

土壤の乾燥にともなうクロマツ苗の蒸散および 光合成におよぼす照度，温度，湿度の影響

九州大学農学部 朱 城賢・矢幡 久
須崎 民雄

1. はじめに

海岸マツ林の水分収支を明らかにするうえで葉における光合成速度および蒸散速度と外部環境との関係を明らかにしておくことが重要である。そこで，基礎資料を得ることを目的として，クロマツの苗木を用いて土壤を乾燥させながら，土壤水分，葉温，葉と大気間の水蒸気密度差（Vdd），照度が光合成速度および蒸散速度に及ぼす影響を測定した。

2. 材料および方法

材料は，3年生のクロマツの苗木を用いた。苗木を十分に灌水したのち温湿度制御が可能なグロースキャビネット内に入れ，2年生葉12枚をアクリル製同化箱内に固定して，土壤を乾燥させながら，各要因別の葉の光合成速度および蒸散速度を同化箱法により測定した。葉温は熱電対により葉の裏面に接触させて測定した。葉面境界層抵抗を小さくするためにファンで風速約5m/sの風を流した。土壤の水分は，葉のBP（base xylem pressure potential）を用いて測定した。照度別の測定は，Vddを10g/m³，葉温25°Cの一定条件下で，光源には陽光灯を使用し減光フィルターで照度を調節して0から45KLuxまでの8段階，温度別の測定は，照度35KLux，Vdd10g/m³の条件下で，20，25，30°Cの3段階，Vdd別の測定は，葉温25°C，照度35KLuxの条件下で2.79～12.25g/m³の範囲でそれぞれ実施した。炭酸ガス拡散抵抗（R_{CO₂}）は，クロプラストにおけるCO₂濃度を0として，大気中のCO₂濃度との落差（mg CO₂/cm³）を光合成速度で除することで得られ，その逆数を炭酸ガス拡散コンダクタンス（K_{CO₂}）とした。水蒸気拡散抵抗（R_{H₂O}）は，葉内と大気中との水蒸気差を蒸散速度で除して得られ，その逆数を水蒸気拡散コンダクタンス（K_{H₂O}）とした。なお，R_{CO₂}は，葉の拡散抵抗 r_a' + r_s' と葉肉抵抗 r_m の和で表わされ，一方，R_{H₂O} は，葉の拡散抵抗 r_a + r_s のみである。ただし，r_a' + r_s' = 1.7 (r_a + r_s) である¹⁾。

3. 結果と考察

1) 水蒸気密度差（Vdd）と光合成速度および蒸散速度との関係

水蒸気密度差が増加することによって，BPが-0.1MPaの場合，Vddを2.79から12.25（g/m³）まで変化させた時，光合成速度は4.69から4.45（mg CO₂/g Dwh）ではほぼ一定な値を示したが，蒸散速度は0.23から1.27（gH₂O/gDwh）で増加する傾向が見られた。土壤の乾燥によってVddの増加に対する蒸散速度の増加の割合は低下した。これは，乾燥によって気孔が閉鎖し拡散抵抗が大きくなるためと思われる。

2) 葉温と光合成速度および蒸散速度との関係

葉温を30から20°Cまで変化させた場合，BPが-0.1MPaおよび-0.6MPaの時は，光合成速度はそれぞれ5.15～4.69，4.69～4.45の範囲であり，葉温の変化にもかかわらずほとんど変化が見られないが，BPが-1.1MPaの時は，20，25°Cに比べて，30°Cで低下する傾向が見られた。一方，蒸散速度の場合，BPがいずれの場合でも25°Cより30°Cで低下する傾向が見られた。このことから水分収支の側面から見ると土壤水分が多い場合は25°Cより30°Cの温度条件で水分利用効率が高くなると思われる。

3) 照度と光合成速度および蒸散速度との関係

BPが-0.1MPaの場合，照度が高くなるにつれて光合成速度は0.23から0.69（mg CO₂/gDwh），蒸散速度は0.40から0.90（gH₂O/gDwh）となり，照度の増加によって両方ともに増加することが認められた。

4) 水蒸気密度差（Vdd）と葉の炭酸ガス拡散コンダクタンス（K_{CO₂}）および葉の水蒸気拡散コンダクタンス（K_{H₂O}）との関係

Vddの増加によってK_{CO₂}はほとんど変化が見られないが，K_{H₂O}はBPが-0.1MPaの時は減少することが見られた。これは，クロマツの場合，r_a' + r_s'（0.05～0.07）の値に比べ r_m（0.40～0.49）の値が大変大きくて，K_{CO₂}の値は，r_a + r_sの変動に対し，ほとんどその影響を受けなかったためと思われる。Vdd

が低い時 K_{H_2O} が低い値を示したが、これはこの V_{dd} の範囲では、実験誤差が大きくなったことが一つの原因と考えられる (図-1)。

5) 葉温と KCO_2 および K_{H_2O} との関係

気孔開度は一般に気温の上昇とともに増大する。しかし、本研究では、 $25^{\circ}C$ より $30^{\circ}C$ で K_{H_2O} が小さかった。一方、 KCO_2 は、 $25^{\circ}C$ と $30^{\circ}C$ の間に差が見られなかった (図-2)。

6) 照度と KCO_2 および K_{H_2O} との関係

K_{H_2O} と KCO_2 の照度に対する反応は、BP によって異なり、図-3 に示すような反応パターンが得られた。

7) K_{H_2O} と KCO_2 との関係

K_{H_2O} が $10 (cm^2/gDws)$ までは、 K_{H_2O} の増加によって KCO_2 の値が急激に増加したが、それ以上では、緩やかに増加する傾向が見られた。 K_{H_2O} と KCO_2 との

関係は、図-4 に示すような双曲線式で表わすことができた。

以上のように、クロマツの苗木について、気孔の開度を示す K_{H_2O} および気孔開度と光合成能の両方を示す KCO_2 に対する葉温や葉と大気の水蒸気密度差、および照度の影響の程度、その関係を明らかにすることができた。これらの基礎データをもとに、樹木や森林の水分動態を環境との絡みで表現できるシミュレーション・モデルで使用できるように、これらの環境因子と K_{H_2O} ならびに KCO_2 との関係式について明らかにする必要がある、さらに検討していく予定である。

引用文献

- (1) WUENSCHER, J. E. et. al : Ecol., 52(6), 1016~23, 1971

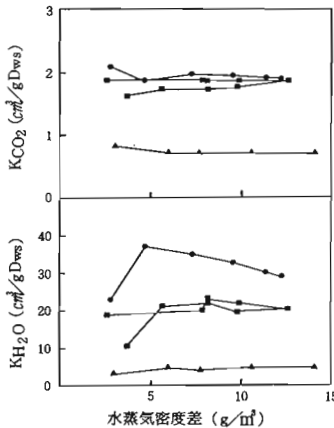


図-1 水蒸気密度差 (V_{dd}) と葉の炭酸ガス拡散コンダクタンス (KCO_2) および葉の水蒸気拡散コンダクタンス (K_{H_2O}) との関係
●: BP-0.1MPa ■: BP-0.6MPa ▲: BP-1.1MPa

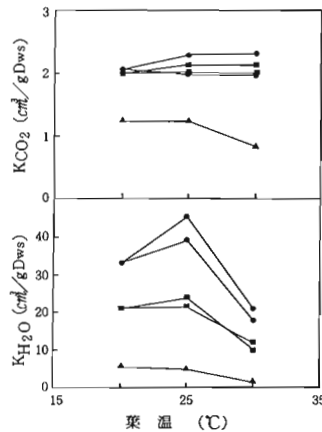


図-2 葉温と葉の炭酸ガス拡散コンダクタンス (KCO_2) および葉の水蒸気拡散コンダクタンス (K_{H_2O}) との関係
●: BP-0.1MPa ■: BP-0.6MPa ▲: BP-1.1MPa

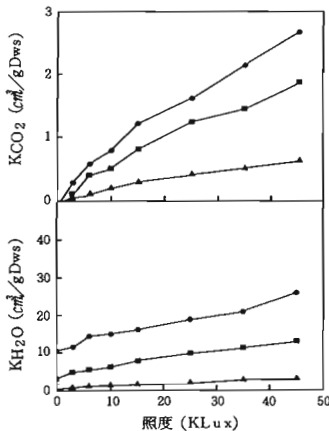


図-3 照度と葉の炭酸ガス拡散コンダクタンス (KCO_2) および葉の水蒸気拡散コンダクタンス (K_{H_2O}) との関係
●: BP-0.1MPa ■: BP-0.6MPa ▲: BP-1.1MPa

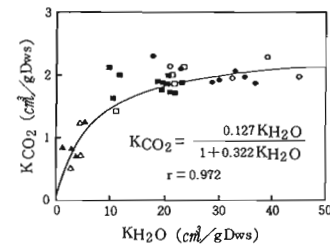


図-4 K_{H_2O} と KCO_2 との関係
○, □, △: $35 KLux$; $25^{\circ}C$; V_{dd} , $10g/m^2$ の時の測定値
●, ■, ▲: 上記以外の葉温と V_{dd} の時の測定値 (照度は同一)