
論文

**素材価格の形成に及ぼす材質要因の影響に
関する計量的分析***

黒川 泰亨**

宇津木 孝文***

**A Quantitative Analysis of the Effect of
Log Quality on Log Price***

Yasuaki KUROKAWA**

Takafumi UTSUGI***

Summary

The purpose of this study is to analyze the quantitative effect of log quality on log price in the local market using Hayashi's quantification type-1 method. Three local log markets were chosen in Yamaguchi Prefecture and 9 factors (log price, length, diameter, crook, knot, color, age, cutting position and annual ring) investigated for each stacking log in the market. In this analysis, log price was set as the dependent variable and the other 8 factors described above were set as independent variables. These 8 factors were classified into 29 categories according to the external form of the logs in this quantification. In the case of Japanese pine, 66% of the deviation of the log price was statistically explained by these 8 factors in 29 categories. The factor which had a significant effect on log price were in order of ranking: diameter, crook, age, length, knot, color, cutting position and annual ring. In the case of Japanese cedar, 63% of the deviation of the log price was statistically explained by these 8 factors. The factors which had a significant effect on log price in order of ranking were knot, crook, cutting position,

* 本研究の一部は第46回日本林学会関西支部大会で報告した。

** 鳥取大学農学部 附属演習林

University Forests, Faculty of Agriculture, Tottori University

*** JA防府市

JA Fofucity (Yamaguchi Prefecture)

diameter, annual ring, age, color and length. According to these results, the price of each log can be predicted by its external form and this result can therefore furnish more effective information for long term forest management decision making by private forest owners.

I 緒 言

素材市場（木材市場）の機能は、一般商品に関する市場の機能と変わるところはない。市場の概念は、具体的市場と抽象的市場に区別することができる。前者は、われわれが日常的に「いちば」と称している場所ないし建造物を意味するが、場合によれば売買取引に参集する人間の集団を意味することもある。後者の抽象的市場は、広く売買取引の行われる社会的領域ないし売買に参画するものの抽象的社会関係とでも言うものであり、多くの需要者と供給者とが経済財を交換もしくは売買する場所であり、商品の需要と供給とが相会合する場所である⁷⁾。

市場の機能は、大別すれば価格形成と商品配給の2つになるが、市場は、売買される商品の性格ならびにその商品の生産構造と需要者の性格によって具体的に規定されることになる。素材（丸太）の供給者は全国に広く分布している多数の山林所有者であり、この山林所有者から少量、分散、間断的に供給されるのが一般的である。一方、素材の需要者は、パルプ産業のような大資本と製材業のような零細資本のものがある。このように、供給者側の零細と分散性、需要者側の多様性によって素材市場は種々多様な形態をとり、市場が地域的に散在するとともに需給の相会合する範囲が比較的狭く限定された局所的な展開を見せる場合が多い。

素材市場は上で見たような多様な性格を持つため、素材市場における素材価格の形成はマクロ的要因ならびにミクロ的要因の複雑な相互作用によることになり、複雑な内容を持つものであると言えるが、比較的地域を狭い範囲に限定した局所的な素材市場における短期間の素材価格の形成においては、素材の具備する質（節の有無や曲がり等）に関するミクロ的要因が価格形成に強く影響を及ぼしているものと考えられる。本稿では、とくに、このような条件下でのミクロ的要因に注目し、素材価格と材質要因との関係を計量的に解析し、素材価格の形成における材質のもつ経営経済的な意義について考察を加えることにした。

II 要因解析の方法

本稿では、素材の表面に表われている曲がり、節、色等の諸特徴の種類やその程度を材質と呼ぶことにするが、加納孟氏は、材質指標として、幹形、枝節性、年輪幅、晩材率、比重、繊維傾斜度、繊維長、繊維の直径、細胞壁厚、伸縮性等をあげている。これからも明らかとおり、材質は、主として材料（素材）のもつ物理的な性質を表わすものとして使用しているが、一般には、素材の表面に表われている見分けられる諸特徴という広い意味でも使用されている²⁾。他の文献においても同様の意味で使用されている場合が多いため、本稿では、素材の表面に表われている諸特徴や諸欠点の種類とその程度を材質という用語によって表わすことにした。

上記のとおり、本稿では、材質に関する指標に関しては、何れも素材の持つ外形状の特徴にしぼり、直感によって容易に把握できるものに限定した。実際の取引の場合には、いわゆる勘と経

験にもとづく直感に依存しながら入札価格を瞬時に判断しているのが実状と思われるので、かかる指標を使用することにしたが、これら以外の年輪構成（年輪幅、晩材率など）、比重、繊維傾斜度、繊維長等の物理的指標と素材価格との関係は別途検討することにしたい。

1. 調査地と資料収集

素材価格の形成に及ぼすと考えられる材質に関する要因は種々あり、要因解析の要因となるものを一概に論ずることは困難である。また、その要因も素材市場の性格や樹種等によって当然異なるものである。本稿では、素材価格の形成に影響すると考えられる材質に関する要因として、以下に述べる8項目の要因を選んで調査を行った。調査は平成6年5月から10月までの約6か月間にわたり、山口県下の福栄、山口、防府の素材市場で行った。なお、記念市等の特別な場合、有名社寺有林から出た特殊な材の場合、他県や他地域からの特別入札者がある場合、特定の素材が緊急に必要となり相場を著しく超えた入札が行われた場合など、特殊な状況下で入札が行われて、通常の価格形成が歪められたと思われるものについては調査対象から除外した。調査対象樹種はマツ、スギ、ヒノキであり、市日前日ないし前々日に材質に関する調査を行い、競り後の落札価格を市売計算書で確認するという方法をとった。

調査項目として、1) 桧番号、2) 材積、3) 樹種、4) 材長、5) 直径、6) 曲がり程度、7) 節の出現状況、8) 色、9) 年数（樹齢）、10) 採材位置、11) 年輪形、12) 落札価格をとった。落札価格に関しては、相互に比較可能にするためにこれを材積当りに換算し円/m³を単位とした。調査はマツ、スギ、ヒノキに関して行ったが、ヒノキは出品桧数が少なく所定のサンプル数が得られなかったので解析対象から除外した。調査した標本数（桧数）はマツの場合327であったが、平均値±5標準偏差よりはみ出した、明らかに価格形成が特異と思われた8つを除外し319を分析対象とした。また、スギの場合は調査した標本数は467であったが、同様に明らかに特異なデータと思われる15を除外し451を分析対象とした。

なお、上記のとおり標本は相互に独立している3市場にまたがって収集したものであり、これらを1つにまとめて解析することに疑問があったので、標本平均値の差について分散分析による有意性検定を実施した結果、マツに関しては、 $F_0 = 1.66 < F_{0.01} = 4.60$ 、自由度(2, 316)となり、3市場間に有意差が認められなかったので全標本を一体として処理した。同様に、スギについても標本平均値の差について分散分析による有意性検定を実施したが、 $F_0 = 4.33 < F_{0.01} = 4.60$ 、自由度(2, 448)となり、3市場間に有意差が認められなかったので全標本を一体として処理した。

調査データの解析には、林知己夫氏による数量化I類を使用した。数量化理論は、そもそもガットマンの1対比較法、スケール・アナリシスの考え方によるものであるが、数量化理論では、外的基準のある場合とない場合とを明確に区分する必要がある。数量化I類は外的基準が数量であり、1元的数量で与えられている。そして相関係数が予測の効率となり、回帰分析の拡張領域であると言える¹⁾。数量化I類による分析では、総カテゴリー数の2倍以上の標本数が最低必要であるとされているが、本稿の場合、標本数が総カテゴリー数の11倍～15程度あったので十分と考えた³⁾。

2. 外的基準・要因項目・カテゴリ分類

本稿は、素材価格とその素材の材質とを対応付けて両者の関係を数量化I類の方法を使用して解析し、素材価格の形成に及ぼす材質要因の関係を数量的に解析し、外的基準の予測がどの程度可能かを検討した。従って、外的基準として椈ごとに決まった落札価格を材積当りに換算した円/m³の値を使用する。落札価格は、市売計算書に記載された実際の取引価格である。調査した12項目のうちから、4)材長、5)直径、6)曲がり程度、7)節の出現状況、8)色、9)年数、10)採材位置、11)年輪形、の8項目を数量化のためのアイテムにとり、それらをカテゴリに区分してカテゴリカルデータとした。椈を構成する素材の本数は、マツの場合は3本以下が78%、同様にスギに関しても3本以下が63%に達しており、椈に関する平均的な材質を把握し、それと価格との関係を計量的に分析するには望ましい標本であると言えよう。また、選木も比較的良好に実施されていたので、この種の研究にとって好ましい標本と考えられた。

表1および表2は、本稿で採用したマツとスギに関するアイテム・カテゴリ分類ならびにその反応数を示したものである。採用したアイテムは両樹種とも同一であるが、カテゴリーに関し

表1 アイテム・カテゴリ分類 (マツ)

アイテム	カテゴリ	反応数
X1 材長	C(11) 3m	151
	C(12) 4m	168
X2 直径	C(21) 16cm以下	11
	C(22) 18~22cm	17
	C(23) 24~28cm	61
	C(24) 30~38cm	207
	C(25) 40cm以上	23
X3 曲がり	C(31) 大	41
	C(32) 中	77
	C(33) 小	93
	C(34) 無	108
X4 節	C(41) 多し	125
	C(42) 少し	97
	C(43) 無し	97
X5 色	C(51) 赤多し	6
	C(52) 赤少し	313
X6 年数	C(61) 40年以下	41
	C(62) 41~50年	121
	C(63) 51~60年	109
	C(64) 61年以上	48
X7 採材位置	C(71) 元玉	204
	C(72) 2番玉	26
	C(73) 2~3番玉	40
	C(74) 4番玉以上	49
X8 年輪形	C(81) 内粗く外細かい	125
	C(82) 均一で細かい	92
	C(83) 内細かく外粗い	10
	C(84) 均一で粗い	75
	C(85) 目に偏りがある	17
計		319

表2 アイテム・カテゴリ分類 (スギ)

アイテム	カテゴリ	反応数
X1 材長	C(11) 3m	134
	C(12) 4m	317
X2 直径	C(21) 16cm以下	43
	C(22) 18~22cm	77
	C(23) 24~28cm	152
	C(24) 30~38cm	157
	C(25) 40cm以上	22
X3 曲がり	C(31) 大	17
	C(32) 中	61
	C(33) 小	110
	C(34) 無	263
X4 節	C(41) 多し	173
	C(42) 少し	202
	C(43) 無し	76
X5 色	C(51) 赤多し	210
	C(52) 赤少し	239
	C(53) 無し	2
X6 年数	C(61) 40年以下	183
	C(62) 41~50年	170
	C(63) 51~60年	75
	C(64) 61年以上	23
X7 採材位置	C(71) 元玉	307
	C(72) 2番玉	30
	C(73) 2~3番玉	73
	C(74) 4番玉以上	41
X8 年輪形	C(81) 内粗く外細かい	277
	C(82) 均一で細かい	71
	C(83) 内細かく外粗い	14
	C(84) 均一で粗い	89
計		451

ては若干の相違があり、色と年輪形に関するカテゴリー区分が違っている。ここで、曲がり、節、材色、年輪形等はあくまで相対的な関係であって、客観的な指標に基づいたものではない。実際の取引の場合には、いわゆる勘と経験にもとづく直感に依存しつつ入札価格を瞬時に判断しているのが実状であるので、カテゴリー区分に関しても、アイテムと同様に素材の持つ外形状の特徴にしぼり、直感によって容易に把握できる項目に限定した。なお、反応数は、マツに関しては、C(51)が6、C(21)が10、C(83)が10と少なく、スギに関してはC(53)が2と極端に少なくなっている。反応数に大きなバラツキ出ているこれらのカテゴリー区分に関しては、今後再検討を要するものとする。

III 要因解析の結果

解析は2つの方法に区分して行った。1つは全アイテムを同時に採用した場合（ケース1）である。2つは各アイテムが素材価格といかなる関係があるかを検討するために、採用するアイテムを逐次追加させていき、そのつど重相関係数を計算して、素材価格に対する各アイテムの影響力を評価した場合（ケース2）である。以下2つの場合について分析を進める。

1. 調査結果の分類表

市場調査においてマツ319桧、スギ451桧に関して価格と各アイテム・カテゴリーに対する反応を調査し、各桧ごとの反応を反応パターン表に整理し、これをもとに各アイテム・カテゴリー間のクロス集計表を作成した。クロス集計の結果を表3および表4に示したが、対角線を境にして対象形になるので、下半分の表示は省略した。全標本数に対してカテゴリー間の反応頻度に大きな偏りが生じると、解が不安定になることが経験的に知られている。数量化I類の場合、この点に関する特別な制限は必ずしも明示されていないが、実際の計算に際してはこのような事態がたびたび起こりうる。このような場合には、アイテムに関するカテゴリー区分を再検討して反応数に極端な偏りが生じないように再調整するか、2つ以上のカテゴリーを1つに括約して集約すること等も有効な対策になるものと思われる。

さらに、クロス集計表に関して、各アイテムの反応に従属関係がないか否かという吟味が極めて重要になる。例えば、 j アイテムの k カテゴリーに反応がある時に必ず m アイテム n カテゴリーに反応がある場合である。このような現象が起こると、クロス行列において特定の列または行同志が比例関係に立ち、行列の階数が落ちることになり、解が極めて不安定になる⁵⁾。本稿では、表3および表4に関してこのような現象がないか否かを慎重に検討したが、比例関係はとくに確認できなかったため、このまま計算を実行した。

2. 計算と結果表

以上の諸検討を経てクロス集計表をもとに数量化の計算を行ったが、計算は既述のとおり全アイテムを同時に採用した場合（ケース1）と、採用するアイテムを逐次追加させていった場合（ケース2）とに区分した。計算には筆者の作成したコンピュータ・プログラムを使用した。演算はすべて倍精度実数（有効桁数16）で実行しているため、計算誤差は殆どないと考えられる。

数量化I類の計算では、通常2番目以降のアイテムに関して第1カテゴリーのスコアを0と置くため、スコアが不自然な値を示し実際の意味付けが困難になる場合が多いので、表5および表6には基準化したスコアと基準化しないスコアを併記した。

なお、カテゴリースコアの基準化とは、各アイテム内のカテゴリースコアの平均が0となるようカテゴリースコアを変換することであるが、基準化したスコアを使用して外的基準を予測する場合、外的基準の平均値（基準値）に対して各アイテム・カテゴリーに対応したスコアを算数的に加減するかたちになる。従って、基準化した場合のスコアには、外的基準の平均値を基準にして、これにプラスする効果を持つか、あるいはマイナスする効果を持つかという具体的な意味を持たせることができ、現実には即した解釈が比較的容易に行えるので、本稿では以後基準化したスコアを使用して分析を行った⁴⁾。

(1) ケース1

マツとスギに関するカテゴリースコア、レンジ、偏相関係数は表5および表6に示したとおりである。表の下部に重相関係数と寄与率を示したが、重相関係数はマツの場合 $R=0.8097$ 、スギの場合は $R=0.7945$ となった。寄与率を見ると、マツの場合 $R^2=0.6555$ 、スギの場合 $R^2=0.6313$ となり、外的基準の全変化のうち数量化による回帰式によって概ね63~66%が説明でき、数量化I類を適用した他の類似の研究事例と比較しても概ね同等のレベルに達していると言える。計算の過程で各アイテム間の内部相関係数が計算できるので、これを表7および表8に示した。

各アイテム間の内部相関係数を検討すると、マツの場合、節(X4)と採材位置(X7)の相関係数が0.6180となり、これら間に比較的高い相関があることが分かる。また、直径(X2)と採材位置(X7)の相関係数が0.3055で、両者間にも若干相関が認められるが、その他のアイテム間の相関は極めて小さい。一方、スギの場合、節(X4)と年数(X6)の相関係数が0.4511となり、これら間に軽い相関があることが分かる。また、節(X4)と採材位置(X7)の相関係数が0.3848となり、両者間にも軽い相関が認められるが、これら以外のアイテム間の相関係数は極めて小さく、アイテム相互間の独立性が比較的良く保持されていると見ることができる。

数量化I類を利用した場合、外的基準に対する各アイテムの寄与の大きさを測る尺度に2種類の測度が考えられる。1つはアイテムに関するスコアのレンジ（カテゴリーの持つ最大スコアと最小スコアの差）であり、他の1つは偏相関係数である。本稿の場合、各アイテムに関するカテゴリーに付与されたスコアの算数的な和で素材価格を表わすことになるから、特定のアイテムに着目し他のアイテムを固定して考えると、この特定のアイテムに起因する素材価格の変動の大き

表5 スコア・レンジ・偏相関係数(マツ)

アイテム	カテゴリー	反応数	スコア		レンジ	偏相関係数
			基準化	非基準化		
X1 材長	C(11) 3m	151	-4,677.88	12,865.75	8,882.40	0.4137
	C(12) 4m	168	4,204.52	21,748.15		
X2 直径	C(21) 16cm以下	11	-5,482.58	0.00	23,558.56	0.5166
	C(22) 18~22cm	17	-9,988.07	-4,505.49		
	C(23) 24~28cm	61	-8,148.60	-2,666.03		
	C(24) 30~38cm	207	2,005.07	7,487.64		
	C(25) 40cm以上	23	13,570.50	19,053.07		
X3 曲がり	C(31) 大	41	-10,066.95	0.00	16,355.80	0.4947
	C(32) 中	77	-4,851.12	5,215.83		
	C(33) 小	93	1,151.46	11,218.41		
	C(34) 無	108	6,288.85	16,355.80		
X4 節	C(41) 多し	125	-3,724.90	0.00	7,875.74	0.2597
	C(42) 少し	97	649.29	4,374.19		
	C(43) 無し	97	4,150.84	7,875.74		
X5 色	C(51) 赤多し	6	7,290.32	0.00	7,430.07	0.2012
	C(52) 赤少し	313	-139.75	-7,430.07		
X6 年数	C(61) 40年以下	41	-5,169.31	0.00	11,949.88	0.3857
	C(62) 41~50年	121	-849.51	4,319.80		
	C(63) 51~60年	109	-98.48	5,070.83		
	C(64) 61年以上	48	6,780.57	11,949.88		
X7 採材位置	C(71) 元玉	204	1,766.63	0.00	6,947.62	0.2384
	C(72) 2番玉	26	2,219.65	453.02		
	C(73) 2~3番玉	40	-4,727.98	-6,494.61		
	C(74) 4番玉以上	49	-4,673.14	-6,439.77		
X8 年輪形	C(81) 内粗く外細かい	125	-902.77	0.00	3,903.58	0.1375
	C(82) 均一で細かい	92	-961.91	-59.14		
	C(83) 内細かく外粗い	10	969.87	1,872.64		
	C(84) 均一で粗い	75	1,888.47	2,791.24		
	C(85) 目に偏りがある	17	2,941.67	3,844.44		
基準値			33,833.20			

$$R=0.8097, R^2=0.6555$$

さは、このアイテムに関する最高のスコアを取るとき最高値を示し、最低のスコアを取るとき最低値を示すことになる。従って、このアイテムに起因する素材価格の変動の大きさはレンジの大きくなり、レンジの大きいアイテムはそれだけ素材価格に大きな影響を与えることになる。

偏相関係数は、他のアイテムを一定不変にした場合の当該アイテムが素材価格に与える影響力を表わす測度である。基本的考え方はレンジと同じものであり、一般的には、レンジと偏相関係数は同じ傾向をもって変動するものとされている。図1と図2は、マツとスギに関してレンジの大きさに従って降順に各アイテムを配列し、この配列済みの各アイテムに対応する偏相関係数の値を示したものであるが、両者は概ね同じ傾向を示すものの順位は完全には一致していない。例えば、マツの場合は、年数(X6)と材長(X1)、色(X5)と採材位置(X7)の順位が逆転してい

表6 スコア・レンジ・偏相関係数（スギ）

アイテム	カテゴリー	反応数	スコア		レンジ	偏相関係数
			基準化	非基準化		
X1 材長	C (11) 3m	134	-2,587.94	11,976.53	3,681.90	0.1993
	C (12) 4m	317	1,093.96	15,658.42		
X2 直径	C (21) 16cm以下	43	-1,808.73	0.00	8,315.69	0.2506
	C (22) 18~22cm	77	427.83	-2,236.57		
	C (23) 24~28cm	152	-2,500.64	-4,309.37		
	C (24) 30~38cm	157	1,320.60	488.13		
	C (25) 40cm以上	22	5,815.05	4,006.32		
X3 曲がり	C (31) 大	17	-8,909.51	0.00	10,522.63	0.3606
	C (32) 中	61	-6,159.25	2,750.26		
	C (33) 小	110	935.68	9,845.18		
	C (34) 無	263	1,613.12	10,522.63		
X4 節	C (41) 多し	173	-4,908.33	0.00	18,455.72	0.5370
	C (42) 少し	202	-893.36	4,014.97		
	C (43) 無し	76	13,547.38	18,455.72		
X5 色	C (51) 赤多し	210	366.16	0.00	2,326.83	0.0436
	C (52) 赤少し	239	-338.37	-704.52		
	C (53) 無し	2	1,988.46	1,622.30		
X6 年数	C (61) 40年以下	183	-2,152.89	0.00	6,721.27	0.2273
	C (62) 41~50年	170	161.38	2,314.27		
	C (63) 51~60年	75	3,486.28	5,639.16		
	C (64) 61年以上	23	4,568.38	6,721.27		
X7 採材位置	C (71) 元玉	307	1,996.37	0.00	10,491.09	0.3449
	C (72) 2番玉	30	-3,686.00	-5,682.38		
	C (73) 2~3番玉	73	-2,109.88	-4,106.25		
	C (74) 4番玉以上	41	-8,494.72	-10,491.09		
X8 年輪形	C (81) 内粗く外細かい	277	684.27	0.00	7,923.20	0.2010
	C (82) 均一で細かい	71	1,237.70	553.43		
	C (83) 内細かく外粗い	14	-6,685.50	-7,369.77		
	C (84) 均一で粗い	89	-2,065.42	-2,749.69		
基準値			25,679.67			

$R=0.7945, R^2=0.6313$

る。スギの場合は、年輪形(X8)と年数(X6)の順位に逆転が見られる。

このような逆転現象は、反応数の偏りに起因しているものと考えられる。表3のクロス表を見ると、マツの場合年数(X6)に関してはC(61)とC(64)の反応数が相対的に小さい。また、色(X5)に関してはC(51)の反応数が極端に小さい。同様に、表4のクロス表を見ると、スギの場合は年数(X6)に関してC(63)とC(64)の反応数が相対的に小さく、反対に年輪形(X8)に関してC(81)の反応数は極端に大きくなっており、これらが逆転現象の出る原因であろうと考えられる。カテゴリー区分の調整および標本数の増加によってこの種の問題が解消できることが他の例で実証されている。

表7 内部相関係数（マツ）

	外的基準	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8
X1	0.2334	1.0000	-0.1176	0.0883	-0.1625	-0.0536	0.0424	-0.0385	-0.0811
X2	0.5129		1.0000	0.0015	0.2638	0.0470	0.1035	0.3055	0.1905
X3	0.3764			1.0000	-0.0247	0.0002	-0.0234	-0.0597	-0.0278
X4	0.4365				1.0000	0.0151	0.2479	0.6180	0.0200
X5	0.0786					1.0000	0.0826	-0.0148	-0.0933
X6	0.2883						1.0000	0.0216	-0.3606
X7	0.4186							1.0000	0.0468
X8	0.0607								1.0000

表8 内部相関係数（スギ）

	外的基準	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8
X1	0.1798	1.0000	-0.0036	0.0644	-0.0346	0.1856	0.1671	0.0740	0.0057
X2	0.1297		1.0000	0.1584	-0.0690	0.1526	0.0844	-0.1961	-0.0733
X3	0.3154			1.0000	0.0826	0.0560	0.0628	-0.0338	-0.0229
X4	0.6509				1.0000	0.0446	0.4511	0.3848	-0.1146
X5	0.1745					1.0000	0.2632	0.1218	-0.1106
X6	0.4680						1.0000	0.0852	-0.0103
X7	0.4183							1.0000	-0.0623
X8	0.0336								1.0000

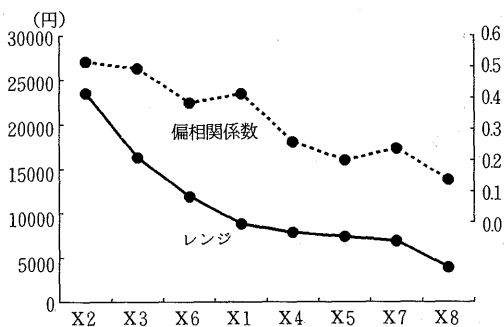


図1 レンジ・偏相関係数（マツ）

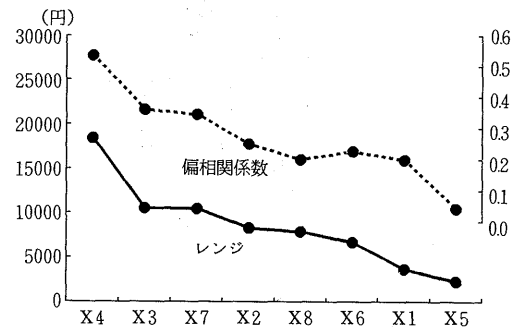


図2 レンジ・偏相関係数（スギ）

(2) ケース2

採用するアイテムを逐次追加させた場合の結果について検討する。採用した各アイテムが素材価格の形成にどの程度の影響を与えるかを検討するために、1度に全アイテムを採用せずに、アイテムを1個ずつ追加採用してそのつど重相関係数を計算し重相関係数値の増加量をもって素材価格の形成に対する各アイテムの影響力の測度としたが、この場合、各アイテムを追加採用したときの影響力の変化は、 r を重相関係数として以下の式で観察できる⁶⁾。

$$g = \sqrt{1 - \frac{1 - r^2_n}{1 - r^2_{n-1}}} \quad (n = 2, 3, \dots, 8)$$

上式によれば、新しいアイテムを追加採用したにもかかわらず重相関係数 r が増加しない場合は $g = 0$ となり、その段階で採用したアイテムの効果は無かったと判断できる。本稿では、参考文献に準じてこれを要因群偏相関係数と呼ぶことにした。マツとスギについて(X1)から(X8)へアイテムを逐次追加採用した場合の各段階ごとのスコア、レンジ、偏相関係数、重相関係数、要因群偏相関係数を表9および表10に示した。

表9 要因群スコア (マツ)

アイテム	カテゴリー	1	2	3	4	5	6	7	8
X1 材長	C(11)	-3,763	-4,682	-4,181	-5,028	-5,089	-4,761	-4,626	-4,678
	C(12)	3,382	4,208	3,758	4,519	4,574	4,279	4,158	4,205
X2 直径	C(21)		-20,511	-16,301	-9,817	-9,654	-8,872	-6,067	-5,483
	C(22)		-16,520	-16,757	-13,382	-13,242	-12,846	-10,741	-9,988
	C(23)		-10,092	-10,586	-8,666	-8,526	-8,569	-8,487	-8,149
	C(24)		3,585	3,565	2,462	2,382	2,385	2,114	2,005
	C(25)		16,526	16,171	15,416	15,581	15,003	14,321	13,571
X3 曲がり	C(31)			-8,968	-9,534	-9,392	-9,319	-9,908	-10,067
	C(32)			-4,152	-4,221	-4,276	-4,624	-4,845	-4,851
	C(33)			552	675	584	902	1,014	1,151
	C(34)			5,890	6,047	6,111	6,057	6,342	6,289
X4 節	C(41)				-6,334	-6,356	-6,011	-3,910	-3,725
	C(42)				1,090	1,086	1,889	658	649
	C(43)				7,072	7,105	5,857	4,381	4,151
X5 色	C(51)					7,631	6,097	6,629	7,290
	C(52)					-146	-117	-127	-140
X6 年数	C(61)						-2,598	-3,417	-5,169
	C(62)						-666	-665	-849
	C(63)						-786	-664	-98
	C(64)						5,683	6,103	6,781
X7 採材位置	C(71)							1,698	1,767
	C(72)							1,863	2,220
	C(73)							-4,443	-4,728
	C(74)							-4,433	-4,673
X8 年輪形	C(81)								-903
	C(82)								-962
	C(83)								970
	C(84)								1,888
	C(85)								2,942
基準値		33,833	33,833	33,833	33,833	33,833	33,833	33,833	33,833
レンジ	X1	7,146	8,891	7,940	9,547	9,663	9,040	8,785	8,882
	X2		37,038	32,928	28,798	28,823	27,848	25,062	23,559
	X3			14,858	15,581	15,503	15,376	16,250	16,356
	X4				13,406	13,461	11,867	8,291	7,876
	X5					7,777	6,213	6,755	7,430
	X6						8,281	9,520	11,950
	X7							6,306	6,948
	X8								3,904
偏相関係数	X1	0.2344	0.3463	0.3402	0.4402	0.4462	0.4320	0.4260	0.4137
	X2		0.5884	0.6155	0.5772	0.5718	0.5735	0.5444	0.5166
	X3			0.4258	0.4870	0.4892	0.4933	0.5000	0.4937
	X4				0.4871	0.4911	0.4582	0.2715	0.2597
	X5					0.1106	0.1909	0.2008	0.2052
	X6						0.3319	0.3549	0.3817
	X7							0.2242	0.2384
	X8								0.1375
重相関係数		0.2344	0.6181	0.7013	0.7797	0.7828	0.7969	0.8063	0.8097
要因群偏相関係数		0.2344	0.5883	0.4215	0.4780	0.1112	0.2398	0.2032	0.1253

表10 要因群スコア (スギ)

アイテム	カテゴリー	1	2	3	4	5	6	7	8
X1 材長	C(11)	-3,619	-1,588	-1,679	-2,964	-3,048	-2,766	-2,896	-2,588
	C(12)	1,530	671	710	1,253	1,288	1,169	1,224	1,094
X2 直径	C(21)		-6,608	-5,894	-1,432	-379	253	2,640	-1,809
	C(22)		-2,155	-1,323	-553	157	-61	285	428
	C(23)		-1,350	-1,089	-2,370	-2,404	-2,206	-2,592	-2,501
	C(24)		3,138	2,470	2,042	1,558	1,421	973	1,321
	C(25)		7,385	6,053	6,540	5,680	4,824	4,805	5,815
X3 曲がり	C(31)			-12,115	-7,786	-7,839	-8,025	-9,045	-8,910
	C(32)			-6,463	-5,535	-5,673	-5,620	-6,196	-6,159
	C(33)			2,933	1,556	1,764	1,592	949	936
	C(34)			1,055	1,136	1,085	1,156	1,625	1,613
X4 節	C(41)				-7,716	-7,739	-7,163	-4,949	-4,908
	C(42)				226	262	390	-687	-893
	C(43)				16,963	16,921	15,269	13,091	13,547
X5 色	C(51)					1,057	653	373	366
	C(52)					-956	-606	-340	-338
	C(53)					3,233	3,802	1,441	1,988
X6 年数	C(61)						-2,002	-2,595	-2,153
	C(62)						529	659	161
	C(63)						2,877	3,579	3,486
	C(64)						2,633	4,102	4,568
X7 採材位置	C(71)							1,947	1,996
	C(72)							-3,668	-3,686
	C(73)							-1,988	-2,110
	C(74)							-8,358	-8,495
X8 年輪形	C(81)								684
	C(82)								1,238
	C(83)								-6,686
	C(84)								-2,065
基準値		25,680	25,680	25,680	25,680	25,680	25,680	25,680	25,680
レンジ	X1	5,149	2,259	2,388	4,218	4,336	3,935	4,120	3,682
	X2		13,993	11,947	8,910	8,084	7,030	7,396	8,316
	X3			15,048	9,342	9,603	9,617	10,670	10,523
	X4				24,679	24,660	22,432	18,040	18,456
	X5					4,188	4,407	1,782	2,327
	X6						4,879	6,696	6,721
	X7							10,306	10,491
	X8								7,923
偏相関係数	X1	0.1798	0.0760	0.0842	0.2137	0.2200	0.2022	0.2174	0.1993
	X2		0.2445	0.2107	0.2579	0.2271	0.2060	0.2396	0.2506
	X3			0.2954	0.3009	0.3090	0.3131	0.3588	0.3606
	X4				0.6963	0.6964	0.6266	0.5260	0.5370
	X5					0.1131	0.0748	0.0425	0.0436
	X6						0.1852	0.2449	0.2273
	X7							0.3311	0.3449
	X8								0.2010
重相関係数		0.1798	0.3003	0.4112	0.7507	0.7536	0.7629	0.7858	0.7945
要因群偏相関係数		0.1798	0.2445	0.2945	0.6890	0.1000	0.1807	0.2913	0.1896

新しいアイテムを採用するごとにスコアは若干変動するものの、概ね安定した値を示し、カテゴリー間の順位の入替わりも極く少ない。当然ながら、アイテムを追加するごとに重相関係数が大きくなるが、この重相関係数の増加に対する各アイテムの寄与度は要因群偏相関係数で確認できる。重相関係数と要因群偏相関係数の関係を図3および図4に示したが、マツの場合は直径(X2)、節(X4)、曲がり(X3)の各アイテムが、スギの場合は節(X4)、曲がり(X3)、採材位置(X7)の各アイテムが素材の価格形成に強く関係していることが分かる。

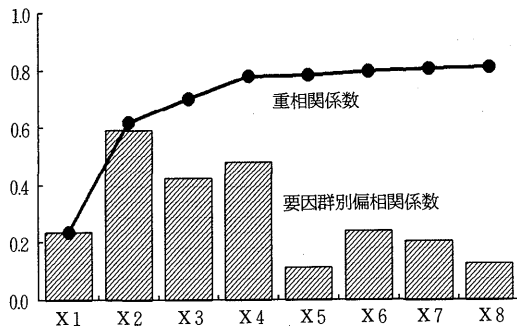


図3 重相関係数・要因群偏相関係数(マツ)

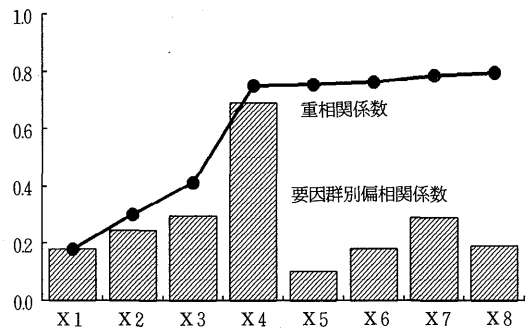


図4 重相関係数・要因群偏相関係数(スギ)

3. 結果の検討

前節において、アイテムを1度に全部採用した場合ならびにアイテムを逐次追加採用した場合の計算結果を示した。レンジ、偏相関係数、要因群偏相関係数の3つの指標によって各アイテムが素材価格の形成に与える影響力の順位を検討したところ、表11および表12に示したとおり、概ねその順位は一致し、マツに関しては直径、曲がり、節、年数のアイテムは常に上位に位置付けられ、年輪形、色、採材位置等のアイテムは下位に位置付けられた。また、スギに関しては、節、曲がり、採材位置、直径のアイテムは上位にしかも同順位で位置付けられ、色、材長、年輪形等のアイテムは下位に位置付けられた。

数量化I類の場合、外的基準に対する各アイテムの寄与の大きさを測る尺度には基本的に2種類の測度がある。1つはアイテムに関するスコアのレンジであり、他の1つは偏相関係数であることは既に検討したとおりであるが、本稿では、後でカテゴリーに関するスコアの比較を行い、素材価格の形成に関するカテゴリーの持つ意義について検討するので、レンジの大きさを指標としてアイテムの外的基準に対する影響力の大きさを測ることにした。なお、測度としてレンジを使用すべきか、あるいは偏相関係数を使用すべきかに関しては文献によって区々であり、必ずしも明確な結論は示されていないと言っても過言ではない。

レンジの大きさを指標としてアイテムの外的基準に対する影響力の順位を見ると、表11および表12に示したとおり、マツの場合は、直径(X2)、曲がり(X3)、年数(X6)、材長(X1)、節(X4)、色(X5)、採材位置(X7)、年輪形(X8)の順となる。また、スギの場合は、節(X4)、曲がり(X3)、採材位置(X7)、直径(X2)、年輪形(X8)、年数(X6)、材長(X1)、色(X5)の順となり、樹種によって価格形成に対する各アイテムの影響力の順位が異なっている。

当然ながら、この順位は市場、時期、気候、買方等の条件が違えば微妙に異なるし、設定したアイテム数やカテゴリー区分の仕方によっても異なることになるが、価格の形成に対する各アイテムの影響度の順位を計量的に明らかにすることは、有利な価格形成が期待できる素材の育成のための育林技術の開発や体系化という観点から大きい意義を持つものと言えよう。

表11 外的基準に対する寄与の順位（マツ）

順位	指 標		
	レンジ	偏相関係数	要因群偏相関係数
1	X2 直径	X2 直径	X2 直径
2	X3 曲がり	X3 曲がり	X4 節
3	X6 年数	X1 材長	X3 曲がり
4	X1 材長	X6 年数	X6 年数
5	X4 節	X4 節	X1 材長
6	X5 色	X7 採材位置	X7 採材位置
7	X7 採材位置	X5 色	X8 年輪形
8	X8 年輪形	X8 年輪形	X5 色

表12 外的基準に対する寄与の順位（スギ）

順位	指 標		
	レンジ	偏相関係数	要因群偏相関係数
1	X4 節	X4 節	X4 節
2	X3 曲がり	X3 曲がり	X3 曲がり
3	X7 採材位置	X7 採材位置	X7 採材位置
4	X2 直径	X2 直径	X2 直径
5	X8 年輪形	X6 年数	X8 年輪形
6	X6 年数	X8 年輪形	X6 年数
7	X1 材長	X1 材長	X1 材長
8	X5 色	X5 色	X5 色

以上、アイテムに関する分析を行ったが、これは各アイテムが価格形成にいかなる程度の影響を及ぼすかを示すに止まっているので、次に、各アイテムに関するカテゴリーが価格形成にいかなる影響を及ぼすかに関する分析を行う。既述の理由から、本稿では基準化したスコアを使用するが、マツとスギについて各アイテムに関するカテゴリーのスコアを大きいものから順に配置し、整理したのが図5および図6である。この図において、棒が基準線より上方に大きく伸長しているカテゴリーほど高価格が形成され、下に大きく伸長しているカテゴリーほど低価格しか形成されないことを示す。従って、各アイテムに関して最高のスコアを持つカテゴリーに相当する条件を具備する素材が最高の価格を形成することになる。

図5によると、マツの場合、価格形成に最も大きく影響を及ぼしている直径(X2)に関するカテゴリーでは、C(25)が最大のスコアを持っており、具体的には直径40cm以上の素材がこれに該当する。次いで、C(24)も正のスコアを持つが、C(21)、C(23)、C(22)は負のスコアとなり、これらの結果から、概して小径材になるほど低価格ヘシフトしていくことが分かる。ただ、常識

的には、C(21)、C(22)、C(23)と連続的な変化を示すべきであるが、C(22)とC(23)の順位が前後入れ替わっている。素材の製材上の利用目的との関連でかかる結果が出たものとも考えられ、当該市場では、直径24~28cmの素材は直径18~22cmの素材よりも需要度が相対的に低くなっている。

さらに、マツの場合、曲がり(X3)に関しては、C(34)が最大のスコアとなり、C(31)へシフトするほどスコアが小さくなる。曲がり無しの素材の需要度が大きく、高価格が付くが、曲がり大の素材ほど需要度は小さく、低価格で取引されている。なお、造船材、社寺建築材の一部、梁材等として適度な曲がり材が選好され高価格が付く場合があるが、これらと通常の曲がりとは区別しなければならない性格のものである。今回の調査では、明らかにこれらに該当すると考えられたサンプルは除外したが、一部には、これに該当するものも含まれていると思われる。

年数(X6)に関しては、C(64)がスコアが最も高く、C(31)へシフトするに従ってスコアが小さくなっている。高齢の素材に対する需要度は大きく高価格が付くが、幼齢の素材になるほど需要度は小さくなり低価格で取引されている。材長(X1)は4mもの、節(X4)は無し、色(X5)は赤多し、採材位置(X7)は元玉、の各条件を備えた素材に対する需要が大きいが、これらの条件の違いによる価格差は微小であり、価格全体に及ぼす影響は必ずしも大きくはない。

次に、図6によると、スギの場合、価格形成に最も大きく影響を及ぼしている節(X4)に関するカテゴリーではC(43)が最大のスコアを持ち、節無しの素材がこれに該当する。C(42)とC(41)のスコアは負となり、節が多い素材ほど需要度が低下し、低価格しか付かないことが分かる。曲がり(X3)に関しては、C(34)が最大のスコアとなり、C(33)、C(32)、C(31)へシフトするほどスコアが小さくなり、曲がり無しの素材の需要度は高いが、曲がりが大になるほど需要度は低下し、低価格でしか取引されないことを示している。

スギの場合、採材位置(X7)に関しては、当然ながら、C(71)の元玉が最大のスコアとなり、C(73)、C(72)、C(74)へシフトするに従ってスコアが小さくなり、2、3、4番玉へ移行するほど低価格で取引されている実態が分かる。なお、元玉の採材状態如何によっては2番玉や3番玉の方が選好され高価格が付く場合もあり、価格の形成においては必ずしも元玉が常に優位であるということにはなっていない。本研究でもこのような現象が出ている。

直径(X2)に関しても同様に各カテゴリーの意味付けを行うことができるが、C(23)のスコアが最小となっており、C(22)と順位が入れ替わっている。素材の製材上での利用目的との関連でこのような結果が出たものと考えられ、当該市場では、直径24~28cmの素材に対する需要度が相対的に低くなっていることが分かる。さらに、年輪形(X8)に関しては均一で細かく、年数(X6)が61年生以上、材長(X1)は4m、色(X5)は赤多しの各条件を具備した素材は高い価格で取引されるが、これらの条件の違いによる価格差はさほど大きくなく、価格全体に及ぼす影響は比較的軽微なものであることが分かる。

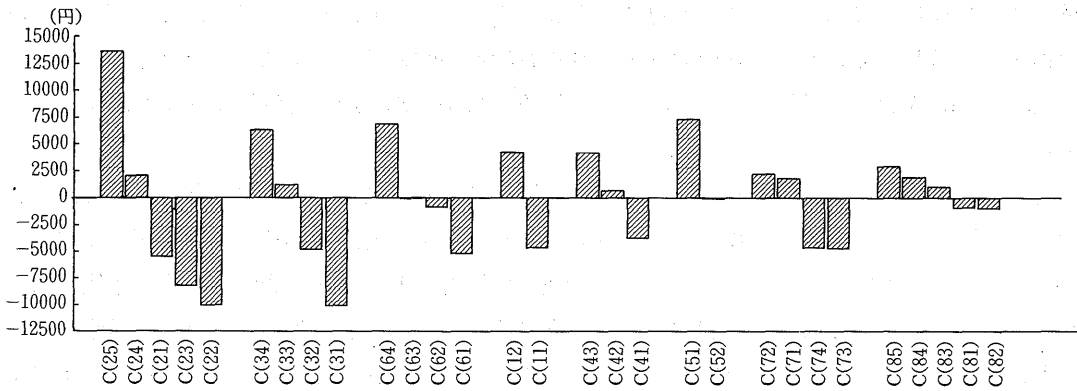


図5 スコア分析図（マツ）

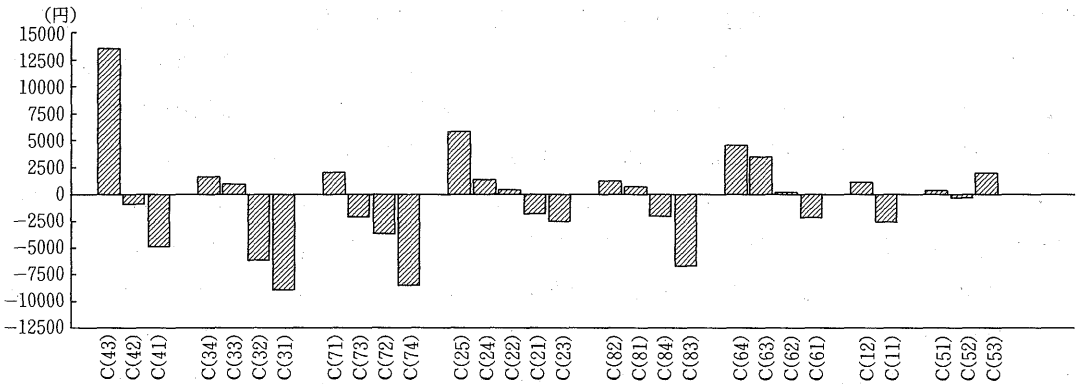


図6 スコア分析図（スギ）

IV 総 括

以上のスコア分析によって、当該市場において高い価格で取引される素材の具備すべき材質に関する条件に関して、その順位や大きさを計量的に明らかにした。つまり、各アイテムに関して最大のスコアを持つカテゴリーに相当する条件を具備した素材が最も高い価格で取引されることになり、今後の育林技術の開発や体系化への指針を示すものと考えられる。ただ、本稿での分析は、標本数にも限りがあるし、時期的にも短期間であり、また、アイテムの設定やカテゴリー区分に関しても再検討すべきところが大きい。従って、本稿は1つのケーススタディとしての結果を示したものにすぎず、偏く通用する一般的な内容を示していない点に注意する必要がある。

本稿の成果は、有利な価格で販売できる素材の育成のための育林技術の体系化や生産目標の設定に1つの指針を示すという点で意義を持つものと言えよう。森林所有者は、林木を育成し、これをより高い価格で販売し、より大きい所得を獲得することを経営行動目標の1つとしているが、そのためには、市場において、いかなる条件を具備した素材が高価格で取引されるかに関する情

報を、客観的かつ計量的に把握する必要があるし、同時に、これらの素材を造成するために必要となる育林技術の確立と体系化という2つの事項が同一ステージで理解される必要があるだろう。

育林業の場合、育林技術の改善とこれによる製品生産との間に大きなタイムラグがあり、製品に関する情報が生産に反映されるのに相当の時間を要する。また、全幹そのままを出荷することは稀であり、節や曲がり等の欠点部分を玉切り造材過程で適当にカットしてから製品として出荷するので、極めて弾力的な対応が可能である。従って、工業製品とは違い生産過程と製品との結びつきが希薄となっている。育林段階までを包含した素材の価格形成に関する問題は、今後の重要な研究課題となるものと思われる。

素材市場は多様な性格を持つため、素材市場における素材価格の形成はマクロ的要因ならびにミクロ的要因の複雑な相互作用によることになり、複雑な内容を持つものであると言えるが、比較的地域を狭い範囲に限定した局所的な素材市場における短期間の素材価格の形成においては、素材の具備する材質が価格形成に強く影響しているものと考えられる。本稿では、素材価格と材質要因との関係を計量的に解析し、素材価格の形成における材質のもつ経営経済的な意義について考察を加えたが、素材の持つ材質と価格との関係は、育林技術の開発と体系化を考える場合に極めて重要であり、さらに研究を進展させる予定である。

引用文献

- 1) 林知己夫：数量化の方法，東洋経済新報社，東京，pp.27～34（1982）
- 2) 加納 孟：森林の取扱いかたによる材質，日本林業技術協会，東京，pp.3～8（1965）
- 3) 河口至商：多変量解析入門Ⅰ，森北出版，東京，pp.94～95（1983）
- 4) 小林龍一：数量化理論入門，日科技連，東京，pp.38～45（1981）
- 5) 駒沢 勉：数量化理論と応用，計算処理過程のノウハウ，数理科学No204，サイエンス社，東京，pp.15～49（1980）
- 6) 西沢正久，真下育久，川端幸蔵：数量化による地位指数の推定法，林試研報176，pp.36～38（1965）
- 7) 筒井迪夫（編著）：現代林学講義3 林政学，地球社，東京，pp.145～147（1983）