

樹木の同化産物の生産と消費に関する研究 (I)

—— ブナ苗木における温度の影響 ——

九州大学農学部 韓 相 變
須 崎 民 雄

1. はじめに

林木の生長は同化系の光合成量と非同化系の呼吸量の差、日中の光合成量と夜間の呼吸量の差とであり、生長や生命の維持を考える場合には同化産物の収支関係、特に呼吸による消費を明らかにする必要がある。葉によって同化された炭水化物の一部はまず葉によって呼吸に使われ、残りの一部は幹・枝・根などの非同化器官に使われて、樹木を保つエネルギーと再生産エネルギーのもとになる。ある期間 (Δt_i) の純生産量 (ΔP_{ni}) は Δt_i 期間の総生産量 (ΔP_{gi}) と各器官の総呼吸量 (ΔR_i) の差、すなわち $\Delta P_{ni} = \Delta P_{gi} - \Delta R_i$ で決定される。いかえれば葉量を F 、光合成速度を a 、呼吸速度を r とし、非同化器官の量を C 、呼吸速度を r' とすると、 $\Delta P_n = (F(a-r) - Cr') \Delta t$ になる。ある時点での樹木の葉および幹・枝・根などの量をそれぞれ $F_1, F_2, \dots, F_n, C_1, C_2, \dots, C_n$ 、葉の光合成速度と呼吸速度をそれぞれ $a_1, a_2, \dots, a_n, r_1, r_2, \dots, r_n$ 、非同化器官の呼吸速度をそれぞれ r'_1, r'_2, \dots, r'_n とすれば、 n 期間の純生産量の総和 $\sum_{i=1}^n \Delta P_{ni}$ は

$$\sum_{i=1}^n \Delta P_{ni} = (F_1(a_1 - r_1) - C_1 r'_1) \Delta t_1 + (F_2(a_2 - r_2) - C_2 r'_2) \Delta t_2 + \dots + (F_n(a_n - r_n) - C_n r'_n) \Delta t_n$$

$$= \sum_{i=1}^n (F_i(a_i - r_i) - C_i r'_i) \Delta t_i$$

上式で生長期間の $\sum \Delta P_{ni}$ におよぼす因子は、開業後の F_i の光合成の活性度および量と同化期間および非同化期間の C_i の呼吸速度 r' である。 ΔP_{ni} は生長を意味して、 $\Delta P_{ni} > 0$ の場合は Δt_i 期間の個体の増加生長を示し、 $\Delta P_{ni} < 0$ の場合は一定期間を経過すると生命を失う。高海拔のもの、高緯度のを低海拔、低緯度に移した場合、枯死にいたるのは ΔP_{ni} がマイナスに傾くためと考えられる。このような ΔP_{ni} のバランスをきめる要因は葉の遺伝的特性および生理的特性と環境的な特性である。今回はブナ苗木の温度変化による同化産物の生産と消費との関係を調べたのでその結果を報告する。

2. 材料および方法

1976年12月23日から1977年3月30日にかけて、九州大学農学部生物環境調節センターのファイトロ

ンを用いて $\frac{1}{5000}$ のワグネルポットに植栽した落葉しているブナ4年生苗木を15℃、20℃、25℃、30℃別に3本ずつ温度処理を行い、開業後その光合成と呼吸量を調べた。光合成速度の測定同化箱は高さ43cm、幅25×28cmのアクリルで苗木全体についてインタクトで測定を行なった。幹の呼吸速度の測定は高さ10cm、直径6cmの円筒管を使用した。根の呼吸速度の測定は高さ19.5cm、直径15cmの円筒管を使用した。同化箱には、湿度100%の空気を毎分4~12ℓの割合で送風し、幹と根の呼吸箱にはそれぞれ0.5ℓ、2ℓの割合で送風した。測定時の温度および光の調節は東芝グロスキャビネットTGS-13IIを使用し、CO₂濃度の測定は堀場赤外線ガス分析機を用いた。

3. 結果および考察

1) 生長と温度

生長指数として処理期間中に新しく伸長した枝の長さの合計を現わしたものを図-1に示す。30℃は早く葉を展開し(1月22日)、15℃は最もおそかった(3月16日)が、新枝の長さ生長は3ヶ月間では温度による大きな差は認められず、20℃で最大値106.4cmを示し、15℃で最小値70.8cmを示した。この新枝生長はFの増加に伴う光合成量の蓄積ばかりではなく実験前

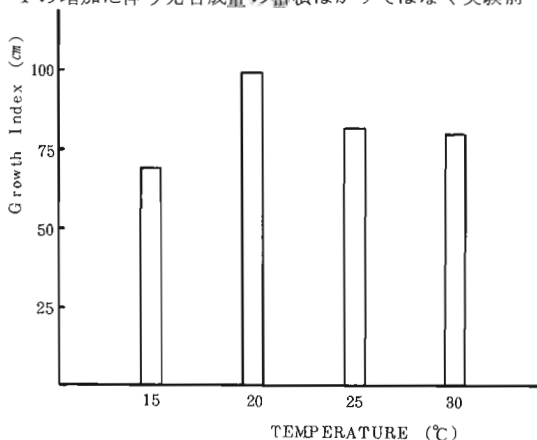


図-1 処理温度別新枝の生長
の母体の栄養も大きく関与しているが、温帯広葉樹であるブナは20℃を適温として健全な生長を示すといえる。

2) 物質収支と温度

温度による個体の物質収支関係として1時間当りPnの値を図-2に示す。Pnは温度による大きな差が認められ、20℃で最大、30℃で最小になる。各照度別のPnはFの増加および光合成の活性度、温度による各器官の呼吸量などの相互関係で変化するが、特に25℃と30℃で低い値を示すものは総光合成量に対する総呼吸消費量の比率(R/Pg)が15℃、20℃より大きいことを意味している。また光補償点は15℃で3~4 KLux、20℃、25℃で4~5 KLux、30℃で7~8 KLuxと高くなった。高温では呼吸による消費分が多くなって物質収支を悪くし、十分な光と高い光合成能がともなわなければ、バランスはマイナスとなることがわかる。

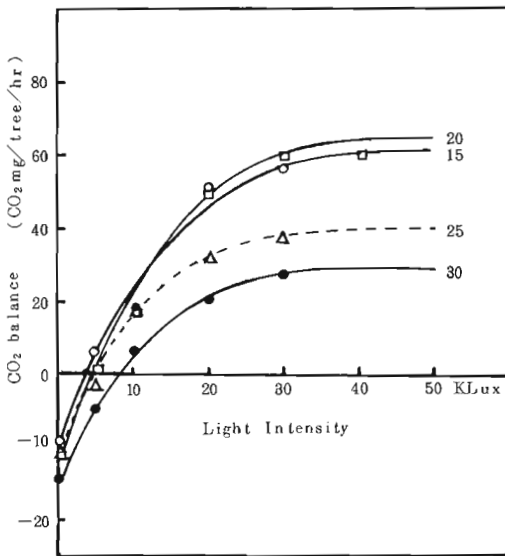


図-2 照度と炭酸ガスの収支
20℃, 25℃: 3月29日, 15℃, 30℃: 3月30日

3) Fの増加に伴う物質収支

25℃の場合、開葉後のFの増加に伴うCO₂の収支の関係を図-3に示す。開葉の初期ではPn<0の関係を示し、収支はマイナスであった。葉の増加に伴ってPnはしだいに増加し、48日以後に上限に達し、再び減小し始めている。このような現象はFの増加及びクロロフィルの形成による光合成活性のたかまりや低下、光呼吸の変化、葉のエイジングによる収支機能の変化などによっておこったものと考えられる。

4) 1日の物質収支

太陽の高度及び日出入時刻を考慮した光の強さに対する関係式 $I = I_{max} \sin^2(\pi/E)t^{1.2}$ を用いて快晴の1日を想定し、個体の1日当りの物質収支を計算した。3月29日~30日の太陽の南中時の光の強さを120 KLuxとして、1日当りのCO₂収支関係を計算した結果は表1のとおりで温度別の差が大きく認められ、20℃で最大値410.2 mg/seedling/day 30℃で最小値48.35 mg

/seedling/day をそれぞれ示している。25℃と30℃の方が15℃と20℃より小さい値を示すものは温度による呼吸消費量の増大と考えられる。また20℃、25℃では日中のPnの差が大きく夜間呼吸量では大きな差はなかった。30℃の場合は日中のPnが著しく低く、夜間呼吸は大きく、物質収支はΔPni<0になって日中充分な照度が保証されなければ最終的には生長の停止あるいは枯死することが予想される。

表-1 1日の炭酸ガスの収支
(CO₂ mg/seedling/day)

	15℃	20℃	25℃	30℃
CO ₂ accumulation I=I _{max} sin ² (π/E)t	504.24	551.01	344.23	217.41
CO ₂ consumption (night)	-107.28	-140.81	-145.42	-169.06
CO ₂ accumulation per a day	396.96	410.20	198.81	48.35

4. おわりに

ブナに対する温度の影響を物質収支の観点からいえば生育最適温度は20℃前後で、その時の純生量Pnが最大になることが明らかになり、呼吸による消費が収支に大きく関与することがわかった。一般に生長は葉量Fや光合成活性αについて実験され論じられるが、消費に関係する呼吸Rについて、さらに研究する必要がある。今後は光呼吸を考慮した物質収支、群落として物質収支パターンなどについても検討する必要があると考えられる。

引用文献

- (1) 依田恭二: 森林の生態学, PP.331, 築地書館, 東京, 1971

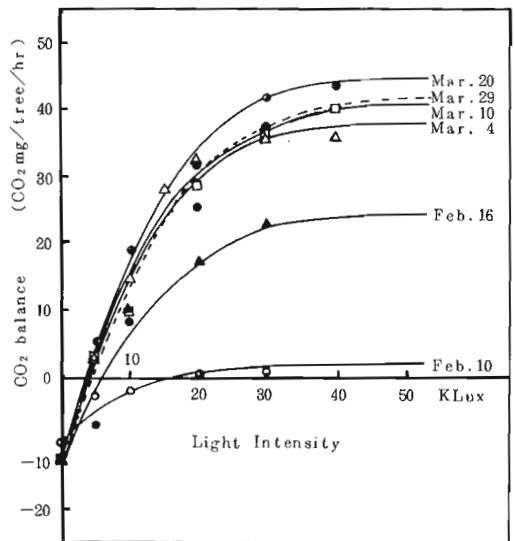


図-3 Fの増加に伴う炭酸ガスの収支(25℃)