

教室内のCO₂濃度の上昇を抑える方法 —植物の光合成作用を活用して—

群馬県立前橋女子高等学校



要旨

教室内のCO₂濃度の上昇を抑えるために、植物の光合成作用を活用する方法を考えた。はじめに、最も光合成能力の高い植物を決定するため、4種類の観葉植物を選定し、各々の光合成速度を計測した結果、パキラの光合成能力が最も高いことが分かった。しかし、教室内のCO₂濃度の上昇を抑えるためには、理論値ではパキラを1,500個体置かなければならず、実際に現実的な個数のパキラ(9個体)を教室に置いたところ、やはりCO₂濃度の上昇を抑えることはできなかった。

1. 研究の動機

教室内CO₂濃度は、**1,500ppm以下**が望ましい

BUT

本校の教室内のCO₂濃度は約**2,600ppm**まで上昇
(過去4年間11データ平均、保健室調べ)

教室に植物を置いて、光合成させる

教室内のCO₂濃度の上昇を抑えられる？

2. 基礎研究 I

目的 最も光合成能力の高い植物を決定する。

●方法 葉の単位面積当たりの光合成速度を計測

・実験対象植物を決める。

ガジュマル、ドラセナ、シェフレラ、パキラ(図1)

・葉を入れた密閉状態内のCO₂濃度変化を測定する。

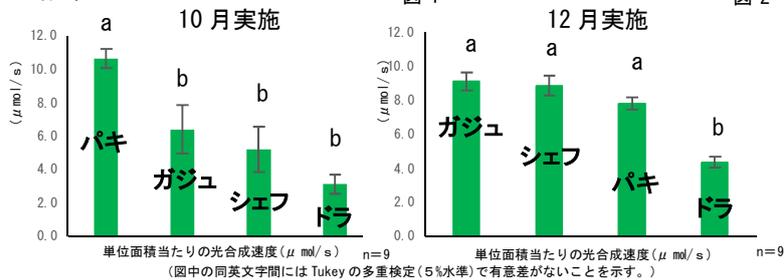
光量子量 $54 \mu\text{mol}/\text{m}^2 \cdot \text{s}$
温度 25°C の人工気象器内に1枚の葉を入れて、CO₂濃度測定器を付けたボトルを置いて測定する(図2)。



図1

図2

●結果



●考察 葉の単位面積当たりの光合成速度は**パキラが最も速い**。

疑問 葉齢ごとに光合成速度が異なるのではないかな？

3. 基礎研究 II

●仮説 葉齢ごとに光合成速度が異なる。

●方法

葉ができた順に『幼葉』『成熟葉』『老化葉』に三分割し、それぞれの光合成速度を求める(図3)。

●結果

	ガジュマル	パキラ	シェフレラ	ドラセナ
幼葉	8.8	7.7	8.0	3.5a
成熟葉	9.4	8.1	9.2	5.4b
老化葉	9.1	7.8	9.3	4.0a
有意差	n. s.	n. s.	n. s.	*

9枚

図3

図中の同英文字間には Tukey の多重検定 (5%水準) で有意差がないことを示す。

●考察

光合成速度に対する葉齢の影響が認められたのは、ドラセナのみであり、パキラを含めたそれ以外の種では、葉齢による差は認められなかった。

このことから、**ドラセナ以外の3種については葉齢の差は考慮しなくてもよい**ことが分かった。

4. 個体当たりの光合成速度を計算

●方法

$$\text{個体あたりの光合成速度} (\mu\text{mol}/\text{s} \cdot \text{m}^2) = \text{単位面積当たりの光合成速度} (\mu\text{mol}/\text{s} \cdot \text{m}^2) \times \text{個体の総葉面積} (\text{m}^2)$$

●結果と考察

個体あたりの光合成速度 ($\mu\text{mol}/\text{s} \cdot \text{m}^2$)

順位	植物種	速度
1位	パキラ	4.1
2位	シェフレラ	2.7
3位	ガジュマル	0.5
4位	ドラセナ	0.1

個体あたりの光合成速度が最も速い植物は**パキラ**である。

5. 基礎研究 I、IIの結論

教室に置く植物を選ぶ際には、パキラを選ぶと良いのか。

疑問 教室内のCO₂濃度上昇に非同化器官のCO₂放出が影響するのではないかな？



葉 } 光合成をしてCO₂を吸収する同化器官
幹 } 呼吸をしてCO₂を放出する非同化器官
根 }

6. 基礎研究 III

●仮説 非同化器官のCO₂放出作用は教室に植物を置いた時の教室内のCO₂濃度上昇に影響する。

●方法

以下に計算式を示す。

個体あたりの光合成速度

$$\text{葉の単位面積あたりの光合成速度} (\mu\text{mol}/\text{s} \cdot \text{m}^2) \times \text{個体の総葉面積} (\text{m}^2)$$

個体あたりの呼吸速度

$$\text{非同化器官の単位乾燥重量あたりの呼吸速度} (\mu\text{mol}/\text{s} \cdot \text{g}) \times \text{個体の非同化器官の乾燥重量} (\text{g})$$

●結果と考察

個体あたりの呼吸速度を引いた
個体あたりの光合成速度 ($\mu\text{mol}/\text{s}$)

順位	植物種	速度
1位	パキラ	4.0
2位	シェフレラ	2.6
3位	ガジュマル	0.4
4位	ドラセナ	0.1

光合成速度に順位変化無し
1位 パキラ

非同化器官のCO₂放出作用は、教室に植物を置いた時の教室内のCO₂濃度上昇に影響しない。



7. 基礎研究の結論

個体あたりの光合成速度は、**パキラ**が最も速い。

教室のCO₂濃度を上昇させないために必要なパキラの個数 **約 1,500 個** (高さ約 70cm、幅約 50cm)

計算方法

$$\frac{\text{教室内のヒトの呼吸による CO}_2 \text{ 濃度上昇量}}{\text{時間}} = \frac{\text{パキラ 1 個体の CO}_2 \text{ 吸収能力} \times \text{パキラの個数}}{\text{時間}}$$

8. 実践研究

●目的
実際に、教室後方の棚に置ける限りの個体数のパキラを置いて、どの程度教室内の CO₂ 濃度の上昇を抑えることができるか確かめる。

●実験方法

<条件>

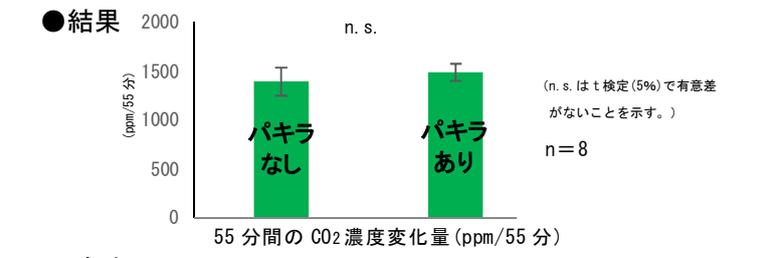
- 使用教室：2年6組
- 人数：40人
- 置いた植物：パキラ9個 (総葉面積約 6.2 m²)
- 教室の状態：密閉状態
- CO₂濃度計測器設置場所：教室後方の棚上に固定

<方法>

時間	55分間(1単位時間)
計測	1秒ごと
対象	CO ₂ 濃度
比較	植物ありなし
結果	終了時—開始時



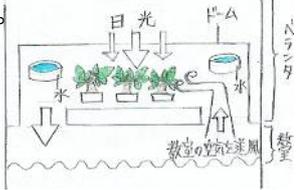
教室にパキラを置いた様子



●考察
パキラを教室後方の棚に、置ける限り置いても、**授業 55 分間における教室内の二酸化炭素濃度の上昇を抑えることはできない**ことが分かった。それは、教室内部での光量子量の不足や、CO₂が気孔に入る際の気孔抵抗の影響が考えられる。

9. 今後の課題

教室に植物を置いたときの、光量子量不足や気孔抵抗の影響を改善するために、下図のような方法を考えた。この方法の利点として、①ベランダの光量子量は、教室内部の12倍である。②水を置くことで、ドーム内の湿度が上昇して気孔が開き、気孔抵抗が低減する。③教室内部の空気を送風することで、CO₂の境界層抵抗が低減する。今後、この方法を実践し、CO₂濃度上昇を抑えられるかを検証する。

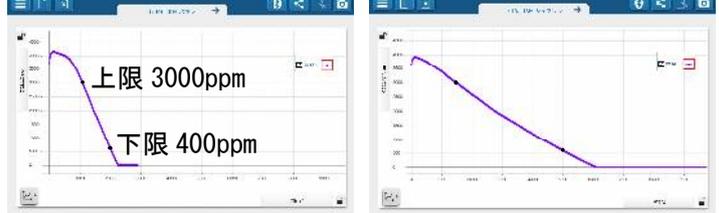


参考文献

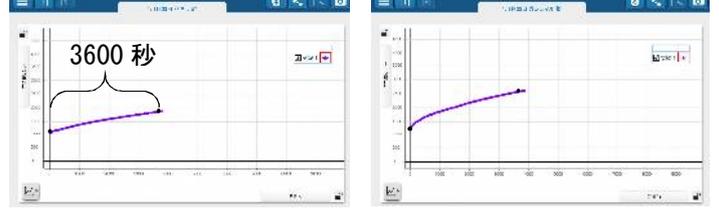
- 「植物の光合成機能の評価」 大阪府立大学大学院 渋谷俊夫教授著
- 植物生理学・発生学(原著第6版) テイツ/ザイガー

【計測データの例】

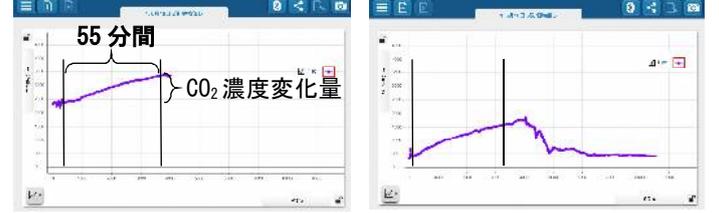
●基礎研究Ⅰ
1枚の葉が入ったボトルの中のCO₂濃度の変化 n=9



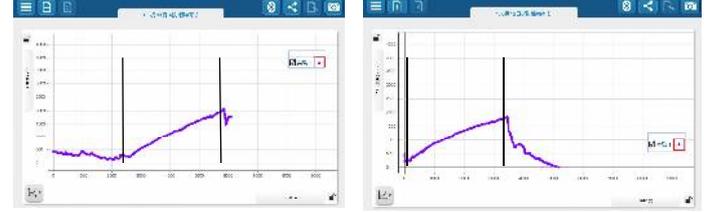
●基礎研究Ⅲ
植物の非同化器官を入れたボトル内のCO₂濃度の変化 n=9



●実践研究
植物無しの場合の教室内のCO₂濃度の変化 n=8



植物有りの場合の教室内のCO₂濃度の変化 n=8



光量子量 (μmol/m ² · S) 一覧			
人工気象器内	教室内		ベランダ (曇り)
	廊下側	窓側	
54	12	20	200

基礎研究の実験補足

●乾燥重量の測り方
80℃の乾燥機に、24時間入れて、乾燥させる。



●総葉面積の測り方
葉面積を1枚ずつ求めるのではなく、次のような比から求める。

総葉面積：葉面積 = $\frac{\text{すべての葉の乾燥重量}}{\text{三枚分の乾燥重量}}$

