法 〃 蛍光光度法 〃
			一部イオンクロマト法

3 調査結果及び考察

(1) 平成5年度の降水成分等

平成5年度の降水成分の分析結果を表2-1及び表2-2に示す。なお、水溶性成分分析結果のうち年平均値については各調査地点とも1ヶ月データの加重平均値である。

ア 降水量

各調査地点の月別降水量を図2に示す。月別変化は4地点ともおおむね類似しており、鳥取地方気象台監修鳥取県気象月報の天気概要によると、県東部では、平年と比較して4、10、11、3月の

表2-1 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	nssCa μg/ml
鳥取市	93-4	35.0	5.76	101.4	8.85	4.52	16.69	1.12	4.05	1.44	0.62	8.45	6.73	3.73
	93-5	118.6	5.23	15.5	1.53	1.21	1.91	0.24	0.43	0.17	0.12	1.10	1.25	0.39
	93-6	69.9	5.40	15.6	1.82	1.86	1.23	0.66	0.43	0.11	0.19	0.82	1.61	0.40
	93-7	415.6	4.91	8.9	0.96	0.56	0.39	0.30	0.09	0.01	0.05	0.20	0.91	0.08
	93-8	232.0	4.91	10.4	1.28	0.66	0.44	0.27	0.10	0.02	0.04	0.32	1.20	0.69
	93-9	163.9	4.86	42.0	2.07	0.49	8.78	0.12	0.21	0.57	0.13	4.87	0.85	0.02
	93-10	76.4	4.91	31.3	2.36	1.17	4.88	0.36	0.32	0.33	0.14	2.87	1.64	0.21
	93-11	150.6	4.57	60.6	3.79	1.65	10.66	0.39	0.42	0.71	0.22	6.08	2.26	0.19
	93-12	200.7	4.46	86.2	5.20	1.51	16.01	0.42	0.61	1.16	0.28	9.16	2.90	0.26
	94-1	170.6	4.45	76.8	5.17	1.53	13.47	0.52	0.60	1.06	0.27	7.61	3.26	0.31
	94-2	141.4	4.54	88.3	5.16	1.34	17.06	0.50	0.64	1.12	0.36	9.81	2.70	0.27
	94-3	114.4	4.44	59.0	5.70	2.87	7.04	1.04	1.01	0.52	0.22	4.22	4.64	0.85
	最高値	416.6	5.76	101.4	8.85	4.52	17.06	1.12	4.05	1.44	0.62	9.81	6.73	3.73
	最低値	35.0	4.44	8.9	0.96	0.49	0.39	0.12	0.09	0.01	0.04	0.20	0.85	0.02
平均値	157.5	4.70	42.7	3.02	1.21	7.04	0.41	0.44	0.50	0.17	4.01	2.02	0.29	
郡家町	93-4	48.9	5.50	56.6	5.93	3.20	6.80	1.10	2.60	0.57	0.37	4.19	4.88	2.44
	93-5	119.3	5.48	10.1	1.18	0.91	1.00	0.27	0.36	0.07	0.10	0.51	1.05	0.34
	93-6	86.8	4.99	11.7	1.43	1.09	0.66	0.31	0.31	0.04	0.06	0.44	1.32	0.29
	93-7	453.7	5.15	5.9	0.69	0.51	0.18	0.22	0.08	0.01	0.03	0.10	0.66	0.08
	93-8	230.3	5.00	9.2	0.98	0.60	0.28	0.31	0.07	0.01	0.05	0.18	0.93	0.06
	93-9	240.5	4.95	9.5	0.79	0.45	0.73	0.16	0.07	0.04	0.03	0.38	0.69	0.06
	93-10	71.0	4.88	25.5	1.95	1.07	3.17	0.38	0.49	0.22	0.10	1.73	1.52	0.42
	93-11	103.4	4.64	37.5	2.64	1.62	5.00	0.54	0.37	0.33	0.16	2.82	2.23	0.26
	93-12	160.1	4.51	76.7	4.78	1.42	13.77	0.50	0.44	1.00	0.25	7.81	2.82	0.14
	94-1	171.2	4.54	75.8	4.92	1.44	13.93	0.63	0.65	1.01	0.23	7.89	2.94	0.36
	94-2	213.3	4.55	71.6	5.20	1.46	12.06	0.72	0.79	0.81	0.26	6.94	3.46	0.53
	94-3	85.8	4.67	59.8	6.38	3.43	7.33	1.47	1.70	0.48	0.25	4.04	5.37	1.55
	最高値	453.7	5.50	76.7	6.38	3.43	13.93	1.47	2.60	1.01	0.37	7.89	5.37	2.44
	最低値	48.9	4.51	5.9	0.69	0.45	0.18	0.16	0.07	0.01	0.03	0.10	0.66	0.06
平均値	165.3	4.81	32.0	2.52	1.09	4.72	0.44	0.42	0.33	0.12	2.68	1.84	0.32	
倉吉市	93-4	37.8	4.53	59.2	5.50	3.32	6.39	1.50	2.01	0.52	0.39	3.25	4.68	1.89
	93-5	117.0	5.85	15.9	1.33	0.96	2.08	0.47	0.63	0.14	0.14	1.01	1.08	0.59
	93-6	177.8	5.68	6.9	0.79	0.68	0.39	0.32	0.23	0.02	0.06	0.17	0.75	0.22
	93-7	298.4	5.96	7.7	0.88	0.58	0.46	0.54	0.07	0.01	0.14	0.26	0.81	0.06
	93-8	237.8	5.28	8.1	1.08	0.66	0.39	0.36	0.14	0.03	0.04	0.21	1.03	0.13
	93-9	206.6	4.93	21.6	1.36	0.66	3.27	0.17	0.20	0.22	0.08	1.81	0.91	0.13
	93-10	53.3	5.72	48.6	3.39	2.01	8.47	1.21	0.59	0.68	0.33	4.74	2.20	0.41
	93-11	133.6	4.72	52.9	3.28	1.47	9.11	0.37	0.56	0.74	0.19	5.02	2.02	0.37
	93-12	166.2	4.51	52.1	4.29	1.26	10.44	0.54	0.70	0.85	0.23	5.55	2.90	0.49
	94-1	194.0	4.63	45.7	3.22	0.78	7.66	0.32	0.32	0.55	0.15	4.24	2.16	0.16
	94-2	111.1	4.44	84.3	5.79	1.73	15.03	0.65	1.05	1.04	0.27	8.34	3.70	0.73
	94-3	96.9	4.64	55.6	6.07	3.16	6.40	1.15	1.30	0.49	0.25	3.72	5.14	1.16
	最高値	298.4	5.96	84.3	6.07	3.32	15.03	1.50	2.01	1.04	0.39	8.34	5.14	1.89
	最低値	37.8	4.44	6.9	0.79	0.58	0.39	0.17	0.07	0.01	0.04	0.17	0.75	0.06
平均値	152.5	4.88	31.5	2.45	1.09	4.72	0.49	0.44	0.35	0.15	2.58	1.81	0.35	
米子市	93-4	44.2	5.84	82.6	9.89	5.75	11.76	1.06	4.53	0.97	0.46	6.72	8.20	4.27
	93-5	148.2	5.08	19.4	1.72	1.18	2.72	0.34	0.40	0.21	0.11	1.70	1.29	0.34
	93-6	279.8	5.12	8.6	1.06	0.65	0.46	0.25	0.25	0.03	0.02	0.24	1.00	0.24
	93-7	309.4	5.32	7.1	0.86	0.51	0.56	0.26	0.07	0.04	0.04	0.34	0.77	0.06
	93-8	280.9	5.05	8.3	0.96	0.55	0.41	0.24	0.06	0.03	0.03	0.26	0.89	0.05
	93-9	198.1	4.93	50.3	2.54	0.66	10.36	0.16	0.34	0.81	0.17	5.81	1.08	0.12
	93-10	57.1	4.92	53.9	4.00	2.16	9.84	0.49	1.08	0.73	0.24	5.54	2.61	0.87
	93-11	114.9	4.57	55.9	3.78	2.17	9.03	0.53	0.68	0.83	0.19	5.00	2.53	0.49
	93-12	131.8	4.48	89.9	6.41	2.64	15.80	0.74	1.50	1.42	0.23	9.05	4.14	1.16
	94-1	198.2	4.49	57.0	4.13	1.36	8.85	0.50	0.73	0.65	0.20	5.14	2.84	0.53
	94-2	128.9	4.53	77.6	5.46	1.93	13.32	0.78	1.05	1.00	0.28	7.48	3.58	0.77
	94-3	102.5	4.76	47.7	5.69	3.14	5.08	0.88	1.56	0.36	0.16	3.20	4.89	1.44
	最高値	309.4	5.84	89.9	9.89	5.75	15.80	1.08	4.53	1.42	0.46	9.05	8.20	4.27
	最低値	44.2	4.48	7.1	0.86	0.51	0.41	0.18	0.06	0.03	0.02	0.24	0.77	0.05
平均値	166.2	4.83	35.6	2.83	1.31	5.55	0.41	0.61	0.44	0.13	3.18	2.03	0.49	

(注) 1 nssSO₄: 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、郡家町については1週間分の降水成分データ、及び、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 2-2 不溶性成分分析結果

採取場所	採取年月	採取日数	dust mg/月	Ca μg/ml	Mg μg/ml	K μg/ml	Na μg/ml	
鳥取市	93-4	28	88.47	11.63	28.44	15.95	1.52	
	93-5	35	36.14	1.04	12.40	5.24	0.48	
	93-6	28	67.75	2.03	9.60	4.51	3.47	
	93-7	35	21.81	1.62	1.93	1.25	0.37	
	93-8	28	10.07	0.74	1.25	0.54	0.58	
	93-9	28	7.33	0.43	0.81	0.43	0.12	
	93-10	28	18.34	0.88	3.06	2.36	0.44	
	93-11	35	23.07	0.95	4.84	2.57	0.54	
	93-12	28	36.24	7.09	12.33	6.26	2.19	
	94-1	35	34.22	2.82	11.64	5.50	2.33	
	94-2	28	38.71	5.49	13.70	6.65	3.48	
	94-3	28	51.72	4.16	19.20	9.26	2.13	
		最 高 平 合	高 低 均 計	値 値 値				
				88.47 7.33 36.16 433.87	11.63 0.43 3.24 38.86	28.44 0.81 9.93 119.20	15.95 0.43 5.04 60.53	3.48 0.12 1.47 17.65
郡家町	93-4	28	88.65	9.90	24.31	11.73	1.01	
	93-5	35	38.45	0.94	10.60	6.17	0.50	
	93-6	28	23.04	1.17	3.25	2.12	0.32	
	93-7	35	12.21	1.42	1.37	1.08	0.28	
	93-8	28	13.02	1.46	1.99	0.96	0.25	
	93-9	28	6.43	0.45	0.79	0.42	0.01	
	93-10	28	11.52	0.77	2.24	1.28	1.42	
	93-11	35	17.93	0.72	3.21	1.61	0.53	
	93-12	28	25.49	2.69	7.34	4.55	1.45	
	94-1	35	30.10	2.02	9.92	5.53	1.50	
	94-2	28	61.99	7.09	29.20	11.28	2.12	
	94-3	28	65.40	5.23	25.00	13.70	2.14	
		最 高 平 合	高 低 均 計	値 値 値				
				88.65 6.43 32.85 394.23	9.90 0.45 2.82 33.86	24.31 0.79 9.94 119.22	11.73 0.42 5.04 60.43	2.14 0.01 0.96 11.53
倉吉市	93-4	22	50.80	1.61	11.40	6.47	0.65	
	93-5	32	40.89	7.76	11.20	6.19	1.49	
	93-6	29	35.29	1.58	4.20	3.22	3.72	
	93-7	29	15.07	0.68	1.36	1.73	0.40	
	93-8	32	17.49	0.65	1.91	1.03	0.14	
	93-9	32	18.60	0.56	1.76	1.43	0.31	
	93-10	31	19.31	0.87	2.20	1.40	0.11	
	93-11	29	12.61	0.71	2.92	1.45	0.95	
	93-12	36	27.64	1.89	7.17	4.46	1.77	
	94-1	27	23.22	1.62	5.96	4.08	1.13	
	94-2	28	26.90	2.82	7.00	4.78	1.22	
	94-3	34	41.42	3.62	13.70	8.24	1.67	
		最 高 平 合	高 低 均 計	値 値 値				
				50.80 12.61 27.44 329.24	7.76 0.56 2.03 24.37	11.40 1.36 5.90 70.78	8.24 1.03 3.71 44.48	3.72 0.11 1.12 13.46
米子市	93-4	28	88.77	10.70	30.50	13.90	1.42	
	93-5	31	35.12	5.49	12.00	6.36	0.77	
	93-6	31	53.32	1.23	9.40	4.02	0.81	
	93-7	32	9.72	8.16	1.25	0.90	0.51	
	93-8	30	7.12	0.68	0.90	0.28	0.15	
	93-9	30	21.44	1.15	2.94	1.30	0.24	
	93-10	31	18.45	1.10	3.64	1.42	0.43	
	93-11	30	16.07	1.02	4.35	1.35	0.54	
	93-12	35	53.14	4.42	18.00	4.46	2.07	
	94-1	27	58.64	4.82	14.56	8.49	1.97	
	94-2	30	47.79	5.09	14.22	8.63	1.78	
	94-3	32	67.97	5.63	25.00	11.63	1.92	
		最 高 平 合	高 低 均 計	値 値 値				
				88.77 7.12 39.80 477.55	10.70 0.68 3.96 47.49	30.50 0.90 11.40 136.78	13.90 0.28 5.23 62.74	2.07 0.15 1.05 12.61

降水量が少なく、6、7、8、12月の降水量が多めであり、県西部においては、4、10、3月の降水量が少なく、5～8月及び2月の降水量が多めの傾向であった。

平成5年度の気象全般としては、梅雨入り後の7月から8月にかけての、低温、多雨、長雨、日照不足が特徴的であり、各調査地点とも7月の降水量が最大となっている。

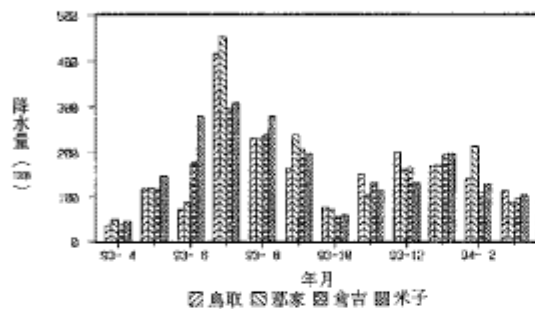


図2 地点別月間降水量の推移

イ pH

pHの地点別経月変化を図3に示す。倉吉を除き、4月が最も高く、冬季の11～3月にかけて低い傾向にあり、おおむね前年度と同様の経月変化であった。4月のpHが高い一因として、中国大陸からの黄砂現象の影響があるものと推察される。

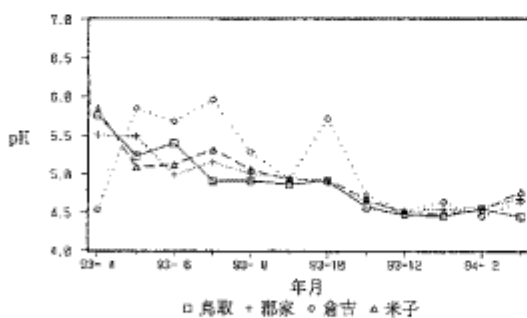


図3 pHの経月変化

表3 pHの地点別年平均値の推移

	H.1	H.2	H.3	H.4	H.5
鳥取	4.62	4.72	4.57	4.53	4.70
郡家	4.68	4.75	4.65	4.73	4.81
倉吉	4.70	4.89	4.62	4.68	4.88
米子	4.60	4.84	4.66	4.63	4.83

過去5年間の地点別年平均値を表3に示す。平成5年度の年平均値は鳥取で4.70、郡家で4.81、倉吉で4.88、米子で4.83であり、経年的にみると、おおむね同程度の値で推移している。

ウ EC

ECの地点別経月変化を図4に示す。ECは降水中の全溶存イオン量の程度を表す値であり、4地点とも、5～8月に低く、12～4月にかけて高い傾向にあり、おおむね前年度と同様の経月変化であった。

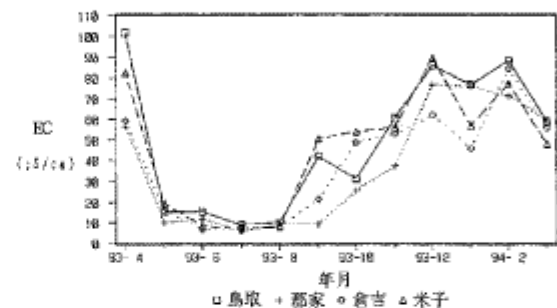


図4 ECの経月変化

エ 主要降水成分

水溶性成分のうち、主要なイオンの経月変化を図5、6に示し、併せて、調査地点別の年平均濃度を図7に示した。

(ア) 海洋由来成分

主に海洋由来と推定されるイオンとして、Cl⁻、Mg²⁺、Na⁺があり、これら3成分は同様の経月変化を示す。一例として図5にNa⁺について示した。図5から、Na⁺は5～8月に低濃度となり、冬期に高濃度となることが顕著に現れており、例年同様の傾向となっている。

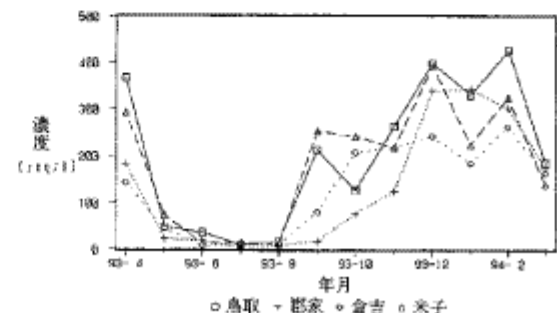


図5 Na⁺経月変化

(イ) 非海洋由来成分

nssSO₄²⁻、NO₃⁻、NH₄⁺、nssCa²⁺の経月変化を図6に示す。これらのイオンは、おおむね5～9月の夏季に低濃度で、4月を含め冬季に高濃度となる傾向であった。

酸性雨現象の指標となるpHは、アニオンとカチオンのバランスにより決定する。非海洋由来成分についてみると、アニオンとしてnssSO₄²⁻、NO₃⁻

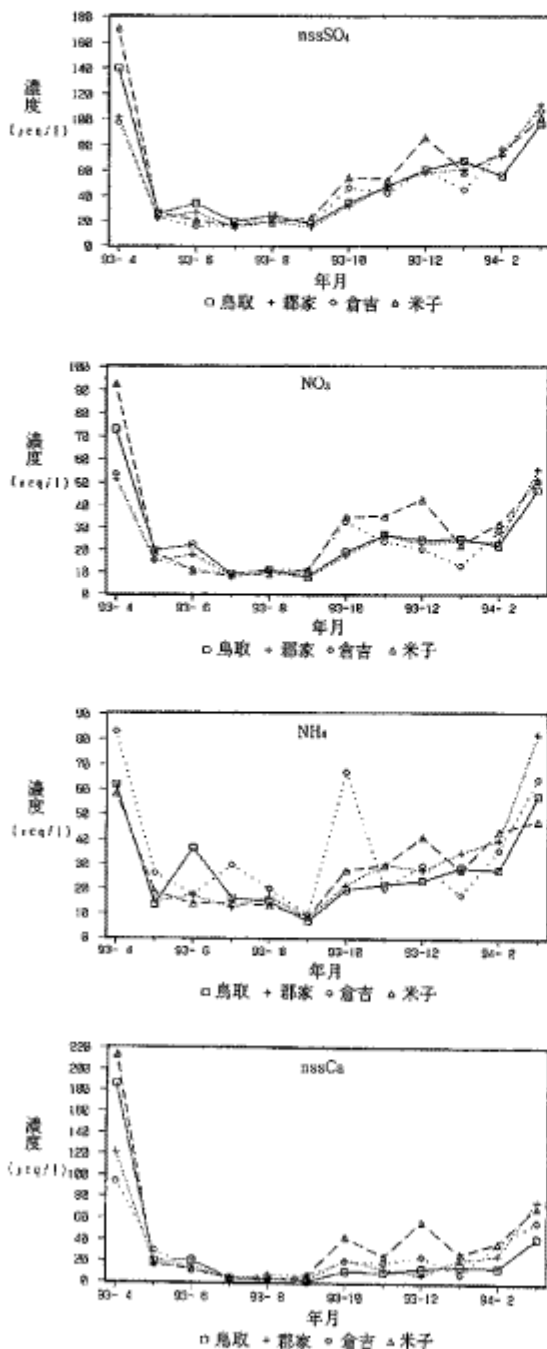


図6 非海洋由来成分濃度の経月変化

が、カチオンとしてNH₄⁺及びnssCa²⁺が挙げられ、これらイオンの地点別年平均濃度を図7に示す。

この図から、nssSO₄²⁻がpHの変動に最も寄与していると判断される。

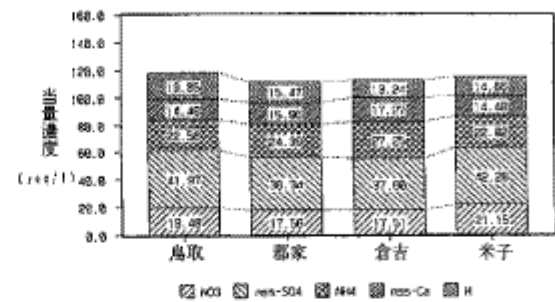


図7 非海洋由来成分の地点別年平均濃度

オ 不溶性成分

各調査地点の不溶性成分月別降水量を図8に示す。月別変化は4地点ともおおむね類似しており、降水量は7～11月にかけて少なく、春季及び冬季に増加しており、季節風の影響があるものと考えられる。また、各地点とも4月の降水量が最も多いことは、黄砂現象の影響によるものと推察される。

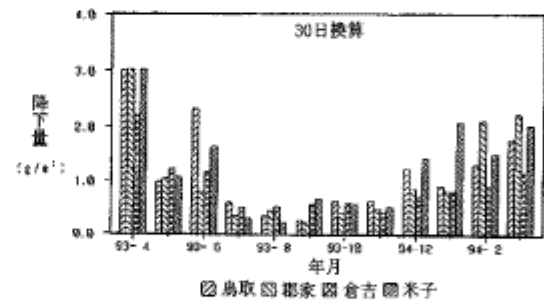


図8 不溶性成分降水量

(2) 降水成分間の相関

水溶性成分の分析項目について、平成元年度から5年度の5ヶ年分の月別データを用いて、各イオン成分濃度間の関係を統計的手法を用いて解析した。

ア 相関係数

表4-1～表4-4にnssSO₄²⁻、nssCa²⁺を含む11イオン成分の濃度及びECを加えた12項目間の相関係数を調査地点別に示す。

(ア) 鳥取市

Cl⁻、Mg²⁺、K⁺、Na⁺相互間及びNO₃⁻、NH₄⁺、

表4-1 降水成分濃度間の相関係数(鳥取市)

	EC	SO ₄ ²⁻	NO ₃ ⁻	Cl ⁻	H ⁺	NH ₄ ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	nssSO ₄ ²⁻
SO ₄ ²⁻	0.92*										
NO ₃ ⁻	0.48*	0.69*									
Cl ⁻	0.96*	0.85*	0.34*								
H ⁺	0.67*	0.63*	0.23	0.58*							
NH ₄ ⁺	0.50*	0.66*	0.86*	0.38*	0.28						
Ca ²⁺	0.47*	0.65*	0.77*	0.40*	0.03	0.61*					
Mg ²⁺	0.97*	0.87*	0.41*	0.98*	0.54*	0.44*	0.45*				
K ⁺	0.89*	0.82*	0.36*	0.91*	0.43*	0.40*	0.49*	0.92*			
Na ⁺	0.88*	0.74*	0.36*	0.88*	0.49*	0.42*	0.39*	0.89*	0.75*		
nssSO ₄ ²⁻	0.64*	0.87*	0.84*	0.49*	0.53*	0.72*	0.72*	0.52*	0.51*	0.39*	
nssCa ²⁺	0.23	0.48*	0.75*	0.16	-0.13	0.54*	0.93*	0.22	0.29	0.16	0.66*

n = 60

* 有意水準1%で有意

表4-2 降水成分濃度間の相関係数(郡家町)

	EC	SO ₄ ²⁻	NO ₃ ⁻	Cl ⁻	H ⁺	NH ₄ ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	nssSO ₄ ²⁻
SO ₄ ²⁻	0.84*										
NO ₃ ⁻	0.38*	0.72*									
Cl ⁻	0.97*	0.77*	0.20								
H ⁺	0.60*	0.46*	0.09	0.55*							
NH ₄ ⁺	0.51*	0.76*	0.89*	0.35*	0.22						
Ca ²⁺	0.43*	0.72*	0.81*	0.32	-0.15	0.71*					
Mg ²⁺	0.98*	0.79*	0.25	0.99*	0.54*	0.39*	0.36*				
K ⁺	0.86*	0.79*	0.33*	0.85*	0.43*	0.42*	0.49*	0.86*			
Na ⁺	0.97*	0.78*	0.24	0.99*	0.53*	0.38*	0.34*	0.99*	0.86*		
nssSO ₄ ²⁻	0.62*	0.92*	0.86*	0.47*	0.32	0.84*	0.81*	0.50*	0.59*	0.49*	
nssCa ²⁺	0.23	0.58*	0.80*	0.10	-0.28	0.66*	0.97*	0.15	0.31	0.13	0.74*

n = 60

* 有意水準1%で有意

表4-3 降水成分濃度間の相関係数(倉吉市)

	EC	SO ₄ ²⁻	NO ₃ ⁻	Cl ⁻	H ⁺	NH ₄ ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	nssSO ₄ ²⁻
SO ₄ ²⁻	0.90*										
NO ₃ ⁻	0.54*	0.70*									
Cl ⁻	0.96*	0.82*	0.36*								
H ⁺	0.32	0.32	0.19	0.25							
NH ₄ ⁺	0.43*	0.44*	0.59*	0.28	-0.16						
Ca ²⁺	0.62*	0.83*	0.72*	0.51*	0.09	0.40*					
Mg ²⁺	0.98*	0.86*	0.46*	0.98*	0.27	0.33*	0.58*				
K ⁺	0.26	0.13	0.06	0.27	-0.15	0.34*	0.04	0.20			
Na ⁺	0.97*	0.85*	0.40*	0.99*	0.26	0.30	0.54*	0.99*	0.20		
nssSO ₄ ²⁻	0.69*	0.92*	0.78*	0.55*	0.30	0.45*	0.88*	0.62*	0.05	0.59*	
nssCa ²⁺	0.39*	0.67*	0.69*	0.26	0.02	0.36*	0.96*	0.34*	-0.01	0.30	0.81*

n = 58

* 有意水準1%で有意

表4-4 降水成分濃度間の相関係数(米子市)

	EC	SO ₄ ²⁻	NO ₃ ⁻	Cl ⁻	H ⁺	NH ₄ ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	nssSO ₄ ²⁻
SO ₄ ²⁻	0.88*										
NO ₃ ⁻	0.60*	0.83*									
Cl ⁻	0.97*	0.80*	0.48*								
H ⁺	0.43*	0.32	0.09	0.35*							
NH ₄ ⁺	0.69*	0.83*	0.81*	0.60*	0.15						
Ca ²⁺	0.48*	0.72*	0.81*	0.39*	-0.20	0.61*					
Mg ²⁺	0.98*	0.83*	0.54*	0.98*	0.36*	0.64*	0.43*				
K ⁺	0.91*	0.85*	0.53*	0.90*	0.37*	0.60*	0.47*	0.88*			
Na ⁺	0.97*	0.81*	0.50*	0.99*	0.34*	0.61*	0.41*	0.98*	0.90*		
nssSO ₄ ²⁻	0.66*	0.93*	0.88*	0.53*	0.25	0.82*	0.78*	0.58*	0.67*	0.54*	
nssCa ²⁺	0.33	0.61*	0.76*	0.22	-0.28	0.54*	0.98*	0.28	0.33*	0.25	0.73*

n = 59

* 有意水準1%で有意

nssSO₄²⁻相互間に強い相関がある。またSO₄²⁻はnssCa²⁺を除くすべての項目とある程度の相関があり、さらにH⁺とSO₄²⁻、Cl⁻、Mg²⁺に弱い相関が認められる。

(イ) 郡家町

Cl⁻、Mg²⁺、K⁺、Na⁺相互間及びNO₃⁻、NH₄⁺、nssSO₄²⁻相互間に強い相関がある。また、SO₄²⁻はH⁺を除くすべての項目とある程度の相関があり、さらにH⁺とCl⁻、Mg²⁺、Na⁺に弱い相関が認められる。

(ウ) 倉吉市

Cl⁻、Mg²⁺、Na⁺相互間及びnssSO₄²⁻とNO₃⁻、nssCa²⁺に強い相関がある。なお、H⁺については、いずれの項目とも相関は認められない。

(エ) 米子市

Cl⁻、Mg²⁺、K⁺、Na⁺相互間及びNO₃⁻、NH₄⁺、nssSO₄²⁻、nssCa²⁺相互間に強い相関がある。また、SO₄²⁻はH⁺を除くすべての項目とある程度の相関がある。H⁺については、いずれの項目とも相関は認められない。

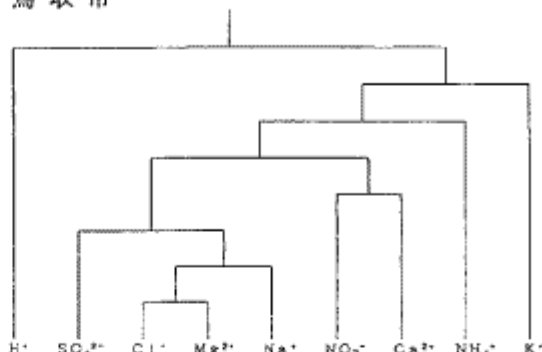
以上のことから、①海洋由来成分とされるCl⁻、Mg²⁺、Na⁺は相互に強い相関関係にある。②人為発生源イオン成分と考えられるNO₃⁻、NH₄⁺、nssSO₄²⁻、nssCa²⁺相互間には、おおむね強い相関がある。③H⁺と強い相関のあるイオン成分は、いずれの地点にも認められないことが示唆された。

イ クラスター分析

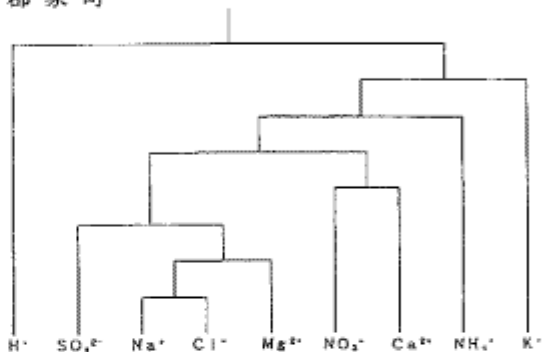
アで求めた相関係数をもとに、最短距離法によりイオン成分間のクラスター分析を行った。調査地点別のデンドログラムを図9に示す。なお、EC及びnssSO₄²⁻、nssCa²⁺は項目から除外した。

この図から、①すべての地点でH⁺が単独でクラスターを形成した。②鳥取市と郡家町については、海洋由来成分の関係を除き全く同様のデンドログラムである。③鳥取市と郡家町では、NO₃⁻、Ca²⁺が一つのクラスターを形成したのに対して、倉吉市、米子市では単独でクラスターを形成した。④鳥取市、郡家町、倉吉市ではK⁺が単独でクラスターを形成したが、米子市では海洋由来成分と近い距離関係のデンドログラムとなることが判明

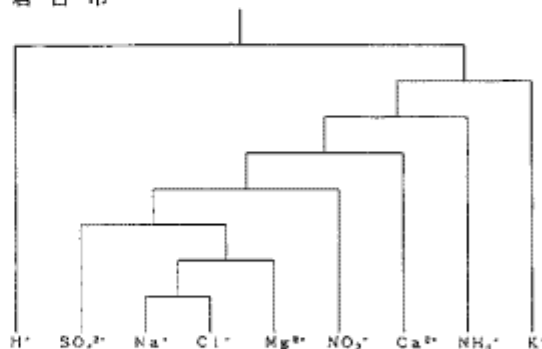
鳥取市



郡家町



倉吉市



米子市

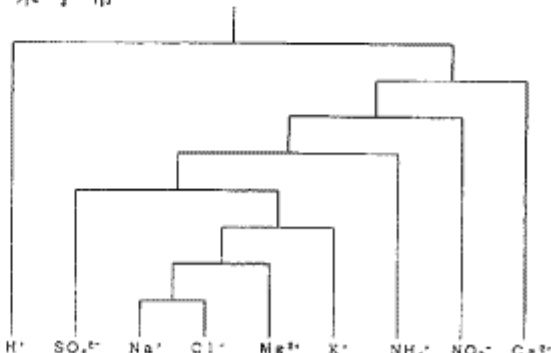


図9 クラスター分析によるデンドログラム

した。

4 ま と め

- (1) 平成5年度の県内4地点の年平均pHは4.70～4.88であり、経年的にみるとほぼ横ばいの状況で、全国レベルと同程度の値であった。
- (2) 海洋由来成分及び非海洋由来成分とも、冬季を中心に降水量が増加しており、冬季季節風の影響と降水量の増大によるものと推察された。
- (3) 非海洋由来成分のうち硫酸イオンが最も降水の酸性化(pHの低下)に寄与しており、その割合は硝酸の約2倍であった。
- (4) 統計解析の結果から、海洋由来成分相互間、非海洋由来(人為発生源)成分相互間には、それぞれ強い相関関係があるが、 H^+ と強い相関のあるイオン成分はなかった。
- (5) クラスタ分析の結果から、鳥取市と郡家町の降水中のイオン成分濃度間の関係はおおむね類似していることが示唆された。

文 献

- 1) 鳥取地方気象台監修：鳥取県気象月報、平成5年4月(1993)～平成6年3月(1994)
- 2) 酸性雨調査法研究会編：酸性雨調査法、280～281、ぎょうせい(1993)
- 3) 洞崎和徳他：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、32、77～79(1992)
- 4) 栗村幸子他：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、33、67～69(1993)