論 文

|||||

土壌水分および気温が 常緑広葉樹の光合成活動に与える影響

柴田昌三*・小橋澄治*・花山秀文**

Influence of Soil Moisture and Air Temperature to Photosynthetic Activity of Some Ever-green Broad-Leaved Trees

SHIBATA, Syozo*, KOBASHI, Sumiji*,
HANAYAMA, Hidefumi**

要 旨

柴田昌三・小橋澄治・花山秀文：土壌水分および気温が常緑広葉樹の光合成活動に与える影響

樹木葉の光合成活動に関して今までに行った測定結果のうち、アラカシ、マテバシイおよびクスノキを用いて行った季節変化に関するデータと、シラカシおよびクスノキを用いて3段階の土壌水分条件を設定して行ったポット試験に関するデータを用いて、気温あるいは乾燥が樹木葉の光合成活動に与える影響について検討した。その結果、以下のようなことが示された。①各樹種とも季節によって、2つの飽和光合成速度が認められた。これは、光合成活動の度合いによる違いである。この違いは明らかに気孔コンダクタンスの違いに起因するものである。気孔コンダクタンスが小さい時期には光条件よりも温度条件が大きく影響しているようである。②高温条件下では気孔コンダクタンスに大きな低下がなく、CO₂濃度差が低下する傾向が認められた。③土壌の乾燥に対しては、乾燥の度合いに応じて、植物の生理活性は低下するが、これは気孔コンダクタンスの低下となって示された。これらを総括すると、高温あるいは乾燥等による植物の生理活性の低下は、まず、気孔コンダクタンスの低下となって現れること、気孔コンダクタンスが一定以上の値の場合にはCO₂濃度差の大小の影響も大きくなること等が示唆された。

1. はじめに

この数年来、野外における測定が可能な携帯式の光合成測定機が何種類か登場し、それらを用いた調査も報告されるようになってきている^{1,3-5)}。これらの機械は、いずれも小さなチャンバーを持ち、短時間で光合成速度を測定す

ることが可能である。しかし、その一方で、野外における測定結果の分析においては、光合成活動に作用する因子の調整ができないため、光合成活動を規制する要因の特定が難しい。要因としては土壌水分や気温が重要なものと考えられるが、それらが複合的に機能する結果、得られた測定結果においてどの因子が最もよく効いているのか分析ができないのである。その結果、現在はいく度、実験レベルに立ち戻って、いくつかの環境因子に対する植物葉の光合成活動を把握する時期に来ている。その試験結果は徐々に得られつつある⁶⁾が、筆者らも土壌水分条件を規制した試験結果⁹⁾と野外に植栽された樹木

キーワード：光合成, 気温, 土壌水分
photosynthesis, air temperature, soil moisture

* 京都大学農学部

Fac. of Agriculture, Kyoto Univ.

** 王子製紙(株)

Oji paper, Inc.

葉の季節変化の測定結果^{3,4)}から、いくつかの知見を得たのでここに述べる。

2. 測定機器とその測定項目

今回の光合成速度の測定において、筆者らが使用した機器は、携帯式光合成蒸散測定装置 LI-6200 (LI-COR 社製) である。本機器の測定においては、いくつかの仮定から次の2つの基礎式が成り立つとしている。

○蒸散速度

$$E = \frac{g_{sw} \cdot g_{bw} \cdot (W_i - W_a)}{g_{sw} + g_{bw}} \cdot \frac{1}{1 - w} \quad (1)$$

E : 蒸散速度 (H₂O mol/m²/sec), チャンバー内の水蒸気圧の変化等から計算。

W_i : 葉内 (気孔内) の H₂O モル分率, 実測された葉温における飽和水蒸気圧と大気圧 (1013 mb) との比率。

W_a : 葉外の H₂O モル分率, 実測された相対湿度より計算。

w : (W_i + W_a)/2

g_{bw} : H₂O 分子拡散に対する葉面境界層コンダクタンス。ここでは定数, 1.13 mol/m²/sec。

g_{sw} : H₂O 分子拡散に対する気孔コンダクタンス。未知数だが, ここでは他の変数が仮定および実測によって求められるので一義的に決まる。

○光合成速度

$$A = \frac{g_{sc} \cdot g_{bc} \cdot (C_a - C_i)}{g_{sc} + g_{bc}} - c \cdot E \quad (2)$$

A : 純光合成速度 (CO₂ mol/m²/sec), チャンバー内の CO₂ 濃度の変化等から計算。

C_i : 細胞間隙 (気孔内) の CO₂ モル分率。

C_a : 葉外の CO₂ モル分率。一般にそれほど変動しないが, 初期値として測定。

c : (C_i + C_a)/2

g_{sc} : CO₂ 分子拡散に対する気孔コンダクタンス。

$$g_{sc} = g_{sw} / 1.6 \quad (3)$$

g_{bc} : CO₂ 分子拡散に対する葉面境界層コンダクタンス。g_{bc} = g_{bw} / 1.6^(2/3) = g_{bw} / 1.37 (4)

(2)~(4)式より

$$A = \frac{g_{sw} \cdot g_{bw} \cdot (C_a - C_i)}{1.37 g_{sw} + 1.6 g_{bw}} - c \cdot E \quad (5)$$

本機器は、閉鎖系の測定装置であり、チャンバー内の水蒸気量の変動から蒸散速度が計算され、同時に実測さ

れるチャンバー内の温度および相対湿度と葉温の実測結果から、(1)式に従って気孔コンダクタンスが得られる。また、光合成速度はチャンバー内の CO₂ 濃度の変動の実測から得られ、(5)式に従って CO₂ 濃度差が算出される。蒸散速度および光合成速度を規制しているのは、(1)および(5)式によれば、気孔コンダクタンスと気孔内外の CO₂ 濃度差である。本機器では、この2つのパラメータで植物の蒸散および光合成の生理作用を表現しているともいえる。すなわち、この2つのパラメータに環境条件が及ぼす影響を明らかにすることが、環境条件と生理特性の関係を明らかにすることになる。

しかし、これらの関係をあまり気にせず、同様の条件下にある多くの植物について、光合成や蒸散の季節変化を追うことや、種ごとの特性を明らかにすることにも大きな意味が考えられる。

3. 調査内容

今回、分析の対象とした資料は、樹木の開葉が終了した6月から翌年3月までの樹木葉の光合成および蒸散の季節変化を追跡した調査結果と、いくつかの土壌水分条件下で行った実験結果である。その概要は以下のとおりである。なお、本報告はこれらの結果報告が主目的ではないので図表の多くは載せていない。詳細は既報^{3,4)}を参照されたい。

3.1 数種常緑広葉樹葉における季節変化

3.1.1 調査方法

測定は、1989年6月から翌年の3月まで京都大学農学部附属演習林本部試験地内に植栽されている、アラカシ (*Quercus glauca*), マテバシイ (*Pasania edulis*), クスノキ (*Cinnamomum Camphora*) 各1個体を対象に行った。各個体とも植栽後4年を経た5年生個体である。測定時には3個体とも樹高約3m, 胸高直径約5cmであった。

測定日は、6月1日, 7月22日, 8月4日, 9月24日, 10月25日, 11月23日, 12月28日, 1月27日, 3月6日の9回である。各測定日とも晴天日を選んで、夜明け前から日没まで、ほぼ1時間に1回の割合で、終日測定を行った。

測定の対象とした葉は、各個体の南側の地上高1mおよび2mの1年生枝上の当年生葉、各1枚である。

3.1.2 調査結果

調査結果をまとめると以下ようになる。

1) 地上高による光合成活動の違いは、各樹種とも認められなかった。

2) 6月の葉は、未だに成熟しておらず、光合成、蒸

図 1 1日あたりの純光合成量の季節変化

Fig. 1 Seasonal change of net photosynthesis per day

○ : *Quercus glauca* △ : *Pasania edulis*
□ : *Cinnamomum Camphora*

散活動の日変化にもバラつきが大きかったが、7月以降の成熟葉においては、いくつかの傾向が認められた。光合成速度の日変化に関しては、従来、夏型（午前中に最大値を示した後漸減する型で夏を中心に認められる）、中間型（主に光強度に従った変化を示し秋を中心に認められる）、冬型（主に気温変化に従った変化を示し冬を中心に認められる）の3型が提示されている⁹⁾が、今回の測定結果もいずれかの型にあてはめることができた。しかし、各樹種ともに、冬型は厳冬期に、中間型は晩秋を中心とした時期に認められただけで、成長期である夏から秋にかけての4～5カ月には、すべての葉が夏型の日変化を示した。日変化の図より推定される1日の純光合成量の季節変化は、夏に最大値を示し、冬に向かって減少していくアラカシおよびクスノキと、秋に最大値を示すマテバシイに分けられた（図1）。通常、植物の光合成活動は夏期が最も盛んであるといわれている²⁾が、マテバシイの場合、これにはあてはまらなかった。一方、同様の変化を示すアラカシとクスノキにも、その絶対値には大きな違いがあり、アラカシはクスノキの半分程度しか光合成量がなかった。

3) 蒸散速度は全般に山型あるいは台型の日変化を示すが、明らかな蒸散活動が認められる期間は樹種によって異なっている。光合成の日変化の型と比較すると、アラカシでは夏型の日変化が認められる期間、他の2種では夏型および中間型の日変化が認められる期間に、それぞれ活発な蒸散活動が認められた。1日の蒸散量の季節変化を図2に示す。光合成量と同様に、アラカシおよびクスノキで夏期、マテバシイで秋期に最大値を示している。その絶対値は光合成量と同様にクスノキで大きい。しかし、他の2樹種も光合成量ほどにはクスノキとの差は大きくない。

4) 気孔コンダクタンスは、樹種によって気温に対す

図 2 1日あたりの蒸散量の季節変化

Fig. 2 Seasonal change of transpiration per day

○ : *Quercus glauca* △ : *Pasania edulis*
□ : *Cinnamomum Camphora*

る反応が異なる。今回の測定においては、気孔コンダクタンスは、クスノキでは気温の上昇とともに増加し、マテバシイでは35℃を越えると減少した。また、各樹種ともに同様の温度域においても、月によって異なる日変化を示した。気温以外の環境条件が影響していると考えられる。葉の内外の飽差は気温の変化に対して相関が高く、夏から秋にかけての蒸散速度の減少が顕著である。樹種によって気孔コンダクタンスあるいはCO₂濃度差の日変化が異なるため、光合成活動の活発な時期に樹種差が

図 3 8月におけるクスノキ（左側）およびマテバシイ（右側）の光合成速度（上段）、蒸散速度（中段）および気孔コンダクタンス（下段）の日変化

 Fig. 3 Diurnal change of net photosynthetic rate (upper), transpiration rate (middle) and stomatal conductance (lower) of *Cinnamomum Camphora* (left), and *Pasania edulis* (right) in August

○ : values of 1 meter height leaf
□ : values of 2 meter height leaf

現れるが、このような違いにもかかわらず、光合成速度と気孔コンダクタンスの間には高い相関が認められた。

5) 光合成速度の日変化の各型のうち、夏型に関しては、さらに詳細に検討すると、午前中に最大値を示した後は日没まで漸次減少していく型と、同様に午後に漸次減少するものの夕方になってもう1つのピークを示す型に分けられた(図3)。各型が出現する時期あるいは現れ方は樹種によって異なるが、大まかには前者は7月を中心とした葉の成熟後、盛夏期に入るまでの時期と、秋の中間型への移行期に認められ、後者は8～9月の盛夏期に特徴的に認められた。光合成活動の内容を見ると、前者では、午前中のピーク出現後 CO_2 濃度差が徐々に小さくなり、光合成速度の低下は比較的緩やかである。蒸散速度の減少はほとんど認められない。主として気温の過度の上昇に起因する可能性がある。クスノキで典型的な日変化が認められた。後者では、午前中のピークの後、急激な光合成速度の低下が認められる。この時、蒸散の抑制が起こり、同時に気孔コンダクタンスおよび CO_2 濃度差も急激に低下する。1日の光合成量は顕著に小さくなるが、この原因は、土壤の乾燥あるいは水分供給が追いつかないことである可能性が高い。今回の測定では、8月のマテバシイの測定値で典型的な日変化が認められた。

3.2 土壤水分条件の違いによる光合成活動の変化

土壤水分条件の減少が光合成活動に及ぼす影響に関しては、増田らのトベラおよびシャリンバイに関する報告⁵⁾がある。この中で光合成速度および蒸散速度は土壤の乾燥にともなって明らかに低下するが、種による耐乾性の違いも示唆されている。

3.2.1 試験方法

本試験において使用した樹種は、クスノキおよびシラカシ (*Quercus myrsinaefolia*) の2種である。各種の3年生実生苗を6本ずつ用意し、ポットに1本ずつ植栽した。植栽は1990年3月に行い、3つの土壤水分条件を設定した。設定された3つの条件は以下のとおりである。

- ・処理1：植栽時から実験開始前まで自然状態で放置した後、実験開始日より水分の補給を絶ち、急激な水分の枯渇状態を与える。
- ・処理2：植栽時から実験開始前まで自然状態で放置し、実験開始日の10日前から土壤 pH 値を2.0～2.4に管理する。
- ・処理3：植栽時から土壤 pH 値を1.6～1.9に保ち、慢性的に過湿気味の状態に維持する。

実験の開始に先立って、7月21日および10月21日の晴天日を選んで、終日、光合成活動の測定を行った。

実験は、1990年11月1日より開始した。測定は、終日晴天であった11月1日、8日および17日に日の出前から日没後まで行った。同月20日には処理1の個体の一部が枯死したため、実験を終了した。なお、処理1の土壤 pH 値は、実験開始日が約2.3、最後の測定日が約3.1であった。

3.2.2 実験結果

前項における季節変化の測定結果から見て、実験を行った時期は光合成活動の適温期にあたると考えられる。

1) 実験期間中の光合成速度の日変化は、処理3では夏型と中間型の間に位置づけられるような変化となった。実験期間中は、両樹種ともに処理3の日変化に大きな変化は認められないが、季節の進行にともなって徐々に減少していく傾向がある。1日の純光合成量も前項の測定結果の値と大差はない。一方、処理1においては、両樹種ともに、明らかな光合成速度の低下が認められ、最後の測定日にはクスノキで午後、シラカシで終日光合成速度はマイナスとなった。処理2では、シラカシでは大きな光合成速度の低下は認められなかったが、クスノキでは午後に顕著に低い値で推移した。

2) 蒸散速度も、光合成速度と同様に、処理1では、土壤の乾燥にともなって急激に低下した。クスノキでは、処理2でもこの傾向が認められ、処理1とほとんど違いのない減少率であった。処理3では、両種ともに、1日の蒸散量も少なくなく、ほぼ正常な蒸散活動が行われていると考えられる。

3) 通常、気孔コンダクタンスの日変化は、日中ほぼ一定の値で推移する。本実験ではクスノキおよびシラカシの処理3およびシラカシの処理2で、日中の変化が少なかった。これに対して、クスノキおよびシラカシの処理1およびクスノキの処理2では、実験の終了が近づくにつれて日中の気孔コンダクタンスの変動が顕著になり、実験終了日には午前中をピークに午後は減少する変化となった。

4) 土壤水分の減少とともに気孔の開度が小さくなり、このことが光合成速度および蒸散速度の低下に結びついていると考えられる。

4. 考察

以上の2つの測定結果をまとめ、樹木葉の光合成活動にいくつかの環境条件が与える影響を以下に考察する。

4.1 光合成活動の季節変化 (光量子量と気温の影響)

一般に野外においては、季節に応じて光条件および温度条件の変動が、たがいに連動するため、この2つの環境条件を区別して考えることは困難である。そのため、

ここでは、光条件と温度条件をまとめて、季節変化として捉え、考察を加える。図4は、3.1項で得られた測定結果をもとに得られた、各測定月別の光—光合成曲線である。図1からもわかるように、樹種によって、光合成速度には大きな違いが認められるが、各樹種に共通して認められることは、夏と冬では明らかに飽和光合成速度が異なっていることである。今回測定した樹木葉の飽和光合成速度には、季節によって2つの値が考えられる。アラカシでは、7、8月の $9\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{sec}$ 、9～12月の $4\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{sec}$ であり、マテバシイでは、7～11月の $13\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{sec}$ 、3および12月の $5\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{sec}$ 、また、クスノキでは、7～10月の $15\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{sec}$ 、11～12月および3月の $5\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{sec}$ である。アラカシの場合、3月には $1\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{sec}$ まで飽和光合成速度が低下しているが、これは既に当年生葉との入替わりが間近になり、葉の活性が低下したためと考えられる。一方、飽和光合成量の大小にかかわらず、飽和光量子量は、 $500\sim1000\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{sec}$ で、一年を通じてほぼ一定であった。

気孔コンダクタンス、気孔内外の CO_2 濃度差($C_a - C_i$)および光合成速度をまとめたのが図5、各月の気孔コンダクタンスおよび光合成速度を最大値で置き換えた同様の図が図6である。図6においても、3樹種ともに2つ

図4 各測定の光—光合成曲線

Fig. 4 Light-photosynthesis curves

a: *Quercus glauca* b: *Pasania edulis*

c: *Cinnamomum Camphora*

* Each number in the figure means each month.

のグループに分れる。そのグループの違いは、明らかに気孔コンダクタンスの値に起因するものであり、その最大値を見ると、光合成活動の活発な時期は気孔コンダクタンスが $0.3\text{mol}/\text{m}^2/\text{sec}$ 以上、活発でない時期は $0.2\text{mol}/\text{m}^2/\text{sec}$ 以下である。 CO_2 濃度差の傾向は、最大値をみる限りにおいては、光合成活動の活発な時期には、アラカシで70 ppm程度、マテバシイで80～100 ppm、クスノキで70～110 ppmである。マテバシイでは秋に向って CO_2 濃度差が増加するように見える。一方、活動が盛んでない時期には、気孔コンダクタンスはほぼ同じである

図5 各月の光合成速度と気孔コンダクタンスの関係

Fig. 5 Relation between net photosynthetic rate and stomatal conductance of each month

a: *Quercus glauca* b: *Pasania edulis*

c: *Cinnamomum Camphora*

○: June △: July +: August ×: October

◇: November □: December

————: theoretical curve when ($C_a - C_i$) is 125 ppm

-----: theoretical curve when ($C_a - C_i$) is 100 ppm

.....: theoretical curve when ($C_a - C_i$) is 75 ppm

表1 測定期間中の各月の最大光量子量とチャンバー内の最高気温および最低気温

Table 1 Maximum value of photosynthetic photon flux density (P. P. F. D.) and maximum and minimum temperature in chamber of each month during the measurement of seasonal change

Month	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Jan.	Mar.
P. P. F. D. ($\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{sec}$)	1700	1700	1800	2000	1600	450	1400	400	1500
Max. of Temp. ($^{\circ}\text{C}$)	34	38	42	32	28	20	15	7	18
Min. of Temp. ($^{\circ}\text{C}$)	13	25	24	18	10	9	7	0	1

図6 各月の光合成速度の最大値と気孔コンダクタンスの最大値の関係

Fig. 6 Relation of maximum values between net photosynthetic rate and stomatal conductance of each month

a: *Quercus glauca* b: *Pasania edulis*
 c: *Cinnamomum Camphora*
 ○: June △: July +: August ×: September
 ◇: October □: November
 ●: December ▲: January ■: March
 —: theoretical curve when $(C_a - C_i)$ is 125 ppm
 ---: theoretical curve when $(C_a - C_i)$ is 100 ppm
 ----: theoretical curve when $(C_a - C_i)$ is 75 ppm

が、 CO_2 濃度差にはバラつきが大きい。大まかには冬～春に小さく、それ以外の時期に比較的大きい。表1の各月の光、温度条件の推移を見ると最大光量子量は前述の飽和量をほぼ上回っていることから、光条件よりも温度条件が影響しているように思われる。最大値以外の測定値(図5)を考慮に入れると、アラカシおよびクスノキでは、8月を中心とした時期において CO_2 濃度差の低下が顕著に認められる。これに対してマテバシイでは、この傾向はわずかに認められる程度である。

4.2 高温の影響

3.2項で述べた実験に先立って行った、7月と10月の測定結果を図7に示す。7月のチャンパー内温度は35～42℃で高温期、10月のチャンパー内温度は20～32℃

図7 異なる気温条件下における光合成速度と気孔コンダクタンスの関係の相違

Fig. 7 Difference of relation between net photosynthetic rate and stomatal conductance in two different temperature

a: *Cinnamomum Camphora*
 b: *Quercus myrsinaefolia*
 ○, ●: values on 21st July
 △, ▲: values on 21st October
 —: theoretical curve when $(C_a - C_i)$ is 125 ppm
 ---: theoretical curve when $(C_a - C_i)$ is 100 ppm
 ----: theoretical curve when $(C_a - C_i)$ is 75 ppm

で適温期にそれぞれ対応すると考えられる。測定個体はクスノキ、シラカシともに2本であるが、クスノキでは個体によって挙動に大きな差がある。しかし、両樹種ともにいずれの個体も、高温時には他の温度時に比べて、気孔コンダクタンスに大きな低下はなく、 CO_2 濃度差が低下する傾向が認められる。高温時の光合成量の低下は、温度上昇にともなう個体の呼吸量の増加によるものと考えられるが、その影響と思われる。個体差は当然考慮に入れるべきではあるが、この図から見て、種による違いも認められる。すなわち、クスノキでは気温の低下とともに明らかに気孔コンダクタンスが減少するのに対して、シラカシでは高温時の気孔コンダクタンスがそれほど大きくならないため、気温の低下にともなう気孔コン

ダクタンスの低下はそれほど顕著ではない。季節変化の考察において認められた、8月を中心とした時期の CO_2 濃度差の低下も高温の影響によるものと考えられる。

4.3 土壤乾燥の影響

3.2項で述べた実験の測定結果のうち、気孔コンダクタンス、気孔内外の CO_2 濃度差 ($C_a - C_i$) および光合成速度をまとめたのが図8である。実験開始時と終了時の値

図8 異なる土壤水分条件における光合成速度と気孔コンダクタンスの関係の相違

Fig. 8 Difference of relation between net photosynthetic rate and stomatal conductance among three soil moisture conditions

a: *Cinnamomum Camphora*

b: *Quercus myrsinaefolia*

1: dry condition (stop watering for 17 days)

2: medium condition (keep soil moisture at pF 2.0~2.4)

3: humid condition (keep soil moisture at pF 1.6~1.9)

○, ●: values at the start of experiment

△, ▲: values at 17 days later after the start of experiment

————: theoretical curve when ($C_a - C_i$) is 125 ppm

-----: theoretical curve when ($C_a - C_i$) is 100 ppm

-----: theoretical curve when ($C_a - C_i$) is 75 ppm

を比較すると、乾燥の度合いに応じて生理活性は低下するが、それは明らかに気孔コンダクタンスの低下となって表われている。この場合、実験が適温期に行われたため、 CO_2 濃度差の減少は明確には認められなかった。しかし、野外においては、盛夏期における高温をとまなう乾燥が最も問題となるものであり、 CO_2 濃度差の減少と同時に起こる気孔コンダクタンスの低下は、植物の活性度の低下により顕著に影響を与えられとされる。

5. おわりに

光量子量の不足、高温あるいは乾燥等による植物の生理活性の低下は、まず、気孔コンダクタンスの低下によって直接的に引き起こされる。気孔コンダクタンスの低下が生じた場合、 CO_2 濃度差の大小は光合成速度にはほとんど影響しなくなる。 CO_2 濃度差が最も問題となるのは、気孔コンダクタンスがある程度以上に大きな値をとる時である。気孔コンダクタンスの大小は、明らかに気孔の開閉作用を基づくものである。一方、 CO_2 濃度差の変化、すなわち細胞間隙あるいは気孔内の CO_2 濃度差の変化は、植物体全体の呼吸量等、状態に応じて生理的なレベルでさまざまな影響を受けていると考えられる。現在、筆者らが使用している測定機器から得られる光合成速度の変化を検討する時、気孔コンダクタンスの変化のみで説明しきれない部分を CO_2 濃度差という成分に入れてしまっているともいえる。携帯式光合成蒸散測定機を利用した野外での測定を考える時、このことをさらに検討していく必要がある。

一方、これらの関係をあまり気にせず、野外で直接的に実測される、光合成速度および蒸散速度を測定していくことも重要なことである。今回は、野外に植栽された常緑広葉樹3種と、ポット試験による常緑広葉樹2種の測定結果を利用したが、今後も種ごとのさまざまなデータの集積は必要不可欠である。例えば、今回の測定結果からは、光—光合成曲線に、各樹種において季節に応じて2つの飽和光合成速度が認められたが、この値の持つ意味の検討はもちろんのこと、これに関係する気孔コンダクタンスの影響、あるいはどのような環境条件によって光合成速度がどのように変動するのか等、課題は多い。今後、データの集積により、それぞれの種の蒸散速度や光合成速度の推定できるモデルが作成できることが1つの目標となる。

参考文献

- 1) 柴田昌三・小橋澄治・森本幸裕：光合成特性からみた緑地帯の数種樹木の活力度診断について、造園雑誌, 52(5),

- 109-114, 1989
- 2) 畑野健一・佐々木恵彦：樹木の生長と環境, 262-281, 養賢堂, 1987
- 3) 花山秀文：数種常緑緑化樹種の光合成・蒸散特性について, 京都大学農学部卒業論文, 1990
- 4) 花山秀文・柴田昌三：数種の常緑緑化樹種における光合成速度と気孔コンダクタンスの季節変化について, 第21回緑化工研究発表会要旨集, 30-33, 1990
- 5) 増田拓朗・金出陽一・守屋均：土壌水分条件の違いがシャリンバイおよびトベラの光合成・蒸散速度に及ぼす影響, 造園雑誌, **53(5)**, 121-126, 1990
- 6) 村田吉男・玖村敦彦・石井龍一：作物の光合成と生態, 130-145, 農山漁村文化協会, 1976

Summary

To investigate the influence of temperature and soil drought to photosynthesis of tree leaves, two data sets were analyzed. One data set is concerned with seasonal change of three species (*Quercus glauca*, *Pasania edulis* and *Cinnamomum Camphora*), and another one with experiment in three soil moisture conditions on two species (*Cinnamomum Camphora* and *Quercus myrsinaefolia*).

The conclusion is;

① According to seasons, two saturation values of photosynthetic rate are recognized. These values are caused by the difference of the values of stomatal conductance (SC). In the season that SC is comparatively small, condition of temperature is more influential factor than light condition.

② In high temperature condition, SC does not decrease so much. But the difference of CO₂ density trends to decrease.

③ According to the degree of soil drought, physiological activity of tree reducts. This is clearly shown by the decrease of SC.

As a results, it is shown that; the reduction of physiological activity of trees comes out by the decrease of SC at first; in the case that SC is larger than some fixed value, the influence of the value of difference of CO₂ density also becomes effective.