

(研究資料)

スギ枝打ち林分から生産された柱材の品等調査例

竹 内 郁 雄⁽¹⁾A Case Study on Boxed Heart
from a Pruned Sugi (*Cryptomeria japonica*) Stand

IKUO TAKEUCHI

要 旨: 枝打ちについてはいろいろな指針が作られ、実際にも広く実行されているが、枝打ちした林分からの製品について無節性を調べた例はごく少ない。本報告では愛媛県下の枝打ちしたスギ林分から生産された 10.5 cm 角で 3 m の心持ち柱材の品質と、枝打ち時における枝打ち箇所と幹直径との関係を調べた。試験木は、よく枝打ちされたスギ林分から心持ち柱材が 2 玉採材可能になった林分内の大きい個体から伐採した。試験木の 1, 2 番玉は、根元曲がり等の欠点部を切り捨てて採材した。製材は末口直径が小さかったため丸身の欠点を出不さないよう行った。心持ち柱材の品等割合は、1 番玉の柱材で 4, 3, 2, 1 面無節がそれぞれ 45, 33, 12, 5%, 上小節が 4%, その他が 1% であった。2 番玉の柱材は 4, 3, 2, 1 面無節がそれぞれ 3, 13, 17, 8%, 上小節が 32%, その他が 27% であった。一方、丸身や傷等の欠点を無視し節の存否だけのみた無節材面は、1 番玉の柱材では 77% が、2 番玉の柱材では 34% が無節材面数 4 であった。心持ち柱材木口の中心からの髓のずれは、1 番玉の元、末口、2 番玉の元、末口でそれぞれ平均 2.5, 1.6, 1.3, 1.4 cm で、1 番玉元口が特に大きかった。髓のずれが大きい柱材には表面に節や丸身が多く、品等、無節材面数とも低い傾向があった。枝打ち時における枝打ち箇所と皮なし幹直径は、地上高の低い箇所と小さく 2 番玉の末口付近で大きかった。このため、1 番玉柱材は幹の曲がりや偏心生長により髓のずれが大きかったにもかかわらず品等、無節材面数とも 2 番玉柱材より高かった。10.5 cm 角の無節材を得るための当林分の枝打ち時期は、地上高 2 m 付近までは髓のずれが大きいため枝着生部の皮なし幹直径が 5.0~5.5 cm 以下、これより高い箇所では髓のずれが小さいため 6.0~6.5 cm 以下で行うべきであったと考えられた。

I は じ め に

枝打ちは良質材、特に節の少ない材を生産目的として多くの地域で実行されるようになり、枝打ち技術も多方面から検討されている。なかでも枝打ち時期は樹幹内部の節の水平分布に直接影響するもので、生産目的が磨丸太や小径の無節材の場合に非常に重要となる。このため生産目的が柱材の場合は、柱材の大きさ、立木の幹曲がり、残枝長等から枝下直径を基準に枝打ちすることが枝打ち跡の節解析等からしめされ⁽¹⁾⁽²⁾⁽³⁾⁽⁴⁾⁽⁹⁾⁽¹¹⁾⁽¹³⁾、この方法が枝打ちの普及に利用されている。また、枝打ちの高さについては目的の柱材長に得ようとする玉数を乗じ、それに根元曲がりや幹曲がりや造材時に切り捨てる部分の長さを加えた高さまでとし、素材から確実に無節の製品が得られ、しかも無駄な枝打ちを避けるよう普及が行われている。

しかしながら、このような枝打ちを実施した林分から収穫された素材を製品とし、その無節性を調査した事例は岡⁽⁹⁾の報告のみである。このような事例を調査し、その結果から枝打ち時期の適否を検討することも枝打ち技術確立のために必要である。この報告はこのような目的で、前述の枝打ち時期

に近い枝打ちが繰り返された林分から 10.5 cm 角で 3 m の柱材が 2 玉採材可能な立木を 4 年続けて収穫し、得られた柱材の無節性を中心に調査したものである。

II 調査林分と調査方法

1. 調査林分

調査は、愛媛県久万町下畑野川にある岡氏所有のスギ実生林分で行った。固定調査区として 22 年生時の 1981 年 9 月に 0.37 ha を設定した。林分の枝打ち (Table 1) は、生長のよい箇所では 4 年生時に、生長の劣る箇所では 5 年生時に始められた。その後の枝打ちは、6 年生時から 10 年生時にかけてほぼ毎年、その後は 12 年生時と 15 年生時に行われた。枝打ちの回数は、生長のよい箇所が 8 回、生長の劣る箇所が 7 回であった。この地方の育林技術体系⁹⁾には、枝下直径が 7.5 cm に達する以前に枝打ちするとされており、ほぼこの基準を満足する枝打ちが行われたものと考えられる。除間伐もほぼ育林技術体系に沿って 13, 16, 19 年生時に実行しており、いずれも被圧木や曲りの大きい不良木が除去された。

2. 調査方法

この林分は、10.5 cm 角で 3 m の心持ち柱材が 2 玉採材可能になった大きい個体から収穫する経営方針で行われており、1981 年から 1984 年にかけて 4 年連続伐採し、下記のように試料を採取した。

胸高直径は毎年 8 月 17 日から 8 月 21 日の間に毎木調査した。樹高は 1983 年 10 月に胸高直径分布の全体にわたるよう 29 本を調査し、後述の試験木を加えた D~H 関係から林分樹高を推定した。枝打ち高は 1983 年 10 月に立木の約半数の 301 本について測定した。

Table 1. 枝打ちの経過
Course of pruning operation

| 枝打ち回数 Number of pruning | 林 齢 Stand age | 備 考 Note |
|-------------------------------|------------------|-----------------------------------|
| 1 | 4 | 生長の良い所一部分 Good site only |
| 1 | 5 | 上記残りの部分 Area left at 4 yrs.old |
| 2 | 6 | 全 域 Whole |
| 3 | 7 | 全 域 Whole |
| 4 | 8 | 生長の良い所 Good site only |
| 5 | 9 | 全 域 Whole |
| 6 | 10 | 全 域 Whole |
| 7 | 12 | 全 域 Whole |
| 8 | 15 | 全 域 Whole |

伐採木は、'81, '82, '83, '84 年でそれぞれ 35, 52, 55, 50 本でこれらを試験木とした。試験木は、すべての胸高直径と、後述するように大きさが比較的揃っていたため約半数で樹高と枝打ち高を測定したが、'81 年は樹高、枝打ち高とも測定しなかった。試験木の玉切りは大きな曲りや傷のある箇所を切り捨てたため、'83 年と '84 年に切り捨てた幹の長さを切捨て長として測定した。また '82, '83, '84 年は玉切り後に 1, 2 番玉のそれぞれで玉切り長および皮なし末口直径を 2 方向で測定した。3 番玉は、すべての調査から除外した。

10.5 cm 角の心持ち柱材に製材したのは、1 番玉で 186 本、2 番玉で 175 本であった。1 番玉の残り 6 本のうち 4 本は 2 m に採材し、2 本は直径が大きく柱材に製材しなかった。また、2 番玉の 17 本は直径が小さいためすべての調査から除外した。製材方法は平均末口直径が 1 番玉で 16.9 cm から 2 番玉の 14.3 cm と小さいため特に丸身

の欠点を出さないように行い、無節材面を出すため一方に寄せて木取りすることはしなかった。

製品になった 10.5 cm 角の心持ち柱材は、'81 年を除き丸身や傷の欠点を無視し欠点は節だけとした無節材面数を調査した。また '81, '83, '84 年はすべての欠点を含めた品等区分を行った。このほかに '83 年と '84 年は柱材の元口、末口の木口面で木口中心から髓までの距離を測定し、この距離をここでは髓のずれと呼ぶ。また、材面に現れる年輪数を、3 m 柱材の 1 材面で下端から 1 m と 2 m の 2 箇所測定した。

枝打ち時における枝打ち箇所での皮なし幹直径を、'83 年と '84 年に木口面に節が出たものや切り捨てた幹を割って測定した。この調査では 1 本の試験木から 1 番玉の元、末口、それに 2 番玉の元、末口でそれぞれ 1 点とし、最大でも 4 点の測定とした。このほかに '84 年は木口面で心材部の直径と心材が現れた材面数を、1 番玉の元、末口、2 番玉の元、末口で調査した。

この報告でいう 10.5 cm 角で 3 m の心持ち柱材は、仕上げの切削加工等による目減り分を考慮して 11.0 cm 前後に製材している。このため、節の有無は目減り分を考慮し、材表面に巻き込み直後の繊維走向の乱れが生じているものは節があるとした。

Ⅲ 結果と考察

1. 枝打ち高と枝打ち時期

第 1 回伐採前の '81 年 (22 年生) の立木密度は 1,786 本/ha、平均胸高直径は 14.7 cm、平均樹高は 14.3 m であった。この値は土佐地方のスギ林分収穫表の 1 等地にあたる。この林分は 7 年生の春まで 4 回の施肥が行われたとはいえ、繰り返し枝打ちが実行されたことを考慮に入れると土壌条件は非常によいといえよう。

枝打ち高：枝打ちは生長のよい場所で 4 年生時に、それ以外は 5 年生時に始められた。その後、15 年生時まで 7～8 回繰り返された (Table 1) ことはすでに述べた。'83 年の枝打ち高の頻度分布 (Fig. 1) は、4.1 m から 10.7 m の範囲で平均 8.0 m であった。ただ、'83 年までに 2 回伐採が行われていた。試験木の枝打ち高は、後述するように伐採時によって差がなく平均 8.8～8.9 m であった。ここで測定しなかった第 1 回試験木の枝打ち高を 8.9 m とすると、伐採前の平均枝打ち高は 8.1 m と推定された。第 1 回伐採前の林分で枝打ち高が 6 m 以上あって、枝下部で 3 m 材の 2 玉取りが数字上可能な本数割合は 96% を占めていた。

枝打ち時期：枝打ち時における枝打ち箇所での皮なし幹直径を、地上高ごとに Fig. 2 に示す。枝打ち時における枝打ち箇所での皮なし幹直径は、地上高 1.5 m まではずべて 5.7 cm 以下で 37 例の測定中 33 例が 5 cm 以下であった。地上高が 1.5 m から 4.5 m の範囲では、50 例のうち 6 cm 以下が 35 例と過半を占めていたが、7 cm 以上が 6 例みられた。5 m 以上の地上高では、8 cm 以上が 5 例みられ、これを含めた 7 cm 以上が 18 例で 7 cm 未満の 10 例を上回っていた。

この林分の枝打ち時期は、初期の頃は枝着生部の皮なし幹直径がほぼ 6 cm 以下で実行されたが、遅くなるにしたがい大きくなっていった。根元曲がりを除き 3 m 材の 1 番玉に採材された地上高 3.0～4.5 m 以下では、皮なし幹直径がほぼ 7 cm 以下で打たれていた。しかし、2 番玉にあたる地上高の範囲では 7 cm 以上のものが多く、1 番玉に比べ枝打ち時期が遅れたことを示していた。

2. 心持ち柱材の品質

試験木と造材：試験木の平均胸高直径、平均樹高は、'81 年がそれぞれ 20.4 cm、16.6 m、'82 年と '83

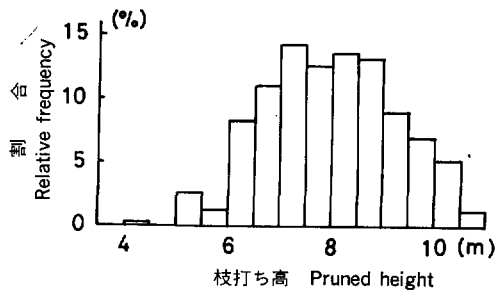


Fig. 1. 枝打ち高の頻度分布 (1983)
Distribution of pruned height (1983)

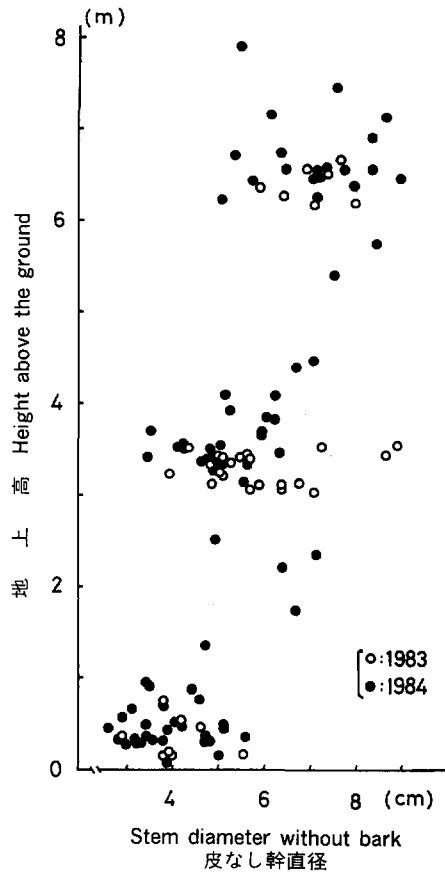


Fig. 2. 枝打ち時における枝打ち箇所
の皮なし幹直径
Stem diameter without bark at the
pruned height

年はほぼ等しく 19.4~19.5 cm, 16.3 m, '84 年は 19.1cm, 16.2 m であった。このように第 1 回の試験木が最も大きく、伐採が進むにつれて小さくなっていた。枝打ち高は、'82 年が 6.2~10.4 m, '83 年が 6.8~10.7m, '84 年が 7.0~10.1m の範囲で、平均枝打ち高は 8.8~8.9m でほぼ等しかった。

幹の欠点部分を切り捨てた試験木は、'83 年と '84 年で 41 本あり、平均切捨て長は 0.8 m であった。切り捨てる原因となった幹の欠点は、数例を除けばすべて幹の曲がり、特に根元曲がりであった。平均玉切り長は 1, 2 番玉でそれぞれ 3.4, 3.1m であった。1 番玉は 3m の製品であるにもかかわらず長かった。これは、小さな欠点のある部分も一緒に製材し、最も品質のよい箇所製材を取るためである。このように試験木の玉切りは幹に大きな曲がりや傷があればその部分を切り捨て、材積を犠牲にしてもできるだけ品質をよくするように採材を行った。この結果、2 番玉末口部の平均地上高は 6.8m であったが、その範囲は 6.2~8.8m と大きかった。地上高の高い個体は、根元曲がり等の幹の欠点部を切り捨てたものである。

末口直径は、10.5cm 角の心持ち柱材を得るために約 15cm 以上必要で、これより小さいと製品に丸身

が生じる。玉切り後の末口直径は皮なし直径で2方向を測定し、小さい値を最小末口直径と呼ぶ。1番玉の平均最小末口直径は、'82年が16.9cm、'83年が16.3cm、'84年が16.0cmであった。最小末口直径が15cm未満のものは、'82年はみられなかったが'83、'84年はそれぞれ1本あった。このほかは、すべて15cm以上で直径の大きさからは10.5cm角の心持ち柱材生産に十分な大きさであった。2番玉の最小末口直径の平均は、'82年が14.6cm、'83年と'84年が同じ14.3cmであった。最小末口直径が15cm未満で丸身が生じるであろう2番玉の割合は8割近くを占めていた。

心持ち柱材の品等・無節材面数：10.5cm角で3mの心持ち柱材の品等区分を、調査時ごとにTable 2に示す。1番玉の品等は、'81年の32本すべてが1面無節以上であった。'83年は55本のうち52本が、'84年は46本のうち42本が1面無節以上であった。2番玉は、'81年で35本中17本が、'83年で46本中19本が、'84年で42本中15本が1面無節以上であった。2番玉で上小節にもならないその他の品等は'81、'83、'84年でそれぞれ12、10、11本みられた。このように品等は各調査時の間に大きな差はみられなかった。

心持ち柱材の品等割合を、'81、'83、'84年の調査を一緒にしてFig. 3に示す。1番玉は4面無節が45%を占め最も高かった。ついで3面無節が33%、2面無節が12%、1面無節が5%で、1面無節以上の割合は約95%であった。残りは上小節が4%、その他が1%であった。2番玉は4面無節が3%、3面無節が13%、2面無節が17%、1面無節が8%で1面無節以上の割合は約41%であった。上小節の割合は約32%、その他が27%を占めていた。このように2番玉の品等は、1番玉に比較し著しく低下

Table 2. 心持ち柱材の品等
Classification of boxed heart by JAS grade

| 品 等 JAS grade | | 1 番 玉 1 st log | | | 2 番 玉 2 nd log | | |
|----------------------------|--------------------|----------------|------|------|----------------|------|------|
| | | 1981 | 1983 | 1984 | 1981 | 1983 | 1984 |
| 無 節 Knot free | 4 面 Four faces | 12 | 34 | 13 | 0 | 2 | 2 |
| | 3 面 Three faces | 8 | 15 | 21 | 7 | 5 | 4 |
| | 2 面 Two faces | 8 | 1 | 7 | 5 | 11 | 5 |
| | 1 面 One face | 4 | 2 | 1 | 5 | 1 | 4 |
| 上小節 Superior small knot | 4 面 Four faces | 0 | 1 | 0 | 0 | 3 | 1 |
| | 3 面 Three faces | 0 | 1 | 0 | 0 | 6 | 4 |
| | 2 面 Two faces | 0 | 0 | 2 | 4 | 5 | 6 |
| | 1 面 One face | 0 | 1 | 1 | 2 | 3 | 5 |
| その他 Others | | 0 | 0 | 1 | 12 | 10 | 11 |
| 合 計 Total | | 32 | 55 | 46 | 35 | 46 | 42 |

JAS : The Japanese Agricultural Standard system (1972).

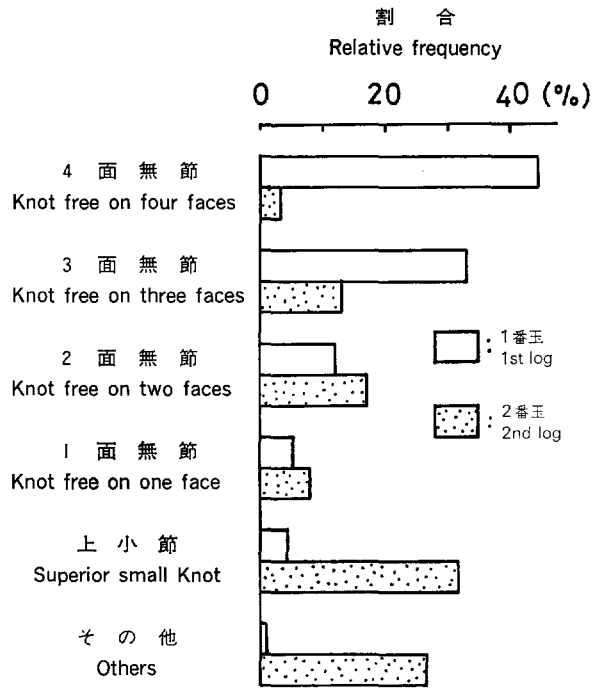


Fig. 3. 心持ち柱材の品等割合
Classification of boxed heart by JAS grade considering wound and wane as well as knot

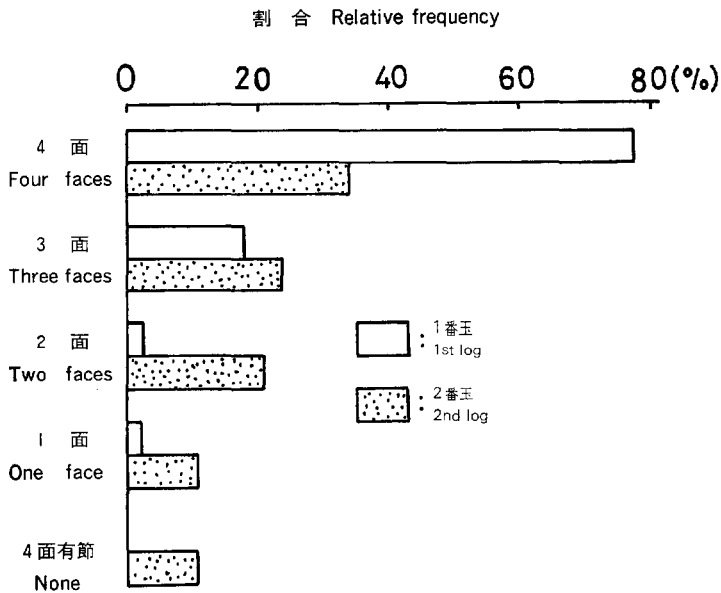


Fig. 4. 心持ち柱材の無節材面数の本数割合
Grading was done only by "knot free" in disregard of the presence of wound and wane.

した。

つぎに枝打ちが節の有無に及ぼす影響を知るため欠点は節だけとし、材面に丸身や傷があっても節さえなければその材面を無節材面とし検討した。心持ち柱材の無節材面数の本数割合を Fig. 4 に示す。この図は測定しなかった '81 年を除き '82, '83, '84 年の 3 年間を一緒にして示した。1 番玉では無節材面数 4 が 77% で最も高く、ついで無節材面数 3 が 18%, 2 が 3%, 1 が 2% の順に減少し、測定した 152 本すべての心持ち柱材が無節材面数 1 以上であった。2 番玉では、139 本の心持ち柱材のうち無節材面数 4 が 34% を占め、3 が 23%, 2 が 21%, 1 が 11% であった。2 番玉で無節材面数 1 以上の心持ち柱材は 89% であった。2 番玉は枝打ち高が採材高まで達していないものが少なくとも 4 本あった。枝打ち高はすべての個体では測定しなかった。このため、2 番玉の無節材面数や前述した品等の特に悪いものの中には、枝打ち高が採材高まで達していないものももう少し多く含まれている可能性がある。

心持ち柱材の年輪数：心持ち柱材の 1 材面に現れた年輪数の分布を、'83 年と '84 年を一緒にして Fig. 5 に示す。年輪数は、木口下端から 1 m と 2 m の箇所まで測定したもので、1 m の箇所を下部、2 m の箇所を上部とした。なお、心持ち柱材の一边は 11cm に製材しているため、年輪数は 11cm に現れた数である。1 番玉下部の 1 材面あたり年輪数は、最低が 6 から最高は 20 まであってその分布範囲は最も大きかった。1 番玉上部と 2 番玉下部、上部の年輪数は、同様の分布で大きな違いはみられなかった。1 材面に現れた年輪数の平均は、1 番玉下部、上部がそれぞれ 13.6, 14.2, 2 番玉下部、上部がそれぞれ 13.9, 13.7 で大きな差はみられなかった。

1 番玉元口の生長は、施肥効果もあって初期に大きく、生育が進むにつれて低下していた。このため年輪幅は髓に近いところで大きく髓から離れるにしたがい小さくなっていた。1 番玉下部は生長の差や後述する髓のずれが大きかったことで、年輪数の分布が大きくなったと考えられた。製品の材面に現れる年輪数は、基本的に年輪幅により影響を受ける。年輪幅は、一般に初期生長が大きいため樹幹中心部が外側部よりも大きい。一方、製品は幹の曲がりや偏心生長のため後述する髓のずれが生じる。これらの結果、1 材面に現れる年輪数は、髓に近い材面で少なく髓から離れた材面で多くなる。その程度は樹幹中心部と外側部の生

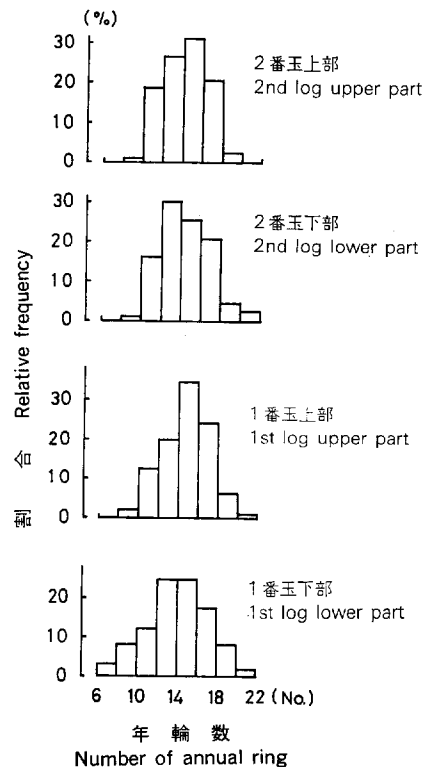


Fig. 5. 心持ち柱材の 1 材面に現れる年輪数

Relative frequency of the number of annual rings appearing on one face 11 cm wide of boxed heart

長差が大きいほど著しくなろう。このほか年輪数は幹の正円性の程度によっても影響を受けるであろう。今回は調査の不備でこれらの点について細かい検討ができなかった。

3. 心持ち柱材木口の髓のずれ

幹の曲がり、採材歩止まりだけでなく、無節材生産にとって大きな障害になる。幹の曲がりのある小径材から丸身のない心持ち柱材を製材するためには、木口中心から髓がずれることが避けられない。ここでは、心持ち柱材の製材の結果現れた木口の中心から髓までの距離を髓のずれと呼び検討する。髓のずれは曲がりと偏心を総合して現していると考えたからである。

髓のずれは測定した '83 年と '84 年の間に大きな差がなかったので一緒にして検討する。髓のずれの分布を Fig. 6 に示す。1 番玉元口の髓のずれは平均 2.5cm で、5 cm を越えるものもみられた。1 番玉末口の髓のずれは、4 cm 以上が 3 例みられたが、平均は 1.6 cm で元口に比べ小さかった。2 番玉の元口、末口の平均はそれぞれ 1.3, 1.4 cm と差がなくほぼ同じ分布であった。髓のずれが 2 cm 未満の割合は、1 番玉の元、末口でそれぞれ 44, 70%, 2 番玉の元、末口でそれぞれ 64, 68% であった。

根元曲がりの大きな箇所を切り捨てて採材したが、それでも製品となった 1 番玉元口で髓のずれは特に大きかった。枝打ち経営を行うようなスギ林でも現実には幹の曲がりはかなり大きい。その測定事例は少

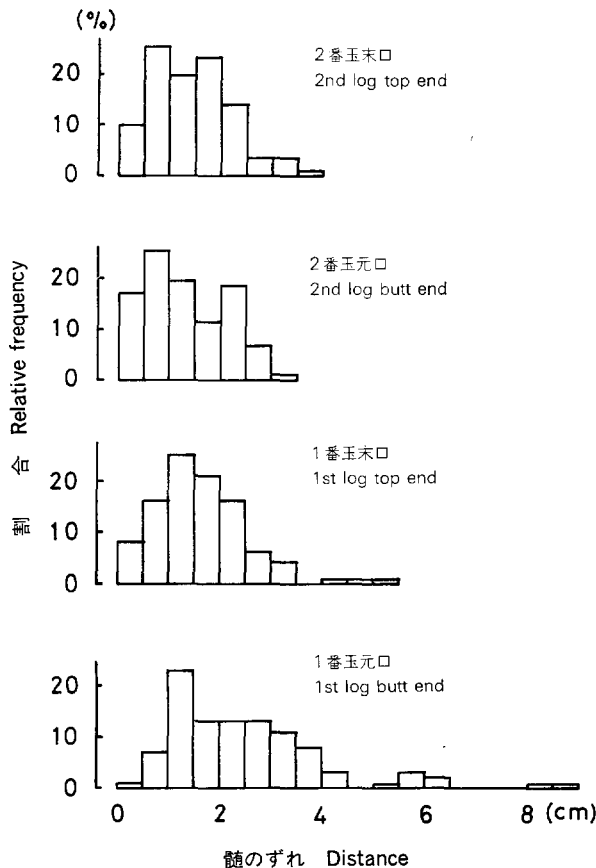


Fig. 6. 心持ち柱材木口面の髓のずれ
Distance from pith to the center of boxed heart cross section

ないが根元0.5mを除いた幹長3mで最大矢高平均1.3, 2.4cm(2林分)¹¹⁾, また根元曲がりを除いた幹長4mで最大矢高平均3.1~6.9cm(7林分)¹⁰⁾などある。根元曲がりを除いた立木の幹の曲がりだけがこれだけ大きいことは当然心持ち柱材の髓のずれに反映する。さらに、1番玉元口部では偏心生長も髓のずれを大きくしたと推察される。なお、髓のずれは木口面での値であるため、柱材全体でのずれの最大値はもっと大きくなる可能性が高い。

髓のずれと品等・無節材面数：心持ち柱材（一番玉）の髓のずれと品等、無節材面数との関係を Table 3 に示した。髓のずれは元口、末口のいずれも2cm以下のものと、いずれか一方でも3cm以上のものに区分し、品等、無節材面数ごとの柱材本数を示した。髓のずれと品等、無節材面数の関係は、'83年と'84年の間で大きな差がみられないため両年を一緒にして検討する。4面無節の品等は、髓のずれが2cm以下の42本中22本(52%)に対し、髓のずれが3cm以上では33本中12本(36%)であった。2面無節以下の品等は、髓のずれが2cm以下で42本中5本(12%)に対し、髓のずれが3cm以上では33本中9本(27%)であった。無節材面数4の柱材は、髓のずれが2cm以下の42本中38本(90%)に対し、3cm以上の髓のずれでは33本中22本(67%)であった。無節材面数2以下の柱材は、髓のずれが2cm以下で42本中1本(2%)が、3cm以上の髓のずれでは33本中2本(6%)であった。このように、髓のずれが大きい材は心持ち柱材の品等、無節材面数ともに低下する傾向がみられた。

欠点を節だけとした無節材面数は、髓のずれが大きくなると材面に節が現れやすくなることを示している。一方、すべての欠点を含めた品等は、髓のずれが大きくなると材面に節が現れやすくなるとともに、原木の大きさによっては丸身を生じるといったことを表している。

髓のずれと心材：心材が現れる材面数ごとの心持ち柱材本数を Table 4 に示す。1番玉元口の平均心材直径は10.6±1.0cmで、製品と同じ程度の大きさであった。このため1番玉元口では、2本を除いた

Table 3. 心持ち柱材の髓のずれと品等、無節材面数
Relationship between the distance from pith to the center of boxed heart cross section and the JAS grade or grading only by knot

| 品等, 無節材面数 Grade | | 髓のずれ Distance from pith to center | | | | | |
|--------------------|-------------------|-----------------------------------|------------|-------------|----------------------|----------|-------------|
| | | 2 cm 以下 2 cm or less | | | 3 cm 以上 3 cm or over | | |
| | | 1983 | 1984 | 合計 Total | 1983 | 1984 | 合計 Total |
| 無節 Knot free | 4面 Four faces | 11 (13) | 11 (25) | 22 (38) | 12 (17) | 0 (5) | 12 (22) |
| | 3面 Three faces | 3 (2) | 12 (1) | 15 (3) | 10 (7) | 2 (2) | 12 (9) |
| | 2面 Two faces | 0 (0) | 3 (0) | 3 (0) | 1 (1) | 3 (1) | 4 (2) |
| | 1面 One face | 1 (1) | 0 (0) | 1 (1) | 0 (0) | 1 (0) | 1 (0) |
| その他 Others | | 1 (0) | 0 (0) | 1 (0) | 2 (0) | 2 (0) | 4 (0) |
| 合計 Total | | 16 | 26 | 42 | 25 | 8 | 33 |

The values without parentheses are based on JAS grade.

The values in parentheses are based on grading only by knots.

Materials: the 1st logs only

Table 4. 心材が現れる材面数ごとの心持ち柱材本数
Classification of boxed heart by the number of the faces on which heart wood appears

| 材面数 Face number | 1 番玉 1st log | | 2 番玉 2nd log | |
|--------------------|----------------|---------------|----------------|---------------|
| | 元口 Butt end | 末口 Top end | 元口 Butt end | 末口 Top end |
| 0 | 2 | 19 | 24 | 30 |
| 1 | 11 | 17 | 7 | 5 |
| 2 | 23 | 5 | 1 | 1 |
| 3 | 8 | 0 | 0 | 0 |
| 4 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Table 5. 髓のずれと心材が現れる材面数ごとの心持ち柱材本数
Distance from pith to the center of cross section and the number of faces on which heart wood appears

| 材面数 Face number | 1 番玉末口と 2 番玉元口 1st log top end and 2nd log butt end | | 2 番玉末口 2nd log top end | |
|--------------------|--|-------------------------|--------------------------------------|-------------------------|
| | 髓のずれ Distance from pith to center | | 髓のずれ Distance from pith to center | |
| | 1 cm 以下 1 cm or less | 2 cm 以上 2 cm or over | 1 cm 以下 1 cm or less | 2 cm 以上 2 cm or over |
| | 0 | 18 | 5 | 14 |
| 1 | 3 | 6 | 0 | 5 |
| 2 | 0 | 1 | 0 | 1 |

他はすべて心材が 1 材面に現れ、2 材面に現れたものが 44 本中 23 本と過半を占めていた。一方、心材が 4 材面に現れたものは 1 本もなかった。1 番玉末口と 2 番玉元口では、平均心材直径がそれぞれ $7.9 \pm 1.0\text{cm}$ 、 $7.9 \pm 1.1\text{cm}$ でほぼ等しかったが、心材が現れたのは 1 番玉末口が 41 本中 22 本で、2 番玉元口の 32 本中 8 本よりも多かった。また、心材が 2 材面に現れたものは、1 番玉末口が 5 本で 2 番玉元口の 1 本に比べて多かった。2 番玉末口は、平均心材直径が $6.3 \pm 0.9\text{cm}$ と小さかったため心材の現れた材面は 6 本と少なく、このうち 1 本だけが 2 材面に現れたものであった。

髓のずれと心材の現れる材面数の関係をみるため髓のずれが 1 cm 以下と 2 cm 以上に区分し、心材が現れた材面数ごとの柱材本数を Table 5 に示す。1 番玉元口は、心材直径が大きかったので示さなかった。1 番玉末口と 2 番玉元口は、ほぼ同じ位置と心材直径であったので一緒にして示した。1 番玉末口と 2 番玉元口では髓のずれが 1 cm 以下の場合 21 本中 3 本で心材が 1 材面に現れたが、2 cm 以上の髓のずれでは 12 本中 6 本が 1 材面に 1 本が 2 材面に現れた。2 番玉末口では髓のずれが 1 cm 以下の場合 14 本のすべてで心材が現れなかったが、2 cm 以上の髓のずれでは 6 本に心材が現れた。この 6 本は、Table 4 で示した 2 番玉末口で心材が現れたものすべてであった。このように心材直径が製品の大きさよりも小さい場合は髓のずれが大きくなると心材が材面に現れやすくなる。ただ、心材直径が製品の大きさと同程度以上では逆に髓のずれが大きいと心材の現れる材面数が少なくなることが推察される。

4. 枝打ち時期の検討

心持ち柱材の品等区分による無節材面数は、欠点を節だけとした無節材面数に比べ減少した。その原因は主に丸身と考えられた。丸身は原木の大きさや曲がりと関係が深く伐倒時の直径に左右される。枝打ち

時期は製品の節の有無に直接関係を持つが丸身には関係を持たない。このため、枝打ち時期は製品の品等よりも欠点を節だけとした無節材面数との関係で検討すべきであろう。

1番玉末口までの地上高は、切り捨て長を含めて4.5m以下と考えてよいであろう。枝打ち時における枝打ち箇所（皮なし）の幹直径（Fig. 2）は、地上高1.5m以下では最大が5.7cmで大部分は5cm以下であった。地上高が1.5mから4.5mの範囲の枝打ちは、50例の測定値の中で6cm以下が35例を占めていたが7cm以上も6例みられた。このような枝打ちをした場合の1番玉からの柱材は、すべて無節材面数1以上で無節材面数4の本数が77%を占めていた。2番玉にあたる地上高は1番玉と重複するが3m以上と考える。地上高が3m以上の枝打ち時における枝打ち箇所（皮なし）の幹直径は、測定値74例中7cm未満が50例（68%）と多かった。しかし、7cm以上のものが24例みられ、その中で8cmから9cmの範囲のものが7例みられた。2番玉からの柱材は無節材面数1以上の本数が89%で無節材面数4の本数が34%であった。

ここで、10.5cm角で3mの心持ち無節柱材の枝打ち時期を考えてみる。枝打ち木の節解析から曲がりのない個体では、皮なし幹直径10.5cm内にすべての枝が納まっていることが必要で枝打ち時における枝打ち箇所（皮なし）の幹直径（X cm）は、

$$X < 10.5 \text{ cm} - (2 \times \text{残枝長})$$

で示すことができる¹¹⁾。残枝長は幹に接して枝打ちした場合でも枝隆や樹皮等の影響で枝が残るのが普通で、残った枝の長さである。スギ林分の残枝長は、枝の直径が2cm程度までなら枝打ち器具の違いを問わずほぼ1cm以下である^{8) 9) 11) 12) 14)}。調査林分と同じ所有者のスギ3林分で枝打ち時の幹直径が6cm以下の残枝長は枝打ち器具のナタ、カマ打ちいずれもほぼ0.6cm以下であった¹⁴⁾。当林分も同様の枝打ちが行われた地上高2m以下の残枝長は0.6cm以下、これより高い箇所では枝打ち時の幹直径が大きく枝直径も大きくなるため、残枝長は1cm以下と推察される。残枝長が1cm以下とすれば通直な個体では枝打ち時の枝着生部幹直径は8.5cm未満でよい。ところが、スギは一般に通直でなく曲がりがあるため枝打ち時期は、上式より曲がりの値を差し引いた値となる。この結果、枝打ち木の節解析から示されたスギの枝打ち時期は枝着生部の皮なし幹直径が7.5cm未満¹⁾、7.0cm未満²⁾、6.5cm以下¹³⁾、6.0cm以下¹⁸⁾、5.5cm以下⁹⁾のときという。枝打ち時期の直径に差があるのは、主に幹の曲がりをどの程度見込むかによっている。

当林分の枝打ち時期は、節解析によって示された枝打ち時期の直径に比較し、地上高の低い箇所でも小さく、2番玉にあたる地上高の高い箇所でも大きいものが多かった。1番玉元口付近は髓のずれが大きく無節材生産に不利があったにもかかわらず、1番玉は無節材生産の目的を達成していた。これは元口付近の枝打ち時期の幹直径がすべて5.7cm以下で、大部分は5cm以下と早かったことが第一の要因としてあげられよう。また、末口付近の枝打ち時期も幹直径はほぼ7cm以下であった。このように1番玉の枝打ちは早期から確実に行われたことと、幹の傷や曲がり部分を切り捨てて品質に重点をおいた採材によって無節材生産が達成できたといえよう。一方、2番玉柱材の無節材面数は1番玉柱材に比べ低下していた。これは、2番玉の末口付近で枝打ち時期の幹直径が特に大きく枝打ちが遅れていたことが主な原因であろう。

ここで、製品となった柱材からみた枝打ち時期を考えてみる。枝打ち時期の検討は幹の曲がりではなく柱材の髓のずれを考慮すべきで、枝打ち時における枝打ち箇所（皮なし）の幹直径（X）は、

$$X < 10.5\text{cm} - (2 \times \text{残枝長}) - \text{髓のずれ}$$

と示すことができる。髓のずれは根元曲がりとともに傾斜地では偏心もあるため地上高の低い箇所ですべて大きく、高い箇所では小さい。このため枝打ち時期は、地上高の違いで差をつけることが望ましいと考えられる。木口面の髓のずれの平均は 1 番玉元口で 2.5 cm, その他の木口で 1.5 cm 前後であったが、3 m 柱材全体での髓のずれの最大値はもっと大きくなるのが推察され、木口面の値より 0.5~1.0 cm の余裕を持たせるべきであろう。とすれば、当林分の枝打ち時期は通直な固体の皮なし幹直径 8.5 cm より地上高 2 m 付近までは 3.0~3.5 cm を、2 m 以上の地上高では 2.0~2.5 cm を差し引いた枝着生部の皮なし幹直径が 5.0~5.5 cm 以下、6.0~6.5 cm 以下で枝打ちすべきであったといえよう。このような枝打ちを繰り返し実行していれば、1 番玉では髓のずれが 3.0~3.5 cm 以下のもの、2 番玉では髓のずれが 2.0~2.5 cm 以下のもので、それぞれ無節材面数 4 の柱材が得られたであろう。なお、無節材生産の目的を達成するためには、根元曲がり等のひどい欠点部分を切り捨て柱材の髓のずれを小さくする採材技術も重要な点であろう。このため最終の枝打ち高は切り捨て長を考えて製品の材長よりも高くすることが望ましい。

IV おわりに

枝打ちが普及し多くの林分で実行されている。ところが、枝打ち林分の中には生産目標がはっきりせずただ慢然と枝打ちを行ったものが多い。枝打ちは普及したが、技術が伴っていないため将来に不安が残る現状といえる。

枝打ち技術の面からは、すでに生産目標に沿った枝打ち時期が示されている。この枝打ち時期で実際どのような製品が生産されるのか知る必要があると考えていた。この報告は、その 1 事例として 10.5 cm 角で 3 m の心持ち柱材生産林分から得られた製品の品質を調査したものである。調査の結果は当林分では節解析から示された枝打ち時期ではほぼ満足できる製品が生産されていた。ただ、根元曲がりや偏心生長の影響が大きい地上高の低い箇所とそれらの影響をほとんど受けない地上高では枝打ち時期に差をつけることが必要と考えられた。枝打ち技術確立のためには枝打ち繰り返し林分の解析とともに製品解析の資料を収集し検討することも重要であろう。

この調査を進めるにあたり、愛媛県上浮穴郡久万町下畑野川 岡 譲、岡 信一の両氏には調査林分を提供していただき、林分調査および試験木の造材から製材に至るまで多大の援助をいただいた。また、林業試験場四国支場造林研究室 安藤 貴博士、落合幸仁氏には調査、取りまとめに際し多くの援助と貴重な助言を、辻 隆道前支場長には取りまとめにあたり貴重な助言をいただいた。ここに心からお礼申しあげる。

引用文献

- 1) 藤森隆郎：枝打ちの技術体系に関する研究。林試研報, 273, 1~74, (1975)
- 2) ————：枝打ち —基礎と応用—。日林協, 180pp., (1984)
- 3) ————・伊沢浩一・金沢洋一・清野嘉之：枝打ちに関する基礎的研究IV 枝打ちに伴う材の変色の発生要因。林試研報, 328, 119~143, (1984)
- 4) 蜂屋欣二・肥垣津 登：枝打ちと林業経営。全林協, 134pp., (1976)
- 5) 育林部会：枝打ち跡の巻き込みについて。関西地区林試研究機関連絡協議会, 24pp., (1984)

- 6) 上浮穴林業振興協議会：上浮穴地方育林技術とその体系。松山県事務所久万出張所林業課，44pp.，(1969)
- 7) 金山信義・二見鎌次郎・梶谷 孝：枝打ち技術に関する研究(Ⅲ) スギ品種別試験。島根県林業技研報，37，9～26，(1986)
- 8) 岡 譲：良質材生産の一事例からみた経営展望。山林，1173，7～15，(1982)
- 9) 外館聖八朗：枝打ち作業の熟練度による枝打ち痕の違い。岩手県林試成果報告，12，1～10，(1979)
- 10) 武田英文：スギ枝打ち林分における幹の曲がりについて。28回日林東北支講，26～28，(1976)
- 11) 竹内郁雄・蜂屋欣二：枝打ち跡の巻き込みに関する研究。林試研報，292，161～180，(1977)
- 12) ———・同上 一残枝長を中心として一。日林誌，59，301～304，(1977)
- 13) ———：枝打ちによる材の損傷・変色とその対策。林業技術，493，16～19，(1983)
- 14) ———：スギの枝打ちによる材の変色。林試研報，324，81～99，(1983)

**A Case Study on Boxed Heart
from a Pruned Sugi (*Cryptomeria japonica*) Stand**

IKUO TAKEUCHI⁽¹⁾

Summary

The quality of 3 m long 10.5 cm boxed heart, from the first and second logs of sample trees, taken from a pruned Sugi (*Cryptomeria japonica*) Stand located at Kuma-Cho, Ehime Prefecture, was studied.

The stem diameter without bark at the pruned height was less than 5.7 cm for the stem less than 1.5 m above the ground, mostly less than 6 cm for the stem from 1.5 to 4.5 m above the ground, and mostly more than 7 cm for the stem higher than 5 m.

The boxed heart was first graded by the Japanese Agricultural Standard (JAS) system considering wound and wane as well as knot. Those knot free on four faces were 44 percent from the first log and 3 percent from the second log. Similarly, those knot free on more than one face were 95 percent from the first log and 41 percent from the second log.

On the other hand, the boxed heart was also evaluated only by the presence of knots. Knot free on four faces were 77 percent from the first log and 34 percent from the second log. Similarly, knot free on more than one face were 100 percent from the first log and 89 percent from the second log. The quality of the boxed heart from the second log was inferior to that from the first log. That is because the stem diameter at the time of the pruning operation of the second log was larger than that of the first log.

The average distance from pith to the center of the boxed heart cross section was 2.5 cm (butt end) and 1.6 cm (top end) for the first log. It was 1.3 cm (butt end) and 1.4 cm (top end) for the second log. Though the basal crook part of the butt end of the first log was cut, the distance from pith to the center was still larger as compared with the second log. The distance from pith to the center was discussed in relation to JAS grade and the number of knot free faces on the boxed heart.

The basal crook and the eccentric growth have a great influence on the lower part of the first log, but even the latter has little influence on the second log. In order to produce 10.5 cm boxed heart with knot free faces, the stem diameter without bark at the pruned height should be less than 5.0~5.5 cm for the stem below 2 m and less than 6.0~6.5 cm for the stem above 2 m from the ground.