

池干しの温度と期間が 底質の溶存酸素消費に及ぼす影響

日本大学工学部 土木工学科 学生会員 ○佐野宏樹

日本大学工学部 土木工学科 正会員 手塚公裕

1. 研究背景・目的

伝統的な溜池の水質浄化法である「池干し」は、水を抜くのみと、低コストかつ簡便な方法であり、有機物の好気分解、酸化作用によるリンの不活性化、ため池容量の増加などの効果が期待されている。既往の研究では、渡良瀬貯水池¹⁾の実証実験等が行われており、底質による DO 消費の抑制効果が確認されている。しかし、池干しの効果を定量評価した事例はみられない。また、池干しの実施時期(温度)、期間が定まっておらず水域により大きく隔たりがあり、不適切な管理で水質が悪化する場合もある。本研究では、池干しの温度と期間を段階的に設定した管理条件で底質の DO 消費実験を行い、池干しの温度と期間が底質の DO 消費に及ぼす影響を検討した。

2. 実験方法

2.1 池干しと底質分析の方法

実験に用いた底質は2015年11月19日に白河市南湖東部の有機分の多い場所で採取した。不攪乱柱状採泥器(HR型、離合社)を用いて複数回採取した底質の表層15cmをよく混合し、異物を取り除き、2Lのディスポーザブルカップに高さ15cmまで詰めて池干しを行った。池干しの条件は、温度条件を10℃、30℃に設定し、微細藻類による光合成等の影響を無くするため暗条件とした。池干し期間は0、1、5、10、20、30日とした。池干し後の底質の含水率、強熱減量(有機分の指標)を底質調査法(環境省)に従い測定した。

2.2 底質による DO 消費実験の方法

各条件で池干した底質と各温度設定(10、30℃)でエアレーションして DO 飽和度 100%にした蒸留水を用いて、SS 濃度 $0.5\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ の検水を作成し空気が入らないように4Lガラス瓶に満たした。暗所で温度条件10、30℃で静置し、0、1、2、3、4、5、10、20、30日目に DO 等の水質を測定した。また、池干し0、30日間の条件では、実験開始後5、10、20、30日目に DO 飽和度が100%となるように再曝気する条件を設定した。これは、池干し0、30日間の条件の DO 濃度変化の最大値を把握するためである。

DO の測定は光学式携帯用溶存酸素計(MonoLine Oxi3310 型 WTW 社)を用いた。

3. 底質分析の結果

底質の含水率、強熱減量の経日変化を図-1に示す。30℃条件では、池干し10日目まで表面に水が浮いており、10日目を過ぎてから表面が空気に触れていた。含水率は、池干し10日目までは緩やかに減少し、その後の減少は急になった。これは10日目を過ぎた頃から表面に加えて側面からの蒸発が生じたものと推測される。30℃条件の含水率の減少は30日間で57.4%、1日あたりでは1.98%であった。30℃条件の強熱減量の減少は30日間で7.0%、1日あたりでは0.24%であった。10℃設定では、池干し20日目まで表面に水が浮いており、30日目で表面が空気に触れていた。含水率は一定の割合で減少した。10℃条件の含水率の減少は30日間で7.6%であり、1日あたりでは0.26%であった。10℃条件の強熱減量の減少は30日間で1.0%であり、1日あたりでは0.08%であった。含水率、強熱減量は共に30℃設定の方が減少しており、底質の有機汚濁を改善するためには温度の高い30℃の方が効果的であると考えられる。

表-1 池干し条件

温度条件	10℃	30℃
明暗条件	暗条件	
池干し期間	0、1、5、10、20、30日間	

表-2 DO 消費実験条件

温度条件	10℃	30℃
明暗条件	暗条件	
再曝気条件	無・有(池干し0、30日間)	
分析間隔	0、1、2、3、4、5、10、20、30日間	

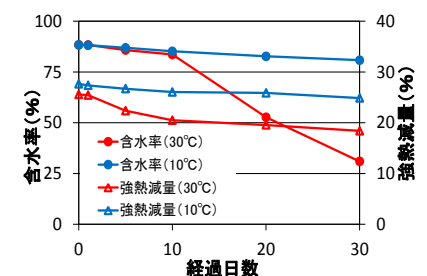


図-1 含水率、強熱減量の経日変化

キーワード: 池干し、溶存酸素消費、底質、溜池

連絡先: 〒963-8642 福島県郡山市田村町徳定字中河原 1 TEL: 024-956-8724

4. DO 消費実験の結果

DO 濃度(30℃)の経日変化を図-2 に示す。実験 30 日間の平均 DO 消費速度は、池干し 0 日間で $0.27\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}\cdot\text{day}^{-1}$ 、池干し 5 日間で $0.23\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}\cdot\text{day}^{-1}$ 、池干し 10 日間で $0.19\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}\cdot\text{day}^{-1}$ 、池干し 20 日間で $0.18\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}\cdot\text{day}^{-1}$ 、池干し 30 日間で $0.13\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}\cdot\text{day}^{-1}$ であった。なお、池干し 0、1 日間の条件では DO 濃度が $0\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ に達した。また、底質を入れた全条件で実験 30 日目では DO 濃度の減少が止まらなかった。従って、本実験により底質単位質量あたりの DO 消費量を正しく評価することはできない。

DO 濃度(10℃)の経日変化を図-3 に示す。池干し 0、1、5 日間の条件では初期に設定温度よりも低下しており条件設定が不十分であるが参考値として示す。DO 消費速度は、池干し 10 日間で $0.10\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}\cdot\text{day}^{-1}$ 、池干し 20 日間で $0.08\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}\cdot\text{day}^{-1}$ 、池干し 30 日間で $0.05\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}\cdot\text{day}^{-1}$ であった。10、30℃の温度条件では共に、池干し期間が長いほど DO 濃度の減少速度が小さくなった。これは、池干し期間が長いほど底質の有機分が少なかったためと考えられる。条件は異なるが、渡良瀬貯水池の池干し実証実験においても、池干しによる底質の DO 消費の抑制効果が確認されており¹⁾、本実験と同様の結果となっている。

再曝気した条件の DO 濃度を図-4 に示す。各条件における DO 濃度の減少速度は、時間経過と共に変化することはなかった。従って、更に長期間の実験を行わなければ、底質単位質量あたりの DO 消費量を正しく評価できないと考えられる。各条件の累積 DO 減少量を図-5 に示す。累積 DO 減少量は、30℃の池干し 0 日間の条件では、再曝気をした方が大きかった。一方、30℃の池干し 30 日間の条件では、再曝気をしない方が大きく、逆の傾向となった。今後は、この原因を明らかにし、底質単位質量あたりの DO 消費量を正しく評価する方法を検討する予定である。

強熱減量、含水率と DO 消費速度の関係を図-6 に示す。なお、0℃設定の池干し 0、1、5 日間のデータは条件設定が不十分であったため除外した。温度条件 10、30℃における強熱減量と DO 消費速度、10℃における含水率と DO 消費速度には正の相関がみられた。一方、30℃における含水率と DO 消費速度には曲線的な関係がみられた。これらのことから、目標とする池干し効果(底質による DO 消費の抑制)を得るために必要な池干し期間の選定に、強熱減量もしくは含水率を用いることが可能と考えられる。今回の池干し条件では温度のみの影響を考慮したが、現場では風、雨等の他の影響も加わるため、池干しの管理は日数ではなく、強熱減量か含水率を用いるのが妥当と考えられる。また、底質の概観(水の浮き具合やヒビ割れ状況等)と含水率の関係を把握することで、底質分析を行わずに概観のみで池干し期間の継続、終了の判断ができる可能性がある。

5. まとめ

1) 10、30℃の温度条件では共に、池干し期間が長いほど DO 濃度の減少速度が小さくなった。これは、池干し期間が長いほど底質の有機分が少なかったためと考えられる。

2) 温度条件 10、30℃における強熱減量と DO 消費速度、10℃における含水率と DO 消費速度には正の相関がみられた。一方、30℃における含水率と DO 消費速度には曲線的な関係がみられた。これらのことから、目標とする池干し効果(底質による DO 消費の抑制)を得るために必要な池干し期間の選定に、強熱減量もしくは含水率を用いることが可能と考えられる。

参考文献: 1) 佐藤弘明、天野正秋(2009): 貯水池の好気性保持およびリン溶出のための水位低下・干し上げに関する考察, ダム工学, 19, pp.5-16.

謝辞: 本研究では(公財)河川財団の平成 26 年度河川整備基金助成事業によって実施しました。また、実験試料の採取では、白河市と(有)水月の竹内政美氏のご協力を頂きました。ここに記し謝意を表します。

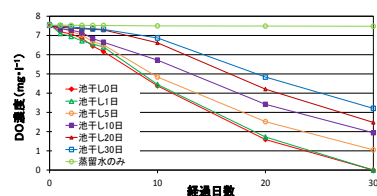


図-2 DO 濃度の経日変化

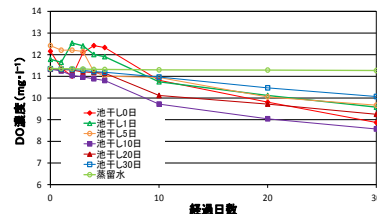


図-3 DO 濃度の経日変化

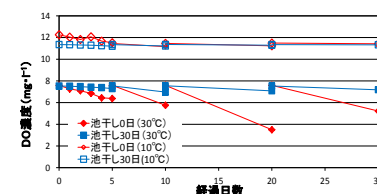


図-4 再曝気した条件の DO 濃度

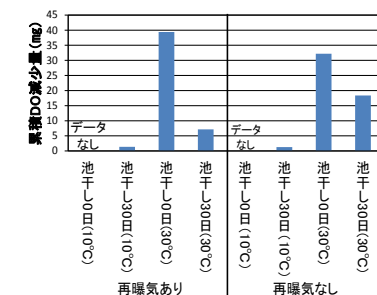


図-5 累積 DO 減少量

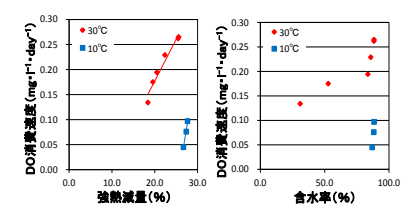


図-6 DO 消費速度と強熱減量、含水率の関係