

溶存酸素と栄養塩の変動に及ぼす
水生植物の影響に関する実験

日本大学工学部土木工学科 学生会員 ○山田 夏希
日本大学工学部土木工学科 正会員 手塚 公裕

1. 研究背景と目的

福島県白河市の重要な観光資源である南湖では大量繁茂した浮葉植物ヒシの呼吸や枯死により貧酸素化、富栄養化が促進され、絶滅危惧種に指定されている水生植物（イトモ、イトイバラモ）が減少することが懸念されている。一方、水生植物が栄養塩を吸収し、富栄養化を抑制する効果が期待されている¹⁾。しかし、水生植物の消長が溶存酸素と栄養塩の変動に及ぼす影響が十分に明らかになっていない。そこで、室内実験（培養実験、枯死分解実験）により、光合成と呼吸による溶存酸素(DO)の変動、枯死分解による DO 消費と栄養塩の変動を検討した。

2. 実験方法

2.1 培養実験方法

培養実験は水生植物の光合成と呼吸による DO の変動を把握するために行った(表-1)。2016 年 9 月上旬に、南湖の代表的な浮葉植物であるヒシ、オヒルムシロと沈水植物のイバラモ、クロモを採取し、4L の湖水と共に生きた状態で 4.3L 容量の円筒に入れた。実験に用いた湖水は水生植物の光合成・呼吸の変動のみを把握するため、植物プランクトン等の SS を孔径 1μm のガラス繊維ろ紙でろ過した。また、初期条件としてエアレーションにより DO 飽和度を 100%にした。温度条件は南湖における水生植物の増殖が盛んな夏季を想定し 30℃とした。光条件は明条件、暗条件、明暗条件、暗明条件の 4 条件で行った。南湖水面上の 8 月の晴天時の光量子束密度の最大値は約 280μmol・m⁻²・s⁻¹、曇天時の最小値は約 88μmol・m⁻²・s⁻¹、雨天時の最小値が 46μmol・m⁻²・s⁻¹、本実験の明条件時の光量子束密度は 68μmol・m⁻²・s⁻¹であった。明条件・暗条件は 0, 1, 3, 6, 12, 24 時間後、明暗条件・暗明条は 0, 1, 3, 6, 12, 15, 18, 24 時間後に水質を測定した。ただし、12 時間後は明暗条件を入れ替えた。水質測定項目は DO (Monoline Oxi 3310, WTW 社)、pH、ORP、電気導電率(ポータブル型 pH、ORP、電気導電率メータ D-74, HORIBA)とした。既往研究²⁾では各実験槽に投入した水生植物の湿潤重量が均一ではなく、その差が水質に及ぼす影響が懸念されたため、本実験では全実験で湿潤重量を 10g に統一した。

2.2 枯死分解実験方法

枯死分解実験は水生植物の枯死分解による DO 消費と栄養塩の変動を把握するために行った(表-1)。2016 年 10 月上旬に採取したヒシ、オヒルムシロ、イバラモ、クロモを枯死させるため細かく切断し、4.2L 容量のガラス瓶を蒸留水 4.0L と実験槽外からの酸素の侵入を防ぐために流動パラフィンを約 0.2L 充填し、密閉した。暗条件で静置し、0, 1, 2, 3, 4, 5, 10, 20, 30, 60, 90 日後に水質を測定した。初期条件として蒸留水はエアレーションで DO 飽和度を 100%にした。温度条件は南湖において水生植物が枯死する秋季を想定して 20℃とした。測定項目は DO、pH、ORP、電気伝導率、T-N、T-P、COD とした。T-N、T-P、COD の分析は河川水質試験方法(案)に従った。なお、予備実験により実験に用いる水生植物の乾燥重量を 0.1g と定めた。

3. 実験結果と考察

3.1 培養実験の結果と考察

培養実験における DO 飽和度の経時変化を図-1 に示す。明条件では全ての水生植物で DO 飽和度が増加し、24 時間後で

キーワード 水生植物・溶存酸素・栄養塩・光合成・呼吸・枯死

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

表-1 実験方法

	培養実験	枯死分解実験
	福島県白河市南湖	
光条件	明条件(68μmol・m ⁻² ・s ⁻¹) 暗条件 明暗条件 暗明条件	暗条件
実験試料	(1)生きた浮葉植物 (2)生きた沈水植物 (3)ろ過した湖水	(1)枯死した浮葉植物 (2)枯死した沈水植物 (3)蒸留水
重量	10g(湿潤)	0.1g(乾燥)
測定時期	明条件・暗条件 : 0, 1, 3, 6, 12, 24 時間後 明暗条件・暗明条件 : 0, 3, 6, 12, 15, 18, 24 時間後 実験開始後から 24 時間後 に条件を変更	0, 1, 2, 3, 4, 5, 10, 20, 30, 60, 90 日
温度条件	30℃	20℃
開放条件	開放	密閉(流動パラフィン)
分析項目	DO, pH, ORP, 電気伝導率	DO, pH, ORP, 電気伝導率, COD, T-N, T-P

は、クロモが 135%, イバラモが 131%, オヒルムシロが 127%, ヒシが 115%となった。暗条件では全ての水生植物で DO 飽和度が減少し、ヒシが 26%, オヒルムシロが 31%, クロモが 62%, イバラモが 63%となった。明条件時における DO 増加は水生植物による光合成, 暗条件時における DO 減少は呼吸によるものと考えられる。また, 明条件における DO 増加は浮葉植物よりも沈水植物, 暗条件における DO 減少は沈水植物よりも浮葉植物で卓越した。このことから, 沈水植物が減少し浮葉植物が増殖した場合, 水域の DO が減少する可能性が示唆された。明暗条件, 暗明条件では全ての水生植物で明条件時に DO が増加し, 暗条件時に減少した。ただし, 24 時間後の DO 飽和度を比較すると, 明暗条件では 100%以下, 暗明条件では 100%以上と相違が見られた。よって, 光条件の履歴が水生植物による光合成や呼吸に影響する可能性がある。

3.2 枯死分解実験の結果と考察

枯死分解実験における DO 飽和度の経時変化を図-2 に示す。枯死分解に伴い全ての水生植物で DO 飽和度が減少し, 90 日後にはクロモが 4.2%, 他はほぼ 0%に達した。10 日後の DO 飽和度は, ヒシ(葉)が 43%, オヒルムシロが 59%, イバラモが 52%, クロモが 68%であり, DO の減少速度は種類による差が見られ, クロモが最も小さかった。

枯死分解実験における COD, T-N, T-P 濃度の経時変化を図-3 に示す。枯死分解に伴い全ての水生植物で COD, T-N, T-P 濃度が増加した。90 日後の COD 濃度は, ヒシとイバラモが 36~38mg/L 程度と高く, クロモとオヒルムシロが約 22mg/L と低い値を示した。90 日後の T-N 濃度は, イバラモが 7.6mg/L と高く, ヒシとオヒルムシロが約 6mg/L, クロモが 5.0 mg/L であった。90 日後の T-P 濃度は, イバラモが 0.48mg/L と高く, ヒシとオヒルムシロが約 0.3mg/L, クロモが 0.19 mg/L であった。90 日後では COD, T-N, T-P 濃度の全てでイバラモが高い値, クロモが低い値を示した。

4. まとめ

- 1) 全ての水生植物で, 明条件では DO 飽和度が増加し, 暗条件では減少した。DO 増加は水生植物による光合成, DO 減少は呼吸によるものと考えられる。また, 明条件における DO 増加は浮葉植物よりも沈水植物, 暗条件における DO 減少は沈水植物よりも浮葉植物で卓越した。
- 2) 枯死分解に伴い全ての水生植物で DO 飽和度が減少し, 90 日後にはクロモが 4.2%, 他はほぼ 0%に達した。減少速度は種類による差が見られた。
- 3) 枯死分解に伴い全ての水生植物で COD, T-N, T-P 濃度が増加した。90 日後では COD, T-N, T-P 濃度の全てでイバラモが高い値, クロモが低い値を示した。

参考文献

- 1) 黒沢高秀ら:(2011) 史跡名勝南湖公園(福島県白河市)生物多様性保全に向けた提言, 福島大学地域創造, Vol.22, No.2, pp.68-77.
- 2) 藤田陽, 手塚公裕(2016):水生植物の消長に伴う溶存酸素の変動に関する研究, 土木学会東北支部技術研究発表会.

謝辞

本研究は JSPS 科研費 15K16151 の助成を受けた。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。

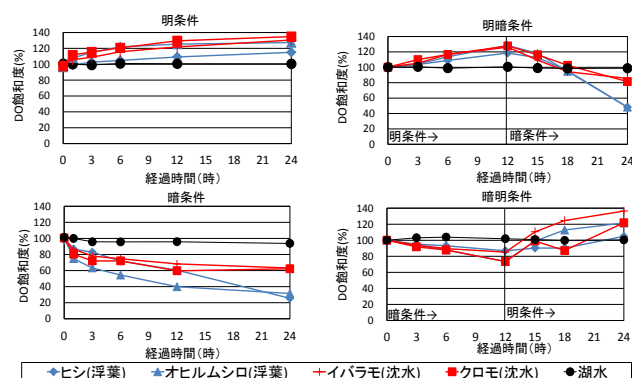


図-1 培養実験における DO 飽和度の経時変化

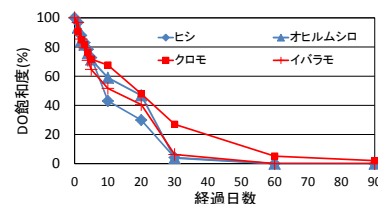


図-2 枯死分解実験における DO 飽和度の経時変化

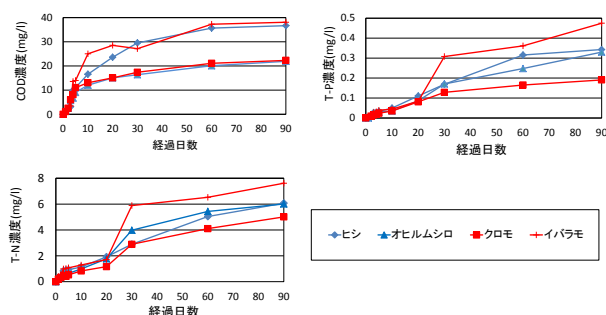


図-3 枯死分解実験における COD, T-N, T-P 濃度の経時変化