

クヌギ植栽木の相対成長関係と物質生産の一事例

宮崎大学農学部 甲斐 重貴

1. はじめに

周知のように、相対成長とは成長系の2つの部分間あるいは成長系の全体と部分間の量的関係を示す法則¹⁾、成長系の各量を推定する上で役に立ち、また種の生態学的な特性、とりわけ生産構造を明らかにする上で有意義であることから樹木でもこれまでいろいろな樹種について研究が行われ、多くの知見が得られてきた¹⁾³⁾。そして、それらは当然クヌギについても成立すると考えられる。しかしながら、林業上、主要な広葉樹であり、またこれまで多くの造林実績がある樹種であるにもかかわらず、相対成長関係に関する報告はほとんどみられず、特に植栽木については見当たらない。そこで、3カ所の林分からの資料木を用いて検討を行ってみた。また、現存量についても推定した。

2. 調査林分と資料木

資料木が採取された林分(調査林分)を表-1に示す。林分Aと林分Bは同齡人工林で、筆者が調査を行った林分である。このうち、林分Aからの資料木の相対成長関係については、一部、報告済み⁴⁾である。調査時点の林齢は16年と20年であった。一方、林分Cは、大北⁵⁾によって1977年に調査された、上層木がクヌギで、下層にコナラなどを交えたクヌギを主とする天然林で、全部で5林分あった。これらは、1927年頃からの伐採後、天然更新で成立した二次林で、林齢は約50年の異齡林であった。

資料木本数と大きさを表-2に示す。林分Aは7本、林分Bは11本であった。このうち、林分Bの分は全ての直径階(2cm括約)から選び、また林分Aの分は被圧状態の2本と途中の一つの直径階を除く全直径階から選んだ。一方、林分Cについては、大北の報告⁵⁾では5林分から25本が選ばれていたが、そのうち1本は不明な点があり、また6本はコナラであったので、本研究ではこれらを除い

表-1 調査林分の概況

調査林分	A	B	C
標高(m)	160	110	700
傾斜(°)	<5	<5	<5
林齢(年)	16	20	約50
林分密度(本/ha)	1,469	2,858	1,310~1,960
胸高直径(cm)	11.6 ± 4.1	9.6 ± 4.0	—
胸高断面積(m ² /ha)	17.5	24.3	15.2~17.1
樹高(m)	9.3 ± 2.7	9.1 ± 3.2	—
測定年	1977	1992	1977

注1) 林分の所在地は、Aが宮崎県都市、Bが宮崎大学田野演習林、Cが鳥取大学蒜山演習林。

注2) 林分Cは大北⁵⁾の測定による。クヌギが林分密度で620~840本/ha、胸高断面積で79~91%の天然林。林分密度と胸高断面積は、資料木が選ばれた5林分についての範囲を示す。

注3) 胸高直径と樹高は、平均値 ± 標準偏差。

表-2 資料木の本数と大きさ

調査林分	本数	胸高直径範囲(cm)	樹高範囲(m)
A	7	6.5~17.3	5.8~13.9
B	11	2.1~17.8	2.6~14.9
C	18	7.0~26.9	6.2~15.8

た18本を資料木とした。林分Cの資料木も、いろいろな大きさのものから成り、樹齢は1本が34年で、残りは42~54年であった。以上の資料木の伐採およびその後の調査は、林分Aと林分Bの場合は、佐藤⁶⁾に従って実施した。林分Cの場合も、同様の方法で調査されていた。

3. 相対成長関係の検討

今回検討した相対成長関係は、胸高直径(D)およびD'H(H:樹高)と各部分乾重、地上部乾重(葉乾重+枝乾重+幹乾重、以下同じ)、幹材積の関係ならびに地上部乾重と各部分乾重との関係である。これらの関係を検討した理由は、樹木の相対成長関係の解析でよく取り上げられており、他の樹種と比較が可能であること、D'Hを用いた場合、胸高直径の場合には群落や生育条件の違いで別々にあらわされる関係が、一つの関係としてあらわせる場合

があること³⁾、さらに地上部乾重と各部分乾重との関係解明は、全体と各部分量の関係の解析に役立つこと、以上に加えて相対成長関係を分析し、相対成長式を明らかにすることは、各部分量の推定上実用性があり、有益と考えたことによる。検討には、単純相対成長式 $\log y = h \log x + a$ を用いた。ここで、 h 、 a は定数で、 h は相対成長係数である。本研究では、これらの h や a の値を求め、また、共分散分析²⁾によって h と a の林分間差の検定を行い、林分による相対成長関係の違いを検討した。

4. 結果

(1) 相対成長関係

各量の間関係を図-1に、求めた相対成長式の定数と決定係数(自由度調整済み決定係数)を表-3~5に示す。それぞれの関係は、両対数軸上で直線関係を示し、相対成長関係が認められた。

a) 葉乾重 胸高直径~葉乾重関係では、 h の値の差は林分Aと林分B間では小さかったが、林分Cの場合はこれらの場合より大きかった。 h の林分間差は有意(有意水準1%、%値の意味は以下同じ)、林分による相対成長関係の違いが認められた。また、同様に D^2H ~葉乾重関係でも、林分Cにおける h の値が他の林分の場合の値に比べて大きく、 h の林分間差は有意(0.1%)で、相対成長関係は林分によって異なっており、一つの関係で全てをあらわすことはできなかった。

b) 枝乾重 胸高直径~枝乾重関係でも、葉乾重の場合同様、林分Cでの h の値が他の林分の場合に比べて大きく、 h の林分間差は有意(5%)で、相対成長関係には林分による違いがみられた。また、 D^2H ~枝乾重関係でも、 h の値は葉乾重の場合と同じ傾向を示し、 h には有意な林分間差があり(5%)、相対成長関係は林分によって異なっていた。

c) 幹乾重 胸高直径~幹乾重関係では、葉乾重や枝乾重の場合と比べると h の林分間差は小さく、有意ではなかった(5%)。しかし、 a の値には有意差がみられ(0.1%)、相対成長関係は、やはり林分により異なっていた。一方、 D^2H ~幹乾重関係については、 h の林分間差が有意で(1%)、相対成長関係には林分による違いが認められた。

d) 地上部乾重 胸高直径~地上部乾重関係では、 h や a の林分間差は、これまでのいずれの場合より小さく、 h の差は有意ではなかったが(5%)、 a の差は有意であった(0.1%)。一方、 D^2H ~地上部乾重関係では、 h の林分間差が有意であり(1%)、相対成長関係は林分によって異なっていた。

e) 皮付幹材積(樹皮体積を含めた幹の材積) 胸高直径~皮付幹材積関係については、幹乾重や地上部乾重同様、 h の林分間差は有意ではなかったが(5%)、 a には有意な

差があった(0.1%)。一方、 D^2H ~皮付幹材積関係では、 h に有意な林分間差が認められ(0.1%)、林分により相対成長関係は異なっていた。

f) 幹材積(樹皮体積を除いた材積、図は省略) 胸高直径~幹材積関係、 D^2H ~幹材積関係のいずれにおいても、 h の林分間差が有意で(5%)、相対成長関係は林分により異なっていた。なお、林分Cについては、資料木の幹材積の値が原報告⁴⁾に示されていなかったのので省いた。

g) 地上部乾重と葉乾重、枝乾重および幹乾重の関係 いずれの関係においても h の林分間差が有意で(葉乾重は1%、枝乾重と幹乾重は5%)、 h の差は葉乾重の場合特に大きかった。そして、地上部乾重が増加するにつれてそれぞれ増加するが、図-1や表-5に示すように、全体として枝乾重の増加が大きく、地上部が大きくなると、枝の割合が増える傾向が認められた。

(2) 林分現存量

相対成長式を用いて求めた現存量を表-6に示す。葉乾重は、林分Aが4.31ton、林分Bが3.15tonであり、林分Cを含めると、概ね3~4tonの範囲にあり、ほぼ基本量に近い値を示した。

5. 考察

植栽木を中心に、クヌギの相対成長関係について検討したところ、これまでの知見と同様に、今回取り上げたどの関係についても相対成長関係が認められた。このうち、胸高直径と葉乾重および枝乾重、特に葉乾重との関係については林分間に明確な違いがみられた。アカマツ林では、林齢によってこれらの項目の相対成長関係が異なることが報告されているが⁵⁾、本研究でも林分Aが16年、林分Bが20年、林分Cが約50年と林齢に差があり、このことが違いをもたらした原因ではないかと思われる。また、アカマツ林では葉乾重や枝乾重以外の項目についても、林齢によって相対成長関係にかなりの違いがみられたが、今回の場合は、他の項目については林分による違いは小さかった。さらに、胸高直径の場合に別々にあらわされた関係を、 D^2H を用いて一つの関係であらわすことはできなかった。これらがクヌギの特性なのか、あるいは他の要因によるかは本研究だけでは不明である。一方、地上部乾重が増えるにつれて枝の占める割合が増える傾向があったが、このことは他の樹種でも知られており⁶⁾、クヌギについても同様の特性がうかがわれる。本研究は、3カ所の林分からの資料木について検討したに過ぎないが、これまであまりみられなかったクヌギの相対成長関係に関する実証例として意義を有すると考える。また、求めた相対成長式は、クヌギの現存量や幹材積の推定などの実用面で利用が可能であると思われる。

引用文献

- (1) 安藤貴ほか：林試研報，144，11~22，1962
- (2) 石村貞夫：分散分析のはなし，247~285，東京図書，東京，1992
- (3) 依田恭二：森林の生態学，24~36，築地書館，東京，1971
- (4) 甲斐重貴：宮大演報，10，72~78，1978
- (5) 小川房人：個体群の構造と機能，18~27，朝倉書店，東京，1980
- (6) 大北英太郎：広葉樹研究，1，19~35，1980
- (7) 佐藤大七郎：陸上植物群落の物質生産 1a，18~27，共立出版，東京，1973
- (8) 只木良也：日林誌，44，350~359，1962

表-3 相対成長式 $\log y = h \log D + a$ における h と a および r^2 の値

項目	調査林分	葉乾重	枝乾重	幹乾重	地上部乾重	皮付幹材積	幹材積
h	A	2.03529	2.73576	2.77033	2.70866	2.63761	2.83261
	B	2.31057	3.13521	2.42931	2.51895	2.35716	2.49786
	C	3.37009	3.82196	2.44947	2.72667	2.52727	—
a	A	-1.75340	-2.00396	-1.46851	-1.26671	-4.12936	-4.47748
	B	-2.33028	-2.34680	-0.92824	-0.92353	-3.70481	-3.96913
	C	-3.38663	-3.14416	-0.99129	-1.17643	-3.93747	—
r^2	A	0.904	0.910	0.966	0.971	0.973	0.977
	B	0.963	0.976	0.997	0.997	0.999	0.999
	C	0.925	0.913	0.977	0.982	0.981	—

注1) y : 葉乾重 (kg), 枝乾重 (kg), 幹乾重 (kg), 地上部乾重 (kg), 皮付幹材積 (m³), 幹材積 (m³), D : 胸高直径 (cm)。
 注2) r^2 : 自由度調整済み決定係数。

表-4 相対成長式 $\log y = h \log (D^2H) + a$ における h と a および r^2 の値

項目	調査林分	葉乾重	枝乾重	幹乾重	地上部乾重	皮付幹材積	幹材積
h	A	0.73683	0.96995	1.00754	0.97940	0.95777	1.02786
	B	0.82842	1.12462	0.87335	0.90508	0.84795	0.89898
	C	1.27342	1.42828	0.92254	1.02357	0.95037	—
a	A	-1.89573	-2.13007	-1.67678	-1.45232	-4.32335	-4.68306
	B	-2.51801	-2.60301	-1.13220	-1.13361	-3.90418	-4.18157
	C	-3.80247	-3.56100	-1.28313	-1.48966	-4.23349	—
r^2	A	0.920	0.879	0.993	0.984	0.997	0.998
	B	0.953	0.967	0.993	0.991	0.997	0.997
	C	0.948	0.915	0.996	0.993	0.996	—

注1) y と r^2 については、表-3 と同じ。 注2) D : 胸高直径 (cm), H : 樹高 (m)。

表-5 相対成長式 $\log y = h \log (WT) + a$ における h と a および r^2 の値

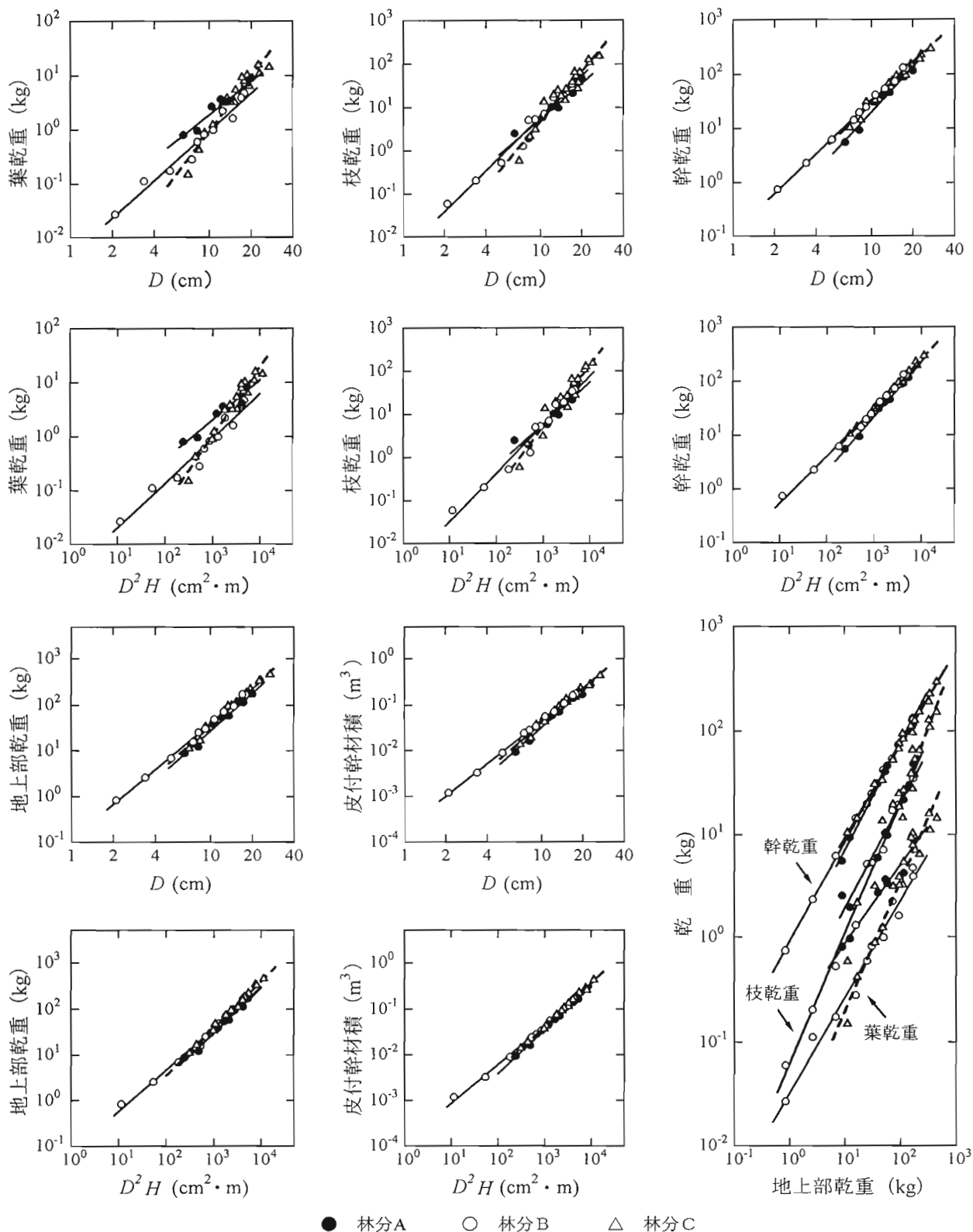
項目	調査林分	葉乾重	枝乾重	幹乾重
h	A	0.76127	1.00976	1.02195
	B	0.92136	1.24871	0.96362
	C	1.23820	1.41510	0.89597
a	A	-0.81773	-0.72417	-0.17162
	B	-1.48884	-1.20297	-0.03649
	C	-1.93714	-1.52252	0.07037
r^2	A	0.962	0.937	0.993
	B	0.976	0.987	0.999
	C	0.945	0.949	0.990

注1) y : 葉乾重 (kg), 枝乾重 (kg), 幹材積 (kg), WT : 地上部乾重 (kg)。
 注2) r^2 は、表-3 と同じ。

表-6 林分現存量

調査林分	A	B	C
葉乾重 (ton/ha)	4.31	3.15	2.7 ~ 3.6
枝乾重 (ton/ha)	15.47	25.15	16.0 ~ 23.1
幹乾重 (ton/ha)	58.22	107.48	53.8 ~ 70.0
地上部乾重 (ton/ha)	78.00	135.78	72.5 ~ 96.7
皮付幹材積 (m ³ /ha)	89.04	151.80	76.1 ~ 100.1
幹材積 (m ³ /ha)	67.41	116.03	—
比率 (%)			
葉乾重	5.5	2.3	3.7 ~ 3.8
枝乾重	19.8	18.5	23.1 ~ 23.9
幹乾重	74.6	79.2	72.4 ~ 74.2

注1) 比率は、地上部乾重に対する各部分乾重の百分率。
 注2) 林分Cにはクヌギ以外の樹種もあるが、ここに示すのはクヌギについての値である。
 注3) 林分Aと林分Bの値は、表-3の式と定数の値を用い、林分Cの値は、大北の報告⁹⁾に基づいて求めた。



● 林分A ○ 林分B △ 林分C

図-1 胸高直径 (D), D²H (H: 樹高) と葉乾重, 枝乾重, 幹乾重, 地上部乾重, 皮付幹材積および地上部乾重と葉乾重, 枝乾重, 幹乾重の相対成長関係