

短 報

高山域における冬型気圧配置時の降水の  
化学成分濃度と組成\*

朴木 英治

富山市科学文化センター

An inorganic constituents concentrations and  
compositions of snow samples collected  
at high mountain (Murodo, Toyama Prefecture)  
in the winter meteorology.

Hideharu Honoki

Toyama Science Museum

はじめに

標高2,450mの立山室堂は、北西季節風が吹く冬季には富山県平野部の風下に位置するため、中国大陸起源の酸性物質の他、富山県平野部に起源を持つ酸性物質の輸送も考えられる。また、夏季には平野部から吹き込む海風が汚染物質を輸送する可能性も考えられる。さらに室堂は、通常の雨雲や雪雲の雲底よりも高い位置にあるため、高度2000mあたりに形成される逆転層よりも上空を通過する大気中の物質の情報も得られる可能性がある。

室堂における観測例としては、積雪中の成分に関するもの<sup>1, 2)</sup>と夏季の降水成分<sup>3)</sup>に関するものがある。

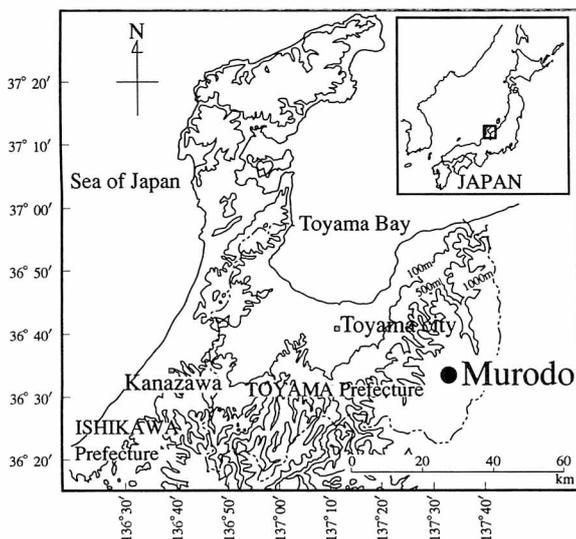


図1 調査地点

この調査では、特に、冬型気圧配置下の室堂における降水中の成分濃度や組成に関する情報、上空の大気中の物質に関する情報の手がかりとなりそうな雲粒中の成分濃度や組成に関する情報を得ることを目的として、室堂での降雪、積雪、雲粒の採取の他、室堂と黒部湖間の成分濃度や組成の違いを調べるための試料を採取し、分析を行った。

調査地点および調査方法

室堂での新雪の調査は2000年11月18日～19日にかけて、黒部平、黒部湖畔での新雪調査は11月19日に行った。新雪の採取にはアクリルパイプを利用した。また、雲粒に溶存する成分組成を知るため、ポールに生成したエビのしっぽ（過冷却された雲粒が物にあたって凍結し成長したもの）を採取した。さらに、雲粒を含んだ風を金網に当て、過冷却されている雲粒を金網上に凍結させて、雲粒を直接採取した。

調査日の気象

調査日の11月18日の気象は特異で、地上付近は曇りで風は弱く、上空に雲がかかった状態であった。標高1000mの美女平でも同様に、曇りで降水はなく風も弱い状態であった。しかし、室堂は完全に上空の雲の中にあつて視程が悪く、強い西風が吹き、降雪があった。定期バスでの移動中の観察では、降雪は上の子平から弘法（1,450m～1600m）あたりから降りはじめ、標高があがるにつれて積雪深は大きくなった。強い西風が吹いていた領域は標高2200mの天狗平から上部のみと考えられた。

なお、室堂の降雪は18日の夜までで、19日の日中は快晴であった。

結果および考察

試料の分析結果を表1に示す。

得られた試料のうち、11月18日と19日に採取したエビのしっぽのイオン成分濃度は、非常に高く、金網を使って採取した雲粒の濃度よりも10～20倍程度も高かった。金網によって採取した雲粒試料中の化学成分濃度は低く、新雪試料の値に近かったため、目的どおりに雲粒を採取したのかどうかは疑わしかった。

新雪試料の化学組成で特徴的な点は、 $\text{NO}_3^- / (\text{NO}_3^- + \text{nssSO}_4^{2-})$  比が0.1以下の非常に低い値のものも多く、室堂で2001年8月から10月にかけて行った酸性雨観測

\* 富山市科学文化センター研究業績第272号

で得られた値 (0.16)<sup>2)</sup> よりも小さく、風向などの気象的な点から考えて中国大陸から長距離輸送されてきた酸性物質のみが寄与していた可能性が考えられた。しかし、エビのしっぽの $\text{NO}_3^-/(\text{NO}_3^-+\text{nssSO}_4^{2-})$ 比の値は0.14~0.20と雪の試料と比べて高く、 $\text{NH}_4^+ / (\text{NH}_4^+ + \text{nssCa}^{2+})$ 比の値も雪試料よりも高かった点の理由は現在のところ不明である(表1)。

室堂では、近くの地獄谷から硫化水素や亜硫酸ガスが噴出しているため、試料を採取する場所によって地獄谷起源の亜硫酸ガスや硫化水素の影響があるのではと考えられたが、積雪の $\text{NO}_3^-/(\text{NO}_3^-+\text{nssSO}_4^{2-})$ 比の値は地獄谷の風下側の試料も、地獄谷の影響を受けにくい場所で採取した試料も比較的似ており、また、11月18日に採取したエビのしっぽでは地獄谷の風下側で採取したものは他の場所で取したものよりも $\text{NO}_3^- / (\text{NO}_3^- + \text{nssSO}_4^{2-})$ 比の値が若干低かったが、問題となるほどの違いがなく、今回の試料では地獄谷起源の

硫化水素や亜硫酸ガスの影響はなかったと考えられた。

また、室堂の新雪試料と、黒部平、黒部湖の新雪試料との比較では、溶存するイオン成分濃度や化学組成に大きな違いは見られなかった。

#### 参考文献

- 1) 朴木英治・飯田肇・川田邦夫・早川和一, (2000), 立山室堂(標高2,450m)におけるボーリング試料中の酸性物質質量, エコテクノロジー研究, 6(2), 148-149
- 2) 長田和夫・木戸瑞佳・飯田肇・矢吹裕伯・幸島司郎・川田邦夫・中尾正義, (2000), 立山室堂平の春期積雪に含まれる化学成分の深度分布, 雪氷, 62(1), 3-14
- 3) 朴木英治・加藤治好, (2002), 立山室堂における酸性雨観測結果(2001年8月~10月), 富山市科学文化センター研究報告, 25, 177-178

表 1 室堂〜黒部湖で採取した新雪、積雪、エビのしっば、雲粒の水質と化学組成

| 試料区分   | 採取場所        | 採取日         | 時間          | 採取<br>深さ<br>(cm) | 雪密度<br>(mm) | 降水量<br>(mm) | 電気<br>電導度<br>( $\mu\text{S/cm}$ ) | pH   | Na <sup>+</sup> | K <sup>+</sup> | Mg <sup>2+</sup> | Ca <sup>2+</sup> | NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> | Cl <sup>-</sup> | NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> | NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> | SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> | nssSO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> | nssSO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> | NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> | NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> |        |
|--------|-------------|-------------|-------------|------------------|-------------|-------------|-----------------------------------|------|-----------------|----------------|------------------|------------------|------------------------------|-----------------|------------------------------|------------------------------|-------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|------------------------------|------------------------------|--------|
|        |             |             |             |                  |             |             |                                   |      |                 |                |                  |                  |                              |                 |                              |                              |                               |                                  |                                  |                              |                              | (mg/l) |
| 雲粒捕集   | 室堂山荘横       | 00/11/18    | 14:00-16:50 | -                | -           | 13.21       | 4.84                              | 0.49 | 0.13            | 0.04           | 0.06             | 0.53             | 0.87                         | 0.00            | 0.00                         | 0.10                         | 1.94                          | 0.52                             | 1.81                             | 0.04                         | 0.04                         | 0.22   |
| 雲粒捕集   | 室堂山荘横       | 00/11/18-19 | 16:50-9:00  | -                | -           | 22.2        | 5.31                              | 0.79 | 0.43            | 0.50           | 0.14             | 2.22             | 1.04                         | 0.00            | 0.26                         | 4.68                         | 2.19                          | 4.48                             | 0.04                             | 0.04                         | 0.18                         |        |
| 降雪     | 室堂山荘横       | 00/11/18    | 14:00-16:50 | -                | -           | 13.9        | 5.13                              | 0.41 | 0.15            | 0.11           | 0.05             | 0.83             | 0.72                         | 0.00            | 0.19                         | 2.62                         | 0.82                          | 2.51                             | 0.06                             | 0.06                         | 0.17                         |        |
| エビのしっば | 室堂山荘前       | 00/11/18    | 14:20       | -                | -           | 67.5        | 5.00                              | 7.27 | 0.39            | 0.38           | 0.93             | 0.78             | 12.76                        | 0.00            | 1.00                         | 5.00                         | 0.50                          | 3.18                             | 0.20                             | 0.20                         | 0.46                         |        |
| エビのしっば | 地獄谷出口       | 00/11/18    | -           | -                | -           | 74.6        | 4.61                              | 8.22 | 0.19            | 0.40           | 0.95             | 0.89             | 13.60                        | 0.00            | 0.94                         | 5.64                         | 0.58                          | 3.58                             | 0.17                             | 0.17                         | 0.27                         |        |
| エビのしっば | 室堂山荘前1      | 00/11/19    | -           | -                | -           | 93.3        | 4.21                              | 8.39 | 0.80            | 0.57           | 1.03             | 1.26             | 13.46                        | 0.00            | 2.00                         | 9.82                         | 0.94                          | 7.72                             | 0.17                             | 0.17                         | 0.49                         |        |
| エビのしっば | 室堂山荘前2      | 00/11/19    | -           | -                | -           | 73.5        | 4.34                              | 5.91 | 0.50            | 0.53           | 0.72             | 1.48             | 9.98                         | 0.00            | 1.37                         | 7.94                         | 1.26                          | 6.45                             | 0.14                             | 0.14                         | 0.31                         |        |
| 積雪     | 室堂山荘前       | 00/11/18    | 15:49       | 32               | 0.21        | 68.3        | 15.99                             | 5.12 | 1.14            | 0.11           | 0.08             | 0.14             | 0.31                         | 1.96            | 0.00                         | 0.21                         | 1.65                          | 0.27                             | 1.37                             | 0.11                         | 0.11                         |        |
| 積雪     | 室堂ターミナル横    | 00/11/18    | 15:30       | 22               | 0.25        | 55.0        | 14.34                             | 5.13 | 0.99            | 0.11           | 0.08             | 0.13             | 0.40                         | 1.71            | 0.00                         | 0.19                         | 1.56                          | 0.36                             | 1.31                             | 0.10                         | 0.10                         |        |
| 積雪     | 地獄谷出口       | 00/11/18    | 15:00       | 16               | 0.23        | 36.4        | 15.31                             | 4.95 | 0.83            | 0.13           | 0.10             | 0.10             | 0.38                         | 1.51            | 0.00                         | 0.20                         | 1.79                          | 0.35                             | 1.58                             | 0.09                         | 0.09                         |        |
| 積雪     | 室堂中央        | 00/11/18    | 14:34       | 9                | 0.22        | 19.5        | 16.55                             | 4.92 | 1.01            | 0.13           | 0.10             | 0.14             | 0.38                         | 1.78            | 0.00                         | 0.22                         | 1.93                          | 0.34                             | 1.68                             | 0.09                         | 0.09                         |        |
| 積雪(新雪) | 室堂中央0-7cm   | 00/11/19    | 08:22       | 7                | 0.23        | 15.9        | 21.1                              | 4.76 | 1.38            | 0.14           | 0.04             | 0.16             | 0.51                         | 2.53            | 0.00                         | 0.23                         | 2.47                          | 0.46                             | 2.12                             | 0.08                         | 0.08                         |        |
| 積雪(新雪) | 室堂中央7-21cm  | 00/11/19    | -           | 14               | 0.13        | 18.9        | 14.81                             | 5.70 | 1.15            | 0.16           | 0.19             | 0.14             | 1.09                         | 1.92            | 0.00                         | 0.16                         | 2.51                          | 1.05                             | 2.22                             | 0.05                         | 0.05                         |        |
| 積雪(新雪) | 室堂中央21-24cm | 00/11/19    | -           | 3                | 0.85        | 25.5        | 5.46                              | 5.32 | 0.13            | 0.03           | 0.00             | 0.00             | 0.34                         | 0.17            | 0.00                         | 0.00                         | 0.89                          | 0.34                             | 0.86                             | 0.00                         | 0.10                         |        |
| 下層ザラメ雪 | 室堂中央24-40cm | 00/11/19    | 08:28       | 16               | 0.42        | 67.3        | 4.92                              | 5.25 | 0.08            | 0.05           | 0.00             | 0.00             | 0.38                         | 0.16            | 0.00                         | 0.06                         | 0.96                          | 0.37                             | 0.94                             | 0.05                         | 0.13                         |        |
| 新雪     | 黒部平         | 00/11/19    | 09:26       | 22               | 0.16        | 35.1        | 19.1                              | 5.24 | 1.50            | 0.20           | 0.23             | 0.21             | 0.61                         | 2.61            | 0.00                         | 0.25                         | 2.38                          | 0.55                             | 2.00                             | 0.09                         | 0.28                         |        |
| ザラメ雪   | 黒部平         | 00/11/19    | 11:00       | -                | -           | 20.2        | 5.61                              | 1.24 | 0.12            | 0.47           | 0.22             | 1.75             | 2.16                         | 0.00            | 0.20                         | 3.50                         | 1.71                          | 3.19                             | 0.05                             | 0.05                         | 0.07                         |        |
| 新雪     | 大観望         | 00/11/19    | -           | -                | -           | 8.7         | 5.46                              | 0.41 | 0.10            | 0.08           | 0.07             | 0.67             | 0.56                         | 0.00            | 0.09                         | 1.50                         | 0.65                          | 1.39                             | 0.05                             | 0.05                         | 0.14                         |        |
| 新雪     | 黒部湖         | 00/11/19    | 10:31       | 12               | 0.18        | 21.5        | 24.2                              | 4.90 | 1.76            | 0.19           | 0.18             | 0.23             | 0.99                         | 3.24            | 0.00                         | 0.37                         | 2.89                          | 0.92                             | 2.45                             | 0.10                         | 0.19                         |        |
| ザラメ雪   | 黒部湖         | 01/11/19    | -           | -                | 4.3         | 40.5        | 6.20                              | 2.74 | 0.30            | 0.32           | 0.28             | 4.34             | 5.04                         | 0.00            | 0.51                         | 4.04                         | 4.23                          | 3.35                             | 0.11                             | 0.11                         | 0.07                         |        |