

# オゾン処理によるプール水の緑色化現象の原因究明調査

岡隆康<sup>1</sup>・松原英隆<sup>1</sup>

## Investigation for Green Change of Water in Swimming Pool by Ozonation

Takayasu OKA and Hidetaka MATUBARA

### 要 旨

プール水をオゾン処理をすると本来青色だったプール水が緑色化するが、これはオゾン処理によって緑色の着色成分が生成したのではなく、オゾンにより水中の高分子状態の溶性珪酸が低分子化されたため珪酸成分による青色散乱光が弱められ、結果的に室内照明のナトリウムランプの橙色光の影響が強くなって緑色に見えたものと推察された。

**Key Words :** オゾン処理 Ozonation, 溶性珪酸 Soluble Silicic acid,

### I はじめに

最近、プール水の殺菌や脱色のためオゾン処理が利用されるが、福岡市内のプール事務所からオゾン処理をすると最初は青色だったプール水が次第に緑色化していく現象が見られるという連絡があった。そこでこの緑色化現象メカニズムを解明するため、オゾンの酸化作用によるプール水中の各種陽イオンとオゾンの分解作用による溶性珪酸の低分子化を考慮した溶性珪酸の凝集沈殿処理特性の調査を行った。

### II 調査方法

#### 1. 分析方法

##### 1) 水質成分分析

Cd等の金属イオン及びSiO<sub>2</sub>の分析はJIS K 0102に基づくICP発光分析法、陰イオンについてはイオンクロマトグラフ、pH値の測定はJIS K 0102のpH電極法、過マンガン酸カリウム消費量は上水試験法で行った。

##### 2) 凝集沈殿処理実験

オゾン処理プール水を希塩酸を用いてpH 6.2及びpH 7.1に調整した後、フロックの生成を促進するためカオリン5 mg/l、凝集剤PAC 20 mg/lを各々に注入しジャーテストを行い静置後、その上澄水のSiO<sub>2</sub>の濃度をICP発光分析法で測定した。

### III 結果及び考察

#### 1. 水質成分調査

25 mプール水のオゾン処理、凝集沈殿処理後の水質分析結果(表1)から明らかのように、オゾン処理水の鉄やマンガン等の着色金属成分濃度は、非常に低かった。したがって、これらの金属が緑色化現象の原因である可能性は非常に低いと考えられる。

オゾン処理、凝集沈殿処理にともなう、陽イオン、陰イオン等の変化はあまり見られなかった。ただし、塩素イオン、過マンガン酸カリウム消費量(有機物量)は増加しているが、これはプールの使用にあたりこれらの成分が人体より放出されたためである。

#### 2. オゾン処理による溶性珪酸の低分子化に関する調査

1. の水質成分分析調査からは原因を究明することができなかった。そこで、緑色化現象の原因は、オゾン処理による水質成分の構造の変化に起因するものではないかと推察した。ここで、水質成分のうち比較的多量(20~50 mg/l)に存在し、しかも、高分子化している可能性の高いものは溶性珪酸である。

大分県の別府には秋になると透明な水が青色になる温泉があるが、これは、温泉水に含まれる溶性珪酸が低温の外気に触れて高分子化し、光の青色成分を散乱させるため(朝日新聞1998年10月13日夕刊:京都大学、地球熱学研究施設、大沢信二助教授)と考えられている。

1. 福岡市保健環境研究所 環境科学課

表1 25mプールのオゾン処理, 凝集沈殿処理後の水質分析結果 (単位: mg/l)

	水道水	オゾン処理水	凝集沈殿処理水
Cd <sup>2+</sup>	< 0.001	< 0.001	—
Pb <sup>2+</sup>	0.008	< 0.005	—
Zn <sup>2+</sup>	0.01	0.03	—
Cu <sup>2+</sup>	—	0.06	—
Cr <sup>2+</sup>	< 0.005	< 0.005	—
Fe <sup>3+</sup>	0.07	< 0.05	—
Mn <sup>2+</sup>	< 0.005	< 0.005	—
Al <sup>3+</sup>	0.02	0.02	—
Ni <sup>2+</sup>	0.01	0.01	—
Ca <sup>2+</sup>	14.2	14.6	14.5
Mg <sup>2+</sup>	4.9	4.9	4.3
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	4.5	5.5	5.6
Cl <sup>-</sup>	16	29	32
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	11	12	12
SiO <sub>2</sub>	26.9	27.5	23.3
pH値	7.2	7.4	7.8
KMnO <sub>4</sub> Cons.	3.3	5.1	5.8

オゾン処理水 : 25mプール水を1週間オゾン処理した試料水

凝集沈殿処理水 : 25mプール水を西総合市民プールの施設で  
1週間凝集沈殿処理した試料水

表2 水道水およびオゾン処理プール水中の溶性珪酸の凝集沈殿処理実験結果  
(水中の溶性珪酸濃度と凝集沈殿処理による除去率)

	未処理水	凝沈処理水 (pH6.2)	凝沈処理水 (pH7.1)
水道水	26.9 mg/l	19.2 (除去率: 28%)	19.6 (除去率: 28%)
オゾン処理プール水	27.5	26.6 (除去率: 3.3%)	26.7 (除去率: 3.3%)

凝集沈殿処理条件 : カオリン (凝集補助剤) 注入量 : 5 mg/l  
PAC (ポリ塩化アルミニウム) 注入量 : 20 mg/l

未処理水 : 凝集沈殿処理していない試料水

凝沈処理水 (pH6.2 pH7.1) : pH6.2, pH7.1 で凝集沈殿処理した試料水

オゾン処理プール水 : 25mプール水を1週間オゾン処理した試料水

プール水の緑色化現象は上記事例の逆の現象とナトリウムランプの影響によるものではないかと考えられる。すなわち、水中の高分子溶性珪酸がオゾン分解して低分子化し青色成分の散乱光が少なくなったため、室内照明に使用されているナトリウムランプの橙色光の影響が強められ、緑色化現象が生じたものと推察される。

次に、オゾン処理で緑色化したプール水がPAC（ポリ塩化アルミニウム）による凝集沈殿処理で青色に戻るのは、3価のアルミニウム（ $Al^{3+}$ ）の存在下で、低分子化した溶性珪酸が再度高分子化したり、低分子化した溶性珪酸が3価のアルミニウムで架橋されて高分子化したため青色の散乱光が増加したためと考えられる。

オゾン処理によって高分子溶性珪酸が低分子化することを裏付けるため、水道水とプールのオゾン処理水をPACを用いて凝集沈殿処理を行ったときの、溶性珪酸の除去率について検討した。その結果を表2に示す。

水道水中の溶性珪酸の除去率は、pH 6.2 および

pH 7.1 のいずれのpH条件においても約28%あったが、オゾン処理水の場合は、除去率は上記のいずれのpH条件下でも3.3%で、ほとんど除去されなかった。この結果は、水道水に含まれていた高分子の溶性珪酸がオゾン処理によって低分子化し凝集沈殿処理されにくくなったことを裏付けるものと考えられる。

#### IV まとめ

オゾン処理によるプール水の緑色化現象は、オゾン処理によってプール水が緑色に着色したものではなく、オゾン処理によって水中の高分子溶性珪酸が低分子化され、青色の散乱光の生成が抑制されたため、室内照明に使用されている橙色のナトリウムランプの影響が強められて緑色を呈したものだとして推察される。したがって、緑色化現象は、オゾン処理した場合には普遍的に生じる現象と考えられる。