

短 報

立山における標高別の酸性雨と霧水の違いに関する調査結果2004*

Observation of Acid rain and fog collected at different altitudes on Mt. Tateyama, 2004

朴木英治¹⁾・渡辺幸一²⁾

1) 富山市科学文化センター, 2) 富山県立大学短期大学部環境システム工学科

1. 緒言

立山連峰は富山県の東部に位置し、ザラ峠から南側部分は新富山市の市域となったため、立山山岳域の酸性雨の状況を明らかにしていくことは富山市の環境を把握する点でも重要な問題であるが、富山市部分の山岳域は交通の便が悪いため、交通手段が整備されている立山黒部アルペンルート沿いで標高別に観測を行い、この結果から富山市域の山岳部に関する状況を類推することも場合によっては有効な方法と考えられる。立山における標高別の酸性雨観測は2003年から開始し、2003年10月分の観測データはすでに報告しているので(朴木, 2004), 本報告では2004年8月～10月までの観測結果を報告する。

2. 調査地点と観測方法

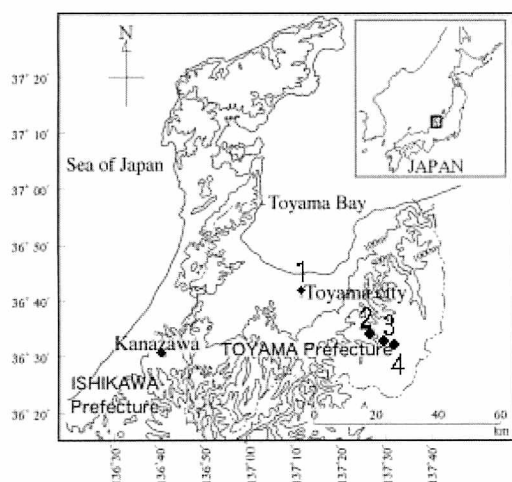


図1 調査地点
1 科学文化センター, 2 美女平, 3 弥陀ヶ原, 4 室堂平

調査地点は市街地の観測点として富山市科学文化センター(以下、科学文化センターと略す)塔屋屋上を設定し、ここで観測を継続しているバルクサンプラー試料のデータを利用した。立山では美女平(標高970 m)、弥陀ヶ原(標高1,930 m)、室堂平(標高2,450 m)の3カ所にバルクサンプラーを設置した(図1)。また、美女平と室堂平にパッシブ型霧水サンプラー(臼井工業社製)を設置し霧水を採取した。さらに、気象データを取得するため、温度・湿度データロガーと雨量計データロガーを美女平、弥陀ヶ原、室堂平に設置した。

試料の回収は、科学文化センター屋上の降水試料も含めて同一日のうちに全ての観測点の試料を回収した。また、霧水試料も同時に採取した。試料の採取時には、バルクサンプラー、霧水サンプラーの試料容器に貯留された試料の重量または容量を測定し、必要量を500 mlポリ瓶に入れたのち、降水受け器、霧水サンプラー、及び試料容器をイオン交換水で洗浄し、再度セットした。

採取した試料は、分析時まで10℃以下で保存し、陽イオン、陰イオン成分ともイオンクロマトグラフで分析した。

3. 結果と考察

3.1 降水量

図2は各観測点の標高に対する降水量を示したものである。2004年は9月から11月にかけて富山県内は何度も台風の直撃を受けたが、弥陀ヶ原の観測設備が転倒した程度で、室堂平、美女平の機材への被害はなかった。このため、弥陀ヶ原の9月分の降水

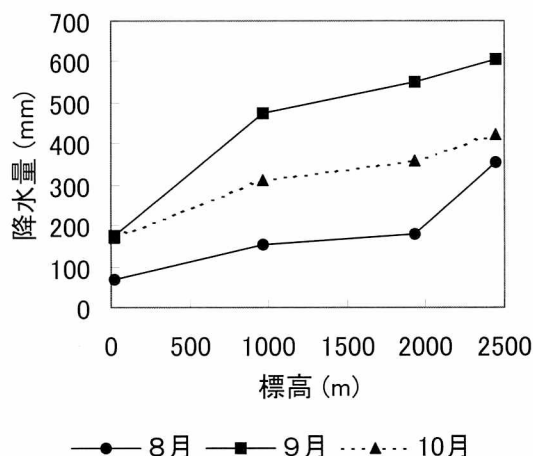


図2 各調査地点における降水量 (バルクサンプラー試料から計算)

* 富山市科学文化センター研究業績第327号

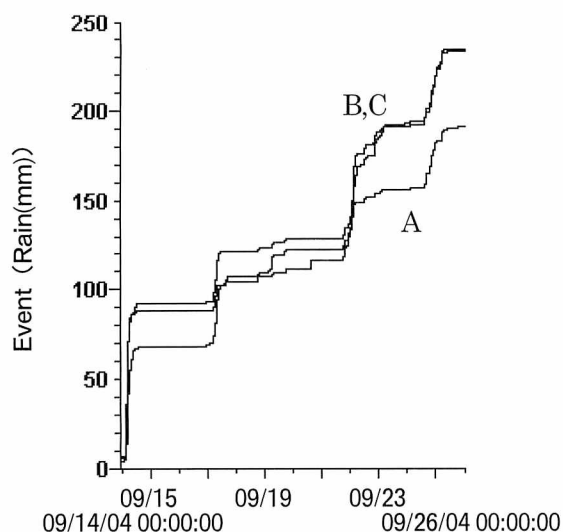


図3 調査地点に設置した雨量計による降水量
(A) 美女平, (B) 弥陀ヶ原, (C) 室堂平

量は真値よりも少なめと考えられる。また、8月分の1試料について降水量が不明の物があり、他の月と比べて弥陀ヶ原の降水量が相対的に少なめとなっている。

各調査地点の標高に対する降水量の変化を見ると(図2)、標高が高くなるにつれて降水量が増加しており、2003年の観測結果(朴木, 2004)と同様であった。

図3に雨量計による2004年9月14日～26日にかけての観測例を示したが、常に室堂平の降水量が他の2地点の降水量よりも多いわけではなく、3地点の降水量がほぼ同程度の場合、美女平での降水量が室堂や弥陀ヶ原と比べて少ない場合、弥陀ヶ原の降水量が他の2地点よりも多くなる場合など気象状況によって3地点の降水量の分布パターンが異なるようであった。ただ、降水現象が見られた時間帯は3カ所ともほぼ同一で、各観測地点間の降水量の違いは降水現象があった時間の長さの違いと言うよりは、むしろ、降水強度の違いの方が大きく寄与していた。

3.2 ナトリウムイオン濃度

各観測点の標高に対する降水中のナトリウムイオン濃度を図4にプロットした。降水中のナトリウムイオンの起源は主に海塩と考えられる。

一般に、降水中の海塩起源成分には海岸線からの距離に対して濃度が低下する内陸効果や標高が高くなると濃度が低下する高度効果が見られるが、図4には美女平から室堂平の間で標高が高くなるにつれて濃度が低くなる高度効果が見られた。

平野に位置する科学文化センターにおける降水中のナトリウムイオンの月別平均濃度は0.45mg/l

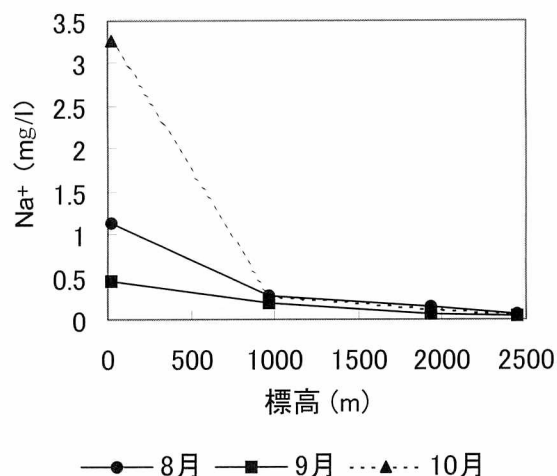


図4 各調査地点における降水中のナトリウムイオンの平均濃度

(9月) ~3.27 mg/l (10月)まで幅広く観測された。9月は台風などによって集中的に雨が降ったために濃度が低下したものと考えられた。北陸地方では冬型気圧配置時に降水中の海塩成分濃度が高くなるので(朴木 1990)、10月の高濃度は弱い冬型気圧配置による降水が原因と考えられた。

これに対して立山美女平での降水中のナトリウムイオン濃度は、8月と10月においては科学文化センターと比べて急激に濃度が低下した。また、立山の各観測について月毎に濃度を比較すると変化は非常に少なく、科学文化センターの降水とは対照的であった。

3.3 非海塩性硫酸イオン濃度

標高に対する非海塩性硫酸イオンの濃度を図5に示した。

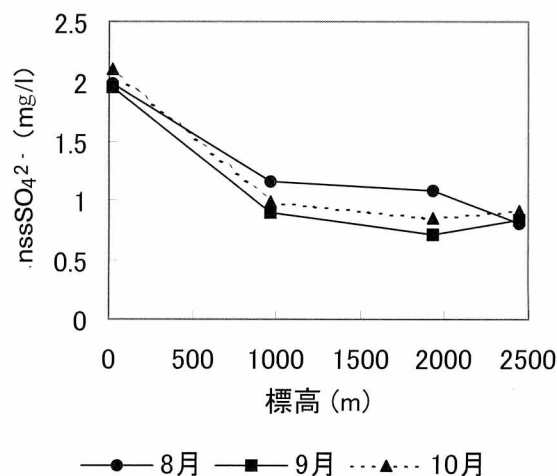


図5 各調査地点における降水中の非海塩性硫酸イオンの平均濃度

非海塩性硫酸イオンも大きく見れば、ナトリウムイオンと同様、標高が高くなると濃度が低下する傾向が見られ、さらに、科学文化センターと美女平との間で濃度が大きく低下した。

科学文化センターにおける降水中の非海塩性硫酸イオン濃度はナトリウムイオンの場合とは異なり(図4), 月毎の濃度変化は少なかった。これに対し、美女平や弥陀ヶ原では月別平均濃度に若干の違いが見られた。しかし、室堂平では科学文化センターと同様、月別の平均濃度の違いはほとんどなかった。さらに、9月と10月には弥陀ヶ原よりも室堂平の方が降水中の非海塩性硫酸イオン濃度が高くなる現象も見られた。

3.4 硝酸イオン濃度

標高に対する降水中の硝酸イオンの濃度を図6に示した。グラフの変化パターンは非海塩性硫酸イオンのそれ(図. 5)と比較的似ていたが、硝酸イオンの場合、全ての観測点で9月と10月の平均濃度がほぼ同じであった点が異なっていた。また、非海塩性硫酸イオンでは弥陀ヶ原での9月と10月の濃度は室堂平よりも低かったが、硝酸イオンの場合は全ての月において、室堂平の方が低かった。

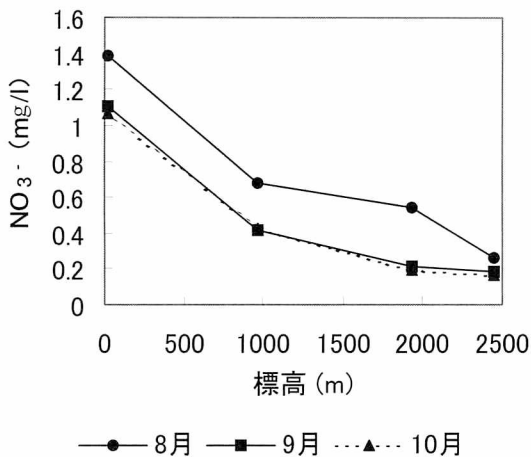


図6 各調査地点における降水中の硝酸イオンの平均濃度

3.5 硝酸寄与比

硝酸寄与比とは酸性成分合計に占める硝酸イオンの比で $\text{NO}_3^- / (\text{NO}_3^- + \text{nssSO}_4^{2-})$ (当量濃度比) で示す。図7は各調査地点の硝酸寄与比の値を示したもので、各月とも市街地の科学文化センターで高く、立山では標高が高くなるにつれて低くなった。

科学文化センターにおける硝酸寄与比の値は、国内起源の酸性物質が主体となる夏期の場合に0.3～

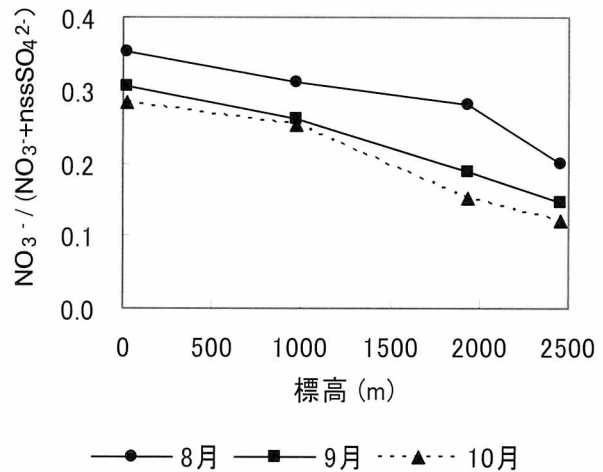


図7 各調査地点における降水中の酸性物質の硝酸寄与比

0.34程度の値を示す(朴木・早川, 2004)。

石川県の羽咋市の海岸線上で採取した冬型気圧配置時に降った新雪のみで求めた硝酸寄与比の平均値は0.14 (Honoki et al. 2001)で、これは北陸地域の海岸線上に沈着したアジア大陸起源の酸性物質の硝酸寄与比の平均的な値を示しているものと考えられる。

科学文化センターでは硝酸寄与比の値が0.28～0.35で地元起源の酸性物質の影響がほとんどと考えられた。これに対して、立山の室堂平では8月で0.20と中程度に低く、国内起源の酸性物質とアジア大陸起源の酸性物質とが混合していたと考えられた。さらに、10月では硝酸寄与比の値が0.12となり、アジア大陸起源の酸性物質が主体であったと考えられた。また、美女平～室堂平までのグラフを見ると、標高が高くなるにつれて硝酸寄与比の値が低下していた。これは、標高が高くなるにつれて国内起源の酸性物質の影響が少なくなり、相対的にアジア大陸起源の酸性物質の影響度が高まったためと考えられた。

3.6 非海塩性カルシウムイオン

各観測地点における降水中の非海塩性カルシウムイオンの濃度を図8に示した。降水中の非海塩性カルシウムイオン濃度は、各月とも、富山市市街地と比べて美女平で大きく低下するが、弥陀ヶ原で濃度が増加した。立山の3地点で比較すると弥陀ヶ原での降水中の非海塩性カルシウムイオン濃度が最も高かった。

弥陀ヶ原の観測点は未舗装の駐車場の東端に設置

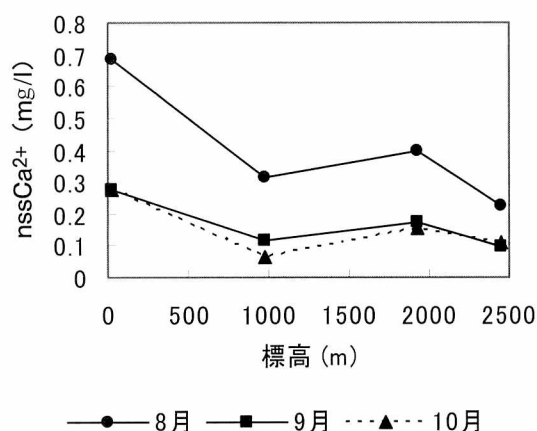


図8 各調査地点の降水中の非海塩性カルシウムイオン濃度

してあり、強い西風が吹いた際に土壌粒子が入る可能性があるが、試料回収時の点検では容器内にたまった土壌粒子はほとんど無く、弥陀ヶ原における降水中の非海塩性カルシウムイオンの高濃度の原因は不明である。

3.7 アンモニウムイオン

各観測地点における降水中のアンモニウムイオンの濃度を図9に示した。

非海塩性カルシウムイオンの場合と同様、アンモニウムイオンも科学文化センターと美女平との間で濃度が急激に低下したが、8月は弥陀ヶ原と室堂平との間でも濃度が低下する現象が見られた。また、9月、10月では美女平、弥陀ヶ原、室堂平での濃度はほとんど同じであった。この点では、弥陀ヶ原で濃度が高くなった非海塩性カルシウムイオンとはやや異なる変化パターンを示した。

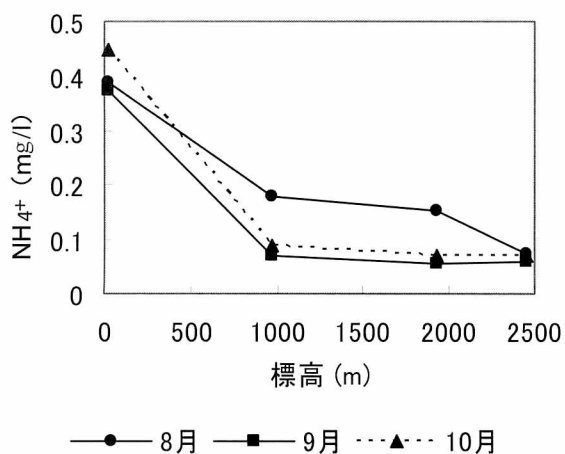


図9 各調査地点の降水中のアンモニウムイオンの平均濃度

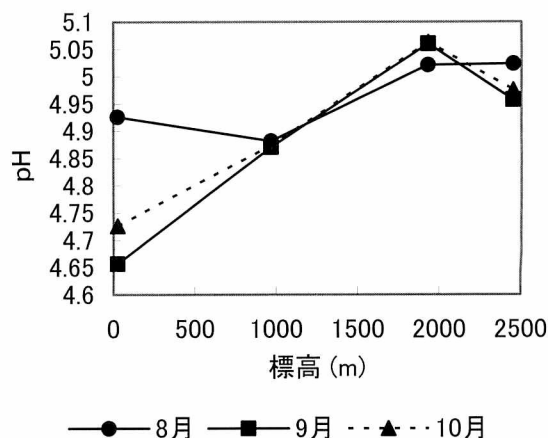


図10 各調査地点の降水中の平均 pH

3.8 pH

図10に各調査地点の標高に対する降水の平均pHを示した。8月は富山市市街地の科学文化センターと比べて美女平の酸性雨が若干強まったが、9月、10月は科学文化センターと比べて立山の観測点の方が酸性雨は弱かった。

降水のpHは降水中の酸性物質の濃度の大小だけでは決まらず、酸性物質である非海塩性硫酸イオンと硝酸イオンとの合計値と中和物質である非海塩性カルシウムイオンとアンモニウムイオンの合計値とのバランスによって決まる。8月のpHは美女平で最も低かったが、酸性物質の合計濃度は科学文化センターと比べて低く、pHが低下した原因は中和物質の濃度の低下が酸性物質の濃度の低下よりも大きかったことが原因と考えられた。

また、弥陀ヶ原のpHが他の観測点と比べて最も高かった原因は、弥陀ヶ原での降水中の非海塩性カルシウムイオン濃度が立山の他の観測点よりも高かったためと考えられた。

3.9 霧水と降水との化学成分濃度の比較

Table 1に美女平と室堂平における霧水と降水の主要成分濃度の最大濃度、最小濃度、平均濃度を比較した。霧水の採取に用いたパッシブ型のサンプラーによる霧水の補足率は風速によって異なり、無風状態では原理的に補足率が0となるため、平均濃度は単純平均で表した。降水の平均濃度も霧水と同様に単純平均で表した。

美女平では、霧水中的のナトリウムイオン、アンモニウムイオン、非海塩性カルシウムイオン、硝酸イ

表1 美女平、室堂平における降水と霧水との酸性雨関連成分濃度の最大値、最小値、平均値の比較

		pH	Na ⁺ (mg/l)	NH ₄ ⁺ (mg/l)	NO ₃ ⁻ (mg/l)	nssCa ²⁺ (mg/l)	nssSO ₄ ²⁻ (mg/l)	NO ₃ ⁻ /(NO ₃ ⁻ +nssSO ₄ ²⁻) (当量比)
(美女平)								
降水	最大値	5.34	0.92	0.88	4.76	0.98	7.86	0.38
	最小値	4.00	0.05	0.04	0.00	0.00	0.48	0.00
	平均値	4.80	0.33	0.19	0.95	0.27	1.70	0.26
霧水	最大値	5.96	60.23	6.73	70.60	5.95	24.06	0.69
	最小値	4.30	2.05	0.16	4.84	0.32	2.50	0.45
	平均値	4.81	20.37	2.54	26.06	2.87	12.29	0.60
(室堂平)								
降水	最大値	6.63	0.36	2.30	1.99	1.38	5.18	0.26
	最小値	4.40	0.02	0.01	0.00	0.00	0.45	0.00
	平均値	5.04	0.09	0.23	0.39	0.20	1.31	0.14
霧水	最大値	5.39	5.86	3.29	13.45	3.66	21.46	0.56
	最小値	3.60	0.04	0.03	0.00	0.00	0.69	0.00
	平均値	4.33	1.19	1.09	5.31	0.59	6.27	0.35

オン、非海塩性硫酸イオンの平均濃度は降水中のそれらの濃度の、それぞれ、62倍、13倍、11倍、27倍、7倍であった。また、硝酸寄与比の平均値は降水では0.26であったのに対し、霧水では0.60と非常に高い値を示した。

室堂平では、霧水中のナトリウムイオン、アンモニウムイオン、非海塩性カルシウムイオン、硝酸イオン、非海塩性硫酸イオンの平均濃度は降水中のそれらの濃度の、それぞれ、15倍、5倍、3倍、14倍、5倍であった。また、室堂平における降水の硝酸寄与比の平均値は0.14であったのに対し、霧水中のそれは0.35であった。

これらのように、美女平、室堂平とも霧水中の各成分濃度は降水中のその濃度よりも高く、特に、美女平での各成分の(霧水中/降水中)の比の値は室堂平での比の値と比べて大きかった。また、美女平、室堂平とも(霧水中/降水中)の値はイオン成分によって異なり、しかも硝酸寄与比の値も異なることから、降水中の成分は霧水が単純に希釈された物ではなく、含まれる成分は降水と霧とでは異なる成り立ちを持つものと考えられた。

さらに、霧水の各成分濃度について、(美女平/室堂平)の比をとると、ナトリウムイオン、アンモニウムイオン、非海塩性カルシウムイオン、硝酸イオン、非海塩性硫酸イオンでは、それぞれ、17.1倍、2.3倍、4.9倍、4.9倍、2.0倍で、成分によって比の値が異なることや、硝酸寄与比の値が美女平の霧で0.60であるのに対し、室堂平のそれでは0.35と低く、室堂に発生する霧は美女平に発生する霧が単純に希釈された物ではなく、含まれる物質の起源は異なる可能性があることが分った。この点に関しては、既報でも言及されていた(安念他, 1993)。

4. 結論

富山市市街地の科学文化センターと立山の美女平、弥陀ヶ原、室堂平で2004年7月29日～10月28日まで降水を同時に採取し、酸性雨に係る化学成分濃度や化学組成を比較した。また、美女平と室堂平で採取した霧水と降水についても同様の比較をした。

降水量では、月平均で見ると標高が高くなるにつれて降水量は多くなったが、雨量計のデータを見る

と、気象状況によっては標高の低い部分で降水量が多くなる場合も見られた。

海塩起源と考えられるナトリウムイオンでは、平野に位置する科学文化センターは月によって濃度が大きく変動したが、立山の各観測点の各月毎の平均濃度のバラツキは小さかった。また、標高が高くなるにつれてナトリウムイオンの平均濃度は低下した。

酸性雨の原因成分である非海塩性硫酸イオンや硝酸イオンでは、科学文化センターと立山美女平との間で濃度がかなり低下した。立山の各観測点で比較すると、硝酸イオンでは標高が高い観測点ほど濃度は低下したが、非海塩性硫酸イオンでは最も標高が高い室堂平での濃度が弥陀ヶ原での濃度よりも高くなる場合も見られた。

酸性雨の中和成分であるアンモニウムイオンと非海塩性カルシウムイオンでも、酸性成分と同様、科学文化センターと美女平との間で濃度がかなり低下した。しかし、立山の各観測点で比較すると、アンモニウムイオンでは標高が高くなると濃度は低下したが、非海塩性カルシウムイオンでは弥陀ヶ原で濃度が高くなる現象が見られた。

美女平と室堂平で採取した霧水と降水との比較では、どちらの観測点の試料でも霧水中の化学成分濃度は降水中のそれらの濃度の数倍から数十倍高く、成分によってその倍率が異なることから、降水は霧水を単純に希釈した物とは考えられない事がわかった。また、美女平の霧水中の化学成分濃度は室堂平の霧水中のそれらの濃度の数倍から十数倍高く、しかも、成分によってその倍率が異なることから、室堂の霧水に含まれる物質の起源と美女平の霧水に含まれる物質の起源とは異なるものと考えられた。

なお、資料として各調査地点の試料分析値を表2～4に示した。

謝辞

中部山岳国立公園の立山での調査にあたり、富山県(自然保護課)のご厚意により、観測機材の設置許可と国有林の共同使用の許可をいただきました。また、富山森林管理署のご厚意により国有林の使用許可をいただきました。美女平では立山開発鉄道(株)のご厚意により、立山ケーブル美女平駅駅舎及び付属施設での観測機材の設置許可をいただきました。

また、観測機材の運搬のための立山有料道路の通行に際して、富山県警交通規制課のご配慮により、公用車の通行を許可していただきました。

試料の回収にあたり、富山県立山センター職員の皆様、上市警察署立山山岳警備隊の皆様、立山ケーブル美女平駅駅員の皆様のご支援をいただきました。ここに厚くお礼申し上げます。

また、強烈な台風の通過の後、転倒していた弥陀ヶ原の観測設備を復旧していただいた匿名の方にも厚くお礼申し上げます。

参考文献

- 安念清・坂森重治・近藤隆之,1993,酸性霧総合調査(第2報),富山県公害センター所報,**21**,92-101
 朴木英治,1990,富山市における降水中の主要イオン相互,および,それらと気象要素との関連性,富山市科学文化センター研究報告,**13**,151-155
 朴木英治,2004,立山における酸性雨観測および降水と雲粒との化学成分濃度の違いに関する調査,富山市科学文化センター研究報告,**27**,81-85
 朴木英治,早川和一,2004,富山市における冬期降水中のアジア大陸起源の非海塩性硫酸イオンと硝酸イオン, J. Ecotech. Res., **10**(2), 101-106
 Honoki, H., Tsushima, K. and Hayakawa, K., 2001, Inorganic constituents in snow accompanied by winter wind and their origin in the Hokuriku districts, J. Heal. Sci., **47**,(6), 559-564

表2 立山美女平における降水中の化学成分濃度

年月日	形態	降水量 (mm)	電気伝導度 ($\mu\text{s}/\text{cm}$)	pH	Na ⁺ (mg/l)	NH ₄ ⁺ (mg/l)	K ⁺ (mg/l)	Mg ²⁺ (mg/l)	Ca ²⁺ (mg/l)	Cl ⁻ (mg/l)	NO ₃ ⁻ (mg/l)	SO ₄ ²⁻ (mg/l)	nssCa ²⁺ (mg/l)	nssSO ₄ ²⁻ (mg/l)	F ⁻ (mg/l)
美女平															
2004.8.12	雨	—	44.7	4.33	0.37	0.73	0.14	0.09	1.00	1.42	3.30	4.89	0.98	4.79	0.00
2004.8.19	雨	—	10.3	4.76	0.08	0.25	0.04	0.03	0.20	0.13	0.93	1.53	0.20	1.51	0.00
2004.8.23	雨	29.0	9.2	4.97	0.92	0.14	0.50	0.07	0.31	1.13	0.48	1.01	0.27	0.78	0.20
2004.8.26	雨	6.2	11.8	4.69	0.38	0.18	0.33	0.07	0.37	0.45	0.90	1.21	0.35	1.11	0.10
2004.9.2	雨	47.9	4.2	5.34	0.16	0.05	0.26	0.02	0.43	0.19	0.17	0.60	0.42	0.56	0.05
2004.9.7	雨	—	3.1	5.21	0.13	0.05	0.21	0.03	0.16	0.12	0.14	0.51	0.16	0.48	0.00
2004.9.9	雨	0.2		5.10	0.33	0.04	1.77	0.11	0.56	1.36	0.00	1.25	0.54	1.17	0.00
2004.9.13	雨	3.7	68.2	4.00	0.72	0.88	0.40	0.14	0.86	1.25	4.76	8.04	0.83	7.86	0.00
2004.9.14	雨	89.0	5.1	5.10	0.07	0.08	0.00	0.00	0.13	0.08	0.20	0.66	0.13	0.64	0.00
2004.9.17	雨	—	17.6	4.46	0.15	0.16	0.03	0.03	0.13	0.22	1.09	1.88	0.13	1.84	0.00
2004.9.24	雨	55.5	13.7	4.56	0.16	0.15	0.08	0.02	0.12	0.26	0.92	1.73	0.12	1.69	0.00
2004.10.1	雨	169.7	8.9	4.87	0.29	0.04	0.00	0.00	0.00	0.55	0.44	0.85	0.00	0.78	0.00
2004.10.6	雨	63.7	11.9	4.78	0.05	0.13	0.00	0.00	0.07	0.14	0.72	1.09	0.07	1.07	0.00
2004.10.14	雨	72.2	9.1	4.83	0.19	0.08	0.00	0.00	0.00	0.32	0.43	1.10	0.00	1.06	0.00
2004.10.20	雨	49.0	14.2	4.81	0.76	0.09	0.07	0.12	0.23	1.26	0.40	1.30	0.20	1.11	0.00
2004.10.22	雨	102.2	4.8	5.17	0.13	0.03	0.00	0.00	0.00	0.17	0.10	0.63	0.00	0.60	0.00
2004.10.28	雨	23.9	19.6	4.61	0.69	0.23	0.07	0.10	0.22	1.11	1.10	2.10	0.20	1.93	0.00
2004.11.4	雨	42.8	18.9	4.53	0.42	0.23	0.06	0.08	0.21	0.68	0.92	2.12	0.20	2.01	0.00
2004.11.10	雨	1.5			1.06	15.37	2.42	0.50	0.99	2.29	2.54	5.43	0.95	5.16	0.00
2004.11.15	雨	121.2	15.2	4.73	0.58	0.17	0.04	0.12	0.27	0.97	0.52	1.68	0.25	1.53	0.00
2004.11.18	雨	22.9	45.1	4.35	2.43	0.52	0.20	0.29	0.32	4.34	1.77	4.05	0.23	3.44	
2004.11.19	雨	15.5	5.1	5.15	0.11	0.15	0.00	0.00	0.15	0.14	0.39	0.99	0.14	0.96	0.00
2004.11.26	雨	12.3	54.8	4.18											

表3 立山弥陀ヶ原における降水中の化学成分濃度

年月日	形態	降水量 (mm)	電気伝導度 ($\mu\text{s}/\text{cm}$)	pH	Na ⁺ (mg/l)	NH ₄ ⁺ (mg/l)	K ⁺ (mg/l)	Mg ²⁺ (mg/l)	Ca ²⁺ (mg/l)	Cl ⁻ (mg/l)	NO ₃ ⁻ (mg/l)	SO ₄ ²⁻ (mg/l)	nssCa ²⁺ (mg/l)	nssSO ₄ ²⁻ (mg/l)	F ⁻ (mg/l)
弥陀ヶ原															
2004.8.12	雨	—	11.3	4.94	0.08	0.28	0.08	0.00	0.48	0.14	0.90	1.79	0.48	1.77	0.00
2004.8.19	雨	64.1	9.9	4.78	0.04	0.20	0.05	0.00	0.00	0.09	0.70	1.34	0.00	1.33	0.00
2004.8.23	雨	—	7.0	5.58	0.16	0.08	0.09	0.00	0.81	0.22	0.48	0.90	0.80	0.86	0.00
2004.8.26	雨	25.9	6.1	5.03	0.36	0.11	0.44	0.02	0.33	0.39	0.44	0.72	0.32	0.63	0.13
2004.9.2	雨	24.1	5.1	5.71	0.30	0.08	0.75	0.07	0.73	0.33	0.10	0.88	0.72	0.80	0.12
2004.9.7	雨	—	2.2	5.32	0.03	0.02	0.04	0.00	0.16	0.03	0.00	0.43	0.16	0.43	0.00
2004.9.9	雨	35.9	3.2	5.45	0.11	0.02	0.07	0.00	0.28	0.17	0.00	0.55	0.27	0.52	0.00
2004.9.13	雨	7.1	21.9	4.56	0.19	0.55	0.13	0.00	0.40	0.38	1.62	3.49	0.40	3.44	0.00
2004.9.14	雨	99.6	3.8	5.37	0.08	0.06	0.00	0.00	0.30	0.07	0.14	0.60	0.30	0.58	0.00
2004.9.17	雨	—	10.9	4.68	0.09	0.15	0.03	0.00	0.12	0.14	0.60	1.36	0.12	1.34	0.00
2004.9.24	雨	87.4	11.0	4.72	0.10	0.14	0.03	0.01	0.15	0.14	0.61	1.28	0.15	1.26	0.00
2004.10.1	雨	160.3	4.3	5.14	0.02	0.02	0.00	0.00	0.10	0.03	0.13	0.55	0.10	0.54	0.00
2004.10.6	雨	54.9	7.9	4.84	0.04	0.07	0.00	0.00	0.11	0.07	0.32	0.99	0.11	0.98	0.00
2004.10.14	雨	79.1	3.9	5.16	0.03	0.03	0.00	0.00	0.09	0.05	0.13	0.57	0.09	0.56	0.00
2004.10.20	雨	79.8	7.8	5.18	0.38	0.12	0.01	0.10	0.12	0.65	0.21	0.96	0.11	0.86	0.00
2004.10.22	雨	119.9	3.7	5.28	0.01	0.02	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00	0.73	0.20	0.72	0.00
2004.10.28	雨	24.9	18.1	4.61	0.45	0.25	0.10	0.09	0.32	0.69	1.00	2.13	0.31	2.02	0.00
2004.10.28	新雪	5.5	—	—	0.31	0.12	0.05	0.04	0.24	0.46	0.23	0.90	0.23	0.82	

表4 立山室堂平における降水中の化学成分濃度

年月日	形態	降水量 (mm)	電気伝導度 ($\mu\text{s}/\text{cm}$)	pH	Na ⁺	NH ₄ ⁺	K ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	nssCa ²⁺	nssSO ₄ ²⁻	F ⁻
室堂					(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)
2004.7.14					0.58	0.52	0.15	0.12	1.05	0.65	1.78	2.62	1.03	2.47	0.33
2004.7.14	雨	6.7	16.4	5.62	0.99	0.48	0.61	0.11	1.13	1.13	1.99	2.32	1.09	2.07	0.20
2004.8.5	雨	0.8		6.63	0.23	2.30	1.49	0.11	1.39	1.33	0.90	3.33	1.38	3.27	0.00
2004.8.12	雨	—	7.9	4.78	0.05	0.08	0.05	0.02	0.23	0.08	0.53	1.19	0.23	1.18	0.00
2004.8.19	雨	97.6	8.6	4.79	0.06	0.14	0.06	0.00	0.20	0.09	0.52	1.26	0.20	1.25	0.00
2004.8.23	雨	58.3	5.6	5.15	0.10	0.08	0.13	0.06	0.28	0.17	0.32	0.85	0.27	0.83	0.00
2004.8.26		27.0	7.9	4.80	0.04	0.05	0.05	0.00	0.09	0.08	0.38	0.86	0.08	0.85	0.00
2004.9.2	雨	146.3	3.0	5.44	0.06	0.04	0.12	0.00	0.24	0.07	0.00	0.47	0.24	0.45	0.00
2004.9.7	雨	—	2.1	5.21	0.04	0.03	0.00	0.00	0.08	0.03	0.00	0.52	0.08	0.51	0.00
2004.9.9	雨	52.8	3.2	5.36	0.11	0.05	0.03	0.00	0.17	0.16	0.00	0.54	0.17	0.52	0.00
2004.9.13	雨	6.6	38.3	4.25	0.36	0.59	0.21	0.06	0.24	0.58	1.99	5.27	0.22	5.18	0.00
2004.9.14	雨	77.6	7.8	5.00	0.07	0.05	0.00	0.00	0.11	0.10	0.24	0.79	0.10	0.77	0.00
2004.9.17	雨	—	6.5	4.78	0.05	0.11	0.00	0.00	0.08	0.09	0.43	1.08	0.07	1.07	0.00
2004.9.24	雨	117.3	11.4	4.68	0.07	0.13	0.03	0.00	0.09	0.11	0.57	1.47	0.09	1.46	0.00
2004.10.1	雨	197.1	5.1	5.10	0.02	0.01	0.00	0.00	0.09	0.03	0.00	0.61	0.09	0.60	0.00
2004.10.6	雨	84.6	7.6	4.86	0.03	0.10	0.00	0.00	0.00	0.06	0.23	1.09	0.00	1.09	0.00
2004.10.14	雨	96.7	3.3	5.24	0.02	0.01	0.01	0.00	0.08	0.03	0.06	0.49	0.08	0.49	0.00
2004.10.20	雨	85.1	5.4	5.15	0.14	0.10	0.02	0.03	0.14	0.23	0.18	0.85	0.13	0.81	0.00
2004.10.22	雨	105.8	4.5	5.09	0.02	0.01	0.00	0.00	0.19	0.03	0.00	0.76	0.19	0.76	0.00
2004.10.28	雨	25.7	2.5	4.40	0.29	0.34	0.08	0.04	0.22	0.41	1.04	3.27	0.21	3.20	0.00
2004.10.28	雪	22.7			0.05	0.06	0.00	0.00	0.00	0.06	0.07	0.65	0.00	0.63	0.00
2004.9.17 3:00~6:20	雨	—	7.7	4.95	0.08	0.16	0.00	0.02	0.16	0.09	0.45	1.09	0.15	1.07	0.00
2004.9.17 6:30~9:00	雨	—	6.5	4.78	0.04	0.09	0.00	0.00	0.06	0.06	0.23	0.85	0.06	0.84	0.00
2004.10.28 積雪上1.5cm		2.2	—	—	0.13	0.05	0.00	0.00	0.11	0.44	0.20	0.78	0.11	0.74	0.00
2004.10.28 積雪下8.5cm		29.4	—	—	0.13	0.04	0.23	0.11	0.87	0.16	0.00	0.73	0.86	0.70	0.00