

素材の国内交流に伴う移動距離の動向とその決定要因

森林総合研究所北海道支所 嶋瀬 拓也

はじめに

木材はかさ高の重量物のため、その地域間交流に伴う移動距離の動向は、経済と環境の両面において重要性を有する。このような観点から、これまでも複数の研究が行われており、品目別の移動距離の動向を検討したものの(6,7,10,11,12,13)のほか、わが国の木材輸入に伴う輸送距離の積算値(ウッドマイルズ)が3,844億 $km \cdot m^3$ で、米国の4倍、ドイツの20倍であることを示した報告(3)や、現状でそれぞれ41.8km, 141.6kmである国産材素材および国産製材品の「平均移動距離」が、供給体制の見直しなどにより、大幅に縮減される可能性を指摘した報告もある(6,7)。

しかしながら、移動距離の大きさが、どのような要因によって決まっているのかという点については、定性的な分析(11)や、定量的把握に向けた若干の試み(12,13)がある程度で、決して十分とはいえない。

移動距離を決める要因が明らかになれば、炭素排出量の予測などにも有用と考えられることから、本研究では、木材の移動距離を決める要因の解明の一環として、国産材素材の国内交流を対象に、その移動距離の変化と、変化要因の分析を行った。

対象と方法

算出対象としたのは、国産材素材の国内交流に伴う「総移動距離」および「平均移動距離」である。両者はそれぞれ、次のように定義できる。

$$\begin{aligned} \text{総移動距離} &= \sum(Q_{ij} \cdot D_{ij}) \quad (m^3 \cdot km) \\ \text{平均移動距離} &= \text{総移動距離} / \sum Q_{ij} \quad (km) \end{aligned}$$

ただし、

Q_{ij} : i 県から j 県への出荷量 (m^3)

D_{ij} : i 県から j 県までの距離 (km)

すなわち、総移動距離は、木材の地域間交流に伴う移動距離の総和を、平均移動距離は、総移動距離を総交流量(総出荷量ないし総入荷量)で除した、単位数量当たりの平均値をいう。

本研究では、データとして、農林水産省統計部『木材需給報告書』にある「主要需要部門別素材交流表」と国立天文台編『理科年表』にある「都道府県庁間の距離」を用いた。

『木材需給報告書』は、継続前々誌・前誌である『推定素材生産量および木材需給動態』『素材生産量および木材需給動態』まで含めれば、1960年版から2007年版まで発行されており(2010年11月現在)、この間の各

年のデータが収録されている。都道府県間素材交流量についても、「合計」のほか、「製材用」「合板用」「木材チップ用」「パルプ用」「その他用」の各需要部門ごとに示されている。

本研究においても、「合計」と需要部門別に、1960年から2007年までの各年について、移動距離の算出を行った。ただし、データの制約のため、木材チップ用は1963年から2007年まで、パルプ用は1960年から2000年までである。また、「その他用」については、今回は算出対象としなかった。

決定要因の検討対象としたのは、このうち、「製材用」の平均移動距離である。製材用を対象とした理由については後に述べる。

研究方法としては、まず、先に示した計算式とデータを用いて移動距離を算出し、次に、回帰分析の手法により、その変化要因を検討した。

結果と考察

1) 国産材素材の国内交流に伴う移動距離の推移

国産材素材の国内交流に伴う総移動距離および平均移動距離は、それぞれ、図-1および図-2のように推移した。

総移動距離は、全体としては、1960年から1970年代半ばにかけて急速に縮小し、その後、1980年代末まで安定的に推移した。1990年代には再び縮小に向かったが、2000年代に入ってから、若干回復しつつある。需要部門別にみると、1960年代にはパルプ用と製材用とが全体をほぼ二分していたが、1970年代に入ってパルプ用が著しく縮小したことを受けて、製材用の比率が大幅に高まった。

平均移動距離は、全体としては、1960年代に顕著に縮小し、その後は20km前後で安定的に推移している。平均移動距離も、部門ごとにその動向が大きく異なっている。すなわち、製材用・木材チップ用では1960年代半ばまで急激に縮小したのち緩やかに回復しているが、パルプ用については、期間中、ほぼ一貫して減少し続けた。合板用については、数量が小さいこともあってか、数値が安定せず、年ごとの変動が大きい。

各部門の移動距離の推移を、他の統計との比較や、安藤(1992)、村嶋(1978, 1987)など木材市場論分野の先行研究(1,8,9)を参考としつつ検討したところ、各年の平均移動距離の大きさは、国産材素材における「需給の逼迫度」を反映しているのではないかという仮説が導出された。

この仮説を導く際に、特に注目したのは、1960年代の動向である。

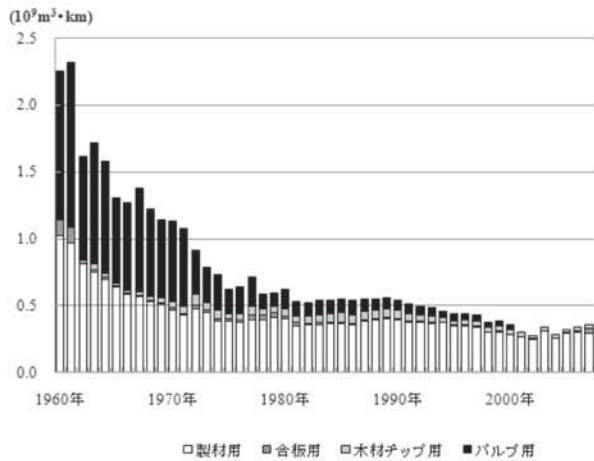


図-1 総移動距離の推移 (1960年～2007年)

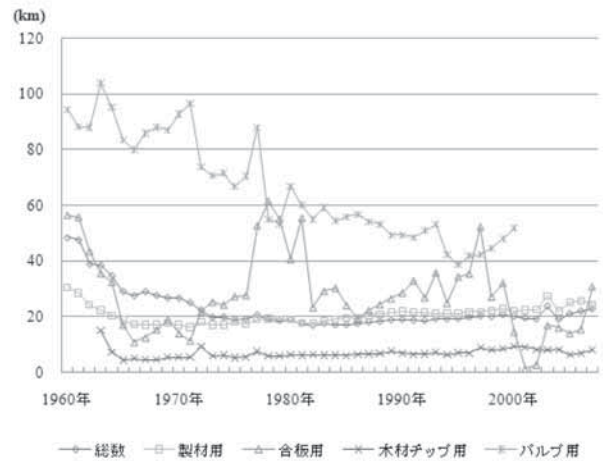


図-2 平均移動距離の推移 (1960年～2007年)



図-3 素材供給量の推移 (1960年～2007年)

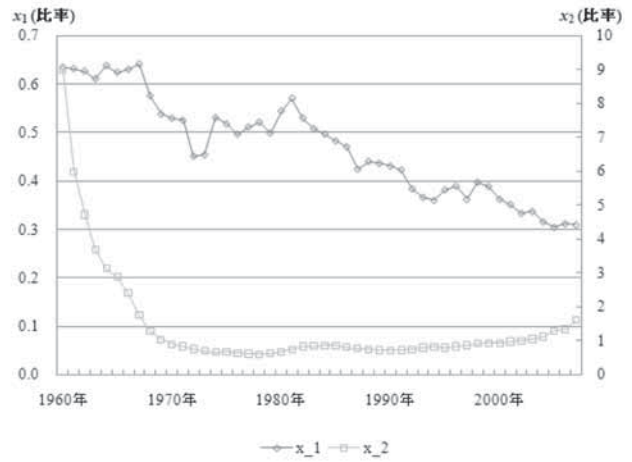


図-4 説明変数の推移 (1960年～2007年)

この時期、わが国経済は高度成長期にあり、木材需要は毎年、急激な勢いで増大していったが、国産材のみではこの需要に十分にに応じることができなかった。このため、日本政府は、それまでの「自給原則」を撤回し、輸入拡大の方針へと転換した(8)。この方針転換を受けて、1960年には国内木材工業への素材供給量全体の11.6%(6,571千 m^3)に過ぎなかった外材供給量は、65年26.0%(16,619千 m^3)、70年49.6%(43,034千 m^3)と、急激に拡大していった(図-3)。

国産材素材の平均移動距離は、この変化に非常によく対応するかたちで推移しており、国産材素材供給量が減少へと向かいはじめた1967年よりも明らかに早い時期から縮小に向かっている。このことから、ややあいまいな表現となるが、国産材素材に対する「需給の逼迫度」が、移動距離と強く関係しているのではないかと考えた。

ただし、パルプ用に関しては、この時期、国産材から外材へのシフトだけでなく、針葉樹材から広葉樹材へのシフト、さらに、素材(丸太)から木材チップへの原料調達方法の転換が進んだ。素材から木材チップへの転換の背景にも、巨大な生産プラントを有するパルプ工場が、膨大な量の原料を確保するために、苦しめられていたこ

とがある(9)。そのように考えると、パルプ用においても、その平均移動距離の大きさが、国産材素材需給の逼迫度を反映しているという点では変わらないものの、その大きさが実際に決まるうえでは、より複合的な要因が絡んでいるものと思われた。

2) 製材用素材移動距離の決定要因

先の仮説を検証するため、原料調達方法に大きな変化のなかった製材用を対象に、重回帰分析を行った。検討対象としたのは、1960年から2007年までの48年分のデータである。

モデルの選択に当たっては、探索的な検討であることもあって、ひとまず、一次線形のごく単純なモデルを仮定した。

また、仮説でいう「国産材素材における需給の逼迫度」は、「素材に対する需要の強さ」と「素材が国産材である必要性」に分解可能と考え、それぞれ、以下の代理指標を用いることとした。まず、「素材に対する需要の強さ」の代理指標としたのが「素材と製材品の価格比(x_1)」である。次に、「素材が国産材である必要性」の代理指標としたのが「国産材と外材の供給比率(x_2)」である。参考として、各変数の推移を、図-4に示した。

表－1 相関行列

	x_1	x_2	y
x_1	1.000		
x_2	0.513	1.000	
y	-0.313	0.583	1.000

表－2 重回帰分析の結果

変数名	偏回帰係数	標準誤差	t 値	P 値	標準化偏回帰係数
x_1	-25.471	2.087	12.207	0.000	-0.830
x_2	2.045	0.138	14.833	0.000	1.008
定数項	29.862	0.917	32.568	0.000	

表－3 分散分析表 (** : 1%有意, * : 5%有意)

要因	平方和	自由度	平均平方	F 値	P 値	判定
回帰変動	399.345	2	199.673	124.350	0.000	**
誤差変動	72.258	45	1.606			
全体変動	471.603	47				

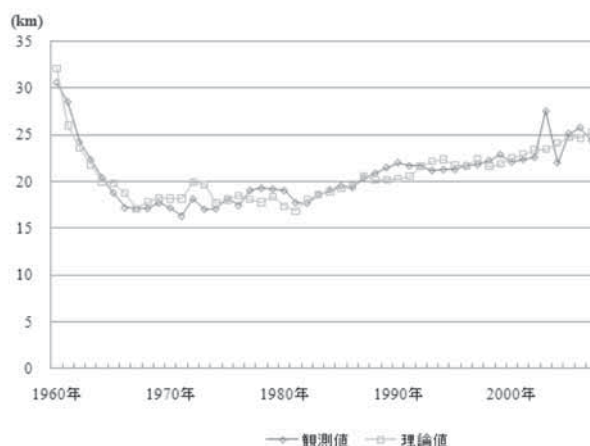
前者 (x_1) は、製材品に対する素材の相対価格と言い換えることもできる。ここでは、素材として「すぎ中丸太 (径 14 ~ 22cm, 長 3.65 ~ 4.0m・1m³ 当たり円)」、製材品として「すぎ正角 (厚 10.5cm, 幅 10.5cm, 長 3.0m・2 級・1m³ 当たり円)」の値を用いた。素材が製材品に比べて安いほど、製材業経営にとって有利なため、輸送コストが掛かり増しになっても、より遠くから調達しようとするインセンティブが働くものと考えた。したがって、その相対価格が低いほど、平均移動距離は拡大することになるため、係数の符号は負 (-) と予想された。

後者 (x_2) は、製材用素材の入荷量における国産材と外材の数量比である。素材供給に占める国産材の比率が高いほど、国産材に依存せざるをえない度合いが強まるものと考えた。もちろん、木材貿易がほぼ完全に自由化されている今日では、価格を媒介として、国産材=外材間の供給比率は自律的に調整されるため、木材需要が高まったからといって、その供給を全面的に国産材に依存する必要はない。しかし、貿易自由化が進みつつも、木材輸入港の整備の遅れなど、木材輸入への制約がなお残存していた 1960 年代には、このような、市場メカニズムによる調整は不完全で、素材需要が高まったとき、国産材に依存しなくてはならない度合いはより高かったものと思われる。供給量に占める国産材の比率が高いほど、輸送コストが掛かり増しになっても国産材を調達する必要性が高まることから、係数の符号は正 (+) と予想された。

以上の 2 つの変数 (x_1, x_2) を説明変数、製材用国産材素材の平均移動距離 (y) を被説明変数とする、次のモデルを選択した。

$$y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \varepsilon$$

ただし、 β_n は変数 x_n の係数、 ε は 誤差項である。
なお、このモデル以外にも、素材の移動距離に影響を



図－5 観測値と理論値

及ぼすと考えられる様々な変数 (例えば、国産材入荷工場数、その 1 工場当たり入荷量、「国産材のみ」入荷工場数、その 1 工場当たり入荷量、国産材素材価格および外材素材価格 [実質価格]、両者の価格比、国産材製品価格 [実質価格]、製材用素材生産量、製材用以外の素材生産量、製材用素材輸入量、道路貨物輸送サービス価格 [実質価格]、製材用素材の自給率など) を導入して、全変数、増減法、増加法、減少法の各種法で変数選択を行い、様々なモデルを検討した。また、一次線形以外の関数形についても、若干、検討したが、符号条件、当てはまりのよさ、自己相関の有無などの面から総合的に判断して、もっとも良好な結果を示していると思われたのが、このモデルであった。

分析の結果は、表－1 ~ 3 および図－5 に示したとおりである。重回帰係数 (R) は 0.920、決定係数 (R^2) は 0.847、自由度修正済決定係数 ($adjR^2$) は 0.840 と、良好な結果が得られた。誤差項の系列相関の有無を判定するダービン=ワトソン比は 1.690 であり、5%水準で「有意な自己相関は認められない」と判断された。

x_1 が 1 単位増加するごとに、平均移動距離は 25.471km 縮小する。すなわち、素材の製材品に対する相対価格が 1%高くなるごとに、約 0.25km 縮小する。また、 x_2 が 1 単位増加するごとに、平均移動距離は 2.045km 拡大する。標準化偏回帰係数は、 x_1 が -0.830、 x_2 が 1.008 であるので、 x_2 の方が影響力がやや大きいといえる。

おわりに

国産材素材の国内交流に伴う移動距離の推移を需要部門別に算出するとともに、平均移動距離の動向から導いた、「平均移動距離の大きさは、国産材素材における需給の逼迫度を反映している」という仮説に基づき検討を行った。「国産材素材における需給の逼迫度」は、「素材に対する需要の強さ」と「素材が国産材である必要性」に分解が可能と考え、この 2 つの要因を説明変数、製材

用国産材素材の平均移動距離を被説明変数として重回帰分析を行ったところ、良好な結果が得られ、国産材の交流圏の大きさが、「需給の逼迫度」によって説明しうる事が明らかになった。

ただし、「需給の逼迫度」は、概念として、あいまいさを残している。浜口（1990, 1991）などにある「国内需要圧力（Domestic Demand Pressure）」(4,5)や、業界用語として時折耳にする「需要圧」といった概念がこれに近いものと思われるが、さらに検討が必要である。また、製材用のみをみても、その移動距離の動向は、1960年代半ばに明瞭な変曲点を有しており、時期区分をすることによって、より現実への適合度の高いモデルを構築することが可能かもしれない。さらに付け加えれば、筆者は、2009年大会のポスター発表において、木材・木製品の平均移動距離を決める要因が、品目ごとに異なりうることを指摘しているが(13)、より統一的な把握が可能となるよう、モデルの改善に取り組みたい。これらのことを次の課題として、さらに検討を深めていきたい。

(注)このことを示す資料として、例えば『王子製紙社史』に、次のような記述がある。「当社が両更クラフト紙工場を立ち上げた頃、クラフト用の原料には主として針葉樹（マツ）の丸太が使用されていた。しかし、丸太の需給逼迫が進むなか、(中略)原料のコストダウンが求められ、全量を安価な廃材チップで賄うこととした」(2)。ここでいう「廃材チップ」とは、社外から、すでにチップ化された状態で（すなわち、木材チップとして）購入した原料のことである。

同書には、ほかにも、1951年当時、建設準備中の春日井工場（愛知県春日井市）で必要と見込まれた年間11万 m^3 あまりの原木集荷を実現するために、「名古屋市、大阪市、長野市に出張所を開設し、中部地方はもとより、東北から、北陸、関西、中国地方まで広範囲にわたって山林調査を実施し、立木買入れを進めるなど」(2)したとあり、パルプ工場の原木集荷圏が、その計画段階から、非常に広域に設定されていたことがわかる。かさや重量の割に単価が低く、運賃負担力が相対的に低いとみられるパルプ用素材の平均移動距離が、他の需要部門に比べ

てはるかに大きいことも、原料調達の困難さを表しているものと思われる。

引用文献

- (1)安藤嘉友（1992）木材市場論—戦後日本における木材問題の展開。日本林業調査会，東京，293pp.
- (2)DNP年史センター（2001）王子製紙社史：1873-2000本編。王子製紙株式会社，東京，589pp.
- (3)藤原敬（2002）「ウッドマイルズ」（木材総輸送距離）と地域材利用住宅（特集 地域材利用を軸とした循環型社会を目指して）。木材情報 135：6-10.
- (4)浜口登（1990）国内需要圧力と輸出入関数：展望（I）。早稲田社会科学研究所 40：9-62
- (5)浜口登（1991）国内需要圧力仮説の理論と実証：輸出ドライブの経済学と日米ハイテク摩擦。早稲田社会科学研究所 42：1-24
- (6)Iwaoka, M., Emura T. & Minematsu, H. (2002) Timber Demand and Supply as a Basis for Considering Logistics: The Present States in Japan, Proceedings of International Seminar on New Roles of Plantation Forestry Requiring Appropriate Tending and Harvesting Operations: 206-210.
- (7)岩岡正博・江村健・峰松浩彦（2002）木材の需給状況に基づいた供給戦略。日林学術講 113：225.
- (8)村寫由直（1978）木材関連産業の成長と市場構造（日本経済と林業・山村問題。林業構造研究会編，東京大学出版会）。29-104.
- (9)村寫由直（1987）木材産業の経済学。日本林業調査会，東京，233pp.
- (10)嶋瀬拓也・立花敏・野田英志（2004）統計書を用いた「ウッドマイレージ」の試算とその動向。日林学術講 115：103.
- (11)嶋瀬拓也・立花敏（2006）わが国製材業の製品出荷における木材輸送量・距離（ウッド・マイレージ）。日林誌 88（2）：87-94.
- (12)嶋瀬拓也（2006）木材チップの国内流通にみる輸送距離の動向。2006年林業経済学会秋季大会（口頭発表）.
- (13)嶋瀬拓也（2009）木材の輸送距離を決定する要因の検討。日林北支会 58（ポスター発表）.