

水源河川水の濁度が原水の pH 変動に与える影響

074221 新田 一喜

1. はじめに

仙台市の福岡浄水場は、七北田ダムの放流水と宮床ダム貯留水の2つを混合して原水としている。その比率は七北田約8割、宮床約2割の割合である。混合原水は日中のpH変動が大きいという現象が散見されたので、原水のpH変動は、浄水場の水処理過程、特に凝集沈澱に大きく影響するので、今回の研修では大半を占めている七北田ダムの放流水のpHと濁度の関係を明らかにするためにその関連性を解析した。

2. 調査および解析方法

2.1 調査対象とした原水と調査資料

仙台市水道局から2007～2009年度までの3年間の福岡浄水場の管理日報¹⁾の提供を受け、その資料の中から原水取水地点における七北田川の一年間の0:00から24:00までの1時間ごとの濁度、pHのデータを整理した。管理日報には他に多くの情報が記載されているが、今回の研修では上記の点に絞り込んで解析した。また仙台の日の出時刻については、インターネット²⁾から入手した。

2.2 河川水 pH と濁度の経時変化と解析指標

図1は、七北田ダムからの放流水で七北田川を流下した河川水で、取水された地点から浄水場まで導水された原水の、一日24時間のpHと濁度の変化状況の一例を示したものである。図からわかるように河川水のpHは、0～6時ごろまではほぼ一定で、その後次第に上昇し、ピーク値に達した後に次第に低下して、また夜中には明け方のpHに戻るといえる。濁度については時刻とは無関係に変動するようで、これは当然ながら降雨や河川水の流動状況により変化すると見られる。そこで図2のようにこれらの変化パターンを模式図として示し、解析のために以下のような指標を考え、それを以下にまとめた。

- 1) T_s : 一日でpHが上昇を開始する時刻
- 2) T_p : 一日でpHがピーク値に達した時刻
- 3) ΔpH : 一日でpHのピーク値と上昇を開始する時刻におけるpHの差(pH上昇時間のpHの変化幅となる)
- 4) D : pHが上昇開始してピークに達するまでの濁度の平均値(pHが変動しピークに達するまでの平均濁度)

3. 調査・解析結果および考察

3.1 平均濁度(D)とpH変化幅(ΔpH)の経日変化

図3は、2008年の4月におけるDと ΔpH の一ヶ月間の毎日の変化を示したものである。平均濁度(D)は、10度以下の場合が多く、この月は中旬以降に30度を超える高い濁度があるが、おそらく降雨の影響と考えられる。pHの変化幅(ΔpH)は、0.2～0.5程度であることが多いが、平均濁度(D)が高い場合には、 ΔpH が0.1以下になっていることがわかる。これよりpHの変化幅(ΔpH)と平均濁度(D)は、強く関係することが考えられるので次にその関係について、データをまとめることにした。

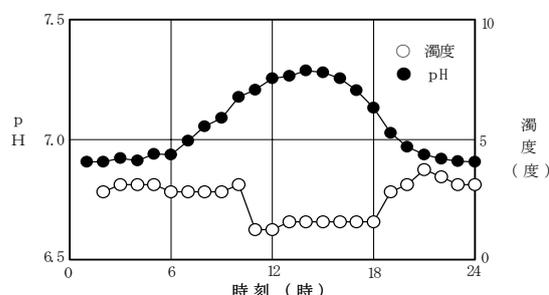


図1 河川水のpH、濁度の変化の一例

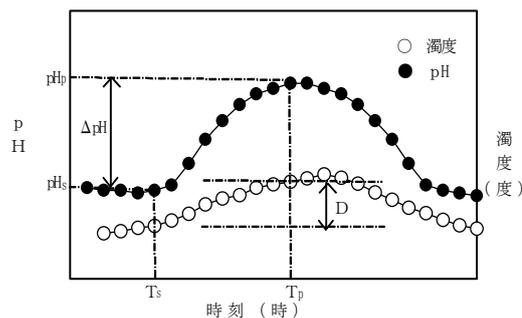
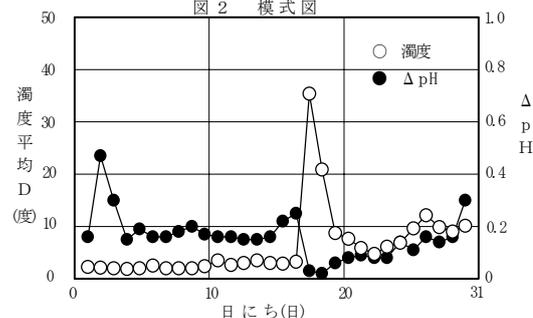


図2 模式図

図3 Dと ΔpH の経日変化(2008年4月)

3.2 平均濁度 (D) と pH 変化幅 (ΔpH) の関係

図4は平均濁度(D)が10度以上のとき一日のpH変化幅(ΔpH)の関係を2007~2009年度までのデータを表したものである。ただし $D < 10$ の場合の ΔpH のデータは省いてある。図4によると、3カ年で3個(3日)のデータを除いて $D < 20$ のときには、ほぼ $\Delta pH > 0.1$ となると考えられる。これはpHの上昇が河川流下中の光合成による影響であること、濁度が高い($D \geq 20$)場合には、日照が不足し、光合成による影響が大きく低下することを示唆してもよいと考えられる。

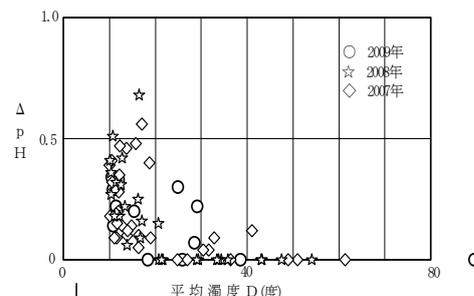


図4 Dと ΔpH の関係(3ヶ年度)

3.3 平均濁度 (D)、pH の変化幅(ΔpH)の一年間の変化 (2008年度)

図5,6に平均濁度(D)、pH の変化幅(ΔpH)の2008年度における一年間の状況をそれぞれ示した。これらより $D \geq 20$ の場合は年間に数日程度であるので、ほとんどの場合河川水のpHが変動すると考えて良いこと、およびその変化幅は大きいときには0.7~0.8にもなるが、通常は0.1~0.5程度変動する。またpH変動には季節的な影響は大きくないようで、2007,2009年度も同様の傾向である(図略)。

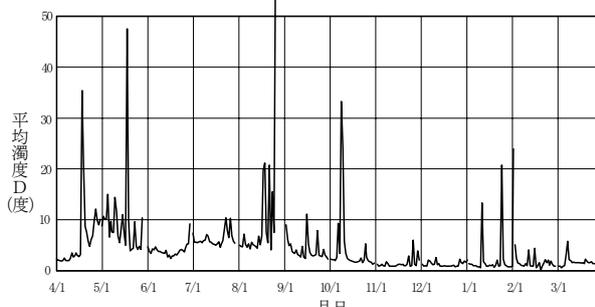


図5 Dの経日変化(2008年度)

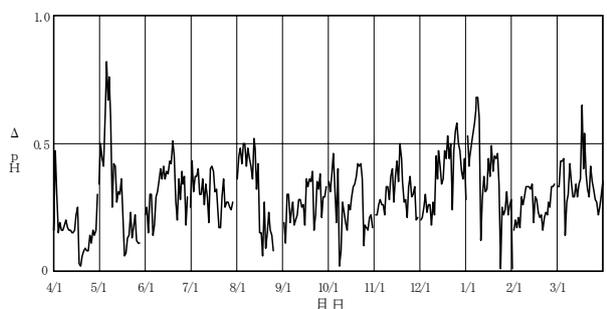


図6 ΔpH の経日変化

3.4 pH 上昇時刻(T_s)と日の出時刻(T_{sr})の関係

図7にpHが上昇を始める時刻(T_s)と仙台市の日の出時刻(T_{sr})の一年間の変化を示した。 T_s は、1時間刻みのデータであるが周期性が見られる。2008年度の仙台市の日の出時刻(T_{sr})は、6月13日に最も早く4時12分、最も遅い1月6日は6時54分である。両者の比較のため図8を示した。図8によるとpHの上昇は、やはり日の出時刻 T_{sr} と無関係ではないが一定ではなく、日の出後0~2時間後にpHが上昇すると考えられる。

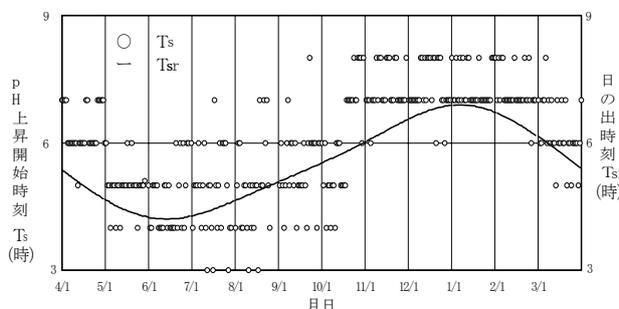


図7 T_s と T_{sr} の経日変化

4. おわりに

今回の研修で水源のひとつである河川放流水を象として、pHの変動を平均濁度、日の出時刻との関係で検討した結果、1) 流下した河川のpHは、濁度が高い($D \geq 20$)年に数日以外は、午前中に0.1~0.5程度、大きいときには0.8以上上昇する、2)pHの上昇は、日の出時刻後0から2時間程度で始まる、ことなどを明らかにした。

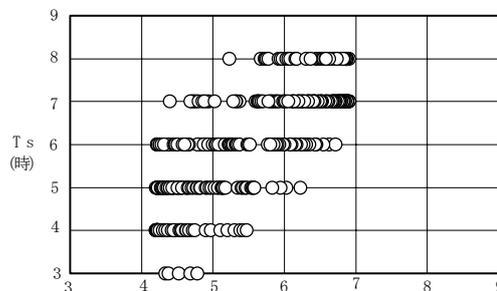


図8 T_s と T_{sr} の関係

参考文献

- 1) 仙台市水道局：福岡浄水場管理日報(2007~2009年度)，
- 2) <http://www.tohoku-epco.co.jp/cgi-bin/00002030/nazenet//calendar/sun.cgi?date=20080907&area=>
- 3) Susumu Kawamura: Integrated Design and Operation of Water Treatment Facilities, John Wiley & Sons Inc., pp.112~113,2000