



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	谷川岳における降雪雨と流出沢水中の窒素濃度との関係
Author(s)	森, 邦広; 阿部, 聡; 池田, 正芳 他
Description	第9回衛生工学シンポジウム (平成13年11月1日 (木) -2日 (金) 北海道大学学術交流会館) . 2 環境保全 . 2-5
Citation	衛生工学シンポジウム論文集, 9, 104-109
Issue Date	2001-11-01
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/7153
Type	departmental bulletin paper
File Information	9-2-5_p104-109.pdf



2-5 谷川岳における降雪雨と流出沢水中の窒素濃度との関係

○森 邦広(ナチュラリスト・登山家)
阿部 聡、池田正芳、青井 透(群馬高専専攻科・環境工学専攻)

1.はじめに

この夏、利根川は平成8年(平成6年は記録的な大
渇水)以来5年ぶりの渇水で取水制限が実施され、奥
利根湖(矢木沢ダム)の水位低下と干上がった湖底が
連日のように報道されていた。群馬高専・青井研究
室では、従来から利根川の水質について調査をして
いるが、前橋から利根大堰までの水質調査で、前橋
上流(坂東橋)の無機態窒素濃度は冬期2mg/lを越え
ること、また利根川支川の鏑川水系の窒素濃度が全
域を通して著しく高いことなどを明らかにしてい
る。このように生活雑排水などの人為的な汚濁が想
定されない、環境が良好とされる水域での高い窒素
濃度に遭遇することを重ねると、人為的な汚濁が全
くない最上流域の窒素濃度を知りたくなってくる。

ちょうどその頃、谷川岳に毎日のように登頂され
ている登山家・ナチュラリスト森邦広氏(写真1)と
お目にかかり、谷川岳の水環境についての共同研究
をお願いしたところ、快く引き受けて頂いたので、
平成12年より利根川最上流域の水質調査を開始し
た。森は谷川岳の降雪・降雨・沢水などを登山の途
中でサンプリングを実施し、定期的にサンプルを受
け取って高専にて水質分析を実施することにした。

本研究の目的は、利根川の源
流部で観測される比較的高い窒
素濃度(当研究室の結果では、
谷川岳一ノ倉沢や奥利根湖でも
NOx-Nとして0.15mg/l程度検
出されるが、この濃度は富栄養
化を引き起こすとされる窒素濃
度である)の発生源の探求であ
り、降雨降雪から供給される部
分を定量化することである。

従来、酸性雨に関連し
て山岳での降雨・降雪・樹氷や
霧を採取し、大気汚染との関係
を調査している研究は多く報告
されているが、大気中の窒素酸
化物(乾性および湿性降下物)と
源流部河川水質の窒素濃度との
関連に関しては、殆ど検討され
ていないのが現状である。



写真1 森邦広氏・政府公報

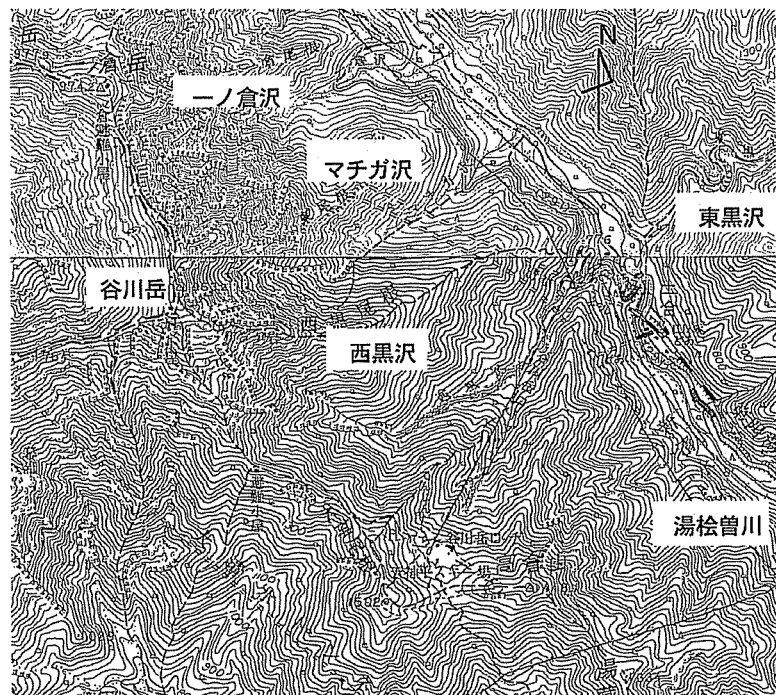


図1 谷川岳周辺地図と採水点

2. 調査方法

森氏との共同研究は2000年7月に開始したので、丁度1年間が経過したことになる。この間一ノ倉沢、マチガ沢の沢水、水上町の利根川の水(水紀行館横; 写真4)および山頂部での雨・雪・樹氷等を継続的に採水した。各調査地点を図1に示した。森は、通年で谷川岳に登山しているので、山頂の降雨・降雪を通年で採取した。山頂の降雨は、独自に森が設置している山頂の降雨計を利用した。マチガ沢は、森の谷川岳登山ルートであるので、岩石帯・樹林帯の各点を定期的に採取した。一ノ倉沢・水上の水紀行館横(利根川)は、登山ルートではないが、逐次定期的に採水した。

試料は100mlポリ瓶に採水した後冷蔵貯蔵し、定期的に群馬高専に持ち帰って分析を実施した。窒素・リンについては感度の高いオートアナライザー(AACCS II)を用い、直接測定した。T-N, T-Pについてはアルカリ性過塩素酸分解後オートアナライザーでNO_x-NとPO₄-Pを測定しT-N, T-Pとした。日本最大の利水者人口を有する利根川の最上流部で、人為的な影響を受けないフィールドで冬季間を含めて降雨・降雪と流出沢水を同時に継続的に観測した例は他にない。

山岳部における降雨と沢水の水質の関係は、図2のように表される。谷川岳の場合には、一ノ倉沢雪渓(写真2)やマチガ沢の樹林帯など、図2に示した左右両方の条件の沢水と、登山家森により山頂の降雪雨が採取できるので、好都合である。

3. 調査結果

3-1 一ノ倉沢、マチガ沢岩石帯の沢水と、山頂降雪雨の平均水質の比較 1年間に採取した膨大な試料を、各採水点毎に平均し比較した結果を表1に示した。後述するように、それぞれの試料は季節的な変動があり、いろいろな要素が関連していると思われるが、とりあえず全体を把握するために若干無理はあるが、算術平均した平均値を用いた。マチガ沢の場合には樹林帯から流出する沢水で検討した。山頂降雪雨の無機態窒素濃度は0.58mg/l、それに対して一ノ倉沢では0.22、マチガ沢では0.31であり、山頂降雪雨の窒素濃度のほうが高い値を示し、降雪雨が窒素供給源の一つであることがわかる。山頂降雪雨の濃度は、本来降雨量と濃度から計算しないと正確には判らないので今後の課題としたい。

3-2 谷川岳山頂降雪雨の状況

山頂降雪雨のpH・EC・NH₄-N・NO_x-N・無機態N及びT-Nの年間濃度変化を、時系列で図3に示した。また降雪・雨・樹氷の各水質項目平均値を表2に示した。降雪雨中にはNO_x-Nの8割程度NH₄-Nが含まれていた。雪と雨では、雨の中に含まれる窒素濃度が雪中より4倍ほど高かった。これらの関係を図4・図5に示した。pHとNO_x-Nには特に相関は見られない。

3-3 一ノ倉沢水質の年間変動

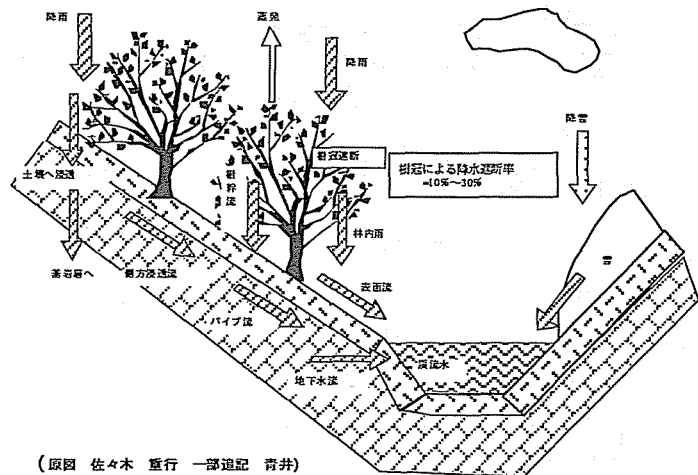


図2 降雨が溪流水となって流出するまでの経路



写真2 谷川岳一ノ倉沢

表1 谷川岳・利根川各採水点平均水質の比較(00/7月～01/7月、但し山頂は00/10月～01/7月)

場所	n	pH	EC	Cl-	NH4-N	NO2-N	Nox-N	Inorg N	PO4-P	T-N	T-P
一の倉沢岩石帯沢水	31	7.07	1.942	1.2	0.016	0.002	0.206	0.222	0.002	0.334	0.006
マチガ沢岩石帯沢水	30	7.38	2.468	1.23	0.005	0.001	0.298	0.307	0.002	0.418	0.003
山頂雪雨平均	35	5.13	1.61	1.67	0.257	0.003	0.324	0.577	0.006	0.741	0.009
水上(水紀行館横)	44	7.28	8.56	9.73	0.002	0.004	0.397	0.399	0.005	0.545	0.008

注記:単位はEC(mS/m),pHを除いてその他の項目はmg/l

図6に、一ノ倉沢沢水の水質項目年間変化を示した。無機態窒素は7月から10月まで0.15mg/l程度で推移したが、10月中から0.3mg/lに上昇し、雪解け時には0.5mg/lと高い濃度から0.15mg/lまで低下した。一ノ倉沢にも樹林帯が含まれるが、雪溪の融解が10月で終了し、樹林帯から窒素の高い水が卓越して濃度が上昇したことが考えられる。また雪解け時には流量が過大となるが窒素濃度も上昇しているが、これは降雪中の無機塩(無機態窒素含む)が先に溶脱してくる現象によると考えられる。

3-3 マチガ沢での樹林帯流出水と岩石帯流出水の水質の違い 写真3に登山道から見下ろしたマチ

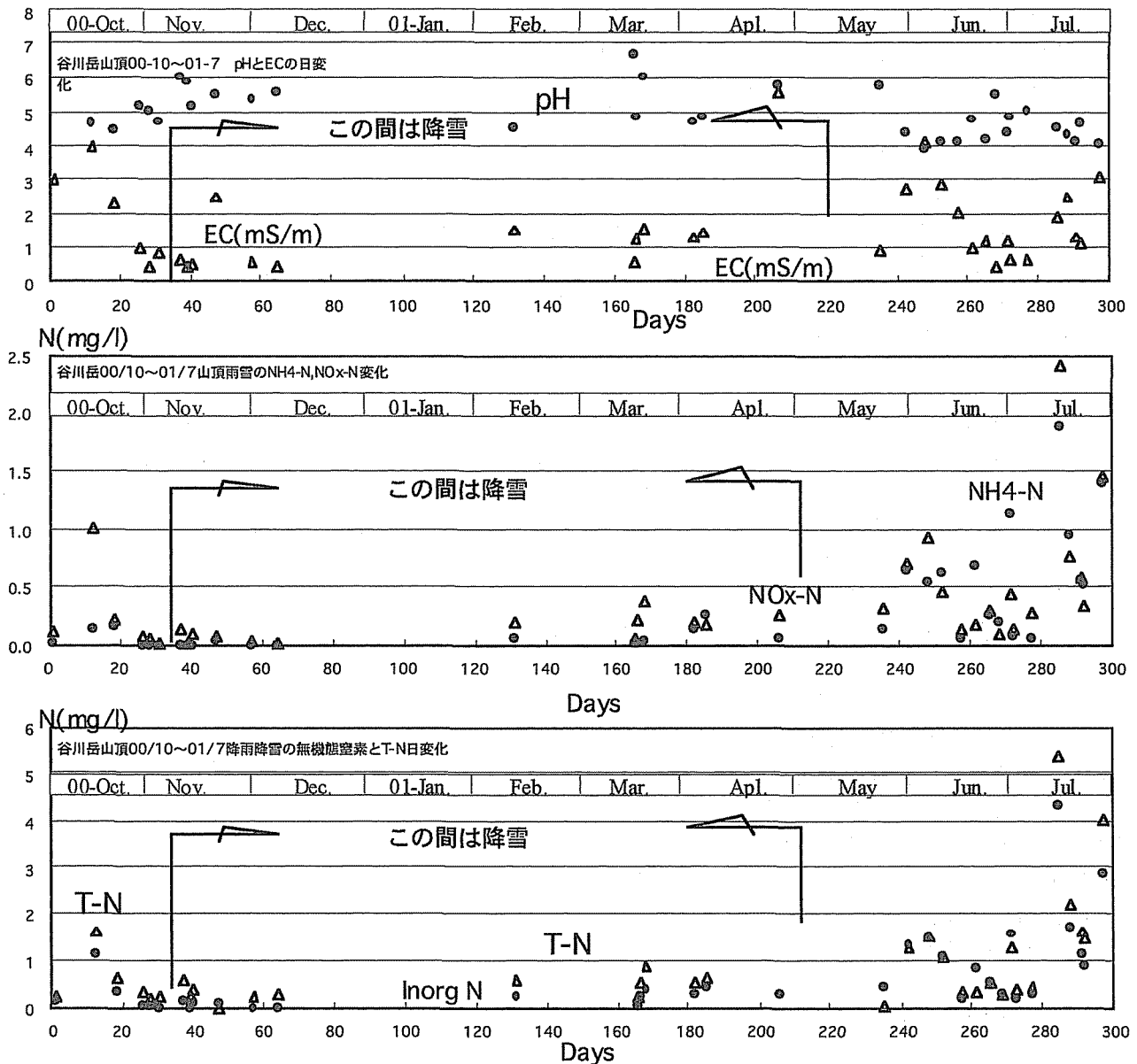


図3 谷川岳山頂降雪・雨のpH,EC, NH4-N, NOx-N,InorgN, T-N濃度の年間変動 (2000.10月～2001.7月、試料採取は森 邦広による、分析は群馬高専)

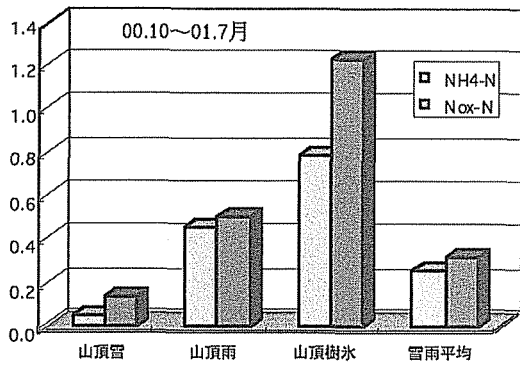


図4 谷川岳山頂降雪雨・樹水中NH4-NとNOx-N濃度

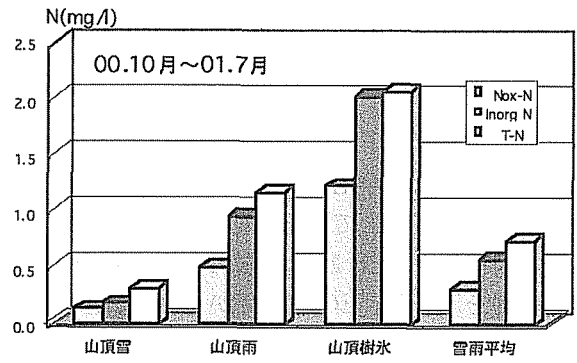


図5 谷川岳山頂降雪雨・樹水中各態窒素濃度

表2 谷川岳山頂降雪雨・樹水の各水質成分平均値の比較(2000.10~01.7月)

場所	n	pH	EC	Cl-	NH4-N	NO2-N	Nox-N	Inorg N	T-N	PO4-P	T-P
山頂雪	13	5.45	1.43	2.2	0.055	0.004	0.143	0.190	0.311	0.008	0.009
山頂雨	22	4.81	1.80	1.14	0.459	0.002	0.504	0.963	1.171	0.004	0.008
山頂樹水	13	5.13	8.45	7.92	0.790	0.010	1.230	2.020	2.075	0.037	0.031
雪雨平均	35	5.13	1.61	1.67	0.257	0.003	0.324	0.577	0.741	0.006	0.009

試料採取は森による、単位はEC(mS/m),pHを除く他の項目はmg/l

ガ沢を示す。写真左側が岩石帯、右側の鬱蒼とした森林が樹林帯である。樹林帯と岩石帯の沢水を分離して採取し、それぞれの平均濃度をまとめた結果を表2に示した。図2で示したように、樹林帯では窒素の蓄積や根粒細菌などの窒素固定が考えられるが、本調査では樹林帯の窒素濃度が、岩石帯の沢水より倍程度高かった。図7にマチガ沢沢水の年間変動を示した。窒素濃度が一ノ倉沢より高いが、年間の挙動はほぼ同様であった。

3-4 利根川(水上町水紀行館横)水質の年間変動 一ノ倉沢・マチガ沢の沢水は、湯檜曾川に合流

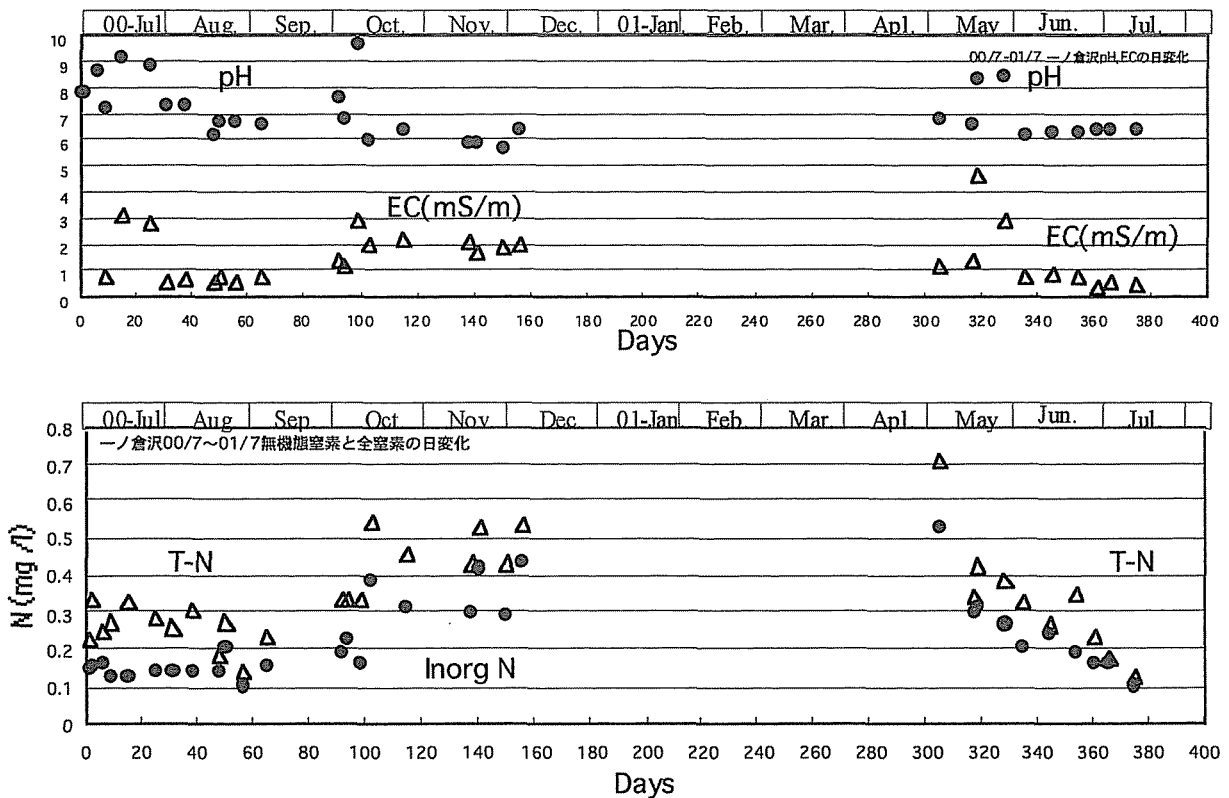


図6 谷川岳一ノ倉沢沢水のpH, EC, InorgN, T-N濃度の年間変動(冬期は採水不能)
(2000.7月~2001.7月、試料採取は森 邦広による、分析は群馬高専)

し、湯檜曾川は水上町の上流で利根川に合流後、谷川・阿能川と合流して水紀行館横(写真4)に達する。水上は有名な温泉街であるが、ホテル旅館の下水は、下流の県営流域下水道奥利根処理区浄化センターまで流下し処理されるので、水上では下水処理水の流入はない。図8は、水紀行館横利根川本川水質の年間変動を示した。ECが12月から4月にかけて高い値となるのは、道路に散布する融雪剤によるものと思われる。無機態窒素濃度は、年間平均で0.4mg/l(殆どはNO₃-N)であったが、雪解け時期の3~4月に上昇し、その後低下している。

利根川本川の融雪水は、矢木沢ダムをはじめとする上流ダム群に貯留されるが、湯檜曾川の水は貯留されずに、直接利根川に流入するので、水紀行館横の利根川水質に大きく関



写真3 巖剛新道から見下ろしたマチガ沢

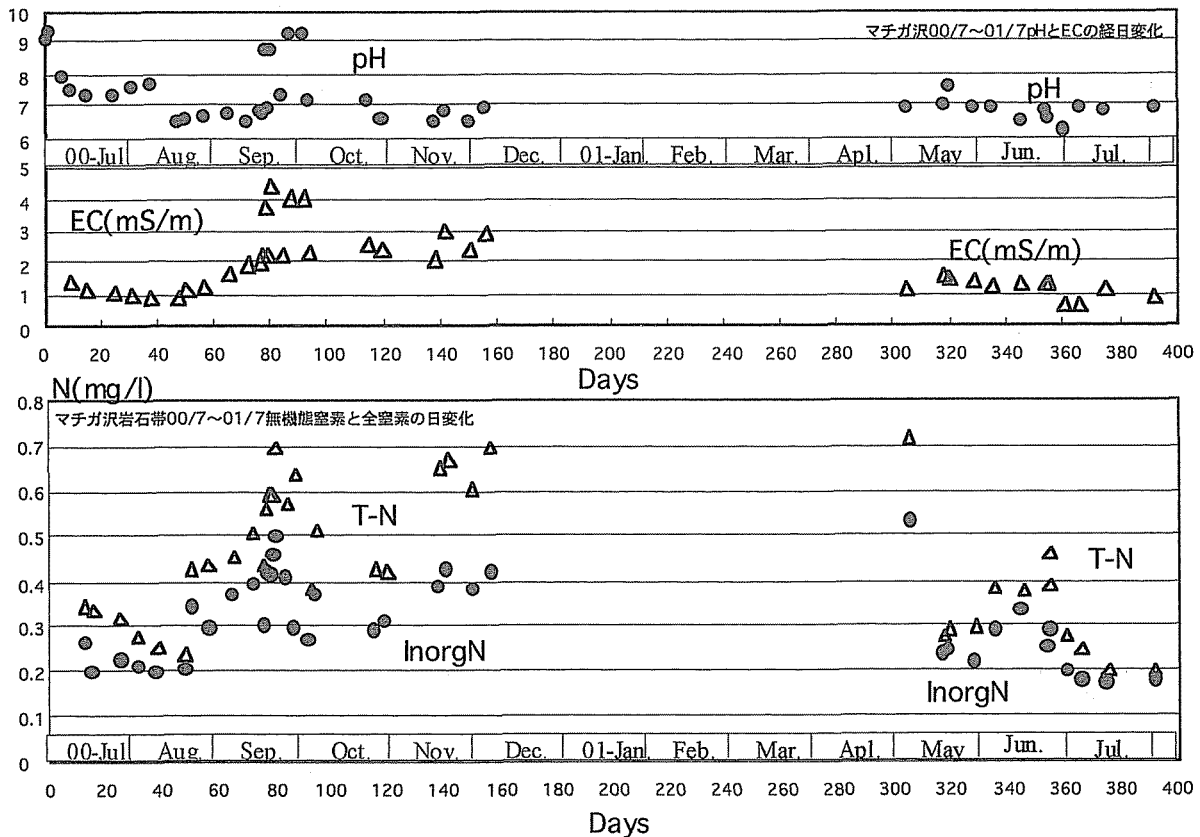


図7 谷川岳マチガ沢水質のpH, EC, InorgN, T-N濃度の年間変動(冬期は採水不能)
(2000.7月~2001.7月、試料採取は森 邦広による、分析は群馬高専)

表3 マチガ沢岩石帯・樹林帯・湧水の各年間平均水質(00年9月~01年7月)

場所	n	pH	EC	Cl-	NH ₄ -N	NO ₂ -N	Nox-N	InorgN	PO ₄ -P	T-N	T-P
マチガ沢岩石帯水	52	7.13	2.18	1.32	0.010	0.002	0.307	0.323	0.002	0.442	0.003
マチガ沢樹林帯水	71	6.90	2.40	1.50	0.010	0.002	0.610	0.629	0.003	0.692	0.002
マチガ沢全湧水	23	6.82	2.48	1.34	0.015	0.002	0.626	0.636	0.002	0.758	0.003

注記:単位はEC(mS/m),pHを除いてその他の項目はmg/l

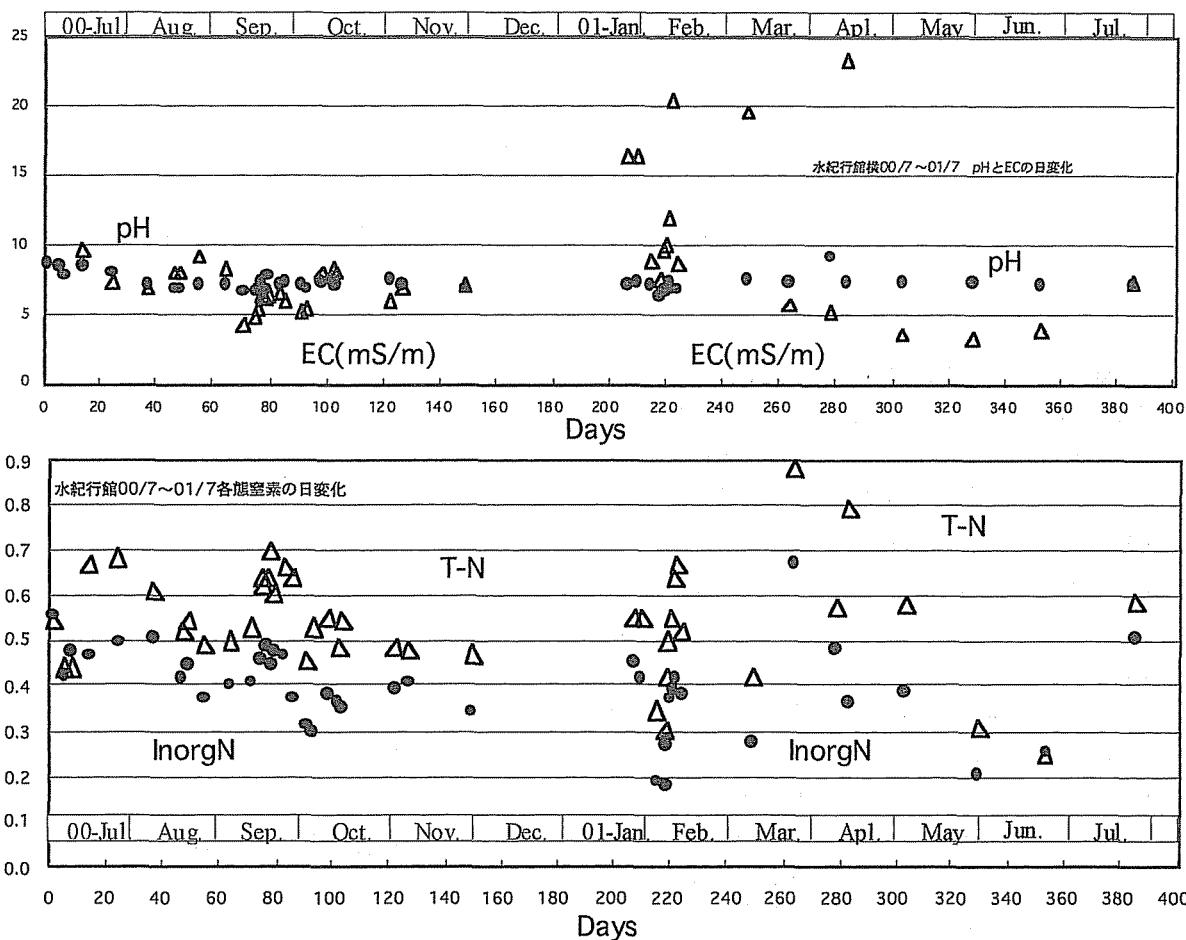


図8 水上町水紀行館横・利根川本川のpH, EC, InorgN, T-N濃度の年間変動
(2000.7月~2001.7月、試料採取は森 邦広による、分析は群馬高専)

与していると思われる。濃度の上昇と流量の増加を考えると、この時期に大量に窒素が流出していることは明らかである。

4.まとめ

利根川の窒素濃度を調べてゆくと、調査はだんだんと川を遡り源流に及ぶことになり、その次には、空からの降雨降雪の調査と水質の関係について検討したが、強い因果関係がありそうである。

本研究で用いた大量の試料の分析結果は、本研究室岸分析主任によるものである。ppbオーダーの試料を正確に測定しこなして頂いたことに厚くお礼申し上げます。また森千恵子殿には、過酷な環境の採水に協力頂いた。あわせてお礼申し上げます。

参考文献

- 1)青井 透(1999)上・中流域における利根川の流れ-利根川はどこへ流れる?、環境施設、No.78,pp68-73
- 2)青井 透(2001)西上州鑛川水系の水利用と水質の変化、環境施設、No.84,pp
- 3)青井透、森邦広(2001)利根川最上流域本川及び各支川の各態窒素リン濃度の変化、第35回日本水環境学会年會講演集、p5
- 4)森邦広、青井透(2001)利根川源流谷川岳沢水の各態窒素リン濃度の現状、第35回日本水環境学会年會講演集、p6
- 5)森 邦広(2000)谷川岳の霧・樹氷・降雪および降雨、環境技術、Vol.29, No.6,pp58-65
- 6)佐々木重行(1997)山地渓流水に及ぼす降雨の影響、環境技術、Vol.26, No.10,pp37-42
- 7)土器屋由紀子、岩坂泰信、長田和雄、直江寛明(2001)山の大气環境科学、(株)養賢堂、p116



写真4 水上町水紀行館横の利根川