

降水中のイオン成分に関する検討

村瀬 茂世¹・重岡昌代¹・山崎 誠¹・水落敏朗²

A Study of Ionic Contain in Rainfall

Shigeyo MURASE, Masayo SHIGEOKA,
Makoto YAMASAKI and Toshiro MIZUOCHI

要 旨

福岡市における酸性雨の地域特性を明らかにするために、早良区石釜の国民宿舎千石荘における湿性沈着成分及び乾性沈着成分について検討を行った。

湿性沈着成分については、pHは平成10年度(4.75)とほとんど変わらず4.78であった。各イオン成分は採水装置の変更に伴い全般的に減少している。しかし、NH₄イオンについては年々増加傾向にあり11年度は52.5meq/m²と過去最高値を示し、都市化傾向がさらに顕著となった。

pHを3か月毎に区分すると低pHの時期は冬季に現れ、高pHは春先の黄砂の時期と一致した。

乾性沈着成分については6月以降のデータでは、10月にかけてNH₄イオンはほとんどガス状で存在しエアロゾル状は少なかった。11月以降は逆にほとんどがエアロゾル状で存在した。

また、乾性沈着成分と湿性沈着成分を比較した結果、陽イオンは湿性沈着成分ではNH₄イオンとNaイオン成分が60%を占め、乾性沈着成分ではNH₄イオンが83%を占めていた。陰イオンは湿性沈着成分ではNO₃イオンとSO₄イオンが50%を占め、乾性沈着成分では両者で80%を占めていた。

Key Words : 酸性雨 Acid Rain 福岡市 Fukuoka City 湿性沈着成分 Wet deposition
乾性沈着成分 Dry deposition 都市後背部 Hinterland Area close to Urban Area
非海塩性 non sea salt ろ過式採取装置 Rainwater sampler with filtration unit

I はじめに

福岡市では市域における酸性雨の状況を把握するために、平成4年度から比較的清浄な地域とされる早良区石釜の国民宿舎千石荘(以下「千石荘」という)で酸性雨の調査を実施している。今回は、千石荘における降水の特徴を把握するため、pH等の各種指標値及び各イオン成分を用い、経年変化及び季節毎の特徴、乾性沈着成分と湿性沈着成分の比較等を行ったので報告する。

II 調査方法

1. 調査地点

調査地点の千石荘は、福岡市の中心部から南西に約20kmの脊振・雷山県立自然公園に含まれ、脊振山系の中腹、標高260mに位置する(図1)。

2. 採取方法

湿性沈着成分は10年度までろ過式(バルク捕集)、11年度からは自動雨水採水装置にて降雨時のみ、乾性沈着成分は4段ろ紙法¹⁾にて6月から、どちらも1週間単位で採取。

3. 測定項目

pH, EC(電気伝導率)及びSO₄, NO₃, Cl, Na, NH₄, K, Ca, Mgの各イオン成分

1. 福岡市保健環境研究所 環境科学課
2. 福岡市環境局環境保全部 啓発推進課
(現所属 福岡市下水道局 水質管理課)

4.測定方法

酸性雨等調査マニュアル²⁾に基づき行なった。

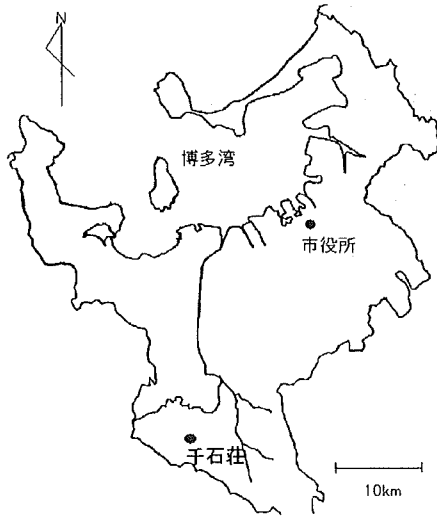


図1. 調査地点

Ⅲ 結果及び考察

1. 湿性沈着成分について

1) 降水量とpHの推移

11年度は降水量が比較的多く、特に6月下旬から7月上旬にかけては集中豪雨により各地で水害が発生した。一般にろ過式から湿性沈着成分捕集への捕集方法の変更でpHは0.1～0.2程度低下する³⁾とされているが、逆に上昇しており降水量の影響が伺えた。

図2-1～図2-4に年間のpHと降水量の推移(春季・夏季・秋季・冬季)を示す。低pHは秋季、冬季に現れており、この時期は降水量も少なかった。

また、春季は大陸からの黄砂の飛来が観測された週は黄砂の影響を強く受け、降水量が少なくても高pHがみられることから、黄砂が降水の酸性化の緩和に寄与していることが分かる。

2) 主要イオンの沈着量について

表1に各イオンの沈着量の経年変化⁴⁾を示す。平成4年度から11年度までの調査で、千石荘における降水の年平均pHは4.63～4.82の範囲であった。平成5年度、9年度、11年度のpHの上昇は、降水量が多くHイオン濃度が低くなっているためである。各イオンの沈着量については捕集方法の変更に伴い減少しているなかで、NH₄イオンのみは5年前から増加傾向が止まらず、平成4年度測定開始以来の最高値52.5meq/m³を記録した。調査開始時は千石荘は都市後背部という位置付けであったが、11年度のデータからは都市後背部とは言えず、むしろ都市部に近い位置付けと言えた。

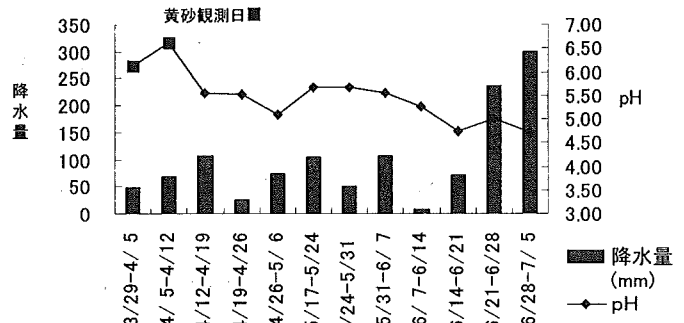


図2-1 降水量とpHの推移(春)

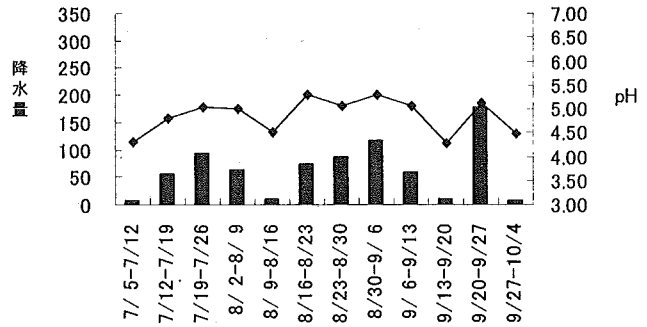


図2-2 降水量とpHの推移(夏)

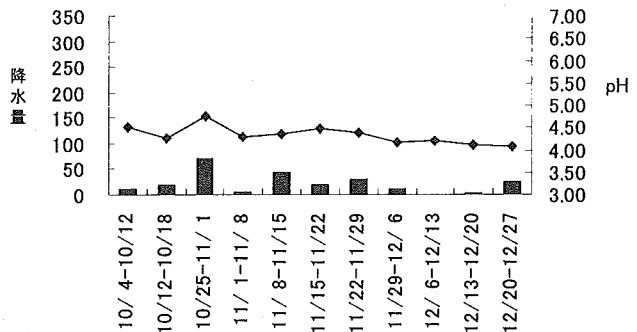


図2-3 降水量とpHの推移(秋)

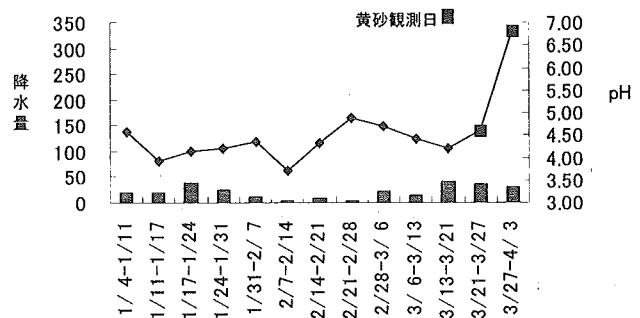


図2-4 降水量とpHの推移(冬)

表1 各イオン沈着量の経年変化

	pH	降水量 mm	H	Na	NH ₄	K	Mg meq/m ³	Ca	Cl	NO ₃	SO ₄
H4	4.69	1835.8	37.3	82.9	18.9	4.3	21.6	17.3	110	18.1	67.5
H5	4.81	2564.1	39.8	102	20.6	6.2	30.5	32.6	112	19.3	65.6
H6	4.69	1276.1	26.2	114	11.6	5.0	28.5	22.5	148	17.7	51.9
H7	4.69	1923.0	39.7	94.6	27.5	9.4	24.4	29.8	108	30.3	77.9
H8	4.63	1980.6	46.1	120	28.6	7.7	31.7	28	139	31.9	78.4
H9	4.82	3115.1	47.1	117	42.7	8.2	29.2	24.3	144	37.1	84.1
H10	4.75	2103.2	37.8	122	42.9	8.7	29.5	30.9	155	34.0	79.8
H11	4.78	2427.6	40.5	89.6	52.5	6.7	20.1	28.0	110	33.7	76.7

3) 各指標値について

表2に各指標値の経年変化⁴⁾を示す。11年度は

NH₄/nss-Ca 比が 2.15 と高く、前述した NH₄ イオンの影響がみられる。NO₃/nss-SO₄ 比は 0.51 で NO₃ イオン、SO₄ イオンのどちらもこの数年変化がない。また、酸性化成分(A)は減少し、中和成分(N)は増加しているため pH は上昇している。

表2 各種指標値の経年変化

	pH	NH ₄ nss-Ca	NO ₃ nss-SO ₄	NO ₃ +nss-SO ₄ (A)	NH ₄ +nss-Ca (N)	計算pH *	(A)-(N)値
H4	4.69	1.38	0.32	41.20	17.74	4.31	23.46
H5	4.81	0.73	0.36	28.34	19.03	4.55	9.31
H6	4.69	0.66	0.46	43.80	22.85	4.25	20.95
H7	4.69	1.07	0.46	50.37	27.63	4.30	22.74
H8	4.63	1.26	0.50	48.44	25.84	4.31	22.50
H9	4.82	2.22	0.53	34.36	19.87	4.43	22.50
H10	4.75	1.68	0.52	47.12	32.60	4.28	14.49
H11	4.78	2.15	0.51	40.75	31.38	4.37	14.52

*-log(nss-SO₄+NO₃+nss-Cl)

次に各非海塩沈着量を早狩⁹⁾の方法に従い図3に酸性雨ダイヤグラムで示す。

陰イオンについては NO₃/nss-SO₄ = 0.5 の補助線上に集中しており、表2の値と一致した。陽イオンについては変化が大きかった。また、九州・沖縄地方酸性雨調査⁶⁾の福岡県データを用い、同じく図4に示した。比較すると陰イオンは似た分布を示しているが、陽イオンは福岡県の方が NH₄ イオンが高濃度に集中している。これは福岡県の試料採取地点が内陸部に位置することから、人為汚染の影響があるものと推察された。千石荘については NH₄ イオンが近年増加傾向にあることから、今後の動向に注意が必要と思われる。なお、早狩⁹⁾の報告にあった新潟県新津市のダイヤグラム(図5)と福岡市の千石荘はよく一致した傾向を示した。両者とも日本海側に位置することから傾向の似たダイヤグラムであった。

2. 乾性沈着成分について

11年6月から、第3次酸性雨共同調査による乾性沈着量(ガス・エアロゾル成分の大気中濃度)の測定を開始した。

6月~12月の乾性沈着量の推移について図6-1~図6-2に示す。NH₄ イオン成分は6月~10月まではガス状で存在し、10月から1月まではエアロゾル状で存在していたことが特徴的であった。これはおそらく夏季は気温が上昇するため、土壌等からの揮散の影響を受けたものと思われる。ガス成分の割合が大きい順は NH₄ > SO₄ > NO₃ > Cl であった。

エアロゾル成分の割合が大きい順は NH₄ > SO₄ > NO₃ > Na > K であり、Ca と Mg はほとんど存在しなかった。ガス成分、エアロゾル成分どちらも割合の大きい順は同じであった。

3. 湿性沈着成分と乾性沈着成分の組成比の比較

図7-1~図7-2に1年間の湿性沈着成分および9か月間の乾性沈着成分の組成比を陽イオンと陰イオン

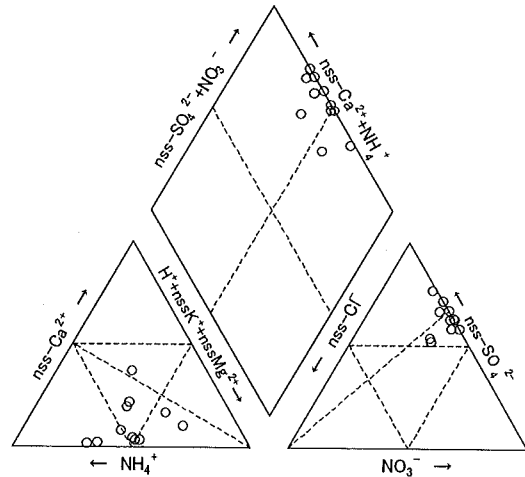


図3 沈着量酸性雨ダイヤグラム(千石荘)

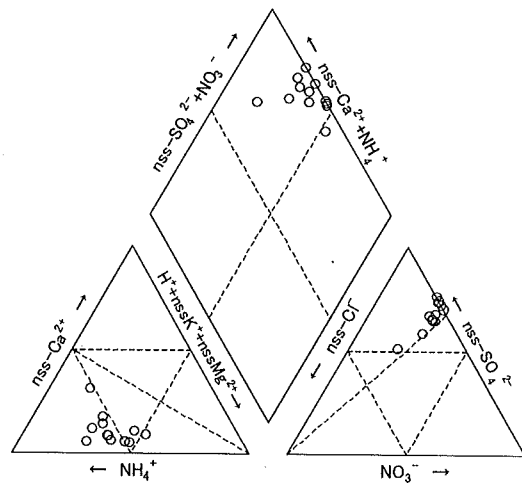


図4 沈着量酸性雨ダイヤグラム(福岡県 H9年度)

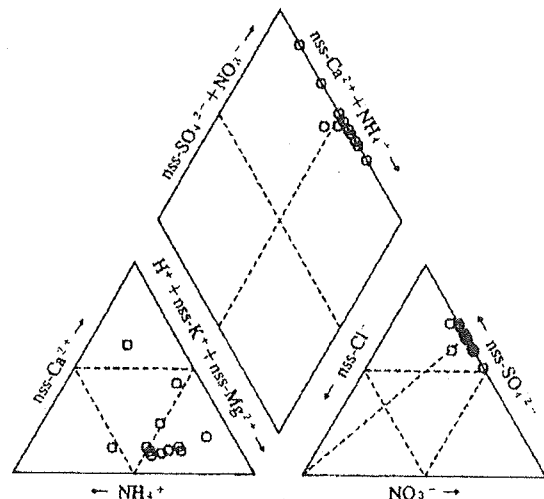


図5 沈着量酸性雨ダイヤグラム(新津市)

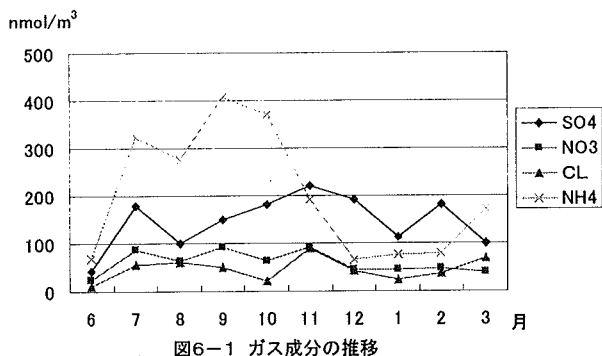


図6-1 ガス成分の推移

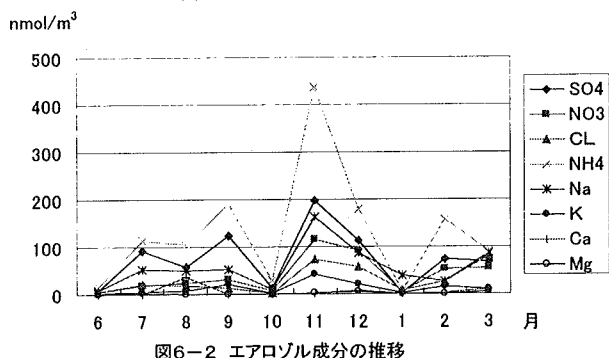


図6-2 エアロゾル成分の推移

に分けて示す。

湿性沈着成分の陽イオンはNaイオンとNH₄イオンを合わせて約60%を占め、陰イオンはNO₃イオンとSO₄イオンを合わせて約50%を占めていた。

乾性沈着成分の陽イオンはNH₄イオンが約83%を占め、陰イオンはNO₃イオンとSO₄イオンを合わせて約80%を占めていた。

陰イオンについては、湿性沈着ではClイオンの占める割合が50%と多く、乾性沈着では約20%と少なく、その分NO₃イオンとSO₄イオンが増加していた。また、陽イオンについては乾性沈着ではそのほとんどがNH₄イオンが占めることから、湿性沈着成分のNH₄イオンの増加傾向につながる要因の一つに考えられた。

まとめ

千石荘における降水の年平均pHは4.63～4.82で、冬季の方が夏季よりもpHの低い降雨が多く出現する傾向が見られた。

降水中の各イオンの沈着量は、NH₄イオンは過去最高値の52.5meq/m²であり、今後の動向に注意が必要と思われる。また、NO₃/nss-SO₄などからも、比較的清浄といわれてきた千石荘も清浄とは言えない位置付けであった。酸性雨ダイヤグラムから、千石荘のイオン分布は比較的近距离の福岡県の測定局より、新津市の分布と似ていた。

乾性沈着成分については年度途中からの測定となり、年間の動向については検討できなかったが、NH₄イオン

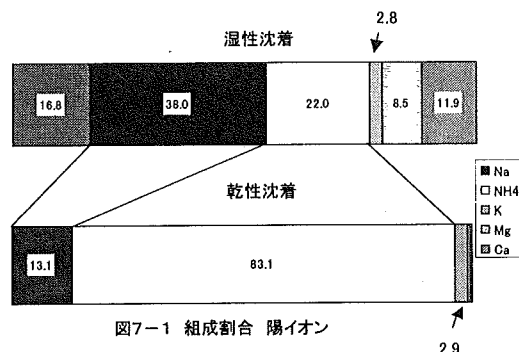


図7-1 組成割合 陽イオン

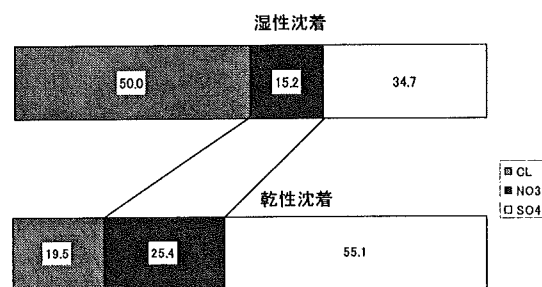


図7-2 組成割合 陰イオン

は夏季にはガス状で存在し、その後エアロゾル状となっていた。

湿性沈着成分と乾性沈着成分の組成割合を比較すると湿性沈着成分ではNO₃イオンとSO₄イオンで60%であったが、乾性沈着成分は両者で80%であった。

今後は湿性沈着、乾性沈着の分別採取を行ない、さらに詳細な検討を行なう予定である。

(謝辞) 本検討にあたり、データ処理にご協力をいただいた青森県環境保健センターむつ環境管理事務所早狩進氏に感謝いたします。

文献

- 1) 全国公害研協議会・酸性雨調査部会：第三次酸性雨共同調査実施要領,1999
- 2) 環境庁大気保全局 監修：酸性雨調査マニュアル(改訂版), 1990
- 3) 大喜多敏一 監修：新版酸性雨, 1996
- 4) 重岡昌代他：降水における酸性成分の動態に関する調査研究(第3報), 福岡市保健環境研究所報, 24, 75～80, 1999
- 5) 早狩進：酸性雨解析におけるイオン成分の表現方法の検討, 青森県環境保健センター研究報告,6,59～64, 1995
- 6) 九州衛生公害技術協議会大気分科会：九州・沖縄地方酸性雨データ集, 1997