

平成21年6月12日現在

研究種目： 基盤研究（B）

研究期間： 2005～2008

課題番号： 17310007

研究課題名（和文）中部山岳地域における水循環および物質循環過程の研究

研究課題名（英文）Hydrologic cycle in a mountainous catchment, Northern Japan Alps

研究代表者

鈴木 啓助（SUZUKI KEISUKE）

信州大学・理学部・教授

研究者番号： 60145662

研究成果の概要：

中部山岳地域の高山源流域において水収支および物質収支に関する研究を行い、次のことが明らかとなった。梅雨から秋にかけて降水頻度が高く、これに対応して一時的に流出量も増加するが、基底流量が最も大きくなるのは融雪期である。融雪流出が始まるまでの冬期間には、渓流水の pH と電気伝導度は徐々に増加するが、融雪流出の開始とともに両者は急激に低下する。梅雨や台風による流量増加時にも渓流水の pH と電気伝導度は一時的に低下する。融雪初期には渓流水中の Cl⁻濃度が増加する。また、渓流水中の NO₃⁻濃度は降雨による流量増加時に増加する。

交付額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2005年度	7,800,000	0	7,800,000
2006年度	2,900,000	0	2,900,000
2007年度	2,400,000	720,000	3,120,000
2008年度	2,500,000	750,000	3,250,000
総計	15,600,000	1,470,000	17,070,000

研究分野： 水文学、雪氷学、地球化学

科研費の分科・細目： 環境学、環境動態解析

キーワード： 渓流水、山地流域、積雪、物質収支

1. 研究開始当初の背景

わが国の中部山岳地域は3000m級の山並みが連なり、冬季には積雪に覆われる。本地域には松本などの中規模都市がいくつか分布しているが、いわゆる汚染物質排出型の工業都市はない。そのため、降水の酸性化をもたらす人為起源物質の顕著な排出源が地域内にはない。しかしながら、冬季の北西季節風時には、本地域内においても硝酸や硫酸濃度の高い降水の観測されることが、研究代表者の鈴木のこれまでの調査によって明らかに

なっている。また、本州の南岸を低気圧が通過することによる降水では、NO₃⁻/nssSO₄²⁻比が高くなり、関西や中京地域の影響を強く受けていると考えられる結果も得られている。

2. 研究の目的

中部山岳地域を流域単位でみるならば、水循環とそれに伴う物質循環過程を閉じられた系として考えることが出来る。降水—地表水—地下水—河川水という水循環の各過程

で、いろいろな起源の物質が中部山岳地域内に流入し、水の質を変化させながら移動し、河川水となって流域外に流出したり、一部は流域内に留まったりしている。流入する物質の環境影響を検討する際には、その物質の起源や循環過程を明らかにすることが必須になる。そこで、人間生活にとって掛け替えない水とその質を規定する化学物質の起源および循環過程を、中部山岳地域の高山源流域をフィールドにして明らかにすることが本研究の目的である。

3. 研究の方法

研究対象流域の流域面積は 10.97 km² で、標高は 1470~3026m の北西から東方向へ流路をもつ流域である。下流部はシラビソ-オオシラビソ群落が優占している。流域の表層地質は主に花崗岩から成っている。研究対象流域が広がる山体は複合火山であり、約 10 万年前から現在に至る火山活動によって形成され、火山噴出物によって出来た台地が広がり、幼年期のなだらかな山容をしている。本研究で対象とした東斜面では、新期火山体からなる溶岩台地が広がっている。この地域の気候としては、降水量の平年値は 2000.8 mm、年平均気温の平年値は 8.1°C、最寒月 (1、2 月) の月平均気温は -3.5°C、最暖月 (8 月) の月平均気温は 20.3°C である。

標高 1470m 地点を研究対象流域の出口とし、そこに自記水位計を設置し渓流水の水位を連続測定した。異なる水位ごとに流量観測を実施し、水位流量曲線を作ることにより水位から流量を算出した。また、自動採水器を設置し、渓流水を定期的に採取した。さらに、本流域の下端から北へ約 2 km の地点 (標高 1450m) において気象観測を行うとともに大気沈着量 (乾性と湿性を含む) を計測した。大気沈着物は直径 20 cm のロート、フィルターとポリ瓶を用いたバルクサンプラーでほぼ週 1 回の頻度で採取し、重量から採取水量を算出し、試水を実験室に持ち帰った。採取した渓流水と大気沈着物試料は、ろ過した後、電気伝導度と pH を測定し、イオンクロマトグラフ (Dionex: 2020i/SP と Dionex: DX-500) によって主要イオン濃度 (Na⁺、NH₄⁺、K⁺、Mg²⁺、Ca²⁺、Cl⁻、NO₃⁻、SO₄²⁻) を測定した。また、渓流水については硫酸滴定法により HCO₃⁻ 濃度を測定した。

4. 研究成果

高山源流域において水収支および物質収支に関する研究を行った結果、次のことが明らかになった。

(1) 梅雨から秋にかけて降水頻度が高く、これに対応して一時的に流出量も増加する

が、基底流量が最も大きくなるのは融雪期である。融雪流出が始まるまでの冬期間には、渓流水の pH と電気伝導度は徐々に増加するが、融雪流出の開始とともに両者は急激に低下する。梅雨や台風による流量増加時にも渓流水の pH と電気伝導度は一時的に低下する。融雪初期には渓流水中の Cl⁻ 濃度が増加する。また、渓流水中の NO₃⁻ 濃度は降雨による流量増加時に増加する。このふたつ以外の渓流水中の主要イオン濃度は、電気伝導度の変動とほぼ同期している。

(2) 研究対象流域における陽イオンの物質収支では、新しい火山体を基盤とする岩石土壌からの溶出が極めて多いことを反映し、流域への大気沈着量に比べて渓流水としての流出量が圧倒的に多くなる。一方、岩石土壌からの溶出などを考慮する必要のない Cl⁻ イオンについては、大気沈着量と渓流水としての流出量がオーダー的にバランスしている。また、NO₃⁻ イオンについては、流域内での消費や内部循環によって、流域への大気沈着量が渓流水としての流出量よりも大きくなっている。

(3) 研究対象流域の水収支を考える際に標高の低い地点のみの降水量を用いると、流出高超過になる。そこで、暖候期についてはアメダス観測による降水量の高度補正を行い、寒候期については流域内における積雪水量観測結果による降水量補正を行うと、蒸発散量も考慮に入れた収支式でバランスするようになる。

以上のように、我が国における標高の高い山岳域における降水量や積雪量の観測の不備は、地球温暖化に対する水資源量の増減予測を困難にするため、早急な対応が必要であるといえる。

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 23 件)

(1) Suzuki, K., Kuramoto, T. and Tanaka, M. (2009): Hydrologic and geo-chemical balance in a mountainous catchment, Northern Japan Alps. Publication of the International Association of Hydrological Sciences, 326, 70-81. 査読有

(2) 鈴木啓助 (2008): 中部山岳地域の大气・水文環境. 日本生態学会誌, 58, 175-182. 査読有

(3) Tanaka, M. and Suzuki, K. (2008): Spatial variability of snow water

equivalent in a mountainous area of the Japanese Central Alps. Journal of Geophysical Research, 113, F03026, doi:10.1029/2006JF000711. 査読有

(4) Tanaka, M. and Suzuki, K. (2008): Influence of watershed topography on the chemistry of stream water in a mountainous area. Water, Air, and Soil Pollution, doi: 10.1007/s11270-008-9780-2. 査読有

(5) Kuramoto, T., Tanaka, M., Shah, S. K. and Suzuki, K. (2008): Chemical characteristics of snowpack due to differences in snowfall type in Japan Alps. Bulletin of Glaciological Research, 26, 17-23. 査読有

(6) Shah, S. K., Tanaka, M., Kuramoto, T. and Suzuki, K. (2008): Chemical dynamics of snowpack in the Northern Japan Alps during snowmelt season. Bulletin of Glaciological Research, 26, 9-16. 査読有

(7) Suzuki, K., Kuramoto, T., Tanaka, M. and Shah, S. K. (2008): Water balance and mass balance in a mountainous river basin, Northern Japan Alps. Bulletin of Glaciological Research, 26, 1-8. 査読有

(8) Nakazawa, F. and Suzuki, K. (2007): The alteration in the pollen concentration peak in a melting snow cover. Bulletin of Glaciological Research, 25, 1-7. 査読有

(9) 村本美智子・奈良麻衣子・浅利朋子・鈴木啓助(2007): 乗鞍高原の森林生態系における物質循環-1. 林内降水の化学特性と季節変化-. 日本水文科学会誌, 37, 73-83. 査読有

(10) 村本美智子・大浦典子・奈良麻衣子・鈴木啓助(2007): 乗鞍高原の森林生態系における物質循環-2. 針葉樹林内と広葉樹林内における水循環と化学物質循環. 日本水文科学会誌, 37, 85-92. 査読有

(11) 田中基樹・鈴木啓助(2007): 山岳地の溪流水質形成に及ぼす流域平均傾斜の影響. 日本水文科学会誌, 37, 115-121. 査読有

(12) 田中基樹・鈴木啓助(2007): 山岳積雪中の化学成分の空間分布とその成因. 雪氷(日本雪氷学会誌), 69, 371-381. 査読有

(13) 鈴木啓助(2007): 降雪・積雪・融雪の化学. 水環境学会誌, 30, 62-66. 査読有

(14) Suzuki, K. and Shirohada, M. (2006): Seasonal and temporal changes in the fluxes of major inorganic ions via wet and dry depositions, observed in Matsumoto, central Japan. Geochemical Journal, 40, 609-623. 査読有

(15) 松山 洋・八木克敏・中山大地・鈴木啓助(2006): 阿蘇外輪山北麓杖立川上流域の河川水質の特徴について. 水文・水資源学会誌, 19, 392-400. 査読有

(16) 倉元隆之・鈴木啓助(2006): 北アルプス源流域における積雪中の化学物質動態と河川水質変動. 雪氷(日本雪氷学会誌), 68, 467-480. 査読有

(17) 鈴木啓助・倉元隆之・田中基樹・村本美智子・南波雅治(2006): 山岳地の源流域における水循環と物質循環. 日本水文科学会誌, 36, 105-116. 査読有

(18) 大浦典子・鈴木啓助・奈良麻衣子・村本美智子・麓 多門・新藤純子・戸田任重(2006): 貧栄養多雪地域における森林の窒素循環. 環境科学会誌, 19, 217-231. 査読有

(19) 倉元隆之・鈴木啓助(2005): 山地森林流域における河川水質変動と化学物質循環. 日本水文科学会誌, 35, 181-189. 査読有

(20) Suzuki, K., Anzai, K., Igarashi, M. and Motoyama, H. (2005): High temporal resolution chemical analysis of H72 ice core in east Dronning Maud Land, Antarctica. Polar Meteorology and Glaciology, 19, 28-41. 査読有

(21) 田中基樹・鈴木啓助(2005): 渓流水質に影響を与える流域特性について. 日本水文科学会誌, 35, 3-14. 査読有

(22) Suzuki, K. (2005): Effect of winter warming on the stream water acidification. Bulletin of Glaciological Research, 22, 57-61. 査読有

(23) Miyake, T., Nakazawa, F., Kohno, M., Uetake, K., Suzuki, K., Kameda, T., Fujii, Y., Nakawo, M. and Ohta, K. (2005): Concentrations, deposition rates and source variations of n-alkanes in Sofiyskiy Glacier, Russian Altai Mountains. Bulletin of Glaciological Research, 22, 81-87. 査読有

[学会発表] (計 34 件)

(1) 鈴木啓助(2008) : 中部山岳地域の雪は今後どうなるのか? 陸水物理研究会、金沢大学、2008年11月28日.

(2) 鈴木啓助(2008) : 中部山岳地域における積雪深の変動. 日本陸水学会、北海道大学、2008年10月10日.

(3) 田中基樹・鈴木啓助(2008) : 北アルプス乗鞍岳の東西斜面における冬季降水中の化学物質濃度変動. 雪氷研究大会、東京大学、2008年9月26日

(4) 石井洋之・鈴木啓助(2008) : 日本における降積雪深の変動とその要因. 雪氷研究大会、東京大学、2008年9月24日

(5) 倉元隆之・田中基樹・Shailendra K. Shah・鈴木啓助(2008) : 中部山岳地域における積雪中の化学物質動態. 2008年度地球惑星科学連合大会、幕張メッセ、2008年5月30日

(6) 田中基樹・鈴木啓助(2008) : 山岳地域における冬季降水の化学成分濃度変動. 2008年度地球惑星科学連合大会、幕張メッセ、2008年5月30日

(7) 鈴木啓助・楊柳(2007) : 中国・広東省鼎湖山自然公園における河川水質について. 第29回陸水物理研究会、滋賀県立大学、2007年11月30日.

(8) 田中基樹・鈴木啓助(2007) : 中央アルプス駒ヶ岳東西尾根における積雪中の化学成分. 2007年度日本水文科学学会学術大会、青山学院大学、2007年10月8日.

(9) 倉元隆之・Shailendra K. Shah・鈴木啓助(2007) : 乗鞍高原における積雪中の化学物質濃度変動. 2007年度日本雪氷学会全国大会、富山大学、2007年9月28日.

(10) 田中基樹・三森武志・鈴木啓助(2007) : 中央アルプス駒ヶ岳山域における積雪中の化学成分の空間分布. 2007年度日本雪氷学会全国大会、富山大学、2007年9月27日.

(11) Suzuki, K., Kuramoto, T. and Tanaka, M. (2007): Hydrologic cycle in a mountainous catchment, Northern Japan Alps. IUGG2007, Perugia, 2007年7月9日.

(12) Shailendra K. Shah・倉元隆之・鈴木啓助(2007) : Spatial and Temporal Variation of Snow Chemistry at the Norikura Highlands. 2007年度地球惑星科学連合大会、幕張メッセ、2007年5月21日

(13) 田中基樹・鈴木啓助(2007) : 中央アルプス千畳敷周辺における冬季降水の化学物質濃度変動. 2007年度地球惑星科学連合大会、幕張メッセ、2007年5月21日

(14) 倉元隆之・南波雅治・鈴木啓助(2007) : 中部山岳地域における融雪期の河川水質変動. 2007年度地球惑星科学連合大会、幕張メッセ、2007年5月21日

(15) 田中基樹・鈴木啓助(2007) : 中央アルプス千畳敷カールにおける冬季降水の化学成分と積雪重量の空間分布. 2007年度日本雪氷学会北信越支部研究発表会、信州大学、2007年5月12日

(16) 倉元隆之・南波雅治・鈴木啓助(2007) : 中部山岳地域における融雪期の河川水質変動. 2007年度日本雪氷学会北信越支部研究発表会、信州大学、2007年5月12日

(17) 南波雅治・鈴木啓助(2006) : 乗鞍岳東斜面における融雪期の河川水質変動. 日本雪氷学会全国大会、秋田市、2006年11月17日.

(18) 倉元隆之・Shailendra Kumar Shah・鈴木啓助(2006) : 信州・秋山郷における積雪中の化学物質動態. 日本雪氷学会全国大会、秋田市、2006年11月17日.

(19) 田中基樹・鈴木啓助(2006) : 中央アルプス駒ヶ岳山域における冬季降水の化学成分濃度変動. 日本雪氷学会全国大会、秋田市、2006年11月17日.

(20) 西村浩一・鈴木啓助他8名(2006) : 広域積雪分布の把握による雪崩発生予測. 日本雪氷学会全国大会、秋田市、2006年11月16日.

(21) 鈴木啓助・楊柳(2006) : 中国・広東省鼎湖山における河川水質について. 第28回陸水物理研究発表会、岡山理科大学、2006年11月12日.

(22) 倉元隆之・村本美智子・鈴木啓助(2006) : 乗鞍高原における積雪ライシメータによる融雪水の化学成分濃度変化. 日本水文科学学会学術大会、信州大学、2006年10月28日.

(23) 村本美智子・奈良麻衣子・鈴木啓助 (2006) : 乗鞍高原の森林生態系における物質循環. 日本水文科学会学術大会、信州大学、2006年10月28日.

(24) 田中基樹・鈴木啓助 (2006) : 梓川源流域における渓流水質形成に及ぼす流域平均傾斜の影響. 日本水文科学会学術大会、信州大学、2006年10月28日.

(25) Suzuki, K. (2006) : Mass balance in a mountainous watershed in Japan Alp. Western Pacific Geophysics Meeting, Beijing, China. 24-27 July 2006

(26) 鈴木啓助・田中基樹・宮島涼子 (2005) : 高山域の積雪から大気環境情報を読み解く. 日本気象学会、神戸大学、2005年11月21日.

(27) 田中基樹・鈴木啓助 (2005) : 渓流水質を形成する流域特性要素の複合解析. 日本水文科学会学術大会、法政大学、2005年10月29日.

(28) 倉元隆之・鈴木啓助 (2005) : 山地森林流域における化学成分濃度の季節変化. 日本水文科学会学術大会、法政大学、2005年10月29日.

(29) 鈴木啓助・倉元隆之・村本美智子・南波雅治 (2005) : 山地流域における物質循環. 日本水文科学会学術大会、法政大学、2005年10月29日.

(30) 中澤文男・鈴木啓助他5名 (2005) : 山岳積雪中の花粉尘度ピークの出現時期と花粉飛散時期の比較. 日本雪氷学会全国大会、旭川市、2005年9月30日.

(31) 田中基樹・鈴木啓助 (2005) : 中央アルプス山岳地域における冬季降水の化学物質濃度変動. 日本雪氷学会全国大会、旭川市、2005年9月30日.

(32) 鈴木啓助・宮島涼子 (2005) : 中部山岳地域における積雪全層化学調査. 日本雪氷学会全国大会、旭川市、2005年9月30日.

(33) 村本美智子・奈良麻衣子・鈴木啓助 (2005) : 山地森林域における冬季降水中の化学特性. 日本雪氷学会全国大会、旭川市、2005年9月29日.

(34) 倉元隆之・鈴木啓助 (2005) : 北アルプス源流域における融雪期の河川水質変動. 日本雪氷学会全国大会、旭川市、2005年9月29日.

[図書] (計 2 件)

(1) 鈴木啓助 (2006) : 陸水の事典, 578pp, 講談社, 13項目分担執筆.

(2) 鈴木啓助 (2005) : 降雪の化学的性質. 82-87; 積雪の化学的性質. 110-115; 融雪水の化学的性質. 147-153. 雪と氷の事典, 760pp, 朝倉書店.

6. 研究組織

(1) 研究代表者

鈴木 啓助 (SUZUKI KEISUKE)
信州大学・理学部・教授
研究者番号 : 60145662

(2) 研究分担者

戸田 任重 (TODA HIDESHIGE)
信州大学・理学部・教授
研究者番号 : 60291382

(3) 連携研究者

なし