

(109) 赤川の水質と水質管理の現状

東北地方建設局 岩手工事事務所

今永幸人

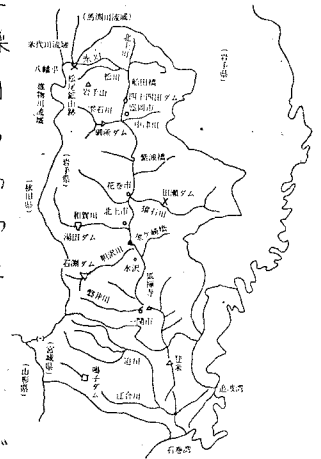
白波瀬正道

○井上博泰

1. まえがき

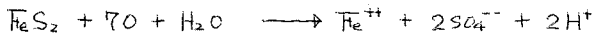
赤川は、その源を八幡平の茶臼岳に発し旧松尾鉱山区域を貫流する北上川の右二次支川であるが、流域内に存在するイオウ鉱床、硫化鉄鉱床の採掘により酸性汚濁が鉱業活動に伴い年々大規模になり、その影響は北上川全川にまでおよぶ各方面に幾度かの被害を及ぼして来た。この対策として現在建設省が暫定的な中和処理を続けているが、今なお技術的に多くの問題を残している。今後根本対策が講じられる恒久的な中和処理が行なわれつつあるが、現在の中和処理の問題点と水質管理の方法について述べてみたい。

図一 北上川流域の概要図



2. 赤川酸性水問題の発生

赤川酸性水の生因は、イオウ鉱床、硫化鉄鉱床が地下水、空気の中で下記のように反応し強酸性水を発生させることにある。



これにより、オー鉄イオン、硫酸イオン、水素イオンを多量に含む強酸性の悪水を生産している。又、 As^{+++} 等と共に鉱石にはヒ素も含まれており、低PHのため溶解され毒性の強い砒素の亜ヒ酸として流出している。その主な汚濁源は鉱業活動によって開発された旧坑道からの坑内水であり、その他に鉱山末期に採掘した露天掘跡地や精錬後の焼カス跡からの浸透水がある。

鉱山創業開始時頃から赤川の水質汚濁が進み、大正中期から地域住民の間に鉱害問題が起き、鉱山活動が活発になるにしたがい、県都盛岡市さらには北上川全川に及んだ。

3. 中和処理の現状

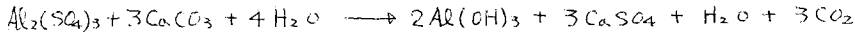
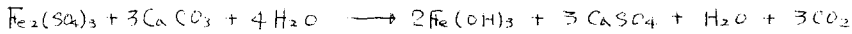
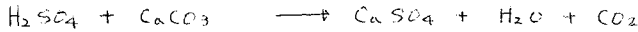
1) 北上川の水質

北上川の水質は、赤川とともに酸性汚濁化されてきた。盛岡地奥では、昭和初期にはPH 7付近でほぼ正常な水質を保っていたが、昭和20年代にはPH 5.0、さらに30年後半からは最悪のPH 3台まで低下し全川「死の川」と化してしまった。

昭和40年5月、建設省の肩代り中和処理により、水質は向上し現在では盛岡地奥ではじめ全川環境基準値を満足する水質にまで改善されて来た。しかし、この水質管理は、河道に直接中和剤を投入するという荒技により行なわれているのが現状であり多くの問題を残している。

2) 中和機構

赤川の酸性成分は、前述したように H_2SO_4 、 FeSO_4 、 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 、 $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 等で組成されており、さらに毒性の強い亜硫酸を含む強酸性毒水である。各酸性成分は、あるPH域に達しなければ中和剤と反応せず複雑な機構でもって中和処理される。 CaCO_3 で中和した場合は次式の反応が起きる。



となるが、 FeSO_4 は CaCO_3 とはほとんど反応せず、流下中に Fe^{2+} から Fe^{3+} に酸化され初めて CaCO_3 と反応する。上式はPH2〜5の間で行なわれる反応であり、 FeSO_4 はPH7以上でなければ反応しない。 FeSO_4 でもPHを上げうる $\text{Ca}(\text{OH})_2$ であれば、 $\text{FeSO}_4 + \text{Ca}(\text{OH})_2 \longrightarrow \text{Fe}(\text{OH})_2 + \text{CaSO}_4$ となり中和が出来るが、 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ は高価であり(CaCO_3 の約5倍)、中和生成物容積が大きく使用は廃酸化率を低下する融雪期に CaCO_3 との併用投入をしているのが現状である。

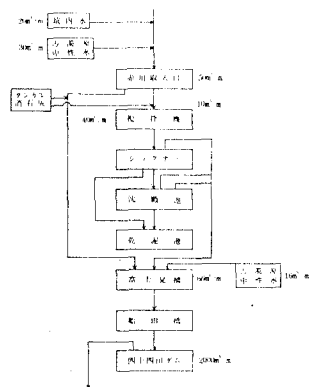
このように現在の中和処理が困難をきたしているのは、廃酸化率の変動によるものが大きく、処理後の水質が大きく左右する。又、支川中性水による中和効果も季節的に変動があるが、アルカリ量の影響が大きく、中和機構の解明に欠くことの出来ない要因である。今アルカリ量を HCO_3^- とすれば、次式によって中和がなされる。 $2\text{HCO}_3^- + 2\text{H}^+ \longrightarrow \text{H}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$

3) 中和処理施設の現状

現状の中和処理フローを図-2に示すが、一連の中和処理施設を通り処理されるのは、流量の1/5、汚濁負荷量の1/10程度でしかない。前述した様に、現施設ではPH4.0前後までしか上昇させる事が出来なく、処理水は再び赤川へ放流している。残りについては河道に直接中和剤を投入し、中性水による中和効果と合せて河道において処理している。

このため中和によって生成した沈殿物は河道を流下し、昭和43年完成した四十田ダムに堆積している。その堆積は年々増し、相当な量となっている。沈殿物には、鉄と共沈したヒ素が含まれており、下流への影響が心配されているが、現在のところ環境基準値を大きく下回っている。

図-2 中和処理フロー



4. 水質管理の方法

現在、北上川は環境基準A類型に指定されている。PH値については除外となっているものの、四十田ダム下流における目標値はPH6.5を目標として行なっている。前述した方法で中和処理を行なっているが、季節的な水質の変動があるため、そのつど中和剤の投入量も変更しなければならぬ。

赤川の水質管理の基準点は、四十田ダム上流の船田橋であり、この地点の水質でもって中和剤の増減を行なっている。中和剤の量は、PH値と強い相関をもち、かつ酸性汚濁成分を総合して評価出

来る全酸度でもって決定している。赤川の水質は、 $8.4Ax \div (Fe^{II} + Fe^{III} + Al^{III} + H^+)$ の関係が成り立ち、 $8.4Ax \div Sc_4^{II}$ も成り立つ。この点に着目して次の投入量の算定式を設定した。

$$y = \{ Q_2 \times 8.4Ax - (Q_T - Q_2) \times Bx - Q_T \times \eta \} / Q_2$$

ここで、 y : 中和が必要全酸度量、 Q_2 : 中和処理水の流量、 $8.4Ax$: 中和処理前の全酸度量、 Q_T : 船田橋地点の流量、 Bx : 支川中性水のアルカリ量、 η : 船田橋の目標酸度量である。

上式は、総汚濁負荷量から支川中性水の中和効果分と目標負荷量を差し引くことにより、中和せねばならぬ汚濁負荷量分が算出できるわけである。よって中和剤量は、 $CaCO_3$ を $y \times Q_2 \times 1.44$ (t/d)として算出する。又、前述したように各酸性成分は、あるPH域に達しなければ中和剤と反応しないことから、融雪期等でFe酸化率が低下すると、 $CaCO_3$ だけでは中和が不十分なため、

$Ca(OH)_2$ の併用投入が必要となる。図-3に模式的に示すよう

に $CaCO_3$ では、PH4.5前後でその効果がなくなり、仮とはいくら

投入しても同じ結果となる。よって4.3Ax (PH4.3に上昇させ

るためのアルカリ量)を目安として $Ca(OH)_2$ の投入量決定を行

なう。つまりPH4.3前後で仮れば $CaCO_3$ で十分処理出来るが、

y が4.3Axよりも大きい場合は、当然 $CaCO_3$ では困難である。

ゆえに $Ca(OH)_2 = (y - 4.3Ax) \times Q_2 \times 1.44 \times 0.74$ (t/d)

となる。(0.74は $Ca(OH)_2 / CaCO_3$) ここでの4.3Axは、Fe

酸化率の変動ときわめて相関があり、高ければ多く、低くければ

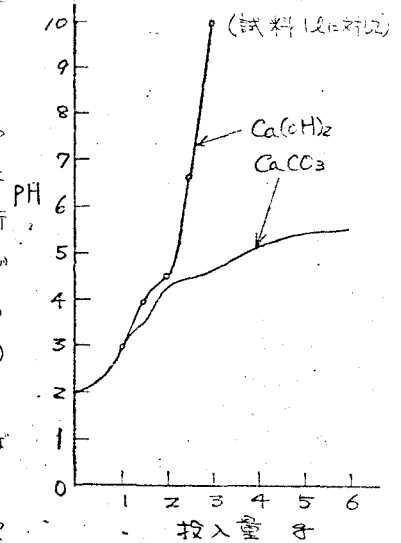
少なくなる。ここで付け加えねばならないのは、PH-8.4Ax、

あるいはPH-4.3Axの相関がFe酸化率をパラメーターとして

変化することで、それらをかき集めて船田橋目標酸度量等と決める事になる。又、毒性の強いと素

は、PH4.0前後で Fe^{III} と共沈するため、河川水については環境基準値を大きく下回っている。

図-3 松尾 鉄毒水の中和様式図



5. あとがき

赤川の強酸性毒水について問題点と現状の水質管理方法について述べたが、現在のような暫定的な中和処理方法では多くの問題があり、抜本的な対策が必要である。水質目標値達成と前提とした恒久的な対策としては、1) 鉄毒水の発生をおさえる、2) 鉄毒水と処理するしかない。1)については技術的に問題があり、早急には講じられない。2)については鉄酸化バクテリアを用いた新しい中和処理が技術的にほぼ確立されたため有力であり、これによると河道処理がなくなり、沈澱物も陸上処理出来る利点から水質管理面における不安定要素が種々なくなるわけである。

北上川は岩手県民の「恵みの川」として一日も早く清流化されるべき、今後も調査研究を重ね、努力して行きたい。最後に、本報告にいたる多くの調査において岩手大学後藤達夫教授をはじめ、建設省東北地建諸先輩の大きな力があつたことを付け加える。

参考文献 1) 今永、白波瀬、赤川酸性水対策について 土木学会年講 355、10