

## 氷見市胡桃地内に成立するヒノキ壮齢林の 生産力と成育経過

相浦 英春

### Productivity and Growth Process of the Mature Hinoki Stand Planted at Kurumi, Himi City

Hideharu AIURA

氷見市胡桃地内に成立するヒノキ壮齢林を対象に、現存量、成長量および成育経過について調査を行うとともに、今後の取り扱いについての検討を行った。その結果、林分現存量は重量で、幹が285.60ton/ha（材積で676.01m<sup>3</sup>/ha）、枝が20.70ton/ha、葉が12.21ton/haと推定された。最近一年間の重量成長量は、幹が7.03ton/ha・yr（15.52m<sup>3</sup>/ha・yr）、枝が1.13ton/ha・yr、葉が0.48ton/ha・yrとなった。葉の幹生産能率は、0.58ton/ton・yr（1.27m<sup>3</sup>/ton・yr）で、ヒノキ壮齢林としては1等地に相当すると判定された。幹現存量密度はヒノキ林における理論的最大値に達しており、過密状態にあると考えられた。以上のことから、今後の取り扱い方として、次のような3案が考えられた。(1)皆伐して再造林する。(2)間伐によって密度を適正化する。(3)下層間伐によって長伐期林分と複層林化をめざす。

#### 1. はじめに

富山県におけるヒノキ (*Chamaecyparis obtusa* SIEB. et ZUCC.) の天然分布は県南西部にわずかに認められる程度であり<sup>9)</sup>、造林地も県西部を中心にわずかに点在する程度で、造林地面積全体に占める割合は0.7%に過ぎない<sup>12)</sup>。しかし、県内における造林実績が減少していくなかで、近年ヒノキの造林面積はわずかに増加する傾向にある<sup>12)</sup>。したがって、その成育特性を把握しておく必要がある。ところが、富山県のような多雪地域におけるヒノキ造林に関する調査例は少なく、県内ではこれまで福岡町赤丸<sup>10)</sup>および氷見市小滝<sup>11)</sup>の2林分について調査が行われたのみである。

本報告では、高密度のヒノキ壮齢林における現存量、生産力および成育経過についての調査結果をまとめるとともに、これまで調査が行われた2林分と比較した。また、今後の取り扱い方について検討を行った。

#### 2. 調査地および調査方法

調査地は、富山県氷見市胡桃地内の丘陵地の山頂平坦面に位置し、標高約450m、土壌はBID(d)型の黒色土である。調査地の年平均気温・平均年降水量・平均年最大積雪深は、気象観測所などの観測値からそれぞれ10.8℃・2936mm・94cmと推定される。調査林分は、調査時点で77年生の林分で林間は完全に閉鎖し、林縁に近い部分を除いて林床植生はほとんど見られない。

調査は1994年11月に行われた。調査林分内に0.1ha（20m×50m）の調査区を設け、胸高直径および幹の形態に関する毎木調査を行い、17本については樹高の測定を行った。さらに、調査区内から選んだ7本の調査木を地際から伐倒し、枝下高と当年伸長量を測定後、層厚1mとして層別刈取法に準じて、幹・枝・葉に分けて、各々の生重量を測定した。各層の各々の部分から試料を取り、研究室に持ち帰

って105°Cで乾燥し含水率を求めた。また、各層の幹の下部から円板を採取し樹幹解析を行った。なお、本報告の重量に関するデータは、すべて絶乾重量で表記してある。

### 3. 調査結果および考察

#### 3.1 林分の成育状況

多雪地帯のヒノキ林では、雪害や漏脂病による被害が知られている<sup>3,13,14</sup>)。ヒノキの雪害もスギと同様に根元曲がり、幹曲がり、幹折れなどの被害が発生する<sup>3</sup>)。本調査林分における毎木調査の結果では、幹に溝状の変形や溝腐れ、漏脂病が認められた個体は34本(20.5%)で、氷見市小滝の林分<sup>1)</sup>とほぼ同程度であり、北陸地方のヒノキ林における漏脂病の被害率が、15~48%であると報告されている<sup>3)</sup>ことから、被害率は比較的軽微であるといえる。明らかな幹曲がりや二股、幹折れなどが認められた個体は35本(21.1%)で、氷見市小滝の林分<sup>1)</sup>で一部の個体に幹折れ跡や二股になったものが認められた程度であったのと比べるとかなり多い。

毎木調査によって得られた調査林分の概況は、表-1に示したとおりである。なお、測定を行わなかった個体の樹高は、測定を行った個体の樹高(H:m)と胸高直径(D:cm)の関係式

$$\frac{1}{H} = 0.049 + \frac{0.099}{D} \quad (1)$$

より求めた。立木密度は1660本/haで、ヒノキ壮齡林としてはきわめて高密度である。平均胸高直径は21.85cm、平均樹高は18.82mであった。また、調査林分の直径分布を図-1に示す。

#### 3.2 林分現存量

林分現存量は、相対成長関係と毎木調査の結果などから推定した。

##### 3.2.1 相対成長関係

胸高直径の2乗×樹高( $D^2H$ :  $\text{cm}^2 \cdot \text{m}$ )と幹材積( $V_s$ :  $\text{dm}^3$ )との相対成長関係は、

$$\log V_s = 0.991D^2H - 1.318 \quad (2)$$

表-1 林分の概況

立木密度	No./ha	1660
平均胸高直径	cm	21.85
平均樹高	m	18.82
胸高断面積合計	$\text{m}^2/\text{ha}$	63.66

で示される(図-2)。

$D^2H$ と $V_s$ の関係は、個体の大小によって影響されることから、個体の大小によって影響されない直径である1割直径( $D_{0.1}$ :cm)を用いて、 $D_{0.1}^2H$ ( $\text{cm}^2 \cdot \text{m}$ )と幹材積( $V_s$ )との関係で示すと、

$$V_s = 0.0465D_{0.1}^2H \quad (3)$$

となる(図-3)。この式の傾き0.0465は、近畿地方のヒノキ林分<sup>11)</sup>における平均値0.039よりかなり

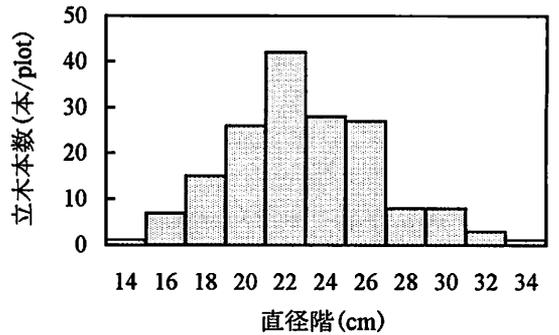


図-1 調査林分の直径分布

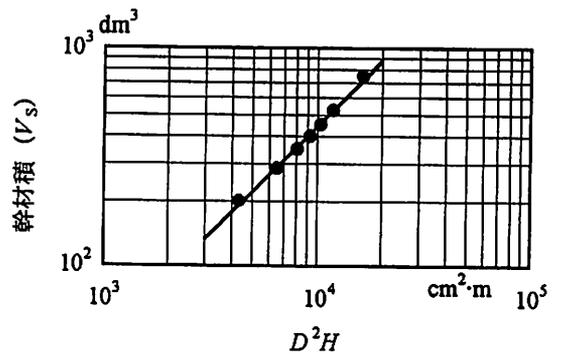


図-2 胸高直径の2乗×樹高( $D^2H$ :  $\text{cm}^2 \cdot \text{m}$ )と幹材積( $V_s$ :  $\text{dm}^3$ )との相対成長関係

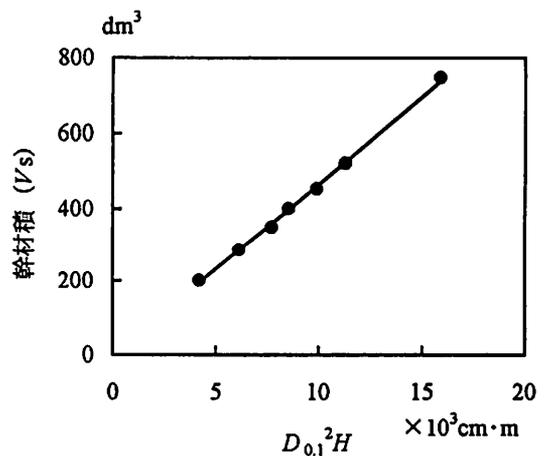


図-3 一割直径の2乗×樹高( $D_{0.1}^2H$ :  $\text{cm}^2 \cdot \text{m}$ )と幹材積( $V_s$ :  $\text{dm}^3$ )との関係

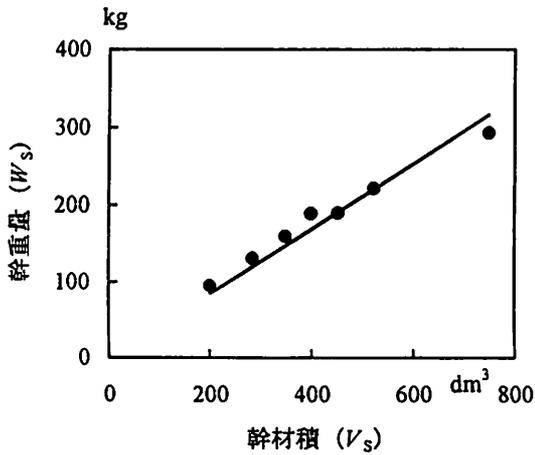


図-4 幹材積 ( $V_s$ :  $\text{dm}^3$ ) と幹重量 ( $W_s$ :  $\text{kg}$ ) との関係

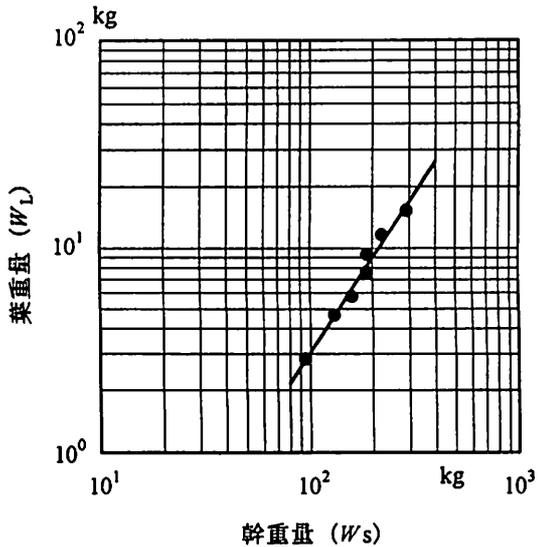


図-6 幹重量 ( $W_s$ :  $\text{kg}$ ) と葉重量 ( $W_L$ :  $\text{kg}$ ) の相対成長関係

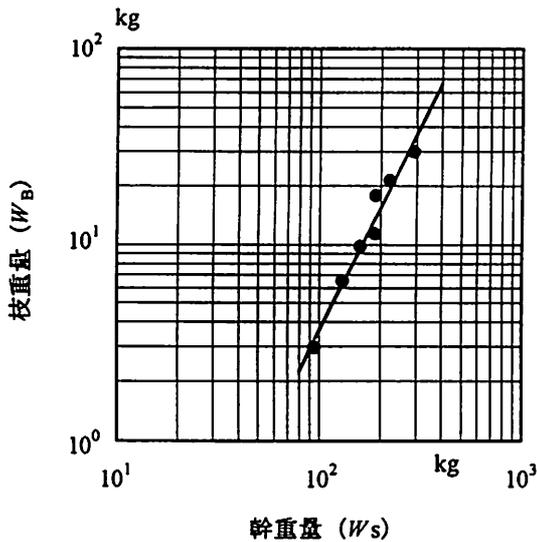


図-5 幹重量 ( $W_s$ :  $\text{kg}$ ) と枝重量 ( $W_B$ :  $\text{kg}$ ) の相対成長関係

大きい。また、県内の福岡町赤丸<sup>10)</sup>での0.0432、氷見市小滝<sup>1)</sup>での0.0431と比較しても大きく、本調査林分のヒノキの幹形が、非常に完満であることを示している。

幹材積 ( $V_s$ ) と幹重量 ( $W_s$ :  $\text{kg}$ ) との関係は、

$$W_s = 0.422 V_s \quad (4)$$

で示される (図-4)。この式の傾き (幹比重) は、赤丸<sup>10)</sup>での0.435より小さく、小滝<sup>1)</sup>での0.390より大きい。

幹重量 ( $W_s$ ) と枝重量 ( $W_B$ :  $\text{kg}$ ) との相対成長関係は、

$$\log W_B = 2.106 \log W_s - 3.659 \quad (5)$$

で示される (図-5)。式の傾きは1よりはるかに大きく、大きい個体ほど幹に対する枝の割合が急激に大きくなることを示している。

幹重量 ( $W_s$ ) と葉重量 ( $W_L$ :  $\text{kg}$ ) との相対成長関係は、

$$\log W_L = 1.553 \log W_s - 2.624 \quad (6)$$

で示される (図-6)。この関係も  $W_s$  と  $W_B$  との関係と同様に、式の傾きは1より大きくなり、優勢木ほど幹に対する葉の割合が大きくなることを示す。

### 3.2.2 林分現存量

毎木調査によって得られた胸高直径および(1)式から得られた樹高と、(2)、(4)~(6)式で示された相対成長関係を使って、林分現存量を算出した。その結果は表-2に示したとおりである。

幹現存量 ( $Y_s$ ) は、285.60  $\text{ton/ha}$  (676.01  $\text{m}^3/\text{ha}$ ) となった。この値は、赤丸<sup>10)</sup>での198.19  $\text{ton/ha}$  (455.62  $\text{m}^3/\text{ha}$ ) と比べて大きい、同じ林齢の小滝<sup>1)</sup>での280.96  $\text{ton/ha}$  (720.12  $\text{m}^3/\text{ha}$ ) と比べると、幹重量ではほぼ同程度であるが、材積では本調査林分の幹比重が小滝より大きいために、やや小さい値となっている。

幹現存量を平均樹高で除した値である幹現存量密度 ( $Y_s/\bar{H}$ ) は、15.18  $\text{ton/ha} \cdot \text{m}$  (35.92  $\text{m}^3/\text{ha} \cdot \text{m}$ ) となり、赤丸<sup>10)</sup>での11.26  $\text{ton/ha} \cdot \text{m}$  (25.89  $\text{m}^3/\text{ha} \cdot \text{m}$ )

表-2 林分現存量

幹材積	$\text{m}^3/\text{ha}$	676.01
幹重量	$\text{ton/ha}$	285.60
枝重量	$\text{ton/ha}$	20.70
葉重量	$\text{ton/ha}$	12.21
地上部合計	$\text{ton/ha}$	318.51

や小滝<sup>1)</sup>での13.64ton/ha・m (34.96m<sup>3</sup>/ha・m)と比較して大きい。一般にヒノキ林における最大値は、14.9~16.2ton/ha・m (33~36m<sup>3</sup>/ha・m)であるといわれており<sup>11)</sup>、本調査林分の値は最大値に達している。また、安藤<sup>2)</sup>が示したヒノキ一般林分密度管理図によると、調査時点における収量比数 ( $R_y$ ) はほぼ最多密度曲線に達している。したがって、本調査林分は非常に過密な状態にあると考えられる。

枝現存量 ( $Y_B$ ) は20.70ton/haとなった。枝量は林齢や立木密度に影響を受けて変化するといわれている<sup>11)</sup>。林齢が若く立木密度がほぼ同程度の赤丸<sup>10)</sup> (1450本/ha) では20.67ton/ha、林齢が同じで立木密度の小さい小滝<sup>1)</sup> (993本/ha) では23.99ton/haであった。本調査林分は赤丸よりも林齢は高いが、立木密度が非常に高いために小滝より小さく、赤丸と同程度の値を示したものと考えられる。

葉現存量 ( $Y_L$ ) は12.21ton/haとなり、赤丸<sup>10)</sup>での13.29ton/haよりやや小さく、小滝<sup>1)</sup>での11.47ton/haと比べてやや大きい。ヒノキ林の葉量は夏期に最大値を示し、そのときの値は13~19ton/haの範囲にある。また、その時期から10月下旬までの間に約3ton/haが落葉して葉量を減らすといわれている。さらに、ヒノキ林の葉量は地位や年変動より、むしろ地域によって異なることが指摘されている<sup>11)</sup>。本調査を含めて、県内における3地区における調査は、いずれも10月下旬から11月上旬の間に行われたものであることから、葉現存量の最大値は14.5~16.3ton/haと推定される。したがって、富山県内におけるヒノキ壮齢林の葉量は、一般的なヒノキ林の葉量の平均的な値に相当すると考えられる。

### 3.3 成長量

林分成長量は、相対成長関係および毎木調査と樹幹解析の結果から推定した。

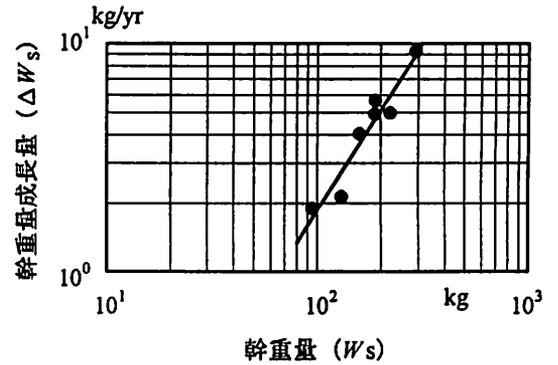
#### 3.3.1 林分成長量の推定

幹重量成長量 ( $\Delta W_S$ : kg/yr) は、調査木の樹幹解析から求めた最近1年間の幹材積成長量 ( $\Delta V_S$ : dm<sup>3</sup>/yr) から、

$$\Delta W_S = W_S \times \frac{\Delta V_S}{V_S}$$

で算出した。ここで、 $V_S'$  (dm<sup>3</sup>) は皮なしの幹材積である。

幹重量 ( $W_S$ ) と幹重量成長量 ( $\Delta W_S$ ) との相対



図一七 幹重量 ( $W_S$ : kg) と幹重量成長量 ( $\Delta W_S$ : kg/yr) との相対成長関係

成長関係は、

$$\log \Delta W_S = 1.466 \log W_S - 2.664 \quad (7)$$

で示される (図一七)。この式の傾きは1より大きく、大径木ほど成長が旺盛であることを示している。赤丸<sup>10)</sup>におけるこの値は2.060、小滝<sup>1)</sup>では1.406で、本調査林分における個体の大きさによる成長量の差は、赤丸よりも小さく、小滝とほぼ同程度である。

枝と葉の成長量は直接測定しなかったため、最近1年間では幹と枝および葉の比率が変化しなかったものとして、幹重量 ( $W_S$ ) と枝重量 ( $W_B$ ) および葉重量 ( $W_L$ ) との間に成立する相対成長式を時間で微分して、枝重量増加量 ( $\Delta W_B$ : kg/yr) と葉重量増加量 ( $\Delta W_L$ : kg/yr) として求めた<sup>8)</sup>。すなわち、(5)、(6)式の両辺を時間 ( $t$ ) で微分した次式、

$$\Delta W_B = 4.168 \times 10^{-4} \cdot W_S^{1.106} \cdot \Delta W_S \quad (8)$$

$$\Delta W_L = 3.691 \times 10^{-3} \cdot W_S^{0.553} \cdot \Delta W_S \quad (9)$$

より算出した。

#### 3.3.2 林分成長量

毎木調査の結果および(1)~(2)、(4)、(7)~(9)式から最近1年間の林分成長量を算出し、その結果を表一三に示した。

幹の成長量は重量で7.03ton/ha・yr (材積では15.52m<sup>3</sup>/ha・yr) となった。この値は赤丸<sup>10)</sup>での6.54ton/ha・yr (15.03m<sup>3</sup>/ha・yr) とほぼ同程度で、小滝<sup>1)</sup>での4.61ton/ha・yr (11.82m<sup>3</sup>/ha・yr) より大きく、ヒノキ壮齢林としてはやや大きい。

枝と葉の増加量はそれぞれ1.13ton/ha・yr、0.48ton/ha・yrとなった。同様の推定を行った小滝<sup>1)</sup>での値0.54ton/ha・yr、0.23ton/ha・yrより大きい、

表一 3 林分成長量

幹材積	m <sup>3</sup> /ha・yr	15.52
幹重量	ton/ha・yr	7.03
枝重量	ton/ha・yr	1.13
葉重量	ton/ha・yr	0.48
地上部合計	ton/ha・yr	8.64

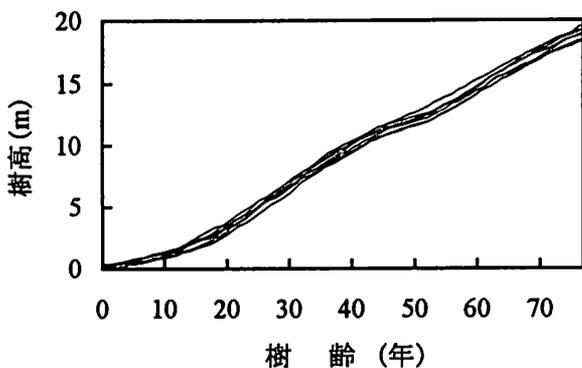
赤丸<sup>10)</sup>での値1.61ton/ha・yr, 1.38ton/ha・yrと比べるとかなり小さく, ヒノキ壮齡林としては少ない。これは, 小滝の場合と同様に, 本調査林分が過密状態になっているために, 林分としての枝量および葉量の増加が, 頭打ちとなっているためと考えられる。

幹成長量を葉重量で除した値である葉の幹生産能率は, 0.58ton/ton・yr (1.27m<sup>3</sup>/ton・yr) となった。赤丸<sup>10)</sup>での値0.49ton/ton・yr (1.15m<sup>3</sup>/ton・yr) や小滝<sup>1)</sup>での値0.40ton/ton・yr (1.03m<sup>3</sup>/ton・yr) と比較して大きく, 本調査林分の幹生産能率は, ヒノキ壮齡林としては1等地に相当する<sup>6)</sup>。

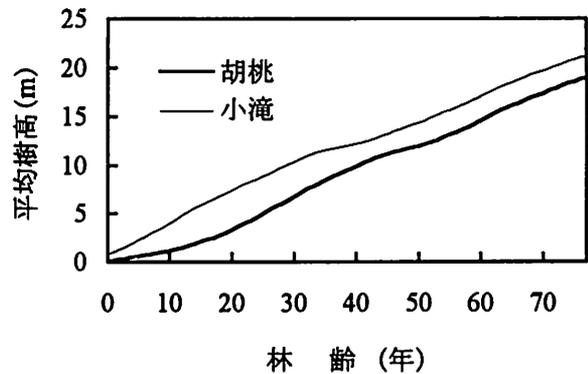
### 3.4 成長経過

樹幹解析の結果から各調査木のこれまでの成長経過を調べた。

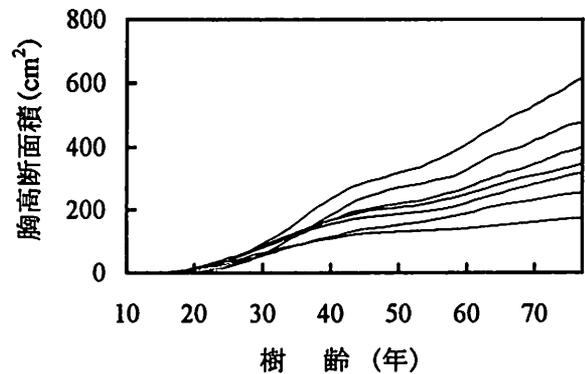
各調査木の樹高成長経過を図一8に示す。本調査林分における樹高成長は, スギの場合に見られるようなS字カーブ<sup>5)</sup>は示さず, 成育初期を除いてほぼ直線的な成長を示している。また, 樹高成長経過における個体差は非常に小さい。調査木の平均の樹高成長経過を小滝<sup>1)</sup>での結果と比較すると(図一9), 本調査林分における初期成長量が小滝<sup>1)</sup>に対して明らかに小さい。一方, 最近5年間の平均連年成長量は21cm/yrで, 小滝<sup>1)</sup>での値の19cm/yrにほぼ等しい。したがって, 本調査林分と小滝における林分平均樹高の差は, 林齡が15~20年までの成育初期に生じたもので, その間の保育の良否が壮齡林にいたるまで



図一8 調査木の樹高成長経過



図一9 調査林分と小滝のヒノキ林分の樹高成長経過の比較



図一10 調査木の胸高断面積成長経過

影響を及ぼすものと考えられる。

各調査木の胸高断面積の成長経過を図一10に示す。胸高断面積の成長も樹高成長と同様に, 初期の成長量が非常に小さい。また, 30年生頃までは個体差も小さく, かなり過密な状態にあったものと考えられる。ただし, 樹高成長とは異なりそれ以降個体差が拡大してきている。

各調査木の材積成長経過を図一11に示す。樹高および胸高断面積の成長経過に対応して, 初期成長量が非常に小さい。また, 30年生以降個体差が拡大してきている。ただし, 各個体ごとには成長の明らかな落ち込みは認められない。

ところで, 先にも述べたように本調査林分の幹現存量密度は, すでに一般にいわれるヒノキ林の最大値<sup>11)</sup>に達し, 収量比数も1に近くほぼ最多密度の状態にあると判断される。こうしたことから, 今後これ以上の幹現存量密度の増加が望めないとするならば, 枯死木の増加や樹高成長量に見合った程度への材積成長の低下が予想される。この場合, 連年材積成長量は現在の半分以下の7m<sup>3</sup>/ha・yr程度と見込まれる。

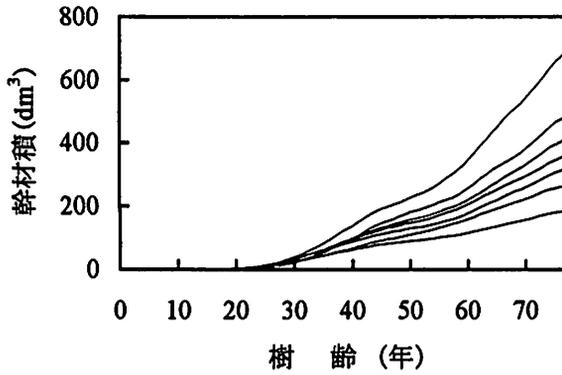


図-11 調査木の幹材積成長経過

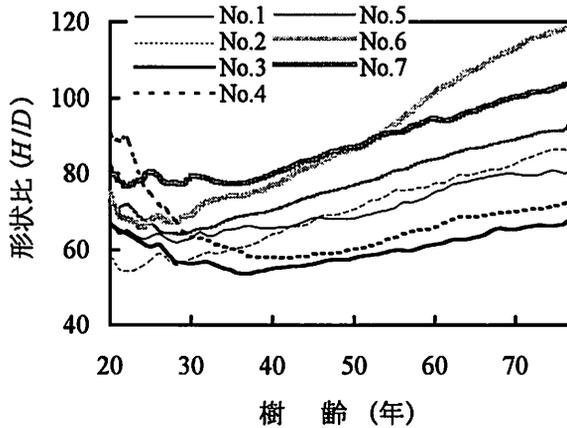


図-12 調査木の形状比(H/D)の推移

各調査木の形状比の推移を図-12に示す。形状比は、樹齢にしたがって徐々に大きくなる傾向にある。個々にみると、現在、形状比が非常に高いNo.5～7の調査木では、成育のかなり早い段階から、すでに形状比は高い値を示していたことがわかる。一方、優勢木であるNo.3, 4は、70前後の比較的小さい値を示し、成育期間中も小さい値で推移していたことがわかる。本調査林分は、先にも述べたようにヒノキ壮齢林としては立木密度が極めて高い。このため、林分平均の胸高直径と樹高から求めた形状比も、同様に林分密度がほぼ最多密度に達している小滝の林分での71<sup>1)</sup>と比較して86と大きい。また、富山県のような多雪地帯においては、形状比をできるだけ小さい値で推移させることが望ましい<sup>4,7)</sup>ことから、林分の閉鎖以降に、適宜間伐を行う必要があったものと考えられる。

## 4. 検 討

### 4.1 調査林分の取り扱い

本調査林分は、非常に過密な状態にあり、そのまま放置した場合には、材積成長が低迷するとともに、

自然枯死木の増加が懸念される。また、成育初期における雪起こしや、その後の密度管理などの保育施業が十分行われなかったために、2割程度の個体に幹曲がりや幹折れなどが認められる。ほかに2割程度の個体には、幹の変形や溝腐れ、漏脂病が認められる。ただし、樹高成長は現在までのところ衰退していない。一方、本調査林分の立木の多くはすでに収穫可能な大きさに達している。以上のことから今後の取り扱いとしては、次のような案が考えられる。

- (1) 皆伐する：大半の立木が収穫可能な大きさに達している。また、林齢が高いわりに小径の個体が多い。このため択伐などによって一部を収穫し、大径材生産をめざした場合には、さらにかんりの長期間が必要になると予想される。そこで、皆伐によってすべてを収穫し改めて造林を行う。
- (2) 除伐する：本林分は溝腐れや幹曲がり、幹折れなどの生じた、形質の悪い立木を40%程度含むことから、これらを除伐し林分密度を適正にしたうえで当面は様子を見る。
- (3) 複層林化する：1～2割程度の大径の個体を残し、これらについては大径材生産をめざす。その他はすべて収穫し、跡地にヒノキなどの植栽を行って複層林化する。

### 4.2 造林におけるヒノキの利用

樹高や材積の成長経過に示されたように、ヒノキはスギに比べてかなり緩慢な成長をするという樹種特性を持つと考えられた。ヒノキを利用するにあたっては、このことを十分考慮する必要がある。また、小滝における調査結果<sup>1)</sup>との比較から、成育初期における保育の良否が、壮齢林にいたるまで影響を及ぼすと考えられることや、県内に新植されたヒノキ造林木の観察から、スギに比べて幼齢時に野兎、害虫による食害、雪、風による倒伏等の発生する危険性が高い。これらのことから、ヒノキの造林を行った場合には、とくに成育初期に十分な保育を行うことが重要であると考えられる。

最後に、この調査を行うにあたりご協力をいただいた林政課、高岡農地林務事務所林務課の皆様、ならびに現地調査に多大なるご協力をいただいた当林業試験場の皆様に厚く御礼申し上げます。

## 引用文献

- 1) 相浦英春：氷見市小滝地内に成立するヒノキ壮齢林に関する調査，富山林技セ研報，8，32～42，(1994)
- 2) 安藤貴：同齢単純林の密度管理に関する生態学的研究，林試研報 210，1～153，(1968)
- 3) 橋詰隼人：多雪地帯におけるヒノキ人工林に関する研究(I)山陰地方の高海拔地および北陸地方における高齢人工林の生育状況と多雪地帯のヒノキ造林に関する二，三の考察，鳥大演報，14，1～28，(1984)
- 4) 嘉戸昭夫，中谷浩，平英彰，相浦英春：ボカスギの幹折れに要する冠雪荷重，富山林技セ研報，1，1～6，(1988)
- 5) 宮島寛：新版スギのすべて，坂口勝美監修，629pp，全国林業改良普及会，東京，(1983)
- 6) 宮本倫仁，谷本丈夫，安藤貴：四国地方におけるヒノキ人工林の成長解析，林試研報，309，89～107，(1980)
- 7) 中谷浩：林木の冠雪害に関する樹木力学的研究，富山林技セ研報，4，1～54，(1991)
- 8) OGAWA, H.: Principles and methods estimating primary production in forests, SHIDEI, T. and KIRA, T. (eds.), JIBP Synthesis 16, 29-37, University of Tokyo Press, Tokyo, (1977)
- 9) 大田弘，小路登一，長井真隆：富山県植物誌，430pp，廣文堂，富山，(1983)
- 10) 阪上俊郎：多雪地帯のヒノキ人工林の生産力(I)丘陵地に植栽されたヒノキ壮齢林の生育状況と生産力，富山林試研報，11，43～48，(1986)
- 11) 四手井綱英，赤井龍夫，斉藤秀樹，河原輝彦：ヒノキ林—その生態と天然更新—，375pp，地球社，東京，(1974)
- 12) 富山県農林水産部：平成6年度富山県林業統計書，149pp，(1996)
- 13) 辻村章，兼平文憲，赤坂正一：青森県のヒノキ人工林について，30回日林東北支講，137～141，(1974)
- 14) 山谷孝一，加藤亮助，森麻須夫，後藤和秋：東北地方におけるヒノキ人工林の生育状態と造林上の問題点，林試研報，325，1～96，(1984)

## Summary

Biomass, productivity, growth process and management plan in future of Hinoki (*Chamaecypris obtusa* SIEB. et ZUCC) stand at Kurumi, Himi city were investigated. The biomasses were 285.60 ton/ha (676.01m<sup>3</sup>/ha in volume) for stem, 20.70 ton/ha for branch and 12.21 ton/ha for leaf in dry weight. The biomass increments of the last year were 7.03 ton/ha·yr (15.52m<sup>3</sup>/ha·yr) for stem, 1.13 ton/ha·yr for branch and 0.48 ton/ha·yr for leaf in dry weight. The stem production per unit leaf weight was 0.58ton/ton·yr (1.27m<sup>3</sup>/ton·yr) and this value corresponded to the first site class. The apparent stem biomass density reached the theoretical maximum in Hinoki stands and this stand was overcrowded. According to the results, the three management plans in future were considered as follows: 1) Cut over and reforest. 2) Thin out and rationalize the stand density. 3) Thin from below and aim at a superior long rotation stand and multiple-storied forest.