

高濃度酸素溶解装置を導入した貯水池でのマンガン低減機構に関する一考察

中国電力株式会社

正会員 ○小林 真梨子, 渡辺 健一

島根大学 エスチュアリー研究センター

清家 泰

1. はじめに

成層型の貯水池では、成層期（特に夏季）の底層において貧酸素状態が発生することで、底泥中の鉄やマンガンが還元されて水中へ溶出するため、底層水をそのまま放流するとその後の流下の過程での酸化による成分の析出により、色水が発生することがある。

中国電力（株）が管理するダムにおいても、この問題が顕在化している箇所があり、その対策として高濃度酸素溶解装置により底層への酸素供給が行われている。しかし、溶存態鉄に対して顕著な効果が見られた一方で、溶存態マンガン（以下、D-Mn）に対しての効果が限定的な箇所があった。

D-Mn の低減（マンガン酸化物の沈着・不溶化）には、マンガン酸化細菌（以下、Mn 酸化細菌）によって微生物学的に沈殿物が形成されることがわかってきており¹⁾、微生物の活性に影響を及ぼすと考えられる水温や溶存酸素（以下、D_O）と対策の効果発現の指標である D-Mn 濃度や Mn 酸化細菌数の変動状況を調査した。

この結果、D_O に関して無酸素または高濃度酸素状況下では、Mn 酸化細菌数の減少や D-Mn 濃度の上昇がみられ、効果が限定的になる可能性が示唆された。

2. 方法

調査は、当社が管理する T 貯水池（広島県内）とした（図 1）。当該貯水池は、2016 年 11 月に高濃度酸素溶解装置が設置された後、例年 6 月から 11 月の間で運転され、成層期の底層へ酸素供給が行われている。調査地点は、D_O 改善範囲内の地点として高濃度酸素溶解装置近傍のダムサイト（St. 1、水深約 33m）、D_O 改善範囲終端付近の地点としてダムサイトから約 550m の地点（St. 2、水深約 25m）に設定し、各地点の D_O、水温、D-Mn 濃度および Mn 酸化細菌数を比較した。

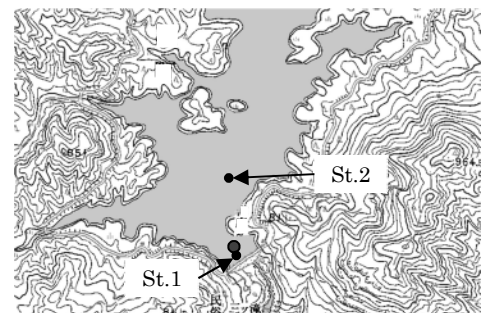


図-1 調査地点

3. 結果

3-1 貯水池底層の状況

調査結果を図-2 に示す。D_O は、St. 1 では高濃度酸素溶解装置の運転に伴い、経時的な上昇傾向がみられ、多いときで約 27mg/L に達した。一方で、St. 2 は 0.8～8.7mg/L の間で推移しており、特に 2019 年は夏場の貧酸素化と冬季の鉛直混合に伴う均質化が顕著であった（図-2(a)）。水温は、St. 1 では 6.5～10℃、St. 2 では 7.3～18.3℃ の間で推移した（図-2(b)）。D-Mn 濃度は、St. 1 では春または初夏が最も低く、その後徐々に上昇した。一方で St. 2 では、2019 年は夏場のみ上昇し、2020 年は St. 1 と同様に 9 月以降に上昇した（図-2(c)）。

St. 2 では、2019 年は D_O 供給に伴う水質（D_O、D-Mn）の変化は限定的であったが、2020 年の 6～7 月には D_O の上昇に伴う D-Mn 濃度の減少が見られ（図-2(d)）、新たに D_O 改善効果が及ぶようになった可能性が示唆される。

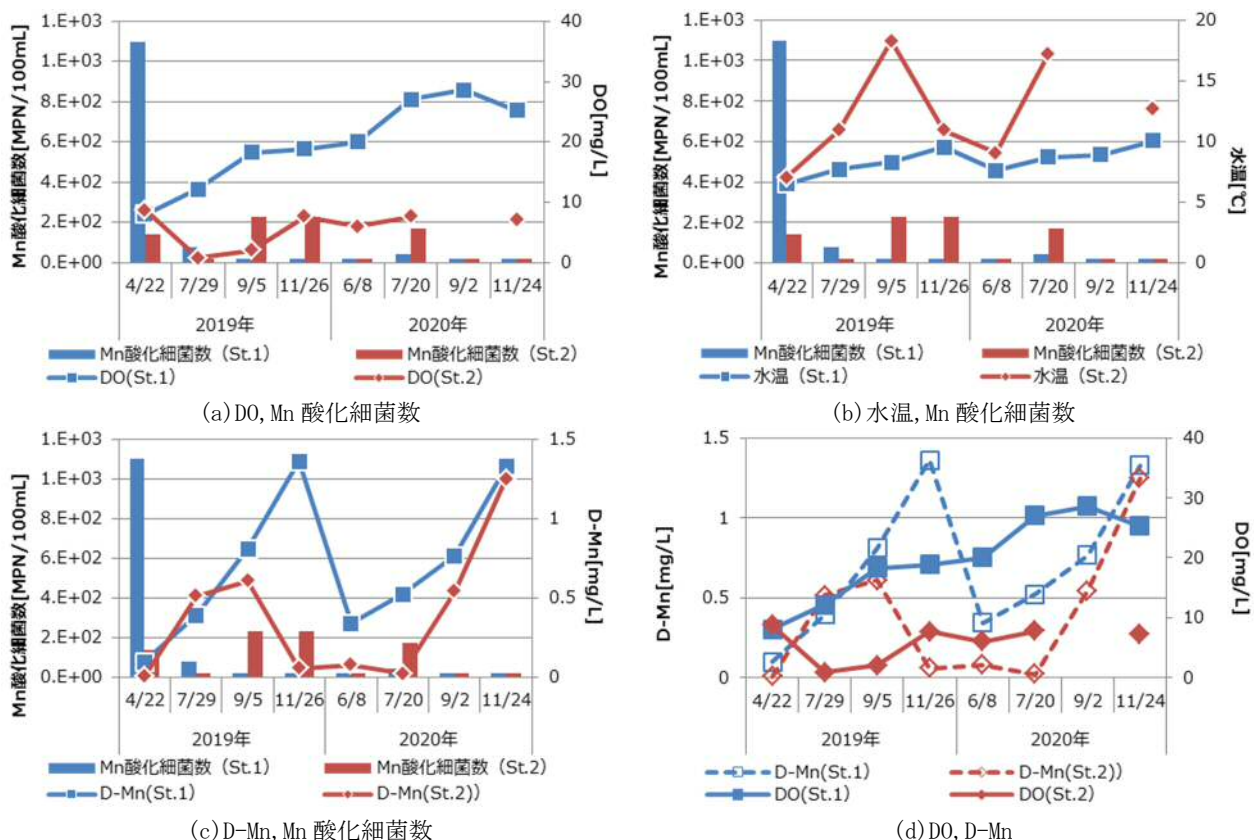
3-2 貯水池底層の状況と Mn 酸化細菌数の関係性

D_O と Mn 酸化細菌数について、St. 1 では、当年の高濃度酸素溶解装置運転開始前の 2019 年 4 月は Mn 酸化細菌数が 1,400MPN/100mL であり本調査期間中の最大値を示したが、D_O が上昇するにつれ、Mn 酸化細菌数は低下した。2020 年は 2019 年に比べ、D_O は全体的に高かったのに対し、Mn 酸化細菌数は低めで推移した（図-2(a)）。St. 2 の Mn 酸化細菌数の状況は、2019 年の 4 月は 140MPN/100mL、7 月には定量下限値以下となり、9 月および 11 月は 230MPN/100mL と再び増加した。2020 年になると 7 月を除き、全体的に低い値であった。Mn 酸化細菌が定

キーワード 貯水池水質、着色水、黒水、マンガン、マンガン酸化細菌

連絡先 〒739-0046 東広島市鏡山 3-9-1 中国電力株式会社 エネルギー総合研究所 TEL (082) 420-0700

量下限値以下となった 2019 年 7 月は貧酸素状態 (0.8mg/L) であり、再増加した 9 月以降、DO も増加傾向であった。以上から、貧酸素状態 (St. 2) または高 DO 状況下 (St. 1) では Mn 酸化細菌数は低くなる傾向がみられた。次に、水温と Mn 酸化細菌数との関係について、St. 1、St. 2 とともに相関は見られなかった (図-2(b))。D-Mn 濃度と Mn 酸化細菌数について、2019 年の St. 1 では経時的に Mn 酸化細菌は減少した一方で、D-Mn 濃度は上昇した。St. 2 では、2019 年 7 月に Mn 酸化細菌が定量下限値以下になった際、D-Mn 濃度が上昇したが、9 月以降に Mn 酸化細菌数が再び上昇すると D-Mn 濃度が低下した。D-Mn の低減 (マンガン酸化物の沈着) が微生物作用によるところが大きいことが本調査からも確認できた。なお、2020 年は 7 月を除き Mn 酸化細菌数が全体的に低値であり、顕著な傾向を述べるのが困難であった (図-2(c))。



※2020 年 9 月 2 日は水質計の不具合により、水温・DO は欠測。

図-2 調査結果

4. まとめ

得られた結果を要約すると、(1)DO と Mn 酸化細菌数の関係性から、貧酸素状態または高めの DO の状況下では Mn 酸化細菌数は減少して D-Mn 濃度は高めとなり、マンガン酸化物の沈着は限定的となる。(2)現地での水温変化の範囲内では Mn 酸化細菌数や D-Mn 濃度の変動への影響は限定的である。(3) D-Mn 濃度と Mn 酸化細菌数には概ね相関があり、Mn 酸化細菌数の多寡が D-Mn の低減 (湖底でのマンガン酸化物の沈着・不溶化) の挙動に影響を及ぼす。

また、2020 年のような比較的変動が微小なデータでの現象の考察には、Mn 酸化細菌数の定量方法の検討や高濃度酸素溶解装置の運転パターンとの突合せ等が必要であり、今後の課題と考える。

参考文献

- 1) 金井豊, 三田直樹, 竹内理恵, 吉田信一郎, 朽津信, 2006 年, 自然環境中のマンガン酸化細菌の特性とその影響予測に関する一考察, 地質調査研究報告, 第 57 巻, 第 1/2 号, p. 2