

ポーラスモルタルおよびユーグレナの二酸化炭素固定の温度依存性

群馬大学大学院 学生会員 ○西村 直哉
 広島大学大学院 正会員 半井健一郎

表-1 試験条件

シリーズ名	CO ₂ 濃度(ppm)	温度範囲(°C)	測定期間(h)
ポーラスモルタル	1000	20~35	12
ユーグレナ	または2000	5°C間隔	24

1. はじめに

1. 1 背景および目的

近年、二酸化炭素(以下 CO₂)の排出量増加による地球温暖化が問題視されている。そのため、様々な分野において CO₂ 排出における対策が求められている。セメント・コンクリート分野においては、CO₂ 排出量の削減や CO₂ 濃度の低減としてフライアッシュなど産業副産物の有効利用¹⁾、コンクリートの炭酸化による CO₂ の固定化等が行われている。

内川らの研究²⁾では、後述するユーグレナをモルタル作製後に混入させた光合成コンクリート(以下、ユーグレナ混入モルタル)の開発を検討してきた。内川らの研究結果では、ユーグレナ混入モルタルの CO₂ 固定量は温度との間に相関が示唆されたが、温度範囲が狭く、測定点も少ない等の問題も存在した。また、測定は屋外で実施されたため、温度と光量が時間により変化し、CO₂ 固定量の関係の定量的な評価としては不十分であった。

本研究では、ユーグレナ混入モルタルの基礎段階として、光量、温度を制御の元、ユーグレナとポーラスモルタルにおける温度と CO₂ 固定量の関係性やユーグレナの生存状態を測定し、CO₂ 固定量の温度依存性を明確にすることを目的とした。

1. 2 ユーグレナ

ユーグレナとは植物のように水、CO₂、太陽光から光合成を行い、動物のように光に向けて動くことのできる微生物である³⁾。特性として、28~30°Cでユーグレナは活発に活動し、34°C以上で葉緑体が欠損する²⁾。また、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³⁾。

2. 実験概要

2. 1 ポーラスモルタルおよびユーグレナの概要

内川らの研究²⁾を参考に W/C=50%、φ100×30mm、空隙率 30±3%のポーラスモルタルを作製した。ポーラスモルタルは打ち込み後、14日間 20±3°Cの環境下にて封緘養生を行った。その後、CO₂濃度 5%、相対湿度 60%の中性化促進機で28日間両面暴露にて中性化促進養生を行った。ユーグレナはあらかじめ培地にて培養させ、実験使用時にはユーグレナが含まれる培地 100ml を遠心分離器にて分離させた後、ユーグレナを抽出し使用した。

2. 2 CO₂ 固定量の測定

試験条件を表-1に示す。シリーズはユーグレナとポーラスモルタルとし、密閉容器内に CO₂ メーター、攪拌機と共に設置した本研究ではポーラスモルタルとユーグレナの条件を同じにするため、ポーラスモルタル、ユーグレナ共に蒸留水を加えた。ユーグレナには 150ml、ポーラスモルタルは 200ml 加えた。初期 CO₂ 濃度は 1000、2000ppm とし、設定温度は 20~35°C で 5°C 間隔設定した。また、測定開始から 2 時間毎を基準に、密閉容器内の CO₂ 濃度を計測した。測定期間はポーラスモルタルで 12 時間、ユーグレナで 24 時間とした。

本研究では光量および温度の制御を行うため、一定の光量を照射する光合成ライトを使用し、温度制御では、デシケータを入れる水槽の水温を一定に設定した。

2. 3 ユーグレナ個体数の計測

ユーグレナの増殖と CO₂ 固定量の関係性を明確にするため、ユーグレナの生存数および死滅数を計測した。計測方法は攪拌した蒸留水をマイクロピペットで 10μl 抽出し、顕微鏡で目視にて計測を 3 回行った。その後、1ml 当たりのユーグレナ個体数に換算した。

3. 実験結果

3. 1 温度と CO₂ 固定量の関係

各設定温度でのポーラスモルタルによる 1 時間当たりの CO₂ 固定量を図-1に、各設定温度でのユーグレナによる 1 時間当たりの CO₂ 固定量を図-2に示す。

図-1よりポーラスモルタルは温度上昇に比例して固定量が増加している。これは炭酸化によるものと考えられ、三宅らの研究⁴⁾では、温度増加に比例してポーラスモルタルの炭酸化の進行が進むことが報告されており、本研究でも同様の傾向がみられたと考えられる。また、図-1より 28 日間の中性化促

キーワード ユーグレナ ポーラスモルタル 光合成 中性化 二酸化炭素

連絡先 〒376-8515 群馬県桐生市天神町 1-5-1 群馬大学工学部 TEL0277-30-1613 FAX0277-30-1601

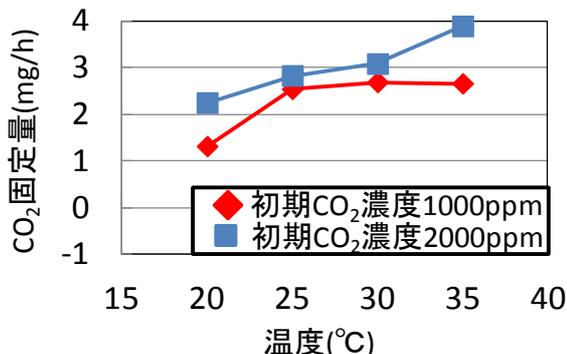


図-1 各設定温度でのポーラスモルタルによる1時間当たりのCO₂固定量

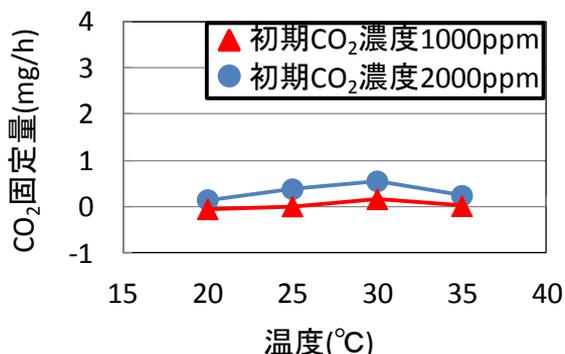


図-2 各設定温度でのユーグレナによる1時間当たりのCO₂固定量

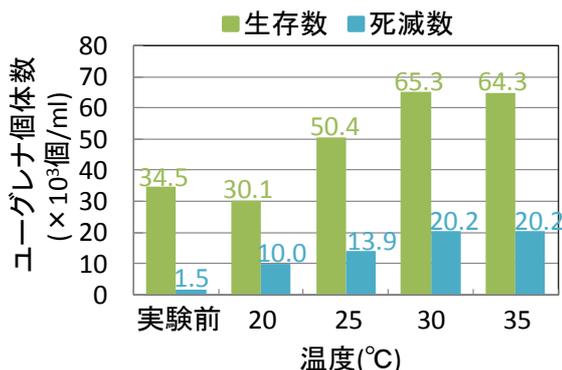


図-3 初期CO₂濃度1000ppmにおけるユーグレナ個体数の変化

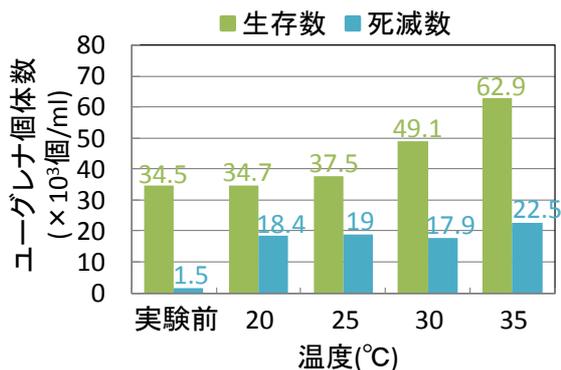


図-4 初期CO₂濃度2000ppmにおけるユーグレナ個体数の変化

進養生では、中性化は不十分であったと考えられる。

図-2より初期CO₂濃度2000ppmの場合、1000ppmと比較して、同じ温度の際、ユーグレナの1時間当たりのCO₂固定量が増加した。これは、ユーグレナは効率的にCO₂を吸収する性質を持っているため、CO₂濃度が高いほどCO₂固定量を多く吸収すると考えられる。また、温度が約20~30℃にかけて温度の上昇と共にCO₂固定量は増加し、30℃を超えるとCO₂固定量が減少した。これは、ユーグレナの光合成に適した温度は30℃であるため、30℃まではCO₂固定量が増加するが、30℃を越えるとCO₂固定量が低下すると考えられる。これらの結果よりユーグレナ混入モルタルを実社会で使用するには使用する環境下のCO₂濃度および温度によりCO₂固定量が大きく異なることが考えられる。

3.2 ユーグレナ個体数の変化について

初期CO₂濃度1000ppmにおけるユーグレナ個体数変化を図-3に、初期CO₂濃度2000ppmにおけるユーグレナ個体数変化を図-4に示す。

図-3、4では温度増加することでユーグレナの生存数が著しく増加した。一方、先程の3.1では30℃で最もCO₂固定量が高く、ユーグレナの活動が活発であることが示されており、1000ppmでは増殖とCO₂固定の温度ピークは一致したが、2000ppmでは一致増殖を行ったが、一部では葉緑体の欠損により光合成

しなかった。これは、35℃においてユーグレナは増が行わなかったためであると考えられる。

4. まとめ

本研究では炭酸化によりポーラスモルタルのCO₂固定量は温度増加に伴い増加する傾向がみられた。また、ユーグレナは30℃で最も光合成が行われ、CO₂固定量が増加する傾向が見られた。このことからユーグレナ混入モルタルを実社会にて使用する場合、使用する環境下のCO₂濃度および温度によりCO₂固定量が大きく異なることが考えられる。また、ユーグレナは温度増加によって増殖し、光合成によるCO₂固定量の結果と異なった。これは一部のユーグレナにおいて葉緑体が欠損し光合成を行わなかったためであると考えられる。

【参考資料】

- 1) 社団法人セメント協会, セメント産業における環境対策, <http://www.jcassoc.or.jp/cement/1jpn/jg1g.html>.
- 2) 内川 典賢, 半井健一郎: 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, セメント・コンクリート論文集, No.65, pp.536-542, 2011.
- 3) 株式会社ユーグレナ, ユーグレナの特徴, <http://www.euglena.jp/whats/feature.html>.
- 4) 三宅雅之ら: ポリマーセメントモルタルの中性化に及ぼす温度及び相対湿度の影響, 日本建築学会大会学術講演梗概集(関東), pp.75-76, 1993.