

# 林産物貿易に関する非線形空間均衡モデルの構築

## — 日本国内均衡モデル —

宮崎大学農学部 梶田 純慈・吉本 敦  
行武 潔

### 1. はじめに

九州地域の豊富な森林資源をどの市場へ、どれだけ出荷が可能であるかを分析することは、効率的な資源開発における重要課題の一つである。本研究では、日本国内を7地域に分割し、それらの地域間の木材需給関係を分析し、効率的な市場における九州地域の木材生産の可能性について分析を行った。以下、その方法と結果について報告する。

### 2. 空間均衡モデル定式化

本研究では、効率的な市場における木材の需給均衡の探求に Samuelson の提唱した空間均衡モデル<sup>1)</sup>を用いた。この空間均衡モデルは、効率的な市場においては地域間競争における空間均衡解は全地域から得られる純社会的利益 (Net Social Payoff) を最大にするように決定されるものである。数理計画法の枠組で捉えると、消費者余剰と生産者余剰の和から輸送に要した総費用を差し引いたものが、すなわち純社会的利益 (Net Social Payoff) であり、その最大化がこの数理計画問題の目的関数である。

$$[1] \max NSP = \sum_{i=1}^n \int_0^{D_i} PD_i(D_i) dD_i - \sum_{j=1}^n \int_0^{S_j} PS_j(S_j) dS_j - \sum_{i,j=1}^n Q_{i,j} \cdot T_{i,j}$$

ここで、 $PD_i(D_i)$  は第  $i$  地域の需要価格関数であり、需要量  $D_i$  の関数である。同様に、 $PS_j(S_j)$  は第  $j$  地域の供給価格関数を示し、供給量  $S_j$  の関数で表される。従って、各地域において需要関数および供給関数が与えられれば、消費者・生産者余剰が、[1] 式の右辺第一項から第二項を差し引いたものにより算出される。また、 $Q_{i,j}$ 、 $T_{i,j}$  はそれぞれ第  $i$  番目の地域から第  $j$  番目の地域への輸送量と輸送費用を示している。

需給均衡解を求めるには、目的関数 [1] 式に対し、以下に示す3つの制約条件を考慮する必要がある。1つは、各地域の総出荷量 (生産量) は当該地域の供給量を越えないとする制約 (2)、もう1つは、各地域の需要量 (消費量) は当該地域、および他地域からの輸送量の総

和によって少なくとも満たされなければならないという制約 (3) である。

$$[2] S_j \geq \sum_{i=1}^n Q_{i,j} \quad \forall j, \quad [3] D_i \leq \sum_{j=1}^n Q_{i,j} \quad \forall i$$

最後に、各決定変数に非負の制約が課せられる。

このように、Samuelson の空間均衡モデルは、非線形計画問題として定式化でき、解が求められる。

### 3. 使用データ

ここで対象としたのは日本国内における国産材製材品需給であり、今回は日本全体を7つの地域 (東北、関東、東海、関西、中国、四国、九州) に分割し分析を行った。ここで用いた需給価格関数には、行武・吉本<sup>2)</sup>により推定されたものを用いた。

$$[4] Q_{i,j} = 28.6832 + 0.695153P_{i,j} + 0.00537536R_i - 65.8399d_i + 323.396d_j$$

これは国産材製材品の供給関数であり、国産材製材品価格 ( $P_{i,j}$ )、国内針葉樹利用可能蓄積量 ( $R_i$ ) の関数である。 $(d_i)$ 、 $(d_j)$  は消費地、国産材生産地に対するダミー変数である。次に、[5] 式は、

$$[5] D_i = 533.769 - 0.51947P_{i,j} + 0.011408W + 541.484d_i + 245.405d_j + 1091.18d_k + 176.281d_l$$

総製材品の需要関数を示し、製材品価格 ( $P_{i,j}$ )、木造着工面積 ( $W$ ) の関数である。 $(d_i)$ 、 $(d_j)$  は消費地、国内米材産地に対するダミー変数であり、 $(d_k)$ 、 $(d_l)$  はそれぞれ、北海道、沖縄に対するダミー変数である。

各地域の需給価格関数は、まず、[4]、[5] 式の価格以外の変数に既存データを入力し、各県別の関数を算出し、次に、それら県別の関数を用いて、各地域の需給価格関数  $PD_i(D_i)$ 、 $PS_j(S_j)$  を決定する。ここで用いたデータは、農林水産省情報統計部の「木材需給報告書」、建設省の「建築統計年報」、林野庁計画課の「森林資源報告書」からのものである。データ期間はそれぞれ、88年から91年の計4年間であり、その平均値をそれぞれの式に代入することにより、需給価格関数を決定した。また、輸送費用については吉本・行武<sup>3)</sup>が仮定したものをを用いた。

#### 4. 分析結果

前節で決定した需給関数と輸送費用を用いて木材需給均衡モデルを構築することにより、国産製材品需給均衡量・均衡価格の推定を行った。表-1に国産製材品需給均衡量・均衡価格の推定結果を示す。この表中の数字は第1列の地域から第1行の地域への輸送量を示す。すなわち、行方向に見た出荷量の合計が各地域の供給量を示し、列方向に見た入荷量の合計が各地域の需要量を示している。また、列および行の最後には、それぞれ、供給価格、需要価格を示した。

この表-1より、九州地域の国産製材品供給量は約272万1千 $m^3$ であり、その供給価格は11万2千円となることが分かる。また、九州地域の製材品の出荷先については、その約69%である187万3千 $m^3$ が関西地域へ、また、約1%である2万3千 $m^3$ が四国地域へ出荷されることが分かる。

次に、九州地域からの材の出荷に対して競合関係をもつ地域、すなわち、九州地域での輸送先、輸送量の変化に伴い、その他の地域のうちで、輸送量、輸送先に変化が現れる地域を分析するために、輸送費用の変化に対する感応度分析を行った。ここでは、消費地域である関東、東海、関西の3地域を対象に、九州地域からこの3地域への輸送費用を現行から、10%減、20%減、30%減と変化させ、それぞれの場合において材の流れの変化について分析を行った。

まず、九州—関東間の輸送費用を変化させた場合、九州地域においては輸送費の10%の低下では、現状の出荷先を維持し、20%低下すると四国地域へのお荷を関東地域へ回す結果となった。30%低下すると、それまでの関西地域へのお荷量のほぼ半分の量を関東地域へ出荷する結果となった。このような九州地域からの出荷の変化に伴い輸送量、および輸送先に変化が観察されたのは関西、四国の2地域であった。関西地域においては、それまでの関東地域へのお荷分を自地域での消費へ回し、四国地域においては関東地域へのお荷分を関西地域へ出荷する結果となった。

次に、九州—東海間の輸送費用を変化させた場合、九州地域においては10%の低下では、関西地域へのお荷量のうちの約2%を東海地域へのお荷に回し、20%の低下ではその約21%の量を、さらに、輸送費用が現行から30%低下すると、その約64%の量を東海地域へ出荷する結果となった。これに伴って変化が観察されたのは関西、東海の2地域であった。関西地域では、20%低下すると東海地域へのお荷分を自地域での消費へ回し、さらに、30%低下すると関東地域へのお荷分も自己消費へと転じる結果となった。東海地域では、30%低下すると、それまで生産量のすべてを自己消費していた

ところを、そのうちの約58%の材を関東地域へ出荷する結果となった。

最後に、九州—関西間の輸送費用を変化させた結果、現行から30%輸送費用が低下しても九州地域内、また、その他の地域においても変化は観察されなかった。

#### 5. 結論

分析の結果、効率的な市場においては九州地域の材の約7割が関西地域へ出荷されることがわかった。また、四国地域へのお荷もわずかながら可能となることが分かった。さらに輸送費用の変化に対する感応度分析結果から、九州地域の材の出荷に対して、東海、関西、四国の3地域が競合関係にあることが推察される。

今回は、モデル構築に際して国産材製材品のみを対象にしたために、算出される均衡価格が実際の国産材製材品価格より高い値を示した。外材の供給を考慮すれば、供給量全体が増加し、その結果算出される均衡価格は今回推定された価格より下がることが予想される。今後は、外材の供給関数もモデルに取り込み、より現実を反映したモデルに拡張する必要がある。

#### 引用文献

- (1) SAMUELSON, P. A. : Spatial Price Equilibrium and Linear Programming, The American Economic Review, 42, 283 ~ 303, 1952
- (2) 吉本・行武 : 広域木材需給均衡モデルによるシミュレーション分析, 環境保全問題と日本・アメリカ・カナダ間における木材貿易構造の計量的解明(文部省認定国際学術研究・研究課題番号:04041083), 183 ~ 203, 1995
- (3) 行武・吉本 : 国内県別木材需給モデル, 環境保全問題と日本・アメリカ・カナダ間における木材貿易構造の計量的解明(文部省認定国際学術研究 研究課題番号:04041083), 160 ~ 172, 1995

表-1 国産材製材品均衡需給量・均衡価格  
(単位 量; 1000  $m^3$  価格; 1000円/ $m^3$ )

	東北	関東	東海	関西	中国	四国	九州	供給量	供給価格
東北	957	1252						2210	114
関東		1234						1234	116
東海			1397					1397	115
関西			768	377				1145	114
中国			1026					1026	114
四国			99		443	469		1013	114
九州				1873		23	823	2721	112
需要量	957	4381	1774	1873	443	493	823	10748	
需要価格	116	118	117	116	116	116	114		