

大阪府における酸性雨調査研究ひとつの試み

——大阪府酸性雨調査連絡会の実績——

田口 圭介*、西川嘉範*、井上香織*、吉村健一郎*

* 大阪府公害監視センター 調査室

1.はじめに

1989 年(平成元年)の 5 月、大阪府域の酸性雨に関する関係自治体間の情報交換及び共同調査等を目的として、大阪府公害監視センターの呼びかけで、大阪府酸性雨調査連絡会(APS-N-OSAKA :Acid Precipitation Survey Network - OSAKA)が発足した。

大阪府では 1983 年(昭和 58 年)から池田市内(南畑会館)と大阪市内(府公害監視センター)の 2 地点で、当時環境庁方式といわれたバルク捕集のろ過式採雨装置による週降雨採取を実施し、さらに池田には降雨時開放型捕集装置(1998 年までは 1mm 分取で 5mm まで及び 1 降雨データもとった)も設置して通年調査を実施していた。

府内自治体でも大阪市、堺市、吹田市、東大阪市、豊中市などが独自にそれぞれの市域で酸性雨調査を実施していたが、測定項目が pH と導電率(EC)だけであるとか、機関によって採雨期間(時間)は 1mm 分取、1 降雨、週降雨、2 週降雨、月降雨などと異なっていた。降水データは採雨期間によって、大きく異なる場合が多い。また、住民によって発表される pH 観察結果が初期降雨や極端な場合 1 滴を用いたということもあり、市からの問合せも時々入っていた。こうした状況もあり、酸性雨についての測定法を含め、正確な情報交換が必要と思われた。また、採雨装置や分析機器を有しない自治体においても酸性雨問題が各議会で取り上げられ、市民要望の中などにも酸性雨調査が入り、府への問合せや要望が増えていた。

一方、当公害監視センターでは毎年秋に府内市町村の公害・環境職員を対象として、大気、水質、騒音などの技術研修を実施していたが、研修時のみの交流で終わってしまうことが多かった。そこで、もう少し継続的な市町村技術職員とセンター職員のネットワーク構築に発展出来ないかと考えていた時、酸性雨に関する上述した状況もあって、酸性雨の共同調査・情報交換の場である APSN の立ち上げにつながった。また、府としても府内の酸性雨(の酸性度)の偏りや被害の有無確認が必要でもあった。付図 1 は APSN 立ち上げを報じた新聞記事である。

2.調査方法

(1) 実施時期

府域で降水量の比較的多い梅雨期と秋期の各 1 ヶ月(4 週)を調査時期とし、原則として月曜日から月曜日までの週降雨を捕集した。2 週目と最終日にはロート部及びろ過部の洗浄も行い、試料とは別に洗浄水も回収した。

マンパワー等の事情により 1 ヶ月は困難という自治体は、2 週間だけ参加ということも認めた。調査に入る前に会議を開催し、実施要領を配布し説明した。終了後、蒸留水、サンプルビ

ン(100ml または 200ml のポリビン)、洗浄用のポリスマン、秤量済ろ紙など準備出来ない自治体にはセンターで用意したものを持ち帰ってもらった。実施要領の一例を付図 2 に示した。

(2) 採雨装置

採雨装置としては、ろ過式を準備してもらい、ロート部(20cm 直径)、ろ過部及びろ紙(0.8 μ , ミリポア AAWP , 47 ϕ)、受器(10L ポリビン)など調達出来ない自治体にあっては、府の方で用意した。基本的なスタイルは図 1 に示したものであった。

ろ過式採雨法はバルク法であるため、pH をはじめ各イオン成分濃度は実際よりやや高めとなる¹⁾。環境省は東アジア酸性雨モニタリングネットワーク(EANET)の立ち上げを契機として、降雨時開放型捕集装置を降雨採取法の基準としたため、それまでの APSN のろ過式データの濃度評価は参考値とし、2001 年度より沈着量評価(4 週)を目的として継続することにした。これは池田における長期のろ過式のデータから求めた沈着量(湿性+洗浄分)が同じ場所に設置した降雨時開放型捕集装置の湿性データとその代理表面法から求めた乾性沈着量の合計と概ね一致した²⁾ことを根拠としている。

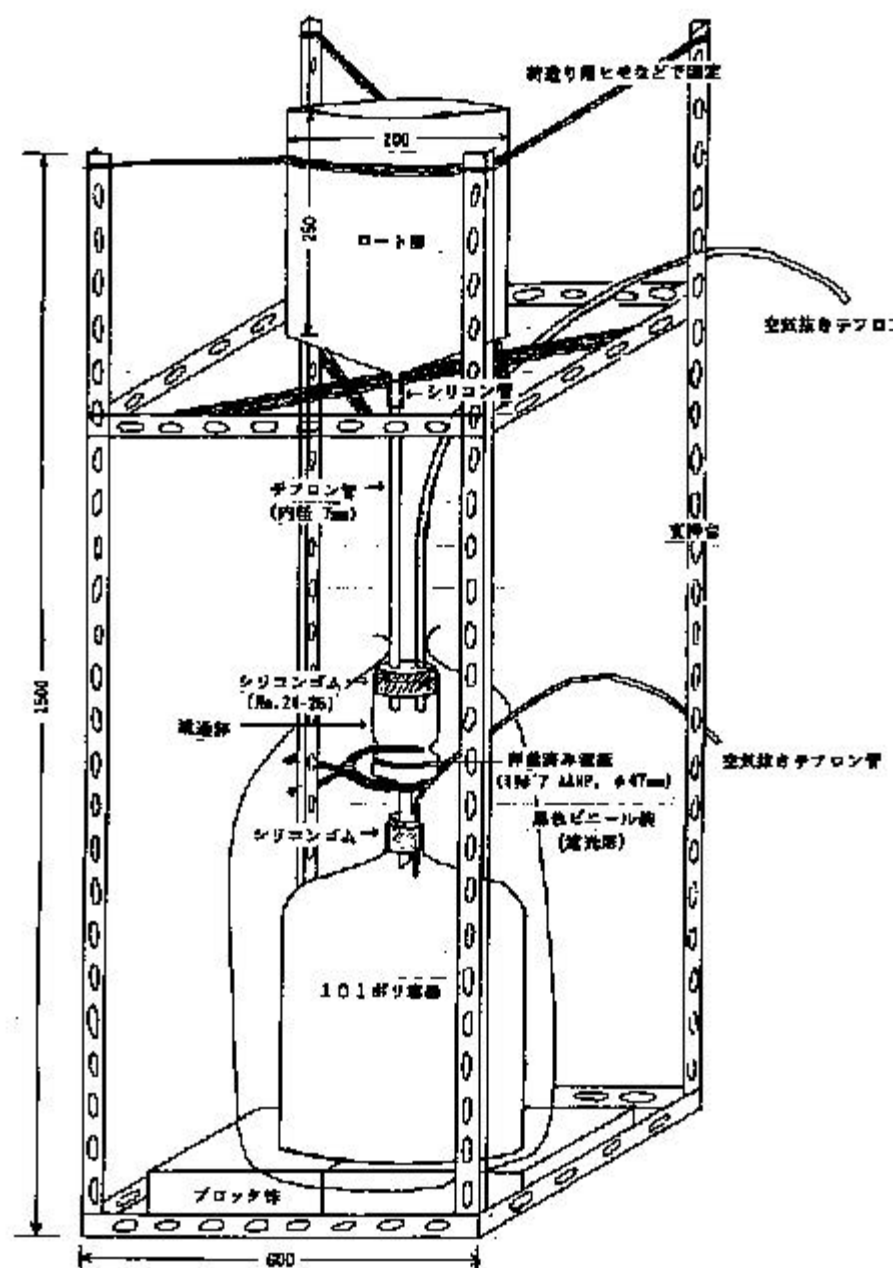


図1 濾過式採雨装置概略図

(3) 参加自治体と分析機関

1989 年発足当時、梅雨期の参加自治体は 15 市 1 町の 18 地点、秋期は 17 市 1 町の 21 地点であったが、その後徐々に増加し 1994 年(平成 6 年)には府と 30 市 3 町 1 村の 48 地点までになった。しかし、イオンクロマトグラフ(IC)などの分析機器を整備し、自前でイオン成分が分析出来るようになった自治体は、(大阪市、堺市、吹田市の 3 市は 1989 年には整備済であった) 東大阪市、高槻市、豊中市でそれ程増加しなかった。そこで、センターとしては、試料搬入に要する時間、地域も考慮し、泉南地域の参加自治体の試料分析は堺市に、北部自治体の試料の一部は吹田市や高槻市にも協力を求めて実施した。

(4) 分析方法とデータ検討

分析項目及び分析方法は環境庁マニュアルに準じて実施した。各機関の分析結果をセンターに送ってもらい、イオンバランスと EC バランスをチェックし、EANET マニュアルが出来てからはその方法に従って APSN のデータの QA/QC を実施した。規定の範囲を超えた場合は再分析を依頼することもあり、元の採取自治体にも問合せを行った。最終的にセンターが全データを取りまとめ、5 月と 9 月の年 2 回の連絡会で結果報告を行った。

初めの頃は pH 値については、原則として各自自治体の測定値を尊重し採用することにしていたが、測定時の攪拌時間、温度管理等について統一されていないこともわかり、途中の連絡会の中で講義も行い、かなり改善された。

また、しばしば起こったのが、鳥の糞混入によると思われる高カリウムや N 分のデータが確認されたことや IC チャートから高濃度のリン酸ピークが検出されたことで、これらの場合は欠測扱いとした。また、不規則に複数の地点において、1 週間の NO_3^- 濃度が極端に低濃度になる場合や ND(検出限界以下)になる場合が起こった。すぐ隣の測定地点の値と比較しても極端に低く、異常値と考えられ、その項目について欠測扱いとした。このような場合、試料中に虫の混入が見られる場合もあったが、必ずしも虫が入っていないくてもそういう現象が起こったため、バイオサイドとしてチモールを添加した受器と添加しないものとを並行して設置して採取したが、最終的には原因を特定出来なかった。

それ以外に、試料中の Ca^{2+} や Na^+ 、 Cl^- 等の高濃度が確認される場合もあった。採雨器設置時や試料回収時の素手による汚染や器具の人為的な汚染や設置場所近隣からの汚染原因などが特定ないし推定される場合もあったが、全く汚染原因が考えられない場合は欠測扱いとはしなかった。また、初期の頃使用していたろ過式ろ過部のガラスフィルターからかなりの Na^+ 溶出を確認したケースもあり³⁾、その後はプラスチック製に変更して問題は生じなかった。

3. 調査結果と解析

(1) 梅雨期、秋期の沈着量

府域で各期 1 ヶ月測定を実施した地点は 14 ~ 35 地点(平均 25 地点) あり、1990(H2) ~ 2000 年(H12)の 11 年間の推移について図 2 に示した。

降水量平均値は梅雨期 103 ~ 436mm(平均 251mm)、秋期 24 ~ 245mm(同 125mm)であり、平均では梅雨期が秋期の 2 倍であった。pH 平均値は梅雨期及び秋期いずれも 4.4 ~ 5.3(同 4.9)と同じであったが、年推移をみると H10 までは梅雨期は高くなる傾向にあり、秋期はやや横ばい傾向にあり、その後両期とも低下傾向にある。図には示していないが、 NO_3^- 濃度は徐々に増える傾向で、H10 以降 SO_4^{2-} がやや微増のところで、アルカリ分の Ca^{2+} は横ばい、 NH_4^+ が減少傾向にあって、pH が少し低下気味になっているものと考えられる。

H^+ 沈着量は梅雨期 1.2 ~ 6.5mmol/m²(平均 4.0 mmol/m²)、秋期 0.3 ~ 4.8mmol/m²(同 2.1 mmol/m²)で降水量を反映して梅雨期の沈着量が多かった。また、 SO_4^{2-} 沈着量の平均は梅雨期 2.1 ~ 5.7 mmol/m²(同 4.0 mmol/m²)、秋期 1.0 ~ 3.3 mmol/m²(同 2.0mmol /m²)であった。 NO_3^- 沈着量の平均は梅雨期 2.7 ~ 6.0 mmol/m²(同 4.4 mmol/m²)、秋期 1.8 ~ 3.32mmol/m²(同 2.4 mmol/m²)であり、秋期の変動幅は小さかったが、すべての調査年で梅雨期の沈着量が秋期より多かった。

Cl^- 沈着量の平均は梅雨期 2.3 ~ 5.9mmol/m²(同 3.8mmol/m²)、秋期 2.0 ~ 8.0mmol/m²(同 3.5mmol/m²)であり、H10 をはじめ秋期が梅雨期より多い時は台風の降水が捕集された場合であった。 Na^+ 沈着量の平均は Cl^- より低めであるが、年推移は Cl^- とよく似ていた。

NH_4^+ 沈着量の平均は梅雨期 3.2 ~ 8.5mmol/m²(同 5.5mmol/m²)、秋期 1.6 ~ 4.5m(同 2.5 mmol/m²)であり、梅雨期は他のイオン種より多い沈着量を示した。 Ca^{2+} 沈着量の平均は梅雨期 1.2 ~ 2.3 mmol/m²(同 1.7mmol/m²)、秋期 0.9 ~ 1.1mmol/m²(同 1.1mmol/m²)であり、梅雨期はすべての年で秋期より多く、梅雨期の pH が秋期より高めになっている原因となった。また、 Ca^{2+} 沈着量の年推移では上昇傾向が見られた。

(2) 降水量との関係

各イオン成分の沈着量と降水量の関係はほぼ比例するが、H2 ~ H11 の梅雨期及び秋期における各府域平均の全イオン成分の沈着総量(meq/m²)と降水量の関係を示したのが図 3 である。両期ともほぼ直線関係が認められたが、梅雨期の方がバラツキは大きかった。

(3) 地域分布

1992 年(平成 4 年)の梅雨期と秋期の場合を例として、各イオンの沈着量の地域分布を図 4 に示した。降水量に左右されるが、大阪市内から生駒山への中央部はほぼいつも沈着量は高く、

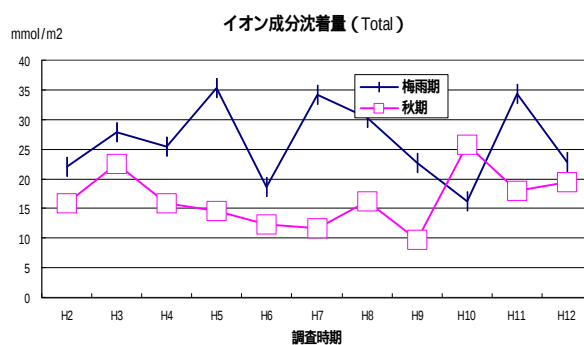
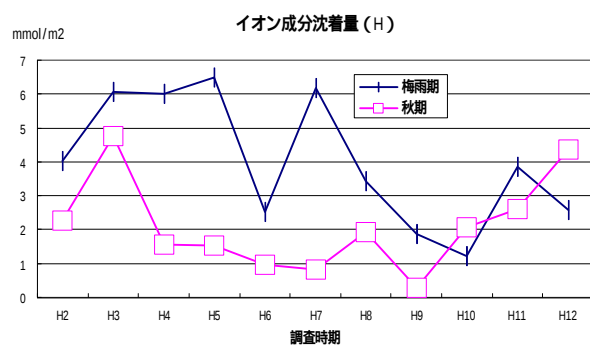
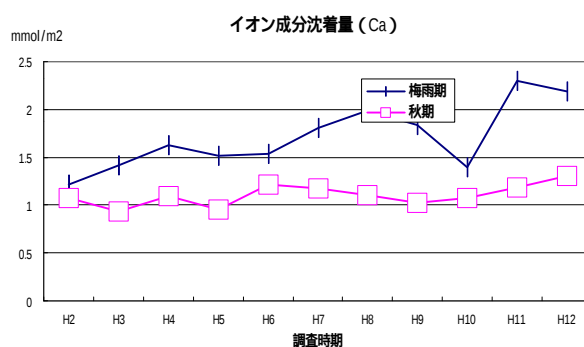
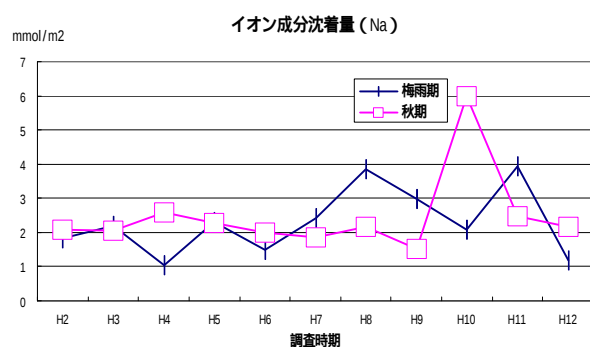
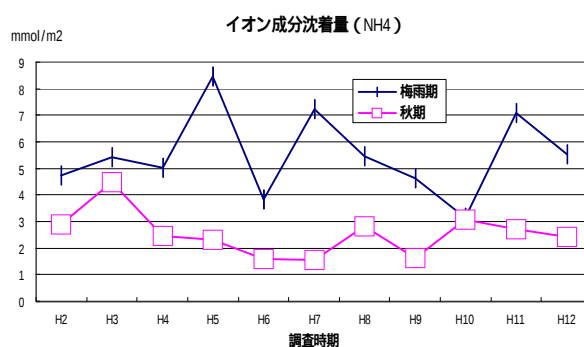
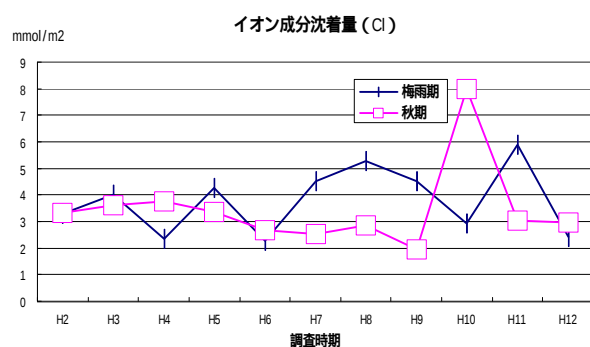
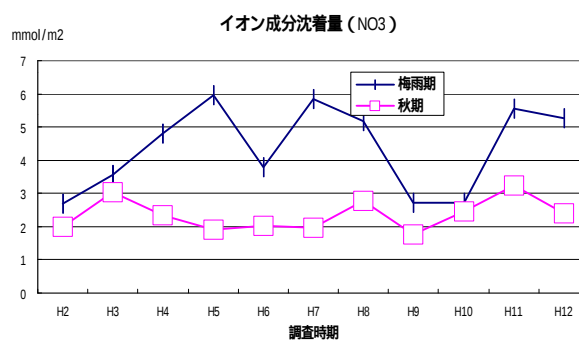
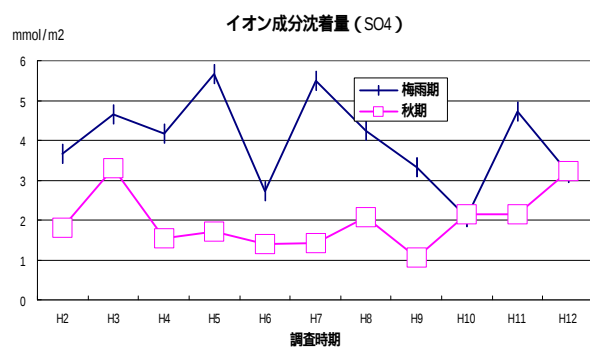
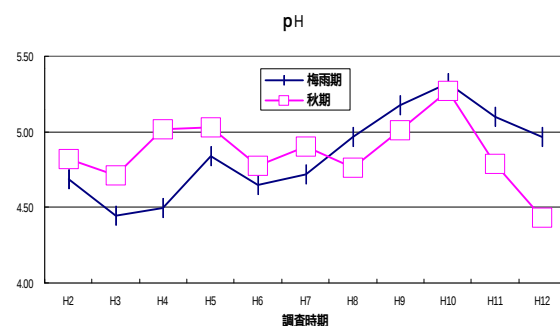
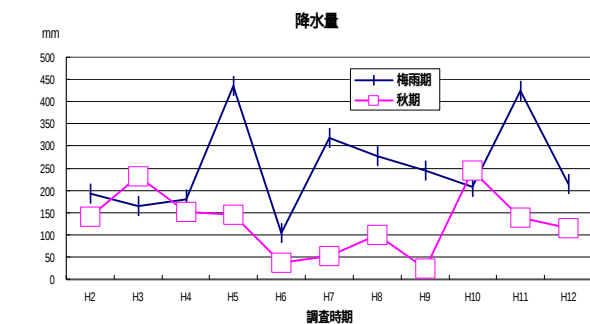


図2 梅雨期・秋期の降水量、pH及びイオン種沈着量の経年変化

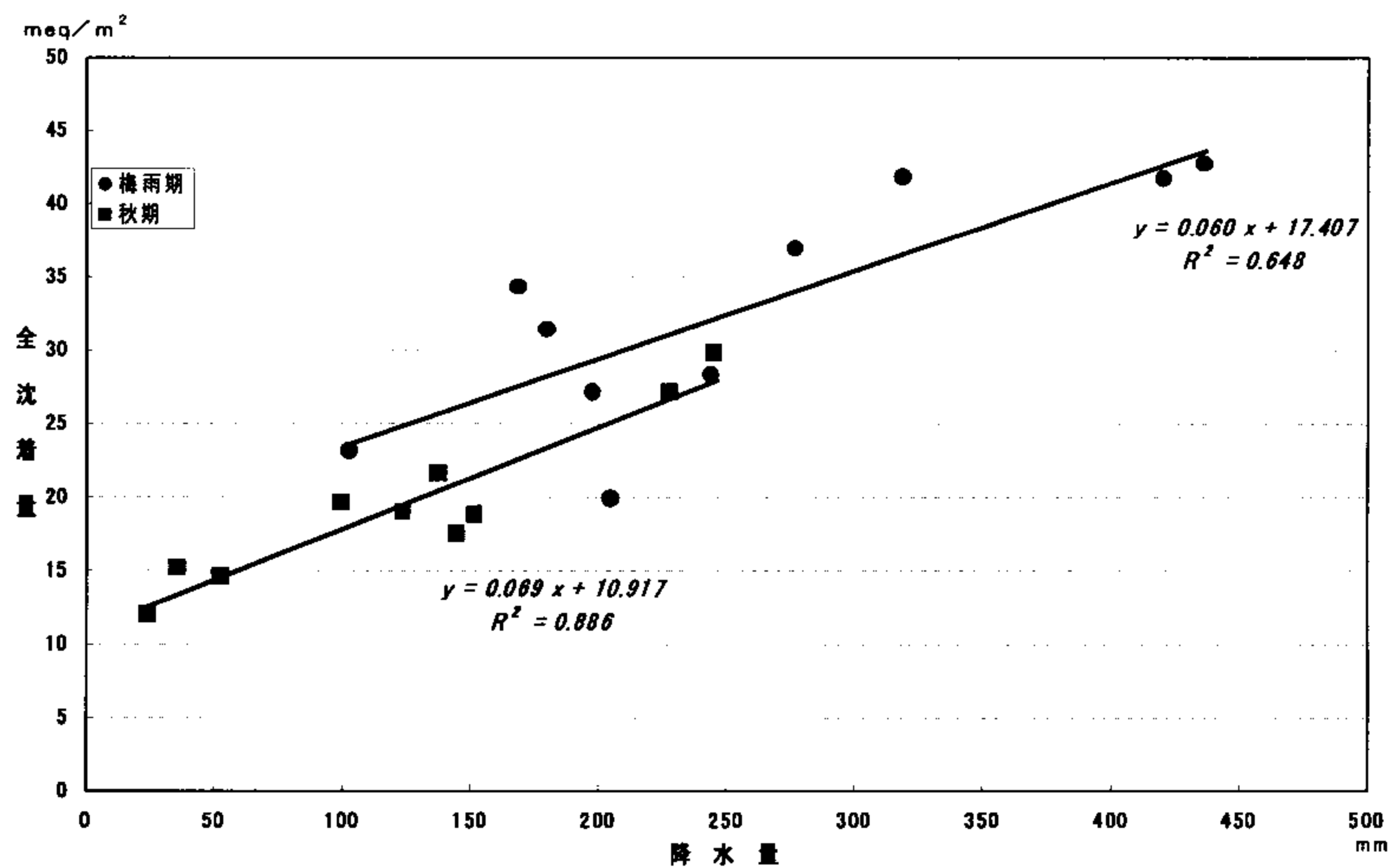


図3 平均降水量と全沈着量の関係

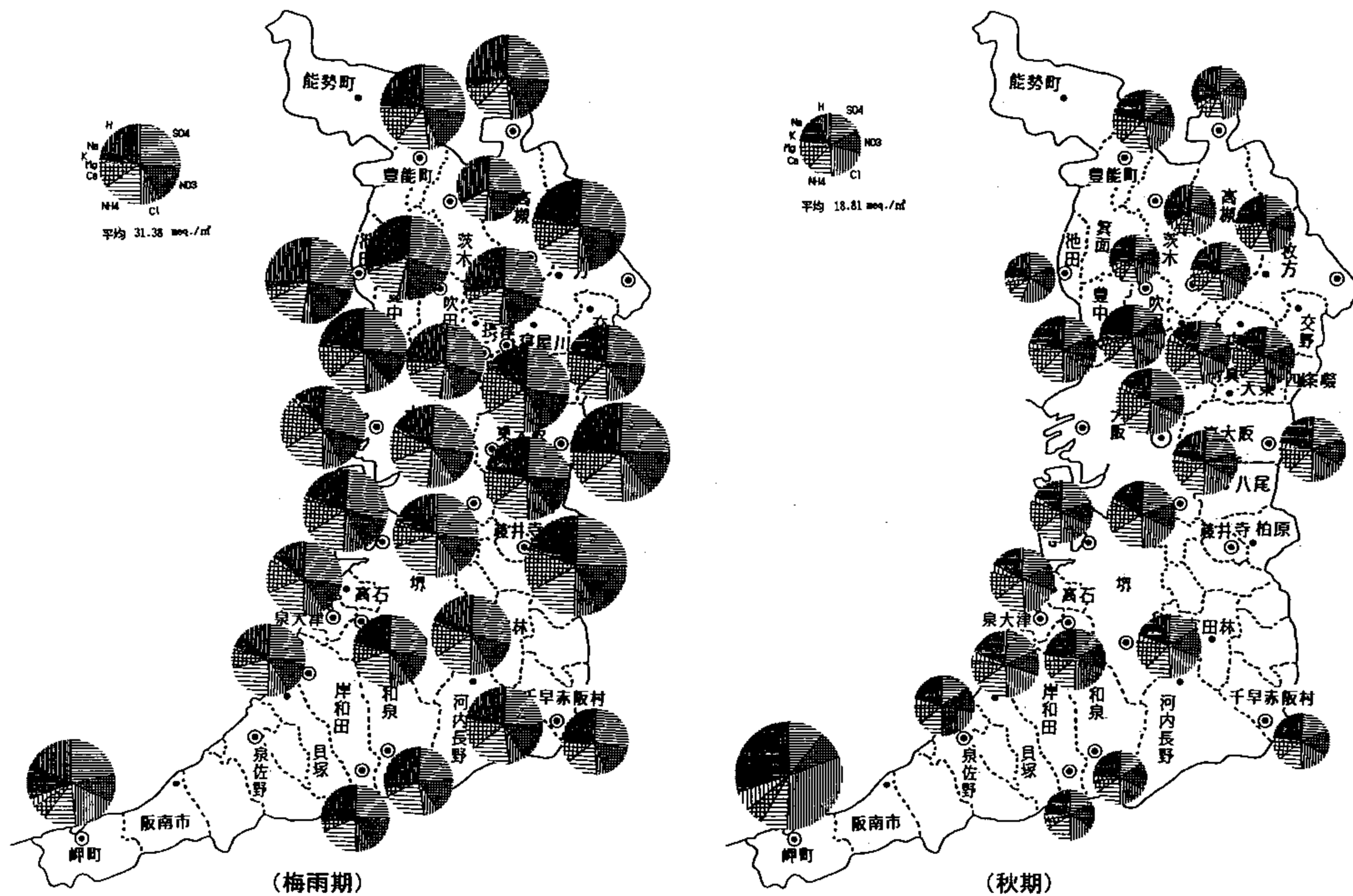


図4 平成4年度沈着量の地域分布 (meq/m²/4w)

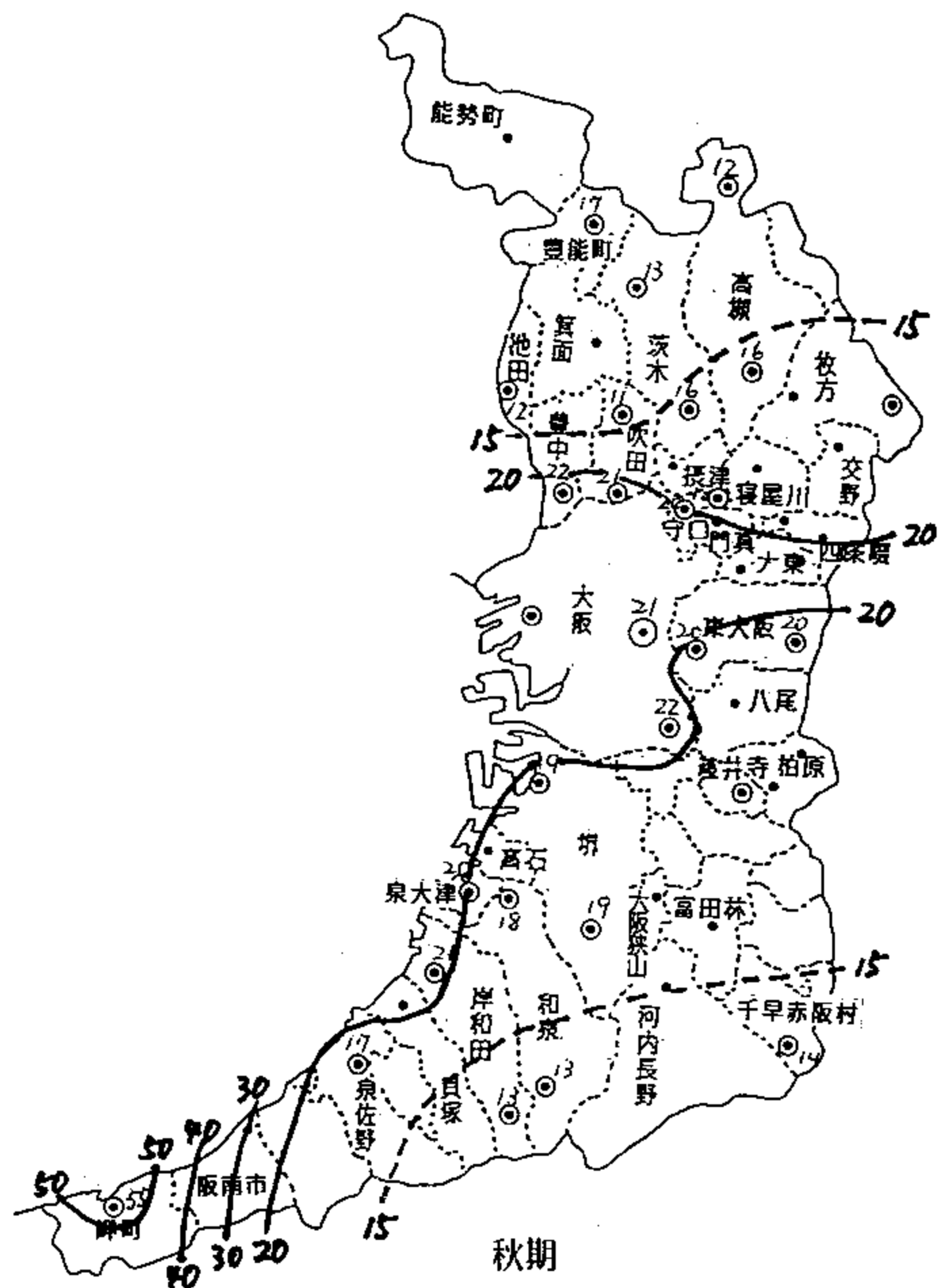
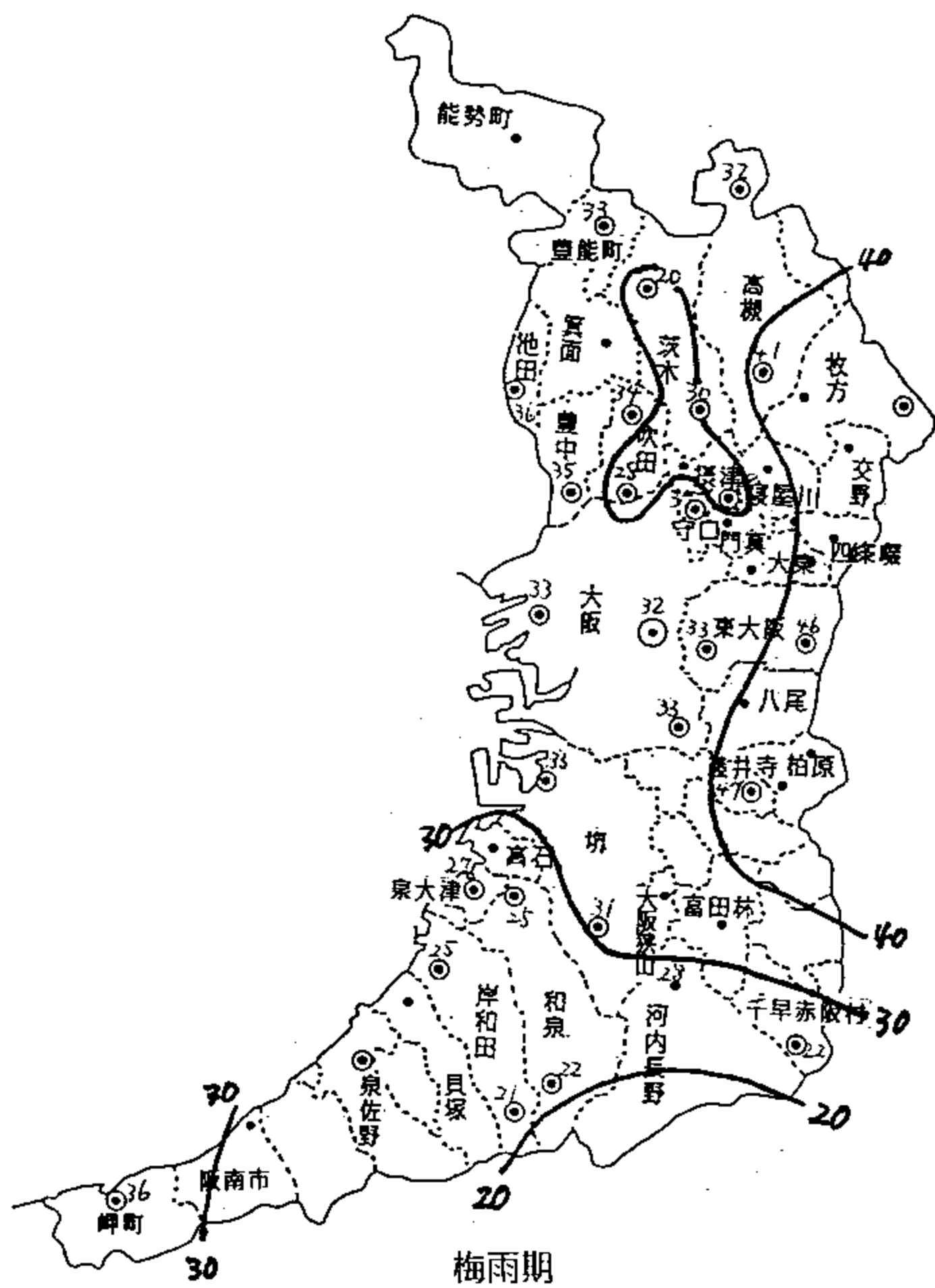


図5 平成4年度沈着量のコンター(meq/m²/4w)

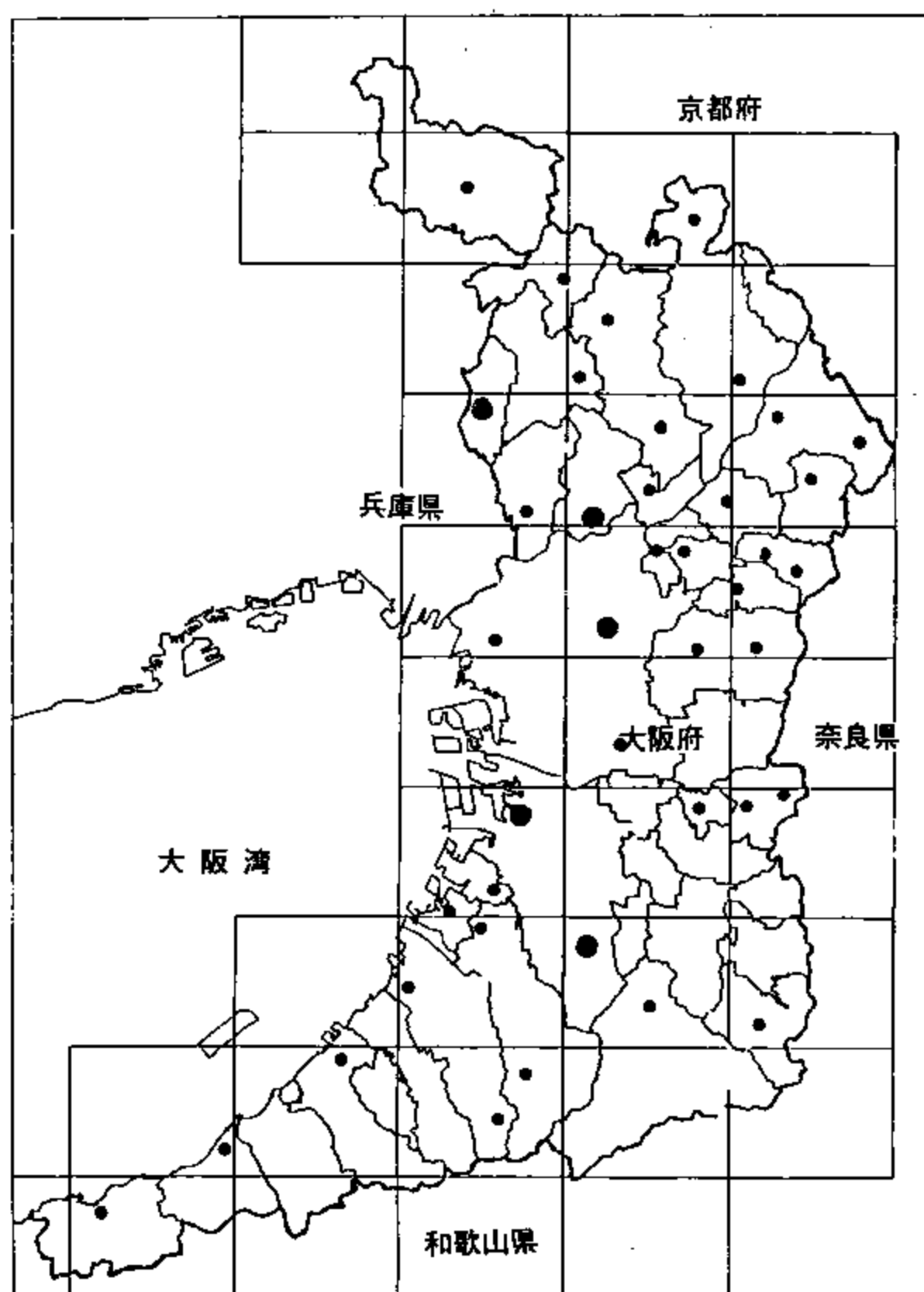


図6 APSN測定点

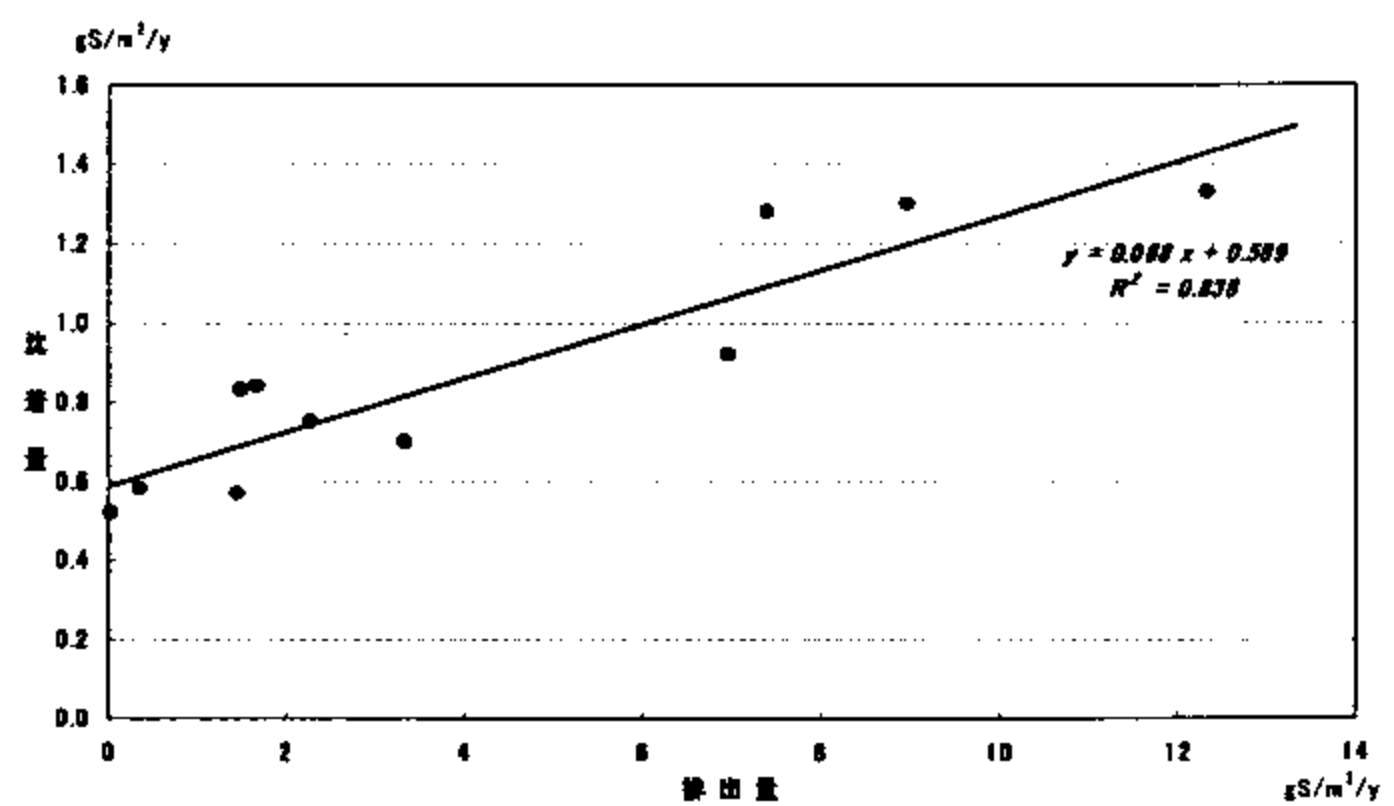


図7 S排出量と沈着量の関係

南部の山間部は低い傾向が見られた。大阪府南端に位置する岬町では海塩の影響もあって、全イオンの沈着量は大きかった。クラスター分析を試みたが、調査時期により必ずしも一定の関係は見られなかった。また、図5に示したのは1992年の場合の沈着量コンターである。降水量分布が年により大きく異なるため、一定の結論を導き出すのは困難であった。

(4) S 排出量との関係試算

府域の APSN の調査から得られた S 分沈着量とその地点を含むあるエリア(メッシュ)の S 分発生量の関係を見ることにした。ここでは、少し古いデータを用いた過去の報告⁴⁾を紹介したい。

図6に示したメッシュは約 10km × 10km で国土基準二次メッシュであり、●で示したのは APSN の調査地点で、大きい●5 地点は大阪府、堺市及び吹田市の通年調査が実施されている地点である。手元にある府域の排出量データはこのメッシュで解析された昭和 63 年度分(1988 年)であるため、この値と平成 2 年度(1990 年)の沈着量とを比較することとした。

まず、APSN の調査は梅雨期と秋期だけであるため、この 2 期データから年間沈着量を推定することとした。少し荒い方法であるが、5 地点の年間沈着量と梅雨期・秋期の 2 期の沈着量合計との関係から、年間 SO₂ 沈着量と 2 期の沈着量合計との比(4.30 ~ 6.40)の平均値 5.29 を用いることとした。ろ過式データで洗浄分も含めた値である。そこで、メッシュを代表すると思われる 11 地点の年間沈着量を推定した。

11 地点の S 分の年間排出量と沈着量の関係を示したのが図7である。正確には同じ年度のデータを用いるべきであるが、かなり良い相関が認められた。y 切片の約 0.6gS/m²/y をバックグラウンドとみるか、勾配から排出量の約 7 %が湿性沈着としてもどっているように解釈は可能であるが、調査年を合わせたより新しいデータを用いて再検討したい。また、いずれ乾性沈着量についても評価したい。

4.まとめにかえて

ここでは平成元年(1989 年)に発足した大阪府酸性雨調査連絡会(APSN-OSAKA)について、設立の経緯と府域自治体との酸性雨共同調査について述べた。府・市町村の技術者レベルのネットワークは年数の経過と共にメンバーの異動もあり、より大きなネットワークになった。当初の大阪府域の酸性雨に関する情報交換という目的は十分達せられたのではないかと考えている。

また、ここではくわしく触れなかったが、毎年秋期の調査前の連絡会議は会場を市町村で持ち回りとし、会議終了後には各市の企業研究所や施設、実験フィールドなど案内してもらえるオプションツアーも組み込まれた。すでに、第1回(H4)の高槻市から岸和田市、堺市、吹田市、豊中市、池田市、東大阪市、茨木市、守口市、高石市と 10 カ所の見学をさせてもらった。この間当番に当たられた各市の担当者に感謝したい。

5.参考文献

- 1)例えば、酸性雨調査法研究会編：酸性雨調査法，ぎょうせい(1993)。
- 2)西川嘉範・田口圭介・井上香織・吉村健一郎：ろ過式および自動式の採雨装置による酸性降下物成分の比較，全国公害研究会誌 24(4)206-211(1999)。
- 3)田口圭介・西川嘉範・井上香織・吉村健一郎・吉川秀次郎：酸性雨試料分析における諸問題，第 13 回公害監視センター所内研究業務発表会講演要旨集，22，(1990)。
- 4)田口圭介：大阪府における降水による S 及び N 降下量と発生量の関係，第 8 回全国公害研協議会東海・近畿・北陸支部「支部研究会」講演要旨集，(京都，1993)。

6.謝辞

APSN 参加自治体に対しお礼申し上げますと共に、これまで他市試料分析に大変ご協力頂きました堺市、吹田市、高槻市の関係者に対し厚く感謝申し上げます。

酸性雨を 独自調査

——大阪府、20か所で開始

18市町と共同

全国初 監視網を整備

森林を枯らすなど生態系に深刻な影響を与える酸性雨の実態を把握するため、大阪府は四日までに、大阪市、堺市など府下十八自治体と共同で酸性度の地域差を検証する独自調査にのり出した。酸性雨の原因になるとされる自動車の排気ガス、工場排煙などに含まれる窒素酸化物(NO_x)、硫黄酸化物(SO_x)削減対策の基礎データとするもので、自治体レベルで酸性雨調査ネットワークを整備したのは全国で初めて。来年年々にもまとまる調査結果が注目されている。

北アメリカや北欧では、八〇年代になってpH(水素イオン濃度)四・〇(通常の雨はpH五・六程度)の強い酸性雨を観測、石造りの建物が溶けたり、森林が枯れたり、湖の魚が死滅したりするなどの影響が出ている。わが国では樹木などへの被害は確認されてい

ないが、環境庁の調査で、全国的にpH四・四―五・五の酸性雨を観測、農林水産省は来年度予算の概算要求に全国の森林被害調査費(約七千百万円)を初めて組むなど、本格的な取り組みが始まったばかり。こうした中で大阪府は、酸性雨の原因とされる大気

汚染物質が、自動車排気ガスに含まれる NO_x や工場などから排出される SO_x であることを重視。独自に調査網を敷いて、幹線道路、コンビナート、市街地、郊外などの局地的傾向の調査や自治体間の情報交換を活発に行うことにした。

参加機関は府公害監視センター(大阪市東成区)を中心し、大阪、堺、高槻、茨木、池田、吹田、豊中、枚方、寝屋川、守口、東大阪、八尾、藤井寺、高石、富田林、岸和田、河内長野の十七市と阪南町。「酸性雨共同調査連絡会」を設け、市役所、小、中学校屋上など計二十か所に雨水採取口

ートを置き、一週間ごとにためた雨水のpHと、硫酸、硝酸、塩素の各イオンなど十一項目を分析。府下全域の計百九十九地点で二十四時間観測している NO_x 、 SO_x 濃度などとの関係进行研究する。

既に梅雨時の六、七月に計二回実施したのに続き、秋雨の多い今月一日から十四日までを前後一週間ずつに区切り、三、四回目的調査を行っている。

酸性雨をテーマに著作、研究活動を行っている谷山鉄郎・三重大学助教授(生物資源学)の話「地球規模の環境問題といえども、実は私たちの生活レベルの近く身近なところにあるのだと示せる、全国的にみても貴重な意味を持つ調査になりそう。街路樹などの植生、健康被害などをかみ合わせた総合調査も、今後は必要になるだろう」

付図 2

平成 9 年 9 月 5 日

大阪府酸性雨共同調査実施要領（平成 9 年度調査）

1. 目的
大阪府域での雨水の性状を明かにし、今後の酸性雨対策に資することを目的とする。
2. 調査期間
[梅雨期]
平成 9 年 6 月 1 6 日（月）～ 6 月 2 3 日（月）
6 月 2 3 日（月）～ 6 月 3 0 日（月）
（一部地点については 7 月 1 4 日（月）まで）
[秋期]
平成 9 年 9 月 2 9 日（月）～ 1 0 月 6 日（月）
1 0 月 6 日（月）～ 1 0 月 1 3 日（月）
（一部地点については 1 0 月 2 7 日（月）まで）
3. 調査地点
別紙の通り。
4. 採取方法
 - (1)環境庁型濾過式採取装置を用い、毎月曜日に採取（回収）を行う方法を原則とする。
 - (2)濾紙は第 2 週の最終日（一部地点については第 2 週及び第 4 週目の 2 回）に回収する。回収の際には、先ず、降水量（貯水量）を正確に測ってから容器に回収、その後蒸留水で口 - トを濡めらせ、ポリスマンで洗い、付着した粉じん等を濾紙上にためる。（濾紙番号等の記入した記録用紙も併せて搬入）
 - (3)一部地点については、降水量を正確に把握するため、第 2 週目及び第 4 週目の洗い分の濾液（正確に全量～ 1 0 0 m l）を回収する。
5. 分析項目
貯水量（降水量）
可溶性成分：pH、導電率、 SO_4^{2-} 、 NO_3^- 、 Cl^- 、 NH_4^+ 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 K^+ 、 Na^+
不溶性成分：降下物量
6. 分析法
環境庁酸性雨等調査マニュアルを原則とする。
7. その他
 - (1)装置設置
設置作業の際、口 - ト部内部を素手でさわることのないように。（手の汚れがそのまま試料の汚染につながります。「市販の使い捨て薄手のビニ - ル製手袋が便利です。」）開始前迄はビニ - ル袋等をかぶせて降雨が入らないようにしておくこと。（濾紙装填、濾過部とポリタン部遮光）
 - (2)採雨時注意事項
濾過部をそのままポリタンからはずし、ポリタンに溜った雨水をメスシリンダ - で正確に計り記録する。（貯水量）
濾紙及び濾過部を素手でさわらないこと。
 - (3)試料保存
pH 及び導電率(EC)は出来るだけ早く測定することが望ましい。試料保存は冷蔵庫内とする。
 - (4)測定
pH と EC を測定する際には、EC を先に測定してから pH を測って下さい。
（pH 電極を浸した試料は Cl^- の溶出があり、他の分析には使用出来ない。）
試料が少ない場合は、pH 及び EC を優先して測定する。
 - (5)時間降水量
調査地点または最寄りの地点における期間中の（雨量計による）時間降水量デ - タを調査終了後 3 カ月以内に報告して下さい。

追補：これまで公害監視センターで取り組んできた酸性雨・酸性霧に関する調査研究結果について、発表した文献を下記に記す。

湿性沈着

- 1)田口圭介、井上香織、吉村健一郎、林秀夫：大阪府池田市の雨のpHについて、大阪府公害監視センター所報(調査研究編) No 7、89-97(1984)
- 2)田口圭介、井上香織、吉村健一郎、林秀夫：大阪府における降水等によるT-N及びT-Pの降下量、第26回大気汚染学会講演要旨集、331(1985)
- 3)田口圭介、井上香織、吉村健一郎、浅田眞吾：大阪府における大気降下量測定、第29回大気汚染学会講演要旨集、324(1988)
- 4)田口圭介、井上香織、吉村健一郎、浅田眞吾：大気降下物捕集法の比較検討、第30回大気汚染学会講演要旨集、331(1989)
- 5)田口圭介、井上香織、吉村健一郎、吉川秀次郎：大阪府における大気降下量測定(2)、第31回大気汚染学会講演要旨集、394(1990)
- 6)猪飼正彦、山本作治郎、伊藤昌一、藤田寛治、柳沢美知夫、田口圭介：大阪府における大気降下量測定(3)、第31回大気汚染学会講演要旨集、395(1990)
- 7)H.Hara, E.Ito, T.Kato, Y.Kitamura, T.Komeiji, M.Ohara, T.Okita, K.Sekiguchi, K.Taguchi, M.Tamaki, Y.Yamanaka, K.Yoshimura: Analysis of two-year results of acid precipitation survey within Japan, Bull. Chem. Soc. Jpn.,63, 2691-2697(1990)
- 8)玉置元則、加藤拓紀、関口恭一、北村守次、田口圭介、大原真由美、森淳子、若松伸司、村野健太郎、大喜多敏一、山中芳夫、原宏：日本の酸性雨の化学、日化誌、1991、667-674(1991)
- 9)北村守次、加藤拓紀、関口恭一、田口圭介、玉置元則、大原真由美、森淳子、村野健太郎、若松伸司、山中芳夫、大喜多敏一、原宏：わが国の酸性雨のpHとその頻度分布パターン、日化誌、1991、913-919(1991)
- 10)森淳子、大原真由美、若松伸司、村野健太郎、田口圭介、関口恭一、玉置元則、加藤拓紀、北村守次、大喜多敏一、山中芳夫、原宏：酸性沈着物における硝酸イオンと硫酸イオンの当量比に関する考察、日化誌、1991、920-929(1991)
- 11)田口圭介、西川嘉範、吉村健一郎、井上香織、吉川秀次郎：ろ過式採雨法による適性配置に関する検討、第34回大気汚染学会講演要旨集、570(1993)
- 12)井上香織、吉村健一郎、田口圭介、西川嘉範：大阪府における酸性雨調査結果について、大阪府公害監視センター所報(調査研究編) No16、31-40(1995)
- 13)田口圭介、井上香織、吉村健一郎、西川嘉範：大阪府における酸性雨の特性、第37回大気汚染学会講演要旨集、321(1996)

14)西川嘉範、田口圭介、藁科宗博、北村守次、永楽通宝、小山善丸：東海・近畿・北陸地方での酸性雨共同調査研究(4)---降水の $\text{NO}_3/\text{nss-SO}_4^{2-}$ 当量比について---、第37回大気汚染学会講演要旨集、305(1996)

15)玉置元則、平木隆年、正賀充、西川嘉範、田口圭介、小向信明、宮川茂樹、永楽通宝、小山善丸：東海・近畿・北陸地方での酸性雨共同調査研究(9)---平成7年度の概要と地域特性---、第38回大気汚染学会講演要旨集、526(1997)

16)西川嘉範、田口圭介、井上香織、吉村健一郎：ろ過式および自動式の採雨装置による酸性降下物成分の比較、全国公害研究会誌24(4)、206-211(1999)

17)田口圭介、西川嘉範：全国酸性雨調査(31)---1999年度調査結果の概要---、第42回大気汚染学会講演要旨集、357(2001)

18)田口圭介、西川嘉範、吉村健一郎、井上香織、吉川秀次郎、竹中規訓、前田泰昭：金剛山における霧組成について、第33回大気汚染学会講演要旨集、512(1992)

19)竹中規訓、前田泰昭、吉川秀次郎、田口圭介：霧の採取法の基礎的検討と生駒山でのフィールド調査、第33回大気汚染学会講演要旨集、528(1992)

20)竹中規訓、田口圭介、坂東博、前田泰昭：金剛山における酸性雨の特徴、第35回大気汚染学会講演要旨集、393(1994)

乾性沈着

- 1)松本光弘、青山善幸、都築英明、北瀬勝、酒井哲男、西川嘉範、田口圭介、正賀充、平木隆年、玉置元則、村野健太郎：東海・近畿・北陸地方での酸性雨共同調査研究(11) 4段ろ紙法によるガス成分及びエアロゾルのイオン成分の測定とインフレンチアル法による樹木等への乾性沈着、第39回大気汚染学会講演要旨集、205(1998)
- 2)玉置元則、平木隆年、藍川昌秀、田口圭介、西川嘉範、松本光弘：4段ろ紙法による乾性沈着測定の問題点、第40回大気汚染学会講演要旨集、262(1999)
- 3)松本光弘、青山善幸、都築英明、北瀬勝、酒井哲男、西川嘉範、田口圭介、藍川昌秀、平木隆年、玉置元則、村野健太郎：東海・近畿・北陸地方での酸性雨共同調査研究(13) 4段ろ紙法によるガス成分及びエアロゾルのイオン成分の測定とインフレンチアル法による樹木等への乾性沈着 - 2年間調査 - 、第40回大気汚染学会講演要旨集、380(1999)
- 4)西川嘉範、田口圭介、井上香織、吉村健一郎：大気中ガス成分のパッシブ簡易測定法の検討、第40回大気汚染学会講演要旨集、459(1999)
- 5)松本光弘、玉置元則、平木隆年、藍川昌秀、田口圭介、西川嘉範：4段ろ紙法による乾性沈着測定の問題点(2)、第41回大気汚染学会講演要旨集、331(2000)

- 6)西川嘉範、田口圭介、井上香織、吉村健一郎：ポリアミドろ紙の特性とパッシブ簡易測定法への適用、第 41 回大気汚染学会講演要旨集、443(2000)
- 7)平木隆年、藍川昌秀、玉置元則、西川嘉範、田口圭介、松本光弘：乾性沈着モニタリングにおける 4 段ろ紙法の評価、第 41 回大気汚染学会講演要旨集、164(2000)
- 8)田口圭介、西川嘉範：全国酸性雨調査(33)----乾性沈着の QA/QC----、第 42 回大気汚染学会講演要旨集、359(2001)
- 9)田口圭介、久嶋鉄郎、青山善幸、酒井哲男、向井人史、村野健太郎：越前岬における冬季の大気汚染物質観測----ガス状、粒子状成分の 1999 年度観測結果----、第 42 回大気汚染学会講演要旨集、517(2001)
- 10)西川嘉範、田口圭介、井上香織、吉村健一郎：大気中ガス成分のパッシブ簡易測定法の検討、環境化学 **10**(2)、281-289 (2000)
- 11)玉置元則、平木隆年、藍川昌秀、西川嘉範、田口圭介、松本光弘：乾性沈着モニタリングにおける 4 段ろ紙法の評価、環境と測定技術、**28**(2)、33-39(2001)
- 12)松本光弘、玉置元則、平木隆年、藍川昌秀、田口圭介、西川嘉範：4 段ろ紙法による乾性沈着測定の問題点 - ポリアミドろ紙による NH_3 ガス捕集のメカニズム - 、環境と測定技術、**28**(3)、55-59(2001)

- 13)玉置元則、平木隆年、藍川昌秀、西川嘉範、田口圭介、松本光弘：乾性沈着モニタリングにおける 4 段ろ紙法の技術的評価、大気環境学会誌、**36**(5)、308-317(2001)

生態系影響

- 1)田口圭介、西川嘉範、吉村健一郎、井上香織、吉川秀次郎：森の中での H^+ イオン供給量、第 33 回大気汚染学会講演要旨集、203(1992)
- 2)田口圭介、西川嘉範、吉村健一郎、井上香織、吉川秀次郎：大阪府における酸性雨生態系影響調査結果について、第 20 回環境保全・公害防止研究発表会講演集、17(1993)
- 3)辰巳眞、川井裕史、榎幹雄、伊藤孝美、田口圭介：府下の森林土壌に対する酸性雨影響調査、大阪府立農林技術センター研究報告、No30、1-6(1994)
- 4)伊藤和男、田口圭介、西川嘉範：大阪府内における酸性雨による森林土壌の酸性化シミュレーション、環境科学会 1996 年会講演要旨集、112-113(1996)
- 5)田口圭介、西川嘉範、井上香織、吉村健一郎：大阪府における酸性降下物と森林土壌(1)、第 38 回大気環境学会講演要旨集、298(1997)
- 6)西川嘉範、田口圭介、井上香織、吉村健一郎：スギ、ヒノキ、クヌギの樹幹流、林内雨及び林外雨について、第 7 回環境化学討論会講演要旨集、50-51(1997)