

# 秩父演習林入川流域における河川水の 化学組成モニタリング地点の検討

浅野友子<sup>\*1</sup>, 川崎雅俊<sup>\*2</sup>, 藤原菜生子<sup>\*1</sup>, 大村和也<sup>\*1</sup>, 高野充広<sup>\*1</sup>,  
千嶋武<sup>\*1</sup>, 原口竜成<sup>\*1</sup>, 平田雅和<sup>\*1</sup>, 鎌田直人<sup>\*1</sup>

Preliminary investigation for location of stream chemistry monitoring in  
Irikawa catchment at The University of Tokyo Chichibu Forest

Yuko ASANO<sup>\*1</sup>, Masatoshi KAWASAKI<sup>\*2</sup>, Naoko FUJIWARA<sup>\*1</sup>, Kazuya OMURA<sup>\*1</sup>, Mituhiro TAKANO<sup>\*1</sup>,  
Takeshi CHISHIMA<sup>\*1</sup>, Ryusei HARAGUCHI<sup>\*1</sup>, Masakazu HIRATA<sup>\*1</sup>, Naoto KAMATA<sup>\*1</sup>

## 1. はじめに

東京大学秩父演習林では、平成24年度より秩父演習林入川地区で長期にわたる河川水の化学組成モニタリングをサントリーホールディングス（株）と共同で行う予定である。本報告では、モニタリング地点を選定するために、小～大複数の河川地点で流量を測定し、河川水の化学組成の予備調査を行ったのでその結果を報告する。

## 2. 河川水の化学組成について

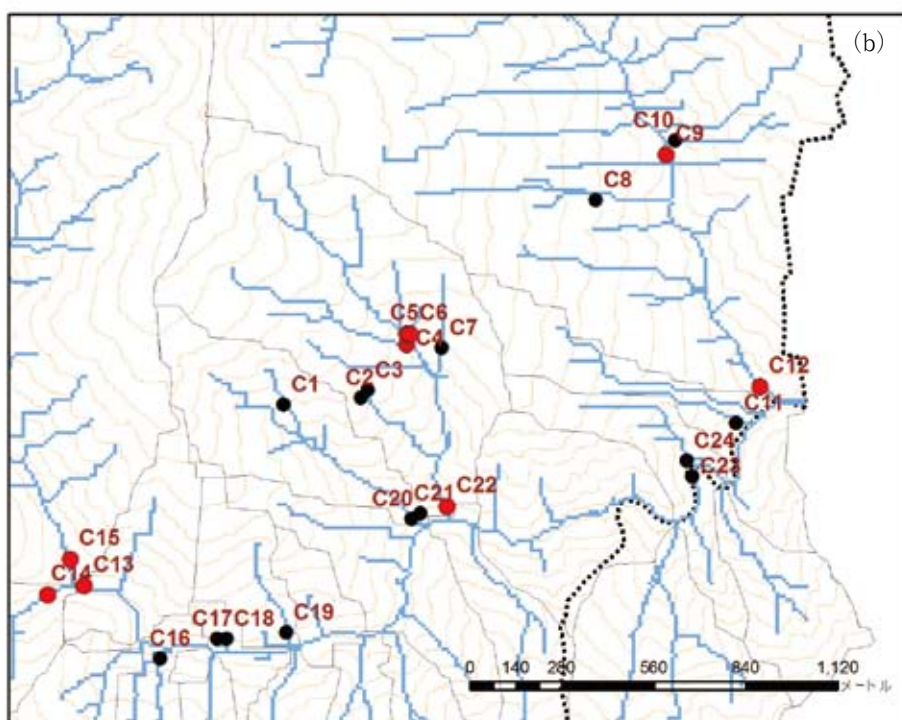
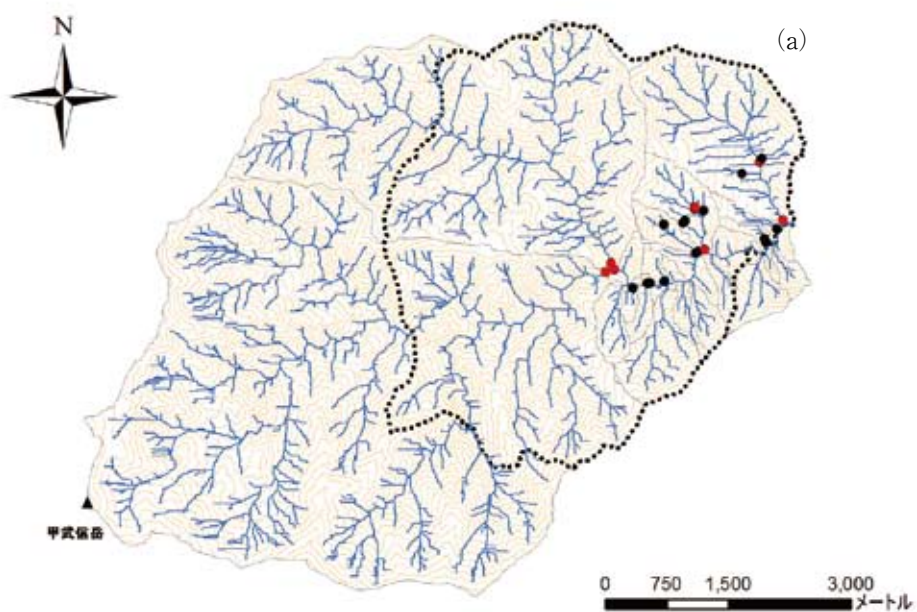
河川水の化学組成は上流の陸域・水域生態系での水・養分物質の循環や、上流の陸域・水域生態系に大気からもたらされ水に溶けて移動する汚染物質の貯留と移動などを反映する基礎的な情報である。また、場合によっては河川を流れている水がどこを通過してきたのかを知る手がかりにもなる。従って、河川水の化学組成を継続的に測定することは流域で起こっている様々な生物活動、地球化学的反応、物理水文過程とその時間変化を知る手がかりとなる。長期間にわたり定期的に水試料を採取して分析することは容易ではないが、他の方法に比べると継続しやすいため、流域環境・生態系の状態や変化を長期的にモニタリングするのに適しているといえる。

このモニタリングで測定を行う項目は、pH、電気伝導度（EC）、陽イオン（ $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{K}^{+}$ ,  $\text{Na}^{+}$ ,  $\text{NH}_4^{+}$ ,  $\text{Li}^{+}$ ）、陰イオン（ $\text{PO}_4^{3-}$ ,  $\text{N}(\text{NO}_3^{-})$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Br}^{-}$ ,  $\text{N}(\text{NO}_2^{-})$ ,  $\text{Cl}^{-}$ ,  $\text{F}^{-}$ ）、溶存 $\text{SiO}_2$ 濃度、などである。この中で、例えば植物の必須元素である窒素（河川水中では $\text{NO}_3^{-}$ ,  $\text{NO}_2^{-}$ ,  $\text{NH}_4^{+}$ として溶存）、リン（ $\text{PO}_4^{2-}$ ）、カリ（ $\text{K}^{+}$ ）などは、主として大気から（窒素）あるいは岩石から（リン、カリ）もたらされ流域の土壌や生物に吸着・吸収され保持されているが、そこに保持されなかったり、あるいは取り込めなかったりしたものが水に溶けて河川に出てきていると考

---

\*1 東京大学大学院農学生命科学研究科  
Graduate School of Agricultural and Life Sciences

\*2 サントリービジネスエキスパート株式会社  
Suntory Business Expert Limited



図－１．調査地の地形と調査地点（●と●）の位置。(b) は (a) の一部を拡大したもの。●はモニタリング地点に選んだ地点。点線は演習林の範囲を示す。

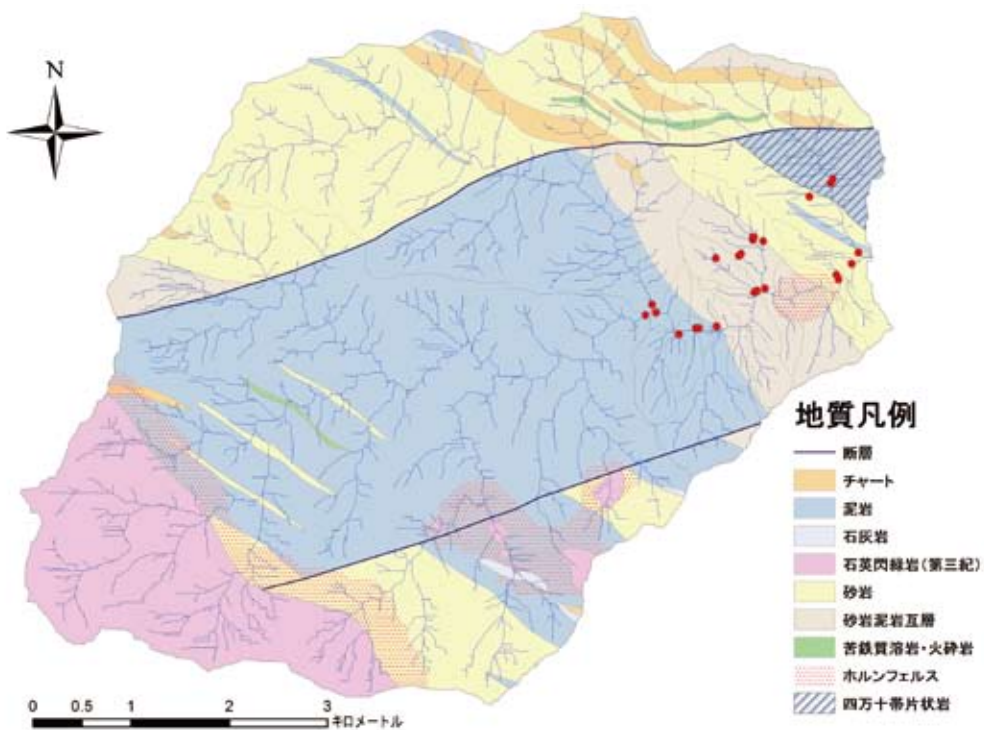
えられる。一方、例えば $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$ 、 $\text{Na}^+$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$ 、 $\text{SiO}_2$ などは一般に岩石中の鉱物に豊富に含まれている成分で、地下水中に溶け出し、土壌や生物体に吸着・吸収される量もそれほど多くないため、ほぼそのまま河川に出てくる。 $\text{Cl}^-$ は主に大気からもたらされ、土壌や生物との反応がほとんど無いため、植物の蒸散作用による濃縮の影響のみを受けて河川に出てくると考えられる。

### 3. 調査地の概要

入川流域は荒川源流域にあり、入川の標高750mから2,475m（甲武信岳山頂）までの流域を調査対象とした（図－1）。流域の地形は、荒川の本・支流が浸食した深いV字谷となっており、斜面中・上部には緩斜面もあるが、斜面下部はきわめて急峻である。そのため、入川本流に流れ込む小さな支流の多くは滝のように流れ落ちている。

栃本観測所で観測された年平均気温は11.2℃、平均年降水量は1,534mmで、積雪は年による変動が大きく、平年は20～30cmである。

地質は白泰山南方を通る白泰断層から北側はジュラ紀の砂岩層（付加体）であり、南側は白亜紀の砂岩泥岩互層（付加体）である（図－2）。この地域では白泰断層以外にも断層が多くみられる（秩父地質研究グループ、1966）という。また、山頂や山腹の平坦なところには関東ロー



図－2. 調査地の地質。埼玉県地質図編纂委員会編(1998)埼玉県地質図(山地/丘陵地) [1:50,000] を元に作成。●は調査地点を表す。

層が分布している（埼玉県地質図編纂委員会編，1999）。入川流域に分布し，水質に特徴的な影響を与える鉱物として，石灰岩と黄鉄鉱が挙げられる。石灰岩は厚さ数m程度の小岩帯が数カ所で見られる（秩父地質研究グループ，1966）（図－2）。石灰岩の主成分である炭酸カルシウム（ $\text{CaCO}_3$ ）は水に溶けやすいため，石灰岩に接した水中の $\text{Ca}^{2+}$ 濃度は高くなる。また，入川沿いに露出する砂岩層には黄鉄鉱（ $\text{FeS}_2$ ）をともなう大小の鉱脈があることが報告されている（秩父地質研究グループ，1966）。黄鉄鉱が酸素を含んだ水と接触すると酸化・分解し硫酸酸性の水が生じ， $\text{SO}_4^{2-}$ 濃度が高くなる。

これまでに秩父演習林周辺で行われた河川水の化学組成調査の結果，陽イオンでは $\text{Ca}^{2+}$ が，陰イオンでは $\text{SO}_4^{2-}$ 濃度が高いことが報告されている（小沢ほか，1980；東京大学秩父演習，1998；石橋，2004；五名，2011；Tabayashi and Koba, 2011）。これは，前述の地質とも整合している。黄鉄鉱に起因するとおもわれる $\text{SO}_4^{2-}$ 濃度は比較的高いが，これまで秩父演習林で行った化学組成調査では，pHの低い酸性の河川水は報告されていない（五名ほか，2007；2011）。また，過去に国道140号奥秩父トンネル，雁坂トンネルの削剥残土（グレイジャイド $\text{Fe}_3\text{S}_4$ 含む（東京大学秩父演習林，1988））を溪谷へ埋め立てたところ，下流側の河川で $\text{SO}_4^{2-}$ 濃度が最大4～5倍上昇したが，その際も $\text{Ca}^{2+}$ や $\text{Na}^+$ などの陽イオン濃度が同時に増加し，pHはほとんど変化しなかった（五名ほか，2011）。これらのことから入川流域には黄鉄鉱を含む岩石があるが，溶け出しやすい陽イオンを含む岩石もあるため河川水は中和されていると考えられる。

#### 4. 調査方法

調査は2011年10月27日～28日に行った。事前に地図上で河川を確認し，現地で湧水，小さな河川，中規模の河川で調査を行った（図－1）。現地で気温，水温，電気伝導度，pHの測定と，河川流量の測定を行った。河川流量は河川のサイズによって異なる方法を用いて計測した。流れる水の量が少なく，かつ集水可能な地点では，ポリエチレン製の袋で集水し，ストップウォッチとばねばかりを用いて測定した。袋に集水するのが難しいぐらいの流れのある河川では，川幅と水深を測定して流水の断面形状を把握し，電磁流速計で計測した流速に断面積を乗じて求めた。

各調査地ではペットボトルに水試料を採取し，サントリービジネスエキスパート（株）水科学研究所の実験室で，イオンクロマトグラフィー法（ダイオネクス社製ICS-3000）にて，陽イオン（ $\text{Ca}^{2+}$ ， $\text{Mg}^{2+}$ ， $\text{K}^+$ ， $\text{Na}^+$ ， $\text{NH}_4^+$ ， $\text{Li}^+$ ），陰イオン（ $\text{PO}_4^{3-}$ ， $\text{N}(\text{NO}_3^-)$ ， $\text{SO}_4^{2-}$ ， $\text{Br}^-$ ， $\text{N}(\text{NO}_2^-)$ ， $\text{Cl}^-$ ， $\text{F}^-$ ）の分析を行った。また，モリブデンブルー法にて溶存 $\text{SiO}_2$ 濃度の分析を行った。

各調査地点までの流域面積は，10mメッシュDEMとArcGISを用いて求めた。比流量（単位面積当たり流量）は，測定した流量を流域面積で除して求めた。計測する化学成分には地質が大きく影響すると考えられるため，地質図（埼玉県地質図編纂委員会編，1999）をスキャナーで読み取り，電子化したデータからArcGISを用いて各調査地点までの集水域に占める各地質区分の面

表-1. 調査地点の概要

調査地点ID	調査日	種類 <sup>*1</sup>	流域面積(m <sup>2</sup> )	集水域地質組成(m <sup>2</sup> )*2								
				チャート	珉鉄質溶岩・火砕岩	砂岩	砂岩泥岩互層	泥岩	石英閃緑岩(第三紀)	石灰岩	ホルンフェルス	四万十帯片状岩
C1	10/27	小河川	41200	0	0	0	0	4120	0	0	0	0
C2	10/27	小河川	500	0	0	0	0	50	0	0	0	0
C3	10/27	小河川	13800	0	0	0	0	1380	0	0	0	0
C4	10/27	小河川	114800	0	0	0	0	11480	0	0	0	0
C5	10/27	小河川	230400	0	0	14660	0	8380	0	0	0	0
C6	10/27	小河川	26400	0	0	2370	0	270	0	0	0	0
C7	10/27	小河川	48500	0	0	4830	0	20	0	0	0	0
C8	10/27	湧水	102500	0	0	10200	0	0	50	0	0	0
C9	10/27	河川	2221600	29960	4080	102570	21930	63620	0	0	0	63620
C10	10/27	小河川	50600	0	0	0	0	0	5060	0	0	5060
C11	10/27	湧水	29800	0	0	2980	0	0	0	0	0	0
C12	10/27	河川	2889000	29960	4080	145510	21930	87420	0	0	0	81340
C13	10/28	河川	34534400	112430	13250	992740	130120	1672050	518480	14370	279260	0
C14	10/28	河川	24036500	11280	5760	441560	48150	1368470	518480	9950	279260	0
C15	10/28	河川	10460200	101150	7490	551180	81970	299810	0	4420	0	0
C16	10/28	小河川	37500	0	0	3750	0	0	3750	0	0	0
C17	10/28	小河川	12700	0	0	0	0	0	1270	0	0	0
C18	10/28	湧水	300	0	0	0	0	0	30	0	0	0
C19	10/28	小河川	74300	0	0	0	0	7280	150	0	0	0
C20	10/28	河川	248300	0	0	0	0	24830	0	0	0	0
C21	10/28	湧水	1000	0	0	0	0	100	0	0	0	0
C22	10/28	河川	649800	0	0	24130	40850	0	0	0	0	0
C23	10/28	河川	38618400	112430	13250	1034990	342350	1825970	518480	14370	306590	0
C24	10/28	小河川	81800	0	0	8180	0	0	0	0	10	0

\*1 湧水: 地下水がわき出す地点

小河川: 地下水が湧き出す地点の下流数〜数十メートルの小さな流れ

河川: 複数の小河川が集まったしっかりした流れ

\*2 集水域の地質組成は埼玉県地質図(埼玉県地質図編纂委員会編、1998)に準拠している。

積と面積割合を求めた。結果を表示するための地図を10mメッシュ DEMとArcGISを用いて作製した。このとき、河川のグリッドは以下の方法で指定した。現地で確認した4カ所の湧水点までの集水面積は $300 \sim 102,500\text{m}^2$  (中間値 $15,400\text{m}^2$ ) であったので、ここでは累積グリッド数が150 (累積面積 $15,000\text{m}^2$ ) 以上のグリッドを河川とした。

## 5. 結果

### 5.1. 調査地点の概況

調査地点は大きく分けて、地下水がわき出す地点 (以下、湧水) 4カ所、地下水がわき出す地点の数～数十メートル下流の小さな流れ (以下、小河川) 12カ所、複数の小河川が集まったしっかりした流れ (以下、河川) 8カ所と、幅広い流れの形態を網羅するように選んだ (表-1)。結果として、全調査地点までの流域面積は $0.0003$ から $39\text{km}^2$ と5桁も異なっていた。それぞれ流れの形態ごとに流域面積を見ても、湧水は $0.0003 \sim 0.1\text{km}^2$ 、小河川は $0.0005 \sim 0.23\text{km}^2$ 、河川は $0.2 \sim 39\text{km}^2$ と幅があった。それに対応して流量も場所により $6.21\text{E-}05 \sim 1.38\text{m}^3/\text{sec}$ と5桁異なっていた。比流量 (単位面積あたりの流量) で比べても $0.11 \sim 97\text{mm}/\text{day}$ と2桁違っていた (表-2)。なお、図-1bのC13の下流では発電のための取水が行われているため、C23地点の流量はその影響を受けている。この取水口の最大使用水量は $1.8\text{m}^3/\text{s}$ であり、調査日の平均取水量は $1.3\text{m}^3/\text{s}$ であった (東京発電株式会社による)。

### 5.2. 溶存成分濃度とその場所による違い

陽イオンで最も多くふくまれていたのは $\text{Ca}^+$ 、 $\text{Na}^+$ イオンで、 $\text{Mg}^+$ 、 $\text{K}^+$ イオンも含まれていたが、 $\text{NH}_4^+$ 、 $\text{Li}^+$ イオンなどはほとんど含まれていなかった。陰イオンでは $\text{SO}_4^{2-}$ 濃度が高く、次いで $\text{Cl}^-$ 、 $\text{NO}_3^-$ イオンも多く、多くの場所で含まれていたが、 $\text{PO}_4^{2-}$ 、 $\text{NO}_2^-$ 、 $\text{F}^-$ 、 $\text{Br}^-$ などの濃度は検出限界以下だった (表-3)。

溶存 $\text{SiO}_2$ 濃度は $9.7 \sim 16.2\text{mg}/\text{L}$ の範囲にあり、場所によって最大1.7倍違っていた (表-2)。陽イオン、陰イオン濃度も場所によって2.3倍 ( $\text{Na}^+$ ) 以上異なっていた (表-3)。このような場所による濃度の違いの傾向を見るために、主要な溶存成分について、地図上に濃度ごとに色を変えて示した (図-3)。

### 5.3. 流域面積と比流量の関係

流域面積が $1\text{km}^2$ より小さい湧水、小河川、河川では、比流量は場所によって大きくばらつき流域面積との関係は明らかではなかった (図-4)。一方、流域面積 $1\text{km}^2$ より大きい河川では、最も流域面積の大きい地点を除くと、流域面積が大きくなるにつれ比流量が大きくなる傾向があった (図-4b)。一回しか調査を行っていないためはっきりとは言えないが、上流域で雨水は

表-2. 水温, 流量測定, 水質分析の結果

調査地点 ID	気温 (°C)	水温 (°C)	EC 電気伝導率 (ms/m)	pH	流量 (m <sup>3</sup> /sec)	比流量 (mm/day)	pH <sup>*4</sup>	EC <sup>*5</sup> 電気伝導率	ORP 酸化還元電位	総硬度 (計算値)	TOC (単位: 個別明示)
C1		10.9	2.02	6.62	0.0001	0.1	7.11(20.4°C)	2.8	298(22.0°C)	7.3	1.70ppm
C2	15.3	10	1.81	6.95	0.0003	53.6	7.10(20.5°C)	2.4	302(21.4°C)	5.1	739ppb
C3	10.8	9.2	2.42	6.64	0.0002	1.4	6.94(20.8°C)	2.4	282(21.1°C)	4.7	564ppb
C4	10.4	8.6	2.72	7.18	0.0001	0.1	7.05(21.1°C)	2.7	274(22.1°C)	6.5	880ppb
C5	12.5	9.6	4.62	7.2	0.001	0.3	7.22(21.2°C)	4.6	271(21.6°C)	14.4	261ppb
C6	12.5	9.9	4.36	6.64	0.001	3.7	7.07(21.5°C)	4.5	274(21.8°C)	13.3	218ppb
C7	12.9	10.5	6.69	7.44			7.29(21.4°C)	5	266(21.1°C)	15.8	654ppb
C8	10	9.1	2.74	6.78	0.001	0.5	7.01(21.5°C)	2.8	268(20.5°C)	7.6	195ppb
C9	10.7	10.2	7.02	7.39	0.024	0.9	7.40(21.8°C)	7.2	266(21.6°C)	28.1	485ppb
C10	15.9	10.8	8.8	7.72	0.0003	0.5	7.55(23.9°C)	10.2	252(23.2°C)	38.3	736ppb
C11	10.7	10.8	4.92	7.67	0.001	3.4	7.41(22.2°C)	4.9	254(23.1°C)	14.3	280ppb
C12	9.7	10.2	7.34	7.66	0.035	1.1	7.55(22.4°C)	7.4	249(21.6°C)	26.9	456ppb
C13	7	6.4	5.22	7.5	1.379	3.4	7.39(22.7°C)	5.2	243(24.6°C)	17.9	482ppb
C14	7.4	6.3	4.29	7.5	0.836	3.0	7.31(22.7°C)	4.3	246(23.2°C)	13.6	505ppb
C15	9.8	9	10.93	7.88	0.235	1.9	7.69(23.9°C)	10.7	240(22.4°C)	45.4	505ppb
C16	9.8	8.7	7.08	7.88	0.002	5.6	7.58(22.9°C)	7.1	243(23.1°C)	24.6	485ppb
C17	13	8.7	7.08	7.95	0.001	6.5	7.59(24.2°C)	8.9	235(23.2°C)	32.7	521ppb
C18	11.4	13.3	8.12	7.93			7.56(23.1°C)	7.7	232(23.2°C)	29.0	1.09ppm
C19	12.2	11.3	6.33	7.72	0.001	0.9	7.30(22.5°C)	6.6	230(22.9°C)	23.6	725ppb
C20	12.2	11.3	6.33	7.72	0.002	0.7	7.29(22.4°C)	6.4	230(22.0°C)	22.5	393ppb
C21	12.4	11.1	7.41	7.78	0.001	97.2	7.41(22.8°C)	8.7	237(23.0°C)	31.9	234ppb
C22	12.8	10.3	7.07	7.81	0.011	1.4	7.45(23.4°C)	7	230(24.0°C)	25.3	480ppb
C23 <sup>*1</sup>	10.8	9.1	6.88	7.85	0.200 (1.50)	0.4 (3.4)	7.55(23.2°C)	6.8	240(23.1°C)	24.2	441ppb
C24	10.2	9.4	9.11	7.77			7.53(23.4°C)	9.2	231(24.8°C)	35.4	952ppb
川俣学生宿舍舎前 <sup>*2</sup>			6.61	7.76			7.48(23.9°C)	6.6	236(24.1°C)	24.0	475ppb
バケモノ沢 <sup>*3</sup>	9.3	9.7	4.9	7.51	0.003		7.39(24.0°C)	5	282(21.3°C)	15.1	311ppb

\*1 水力発電のため上流で取水されている地点。カッコ内は10月28日の平均取水量(1.3m<sup>3</sup>/s)を加えた場合の値

\*2 川又学生宿舍舎前(荒川)で採取

\*3 バケモノ沢量水堰堤で採取

\*4、\*5 実験室での測定値

表-3. 水質分析の結果 (表-2の続き, 単位: mg/L)

調査地点ID	SiO <sub>2</sub> (mg/L)	F <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	N(NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> )	Br <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	N(NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	Li <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Ca <sup>2+</sup>
	検出限界 0.10 定量下限 0.20	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.025	0.1	0.025	0.10	0.10	0.1—0.2
C1	13.0	ND	0.43	ND	ND	0.94	ND	ND	ND	2.31	ND	0.36	0.37	2.32
C2	13.8	ND	0.40	ND	ND	1.03	ND	ND	ND	2.35	ND	0.16	0.31	1.54
C3	14.1	ND	0.43	ND	ND	0.90	0.14	ND	ND	2.38	ND	0.26	0.32	1.34
C4	12.6	ND	0.44	ND	ND	1.12	ND	ND	ND	2.11	ND	0.32	0.37	1.99
C5	13.1	ND	0.42	ND	ND	4.78	0.11	ND	ND	2.62	ND	0.31	0.76	4.51
C6	13.4	ND	0.41	ND	ND	4.16	0.12	ND	ND	2.54	ND	0.28	0.72	4.13
C7	12.8	ND	0.64	ND	ND	4.48	0.28	ND	ND	2.70	ND	0.42	0.66	5.24
C8	13.3	ND	0.46	ND	ND	0.69	0.15	0.10	ND	1.95	ND	0.34	0.45	2.32
C9	11.2	ND	0.46	ND	ND	7.79	0.17	ND	ND	2.09	ND	0.51	1.24	9.20
C10	13.5	ND	0.41	ND	ND	9.94	0.27	ND	ND	3.15	ND	0.49	1.24	13.30
C11	16.2	ND	0.49	ND	ND	1.69	0.99	ND	ND	3.00	ND	0.26	0.85	4.33
C12	12.3	ND	0.49	ND	ND	7.41	0.29	ND	ND	2.39	ND	0.45	1.12	8.94
C13	10.6	ND	0.51	ND	ND	4.20	0.24	ND	ND	1.60	ND	0.55	0.57	6.24
C14	10.2	ND	0.53	ND	ND	3.34	0.24	ND	ND	1.58	ND	0.61	0.43	4.75
C15	9.7	ND	0.51	ND	ND	9.52	0.26	ND	ND	2.01	ND	0.35	1.53	15.65
C16	14.2	ND	0.33	ND	ND	8.57	0.12	ND	ND	2.97	ND	0.28	0.80	8.53
C17	15.2	ND	0.51	ND	ND	11.41	0.17	ND	ND	3.59	ND	0.31	1.50	10.63
C18	13.5	ND	0.46	ND	ND	11.87	ND	ND	ND	3.06	ND	0.20	1.23	9.59
C19	14.9	ND	0.47	ND	ND	8.20	ND	ND	ND	3.18	ND	0.14	1.17	7.53
C20	11.7	ND	0.43	ND	ND	7.73	0.40	ND	ND	2.08	ND	0.44	0.82	7.66
C21	12.0	ND	0.43	ND	ND	12.64	0.35	ND	ND	2.38	ND	0.39	1.09	10.97
C22	12.6	ND	0.44	ND	ND	8.16	0.11	ND	ND	2.61	ND	0.38	0.97	8.53
C23	11.0	ND	1.17	ND	ND	6.34	0.22	ND	ND	2.41	ND	0.50	0.73	8.50
C24	13.0	ND	0.42	ND	ND	9.82	0.42	ND	ND	2.65	ND	0.65	1.20	12.21
川俣学生宿舎前*	10.3	ND	0.85	ND	ND	5.43	0.23	ND	ND	2.08	ND	0.54	0.80	8.61
バケモノ沢**	14.3	ND	0.40	ND	ND	4.43	ND	ND	ND	2.66	ND	0.23	0.54	5.17

\*1 川又学生宿舎前(荒川)で採取

\*2 バケモノ沢水堰堤で採取

図-3. (a)

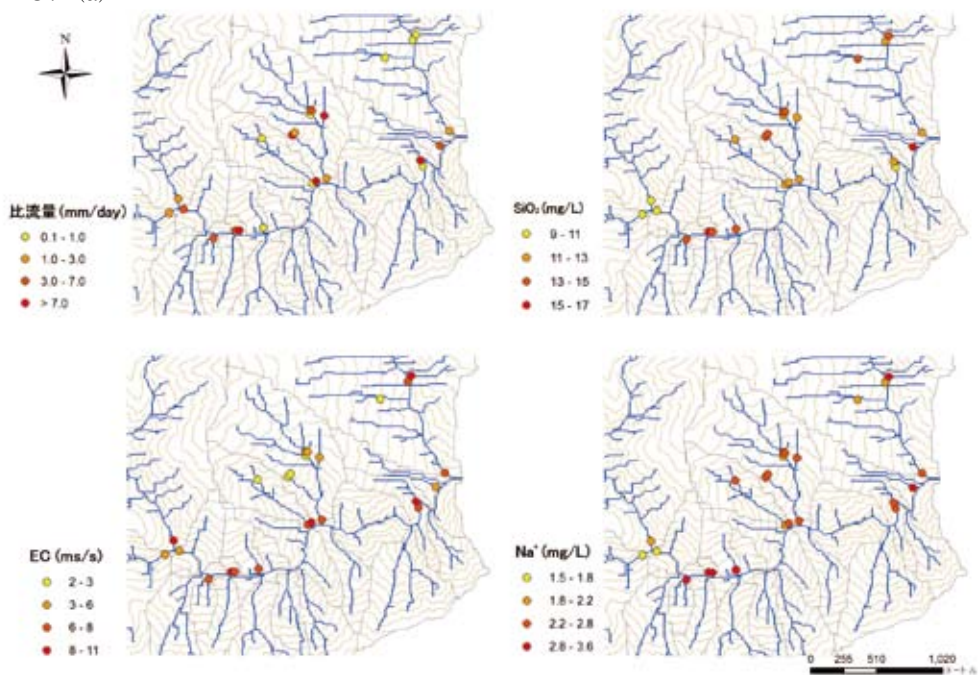
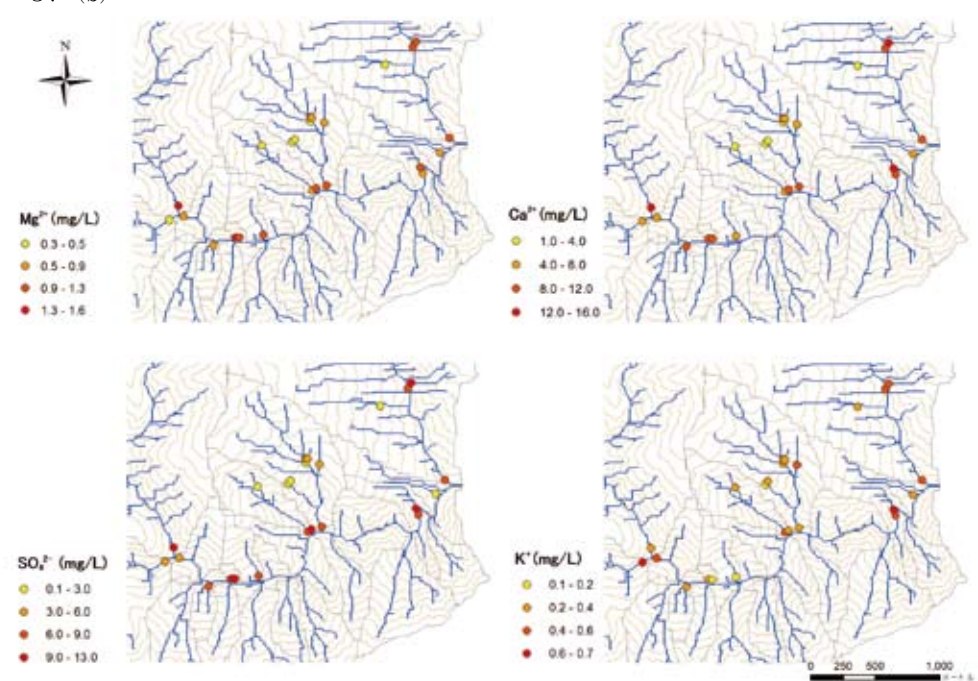
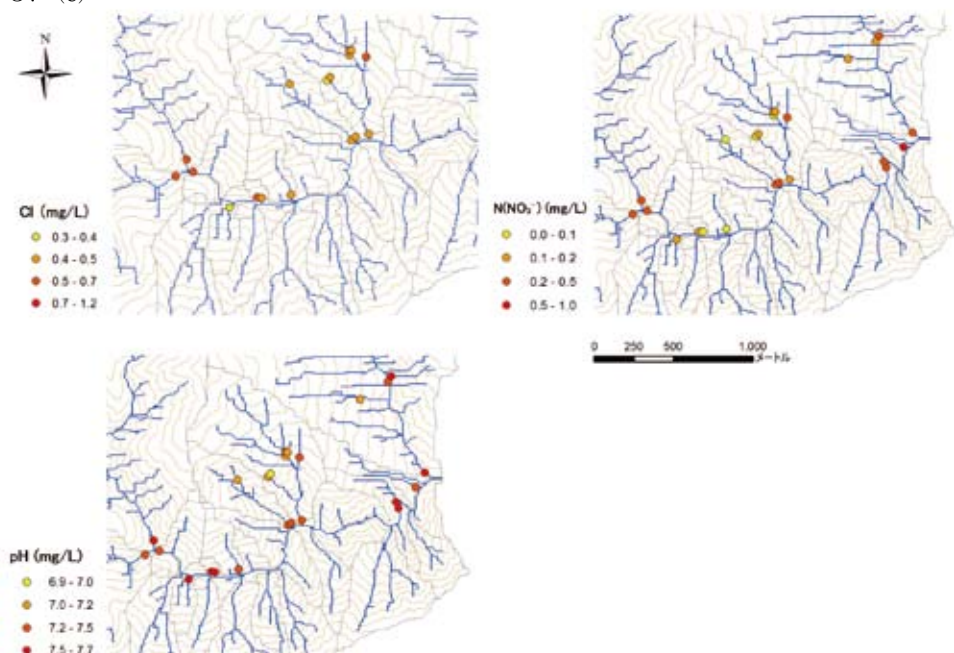


図-3. (b)

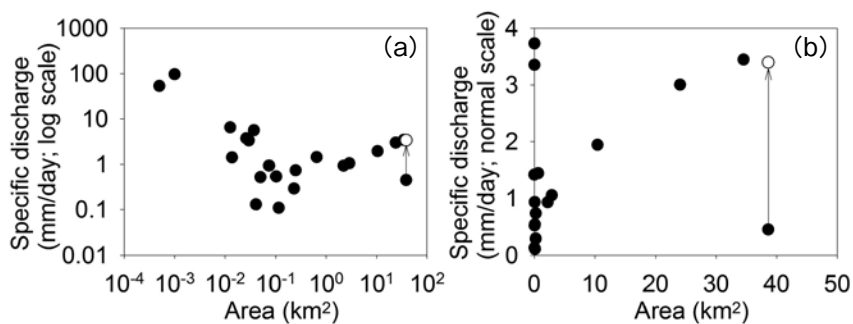


図－3. (c)



図－3. (a) ～ (c) 比流量，電気伝導度，pHおよび主要な溶存成分分析結果

地中深くまでしみこみ，流域面積が小さい河川では出てこなかった水が，下流の流域面積が大きく標高が小さい河道ではじめて出てきていると考えられる。つまり，流域の規模により河川水が通過してきた地中の深さが異なる可能性がある。なお最も流域面積の大きい地点（図－1のC23）は，取水の影響により平水時の流量が大幅に少ない（図－4）。



図－4. 流域面積と比流量の関係 (a) 縦・横軸とも対数表示 (b) 縦・横軸とも線形表示 (○) は地点C23の実測値に10月28日の平均取水水量 $1.3\text{m}^3/\text{s}$ （東京発電株式会社による）を足して計算した値。

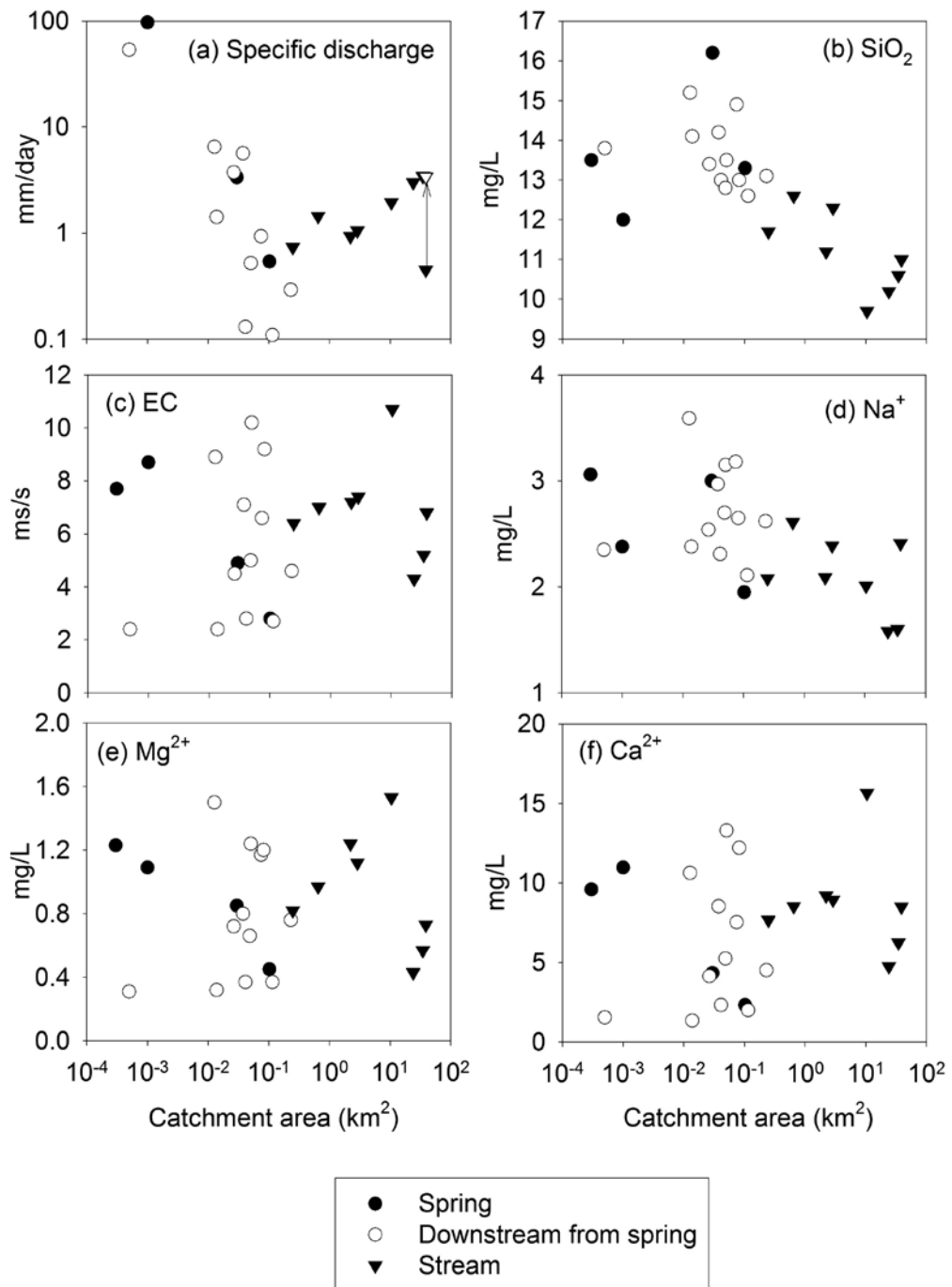


図-5. (a) ~ (k) 流域面積と主要な溶存成分濃度の関係  
●は湧水, ○は小河川, ▼は河川, (a) の▽は取水量を足した値を表す

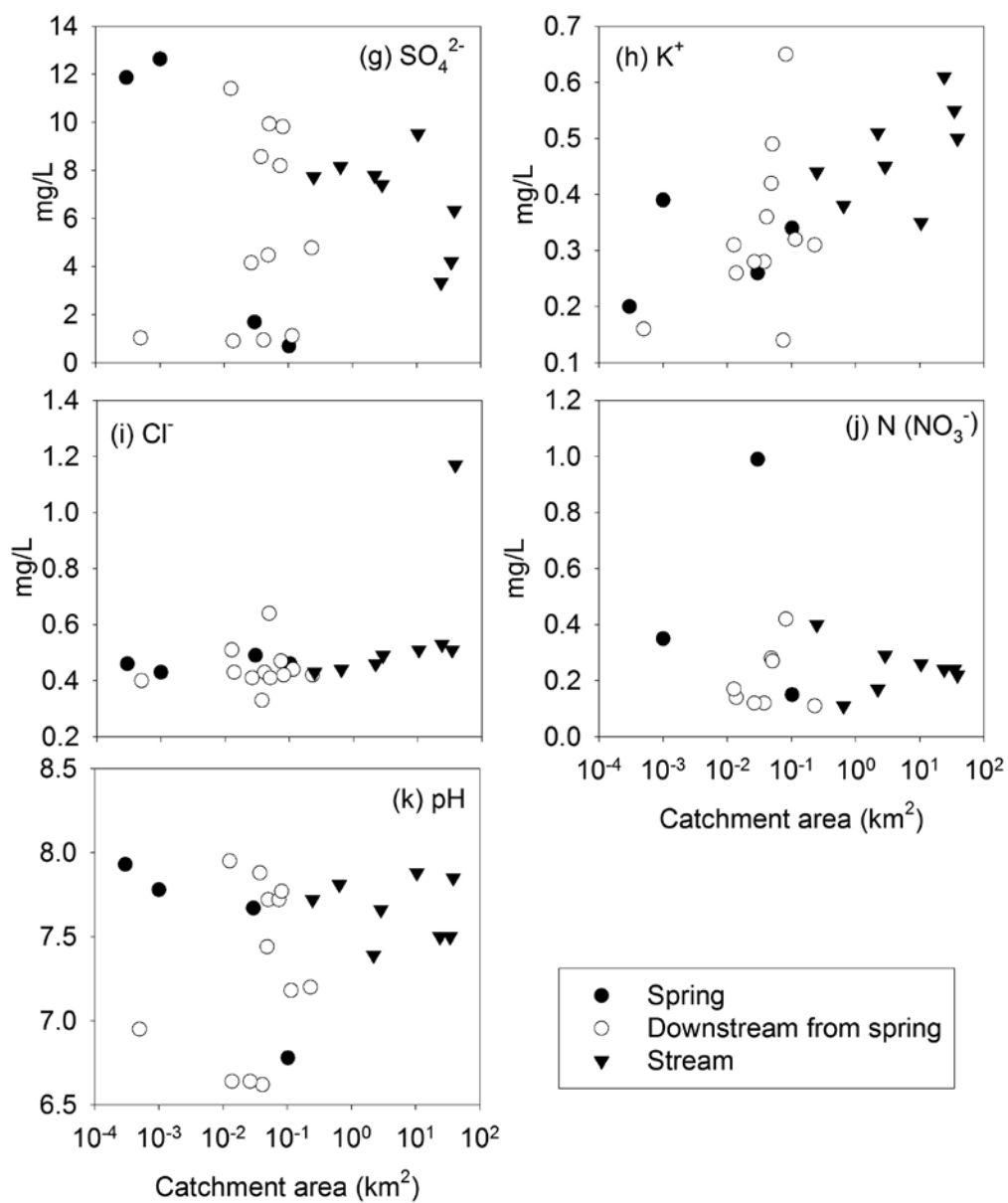
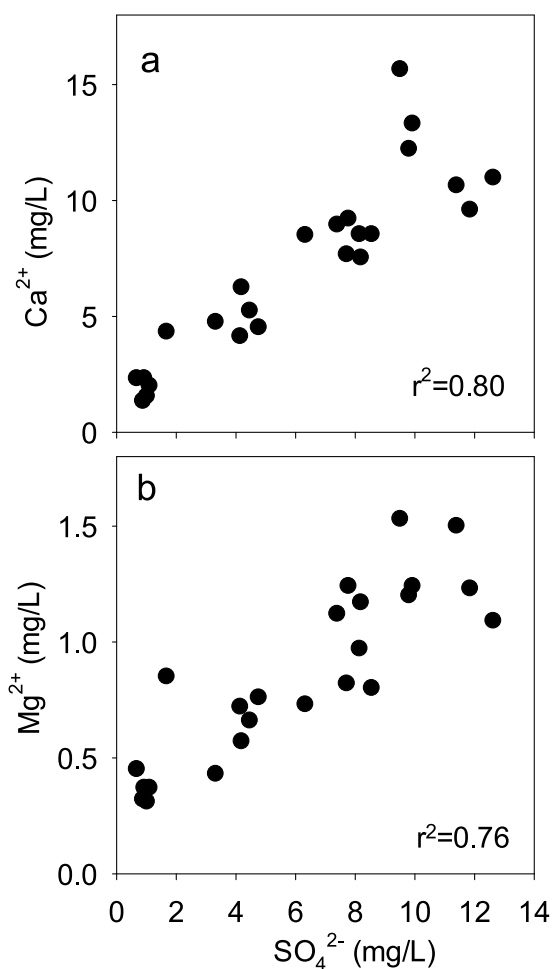


図-5. つづき



図－6．試料水中に含まれる (a)  $\text{SO}_4^{2-}$  と  $\text{Ca}^{2+}$  および (b)  $\text{SO}_4^{2-}$  と  $\text{Mg}^{2+}$  の関係

#### 5.4. 溶存成分濃度の空間分布について

主要な溶存成分について、水試料採取場所までの流域面積と濃度の関係を示す（図－5）。流域面積と比流量の関係に見られたような明瞭な関係を示す溶存成分は見られない。比較的多く含まれ、主として岩石起源の  $\text{SO}_4^{2-}$ 、 $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$  は似たような空間分布をしていた（図－5e, f, g）。また、 $\text{SO}_4^{2-}$  と  $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$  と  $\text{Mg}^{2+}$  の間には関係があったことから（図－6）、黄鉄鉱の酸化で生成する  $\text{SO}_4^{2-}$  が  $\text{Ca}^{2+}$  と  $\text{Mg}^{2+}$  を対となる陽イオンとして溶出させるような化学的風化が流域内で生じていると考えられる。一方で、地質図（図－2）をもとに計算した各地質区分の占める面積割合と  $\text{SO}_4^{2-}$  の関係を調べたところ、いずれの地質区分とも明瞭な関係が見られなかった。これは、黄鉄鉱の含まれる層の分布は図－2の岩石区分と必ずしも対応していないか、あるいは地表に露

出している岩石の面積が、地中で水が流れる道筋にあって水と接触する造岩鉱物の組成を代表していない、などの可能性がある。いずれにせよ、入川流域内の河川の主要な溶存成分の場所による違いは、複雑な地質の分布、特に黄鉄鉱の分布に大きく影響を受けていると考えられる。

## 6. モニタリング地点の選定

以上の結果をもとに、2012年4月から月に1度、溶存成分濃度のモニタリングを行う地点を選定した。選定に当たっては次の観点を重視した。

- ①アクセスが良い。
- ②流域面積の小さい小河川から大きい河川まで、幅ひろく選ぶ。
- ③ある程度どこに降った雨が出て来ているかわかる地点を選ぶ。
- ④周辺と比べ、特異的な傾向をもつ溪流ではない地点を選ぶ。

①については、アクセスが良ければ安全に、同じ時間内に採取できる試料数も増えるため、長期継続する上で最も重要と考えている。②については、5.3にも示したように、対象流域では、流域の規模（流域面積）によって出てくる水の起源（通ってきた深さ）が異なる可能性があるため、いろいろな規模の河川を計測することが重要だと考えた。また、幅広い規模の河川を選ぶことにより、狭い範囲で生じる森林生態系の変化をとらえやすい河川水から、より広い範囲からの水のあつまりで、広い範囲の情報を総合的に含む河川水までをモニタリングできると考えた。③については、流れている水がどこから来たのかがよくわからないため、斜面の途中からわき出す湧水などはモニタリング地点に選ばないこととした。④ある溶存成分が他に比べてきわめて高いなどの特異的な傾向をもつ地点はモニタリングに適さないと考えた。

その結果、モニタリング地点は図-1の赤丸で示したC4, C5, C6, C9, C12, C13, C14, C15, C22の9か所とした。C14地点へ行くには赤沢を渡る必要があるため①の観点からは適切なモニタリング地点とは言いがたい。しかし、この規模の河川は他にないためモニタリング地点に加え、水量の少ない時期のみ、年に1-2回でも試料採取できれば良いと考えた。2012年度の結果をもとに、2013年度にモニタリング地点や方法を再検討する予定である。

## 引用文献

- 秩父地質研究グループ（1966）秩父演習林付近の地質-栃本より上流地域について-、演習林16:73-85.
- 五名美江・蔵治光一郎・春田泰次・大村和也・千嶋武・才木道雄・齋藤俊浩（2011）トンネル掘削残土の渓谷への埋め立てが溪流水質に及ぼす影響、東京大学農学部演習林報告126:59-80.
- 五名美江・蔵治光一郎・春田泰次・鴨田重裕・小田智基・堀田紀文・鈴木 誠・木村徳志・五十

- 嵐勇治・大村和也・渡邊良広（2007）東京大学5演習林8試験流域における渓流水質の特性.  
東京大学農学部演習林報告118:65-83.
- 石橋啓史（2004）森林流域における渓流水質の規定要因. 東京大学大学院新領域創成科学研究科  
環境学専攻. 2003年度修士論文.
- 片山美祐子（2011）埼玉県秩父地方における重金属と窒素飽和現象の関係. 東京大学大学院理学  
系研究科 地球惑星科学専攻. 2011年度修士論文.
- 小沢竹二郎・当麻喜明・根津豊彦・川原田淳（1980）荒川上流秩父山地の河川水質（その1）. 水  
温の研究23(5):14-22.
- 崎尾均（1999）埼玉県秩父山地と平野部における8年間の降雨のpH, ECと成分の比較. 森林立  
地41(1):13-17.
- 埼玉県地質図編纂委員会編（1998）埼玉県地質図（山地・丘陵地）[1:50,000]. 埼玉県農林部林  
務課刊行.
- 埼玉県地質図編纂委員会編（1999）埼玉県地質図解説書. 埼玉県農林部林務課刊行. 242p.
- Tabayashi, Y. and Koba, K. (2011) Heterogeneous Atmospheric Nitrogen Deposition Effects  
Upon the Nitrate Concentration of Stream Waters in a Forested Mountain Area. Water  
Air Soil Pollut. 216:105-115.
- 東京大学農学部附属演習林（1998）秩父演習林自然環境調査成果集—秩父演習林の環境—.  
368pp. 東京大学農学部附属演習林.