

コウヨウザン萌芽林の成長と樹幹特性

近藤禎二¹・山田浩雄²・磯田圭哉¹・山口秀太郎¹・大塚次郎³・久保田正裕³・生方正俊¹

- 1 森林総合研究所林木育種センター
- 2 森林総合研究所林木育種センター関西育種場
- 3 森林総合研究所林木育種センター九州育種場

要旨：コウヨウザン萌芽林の成長と樹幹特性について調査、解析した。27年生の萌芽林は植栽地域の収穫予想表のスギ1等地の値をわずかに上回る成長を示した。同じ株の幹では成長パターンが似ており優劣がみられなかったが、株間では優劣がみられた。心材の含水率は約50%程度、材の容積密度は0.35程度だった。

キーワード：林分材積、成長曲線、樹幹解析、含水率、容積密度

Growth of the coppice stand of *Cunninghamia lanceolata* and its wood characteristicsTeiji KONDO¹, Hiroo YAMADA², Keiya ISODA¹, Shutaro YAMAGUCHI¹, Jiro OTSUKA³, Masahiro KUBOTA³, Masatoshi UBUKATA¹

Forest Tree Breeding Center, Forest and Forest Products Research Institute, Hitachi 319-1301 1

Kansai Regional Breeding Office, Forest Tree Breeding Center, Forest and Forest Products Research Institute, Uetukinaka, Syouou, Katsuta, Okayama 709-4335 2

Kyushu Regional Breeding Office, Forest Tree Breeding Center, Forest and Forest Products Research Institute, Suya, Koshi 861-1102 3

Abstract: Growth of the coppice stand of *Cunninghamia lanceolata* was surveyed in Kouchi prefecture. Growth of the stand was slightly superior than that of *Cryptomeria japonica* in the first grade site quality. Although there is no growth difference among the stems in the same stump, there is significant differences among the stumps. The moisture content of the heartwood was around 50% and wood density was around 0.35.

Key-word: stand volume, growth curve, stem analysis, moisture content, wood density

I はじめに

これまでに関東地方のコウヨウザン (*Cunninghamia lanceolata*) の林分について、茨城県日立市1林分(3)、東京大学千葉演習林3林分(4)、静岡県内3林分(5)を調査し成長について報告した。コウヨウザンは萌芽力が優れていることから萌芽を用いた林分の再生が期待されている。これまで日本各地のコウヨウザン林を調査した中で萌芽によって再生した林分が唯一高知県に存在したのでその成長を調査するとともに、一部を伐採して樹幹解析などを行った。なお、本林分の調査は四国森林管理局との共同研究として実施している。

II 材料と方法

コウヨウザンの萌芽林は高知県土佐清水市の四万十森林管理署辛川山国有林にある。この林分のコウヨウザン

は1933年3月に植栽され、1988年8月に伐採された伐根から萌芽したもので(8)、成長調査を2015年10月(萌芽27年生)に実施した。当地の地質は砂岩と泥板岩の互層からなり急傾斜で、土壌は礫質壤土、年平均気温17.2℃、年降水量2823.9mm(1)、標高は約500mである。毎木調査の際に各個体の位置をトゥルーパルス(レーザーテクノロジー社)で測定し配置図を作成して林分の面積を算出した。樹高はバーテックス(ハグロフ社)、胸高直径は林尺で測定した。林分材積は、森林総合研究所「幹材積計算プログラム」(12)の高知スギを用いて算出した。この萌芽林からさらに次の萌芽を促すための間伐が2018年2月(萌芽29年生)に行われ、その際に樹幹解析用の円盤を採取した。樹幹解析は対象木の場所が偏らないように間伐木の中から7株17本を選び、それぞれ地際から2mおきに2枚ずつ円盤を採取

し、1枚を樹幹解析、もう1枚を材の含水率および容積密度の測定に用いた。樹幹解析にはコンピュータソフト Stem Density Analyzer (7) を用いた。樹幹解析の結果をリチャーズ成長関数 (10) に当てはめ成長パターンの分析を行った。材の含水率は、ビニール袋で密封した円盤を、心材、白線帯、辺材に切り分け重量を測定し、次に水に2~3日浸漬し、浮力法によって体積を測定した後、乾燥機で105°C、1週間程度乾燥させ重量を測定して算出した。幹の真円性は、短径を長径で除して100をかけた値で示した (13)。

III 結果と考察

この林分にはコウヨウザンの萌芽157株に394本の幹(株当たり2.5本)があった。この林分の面積が0.23155 haであるので、それらの密度は、678株/ha、1702本/haである。平均樹高は10.7m(1.6-18.9m)、平均胸高直径は14.9cm(1.9-35.6cm)で、頻度分布では樹高が12m(図-1)、胸高直径が15cmのところを境に2つの山を作っていた。材として利用できる直径を10cmとすると、394本の幹のうち63%、15cmとすると48%が該当した。この林分内にはコウヨウザン以外にウラジロガシ、カゴノキ、バリバリノキ、アラカシ、シイの8株が生育していた。これらの胸高直径は7.5~24.5cm、2~10本立ちだった。コウヨウザンの材積の合計は60.43m³、ha当たり材積が261.0m³である。これは同地域のスギ収穫予想表(11)の1等地の値をわずかに上回る値である(図-2)。なお、収穫予想表は10年生以降5年おきに作成されており、27年生の材積については25年生と30年生の値を年数に応じて按分して推定した。福田(1)は植栽後の21年生の林分材積を報告しているが、スギ1等地の値をわずかに下回る値であった(図-2)。

図-3に株当たりの材積を株の幹本数別に示した。株当たりの幹本数は1~8本あったが、5本以上の株が少なかったのをそれらをまとめている。1本立ちの株は材積が少なく、複数の幹の材積が多かったが、一つの株の幹の中には2本前後の大きな幹と細い幹とが混在しており、材積を稼ぐ仕立て方としては株当たり2~3本にすることが適当であることがこの萌芽林から推察された。

樹幹解析した7株17本の平均樹高と平均胸高直径はそれぞれ11.8m(6.3-18.9m)、15.2cm(6.5-31.5cm)で、幹の樹齢は平均20年(11-29年)だった(表-1)。このうち樹高の頻度分布で境だった12m以下の幹は細く後発で萌芽していたので、伐採後はじめの頃に萌芽した12本について樹幹解析と木材特性の結果を示した。株当たりの幹本数は、a、c、e、f株では各2本、b株3本、

d株1本だった(表-1)。樹幹解析図では、同じ株の幹は似たようなパターンを示し、連年成長曲線においても同様の傾向だった(図-4)。図-5では成長のピークが2002~2005年(1989年を1年生とすると14~17年生)および2010~2013年(同22~25年生)にみられた。このことから、14~17年生頃に林分の閉鎖が始まり、そこから抜けたa、e、f株が順調に成長を回復した一方でb、c、d株は大きな回復には至らず被圧されたことが推察された。この傾向は総成長曲線においてもみられた。成長関数による解析でも同じ株の成長曲線は似ていた(図-5)。成長関数のパラメータでは、最終到達量を示すA(9)でa、e、f株が大きな値を示した。また、これら3株の幹6本では、連年成長最大時の樹齢を示す変曲点(t)の樹齢に達していない幹が5本、ほぼ同じ樹齢の幹が1本と、今後とも旺盛な成長を続けることが予想された。一方、b、c、d株の幹6本では、幹の樹齢より若いところに変曲点がある幹が5本、ほぼ同じ樹齢の幹が1本と、ほとんどの幹で既に成長が落ちてきたことを示した。パラメータについての分散分析では、成長量や成長速度と関係したA、b、c(9)で5%水準で有意、変曲点と関係したtで1%水準で有意となり、株間で成長パターンが違うことが明らかになった。成長曲線の型を示すm(9)では有意とならず、1以下の数値を取っていたことから、いずれも同じ成長型だったことが示された。

萌芽した幹の断面の形状の真円率を示した(図-6)。地際で真円から大きく外れた幹がみられたが地上高が高くなるにつれて真円率が90%程度に収まってきた。ただ、e株の2幹は真円から外れたままだった。高さ別に分散分析すると地上高0mと4mで株間に有意となり、真円率は株の特性であると考えられた。幹の曲がり材として利用する際に重要である。単幹から幹数が増えるに従って曲がりが多い傾向がみられたが、今回間伐したその後の萌芽調査の中で明らかにする予定である。

材の平均含水率は、心材では地際でやや高いものの50%前後で安定していた(図-7)。白線帯では地際と地上10.5mでやや高いが100%前後、辺材では地際でやや低いのが200%前後であった。材の平均容積密度は、地際でやや高く0.4程度、それより高いところでは心材が白線帯や辺材に比べて0.1~0.2程度高かったものの0.35前後の値を示した。福田・村山(2)は当試験地で最初に植栽されたコウヨウザンの21年生時点の伐採木2本を調査し、全乾容積重が0.28と0.29だったことを報告している。また、森田他(6)は25年生コウヨウザンの全乾比重が平均で0.3であること、劉・中山(14)は中国

においてさまざまな植栽密度で育成した 13 年生コウヨウザンの容積密度が 0.3 前後であることを報告している。これらの報告では心材、辺材の区別がないので単純な比較は困難であるが、今回の容積密度はそれらを上回った。

本林分は 1988 年に伐採された後に萌芽した林分で、伐採後翌年には株当たり 20~80 本の萌芽がみられ芽かきが一部に実施されたが(8)、2015 年の調査時には処理区が確認出来なかった。それにもかかわらず成林し、初代をやや上回る成長量を示したことから、コウヨウザンの萌芽林育成に大きな困難がないと推察された。また、同じ株から同時期に萌芽した幹同士が似た成長パターンを示し優劣がみられなかったことは、それら幹同士で競争し片方だけ大きくなるようなことがないこと、材積を稼ぐには株当たり単幹よりも複数の幹の方が有利だったことは、萌芽林育成における芽かきのやり方の参考になる結果だった。今後は、今回間伐した後の萌芽 2 代目の芽かき等を実施しつつ調査を行い最適な管理手法の開発に繋げていきたい。

謝辞

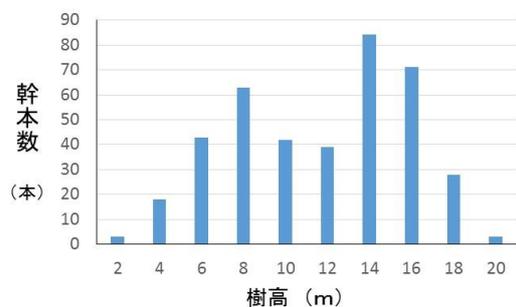
調査に当たり、ご協力いただいた四国森林管理局技術普及課本田雄二氏、大谷清氏、森林技術・支援センター古味敏光氏に御礼申し上げます。本研究は、農林水産省委託プロジェクト「成長に優れた苗木を活用した施業モデルの開発」の支援を受けて行われた。

引用文献

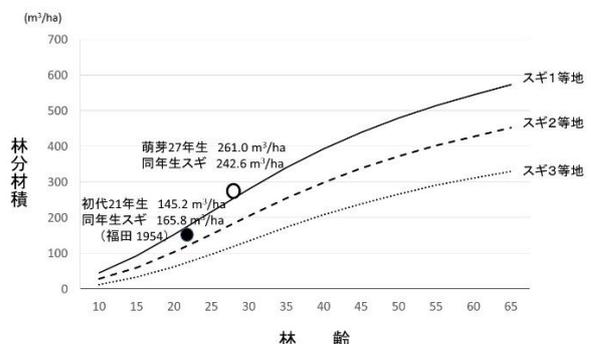
- (1) 福田次郎 (1954) 高知県産コウヨウザンの研究 (第 I 報) 成長量について. 第 63 回日本林学会大会講演集 115-117
- (2) 福田次郎・村山茂明 (1956) 高知県産コウヨウザンの研究 (第 2 報) 材質について. 第 65 回日本林学会大会講演集 308-310
- (3) 近藤禎二・山田浩雄・磯田圭哉・大塚次郎・飯田啓達・飯野貴美子・木下敏・生方正俊・藤澤義武 (2016) 茨城県における 21 年生コウヨウザンの成長. 関東森林研究 67-1: 113-116
- (4) 近藤禎二・山田浩雄・磯田圭哉・大塚次郎・飯田啓達・生方正俊 (2017) 東京大学千葉演習林におけるコウヨウザンの成長. 関東森林研究 68-2: 133-136
- (5) 近藤禎二・山田浩雄・磯田圭哉・大塚次郎・中島章文・生方正俊・清野達之 (2018) 静岡県におけるコウヨウザンの成長. 関東森林研究 69-2: (印刷中)
- (6) 森田正彦・冬野劭一・西村慶二・薮正勝 (1990) コウヨウザン 30 年生林分の成長及び材質特性. 日林

九支研論集 43: 49-50

- (7) Nobori, Y., Sato, K., Onodera, H., Noda, M. and Katoh, T. (2004) Development of stem density analyzing system combined X-ray densitometry and stem analysis. J. For. Plan. 10: 47-51
- (8) 鋸本久義 (1989) コウヨウザンのぼう芽更新. 国有林野事業に関する技術開発研究考案発表集 81-83 高知営林局
- (9) 大隅眞一・石川善朗 (1983) 樹木の生長解析に対する RICHARDS 生長関数の適用性について. 京都府立大学学術報告 (農学) 35: 49-76
- (10) Richards, F. J.(1959) A flexible growth function for empirical use. J. Exp. Bot. 10: 290-300
- (11) 四国森林管理局 (1989) 収穫予想表 6-7
- (12) 森林総合研究所 (2015) 幹材積計算プログラム <https://www.ffpri.affrc.go.jp/database.html#stemvolume>
- (13) 林野庁 (1989) 精英樹の材質評価手法に関する調査実施要領
- (14) 劉元・中山義雄 (1997) コウヨウザン人工林の容積密度に及ぼす植栽密度及び立地条件の影響. 高知大学農学部演習林報告 24: 29-37



図一. 萌芽27年生コウヨウザン林分の樹高の頻度分布
Fig.1 Frequency distribution of tree height in the 27-year old coppice stand of *Cunninghamia lanceolata*



図二. コウヨウザン萌芽林とスギ林との成長比較
Fig.2 Comparison of growth between *Cunninghamia lanceolata* and *Cryptomeria japonica*

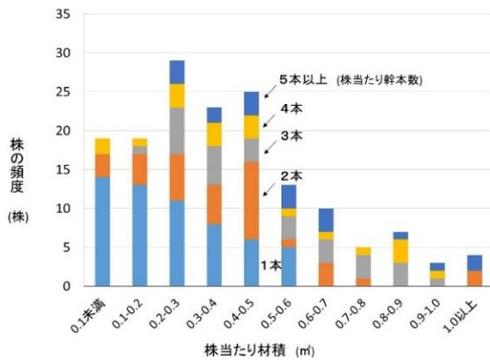


図-3. コウヨウザン萌芽林の株当たり材積(幹本数別)
Fig.3 Wood volume of each stump in *Cunninghamia lanceolata*

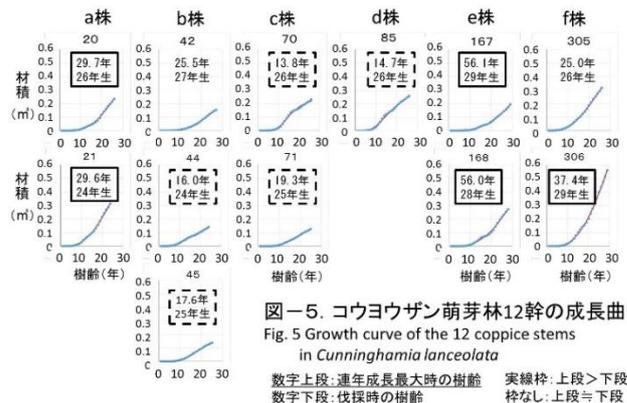


図-5. コウヨウザン萌芽林12幹の成長曲線
Fig. 5 Growth curve of the 12 coppice stems in *Cunninghamia lanceolata*

数字上段: 連年成長最大時の樹齢 実線枠: 上段>下段
数字下段: 伐採時の樹齢 枠なし: 上段=下段
破線枠: 上段<下段

表-1. 樹幹解析を行った幹のリスト
Table 1 List of the analysed stems

株名	幹本数	幹番号	樹高 (m)	胸高直径(cm)	幹の齢 (年)
a	2	20	13.3	23.6	26
		21	16.9	24.0	24
		42	14.7	16.9	27
		43	6.3	6.5	11
b	5	44	13.3	17.7	24
		45	13.0	18.2	25
		46	10.8	15.4	19
		70	12.5	22.8	26
c	2	71	14.0	16.1	25
		85	13.9	24.3	26
d	1	166	7.9	8.1	16
		167	12.9	20.1	29
		168	13.9	23.2	28
		169	7.6	9.6	18
e	4	305	18.0	23.2	26
		306	18.9	31.5	29
		377	11.8	15.2	20
7株	17本				

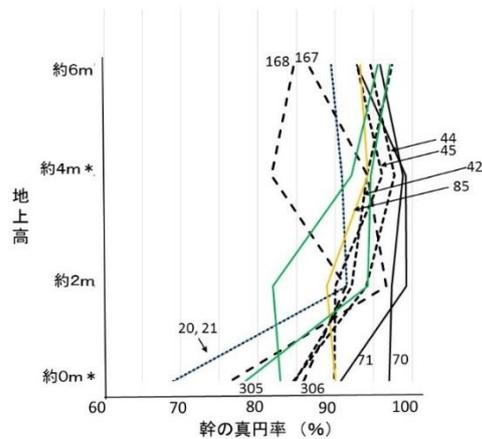


図-6. 地上高別の幹の真円率 **

Fig. 6 Roundness of the stem at the different height

*: 分散分析で株間に有意な差あり ** : 幹の真円率 = $\frac{\text{短径}}{\text{長径}} \times 100$

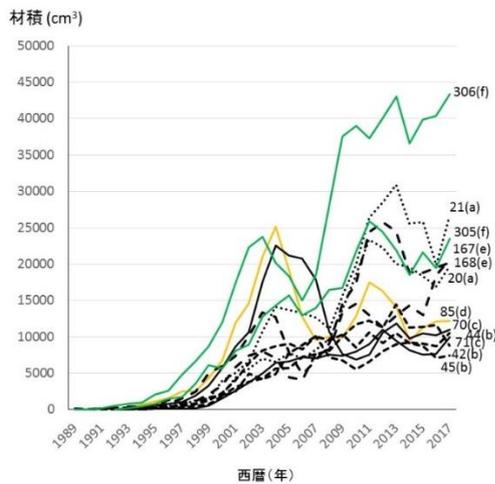


図-4. コウヨウザン萌芽林12幹の連年成長曲線
Fig.4 Annual growth curve of the 12 coppice stems in *Cunninghamia lanceolata*

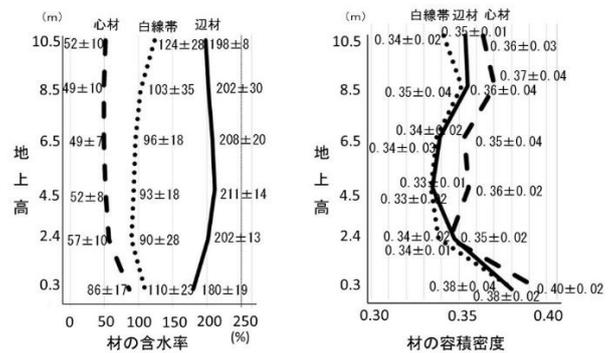


図-7. コウヨウザン萌芽林12幹の材の平均含水率と平均容積密度
Fig. 7 Average moisture content (left) and average bulk density (right) of the 12 coppice stems in *Cunninghamia lanceolata*