

冬期の湖水濁度発現と直接ろ過運用に関する一考察

東北大学工学部 正員 〇 後藤光庵

〃 佐藤敦久

〃 学員 岸 康弘

1. はじめに 浄水場運営は、水源の水質レベル及び水質変動に最も適した合理的運営が望ましい。特に、冬期の低温、低濁度時には通常の凝集・沈殿・砂ろ過システムではALT比が高く、フロック強度の弱さがフロックのろ水へのリークを引き起こし、また排水処理に大きな負担がかかる。

本研究では、昭和47年～59年までの釜房ダム水質データ及び昭和52年～59年までの日平均濁度等より、湖水の水質レベルと水質変動(特に懸濁成分)をとらえ、既存浄水施設の大きな変更をせずに合理化する場合について検討した。その手法として今回は直接ろ過法(必要注ろ過法)を取り上げ、その運用について若干の考察を加えた。

2. 冬期湖水水質 昭和52年～59年の茂庭浄水場管理日報の日平均濁度より釜房ダム湖水の濁度発現確率を求めた。臭素水除去のため原水に粉末活性炭が注入された場合は、(粉末活性炭による濁度増分) = $\frac{10}{3} \times$ [粉末活性炭注入率] として補正した。図-1の○印は冬期(12月, 1月, 2月)の濁度発現確率で対数正規確率紙上で1本の直線に近似する。75%, 95%信頼区間の濁度はそれぞれ9度, 10度でこの8年間の最大値は13度である。この値は、必要注ろ過法の浄化限度と一般に言われる10度以下をほぼ満足し得る。(図中・印は昭和59年間のデータ)

図-2, 3に、昭和47年～59年までの釜房ダム表層の水質概況を示す。水温は冬期(12月, 1月, 2月)で9℃以下で平均約5℃である。また、KMnO₄消費量も冬期は低く、NH₄-Nも検出限界レベルである。しかし、当ダム湖は冬期でも *Phormidium* によるカビ臭発生があり、現在粉末活性炭注入で対応しており、この期間中は直接ろ過法は不適であり、通常の急速ろ過システムが妥当である。また、直接ろ過法運用上問題となるのに珪藻によるろ層閉塞がある。ろ過障害として代表的な *Synedra*, *Asterionella*, *Melosira* の個体数 $\times$ (個/ml) は、図-4に示すように水温依存度はそれほど大きくなく、冬期には *Synedra*, *Asterionella* で 10^3 (個/ml), *Melosira* で $10^2 \sim 3 \times 10^3$ (個/ml) 程度は存在し得る。従来、当浄水場のろ過障害時(主に春)には、*Synedra* と *Melosira* の大発生によるろ過障害例はあるが、*Asterionella* による障害は少ない。以上、当ダム湖は冬期間濁度は低いが、珪藻や *Phormidium* によるカビ臭発生に対する監視が特に重要である。

3. 直接ろ過運用 直接ろ過運用の際、ろ過継続時間

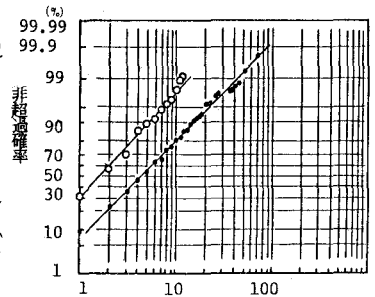


図-1 濁度発生確率

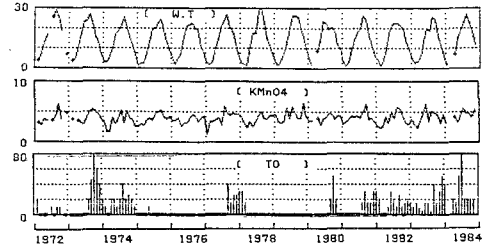


図-2 水質の経年変化

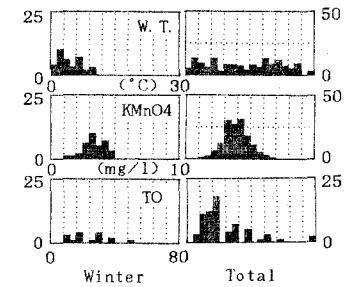


図-3 水質の発生頻度

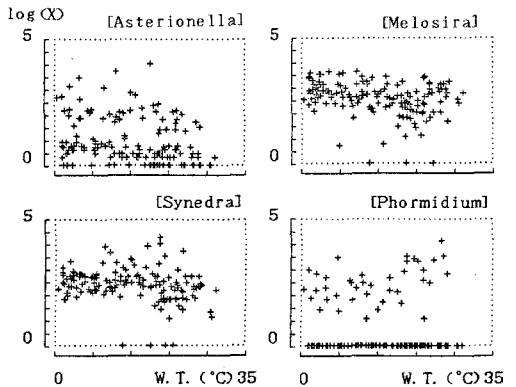


図-4 水温と藻類

の短縮(逆洗回数増加)とろ過水量及び浄水量効率の問題となる。
ろ過継続時間 t_f (hr), 逆洗時間 t_b (min), 逆洗前後の待ち時間 t_1, t_2 (min)
ろ過速度 u_f ($m^3/m^2/d$), 逆洗速度 u_b ($m^3/m^2/min$)とすると, 1ヶ月(30日)の
浄水サイクル(逆洗回数) R は, $R = 24 \times 30 / \{t_f + (t_1 + t_b + t_2)/60\}$

(cycle/30day)となる。ろ過面積 A (m^2)とすると, ろ過水量 U_f は
 $U_f = \frac{U_f}{24} t_f \cdot A \cdot R$ ($m^3/30day$), 逆洗水量 U_b は, $U_b = U_b \cdot t_b \cdot A \cdot R$ (m^3/day)
したがって, 浄水量 V は, $V = U_f - U_b$ ($m^3/30day$), その効率 R_{fb} は R_{fb}
 $= (U_f - U_b) / U_f$ (一) となる。「水道施設維持管理指針」より, 逆洗条

件を $U_b = 0.9$ ($m^3/m^2/min$), $t_b = 6$ (min) とし, $t_1 + t_2 = 9$ (min), $A = 1$ (m^2)
として, 1ヶ月(30日)同A単位ろ過面積当りの U_f, V, R, R_{fb} を求め,

図-5.6に示した。両図より, ろ過継続時間が20時間より短い場合は
洗淨回数頻度が急激に多くなる。これを, ろ過水量に対する逆洗水量
比(1- R_{fb})で見ると, 現行の茂庭浄水場の96時間洗淨間隔では, 逆
洗水量比率が1.2% ($R_{fb} = 0.988$)で, これを2%, 3%まで許容すれば,

ろ過速度 $u_f = 120$ m^3/d でそれぞれ, $t_f = 54, 36$ 時間となる。($u_f = 180$ m^3/d
は, それぞれ $t_f = 36, 24$ 時間)。別報で示すように, 夏期の直接ろ過(沈

降池を経由し原水濁度が数度, ろ水濁度を薬量のリーフから考えて4.5
度(水道水質基準は2度以下)を許容する場合, PAC注入率を6.8 mg/l (最適

薬注率の約1/2)で, 砂層ろ過($u_f = 120$ m^3/d), 二層ろ過(砂層+砂: $u_f = 180$
 m^3/d)とす, $t_f = 48$ 時間以上が期待でき, 逆洗水量比率は $u_f = 120$ m^3/d で,

2.2%, $u_f = 180$ m^3/d で1.4%程度である。また, 冬期の直接ろ過の高度度流
入時(沈降池清掃のため, その洗淨排水が原水運送エカにため)でも, ろ水濁

度を4.5度を許容すれば, PAC注入率6 mg/l (最適薬注率の4.5割)で処理
可能である。ただし, この場合 $t_f = 12$ 時間程度となり, 逆洗水量比率は90%と大ま

しかし, このような特殊な場合を除けば, 前述のように釜房ダムでは冬期の低温,
低濁度時にはPAC数 mg/l の低薬注率による直接ろ過運用が可能と考えられる。

図-7は, 冬期の直接ろ過実験時における薬注削減時の汚泥の質的变化である。ろ水
濁度を水道水質基準の最大2度まで許容すれば, 別報に示す通りPAC注入率は2割

まで低下させることができ, 図-7の範囲で汚泥の界面沈降速度が最大1.5倍改善され
(沈降濃縮後の含水率も98%から96.5%に減少し, 汚泥容積が約4

割の減少となる。また真空脱水レベルでの脱水処理では, 脱水ケーキ含水率92%
から88%となり, ケーキ量は約3割減が期待される。現行の通常急速ろ過システムの

PAC注入率12~16 mg/l と比較すれば, さらに大きな改善が期待される。

4. おわりに. 直接ろ過法では, 逆洗水の固液分離性(界面沈降速度)が良好で,
当浄水場で行っている逆洗水の全量返送から, 沈殿処理後の上澄水のための返送に変

換する必要がある(排泥池, 排水池の交互使用)。また, 沈殿池経由でろ過池に流入
させる場合, 既存施設の変更は皆無で, 急速攪拌後にはろ過池に流入させる場

合, ろ過池直前に急速攪拌池(滞留時間5~10分程度)の設置でろ過池内での微細フロッ
ク形成が可能である。当ダム湖は冬期でもサビ臭発生や珉害にろ過障害の発生もあ

るが, 湖水水質の適切な把握により, 直接ろ過方式によるより効率的運用が可能である。

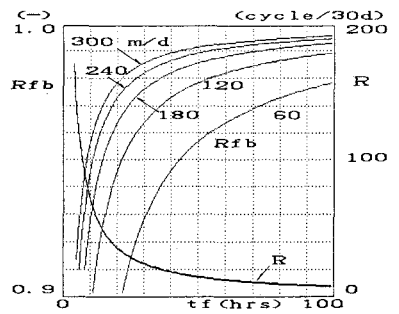


図-5 浄水効率 R_{fb} 、逆洗回数 R とろ過継続時間 t_f

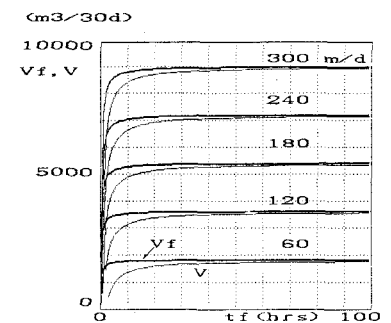


図-6 ろ過水量 V_f 、浄水量 V とろ過継続時間 t_f

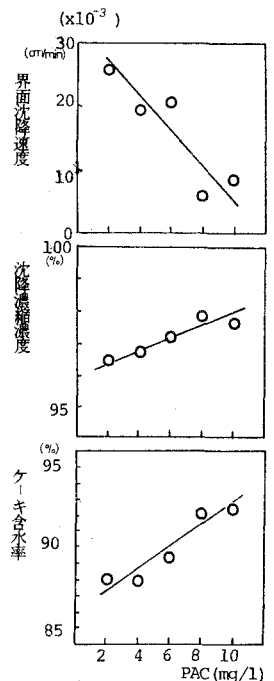


図-7 薬注低減と汚泥性状変化