

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

Existence of price comovement and the law of one price for Japanese timber products

行武 潔・吉本 敦・庄司 功

Yukutake, K., Yoshimoto, A. & Shoji, I.

キーワード: 一物一価の法則, 民間市売り市場, 木材価格, 全国平均木材価格

要約: 本報告は民間の個別市売り市場木材価格とアグリゲートされた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Unit root test, Engle and Granger test, Wald test及びJohansen test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得ること、しかしヒノキは他との連動性が低いこと等が指摘された。

Abstract: The law of one price has been revealed widely in foreign timber markets. In this study, we investigate its existence for Japanese timber products including logs and lumber. Unit root test, co-integration test, and Wald test are performed for thirteen sets of monthly data from January 1974 to May 2001. Our analysis shows that (1) the results of co-integration test support the comovement between prices, (2) the same market between sugi and hemlock for similar use, and the low connectivity between hinoki and others.

Keywords: Law of one price, a private auction market, timber price, a national average timber price

1. はじめに

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。この一物一価の法則とは、経済財は為替レート、輸送費、その他地域格差に関する要因等を除去すれば、価格は長期的には収斂し単一の均衡を得るというものである。自由貿易を推奨し、経済効率を高める理由の根拠の一つもここにある。

Dykstra and Kallio (1987) の GTM モデル, Zhu *et al.* (1998) の GFPM モデル, Adams and Haynes (1980) の TAMM モデル, Samuelson (1952) タイプの空間均衡モデルである Yoshimoto *et al.* (1999) の JAFSEM もこの一物一価の法則が前提となっている。

これまで森林経済関係の一物一価を実証した主な研究に、次のものがある。しかし、我が国ではまだこの種の研究はない。Uri and Boyd (1990) は、米国の 4 地域 (北東部, 中央北部, 南部, 西部) を対象に 1950~1985 の針葉樹製材品について、価格と需要数量との関係を Granger (1969) の因果検定によって検討し、各地域が同一市場であることを指摘した。Buongiorno and Uusivori (1992) は、米国から英国, ドイツ, ベルギー, イタリア, オランダ, 日本向けの紙・パルプ価格 1978.1~1988.12 までの 56 組について、単位根検定により時系列データが定常か非定常かを検定した後、Engle and Granger (1987) による共和分検定を行って一物一価の法則が否定できないことを検証している。Jung and Doroodian (1994) は、Uri and Boyd (1990) と全く同じデータを使って、単位根検定後 Johansen (1988) による共和分検定を行い、一物一価の法則が成り立つことを支持した。しかし、Hanninen (1998) は英国のフィンランド, スウェーデン, カナダ, ロシアからの針葉樹輸入材の 1978~1992 の四半期データについて同様の検定を行い、一物一価の法則の成立を否定する結果を得ている。

この他最近の研究として、Yin and Baek (2005) は米国の北東部, 中央北部, 南部, 西部の 4 地域について、1980 年 1 月から 1999 年 12 月までの月次データに基づき、米マツ, モミ・カラマツ, ミツガ, SPF とサザンパインを対象に Johansen 検定を行い、米国針葉樹製材品市場に一物一価の法則を圧倒的に支持する結果が得られたとしている。長年問題となっているカナダと米国間の木材関税戦争について、Shahi *et al.* (2006) は一物一価が成り立つならば、余計

な政策的介入はしないがよいということから、北米 10 地域の市場におけるアグリゲートされた針葉樹製材品と同種の針葉樹製材品について、針葉樹製材品協定 (the Softwood Lumber Agreement) の 1996~2001 と 2001~2004 年の 2 期間に分け月次データに基づいて Johansen の共和分テストを行っている。結果、北米 10 地域の市場には一物一価の法則が成立しない、しかし、2 国間におけるいくつかの同種の針葉樹製材品市場では共和分があると結論づけている。

Johansen 検定は、2 変量以上の同時性がある場合に生じる恐れのあるバイアスを回避するため、最尤法による検定を行っている。しかし、これらは Johansen の共和分テストを行った場合の内生変数の組み合わせ、また長期的に収斂する固有ベクトルの推定値の選び方が必ずしも定かではない。

アグリゲートされた全国平均のデータで市場を分析し、その結果を個々の経営の参考に供し得るとする根拠は、これらの価格が一物一価の法則で収斂し、価格差がないことが前提となっている。上記論文の米国対象品目の針葉樹製材品は、2 インチ×4 インチ、2 インチ×10 インチ等で日本区分の平割りに相当し、住宅部材としても日本のように角、割り、板類、それを更に細かく分けて使うよう製品化されない。その点、樹種がミツガ、米マツ、SPF 等と異なり、価格差もあるとはいえ、ほぼ同一製品と見なし得よう。しかしわが国の場合も主たる用途は住宅建築向けで、丸太も製材品市場逆算で決まる等同じ傾向を持つ、また樹種、品目が柱と板あるいは小割等違っても取引費用も連動して価格に反映され、連動した同一市場とみなせ得る面がある。木材需給、木材価格とアグリゲートしてあたかも 1 財とみなして論ずるのは、あるいはスギとヒノキの価格差が大きいとしてもわが国の木材需給を見るときスギ価格を持って代表する等は、一物一価が成り立っているあるいは少なくとも樹種が異なる間でも同じ住宅部材として価格の連動性があることを認めているからであろう。

行武ら (2004) は、林業の実務家が直面する木材価格は、全国平均データよりはむしろ地域的な市場データである。したがって、その変動分析を経営の参考指標に供するには、林業及び林産業の実務家が実際に直面する取引価格に対する分析が必要不可欠となることを指摘した。本研究は、行武ら (2004) と同じデータを使って、アグリゲートされた全国平均データと民間市場のデータ間、また個々の木材製品間に、価格の連動性あるいは一物一価法則が

成り立つ関係にあるか否かを検証しようというものである。分析期間は 1974 年 1 月から 2001 年 5 月までで、月次データである。

2. 分析方法

2.1. 一物一価の法則

一物一価の法則を検証するには、A 財と B 財の価格関係が 1 であること、またそれらが長期的に収斂することを示せばよい。Corbae and Ouliaris (1988) は基本モデルを[1]式のように示し、一物一価いわゆる購買力平価 (PPP : purchasing power parity) の検証を EG 検定によって行った。

$$[1] \quad P_t = S_t P_t^*$$

P_t は A 財価格、 S_t は為替レート、 P_t^* は B 財価格である。ここではこれに習って、基本モデルを[2]式のように A 木材と B 木材の関係を示す。[2]式は対数変換して[3]式のように表される。但し、国内モデルであるため為替レートは含まれていない。

$$[2] \quad P_t = e^a P_t^{*b}$$

$$[3] \quad \log P_t = a + b \log P_t^* + u_t$$

a は定数項、 b は係数で一物一価が成り立てば 1 となる。なお、 u_t は誤差項である。本研究ではこのモデルを基に、次の 4 つの検定を行う。まず第 1 に、 P_t 、 P_t^* が定常状態にあるか、非定常状態にあるかを単位根検定 (Dickey and Fuller, 1981) によって検証する。その際、単位根有りの価格データと単位根無しを組み合わせた場合、定常状態と非定常状態の組み合わせであるから、一物一価の関係なしあるいは価格間に連動性はないとみなせ得る。検定に当たっては、図 1 より各価格データにトレンドが見られないことから Dickey and Fuller テストのケース 2 のトレンドを含まない[4]式を用い、TSP (Hall, 1997) の ADF (Augmented Dickey-Fuller) 検定を利用した。[4]式の Δ は 1 回の階差オペレータである。TSP は「帰無仮説 $H_0 : \phi=0$ 」が棄却できなければ、単位根を持つ非定常時系列データといえる (和合・伴 1995)。定常状態の価格データについては、[1]式に普通最小自乗法を適用して係数 a 、 b を推定し、その符号条件や t-値により、一物一価の有効性や価格間の連動性を検討する。なお、 μ 、 ϕ 、 Ψ_i は係数である。

$$[4] \quad \Delta P_t = \mu - \phi P_{t-1} + \sum \psi_i \Delta P_{t-i} + u_t$$

第2に、2財の価格同士に単位根があっても[2]式に共和分があれば、すなわち誤差が定常であれば長期均衡して価格差なしと判断でき、共和分なしで非定常であれば発散し、価格差ありとなる。この共和分テストをEG検定により行う。価格 P_t , P_t^* の2変数がそれぞれ非定常で均衡していれば、[5]式のようになる。

$$[5] \quad P_t - \eta P_t^* = 0$$

均衡誤差 (V_t) を考慮すれば[6]式となる。

$$[6] \quad v_t = P_t - \eta P_t^*$$

この式において V_t が定常となるような共和分ベクトル (η) が存在すれば、長期均衡が存在することになる。先に述べた Buongiorno and Uusivori (1992) は、「係数 b が1の場合強い一物一価があるが、輸送や取扱費のような、市場間にシステムティックな違いがあるときは、 $a=0$, $b=1$ でないこともあり得る。この場合は弱い一物一価の法則が受け入れられよう」と指摘している。つまり共和分があれば $b=1$ でなくとも弱い一物一価が成り立つとしている。Engle-Granger の検定は、回帰式[6]を OLS で推定し、残差に基づく[7]式によって単位根検定を行う。 P_t , P_t^* が共和分されていれば、均衡誤差は必ず定常になるはずである。なお、TSP の検定は Mackinnon (1991) によっており、帰無仮説は共和分がない、対立仮説は共和分があるである (和合・伴, 1995)。 θ は係数である。

$$[7] \quad \Delta \hat{v}_t = (\theta - 1) \hat{v}_{t-1} + u_t$$

第3に、 $a=0$, $b=1$ であれば一物一価の法則が成り立つ、つまり地域間、樹種間の価格差なしとなる。これは Wald 検定により行う。つまり $1-b=0$ の帰無仮説を検定 ($1-b=0$ か否かを) 検定する。P値がゼロに近ければ、帰無仮説は棄却され、完全な一物一価は成り立たない。また価格データが定常同士の組み合わせであれば普通最小二乗法によって、 $b=1$ が成立するかどうかをt検定により行う。

第4に、2変量以上の同時性がある場合に生じる恐れのあるバイアスを回避するため、また3変数以上の組み合わせの共和分検定を可能とするために、最尤法による Johansen 検定 (Johansen, 1988) を行う。[8]式は N 変量の木材価

格ベクトル P_t に対して k 次のラグを持つ VAR モデルである (和合・伴, 1995).

$$[8] \quad P_t = \Pi_1 P_t + \dots + \Pi_k P_{t-k} + \lambda + u_t$$

Π_i は $N \times N$ のパラメータ行列, λ は定数項, u_t は独立同一分布に従う平均値ゼロの共分散行列である. これは更に誤差修正モデル (ECM) で表すと, [9]式のようになる.

$$[9] \quad \begin{aligned} \Delta P_t &= \Gamma_1 \Delta P_{t-1} + \Gamma_2 \Delta P_{t-2} + \dots + \Gamma_{k-1} \Delta P_{t-k+1} + \Pi P_{t-k} + \lambda + u_t \\ \Gamma_i &= -I + \Pi_1 \dots + \Pi_i, \quad i = 1, 2, \dots, k-1 \end{aligned}$$

ΔP_t は $I(0)$ ベクトル, I は単位行列, $\Pi = \alpha\beta'$ は長期の行列係数, β は変数 P_t の長期的な関係を表す共和分ベクトル, α は長期均衡までの収斂の早さを表すウェイトベクトルである. Johansen の尤度比検定は, ECMで表された VAR モデルに対して, 共和分が r 個存在するか否かの検定をしたものである. その場合, 帰無仮説 $H_0: r = 0$, 対立仮説 $H_1: 0 < r \leq N$ となり, もし $r = N-1$ ならば, 全ての価格に対して同時的に一物一価が成り立つ. もし $r < N-1$ ならば, 全ての価格に対して同時的に一物一価は成り立たない (Shahi *et al.*, 2006).

本稿の分析に使用したデータ期間は 1974 年 1 月～2001 年 5 月までで, 品目は次のとおりである. 民間の市売り市場については, 九州の H 民間市売り市場におけるスギ (径 24~28cm, 長 4m), ヒノキの丸太 (径 16~18cm, 長 4m) とそれらの製材品であるスギ正角 (3m×10.5cm×10.5cm), スギ小割 (4m×4.5cm×4.5cm), ヒノキ正角 (4m×10.5cm×10.5cm) の 5 品目, 全国平均価格は農林水産省統計情報部のスギ中丸太 (14~22cm×3.65~4.0m 込み), ヒノキ中丸太 (14~22cm×3.65~4m), 米ツガ丸太 (30cm 上×6.0m 上), 米マツ丸太 (30cm×長 6.0m 上), スギ正角 (10.5cm×10.5cm×3.0m), ヒノキ正角 (10.5cm×10.5cm×3.0m), 米マツ平角 (10.5~12.0cm×24.0cm×3.65~4.0m, 但し, 大阪, 兵庫, 広島, 福岡については 1983 年から規格が, 10.5cm×15.0cm×4.0m に変更), 米ツガ正角 (10.5cm×10.5 cm×3m) の 8 品目をを用いた. なお, H 民間市売り市場におけるデータは, 毎月行われる各市日ごとに取り引きされた名目価格の月平均値である. 使用したデータの変数名は次の通りである. 先頭文字の L は対数変換していることを表す. H 市売り市場では, LPHSSHO: H 市売り市場スギ正角価格, LPHSKO: H 市売り市場スギ小割価格, LPHSHO: H 市売り

市場ヒノキ正角価格, LPHSL: H 市売り市場スギ中丸太価格, LPHHL: H 市売り市場ヒノキ中丸太価格, 全国データでは, LPJSL: 全国スギ中丸太価格, LPJHL: 全国ヒノキ中丸太価格, LPHEML: 全国米ツガ丸太価格, LPDFL: 全国米マツ丸太価格, LPJSSHO: 全国スギ正角価格, LPJHSHO: 全国ヒノキ正角価格, LPDFHIRA: 全国米マツ平角価格, LPHEMSHO: 全国米ツガ正角価格。また, 計算に当たっては TSP (Hall, 1997A, 1997B; 和合・伴, 1995) を用いた。

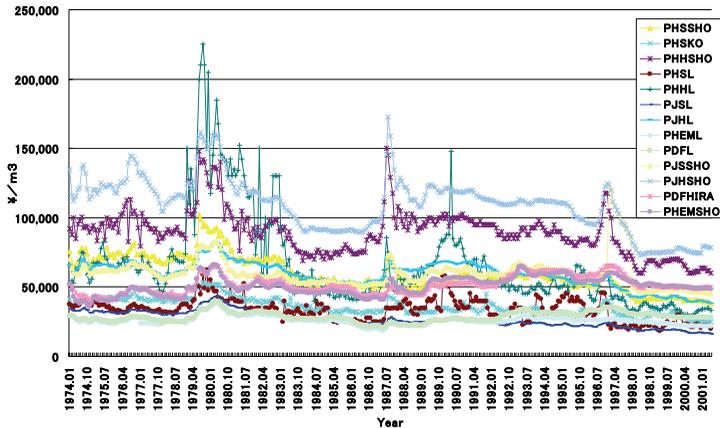


図 1. 木材価格動向

2.2. 木材価格動向と相関分析

H 市売り市場と全国平均の木材価格の動向を示すと, 図 1 のようになる。最も価格水準が高く変動が著しいのは, 全国と H 市売り市場のヒノキ正角 (PJHSHO, PHSHO) 及び H 市売り市場のヒノキ中丸太 (PHHL) 等ヒノキであることが理解される。表 1 からこれらの基礎統計情報を見ると, H 市売り市場のヒノキ中丸太の標準誤差が 1894.742 と最も大きく, 次いで全国のヒノキ正角が 1087.664, 最も小さいのは全国の米ツガで 175.131, 次いで全国平均の米マツ, H 市売り市場のスギ正角は 328.834, 全国平均のスギ正角は 608.789 である。斑ふくろう問題で伐採規制が行われ 1989, 1990 年ころから米材価格が急上昇したとはいえ, このように米ツガ, 米マツ等の米材価格変動幅は小さい。H 市売り市場のように個別市場では, 市日に銘木市が開かれることがあり, 特に変動幅が大きくなっていると思われる。

これらの相関係数をみると表2のようになる。0.9以上の相関があるのはH市売り市場のスギ正角 (PHSSHO) とH市売り市場スギ小割 (PHSKO) 並びに全国スギ中丸太 (PJSL) との間, またH市売り市場のヒノキ正角 (PHHSHO) と全国ヒノキ正角 (PJHSHO), 全国ヒノキ正角 (PJHSHO) と全国ヒノキ中丸太 (PJHL), 及び全国米マツ平角 (PDFHIRA) と全国米ツガ正角 (PHEMSHO) である。その他 0.8 台の相関はH市売り市場のヒノキ正角 (PHSSHO) と全国ヒノキ正角 (PJHSHO) 並びに全国ヒノキ中丸太 (PJHL), H市売り市場スギ小割価格 (PHSKO) と全国ヒノキ中丸太 (PJHL) 並びに全国ヒノキ正角 (PJHSHO), H市売り市場ヒノキ正角 (PHHSHO) と全国ヒノキ中丸太 (PJHL), 全国スギ中丸太 (PJSL) と全国ヒノキ中丸太 (PJHL), 全国米マツ (PDFL) と全国米マツ平角 (PDFHIRA) である。このようにスギはスギ同士, ヒノキはヒノキ同士の相関が高い傾向がみられ, 一部ヒノキとスギとの相関も高いものがみられる。正の相関が高いということは類似の市場性を有していると考えられる。逆に相関が低いのは米材と国産材で, 丸太, 製材品の各品目とも正の関係にはあるが 0.0~0.5 の間である。

表1. データの統計的基礎情報: 標本数329

	PHSSHO	PHSKO	PHHSHO	PHSL	PHHL	PJSL	PJHL	PHEML	PDFL	PJSSHO	PJHSHO	PDFHIRA	PHEMSHO
平均	59694.94	35933.38	89459.17	33166.92	65982.67	26647.72	58951.98	26002.13	28386.63	60504.22	109617.3	51561.09	50625.3
標準誤差	693.3879	328.834	902.833	443.7779	1894.742	313.7507	503.2591	175.1308	199.6211	608.7893	1087.664	344.6831	351.5116
中央値	57000	34100	90000	34000	56000	25800	60100	25800	28000	59500	112200	50300	50300
最頻値	55000	32500	85000	35000	45000	24100	64600	26000	28100	62400	112500	50000	53800
標準偏差	12576.92	5964.509	16375.91	8049.402	34367.51	5690.922	9128.293	3176.586	3620.799	11042.44	19728.44	6251.986	6375.843
分散	1.58E+08	35575367	2.68E+08	64792880	1.18E+09	32386588	83325735	10090697	13110186	1.22E+08	3.89E+08	39087323	40651370
最小	38000	25000	60000	18000	29250	15900	37900	19000	20800	45400	72700	40000	35665.36
最大	102090	53100	150000	62500	225000	43400	82100	38600	39700	126600	172700	65400	66100
信頼区間 (95.0%)	1364.049	646.89	1776.074	873.0103	3727.381	617.2176	990.0231	344.5215	392.6993	1197.625	2139.678	678.0687	691.5018

表2. 相関係数

	PHSSHO	PHSKO	PHHSHO	PHSL	PHHL	PJSL	PJHL	PHEML	PDFL	PJSSHO	PJHSHO	PDFHIRA	PHEMSHO
PHSSHO	1.000												
PHSKO	0.946	1.000											
PHHSHO	0.749	0.748	1.000										
PHSL	0.605	0.603	0.669	1.000									
PHHL	0.752	0.757	0.702	0.647	1.000								
PJSL	0.937	0.926	0.685	0.640	0.779	1.000							
PJHL	0.827	0.821	0.836	0.752	0.743	0.872	1.000						
PHEML	0.651	0.609	0.501	0.507	0.703	0.639	0.583	1.000					
PDFL	0.239	0.196	0.139	0.118	0.335	0.148	0.067	0.773	1.000				
PJSSHO	0.432	0.403	0.497	0.238	0.329	0.337	0.404	0.461	0.450	1.000			
PJHSHO	0.848	0.819	0.913	0.709	0.692	0.797	0.919	0.545	0.134	0.563	1.000		
PDFHIRA	0.033	-0.025	0.189	0.134	0.180	-0.100	0.033	0.606	0.842	0.484	0.130	1.000	
PHEMSHO	0.006	-0.022	0.270	0.217	0.236	-0.102	0.121	0.568	0.718	0.454	0.209	0.923	1.000

2.3. 価格変動の特性：季節変動と循環変動

これまで過去の季節変動は降雨の関係で需要が低迷するといわれる6月に価格の底がみられ、そのピークは秋需が発生するといわれる9月または10月にみられた。行武ら(2004)の分析結果によれば、民間2市場については、基本的には5、6月に価格の底がみられ9、10月にピークがみられた。また近年季節変動のピークが9月から10月以降にずれてきていることがわかった(図2 a,b)。循環変動は全国平均では3年ほどの短期的な変動を含む6～15年の長期的な変動がみられた。しかし民間市場では米ツガ、米マツに4年ほどの周期がみられるだけであった。趨勢変動について、1955～1965の11年間の月次データに基づく過去の研究では、かなり顕著な価格上昇傾向が推定されていたが、より長期に渡るH市場の推定結果では最近の価格下落の影響からその半分以下の伸び率となっていることがわかった。循環変動については、過去の研究では概ね3～5年の周期が示されたが、最近の20年余の新たなデータが加わった今回の分析では6から15年に及ぶ大きな周期と3年くらいの小さな周期が伺えた。これらの結果から、期間あるいは樹種により季節変動等が異なり、個別の2民間市場価格間でも変動特性や予測結果も異なることが指摘された。

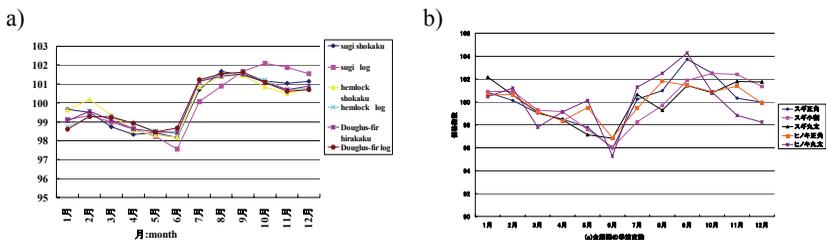


図2. 季節変動

3. 検定結果

3.1. 九州の民間木材市場と全国平均価格

表3はDickey and Fuller (1981)の単位根検定結果で、各データは対数変換されている。5%水準で単位根なしと判定されるのは13品目のうちの4品目である。すなわち、H市売り市場のスギ中丸太価格(LPHSL)と全国スギ正角価格(LPJSSHO)、全国米マツ平角価格(LPDFHIRA)、全国米ツガ正角価格

(LPHEMSHO) で、この組み合わせのみ一物一価の関係あり、つまり価格差なしの可能性がある。しかし先に述べたように、単位根ありでも共和分があれば、価格間に長期的に収斂する有意な関係があることがある。逆に単位根ありと単位根なしの組み合わせは、理論的に一物一価の関係はないと見なし得る。

表 3. Dickey-Fuller, 単位根検定 (Unit root tests)

データ所在		変数名	検定統計量	P-値	最適ラグ	定数項	推定値
肥後木材市場		LPHSSHO	-1.230	0.661	4	0.162	0.985
		LPHSKO	-1.873	0.345	4	0.307	0.971
		LPHSHO	-2.429	0.134	3	0.616	0.946
		<i>LPHSL</i>	<i>-3.206</i>	<i>0.020</i>	3	0.897	0.913
		LPHHL	-1.523	0.522	6	0.330	0.970
全国平均		LPJSL	0.080	0.965	4	-0.004	1.000
		LPJHL	-0.411	0.908	6	0.023	0.998
		LPHEML	-2.323	0.165	3	0.220	0.978
		LPDFL	-2.820	0.056	6	0.182	0.982
		<i>LPJSSHO</i>	<i>-3.594</i>	<i>0.006</i>	3	0.742	0.933
		LPJHSHO	-2.223	0.198	6	0.190	0.984
		<i>LPDFHIRA</i>	<i>-3.201</i>	<i>0.020</i>	6	0.263	0.976
	<i>LPHEMSHO</i>	<i>-3.471</i>	<i>0.009</i>	6	0.350	0.968	

(note) Italic shows to be rejected no-unit root test with Significant level of 5%.

(注) イタリックは5%水準で単位根なし: LPHSL, LPJSSHO, LPDFHIRA, LPHEMSHC, なお, t 型検定を行っている。単位根ありと単位根無しの組み合わせ: 一物一価の関係なし

この組み合わせを除いて各価格関係を OLS で推定し、その誤差項について EG 検定をすると、表 4 のようになる。これより 5% 水準で誤差項が定常なもの、共和分ありと判定できる価格関係は、H 市売り市場の価格を従属変数とした場合、H 市売り市場のスギ正角価格 (LPHSSHO) に対する H 市売り市場スギ小割価格 (LPHSKO)、H 市売り市場ヒノキ中丸太価格 (LPHHL)、全国米ツガ丸太価格 (LPHEML) の 3 品目、H 市売り市場スギ小割価格 (LPHSKO) に対する H 市売り市場ヒノキ正角価格 (LPHSHO)、H 市売り市場ヒノキ中丸太価格 (LPHHL)、全国スギ中丸太価格 (LPJSL)、全国ヒノキ中丸太価格 (LPJHL)、全国米ツガ丸太価格 (LPHEML)、全国米マツ丸太価格 (LPDFL)、全国ヒノキ正角価格 (LPJHSHO) の 7 品目、H 市売り市場ヒノキ正角価格 (LPHSHO) に対する全国ヒノキ中丸太価格 (LPJHL)、全国ヒノキ正角価格 (LPJHSHO) の 2 品目、並びに H 市売り市場ヒノキ中丸太価格 (LPHHL) に対する全国スギ中丸太価格 (LPJSL) である。また、全国平均価格を従属変数とした場合、全国スギ

中丸太価格(LPJSL) に対する全国米ツガ丸太価格 (LPHEML) 1 品目である。特に用途が同じであるスギと米ツガの関係は一物一価の関係が示唆される。

表 4. EG検定結果 (AEG Test)

Data source	従属変数 Dependent variable	独立変数名 Independent variable	t-value	P-value	最適ラグ	Data source	従属変数	独立変数名	検定統計量	P-値	最適ラグ	
H 木 材 市 場	LPHSSHO	LPHSKO	-4.000	0.027	4	全 国 平 均	LPJSL	LPJHL	-2.171	0.694	3	
	LPHSSHO	LPHSHSO	-2.695	0.414	6		LPJSL	LPHEML	-3.807	0.047	3	
	LPHSSHO	LPHHL	-3.942	0.032	5		LPJSL	LPDFL	-1.485	0.924	6	
	LPHSSHO	LPJSL	-3.702	0.061	4		LPJSL	LPJSHSO	-2.429	0.559	4	
	LPHSSHO	LPJHL	-3.098	0.223	4		LPJHL	LPHEML	-1.310	0.950	6	
	LPHSSHO	LPHEML	-3.975	0.030	5		LPJHL	LPDFL	-1.182	0.964	6	
	LPHSSHO	LPDFL	-3.603	0.078	5		LPJHL	LPJSHSO	-2.113	0.722	3	
	LPHSSHO	LPJSHSO	-3.189	0.190	4		LPHEML	LPDFL	-3.272	0.161	3	
	LPHSSHO	LPHSHSO	-3.813	0.046	6		LPHEML	LPJSHSO	-2.594	0.468	3	
	LPHSSHO	LPHHL	-5.438	0.000	5		LPDFL	LPJSHSO	-2.141	0.709	3	
	LPHSSHO	LPJSL	-5.183	0.000	3		(note) Italic is Significant at 5% level					
	LPHSSHO	LPJHL	-4.375	0.009	4		(注) イタリックは有意水準5%					
	LPHSSHO	LPHEML	-4.928	0.001	5							
	LPHSSHO	LPDFL	-4.615	0.004	5							
	LPHSSHO	LPJSHSO	-4.743	0.002	4							
	LPHSHSO	LPHHL	-3.256	0.166	4							
	LPHSHSO	LPJSL	-2.959	0.282	6							
	LPHSHSO	LPJHL	-4.556	0.005	3							
	LPHSHSO	LPHEML	-3.474	0.105	3							
	LPHSHSO	LPDFL	-3.232	0.174	3							
LPHSHSO	LPJSHSO	-5.653	0.000	3								
LPHHL	LPJSL	-4.992	0.001	5								
LPHHL	LPJHL	-2.665	0.430	6								
LPHHL	LPHEML	-3.342	0.140	6								
LPHHL	LPDFL	-2.640	0.443	6								
LPHHL	LPJSHSO	-2.827	0.345	6								

これらの推定値 (b) が 1 であるか否かをみてみよう。まず定常な価格同士を普通最小二乗法で推定すると、表 5 のようになる。H市売り市場のスギ丸太 (LPHSL) と全国平均米ツガ平角 (LPDFHIRA) の b 推定値が 0.165 と小さく t -値も 1.46 と低い。しかし、H市売り市場のスギ丸太 (LPHSL) と全国平均スギ正角 (LPJSSHO), H市売り市場のスギ丸太 (LPHSL) と全国平均米ツガ正角 (LPHEMSHO), 全国平均スギ正角 (LPJSSHO) と全国平均米ツガ平角 (LPDFHIRA), 全国平均スギ正角 (LPJSSHO) と全国平均米ツガ正角 (LPHEMSHO) では、 b 推定値が 0.3~0.6 と正の符号条件を示し 5% 水準で有意である。他の要因輸送費、地域差から来る生産費格差等の要因を考慮するとより顕著な価格の連動性が計測され、同じ製材品目の全国スギ正角と全国米ツガ正角の間ではより顕著な一物一価の条件が満たされてくるかもしれない。

表 5. 定常データによるOLSの推定結果

区分	従属	独立変数名	定数項	係数	Adjust. R	Std. error	DW ratio
H 木 材 市 場	LPHSL	LPJSSHO	5.00297	0.48894	0.09862	0.23302	0.26007
		t-値	5.651	6.074			
	LPHSL	LPDFHIRA	8.587	0.16530	0.00340	0.24502	0.21351
		t-値	6.974	1.456			
	LPHSL	LPHEMSHO	7.34733	0.28015	0.01800	0.24322	0.21651
		t-値	6.416	2.648			
全 国 平 均	LPJSSHO	LPDFHIRA	4.46148	0.60269	0.19941	0.14300	0.11713
		t-値	6.208	9.094			
	LPJSSHO	LPHEMSHO	5.18116	0.53727	0.17961	0.14476	0.11216
		t-値	7.601	8.533			

WALD 検定によってみると、表 6 のようになる。これによると、H 市売り市場スギ正角と全国米ツガ丸太価格 (LPHEML) の関係及び全国スギ中丸太価格 (LPJSL) と全国米ツガ丸太価格 (LPHEML) 以外は、 $1-b=0$ の帰無仮説が 5% 水準で皆棄却される。即ち、スギと米ツガは用途がほとんど同じで、一物一価の法則が成り立ち、価格に同様の傾向を持つ連動性がある同一市場とみなせることを示している。

価格変数間の同時性がある場合を考慮して Johansen 検定を行った結果が表 7、価格間の関連性を考慮して検定した結果が表 8 である。表 7 より、共和分ありと判定されるのは 36 組み合わせ中 24 組み合わせで、共和分がないのは 12 組で、H 市売り市場のスギ正角 (LPHSSO) と H 市売り市場のヒノキ正角 (LPHSHO)、H 市売り市場のスギ正角 (LPHSSO) 全国平均のヒノキ丸太 (LPJHL)、H 市売り市場のスギ正角 (LPHSSHO) と全国平均のヒノキ正角 (LPJHSHO)、同じく H 市売り市場のヒノキ正角 (LPHSHO) と同市場のヒノキ丸太 (LPHHL)、H 市売り市場のヒノキ丸太 (LPHHL) と全国平均ヒノキ丸太 (LPJHL) となっており、ヒノキの組み合わせには価格の連動性がみられないものが多い。また、全国平均のスギ丸太 (LPJSL) と全国平均のヒノキ丸太 (LPJSL)、全国平均スギ丸太 (LPJSL) と全国平均米マツ平角 (LPDF)、全国平均スギ丸太 (LPJSL) と全国平均ヒノキ正角 (LPJHSHO)、全国平均ヒノキ丸太 (LPJHL) と全国平均米マツ丸太 (LPDFL)、全国平均ヒノキ丸太 (LPJHL) と全国平均ヒノキ正角 (LPJHSHO)、全国米ツガ丸太 (LPHEML) と全国平均米マツ

表 6. WALD検定と普通最小自乗法 (OLS) による検定結果

データ 所在	従属	独立変数名	WALD検定	P-値	定数項 α	推定値 β	自由度調整済 み決定係数	標準誤差
H 木 材 市 場	<i>LPHSSHO</i>	<i>LPHSKO</i>	<i>65.035</i>	<i>0.000</i>	-1.52409	1.19316	0.88321	0.07082
	t-値				-6.073	49.815		
	<i>LPHSSHO</i>	<i>LPHHL</i>	<i>1314.109</i>	<i>0.000</i>	6.67509	0.39100	0.62242	0.12734
	t-値				36.10050	23.27430		
	<i>LPHSSHO</i>	<i>LPHEML</i>	1.231	0.267	-0.04419	1.08473	0.37970	0.16321
	t-値				-0.05695	14.20470		
	<i>LPHSKO</i>	<i>LPHSSHO</i>	<i>87.264</i>	<i>0.000</i>	2.60142	0.69164	0.57180	0.10683
	t-値				6.92088	20.95240		
	<i>LPHSKO</i>	<i>LPHHL</i>	<i>2710.511</i>	<i>0.000</i>	7.10008	0.30695	0.61802	0.10090
	t-値				48.45970	23.05830		
	<i>LPHSKO</i>	<i>LPJSL</i>	<i>323.520</i>	<i>0.000</i>	3.31602	0.70418	0.84817	0.06362
	t-値				19.82520	42.81650		
	<i>LPHSKO</i>	<i>LPJHL</i>	<i>33.822</i>	<i>0.000</i>	1.49607	0.81847	0.67672	0.09283
	t-値				4.36812	26.22190		
	<i>LPHSKO</i>	<i>LPHEML</i>	<i>11.803</i>	<i>0.001</i>	2.51791	0.78337	0.31858	0.13477
	t-値				3.93049	12.42360		
	<i>LPHSKO</i>	<i>LPDFL</i>	<i>137.164</i>	<i>0.000</i>	8.67300	0.17598	0.01577	0.16197
	t-値				12.03040	2.50119		
	<i>LPHSKO</i>	<i>LPJHSHO</i>	<i>98.265</i>	<i>0.000</i>	2.18652	0.71535	0.65386	0.09605
	t-値				6.57004	24.91150		
<i>LPHSSHO</i>	<i>LPJHL</i>	<i>3.917</i>	<i>0.048</i>	1.07235	0.93998	0.74531	0.09018	
t-値				3.22275	30.99750			
<i>LPHSSHO</i>	<i>LPJHSHO</i>	<i>26.870</i>	<i>0.000</i>	1.02782	0.89382	0.85298	0.06852	
t-値				4.32942	43.63440			
<i>LPHHL</i>	<i>LPJSL</i>	<i>102.280</i>	<i>0.000</i>	-5.45473	1.61815	0.68089	0.23642	
t-値				-8.77503	26.47400			
全国 平均	<i>LPJSL</i>	<i>LPHEML</i>	0.478	0.489	-0.56194	1.05620	0.33859	0.17370
t-値					-0.681	12.997		

(note) Italic shows to be rejected WALD test(1-b) with Significant level of 5%.

(注) イタリックはWALD検定(1-b)が5%水準で棄却されたことを示す。

丸太 (LPDFL) と全国平均同士の組み合わせには共和分関係がほとんどみられず、共和分関係にあるのは全国平均のスギ丸太 (LPJSL) と全国平均米ツガ丸太 (LPHEML), 全国平均米ツガ丸太 (LPHEML) と全国ヒノキ正角 (LPJHSHO), 全国平均米マツ丸太 (LPDFL) と同ヒノキ正角 (LPJHSHO) の 3 組み合わせのみである。

表 8 に示す定常状態の価格を除いた 3 変数以上の 7 つの組み合わせでは、製材品同士の組み合わせである H 市売り市場のスギ正角 (LPHSSHO), スギ小割 (LPHSKO) とヒノキ正角 (LPHSSHO) 及び全国平均ヒノキ正角 (LPJHSHO), 丸太の組み合わせの H 市売り市場のヒノキ丸太 (LPHHL), 全国平均のスギ丸太 (LPJSL) と同ヒノキ丸太 (LPJHL) 及び同米ツガ丸太 (LPHEML), 同米マツ丸太 (LPJDFL), スギ生産物組み合わせの H 市場のスギ

正角 (LPHSSHO) とスギ小割 (LPHSKO) 及び全国平均のスギ丸太 (LPJSL), ヒノキ生産物組み合わせの H 市売り市場のヒノキ正角 (LPHSSHO) と同市場ヒノキ丸太 (LPHHL) 及び全国平均ヒノキ丸太 (LPJHL) と同ヒノキ正角 (LPJHSHO), H 市売り市場のスギ正角 (LPHSSHO), スギ小割 (LPHSKO), ヒノキ正角 (LPHSSHO), ヒノキ丸太 (LPHHL) の 5 組み合わせは共和分有り, 全国平均のスギ丸太 (LPJSL), ヒノキ丸太 (LPJHL), 米ツガ丸太 (LPHEML), 米マツ丸太 (LPDFL), ヒノキ正角 (LPJHSHO) は共和分無しである。

表 7. Johansen Cointegration Test

区分	変数	H:r=0	H:r=1	lag	区分	変数	H:r=0	H:r=1	lag		
H 木 材 市 場	<i>LPHSSHO</i>	<i>LPHSKO</i>	0.000	0.001	2	全 国 平 均	LPJSL	LPJHL	0.527	0.082	2
	LPHSSHO	LPHSSHO	0.120	0.010	5		<i>LPJSL</i>	<i>LPHEML</i>	0.009	0.026	2
	<i>LPHSSHO</i>	<i>LPHHL</i>	0.005	0.002	3		LPJSL	LPDFL	0.160	0.066	6
	<i>LPHSSHO</i>	<i>LPJSL</i>	0.030	0.021	2		LPJSL	LPJHSHO	0.107	0.034	6
	LPHSSHO	LPJHL	0.248	0.200	2		LPJHL	LPHEML	0.175	0.064	5
	<i>LPHSSHO</i>	<i>LPHEML</i>	0.002	0.006	2		LPJHL	LPDFL	0.099	0.099	5
	<i>LPHSSHO</i>	<i>LPDFL</i>	0.004	0.002	5		LPJHL	LPJHSHO	0.285	0.173	5
	LPHSSHO	LPJHSHO	0.073	0.011	2		LPHEML	LPDFL	0.079	0.011	2
	<i>LPHSKO</i>	<i>LPHSSHO</i>	0.000	0.000	2		<i>LPHEML</i>	<i>LPJHSHO</i>	0.046	0.003	2
	<i>LPHSKO</i>	<i>LPHHL</i>	0.000	0.008	4		<i>LPDFL</i>	<i>LPJHSHO</i>	0.028	0.010	4
	<i>LPHSKO</i>	<i>LPJSL</i>	0.001	0.052	2		(note) Italic is Significant at 5% level				
	<i>LPHSKO</i>	<i>LPJHL</i>	0.011	0.217	2		(注) イタリックは有意水準5%				
	<i>LPHSKO</i>	<i>LPHEML</i>	0.000	0.002	1						
	<i>LPHSKO</i>	<i>LPDFL</i>	0.000	0.011	2						
	<i>LPHSKO</i>	<i>LPJHSHO</i>	0.002	0.009	2						
	LPHSSHO	LPHHL	0.054	0.008	4						
	LPHSSHO	LPJSL	0.003	0.009	2						
	LPHSSHO	LPJHL	0.001	0.065	2						
	LPHSSHO	LPHEML	0.026	0.006	6						
	LPHSSHO	LPDFL	0.029	0.009	2						
LPHSSHO	LPJHSHO	0.000	0.003	2							
LPHHL	LPJSL	0.000	0.021	3							
LPHHL	LPJHL	0.172	0.060	2							
LPHHL	LPHEML	0.000	0.006	1							
LPHHL	LPDFL	0.043	0.008	4							
LPHHL	LPJHSHO	0.037	0.008	3							

表 8. Johansen Cointeger Test

組み合わせ	変数	H:r=0	H:r=1	H:r=2	H:r=3	H:r=4	lag
製材品	<i>LPHSSHO</i> <i>LPHSKO</i> <i>LPHSSHO</i> <i>LPJHSHO</i>	0.000	0.002	0.061	0.008		2
丸太	<i>LPHHL</i> <i>LPJSL</i> <i>LPJHL</i> <i>LPHEML</i> <i>LPDFL</i>	0.007	0.091	0.447	0.672	0.187	2
スギ生産物	<i>LPHSSHO</i> <i>LPHSKO</i> <i>LPJSL</i>	0.001	0.042	0.039			2
ヒノキ生産物	<i>LPHSSHO</i> <i>LPHHL</i> <i>LPJHL</i> <i>LPJHSHO</i>	0.000	0.333	0.316	0.176		2
H 市場	<i>LPHSSHO</i> <i>LPHSKO</i> <i>LPHSSHO</i> <i>LPHHL</i>	0.000	0.012	0.011	0.003		2
全国平均	<i>LPJSL</i> <i>LPJHL</i> <i>LPHEML</i> <i>LPDFL</i> <i>LPJHSHO</i>	0.075	0.341	0.545	0.582	0.127	2

(note) Italic is Significant at 5% level. (注)イタリックは有意水準5%

このように Johansen 検定の結果からは、ヒノキの組み合わせ、特にスギとの共和分関係は丸太、正角ともみられないものがある。また、それぞれ製材品、丸太、スギ生産物、ヒノキ生産物内の品目同士の組み合わせには共和分関係がみられるが、全国平均の価格同士の間には共和分関係はみられない。

4. 結論

各品目の相関はスギはスギ同士、ヒノキはヒノキ同士、米材は米材同士の相関が高い傾向が伺えるが、スギとヒノキの組み合わせは一部相関の高いものが伺える。木材生産物には単位根が認められるものが多く、ADF 検定の結果、単位根無しはH市売り市場のスギ丸太、全国平均のスギ正角、米マツ平角、米ツガ正角のみである。EG 検定では、2つの価格間の組み合わせ 36 組み合わせ中 14 組み合わせに共和分が認められたが、WALD 検定や定常同士の価格組み合わせの結果からは、スギと米ツガは用途がほとんど同じであることから、一物一価の法則が成り立ち得ることを示している。同時性を持つ 3 変数以上の組み合わせの検定も可能とする Johansen 検定では、2つ価格間の組み合わせである 36 組み合わせ中、EG 検定よりも多い 24 組み合わせに共和分が認められた。また、3 変数以上の 6 つの組み合わせでは、全国平均の価格同士以外の組み合わせ、製材品間、丸太間、スギ生産物間、ヒノキ生産物間、H 市売り市場内には共和分関係が認められた。

以上から、全般に各価格間の連動性はかなり認められ、各樹種、製材品を木材と一本化して傾向をみたり、スギ価格を代表指標として木材需給との関係を分析する等の妥当性は認められる。また用途が同じスギと米ツガ間では一物一価の法則の存在を否定することはできない。しかし、ヒノキの組み合わせ、特にスギとは共和分が認められないものがあり、ヒノキは他との価格連動性が低いことが指摘される。

今後の課題として、次のことが指摘される。第 1 に、アグリゲートされた全国平均価格同士には、共和分関係にないものが多く、データのサンプリング上問題があるのか、実際に取り引きされたデータでないところに問題があるのか、検討する必要がある。第 2 に、価格差は為替レート、関税障壁、輸送費の他、類似の商品でも企業努力による差別化、地域の消費慣習等、多くの要因が考え

られる。また、データ数およびその期間の取り方によって、またアグリゲートの仕方によって、異なるものと思われる。価格の連動性あるいは一物一価の法則を検証するには、今後より多くのケースを検定する必要がある。

引用文献

- Adams, D.M. and Haynes, R.W. (1980) The 1980 RPA softwood timber assessment market model: structure, projections, and policy simulation, *For. Sci. Mono.* **22**.
- 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, *For. Sci.* **25**: 641-655.
- Corbae, D. and Ouliaris, S. (1988) Cointegration and tests of purchasing power parity, *Rev. Econ. and Stat.* **70**: 508-511.
- Dickey, D. and Fuller, W. (1981) Likelihood ratio tests for auto regressive time series with a unit root, *Econometrica* **49**: 1057-1072.
- Dykstra, D.P. and Kallio, M. (1987) Introduction to the IIASA Forest Sector Model, The global forest sector, an analytical perspective (Kallio, M., Dykstra, D.P. and Binkley, C.S. eds), Wiley, New york, pp.459-472.
- Engle, R.F. and Granger, C.W.J. (1987) Co-integration and Error Corrections Representation Estimation and Testing, *Econometrica* **55**: 251-76.
- Granger, C.W.J. (1969) Investigating casual relations by econometric models and cross-spectral methods, *Econometrica* **37**:424-438.
- Hall, B.H. (1997a) Time series processor Version4.4 user's guide, TSP International,California, 198, 307.
- Hall, B.H. (1997b) Time series processor Version4.4, reference manual, TSP International,California, 198, 307.
- Hanninen, R.H. (1998) The law of one price in United Kingdom soft sawnwood imports-A cointegration approach, *For. Sci.* **44(1)**: 17-23.
- Johansen, S. (1988) Statistical Analysis of Cointegrating Vectors, *J. Econ. Dynam. Control* **12**: 231-54.

- Jung, C. and Doroodian, K. (1994) The law of one price for U.S. softwood lumber: A multivariate cointegration test, *For. Sci.* **40(4)**: 595-600.
- Mackinnon, J.G. (1991) Critical values for cointegration tests, In Long-Run Economics Relationships: Reading in Cointegration (Engle, R.F. and Granger, C.W.J. eds.), pp.267-276.
- Samuelson, P.A. (1952) Spatial price equilibrium and linear programming, *Amer. Econ. Rev.* **42**: 283-303.
- Shahi, C., Kant, S. and Yang, F. (2006) The law of one price in the Northern American softwood lumber markets, *For. Sci.* **52(4)**: 353-366.
- Uri, N., and Boyd, R. (1990) Consideration on modeling the market for softwood lumber in the United States, *For. Sci.* **36(3)**: 680-692.
- Yin, R. and Baek, J. (2005) Is there a single national lumber market in the United States? *For. Sci.* **51(2)**: 155-164.
- Yoshimoto, A., Kajita, J. and Yukutake, K. (1999) Japanese forest sector modeling - Possibility of increasing domestic timber production -, In Global concerns for forest resource utilization (Yoshimoto, A. and Yukutake, K. eds.), Kluwer Academic Publishers 62, pp.183-200.
- 行武 潔・吉本 敦・樋口 幸浩 (2004) 九州の民間 2 市売り市場における木材価格の時系列分析, *森林計画誌* **38(2)**, 61-74.
- 和合 肇・伴 金美 (1995) TSPによる経済データの分析, 東京大学出版会, 257p.
- Zhu, S., Buongiorno, J. and Tomberlin, D. (1999) Modeling the Global and Asia-Pacific Forest Sectors-Experiences and prospect-, In Global concerns for forest resource utilization (Yoshimoto, A. and Yukutake, K. eds.), Kluwer Academic Publishers 62, pp.169-182.