琉球大学学術リポジトリ

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(生物生産学科)

メタデータ	言語:
	出版者: 琉球大学農学部
	公開日: 2008-02-14
	キーワード (Ja): 温度反応, 気孔伝導度, 光合成速度, サトウキビ, 光強度, 葉面飽差
	キーワード (En): leaf conductance, light intensity, photosynthesis, sugarcane plant, temperature response, vapor-pressure-difference
	作成者: 川満, 芳信, 比屋根, 真一, 野瀬, 昭博, Kawamitsu, Yoshinobu, Hiyane, Shinichi, Nose, Akihiro
	メールアドレス:
	所属:
URL	http://hdl.handle.net/20.500.12000/3758

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

川満芳信*・比屋根真一*・野瀬昭博**

Yoshinobu KAWAMITSU, Shin-ichi HIYANE and Akihiro NOSE : Effects of environmental conditions on the photosynthesis and leaf conductance in sugarcane plants.

キーワード：温度反応，気孔伝導度，光合成速度，サトウキビ，光強度，葉面飽差
Key Words : leaf conductance, light intensity, photosynthesis, sugarcane plant, temperature response, vapor-pressure-difference.

Summary

We measured the responses of photosynthesis and leaf conductance to environmental conditions, such as photon flux density, leaf temperature and humidity, in sugarcane plants. Plants were grown under greenhouse conditions and then gas exchange measurements were conducted under artificial light conditions by using the infrared gas analysis system. Leaf temperature and humidity (vapor pressure difference) in the assimilation chamber were controlled precisely by using a personal computer.

Photosynthetic light response curves showed saturated and unsaturated curves up to 2200 μmol・m^{-2}・s^{-1} photon flux density in sugarcane plants used. Optimum temperatures for photosynthesis under high photon flux density were at around 35℃ in most plants, whereas 40℃ for Badila. In addition, Jw47 showed no optimum temperature up to 45℃. There were no changes in photosynthesis as vapor pressure difference was increased up to 4 kPa. However, Badila and NCo310 showed a decreases in photosynthesis at high vapor pressure difference.

緒　言

1965年，ハワイのサトウキビ研究所のKortschakら[11]は，サトウキビを用いた実験でC_3回路とは異なる回路の存在を示唆した。その後，オーストラリアのHatchとSlack[7]により追認され，C_4ジカルボン酸回路と命名をし，その全貌がほぼ明らかにされた。現在までの研究で，C_4植物の個葉の光合成速度はC_3植物のそれに比べ高く，物質生産の面でも優れた特性を示すことが明らかにされている。

*琉球大学農学部生物生産学科
**佐賀大学農学部生物生産学科
琉球大学農学部学術報告　**41**：127～137（1994）

サトウキビは沖縄の基幹作物であり，その個葉の光合成能力を詳しく調べ記載することは，将来，サトウキビの物質生産性の改善ならびに光合成の最終産物である糖の生産向上を図る上で極めて重要である。

単位葉面積当たりの光合成速度は植物の種，品種，系統によって異なり，その能力は遺伝的に決定されている。しかし一方で，光合成は環境条件によっても大きく変化し，常に一定の速度で進行しているわけではない。光は環境要因の中で最も大きく光合成速度に影響を及ぼす。サトウキビの“光－光合成反応”は不飽和型曲線を示すことがこれまでの報告で明らかにされている[14,15]。しかし，サトウキビにも多くの種類があり全て不飽和型を示すか否か明らかではない。

最も高い光合成速度を示す最適な温度条件は植物の種によって異なる。特にC_3植物とC_4植物の最適温度は異なり，前者は25℃付近，後者は35℃付近にあると言われている[12,17]。熱帯・亜熱帯を中心に栽培されているサトウキビの最適温度は高温域にあるものと予想される。また，沖縄の冬場の温度は平均で12℃程度あり，この時期，サトウキビの光合成速度はどの様に推移しているのか不明な点がいくつかある。

C_3，C_4及びCAM植物の光合成能力への空気湿度の影響に関しては，これまで多くの報告がある。例えば，C_3植物の光合成は葉面飽差の変化に対して敏感に反応するのに対し，C_4植物のそれは，葉面飽差の変化に対しさほど影響を受けないという報告がある[9,10]。C_4植物に属するサトウキビにおいても同様の結果が予想されるが，しかし，サトウキビにおける空気湿度の変化に対する光合成速度の反応に関する報告は少ない[6]。

本研究では，様々なサトウキビを供試することにより，上述した各種環境要因に対する光合成及び気孔反応を詳細に調べ，サトウキビが最も高い光合成速度を発揮できる最適環境条件について検討した。

材料及び方法

供試した材料は，*Saccharum spontaneum* L. に属するTainan, Jw 27, Jw 36, Jw 47, Jw 66及びJw 77, *S. officinarum* L. のBadila, *S. sinense* Roxb. のYomitanzan, *S. spp.* の NiF 4 及びNCo310の計10品種・系統を使用した[13]。

栽培は，一節苗を殺菌剤（ベンレートT水和剤，デュポン社，2000倍）で24時間浸漬消毒し，バーミキュライトを敷き詰めたバットに置床した。一ケ月後，生育の揃った苗を4月16日と7月14日に1/5000aワグネルポット（島尻マージ：砂：ピートモス＝1：1：1，v/v），1/2000aワグネルポット（島尻マージ：砂：ピートモス＝2:1:1:1，v/v）に各々定植し，農学部ガラス室内で育成した。施肥は，液体肥料を週2回，500mlずつ与えた。液体肥料の組成は，6 mM　$Ca(NO_3)_2 \cdot 4H_2O$，12mM KNO_3，2 mM　KH_2PO_4，2 mM　$MgSO_4 \cdot 7H_2O$，25 μM　H_3BO_3，10 μM　$MnSO_4 \cdot 4H_2O$，2 μM　$ZnSO_4 \cdot 7H_2O$，0.5 μM　$CuSO_4 \cdot 5H_2O$，0.5 μM　H_2MoO_4，0.1mM　FeNa-EDTAであった。途中植物体に鉄不足が見られたのでFeNa-EDTAを0.1mM　$FeC_6H_5O_7$に変更した。灌水は適宜行った。

“光－光合成反応”の測定は，植え付け後約2ケ月経過した1993年6月から7月にかけて，その時の最上位完全展開葉の中央部分について行った。測定には同時に2ポット用いて，各々のポットの株から一枚，葉幅が小さい *S. spontaneum*の場合は2枚同化箱にセットした。光合成速度は，葉温を25, 30, 35, 40±0.1℃に設定して，光強度を強光から弱光へと順に変化させて測定し，最後に黒いビニールをかぶせて暗黒条件下で呼吸速度を測定した。各葉温における相対湿度は，25℃では67～93%，30℃では48～80%，35℃では37～57%，40℃では28～40%と変化した。

“温度－光合成反応”の測定は，Jw27, Jw36, Jw47, Jw77及びNiF 4は定植後約3ケ月経過した11月に，Yomitanzan, Badila, NCo31o及びJw66は1/2000aワグネルポットに定植後5ケ月以上経過

した9月から11月にかけて行った。測定は光強度を983μmol・m^{-2}・s^{-1}とし，葉温を低温から順に変化させて行った。温度変化に伴って生じる相対湿度変化の制御は行わなかった。

“湿度－光合成反応”の測定は，“温度－光合成反応”と同様の植物体を使用し，測定は8月から11月にかけて行った。測定は，同化箱内の葉面飽差を高条件から低条件へと変化させて行った。ここで葉面飽差とは，葉の内部と外部の水蒸気の密度勾配のことで，これは葉面空気における水蒸気圧（そのときの葉温における空気の飽和水蒸気圧）と同化箱内空気の水蒸気圧との差のことである。測定条件は，光強度2093μmol・m^{-2}・s^{-1}，葉温35±0.1℃で行った。

光合成速度及び蒸散速度の種間及び系統間の差異を明確にするためには，同化箱内の測定環境条件を精度良く一定に保つ必要がある。そこで，本研究では同化箱内温度，湿度そして光強度を綿密に制御できる光合成・蒸散同時測定装置を開発した。光源には陽光ランプ（東芝，D-400)を3個使用し，光源と同化箱の間に水槽を設けて熱線をカットし，最高で2147μmol・m^{-2}・s^{-1}の光強度を作出することができた。葉温は熱伝対（T型）を測定葉の裏面2カ所に張り付けて測定した。同化箱出入口のCO_2濃度差は赤外線分析計（島津制作所製，URA-106)により，また，入口と出口の湿度の差は相対湿度センサー（バイラサ社製，HMP-112Y）を用いて行った。これらの信号はA/D変換器（岩通，マルチロガ－SC-7501）を経由しパーソナルコンピュータ（NEC，PC-9801）に取り込まれ，予め入力された葉面積を基に瞬時に全ての関連パラメーターを算出し，モニター部に表示した。また，光合成速度，蒸散速度及び葉面飽差の結果から気孔伝導度，細胞間隙内CO_2濃度を求め，表示した。また，結果はプリンターへ転送され瞬時に記録された。

ここで，気孔伝導度（gl）とは水蒸気に対する気孔抵抗の逆数のことで気孔の開度を示すパラメーターであり，次式によって求めた[5]。

$$Tr=\frac{[H_2O]\ in-[H_2O]\ out}{r_b+r_s} \qquad (1)$$

$$gl=\frac{1}{(r_b+r_s)} \qquad (2)$$

ここでTrは蒸散速度を，$[H_2O]$ inは葉温での飽和絶対温度を，$[H_2O]$ outは同化箱内の絶対湿度を，r_bは水蒸気の葉面境界層抵抗，r_sは気孔拡散抵抗をそれぞれ示している。$[H_2O]$ in－$[H_2O]$ outは葉面飽差（VPD）と呼ぶ。

また，葉内細胞間隙内のCO_2濃度（Ci）は次式によって求めた。

$$Ci=[CO_2]\ atm-PN\cdot 1.6\times(r_b+r_s) \qquad (3)$$

ここで$[CO_2]$ atmとは空気のCO_2濃度，PNは光合成速度を示している。
1.6は空気中における水蒸気とCO_2の拡散抵抗の比である。

測定終了後，被測定葉の比葉面積，葉緑素含量，気孔密度，孔辺細胞長を調べた。葉緑素含量の測定はエタノール抽出法を，気孔密度・孔辺細胞長の測定にはマニキュア法[14]と瞬間接着剤法[8]を併用して行った。

結　果

1．光－光合成反応

光合成速度の光に対する反応は，同化箱内の葉温を25，30，35，40℃と順次変えて測定したが，各設定温度においても同様の反応型を示した。そこで，強光域において最も高い光合成速度を示した葉温35℃の結果についてのみ，光強度の変化に対する光合成速度の反応について検討する。その結果，光合成速度は強光条件でもまだ上昇し続ける不飽和型と，1500μmol・m^{-2}・s^{-1}付近に光飽和点をもつ飽和型とが混在していた（Fig. 1-A，B)。各品種・系統間における光合成速度の差は弱光域で小さく，強光域において顕著に見られた。また，概して野生種の方が光合成速度は高く，中でもJw66の光合成速度は強光域で58.4μmol・m^{-2}・s^{-1}とかなり高い値を示した（Fig. 1-B)。

気孔伝導度の光反応は，全て不飽和型曲線を示した（Fig. 1-C，D)。このことは光強度が増すに伴って気孔の開度がさらに大きくなることを示唆している。各品種・系統における差は，*S. spontaneum*において全光域で差異が見られたのに対し，Badila, Yomitanzan及び栽培種は，強光域においてのみ差異が見られた。

蒸散速度は光条件の変化に対し全て不飽和型を示した（図は省略したが，反応パターンは気孔伝導度の場合とほぼ同じ)。各品種・系統間における差は，*S. spontaneum*内においては全光域にわたって大きな差が見られたのに対し，Badila, Yomitanzan及び栽培種においては強光域においてのみ差が見られた。また，野生種の蒸散速度が全体的に高い値を示し，中でもJw66は11.6mmol・m^{-2}・s^{-1}と最も高い値を示した。

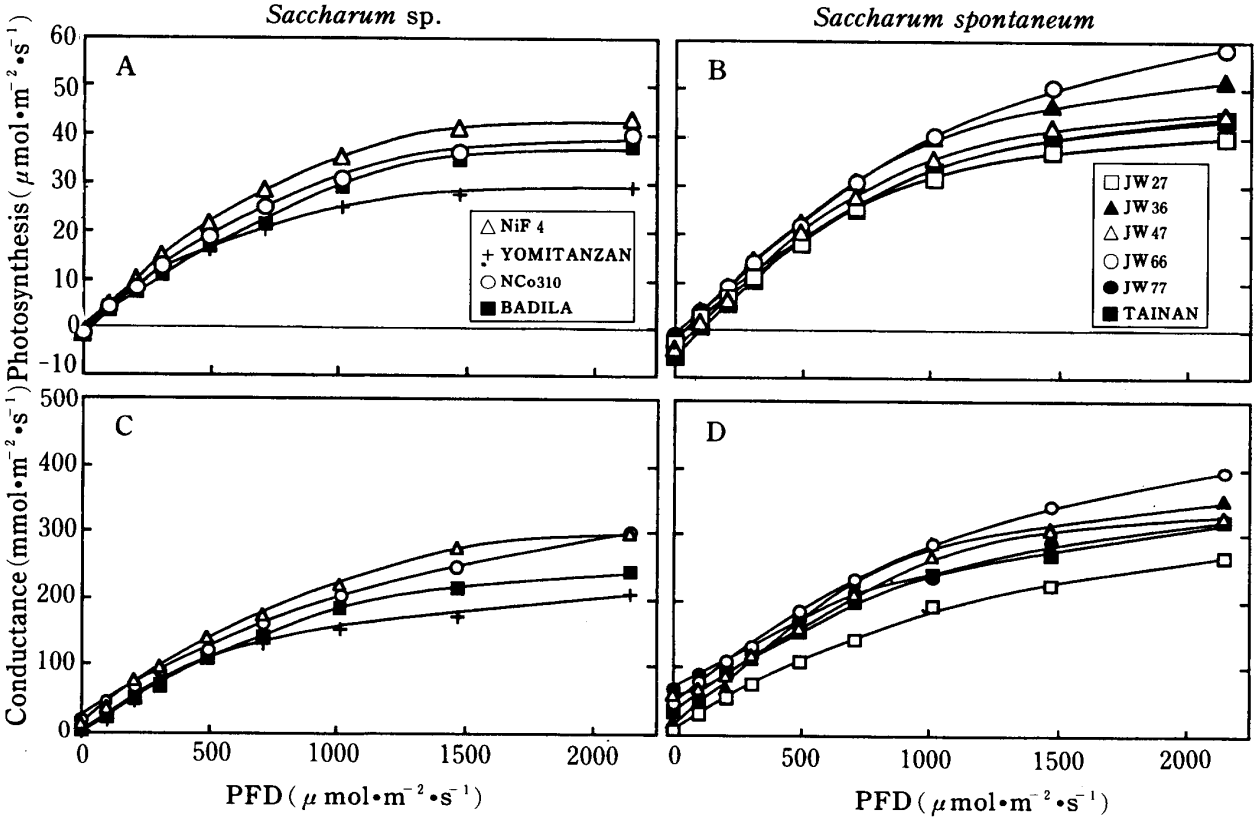

Fig. 1．Light response curves of photosynthesis and leaf conductance in sugarcane plants. Measurements were made at 35℃ of leaf temperature and 37～57% of relative humidity. A, C : *Saccharum* sp.; B, D : *S. spontaneum*.

2．温度－光合成反応

測定時の同化箱内の温度条件の違いがサトウキビの光合成速度，蒸散速度及び気孔伝導度にどのように影響を及ぼすか調べた（Fig. 2）。光合成速度の最適温度は，調査した品種・系統においては約35℃付近を示したが，Badilaは40℃に最適温度を示し，Jw47においては45℃まで葉温を上げても最適温度は示さなかった。各品種・系統間差は低温域において小さく，高温域において顕著に認められた（Fig. 2－A，B）。蒸散速度は，葉温の上昇と共に増加した（図省略）。しかし，測定に際し同化箱内の葉面飽差の制御を行わなかったため，20℃付近で1 kPa程度であったものが，葉温45℃では8 kPaまで上昇した。従って，蒸散速度の温度反応の中には，温度と葉面飽差の両方が影響し増大させたものと考えられる。気孔伝導度は，温度の変化に対して特に大きな変化を示さなかった（Fig. 2－C，D）。ここでも気孔伝導度は温度と葉面飽差の両方の変化に反応したものと考えられる。

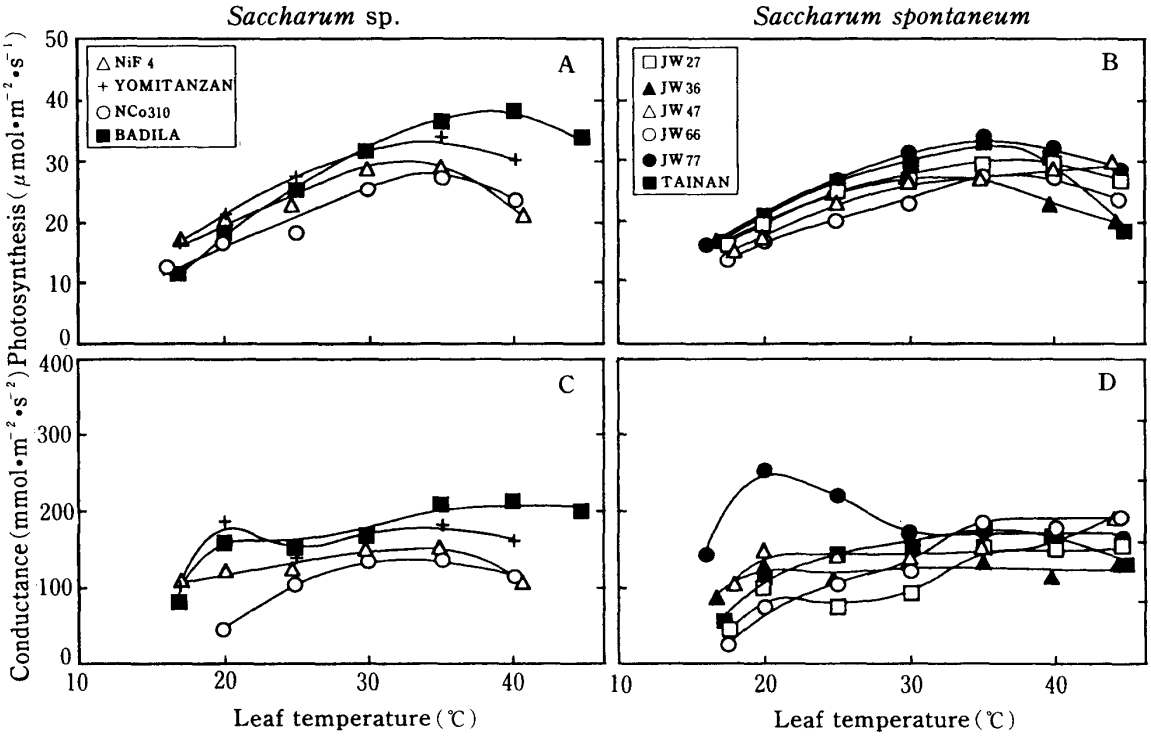

Fig. 2．Temperature response curves of photosynthesis and leaf conductance in sugarcane plants. Measurements were made at 983 μmol・m^{-2}・s^{-1} of photon flux density. A, C : *Saccharum* sp.; B, D : *S. spontaneum*.

3．湿度－光合成反応

測定時に同化箱内の葉面飽差を変化させ，サトウキビ葉身の光合成速度，蒸散速度及び気孔伝導度がどのように反応するか調べた。沖縄の夏場の昼間の葉面飽差は，2～4 kPa程度である。ガラス室で育成した植物の葉面飽差に対する反応を見ると，野生種の*S. spontaneum*の光合成速度は葉面飽差の変化に対して一定であった。これに対し，Badila，NCo310の光合成速度は葉面飽差の上昇に伴い低下する傾向を示した（Fig. 3－A，B）。これより，C_4植物であるサトウキビの光合成速度は空気の乾燥に対して敏感に反応する種が存在することが明らかとなった。葉内細胞間隙内のCO_2濃度は，高い葉面飽差条件下で低下する傾向が見られた（Fig. 3－C，D）。葉面飽差と蒸散速度との関係は，供試した材料の多くが葉面飽差の上昇に伴い直線的に増加した（Fig. 4－A，B）。これに対し，BadilaとNCo310においては，飽和型曲線を描いて上昇した。気孔伝導度の葉面飽差に対する反応は，供試した全ての材料がやや右下がりの傾向を示した（Fig. 4－C，D）。

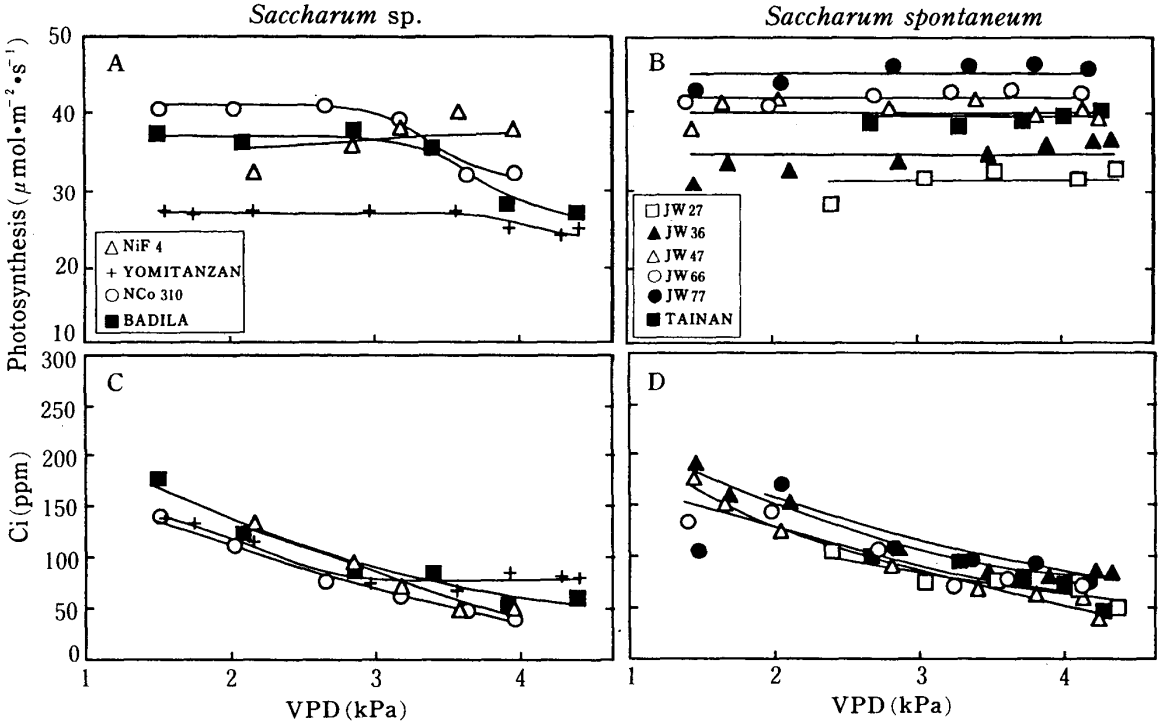

Fig. 3 . Effects of vapor pressure difference (VPD) on photosynthesis and internal CO_2 partial pressure (Ci) in sugarcane plants.
Measurements were made at 35℃ of leaf temperature and 2093 μ mol • m^{-2} • s^{-1} of photon flux density. VPDs were altered stepwise from high to low. A, C : *Saccharum* sp.; B, D : *S. spontaneum*.

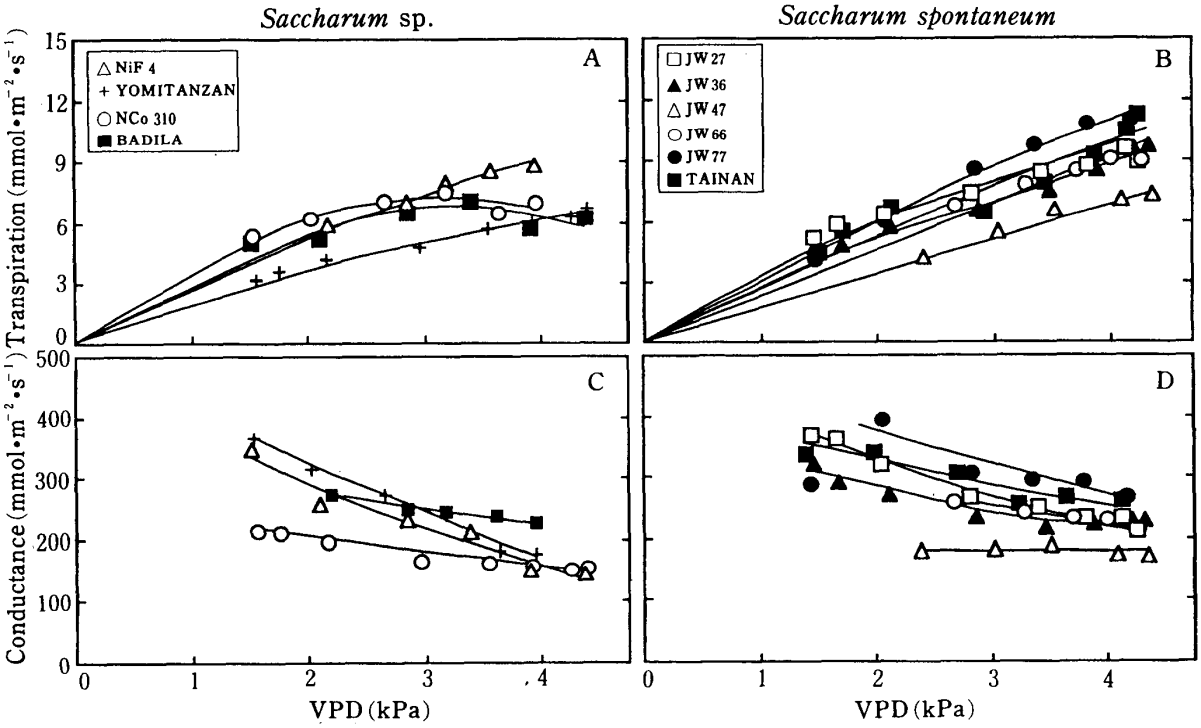

Fig. 4 . Effects of vapor pressure difference (VPD) on transpiration and leaf conductance in sugarcane plants. Measurements were made at 35℃ of leaf temperature and 2093 μ mol • m^{-2} • s^{-1} of photon flux density. VPDs were altered stepwise from high to low. A, C : *Saccharum* sp.; B, D : *S. spontaneum*.

考　察

“光－光合成反応”は，弱光域での曲線の立ち上がりを示す比例段階と，光強度に対して反応曲線が直線を示す飽和段階の二つの部分に分けて考えることができ，後者の飽和段階においてはCO_2拡散系とCO_2固定反応系が最も大きな律速要因となる。本研究の結果は，光強度の変化に対する光合成反応には，不飽和型と飽和型が混在することを示している。一方，気孔開度のパラメーターともいえる気孔伝導度においては，光強度の上昇に伴い不飽和型曲線を示した（Fig. 1-C, D)。CO_2拡散系の律速部分である気孔伝導度が不飽和型を示したことから，気孔開度以外の要因が光合成速度を律速している可能性も伺える。例えば，CO_2を固定する反応系の能力の違いが種によって異なり，飽和型，，不飽和型を生じさせているものと考えられる。今後，この問題については，結論を急がず，光合成速度と葉内CO_2濃度及び関連酵素との関係を詳細に調べ明らかにしていく予定である。また野外の日中の太陽光は2200～2500$\mu mol \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$を示す。このような強光条件下でもサトウキビの光合成速度は上昇するものが見られた。このことから，夏場はともかく，冬場の沖縄の日射不足はサトウキビの光合成にとって不利であることが言える。

南西諸島に自生する野生種を含んだ*S. spontaneum*は，光合成速度，蒸散速度及び気孔伝導度とも全体的に高い値を示した。中でもJw66は，強光下における光合成速度，蒸散速度ともかなり高い値を示した。この結果は，仲間・野瀬[14]の報告とほぼ一致しており，野生種の*S. spontaneum*内には高い光合成能力を有した系統が存在することが再確認された。これまでに野生種の有用な特性としては，分けつ力，耐風性，やせ地に強い，耐塩性，耐病性等[20]が挙げられるが，本実験の結果から高い光合成能力もその中の一つに挙げることができる。今後，このような特性を保持した野生種を利用した高収量品種の育成が可能であると期待される。

“温度－光合成反応”の結果，多くの供試材料において35℃付近に光合成の最適温度が見られた。この結果は，これまでの報告[14,16]と良く一致している。光合成速度，蒸散速度と気孔伝導度との間には特筆すべき関係は見られなかった。これはCO_2拡散系である気孔が温度に対して反応したのではなく，葉肉部のCO_2固定系が温度に反応したものと考えられる。CO_2固定酵素の活性には適温があると考えられており，C_3植物のCO_2固定酵素であるRuBP－カルボキシラーゼの活性は25℃付近に，C_4植物のCO_2固定酵素であるPEP－カルボキシラーゼは35℃近辺に適温があるとされている[12]。野瀬らは[16]，PEP－力ルボンキラーゼとNADP－マリックエンザイムの二つの酵素の部分純化したタンパク質を用いて温度反応性を検討した。その結果，PEP－カルボキシラーゼは多くの品種が35℃付近に至適温度を示し，NADP－マリックエンザイムはPR980と読谷山においては35℃に，BadilaとNCo310においては30℃に，NiF 1においては20～25℃に至適温度を示したことから，高温域での光合成速度の低下は葉肉レベルの活性低下が主要因と推察している。従って，本研究において35℃付近で最大光合成速度を示したのは，C_4植物のCO_2固定酵素であるPEP－カルボキシラーゼの最適温度に起因するものと考えられる。また，熱帯原産でサトウキビの高貴種と言われている*S. officinarum*のBadilaは40℃に最適温度が見られ，採集地不明・九州農試保存である*S. spontaneum*のJw47においては45℃付近まで温度を上げても最適温度は見られなかった。このような最適温度の違いについては他の報告[14]においても確認されており，理由としては栽培前歴の違い，遺伝的な違い，原産・採集地等の違いなどが考えられる。しかし，どの要因によって主に支配されているかは大変興味深く，今後明かにして行かなければならない問題の一つである。

本研究では温度の上昇に伴って同化箱内の葉面飽差も上昇した。そのため，光合成速度，蒸散速度及び気孔伝導度は葉面飽差によっても著しく影響されたものと考えられる。葉面飽差制御下における“温度－光合成反応”の測定結果から，光合成速度は葉温というよりむしろ葉面飽差に著しく影響を受けているという報告[1]がある。今後，葉面飽差を一定に維持しながら“温度－光合成反応”の測定を行うこ

とで，光合成速度の最適温度を再評価することも必要である。

測定時の葉面飽差の変化に対する光合成能力への影響について，Farquhar[4]は“葉面飽差－蒸散反応”を解析することにより“フィードバック”型と“フィードホワード”型に分けることができると述べている。“フィードホワード”型とは，葉面飽差の上昇と共に蒸散速度も上昇するが，ピークを示した後低下に転じる。つまり，飽和型曲線を示す。これに対し，“フィードバック”型とは，葉面飽差の上昇と共に直線的な反応を示すことを言う。Farquharに従うと，Badila，NCo310は“フィードホワード”型，野生種を含むその他は“フィードバック”型への分類も可能である。これまでに，C_3植物はフィードホワード”型，C_4植物は”フィードバック”型を行うという報告[9,10]があるが，C_4植物においても高葉面飽差域において光合成速度が低下するという報告[2,3]もある。本研究の結果は，C_4植物のサトウキビにおいても僅かではあるが“フィードホワード”型が確認された。そこで，このように多様な反応様式が生じる要因について検討する。

まず，葉面飽差の増大に伴い光合成速度，拡散伝導度が減少する原因を葉内CO_2濃度の変化を通して考えてみる。葉内CO_2濃度は拡散伝導度を通じての葉内へのCO_2供給速度と葉内の光合成系の活性と関連するCO_2固定速度によって決定される。従って，光合成速度，拡散伝導度の減少に伴って葉内CO_2濃度が減少するのは葉内へのCO_2供給速度の減少程度がCO_2固定速度の減少程度よりも大きく，それが変化しないのはCO_2供給速度の減少程度とCO_2固定速度の減少程度とがほぼ等しく，逆に増加するのはCO_2供給速度の減少程度に比べてCO_2固定速度の減少程度の大きいことを示す[18]。そこで，光合成速度と気孔伝導度及び葉内CO_2濃度との関係をFig. 5に示した。光合成速度と気孔伝導度との間には，野生

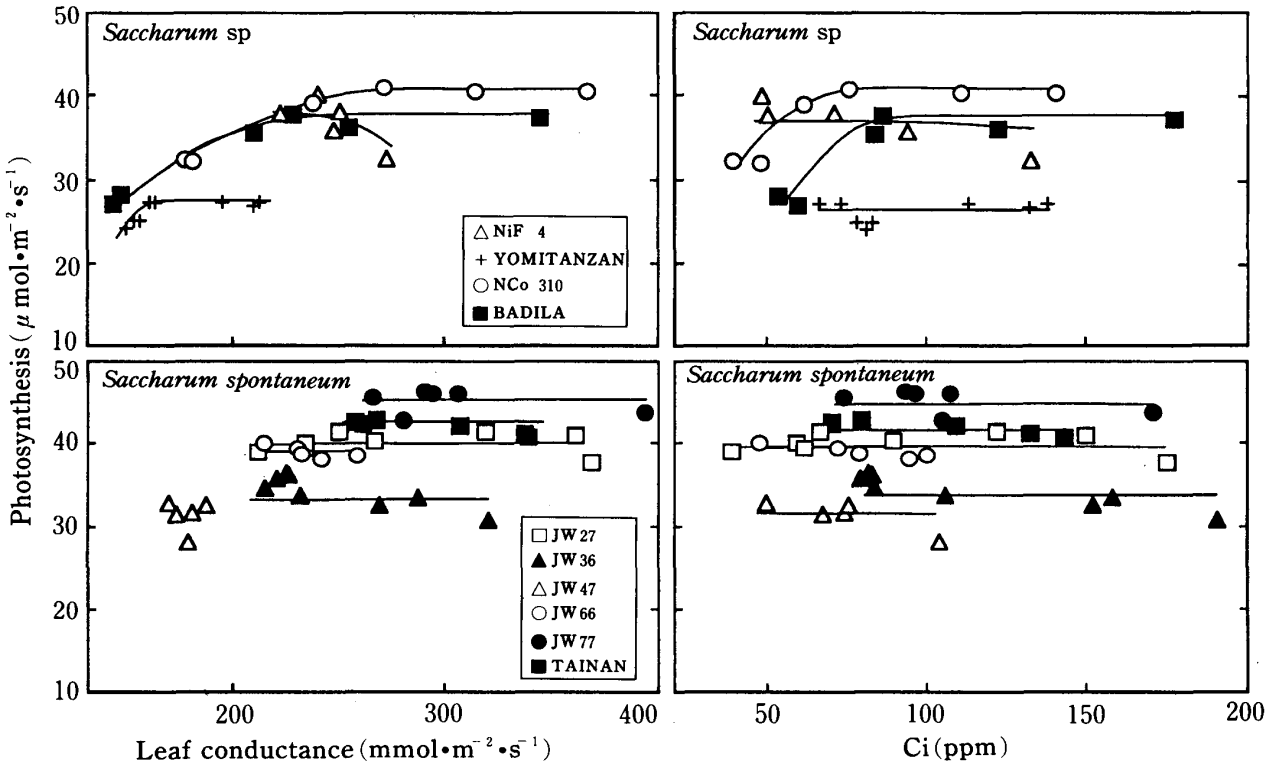

Fig. 5. Photosynthesis as a function of leaf conductance and internal CO_2 partial pressure (Ci) in sugarcane plants.

種を含む多くの品種・系統において一定の値を示したのに対し，BadilaとNCo310は高葉面飽差域で気孔伝導度の低下に伴い光合成速度も低下した。また，光合成速度と葉内 CO_2濃度との関係においても，

野生種を含む多くの品種・系統では一定の値を示したのに対し，BadilaとNCo310においては気孔の閉鎖に伴う葉内CO_2濃度の低下によって光合成速度の低下が認められる。すなわち，BadilaとNCo310は，葉面飽差の上昇に伴う光合成速度の低下に対し，気孔が葉面飽差に直接反応して開度が減少したことが主要因と考えられる。

形態的特徴について見てみると，Badila，NCo310は気孔密度が大きいのに対し，野生種の気孔密度は小さい（Table. 1）。気孔密度が大きいことは，それだけ表皮に占める孔辺細胞の割合が大きく，ワックス（クチクラ）のない細胞が相対的に多くなることを意味する。このことは，葉面飽差の増加により気孔開度が小さくなっても孔辺細胞からの蒸散，つまり気孔周辺蒸散（Peristomatal transpiration）は抑えられないことになる[10]。従って，BadilaとNCo310が“フィードホワード”型を示したのは，気孔密度が多いことが原因の一つと考えられる。

Table. 1. Varietal diffirences in chlorophyll content (CHL), specific leaf aria (SLA), total stomatal frequency (Sf), guard cell length (Sl) and ratio of abaxial to adaxial stomatal frequency ($ab \cdot ad^{-1}$) in sugarcane plants

Varieties and lines	CHL ($mg \cdot dm^{-2}$)	SLA ($cm \cdot g^{-1}$)	Sf ($no \cdot mm^{-2}$)	Sl※ (μm)	$ab \cdot ad^{-1}$
NCo310	6.24	137.1	308.4	39.5	2.0
NiF4	6.05	148.8	212.5	38.1	1.5
Badila	4.57	159.8	457.5	33.3	2.0
Yomitanzan	5.08	152.8	……	……	……
Tainan	5.03	111.7	180.7	38.3	2.7
Jw27	5.18	128.2	……	……	……
Jw36	5.39	112.9	……	39.0	……
Jw47	6.09	125.9	281.6	31.1	3.0
Jw66	4.38	107.7	207.3	42.2	3.0
Jw77	4.17	77.4	204.8	36.8	3.0

※ Guard cell lengths were mean of adaxial and abaxial surfase.
… no deta.

光合成速度の低下に関する気孔反応以外の要因としては，葉面飽差の増大による蒸散量の増大が葉の水ポテンシャルの低下を引き起こし，その結果，光合成系の活性が低下するという見方がある[18]。しかし，本実験においては水ポテンシャルの測定を行わなかったこと，“フィードホワード”型反応は水ポテンシャルの変化を介さない反応であるとする見方[19]があることから，この点について判断するのは難しい。今後この問題については，水ポテンシャルの調査を通じ詳細に検討したい。

摘　要

サトウキビ属における各種測定環境条件に対する光合成反応を測定することにより，最も高い光合成能力を発揮できる最適条件を決定した。結果は以下の通りである。

1．“光－光合成反応”は不飽和型との飽和型が混在していた。なお，野生種である*S. spontaneum*が全体的に高く，中でもJw66の光合成速度は58.4$\mu mol \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$とかなり高い値を示した（Fig. 1－A，B）。

2．蒸散速度，気孔伝導度は共に光強度の変化に対して不飽和型を示した。なお，野性種は蒸散速度，

気孔伝導度とも高い値を示した（Fig. 1－C, D)。

3．“温度－光合成反応”の結果，多くのサトウキビにおける最適温度は，35℃付近に見られた。それに対し，Badilaは40℃に最適温度を示し，Jw47においては最適は認められなかった（Fig. 2－A, B)。

4．測定時の葉面飽差変化に対する光合成速度への影響は，多くの供試材料において変化が見られなかったのに対し，BadilaとNCo310は，高葉面飽差域において低下が認められた（Fig. 3－A, B)。

5．蒸散速度は，多くの供試材料において葉面飽差の増加するに伴い直線的に上昇する“フィードバック”型を示した。これに対し，BadilaとNCo310は，高葉面飽差域において蒸散速度の低下が見られる“フィードホワード”型を示した（Fig. 4－A, B)。

従って，サトウキビ属は空気湿度の変化に対して多様に反応しているものと推察された。

謝　辞：本実験で供試した材料は，沖縄県農業試験場作物部さとうきび育種研究室長，島袋正樹氏（現在作物部研究主幹）から提供して頂いたものである。ここに記して感謝申し上げます。

引用文献

1．Agata, W., Y. Kawamitsu, S. Hakoyama and S. Shima 1986. A system for measuring leaf gas exchange based on regulating vapor pressure difference. Photo. Res. 9：345－357.

2．Bunce, J. A. 1982. Low humidity effects on photosynthesis in single leaves of C_4 Plants. Oecologia (Berlin). 54：233－235.

3．Bunce, J. A. 1983. Differential sensitivity to humidity of daily photosynthesis in the field in C_3 and C_4 species. Oecologia (Berlin) 57：262－265.

4．Farquhar, G. D. 1978. Feedfoward responses of stomata to humidity. Aust. J. Plant Physiol. 5：787－800.

5．Gaastra, P. 1959. Photosynthesis of crop plants as influenced by light, carbon dioxide, temperatureand stomatal diffusion resistance. Neded. Landouwhogesch., Wageninges. 59：1－68.

6．Grantz, D. A. and E. Zeiger 1986. Stomatal responses to light and leaf－air water vaper pressure difference show similar kinetics in sugarcane and soybean. Plant Physiol. 81：865－868.

7．Hatch, M. D. and C. R. Slack 1966. Photosynthesis by Sugar-cane. A New carboxylation reaction and the pathway of sugar formatn. Biochem. J. 101：103－111

8．広瀬竜郎・伊豆田猛・三宅　博・戸塚　績　1992. 瞬間接着剤を用いた気孔の型取り観察法. 日作紀　61 (1)：159－160.

9．Kawamitsu, Y.,W. Agata and S. Miura 1987. Effect of vapor pressure difference on CO_2 assimiration rate, leafconductance and water use efficiency in grass species. J. Fac. Agri., Kyushu Univ. 31：1－10.

10．Kawamitsu, Y., S. Yoda and W. Agata 1993. Humidity pretreatment affects the responses of stomata and CO_2 sssimilation to vapor pressure difference in C_3 and C_4 plants. Plant Cell Physiol. 34 (1)：113－119.

11．Kortschak, H. P., C. E. Hartt and G. O. Burr 1965. Carbon dioxide fixation in sugarcane leaves. Plant Physiol. 40：209－213.

12．村田吉男・玖村敦彦・石井龍一　1976. 作物の光合成と生態－作物生産の理論と応用－. 農山漁村文化協会・東京.

13．永富成紀・大城良計・仲宗根盛徳　1984, 南西諸島におけるサトウキビ遺伝質の探索：第1次・第

2次調査．沖縄農試研究報告．1－27

14. 仲間　操・野瀬昭博　1986．南西諸島に自生するサトウキビ属野生系統の光合成の変異に関する研究，文部省一般研究成果研究報告　課題番号 59480031.

15. 野瀬昭博・仲間　操　1990．葉身の窒素含量がサトウキビ個葉の光合成特性に及ぼす影響．日作紀 59（4）：641－648

16. 野瀬昭博　1991．作物の生理特性からた沖縄の農業．育種学最近の進歩　第**32**集．日本育種学会編．pp．71－82

17. Vong, N. Q. and Y. Murata 1977. Studies on the physiological characteristics of C_3 and C_4 crop species. I. The effects of air temperature on the apparent photosynthesis, dark respiration, and nutrient absorption of some crops. Japan. J. Crop Sci. 46（1）：45－52.

18. 斉藤邦行・石原　邦　1987．水稲葉身の光合成速度におよぼす飽差の影響－光利用効率．CO_2利用効率に着目して－．日作紀　56：163－170

19. Raschke, K. 1975. Stomatal action. Ann. Rev. Plant Physiol. 26：309－340.

20. 島袋正樹　1991．沖縄におけるサトウキビ交雑育種の現状と展望．育種学最近の進歩　第**32**集．日本育種学会編．pp. 83－93