

製材業の生産関数分析 (2)

誌名	高知大学農学部演習林報告
ISSN	03894622
著者	坂本, 格
巻/号	10号
掲載ページ	p. 33-39
発行年月	1983年3月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



製材業の生産関数分析

II. 外材工場の規模限界性

坂 本 格

(森林計測学研究室)

Production Function Analysis Relating to Sawmilling Industry

II. The Limitation of Scale in the Sawmills

Processing Imported Timber

Tadashi SAKAMOTO

(Laboratory of Forest Bio- and Econo-metrics)

I ま え が き

わが国の製材業における企業規模の零細性と生産性や生産原価との関係、および規模拡大を制約する加工過程の要因について計量的接近を試みる作業の一環として、既報¹⁾においてはつぎのような分析を行った。すなわち、業態によって類型区分した製材工場のそれぞれについて、生産要素投入に関する規模効果の特性を探ると同時に、限界生産力の水準についても畧算的な推定を試みたのである。その結果、おおよそではあるが明らかにできた傾向の一つは、国産高級材工場、並材工場、外材工場という種類の順序にしたがって、労働、資本といった生産要素の投入効果が、それらの規模に関して通減性を弱めながら、外材工場類型に至ってようやくかすかな通増あるいは不変性を示すかのようになること、および資本投下に関する限界効用は外材工場類型に至ってようやく負値から正值あるいは0に転じるのではないかということであった。これの意味するところは、わが国の製材工場にあっては、規模拡大とくに資本装備の拡充による本来的な規模拡大が、外材類型においてようやく可能かつ有利とすることができるとも知れないが、それを判定するためには、より精密な計量的分析をまたなければならないということであろう。

そこで今回は、通念的にも大規模な設備による量産体制にもっともなじむ可能性が高いように理解されている外材工場の類型について、産出の生産要素弾力性、限界生産力、およびこれら指標を補完する意味で原価と規模との関係などをより精密に計測し、その規模効果の特性、とくに限界性の有無ないしは特徴を分析しようとする。そして、この分析は直接的には外材工場における規模の限界に関する特性を扱うものではあるが、これがもっとも規模効果が大きい類型であることから、分析の結果は同時にわが国製材業全体における規模の限界をも示すことになるはずである。

なお、この分析に必要な資料、とくに重要な財務関係のそれを提供して実態調査に協力して下さった製材業界の方々に心からお礼を申し上げる。

II 方 法

1 生産関数モデルと分析方法

生産弾力性や限界生産力に関する諸係数を推定するために、坂本²⁾が既報において用いたと同様のコブ・ダグラス型の生産関数モデルを使用することとし、(1)式としてつぎに示す。

$$P = bL^k C^j \quad (1)$$

ただし P : 生産指数
 L : 労働指数
 C : 資本指数
 k : 労働の生産偏弾力性係数
 j : 資本の生産偏弾力性係数
 b : 定数

なお、モデルを構成する各指数の計測量としては、生産指数には年間粗生産額、労働指数には工員数、資本指数には総資産額をそれぞれ当てることにする。既報³⁾と異なる点は、資本指数を総資産額によって計測する点であり、こうした変更の理由は、前回におけるような設備出力によって計測された資本指数によってはきわめて粗雑にしか資本の偏限界生産力を推定できなかったことにある。今回の変更によって、直接に資本の偏弾力性が推定でき、それによって対応する偏限界生産力が推定されるので、さきの場合の問題点は克服できることになる。もっとも、資本指数の計測量としては資本設備の評価額である有形固定資産額を当てることを最善とするはずであるが、この場合、今回の分析では大きな線型重合現象を生じるために、やむをえずこの計測量を総資産額に置き換えたものである。

このモデルの生産弾力性係数などのパラメーターの推定は、(1)式の両辺を対数変換した式

$$\log P = \log b + k \log L + j \log C \quad (2)$$

を用い、直接最小自乗法によって行うことにしている。

また限界生産力についても、まゝと同様の推定方法を用いることとし、(2)式をL、Cでそれぞれ偏微分してえられる、つぎの(3)、(4)式によって把握する。

$$\frac{\partial P}{\partial L} = k \cdot \frac{P}{L} \quad (3)$$

$$\frac{\partial P}{\partial C} = j \cdot \frac{P}{C} \quad (4)$$

(3)、(4)式は、労働と資本それぞれに関する偏限界生産力係数に相当しており、それらの右辺第一項には偏弾力性係数、第二項には総産出を総投入で除した、いわゆる平均生産力係数の値をそれぞれ代入して推定作業を進めることにする。ここでは、とくに(4)式の右辺のjが投入要素を資産額で計測して求めた値であること、およびP/Cが資産額当たりの生産額を直接に計測した値であることから、資本の限界生産力係数が、前回の間接推定値から、より精度のよい直接推定値へと変更されていることに注意を払う必要がある。

一方原価およびそれに関連する要素と規模との関係については、つぎのようにして検討を進めることにする。まず原価については、製品の企業間での質の差の影響を消去するために、生産額単位当たりの形で総原価、材料費すなわち製材製品の主原価である原木費、直接製造労務費、および間接費を財務諸表から求める。また原価を規定する、規模以外の要素については、労働と資本の代替度をみるための工員単位当たり資本装備状況、および生産性尺度としての工員と設備動力単位当たりの生産額をそれぞれ求めることにする。つぎにこれらを規定するであろう規模の要素としては、労働は工員数、資本は設備出力数、有形固定資産額および総資産額、産出は生産額を用いることにする。このようにして求めた原価およびその関連要素と規模要素との間の関係については、非線型、対数線型、あるいは単純線型などが論理的には考えられるが、現実には生のデータ、対数変換デー

タの双方によって順位相関係数および積率相関係数をそれぞれ求めても、それらの値は大同小異であることが分かった。そこで、この場合にはもっとも単純に、一般的なピアソンの積率相関係数を推定して、原価要素に対する規模効果の有無ないしは程度を探ることにしたい。

これらの諸数値のうち、生産弾力性係数は、とくにその合計値によって、生産要素投入効果が規模に関して逓減、不変、逓増のうちのいずれの傾向を呈するか判断指標として機能するはずである。また限界生産力係数は、生産要素規模について、追加投入して規模拡大することの可否、あるいは投入の過剰、適正、過少度合いの尺度として用いることにする。原価に関する諸要素と規模の関係は、生産費の低下という規模効果を確めるもので、さきの二つの指標による判断を補完する役割りを果たすことになる。

2 計 測

推定しなければならない生産弾力性係数、限界生産力係数および原価に関する諸数値は、個別企業の投入産出および財務諸表の標本調査によって求める。標本とする企業は、四国に立地する、いわゆる団地型の外材工場を持つものであり、通念的にはもっとも量産体制になじむ類型に属するものである。標本工場は、すべて米ツガ、米マツを原木とし、建築用材を生産するものから選ぶことにする。

調査年次は1978年である。その年次の資料を用いることを最善とする理由は、近時数年のうちで、当該年次および翌年が製材業界の好況の時期であり、製材製品価格はピークにあること、また原木価格は1979年頃までは横ばい傾向、その後上昇傾向にあることから、調査年における利益は最大と判断できるのであり、限界生産力ももっとも大きい段階に至っていると想定できるし、したがってこの時点の生産力を割り引くことによって平常ないし不況時の状況の類推がしやすいという事情を考慮してのことである。

Ⅲ 生産弾力性と規模効果特性

さきのようにして選定した11の標本外材工場の投入産出資料を用い、(2)式の回帰係数として生産弾力性係数すなわち労働の弾力性係数 k と資本の弾力性係数 j を推定した。その結果と関連資料をあわせて表1に示した。なおそこには、比較、対応させて外材工場の特長、位置づけを容易に理解するための材料として、国産スギ材を原木とする高級材工場、および並材工場の例を併記しておいた。

問題の外材工場の生産弾力性係数値を表1によってみると、労働に関する k は0.435で高度に有意、資本に関する j は0.695で有意となっている。この場合は、労働の生産弾力性は、対比させた国産材工場の二つの類型の場合と大差のない水準にあるが、資本のそれはスギ高級材工場においてほとんど0であるのに、並材工場において約0.4に増加し、さらにその傾向を強めて外材工場に至っている。つまり、資本装備の生産性上の効果が上昇しているのである。ただし、外材工場の場合における二つの生産弾力性係数値の間には有意の差は認められないので、 j が k より大きな値をとるようになり、労働を資本で代替することが有利になっていると断定することはできない。しかし、少なくとも他の工場類型よりも資本の効果は高く、資本装備を拡大するという本来的な規模拡大に、相対的にはなじむものとはいえよう。

つぎに、総合的に規模効果の特性を表現する、生産弾力性係数合計値 ($k + j$) をみよう。表1において、国産材工場類型におけるその値がいずれも1以下であり、対応する規模効果は逓減的である。国産材工場は小規模を有利とする特性をもっているのに対して、今回の外材工場の場合は明らかに異なる性質を呈している。すなわち、($k + j$)の値は1.13を示し、外材工場にあっては規模効果の逓減性は消滅するように見える。しかし、この合計値は1と有意の差を認めることができないとこ

表 1 生産弾力性係数と関連統計値

企業類型	スギ高級材	スギ並材	外材
原木	天然スギ材(40%~) 国有林材(70%~)	人工スギ材(50%~)	米ツガ 米マツ材(100%)
標本企业数	15	8	11
生産弾力性係数			
労働(k)	0.580*	0.469*	0.435**
資本(j)	0.097	0.398	0.695*
合計(j+k)	0.659	0.867	1.130
重相関係数	0.83	0.94	0.99
標本幾何平均			
産出(万円)	34,375	19,977	76,787
労働(人)	20.19	15.39	21.45
設備出力(kw)	145.11	110.06	166.06
資本資産(万円)	—	—	48,681
標本範囲			
産出(万円)	62,061	44,034	758,460
労働(人)	55	42	75
設備出力(kw)	452.0	210.0	320.0
資本資産(万円)	—	—	566,777

注) 1 スギ高級材, スギ並材類型については, 坂本格, 製材業の生産関数分析 I, 高知大演報, 9 (1982) による。

2 *, **はそれぞれ有意水準が95%および99%であることを示す。

ろから, この場合の規模効果は通増性をもつとはいえないものの, 少なくとも不変的な状態に近いという判断が成り立つであろう。生産要素の投入効果が, 投入規模に関して不変であれば, 小規模な企業と大規模な企業とが混然と共存する状況が存在するはずであるが, 表 1 の最下欄の範囲の値を各類型間で比較しても, 外材の場合には大きな値を示す項目が比較的多いものの, 設備出力などの面で必ずしも大きな値が認められず, したがって, 現実には十分にこの規模効果の不変性を裏づけてはいない。しかし, 少なく

ともその規模効果の特性を否定する材料は見当たらない。

IV 限界生産力の段階

労働, 資本それぞれの生産要素の投入規模に関する偏限界生産力係数は, 表 1 に示した生産弾力性係数と平均生産力係数とを用い, (3), (4)式によって推定した。また, 限界生産力が, 当該生産要素の追加投入を可能とする段階にあるかどうかの判定指標として, 労働, 資本それぞれの機会費用と限界生産力係数との比を用いることとし, 労働の機会費用としては工員平均賃金, 資本の機会費用としては利子相当額を当てた。これらの推定結果は, 表 2 にとりまとめて示すとおりである。また, 表にはさきと同様の趣旨で, 国産材工場の二類型の場合の値をも併記してある。

表 2 によれば, 労働の偏限界生産力係数は工員 1 人当たり年額で, 外材工場の場合 1,556 万円と他の類型に比較してかなり高水準にある。機会費用比も 1 をはるかに超えており, したがって労働に関しては他の類型にもましてその増投を可とするものといえる。そして増投方法としては, 単なる操業度増, および資本装備拡大あるいは縮

表 2 限界生産力と機会費用との比較

企業類型	スギ高級材	スギ並材	外材
平均生産力係数			
労働(万円/人・年)	1,703	1,298	3,580
資本(円/円)	1,063	0,816	1,577
限界生産力係数			
労働(万円/人・年)	988	609	1,556
資本(円/円)	0,084	0,325	1,097
機会費用			
労働(万円/人・年)	157	157	222
資本(円/円)	1,06	1,06	1,06
限界生産力の機会費用比			
労働	6.29	3.88	7.01
資本	0.08	0.31	1.03

注) スギ高級材, スギ並材類型については, 坂本格, 製材業の生産関数分析 I, 高知大演報, 9 (1982) による。

小と対応する投入の二つの場合が考えられる。

一方資本の偏限界生産力係数は、資本1円当たりの年額で、外材工場の場合他の類型よりもはるかに大きい1.097円を示している。機会費用額を規定する利率を6%とした表2の場合には、国産材類型においては限界生産力の機会費用比が1をはるかに下まわっているのに対して、問題の外材工場の場合には1.03という値をとっている。その値は、もしも利率を10%にとれば1以下になるとい、いわば、かなりきわどい水準にある。資本の機会費用を平均利潤率を目安にして設定すれば、恐らくはその比は1にきわめて近い値をとることになろう。要するに資本の偏限界生産力の機会費用比は約1であり、したがってその純限界生産力は0に近い段階にあるものと察せられる。

さきにふれた労働の限界生産力はかなり高水準にあるところから、封鎖的な状況下にあるならば資本は労働によって代替され傾向が生じるはずであり、当然資本装備の縮小と操業度増大を含む労働力の増投に帰結する。また封鎖経済的条件が存在しない場合には、外材工場も資本の追加投入は積極的な合理性をもたず、したがって単なる操業度増による労働の追加投入が生じてよい段階にあるといえよう。

V 原価と投入産出規模

製材製品の原価およびその関連要素としての資本装備、生産性と投入産出規模の間の相互関連を、外材標本工場個別資料から求め、相関係数の形で整理した結果が表3である。規模に関しては、労働は工員数、資本については設備出力数、有形固定資産額および総資産額、産出は生産額を用いているが、総資産に関してはその構成比の中で原木や仕掛品、製品の占める部分が大きく、したがってその額は産出に大きく連動している。

まず機械化ないしは多くの場合に合理化尺度の一つとなる資本装備水準と規模の関係を、表3から眺めよう。工員単位当たり設備動力数を資本装備水準の尺度とした場合には、ほとんどの規模要素との相関係数値は、有意ではないが、弱度の負の値をとっている。これに

表3 外材類型における規模要素と原価要素との相関係数

原価要素	規模要素		資本			産出
	工員数	設備出力数	固定資産額	総資産額	生産数	
資本装備						
工員単位当たり設備動力	-0.41	0.10	-0.26	-0.45	-0.45	
工員単位当たり固定資産額	-0.12	-0.06	0.67*	-0.14	-0.13	
生産性						
工員単位当たり生産額	0.80**	0.64*	0.57*	0.86**	0.87**	
設備動力単位当たり生産額	0.87**	0.56	0.50	0.95**	0.95**	
原価						
生産額単位当たり総原価	-0.15	-0.30	-0.47	-0.06	-0.06	
材料費	-0.06	-0.01	-0.57*	-0.03	-0.02	
直接労務費	0.01	-0.16	0.43	0.05	0.03	
間接費	-0.15	-0.05	0.45	-0.11	-0.11	

注) *, **はそれぞれ有意水準が95%および99%であることを示す。

対して、動力数のかわりに装備の質の評価をも加味したところの固定資産額を用いた場合には、ほとんどが0に近い負値、固定資産額を規模尺度としたときだけが有意の正值0.67となっている。これらのことから、外材工場の場合には、設備内容が質的に高度化しかつ大規模化するに伴って資本装備率は高まってはいるが、装備の大型化および労働の資本への代替などの効果が産出に及んでいない面が多いといえよう。

つぎに生産性に対する規模の影響をみよう。表3の工員単位当たり生産額で計った労働の生産性と規模要素との相関関係は、いずれも有意かつ高度な正值であり、設備動力単位当たり生産額で計

った資本の生産性と規模の関係も、資本装備の規模については若干係数値が低いものの、全体としては労働の場合と大同小異である。したがって生産性は、規模拡大に伴って上昇しているといえる。

さて原価そのものについて表 3 の値を観察しよう。総原価と規模要素の大きさの相関係数は、いずれも有意ではない負値を示す。しかし産出規模との相関関係はないものと判断できるので、投入要素規模との関連について考えてみる。ここでは係数は有意ではないから、生産要素のすべてについて、とくに資本についてはやや高い水準にあるものの、投入の規模とくに資本装備の高度化を伴う場合でも、それらの規模の拡張に比例的に総原価が減少する傾向にあるとは認定できない。もっとも材料つまり原木に関する原価においては、固定資産額との相関係数が有意の負値であることから、資本装備の高度化を伴う拡張につれて減少する傾向を認めることができる。しかし、その他の要素規模との相関関係はないものと考えられよう。直接労務費および間接費部分の原価に関しては、固定資産規模との相関にだけ若干大きい正值が示されているものの、有意の水準に達せず、材料費部分とは反対の変動傾向を認定するには至らない。ともあれ、こうした原価構成要素の、異なる方向の変動が相殺された結果が、総原価の、規模に関する無関心的変化に帰結したものと判断されよう。要するに、資本装備の規模による変化、生産性に対する規模効果などは認められるものの、それらは総原価に対する規模の効果となって表れてはいないという判断を捨てきれない。したがって原価総体については規模効果を認定できない。

VI 規模の限界性

外材製材工場にあっては、これまでの生産弾力性分析を通じて、生産要素投入の産出への効果は、要素の投入規模の拡大に関して定率を保つという、規模についての不変性があることを推定した。また限界生産力の分析を通じては、労働の純限界生産力はかなり高いが、資本のそれはほとんど 0 に近く、したがって少なくとも資本の追加投入、すなわち資本装備の拡大は行いえない段階に至っているし、場合によっては資本は労働によってかなり代替されうる状態にもあることを推論した。さらに原価と規模の関係を検討して、生産要素の投入規模の変化が必ずしも原価の大きさに対応しておらず、原価に対する規模の効果は認め難いことも推定した。

これらの三点についての推定結果を総括すれば、比較のために例示した国産材工場が、いわば小規模有利性をもつとは全く異なっており、外材工場の場合には規模の大きさと投入産出関係の効率はあまり対応せず、したがって規模による優劣は生じにくい特性を有するといえる。しかし、資本装備の拡張は困難な段階にあることから、零細規模から大規模に至る各種階層の工場が共存できるのではなく、現状程度の規模範囲内での共存状態が考えられるという判断が成り立つであろう。そして、不況の時期にあっては、分析に用いた好況時の限界生産力係数の値が、少なくとも生産物価格の下落に対応した程度は下落するはずである。このような場合、国産材工場の場合には小規模有利性を利用して、規模を縮小し、限界生産力の上昇を図るという対応が可能であろうが、外材工場の場合にはそうした設備規模操作の効果は期待し難く、規模の大小を問わず不況には相対的に弱いともいえそうである。したがって、外材製材工場は大規模化は必ずしも不利ではないが、よほどの好況状態でなければ規模範囲は拡大せず、その範囲内で一様に経済的に脆弱な体質をもった、比較的多様な規模の工場が共存するといった規模特性、限界性を有するものといえよう。

VII ま と め

製材工場のいろいろな類型の中で、大規模化による量産体制になじむ可能性がより高いかに理解されている外材工場類型について、ダグラス型の生産関数モデルを用いて生産弾力性および限界生

産力を精密に計測し、あわせて原価と規模の関係を分析することによって、これまで明確でなかった、その類型の規模効果の特性、とくにその限界性の有無ないしは特徴をとらえようと試みた。

分析の結果、外材製材工場類型にあつては、規模効果は不変的で、多様な規模の工場が共存できる可能性は有するが、好況時でも資本の純限界生産力が0に近く、かつ規模操作によってその限界生産力を上昇させにくいことから、ほとんどの場合限られた規模範囲を超えた大型化は困難であるといった規模効果の特性、限界性を有することを推論した。

文 献

- 1) 坂本 格, 製材業の生産関数分析 I. 要素生産性と規模効果, 高知大学演習林報告 46, 9, 46—50, (1982).
- 2) ———, 前掲 1), 40.
- 3) ———, 前掲 1), 44.

Summary

This paper treats of the main characteristics of returns to scale and the limitation of scale observed in our sawmills processing imported timbers from U.S.A.. The parameters of production function and the relations between cost and scale, estimated from eleven sample firms in Shikoku district, lead us to the following conclusion.

1. Because it is estimated that the sum of production resource elasticity coefficients does not differ from 1 statistically, their returns to scale are judged as fixed and linear. And their total production cost varies indifferently in scale, too.

2. Comparison of the resource marginal products indicates that their additional capital investment is disadvantageous and rather to alternate labor.

3. Due to the same rate effect of differences and variations in the scale of production, they can vary their scale randomly in principle, but in the existing economic circumstances its expansion will be limited because of their null marginal net products of capital.

(1982年12月13日 受理)