

県内酸性河川水の調査

第1報 八幡平熊沢川水系について

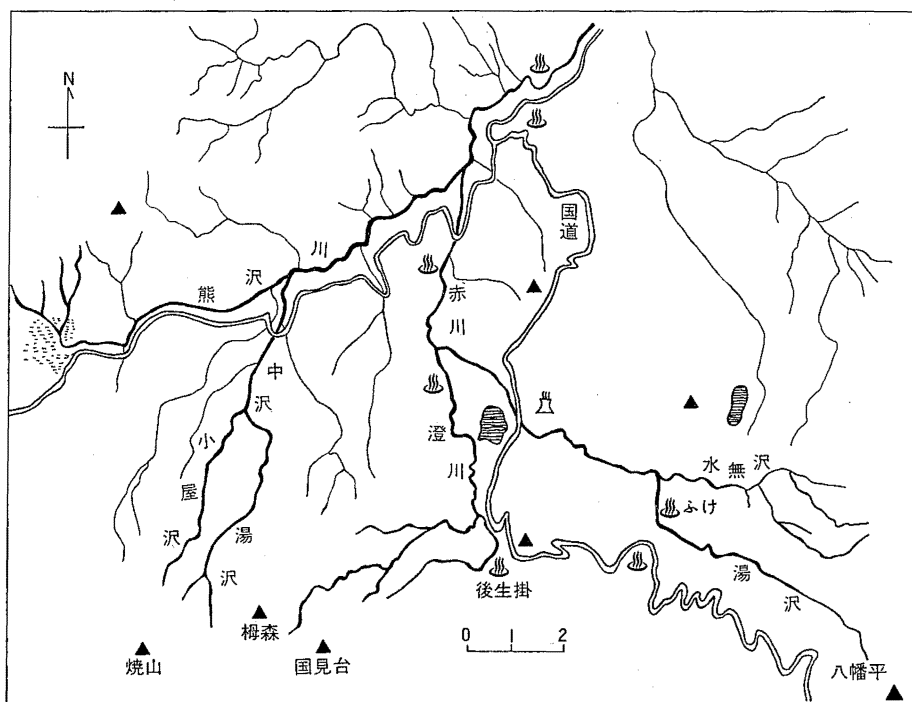
三 浦 竹治郎

本県には、強酸性の温泉または鉱泉に由来する酸性河川が数水系ある。奥羽山脈八幡平の北麓を流れる熊沢川の上流もその一つである。八幡平は那須火山帯に属する奥羽山脈上に噴出した火山群であり、主体は雄大なアスピーテをなすが、南端にコニトロイデをなす焼山がある。その接点は多くの断層を含む花輪構造線の南端に当り、その一部をなす南北に走る地溝帯と、それに斜交する多くの断層^{2) 3) 8)}からなる。この地帯に八幡平温泉群を代表するふけの湯、後生掛温泉等多くの温泉が点在する。これらの温泉が熊沢川酸性の負荷源¹⁾とされている。

昭和55年2月・10月に、環境庁の委託で、同水系の一部の水質調査を実施したが、⁴⁾その折、酸性を示す川が意外に多い事と、調査地点によっては2回の調査時のpH測定値に大きな差が見られた事から、昭和56年・57年に熊沢川水系の八幡平山麓のほぼ全域にわたって補足調査を実施したので、熊沢川水系のpH値の変化をとりまとめて報告する。

I 熊沢川水系の概要

熊沢川は八幡平西端中腹の大場谷地で、三叉森南斜面から4本の沢水を合わせて川となり、谷地を貫流し、山麓を北東に流れ、支流を合流しながら、切留平地内で北に向を変え、山峽を流下し、夏井で平地に出て、小豆沢で米代川に合流する米代川上流水系の一部をなす川である。流路延長約21km、標高差約800mである。流況は大小多くの支流を合せ、川床は巨石、礫で、急流で流量の変化が激しい。熊沢川は八幡平字老沢地内で、折島沢川から取水したうえ、下流6kmにある八幡平発電所用水の一部として取水されており、渇水期にはほぼ全量を分流するので、老沢、熊沢間の流量はごく少い。熊沢から下流では発電所排水、檜内川、夏井川等を逐次合流するので、末端では流量もかなり豊富である。熊沢川は、上流で、八幡平焼山および八幡平温泉群を源とする中の沢川、赤川等の酸性河川を合流するので酸性を呈するが、下流では多くの支流を合流するので、末端の環境基準測定点の長峰橋では過去5年間 pH6.7~7.2であり、常に環境基準を満足¹⁾している。



第1図 熊沢川上流河川概要図

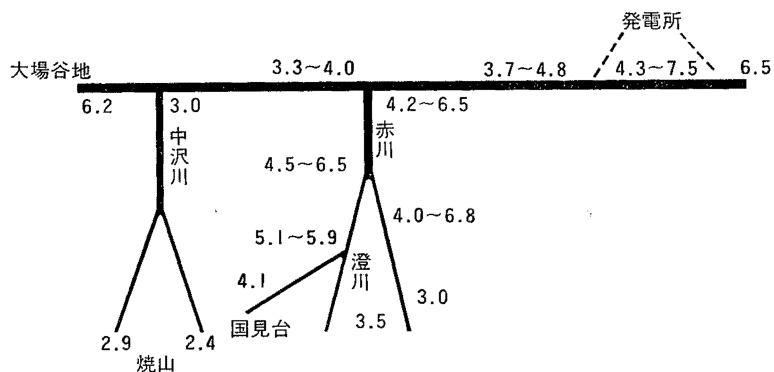
Ⅱ 調査時期および調査項目

調査は昭和55年2月・10月・56年秋季4回および57年夏秋季に3回実施した。また県⁷⁾鉱務課で昭和50年から毎年6月・10月に同水系の一部について水質調査を実施しているの、その結果をも参考にした。

調査項目はpHおよび電気伝導度とし、必要に応じて他の項目をも調査した。

Ⅲ 調査結果

pH値の調査結果を第1表に示し、それに基づいて、同水系内pH値の変化の模式図を第2図に示した。



第2図 熊沢川水系模式図

第1表 各河川の測定値

河川名	地点名	pH (回数)	電気伝導率	pH (回数) ※
	大場谷地	5.0~7.5 (6)	55~75	
熊沢川	最上流	6.2 (3)	40	6.0~6.4 (4)
	中の沢合流前	6.4 (1)	50	
中の沢川	湯の沢	2.0~2.4 (2)	1640~3010	2.1~2.4 (4)
	小屋沢	2.7~2.9 (2)	1063~1570	2.6~2.9 (4)
	末端	2.9~3.1 (3)	669~1053	2.8~3.2 (2)
熊沢川	赤川合流前	3.3~4.0 (5)	149~217	3.7~4.0 (8)
	赤川合流後	3.7~4.8 (5)	114~151	4.0~4.3 (4)
	坂比平	4.3~7.5 (5)	85~160	4.3~6.9(12)
	熊沢	6.4~6.5 (2)	100	
赤川	ふけの湯下	2.7~3.0 (4)	738~1420	
	大沼	4.0~6.8 (6)	88~180	3.7~5.1(12)
	末端	4.2~6.5 (5)	104~180	4.6~6.5 (8)
澄川	後生掛	5.1~5.9 (5)	60~68	3.6~6.1 (6)
	末端	4.5~6.3 (4)	89~160	4.5~6.6(11)
	後生掛温泉下	3.4~3.7 (4)	185~320	4.2~5.7 (6)

※ 鉱務課調査資料より

この調査結果から、熊沢川水系の酸性化は温泉だけでなく、八幡平焼山からの中の沢川と後生掛温泉、ふけの湯温泉を含む赤川に由来することがわかる。

各水系毎に詳述すれば次のようである。

- 1) 熊沢川の源流は大場谷地北端の沢水と谷地内の湧水であり、水量はかなりあり、pH7.0前後である。しかし、大場谷地の南側には旧宮川硫黄鉱山の鉱石集積所跡が2箇所あり、これから流量は極く少ないが、pH1.7~4.8の浸透水や沢水が出ており、谷地内にはpH4台の流れもある。さらに谷地から約700m下流にpH5.0~5.3のかなりの水量を持つ沢水が流入しているので、熊沢川上流はpH6.2前後である。その後、谷地沢川その他の沢水が合流して、中の沢合流前の熊沢川はpH6.4、K=50程度の普通の河川水である。
- 2) 中の沢川は上流で湯の沢川と小屋沢川に分れるが、源流はともに焼山火口附近の湧水に発しており、強酸性の温泉を含み、また旧宮川硫黄鉱山露天堀跡を流れているので、上流はpH2~3の強酸性で、溶存物質も多い。同川の末端はpH2.8~3.0で熊沢川に合流し、流量は熊沢川より多い。中の沢川合流後の熊沢川はpH3.4~4.0である。
- 3) 赤川水系は八幡平国見台の北面から発する澄川と、澄川の右岸上方に沿って流れ、後生掛温泉内を通る川が、温泉直下で合流し、盲目沢を流下し、澄川温泉下流で、八幡平山頂北西斜面

の湯の沢から発し、ふけの湯温泉内を流下する赤川と合流し、切留平地内で熊沢川に合流する。後生掛温泉より上流の澄川およびそれに沿う川は pH4 台であるが、大沼地熱発電所および鉱務課の調査では変動が大きい。これに後生掛温泉水が pH3 台で合流し、赤川合流直前では pH 5 ～ 6 台である。

赤川はふけの湯温泉を通るので、温泉直下で pH 3 台であるが、約 2 km 下流の大沼では pH 4 ～ 7 と変化が大きい。赤川は pH4.5 ～ 6.5 で熊沢川に合流する。

- 4) 赤川合流後の熊沢川は pH 4 を中心に上下し、中の沢川の影響の大きさを示している。合流点から約 1.5 km 下流の老沢で発電所用水として大部分を取水され、坂比平地内では流量も少なく、pH は 4.3 ～ 7.5 と変動する。発電所用水は、熊沢川、折島沢川、東又沢川から取水し、熊沢で熊沢川に放水され、その pH 値は pH 6 台で安定しており、熊沢川下流の pH 値を代表する。

IV 各河川の水質

- 1) 中の沢川の源流は焼山鬼ヶ城、中央火口丘附近の湧水、温泉から発しているが、附近一帯は硫黄露天堀跡であり、多くの硫黄噴孔が見られる所である。したがって、湧水、温泉、滲透水は $\text{SO}_4^{2-} > \text{Cl}^-$ 型の酸性水である。

第 3 表 中の沢川上流部の水質

	pH	K	Na	Ca	Mg	Fe	Al	Cl	SO ₄	HBO ₂
湯の沢上流	50—7	2.4	6.9	14.0	1.7	8.5	4.8	51.4	635	
	50—10	2.2	7.1	11.7	2.1	8.2	6.4	17.0	834	
小屋沢上流	50—7	2.8	1.7	3.7	0.5	1.5	3.3	3.5	630	
	50—10	2.7	1.9	3.6	0.6	1.7	4.6	8.5	193	
温泉(又一)	47—10	1.7	8.2	10.1	18.4	7.2	10.5	68.0	1049	5.7

(注) 衛研、鉱務課資料

- 2) 赤川上流の源流は、平常時は、ふけの湯温泉の約 200 m 上流にある川床内の小さな湧水 (pH 7.4) とその直下の温泉 (pH 4.2) であり、それより上流の湯の沢は涸沢である。大部分の川水は左岸の二箇所の温泉変質帯にある多数の温泉と川床内の大きな温泉から流出する。ふけの湯温泉の大半は酸性硫化水素泉、単純酸性泉であり、川水は温泉直下で pH 2 台で $\text{SO}_4^{2-} > \text{Cl}^-$ 型の酸性水である。温泉と川水の分析例を第 3 表に示す。

第 3 表 赤川上流部の水質

	pH	K	Na	Ca	Mg	Fe	Al	Cl	SO ₄	CO ₂	HBO ₂	H ₂ SiO ₃	H ₂ S
※ ふけの湯(川原の湯) ※	2.35	1.21	3.70	23.4	6.10	26.6	21.1	3.9	429.6	275.5	13.2	198.9	10.8
赤川上流温泉下	2.66	3.26	9.00	17.1	3.77	10.0	25.8	9.9	346.8				
後生掛温泉 (オナメモトメ) ※	2.7	1.8	5.35	10.6	6.90	14.0	10.6	0.14	227.5		37.8	98.8	2.8
後生掛温泉直下 57—10 ※	3.2	2.7	9.5	6.6	3.1	10.9		11.0	157.0				
" 56—10 ※	3.6	1.8	6.9	4.7	2.0	2.7		7.4	68.0				

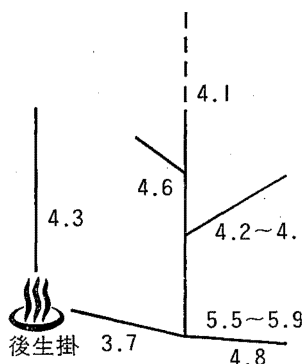
(注) ※衛研、鉱務課資料

3) 後生掛温泉も、その温泉変質帯は様々の火山現象³⁾が見られ、また硫黄、褐鉄鉱の露天堀跡地⁶⁾であるので、そこに湧出する多くの温泉も酸性硫化水素泉、単純硫化水素泉であり、温泉直下の川水は $\text{SO}_4^{2-} > \text{Cl}^-$ 型の酸性水である。

4) 澄川上流には温泉、火口、変質帯露頭等は見当らない。澄川上流の遡行調査は本流のみで、支流の詳細は不明である。澄川は八幡平国見台と梅森との間の沢から発しているが、平常時は標高1100～1150m附近より上流は涸沢であり、この地点の川床および川岸の崖に数箇の酸性の湧水があり、これが源流となっている。その水質は第4表に示した。流下途中に左右2本の支流が合流しており、共に似た水質であるので、地形、流量等から判断して、支流も隣沢の同標高地点の湧水を源とするものと見られる。また澄川右岸上方に沿って流れ、後生掛温泉に入る川も似た水質であるので、これも隣沢の同標高地点の湧水に発するものと見られる。

第4表 澄川上流部水質

	pH	EC	K	Na	Ca	Mg	Fe	Al	Cl	SO_4
湧 水	4.1	138	1.0	3.3	4.00	1.45	0.84	3.10	6.5	42.4
支 流 合 流 前	4.6	66	1.0	3.1	2.30	1.06	0.1	0.86	6.5	22.1
支 流	4.2	101	1.8	3.3	3.84	1.06	0.12	1.55	3.1	23.9
末 端	5.5	69	1.1	3.3	3.84	1.41	0.10	0.30	6.5	17.0
右岸上方の川	4.3	108	1.4	4.2	4.61	1.10	0.10	7.93	9.3	64.0



第3図 澄川上流概要図

八幡平西側中腹部の温泉群は花輪構造線南端にある南北に伸びる2本の断層の間の陥没帯に沿って散在しているが、数箇の例外を除いて、ふけの湯から赤川温泉までの高地が、 $\text{SO}_4^{2-} > \text{Cl}^-$ 型の強酸性で、切留平以下の低地で中性ないしアルカリ泉に移行している。焼山周辺は全て $\text{SO}_4^{2-} > \text{Cl}^-$ 型の強酸性泉で、玉川温泉の中の大噴のみ $\text{SO}_4^{2-} < \text{Cl}^-$ 型で唯一の例外である。^{3) 5)} 澄川上流の湧水はこれら第4紀火山性温泉とは全く異質の冷泉であり、梅森溶岩（両輝石安山岩）⁸⁾の南北4.5kmの断層とこれに斜交する1kmの断層の交点附近に湧出した冷泉群である。焼山北斜

面中腹でpH 5 台の小流水に数回出会っているので、湧水はほかにも在ると思われる。

V pH値の変動について

熊沢川では赤川、澄川、熊沢川中流などでpH値が変動している。川水のpH値変動の主因は流量の変化である。高山地帯の川は流量の変化が激しく、5万分の地形図に明示されている大きな沢でさえ、平常時は全く涸沢となり、融雪時や豪雨時には大出水を起すなど、流量に極端な増減を示す沢が見受けられる。

赤川について、ふけの湯から大沼までの2kmを遡行調査した結果、2本の沢と大きな湧水(130t/時、60t/時)が2箇所合流するほか、ごく少量の沢水が数本流入している。これらの中には強酸性の小沢水1本と弱アルカリ性の小湧水が2箇所ある。しかし、この間のpH測定値は2.98～5.18で距離と共に漸増し、躍増値は見られない。したがって大きな変動は平常時は涸沢になっているが、延長約2.5kmの急斜面の広い集水域を持つ水無沢の出水によると見られる。

澄川上流も沢の上部は大きな涸沢になっている。また左岸の支流の合流後は川床に白色沈澱物が沈着し始め、後生掛温泉附近では川床が一面に白色沈着物でおおわれている。

これは後生掛温泉からの水が合流してpH値が下ると消失する。pH値変動による沈澱現象の一例である。白色沈澱物の組成は第5表の様である。

第5表 沈澱物成分表 (%)

水分	18.28	CaO	0.09
強熱減量	18.85	MuO	0.009
SiO ₂	37.42	MgO	0.066
SO ₄	6.12	Na	0.020
Al ₂ O ₃	13.46	K	0.013
Fl ₂ O ₃	2.25	Cu	0.004

熊沢川中流のpH値の変動は折島沢川、江戸川水、水沢川、志張沢川等流入河川の流量変動と発電所用水の取水との関係で、時には支川の水だけになる事に原因している。

VI 鉱山、温泉変質帯

本調査を通じて、もう一つの負荷源として無視できないものは本調査地域内にある鉱山露天堀跡地や温泉変質帯である。中の沢川流域で確認しただけでも、宮川鉱山跡、又一鉱山跡、トキワ褐鉄鉱露天堀跡等がある。また随所に硫黄鉱石の集積所跡がある。赤川澄川流域でも赤川鉱山跡、同製錬所跡、伝左衛門鉱山跡、同製錬所跡、澄川製錬所跡、宮川製錬所跡などがある。後生掛温泉、ふけの湯温泉、澄川温泉には大きな温泉変質帯がある。宮川鉱山跡の滲透水はpH2.8、宮川製錬所跡の滲透水や沢水はpH3.6～4.6、ふけの湯変質帯の滲透水はpH3.0である。本調査地域が県内最多降水地域であることを考慮すれば、融雪時や豪雨時には、これらからの負荷が無視できない量となると思われる。

本地域には大沼地熱発電所が操業しているが、用水は湧水を利用している⁴⁾ので、放流水の水質に異常は認められない。

Ⅶ ま と め

熊沢川の川水酸性化の範囲は発電所用水を取水している老沢までである。酸性化の主因は焼山、ふけの湯、後生掛温泉等の火山性温泉水で、従来言われている赤川¹⁾より中の沢が安定しており、焼山の影響が大きい。今回明らかにした澄川上流の湧水群は火山現象とは別個の異質な水質であり、今後地質学的な解明を必要とする。

酸性の程度は高山地帯の小河川であるので流量の変化が激しく、pH値の変動も激しい。

このような地域では、色々の状況下で、数多くの測定を重ねなければ、実態を正確に掌握することは困難である。

八幡平には数多くの温泉があり、その泉質も様々であるが、水質データーのない未利用の温泉変質帯や川床中の温泉、湧水についても詳細な調査を行い、また温泉直下の川床沈澱物の調査も行い、環境水域への影響程度を確かめる必要があろう。また八幡平には数多くの硫気噴気帯があるので、これらの環境への影響も合わせて調査する必要がある。

今回の調査は八幡平の北側斜面のみであるが、八幡平、焼山の東および南側斜面には、玉川温泉を始め叫沢、赤沢、石仮戸沢、湯沢等多くの強酸性湧水や硫気噴孔群があり、今後環境への影響と言う見地から総合的な調査が必要であらう。

謝 辞

この調査を実施するに当り、三菱金属大沼地熱発電所から山中の案内等多くの御援助をいただいたので記して謝意を表する。また55年度2回の調査は鹿角保健所、環境保全課の技師諸君の協力によるものであり、記してその労を謝する。なお、本調査の分析は当センターの水質科、土質科の職員によるものである。

参 考 文 献

- 1) 秋田県：環境白書 昭和55年度
- 2) 日本自然保護協会：十和田八幡平国立公園後生掛地区地熱発電所計画に伴う学術調査報告
昭和47年
- 3) 椎川誠：十和田・八幡平の地学 昭和53年
- 4) 秋田県：地熱発電による水質汚濁防止基礎調査 昭和55年
- 5) 秋田県衛生科学研究所：温泉分析表
- 6) 秋田県：秋田県における休廃止鉱山 昭和55年
- 7) 秋田県：地熱地帯開発事前調査報告 昭和51年以降
- 8) 三菱金属株式会社：Geological map of the north-Hachimantai geothermal area.
昭和51年