

葉齢の異なるスギ葉のガス拡散抵抗および水分消費効率

九州大学農学部 橋 本 良 二
須 崎 民 雄

1. はじめに

林分光合成系の研究をすすめるには、光合成系の受光状態と単葉の光合成特性を明らかにする必要がある。スギ、ヒノキなどの常緑樹の林分では、前年もしくはそれ以前に出葉したものが、当年葉とともに物質生産をおこなっている。このことから、本報告では、葉齢の異なるスギ葉のガス拡散抵抗をしらべ、あわせて、気孔の水分調節機能、葉の水分消費効率の差異についても検討した。

2. ガス拡散抵抗および水分消費効率

同化箱内で、 CO_2 は葉面境界層を経て葉面に達する。葉面に達した CO_2 は、主に気孔を通じ、ごく一部は表皮を通して細胞間隙に入り、葉内細胞表面を経てクロロプラストに達する。このような CO_2 の拡散過程では、葉面境界層抵抗 (r'_a)、気孔抵抗 (r'_s)、表皮抵抗 (r'_e)、およびクロロプラストにおける炭酸固定反応を包含する葉肉抵抗 (r_m) が、拡散抵抗として働く。すなわち、 CO_2 拡散抵抗の総和 ($\Sigma r'$) は、 $r'_a + r'_s + r'_e + r_m$ になる。ただし、 r'_s は並列に接続する r'_s と r'_e の和である。蒸散に際しては、水蒸気は葉肉細胞表面から出発し、細胞間隙、気孔を経て、あるいは、クチクラ層を通過して葉外にでる。水蒸気は、さらに葉面境界層を経て流れでる。したがって、葉肉細胞表面以降については、 CO_2 拡散と流れの向きは逆であって、経路は同じである。水蒸気の拡散過程では、葉面境界層抵抗 (r_a)、気孔抵抗 (r_s)、表皮抵抗 (r_e) が、それぞれ拡散抵抗として働く。

ところで、 CO_2 拡散抵抗の総和 ($\Sigma r'$) は、 $\Delta C / \Delta P$ (C : 同化箱内の CO_2 濃度、 P : CO_2 とりこみ速度) である。 $r_a + r_l$ は、 $(W_i - W_a) / T$ (W_i : 葉温に対する飽和水蒸気密度、 W_a : 同化箱内の水蒸気密度、 T : 蒸散速度) である。 CO_2 拡散抵抗の $r'_a + r'_e$ は、水蒸気拡散抵抗の $r_a + r_l$ に CO_2 と水蒸気の拡散定数の比(1.7)を掛けてえられる。よって、 r_m は、 $\Sigma r' - (r'_a + r'_e)$ になる。なお、 $(r_a + r_e) / (r'_a + r'_e + r_m)$ は、水蒸気の移動率に対する CO_2 移動率の比であり、

葉の水分消費効率を意味する。これは葉面飽差に関係なくきまることから、従来の要水量や P/T 比 (P : 光合成速度、 T : 蒸散速度) とくらべて、よりすぐれている。

3. 材料と方法

材料は、構内圃場に植栽された4年生クモトオシの5木からえた。実験は、1975年8月10日から約1ヶ月間にわたっておこなった。実験に際して、前年葉、当年葉ともに、できるだけ植栽木の頂端部に近い小枝を実験室にもちかえり、梢端から4cm程度を切断し、試料葉とした。ガス拡散抵抗の算定に必要な光合成速度、蒸散速度の測定には、それぞれ赤外線ガス分析装置、熱電対湿度計を用いた。蒸散速度は、試料葉を切断した後、給水を断って測定した。実験温度(葉温)、照度は、それぞれ30°C、36kluxである。

4. 結果と考察

1.) ガス拡散抵抗

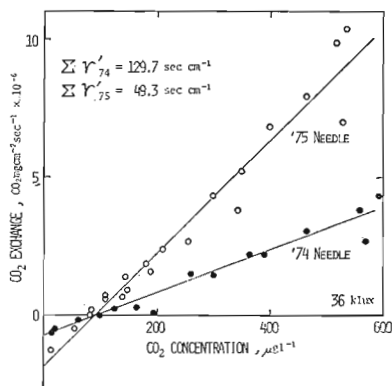
図-1に、 CO_2 濃度と光合成速度との関係を示す。通常の CO_2 濃度下では、前年葉の光合成速度は、当年葉の半分以下であることがわかった。それぞれの回帰直線の傾き ($\Delta P / \Delta C$) の逆数が、 $\Sigma r'$ であり、前年葉では129.7、当年葉では49.3 sec cm^{-1} であった。蒸散速度の測定結果を、 $r_a + r_l$ と相対含水率との関係でまとめると図-2のようになる。水ストレスがおこっていない状態では、前年葉、当年葉の $r_a + r_l$ は、それぞれ平均すると24.95、12.07 sec cm^{-1} であった。よって、 $r'_a + r'_e$ は、42.9、20.91 sec cm^{-1} になる。また、 r_m は86.81、28.40 sec cm^{-1} になる。前年葉の $r'_a + r'_e$ 、 r_m は、それぞれ当年葉の2倍、3倍であった。これらの結果をまとめて表-1に示す。 $r'_a + r'_e$ は、気孔閉鎖後のクチクラ蒸散速度からえられる $r_a + r_e$ より算定した。

コムギ、ワタ、トマトなどの作物の r'_s 、 r_m は、それぞれ2~4、2~10であり、ポプラやカバの類、ヨーロッパナラ、プラタナスなどの落葉広葉樹では、2~20、5~10 sec cm^{-1} であることが報告されてい

る(1,2ほか)。一般に r_a が小さいことが考えられるので、スギ葉の r_l , r_m は、作物とくらべて相当大きく、 r_m は、落葉広葉樹とくらべても数倍であることがわかった。また、スギ葉は、葉齢によって、クロロプラストでの光合成活性が異なるだけでなく、葉の外圍から葉内への CO_2 拡散抵抗も明らかに異なることがわかった。これは、主として r'_s のちがいにありと考えられる。

表一 1 スギ葉の CO_2 拡散抵抗 ($sec\ cm^{-1}$)

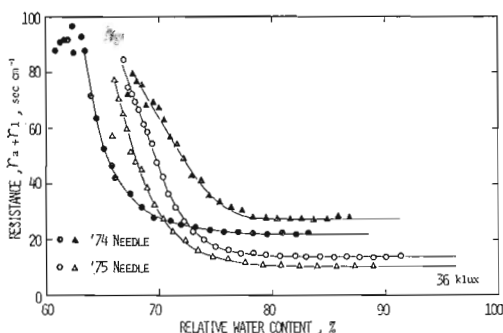
		$r'_a+r'_l$	$r'_a+r'_c$	r_m	$\Sigma r'$
前年葉	1	38.35	90.22	91.35	129.7
	2	47.44	76.14	83.26	
	平均	42.90	83.18	86.81	
当年葉	1	23.72	75.89	25.58	49.3
	2	18.09	69.10	31.21	
	平均	20.91	72.50	28.40	



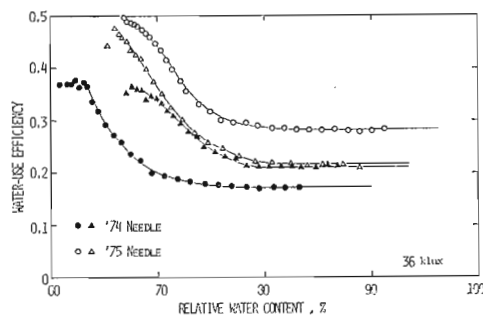
図一 1 CO_2 濃度と光合成速度

2.) 気孔の葉水分調節, 葉の水分消費効率

一般に、クワ、ポプラなどの落葉樹の老葉では、葉の含水率が低下しても、気孔閉鎖が若葉のように敏感には起こらないことが、報告されている。しかし、図一2に示す結果によると、スギ前年葉は、水を失って、ある含水率まで低下すると、当年葉と同様に、気孔閉鎖により急激に抵抗が増大する。したがって、スギでは、前年葉でも、気孔閉鎖による葉水分調節が十分働いていることがわかった。図一3に、相対含水率と水分消費効率の関係を示す。含水率低下によりひき



図一 2 相対含水率と r_a+r_l



図一 3 相対含水率と水分消費効率

おこされる気孔閉鎖は、葉からの水分消失をふせぎ、水分消費効率を高めることがわかる。葉齢による差異はわずかではあるが、当年葉で高い傾向が認められた。

ま と め

樹木の生長をとりあつかう林業の場では、樹種、品種の光合成速度に対する深い理解が、大切であるが、本報告では、スギ葉の光合成速度をガス拡散抵抗の面で検討することにより、光合成速度が種間や葉齢で異なる機構が明らかになった。

引 用 文 献

- 1.) Holmgren, P. et al. : *Physiol. Plant.* 18, 557—573, 1965
- 2.) Wuenschel, J.E. et al. : *Ecology* 52, (1) 1016—1023, 1971