

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^{1)~4)}

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³⁾
- 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⁴⁾

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⁺、Cl⁻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-1 及び図-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

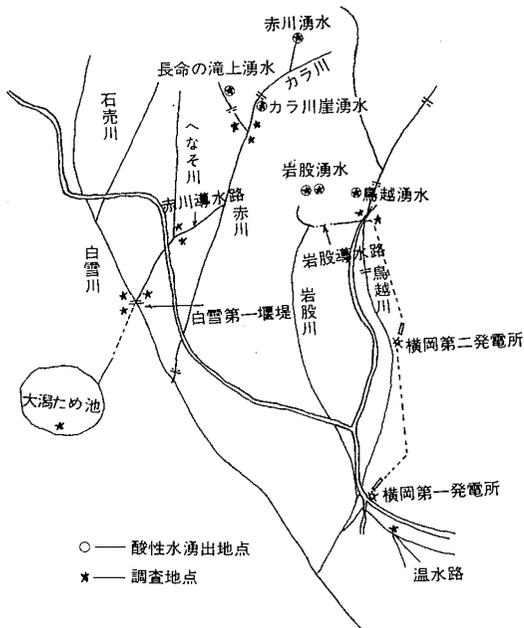


図-1 白雪川水系調査地点概略図

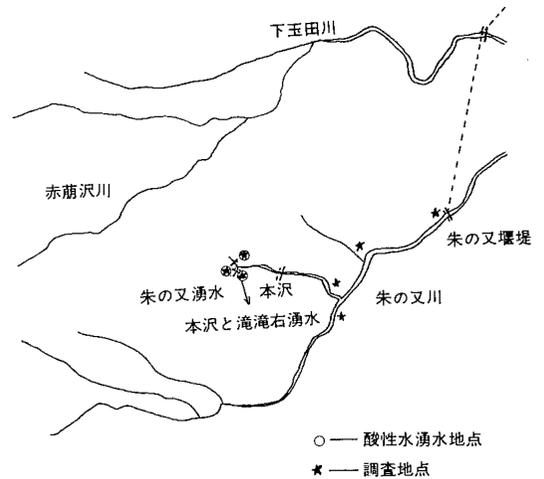


図-2 子吉川水系 (朱の又川) 調査地点概略図

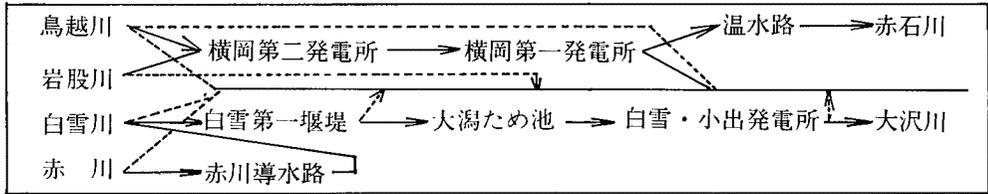
3) 酸性河川の中和実験

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。

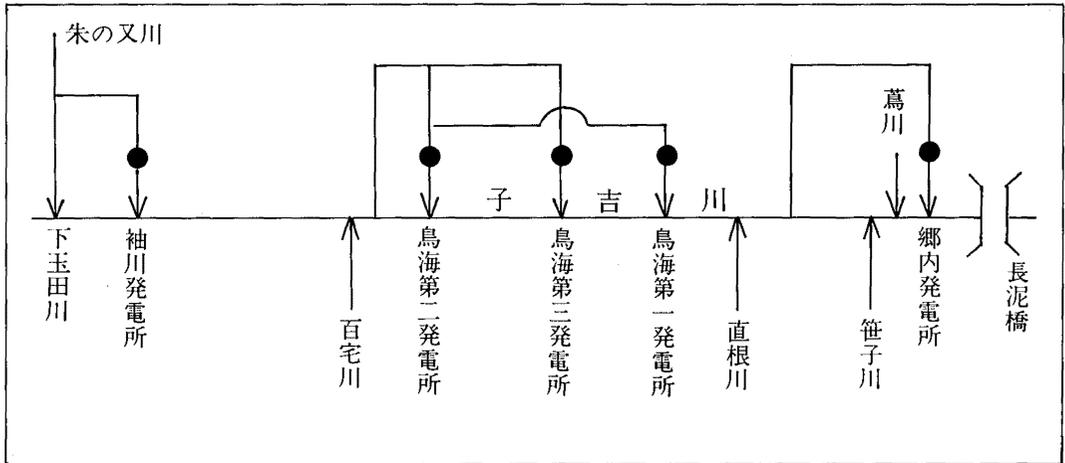
赤川湧水とカラ川が合流した後、赤川本流へと流れ赤川の酸性化の原因となっている。

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提（朱の又堰提）へはpH 3台として到達する。

朱の又堰提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提を経て、袖川発電所で利用された後子吉川へと放流される。

（朱の又堰提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。

この地点は子吉川の環境基準である長泥橋の約3km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提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 ³ /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になり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。

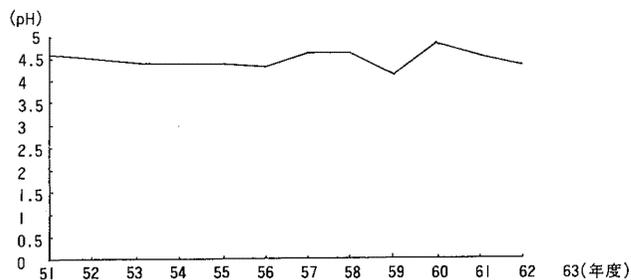


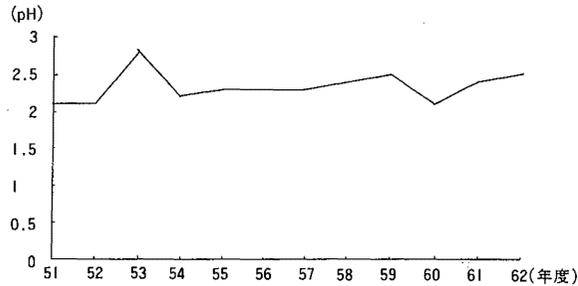
図-3 岩股湧水のpH経年変化

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。



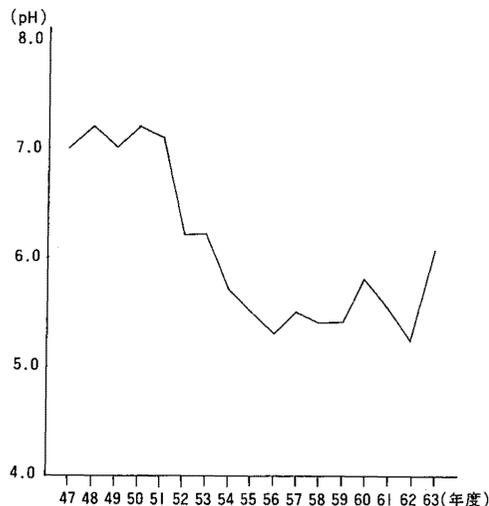
図一4 朱の又湧水のpH経年変化

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⁺、K⁺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⁺、K⁺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 ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Mn ²⁺	Al ³⁺	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻
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. 大渦溜め池		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 ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Mn ²⁺	Al ³⁺	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻
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

調査地点	項目	pH	室内pH	Na ⁺	K ⁺	Ca ⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	Mn ²⁺	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻
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 白雪川合流後		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. 大潟ため池		—	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. 鳥越川岩股合流前		—	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 ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Mn ²⁺	Al ³⁺	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻
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. 大渦溜池		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 ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Mn ²⁺	Al ³⁺	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻
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. 大渦溜池		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 白雪川水系水質調査結果

63, 10, 17

項目 調査地点	pH	室内pH	Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Mn ²⁺	Al ³⁺	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻
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

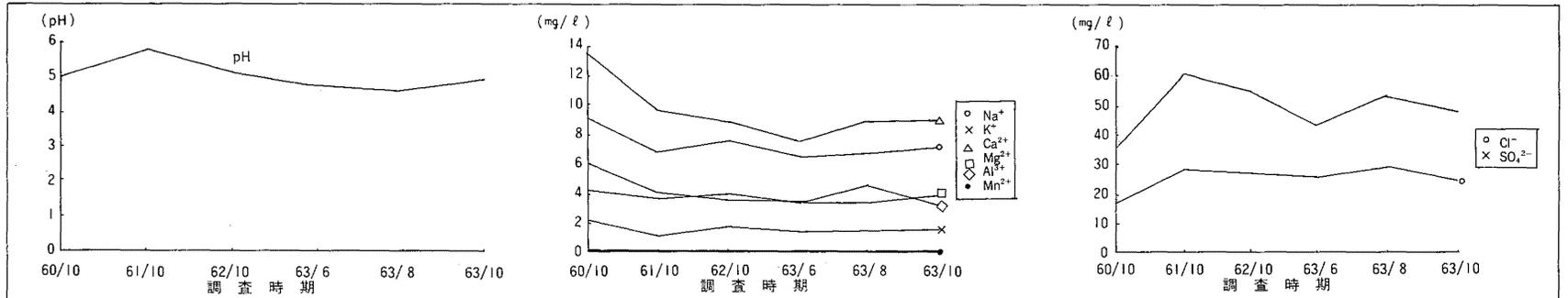


図-6 赤川導水路水質変化

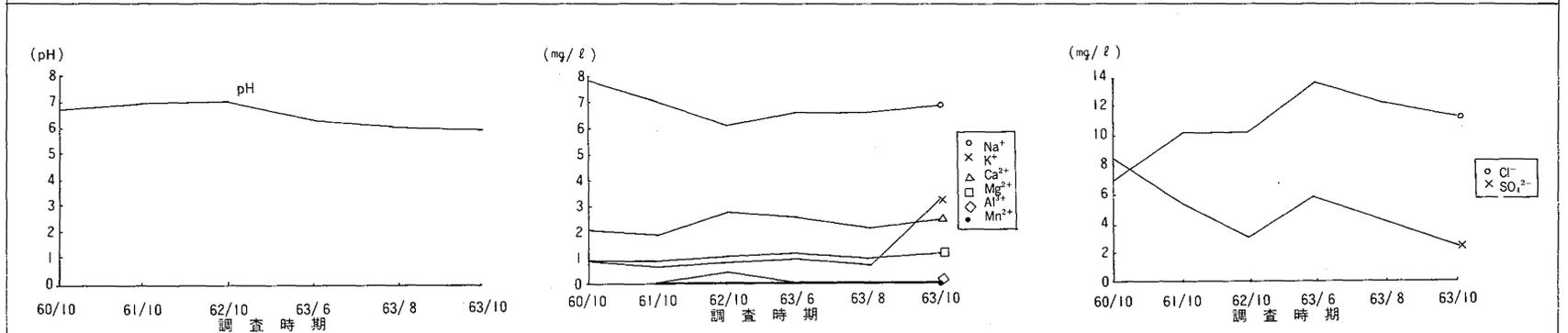


図-7 ヘナソ川水質変化

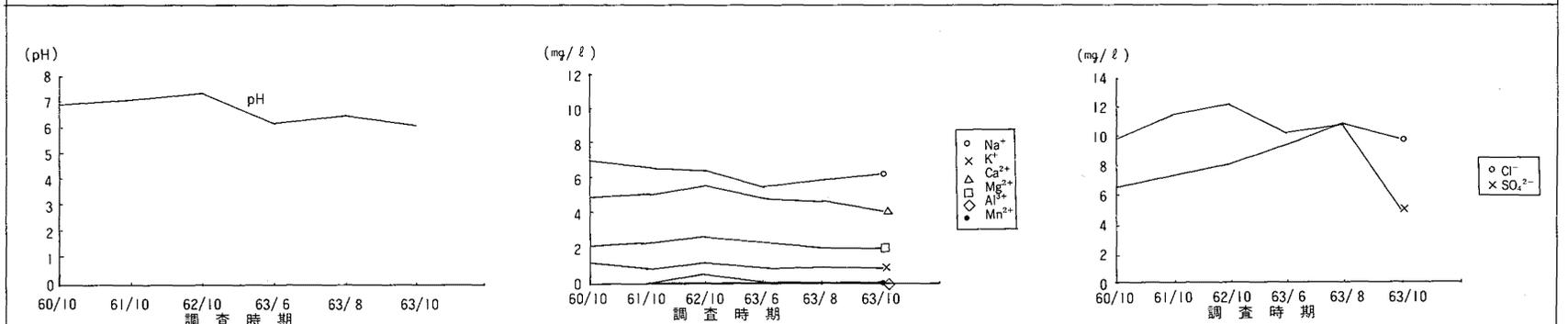


図-8 白雪川上流水質変化

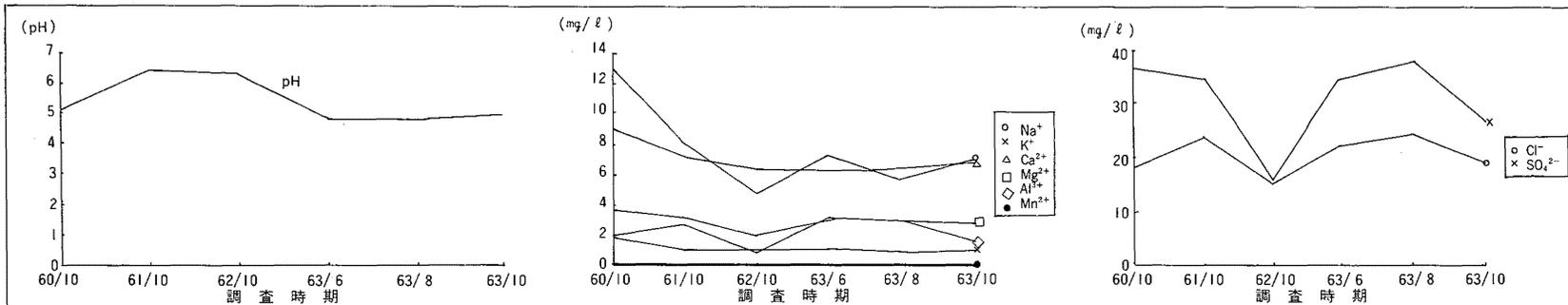


図-9 赤川・ヘナソ川合流後

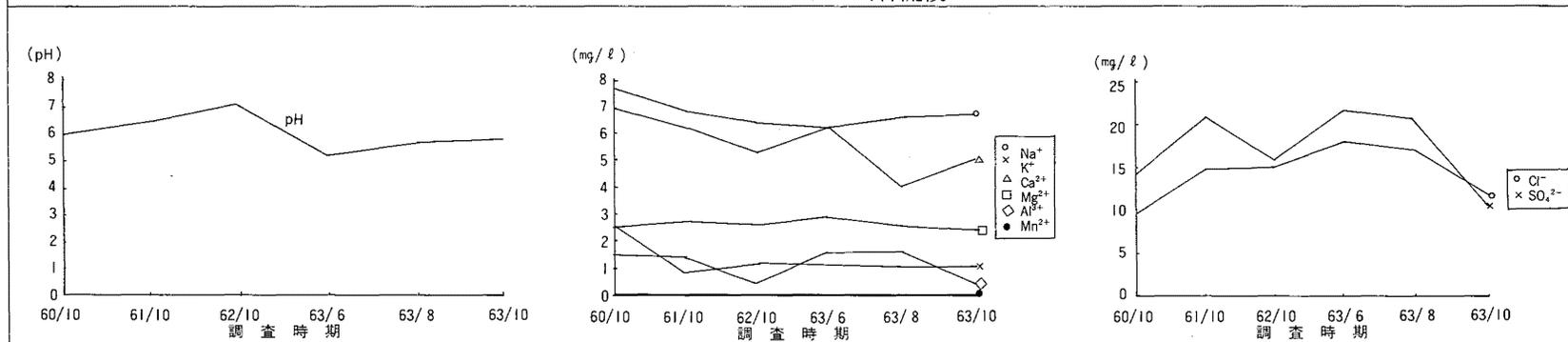


図-10 赤川・ヘナソ川・白雪川合流後

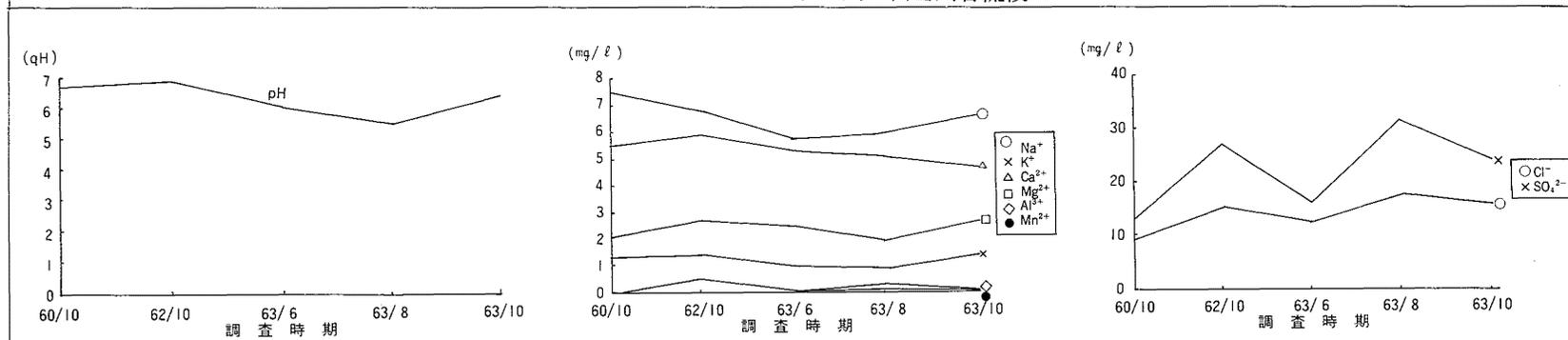


図-11 大潟ため池水質変化

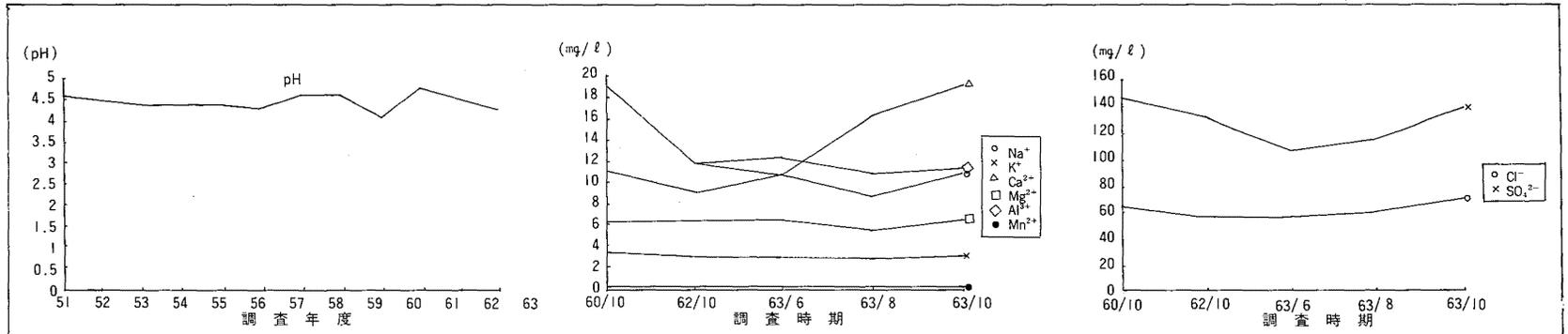


図-12 岩股湧水水質変化

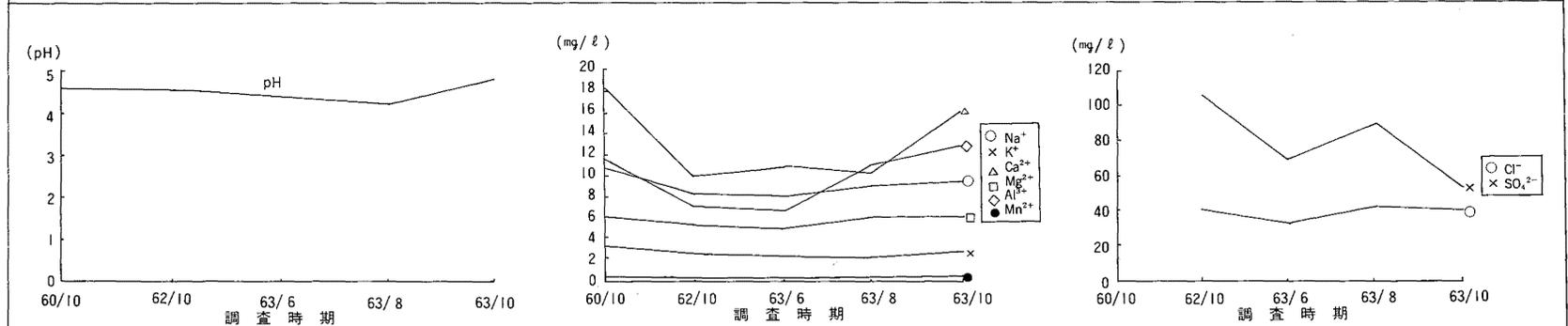


図-13 温水路水質変化

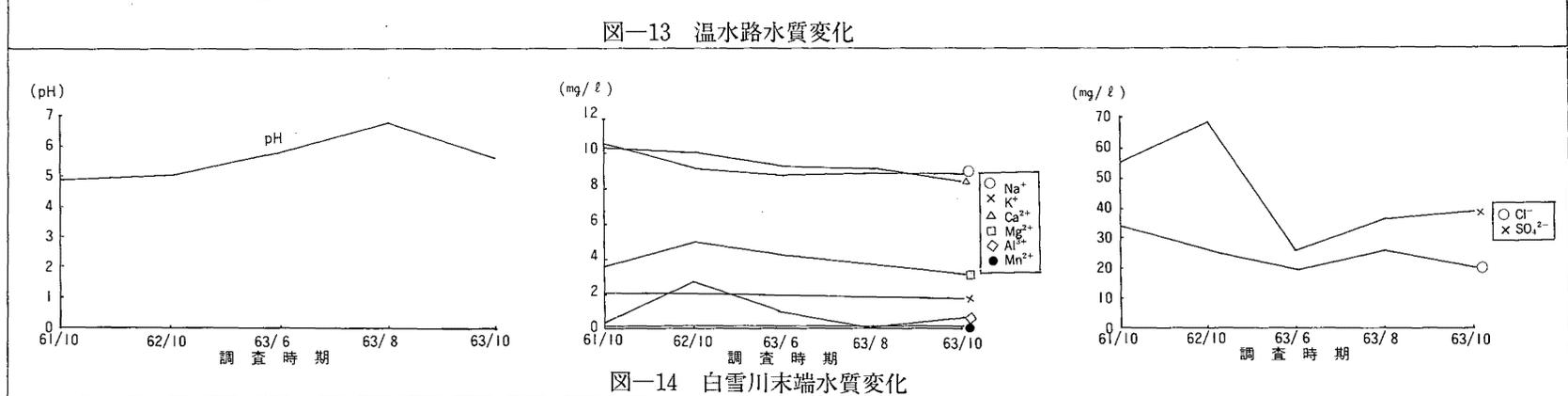


図-14 白雪川末端水質変化

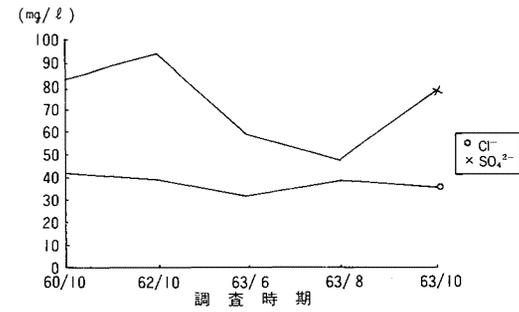
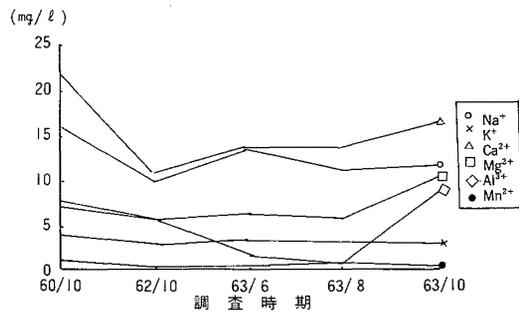
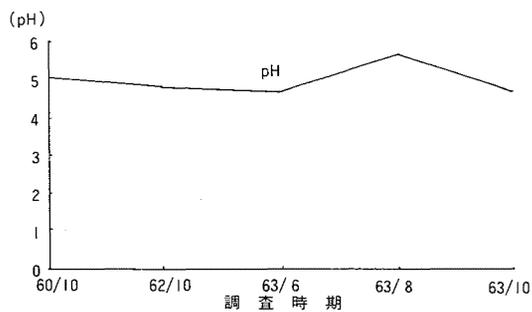


図-15 赤石川末端水質変化

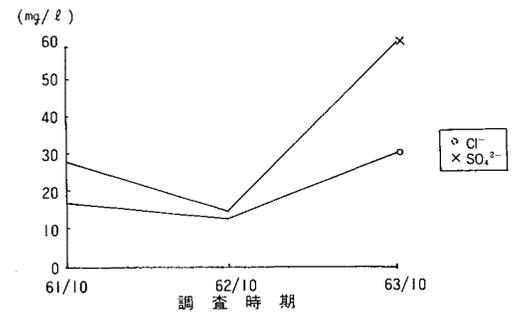
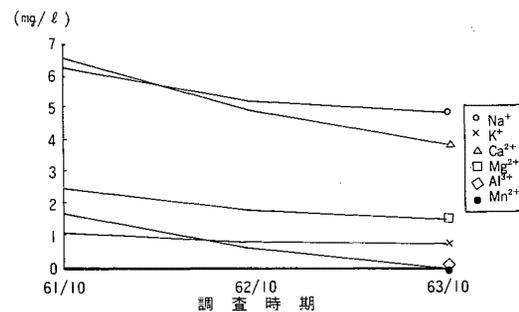
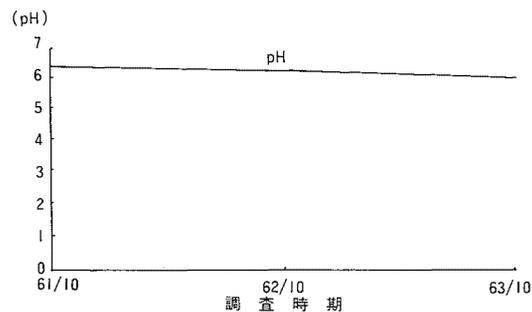


図-16 赤川長命の滝上流水質変化

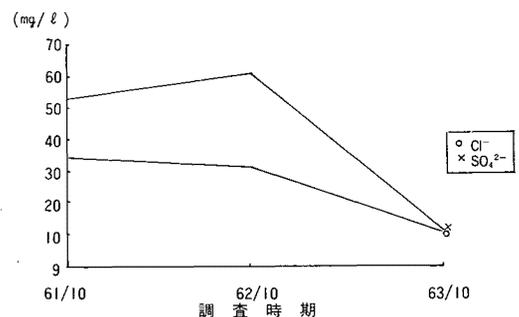
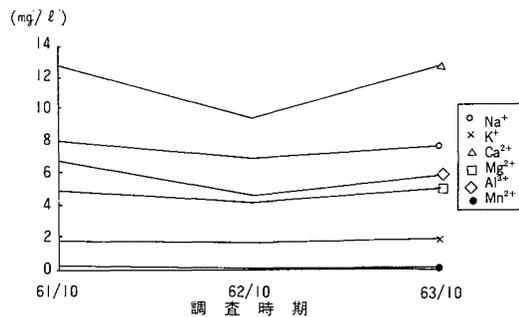
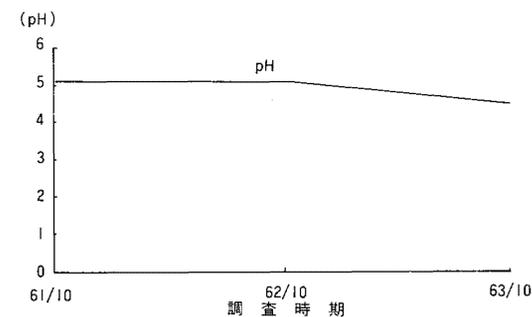


図-17 赤川長命の滝湧水水質変化

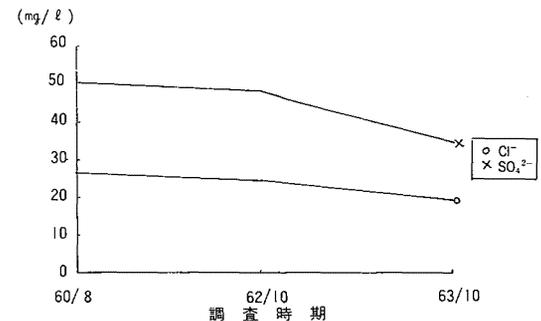
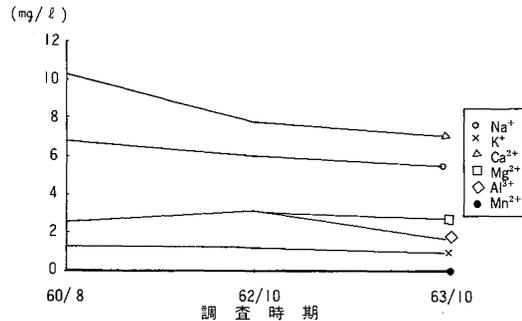
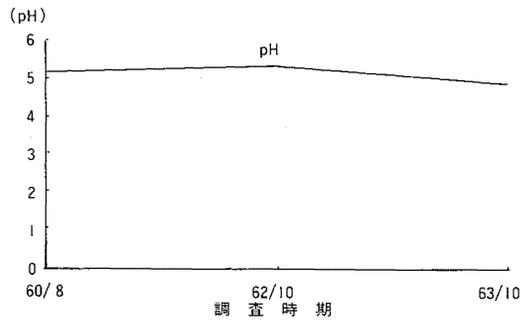


図-18 赤川・カラ川合流前水質変化

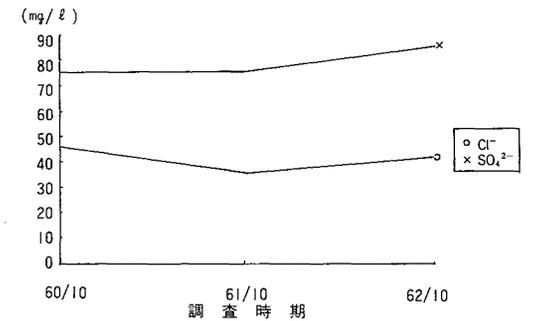
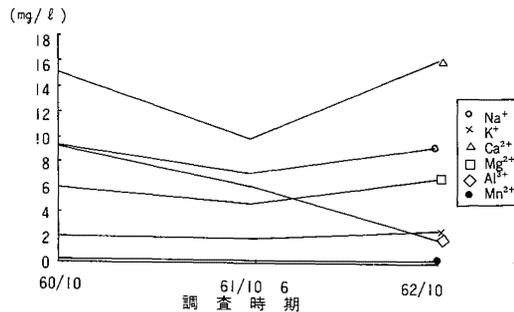
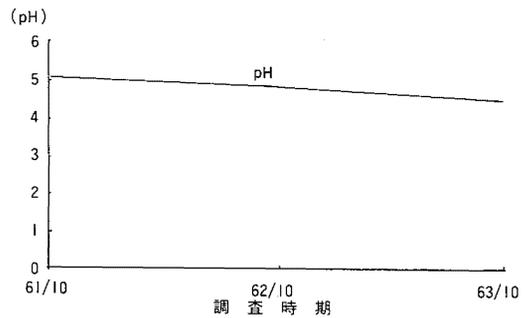


図-19 カラ川崖湧水水質変化

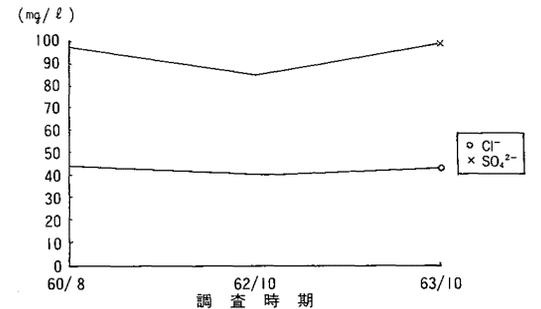
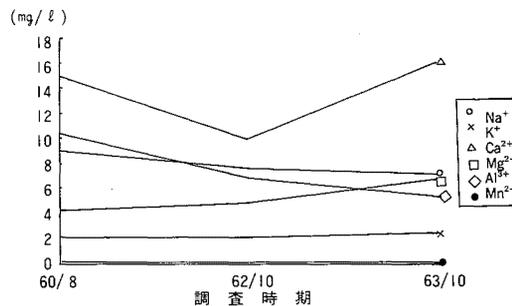
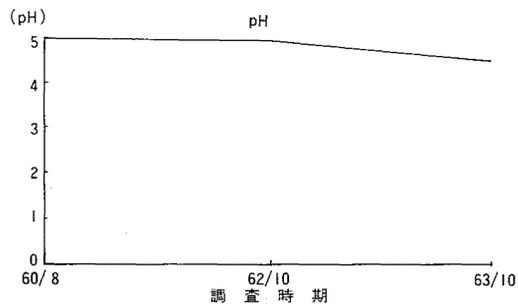


図-20 カラ川末端水質変化

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。

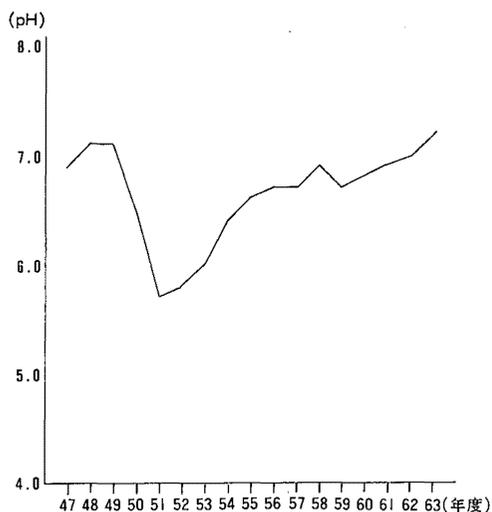


図-21 長泥橋のpH経年変化

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。

表一八 子吉川水系水質調査結果

60. 10. 3

調査地点	項目	pH	Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Mn ²⁺	Al ³⁺	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻
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

表一九 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 ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Mn ²⁺	Al ³⁺	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻
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-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 ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	Mn ²⁺	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻
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

表一11 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 ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Mn ²⁺	Al ³⁺	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻
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

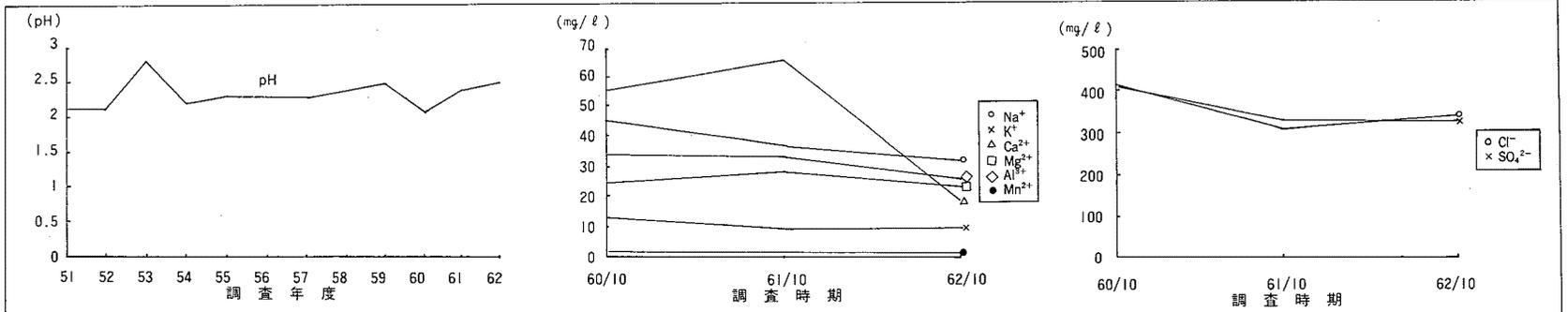


図-22 朱の又湧水水質変化

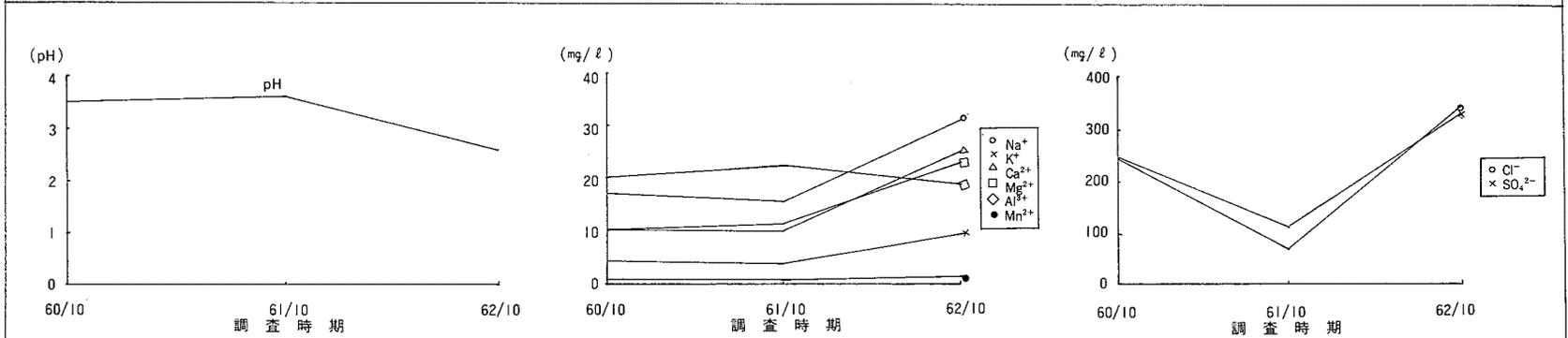


図-23 本沢上流滝右湧出水質変化

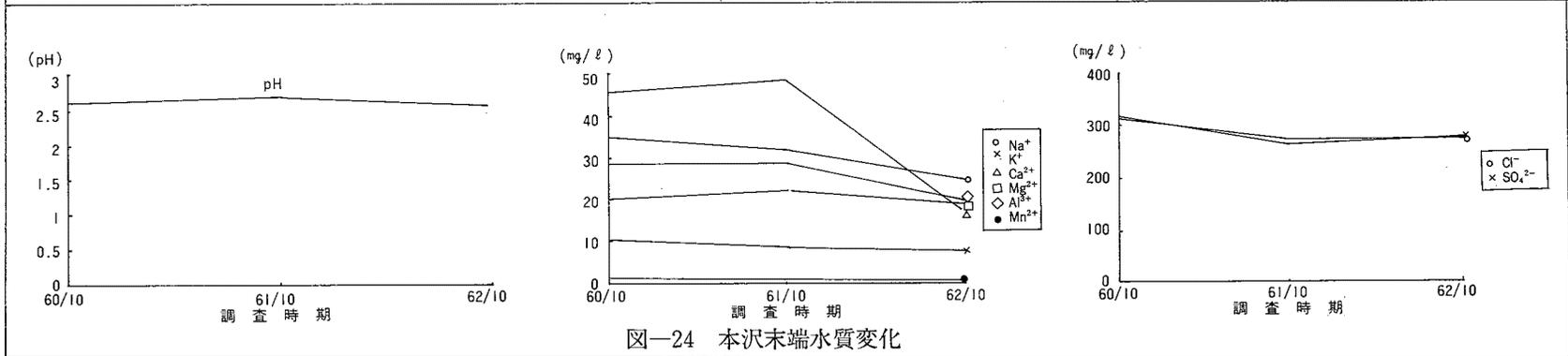


図-24 本沢末端水質変化

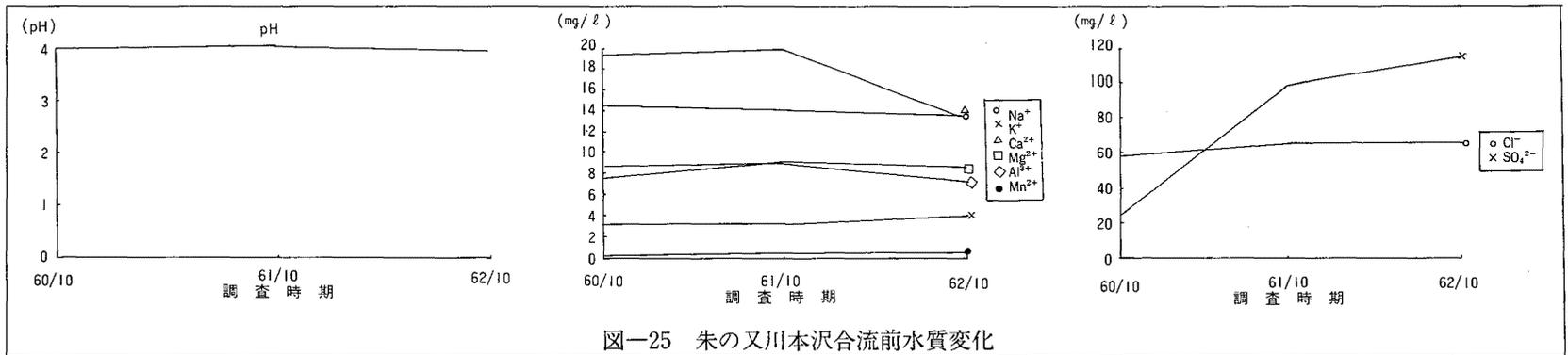


図-25 朱の又川本沢合流前水質変化

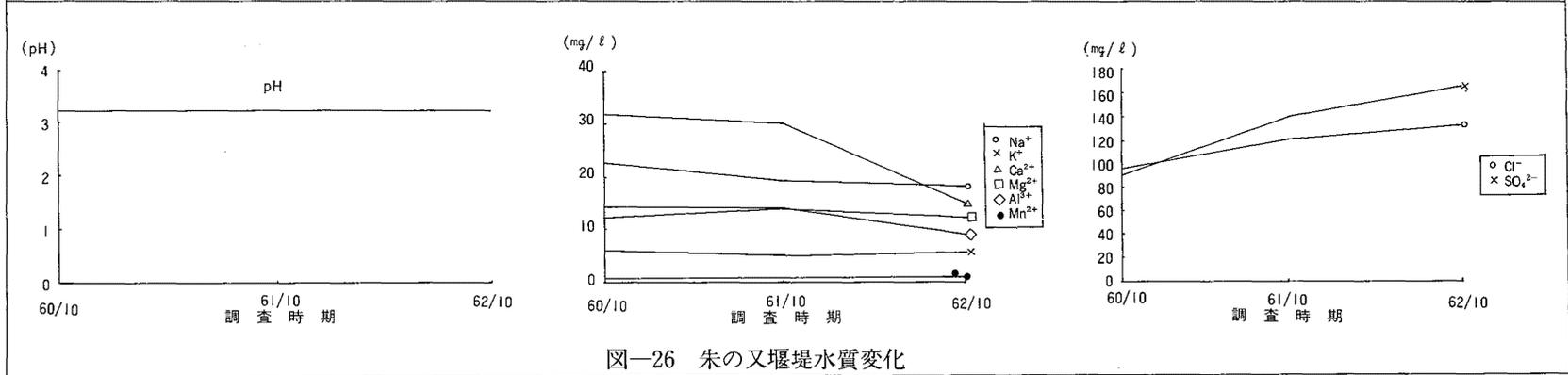


図-26 朱の又堰堤水質変化

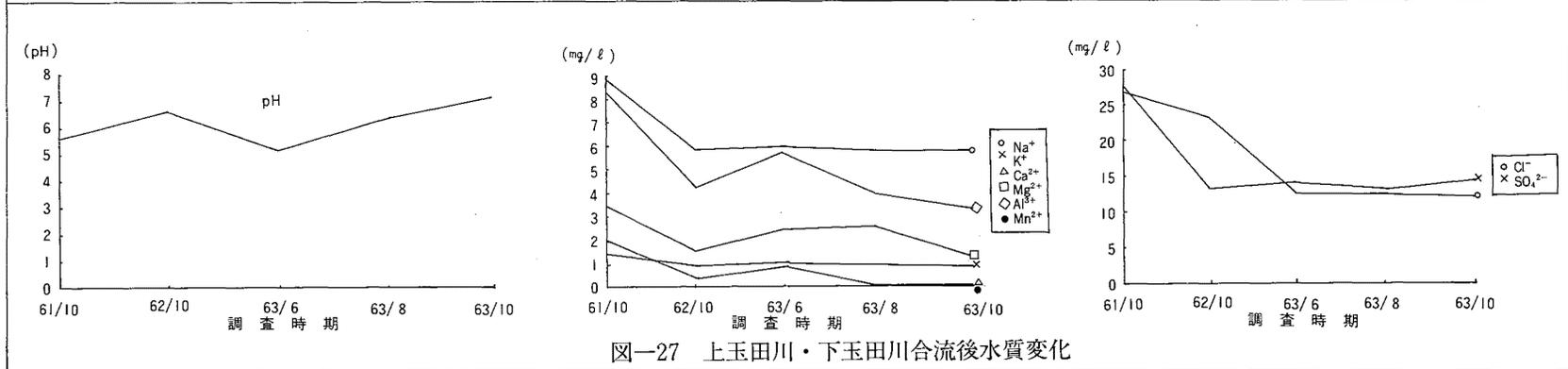


図-27 上玉田川・下玉田川合流後水質変化

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一12に示したが長泥橋のAl³⁺の濃度が通常時の約7倍になっている。

表一12 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 ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Mn ²⁺	Al ³⁺	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻
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考えられる。

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、憂慮されている大潟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