

琉球大学学術リポジトリ

ソテツの光合成特性

メタデータ	言語: 出版者: 沖縄農業研究会 公開日: 2009-01-29 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 川満, 芳信, 上原, 直子, 泉, 裕巳 メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/20.500.12000/0002015526

ソテツの光合成特性

川満芳信・上原直子・泉 裕巳¹⁾

(琉球大学農学部, ¹⁾ 琉球大学名誉教授)

Yosinobu Kawamitu, Naoko Uehara and Hiromi Izumi : Photosynthetic characteristics in *Cycas revolute* Thunb.

はじめに

ソテツ (*Cycas revolute* Thunb.) はソテツ科 (Cycadaceae), ソテツ属 (*Cycas* L.) に属する高さ 2~5 m にも達する常緑の椰子状の小高木で, 幹は太い円筒状で分岐は少なく, 直径 20~30 cm にも達し表面には魚鱗状の葉印を密布している (初島, 1975).

また, 葉は大きい羽状複葉で幹頭に数十枚束生し鮮緑色の美しい花冠を作り長さ 50~150cm である. 葉の表面にはワックスの層が発達し乾燥に耐え, また, 羽状複葉は強風に耐える. そのためか, 他の植物が入り込めない塩害の頻繁に見られる海岸部や季節風の強い箇所でも多く見られる. 生態分布は沖縄各島, 奄美大島, 十島, 三島, 屋久島, 種子島, そして, 九州南部の宮崎県都井岬, 鹿児島県坊津町, 山川町, 佐多町, 内之浦町が北限と云われる.

沖縄県におけるソテツのイメージは, やはり「ソテツ地獄」であろう. 1923 年当時, 沖縄県の耕地面積は 6 万 4 千 ha で, 農家の平均耕地面積は 70a であり, 50a 以下の零細経営が半数以上を占め, そのうちの 6 割以上はサトウキビを栽培していた. 当時, サトウキビからとれる砂糖が最も有利な換金作物であり, 水田は次々と潰されていき, 島民の主食であるサツマイモの栽培面積も圧縮されていった. そ

して, 第一次世界大戦直後の大不況時には, 100 斤 (60kg) 当たりの砂糖の価格は 24 円から 12 円という半値に落ち込み, 1929 年の大恐慌時には 9 円にまで暴落したため, 多くの農家は経済的に行き詰まり, 食糧がなくなり, 毒性のある蘇鉄 (ソテツ) からデンプンを精製して口にしなければならぬほどの「ソテツ地獄」を味わうはめになった.

ソテツは和物盆栽風の印象が強いが, 植え方や鉢を工夫すれば新しい感覚が提供でき, 特に, 実生苗は小鉢, ミニ観葉に適する. 本報では, ソテツの葉の光合成速度, 気孔伝導度, 蒸散速度に対する光強度, 温度, 炭酸ガスの影響を調べ, 室内鑑賞葉としての最適環境条件と空気清浄効果面を検討した.

材料及び方法

ソテツ (*Cycas revolute* Thunb.) は, 奄美大島の名瀬市から観光土産用の小鉢を 3 個体入手し, 測定までガラスハウス内に置いた. 測定時の草丈は約 30cm であった. 葉のガス交換速度は, 通気式同化箱を用いて, 葉の中央部分を同化箱に挟み測定した. 装置の概要と測定手順は, 既報 (川満ら, 1994, 1999 ; Kawamitu ら, 1999) に記載した通りである. 葉面積は, 同化箱にセットする前に紙に鉛筆で丁寧に写

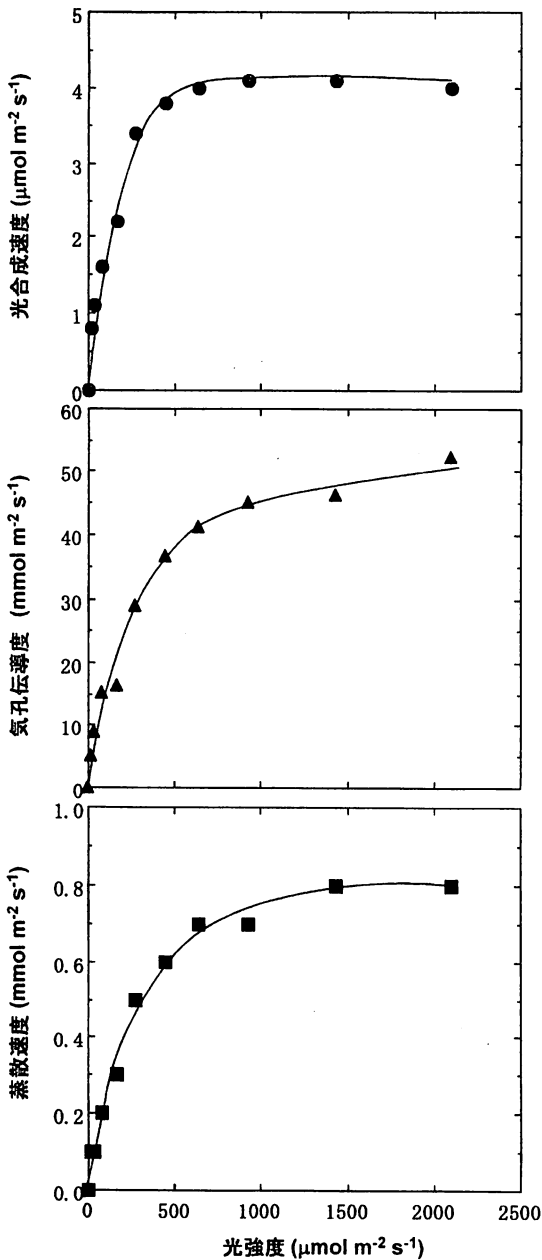


図1. ソテツの光合成速度、気孔伝導度、蒸散速度に与える光強度の影響。

測定は、温度 30°C 、 CO_2 濃度 360ppm 、VPD $16.4 \pm 0.4\text{mb}$ で行った

し取り、葉面積計で測定した (LI-3000, ライカー社). 尚, ガス交換速度測定は2株を繰り返したが, ほぼ同じ結果であり, 光合成速度の高い株の結果を採用した.

結果および考察

まず, ソテツの葉の光合成速度が光強度に対しどの様に反応するかを見る (図1). 光合成速度は光強度が $400\mu\text{mol photon m}^{-2} \text{s}^{-1}$ までは急激に増加し, $500\mu\text{mol photon m}^{-2} \text{s}^{-1}$ 付近で飽和に達し, それ以上光強度をあげても増加は認められなかった. 光合成速度の最大値は $4.2\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ であり, C_3 植物であるスイトウが $20\sim 30\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, C_4 植物であるサトウキビは $45\sim 50\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, パインアップルが $4\sim 10\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ であることを考慮すると, パインアップルなどCAM植物に近い値である. 気孔伝導度および蒸散速度の光飽和点は, 光合成速度のそれとほぼ一致するが, やや不飽和型にも捉えられる. 高い光強度域における気孔伝導度や蒸散速度の値は, パインアップル等のCAM型植物の範囲内にあり, 光飽和点は光合成速度の場合に比べ明瞭ではない. 光合成速度の最適温度は, 生育環境及び種によって異なる. 一般に, C_3 植物であるスイトウは 25°C 付近に, C_4 植物であるサトウキビは 35°C 付近に光合成速度の最適温度がある. ソテツの場合, 光合成速度の最適温度は $28\sim 30^{\circ}\text{C}$ にあり, $23\sim 31^{\circ}\text{C}$ においても比較的安定していた (図2). 従って, 光合成速度の最適温度から判断して, C_3 植物の特性を有していると考えられる. 気孔伝導度や蒸散速度の最適温度も光合成速度の場合とほぼ一致し, 高温域において急激に低下した. ソテツの分布域が九州以南であ

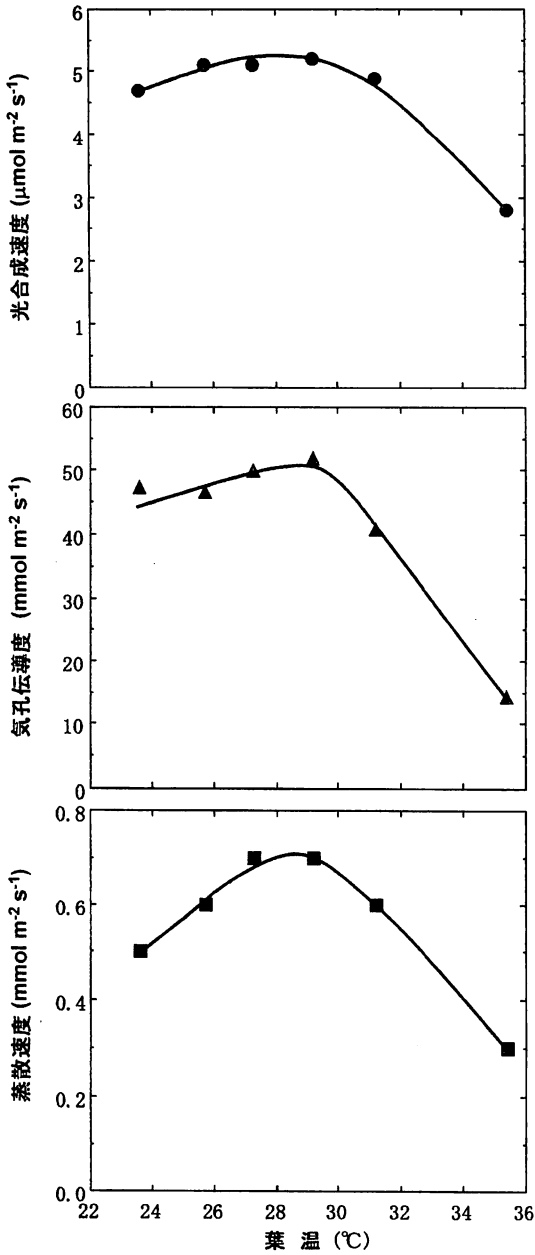


図2. ソテツの光合成速度, 気孔伝導度, 蒸散速度に与える温度の影響.

測定は, 光強度 14433 μmol m⁻²s⁻¹, CO₂濃度 355ppm, VPD16.4±0.4mbで行った.

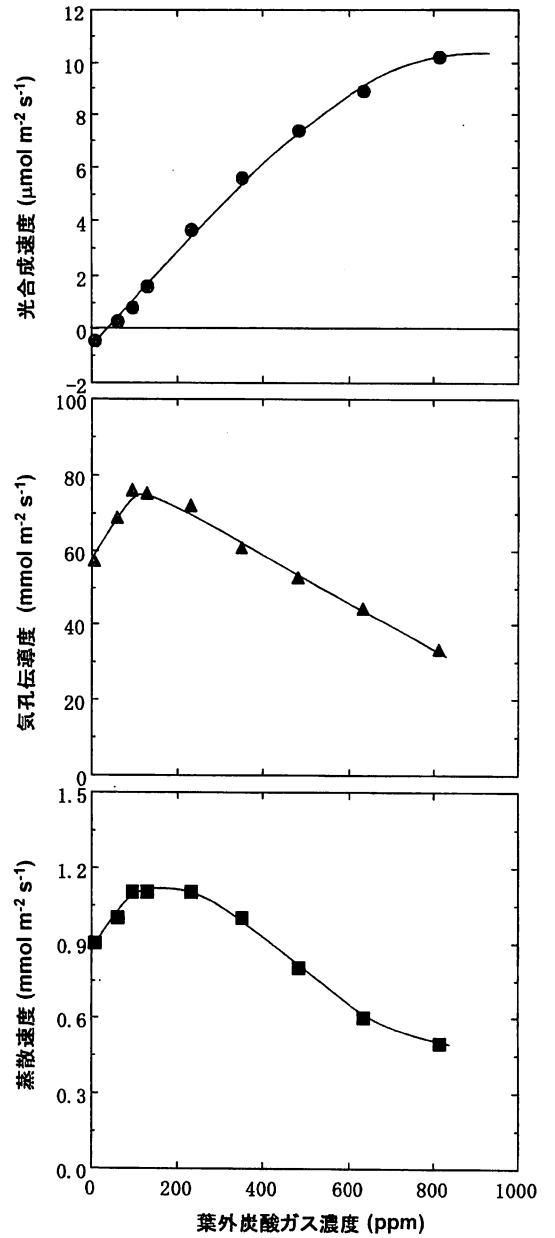


図3. ソテツの光合成速度, 気孔伝導度, 蒸散速度に与える炭酸ガス濃度の影響.

測定は, 光強度 14433 μmol m⁻²s⁻¹, CO₂濃度 355ppm, VPD15.7±0.5mbで行った.

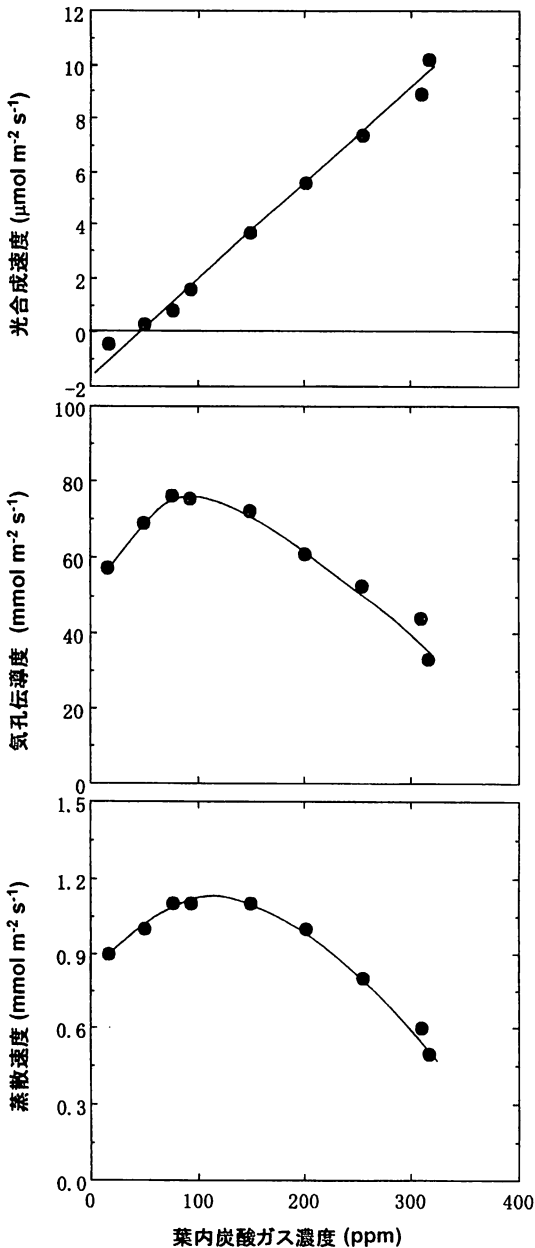


図4. ソテツの光合成速度、気孔伝導度、蒸散速度に与える葉内炭酸ガス濃度の影響。葉内炭酸ガス濃度は図3を基礎に算出したものである。CO₂補償点は50ppmに見られC₃型植物の範囲内であった。

ることから判断して、高温域で急激に気孔が閉鎖する特性は、水分ストレスが頻繁に発生する隆起珊瑚礁上で生活するための手段とも考えられる。

ソテツの光合成速度に対する炭酸ガスの影響に関しては興味が尽きない。その理由として、特殊な形態をした葉の面積が極めて大きいこと、常緑で葉の寿命が極めて長いことである。図3を見ると、炭酸ガス濃度が800ppm付近まで上昇しても光合成速度は直線的に増加し、その後飽和する傾向が見られた。この反応は、C₃植物の中でも耐塩性の極めて強いマングローブの反応によく似ている(川満ら、未発表)。光合成速度の最大値は $10\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ で、大気炭酸ガス濃度(360ppm)の $4.2\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ に比べ2倍以上の上昇である。気孔伝導度は100ppm付近で最大値を示し、その後、高炭酸ガス濃度域では緩やかに低下した。蒸散速度も気孔伝導度の反応と似た傾向にあり、高炭酸ガス濃度域で減少した。

図4は、図3を基礎に計算で求めた葉の内部の炭酸ガス濃度(C_i)で光合成速度、気孔伝導度、蒸散速度をみたものである。ここでC_iとは、気孔の影響を除去した葉肉細胞近辺の炭酸ガス濃度のこと、光合成速度に関連する純粋な濃度と理解されている。C_iと光合成速度との関係は、測定した炭酸ガス濃度の範囲内では直線的であった。光合成速度がゼロになる炭酸ガス濃度はCO₂補償点と呼ばれ、C₃植物で30~100ppm、C₄植物では0~10ppmである。ソテツのCO₂補償点は50ppm付近に見られ、この値からもC₃植物と判断される。気孔伝導度および蒸散速度は、C_iが90~100ppm付近でピークに達し、低濃度域、高濃度域で低下する傾向が見られた。

ソテツは、現在、観賞用としての需要が伸びつつある。実生から発芽させた葉苗を鉢に植え、室内インテリアとして、または庭樹としても利用している。室内インテリアとしての利用を考えた場合、図1でみたように、蛍光灯程度の光強度でも光合成を遂行することができる。また、気孔伝導度や蒸散速度が極めて低い特徴から判断して、灌水を2～3日怠った場合でも、葉を脱水状態から守る特性を有し、頻繁に手入れをする必要性は無い。更に、図3、4からみて、部屋の炭酸ガス濃度が高い場合は、ソテツの葉は効率よく固定する能力を有している。それと同時に、酸素を葉の外に放出しており、部屋全体の空気浄化に対し極めて有効に作用すると言える。

Summary

In this paper, we measured the effect of photon flux density, leaf temperature, and CO₂ concentration on the photosynthetic rate, stomatal conductance, and transpiration rate in the leaf of cycad (*Cycas revolute* Thunb.), and optimum environmental conditions and air cleaning effect as a indoor appreciation plant were examined.

The maximum value of photosynthetic rate at high photon flux density was 4.2 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, and there was the optimum temperature of photosynthetic rate at 28-30°C, and it has comparatively been stabilized

between 23 to 31°C. The photosynthetic rate was increased rectilinear, even if the CO₂ concentration was increased to near 800ppm, and it tended to saturate afterwards. The A/Ci Curve was rectilinear in the range of measured CO₂ concentration.

It was suggested that the leaf of Cycad is efficiently fixed CO₂, when the CO₂ concentration in the room is high. Since the leaf respired the oxygen simultaneously, it works for the air cleaning of the room.

引用文献

1. 川満芳信・比屋根真一・野瀬昭博 1994. サトウキビ葉身の光合成速度及び気孔伝導度に及ぼす各種環境要因の影響. 琉大農学報 41:127~137.
2. Kawamitsu, Y., Ram K. Singh, J. N. Buah and Y. Tamaki 1999. Effects of nitrogen treatments on growth characteristics and leaf photosynthesis in sugarcane. 琉大農学報 46:1-14.
3. 川満芳信・中山博之・竹内誠人・村山盛一 1999. 高CO₂濃度がCAM型植物のガス交換速度とCO₂収支量に与える影響. 琉大農学報 46:15-27.
4. 初島住彦 1975. 琉球植物誌. 沖縄生物教育研究会.