

リョウワスギの成長と生産力

松浦 崇遠

Growth and Productivity of Ryowa-Sugi

Takatoh MATSUURA

リョウワスギの29年生の林分において現存量と成長量を調査し、近接するボカスギやマスマスギの林分と比較した。立木サイズはボカスギに比べて小さく、立木密度はマスマスギに比べて低かった。結果として、単位面積当たりの林分現存量は、これらの2品種より小さな値を示した。林分現存量に占める幹・枝・葉の配分率は、27年生時のマスマスギとほぼ等しかった。単位面積当たりの最近1年間の林分成長量もまた、27年生時のボカスギやマスマスギより小さかったが、幹の成長量ではマスマスギを上回り、品種間の差は林分現存量と比較して相対的に減少した。リョウワスギの最近数年間の樹高成長量は、成長の旺盛なボカスギにほぼ等しかったことから、幼齢期と若齢期の成長特性は異なることが指摘された。葉の純同化率はボカスギとマスマスギの中間に位置し、葉の幹生産能率はボカスギと同等であった。各品種の葉の純同化率の違いには、樹冠内の垂直方向の葉密度が影響を及ぼしたと推定された。

1. はじめに

リョウワスギはボカスギやマスマスギと並んで、富山県の代表的な挿し木品種として知られ、曲がり小さく木理が通直であることから、耐雪性と材質特性が高く評価されている。しかしながら、リョウワスギは一部の篤林家が植栽しているにとどまり、成熟した林分はボカスギやマスマスギと比較して非常に少ないことから、その成長特性は十分には解明されていない。次代検定林などの試験林を調査した既往の報告(松浦, 1998)は主に幼齢期の成長を比較したものであり、若齢期以降の成長を示す知見に乏しい。

また、リョウワスギには複数のクローンが混在しており(平, 1979)、クローン単位の特性の把握が利用上の観点から不可欠である。近年、精英樹・気象害抵抗性候補木として選抜されたリョウワスギ系統のクローンの多くが、精英樹「石動2号」と同一であることが示された(斎藤, 2003)。「石動2号」は、幼齢期の成長は劣るが根元曲がり最も小さいク

ローンの一つである(松浦, 1998)。

本研究では、若齢期に達したリョウワスギ(石動2号)の試験林を対象に、樹高や直径の推移を調査するとともに、幹・枝・葉の現存量や成長量から林分の生産力を推定した。また、近接するボカスギとマスマスギ(砺波2号)の林分において過去に実施された同様の調査(松浦, 2002)などから、リョウワスギの成長や生産力を比較した。さらに、品種間の相違に着目し、林分の生産力に影響を及ぼす形質について考察した。

2. 材料及び方法

2.1 調査地の概況

調査地は富山県小矢部市北一地内(北緯36度38分17秒・東経136度49分47秒)に位置している。調査地の年平均気温は12.9℃、温量指数は102.3℃・月、年間降水量は2,590mm、最大積雪深は82cmと推定された(石田, 1991)。調査地は県西部の丘陵帯に属し、標高は約100mであった。調査地一帯の気温や降水量

は、リョウワスギの産地である小矢部市北部、ボカスギの主要な造林地である氷見市南部から小矢部市北部にかけて、およびマヤマスギの産地である砺波市東部とほぼ等しく、最大積雪深もともに1.5m以下の範囲にあった。調査地の周囲にはボカスギの造林地が広く分布している。

調査地は次代検定林として設計されており、リョウワスギ・ボカスギ・マヤマスギなどの品種が、10m × 20mを基準としたプロットに植栽されている。リョウワスギのプロットと、比較に用いたボカスギ・マヤマスギのプロットとの位置関係を、図-1に示す。それぞれのプロットは、傾斜が10度前後の緩斜面にほぼ平行に配置されている。林分の植栽年は1970年、植栽密度は2,500本/haであった。

2.2 調査方法

1999年8月(29年生)に、リョウワスギの調査林分において、冠雪による幹折れが発生した一部を除く、全個体の樹高と胸高直径を測定した。また、試料木として、林縁を避け、かつプロット内の位置に偏りがないように(図-2)、胸高直径の二乗×樹高の値(D^2H)がばらつくように(図-3)、8個体を抽出した。

1999年10月(29年生)に、試料木を地際から伐倒し、樹高・枝下高・当年伸長量を測定した。幹・枝・葉の重量は、層厚1mを単位として、層別刈取法に準じた方法により測定した。緑枝や新鮮な球果は同化部として葉に含めた。枯れ枝や古い球果は除去した。また、試料木から大小2個体を選び、葉を新葉と旧葉に分別した。

連年の成長量や幹形の変化を明らかにするため、各層の幹の最下部から円板を採取して樹幹解析を行った。

層ごとに得られた幹・枝・葉の一部は試料として

表-1 調査林分の概況 (29年生)

林齢 (yr)	29
面積 (ha)	0.019
樹高 (m)	16.0
胸高直径 (cm)	22.7
立木密度 (本/ha)	1,406
胸高断面積 (m^2/ha)	57.4

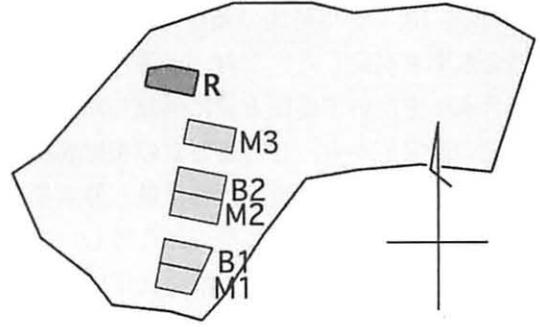


図-1 調査地の各プロットの配置

各プロットの表記は、R：リョウワスギの調査林分、B1・B2：ボカスギ、M1～3：マヤマスギを示す。

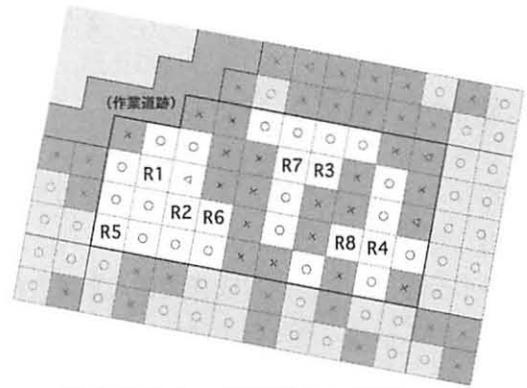


図-2 調査林分内の各試料木の配置

No. 1～No. 8は、試料木の個体番号を示す。また、「○」はその他の健全木、「△」は幹折れの被害木、「×」は消失を示しており、濃灰色の部分はギャップとなっている。調査林分の一部は、作業道の跡地を挟んで広葉樹の二次林に接している。

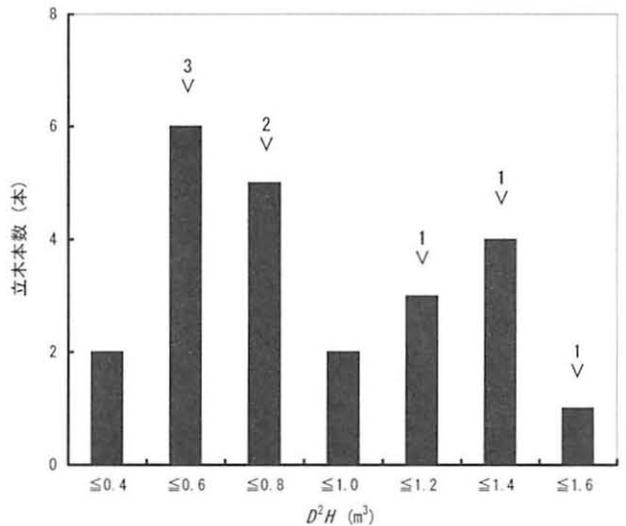


図-3 調査林分の胸高直径の二乗×樹高の値(D^2H)の分布

樹幹に損傷やその痕跡が認められる個体を除く。ヒストグラム上の数値は、抽出した試料木の本体を示す。

持ち帰り、105℃・48時間の条件下で乾燥し、それぞれの含水率を測定した。なお、本報告中の重量は全て、含水率を用いて絶乾重量に換算した値とする。

上記の測定値から、各構成要素の相対成長関係式を求めた。幹重量成長量は、幹重量と幹重量成長量の比が幹材積と幹材積成長量の比に等しいと仮定した。ただし、幹重量成長量の推定に用いた幹材積は樹皮を除いた値である。枝重量成長量は測定しなかったため、最近1年間に幹と枝の比率が変化していないと仮定して、幹重量と枝重量の関係式を微分することによって求めた(OGAWA, 1977)。葉重量成長量は新葉の重量に等しく、全葉重量と新葉重量との間に比例関係が成立するとした。また、根の成長量は、地上部と地下部の現存量の比が、林齢や密度に影響されずおよそ一定と見なされることから、T/R率を3.5として根の現存量を求め(山田ら, 1968), さらに幹と根の成長率が等しいものと仮定して算出した(安藤ら, 1968)。

試料木から得られた相対成長関係式を調査林分の全個体に当てはめ、林分および林分内の各構成要素の現存量と、それぞれの最近1年間の成長量を推定した。なお、落枝葉や枯死体の量、動物による被食量はこれに含めていない。

単位葉重量当たりの成長量から、調査林分の生産能率を求めた。葉の同化量は光条件と密接な関係があり、生産能率は樹冠の状態を反映していると考えられる。葉層の垂直分布と各層の相対照度との間には、明瞭な関係が既に見出されている(四大学, 1960)。県内のスギ若齢林に関する相浦(2002)や松浦(2002)の報告から、葉層の垂直分布は正規分布に比較的好く適合することが確かめられた。本稿では各層の葉重量の相対値を求め、正規分布の確率密度関数

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} e^{-\left\{\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}\right\}}$$

に近似することによって、試料木の葉分布を推定した。

3. 結果

3.1 林分の概況

調査林分の概況を表-1に示す。

調査林分は同齢のスギ人工林の一面にあり、林縁

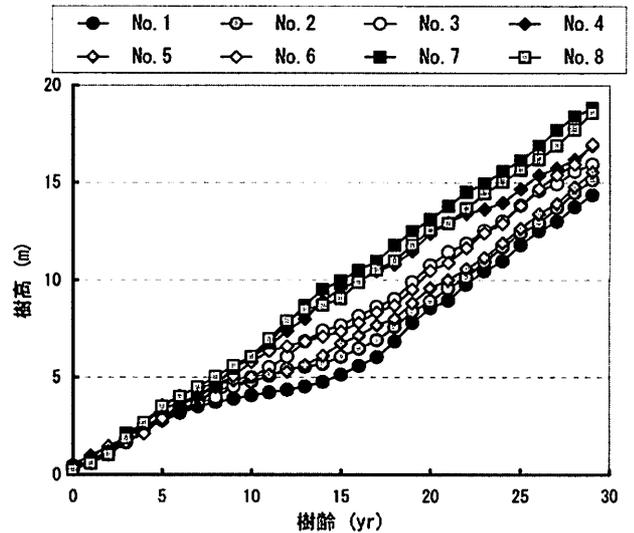


図-4 試料木の樹高の推移

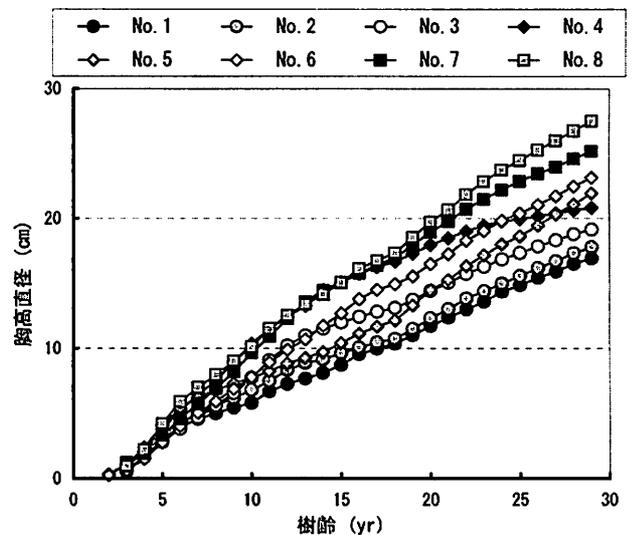


図-5 試料木の胸高直径の推移

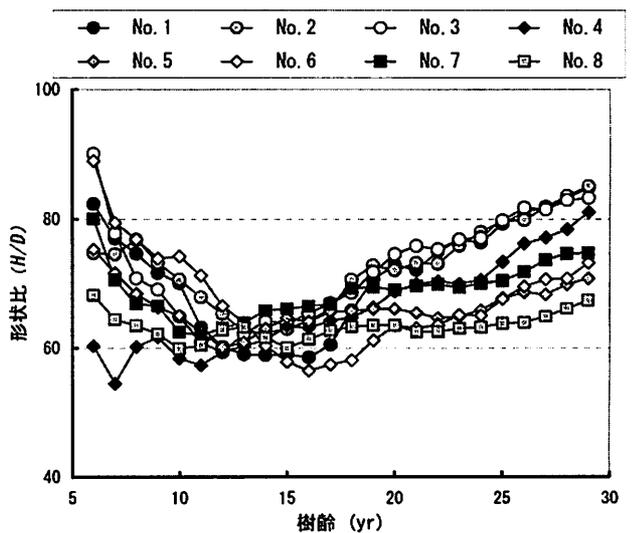


図-6 試料木の形状比の推移

の一部は広葉樹の二次林に接している。周囲の林分はほぼ閉鎖していたが、調査林分の北側は作業道の跡地に面しており、幾分疎開した状態であった(図-2)。

調査林分の立木密度は、1995年(25年生)には1,563本/haであったが、1997年(27年生)には1,510本/ha、調査が実施された1999年(29年生)には1,406本/haに低下した。密度の低下は、冠雪による幹折れの被害が主な原因であった。

また、調査林分とその周囲において、強度の除間伐や枝打ちが行われた履歴は確認できなかった。

3.2 試料木の樹高と胸高直径の推移

調査林分の平均樹高16.0m、平均胸高直径22.7cmに対し、抽出した試料木の平均値はそれぞれ16.0m、22.6cmとほぼ同じであった。ただし、伐倒後に測定した試料木の平均樹高は16.5mであり、測高器による測定値との間に0.5m前後の誤差が認められた。誤差が発生した原因として、測高器では、後述するように林分がほぼ閉鎖した状態にあり、梢端部の遠方からの視認性が十分に確保できなかったことや、伐倒後に測定した樹高は樹幹長に相当し、幹の微小な傾きや曲がりの量を含んでいるため、幾分過大に評価されたことが考えられる。試料木の樹高は、これを変数とする相対成長関係式との整合を図るため、伐倒後の測定値を採用した。

各試料木の樹高と胸高直径の推移を、それぞれ図-4、図-5に示す。

樹高は、劣勢木では10~15年生の間に成長の一時的な鈍化が見られたが、15年生以降は優勢木・劣勢木に関係なく直線的に増加しており、試料木8個体の最近5年間の平均成長量は0.68m/yr(0.59~0.74m/yr)であった。

胸高直径は、1個体(No.4)を例外としてほぼ直線的に増加しており、頭打ちの傾向は認められなかった。試料木8個体の最近5年間の平均成長量は0.60cm/yr(0.53~0.60cm/yr)であった。

試料木の形状比(H/D)は、13年生前後に最小となり、以降は次第に増加した(図-6)。なお、調査林分全体の形状比の平均は72.5(55.9~88.0)であった。

3.3 林分現存量

胸高直径の二乗×樹高の値(D²H)と幹材積(V_s:dm³)との相対成長関係は、次式

$$\log V_s = 0.901 \log D^2H - 1.029 \quad (r^2=0.998) \quad \dots \text{Eq. (1)}$$

で表され、両対数上で直線回帰する。

D²Hと幹重量(W_s:kg)との相対成長関係は、次式

$$\log W_s = 0.798 \log D^2H - 1.109 \quad (r^2=0.985) \quad \dots \text{Eq. (2)}$$

で表された。

幹材積(V_s)と幹重量(W_s)を、原点を通る一次式で回帰すると、以下の関係式が得られた。

$$W_s = 0.323 V_s \quad (r^2=0.982) \quad \dots \text{Eq. (3)}$$

Eq. (3)の傾きは幹比重を示している。

幹重量(W_s)と枝重量(W_B:kg)、幹重量(W_s)と葉重量(W_L:kg)との相対成長関係は、それぞれ

$$\log W_B = 1.289 \log W_s - 1.735 \quad (r^2=0.809) \quad \dots \text{Eq. (4)}$$

$$\log W_L = 0.899 \log W_s - 0.462 \quad (r^2=0.726) \quad \dots \text{Eq. (5)}$$

で表された。Eq. (4)の傾きは1を上回ったが、Eq. (5)の傾きは1より小さかった。調査林分では、優勢木であるほど幹重量に対する枝重量の割合は増加し、幹重量に対する葉重量の割合は逆に減少した。

Eq. (1)・(2)、およびEq. (4)・(5)の各式に、調査林分の個体の樹高・胸高直径を当てはめて得られた林分現存量を表-2に示す。

表-2 調査林分の現存量(29年生)

幹材積 (m ³ /ha)	441.56
幹重量 (t/ha)	143.67
枝重量 (t/ha)	10.44
葉重量 (t/ha)	31.00
地上部 合計 (t/ha)	185.11

表-3 調査林分の成長量(29年生)

幹材積成長量 (m ³ /ha・yr)	36.24
幹重量成長量 (t/ha・yr)	12.36
枝重量成長量 (t/ha・yr)	1.15
葉重量成長量 (t/ha・yr)	6.58
地上部 合計 (t/ha・yr)	20.09
葉の純同化率 (t/t・yr)	0.795
葉の幹生産能率 (t/t・yr)	0.399

調査林分の幹現存量 (Y_s) は143.67t/haであり, 材積では 441.56m³/haに相当した。幹・枝・葉を合計した地上部現存量は185.11t/haとなり, さらに根を加えた総現存量 (Y_T) は237.99t/haと推定された。幹・枝・葉への重量配分率は, それぞれ77.6%・5.6%・16.7%であった。

3.4 林分成長量

試料木の D^2H と, 樹幹解析によって求めた最近1年間の幹材積成長量 (ΔV_s : dm³/yr) との相対成長関係は, 次式

$$\log \Delta V_s = 0.845 \log D^2H - 1.901 \quad (r^2=0.582) \quad \dots \text{Eq. (6)}$$

によって表された。

調査林分における幹重量 (W_s) と幹重量成長量 (ΔW_s : kg/yr) との関係は, 次式

$$\log \Delta W_s = 1.017 \log W_s - 1.096 \quad (r^2=0.563) \quad \dots \text{Eq. (7)}$$

によって表された。

Eq. (6)・(7) の相関係数は有意 ($p < 0.05$) であったが幾分低い値を示している。これは1個体 (No.4) の直径成長率が, 他の試料木に比べて小さかったことに起因している (図-5)。

なお, No.4 の試料木について, これを除外して求めた各構成要素の成長量は, 除外しない場合と比較して数%の増加にとどまり, 各構成要素の現存量と

後述の生産能率の変化はほとんど認められなかったことから, 相関関係の求式から除外せずそのまま含めている。

Eq. (7) の傾きは1に近く, 調査林分の幹重量成長率は, 優勢木・劣勢木に関係なくほぼ一定であることを示している。

枝重量成長量 (ΔW_B : kg/yr) は, Eq. (4) を時間 t で微分することにより, 以下の関係式

$$\Delta W_B = 2.369 \times 10^{-2} W_s^{0.2889} \cdot \Delta W_s \quad \dots \text{Eq. (8)}$$

から求めた。

2本の試料木 (No.3・No.7) における, 全葉重量に占める新葉重量 (ΔW_L : kg/yr) の割合 ($W_L / \Delta W_L$) はそれぞれ0.215, 0.209であった。 ΔW_L はこれらの平均値を係数として, 次式

$$\Delta W_L = 0.212 W_L \quad \dots \text{Eq. (9)}$$

から求めた。

Eq. (6) ~ (9) の各式から得られた, 最近1年間の林分成長量を表-3に示す。

調査林分の幹重量成長量 (ΔY_s) は12.36t/ha・yr, 幹材積成長量は36.24m³/ha・yrであった。幹・枝・葉を合計した地上部成長量は20.09t/ha・yrとなり, さらに根を加えた総成長量 (ΔY_T) は24.64t/ha・yrと推定された。地上部の成長量に占める幹・枝・葉への重量配分率は, それぞれ61.5%・5.7%・32.7%で

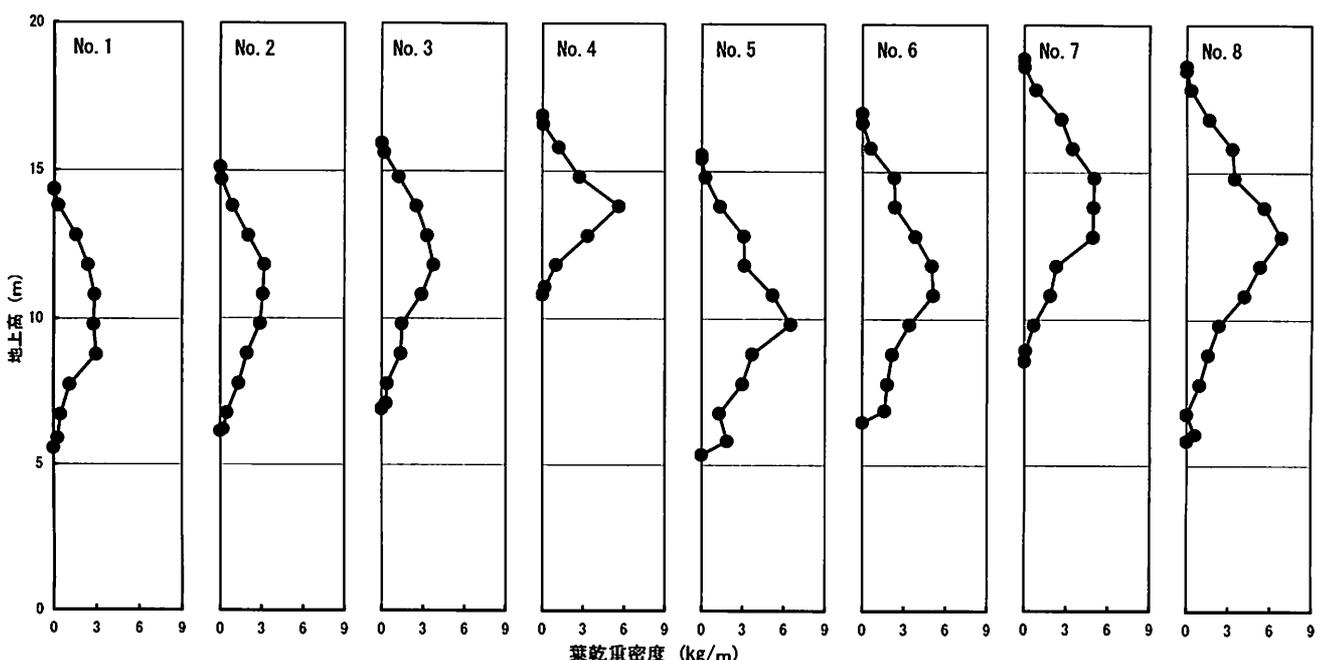


図-7 試料木の葉の垂直分布

あった。

最近1年間の地上部成長量を地上部現存量で除した成長率は0.109t/t・yrであり、幹の現存量と成長量から同様にして求めた成長率は0.086t/t・yrであった。

3.5 葉の生産能力

最近1年間の総成長量 (ΔY_T) を葉重量現存量 (Y_L) で除することによって得られた葉の純同化率は、0.795t/t・yrであった。また、最近1年間の幹重量成長量 (ΔY_S) を葉重量現存量 (Y_L) で除して葉の幹生産能力を求めると、0.399t/t・yrであった。

3.6 葉層の垂直分布

各試料木の葉層の垂直分布を図一7に示す。試料木の枝下高は平均して7.0mであり、枝下高から求められた樹冠長 (L_c) は9.6m、樹冠長の樹高に対する割合を示す樹冠長率は57.9%であった。

葉層の垂直分布を、正規分布の確率密度関数により近似したところ、定数の値と相関係数は表一4のようになった。それぞれの定数は、分布の垂直方向の平均値 (μ :m)、および分布の標準偏差 (σ) を表している。各試料木の葉層の分布の平均は、地上から11.9mの高さにあった。

4. 考察

調査林分の平均樹高は、ボカスギの林分収穫表(富山県林業試験場, 1965)における、一等地の30年生時の値15.8~17.7mに相当した。幼齢期までの成

長はリョウワスギがボカスギより劣ること(松浦, 1998)を考慮すると、調査林分の29年生時の樹高はリョウワスギとしてはかなり大きいと判断された。調査林分は良好な成長を示しており、この結果は、近接するボカスギやマスマスギの林分を調査した既報(松浦, 2002)とも一致している。したがって、調査地はこれらの挿し木品種の生育に好適な環境であったといえる。

試料木の最近2年間の平均成長量から、調査林分の27年生時の樹高は14.6m、胸高直径は21.6cmと推定された。近接するボカスギの27年生時の樹高16.3m、胸高直径25.1cmや、同じくマスマスギの樹高14.6m、胸高直径21.7cm(松浦, 2002)と比較すると、立木サイズの順位はリョウワスギ=マスマスギ<ボカスギとなった。リョウワスギの順位がボカスギよりも低いことは、幼齢期の調査結果(松浦, 1998)と共通している。

調査林分の平均樹高 (\bar{H}) と立木密度 (ρ) に裏東北・北陸地方のスギ林分密度管理図(林野庁, 1999)を適用して得られた収量比数 (R_y) は0.75であり、林冠はほぼ閉鎖していると判断された。また、27年生時の収量比数は、試料木の樹高成長量と当時の立木密度から0.73と推定され、ボカスギの0.81やマスマスギの0.82(松浦, 2002)に比べて低い値を示した。

調査林分の27年生時の幹現存量は、幹成長量と当時の立木密度から130t/ha程度と推定され、ボカスギの210t/haやマスマスギの170t/ha(松浦, 2002)と比較すると小さかった。

調査林分の幹比重は、ボカスギの0.33とマスマスギの0.30(松浦, 2002)に対し、中間的な値を示した。幹比重は成長が旺盛であるほど減少する傾向にあるが(四大学, 1966)、各林分の幹比重は試料木の成長と必ずしも一致しなかったことから、品種の特性が影響を及ぼしたと考えられる。

既報によれば、葉現存量は林分の閉鎖直後に最大となり、その値は26~30t/haに及ぶが、以降は林齢や地位にかかわらずおよそ一定した値を示す(四大学, 1966)。また、葉現存量は収量比数が高まるとともに増加するが、収量比数が0.8以上の林分では平均して23t/haに達し、その間の増減はほとんど認められない(安藤, 1968)。調査林分の収量比数は0.8に満たなかったが、葉現存量は非常に大きく、30t/ha

表一4 葉分布に適用した正規分布の確率密度関数の定数と相関係数

	幹乾重 (kg)	葉乾重 (kg)	μ	σ	r^2
No.1	62.2	14.8	10.2	1.858	0.945
No.2	73.5	16.3	10.7	1.926	0.972
No.3	77.4	17.4	12.0	1.861	0.957
No.4	92.3	14.1	13.7	1.036	0.982
No.5	101.1	29.5	10.1	2.116	0.908
No.6	115.5	28.2	11.4	2.311	0.928
No.7	146.3	26.9	14.1	2.020	0.969
No.8	169.4	35.8	12.8	2.317	0.967

を上回った。近接するボカスギやマシヤマスギの林分では36t/ha前後の葉現存量が得られており(松浦, 2002),十分に閉鎖したボカスギの他の林分やカワイダニスギの若齢林からも30t/ha以上の値が報告されている(相浦, 1988・2002)。これらの結果から,リョウワスギを含めた県内の挿し木品種に関していえば,林分の葉現存量は,既報に示された全国各地の平均的な値よりも大きいと考えられる。

幹・枝・葉を合計した地上部全体の現存量は,全国各地の30年生前後の林分から得られた166t/ha(四大学, 1966)や152t/ha(安藤ら, 1968)に比べて大きかった。一方,調査林分の27年生時の地上部現存量は,地上部成長量と当時の立木密度から155t/ha程度と推定され,ボカスギの262t/haやマシヤマスギの220t/ha(松浦, 2002)と比較すると小さかった。この結果は主に,ボカスギに比べて立木サイズが小さく,マシヤマスギに比べて立木密度が低いことによるものである。

調査林分の地上部現存量に占める幹・枝・葉への配分率は,マシヤマスギの27年生時の値77.4%・6.2%・16.4%(松浦, 2002)とほぼ等しかった。また,林齢が30年生前後であり,かつ地上部現存量が150~250t/haの範囲にある林分の幹・枝・葉への配分率は,それぞれ83.4%・5.9%・10.7%であった(四大学, 1966)。調査林分は葉への配分率が高いことが特徴といえる。

ボカスギが早生品種,マシヤマスギが晩生品種に区分されていること(富山県農地林務部, 1965)に対し,リョウワスギは晩生ないしは早生と晩生の中間型と見なされる(平, 1979)。図-8, 図-9は,調査地における各品種の成長を,試料木の平均値から比較したものである。品種の早晩生を示す成長量の変化は明らかでないが,この結果は林分が未だ若齢であることに起因すると考えられる。

各品種の成長を,共通する22~27年生の5年間において比較すると,調査林分の樹高成長量は0.64m/yrであり,ボカスギの0.61m/yrやマシヤマスギの0.59m/yr(松浦, 2002)とほぼ等しかった。この結果は,幼齢期の成長はリョウワスギがボカスギよりも劣るという既往の報告(松浦, 1998)に対し,若齢期の成長に関する特性は異なることを示唆している。なお,調査林分の試料木に認められる樹高成長の一時的な鈍化(図-4)は,個体間のばらつきが

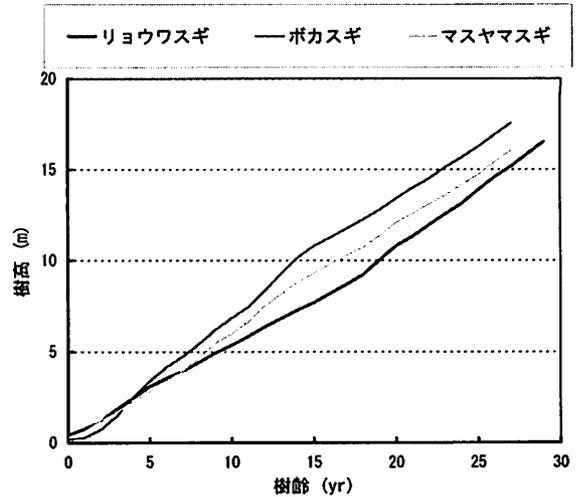


図-8 各品種における試料木の樹高の推移

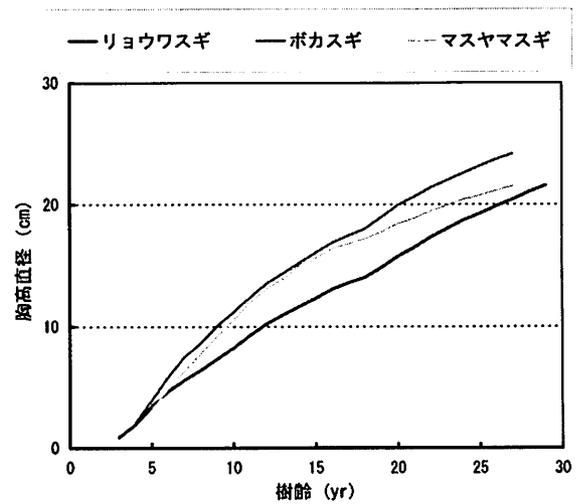


図-9 各品種における試料木の胸高直径の推移

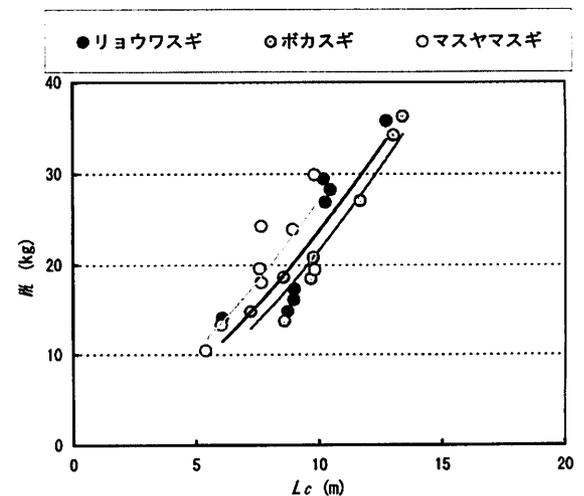


図-10 各品種における樹冠長 (L_c) と葉乾重 (W_L) との関係

大きかったことから、品種の特性というよりはむしろ、林分内の環境の違いによるものと推定されたが、その詳細な要因は不明である。

22～27年生の5年間における、調査林分の直径成長量は0.62 cm/yrであり、ボカスギの0.56 cm/yrやマサヤマスギの0.41 cm/yr（松浦，2002）を上回った。調査林分の胸高断面積は、ボカスギやマサヤマスギの27年生時の値80m²/ha前後と比較して小さかったことから、その旺盛な成長には、林分内の密度効果が影響を及ぼしたと考えられる。

調査林分の幹重量成長量は、27年生のボカスギの14.1t/ha・yrよりは小さかったが、マサヤマスギの11.0t/ha・yrよりも大きかった（松浦，2002）。

幹・枝・葉を合計した地上部全体の成長量は、全国各地の30年生前後の林分から得られた17.9t/ha・yr（四大学，1966）や13.7t/ha・yr（安藤ら，1968）より大きく、最近1年間の成長も旺盛であったことがわかる。一方、調査林分の値は、27年生のボカスギの25.5t/ha・yrやマサヤマスギの21.0t/ha・yr（松浦，2002）より小さかったが、地上部の成長率はボカスギの0.097t/t・yrやマサヤマスギの0.096t/t・yrよりも高く、前述の現存量と比較すると、品種間の差は相対的に減少した。

調査林分の地上部成長量に占める幹への配分率は、ボカスギの55.2%やマサヤマスギの52.3%（松浦，2002）に比べて高い値を示した。幹への配分率の違いは、調査林分の幹の成長率が3品種の中で最も高く、逆に葉の成長率は最も低かったことに起因している。一般に、高密度に管理された林分ほど、地上部成長量に対する幹への配分率は増加するが（安藤，1968）、調査林分の立木密度は他の2品種の林分に比べて低かったことから、林分内の密度効果とは別に、品種の成長に関する特性が影響を及ぼした可能性がある。

同化器官である葉の現存量が大きければ大きいほど、幹の成長量は増加する傾向にある（四大学，1966）。調査林分の旺盛な成長は、葉現存量が大きかったことに起因すると考えられる。No.4の試料木では成長量が次第に減少しているが（図—4，図—5）、この個体は幹のサイズに対して葉重量がかなり小さかったことがわかる（図—7）。

調査林分の葉の純同化率は、ボカスギの0.857t/t・yrとマサヤマスギの0.696t/t・yr（松浦，2002）に対

し、中間的な値を示した。調査林分の幹生産能率は、純生産量に占める幹への配分率が高かったことから、ボカスギの0.396t/t・yr（松浦，2002）と同等であった。

葉の純同化率は立木密度の増加にしたがって低下する傾向が認められるが、その原因として、隣接木との樹冠の重なりが大きくなることによって光条件が悪化し、葉の同化量が減少することが指摘されている（安藤，1968）。

調査林分は林冠のギャップが他の2品種の林分に比べて大きく、その周囲の個体ではより好適な光条件が得られたと推定される。対して、マサヤマスギの林分は立木密度が高いことから、林内には個体が均一に配置され、樹冠の重なりは相対的に大きかったと考えられる。しかしながら、この結果は葉の純同化率の順位にはあまり反映されていない。

調査林分の試料木の枝下高はボカスギの7.3mにほぼ等しかったが、マサヤマスギでは8.2mと大きく（松浦，2002）、枝の枯れ上がりが進んでいることが示唆された。

調査林分の試料木の樹冠長はボカスギの10.3mよりは幾分小さかったが、マサヤマスギの7.9mよりもかなり大きく（松浦，2002）、葉層の深さは各品種の林分によって異なっていた。試料木の葉層の垂直分布を正規分布の確率密度関数に近似して得られた標準偏差は、調査林分の平均値が1.930であり（表—4）、ボカスギの1.843より幾分大きく、マサヤマスギの1.317よりもかなり大きかった（松浦，2002）。調査林分の葉層は垂直方向に広く分散していたことがわかる。

試料木の樹冠長を林分全体に適用すると、調査林分の樹冠長と葉現存量との比率はボカスギにほぼ等しかったが、マサヤマスギの樹冠長は他の2品種に比べて小さかったにもかかわらず、葉現存量は調査林分よりも大きく、ボカスギと同等であった（松浦，2002）。調査林分の葉分布は垂直方向に対して低密度であったことがわかる。

葉重量が樹冠長に対して指数関数的に増加すると仮定して、試料木の樹冠長と葉重量との関係を比較したところ（図—10）、両者の間には品種ごとに有意な相関が認められ（ $p < 0.01$ ）、垂直方向の葉密度はボカスギ<リョウウスギ<マサヤマスギの順に増加した。この結果は、葉の純同化率の順位と一致して

おり、垂直方向の葉密度が高ければ高いほど樹冠内の枝葉の重なりが大きくなり、林分の生産能率が低下することを示唆している。また、枝の枯れ上がりなどによる樹冠長の大小にかかわらず、葉重量の品種間の相違に一定の傾向が認められたことから、樹冠の形態は品種ごとに異なると推定された。

既報によれば、ボカスギとマサヤマスギの葉層の垂直分布から、両品種の形態的特徴（富山県農地林務部、1966）と一致する点が見出されており（松浦、2002）、この結果は樹冠の形態が品種の特性を反映することを支持している。本稿では樹冠の水平方向の広がりを測定していないため、葉の空間的な分布を明らかにするにはさらに詳細な調査が必要であるが、このような性質の品種間の相違は、林分の生産力を論ずる上で検討すべき課題といえる。

謝辞

本稿の執筆に当たり、調査の実施に御協力いただいた、富山県林業技術センター林業試験場、並びに農地林務事務所の各位に対して、厚く感謝の意を表す。

引用文献

- 相浦英春：ボカスギ人工林の生産力，富山林技セ研報 1，11-19（1988）
- 相浦英春：カワイダニスギ若齢林の成長と生産力，富山林技セ研報 15，1-12（2002）
- 安藤 貴：密度管理，農林出版社，246pp.（1968）
- 安藤 貴・蜂屋欣二・土井恭二・片岡寛純・加藤善忠・坂口勝美：スギ林の保育形式に関する研究，林試研報 209，1-76（1968）
- 石田 仁：富山県における気候値メッシュファイル（気温，降水，積雪深）の特性，雪氷 53，45-51（1991）
- 松浦崇遠：富山県における主要なスギ挿し木品種の成長特性と耐雪性，富山林技セ研報 11，7-19（1998）
- 松浦崇遠：同一林地内に植栽されたボカスギとマサヤマスギの生産力と葉層の垂直分布，富山林技セ研報 15，13-24（2002）
- OGAWA, H. : Principles and methods estimating primary production in forest, JIBP Synthesis 16, 29-37, University of Tokyo, Tokyo (1977)
- 林野庁：人工林林分密度管理図解説書 一 裏東北・北陸地方 スギ林分密度管理図一，日林協，22pp.（1999）
- 斎藤真己：DNAマーカーを用いた富山県のスギ挿し木品種および精英樹の分類，富山林技セ研報 16，7-13（2003）
- 平 英彰：富山県のスギ挿し木品種 一 パーオキシダーゼ・アイソザイムによるスギ挿し木品種の分類と同定一，富山林試研報 5，1-66（1979）
- 富山県農地林務部・富山県緑化推進委員会：富山のスギ林業，22pp.（1966）
- 富山県林業試験場：富山県主要樹種林分収穫表，33pp.（1965）
- 山田 勇・四手井網英：スギ林の根の現存量について，京大演報 40，67-80（1968）
- 四大学（北大，東大，京大，大阪市大）合同調査班：森林の生産力に関する研究 第I報 一 北海道主要針葉樹林について一，国策パルプKK，99pp.（1960）
- 四大学（北大，東大，京大，大阪市大）および信大合同調査班：森林の生産力に関する研究 第III報 一 スギ人工林の物質生産について一，日林協，63pp.（1966）

Summary

Biomass and increment were investigated in the Ryowa-sugi (*Cryptomeria japonica* D. Don) stand aged 29 years, which was compared with neighboring stands of Boka-sugi and Masuyama-sugi. The stand size of Ryowa-sugi was smaller than Boka-sugi, and the stand density of Ryowa-sugi was smaller than Masuyama-sugi. As a result, the biomass per area of Ryowa-sugi was smaller than these two cultivars. The component ratio of the stem, branch and leaf was almost equal to Masuyama-sugi aged 27 years. The last annual increment per area was also smaller than Boka-sugi and Masuyama-sugi aged 27 years, but that of the stem was larger than Masuyama-sugi. The relative difference of the increment per area among these cultivars de-

creased, compared with that of the biomass per area. The height growth of the Ryowa-sugi stand in recent years was as large as Boka-sugi which was growing rapidly, therefore it indicated that the inclination for growth in the young stage was different from in the juvenile stage. The production efficiency per leaf weight of the Ryowa-sugi stand was intermediate between Boka-sugi and Masuyama-sugi, while the stem volume production per unit weight of leaves was equal to Boka-sugi. The result suggested that the difference of production efficiency per leaf weight among these cultivars was influenced by the vertical density of leaves distributed in the tree crown.