

## 論文審査の結果の要旨

申請者氏名 広嶋 卓也

減反率とは、新植された森林がガンマ分布などの寿命分布に基づき、特定の齢級で伐採される確率を表すもので、我が国の収穫予測に応用されてきた。一方、今日では実践的な収穫予測を行う上で、森林を取り巻く経済因子の影響を考慮することが重要であるが、従来の減反率の密度関数では、パラメータが物理的な意味を持たないため、そこに経済因子を組み込むことはできなかった。これらの欠点を改善したのが Yoshimoto の拡張減反率で、そこでは密度関数のパラメータに物理的な意味を持たせることにより、丸太価格、伐採費用、利率などの経済因子が伐採性向に与える影響を説明することに成功した。ところが拡張減反率の研究はこれまで実験の域を出ず、それを実践的な収穫予測に適用するための方法は十分に議論されてこなかった。そこで本論では、伐採性向に影響を与える経済因子として丸太価格を取り上げ、丸太価格の変動に応じた拡張減反率を全国民有人工林における収穫予測に適用する方法を考察した。

拡張減反率の密度関数は、非定常ポアソン過程に基づく待ち時間の確率として

$$f_w(t) = g'(t)e^{-g(t)} \frac{g(t)^{k-1}}{\sqrt{2\pi}e^{-k}k^{k-\frac{1}{2}}} \quad t \geq 0$$

と表される。 $g(t)$ と $k$ はそれぞれ「判断基準関数」、「判断基準の閾値」と呼ばれる。すなわち拡張減反率では、森林経営者は伐採のタイミングを判断するための判断基準を持っており、それが $g(t)$ に従い時間とともに増加してゆき、閾値 $k$ に達したときに伐採が行われるものと想定されている。拡張減反率を特定の林家の収穫予測に適用する際には、判断基準と閾値を恣意的に決定できるが、広域の収穫予測に適用する際には、それらを推定する方法は明らかにされていない。

そこではじめに拡張減反率のパラメータの推定方法を考察した。まず、拡張減反率の理論が成立する前提として、判断基準が閾値に達するまでの時間が伐採齢平均と一致する条件を調べたところ、 $g(\tau)=k$ なる $\tau$ に比して $k$ が十分に大きければ、 $\tau$ は密度関数 $f_w(t)$ の平均 $\nu$ とよく一致することがわかった。また $k$ が大きくなるにつれ $f_w(t)$ の分散 $\sigma^2$ はゼロに近づくこともわかった。これらのことから、 $g(t)$ のパラメータを推定する際には、観測された伐採齢平均・分散と、 $k=g(t)$ なる閾値に基づく $f_w(t)$ の平均・分散との誤差を最小にするものを

求めればよいとした。さらに、判断基準や閾値の変化を予測することにより、実践的な収穫予測が可能であることを指摘した。

つぎに応用事例として、丸太価格に基づく拡張減反率（以下、丸太価格減反率）モデルを構築した。ここではまず、全国民有人工林における伐採齢平均が全国スギ中丸太価格と明確な負の相関を有することに着目し、拡張減反率の判断基準として丸太価格を利用することを考えた。そして判断基準関数として、林齢とともに変化する森林の価値を丸太価格で表現した、丸太評価価格－林齢曲線を提案した。さらに、このような判断基準関数を考えた場合、その閾値は、全国森林経営者の平均予想価格と解釈できることから、閾値の将来的な推移を予測する際に、価格変動のランダム・ウォークモデルの概念を取り入れた。以上より、第  $i$  分期における丸太価格減反率の密度関数  $y_i(t)$  は、

$$y_i(t) = P_i f'(t) e^{-P_i f(t)} \frac{\{P_i f(t)\}^{k_i - 1}}{\sqrt{2\pi} e^{-k_i} k_i^{k_i - \frac{1}{2}}}$$

ただし、 $k_i = k_{i-1} + 0.806(P_i - P_{i-1})f(v_{i-1})$

$k_i$ : 第  $i$  期の閾値、 $P_i$ : 第  $i$  期の丸太価格、 $v_i$ : 第  $i$  期の密度関数の平均と表され、初期値として伐採齢平均を与えれば以降は丸太価格のみに基づき確率分布が決定する。

最後に、丸太価格減反率の理論を応用した実践的なシミュレーションモデルを開発し、丸太価格が伐採性向に与える影響を分析した。ここではまず、全国レベルの収穫予測モデルとして既の実績を上げている「木材需給均衡モデル」をベースとして、その中の民有人工林に対して上記の理論を適用するなどの改良を行った。従来の木材需給均衡モデルは、丸太価格などの経済因子に基づき経済林比率を計算し、つぎに経済林に対して減反率を適用するという構造であったのに対し、丸太価格減反率を組み込んだ新たな木材需給均衡モデルは、丸太価格の変化による、経済林率と減反率分布の両方の変化を再現できるようになった。

シミュレーション結果より、丸太価格は経済林率、減反率の両者を通じて伐採性向に影響を与えるが、主として伐採の量に影響を与えるのは前者を通じてであり、伐採の質に影響を与えるのは後者を通じてであることが示唆された。丸太価格減反率は、長期的な収穫予測では、伐採性向にほとんど影響を与えなかったが、短期的な価格変動にも対応可能であることから、短期～中期の緻密な森林管理計画にも適用しうることを最後に指摘した。

以上のように本論は、人工林における代表的な収穫予測手法である減反率理論を取り上げ、既往の理論を拡張し、丸太価格の変動に応じた伐採性向の応答を明らかにしたもので、今後の我が国における実践的な収穫予測に資することが期待される。よって審査委員一同は本論が博士（農学）の学位論文として価値あるものと認めた。