

# 多摩川の水質に及ぼす人類起源の物質の影響

1 9 8 7 年

一 国 雅 巳

東京工業大学 大学院総合理工学研究科教授

# 目 次

1. はじめに	1
2. 試料の採取	1
2-1 沢水の採取方法	1
2-2 沢水の採取地点	1
2-3 試料名	2
2-4 採水日	2
3. 試料の分析	3
3-1 イオンクロマトグラフ法による沢水の分析	3
3-2 原子吸光法による沢水の分析	6
4. 結果と考察	6
4-1 沢水の分析値とその平均値の特徴	6
4-2 沢水に含まれる化学成分濃度の地理的変化	18
4-3 沢水組成の経時変化	28
4-4 沢水中の化学成分の起源	35
4-5 塩化物イオンの起源	47
5. おわりに	50

## 1. はじめに

いままで河川上流部の沢水に含まれる化学成分の起源は、Na, Clについては雨水, Mg, Ca, HCO<sub>3</sub>は岩石の風化作用に由来する物質などが考えられてきた。しかし人類活動によって直接汚染されていない山岳地の河川水の組成の解析は、その平均値について議論されてきたにすぎず、<sup>1)</sup> 広範囲の山地の河川について、実際に採取したすべての沢水に含まれる元素の起源や行動を検討した例はない。

沢水の水質に占める降水成分の割合や、降水に含まれて沢水に導入される人類起源の物質の割合はまだよくわかっていない。近年当研究室において大気環境に与える人類活動の影響を知るために、国内各地、特に奥多摩山地から都市部の杉の樹皮を分析してきた。その結果、自動車排ガスなどの人類起源の汚染物質を含む粉じんが、奥多摩山地の環境に影響を与えていることが明らかとなった。<sup>2)</sup>したがって上流部の河川の水質にも大気を通じての人類活動の影響があるはずである。

この研究は多摩川上流部の沢水を系統的に採取分析することによって、上流部の沢水水質がどのように形成されるか、人類活動の影響はどの元素にどのくらいあるのかを明らかにしようとするものである。

## 2. 試料の採取

### 2-1 沢水の採取方法

沢水は直接的な人間の影響や懸濁物、容器からの汚染をさけて以下に記すように採取した(写真1)。採取に用いた容器は、あらかじめ蒸留水で2回洗浄した50~250 mlのポリエチレン製ビンを用いた。採水時に試料水で一度ビンを洗い、空気を含まないように試料水をビンに満たしたあと、クロロホルムを一滴添加して微生物による水質への影響を最小限にとどめた。



写真1 沢水の採取

### 2-2 沢水の採取地点

採水地点は、人間活動による汚染が

直接及んでいない沢を対象とし、東京の郊外西北西にある浅川から秋川、奥多摩湖そして丹波にいたる地域から選んだ。各沢における採水地点はその沢の上流側に人家や畑のない地点である。採水した沢水が流れこむ支流河川の名前とその略号を下に記す。

丹波川 (TB)

奥多摩湖周辺(OR)

南秋川 (AK)

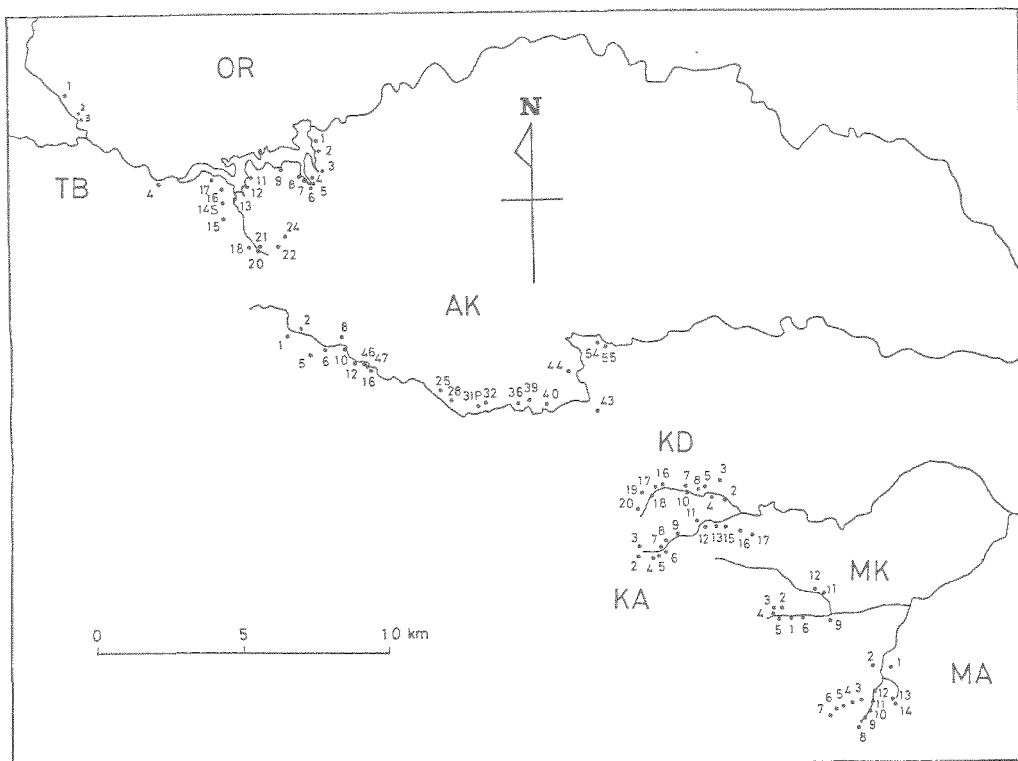


図 2 - 2 沢水採取地点

北浅川・醜淵川 ( KD )

北浅川・案下川 ( KA )

南浅川・小仏川 ( MK )

南浅川・案内川 ( MA )

沢水は各支流河川の枝沢ごとに採取するようにした。採取しなかった沢は、採水可能な場所に行くのが困難な沢である。また地図上で最上流部に畑や人家のある場合も採取しなかった。採水地点は80カ所以上である(図2-2)。

### 2-3 試料名

試料の名前は各採水地域に対して2~3文字の英文字を付けることにする。番号は各採水時ごとに100番台の番号をつけ、1~99までの数字は各地域の採水地点を表わす番号とする。そこで300番台のデータと言った場合は、1986年2月5日から2月12日に集めたOR, KD, KA, MK, MA地域のすべてのデータを指すことになる。

### 2-4 採水日

各沢水の採水日と採水地域そして試料名を表2-4に示す。沢水の採水は1985年6月から1987年4月まで行った。各採水地域の採水に要する日数はそれぞれ1日間であった。盛夏の時期は採水に

表 2-4 試料採取期日と試料名

	採水日	試料名
第 I 期 夏	85/ 6/ 4	K D 0 0 0
	85/ 6/ 4	K A 0 0 0
	85/ 6/ 7	M A 0 0 0
	85/ 6/ 7	M K 0 0 0
	85/ 8/14	M A 1 0 0
	85/ 8/14	M K 1 0 0
	85/ 9/	O R 1 0 0
第 II 期 秋冬	85/12/21	M A 2 0 0
	85/12/21	M K 2 0 0
	85/12/24	K D 2 0 0
	85/12/24	K A 2 0 0
第 III 期 厳冬	86/ 2/ 5	K D 3 0 0
	86/ 2/ 5	K A 3 0 0
	86/ 2/ 7	M K 3 0 0
	86/ 2/ 7	M A 3 0 0
	86/ 2/12	O R 3 0 0
第 IV 期 春夏	86/ 5/16	K D 4 0 0
	86/ 5/16	K A 4 0 0
	86/ 5/16	M K 4 0 0
	86/ 5/16	M A 4 0 0
	86/ 8/26	A K 5 0 0
第 V 期 秋	86/11/20	O R 6 0 0
	86/11/22	A K 6 0 0
第 VI 期 春	87/ 3/27	T B 7 0 0
	87/ 3/27	O R 7 0 0
	87/ 4/ 1	O R 7 0 0
	87/ 4/ 1	A K 7 0 0
	87/ 4/ 9	M K 7 0 0
	87/ 4/ 9	M A 7 0 0
	87/ 4/16	K D 7 0 0
87/ 4/16	K A 7 0 0	

困難が伴うが、なるべく春夏秋冬の各季節に一回ずつ全地域から採取するようにした。沢水の延べ試料数は 352 である。

### 3. 試料の分析

#### 3-1 イオンクロマトグラフ法による沢水の分析

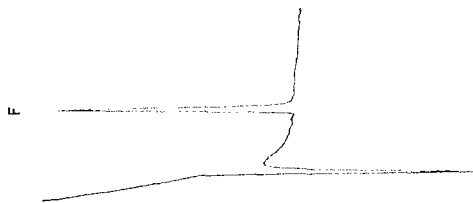
ポリエチレンビンに採取した沢水に含まれる  $F^-$ ,  $Cl^-$ ,  $Br^-$ ,  $NO_3^-$ ,  $SO_4^{2-}$  をイオンクロマトグラフ法を用いて測定した。測定に際して、試料の前処理をせず直接試料を装置に注入した。得られたイオンクロマトグラフを図 3-1 ~ 3 に示した。一部試料の陽イオン ( $Na^+$ ,  $K^+$ ) もイオンクロマトグラフ法を用いて測定した (図 3-4)。この方法によれば  $Na^+$ ,  $K^+$  と同程度の濃度の  $NH_4^+$  も定量できるが、沢水中の  $NH_4^+$  は定量限界以下であった。

表 3-1 イオンクロマトグラフ分析条件

イオン	溶離液	再生液	インジェクション量	感度 (FULL SCALE)
$F^-$	1.0mM $NaHCO_3$	0.025N $H_2SO_4$	50 $\mu$ l	1~3 $\mu$ S
$Cl^-$ , $NO_3^-$ , $SO_4^{2-}$	2.0mM $Na_2CO_3$ 0.75mM $NaHCO_3$	0.025N $H_2SO_4$	50 $\mu$ l	10~100 $\mu$ S
$Br^-$	2.0mM $Na_2CO_3$ 0.75mM $NaHCO_3$	0.025N $H_2SO_4$	50~350 $\mu$ l	1~3 $\mu$ S
$Na^+$ , $NH_4^+$ , $K^+$	15mM $HCl$	40mM $TMAOH$	50 $\mu$ l	3~30 $\mu$ S
$Mg^{2+}$ , $Ca^{2+}$	27.5mM $HCl$ 7.25mM $DAP-HCl$ 2.25mM $l$ istidine	40mM $TMAOH$	50 $\mu$ l	3~30 $\mu$ S

FILE NAME = AK744F  
 DATE OBS = 87/06/04  
 TIME OBS = 15:36:19  
 RANGE = 1uS  
 SAMPLE VOL = 50ul  
 STD = FS

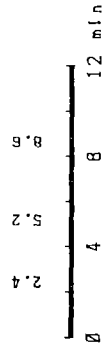
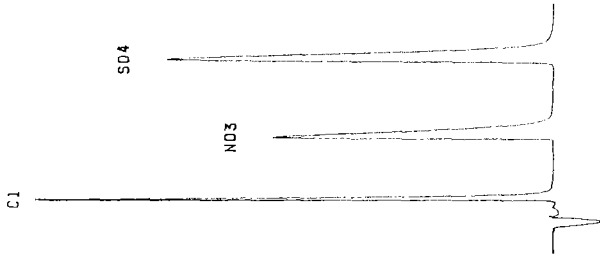
F = .0765 PPM



AK744 F

FILE NAME = AK744R  
 DATE OBS = 87/06/04  
 TIME OBS = 15:12:41  
 RANGE = 100uS  
 SAMPLE VOL = 350ul  
 STD = AS

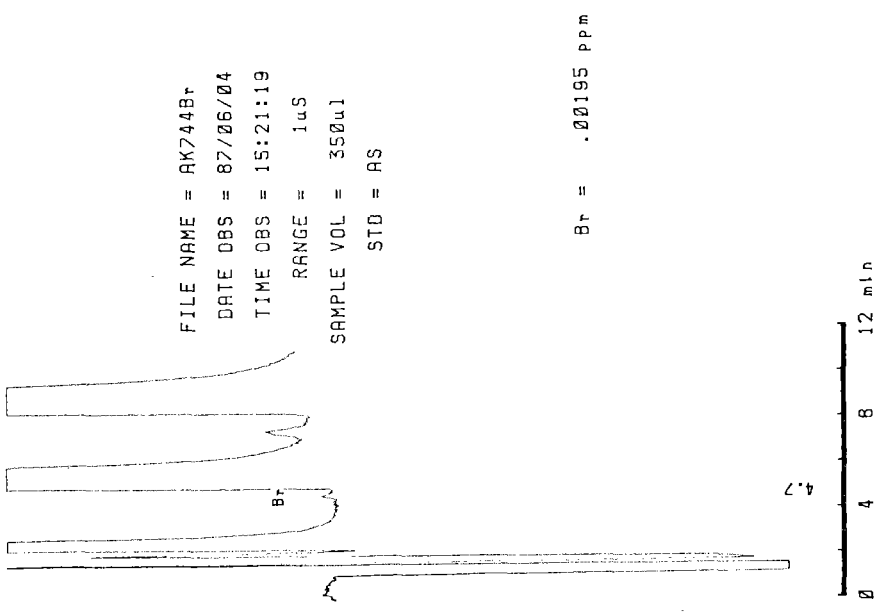
C1 = 2.63 PPM  
 NO3 = 7.62 PPM  
 SO4 = 7.61 PPM



AK744 ANION

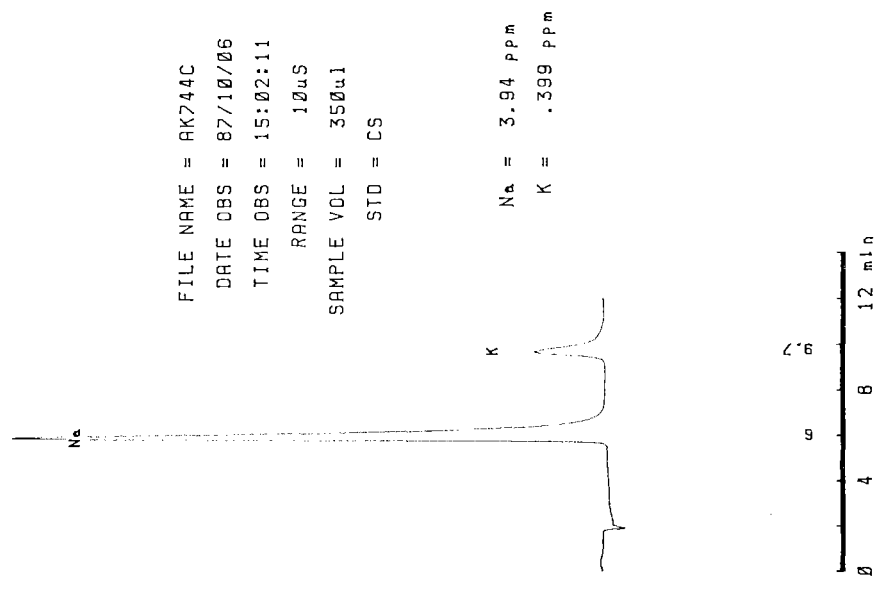
図3-1 沢水中のフッ化物イオンのイオンクロマトグラム

図3-2 沢水中の塩化物イオンと硝酸イオン、硫酸イオンのイオンクロマトグラム



AK744 Br

図3-3 沢水中の臭化物イオンのイオンクロマトグラム



AK744 CATION

図3-4 沢水中のナトリウムイオンとカリウムイオンのイオンクロマトグラム

各イオンを分析するための測定条件を表3-1に示す。

### 3-2 原子吸光法による沢水の分析

一部の沢水試料中のNa, K, Mg, Caは原子吸光法により分析した。測定のための前処理や濃縮操作は行なわなかった。原子吸光法とイオンクロマトグラフ法による分析結果はよい一致を示した。

## 4. 結果と考察

### 4-1 沢水の分析値とその平均値の特徴

沢水試料の分析値を表4-1-1~23に示す。またこれらの分析値から各採取時期ごとに平均値を計算した結果を表4-1-24~29に示す。

まず比較的データのそろっている第Ⅲ期300番台と第Ⅳ期400番台と500番台そして第Ⅵ期700番台の各採取時期ごとに、各支流の平均値が示す傾向を検討する。

300番台の平均値を見てみると次のことがわかる。

1.  $\text{Cl}^-$ 濃度が上流部の奥多摩湖周辺(OR)の沢水で1.42 ppmと一番低く、南東の採水地域に向けて増大し、都市部に最も近い南浅川・案内川(MA)の沢水で3.73 ppmと高い値を示す。これは上流部の2.6倍の濃度である。
2.  $\text{Ca}^{2+}$ 濃度は相対標準偏差(RSD(%))が大きくバラツキを示すものの $\text{Cl}^-$ 濃度と逆の傾向を示し、MAからORに向けて増大する。MAで3.97 ppm, ORで8.60 ppmと2倍の変化である。
3.  $\text{K}^+$ 濃度も $\text{Ca}^{2+}$ 濃度と同様MAからORに向けて増大する。MAで0.253 ppm, ORで0.490 ppmで2倍の変化である。
4.  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ 濃度はほとんど変化せず、偏差の範囲内で一定濃度を示した。それぞれの値の全地域における相対標準偏差(RSD)は14%, 22%とバラツキも低く一定性のよいことを示している。
5.  $\text{Br}^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ も一定濃度を示しているように見えるが相対標準偏差(RSD)は69%, 46%, 34%と大きなバラツキを示している。 $\text{NO}_3^-$ 濃度の大きなバラツキは奥多摩湖周辺の沢水の濃度が低くなっているためである。
6. pH値は、わずかだが北西の山側に向けて増大している。
7. 化学成分濃度が大きく変化するの、奥多摩湖周辺(OR)から北浅川・醍醐川(KD)にかけてと、南浅川・小仏川(MK)と南浅川・案内川(MA)にかけての地域である。

つぎに400番台と500番台の沢水について検討する。濃度変化は先の300番台とほとんど同じ傾向を示す。

1.  $\text{Cl}^-$ 濃度は南東の都市部に向けて増大する。MAとAK(秋川)の濃度比は2.5倍である。
2.  $\text{Ca}^{2+}$ 濃度は明らかに北西の奥多摩湖に向けて増大する。MAとAKの濃度比は2倍である。
3.  $\text{K}^+$ 濃度はバラツキが大きくKD, KA(案下川), MKではほとんど有意の差はないが、全体の



傾向は  $\text{Ca}^{2+}$  と似た傾向を示す。

4.  $\text{Na}^+$  と  $\text{Mg}^{2+}$  濃度はほとんど変わらず一定でバラツキも少ない。
5.  $\text{Br}^-$ 、 $\text{NO}_3^-$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$  も標準偏差の範囲内ではほぼ一定濃度を示すがバラツキが大きい。 $\text{Br}^-$ 、 $\text{NO}_3^-$  濃度は奥多摩湖周辺（OR）で一番低い濃度となる。
6. 濃度変化の一番大きい地域はAKからKDと、MKからMAにかけての地域である。
7. 400番台と500番台のデータは後に議論するように、どの支流のデータも他の採取時期と比べて  $\text{Cl}^-$ 、 $\text{Br}^-$ 、 $\text{NO}_3^-$  濃度が高く、 $\text{Mg}^{2+}$ 、 $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$  濃度が低い。

700番台の沢水について見てみると

1. いままでほぼ一定と見られていた  $\text{Na}^+$  濃度がAKからORにかけて下がっている。特にAK、OR地域でのバラツキが大きい。
2.  $\text{Mg}^{2+}$  濃度も、一定値をとらず、KDからAKにかけて下がっている。
3. その他のイオン濃度の傾向は、いままでと同じ傾向を示す。

以上のように各採水時期に特徴的な濃度変化や共通の濃度傾向が見い出された。これらのことから沢水中の化学成分は濃度変化によって次の3つに分けられる。

1.  $\text{Cl}^-$ 、 $\text{Br}^-$ 、 $\text{NO}_3^-$  ———— 都市部に向って濃度が増大する化学成分
2.  $\text{Ca}^{2+}$  ————— 都市部からはなれるにつれて濃度が増大する化学成分
3.  $\text{Na}^+$ 、 $\text{K}^+$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$  ———— ほぼ一定の濃度を示す化学成分

これらに加えてすべての時期に共通して、北浅川の2つの支流のうちの北側を流れる醍醐川（KD）に含まれる  $\text{Mg}^{2+}$ 、 $\text{Br}^-$ 、 $\text{NO}_3^-$  濃度は南側を流れる案下川（KA）より高い濃度を示す。これは全流域の示す北西から南東への増加傾向とは逆の傾向である。いままで議論しなかった他のデータ（000、100、200、600番台のデータ）についてもここで明らかになった共通の特徴を持っていることがわかる。

表4-1-1 北浅川・醍醐川と案下川（1985年6月4日）の沢水の化学組成

Sample	TW	pH	Cl	NO3	SO4	Sample	TW	pH	Cl	NO3	SO4
KD002	14.2	6.72	2.71	4.26	15.7	KA001	12.8	6.82	4.15	7.47	8.48
KD003	14.0	6.68	2.55	4.30	12.6	KA002	12.8	6.73	2.06	3.43	6.42
KD004	13.0	6.68	1.90	4.60	6.95	KA003	13.4	6.87	2.66	3.23	9.11
KD005	14.2	8.15	2.53	7.09	14.0	KA004	13.0	6.74	1.80	3.11	6.48
KD008	14.2	8.50	2.23	3.25	11.0	KA005	13.0	6.68	1.90	2.34	7.77
KD010	13.6	7.28	2.17	3.37	12.3	KA006	13.2	6.71	2.02	4.35	6.75
KD011	16.2	6.64	4.41	3.32	10.5	KA007	13.8	6.70	2.48	4.17	10.3
KD016	14.1	6.51	2.24	4.11	9.61	KA009	13.8	6.72	2.31	2.28	8.48
ED017	13.8	6.64	2.17	4.89	11.3	KA011	14.8	6.73	2.25	3.28	8.57
KD018	13.9	6.65	1.98	3.16	8.89	KA012	14.0	6.69	2.27	4.10	7.25
KD019	13.4	6.68	2.30	5.92	9.56	KA013	14.0	6.65	2.30	2.98	7.81
KD019S	12.8	7.13	2.93	6.61	9.20	KA015	14.3	6.61	2.46	3.73	10.3
KD020	13.0	6.90	2.27	5.49	7.10	KA016	13.8	6.57	2.44	3.48	9.02
						KA017	14.1	6.55	2.54	4.20	10.5

（脚注） TWは水温（ $^{\circ}\text{C}$ ）を表わす。濃度の単位は ppm である。

表 4-1-2 南浅川・小仏川と案内川（1985年6月7日）の沢水の化学組成

Sample	TW	pH	Cl	NO3	SO4	Sample	TW	pH	Cl	Br	NO3	SO4
MR001	14.1	7.08	2.39	4.18	6.56	MA001	16.3	6.65	3.31	0.0014	3.49	9.99
MR002	14.0	6.85	3.02	4.22	6.37	MA002	15.8	6.83	4.02	0.0033	5.05	9.10
MR003	13.8	6.98	2.81	4.71	8.28	MA003	17.8	6.68	4.02	-	3.69	13.1
MR004	13.5	6.99	2.94	4.21	7.80	MA004	16.7	6.83	3.65	-	2.44	10.2
MR005	14.0	6.94	2.76	5.20	6.90	MA005	15.6	6.68	3.22	0.0019	2.66	9.65
MR006	14.9	6.82	2.43	3.31	8.36	MA006	14.9	6.65	3.73	0.0017	7.22	13.9
MR009	15.5	6.94	3.33	3.75	7.42	MA007	15.5	6.80	4.01	0.0029	7.07	8.07
MR011	14.6	6.94	3.03	2.66	11.5	MA008	14.3	6.95	3.80	0.0063	6.35	14.2
MR012	14.2	6.99	3.26	4.51	14.9	MA009	15.6	6.90	4.11	-	8.41	12.8
MR013	13.5	6.90	2.46	3.47	8.98	MA010	15.1	6.73	3.89	-	5.74	15.4
						MA012	15.1	6.73	5.67	0.0010	5.22	8.46
						MA013	15.8	6.94	3.87	-	5.76	9.42
						MA014	16.9	6.85	3.75	0.00027	4.52	10.8

表 4-1-3 南浅川と日原川そして奥多摩湖周辺（1985年8月14日と9月）の沢水の化学組成

Sample	TW	pH	Cl	Br	NO3	SO4	Sample	TW	pH	Cl	Br	NO3	SO4
OKT101	5.5	7.26	1.05	0.00014	3.26	6.00	MK101	18.6	7.17	2.46	0.0043	5.12	6.23
OKT102	5.1	7.50	1.09	0.00046	6.20	11.9	MK102	18.7	7.24	3.03	0.0043	6.37	6.20
ORI16	1.2	7.38	0.965	-	3.18	7.64	MK103	18.5	7.20	2.94	0.0047	6.24	7.34
ORI15	2.0	7.10	0.936	-	1.76	6.15	MK104	17.4	7.38	3.06	0.0065	6.08	8.40
OL850900	11.0	7.02	1.12	0.0033	1.28	5.16	MK105	17.9	7.38	2.68	-	4.82	5.84
NP102	8.5	7.61	1.04	0.0015	2.38	14.7	MK106	19.0	7.19	2.53	0.0063	5.26	7.38
NP103	2.5	7.35	1.01	-	1.24	8.79	MK109	19.7	7.43	3.20	0.0050	4.97	6.95
							MK111	18.7	7.33	3.15	0.0032	6.43	9.69
							MK112	16.5	7.46	3.43	-	6.94	13.5
							MK114	15.0	7.16	3.66	0.0068	6.15	10.8
							MA101	21.4	7.19	3.20	0.0022	4.20	7.84
							MA102	20.0	7.53	3.50	0.0057	6.06	7.19
							MA104	18.0	7.20	3.36	0.0031	7.42	8.24
							MA107	19.7	7.30	3.46	-	7.92	6.75
							MA112	18.7	7.06	3.45	0.0057	6.43	6.73
							MA113	19.5	7.21	3.49	0.0040	7.17	7.12
							MA114	16.8	7.26	3.62	0.0042	5.15	8.86

OLは奥多摩湖湖水を意味する。

表 4-1-4 北浅川・醍醐川と案内川（1985年12月24日）の沢水の化学組成

Sample	TW	pH	Cl	Br	NO3	SO4	Sample	TW	pH	Cl	Br	NO3	SO4
KD202	3.4	6.87	2.78	0.0015	5.54	17.1	KA202	6.2	6.73	2.04	0.0025	4.33	6.72
KD203	6.7	7.12	2.51	0.0046	6.79	12.6	KA203	6.4	7.15	2.55	0.0020	5.41	9.71
KD205	5.6	7.15	2.57	0.0043	8.24	8.24	KA204	7.1	7.13	1.78	0.0038	4.30	6.74
KD208	5.5	7.26	2.21	0.0024	4.89	11.6	KA205	7.0	7.08	1.87	0.0018	4.04	7.94
KD210	4.6	7.11	2.23	0.0024	5.02	12.9	KA206	5.7	6.89	2.14	0.0013	5.94	6.99
KD211	5.5	7.33	2.25	0.0015	4.56	11.8	KA207	5.6	6.91	2.51	0.0031	5.88	10.7
KD216	7.0	7.02	2.19	0.0030	5.51	10.00	KA209	7.9	7.07	2.26	0.0023	5.30	8.91
KD217	6.3	7.16	2.27	0.0021	5.97	12.1	KA211	5.6	7.03	2.35	0.0017	5.92	9.09
KD218	5.3	6.95	2.10	-	5.23	9.38	KA212	4.6	7.02	2.19	0.0020	4.99	7.44
KD219	10.2	7.04	2.24	0.0049	7.12	10.3	KA216	-	6.95	2.62	0.00084	5.24	9.68
KD220	8.9	7.03	2.29	0.0030	6.54	7.50							

表4-1-5 南浅川・小仏川と案内川（1985年12月21日）の沢水の化学組成

Sample	TW	pH	Cl	Br	NO3	SO4	Sample	TW	pH	Cl	Br	NO3	SO4
MK201	4.3	7.00	2.38	0.0022	5.84	7.06	MA201	3.4	6.91	3.03	0.0012	4.35	9.23
MK202	6.4	5.98	2.96	0.0025	6.83	6.95	MA202	5.0	6.89	4.88	0.0025	6.37	8.47
MK203	5.6	7.00	2.75	0.0017	6.02	8.58	MA203	3.4	6.79	3.71	-	4.06	11.2
MK204	5.9	6.98	3.02	0.0026	6.48	9.58	MA204	3.5	6.88	3.31	-	5.35	9.47
MK205	3.4	7.16	2.66	0.00021	7.06	7.44	MA205	4.4	6.71	2.88	0.0012	5.21	9.30
MK206	2.5	6.87	2.41	0.00024	5.34	8.82	MA206	5.1	6.52	3.08	0.0013	7.09	8.56
MK209	4.5	7.15	3.19	0.0027	5.76	8.20	MA207	5.7	6.76	3.21	0.0051	7.50	7.04
MK211	3.8	6.93	3.04	0.0015	6.18	11.9	MA208	6.8	7.08	3.24	0.0063	6.20	12.5
MK212	7.8	7.19	3.21	0.0046	6.83	15.2	MA209	4.2	6.90	3.52	0.0031	7.37	10.8
MK213	3.9	7.30	2.35	0.0027	5.22	9.03	MA210	4.7	6.87	3.52	0.0019	5.87	14.3
MK214	6.7	7.08	3.24	0.0059	6.94	11.8	MA212	4.8	7.05	3.34	0.0043	5.97	7.40
							MA213	2.9	6.98	3.65	0.0010	6.16	8.12
							MA214	3.6	6.96	3.53	0.0032	4.59	9.91

表4-1-6 奥多摩湖周辺（1986年2月12日）の沢水の化学組成

Sample	TA	TW	pH	Na	K	Mg	Ca	Cl	Br	NO3	SO4
OR301	-1.2	10.7	7.64	2.78	0.643	2.03	13.0	1.41	0.0028	2.15	11.6
OR302	0.6	2.7	7.62	2.99	0.415	2.23	11.6	1.21	-	1.63	10.4
OR303	1.0	0.9	7.51	2.69	0.350	1.99	9.64	1.21	-	1.93	11.0
OR304	3.6	1.8	7.10	3.73	0.419	1.47	5.03	1.17	0.0026	1.26	12.1
OR305	5.4	2.7	7.44	3.75	0.584	1.07	10.4	1.28	0.0010	1.24	12.0
OR306	5.4	1.4	6.93	3.80	0.583	1.88	9.22	1.36	0.0024	1.75	23.4
OR307	4.1	1.1	6.95	3.42	0.576	1.85	8.66	3.19	0.0020	1.90	17.3
OR308	3.0	1.7	6.95	4.15	0.643	2.02	7.79	1.33	0.0021	1.57	13.9
OR309	2.7	2.3	7.05	3.62	0.557	1.83	7.45	1.16	0.0010	1.94	17.8
OR310S	4.3	10.6	7.82	4.12	0.491	1.42	5.33	1.15	0.0040	0.152	7.25
OR311	5.0	1.8	6.87	4.84	0.306	1.90	8.19	1.04	0.0013	0.580	22.9
OR312	4.7	2.5	6.99	3.30	0.397	1.54	6.97	2.87	0.0017	1.30	10.9
OR313	2.8	1.4	7.02	2.69	0.528	1.27	6.20	1.45	0.0012	1.91	8.08
OR314S	0.5	8.0	7.71	3.84	0.363	2.81	15.9	1.14	0.0037	0.343	23.2
OR315	0.5	1.2	6.87	2.48	0.311	0.952	4.88	0.976	0.0011	1.53	7.38
OR316	-	1.5	7.11	2.99	0.420	2.57	8.09	1.11	0.0013	2.87	9.23
OR317	0.5	2.9	7.21	2.55	0.344	2.10	7.87	1.14	0.0012	3.15	9.73

(脚注) TAは気温(C°)を表わす。

表4-1-7 北浅川・醍醐川（1986年2月5日）の沢水の化学組成

Sample	TA	TW	pH	Na	K	Mg	Ca	Cl	Br	NO3	SO4
KD302	-3.1	0.3	6.93	4.59	0.413	3.25	7.45	3.14	0.0025	5.01	21.7
KD303	-	4.4	7.05	3.81	0.330	2.29	6.89	2.48	0.0052	6.67	13.9
KD303-2	-	3.6	7.09	3.66	0.362	2.31	6.98	2.57	-	5.50	14.2
KD304	0.3	7.6	6.63	3.77	0.278	2.32	4.57	1.98	0.0051	6.44	8.15
KD305	1.4	2.8	7.24	4.07	0.438	2.70	8.42	2.62	0.0044	7.73	16.3
KD308	4.3	2.9	7.13	3.88	0.316	2.24	7.14	2.23	0.0033	4.27	12.6
KD310	0.6	2.4	7.12	4.46	0.400	2.27	6.07	2.21	-	4.42	14.2
KD311	4.6	3.4	7.36	3.95	0.345	2.37	7.61	2.20	0.0023	3.99	12.5
KD312	4.4	4.6	7.11	3.44	0.339	1.91	5.25	2.64	0.0029	-	-
KD315	4.7	3.4	7.03	4.19	0.375	1.71	3.59	2.02	0.0027	-	8.05
KD316	3.3	5.3	7.09	3.85	0.314	1.97	5.96	2.39	0.0021	-	-
KD317	3.1	4.0	7.35	3.95	0.389	2.14	7.29	2.43	-	-	14.1
KD318	5.6	3.3	7.07	3.94	0.319	1.71	5.28	2.18	-	-	11.3
KD319	4.3	8.4	7.22	4.28	0.369	2.01	5.53	2.51	-	-	12.2
KD319S	4.3	12.8	7.12	4.43	0.363	2.01	5.49	2.57	0.0015	-	-
KD320	2.6	7.5	7.32	4.09	0.310	1.81	4.97	2.55	0.0037	6.05	8.43

表4-1-8 北浅川・案下川(1986年2月5日)の沢水の化学組成

Sample	TA	TW	pH	Na	K	Mg	Ca	Cl	Br	NO3	SO4
KA302	2.6	4.7	6.80	3.55	0.343	1.46	3.96	2.15	0.0022	3.84	7.53
KA304	3.4	5.5	7.02	3.93	0.347	1.65	4.06	1.94	0.0035	3.60	7.51
KA305	3.5	5.4	7.00	3.92	0.377	1.63	4.31	1.90	0.0020	3.21	8.38
KA306	4.8	3.9	7.02	3.57	0.342	1.77	4.28	2.30	0.00089	5.65	7.88
KA307	2.7	3.2	7.05	4.22	0.338	1.77	5.06	2.71	0.0019	5.52	12.4
KA308P	2.7	12.3	7.17	5.06	0.394	2.16	4.49	2.61	0.0061	4.50	10.9
KA309P	3.6	7.6	7.20	4.36	0.373	2.12	4.73	2.44	0.012	4.79	9.89
KA311	1.2	3.8	7.04	4.48	0.291	2.11	5.34	2.75	0.0018	5.22	11.0
KA312	1.9	3.0	7.10	4.24	0.303	1.68	4.57	2.53	0.0015	4.60	8.32
KA313	2.1	3.5	7.00	4.24	0.265	1.73	4.67	2.59	0.0021	3.74	9.21
KA315	2.2	2.4	7.10	4.56	0.357	2.26	5.53	2.77	0.0025	4.93	11.7
KA316	2.1	4.0	7.12	4.32	0.341	1.93	5.24	2.82	0.0016	4.30	11.0
KA317	2.0	4.0	7.04	4.56	0.331	2.20	5.58	3.03	0.0037	5.26	12.5
KA303	3.4	4.9	6.95	3.85	0.309	1.79	6.91	2.89	0.0017	5.10	11.1

表4-1-9 南浅川・小仏川(1986年2月7日)の沢水の化学組成

Sample	TA	TW	pH	Na	K	Mg	Ca	Cl	Br	NO3	SO4
MK301	-3.7	2.4	6.56	3.87	0.274	1.94	3.77	2.67	0.0014	5.29	7.95
MK302	0.8	5.2	6.43	4.05	0.289	1.83	3.63	3.33	0.0031	6.37	7.43
MK303	-1.3	3.9	6.43	3.80	0.286	1.81	3.96	3.14	0.0015	5.34	9.96
MK304	-1.7	4.7	6.62	3.88	0.329	2.33	4.84	-	0.0048	6.20	10.6
MK305	-1.1	2.5	6.78	3.48	0.261	2.66	4.89	3.14	0.0015	6.93	8.50
MK306	-0.8	1.5	6.90	4.05	0.281	1.91	3.65	2.70	0.0012	4.45	9.90
MK309	1.7	3.0	6.88	3.85	0.286	2.54	4.36	3.59	0.0029	5.67	8.90
MK311	2.6	2.1	6.70	3.65	0.342	2.15	5.21	-	0.0015	6.25	-
MK313	2.6	3.8	7.23	4.07	0.365	1.81	6.06	3.05	0.0035	4.82	10.7

表4-1-10 南浅川・案内川(1986年2月7日)の沢水の化学組成

Sample	TA	TW	pH	Na	K	Mg	Ca	Cl	Br	NO3	SO4
MA301	3.2	2.5	6.80	4.45	0.328	2.49	4.70	3.32	0.0019	3.82	9.96
MA302	3.1	3.7	6.62	4.13	0.273	2.43	4.13	3.71	0.0035	5.88	9.14
MA303	3.6	1.6	6.58	3.50	0.174	2.58	3.46	4.06	0.00071	3.32	12.6
MA304	3.4	1.7	6.36	3.45	0.125	2.49	3.06	3.56	0.00097	4.52	11.0
MA305	3.9	2.6	6.24	3.17	0.175	2.05	3.00	3.17	0.0016	4.89	10.3
MA306	3.6	3.3	6.49	3.46	0.231	2.11	3.90	3.37	0.0031	6.81	9.85
MA307	2.8	3.5	6.59	3.42	0.241	2.25	3.37	3.62	0.0041	7.01	8.02
MA308	3.0	5.5	6.73	4.44	0.336	2.84	5.05	3.77	0.0070	5.92	11.4
MA309	2.4	2.2	6.63	4.04	0.270	2.74	4.27	3.88	0.0029	7.24	13.4
MA310	2.4	4.7	6.00	3.77	0.254	3.21	4.28	4.37	0.0018	8.14	17.7
MA310T	2.5	3.2	6.37	3.43	0.172	2.85	4.03	4.02	0.0014	5.14	16.9
MA311	1.6	1.3	6.59	4.46	0.317	3.55	5.72	3.33	0.00071	2.51	22.3
MA312	2.7	2.5	6.65	4.52	0.279	2.43	3.34	3.77	0.0044	5.60	7.85
MA313	2.2	1.7	6.44	3.78	0.311	2.57	3.29	4.02	0.0015	6.22	9.65
MA314	2.2	2.6	6.85	4.15	0.302	2.74	3.97	3.94	0.0018	4.27	11.2

表 4-1-11 北浅川・醍醐川（1986年5月16日）の沢水の化学組成

Sample	TA	TW	Na	K	Mg	Ca	Cl	Br	NO3	SO4
KD402	-	-	3.79	0.525	1.18	3.68	3.91	0.0071	9.34	10.4
KD403	15.2	11.8	3.41	0.464	1.35	5.07	3.13	0.0065	8.95	10.2
KD404(S)	15.2	12.4	3.69	0.442	1.74	4.78	2.31	0.0079	9.76	5.93
KD408	15.4	12.0	3.43	0.423	1.16	4.85	3.00	0.0062	8.77	9.36
KD410	14.5	11.6	3.78	0.523	1.14	4.00	2.79	0.0062	8.10	9.43
KD411P	14.2	11.4	3.44	0.463	1.13	4.24	3.07	0.0056	8.47	8.87
KD412P	15.0	11.8	3.12	0.415	1.00	3.59	2.92	0.0056	7.66	7.41
KD415	14.6	11.8	4.00	0.597	1.13	3.62	2.39	0.0064	8.27	7.59
KD416	15.6	12.2	3.59	0.458	1.21	4.78	2.83	0.0045	9.66	8.71
KD417	15.4	11.6	3.64	0.529	1.37	5.66	3.15	0.0039	8.67	10.3
KD418	15.2	11.6	3.71	0.491	1.15	4.78	2.53	0.0080	8.94	8.46
KD419	17.4	12.0	4.35	0.544	1.47	5.24	2.90	0.0055	10.7	10.5
KD420	15.4	12.0	4.15	0.453	1.39	5.13	2.99	0.0057	10.7	8.70

表 4-1-12 北浅川・案下川（1986年5月16日）の沢水の化学組成

Sample	TA	TW	Na	K	Mg	Ca	Cl	Br	NO3	SO4
KA402	14.8	11.0	3.62	0.517	1.12	3.80	2.33	0.0040	7.17	6.37
KA403	15.8	11.8	3.81	0.547	1.38	6.57	3.20	0.0037	7.94	10.4
KA404	17.0	11.4	4.08	0.510	1.33	4.34	2.17	0.0051	6.83	7.08
KA408	13.8	13.0	4.72	0.489	1.51	4.39	3.17	0.0076	9.43	10.1
KA409P	13.8	12.6	4.17	0.557	1.51	5.05	3.20	0.0078	10.3	9.06
KA411	15.6	12.4	4.21	0.526	1.43	4.98	2.87	0.0055	8.60	9.21
KA412	14.6	11.4	3.61	0.507	1.05	4.04	2.96	0.0051	8.54	6.98
KA413	13.2	11.8	3.96	0.530	1.13	4.31	3.13	0.0069	9.87	7.42
KA415	13.6	11.6	3.95	0.537	1.23	4.07	3.65	0.0074	9.78	9.56
KA416	13.4	11.8	3.80	0.507	1.15	4.11	3.18	0.0061	8.62	8.13
KA417	13.2	11.8	3.88	0.510	1.19	4.02	3.42	0.0071	9.69	9.01

表 4-1-13 南浅川・案内川（1986年5月16日）の沢水の化学組成

Sample	TA	TW	pH	Na	K	Mg	Ca	Cl	Br	NO3	SO4
MA401	18.1	12.8	6.30	3.87	0.435	1.15	2.91	4.14	0.0078	5.72	8.27
MA402	18.7	12.8	6.75	4.15	0.456	1.62	3.80	4.46	0.0090	9.95	8.67
MA405	20.1	12.2	6.56	3.31	0.356	1.40	2.99	3.40	0.0055	7.46	8.59
MA406	17.2	11.4	6.61	3.47	0.429	1.45	3.54	3.98	0.0066	11.3	7.52
MA403	20.2	12.4	6.40	3.72	0.335	1.76	3.28	4.52	0.0076	8.20	10.4
MA404	20.3	11.5	6.72	3.76	0.239	1.11	3.28	4.39	0.0079	10.7	8.92
MA407	18.0	11.5	6.49	3.43	0.414	1.60	3.42	4.07	0.0077	12.1	7.17
MA408	17.6	11.8	6.60	4.15	0.438	1.13	4.36	4.28	0.0100	13.0	9.51
MA409	16.2	12.0	6.58	4.00	0.424	1.07	3.88	4.44	0.0081	13.1	9.63
MA410	15.8	11.8	6.36	3.59	0.298	1.15	3.87	4.29	0.0060	10.1	12.0
MA412	15.5	12.4	6.44	4.17	0.470	1.53	3.29	4.15	0.0082	10.5	8.52
MA413	16.4	12.0	6.47	3.84	0.435	1.44	2.44	4.43	0.0065	7.06	8.17
MA414	15.5	12.3	6.76	3.78	0.462	1.55	3.19	4.32	0.0064	7.29	9.04

表4-1-14 南浅川・小仏川(1986年5月16日)の沢水の化学組成

Sample	TA	TW	Na	K	Mg	Ca	Cl	Br	NO3	SO4
MK401	10.5	11.8	4.17	0.492	1.44	4.07	3.13	0.0056	9.50	7.31
MK402	14.0	12.4	4.30	0.510	1.42	4.05	3.91	0.0073	12.3	7.53
MK403	14.6	11.6	4.10	0.490	1.39	4.30	3.45	0.0055	9.91	9.10
MK404	15.3	11.8	4.16	0.575	1.70	4.88	3.65	0.0068	9.41	10.2
MK405	19.6	11.5	3.71	0.460	1.93	4.84	3.25	0.0044	11.0	7.65
MK406	16.8	11.9	4.21	0.555	1.30	3.59	3.27	0.0059	8.95	7.93
MK409	17.2	12.5	3.99	0.498	1.68	4.19	3.90	0.0061	8.03	8.64
MK411	12.8	11.8	3.40	0.480	1.19	3.80	4.16	0.0066	7.85	9.45
MK412	16.8	12.8	4.24	0.577	1.40	4.98	4.44	0.0091	10.9	12.6
MK413	15.6	12.4	3.47	0.485	1.07	4.27	3.24	0.0060	7.91	8.06

表4-1-15 秋川(1986年8月26日)の沢水の化学組成

Sample	TA	TW	pH	Na	K	Mg	Ca	Cl	Br	NO3	SO4
AK501	24.6	16.6	-	2.74	0.506	0.851	5.04	1.06	0.0012	1.71	6.14
AK502	22.2	15.4	-	3.17	0.452	1.09	5.05	1.25	0.0015	1.67	4.98
AK506	24.2	15.0	-	3.03	1.22	1.14	10.3	1.23	0.00067	3.17	15.1
AK510	23.1	16.2	-	2.71	0.617	1.06	6.50	1.18	0.0014	4.00	4.81
AK512	23.1	16.7	-	2.68	0.916	1.06	9.94	1.25	0.00055	4.20	12.0
AK525	25.3	19.2	-	4.32	0.899	1.25	10.4	1.69	0.0032	2.81	16.0
AK528	25.0	18.5	-	4.25	0.712	1.06	8.58	1.76	0.00041	4.61	15.9
AK531P	24.8	17.6	-	4.22	0.801	1.45	9.41	1.83	0.0022	7.07	16.3
AK532	21.8	19.0	-	3.95	0.800	1.20	5.38	1.89	0.0018	5.81	8.00
AK536	23.3	19.1	-	4.21	0.674	1.04	4.85	1.85	0.0018	4.81	6.43
AK539	22.4	18.3	-	3.99	0.677	1.09	6.41	2.01	0.0019	4.71	8.35
AK547	24.4	15.8	-	3.24	0.834	0.981	5.64	1.26	0.0011	4.40	4.64

表4-1-16 奥多摩湖周辺(1986年11月20日)と秋川(1986年11月22日)の沢水の化学組成

Sample	TW	Cl	Br	NO3	SO4	Sample	TW	Cl	Br	NO3	SO4
TB601	7.5	0.923	0.00058	1.06	10.0	AK601	6.5	1.10	-	1.18	6.56
TB602	9.5	0.879	0.00055	1.63	12.8	AK602	8.1	1.29	-	1.22	5.77
TB603	8.5	0.925	0.00053	1.36	12.8	AK606	9.3	1.24	0.00023	2.12	12.3
TB604	7.5	0.962	-	1.66	11.6	AK610	7.3	1.15	0.00039	2.97	5.11
OR614S	11.3	1.16	0.0033	1.26	13.0	AK612	8.1	1.24	0.00043	3.23	13.9
OR615	6.7	0.932	-	1.45	6.09	AK616	7.8	1.31	0.0019	3.63	5.85
OR616	7.2	1.11	0.00070	3.64	7.43	AK625	7.1	1.62	0.0010	2.38	-
OR617	17.9	1.17	0.00050	3.98	8.93	AK628	8.1	1.70	-	2.96	12.3
OR618	8.3	1.10	0.00092	1.82	5.84	AK631P	10.3	1.80	0.0016	4.91	12.9
OR619	7.5	1.10	-	1.72	8.78	AK632	7.1	1.96	0.00028	4.02	9.59
OR652	9.1	1.13	0.0011	7.39	11.0	AK636	9.1	1.85	-	3.86	7.02
OR653	11.9	1.20	0.0041	2.72	7.46	AK639	8.6	2.02	0.00063	3.66	9.70
OL861120	14.8	0.966	0.0029	1.83	5.90	AK640P	8.6	2.16	0.0020	6.07	10.0
						AK643	7.3	2.08	-	3.33	8.87
						AK646	7.9	1.32	0.00013	3.35	6.59
						AK647	9.7	1.15	0.00010	3.66	4.31
						AK654	7.9	3.20	0.0040	9.25	9.40
						AK655	9.4	2.66	0.00022	5.21	8.51

表 4-1-17 丹波川(1987年3月27日)の沢水の化学組成

Sample	DIS	pH	TW	Na	K	Mg	Ca	F	Cl	Br	NO3	SO4
TB707	86.6	6.84	7.0	2.29	0.494	0.691	9.17	0.027	0.798	0.0054	7.76	2.39
TB708	85.6	6.79	6.6	2.54	0.434	1.06	8.34	0.062	1.04	0.00022	1.79	8.78
TB709	85.4	7.34	6.2	3.18	0.330	1.01	7.36	0.075	0.920	0.00064	1.12	8.33
TB710	82.4	7.52	6.2	3.35	0.670	1.63	14.7	0.094	1.39	0.00040	1.46	11.7
TB711P	81.9	7.50	9.9	3.05	0.429	1.41	9.35	0.087	0.761	0.0051	2.13	7.82
TB704	78.3	7.21	5.4	3.31	0.570	1.10	5.56	0.058	1.18	0.0011	2.87	8.30
OL870327	75.3	7.37	8.6	2.64	0.767	0.973	6.84	0.046	1.08	0.0038	1.47	6.18

表 4-1-18 奥多摩湖周辺(1987年3月27日, 4月1日)の沢水の化学組成

Sample	DIS	pH	TW	Na	K	Mg	Ca	F	Cl	Br	NO3	SO4
OR724	72.5	7.47	4.2	2.04	0.510	1.47	9.88	0.077	1.57	0.00064	1.37	9.38
OR722	72.9	7.17	6.8	1.93	0.205	1.05	4.05	0.039	0.965	0.0013	1.10	1.64
OR721	73.3	7.47	6.8	2.56	0.483	1.15	9.26	0.045	1.26	0.00046	2.47	9.18
OR720	73.3	7.36	4.7	2.48	0.432	1.13	8.13	0.042	0.988	0.00054	2.66	7.56
OR718	73.3	7.15	6.0	2.62	0.370	0.861	5.27	0.034	1.22	0.0011	2.70	6.19
OR715	74.0	7.18	5.2	2.59	0.380	0.860	6.13	0.037	1.23	0.00085	2.30	6.22
OR714S	74.4	7.57	9.7	3.99	0.408	2.36	17.9	0.14	1.28	0.0044	1.47	20.3
OR716	74.6	7.41	3.7	3.09	0.540	2.11	9.55	0.10	1.32	0.00059	5.11	7.90
OR717	74.9	7.39	5.4	2.74	0.461	1.71	8.76	0.092	1.45	0.00081	5.65	7.33

表 4-1-19 秋川(1987年4月1日)の沢水の化学組成

Sample	DIS	pH	TW	Na	K	Mg	Ca	F	Cl	Br	NO3	SO4
AK701	71.3	7.33	5.1	2.69	0.374	1.04	6.15	0.041	1.20	0.00078	1.76	7.15
AK702	70.9	7.36	6.0	3.31	0.364	1.30	5.57	0.046	1.31	0.00070	1.35	6.18
AK705	70.3	7.29	5.4	2.49	0.386	1.09	5.05	0.054	1.06	0.00084	1.99	4.15
AK706	69.9	7.50	6.2	3.21	0.956	1.41	13.4	0.076	1.36	0.00070	3.23	19.6
AK710	69.3	7.42	5.8	2.73	0.483	1.23	5.36	0.055	1.28	0.00079	3.52	5.88
AK746	58.9	7.35	4.6	3.42	0.522	1.49	6.65	0.073	1.42	0.00065	3.68	7.88
AK747	68.0	7.29	6.4	3.07	0.590	1.06	6.19	0.072	1.35	0.00093	2.91	5.00
AK716	67.9	-	6.0	3.11	0.455	1.38	7.92	0.059	1.41	0.00084	3.88	6.77
AK712	66.4	7.55	6.9	2.82	0.742	1.31	12.7	0.073	1.35	0.00066	4.15	15.2
AK725	65.9	7.50	5.5	4.50	0.615	1.42	13.4	0.098	2.00	0.0012	3.18	22.6
AK728	65.4	7.41	5.8	4.31	0.473	1.34	11.5	0.095	1.92	0.00084	3.74	19.0
AK731P	64.4	7.08	9.8	4.48	0.589	1.78	12.4	0.088	2.02	0.0019	6.17	21.9
AK732	64.3	7.30	6.2	3.88	0.560	1.44	7.13	0.078	2.20	0.00092	6.17	9.64
AK736	63.0	7.31	7.6	4.22	0.509	1.28	6.39	0.094	2.06	0.0010	5.27	7.69
AK739	62.8	7.41	7.0	4.19	0.558	1.40	9.53	0.11	2.22	0.00083	4.36	11.1
AK743	61.1	-	7.5	3.71	0.474	1.27	6.92	0.081	2.22	0.00090	4.36	9.60
AK744	62.0	7.21	6.7	3.94	0.399	1.39	6.43	0.077	2.63	0.0020	7.62	7.61

表 4-1-20 北浅川・醍醐川(1987年4月16日)の沢水の化学組成

Sample	DIS	pH	TW	Na	K	Mg	Ca	F	Cl	Br	NO3	SO4
KD720	58.8	7.45	9.4	4.73	0.422	1.79	7.28	0.087	2.57	0.0032	6.37	8.79
KD719S	58.5	7.33	12.7	5.07	0.456	1.92	7.75	0.070	2.68	0.0072	7.88	11.0
KD718	58.1	7.28	8.2	4.72	0.451	1.61	7.48	0.079	2.33	0.0010	5.72	11.1
KD716	57.9	7.36	9.6	4.36	0.415	1.84	8.14	0.10	2.57	0.0016	5.87	11.2
KD715	57.8	7.23	8.4	5.02	0.556	1.74	5.36	0.078	2.19	0.0016	6.95	8.42
KD711	57.3	7.46	10.5	4.34	0.461	2.05	10.0	0.11	2.62	0.0012	4.75	13.1
KD710	57.1	7.25	6.7	4.99	0.469	1.96	7.90	0.093	2.66	0.0018	5.38	13.7
KD708	56.6	7.43	7.9	4.48	0.411	1.91	9.28	0.10	2.59	0.0024	5.18	13.2
KD705	56.5	7.28	7.1	4.57	0.572	2.35	9.72	0.094	3.13	0.0025	8.48	16.5
KD704	56.3	7.21	11.1	4.44	0.438	2.17	6.92	0.11	2.45	0.0080	8.02	8.25
KD703	56.0	7.22	7.9	4.24	0.447	2.05	9.26	0.091	2.92	0.0036	7.83	13.7
KD702	55.6	7.17	6.0	4.90	0.527	2.48	9.00	0.089	3.59	0.0015	7.84	18.0

表 4-1-21 北浅川・案下川(1987年4月16日)の沢水の化学組成

Sample	DIS	pH	TW	Na	K	Mg	Ca	F	Cl	Br	NO3	SO4
KA702	58.0	7.17	7.8	4.13	0.451	1.49	6.28	0.044	2.15	0.0020	3.89	7.81
KA703	58.0	7.43	7.8	4.59	0.469	1.79	9.45	0.088	2.97	0.0011	5.22	11.6
KA704	57.8	7.36	8.6	4.49	0.428	1.53	5.56	0.050	1.99	0.0024	3.83	7.66
KA706	57.4	7.23	8.6	4.05	0.452	1.75	5.97	0.054	2.50	0.00063	6.96	7.96
KA707	57.5	7.24	7.8	4.68	0.462	1.75	6.92	0.093	2.89	0.0013	6.50	12.3
KA708P	57.3	7.37	11.6	5.53	0.459	2.19	6.61	0.099	2.74	0.0060	5.29	11.0
KA709	57.0	7.36	10.4	4.90	0.485	2.06	7.54	0.081	2.53	0.0041	5.63	9.99
KA711	56.5	7.25	9.5	4.97	0.465	2.04	7.73	0.092	2.78	0.0016	6.32	10.7
KA712	56.3	7.25	7.6	4.84	0.448	1.65	6.36	0.12	2.64	0.0011	5.42	8.13
KA713	55.9	7.21	7.8	4.84	0.477	1.74	6.74	0.11	2.84	0.0023	5.30	9.22
KA715	55.3	7.02	8.7	5.13	0.564	2.00	7.01	0.10	2.86	0.0011	5.36	10.5
KA716	55.0	7.25	9.1	4.84	0.488	1.78	7.21	0.11	2.98	0.0010	5.57	10.2
KA717	54.8	-	9.4	5.05	0.476	1.95	7.47	0.11	3.11	0.0035	6.34	11.8

表 4-1-22 南浅川・小仏川(1987年4月9日)の沢水の化学組成

Sample	DIS	pH	TW	Na	K	Mg	Ca	F	Cl	Br	NO3	SO4
MK704	52.9	7.11	10.3	4.74	0.543	2.22	6.71	0.053	3.43	0.0037	7.01	10.4
MK703	52.9	7.09	10.8	4.66	0.544	1.72	5.64	0.048	3.42	0.0018	6.57	9.78
MK705	52.8	7.27	9.1	4.47	0.498	2.37	6.65	0.050	3.11	0.0017	8.04	8.63
MK702	52.6	7.09	11.5	4.97	0.487	1.80	5.04	0.065	3.47	0.0028	7.20	7.62
MK701	52.3	7.19	11.1	4.87	0.481	1.79	5.16	0.059	2.73	0.0023	6.98	8.11
MK706	51.9	7.21	9.4	5.33	0.550	1.82	5.02	0.054	2.88	0.0016	6.81	9.19
MK708	51.5	7.05	10.1	4.59	0.453	1.79	3.71	0.045	3.10	0.0021	6.41	6.22
MK709	51.1	7.33	14.0	4.86	0.523	2.22	6.03	0.054	3.79	0.0031	6.65	9.13
MK712	51.8	7.15	10.1	4.67	0.606	1.97	6.74	0.083	3.68	0.0030	9.30	10.9

表 4-1-23 南浅川・案内川(1987年4月9日)の沢水の化学組成

Sample	DIS	pH	TW	Na	K	Mg	Ca	F	Cl	Br	NO3	SO4
MA707	50.1	7.03	10.1	4.22	0.415	2.05	4.49	0.053	3.81	0.0041	9.53	7.77
MA706	50.0	6.94	9.6	4.27	0.449	1.97	4.82	0.056	3.63	0.0018	9.73	9.10
MA705	49.9	7.07	10.8	4.04	0.338	1.93	3.96	0.052	3.19	0.0028	6.03	9.15
MA704	49.6	7.06	10.5	4.49	0.297	2.47	4.39	0.052	3.98	0.0014	8.43	10.3
MA709	49.3	7.01	10.1	4.77	0.387	2.45	5.23	0.044	4.15	0.0023	10.6	11.3
MA710	49.1	6.92	9.4	4.31	0.322	2.58	5.65	0.048	4.28	0.0013	8.36	14.8
MA711	49.0	7.16	9.6	5.17	0.617	2.73	7.28	0.051	3.61	0.00073	4.77	16.2
MA712	48.9	7.07	10.1	5.36	0.499	2.24	4.82	0.058	3.82	0.0028	9.12	7.89
MA714	48.3	7.11	10.8	5.19	0.591	2.41	5.55	0.052	4.40	0.0024	6.83	10.2
MA713	48.3	7.01	9.9	4.79	0.508	2.55	4.64	0.063	4.25	0.0012	8.90	8.41
MA701	49.0	7.12	11.1	5.43	0.544	2.09	5.82	0.088	3.53	0.0029	5.99	9.10
MA702	48.6	7.12	10.4	5.28	0.485	2.35	5.85	0.082	4.05	0.0028	9.26	8.86



表 4-1-24 第 I 期夏の沢水の平均化学組成

Sample	TW	pH	Cl	NO3	SO4	Br
KD000						
n	13	13	13	13	13	13
mean	13.9	7.01	2.49	4.64	10.7	
std.dev.	0.856	0.625	0.641	1.30	2.55	
rsd(%)	6	9	26	28	24	
KA000						
n	14	14	14	14	14	14
mean	13.6	6.70	2.40	3.73	8.37	
std.dev.	0.608	0.0847	0.564	1.26	1.39	
rsd(%)	4	1	23	34	17	
MK000						
n	10	10	10	10	10	10
mean	14.4	6.94	2.84	4.02	8.70	
std.dev.	0.694	0.0740	0.337	0.740	2.63	
rsd(%)	5	1	12	18	30	
MA000						
n	13	13	13	13	13	8
mean	15.8	6.79	3.77	5.20	11.2	0.0023
std.dev.	0.935	0.107	0.269	1.82	2.41	0.0019
rsd(%)	6	2	7	35	22	81
MK100						
n	10	10	10	10	10	8
mean	18.0	7.29	3.01	5.84	8.23	0.0061
std.dev.	1.38	0.114	0.389	0.729	2.45	0.0012
rsd(%)	8	2	13	12	30	24
MA100						
n	7	7	7	7	7	6
mean	19.2	7.25	3.44	6.34	7.53	0.0042
std.dev.	1.49	0.144	0.131	1.32	0.807	0.0014
rsd(%)	8	2	4	21	11	34
000+100						
N	67	67	67	67	67	22
MEAN	15.4	6.96	2.95	4.82	9.30	0.0039
STD.DEV.	2.17	0.355	0.673	1.52	2.49	0.0019
RSD(%)	14	5	23	32	27	50

(脚注) nは各支流の沢水の数  
 meanは各支流の沢水の平均値  
 std.dev.は各支流の沢水の標準偏差  
 rsd(%)は各支流の沢水の相対標準偏差(%)  
 大文字の表記は全体の沢水に対する数値を表わす。

表 4-1-25 第 II 期秋冬の沢水の平均化学組成

Sample	TW	pH	Cl	Br	NO3	SO4
KD200						
n	11	11	11	10	11	11
mean	6.3	7.09	2.33	0.0030	5.95	11.2
std.dev.	1.9	0.133	0.203	0.0013	1.12	2.62
rsd(%)	31	2	9	42	19	23
KA200						
n	9	10	10	10	10	10
mean	6.2	7.00	2.23	0.0021	5.14	8.40
std.dev.	1.0	0.131	0.284	0.00084	0.707	1.42
rsd(%)	16	2	13	40	14	17
MK200						
n	11	11	11	11	11	11
mean	5.0	7.06	2.84	0.0024	6.23	9.51
std.dev.	1.6	0.129	0.344	0.0017	0.649	2.52
rsd(%)	32	2	12	68	10	27
MA200						
n	13	13	13	11	13	13
mean	4.4	6.87	3.45	0.0028	5.85	9.71
std.dev.	1.1	0.150	0.495	0.0018	1.11	2.05
rsd(%)	25	2	14	62	19	21
200						
N	44	45	45	42	45	45
MEAN	5.4	7.00	2.76	0.0026	5.81	9.74
STD.DEV.	1.6	0.160	0.610	0.0014	0.985	2.36
RSD(%)	30	2	22	55	17	24

表 4-1-26 第三期盛夏の沢水の平均化学組成

Sample	TA	TW	pH	Na	K	Mg	Ca	Cl	Br	NO3	SO4
ORS00											
n	16	17	17	17	17	17	17	17	15	17	17
mean	2.7	3.2	7.22	3.38	0.490	1.85	8.60	1.42	0.0020	1.60	13.4
std.dev.	2.1	3.2	0.325	0.641	0.135	0.456	2.90	0.620	0.00097	0.782	5.49
rsd(%)	78	99	5	19	28	25	34	44	49	49	41
KO300											
n	14	16	16	16	16	16	16	16	11	9	13
mean	2.9	4.8	7.12	4.02	0.354	2.19	6.16	2.42	0.0032	5.56	12.9
std.dev.	2.4	3.0	0.177	0.308	0.0429	0.389	1.30	0.285	0.0012	1.26	3.69
rsd(%)	82	62	2	8	12	18	21	12	38	23	29
K4300											
n	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
mean	2.7	4.9	7.04	4.20	0.338	1.88	4.91	2.53	0.0031	4.59	9.95
std.dev.	0.9	2.5	0.0983	0.412	0.0321	0.250	0.781	0.346	0.0029	0.763	1.80
rsd(%)	34	51	1	10	9	13	16	14	92	17	18
MC300											
n	9	9	9	9	9	9	9	7	9	9	8
mean	-0.1	3.2	6.73	3.85	0.302	2.11	4.49	3.09	0.0024	5.70	9.24
std.dev.	2.2	1.2	0.256	0.200	0.0351	0.329	0.822	0.328	0.0013	0.801	1.23
rsd(%)	-2153	38	4	5	12	16	19	11	54	14	13
MA300											
n	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
mean	2.8	2.8	6.54	3.88	0.253	2.62	3.97	3.73	0.0025	5.42	12.0
std.dev.	0.6	1.2	0.225	0.463	0.0654	0.394	0.767	0.335	0.0017	1.56	4.03
rsd(%)	22	41	3	12	26	15	19	9	69	29	33
300											
N	68	71	71	71	71	71	71	69	64	64	67
MEAN	2.4	3.8	6.96	3.85	0.355	2.13	5.82	2.55	0.0026	4.28	11.8
STD.DEV.	2.0	2.6	0.346	0.527	0.113	0.468	2.37	0.905	0.0018	1.97	4.06
RSD(%)	82	67	5	14	32	22	41	36	69	46	34

表 4-1-27 第四期春夏の沢水の平均化学組成

Sample	TA	TW	pH	Na	K	Mg	Ca	Cl	Br	NO3	SO4
AK500											
n	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
mean	23.7	17.3	6.759	1.11	7.29	1.52	0.0015	4.08	9.89	1.57	4.82
std.dev.	1.16	1.52	0.651	0.205	0.149	2.25	0.343	0.00079	1.57	0.38	4.9
rsd(%)	5	9	18	27	13	31	23	53	38	49	49
KO400											
n	12	12	13	13	13	13	13	13	13	13	13
mean	15.5	11.9	3.70	0.486	1.26	4.57	2.92	0.0061	9.07	8.91	8.91
std.dev.	0.928	0.284	0.329	0.0335	0.195	0.677	0.402	0.0012	0.921	1.35	1.35
rsd(%)	6	2	9	11	15	15	14	19	10	15	15
K4400											
n	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
mean	14.4	11.9	3.98	0.521	1.27	4.52	3.02	0.0060	8.80	8.49	8.49
std.dev.	1.25	0.382	0.313	0.0201	0.164	0.784	0.435	0.0014	1.14	1.36	1.36
rsd(%)	9	5	8	4	13	17	14	24	13	16	16
MA400											
n	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
mean	15.3	12.1	3.97	0.514	1.45	4.30	3.64	0.0063	9.57	8.84	8.84
std.dev.	2.54	0.438	0.329	0.0392	0.256	0.468	0.447	0.0012	1.48	1.62	1.62
rsd(%)	17	4	8	8	18	11	12	20	15	18	18
MA500											
n	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
mean	17.7	12.1	6.54	3.79	0.399	1.38	3.40	4.22	0.0075	9.72	8.96
std.dev.	1.77	0.466	0.147	0.284	0.0706	0.231	0.497	0.297	0.0012	2.38	1.26
rsd(%)	10	4	2	8	18	17	15	7	16	24	14
400+500											
N	58	58	13	59	59	59	59	59	59	59	59
MEAN	17.4	13.1	6.54	3.79	0.534	1.29	4.81	3.06	0.0055	8.23	9.03
STD.DEV.	3.73	2.31	0.147	0.423	0.138	0.227	1.74	0.996	0.0024	2.64	2.46
RSD(%)	21	18	2	11	30	18	36	33	44	32	27

表 4-1-28 第 V 期秋の沢水の平均化学組成

Sample	Cl	Br	NO3	SO4
OR600	13	10	13	13
n	1.04	0.0015	2.42	9.35
mean	0.113	0.0014	1.74	2.70
std.dev.	11	90	72	29
rsd(%)	18	13	18	17
AK600	1.71	0.00099	3.69	8.74
n	0.572	0.0011	1.86	2.90
mean	33	114	50	33
std.dev.	31	23	31	30
rsd(%)	1.43	0.0012	3.16	9.01
MEAN	0.551	0.0012	1.89	2.78
STD.DEV.	38	101	60	31
RSD(%)				

OR600 = CHEMICAL COMPOSITION OF STREAM WATERS (861120)  
 AK600 = CHEMICAL COMPOSITION OF STREAM WATERS (861122)  
 600 = CHEMICAL COMPOSITION OF STREAM WATERS

表 4-1-29 第 VI 期春の沢水の平均化学組成

Sample	DIS	SH	TM	Na	K	Mg	Ca	F	Cl	Br	NO3	SO4
16700	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
n	86.2	7.22	7.1	2.91	0.528	1.12	7.90	0.064	1.02	0.0024	2.66	7.64
mean	4.2	0.298	1.6	0.416	0.151	0.307	3.60	0.023	0.220	0.0023	2.32	2.04
std.dev.	5	4	22	14	28	27	46	37	21	97	87	37
rsd(%)	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
DR700	73.7	7.35	5.6	2.67	0.421	1.41	8.77	0.068	1.25	0.0012	2.76	8.41
n	0.8	0.152	1.8	0.604	0.0991	0.344	3.99	0.038	0.193	0.0012	1.60	5.00
mean	1	2	31	23	24	59	45	56	15	105	58	59
std.dev.	17	15	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17
rsd(%)	66.6	7.35	6.4	3.53	0.531	1.33	8.39	0.074	1.71	0.00977	3.96	11.0
n	3.3	0.120	1.2	0.668	0.146	0.176	3.04	0.019	0.469	0.00038	1.65	6.19
mean	5	2	19	19	28	13	36	25	27	39	42	56
std.dev.	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
rsd(%)	51.2	7.31	8.8	4.65	0.469	1.99	8.17	0.092	2.69	0.0030	6.69	12.2
n	1.1	0.0994	1.9	0.290	0.0340	1.34	0.013	0.374	0.0023	1.30	3.06	3.06
mean	2	1	22	6	12	13	16	14	14	78	19	25
std.dev.	13	12	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
rsd(%)	56.7	7.26	8.8	4.80	0.472	1.82	6.99	0.089	2.69	0.0022	5.51	9.92
n	1.1	0.109	1.2	0.400	0.0320	0.211	0.974	0.025	0.326	0.0015	0.916	1.62
mean	2	2	13	6	7	12	14	28	12	70	17	16
std.dev.	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
rsd(%)	52.2	7.17	10.7	4.80	0.520	1.97	5.63	0.058	3.29	0.0025	7.22	8.88
n	0.7	0.0927	1.5	0.251	0.0462	0.241	1.01	0.011	0.358	0.00033	0.914	1.44
mean	1	1	14	5	9	12	18	19	11	30	13	16
std.dev.	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
rsd(%)	49.2	7.05	10.2	4.78	0.454	2.30	5.21	0.058	3.89	0.0022	8.13	10.3
n	0.6	0.0731	0.5	0.500	0.105	0.250	0.892	0.013	0.359	0.00064	1.80	2.67
mean	1	1	5	10	23	11	17	23	9	43	22	26
std.dev.	700	79	76	79	79	79	79	79	79	79	79	79
rsd(%)	61.4	7.25	8.2	4.09	0.486	1.72	7.33	0.073	2.42	0.0020	5.38	10.1
n	10.3	0.168	2.2	0.953	0.105	0.471	2.61	0.024	1.00	0.0015	2.42	3.99
mean	17	2	26	23	22	27	36	33	41	78	45	40
std.dev.												
rsd(%)												

#### 4-2 沢水に含まれる化学成分濃度の地理的变化

東京湾から採水地点までの距離と $Cl^-$ 濃度との関係を図4-2-1に示す。 $Cl^-$ 濃度は東京湾からの距離と対応して、奥秩父山岳部へ向うほど減少している。これは前節の平均値の表で見い出された傾向と同じである。同様に東京湾からの距離に対して300番台、400番台と、500番台及び700番台の $Cl^-$ 濃度を図4-2-2に示す。採水時期の違いによる変化はほとんどなく、 $Cl^-$ 濃度はいつも山岳部へ向うにつれて減少しており、 $Cl^-$ 濃度は距離のよい指標になることがわかった。そこで $Cl^-$ 濃度を横軸にして、その他のすべてのイオン濃度を縦軸にとりこれらの関係を図に示すことにする。データは300番台と、400番台、500番台及び700番台の3つの時期を中心に示した。これらの図によって平均値だけでははっきりしなかった全流域の傾向をとらえることができるはずである。沢水中の $Cl^-$ の起源は大気からの降水物(ここでは降水、ドライフォールアウト、粉じんなど大気から降下してくるものすべてを意味する)である。したがって $Cl^-$ 濃度と他のイオン濃度との関係を図示することは、距離との関係のみではなくイオン種の起源の推定にも利用できる。

まず $Cl^-$ 濃度と $Na^+$ 濃度との関係を図4-2-3に、そして東京湾からの距離と $Na^+$ 濃度との関係を図4-2-4に示した。両方の図からも $Cl^-$ 濃度が距離のよい指標になっていることがわかる。都市近郊から奥秩父山岳方面に向ってわずかに $Na^+$ 濃度が減少している。しかし $Na^+$ 濃度は $Cl^-$ 濃度に変化しても大きな変化を示していない。もしも $Na^+$ が雨水からだけ供給されるならば東京

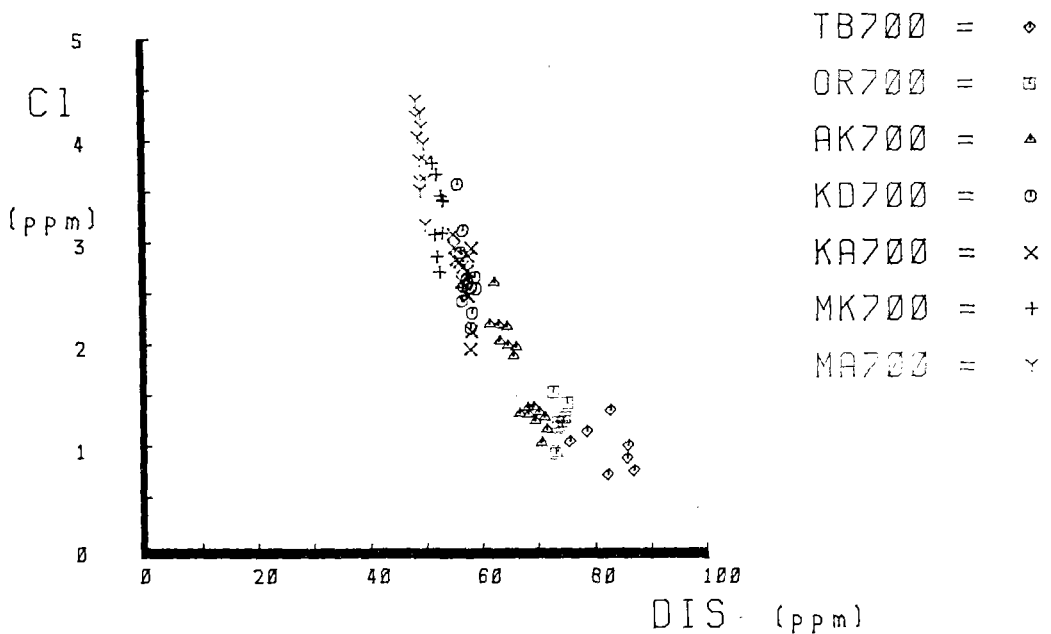


図4-2-1 多摩川河口から採水地点までの距離と第Ⅶ期(700番台)の沢水中の塩化物イオン濃度との関係

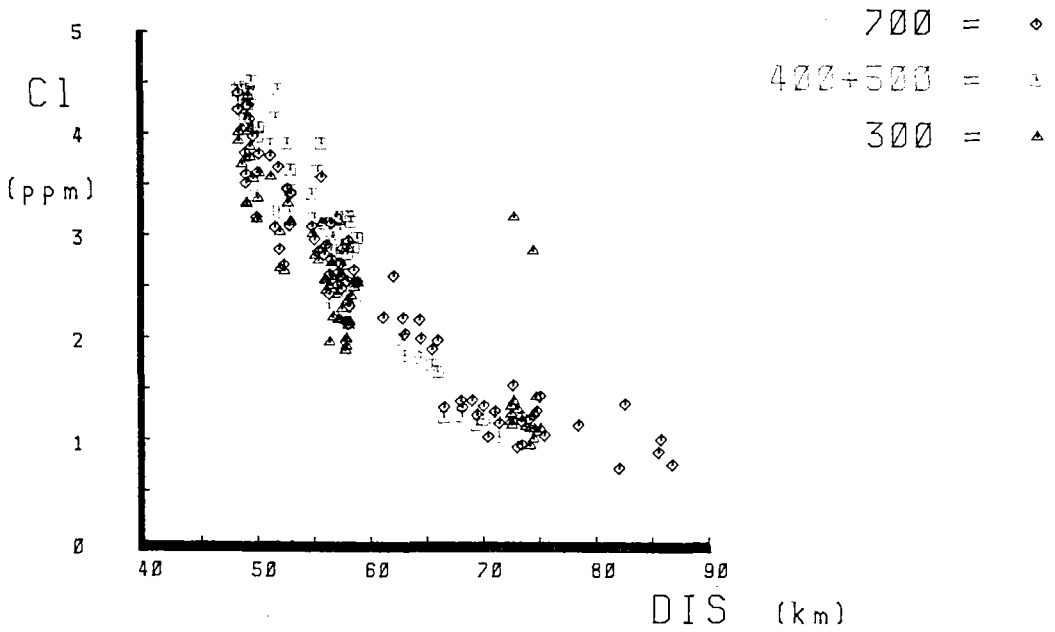


図4-2-2 多摩川河口から採水地点までの距離と第Ⅲ, Ⅳ, Ⅴ期 (300, 400, 500, 700番台)の塩化物イオン濃度との関係

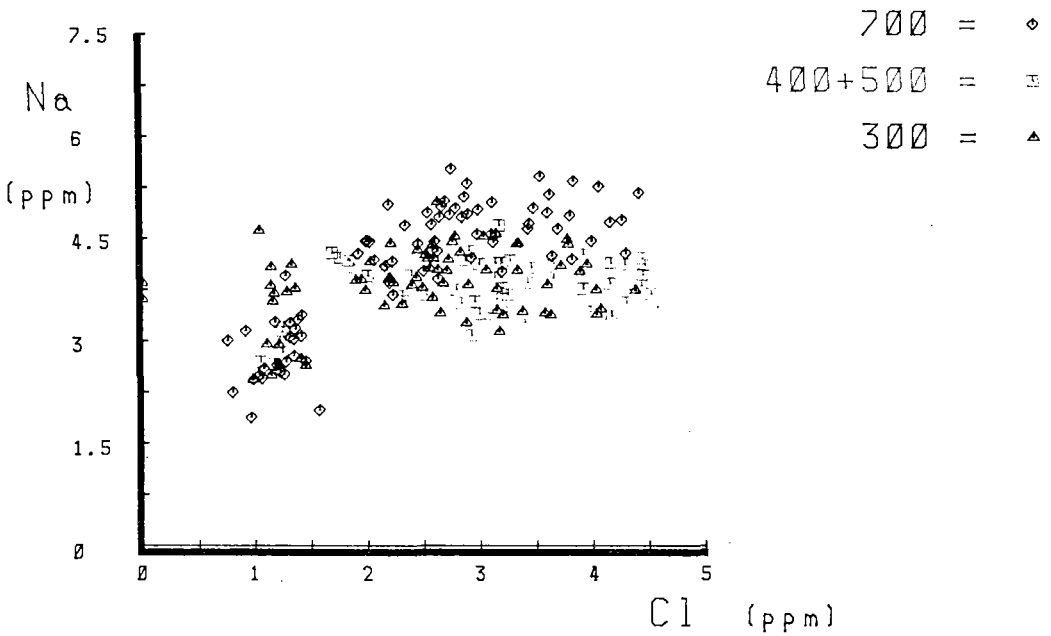


図4-2-3 沢水中の塩化物イオン濃度とナトリウムイオン濃度との関係

湾からの距離にもっと強く依存するはずである。このことは、沢水中の $\text{Na}^+$ が雨水だけから供給されているのではないことを示している。

$\text{K}^+$ 濃度については $\text{Na}^+$ 濃度と同様ほとんど一定の値を示しているが、 $\text{Cl}^- = 1.5 \text{ ppm}$ 付近（南秋川・人里付近）で大きめの値をとっていることがわかる（図4-2-5）。したがって全体としてみると、 $\text{Cl}^-$ 濃度が增大するにつれてわずかに減少傾向を示しているように見える。

$\text{Mg}^{2+}$ 濃度は、700番台と300番台で $\text{Cl}^-$ 濃度が増加するにつれて増加する傾向が見られる。（図4-2-6）。しかし400番台と500番台のデータは他の時期に比べて増加傾向は見られず、一定濃度となっている。このことは $\text{Mg}^{2+}$ がかならずしも $\text{Cl}^-$ と一緒に行動しているわけではないことを示している。

$\text{Ca}^{2+}$ 濃度は、 $\text{Mg}^{2+}$ 濃度とは逆に $\text{Cl}^-$ 濃度の高い都市部に近い沢から $\text{Cl}^-$ 濃度の低い山岳部に向うにつれて平均値が増加していくことがわかる（図4-2-7）。しかし平均値の増加とともに値のバラツキも大きくなっている。この $\text{Ca}^{2+}$ の傾向は、各流域の沢水に含まれる $\text{Ca}^{2+}$ 濃度のとりうる最低値が3 ppmであって、とりうる最高値は採水地点が山岳部に向うにつれて増大していることを示している。

$\text{Br}^-$ 濃度についてみると、700番台と300番台のデータは $\text{Cl}^-$ 濃度に関係に0.002 ppmの値を中心に大きなバラツキを示している（図4-2-8）。しかし400番台の $\text{Br}^-$ 濃度は $\text{Cl}^-$ 濃度の増加とともに増加している。 $\text{Cl}^-$ と $\text{Br}^-$ の化学的性質は似ていることから、この2つのイオンの濃度

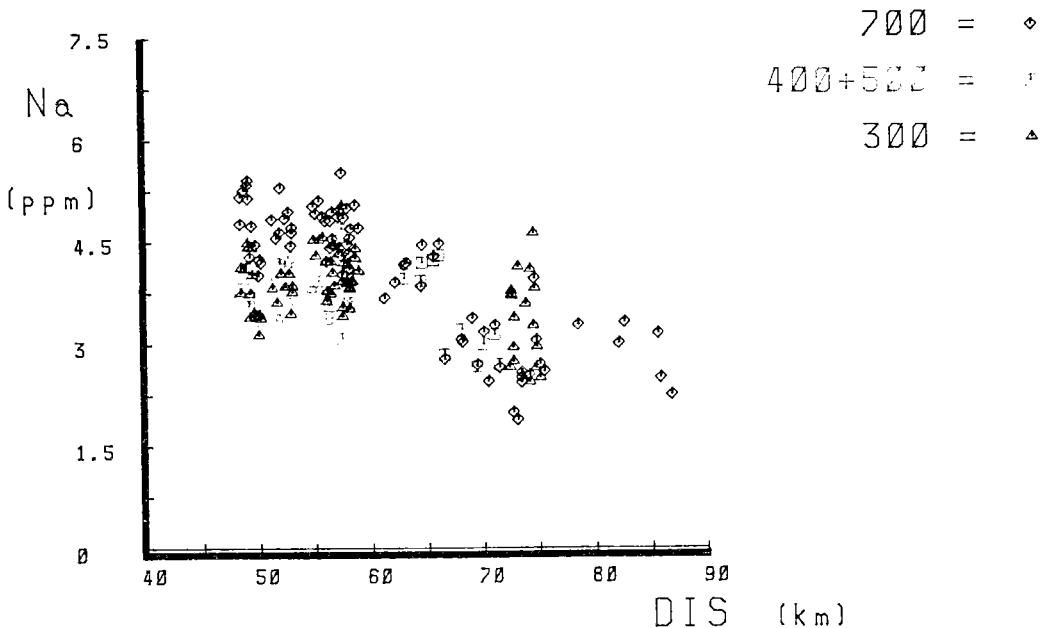


図4-2-4 多摩川河口から採水地点までの距離と沢水中のナトリウムイオン濃度との関係

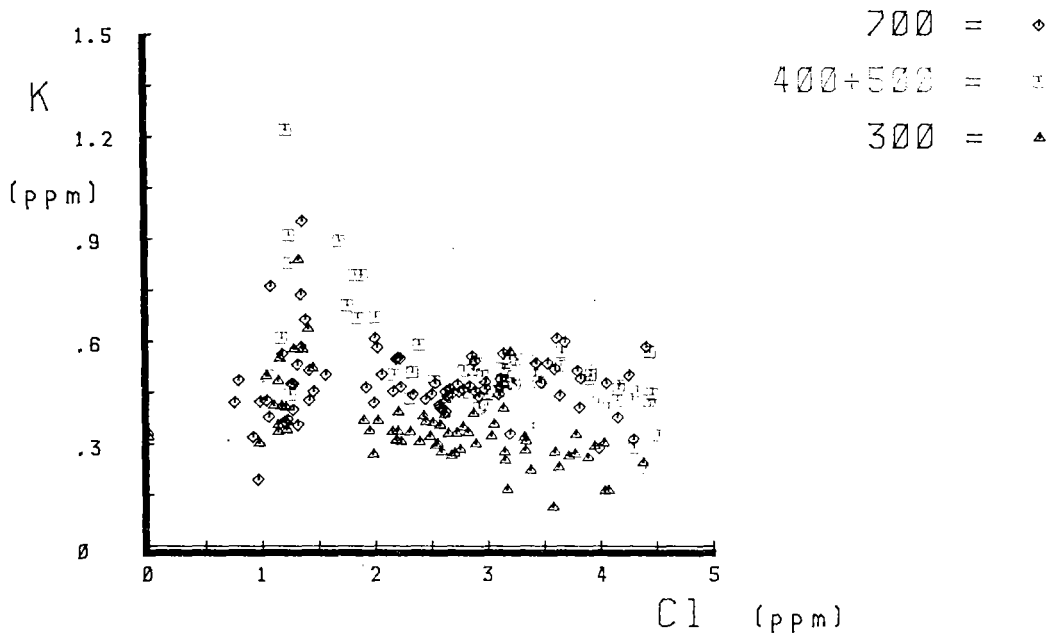


図4-2-5 沢水中の塩化物イオン濃度とカリウムイオン濃度との関係

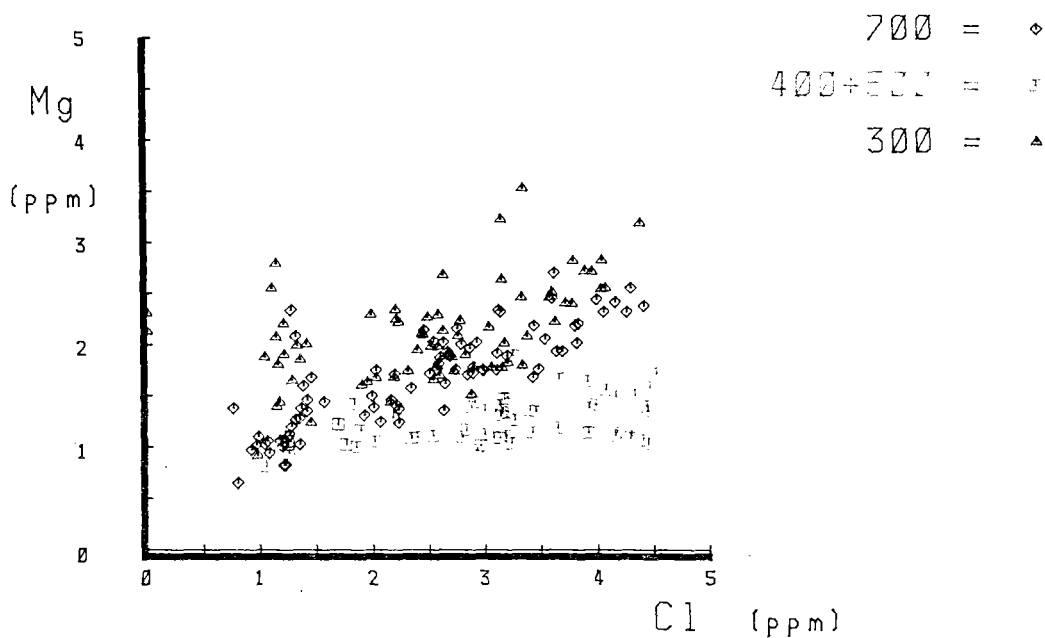


図4-2-6 沢水中の塩化物イオン濃度とマグネシウムイオン濃度との関係

変化のちがいは、Cl、Brの起源が2つあることを示しているのかもしれない。

F<sup>-</sup>濃度は700番台のデータしかないので700番台のデータを各流域ごとに示した(図4-2-9)。F<sup>-</sup>濃度はどの流域でも最低濃度が0.04ppm前後であり、最高濃度は山岳域に向うにつれて増大していく。したがって濃度のバラツキの非常に大きなイオンである。

NO<sub>3</sub><sup>-</sup>濃度は大きなバラツキを持つものの明らかにCl<sup>-</sup>濃度とともに増大する傾向を持つ(図4-2-10)。NO<sub>3</sub><sup>-</sup>はCl<sup>-</sup>と行動をともにしていることがわかる。また400番台と500番台のデータは他に比べて特に大きな値をとっている。

SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>濃度はバラツキが大きく、最高値は24ppmほどの値となるが、全体の傾向としてはCl<sup>-</sup>濃度に関係なく10ppm前後の値をとるデータが多い(図4-2-11)。バラツキの比較的小さい400番台と500番台のデータが、SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>濃度の傾向をよく示しているようである。この傾向はK<sup>+</sup>と同様にCl=1.5ppm付近(南秋川・人里付近)でSO<sub>4</sub><sup>2-</sup>濃度が大きめの値をとることを示している。この人里付近の異常を除けばSO<sub>4</sub><sup>2-</sup>濃度はCl<sup>-</sup>濃度とともにわずかに増大する。各地域の最低値も増大する傾向を示している。

HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>濃度はCl<sup>-</sup>濃度が増加するにつれて減少する(図4-2-12)。特に400番台と500番台のデータは低い値をとり、MAの一部のデータが負の値となった。これはNa<sup>+</sup>、K<sup>+</sup>、Mg<sup>2+</sup>、Ca<sup>2+</sup>のすべての陽イオン当量濃度の和から、Cl<sup>-</sup>、Br<sup>-</sup>、NO<sub>3</sub><sup>-</sup>、SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>の陰イオン当量濃度を差し引いた

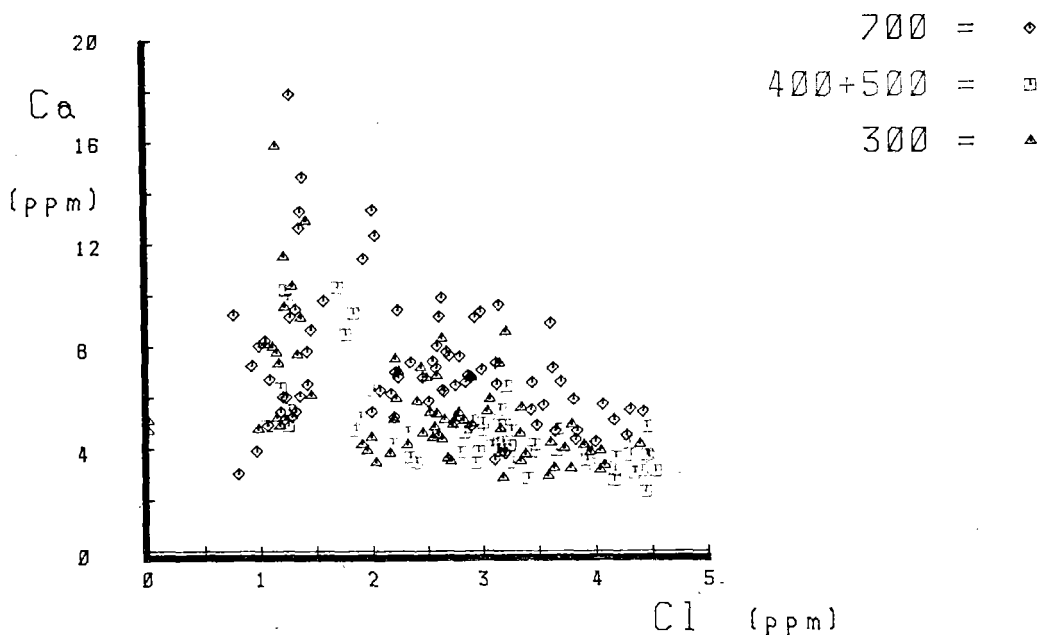


図4-2-7 沢水中の塩化物イオン濃度とカルシウムイオン濃度との関係



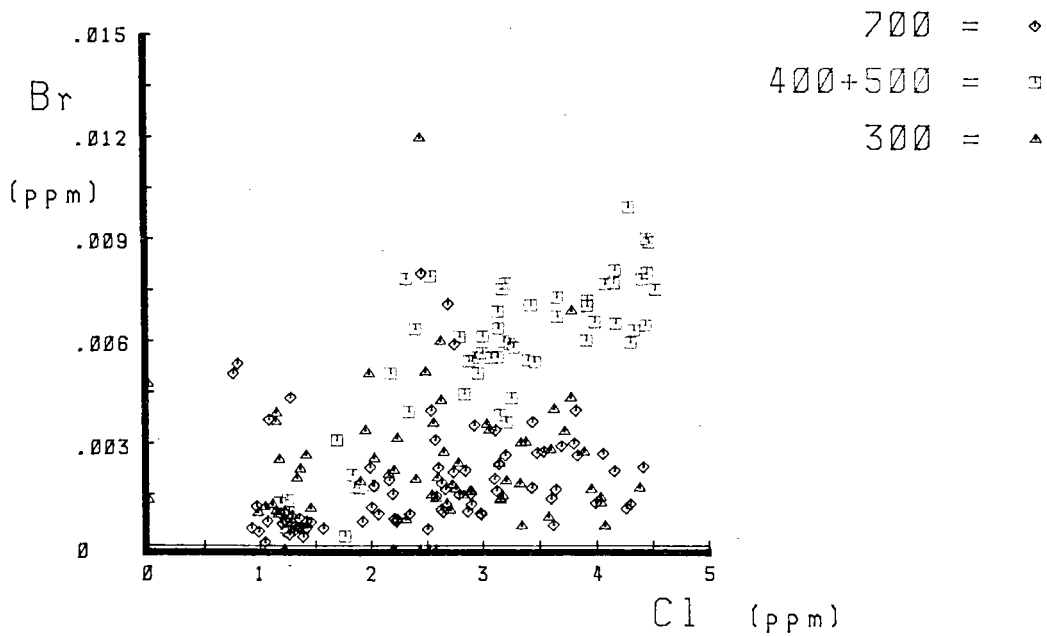


図4-2-8 沢水中の塩化物イオン濃度と臭化物イオン濃度との関係

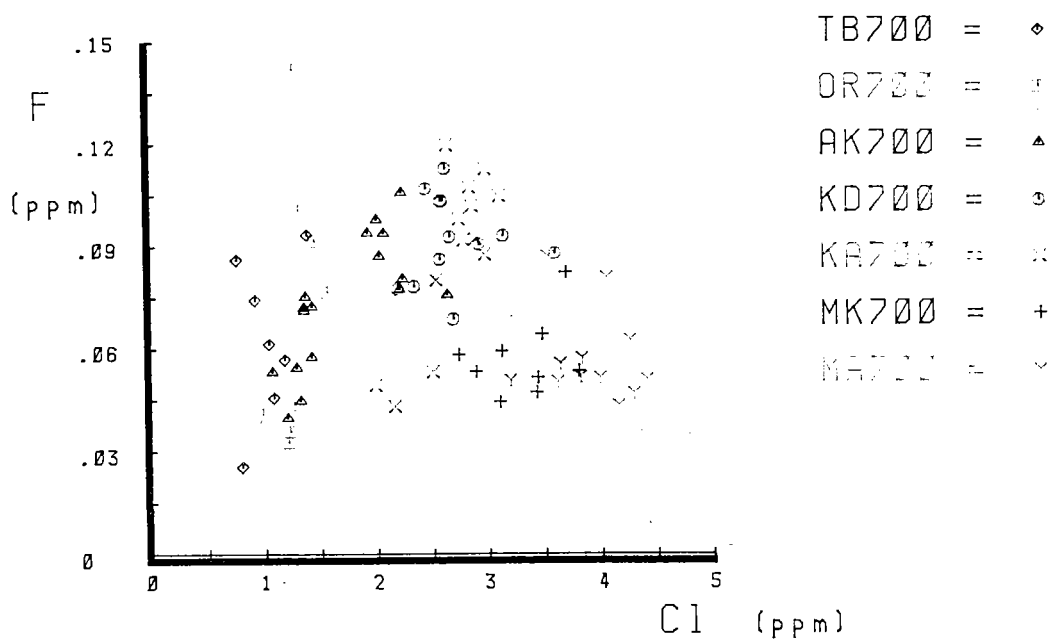


図4-2-9 沢水中の塩化物イオン濃度とフッ化物イオン濃度との関係

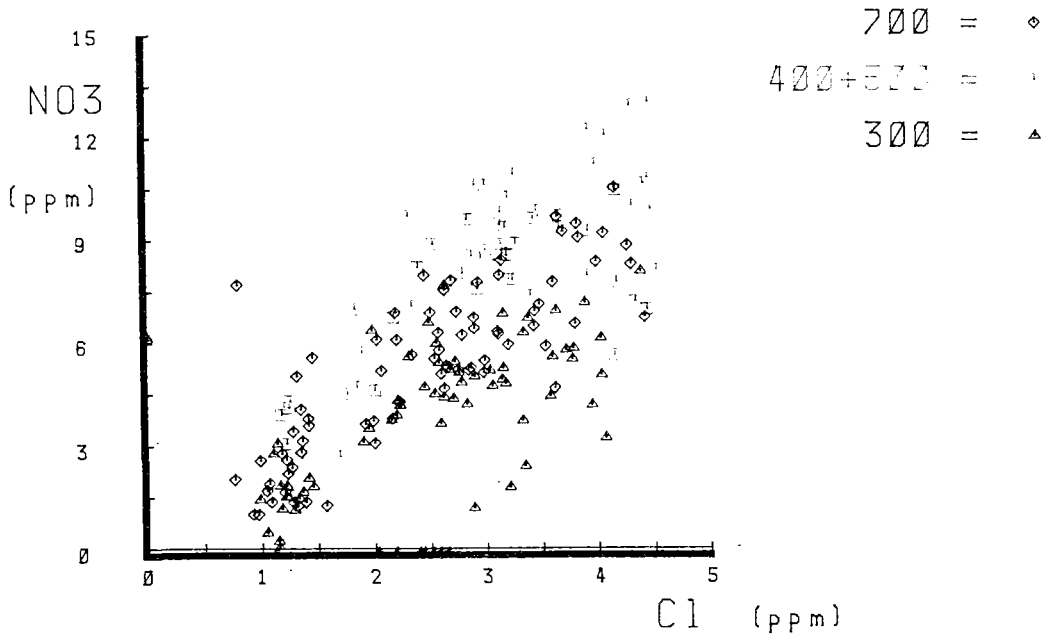


図4-2-10 沢水中の塩化物イオン濃度と硝酸イオン濃度との関係

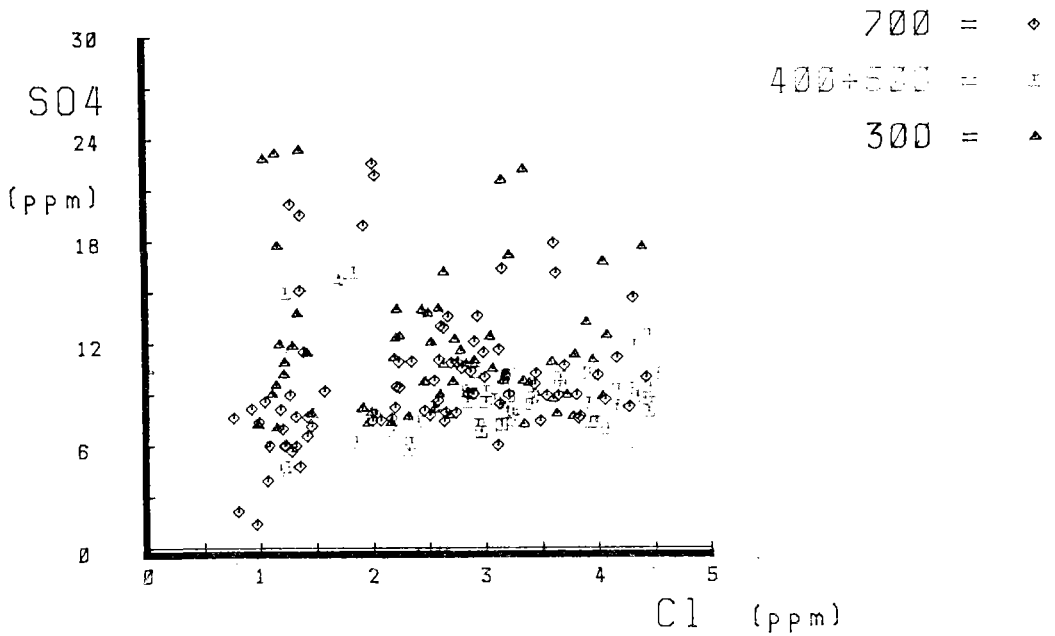


図4-2-11 沢水中の塩化物イオン濃度と硫酸イオン濃度との関係

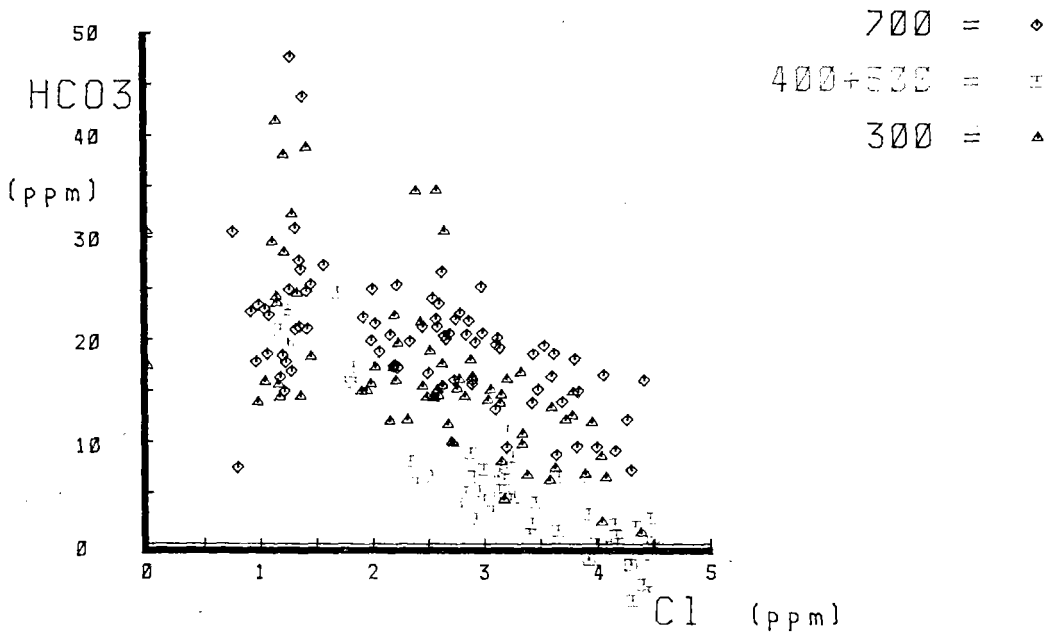


図 4-2-12 沢水中の塩化物イオン濃度と炭酸水素イオン濃度との関係

た残りを  $\text{HCO}_3^-$  濃度とみなして計算したためである。他に考える陽イオンとしては  $\text{H}^+$  しかないの  
 で、いままで得られたすべての MA の pH 値を図 4-2-13 に示す。この図によれば、400 番台の水  
 の pH 値は他と比べて特別に低い値というわけではない。したがって負の値をとる 5 つの  $\text{HCO}_3^-$  濃度  
 は分析の誤差の範囲にあると思われる。 $\text{HCO}_3^-$  濃度の示す  $\text{Cl}^-$  濃度に逆比例する傾向は  $\text{Ca}^{2+}$  濃度  
 や  $\text{F}^-$  濃度の示す傾向と対応できそうである。そこで図 4-2-14 ~ 16 にこれら 3 つのイオン種間  
 の関係を示す。これらの図から  $\text{F}^-$  との関係ははっきりしないが、 $\text{Ca}^{2+} - \text{HCO}_3^-$  間に明らかに正  
 の関係があることがわかる。この関係は  $\text{Ca}^{2+}$  と  $\text{HCO}_3^-$  が同じ起源を持つことを示している。これら  
 の成分は、岩石の風化過程で河川に溶出してくる成分であると考えられる。

以上のように沢水に含まれる化学成分濃度の地理的変化は平均値で評価された傾向をうらずけるこ  
 とができた。そして平均値からはわからなかったより細かな傾向まで読みとることができた。結果を  
 まとめると次のようになる。

1. 沢水中の  $\text{Cl}^-$  濃度は多摩川河口からの距離が増大するにつれて減少した。 $\text{Cl}^-$  濃度は都市部  
 近郊から山岳部に向う地理的な指標に使えることがわかった。
2. 400 番台と 500 番台のデータには他のデータに比べて特徴的な変化を示すイオン濃度が含まれ  
 ている。それらのイオンは  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Br}^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{HCO}_3^-$  であった。
3.  $\text{K}^+$  は  $\text{Cl}^- = 1.5$  ppm 付近（河口から 63 km, 南秋川・人里付近）で異常値をとる。 $\text{Ca}^{2+}$  や  
 $\text{SO}_4^{2+}$  もバラツキが大きいものの同様の異常が認められる。

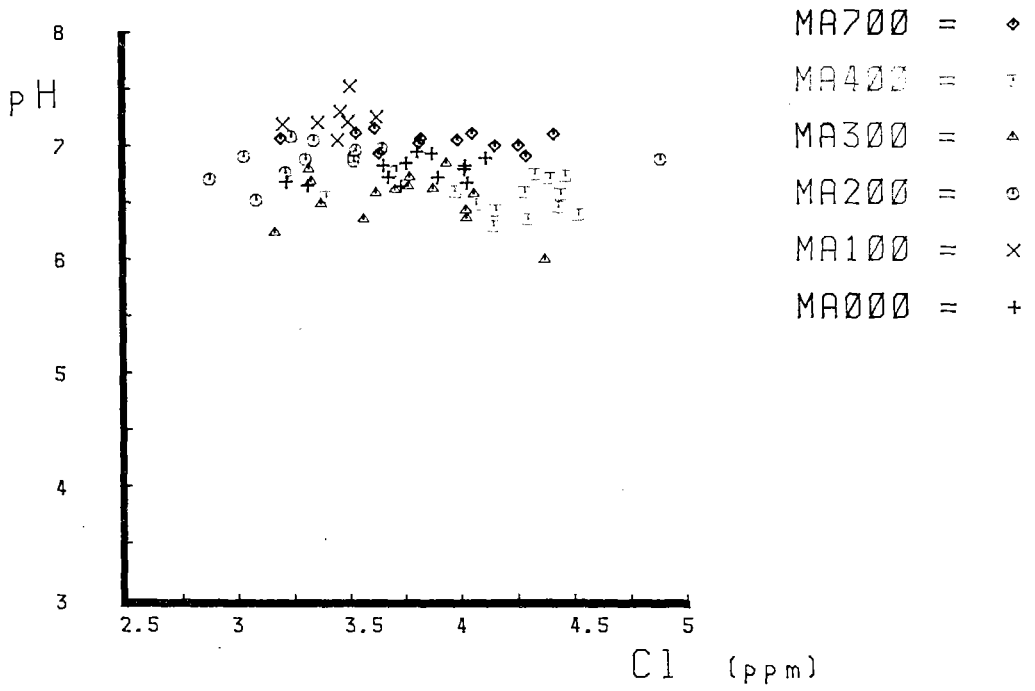


図4-2-13 沢水中の塩化物イオン濃度とpHとの関係

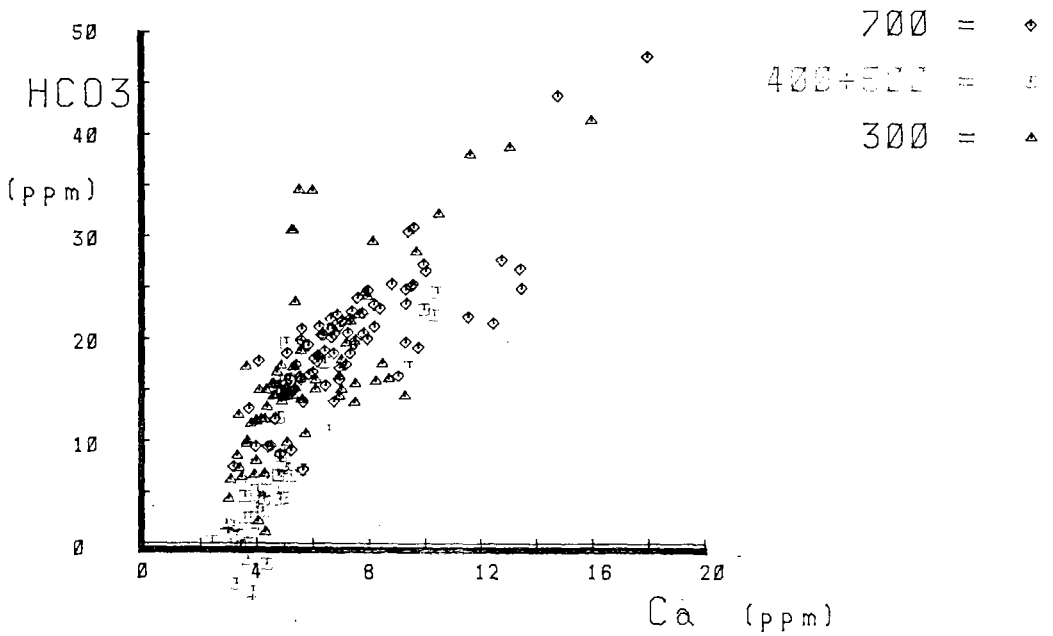


図4-2-14 沢水中のカルシウムイオン濃度と炭酸水素イオン濃度との関係

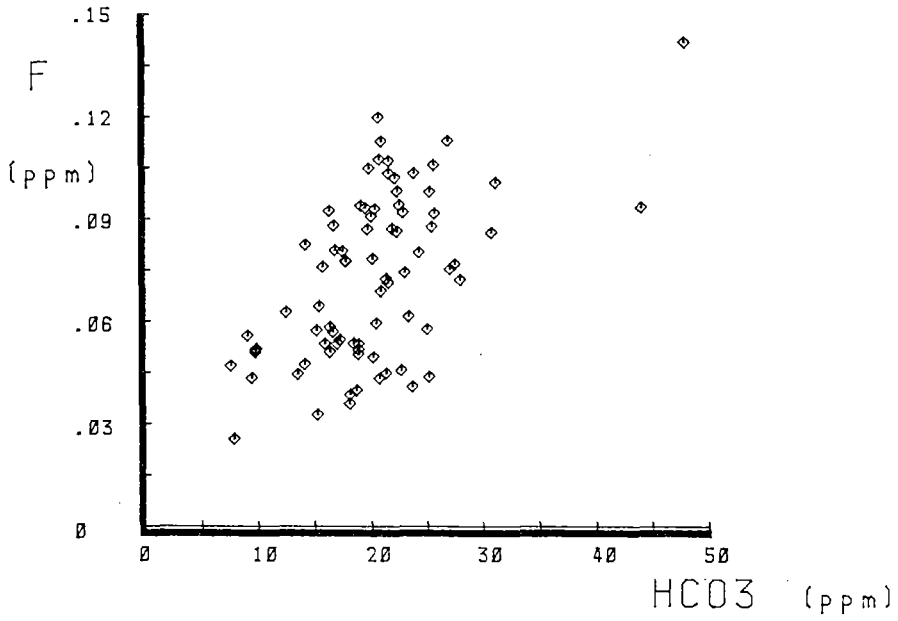


図 4-2-15 沢水中の炭酸水素イオン濃度と  
フッ化物イオン濃度との関係

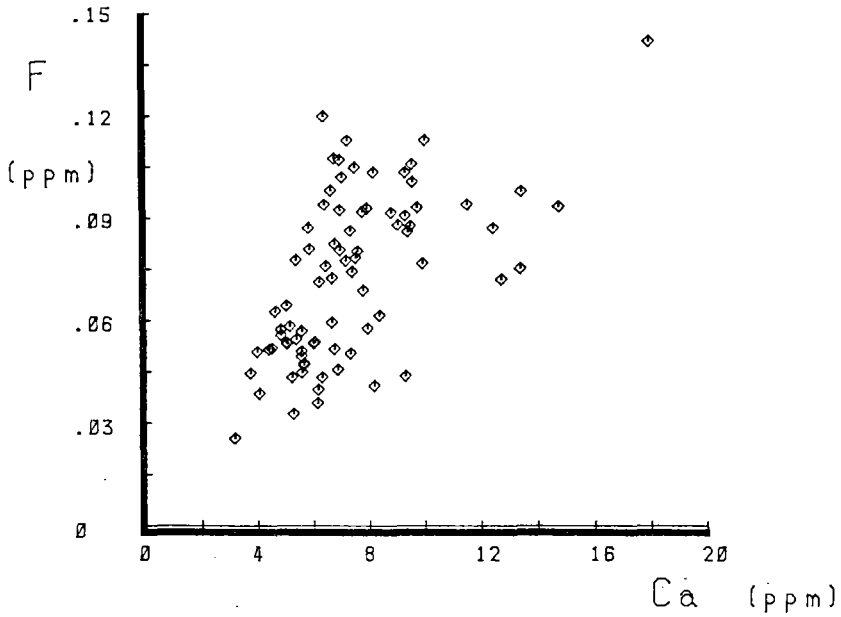


図 4-2-16 沢水中のカルシウムイオン濃度  
とフッ化物イオン濃度との関係

4. 各イオン濃度の示す傾向は次のとおりである。

- 1) 山岳部から都市部に向って大きく濃度が增大する化学成分 ——  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Br}^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{Mg}^{2+}$
- 2) 山岳部から都市部に向って濃度がわずかに増大する傾向を示す成分 ——  $\text{Na}^+$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$
- 3) 山岳部から都市部に向って濃度が減少する化学成分 ——  $\text{Ca}^{2+}$
- 4) 山岳部から都市部に向って濃度がわずかに減少する傾向を示す成分 ——  $\text{K}^+$
- 5) ばらつきが大きく傾向がわからない化学成分 ——  $\text{F}^-$

#### 4-3 沢水組成の経時変化

前節までに 400 番台と 500 番台のデータに異常が見い出された。そこでここでは沢水データの経時変化について検討する。

図 4-3-1 に沢水の水温と塩化物イオン濃度との関係を、採取したすべてのデータについて春夏秋冬にわけて示した。水温は夏( 000, 100, 400, 500 番台 )に最も高く、冬( 300 番台 )に最も低い。春( 700 番台 )と秋( 200, 600 番台 )は夏と冬の中間になり、季節の違いが明りょうである。水温の地理的变化は大きくない。しかし春と秋の水温の変化を見ると、春は山側で低く、秋は逆に都市近郊で低い水温になることがわかる。したがって都市域に近い沢水ほど気温の変化に対する応答がはやく、山側ほど応答がおそいことがわかる。また冬期( 300 番台 )の水温に、気温よりはるかに高い値を示すものがある。6°C以上の気温はないので、6°C以上の水温を示す沢を探すと OR 301,

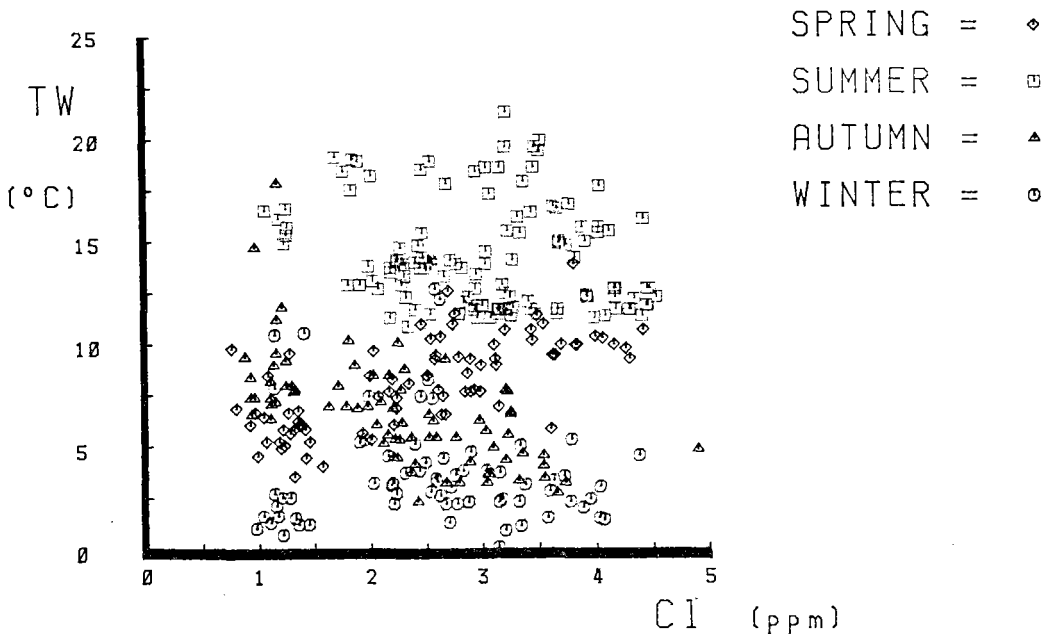


図 4-3-1 沢水中の塩化物イオン濃度と水温との関係

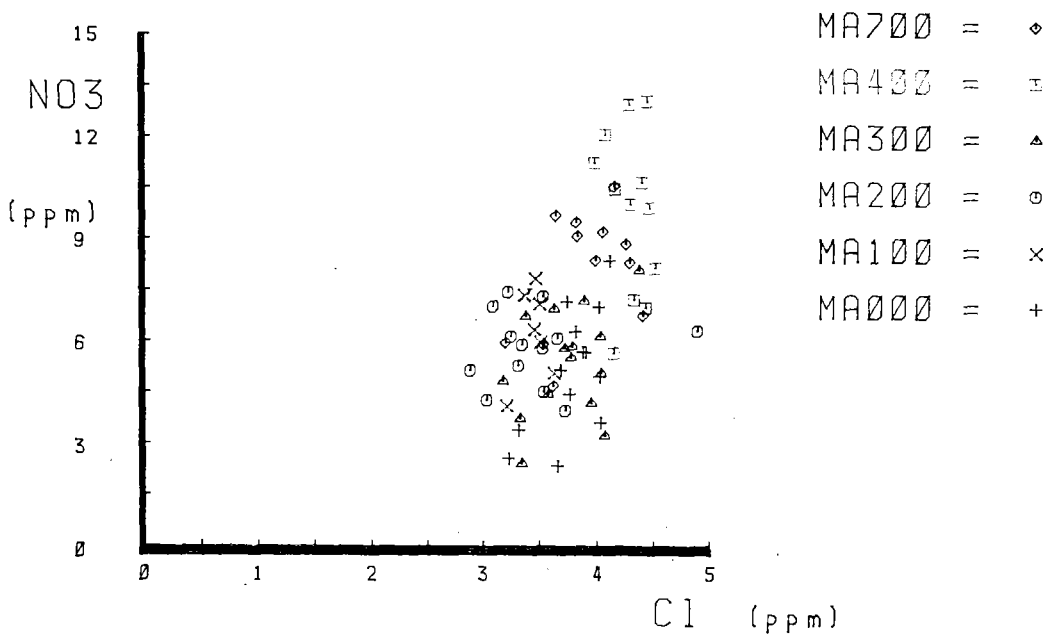


図4-3-2 南浅川・案内川の全沢水中の塩化物イオン濃度と硝酸イオン濃度との関係

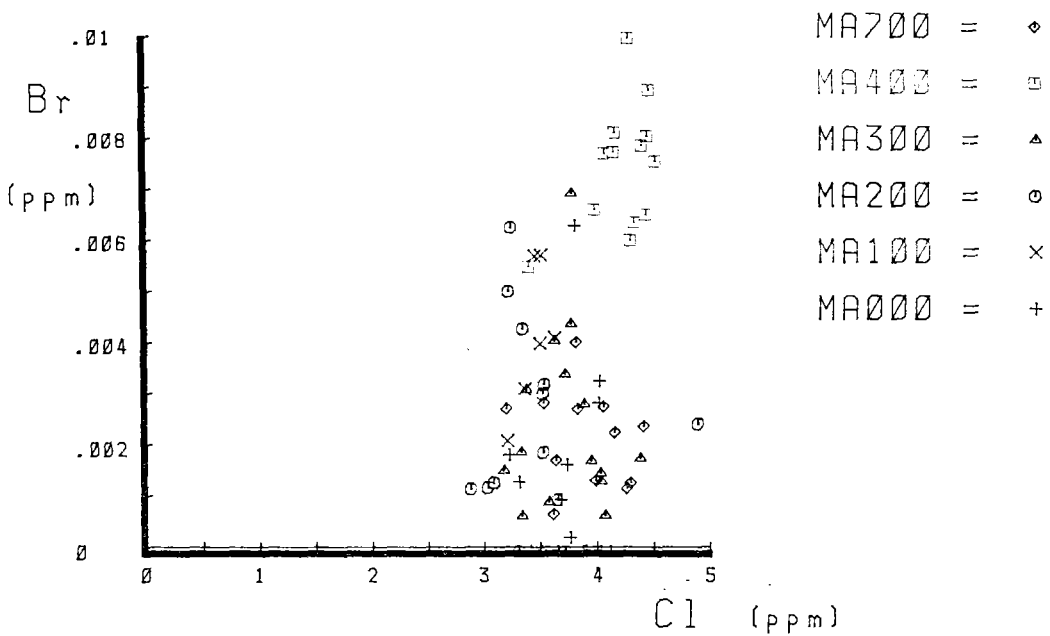


図4-3-3 南浅川・案内川の全沢水中の塩化物イオン濃度と臭化物イオン濃度との関係

OR310S, OR314S, KD304, KD319, KD319S, KD320, KA308P, KA309Pであった。これらは湧水として地下からわき出てまもなくの水である。

化学成分の経時変化については、前節の議論からも明らかになったように400番台と500番台のデータでは都市域に近いほど他のデータと異なっていた。そこで表4-3-1~2に北浅川・醍醐川(KD)と南浅川・案内川(MA)のすべてのデータをまとめて示す。差のあるイオンは $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Br}^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ である。一番都市部に近いMAで採取した水の $\text{Cl}^-$ 濃度と $\text{NO}_3^-$ 濃度を図4-3-2に示した。この図から明らかなように400番台の $\text{Cl}^-$ 濃度と $\text{NO}_3^-$ 濃度は他よりも大きな値である。 $\text{Cl}^-$ 濃度と $\text{Br}^-$ 濃度との関係(図4-3-3)も明らかに400番台の値が大きい。そこでいままで採取したすべての沢水を400番台と500番台の水(400+500)とそれ以外の水に分けて、 $\text{Cl}^-$ と $\text{Br}^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ との関係を示した(図4-3-4~6)。

$\text{Cl}^-$ 濃度の低いORやKDでは明らかな差はないが、都市近郊に近づくにつれて $\text{Br}^-$ 濃度が高くなるのがよくわかる。そして400番台と500番台以外の水にもかなり大きな値の $\text{Br}^-$ 濃度を示す水があることがわかる。 $\text{NO}_3^-$ 濃度は $\text{Br}^-$ 濃度と同様400番台と500番台の値が大きくなっている。 $\text{SO}_4^{2-}$ 濃度は逆に400番台と500番台の値は低く、 $\text{Mg}^{2+}$ 濃度(図4-2-6)とよく似た傾向を示している。これは $\text{Br}^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{Cl}^-$ が同じ理由で変化したことを示している。また $\text{Mg}^{2+}$ と $\text{SO}_4^{2-}$ もそれらと関連した理由で逆方向に変化したと考えられる。そこでまず $\text{Br}^-$ 濃度の変化に注目する。前節でも述べたように $\text{Br}^-$ は $\text{Cl}^-$ と行動をとることが多く、 $\text{Br}^-$ の異常は何らかの意味があるはずである。

$\text{Cl}^-$ 濃度と $\text{Br}/\text{Cl}$ 比を図4-3-7に示した。400番台と500番台の $\text{Br}/\text{Cl}$ 比は0.0018前後であり、その他の水の $\text{Br}/\text{Cl}$ 比は0.0007前後であった。天然におけるClの重要な供給源は海塩であり、海塩の $\text{Br}/\text{Cl}$ 比は0.0034である。他に考えられるClやBrの供給源は化石燃料の燃焼により生成する排気ガス中のClとBrである。化石燃料中の $\text{Br}/\text{Cl}$ 比は海塩の比よりはるかに大きな比を持つことが知られている。たとえばガソリン中の $\text{Br}/\text{Cl}$ 比は0.27である。<sup>3)</sup>このようにClやBrの供給源は大気圏にしか求められないから、沢水中の $\text{Br}/\text{Cl}$ 比を小さな値にする原因は土壌や植物生態系にあると考えられる。奥多摩地域の降下物中の $\text{Cl}^-$ 濃度は0.3~2 ppmであって、雨水が沢水になるまでの水の蒸発散量を50%とすると、沢水中の $\text{Cl}^-$ 濃度は0.6~4 ppmと予想され、実際の沢水濃度によくあてはまる。また降下物の $\text{Br}/\text{Cl}$ 比は0.003~0.006と海塩よりやや高めで人類活動による汚染を示している。したがって土壌を含む植物生態系にBrが濃縮していることになる。

次に、400番台と500番台以外のデータの中で比較的大きな $\text{Br}/\text{Cl}$ 比をとる沢水を検討する。まず700番台の水の $\text{Br}/\text{Cl}$ 比と河口からの距離との関係を図4-3-8に示す。TBに3つ、ORに1つ、KDに2つ、KAに1つ $\text{Br}/\text{Cl}$ 比の大きな沢水があることがわかる。これらの水はTB707, TB711P, OL870327, OR714S, KD719S, KD704S, KA708Pである。300番台で $\text{Br}/\text{Cl}$ 比の大きな水はOR310S, OR314S, KD303, KD304, KA308P, KA309Pであった。奥多摩湖の湖水の $\text{Br}^-$



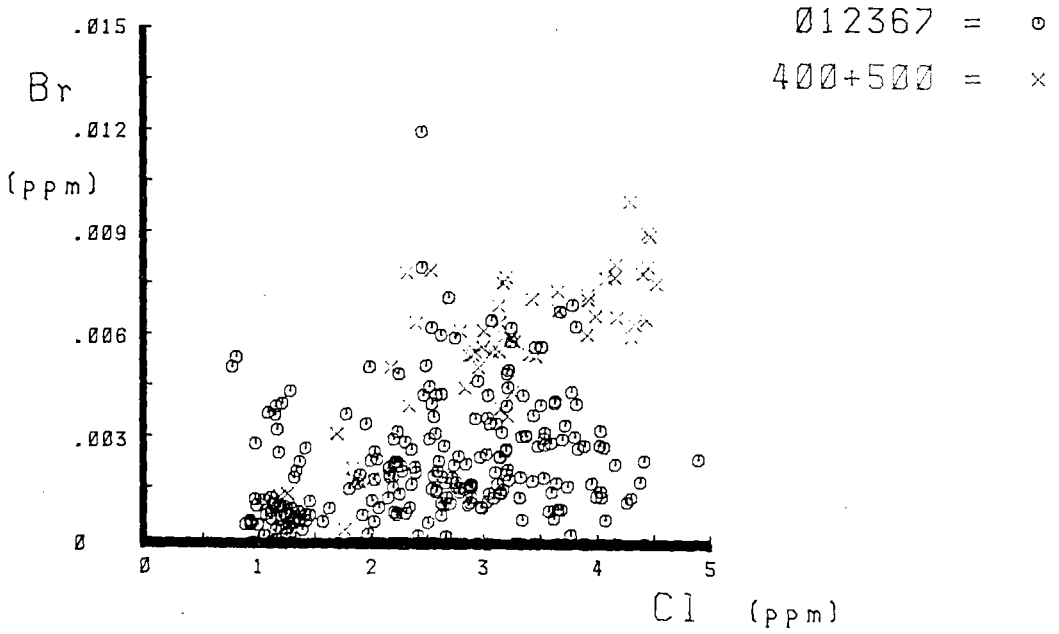


図4-3-4 全沢水中の塩化物イオン濃度と臭化物イオン濃度との関係

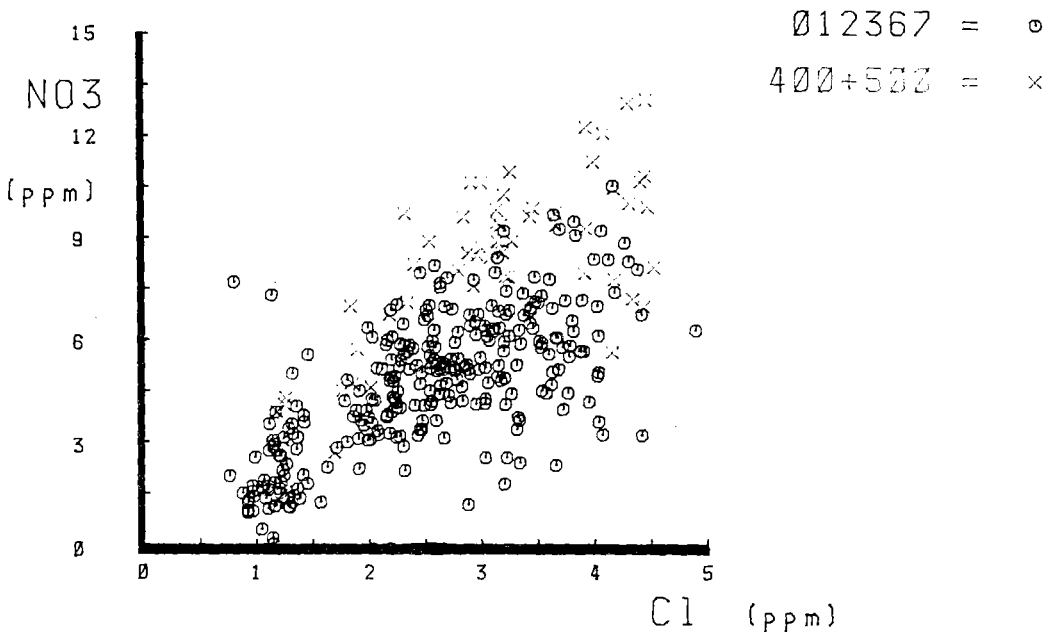


図4-3-5 全沢水中の塩化物イオン濃度と硝酸イオン濃度との関係

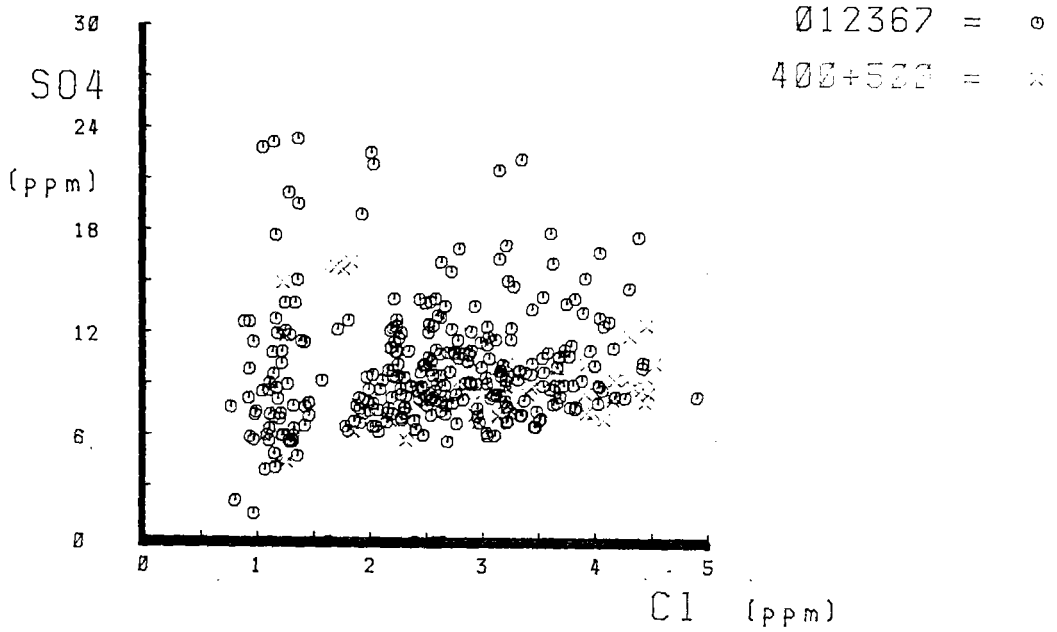


図4-3-6 全沢水中の塩化物イオン濃度と硫酸イオン濃度との関係

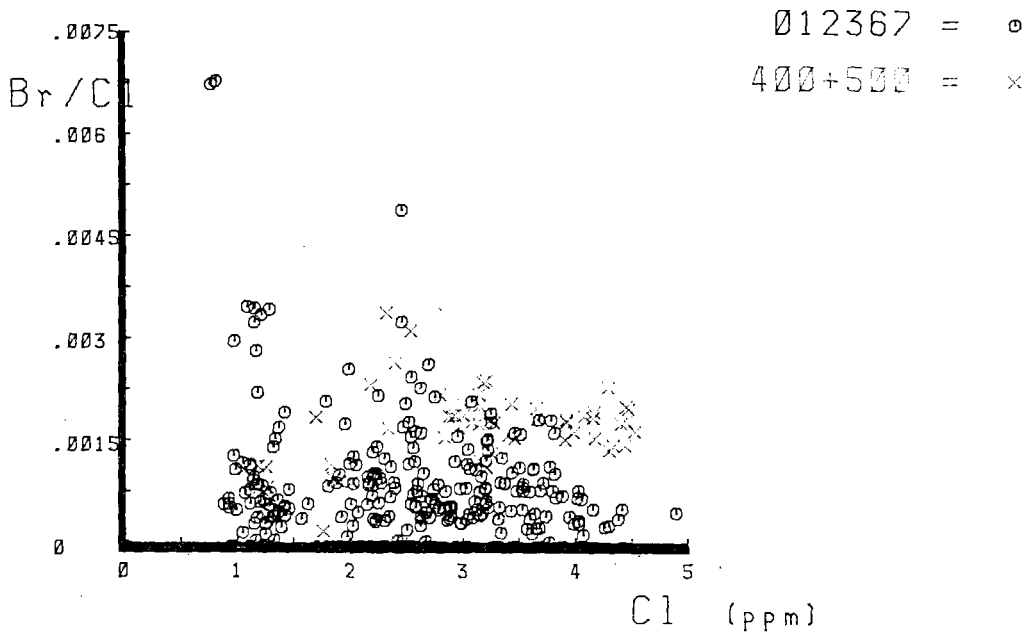


図4-3-7 全沢水中の塩化物イオン濃度とBr/Cl比との関係

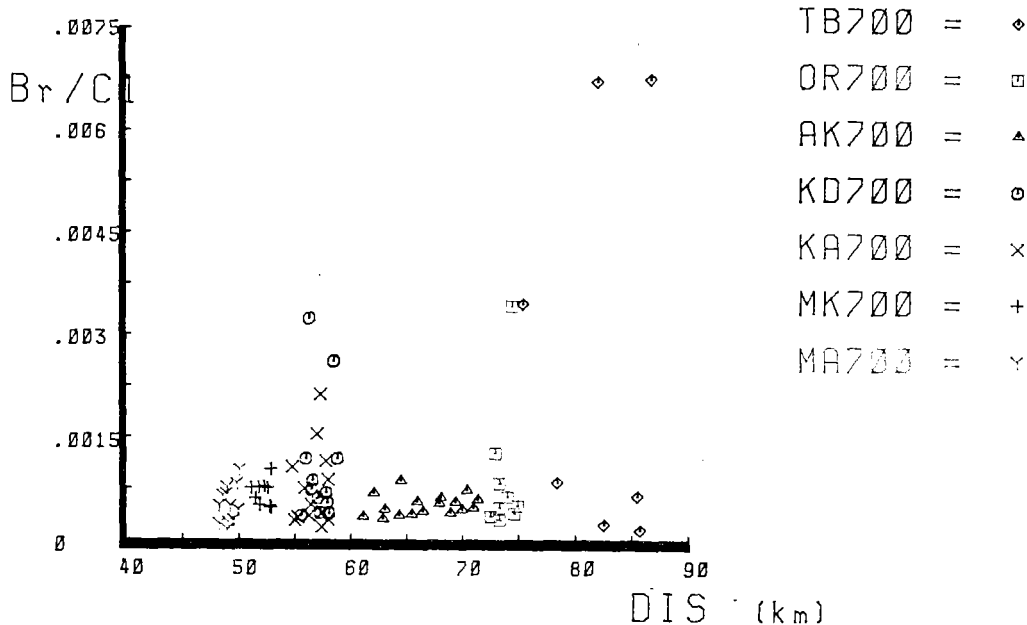


図4-3-8 河口からの距離と第Ⅵ期の沢水中の  $Br^-/Cl^-$  比との関係

濃度が大きく、KD319Sの  $Br^-$  濃度が低いことを除けば、これらの水は気温より水温の高かった水である。そしてこれらの水は地下から湧出してまもなくの水や、林床を流下する浅く小さな流水である。これは  $Br^-/Cl^- = 0.003 \sim 0.006$  で降下してきた水が土壌を通過して再び地表に湧出した時には  $Br^-/Cl^- = 0.0018$  になり、しばらく地表を流れると  $Br^-/Cl^- = 0.0007$  に低下することを示している。土壌を含む森林生態系の中だけでなく、河川を流下するときでも  $Br^-$  が除かれていることがわかる。以上のように、400番台と500番台以外の  $Br^-$  濃度から  $Br^-$  が水から除かれやすいイオンであることがわかった。

ここで400番台と500番台で  $Br^-$  濃度と同じように増加傾向を示した  $NO_3^-$  濃度についてみると、 $NO_3^-$  濃度は400番台と500番台以外の地下から湧出してまもなくの水で高い値を示していない。また  $SO_4^{2-}$  濃度や  $Mg^{2+}$  濃度もこれらの水で400番台と500番台のような低い値を示さない。したがって地下から湧出してまもなくの水の  $Br^-$  濃度が高いことは、400番台と500番台の水の異常とは関係ないことがわかる。

400番台と500番台の試料に対して、他と異なる条件としては、採水期間の約2カ月前(1986年3月21日)に奥多摩地方から東京都内にかけて大雪が降ったことである。この降雪のために多くの杉の木が倒れたり、折れたりしてこの採水期間の沢筋が杉の木でうまってしまった(写真2)。杉の葉

は大気中の粉じんをよく集めることが、最近の当研究室の研究によりわかってきた。葉の上の粉じんに含まれる可溶成分や、葉から放出される成分が沢水に加わったり、たくさんの木がたおれて土壌層を乱し、 $Cl^-$ 、 $Br^-$ 、 $NO_3^-$ 濃度が増大したと考えることもできる。沢水中の濃度が減少した $Mg^{2+}$ 、 $SO_4^{2-}$ 濃度は杉の葉が吸収したのであろうか。この $Mg^{2+}$ 、 $SO_4^{2-}$ 濃度の減少の解明は今後の課題である。

以上のように、測定データの経時変化を中心に検討した結果地下から湧出してまもなくの水は水温、 $Br^-$ 濃度に特徴があることがわかった。さらに400番台と500番台のデータは採水の2カ月前に起った雪害によって大きく変化したと考えられた。



写真2 大雪のために杉の木でうまった沢での採水

表4-3-1 北浅川・醍醐川の全沢水の化学組成

Sample	DIS	pH	TM	Na	K	Mg	Ca	F	Cl	Br	NO <sub>3</sub>	SO <sub>4</sub>	TA
KD700	n	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
	mean	57.2	7.31	8.8	4.65	0.469	1.99	8.17	0.092	2.69	0.0030	6.69	12.2
	std.dev.	1.0	0.0894	1.9	0.290	0.0540	0.251	1.34	0.013	0.374	0.0023	1.30	3.06
	rsd(%)	2	1	22	6	12	13	16	14	14	78	19	25
KD400	n	12	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	12
	mean	11.9	3.70	0.486	1.26	4.57	2.92	0.0061	9.07	0.0061	9.07	8.91	15.5
	std.dev.	0.3	0.329	0.0535	0.195	0.677	0.402	0.0012	0.921	1.35	0.9	1.35	0.9
	rsd(%)	2	9	11	15	15	14	19	10	15	10	15	6
KD300	n	16	16	16	16	16	16	16	16	11	9	13	14
	mean	7.12	4.8	4.02	0.354	2.19	6.16	2.42	0.0032	5.56	12.9	2.9	2.9
	std.dev.	0.177	3.0	0.308	0.0429	0.389	1.30	0.205	0.0012	1.26	3.69	2.4	2.4
	rsd(%)	2	62	8	12	18	21	12	38	25	29	82	82
KD200	n	11	11	11	11	11	11	11	11	10	11	11	11
	mean	7.09	6.3	2.33	0.0039	5.95	11.2	2.62	0.203	0.0013	1.12	2.62	2.62
	std.dev.	0.133	1.9	0.203	0.0013	1.12	2.62	0.203	0.0013	1.12	2.62	2.62	2.62
	rsd(%)	2	31	9	42	19	23	9	42	19	23	23	23
KD000	n	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
	mean	7.01	13.9	2.49	4.64	10.7	2.49	4.64	10.7	2.49	4.64	10.7	10.7
	std.dev.	0.625	0.9	0.661	1.30	2.55	0.661	1.30	2.55	0.661	1.30	2.55	2.55
	rsd(%)	9	6	26	28	24	26	28	24	26	28	24	24
KD ALL	N	12	52	64	41	41	41	41	41	46	58	62	26
	MEAN	57.2	7.13	9.0	4.11	0.429	1.84	6.24	0.092	2.57	0.0039	6.45	11.2
	STD.DEV.	1.0	0.344	4.0	0.488	0.0765	0.499	1.62	0.013	0.448	0.0021	1.95	3.02
	RSO(%)	2	5	44	12	18	27	29	14	17	52	30	27

表4-1-3-2 南浅川・案内川の全沢水の化学組成

Sample	DIS	pH	TW	Na	K	Mg	Ca	F	Cl	Br	NO <sub>3</sub>	SO <sub>4</sub>	TA
MA100													
n	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
mean	49.2	7.05	10.2	4.78	0.454	2.30	5.21	0.058	5.89	0.0022	8.13	10.3	
std.dev.	0.6	0.0731	0.5	0.500	0.105	0.250	0.092	0.015	0.359	0.00094	1.80	2.67	
rsd(%)	1	1	5	10	23	11	17	23	9	43	22	26	
MA400													
n	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
mean	6.54	12.1	3.79	0.399	1.38	3.40	4.22	0.0075	9.72	0.0075	8.96	17.7	
std.dev.	0.147	0.5	0.284	0.0766	0.231	0.497	0.297	0.0012	2.38	0.0012	1.26	1.8	
rsd(%)	2	4	8	16	17	15	7	16	24	14	14	10	
MA300													
n	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
mean	6.54	2.8	3.88	0.253	2.62	3.97	3.73	0.0025	5.42	0.0025	5.42	12.0	2.8
std.dev.	0.225	1.2	0.463	0.0654	0.394	0.767	0.335	0.0017	1.56	0.0017	1.56	4.03	0.6
rsd(%)	3	41	12	26	15	19	9	69	29	33	22	22	
MA200													
n	13	13	13	13	13	13	13	13	13	11	13	13	13
mean	6.87	4.4	1.1	0.150	1.1	0.495	0.0018	1.11	2.05	0.0018	1.11	2.05	
std.dev.	0.150	1.1	0.150	0.0018	1.11	0.495	0.0018	1.11	2.05	0.0018	1.11	2.05	
rsd(%)	2	25	25	16	62	19	21	21	21	11	21	21	
MA100													
n	7	7	7	7	7	7	7	7	7	6	7	7	7
mean	7.25	19.2	1.5	0.144	1.5	0.269	0.0019	1.82	2.41	0.0019	1.82	2.41	
std.dev.	0.107	0.9	0.2	0.029	0.9	0.269	0.0019	1.82	2.41	0.0019	1.82	2.41	
rsd(%)	2	6	6	7	81	35	22	22	22	22	22	22	
MA ALL													
N	12	73	73	40	40	40	40	12	73	65	73	73	28
MEAN	49.2	6.79	9.8	4.12	0.361	2.12	4.16	0.058	3.77	0.0036	6.76	10.2	9.7
STD.DEV.	0.6	0.282	5.7	0.604	0.118	0.616	1.03	0.013	0.422	0.0025	2.38	2.85	7.6
RSJ(%)	1	4	58	15	33	29	25	23	11	68	35	28	79

#### 4-4 沢水中の化学成分の起源

いままでの議論から、 $Cl^-$ と $NO_3^-$ は山岳部から都市部に向けて濃度が増大し、降下物に起源を持つイオンであり、 $Br^-$ も $Cl^-$ とともに行動するイオンであることがわかる。そして $HCO_3^-$ と $Ca^{2+}$ の濃度変化は同じ傾向を持ち岩石の風化過程に由来すると推定された。また $SO_4^{2-}$ は陰イオンの主成分の一つであって、他の主成分の $Cl^-$ 、 $NO_3^-$ 、 $HCO_3^-$ とは無関係に一定の濃度を示しているが、 $SO_4^{2-}$ 濃度の高い水（OR414S等）は $Ca^{2+}$ 濃度も高い。 $SO_4^{2-}$ は一部の $Ca^{2+}$ と行動をともにしていることになる。このように陰イオンは3つのグループに分けられることがわかった。

一方、陽イオンについて見ると、 $Ca^{2+}$ を除けば他のイオンと似た傾向を示す陽イオンはないし、由来の明らかなイオンもない。沢水中の化学成分はいくつかの起源物質から由来しているから、沢水の化学組成は混合物の化学組成である。したがって沢水を構成する起源物質を代表するイオンとしては、陽イオンより陰イオンの方がふさわしい。

起源物質を代表するイオンとしては $Cl^-$ 、 $SO_4^{2-}$ 、 $HCO_3^-$ が考えられる。もしも沢水がこれらのイオンで代表される起源物質の混合物ならば、沢水中の任意のイオンMの濃度[M]は次の式で表わされる。

$$[M] = C_{Cl^-} [Cl^-] + C_{SO_4^{2-}} [SO_4^{2-}] + C_{HCO_3^-} [HCO_3^-]$$

ここで $C_{Cl^-}$ 、 $C_{SO_4^{2-}}$ 、 $C_{HCO_3^-}$ は分析値から最小二乗法で求められる係数である。そこで300、

400, 500, 700 番台のデータを用いて各イオンに対する3つの係数を計算した。

計算の結果得られた各イオン濃度の計算値と実測値との間の誤差(%)を表4-4-1に、また実測値と計算値そして計算された各元素に対する係数を表4-4-2に、そしてすべての試料の平均値を例にして平均値に占める $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{HCO}_3^-$ を代表とする起源物質の濃度を表4-4-3に示した。

表4-4-1からわかるように、微量成分である $\text{Br}^-$ の誤差は大きい。しかし、主成分の誤差はそれほどでもなく数%~数十%である。沢水に含まれるすべての化学成分の濃度を $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{HCO}_3^-$ の3つのイオン濃度でよく表わしていることになる(表4-4-2)。Caを例にして実測値と計算値の比較を図4-4-1に示した。計算値は実測値とよく一致している。400番台と500番台のデータが低めの値を示したMgについても図4-4-2に示す。これもよく実測値を説明している。

計算に用いた式の右辺の各項はそれぞれ $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{HCO}_3^-$ によって代表される起源物質から沢水への寄与量を表わしている。その寄与量を、沢水の平均値を例にして示したのが表4-4-3である。各イオン濃度は $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{HCO}_3^-$ の濃度をもとに独立に求められたものである。それにもかかわらず計算された各起源物質の平均値に対する寄与量を、全陽イオンの当量濃度と全陰イオンの当量濃度と比較すると、当量濃度はよく一致している。このことは、この計算値が現実の姿をよく反映していることを示している。この表をもとに各イオンで代表される起源物質がどんな物質なのか推定できる。

$\text{Cl}$ で代表される物質は、Na, Mg, Br,  $\text{NO}_3$ で特徴づけられる。前節でも述べたように $\text{Cl}$ の供給源は大気からの降下物と考えられる。表4-4-4に日本の降水の平均値を示した<sup>2)</sup>この降水と比較すると、沢水から計算された降下物からの寄与はK, Ca, Fを除いてよく一致している。降水中のK, Caは植物生態系に吸収されたと考えることもできる。降水中のFについては、現在降水を集めて検討中である。それによると菅原<sup>1)</sup>の $F/\text{Cl} = 0.08$ より低い値 $F/\text{Cl} = 0.01 \sim 0.02$ であり、ここで沢水から計算された降下物の寄与量に一致する。

$\text{SO}_4$ で代表される物質はCaで特徴づけられる。したがって土壌中に脈石として含まれる石膏( $\text{CaSO}_4$ )が溶け出してきたと考えることもできる。しかしCaと $\text{SO}_4$ の起源についてはいろいろな解釈ができる。湧水中のCaと $\text{SO}_4$ は、土壌中に含まれるパイライト( $\text{FeS}_2$ )が酸化され $\text{H}_2\text{SO}_4$ が生成して土壌や岩石中のCaを溶解して $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{SO}_4^{2+}$ として流出する<sup>4)</sup>ともいわれている。また $\text{H}_2\text{SO}_4$ は人類活動で大気中に放出された硫酸ミストに由来するものもあるかもしれない。しかしながら今のところ $\text{CaSO}_4$ の由来を同定するたしかな証拠はまだない。

$\text{HCO}_3$ で代表される物質はNa, Ca, Fで特徴づけられ、岩石が風化して水に溶出してきたものと思われる。各地で鉱泉として知られる水は長い期間の水-岩石相互作用によって生じた水でありNa, Ca,  $\text{HCO}_3$ , Fで特徴づけられている。そして鉱泉水中のFは岩石に含まれる雲母鉱物中のFに由来している。採水地域の地質は小仏層群と呼ばれ、主に砂岩と泥質岩からなっている。小仏層群の頁岩、

表 4-4-1 の 1

CALCULATED ERROR ((Dealc-Dobs)/Dobs, %)

Sample	Na	K	Mg	Ca	F	Cl	Br	NO3	SO4	IC03
TD707	-41	-68	-12	-27	-3	0	-82	-77	0	0
TD708	17	-5	34	-12	12	0	465	27	0	0
TD709	-11	20	34	-3	-10	0	70	81	0	0
TD710	45	2	42	-16	29	0	317	108	0	0
TD711P	5	7	9	-8	-4	0	-82	-22	0	0
TD704	-22	-40	12	5	-4	0	32	-10	0	0
OL870327	7	-31	35	-6	40	0	-66	61	0	0
OH724	84	-3	19	-15	8	0	192	151	0	0
OH722	13	30	-9	3	23	0	-19	92	0	0
OH721	29	7	37	-16	70	0	232	12	0	0
OH720	16	-8	21	-13	65	0	121	-19	0	0
OH718	7	-17	31	-7	48	0	34	-1	0	0
OH715	2	-11	42	-10	53	0	73	17	0	0
OH714S	37	101	15	-12	-1	0	-66	90	0	0
OH716	20	-8	-18	-9	-13	0	166	-44	0	0
OH717	24	-4	-8	-16	-18	0	114	-44	0	0
AK701	1	-6	22	-4	44	0	82	49	0	0
AK702	-11	3	4	10	40	0	124	113	0	0
AK705	-2	-20	2	0	0	0	52	17	0	0
AK706	27	-37	46	-16	24	0	134	-8	0	0
AK710	-5	-32	-3	0	-2	0	94	-20	0	0
AK746	-9	-23	-3	0	-9	0	161	-15	0	0
AK747	-5	-38	25	-6	-12	0	74	2	0	0
AK716	6	-2	10	-11	26	0	101	-20	0	0
AK712	38	-25	47	-20	24	0	146	-29	0	0
AK725	3	7	64	-12	0	0	92	38	0	0
AK728	-2	22	55	-12	-8	0	173	12	0	0
AK731P	-2	4	24	-12	3	0	29	-28	0	0
AK732	-6	-23	15	-10	-15	0	185	-22	0	0
AK736	-17	-19	24	-4	-30	0	135	-14	0	0
AK739	2	-4	41	-11	-19	0	218	12	0	0
AK743	-2	-9	31	-8	-19	0	194	12	0	0
AK744	-4	3	19	-15	-19	0	61	-24	0	0
XD720	-11	17	6	-2	-10	0	-4	-12	0	0
KD719S	-14	12	3	-4	13	0	-55	-25	0	0
XD718	-15	7	14	-2	-6	0	166	-11	0	0
KD716	-1	24	7	-6	-24	0	97	-4	0	0
KD715	-29	-25	-7	13	-17	0	60	-31	0	0
XD711	11	29	8	-7	-17	0	162	21	0	0
KD710	-11	14	5	3	-14	0	78	8	0	0
KD708	2	37	11	-6	-15	0	29	10	0	0

表 4-4-1 の 2

CALCULATED ERROR ((Dealc-Dobs)/Dobs, %)

Sample	Na	K	Mg	Ca	F	Cl	Br	NO3	SO4	IC03
KD705	8	3	-3	-9	-9	0	43	-19	0	0
KD704	-9	7	-17	-2	-30	0	-64	-32	0	0
KD703	9	23	4	-12	-11	0	-4	-18	0	0
KD702	6	15	-3	-4	-5	0	185	0	0	0
KA702	-10	-5	12	4	59	0	27	21	0	0
KA703	8	24	25	-9	3	0	230	25	0	0
KA704	-22	2	4	14	35	0	-1	14	0	0
KA705	-7	-6	-1	-3	19	0	375	-21	0	0
KA707	-12	6	11	0	-23	0	159	-2	0	0
KA708P	-19	15	-7	18	-17	0	-45	14	0	0
KA709	-10	8	-3	4	3	0	-26	-1	0	0
KA711	-8	15	1	1	-10	0	105	-3	0	0
KA712	-14	5	12	4	-39	0	182	7	0	0
KA713	-10	4	12	3	-20	0	46	17	0	0
KA715	-11	-6	2	8	-20	0	201	17	0	0
KA716	-8	5	15	0	-30	0	240	17	0	0
KA717	-7	12	8	0	-24	0	5	7	0	0
MK704	2	-3	-1	3	49	0	10	7	0	0
MK703	-4	-14	14	2	39	0	124	14	0	0
MK705	2	1	-15	1	28	0	114	-15	0	0
MK702	-10	-5	7	7	3	0	46	6	0	0
MK701	-19	-10	-3	11	10	0	43	-14	0	0
MK706	-23	-18	0	18	22	0	110	-7	0	0
MK708	-14	-11	-5	23	29	0	78	6	0	0
MK709	4	1	-1	7	43	0	46	25	0	0
MA707	4	3	-9	-5	9	0	12	-12	0	0
MA706	0	-6	-7	-6	-1	0	145	-18	0	0
MA705	-3	20	-11	18	6	0	38	15	0	0
MA704	4	57	-18	14	18	0	245	4	0	0
MA709	2	25	-14	0	43	0	115	-14	0	0
MA710	16	60	-14	4	35	0	284	12	0	0
MA711	2	-1	-11	18	70	0	490	66	0	0
MA712	-11	-3	-9	32	19	0	64	-8	0	0
MA714	6	-6	-2	14	52	0	117	41	0	0
MA713	4	-4	-19	8	6	0	313	5	0	0
MA701	-10	-3	2	15	-10	0	46	29	0	0
MA702	-3	8	-6	3	-7	0	72	-4	0	0
AK501	-13	-39	30	2	0	0	6	36	0	0
AK502	-14	-24	13	9	0	0	3	64	0	0
AK506	13	-60	50	-12	0	0	119	-15	0	0
AK510	1	-43	18	-12	0	0	2	-35	0	0

表 4-4-1 の 3

CALCULATED ERROR (Dcalc-Dobs)/Dobs, %

Sample	Na	K	Mg	Ca	F	Cl	Br	NO3	SO4	HCO3
AK512	15	-50	52	-17	0	173	-35	0	0	0
AK525	-7	-38	57	-6	0	-37	32	0	0	0
AK528	-18	-35	61	-7	0	413	-16	0	0	0
AK531P	-13	-39	23	-11	0	0	-43	0	0	0
AK532	-22	-54	17	1	0	25	-29	0	0	0
AK536	-27	-47	32	7	0	20	-16	0	0	0
AK539	-14	-40	45	-5	0	40	-6	0	0	0
AK547	-17	-60	24	-5	0	38	-37	0	0	0
KD402	2	-33	40	-23	0	-34	-8	0	0	0
KD403	5	-22	17	-22	0	-42	-23	0	0	0
KD404(S)	-13	-23	-20	-10	0	-65	-48	0	0	0
KD408	0	-19	29	-24	0	-42	-25	0	0	0
KD410	-15	-38	24	-11	0	-46	-24	0	0	0
KD411P	-2	-29	30	-22	0	-35	-20	0	0	0
KD412P	0	-29	34	-23	0	-38	-16	0	0	0
KD415	-27	-59	13	-3	0	-55	-37	0	0	0
KD416	-8	-28	10	-24	0	-25	-36	0	0	0
KD417	4	-26	22	-19	0	-5	-20	0	0	0
KD418	-16	-33	21	-18	0	-62	-38	0	0	0
KD419	-18	-31	8	-14	0	-37	-40	0	0	0
KD420	-14	-20	12	-20	0	-38	-38	0	0	0
KA402	-19	-41	14	-5	0	-31	-29	0	0	0
KA403	8	-20	32	-18	0	3	-11	0	0	0
KA404	-24	-33	4	4	0	-49	-30	0	0	0
KA408	-21	-22	9	-2	0	-59	-26	0	0	0
KA409P	-9	-31	9	-16	0	-51	-32	0	0	0
KA411	-14	-28	12	-8	0	-38	-27	0	0	0
KA412	-8	-37	35	-21	0	-31	-24	0	0	0
KA413	-12	-37	33	-23	0	-46	-30	0	0	0
KA415	-4	-34	33	-22	0	-41	-18	0	0	0
KA416	-7	-33	32	-18	0	-37	-19	0	0	0
KA417	-7	-33	31	-22	0	-43	-23	0	0	0
KA501	-13	-28	8	-10	0	-36	-28	0	0	0
KA502	-6	-29	18	-29	0	-36	-30	0	0	0
KA503	-8	-26	18	-17	0	-25	-24	0	0	0
KA505	1	-28	7	-10	0	-36	-15	0	0	0
KA505	4	-21	-15	-16	0	-12	-35	0	0	0
KA506	-14	-28	19	-7	0	-34	-20	0	0	0
KA509	9	-17	10	-6	0	-23	7	0	0	0
KA511	22	-23	48	-25	0	-25	16	0	0	0
KA512	6	-27	40	-26	0	-42	-10	0	0	0

表 4-4-1 の 4

CALCULATED ERROR (Dcalc-Dobs)/Dobs, %

Sample	No	K	Mg	Ca	F	Cl	Br	NO3	SO4	HCO3
MA413	3	-30	43	-22	0	36	-10	0	0	0
MA401	8	-14	53	0	0	-36	59	0	0	0
MA402	9	-12	17	-17	0	-41	-2	0	0	0
MA405	6	-10	7	-6	0	-27	0	0	0	0
MA406	12	-22	11	-35	0	-29	-23	0	0	0
MA403	20	19	8	-6	0	-29	21	0	0	0
MA404	8	40	51	-42	0	-34	-10	0	0	0
MA407	14	-20	2	-38	0	-37	-26	0	0	0
MA408	-1	-19	53	-44	0	-40	-28	0	0	0
MA409	2	-20	58	-50	0	-34	-26	0	0	0
MA410	12	18	49	-35	0	-15	-6	0	0	0
MA412	-1	-22	13	-17	0	-39	-13	0	0	0
MA413	12	-15	25	3	0	-19	30	0	0	0
MA414	16	-15	19	-3	0	-19	30	0	0	0
OR301	62	-2	6	-13	0	-39	44	0	0	0
OR302	42	43	-10	-6	0	63	6	0	0	0
OR303	34	44	-10	-5	0	38	0	0	0	0
OR304	-29	-12	-10	30	0	-47	104	0	0	0
OR305	6	-4	15	-3	0	52	128	0	0	0
OR306	-10	-11	-4	7	0	-31	70	0	0	0
OR307	41	-1	21	-3	0	89	269	0	0	0
OR308	-14	-40	-13	17	0	-24	86	0	0	0
OR309	-16	-19	-14	13	0	32	31	0	0	0
OR310S	-27	-18	0	31	0	-66	1560	0	0	0
OR311	-31	0	-9	22	0	-2	295	0	0	0
OR312	31	25	26	-1	0	100	384	0	0	0
OR313	10	-28	9	-1	0	42	66	0	0	0
OR314S	32	145	-8	-4	0	-64	630	0	0	0
OR315	-11	-5	11	3	0	6	40	0	0	0
OR316	17	16	-35	8	0	0	-15	0	0	0
OR317	25	28	-27	-1	0	18	-20	0	0	0
KD302	5	44	-29	24	0	48	37	0	0	0
KD303	2	42	-21	2	0	-43	-18	0	0	0
KD303-2	10	34	-19	4	0	3	0	0	0	0
KD304	-14	38	-36	23	0	-54	-33	0	0	0
KD305	7	23	-24	0	0	-28	-26	0	0	0
KD308	2	56	-18	8	0	-18	14	0	0	0
KD310	-15	18	-21	23	0	0	10	0	0	0
KD311	4	50	-19	8	0	13	21	0	0	0
KD312	28	41	-3	20	0	11	0	0	0	0
KD315	-19	7	-10	65	0	-9	0	0	0	0



表 4-4-1 の 5

CALCULATED ERROR ((Dcalc-Dobs)/Dobs, %)

Sample	Na	K	Mg	Ca	F	Cl	Br	NO <sub>3</sub>	SO <sub>4</sub>	HCO <sub>3</sub>
KA016	16	61	-4	19	0	0	39	0	0	0
KA017	10	40	-4	18	0	0	0	0	0	0
KA018	-6	41	0	30	0	0	0	0	0	0
KA019	-3	35	-5	35	0	0	0	0	0	0
KA019S	5	42	-3	29	0	0	103	0	0	0
KA020	-10	31	-10	9	0	0	-18	0	0	0
KA020	-12	31	-10	9	0	0	-18	0	0	0
KA020	-10	31	-10	9	0	0	-18	0	0	0
KA030A	-20	5	-15	31	0	0	-33	18	0	0
KA030B	-8	6	-12	13	0	0	-23	0	0	0
KA030C	-12	24	-4	13	0	0	209	-11	0	0
KA030D	-22	15	-17	43	0	0	-49	27	0	0
KA030E	-15	15	-20	29	0	0	-76	12	0	0
KA030F	-10	57	-14	19	0	0	85	16	0	0
KA031	-14	34	-4	10	0	0	88	21	0	0
KA032	-12	47	-3	22	0	0	46	52	0	0
KA033	-9	34	-17	22	0	0	31	23	0	0
KA034	-7	33	-6	18	0	0	108	44	0	0
KA035	-6	46	-12	18	0	0	-1	26	0	0
KA036	10	56	7	-4	0	0	102	24	0	0
KA037	-8	39	-19	27	0	0	135	11	0	0
KA038	-2	36	-7	16	0	0	27	15	0	0
KA039	1	39	-7	17	0	0	157	25	0	0
KA040	-54	-5	-58	39	0	0	-100	-100	0	0
KA041	21	71	-31	13	0	0	152	-1	0	0
KA042	-12	38	-16	37	0	0	178	33	0	0
KA043	18	63	-23	24	0	0	47	39	0	0
KA044	-42	-7	-54	20	0	0	-100	-100	0	0
KA045	5	29	5	3	0	0	4	39	0	0
KA046	3	51	-19	26	0	0	105	90	0	0
KA047	10	69	-19	26	0	0	28	38	0	0
KA048	33	169	-21	47	0	0	582	168	0	0
KA049	20	233	-27	50	0	0	339	73	0	0
KA050	14	108	-22	33	0	0	140	42	0	0
KA051	14	71	-19	11	0	0	28	9	0	0
KA052	20	63	-22	16	0	0	6	13	0	0
KA053	11	55	-24	28	0	0	-35	40	0	0
KA054	13	74	-26	26	0	0	62	17	0	0
KA055	28	93	-32	28	0	0	189	16	0	0
KA056	33	174	-26	35	0	0	251	72	0	0
KA057	8	84	-35	54	0	0	404	191	0	0
KA058	1	63	-20	47	0	0	2	47	0	0
KA059	21	42	-24	36	0	0	215	42	0	0
KA060	17	65	-23	45	0	0	167	102	0	0

表 4-4-2 の 1

\*\*\* COMPARISON OF CALCULATED VALUES WITH OBSERVED DATA \*\*\*

Sample	Na	K	Mg	Ca	F	Cl	Br	NO <sub>3</sub>
TH070	2.29	0.404	0.691	3.17	0.4265	0.708	0.005408	7.76
TH070	1.56	0.158	0.605	2.30	0.0258	0.798	0.001533	7.75
TH070	calc.							
TH078	2.54	0.434	1.05	7.34	0.0532	1.04	0.00022	1.70
TH078	2.97	0.411	1.42	7.32	0.0638	1.04	0.00124	2.78
TH078	calc.							
TH079	3.18	0.359	1.01	7.46	0.0731	0.920	0.00064	1.12
TH079	2.82	0.355	1.56	7.36	0.0678	0.920	0.00110	2.02
TH079	calc.							
TH170	3.38	0.670	1.63	13.7	0.094	1.39	0.00040	1.46
TH170	4.88	0.662	2.31	12.4	0.122	1.39	0.00166	3.04
TH170	calc.							
TH171P	3.05	0.429	1.41	9.35	0.0865	0.761	0.005180	1.13
TH171P	3.19	0.460	1.57	8.56	0.0832	0.761	0.009099	2.67
TH171P	calc.							
TH1704	3.31	0.570	1.24	5.41	0.0576	1.18	0.00107	2.58
TH1704	2.50	0.343	1.24	5.81	0.0553	1.18	0.00141	2.87
TH1704	calc.							
OL870327	2.64	0.767	0.97	6.43	0.0465	1.08	0.00379	2.37
OL870327	2.82	0.775	1.32	6.43	0.0533	1.08	0.00129	2.37
OL870327	calc.							
OH724	3.04	0.510	1.47	8.36	0.0755	1.37	0.00084	3.43
OH724	3.75	0.493	1.75	8.36	0.0855	1.37	0.00187	3.43
OH724	calc.							
OH722	1.93	0.265	1.080	4.05	0.0332	0.965	0.00125	1.10
OH722	2.18	0.286	0.889	4.18	0.0485	0.965	0.00115	2.12
OH722	calc.							
OH721	2.56	0.483	1.15	9.26	0.0447	1.25	0.00046	2.47
OH721	3.31	0.448	1.57	7.82	0.0760	1.25	0.00151	2.77
OH721	calc.							
OH720	2.48	0.432	1.13	8.13	0.0418	0.988	0.00054	2.66
OH720	2.88	0.397	1.37	7.04	0.0687	0.988	0.00118	2.17
OH720	calc.							
OH718	2.62	0.370	0.86	5.27	0.0337	1.22	0.00108	2.79
OH718	2.43	0.306	1.12	4.52	0.0438	1.22	0.00145	2.67
OH718	calc.							
OH715	2.50	0.380	0.85	5.13	0.0368	1.23	0.00085	2.30
OH715	2.64	0.337	1.22	5.41	0.0563	1.23	0.00187	2.70
OH715	calc.							
OH714S	3.99	0.408	2.26	17.9	0.142	1.28	0.00442	1.47
OH714S	3.40	0.618	2.72	15.7	0.141	1.28	0.00150	2.80
OH714S	calc.							
OH716	3.09	0.340	2.11	9.55	0.1012	1.32	0.00059	5.11
OH716	3.70	0.498	1.73	8.06	0.0879	1.32	0.00157	2.88
OH716	calc.							
OH717	2.74	0.461	1.71	8.75	0.0922	1.45	0.00081	5.65
OH717	3.41	0.442	1.58	7.37	0.0759	1.45	0.00174	3.10
OH717	calc.							
AK701	2.69	0.374	1.04	6.15	0.0407	1.20	0.00078	2.62
AK701	2.70	0.353	1.27	5.91	0.0585	1.20	0.00143	2.70
AK701	calc.							
AK703	3.31	0.365	1.30	5.75	0.0457	1.31	0.00070	2.33
AK703	2.93	0.379	1.30	6.15	0.0650	1.31	0.00157	2.88
AK703	calc.							
AK705	2.49	0.366	1.09	5.05	0.0542	1.06	0.00084	1.99
AK705	2.44	0.310	1.11	5.06	0.0542	1.06	0.00127	2.33
AK705	calc.							
AK706	3.21	0.956	1.41	13.4	0.0760	1.36	0.00070	3.23
AK706	4.07	0.601	2.07	11.3	0.0944	1.36	0.00163	2.99
AK706	calc.							
AK710	2.73	0.483	1.23	5.36	0.0555	1.28	0.00079	3.52
AK710	2.61	0.327	1.20	5.23	0.0543	1.28	0.00153	2.81
AK710	calc.							
AK746	3.42	0.522	1.49	6.65	0.0731	1.42	0.00065	3.68
AK746	3.12	0.462	1.45	6.66	0.0650	1.42	0.00170	3.11
AK746	calc.							
AK747	2.97	0.500	1.06	5.16	0.0720	1.35	0.00093	2.90
AK747	2.92	0.365	1.32	5.85	0.0631	1.35	0.00161	2.90
AK747	calc.							
AK716	3.11	0.436	1.38	7.92	0.0385	1.41	0.00084	3.88
AK716	3.41	0.426	1.82	7.08	0.0735	1.41	0.00169	3.10
AK716	calc.							
AK712	2.82	0.742	1.31	12.7	0.0729	1.35	0.00066	4.15
AK712	3.89	0.556	1.92	10.2	0.0906	1.35	0.00161	2.96
AK712	calc.							
AK725	4.50	0.615	1.42	13.4	0.0984	2.00	0.00125	3.18
AK725	4.63	0.656	2.33	11.8	0.0884	2.00	0.00239	4.18
AK725	calc.							

表 4-4-2 の 2

Sample	Na	K	Mg	Ca	F	Cl	Br	NO <sub>3</sub>
KA728 calc.	4.31	0.473	1.34	11.5	0.0546	1.32	0.00084	3.74
KA731 calc.	4.21	0.479	2.08	10.2	0.0872	1.32	0.00289	4.20
KA731 calc.	4.48	0.489	1.78	12.4	0.0877	2.02	0.00187	6.17
KA732 calc.	4.40	0.613	2.20	10.9	0.0932	2.02	0.00241	5.42
KA732 calc.	3.88	0.560	1.31	7.13	0.0782	2.20	0.00092	6.17
KA736 calc.	3.64	0.433	1.60	6.45	0.0665	2.20	0.00262	4.82
KA736 calc.	3.27	0.509	1.58	6.15	0.0640	2.06	0.00105	5.27
KA736 calc.	3.51	0.415	1.58	6.15	0.0640	2.06	0.00105	4.52
KA739 calc.	4.15	0.558	1.49	9.59	0.1054	2.22	0.00093	4.87
KA739 calc.	4.27	0.593	1.97	8.46	0.0898	2.22	0.00266	4.87
KA743 calc.	3.71	0.474	1.27	6.92	0.0812	2.22	0.00090	4.36
KA743 calc.	3.64	0.431	1.65	5.38	0.0650	2.22	0.00286	4.88
KA744 calc.	3.94	0.399	1.39	5.43	0.0765	2.63	0.00034	7.92
KA744 calc.	3.77	0.413	1.66	5.44	0.0622	2.63	0.00034	5.76
KD790 calc.	4.73	0.422	1.70	7.28	0.0893	2.57	0.00307	6.37
KD790 calc.	4.23	0.452	1.60	7.12	0.0779	2.57	0.00307	5.63
KD798 calc.	5.07	0.456	1.97	7.75	0.0665	2.68	0.00115	7.88
KD798 calc.	4.34	0.431	1.97	7.47	0.0783	2.68	0.00321	5.88
KD798 calc.	4.72	0.461	1.61	7.48	0.0746	2.33	0.00105	5.72
KD798 calc.	3.99	0.493	1.64	7.36	0.0746	2.33	0.00279	5.72
KD798 calc.	4.36	0.415	1.84	8.14	0.1032	2.57	0.00156	3.95
KD798 calc.	4.31	0.514	1.97	7.67	0.0793	2.57	0.00396	3.95
KD798 calc.	5.02	0.556	1.71	5.06	0.0783	2.19	0.00163	6.95
KD798 calc.	3.56	0.417	1.61	6.08	0.0548	2.19	0.00261	4.79
KD798 calc.	4.81	0.461	2.05	10.00	0.1133	2.62	0.00119	4.75
KD798 calc.	4.81	0.595	2.22	9.31	0.0939	2.62	0.00313	5.74
KD798 calc.	4.33	0.456	2.06	8.10	0.0934	2.66	0.00317	5.38
KD798 calc.	4.43	0.536	2.06	8.10	0.0934	2.66	0.00317	5.38
KD798 calc.	4.98	0.311	1.91	9.28	0.1029	2.55	0.00240	5.68
KD798 calc.	4.58	0.302	1.12	8.71	0.0670	2.55	0.00310	5.68
KD798 calc.	4.57	0.572	2.35	9.72	0.0937	3.13	0.00250	8.48
KD798 calc.	4.93	0.590	2.29	8.80	0.0854	3.13	0.00374	9.87
KD798 calc.	4.34	0.438	2.17	9.92	0.1075	2.45	0.00804	8.02
KD798 calc.	4.04	0.471	1.81	6.81	0.0747	4.25	0.00292	5.36
KD798 calc.	4.24	0.447	2.05	9.26	0.0913	2.92	0.00364	7.83
KD798 calc.	4.63	0.549	2.13	8.10	0.0816	2.92	0.00349	6.40
KD798 calc.	5.00	0.597	2.41	8.09	0.0886	3.59	0.00310	7.84
KD798 calc.	5.21	0.656	2.41	8.67	0.0842	3.59	0.00429	7.84
KD798 calc.	4.13	0.461	1.69	6.28	0.0443	2.15	0.00363	3.99
KD798 calc.	3.71	0.469	1.67	6.51	0.0764	2.15	0.00293	4.23
KD798 calc.	4.55	0.469	1.79	9.45	0.0883	2.97	0.00108	5.22
KD798 calc.	4.94	0.583	2.24	8.59	0.0912	2.97	0.00355	6.31
KD798 calc.	4.49	0.428	1.53	5.56	0.0504	1.99	0.00211	3.83
KD798 calc.	3.62	0.452	1.59	6.36	0.0678	1.99	0.00237	4.36
KD798 calc.	4.05	0.452	1.75	5.97	0.0543	2.50	0.00063	6.96
KD798 calc.	3.76	0.423	1.67	5.80	0.0647	2.50	0.00259	5.48
KD798 calc.	4.88	0.462	1.56	6.02	0.0929	2.89	0.00345	6.34
KD798 calc.	4.28	0.491	1.94	6.02	0.0713	2.89	0.00345	6.34
KD798 calc.	5.53	0.459	2.10	6.61	0.0986	2.71	0.00598	3.99
KD798 calc.	4.50	0.550	2.04	7.78	0.0820	2.74	0.00328	6.91
KD798 calc.	4.90	0.485	2.06	7.54	0.0809	2.53	0.00407	5.63
KD798 calc.	4.40	0.525	1.95	7.87	0.0936	2.53	0.00300	5.36

表 4-4-2 の 3

Sample	Na	K	Mg	Ca	F	Cl	Br	NO <sub>3</sub>
KA711 calc.	4.27	0.454	2.04	7.79	0.0524	2.78	0.00152	6.32
KA711 calc.	4.55	0.594	2.06	7.79	0.0850	2.78	0.00332	6.32
KA712 calc.	4.14	0.448	1.65	6.26	0.1211	3.64	0.00112	5.32
KA712 calc.	4.84	0.471	1.84	6.59	0.0758	3.64	0.00319	5.76
KA713 calc.	4.84	0.477	1.74	6.74	0.1079	2.84	0.00233	5.30
KA713 calc.	4.38	0.497	1.95	6.95	0.0768	2.84	0.00339	6.22
KA715 calc.	5.13	0.561	2.00	7.01	0.1025	2.86	0.00143	5.35
KA715 calc.	4.54	0.528	2.05	7.57	0.0815	2.86	0.00341	6.27
KA716 calc.	4.06	0.488	1.78	7.25	0.1133	2.98	0.00105	5.53
KA716 calc.	4.56	0.519	2.04	7.25	0.0794	2.98	0.00356	6.53
KA717 calc.	5.05	0.576	1.95	7.47	0.1054	3.11	0.00371	6.84
KA717 calc.	4.68	0.565	2.11	7.50	0.0799	3.11	0.00371	6.84
KA717 calc.	4.74	0.543	2.22	6.71	0.0526	3.43	0.00374	7.01
KA717 calc.	4.83	0.528	2.13	6.89	0.0782	3.43	0.00410	7.92
KA717 calc.	4.74	0.544	1.72	5.64	0.0482	3.42	0.00182	6.87
KA717 calc.	4.46	0.470	1.55	5.75	0.0658	3.42	0.00408	7.50
KA717 calc.	4.47	0.498	2.07	6.65	0.0603	3.11	0.00173	8.04
KA717 calc.	4.57	0.563	2.01	6.69	0.0772	3.11	0.00372	8.82
KA717 calc.	4.97	0.487	1.89	5.04	0.0652	3.47	0.00284	7.29
KA717 calc.	4.48	0.461	1.89	5.37	0.0672	3.47	0.00415	7.61
KA717 calc.	4.87	0.481	1.79	5.15	0.0821	2.73	0.00328	6.98
KA717 calc.	4.49	0.492	1.73	5.71	0.0869	2.73	0.00326	6.98
KA717 calc.	5.33	0.550	1.82	5.02	0.0543	2.88	0.00164	6.81
KA717 calc.	4.09	0.450	1.81	5.94	0.0655	2.88	0.00344	6.82
KA717 calc.	4.59	0.453	1.79	3.71	0.0454	3.10	0.00208	6.43
KA717 calc.	3.56	0.402	1.69	4.58	0.0587	3.10	0.00370	6.79
KA717 calc.	4.86	0.523	2.22	6.03	0.0544	3.79	0.00311	6.65
KA717 calc.	5.09	0.530	2.19	6.43	0.0780	3.79	0.00453	8.31
KA717 calc.	4.57	0.506	2.09	6.74	0.0870	3.58	0.00304	8.39
KA717 calc.	4.76	0.500	2.06	6.08	0.0702	3.58	0.00440	8.39
KA717 calc.	4.49	0.445	2.05	4.29	0.0527	3.61	0.00467	9.43
KA717 calc.	4.49	0.429	1.97	4.29	0.0574	3.61	0.00465	9.43
KA717 calc.	4.27	0.449	1.87	4.82	0.0565	3.63	0.00177	9.73
KA717 calc.	4.27	0.422	1.84	4.51	0.0961	3.63	0.00464	7.90
KA717 calc.	4.04	0.404	1.93	3.96	0.0517	3.19	0.00277	5.03
KA717 calc.	3.93	0.404	1.72	4.58	0.0549	3.19	0.00381	7.00
KA717 calc.	4.40	0.297	2.47	4.39	0.0624	3.98	0.00198	8.43
KA717 calc.	4.68	0.465	2.02	5.01	0.0617	3.98	0.00476	8.73
KA717 calc.	4.77	0.387	2.10	5.23	0.0443	4.15	0.00231	10.57
KA717 calc.	4.86	0.484	2.40	5.24	0.0633	4.15	0.00469	9.09
KA717 calc.	4.31	0.322	2.58	5.85	0.0778	4.28	0.00193	9.36
KA717 calc.	5.02	0.473	2.32	5.85	0.0610	4.28	0.00321	9.36
KA717 calc.	5.17	0.737	2.73	7.28	0.0512	3.61	0.00073	4.77
KA717 calc.	5.29	0.609	2.42	8.61	0.0870	3.61	0.00431	7.92
KA717 calc.	5.30	0.409	2.24	4.82	0.0682	3.82	0.00277	9.12
KA717 calc.	4.78	0.483	2.05	5.41	0.0694	3.82	0.00456	8.37
KA717 calc.	5.19	0.591	2.41	5.55	0.0518	4.40	0.00243	6.63
KA717 calc.	5.49	0.557	2.36	6.31	0.0788	4.40	0.00452	6.63
KA717 calc.	5.70	0.508	2.95	5.61	0.0635	4.25	0.00507	8.91
KA717 calc.	5.00	0.487	2.12	5.61	0.0870	4.25	0.00507	8.91
KA717 calc.	5.43	0.544	2.09	5.82	0.0876	3.53	0.00237	7.90
KA717 calc.	4.90	0.527	2.14	6.68	0.0790	3.53	0.00481	7.90

表 4-4-2 の 4

\*\*\* COMPARISON OF CALCULATED VALUES WITH OBSERVED DATA \*\*\*

Sample	Na	K	Mg	Ca	F	Cl	Br	NO <sub>3</sub>
MA702 calc.	5.28	0.485	2.35	5.85	0.0815	4.05	0.00281	5.25
	5.14	0.525	2.21	6.02	0.0758	4.05	0.00483	8.87
MA501 calc.	2.74	0.505	0.85	5.04	0.0000	1.06	0.00119	1.71
	2.57	0.308	1.11	5.14	0.0513	1.06	0.00127	1.97
MA502 calc.	2.72	0.332	1.00	5.05	0.0000	1.25	0.00145	1.97
	2.72	0.332	1.24	5.51	0.0588	1.25	0.00146	2.74
MA506 calc.	3.93	1.253	1.14	10.30	0.0000	1.23	0.00067	3.17
	3.42	0.492	1.71	9.50	0.0779	1.23	0.00147	2.70
MA510 calc.	2.71	0.617	1.05	5.50	0.0000	1.18	0.00138	2.99
	2.74	0.350	1.55	5.74	0.0611	1.18	0.00141	4.99
MA512 calc.	2.88	0.916	1.06	9.94	0.0000	1.25	0.00055	4.49
	3.31	0.461	1.61	8.24	0.0751	1.25	0.00149	2.74
MA523 calc.	4.32	0.899	1.25	10.40	0.0000	1.69	0.00320	2.81
	4.32	0.899	1.56	9.75	0.0870	1.69	0.00202	3.71
MA528 calc.	4.25	0.712	1.20	8.58	0.0000	1.76	0.00241	4.61
	3.47	0.465	1.70	7.94	0.0680	1.76	0.00210	3.86
MA531P calc.	4.22	0.801	1.45	9.41	0.0000	1.83	0.00219	7.07
	3.56	0.430	1.79	8.56	0.0723	1.83	0.00219	4.01
MA532 calc.	3.95	0.800	1.20	5.38	0.0000	1.80	0.00191	3.81
	3.10	0.305	1.41	5.41	0.0562	1.80	0.00226	4.14
MA536 calc.	4.21	0.674	1.04	4.85	0.0000	1.85	0.00184	4.81
	3.06	0.356	1.37	5.17	0.0564	1.85	0.00221	4.56
MA539 calc.	3.92	0.677	1.09	6.41	0.0000	2.01	0.00190	4.71
	3.42	0.408	1.56	6.11	0.0640	2.01	0.00240	4.41
MA547 calc.	2.69	0.336	1.22	5.57	0.0000	1.26	0.00151	2.76
	2.69	0.336	1.22	5.57	0.0579	1.26	0.00151	2.76
RD402 calc.	3.79	0.535	1.18	3.68	0.0000	3.91	0.00712	0.34
	3.87	0.349	1.05	2.82	0.0072	3.91	0.00467	8.57
RD403 calc.	3.41	0.464	1.35	5.07	0.0000	3.13	0.00645	8.95
	3.59	0.362	1.58	3.97	0.0449	3.13	0.00374	6.87
RD404(S) calc.	3.69	0.432	1.74	4.78	0.0000	2.71	0.00789	9.76
	3.19	0.342	1.59	4.32	0.0511	2.31	0.00276	5.07
RD408 calc.	3.43	0.432	1.50	4.85	0.0000	3.00	0.00521	8.77
	3.42	0.332	1.50	3.70	0.0426	3.00	0.00358	6.57
RD410 calc.	3.76	0.523	1.41	4.00	0.0000	2.79	0.00620	8.10
	3.19	0.323	1.41	3.58	0.0397	2.79	0.00323	6.12
RD411P calc.	3.44	0.463	1.13	4.24	0.0000	3.07	0.00560	8.47
	3.38	0.329	1.47	3.52	0.0039	3.07	0.00367	6.73
RD412P calc.	3.12	0.415	1.00	3.50	0.0000	2.92	0.00560	7.66
	3.13	0.295	1.34	2.76	0.0356	2.92	0.00349	6.41
RD415 calc.	4.00	0.597	1.13	3.52	0.0000	2.39	0.00643	8.27
	2.82	0.301	1.28	3.52	0.0359	2.39	0.00286	5.25
RD416 calc.	3.69	0.458	1.21	4.78	0.0000	2.83	0.00454	6.66
	3.29	0.332	1.44	3.55	0.0422	2.83	0.00338	6.21
RD417 calc.	3.64	0.500	1.68	4.56	0.0000	3.15	0.00205	8.67
	3.80	0.352	1.68	4.56	0.0512	3.15	0.00376	6.91
RD418 calc.	3.71	0.491	1.15	4.78	0.0000	2.53	0.00706	8.94
	3.12	0.327	1.38	3.91	0.0404	2.53	0.00302	5.34
RD419 calc.	4.35	0.544	1.47	5.24	0.0000	2.96	0.00530	10.66
	3.55	0.373	1.58	4.48	0.0483	2.96	0.00340	6.36
RD420 calc.	4.15	0.453	1.29	5.13	0.0000	2.99	0.00573	10.66
	3.58	0.364	1.57	4.11	0.0482	2.99	0.00357	6.56

表 4-4-2 の 5

\*\*\* COMPARISON OF CALCULATED VALUES WITH OBSERVED DATA \*\*\*

Sample	Na	K	Mg	Ca	F	Cl	Br	NO <sub>3</sub>
KA402 calc.	3.02	0.517	1.12	3.80	0.0000	2.33	0.00402	7.17
	2.95	0.305	1.29	3.60	0.0427	2.33	0.00279	5.11
KA403 calc.	3.81	0.547	1.38	5.57	0.0000	3.20	0.00973	7.04
	4.11	0.436	1.82	5.35	0.0691	3.20	0.00383	7.02
KA404 calc.	4.08	0.510	1.33	4.24	0.0000	2.17	0.00514	6.83
	3.09	0.341	1.37	4.53	0.0504	2.17	0.00260	4.76
KA408 calc.	3.72	0.482	1.55	4.32	0.0000	3.17	0.00760	9.43
	3.72	0.382	1.55	4.32	0.0491	3.17	0.00379	6.95
RA409P calc.	4.17	0.537	1.21	5.05	0.0000	3.20	0.00776	10.90
	3.79	0.352	1.05	4.24	0.0694	3.20	0.00382	7.01
KA411 calc.	4.21	0.526	1.43	4.08	0.0000	2.87	0.00550	8.69
	3.61	0.380	1.60	4.58	0.0516	2.87	0.00243	6.29
KA412 calc.	3.61	0.507	1.05	4.04	0.0000	2.96	0.00514	8.54
	3.62	0.320	1.42	3.18	0.0412	2.96	0.00353	6.48
KA413 calc.	3.06	0.530	1.13	4.31	0.0000	3.13	0.00694	9.87
	3.06	0.356	1.60	5.32	0.0430	3.13	0.00374	6.86
KA415 calc.	3.79	0.353	1.33	4.07	0.0000	3.65	0.00435	7.98
	3.79	0.353	1.33	4.07	0.0467	3.65	0.00435	7.98
RA416 calc.	3.80	0.507	1.15	4.14	0.0000	3.18	0.00638	8.63
	3.59	0.349	1.32	3.58	0.0427	3.18	0.00380	6.36
KA417 calc.	3.88	0.510	1.19	4.02	0.0000	3.42	0.00712	9.60
	3.61	0.340	1.55	3.13	0.0399	3.42	0.00469	7.90
MK401 calc.	4.17	0.492	1.44	4.07	0.0000	3.13	0.00674	8.86
	3.62	0.354	1.55	3.66	0.0409	3.13	0.00374	6.86
MK402 calc.	4.30	0.510	1.42	4.05	0.0000	3.91	0.00726	12.28
	4.02	0.360	1.69	2.88	0.0433	3.91	0.00467	8.57
MK403P calc.	4.10	0.480	1.30	4.30	0.0000	3.45	0.00548	9.91
	3.79	0.364	1.63	3.57	0.0448	3.45	0.00412	7.57
MK404 calc.	4.16	0.575	1.20	4.88	0.0000	3.65	0.00456	8.01
	4.16	0.417	1.82	4.38	0.0329	3.65	0.00456	8.01
MK405 calc.	3.71	0.480	1.23	4.84	0.0000	3.25	0.00422	10.99
	3.44	0.360	1.65	4.06	0.0514	3.25	0.00388	7.12
MK406 calc.	4.21	0.555	1.30	3.59	0.0000	3.27	0.00590	8.05
	3.60	0.344	1.54	3.34	0.0431	3.27	0.00390	7.16
MK409 calc.	3.99	0.498	1.68	4.19	0.0000	3.90	0.00669	8.03
	4.33	0.411	1.84	3.95	0.0527	3.90	0.00466	8.56
MK411P calc.	3.40	0.480	1.19	3.80	0.0000	4.16	0.00660	7.85
	3.14	0.368	1.75	2.85	0.0410	4.16	0.00497	9.12
MK412 calc.	4.24	0.577	1.40	3.08	0.0000	4.44	0.00605	10.73
	4.51	0.418	1.90	3.69	0.0459	4.44	0.00459	7.93
MK413 calc.	3.47	0.485	1.07	4.27	0.0000	3.24	0.00900	7.91
	3.56	0.341	1.53	3.33	0.0425	3.24	0.00387	7.10
MA401 calc.	3.87	0.435	1.15	2.91	0.0000	4.14	0.00495	9.09
	4.20	0.373	1.76	2.90	0.0436	4.14	0.00495	9.09
MA402 calc.	4.15	0.456	1.62	3.80	0.0000	4.46	0.00897	9.95
	4.54	0.403	1.90	3.14	0.0476	4.46	0.00532	9.77
MA405 calc.	3.31	0.355	1.49	2.79	0.0000	3.40	0.00669	7.46
	3.50	0.322	1.49	2.79	0.0369	3.40	0.00406	7.44
MA406 calc.	3.17	0.439	1.65	2.41	0.0000	3.98	0.00600	5.98
	3.88	0.334	1.62	2.29	0.0373	3.98	0.00373	3.98
MA403 calc.	3.72	0.355	1.76	3.28	0.0000	4.52	0.00759	9.20
	4.48	0.358	1.80	3.07	0.0440	4.52	0.00539	9.20

表4-4-2の1

*** COMPARISON OF CALCULATED VALUES WITH OBSERVED DATA ***											*** COMPARISON OF CALCULATED VALUES WITH OBSERVED DATA ***										
Sample	Na	K	Mg	Ca	F	Cl	Br	NO3	Sample	Na	K	Mg	Ca	F	Cl	Br	NO3				
MA404	3.76	0.239	1.11	3.28	0.0060	4.39	0.00780	10.70	KD303	3.81	0.330	2.29	6.83	0.0000	2.48	0.00518	9.57				
MA404	4.04	1.89	1.68	1.89	0.0332	4.39	0.00524	9.43	calc.	calc.	calc.	1.82	0.0670	2.48	0.00236	5.44					
MA407	3.43	0.414	1.60	3.42	0.0090	4.07	0.00774	12.10	KD303	3.66	0.262	3.1	5.96	0.0000	2.57	0.00300	5.50				
MA407	3.92	0.333	1.62	2.13	0.0369	4.07	0.00480	8.91	calc.	4.03	0.485	2.88	7.28	0.0695	2.57	0.00307	5.84				
MA408	4.15	0.538	1.73	2.46	0.0090	4.28	0.00997	12.98	KD304	3.77	0.278	2.42	4.57	0.0000	1.98	0.00517	9.44				
MA408	4.41	0.358	1.73	2.46	0.0375	4.28	0.00511	5.39	calc.	3.25	1.47	1.38	5.84	0.0051	1.98	0.00251	9.54				
MA409	4.09	0.424	1.07	3.88	0.0090	4.44	0.00807	13.98	KD305	4.07	0.424	2.79	8.42	0.0000	2.52	0.00436	7.23				
MA409	4.07	0.392	1.70	1.95	0.0628	4.44	0.00830	9.70	calc.	4.36	0.540	2.06	8.42	0.0782	2.52	0.00313	5.75				
MA410	3.50	0.298	1.15	3.87	0.0090	4.29	0.00594	10.06	KD308	3.88	0.316	2.24	7.14	0.0000	2.23	0.00336	4.87				
MA410	4.01	0.351	1.72	2.49	0.0331	4.29	0.00513	9.46	calc.	3.96	0.482	1.85	7.73	0.0751	2.23	0.00266	4.88				
MA412	4.17	0.479	1.53	3.29	0.0090	4.15	0.00815	10.50	KD310	4.46	0.400	2.77	6.07	0.0000	2.21	0.00000	4.42				
MA412	4.14	0.365	1.74	2.74	0.0416	4.15	0.00456	9.11	calc.	3.78	0.473	1.76	7.46	0.0691	2.21	0.00263	4.84				
MA413	3.84	0.395	1.44	2.44	0.0090	4.43	0.00554	7.05	KD311	4.12	0.517	2.92	8.26	0.0000	2.20	0.00232	3.90				
MA413	4.32	0.371	1.79	2.51	0.0415	4.43	0.00529	9.71	calc.	4.12	0.517	2.92	8.26	0.0000	2.20	0.00232	4.81				
MA414	3.58	0.482	1.84	3.08	0.0090	4.32	0.00516	7.38	KD312	3.44	0.339	1.91	5.28	0.0000	2.64	0.00295	9.00				
MA414	4.07	0.392	1.70	1.95	0.0628	4.32	0.00516	9.48	calc.	4.42	0.479	1.86	5.28	0.0688	2.64	0.00295	9.79				
OR301	2.76	0.643	2.03	13.0	0.0000	1.41	0.00276	2.15	KD315	4.19	0.375	1.71	3.59	0.0000	2.02	0.00266	9.00				
OR301	4.51	0.629	2.19	11.3	0.111	1.41	0.00168	3.03	calc.	3.39	0.401	1.93	5.93	0.0627	2.02	0.00241	4.43				
OR302	2.99	0.415	2.23	11.6	0.0000	1.21	0.00000	1.63	KD316	3.85	0.314	1.97	5.96	0.0000	2.39	0.00295	9.00				
OR302	4.23	0.595	2.62	10.8	0.106	1.21	0.00148	2.66	calc.	4.48	0.505	1.90	7.08	0.0928	2.39	0.00285	5.24				
OR303	2.99	0.350	1.93	9.64	0.0000	1.21	0.00000	1.93	KD317	3.95	0.389	2.14	7.29	0.0000	2.43	0.00000	9.00				
OR303	3.61	0.505	1.74	9.09	0.0860	1.21	0.00148	2.66	calc.	4.36	0.545	2.04	8.61	0.0831	2.43	0.00290	5.33				
OR304	3.73	0.419	1.47	5.93	0.0000	1.17	0.00264	1.26	KD318	3.64	0.219	1.71	5.88	0.0000	2.18	0.00000	9.00				
OR304	2.66	0.369	1.82	6.53	0.0559	1.17	0.00140	1.24	calc.	3.69	0.449	1.71	5.88	0.0680	2.18	0.00260	4.78				
OR305	3.55	0.584	1.92	10.4	0.0000	1.28	0.00101	1.34	KD319	4.28	0.369	2.01	5.52	0.0000	2.51	0.00000	9.00				
OR305	3.98	0.560	1.92	10.4	0.0559	1.28	0.00153	2.82	calc.	4.14	0.497	1.91	7.47	0.0749	2.51	0.00260	5.80				
OR306	3.80	0.583	1.88	9.22	0.0000	1.36	0.00237	1.78	KD319S	4.43	0.363	2.01	5.49	0.0000	2.57	0.00151	9.00				
OR306	3.41	0.517	1.81	8.66	0.0720	1.36	0.00182	2.96	calc.	4.64	0.516	1.96	7.09	0.0941	2.57	0.00307	5.84				
OR307	3.42	0.576	1.85	8.56	0.0000	3.19	0.00202	1.90	KD320	4.09	0.310	1.81	4.97	0.0000	2.55	0.00370	6.05				
OR307	4.81	0.571	2.24	8.39	0.0800	3.19	0.00382	7.00	calc.	3.66	0.406	1.63	5.43	0.0602	2.55	0.00395	5.59				
OR308	4.15	0.843	2.02	7.79	0.0000	1.33	0.00210	1.92	K3302	3.11	0.343	1.46	3.06	0.0000	2.15	0.00221	3.84				
OR308	3.59	0.585	1.76	9.11	0.0816	1.33	0.00159	2.57	calc.	3.11	0.348	1.39	4.72	0.0314	2.15	0.00257	4.71				
OR309	3.62	0.587	1.87	7.45	0.0000	1.16	0.00105	1.94	K3303	3.13	0.317	1.62	4.06	0.0000	1.94	0.00230	4.36				
OR309	3.03	0.440	1.57	8.45	0.0659	1.16	0.00138	2.54	calc.	3.13	0.366	1.42	5.06	0.0565	1.94	0.00230	4.36				
OR305	4.2	0.491	1.41	5.97	0.0000	1.15	0.00309	2.55	K3305	3.92	0.377	1.63	4.31	0.0000	1.90	0.00200	3.71				
OR305	3.02	0.484	1.41	5.97	0.0697	1.15	0.00337	2.55	calc.	3.14	0.374	1.43	5.37	0.0673	1.90	0.00200	4.26				
OR311	3.51	0.506	1.30	8.2	0.0000	1.04	0.00127	0.58	K3306	3.57	0.342	1.77	4.28	0.0000	2.30	0.00089	5.65				
OR311	3.20	0.507	1.74	10.0	0.0724	1.04	0.00125	2.29	calc.	3.27	0.363	1.46	4.84	0.0631	2.30	0.00275	5.05				
OR312	3.30	0.494	1.95	6.93	0.0000	2.87	0.00172	1.30	K3307	4.22	0.338	1.77	5.05	0.0000	2.71	0.00192	5.52				
OR312	4.33	0.494	1.95	6.93	0.0738	2.87	0.00343	6.29	calc.	3.71	0.419	1.70	5.71	0.0568	2.71	0.00324	5.95				
OR313	2.99	0.528	1.27	6.20	0.0000	1.45	0.00122	1.91	K3308P	5.05	0.794	2.16	4.49	0.0000	2.61	0.00607	4.50				
OR313	2.96	0.378	1.38	6.16	0.0613	1.45	0.00173	3.34	calc.	3.93	0.453	1.78	6.42	0.0665	2.61	0.00312	5.73				
OR314S	3.84	0.363	2.81	15.9	0.0000	1.14	0.00374	0.34	K3309P	3.75	0.273	2.12	4.73	0.0000	2.44	0.00200	4.70				
OR314S	5.06	0.781	2.59	15.3	0.130	1.14	0.00136	2.50	calc.	3.75	0.460	1.69	6.11	0.0640	2.44	0.00200	5.36				
OR315	2.21	0.295	1.05	5.65	0.0000	0.976	0.00117	1.34	K3311	4.48	0.291	2.11	5.34	0.0000	2.75	0.00178	5.22				
OR315	2.21	0.295	1.05	5.65	0.0474	0.976	0.00117	2.14	calc.	4.03	0.488	1.82	5.36	0.0668	2.75	0.00228	5.63				
OR316	2.20	0.420	1.57	8.09	0.0000	1.11	0.00133	2.87	K3312	4.24	0.302	1.68	4.57	0.0000	2.53	0.00161	4.60				
OR316	3.30	0.487	1.77	8.77	0.0831	1.11	0.00133	2.40	calc.	3.65	0.405	1.62	5.43	0.0602	2.53	0.00302	5.95				
OR317	2.55	0.344	2.10	7.87	0.0000	1.14	0.00115	3.15	K3313	4.24	0.285	1.73	4.67	0.0000	2.59	0.00312	3.74				
OR317	3.13	0.440	1.53	7.83	0.0743	1.14	0.00137	2.51	calc.	3.75	0.420	1.68	5.72	0.0620	2.59	0.00312	5.67				
K3302	4.59	0.413	3.25	7.45	0.0000	3.14	0.00264	5.01	K3315	4.55	0.357	2.65	5.53	0.0000	2.77	0.00254	4.93				
K3302	4.82	0.586	2.31	9.20	0.0801	3.14	0.00374	6.87	calc.	4.15	0.478	1.86	6.77	0.0699	2.77	0.00331	6.93				

表4-4-2の2

表 4-4-2 の 8

\*\*\* COMPARISON OF CALCULATED VALUES WITH OBSERVED DATA \*\*\*

Sample	Na	K	Mg	Ca	F	Cl	Br	NO <sub>3</sub>
KA316 calc.	4.32	0.341	1.82	5.74	0.0090	2.82	0.00162	4.70
	4.30	0.344	1.82	5.74	0.0055	2.82	0.00337	6.18
KA317 calc.	4.26	0.331	2.20	5.58	0.0090	3.03	0.00367	5.26
	4.26	0.483	1.94	5.50	0.0082	3.03	0.00362	5.64
KA303 calc.	3.85	0.309	1.79	5.91	0.0090	2.89	0.00171	5.10
	4.24	0.481	1.91	5.56	0.0706	2.89	0.00345	6.33
MK301 calc.	3.87	0.374	1.94	4.77	0.0090	2.67	0.00136	5.23
	3.57	0.381	1.57	4.78	0.0548	3.33	0.00319	5.85
MK302 calc.	3.98	0.289	1.83	3.63	0.0090	3.33	0.00312	6.37
	3.98	0.354	1.70	4.23	0.0542	3.33	0.00397	7.30
MK303 calc.	3.80	0.285	1.81	3.06	0.0090	3.14	0.00146	5.34
	3.83	0.305	1.69	4.22	0.0525	3.14	0.00375	6.89
MK304 calc.	3.59	0.329	2.330	4.54	0.0584			
	1.77	0.312	0.979	0.72	0.0528			
MK305 calc.	3.48	0.261	2.66	4.89	0.0090	3.14	0.00149	6.33
	4.20	0.446	1.84	5.52	0.0650	3.14	0.00375	6.89
MK306 calc.	4.05	0.281	1.91	3.65	0.0090	2.70	0.00116	4.45
	3.57	0.389	1.60	5.00	0.0537	2.70	0.00322	5.91
MK309 calc.	3.85	0.285	2.54	4.36	0.0090	3.59	0.00292	5.67
	4.53	0.465	1.96	5.39	0.0658	3.59	0.00428	7.87
MK311 calc.	3.62	0.242	2.150	5.21	0.0090			
	2.12	0.320	0.981	0.58	0.0681			
MK313 calc.	4.07	0.365	1.81	6.05	0.0090	3.05	0.00350	4.82
	4.27	0.472	1.91	5.26	0.0682	3.05	0.00364	6.82
MA301 calc.	4.45	0.328	2.49	4.70	0.0090	3.32	0.00193	3.82
	4.58	0.497	2.02	6.39	0.0728	3.32	0.00396	7.27
MA302 calc.	4.13	0.273	2.43	4.13	0.0090	3.71	0.00345	5.88
	4.55	0.462	1.97	5.21	0.0642	3.71	0.00443	8.13
MA303 calc.	3.50	0.174	2.58	3.46	0.0090	4.06	0.00071	3.32
	4.00	0.467	2.04	5.08	0.0586	4.06	0.00484	8.89
MA304 calc.	3.45	0.125	2.40	3.05	0.0090	3.56	0.00027	4.52
	4.15	0.416	1.81	4.57	0.0527	3.56	0.00426	7.81
MA305 calc.	3.17	0.175	2.05	3.09	0.0090	3.17	0.00158	4.80
	3.62	0.364	1.59	3.98	0.0480	3.17	0.00378	6.94
MA306 calc.	3.46	0.231	2.11	3.80	0.0090	3.37	0.00314	6.81
	3.93	0.395	1.72	4.32	0.0509	3.37	0.00400	7.39
MA307 calc.	3.42	0.241	2.25	3.37	0.0090	3.62	0.00410	7.01
	4.10	0.394	1.75	3.24	0.0517	3.62	0.00432	7.93
MA308 calc.	4.44	0.305	2.84	5.05	0.0090	3.77	0.00696	5.92
	4.92	0.522	2.17	6.44	0.0736	3.77	0.00450	8.27
MA309 calc.	4.04	0.270	2.74	4.57	0.0090	3.88	0.00385	7.24
	4.56	0.469	2.02	5.57	0.0591	3.88	0.00463	8.50
MA310 calc.	3.77	0.254	3.21	4.59	0.0090	4.37	0.00180	8.14
	4.83	0.492	2.17	5.50	0.0595	4.37	0.00322	9.56
MA310T calc.	3.43	0.172	2.85	4.03	0.0090	4.02	0.00137	5.14
	4.56	0.472	2.06	5.46	0.0545	4.02	0.00481	8.83
MA311 calc.	4.40	0.317	3.55	5.72	0.0090	3.33	0.00071	2.51
	4.82	0.584	2.31	8.78	0.0756	3.33	0.00398	7.30
MA312 calc.	4.52	0.279	2.43	3.34	0.0090	3.77	0.00443	5.60
	4.57	0.455	1.95	4.32	0.0639	3.77	0.00450	8.26
MA313 calc.	3.56	0.311	3.57	3.92	0.0090	4.02	0.00152	6.22
	4.56	0.441	2.57	5.27	0.0584	4.02	0.00480	8.81

表 4-4-2 の 9

\*\*\* COMPARISON OF CALCULATED VALUES WITH OBSERVED DATA \*\*\*

Sample	Na	K	Mg	Ca	F	Cl	Br	NO <sub>3</sub>
MA314 calc.	4.15	0.302	2.74	3.97	0.0090	3.94	0.00176	4.27
	4.85	0.498	2.12	5.76	0.0678	3.94	0.00470	8.63
Cl	0.871	0.0601	0.331		0.00671	1.000	0.00119	2.19
SO <sub>4</sub>	0.0517	0.0121	0.0383	0.293	0.00129			
HCO <sub>3</sub>	0.0691	0.0104	0.0319	0.204	0.00222			

表4-4-3 沢水の平均値に占める各起源物質の寄与量

	Na	K	Mg	Ca	F	Cl	Br	NO <sub>3</sub>	SO <sub>4</sub>	HCO <sub>3</sub>	CATeq	ANeq
Cl	2.31	0.159	0.877	-	0.0178	2.65	0.00315	5.80	-	-	0.176	0.169
SO <sub>4</sub>	0.533	0.125	0.394	3.02	0.0133	-	-	-	10.3	-	0.209	0.209
HCO <sub>3</sub>	1.06	0.160	0.491	3.14	0.0342	-	-	-	-	15.4	0.247	0.254
sum	3.90	0.444	1.76	6.16	0.0653	2.65	0.00315	5.80	10.3	15.4	0.632	0.632
mean	3.92	0.455	1.74	6.11	0.0735	2.65	0.00321	5.87	10.3	15.4	0.630	0.640

表4-4-4 日本の降水の平均値<sup>2)</sup>

	Na	K	Mg	Ca	F	Cl	NO <sub>3</sub>	SO <sub>4</sub>
雨水	1.1	0.26	0.36	0.97	0.089	1.1	(4.4)	1.5

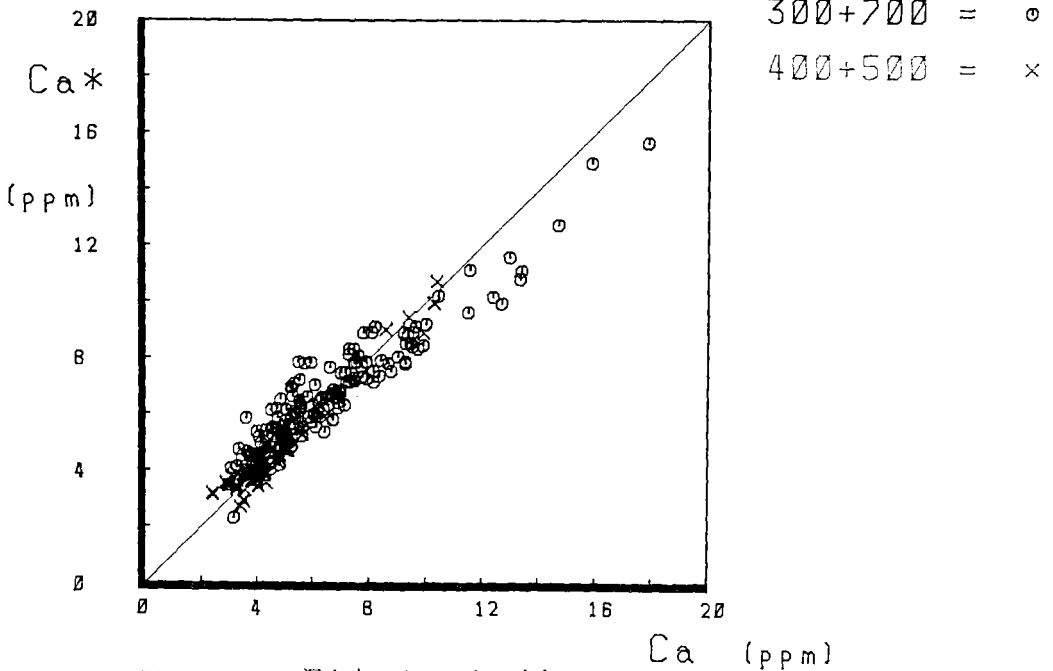


図4-4-1 沢水中のカルシウムイオン濃度の実測値と計算値との比較

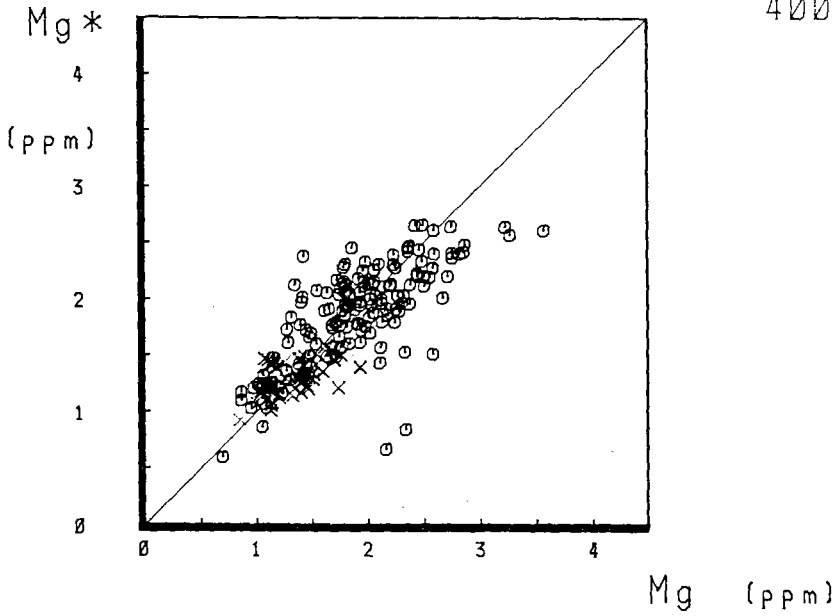


図4-4-2 沢水中のマグネシウムイオン濃度の実測値と計算値の比較

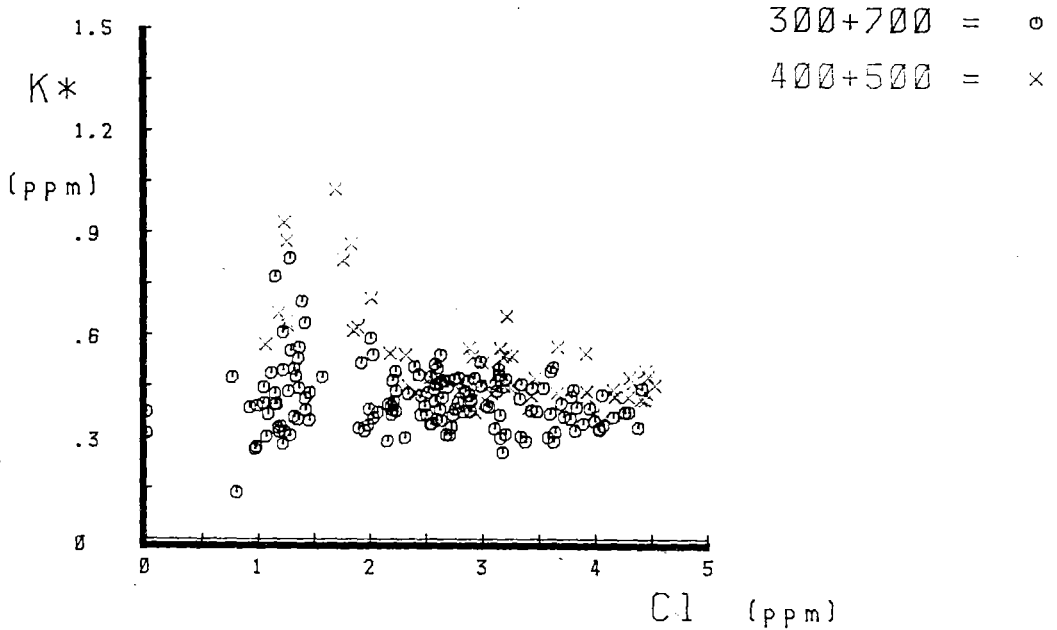


図4-4-3 沢水中の塩化物イオン濃度の実測値とカリウムイオン濃度の計算値との関係

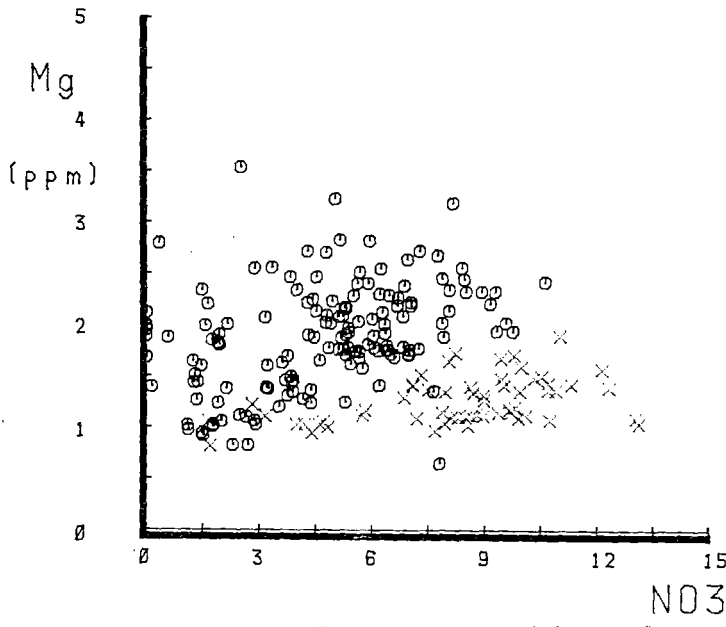


図4-4-4 沢水中の実測された硝酸イオン濃度とマグネシウムイオン濃度との関係

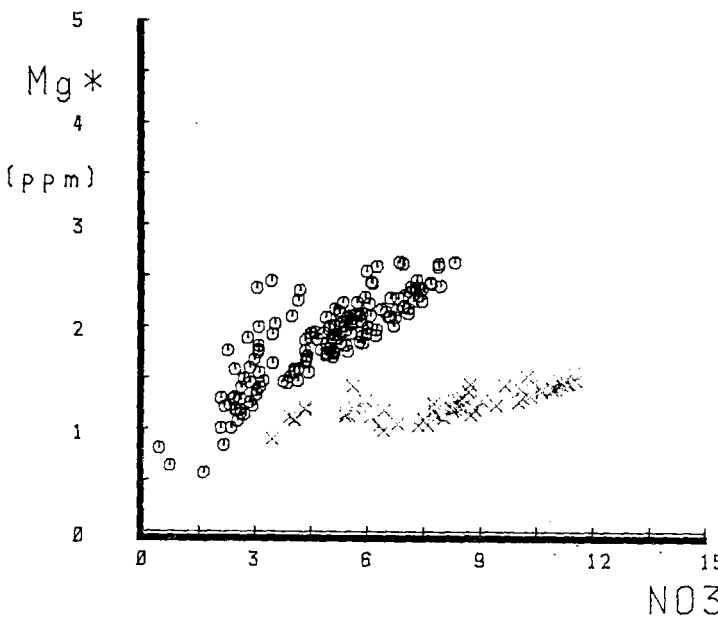


図4-4-5 沢水中の計算された硝酸イオン濃度とマグネシウムイオン濃度との関係



千枚岩、珪質粘板岩などの泥質岩に含まれる粘土鉱物をX線粉末法で検討したところ、粘土鉱物は緑泥石と雲母様鉱物（絹雲母）が認められ、雲母様鉱物は北に向かって増加し、緑泥石は減少する傾向がある<sup>5)</sup>ことが知られている。沢水中の $\text{HCO}_3^-$ 濃度は地理的に北西の山側に向うほど高濃度になっている。したがって沢水中で $\text{HCO}_3^-$ と行動をともにする $\text{F}^-$ の量と岩石中のFを含む雲母様鉱物の量は対応することになり、 $\text{HCO}_3^-$ で代表される物質は岩石の風化に由来することがわかる。

このように明らかになった3つの起源物質を使っていままでわからなかった異常を説明できるかどうかを検討する。 $\text{K}^+$ 濃度は人里付近（C1 = 1.5 ppm 付近）で高濃度になったが、計算値はその異常を再現するであろうか。表4-4-3によればKはC1,  $\text{SO}_4$ ,  $\text{HCO}_3^-$ の3つの元素を代表とする物質にわりふられている。すなわち、Kには3つの起源があることを示している。図4-4-3から明らかのように、計算された $\text{K}^+$ 濃度は実測した $\text{K}^+$ 濃度の傾向（図4-2-5）をよく表わしていることがわかる。そして400番台と500番台の値が示す高めの値もよく表わしている。したがってこの人里付近での $\text{K}^+$ 濃度の異常な値は起源物質の混入量の違いで解釈できることになる。すなわち $\text{HCO}_3^-$ と $\text{SO}_4$ で代表される起源物質の増加によって $\text{K}^+$ 濃度の異常がもたらされたことがわかる。

次に、400番台と500番台のデータが他の時期と異なった $\text{Mg}^{2+}$ と $\text{NO}_3^-$ 濃度について実測値どうしのプロット（4-4-4）と計算値どうしのプロット（図4-4-5）を比較してみる。これらのプロットからよくわかるように計算値は400番台と500番台のデータの異常をよく説明している。このことは第N期の春夏（400番台と500番台）にC1を代表とする降水物の寄与が増加し、 $\text{SO}_4$ を代表とするCa, Mg,  $\text{SO}_4$ の寄与が減少したことを意味している。降水物からの寄与の増加については、大雪のためにおれた杉の葉についた粉じんからの溶出によって説明できる。

以上のように沢水に含まれるすべての化学成分は $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{HCO}_3^-$ の3つのイオン濃度で説明することができた。そしてこれら3つのイオンによって代表されるそれぞれの起源物質は、降水、 $\text{CaSO}_4$ 、岩石風化による溶出物であることがわかった。

#### 4-5 塩化物イオンの起源

沢水中の $\text{Cl}^-$ の起源は前節でも述べたように降水物であると考えられる。それは、降水中の $\text{Cl}^-$ 濃度と沢水中の $\text{Cl}^-$ 濃度から計算された蒸発散量50%が、いままで言われている蒸発散量40~60%とよく一致することからもわかる。降水物中の $\text{Cl}^-$ の主な供給源は海塩と言われている。しかしながら、すでに述べたように降水物中のBr/Cl比は海塩の比よりはるかに高く、人類活動由来のBrの存在を示していた。もしも降水物中の $\text{Cl}^-$ が海塩だけに由来するならば、 $\text{Cl}^-$ の移動は単なる拡散で近似できるはずであって、河口からの距離の対数に比例して $\text{Cl}^-$ 濃度は変化するはずである。沢水中の $\text{Cl}^-$ 濃度と河口からの距離との関係は、たしかに単なる比例関係ではなく対数関数で近似できそうである（図4-5-1）。そこで降水物に由来している多摩川河口からの距離の対数と沢水中の $\text{Cl}^-$ 濃度との関係を図4-5-2に示した。この図によると、まだ直線関係は得られていない。このことは、もっと採水地点に近い所にClの発生源があることを示している。

図4-5-3に河口からの距離と $Cl^-$ 濃度との関係を700番台の沢水、長津田の林地の湧水、丹沢不動尻の沢水について示した。丹沢不動尻の距離は最も近い海岸線からの距離を用いた。もしも $Cl^-$ 濃度が海塩のみの寄与しか考えられないならば、奥多摩の沢水中の $Cl^-$ 濃度は丹沢の沢水程度まで低くてよいはずである。700番台と長津田の距離は河口からの距離であり、最も近い海岸線からの距離に対応する。長津田は奥多摩と多摩川河口とを結ぶ線上にある。この線上の八王子から河口までの間に、長津田以外に人類活動の直接的影響のない沢水を入手することはむずかしい。そこで東京都の降水中の $Cl^-$ 濃度の文献値をみると、千代田区、大田区、板橋区、調布市まで4 ppmであり青梅市では3 ppmであった<sup>6)</sup>。このことは、都区内から八王子や青梅にかけての汚染を受けていない湧水中の $Cl^-$ 濃度は一定であろうということを示唆している。その様な湧水中の $Cl^-$ 濃度はおそらく長津田の湧水と似た値をとると思われる。丹沢の水と長津田の水の $Cl^-$ 濃度の差は、人類活動が及ぼす降水物への影響を示している。

そこで距離の対数と $Cl^-$ 濃度の関係が直線的に比例するように、距離から差し引く定数を求めた。その結果、河口からの距離から40 kmを差し引いて対数をとるとよい比例関係が得られた(図4-5-4)。これは河口から40 kmの八王子付近に見かけ上の $Cl^-$ の供給源があることになる。すなわち八王子市郊外から奥多摩山岳地帯にかけて人類活動が急激に少なくなるために、見かけ上の $Cl^-$ の供給源が八王子付近と見積られたのである。

このように沢水に占める降水物由来の化学成分の半分以上は人類活動から由来していることが示唆された。降水物に占める人類活動の影響はいままでかなりあると思われていたが、まだその定量的な解釈は十分でない。沢水中の $Cl^-$ 濃度で示された降水物を通しての沢水への人類活動の影響は、かなり大きいことになる。

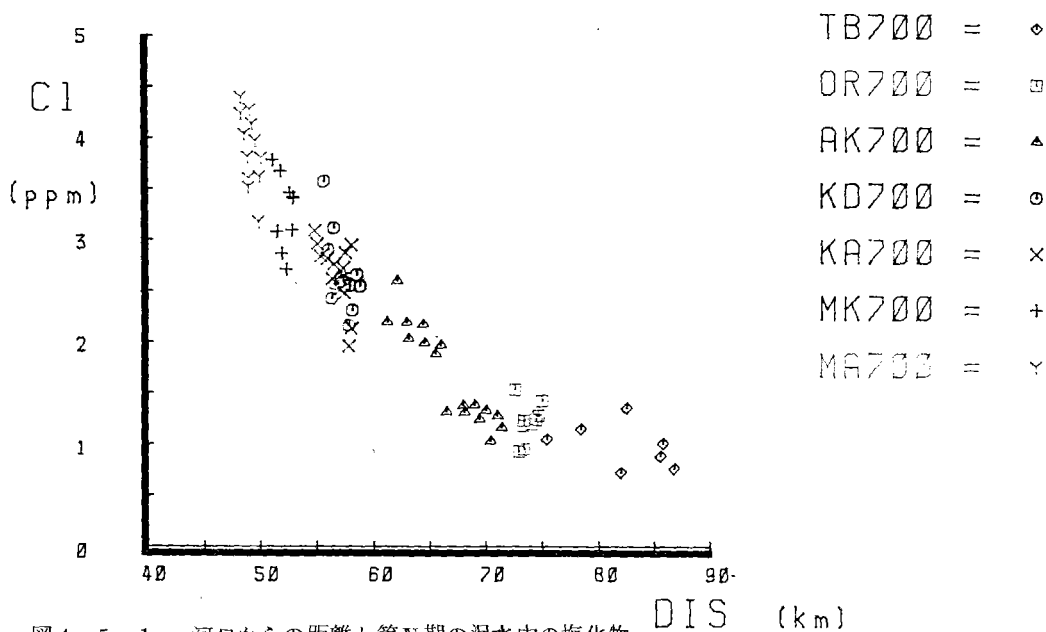


図4-5-1 河口からの距離と第IV期の沢水中の塩化物イオン濃度との関係

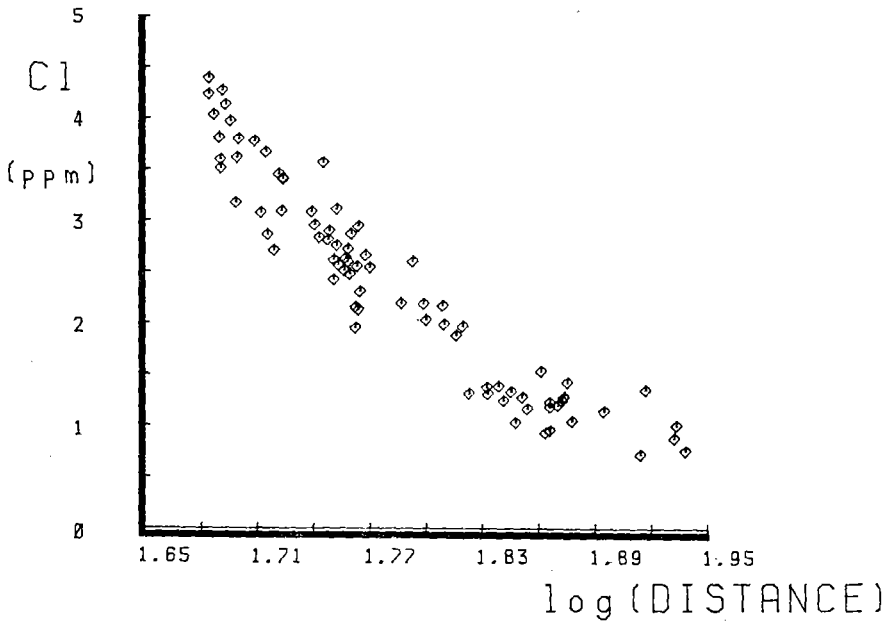


図4-5-2 河口からの距離の対数と沢水中の塩化物イオン濃度との関係

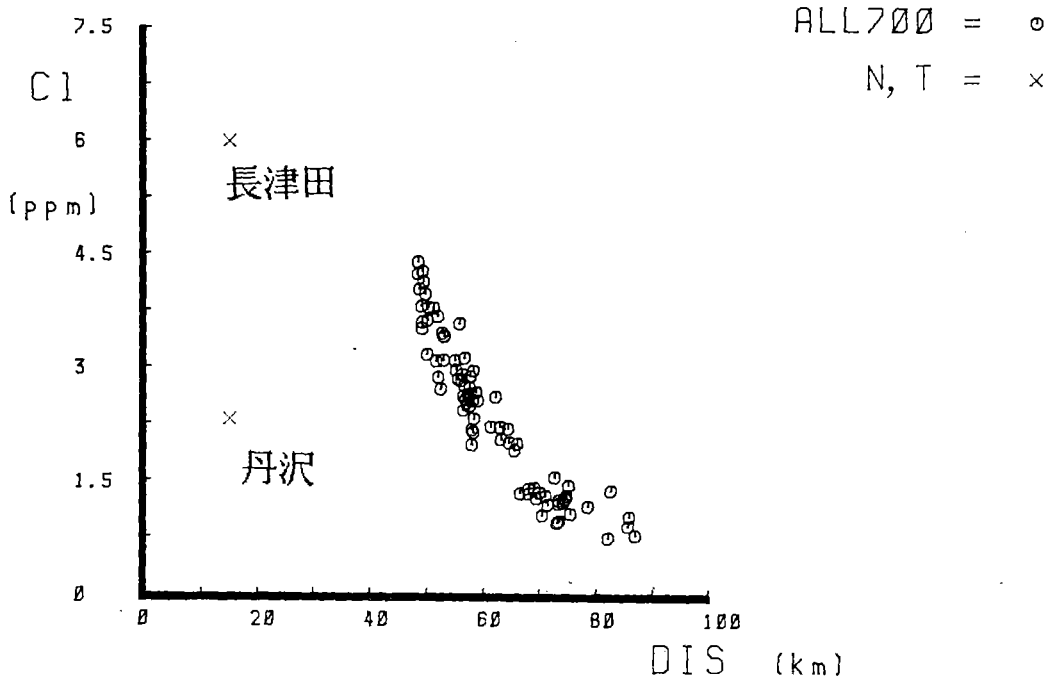


図4-5-3 沢水中の塩化物イオン濃度の実測値と海からの距離との関係

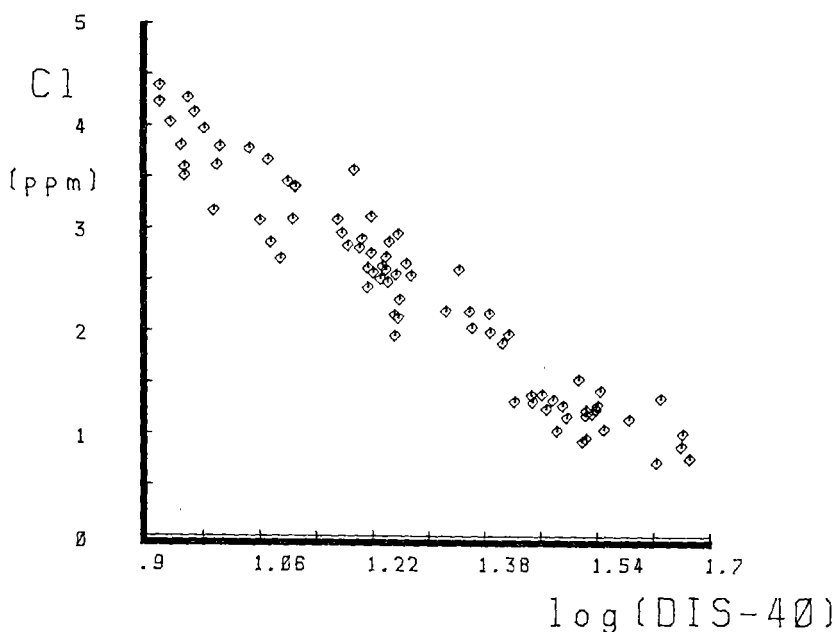


図 4-5-4 沢水中の塩化物イオン濃度と海までの距離から 40 Km を差し引いた値の対数との関係

## 5. おわりに

沢水の化学組成は  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{HCO}_3^-$  の 3 つで代表されることがわかった。 $\text{Cl}^-$  は降水成分を代表し、 $\text{SO}_4^{2-}$  は  $\text{CaSO}_4$  を、 $\text{HCO}_3^-$  は岩石風化に由来する物質を代表する。

第 IV 期春夏の 400 番台と 500 番台のデータは降水成分の寄与が多く、 $\text{CaSO}_4$  成分の寄与が少なかった。採水時の 2 カ月前 (1986 年 3 月 21 日) に降った大雪によって、杉林の生態系が乱れたためと思われる。

降水、湧水、沢水中の  $\text{Br}^-$  濃度は降水、湧水、沢水の順に減少する。これはまず土壌を含む森林生態系で  $\text{Br}^-$  が吸収され、次に沢を流下する間に河川床や懸濁物によって  $\text{Br}^-$  が除去されることを意味している。また  $\text{Br}^-/\text{Cl}^-$  比は降下物に人類活動の影響がおよんでいることを示していた。

$\text{Cl}^-$  は八王子を見かけ上の発生源として大気中を拡散・降下して沢水中に流出している。これは人類活動による降下物への影響が都心から八王子まであまり変化せず、八王子から山岳地に向って人類活動が急激に減少することから、八王子を見かけ上の供給源とみなされたと解釈された。

以上のように都市近郊の山地の 80 以上の沢水に含まれる化学成分の起源を明らかにし、人類活動の影響を示したのはこの研究がはじめてである。ここで得られた知見は今後の降水と沢水の化学に新しい指針を与えるであろう。

## 文 献

1. 菅原 健(1964), 陸水の新しい化学的考察について. 廃水と用水, **6**, 227 - 230, 317 - 321, 359 - 364.
2. 鶴見 実(1985), 降下物の化学組成から評価される多摩川流域の大気環境. とうきゅう環境浄化財団助成研究報告.
3. 鈴木章悟, 平井昭司(1983), 放射化分析によるガソリン, 軽油中の微量元素の含有状況. 日本化学会誌, **4**, 523 - 530.
4. 北野 康(1984), 地球環境の化学. 裳華房.
5. 牧野泰彦(1973), 小仏層群の層序学的ならびに堆積学的研究. 地質学雑誌, **79**, 299 - 308.
6. 古明地哲人, 他(1976), 雨水の汚染とそのメカニズム. 東京都公害研究所年報, **7**.