

ユーグレナを用いた光合成コンクリートの二酸化炭素固定性状

群馬大学大学院 学生会員 ○内川 典賢
 群馬大学大学院 正会員 半井健一郎
 群馬大学大学院 非会員 伊藤 司

1. はじめに

1-1 研究の背景および目的

近年、二酸化炭素(以下 CO_2)の排出量増加による地球温暖化が問題視されている。セメント・コンクリート分野においても、 CO_2 排出量削減や大気中の CO_2 濃度の低減のため、セメント製造工程における省エネ化、フライアッシュなどの産業副産物の有効利用、コンクリートの炭酸化による CO_2 の固定化などが考えられている。

本研究では、 CO_2 量削減の対策として、大気中の CO_2 をコンクリート内部に固定化する新たな手法の開発を試みることにした。葉緑体を持ち、光合成を行う微生物であるユーグレナをコンクリート中に混入することで、光合成による CO_2 固定を実現する可能性を検討する。

ただし、後述するユーグレナの生育条件からは、pH12以上、水和熱が 40°C にも達するコンクリート中に練混ぜ時からユーグレナを混入することは難しく、何らかの工夫が必要である。また、緻密なコンクリートの空隙径はユーグレナが活動をするためには小さすぎると考えられる。そこで、基礎的検討として、ユーグレナをセメントの硬化後に滴下することとし、滴下対象とする供試体としても、セメント量が少なく、空隙径の大きいポーラスモルタルを用いることとした。本研究では、光合成の機能を有するコンクリート開発の基礎段階として、中性化によりpHを低下させたポーラスモルタルにユーグレナを混入し、 CO_2 固定量、生存可能性を検討する。

1-2 ユーグレナ

ユーグレナはミドリムシを含む単細胞真核藻類の一種である。鞭毛により水中を移動可能であり、光に向かう性質がある¹⁾。今回実験で使用したユーグレナは、標準的な *Euglena gracilis* Z(図-1)と呼ばれ、体長は約 $30\mu\text{m}$ である。この種は pH5~7.5 の範囲でよく生育するが、pH7.5 以上では生育が停止する。また、温度 $28\sim 30^\circ\text{C}$ でよく生育し、 34°C 以上の環境では葉緑体の欠損が起こる¹⁾。

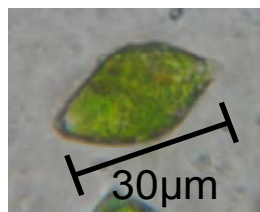


図-1 ユーグレナ

2. 実験概要

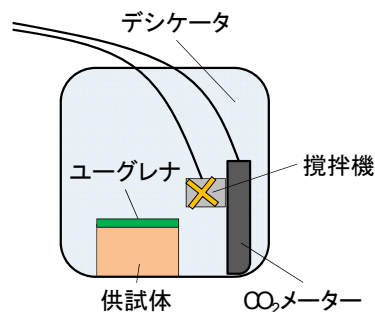


図-2 実験装置概要

ユーグレナの光合成による CO_2 の固定量の測定のため、密閉容器内における CO_2 量の経時変化を測定する実験を行った。実験装置概要を図-2に示す。

実験に用いたユーグレナは、生存個体数が 1ml あたり約 76000 匹含まれる溶液 30ml 分を回転数 2500rpm の遠心分離器によって分離し、供試体 1 体分として実験に用いた。密閉容器にはガラス製のデシケータを用いた。デシケータは 3 体用意し、1 体には蒸留水 300ml の入ったガラス容器を入れ、そこに上記の方法で分離したユーグレナを混入することでユーグレナ単体の CO_2 固定量の測定を行った。残りの 2 体には、蒸留水を満たした直径 100mm 、厚さ 50mm のポーラスモルタルの供試体を入れ、一方は上記と同量のユーグレナを混入し、一方はユーグレナを混入せずにユーグレナ混入による CO_2 固定量の変化の様子を確認した。これらすべてのデシケータには CO_2 濃度測定のために CO_2 メーターと、容器内の空気を攪拌するために攪拌機を入れ、密閉した。供試体は W/C=50% のポーラスモルタルを用い、実験前に CO_2 濃度 5% の中性化促進装置内で 3 ヶ月間の養生を行い、中性化によって供試体の pH を低下させて実験に用いた。

測定期間中、デシケータは太陽光のあたる南西向きのベランダに置いた。デシケータ内の CO_2 濃度は測定開始時に約 2000ppm 程度に調整し、デシケータ内の CO_2 濃度、および気温、水温の変化を定期的に測定した。また、48 時間、72 時間経過時点でデシケータ内の CO_2 濃度を再び約 2000ppm に調整し、測定を行った。

キーワード ユーグレナ、光合成、二酸化炭素、中性化、ポーラスモルタル

連絡先 〒376-8515 群馬県桐生市天神町 1-5-1 群馬大学大学院工学研究科 TEL 0277-30-1613 FAX 0277-30-1601

3. 実験結果

測定開始後 4 日経過時点までの各デシケーター内の CO₂ 濃度変化を図 - 3 に、気温と水温の変化を図 - 4 に、CO₂ 固定量の推移を図 - 5 に、CO₂ 固定量の 1, 3, 4 日目の時間帯ごとの増加割合を表 - 1 に示す。水温についてはユーグレナ単体のみ測定を行った。図 - 3, 4, 5 の色付きの部分は光の当たらない 19 時から翌日 4 時頃の時間帯を表している。各図の横軸は時刻を 24 時間表記で示している。なお、CO₂ の水への溶解について、CO₂ 溶解度の温度依存性を考慮した計算の結果、容器内の CO₂ 量変化は、濃度では 0.2ppm 未満、質量では 1mg 未満だったため、今回は無視して考察を行う。

図 - 3 より、ユーグレナ単体より、供試体を入れたデシケーターの方が大きな CO₂ 濃度の低下を示している。また、ユーグレナ混入の有無による CO₂ 濃度変化を比較すると、ほとんど差は見られない。このことから、今回行った実験条件ではユーグレナによる CO₂ 固定量は非常に小さく、供試体の中性化による CO₂ の固定が強く働いたと考えられる。また、図中の夜の時間帯に、ユーグレナを混入した供試体では、混入していない供試体と比較して CO₂ 濃度減少が緩やかになり、ユーグレナ単体では濃度増加も見られる。このことから、蒸留水中、および供試体中でユーグレナが生存し、夜間に呼吸を行っていることが確認できる。これは、表 - 1 において、ユーグレナ混入供試体の昼と夜の CO₂ 固定量の増加割合の変動が大きいことから確認できる。

図 - 4 において、測定 1, 3 日目では天候が雨だったため、気温低くなっている。また、グラフ初期の温度の差は実験準備時の温度差の違いによるものである。

図 - 5 より、ユーグレナ単体では、夜間での CO₂ 固定量の増加の割合が昼間より小さくなった。供試体のみ、ユーグレナ混入供試体においては、CO₂ 固定量が 1 日目の夜まではほぼ同じ値となっていたが、夜明けごろ、ユーグレナを混入した供試体の CO₂ 固定量が低くなった。これは、ユーグレナを混入した供試体では、夜間のユーグレナの呼吸により CO₂ が放出されてしまったためであると考えられる。

4. 結論

今回の実験ではユーグレナによる CO₂ 固定の明確な効果は確認できなかった。これは、ユーグレナの個体数がデシケーターの体積に対して少なかったためであると考えられる。また、今回は供試体の中性化による CO₂ 固定が見られたが、今後供試体が完全に中性化した場合、ユーグレナによる CO₂ の固定化が進む可能性がある。

【参考文献】

1) 北岡正三郎編: ユーグレナ 生理と生化学, 株式会社 学会出版センター発行, 1989

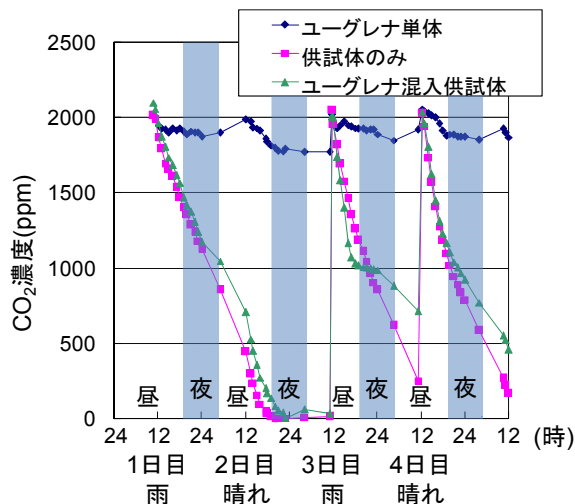


図 - 3 各デシケーター内の CO₂ 濃度の経時変化

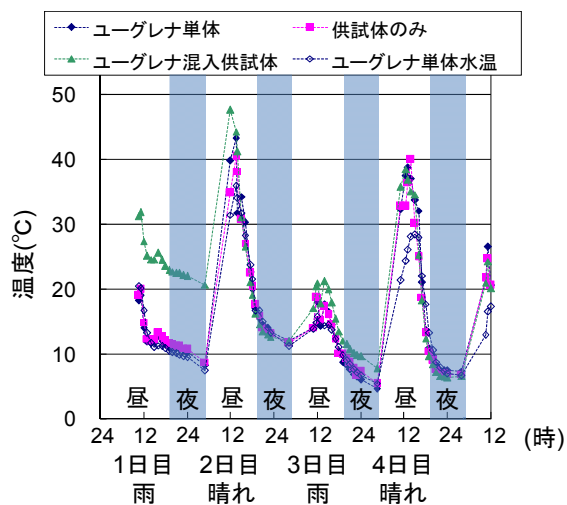


図 - 4 各デシケーター内の気温と水温の経時変化

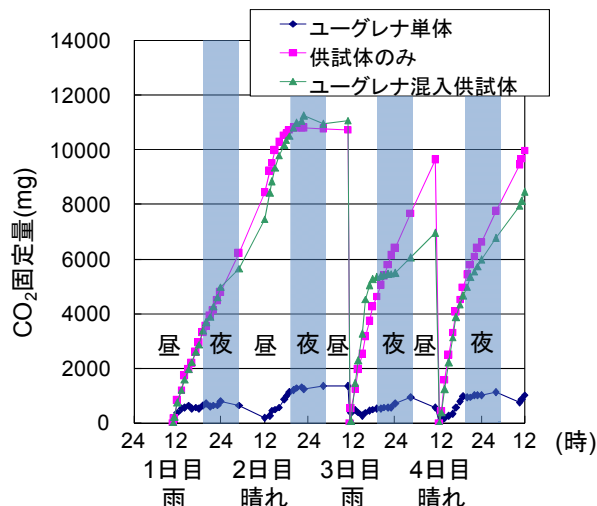


図 - 5 各デシケーター内の CO₂ 固定量の経時変化

表 - 1 各デシケーター内の CO₂ 固定量の時間帯による増加割合の変化

	ユーグレナ 単体	供試体のみ	ユーグレナ 混入供試体
1日目昼	70.1	402.1	394.7
1日目夜	2.7	291.6	227.4
3日目昼	77.0	676.1	838.8
3日目夜	42.2	321.1	76.1
4日目昼	141.0	821.8	787.8
4日目夜	14.9	306.3	234.9