

# 徳島県における酸性雨調査 (第 13 報)

－水溶性成分等について－

徳島県保健環境センター

森永 晴美・林 修三・片田 正己  
森吉 通博・岸本 和之・多田 久代\*

## Acid Precipitation Survey in Tokushima Prefecture (13)

Harumi MORINAGA, Syuzo HAYASHI, Masami KATATA,  
Michihiro MORIYOSHI, Kazuyuki KISHIMOTO, Hisayo TADA

Tokushima Prefectural Institute of Public Health and Environmental Sciences

### 要 旨

平成 10 年度から平成 14 年度まで過去 5 年間の徳島県内 4 地点の酸性雨調査結果をとりまとめた。  
その結果、pH の年平均値は、ほぼ全国調査結果の範囲内であり、生態系への長期的影響の把握の指標となる各種イオン沈着量については降水量に起因して鷺敷が多い傾向を示した。

### I はじめに

当所の酸性雨に関する調査は、昭和 59 年度に徳島市において開始し、その後、昭和 62 年度石井町、平成 2 年度鷺敷町、平成 4 年度阿南市、平成 14 年度池田町を追加し継続調査を実施している。

今回は平成 10 年度から平成 14 年度まで過去 5 年間の池田を除く 4 地点の調査結果を取りまとめたので、その概要を報告する。

### II 調査方法

#### 1 調査期間

平成 10 年 4 月 1 日から平成 15 年 4 月 7 日まで

#### 2 調査地点 (図-1)

- (1)徳島市：徳島市新蔵町，徳島保健所 5 F 屋上(高さ 19.1 m)
- (2)石井町：名西郡石井町石井字石井，農業大学校 2 F 屋上  
(高さ 9.3 m)
- (3)鷺敷町：那賀郡鷺敷町大字和食，鷺敷中学校敷地内，一般環境大気測定局屋上 (高さ 3.5 m)
- (4)阿南市：阿南市富岡町佃町，阿南保健所 3 F 屋上  
(高さ 9.5 m)

\* 現 穴吹保健所

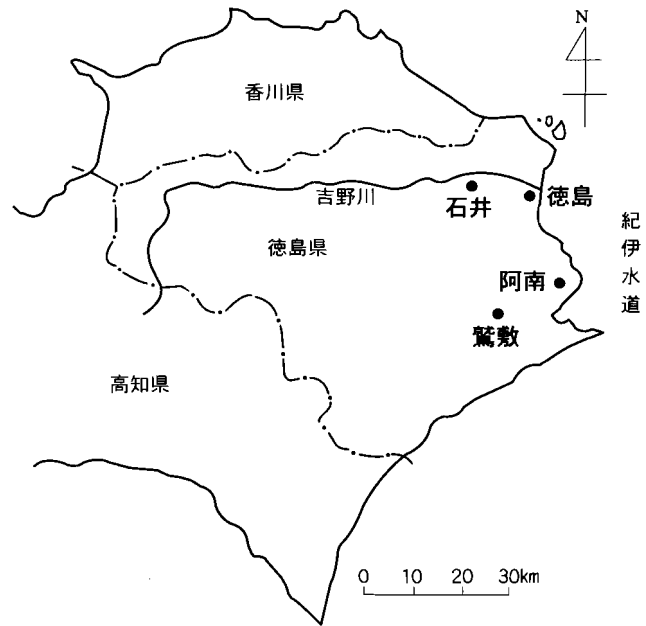


図-1 調査地点

#### 3 採取装置

ろ過式採取装置 (アドバンテック製)

#### 4 調査項目及び測定方法等

(1)可溶性 (水溶性) 成分

1 週間毎の採取降水と月 1 回の捕集用ロートの洗浄水中

のイオン類を合せて可溶性成分とした。

① pH：ガラス電極法

EC：導電率計による方法

② Cl<sup>-</sup>、NO<sub>3</sub><sup>-</sup>、SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>、Na<sup>+</sup>、NH<sub>4</sub><sup>+</sup>、K<sup>+</sup>、Mg<sup>2+</sup>、Ca<sup>2+</sup>

：イオンクロマトグラフ法

(2)データの集計

データは国（環境省）及び全環研調査と同様に月毎にまとめた。

### III 調査結果と考察

平成10～14年度の調査結果について、主要な表及び図は本文中に示したが、その他の集計表、説明図は参考資料として「平成10～14年度酸性雨調査参考資料」に別表、別図に示した。

なお、当調査は全国調査として、国（環境省）が平成10～12年度に実施した第4次酸性雨対策調査（以下「国調査」という）と、全国環境研協議会が平成11～13年度に実施した第3次酸性雨全国調査（以下「全環研調査」という）の結果を対照として検討を行った。

#### 1 試料採取状況

降水の捕集は週単位で実施しているが、無降水又は微量降水により調査対象外となった週数の状況を表-1に示した。

5年間の調査対象は262週であった。そのうち調査対象外の週数は石井50（19%）、鷺敷49（19%）、徳島46（18%）、阿南45（17%）で地点間にほとんど差はなかった。

年度別の調査対象外の週数については、13年度が49週であり、他の年度は34～36週であり、月別では7,8月と11,12月が多く、3月が少ない傾向であった。

表-1 調査対象外週数の状況（全週）

	平成10年度	平成11年度	平成12年度	平成13年度	平成14年度	計
年間調査週	53	53	52	51	53	262
徳島	9	8	9	12	8	46
石井	7	9	11	14	9	50
阿南	11	9	4	12	9	45
鷺敷	8	10	10	11	10	49

#### 2 降水量

地点別年間降水量（平成10～14年度）を表-2に示した。5年間の地点間比較は、鷺敷>阿南>徳島>石井となっており、特に県南部の内陸山間地域の鷺敷が多く、5年間の年平均値で県南部の市街地域である阿南の2倍以上、県西部の農村地域である石井の3倍以上、県南と県北の中間に位置する市街地域である徳島の2倍以上となっている。県全体（4地点平均）でみると、10、11年度が2000mm以上であり、12

年度が約1400mmと少なく、13、14年度は約1600～1700mmであった。

月間値の範囲は別表-1に示すとおり、6～10月に多く、11～12月に極めて少ない傾向を示している。

国の調査結果は、最大値は3934mm（国頭・沖縄県：10年度）、最小値は708mm（倉敷・岡山県：12年度）であった。

また、全環研調査の年間降水量の結果は、最大値は3313.2mm（宮崎県）、最小値は930.4mm（岡山県）であり、それぞれ本県の3643mm（鷺敷：14年度）、726mm（石井：12年度）と同程度であり、また、国調査の平均値は1870mm、全環研調査の平均値は1686.3mmで、本県の1775mmと同程度の降水量であった。

別図-1、2として5年間の年度別年間降水量（mm/年）、年度別月平均降水量を示した。

#### 3 EC（電気伝導率）

地点別年平均値を表-2に示した。

5年間の地点間比較は、阿南>徳島>石井>鷺敷となっており、その年平均値の範囲は26.7μS/cm～20.5μS/cmであり、大きな差が見られないが、降水量の多い鷺敷が低くなっている。

月間値の範囲は別表-1に示すとおり、降水量と同様に最大値と最小値の差が大きい。最大値294.3μS/cmを示した阿南（10年度11月）の降水量は1.7mmであった。最小値は10、11年度の6月に集中しており、各地点の降水量は3地点で当該年度の月間値の最大値を示している。ECと降水量とは概ね逆相関の関係がなりたち、一降水の降雨量が多いと、各種イオン濃度は減少する傾向があり、これは、大気中に含まれる酸性化物質は、初期に多くとりこまれ、降雨量が多くなると降雨初期に比ベイオンの取り込み量が少なくなること示唆している。別図-3として年度別月平均EC値を示した。

#### 4 pH

地点別年平均値を表-2に示した。

pHの地点別年平均値の範囲はpH5.1（鷺敷：10、11年度）～pH4.4（徳島：13、14年度、阿南：13年度、鷺敷：14年度）であった。月間値の範囲はpH6.6（石井：10年度5月、11月）～pH4.1（石井：12年度11月）であった。

国調査の結果では、年平均値の範囲はpH6.15（宇部・山口県：12年度）～pH4.47（越前岬・福井県：11年度）で平均値はpH4.82となっている。

本県の結果は、ほぼ国の調査結果の範囲内にある。国の調査結果のほうが幅広くなっているが、これは調査対象地域（広域的）と地点数（多地点）の違いによるものと考えられる。

## 5 沈着量

イオン成分の沈着量は生態系に対する酸性成分の長期的な影響の把握に有効な指標である。水溶性成分の年度別沈着量を表-2に、月間沈着量を別表-2に示した。

### (1) 陰イオン沈着量

$\text{Cl}^-$ :  $\text{Cl}^-$ は海水から生成した海塩粒子が降下した場合には多量に検出される。5年間の地点間比較は驚敷>阿南>徳島>石井になっており、県南部が高い傾向を示した。これは、降水量と比例した傾向といえる。

月間値の範囲は3360.2(驚敷:12年度7月)~9.9 $\text{mg}/\text{m}^3$ /年(徳島:11年度12月)で4地点の平均値は548.9 $\text{mg}/\text{m}^3$ /年であり、夏秋季(7~10月)に高く冬春季(12~4月)に低い傾向を示している。

全環研調査の平均値の範囲は、13635.6(大里・沖縄県)~468.6(岡山県) $\text{mg}/\text{m}^3$ /年、平均値は3816 $\text{mg}/\text{m}^3$ /年であり、本県の沈着量は全国調査結果を下回っている。

$\text{NO}_3^-$ :  $\text{NO}_3^-$ は酸性化に寄与するイオンである。地点間比較は驚敷>阿南>徳島>石井となり、県南部が高い傾向を示した。

月間値の範囲は2317.6(驚敷:10年度6月)~0.0(石井:12年度8月) $\text{mg}/\text{m}^3$ /年で、年平均値は309.1 $\text{mg}/\text{m}^3$ /年であり、春夏季に高く秋冬季に低い傾向を示している。国調査で日本海側の $\text{NO}_3^-$ 沈着量は冬季に増加傾向がみられるが、冬季に降雪(降水量)の少ない本県では沈着量としては増加の傾向はみられない。

国調査の範囲は3974.2(伊自良湖・岐阜県)~192.2(小笠原・東京) $\text{mg}/\text{m}^3$ /年であり、年平均値は瀬戸内海沿岸では1080 $\text{mg}/\text{m}^3$ /年で全国平均値は1426 $\text{mg}/\text{m}^3$ /年となっている。

全環研調査の範囲は3770(前橋・群馬県)~719(名川・青森県) $\text{mg}/\text{m}^3$ /年であった。本県の結果は月間最高値、年平均値ともに全国調査結果を下回っている。月間値の最低値の0.0 $\text{mg}/\text{m}^3$ /年(石井:12年8月)については、降水量も2.4mmと最小値であり、他の調査項目の沈着量も少なくなっている。

$\text{NSS}-\text{SO}_4^{2-}$ :  $\text{SO}_4^{2-}$ も酸性化に寄与するイオンである。地点間比較は驚敷>阿南>徳島>石井となり、県南部が高い傾向を示した。

月間値の範囲は1461.4(驚敷:13年度10月)~0.0(阿南、石井:14年度3月) $\text{mg}/\text{m}^3$ /年であり、年平均値は329.7 $\text{mg}/\text{m}^3$ /年で5~10月に高く、11~3月に低い傾向であった。

国調査の範囲は、5222.4(えびの・宮崎県)~451.2(小笠原・東京都) $\text{mg}/\text{m}^3$ /年であり、年平均値は瀬戸内海沿岸では1814.4 $\text{mg}/\text{m}^3$ /年で、全国平均値は2265.6 $\text{mg}/\text{m}^3$ /

年となっている。

全環研調査の範囲は8380.8(福井)~1315.2(母子里・北海道) $\text{mg}/\text{m}^3$ /年、平均値は2889.6 $\text{mg}/\text{m}^3$ /年であった。

本県の結果は月間最高値、年平均値ともに全国調査結果を大きく下回っている。月間値の最低値の0.0 $\text{mg}/\text{m}^3$ /年が2回測定されているが、その試料については高濃度の $\text{Na}^+$ が検出されたことにより、計算上マイナスとなったため、0.0 $\text{mg}/\text{m}^3$ /年として扱った。

### (2) 陽イオン沈着量

$\text{Na}^+$ :  $\text{Na}^+$ は海塩由来がほとんどで、地点間比較は驚敷>阿南>徳島>石井であり、県南部が高い傾向を示した。月間値の範囲は1745.6(阿南:14年度3月)~5.6(徳島:11年度12月) $\text{mg}/\text{m}^3$ /年であり、年平均値は312.4 $\text{mg}/\text{m}^3$ /年で季節による変動はみられない。

全環研調査の範囲は8181.1(大里・沖縄県)~204.7(岡山) $\text{mg}/\text{m}^3$ /年、平均値は2132.1 $\text{mg}/\text{m}^3$ /年であり、本県の結果は月間最大値、年平均値ともに全国調査結果を大きく下回っている。

$\text{NH}_4^+$ :  $\text{NH}_4^+$ は酸性雨の中和には役立つが、土壌生態系の中では潜在的な酸としてはたらく。地点間比較は驚敷>徳島>石井>阿南であり県南部の驚敷が高い傾向にあるものの、これは降水量に起因するものと考えられる。年間平均値では地点間の沈着量は同程度である。よって、徳島、石井は降水量が県南部と比較し少ない割には $\text{NH}_4^+$ の沈着量が多いといえる。 $\text{NH}_4^+$ は人間活動による放出、肥料の巻き上げや家畜の排泄物からの放出が寄与しており、都市圏(徳島)や農業地帯、牧畜の盛んな場所(石井)での沈着量が多くなったと推測される。

月間値の範囲は1459.3(驚敷:10年度5月)~3.5(驚敷:11年度8月) $\text{mg}/\text{m}^3$ /年で年平均値は101.8 $\text{mg}/\text{m}^3$ /年であった。

国調査の範囲は1153.8(伊自良湖・岐阜県)~234.6(倉敷・岡山県) $\text{mg}/\text{m}^3$ /年であり、年平均値は瀬戸内海沿岸では399.6 $\text{mg}/\text{m}^3$ /年で、全国平均値は505.8 $\text{mg}/\text{m}^3$ /年となっている。

全環研調査の範囲は1607.4(前橋・群馬県)~234.0 $\text{mg}/\text{m}^3$ /年(印南・和歌山県)、平均値は640.8 $\text{mg}/\text{m}^3$ /年となっている。

本県の結果は月間最大値が国調査の最大値を超えているが、年平均値は全国調査結果を下回っている。

$\text{K}^+$ : 地点間比較は驚敷>石井>阿南>徳島であり、驚敷が高い傾向を示した。月間値の範囲は463.2(驚敷:10年度5月)~3.0(徳島:10年度12月) $\text{mg}/\text{m}^3$ /年であり、年平均値は43.2 $\text{mg}/\text{m}^3$ /年で春夏季に高く冬季に低い傾向を示し、驚敷以外の3地点の年平均値は同程度である。 $\text{K}^+$ は、植物体に

多く含まれる成分であるため、植物を燃焼させた時の粒子状物質を取り込んだ雨は多くなる。全環研調査の範囲は425.1(鳥越・石川県)～31.2(浦和・埼玉県)mg/m<sup>3</sup>/年、平均値は171.6mg/m<sup>3</sup>/年であった。

本県の結果は月間最大値が全国調査の最大平均値を超えているが、年平均値では下回っている。Mg<sup>2+</sup> : Mg<sup>2+</sup>はそのほとんどが海塩由来であるが海塩中での比率は低い。地点間比較は鷺敷>阿南>徳島>石井であり、県南部が高い傾向を示した。月間値の範囲は409.1(阿南:14年度3月)～2.2(石井:11年度12月)mg/m<sup>3</sup>/年であり、年平均値は46.1mg/m<sup>3</sup>/年であり、最大値、最小値はともに10～3月の期間に現れている。

全環研調査の範囲は1295.2(福井県)～58.3(名川・青森県)mg/m<sup>3</sup>/年、平均値は291.6mg/m<sup>3</sup>/年であった。

本県の結果は月間最大値、年平均値ともに全国調査結果を下回っている。

NSS - Ca<sup>2+</sup> : 地点間比較は鷺敷>徳島>石井>阿南であり、Na<sup>+</sup>、NH<sup>4+</sup>、K<sup>+</sup>、Mg<sup>2+</sup>と同様に鷺敷が高い傾向を示した。月間値の範囲は709.3(鷺敷:14年度3月)～4.6(石井、阿南11年度12月)mg/m<sup>3</sup>/年であり、年平均値は79.1mg/m<sup>3</sup>/年である。最大値は全地点が14年度3月に集中しているが、これは、黄砂が影響しているものと考えられる。

国調査の範囲は1388.0(宇部・山口県)～1.3(久住・大分県)mg/m<sup>3</sup>/年であり、年平均値は瀬戸内海沿岸では380mg/m<sup>3</sup>/年で全国平均値は340mg/m<sup>3</sup>/年となっている。

全環研調査の範囲は1596.0(江東・東京都)～120.0(母子里・北海道)mg/m<sup>3</sup>/年、平均値は424.0mg/m<sup>3</sup>/年であった。

本県の結果は月間最大値、年平均値ともに全国調査結果を下回っている。

(3) NSS - SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> / SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> と NSS - Ca<sup>2+</sup> / Ca<sup>2+</sup> の比率

地点ごとの5年間の比率を別表-3に示した。NSS - SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> / SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> の年度比の範囲は70%(鷺敷:12年度)～93%(石井:13年度)であり、平均値では77%(鷺敷)～88%(石井)であった。

表-2 5年間(平成10～14年度)の集計

	地点	平成10年度	平成11年度	平成12年度	平成13年度	平成14年度
降水量 (mm/年)	徳島	2052	1470	1014	1020	877
	石井	1390	1285	726	934	809
	阿南	2005	2098	1135	1358	984
	鷺敷	3565	3334	2664	3144	3643
pH	徳島	4.8	4.8	4.8	4.4	4.4
	石井	5.1	4.9	4.8	4.5	4.5
	阿南	4.9	4.8	4.7	4.4	4.5
	鷺敷	5.1	5.1	4.6	4.6	4.4
EC ( $\mu$ S/cm)	徳島	21.6	20.9	23.9	29.7	34.1
	石井	18.0	20.3	31.7	26.7	26.2
	阿南	21.4	22.2	27.8	32.9	29.3
	鷺敷	13.2	13.8	20.6	34.4	20.3
Cl <sup>-</sup> (mg/m <sup>3</sup> )	徳島	851.7	403.9	244.1	405.5	199.2
	石井	253.7	361.6	141.8	209.2	132.6
	阿南	839.0	767.1	288.1	1108.5	289.6
	鷺敷	917.2	802.6	802.3	863.6	1096.0
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/m <sup>3</sup> )	徳島	496.6	189.2	284.1	238.7	216.5
	石井	330.6	201.9	204.4	170.4	158.7
	阿南	410.7	276.3	302.7	243.8	171.1
	鷺敷	925.9	359.6	395.2	272.4	333.2
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (mg/m <sup>3</sup> )	徳島	593.1	287.5	245.4	417.4	276.9
	石井	300.6	243.3	197.2	317.0	178.2
	阿南	536.0	442.6	293.5	587.3	241.7
	鷺敷	649.9	397.8	465.5	767.3	688.8
NSS - SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (mg/m <sup>3</sup> )	徳島	470.5	232.0	198.7	375.4	249.7
	石井	264.4	193.1	175.5	296.0	158.1
	阿南	383.5	339.0	249.0	483.1	202.2
	鷺敷	490.8	289.2	325.8	681.1	535.7
Na <sup>+</sup> (mg/m <sup>3</sup> )	徳島	491.3	223.0	192.5	168.7	111.6
	石井	149.0	202.4	93.5	85.1	83.5
	阿南	611.4	414.4	184.4	451.6	160.7
	鷺敷	635.6	434.0	596.8	344.4	613.4
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg/m <sup>3</sup> )	徳島	159.6	62.4	98.6	99.5	99.7
	石井	177.0	80.8	87.4	60.7	69.0
	阿南	82.4	99.6	125.7	85.6	58.6
	鷺敷	339.1	54.3	71.5	57.1	67.0
K <sup>+</sup> (mg/m <sup>3</sup> )	徳島	38.6	19.9	44.7	24.4	15.6
	石井	77.0	25.7	44.6	22.2	18.5
	阿南	31.9	30.6	44.8	43.7	18.0
	鷺敷	132.2	27.9	94.2	74.1	35.2
Mg <sup>2+</sup> (mg/m <sup>3</sup> )	徳島	72.7	33.4	27.8	36.0	17.1
	石井	35.6	33.5	17.1	19.0	12.4
	阿南	65.8	59.8	29.4	92.5	22.8
	鷺敷	80.3	68.7	62.7	65.8	69.1
Ca <sup>2+</sup> (mg/m <sup>3</sup> )	徳島	158.3	65.1	58.1	68.1	49.8
	石井	126.4	112.1	38.1	32.5	31.1
	阿南	101.7	72.6	44.4	88.0	55.3
	鷺敷	243.9	241.6	91.3	69.6	71.2
NSS - Ca <sup>2+</sup> (mg/m <sup>3</sup> )	徳島	139.5	56.6	50.8	61.6	45.6
	石井	120.8	104.4	34.6	29.3	27.9
	阿南	78.5	56.9	37.4	70.8	49.2
	鷺敷	219.7	225.1	68.6	56.6	47.8

平成10～14年度酸性雨調査参考資料  
別表-1 5年間の地点別濃度等範囲(月間値)

項目	地点	最高～最低(年・月)
降水量 (mm)	徳島	428.7 (H 10・10) ～ 1.6 (H 11・12)
	石井	274.2 (H 10・9) ～ 2.3 (H 11・12)
	阿南	454.8 (H 11・6) ～ 1.7 (H 10・11)
	鷺敷	1194.9 (H 13・9) ～ 4.1 (H 10・11)
pH	徳島	6.0 (H 10・11) ～ 4.2 (H 12・11) (H 13・7) (H 14・6・8)
	石井	6.6 (H 10・5・11) ～ 4.1 (H 12・11)
	阿南	6.2 (H 13・12) ～ 4.2 (H 13・9) (H 14・10)
	鷺敷	5.7 (H 11・5) ～ 4.2 (H 12・11) (H 13・8) (H 14・4) (H 15・3)
EC ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	徳島	79.7 (H 11・1) ～ 9.2 (H 11・6)
	石井	69.2 (H 13・3) ～ 8.2 (H 10・6)
	阿南	294.3 (H 10・11) ～ 12.2 (H 10・6)
	鷺敷	56.7 (H 13・9) ～ 5.7 (H 10・6)
$\text{Cl}^-$ ( $\text{mg}/\text{m}^3$ )	徳島	2295.0 (H 10・10) ～ 9.9 (H 11・12)
	石井	626.4 (H 11・9) ～ 11.8 (H 11・12)
	阿南	3837.1 (H 13・8) ～ 20.5 (H 14・2)
	鷺敷	3360.2 (H 12・7) ～ 17.8 (H 13・4)
$\text{NO}_3^-$ ( $\text{mg}/\text{m}^3$ )	徳島	887.6 (H 10・5) ～ 3.4 (H 10・12)
	石井	403.6 (H 12・9) ～ 0.0 (H 12・8)
	阿南	1025.7 (H 10・5) ～ 10.5 (H 10・12)
	鷺敷	2317.6 (H 10・6) ～ 6.4 (H 10・12)
$\text{SO}_4^{2-}$ ( $\text{mg}/\text{m}^3$ )	徳島	995.3 (H 10・5) ～ 12.9 (H 11・12)
	石井	597.1 (H 13・8) ～ 0.0 (H 14・3)
	阿南	1320.1 (H 13・8) ～ 0.0 (H 14・3)
	鷺敷	1589.2 (H 13・10) ～ 30.6 (H 10・11)
$\text{Na}^+$ ( $\text{mg}/\text{m}^3$ )	徳島	1297.4 (H 10・10) ～ 5.6 (H 11・12)
	石井	333.2 (H 14・3) ～ 7.4 (H 11・12)
	阿南	1745.6 (H 14・3) ～ 28.5 (H 10・8)
	鷺敷	1698.3 (H 12・7) ～ 9.1 (H 14・2)
$\text{NH}_4^+$ ( $\text{mg}/\text{m}^3$ )	徳島	670.9 (H 14・3) ～ 5.4 (H 11・12)
	石井	686.1 (H 10・6) ～ 6.9 (H 11・12)
	阿南	411.5 (H 14・3) ～ 3.8 (H 13・11)
	鷺敷	1459.3 (H 10・5) ～ 3.5 (H 11・8)
$\text{K}^+$ ( $\text{mg}/\text{m}^3$ )	徳島	153.0 (H 14・3) ～ 3.0 (H 10・12) (H 11・12)
	石井	179.4 (H 12・6) ～ 4.4 (H 11・12)
	阿南	190.5 (H 14・3) ～ 4.4 (H 10・12)
	鷺敷	463.2 (H 10・5) ～ 3.3 (H 14・2)
$\text{Mg}^{2+}$ ( $\text{mg}/\text{m}^3$ )	徳島	220.9 (H 10・10) ～ 3.1 (H 13・2)
	石井	75.4 (H 14・3) ～ 2.2 (H 11・12)
	阿南	409.1 (H 14・3) ～ 4.0 (H 13・11)
	鷺敷	262.2 (H 10・10) ～ 3.0 (H 10・11)
$\text{Ca}^{2+}$ ( $\text{mg}/\text{m}^3$ )	徳島	626.0 (H 14・3) ～ 9.4 (H 12・6)
	石井	272.3 (H 10・9) ～ 4.9 (H 11・12)
	阿南	559.5 (H 14・3) ～ 11.9 (H 13・11)
	鷺敷	747.1 (H 14・3) ～ 9.4 (H 12・6)
$\text{NSS}-\text{SO}_4^{2-}$ ( $\text{mg}/\text{m}^3$ )	徳島	881.5 (H 10・5) ～ 11.6 (H 11・12)
	石井	566.7 (H 13・8) ～ 0.0 (H 14・3)
	阿南	1045.5 (H 13・8) ～ 0.0 (H 14・3)
	鷺敷	1461.4 (H 13・10) ～ 27.8 (H 10・11)
$\text{NSS}-\text{Ca}^{2+}$ ( $\text{mg}/\text{m}^3$ )	徳島	597.1 (H 14・3) ～ 8.7 (H 12・6)
	石井	258.8 (H 14・3) ～ 4.6 (H 11・12)
	阿南	493.1 (H 14・3) ～ 4.6 (H 11・12)
	鷺敷	709.3 (H 14・3) ～ 8.3 (H 14・2)

$\text{NSS}-\text{Ca}^{2+}/\text{Ca}^{2+}$ の年度比の範囲は67% (鷺敷:14年度)～96% (石井:10年度)であり、平均値では82% (鷺敷)～92% (石井)であった。

沈着量の平均値は $\text{NSS}-\text{SO}_4^{2-}$ が $\text{NSS}-\text{Ca}^{2+}$ の約4.2倍であるが、 $\text{NSS}-\text{SO}_4^{2-}$ と $\text{NSS}-\text{Ca}^{2+}$ の $\text{SO}_4^{2-}$ 及び $\text{Ca}^{2+}$ に占める比率は同程度となっており、ほぼ80～90%であった。

このことより、5年間の全 $\text{SO}_4^{2-}$ 、 $\text{Ca}^{2+}$ 沈着量に占める非海洋由来の $\text{SO}_4^{2-}$ 、 $\text{Ca}^{2+}$ の割合は80～90%と考えられる。

(4) N/S比 ( $\text{NO}_3^-/\text{NSS}-\text{SO}_4^{2-}$ 当量濃度比)

地点別の5年間のN/S比を別図-4に示した。

降水の酸性化に $\text{NO}_3^-$ と $\text{SO}_4^{2-}$ のどちらが寄与しているかを定量的に考察するため、 $\text{NSS}-\text{SO}_4^{2-}$ に対する $\text{NO}_3^-$ 当量濃度比を求めた。

年度別のN/S比の範囲は1.46 (鷺敷:10年度)～0.31 (鷺敷:13年度)であり、別図-4に示すように全体的には、酸性化に対して $\text{NO}_3^-$ より $\text{SO}_4^{2-}$ の寄与が大きくなっていることを示唆している。

#### IV まとめ

県下4地点で酸性雨に関する降水量等13項目について調査を実施した。

その結果、pHの年平均値の範囲は月間値で6.6～4.1、年平均値では5.1～4.4であり、ほぼ全国調査結果の範囲内であった。

生態系への長期的影響の把握の指標となる降水中の8種類のイオン沈着量についてはすべてについて鷺敷が最大値を示したが、原因としては降水量に起因するものと推定され、沈着量は国(環境省)及び全国環境研協議会が実施した全国調査結果の平均値をすべて下回るものであった。

降水量については、鷺敷>阿南>徳島>石井の順となり、 $\text{Cl}^-$ 、 $\text{NO}_3^-$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$ 、 $\text{Na}^+$ 、 $\text{Mg}^{2+}$ 沈着量については降水量と比例した沈着量となった。 $\text{NH}_4^+$ 、 $\text{Ca}^{2+}$ 沈着量については、降水量が少ない徳島が鷺敷に次いで多く、 $\text{K}^+$ についても降水量が最も少ない石井が鷺敷に次いで多い結果となり、局地的要因が考えられる地点間の差もみうけられた。冬場に雪(降水量)の少ない本県では、日本海側で見られるような、冬場に $\text{NO}_3^-$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$ 沈着量が増加する傾向はみられなかった。

N/S比から、降水の酸性化の寄与を $\text{NO}_3^-$ と $\text{SO}_4^{2-}$ で比較すると $\text{NO}_3^-$ より $\text{SO}_4^{2-}$ のほうが寄与が大きいといえる。

#### 文 献

- 1) 片田正己他:保健環境センター年報, 19, 71-75 (2001)
- 2) 環境省:第4次酸性雨対策調査
- 3) 全国環境研会誌, VOL.28, NO.3 (2003)
- 4) 村野健太郎:酸性雨と酸性霧

別表-2 平成10年度酸性雨調査結果

調査地点	項目 \ 月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	年間平均
徳島市 徳島保健所	降水量 (mm)	186.3	406.4	316.6	125.9	38.7	392.4	428.7	9.2	15.6	9.9	31.9	90.4	171.0
	EC ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	20.7	13.8	21.5	27.4	43.1	15.9	24.5	81.1	17.8	79.7	54.8	29.8	21.6
	pH (-)	4.6	5.0	4.7	4.6	4.4	4.9	4.9	6.0	5.3	5.6	4.6	5.0	4.8
	Cl <sup>-</sup> (mg/m <sup>l</sup> )	223.5	767.1	209.4	276.9	69.4	689.9	2295.0	94.0	20.1	90.5	150.3	320.8	851.7
	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/m <sup>l</sup> )	390.7	887.6	569.6	313.6	170.2	398.8	417.5	73.5	3.4	88.1	179.0	181.4	496.6
	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (mg/m <sup>l</sup> )	588.9	995.3	363.3	311.5	232.2	560.8	648.8	103.6	40.6	117.0	240.3	342.0	593.1
	Na <sup>+</sup> (mg/m <sup>l</sup> )	129.1	456.7	137.9	191.1	40.9	388.6	1297.4	53.3	13.7	52.0	76.3	187.6	491.3
	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg/m <sup>l</sup> )	158.6	266.2	173.1	119.6	68.4	137.3	124.4	15.8	9.4	19.2	50.5	87.0	159.6
	K <sup>+</sup> (mg/m <sup>l</sup> )	26.7	55.7	37.4	38.4	12.9	18.1	56.8	6.4	3.0	8.5	18.3	23.6	38.6
	Mg <sup>2+</sup> (mg/m <sup>l</sup> )	30.2	64.3	26.2	35.3	9.8	13.0	220.9	12.5	5.4	13.2	19.8	38.3	72.7
	Ca <sup>2+</sup> (mg/m <sup>l</sup> )	186.9	134.1	88.3	111.8	70.8	184.1	243.3	68.1	38.3	73.2	86.7	104.9	158.3
	NSS - SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (mg/m <sup>l</sup> )	557.6	881.5	329.1	263.9	222.4	463.6	323.7	90.3	66.1	104.3	221.8	295.4	470.5
NSS - Ca <sup>2+</sup> (mg/m <sup>l</sup> )	182.0	116.7	83.0	104.5	69.3	169.3	194.0	37.7	37.7	71.3	83.8	97.8	139.5	
石井町 農業大校	降水量 (mm)	126.6	177.4	229.3	115.1	52.9	274.2	265.3	4.6	19.4	15.1	32.5	77.2	115.8
	EC ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	21.7	12.2	8.2	17.0	35.8	17.4	14.0	133.4	28.2	68.5	52.1	25.7	18.0
	pH (-)	5.0	6.6	5.2	4.9	4.4	5.3	5.1	6.6	5.6	4.6	4.5	5.1	5.1
	Cl <sup>-</sup> (mg/m <sup>l</sup> )	198.1	157.5	96.7	129.1	56.5	492.4	402.4	31.1	46.5	79.3	111.2	153.5	253.7
	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/m <sup>l</sup> )	332.7	377.0	686.1	195.5	182.0	264.0	255.8	37.6	66.3	127.4	183.9	146.8	330.6
	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (mg/m <sup>l</sup> )	405.9	398.4	217.2	175.9	217.5	394.7	289.2	62.1	56.4	142.5	213.4	242.3	300.6
	Na <sup>+</sup> (mg/m <sup>l</sup> )	92.7	124.0	115.3	79.1	30.0	302.9	160.6	17.4	31.1	48.0	61.2	93.1	149.0
	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg/m <sup>l</sup> )	254.9	174.2	142.8	116.4	75.4	302.2	136.6	37.0	33.1	41.7	73.4	126.6	177.0
	K <sup>+</sup> (mg/m <sup>l</sup> )	174.5	66.3	38.8	26.3	16.2	156.0	55.0	24.5	9.5	9.6	22.4	23.1	77.0
	Mg <sup>2+</sup> (mg/m <sup>l</sup> )	30.9	22.6	24.7	24.9	7.4	51.3	60.1	7.5	9.6	9.8	17.3	21.9	35.6
	Ca <sup>2+</sup> (mg/m <sup>l</sup> )	98.0	44.8	115.1	77.8	41.7	272.3	133.2	19.2	33.0	38.6	51.2	62.1	126.4
	NSS - SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (mg/m <sup>l</sup> )	383.8	367.8	188.9	156.8	210.4	322.1	249.5	57.8	49.6	130.6	198.5	219.3	264.4
NSS - Ca <sup>2+</sup> (mg/m <sup>l</sup> )	94.5	40.0	110.7	74.8	40.6	260.8	127.1	18.5	31.8	36.8	48.8	58.6	120.8	
鷲敷町 鷲敷中学校	降水量 (mm)	290.3	633.1	785.4	322.0	65.0	541.4	542.0	4.1	33.1	19.9	137.9	190.9	297.1
	EC ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	12.4	8.1	5.7	12.9	21.0	11.2	22.0	48.3	17.1	47.4	33.3	20.4	13.2
	pH (-)	5.0	5.3	5.2	4.9	4.5	5.2	5.3	5.1	5.0	4.9	4.9	5.6	5.1
	Cl <sup>-</sup> (mg/m <sup>l</sup> )	227.8	885.3	419.8	475.0	56.0	1037.4	2689.3	20.6	50.4	97.1	297.7	486.4	917.2
	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/m <sup>l</sup> )	289.2	1317.3	2317.6	404.4	158.1	292.3	277.4	19.1	6.4	96.1	426.1	275.9	925.9
	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (mg/m <sup>l</sup> )	371.5	1566.7	482.5	327.7	160.6	400.5	626.2	30.6	59.4	115.3	667.6	365.0	649.9
	Na <sup>+</sup> (mg/m <sup>l</sup> )	134.8	861.7	421.3	315.2	33.9	592.5	1544.7	12.7	28.8	59.9	161.7	337.1	635.6
	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg/m <sup>l</sup> )	50.5	1459.3	242.6	13.0	34.9	32.5	53.2	5.7	13.0	25.0	112.8	53.9	339.1
	K <sup>+</sup> (mg/m <sup>l</sup> )	29.3	463.2	103.9	41.4	12.9	37.0	61.8	3.7	3.8	7.0	44.0	73.0	132.2
	Mg <sup>2+</sup> (mg/m <sup>l</sup> )	26.3	49.3	70.9	62.6	8.4	23.1	262.2	3.0	8.1	10.9	37.9	55.2	80.3
	Ca <sup>2+</sup> (mg/m <sup>l</sup> )	96.4	154.9	409.7	189.2	52.6	241.2	290.6	23.4	36.6	39.4	209.0	200.7	243.9
	NSS - SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (mg/m <sup>l</sup> )	338.2	1350.9	377.1	248.9	152.3	252.1	239.1	27.8	52.5	100.4	627.2	280.9	490.8
NSS - Ca <sup>2+</sup> (mg/m <sup>l</sup> )	91.3	122.2	393.7	177.2	51.4	218.7	231.9	22.9	35.5	37.2	202.8	187.9	219.7	
阿南市 阿南保健所	降水量 (mm)	218.5	354.5	385.4	259.6	46.8	240.4	272.0	1.7	34.2	18.3	22.4	151.6	167.1
	EC ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	24.5	15.8	12.2	12.5	21.4	15.9	40.7	294.3	20.5	62.3	77.6	26.9	21.4
	pH (-)	4.8	5.0	5.0	4.7	4.6	5.1	4.8	5.9	5.3	5.0	4.4	5.0	4.9
	Cl <sup>-</sup> (mg/m <sup>l</sup> )	323.2	1211.5	437.2	338.3	45.1	568.7	2602.6	80.2	68.2	112.2	131.4	474.6	839.0
	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/m <sup>l</sup> )	279.9	1025.7	338.0	326.1	115.1	238.4	288.2	58.1	10.5	118.3	175.7	238.7	410.7
	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (mg/m <sup>l</sup> )	476.0	1115.0	428.5	261.3	122.5	344.4	670.0	78.8	81.3	158.8	233.6	401.4	536.0
	Na <sup>+</sup> (mg/m <sup>l</sup> )	193.0	1403.9	268.7	211.8	28.5	348.5	1441.1	46.2	40.2	67.2	73.4	305.1	611.4
	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg/m <sup>l</sup> )	108.3	87.1	123.9	11.5	31.3	32.0	111.7	12.8	32.0	50.9	72.9	110.4	82.4
	K <sup>+</sup> (mg/m <sup>l</sup> )	26.4	36.3	45.7	10.6	11.2	19.6	56.8	6.0	4.4	11.4	14.3	24.0	31.9
	Mg <sup>2+</sup> (mg/m <sup>l</sup> )	33.6	49.2	40.8	42.2	7.0	16.3	245.4	10.4	12.0	12.3	17.9	55.7	65.8
	Ca <sup>2+</sup> (mg/m <sup>l</sup> )	63.8	68.4	63.5	135.9	45.4	135.2	192.9	29.7	39.1	32.5	45.3	105.1	101.7
	NSS - SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (mg/m <sup>l</sup> )	428.3	763.0	361.3	208.5	115.8	257.3	312.5	67.8	72.2	142.1	215.5	325.5	383.5
NSS - Ca <sup>2+</sup> (mg/m <sup>l</sup> )	56.4	15.1	53.3	127.9	44.3	121.9	138.2	27.9	37.6	30.0	42.5	93.5	78.5	