

平成 21 年 6 月 20 日現在

研究種目：基盤研究(B)
 研究期間：2006～2008
 課題番号：18310022
 研究課題名（和文） 立山・亜高山帯における大気を中心とした物質動態・化学変化プロセスと生態系相互作用
 研究課題名（英文） Variation of substances and chemical processes in the atmosphere and ecosystem interactions at a sub-alpine site, Mt. Tateyama
 研究代表者
 渡辺 幸一（WATANABE KOICHI）
 富山県立大学短期大学部・准教授
 研究者番号：70352789

研究成果の概要：立山において、霧水・降水・積雪の採取・化学分析、微量気体成分やエアロゾル粒子などの観測を行うと共に、植生への影響について検討した。国内からの大気汚染に加えて越境汚染や黄砂粒子の影響も気象条件によって大きく受けることが明らかとなった。越境汚染物質の輸送に伴う強い酸性霧や高濃度オキシダント物質による生態系への影響も懸念される。また、立山で深刻化しているブナの衰退は、アルペンルートなどローカルな汚染によるものではなく、オゾンなどの広域大気汚染の影響を受けている可能性が示された。

交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2006 年度	12,400,000	3,720,000	16,120,000
2007 年度	1,700,000	510,000	2,210,000
2008 年度	1,700,000	510,000	2,210,000
年度			
年度			
総計	15,800,000	4,740,000	20,540,000

研究分野：大気化学

科研費の分科・細目：環境学・環境影響評価・環境政策

キーワード：大気化学、環境分析、エアロゾル、輸送、気象、生態学、生理活性

1. 研究開始当初の背景

アジア大陸の工業化と都市化の進展に伴い、大陸からの汚染物質の移流量は今後も増加することが予想され、日本の自然植生に与える影響の増大が懸念される。本州日本海側では、低標高域においてはローカルな汚染が、高標高域においてはアジアからの広域大気汚染の影響が強く出ると予想されるが、その実態および植生への影響程度は不明である。これらの解明のために、日本海側に面し、その麓には中規模の工業都市である富山市が位置する立山は最適のフィールドであり、早急な大気-植生影響評価的観測が必要となる。

2. 研究の目的

本研究は、山岳域における大気を中心とした物質動態・化学変化プロセスと亜高山生態系への影響を解明するものである。そのため、立山において、霧水・降水・微量気体成分・エアロゾル粒子・積雪などの観測・化学分析などを行い、大気汚染物質などの動態や生態系への影響を評価する。

本研究においては、立山全体を対象とした大気-気象-植生モデルを総合した、相互作用系モデルを構築し、広域大気汚染とローカルな大気汚染の影響程度を把握することを目的としている。得られたデータについてのまとめと共に、国内の他の山岳域での観測結果との比較などを行う。また、現在立山で進

行っているブナやオオシラビソ衰退プロセスを、大気汚染ストレスと温暖化ストレスの観点から評価し、各々の影響程度の把握を行い、今後の対応に関して提言を行う。

3. 研究の方法

(1) 霧水・降水

夏期から秋期にかけて立山西側斜面の室堂平(2450m)、弥陀ヶ原(1930m)、美女平(977m)において細線式パッシブサンプラーによって霧水を採取し、化学分析を行った。降水試料については、これらの3地点の他に、美松坂(2110m)、弘法平(1630m)、上ノ小平(1430m)、桂台(650m)においてもバルク採取した。霧水・降水試料はおおよそ1週間毎に回収し、pH(電極法)や主要イオン(イオンクロマトグラフ法)の測定を行った。また、9月には室堂平で集中観測を実施し、2~3時間間隔での霧水・降水・露水の採取も行った。集中観測期間中には過酸化水素濃度の測定も行った。さらに、立山山頂付近のハイマツ林での樹幹流、林内雨、霧水等の採取・分析を行い、物質動態について考察した。

(2) エアロゾル粒子と微量気体成分

夏期から秋期を中心として、立山・美女平のバス整備工場(立山黒部アルペンルート沿道)で、オゾン(O₃)、窒素酸化物(NO_x)、二酸化硫黄(SO₂)濃度、パーティクルカウンター(OPC)による5段階粒径別エアロゾル粒子個数濃度、サルフェイトモニターによる硫酸エアロゾル濃度および走査式パーティクルサイザー(SMPS)による超微小~微小粒子粒径分布の計測を行った。OPCによるエアロゾル粒子個数濃度の測定は弥陀ヶ原(弥陀ヶ原ホテルに設置)においても行った。また、富山大学と立山・浄土山頂にスカイラジオメータを設置した。さらに、パッシブ法によるオゾン、窒素酸化物濃度の測定等をブナ平で行った。

(3) 積雪断面観測

4月の室堂平において積雪の断面観測、試料採取を行った。積雪試料は融解させずに大学へ持ち帰り冷凍保存した。一週間以内に、(試料を融解させた直後に)過酸化水素濃度やpHの測定を行い、後に、主要イオン濃度の測定を行った。また、一部の試料については、総合地球環境学研究所において、ストロンチウム同位体比(⁸⁷Sr/⁸⁶Sr)の測定を行った。

4. 研究成果

(1) 霧水

立山西側斜面における霧水化学成分の標高別の特徴は、山頂に近い室堂平で硫酸イオン濃度が占める割合が高く、標高の低い美女平で海塩成分や硝酸イオンが占める割合が

高くなっていた。強い酸性霧は室堂平で観測される事例が多かった。

立山・室堂平で発生している霧水成分の年度毎の違いを調べるために2004年や2005年に観測された結果と、本研究期間中の測定結果と比較した。図1に、2004~2007年秋期の室堂平における霧水中の加重平均化学成分濃度を示す。2005年は他年度と比較して霧水のpHが低く、硫酸イオンが占める割合が高かった。pHが4以下の強い酸性霧も度々発生していた。一方、2006年は、霧水中に含まれていたカルシウムイオン濃度が高く、土壌起源由来の物質(バックグラウンド黄砂;上空に存在する弱い黄砂)の影響が大きかったものと考えられ、霧水のpHも高かった。2004年および2007年秋期については、硫酸イオン濃度に対する硝酸イオン濃度比が比較的高かった。後方流跡線解析などから判断すると、2004年と2007年は、国内起源物質の影響を、2005年と2008年は越境汚染の影響を大きく受けていた。

立山における酸性霧発生状況は気象条件によって大きく異なることが明らかとなり今後の観測の継続が必要となる。なお、室堂平では霧水や露水中に、しばしば高濃度の過酸化水素が含まれており、二酸化硫黄の酸化能力が充分大きいだけでなく、生態系への影響も懸念される。

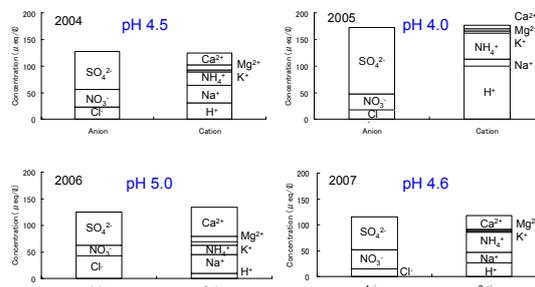


図1 2004~2007年秋期の立山・室堂平における霧水中の加重平均化学成分濃度

(2) 降水

各観測点の降水量は、平野部より立山の観測点の方が多く、標高が高くなるほど降水量が多くなる高度効果がみられた。通常、室堂平の降水量は平野部の2~3倍程度であった。

降水中の非海塩起源硫酸イオン(nssSO₄²⁻)濃度は、市街地にある平野観測点のほうが立山の観測点より高濃度であったが、立山では標高が高くなっても降水中のnssSO₄²⁻濃度の減少は小さかった。図2に9月における各地点での平均nssSO₄²⁻濃度を示す。立山では、平野部での濃度の50%以上のnssSO₄²⁻が観測され、沈着量は高所で大きいことがわかった。年度毎の平均値では、室堂平における霧水中の化学成分と同様に2005年と2008年の濃度が高かった。

降水中の硝酸イオン (NO_3^-) 濃度についても nssSO_4^{2-} の場合と同様に、平野観測点で高濃度であったが、大きな高度効果が観測され、室堂平など高高度地点で低濃度であった。立山ではどの観測地点でも、通常硝酸イオン (NO_3^-) 濃度は nssSO_4^{2-} の濃度よりも低く、霧水と同様に、硫酸イオン濃度に対する硝酸イオン濃度比 (N/S 比) は標高が高くなるにつれて小さかった。ただし、立山山頂付近の年間窒素負荷量 ($2.0\text{g-N/m}^2/\text{yr}$) は富山市街 ($1.6\text{g-N/m}^2/\text{yr}$) を上回ると考えられた。これは、大量の降水量によるだけでなく、窒素酸化物やアンモニアが濃縮された霧水の沈着による影響も大きいと考えられる。

年度毎による降水の pH を比較すると、 nssSO_4^{2-} と NO_3^- の濃度が高かった 2005 年および 2008 年に pH が低く、酸性度が高かった。また、標高 1600m より高い観測点で降水の pH が大きく上昇する事例がしばしば観測され、バックグラウンド黄砂の影響であると考えられた。特に、霧水化学の結果と同様に 2006 年に度々観測され、バックグラウンド黄砂による生態系への何らかの影響も懸念される。

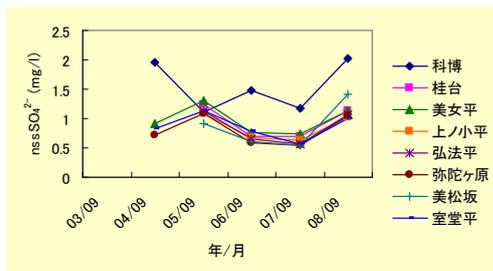


図 2 2003 年から 2008 年の 9 月における富山市街および各立山観測点での平均 nssSO_4^{2-} 濃度

(3) エアロゾル粒子と微量気体成分

パーティクルカウンター (OPC) による 5 段階エアロゾル粒子粒径別個数濃度の測定結果から、比較的標高の低い美女平では、すべての粒径において個数濃度が日中に高くなる明瞭な日変化が観測され、山谷風循環の影響が大きかった。一方、弥陀ヶ原では日変化の振幅は小さく、下層 (平野部) からの汚染物質の輸送の影響が比較的小さいものと考えられる。

2006 年 9~10 月の弥陀ヶ原では、土壌粒子によるものと考えられる粗大粒子数が増大する現象が度々観測され、バックグラウンド黄砂の影響が大きかったものと考えられる。また、スカイラジオメータによる観測結果からも、2006 年秋期は、他年度と比較して富山県上空の粗大粒子が高かった。一方で、2007 年や 2008 年秋期には粗大粒子数濃度が増大する現象は少なかったが、降水化学データとの比較から、程度の差はあるにしろ毎年少なからずバックグラウンド黄砂の影響を受け

ていることもわかった。

図 3 に、2007 年 10 月の美女平におけるサルフェイトモニターによる硫酸塩粒子濃度測定結果および SO_2 濃度の時系列を示す。硫酸塩粒子や SO_2 濃度はおおむね日中に高くなる日変化を示した。OPC による微小粒子数濃度についても同様の日変化が示され、日中に平野部からの汚染物質が輸送されてくるためであると考えられる。硫酸塩粒子は、10 月 23~25 日に比較的高濃度であり、越境汚染の影響を受けていた可能性が考えられた。

オゾン濃度は全体的に高く、夏には富山市など低標高域からの流入、秋から冬にかけては大陸からの影響が強くなることがわかった。

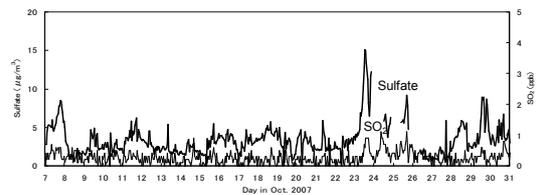


図 3 2007 年 10 月の美女平における硫酸塩粒子および SO_2 濃度の時系列

図 4 に 2007 年 10 月の粒径分布の時系列を示す。夜間の美女平における超微小~微小粒子の粒径分布は、おおむねバックグラウンド大気中の粒径分布に近かったが、超微小粒子数は午前中に急増していた。午前中の NO 濃度増加 (バスの通行による) と共に超微小粒子が増大していたことから、アルペンルートを通行する車両の影響を強く受けているものと考えられる。 SO_2 、 $0.3\mu\text{m}$ 以上の粒子数、硫酸塩粒子濃度については通行車による濃度増加はみられなかった。立山黒部アルペンルート通行車両は低公害のハイブリットバスであり、ディーゼル粒子フィルター (DPF) などの装着により、 $0.1\mu\text{m}$ 以上の粒子排出は抑制されているが、ナノ粒子の対策が環境保全のために重要となる可能性も考えられる。

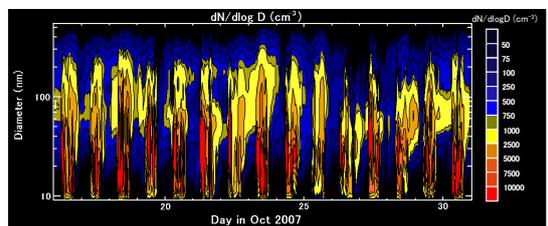


図 4 2007 年 10 月の美女平におけるエアロゾル粒子粒径分布の時系列

(4) 積雪断面観測

4 月の立山・室堂平で積雪断面観測、積雪試料の化学分析を行った結果、春期に堆積した層準に何層かの汚れ層や、冬期から春期にかけての pH やカルシウム濃度の増加などが観測

された。カルシウムイオン濃度が高い層準は目視で観測された汚れ層と良い一致をしており、黄砂粒子によるものである。

カルシウムイオン濃度が高い層準については、同時に硫酸イオンも高濃度となっている場合が多かったが、カルシウムイオンのみ高い場合もみられ、黄砂粒子が汚染物質と共に輸送されてくる事例と、汚染物質を伴わず立山へ輸送されてくる場合もあることがわかった。なお、高濃度カルシウム層中では過酸化水素濃度が非常に低く、土壌粒子による分解が起こっていたものと考えられる。

カルシウムイオンが高濃度であった試料についてストロンチウム同位体比 ($^{87}\text{Sr} / ^{86}\text{Sr}$) を測定した結果、アジア大陸乾燥地域土壌の炭酸塩中の同位体比と良い一致をしていたことから、汚れ層中の土壌物質の起源が県内など近距離からのものではなく、大陸起源の黄砂粒子であることが示された。

(5) 生態系影響

立山山頂付近では、樹冠に到達した降雨や霧、乾性沈着中の窒素分は、非常に高い効率で植物葉面上から吸収されていた。そのため、林内雨には窒素分がほとんど含まれていない。硫黄成分についてはほぼ均衡しており、マグネシウムやカルシウムは樹冠から放出されている。

弥陀ヶ原においては、ミズゴケの定着・成長が、大量の降水・雪解け水による葉脱作用によって阻害されている可能性が示された。クチクラ層など外部水流動の影響を緩和する組織を持たないミズゴケにとって、周辺水環境の変化はその存続に大きな影響を及ぼす。これらの結果は、立山の生態系において、大気からの窒素負荷の増大は物質循環過程の変化を通じて、植生に大きな影響を及ぼす可能性が示唆している。

ブナ平においてブナ衰退の原因について解析した。その結果、ブナの衰退に伴ってスギが増大していることが明らかになった。このような過程には、立山黒部アルペンルートからの排気ガス影響は認められなかった。一方、広域大気汚染によるオゾン濃度上昇や酸性霧の発生に対して耐性を持つスギが、感受性のブナと樹種交代している可能性が示唆された。

なお、温暖化ストレスについては、特に検出されなかったが、積雪量の変化が植生の垂直分布に大きく影響している可能性が示唆された。また、現時点では、本研究における主目的の一つであるオオシラビソ衰退プロセスについては十分に解明できていない。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 17 件)

1. 渡辺幸一・朴木英治・吉久真弘・西野幹・柳瀬友治：立山・美女平におけるオゾン、窒素酸化物および二酸化硫黄濃度の測定. 大気環境学会誌, 41, 268-278, 2006, 査読有り
2. Koichi Watanabe, Hisashi Kasuga, Yuko Yamada and T. Kawakami: Size distributions of aerosol number concentrations and water-soluble constituent in Toyama, Japan: a comparison of the measurements during Asian dust period with non-dust period. *Atmospheric Research*, 82, 719-727, 2006, 査読有り
3. Koichi Watanabe, Yusaku Takebe, Nobuhiro Sode, Yasuhito Igarashi, Hiroshi Takahashi and Yukiko Dokiya: Fog and rain water chemistry at Mt. Fuji case study during the September 2002 campaign. *Atmospheric Research*, 82, 652-662, 2006, 査読有り
4. Hideharu Honoki, Koichi Watanabe, M. Tafu and Kazuichi Hayakawa: Deposition of the acidic constituent in plains to mountain area around the Japan Sea, *Present and Future Environments of Pan-Japan Sea Region*, Maruzen Co., Ltd., p. 230-245, 2006, 査読有り
5. Kazuma Aoki: Aerosol optical characteristics in Asia from measurements of SKYNET sky radiometers. in IRS 2004: Current Problems, in *Atmospheric Radiation*, H. Fischer and B.-J. Sohn, Eds., A. Deepak Publishing, p. 311-313. 査読有り
6. Koichi Watanabe, Hideharu Honoki, Keita Kawashima, Akira Kitamoto, Yuki Nakayama and Tomonori Kawakami: Size distributions of Aerosol number concentrations and water-soluble constituents and precipitation chemistry in Toyama, Japan, *Journal of Ecotechnology Research*, 13(2), 65-71, 2007, 査読有り
7. Koichi Watanabe, Hideharu Honoki, Ayumi Iwai, Akira Kitamoto, Atsushi Tomatsu, Kiyoshi Noritake, Nobuko Miyashita and Keiko Yamada: Chemical characteristics of fog water at Mt. Tateyama near the coast of the Sea of Japan. *Proceedings of the 4th International Conference on Fog, Fog Collection and Dew*, 145-148, 2007, 査読無
8. 渡辺幸一: 立山・室堂平における積雪中

- の化学成分. 月刊「水」, 49, 31-35, 2007, 査読無
9. Hideharu Honoki, Koichi Watanabe, Hajime Iida, Kunio Kawada and Kazuichi Hayakawa : Deposition analysis of non-sea-salt sulfate and nitrate along to the northwest winter monsoon in Hokuriku district by a snow boring core and bulk samples. *Bulletin of Glaciological Research*, 24, 23-28, 2007, 査読有り
 10. 渡辺幸一・朴木英治 : 富山市における2007年5月の高濃度オゾンとエアロゾル粒子の事例解析. エコテクノロジー研究, 13, 277-282, 2008, 査読有り
 11. Koichi Watanabe, Hirotsugu Yamada, Isao Naruse, Manami Kawabuchi, Mikiko Aoki, Nagisa Eda and Kunio Kawada : Chemical composition in the snow pit at Murododaira near the summit of Mt. Tateyama in Japan. *Proceedings of the 36th IAH Congress*, CDROM, p.1518-1524, 2008, 査読無
 12. 朴木英治・渡辺幸一 : 立山における酸性雨観測結果 2006, 富山市科学文化センター研究報告, 31, 105-112, 2008, 査読無
 13. 青木一真 : エアロゾルの気候と大気環境への影響 (第6章執筆 : 太陽放射観測から見るエアロゾル), 気象研究ノート, 日本気象学会, 第218号, 81-91, 2008, 査読有り
 14. Koichi Watanabe, Mikiko Aoki, Nagisa Eda, Yukiko Saito, Yuki Sakai, Syoko Tamura, Mari Ohata, Manami Kawabuchi, Ayumi Takahashi, Nobuko Miyashita and Keiko Yamada : Measurements of peroxide concentrations in precipitation and dew water in Toyama. *Bulletin of Glaciological Research*, 27, 1-5, 2009, 査読有り
 15. Yoshinori Shinohara, Tomo'omi Kumagai, Kyoichi Otsuki, Atsushi Kume, Naoya Wada : Impact of climate change on runoff from a mid-latitude mountainous catchment in central Japan. *Hydrological Processes*, 23, 1418-1429, 2009, 査読有り
 16. Atushi Kume, Satoshi Numata, Koichi Watanabe, Hideharu Honoki, Haruki Nakajima, Megumi Ishida : Influence of air pollution on the mountain forests along the Tateyama-Kurobe Alpine Route, *Ecological Research*, DOI:10.1007/s11284-008-0557-2, 2009, 査読有り
 17. 青木一真・渡辺幸一 : 立山連峰における大気エアロゾル観測, エアロゾル研究, 24, 2009, 印刷中, 査読有り
- [学会発表] (計 25 件)
1. 渡辺幸一・朴木英治 : 立山における微量気体成分 (O_3 , NO_x , SO_2) および霧水・降水中の化学成分濃度の測定 (II), 第47回大気環境学会年会 (2006)
 2. 渡辺幸一 : 山岳域における霧水化学～立山における観測を中心として～, 第47回大気環境学会年会 (2006)
 3. 青木一真・松下純 : 立山・浄土山観測における高標高地域のエアロゾルの光学的特性, 2006年度日本気象学会秋季大会, (2006)
 4. 渡辺幸一・朴木英治 : 立山における微量気体成分、エアロゾル粒子個数濃度および降水化学の観測, 第48回大気環境学会年会 (2007)
 5. 渡辺幸一・山田大嗣・川渕麻菜美・川田邦夫・杉本伸夫・中野孝教・安渡敦史 : 立山・室堂平における積雪中の汚れ層の堆積時期と化学成分の輸送過程, 2007年度日本雪氷学会全国大会 (2007)
 6. 渡辺幸一・朴木英治・青木一真・山田大嗣・河村英樹 : 立山・室堂平における霧水中の化学成分—越境汚染物質とバックグラウンド黄砂の影響—, 2007年度日本気象学会秋季大会 (2007)
 7. Koichi Watanabe, Hideharu Honoki, Ayumi Iwai, Akira Kitamoto, Atsushi Tomatsu, Kiyoshi Noritake, Nobuko Miyashita and Keiko Yamada : Chemical characteristics of fog water at Mt. Tateyama near the coast of the Sea of Japan, 4th International Conference on Fog, Fog Collection and Dew, (2007)
 8. 久米篤 : 立山のハイマツは酸性雨をどう利用しているのか 日本分析化学会中部支部 北陸地区分析化学講演会 (2007)
 9. 久米篤 : ハイマツ針葉表面の物質動態 日本植物学会第71回大会 (2007)
 10. 渡辺幸一・朴木英治・山田大嗣・成瀬功・吉田裕貴・青木一真 : 立山における微量気体成分、エアロゾル粒子および霧水・降水化学の観測 (II), 2008年度日本気象学会春季大会 (2008)
 11. 渡辺幸一・朴木英治 : 立山における霧水化学とエアロゾル粒子の観測, 第49回大気環境学会年会 (2008)
 12. 朴木英治・渡辺幸一 : 富山市から立山美女平にかけて観測された強い酸性雨に関する事例研究, 第49回大気環境学会年会 (2008)
 13. 渡辺幸一・青木美貴子・齋藤由紀子・境悠希・田村尚子・川田邦夫 : 立山・室

- 堂平における積雪層中の過酸化濃度、雪氷研究大会 (2008・東京) (2008)
14. 渡辺幸一：高所における大気エアロゾルと霧水化学の観測－立山での観測を中心として－，日本エアロゾル学会山岳大気エアロゾル研究会主催第2回シンポジウム (2008)
 15. Koichi Watanabe, Isao Naruse, Yuki Yoshida, Hideharu Honoki and Kazuma Aoki: Observation of aerosol particles at Mt. Tateyama, International Aerosol Symposium 2008 (2008)
 16. Koichi Watanabe, Hirotsugu Yamada, Isao Naruse, Manami Kawabuchi, Mikiko Aoki, Nagisa Eda and Kunio Kawada: Chemical composition in the snow pit at Murododaira, near the summit of Mt. Tateyama in Japan, XXXVI IAH Congress (2008)
 17. 久米篤・沼田智史・渡辺幸一・朴木英治・中島春樹・石田仁 大気汚染物質が立山黒部アルペンルート沿いの森林に及ぼしている影響 第55回日本生態学会大会 (2008)
 18. 前田由香・久米篤・佐竹洋・渡辺幸一・朴木英治・坂井奈緒子 立山・弥陀ヶ原は高層湿原か？ 第55回日本生態学会大会 (2008)
 19. 上原佳敏・久米篤・張勁 立山高山帯のハイマツ樹冠における水・物質動態 第55回日本生態学会大会 (2008)
 20. 久米篤 大気降下物の植生への沈着と葉表面における相互作用 第49回日本植物生理学会シンポジウム (2008)
 21. Atsushi Kume, Water absorption from needle surface of *Pinus pumila*, XXXI Symposium on Polar Biology (2008)
 22. Yuka Maeda, Atsushi Kume, Why the growth of sphagnum mosses is restricted in the Midagahara Plateau, Mt. Tateyama, in Toyama Prefecture, Japan, XXXI Symposium on Polar Biology (2008)
 23. 青木一真 立山・浄土山におけるエアロゾルの太陽放射観測 日本エアロゾル学会山岳大気エアロゾル研究会，第2回シンポジウム，(2008)
 24. Kazuma Aoki, Aerosol and cloud optical properties by ground-based sky radiometer measurements, The Fifteenth International School on Quantum Electronics (ISQE2008), (2008)
 25. 上原佳敏・久米篤・朴木英治・張勁・佐竹洋 立山高山帯のハイマツ樹冠による降雨遮断 第56回日本生態学会大会

(2009)

[図書] (計5件)

1. 渡辺幸一 (単著) 大陸から飛来する大気汚染と黄砂—その自然環境への影響— 富山県・日本海学推進機構 (編集・発行) 富山スガキ株式会社 (印刷) (2007)
2. 渡辺幸一 (分担執筆) 新富山の水環境 TC 出版 (2009)
3. 久米篤 (編集・執筆) 北の森づくり Q & A 北方林業創立60周年誌 社団法人北方林業会 (2009)
4. 久米篤 (分担執筆) 植物と地球環境) 植物の百科事典 朝倉書店 (2009)
5. 青木一真 (分担執筆) 自然と経済から見つめる北東アジアの環境 (第10章執筆: 大気環境の汚染), 和田直也, 今村弘子編著, 富山大学出版会

[その他]

新聞掲載

1. 渡辺幸一: 立山霧の酸性度高まる 北日本新聞 (第1面), (2006.6)
2. 渡辺幸一: 上海からの気流汚染 (立山積雪調査で解明) 北日本新聞, (2007.9)
3. 渡辺幸一: 森林衰退の可能性を指摘 毎日新聞, (2008.2)
4. 久米篤: 立ち枯れオゾンの影響大 (立山でのブナの衰退) 毎日新聞, (2008.3)
5. 渡辺幸一: 大陸の工業地帯原因か (立山の酸性霧) 北日本新聞, (2009.1)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

渡辺 幸一 (WATANABE KOICHI)
富山県立大学短期大学部・准教授
研究者番号: 70352789

(2) 研究分担者

朴木 英治 (HONOKI HIDEHARU)
富山市科学博物館・学芸員
研究者番号: 10373482
久米 篤 (KUME ATSUSHI)
九州大学・大学院農学研究科・准教授
研究者番号: 20325492

青木 一真 (AOKI KAZUMA)
富山大学・大学院理工学研究部・准教授
研究者番号: 90345546

川田 邦夫 (KAWADA KUNIO)
富山大学・極東地域研究センター・教授
研究者番号: 20019003

(3) 連携研究者

和田 直也 (WADA NAOYA)
富山大学・極東地域研究センター・准教授
研究者番号: 40272893