

FAO データを用いた林産物貿易における 輸出入関数の導出

行武 潔¹・吉本 敦²・濱田 博恵¹

(受付 2002 年 8 月 2 日; 改訂 2003 年 3 月 20 日)

要 旨

環境保全と木材貿易の問題が WTO の会議などで取り上げられ、昨今では林産物貿易モデルを用いた計量分析に基づく議論が盛んになっている。林産物貿易モデルの構築では、貿易に関わる国あるいは地域における各製品に対する輸出入関数の導出が必要不可欠であり、そのためにそれらの価格弾性値の推定が欠かせないものとなっている。本研究では、林産物貿易モデルにおける林産物製品の輸出入関数の導出に伴う価格弾性値の推定を試み、推定される弾性値が符号条件を満たすか否かについて検討した。対象とする地域は日本、アジア開発途上地域、北米、中米、南米、東欧、西欧、オセアニア、ロシア、アフリカの 10 地域、対象製品は産業用丸太、製材、木質パネル、チップ&パーティクルである。使用データは 1970~1999 年の 30 年間の年次データである。分析では、データの非定常性の検定を行いつつ、両対数線形モデルを用いて普通最小二乗法 (OLS)、二段階最小二乗法 (2SLS) 及び三段階最小二乗法 (3SLS) による係数推定を試みた。更に、経済現象の動的調整過程を考慮しアーモングモデルによる推定も試みた。分析の結果、OLS の推定結果に対し理論的な価格弾性値の符号条件が満足されない場合は他の推定方法を試みても推定に改良が観察されないことが分かった。特に供給サイドの推定結果については、全体的に符号条件を満足しない結果が得られた。

キーワード：林産物貿易構造、輸出入関数、価格弾性値、計量経済分析。

1. はじめに

近年、木材資源の枯渇、資源ナショナリズムの台頭、地球温暖化に代表される環境問題等により、世界の木材貿易は従来のような丸太主体から製材、さらには集成材、再生木材などのより加工度の高い製品へと移行してきている。また、森林管理をある基準に照らし合わせてそれを満たしているかどうかを評価・認証する木材認証制度という新たな取り組みが進展しており、地球規模での持続的な森林経営管理を可能とする世界における木材貿易のあり方が問われてきている。このような環境保全と木材貿易の問題は WTO の会議などで取り上げられ、会議において昨今では林産物貿易モデルを用いた計量分析に基づく議論が盛んになっている。

日本との関連ある木材貿易構造について計量的な分析を行った研究として、次のようなものが挙げられる。国内の研究例では永田 他 (1992) が Gallagher (1980) の日米針葉樹材貿易モデルに準拠して、日本、北米間の貿易モデルを構築している。海外では McKillop (1973) が対日米国

¹ 宮崎大学 農学部：〒899-2192 宮崎市学園木花台西 1-1

² 統計数理研究所(現 東北大学大学院 環境科学研究科)：〒980-8579 宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉 01)

丸太、製材及びカナダの製材需給関数 6 本からなるモデルを構築し、1950～1970 年間の年データを基に二段階最小二乗法を用いて分析を行っている。また、行武 他(1998)は日本の主な貿易相手国あるいはその可能性を有する国 12 カ国の輸出入関数の推定を試みている。Yukutake et al.(1996)は森林成長モデル、日本の木材需給モデル、米国・カナダ貿易モデル、国内県別プールデータによる地域別木材市場モデルを Koopmans-Hitchcock(Labys(1989))の線形計画モデルによって連結した、総合モデル JAFSEM(Japanese Forest Sector Model)を開発した。その後、このモデルは均衡解における供給価格や需給、製材輸入の変化、あるいは国産材自給率を上げるためにはどの程度の価格水準が維持される必要があるか等の政策分析を可能とする非線形の空間均衡モデル JAFSEMII へ改善されている(Yoshimoto and Yukutake(2002))。

世界における林産物貿易モデルとしては、IIASA(International Institute for Applied Systems Analysis)で開発された GTM(Global Trade Model)がある(Kallio et al.(1987))。これは北欧、西欧、米国、カナダ、日本及びその他の 6 地域と 9 品目を対象にした空間均衡モデルである。この GTM は Perez-Garcia(1993)によって東南アジアの熱帯林産物やチリ、ニュージーランド材を含む CGTM(CINTRAFOR Global Trade Model)として再構築されている。また、Zhu et al.(1998)によって FAO で開発された GFPM(Global Forest Product Model)は、需要については林産物 8 品目、供給については 13 品目を対象に、地域をアフリカ、米国、アジア・オセアニアと欧州・前ソ連の 4 地域(各地域がより詳細なサブモデルを持つ)に分けられ、FAO データの輸出入量とその金額に基づいて国別に需要量、供給量を算出して、各地域の需要関数、供給関数を求め、これを基に空間均衡モデルを構築している。しかし、使用された価格は輸出入量に対応したもので、需要、供給量に対応したものではない。すなわち、輸出入額を輸出入量で割った単価を用いており、国内に供給、需要された量に対応する価格は含まれていない。また、供給関数は有意な推定結果が得られず水平として与えられている。

林産物貿易モデルの構築では、貿易に関わる国あるいは地域における各製品に対する輸出入関数の導出が必要不可欠であり、そのためにそれらの価格弾性値の推定が欠かせないものとなっている。本研究では、林産物貿易モデルにおける林産物製品の輸出入関数の導出に伴う価格弾性値の推定を試み、推定される弾性値が符号条件を満たすか否かについて検討した。分析対象品目は、産業用丸太、製材、木質パネル、チップ&パーティクルの 4 林産物で、対象地域は、「FAOSTAT Database」(FAO(2000))に基づいて、次の 10 地域に区分した。最近、急速に貿易量を増やしている中国についてはデータの不整備から分析から除外した。

日本：	日本
アジア開発途上地域：	インド、インドネシア、韓国、マレーシア、タイ
北米：	アメリカ、カナダ
中米：	コスタリカ、エルサルバドル、ホンジュラス、メキシコ、ニカラグア、パナマ
南米：	アルゼンチン、ブラジル、チリ、コロンビア、パラグアイ、ペルー、ウルグアイ、ベネズエラ
東欧：	チェコ、ハンガリー、ポーランド、スロバキア、スロベニア
西欧：	オーストリア、ベルギー、フィンランド、フランス、ドイツ、イタリア、オランダ、ノルウェー、スウェーデン、イギリス
オセアニア：	オーストラリア、ニュージーランド、パプアニューギニア
アフリカ：	アルジェリア、ベニン、カメルーン、コートジボアール、コンゴ、エジプト、ガボン、ガーナ、モロッコ、南アフリカ共和国
ロシア：	ロシア

なお、分析期間は基本的に 1970～1999 年の 30 年間であるが、データの不備によるものについては、データ入手可能期間で分析を行った。分析では、データの非定常性の検定を行いつつ、両対数線形モデルを用いて普通最小二乗法 (OLS)、二段階最小二乗法 (2SLS) 及び三段階最小二乗法 (3SLS) による係数推定を試みた。更に、経済現象の動的調整過程を考慮しアーモングモデルによる推定も試みた。ここで得られる結果は、世界の貿易構造を計量的に把握し、環境問題と貿易に関する各種政策シミュレーション分析も可能とするグローバルレベルにおける空間均衡モデルの構築を目指した基礎となるものである。

2. 貿易モデル

2.1 基本モデル

図 1 において、輸出国を A 国、輸入国を B 国としている。ある財 X の A 国内市場における需要曲線と供給曲線をそれぞれ図 1(a) の $DaDa'$ 曲線と $SaSa'$ 曲線で示す。外国との貿易を行っていないとき、X 財の価格と取引量は需給曲線の交点で決まる p_a, x_a である。B 国内市場における X 財の需給曲線をそれぞれ図 1(c) の $DbDb'$ 曲線と $SbSb'$ 曲線で示す。この財の B 国内における価格と取引量は、A 国同様、B 国内市場の需給曲線の交点で決まり、 p_b, x_b となる。このとき、A 国と B 国における X 財の国内均衡価格には、 $p_a < p_b$ という関係が成り立っているとしよう。このように、国内均衡価格に差が生じていると、両国とも貿易を行わない状態よりも貿易を行う方が社会的余剰 (経済厚生) は増加する。貿易が行われると超過需要量と超過供給量が等しい、つまり、

$$(2.1) \quad q^* = sa^* - da^* = db^* - sb^*$$

が成り立つ均衡価格 p^* になるまで調整される。空間均衡モデルの均衡解は、A 国と B 国の供給曲線と需要曲線で囲まれた三角形 ABE と三角形 A'B'E' の面積 (消費者余剰と生産者余剰) と A 国の超過供給部分三角形 CDE 面積と B 国の超過需要部分三角形 C'D'E' 部分の合計 (社会的純収益) を最大にするものである。この均衡解は貿易によってもたらされる余剰分 (図 1(b) における三角形 A''B''E'' 部分の面積) を最大にして得られる解と同じである。

先に述べた GFPM では FAO のデータを基に A, B 両国内の需要関数, 供給関数を求めてい

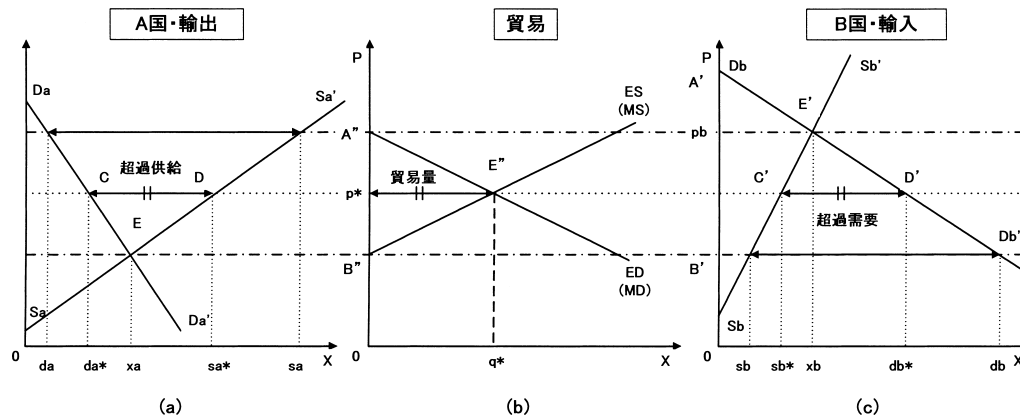


図 1. 貿易の需給.

る。しかし供給関数の推定には成功しておらず、水平的に与件としている。また、供給量は国内生産量に輸入量を加え、需要量は最終消費量に他の加工材と輸出量をたして両者が等しくなるとしているが、最終消費量や他の加工材の量をどう求めたのか、価格データがそれにどう対応しているのか定かではない。GFPM は、輸出、輸入両国の需要曲線と与件として水平にした供給曲線で示される余剰分と貿易によって生じる余剰分を最大にするようにして求めている。

本論文では、世界の林産物貿易構造を輸出入量、つまり超過需要、超過供給を基に把握すべく、図 1(b) の貿易市場における輸出需要(ED)、輸入需要(MD)関数と輸出供給(ES)、輸入供給(MS)関数を推定する。FAOSTAT の Database では、同じ品目でありながら 1 つの地域から輸出と輸入が同時に生じており、また、総輸出量と総輸入量が一致していない。これは、第 1 に FAOSTAT のデータが、例えば、産業用丸太において樹種、用途の異なった種類の材を同一の品目として集計していること、第 2 に貿易量には在庫がカウントされていないことによる。したがって、使用するデータ上、1 つの地域において 1 品目の貿易価格、貿易量ともに輸出入の両方が存在するため、需給関数は、1 つの地域において輸入側と輸出側で 2 本ずつ推定される。例えば、図 1(b) の貿易市場で均衡している価格 p^* と取引量 q^* は、輸出側の A 国にとって輸出価格と輸出量になり、これらは A 国の供給を表す輸出の供給関数と、貿易相手国である B 国の需要を表す輸出の需要関数によって決定されていることになる。また、B 国にとって価格 p^* と取引量 q^* は輸入価格と輸入量になり、これらは B 国の需要を表す輸入の需要関数と貿易相手国である A 国の供給を表す輸入の供給関数によって決定されている。

ここで推定する需給モデルは、両対数線形モデルとした。よって、説明変数の係数は弾性値となる(2.2)(2.3)式はそれぞれ木材輸出入の際の供給、需要関数(2.4)式は需給均衡式である。なお、括弧内の符号は推定パラメータ($a_{1.2}$, $a_{1.3}$, $a_{1.4}$ 等)の期待される経済理論に基づいた符号条件であり、推定モデルの採用基準となるものである。

$$(2.2) \quad \log(Q_{i,t}^S) = a_{1.2} + a_{1.2} \cdot \log(P_{i,t}) + a_{1.3} \cdot \log(WAG_{i,t}) \\ + a_{1.4} \cdot \log(EXR_{i,t}) \text{ (or } + a_{1.5} \cdot \log(Q_{i,t-1}^S))$$

$$(2.3) \quad \log(Q_{i,t}^D) = a_{2.1} + a_{2.2} \cdot \log(P_{i,t}) + a_{2.3} \cdot \log(GDP_{i,t}) \\ + a_{2.4} \cdot \log(EXR_{i,t}) \text{ (or } + a_{2.5} \cdot \log(Q_{i,t-1}^D))$$

$$(2.4) \quad \log(Q_{i,t}^S) = \log(Q_{i,t}^D)$$

ここで、 $Q_{i,t}$, $P_{i,t}$, $WAG_{i,t}$, $EXR_{i,t}$ はそれぞれ t 期における i 番目の地域の林産物輸出来たは輸入量、実質輸出来たは輸入価格指数、平均実質賃金指数、米ドル当たり平均為替レートを示す。 $GDP_{i,t}$ は t 期における i 番目の地域の平均実質 GDP 指数を示す。上付添字の S は供給関数、 D は需要関数であることを示す。すなわち、輸出来たは輸入の供給関数は、供給を規定する要因である実質輸出来たは輸入価格と実質賃金および米ドル当たりの各国通貨である為替レートで説明されている。一方、需要関数は、実質輸出来たは輸入価格の他に為替レートと実質 GDP によって説明されるモデルとなっている。

2.2 アーモンラグモデル

需要、供給関数において価格は重要な規定要因であるが、しばしばその推定パラメータの符号条件について理論的に整合性が得られないことがある。そこで本研究では上記基礎モデルに加え、価格にラグを持たせた場合符号条件がどのように変化しているかをみるために、長期的、

短期的な価格の動学的な調整を見ることのできるアーモンラグモデル型による需要，供給関数の推定を試みる．ここでは，有限のラグ係数を低次の多項式で近似できると仮定するアーモンラグモデルを用いて推定を行う．そのメリットは，パラメータ数の節約により推定が容易になる点にある(山本(2001))．

本研究では，価格に関するラグの長さを6，分布ラグ係数は3次の多項式で近似できる分布ラグモデルを仮定する(2.5)(2.6)式を用い，輸出または輸入の供給，需要関数を想定し，OLSにより下記のアーモンラグモデルを推定する．

$$(2.5) \quad \log(Q_{i,t}^S) = b_{1.1} + \sum_{k=0}^6 b_{1.2,k} \cdot \log(P_{i,t-k}) + b_{1.3} \cdot \log(WAG_{i,t}) + b_{1.4} \cdot \log(EXR_{i,t})$$

$$(2.6) \quad \log(Q_{i,t}^D) = b_{2.1} + \sum_{k=0}^6 b_{2.2,k} \cdot \log(P_{i,t-k}) + b_{2.3} \cdot \log(GDP_{i,t}) + b_{2.4} \cdot \log(EXR_{i,t})$$

3. データの調整及び検定

3.1 地域データの調整

本研究で使用するデータは，「FAOSTAT Database」並びに「International Financial Statistic Yearbook 2000」である．為替レートは米ドル当たりの各国通貨を使用し，米国の為替レートはSDR(IMF規定の特別引出権(special drawing right))当たり米ドルを用いた．10地域のうち，必要とする全データ項目において，1970年から1999年の30年間に欠損がなく全て揃っているのは北米と西欧の2地域だけである．発展途上地域でデータの欠損が多く，特に，ロシアにおいては全てのデータが1992年以降の8年間分しか存在しない．また，アフリカ，アジア，中米，南米については労働賃金のデータがなく，エジプト，モロッコ，南アフリカ以外の7カ国は卸売物価指数がないため，代替のデータとして消費者物価指数を用いることとした．10地域の輸出入先は，Michie and Kin(1999)が行った木材貿易交流調査に基づけば，表1のように設定出来る．

地域の輸出入価格，GDP，賃金，為替レートの作成手順は，以下の通りである．ここにおいて， $v_{j,t}$ ， $q_{j,t}$ ， $prdp_{j,t}$ はそれぞれ各国 j の t 期における輸出・輸入金額(米ドル)，輸出・輸入量(m^3)，卸売物価指数(1995=100)であり， $Exr_{j,t}$ ， $Gdp_{j,t}$ ， $Wag_{j,t}$ はそれぞれ為替レート，名目GDP，名目労働賃金指数を示している．また，地域 i を構成する国の数を n_i とする．

表1. 地域別木材の輸出入先．

地域)	輸出先)	輸入先)
アジア・オセアニア	日本・北米・西欧	北米・西欧
日本	北米・西欧	北米・西欧・東欧・アジア
北米	日本・西欧・南米	西欧・アジア・中南米
中米・南米	西欧・北米・日本	北米・西欧
東欧・西欧	日本・北米	北米
アフリカ	西欧・日本	西欧
ロシア	西欧・日本	西欧・東欧

1. 各国名目価格: $p_{j,t} = v_{j,t}/q_{j,t}$
2. 各国実質価格指数: $rp_{j,t} = p_{j,t}/prdp_{j,t}$
3. 各地域実質輸出, 輸入価格指数: $P_{i,t} = \frac{\sum_{j=1}^{n_i} (rp_{j,t} \cdot q_{j,t})}{\sum_{j=1}^{n_i} q_{j,t}}$
4. 各地域の為替レート: $EXR_{i,t} = \frac{1}{n_i} \sum_{j=1}^{n_i} Exr_{j,t}$
5. 各地域平均実質 GDP 指数: $GDP_{i,t} = \frac{1}{n_i} \sum_{j=1}^{n_i} (Gdp_{j,t}/prdp_{j,t})$
6. 各地域平均実質賃金指数: $WAG_{i,t} = \frac{1}{n_i} \sum_{j=1}^{n_i} (Wag_{j,t}/prdp_{j,t})$

但し, $GDP_{i,t}$ は輸出の需要関数では輸出相手地域の GDP を平均したものを, $WAG_{i,t}$ は輸入の供給関数では輸入相手地域の賃金を平均したものをを用いる. また, 北米の輸出先における GDP については, 南米はインフレーションが激しく除いた.

3.2 単位根, 共和分の検定

時系列データを用いて回帰分析を行う場合, データが定常であるか否かが問われている. 互いに無相関な非定常変数間で回帰モデルや同時方程式モデルなどを作ると, 有意な t 値や決定係数が観測されるという, 見せかけの回帰 (spurious regression) が起きる (田中 (2001)). 特に経済時系列データの場合は, トレンドがあるため非定常となることが多い. しかし, 非定常であっても時系列データの組み合わせのなかに 1 次結合によって共和分があれば非定常性が失われることが知られている (和合・伴 (1995)). ここでは, まず Dickey and Fuller (1979) による単位根 (unit root) 検定と, 先に示した基本モデルに基づいて Johansen (1988), Johansen and Juselius (1990, 1992) による共和分 (co-integration) 検定の結果を示す. 単位根検定も計量経済ソフト TSP (Hall (1999)) によって計算を行った. なお, TSP の Dickey and Fuller 検定では t 型, Johansen では trace 検定によっている. 本論文で用いたデータは 30 と極めて少なく, Johansen 検定が歪みを持っている恐れがある. しかしながら, 上にみるように単位根, 共和分検定は回帰分析をする上で, 重要な意味を持つことから, 標本数は少ないものの検定を試みた. 被説明, 説明変数に DF 検定を行うとほとんどのケースで少なくとも 1 つの単位根を持つという帰無仮説を棄却できず, 各変数は非定常系列である可能性が高い. ほとんどの変数にトレンドがあることが確認されたため, 定数項を含めた ADF 検定のみを示している. また, 共和分検定についても定数項を含めた検定を行っている.

表 2 に示す使用データの単位根検定結果, 帰無仮説「単位根あり」に対して, 有意水準 10% で輸出入量, あるいは価格に単位根なしと判断できるのは, 日本の産業用丸太価格, オセアニアの製材輸入量, チップ & パーティクル輸出力と価格, 東欧のチップ & パーティクル輸入価格, ロシアの産業用丸太輸入量, 製材輸入量, GDP, アジアの製材輸出力, 木質パネル輸出力, チップ & パーティクル輸出力, 南米の産業用丸太輸出力, チップ & パーティクル輸入量と価格, GDP, 中米の産業用丸太輸入量, チップ & パーティクル輸入価格と輸出価格, アフリカの産業用丸太輸出価格, 製材輸出価格, チップ & パーティクル輸入量と 183 データ中の 20 個, 20% 水準でも 28 個と非定常のデータが多い.

表 2. 単位根検定結果 .

				検定統計量	P-値	最適ラグ					検定統計量	P-値	最適ラグ
日本	産業用丸太	輸入	数量	0.285	0.977	2	西欧	産業用丸太	輸入	数量	0.453	0.983	4
			価格	-1.725	0.418	2				価格	-1.764	0.398	2
	輸出	数量	-0.799	0.819	2	輸出		数量	-1.855	0.354	2		
		価格	-3.055	0.030	2			価格	-2.271	0.182	4		
	製材	輸入	数量	-1.418	0.573	2		製材	輸入	数量	-2.200	0.206	2
			価格	-0.603	0.870	3				価格	-1.593	0.487	2
	輸出	数量	-0.384	0.913	6	輸出		数量	0.224	0.974	2		
		価格	-1.489	0.539	5			価格	-2.427	0.134	2		
	木質パネル	輸入	数量	-0.463	0.899	4		木質パネル	輸入	数量	-1.124	0.706	6
			価格	-1.116	0.709	2				価格	-1.243	0.655	6
	輸出	数量	-1.320	0.620	4	輸出		数量	1.961	0.999	6		
		価格	-2.305	0.170	5			価格	-1.900	0.332	2		
	チップ&パーティクル	輸入	数量	-2.294	0.174	2		チップ&パーティクル	輸入	数量	-1.379	0.592	6
			価格	2.327	0.999	6				価格	-1.410	0.577	2
輸出	数量	データ不足			輸出	数量	0.766	0.991	4				
		価格	データ不足			価格	-0.769	0.828	6				
労働賃金				-0.927	0.779	3	労働賃金				-0.774	0.827	2
GDP				-0.514	0.889	3	GDP				-1.671	0.446	2
為替レート				-0.403	0.910	9	為替レート				-0.995	0.755	2
北米	産業用丸太	輸入	数量	-1.126	0.705	2	東欧	産業用丸太	輸入	数量	-1.897	0.334	3
			価格	-1.934	0.316	2				価格	-1.008	0.750	2
	輸出	数量	-1.916	0.325	5	輸出		数量	-1.143	0.698	2		
		価格	-2.099	0.245	3			価格	-1.365	0.599	3		
	製材	輸入	数量	-1.570	0.499	5		製材	輸入	数量	-1.671	0.446	2
			価格	-1.614	0.476	2				価格	-1.330	0.615	2
	輸出	数量	-2.204	0.205	6	輸出		数量	-1.906	0.329	2		
		価格	-0.917	0.782	2			価格	-0.945	0.773	2		
	木質パネル	輸入	数量	0.937	0.994	2		木質パネル	輸入	数量	-1.975	0.298	5
			価格	-0.996	0.755	2				価格	-1.460	0.553	3
	輸出	数量	1.435	0.997	3	輸出		数量	1.689	0.998	2		
		価格	-2.224	0.198	2			価格	-0.785	0.824	2		
	チップ&パーティクル	輸入	数量	-0.297	0.926	3		チップ&パーティクル	輸入	数量	0.958	0.994	1
			価格	-1.189	0.678	2				価格	-3.018	0.033	1
輸出	数量	-1.424	0.571	6	輸出	数量	-2.130	0.233	2				
	価格	-2.153	0.224	3		価格	-0.722	0.841	2				
労働賃金				-0.397	0.911	5	労働賃金				-1.482	0.542	3
GDP				0.587	0.987	3	GDP				-0.701	0.846	2
為替レート				-0.356	0.917	5	為替レート				0.279	0.976	2
オセアニア	産業用丸太	輸入	数量	-2.009	0.282	2	ロシア	産業用丸太	輸入	数量	-3.349	0.013	1
			価格	-2.351	0.156	2				価格	-1.254	0.650	1
	輸出	数量	-0.431	0.905	2	輸出		数量	0.482	0.984	1		
		価格	-1.409	0.578	2			価格	-1.473	0.547	1		
	製材	輸入	数量	-2.565	0.100	6		製材	輸入	数量	-7.969	2.818D-12	1
			価格	-1.639	0.463	2				価格	-1.566	0.501	1
	輸出	数量	-0.985	0.759	3	輸出		数量	-1.449	0.558	1		
		価格	-1.313	0.623	2			価格	-1.473	0.547	1		
	木質パネル	輸入	数量	-1.244	0.654	2		木質パネル	輸入	数量	-1.287	0.635	1
			価格	-0.923	0.780	2				価格	-1.251	0.651	1
	輸出	数量	-0.282	0.928	4	輸出		数量	-1.915	0.325	1		
		価格	-0.666	0.855	2			価格	-1.455	0.556	1		
	チップ&パーティクル	輸入	数量	0.332	0.979	1		チップ&パーティクル	輸入	数量	データ不足		
			価格	-1.094	0.717	1				価格	データ不足		
輸出	数量	-3.045	0.031	6	輸出	数量	-0.164	0.943	1				
	価格	-3.832	0.003	2		価格	-1.243	0.655	1				
労働賃金				-1.986	0.293	2	労働賃金				-0.407	0.909	1
GDP				-1.800	0.381	2	GDP				-2.999	0.035	1
為替レート				-0.536	0.885	3	為替レート				0.475	0.984	1

表2. (続き)

アジア	産業用丸太	輸入	数量	-2.390	0.145	2	中米	産業用丸太	輸入	数量	-3.018	0.033	6	
			価格	-1.684	0.440	2				輸出	価格	-0.316	0.923	2
		輸出	数量	-0.373	0.915	6			輸出		数量	-1.872	0.345	2
	価格		-1.778	0.391	4	輸入		価格		-0.891	0.791	2		
	製材	輸入	数量	-1.411	0.577			2	製材	輸入	数量	0.148	0.969	4
			価格	-2.159	0.222	2		輸出			価格	-0.121	0.947	2
		輸出	数量	-2.685	0.077	2				輸出	数量	-1.706	0.428	2
	価格		-1.615	0.475	2	輸入		価格	-0.668		0.855	4		
	木質パネル	輸入	数量	-1.102	0.714			5	木質パネル	輸入	数量	-0.863	0.800	2
			価格	-1.699	0.431	2		輸出			価格	-0.700	0.847	5
		輸出	数量	-2.949	0.040	6				輸出	数量	-1.284	0.636	2
	価格		-0.126	0.947	2	輸入		価格	0.053		0.963	2		
	チップ&パーティクル	輸入	数量	-1.862	0.350			5	チップ&パーティクル	輸入	数量	-1.121	-0.707	5
			価格	-0.575	0.877	2		輸出			価格	-7.341	1.066D-10	6
輸出		数量	-6.816	2.061D-09	6	輸出	数量			-1.419	0.573	1		
	価格	-1.979	0.296	5	輸出		価格	-3.552	0.007	1				
労働賃金			データなし			労働賃金			データなし					
GDP			-0.721			0.841			0.586			0.987		
為替レート			-2.814			0.056			-0.960			0.768		
南米	産業用丸太	輸入	数量	-1.343	0.609	5	アフリカ	産業用丸太	輸入	数量	-2.456	0.127	5	
			価格	-1.066	0.729	2				輸出	価格	0.072	0.964	3
		輸出	数量	-4.077	0.001	6			輸出		数量	-1.377	0.593	2
	価格		-1.211	0.669	3	輸入		価格		-4.043	0.001	2		
	製材	輸入	数量	-1.738	0.412			2	製材	輸入	数量	-1.389	0.588	6
			価格	-0.787	0.823	5		輸出			価格	-0.331	0.921	2
		輸出	数量	-1.106	0.713	2				輸出	数量	-0.291	0.927	2
	価格		-1.594	0.487	3	輸入		価格	-3.278		0.016	2		
	木質パネル	輸入	数量	-2.316	0.167			5	木質パネル	輸入	数量	1.034	0.995	4
			価格	-1.038	0.739	3		輸出			価格	1.052	0.995	4
		輸出	数量	-0.748	0.834	6				輸出	数量	-1.173	0.685	2
	価格		-1.423	0.571	3	輸入		価格	-1.597		0.485	2		
	チップ&パーティクル	輸入	数量	-3.298	0.015			1	チップ&パーティクル	輸入	数量	-3.550	0.007	6
			価格	-2.437	0.132	1		輸出			価格	-1.882	0.340	6
輸出		数量	-1.108	0.712	3	輸出	数量			-1.928	0.319	4		
	価格	-1.658	0.453	2	輸出		価格	-0.397	0.911	2				
労働賃金			データなし			労働賃金			データなし					
GDP			-3.600			0.006			-1.853			0.355		
為替レート			0.328			0.979			0.247			0.975		

表3は共和分検定の結果で、数値は p -値である。 r は共和分を意味し、 $H:r=0$ 、即ち共和分なしが棄却され、 $H:r \leq 1$ 、 $H:r \leq 2$ が棄却されず共和分が1または2あると判断されても $H:r \leq 3$ が棄却された場合、これは標本数が少ないための歪みが生じているとみなし、共和分ありと判断している。但し、日本の製材品輸出需要関数は、10%水準では共和分なし、20%水準では全てのケースで共和分ありとなり、データは定常であるべきだが単位根があるため判定不能、また木質パネル輸出需要関数は10%水準で共和分が全てのケースであることになるが、単位根があるため判定不能としている。アジアの製材輸出供給関数、木質パネル輸出供給関数、チップ輸出供給関数も、日本の木質パネル輸出需要関数と同様の理由から判定不能としている。

検定結果、単位根があっても10%または20%有意水準で共和分ありと判断できたもので、経済理論的に意味のある推定結果を、表4、5で太線で囲い、共和分があっても経済理論的に意味のある推定結果を得られなかったものは省略している。

表 3. 共和分検定結果.

		日本				北米			
		H:r=0	H:r≤1	H:r≤2	H:r≤3	H:r=0	H:r≤1	H:r≤2	H:r≤3
産業用丸太	輸入	需要 0.753	0.828	0.690	0.247	**0.127	0.850	0.858	0.575
	供給	0.517	0.904	0.662	0.101	*0.077	0.411	0.533	0.474
	輸出	需要 0.959	0.971	0.898	0.586	**0.120	0.366	0.374	0.026
	供給	0.969	0.986	0.919	0.627	0.353	0.672	0.579	0.070
製材	輸入	需要 0.867	0.924	0.930	0.589	0.338	0.715	0.538	0.432
	供給	*0.06	0.494	0.707	0.631	0.561	0.894	0.710	0.084
	輸出	需要 0.102	0.180	0.099	0.013	0.534	0.816	0.755	0.517
	供給	*0.078	0.712	0.607	0.102	0.609	0.739	0.665	0.078
木質パネル	輸入	需要 *0.041	0.168	0.229	0.582	0.552	0.605	0.463	0.139
	供給	0.317	0.241	0.314	0.171	0.631	0.856	0.724	0.421
	輸出	需要 0.002	0.068	0.061	0.005	0.923	0.942	0.910	0.592
	供給	0.833	0.861	0.802	0.135	0.891	0.903	0.788	0.262
チップ&パーティクル	輸入	需要 0.665	0.783	0.746	0.609	0.266	0.673	0.824	0.574
	供給	0.731	0.795	0.758	0.573	**0.190	0.453	0.488	0.075
	輸出	需要 データ不足				0.741	0.847	0.777	0.367
	供給	データ不足				0.410	0.763	0.687	0.063
		西欧				東欧			
		H:r=0	H:r≤1	H:r≤2	H:r≤3	H:r=0	H:r≤1	H:r≤2	H:r≤3
産業用丸太	輸入	需要 0.510	0.750	0.570	0.195	**0.164	0.321	0.423	0.098
	供給	*0.165	0.741	0.707	0.243	*0.087	0.365	0.780	0.196
	輸出	需要 0.895	0.885	0.651	0.157	0.766	0.663	0.483	0.348
	供給	0.607	0.817	0.809	0.627	0.857	0.817	0.817	0.160
製材	輸入	需要 0.801	0.953	0.878	0.551	*0.077	0.163	0.625	0.091
	供給	0.300	0.496	0.583	0.068	**0.180	0.286	0.657	0.068
	輸出	需要 0.863	0.874	0.759	0.166	0.843	0.866	0.699	0.416
	供給	0.586	0.689	0.891	0.449	0.611	0.733	0.653	0.066
木質パネル	輸入	需要 0.706	0.654	0.690	0.180	0.000	*0.090	0.436	0.237
	供給	0.814	0.857	0.659	0.309	0.857	0.841	0.647	0.348
	輸出	需要 0.850	0.916	0.834	0.430	*0.075	0.175	0.643	0.605
	供給	0.621	0.606	0.418	0.166	0.797	0.808	0.844	0.582
チップ&パーティクル	輸入	需要 0.875	0.887	0.779	0.251	データ不足			
	供給	0.248	0.671	0.898	0.470	データ不足			
	輸出	需要 *0.108	0.455	0.761	0.627	0.823	0.798	0.804	0.458
	供給	0.816	0.830	0.763	0.601	**0.134	0.724	0.702	0.061
		オセアニア				ロシア			
		H:r=0	H:r≤1	H:r≤2	H:r≤3	H:r=0	H:r≤1	H:r≤2	H:r≤3
産業用丸太	輸入	需要 0.770	0.802	0.854	0.567	/	/	9.664D-11	1.777D-17
	供給	0.575	0.871	0.767	0.325	/	/		
	輸出	需要 0.547	0.774	0.605	0.067	/	/		
	供給	0.444	0.842	0.842	0.557	/	/	0.001	0.631
製材	輸入	需要 *0.097	0.408	0.298	0.053	/	/	0.000	0.000
	供給	*0.056	0.294	0.685	0.490	/	/		
	輸出	需要 0.393	0.914	0.733	0.208	/	/		
	供給	0.337	0.547	0.505	0.063	/	0.000	0.001	0.631
木質パネル	輸入	需要 0.601	0.974	0.891	0.530	/	0.000	0.000	0.000
	供給	*0.082	0.263	0.177	0.038	/	/		
	輸出	需要 0.916	0.905	0.670	0.054	/	/		
	供給	*0.041	0.859	0.770	0.448	/	/	0.000	0.631
チップ&パーティクル	輸入	需要 データ不足				データ不足			
	供給	データ不足							
	輸出	需要 *0.054	0.603	0.330	0.049	/	/		
	供給	0.761	0.792	0.788	0.202	/	/	0.000	0.631
		アフリカ				アジア			
		H:r=0	H:r≤1	H:r≤2	H:r≤3	H:r=0	H:r≤1	H:r≤2	H:r≤3
産業用丸太	輸入	需要 0.203	0.840	0.737	0.098	0.395	0.766	0.689	0.312
	供給	**0.102	0.386	0.092	/	*0.058	0.182	0.064	/
製材	輸入	需要 0.749	0.797	0.519	0.060	0.913	0.954	0.917	0.542
	供給	*0.179	0.520	0.248	/	0.023	0.097	0.078	/
木質パネル	輸入	需要 0.731	0.725	0.674	0.100	*0.066	0.448	0.642	0.096
	供給	*0.064	0.253	0.052	/	0.015	0.065	0.059	/
チップ&パーティクル	輸入	需要 *0.001	0.897	0.667	0.166	0.803	0.762	0.670	0.622
	供給	0.422	0.498	0.031	/	0.000	0.002	0.025	/
		南米				中米			
		H:r=0	H:r≤1	H:r≤2	H:r≤3	H:r=0	H:r≤1	H:r≤2	H:r≤3
産業用丸太	輸入	需要 0.288	0.579	0.601	0.631	**0.187	0.456	0.301	0.102
	供給	0.664	0.713	0.372	/	*0.048	0.117	0.044	/
製材	輸入	需要 *0.134	0.452	0.350	0.173	*0.099	0.667	0.701	0.111
	供給	**0.112	0.259	0.039	/	*0.079	0.284	0.257	/
木質パネル	輸入	需要 0.563	0.594	0.480	0.250	*0.063	0.118	0.244	0.089
	供給	0.380	0.343	0.033	/	0.945	0.877	0.542	/
チップ&パーティクル	輸入	需要 データ不足				0.758	0.711	0.723	0.180
	供給	0.237	0.201	0.040	/	/	0.516	0.406	/

(注) *は10%水準, **は20%水準で有意なものである。

表4. 基本モデルの需要関数推定結果：定数項の推定結果は省略。

地域	弾性値	産業用丸太		製材		木質パネル		チップ&パーティクル	
		輸入	輸出	輸入	輸出	輸入	輸出	輸入	輸出
日本	P		-0.065		-1.200★	-0.008	-0.936★	-0.518★	-0.248
	GDP		-0.018		-1.666★	0.995	-1.634★	0.549☆	0.094
	EXR		0.930		-0.984	-1.870	0.069	-0.793	-1.417
	R ²		0.185		0.884	0.717	0.934	0.781	-0.406
	DW		0.45		0.809	0.509	1.115	0.609	3.254
北米	P	-0.977★	-0.517★		-0.160☆	-0.130	-0.122	-0.228☆	-0.068
	GDP	0.906★	0.342☆		0.528★	0.719☆	0.955★	0.506☆	0.778★
	EXR	-0.303	-0.560		1.418	-1.293☆	4.223	2.006☆	-0.352
	D-1					0.844★			
	DW	0.704	0.143		0.873	0.879	0.925	0.752	0.417
オセアニア	P	-1.364★		-0.645★		-0.774★	-0.525☆		-1.255★
	GDP	-1.034★		0.197☆		0.334☆	3.688★		1.690★
	EXR	-3.012		-0.446		-0.090	-0.989		-1.300
	R ²	0.863		0.254		0.589	0.798		0.809
	DW	1.518		1.439		0.689	0.548		0.907
西欧	P	-0.190☆	-0.423★	-0.090	-0.267★	-0.412★	-0.108	-0.400☆	-0.530★
	GDP	0.090	0.359★	0.070	0.425★	0.625★	1.044★	2.144★	2.072★
	EXR	-0.440	-0.206	-0.189	-0.220	-0.515	-0.519	-0.760	-0.508
	R ²	0.409	0.354	0.175	0.721	0.931	0.886	0.787	0.944
	DW	1.748	0.868	1.666	1.146	1.419	0.661	1.436	1.576
東欧	P				-0.087	-0.007	-0.110	-0.443★	-0.616☆
	GDP				-0.248	0.084	1.840☆	-0.082	4.863★
	EXR							2.227★	-0.192
	D-1							0.270	
	DW				0.117	-0.087	0.701	0.929	0.877
				0.747	0.315	0.281	3.214	1.800	

地域	弾性値	産業用丸太		製材		木質パネル		チップ&パーティクル	
		輸入	輸出	輸入	輸出	輸入	輸出	輸入	輸出
アフリカ	P					-0.047		-0.166	
	GDP					0.168		0.671	
	EXR					0.522		-0.527	
	R ²					0.659		-0.025	
	DW					1.670		2.368	
アジア	P			-0.131				-2.265☆	
	GDP			1.685★				3.962★	
	EXR			-0.058				-2.887	
	R ²			0.854				0.750	
	DW			0.767				1.484	
中米	P			-0.022				-0.908★	
	GDP			0.886☆				-10.320	
	EXR			0.535				-0.191	
	R ²			0.750				0.289	
	DW			1.070				0.882	
南米	P	-0.076☆		-0.101★		-0.296★		-0.699★	
	GDP	-0.358		-0.161		-0.802☆		0.234	
	EXR	-0.865		-0.718		-1.676		-3.130	
	R ²	0.477		0.285		0.496		0.528	
	DW	1.433		0.934		0.598		2.094	
ロシア	P	-1.124		-2.290★		-1.269			
	GDP	1.038☆		2.244★		1.236			
	EXR	-1.532		-2.428		-0.585			
	R ²	0.186		0.625		0.544			
	DW	1.609		2.791		1.484			

注) ☆:信頼度 70%以上で有意な推定値

★:信頼度 90%以上で有意な推定値

□ は共和分ありと判断できるもの

R²:自由度調整済み決定係数

DW:ダービン・ワトソン比

表 5. 基本モデルの供給関数推定結果：定数項の推定結果は省略。

地域	弾性値	産業用丸太		製材		木質パネル		チップ&パーティクル	
		輸入	輸出	輸入	輸出	輸入	輸出	輸入	輸出
日本	P	0.332 ☆	0.319 ※	0.397 ☆		1.207 ☆		0.637 ☆ ※	
	WAG	-0.420		0.436		5.098 ☆			
	EXR	0.770 ☆		-0.678 ☆					
	R ²	0.638	0.004	0.918		0.667		0.152	
DW	0.615	0.371	1.836		0.403		0.501		
北米	価格			0.106			0.033		0.327 ☆
	WAG			0.743 ☆			1.073 ☆		1.403 ☆
	EXR			1.801 ☆			1.230 ☆		
	S-1						0.740		
R ²			0.802			0.985		0.238	
DW			0.984			2.606		0.668	
オセアニア	価格		1.896 ☆		0.531 ☆				
	WAG		-0.045		2.339 ☆				
	EXR		4.141 ☆		1.784 ☆				
	R ²		0.642		0.517				
DW		1.164		0.555					
西欧	価格							0.244	
	WAG							3.871 ☆	
	EXR							0.375	
	S-1							0.544 ☆	
R ²							0.834		
DW							1.903		
東欧	価格	0.603 ☆	0.209 ☆	0.121 ☆	0.385 ☆	0.529 ☆	0.047		0.486 ☆
	WAG	8.104 ☆	-0.356	1.966	-0.310	10.784 ☆	0.045		2.062 ☆
	EXR	0.472	0.866 ☆	-0.011	1.472 ☆	0.565 ☆	0.431 ☆		1.108 ☆
	S-1						0.713		
R ²	0.460	0.614	0.36	0.626	0.464	0.958		0.741	
DW	2.469	1.001	1.038	1.409	0.741	1.766		2.036	

地域	弾性値	産業用丸太		製材		木質パネル		チップ&パーティクル	
		輸入	輸出	輸入	輸出	輸入	輸出	輸入	輸出
アフリカ	価格		0.116 ☆		0.032				
	WAG				0.694 ☆				
	EXR		0.054		0.640				
	R ²		0.119		0.623				
DW		0.464							
アジア	価格		3.161 ☆				0.004		
	WAG						0.047		
	EXR		-0.119				0.942		
	S-1						0.975		
R ²		0.295					1.845		
DW		0.163							
中米	価格				0.139 ☆		0.134 ☆		0.223
	WAG				0.315 ☆		0.831 ☆		-7.766 ☆
	EXR						0.583		
	S-1						0.740		0.379
R ²				0.019		1.902		1.417	
DW				1.066					
南米	価格								0.205
	WAG								0.869 ☆
	EXR								0.546
	R ²								0.542
DW									
ロシア	価格		0.002				0.137		0.002 ※
	WAG		0.271				0.210		
	EXR								
	S-1								
R ²		-0.190					-0.113		-0.200
DW		2.196					1.561		0.676

注) ☆: 信頼度 70% 以上で有意な推定値
 ☆: 信頼度 90% 以上で有意な推定値
 ※: 価格比 (P/Wag) の推定結果
 R²: 自由度調整済み決定係数
 DW: ダービン・ワトソン比
 / は共和分ありと判断できるもの

4. モデルの推定結果と考察

モデルの推定に際して、アフリカ、アジア、中米、南米、ロシアの 5 地域は、賃金データがない、輸出入量や価格等に欠落がある、またインフレーションが激しくデータに信頼性がおけない等の地域が多く、推定不可能あるいは満足いく推定結果を得ることがほとんど出来なかった。さらに同 5 地域のうちロシアを除く 4 地域には賃金のデータがないため、価格比 (P/Wag) を用いたモデルも推定できていない。アーモンラグモデルの推定において、ラグは 6 期までとしたがデータ数と自由度の問題があるため、推定を行うことができた地域は日本、北米、オセアニア、西欧の 4 地域である。同 4 地域のうちチップ & パーティクルについて推定が行えたの

は、北米および西欧の輸出入における需給関数、日本の輸入における需給関数、オセアニアの輸出における需給関数である。

基本モデルの需要、供給両関数を 2SLS, 3SLS, 及び各変数の階差や対 GDP または賃金との価格比、アーモンラグモデルを OLS 等で推定を行った。需要、供給関数で経済学的に最も重要なのは、価格の係数の符号条件である。したがって、価格の係数の符号条件が合っている推定結果を中心に考察を行って、各地域の貿易構造の特徴を捉えることとする。

推定結果全体をみると、多くの供給関数において価格の符号条件が合っていない。これは、基本的には貿易価格と貿易量の関係とがかなり強い負の相関を示すものが多く、供給のシフトの方が需要のシフトよりも大きいことによる。つまり、供給のシフト要因を除き得なかったことによると指摘され、2SLS, 3SLS 等他の推定方法を試みてもなかなか有意な結果が得られなかった。またデータの非定常性を改善するために、各変数の階差をとって単位根検定すると、ほとんどの統計量が単位根無しとなったが、OLS による推定結果では統計的に有意なものがほとんどみられなかった。結局、OLS を適用して比較的良好な結果を得られた需要、供給の基本モデルとアーモンラグモデルについて考察を行うこととした。

4.1 基本モデルの推定結果

表 4 に基本モデルの需要関数推定結果を示す。表中の空白部分は価格の符号条件が満たされず、うまく推定されなかったことを表しており、斜線部分はデータ不足等で推定が行われなかったことを表している。太線で囲ったものは先の検定で共和分があり、推定結果に一致性があると判断されたものである。一般的にみて、4 品目のうち木質パネルとチップ&パーティクルが比較的良好な結果を得ており、木材貿易では主要品目である産業用丸太と製材は、符号条件が合っていない地域が多い。輸入の需要関数で価格の符号条件が合っていないのは、日本の産業用丸太輸入および製材輸入、北米の製材輸入、東欧の産業用丸太輸入および製材輸入である。日本の産業用丸太輸入においては、輸入価格と輸入量の相関は -0.690 と負であるが、輸入価格と GDP は 0.880 と比較的高い正の相関を示しており、説明変数間の相関の方が高いために多重共線性と類似の現象が起こり、符号が逆転したと考えられる(内田 他(1970))。ここでは示さないが多重共線性を避けるために輸入価格と GDP の比を用いたが、その推定結果も符号条件を満たしていない。日本の製材輸入と GDP は負の相関を示しているため、価格比を用いたモデルの推定結果も符号条件を満たしていない。また、10%または 20%有意水準において共和分ありと認められたのは、需要関数では日本の木質パネル輸入、北米の産業用丸太輸入と輸出、チップ&パーティクル輸入、オセアニアの製材輸入、チップ&パーティクル輸出、西欧のチップ&パーティクル輸出、東欧の木質パネル輸入と輸出、中米、南米の製材輸入である。価格の理論的符号条件の斉合性が得られ t -値等が高くても、先の検定結果で必ずしも共和分ありという結果を得ている訳ではないが、以下のような傾向的な特徴を読み取ることが出来る。

共和分ありと判断される北米の産業用丸太輸出入、オセアニアの製材輸入、チップ&パーティクル輸出、西欧のチップ&パーティクル輸出等では、輸出入量の増加あるいは減少傾向が顕著な品目の価格弾性値は相対的に大きい、すなわち、比較的弾力的であることが指摘される。また共和分ありと判断されないが、日本の製材輸出、オセアニアの産業用丸太輸入、中米のチップ&パーティクル輸入にも同様の傾向がみられる。比較的データの揃っているアジアにおいてもチップ&パーティクル輸入量の増加は顕著で、同様に価格弾性値が大きく推定されている。アフリカと南米については、データ数が十分でないことに加え、特に南米はインフレーションが非常に激しい地域であるため、先進地域同様の結果が得られなかったと考えられる。また、ロシアにおいては些かデータ不足であるが、先進地域の結果同様、輸出入量の増加あるいは減少傾向が顕著な品目の価格弾性値は大きく推定されるという傾向が表れている。このような傾

向は、価格比 (P/Gdp) を用いた需要関数推定結果にもみられた。

基本モデルの供給関数推定結果は、表 5 に示す通りである。価格の符号条件が合って t -値が高い地域は、産業用丸太輸入の日本と東欧、産業用丸太輸出のオセアニア、東欧、アフリカ、アジア、製材輸入の日本、東欧、製材輸出のオセアニア、東欧、中米、木質パネル輸入の日本、東欧、木質パネル輸出の中米、チップ&パーティクル輸入の日本、チップ&パーティクル輸出の北米、東欧、中米である。このうち価格の弾性値が比較的弾力的なのは、オセアニア、アジアの産業用丸太輸出でそれぞれ 1.896, 3.161, 東欧の産業用丸太輸入の 0.603 と木質パネル輸入の 0.529 等である。また日本の木質パネル輸入の価格弾性値も 1.207 とかなり弾力的となっている。この価格が弾力的な地域は、需要関数の推定結果同様に輸出入量の増加あるいは減少傾向が顕著である。

但し、共和分ありと認められたのは、日本の産業用丸太輸入、製材輸入、木質パネル輸入、東欧の産業用丸太輸入、製材輸入、チップ&パーティクル輸出、アフリカの産業用丸太輸出、製材輸出、アジアの産業用丸太輸出、中米の製材輸出である。

4.2 アーモンラグモデルの推定結果

OLS, 2SLS または 3SLS によって基本モデルの推定を行っても、供給関数の価格の符号条件を満たす推定結果はなかなか得られなかった。ここでは、OLS による基本モデルの推定において価格の符号条件を満たした需給関数に対応するアーモンラグモデル推定結果と、OLS では価格の符号条件が満たされなかったが、アーモンラグモデルを用いることによって長期の価格効果の符号条件が一致している結果を表 6, 表 7 にまとめた。表 8 に Engle and Granger (1987) によるアーモンラグモデルの共和分検定結果を示した。20% 有意水準で共和分なしと判断されるものは、日本の産業用丸太輸出需給関数、製材輸出供給関数、北米の産業用丸太輸入供給関数、製材輸入の需要関数、木質パネル輸入供給関数、木質パネル輸出需給関数、チップ&パーティクル輸入需要関数、西欧の産業用丸太輸出入の需給関数、チップ&パーティクル輸出供給関数、オセアニアの産業用丸太輸出供給関数、製材輸出需要関数、木質パネル輸出需給関数である。

表 6 に示す需要関数推定結果において、アーモンラグモデルを用いることで、新たに長期の価格効果の符号条件を満たしたのは、日本の産業用丸太輸入における需要関数で、 -0.431 である。当期の価格弾性値は 0.170 と符号条件に問題が残るものの、ラグ 1 期以前の符号条件には問題がない。日本の産業用丸太輸入における価格弾性値は当期が小さく、3 期前頃の効果が -0.160 と最も大きく、価格変化の効果には少しラグがあることが分かる。

価格の符号条件が合わなくなったのは、西欧の製材輸出で、短期の価格弾性値において当期は -0.253 で符号条件を満たしているが、ラグ 2 期以前の符号は全てプラスになっており、長期の価格弾性値は 0.014 となっている。また木質パネルの北米の輸入と西欧の輸出における需要関数推定結果の価格の符号条件が合わなくなっている。北米は長期、短期とも価格符号条件が合っていない。西欧は、短期の価格弾性値において、当期は -0.203 と符号条件を満たしているが、ラグ 2 期以前の符号は全てプラスになっており、長期の価格弾性値は 0.485 である。また、チップ&パーティクルにおいては、日本の輸入における需要関数の価格の符号条件が合わなくなっており、短期の価格弾性値において、当期は -0.691 と符号条件を満たしているが、ラグ 1 期前から 4 期前までの符号がプラスになっており、長期の価格弾性値の符号も 0.255 とプラスになっている。

表 7 に示したアーモンラグモデルの供給関数推定結果で、新たに長期の価格効果の符号条件を満たしたのは、西欧の製材輸出と木質パネル輸出における供給関数である。西欧の製材輸出において短期の価格弾性値は、当期は -0.138 と符号条件に問題があるものの、ラグ 2 期以前

表6. アーモンラグモデルの需要関数推定結果：定数項の推定結果は省略。

地域	弾性値	産業用丸太		製材		木質パネル		チップ&パーティクル	
		輸入	輸出	輸入	輸出	輸入	輸出	輸入	輸出
日本	ΣP	-0.431 ★	-2.347 ★		-1.046 ☆	-0.793 ★	-1.336 ★	0.255	
	P0	0.170 ☆	-0.278		-0.733 ★	-0.142	-0.887 ★	-0.691 ★	
	P1	-0.021	-0.507 ★		-0.087	0.019	-0.153 ★	0.085	
	P2	-0.125 ★	-0.556 ★		0.152	0.024	0.132 ☆	0.399 ★	
	P3	-0.160 ★	-0.478 ★		0.121 ☆	-0.063	0.115 ☆	0.393 ★	
	P4	-0.146 ★	-0.329 ★		-0.046	-0.175 ★	-0.054	0.209 ★	
	P5	-0.102 ★	-0.163		-0.212 ★	-0.246 ★	-0.229 ★	-0.012	
	P6	-0.047 ☆	-0.035		-0.242 ★	-0.210 ☆	-0.260 ★	-0.129	
	GDP	-0.406 ★	-0.774		-1.150	4.488 ★	-0.922 ☆	-0.435	
	EXR	-0.092	0.799		-0.308	0.034	0.392	-1.182	
	R ²	0.926	0.627		0.816	0.965	0.898	0.770	
	DW	1.321	1.061		0.983	2.037	1.383	1.191	
北米	ΣP	-0.696 ★	-1.480 ★		-0.192 ★	2.401 ☆	-0.962 ★	-0.313	-1.820 ★
	P0	-0.836 ★	-0.330 ★		0.143 ☆	0.215	-0.112	-0.160	-0.103
	P1	-0.285 ★	-0.218 ★		-0.138 ★	0.007	0.147	0.105	-0.095
	P2	0.023	-0.182 ★		-0.213 ★	0.087	0.126	0.151	-0.181 ☆
	P3	0.149 ★	-0.190 ★		-0.154 ★	0.316 ☆	-0.055	0.061	-0.303 ★
	P4	0.150 ★	-0.209 ★		-0.031 ☆	0.559 ★	-0.277 ☆	-0.081	-0.403 ★
	P5	0.086 ☆	-0.205 ★		0.083 ★	0.678 ★	-0.422 ☆	-0.194 ☆	-0.425 ★
	P6	0.017	-0.146 ☆		0.117 ★	0.538 ★	-0.369 ☆	-0.195 ☆	-0.309 ★
	GDP	1.116 ★	-0.103		0.463 ★	2.634 ★	0.215	0.603	0.948 ★
	EXR	-0.177	0.708		1.230 ★	0.596	4.127	1.475	0.040
	R ²	0.821	0.800		0.929	0.816	0.891	0.706	0.637
	DW	1.494	1.407		1.695	0.482	0.617	2.003	1.258
オセア ニア	ΣP	-1.089 ★		-1.140 ★		-1.391 ★	-2.425 ★		-0.176
	P0	-0.787 ★		-0.406 ★		-0.560 ★	-1.114 ★		0.078
	P1	-0.276 ★		-0.290 ★		-0.116	0.314 ★		-0.093 ☆
	P2	-0.017		-0.197 ★		0.025	0.618 ★		-0.139 ★
	P3	0.062		-0.126 ☆		-0.029	0.219 ☆		-0.103 ★
	P4	0.033		-0.073 ☆		-0.167 ★	-0.463 ★		-0.028
	P5	-0.035		-0.036		-0.281 ★	-1.007 ★		0.043
	P6	-0.069		-0.012		-0.262 ★	-0.993 ★		0.066 ☆
	GDP	-0.518		-0.149		0.152	0.813		0.139
	EXR	-2.166		-0.698		-0.404	0.207		0.472
	R ²	0.499		0.576		0.859	0.909		0.634
	DW	1.556		2.089		1.508	1.241		1.845
西欧	ΣP	-0.240 ☆	-1.400 ★	-0.172 ☆	0.014	-0.519 ★	0.485 ★	-0.805 ★	-0.708 ★
	P0	-0.043	-0.572 ★	0.057	-0.253 ★	-0.197 ★	-0.203 ☆	-0.137	-0.388 ★
	P1	-0.074 ☆	-0.099 ★	-0.042 ☆	-0.068 ★	-0.101 ★	-0.004	-0.405 ★	-0.141 ☆
	P2	-0.072	0.047	-0.078 ★	0.041 ☆	-0.054 ☆	0.081 ☆	-0.403 ★	-0.025
	P3	-0.051	-0.018	-0.072 ★	0.091 ★	-0.039 ☆	0.160 ★	-0.237 ★	-3E-04
	P4	-0.021	-0.173 ★	-0.042 ☆	0.096 ★	-0.042 ☆	0.193 ★	-0.010	-0.026
	P5	0.005	-0.301 ★	-0.007	0.072 ★	-0.047 ☆	0.179 ★	0.175 ☆	-0.061
	P6	0.016	-0.283 ★	0.013	0.035	-0.038 ☆	0.116 ★	0.213 ★	-0.662
	GDP	0.145	0.174 ☆	-0.005	0.646 ★	0.420 ★	1.525 ★	1.335 ★	2.292 ★
	EXR	-0.442	-0.061	-0.167	-0.271	-0.392	-0.626	-0.837	-0.463
	R ²	0.413	0.745	0.306	0.843	0.920	0.892	0.768	0.961
	DW	2.021	1.627	1.891	0.895	1.407	0.806	1.820	2.330

注) ☆:信頼度70%以上で有意な推定値

★:信頼度90%以上で有意な推定値

R²:自由度調整済み決定係数

DW:ダービン・ワトソン比

ΣP:長期の価格弾性値

P0~P6:当期~ラグ6期前の短期の価格弾性値

の符号はプラスで、長期の価格弾性値は0.122と符号条件は満たしている。但し、有意性に欠けており、非弾力的な値である。西欧の木質パネル輸出供給関数の短期価格弾性値は、当期は-0.006と符号条件に問題があるものの、ラグ1期以前の符号はプラスで、長期の価格弾性値は0.562と符号条件は満たしている。長期の価格弾性値は有意性も高く、比較的弾力的である。西欧の木質パネル輸出における短期の価格弾性値は、当期の効果が最も小さく、ラグ5期前頃

表 7. アーモンラグモデルの供給関数推定結果：定数項の推定結果は省略。

地域	弾性値	産業用丸太		製材		木質パネル		チップ&パーティクル	
		輸入	輸出	輸入	輸出	輸入	輸出	輸入	輸出
日本	ΣP	-0.533 ★	-1.833 ☆	0.618 ★		0.091		-0.073	
	P0	0.211 ★	-0.262	0.444 ☆		-0.315		-0.775 ★	
	P1	-0.018	-0.478 ★	0.200 ★		0.021		0.094	
	P2	-0.146 ★	-0.497 ★	0.053		0.163		0.422 ★	
	P3	-0.195 ★	-0.386 ★	-0.017		0.168		0.380 ★	
	P4	-0.184 ★	-0.213	-0.035		0.096		0.143 ☆	
	P5	-0.135 ★	-0.046	-0.023		0.005		-0.115	
	P6	-0.066 ★	0.048	-0.004		-0.047		-0.221 ☆	
	WAG	-0.746 ★	-2.259 ☆	0.476		5.363 ★		-1.427 ☆	
	EXR	0.061	-0.276	-0.315		-2.585 ★		-1.383 ★	
	R ²	0.926	0.654	0.909		0.896		0.785	
	DW	1.175	1.128	1.835		1.248		1.298	
北米	ΣP			0.032			-0.411 ☆		-1.856 ★
	P0			0.262 ★			-0.434		-0.025
	P1			-0.088 ☆			0.174		-0.054
	P2			-0.198 ★			0.331 ☆		-0.176 ☆
	P3			-0.150 ★			0.197		-0.328 ★
	P4			-0.024			-0.063		-0.449 ★
	P5			0.097 ☆			-0.291 ☆		-0.477 ★
	P6			0.132 ☆			-0.324 ☆		-0.348 ★
	WAG			0.054			2.842 ★		1.849 ★
	EXR			2.462 ★			4.039		
	R ²			0.797			0.921		0.528
	DW			0.883			0.930		0.901
オセアニア	ΣP		0.932 ☆		-0.226				
	P0		0.911 ★		1.048 ★				
	P1		0.748 ★		0.428 ★				
	P2		0.424 ★		-0.037				
	P3		0.042		-0.346 ★				
	P4		-0.294 ★		-0.499 ★				
	P5		-0.482 ★		-0.493 ★				
	P6		-0.418 ★		-0.327 ★				
	WAG		3.248		6.647 ★				
	EXR		3.659		1.150				
	R ²		0.893		0.792				
	DW		1.568		1.942				
西欧	ΣP				0.122		0.562 ★	-0.223	
	P0				-0.138 ☆		-0.006	0.163	
	P1				-0.048 ☆		0.017	-0.271 ★	
	P2				0.020		0.060	-0.357 ★	
	P3				0.065 ★		0.106 ★	-0.222 ☆	
	P4				0.086 ★		0.139 ★	0.008	
	P5				0.082 ★		0.144 ★	0.207 ☆	
	P6				0.054 ☆		0.103 ☆	0.246 ★	
	WAG				1.020 ★		2.253 ★	5.180 ★	
	EXR				-0.080		-0.186	0.011	
	R ²				0.839		0.878	0.732	
	DW				0.842		0.865	1.536	

注) ☆: 信頼度70%以上で有意な推定値
 ★: 信頼度90%以上で有意な推定値
 R²: 自由度調整済み決定係数
 DW: ダービン・ワトソン比
 ΣP: 長期の価格弾性値
 P0~P6: 当期~ラグ6期前の短期の価格弾性値

の効果は 0.144 と最も大きく、価格変化の効果はかなり遅いことが分かった。

一方、先の供給関数推定結果で、価格の符号条件が合っていたものがアーモンラグモデルを用いることによって長期の価格効果の符号条件が合わなくなったのは、産業用丸太では日本の輸出入、製材ではオセアニアの輸出、木質パネルでは北米の輸出、チップ&パーティクルでは日本の輸入、北米の輸出、西欧の輸入における供給関数である。産業用丸太輸入においては、日本の供給関数は短期の価格弾性値において当期は 0.211 と符号条件を満たしているものの、

表 8. 残差の単位根検定結果(アーモンラグモデル).

			検定統計量			最適ラグ				検定統計量			最適ラグ
			検定統計量	P-値	最適ラグ					検定統計量	P-値	最適ラグ	
日本	産業用丸太	輸入	需要	-3.478	0.009	3.000	西欧	産業用丸太	輸入	需要	-1.202	0.673	4.000
			供給	-3.477	0.009	2.000				供給	-1.340	0.611	3.000
		輸出	需要	-1.298	0.630	5.000			輸出	需要	0.181	0.971	6.000
			供給	-1.497	0.535	5.000				供給	0.058	0.963	6.000
	製材	輸入	需要	-3.065	0.029	2.000		製材	輸入	需要	-2.346	0.158	4.000
			供給	-2.803	0.058	2.000				供給	-2.429	0.134	4.000
		輸出	需要	-3.421	0.010	6.000			輸出	需要	-2.400	0.142	3.000
			供給	-2.135	0.231	6.000				供給	-3.112	0.026	3.000
	木質パネル	輸入	需要	-3.098	0.027	6.000		木質パネル	輸入	需要	-2.660	0.081	3.000
			供給	-2.394	0.143	2.000				供給	-3.618	0.005	2.000
		輸出	需要	-4.640	0.000	2.000			輸出	需要	-2.554	0.103	6.000
			供給	-4.337	0.000	2.000				供給	-3.770	0.003	5.000
チップ&パーティクル	輸入	需要	-3.455	0.009	3.000	チップ&パーティクル	輸入	需要	-2.822	0.055	3.000		
		供給	-2.506	0.114	2.000			供給	-2.689	0.076	6.000		
	輸出	需要	データ不足				輸出	需要	-2.271	0.181	6.000		
		供給	データ不足					供給	-1.796	0.383	6.000		
北米	産業用丸太	輸入	需要	-3.361	0.012	3.000	オセアニア	産業用丸太	輸入	需要	-3.015	0.034	2.000
			供給	-2.056	0.262	2.000				供給	-3.052	0.030	2.000
		輸出	需要	-3.343	0.013	3.000			輸出	需要	-2.847	0.052	2.000
			供給	-3.347	0.013	3.000				供給	-0.220	0.936	6.000
	製材	輸入	需要	-2.147	0.226	6.000		製材	輸入	需要	-3.727	0.004	3.000
			供給	-2.558	0.102	6.000				供給	-2.273	0.181	3.000
		輸出	需要	-1.942	0.313	6.000			輸出	需要	-1.972	0.299	5.000
			供給	-2.340	0.159	6.000				供給	-2.559	0.102	2.000
	木質パネル	輸入	需要	-2.288	0.176	2.000		木質パネル	輸入	需要	-2.539	0.106	2.000
			供給	-0.931	0.778	5.000				供給	-2.449	0.128	2.000
		輸出	需要	-0.870	0.798	2.000			輸出	需要	-2.205	0.205	6.000
			供給	-1.475	0.546	3.000				供給	-2.105	0.242	6.000
チップ&パーティクル	輸入	需要	-2.144	0.227	2.000	チップ&パーティクル	輸入	需要	データ不足				
		供給	-2.247	0.190	2.000			供給	データ不足				
	輸出	需要	-3.147	0.023	2.000		輸出	需要	-2.673	0.079	2.000		
		供給	-2.757	0.065	6.000			供給	-2.882	0.048	2.000		

ラグ 2 期以降は符号条件を満たしておらず、長期的価格の符号もマイナスとなっている。

5. 結び

本研究の目的は、世界における林産物貿易構造をより具体的に把握すべく、政策的なシミュレーション分析を容易にする空間均衡モデル構築の基礎となる輸出入の供給、需要関数を推定しようというものであった。FAOSTAT のデータに基づいて基本モデルを構築し、世界 10 地域を対象として分析を試みた。基本モデルを基にデータの単位根、共和分の検定を行った。検定結果は 20% 有意水準でも単位根あり、共和分無しの結果が多く、階差モデルによる推定も試みたが、良い結果を得ることは出来なかった。基本モデルは同時決定型モデルであるので 2SLS、3SLS によって推定を行ったが、一般的に供給関数の価格の符号条件は満たされておらず、推定は良い結果が得られなかった。また、価格にラグを持たせた場合、符号条件が長、短期的にどのように変化するかをみるために、アーモンラグモデルによる分析も試みた。結局、OLS を用いて基本モデルの推定を行ったとき、価格の符号条件が合わなかった需給関数は、他の方法を用いて推定を試みてもほとんど良い結果が得られていない。しかしながら、単位根があっても、あるいはトレンドがあっても、分析対象期間に起きている経済現象の傾向に説明がつけば、応用的な記述モデルとしてかなり有益な示唆を得ることも少なくない。今回の OLS 推定結果の特徴を要約すると、以下ようになる。

OLS による基本モデルの需要関数推定結果においては、各地域とも比較的良好な結果を得ている。特に、木材貿易では産業用丸太と製材よりも木質パネルとチップ&パーティクルの方がよく推定されており、主要品目である産業用丸太と製材の価格の符号条件は合っていない地域

が多い。これは、貿易の需給が産業用丸太から製材へとシフトしているため、その構造変化を価格と所得だけでは十分に説明できなかったことによると考えられる。

OLS による基本モデルの供給関数推定結果においては、価格の符号条件が合っていないものが多い。これは、需要側よりも供給側のシフト要因の変動が顕著で、貿易量と貿易価格が比較的強いマイナスの相関関係を示しているが、今回の説明変数では、その変化を除去し切れていないことによる。

これらの推定結果より、共和分検定の結果が必ずしも全て良い結果を得たわけではないが傾向的な特徴として、輸出入量の著しい増大期または減少期には、価格弾性値が大きく推定される、すなわち、弾力的な値を示す傾向が伺えた。したがって、現在の輸出入動向が続けば、輸出入量が増加傾向にあり、かつ価格弾性値が高い地域の輸出入品目は、今後も輸出入量が増加していく可能性があると考えられる。この傾向が伺えたのは、北米における産業用丸太の輸入、オセアニアにおける産業用丸太の輸出、製材の輸出、チップ&パーティクルの輸出、および西欧におけるチップ&パーティクルの輸出等である。

近年の傾向として、丸太よりは付加価値を高めた製材の輸出、製材よりはより加工度の高い製品輸出の増加が伺える。各国同等のデータを揃えるのは容易ではないが、今後の課題として、以下のことが指摘される。

- ・ 産業用丸太と製材、または製材と木質パネルの価格を相互に導入する等、代替関係を考慮すること、また貿易構造の変化をチェックし、それを説明できるファクターをパラメータに加えること、
- ・ データの欠損を少なくすること、また今回使用した輸出量に自地域内の貿易量も含まれているため、自地域内での貿易量を削除して貿易相手地域の貿易量を明らかにすること、
- ・ 単位根検定と共和分検定の結果、ほとんどが単位根ありで共和分のあるものも少なかった。階差をとれば単位根はなくなるが、モデルの推定結果は統計的に有意ではなかった。パネルデータにより輸出入の需給関数の推定を試みること。

参 考 文 献

- Dickey, D. A. and Fuller, W. A. (1979) Distribution of the estimators for autoregressive time-series with a unit root, *J. Amer. Statist. Assoc.*, **74**, 427-431.
- Engle, R. F. and Granger, C. W. J. (1987) Co-integration and error corrections representation, estimation and testing, *Econometrica*, **55**, 251-276.
- FAO (2000) FAOSTAT DATABASE: Forestry, FAO, Rome.
- Gallagher, P. (1980) An analysis of the softwood log trade between the United States and Japan, Technical Bulletin 330 Forestry Series, No. 34, 2-19, Agricultural Experiment Station, University of Minnesota, Minnesota.
- Hall, B. H. (1999) Time Series Processor Version 4.5, User's Reference Manual, TSP International, California.
- Johansen, S. (1988) Statistical analysis of cointegrating vectors, *J. Econom. Dynam. Control*, **12**, 231-254.
- Johansen, S. and Juselius, K. (1990) Maximum likelihood estimation and inference on cointegration with application to the demand for money, *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, **55**, 169-210.
- Johansen, S. and Juselius, K. (1992) Testing structural hypotheses in multivariate cointegration

- analysis of the PPP and the UIP for UK, *Journal of Econometrics*, **53**, 211–244.
- Kallio, M., Dykstra, D. P. and Binkley, C. S. (1987). *The Global Forest Sector: An Analytical Perspective*, Wiley, New York.
- Labys, W. C. (1989). Spatial and temporal price and allocation models of mineral and energy markets, *Quantitative Methods for Market-oriented Economic Analysis over Space and Time* (eds. W. C. Labys, T. Takayama and N. D. Uri), 14–47, Avebury, Vermont.
- McKillop, W. L. M. (1973). Structural analysis of Japan-North America trade in forest products, *Forest Science*, **19** (1), 63–74.
- Michie, B. and Kin, S. (1999). *A Global Study of Regional Trade Flows of Five Groups of Forest Products*, World Forests, Society and Environment Research Program, Helsinki.
- 永田 信, 古井戸宏道, 加藤 隆, 岡 裕泰, 井上 真 (1992). 環太平洋木材貿易の計量経済分析(II), *日林論*, **103**, 29–31.
- Perez-Garcia, J. M. (1993). Global forestry impacts of producing softwood supplies from North America, CINTRAFOR Working Paper 43, Center for International Trade in Forest Products, College of Forest Resources, University of Washington, Seattle.
- 田中勝人 (2001). 非定常経済時系列におけるトレンドの統計的問題, 『現代経済学の潮流 2001』(井堀利宏, 岡田 章, 伴 金美, 福田慎一 編), 111–135, 東洋経済新報社, 東京.
- 内田忠夫, 栗林 世, 矢島 昭, 渡部経彦 (1970). 『経済予測と計量モデル』, 日本経済研究センター双書 7, 159–165, 日本経済新聞社, 東京.
- 和合 肇, 伴 金美 (1995). TSP による経済データ分析(第2版), p. 48, 東京大学出版会, 東京.
- 山本 拓 (2001). 『計量経済学』, 164–180, 新世社, 東京.
- Yoshimoto, A. and Yukutake, K. (2002). Japanese forest sector modeling through a partial equilibrium market model, *Journal of Forestry Research*, **7**, 41–48.
- Yukutake, K., Yoshimoto, A., Nagata, S. and Tachibana, S. (1996). Forest sector modeling in Japan, Proceeding of Project Group P.6.11 FORESEA Meeting at the 20th IUFRO World Congress, CINTRAFOR, SP22, 111–134, Center for International Trade in Forest Products, College of Forest Resources, University of Washington, Seattle.
- 行武 潔, 岡田浩一郎, 吉本 敦 (1998). 林産物の貿易・需給に関する計量経済分析(II)——各国輸出入モデルの OLS 推定——, *日林論*, **109**, 1–4.
- Zhu, S., Tomberlin, D. and Buongiorno, J. (1998). Global forest products consumption, production, trade, and prices: GFPM model projections to 2010, Forestry Policy and Planning Division, Forestry Department, FAO, Rome.

Derivation of Export/Import Functions for Forest Products Trade Using FAO Data

Kiyoshi Yukutake

(Department of Agriculture, Miyazaki University)

Atsushi Yoshimoto

(The Institute of Statistical Mathematics)

Hiroe Hamada

(Department of Agriculture, Miyazaki University)

The problem of environmental conservation and timber products trade has been one of the major issues in international meetings, e.g., WTO, where quantitative analysis using trade models has been playing an important role in negotiations. In constructing the trade models, it is necessary to have the export/import functions of the target products in the target regions. These functions are derived by applying the price elasticity of the corresponding export and import of the products. In this study, we estimate the price elasticity of the export and import of timber products, where the sign test of the derived elasticity is mainly implemented. There are ten target regions: Japan, developing countries in Asia, North America, Central America, South America, East Europe, West Europe, Oceania, Russia, and Africa. The target products are industrial logs, lumber, wooden panels, chips and particles. The data source is the FAO statistics data on a monthly basis from 1970 to 1999. We apply OLS, 2SLS, and 3SLS estimation methods to the log-transformed linear functions. Furthermore, considering the effect of time-lagged variables, the Almon lag model is also estimated. Our experiments show that if the results from OLS are unsatisfactory for the sign test, none of the others, i.e., 2SLS, 3SLS and Almon lag could outperform it. The supply side estimation would not be satisfactory in terms of the sign test in most cases.