

# VII 報 文

## 道路近傍における浮遊粉じん等の実態について（第6報）

高橋 浩\* 斎藤 学  
泉 博克

### 1 はじめに

近年、東北・北海道の積雪寒冷地を中心に、スパイクタイヤによる道路の摩耗及びそれに伴って生ずる浮遊粉じん等による生活環境の悪化が社会問題となっている。

本県においても、昭和58年11月に「スパイクタイヤ使用自粛指導要綱」を定めるなどして、この問題にとりくんでいる。

当センターでは、昭和57年度から浮遊粉じん等の実態調査を行い、これまでに、月変化、粒径分布、成分濃度、距離減衰、鉛直分布、これら相互の関係等について解明を試みてきた。<sup>5)</sup>

昭和62年度は、引き続き道路近傍における浮遊粉じん、浮遊粒子状物質濃度について調査を行った。

### 2 調査方法

#### 2.1 調査地点

調査地点は図一1及び図一2の4地点で、その概要は表一1のとおりである。

表一1 調査地点の概要

地点No.	調査地点名		設置位置の状況			面する道路の状況			
	地点名	略称	設置面	道路端からの距離(m)	地上からの高さ(m)	路線名	車線数	舗装状況	交通量(台/24h)
1	土崎自動車排出ガス測定局	土崎	局舎上	2	2	県道新屋土崎線	4	アスファルト	28,110
2	茨島自動車排出ガス測定局	茨島	局舎上	5	2.5	国道7号線	4	アスファルト	30,330
3	環境技術センター	八橋(0m)	地上(芝生)	2	0	国道7号線	4	アスファルト	43,310
4	環境技術センター	八橋(50m)	地上(芝生)	50	0	—	—	—	—

(注) 交通量は昭和60年度道路交通センサスによる。

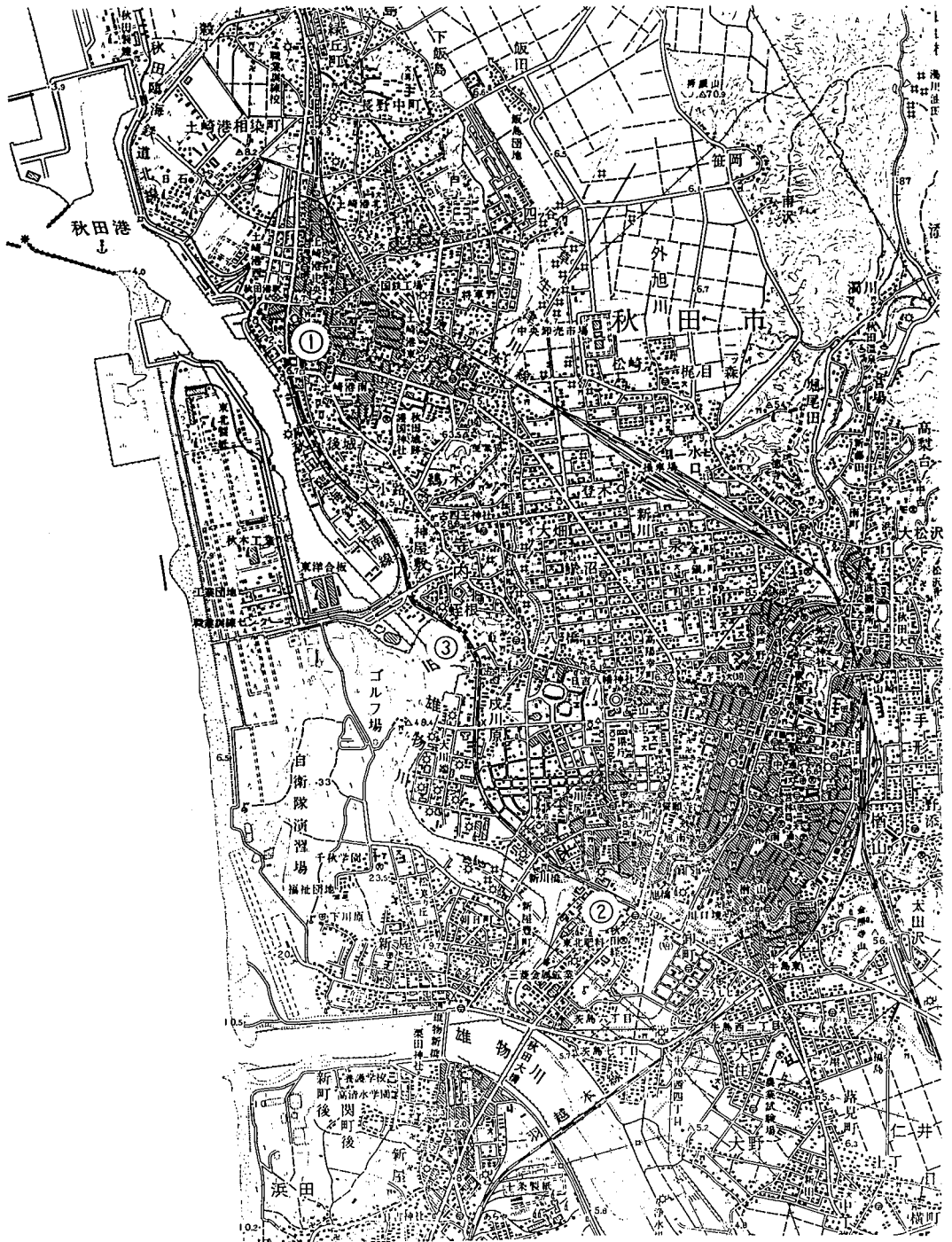
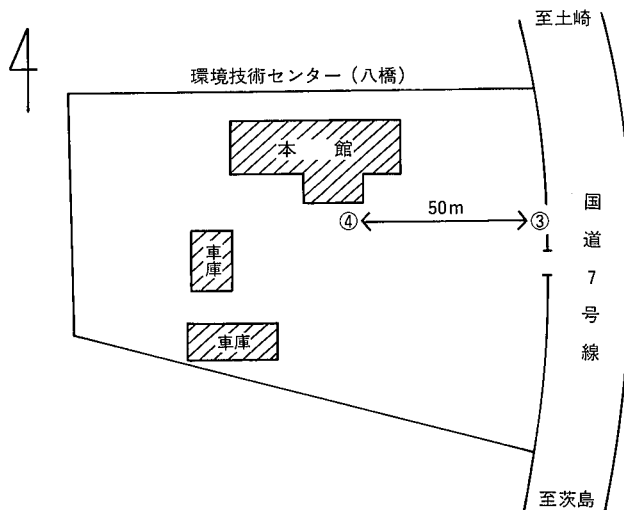


図-1 調査地点(1)



図一 2 調査地点(2)

## 2. 2 調査時期及び調査内容

調査時期は昭和62年10月、12月、昭和63年1月、3月であり、調査内容は表一2のとおりである。

表一2 調査内容

調査項目	使用機器	分析項目
浮遊粉じん	ハイボリューム・エアサンプラー (ろ紙：石英繊維ろ紙2500QAST)	浮遊粉じん濃度
浮遊粒子状物質	ローボリューム・エアサンプラー (ろ紙：ハイボリューム・エアサンプラーと同じ)	浮遊粒子状物質濃度

## 3 調査結果及び考察

### 3. 1 浮遊粉じん濃度

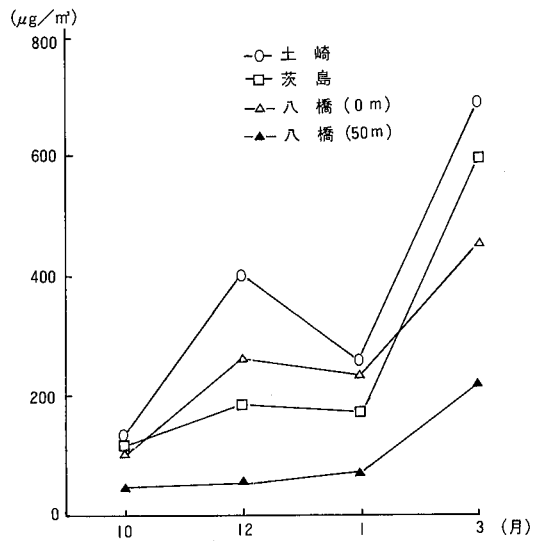
各調査地点における浮遊粉じん濃度の経月変化は表一3及び図一3のとおりである。

表一3 浮遊粉じん濃度の経月変化

年/月 地点名	62/10	62/12	63/1	63/3
土崎	130 (84~161)	400 (72~884)	260 (46~531)	692 (122~1,264)
茨島	129 (91~188)	187 (40~383)	172 (50~305)	596 (152~1,021)
八橋(0m)	118 (91~185)	263 (82~385)	235 (89~561)	456 (63~733)
八橋(50m)	50 (45~60)	53 (30~73)	74 (40~170)	223 (34~454)

注1 単位は $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。

注2 ( )内は最低~最高値である。



図一 3 浮遊粉じん濃度の経月変化

浮遊粉じん濃度は、雪が融け路面が乾燥状態となった3月が最も高く456~692 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ で、12月、1月の2~3倍程度であった。スパイクタイヤ非装着期の10月と比較すると、3月は4~5倍、12月、1月は1.5~2倍であった。

道路端からの距離と濃度の関係を見ると、八橋50m地点で3月にわずかに道路粉じんの影響が認められるが、他の月は非装着期の濃度レベルである。

### 3. 2 浮遊粒子状物質濃度

各調査地点における浮遊粒子状物質濃度の経月変化は表一4及び図一4のとおりである。

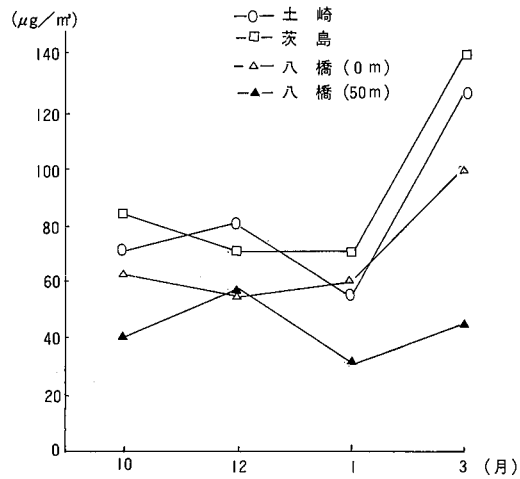
浮遊粒子状物質濃度は、浮遊粉じん同様、3月が最も高く45~140 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ であったが、他の月は非装着期の濃度とほとんど変わらない。

道路端からの距離と濃度の関係を見ると、3月に0m地点で道路粉じんの影響が認められるが、50m地点では何れの月も濃度に大差ない。このことから50m地点では浮遊粒子状物質濃度に対する道路粉じんの影響は小さいと推測される。

表一 4 浮遊粒子状物質濃度の経月変化

年/月	62/10	62/12	63/1	63/3
土 崎	71	80	55	126
茨 島	84	69	70	140
八 橋 (0 m)	63	55	60	99
八 橋 (50 m)	41	58	32	45

注 単位は $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。



図一 4 浮遊粒子状特物質濃度の経月変化

#### 4 まとめ

浮遊粉じん濃度は、路面が露出乾燥状態となった3月は12、1月の2～3倍、スパイクタイヤ非装着期の10月の4～5倍であった。

浮遊粒子状物質濃度は、浮遊粉じんが高値を示した3月にやや上昇したが、他の月は非装着期と変わらない濃度で推移している。

#### 参考文献

- 1) 吉田 昇ほか：秋田県環境技術センター年報，No.10，72(1982)
- 2) 藤島 直司ほか：秋田県環境技術センター年報，No.11，65(1983)
- 3) 藤島 直司ほか：秋田県環境技術センター年報，No.12，63(1984)
- 4) 高橋 浩ほか：秋田県環境技術センター年報，No.13，51(1985)
- 5) 高橋 浩ほか：秋田県環境技術センター年報，No.14，55(1986)

## 降雪成分に関する調査研究

齋藤 学 江川 義則  
泉 博克 高橋 浩\*

### 1 はじめに

酸性雨に関する調査は、全国各地で実施されており、当センターでも県内酸性雨の現況や、雨水成分の地域特性について報告をしてきた。<sup>1~4)</sup>

しかし、酸性雪に関しては、融雪水の環境への影響が欧米で報告されているにもかかわらず<sup>5~7)</sup>全国的に調査研究報告が少ない状況となっており、多雪地帯の当県においては、その現況把握が必要とされていた。

今年度、当センターでは県内における降雪成分の調査を実施し、降雪の酸性化の状況を明らかにするとともに、積雪の成分調査もあわせて行ったので、その結果について報告する。

### 2. 調査方法

#### 2. 1 調査期間

降雪成分調査：昭和62年12月23日～昭和63年3月2日

積雪成分調査：採取日 昭和63年2月17日

#### 2. 2 調査地点と地点概況

図-1に、降雪成分の調査地点を示した。

また、表-1には、地点の概況を示した。

図-2に、積雪成分調査の積雪採取地点を示した。

また、表-2には、地点の概況を示した。

#### 2. 3 採取方法

降雪成分調査は、二週間単位の降雪を次の五期に区分して採取した。

一期 昭和62年12月23日～昭和63年1月6日

二期 昭和63年1月6日～昭和63年1月20日

三期 昭和63年1月20日～昭和63年2月3日

四期 昭和63年2月3日～昭和63年2月17日

五期 昭和63年2月17日～昭和63年3月2日

---

\*現生活環境部環境保全課

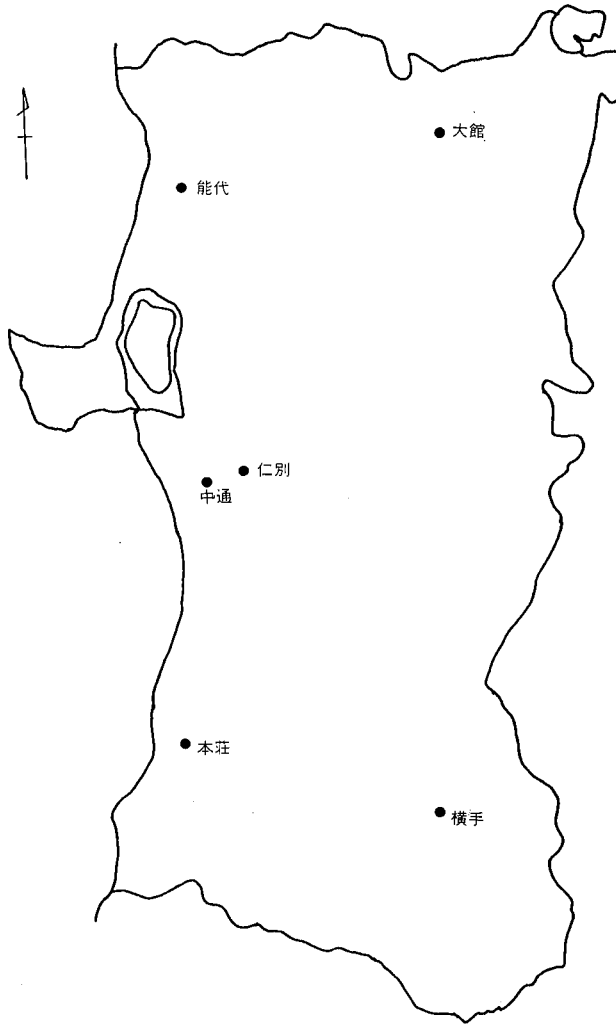


図-1 降雪採取地点

表-1 降雪調査地点と地点の概況

地点名	採取器設置場所	地点の概況
中通	秋田市 秋田保健所屋上	海岸から約5km, 市内商業地域
仁別	秋田市 旭川ダム管理事務所屋上	海岸から約12km, 近山間部
大館	大館市 大館保健所屋上	海岸から約45km, 内陸の市街地
能代	能代市 山本総合庁舎屋上	海岸から約2km, 市街地
本荘	本荘市 本荘保健所地上	海岸から約1.5km, 市街地
横手	横手市 横手保健所屋上	海岸から約50km, 内陸の住宅地

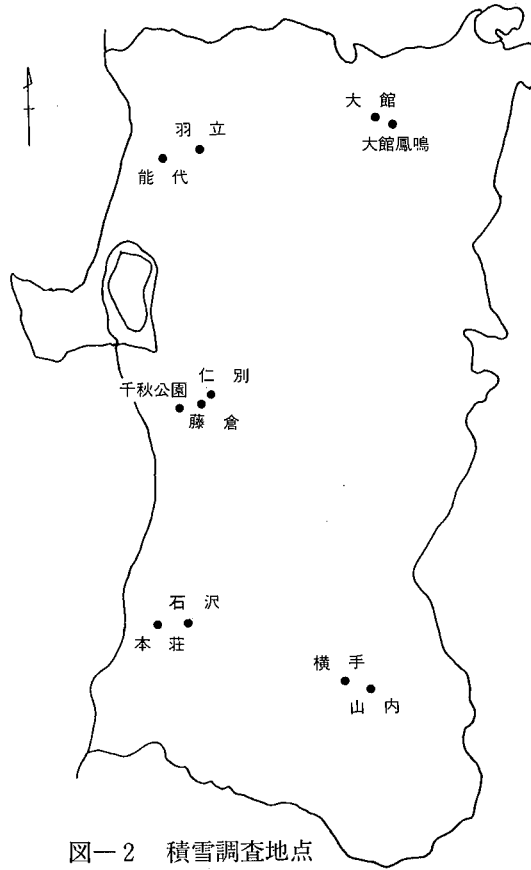


図-2 積雪調査地点

表-2 積雪採取地点と地点の概況

地点名	採取場所	地点の概況
千秋公園	秋田市中通千秋公園広場	秋田保健所より0.5km北側の公園内広場
仁別	秋田市旭川ダム管理事務所	降雪調査地点と同じ
藤倉	秋田市藤倉山の家	仁別地点より約1.5km南西の近山間部
大館	大館市大館保健所	降雪調査地点と同じ
大館鳳鳴	大館市大館鳳鳴高校グラウンド	大館地点より約2km南東の住宅地
能代	能代市山本総合庁舎	降雪調査地点と同じ
羽立	能代市郊外の羽立	能代地点より約10km東の水田地帯
本荘	本荘市本荘保健所	降雪調査地点と同じ
石沢	本荘市郊外の石沢小学校	本荘地点より約10km南東の水田地帯
横手	横手市横手保健所後の公園	降雪調査地点と同じ
山内	山内村板井沢果樹園	横手地点より約4km南東の畑地帯



また、図-3には降雪採取器を示した。

積雪成分調査は、積雪最大期の昭和63年2月17日に積雪を採取した。採取は塩ビ筒（径250mm、長さ1,500mm）を積雪に垂直に打ち込み、取り出した円柱状の積雪を地面側から300mmごとに切断して、各層ごとの分析試料とした。

採取した試料は、降雪および積雪ともポリエチレン袋に入れて持ち帰り、室温融解後メンブランフィルター（孔径 $0.8\mu\text{m}$ ）でろ過してから分析に供した。

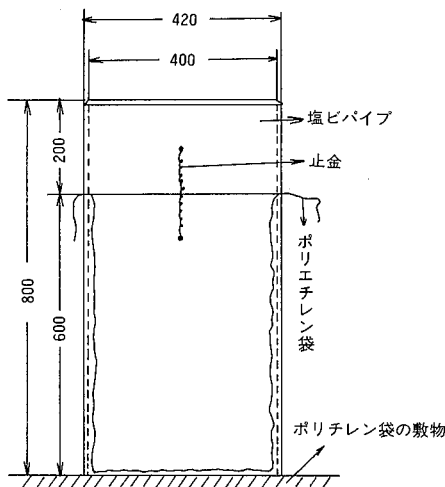


図-3 降雪採取器

## 2. 4 分析方法

分析は、次の方法で行った。

pH：ガラス電極法

導電率 (EC)：導電率計 (単位 $\mu\text{s}/\text{cm}$ )

$\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{Cl}^-$ ：イオンクロマトグラフィー法 (単位 $\mu\text{g}/\text{ml}$ )

$\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ：原子吸光法 (単位 $\mu\text{g}/\text{ml}$ )

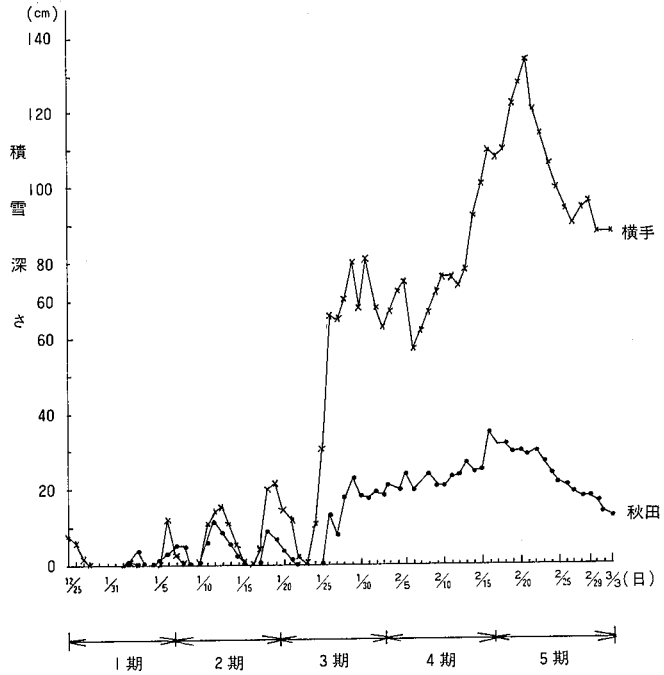
$\text{NH}_4^+$ ：インドフェノール法 (単位 $\mu\text{g}/\text{ml}$ )

## 3. 結果および考察

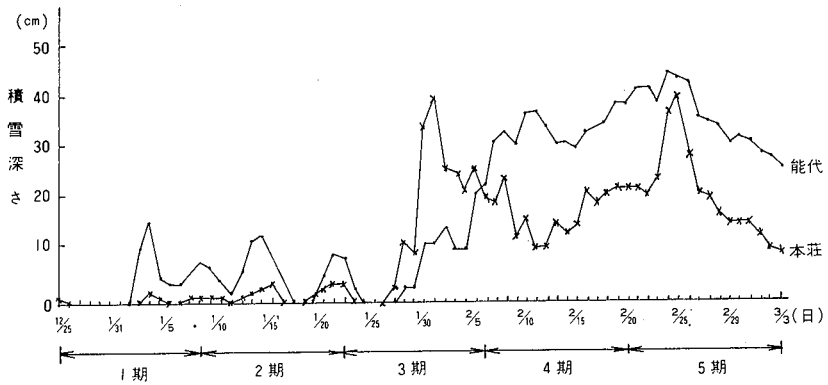
### 3. 1 降雪成分調査結果

#### (1) 降雪の採取状況と積雪深さの推移

図-4に、主な市の積雪深さの推移を示したが<sup>8)</sup>、各市とも三期目の上旬までは暖冬の影響で雪不足が続き、積雪がゼロとなる日もあった。特に一期目は、雪よりも雨の日が多く、また路面が乾燥して道路粉じんが舞い上がる日もあった。積雪深さが最大となったのは、各市とも2月15日から2月22日頃で、最大積雪深さは横手市の136cm、他市は35~46cm程度であった。



図一4 積雪深さの推移(1)



図一4 積雪深さの推移(2)

## (2) 測定結果の概要

表一 3 に降雪成分の測定結果と全測定値の基本統計量を示した。

pHの測定値は、4.31~7.01の範囲に分布し、全測定値の単純平均値は5.55であった。pH5.6以下を酸性雪とすれば、全体の60%は酸性雪となっていた。

ECの測定値は39.8~220.0 $\mu\text{s}/\text{cm}$ と範囲が大きく、単純平均値は92.25 $\mu\text{s}/\text{cm}$ であった。

イオン成分濃度は、Cl<sup>-</sup>、Na<sup>+</sup>の濃度が高く、ついでSO<sub>4</sub><sup>2-</sup>、Ca<sup>2+</sup>の順となっていた。

また、Na<sup>+</sup>を指標として算出したEx.SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> (過剰SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>)は、1.43~10.29 $\mu\text{g}/\text{ml}$ の範囲にあり、単純平均値は6.80 $\mu\text{g}/\text{ml}$ となったことから、Ex.SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>はSO<sub>4</sub><sup>2-</sup>のうち約62%、海塩由来のSO<sub>4</sub><sup>2-</sup>は38%であった。

ろ紙上残留物である不溶解性成分量は253~7,250 $\text{mg}/\text{m}^2$ で、測定項目中、最も変動幅が大きかった。

## (3) 雨水成分調査結果との比較

表一 4 には、前年度に今回の降雪調査と同じ地点で行った中通、仁別地点の梅雨期の雨水成分調査結果を示し、降雪成分調査結果との比較をしてみた。

pHについてみると、仁別地点の差異は小さいが、中通地点では降雪が雨水より高い値を示した。

イオン成分濃度についてみると、中通、仁別地点とも、すべての項目で降雪の成分濃度が高かった。特に海塩由来のNa<sup>+</sup>、Cl<sup>-</sup>、Mg<sup>2+</sup>の成分濃度においては、13~26倍という違いがみられた。これは、採取方法が異なることにもよるが、降雪期における強風を伴った日本海からの季節風が、海塩粒子を多く含んだ降雪をもたらすことに起因しているものと考えられた。

また、Ex.SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>の比率は雨水が92~96%に対し、降雪は64%となっており、梅雨期と降雪期の差異は、約30%にもおよんでいた。

表一3 測定結果と基本統計量

(n=30)

測定結果	中 通	min ~max	pH	EC μS/cm	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> μg/ml	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> μg/ml	Cl <sup>-</sup> μg/ml	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> μg/ml	Ca <sup>2+</sup> μg/ml	Mg <sup>2+</sup> μg/ml	K <sup>+</sup> μg/ml	Na <sup>+</sup> μg/ml	ExSO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> μg/ml	不溶解成分 mg/m <sup>2</sup>	降水量 mm
			4.68 ~7.01	94.2 ~125.1	6.76 ~10.03	1.08 ~1.95	17.30 ~23.78	0.61 ~1.59	1.41 ~7.88	1.24 ~1.55	0.58 ~1.99	9.60 ~13.90	3.64 ~7.51	253 ~7,250	1.5 ~75.6
			4.31 ~4.69	58.7 ~88.6	3.86 ~6.61	0.86 ~1.57	10.70 ~15.90	0.26 ~0.64	0.78 ~1.80	0.78 ~1.79	0.39 ~1.80	5.63 ~10.20	2.14 ~4.67	305 ~1,090	30.7 ~77.9
			5.08 ~6.35	43.3 ~97.2	3.30 ~11.30	0.88 ~2.00	5.84 ~20.50	0.45 ~1.08	1.32 ~4.13	0.48 ~1.56	0.31 ~1.58	3.39 ~12.00	2.01 ~10.29	791 ~2,870	15.9 ~69.0
			4.66 ~6.03	54.2 ~220.0	3.44 ~14.50	0.64 ~2.28	11.0 ~48.10	0.75 ~2.36	1.66 ~4.42	0.79 ~3.62	0.60 ~2.57	6.19 ~29.33	1.89 ~7.14	331 ~5,260	17.3 ~56.7
			5.23 ~6.89	76.6 ~185.7	5.49 ~11.26	0.88 ~2.15	14.70 ~39.28	0.26 ~1.41	1.90 ~6.26	1.10 ~2.71	0.77 ~1.73	8.27 ~21.57	2.48 ~5.85	828 ~5,040	20.5 ~82.6
			5.05 ~6.50	39.8 ~69.8	2.55 ~5.25	~0.64 ~1.61	7.36 ~15.50	0.36 ~0.97	0.51 ~3.02	0.56 ~1.03	0.29 ~0.55	4.48 ~8.26	1.43 ~3.98	789 ~3,680	572 ~1,871
基本統計量	最小値		4.31	39.8	2.55	0.64	5.84	0.26	0.51	0.48	0.29	3.39	1.43	253	1.5
	最大値		7.01	220.0	14.50	2.28	48.10	2.36	7.88	3.62	2.57	29.33	10.29	7,250	187.1
	平均値		5.55	92.25	6.80	1.41	18.26	0.85	2.50	1.34	0.90	10.31	4.22	2,091	55.7
	標準偏差		0.80	42.86	2.83	0.44	9.95	0.52	1.77	0.72	0.58	5.80	2.00	1,836	35.9
	*ひずみs		0.16	1.10	0.72	-0.09	1.17	1.43	1.32	1.26	1.15	1.36	0.89	1.09	1.71
	*とがりk		1.73	4.05	3.04	2.20	4.11	4.69	4.24	4.59	3.50	4.98	3.86	3.21	7.16

※ひずみ S=0 対象な分布 ※とがり K=3 正規分布  
 S>0 右にすそをひく分布 K>3 ピークが高くとなり、すそが長い分布  
 S<0 左にすそをひく分布 K<3 ピークが扁平で、すそが短い分布

表—4 雨水成分と降雪成分の比較

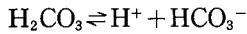
地点	調査区分	pH	EC	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Ex.SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Ex.SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ×100
中 通	雨水調査	4.60	17.9	2.39	0.69	0.86	0.38	0.35	0.09	0.10	0.43	2.29	96%
	降雪調査	6.24	107.8	7.84	1.58	20.23	0.91	4.42	1.38	1.17	11.17	5.05	64%
仁 別	雨水調査	4.60	14.9	1.85	0.54	0.77	0.20	0.18	0.06	0.10	0.56	1.71	92%
	降雪調査	4.50	72.3	5.30	1.35	12.92	0.44	1.10	1.08	0.77	7.52	3.41	64%

単位はpHがなし、ECが $\mu\text{s}/\text{cm}$ 、他は $\mu\text{g}/\text{ml}$

#### (4) 降雪成分のイオンバランス

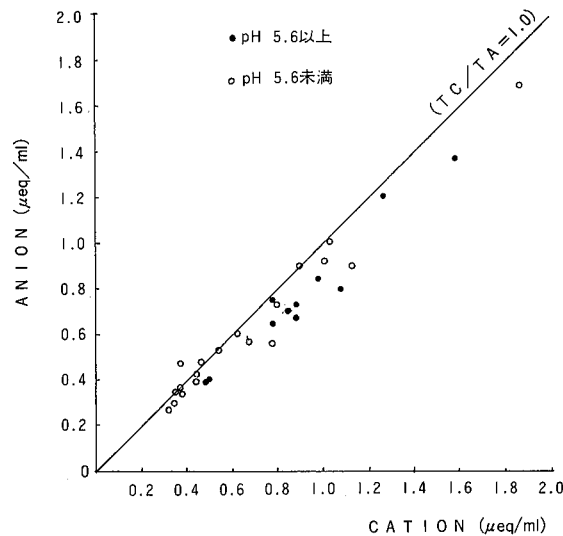
図一五に、全試料についてのイオンバランスを示した。前報<sup>4)</sup>までの雨水のイオンバランスと比較すると、カチオンがやや過剰であった。また、pHが高い試料にカチオンが若干過剰となる傾向がみられた。

玉置らによると、pHの中性域では、



の平衡により、アニオンとしての $\text{HCO}_3^-$ の寄与が大きくなるという報告があり<sup>9)</sup>、実際に主な試料について $\text{HCO}_3^-$ の濃度を測定してみた結果、溶存が認められた。

このことから、雨水により降雪成分のイオンバランスが、カチオン過剰側に崩れた要因として、今回の降雪調査のpHが、雨水調査のpHより相対的に高いため、降雪中の未測定の $\text{HCO}_3^-$ が雨水中より多く溶存していたことによるものと推定された。



図一五 降雪のイオンバランス

#### (5) 測定項目間の相関係数

表一五には、測定項目間の相関係数を示した。強い相関を示したのは $\text{Na}^+ - \text{Cl}^-$ 、 $\text{Na}^+ - \text{Mg}^{2+}$ 、 $\text{Na}^+ - \text{EC}$ 、 $\text{Cl}^- - \text{Mg}^{2+}$ 、 $\text{Cl}^- - \text{EC}$ 、 $\text{Mg}^{2+} - \text{EC}$ で、海塩由来成分の相互間と、ECの関係が主となり、相関係数は0.95以上であった。

また、ECは不溶性成分を除いたすべての項目と有意な相関を示した。

pHと有意な相関を示したのは、 $\text{Ca}^{2+}$ と不溶性成分間で、いずれも1%有意水準での相関を示した。

表一5 測定項目間の相関

n=30

	pH	EC	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Ex.SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	不溶解 性成分	降水量
pH	1.000												
EC	0.223	1.000											
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	0.174	**	1.000										
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	0.348	**	**	1.000									
Cl <sup>-</sup>	0.196	**	**	*	1.000								
Na <sup>+</sup>	0.154	**	**	**	**	1.000							
K <sup>+</sup>	0.320	*	0.326	**	*	0.443	1.000						
Ca <sup>2+</sup>	0.776	**	**	**	*	0.409	0.636	1.000					
Mg <sup>2+</sup>	0.130	**	**	*	**	0.977	0.468	0.397	1.000				
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	0.116	**	**	*	**	0.510	0.226	0.387	0.577	1.000			
Ex.SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	0.133	**	**	**	**	0.318	0.138	0.429	0.352	0.700	1.000		
不溶解 性成分	0.653	0.240	0.116	0.361	0.273	0.274	0.423	0.489	0.204	-0.086	-0.035	1.000	
降水量	-0.203	*	**	**	*	-0.341	-0.097	-0.377	-0.364	-0.511	-0.573	0.100	1.000

\* 5%有意    \*\* 1%有意

#### (6) イオン成分濃度の地域特性

表一六に、各地点の成分濃度を降水量で重み付けした地点別平均値を示した。

pHは、秋田市の仁別地点が最も低く、同じ秋田市の中通地点が6.24と最も高い値を示した。他市の地点の平均は、5.41~5.93と範囲が小さいのに対し、秋田市の2地点の差異が大きい特性を示した。

ECの平均値についてみると、最も高い値を示したのは能代地点の120.6 $\mu$ s/cm、ついで本荘、中通地点で、最も低い値を示したのは横手地点の55.0 $\mu$ s/cmであった。能代地点の降雪のECは、横手地点の約2倍強であった。

イオン成分濃度の平均値についてみると、Cl<sup>-</sup>とNa<sup>+</sup>は地点間の差異が大きく、特にCl<sup>-</sup>では、最も高い値を示した能代地点と、最も低い値を示した横手地点における差が14.38 $\mu$ g/mlあった。

Ca<sup>2+</sup>の平均値は、中通地点が最も高く、仁別地点が最も低い値を示した。中通地点のCa<sup>2+</sup>濃度は、仁別地点の3.5倍となっていた。

その他のイオン成分濃度は、地点間の差異が小さく、特にNO<sub>3</sub><sup>-</sup>が小さい傾向を示した。

また、Ca<sup>2+</sup>を除くと、能代地点のイオン成分濃度はすべてに最高値を示し、横手地点はCa<sup>2+</sup>、NH<sub>4</sub><sup>+</sup>以外すべてに最低値を示した。

#### (7) イオン組成比による地域特性

表一七には、降水量で重み付けした平均値から当量濃度を算出した結果を示した。平均値から得たカチオンの総和(TC)と、アニオンの総和(TA)の比(TC/TA)は1.08~1.16の範囲にあり、カチオン過剰の傾向であった。

図一六には、表一七をもとにイオンの組成比を示した。各地点ともCl<sup>-</sup>とNa<sup>+</sup>の占める割合が大きく、Cl<sup>-</sup>では32.5~37.3%、Na<sup>+</sup>では28.5~32.7%を占めた。ついで大きい割合を示したのはSO<sub>4</sub><sup>2-</sup>、Ca<sup>2+</sup>、Mg<sup>2+</sup>で5.5~12.7%、最も小さいのはH<sup>+</sup>で、0~2.9%となっていた。

地点間による組成の比に差が大きいイオンはCa<sup>2+</sup>で、最も大きい割合を占める中通地点と、最も小さい仁別地点で6.6%の差異が認められた。ついでSO<sub>4</sub><sup>2-</sup>、Cl<sup>-</sup>、Na<sup>+</sup>の差異が大きかったが4.2~4.8%の範囲であった。

地点間の組成比に差異が小さかったのはNO<sub>3</sub><sup>-</sup>で、最大と最小の差は0.8%であった。

#### (8) 主成分分析による地域特性

次に、多項目の変数を小数個の総合特性値に要約する主成分分析を用いて、地域の特性をみてみた。



表一6 降雪成分濃度の地点別平均値 (降水量による重み付け平均値)

項目 地点	pH	EC μS/cm	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> μg/ml	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> μg/ml	Cl <sup>-</sup> μg/ml	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> μg/ml	Ca <sup>2+</sup> μg/ml	Mg <sup>2+</sup> μg/ml	K <sup>+</sup> μg/ml	Na <sup>+</sup> μg/ml	Ex SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> μg/ml
中通	6.24	104.7	7.34	1.53	20.64	0.73	4.00	1.34	1.04	11.66	4.42
仁別	4.52	70.7	5.14	1.34	12.70	0.45	1.14	1.10	0.84	7.41	3.28
大館	5.58	65.1	6.37	1.39	12.00	0.85	2.15	0.92	0.75	6.83	4.65
能代	5.41	120.6	8.56	1.59	25.39	1.36	2.75	1.87	1.39	14.56	4.91
本荘	5.93	106.8	6.96	1.47	22.86	0.63	2.91	1.66	1.32	13.02	3.69
横手	5.41	55.0	3.68	0.87	11.01	0.51	1.19	0.77	0.44	6.11	2.15

表一7 降雪成分の当量濃度

項目 地点	H <sup>+</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	T-C	T-A	TC+TA	TC/TA
中通	0.6	152.8	24.7	582.2	40.5	199.6	110.3	26.6	507.2	884.8	759.7	1,644.5	1.16
仁別	30.2	107.0	21.6	358.3	24.9	56.9	90.5	21.5	322.3	546.3	486.9	1,033.2	1.12
大館	2.6	132.6	22.4	338.8	47.1	107.3	75.7	19.2	297.1	549.0	493.8	1,042.8	1.11
能代	3.9	178.2	25.6	716.2	75.4	137.2	153.9	35.5	633.3	1,039.2	920.0	1,959.2	1.13
本荘	1.2	144.9	23.7	644.9	34.9	145.2	136.6	33.8	566.3	918.0	813.5	1,731.5	1.13
横手	3.9	76.6	14.0	310.6	28.3	59.4	63.4	11.3	265.8	432.1	401.2	833.3	1.08

単位はTC/TAがなし, 他はμeq/l

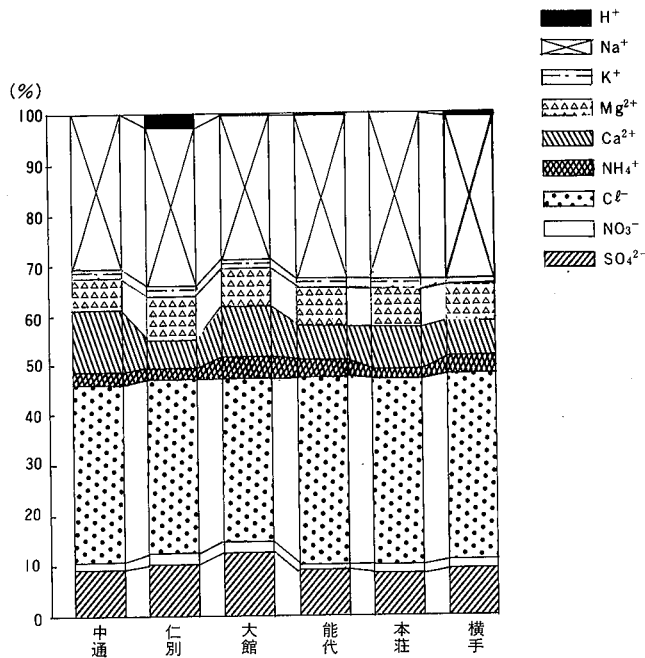
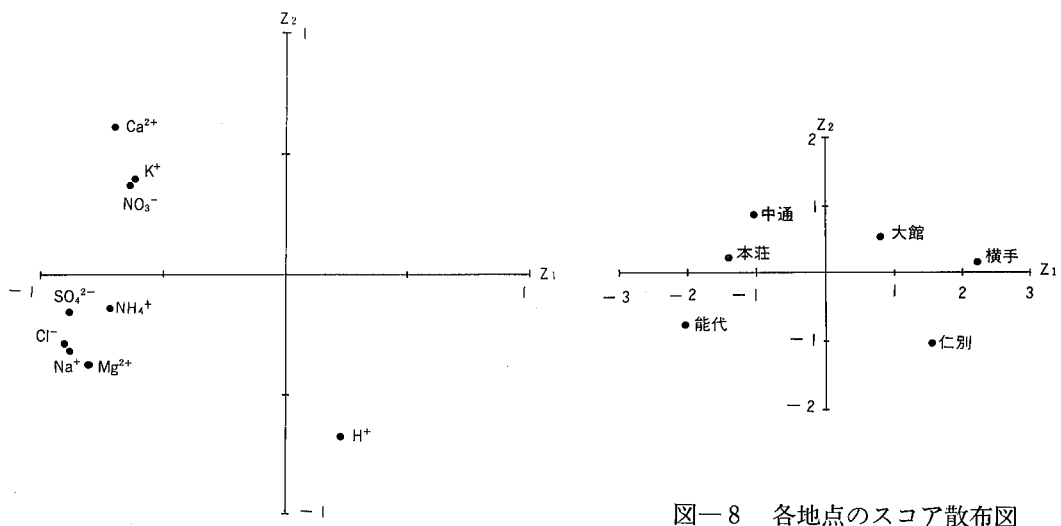


図-6 降雪成分のイオン組成比

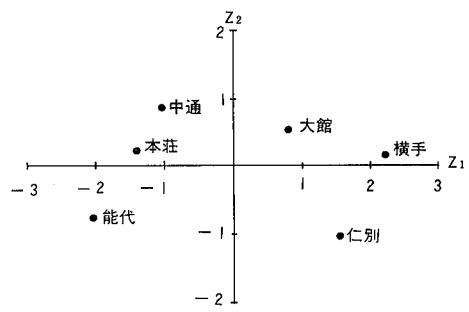
表-8に、全試料のイオン当量濃度をもとに、相関行列から出発して主成分分析を行った結果を示した。各主成分の固有値は、第1主成分 $Z_1$ が4.835、第2主成分 $Z_2$ が1.505となり、第2主成分までの累積寄与率は70.45%であった。

図-7には $Z_1$ 、 $Z_2$ に対する各変数の因子負荷量をプロットした。第1主成分 $Z_1$ は、 $H^+$ を除くすべての変数が負で、 $H^+$ 以外は、いずれが大きくなっても $Z_1$ が負の側に大きくなるという傾向を示すことより、総合的汚染の程度を示す主成分と考えられた。第2主成分 $Z_2$ は、正の符号を持つ変数が $NO_3^-$ 、 $Ca^{2+}$ 、 $K^+$ 、負の符号を持つ変数が $SO_4^{2-}$ 、 $Na^+$ 、 $Cl^-$ 、 $Mg^{2+}$ 、 $NH_4^+$ 、 $H^+$ となっていた。負の符号を持つ変数は、海塩由来 $SO_4^{2-}$ の割合が約40%を占める $SO_4^{2-}$ と、 $SO_4^{2-}$ と相関が強い $NH_4^+$ を含めて、主として海塩由来成分に関係が強い変数と考えられた。正の符号を持つ変数は、道路粉じんや自動車排出ガスなど、主として人為的な発生源に関係がある成分と考えられた。

図-8には、各試料について、 $Z_1$ と $Z_2$ のスコアを求め、地点ごとに平均したスコアをプロットしてみた。総合的汚染度合いが高いのは能代、本荘、中通地点の順で、汚染度合いの低いのは横手、仁別、大館地点の順であった。また、中通、大館、本荘、横手は人為的発生源の寄与が大きく、仁別、能代地点は海塩由来成分による寄与が大きかった。



図一七 各変数の因子負荷量



図一八 各地点のスコア散布図

表一八 降雪成分の主成分分析結果

変数	固有ベクトル		因子負荷量	
	Z <sub>1</sub>	Z <sub>2</sub>	Z <sub>1</sub>	Z <sub>2</sub>
H <sup>+</sup>	0.104	-0.557	0.229	-0.683
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	-0.399	-0.126	-0.877	-0.155
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	-0.288	0.309	-0.633	0.379
Cl <sup>-</sup>	-0.408	-0.231	-0.897	-0.283
Na <sup>+</sup>	-0.400	-0.253	-0.880	-0.310
K <sup>+</sup>	-0.284	0.320	-0.625	0.393
Ca <sup>2+</sup>	-0.316	0.502	-0.695	0.616
Mg <sup>2+</sup>	-0.364	-0.305	-0.800	-0.374
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	-0.328	-0.121	-0.721	-0.148
固有値	4.835	1.505		
寄与率(%)	53.73	16.72		
累積寄与率(%)	53.73	70.45		

### 3. 2 積雪成分調査結果

3. 1 では、2 週間ごとの降雪について、その成分濃度から地域の特徴などを考察した。しかし、酸性雪による環境への影響例は、1 降雪単位の降雪より、根雪となってから降り積もった積雪の初期段階の融雪水によることが多い。<sup>5-7)</sup>

このことから、降雪調査と合わせて、積雪の成分についても調査を行った。3. 2 では、その結果について考察する。

#### (1) 積雪採取状況

積雪採取地点は、降雪成分との比較をみるため、降雪調査地点と、主としてその後背地点の 2 地点を 1 地域として区分した。

表一 9 には、各地域における積雪の層別成分と、全層の成分測定結果を示した。また、未行には降雪成分との比較のため、積雪採取日までの降雪の平均値（降水量による重み付け平均値）を示した。

積雪が少なく、二層以上に区分できなかった地点は、大館地点と能代地域の 2 地点の計 3 地点で、中通地点は積雪がほとんどなく、採取できなかった。

積雪が多かったのは、横手地域と仁別地域で、特に横手地域の山内地点は、4 層に区分できた。

#### (2) 層別による成分の特性

二層以上に区分できた地点についてみると、各地点とも層別による成分濃度には、一定の傾向がみられなかったが、pH については仁別、大館鳳鳴地点を除いて下層がやや高い傾向を示した。

また、層別にみて変動幅の少ない成分は  $\text{NO}_3^-$ 、 $\text{NH}_4^+$ 、変動幅の大きい成分は  $\text{SO}_4^{2-}$ 、 $\text{Cl}^-$ 、 $\text{Na}^+$  であった。

相対的にみて、層別の成分濃度に変動が少ない地点は仁別、藤倉、千秋公園、石沢地点であった。

#### (3) pH、EC の地域特性

pH の最低値は、藤倉地点の中層で 4.56、最高値は大館地点の全層で 6.32 を示した。

また、全層の pH が 5.0 以下の低い値を示したのは、千秋公園、藤倉、仁別、石沢、山内地点で、いずれも郊外または山間部か、市街地であっても公園内の地点であった。

全層の pH が 5.5 以上を示したのは、大館地域の 2 地点であった。

EC の最小値は、山内地点での上層で  $28.3\mu\text{s}/\text{cm}$ 、最大値は本荘地点の  $145.6\mu\text{s}/\text{cm}$  で、地点間における差異が大きかった。

全層の EC が  $100\mu\text{s}/\text{cm}$  以上と大きい値を示したのは、能代、本荘地点、全層の EC が  $50\mu\text{s}/\text{cm}$  以下と小さい値を示したのは大館、山内地点であった。

#### (4) イオン成分濃度の地域特性

$\text{SO}_4^{2-}$  の最大値は、本荘地点の上層で  $8.23\mu\text{g}/\text{ml}$ 、最小値は山内地点の上層で  $1.60\mu\text{g}/\text{ml}$  であった。

また、全層の濃度が  $5.0\mu\text{g}/\text{ml}$  以上を示したのは、大館鳳鳴、能代地点であった。

表一 9 積雪成分調査結果

注) 試料は地面から30cmまで下層、30~60cm中層の順。全層は、各層の融雪水量の比より、一定量ずつとり、混合した試料の分析結果。積雪30cm未満の地点の試料は、全層試料とした。

中通地域

調査区分	地点名	試料	pH	EC	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>
積雪調査	千秋公園	下層	4.80	74.7	4.40	0.86	15.32	0.40	0.91	1.12	0.50	9.23
		上層	4.72	67.0	4.59	0.65	12.11	0.37	0.82	0.91	0.52	7.48
		全層	4.80	70.9	4.29	0.78	14.3	0.39	0.90	1.07	0.63	8.47
降雪調査	中 通	平均値	6.23	104.5	7.32	1.53	20.65	0.72	3.97	1.34	1.04	11.67

仁別地域

調査区分	地点名	試料	pH	EC	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>
積雪調査	藤 倉	下層	4.82	63.7	3.67	0.87	12.93	0.20	0.78	0.96	0.42	8.74
		中層	4.56	52.1	3.08	0.73	9.16	0.17	0.53	0.68	0.40	5.71
		上層	4.62	54.8	3.10	0.56	9.74	0.25	0.51	0.70	0.45	6.01
		全層	4.71	58.2	3.38	0.79	11.40	0.24	0.67	0.85	0.41	6.77
降雪調査	仁 別	下層	4.58	49.0	2.89	0.72	8.79	0.18	0.41	0.66	0.31	5.18
		上層	4.63	34.9	2.12	0.56	5.34	0.36	0.35	0.34	0.48	4.16
		全層	4.60	46.4	2.88	0.68	8.36	0.21	0.44	0.61	0.36	4.86
降雪調査	仁 別	平均値	4.54	68.7	4.97	1.33	12.36	0.46	1.14	1.10	0.87	7.20

大館地域

調査区分	地点名	試料	pH	EC	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>
積雪調査	大館鳳鳴	下層	4.98	126.0	6.64	1.11	27.63	0.37	1.83	2.12	0.86	16.88
		上層	5.67	42.8	2.77	0.83	8.55	0.23	1.09	0.65	0.38	5.56
		全層	5.61	95.5	5.10	1.00	21.31	0.41	1.43	1.59	0.66	12.77
降雪調査	大館	全層	6.32	35.6	2.57	0.78	6.44	0.33	1.50	0.49	0.31	5.17
	大館	平均値	5.52	63.1	6.28	1.35	11.67	0.83	2.00	0.90	0.76	6.67

能代地域

調査区分	地点名	試料	pH	EC	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>
積雪調査	羽立	全層	5.34	68.4	4.57	0.88	13.80	0.46	1.51	1.04	0.59	8.39
	能代	全層	4.84	115.8	6.56	0.88	25.80	0.41	1.52	1.88	0.78	15.22
降雪調査	能代	平均値	5.49	11.90	8.42	1.62	25.15	1.25	2.86	1.87	1.46	14.57

本荘地域

調査区分	地点名	試料	pH	EC	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>
積雪調査	石 沢	下 層	5.12	54.3	3.12	0.75	11.0	0.27	0.85	0.84	0.39	6.93
		上 層	4.66	59.2	4.18	0.77	10.98	0.31	0.79	0.84	0.43	6.44
		全 層	4.96	55.5	3.47	0.74	11.7	0.28	0.91	0.84	0.44	7.64
降雪調査	本 荘	下 層	6.25	86.8	4.51	0.84	18.95	0.34	1.86	1.34	0.69	11.59
		上 層	4.77	145.6	8.23	0.84	32.95	0.51	1.74	2.35	0.88	19.60
		全 層	5.37	116.5	6.51	0.85	26.5	0.42	1.83	1.87	0.76	15.76
降雪調査	本 荘	平均値	5.84	99.8	9.58	1.45	21.40	0.56	2.61	1.57	1.33	12.26

横手地域

調査区分	地点名	試料	pH	EC	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>
積雪調査	山 内	下 層	5.07	28.6	1.73	0.62	5.50	0.16	0.50	0.40	0.25	3.97
		中層(下)	4.95	107.8	4.69	0.54	25.16	0.15	0.96	1.75	0.70	15.72
		中層(上)	4.74	42.0	2.12	0.66	8.05	0.13	0.45	0.60	0.31	5.58
		上 層	4.77	28.3	1.60	0.48	5.14	0.10	0.37	0.35	0.22	5.06
		全 層	4.93	47.1	2.31	0.57	9.58	0.14	0.55	0.71	0.36	7.67
降雪調査	横 手	下 層	5.20	43.3	2.30	0.59	8.90	0.23	0.67	0.67	0.46	5.80
		中 層	5.14	77.7	3.64	0.65	17.5	0.29	0.92	0.13	0.49	10.78
		上 層	4.82	38.3	2.12	0.53	7.42	0.25	0.44	0.53	0.36	5.04
降雪調査	横 手	平均値	5.33	55.7	3.69	0.83	11.26	0.51	1.29	0.78	0.44	6.21

単位はpHがなし、ECはμS/cm、他はμg/ml

NO<sub>3</sub><sup>-</sup>の最大値は、大館鳳鳴地点の下層で1.11μg/ml、最小値は山内地点の上層で0.48μg/mlであった。相対的に、NO<sub>3</sub><sup>-</sup>は地点間による差異が小さかった。

Cl<sup>-</sup>の最大値は本荘地点上層の32.95μg/ml、最小値は山内地点の5.14μg/mlであった。

また、Na<sup>+</sup>の最大、最小値も本荘、山内地点であった。

全層におけるCl<sup>-</sup>、Na<sup>+</sup>の濃度が高い地点は、本荘、能代地点の海岸に近い地点となっていた。また、Cl<sup>-</sup>、Na<sup>+</sup>は他のイオン成分より地点別の差異が大きかった。

Ca<sup>2+</sup>の最大値は本荘地点の下層で1.86μg/ml、最小値は仁別地点の0.35μg/mlであった。

全層で濃度が高い地点は大館、能代地域と、本荘地点であった。

#### (5) クラスター分析による地点の分類

次に地点をいくつかのグループに分類して、各地点間の関連性を検討するため、クラスター分析を行った。用いたデータは表-10に示した各地点の全層のイオン当量濃度で、データ間距離としてはユークリッド距離を用い、クラスター間距離にはメジアン法を用いた。

表-10 積雪成分（全層）の当量濃度

地点名	H <sup>+</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>
千秋公園	15.8	89.3	12.6	403.4	368.4	16.1	44.9	88.0	21.6
藤倉	19.5	70.4	12.7	321.6	294.5	10.5	33.4	70.0	13.3
仁別	25.1	60.0	11.0	235.8	211.4	9.2	22.0	50.2	11.6
大館鳳鳴	2.5	106.2	16.1	601.1	555.5	16.9	71.4	130.9	22.7
大館	0.5	53.5	12.6	181.7	224.9	7.9	74.9	40.3	18.3
羽立	4.6	95.1	14.2	389.3	364.9	15.1	75.3	85.6	25.5
能代	14.5	136.6	14.2	727.8	662.0	19.9	75.8	154.7	22.7
石沢	11.0	72.2	11.9	330.0	332.3	11.3	45.4	69.1	15.5
本荘	4.3	135.5	13.7	747.5	685.5	19.4	91.3	153.9	23.3
山内	11.7	48.1	9.2	270.2	333.6	9.2	27.4	58.4	7.8
横手	6.6	53.7	9.2	310.3	314.5	10.7	34.4	66.7	14.4

単位μeq/l



図-9には、クラスター分析結果、得られたデンドログラムを示した。

クラスター間距離 $15 \times 10$ で、3つのクラスターに分類できた。第1クラスターは、いずれも内陸や山間部もしくは公園内地点で、各イオン当量濃度が低い特徴を示す地点であった。第1クラスターの中では、藤倉と横手地点が最も早く融合し、石沢、山内地点が続いて融合した。藤倉と地理的に最も近い仁別地点は、大館地点と融合した。第3クラスターは能代、本荘地点で、いずれもイオン当量濃度が高く、海岸に近い地点であった。第2クラスターは大館鳳鳴地点で、このクラスター間距離では、いずれの地点とも融合していないが、イオン当量濃度は、第3クラスターより、やや低い内陸地点であった。

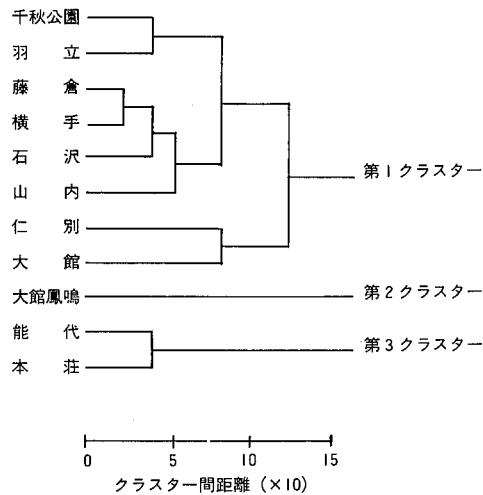


図-9 クラスター分析によるデンドログラム

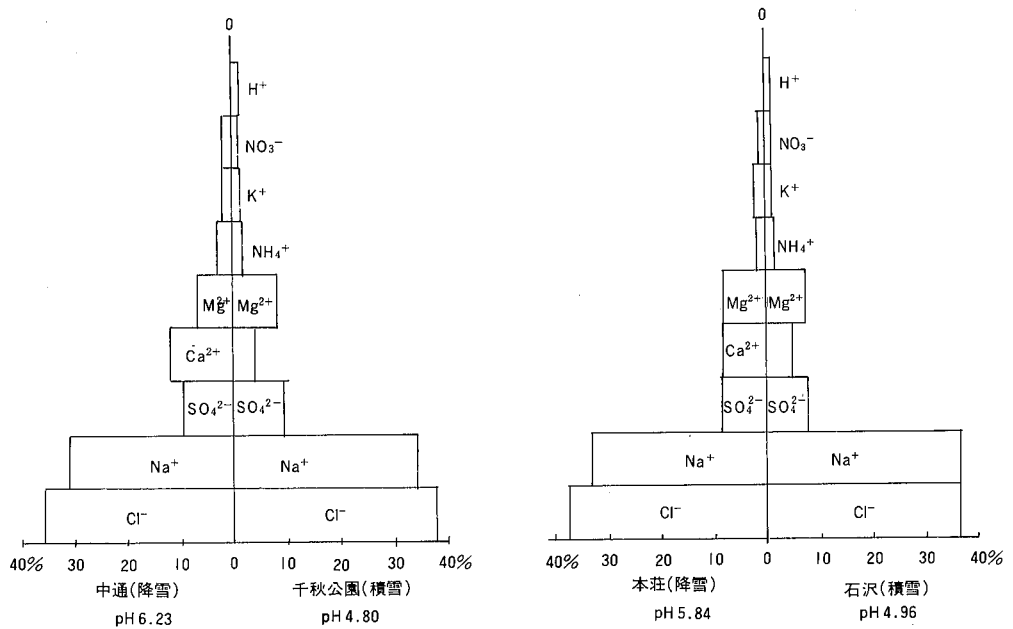
(6) 降雪成分調査との比較

降雪調査は、採取期間内の全ての降雪（雨）を貯留したものであるのに対し、積雪調査は根雪となる前の降雪や、根雪後の降雨などによる融雪水は採取されない。そのため、両者の成分については単純に比較できないが、結果の傾向について述べると、pHに差異が大きかったのは中通地域の中通地点（降雪）と千秋公園（積雪）、本荘地域の本荘地点（降雪）と石沢地点（積雪）であった。

図一10に、両地域における地点間のイオン組成比を対比させてみた。pHが高かった降雪調査地点の中通、本荘地点は、pHの低かった積雪調査地点の千秋公園、石沢地点に比べ、Ca<sup>2+</sup>の占める割合が大きくなっており、他のイオン組成比はCa<sup>2+</sup>ほど大きな変化はみられなかった。

また、pHの差異が小さかった地域は、仁別地域、横手地域であった。

相対的にみて、積雪の少ない地域より多い地域において、地点間の降雪成分と積雪成分濃度の差異が小さい傾向にあった。



図一10 降雪と積雪のイオン組成比

#### 4 まとめ

県内5市6地点における降雪の成分調査を行った結果、次の結果が得られた。

(1) pHの測定値は4.31~7.01の範囲にあり、全試料の単純平均値は5.55であった。また、全試料の60%は、pH5.6以下の酸性雪であった。地点別では、秋田市の仁別地点が最も低い値であった。

(2) イオン成分濃度では、Cl<sup>-</sup>とNa<sup>+</sup>の濃度が高く、梅雨期の13~26倍の値を示す地点があった。また、Ex.SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>は、SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>の約64%で、梅雨期より30%近く少ない比率を示す地点があった。

(3) 各測定項目間の相関係数では、海塩由来成分相互間とECの相関関係が強かった。また、pHと正の相関を示したのはCa<sup>2+</sup>と不溶性成分量であった。

(4) イオン組成比は、各地点ともCl<sup>-</sup>とNa<sup>+</sup>の占める割合が大きく、Cl<sup>-</sup>は32.5~37.3%、Na<sup>+</sup>は28.5~32.7%を占めた。地点間による組成比に差異が大きい成分はCa<sup>2+</sup>であった。

(5) 主成分分析の結果、総合的汚染度合を示す主成分と、発生源寄与の度合を示す主成分に要約できた。また、各地点のスコアの平均値をプロットしたところ、能代地点は総合的汚染度合いが最も高く、中通地点は人為的汚染度合いが最も高かった。

また、降雪成分調査と合わせて、積雪成分調査を行ったところ、次の結果が得られた。

(1) pHの測定値は4.56~6.32を示した。5.0以下の低い値を示したのは、主として郊外または山間部地点であった。

(2) イオン成分濃度が高い地点は、大館、能代地域と本荘地点であった。また、Cl<sup>-</sup>とNa<sup>+</sup>は地点間における差異が大きく、NO<sub>3</sub><sup>-</sup>は小さかった。

(3) クラスタ分析の結果、3つのクラスターに分類され、第1クラスターはイオン成分濃度の低い郊外や山間部地点、第3クラスターは海岸に近いイオン成分濃度が高い地点、第2クラスターは、比較的イオン成分濃度が高い内陸の地点であった。

(4) 降雪と積雪のpHに差異が大きかった地点のイオン組成比を比較してみた結果、pHの高い降雪調査地点のCa<sup>2+</sup>の組成の割合が多くなっていた。また、積雪の多い地域は、降雪成分と積雪成分濃度の差異が小さかった。

#### 参 考 文 献

- 1) 信太 穰ほか：秋田県環境技術センター年報，No.11，82(1983)
- 2) 斎藤 学ほか：秋田県環境技術センター年報，No.12，94(1984)
- 3) 斎藤 学ほか：秋田県環境技術センター年報，No.13，69(1985)
- 4) 斎藤 学ほか：秋田県環境技術センター年報，No.14，66(1986)
- 5) M. Tranter: Atmos. Environ., Vol. 20, No.3, 517(1986)
- 6) M. Johannessen and A. Henriksen: Water Resources Research, Vol. 14, No.4, 615(1978)
- 7) H. Hultberg: Water, Air. and Soil Pollution, 7, 279(1977)
- 8) 秋田地方气象台：秋田県気象月報，昭和62年12月号～昭和63年3月号
- 9) 玉置 元則ほか：第25回大気汚染学会講演要旨集，323(1984)

## 沿道周辺における自動車排ガスの挙動に関する調査研究（第2報）

小玉 幹生 藤島 直司<sup>※</sup>

### 1 はじめに

わが国の大気汚染の状況は全般的に改善の傾向を示しているが二酸化窒素については、昭和62年度における一般環境大気測定局の6.0%、自動車排ガス測定局の37.4%が環境基準の上限値(0.06ppm)を超過し、特に東京、大阪等の大都市地域において改善が遅れている<sup>1)</sup>。

一方、本県においては、62年度の二酸化窒素の環境基準の長期的評価である日平均値の年間98%値は、一般環境大気測定局で0.005~0.035ppm、自動車排ガス測定局で0.017~0.038ppmの範囲であり、全測定局で環境基準を達成し、良好な状況となっている<sup>2)</sup>。

しかし、今後、自動車の保有台数、交通量の増加等により自動車排ガスによる窒素酸化物濃度の上昇が懸念される。

このため、昨年度に引き続き主要幹線道路周辺等で窒素酸化物濃度やオゾン濃度を測定し、自動車排ガスの環境大気に与える影響について検討した。

### 2 調査方法

#### 2.1 調査地点及び時期

昨年に引き続き主要道の沿線として国道7号線沿線の秋田市八橋県環境技術センター前<sup>3)</sup>、それに市内の非汚染地域として秋田市藤倉の県旭川ダム管理事務所前、特殊な地区として秋田市土崎港ジャスコ土崎港店の屋外駐車場を選定し、調査を実施した。

各地点の調査時期は下期のとおりである。

- 秋田市八橋県環境技術センター
  - 第1回目 昭和62年7月30日~8月9日(8月と称す)
  - 第2回目 昭和62年9月18日~10月4日(10月と称す)
  - 第3回目 昭和62年11月13日~12月2日(12月と称す)
- 秋田市藤倉旭川ダム管理事務所
  - 昭和62年10月22日~11月8日(11月と称す)
- 秋田市土崎港ジャスコ土崎港店屋内駐車場
  - 昭和62年10月22日~11月8日(11月と称す)

---

※現秋田県大曲保健所

## 2. 2 調査項目および方法

表一 1

使 用 機 器	規格・型式	方 法	調 査 場 所
窒素酸化物自動測定機	紀本電子工業㈱ MODEL-214	吸光光度法	環境技術センター 旭川ダム管理事務所 土崎ジャスコ屋内駐車場
オキシダント自動測定機	京都電子㈱ OX-07	吸光光度法	土崎ジャスコ屋内駐車場
オゾン自動測定機	ダイレック㈱ MODEL1006-AHJ	紫外線吸収法	環境技術センター 旭川ダム管理事務所
全天候紫外線計	英弘精器㈱ MS型		環境技術センター

## 3 調査結果

### 3. 1 平均濃度

3 地点の平均濃度を表一 2 に示す。

表一 2 窒素酸化物及びオゾン等の平均濃度

項目(単位)	環境技術センター前			旭川ダム 管理事務所前	ジャスコ店 屋内駐車場
	8 月	10 月	12 月		
NO (ppb)	11 (15)	21 (29)	28 (29)	1	54
NO <sub>2</sub> (ppb)	12 (13)	17 (22)	21 (20)	1	23
NO <sub>x</sub> 比 (%)	52 (46)	45 (43)	43 (41)	50	30
O <sub>3</sub> (ppb)	14 (23)	19 (18)	22 (17)	27	7
UV (KJ/m <sup>2</sup> )	88	88	44	—	—

( ) 昨年度の調査結果

環境技術センター前では一酸化窒素濃度が11~28ppb、二酸化窒素濃度が12~21ppbとほぼ昨年度と同様の結果となった。

季節的には両項目とも8月<10月<12月となっている。

旭川ダム管理事務所前では一酸化窒素、二酸化窒素濃度とも1ppb、ジャスコ屋内駐車場では一酸化窒素が54ppb、二酸化窒素が23ppbとなっている。

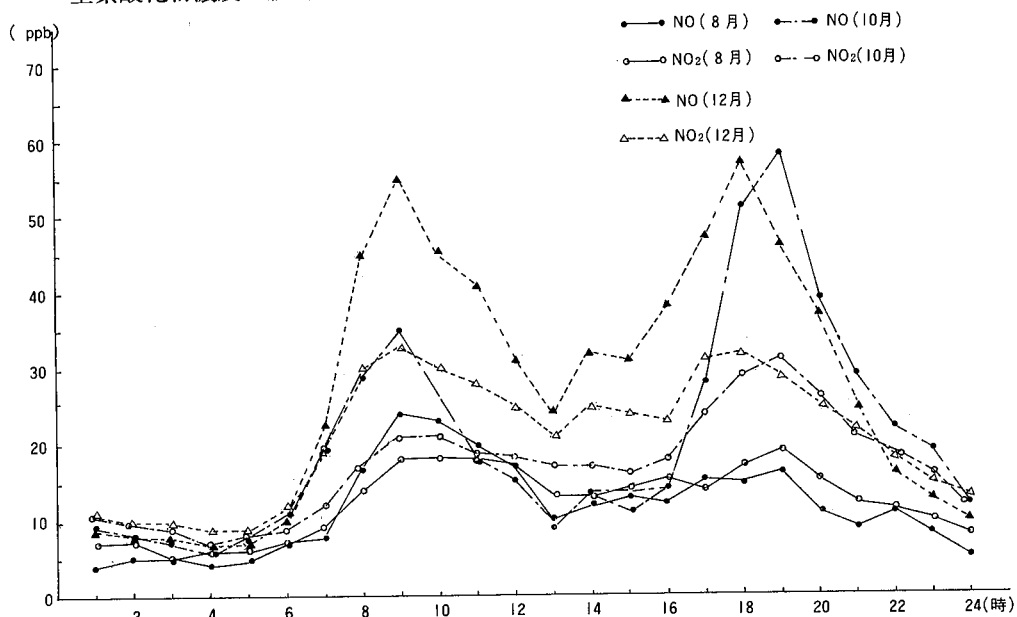
オゾン濃度も窒素酸化物濃度と同様に環境技術センター前では8月<10月<12月となっている。旭川ダム管理事務所前では27ppb、紫外線の影響が少ないジャスコ屋内駐車場では他の地点の $\frac{1}{4}$ ~ $\frac{1}{2}$ の7ppbとなっている。

NO<sub>2</sub>/NO+NO<sub>2</sub> (以下NO<sub>x</sub>比)は環境技術センター前が43~52%、旭川ダム管理事務所前が50%、ジャスコ屋内駐車場が30%となっている。

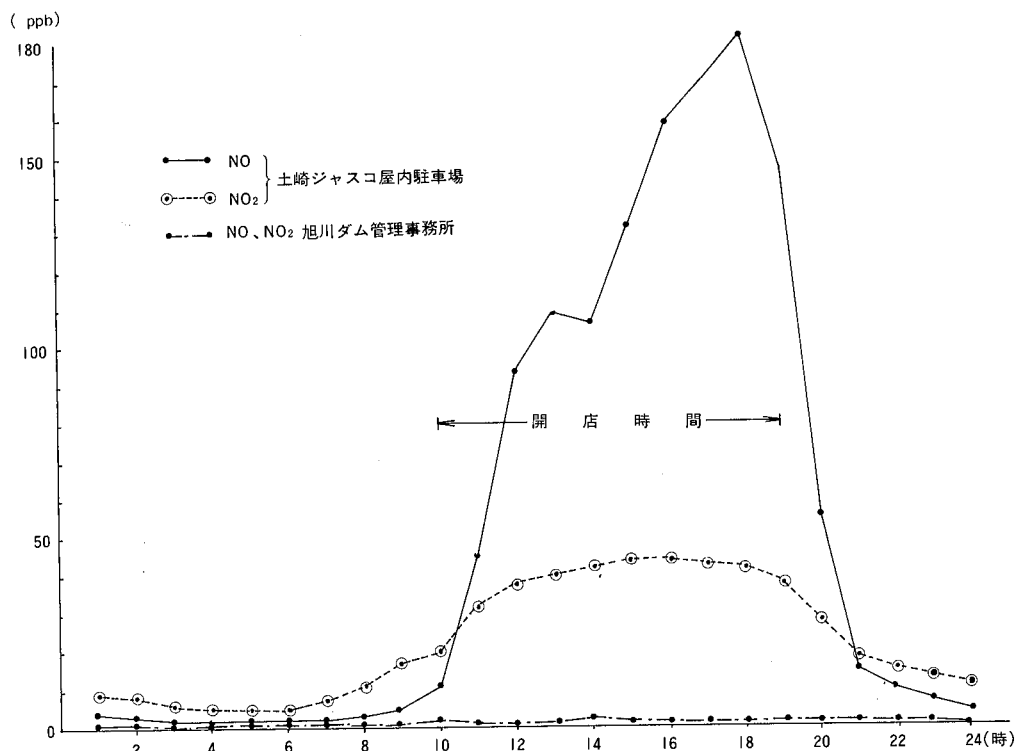
### 3. 2 時刻別変化

#### (1) 窒素酸化物濃度

窒素酸化物濃度の経時変化を図1～2に示した。



図一 1 窒素酸化物濃度の経時変化 (環境技術センター前)



図一 2 窒素酸化物濃度の経時変化

国道7号線に面した環境技術センター前では一酸化窒素、二酸化窒素とも二山型のピークを示し、朝は8時～9時、夕方は18時～19時にかけて出現しており、季節によるピークの時間的なずれはみられない。

一方、ジャスコの屋内駐車場での一酸化窒素濃度は10時の開店時には10ppbと低いが、時間の経過とともにほぼ一直線に上昇し、18時に最高値を示すが、18時以降は急激に低下し、特に、閉店の19時から20時にかけての低下が著しい。二酸化窒素は開店時の10時には20ppbと一酸化窒素より高いが、濃度の上昇はゆるやかで、特に、12時から19時にかけてほぼ平坦で40ppb前後の値となっている。

自動車の影響をほとんど受けない旭川ダム管理事務所前では一酸化窒素、二酸化窒素濃度とも1ppbで経時変化はない。

## (2) オキシダント及びオゾン濃度

オキシダント及びオゾン濃度の経時変化を図3～4に示した。

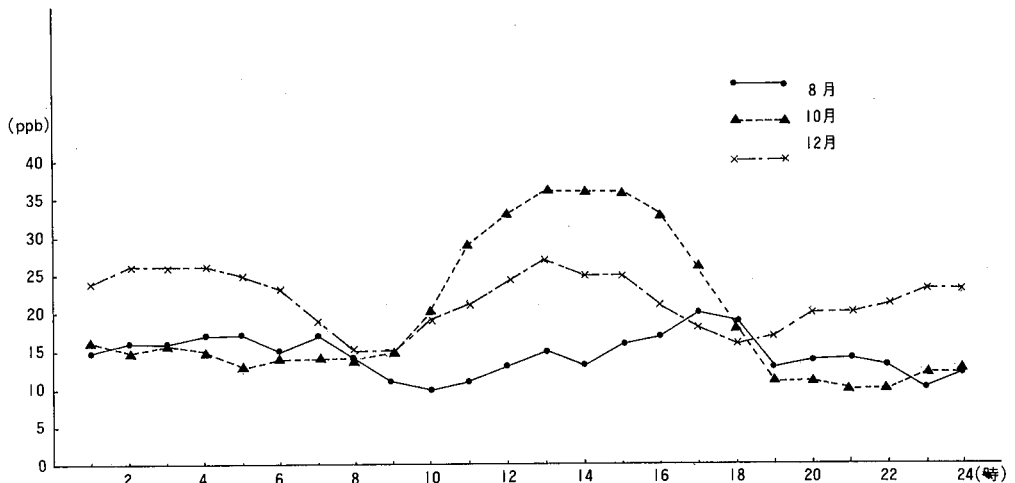


図-3 オゾン濃度の経時変化 (環境技術センター前)

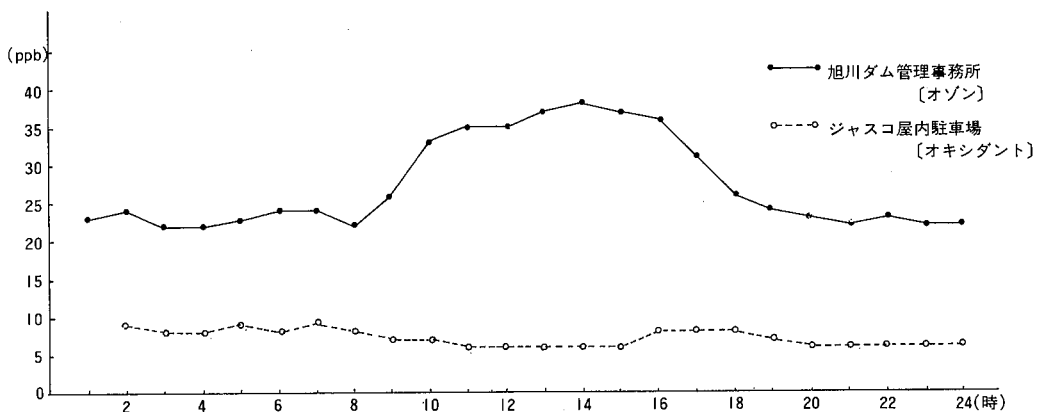


図-4 オキシダント及びオゾン濃度の経時変化 (旭川ダム前、土崎ジャスコ屋内駐車場)

環境技術センター前では秋期に最も高く、時間としては11時～17時にかけて高い。紫外線の影響の少ないジャスコ屋内駐車場では経時変化がほとんどない。

### (3) NO<sub>x</sub>比

3地点のNO<sub>x</sub>比の経時変化を図-5に示した。

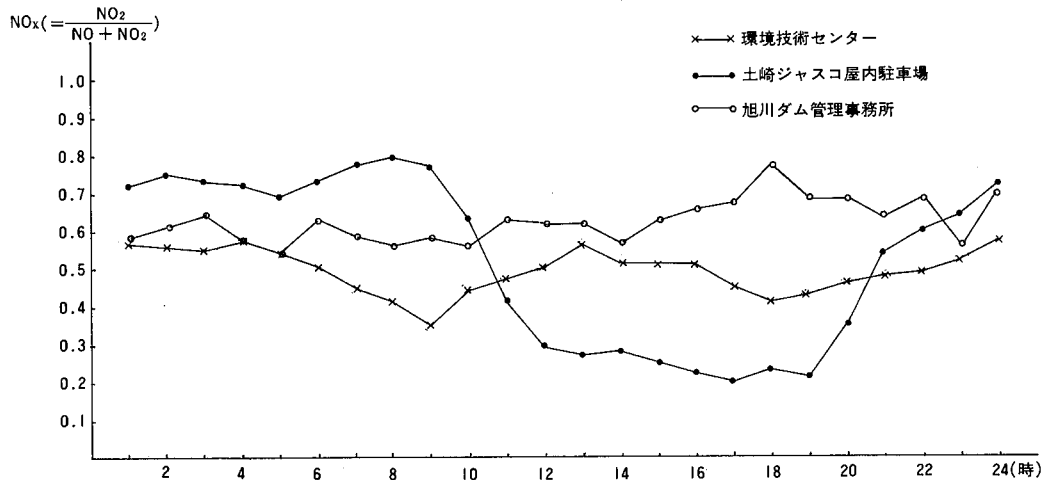


図-5 NO<sub>x</sub>比の経時変化

土崎ジャスコ屋内駐車場での変動幅が大きい。午前1時～9時までは0.70～0.80のゾーンであったのものが開店の10時以降直線的に低下し、12時以降閉店の19時までは0.20～0.30のゾーンであった。

### (4) 紫外線強度

図-6に示した。

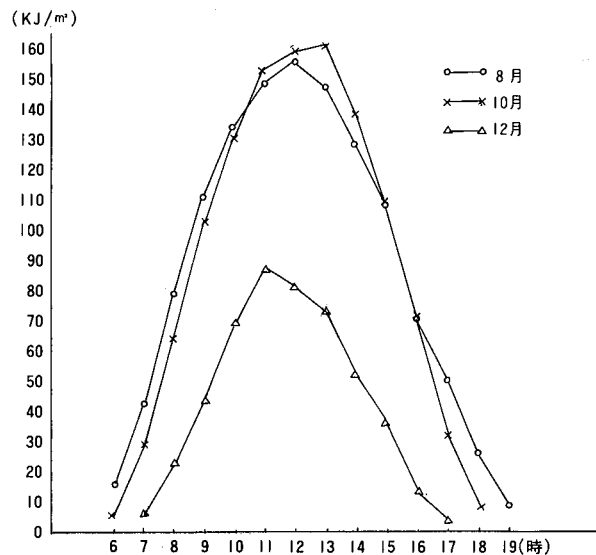


図-6 紫外線強度の経時変化 (環境技術センター前)



環境技術センター前のみでの測定であるが、8月と10月がほぼ同数値であり、12月がその半分となっている。時間としては11時から13時にかけて最高値となっている。

以上の結果から沿道周辺（環境技術センター前）および屋内駐車場（土崎ジャスコ店）におけるNOおよびNO<sub>2</sub>とNO<sub>x</sub>の関係を図示してみた。

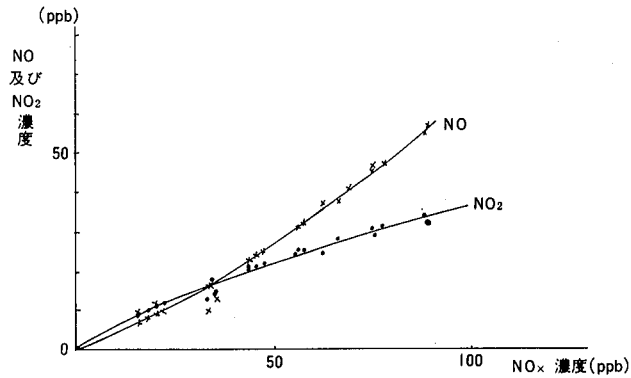


図-7 NO, NO<sub>2</sub>とNO<sub>x</sub>の関係（環境技術センター12月）

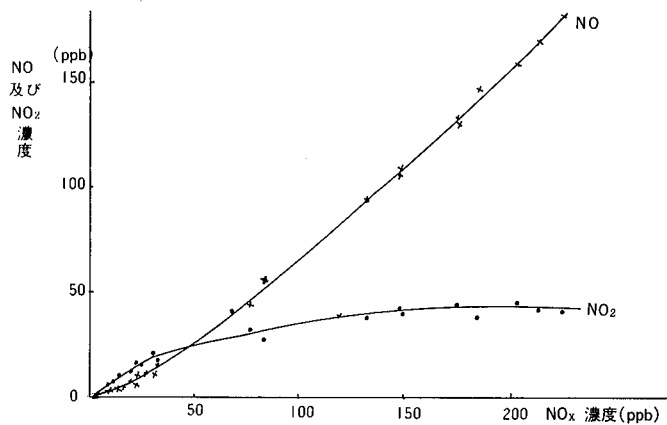
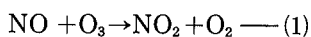


図-8 NO, NO<sub>2</sub>とNO<sub>x</sub>の関係（ジャスコ屋内駐車場）

沿道周辺ではNO濃度が屋内駐車場に比べて低いにもかかわらずNO<sub>2</sub>濃度が比較的高く、逆に屋内駐車場ではNO<sub>x</sub>濃度の上昇とともにNO濃度はほぼ直線的に上昇しているが、NO<sub>2</sub>濃度の上昇は平坦である。

これはNO-NO<sub>2</sub>変換をもたらす主反応<sup>4)</sup>(1)、(2)



すなわちNO<sub>2</sub>の生成に大きく関与しているO<sub>3</sub>の存在（沿道周辺平均値14~22ppb、屋内駐車場平均値7 ppb）を如実に現わした結果と推察される。

#### 4 まとめ

(1) 国道7号線沿線の県環境技術センター前では一酸化窒素が平均値で11~28ppb、二酸化窒素が12~21ppbであった。

これに対して自動車排ガスのバックグラウンド地域と思われる秋田市藤倉の旭川ダム管理事務所前では一酸化窒素、二酸化窒素とも1ppbであった。

(2) 拡散および紫外線の影響が非常に少ない土崎港ジャスコ屋内駐車場では平均値で一酸化窒素が54ppb、二酸化窒素が23ppbであった。

(3) 八橋、旭川での  $\frac{\text{NO}_2}{\text{NO}+\text{NO}_2}$  は0.43~0.52、土崎ジャスコ屋内駐車場では0.30であることから、自動車排ガスの発生初期の窒素酸化物は大部分が一酸化窒素であることが示唆される。

(4) 沿道周辺での窒素酸化物濃度は朝夕にピークをもつ二山型のパターンなのに対して、屋内駐車場では一酸化窒素は極大が明確な一山パターン、二酸化窒素は平坦なパターンであった。

(5) 屋外のオゾン濃度は屋内の2~4倍の濃度であった。

#### 参 考 文 献

- 1) 環境庁大気保全局自動車公害課：昭和62年度自動車排出ガス測定局測定結果報告
- 2) 秋田県：昭和63年版環境白書，pp.44
- 3) 藤島 直司ほか：秋田県環境技術センター年報，No.14，80(1986)
- 4) 秋元 肇：第26回大気汚染学会講演要旨集，91(1985)

## 煙道排ガス中の窒素酸化物、硫黄酸化物及び塩化水素のイオンクロマトグラフィーによる測定を検討

斎藤 学 泉 博克  
高橋 浩\*

### 1. はじめに

昭和62年8月に「ばい煙簡易測定法指針」が環境庁より示された<sup>1)</sup>。これまで、大気汚染防止法に基づく窒素酸化物(NOx)、硫黄酸化物(SOx)、塩化水素(HCl)の濃度測定については、各物質ごとに個別の公定法が定められており、複雑な分析操作を要していたが、この指針に示されたイオンクロマトグラフィー法(以下IC法という)を適用することにより、三物質同時に試料の採取、分析が可能となった。

そこで、当センターではIC法による簡易測定を、対象施設の一次スクリーニングとして実用化していくための予備調査として、公定法とIC法の比較測定を行い、その相関と誤差、ならびに測定上の問題点などについて検討したので報告する。

### 2. 調査方法

#### 2. 1 調査期間

昭和62年4月～11月

#### 2. 2 調査対象施設

各物質について、表-1に示す施設を対象とした。

#### 2. 3 装置および測定条件

測定に用いた装置および測定条件を以下に示す。

##### 装置

イオンクロマトグラフィー：横河電機製 Model IC 100

プレカラム：PAX I

分離カラム：SAX I

##### 測定条件

溶離液：4mM Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>と4mM NaHCO<sub>3</sub>の混合液

除去液：50mM ドテシルベンゼンスルホン酸溶液

流速：溶離液、除去液とも2ml/min

#### 2. 4 試薬

吸収液：三菱瓦斯化学製の過酸化水素水30%を水で希釈して0.3%とした。

酸素：秋田液酸工業製ボンベ入り酸素(純度99.8%以上)を使用した。

#### 2. 5 試料ガスの採取

公定法の試料ガス採取は、各物質ごとに定められた方法に基づいて行った。IC法による採取は、図-1に示した濁川製のNG-N-A型を使用した。

また、煙道での試料ガスの採取は、両法とも3検体とし、測定結果の比較は3検体の平均値と

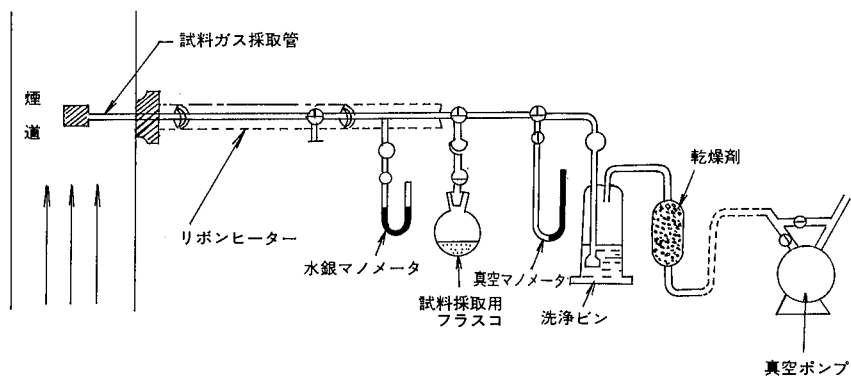
---

\*現生活環境部環境保全課

おしの比較とした。両法の採取時間による測定誤差をできるだけ少なくするため、採取は交互に行った。

表一 1 調査対象施設

施設名	施設数	NO <sub>x</sub>	SO <sub>x</sub>	HCl
重油ボイラー	10	6	4	—
ガスボイラー	1	1	—	—
木くずボイラー	1	1	—	—
焼成炉	2	—	2	—
加熱炉	1	1	1	—
廃棄物焼却炉	4	—	—	4
合計	19	9	7	4



図一 1 IC法試料ガス採取装置

## 2. 6 測定方法

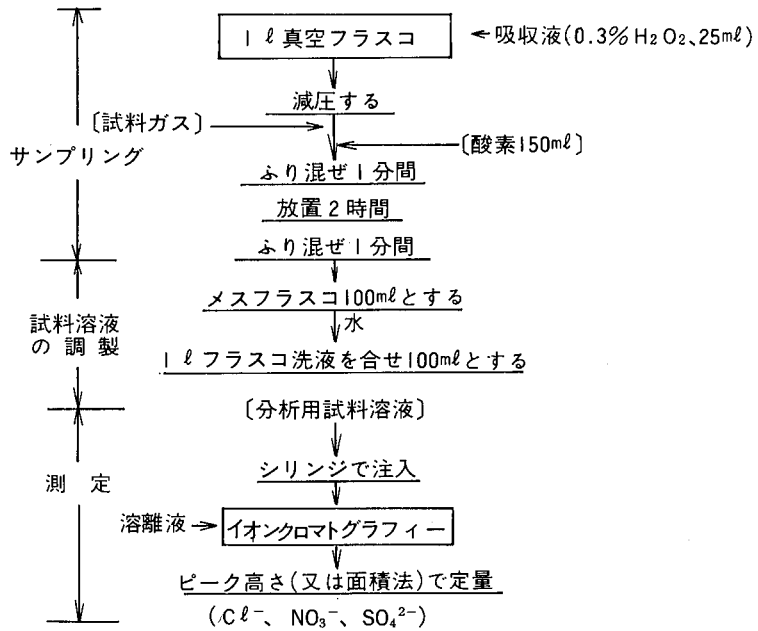
IC法による測定フローは、図一 2 に示した。

公定法として適用した測定法は、以下に示すとおりである。

NO<sub>x</sub> : J I S K0104 (1984) 垂鉛還元ナフチルエチレンジアミン吸光光度法 (Zn-NEDA法)

SO<sub>x</sub> : J I S K0103 (1977) 比濁法

HCl : J I S K0107 (1982) 硝酸銀滴定法



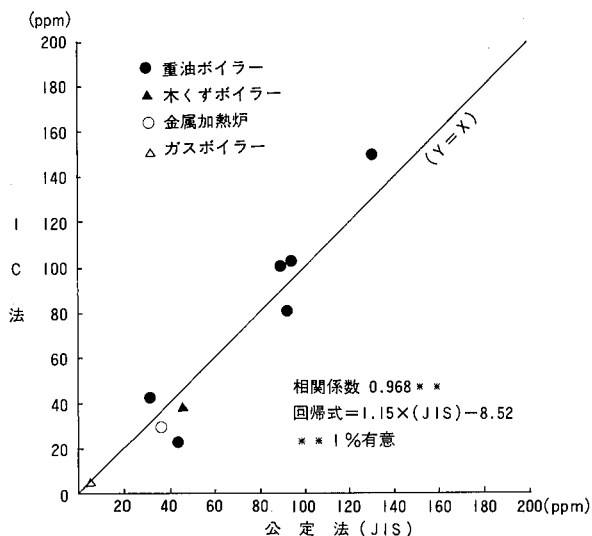
図一 2 IC法による測定フロー

### 3. 結果と考察

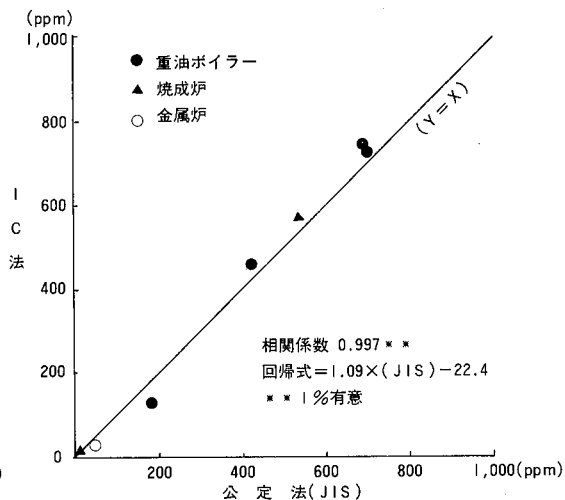
#### 3. 1 NO<sub>x</sub> 濃度の比較

図一 3 に、NO<sub>x</sub> 濃度の公定法とIC法による測定結果についての比較を示した。各施設とも、両法の測定値に大きな差異がみられず、相関係数は0.968、回帰式の傾きは1.15となった。

また、公定法に対するIC法の測定値の誤差を、公定法測定値に対する割合で示した値を相対誤差とすると、今回の調査結果の相対誤差の平均値は19%となった。環境庁指針による相対誤差の平均値は5%であり、14%の開きがあったが、その要因としては、今回の試料ガスの採取方法が、同時採取で実施できなかったことと、測定濃度が比較的低い施設が多かったため、計算上誤差の割合が大きくなることによるものと考えられた。



図一 3 NO<sub>x</sub>濃度の比較



図一 4 SO<sub>x</sub>濃度の比較

### 3. 2 SO<sub>x</sub> 濃度の比較

図一 4 に、SO<sub>x</sub> 濃度の両法による測定結果についての比較を示した。図からみてわかるとおり、各施設とも比較的良い一致がみられた。両法の測定値の相関係数は0.997、回帰式の傾きは1.09とほぼ1に近かった。濃度が高い施設では、IC法が公定法よりやや高い傾向を示していた。

また、両法の相対誤差の平均値は12%で、指針の16%より小さい結果となった。

### 3. 3 HCl濃度の比較

図一 5 に、HCl濃度の両法による測定結果についての比較を示した。施設数が4施設と少ないため、統計的な比較の意味が小さくなるが、図からみるとおり、比較的良い一致がみられた。相関係数は0.998、回帰式の傾きは1.16であった。

また、IC法は、公定法よりやや高めの値を示す傾向を示した。

両法の相対誤差の平均値は11.3%で、指針の27%より約16%小さかった。

### 3. 4 同一試料によるHClの両法測定比較

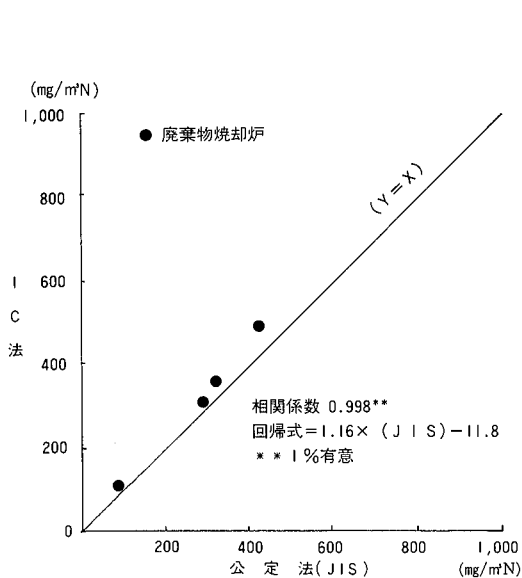
図一 6 には、昭和62年度の排出基準の立入検査で公定法に基づいて採取した試料を、公定法とIC法で比較分析した結果を示した。施設の種類は全て廃棄物焼却炉で、検体数は31であった。

図のように、両法の測定値は非常に良い一致を示し、1%の有意水準で0.997の高い相関係数を得た。

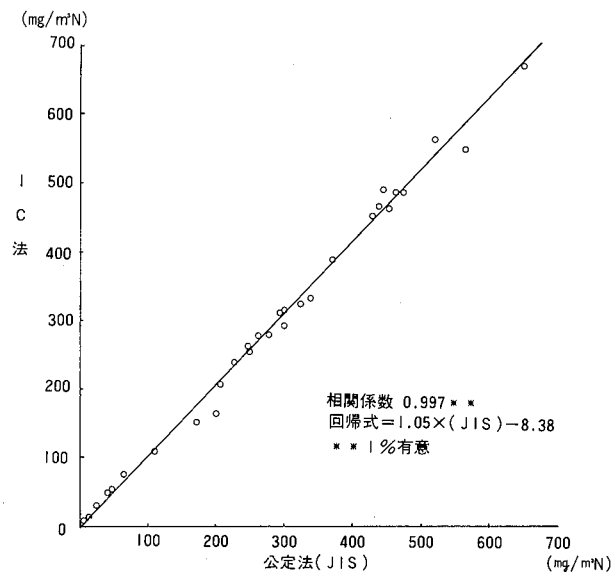
また、両法の測定方法について差があるかどうかをみるため、同一試料ごとに両法の差をとり、その平均値、自由度、不偏分散を求め、t-検定を施したところ、危険率1%で有意差がなかった。

このことにより、公定法に基づいて採取した試料については、その分析を公定法からIC法に変

えても、問題ないものと考えられた。通常、IC法は公定法（硝酸銀滴定法）より定量下限値が低いので、公定法による試料採取時間を短縮しても、十分分析が可能な濃度が得られることにより、IC法による分析を取り入れることで、現場作業時間が大幅に短縮できるものと考えられた。



図一 5 HC1 濃度の比較



図一 6 同一試料によるHC1 濃度の比較

### 3. 5 IC法の測定上の問題点

IC法による試料の採取は、真空にした1 lのフラスコを用いて試料ガスを吸引するものであるため、採取は短時間で終了してしまう。そのため、採取管などに付着しているHClや、SO<sub>x</sub>を溶解した水滴を、吸引時に一緒に取り込むことがあり、測定値に大きな影響を与えてしまう。これを防ぐためには、採取管とフラスコ間をできるだけ短くすることと、管内の水分凝縮を防ぐために、加熱を十分に行う必要があった。また、フラスコに採取する前に、2～3度管内を強く吸引して水滴を取り除く操作が効果的であった。更に、フラスコを開放してガスを吸引する際は、静かにコックを開放した方が、水滴の吸引防止につながった。

なお、IC法による分析上の問題点は特になかった。

### 4. まとめ

煙道排ガス中のNO<sub>x</sub>、SO<sub>x</sub>、HCl濃度を、IC法を用いた簡易測定法と公定法で比較測定してみたところ、次の結果が得られた。

- (1) NO<sub>x</sub> は、相対誤差の平均値が19%で、指針に示された誤差より大きかった。
- (2) SO<sub>x</sub> は相対誤差の平均値が12%で、指針に示された誤差より小さかった。
- (3) HClは相対誤差の平均値が11.3%で、指針に示された誤差より小さかった。

(4) 同一試料によるHClの両法測結果を比較したところ、両法には有意差がなかった。このことにより、公定法による試料採取と、IC法による分析を組み合わせることで、現場の採取時間短縮が可能と考えられた。

(5) IC法による試料ガスの採取については、採取管内の水滴を取り込まない配慮が必要と考えられた。

以上の結果を十分に考慮して測定することより、一次スクリーニングとしてのIC法の実用化は可能と考えられた。

#### 参 考 文 献

- 1) 環境庁大気保全局大気規制課長通知「ばい煙簡易測定法指針」昭和62年 8月14日付



## 全窒素の測定に関する検討

### — 分解瓶の種類による分析精度について —

石郷岡 晋

#### 1. はじめに

昭和57年に環境庁より窒素の分析法として、ペルオキシ二硫酸カリウムによる酸化処理による方法が公定法として示された。

当センターでは、昭和58年度からそれまでの総和法に変わり公定法に切り換えて分析を行っているが、分析値にバラツキが大きく、また、ブランク値も高く苦慮していた。そこで酸化処理に使用する分解瓶の材質について検討を加えたところ、それまで用いていたガラス製分解瓶よりテフロン製分解瓶が分析精度において良好な結果が得られたので報告する。

#### 2. 調査方法

##### 2. 1 分析方法

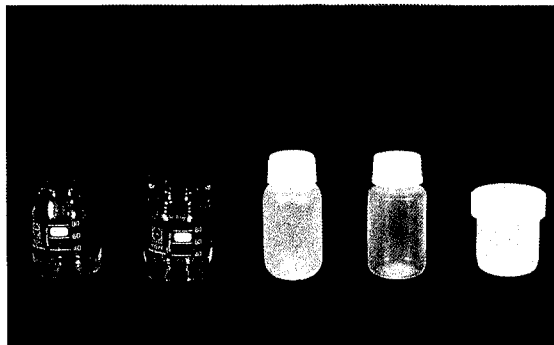
昭和57年に環境庁が告示した公定法は次のとおりである。

試料50mlを分解瓶に採り、水酸化ナトリウム・ペルオキシ二硫酸カリウム溶液10mlを加え、高圧蒸気滅菌器で120℃、30分加熱分解する。この前処理によって大多数の含窒素化学種が硝酸イオンに酸化される。この硝酸イオンを定量分析し、全窒素の濃度を算出する。定量分析は紫外線吸光度法、硫酸ヒドラジン還元法または銅・カドミウムカラム還元法の3つの方法が示されているが、本実験では、紫外線吸光度法を用いて定量を行った。本法は分解後の試料をpH 2～3に調整し、波長220nmの吸光度を測定する方法である。

##### 2. 2 分解瓶

環境庁の告示法は加熱分解に用いる分解瓶について、「耐圧のテフロン瓶又は耐熱、耐圧ガラス瓶（容量約100ml）であって、高圧蒸気滅菌器中（約120℃）で使用できるもの」と規定している。そこで今回は、この規定を満足するガラス製とテフロン製の分解瓶と、規定は満足していないが高圧蒸気滅菌器に耐えられるポリプロピレン製の3つのタイプの分解瓶を使用して実験を行った。

図一 1 各種分解瓶



ガラス(旧)    ポリプロピレン(新)    テフロン  
ガラス(新)    ポリプロピレン(旧)

分解瓶の洗浄は、使用後水洗いし市販のアルカリ洗浄液に一日浸けておきその後水洗いし、精製水で洗浄したのち乾燥した分解瓶と、さらに前述の洗浄を行った後、使用前に希塩酸で洗浄した分解瓶の2つの洗浄方法で実験を進めた。

### 3. 調査結果と考察

#### 3. 1 ブランク値の分析結果

それぞれの分解瓶に試料として蒸留水50mlを採り分析を行った。紫外線吸光度法で求められた吸光度を窒素濃度に換算した分析結果から、窒素換算濃度にして0.5mg/l以上の数値を示したものは通常考えられない値として削除し、さらに危険率5%で棄却検定し、それぞれのデータを整理すると表-1のとおりとなる。

表-1 分解瓶の種類によるブランク値の測定結果

分解瓶	塩酸で洗浄したもの				塩酸で洗浄しないもの		
	ガラス (旧)	ガラス (新)	ポリプロ ピレン	テフロン	ガラス (旧)	ポリプロ ピレン	テフロン
T-N 換算濃度	0.054	0.065	0.113	0.005	0.068	0.149	0.008
最小~最大	~0.157	~0.114	~0.184	~0.037	~0.175	~0.247	~0.037
平均 (mg/l)	0.090	0.083	0.138	0.014	0.103	0.199	0.018
標準偏差	0.0265	0.0152	0.0147	0.0080	0.0252	0.0227	0.0078
異常値等の出現 (%)	11/104 (10.5)	4/31 12.9)	0/66 (0)	0/40 (0)	8/50 (16.0)	0/40 (0)	0/15 (0)

平均値でガラス製が0.090mg/l、ガラス製新品が0.083mg/l、ポリプロピレン製が0.138mg/l、テフロン製が0.014mg/lとなり、標準偏差はそれぞれ0.0265 0.0152 0.0147 0.0080となっており、ガラス製に比べテフロン製が優れていた。また、0.5mg/l以上の数値として削除されたものと、棄却検定により異常値として棄却されたものの合計数は、それぞれ全分析数に対しガラス製が10.5%、ガラス製(新品)が12.9%となっており、ポリプロピレン製、テフロン製についてはなかった。

塩酸の洗浄による違いは、テフロンでは見られなかったが、ガラス製では平均値で1割程度低下した。

#### 3. 2 回収率調査

次に窒素濃度を0.05mg/l~2.0mg/lまで段階的に調整し、それぞれの分解瓶で分解後の全窒素濃度を定量分析する回収試験について調査した。

表一 2 分解瓶の種類による T-N の濃度別分析結果

最小～最大  
平均  
(標準偏差)

(mg/l)

分解瓶 T-N 濃度	ガラス	ポリプロピレン	テフロン
0.05	0.020～0.052 0.036 (0.0090)	0.031～0.057 0.044 (0.0089)	0.042～0.053 0.046 (0.0041)
0.1	0.073～0.167 0.105 (0.0314)	0.080～0.136 0.111 (0.0196)	0.096～0.107 0.099 (0.0065)
0.2	0.175～0.219 0.194 (0.0159)	0.178～0.211 0.192 (0.0088)	0.190～0.196 0.194 (0.0034)
1.0	0.986～1.04 1.00 (0.0191)	0.989～1.05 1.01 (0.0192)	0.977～1.04 1.02 (0.0255)
2.0	1.95～2.03 1.98 (0.0356)	1.97～2.00 1.99 (0.0122)	2.01～2.03 2.01 (0.0115)

ガラス製は試料濃度0.05mg/lでは、分解後濃度が0.020～0.052mg/l、平均で0.036mg/lと回収率は悪く、試料濃度0.10mg/lでは、分解後濃度0.073～0.167mg/l、平均で0.105mg/lと平均値では約100%の回収率となっているが、バラツキが大きく濃度差も最大で0.067mg/lとよくなかった。試料濃度1.0mg/l以上では、100%近い回収率で誤差も少なくなっている。

テフロン製は試料濃度0.05mg/lでは、平均で0.046mg/lと回収率92%であるが、それ以上の試料濃度ではバラツキも少なくほぼ100%の回収率が得られた。

### 3. 3 一般環境水での実験

次に一般環境水を検体として実験を行った。検体は当センターで通常分析している検体の中から馬場目川の杉沢発電所、馬踏川の馬踏川橋、八郎湖西部承水路の野石橋の3地点の一般環境水とした。それぞれの地点の昭和62年度全窒素濃度の平均は、杉沢発電所が0.11mg/l、馬踏川橋が1.3mg/l、野石橋が1.1mg/lとなっている。

実験結果は表一 3 に示したとおりである。

表-3 分解瓶の種類による検体別分析結果

最小～最大

平均

(標準偏差)

(mg/l)

分解瓶 調査地点	ガラス	ポリプロピレン	テフロン
馬踏川橋	1.25~1.40	1.41~1.49	1.37~1.41
	1.31	1.45	1.39
	(0.0559)	(0.0356)	(0.0208)
杉沢発電所	0.087~0.150	0.136~0.173	0.148~0.173
	0.107	0.158	0.154
	(0.0224)	(0.0156)	(0.0095)
野石橋	1.40~1.44	1.49~1.53	1.47~1.50
	1.42	1.51	1.49
	(0.0158)	(0.0167)	(0.0173)

馬踏川と野石橋はガラス製、ポリプロピレン製、テフロン製の各分解瓶による分析値の違いは見られなかった。しかし、杉沢発電所はガラス製分解瓶を使用した時の分析値が、他の2種の分解瓶使用時に比べて低い値となっており、また、変動の範囲も0.087~0.150mg/lと他よりバラツキも大きくなっている。

#### 4. まとめ

ガラス製分解瓶では、窒素濃度0.1mg/l以下の検体は分析精度に問題があり、0.5mg/l程度まではバラツキが大きく分析値の取りあつかいに注意が必要である。また、あらゆる濃度域で10%程度の異常値が出現し分析に大きな支障となる。

ポリプロピレン製分解瓶では、ブランク値が高く低濃度の検体には不向きと思われるが、窒素濃度1mg/l以上の検体、例えば工場排水等には適用できるとと思われる。

テフロン製分解瓶は、ブランク値も低く、あらゆる濃度域で誤差も小さく、また、バラツキも少なくガラス製及びポリプロピレン製に比べ数段優れていた。

以上の実験結果から当センターでは、昭和62年度から窒素の分析に用いる分解瓶としてテフロン製分解瓶を使用している。

# 酸性河川調査

## — 白雪・子吉川水系 —

菅 雅春 鈴木 雄二  
組谷 均 武藤 公二\*

### 1. はじめに

昭和49年の鳥海山の火山活動を契機に白雪・子吉川の酸性化が地域的な課題となり、各方面で原因調査及び現状把握等の調査が進められてきた<sup>1)4)</sup>

当センターにおいてもこの調査を継続しており、白雪川においては支流の岩股川、鳥越川及び赤川、子吉川では朱の又川の酸性湧水によるものであることを確認し、湧水及び流域の水質の把握に努めてきた。

本報では、これまでの調査結果をとりまとめ、両河川の実態について報告する。

### 2. 経緯

- 49. 3 鳥海山噴火
- 51. 6 鳥海町興屋地区養鯉場でへい死
- 51. 9 象潟町水周地区養鯉場でへい死
- 52. 8 秋田大学に調査を依頼
- 52. 12 鳥海山北麓水系強酸性対策協議会設立
- 53. 2 秋田大学の調査報告書まとまる<sup>3)</sup>
- 53. 7 県による白雪川水系の中和実験実施
- 57. 12 県による現状報告書公表<sup>4)</sup>

### 3. 調査の概要

酸性化の原因となった湧水の水質及びその変化が、流域にどのような影響を与えているかを把握するため、次の調査を実施した。

#### 1) 酸性湧水の流路の確認調査

これらの流域は発電用水、農業用水、上水道の水源として多岐にわたる水利用が行われており、かなり複雑な経路で日本海にながれていく。

酸性湧水の流路を知ることは、地域の環境に対する影響の把握や調査地点の選定をより確実にすることができるので現地確認調査を実施した。

#### 2) 酸性湧水及び流域の水質調査

##### ① 調査内容

酸性水の水質調査地点およびその流域において、現地ではpH、水温の測定、実験室に持ちかえって、Na<sup>+</sup>、Cl<sup>-</sup>などの水質調査を実施した。

---

※現中央流域下水道事務所

② 調査地点（図一 1 及び図一 2 のとおり）

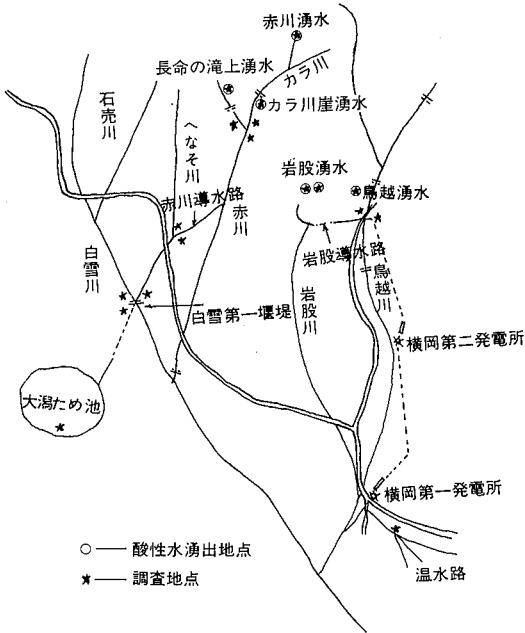
白雪川水系

岩股川・鳥越川流域

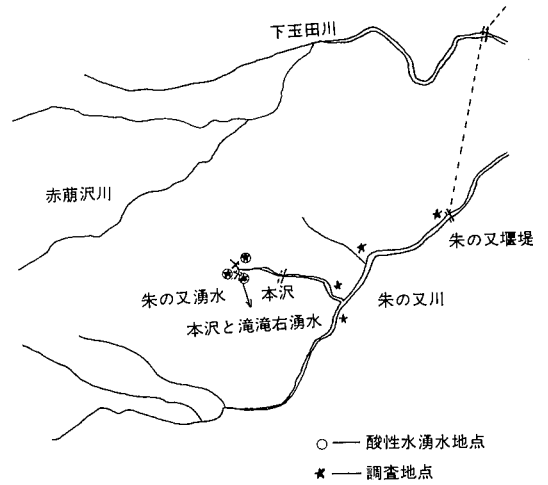
赤川流域

子吉川水系

朱の又川流域



図一 1 白雪川水系調査地点概略図



図一 2 子吉川水系（朱の又川）調査地点概略図

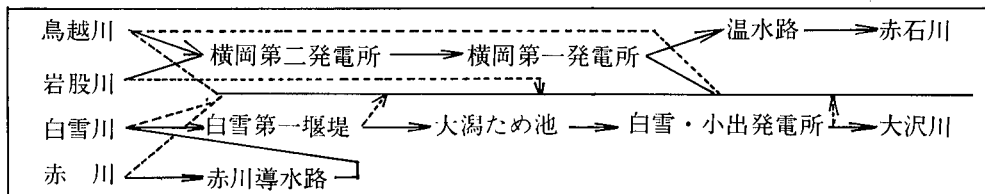
3) 酸性河川の中和実験

酸性河川対策の現実的手法として一般的に中和法が考えられる。当センターでは昭和52年度に実験室内でのピーカーテスト、昭和53年7月に現地で実際に中和剤を投入しての中和実験を実施している。

#### 4. 調査結果

##### 1) 酸性水の流路の確認調査

###### ① 白雪川水系



この水系に影響を与える酸性湧水源は岩股湧水と赤川湧水に大別される。

岩股湧水 (pH4.1~4.8) は岩股川の発端となっているが、湧水のほぼ全量が上流部の堰堤から岩股導水路で鳥越川上流部 (鳥越湧水に影響されpH 5程度) に導水される。

湧水合流後の鳥越川河川水 (pH 5程度) は、合流点付近の堰堤から全量横岡第2発電所の発電用水として取水され、横岡第1発電所を経て鳥越川下流部へ放流される。

さらに、放流部付近から河川水の約半分が温水路と称される農業用水路へ取水され、象潟町の水田に利用された後、赤石川の発端となっている。

つまり、赤石川 (pH 5程度) の酸性化は岩股湧水の影響によるものであることがわかった。

赤川湧水は図-1に示すとおり赤川支流のカラ川上流部に位置しその湧出量は膨大である。

その後、カラ川に合流するが、カラ川にも赤川との合流点前に酸性の湧水 (カラ川崖湧水pH 5程度) があり、末端では酸性である。

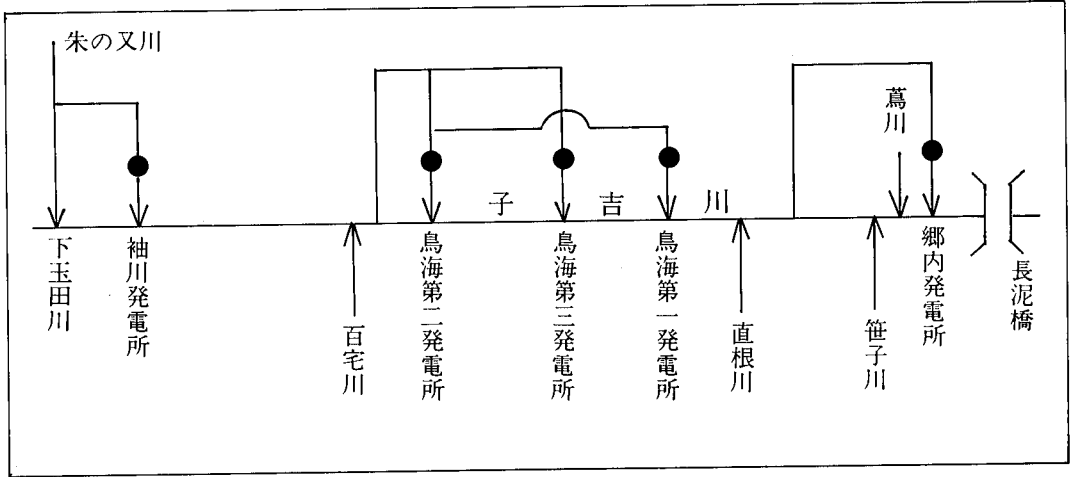
赤川湧水とカラ川が合流した後、赤川本流へと流れ赤川の酸性化の原因となっている。

また、赤川上流の長命の滝付近にも量は少ないものの酸性の湧水 (赤川長命の滝上湧水pH 5程度) があり、カラ川との合流直前のpHは5台である。

これらの酸性水 (pH 5程度) は赤川導水路により途中へなそ川 (中性) と合流し、白雪川へ流れる。

赤川、へなそ川が白雪川と合流した後、農業用水の拠点である大潟ため池へ導水され、小出、白雪発電所を経て岱山温水路により仁賀保町の水田約800ヘクタールを潤している。

② 子吉川水系



この水系の酸性湧水は支流の朱の又川に点在している。

朱の又川の支流である本沢の最上流にはpH 2程度の湧水群が確認されており、本沢末端でもpH 2台と、かなりの酸性である。

本沢合流前の朱の又川もpH 4台の酸性河川であり、本沢が合流することによりさらに酸性河川としての色彩を強め、その後赤沢等の沢水の流入があり発電用の取水堰堤（朱の又堰堤）へはpH 3台として到達する。

朱の又堰堤では通常ほぼ全量の河川水が発電用に取水され、途中、下玉田川上流、布沢川で取水された水と共にコソク内沢堰堤を経て、袖川発電所で利用された後子吉川へと放流される。

（朱の又堰堤での取水余水は極少量ではあるが、合流する下玉田川のpHに影響を与えながら上記水系図のように子吉川へと流下する。）

その後、鳥海第一、二、三、発電所の発電用水に百宅川の河川水とともに取水され、子吉川に放流される。直根川が合流した直後再び発電用水として取水され、鶯川調整地を経て郷内発電所で利用された後子吉川へ放流される。

この地点は子吉川的环境基準である長泥橋の約3 km上流である。

なお、各発電所の使用水量は右表のとおりであるが取水堰堤ではほとんどの河川水が発電用に取水されているので、使用水量と堰堤での河川水量はほぼ同じであると考えられる。

発電所名	使用水量 (m <sup>3</sup> /s)	
	最 大	常 時
袖 川	1.67	1.11
鳥海第一	3.89	2.78
鳥海第二	6.82	2.23
鳥海第三	14.0	2.23
郷 内	15.0	3.58



子吉川水系の酸性化の要因である朱の又川の酸性湧水は上記のような複雑な経路で流下するが、最終的には沢水や他の河川水と一緒に発電に利用された後長泥橋に至る。

従って、長泥橋は子吉川水系の酸性河川調査の重要なポイントであるといえる。

## 2) 酸性湧水及び流域の水質調査

### ① 酸性湧水のpHの経年変化

酸性湧水の経年変化は表-1のとおりである。

表-1 湧出水のpH経年変化

年 月	岩股湧水	鳥越湧水	赤川湧水	朱の又湧水
51-7	4.6	—	—	2.1
52-8	4.5	—	—	2.1
53-9	4.4	—	—	2.8
54-6	4.4	—	—	2.4
55-9	4.4	—	—	2.4
56-9	4.3	—	—	2.3
57-9	4.6	—	—	2.3
58-10	4.6	4.3	4.4	2.3
59-10	4.1	—	4.3	2.5
60-10	4.8	4.4	4.5	2.1
61-10	4.3	4.2	*1—	2.5
62-10	4.5	4.6	4.6	2.7
63-10	4.3	4.3	*1—	*2—

\* 1 ……湧出していない

\* 2 ……増水のため調査不能

白雪川水系の酸性化に影響を与えている岩股湧水は、年1～2回の調査では断定はできないものの、図-3に示すとおりここ10年間pH4台で大きな変化はないまま推移してきているものと認められる。

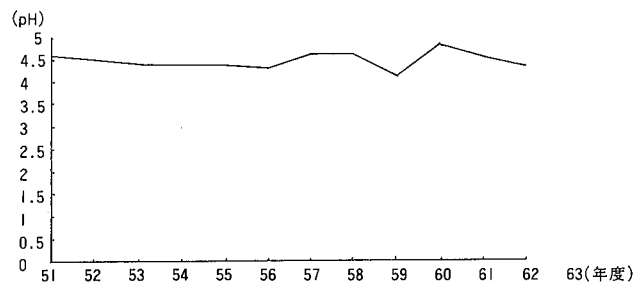


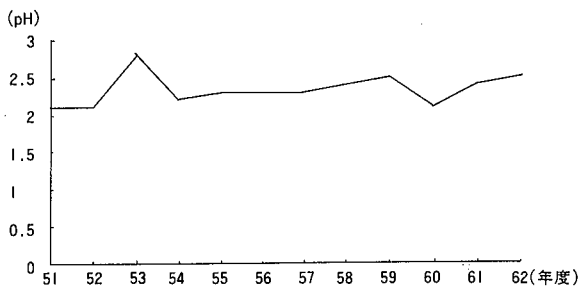
図-3 岩股湧水のpH経年変化

また、赤川湧水は昭和58年から調査を実施し、岩股湧水と同じくpH 4 台で大きな変化はみられない。

なお、赤川湧水は昭和61年度及び63年度の調査で、全く湧出していないことがあることを確認した。

また、昭和60年度に地元の調査でも同じ現象が確認されている。

子吉川水系の酸性化に影響を与えている朱の又湧水は、岩股、赤川湧水よりpHが低く、図一4に示すとおりpH 2 程度で推移してきている。



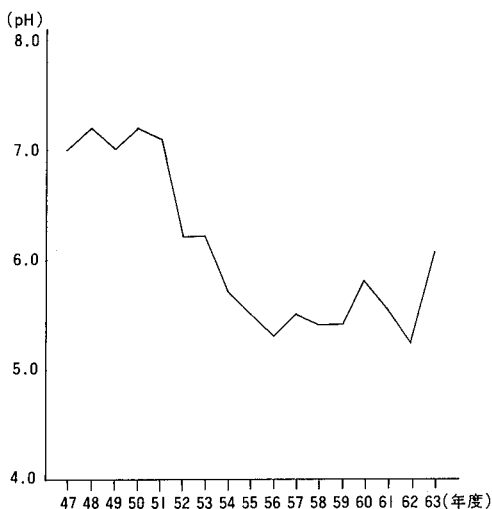
図一4 朱の又湧水のpH経年変化

朱の又川支流の本沢上流には数箇所の湧水源があり、これらの中で水量が最も多くpHも低い朱の又湧水と、本沢上流滝右湧水は距離にして十数メートルしかはなれていないにもかかわらず、図一22、23に示すとおりpH及びNa<sup>+</sup>、K<sup>+</sup>などの濃度が異なる水質の湧水があり、この地帯の地下構造の複雑さを物語っている。

以上の調査結果から、白雪川及び子吉川の酸性化の原因である酸性湧水のpHの経年変化については、調査を開始した昭和51年から現在までは大きな変化がなかったといえる。

## ② 流域の水質調査結果

白雪川の環境基準点である白雪橋のpH経年変化を図一5に示した。



図一5 白雪橋のpH経年変化

昭和51年を境に低下し始め、昭和56年までpH 7からpH 5台まで急激な変化がみられたがそれ以降低い値で推移している。

昭和60年以降のpH以外の水質調査項目については図-14に示したが、特に大きな変化はみられない。

岩股湧水も温水路はよく似た水質変動をしている。赤石川末端でも図-12、13、15に示したとおり同様の傾向がみられ（特に昭和63年の調査でのCaの増加傾向）温水路→農業利水→赤石川へと流下する様子が確認される。

赤川湧水、長命の滝上湧水およびカラ川崖湧水は、赤川導水路を経てヘナソ川、白雪川上流と合流し大潟溜池へと導水されているので、大潟溜池の水質変動の要因である。

したがって、農業用水、発電用水の拠点である大潟溜池の酸性化が憂慮されていたが、昭和60年以降の状況は赤川導水路でpH 5-6、赤川導水路・ヘナソ川合流後はpH 5-6、さらに白雪川と合流するとpH 6-7となっており、現在のところ大潟溜池のpHは6-7である。

大潟溜池の水質はこれらの酸性水とヘナソ川、白雪川の中性河川水の水量のバランスにより変化するものであり、現在は赤川湧水の枯渇現象と相まって中性となっている。

Na<sup>+</sup>、K<sup>+</sup>等の項目も、中性河川水と合流する毎にその濃度は低下している。

なお、白雪川水系における昭和60年から昭和63年までの水質調査結果を表-2~7に、また、水質変化を図-6~20に示す。

表一 2 白雪川水系水質調査結果

60. 10. 3

調査地点	項目	pH	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Mn <sup>2+</sup>	Al <sup>3+</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Cl <sup>-</sup>
1. 赤川導水路		5.0	9.1	2.2	13.5	4.3	0.14	6.0	35.5	17.2
2. ヘナソ川		6.7	7.9	0.8	2.1	0.9	<0.05	<0.1	8.5	7.1
3. 白雪川上流		6.9	7.0	1.1	4.9	2.1	<0.05	1.0	9.8	6.5
4. 1, 2 合流後		5.1	9.0	1.8	13.1	3.7	0.08	2.0	36.5	18.2
5. 1 2 3 合流後		6.0	7.7	2.6	6.9	2.5	<0.05	1.5	14.2	9.6
9. 温水路		4.6	10.8	3.1	18.4	6.0	0.14	6.0	—	—
10. 大濁溜め池		6.7	7.5	1.3	5.5	2.1	<0.05	<0.1	12.9	9.2
11. 白雪川末端		4.9	10.5	2.1	10.3	3.6	0.12	0.4	55.3	34.4
12. 赤石川末端		5.0	16.2	4.2	22.2	7.9	1.08	7.2	83.3	41.5

※pHを除く他の項目はmg/l

表一 3 白雪川水系水質調査結果

61. 10. 7

調査地点	項目	pH	室内pH	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Mn <sup>2+</sup>	Al <sup>3+</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Cl <sup>-</sup>
1. 赤川導水路		5.8	4.7	6.8	1.2	9.7	3.8	0.13	4.1	60.3	28.3
2. ヘナソ川		7.0	7.0	7.1	0.7	1.9	0.9	<0.05	<0.1	5.5	10.2
3. 白雪川上流		7.1	7.6	6.6	0.8	5.1	2.3	<0.05	0.1	11.4	7.3
4. 1, 2 合流後		6.4	4.7	7.3	1.2	8.2	3.3	0.11	2.8	34.4	23.6
5. 1 2 3 合流後		6.5	6.1	6.8	0.9	6.2	2.7	<0.05	1.4	20.7	14.8
13. 赤川命の滝上		5.4	4.6	7.2	1.2	9.8	3.9	0.14	4.5	62.7	27.0
14. 赤川 長命の滝上湧水		5.1	4.6	7.9	1.7	12.7	4.9	0.19	6.6	52.9	34.4
15. 赤川湧水		6.4	5.1	6.3	1.1	6.6	2.5	0.06	1.7	27.6	16.7
18. カラ川崖湧水		5.1	4.5	9.4	2.0	15.1	6.0	0.24	9.2	75.4	46.3

※pHを除く他の項目はmg/l

表一4 白雪川水系水質調査結果

62. 10. 15

項目 調査地点	pH	室内pH	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Al <sup>3+</sup>	Mn <sup>2+</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>-</sup>
1. 赤川 導水路	5.13	4.86	7.6	1.8	9.0	4.0	3.7	0.13	27.2	54.9
2. ヘナソ川	7.09	7.06	6.2	0.9	2.8	1.1	<0.5	<0.05	10.2	3.1
3. 白雪川上流	7.38	7.20	6.5	1.2	5.6	2.7	<0.5	<0.05	8.0	12.1
4. 赤川.ヘナソ川 合流後	6.26	5.14	6.6	1.2	5.0	2.2	1.1	<0.05	15.1	15.9
5. 赤川.ヘナソ川 合流後	7.13	7.22	6.4	1.2	5.3	2.6	<0.5	<0.05	9.3	12.7
6. 岩股湧水	—	4.52	9.2	3.0	12.0	6.5	12.0	0.32	57.2	131.5
9. 温水路	—	4.57	8.2	2.4	10.0	5.2	7.1	0.20	40.6	106.1
10. 大瀉ため池	—	6.88	6.8	1.4	5.9	2.7	<0.5	0.06	15.2	27.1
11. 白雪川末端	—	5.07	9.	2.2	10.0	5.0	2.6	0.22	26.2	68.6
12. 赤石川末端	—	4.77	10.0	3.0	11.0	5.9	5.7	0.32	39.0	94.0
13. 赤川.長命の滝上流	6.27	6.12	5.3	0.9	5.0	1.9	0.7	<0.05	12.8	14.5
14. 赤川.長命の滝湧水	5.11	4.86	7.0	1.7	9.4	4.2	4.6	0.14	31.0	60.5
15. 赤川湧水	4.78	4.61	8.6	2.7	11.0	5.9	10.0	0.27	52.1	109.0
16. カラ川末端	4.98	4.69	7.8	2.2	10.0	5.0	6.9	0.21	40.2	85.3
17. 赤川.カラ川合流前	5.34	4.82	6.3	1.4	8.1	3.3	3.4	0.10	24.6	48.2
18. カラ川崖湧水	4.86	4.72	7.3	2.0	10.0	4.7	6.3	0.18	36.1	75.9
19. カラ川上流	4.64	4.67	8.6	2.5	11.0	5.3	6.5	0.21	48.1	90.4
20. 鳥越川岩殿合流前	—	4.88	6.9	1.7	9.2	3.9	3.7	0.10	22.1	72.3
21. 大沢川末端	—	7.45	69.0	5.1	7.8	4.0	1.1	0.07	109.7	23.5

※pHを除く他の項目はmg/l

表一5 白雪川水系水質調査結果

63. 6. 22

調査地点	項目	pH	室内pH	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Mn <sup>2+</sup>	Al <sup>3+</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Cl <sup>-</sup>
1. 赤川導水路		4.77	4.46	6.6	1.5	7.7	3.5	0.10	3.5	43.1	25.9
2. ヘナソ川		6.45	6.65	6.7	1.0	2.6	1.2	<0.05	<0.1	5.9	13.5
3. 白雪川上流		6.24	6.84	5.6	0.9	4.9	2.4	<0.05	<0.1	10.2	9.2
4. 1, 2合流後		4.74	4.54	6.6	1.4	7.5	3.3	0.10	3.5	34.8	22.1
5. 1 2 3合流後		5.26	5.09	6.2	1.2	6.2	2.9	0.05	1.6	21.6	17.9
6. 岩股湧水		4.50	4.21	11.0	3.1	12.6	6.7	0.30	11.0	107	56.1
7. 岩股導水路		4.46	4.20	9.8	2.9	12.3	6.4	0.26	8.0	103	54.9
8. 鳥越湧水		4.54	4.38	8.0	1.9	9.7	4.3	0.16	3.5	68.1	28.6
9. 温水路		4.41	4.37	8.0	2.1	10.9	4.9	0.19	6.6	69.7	33.2
10. 大潟溜池		6.07	6.38	5.8	1.0	5.3	2.5	<0.05	<0.1	16.1	12.5
11. 白雪川末端		5.82	5660	8.8	2.0	9.3	4.2	0.15	1.0	26.0	19.6
12. 赤石川末端		4.69	5.71	13.4	3.4	13.7	6.2	0.40	1.8	59.3	31.5

※pHを除く他の項目はmg/l

表一6 白雪川水系水質調査結果

63. 8. 24

調査地点	項目	pH	室内pH	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Mn <sup>2+</sup>	Al <sup>3+</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Cl <sup>-</sup>
1. 赤川導水路		4.67	4.43	6.8	1.5	9.0	3.5	0.15	4.6	53.2	29.2
2. ヘナソ川		6.24	7.16	6.7	0.7	2.2	1.0	<0.05	<0.1	4.2	12.1
3. 白雪川上流		6.54	7.58	6.0	1.0	4.8	2.1	<0.05	<0.1	10.7	10.8
4. 1, 2合流後		4.70	4.49	6.7	1.2	6.0	3.3	0.15	3.3	37.8	24.0
5. 1 2 3合流後		5.71	5.58	6.6	1.1	4.0	2.6	0.06	1.6	20.6	17.1
6. 岩股湧水		4.31	4.26	9.1	3.1	11.2	5.8	0.32	16.6	114	59.3
7. 岩股導水路		4.33	4.25	9.0	3.0	10.9	5.8	0.32	14.8	105	57.9
8. 鳥越湧水		4.26	4.39	8.2	1.9	9.2	4.7	0.21	7.2	75.2	35.8
9. 温水路		4.23	4.30	8.9	2.0	10.2	5.9	0.27	10.8	90.0	42.7
10. 大潟溜池		5.53	6.25	6.0	0.9	5.1	2.0	0.10	0.3	31.4	17.6
11. 白雪川末端		6.80	7.34	8.9	1.9	9.2	3.7	0.19	0.1	36.6	26.2
12. 赤石川末端		5.64	4.52	11.2	3.1	13.5	5.7	0.84	1.0	47.7	38.6

※pHを除く他の項目はmg/l

表一 7 白雪川水系水質調査結果

63, 10, 17

調査地点	項目	pH	室内pH	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Mn <sup>2+</sup>	Al <sup>3+</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Cl <sup>-</sup>
1.	赤川導水路	4.97	4.68	7.2	1.6	9.0	3.9	0.11	3.3	47.6	24.1
2.	へナソ川	6.20	7.27	7.0	3.3	2.6	1.2	<0.05	<0.1	2.4	11.2
3.	白雪川上流	6.12	7.49	6.3	1.0	4.2	2.1	<0.05	<0.1	4.9	9.7
4.	1, 2合流後	4.80	4.91	7.2	1.3	7.2	3.1	0.07	1.9	26.1	18.7
5.	1 2 3合流後	5.79	6.90	6.7	1.1	5.0	2.4	<0.05	0.5	10.6	11.8
6.	岩股湧水	4.34	4.37	11.2	3.3	11.7	6.8	0.31	19.4	136	68.4
7.	岩股導水路	4.35	4.38	10.8	2.8	11.5	6.5	0.33	17.3	133	65.8
8.	鳥越湧水	4.37	4.43	10.6	2.8	40.1	20.7	0.21	9.9	110	49.7
9.	温水路	4.78	4.56	9.3	2.4	15.8	5.8	0.23	12.7	53.8	39.9
10.	大潟ため池	6.44	7.05	6.6	1.4	4.7	2.7	<0.05	<0.1	23.8	15.4
11.	白雪川末端	5.68	6.65	8.8	1.8	8.4	3.1	0.15	0.6	38.7	19.9
12.	赤石川末端	4.70	4.64	11.4	2.9	16.1	9.9	0.34	8.2	77.7	35.4
13.	赤川長命の滝上	6.02	6.92	4.9	0.8	3.9	1.6	<0.05	<0.1	59.6	30.0
14.	赤川長命の滝上湧水	4.49	4.59	7.7	1.9	12.7	5.1	0.13	5.9	11.3	10.3
15.	赤川湧水	—湧出していない—									
16.	カラ川末端	4.55	4.46	7.2	2.5	16.2	6.8	0.18	5.5	99.8	43.3
17.	赤川17合流前	4.95	4.87	5.8	1.2	7.4	3.0	0.07	1.9	34.6	19.3
18.	カラ川崖湧水	4.49	4.49	9.3	2.5	16.1	6.7	0.24	2.0	85.8	42.5

※pHを除く他の項目はmg/l

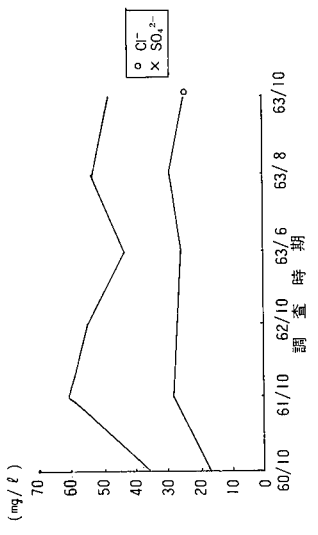
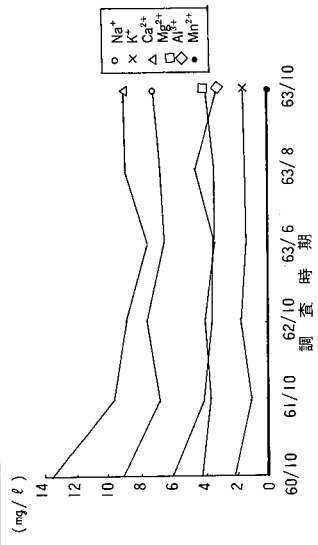
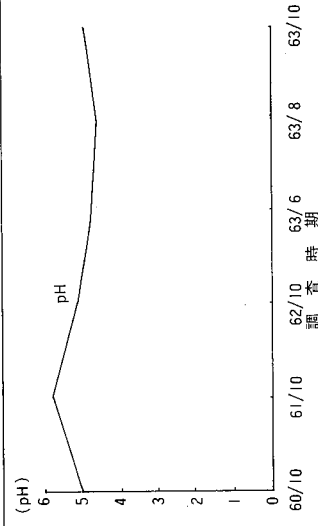


図-6 赤川導水路水質変化

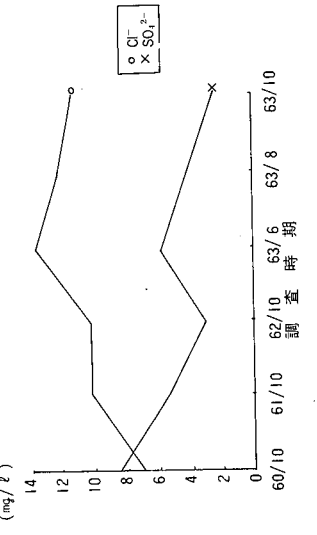
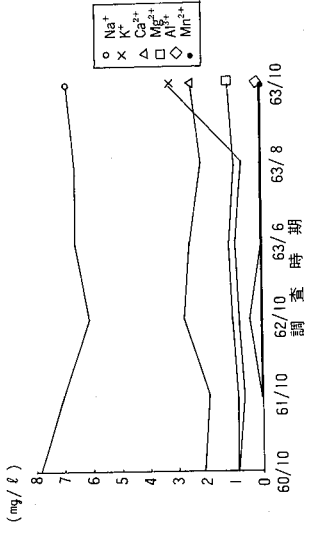
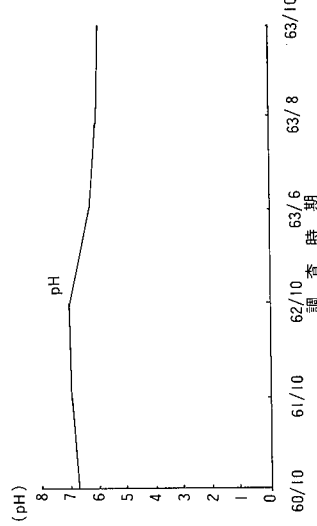


図-7 ヘノン川水質変化

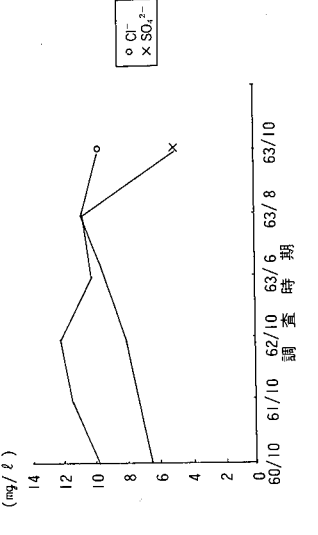
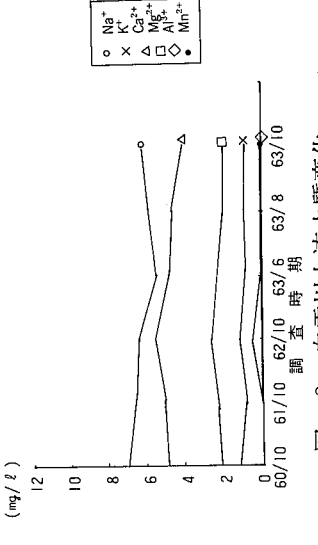
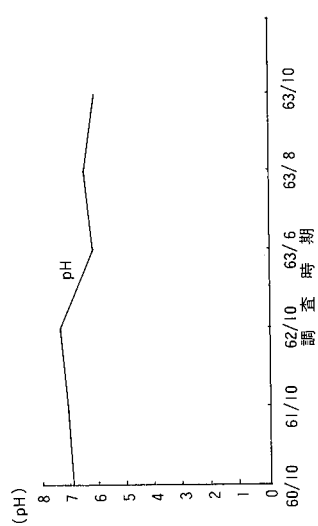


図-8 白雪川上流水質変化



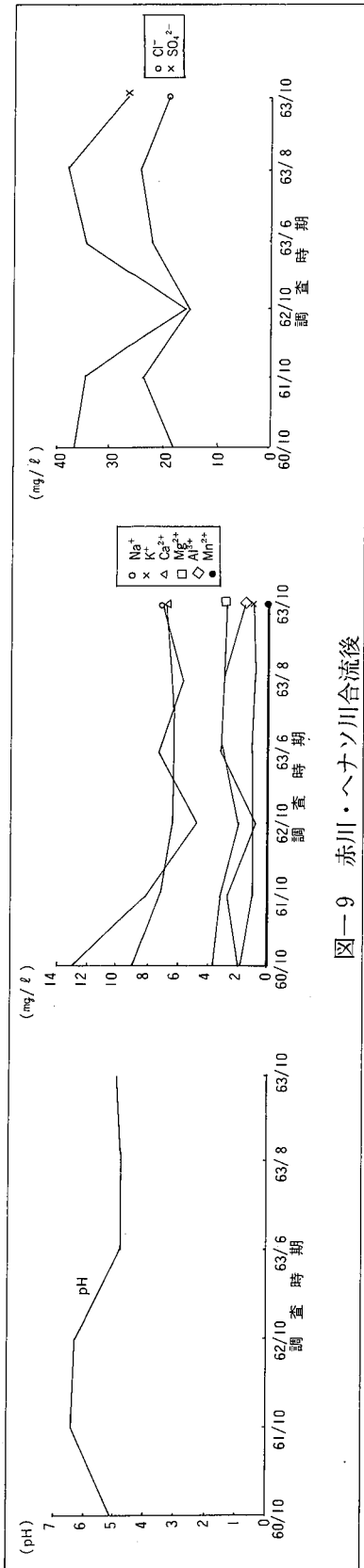


図-9 赤川・へなソ川合流後

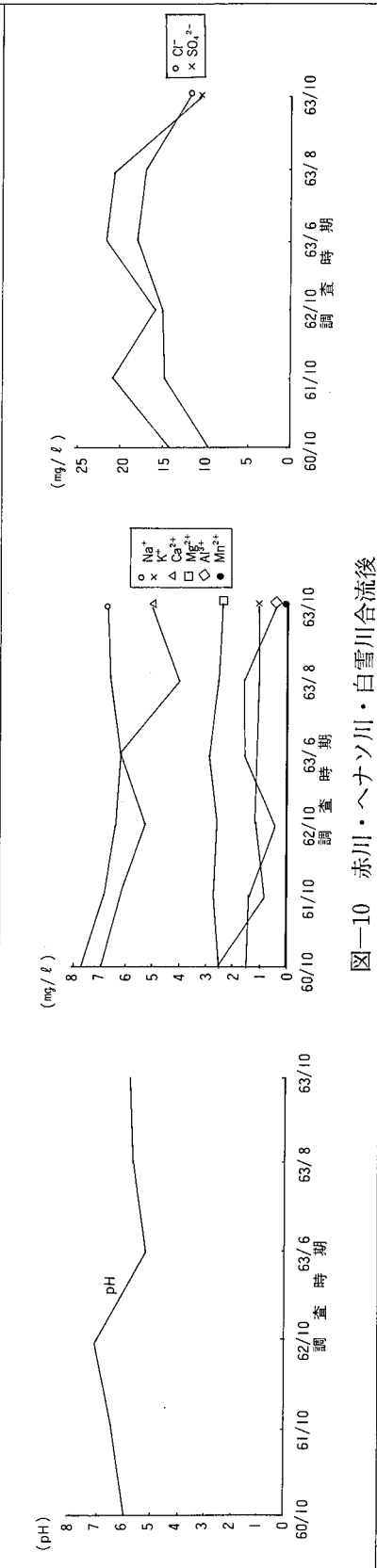


図-10 赤川・へなソ川・白雪川合流後

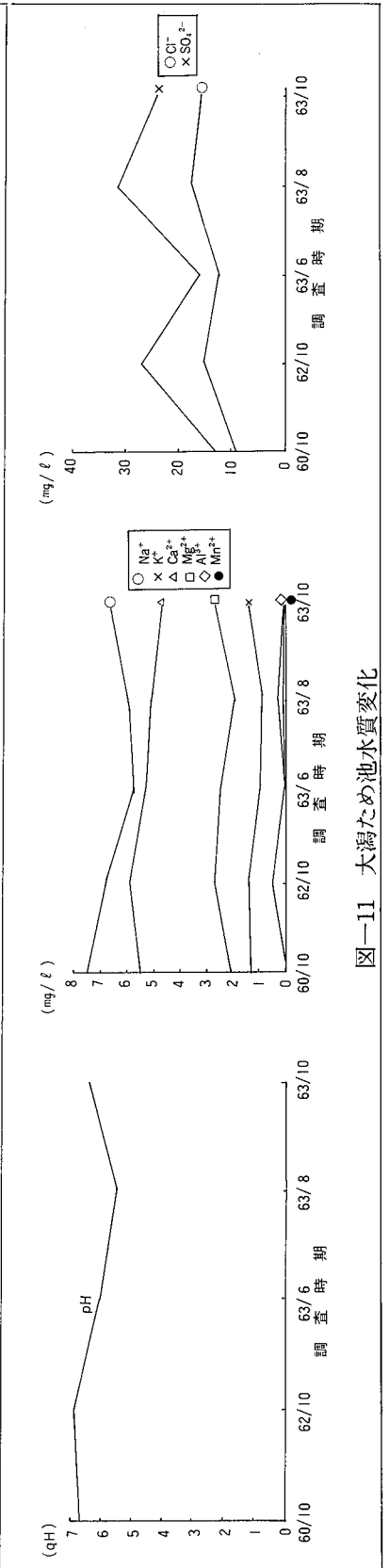


図-11 大瀧ため池水質変化

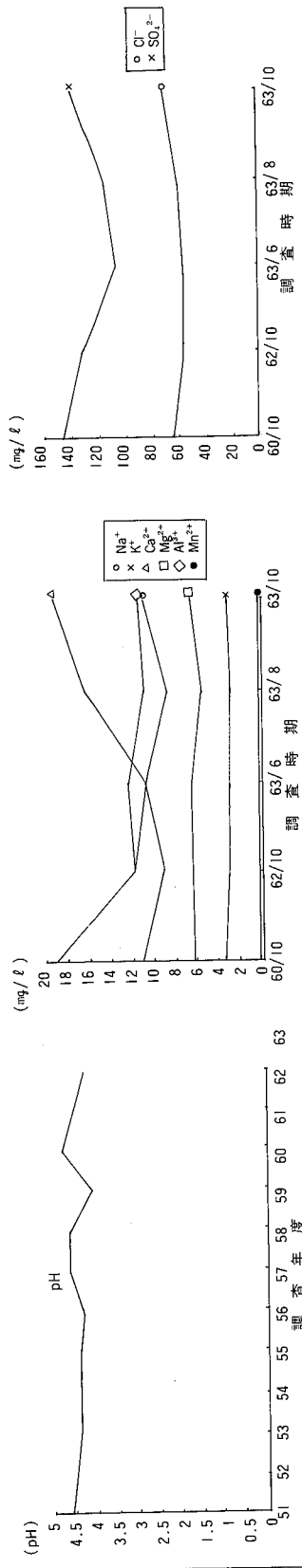


図-12 岩股湧水水質変化

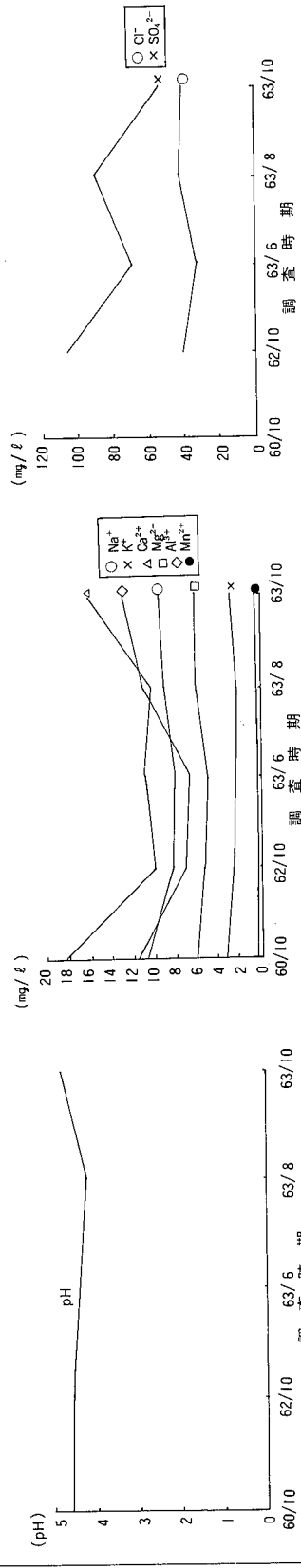


図-13 温水路水質変化

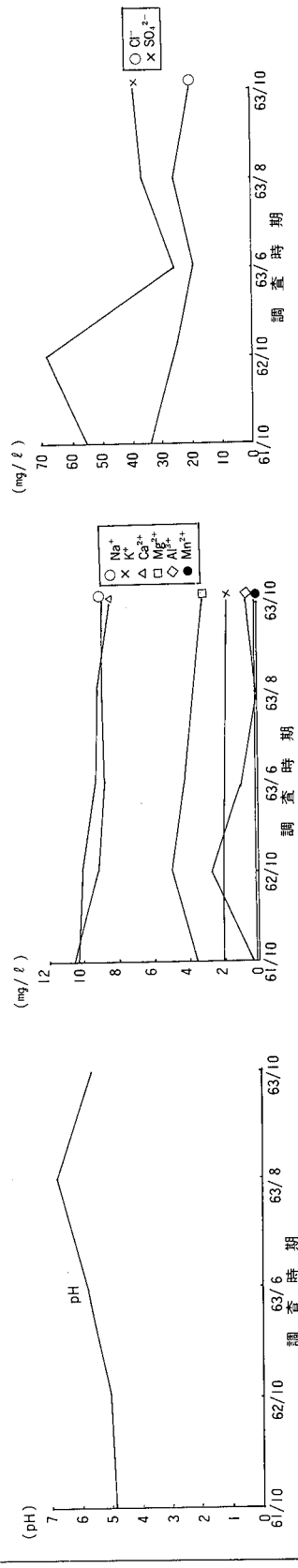


図-14 白雪川末端水質変化

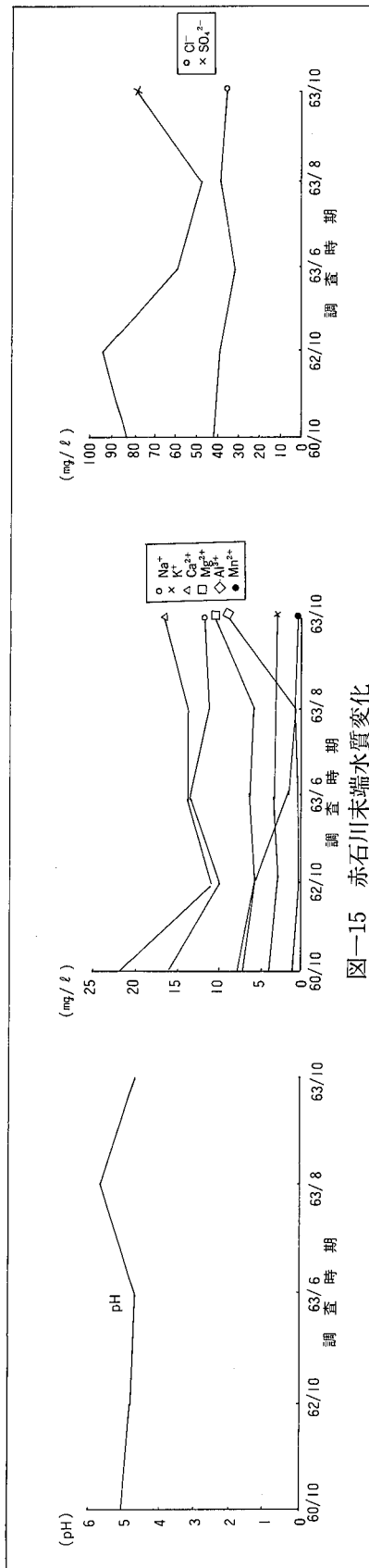


図-15 赤石川末端水質変化

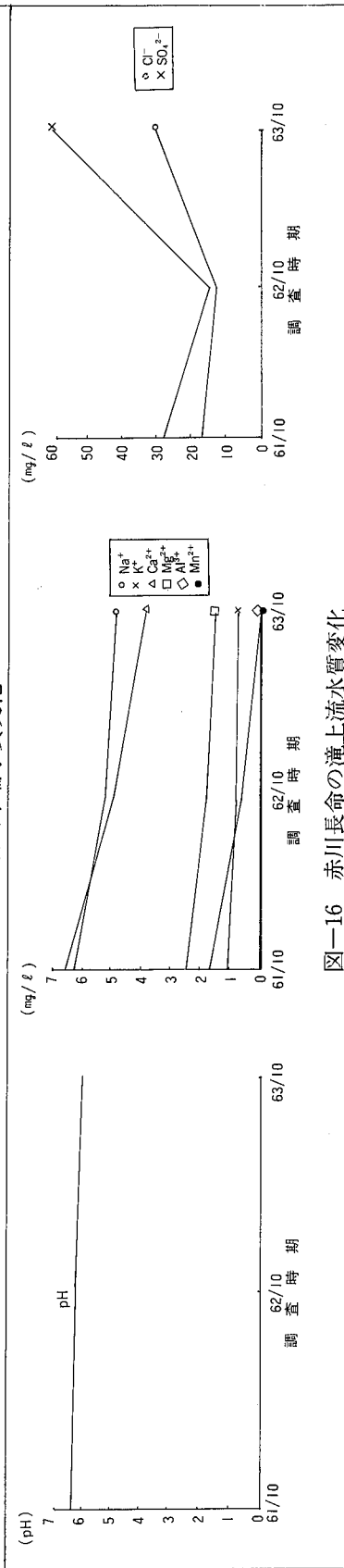


図-16 赤川長命の滝上流水質変化

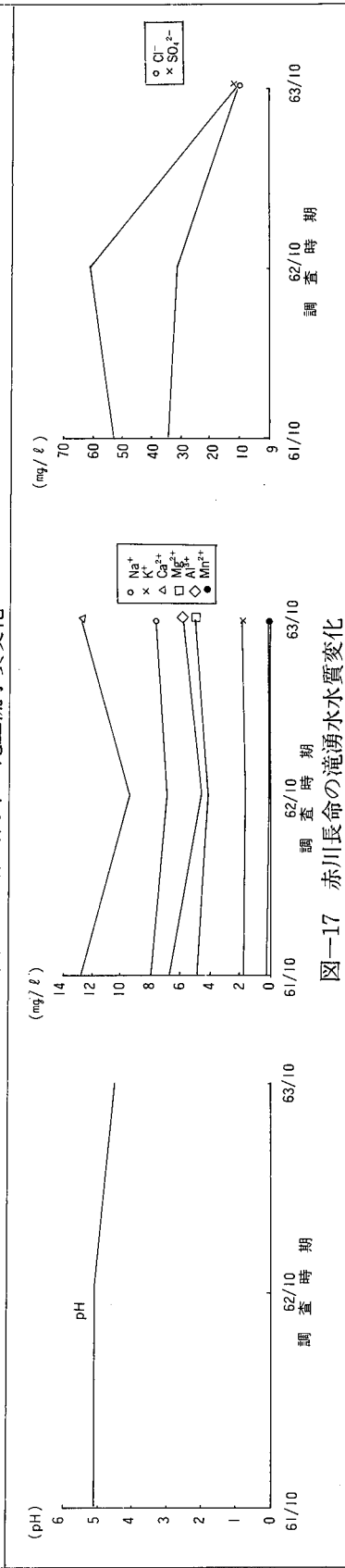


図-17 赤川長命の滝湧水水質変化

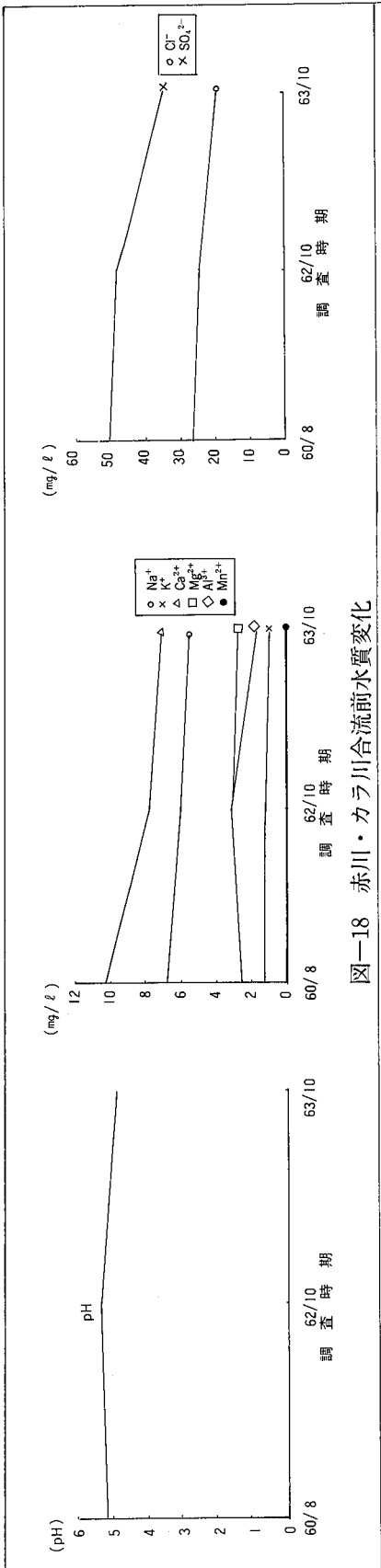


図-18 赤川・カラ川合流前水質変化

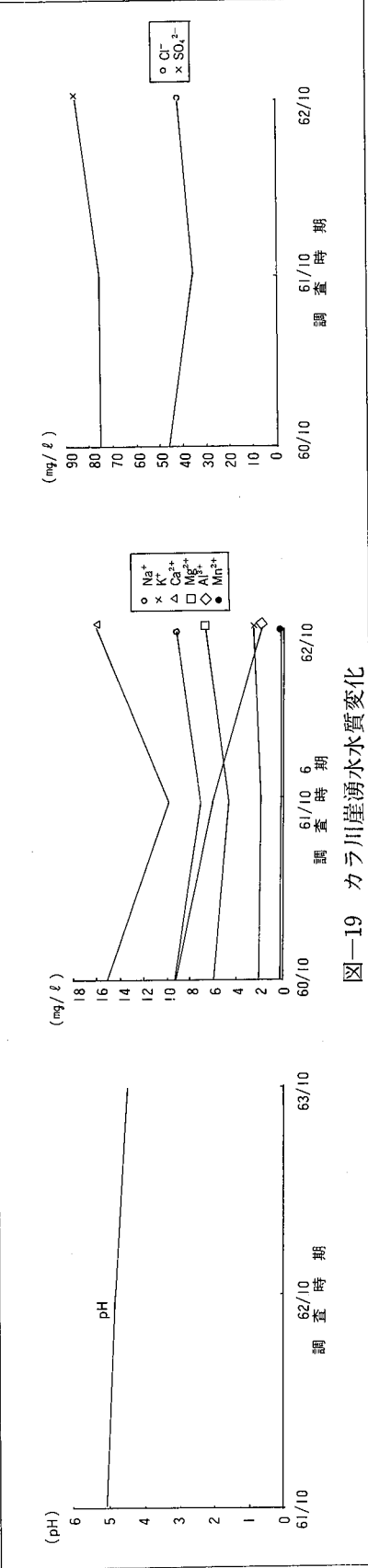


図-19 カラ川崖湧水水質変化

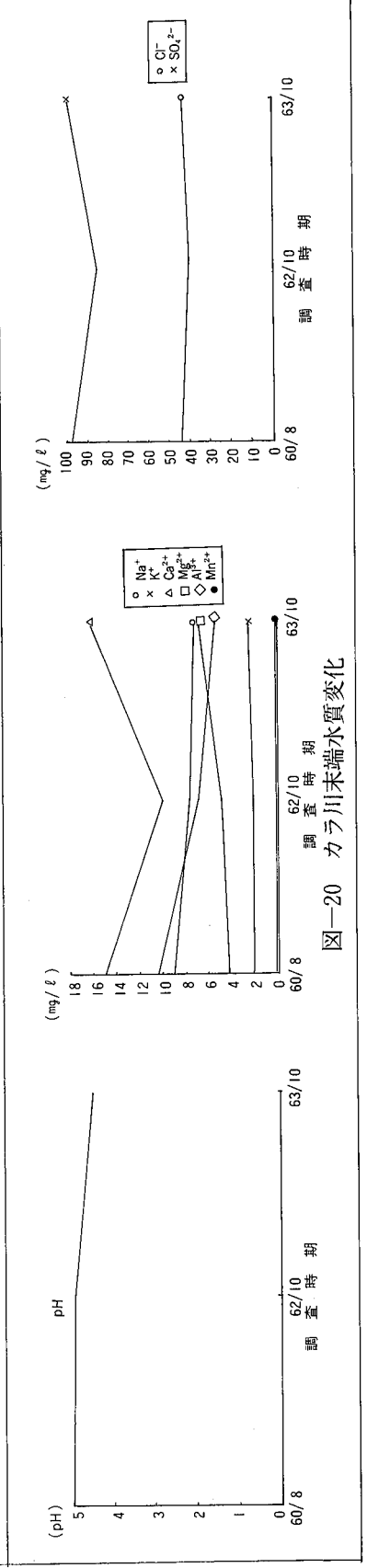


図-20 カラ川末端水質変化

子吉川の環境基準点である長泥橋のpH経年変化を図-21に示した。

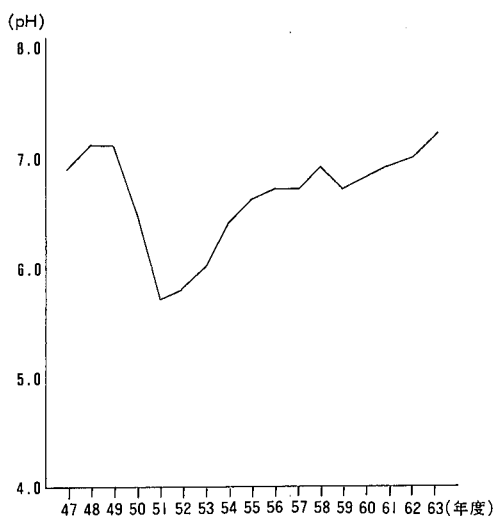


図-21 長泥橋のpH経年変化

昭和49年度からpHの低下がみられ、一時pH5.7（年平均値）まで下がったが昭和52年から回復し、昭和58年以降環境基準を満足し現在に至っている。

朱の又湧水（pH 2 台）は、朱の又堰堤でほぼ全量袖川発電所の発電用水として取水され子吉川上流に戻される。

以後、子吉河川水は鳥海第一～第三発電所の発電用水としてくり返し取水、放流され大川端地内の堰堤に到達する。

この堰堤では河川水（pH 5.4）全量が取水され、郷内発電所の発電用水として使用された後、長泥橋上流 3 km地点に放流される。

子吉川本流の大川端地内の堰堤から長泥橋上流 3 kmの区間のpHは直根川合流後の長坂橋でpH6.8、笹子川合流後の大栗沢橋でpH7.4、鶯川合流後の坂の下橋でpH7.5であり酸性湧水の影響は受けていないといえる。

従って、酸性湧水が子吉川に影響を与えていることを示す地点は郷内発電所の放流地点であるが（pH5.5）3 km下流の長泥橋では昭和58年以降環境基準を満たしており問題はない。

なお、子吉川水系における昭和60年度から昭和63年までの水質調査結果を表-8～11に、また水質変化を図-22～27に示す。

表一 8 子吉川水系水質調査結果

60. 10. 3

調査地点	項目	pH	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Mn <sup>2+</sup>	Al <sup>3+</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Cl <sup>-</sup>
1. 朱の又湧水		2.1	45.2	12.7	55.5	24.3	1.82	34.0	408	415
2. 本沢上流滝右		2.2	44.8	12.5	57.5	24.3	1.81	33.5	415	406
3. 本沢上流滝左		3.5	17.0	4.2	20.1	9.8	0.63	10.2	249	244
本沢滝下右		—	17.0	4.0	21.4	9.9	0.63	10.3	239	237
5. 朱の又川上流		4.0	14.5	3.2	194	7.5	0.32	8.6	24.3	57.1
6. 朱の又川赤沢		3.9	35.8	9.1	48.9	18.5	1.32	10.0	112	87.2
7. 本沢 末端		2.6	34.9	10.3	45.6	20.1	1.46	28.6	318	313
8. 朱の又堰堤		3.2	22.8	5.7	31.8	12.2	0.74	14.3	90.0	95.0

※pHを除く他の項目はmg/l

表一 9 子吉川水系水質調査結果

61. 10. 6

調査地点	項目	pH	室内pH	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Mn <sup>2+</sup>	Al <sup>3+</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Cl <sup>-</sup>
1. 朱の又湧水		2.4	2.5	37.5	9.5	69.5	28.5	1.75	33.6	326	309
2. 本沢上流滝 右		2.4	2.5	43.2	11.0	62.9	28.0	1.74	33.2	302	322
3. 本沢上流滝 左		3.6	3.6	15.6	4.0	22.5	11.4	0.65	10.0	114	71.2
5. 朱の又川 上流		4.0	3.9	13.9	3.1	19.8	9.0	0.43	8.8	98.0	65.0
6. 朱の又川 赤沢		4.0	—	32.0	8.1	51.2	21.5	1.33	10.4	138	201
7. 本沢 末端		2.7	2.7	32.0	9.1	48.5	22.5	1.46	28.9	260	268
8. 朱の又川 堰堤		3.2	3.2	19.2	5.0	30.0	13.7	0.76	14.0	140	122
9. 上玉田川		6.8	7.0	5.8	0.6	4.2	16	<0.05	0.1	14.8	5.7
10. 下玉田川		4.4	3.9	11.3	2.1	13.2	5.7	0.28	5.5	52.9	53.7
11. 9. 10合流後		5.1	4.1	9.9	1.9	11.8	5.3	0.26	4.8	46.7	48.9
法体の滝下		5.6	4.9	8.9	1.5	8.4	3.5	0.13	2.0	27.4	26.8

※pHを除く他の項目はmg/l

表一10 子吉川水系水質調査結果

62, 10, 7

調査地点	項目	pH	室内pH	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Al <sup>3+</sup>	Mn <sup>2+</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>
1.	朱の又湧水	2.47	2.73	32.0	9.5	19.0	23.0	26.0	1.4	330.2	320.5
2.	上流滝右	2.57	2.71	31.0	9.4	19.0	23.0	25.0	1.3	336.0	324.8
3.	上流滝左	3.54	3.64	14.0	4.2	11.0	10.0	6.7	0.56	76.1	141.6
4.	鉾山跡堰堤	2.58	2.81	28.0	8.1	18.0	20.0	20.0	1.1	268.6	284.4
7.	本沢末端	2.58	2.86	25.0	8.2	18.0	19.0	20.0	1.1	264.6	270.1
5.	朱の又上流前	3.86	4.36	13.0	3.6	13.0	8.2	6.8	0.36	64.8	113.1
	朱の又川上流後	3.09	3.25	18.0	5.3	15.0	12.0	11.0	0.64	129.4	174.0
6.	赤沢	3.78	3.65	34.0	8.5	28.0	21.0	10.0	1.2	218.2	180.4
8.	朱の又堰堤	3.14	3.34	18.0	5.4	15.0	12.0	8.9	0.67	132.0	163.7
9.	上玉田川末端	6.85	6.98	6.1	1.0	4.6	1.7	<0.5	<0.05	26.2	18.2
10.	下玉田川末端	4.73	5.18	6.0	1.2	4.1	1.6	<0.5	0.06	43.8	15.8
11.	上玉田川.下玉田川 合流後	6.62	6.88	5.9	1.0	4.3	1.6	<0.5	<0.05	23.0	13.1
	百宅川末端	7.27	7.25	6.7	1.1	4.2	1.8	<0.5	<0.05	24.0	1.4
	直根川末端	7.30	7.15	10.0	2.6	3.8	1.7	<0.5	<0.05	38.4	6.3
	直根川合流後子吉川	6.81	6.88	10.0	1.7	5.7	2.5	<0.5	<0.05	65.4	18.8
	笹子川末端	7.39	7.37	8.9	1.2	6.1	2.4	<0.5	<0.05	30.4	12.6
	笹子川合流後子吉川	7.41	7.39	9.4	1.3	6.0	2.5	<0.5	<0.05	34.8	13.6
	鶯川末端	7.59	7.15	8.1	1.4	2.8	1.4	<0.5	<0.05	38.5	2.7
	鶯川合流後子吉川	7.52	7.53	9.8	1.6	5.9	2.4	<0.5	<0.05	36.8	13.3
	長沢橋	6.88	6.90	9.0	1.6	6.3	2.7	0.9	0.06	56.6	18.7

※pHを除く他の項目はmg/l

表-11 昭和63年度 子吉川水系水質調査結果

項目等 調査地点	月日	pH	室内pH	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Mn <sup>2+</sup>	Al <sup>3+</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Cl <sup>-</sup>
下玉田川	6.23	4.52	4.36	7.0	1.6	7.2	3.4	0.13	2.2	36.9	28.1
	8.25	4.50	4.71	6.8	1.4	5.5	3.0	0.10	1.0	23.3	20.4
	10.18	5.22	5.14	6.4	1.3	4.7	2.0	0.07	0.5	20.5	18.1
上玉田川	6.23	5.84	6.61	5.1	0.8	3.9	1.5	<0.05	<0.1	10.2	10.6
	8.25	6.60	7.33	5.1	0.7	3.3	1.2	<0.05	<0.1	9.8	13.2
	10.18	6.16	7.18	5.6	0.7	3.0	1.2	<0.05	<0.1	10.6	9.8
上下玉田川 合流後	6.23	5.12	4.91	6.0	1.1	5.7	2.5	0.06	0.9	13.8	12.4
	8.25	6.35	6.75	5.8	1.0	4.0	2.6	0.03	0.1	13.0	12.4
	10.18	7.11	7.01	5.8	9.0	3.4	1.4	<0.05	0.1	14.2	12.0
長泥橋	6.23	5.86	6.41	7.3	1.2	5.5	2.4	<0.05	0.5	21.1	16.8
	8.25	6.29	6.76	5.7	1.3	3.6	2.5	0.08	0.5	21.4	20.2
	10.18	6.81	7.16	8.8	1.3	5.5	2.5	<0.05	0.5	20.9	14.2

※pHを除く他の項目はmg/l



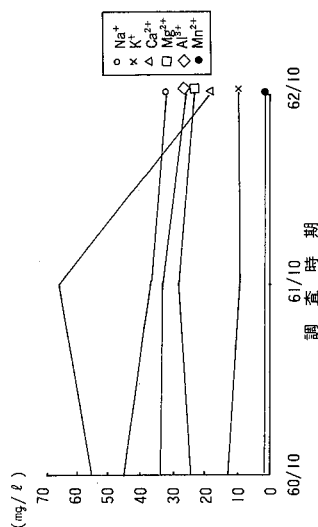
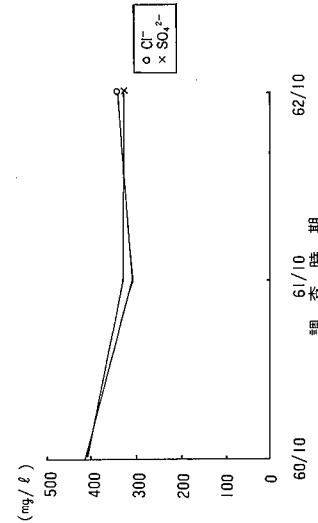
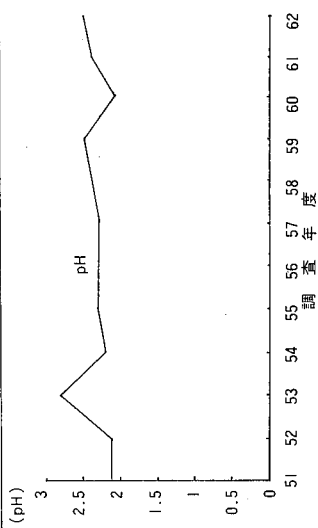


図-22 朱の又湧水水質変化

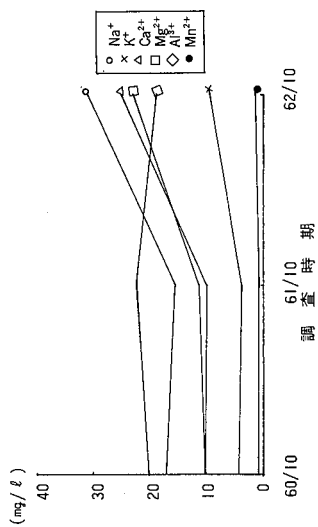
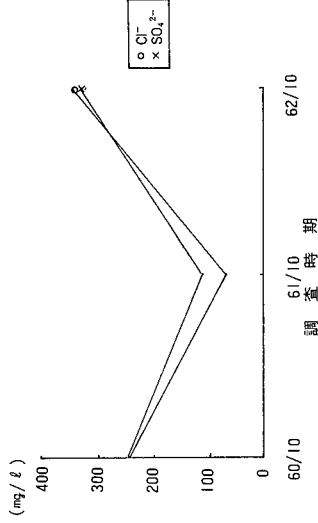
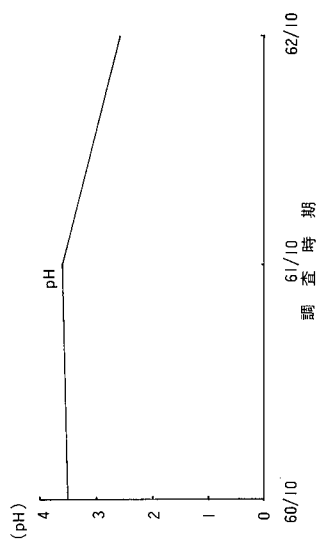


図-23 本沢上流滝右湧出水質変化

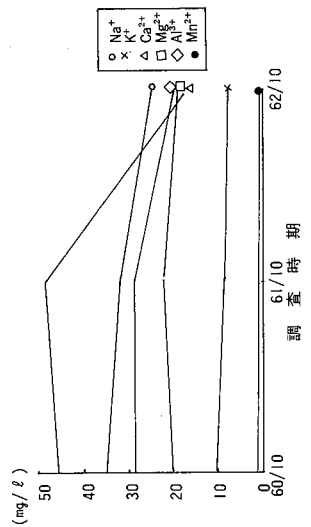
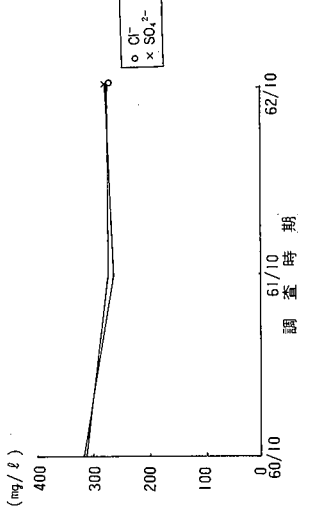
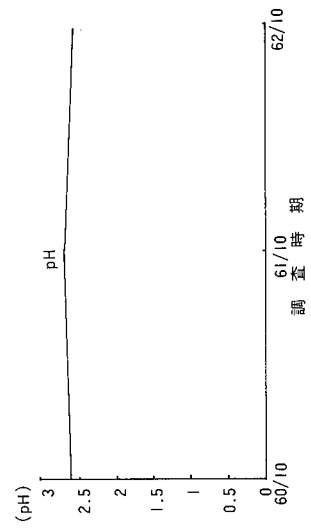


図-24 本沢末端水質変化

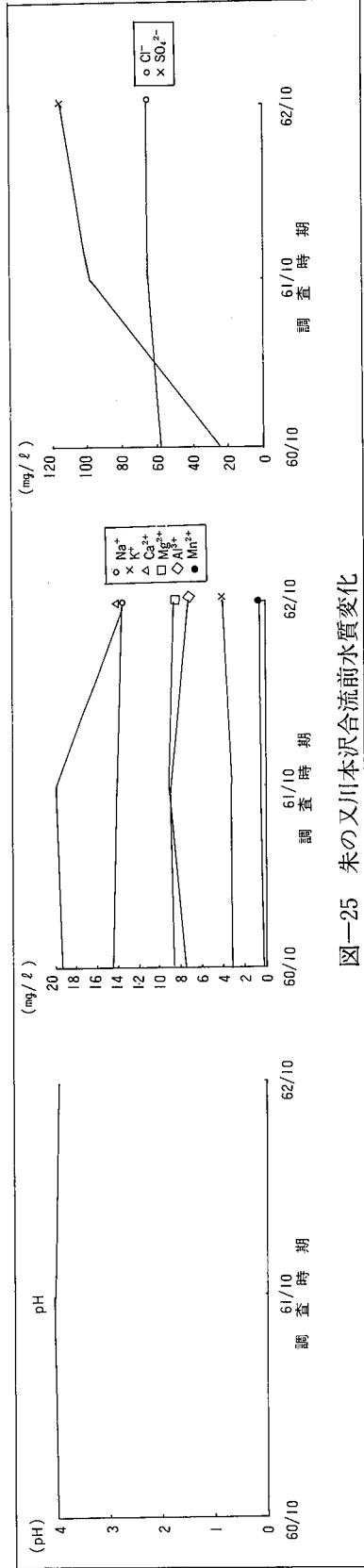


図-25 朱の又川本沢合流前水質変化

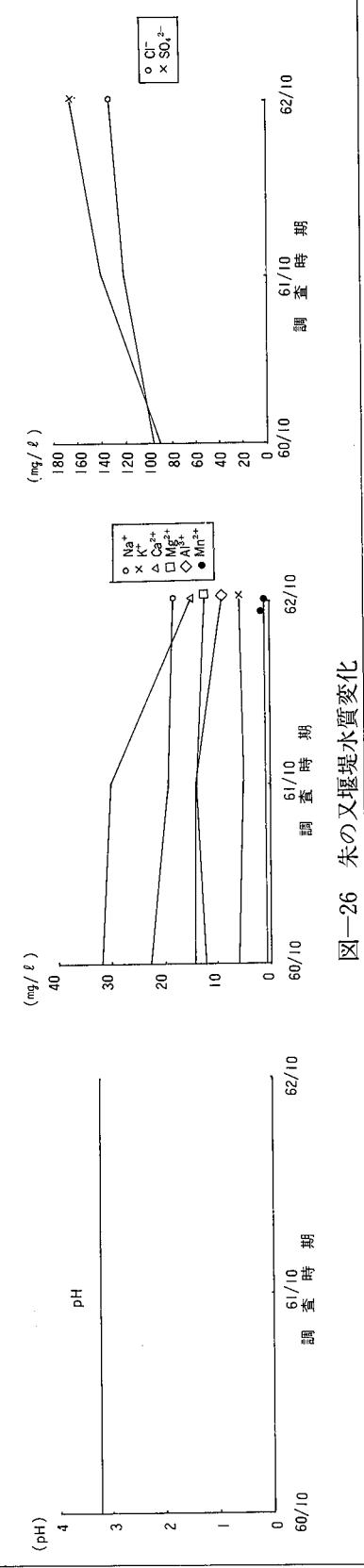


図-26 朱の又堰水質変化

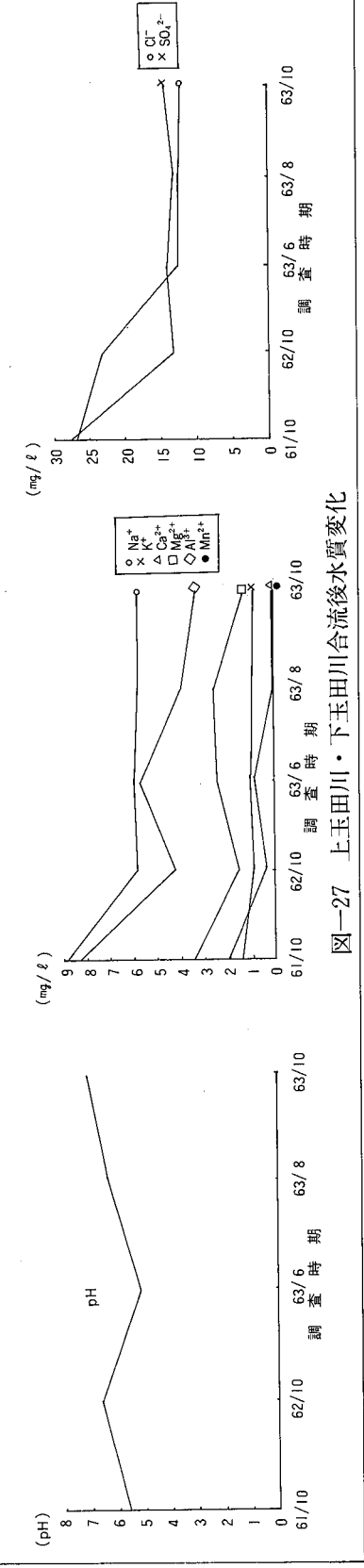


図-27 上玉田川・下玉田川合流後水質変化

昭和63年10月に観測した増水時の調査によれば、通常朱の又堰堤ではほぼ全量発電用に取水されているのに対し、増水時はかなりの量が堰堤を越えて朱の又川を流れ下玉田川へと合流している。

しかしpHは数十倍もの増水にもかかわらずpH3.8と通常時に比べ数値の上昇が少なく下流の上玉田川、下玉田川合流地点でもpH5.3であった。

このように増水時には発電取水の系統と、朱の又川→下玉田川→子吉川の2つの系統で湧水が流れることになるが環境基準点である長泥橋では増水時pH6.7、通常時6.8と特に大きな変化はなかった。

増水時の水質調査結果は表-12に示したが長泥橋のAl<sup>3+</sup>の濃度が通常時の約7倍になっている。

表-12 子吉川水系水質調査結果 (増水時)

63, 10, 17~18

調査地点 \ 項目	pH	室内pH	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Mn <sup>2+</sup>	Al <sup>3+</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Cl <sup>-</sup>
朱の又堰堤	3.81	3.46	18.9	5.2	25.1	12.4	0.32	12.8	88.6	60.0
	3.66	3.20	11.9	4.1	15.6	7.2	0.51	7.3	145	101
下玉田川	4.62	4.49	6.4	1.3	4.7	2.0	0.16	2.7	30.1	26.8
	5.22	5.14	7.7	2.0	8.0	3.6	0.07	0.5	20.5	18.1
上下玉田川合流後	5.34	5.20	6.3	1.4	5.4	2.3	0.10	1.5	14.6	16.6
	7.11	7.01	5.8	0.9	3.4	1.4	<0.05	0.1	14.2	12.0
長泥橋	6.77	7.08	7.2	1.8	4.0	1.8	0.10	3.7	21.2	16.8
	6.81	7.16	8.8	1.3	5.5	2.5	<0.05	0.5	20.9	14.2

※pHを除く他の項目はmg/l

(上段：降雨による増水時 下段：降雨前日)

これは増水による底質の巻き上げによるもので、降雨時などではよくみられる現象であり特に水質変動を示すものではないと考えられる。

従って長泥橋では、増水時においても酸性湧水の影響はみられない。

## 5. 考察およびまとめ

### 1) 白雪川水系について

鳥越、岩股水系は流路が短く、他の中性河川による希釈等の作用を受けることが少ないことから酸性化は岩股湧水の水質変動によるものである。岩股湧水のpHが4.5程度、白雪川末端の白雪橋では、pH5.0程度と低いながらもここ数年変化がないままに推移してきている。

また、湧水のAlが11~17mg/lと朱の又湧水の約半分の濃度であるにもかかわらず、流路が短かく、希釈作用を受けることが少ないため農業利水の源である温水路でも約10mg/lとかなり高い。水質中のAlの濃度が高いということは土壌の老朽化による農業被害や魚類生息のマイナス要因であり問題であるとする。

利水関係では金浦町と象潟町の上水道の水源として使用されているが、金浦町ではpH5.4程度

の白雪川の表流水を、象潟町ではpH4.8程度の鳥越川の表流水を取水し、浄水時の薬注によりpHを7程度にして給水しており、浄水場の管理、運営や経済的な負担に苦慮している。

赤川水系の湧水については、赤川湧水の枯渇現象、カラ川崖湧水の水量増加など酸性湧水の状況はまだ変動しているものの、憂慮されている大瀧溜池の酸性化の問題は、流域の水質調査結果で述べたとおり現在は特に問題はない。

なお、湧水の変動が水域に及ぼす影響を把握するため、この水域の利水経路から判断し、白雪第一堰堤の水質を調査することが重要であると考ええる。

## 2) 子吉川水系について

環境基準点である長泥橋のpHが昭和58年から環境基準を満足するに至ったことにより環境に対する影響については特に問題はなくなったものと考ええる。

調査結果から、湧水の影響を把握するには、この水系の利水経路から判断し長泥橋の水質を調査することが重要である。

以上のことから、今後も両水系の挙動を監視していく必要があると考えるが、酸性湧水の動向、環境への影響が確認できるような調査ポイント及び調査項目を選択しながら実施し、データの集積をしなければならない。

## 参 考 文 献

- 1) 秋田県：環境白書，昭和50年～昭和63年版
- 2) 秋田県環境技術センター年報，No.3～No.14（1974～1988）
- 3) 子吉川および白雪川酸害調査報告書，昭和53年2月 秋田大学教授 推川 誠
- 4) 白雪川および子吉川の酸性水の現状について，昭和57年12月 環境保全課

## Ⅷ 学 会 等

### 1. 学会および研究会等における発表

年 月 日	演 題	発 表 者	学 会 等 名	場 所
62.10.23	生活雑排水簡易処理装置の試作について	鈴木 雄二	第13回北海道・東北公害研究連絡会議	岩手県
62.11.27	生活雑排水簡易処理装置の実証試験について	"	秋田県環境指導職員業務研究発表会	秋田市
63.3.8	全窒素測定法に関する検討 — 分解瓶の種類による分析精度について —	石郷岡 晋	秋田県環境保健業務研究発表会	"
63.3.8	ばい煙簡易測定法の紹介と実用化における問題点	斎藤 学	"	"

### 2. 研 修

年月日	研 修 名	氏 名	研 修 場 所
62.6.30 ┆ 7.15	機 器 分 析 研 修	鈴 木 雄 二	環境庁公害研修所
62.7.20 ┆ 21	アスベスト測定法講習会	高 橋 浩	勸労働科学研究所

秋田県環境技術センター年報

— 平成元年 3 月 —

秋田県環境技術センター

(〒010)

秋田市八橋字下八橋 191 の18

TEL 0188 (63) 1425

印刷 / 秋田協同印刷株式会社  
住所 / 秋田市川尻町字大川反233-48

