

## 金沢大学角間キャンパスにおける冬期降水状況の観察とその特性 — pH, 導電率の測定 —

馬飼野光治\*・田崎和江\*

Koji MAKAINO\* and Kazue TAZAKI\* : Evaluation of Acidic Precipitation in Kakuma Campus, Kanazawa University, Kanazawa, Japan

**ABSTRACT** : Rain, sleet and snow were collected in the Botanic Garden, Faculty of Science, Kanazawa University, during Dec. 8, 1995 - Feb. 29, 1996. pH and Electric Conductivity (E.C.) of the wet precipitations were measured, and the same time weather conditions were recorded. The results showed that acidity of rain and sleet increased with the increasing of the E.C., whereas this good correlation was not observed for snow. The result suggests that the ion balance in rain, sleet and snow are different.

**Key words** : Precipitation, Rain, Snow, Acidity, pH, Electric Conductivity (E.C.).

### はじめに

日本海側の大気汚染の影響を理解する上で、季節風と大気中に含まれる物質、特に黄砂の要因は重要である。なぜならば大気中の酸性物質は季節風により輸送され、日本海側に雨や雪とともに降下し、土壌や植物への影響が懸念されているからである。日本海側地域において、降水量が冬期に多く、降雪が主であることはよく知られている。しかし、これまでは、主に雪氷災害対策の観点からの物性論的研究が中心であった。近年、酸性雨や降積雪においても化学成分や氷晶核生成の面からの研究も行われるようになった。また黄砂とともに空輸される物質の分析も行われている。しかし、降水、特に雪氷の酸性度と汚染物質がどのように気象条件と関連しているのかを探る研究は少ない。そこで金沢大学移転後の角間キャンパスにおいて気象観測が行われていないことも考慮し、冬期降水状況を観察し、その特徴を研究した。なお金沢は、北海道や欧州とは異なった世界的にも類のない北越型降雪地に属する(皆川ほか 1986)。本研究において降雨、降雪と酸性度、気象との関連を究明した。

### 観測および採取方法

気象観測および降水の採取は金沢大学理学部付属植物園(石川県金沢市角間町)にて行った。本地点は日本海より約12.5km、医王山系の西山麓にあたる、北西方向に開いた丘陵谷の金沢大学角間キャンパス内にあり、標高120mに位置している。本研究では1995年12月8日より簡易的

\*〒920-11 金沢市角間町 金沢大学理学部地学教室 Department of Earth Sciences, Faculty of Science, Kanazawa University, Kanazawa 920-11 Japan

な気象観測（気温，湿度，降水量，風向，など）を行っており，1996年2月29日までの冬期期間の降水状況についてまとめた。降水量（降雨量，降雪量）は，32cm×42cmのプラスチックトレイを用い，内目盛によって測定した。降雪量は雪の状態ではcm，融解後は降雨とともにmmで表

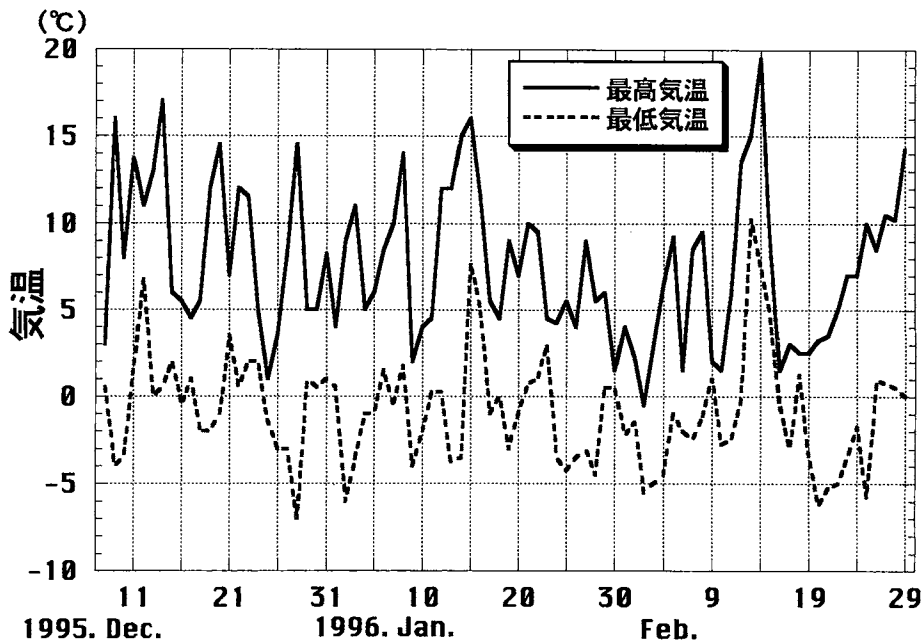


Fig. 1. Weather temperatures during the winter period from Dec. 8, 1995 to Feb. 29, 1996.

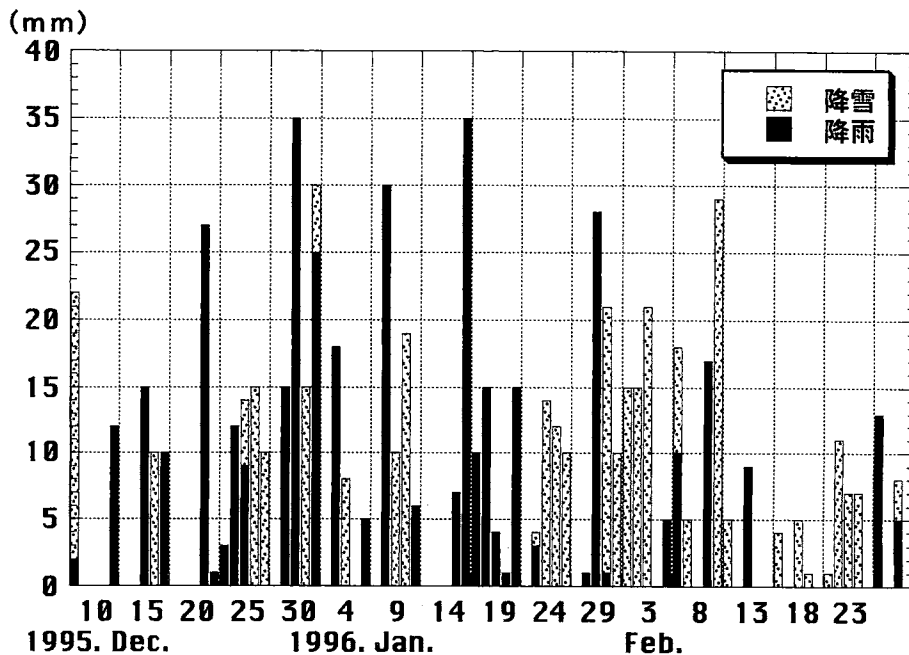


Fig. 2. Amounts of rainfall and snowfall during the winter period from Dec. 8, 1995 to Feb. 29, 1996.

示した。さらに降雨は、(株)堀場製作所製降雨分取器により約1mmごとにも採取した。降雪量の測定は、降雪の強さに合わせて、1～4時間ごとにプラスチック瓶を用いて採取した。降雪は採取直後に室内にて常温融解させ、降雨とともにpHと導電率(電気伝導度)を測定した。測定には(株)堀場製作所製コンパクトpHメータ(B-112)とコンパクト導電率計(B-173)を用いた。積雪量は植物園内の露地において、雪尺を用いて測定した。また、降水500ccを0.45 $\mu$ mのメンブランフィルターで吸引濾過し、残留物質を採取した。

### 観測および測定結果

今冬期は全国的に積雪が多く気温も低い傾向であったが、金沢においては、積雪が異常に少なかったと報じられている。下記に角間キャンパスにおける観測結果を述べる。

#### 1. 気温変化

角間キャンパスにおける気温の変化をFig. 1に示す。最高気温は $-0.5^{\circ}\text{C}$ から $19.5^{\circ}\text{C}$ と変動が激しい。 $4^{\circ}\text{C}$ 以下の日が12月下旬と1月10日前後、1月下旬から2月上旬、2月20日前後に、また一方、 $15^{\circ}\text{C}$ 以上の日が12月12日前後、1月15日前後、2月14日前後に観測された。最低気温は $0^{\circ}\text{C}$ を下回る日が48日あった。真冬日も2月2日に観測された。角間キャンパスにおける気温は、金沢気象台の観測と比べると、日中は変わらず、夜間で低い傾向にあった。

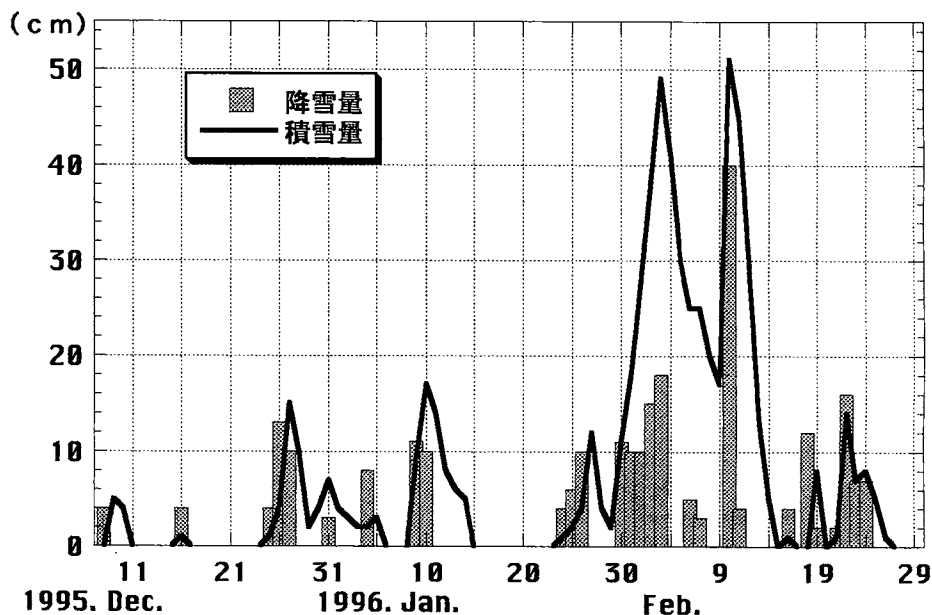


Fig. 3. Amount of snowfall and the depth of deposited snow during the winter period from Dec. 8, 1995 to Feb. 29, 1996.

## 2. 降水状況

毎日の降水量変化を降雪と積雪に区別し、Fig. 2に示す。この図は、12月と1月は降雨が多く、2月は降雪が多いことを示している。全降水量中の降雪の割合を計算すると、12月が216mm中75mm (34.7%)、1月が313mm中109mm (34.8%)、2月が196mm中137mm (69.9%)である。Fig. 3に降雪量と積雪量の関係を示す。降雪量と積雪量が一致しないのは、降雪開始時の地面の状態や、積雪は自重により時間が経過するほど徐々に圧縮することによる。Fig. 3は積雪と融雪の速度を表している。また1月下旬から2月上旬以外では、積雪は短期間で融解した。角間キャンパスにおける最高積雪は51cmであったが、市街地に位置する金沢気象台の観測では21cmであった。これは角間キャンパスにおいては積雪しやすい条件を備えているといえる。

## 3. pHと導電率

降雨、降雪、みぞれのpHと導電率の関係をFig. 4に示す。pHについては3.6から5.5の範囲に、また導電率については10から200 $\mu\text{S}/\text{cm}$ に集中しており、導電率が高いほどpHは低い。さらに降雨とみぞれは両者ともよく一致しているのに対して、降雪は全体的にpHが4.5から5.2に集中している。

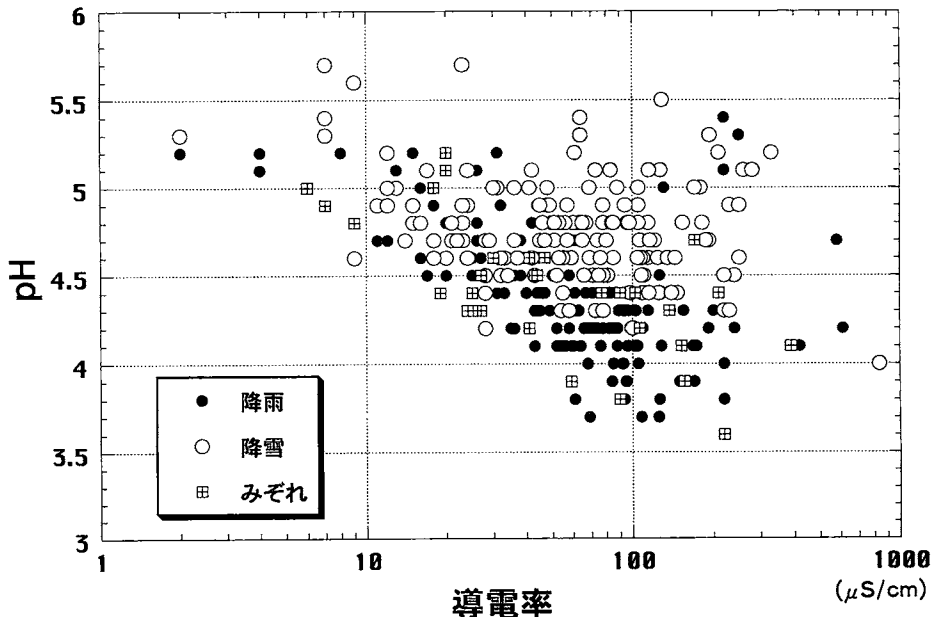


Fig. 4. A relationship between pH and Electric Conductivity in wet precipitations during the winter period from Dec. 8, 1995 to Feb. 29, 1996.

#### 4. 雪の結晶分類

角間キャンパスで観測された雪の結晶は、Nakaya (1954) の分類に基づくと、針状結晶、板状結晶正規六花、板状結晶立体集合、雲粒付結晶霰状雪、雲粒付結晶霰、無定形が確認された。霰は北陸地域特有な降水の一つであり、降雪時の初期に降ることが多く、角間キャンパスにおいては2～7 mmの粒径が一般的であった。Harimaya (1977) の分類による紡錘状霰や、長径15 mmもの松かさ状霰も確認された。

#### 考 察

1995年12月から1996年2月の積雪量が例年に比べ少なかったことは、まず気温の変動が大きかったことが挙げられる。まとまった降雪の後に暖かい南方の気団が入り込んだため気温が上昇し、融雪が進んだことがFig.1,2,3より明らかである。また、1月中旬に雪がまったく降らず、かわりに多量の降雨があったことにも起因する。

一般に酸性雨と呼ばれるものはpH5.6以下の降雨を示すが、これは空気中の二酸化炭素が降水中に飽和していることによる。さらに自然および人為的な発生源からの硫酸酸化物、窒素酸化物により、pHが低下する(大喜多1991)。今冬期に観測された降雨または降雪は、pH3.6～5.7を示し、5.2以下に集中しており酸性傾向であった。降雨とみぞれのpHと導電率の関係は、降雪とは異なった分布を示した。北世(1996卒論)によって1995年の春から秋にかけての降雨のpHと導電率の測定が行われたが、本研究の降雨と同様の結果を得ている。pHと導電率との負の相関関係は、主に硝酸イオンや硫酸イオンなど降水中の陰イオンの影響が考えられる(玉置ほか1991)。しかし黄砂中に含まれる陽イオンによるpHの中和化が西川ほか(1990)によって確認されており、本研究においても降雪のpHがやや高い傾向があることから、今後は気象条件と含有物質との考察を進める必要がある。冬期の降雪は、日本海上を吹く季節風によるものが多く、降雪中に含まれる海塩の影響も大きいと考えられる。また降水中の残留物はフィルター濃淡により量比が肉眼で判別できる。特に冬型になる直前の強い低気圧に伴う降水については顕著である。また、降雪を融解させると、降雨では見られない黒色浮遊物質が目立つことから、降雨と降雪との物質含有状態が異なることを示唆しており、今後降水の含有物質を電子顕微鏡で観察、および元素分析をする必要がある。さらに、気象観測機器の整備と継続的観測により、降水の特性がより明らかにされる。なお、詳細な研究結果は1996年4月の日本地質学会において発表する予定である。

## 謝 辞

本研究を行うにあたり、清水建美教授、木下栄一郎博士、松崎一典氏をはじめとする植物園の方々のご協力を得られたことに感謝の意を表します。

## 文 献

- Harimaya, T. 1977. The internal structure and embryo of graupel. J. Fac. Sci., Hokkaido Univ., Ser. VII 5 : 29-38.
- 北世晃一. 1996. 大気汚染物質の植物への影響実験. 金沢大学理学部卒業論文.
- 皆川恒彦・佐藤丹治・吉田順雄・佐藤藤男. 1986. 屋根雪処理装置の実態調査. 東北電力株式会社総合研究所研究報告. No.86010 93p.
- 村野健太郎. 1993. 酸性雨と酸性霧. 裳華房. 東京.
- 中村勉. 1989. 我国の降積雪と雪氷研究50年概史. 地学雑誌. 98-5 : 141-157.
- Nakaya, U. 1954. Snow Crystals : Natural and Artificial. Harvard Univ. Press, Cambridge. 510pp.
- 西川雅高・金森悟・金森暢子・溝口次夫. 1990. 黄砂エアロゾル中の水溶性成分間のイオンバランス. エアロゾル研究. Vol.6 No2 63-70.
- 大喜多敏一. 1991. 酸性雨. 地学雑誌. 100 (6) : 927-936.
- 玉置元則・小山功. 1991. 地上から見た日本の酸性雨. 大気汚染学会誌. 26(1) : 1-22.