

Q5
水源で発生する躍層と浄水処理
 について教えてください

Answer

1. はじめに

河川には治水や利水、河川水量を安定的に維持する目的でダムが築造されることが多く、水深の浅いダム湖では流速が低下することにより、富栄養化が進行しやすくなることがあります。

富栄養化が進み、水深が10m程度以上あるダム湖や湖沼では、気温の寒暖差や降雨等による湖水水温の低下、低水温水の流入、あるいは停滞によって、表層と中層以下で水温差が生じます。この現象を「水温成層」と言い、湖水内で水温が変動している部分を「躍層」と呼び、図1にその例を示します。

この現象により、湖水の鉛直循環が停止した状態となり、高水温期には特に顕著な状態となります。

2. 水温躍層で見られる現象

水は4℃で密度（比重）が一番高くなるため、4℃以上の水はその密度に従い成層し、湖底ではその環境下で最も密度の高い水が停滞します。

躍層の発達には、表層と下層の温度差が大きくなる夏季ほど顕著となり、また、藍藻類などの浮遊性の高い植物プランクトンの増殖が多いほど躍層の発達が顕著になる傾向があります。

溶存酸素量（DO量）は、増殖した植物プランクトンの光合成により表層では過飽和となり、水深が深くなるにつれ減少傾向となります。この傾向

は図2のように水深4～6m程度まで続き、やがて無酸素となり、強い嫌気状態が形成されます。

嫌気状態下では、底泥のマンガンの（図3）や鉄は還元されてイオンの状態で水中に溶出し、同様に硝酸態窒素はアンモニア態窒素へと還元されます。

3. 躍層の消失

水温躍層は水の密度によって形成されるので、夏季に形成された躍層は、

- ① 気温の低下に伴う表層水の冷却による鉛直循環
- ② 台風等の大雨による流入河川水量の増加に伴う混合や押し出し

などにより、湖沼内の水温や水質が均一化することで解消され、また、嫌気状態であった水に酸素が供給されます。還元された金属類やアンモニア態窒素等も酸化や生物代謝されて、低濃度となります。

4. 躍層水が浄水処理に及ぼす影響

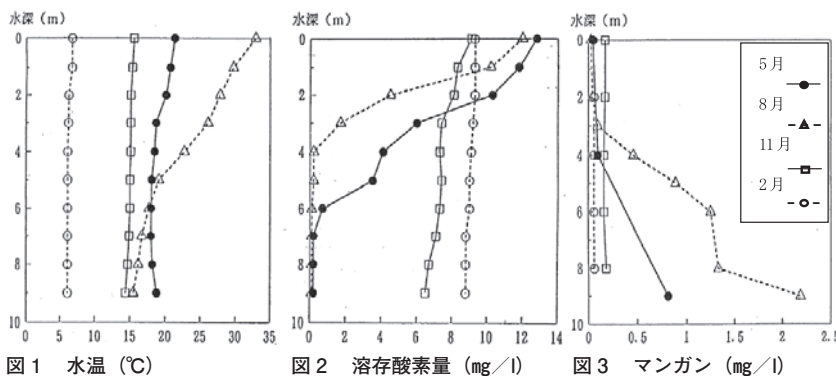
躍層形成時に取水される原水中には、比較的高い濃度でアンモニア態窒素や鉄、マンガンを含まれるため、塔取水方式の場合は表層近くの上段取水口から取水します。しかし、表層付近には増殖した植物プランクトンが生息し、この植物プランクトンを取り込むことになるため、凝集阻害や沈下障害、ろ過閉塞や濁度漏出等の障害が発生することがあります。

高度処理施設が設置されている浄水場では、前塩素を用いないか、弱前塩素処理を実施していることが多く、Ct値（残留塩素濃度×時間）が確保されないため、マンガンの漏出が起きます。このマンガンの影響で、オゾン処理水がピンク色に発色する現象が見られます。

また、植物プランクトンの代謝物による強固な泡が発生し、オゾン接触池のリサイクルプロアの閉塞や、活性炭吸着池の閉塞を発生させることもあります。

このような現象が発生した場合は、

- ① 取水地点での粉末活性炭の注入や強化
 - ② 可能な限り前塩素濃度を確保する
 - ③ オゾン注入を一時停止する
- といった対応が効果的です。



(出典:水道技術ジャーナル 2018年1月)