



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	利根川最上流部流域の各態窒素・リン濃度の現状
Author(s)	阿部, 聡; 池田, 正芳; 青井, 透 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 . P2-7
Citation	衛生工学シンポジウム論文集, 9, 116-121
Issue Date	2001-11-01
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/7155
Type	departmental bulletin paper
File Information	9-2-7_p116-121.pdf



2-7

利根川最上流部流域の各態窒素・リン濃度の現状

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

1. はじめに

利根川は、流域面積と流域人口において日本最大の河川であり、古くから板東太郎の名で親しまれている。その利根川上・中流部に位置する群馬県は、1つの県から唯一本の河川が流れ出ているという点で、関西の水瓶である滋賀県と並び特異的な場所を占めており、水に関していえば下流側の東京都と極めて密接な関係にあると言える。現状における利根川の窒素濃度は、上流域の前橋市でも常に全窒素濃度1mg/lを超えており、首都圏に分水される群馬県下流端の利根大堰ではさらに上昇し、夏季で2mg/l以上、冬季の渇水期には10mg/lに近付くことがある。利根川の下流では富栄養化が進行し(例えば渡良瀬貯水地、霞ヶ浦等)、首都圏2700万人の飲料水源としての利水に支障をきたしている。



写真1 奥利根湖 (利根川最上流部, H12.7/31)

利根川上・中流域の窒素・リン濃度は、建設省により利根川水質年鑑で報告されているが、十分なデータ量とはいえ、特に前橋より上流側の各点では、ごくわずかのデータが報告されているにとどまり、支川についてはほとんど無いに等しい。そこで本研究の目的は、利根川最上流域での各態窒素・リン濃度の実態調査を行うことで、現状の水質汚濁を把握し、その発生源を解明することを目的とする。

2. 研究概要

2.1 調査水域の概要

本研究の調査対象である利根川と本川最上流部に位置する奥利根湖、上流域で利根川本川と合流する主な支川の片品川と吾妻川について、その概要を説明する。図1には利根川最上流部の概要図を示す。

(a) 利根川 利根川といえは日本を代表する河川といえる。流路延長323kmは、信濃川に首位の座を譲り2位である。流域面積では、

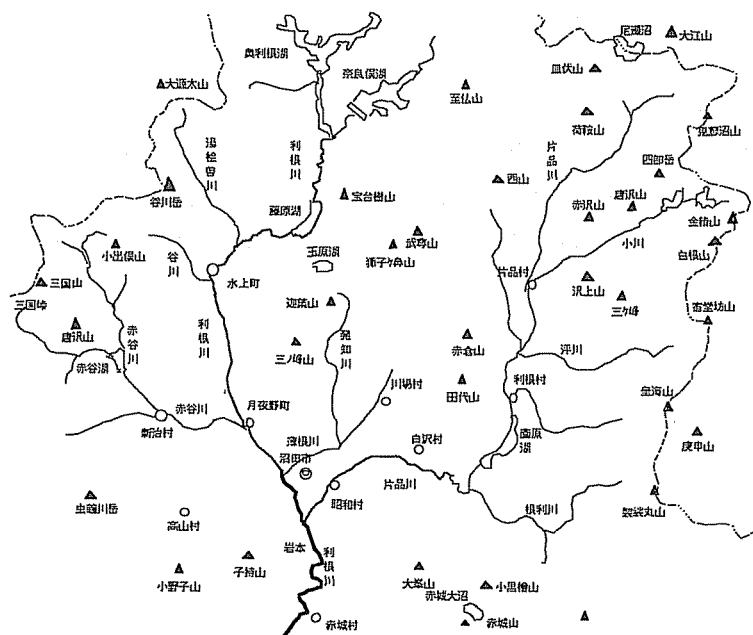


図1 利根川最上流部概要図

16840km²と全国一である。これは関東一都六県の総面積の約半分に相当する。

(b) 奥利根湖 奥利根湖は、利根川最上流部に位置する矢木沢ダム建設の際に生まれた人工湖で、今年の渇水で取水制限が実施され、その干上がった湖底が連日のように報道されていた湖である。湖を擁する利根川源流地域には、源流の大水上山をはじめとし、信濃川や只見川との分水嶺を形成する山々が連なっている。

(c) 片品川 片品川は、群馬・栃木県境の黒岩山・鬼怒沼山西麓に源を発し、尾瀬沼からの流出水や尾瀬の山々の沢を集めて南流する利根川の支川である。60.8km の河川長をもち、沼田市下流の昭和村にて利根川と合流する。

(d) 吾妻川 河川長は 76.2km。吾妻川は、上信国境鳥居峠付近に源を発し、吾妻郡内を流れ、渋川市と子持村との境界で利根川と合流する支川であり、現在八場ダムが建設中である。最上流部の高原には全国有数の高原キャベツ畑が広がっている。

2. 2 調査方法

本研究の水質調査は、2000 年 7 月から開始し、1 年間に過ぎたが、今もなお継続中である。サンプリングは流下方向の変化を観測するための本川及び各支川での採水と、水上町での季節的な変化を観測するための定期採水をそれぞれ実施した。この 1 年間の主な水質調査の概要を以下に示す。

(a) 利根川最上流部から上流部にかけて本川の一斉調査

本調査は、利根川最上流部の奥利根湖から利根川上流部の渋川市坂東橋までの本川各地点を、2001 年 7 月 31 日に実施した。2001 年の夏は空梅雨で、十分な雨が降らないままに梅雨明けを迎えたので、渇水が予想され 8 月 10 日から 10%の取水制限が実施された。本調査は取水制限開始の 10 日前に実施したことになる。

(b) 利根川本川各支川最上流部（県境）水質調査

2000 年から 2001 年にかけて、県境をほぼ網羅するように利根川本支川の最上流部の水質調査を実施した。調査地点の一覧を図 2 に示す。

(c) 谷川岳から水上町までの利根川本支川定期調査

2000 年 7 月から現在にかけて、谷川岳から水上町までの利根川本川及び各支川について定期調査を行った。これは、水上町在住の登山家・ナチュラルリスト森邦広氏との共同研究

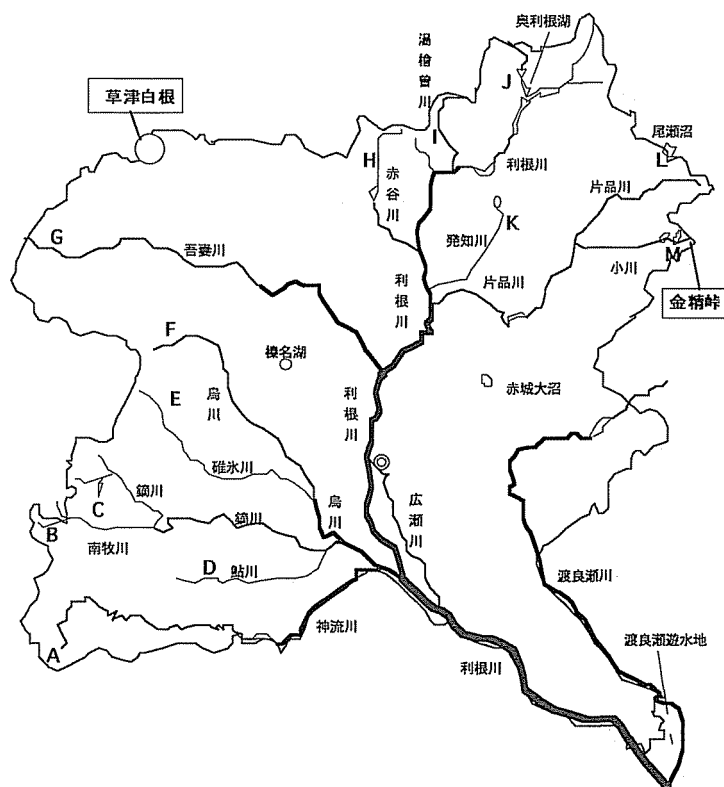


図 2 利根川水系県内最上流部調査地点一覧図

として開始したものであり、森が月に 1~2 回のペースで採水と現地測定を行い、試料は群馬高専に持ち帰って分析した。

(d) 除雪後の金精峠、草津・白根の雪質調査

(a)、(b)、(c) により利根川各支川最上流部のサンプリングを実施し、谷川岳では森により冬季の降雪も採取したが、積雪地帯の草津・白根及び金精峠については、欠測となったので、早春除雪直後の雪のコアサンプルを採取した。サンプリングは、2001 年早春の 4 月 4 日、5 日に、除雪中の金精峠、草津志賀道路にて県土木事務所の協力により実施した。具体的な方法は、除雪により表面が出たばかりの雪の壁に、高さ方向に 40 cm の間隔でパイプを打ち込み、雪のコアを採取するというものである。写真 2 が金精峠における雪サンプリングの採雪風景である。雪の深さは地形の条件にもよるが、全般的には草津志賀道路の方が多く、最も雪の深いところでは数十 m の高さにも及び、自然の驚異を垣間見ることができた。

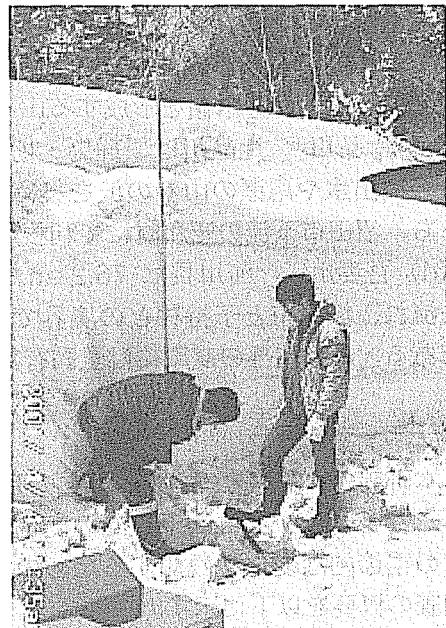


写真 2 金精峠での雪サンプリング

2. 3 分析方針

本研究でサンプリングした試料は、100ml ポリ瓶または 100ml スクリュー管に入れ冷蔵貯蔵し、群馬高専にて分析を実施した。各態窒素・リンについては感度の高いブランルーベ社のオートアナライザー (AACCS II) を用い、ろ過操作を省略して直接測定を行った。全窒素濃度 (以下 T-N と略)、全リン濃度 (以下 T-P と略) についてはオートクレープにてアルカリ性過塩素酸分解後、オートアナライザーで酸化態窒素 (以下 $\text{NO}_x\text{-N}$ と略) とリン酸イオン態リン (以下 $\text{PO}_4\text{-P}$ と略) を測定し、T-N、T-P とした。

この他に pH、電気伝導度 (EC)、塩化物イオン (Cl)、アンモニウム態窒素 ($\text{NH}_4\text{-N}$)、亜硝酸態窒素 ($\text{NO}_2\text{-N}$)、硝酸態窒素 ($\text{NO}_3\text{-N}$) を測定した。

3. 調査結果および考察

3. 1 利根川本川最上流域における水質の現状

表 1 に本川各採水点の測定結果一覧を示した。図 3、図 4 は、表 1 から利根川上流部 (矢木沢ダムから群馬県渋川市の坂東橋) の T-N・T-P 及び EC・Cl の流下方向の推移を示したが、線で結んでいない各点は、合流する支川の濃度を示している。

最上流域から上流に進むにつれ、各態窒素及びリンの濃度は上昇し、沼田市下流の戸鹿野橋からは T-N1mg/l を超えた値となった。図 3 より、個々の支川の測定点の本川を結んだグラフ線より高い位置にあり、本川が各支川との合流後に栄養塩濃度の上昇が見えることから、支流がプラスの影響を与えていることが分かる。

図 3 に示す黒岩橋は赤谷川、君河原橋は片品川、落合橋は我妻川のそれぞれ合流直前点であるが、いずれも本川に対して N、P 濃度が高く、それぞれ利根川本川と合流することにより本川の濃度を引き上げていることが分かる。図 4 の EC・Cl でも同様の結果が見

表1 利根川最上流域の本川の調査結果

NO	採水点	時間	Tw	透明度	DO	pH	EC	Cl ⁻	SS	濁度	NH4-N	NO2-N	NOx-N	PO4-P	T-N	T-P
1	矢木沢ダム	10:00	27.5	>100	7.89	6.84	2.18	1	1	1.80	0.091	0.003	0.102	0.002	0.462	0.008
2	奈良俣ダム	12:50	28.6	"	9.34	7.37	3.42	1	7	2.23	0.054	0.002	0.186	0.002	0.738	0.004
3	屋倉橋	11:07	22.1	"	10.39	7.50	6.03	1	4.5	2.33	0.030	0.004	0.354	0.001	0.572	0.003
4	奥利根橋	14:15	21.7	"	13.21	7.13	2.49	1	4.5	1.48	0.020	0.002	0.155	0.002	0.354	0.001
5	藤原ダム	14:45	18.0	"	11.36	7.15	2.92	1	4	1.91	0.032	0.003	0.212	0.001	0.416	0.003
6	藤原橋	15:05	14.6	"	11.89	7.14	3.34	1	4.5	1.91	0.020	0.002	0.217	0.002	0.460	0.002
7	向山橋	15:25	20.8	"	11.52	7.20	2.85	1	5	2.01	0.032	0.002	0.202	0.001	0.420	0.002
8	水上町役場前	16:10	16.5	"	11.53	7.27	3.28	1	2.5	1.70	0.029	0.001	0.235	0.001	0.524	0.002
9	水紀行館前	16:40	17.9	"	10.74	7.41	4.55	2	3.5	1.59	0.026	0.001	0.298	0.001	0.546	0.001
10	銚子橋	10:01	16.8	"	10.70	7.15	4.65	2	10.5	1.70	0.135	0.002	0.414	0.005	1.000	0.021
11	矢瀨橋	10:25	15.9	"	11.70	7.01	3.48	1	3	2.33	0.141	0.002	0.260	0.002	1.490	0.007
12	月夜野大橋	11:25	18.2	"	11.20	7.35	5.53	2	2	2.01	0.034	0.003	0.455	0.002	0.854	0.002
13	地蔵橋	11:52	18.9	"	11.10	7.41	4.06	1	0.5	2.12	0.050	0.002	0.312	0.001	0.886	0.003
14	戸鹿野橋	12:10	19.6	"	10.77	7.38	5.25	2	1.5	2.44	0.072	0.005	0.456	0.001	1.036	0.003
15	久呂保橋下	12:40	21.2	"	11.40	7.72	6.20	2	4	2.33	0.119	0.005	0.535	0.003	1.268	0.009
16	敷島橋	13:15	21.0	"	11.08	7.49	6.89	2	2	2.44	0.075	0.004	0.619	0.002	1.430	0.010
17	宮田橋	14:00	22.0	"	10.49	7.44	7.09	2	5	2.54	0.022	0.005	0.656	0.002	1.280	0.009
18	大正橋	14:35	23.8	"	9.97	8.00	8.48	3	3	2.01	0.058	0.006	0.734	0.006	1.370	0.017
19	坂東橋	14:55	24.8	"	9.58	7.73	8.62	3	3	3.71	0.035	0.009	0.797	0.002	1.696	0.013

られる。

利根川上流各支川の栄養塩濃度が高い理由として、群馬県の污水处理施設の普及率が関東地方では最も低く、雑排水による水質汚濁が考えられる。また、群馬県は日本でも有数の畜産県であり、高原キャベツや果樹の栽培も盛んなところから、各支川に農業由来の栄養塩が流入したことも考えられる。もう1つ考えられる理由は、降雨・降雪からもたらされる窒素である。

次に、2.2 (c) の調査地点の内、水上町水紀行館横の利根川本川における各態窒素の周年変化について述べる。図5に水紀行館横の利根川本川において、無機態窒素と T-N についての周年変化を示した。T-N と無機態窒素の差は有機態窒素である

が、そのほとんどは色度成分と想定されるので、中流域で富栄養化現象を引き起こす窒素としては、無機態窒素を対象として考えればよいことになる。季節的变化から考察すると、夏から冬にかけて無機態窒素及び T-N 共にやや濃度は低減するが、T-N は 0.5~0.7mg/l の

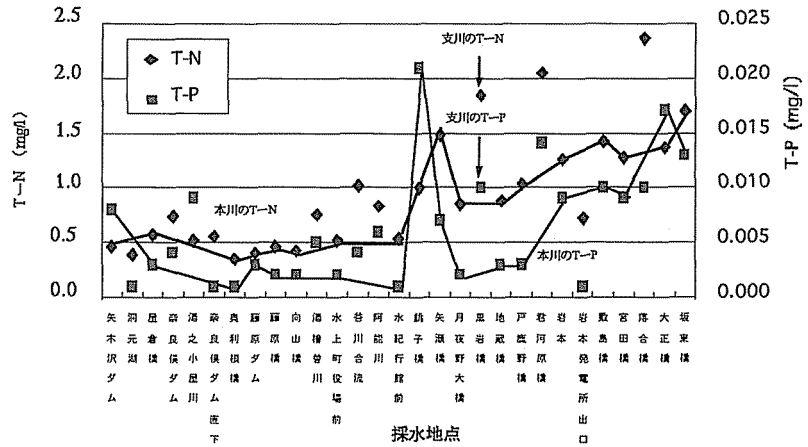


図3 利根川上流域の T-N、T-P の流下方向の推移

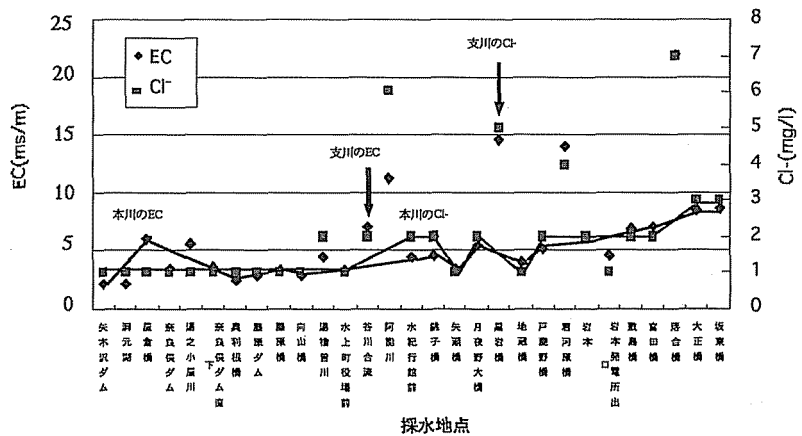


図4 利根川上流域の EC、Cl⁻の流下方向の推移

範囲であり大きな変動はない。しかし、2001年3月11日から5月初めまで急激な窒素濃度の上昇が観測できる。この時期は雪解けにより流量が増大し、濃度も上昇しているため、春先に急激な窒素分の流出があったことを示している。

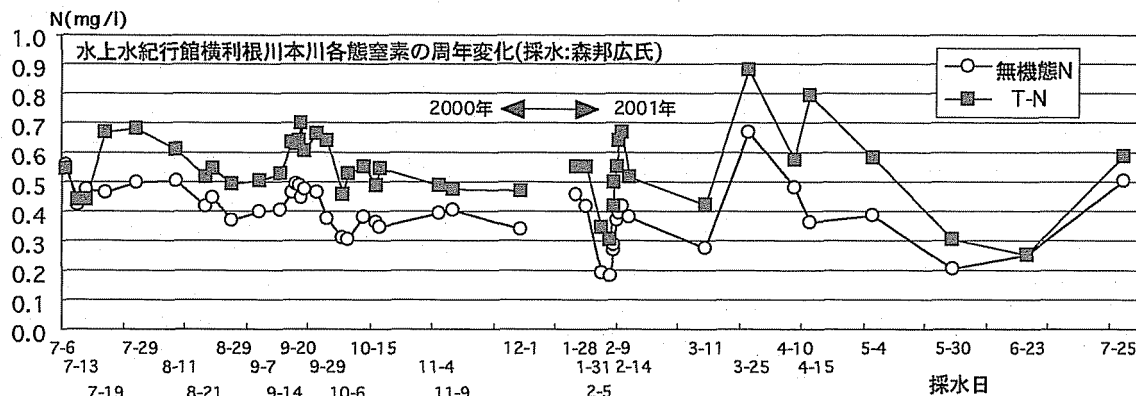


図5 利根川本川（水紀行館横）各態窒素の周年変化

3. 2 利根川水系各支川最上流部の比較・検討

2. 2 (b) に示すように、利根川本川各支川の上流部について、昨年から1年間にわたり逐次最上流部の採水を実施した。具体的な採水点は図2に、その結果については表2に示す。Aの神流川は、上野村の日航機墜落現場の下端に当たる部分で採水したものであり、標高は約1300mである。Lの三平峠は、大清水から尾瀬沼に向かう登山道であり、岩清水は有名な水場である。

これらの窒素濃度を比較・検討すると、そのほとんどが群馬県の西側が高く、東側が低い結果となった。最も窒素濃度が低かったのは、片品川源流部である三平峠の岩清水で、無機態窒素の濃度は0.026mg/lと群を抜いて低い濃度であった。また神流川源流も、無機態窒素は0.136mg/lと西上州では特異的に低かった。源流部も流れ下るに従って窒素濃度は上昇しているため、標高が高く森林の影響が少ないことが、窒素濃度が低い原因と思われる。また西高東低の原因といえば、降雨・降雪などの大気の影響も考えられる。

次に2.2 (d) の雪質調査結果については、片品川を支流とする金精峠、吾妻川を支流とする草津・白根における採雪の測定値の平均を表3に示す。表3から両地点の窒素濃度を検討すると、前記したように群馬県の西側に位置する草津・白根の方が、東側に位置する金精峠よりも窒素濃度が高い傾向であることが分かった。

表2 利根川水系各支川及び本川最上流部の水質調査結果一覧

No.	河川名	採水点	採水日	TIME	天候	Tw	pH	EC	Cl-	NH4-N	NO2-N	Nox-N	無機態N	PO4-P	T-N	T-P	備考
A	神流川	スゲノ沢源流	00-8/24	7:30	曇		7.81	7.25	1	0.001	0.001	0.135	0.136	0.007	0.184	0.007	◎
B	南牧川	通行可能最上流	01-6/4	13:40		15.4	6.36	10.53	1	0.023	0	1.1	1.123	0.003	1.90	0.026	○
C	鑓川	道平川源流	00-12/23	13:10	晴	7.9	7.47	9.91	1	0.001	0.006	1.069	1.07	0.005	1.18	0.005	◎
D	鮎川	会場橋	00-9/23	11:50	曇	13.5	7.56	6.54	2	0.002	0.002	0.803	0.805	0.013	0.992	0.006	○
E	碓氷川	霧積川金湯館上	01-4/28	10:20		7.6	4.81	17.84	4	0.126	0.003	0.19	0.316	0.013	1.78	0.062	○
F	鳥川	高柴橋	01-8/1	16:00		19.4	6.64	8.77	2	0.015	0.002	0.51	0.525	0.011	1.39	0.022	○
G	吾妻川	古永井橋	01-4/5	15:15		10.2	6.54	7.01	8	0.000	0.003	1.24	1.24	0.044	1.77	0.013	○
H	赤谷川	茂倉橋	00-9/15	15:55	晴	16.7	6.96	7.28	3	0.000	0.002	0.616	0.616	3E-04	0.7	0.002	○
I	湯槍曾川	一ノ倉沢	00-7/22	17:35	晴	5.4	6.4	1.65	2	0.008	0.002	0.083	0.091	0.005	0.68	0.013	○
J	利根川	奥利根湖	00-7/30	12:40	晴	23.7	8.04	4.56	2	0.003	0.003	0.103	0.106	0.007	0.762	0.020	△
K	碓氷川	道路分岐	00-7/29	17:40			7.88	7.43	2	0.003	0.003	0.313	0.316	0.014	0.338	0.019	○
L	三平峠	岩清水	01-5-7月平均				7.3	3.39	1.3	0.005	0.001	0.023	0.026	0.006	0.095	0.008	◎
M	片品川	小川/菅沼	00-8/17	11:50	晴	18.6	7.17	6.56	5	0.003	0.003	0.456	0.459	0.005	0.87	0.025	△
平均値							7.00	7.59	2.64	0.015	0.002	0.51	0.53	0.010	0.97	0.018	

単位はEC(mS/m),Tw(°C)その他はmg/l。【備考:◎ほぼ源流の付近、○車でいける限度、△湖など】、岩清水の採水は長瀬小屋野太郎氏による

表3 除雪直後の県境豪雪地帯の雪質調査結果

雪の採取地域	採取日	n	pH	EC	Cl-	NH4-N	NO2-N	NOx-N	無機態N	PO4-P	T-N	T-P
金精峠/国道120号	01-4/4	23	5.23	1.02	1.4	0.014	0.002	0.098	0.112	0.013	0.20	0.015
山田峠/草津志賀道路	01-4/5	12	5.73	0.90	1.1	0.002	0.003	0.130	0.132	0.010	0.31	0.008

4. おわりに

利根川最上流域における栄養塩濃度の調査は、従来ほとんど報告されていない。表2で報告した利根川最上流部各点の水質、また図5に示した周年変化は、従来なされたことのない新しい知見であり、上流側の視点から水質の現状を把握する上で大きな収穫である。

今回の調査から、本川よりも支川の方が栄養塩濃度が高いことが分かったことで、次にそれぞれの支川についての詳しい水質に興味が出てくる。また大気との関連性についても、今後降雨に関する調査に取り組めば、大気と水質との関係を把握することができる。よって今後の課題としては、利根川上流部に当たる流域面積の大きい主だった支川（特に影響の大きかった片品川、吾妻川、赤谷川）の調査、最上流部における降雨の調査等が挙げられる。利根川最上流域における栄養塩発生源のさらなる解明の為にも、引き続き調査を続けていきたい。

謝辞

本研究を行うにあたり、青井研究室の5年生学生をはじめ、多くの方々のご協力を頂きました。金精峠と草津志賀道路の調査については、群馬県土木事務所に多大な協力を頂きました。また、谷川岳サンプリングに協力頂いた森千恵子様、窒素・リンの分析をして頂いた岸分析主任に深く感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 高橋 裕 (1999) 21世紀の河川、ジャーナリストOBクラブ情報資料センター、pp96-pp103
- 2) 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、No78、pp68-73
- 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会講演集、p5
- 4) 森田秀樹 (1995) 利根川上中流域における水質の変化の研究、群馬高専専攻科特別研究論文集、pp121-126
- 5) 森 邦広、阿部 聡、池田正芳、青井 透 (2001) 谷川岳における降雪雨と流入沢水中の窒素濃度との関係、第9回北大衛生工学シンポジウム論文集 (投稿中)
- 6) 青井 透 (2001) 谷川岳及び最上流域利根川本川・各支川の水質、環境施設 (投稿中)