

飛騨地域における素材価格の形成要因 (I)

—スギ・ヒノキ素材の形質と価格について—

佐 野 公 樹

要 旨：高山市内にある木材市場に出品されたスギ・ヒノキ素材について、その形質を調査し価格形成との関係を数量化Ⅱ類により解析した。その結果を分析したところ、①スギの高値・安値の価格分化に関わっている要因は節の有無が第1であり、次に芯から20年の年輪幅の広狭、以下心材率・心材色などが関わっている。②ヒノキの高値・中間・安値の価格分化に関わっている要因は芯から20年・21年から40年・41年から60年の年輪幅の広狭、全体の平均年輪幅の広狭、節の有無が大きく、径級・心材率・曲りはこれらと比較すると関わりはやや小さいことがわかった。

I はじめに

わが国の主要な造林樹種であるスギ・ヒノキについては、その市場での素材価格と形質について様々な地域で調査・研究がなされている(1)～(15)(17)(18)。しかし、飛騨地域においては市場での素材価格については調査を行った(16)が、素材の形質と価格の関係については未調査のままであった。

ここでは高山市内にある木材市場で取り扱われたスギ・ヒノキ材について、その形状・形質と価格を調査し、数量化Ⅱ類による解析を行って価格形成に関与する要因を明らかにした上で、数量化Ⅰ類を適用して具体的に価格の推定を試みたので報告する。

なお、本研究の調査については岐阜県森林組合連合会飛騨林産物共販所より多大の協力・資料の提供をいただいた。また、飛騨地域内の製材業者の方々からも多くの助言・協力をいただいた。深く感謝する次第である。

II 調査方法

調査は高山市内にある岐阜県森林組合連合会飛騨林産物共販所（以下「県森連市場」とする）で開かれた市に出品されたスギ材とヒノキ材について実施した。対象にしたものは、スギは4 m材の元木で1本で1極にして出品された材、ヒノキは3 m材の元木でスギと同じく1本で1極にして出品された材である。元木としたのは、元木以外の材は数本から数十本がひとつの極に積まれて出品されることが多く、価格形成にプラスに関わるものとマイナスに関わるものが一緒にされてしまい、厳密な解析が行えないためである。また、元木であっても1本で1極にして出品された材に限定したのは同じ理由による。材長をスギで4 m、ヒノキで3 mとしたのは、いずれも前回の調査で最も多い材長であったことによる。

なお、調査を行った期間は、価格の季節や景気等の変動の影響を避けることから1992年4月の2回の市に限定したが、スギについては後述のとおり試料数が少なかったため、1993年4月21日と5月6日の市でも調査を行って試料に加えた。

調査項目は表-1のとおりであるが、このうち「材長」「末口径」については入札の明細書の記載にしたがい、「価格」については市場で確認したものを用いた。また、「幹の曲り」と「腐れ・傷」、スギの「心材色」は、外観上の色調から5段階に評価した。

「枝・節径」については材の幹に現れたものについて、生枝・枯枝はその接線方向の直径を、すでに巻き込んでいるものはその跡から接線方向の直径を推定して5mm単位の値にして材の1本ごとに合計した。なお、市場の土場では材を横に寝かせているので、枝・節の測定は測定のできる上半面に限って行った。

「年輪幅」は、短径の2方向について末口の芯から10年ごとの長さを求め、2方向の平均を求めて10年ごとの平均年輪幅と全体の平均年輪幅を算出した。また、併せて心・辺材の境界も調査し、心材率を算出した。

表-1 調査項目

項目	スギ	ヒノキ
桧No	○	○
材 長	○	○
末 口 径	○	○
材 積	○	○
価 格	○	○
幹の曲り	○	○
枝・節径	○	○
腐れ・傷	○	○
年 輪 幅	○	○
心 材 率	○	○
心 材 色	○	

Ⅲ 結果と考察

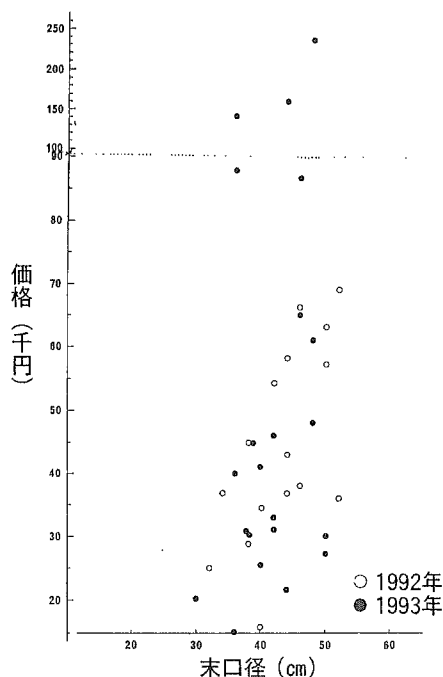
(1) 試料の概要と要因・カテゴリーの分類

調査に用いたスギ素材の数は1992年分が16、1993年分が22で合計38であった。このほかに1試料あったが、これは腐れがひどく、明らかに不良な材であったので初めから調査の対象からはずした（価格も6,000円/㎡と例外的に安かった）。これらの材の径級と価格の関係を示したのが図-1である。

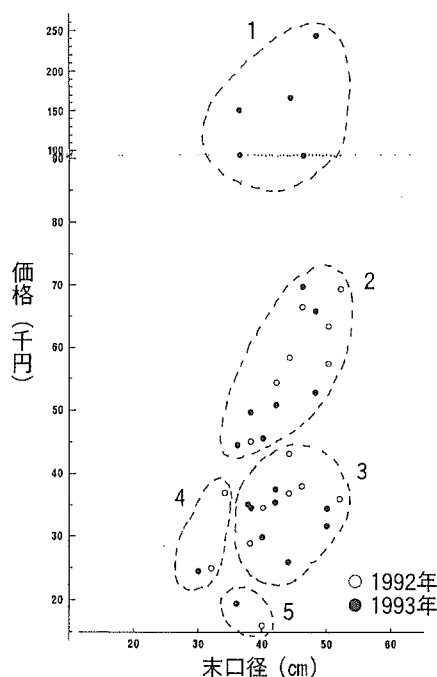
前回佐野が行った調査(16)（以下「前回の調査」とする）でも報告しているが、スギの4m材は径が増大するほど価格が上昇する傾向がある。今回の調査に用いた試料についても同様のことが認められる。ただ、92年の試料と93年の試料では全体に後者の価格が低めである。そこで、92年の試料と80千円以上の高価格材を除いた93年の試料の比較をすると概ね4,500円の差があることが認められた。この結果を元に93年の試料の価格に一律に4,500円を加えたものが図-2である。

この図を見ると、径に対する価格の分布をいくつかのグループに分けることができる。すなわち、概ね90千円を越える高価格の材のグループ、42～43千円を境にしてそれより高い材と安い材のグループ、径が30～34cmで42～43千円の境より高いか安いかわかりづらいグループ、そして2試料ではあるが20千円を下回るごく低価格の材のグループである。

前回の調査では半年間に市場に出された材の径と価格の関係を調査しているが、この第1のグ



図一 スギ 4 m 材の径級別落札価格分布
(価格補正前)



図二 スギ 4 m 材の径級別落札価格分布
(価格補正後)

グループに相当する高価格材は数件しか出品されていない。したがって、このグループは特異な例とも考えられる。また、第5のグループはいわゆる「水割れ」の入った材であった。第2のグループは第1のグループの材に準ずる高価格材で、図でもわかるように径が増すにしたがって価格が上昇する材である。反対に第3のグループは水割れ材に次ぐような安値の材で、第2のグループと比較すると、径が増してもあまり価格は上昇しない材である。

今回の調査では径級以外の諸形質が価格形成にどの様に関わっているか、ということを重点に置いて行っている。そこで、解析にかける試料としては特殊な第1、安値の原因が明瞭な第5、高値材か安値材かの判定が困難な第4のグループの材は除き、第2と第3のグループのみについて検討を行うこととした。以下では第2グループの材を「高値材」、第3グループの材を「安値材」と呼ぶことにする。高値材と安値材の試料数はそれぞれ14である。

高値材と安値材の形質と価格を検討する手法として、数量化Ⅱ類による多変量解析を採用した。すなわち外的基準として「高値材」「安値材」の2つを設定し、質的な要因を数値に置き換えた複数の説明要因の反応を見ることとした。

素材の価格に影響を与える説明要因としては、材長・径級・材積・採材部位・細り・真円性・曲り・節・樹齢・年輪幅・割れ・腐れ・傷・心材率・材色・季節・外材の動向・入荷量など、極めて多くのものが考えられる。しかし、今回の調査では材長・採材部位・季節については統一されている。また、水割れのような著しい欠点を有する材も除いた。スギ材の価格に大きく影響を与える径級についても、ほぼおなじ径級の材を用いている（高値材の径の平均値は44.3cm、安値

材のそれは43.4cm) ことから、その影響を排除できたものと考えられる。したがって、ここでは曲り・節・年輪幅・心材率・材色を中心に2つの価格帯の形成に与える影響について検討を加えることとした。

「曲り」については、前述のとおり見た上での感じから5段階に評価したが、実際には著しく曲っているものは出品されていなかったのも、「直」と「ほぼ直・やや有」の2つに分類した。

「節」については各試料ごとに節の径を合計した。その結果、節径合計値は0から35までの幅広い範囲に分布した(図-3)が、カテゴリーの分類に当たっては表-2のとおり4区分にした。

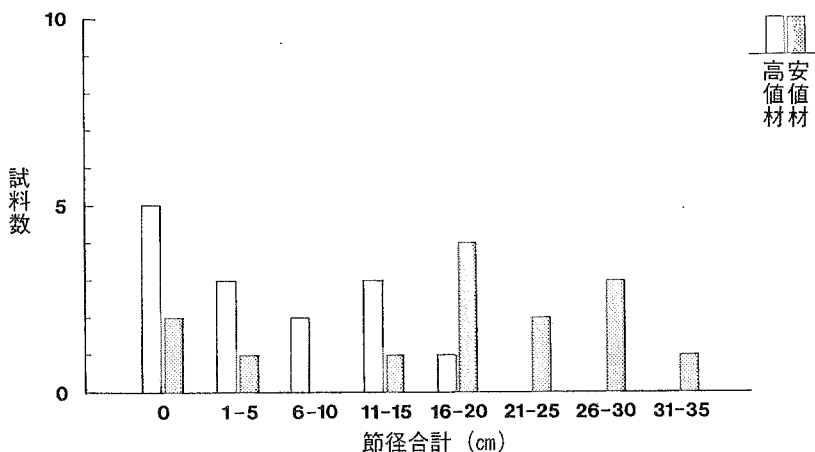


図-3 節径合計の分布(スギ)

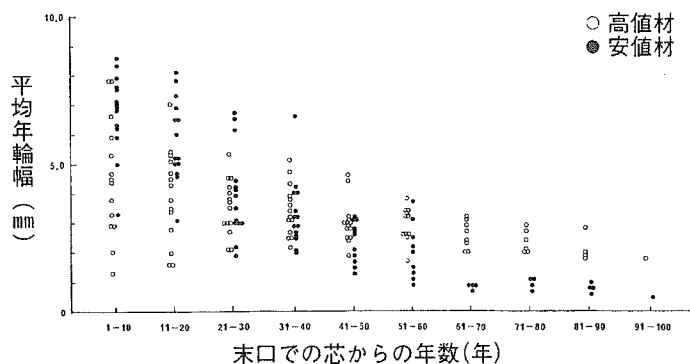


図-4 芯から10年ごとの平均年輪幅(スギ)

「年輪幅」について、高値材と安値材の樹芯から10年ごとの平均年輪幅の推移を示したのが図-4である。

これを見ると樹芯に近い部分、すなわち樹齢の若いうちは年輪幅は広く、樹齢が高くなると狭くなってくることが認められる。特に21年~60年の間では高値材と安値材の年輪幅は大差がないが、20年以下では5.0~5.5mmを境にして高値材は低い値、安値材は高い値を示している。

製材業者の話によれば、スギ・ヒノキ材の購入時には曲りや節の出方とともに、材の中心部の

目（年輪）のつまり方をチェックする、ということである。これは中心部の年輪が詰まった材は、製材したときに節の出方が少ない、という経験上の知識に基づくものであるが、このような材は未成熟材の部分も当然小さくなるのでその点でも理に適った判定方法と言えるであろう。こういった判定基準の存在が図-4に現れている。

以上のことから年輪幅に関しては、平均末口半径を年輪数で除した「平均年輪幅」と「20年以下の平均年輪幅」、「21～50年の平均年輪幅」の3つの要因を設けて各々表-2のとおりカテゴリーの分類を行った。

「心材率」「心材色」のカテゴリーの分類も表-2のとおりである。「心材色」の分類方法には多くの事例があるが、ここではⅡで述べた5段階の評価に基づいた。ただし、出品材には著しい黒心材はなかったため、実際には3段階の評価になった。

(2) 数量化Ⅱ類による解析

数量化Ⅱ類による解析の結果は表-3のとおりである。

7つの説明要因による解析の結果、重相関係数は $R=0.78357$ と比較的高い値を示した。そして高値材と安値材の2つのグループ分化に最も関わるものは「節径合計」で偏相関係数が $r=0.67668$ と最も大きく、範囲も1.33644と高い。次に「20年以下の平均年輪幅」で $r=0.56946$ 、以下「心材率」 $r=0.51374$ 、「心材色」 $r=0.50665$ 、「21～50年の平均年輪幅」 $r=0.42073$ と続き、「曲り」「平均年輪幅」はそれぞれ $r=0.23167$ 、 $r=0.26354$ と低めであった。範囲は「節径合計」に次いで「心材色」が1.24625と大きく、「20年以下の平均年輪幅」「心材率」が0.8前後で続いている。

表-2 説明要因のカテゴリー分類(スギ)

要 因	区 分	内 容
X 1 曲り	1	直
	2	ほぼ直・やや有
X 2 節径合計	1	0～5cm
	2	6～15cm
	3	16～25cm
	4	26cm以上
X 3 平均年輪幅	1	3.50mm以下
	2	3.51～4.50mm
	3	4.51mm以上
X 4 20年以下の平均年輪幅	1	5.50mm以下
	2	5.51mm以上
X 5 21～50年の平均年輪幅	1	3.00mm以下
	2	3.01～4.00mm
	3	4.01mm以上
X 6 心材率	1	80.1%以上
	2	75.1～80.0%
	3	75.0%以下
X 7 心材色	1	赤色
	2	薄赤褐色・くすんだ赤色
	3	褐色・やや黒色

表-3 数量化Ⅱ類による解析結果(スギ)

要 因	カテゴリー	ス コ ア	範囲	偏相関係数
X1 曲り	直	-0.10849	0.33753	0.23167
	ほぼ直・やや有	0.22904		
X2 節径合計	0～5cm	-0.36449	1.33644	0.67668
	6～15cm	-0.53053		
	16～25cm	0.80592		
	26cm以上	0.38777		
X3 平均年輪幅	3.50mm以下	-0.14700	0.35543	0.26354
	3.51～4.50mm	0.20843		
	4.51mm以上	-0.06676		
X4 20年以下の 平均年輪幅	5.50mm以下	-0.35836	0.83618	0.56946
	5.51mm以上	0.47782		
X5 21～50年の 平均年輪幅	3.00mm以下	0.27953	0.55204	0.42073
	3.01～4.00mm	-0.27251		
	4.01mm以上	0.25495		
X6 心材率	80.1%以上	0.30373	0.76814	0.51374
	75.1～80.0%	-0.43199		
	75.0%以下	0.33615		
X7 心材色	赤色	0.21564	1.24625	0.50665
	薄赤・くすんだ赤色	-1.03061		
	褐色・やや黒色	-0.01428		
Y 外的基準	高値材	-0.88519		
	安値材	0.88519		
重相関係数 R		0.78357		

偏相関係数の高い要因についてその内容を見ると、「節径合計」では「0～5 cm」「6～15 cm」が高価格に寄与しており、節径が大きいものは安値につながることがわかる。この結果は前の図-3で認められた傾向とも一致する。高値材＝優良材ならば、優良材購入者は節を最も嫌う、ということになる。

この径級のスギ材の価格と形質について、石垣(7)は材長・直径と並んで節の影響が大きいことを報告しており、斉藤ら(15)は大丸太については節数が最も重要度が高く、そのほか年輪数や末口直径・材色・出荷時期が高い、と言っている。また寺田(18)もスギについては直径・材長・販売時期と並んで節の出現を価格形成に強く影響する要因項目に挙げており、今回の調査結果との一致を見せている。

「20年以下の平均年輪幅」では「5.50mm以下」が高価格に関係している。この結果も、図-4で認められた概ね5.5mmを境とする高値材・安値材の分化を裏付けたことになる。

斉藤ら(15)の報告でも大丸太の価格に効いてくる要因の中で、樹心より7 cm以内の平均年輪幅については4 mm以下の材が価格に対する「きき方」が大きい、と言っている。

「心材率」は「75.1～80.0%」が高価格に関与し、「75.0%以下」「80.1%以上」はマイナス要因になっている。

「心材色」は「薄赤褐色・くすんだ赤色」が高価格につながり、一般に高値になるといわれる「赤色」はむしろ安値側に関与している。ただし前にも述べたように、今回の調査では明らかな黒心材は出品されておらず、いずれも赤系統の色の材ばかりであり、加えて判定の基準となる色見本を特に準備してもいなかったのも、調査者の主観が大きかったのは事実である。この要因については今後なんらかの基準を設けて再検討をする必要があろう。

「21～50年の平均年輪幅」は「3.01～4.00mm」が高値側に影響するという結果であった。興味深いのは「4.01mm以上」が安値側に引っ張るだけでなく、「3.00mm以下」の目の細かい材も安値につながっていることである。

市原(5)は、優良材として出材される材は幼齢期の年輪幅が比較的小さいこととともに、高樹齢になってもある程度の年輪幅を維持していることを報告している。今回の調査では「3.00mm以下」の材が安値側につながる事となったが、やはり飛驒材についても21年以降の年輪幅が狭くなりすぎることなく3 mm台を維持して成長してゆくが重要、ということになる。

偏相関係数の比較的小さい「曲り」「平均年輪幅」では前者は「直材」が、後者が「3.50mm以下」が高値材の形成に関与しているようである。

林野庁が8県の調査を元にまとめた結果(14)でも、大の素材では平均年輪幅が約2 mmの材の価格が高い、となっており、その点でも矛盾はなかった。

以上、数量化Ⅱ類の手法による解析結果をまとめると、スギ4 m元木材に関して高値材・安値材の別を生じさせる要因としては、節の有無が最も大きく関与しており、次いで芯から20年の年輪幅が平均して5.5mmを下回るかどうか、という点に関わってくる。さらに心材率・心材色、21年から50年の間の年輪幅も影響する。また曲りや平均年輪幅の影響もあるが、これらは節や20年以下の年輪幅と比較するとあまり大きくない、と言えよう。

この結果だけから高値材の生産技術を考えると、①早期の適正な枝打ちによる無節部分の拡大、②立地によっては若齢期に過大な肥大成長をさせないよう、高い本数での密度管理や枝打ちの実施、③壮齢期に入ってからでも年6～8mmの肥大成長が確保できるような間伐等保育の実施、ということが考えられよう。

(3) 数量化Ⅰ類による価格の推定

数量化Ⅱ類による解析を行った試料を使って、今度は数量化Ⅰ類により価格の推定を試みた。外的要因としては実際の落札価格を用い、推定に用いる説明要因には前の解析に用いた要因とカテゴリーをそのまま準用した。ただし、前の解析では高値材と安値材を分ける要因を厳密に調査するため、最も価格形成に関与すると考えられる量的要因である「径級」を除いていた。しかし、高値材になる質を有するか否か、ということではなく、具体的に「価格」を推定するには「径級」という要因を除くことはできない。

そこで推定を行うに当たって、

前の7要因に「径級」を加えることとし、「38cm以下」「40～48cm」「50cm以上」の3カテゴリーに分類した。

これらの要因を用いて数量化Ⅰ類により価格の推定を行った結果を表-4に示した。

重相関係数は $R=0.9189$ と高い値になった。各々の要因の偏相関係数も表に示したとおりであるが、量的要因である径級を加えたことにより、数量化Ⅱ類による解析の結果と異なった結果が得られた。

数量化Ⅰ類での偏相関係数で最も値が大きいものは「節径合計」の $r=0.783$ で、これはⅡ類の場合と同じであるが、Ⅰ類ではその次に「平均年輪幅」、以下「21～50年の平均年輪幅」「径級」「曲り」「心材率」「心材色」と続き、Ⅱ類では「節径合計」に次いで大きい値であった「20年以下の平均年輪幅」は $r=0.008$ と極めて小さい値を示した。

「20年以下の平均年輪幅」の偏相関係数が低くなったこと、また要因ごとの順位等の変化については次のような理由が考えられる。すなわち、数量化Ⅱ類においては外的基準として高値材・

表-4 数量化Ⅰ類による価格の推定(スギ)

要 因	カテゴリー	スコア	範 囲	偏相関係数
X1 曲り	直	2153.45	6668.51	0.468
	ほぼ直・やや有	-4525.06		
X2 節径合計	0～5cm	6991.21	19218.30	0.783
	6～15cm	3471.33		
	16～25cm	-6974.69		
	26cm以上	-12227.10		
X3 平均年輪幅	3.50mm以下	8640.97	14546.80	0.721
	3.51～4.50mm	-5370.97		
	4.51mm以上	-5905.85		
X4 20年以下の平均年輪幅	5.50mm以下	42.72	99.69	0.008
	5.51mm以上	-56.96		
X5 21～50年の平均年輪幅	3.00mm以下	-7805.84	12220.50	0.716
	3.01～4.00mm	4414.62		
	4.01mm以上	4063.43		
X6 心材率	80.1%以上	419.71	5805.81	0.415
	75.1～80.0%	2524.54		
	75.0%以下	-3281.27		
X7 心材色	赤色	-813.19	7876.49	0.370
	蘇艶・くすんだ赤色	6997.13		
	褐色・やや黒色	-879.36		
X8 径級	38cm以下	1340.39	8151.90	0.476
	40～48cm	-2588.80		
	50cm以上	5563.09		
定 数		45407.10		
重相関係数 R		0.9189		
決定係数 R ²		0.8444		

安値材の別を設けただけであって、径の大小は関係なく、径が小さく（価格もそれほど高くなく）とも質的によいと思われ、高値になりうるグループに属しているものは高値材、として評価し、反対に径が大きくとも、質的に劣るため安値になると思われる材は安値材、と評価していた。しかし数量化Ⅰ類においては外的基準に「価格」という具体的な数値を掲げたため、径が小さく価格もそれほど高くないが高値材のグループに属していたものと、安値材のグループに属しながら径が大きいためそこそこの評価がなされたものとの間で、価格自体には大きな差が生じていなかった。そのため単に「価格」というもので評価しようとする、大径の高価格材が高く、小径の低価格材が低く評価され、小径の高価格材と大径の低価格材は同じレベルのものとして評価されてしまう、という事態が生じてしまったのであろう。このことがⅡ類とⅠ類と評価の違いを生んだものと考えられる。

この表－４の現地適合性を見るため、1994年1月18日の県森連市場の市に出品された材の価格をこの表により推定した。

価格推定に供する材は、この表の基本のデータの条件から、スギの4m材の元木で、1本で1桧として出品されているものに限った。また径級も36cm以上とし、水割れ等著しい欠点のない材を対象とした。その結果、8桧が推定の対象となった。

なお、表－４の基になったデータは前述のとおり1992年と1993年の4～5月に集めたもので、1994年1月とは基本的に相場が違ふと考えられる。本来ならばデータを取り直して数量化Ⅰ類による推定を行い直すか、あるいは表－４の定数項を操作することが必要であるかもしれないが、ここでは一応表－４の数値のままで推定した。

8桧の推定要因と推定価格、落札価格および残差は表－５のとおりである。

桧番号391と617を除き、推定価格と落札価格の残差は10千円以下となった。また半数の4桧は5千円以下の残差となり、比較的推定精度は良いように思われる。

残差が10千円を越えた2桧について見ると、まず391番は径が56cmもある材であった。推定の表の基になったデータの径は最大のもので52cmであったので、

それから作られた表でより大径の材の価

格を推定するのは無理があった、とも考えられる。617番は良材であったが、小さな隠れ節が多く出るようであったので推定値が低めに出た。しかし、かなり前に巻き込んだ枝が多かったので、買い方がそれほどは気にしなかったのかもしれない。

なお、8桧の推定価格と落札価格の相関係数は $r = 0.9194$ と決して低くはなかった。なにぶん元のデータ数が28と少ないので、重相関係数が高いといってもすべてが5千円以下で推定するのは困難である。今後はデータ数を多くしてより精度を高めるとともに、景気や季節の影響を定数

表－５ 数量化Ⅰ類による落札価格と推定価格(スギ)

桧No.	径級	落札価格	推定価格	残差
	cm	円	円	円
23	46	64,800	62,099	-2,701
71	42	21,500	20,123	-1,377
197	40	30,000	36,375	6,375
347	44	33,700	30,569	-3,131
367	48	24,500	20,057	-4,443
391	56	70,000	56,931	-13,069
617	46	58,100	45,960	-12,140
721	38	22,200	31,535	9,335

注：価格は m^3 当たりの単価

項などで調節できるような方策を考える必要がある。1案としては、特定の径級（たとえば40～48cm）の価格変動を常に調査して指数化し、推定を行いたい市場の指数が推定できるようにしておけば、この指数を定数項に乗じてその市場での定数として用いる、というような方法がある。いずれにしても、今後さらに検討を進めていく必要がある。

2. ヒノキ材の形質と価格

(1) 試料の概要と要因・カテゴリーの分類

調査に用いたヒノキ素材の数は1992年分のみで33であった。この中からまず傷・腐れのあったものと末口の年数が40年に満たない若い材をそれぞれ1つずつ除いた。残りの31試料について径級と価格の関係を示したのが図-5である。

前回の調査でも報告したように、ヒノキの3m材は径が増大するほど価格が上昇する傾向があるが、それより形質が価格を左右する部分が大きいと考えられる。図-5を見ても、同じ径級であっても価格の分布はかなりバラついており、やはり個々の素材の形質が価格を左右している様子がうかがえる。

ヒノキについてもスギと同じく数量化Ⅱ類の手法により形質と価格の関係を見ることとした。すなわち価格によって試料をグループ分けするのであるが、ヒノキの価格形成には、上記の理由からスギと異なり、径級の影響よりもその他の形質の与える影響の方が大きく関わっている、と考えられる。したがって、グループ分けは単純に200千円以上の高値材、60～100千円の安値材、100千円台の中間材の3グループに分けることとした。なお、図には20～40千円クラスのさらに安い材が3つ存在しているが、これについては傷等の存在で特別に安くなったことが考えられるので、試料からははずすことにした。また、試料中には汚れなどで心・辺材の区別が困難な材が3つあったので、これも解析の対象からはずした。したがって、最終的に用いた試料数は25となった。

高値材・中間材・安値材の3つの外的基準に対する説明要因としては、スギの場合と同じく曲り・節・年輪幅・心材率を取り上げた。「心材色」は関係ないとは言えないが、ヒノキ材はスギ材ほど心・辺材の色の差が大きいことと、心材の色も一樣でないものが多いことから今回の解析からは除いた。また、スギ材の場合には高値材は径の増大にしたがって価格が上昇し、安値材はあまり上昇しないことから、径級が両者の価格に同じように作用しないと判断し、説明要因としては除いたが、ヒノキの場合はそのような傾向は認められないので「径級」も要因に加えた。

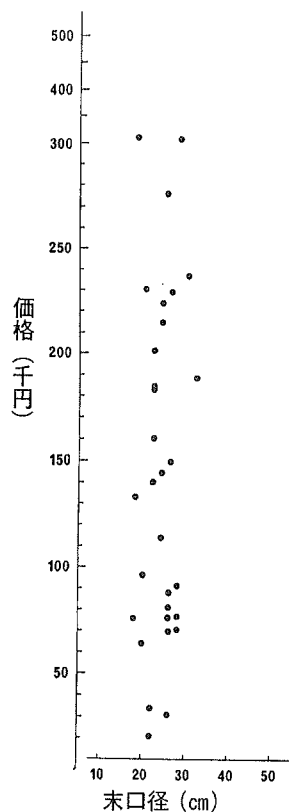


図-5 ヒノキ3m材の
径級別落札価格分布

「径級」は表-6のように4段階に分類した。

「曲り」については、スギ同様見た上での感じから5段階に評価したが、最終的には「直」と「ほぼ直・やや有」の2つに分類した。

「節」についてもスギと同じく各試料ごとに節の径を合計した。その結果、節径合計値は0から14まで、とスギよりは狭い範囲に分布した(図-6)。カテゴリーの分類に当たっては表-6のとおり3区分にした。

「年輪幅」について、高値材・中間材・安値材の樹芯から10年ごとの平均年輪幅の推移を示したのが図-7である。

これを見ると、例外もあるが全体としてはスギと同じく樹芯に近い部分、すな

わち樹齢の若いうちは年輪幅は広く、樹齢が高くなると狭くなってくることが認められる。20年以下では2.50~3.00mmを境にして高値・中間材は低い値、安値材は高い値を示している。また21~40年の間では高値材は概ね1.00~2.00mmの範囲に収まるが、中間・安値材は1.50~2.50mmの範囲に多く分布している。そして41年~60年の間では高値・中間・安値の3種の材の年輪幅には大差がなくなる、といった傾向があるようである。

表-6 説明要因のカテゴリー分類(ヒノキ)

要 因	区 分	内 容
X 1 径級	1	18~20cm
	2	22~24cm
	3	26~28cm
	4	30cm以上
X 2 曲り	1	直
	2	ほぼ直・やや有
X 3 節径合計	1	0cm
	2	1~5cm
	3	6cm以上
X 4 平均年輪幅	1	1.50mm以下
	2	1.51~2.00mm
	3	2.01mm以上
X 5 20年以下の 平均年輪幅	1	2.00mm以下
	2	2.01~2.50mm
	3	2.51~3.00mm
	4	3.00mm以上
X 6 21~40年の 平均年輪幅	1	1.50mm以下
	2	1.51~2.00mm
	3	2.01mm以上
X 7 41~60年の 平均年輪幅	1	1.50mm以下
	2	1.51~2.00mm
	3	2.01mm以上
X 8 心材率	1	80.1%以上
	2	75.1~80.0%
	3	75.0%以下

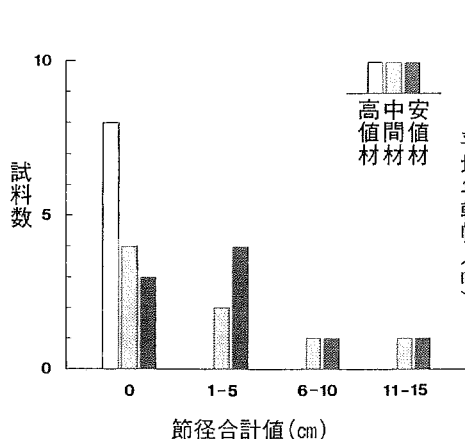


図-6 節径合計値の分布(ヒノキ)

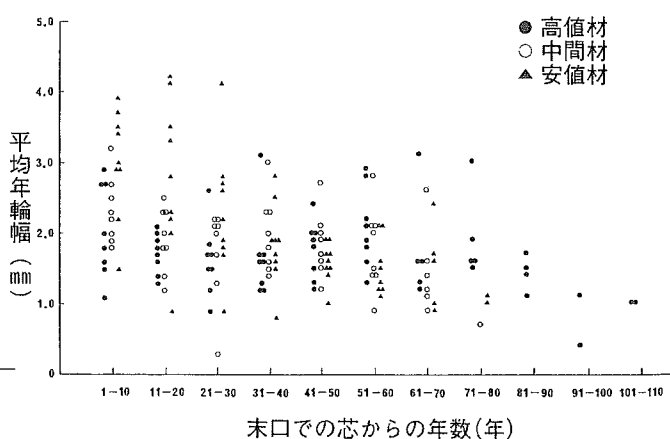


図-7 芯から10年ごとの平均年輪幅(ヒノキ)

以上のことから年輪幅に関しては、平均末口半径を年輪数で除した「平均年輪幅」と「20年以下の平均年輪幅」、「21～40年の平均年輪幅」、「41～60年の平均年輪幅」の4つの要因を設けて各々表-6のとおりカテゴリーの分類を行った。

「心材率」のカテゴリーの分類も表-6のとおりである。

以上、8つの説明要因により数量化Ⅱ類による解析を行った。

(2) 数量化Ⅱ類による解析

数量化Ⅱ類による解析の結果は表-7のとおりである。

8つの説明要因による解析の結果、第1軸については重相関係数は $R=0.94312$ となった。これはスギの0.78357と比べると相当に高い。第1軸の外的基準のカテゴリー数量から、この8要因で高値材・中間材と安値材のグループ分化についての説明がかなりの水準でできることを示している。

これによると高値材・中間材と安値材のグループ分化に最も関わるものは「20年以下の平均年輪幅」で偏相関係数が $r=0.96179$ と最も大きく、範囲も3.38693と群を抜いて高い。次は「41～60年の平均年輪幅」で $r=0.89856$ でこれもかなり高い。またスギで最も高かった「節径合計」が $r=0.86872$ で3番目に位置している。以下「平均年輪幅」 $r=0.79396$ 、「心材率」 $r=0.71237$ 、

表-7 数量化Ⅱ類による解析結果(ヒノキ)

要 因	カテゴリー	第 1 軸			第 2 軸		
		ス コ ア	範 囲	偏相関係数	ス コ ア	範 囲	偏相関係数
X1 径級	18～20cm	-0.05313	0.91575	0.66991	0.16009	1.67138	0.46940
	22～24cm	0.25637			0.90498		
	26～28cm	0.02143			-0.76640		
	30cm以上	-0.65938			-0.38090		
X2 曲り	直	0.09942	0.82850	0.65019	-0.18043	1.50361	0.37190
	ほぼ直・やや有	-0.72908			1.32318		
X3 節径合計	0cm	-0.33656	1.41495	0.86872	-0.29085	0.97013	0.35579
	1～5cm	0.12277			0.67928		
	6cm以上	1.07829			0.07176		
X4 平均年輪幅	1.50mm以下	1.00250	1.22878	0.79396	-0.82050	1.90691	0.45125
	1.51～2.00mm	-0.22628			-0.70022		
	2.01mm以上	-0.02922			1.08641		
X5 20年以下の平均年輪幅	2.00mm以下	-1.11202	3.38693	0.96179	0.76799	3.06557	0.48353
	2.01～2.50mm	-0.62527			0.49185		
	2.51～3.00mm	1.04966			0.30578		
	3.00mm以上	2.27491			-2.29758		
X6 21～40年の平均年輪幅	1.50mm以下	0.46259	0.64839	0.66305	-1.10043	2.04095	0.49952
	1.51～2.00mm	-0.12291			0.00158		
	2.01mm以上	-0.18580			0.94051		
X7 41～60年の平均年輪幅	1.50mm以下	-1.10641	1.66358	0.89856	1.10250	2.29690	0.44659
	1.51～2.00mm	0.55718			-0.13426		
	2.01mm以上	0.10032			-1.19441		
X8 心材率	80.1%以上	-0.25569	0.72909	0.71237	0.06456	1.14569	0.30748
	75.1～80.0%	0.47340			-0.64278		
	75.0%以下	0.08060			0.50291		
Y 外的基準	高値材	-0.79832			-0.89085		
	中間材	-0.65588			0.95597		
	安値材	1.29253			-0.05789		
重相関係数 R		0.94312			0.54761		

「径級」 $r=0.66991$ 、「21～40年の平均年輪幅」 $r=0.66305$ 、「曲り」 $r=0.65019$ と続いている。範囲も「41～60年の平均年輪幅」が1.66358、「節径合計」が1.41495と上位は偏相関係数と同じである。

上村(8)はヒノキ柱取り丸太について調査しているが、価格に関する特性として、元玉については曲りと平均年輪幅が極めて大きな影響を与える、とし、眞神ら(10)(11)もヒノキ材の価格に与える影響は、柱材については採材部位に次いで曲りの要因が大きく、中丸太(18～28cm)では節および年輪幅に関する要因が大きくなって曲りや採材部位は柱材と比べるとその与える影響は小さい、としている。また寺田(18)はヒノキについては直径・材長と並んで節の出現・曲り度合いが価格形成に大きな影響を持つ、と報告しているようにヒノキ材の価格形成については「曲り」という要因の持つ影響力は相当大きいと見られている。しかし、今回の調査では価格分化に関与する要因としては年輪幅と節に関するものが大きく、曲りの影響は小さい、という結果になった。その理由として、解析にかけた試料のうち曲りのある材は3つのみで他の22試料は直材であったことから、試料数の偏りがこういった結果を生んだ、ということが考えられるが本当のところは不明である。

それぞれの説明要因に付いて見てゆくと、まず「20年以下の平均年輪幅」では「2.00mm以下」が高値側に、「3.01mm以上」が安値側に大きく関わっており、全体として幅の狭いものが高く、広いものは安くなる、ということをはっきり示している。

「41～60年の平均年輪幅」でも同様に「1.50mm以下」が高値側にに関わり、狭いほうが高値につながる事がわかるが、安値側に大きく関わるものは「2.01mm以上」ではなく、「1.51～2.00mm」であるのが興味深い。

「節径合計」ではスギと同様に、ないものが高く、多くなるほど安くなるという結果が出ている。

「平均年輪幅」は「1.51～2.00mm」が高い側に関係している。この点は、高価格材は平均年輪幅が1～2.5mmの間の材に多い、とする林野庁の報告(14)と一致する。

「心材率」は「80.1%以上」の高いものが高値になるようである。

「径級」では「30cm以上」の大径材が高く、反対に安いのは「18～20cm」の細いものではなく、「22～24cm」クラスが安値側に引っ張られるようである。

「21～40年の平均年輪幅」では「1.50mm以下」が安値側、「1.51～2.00mm」「2.01mm以上」は高値側に引っ張る傾向がある。これは図-7を見ると逆のようにも思われるが、他の要因との関わりの上でこのような結果となったものであろう。

「曲り」は「直材」が安い側に関与する、という通常では考えにくい結果となったがその理由は前に述べたことが考えられる。

次に第2軸について見ると、重相関係数は $R=0.54761$ と第1軸に比べてかなり低くなった。外的基準のカテゴリー数量から、この軸では高値材と中間材のグループ分化についての説明が弱くはあるが得られるようである。なお安値材は正のものと負のものがバラつき、中間的な数量となっている。

この軸で偏相関係数が最も高い要因は「21～40年の平均年輪幅」で $r=0.49952$ 、以下「20年

以下の平均年輪幅」 $r=0.48353$ 、「径級」 $r=0.46940$ 、「平均年輪幅」 $r=0.45125$ 、「41～60年の平均年輪幅」 $r=0.44659$ 、「曲り」 $r=0.37190$ 、「節径合計」 $r=0.35579$ 、「心材率」 $r=0.30748$ となっている。

「21～40年の平均年輪幅」では「1.50mm以下」が高値材側に、「2.01mm以上」が中間材側に与する傾向があり、さらに試料を見ると安値材は両者に関与しているようである。

「20年以下の平均年輪幅」では

「3.01mm以上」が高値・安値材に関わるようだが、試料の内部を見ると、これは安値材がかなり引っ張っているためようであり、実際には「2.01～2.50mm」「2.00mm以下」が中間材と高値材に関与していると思われる。

「径級」では「30cm以上」は高値につながるが、「26～28cm」は高値・安値の双方に、「22～24cm」は中間材に大きく関わるようである。

「平均年輪幅」では「1.50mm以下」

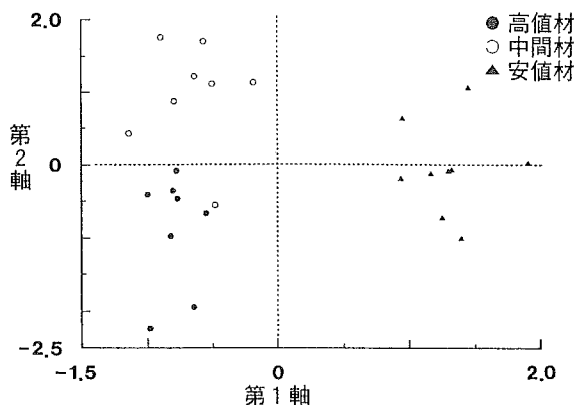
「1.51～2.00mm」が主に高値材、「2.01mm以上」が中間材に関わっている。

「41～60年の平均年輪幅」では「1.51～2.00mm」「2.01mm以上」が高値・安値材の双方に関わるようであるが、「1.50mm以下」が中間材のみに関与するとはいい難く、安値材も関係している。

「曲り」は前述の理由で判断がしにくいところである。

「節径合計」は「0」が負に働く点では第1軸と同じであるが、「1～5」が正に引っ張ることが中間材の関与による、とは試料の内部を見る限り、言い切れない部分がある。

「心材率」も「75.1～80.0%」



図一 8 数量化Ⅱ類による解析試料の散布図(ヒノキ)

表一 8 数量化Ⅱ類による解析結果(ヒノキ・安値材を除く)

要 因	カテゴリー	ス コ ア	範囲	偏相関係数
X1 径級	18～24cm	0.33503	0.91975	0.40095
	26～28cm	-0.53204		
	30cm以上	-0.58472		
X3 節径合計	0cm	-0.25414	1.01657	0.46314
	1cm以上	0.76243		
X4 平均年輪幅	2.00mm以下	-0.42499	2.26664	0.50190
	2.01mm以上	1.84164		
X5 20年以下の 平均年輪幅	2.00mm以下	0.02403	0.04271	0.02449
	2.01mm以上	-0.01869		
X6 21～40年の 平均年輪幅	1.50mm以下	-0.86788	1.71991	0.50772
	1.51～2.00mm	0.10171		
	2.01mm以上	0.85204		
X7 41～60年の 平均年輪幅	1.50mm以下	0.79589	2.02175	0.47624
	1.51～2.00mm	0.21499		
	2.01mm以上	-1.22586		
X8 心材率	80.1%以上	0.28956	0.88558	0.41477
	75.1～80.0%	-0.59602		
	75.0%以下	0.23830		
Y 外的基準	高値材	-0.80087		
	中間材	0.80087		
重相関係数 R		0.64139		

が高値・安値材、「75.0%以下」が中間材に関わるようではあるが、やはり試料を個々に見るとなんとも言い切れない。

図-8に第1-2軸についての散布図を示したが、これを見ても高値・中間材と安値材の分布の違いは明瞭であるが、高値材と中間材の両グループの分布は概ね分かれているとはいうものの、安値材とのようには明瞭な分離を見せていない。

そこで、解析に用いた試料から安値材の試料を除いて数量化Ⅱ類の解析を再度行ったものが表-8である。試料数が16と少ないのに対して、説明要因が8では多すぎるようなので、「曲り」はないものとして要因から外し、他の要因のカテゴリーも若干組み直した。

重相関係数は $R=0.64139$ と低くなった。偏相関係数が最も高い要因は「21~40年の平均年輪幅」で $r=0.50772$ となり、「1.50mm以下」が高値材側、「2.01mm以上」が中間材側に関与する、と前の第2軸の結果同様の傾向が見られる。

次は「平均年輪幅」で $r=0.50190$ となり、「2.00mm以下」が高値材側、「2.01mm以上」が中間材側に関与する、となったがもともと「2.00mm以下」の試料は3つしかないという問題は含んでいる。そのほかでは「節径合計」が $r=0.46314$ と、無節のものが高値材化に関わっている。「41~60年の平均年輪幅」は $r=0.47624$ と「節径合計」より高く、範囲も大きい。試料の内容を見ると「1.51~2.00mm」「2.01mm以上」が高値側、「1.50mm以下」が中間側とは言い切れない感じがした。

以上の結果を総合的に見、予想も交えて考察すると以下ようになる。

高値材・中間材・安値材のグループ分化に大きく関わっているものは、主として節の出方と年輪幅、そして径級である。特に100千円以下の安値材とそれ以上の価格の材の違いは、幹の表面で確認できる枝・節の多少と年輪幅、中でも中心から20年以下の目のつまり具合、そして全体の平均年輪幅が大きく関わっている。すなわち、節となる枝や隠れ節の多い材、中心から20年以内の年輪幅が2.51~3.00mm以上あり、全体の平均年輪幅が2.01mm以上あるような材は安値になる可能性が高い。したがって、ヒノキの場合もスギ同様、①早期の適正な枝打ち、②若齢期に過大な肥大成長をさせないよう、高い本数での密度管理や枝打ちの実施、ということが、少なくとも元木で100千円以下という安めの材を生み出さないような施業のポイントとなるものと考えられよう。

次に高値材と中間材のグループ分化に関わる要因であるが、これにも年輪幅、そして径級が重要と考えられる。特に21年から40年の間の年輪幅が1.50mm以下で全体の平均年輪幅が1.51~2.00mm程度、また径級が26cm以上あって幹に枝・節の見られないものは高値材になる傾向がある。しかし、高値材と中間材の価格帯の分化は、高値・中間材と安値材の分化と比べてさらに微妙なものがあり、単純に数量化できるような要因だけでは説明し難いようである。

一般に材の購入者（買い方）はできるだけ良材を安く買って高く売ろうとするものである。そのため、特に良材といえないものについて高い値を付けることはない。したがって形質上劣る材については、どの買い方も安い値を付け、良質な材とは価格上明瞭に分離できるのである。

しかし、ある程度以上の良い質を有した材については、製材後により高い値で売ることが見

込まれる。こういった材は、言い換えれば、同じ製材の経費をかけても安値材より利幅が大きい材ということになる。このような材は、買い方としては安く買いたい反面、他の買い方との競争上少しでも高い値を付けなければ入手できない材である。それゆえに、同じ年輪幅でもその正円性あるいは目のそろい具合などの微妙な点や、今回の解析で取り上げた説明要因以外の要因（例えば材色・鮮度・細りなど）がより厳しくチェックされて価格決定につながっているものと思われる。一方で、このクラスの材の注文を受けてから市場に買いにきている業者もいるが、そのような業者にとっては多少無理をしても買わねばならないこともある。そのため、落札価格が大方の予想に反して高くなることもままあることである。高値材・中間材の価格にはこれらの事情が介在していることがあり、そのため外見上の諸形質のみで高値材・中間材のグループ分化を説明をすることを困難にしているのであろう。この高値材・中間材のグループ分化については再度調査を行ってゆく必要があろう。

(3) 数量化Ⅰ類による価格の推定

スギと同様に、数量化Ⅱ類による解析を行った試料を使って、今度は数量化Ⅰ類により価格の推定を試みた。外的要因としては実際の落札価格を用い、推定に用いる説明要因には前の解析に

表－9 数量化Ⅰ類による価格の推定(ヒノキ)

要 因	カテゴリー	スコア	範 囲	相関係数
X1 径級	18～20cm	13522.30	218203.00	0.937
	22～24cm	-104786.00		
	26～28cm	47825.10		
	30cm以上	113417.00		
X2 曲り	直	-4624.06	38533.80	0.471
	ほぼ直・やや有	33909.80		
X3 節径合計	0cm	28339.40	86247.80	0.841
	1～5cm	-32242.90		
	6cm以上	-57908.40		
X4 平均年輪幅	1.50mm以下	-112243.00	169967.00	0.915
	1.51～2.00mm	57724.70		
	2.01mm以上	-35596.90		
X5 20年以下の 平均年輪幅	2.00mm以下	59478.50	179442.00	0.936
	2.01～2.50mm	46681.00		
	2.51～3.00mm	-98712.70		
	3.00mm以上	-119964.00		
X6 21～40年の 平均年輪幅	1.50mm以下	17738.20	42818.20	0.556
	1.51～2.00mm	5760.90		
	2.01mm以上	-25080.00		
X7 41～60年の 平均年輪幅	1.50mm以下	57947.80	87590.40	0.824
	1.51～2.00mm	-29642.60		
	2.01mm以上	-4056.21		
X8 心材率	80.1%以上	28140.90	69980.90	0.758
	75.1～80.0%	-41840.00		
	75.0%以下	-19131.80		
定 数		161024.00		
重相関係数 R		0.9734		
決定係数 R ²		0.9475		

用いた要因とカテゴリーをそのまま準用した。

数量化Ⅰ類により価格の推定を行った結果を表－9に示した。

重相関係数は $R=0.9734$ とスギよりさらに高い値になった。各々の要因の偏相関係数も表に示したとおりであるが、外的基準が価格という具体的数値になったことにより、数量化Ⅱ類による解析の結果と異なった結果が得られた。

数量化Ⅱ類の偏相関係数と比べて値が著しく高くなったものとしては「径級」と「平均年輪幅」が、反対にかなり低くなったものは「曲り」と「21～40年の平均年輪幅」である。しかし他の要因については多少値が上下した程度である。

各要因のカテゴリー数量の順位もⅡ類とⅠ類では（正負が逆転するが）大差がない。ただし、「径級」では2位と3位が、「21～40年の平均年輪幅」ではすべての順位が逆転している。また、「曲り」はⅡ類の結果を引き継いで、曲りのある材の方が価格が高くなるような奇妙な結果になった。

スギ同様、ヒノキについてもこの表の現地適合性を見るため、1994年1月18日の県森連市場の市に出品された材の価格を推定した。

価格推定に供する材は、この表の基本のデータの条件から、ヒノキの3m材の元木で、1本で1桧として出品されているものに限った。対象となる条件を備えた材は46桧あったが、その中から径級が18～32cmで、割れ・腐れ等著しい欠点のない材から12桧を無作為に選んで価格推定を行った。

なお、定数項についてはスギ同様、操作は行わなかった。

12桧の推定要因と推定価格、落札価格および残差は表－10のとおりである。

スギと比べると残差がきわめて大きい。一番残差の小さいものでも471番の18,754円もあり、最も大きいものでは309番の287,691円という値になっている。また推定価格自体も9番の－58,891円と負の値を示したものである。

表－10 数量化Ⅰ類による落札価格と推定価格(ヒノキ)

桧No	径級	落札価格	推定価格	残差
	cm	円	円	円
9	28	140,000	-58,891	-198,891
25	24	144,600	198,095	53,495
59	22	160,000	131,435	-28,565
131	30	160,000	221,998	61,998
269	28	83,000	160,556	77,556
303	32	191,900	102,269	-89,631
309	24	466,600	178,909	-287,691
353	26	86,600	60,838	-25,762
451	24	96,600	42,407	-54,193
471	24	164,400	145,646	-18,754
501	20	150,000	263,954	113,954
645	20	188,800	322,962	134,162

注；価格はm³当たりの単価

全体としては18～20cmの径級の材の推定値が過大に出るようであり、また100千円以下の安値材になるかどうか程度の推定(269番のような例外もあるが) ぐらいはできるようである。9番が負の値になってしまったのは、8つの説明要因中、実に7つまでが負のカテゴリーに該当したためである。また309番の残差が大きい理由として、この表の作成の元となった試料の中には400千円以上の価格の材は1桧しかなく、それすらも435千円と、309番には及ばなかったことから、この表の高価格側の推定能力を越えた材であった、ということが考えられる（表中最も大きいカテ

ゴリー数量を拾っていても492,129円までである)。

いずれにせよ、ヒノキ材の価格の推定に用いるには表-9はまだ精度が低いものである。推定価格と落札価格の相関係数は、12桧すべてで $r=0.2408$ 、9番と309番を除いた残りでも $r=0.5233$ 、とスギと比べて低いものであった。数量化Ⅱ類での重相関係数は $R=0.94312$ と高く、Ⅰ類でも $R=0.9734$ と、高い解析結果と推定能力を持っていたにもかかわらず、実地での適用性が低いのはひとつには、高値材と安値材の価格差がスギと比べて格段に幅広いヒノキの材価を推定するのに、表作成に使われた元の試料数が25というのはあまりに少なかった、ということがあったのであろう。また説明要因については、数量化Ⅱ類での重相関係数が高かったことからその選択に著しい誤りはなかった、考えられる。しかし、外的基準となる価格が100千円未満、100千円以上200千円未満、200千円以上という3段階であるため、それだけでⅡ類の要因とカテゴリーによる推定では100千円の誤差を内在していたことになる。今後、精度の高い表の作成を行うに当たっては、試料の数を多くすることと、説明要因のカテゴリーの分類を具体的な価格が推定できるように見直す必要がある。

Ⅵ まとめ

高山市内にある木材市場に出品されたスギ・ヒノキ素材について、その価格形成に関わる要因を調査した。その結果は以下のとおりである。

1. スギ4 m元木材は、その径級と価格により5のグループに分化する。すなわち概ね90千円を越える材、42~43千円を境にして、より高い価格で径が増すにしたがって価格が上昇する材(ここでは「高値材」とした)、同じくより安い価格で径が増しても価格があまり上昇しない材(ここでは「安値材」とした)、径が36cm未満で高値材・安値材の分化傾向が認め難い材、水割れ等著しい欠点を有する20千円以下の低価格材である。
2. スギの高値材と安値材のグループ分化に最も関わる要因は幹の面に現れる節の有無で、次に5.5mmを境とする芯から20年の平均年輪幅の広狭である。そのほかには、心材率、心材色、21年から50年の平均年輪幅が比較的大きく関わっている。
3. ヒノキ3 m元木材は、径が増大するにしたがって価格が上昇する傾向はあるが、それ以上に形質が価格に与える影響が大きい。ヒノキ材を、その価格から100千円未満、100千円以上200千円未満、200千円以上の3段階に分けた(ここではそれぞれ「安値材」「中間材」「高値材」とした)場合、この3グループの分化に大きく関わっている要因は幹の面に現れる節の有無、年輪幅と径級である。
4. ヒノキの高値材・中間材と安値材の分化に関わるものは、第1には2.51mmを境とする芯から20年の平均年輪幅の広狭で、次いで41年から60年の平均年輪幅と幹の面に現れる節の有無が大きい。そのほかには全体の平均年輪幅、心材率も比較的大きく関与する。
5. ヒノキの高値材と中間材の分化に大きく関わるものは、1.50mmを境とする21年から40年の平均年輪幅の広狭、全体の平均年輪幅、そして径級であるが、スギ材やヒノキ材の高値材・中間

材と安値材の分化と比較すると、購入者の思惑や他者との競争が介入し、かなり微妙である。

以上の結果に基づき、数量化Ⅰ類による価格の推定も試みたが、元の試料に対しては高い相関での推定が行えたが、実地での適用性については両者（特にヒノキ）ともまだ十分な精度を持つものとはならなかった。このことについては、今後はさらに資料を集め、実地での適用性をより高めてゆく必要があろう。

引用文献

- (1) 阿部鴻文：優良大径材の価格形成について，日林東北誌43, 211-212, 1991
- (2) 天野良一・大森幹夫・吉田直隆：優良材の材質指標に関する調査，富山県林業試験場「木材と技術」No43, 1980.10
- (3) 堀靖人：素材の価格と材質指標—数量化Ⅰ類による分析—，日林論97, 21-23, 1986
- (4) 市原俊充：優良材の材質指標に関する調査，徳島県林業総合技術センター研究報告No17, 35-48, 1979
- (5) ———：優良材の材質指標に関する調査（第3報），徳島県林業総合技術センター研究報告No19, 45-50, 1981
- (6) 今村祐嗣・海本一・斉藤治蔵：優良材の材質指標に関する調査，奈良林試研報No11, 18-29, 1982
- (7) 石垣和夫：優良材の材質指標に関する調査研究，山形県林業試験場研究報告No12, 1-26, 1981
- (8) 上村保：ヒノキ柱取り丸太の特性と価格の関係，日林中支講32, 55-58, 1984
- (9) 小宮康・柳田芳雄：優良材の材質指標に関する調査，熊本県林業研究指導所研究報告No25, 73-92, 1982
- (10) 眞神康三・段林弘一：良質材生産のための育林法の検討（1），兵庫林試研報No31, 18-25, 1986
- (11) ———・———：良質材生産のための育林法の検討（2），兵庫林試研報No31, 15-20, 1987
- (12) 小倉光貴・小谷二郎・矢田豊：県産スギの材色に関する調査（第3報），石川県林業試験場業務報告（平成3年度），25-28, 1992
- (13) 大内山道男：優良材の材質指標に関する調査（第1報），愛知県林業試験場報告No16, 69-79, 1980
- (14) 林野庁：昭和55年度林業試験研究報告書—その3—，47pp. 1982
- (15) 斉藤治蔵・長谷川茂・谷口義一：数量化Ⅰ類によるスギ素材価格の推定，奈良林試研報No10, 1-11, 1981
- (16) 佐野公樹：飛騨地域における木材市場の実態調査（Ⅰ）—高山市内の木材市場における針葉樹素材の取扱いについて—，岐阜寒林試研報No12, 19-58, 1992

- (17) 竹崎美秋：優良材の材質指標に関する調査，高知県林業試験場研究報告（昭和55年度），1
-49，1980
- (18) 寺田公治：素材価格形成に影響する要因の解析，広島県立林業試験場研究報告No11，19-
74，1976