

香川県における酸性雨調査(第6報)

— 大気降下物の地域特性 —

Acid Precipitation Survey in Kagawa Prefecture (VI) — Regional Difference of Atmospheric Pollutants —

三木正信 山本 務 藤川 勇
Masanobu MIKI Tsutomu YAMAMOTO Isamu FUJIKAWA
高橋敏夫 三好健治 浮田和也
Toshio TAKAHASHI Kenji MIYOSHI Kazuya UKITA

本県における大気降下物の性状等を把握するために、県下の10地点で季別に年4回、環境庁型のろ過式採取装置を用いて大気降下物の調査を行った。今回の調査では各調査地点の平均値はpH 4.5～5.0の範囲にあり、丸亀と引田がやや低く、財田と観音寺がやや高かった。各イオン成分濃度の平均値は沿岸部、内陸部のいずれも一部の地点を除きほぼ同値であり、最高値と最低値の差は沿岸部が内陸部に比べて大きい。県の中央付近は沿岸部、内陸部のいずれもイオン当量濃度構成比がよく似ているが、県東部及び県西部ではやや異なっている。イオン成分の降下量は沿岸部では引田が多く、センターと丸亀がやや少なかった。内陸部では財田が多く、他の調査地点はほぼ同量である。沿岸部は内陸部に比べてNO₃⁻降下量はほぼ同量であるが、nss-SO₄²⁻、nss-Ca²⁺、Cl⁻及びNa⁺の降下量が多く、NH₄⁺の降下量が少ないことなどが明らかになった。

はじめに

酸性雨による生態系への影響が懸念されており、大気汚染物質の水系・土壌等への降下量が着目されている。わが国では雨水等の大気降下物による長期影響を評価するために環境庁型のろ過式採取装置を一定期間戸外に設置し、大気降下物を採取する方法が用いられている。当センターでは平成元年度に県下10地点において環境庁型のろ過式採取装置を用いて大気降下物を採取し、県下における大気降下物の地域特性等について調査を行ったので、その結果について報告する。

調査方法

1. 調査期間

平成元年6月、9月、12月及び平成2年3月

2. 調査地点

調査地点は図1に示す10地点で、調査地点付近の概要は次のとおりである。なお、以下の文中ではカッコ内のとおり略することとする。

St. 1 引田町役場(引田)

所在地：大川郡引田町引田 513-1

県の東部に位置し、住宅地域にあり、すぐ横を国道11号線が通っている。海岸線からの距離は約300m。

St. 2 香川県公害研究センター(センター)

所在地：高松市松島町1丁目17-28

高松市の中心近くにあり、南北を国道等に囲まれている。また、付近には中小工場群などの大気汚染源が存在している。海岸線からの距離は約1.5km。

St. 3 丸亀市役所(丸亀)

所在地：丸亀市大手町2-3-1

丸亀市内の中心近くに位置し、庁舎北側を旧国道11号線が通っている。海岸線からの距離は約1km。

St. 4 観音寺市役所(観音寺)

所在地：観音寺市観音寺町甲 300-1

県の西部に位置し、市の中心付近にある。海岸線からの距離は約2km。

St. 5 大内ダム管理事務所(大内)

所在地：大川郡大内町水主

県の東部に位置し、町の住宅地域から離れた後背地域にあり、付近には大気汚染の主な発生源は存在しない。海岸線からの距離は約5.5km。

St. 6 公洲森林公園(公洲)

所在地：高松市東植田町字寺峰1210-3

高松市の郊外にあり、センターから約12km離れて位置している。田園地域にあり、付近には大気汚染の主な発生源は存在しない。海岸線からの距離は約13km。

St. 7 内場ダム管理事務所(内場)

所在地：香川郡塩江町安原上東除ケ2466-3

山間部にあり、すぐ横を主要道が通っている。センターからの距離は約19kmで、付近には大気汚染の主な発生源は存在しない。海岸線からの距離は約20km。

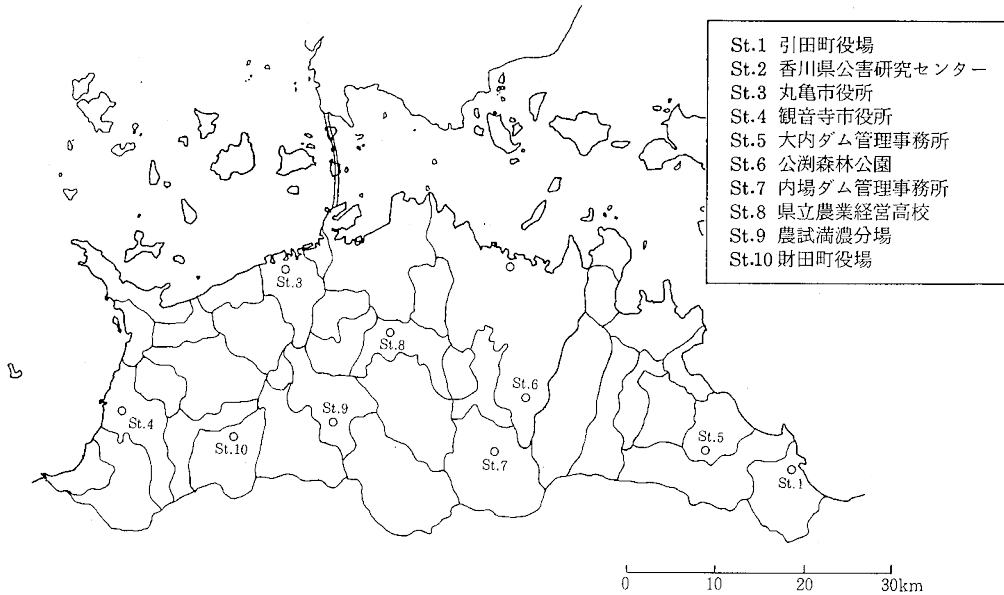


図1 調査地点図

St. 8 県立農業経営高校（農経高）

所在地：綾歌郡綾南町大字北1023

県のはほぼ中央部に位置し、田園地域にあり、付近には大気汚染の主な発生源は存在しない。海岸線からの距離は約12km。

St. 9 農試満濃分場（満濃）

所在地：仲多度郡満濃町大字炭所西2253-1

田園地域にあり、付近には大気汚染の主な発生源は存在しない。海岸線からの距離は約17km。

St. 10 財田町役場（財田）

所在地：三豊郡財田町財田上2171

県の西部に位置し、田園地域にあり、付近には大気汚染の主な発生源は存在しない。海岸線からの距離は約13km。

3. 採取方法

環境庁型のろ過式採取装置¹⁾を用いて雨水等の大気降下物を半月ごとに採取した。ろ液は試料回収後0.22μmのミリポアフィルターで再ろ過し、測定に供するまで保冷庫に4℃で保存した。測定は昭和61年度酸性雨成分分析実施細則²⁾に基づいて行った。

4. 測定項目及び測定方法

- 1) pH：ガラス電極法
- 2) EC：導電率計による方法
- 3) SO₄²⁻、NO₃⁻、Cl⁻：イオンクロマトグラフ法（使用機種）

Dionex社製2010 i

（測定条件）

- ・分離カラム：AS-4 A 4 mm×250 mm

- ・除去カラム：ファイバーサプレッサー
- ・溶離液：1.8 mM Na₂CO₃+1.7 mM NaHCO₃ 1.5 ml/min
- ・再生液：0.025 N H₂SO₄ 1.5 ml/min
- ・試料注入量：0.1 ml
- 4) NH₄⁺：インドフェノール法
- 5) Ca²⁺、Mg²⁺、K⁺、Na⁺：原子吸光法

調査結果及び考察

1. 降水量

貯水量から算出した月間降水量の調査期間中の最高値、最低値及び平均値を表1に示す。各調査地点の月間平均降水量は130～180mmで内場が最も少なく、満濃が最も多かった。各月の降水量は図2に示すように9月に多く、12月にきわめて少ない状況にあった。

調査地点を沿岸部（引田、センター、丸亀、観音寺）と内陸部（大内、公湫、内場、農経高、満濃、財田）に分けて月間平均降水量を比較したものを図3に示す。沿岸部の各地点は住居地域であり、内陸部は沿岸部の調査地点のバックグラウンド的な意味合いを有している地域である。沿岸部のうちではセンターが少なく、観音寺が多かった。内陸部のうちでは内場が少なく、満濃、農経高及び財田が多かった。また、沿岸部と内陸部にはあまり差がみられなかった。

2. 水溶性成分の性状

2-1. pH

月間pH（水素イオン濃度の加重平均値）の調査期間中

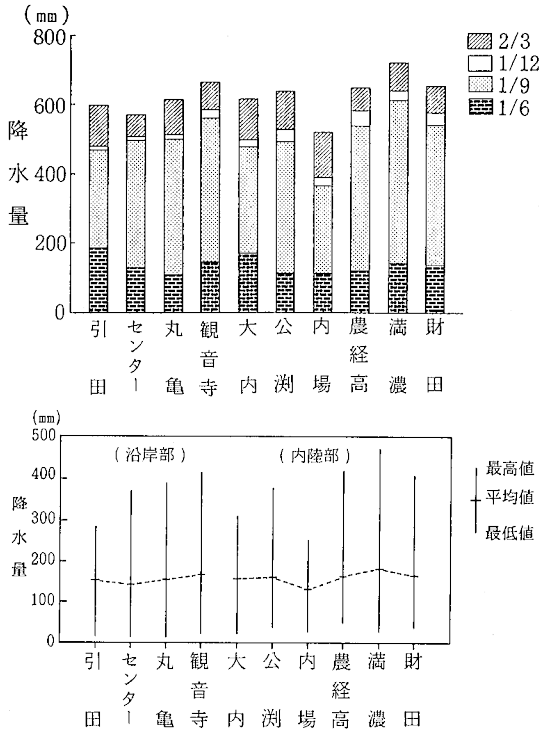


図3 降水量（沿岸部と内陸部の比較）

の最高値、最低値及び平均値を表1に示す。各調査地点の平均値はpH 4.5～5.0の範囲にあり、丸亀と引田がやや低く、財田と観音寺がやや高かった。環境庁が昭和58年～62年に5カ年計画で実施した「第1次酸性雨対策調査」の調査結果³⁾によればわが国の雨水（ろ過式採取方法によるろ液）のpHは4.4～5.5の範囲にあり、本県にはほぼ全国並みのpHの雨が降っていることがわかった。沿岸部と内陸部に分けてそれぞれの月間pHの平均値を比較したものを図4に示す。沿岸部は地点間の差が大きく、最も低い丸亀と最も高い観音寺ではpHが0.4の差がある。また、センター及び丸亀は最高値と最低値の差が小さいが、引田と観音寺は差が大きく、県の中央付近の雨水のpHの変動は小さいが、県東部及び県西部では雨水のpHの変動が大きいことがわかった。内陸部は、大内がやや低く、財田がやや高い。それ以外の調査地点はほぼ同じ値であり、内陸部のpHの地域差は沿岸部に比べて小さいことがわかった。また、最高値と最低値の差は沿岸部に比べて大きく、雨水のpHの変動が沿岸部に比べて内陸部では大きいことがわかった。次に、調査地点を東部（引田、大内）、高松（センター、公湫、内場）、丸亀（丸亀、農経高、満濃）及び西部（観音寺、財田）の4ブロックに分け、ブロック別に沿岸部と内陸部について比較したものを図5に示す。月間pHの平均値は各ブ

表1 イオン成分等の比較

調査項目		沿岸部				内陸部						
		引田	センター	丸亀	観音寺	大内	公湫	内場	農経高	満濃	財田	
降水量	mm	最高値	281.5	367.9	389.0	412.8	307.5	376.7	250.2	416.8	469.6	404.0
		最低値	12.3	12.1	13.0	24.2	20.3	36.3	26.0	45.4	27.3	35.7
		平均値	150.4	142.9	153.7	165.9	154.5	159.2	130.2	162.7	180.1	163.7
pH		最高値	4.9	4.8	4.6	5.2	5.1	5.0	4.9	5.1	5.1	5.1
		最低値	4.2	4.5	4.4	4.5	4.2	4.3	4.2	4.4	4.5	4.3
		平均値	4.6	4.7	4.5	4.9	4.7	4.8	4.8	4.8	4.8	5.0
EC	μs/cm	最高値	190.5	93.4	104.7	104.5	65.2	67.9	70.4	50.1	45.7	73.2
		最低値	17.1	12.9	16.0	6.6	7.9	7.9	8.7	7.3	7.5	8.5
		平均値	28.2	21.1	24.3	18.8	17.8	16.6	17.7	16.5	15.6	18.5
SO ₄ ²⁻	μg/ml	最高値	17.3	16.3	11.3	14.7	8.2	9.8	8.7	7.7	8.8	11.2
		最低値	1.1	1.5	1.2	0.7	0.7	0.7	0.9	0.8	0.6	0.7
		平均値	2.4	2.5	2.4	2.4	1.9	2.0	2.2	2.1	2.0	2.4
NO ₃ ⁻	μg/ml	最高値	9.4	6.3	4.9	5.6	4.0	4.2	4.0	2.9	4.0	4.3
		最低値	0.8	0.6	0.6	0.4	0.6	0.5	0.6	0.5	0.4	0.5
		平均値	1.8	1.3	1.2	1.4	1.4	1.3	1.4	1.2	1.2	1.4
Cl ⁻	μg/ml	最高値	28.4	10.2	10.3	12.6	4.1	4.5	3.7	2.8	2.7	5.6
		最低値	0.9	0.7	0.6	0.3	0.5	0.4	0.4	0.3	0.4	0.3
		平均値	2.5	1.1	1.1	1.1	0.8	0.9	0.8	0.7	0.7	0.8
NH ₄ ⁺	μg/ml	最高値	2.61	3.33	3.04	3.83	1.41	1.74	1.99	1.71	1.91	3.05
		最低値	0.23	0.38	0.26	0.35	0.32	0.27	0.31	0.25	0.17	0.40
		平均値	0.50	0.58	0.50	0.85	0.62	0.59	0.66	0.64	0.50	1.32
Ca ²⁺	μg/ml	最高値	2.94	3.59	3.35	1.88	0.89	1.08	1.22	0.78	0.93	0.83
		最低値	0.14	0.21	0.13	0.05	0.07	0.08	0.12	0.10	0.08	0.06
		平均値	0.31	0.43	0.39	0.32	0.18	0.25	0.35	0.24	0.25	0.23
Mg ²⁺	μg/ml	最高値	2.35	0.88	0.97	0.96	0.37	0.37	0.32	0.22	0.27	0.43
		最低値	0.08	0.05	0.04	0.02	0.04	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02
		平均値	0.21	0.09	0.09	0.09	0.07	0.07	0.07	0.05	0.06	0.06
K ⁺	μg/ml	最高値	1.11	0.61	0.55	0.62	0.37	0.57	0.39	0.32	0.30	0.47
		最低値	0.06	0.03	0.03	0.03	0.08	0.05	0.04	0.03	0.02	0.06
		平均値	0.10	0.07	0.08	0.09	0.11	0.11	0.11	0.09	0.06	0.14
Na ⁺	μg/ml	最高値	19.3	6.21	6.38	7.22	2.51	2.56	2.37	1.71	1.64	3.22
		最低値	0.48	0.26	0.21	0.15	0.18	0.17	0.12	0.14	0.10	0.19
		平均値	1.57	0.53	0.50	0.54	0.45	0.41	0.36	0.35	0.28	0.41

ロックとも沿岸部が内陸部よりやや低い。また、最高値と最低値の差を沿岸部と内陸部について比較すると、東部及び西部ブロックではあまり差がみられないが、高松及び丸亀ブロックでは沿岸部は内陸部に比べて小さい。これらのことから、沿岸部の雨水は内陸部の雨水に比べてpHがやや低く、県の中央付近の沿岸部の雨水のpHの変動は小さいが、県東部及び県西部では変動が大きいくことがわかった。県の中央付近の沿岸部では他の地域に比べて局所汚染が大きいことがうかがえる。また、各月のpHの値は図6に示すように降水量の多い9月に高く、降水量のきわめて少ない12月に低い傾向がみられる。

2-2. EC

月間EC(加重平均値)の調査期間中の最高値、最低値及び平均値を表1に示す。平均値は調査地点のうちセンター、丸亀及び引田がやや高く、満濃がやや低かった。沿岸部と内陸部に分けてそれぞれの月間ECの平均値を比較したものを図7に示す。沿岸部、内陸部のいずれも各調査地点の平均値はほぼ同値である。最高値と最低値の差を沿岸部と内陸部について比較すると、沿岸部は内陸部に比べて最高値と最低値の差が大きく、特に引田はきわめて大きい。次にブロック別に沿岸部と内陸部を比較すると、図8に示すように各ブロックとも沿岸部と内

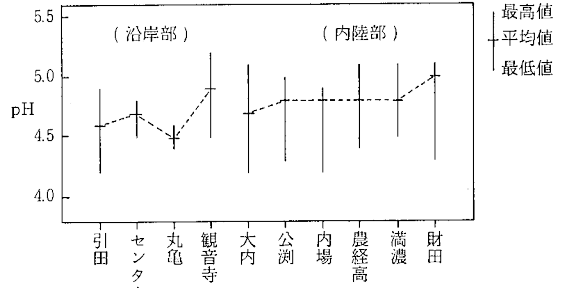


図4 pH(沿岸部と内陸部の比較)

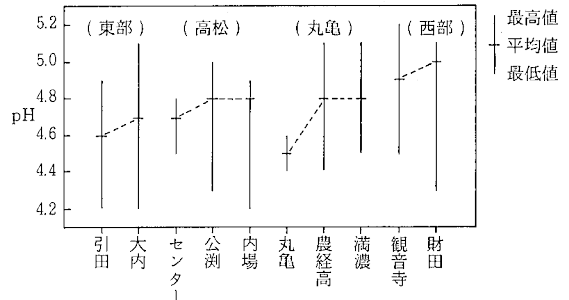


図5 pH(ブロック別の比較)

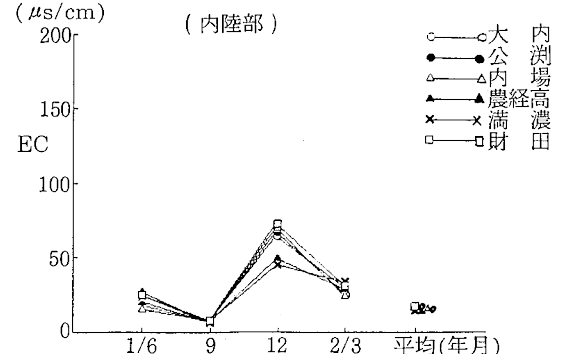
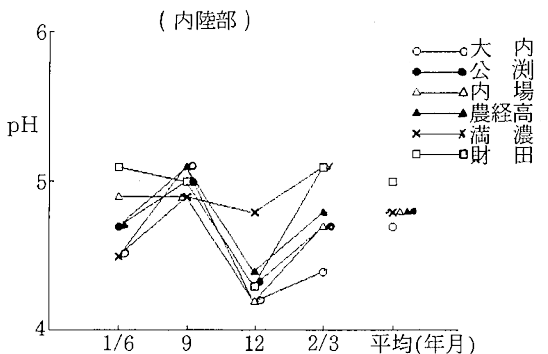
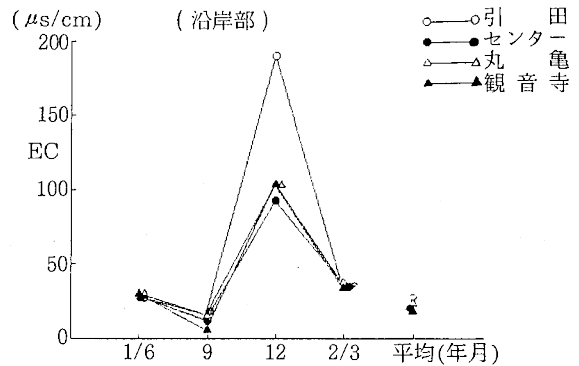
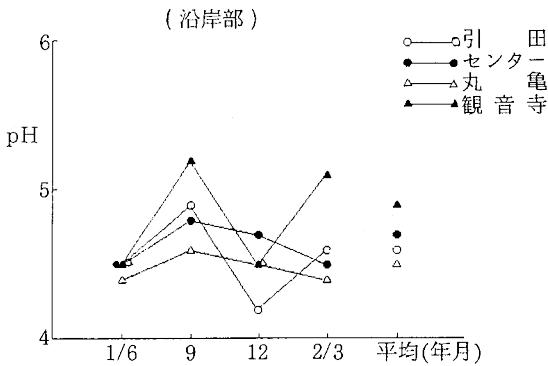


図6 pHの経月変化

図9 ECの経月変化

陸部の平均値はあまり変わらないが、最高値と最低値の差は高松及び西部ブロックでは小さいが、東部及び丸亀ブロックでは大きい。各月のECの結果を図9に示す。各地点とも降水量のきわめて少ない12月は値が高く、特に引田はきわめて高かった。

2-3. イオン成分

月間イオン成分濃度（加重平均値）の調査期間中の最高値、最低値及び平均値を表1に示す。また、雨水のpHを決定する働きのある SO_4^{2-} 、 NO_3^- 、 NH_4^+ 及び Ca^{2+} の4イオンを沿岸部と内陸部を比較したものを図10に示す。また、図11にブロック別に沿岸部と内陸部を比較したものを示す。 SO_4^{2-} は沿岸部の平均値がほぼ同値であり、内陸部に比べてやや高い。また、沿岸部は内陸部に比べて最高値と最低値の差が大きい。次にブロック別に沿岸部と内陸部を比較すると、東部ブロックでは沿岸部が内陸部よりやや高いが、他のブロックではほぼ同値であり、沿岸部と内陸部にはあまり地域差がみられない。また、各ブロックとも沿岸部は内陸部に比べて最高値と最低値の差が大きい。 NO_3^- は平均値では引田が他の調査地点に比べてやや高く、他の調査地点の値はほぼ同値である。また、 SO_4^{2-} と同様に沿岸部は内陸部に比べて最高値と最低値の差が大きく、特に、引田は他の調査地点に比べて差が大きい。ブロック別に沿岸部と内陸部を

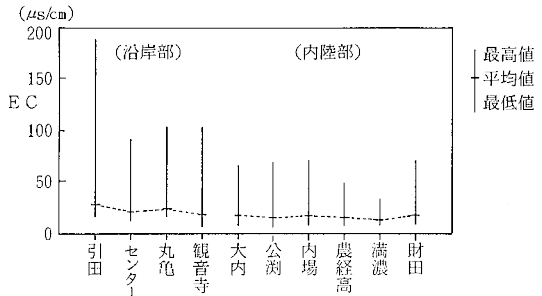


図7 EC (沿岸部と内陸部の比較)

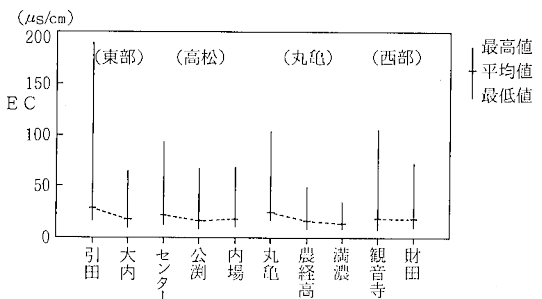


図8 EC (ブロック別の比較)

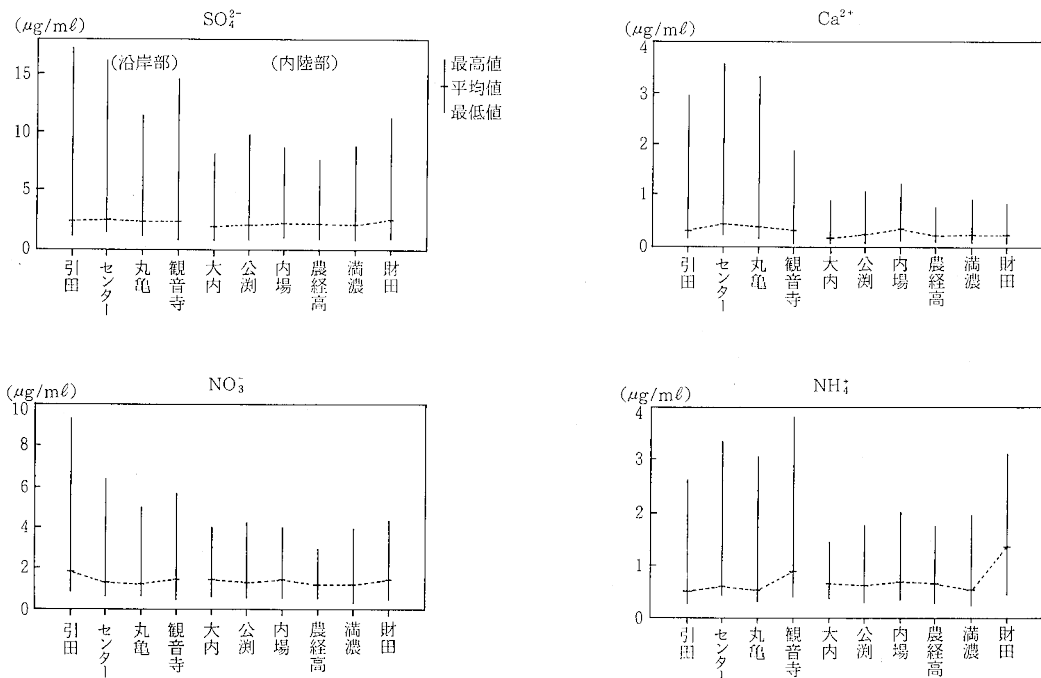


図10 イオン成分 (沿岸部と内陸部の比較)

比較すると、東部ブロックでは沿岸部が内陸部よりやや高いが、他のブロックではほぼ同値であり、沿岸部と内陸部にはあまり地域差がみられない。また、最高値と最低値の差は東部ブロックでは大きいですが、他ブロックでは東部ブロックに比べると小さい。Cl⁻は引田が他の調査地点に比べてきわめて高く、Na⁺も高いことから、この地点は海水の影響を強く受けているものと思われる。NH₄⁺は平均値をみると沿岸部では観音寺が、内陸部では財田が他の調査地点に比べて高いが、他の調査地点はほぼ同値である。また、最高値と最低値の差は沿岸部が内陸部に比べて大きい。ブロック別に沿岸部と内陸部を比較すると、西部ブロックでは内陸部が沿岸部より高いが、東部、高松及び丸亀の3ブロックでは地域差が小さい。また、最高値と最低値の差は東部、高松及び丸亀の3ブロックでは大きく、西部ブロックでは小さい。Ca²⁺は平均値をみると沿岸部は内陸部に比べてやや高く、沿岸部のうちではセンターと丸亀が、内陸部では内場が他の調査地点に比べてやや高い。また、最高値と最低値の差は沿岸部が内陸部に比べて大きい。ブロック別に沿岸部と内陸部を比較すると、各ブロックとも沿岸部が内陸部よりやや高い。また、最高値と最低値の差は東部、高松及び丸亀の3ブロックでは沿岸部が内陸部に比べてきわめ

て大きいですが、西部ブロックでは他のブロックに比べて差が小さい。Mg²⁺及びK⁺は引田が他の調査地点に比べて高く、他の調査地点はほぼ同値である。これらのことから各イオン成分濃度の平均値は沿岸部、内陸部のいずれも一部の地点を除きほぼ同じ値であること、最高値と最低値の差が沿岸部が内陸部に比べて大きいこと等がわかった。

イオン当量を用いてNO₃⁻とSO₄²⁻の比の調査期間中の最高値、最低値及び平均値を沿岸部と内陸部について比較したものを図12に示す。沿岸部では引田と観音寺はセンターや丸亀に比べて値が高く、NO₃⁻の雨水の酸性化に対する寄与が大きい。センターと丸亀はほぼ同値で、この2地点はNO₃⁻とSO₄²⁻の雨水の酸性化に対する寄与がほぼ等しいものと思われる。内陸部では大内が最も値が高く、NO₃⁻の雨水の酸性化に対する寄与が大きい。次に、ブロック別に沿岸部と内陸部を比較すると、図13に示すように東部ブロックと西部ブロックでは沿岸部と内陸部がほぼ同値であるが、高松ブロックと丸亀ブロックでは沿岸部に比べて内陸部が値が大きい。このことから高松ブロックと丸亀ブロックでは雨水の酸性化に対するNO₃⁻の寄与は沿岸部に比べて内陸部が大きいことがわかった。

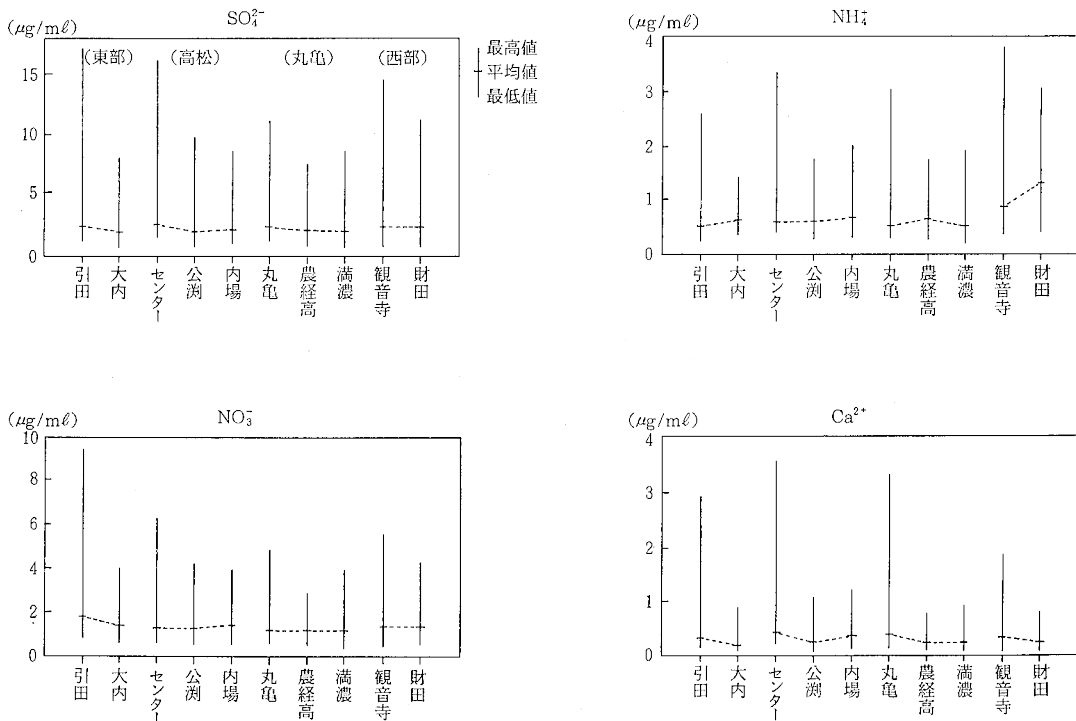


図11 イオン成分(ブロック別の比較)

図14はイオン成分濃度を水素イオン濃度と1対1で対応する当量濃度を用いて各調査地点の平均値のイオン当量濃度構成比を沿岸部と内陸部について比較したものである。陰イオンは沿岸部では引田以外の地点はイオン当量濃度構成比がほぼ同じであるが、引田は SO_4^{2-} の割合が小さく、 Cl^- の割合が大きい。内陸部はイオン当量濃度構成比がほぼ同じである。陽イオンは沿岸部では丸亀が H^+ の割合がやや大きいが、センターとイオン当量濃度構成比がよく似ている。引田は Na^+ の割合がきわめて大きい。観音寺は NH_4^+ の割合がきわめて大きく、 H^+ の割合が小さい。内陸部は財田以外の地点は概ねイオン当量濃度構成比がよく似ているが、財田は NH_4^+ の割合がきわめて大きく、 H^+ の割合が小さい。これらのことから、県の中央付近の雨水は沿岸部、内陸部のいずれもイオン当量濃度構成比がよく似ているが、県東部及び県西部ではイオン当量濃度構成比がやや異なっていること、沿岸部と内陸部とのイオン当量濃度構成比の地域差は陰イオン、陽イオンともに小さいこと等がわかった。

次に、ブロック別に沿岸部と内陸部について比較したものを図15に示す。陰イオンは東部ブロックと西部ブロックでは沿岸部は内陸部に比べて SO_4^{2-} と NO_3^- の割合が小さく、 Cl^- の割合が大きい。高松ブロックと丸亀ブロックでは沿岸部は内陸部に比べて NO_3^- の割合がやや小さく、 SO_4^{2-} の割合に地域差はみられない。陽イオンは東部ブロックでは沿岸部は内陸部に比べて NH_4^+ の割合がきわめて小さい。高松ブロックでは沿岸部は内陸部に比べて NH_4^+ の割合が小さく、 Ca^{2+} は割合がやや大きい。丸亀ブロックでは沿岸部は内陸部に比べて NH_4^+ の割合が小さく、 H^+ の割合が大きい。西部ブロックでは沿岸部は内陸部に比べて NH_4^+ の割合が小さく、 H^+ と Ca^{2+} は割合がやや大きい。これからのことから、各ブロックとも NO_3^- は沿岸部と内陸部との地域差は小さく、東部ブロックと西部ブロックでは SO_4^{2-} と Cl^- が沿岸部と内陸部には明確な地域差がみられること、各ブロックとも NH_4^+ は沿岸部が内陸部に比べて割合が小さく、 Ca^{2+} は割合がやや大きいこと等がわかった。

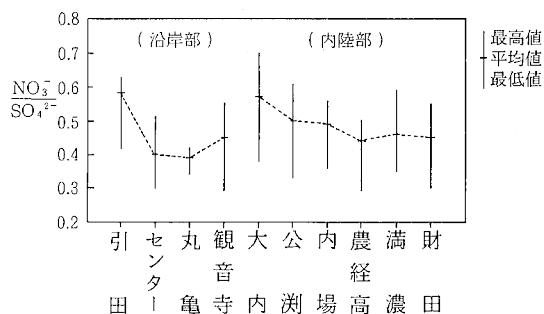


図12 $\text{NO}_3^-/\text{SO}_4^{2-}$ (沿岸部と内陸部の比較)

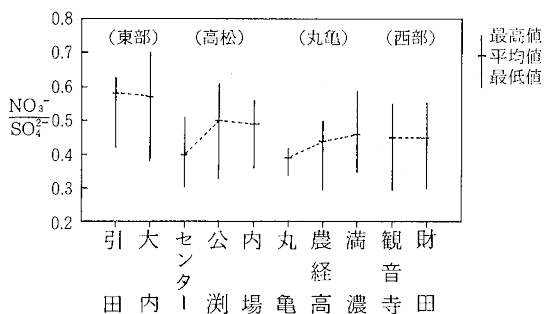


図13 $\text{NO}_3^-/\text{SO}_4^{2-}$ (ブロック別の比較)

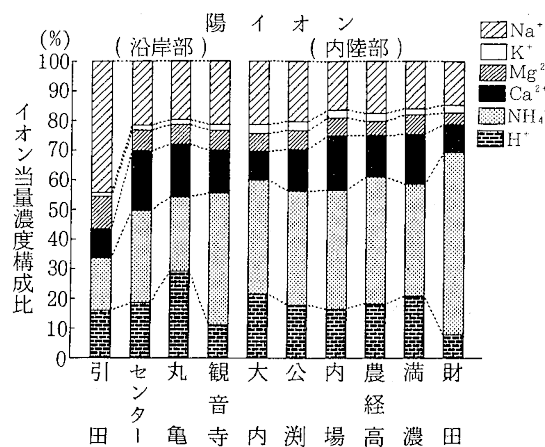
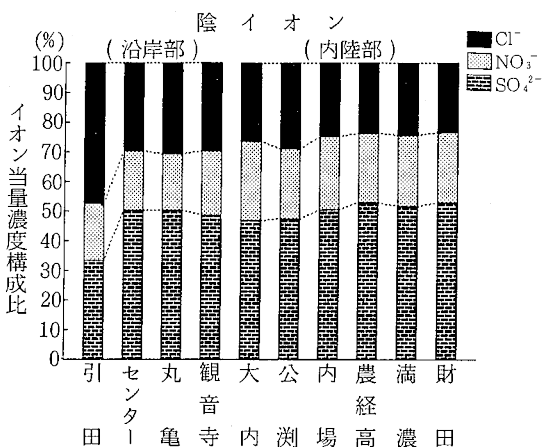


図14 イオン当量濃度構成比 (沿岸部と内陸部の比較)

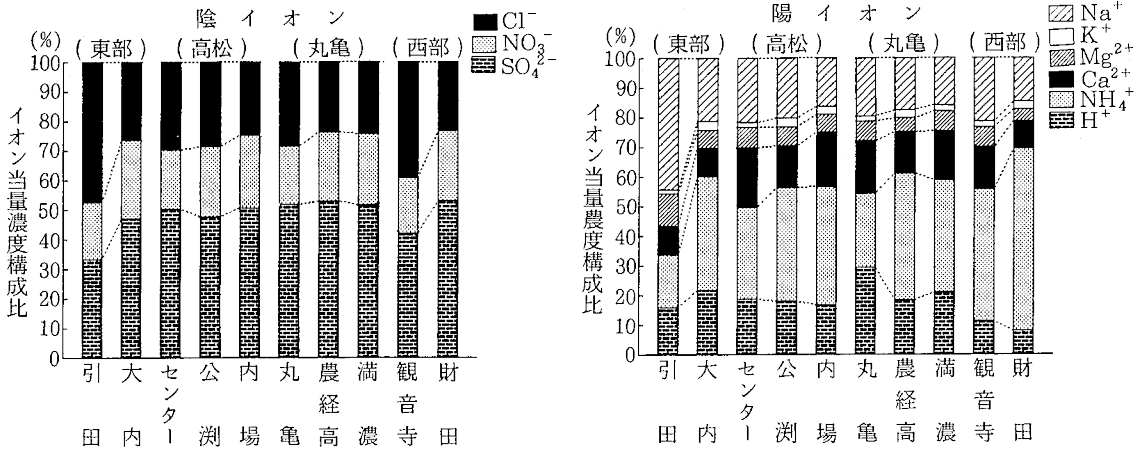


図15 イオン当量濃度構成比（ブロック別の比較）

3. 海水起源の水溶性成分への寄与

大気降下物の水溶性成分中には大気汚染によるものほか海水起源のイオンも含まれている。人為汚染による大気汚染状況を考えるとき自然起源によるものも把握しておく必要がある。特に沿岸部の調査地点の試料中には海水起源のイオンがかなり含まれているものと考えられる。海水起源のイオン降下量の算出方法は前報⁴⁾のとおりに行った。海水起源の SO_4^{2-} 降下量の SO_4^{2-} 降下量中に占める割合を表2に示す。調査地点のうち引田が最も割合が大きく、平均値では SO_4^{2-} 降下量のうち海水起源の SO_4^{2-} 降下量が約20%を占め、海水起源の寄与が最も大きいことがわかった。海水起源の Ca^{2+} 降下量の Ca^{2+} 降下量中に占める割合を表2に示す。調査地点のうち引田が最も割合が大きく、平均値では Ca^{2+} 降下量のうち海水起源の Ca^{2+} 降下量が約20%を占め、海水起源の寄与が最も大きいことがわかった。

次に、海水起源の寄与を沿岸部と内陸部について比較したものを図16に示す。 SO_4^{2-} は沿岸部では引田が海水起源の寄与が大きく、他の3地点はほぼ同じ値である。最高値と最低値の差は引田が最も大きく、センターが最も小さい。内陸部では大内が他の地点よりやや海水起源

の寄与が大きい程度で、あまり地域差はみられない。

Ca^{2+} は沿岸部では SO_4^{2-} と同様に引田が海水起源の寄与が大きく、センターと丸亀はほぼ同じで海水起源の寄与は小さい。最高値と最低値の差は引田が最も大きく、センターと丸亀は小さい。内陸部では大内と財田が海水起源の寄与が大きく、他の地点はほぼ同程度である。

次に、ブロック別に海水起源の寄与を比較すると、図17に示すように SO_4^{2-} は東部ブロックでは沿岸部が内陸部に比べて海水起源の寄与がきわめて大きく、最高値と最低値の差も沿岸部が内陸部に比べてきわめて大きい。高松、丸亀及び西部の3ブロックでは沿岸部と内陸部の海水起源の寄与は小さく、両地域の地域差は小さい。最高値と最低値の差は沿岸部が内陸部に比べて大きい、東部ほどは大きくない。 Ca^{2+} は東部ブロックでは SO_4^{2-} と同様に沿岸部が内陸部に比べて海水起源の寄与がきわめて大きく、最高値と最低値の差も沿岸部が内陸部に比べてきわめて大きい。高松、丸亀及び西部の3ブロックでは沿岸部と内陸部の海水起源の寄与は小さく、両地域の地域差は小さい。最高値と最低値の差は3ブロックとも沿岸部と内陸部はほぼ同じくらいである。

表2 海水起源の寄与

調査項目	沿岸部				内陸部							
	引田	センター	丸亀	観音寺	大内	公湊	内場	農経高	満濃	財田		
$SO_4^{2-} - (nss - SO_4^{2-})$ SO_4^{2-}	%	最高値	29.8	9.6	14.1	12.4	12.2	6.6	6.8	5.6	4.8	7.2
		最低値	4.6	2.3	1.5	1.7	1.9	1.8	1.3	2.1	1.1	1.3
		平均値	19.1	5.8	6.6	6.1	6.9	5.2	4.3	4.3	3.6	4.5
$Ca^{2+} - (nss - Ca^{2+})$ Ca^{2+}	%	最高値	35.7	6.7	7.3	14.4	19.6	8.9	7.2	8.4	6.7	14.8
		最低値	8.1	1.8	1.5	2.1	3.8	2.0	1.3	3.9	1.6	2.0
		平均値	20.4	4.9	5.1	7.9	10.5	6.3	4.4	5.7	4.4	8.1

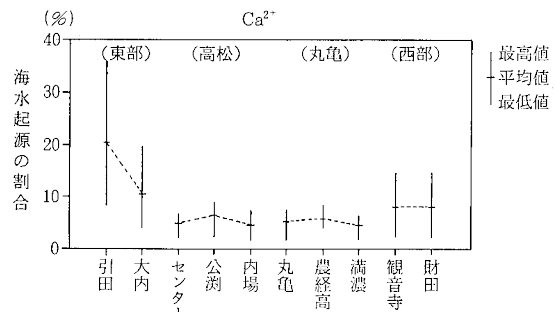
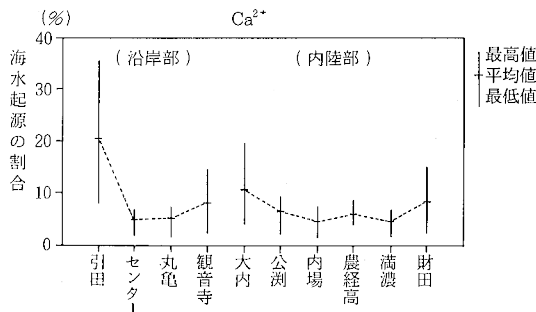
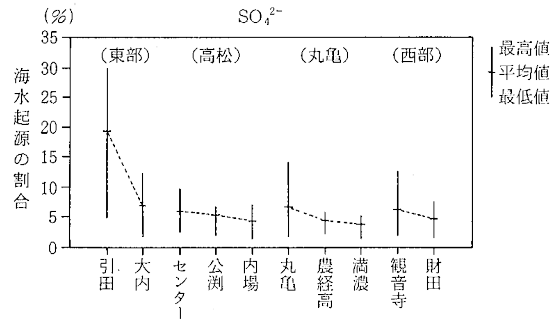
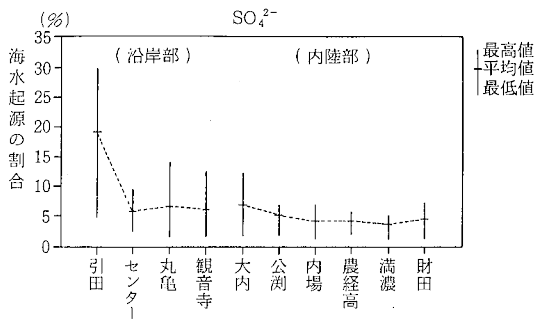


図16 海水起源の寄与 (沿岸部と内陸部の比較)

図17 海水起源の寄与 (ブロック別の比較)

4 イオン成分の降下量

各イオン成分の月間降下量の調査期間中の最大値、最小値及び平均値を表3に示す。また、図18は雨水のpHを決定する働きのある SO_4^{2-} (nss- SO_4^{2-})、 NO_3^- 、 NH_4^+ 及び Ca^{2+} (nss- Ca^{2+})の4種のイオン成分の月間降下量を月ごとに積み上げたものである。nss- SO_4^{2-} 降下量は沿岸部、内陸部のいずれも県東部が少なく、県西部が多い。 NO_3^- 降下量は県中央付近が少なく、県東部及び県西部が多い。 NH_4^+ 降下量は沿岸部が内陸部に比べて降下量が少なく、沿岸部、内陸部のいずれも県西部が多い。nss- Ca^{2+} 降下量は県中央付近が多く、県東部が少ない。

図19の左図は各イオン成分の月間降下量を月ごとに積み上げたもので沿岸部と内陸部について比較したものである。右図は各イオン降下量の全降下量 (nss- SO_4^{2-} 、 NO_3^- 、 Cl^- 、 NH_4^+ 、nss- Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 K^+ 並びに Na^+ の降下量の合計)に占める割合を示したものである。沿岸部では全降下量は引田>観音寺>丸亀>センターの順になっており、高松と丸亀は各イオン降下量がほぼ同量である。nss- SO_4^{2-} 降下量は各調査地点ともほぼ同量であり、 NO_3^- 降下量はセンターと丸亀が引田、観音寺に比べてやや少ない。観音寺は他の調査地点に比べて NH_4^+ 降下量が多い。降下量構成比を比較すると、nss- SO_4^{2-} はセンター、丸亀及び観音寺がほぼ同じ割合

であるが、引田はやや割合が小さい。 NO_3^- は各調査地点ともほぼ同じ割合である。 NH_4^+ はセンターと丸亀とはほぼ同じ割合であるが、引田はやや小さく、観音寺はやや大きい。内陸部では全降下量は財田>満濃>公測>農経高>大内>内場の順になっており、満濃、公測、農経高及び大内の4地点では各イオン降下量はほぼ同じくらいである。財田は陰イオンの降下量は他の5地点とほぼ同量であるが、 NH_4^+ の降下量が他の調査地点に比べて多い。降下量構成比を比較すると、 NH_4^+ の割合は他の調査地点に比べて満濃が小さく、財田が大きいが、各調査地点とも概ね降下量構成比はよく似ている。

次に、ブロック別に沿岸部と内陸部を比較すると、図20の左図は各イオン成分の月間降下量を月ごとに積み上げたものをブロック別に比較したものであり、右図は各イオン降下量の全降下量 (nss- SO_4^{2-} 、 NO_3^- 、 Cl^- 、 NH_4^+ 、nss- Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 K^+ 並びに Na^+ の降下量の合計)に占める割合を示したものである。東部ブロックでは沿岸部は内陸部に比べて降下量が多く、明確な地域差がみられる。高松及び丸亀ブロックでは沿岸部は内陸部に比べてやや降下量がやや多い程度で、西部ブロックでは沿岸部と内陸部は降下量がほぼ同量でこれらのブロックには明確な地域差はみられない。降下量構成比を比較すると、東部ブロックでは沿岸部は内陸部に比べてnss- SO_4^{2-} 、 NO_3^- 及び NH_4^+ の割合が小さく、 Cl^- 及び Na^+ の割合

表3 イオン降下量の比較

(単位: mg/m²・月)

調査項目		沿岸部				内陸部					
		引田	センター	丸亀	観音寺	大内	公湊	内場	農経高	満濃	財田
SO ₄ ²⁻	最高値	492.3	555.7	478.1	490.6	423.9	358.2	417.9	389.1	468.6	499.5
	最低値	213.0	197.0	147.3	293.6	166.0	246.4	225.9	279.5	239.0	286.0
	平均値	364.2	357.6	374.9	402.0	294.2	307.8	283.9	336.3	358.6	399.9
NO ₃ ⁻	最高値	367.4	245.7	253.8	347.1	321.3	286.3	302.6	247.3	323.1	340.0
	最低値	115.4	76.4	63.9	135.4	81.3	151.4	103.5	131.5	109.0	153.7
	平均値	270.2	183.9	188.1	225.7	217.3	201.8	184.1	188.0	220.0	239.3
Cl ⁻	最高値	596.9	250.4	225.0	304.6	173.1	165.0	150.9	141.2	187.9	198.7
	最低値	168.9	101.8	77.1	95.4	82.7	75.1	54.5	80.6	73.0	93.6
	平均値	382.0	155.3	160.0	174.2	124.0	134.6	102.0	115.6	132.1	132.5
H ⁺	最高値	5.8	5.2	9.5	4.4	4.6	3.6	2.9	4.3	6.1	3.9
	最低値	0.7	0.2	0.4	0.6	1.3	1.9	1.4	1.1	0.4	0.7
	平均値	3.4	3.0	4.7	2.1	3.0	2.5	2.2	2.7	2.8	1.8
NH ₄ ⁺	最高値	111.3	140.0	100.1	170.3	174.2	111.1	108.9	135.4	169.3	399.6
	最低値	32.2	40.3	39.5	92.8	28.6	63.2	51.7	77.7	52.0	108.9
	平均値	75.5	83.3	76.8	141.3	97.0	93.5	85.7	103.4	90.1	216.4
Ca ²⁺	最高値	69.9	77.5	87.5	84.8	40.7	53.3	82.0	43.9	73.0	50.5
	最低値	36.3	43.4	43.6	22.0	18.0	29.7	29.0	33.4	25.3	25.2
	平均値	47.0	62.0	60.0	53.7	27.9	39.2	45.7	38.7	45.0	37.3
Mg ²⁺	最高値	48.1	20.1	17.9	23.3	16.0	13.9	15.6	11.1	18.7	15.2
	最低値	14.3	8.6	8.0	8.6	6.8	5.5	5.2	5.1	6.2	7.0
	平均値	31.6	13.1	13.6	14.8	10.9	10.8	8.8	8.7	10.9	10.4
K ⁺	最高値	20.1	13.7	17.1	18.8	25.9	20.8	20.7	18.3	15.6	41.0
	最低値	12.0	7.4	7.2	12.8	7.5	14.8	10.1	12.1	8.1	11.1
	平均値	16.0	10.0	11.7	14.9	17.0	18.2	15.1	14.8	12.1	22.8
Na ⁺	最高値	370.7	119.7	112.0	174.9	109.3	93.2	66.0	77.5	90.6	114.9
	最低値	89.7	34.2	23.4	32.9	31.5	19.4	13.7	32.3	19.7	26.2
	平均値	235.7	75.5	77.2	90.4	68.8	65.4	47.5	56.6	50.0	66.3
nss-SO ₄ ²⁻	最高値	468.9	525.6	450.0	482.3	416.0	336.7	401.3	381.1	445.9	493.0
	最低値	154.1	178.1	126.5	277.7	153.3	230.5	210.5	265.2	227.8	266.8
	平均値	305.0	338.7	355.6	379.3	276.9	291.3	272.0	322.6	346.1	383.2
nss-Ca ²⁺	最高値	60.5	72.9	83.2	81.3	37.5	50.0	79.5	41.7	69.6	49.5
	最低値	25.4	40.5	40.4	19.6	16.1	27.3	27.2	32.1	23.6	22.3
	平均値	38.0	59.1	57.1	50.2	25.3	36.7	43.9	36.5	43.1	34.8

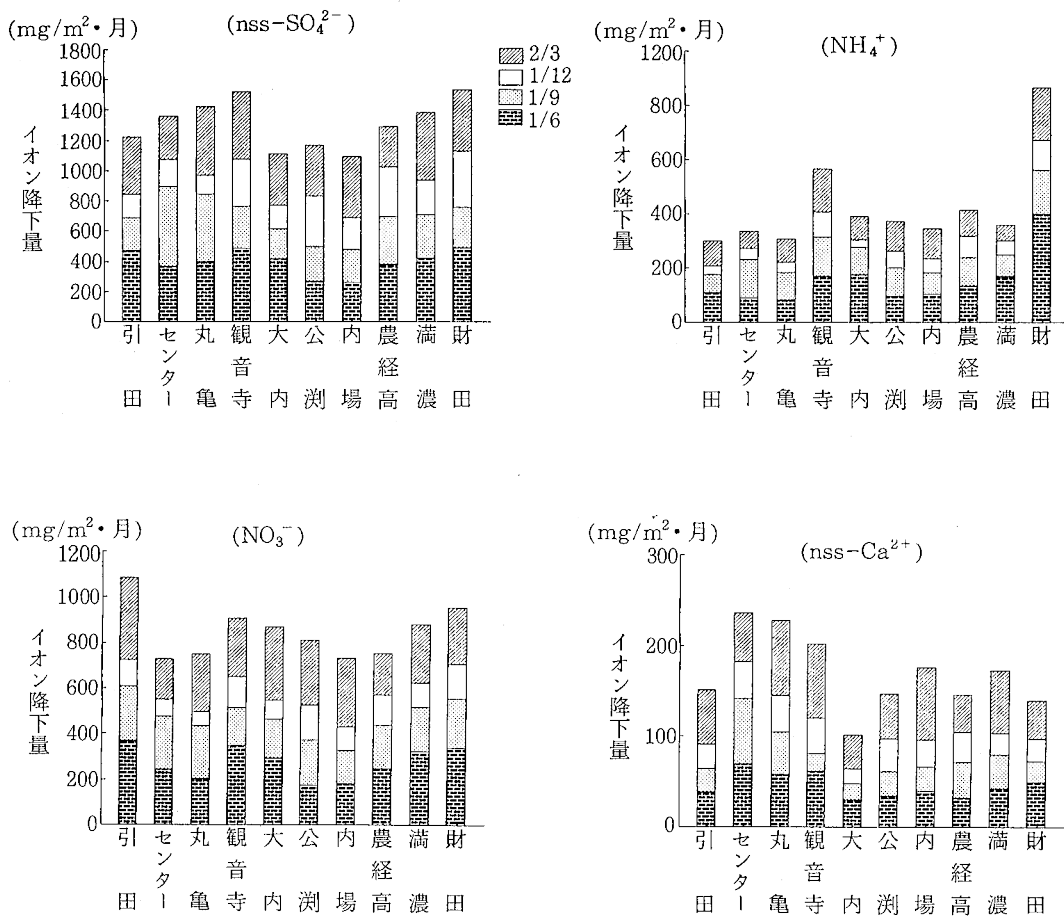


図18 イオン成分の月間降下量

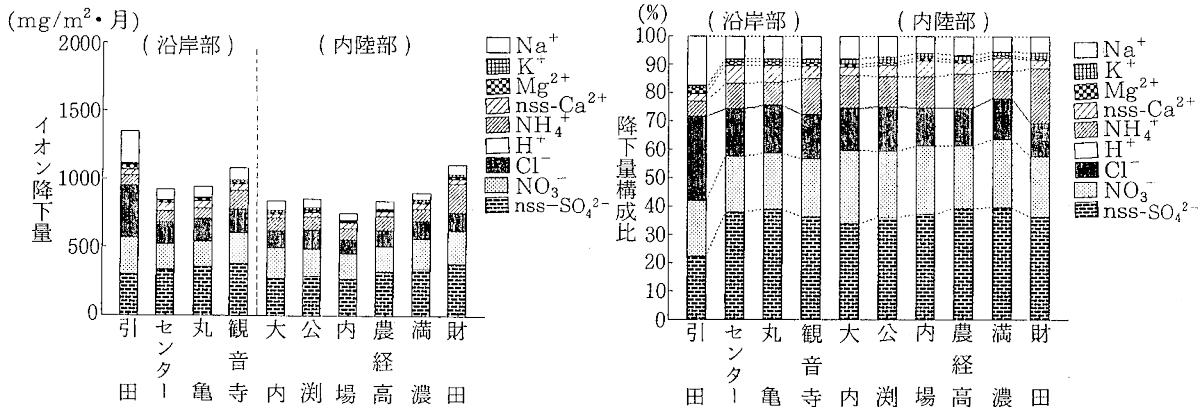


図19 イオン成分の月間降下量 (沿岸部と内陸部の比較)

(mg/m²・月)

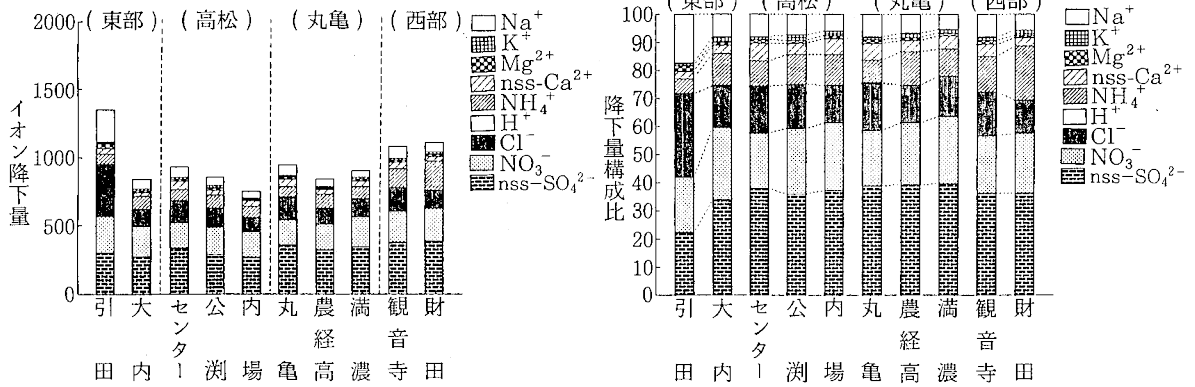


図20 イオン成分降下量 (ブロック別の比較)

が大きい。高松ブロックと丸亀ブロックでは沿岸部と内陸部にはあまり差がみられず、沿岸部は内陸部に比べてNO₃⁻及びNH₄⁺の割合がやや小さい程度である。西部ブロックでは沿岸部は内陸部に比べてnss-SO₄²⁻とNO₃⁻はほぼ同じ割合であるが、NH₄⁺の割合がやや小さく、nss-Ca²⁺の割合がやや大きい。これらのことから概ね各ブロックとも沿岸部は内陸部に比べて降下量が多く、特に、東部ブロックでは差が大きい。沿岸部は内陸部に比べてNO₃⁻降下量はほぼ同量であるが、nss-SO₄²⁻、nss-Ca²⁺、Cl⁻及びNa⁺の降下量が多く、NH₄⁺降下量が少ないこと等がわかった。

今回の調査は季節別の調査であったが、県下における大気降下物の性状等を概ね把握することができたと考える。

ま と め

平成元年度に県下の10地点で大気降下物調査を行い、次のことが明らかになった。

1. 各調査地点の平均値はpH 4.5～5.0の範囲にあり、丸亀と引田がやや低く、財田と観音寺がやや高かった。
2. 各イオン成分濃度の平均値は沿岸部、内陸部のいずれも一部の地点を除きほぼ同値であり、最高値と最低値の差は沿岸部が内陸部に比べて大きい。
3. 県の中央付近は沿岸部、内陸部のいずれもイオン当量濃度構成比がよく似ているが、県東部及び県西部ではやや異なっている。
4. イオン成分の降下量は沿岸部では引田が多く、センターと丸亀はやや少なかった。内陸部では財田が多く、他の調査地点はほぼ同量である。

5. 沿岸部は内陸部に比べてNO₃⁻降下量はほぼ同量であるが、nss-SO₄²⁻、nss-Ca²⁺、Cl⁻及びNa⁺の降下量が多く、NH₄⁺の降下量が少ない。

文 献

- 1) 三木正信, 小山 健, 藤川勇他: 香川県公害研究センター所報, 13, 57 (1988)
- 2) 環境庁大気保全局大気規制課: 昭和61年度酸性雨成分分析調査実施細則, 昭和61年5月
- 3) 酸性雨対策検討会大気分科会: 酸性雨対策調査報告書, 平成2年1月
- 4) 三木正信, 小山 健, 藤川勇他: 香川県公害研究センター所報, 13, 47 (1988)