

河川の化学的研究

特に酸性河川の化学成分と流量との関係について

(北上川上流における一例)

後 藤 達 夫

Chemical Investigations of Rivers

Especially on Correlations of Concentrations of
Chemical Components in Some Acid River Water with Discharge
(An Example in Upper Stream of the Kitakami River)

TATSUO GOTO

東北地方には硫化鉄鉱床や硫黄鉱床並びに硫化水素、亜硫酸ガスなどの硫黄化合物や遊離酸を含んだ温泉の影響を受けて強い酸性を呈し又沈澱物で濁している河川が多い。このような河川は普通酸川(須川、酢川)、硫黄川、赤川、濁川と呼ばれ多量の硫酸或は塩酸並びに鉄を含有し農業、水産、土木、上水道に障害を与えている場合が少なくない。これ等障害対策は公共的性格を持つ河川を合理的、総合的に利用する面から種々論じられている。然しながら化学組成の時期的変化や化学成分と流量との関係等については現在まであまり検討がなされていない。

著者は鉱水の質量ともに本邦唯一といわれる松尾鉱山の鉱水の影響を受けて顕著に汚濁し強酸性を呈する赤川、並びに赤川の合流する北上川支流松川、並びに松川の合流する北上川上流盛岡地点における化学組成の時期的変化並びに流量との関係について研究を行った。此処では北上川上流盛岡地点で採水した試料についての調査結果を報告する。

北上川上流盛岡地点の水質は赤川^{*}並びに赤川合流後の松川^{*}に比べて大分良好であるが、測定期間の pH は3.7~6.8、平均値5.5で猶弱酸性であり、水酸化第二鉄を主成分とする浮遊物質並びに硫酸カルシウムを特に多く含有し黄褐色に濁つて居り、河床は赤褐色を帯びて居る。そして天候の関係や時期的に水質が常に不定であり又融雪期に水質が特に悪化をきたすという事実が認められている。

現在支流松川合流点から支流雫石川合流点に至る間の北上川流程附近の水田の灌漑用水は殆んど沢水に依存しているが、盛岡上田地区の一部の水田は北上川を灌漑用水としているので水田土壌並びに稲の生育についての影響が考えられるが、現在 pH の平均値5.5、酸度の平均値0.16m.eq/lであり大なる支障無いものと認められる。次に魚類について見るならば現在サケ、マス等の溯河魚類や、ウナギ、ウグイ等の降河魚類の通路とはなつて居るが上記の流程途上において成長、繁殖はしていない様である。更に又館坂橋上流約7kmの地点に治水、発電等を目的とした多目的ダムである四十四田ダムが計画予定され、目下建設省の下で調査が進められているので、現在の水質の程度では

^{*} 1955年8月より1956年1月に至る期間に著者が調査した測定結果によると赤川(松川合流点)の pH の平均値は3.4、酸度の平均値は 1.88m.eq./l、松川

(赤川合流後古川橋)の pH の平均値は4.0、酸度の平均値は0.98m.eq./l であつた。

大なる支障はないと考えられるが水質のダム構築物, 水圧鉄管, 発電水車等の影響についての検討の必要性は考えられると思う。

北上川上流の酸性汚濁源は, 赤川上流に存在する松尾鉱山における鉱山採掘に伴つて発生する坑内水と硫黄製錬焼滓の堆積物から浸出する滲透水並びに赤川上流一帯にある硫化鉄鉱床を滲透してきた地下水とが考えられる。坑内水は鉱床中の硫化鉄(白鉄鉄を含む)に地下水と空気が作用し硫酸と硫酸鉄とを生成するもので, これに対しては屋敷台に於て石灰中和を行い赤川に放流している。硫黄製錬焼滓から浸出して来る遊離硫酸と硫酸鉄を多量に含有した強酸性の滲透水は大曲に捕集し, 此処で地下水化法によつて除去を行つている。現在鉱山側に於ては鉱水処理に極力努力を注いで居る状態であり, 又坑内水に対して相当の規模の中和処理計画を進めているので将来北上川上流の水質は更に良好となる事が考えられ又期待される。猶鉱水の水量及び成分を松尾鉱業所化工課の測定資料¹⁾にもとづいて第1表に示してみた。

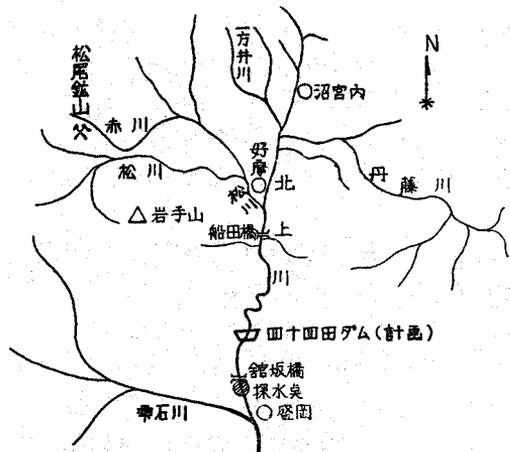
第1表 鉱水の水量及び成分 松尾鉱業所化工課 (g/l)

	水 量	全 鉄	第 1 鉄	第 2 鉄	全 SO ₄	遊 離 SO ₄	pH
坑 内 水	25~30m ³ /分	0.454	0.049	0.405	3.437	1.28	1.9
滲 透 水	1~3 m ³ /分	5.882	3.761	2.121	16.493	1.20	1.7

試 料

採水は盛岡市館坂橋(第1図参照)左岸において1954年8月以降1956年1月までの1年半に亘る期間月2~4回行い, 現地で気温, 水温, pH(比色法)を測定し, 研究室に持帰つて直ちによく振盪したそのまゝの試水について全蒸発残渣, 全鉄分(比色法), 濁度を測定した。別に試水を直ちにNo. 5C東洋濾紙で濾過した。濾紙を通過したものを溶解性物質と見做して溶存蒸発残渣, 酸度(フェノルフタレインを用い0.02N NaOHにて滴定), Cl⁻, SO₄²⁻(重量法), SiO₂(比色法), Ca, 溶存鉄(比色法)を三宅氏²⁾の方法により, 硬度を上野氏³⁾の方法により測定した。濁度は白陶土を標準濁度液⁴⁾にして島津製濁濁計を用い, AKA光電管比色計5号D型にて測定した。浮泥量は全蒸発残渣から溶存蒸発残渣を差引いて, 懸濁鉄分は全鉄分から溶存鉄を差引いて求めた。又Mgは硬度及びCaの測定値より計算して求めた。

流量は船田橋(第1図)における建設省岩手工事事務所の自記水位観測所の自記水位計(日巻き)の記録から現地採水時刻における水位を求め, 同工事事務所において1955年9月~1956年7月の期間に船田橋で観測した流量実測値から得ら



第 1 図

1) 鉱水処理概要, 松尾鉱業所(昭和31年8月)。

2) 三宅: 水質分析, 小山書店(昭和24年)。

3) 上野: SCHWARZENBACH の水質硬度測定法, 化学

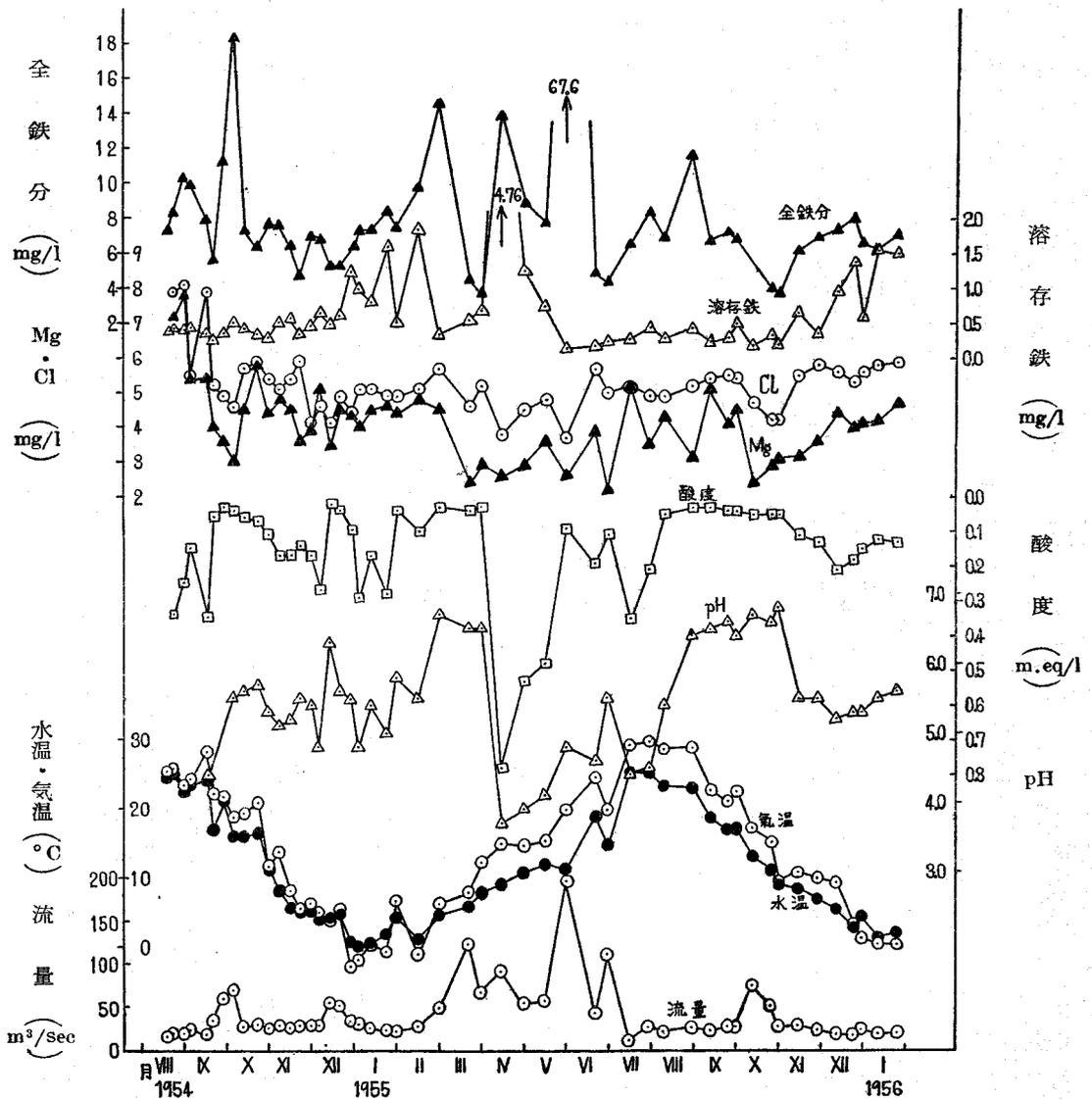
の領域5, No. 8 (1951), 57。

4) 飲料水の判定標準とその試験方法, 水道協会, P. 17 (1950)。

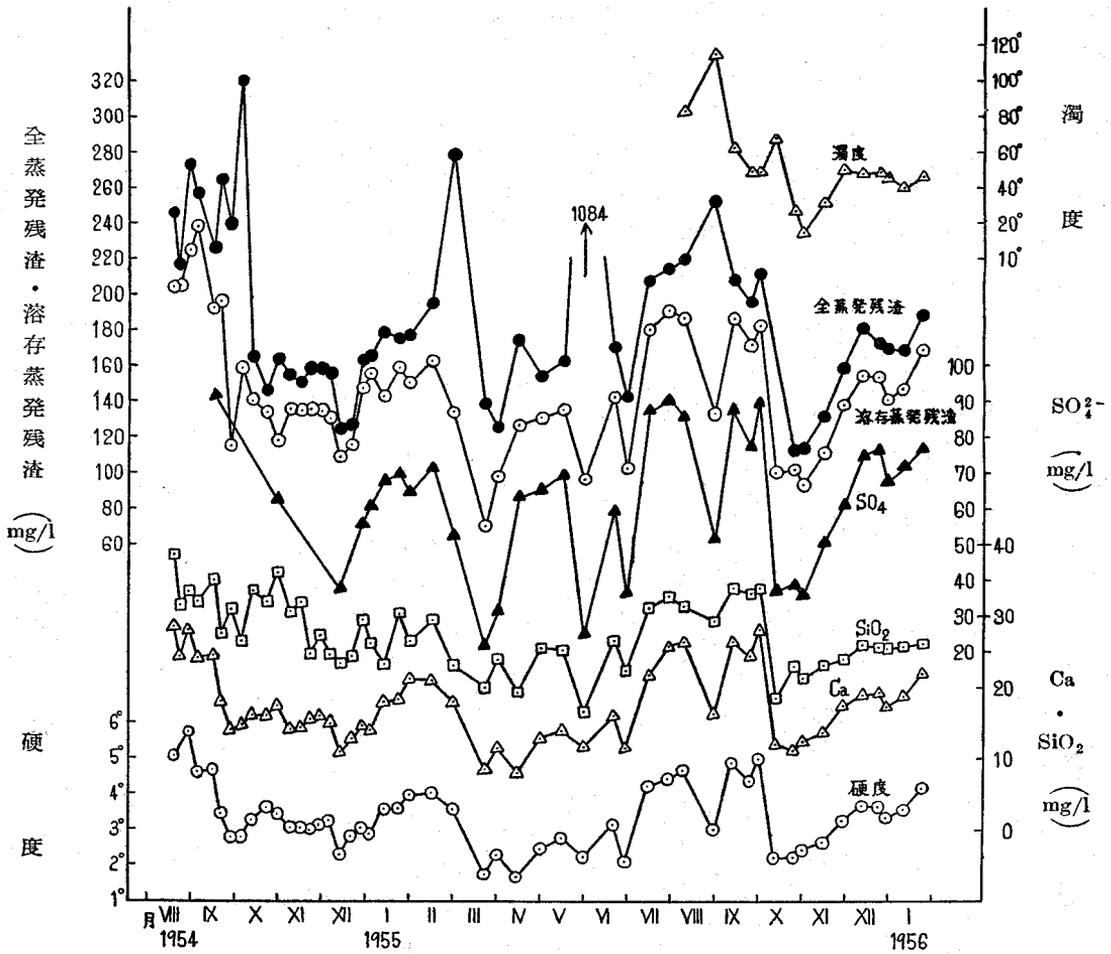
れた水位—流量計算式より流量を求めた。船田橋から館坂橋までの間には、本流に流入する大きな支流が無いので、船田橋における流量を館坂橋における流量とほゞ見做す事が出来、また相互の流量は対応して変化しているものと考えられる。

測定分析結果

総計50回の測定分析結果をグラフで第2図および第3図に掲げる。又それらの最小値—最大値、平均値、標準偏差、ならびに変動係数を第2表に示す。



第 2 図



第 3 図

第 2 表

	最小値 ~ 最大値	平均値 (\bar{x})	標準偏差 (s)*	変動係数(v)**
水 温 (°C)	0.0 ~ 25.3	11.5	8.0	0.70
流 量 (m ³ /sec)	12.1 ~ 198.0	40.6	32.9	0.81
p H	3.7 ~ 6.8	5.5	0.78	0.14
濁 度	15.0° ~ 114.5°	52.0°	28.8	0.46
全蒸発残渣 (mg/l)	113 ~ 1084	205	133	0.65
溶存蒸発残渣 (mg/l)	71 ~ 238	147	36	0.24
浮 泥 量 (mg/l)	10 ~ 987	55	140	2.54
酸 度 (m.eq/l)	0.02 ~ 0.78	0.16	0.15	0.94
Cl ⁻ (mg/l)	3.7 ~ 8.1	5.2	0.90	0.17

SO ₄ ²⁻	(mg/l)	22.4 ~ 91.7	62.3	19.5	0.31
SiO ₂	(mg/l)	16.7 ~ 38.6	27.6	4.9	0.18
Ca	(mg/l)	7.9 ~ 28.4	17.6	5.4	0.31
Mg	(mg/l)	2.2 ~ 7.8	4.1	1.1	0.27
硬度		1.70° ~ 5.73°	3.38°	0.92	0.27
全鉄分	(mg/l)	3.70 ~ 67.6	8.80	9.01	1.02
溶存鉄	(mg/l)	0.14 ~ 4.76	0.68	0.72	1.06
懸濁鉄分	(mg/l)	3.08 ~ 67.5	8.81	9.04	1.11

* $s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum (x - \bar{x})^2}$ こゝに s は標準偏差, n は測定値の個数.

** $v = \frac{s}{\bar{x}}$ こゝに v は変動係数, \bar{x} は平均値.

測定分析結果に対する考察

河川の根源は降水であり、降水は地表に到達すると、一部は蒸発し一部は地中に透過して地下水となり雨の降らない渇水の時期ならびに厳寒の積雪期の河川の培養源となる。又著量の雨とか融雪水の一部は地表を流れて直接河川に流入して増水をもたらす。一般に降水から河川水となるまではかなり複雑な経路をたどるが、その経路の過程に於て水は絶えず岩石、土壤に働きかけて、その成分を溶解し河川の水質を特徴づける。更に河川の水質は温泉水の混入とか、都市、部落の下水による汚染とか、田畑、鉱毒水、工業廃水等の如く流域環境の広汎な影響を受けるので一層複雑化している。一方河川の流量は流域の気象並びに地質、地形、地状態等の要素に支配され、そして特に本邦の河川は多雨性と地形が急峻であるという地理的特性によつて、その流量の変化は極めて急激である。斯様に河川の化学成分量、化学組成並に流量は流域の環境要素に支配され、そして化学成分量ならびに化学組成と流量との間に密接な関連性をもつて変動しているものと考えられる。先に著者⁵⁾は流域に於て農工活動等の人為的影響の少ない北上川支流雫石川について河川の溶存化学成分と流量との関係を明らかにした。即ち雫石川の如き人工汚染の影響の少ない普通河川ではCl⁻, Ex.B. (B.C.P. アルカリ度)、硬度等の成分は流量の変化に伴つて敏感にその濃度を変化し、一般に一出水時について流量の対数とこれ等の成分の間には直線関係が認められるのみならず、〔寒期、融雪期〕、〔暖期、暑期〕にても同様な関係が認められた。従つて著者は更に松尾鉱山の鉱水の影響を受けて酸性を呈する北上川上流^{*)}盛岡地点の化学成分と流量との関係を調査し検討してみた。

1) 気温、水温

測定期間の間に気温は-2.8°C~29.8°C、水温は0.0°C~25.3°Cに変化している。当然のように夏季に気温、水温共に高く、冬季に最低値を示す。冬季に於ては一般に水温が気温よりも高く3月の融雪期に至つて気温が水温を上廻っている。

2) pH、酸度

pH は3.7~6.8で平均値は5.5、酸度は0.02m.eq./l~0.78m.eq./lで平均値は0.16m.eq./lであつた。1955年4月より5月中旬にかけての融雪期に pH は 3.7~4.1、酸度は 0.48m.eq./l~0.78m.eq./l を

5) 後藤：日本化学会東北地方大会講演(昭和31年9月)。

*) 北上川上流(盛岡地点)における流域は山間の未開発地域が多く農工活動、都市、部落等の下水によ

る汚染の影響は少なく、松尾鉱山の鉱毒水による人工汚染が主要な汚染源と考えられる。

示し特に水質が悪化し後述の如く化学組成と流量との関係ならびに溶存鉄と水温との関係等に於て異常値が示された。

pH 6.0以下を示した測定値について pH と酸度との関係を見ると第4図に示す如くである。

3) 溶存蒸発残渣, Cl^- , SO_4^{2-} , SiO_2 , Ca, Mg, 硬度について
溶存蒸発残渣, Cl^- , SO_4^{2-} , SiO_2 ,

Ca, Mg, 硬度の最小値~最大値ならびに平均値は第2表に示す如くである。

る。湯水した水温の高い時期であつた1954年8月より9月中旬にかけてこれ等溶存成分量は著しく濃縮し最大値が観測された。蒸発残渣, Cl^- , SO_4^{2-} , SiO_2 , Mg は流量が100m³/secを凌駕した3月22日, 4月30日, 6月28日の観測日に最小値を示し, 明らかに降雨, 融雪に基因する水量増加の際には希釈されるという事を物語っている。Ca, 硬度は前述の水質が異常値を示した時期の4月14日の観測日に最小値が示された。またこの観測日には pH は最小値, 酸度は最大値を示している。これは融雪による赤川上源一帯の滲透水が増加した為と, 坑内水中和処理にもとづく影響とが考えられる。

次に Cl^- , SO_4^{2-} , SiO_2 , Ca, Mg, ならびに硬度と溶存蒸発残渣との関係を見てみると第5図に示す如く明瞭な正比例関係にあり, 相関係数は第3表に示す様に相当大きな正の値をとり, 明らかに有意である。

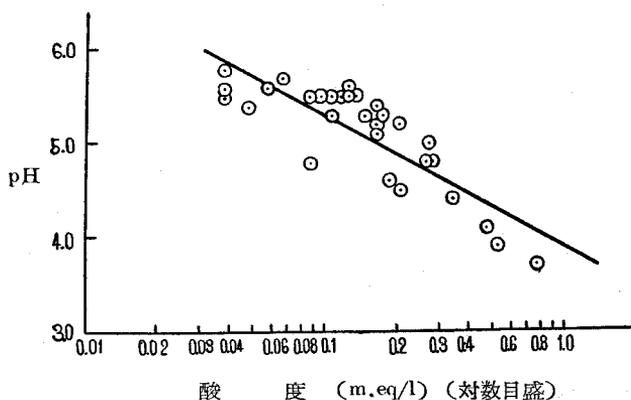
4) 浮泥量, 懸濁鉄分, 濁度について

浮泥量は10mg/l~987mg/l, 平均値55mg/l, 懸濁鉄分は3.08mg/l~67.5mg/l, 平均値8.11mg/lであり, 濁度は15.0°~114.5°, 平均値52.0°であつた。5月30日の観測日には最大流量198.0m³/secを示し, 著しく褐色に濁濁して居り浮泥量, 懸濁鉄分の濃度は著しく大となり夫々987mg/l, 67.5mg/lなる値を観測した。

既に野満氏等⁶⁾によつて河川の浮泥量は河川の横断方向によつて異り, 又河底からの高さと共に減少する事を明らかにし, 菅谷氏等⁷⁾は石狩川について浮泥量の横断面分布ならびに垂直分布の研究から浮泥量は総体的にみた場合流速に比例して増大し, 表面からの深さと共にほぼ直線的に増加する事を認めている。従つて浮泥量, 懸濁鉄分ならびに濁度の如き懸濁成分の値は, いかなる部分の河川水を採水したかの条件によつて差異を生ずる。著者は館坂橋左岸に於てなるべく流速の大きな場所を選定し, 表面下約20cmの河川水を採水したが, 実際の浮泥量, 懸濁鉄分ならびに濁度の値は更に大になつていゝと思われる。今回の調査は溶存化学成分を重視したので浮泥量, 懸濁鉄分, 濁度の如き懸濁成分の詳細な調査並びに検討は今後の研究にまきたい。

5) 溶存鉄と水温との関係

溶存鉄と水温との関係を第6図に示す。図で分る如く水温上昇と共に溶存鉄の濃度は減少する傾



第4図

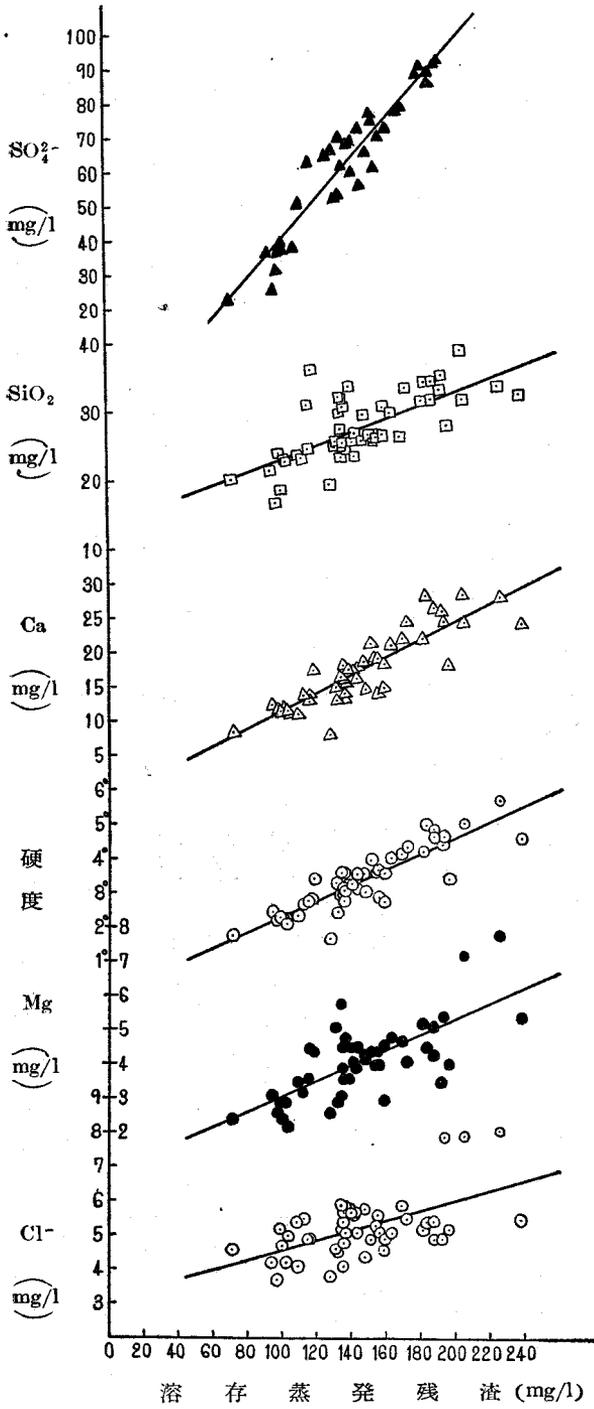
第3表

	溶存蒸発残渣との相関係数
SO_4^{2-}	0.95*
Cl^-	0.57*
SiO_2	0.69*
硬度	0.88*
Ca	0.88*
Mg	0.72*
溶存鉄	-0.03

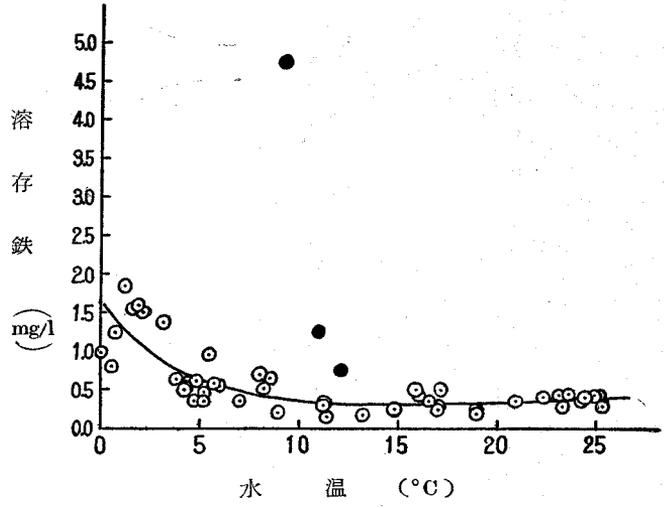
*...有意水準0.001で有意
無印は有意でない

6) 野満, 軽部, 川口:地球物理, 6,p.16.

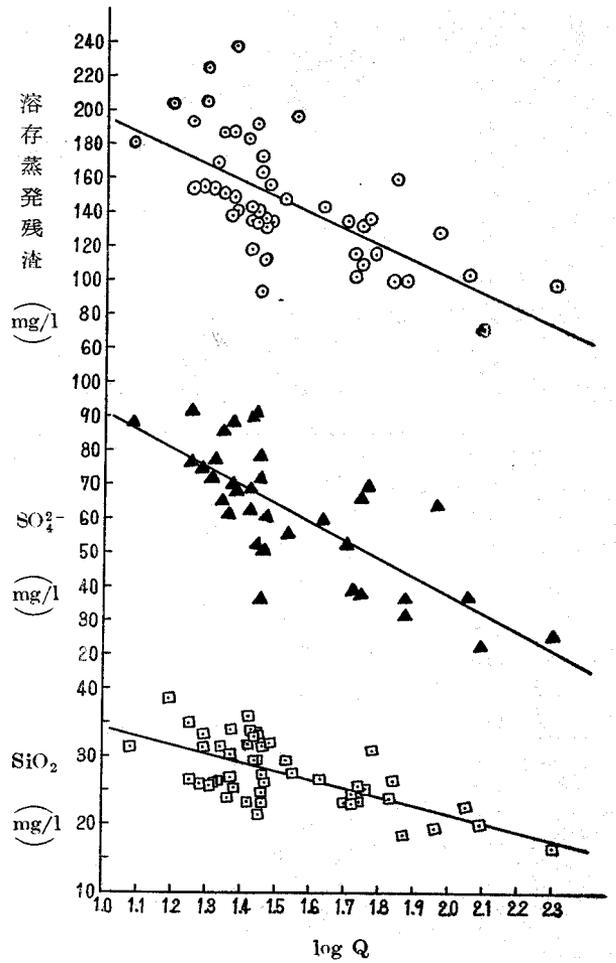
7) 菅谷, 棟方:水害の総合的研究, 第2輯, 農業物理研究所.



第 5 図



第 6 図



第 7 図

第 4 表

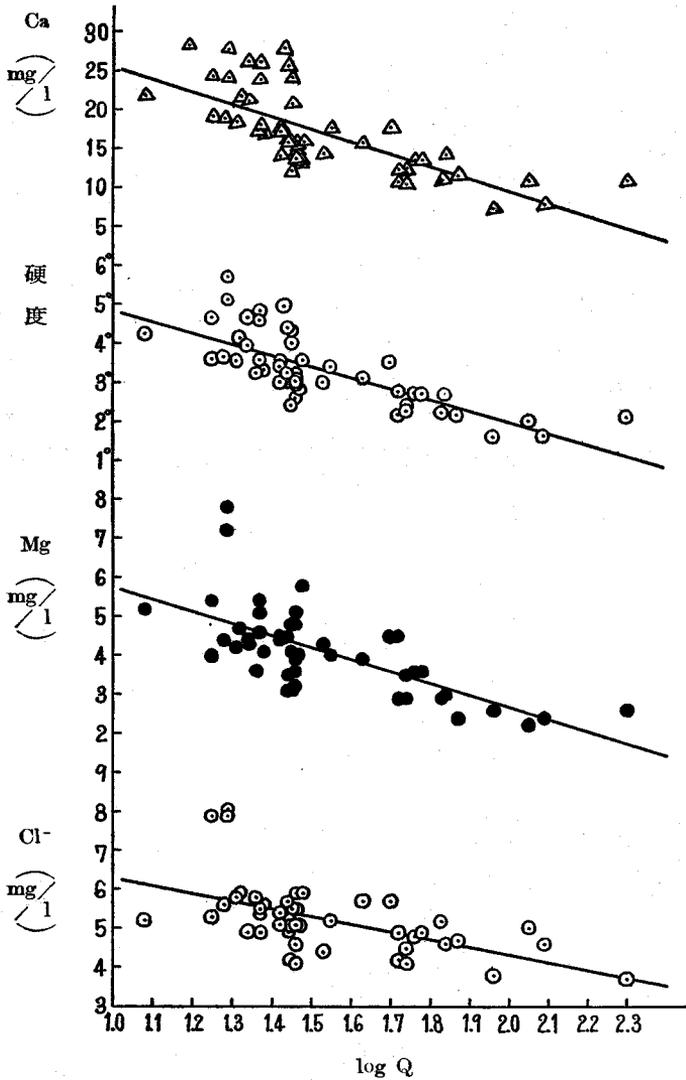
	log Qとの相関係数
溶存蒸発残渣	-0.66*
SO ₄ ²⁻	-0.80*
Cl ⁻	-0.55*
SiO ₂	-0.65*
硬 度	-0.74*
Ca	-0.71*
Mg	-0.69*
溶 存 鉄	+0.09
酸 度(*)	-0.51*
懸濁鉄分/ 浮泥量	-0.38**
Ca / (*) / SO ₄ ²⁻	+0.74*
Cl ⁻ / (*) / SO ₄ ²⁻	+0.83*

*有意水準0.001で有意.

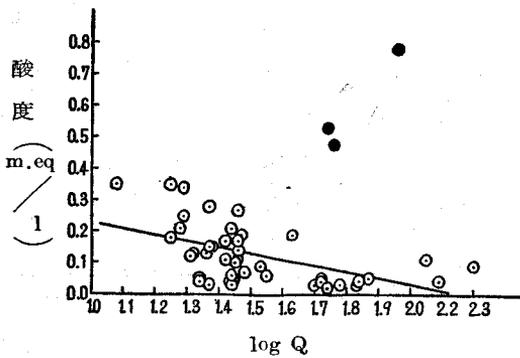
**有意水準0.01 で有意.

無印は有意でない.

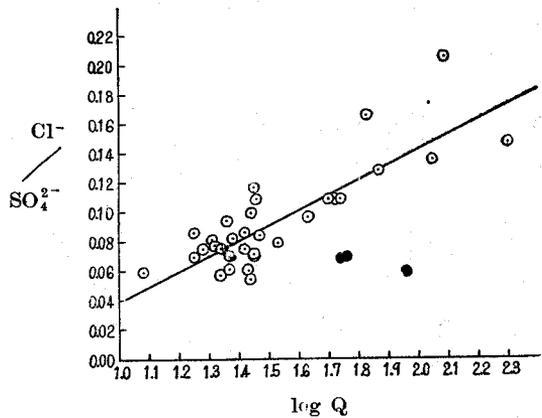
(*) : 4月より5月中旬までの水質の特
に悪化した異常時期を除外.



第 8 図



第 9 図



第 10 図

向が見られた。これは水温上昇により硫酸第二鉄の加水分解が大となつた為、ならびに坑内水中和反応効果が大となつた為と考えられる。又図上●印は特に pH の低い異常時期 (pH3.7~4.1) の点で、pH の低下により溶存鉄の濃度は増加する傾向が見られる様で、pH 3.7の最小値を示した時の溶存鉄の濃度は 4.76mg/l で異常に大であつた。猶溶存鉄は 0.14mg/l~4.76mg/l に変化し、平均値は 0.68mg/l であつた。そして溶存鉄と溶存蒸発残渣との相関関係は稀薄のようである。

6) 各成分の標準偏差, 変動係数

各成分の標準偏差ならびに変動係数の値は第2表に示す如くである。溶存成分について季節的な濃度の相対的变化の難易を推定付ける変動係数の大小を比較してみると $Cl^{-1} < SiO_2 < 溶存蒸発残渣 < 硬度 = Mg < Ca = SO_4^{2-} < 酸度 < 溶存鉄$ の順となり、溶存鉄ならびに酸度は特に大なる値を示した。溶存鉄の変動係数の値が他の溶存成分と比較して大なる値を示すといふ事実は既に高倉氏⁸⁾の石狩川支流豊平川、並びに著者⁹⁾の北上川支流中津川、築川、雫石川の年間測定から確かめられている。次に浮泥量、懸濁鉄分、全蒸発残渣、全鉄分、濁度の如き懸濁成分の変動係数の値は概して大であり季節的に変動しやすい成分であると言ふ傾向が見られた。

7) 化学成分と流量との関係について

(A) 流量の変化に対する各化学成分の濃度の変化の様子は第2図並びに第3図から窺う事が出来る。今流量をQで表し $\log Q$ と溶存蒸発残渣, SO_4^{2-} , Cl^{-} , SiO_2 , 硬度, Ca, ならびに Mg との関係を見てみると第7図, 第8図に示す如く直線的に変化し、これ等溶存成分量と $\log Q$ との相関係数は第4表に示す如く相当大きな負の値をとり明らかに有意であつた。従つて此処で強調し得る事は、これ等溶存成分の季節的な変化は河川の流量の変化によつて支配的に決定付けられるという事で、既に普通河川雫石川において認められたと大体同様の結果⁵⁾を得ている。

次に酸度と $\log Q$ との関係を示すと第9図の如くで、この図から分る様に流量の増加に伴つて酸度の値が減少する傾向が明らかである。猶図上●印の点はかなり直線から離れている。この点は水質の特に悪化した異常時期の測定値で明らかに異常値を示している。この異常時期を除外して酸度と $\log Q$ との相関係数を算出すると第4表に示す様に負の相関関係が認められた、これから鉍毒水の害は河川の流量の少ない時期に最も著しく、流量の多い時期は鉍毒水が稀釈ならびに中和されてその害が減少するという事が云えると思う。

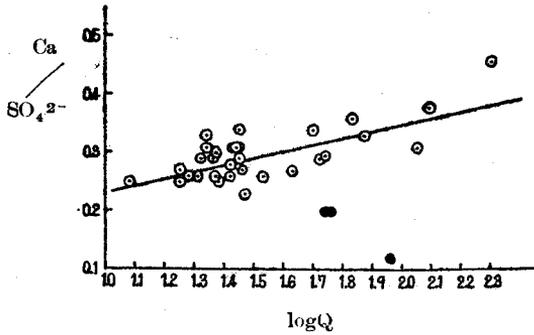
次に溶存鉄と $\log Q$ との関係について見ると、両者の間には明瞭な関係が認められなかつた。これは一面水温の低い冬季の温水期ならびに pH の特に低下した融雪期に溶存鉄の濃度は増大するとともに、他面増水期には地上の腐植質土壌中の鉄分が表流水に溶解して河川に流入して来た為に、流量が急激に増加しても溶存鉄の濃度が減少しないということによるものではないかと思われる。

第7図, 第8図の関係から流量が $10m^3/sec$ から $100m^3/sec$ と10倍に増加すると溶存蒸発残渣, SO_4^{2-} , SiO_2 , Ca, Mg, 硬度, Cl^{-} は各 $196 \rightarrow 101mg/l$, $91.4 \rightarrow 37.5mg/l$, $34.3 \rightarrow 21.5mg/l$, $25.6 \rightarrow 10.2mg/l$, $5.7 \rightarrow 2.7mg/l$, $4.85^{\circ} \rightarrow 2.08^{\circ}$, $6.3 \rightarrow 4.3mg/l$ と濃度が変化し流量の増加に比較すれば、これら成分の濃度の減少は小さい。

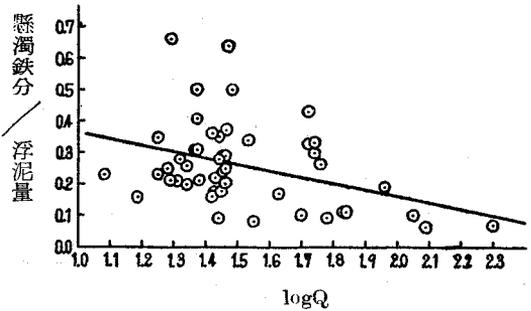
(B) 次の項で述べる如く北上川(盛岡)は Ca/SO_4^{2-} , Cl^{-}/SO_4^{2-} の値が岩手県の普通河川のそれらに比較して遙かに小なる値を示している。又前述の酸度と流量との関係からも知られる様に酸度の値の大なる温水時と、酸度の値の減少した増水時とではそれらの値に差が生じ、流量と Ca/SO_4^{2-} ならびに Cl^{-}/SO_4^{2-} とは正の相関にあるべきことが推定される。第10図および第11図に示す様に

8) 7高倉:日誌 76, 234 (1955).

9) 後藤:岩手大学学芸学部研究年報 6 (1954).



第 11 図



第 12 図

Ca/SO₄²⁻ と log Q, Cl⁻/SO₄²⁻ と log Q との間には正比例の関係が見出され、第4表に示す如く正の相関関係が認められ、この推定が正しいことが分つた。たゞし図上●印で示した点は水質の特に悪化した異常時期に於ける測定値で直線からかなり下に離れて存在している。

次に 懸濁鉄分 / 浮泥量 と log Q との関係は第12図に見られる様にはほぼ直線的な関係が成立し、第4表に示す如く負の相関関係が認められる様である。これから渇水時には概して浮泥量中に含有する鉄分の量が多いことが云える。

8) 北上川(盛岡地点)の水質の特性について

北上川(盛岡地点)の水質の特性を知る為に、既に著者が年間に亘つて調査を行つた中津川¹⁰⁾、築川¹¹⁾、雫石川⁹⁾(いずれも人工汚染の殆んどない普通河川)の主要成分と比較してみた。又1952年7月より1954年11月に至る期間、岩手県下全般に亘つて河川の水質を調査した資料¹²⁾に基いて得られた主要な27河川(いずれも主要成分において通常の水質を示した普通河川)の化学成分の平均値と又更に三宅氏¹³⁾による本邦主要河川の化学成分の平均値とも比較してみた。たゞし北上川(盛岡地点)の測定値には降雨後の増水時の測定値が含まれているが、上記の岩手県諸河川の測定値は降雨の影響をさけた時期の測定値であり、又年間に亘つて調査して得た測定値でもないので、今后調

第 5 表

	Ca/Ré	Mg/Ré	Cl ⁻ /Ré	So ₄ ²⁻ /Ré	SiO ₂ /Ré	Fe/Ré
中津川(北上川支流)	0.11	—	0.064	—	0.35	0.0029
築川(北上川支流)	0.09	—	0.070	—	0.34	0.0018
雫石川(北上川支流)	0.10	—	0.078	—	0.32	0.0023
北上川(盛岡)	0.12	0.028	0.035	0.42	0.19	0.0046
岩手県主要河川	0.12	0.027	0.059	0.10	0.29	—
本邦主要河川 (三宅氏による)	0.12	0.043	0.085	0.14	0.12	0.0013

10) 後藤: 岩手大学学芸学部研究年報 3 (1951); 同4 (1952).

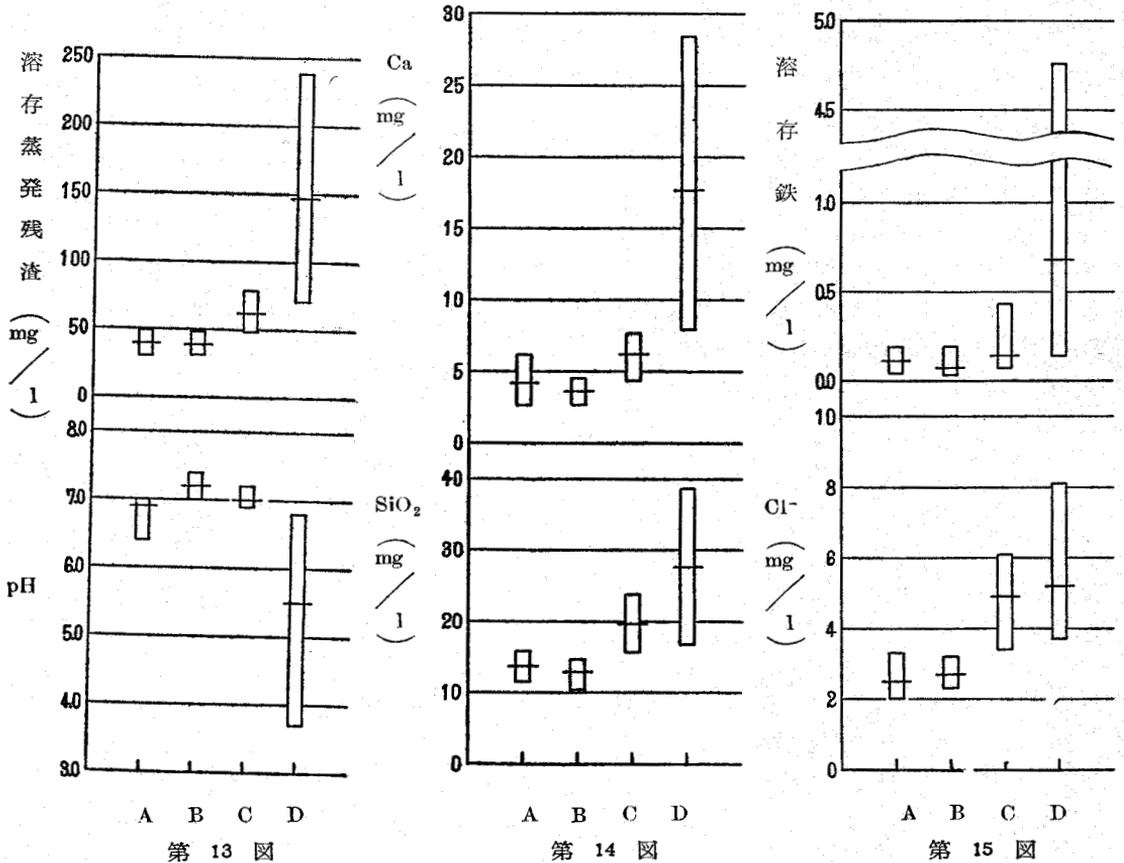
11) 後藤: 岩手大学学芸学部研究年報 5 (1953).

12) 後藤: 岩手大学学芸学部研究年報 8 (1955).

13) 三宅: 気象集誌, II 22, 47 (1944).

査が進展するに従つて化学成分の平均値が多少変るものと考えられる。

第13図, 第14図, 第15図に中津川, 築川, 雫石川, ならびに北上川(盛岡地点)についての主要成分の最小値, 最大値ならびに平均値を示す。図の棒グラフの上限及び下限が夫々最大値及び最小



A: 中津川(北上川支流), B: 築川(北上川支流), C: 雫石川(北上川支流), D: 北上川(盛岡)

第 6 表

	Mg/Ca	Ca/Cl ⁻	Mg/Cl ⁻	Ca/SO ₄ ²⁻	Mg/SO ₄ ²⁻	Cl ⁻ /SO ₄ ²⁻
北上川(盛岡)	0.23	3.38	0.79	0.28	0.07	0.08
岩手県主要河川	0.22	2.12	0.46	1.21	0.26	0.57
本邦主要河川 (三宅氏による)	0.35	1.46	0.51	0.87	0.30	0.59

値で, 棒グラフの中程の横線が平均値である。これ等の図から分る様に平均値で北上川(盛岡)の溶存蒸発残渣は雫石川の約 2.4 倍, 極めて塩分が稀薄な築川ならびに中津川の約 4 倍で多量である。特に溶存鉄は中津川, 築川, 雫石川に比べて各約 6 倍, 約 10 倍, 約 5 倍で大となっている。Cl⁻ は北上川(盛岡)は中津川, 築川のほゞ 2 倍雫石川とほゞ同量で, その濃度は他の成分に比べて大でない。

次に溶存蒸発残渣 (Ré) と Ca, Mg, Cl^- , SO_4^{2-} , SiO_2 ならびに溶存鉄 (Fe) との比についてみると第5表に示す如くである。表から直ちに分る様に北上川 (盛岡) は SO_4^{2-} が溶存蒸発残渣の42%も占め極めて大であり、また Fe/Rè の値は本那主要河川ならびに中津川、築川、雫石川に比べて大で、 $\text{Cl}^-/\text{Rè}$ の値は小であつた。

更に主要成分の化学組成についてみると第6表に示す如くである。この表から北上川 (盛岡) の $\text{Ca}/\text{SO}_4^{2-}$ ならびに $\text{Cl}^-/\text{SO}_4^{2-}$, $\text{Mg}/\text{SO}_4^{2-}$ の値が特に小であり、そして Ca/Cl^- の値が大で、水質の上に大きな特性を現わしている。

以上酸性河川北上川 (盛岡) を例に河川の化学成分と流量との関係について考察した結果、鉱毒水による人工汚染を受けている河川の化学成分の季節的変化の生ずる機構を或る程度明瞭にする事が出来た。

終りにのぞみ、流量に関する資料を提供された建設省岩手工事事務所長伊藤勇技官ならびに同工事事務所調査課長富士野昭典技官と鉱水に関する資料を提供され理解ある御便宜を与えられた松尾鉱業所長三富正夫氏に深く感謝致します。