

樹木の同化産物の生産と消費に関する研究 (Ⅷ)

— ブナとクヌギ苗木の温度反応による呼吸特性 —

九州大学農学部 韓 相 燮
須 崎 民 雄

1. はじめに

植物の呼吸は生物体の合成につながる過程でつかわれるエネルギーと、生細胞を維持する過程で重要な酵素のターンオーバーと生細胞内のイオン濃度を適正なレベルに保つためにつかわれるエネルギーを得るための呼吸があり、前者を構成呼吸、後者を維持呼吸と呼んで分けて考えることができる^{2, 6, 7, 9)}。ただこれらの呼吸はすべて植物体の生細胞で生ずるものであり、構成呼吸と維持呼吸は生化学的に異なる物質代謝のプロセスを持つものではない⁵⁾。維持呼吸速度は同一環境下でも種によって差がみられることが報告されており、^{1, 4)} その樹木の固有の特性を表わすと考えてよい。ここでは林木の生育限界温度および最適温度域の判断基準として、1日のCO₂収支と共に構成呼吸速度と維持呼吸速度を取り上げ、ブナとクヌギ苗木のその特性について調べた結果を報告する。

2. 材料および方法

1 / 5000ワグネルポットに栽培された落葉しているブナ3年生とクヌギ2年生苗木を用いて1978年10月26日から1979年3月20日にかけて九州大学ファイトロンの25℃恒温室に入れて温度処理を行ない、開葉後光合成速度と呼吸速度を測定した。測定にあたっては苗木をポットから掘り出し、根に付いている土壤を水洗した後アクリル同化箱(30×23×23cm)と根の水耕呼吸箱(直径8.3cm, 長さ17cm)を用いて地上部と根に分けて同時にCO₂変化を測定した。同化箱内には湿度100%の空気を毎分6~16ℓの割合で流し、さらに1m/secの速度で箱内の空気を攪拌しながら行なった。根の呼吸箱内には毎分2ℓで空気を流した。温度と光の調節は東芝グロスキャビネットTGS-13Hを使用し、40kluxの光を10時間照射した後暗条件下でCO₂放出速度を測定した。CO₂濃度の測定は堀場赤外線ガス分析機(偏差式)を用いた。

3. 結果および考察

1) 単木の光合成速度と呼吸速度

図-1にブナとクヌギ苗木の時間経過に伴うCO₂吸収と放出速度を示した。ブナの光合成速度は25℃で最

高、35℃で最低になるが、クヌギでは30℃で最高、35℃で最低になった。光を消した後の時間の経過に伴うCO₂放出速度の減少はすべての測定温度域で16~24時間に達すると一定速度になった。ブナは30℃と35℃より20℃と25℃で明らかなCO₂の放出速度の減少がみられるが、クヌギは30℃と35℃で顕著な減少が見られる(図-1)。なお同一苗木の地上部と根のCO₂放出速度を分けてみると(図-2)、両樹種とも地上部では顕著なCO₂放出速度の減少がみられるが、根の場合は両樹種ともすべての測定温度域で大きな減少はみられなかった。

2) 構成呼吸速度と維持呼吸速度

光合成によって固定されたCO₂は光を消すと一時的にCO₂放出速度は著しく増加し、その後時間の経過と共に徐々に減少する。McCree^{2, 4)}とRyley⁸⁾によれば、クローバー、ムギ、トウモロコシなどの草本植物では、光を消した後24時間以上を経過するとCO₂放出速度はほぼ一定になり、その時のCO₂放出速度を維持呼吸速度と呼んでいる。また一定速度に至るまでの減少過程で排出されたCO₂速度から維持呼吸速度を差し引いたものを構成呼吸と呼ぶ。図-1で光を消した後

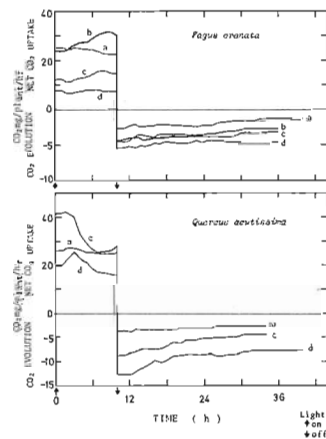


図1 時間の経過に伴うCO₂吸収と放出速度

a, 20℃; b, 25℃; c, 30℃; d, 35℃

24時間後のCO₂放出速度を維持呼吸速度としてとらえ、1日当りの構成呼吸と維持呼吸量を求めた(表1)。表1で維持呼吸係数mは $m = R_m/w \cdot t$ (R_m は24時間後の

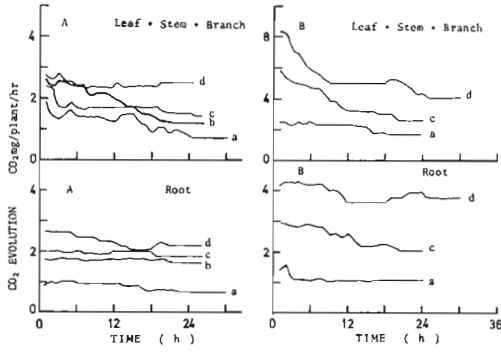


図-2 10時間の光照射後暗条件にした場合、時間の経過に伴うCO₂放出速度 A,ブナ; B,クヌギ; a,20℃; b,25℃; c,30℃; d,35℃

CO₂放出速度、Wは乾重、tは時間)の式から求めた値である。表1で両樹種とも温度の増加につれてmの値は明らかに増加している。m値はクローバーの30℃で1日当り0.044~0.052⁴⁾に比べ、ブナ0.0044とクヌギ0.0037はクローバーの約1/10にすぎない。矢幡ら¹⁰⁾はスギ林で年単位として求めたm値は草本に比べ、約1/100になることを報告している。乾物重当りで示されるmは構造や組成のちがいはあるいは季節変化によって異なるはずで、そのことを考えないで直接比較することはできない。むしろ同じ時間当りの生細胞量で表わすと草本との差はいくぶん小さくなるだろう。温度変化に伴う両樹種の単木当りの維持呼吸量と構成呼吸量の構成比をみると(表1)、ブナの維持呼吸量は30℃で81%、35℃で97%を占めており、前報¹¹⁾の月別に測定した結果とほぼ一致している。クヌギの30℃で60%はブナの20~25℃の間の値と一致する。維持呼吸を最少にする最適温度はクヌギに比べて5~10℃程度低い温度域にあることになる。

一方McCree³⁾が提案した呼吸速度と光合成速度との関係式 $R = kPg + mW$ (kは構成呼吸係数、mは維持呼吸係数、Rは総呼吸速度、Pgは総光合成速度、Wは乾重)を用いて図-1の光合成速度と呼吸速度との関

表1 温度変化に伴う維持呼吸と構成呼吸

species	Temp	m -1 day	MR	GR
			CO ₂ mg / plant / day	CO ₂ mg / plant / day
Fagus crenata	20℃	0.0018	32.64 (54%)*	27.25
	25℃	0.0037	67.92 (73%)	25.68
	30℃	0.0044	77.52 (81%)	18.08
	35℃	0.0062	112.80 (97%)	2.92
Quercus acutissima	20℃	0.0023	65.52 (77%)	20.00
	30℃	0.0037	110.16 (60%)	72.88
	35℃	0.0063	190.56 (73%)	71.73

(*)*: 総呼吸量に対する割合, MR: 維持呼吸, GR: 構成呼吸, m: 維持呼吸係数

係からkを求めた結果、ブナの25℃では $R = 0.086 Pg + 0.0037W$ 、クヌギの30℃では $R = 0.191 Pg + 0.0037W$ となり、m値は両樹種同じであるが、kはクヌギの方が大きい。従ってブナの25℃では1日当り光合成によってとりこまれたCO₂量の8.6%、クヌギでは30℃で19.1%が構成呼吸としてつかわれ、維持呼吸としては両樹種とも乾物重の0.37%が使われることになり、ブナの25℃とクヌギ30℃は、温度の影響としてはほぼ同じ作用を示すことがわかった。

3) 1日当りのCO₂収支

1日当り光照射時間を10時間、暗下で14時間おいた場合の単木当りCO₂バランスをみると表2のとおりである。ブナは25℃でCO₂収支が最高値になり、25℃以上になるとCO₂収支は悪くなり、35℃ではすでにマイナスになった。クヌギは20℃と30℃でほぼ一定値を持ち、35℃でもCO₂収支はややプラスになった。このことからクヌギが生育温度に広い幅をもっていて、温度上昇による呼吸増加があっても光合成が、なお、それを上廻っていて、生存を助けていることがわかった。

表2 1日当りのCO₂収支 CO₂mg / plant / day

Species	Temp.	Pg	Rt	CO ₂ Balance
Fagus crenata	20℃	257.83	59.89	197.94
	25℃	307.84	93.60	214.24
	30℃	158.26	95.60	62.66
	35℃	100.95	115.72	-14.77
Quercus acutissima	20℃	281.95	85.52	196.43
	30℃	374.15	183.04	191.11
	35℃	287.83	262.29	25.54

Pg: 総光合成量, Rt: 総呼吸量

引用文献

- (1) 韓 相燮・須崎民雄: 90回日林講, (投稿中), 1979
- (2) McCree, K.J.: The Netherlands, PUDOC, Wayeningen, 221~230, 1970
- (3) McCree, K.J.: Crop Science, 14, 509~514, 1974
- (4) McCree, K.J. & J.H. Silsby: Crop Science, 18, 13~18, 1978
- (5) 及川武久: 群落の機能と生産, pp 283, 朝倉書店, 1979
- (6) Penning de Vries: Ann. Bot., 39, 77~92, 1975
- (7) Penning de Vries: Cambridge Univ. Press 459~480, 1975
- (8) Ryle, G.J.A. et al.: Ann. Bot., 40, 571~586, 1976
- (9) Thornley, J.H.M.: Nature, 227, 304~305, 1970
- (10) Yahata, H. et al.: J. Jap. For. Soc., 61, 151~162, 1979