

ホテイアオイの大気浄化能力の計測に関する研究

西 健治郎*、西山成実*、石井 猛**

* 岡山理科大学

** 岡山理科大学教授、工学博士
岡山市理大町 1-1

概要

周知のごとく、近年地球規模の環境問題は大きな関心を集めている。特に温室効果ガスの増加に伴う地球温暖化問題は世界各国から注目されている。昨年 12 月には世界温暖化防止会議が日本の京都で開催され、地球温暖化問題に対する日本の責任は大きいものとなっている。そこで、演者らは、旺盛な繁殖力をもつホテイアオイを用いた大気浄化システムの開発を考案した。演者らはホテイアオイの大気浄化能力を正確に計測する為、植物育生装置および自動分析装置の開発に着手した。育生装置内の大気成分の変化を計測し、ここに報告する。

キーワード

ホテイアオイ、植物育生装置

1. 緒言

近年、環境問題は世界的規模に拡大しており、その関心の高まりには目覚ましいものがある。特に、森林の伐採、工場、車の排気ガスによって発生する温室効果ガスが引き起こす地球の温暖化は深刻であり、これから来たるべき 21 世紀に向けて、解決するべき重要な問題である。そこで著者らは、温室効果ガスの中でも最も温暖化寄与率の高い二酸化炭素について注目した。現在、地球上の二酸化炭素は約 350 ppm である¹⁾。しかしながら、世界の二酸化炭素放出はまだまだ増加する一方である。このような状況を考慮すると二酸化炭素を吸収固定し、それらを有効利用していかなければならない。そこで著者らは、植物を用いた光合成利用法に着目した。著者らは、植物が吸収する二酸化炭素濃度を正確に測定できる装置の開発に取り組み、温度、湿度、照度を制御できる植物育成装置を提案した。その植物としてホテイアオイを用いた。今回は植物育成装置の開発、ホテイアオイの葉部からの二酸化炭素吸収能力についての研究成果を報告する。

2. 研究内容

2-1 植物育成装置の開発と基礎的研究

ホテイアオイが吸収する二酸化炭素濃度を測定する装置の開発について取り組んだ。最初は水槽の中に水とホテイアオイを入れ、ホテイアオイ上の空気をマイクロシリンジでサンプリングした。検量線は、標準ガスをマイクロシリンジでサンプリングして作成した。次に 4 段の棚を作り、そのうえにホテイアオイと水の入った水槽を置く。これをポリプロピレン製の箱で覆いめぐるして外気から遮断した。同じくマイクロシリンジでサンプリングした。検量線は計量管のついた(手動式)ガスサンプラーで作成した。以上の方法において、さまざまな問題点が発覚した。これらの問題点を解決するべく植物育成装置を提案し、ホテイアオイを育成させた。図 2 は植物育成装置の前面図と側面図である。

2-2 植物育成装置の性能

本研究に用いた植物育成装置は外気から遮断され、温度、湿度、照度をともに一定に保つことができる。運転可能温度範囲は周囲温度が5℃から35℃以内であり、性能は循環、換気式で、温湿度調節は定値式光イオン化検出器 (PID) 比例制御で行なわれており、温度調節制度は、温度安定に ± 0.5 ℃以内、室内平均風速は床全面より吹き出し0.30 m/sec以下である。照度は、高演色メタルハライドランプ (BOCランプ) 400 Wを3灯使用し、約50000 lux以上である。

2-2 自動測定装置

本研究に用いた分析装置の全体図を図3に示す。植物育成装置からガス管 (直径2 mm、全長3 m) でガスクロマトグラフに連結させ、その間にオートサンプラー (PRG-102A; 島津製) で制御した。ポンプで植物育成装置内の気体を吸引し、一定時間ごとにサンプルを採取して二酸化炭素濃度を測定した。本研究に使用したガスクロマトグラフの分析条件は、注入口の温度を70℃、カラムの温度を60℃に設定した。検出器に流す電流の強さは140 mAの状態、カラムに2 m×3 mmのポラパックを使用し、検出器にはTCDを用いて研究を行なった。

2-3 ホテイアオイの育成条件

今回の研究において使用したホテイアオイおよび水は岡山市南部の児島湖で採取したもので、重量は約20 gから350 gのものを用了。ホテイアオイの育成条件として植物育成装置内の二酸化炭素初期濃度を280ppmv~500ppmvと変化させた。照度は5000 lux~50000 luxにおいて研究を行なった。

3 結果及び考察

3-1 植物育成装置と基礎的研究

基礎的研究においては、ホテイアオイ上の空気をサンプリングするとき外気と遮断されていないため大気と混合してしまう問題点が生じた。ポリプロピレン製の囲いで覆うと透明であるため太陽光を透過する為、照度は太陽とほぼ同じになるが、外気と遮断されていたために湿度が異常に高くなり、ポリプロピレンの壁面に結露が生じたり、温度が著しく高くなるという問題点が発覚した。以上の2つの実験では、いずれもサンプリングにマイクロシリンジを使用するため再現性の問題が生じた。今回著者が発案した植物育成装置とオートサンプラを組み合わせてガスクロマトグラフで分析する方法により、これらの問題点は改善され、ホテイアオイの吸収する二酸化炭素濃度を正確に測定することができた。

3-2 二酸化炭素濃度の日変化

図4は、温度25度、湿度60%、照度30000 luxにおける1日の二酸化炭素濃度変化について研究した結果である。二酸化炭素はランプが点灯すると急激に吸収され、一定濃度になるとそれ以上吸収されなくなりランプが消えるまでこの一定濃度で推移する。このとき二酸化炭素の吸収速度と放出速度はつり合っており。この濃度、すなわちCO₂補償点は今回の研究では59.6 ppmvであった³⁾。ランプの消灯とともに二酸化炭素の放出が始まり二酸化炭素濃度は徐々に上昇する。この条件では吸収速度が149 ppmv/hr、放出速度が23.8 ppmv/hrと吸収速度が放出速度の6倍以上であるという結果が得られた。固定化化量は二酸化炭素の最大濃度から放出終了時濃度の差で、温度25℃、湿度60%、照度30000 luxの条件下では約70 ppmv/dayという結果が得られた。

3-3 各初期濃度における二酸化炭素濃度の日変化

図5は植物育成装置内の二酸化炭素の初期濃度を約280 ppmv、350 ppmvならびに500ppmvと、変化させて二酸化炭素濃度の日変化について研究を行なった結果である。初期濃度はそれぞれ違うが、二酸化炭素補償点である約60 ppmvになるとそれ以上二酸化炭素濃度は減少しなくなる。各初期濃度における二酸化炭素の吸収速度と放出速度について示したものが図6である。高濃度になるほど二酸化炭素の吸収速度が増大するという結果が得られたが、放出速度については各濃度ともほぼ一定な値を示した。これにより、二酸化炭素初期濃度は吸収速度を決定する要因の1つであることが判明した。

3-4 照度変化と二酸化炭素吸収速度の関係

図7には照度5000 lux、10000 lux、15000 lux、30000 lux、45000 luxおよび50000 luxにおいて吸収速度を示した結果である。15000 luxまでは急激に上昇し、30000 luxまでは緩やかに上昇した。それ以降はほぼ一定の値を得た。よって、ホテイアオイの二酸化炭素吸収に関する飽和光は、30000 lux以上であるという結果が得られた。

3-6 最大光合成能力

ホテイアオイの植物としての二酸化炭素吸収能力を評価するために最大光合成能力を求めた。最大光合成能力とは、自然条件下で得られる、葉面当たりのみかけの光合成速度の最大値を葉面1 dm²、1時間当たりの吸収CO₂mg単位で表示したもので、CO₂濃度300 ppmから350 ppm、最適温度、飽和光に近い光の下で測定するものである。今回の実験では、CO₂濃度350 ppm、温度30℃、照度50000 luxで測定を行なった。その結果、ホテイアオイの最大光合成能力は、58.6 mg CO₂ / dm²/hrという値を得ることができた。ホテイアオイの属するC₃植物の最大光合成能力は、10~50 mgCO₂/dm²/hrで、平均は約26.5 mg CO₂/dm²/hrである³⁾。よって、ホテイアオイの最大光合成能力は群を抜いて高いという好結果が得られ、ホテイアオイが二酸化炭素を吸収する有効な植物であると考察される。

4 参考文献

- 1) 石井 猛, 西山 成実: 第37回大気環境学会講演要旨集 p 570, (1996, 堺).
- 2) 西田 晃二郎: 光合成の暗反応, p 76, (1986).
- 3) 宮地 重遠: 光合成, p 165, (1981).

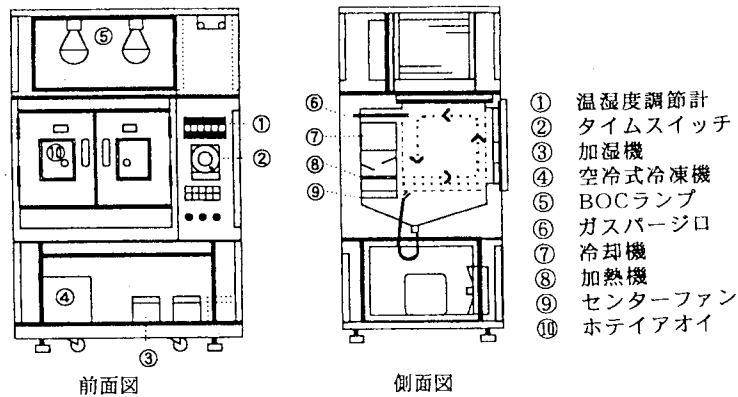


図1 植物育成装置の前面図と側面図

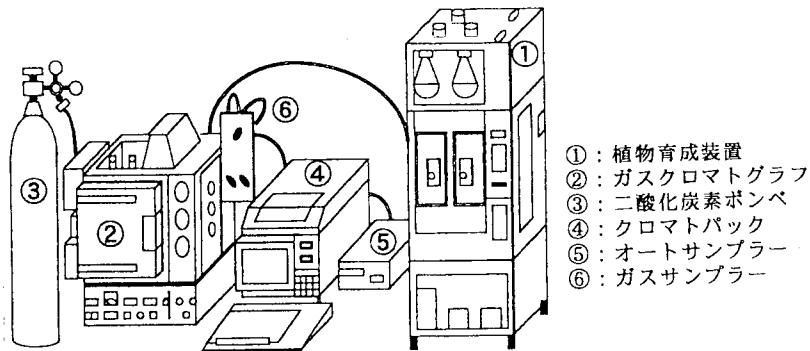


図2 測定装置

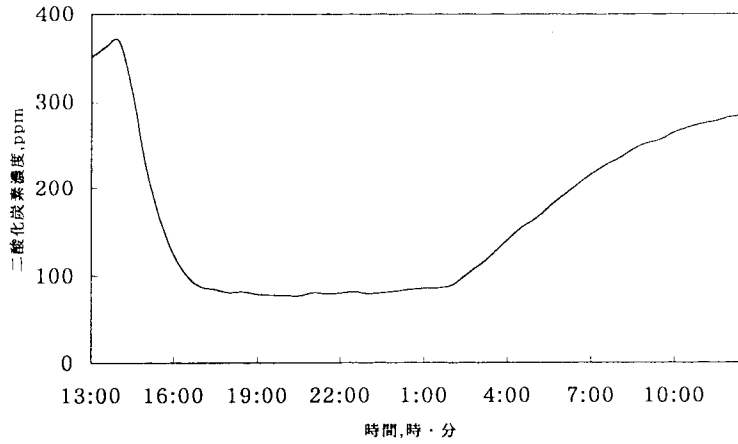


図3 24時間中の二酸化炭素濃度変化

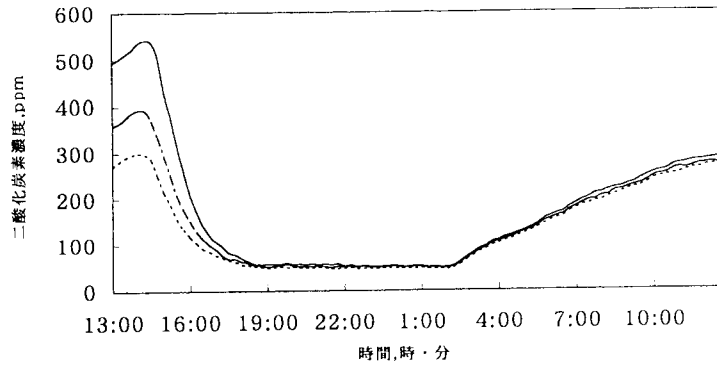


図4 各初期濃度における二酸化炭素濃度変化

— : 500ppm - - - : 350ppm ····· : 280ppm

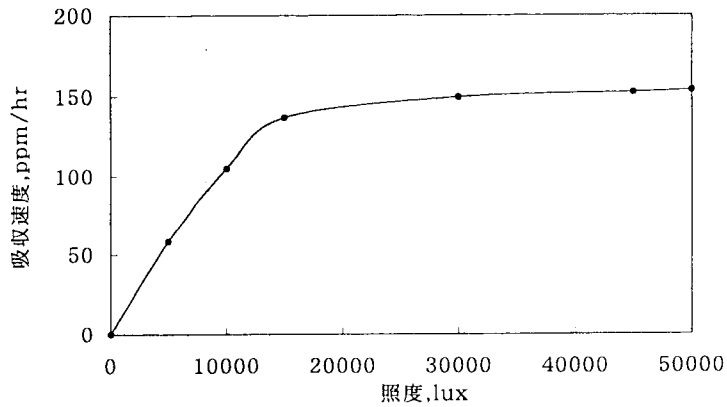


図5 照度と吸収速度の関係