

修士論文

泥炭湿地のミズゴケによる炭素固定機能の評価

北九州市立大学大学院

環境工学研究科 環境工学専攻

環境バイオシステムコース

山田 奈苗

目次

1. 要旨	4
2. 背景	5
2-1 炭素循環について	
2-2 ミズゴケの特徴	
2-3 ミズゴケに関する研究の現状	
3. 目的	6
4. 光合成測定装置	7
5. 試料	7
5-1 試料採取地点	
5-1-1 大分県玖珠郡	
5-1-2 北海道根室市	
5-2 試料の培養	
6. 測定	10
6-1 各試料の前処理	
6-2 光合成によるミズゴケの二酸化炭素吸収速度の測定方法	
6-3 各試料の後処理	
7. 結果と考察	11
7-1 光-光合成曲線	
7-1-1 オオミズゴケ	
7-1-2 ヒメミズゴケ	
7-1-3 イボミズゴケ	
7-1-4 チャミズゴケ	
7-2 総光合成速度に対する温度依存性	
7-3 最適温度に対する最大光合成速度	
7-4 温度変化における光合成速度の変化量	
7-5 光阻害	

8. 総括	17
9. 謝辞	17
10. 引用および参考文献	18
11. 付録	

1. 要旨

近年、二酸化炭素を固定する緑化植物として軽量、維持管理が容易、環境ストレスに対する高い耐性および高い蒸散能力をもつ多くの植物が生産されている。そういった中で新たな緑化植物の対象としてコケ植物があげられている。しかし、コケ植物は種の生理的特性と緑化条件との関連や、コケ植物の光合成による大気炭素固定機能などの付加的機能の評価は十分に行われておらず、また適切な評価手法が確立されていないのが現状である。植物の基本特性である光合成機能を測定することによって、光合成によって固定される大気炭素量を具体的に数値で示すことが可能となり、緑化植物として利用した場合の大気炭素濃度の調節機能を評価する上で重要となる。

そこで本研究では、ミズゴケを対象としてミズゴケの光合成機能の評価を行った。その結果、測定したミズゴケの総光合成速度の最適温度は 25～35℃の範囲内にあった。低温(5～10℃)の条件下では、これらの種は高い有効波長の光量子密度 (PPFD) で光合成に対する光障害を示した。この結果は、低温地域に分布の中心を有するミズゴケ種が低温環境に完全には適応していないことを示している。

Abstract

Recently, most plants have been generated much attention as a new greening material because of their lightweight, ease of maintenance, high tolerance to environmental stresses and high transpiration ability. In order to produce moss plants for greening efficiently, the growing conditions should be controlled to achieve its optimum growth. For the optimum growth, the optimal conditions for photosynthesis must be achieved, hence establishment of the appropriate method to assess the photosynthetic functions of moss plants is required. Measurement of photosynthetic activity of plants used for greening material provides useful information on the capacity of greening plants for atmospheric carbon control.

In this study, I analyzed the photosynthetic functions of *Sphagnum palustre* L., *Sphagnum fimbriatum* Wills. ex Wills. & Hool.f., *Sphagnum Papillosum* and *Sphagnum fuscum* by measuring photosynthetic light response curve using infrared gas analyzer.

Optimum photosynthetic rate was obtained at 25-35℃ for these species. Under low temperature (5-10℃), these species showed photosynthetic inhibition by high PPFD. These results imply that *Sphagnum* species are not fully adapted to low temperature environment, although *Sphagnum* species distribute mostly in the circumpolar region.

2. 背景

2-1 炭素循環について

人類の化石燃料の消費による大気中の二酸化炭素濃度の増加は生物の影響により緩和されている。生物活動によって二酸化炭素の増加は半分程度に抑えられている。その生物の中で北半球に卓越する光合成生物が重要であることが分かっている (G. E. Nichols, 1918a)。現生の森林については、二酸化炭素固定の観点からはやや否定的なデータが集まりつつあり、注目すべき生物の中に、アラスカやシベリアの湿地帯に多く、過去に石炭の起源植物として炭素固定の実績があるミズゴケがあげられる (G. E. Nichols, 1918b)。

コケ植物は一次遷移の初期に植物群落を形成し、海水中を除いたあらゆる場所で生育している。寿命は 10~20 年で、緑化に利用できる植物の中では比較的寿命が長い。また、根がなく、土壌も薄くてすむ為、建物を傷めにくく、緑化に最適だといえる (秋山, 2002)。

2-2 コケ植物

室内緑化や屋上緑化などのグリーンアメニティ (植物による人間の快適性向上) における植物材料として、これまで観葉植物や芝をはじめとする様々な植物の利用が検討されてきたが、近年、新しい緑化植物としてコケ植物が注目されている (船瀬, 2003; 村瀬, 2006)。国内に生育するコケ (蘚苔) 植物は 1500 種にものぼり、乾燥条件から湿潤条件、直達日射があたる強光条件から林床の弱条件といった様々な環境条件下において、それぞれの環境条件に適応した種が生息している。その為、それぞれの種の特徴を生かした緑化植物としての利用方法が模索されている (船瀬, 2003)。このように、コケ植物は、緑化植物としての需要はあるものの、種の生理的特性と緑化条件との関連や、コケ植物の光合成による大気炭素固定機能などの付加的機能の評価は十分に行われておらず、また適切な評価手法が確立されていないのが現状である。

2-3 ミズゴケ属

ミズゴケ属植物は日本各地に約 40 種が分布し (服部 他, 1972)、尾瀬ヶ原では、1954 年までに 21 種が同定されている (堀川・鈴木, 1954)。世界には約 300 種あるとされ (Clymo and Hayward, 1982)、北半球の温帯や亜寒帯にひろく分布する。分布域であるスカンディナヴィア諸国やアメリカ、カナダでは分類・分布に関する研究だけでなく、立地に関する生態学や生理生態学的研究も活発に行われてきたが、日本では、これまでに分類・立地的な研究が少数の研究者によって進められ、成長や環境に対する生理活性の応答などの生理生態学的な研究はほとんどなされてこなかった (伊野, 1994)。

ミズゴケの著しい特徴は、保水能力が他の湿原植物に比べ抜群に大きいことである。この性質がミズゴケ泥炭地に特異な形態と景観をもたらす。表 1 はミズゴケとその他の蘚類と草本の保水量を示している。これによると保水量はミズゴケの種類によって異なり、自重の 19~31 倍に及んでいるが、他の植物と比較して桁違いに多いことがわかる。

表1 各種植物の保水量

植物の種類	保水量 g/g	
	風乾量に対する値	絶乾量に対する値
1. チャミズゴケ	23.1	25.1
2. アカミズゴケ	21.0～26.5	24.8～33.7
3. スギバミズゴケ	18.5	21.8
4. <i>S. dusenii</i>	25.8	30.5
5. アオモリミズゴケ	20.5	25.4
6. ハリミズゴケ	26.1	31.4
7. ユガミミズゴケ	23.5	26.7
8. <i>S. cymbifolium</i>	31	38.8
9. キイロミズゴケ	22.2～26.2	26.4～32.6
10. ムラサキミズゴケ	26	30.7
11. <i>Hypnum schreberi</i>	9.09	—
12. イワダレゴケ	7.56	—
13. スギバミズゴケ	20.1	—
14. <i>S. cymbifolium</i>	20.16	—
15. ハリミズゴケ	18.77	—
16. <i>Hypnum stramineum</i>	17.51	—
17. <i>Hypnum scorpioides</i>	15.21	—
18. <i>Polytrichum strictum</i>	3.71	—
19. スゲ	3	—
20. ヨシ	2.35	—

1～10: Ruoff, 11～12: Afanas'eva, 13～20: Zailer & Wilk のデータ

3. 目的

コケ植物は根がなく、本来基物に張り付くために、その多くは、仮根（rizoid）と呼ばれる組織の活着作用によって支えられている。また、この組織によって個体（植物体）同士を結びつけ、様々な基物に、そして様々な種類のコケ植物がそれぞれの環境に適応して群落を形成し生育している。道路脇のコンクリート擁壁面や建造物などに普通に見ることができる。一方、他の植物、特に種子植物やシダ植物のような養水分を吸い上げる根のある植物では、上述した無機的环境にはほとんど見ることは出来ない。このような悪環境にも生育できるコケ植物の種類や生理、生態、形質などの特徴を探ることによって、コケ植物が地球上の環境にどのような役割を担っているのか、また、直接的に他の生物や人類にど

のような効果や影響を与えているのか等を知る事ができる。そして、それらを手がかりに、人為的な利用が可能な範囲を特定し、更には自然はなし得ない機能を補充することによって、これまでの環境改善技術では解決されなかった場所への適用を可能にさせることができる。

そこで本研究では、光合成によって二酸化炭素が固定されるのに加え、枯死しても分解されず、そのまま炭素固定が可能であるミズゴケを対象とした。数種のミズゴケの光合成機能の評価から、ミズゴケを緑化植物として利用した場合の有用性を検討することを目的とした。

4. 光合成測定装置

二酸化炭素濃度の測定には図1に示すような測定装置を組み立て、利用した。ガスバッグの中から圧縮空気を流し込み、流量計を利用して通気流速を 1.0L/min に一定にした状態で測定装置のチューブに通気した。その圧縮空気中の二酸化炭素濃度を赤外線アナライザーで測定し、同化箱を通過する前後の二酸化炭素の濃度差を光合成によって吸収された二酸化炭素量とした。同化箱を通過する前後の二酸化炭素の濃度の測定は、三方コックを使用して切り替えた。測定には赤外線ガスアナライザー (LI-COR、LI-840 CO₂/H₂O アナライザー)、同化箱 13cm×10cm×4.5cm (うち上部のみアクリル板 10.2cm×7cm)、温度調節機 (TAITEC、CL-150R)、光源 (ハロゲンランプ、500W)、光量子密度センサー (LI-COR、LI-250A)、流量計などを使用した。同化箱の外の容器には約 100L の水をはり、光源からの熱線による同化箱内の温度上昇を防いだ。また、光源には 500W のハロゲンランプを 4 個使用した。

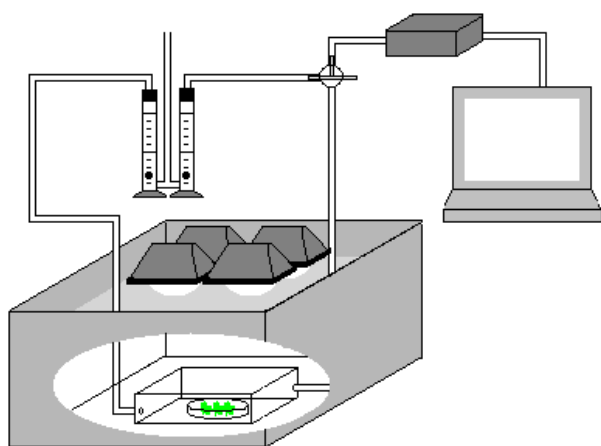


図1 光合成測定装置

5. 試料

5-1 試料採取地点

本研究では、大分県玖珠郡タデ原湿原（33.07N、131.14E）にてオオミズゴケとヒメミズゴケ、北海道根室市落石（43.16N、145.50E）にてイボミズゴケとチャミズゴケを採取して、測定する試料とした。大分県と北海道にて、それぞれ対応する同種のを採取することが望ましかったが、同種のミズゴケが生育していなかった為、分類上で同じ節となるものを対象として採取した。

5-1-1 タデ原湿原

タデ原湿原地域は大分県のほぼ中央部、くじゅう連山の北側、海拔 1000m の高地にある東西約 1km、南北約 3km の浅い窪地状の湿原であり、気候・水文の上からみて、山岳盆地の性格を備えている。10℃という年平均気温は、気温減率 0.6℃/100m にマッチしている。しかし、草丈 1.5m を超える草原の表層は、特に夏季の日中は異常な暑さとなり、34℃を記録している。一方、草原と隣接する森林の中は、夏季の最高気温が草原よりも 4～6℃も低く、樹冠による日射の遮蔽効果が大きい。夜間には草原上に冷気が蓄積し、山岳斜面との間に顕著な気温逆転が見られる。寒波襲来時には、－10℃まで冷え込む。

降水量は、湿原から山岳地域に向けて増加する。平年降水量は、タデ原地域で 2700～2900 ミリであり、くじゅう連山一帯では 3500 ミリに達する。（くじゅうタデ原地域 自然環境学術調査報告書 2002）

5-1-2 落石岬

落石岬湿原は、北海道根室半島の中央部から太平洋に突き出した落石岬先端部の標高 40～50m の平坦な大地の中央部に位置し、湿原の面積は約 61ha である。（落石湿原は、標高約 46m の台地上に東西方向に 1300m、南北方向に約 300m の規模で発達する。泥炭の厚さは、落石岬灯台に向かう木道以北では、1.3～1.5m とほぼ一様であり、湿原の基盤は平坦である。）湿原は河川のない雨水涵養型で、中央部に矮性のアカエゾマツとチャミズゴケを中心としたミズゴケのブルデがみられる。湿原の周辺はミヤコザサが優占する草原となっており、東部、北部のアカエゾマツ湿地林のさらに外側では、一部ケヤマハンノキやダケカンバ、ミズナラにトドマツが混じる林が見られる。湿原には、日本では落石岬湿原にのみ生育するサカイツツジが分布しており、1940 年に国の天然記念物「落石岬のさかいつつじ自生地」に指定され保護されている。

5-2 ミズゴケ

5-2-1 オオミズゴケ

山地の湿った地上に白緑色の大きな群落をつくる。茎は 10cm 以上になり、頂端付近に多

くの枝が集まってつく。茎の表皮細胞には明瞭ならせん状の肥厚があり、表面に1～4個の孔がある。茎葉は舌型で先端はささくれる。枝葉は鱗状につき、長さ1.5～2mm、円状楕円形で深く凹む。葉縁は内曲し、細かい目だたぬ歯がある。葉細胞には大形、菱形の透明細胞と、線形で目立たぬ葉緑細胞の2種があり、交互に並ぶ。透明細胞には数本の横線状の肥厚がみられ、表面にいくつかの孔がある。横断面で葉緑細胞は三角形、透明細胞にはさまれるが、葉の腹面に偏るため、上方に開けて見える。雌雄異株でめったに蒴をつけない。分布：北海道～九州；世界各地



Sphagnum palustre L.

5-2-2 ヒメミズゴケ

植物体は細長く、緑色で赤くならず、枝も細長くのびるが、側方にでる枝よりも、茎にそって下垂する枝のほうがずっと長い。茎葉は先端だけでなく側方までささくれる。透明細胞は普通薄い膜で2～4個に仕切られる。枝は普通、同じ節に属するホソバミズゴケよりも長いが、枝葉の形や葉緑細胞の横断面などはよく似ている。分布；北海道・本州；世界に広く分布する。



Sphagnum fimbriatum Wils. ex Wils. & Hook.f.

5-2-3 イボミズゴケ

湿地に生える大形のコケで、外形はオオミズゴケに似るが、枝葉の透明細胞と葉緑細胞の間の細胞膜上の透明細胞側に多くの乳頭があるので容易に区別される。表面からでもわかるが、横断切片をつくるとわかりやすい。分布：北海道～九州；北半球に多く分布し、ニュージーランドからも知られている。



Sphagnum papillosum Lindb.

5-2-4 チャミズゴケ

小型の密な群落を作り、全体が褐色になる。茎葉は舌状で先端がささくれ、上半部まで肋があり、茎葉の細胞は側壁しかない。チャミズゴケの茎は黒褐色で表皮細胞には孔はほとんどない。



Sphagnum fuscum (Schimp.) Klinggr.

5-3 試料の培養

試料採取後、3℃設定の冷蔵庫で保存後、室内温度 25℃、光合成有効波長(PAR)の光量子密度 (PPFD) 約 $40 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ の蛍光灯で 8:00~20:00 (12L12D) 照射した状態で、実験室内で培養した。常にイオン交換水で浸されるように、夏季には週に1回程度、冬季には1日に1回給水した。

6. 測定方法

6-1 各試料の前処理

測定するオオミズゴケ、ヒメミズゴケ、イボミズゴケ、チャミズゴケの生長点である先端から 1cm (capitula)を切り取り、それぞれシャーレに等間隔で並べ、シャーレ内の水を捨てて同化箱に入れた。なお、オオミズゴケ、ヒメミズゴケ、イボミズゴケは 12capitula、チャミズゴケは他よりも小型のミズゴケである為、15capitula ずつ使用して測定した。測定前日は光合成活性状態にする為、Growth Chamber (20℃設定) 内で 24 時間以上光が照射された状態 (PPFD 約 $90 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) にしておいた。

6-2 光合成によるミズゴケの二酸化炭素吸収速度の測定方法

前処理してある試料の入ったシャーレを同化箱に入れ密閉し、光合成測定装置の水槽に沈めた。同化箱内に圧縮空気をチューブ内に流速 1.0 L min^{-1} で通気した。測定を開始する前に、同化箱内の空気を全て入れ替えて安定するまで約 30 分間圧縮空気を通気した状態にし、赤外線ガスアナライザーの二酸化炭素濃度測定値が安定したことを確認後、測定値の読み取りを開始した。二酸化炭素濃度はテキストファイルとして 1 秒おきに連続的に記録され、同化箱内の PPFD と試料の表層温度（水温）はノートに記録した。

初めに、試料の表層温度を 5°C 、PPFD を約 $800\text{ }\mu\text{ mol m}^{-2}\text{ s}^{-1}$ から $0\text{ }\mu\text{ mol m}^{-2}\text{ s}^{-1}$ へと数段階を経て変化させ、赤外線ガスアナライザーで各段階における同化箱内を通過する前後の二酸化炭素濃度を測定した。それを 5°C から 40°C まで 5°C おきに温度設定を行い、それぞれの温度段階における光合成測定を行った。なお、PPFD の調節は同化箱の上に黒い寒冷紗を幾重にも重ねることによって調節した。

6-3 ブランク測定

本測定の前に、試料を入れていないシャーレを同化箱に入れ密閉したものをブランク測定として測定を行った。

6-4 各試料の後処理

測定後、サンプルを 70°C で 24 時間乾燥させ、乾燥重量を測定した。ミズゴケ群落としての光合成速度を把握する為、まずは各試料の単位乾燥重量あたりの二酸化炭素のモル数と通気流速から光合成速度を算出し、横軸に光合成有効波長の光量子密度、縦軸に単位乾燥重量あたりの総光合成速度を示した光 - 光合成曲線を作成した。

7. 結果と考察

7-1 光-光合成曲線

7-1-1 オオミズゴケ

横軸に PPFD、縦軸に単位乾燥重量あたりの総光合成速度を示した、オオミズゴケの光-光合成曲線を Fig.1 に示す。

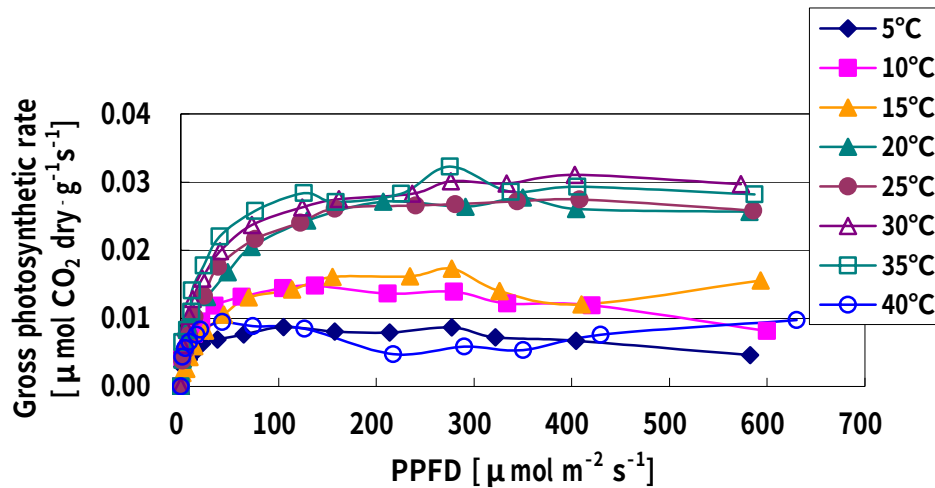
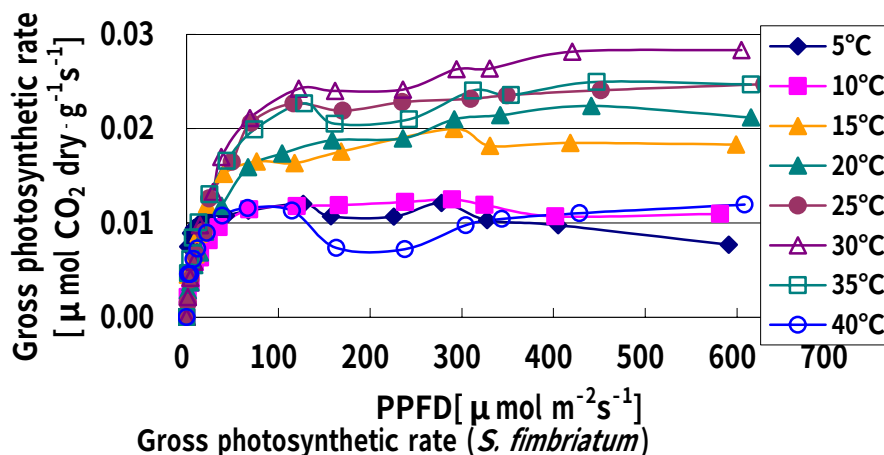


Fig.1 Gross photosynthetic rate (*S. Palustre*)

光飽和状態で最大の光合成速度を示すときの温度を最適温度とすると、オオミズゴケの最適温度は 30～35°C であった。また、20～35°C の温度条件のとき光合成活性が特に高いと考えられる。40°C になると著しく活性が低下していた。飽和光強度はどの温度においても約 $100 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ 前後と低く、この値は青森県の八甲田山周辺の湿原に生育しているオオミズゴケによって測定された光合成測定（伊野, 1994）での飽和光強度 $200 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ 以下と相違ない。

7-1-2 ヒメミズゴケ

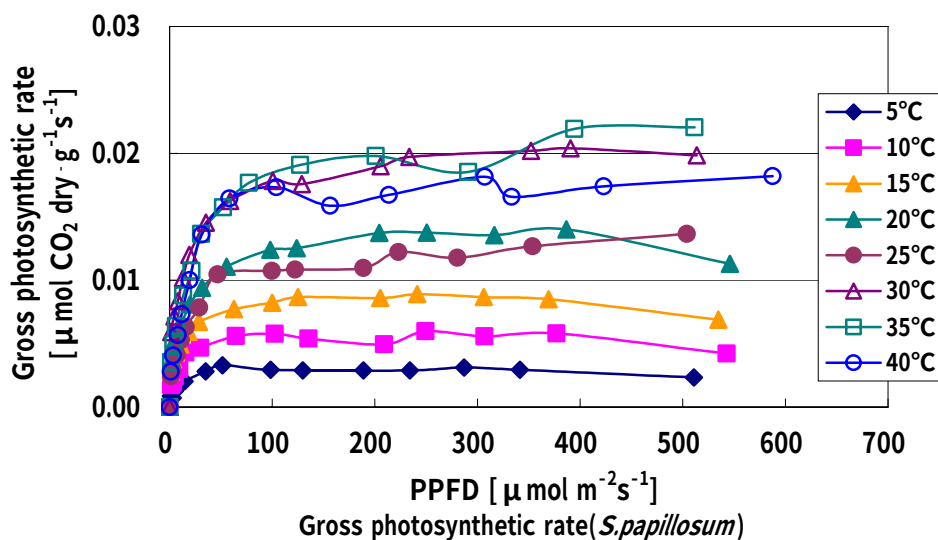
ヒメミズゴケの光-光合成曲線を Fig. 2 に示す。



図より、ヒメミズゴケの最適温度は 30°C であると考えられる。また、オオミズゴケと同様に、40°C になると光合成速度が低下していることがわかる。また、光飽和は低温(5~10°C)においては 100 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ 前後、それより高い温度においては、低温よりも飽和光強度は大きかった。

7-1-3 イボミズゴケ

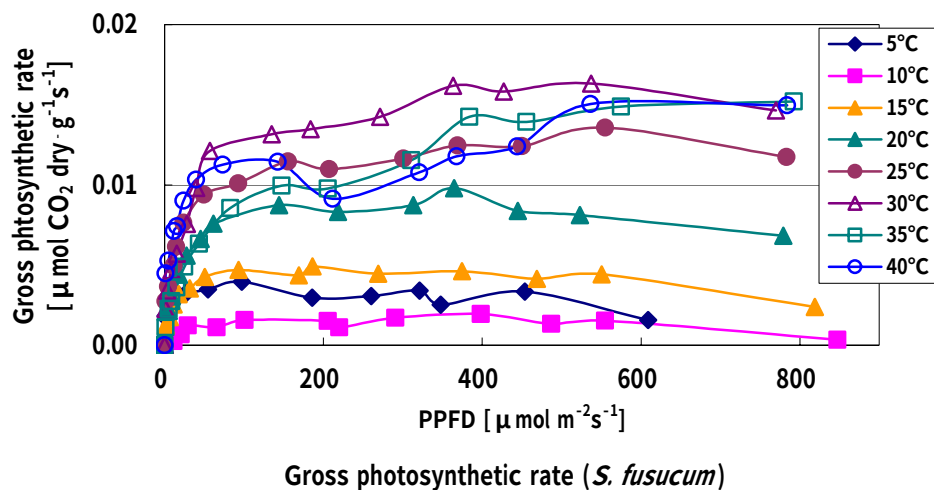
イボミズゴケの光-光合成曲線を Fig.3 に示す。



イボミズゴケの最適温度は 30~35°C であると考えられる。35°C まではほぼ温度上昇とともに光合成速度が大きくなっていた。40°C になると 35°C における光合成速度よりは低下したものの、高い光合成活性を維持していた。光飽和はおよそ 100 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ であった。

7-1-4 チャミズゴケ

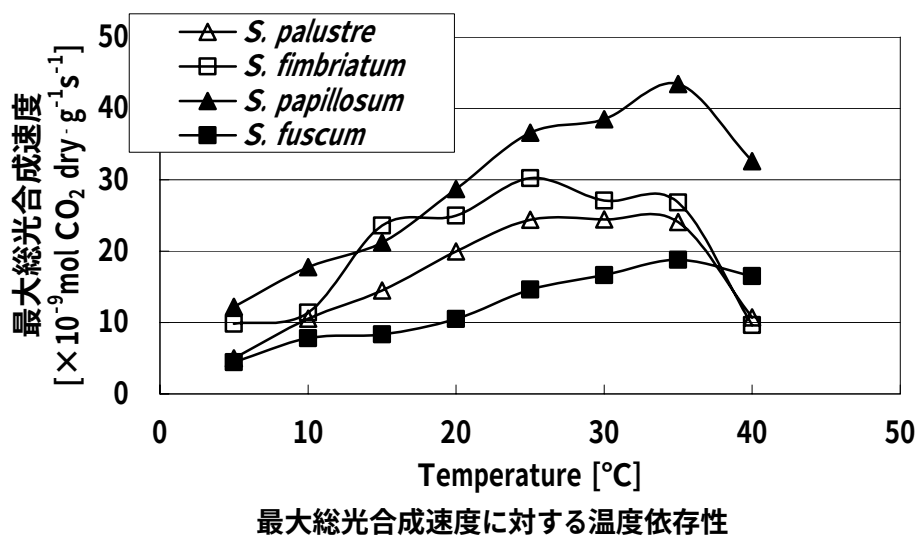
チャミズゴケの光-光合成曲線を Fig.4 に示す。



チャミズゴケの最適温度は 30°C であると考えられる。また、イボミズゴケと同様、40°C になっても光合成活性はあまり低下していなかった。

7-2 総光合成速度に対する温度依存性

各ミズゴケの最大総光合成速度に対する温度依存性を Fig.5 に示す。縦軸はそれぞれのミズゴケの 3 回測定した結果の平均最大総光合成速度、横軸は温度である。白抜きは大分県くじゅうで生育しているミズゴケ、黒印は北海道落石で生育しているミズゴケである。また、三角は *Palustria* (*Cymbifolia*?) 節、四角は *Acutifolia* 節のミズゴケを示している。



図から、測定した4種のみズゴケにおいては、生育している産地による傾向の違いがみられた。光-光合成曲線でもみられたように、くじゅうで生育しているオオミズゴケとヒメミズゴケは温度が高くなるにつれて光合成速度が大きくなり、30℃前後がピークとなって、40℃になると大きく光合成速度の低下がみられた。40℃の温度条件下では低温である10℃の時と同じぐらいの総光合成速度を示していた。一方、北海道で生育しているイボミズゴケとチャミズゴケは、35℃まで温度上昇とともに光合成速度が大きくなり、40℃では35℃よりも速度は小さくはなるが、高い光合成活性を維持していた。この4種においては、分類上の節による特徴はみられなかった。

7-3 最適温度に対する最大光合成速度

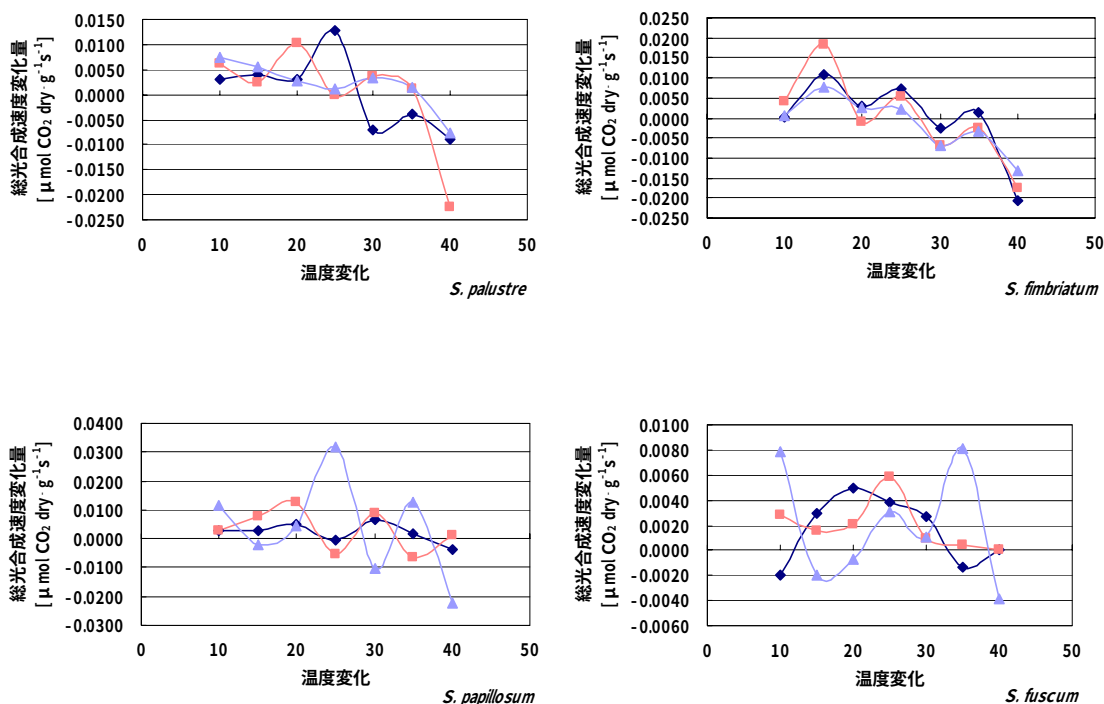
それぞれのミズゴケの3回光合成測定を行った結果から、最適温度に対する最大光合成速度を表2に示す。イボミズゴケ (*S. papillosum*) は最大光合成速度にバラつきが見られたが、他は3回とも同様な値が得られた。

表2 各種ミズゴケの最適温度と最大光合成速度

	最大光合成速度	平均最大光合成速度	最適温度
種	[$\mu\text{mol CO}_2 \text{ dry g}^{-1} \text{ s}^{-1}$]	[$\mu\text{mol CO}_2 \text{ dry g}^{-1} \text{ s}^{-1}$]	[°C]
<i>S. palustre</i>	0.0250	0.0261	25
	0.0275		25
	0.0257		35
<i>S. fimbriatum</i>	0.0333	0.0314	25
	0.0327		25
	0.0284		30
<i>S. papillosum</i>	0.0204	0.0425	30
	0.0416		30
	0.0656		35
<i>S. fuscum</i>	0.0163	0.0171	30
	0.0179		35
	0.0232		35

7-4 温度変化における光合成速度の変化量

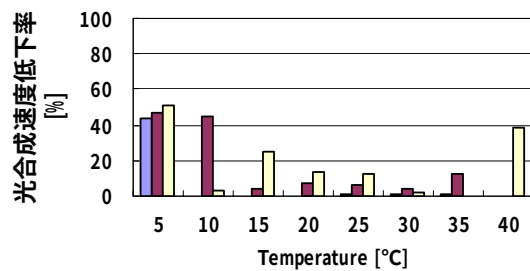
各ミズゴケの光合成速度測定において、温度変化に伴う光合成速度の変化量を次に示す。



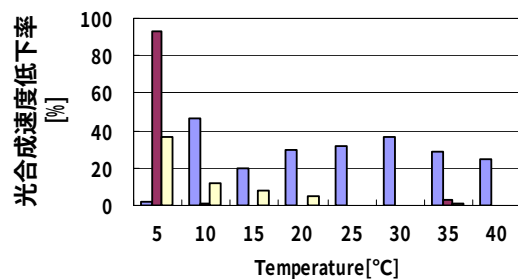
横軸は温度、縦軸は 5°C 上昇してその温度に達したときの総光合成速度の変化量をあらわしている。例えば、 10°C の地点で示す総光合成速度の変化量は、 5°C から 10°C に上がったときの総光合成速度の増加量である。それぞれ1回目～3回目の測定結果を示している。ファントホッフの反応速度-温度の法則 (Van't Hoff's reaction rate – temperature rule, RRT の法則) によれば、反応速度は温度とともに指数的に増加する。しかし図を見ると、どのミズゴケにおいても変動は大きく、温度の上昇とともに光合成速度が大きくなるわけではなく、大きくなったり、小さくなったりしていた。

7-6 強光条件における光合成速度の低下

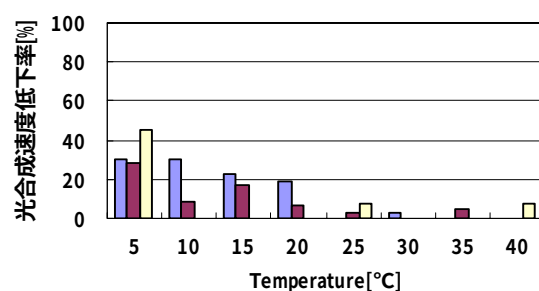
光-光合成曲線を見ると、強光条件下において総光合成速度の低下がみられる部分があった。この低下率をみるために、最大総光合成速度に対する、測定における最大強光条件下での総光合成速度の比をとったものが図で示すものである。数値が大きいほど低下率が大きいことを示している。



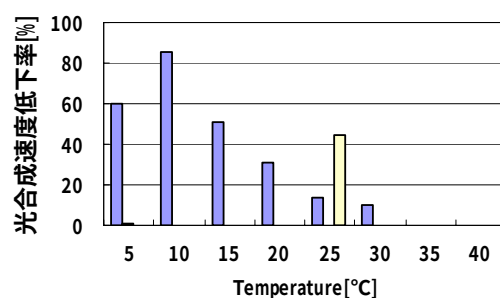
S. palustre



S. fimbriatum



S. papillosum



S. fuscum

図をみると、種によって差はあるが、低温の方が光合成速度の低下が著しい。つまり、低温条件下で強い光が照射されると、光合成速度が低下してしまうということになる。これまでトマトやタバコの葉など、0～15℃の低温条件下で強光状態のもと、阻害を受ける低温感受性植物についての報告がいくつもなされている (S.P. Powles 等, 1983; G. Bongi, S.P. long, 1987)。高等植物では既に低温条件下における光阻害が明らかにされているが、この結果から低温地域で多く生育分布を示すミズゴケにおいても同様なことが言え、実際の分布地はミズゴケにとって生理的観点から見ると完全には適応していないという、興味深い結果となった。

8. 総括

本測定の結果から、ミズゴケの最適温度は 25～35℃の範囲内にあった。また、低温条件下において強い光を受けると光合成速度が低下することがわかった。これは、低温地域に分布の中心を有するミズゴケ種が低温環境に完全には適応していないということになる。それでも低温地域に分布するのは、他の種間競争と関係するのではないかと考えられる。よって、温度と光合成速度からみたミズゴケの生理的観点から見ると、高温において光合成活性が大きくなり、光においても影響がないことから、緑化植物として有用であると言えるが、今後は実際に実用化する場合の他種との種間競争における検討や、pH や含水量など他の要因も考慮

して適切な緑化条件を検討していくことが必要となってくる。今後、光合成機能を基礎として、環境に対する順化や適応などを明らかにし、二酸化炭素を固定する緑化植物として適用されるための重要な評価の材料となることが期待される。

9. 謝辞

本研究において、原口昭教授をはじめ、伊豫部勉特別研究員、研究室の皆様に多大な協力をいただきました。心から感謝しております。有難うございました。

10. 引用および参考文献

Funase, S., 2003: The perfect guide for “Roof top greening”. Tsukiji-shokan, Tokyo, pp.266.

Gabriel Cornic, Genevieve Louason, 1980: The effects of O₂ on net photosynthesis at low temperature (5°C). Plant, Cell and Environment. 3:149-157

G. Bongi, S. P. Long, 1987: Light-dependent damage to photosynthesis in olive leaves during chilling and high temperature stress. Plant Cell Environ. 10: 241-249

G. E. Nichols. 1918a: War work for bryologists. The Bryologist 21: 53-56.

G. E. Nichols. 1918b: The American Red Cross wants information regarding supplies of surgical Sphagnum.

Haraguchi, A. *et al.* 2003: The pH dependence of photosynthesis and elongation of *Sphagnum squarrosum* and *S. girgensohnii* in the *Picea glehnii* mire forest in Cape Ochiishi, north-eastern Japan: Aquatic Ecology 37: 101-104

Ino, Y. 1991: Photosynthesis of Antarctic mosses and lichens. Japanese Journal of Ecology 41(2):149-158

Ino, Y. 1992: Estimation of the Net Production of Moss Community at Langhovde, East Antarctica. National Institute of Polar Research 36(1): 49-59

John E. Titus, Daniel J. Wagner, 1984: Carbon balance for two sphagnum mosses: Water balance resolves a physiological paradox. Ecology 65(6):1765-1774

L. A. Netto, K. M. Jayaram, P. Haridas, Jos T. Puthur, 2005: Characterization of Photosynthetic Events and Associated Changes in Various Clones of Tea (*Camellia sinensis* L.) under Low Temperature Conditions. Journal of Plant Biology, 48(3): 326-331

L-G. Johansson, S. Linder, 1980: Photosynthesis of Sphagnum in Different Microhabitats on A Subarctic Mire. Ecology of a Subarctic mire Ecoll. Bull. (Stockholm) 30: 181-190

Murase, H., 2006: Wall surface greening (Section 6th.) In Plant mimetics -Learn from plants-(eds. by Kai, S. and Morikawa, H.). NTS, Tokyo, pp.635-639.

S. P. Powels, J. A. Berry, O. Bjorkman, 1983: Interaction between light and chilling temperatures on the inhibition of photosynthesis in chilling sensitive plants. Plant Cell Environ. 6: 117-123

Susan E. Trumbore, Jill L. Bubier, Jennifer W. Harden, Patrick M. Crill, 1999: Carbon cycling in boreal wetlands: A comparison of three approaches. Journal of Geophysical Research, 104(D22):27,673-682

Takayama, K., Nishina, H. and Sakai, Y., 2007: Analysis of Photosynthetic Functions of Hypnum plumaeforme using Chlorophyll Fluorescence Imaging Technique. Eco-Engineering, 19 (1), 49-57

W. C. Oechel, N. J. Collius, 1973: Seasonal patterns of carbon dioxide in bryophytes at Barrow, Alaska. Tundra Biome Steering Committee: 197-203

吸収力抜群！ミズゴケの利用法 秋山弘之 2002: pp. 109-112, コケの手帳 研成社

くじゅうタデ原地域 自然環境学術調査報告書 2002

原色日本蘚苔類図鑑 岩月善之助 1952 保育社

植物生態生理学 Walter Larcher 佐伯敏郎 監訳 2000: シュプリンガー・フェアラーク東京株式会社 東京 78-79

泥炭地の地学—環境の変化を探る— 阪口豊 1980 東京大学出版会

付録

S. palustre 測定結果 (1回目)

5℃			
	CO ₂ Conc.	ΔC	Net photosynthetic rate
	[ppm]	[ppm]	[μ mol CO ₂ dry · g ⁻¹ s ⁻¹]
	416.2793	0.4539	0.0022
	416.1850	0.5482	0.0026
	416.1777	0.5555	0.0027
	416.2061	0.5271	0.0025
	416.0796	0.6536	0.0031
8	416.1088	0.6244	0.0030
	416.1328	0.6004	0.0029
	416.2040	0.5292	0.0025
	416.2323	0.5009	0.0024
	416.2932	0.4400	0.0021
	416.3528	0.3804	0.0018
	416.4267	0.3065	0.0015
	416.3637	0.3695	0.0018
	416.5510	0.1822	0.0009

10℃			
PPFD	CO ₂ Conc.	ΔC	Net photosynthetic rate
[μ mol m ⁻² s ⁻¹]	[ppm]	[ppm]	[μ mol CO ₂ dry · g ⁻¹ s ⁻¹]
501.0	447.6091	0.2586	0.0012
380.9	447.7217	0.1460	0.0007
293.1	447.6667	0.2010	0.0010
245.2	447.8084	0.0593	0.0003
219.0	447.7188	0.1489	0.0007
139.12	447.8693	-0.0016	0.0000
73.64	447.7007	0.1670	0.0008
48.31	447.7300	0.1377	0.0007
27.70	447.8417	0.0260	0.0001
15.32	447.9753	-0.1076	-0.0005
7.71	448.1382	-0.2705	-0.0013
7.16	448.2265	-0.3588	-0.0017
1.71	448.5370	-0.6693	-0.0032
0.00	448.7200	-0.8523	-0.0041

15℃			
PPFD	CO ₂ Conc.	ΔC	Net photosynthetic rate
[μ mol m ⁻² s ⁻¹]	[ppm]	[ppm]	[μ mol CO ₂ dry · g ⁻¹ s ⁻¹]
646.5	451.3163	1.5592	0.0075
519.2	451.3246	1.5509	0.0075
368.8	451.6893	1.1862	0.0057
309.0	452.0105	0.8650	0.0042
241.1	452.0746	0.8009	0.0038
139.08	452.2195	0.6560	0.0032
88.82	452.3525	0.5230	0.0025
49.79	452.5014	0.3741	0.0018
32.68	452.6540	0.2215	0.0011
16.37	452.9012	-0.0257	-0.0001
11.43	452.9579	-0.0824	-0.0004
6.51	453.1484	-0.2729	-0.0013
1.69	453.2400	-0.3645	-0.0018
0.00	453.2400	-0.3645	-0.0018

20°C		
CO ₂ Conc.	ΔC	Net photosynthetic rate
[ppm]	[ppm]	[μ mol CO ₂ dry · g ⁻¹ s ⁻¹]
471.7566	1.8861	0.0091
472.0142	1.6285	0.0078
472.5346	1.1081	0.0053
472.5868	1.0559	0.0051
472.7951	0.8476	0.0041
472.7619	0.8808	0.0042
472.7109	0.9318	0.0045
472.9063	0.7364	0.0035
473.0860	0.5567	0.0027
473.5655	0.0772	0.0004
473.8974	-0.2547	-0.0012
473.8809	-0.2382	-0.0011
474.0312	-0.3885	-0.0019
474.0002	-0.3575	-0.0017
474.3170	-0.6743	-0.0032

25°C			
PPFD	CO ₂ Conc.	ΔC	Net photosynthetic rate
[μ mol m ⁻² s ⁻¹]	[ppm]	[ppm]	[μ mol CO ₂ dry · g ⁻¹ s ⁻¹]
665.7	426.4309	2.5029	0.0120
555.1	426.1098	2.8240	0.0136
391.6	426.3679	2.5659	0.0123
319.2	426.6788	2.2550	0.0108
260.9	427.2582	1.6756	0.0081
226.6	427.2675	1.6663	0.0080
151.50	427.5246	1.4092	0.0068
95.20	427.9054	1.0284	0.0049
45.69	428.2098	0.7240	0.0035
21.71	428.6349	0.2989	0.0014
20.28	429.0047	-0.0709	-0.0003
11.40	429.2174	-0.2836	-0.0014
7.18	429.4678	-0.5340	-0.0026
1.67	429.6679	-0.7341	-0.0035
0.00	431.3177	-2.3839	-0.0115

30°C			
PPFD	CO ₂ Conc.	ΔC	Net photosynthetic rate
[μ mol m ⁻² s ⁻¹]	[ppm]	[ppm]	[μ mol CO ₂ dry · g ⁻¹ s ⁻¹]
638.2	442.6112	4.7427	0.0228
526.4	442.5805	4.7734	0.0229
369.7	442.8061	4.5478	0.0219
298.7	443.0516	4.3023	0.0207
246.0	443.7814	3.5725	0.0172
215.7	443.6014	3.7525	0.0180
149.05	443.8188	3.5351	0.0170
82.21	444.1463	3.2076	0.0154
47.36	444.5267	2.8272	0.0136
32.37	444.9495	2.4044	0.0116
20.46	445.3921	1.9618	0.0094
9.68	445.6547	1.6992	0.0082
5.74	445.9072	1.4467	0.0070
1.71	446.0486	1.3053	0.0063
0.00	446.335	1.0189	0.0049

35°C			
	CO ₂ Conc.	ΔC	Net photosynthetic rate
	[ppm]	[ppm]	[μ mol CO ₂ dry · g ⁻¹ s ⁻¹]
8	411.7711	3.7920	0.0182
4	411.7130	3.8501	0.0185
8	411.8490	3.7141	0.0179
1	412.1571	3.4060	0.0164
2	412.4619	3.1012	0.0149
1	412.4119	3.1512	0.0151
3	412.3012	3.2619	0.0157
6	412.5849	2.9782	0.0143
0	412.9826	2.5805	0.0124
6	413.3944	2.1687	0.0104
0	413.6430	1.9201	0.0092
1	413.9910	1.5721	0.0076
6	414.2421	1.3210	0.0063
3	414.3897	1.1734	0.0056
0	414.6767	0.8864	0.0043

40°C			
PPFD	CO ₂ Conc.	ΔC	Net photosynthetic rate
[μ mol m ⁻² s ⁻¹]	[ppm]	[ppm]	[μ mol CO ₂ dry · g ⁻¹ s ⁻¹]
669.1	476.7242	0.5347	0.0026
563.0	477.0453	0.2136	0.0010
397.2	477.3725	-0.1136	-0.0005
323.8	476.9460	0.3129	0.0015
258.1	476.7604	0.4985	0.0024
226.9	476.5279	0.7310	0.0035
153.39	476.3672	0.8917	0.0043
83.42	476.2239	1.0350	0.0050
52.08	475.9860	1.2729	0.0061
27.15	475.9433	1.3156	0.0063
22.26	475.8466	1.4123	0.0068
10.35	475.6665	1.5924	0.0077
5.43	475.6193	1.6396	0.0079
1.75	475.6236	1.6353	0.0079
0.00	476.7205	0.5384	0.0026

CO₂ Conc. :

同化箱通過後の二酸化炭素濃度

ΔC :

同化箱通過前後の二酸化炭素濃
度差

Net photosynthetic rate :

純光合成速度

S. palustre 測定結果 (2 回目)

5°C		
CO ₂ Conc.	ΔC	Net photosynthetic rate
[ppm]	[ppm]	[μ mol CO ₂ dry - g ⁻¹ s ⁻¹]
439.6775	0.3337	0.0012
439.8111	0.3225	0.0011
439.9674	0.2886	0.0010
440.0111	0.3673	0.0013
440.0673	0.4335	0.0015
440.1602	0.4018	0.0014
440.2186	0.4352	0.0015
440.3211	0.3939	0.0014
440.2600	0.5162	0.0018
440.5462	0.2912	0.0010
440.5434	0.3552	0.0012
440.5949	0.3649	0.0013
440.8079	0.2131	0.0007
440.9724	0.1098	0.0004
440.9913	0.3664	0.0013

10°C			
PPFD	CO ₂ Conc.	ΔC	Net photosynthetic rate
[μ mol m ⁻² s ⁻¹]	[ppm]	[ppm]	[μ mol CO ₂ dry - g ⁻¹ s ⁻¹]
674.8	446.4155	0.7571	0.0027
544.1	446.3900	0.7827	0.0027
312.2	446.4274	0.7453	0.0026
261.1	446.4131	0.7595	0.0027
267.0	446.4703	0.7023	0.0025
251.6	446.4239	0.7488	0.0026
165.40	446.4919	0.6807	0.0024
92.71	446.5477	0.6249	0.0022
51.09	446.4953	0.6773	0.0024
31.98	446.6019	0.5707	0.0020
17.40	446.7082	0.4644	0.0016
11.54	446.6075	0.5651	0.0020
7.85	446.7614	0.4112	0.0014
1.63	446.7710	0.4016	0.0014
0.00	447.1446	0.0280	0.0001

15°C			
PPFD	CO ₂ Conc.	ΔC	Net photosynthetic rate
[μ mol m ⁻² s ⁻¹]	[ppm]	[ppm]	[μ mol CO ₂ dry - g ⁻¹ s ⁻¹]
627.2	497.3604	1.6347	0.0057
508.7	497.4353	1.5598	0.0055
290.0	497.4575	1.5376	0.0054
301.8	497.5548	1.4403	0.0050
257.0	497.4332	1.5619	0.0055
218.0	497.4621	1.5330	0.0054
148.67	497.4561	1.5390	0.0054
88.14	497.4595	1.5356	0.0054
51.31	497.5656	1.4295	0.0050
33.07	497.7305	1.2646	0.0044
19.54	497.6755	1.3196	0.0046
12.07	497.8696	1.1255	0.0039
6.73	497.9282	1.0669	0.0037
1.55	497.9053	1.0898	0.0038
0.00	498.0214	0.9737	0.0034

20°C			
PPFD	CO ₂ Conc.	ΔC	Net photosynthetic rate
[μmol m ⁻² s ⁻¹]	[ppm]	[ppm]	[μmol CO ₂ dry - g ⁻¹ s ⁻¹]
659.7	453.2996	4.4859	0.0157
458.1	453.2324	4.6579	0.0163
374.6	453.0980	4.2176	0.0148
268.3	453.1652	4.4259	0.0155
224.4	452.9636	3.3464	0.0117
219.7	453.0308	3.7480	0.0131
132.47	452.9300	3.2398	0.0113
78.17	452.8964	2.9927	0.0105
39.97	452.8628	2.7488	0.0096
27.94	452.8292	2.4406	0.0085
19.75	452.7956	2.2621	0.0079
10.24	452.7620	2.0616	0.0072
5.89	452.7284	1.9212	0.0067
1.65	452.6948	1.8457	0.0065
0.00	452.5100	1.6077	0.0056

25°C			
PPFD	CO ₂ Conc.	ΔC	Net photosynthetic rate
[μmol m ⁻² s ⁻¹]	[ppm]	[ppm]	[μmol CO ₂ dry - g ⁻¹ s ⁻¹]
659.7	447.2535	3.1169	0.0109
458.1	447.2602	3.2330	0.0113
374.6	447.6626	2.9534	0.0103
268.3	447.8426	2.8962	0.0101
224.4	448.3639	2.4977	0.0087
219.7	448.7135	2.2709	0.0080
132.47	448.7488	2.2970	0.0080
78.17	449.1582	1.9489	0.0068
39.97	449.3093	1.8592	0.0065
27.94	449.6882	1.5417	0.0054
19.75	449.8228	1.4686	0.0051
10.24	450.2412	1.1116	0.0039
5.89	450.5060	0.9082	0.0032
1.65	450.6949	0.7806	0.0027
0.00	451.8260	0.0486	0.0002

30°C			
PPFD	CO ₂ Conc.	ΔC	Net photosynthetic rate
[μmol m ⁻² s ⁻¹]	[ppm]	[ppm]	[μmol CO ₂ dry - g ⁻¹ s ⁻¹]
671.0	417.6267	4.7414	0.0166
469.2	417.2645	4.9912	0.0175
392.5	417.4116	4.7317	0.0166
263.8	417.4982	4.5326	0.0159
234.9	417.7881	4.1304	0.0145
224.3	417.8931	3.9129	0.0137
133.80	417.7396	4.0102	0.0140
74.20	418.12	3.5736	0.0125
44.40	418.4484	3.1890	0.0112
22.00	418.3405	3.2407	0.0114
13.92	418.5388	2.9863	0.0105
9.38	418.6191	2.8497	0.0100
1.51	418.7364	2.6763	0.0094
1.67	418.8421	2.5143	0.0088
0.00	419.4217	1.8223	0.0064

35°C			
PPFD	CO ₂ Conc.	ΔC	Net photosynthetic rate
[μ mol m ⁻² s ⁻¹]	[ppm]	[ppm]	[μ mol CO ₂ dry - g ⁻¹ s ⁻¹]
732.9	456.9949	1.9382	0.0068
558.6	454.9037	3.8439	0.0135
350.5	454.9486	3.6930	0.0129
168.9	455.0726	3.4630	0.0121
98.9	455.4270	3.0026	0.0105
16.87	454.9342	2.2234	0.0061
0.35	455.1019	2.0027	0.0078
7.79	455.2961	1.7555	0.0070
2.60	455.6604	1.3382	0.0061
3.65	455.8135	1.1321	0.0047
7.98	455.9135	0.9791	0.0040
3.85	455.9864	0.8532	0.0034
1.83	456.0898	0.6968	0.0030
0.00	456.5816	-0.0070	0.0024

40°C			
PPFD	CO ₂ Conc.	ΔC	Net photosynthetic rate
[μ mol m ⁻² s ⁻¹]	[ppm]	[ppm]	[μ mol CO ₂ dry - g ⁻¹ s ⁻¹]
717.1	449.8725	-0.2914	-0.0010
500.7	449.2540	0.2403	0.0008
337.4	448.6983	0.7092	0.0025
287.6	448.3821	0.9386	0.0033
191.65	448.1654	1.0685	0.0037
203.5	448.1726	0.9745	0.0034
116.84	447.3916	1.7121	0.0060
70.99	447.3467	1.7136	0.0060
45.79	447.4667	1.5502	0.0054
21.23	447.6021	1.3714	0.0048
10.61	447.6846	1.2455	0.0044
9.09	447.7884	1.0983	0.0038
4.97	447.8823	0.9610	0.0034
1.80	447.9136	0.8863	0.0031
0.00	449.0633	-0.3502	-0.0012

5°C		
CO ₂ Conc.	ΔC	Net photosynthetic rate
[ppm]	[ppm]	[μ mol CO ₂ dry - g ⁻¹ s ⁻¹]
438.4619	0.4125	0.0024
438.1000	0.7744	0.0045
438.0060	0.8684	0.0050
437.7525	1.1219	0.0065
437.8846	0.9898	0.0057
437.8597	1.0147	0.0058
437.7444	1.1300	0.0065
437.9355	0.9389	0.0054
438.0659	0.8085	0.0047
438.1732	0.7012	0.0040
438.4216	0.4528	0.0026
438.5782	0.2962	0.0017
438.6559	0.2185	0.0013
438.7490	0.1254	0.0007
439.2607	-0.3863	-0.0022

10°C			
PPFD	CO ₂ Conc.	ΔC	Net photosynthetic rate
[μ mol m ⁻² s ⁻¹]	[ppm]	[ppm]	[μ mol CO ₂ dry - g ⁻¹ s ⁻¹]
599.7	439.0625	0.9269	0.0053
420.3	438.4153	1.5741	0.0091
333.9	438.3626	1.6268	0.0094
279.6	438.0677	1.9217	0.0111
211.8	438.1165	1.8729	0.0108
137.5	437.9079	2.0815	0.0120
104.86	437.9733	2.0161	0.0116
62.42	438.1963	1.7931	0.0103
34.55	438.4225	1.5669	0.0090
20.83	438.8274	1.1620	0.0067
13.53	439.1374	0.8520	0.0049
7.82	439.4044	0.5850	0.0034
5.00	439.6846	0.3048	0.0018
1.63	439.7446	0.2448	0.0014
0.00	440.4812	-0.4918	-0.0028

15°C			
PPFD	CO ₂ Conc.	ΔC	Net photosynthetic rate
[μ mol m ⁻² s ⁻¹]	[ppm]	[ppm]	[μ mol CO ₂ dry - g ⁻¹ s ⁻¹]
593.2	400.6540	3.5474	0.0204
410.0	401.2619	2.9395	0.0169
326.2	400.9195	3.2819	0.0189
277.4	400.3488	3.8526	0.0222
234.4	400.5453	3.6561	0.0210
155.32	400.5661	3.6353	0.0209
113.78	400.8826	3.3188	0.0191
69.56	401.0821	3.1193	0.0179
43.91	401.5243	2.6771	0.0154
24.67	401.9270	2.2744	0.0131
13.71	402.3321	1.8693	0.0108
8.96	402.6100	1.5914	0.0092
5.69	402.9105	1.2909	0.0074
1.59	403.0157	1.1857	0.0068
0.00	403.3554	0.8460	0.0049

20°C			
	CO ₂ Conc.	ΔC	Net photosynthetic rate
	[ppm]	[ppm]	[μ mol CO ₂ dry - g ⁻¹ s ⁻¹]
1.9	435.5325	3.9632	0.0228
4.5	435.4557	4.0400	0.0232
0.0	435.1614	4.3343	0.0249
1.2	435.4019	4.0938	0.0236
7.0	435.2696	4.2261	0.0243
15	435.7498	3.7459	0.0216
50	436.4232	3.0725	0.0177
97	437.0671	2.4286	0.0140
91	437.7054	1.7903	0.0103
35	438.1347	1.3610	0.0078
20	438.5356	0.9601	0.0055
11	438.9293	0.5664	0.0033
55	439.2996	0.1961	0.0011
00	439.9810	-0.4853	-0.0028

25°C			
PPFD	CO ₂ Conc.	ΔC	Net photosynthetic rate
[μ mol m ⁻² s ⁻¹]	[ppm]	[ppm]	[μ mol CO ₂ dry - g ⁻¹ s ⁻¹]
585.7	432.9956	4.5743	0.0263
408.2	432.6619	4.8628	0.0280
344.2	432.6684	4.8111	0.0277
280.9	432.6930	4.7413	0.0273
240.4	432.6818	4.7073	0.0271
157.58	432.7217	4.6222	0.0266
122.28	433.0514	4.2699	0.0246
75.94	433.4486	3.8501	0.0222
38.18	434.1351	3.1410	0.0181
23.77	434.8512	2.4023	0.0138
13.94	435.3662	1.8647	0.0107
8.39	435.8175	1.3908	0.0080
4.53	436.1840	1.0017	0.0058
1.55	436.4093	0.7538	0.0043
0.00	436.9240	0.0922	0.0005

30°C			
PPFD	CO ₂ Conc.	ΔC	Net photosynthetic rate
[μ mol m ⁻² s ⁻¹]	[ppm]	[ppm]	[μ mol CO ₂ dry - g ⁻¹ s ⁻¹]
573.2	427.8437	5.4745	0.0315
403.2	427.6119	5.7063	0.0328
333.3	427.8274	5.4908	0.0316
276.4	427.7781	5.5401	0.0319
236.9	428.0956	5.2226	0.0301
161.70	428.2298	5.0884	0.0293
124.24	428.4386	4.8796	0.0281
72.77	428.8884	4.4298	0.0255
40.23	429.5591	3.7591	0.0216
21.85	430.2600	3.0582	0.0176
12.07	430.7770	2.5412	0.0146
8.59	431.1981	2.1201	0.0122
4.84	431.5012	1.8170	0.0105
1.53	431.7616	1.3650	0.0079
0.00	432.2963	0.3101	0.0018

35°C			
PPFD	CO ₂ Conc.	ΔC	Net photosynthetic rate
[μ mol m ⁻² s ⁻¹]	[ppm]	[ppm]	[μ mol CO ₂ dry - g ⁻¹ s ⁻¹]
587.2	426.3758	4.4467	0.0256
405.8	426.1760	4.6465	0.0267
337.7	426.3119	4.5106	0.0260
275.4	425.6689	5.1536	0.0297
225.4	426.3547	4.4678	0.0257
158.49	426.5723	4.2502	0.0245
126.01	426.3434	4.4791	0.0258
75.94	426.7979	4.0246	0.0232
39.83	427.4488	3.3737	0.0194
23.53	428.1905	2.6320	0.0151
11.37	428.8279	1.9946	0.0115
10.80	429.3660	1.4565	0.0084
6.42	429.8342	0.9883	0.0057
1.61	430.1414	0.6811	0.0039
0.00	431.2743	-0.4518	-0.0026

40°C			
PPFD	CO ₂ Conc.	ΔC	Net photosynthetic rate
[μ mol m ⁻² s ⁻¹]	[ppm]	[ppm]	[μ mol CO ₂ dry - g ⁻¹ s ⁻¹]
630.2	421.1005	1.1017	0.0063
429.6	421.4732	0.7290	0.0042
350.3	421.8619	0.3403	0.0020
289.9	421.7768	0.4254	0.0024
217.4	421.9691	0.2331	0.0013
126.47	421.3204	0.8818	0.0051
124.69	421.7797	0.4225	0.0024
73.83	421.2532	0.9490	0.0055
42.39	421.1467	1.0555	0.0061
20.03	421.3404	0.8618	0.0050
16.10	421.4735	0.7287	0.0042
8.65	421.6533	0.5489	0.0032
4.72	421.8147	0.3875	0.0022
1.64	422.0393	0.1629	0.0009
0.00	422.7923	-0.5901	-0.0034

fimbriatum 測定結果 (1 回目)

5°C		
CO ₂ Conc.	ΔC	Net photosynthetic rate
[ppm]	[ppm]	[μ mol CO ₂ dry - g ⁻¹ s ⁻¹]
74.3378	1.0761	0.0066
74.4262	0.9877	0.0060
74.3800	1.0339	0.0063
74.4727	0.9412	0.0057
74.4292	0.9847	0.0060
74.4307	0.9832	0.0060
74.6444	0.7695	0.0047
74.7407	0.6732	0.0041
74.9610	0.4529	0.0028
75.0525	0.3614	0.0022
75.2978	0.1161	0.0007
75.5928	-0.1789	-0.0011
75.6907	-0.2768	-0.0017
75.8477	-0.4338	-0.0026
76.2563	-0.8424	-0.0051

10°C			
PAR	CO ₂ Conc.	ΔC	Net photosynthetic rate
[μ mol m ⁻² s ⁻¹]	[ppm]	[ppm]	[μ mol CO ₂ dry - g ⁻¹ s ⁻¹]
633.6	451.0766	1.9580	0.0119
468.0	450.3347	2.6999	0.0165
348.7	450.3147	2.7199	0.0166
272.7	450.4226	2.6120	0.0159
186.44	450.2196	2.8150	0.0172
188.10	450.5535	2.4811	0.0151
112.65	450.5977	2.4369	0.0149
73.41	450.7214	2.3132	0.0141
36.29	451.0269	2.0077	0.0122
24.55	451.2500	1.7846	0.0109
15.57	451.5396	1.4950	0.0091
8.21	451.7240	1.3106	0.0080
5.38	451.8832	1.1514	0.0070
1.74	451.9933	1.0413	0.0064
0.00	452.0984	0.9362	0.0057

15°C			
PAR	CO ₂ Conc.	ΔC	Net photosynthetic rate
[μ mol m ⁻² s ⁻¹]	[ppm]	[ppm]	[μ mol CO ₂ dry - g ⁻¹ s ⁻¹]
636.3	476.7004	3.6295	0.0221
471.5	476.1332	4.1967	0.0256
328.5	475.9569	4.3730	0.0267
281.6	476.2255	4.1044	0.0250
197.31	476.2600	4.0699	0.0248
117.67	476.5214	3.8085	0.0232
57.14	476.9781	3.3518	0.0204
32.67	477.3991	2.9308	0.0179
23.34	477.8214	2.5085	0.0153
13.75	478.2747	2.0552	0.0125
6.98	478.6644	1.6655	0.0102
5.18	478.8623	1.4676	0.0090
1.75	479.0652	1.2647	0.0077
0.00	479.6141	0.7158	0.0044

20°C		
CO ₂ Conc.	ΔC	Net photosynthetic rate
[ppm]	[ppm]	[μ mol CO ₂ dry - g ⁻¹ s ⁻¹]
438.2700	4.1253	0.0252
437.7642	4.6311	0.0282
437.2612	5.1341	0.0313
437.1386	5.2567	0.0321
437.0563	5.3390	0.0326
437.5811	4.8142	0.0294
438.1900	4.2053	0.0256
438.6465	3.7488	0.0229
439.2026	3.1927	0.0195
439.7363	2.6590	0.0162
440.0636	2.3317	0.0142
440.3375	2.0578	0.0125
440.6286	1.7667	0.0108
441.1795	1.2158	0.0074

25°C			
PAR	CO ₂ Conc.	ΔC	Net photosynthetic rate
[μ mol m ⁻² s ⁻¹]	[ppm]	[ppm]	[μ mol CO ₂ dry - g ⁻¹ s ⁻¹]
655.2	408.2767	4.5605	0.0278
468.0	407.1884	5.6488	0.0345
331.6	406.5589	6.2783	0.0383
268.0	406.8925	5.9447	0.0363
187.57	407.1866	5.6506	0.0345
132.89	407.7553	5.0819	0.0310
72.28	408.2498	4.5874	0.0280
46.82	408.9933	3.8439	0.0234
22.56	409.5470	3.2902	0.0201
13.07	410.2100	2.6272	0.0160
8.20	410.5642	2.2730	0.0139
4.44	411.0622	1.7750	0.0108
1.62	411.4907	1.3465	0.0082
0.00	412.0136	0.8236	0.0050

30°C			
PAR	CO ₂ Conc.	ΔC	Net photosynthetic rate
[μ mol m ⁻² s ⁻¹]	[ppm]	[ppm]	[μ mol CO ₂ dry - g ⁻¹ s ⁻¹]
646.1	423.8042	4.3584	0.0266
461.8	422.3962	5.7664	0.0352
333.3	421.9575	6.2051	0.0378
266.8	422.2509	5.9117	0.0361
201.1	422.4379	5.7247	0.0349
127.19	422.8004	5.3622	0.0327
72.24	423.6598	4.5028	0.0275
41.97	424.4616	3.7010	0.0226
29.54	425.1400	3.0226	0.0184
14.9	425.8669	2.2957	0.0140
7.09	426.1688	1.9938	0.0122
4.13	426.4825	1.6801	0.0102
1.66	426.7879	1.3747	0.0084
0	427.0039	1.1587	0.0071

35°C			
PAR	CO ₂ Conc.	ΔC	Net photosynthetic rate
[μ mol m ⁻² s ⁻¹]	[ppm]	[ppm]	[μ mol CO ₂ dry - g ⁻¹ s ⁻¹]
626.5	430.9574	4.9646	0.0303
444.2	429.5989	6.3231	0.0386
325.3	429.4524	6.4696	0.0395
253.4	429.7221	6.1999	0.0378
183.6	429.9477	5.9743	0.0364
92.937	430.2254	5.6966	0.0347
72.80	430.937	4.9850	0.0304
40.50	431.7316	4.1904	0.0256
26.11	432.6819	3.2401	0.0198
15.46	433.2974	2.6246	0.0160
9.16	433.8447	2.0773	0.0127
4.90	434.293	1.6290	0.0099
1.67	434.4943	1.4277	0.0087
0.00	434.7486	1.1734	0.0072

40°C			
PAR	CO ₂ Conc.	ΔC	Net photosynthetic rate
[μ mol m ⁻² s ⁻¹]	[ppm]	[ppm]	[μ mol CO ₂ dry - g ⁻¹ s ⁻¹]
658.9	482.5309	7.6849	0.0469
478.8	482.4371	7.7787	0.0474
348.4	482.0647	8.1511	0.0497
261.1	482.6600	7.5558	0.0461
189.68	482.6074	7.6084	0.0464
113.21	482.3543	7.8615	0.0479
68.99	482.5919	7.6239	0.0465
43.58	482.9579	7.2579	0.0443
28.08	483.1772	7.0386	0.0429
14.61	483.3814	6.8344	0.0417
6.93	483.4831	6.7327	0.0411
5.44	483.7279	6.4879	0.0396
1.64	483.6043	6.6115	0.0403
0.00	483.9530	6.2628	0.0382

5°C		
O ₂ Conc.	ΔC	Net photosynthetic rate
[ppm]	[ppm]	[μ mol CO ₂ dry - g ⁻¹ s ⁻¹]
443.1046	0.4746	0.0025
442.6693	0.9099	0.0048
442.3971	1.1821	0.0063
442.2581	1.3211	0.0070
442.1012	1.4780	0.0078
442.0826	1.4966	0.0079
442.2039	1.3753	0.0073
442.2956	1.2836	0.0068
442.4579	1.1213	0.0059
442.6995	0.8797	0.0047
442.7962	0.7830	0.0041
442.8177	0.7615	0.0040
442.9774	0.6018	0.0032
443.1893	0.3899	0.0021

10°C			
PAR	CO ₂ Conc.	ΔC	Net photosynthetic rate
[μ mol m ⁻² s ⁻¹]	[ppm]	[ppm]	[μ mol CO ₂ dry - g ⁻¹ s ⁻¹]
582.7	439.2003	2.5410	0.0135
429.4	439.2566	2.4848	0.0132
291.6	439.2432	2.4982	0.0132
249.5	439.3730	2.3684	0.0125
169.75	439.1809	2.5605	0.0136
95.05	439.6051	2.1363	0.0113
57.07	439.6945	2.0469	0.0108
29.91	440.2356	1.5058	0.0080
17.24	440.5031	1.2383	0.0066
11.18	440.6279	1.1135	0.0059
5.82	440.8255	0.9159	0.0049
3.28	440.9793	0.7621	0.0040
1.73	441.0577	0.6837	0.0036
0.00	441.1072	0.6341	0.0034

15°C			
PAR	CO ₂ Conc.	ΔC	Net photosynthetic rate
[μ mol m ⁻² s ⁻¹]	[ppm]	[ppm]	[μ mol CO ₂ dry - g ⁻¹ s ⁻¹]
608.3	480.0051	6.1666	0.0327
431.3	480.0991	6.0726	0.0322
306.0	480.8416	5.3301	0.0282
260.5	481.0900	5.0817	0.0269
186.82	481.4747	4.6970	0.0249
120.69	481.8519	4.3198	0.0229
65.93	482.2968	3.8749	0.0205
39.90	482.8171	3.3546	0.0178
22.70	483.3854	2.7863	0.0148
14.56	483.9464	2.2253	0.0118
8.60	484.3386	1.8331	0.0097
5.43	484.6026	1.5691	0.0083
1.61	484.7877	1.3840	0.0073
0.00	485.3723	0.7994	0.0042

20°C		
O ₂ Conc.	ΔC	Net photosynthetic rate
[ppm]	[ppm]	[μ mol CO ₂ dry - g ⁻¹ s ⁻¹]
51.7182	5.6355	0.0298
51.7565	5.5044	0.0291
52.1212	5.0237	0.0266
52.0174	5.0347	0.0267
52.4095	4.5498	0.0241
52.3414	4.5251	0.0240
52.7564	4.0405	0.0214
53.2298	3.5207	0.0186
53.7344	2.9697	0.0157
54.2888	2.3689	0.0125
54.6518	1.9595	0.0104
55.0472	1.5177	0.0080
55.2714	1.2471	0.0066
55.4798	0.9923	0.0053
55.7529	0.4640	0.0025

25°C			
PAR	CO ₂ Conc.	ΔC	Net photosynthetic rate
[μ mol m ⁻² s ⁻¹]	[ppm]	[ppm]	[μ mol CO ₂ dry - g ⁻¹ s ⁻¹]
620.8	472.0370	6.8453	0.0363
459.5	472.3233	6.4894	0.0344
330.2	472.6260	6.1171	0.0324
299.7	472.5382	6.1353	0.0325
252.8	473.0474	5.5565	0.0294
174.12	473.1637	5.3706	0.0284
94.82	473.2926	5.2069	0.0276
61.93	474.0968	4.3679	0.0231
36.04	475.0374	3.3925	0.0180
19.22	475.6602	2.7349	0.0145
12.68	476.2751	2.0852	0.0110
8.64	476.6152	1.7103	0.0091
4.47	476.9248	1.3659	0.0072
1.71	477.0740	1.1819	0.0063
0.00	477.2342	0.6737	0.0036

30°C			
PAR	CO ₂ Conc.	ΔC	Net photosynthetic rate
[μ mol m ⁻² s ⁻¹]	[ppm]	[ppm]	[μ mol CO ₂ dry - g ⁻¹ s ⁻¹]
614.7	416.1275	4.8418	0.0256
436.2	416.4251	4.5442	0.0241
297.8	416.7040	4.2653	0.0226
243.5	416.8465	4.1228	0.0218
169.03	417.2234	3.7459	0.0198
109.02	417.4835	3.4858	0.0185
61.14	418.1528	2.8165	0.0149
36.54	418.8874	2.0819	0.0110
22.47	419.4497	1.5196	0.0080
12.45	419.9235	1.0458	0.0055
6.94	420.3065	0.6628	0.0035
3.68	420.4944	0.4749	0.0025
1.66	420.5826	0.3867	0.0020
0.00	420.9837	-0.0144	-0.0001

35°C			
PAR	CO ₂ Conc.	ΔC	Net photosynthetic rate
μmol m ⁻² s ⁻¹]	[ppm]	[ppm]	[μ mol CO ₂ dry - g ⁻¹ s ⁻¹]
652.1	436.1335	3.1233	0.0165
462.0	435.9888	3.2680	0.0173
361.7	436.3978	2.8590	0.0151
313.6	436.3084	2.9484	0.0156
268.3	436.9061	2.3507	0.0124
171.67	437.1032	2.1536	0.0114
126.92	436.9372	2.3196	0.0123
69.90	437.359	1.8978	0.0101
39.06	438.1312	1.1256	0.0060
18.59	438.5202	0.7366	0.0039
11.27	439.0875	0.1693	0.0009
6.93	439.3841	-0.1273	-0.0007
4.92	439.6042	-0.3474	-0.0018
1.73	439.8772	-0.6204	-0.0033
0.00	440.3568	-1.1000	-0.0058

40°C			
PAR	CO ₂ Conc.	ΔC	Net photosynthetic rate
[μ mol m ⁻² s ⁻¹]	[ppm]	[ppm]	[μ mol CO ₂ dry - g ⁻¹ s ⁻¹]
599.3	406.5978	-0.8666	-0.0046
422.6	407.0396	-1.5584	-0.0083
278.8	406.9639	-1.7327	-0.0092
233.6	406.7826	-1.8014	-0.0095
156.07	406.2818	-1.5506	-0.0082
115.63	405.7463	-1.1401	-0.0060
67.22	405.5196	-1.0384	-0.0055
40.81	405.5311	-1.1749	-0.0062
20.08	405.4104	-1.1792	-0.0062
13.94	405.2171	-1.1109	-0.0059
7.25	405.2939	-1.3127	-0.0070
4.40	405.2293	-1.3731	-0.0073
1.72	405.2004	-1.4692	-0.0078
0.00	405.2518	-1.8956	-0.0100

5°C		
O ₂ Conc.	ΔC	Net photosynthetic rate
[ppm]	[ppm]	[μ mol CO ₂ dry - g ⁻¹ s ⁻¹]
58.3881	0.0897	0.0007
58.1262	0.3516	0.0028
58.0554	0.4224	0.0033
57.8254	0.6524	0.0051
58.0081	0.4697	0.0037
58.0044	0.4734	0.0037
57.8347	0.6431	0.0050
57.9284	0.5494	0.0043
57.9944	0.4834	0.0038
57.9888	0.4890	0.0038
58.1132	0.3646	0.0029
58.1642	0.3136	0.0025
58.2360	0.2418	0.0019
58.4170	0.0608	0.0005
59.3726	-0.8948	-0.0070

10°C			
PAR	CO ₂ Conc.	ΔC	Net photosynthetic rate
[μ mol m ⁻² s ⁻¹]	[ppm]	[ppm]	[μ mol CO ₂ dry - g ⁻¹ s ⁻¹]
581.5	449.0093	1.0314	0.0081
401.9	448.6755	0.9969	0.0078
324.9	448.5124	1.1530	0.0090
289.5	448.4207	1.2263	0.0096
238.2	448.4351	1.1935	0.0093
166.19	448.4598	1.1504	0.0090
120.31	448.4645	1.1365	0.0089
68.46	448.4981	1.0937	0.0086
35.13	448.7334	0.8492	0.0066
24.37	448.8991	0.6743	0.0053
14.82	449.1225	0.4417	0.0035
9.05	449.1839	0.3711	0.0029
4.47	449.4525	0.0933	0.0007
1.48	449.6339	-0.0973	-0.0008
0.00	449.8879	-0.3697	-0.0029

15°C			
PAR	CO ₂ Conc.	ΔC	Net photosynthetic rate
[μ mol m ⁻² s ⁻¹]	[ppm]	[ppm]	[μ mol CO ₂ dry - g ⁻¹ s ⁻¹]
598.90	450.1907	1.1842	0.0093
418.10	450.1705	1.2044	0.0094
330.60	450.2077	1.1672	0.0091
291.60	449.9782	1.3967	0.0109
168.50	450.2844	1.0905	0.0085
117.70	450.4405	0.9344	0.0073
76.35	450.4204	0.9545	0.0075
40.57	450.5904	0.7845	0.0061
22.18	451.0042	0.3707	0.0029
13.31	451.4019	-0.0270	-0.0002
9.64	451.6795	-0.3046	-0.0024
4.25	451.8781	-0.5032	-0.0039
1.52	451.9568	-0.5819	-0.0046
0.00	452.5314	-1.1565	-0.0090

20°C			
	CO ₂ Conc.	ΔC	Net photosynthetic rate
	[ppm]	[ppm]	[μ mol CO ₂ dry · g ⁻¹ s ⁻¹]
0.1	418.7788	2.3574	0.0184
0.3	418.6224	2.5138	0.0197
0.9	418.7472	2.3890	0.0187
0.7	418.8021	2.3341	0.0183
0.0	419.0642	2.0720	0.0162
0.72	419.0898	2.0464	0.0160
0.30	419.2661	1.8701	0.0146
0.5	419.4504	1.6858	0.0132
0.4	419.9742	1.1620	0.0091
0.5	420.3254	0.8108	0.0063
0.7	420.6063	0.5299	0.0041
0.42	420.7802	0.3560	0.0028
0.4	421.0125	0.1237	0.0010
0.8	421.1233	0.0129	0.0001
0.0	421.4860	-0.3498	-0.0027

25°C			
PAR	CO ₂ Conc.	ΔC	Net photosynthetic rate
[μ mol m ⁻² s ⁻¹]	[ppm]	[ppm]	[μ mol CO ₂ dry · g ⁻¹ s ⁻¹]
629.9	455.8814	3.9812	0.0311
451.6	455.9650	3.8976	0.0305
349.3	456.0344	3.8282	0.0300
309.7	456.0818	3.7808	0.0296
235.3	456.1218	3.7408	0.0293
170.08	456.2421	3.6205	0.0283
116.65	456.1396	3.7230	0.0291
70.27	456.4036	3.4590	0.0271
49.34	456.9344	2.9282	0.0229
24.64	457.4298	2.4328	0.0190
18.70	457.8821	1.9805	0.0155
9.78	458.1961	1.6665	0.0130
4.29	458.5314	1.3312	0.0104
1.52	458.8495	1.0131	0.0079
0.00	459.0403	0.8223	0.0064

30°C			
PAR	CO ₂ Conc.	ΔC	Net photosynthetic rate
[μ mol m ⁻² s ⁻¹]	[ppm]	[ppm]	[μ mol CO ₂ dry · g ⁻¹ s ⁻¹]
604.9	409.1819	4.6721	0.0366
420.3	409.2032	4.6508	0.0364
330.5	409.4333	4.4207	0.0346
294.2	409.4423	4.4117	0.0345
235.8	409.7205	4.1335	0.0323
161.89	409.7374	4.1166	0.0322
122.31	409.7091	4.1449	0.0324
69.29	410.1032	3.7508	0.0293
37.93	410.6318	3.2222	0.0252
28.77	411.1091	2.7449	0.0215
14.66	411.5604	2.2936	0.0179
8.47	412.0514	1.8026	0.0141
4.06	412.2737	1.5803	0.0124
1.52	412.5319	1.3221	0.0103
0.00	412.8058	1.0482	0.0082

35°C			
PAR	CO ₂ Conc.	ΔC	Net photosynthetic rate
[μmol m ⁻² s ⁻¹]	[ppm]	[ppm]	[μmol CO ₂ dry·g ⁻¹ s ⁻¹]
615.1	456.1291	2.6748	0.0209
447.0	456.0088	2.7095	0.0212
353.6	456.1029	2.5298	0.0198
312.3	455.9560	2.5911	0.0203
242.4	456.2589	2.2026	0.0172
161.55	456.2353	2.1406	0.0167
128.24	455.9148	2.4183	0.0189
74.05	456.2289	2.0614	0.0161
43.66	456.6090	1.6385	0.0128
25.09	457.0191	1.1856	0.0093
13.26	457.3581	0.8038	0.0063
6.95	457.5214	0.5977	0.0047
4.25	457.7684	0.3079	0.0024
1.67	457.9186	0.1149	0.0009
0.00	458.2370	-0.4817	-0.0038

40°C			
PAR	CO ₂ Conc.	ΔC	Net photosynthetic rate
[μmol m ⁻² s ⁻¹]	[ppm]	[ppm]	[μmol CO ₂ dry·g ⁻¹ s ⁻¹]
608.3	436.2060	-0.8126	-0.0064
428.5	436.1791	-0.9270	-0.0073
343.5	436.1156	-1.0046	-0.0079
304.2	436.0646	-1.0948	-0.0086
237.8	436.2468	-1.4183	-0.0111
163.17	436.0874	-1.4000	-0.0110
115.06	435.5102	-0.8934	-0.0070
66.65	435.4047	-0.8586	-0.0067
38.96	435.4372	-0.9616	-0.0075
22.34	435.6033	-1.1983	-0.0094
11.90	435.7418	-1.4074	-0.0110
7.73	435.8175	-1.5538	-0.0122
4.31	435.9486	-1.7554	-0.0137
1.65	435.8786	-1.7560	-0.0137
0.00	436.0740	-2.3397	-0.0183

S. papillosum 測定結果 (1 回目)

5°C		
CO ₂ Conc.	ΔC	Net photosynthetic rate
[ppm]	[ppm]	[μ mol CO ₂ dry · g ⁻¹ s ⁻¹]
446.8975	0.5168	0.0022
446.7145	0.6642	0.0028
446.6393	0.7038	0.0030
446.6604	0.6471	0.0027
446.6225	0.6494	0.0027
446.5856	0.6507	0.0027
446.5565	0.6620	0.0028
446.4577	0.7430	0.0031
446.5526	0.6303	0.0026
446.7179	0.4472	0.0019
446.7547	0.3926	0.0016
446.8625	0.2670	0.0011
446.9800	0.1317	0.0006
446.9221	0.1718	0.0007
446.9825	-0.0399	-0.0002

10°C			
PPFD	CO ₂ Conc.	ΔC	Net photosynthetic rate
[μ mol m ⁻² s ⁻¹]	[ppm]	[ppm]	[μ mol CO ₂ dry · g ⁻¹ s ⁻¹]
543	450.9795	0.2840	0.0012
376.9	450.6021	0.6614	0.0028
306.7	450.6562	0.6073	0.0025
249.4	450.5574	0.7061	0.0030
208.9	450.8014	0.4621	0.0019
135.26	450.6939	0.5696	0.0024
102.49	450.6060	0.6575	0.0028
64.57	450.6451	0.6184	0.0026
29.92	450.8668	0.3967	0.0017
15.43	450.9621	0.3014	0.0013
9.55	451.2665	-0.0030	0.0000
5.37	451.4109	-0.1474	-0.0006
3.40	451.5305	-0.2670	-0.0011
1.52	451.5723	-0.3088	-0.0013
0.00	451.9842	-0.7207	-0.0030

15°C			
PPFD	CO ₂ Conc.	ΔC	Net photosynthetic rate
[μ mol m ⁻² s ⁻¹]	[ppm]	[ppm]	[μ mol CO ₂ dry · g ⁻¹ s ⁻¹]
534.7	451.7368	0.4506	0.0019
369.3	451.3546	0.8328	0.0035
306.1	451.3156	0.8718	0.0037
241.2	451.2579	0.9295	0.0039
205.4	451.3333	0.8541	0.0036
125.03	451.3153	0.8721	0.0037
100.15	451.4193	0.7681	0.0032
62.76	451.5416	0.6458	0.0027
28.68	451.7821	0.4053	0.0017
18.36	451.9674	0.2200	0.0009
10.61	452.2037	-0.0163	-0.0001
6.65	452.3544	-0.1670	-0.0007
3.46	452.4944	-0.3070	-0.0013
1.42	452.7133	-0.5259	-0.0022
0.00	453.3811	-1.1937	-0.0050

20°C		
CO ₂ Conc.	ΔC	Net photosynthetic rate
[ppm]	[ppm]	[μ mol CO ₂ dry · g ⁻¹ s ⁻¹]
445.7681	0.9013	0.0038
445.1204	1.5490	0.0065
445.2268	1.4426	0.0061
445.1795	1.4899	0.0063
445.1884	1.4810	0.0062
445.4767	1.1927	0.0050
445.5053	1.1641	0.0049
445.8196	0.8498	0.0036
446.2188	0.4506	0.0019
446.5312	0.1382	0.0006
446.9391	-0.2697	-0.0011
447.1876	-0.5182	-0.0022
447.3861	-0.7167	-0.0030
447.5786	-0.9092	-0.0038
448.4591	-1.7897	-0.0075

25°C			
PPFD	CO ₂ Conc.	ΔC	Net photosynthetic rate
[μ mol m ⁻² s ⁻¹]	[ppm]	[ppm]	[μ mol CO ₂ dry · g ⁻¹ s ⁻¹]
503.9	458.6602	2.4549	0.0103
353.8	458.8988	2.2163	0.0093
280.5	459.1146	2.0005	0.0084
223.1	459.0056	2.1095	0.0089
188.67	459.3051	1.8100	0.0076
122.46	459.3335	1.7816	0.0075
99.73	459.3591	1.7560	0.0074
46.77	459.4249	1.6902	0.0071
28.93	460.0456	1.0695	0.0045
15.89	460.4109	0.7042	0.0030
11.03	460.6607	0.4544	0.0019
7.12	460.9346	0.1805	0.0008
2.96	461.2270	-0.1119	-0.0005
1.46	461.3321	-0.2170	-0.0009
0.00	461.9163	-0.8012	-0.0034

30°C			
PPFD	CO ₂ Conc.	ΔC	Net photosynthetic rate
[μ mol m ⁻² s ⁻¹]	[ppm]	[ppm]	[μ mol CO ₂ dry · g ⁻¹ s ⁻¹]
513.7	411.0381	2.8748	0.0121
352.2	410.9095	3.0034	0.0126
390.6	410.9567	2.9562	0.0124
233.4	411.0693	2.8436	0.0119
205.6	411.2468	2.6661	0.0112
128.88	411.5790	2.3339	0.0098
100.75	411.5170	2.3959	0.0101
58.92	411.8951	2.0178	0.0085
35.39	412.3034	1.6095	0.0068
19.26	412.9074	1.0055	0.0042
12.97	413.3450	0.5679	0.0024
8.13	413.7765	0.1364	0.0006
4.77	414.0661	-0.1532	-0.0006
1.46	414.3614	-0.4485	-0.0019
0.00	415.7681	-1.8552	-0.0078

35°C			
PPFD	CO ₂ Conc.	ΔC	Net photosynthetic rate
[μmol m ⁻² s ⁻¹]	[ppm]	[ppm]	[μmol CO ₂ dry·g ⁻¹ s ⁻¹]
94.5	410.5951	4.0441	0.0170
91.1	411.4039	3.2353	0.0136
90.8	411.1014	3.5378	0.0148
7.26	411.2688	3.3704	0.0141
7.45	411.6056	3.0336	0.0127
2.23	412.0676	2.5716	0.0108
0.84	412.5660	2.0732	0.0087
1.54	413.2597	1.3795	0.0058
3.45	413.7207	0.9185	0.0039
6.19	414.2996	0.3396	0.0014
3.76	414.6409	-0.0017	0.0000
1.43	414.9726	-0.3334	-0.0014
0.00	415.8197	-1.1805	-0.0050

40°C			
PPFD	CO ₂ Conc.	ΔC	Net photosynthetic rate
[μmol m ⁻² s ⁻¹]	[ppm]	[ppm]	[μmol CO ₂ dry·g ⁻¹ s ⁻¹]
587.6	465.6598	2.8680	0.0120
422.9	465.5584	2.6722	0.0112
333.1	466.0767	2.4707	0.0104
307.1	465.5174	2.8556	0.0120
213.7	465.6830	2.5156	0.0106
156.64	465.7160	2.3082	0.0097
104.0	465.2796	2.6574	0.0112
58.36	465.4051	2.4447	0.0103
31.26	465.9932	1.7694	0.0074
19.60	466.7653	0.9101	0.0038
11.78	467.3177	0.2705	0.0011
7.93	467.6202	-0.1192	-0.0005
3.45	467.9142	-0.5004	-0.0021
1.37	468.1325	-0.8059	-0.0034
0.00	468.4716	-1.4720	-0.0062

5°C		
CO ₂ Conc.	ΔC	Net photosynthetic rate
[ppm]	[ppm]	[μ mol CO ₂ dry · g ⁻¹ s ⁻¹]
192.2991	1.2642	0.0112
191.8204	1.7429	0.0155
192.0646	1.4987	0.0133
192.4168	1.1464	0.0102
192.7912	0.7721	0.0069
193.0360	0.5273	0.0047
193.3150	0.2483	0.0022
193.0270	0.5363	0.0048
193.0995	0.4638	0.0041
193.1498	0.4135	0.0037
193.6888	-0.1255	-0.0011
193.9375	-0.3743	-0.0033
194.2711	-0.7078	-0.0063
193.6891	-0.1258	-0.0011
193.5549	0.0084	0.0001

10°C			
PPFD	CO ₂ Conc.	ΔC	Net photosynthetic rate
[μ mol m ⁻² s ⁻¹]	[ppm]	[ppm]	[μ mol CO ₂ dry · g ⁻¹ s ⁻¹]
758.6	485.4218	1.6797	0.0149
494.1	485.2963	1.8051	0.0160
431.4	485.4109	1.6906	0.0150
363.4	485.2553	1.8462	0.0164
282.3	485.7046	1.3969	0.0124
209.5	485.6488	1.4527	0.0129
177.06	485.7714	1.3300	0.0118
104.38	485.6396	1.4618	0.0130
60.00	485.9760	1.1255	0.0100
37.27	486.2765	0.8249	0.0073
19.94	486.5733	0.5282	0.0047
12.06	486.7579	0.3435	0.0031
8.34	486.8116	0.2899	0.0026
1.66	486.8163	0.2851	0.0025
0.00	487.2839	-0.1824	-0.0016

15°C			
PPFD	CO ₂ Conc.	ΔC	Net photosynthetic rate
[μ mol m ⁻² s ⁻¹]	[ppm]	[ppm]	[μ mol CO ₂ dry · g ⁻¹ s ⁻¹]
753.2	494.0649	2.3691	0.0210
500.6	493.7845	2.6495	0.0235
428.3	493.7484	2.6855	0.0238
367.2	493.5712	2.8627	0.0254
282.4	494.3044	2.1296	0.0189
214.8	494.1205	2.3135	0.0205
178.36	494.2051	2.2289	0.0198
106.82	494.3688	2.0652	0.0183
65.06	494.6581	1.7759	0.0158
31.79	494.9963	1.4377	0.0128
20.40	495.3831	1.0509	0.0093
13.21	495.6693	0.7647	0.0068
7.66	495.8877	0.5463	0.0049
1.56	495.9784	0.4555	0.0040
0.00	496.4651	-0.0311	-0.0003

20°C		
CO ₂ Conc.	ΔC	Net photosynthetic rate
[ppm]	[ppm]	[μ mol CO ₂ dry · g ⁻¹ s ⁻¹]
488.4140	3.1676	0.0281
488.2117	3.3699	0.0299
488.3303	3.2513	0.0289
488.1219	3.4597	0.0307
488.4386	3.1430	0.0279
489.2288	2.3529	0.0209
489.3109	2.2708	0.0202
489.5126	2.0690	0.0184
489.9846	1.5971	0.0142
490.4505	1.1311	0.0100
490.8093	0.7723	0.0069
491.2979	0.2837	0.0025
491.4100	0.1716	0.0015
491.7291	-0.1475	-0.0013
492.4367	-0.8550	-0.0076

25°C			
PPFD	CO ₂ Conc.	ΔC	Net photosynthetic rate
[μ mol m ⁻² s ⁻¹]	[ppm]	[ppm]	[μ mol CO ₂ dry · g ⁻¹ s ⁻¹]
750.2	493.4740	4.5134	0.0401
491.7	493.3733	4.6140	0.0410
411.4	493.6502	4.3372	0.0385
361.2	493.5447	4.4426	0.0394
285.1	493.8261	4.1612	0.0369
201.6	493.9869	4.0004	0.0355
159.66	494.0684	3.9189	0.0348
92.81	494.5453	3.4421	0.0306
56.92	495.1984	2.7889	0.0248
27.34	495.8488	2.1386	0.0190
20.47	496.2436	1.7437	0.0155
9.64	496.5091	1.4782	0.0131
5.67	496.8495	1.1379	0.0101
1.30	496.9628	1.0246	0.0091
0.00	497.0584	0.9289	0.0082

30°C			
PPFD	CO ₂ Conc.	ΔC	Net photosynthetic rate
[μ mol m ⁻² s ⁻¹]	[ppm]	[ppm]	[μ mol CO ₂ dry · g ⁻¹ s ⁻¹]
779.6	473.8258	4.3369	0.0385
540.4	474.0851	4.0776	0.0362
437.3	474.6114	3.5513	0.0315
386.1	474.5126	3.6501	0.0324
317.7	474.8393	3.3234	0.0295
225.6	474.6341	3.5285	0.0313
159.66	475.1065	3.0562	0.0271
81.85	475.6907	2.4720	0.0219
44.39	476.4230	1.7397	0.0154
30.81	476.9402	1.2225	0.0109
17.06	477.4221	0.7406	0.0066
10.04	477.6593	0.5034	0.0045
5.84	477.8705	0.2921	0.0026
1.33	478.0839	0.0788	0.0007
0.00	478.5133	-0.3506	-0.0031

35°C			
PPFD	CO ₂ Conc.	ΔC	Net photosynthetic rate
[μmol m ⁻² s ⁻¹]	[ppm]	[ppm]	[μmol CO ₂ dry·g ⁻¹ s ⁻¹]
811	447.6235	6.3353	0.0562
9.2	447.4444	6.5144	0.0578
7.7	447.8411	6.1177	0.0543
7.6	447.7386	6.2202	0.0552
6.1	448.0377	5.9211	0.0526
4.1	448.4149	5.5439	0.0492
2.22	448.1762	5.7826	0.0513
0.87	448.4309	5.5279	0.0491
0.55	449.2040	4.7547	0.0422
0.05	449.7471	4.2117	0.0374
0.38	450.2451	3.7137	0.0330
0.77	450.6821	3.2767	0.0291
0.52	450.8035	3.1553	0.0280
0.63	450.8475	3.1112	0.0276
0.00	451.3763	2.5825	0.0229

40°C			
PPFD	CO ₂ Conc.	ΔC	Net photosynthetic rate
[μmol m ⁻² s ⁻¹]	[ppm]	[ppm]	[μmol CO ₂ dry·g ⁻¹ s ⁻¹]
789.1	460.9233	3.8764	0.0344
514.7	461.1907	3.6090	0.0320
428.8	461.5182	3.2815	0.0291
372.7	461.5254	3.2743	0.0291
300.1	461.6891	3.1106	0.0276
214.6	461.8749	2.9248	0.0260
167.83	461.3035	3.4962	0.0310
94.26	461.4788	3.3209	0.0295
54.27	461.8065	2.9932	0.0266
21.99	462.3272	2.4725	0.0220
18.43	462.8565	1.9432	0.0173
11.64	463.4326	1.3671	0.0121
6.62	463.7467	1.0530	0.0093
1.72	463.9872	0.8125	0.0072
0.00	465.0154	-0.2157	-0.0019

5°C		
CO ₂ Conc.	ΔC	Net photosynthetic rate
[ppm]	[ppm]	[μ mol CO ₂ dry · g ⁻¹ s ⁻¹]
491.5939	0.4054	0.0051
491.2889	0.7103	0.0089
491.1054	0.8939	0.0112
491.0240	0.9753	0.0122
490.9505	1.0488	0.0131
491.0142	0.9851	0.0123
491.0365	0.9628	0.0120
491.1198	0.8795	0.0110
491.2750	0.7243	0.0090
491.5998	0.3995	0.0050
491.7110	0.2883	0.0036
491.9109	0.0884	0.0011
492.1572	-0.1579	-0.0020
492.1143	-0.1150	-0.0014
492.3939	-0.3946	-0.0049

10°C			
PPFD	CO ₂ Conc.	ΔC	Net photosynthetic rate
[μ mol m ⁻² s ⁻¹]	[ppm]	[ppm]	[μ mol CO ₂ dry · g ⁻¹ s ⁻¹]
803	500.1193	2.1457	0.0268
565.6	500.0774	2.1876	0.0273
463.1	500.5011	1.7639	0.0220
399.4	500.4102	1.8548	0.0232
337.4	500.3754	1.8895	0.0236
251.1	500.5739	1.6911	0.0211
157.22	500.9147	1.3502	0.0169
86.43	500.9868	1.2781	0.0160
53.81	501.2288	1.0362	0.0129
32.71	501.3444	0.9206	0.0115
17.84	501.6719	0.5930	0.0074
10.12	501.7063	0.5587	0.0070
5.88	501.9472	0.3178	0.0040
1.71	501.9088	0.3562	0.0044
0.00	502.4216	-0.1566	-0.0020

15°C			
PPFD	CO ₂ Conc.	ΔC	Net photosynthetic rate
[μ mol m ⁻² s ⁻¹]	[ppm]	[ppm]	[μ mol CO ₂ dry · g ⁻¹ s ⁻¹]
777.6	485.7865	2.8288	0.0353
537.5	485.9391	2.6761	0.0334
443.7	486.4028	2.2125	0.0276
385.6	486.1366	2.4787	0.0309
304.2	486.6046	2.0107	0.0251
222.5	486.7675	1.8477	0.0231
159.66	486.6879	1.9274	0.0241
81.00	486.8071	1.8082	0.0226
47.65	487.1289	1.4863	0.0186
26.20	487.2898	1.3254	0.0165
16.29	487.5672	1.0481	0.0131
8.05	487.7525	0.8628	0.0108
5.44	487.8288	0.7865	0.0098
1.59	487.7966	0.8187	0.0102
0.00	488.1160	0.4993	0.0062

20°C		
CO ₂ Conc.	ΔC	Net photosynthetic rate
[ppm]	[ppm]	[μ mol CO ₂ dry · g ⁻¹ s ⁻¹]
463.5682	2.4454	0.0305
463.7567	2.2569	0.0282
464.0696	1.9440	0.0243
463.9449	2.0687	0.0258
464.4581	1.5556	0.0194
464.7737	1.2400	0.0155
464.6084	1.4052	0.0175
464.7886	1.2251	0.0153
465.1329	0.8807	0.0110
465.2784	0.7352	0.0092
465.5372	0.4765	0.0059
465.7333	0.2804	0.0035
465.9209	0.0928	0.0012
465.9836	0.0300	0.0004
466.2719	-0.2582	-0.0032

25°C			
PPFD	CO ₂ Conc.	ΔC	Net photosynthetic rate
[μ mol m ⁻² s ⁻¹]	[ppm]	[ppm]	[μ mol CO ₂ dry · g ⁻¹ s ⁻¹]
770.1	459.7466	4.2916	0.0536
568	459.3745	4.6636	0.0582
458.6	459.6751	4.3630	0.0545
426.5	459.7151	4.3230	0.0540
340.5	459.9863	4.0518	0.0506
254.6	460.2721	3.7660	0.0470
138.97	460.3775	3.6606	0.0457
97.35	460.6697	3.3684	0.0421
46.9	461.0746	2.9635	0.0370
29.29	461.3821	2.6560	0.0332
14.21	461.9509	2.0872	0.0261
8.33	462.3342	1.7039	0.0213
6.19	462.5740	1.4641	0.0183
1.62	462.7535	1.2846	0.0160
0.00	464.4536	-0.4155	-0.0052

30°C			
PPFD	CO ₂ Conc.	ΔC	Net photosynthetic rate
[μ mol m ⁻² s ⁻¹]	[ppm]	[ppm]	[μ mol CO ₂ dry · g ⁻¹ s ⁻¹]
753.7	464.6137	5.8641	0.0732
531.9	464.6514	5.8264	0.0727
439.1	465.1631	5.3147	0.0663
409.6	465.0718	5.4060	0.0675
289.7	465.3665	5.1113	0.0638
226.9	465.6995	4.7783	0.0597
137.92	465.8209	4.6569	0.0581
68.46	466.1375	4.3402	0.0542
43.06	466.6772	3.8006	0.0474
29.08	467.1003	3.3774	0.0422
18.05	467.4846	2.9932	0.0374
10.27	467.6228	2.8550	0.0356
5.54	468.0054	2.4723	0.0309
1.52	468.3226	2.1551	0.0269
0.00	468.8872	1.5906	0.0199

35°C			
PPFD	CO ₂ Conc.	ΔC	Net photosynthetic rate
[μmol m ⁻² s ⁻¹]	[ppm]	[ppm]	[μmol CO ₂ dry · g ⁻¹ s ⁻¹]
9.2	489.7705	7.8228	0.0977
9.7	490.3902	7.2031	0.0899
6.6	490.8028	6.7905	0.0848
8.7	490.9019	6.6914	0.0835
7.9	491.3543	6.2390	0.0779
16	492.1442	5.4491	0.0680
99	492.2396	5.3537	0.0668
3.2	492.8162	4.7771	0.0596
08	493.3065	4.2868	0.0535
9.1	493.9517	3.6416	0.0455
24	494.2637	3.3296	0.0416
8.6	494.6910	2.9023	0.0362
4.7	494.9805	2.6128	0.0326
69	495.0168	2.5765	0.0322
00	495.6439	1.9495	0.0243

40°C			
PPFD	CO ₂ Conc.	ΔC	Net photosynthetic rate
[μ mol m ⁻² s ⁻¹]	[ppm]	[ppm]	[μmol CO ₂ dry · g ⁻¹ s ⁻¹]
746.7	469.8339	4.9037	0.0612
542.3	469.5698	5.1677	0.0645
423.1	469.7478	4.9898	0.0623
383	469.2104	5.5272	0.0690
317.3	469.7395	4.9981	0.0624
225.2	470.2458	4.4917	0.0561
124.82	470.1272	4.6103	0.0576
73.33	470.4340	4.3036	0.0537
40	471.0144	3.7231	0.0465
22.55	471.4874	3.2502	0.0406
11.7	471.7202	3.0174	0.0377
6.3	471.9661	2.7714	0.0346
4.59	472.1698	2.5677	0.0321
1.57	472.1491	2.5884	0.0323
0.00	473.0295	1.7081	0.0213

S. fuscum 測定結果 (1 回目)

5°C		
CO ₂ Conc.	ΔC	Net photosynthetic rate
[ppm]	[ppm]	[μ mol CO ₂ dry · g ⁻¹ · s ⁻¹]
165.4451	0.0714	0.0003
165.0468	0.4696	0.0021
165.2304	0.2861	0.0013
165.0345	0.4820	0.0021
165.1100	0.4064	0.0018
165.1346	0.3819	0.0017
164.9105	0.6059	0.0027
165.0156	0.5008	0.0022
165.0654	0.4510	0.0020
165.0937	0.4228	0.0019
165.1784	0.3380	0.0015
165.2877	0.2287	0.0010
165.4379	0.0785	0.0003
165.3868	0.1296	0.0006
165.8014	-0.2850	-0.0013

10°C			
PPFD	CO ₂ Conc.	ΔC	Net photosynthetic rate
[μ mol m ⁻² · s ⁻¹]	[ppm]	[ppm]	[μ mol CO ₂ dry · g ⁻¹ · s ⁻¹]
847.4	422.8812	0.4819	0.0021
554.7	422.6118	0.7513	0.0033
486.9	422.6583	0.7048	0.0031
398.1	422.5178	0.8453	0.0037
290.6	422.5740	0.7890	0.0035
220	422.7060	0.6571	0.0029
205.4	422.6188	0.7443	0.0033
100.64	422.6047	0.7584	0.0034
65.49	422.7067	0.6564	0.0029
29.18	422.6798	0.6832	0.0030
20.44	422.8053	0.5578	0.0025
11.44	422.8990	0.4641	0.0021
6.65	422.8840	0.4790	0.0021
1.45	422.9842	0.3788	0.0017
0.00	422.9584	0.4046	0.0018

15°C			
PPFD	CO ₂ Conc.	ΔC	Net photosynthetic rate
[μ mol m ⁻² · s ⁻¹]	[ppm]	[ppm]	[μ mol CO ₂ dry · g ⁻¹ · s ⁻¹]
819	421.1067	0.6130	0.0027
550.2	420.6461	1.0735	0.0048
469	420.7118	1.0079	0.0045
374.7	420.6021	1.1176	0.0050
268.9	420.6383	1.0814	0.0048
186.08	420.5347	1.1849	0.0053
169.13	420.6595	1.0602	0.0047
93.11	420.5844	1.1353	0.0050
50.78	420.6849	1.0348	0.0046
31.87	420.8467	0.8730	0.0039
17.85	420.9268	0.7928	0.0035
11.37	421.0684	0.6513	0.0029
6.46	421.2484	0.4712	0.0021
1.52	421.3658	0.3539	0.0016
0.00	421.6446	0.0751	0.0003

20°C		
CO ₂ Conc.	ΔC	Net photosynthetic rate
[ppm]	[ppm]	[μ mol CO ₂ dry · g ⁻¹ s ⁻¹]
159.4474	0.9602	0.0043
159.0739	1.2514	0.0055
158.9323	1.3105	0.0058
158.5314	1.6290	0.0072
158.6868	1.3912	0.0062
158.6995	1.2961	0.0057
158.5630	1.3914	0.0062
158.7805	1.1327	0.0050
158.9568	0.9152	0.0041
159.1505	0.6803	0.0030
159.3782	0.4114	0.0018
159.6396	0.1088	0.0005
159.8039	-0.0966	-0.0004
159.7743	-0.1083	-0.0005
160.0598	-0.5792	-0.0026

25°C			
PPFD	CO ₂ Conc.	ΔC	Net photosynthetic rate
[μ mol m ⁻² s ⁻¹]	[ppm]	[ppm]	[μ mol CO ₂ dry · g ⁻¹ s ⁻¹]
783.1	524.9867	1.8998	0.0084
554.6	524.5748	2.3117	0.0103
450.2	524.8342	2.0523	0.0091
369	524.8267	2.0598	0.0091
300.5	525.0088	1.8777	0.0083
207.2	525.1556	1.7309	0.0077
155.27	525.0488	1.8377	0.0081
92.61	525.3584	1.5281	0.0068
49.5	525.5179	1.3686	0.0061
23.81	525.9126	0.9738	0.0043
14.42	526.2484	0.6380	0.0028
11.31	526.5184	0.3681	0.0016
4.44	526.8089	0.0775	0.0003
1.32	527.0174	-0.1309	-0.0006
0.00	527.6347	-0.7483	-0.0033

30°C			
PPFD	CO ₂ Conc.	ΔC	Net photosynthetic rate
[μ mol m ⁻² s ⁻¹]	[ppm]	[ppm]	[μ mol CO ₂ dry · g ⁻¹ s ⁻¹]
770.1	505.2814	2.3677	0.0105
537.2	504.9054	2.7437	0.0122
427.3	505.0153	2.6338	0.0117
363.3	504.9372	2.7119	0.0120
271.3	505.3705	2.2786	0.0101
183.94	505.5463	2.1028	0.0093
134.73	505.6179	2.0312	0.0090
56.92	505.8516	1.7975	0.0080
39.61	506.3698	1.2793	0.0057
27.98	506.8763	0.7728	0.0034
15.38	507.2968	0.3522	0.0016
8.37	507.5274	0.1217	0.0005
3.03	507.8161	-0.1671	-0.0007
1.25	508.0730	-0.4239	-0.0019
0.00	508.5840	-0.9349	-0.0041

35°C			
FD	CO ₂ Conc.	ΔC	Net photosynthetic rate
[μmol s ⁻¹]	[ppm]	[ppm]	[μmol CO ₂ dry·g ⁻¹ s ⁻¹]
92.5	457.3895	4.4896	0.0199
74.8	457.4612	4.4179	0.0196
55.5	457.6805	4.1986	0.0186
38.6	457.6082	4.2708	0.0189
10.8	458.2184	3.6606	0.0162
05.7	458.6177	3.2614	0.0145
07.15	458.5747	3.3044	0.0147
02.79	458.8918	2.9873	0.0132
043.5	459.3930	2.4861	0.0110
05.08	459.7164	2.1627	0.0096
014.8	460.0063	1.8728	0.0083
08.58	460.2004	1.6787	0.0074
05.13	460.3089	1.5701	0.0070
01.22	460.5704	1.3087	0.0058
00.00	460.8204	1.0587	0.0047

40°C			
PPFD	CO ₂ Conc.	ΔC	Net photosynthetic rate
[μmol m ⁻² s ⁻¹]	[ppm]	[ppm]	[μmol CO ₂ dry·g ⁻¹ s ⁻¹]
784.1	475.0416	2.9207	0.0130
536.2	474.8635	2.9364	0.0130
443.8	475.2975	2.3399	0.0104
367.7	475.2716	2.2035	0.0098
320.8	475.3366	1.9761	0.0088
211.5	475.5437	1.6066	0.0071
142.31	474.9428	2.1263	0.0094
72.88	474.9026	2.0853	0.0092
39.66	475.0322	1.8744	0.0083
23.75	475.2479	1.5776	0.0070
15.83	475.5237	1.2206	0.0054
11.69	475.5112	1.1519	0.0051
4.98	475.8460	0.7359	0.0033
1.21	475.9440	0.5567	0.0025
0.00	476.6714	-0.4549	-0.0020

5°C		
CO ₂ Conc.	ΔC	Net photosynthetic rate
[ppm]	[ppm]	[μ mol CO ₂ dry · g ⁻¹ s ⁻¹]
35.7696	0.613799	0.003665
435.774	0.609413	0.003639
35.8609	0.522571	0.003121
35.8476	0.535862	0.0032
36.2526	0.130816	0.000781
36.2574	0.12608	0.000753
36.1686	0.214827	0.001283
36.0156	0.367834	0.002197
436.067	0.31643	0.00189
36.0596	0.323799	0.001934
36.0495	0.333974	0.001994
36.1421	0.241379	0.001441
36.1772	0.206255	0.001232
36.2091	0.174325	0.001041
36.3512	0.032241	0.000193

10°C			
PPFD	CO ₂ Conc.	ΔC	Net photosynthetic rate
[μ mol m ⁻² s ⁻¹]	[ppm]	[ppm]	[μ mol CO ₂ dry · g ⁻¹ s ⁻¹]
764.1	473.8889	1.196963	0.007148
527.4	474.1567	0.929243	0.005549
466.6	474.2121	0.873805	0.005218
428.7	474.0309	1.055033	0.0063
341	474.4619	0.624013	0.003726
255	474.616	0.469945	0.002806
152.58	474.4026	0.683278	0.00408
80.12	474.5416	0.544331	0.00325
47.32	474.6491	0.436787	0.002608
32.25	474.7156	0.370296	0.002211
17.01	474.814	0.271875	0.001623
8.21	474.869	0.216944	0.001295
6.89	474.8979	0.188015	0.001123
1.3	474.9933	0.092634	0.000553
0.00	475.1959	-0.10995	-0.00066

15°C			
PPFD	CO ₂ Conc.	ΔC	Net photosynthetic rate
[μ mol m ⁻² s ⁻¹]	[ppm]	[ppm]	[μ mol CO ₂ dry · g ⁻¹ s ⁻¹]
788.6	494.0661	0.642798	0.003838
560.3	494.1698	0.539113	0.003219
463.3	494.6086	0.100342	0.000599
411.2	494.8179	-0.10896	-0.00065
310.7	495.0207	-0.31176	-0.00186
217	495.1534	-0.44451	-0.00265
143.26	495.083	-0.37404	-0.00223
84.54	495.086	-0.3771	-0.00225
38.84	495.086	-0.3771	-0.00225
26.78	495.1132	-0.40422	-0.00241
16.06	495.1293	-0.42037	-0.00251
9.7	495.3156	-0.60668	-0.00362
5.38	495.3391	-0.63018	-0.00376
1.24	495.3375	-0.62861	-0.00375
0.00	495.4751	-0.76615	-0.00458

20°C		
CO ₂ Conc.	ΔC	Net photosynthetic rate
[ppm]	[ppm]	[μ mol CO ₂ dry · g ⁻¹ s ⁻¹]
57.7728	2.49076	0.014874
57.9144	2.349181	0.014028
57.9045	2.359084	0.014087
58.3002	1.963392	0.011724
58.7739	1.489707	0.008896
58.9186	1.344971	0.008031
58.6828	1.58076	0.009439
58.7793	1.484269	0.008863
58.9988	1.264795	0.007553
59.0295	1.234093	0.007369
59.2953	0.968304	0.005782
59.3445	0.919084	0.005488
59.4872	0.776374	0.004636
59.3449	0.918655	0.005486
59.5658	0.697778	0.004167

25°C			
PPFD	CO ₂ Conc.	ΔC	Net photosynthetic rate
[μ mol m ⁻² s ⁻¹]	[ppm]	[ppm]	[μ mol CO ₂ dry · g ⁻¹ s ⁻¹]
787.6	462.0577	3.954818	0.023616
557.2	462.1361	3.876397	0.023148
445.2	462.8354	3.177098	0.018972
399	463.0442	2.968326	0.017725
310.4	463.3321	2.680432	0.016006
226.5	463.6076	2.404951	0.014361
140.76	463.4085	2.603992	0.01555
87.03	463.7163	2.296221	0.013712
47.33	463.8054	2.207098	0.01318
28.08	464.0042	2.008326	0.011993
11.09	464.101	1.911503	0.011415
9.57	464.3063	1.706221	0.010189
4.86	464.3432	1.669379	0.009969
1.47	464.4402	1.572362	0.009389
0.00	464.7707	1.241835	0.007416

30°C			
PPFD	CO ₂ Conc.	ΔC	Net photosynthetic rate
[μ mol m ⁻² s ⁻¹]	[ppm]	[ppm]	[μ mol CO ₂ dry · g ⁻¹ s ⁻¹]
777.6	475.2232	3.474426	0.020747
541.5	475.5465	3.151093	0.018817
433.9	476.2546	2.443023	0.014588
395.9	476.6941	2.003446	0.011964
317	476.7086	1.988963	0.011877
224.2	476.8598	1.837756	0.010974
141.12	476.6163	2.081268	0.012428
62.46	476.8329	1.864653	0.011135
43.69	476.7981	1.899514	0.011343
25.86	477.2341	1.463446	0.008739
19.33	477.4716	1.226005	0.007321
7.55	477.5547	1.142929	0.006825
5.24	477.6905	1.007058	0.006014
1.40	477.8551	0.842496	0.005031
0.00	478.3274	0.370216	0.002211

35°C			
FD	CO ₂ Conc.	ΔC	Net photosynthetic rate
[μmol m ⁻² s ⁻¹]	[ppm]	[ppm]	[μmol CO ₂ dry · g ⁻¹ s ⁻¹]
25.2	481.9088	5.103711	0.030477
20.9	482.0653	4.94722	0.029542
23.3	482.4893	4.523185	0.02701
63.7	482.6119	4.400553	0.026278
85.5	482.9826	4.029851	0.024064
8.23	483.5476	3.464897	0.020691
9.82	483.1582	3.854237	0.023016
6.13	483.1911	3.82143	0.02282
9.83	483.5188	3.49369	0.020863
7.63	483.7151	3.297395	0.01969
1.31	483.8362	3.176276	0.018967
7.53	484.0249	2.987571	0.01784
4.89	484.1602	2.852308	0.017033
1.38	484.284	2.728517	0.016293
0.00	484.9081	2.104413	0.012566

40°C			
PPFD	CO ₂ Conc.	ΔC	Net photosynthetic rate
[μmol m ⁻² s ⁻¹]	[ppm]	[ppm]	[μmol CO ₂ dry · g ⁻¹ s ⁻¹]
791.1	511.7893	7.809047	0.046632
535.6	512.057	7.541327	0.045033
441.6	512.0063	7.592029	0.045336
396.6	512.4523	7.146064	0.042673
290.6	512.697	6.901308	0.041211
223	512.6618	6.936591	0.041422
138.72	511.6793	7.919047	0.047289
71.92	511.5672	8.031104	0.047958
55.68	511.4867	8.111678	0.048439
28.45	511.7409	7.857483	0.046921
15.93	512.0803	7.518	0.044894
9.67	512.057	7.541327	0.045033
6.85	512.2317	7.366621	0.04399
1.86	512.3321	7.266276	0.04339
0.00	514.3282	5.270099	0.03147

5°C		
CO ₂ Conc.	ΔC	Net photosynthetic rate
[ppm]	[ppm]	[μ mol CO ₂ dry · g ⁻¹ · s ⁻¹]
69.9919	0.9863	0.0007
70.0874	0.8752	0.0007
70.3842	0.4651	0.0003
70.2526	0.6543	0.0005
70.5274	0.5710	0.0004
70.6911	0.7223	0.0005
71.0831	0.4717	0.0004
71.1891	0.5071	0.0004
71.2163	0.6213	0.0005
71.3493	0.6297	0.0005
71.6183	0.5021	0.0004
71.7825	0.4793	0.0004
72.1064	0.2968	0.0002
72.1226	0.4220	0.0003
73.2670	-0.2275	-0.0002

10°C			
PPFD	CO ₂ Conc.	ΔC	Net photosynthetic rate
[μ mol m ⁻² · s ⁻¹]	[ppm]	[ppm]	[μ mol CO ₂ dry · g ⁻¹ · s ⁻¹]
812.5	486.0798	1.5331	0.0011
590.9	486.1126	1.5003	0.0011
471.3	485.7791	1.8338	0.0014
417.8	485.8525	1.7605	0.0013
316	486.1638	1.4491	0.0011
237.6	486.3878	1.2252	0.0009
131.8	486.1190	1.4940	0.0011
78.54	486.0602	1.5527	0.0012
43.58	486.0921	1.5208	0.0011
26.45	486.5433	1.0696	0.0008
14.69	486.7993	0.8136	0.0006
7.72	487.0202	0.5927	0.0004
4.48	487.3160	0.2970	0.0002
1.38	487.5249	0.0880	0.0001
0.00	488.3493	-0.7364	-0.0005

15°C			
PPFD	CO ₂ Conc.	ΔC	Net photosynthetic rate
[μ mol m ⁻² · s ⁻¹]	[ppm]	[ppm]	[μ mol CO ₂ dry · g ⁻¹ · s ⁻¹]
798	499.6293	2.806964	0.0021
583.2	499.8972	2.539081	0.0019
465.4	499.9314	2.50487	0.0019
413.6	500.0818	2.35452	0.0018
349.7	500.4302	2.006102	0.0015
243.3	500.5829	1.853343	0.0014
140.67	500.7477	1.688555	0.0013
77.42	501.1119	1.324377	0.0010
42.35	501.3088	1.127502	0.0008
23.25	501.4072	1.029033	0.0008
12.37	501.3961	1.040134	0.0008
7.37	501.5212	0.915067	0.0007
5.1	501.6851	0.751186	0.0006
1.31	501.6193	0.816976	0.0006
0.00	502.0954	0.340835	0.0003

20°C		
CO ₂ Conc.	ΔC	Net photosynthetic rate
[ppm]	[ppm]	[μ mol CO ₂ dry · g ⁻¹ s ⁻¹]
06.7798	2.904593	0.0022
06.8858	2.798629	0.0021
07.3259	2.358556	0.0018
07.6384	2.045997	0.0015
07.8125	1.871962	0.0014
07.8865	1.797927	0.0013
07.9847	1.699763	0.0013
07.9182	1.766172	0.0013
08.2424	1.442004	0.0011
08.4768	1.207576	0.0009
08.5919	1.092488	0.0008
08.6212	1.06319	0.0008
08.7874	0.89705	0.0007
08.7772	0.907177	0.0007
08.9523	0.732097	0.0005

25°C			
PPFD	CO ₂ Conc.	ΔC	Net photosynthetic rate
[μ mol m ⁻² s ⁻¹]	[ppm]	[ppm]	[μ mol CO ₂ dry · g ⁻¹ s ⁻¹]
768.6	495.7011	1.998293	0.0015
553.1	494.0393	3.660048	0.0027
414.3	494.8391	2.860223	0.0021
409.3	494.894	2.805311	0.0021
339.2	495.2979	2.401415	0.0018
239.6	495.6552	2.044174	0.0015
129.05	495.5156	2.183732	0.0016
74.17	495.8378	1.861587	0.0014
42.63	495.8937	1.805662	0.0013
24.49	496.1758	1.523557	0.0011
16.37	496.316	1.383381	0.0010
9.81	496.317	1.382328	0.0010
5.78	496.2802	1.419174	0.0011
1.48	496.4437	1.255662	0.0009
0.00	496.6895	1.009872	0.0008

30°C			
PPFD	CO ₂ Conc.	ΔC	Net photosynthetic rate
[μ mol m ⁻² s ⁻¹]	[ppm]	[ppm]	[μ mol CO ₂ dry · g ⁻¹ s ⁻¹]
745.7	483.3425	2.15132	0.0016
553.1	483.0798	2.413951	0.0018
433.7	483.6134	1.880328	0.0014
394.6	483.6463	1.84746	0.0014
299.7	484.2111	1.282723	0.0010
204.8	484.4402	1.053604	0.0008
109.11	484.4507	1.043086	0.0008
62.24	484.7552	0.738604	0.0005
34.87	485.12	0.373776	0.0003
25.17	485.4521	0.041707	0.0000
13.59	485.636	-0.14226	-0.0001
10.3	485.8229	-0.32908	-0.0002
3.8	485.9332	-0.43938	-0.0003
1.41	485.9102	-0.4164	-0.0003
0.00	485.9209	-0.42709	-0.0003

35°C			
PPFD	CO ₂ Conc.	ΔC	Net photosynthetic rate
[$\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$]	[ppm]	[ppm]	[$\mu\text{mol CO}_2$ dry $\cdot\text{g}^{-1}\text{s}^{-1}$]
5.6	426.3175	5.352441	0.0040
1.8	426.1498	5.520116	0.0041
7.8	426.2146	5.45538	0.0041
7.1	426.7707	4.899239	0.0036
5.5	427.68	3.989941	0.0030
2.9	428.287	3.382923	0.0025
7.71	428.1579	3.512046	0.0026
9.96	428.6223	3.04766	0.0023
2.22	429.0619	2.608011	0.0019
7.72	429.4435	2.226432	0.0017
4.42	429.627	2.042923	0.0015
8.3	429.8828	1.787134	0.0013
3.8	430.0158	1.654152	0.0012
6.66	430.1781	1.491871	0.0011
0.00	430.5161	1.153801	0.0009

40°C			
PPFD	CO ₂ Conc.	ΔC	Net photosynthetic rate
[$\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$]	[ppm]	[ppm]	[$\mu\text{mol CO}_2$ dry $\cdot\text{g}^{-1}\text{s}^{-1}$]
820.5	469.2268	1.562459	0.0012
629.7	469.456	1.333336	0.0010
490.7	469.5619	1.227371	0.0009
442.3	469.9188	0.870508	0.0006
366	469.9476	0.841715	0.0006
217.2	469.9298	0.859476	0.0006
159.96	469.5259	1.263439	0.0009
85.68	470.4533	0.335968	0.0002
47.78	471.1121	-0.3228	-0.0002
28.42	471.5398	-0.75053	-0.0006
18.87	471.7674	-0.97807	-0.0007
10.46	472.046	-1.25673	-0.0009
6.85	472.3177	-1.52842	-0.0011
1.66	472.3903	-1.60104	-0.0012
0.00	473.1353	-2.34596	-0.0017

