

色度成分の凝集プロセスにおける最適 pH と水温

岐阜大学工学部 学生員 ○山下 俊志
岐阜大学工学部 正員 松井 佳彦
岐阜大学流環研 正員 湯浅 晶

1. はじめに

凝集・フロック形成・沈殿という処理システムでは、低水温時において濁質や色度の除去率が低下する。この理由として、後述する理由が考えられる。本研究では、pH と有機色度成分の凝集性について考察し、水温の違いによる pH と残留色度の関係を明らかにする。

2. 除去率が低下する原因

除去率が低下する原因としては、次の3つが考えられている。

- ①低水温時において生成されたフロックは、粒径が小さく、沈降速度が低い。したがって、沈殿池の除去率が低い。
- ②攪拌強度を示す指標であるG値は、エネルギー消費率を粘性係数で割った値の平方根である。水温が低下し水の粘性が大きくなると、攪拌機の回転翼の速度などの攪拌条件が同じであれば、フロックの成長に必要なG値は小さくなる。
- ③水のイオン積 K_w は水温の低下とともに減少するので、pH 一定条件下では低水温時に凝集剤として加えられたアルミニウムの重合、不溶化反応に必要な OH^- イオンが不足する。例えば、 $pK_w = pH + pOH$ (K_w は水のイオン積) は、25°Cにおいて 14.00 であるが、5°Cにおいては 14.73 であり、同じ pH 7.00 でも水温の違いにより、pOH の値は異なる。pH と pOH の関係を水温ごとに示すと図-1 のようになる。

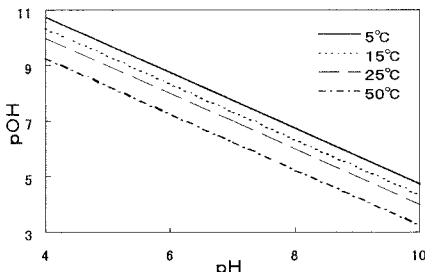


図-1. $pK_w = pH + pOH$

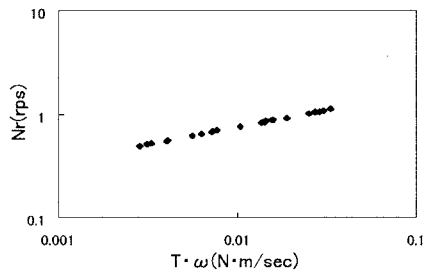


図-2

3. 実験方法

本研究では、水温の違いによる pH と残留色度の関係についてジャーテストによって検討する。ジャーテストでは水温による粘性の変化 (G 値の変化) を排除するため、実験水温によって攪拌翼の回転速度を変えて G 値一定の条件で行った。図-2 は実験に用いた容量 5L の容器を攪拌する際の攪拌トルクと攪拌角回転速度の積と攪拌回転速度の関係をプロットしたものであり、水温が異なっても両者の関係は変化しないことが分かる。したがって、G 値は式(1)より求められるので、水の粘性に応じて攪拌翼の回転速度を変化させて G 値を一定に設定した。

$$G = \sqrt{\frac{T\omega}{\mu V}} \quad (1)$$

ここで、G: G 値、T: トルク、 ω : 角回転速度、 μ : 粘性係数、V: 試料水の体積。

急速攪拌のG値、攪拌時間はそれぞれ、 200 s^{-1} 、 1 min 、
 緩速攪拌は 10 s^{-1} 、 30 min とし、表-1は、各水温におけるG値を一定にするための攪拌回転速度である。

試料水の色度成分として、し尿処理水を一定の吸光度になるように希釈して用いた。凝集・フロック形成後に試料水を $0.45\mu\text{m}$ のメンブレンフィルターでろ過し、有機色度成分の濃度指標としては紫外部 260 nm の吸光度を測定した。

凝集剤として、LAS（液体硫酸アルミニウム）とPAC（ポリ塩化アルミニウム）を用いた。また、凝集剤注入後のpHが所定の値になるようにあらかじめ塩酸と水酸化ナトリウムを添加し、その後凝集剤を添加した。

		表-1	
		G値	
温度($^{\circ}\text{C}$)	粘性係数($\text{Pa}\cdot\text{s}$)	200	10
0	0.001794	149.223	19.9403
5	0.001519	141.11	18.8563
10	0.00131	134.265	17.9416
15	0.001145	128.329	17.1483
20	0.001009	122.992	16.4351
25	0.000895	118.137	15.7864
30	0.0008	113.766	15.2024

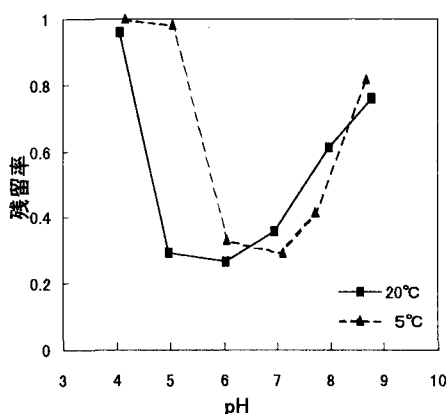


図-3

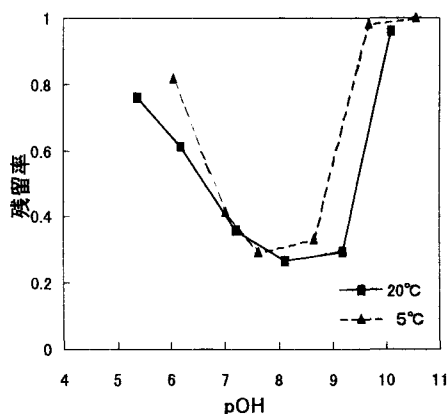


図-4

4. 実験結果

図-3に凝集剤としてPACを用いたときのpHと色度の残留率の関係を示す。図より水温が 20°C の場合は、最適pHは5~6であることが分かる。しかし、水温が 5°C のときは最適pHは6~7に上昇している。先に示したようにG値は一定で実験を行っており、またメンブレンフィルターで試料水をろ過して凝集性を評価していることから、図-3に示す水温の効果はG値、フロックの大きさに起因しているとは考え難い。そこで、残る理由として水温による水のイオン積の水温依存性を仮定して、pOHに対する残留率の変化としてグラフを書くと図-4が得られた。pOHは $\text{pOH} = \text{pKw} - \text{pH}$ として計算した。図より水温が 20°C と 5°C の最適pOHは図-3に比較して接近しており、水温の低下による凝集性の変化の要因として水のイオン積の水温依存性が説明された。

5. おわりに

水のイオン積の水温依存性が、水温低下時の凝集性の低下に関連しており、pH一定の条件よりも、pOH一定（水温低下時に凝集pHを上げる）の条件で凝集操作を行うことを提案する。

凝集剤としてLASを用いたときの結果などについては講演時に発表予定である。

参考文献

- 1) 丹保憲仁、小笠原鉦一（1985）：浄水の技術、技報堂出版
- 2) 丹保憲仁（1980）：新体系土木工学 88 上水道、技報堂出版