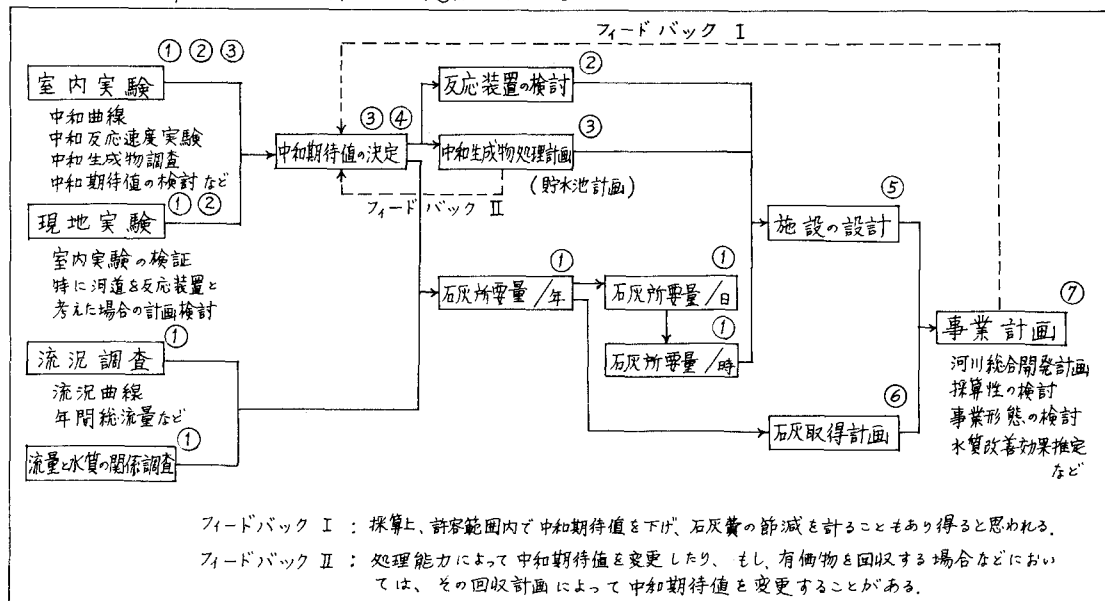


1. まえがき

利根川上流の支川吾妻川は、最も規模の大きい酸性河川の一つであり、治水利水の各分野に及ぼす酸害が著しかったのであるが、石灰乳中和法による水質改善事業¹⁾の実施によって、顕著な水質の向上、酸害の除去および水資源の新規開発が見られている。1964年に本事業を開始して以来13年余を経過した時点で、実施することによって見出された問題点について、計画と対応しつつ述べると共に、石灰乳中和法について考察する。

2. 水質改善の概要(吾妻川湯川水系)¹⁾

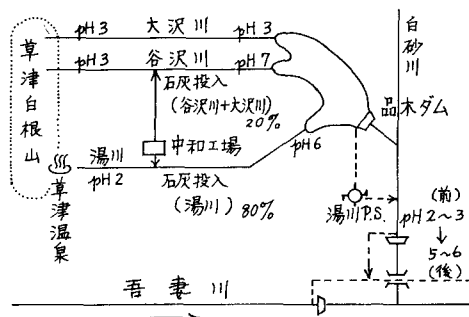
中和対象河川は、湯川、谷沢川および大沢川である。湯川沿に中和工場があって、ここで中和材料を連日受け入れて、石灰乳を製造、貯留し、適正量を連続して湯川および谷沢川に投入する。投入後の河道が反応装置であり(約3km)、流末に沈澱池および中和緩衝池として品木ダム(有効容量1,273,000 m³)がある。ここで中和沈澱物を分離し、清澄な表面水(利用水深2m)を湯川発電所を經由して下流に送る(図・1)。その計画手順を、図・2に示し、図中の項目に従って、以下問題点を述べる。



図・2 石灰乳中和法の計画手順図(図中の番号は問題点の番号と対応する)

3. 問題点

① 湯川水系では流量と流下成分量(負荷量)の間で、比例関係が成立するのは、ほぼ定まった流量までで、それ以上になると稀釈効果が著しくなる¹⁾。この限界流量値は酸性源の様態や流出状況などによって異なるが、計画年間石灰所必要量を算出するにあたって、湯川では平水量を谷沢川および大沢川では豊水量を用いたのは、おおむね妥当であったと思われる。実施にあたっては1ヶ月単位で平均流下酸量(pH6酸度負荷量)を予測し、これに対応する1日石灰所必要量を求めて中和作業計画と樹てる



図・1 湯川水系水質改善略図

ことを原則としている。この際、石灰量の若干の過不足による終末pH値のバラツキは、品木ダムの緩衝機能に期待し、湯川発電所放流pH値をほぼ一定値(pH 5~6)になし得ている。

② 石灰系アルカリは反応速度が遅いから、反応装置の規模が大きくなるのは宿命的であるが、湯川水系ではこれと河道に求めた。実施に伴ない河道内で調査した反応状況は、計画時のビーカーテストの結果と若干一致しない点もあったが、²⁾現在ではほぼ一致させることができ、品木ダム流入地点で一応所期の反応が終了している。

③ 沈澱池内の沈澱効果、底泥の性状、池内における流入水の去就、水質の分布などについては、計画の段階で予測することは容易ではない。品木ダムでは、沈澱効果については予測とほぼ一致したが、草津温泉の影響を受ける湯川の温水が流入することにより密度流が生ずることは予測以上に顕著であった。また、沈澱した水酸化鉄が池底の堆積環境によって還元され、³⁾3価鉄と2価鉄の比率によっては著しく黒色を呈すること、³⁾2価鉄が再溶出することなど、³⁾予測し得ないことであった。なお、水質分布が季節的に顕著なパターンを示すことも分った。³⁾

④ 反応装置における終末pH値は、酸性河川の負荷量および石灰の有効成分量の変動、石灰投入量決定過程および施設内各種装置の精度などが複雑に影響して、必ずしも一定値を保ち得ない。従って中期待値には中を持たせることが望ましい。湯川水系では、pH 5~6とし、 CaSO_4 析出による沈澱物増大の防止を図っている。

⑤ 石灰の運搬および受け入れの不連続性と、石灰投入の連続性の間には、平均滞留時間の大きい装置が望ましい。湯川水系の場合、4~5日分の石灰貯留容量があり、¹⁾²⁾これを有効に利用している。確実な連続性の維持にはまた、予備系列が不可欠である。計画当初は装置破損の予備と考えたが、実際は部品交換や装置の改造あるいは応用動作的な運転方法の変更などにあたって、予備系列が有効に活用されている。点検および清掃などの保守設備は、具体的作業状況を推測して、計画当初から施設にじゅうぶん組み込んでおく必要がある。石灰乳の管輸送については、沈降閉塞を防止するだけでなく、管壁付着を防止するだけの流速を与える方策が必要である。

⑥ 石灰の形質に関しては、消石灰 Ca(OH)_2 および石灰石 CaCO_3 の両者、あるいは粉体および塊状のものについて、単味および併用の両方策を採っておくのが望ましい。湯川水系では、当初7年間に粉体の消石灰(カーバイド滓)主体で、その後6年余現況まで、塊状または粒状の石灰石を主体で支障なく運転を続けている。

⑦ 改善された水は、上流域で利水事業に取水されるようになり、下流域の河道では残流域の流出水が流水の主体となるのが通常である。従って調査にあたっては、上下流域の流泥の関連を見極めておく必要があり、ルーチン調査が望ましい。水質改善後の吾妻川中流域では、上流の発電所取水地点における自然流量と取水量の差によって、明瞭な水質変動のパターンが認められる。⁴⁾生物学的水質判定を行なう際も、河道内の流泥特性に特に留意を要する。吾妻川中流域においては、水質改善実施(1964年1月)後、7ヶ月余の調査で、従来存在しなかった酸性に弱い群生目Ephemeropteraの数種が見出された。事業形態について、吾妻川の場合はここに詳述し得ないが、河川総合開発事業で実施し、³⁾改善された水は全量を有効に発電に利用することによって、採算性を持たせ得た。

4. あとがき

石灰乳中和法は、中和効果の予測がかなり可能であること、制御が比較的容易であること、水資源活用の方途を図り得ることなど、確実で合理的な水質改善方法の一つであると思われる。酸性河川に対処するには、調査面では地球化学、分析化学などが、施設の設計施工および運転管理面では化学工学などが、それぞれ有用であるなど、特に学際的問題点が多いのが特徴であるが、河川工学の手法で統合して事業化するのが至当であると考えられる。これを吾妻川の水質改善事業で例示し、他の酸性河川対策の参考になることを希った。おわりに13年余、調査期間を加えて20年余、御教示頂いた方々、御盡力頂いた方々に謝意を表する。

参考文献

- 1) 筆者：酸性河川の水質改善について、第23回年講Ⅱ-163, 1968
- 2) 筆者：酸性河川の中和作業における問題点、第24回年講Ⅱ-137, 1969
- 3) 筆者：吾妻川水質改善の問題点について、第30回建設省技術研究会報告 河-14, 1976
- 4) 建設省関東地建 品木ダム水質管理所：吾妻川筋 pH年表, 1975