

玉川酸性水の水質シミュレーションについて

＝pHによる下流水質の検証と将来予測＝

建設省東北地建 ○大西崇夫

今野敬敏

小関賢次

1 はじめに

玉川は雄物川最大の支川で、わが国有数の酸性河川である。この原因は玉川温泉であり源泉はpH1.1、温度98℃、湧出量0.14m³/sの強酸性水である。

これに対し、現在秋田県では地下ろ過法、簡易石灰中和法を実施しているが、この方法は根本的な解決策とならず、下流の水質は玉川ダムサイト（約23km下流）でpH3～4、農業取水地奥の神代ダム（約57km下流）でpH5程度となっている。このため河川工作物、農業、発電等に多大の影響を及ぼしている。

このような強酸性水河川にダムを建設するに当たり、当所ではダム構造物に与える影響のほか、種々の観点から酸性水調査を実施してきた。

本報告はこれらの調査のうち、特に玉川水系の水質特性及び減酸機構を検討し、将来（ダム完成後）の水質挙動を把握することを目的として実施した水質シミュレーションの概要について述べるものである。

2 解析の要素

河川水の酸性度は一般にpHで表わされる。pHとは水素イオン（H⁺）濃度を示す指標で、 $pH = -\log[H^+]$ で表わされる。（×[H⁺]モル濃度）しかし、pHはイオンとして存在する全水素イオン量を示すもので、潜在している酸性物質（Fe³⁺、Al³⁺等）を表示するものではない。玉川のような強酸性で、しかもFeイオン、Alイオンを含む水質については、H⁺以外にどれだけ酸性物質が存在しているかを把握することが必要である。よって、この水質シミュレーションでは、解析の要素を、存在する酸の量をアルカリによる滴定値で表示する酸度とした。酸度の表示には43酸度（pHを4.3まで上げるアルカリの当量数で一般的には便宜上炭酸カルシウムCaCO₃に換算し、これを重量で表わす、43Acとも書く）、84酸度（pHを8.4まで上げるアルカリの当量数、84Acとも書く）があるが玉川の場合、84Acは特にpHが7付近のところでFeイオン、Alイオン等の影響で滴定値にバラツキが生じ、43Acより流量、pHとの相関が悪くなるため、43Acを解析要素とし、流量との負荷量収支により計算した。しかし、水がどの程度酸性かアルカリ性を評価するには一般的にpHを用いることから水質シミュレーションについてはpHで表わすことにした。酸度からpHを表わすに当っては玉川の実測データにおいてその関係を求めた。

3 玉川の水質モデルの作成

源泉の酸負荷量に対し順次減酸機構を考慮して雄物川の基津奥橋川までの水質モデルを作成した。

3.1 源泉の負荷量

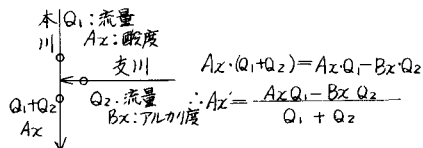
源泉の年間の測定結果によれば多少の変動はあるが、年間を通じほぼ一定量であるので解析にあたっては、源泉負荷量を一定量とした。

3.2 簡易石灰中和試験及び地下浸透の効果

現在 大噴地奥から流出する酸性水の一部を水路により簡易石灰中和処理場へ導水させ ここで石灰石に散水された後 地下浸透させ 炭黒川に浸出させる処理がなされているので これらの効果も考慮した。

3.3 支川の減酸機構

支川の減酸機構としては支川のアルカリ負荷量と本川の酸負荷量が反応することによる減酸と流量の増加により希釈されるものとが考えられるので右式により表わされるものと考えた。ここで支川のアルカリ度は一般に流量の関数として増減するものとされているので $B_x = C \cdot Q^P$ (C, P は定数)で表わし 実測資料より流量とアルカリ度の関係を求め定数 C, P を各支川毎に決定した。



$$A_x \cdot (Q_1 + Q_2) = A_x \cdot Q_1 + B_x \cdot Q_2$$

$$\therefore A_x' = \frac{A_x \cdot Q_1 + B_x \cdot Q_2}{Q_1 + Q_2}$$

3.4 貯水池減酸機構

酸性水の貯水池や湖沼における減酸は 湖岸等との接触による化学反応や 生物反応などが考えられるが 酸度があまり高くない場合はいずれも微少なものと考えられる。したがって 貯水池における減酸機構は酸負荷量の絶対量を減少させるものではなく 豊水時に貯留される酸度の低い水により低水時の酸度の高い水が希釈されることにある。玉川水系の貯水池は 玉川ダム(建設中) 鑑畑ダム 田沢湖 夏瀬ダム 神代ダムなどがある。夏瀬 神代ダムは有効貯水量が小さいので貯留効果を考慮しないものとし 玉川ダム 鑑畑ダムでは有効貯水容量を一樣に混合される容量と考えた。また 田沢湖については貯水容量 水深が大きく 全体が一樣に混合すると考えるには問題があるが 昭和27~28年の調査結果をみると 水深方向及び平面的なpHもほとんど一定値を示していることから湖全体が混合していると考えた。

3.5 河道による減酸機構

河道における減酸は酸性水が河道を流下する間に河床物質との接触などにより酸負荷量の減少が生じるものと考えられる。玉川の場合 酸性の強い上流部にはアルカリ泉(熊の湯)の流出も見られ 河道の減酸効果とアルカリ泉の減酸効果を分離することが困難であったので その両方を併せてアルカリ泉の効果とした。下流部については酸度が低いことにより減酸を生じていないので考慮しないこととした。

4 検証計算

水質モデルの手順にしたがって実測データのあるものについて 現況の水質モデルで各地奥の水質測定データならびにpH測定値による検証を行いその結果 計算値と実測値がほぼ一致するので このモデルでシミュレーションを行なうこととした。

5 シミュレーションケース

シミュレーションは 現況から将来までの水質状況の変化をとらえるために次の各ケースについて実施した。

- (1) 現況……現在果で実施している地下浸透及び簡易石灰中和試験を考慮した場合と考慮しない場合
- (2) 将来……玉川ダムが完成した場合及び簡易石灰中和試験の炭カル投入量を数ケース変化させ検討した

6 あとがき

このシミュレーションは酸性水の水質評価をpHで評価することを大前提とし pHは酸度またはアルカリ度の関数であることを基本仮定としたものであるが この基本仮定は現存する水質資料 流量資料と対比して妥当なものと思われる。しかし 部分的には改良の要素が残っており これについては 今後の調査で改良し より精度の高いシミュレーションとして行きたい。