

底質の溶存酸素消費を効果的に低減させる池干し手法の検討

日本大学工学部土木工学科 学生会員 ○松本 賢人
 日本大学工学部土木工学科 非会員 館林 純平
 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

近年、溜池などの閉鎖性水域では貧酸素化が問題視されている。研究対象とした福島県白河市にある南湖でも、底質による溶存酸素消費が原因で底層の貧酸素化が起こっている。対策として、低コストかつ簡便な水質浄化法の池干しがある。しかし、効果の評価は十分に行われていない。そこで本研究では、室内にて温度条件(10℃、20℃、30℃)を設定し、追加操作(締固め、掘り返し、掘り返し後の締固め)を実施した擬似的な池干し実験を行った。その池干し前後の底質を用いた溶存酸素(DO)消費実験を行い、底質の DO 消費を効果的に低減させる池干し手法について検討した。

2. 実験方法

2.1 池干し実験、底質分析方法

平成 30 年 9 月 13 日に南湖(西部)の底質表層 15cm を採泥した。その底質を混合し、高さ 40cm、内径 11cm のアクリル筒に、高さ 15cm になるよう詰め実験に用いた。10、20、30℃に設定した恒温器にて 0、15、30、60 日間、擬似的な池干しを行った。また、30℃では追加操作として、①締固め(30 日目に行い、60 日目に湛水)、②掘り返し(30 日目に行い、60 日目に湛水)、③掘り返し+締固め(30 日目に掘り返し、60 日目に締固めを行い湛水)を実施した。締固めでは、ひび割れを潰し直上水と触れる面積が減ることによる影響を確認した。掘り返しでは、通常の池干しよりも深層まで酸素を供給させることによる影響を検討した。底質間隙水は遠心分離器にて 8000rpm で抽出後、孔径 1μm のガラス繊維濾紙でろ過したものを検水とした。ただし、底質の乾燥が進み、間隙水の抽出が困難である場合は未分析である。底質の含水率、強熱減量、COD 等、底質間隙水の COD、T-Fe、Fe(II)等は底質調査方法に基づき分析した。

2.2 溶存酸素消費実験方法

池干し前後の底質に 20℃でエアレーションした DO100%の蒸留水 2L を注ぎ、20℃に設定した恒温器にて DO 消費実験を行った。実験開始から 0、0.5、1、1.5、2、3、4、5 日目に DO、COD、T-Fe、Fe(II)等を分析した。また、好気、嫌気条件で 30 日間静置した底質を用いて同様の実験を行い、池干しをせずに水を溜めた場合の底質の変化を確認した。

3. 底質分析結果及び考察

池干しによる底質の変化を図-1 に示す。含水率は初期値 87% に対し、池干し 60 日目では、10℃で 81%、20℃で 76%、30℃で 35%、掘り返しで 57%と全条件で減少した。特に、30℃で著しく低下した。また、予想とは異なり掘り返しをすることで含水率の低下が抑制された。これは掘り返し方法によって変化する可能性が示唆されるため、今後はその点についても検討したい。底質 COD は含水率と同様に温度が高いほど減少する傾向があったが、温度による相違は小さかった。また、池干し 15 日以降の減少は緩やかになっていた。Eh は全温度条件で増加傾向を示し、30℃が卓越していた。ただし、10℃では 30 日目から 60 日目にかけて減少しており、この要因は不明である。30℃では 20 日目から底質の乾燥収縮によりひび割れが生じていた。これにより、底質内部の通気

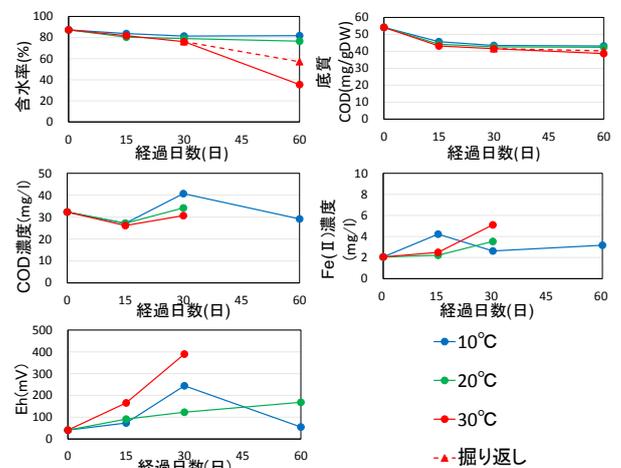


図-1 池干しによる底質の変化

キーワード: 池干し, 南湖, 底質の溶存酸素消費, 貧酸素化, 室内実験, 水質改善

連絡先: 〒963-8642 福島県郡山市田村町徳定字中河原 1 日本大学工学部水環境システム研究室 TEL:024-956-8724

性が良くなったため含水率・底質 COD の減少、Eh の増加に繋がったと考えられる。間隙水の COD は 15 日目に減少し、30 日目に増加するといった不規則な変動を示した。これは底質含有有機物の分解による間隙水への有機物の供給と間隙水中の有機物の分解が同時に起きており、それらのバランスによって変動したと推測される。ただし、池干し 30 日目では池干し温度が高いほど間隙水の COD 濃度が低くなる傾向がみられた。池干し 15～30 日目では底質 COD の減少は少なかったことから、この期間では底質間隙水の有機物分解が勝っていたと考えられる。間隙水の鉄は明確な傾向を確認できなかった。しかし、池干し 30 日目時点では COD とは逆に池干し温度が高いほど濃度が高かった。

4. 溶存酸素消費実験結果及び考察

DO の経日変化を図-2 に示す。実験 5 日目の DO は、池干し 0 日目が 34.5%、池干し 15 日目では、10℃で 7.1%、20℃で 20.0%、30℃で 10.8%、池干し 30 日目では、10℃で 44.0%、20℃で 23.6%、30℃で 43.7%、池干し 60 日目では、10℃で 40%、20℃で 52.8%、30℃で 55.3%、締固めは 66.6%、掘り返しは 41.2%、掘り返し後の締固めは 65.1%となった。池干し日数が長いほど底質の DO 消費を抑制する傾向にあった。しかし、15 日間程度の短期間の池干しは、底質の DO 消費を促進する可能性がある。また、池干し時に締固めを実施することで、通常の池干しに比べ底質の DO 消費を抑制することがわかった。これは、ひび割れを潰すことで、底質と直上水の触れる面積が減ったためであると考えられる。さらに、好気・嫌気条件では池干し 0 日目よりも DO が低い値で推移した。このことから、池干しが底質の DO 消費抑制に効果的であることを確認できた。

COD の経日変化を図-3 に示す。すべての温度で池干し 0 日目よりも池干した条件の COD 濃度が高い値を示した。しかし、前述したように DO 消費は池干した条件で抑制されていた。従って、池干しにより易分解性有機物は分解され、難分解性有機物が分解されず残り、それらが溶出したためと考えられる。また、掘り返しにより多くの有機物を分解できると考えていたが、最も高い値を示した。

Fe(II) の経日変化を図-4 に示す。池干しをした条件では池干し 0 日目よりも Fe(II) 濃度が低い値で推移していた。従って、池干しにより底質からの Fe(II) の溶出を抑制できると考えられる。ただし、池干し 60 日目の 30℃と掘り返しの条件では、Fe(II) 濃度が高くなった。これは、掘り返し+締め固めの条件では低濃度であったことから、池干しによって底質がひび割れ、直上水と触れる面積が増えたため濃度が増加したと推測される。本実験では Fe(II) 濃度が低かったため DO 消費への影響は明確ではなかったが、鉄分の多い底質では池干しによる Fe(II) 溶出量の低減が DO 消費に影響する可能性がある。

5. まとめ

- 1) 池干しにより、底質の含水率、COD は減少傾向、Eh は増加傾向にあった。これらの変動は底質のひび割れにより促進される。しかし、ひび割れが生じると底質から溶出する COD と Fe(II) も増加する。
- 2) 池干し温度が高く、日数が多いほど底質の DO 消費を抑制した。また、30℃で池干した後、締固めを行う手法が最も底質の DO 消費を抑制することが分かった。

謝辞 本研究は白河市文化財課の土田真守氏、(有)水月の皆様にご協力を頂きました。ここに記し謝意を表します。

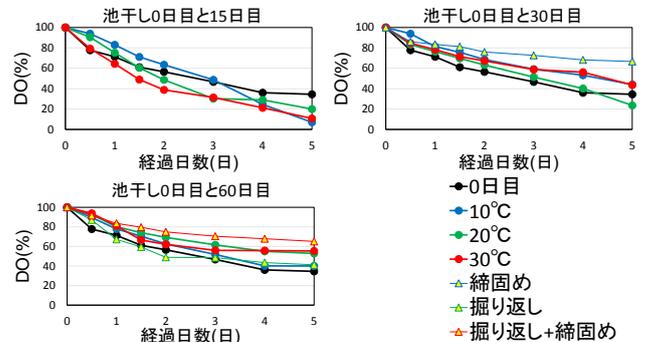


図-2 DO の経日変化

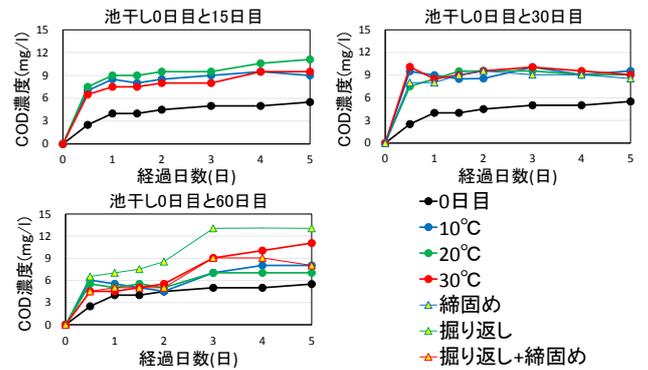


図-3 COD の経日変化

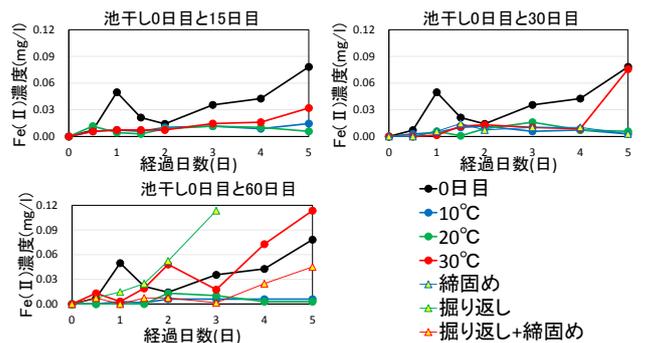


図-4 Fe(II) の経日変化