

平均一分散理論を用いた素材購入ポートフォリオ最適化

宮崎大学農学部 橋口 宏徳・吉本 敦

1. はじめに

製材用素材流通に介在している卸売業者は、主に素材生産者から直接素材を購入し製材工場に販売することにより事業利益を得ている。その場合、卸売業者の利益は購入価格と販売価格の格差により決定される。しかしながら、素材価格は他の商品価格同様、様々な経済環境変化の影響を受け変化している。それゆえ、卸売業者は必ずしも購入した素材を希望する価格で販売できるとは限らず、いわゆる価格リスクが発生することになる。

リスク分野を前提とした経営は、流通経路に介在する卸売業者にとって重要な課題の一つである。最近の国内製材品価格の下落、あるいは為替の影響を敏感に受ける外材価格の急激な変化は、将来的に安定した経営を行っていくには大きな障害となる。本研究の目的は、リスク分散による経営を念頭に置き、Markowitz¹⁾が提唱した平均一分散理論を用いて素材購入ポートフォリオの最適化を行い、その有効性について分析することである。本報告では、経営主体には製材用素材を取扱う卸売業者を想定した。

2. 素材購入ポートフォリオ最適化問題の定式化

本稿で取り上げる素材購入ポートフォリオ最適化問題は、素材購入配分比率の制約条件下で期待効用関数の最大化を図ることを目的としている。ここで、素材卸売業者は期待効用最大化原理に従って素材購入を行うものと仮定する。その結果、本問題の目的関数、 J は以下のように定式化される。

$$J = \max X_i \cdot ER_i - \frac{\lambda}{2} \cdot X_i' \cdot V_i \cdot X_i$$

ここで、 X_i は t 期における各素材の購入配分比率 $\{x_{i,t}\}$ からなる $(n \times 1)$ ベクトル、 ER_i は t 期における各素材の期待収益率 $\{ER_{i,t}\}$ からなる $(n \times 1)$ ベクトルを示す。ただし、 n は全素材数、 $'$ はベクトルの転置

を示す。また、 V_i は $(n \times n)$ 分散共分散行列で、その要素 $\{V_{i,j,t}\}$ は t 期における素材 i, j の収益率の共分散を表す。 λ はリスク回避度係数を示し、この値が大きければ実行可能なポートフォリオの中でより小さなリスク(分散)と期待収益率を持つポートフォリオが得られることになる。

制約条件には、素材の購入配分比率制約条件と配分比率非負の制約条件を採用する。購入配分比率制約条件は、素材卸売業者が購入対象とする素材に対して100%投資することを制約し、

$$\sum_{i=1}^n x_{i,t} = 1$$

となる。配分比率非負の条件は、卸売業者が素材を空買いすることを禁止することを意味し、

$$x_{i,t} \geq 0, i=1, 2, \dots, n$$

となる。

3. 実証分析

本稿で使用するデータは、昭和50年1月から平成6年6月までの計234ヶ月間に渡る製材用素材価格の月次データで、農林水産省統計情報部発行の木材需給報告書²⁾から得られるデータを用いた。分析対象とする素材は、国産材がマツ(アカマツ: *Pinus densiflora*)、スギ(*Cryptomeria japonica*)、ヒノキ(*Chamaecyparis obtusa*)、カラマツ(*Larix leptolepis*)、エゾマツ(*Piceajezoensis*)、ナラ(ミズナラ: *Quercus crispula*)、ブナ(*Fagus crenata*)の計7素材、外材がラワン(*Dipterocarpaceae spp.*)、米マツ(*Pseudotsuga menziesii*)、米ツガ(*Tsuga heterophylla*)、北洋トドマツ(*Abies sachalinensis*)、北洋カラマツ(*Larix sibirica*)、ニュージーランドマツ(*Pinus radiata*)の計6素材である。

本報告では、A:国産材と外材の両方を購入対象とした場合、B:国産材のみを購入対象とした場合、C:外材のみを購入対象とした場合のそれぞれについて、最適ポートフォリオを構築した後、ベンチマークとしてスギ、ヒノキの単一素材購入を仮定し、上記から得ら

れるポートフォリオの有効性を実績収益率・リスクを用いて分析した。実績収益率・リスクのパフォーマンス比較にはPaired-t検定を使用した。

実績収益率のPaired-t検定結果は、表-1に示す通りである。まず、国産材と外材両方を購入対象にした場合と国産材のみを購入対象にした場合を比較した結果、t値は3.190となり、国産材と外材を両方購入対象とした場合得られるポートフォリオが、国産材のみを購入対象とした場合に比べて統計的に有意にアウトパフォームしていることが分かる。同様に国産材と外材を両方購入対象とした場合と外材のみを購入対象とした場合においても、前者から得られるポートフォリオの統計的な優位性が観察できる。また、国産材のみを購入対象とした場合と外材のみを購入対象とした場合では、ポートフォリオの優劣が統計的に観察されなかった。ベンチマークとの比較については、どの組合せに対してもt値は大きな値を示し、各ポートフォリオの統計的優位性が観察された。

表-1 実績収益率のPaired-t検定結果

	A	B	C	スギ	ヒノキ
A		3.1902	2.4315	6.9526	5.3626
B			-1.2379	5.2155	3.9691
C				4.0152	2.7407
スギ					-1.3525
ヒノキ					

次に、各ポートフォリオから得られるリスクについて比較分析を行う。リスクのPaired-t検定結果は表-2に示す通りである。まず、国産材と外材を両方購入対象にした場合と国産材のみを購入対象とした場合を比較した結果、t値は4.682となり、国産材のみを購入対象とした場合得られるポートフォリオが、国産材と外材を両方購入対象とした場合よりも統計的に危険度が低くなることが分かる。また、国産材と外材を両方購入対象とした場合と外材のみを購入対象とした場合、国産材のみを購入対象とした場合と外材のみを購入対象とした場合それぞれについては、国産材と外材を両方及び国産材のみを購入対象とした場合の方が外材のみを購入対象とする場合よりも危険度が引くことが観察される。各ベンチマークとの比較についても、国

表-2 リスクのPaired-t検定結果

	A	B	C	スギ	ヒノキ
A		4.6820	-7.0312	-3.8697	-4.4960
B			-8.2652	-5.4051	-5.7496
C				1.6289	-0.4579
スギ					-2.6982
ヒノキ					

産材と外材を両方購入対象とした場合、国産材のみを購入対象とした場合得られるポートフォリオの危険度の方が低くなることが分かった。

4. 結論

本研究では、平均一分散理論を用いて素材購入ポートフォリオの最適化を行った。その際、国産材と外材の計13素材、国産材7素材、外材6素材を購入対象とした場合それぞれについてポートフォリオを構築し、それらの有効性について分析した。まず、実績収益率のPaired-t検定結果より、各ポートフォリオの中で最も平均実績収益率が大きくなるのは、国産材と外材両方を購入対象とした場合得られるポートフォリオ、次いで外材のみを購入対象とした場合得られるポートフォリオ、そして最も平均実績収益率が小さくなるのは国産材のみを購入対象とした場合得られるポートフォリオであった。一方、リスクのPaired-t検定結果より、各ポートフォリオの中で最も平均的にリスクが縮小されるのは、国産材のみを購入対象としたポートフォリオ、次いで国産材と外材両方を購入対象としたポートフォリオ、そして最も平均リスクが大きくなるのは外材のみを購入対象としたポートフォリオであった。以上の検定結果より、最も効率的な素材購入ポートフォリオは、国産材と外材の両方を購入対象とした場合得られるポートフォリオであるものと推察される。

次に、スギ、ヒノキの単一素材購入から得られる実績収益率・リスクと、各ポートフォリオから得られる実績収益率・リスクに対するPaired-t検定結果より、単一素材購入に対する国産材と外材の計13素材及び、国産材7素材を購入対象とする両ポートフォリオの統計的優位性が観察された。すなわち、上記の2つのポートフォリオはスギ或はヒノキのみを購入することよりも平均的に高い収益を得るとともに、素材購入に伴う価格リスクを縮小することができるものと考えられる。以上の検定結果より、購入対象とする素材の持続性を考えた場合には、スギ、ヒノキの単一素材購入の方が有効であるものと考えられるが、リスク分散や収益の増加を望むのならば、多種の国産材、或は国産材と外材を両方購入対象として、ポートフォリオの最適化を図り素材購入を行った方が効率的であるものと推察される。

引用文献

- (1) Markowitz, H. M: Portfolio selection. Journal of Finance 7: 77~91, 1952
- (2) 農林水産省統計情報部: 木材需給報告書, 農林統計協会, 東京, 1990~1994