

香川県における酸性雨調査（第10報）

—— 降水とその気象条件との関連 ——

Acid Precipitation Survey in Kagawa Prefecture (X)

—— Relationship between Rains and its Weather Condition ——

片山 正敏
Masatoshi KATAYAMA

中野 啓三
Keizou NAKANO

岩崎 幹男
Mikio IWASAKI

三木 正信
Masanobu MIKI

降水をもたらず気圧配置をパターン化し気圧配置ごとのイオン成分濃度、季節変化について検討した。降水原因別の気圧配置では夏型の気圧配置で大気が不安定な時の降水のpHが最も低く、逆に台風による降水のpHが最も高かった。日本列島の太平洋側を通過する低気圧と日本海側を通過する低気圧による降水ではpHの平均値が異なり、また日本列島の太平洋側を通る低気圧による降水と前線の南下による降水でもpHの平均値が異なることがt検定により明らかになった。台風による降水や冬型の気圧配置による降水と低気圧や前線による降水とはpHの平均値が異なることもわかった。降水のイオン成分濃度は同一の気圧配置によるものでも季節により変化し、特に四国地方に前線が停滞する時の降水は全てのイオン成分濃度を冬期に増加させる傾向にあった。

はじめに

本県における酸性雨の調査は昭和59年度から高松市において実施し、自動雨水採取装置を用いた初期降雨、一雨全量の調査、及び環境庁方式であるろ過式採取装置を用いて雨水の地域特性等の調査を実施し所報等^{1)~7)}で報告した。

酸性雨現象を説明する時、それをもたらず気象に左右されることから、気象との関係を解明することが興味がありかつ重要である。酸性雨を気象面から考察した研究報告^{8)~11)}は散見されるものの瀬戸内海地域での研究報告はほとんど見られない。

そこで高松市において、平成元年4月から平成4年3月まで自動雨水採取装置を用いて採取し、一雨ごとの降水をそれをもたらず気象配置に分類し、気象パターンとpH、成分濃度、季節変化との関係を若干検討したので報告する。

調査方法

1. 調査期間

平成元年4月～平成4年3月

2. 調査地点

香川県公害研究センター（香川県高松合同庁舎屋上）
高松市松島町1丁目17番28号

高松市のほぼ中心に位置し庁舎の南北に国道11号、及びそのバイパスが通り、交通量も多い。

（なお、平成3年10月15日以降は下記に設置）

香川県環境研究センター（公害研究センターを改称）
高松市朝日町五丁目3番105号

高松合同庁舎から約1km北東に位置し工業専用地域内にある。付近の降下ばいじん量は平成3年度の平均値が4.62 t / km²・月であった。

3. 採取方法

自動雨水採取装置（株小笠原計器製作所US-300）を用いて一雨ごとに採取した。

4. 測定項目及び測定方法

pH : ガラス電極法
EC : 導電率計による方法
SO₄²⁻、NO₃⁻、Cl⁻ : イオンクロマトグラフ法
NH₄⁺ : インドフェノール法
Ca²⁺、Mg²⁺、K⁺、Na⁺ : 原子吸光法

調査結果及び考察

1. 気圧配置別の降水成分濃度

平成元年4月から平成4年3月までの3年間の一雨降水258例をそれをもたらず気圧配置別に分類し、気圧配置ごとのイオン成分濃度について検討した。気圧配置を次の9つのパターンに分類し、その気圧配置図を図1に示す。分類は主に9時の時点での地上天気図等^{12)~14)}を用いた。

I型 渤海、黄海、朝鮮半島から日本海に進む低気圧による降水

II型 台湾付近の東シナ海から日本列島の南岸を北東

に進む低気圧による降水

III型 大陸の沿海州などから日本海に進む低気圧による降水

IV型 前線が四国地方に停滞する時の降水

V型 前線が四国地方を北上した時の降水

VI型 前線が四国地方を南下した時の降水

VII型 台風による降水

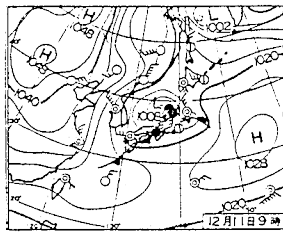
VIII型 夏型の気圧配置で大気不安定による降水

IX型 冬型の気圧配置による降水

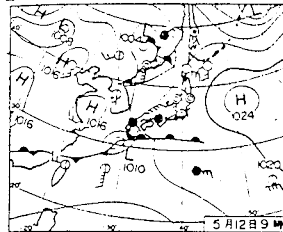
気圧配置別の降水出現割合を図2に示した。降水出現割合の高いのはII型で全体の29.1%を占めた。次いでI型による降水の15.1%であった。

気圧配置別の降水成分濃度の平均値(加重平均)を表1に、また各イオン成分濃度の出現範囲を図3に示す。

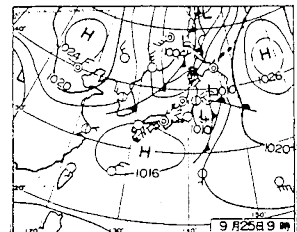
降水原因別では、夏型の気圧配置で大気不安定時の降水(VIII型)のpHが最も低く(3.76)、次いで沿海州から日本海に進む低気圧によるもの(III型)(pH:4.19)、前線の南下によるもの(VI型)(pH:4.36)の順であった。逆に台風による降水(VII型)のpHが最も高く(5.13)、次に冬型の気圧配置によるもの(IX型)(pH:4.96)であった。雨水のpHは大気汚染物質の取り込みによって低下するので夏期のpHの低下は光化学反応等による汚染物質の取り込みによるものと考えられ、一方、台風による降水は海塩粒子である Na^+ 、 Cl^- を多量に含んでいるものの汚染物質の取り込みが少ないものと思われる。



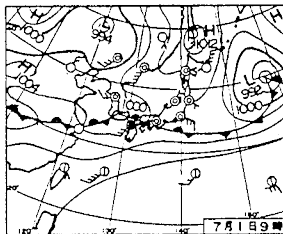
I型



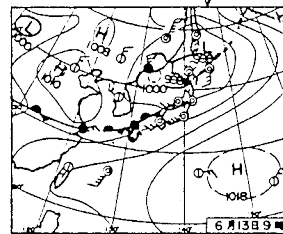
II型



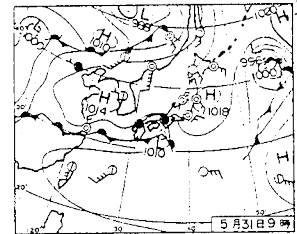
III型



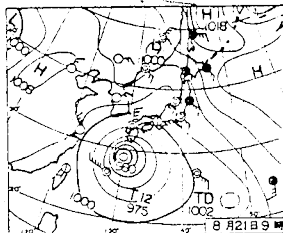
IV型



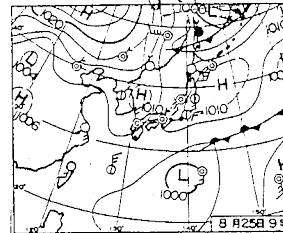
V型



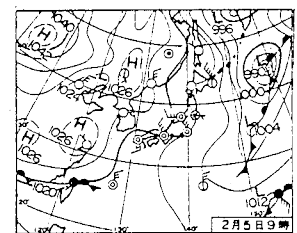
VI型



VII型



VIII型



IX型

図1 気圧配置図

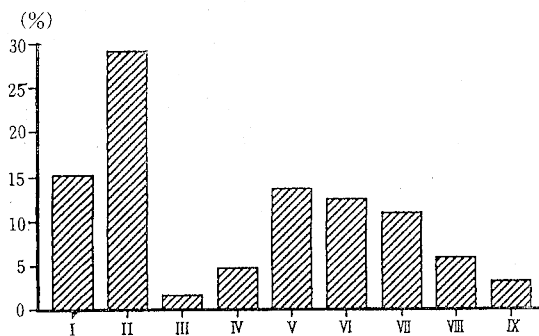
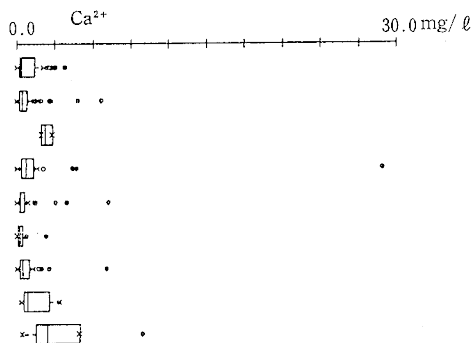
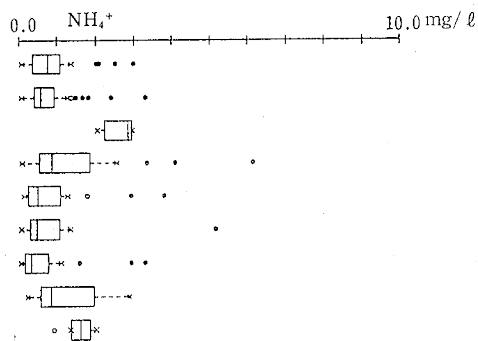
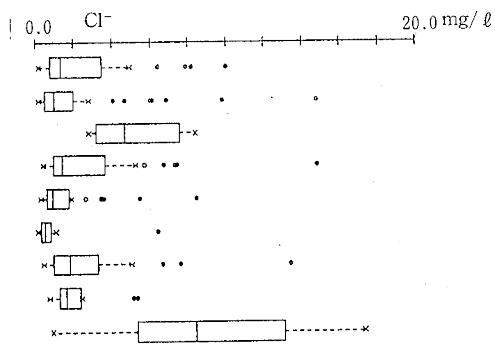
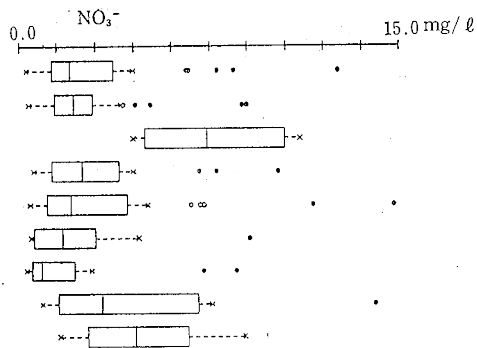
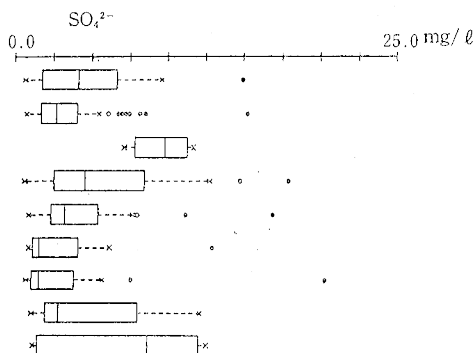
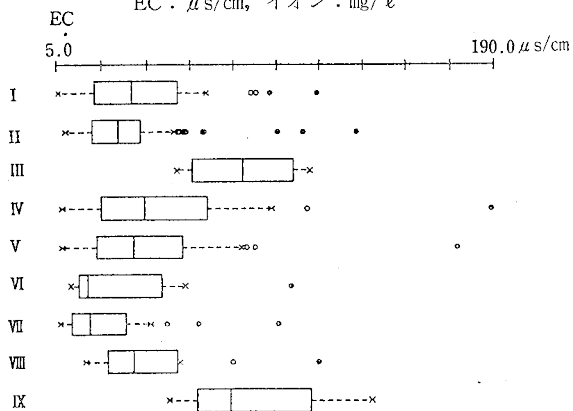


図2 気圧配置別出現割合

表1 気圧配置別イオン成分濃度

	pH	EC	SO ₄ ²⁻	NO ₃ ⁻	Cl ⁻	NH ₄ ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺
I	4.62	23.9	2.36	1.52	1.01	0.51	0.40	0.08	0.09	0.42
II	4.55	24.9	2.21	1.72	0.98	0.43	0.40	0.08	0.07	0.47
III	4.19	51.6	6.46	4.55	6.72	1.88	1.25	0.22	0.15	0.96
IV	4.62	17.7	1.67	0.94	0.36	0.37	0.15	0.03	0.05	0.16
V	4.53	26.0	2.88	1.66	1.18	0.62	0.48	0.09	0.09	0.55
VI	4.36	27.9	2.58	1.83	0.79	0.35	0.30	0.05	0.06	0.33
VII	5.13	19.4	1.47	0.64	3.14	0.17	0.28	0.22	0.11	1.73
VIII	3.76	38.8	2.58	3.28	2.55	0.68	1.16	0.14	0.18	0.70
IX	4.96	69.3	5.70	3.43	7.91	1.19	2.46	0.72	0.36	4.80

EC: $\mu\text{s/cm}$, イオン: mg/l



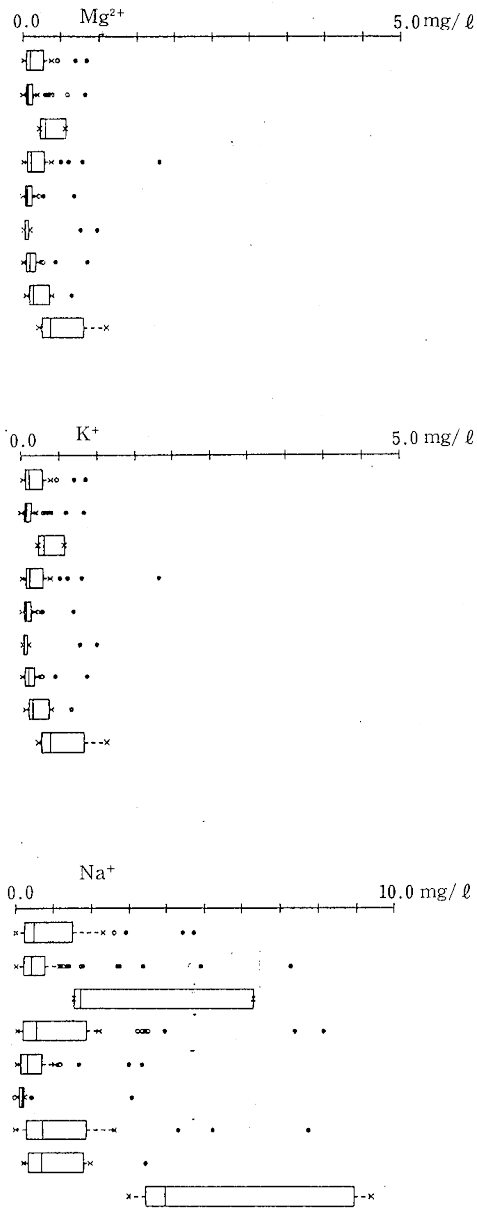


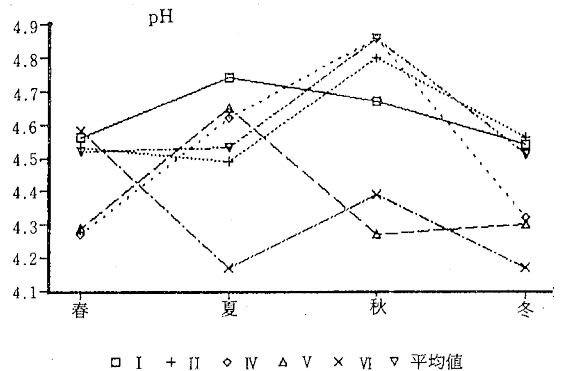
図3 イオン成分濃度等の箱ひげ図

次にpHについて、気圧配置別にt分布による平均値の差の検定を行った。平均値の差が有意水準5%で棄却されたのはI型とII, VII, XI型, II型とVI, VII, XI型, III型とVII型, IV型とVII, XI型, V型とVII, XI型, VI型とXI型, VIII型とXI型であり、その他は棄却されなかった。即ち、日本列島の日本海側と太平洋側を通過する低気圧がもたらす降水のpHの平均値は異なること、日本列島の太平洋側を通過する低気圧による降水と前線の四国地方の南下による降水のpHの平均値は異なること、台風による降水のpHの平均値は前線が南下した時の降水、夏型の不安定時の降水、及び冬型の気圧配置による降水を除いた他の気圧配置による降水のpHの平均値と異なること、冬型の気圧配置による降水のpHの平均値は大陸の沿海州などから日本海に進む低気圧による降水、台風による降水を除いた他の気圧配置による降水のpHの平均値と異なることがt検定で明らかになった。

2. 気圧配置と季節変化

降水原因と季節変化に伴うイオン濃度について検討した。気圧配置は1年を通して現れるI, II, IV, V, VI型に限った。気圧配置別のpH, EC, イオン成分濃度について、季節変化を図4に示す。なお、季節の区分は春期を3月～5月、夏期を6月～8月、秋期を9月～11月、冬期を12月～2月とした。

図4から同一気圧配置による降水でも季節により変化することが分かり、全般的に春、夏に比べ秋、冬のイオン成分濃度が増加する傾向にあった。これらの原因としては上層気象が変化するためと思われる。特にIV型による降水は冬期に全イオン成分が著しく増加し、pHが低下する。既報⁹⁾でイオン成分が10月から増加傾向を示し12月がピークになることを報告しているが、これは四国地方に停滞する前線がもたらす降水に起因すると思われる。



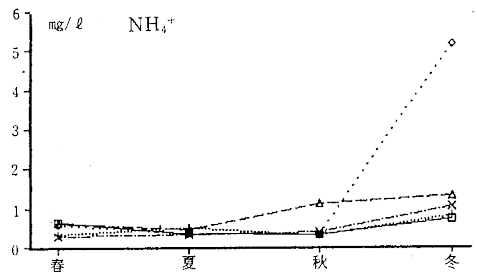
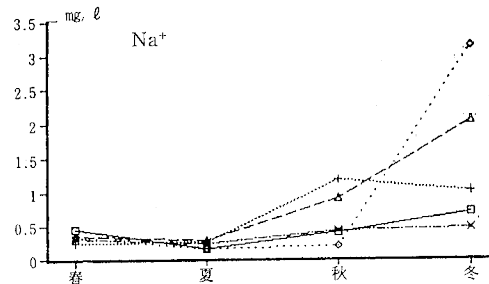
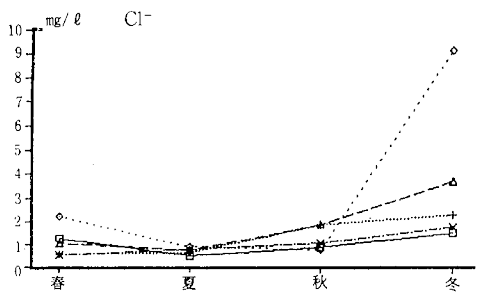
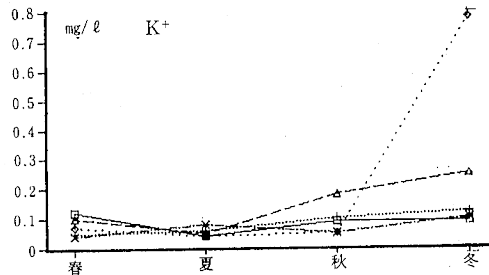
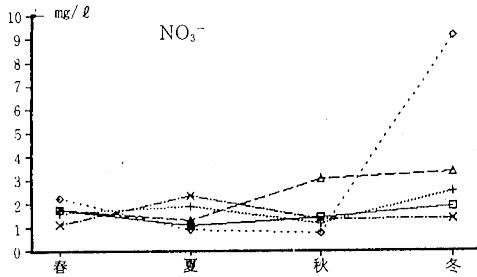
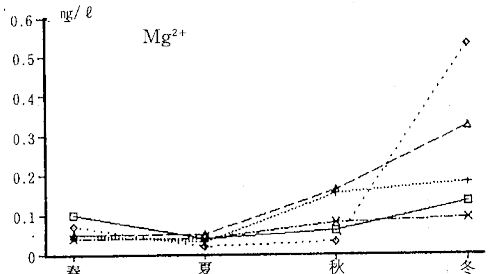
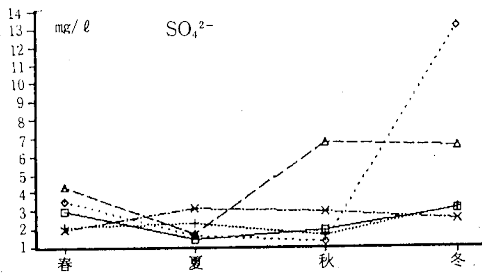
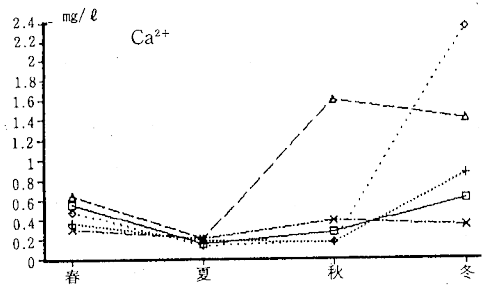
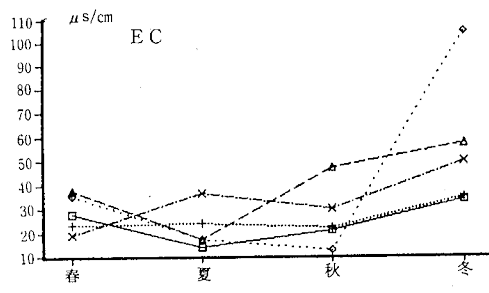


图 4 气压配置别季节变化

3. まとめ

- (1) 降水原因別の気圧配置では夏型の気圧配置で大気が不安定な時の降水のpHが最も低く、一方台風による降水のpHが最も高かった。
- (2) t 分布による平均値の差の検定で、日本列島の太平洋側を通過する低気圧と日本海側を通過する低気圧による降水、及び日本列島の太平洋側を通る低気圧による降水と前線の四国地方の南下による降水はpHの平均値が異なる。また、台風による降水及び冬型の気圧配置による降水も低気圧や前線による降水とpHの平均値が異なることが多い。
- (3) 同一の気圧配置による降水でも季節によりイオン成分濃度に変化し、特に四国地方にある前線による降水は冬期に全てのイオン成分濃度を著しく増加させる。

文 献

- 1) 三木正信, 藤岡博文: 香川県公害研究センター所報, 9, 97 (1984)
- 2) 三木正信: 香川県公害研究センター所報, 10, 101 (1985)
- 3) 三木正信: 香川県公害研究センター所報, 11, 75 (1986)
- 4) 三木正信: 香川県公害研究センター所報, 12, 99 (1987)
- 5) 三木正信: 香川県公害研究センター所報, 13, 47, 57 (1988)
- 6) 三木正信: 香川県公害研究センター所報, 14, 43, 57 (1989)
- 7) 三木正信, 片山正敏: 香川県環境研究センター所報, 15, 25, 33 (1990)
- 8) 小山功: 東京都公害研究所年報, 90 (1985)
- 9) 高野利一: 埼玉県公害センター研究報告, 14, 70 (1987)
- 10) 平木隆年: 京都大学防災研究所年報, 32 (1989)
- 11) 田中文夫: 島根県衛生研究所特別研究成果報告書, 21 (1991)
- 12) 高松地方気象台: 気象月報 (1989, 1990, 1991, 1992)
- 13) 高松地方気象台: 大気汚染気象通報 (1989~1992)
- 14) 日本気象協会: 気象, (1989~1992)