

## 日本における第二次世界大戦後の木材価格と需給構造に関する計量的研究の概観

### Overview of Econometric Researches on Price and Demand/Supply Structure after World War II

行武 潔

Yukutake, Kiyoshi

キーワード: 趨勢変動, 木材価格, 需給構造, 価格弾性値, 固定的供給量

要約: 第二次世界大戦後の木材価格と需給構造に関する近代経済学的アプローチによる研究は、赤井、半田、岸根、野村の4氏に代表されよう。本稿ではこの4氏の研究成果を中心にその後の研究成果も含めて検討し、今後の方向を示唆する一助としたい。検討の結果は以下のとおりである。(1) 赤井は、木材価格変動を上昇期、下降期の趨勢変動に注目して期間を区分し、その間の需給構造の変化から各期の上昇、下降の傾向を検証した。(2) 野村・半田の価格論争において、価格弾性値は分析期間、対象品目また需要、供給関数の推定結果の確かさにより異なるものの、野村の指摘のように国産材需要、供給の価格弾性値の推定結果は、岸根やその後の研究を含めても0.2~0.5ほどでともに非弾力的であると推察される。(3) 高度経済成長期は以前とは違って需要のシフト要因と補完材というよりも代替材としての外材の影響が特に顕著となったことが指摘される。(4) また岸根の供給行動を効用理論で説明するのは些か無理があり、貨幣と留保需要(固定的供給量)の効用最大の選択問題とするよりも固定的供給量(利用可能蓄積量)を、期待価格のもとに今伐るか将来伐るか利潤最大の選択問題とした林家の経営行動とした方が妥当であろう。

Abstract: Economic studies of the timber price and the demand/supply structure after World War II had been conducted mainly by the following four researchers, Akai, Handa, Kishine and Nomura. In this report,

we overview their research results as well as those of others afterwards. Our findings are as follows. (1) Akai analyzed the time trend based on the ascent or decent of timber price, and discussed the trend fluctuations from the change of demand and supply structure. (2) On the debate of price by Nomura and Handa, price of domestic timber demand and supply were estimated to be non-elastic with approximately 0.2–0.5, from Nomura, Kishine and the later studies like that of Nomura, although the estimation of the price elasticity differs for the target period, products and the derived supply and demand function. (3) In the period of the high economic growth rate, the price fluctuation was influenced remarkably by the shift factor of the demand and the imported timber as a substitute material replacing the domestic timber rather than as a complementary material. (4) It may not be able to describe the supply behavior of forest owner by the utility theory. A multiple-choice assumed profit maximization, that is, whether harvesting the fixed amount of timber (an available forest inventory) now or later with an expected price, may be more suitable for this purpose than a multiple-choice of money and the reservation demand (an available forest inventory), which assumed the utility maximization.

Keywords: Demand/supply structure, fixed supply, price elasticity, timber price, trend fluctuations

## 1. はじめに

林業経済の計量的な分析の歴史は、戦前の望月(1929)に代表されるようになり古く。三井(1937)は、木材需要の長期予測のために1901~1935年の年次データを基に方程式の推定を行った。しかし、計量的な分析を試みた研究者は決して多くない。これは戦後の日本が経済学といえば多くがマルクス経済学と思われていたように、林業経済学の分野でもマルクス経済学を分析道具とする研究者が多かったことによる。

望月(1929)の「生産の得る處の利潤も失ふ處の損失も共に其處の市場價格の變動に基き消費者の經濟生活の安危も小賣價格の變動より生み出される如く經濟社會の諸の現象は價格の變動を核心とする」とあるごとく、價格變動に関する研究が重視されかなり多い。戦後は38編程があげられるが、特に季節變動、趨勢變動、循環變動の特性についての解析が進められた。

價格の變動の背景には需要と供給の變動が影響する。本格的なミクロ経

経済学の理論を踏まえた分析は、少ないながら戦後にはじまった。その代表的な研究成果として上げられるのが、赤井 (1965)、半田 (1961)、岸根 (1962)、野村 (1957, 1961) である。本報告では、林業経済学界において近代経済学的アプローチを試みた草分け的存在である 4 氏の論文を論じつつ、その後どのような計量的な展開がなされたかを述べていくこととする。なお、これまでの林業経済並びに森林資源管理等の計量的な研究の系譜については、熊崎 (1967a, b)、高木 (1972)、行武 (1999)、立花ら (2006) があげられる。本報告もこれらによるところが大きい。

## 2. 木材価格と需給構造

### 2.1. 赤井説

赤井 (1965) は木材価格の趨勢変動に焦点を絞って研究を進めている。その根拠は、以下の理由による。一般に趨勢変動とは長期にわたって持続する上昇あるいは下降の時系列の基本的な運動をいう (森田, 1948)。しかし、趨勢変動と循環変動の区別はつけがたいもので、ある一定期間で趨勢と考えられる現象がより長期間を考察する場合には、循環の一過程とみなしうる。例えば、10 年間で析出される上昇傾向は 50 年の過程のなかにおける循環の一上昇局面と見なしうる。

このような見方からすれば、ある期間で継続する価格の変動傾向は、循環の一局面とも趨勢ともみなすことが出来る。これに基づいて、次の二つの形態を趨勢と考えている。第 1 に、長期趨勢、赤井は具体的には日本資本主義が発展の緒についた明治 20 年から昭和 36 年 (1887~1961) までの 75 年間の基本的な変動傾向についてみている。第 2 に、より短期の趨勢、具体的には明治 20 年から昭和 36 年 (1887~1961) までの間に見られる上昇傾向の時期と下降傾向の時期を区分してみればそれは趨勢変動とみなしうる。これらの変動の長さは典型的な循環変動であるキチンの波よりは長く、一つの上昇あるいは下降傾向の上に 2~3 のキチンの波が生じているような形になっている。

木材価格が一定方向に傾向的な変動をしている場合、それに対応した需給構造をもっているものである。価格の上昇が大きければ大きいような、

小さい場合は小さいような需給構造があるはずである。とすれば、価格の趨勢を中軸として需給構造の展開をみていくことが可能であろう。赤井は趨勢変動をこのように長期と短期に分けて、需要、供給両側の要因である伐採面積、需要・供給量、輸入量、所得、木造建築着工面積の動向等との関係をみて需要、供給のシフト具合等を検討し、長期的、短期的に価格の上昇、下落の傾向を検証した。以下、その成果を紹介する。

- 長期的趨勢変動: 明治 20 年から昭和 36 年 (1887~1961) までの 74 年間における日本銀行の実質化された年次木材卸売物価指数について、時間を説明変数とした 1 次方程式を用いて木材価格は年当たり 0.92 ポイントずつ上昇する傾向にあることを指摘した。この背景には基本的要因として、次のことが指摘されている。第 1 に、需要の増加に国内材の生産力の発展が対応できずに輸入材により需給バランスを取らざるを得なかったこと、第 2 に、外材輸入価格が長期的には緩やかな上昇を示してきたこと、第 3 に、この結果、国産材もまた長期的に緩やかな上昇をせざるを得なかったこと。

この期間は、外材輸入は年間約 40 万石 (約 11.1 万  $m^3$ ) で、国産材の方が外材より安かった。国産材と比較して必ずしも外材価格は安くなく、第 1 次大戦前の外材占有率はごく僅か、外材が増えた大正末期から昭和恐慌、第 2 次世界大戦後木材輸入の自由化が始まった昭和 36 年 (1961) に掛けても、その占有率は最大で 15% 程度であった。外材は国産材の不足を補う補完材的認識がなされていたことが理解される。

- 期間別の趨勢変動: 期間別の趨勢変動は、以下の 6 期間に分けられている。

- 1) 明治 20 から明治 30 年代初め (1887~1897) までの 11 年間上昇期: この間の卸売木材価格は、実質的に年率約 3% 上昇し、この要因は次のように指摘されている。第 1 に、木材需要は経済発展の低い水準に対応してそれほど多くなかったこと、第 2 に、外材輸入が少なく需要は国産材の供給によっていた。その主体は民有林材で、伐採方法に大きな進展はなく、伐採地点が奥地化したこと、第 3 に、木挽き・伐木運材夫等の労賃が著しく上昇したこと。

2) 明治 30 年代初めから大正 4 年 (1897~1915) までの 19 年間下落期または横這い期: この間の日銀卸売木材価格は、名目では僅かに上昇したが実質では 1% の下落であった。この要因も供給側の変化が上げられている。第 1 に、鉄道の発展で東北その他に新たな木材供給地が開けてきたこと、第 2 に、国有林、御料林が、積極的に供給量を増大させたこと、第 3 に、鉄道の発展とともに各地に製材工場が出来、製材コストを低め、木挽き労賃の上昇を抑えたこと、第 4 に、北海道開発の進展・道材輸出の後退等から道材の供給が増加したこと、第 5 に、木馬等の伐出技術の普及発展がみられたこと。

3) 大正 4 年から大正 9 年 (1915~1920) までの 6 年間上昇期: この間の木材価格は名目で年率 27%、実質で 7% の上昇を示した。この理由としては、次のことが指摘されている。第 1 に、第 1 次大戦を景気に、経済が飛躍的に発展し、木材需要が増大したこと、第 2 に、海上運賃及び国際的な木材上昇により外材輸入の増加が困難で、国産材の供給によって対応せざるを得なかったこと、第 3 に、国有林、御料林は保続原則の立場から供給量を増やせず、もっぱら民有林の供給に依存せざるをえなかったこと、第 4 に、供給増加のためにはさらなる伐出の奥地化が必要で林道の増設が不可欠であったが、木材業者や森林所有者の自力では困難であったこと。

4) 大正 9 年から昭和 5 年 (1920~1930) までの 11 年間 下落期: この間、木材需要は増加傾向にあったにもかかわらず、大正 8 年 (1919) を峠に木材価格は下落に転じ、名目で年率 9%、実質で 5% の下落となった。これには以下の原因が上げられている。第 1 に、明治から大正 9 年までは我が国はむしろ木材輸出国であったが、関税引き下げ、海上運賃の下落等により、大正 10 年 (1921) 以降安く、下落傾向を示していた米材、北洋材の輸移入が増大したこと、第 2 に、国有林が収入確保の意味もあって供給を増加させ、価格下落を加速させる役割を果たしたこと、第 3 に、量的に多くはなかったが、民有林に対する林道補助政策が大正 15 年 (1926) から始まり、供給力増加の途を開いたこと。

5) 昭和 5 年から第二次世界大戦 (1930~1940) までの 10 年間上昇期: 昭和 5 年から昭和 14 年 (1930~1939) までの木材価格の推移は、名目で年率 15%、実質で 9% の上昇であった。国産材は 4% であったのに対し、米材、

北洋材が10%以上の上昇を示した。基本的な要因としては、軍需産業の拡大、日支事変以降の中国向けの輸出増大で、木材需要は増大傾向にあったが、供給側の外材輸入が激減したことによる。外材輸入の減少は、木材関税の改革、為替レートの変化、海上運賃・米国産地価格の上昇、ソビエト木材輸出政策の変化等の理由が指摘されている。一方、国産材価格の上昇は緩やかであった。これは、急激に民有林材の供給力が増したことによる。すなわち、国産材の供給条件が、昭和恐慌以降の民有林林道政策による林道開発の進展、明治中期からの人工造林が伐期に達したことにより、大幅に改善されたことによる。

6) 第二次世界大戦後、昭和20年から昭和25年(1945~1950)までの6年間下落期、昭和25年から昭和36年(1950~1961)までの12年間上昇期: 昭和25年(1950)まで一時的に実質的な下落傾向を示したが、その後昭和36年(1961)まで名目で7%の上昇を示した。戦後の一時的下落は木材需要の減少と、これに対して戦争中に拡大した木材供給力が引き継がれていたこと、トラック輸送の発展と復員、外地からの引き揚げ者が山村に滞留していたこと、また第3次農地改革により森林の開放の風潮が流れたこと、一時的な財産税納入の必要があったこと等から、森林所有者が容易に伐採をしたことなどが上げられている。その後の木材価格上昇は、以下のことが指摘されている。すなわち、需要側をみると、昭和30年(1955)頃まではパルプ用材の需要が顕著であったこと、設備投資と結びついた建築用材需要が増大したことである。一方供給側をみると、外材輸入は海上運賃、産地価格の高騰で供給増加は望めなかった。国産材は資源構成からくる制約で、供給増加が見込めなかったことによる。

以上のことから、以下の特徴が指摘される。明治20年から昭和36年(1887~1961)までの74年間、木材価格は長期的には上昇傾向で、基本的に木材需要が増加傾向にあったこと、これに対し供給側は、国産材の場合、林道、伐出等の生産基盤の整備が需要に対応しきれない、あるいは資源的制約の影響を受けやすいこと、また外材輸入は少なく国産材の不足を補う補完材的な理解がなされている。一方、短期的な傾向の期間は上昇期が11、6、10、12年間、下落期が19、11、6年間で区分されており、明治から大正に掛

けでの変動期は長く、第 1, 2 時大戦時期をのぞけば 10 年くらいの期間区分がされている。赤井のこのような分析視点は、外材の大量輸入を迎えた第 2 次世界大戦後の木材需給構造にも向けられ、講じられた林野諸施策の変遷を踏まえつつ、新たな時代における日本林業の方向を提示することになる(赤井, 1980)。

## 2.2 野村説

野村も赤井同様木材の価格変動の背景には需給構造があり、その変動は需要、供給のシフト具合に影響されるとした。そしてそれらの価格弾力性がともに非弾力的であることを計量的に推定して、木材価格の均衡は不安定的であり、経済条件の変化により容易に影響され変動する性質を持っていることを指摘した。その根拠となる需要関数は、以下のように示される。 $D$  は需要量、 $P$  は価格である。野村(1957)は昭和 27 年 4 月から昭和 28 年 1 月(1952.4~1953.1)までの短期間のデータであるが、平均的に  $b = -0.53$ 、木炭  $-0.45$  という結果を得ている。これに先立ち岸根(1952)は、昭和 2 から昭和 13 年(1927~1938)のデータから 6 年ごとの移動平均により平均的に  $b = -0.543$  とほぼ同様の値を得ている。

$$[1] \quad D = AP^b$$

このように需要の価格弾力性が非弾力的な理由として、以下のことを掲げている。第 1 に、商品群を一括してみると代替関係がほとんどない。第 2 に、需要は、所得、人口、景気等の影響受け、価格の影響は余り受けない。第 3 に、紙・パルプは生活必需品である。供給の価格弾力性について、以下のことから非弾力的であると指摘している。第 1 に、林木の育成に長期間を必要とする。第 2 に、利潤最大を前提とする企業の行動理論よりも、所得の極大あるいは安定、すなわち家計費の獲得を目的としている。よって場合によっては、右下がりの供給曲線となることもあり得る。理由の事例的根拠として、青梅林業の林家を対象にした次の調査結果が示されている。なお、林家は大規模(第 I 階層: 20 町歩以上)、中規模(第 II 階層: 5~20 町歩)、小規模(第 III 階層: 5 町歩以下)に区分している。「山林で利益を上げ

表 1. 立木価格と伐採の関係

階層	第 I	第 II	第 III
(イ) 立木価格の高い時にはより多く伐採し、 安い時にはより少なく伐採している	82%	60%	55%
(ロ) 立木価格の高い時にはより少く伐採し、 安い時にはより多く伐採している	18%	20%	36%
(ハ) 立木価格の高低に関係なく森林の 保続に主体を置いて一定量しか伐採しない	-	-	9%
(ニ) 立木価格の高低には関心を持っていない	-	-	-
(ホ) わからない	-	20%	-

注) 野村 (1957), 74 頁より引用, 作成.

ることを目的としている」については、第 I 階層が 86%、第 II 階層が 67%、第 III 階層が 43% と、規模の大きい林家ほど「山林で利益を上げることが目的としている」が多くなっている。また、「立木価格と伐採の関連」は表 1 に示すように、「イ、立木価格の高いときより多く伐採し、安いときにはより少なく伐採」が各階層とも多いものの「ロ、立木価格の高いときより少く伐採し、安いときにはより多く伐採」もかなり多く、規模の小さい第 III 階層が 36% と最も多いものの、大、中規模階層も 20% ほどある。

第 3 に、昭和 28 年 1 月から昭和 32 年 5 月 (1953.1~1957.5) の需給量と価格のデータに基づき、その弾性値を 0.39 と計測した (野村, 1958, 1961)。この弾性値の妥当性を、資源的制約、需要に充分対応しきれない生産基盤等により供給曲線があまり動かず、需要曲線は経済復興、発展に伴う所得の増加により右上方に大幅にシフトする場合、ブソイド供給曲線が推定されるとした。上記の理由に加えて製材工場も零細で立木生産の性格に規定されることから、木材の供給曲線は非弾力的、需要も非弾力的で、結論的には短期的動態下における木材価格の均衡は不安定的であり、経済主体の予想等の経済条件の変化、あるいはその他の一般的な経済条件の変化により、容易に影響され変動する性質を持っている、としている。野村の関心事は木材価格機構が充分その機能を果たしているかどうかであり、林産物価格論 (野村, 1961) に総大成している。

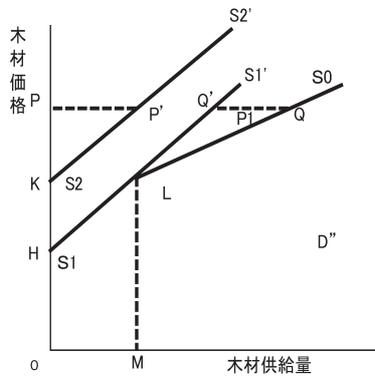


図 1. 屈折した木材供給曲線  
半田 (1961, p. 111) より

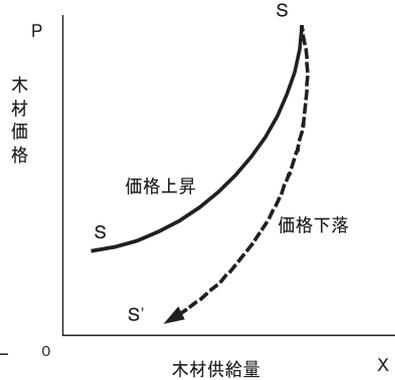


図 2. 短期の供給曲線  
半田 (1961, p. 82) より

### 2.3. 半田説

半田 (1961) は木材の生産過程を、採取的林業と育成的林業に分けた二範疇林業論 (石渡, 1952) に基づく費用概念を明確にしつつ、供給曲線の特徴を提示した。すなわち、採取的林業とは、原生林を伐採、搬出し、市場まで輸送するもので、図 1 において伐出、販売に関する費用  $OH$  を償いさえすれば供給を開始し、一方育成的林業は、林木の育成過程とその伐出・輸送過程とが包括される。従って、育成的林業の供給は、育林費をすべて一定として  $HK$  とすると、伐出・販売過程 ( $OH$ ) を内包した  $OK$  に木材価格が達した時に初めて開始されることになるとした。よって、採取的林業の場合の供給曲線は  $S1S1'$  となり、育成的林業の場合はこれに育成過程と伐出・輸送過程等の費用等を含めた  $S2S2'$  の曲線となる。育成過程が不要な段階では供給曲線は  $S1L$ 、育成過程からの伐出が始まると  $LS0$  となり、木材の供給曲線としてはこれらを合わせた  $S1LS0$  のような屈折した供給曲線が描かれることになる。

また、短期供給曲線の考察に当たっては、図 2 に示しめすように、平均費用を木材価格が下回っていても価格上昇の時よりも価格下落の時の方が平均可変費用に達するまでは、固定費用の負担を軽減すべく赤字を少しでも

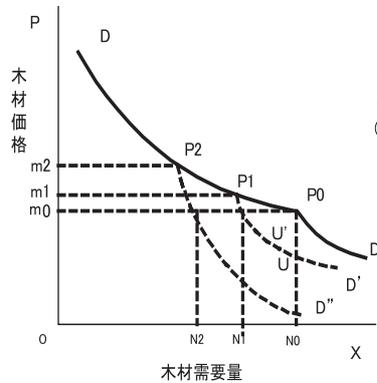


図3. 需要の非可逆性  
半田 (1961, p. 44) より

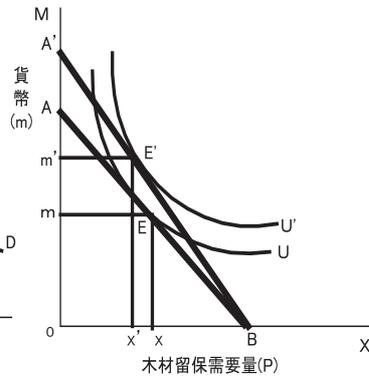


図4. 貨幣 (m) と木材留保  
需要 (x) の選好  
岸根 (1962, p. 115) より

埋めようとし、規模を縮小しながらも生産を続行するため、価格上昇期よりも供給曲線も非弾力的となることに注意しなければならない、としている。立木価格変動に対する林家の短期的行動様式に、供給を弾力的にする方向として、貨幣取得自体を目的とする限り、価格上昇期に多く売り、下落期に売り控えようとするであろう。これはいわゆる一般的な利潤最大を前提とする企業行動に相当する。一方、短期的な林木供給を非弾力的とする要因は、価格上昇期における大規模所有者の投機的行動、あるいは一定所得を得た後の余剰を林木蓄積として資産増殖を図る行動による伐り控え、逆に価格下落期には、小面積所有者は日常生活の必需品調達のために販売量を増やす。戦後、大山林所有者の一部が企業家的な林業経営を行うようになったとはいえ、木材価格の急上昇によって将来いっそう強気の予想を抱かせ、蓄積選好的な消費パターンとあいまって木材供給を硬直的にしており、どちらかといえば、価格変動に対する木材供給を非弾力的にする要因の方が強い、というのが常識化した見解としている。これは、野村が稀であるとした価格下落期には生産量を増やし、価格上昇期には一定所得を確保したら生産量を減らすという理解と共通するが、供給曲線が右下がりまでは想定

していない。

需要曲線については木材の需要が非可逆性を持つことを指摘し、図3のような需要曲線を想定した。すなわち需要曲線は価格上昇に対する需要(量)の減少には弾力的、しかし価格下落に対する需要(量)の増加には非弾力的である。図-3において、木材価格  $0m_0$  の時の需要量を  $0N_0$  とする。需要曲線  $DD$  は  $P_0$  から左方向は弾力的、右方向へは非弾力的である。価格が上昇して  $0M_1$  になると均衡点は  $P_0$  から  $P_1$  に移動する。その後価格が下落して  $0M_0$  に戻っても、均衡点は  $DD$  上を逆行することなく、新しくより非弾力的な  $P_1D'$  上を右へ移動し、需要量は  $0N_1$  に落ち着く。このような現象は、伝統的な使用方法や消費慣習にささえられて惰性的に消費されている財と、科学的に優れた品質をそなえた新製品との関係において、しばしばみることができる。家庭燃料としての木炭や薪にはこの性質が顕著である。すなわち薪炭価格が上がってプロパンガスなどへの代替が進むと、家庭燃料に対する消費者の消費パターンが変革し、薪炭需要がもとの水準に達するのは容易でない。木材とその代替資材との間にも多少ともこれに近い関係がみられる、としている。

上昇期には需要の価格弾性値は弾力的となり、下降期は非弾力的となるという、弾性値の非対称性の指摘は興味深い。消費パターンが変わったということは、従来の効用の組み合わせではなくなったということであるから、従来の需要曲線ではなく違う需要曲線にシフトしたということになる。1989年頃から国産材価格が米材よりも安くなったにもかかわらず、その需要が増えなかったのは、まさにこの現象であろう。需要は代替材との関係によっても上方あるいは下方にシフトする。需要曲線が形状を変えて下方シフトしたことを示しているということであろう。需要のシフトによる増減効果と需要曲線の形状そのものを、実証的に区別するのは容易ではない。弾性値を推定する場合、実際に観察されるのは価格が上昇あるいは下落したときの需要量(または需給量)である。非可逆性故に屈折した需要曲線が妥当としても下落時の点が多く観察されれば、平均的には硬直的な需要曲線が描かれ、統計的にはより非弾力的な弾性値が推定されよう。野村、岸根が需要の弾性値を推定した時期は代替材も余りなく、先の赤井の価格変動

区分からすると木材価格上昇期に相当する。-0.53 という需要の弾性値は、木材需要の非可逆性を前提にすると、価格下降期にはもっと非弾力的となることになる。

#### 2.4. 野村・半田価格論争

近代経済学視点からの野村・半田両者の価格論争は有名である。これは、木材価格変動が一般物価の変動よりもはげしいことにあった。その論点を熊崎(1967a)は、以下のように紹介している。まず、野村は先に紹介したような理由から、「木材価格弾性値は需要も供給も非弾力的で、木材価格の均衡は不安定的であり、経済条件の変化により容易に影響され変動する性質を持っている。」と主張した。これに対し半田は次のように反論している。第1に、木材の需要・供給曲線は相対的にみて野村の主張のごとく非弾力的とは考えられない。第2に、木材価格は波状変動の幅が大きいのはむしろ周期的に現れる木材需要ないし構造的な拡大縮小の幅が他の諸財に比して非常に大きいことによる。第3に、供給面では、供給曲線の左右への転移を周期的に引き起こすような原因は余り考えられない。第4に、木材価格波動に決定的な影響を与えるのは、主として需要曲線の転移であろう。第5に、木材価格が不安定とは結局建設資材の価格が変動しやすいという性格の反映で、各建設資材の中で木材のみ格別に価格波動が激しいという理由はどこにも見出しえない。半田は供給曲線のシフトは余り考えられない、需要も価格よりも需要曲線のシフト要因である建築資材の変動しやすい価格の影響によるものとしており、両者の論点に大きな差があるとは考えられない。第1の相対的にみて非弾力的とは考えられないとは、需要の価格弾性値 -0.53、また供給が余りシフトしないとしたプソイド供給曲線の価格弾性値 0.39 をどう見るかであるが、農産物等と比較すれば木材のみが特に非弾力的ということではないかもしれない。ただ、半田に需給の価格弾性値の計測結果は示されておらず、野村の計測通り木材の需給両価格弾性値が非弾力的で、供給のシフトが余りないとすれば、需要側のシフト要因によって、価格が大きく変動することは否定できない。なお、行武・黒田(1967)は1955~1966年の期間について、野村同様供給曲線は利用可能な

資源の制約で余りシフトせず、需要は顕著な経済成長で大きくシフトしていることから、価格と需給量の間で近似的に供給曲線が推定されるとして、供給価格弾性値の 0.239 を推定した。供給曲線は費用関数から導かれる限界費用曲線で、費用関数の中に生産行動の要素は含まれている。赤字分を埋めるのは限界費用曲線に沿って価格が総平均費用の最小点を下回り、固定費用の一部も賄えなくなる操業閉鎖点までである。先の図-2 における上昇時と下落時に曲線が異なるとするのは生産のための投入要素が変わることとなり、当初の生産と投入要素との関係ではなくなって、以前とは違った供給曲線であることを意味する。現実問題として重要なのは、観察されるデータに基づいて、どの程度より正確な供給の価格弾性値が推定できて、市場の供給の有り様を把握できるかではあるまいか。人件費あるいは生活費を賄うために、価格が下がってもある一定の収益は必要なため、価格下落期には供給の減少が余りないので硬直的ということであれば、供給の非弾力的な理由となろう。

## 2.5. 岸根の木材供給行動説

岸根 (1962) は林木備蓄を一定時点の一定量を固定的な量とみなした固定的供給の概念を導入した。すなわち、林業にあっては、育成林業からはじまる長期的な固定供給であり、一部は備蓄材、他は収益材であること、木材は需要の変化に応ずべき生産の流れがほとんど遮断されているか、ある期間完全に遮断されているとみて良い状態で、それまでに蓄積された可処分林分蓄積から供給されざるを得ない。従って、供給者が価格変動に応じて固定的な供給量のうちから供給者自身の留保分を差し引いた残量を持って、市場への現実の供給量とする。

これらを貨幣取得と資源の留保需要との選択問題を、効用最大を前提とした供給行動理論としてモデル化すると、次のようになる。貨幣 ( $m$ ) と木材留保需要 ( $x$ ) の選好問題として、[3], [4] 式を制約として [2] 式のような効用関数が想定される。図 4 において貨幣単価は 1 で、価格線 AB の勾配は木材価格となる。木材価格が AB から A'B' へと上昇すると、貨幣需要量が  $m$  から  $m'$  へと増加し、木材留保需要が  $x$  から  $x'$  へと減る。つまり、

木材供給がそれだけ増える.

$$[2] \quad U = f(x, m)$$

制約式 (財産方程式)

$$[3] \quad a = px + m$$

$$[4] \quad m = p(X - x)$$

但し,  $a$ : 財産総額,  $p$ : 木材価格,  $X$ : 木材総固定的供給量,  $x$ : 木材留保需要量.

林家の経営行動を, 効用を最大とする貨幣取得と留保需要の選択問題としたのは, 当時としては卓越した見解である. しかし林家とはいえ, 消費者行動理論を援用して生産行動を説明するのは, 些か理解しづらい. 一般の生産理論通り, 木材生産と農産物等の他財との選択を示す生産可能性曲線で説明した方が供給行動として理解し易いのではないか. 留保需要 (固定的供給) というのは利用可能な蓄積量であるからいわゆる在庫である. 固定的総供給量 (当期の総利用可能蓄積量) は, 次のバランス式の左側で説明される.

$$[5] \quad \begin{aligned} & \text{[期首の利用可能蓄積量]} \\ & + \text{[当期に成長によって増えた利用可能蓄積]} \\ & = \text{[伐採量]} + \text{[期末の利用可能蓄積量]} \end{aligned}$$

林家の生産行動としては, この固定的総供給量を, 現在伐ったが良いか将来伐ったが良いかの選択問題となろう. 不確実性を導入して木材の期待価格を想定した動学的選択モデルとすれば, より生産行動として理解しやすいのではあるまいか. 供給曲線は限界費用曲線であるが, 貨幣取得と留保需要の選択問題からは, 費用の概念を考慮した供給関数は導かれない. 吉本 (2006) は価格の動きを幾何ブラウン運動と Mean-Reverting 過程を利用して確率論的に捉え, 離散型確率動的計画法により, 「伐採 - 植林」, 「伐採 - 放棄」, 「伐採待ち」行動の最適選択問題とした最適確率制御モデルの構築を試みている.

岸根は上記のように木材固定的供給の概念を導入した上で, 我が国では

はじめて [6]~[8] 式のような同時決定型の需給モデルを作成した。推定に当たっては同時方程式バイアスをさけるため間接最小自乗法を用いている。観測期間は昭和 26~33 年 (1951~1958) と僅か 8 年間であるが、当時としては画期的なことである。推定結果をみると各説明要因の理論的符号条件は、整合性を得ている。括弧内の価格弾性値をみると、需要、供給とも 0.3 ほどで共に非弾力的である。なお、実際に使用された需要量と供給量は、[6] 式需給均衡式に示されるような一致した値ではなく、データと整合性を持たした需給均衡式を示すにはその差であろう在庫データを考慮する必要がある。また木材供給理論の基礎をなしている固定的供給量はデータがないことから、供給可能な蓄積量ではなく伐採面積となっている。供給と関わりの深い供給可能な蓄積量 (利用可能蓄積量) の把握は未だ充分でなく、この要因の供給に及ぼす効果は、精確なデータが整う今後にはその是非も含めて待たねばなるまい。

$$[6] \quad d = 85.8654 - 0.3909p + 0.5460e + \mu$$

$$\quad \quad \quad (-0.3909) \quad (0.5259)$$

$$[7] \quad s = -8.4542 + 0.3958p + 0.6701w + \nu$$

$$\quad \quad \quad (0.3334) \quad (0.5722)$$

$$[8] \quad d = s$$

但し、 $d$ : 木材需要量,  $s$ : 木材供給量,  $p$ : 木材価格,  $e$ : 国民所得,  $w$ : 固定的木材供給量 (林木蓄積, ここでは伐採面積で代用),  $\mu, \nu$ : 誤差項, ( ) 内は平均値点弾性値。

岸根は将来の我が国の木材と外材との競争関係を、[9]~[13] 式のような連立モデルで示している。[10] 式における外材輸入量 ( $f_t$ ) は同期の国内材の卸売価格 ( $p'_t$ ) と外材価格 ( $p''_t$ ) とによって決まる。また [11] 式における国内材の卸売価格 ( $p'_t$ ) は国内材の小売価格 ( $p_t$ ) と外材価格 ( $p''_t$ ) によって決まる価格関係式を導入している。外材が国産材の不足を補い、国内の木材価格の上昇を抑制する意図によってなされているという認識から、国産材との関係を想定した先見的なモデルの提示である。しかし、国産材と

外材の需給関係をそれぞれに区別したモデルとはなっていない。

$$[9] \quad d_t = \alpha_1 p_t + \alpha_2 e_t + \mu_t$$

$$[10] \quad s_t = \beta_1 p_t + \beta_2 a_t + \nu_t$$

$$[11] \quad f_t = \gamma_1 p'_t + \gamma_2 p''_t + \varepsilon_t$$

$$[12] \quad p'_t = \gamma_1 p_t + \gamma_2 p''_t + \zeta_t$$

$$[13] \quad d_t = s_t + f_t$$

但し、 $d_t$ :  $t$  期の木材需要量、 $s_t$ :  $t$  期の木材供給量、 $f_t$ : 外材輸入量、 $p_t, p'_t, p''_t$ :  $t$  期の木材小売、卸売及び外材価格、 $e_t$ :  $t$  期の国民所得、 $a_t$ :  $t$  期の固定的木材供給量 (林木蓄積)、 $\mu_t, \nu_t, \zeta_t$ :  $t$  期の誤差項。

### 3. その後の研究

#### 3.1. 木材価格と時系列分析

価格の変動は、趨勢、循環、季節、不規則 (偶然) 変動の合わさったものといわれる。赤井 (1965) は趨勢変動について、期間を上昇、下降期に分けて価格の背景にある需給構造の変化に特に着目しながら、分析を進めた。しかし、商品目の価格変動特性をみるには、循環、季節変動を把握して検討することも重要である。その後の研究では、趨勢変動のみならず、循環、季節変動の抽出を試みた研究が進められた。

趨勢変動については、赤井 (1965) の明治、大正を含む 74 年間に渡る長期の年次データに基づく平均伸び率は 0.054 であった。その後、野村・橋本 (1967) の 1955 年からの 11 年間の月次データに基づく価格の平均伸び率は 0.32 で、短期間でかなり顕著に木材価格が上昇したことが理解できる。それに対し Yukutake *et al.* (2005) が行ったスギ正角についてみると、1963 年からの 39 年間では 0.14 と、近年の価格傾向を反映して伸び率がかなり低下してきたことがわかる。

循環変動に関して、松本 (1966) は大正 8 年以降の 1919~1963 年までの期間を対象に、日本銀行の月次木材卸売価格指数により分析を試み、大正期の 1919~1926 年は 2 年前後、昭和期の 1927~1963 年は 4 年前後と、比較的短い期間の循環的な変動があることを指摘した。循環変動と趨勢変動

の捉え方の相違はあるが、この区分は赤井の期間区分より細やかである。赤井分析後の期間について、野村・橋本(1967)は1955~1965年までの月次実質木材同製品卸売価格指数の月次データを基に、約5年の周期を持つだろうことを示し、Yukutake(1981)は実質木材同製品卸売価格指数の1953~1980年までの月次データにより、価格の循環変動について経済の高成長期は5年前後、低成長期は3年ほどであることを指摘した。森(1970)、松下(1984)もほぼ類似の3~5年くらいの循環的変動を見いだした。戦後の循環変動は3~5年くらいであるが時期により異なり必ずしも明確に規則的な周期性は認められないことが理解される。季節変動については、野村・橋本(1967)、Yukutake(1981)、森(1970)らにより、木材価格の底は6月、9~10月にそのピークがみられる傾向があるが、推定期間、樹種等によりその変動には幾分相違があることが指摘されている。

一般に、経済分析のほとんどが競争市場を仮定した”一物一価の法則”が前提となっている。これまで海外では森林経済関係の一物一価を実証した主な研究に、Uri and Boyd(1990)をはじめ Buongiorno and Uusivori(1992)、Jung and Doroodian(1994)、Hanninen(1998)等決して少なくない。そしてこれら多くの研究が、一物一価の法則が成り立つことを支持した。わが国では行武ら(2008)が、民間の個別市売り市場木材価格の月次平均と全国平均木材価格について、両者の間あるいは各木材品目間価格に連動性があるかどうか、また一物一価の法則が成り立つか否かを単位根検定、共和分検定及びWald検定で検討した。その結果、各木材価格には全般に連動性があること、またほぼ同様の用途をもつスギと米ツガは同一市場とみなせうることを、しかしヒノキは他との連動性が低いこと等を指摘した。

### 3.2. 需給モデル

野村・半田の価格論争は、木材価格の不安定性について、需要、供給の価格弾性値が弾力的であるか否かが焦点であった。その後、昭和36年(1961)に外材丸太の自由化がほぼ完了して、旺盛な国内需要に対応しきれない国産材に代わって外材が大量に入りだし、その代替関係が研究対象となった。国産材価格が高いから外材が入って来る関係がみられるものの、国産材の

不足を補うという従来の補完材的關係とは異なって、顕著な価格差のもとに一方的に増加し国内木材市場の大半を占めるに至る代替材としての外材の実態がみられた。その後の研究では、外国から木材が入ってくるのは日本の木材価格が高いからで、どの程度高度経済成長期に外材が入ってきたか、国産材と外材を分けて需給モデルを構築し、両者の代替關係を把握する研究が進められた。

行武 (1977), Yukutake (1989) は、米材総輸入量の国産材と米材の相対価格 (スギと米ツガ) 弾性値は 1960~1973 年では 1.833, また 1960~1984 年の年ベースデータを基に、米材丸太輸入の国産材・米材相対価格 (前期) 弾性値を推定すると 1.651 と弾力的な値を推計した。米材輸入製材についてみると、わが国で生産された製材 (外材丸太から生産された製材も含む) に対するカナダ・米国からの輸入製材品の相対価格 (前期) 弾性値も非常に弾力的で 1.200 となっている。これらのことは、国産材の丸太や製材の価格が少しでも上昇すれば、米材丸太や製材の輸入が大量に増える傾向にあったことを表している。しかし、高度経済成長期を除いた 1974~1994 年までの相対価格弾性値を推定すると (行武, 2002), 米材丸太輸入ではスギと米ツガの相対価格弾性値が 0.246, 前期の相対価格弾性値では 0.456, スギと米マツでは 0.355, 前期の相対価格弾性値は 0.555 と、非弾力的になってきている。製材輸入については、有意な結果を得ることができず、製材輸入量と国産材・米材 (米ツガ, 米マツ) の相対価格の關係は  $-0.5 \sim -0.8$ , 米材製品価格 (米ツガ, 米マツ) との關係は  $0.5 \sim 0.7$  と正の相関を示した。製材輸入市場では、1960 年以前の国産材需給と價格の關係のように、米材供給曲線のシフトよりも需要曲線のシフト幅が大きく、高度経済成長期のように需要の変化に対して供給曲線を大きくシフトさせて対応する状態ではないことを物語っている。これらのことは、わが国の木材需要に米材丸太の供給が弾力的に対応できなくなっていること、また製材輸入もかつての米材丸太輸入のように弾力的に対応できる状態ではないことを表している。

森 (1980) は、国産材市場と外材市場に関する両対数線形型の需給モデルを作成し、1960~1977 年の年次データを基に 2 段階最小 2 乗法 (2SLS) で

推定している。供給の価格弾性値は国産材 0.3, 外材 3.1, 需要のそれはそれぞれ 0.6, 1.7 という結果を得ており, 外材需給が価格に対して弾力的であることを示した。立花 (1997) は 1975~1993 年の年次データに基づき, 米材を中心とした外材の丸太・製材品市場と国産材の丸太・製材品市場の需給モデルを構築した。その結果として, 米材丸太の供給における自己価格の弾性値は 0.322 であるのに対し, 米材製材品のそれは 0.458 と米材丸太よりも弾力的であることを示し, 結論として北米の木材輸出構造が丸太中心から製材品中心へと転換していることを指摘した。上述の行武の分析結果と照らし合わせると, 北米の木材輸出構造が製材品中心へと転換しても, 従来米材丸太のような円滑な日本への輸入はないことを示唆している。事実, 1998 年米材価格の高騰を契機に, 米材に代わって欧州材の大量輸入が生じた。

国産材の蓄積量と供給量の関係について, 近年の研究では有意でプラスとなる推定結果を得ているが (立花, 2003; 行武ら, 2006; 藤掛, 2006), 利用可能な資源の成熟度は増して蓄積量は増えているものの, 供給量は減少傾向にある。価格, 賃金等他の要因との関係で確かな利用可能資源量の供給効果を示しているものとの解釈もあるが, 価格と資源量との相関の方が供給量との相関よりも高く, 線型重合と類似の現象を起こして符号条件が合っているにすぎなくもない。費用と価格との折り合いさえつければ資源的には大量に供給可能で資源的要因は与件としては重要な要因であるが, 利用可能資源量は増大傾向にあるのに対し国産材供給量は減少ないし横這い傾向と負の相関関係にあるとき, 供給関数に導入するのにどれほどの意味があるのか。より確かな資源データの下に地域あるいは所有形態別の実態も把握して, 再検討する必要がある。

市場の調整は上記の価格調整の他に数量調整があり, これは調整過程の時間的特性により, 在庫調整, 操業度調整, 設備調整 (設備投資の増減による生産能力調整) に区別できる。しかし数量調整の研究はデータ不足もあって少ない。数量調整を試みた研究としては, 価格調整のみならず在庫調整を考慮した計量モデルとして, 紙パルプ産業を対象にした鳥居 (1973), 製材, 合板, 紙パルプを対象にした唯是 (1977), 行武 (1977) がある。

### 3.3. 資源・供給モデル

石油価格の上昇、中国経済の発展、欧米の木材需給の変化等により海外からの木材輸入がかってほど円滑に入って来なくなっている反面、国内の利用可能な資源はますます増加し、海外に向けていた目を大手企業も国内の木材資源へと転じてきている。国内資源をいかに利用するか、数理計画的な研究が重要性を増している。数理計画モデルは、計量経済モデルのように過去のデータに依存する度合いが少なく、問題設定とそれに対応したモデル設定によって、かなり弾力的に資源の利用計画や行政上の政策的なシミュレーション分析に効力を発揮する。

熊崎・真柴 (1970) が東京営林局高萩営林署を対象に割引純収入最大化を図る計画モデルを作成し、造林予算の最適配分計画を試みている。また黒川 (1990)、行武ら (1991) は労働投資配分計画の分析を試みた。

政策分析に有効な最近注目すべき研究として、Yoshimoto and Brodie (1994) は、これまで注意が払われなかった、時空間配置を取り扱った森林ランドスケープ管理のフレームワーク内での環境評価への取り組みと数理計画モデル利用による計量的な評価を可能とした。また Yoshimoto and Shoji (1998) は、確率動的計画法モデルにより、価格が伐採、造林費等を賄うに十分な価格の場合と、そうでない場合の森林経営のあり方を輪伐期との関連で、山梨県のスギ、ヒノキの林分データに基づきシミュレーション分析した。Yoshimoto (1996) は、経済的要因とは無縁であった減反率理論を、確率過程に非定常成長関数を導入することにより伐採行動の経済分析を可能にした。この他、最適な間伐戦略を探求・比較することにより、価格、費用、割引率、生産性、間伐補助政策などの変化に対する経済分析を可能とした林分経営モデルを構築したものに、井上ら (2000)、吉本ら (2005) がある。また吉本は、2007年の日本森林学会で発表した「持続的森林経営に向けた経済指標としての木材価格閾値」(吉本, 2007) では、先の吉本 (2006) モデルを拡張し、1975 から 2006 年のスギ丸太価格データを用いて持続的経営に関するシミュレーション分析を試みている (Yoshimoto, 2009)。すなわち、現変動が収斂するであろう将来価格が  $5,000 \text{ 円/m}^3$  で伐採コストが  $6,000 \text{ 円/m}^3$  のもとでは丸太価格  $19,500 \text{ 円/m}^3$  が閾値で、これを上回

ると森林所有者が再植林へ向けてモチベーションが高まり、それ以下であれば経営意欲を失うという、今日問題になってきている再造林放棄に関する林家の経営意識を裏付ける結果を示している。この閾値は、現有の各種補助金をより有効に生かす貴重な指標として活用可能である。

### 3.4. 総合モデル

総合モデルとしては、林野庁の長期見通しのために開発された天野・野田 (1984) 等によって開発された「国産材供給システム計量モデル開発調査報告書」が最初といえよう。これは資源・供給モデルには減反率が適用され、需要側は各種林産物が GNP、木造建築着工面積、住宅戸数等によって説明される一般的な需要関数によって求められ、供給と需要のアンバランスによって価格が上下し、供給、需要両側にフィードバックして再度需給が均衡するように組み立てられている。

行武・吉本 (2007) は日本の 8 地域 (東北, 関東, 北陸, 中部, 近畿, 中国, 四国, 九州) と近隣の韓国, 中国を対象に推定した木材需給の価格弾性を基に、サミュエルソンタイプの市場均衡モデル (JAFSEM: Japanese Forest Sector Model) によって、需給構造の特徴を提示した。これら地域間においてどのような配分がなされるかをシミュレーション分析できるようになっている。しかし、その他の輸入は製材輸入の需給モデルとして一本化されているのみでロシア, ニュージーランド, 北欧等の丸太, 製材品及び急増している合板, 集成材等の国別貿易モデルは、データの制約もあって組み込まれていない。岡ら (2006) は世界を 34 の国と地域に分け、森林資源量モデルと各種林産物の需給を求め、各国内の需給差が純貿易となって世界の各品目需給均衡が図られるモデルとしている。モデルは、定義式, 消費者, 生産者行動方程式, 技術的關係式, 時間的変化式等 20 の方程式で構成している。

## 4. 結び

これまで、森林・林業経済分野における近代経済学的分析の先駆者である赤井, 半田, 岸根, 野村 4 氏の価格と需給に関する研究成果を中心に紹介

しつつ、考察してきた。これらから木材価格変動と需給の関係について、以下のことが結論づけられよう。

1. 他の品目と比べて弾力的か否かの議論は、対象品目、分析対象の時代により異なるが、国産材の需要、供給の価格弾力性はこれまでの推定結果からは0.2~0.5でもに非弾力的で、木材価格変動には需給のシフト要因の変動が大きく影響を与える。
2. 高度経済成長期以降は需要のシフト要因と、国産材の不足を補うという補完材としての位置づけであった外材が、一方的に市場のシェアを拡大した代替材としての影響が顕著であった。
3. 岸根が説明した貨幣と留保需要（固定的供給量）の効用最大の選択問題とするよりも、固定的供給量（利用可能蓄積量）を期待価格のもとに今伐るか将来伐るかの利潤最大の選択問題とした林家の経営行動とした方が妥当であろう。

なお、需給モデルを構築し、その推定結果やシミュレーション結果をみる時、以下のことにまず注意を払う必要がある。

1. 時代区分が大切、どのような時期にどのような木材需給関係にあるのか、結果価格がどう変動しているのか、その背景にある建築活動や一般景気の動向はどうか？
2. 推定された需給モデルから何が読めるのか？
3. 資源データは本当に有効か？市場（価格、需給、コスト等）のデータは充分か？
4. よりすぐれて政策に寄与できるモデル分析になっているか？
5. 研究、行政、業界との連携が不可欠であるが、分析結果を如何に生かすか？

今後、ますます成熟度を増す国内森林資源を有効利用することは、海外からの木材輸入が厳しくなっているとはいえ、輸入依存度の大きいわが国にとって地球規模の環境保全上も今後一層重要な課題となつてこよう。今後、森林資源と木材需給をリンケージした自律度の高いモデルの構築は

必要不可欠である。従来の収穫計画モデルに市場の経済的要因や補助金等の政策的要因を導入したモデルや、更に生物種の多様性の保持等の環境保全要因を内生化したモデルの構築等があげられよう。また、国産材の供給行動は規模、あるいは地域によって市況に対する反応はかなり異なってくる。しかしながら、今日までこれらの生産、供給の計量的な分析はデータの制約もあって決して多くない。木材供給行動はどのような計量モデルでよりの確に一般化して現せるのか、当然これも我々が探求していかなければならない問題である。

昨今の貿易構造の大きな変化は、国産材と外材の代替関係を大きく変えてきている。つまり、米材中心の丸太輸入から北欧も含む製材、2次加工材、更には木材の最終製品である住宅輸入へと移り、しかも国産材の価格が相対的に安くなっているにも係わらず、決してその需要は増えてはいない。この国産材と外材の貿易構造の計量的なモデル分析が重要である。

全般にわが国の森林、林業の計量分析分野では、経済行動または構造のモデル化及びそれを計量的に分析可能とする資源、需給等の基礎データも極めて不十分である。林学あるいは森林科学としての学問研究領域は、電算機の発達、理論や手法の進展とともに、多様化し、論文の数も研究者も増えた。しかしそれで我が国の森林、あるいは林業は良くなったのであろうか？国レベルでの需給の長期見通し・森林計画、あるいは各県ごと、流域単位ごとでの森林計画は立てられ、安定供給を図るべく、流域管理システム、新生産システム等の政策はうち立てられているものの、実際はどのくらい森林資源があり、保続を前提としたときどの位利用できるのか定かではない。例えば、本報告で述べた計量的な分野の研究が、確かなデータに基づいて政策上に十分反映されているのか、あるいはそのような成果が出ているかをみると、決して十分とはいえない。最も基本的な資源の把握は、研究、行政両面から第1に精度を上げるべき対応がなされるべきである。せっかく市場との関連で資源計画を立てる手法があっても、行政側にその理解がなければ生かし得ない。これらは研究分野のみでも行政のみでも出来るものではない。どのような情報がまず必要か、それこそ産、官、学が一体となって、相互のより一層の協力体制が不可欠である。

計量的な経済モデル分析に対する関心や批判はややもすれば、当たったか外れたかの予測の精度に集中される。計量的な予測やシミュレーション分析は、経済外的要因、為替レート、米国をはじめとする海外の経済政策、環境規制に伴う伐採規制、丸太輸出規制等に左右され易く、容易ではない。出来るだけ単純なモデルで的確に実態を説明しうるモデルの構築が望ましいのはもとよりであるが、問題の対象によっては理論的にも精緻でより複雑で大きな経済モデルの作成が要求されよう。経済モデルにより予測あるいはシミュレーションされた結果が、どのような制約条件やシナリオ設定の基に得られたのかに注目するとき、そこから得られる情報は有用な示唆を与えるものも少なくない。わが国の代表的な計量経済学者の一人である佐和隆光は「定量化は無い物ねだり、経済予測は予測の数値だけでなく、予測のトータルな筋書きを見極め、シナリオ予測を自らの行動指針として役立てるための知的訓練を積むこと。経済予測を有意義ならしめるためには、どうやらこれしかなさそうだ」(日本経済新聞, 1996年1月22日)といっている。予測やシミュレーション結果を生かすには、経済を見極める自らの洞察力を養うことが重要なのはいうまでもない(行武, 1999)。

#### 引用文献

- 赤井 英夫 (1965) 木材価格の趨勢変動に関する研究 -木材市場の展開過程の理解のために-, 林業経営研究所研究報告, '63-13, 302p.
- 赤井 英夫 (1980) 新日本林業論, 林業調査会, 245p.
- 天野 正博・野田 巖 (1984) 国産材供給システム計量モデル開発調査報告書, 林野庁, 122p.
- Buongiorno, J. and Uusivori, J. (1992) The law of one price in the trade of forest products: Cointegration tests for U.S. exports of pulp and paper, *Forest Sci.* 25: 641-655.
- 藤掛 一郎 (2006) 人工林の成熟が立木市場に与えた影響 -スギ立木市場の計量経済分析-, 林業経済, 59(4): 13-26
- 半田 良一 (1961) 木材価格論, 地球出版, 247p.
- Hanninen, R. H. (1998) The law of one price in United Kingdom soft

- sawnwood imports-A cointegration approach, *Forest Sci.* 44: 17-23.
- 石渡貞雄 (1952) 林業地代論, 農林統計協会, 300p.
- 井上 良介・吉本 敦・行武 潔 (2000) 間伐補助金を考慮した林分経営の経済分析, 日林九支研論集 53: 13-15.
- Jung C. and Doroodian, K. (1994) The law of one price for U.S. softwood lumber: A multivariate cointegration test, *Forest Sci.* 40: 595-600.
- 岸根 拓郎 (1952) 本邦における具体的木材需要函数導出に関する研究, 日林講 61: 16-18.
- 岸根 拓郎 (1962) 林業経済学, 養賢堂, 327p.
- 熊崎 実 (1967a) 林業経済学の再検討 -林産物価格分析の史的展開 (1)-, 林業経済 222: 1-13.
- 熊崎 実 (1967b) 林業経済学の再検討 -林産物価格分析の史的展開 (2)-, 林業経済 228: 1-13.
- 熊崎 実・真柴 孝司 (1970) 線形計画法による造林投資と技術選択, 日林誌 52: 198-209.
- 黒川 泰享 (1990) 育林投資の採算性に及ぼす地位の影響に関する検討, 日林論 101: 83-86.
- 松本 謙造 (1966) 木材価格の循環変動に関する研究, 林業経営研究所報告, '63-15, 157p.
- 松下 幸司 (1984) 木材価格の周期変動, 日林論 97: 17-18.
- 三井 鼎三 (1937) 木材需要量の推算に就て, 全国山林会联合会, 林業経済政策資料 1: 16-33.
- 望月 岑 (1929) 主要林産物の価格変動に就いて 殊に其の統計的研究, 東大農演報 7: 1-65.
- 森 義昭 (1970) 木材価格の変動分析, 日林誌 52: 227-237.
- 森 義昭 (1980) 我国木材の需給に関する計量経済分析 -とくに国産材の価格形成を中心として-, 日林論 91: 49-50.
- 森田 優三 (1948) 統計学汎論, 日本評論新社, 414p.
- 野村 勇 (1957) 林業経済論, 林野共済会, 311p.

- 野村 勇 (1958) 短期動態経済における木材価格の予測方法, *林業経済* 113: 7-20.
- 野村 勇 (1961) 林産物価格論, 林野共済会, 563p.
- 野村 勇・橋本 智 (1967) 木材の流通と価格, わかりやすい林業研究解説シリーズ 22, 林業科学技術振興書, 48p.
- 立花 敏 (1997) 日本の針葉樹材需給構造に関する計量経済学的研究, 東京大学農学部演習林報告, 97: 203-298.
- 立花 敏 (2003) 日本における針葉樹丸太の需給構造の計量経済学的解明 - 関連する林業施策の検討に向けて -, *統計数理* 51: 135-146.
- 立花 敏・行武 潔・久保山 裕史 (2006) 木材産業論 (定量分析編), *林業経済研究の論点 -50年の歩みから-*, 林業経済学会, 林業調査会, 385-427.
- 高木 唯夫 (1972) 戦後における林業経済研究の課題, *林業経済* 289: 2-16.
- 鳥居 泰彦 (1973) 紙パルプ産業の在庫, 生産決定モデル (II), *三田学会誌* 662: 53-82.
- Uri, N. and Boyd, R. (1990) Consideration on modeling the market for softwood lumber in the United States, *Forest Sci.* 36: 680-692.
- 岡 裕泰・田村 和也・立花 敏 (2006) 第2章 世界の林産物需給の将来予測, 森林・林業・木材産業の将来予測: データ・理論・シミュレーション (森林総合研究所編), 日本林業調査会, pp.39-71.
- 唯是 康彦 (1977) 第II部 木材産業の短期モデル, 製材・合板・紙パルプの計量経済分析 (唯是康彦・行武潔 編著), pp. 243-426.
- Yoshimoto, A. (1996) Economic analysis of harvesting behavior using the modified gantan probability theory, *J. Forest Res.* 1: 67-72.
- 吉本 敦 (2006) Mean-Reverting 過程による林分経営最適確率制御モデルの比較分析, *FORMATH* Vol. 5: 85-104.
- 吉本 敦 (2007) 持続的森林経営に向けた経済指標としての木材価格閾値, 日本森林学会大会発表データベース Vol. 118, pp. 133.
- Yoshimoto, A. (2009) Threshold price as economic indicator for sustainable forest management, *J. Forest Res.* (in press)
- Yoshimoto, A. and Brodie, J. D. (1994) Short- and long-term impacts of

- spatial constraints on harvest scheduling with reference to riparian zone planning, *Can. J. Forest Res.* 24: 1617–1628.
- Yoshimoto A. and Shoji I. (1998) Searching for an optimal rotation age for forest stand management under stochastic log prices, *Eur. J. Oper. Res.* 105: 100–112.
- 吉本 敦・柳原 宏和・能本 美穂 (2005) 最適林分経営モデルによる間伐計画最適化と炭素吸収量, *FORMATH* Vol. 4: 71–91.
- 行武 潔 (1977) 第 1 部 建築用林産物需給の構造分析, 製材・合板・紙パルプの計量経済分析 (唯是康彦・行武潔 編著), pp. 5–240.
- Yukutake, K. (1981) Time series analysis of timber price fluctuation after World War II, *The Current State of Japanese Forestry* Vol.1: 41–54.
- Yukutake, K. (1989) Simulation analysis of demand/supply relationship of forest products, *The Current State of Japanese Forestry* Vol. IV: 23–38.
- 行武 潔 (1999) 森林林業計量分析の系譜, 森林・林業・山村問題研究入門 (船越昭治 編著), pp. 270–292.
- 行武 潔 (2002) 森林経済学における計量経済モデルの基礎と応用, 森林資源管理と数理モデル・八女セミナー (FORMATH 研究会 編), pp. 1–53.
- 行武 潔・黒田 迪夫 (1967) 林業における供給反応の計量分析 –国産材と外材との代替関係分析へのアプローチ–, *日林九支研論集* 21: 111–112.
- 行武 潔・吉本 敦 (2007) 日本 8 地域と中国, 韓国における製材品の価格弾性値と需給に関する分析, *FORMATH* Vol. 6: 115–128.
- 行武 潔・福島 一登・藤掛 一郎 (2006) わが国木材市場における米材輸入効果の計量分析, *FORMATH* Vol. 5: 127–141.
- Yukutake, K., Higuchi, Y. and Yoshimoto, A. (2005) Time series analysis on timber prices from the national statistics and two private auction markets in Kyushu, Japan, *Multipurpose Inventory for the Aged Artificial Forest* (Nobori, Y., Takahashi, N. and Yoshimoto,

A. eds.), pp. 83–105.

行武 潔・中島 能道・福田 晋・河野 淳二 (1991) 農林複合経営における労働エネルギー消費量と労働配分問題のシミュレーション分析, 森林科学 4: 52–57.

行武 潔・吉本 敦・庄司 功 (2008) 我が国木材市場における価格の連動性と一物一価法則の検証, *FORMATH* Vol. 7: 253–269.