

水生植物の消長に伴う溶存酸素の変動 に関する室内実験による検討

日本大学工学部土木工学科 学生会員 ○藤田 陽
日本大学工学部土木工学科 正会員 手塚公裕

1. はじめに

溜池は市街地に点在する貴重な水辺空間であり、地域住民の親水域や希少生物の生息場となっている。特に、水生植物にとって溜池は重要で、絶滅危惧種の半数が主な生息場としている。水生植物は、生態系の生産者に位置し、消費者の構成に大きく影響する。従って、我が国に 21 万箇所(H9)点在する溜池を適切に管理し、多様な水生植物相を保全することは極めて重要である。溜池における貧酸素化は浮葉植物(ヒシ等)の好む富栄養化した環境を生み、希少な沈水植物の減少を招くと推測される。水生植物の光合成、呼吸、枯死分解に伴い水中の DO は大きく変動し、状況によっては貧酸素化が起きる可能性が懸念されるが、それらの現象を検討した事例は少ない。本研究では沈水植物と浮葉植物を用いた、光合成・呼吸による DO 変動実験、枯死分解による DO 消費実験を行い水生植物の消長に伴う DO の変動を検討した。

2. 実験方法

本研究では、水生植物の光合成・呼吸による DO 生成・消費、水生植物の枯死後の好気分解による DO 消費を室内実験により検討した。実験概要を表 - 1 に示す。実験に用いた水生植物と湖水の採取は白河市南湖で行った。南湖には希少種が多数生息しているが、浮葉植物ヒシの大量繁茂による水生植物相の貧弱化が懸念されている溜池である。

光合成と呼吸による DO 変動実験は、2015 年 9 月 2 日に、浮葉植物 2 種(ヒシ、オヒルムシロ)、沈水植物 2 種(クロモ、イバラモ)を採取し、4ℓ の湖水と共に生きたまま 4.3ℓ 容量の筒に入れて 30℃で静置し、0、1、3、6、12、24 時間後に DO 等を測定した。湖水は 30℃でエアレーションし、DO 飽和度を 100%にして用いた。採取した湖水には植物プランクトンが含まれており、その光合成や呼吸により DO が変動する可能性があるため、孔径 1μm のガラス繊維ろ紙でろ過した湖水を実験に用いた。光量子量束密度は、明条件 1 では $72\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 、明条件 2 では $36\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ (明条件 1 の半分)、暗条件に設定した。なお、8 月の南湖水面上の光量子量は、晴天時の最大値が約 $352\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 、曇天時の最小値が約 $96\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 、雨天時の最小値が $46\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ であり、明条件 1 は曇天時の最小値、明条件 2 は雨天時の最小値程度である。また、実験に用いた水生植物は生きたまま入れる必要があり、各槽に入れた水生植物の乾燥重量は異なったが、乾燥重量 1g あたりの DO 変動量(単位:mg/gDW)に換算した。さらに、ろ過湖水のみの条件において若干の DO 変動があったため、その変動を各条件の結果から差し引いた値を算出して比較した。

枯死分解による DO 消費実験は、2015 年 10 月 15 日に採取したヒシ、オヒルムシロ、クロモ、イバラモを細かく切断し枯死させ、各水生植物を蒸留水で満たした 4.2ℓ 容量のガラス瓶に入れ密栓し、30℃暗所で 30 日間静置した。そして、設定した時間間隔で DO 等を測定した。各ガラス瓶に入れた水生植物は、乾燥重量で 0.001g となる湿潤重量を求めて、湿潤状態のまま実験に用いた。蒸留水は 30℃でエアレーションし、DO 飽和度を 100%にして用いた。実験結果は、光合成と呼吸による DO 変動実験と同様に、乾燥重量 1mg あたりの DO 変動量(単位:mg/mgDW)に換算した。

表 1 実験概要

	光合成と呼吸によるDO変動実験			枯死分解によるDO消費実験
対象水域	福島県白河市南湖			
実験試料	①生きた浮葉植物+ろ過湖水 ②生きた沈水植物+ろ過湖水 ③ろ過湖水			①枯死した浮葉植物+蒸留水 ②枯死した沈水植物+蒸留水 ③蒸留水
実験期間	1日間 [0,1,3,6,12,24時間後に測定]			30日間 [0,1,2,3,4,5,10,20,30日後に測定]
温度条件	30℃			
光条件	明条件1 $72\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$	明条件2 $36\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$	暗条件	暗条件
実験試料乾燥重量	ヒシ2.3g オヒルムシロ2.2g クロモ0.7g イバラモ0.5g	ヒシ7.5g オヒルムシロ4.0g クロモ0.5g イバラモ0.2g	ヒシ2.3g オヒルムシロ3.1g クロモ0.5g イバラモ0.5g	ヒシ(葉)、(水中根)、(洗浄水中根) オヒルムシロ イバラモ クロモ
開放条件	開放			密閉
分析項目	DO,pH,ORP,電気伝導率			

DO の測定には蛍光式溶存酸素計(FDO925、セントラル科学)を用いた。

キーワード: 水生植物、溶存酸素、室内実験

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

3. 結果と考察

3.1 光合成と呼吸による DO 変動実験

明条件1、2、暗条件のDO変化量の経時変化を図-1に示す。DOの変化量は、明条件1では全て正の値、暗条件では全て負の値で変動した。一方、明条件2では、イバラモは常に正の値、ヒシとオヒルムシロは常に負の値、クロモは実験開始6時間までは増加して正の値であったが、6時間を過ぎてからは減少し、24時間後には負の値となった。24時間後のDO変化量は、明条件1では0.1～6.3mg/gDW、明条件2では-2.2～1.6mg/gDW、暗条件では-5.2～-0.9mg/gDWとなっており、水生植物の種類や光条件によりDOは大きく変化することが明らかとなった。

明条件と暗条件が各12時間であった場合の24時間DO変化量を図-2に示す。ここでは、図-1の12時間経過時のデータを用い、1日の昼(明条件1また明条件2)と夜(暗条件)が各12時間であった場合のDO変化量を試算した。明条件1と暗条件を用いた場合のDO変化量は、ヒシが-0.5mg/gDW、イバラモが-1.4mg/gDW、オヒルムシロが-0.3mg/gDW、クロモが0.9mg/gDWであり、クロモのみが正、他は負の値であった。一方、明条件2と暗条件を用いた場合のDO変化量は、全種類で負の値となり、ヒシが-1.5mg/gDW、イバラモが-1.3mg/gDW、オヒルムシロが-1.5mg/gDW、クロモが2.9mg/gDWであった。明条件1と明条件2の差は、イバラモではあまりないが、他の種では大きく異なった。従って、水生植物の光合成・呼吸に伴うDO変化に及ぼす光の強さの影響は、種類によって異なるものと考えられる。今回の実験では、明条件1は曇天時、明条件2は雨天時程度の光量子量であるため、これらの天候の場合、実際の溜池においても水生植物が生息することでDOが低下するものと推測される。なお、南湖では夏季の晴天時にDOが過飽和となるが、これは晴天時では光合成によるDO生成が呼吸によるDO消費を上回るためと考えられる。

3.2 枯死分解による DO 消費実験

DO消費実験のDO変化量を図-3に示す。全ての水生植物において実験開始直後からDOが減少したことから、水生植物の枯死分解によりDOが減少することが分かった。30日後のDO変化量は、ヒシ(葉)で-16mg/mgDW、ヒシ(洗浄水中根)で-17mg/mgDW、ヒシ(水中根)で-20mg/mgDW、クロモで-21.0mg/mgDW、他の種類は-19mg/mgDWであった。DOの低下が著しかったヒシ(水中根)、クロモは他の種類よりも比表面積が大きく、付着していた懸濁物質等が多かった可能性がある。一方、DO変化量の減少は、10日目までが急で、10日目を超えてからは緩やかとなった。これは、易分解性の有機物が10日目までに分解したためと推測される。

4. まとめ

- 1) 光合成と呼吸による DO 変動実験の 24 時間後の DO 変化量は、明条件 1 では 0.1～6.3mg/gDW、明条件 2 では -2.2～1.6mg/gDW、暗条件では -5.2～-0.9mg/gDW となっており、水生植物の種類や光条件により DO は大きく変化することが明らかとなった。
- 2) 明条件と暗条件が各 12 時間であった場合の 24 時間 DO 変化量の試算より、曇天時と雨天時では、実際の溜池においても水生植物が生息することで DO が低下するものと推測された。
- 3) 枯死分解による DO 消費実験の DO 変化量は、全ての水生植物において実験開始直後から減少した。よって、水生植物の枯死分解により DO が減少することが分かった。また、種類により DO 消費量が異なるものと考えられた。

謝辞: 本研究はJSPS科研費15K16151の助成を受けました。また、現地調査では、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。

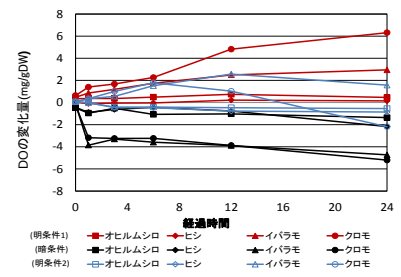


図-1 明条件 1、2、暗条件の DO 変化量の経時変化

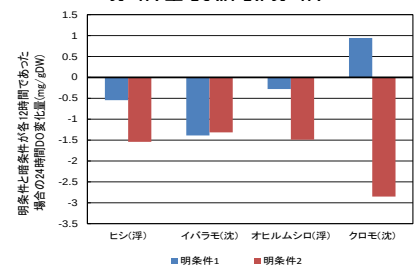


図-2 明条件と暗条件が各 12 時間であった場合の 24 時間 DO 変化量

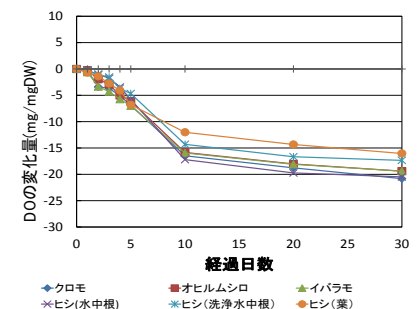


図-3 DO 消費実験の DO 変化量