

丸太価格に基づく減反率の推定

広嶋 卓也[†]

(受付 2002 年 9 月 4 日; 改訂 2003 年 2 月 5 日)

要 旨

減反率とは、新植された林分がある年齢で伐採される確率を指し、我が国の伐採予測のために林野庁で用いられている代表的な手法である。従来、減反率を推定する際には、伐採年齢の平均と分散の情報が必要とされていたが、そのような情報は一般に入手が困難である。そこで本論では伐採の予測を全国レベルに適用することを前提として、データの入手が容易な丸太価格に基づき減反率を推定する方法を検討した。その方法とは、径級別の丸太価格および立木本数データを利用して求めた丸太価格-林齢曲線に基づき、Yoshimoto 型減反率を推定するというものである。この方法の有効性を検証するため、関数型とパラメータの組み合わせに応じた数通りの Yoshimoto 型減反率と既存の伐採年齢データから推定した従来型減反率との比較、さらには伐採予測への応用を試みた。結論として、本論の手法は、ただちに伐採予測に利用可能なものではないが、過去のデータに基づく精緻化を経ることにより利用可能となることを見込まれた。

キーワード：減反率，伐採予測，ポアソン過程，待ち時間，丸太価格。

1. はじめに

1.1 減反率

減反率とは、新植された林分がある年齢で伐採される確率を指し、林野庁により我が国の伐採予測に用いられている代表的な手法である。減反率の発想の原点は、林分の寿命と α -粒子の飛跡の類似性に着目した鈴木 (1959) に見ることが出来る。その後、鈴木 (1972) は、ある林分が植栽されてから伐採されるまでの林木の成長過程をポアソン過程とし、伐採までの待ち時間の確率密度関数

$$(1.1) \quad F_k(t) = me^{-mt} \frac{(mt)^{k-1}}{(k-1)!}, \quad m \in \mathbb{R} > 0, \quad k \in \mathbb{N}$$

を導いた。すなわち j 年齢の減反率 q_j は

$$(1.2) \quad q_j = \int_j^{j+1} F_k(t) dt = \int_j^{j+1} me^{-mt} \frac{(mt)^{k-1}}{(k-1)!} dt$$

となる。また鈴木 (1972) は、

$$(1.3) \quad E(t) = \int_0^\infty t F_k(t) dt = \int_0^\infty e^{-mt} \frac{(mt)^k}{(k-1)!} dt = \frac{\Gamma(k+1)}{m(k-1)!} = \frac{k}{m}$$

$$(1.4) \quad E(t^2) = \int_0^\infty t^2 F_k(t) dt = \frac{1}{m(k-1)!} \int_0^\infty (mt)^{k+1} e^{-mt} dt = \frac{k(k+1)}{m^2}$$

[†] 東京大学大学院 農学生命科学研究科：〒113-8657 東京都文京区弥生 1-1-1; hiroshim@fr.a.u-tokyo.ac.jp

より,

$$(1.5) \quad \sigma^2(t) = E(t^2) - E(t)^2 = \frac{k}{m^2}$$

となるので, パラメータ m, k は平均伐採齢 $E(t)$, 伐採齢分散 $\sigma^2(t)$ から求めることができるとした. すなわち鈴木は, 伐採齢を確率変数と見なした場合の寿命分布がガンマ分布 $Ga(k, m)$ に従うことを導き, 観測された伐採齢の平均と分散から分布型を決定しようと考えたのである. なお近年, 鈴木(2002)は, 林分はある林齢 b までは伐採されないことから密度関数を b だけ平行移動した

$$(1.6) \quad \begin{cases} F_k(t) = 0, & t \leq b \\ F_k(t) = me^{-m(t-b)} \frac{\{m(t-b)\}^{k-1}}{(k-1)!}, & t > b \end{cases}$$

なる分布の 3 つのパラメータを伐採齢の平均, 分散, 歪度から求めることを提案した. なお j 齢級の伐採率 c_j は

$$(1.7) \quad c_j = \frac{q_j}{1 - \sum_{i=1}^{j-1} q_i}$$

と計算され, 減反率 q_j と区別される.

一方, Yoshimoto(1996a)は, 非正常なポアソン過程に基づく減反率の確率密度関数

$$(1.8) \quad F_k(t) = m(t)e^{-g(t)} \frac{g(t)^{k-1}}{(k-1)!} \quad \text{ただし, } g(t) = \int_0^t m(\tau) d\tau$$

を導いた. これは, ポアソン過程で任意の時間 $[0, t]$ における事象の発生回数 (以下, カウント数) が微小区間 Δt に増加する割合 m を $m(t)$ に置き換え, それを時間積分した $g(t)$ を物理量ととらえることにより減反率分布を求めるものである. たとえば Yoshimoto(1996b)は, $g(t)$ に林分の現在価値を用いて木材価格, コスト, 利率等の経済要因が変化した際の減反率の応答を分析した. ただし, Yoshimoto(1996a, 1996b)は(1.8)の確率密度関数では無限積分が必ずしも 1 にならないことを指摘した. そこで Yoshimoto(2001a)は, 増加率が Mitscherlich 型の成長関数に従う場合, 非正常ポアソン過程のカウント数に関する確率の差分微分方程式を状態変数 k について解くことによりこれは二項過程となることを示し, この場合, 無限積分が必ず 1 になることを導いた. さらに Yoshimoto(2001b)は, 成長関数として Logistic 式, Gompertz 式, Richards 式を用いた減反率を導いた. 例として Richards 式に基づく減反率の確率密度関数を以下に示す.

$$(1.9) \quad F_k(t) = Mf(t)e^{-g(t)} {}_{M-1}C_{k-1}(1 - e^{-g(t)})^{k-1}(e^{-g(t)})^{M-k}$$

$$\text{ただし, } f(t) = \frac{abe^{-at}(1 - e^{-at})^{b-1}}{1 - (1 - e^{-at})^b}$$

$$g(t) = \ln \frac{1}{1 - (1 - e^{-at})^b}$$

$$a, b \in \mathbb{R} > 0, \quad M \in \mathbb{N}$$

これら Yoshimoto の減反率分布を推定するには観測値をもとに成長関数のパラメータを回帰分析等で推定し, さらにパラメータ k に適当な値を与える必要がある.

1.2 本論の目的

前述したように(1.1)を推定する際には、伐採齢の平均と分散の情報が必要となるが、そのような情報は減反率理論を適用する地域が広域になるほど入手が困難となる。そこで本論では、この理論を全国レベルに適用することを前提として、データの入手が容易な丸太価格に基づき(1.8)(1.9)を推定することを目的とし、減反率理論の適用事例を示す。

以下では、はじめに径級別丸太価格および径級別立木本数割合を利用して丸太価格-林齢のデータセットを構築し、つぎにそれらデータに対して(1.8)(1.9)が前提とする2種類の成長関数を最小二乗法によりあてはめる。さらに3通りの k の値にもとづき(1.8)(1.9)の減反率分布を推定し、分布(1.1)との比較を行う。比較の結果(1.1)に最も近い分布を示したものについて、最後に伐採面積を試算する。

2. 研究の方法

2.1 丸太価格-林齢曲線

一般に、丸太価格は末口径に応じて変化し、稲田(2002)によれば、20 cm 前後の適寸径でピークを持ちそれ以外では末口径の二乗に比例して増加するという。本論ではこのような特性を考慮して、丸太価格を径級別に扱うこととした。

さらに(1.8)(1.9)を推定するには丸太価格の林齢に対する時系列変化、すなわち丸太価格-林齢曲線が必要となる。これまで丸太価格-末口径曲線に関する研究は上述の稲田(2002)の他に大洞 他(2001)などいくつか見られるが、径級別の丸太価格に着目して、丸太価格-林齢曲線を分析したものは見あたらない。

ある林分の価値を丸太価格で評価するには、林分の直径分布をもとに各径級に属する立木の本数割合を求め、それらを重みとする径級別丸太価格の加重平均を求めればよい。これを齢級別に求めることにより丸太価格の時系列変化が得られる。すなわち、第 j 齢級の丸太価格 P_j は、

$$(2.1) \quad P_j = \sum_{i=1}^s s_{i,j} p_i, \quad j = 1, 2, \dots, r$$

ただし、 p_i : 第 i 径級の丸太価格、 $s_{i,j}$: 第 i 径級、第 j 齢級の立木本数割合、 r : 齢級数、 s : 径級数。丸太価格-林齢曲線は、 P_j を観測値として適当な曲線を当てはめることにより求めることができる。曲線は(1.8)に関しては任意であるが、上述の通り確率密度関数の無限積分が必ずしも1にならないという問題がある。これを避けるためには(1.8)で曲線 $g(t)$ が、 $g(0) = 0$ かつ $\lim_{t \rightarrow \infty} g(t) = \infty$ なる条件をみたせばよい。このような条件をみたす曲線として、 n 次の多項式

$$(2.2) \quad y(t) = \sum_{i=1}^n a_i t^i, \quad a_n > 0$$

などが考えられる(1.9)に関しては、Richards 式

$$(2.3) \quad y(t) = M(1 - e^{-at})^b, \quad M, a, b \in \mathbb{R} > 0$$

に限定される。

2.2 パラメータ k の決定

定常なポアソン過程におけるカウント数は、その値が $i-1$ から i へ増加する際($i \geq 2$)の待ち時間が各々、独立に指数分布に従うステップ関数であり、減反率はカウント数が k となるまでの待ち時間に関する伐採齢の確率分布である。ここで(1.3)(1.5)より $k = \frac{E(t)^2}{\sigma^2(t)}$ と表される

ことから (1.1) の k は無次元量であることがわかる。鈴木(2002)は、この k に物理的な意味はなく、その値を伐採行為と関連づけて観測することはできないとしている。

一方 (1.8)(1.9) では、 $E(t) = \int_0^\infty tF_k(t)dt$ や $E(t^2) = \int_0^\infty t^2F_k(t)dt$ 、さらにはモーメント母関数 $M_X(x) = \int_0^\infty e^{xt}F_k(t)dt$ の一般型を導くことはできないため、 k は伐採齢の平均、分散、歪度などから求められない。Yoshimoto(1996b, 2001b)は (1.8)(1.9) の k を、森林所有者の伐採行動の意思決定に基づき(1.8)の $g(t)$ や(2.3)の成長関数に関連して決定される、何かしらの物理量であるとしている。そこで本論もこの考えを踏襲し、 k は、丸太価格曲線に関連して、径級別の価格に一定の重みをかけた加重平均として決定することとした。すなわち

$$(2.4) \quad k = \sum_{i=1}^s w_i p_i$$

ただし、 w_i : 第 i 径級の重み。 w_i の決定方法については以下の3つのケースを想定した。

ケース 1. w_i は、各径級に属する立木の現存量に比例する。すなわち

$$(2.5) \quad w_i = \frac{1}{r} \sum_{j=1}^r g_{i,j}, \quad i = 1, 2, \dots, s$$

ただし $g_{i,j}$: 第 i 径級における第 j 齢級の立木本数割合。

ケース 2. w_i は、各径級に属する立木の伐採量に比例する。すなわち

$$(2.6) \quad w_i = \frac{\sum_{j=1}^r f_j g_{i,j}}{\sum_{j=1}^r f_j}$$

ただし、 f_j : 第 j 齢級の伐採率。ここでは伐採量は立木本数割合と伐採率の積に比例するものと仮定している。

ケース 3. w_i は、各径級に属する丸太の市場出荷額に比例する。

この場合の重みは市場公表値をそのまま用いることとした。

3. 結果と考察

3.1 丸太価格-林齢曲線

使用したデータは、農林水産省統計情報部が発行する「統計情報—木材価格」のスギ径級別全国価格と、全国人工林の齢級別直径分布データである。丸太価格に関しては2002年5月時点で m^3 あたり、スギ小丸太：8~14 cm が 10,800 円、スギ中丸太 I：14~24 cm が 14,060 円、スギ中丸太 II：24~30 cm が 15,820 円、スギ大丸太：30 cm ~ が 19,940 円となっており、立木本数割合に関してもこの4つの径級別に求めた(2.1)にもとづく計算結果を表1に示す。表1最右列の丸太価格は齢級とともに増加し 15,000 円前後で頭打ちとなるシグモイド型の変化を示した。このことから丸太価格-林齢曲線は(2.2)(2.3)の曲線でうまく近似できる。曲線のあてはめにあたっては(2.2)(2.3)とも原点を通る曲線のため、観測値全体から初期値を引き、単位を 100 円 / m^3 とするなどの換算をした。最小二乗法によるあてはめの結果(2.2)では、3次多項式の a_1 は 3.062、 a_2 は -0.068、 a_3 は 0.0005 となり(2.3)では M は 44.794、 a は 0.113、 b は 1.519 となった。結果を図1に示す。なお図1の縦軸の値は元の価格に再換算した。

3.2 k の値

3つのケースの径級別重みと k の値を求めた結果を表2に示す。なおケース2の伐採率は、森林基本計画研究会(1997)の林産物需給の長期見通しにおけるすう勢見通しシナリオに示され

表 1. 径級別素材割合と丸太評価価格 .

齢級	径級別素材割合				丸太価格* (円/㎥)
	8~14cm	14~24cm	24~30cm	30cm~	
1	1	0	0	0	10,800
2	0.988	0.012	0	0	10,839
3	0.877	0.122	0.001	0	11,203
4	0.778	0.221	0.001	0	11,525
5	0.691	0.308	0.002	0	11,825
6	0.613	0.384	0.002	0	12,051
7	0.544	0.439	0.013	0.004	12,333
8	0.483	0.476	0.036	0.006	12,598
9	0.429	0.507	0.056	0.008	12,807
10	0.381	0.534	0.073	0.012	13,017
11	0.338	0.556	0.089	0.018	13,235
12	0.300	0.572	0.104	0.025	13,426
13	0.266	0.583	0.117	0.033	13,579
14	0.236	0.591	0.129	0.043	13,756
15	0.210	0.595	0.141	0.054	13,941
16	0.186	0.598	0.152	0.064	14,097
17	0.165	0.599	0.162	0.074	14,242
18	0.147	0.601	0.171	0.081	14,358
19	0.130	0.603	0.180	0.087	14,465
20	0.116	0.604	0.189	0.091	14,550
21	0.103	0.606	0.197	0.094	14,624
22	0.091	0.608	0.205	0.096	14,689
23	0.081	0.610	0.212	0.097	14,739
24	0.072	0.611	0.219	0.098	14,787
25	0.064	0.611	0.226	0.099	14,831
26	0.056	0.611	0.233	0.099	14,856
27	0.050	0.611	0.239	0.100	14,906
28	0.044	0.611	0.245	0.100	14,936
29	0.039	0.610	0.251	0.100	14,963
30	0.035	0.608	0.257	0.100	14,986

* 径級別丸太価格として m^3 あたり、8~14cmで10,800円、14~24cmで14,060円、24~30cmで15,820円、30cm以上で19,940円を利用。

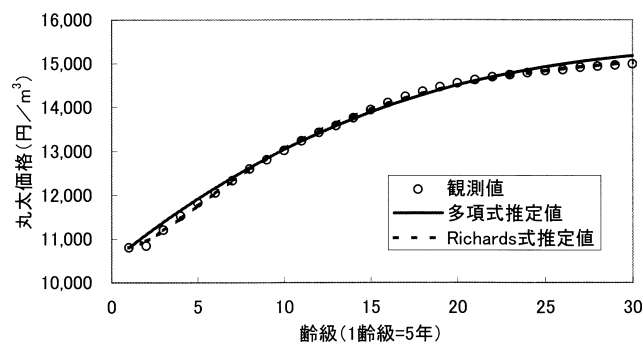


図 1. 丸太価格-林齢曲線 .

た 2002 年時の全国人工民有林，伐採齢平均と分散に基づいて求めた．ケース 3 の重みは，日本銀行公表の国内卸売物価指数算定時の重みをそのまま用いた．ケース 1 および 2 の k は，丸太価格-林齢曲線で前提とされる資源の現存量に基づいて求めたものであるのに対し，ケース

表 2. 各ケースにおける k の値 .

	径級別重み				k
	8~14cm	14~24cm	24~30cm	30cm~	
ケース1.	0.32	0.50	0.13	0.05	13,565
ケース2.	0.15	0.59	0.18	0.08	14,360
ケース3.	0.08	0.08	0.08	0.75	18,345

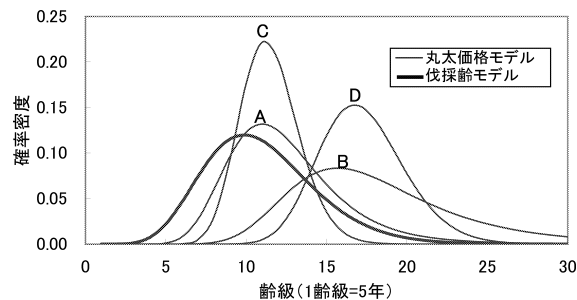


図 2. 減反率分布の比較 .

表 3. 各モデルの平均と分散 .

	平均(年齢)	分散(年齢 ²)
丸太価格モデルA	12.56	17.79
丸太価格モデルB	20.96	144.29
丸太価格モデルC	11.49	3.30
丸太価格モデルD	17.26	7.12
伐採齢モデル	10.86	11.92

3 の k はそのようなメカニズムを無視して求めたものである .

ケース 1 および 2 の k は図 1 の収束値 15,000 円以下のため (1.9) の確率分布を求めることができるが、平均市場取引価格にあたるケース 3 の k は収束値を越えてしまうため確率分布を求めることができない .

3.3 減反率分布

以下の分析ではケース 3 を除外し、(1.8) のケース 1、(1.8) のケース 2、(1.9) のケース 1、(1.9) のケース 2 をそれぞれ丸太価格モデル A、B、C、D と呼ぶ . さらに比較のため、ケース 2 で用いた伐採齢データに基づきパラメータの値を決定した (1.1) を取り上げ、これを伐採齢モデルと呼ぶ . 図 2 に丸太価格モデルおよび伐採齢モデルの減反率分布を、表 3 にこれら分布の平均と分散をそれぞれ示す .

関数型の違いを比較すると (1.8) に従う丸太価格モデル A、B では、平均値が伐採齢モデルに近くなると分散も伐採齢モデルに近くなったが、平均値が大きくなると分散が極端に大きくなり伐採齢モデルと乖離した (1.9) に従う丸太価格モデル C、D では、平均値が伐採齢モデルに近くなると分散が極端に小さくなり伐採齢モデルと乖離した . すなわち、正確に平均伐採齢を再現する k の値を決定できるのであれば (1.8) を選択するべきである .

ケースの違いを比較すると、ケース 1 に従う丸太価格モデル A、C では、平均値が伐採齢モデルに近くなったのに対し、ケース 2 に従う丸太価格モデル B、D では過大となった . k を決定する際に、ケース 2 は伐採率という形で伐採齢の情報を利用するのにに対しケース 1 は利用し

表 4. 丸太価格モデルの伐採齢モデルに対する適合度.

齢級	観測度数	確率	期待度数
1	0	0.000	0
2	0	0.000	0
3	1	0.001	1
4	1	0.007	6
5	1	0.022	22
6	7	0.046	45
7	27	0.074	73
8	60	0.099	98
9	96	0.115	113
10	122	0.120	118
11	131	0.114	112
12	124	0.100	99
13	106	0.083	82
14	85	0.065	64
15	65	0.049	48
16	48	0.035	34
17	34	0.025	24
18	24	0.016	16
19	17	0.011	11
20	12	0.007	7
21	8	0.004	4
22	6	0.003	3
23	4	0.002	2
24	3	0.001	1
25	2	0.001	1
26	0	0.000	0
27	0	0.000	0
28	0	0.000	0
29	0	0.000	0
30	0	0.000	0
計	984*	1.000	984

*四捨五入の関係上, 総度数は1000とならない.

ていないことを考えれば, ケース 1の方が実践的である. すなわちケース 1は, 事前に伐採齢の平均と分散といった, 分布を規定する情報が無くとも, 前提とする成長関数に関する情報のみで正確な分布を再現できることを示唆している. ここで再度ケース 1における k の算定式 (2.5)を見てみると, これは丸太価格-林齢曲線の観測値の平均値, すなわち全国人工民有林の平均丸太価格を求めているに他ならない. ポアソン過程のカウント数 k がそのような平均値と一致するときに伐採が実現されれば, そこから導かれる減反率分布は, 現実の伐採齢に基づく減反率分布とよく対応するものと推測される.

総じて (1.8) の k をケース 1の手法で決定した丸太価格モデル A が伐採齢モデルに最も近い分布となった.

3.4 伐採予測への応用

最後に丸太価格モデル A の伐採予測への適用性を調べるため, 伐採齢モデルと種々の比較を行った. 表 4 は, 丸太価格モデル A の伐採齢モデルに対する適合度を検定するために, 丸太価格モデル A の減反率分布に従う 1000 個の乱数を 10 回発生させた際の平均度数と, 伐採齢モデルの減反率分布を理論確率とした期待度数を示したものである. 適合度検定の結果, 自由度 22 で χ^2 値が 167 となり, 両者には 1%水準で有意な差が認められた. この差は主としてモデルの前提となる伐採齢データの精度に起因すると考えられ, 丸太価格と伐採齢に関して観測年のそろった過去のデータを利用することにより, 減少すると考えられる.

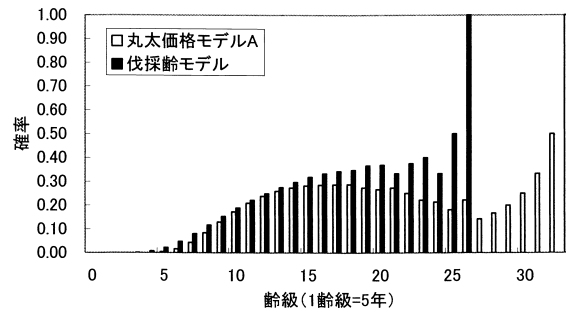


図 3. 伐採率の比較.

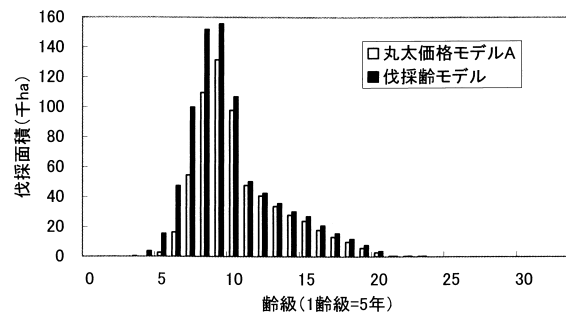


図 4. 伐採面積の比較.

つぎに(1.7)に従い伐採率を計算した結果を図3に示す。ただし伐採率の計算にあたっては、丸太価格モデルAについては33年齢級以降で、伐採齢モデルについては26年齢級以降でそれぞれ減反率が0.001以下となったので、それらの年齢級ですべて伐採されるものとした。丸太価格モデルAの伐採率は、17年齢級までは増加傾向で伐採齢モデルとほぼ同じ値となったが、それ以降は年齢級の増加とともにいったん減少傾向となり、依然、増加傾向の伐採齢モデルと乖離した。この差は、図2の分布の違いに起因するものである。現実には20年齢級前後の高年齢級の林分は何らかの理由で伐採されず伐採率が低くなるため、丸太価格モデルAの方が現実の伐採性向に合うと考えられる。

これら伐採率に基づき全国人工民有林の伐採面積を試算した結果を図4に示す。全国約800万haの人工民有林に対し、丸太価格モデルAに基づく総伐採面積は約64万ha、伐採率モデルは約83万haとなった。現実には20年齢級以上の高年齢林がほとんど存在しないため、図3に見られる伐採率の差は伐採面積へはさほど反映されなかった。

以上の比較から鑑みて、丸太価格モデルAは、ただちに伐採予測に利用可能なものではないが、過去のデータに基づく精緻化を経ることにより十分利用可能なものとなると言える。すなわち丸太価格に基づき減反率の推定、ひいては伐採予測が可能となる。

4. おわりに

本論ではYoshimoto(1996a, 1996b, 2001b)の導いた減反率理論を用いて、従来のように伐採

齢の平均・分散を用いることなく丸太価格から全国レベルの減反率分布を求める方法を検討した。具体的には丸太価格-林齢曲線という新しい概念に基づく2通りの成長曲線を推定し、さらに減反率のパラメータについて3通りの推定方法を提案し、それらの組み合わせの中から現実の伐採性向に近い減反率分布を再現できるものを見出した。本論はある種の事例研究ではあるが、Yoshimotoの減反率を実践的な問題へ適用する際の礎になるものと考えられる。

今後の課題としては、伐採齢の平均・分散と径級別丸太価格に関して、観測時点のそろった過去の実績値を用いて、本論の手法で同様に減反率分布を再現できるか検証すること、その上で径級別丸太価格の予測モデルと組み合わせて、丸太価格の変動から減反率をダイナミックに予測するシステムを構築することなどが挙げられる。

参 考 文 献

- 稲田充男(2002) 素材価格曲線の検討,『森林資源管理と数理モデル—21世紀ニューミレニアムに向けて—』(吉本敦,松村直人,近藤洋史 編),第1巻,59-72,森林計画学会出版局,東京。
- 大洞智宏,渡邊仁志,横井秀一(2001) 岐阜県東農地域のヒノキ林における長伐期施業導入の条件—木材市場価格調査からの考察—,日林学術講,112, p. 153。
- 森林基本計画研究会 編(1997) 『21世紀を展望した森林・林業の長期ビジョン—持続可能な森林経営の推進—』,地球社,東京。
- 鈴木太七(1959) 遷移確率行列による収穫予定,日林関東支論,10, 36-38。
- 鈴木太七(1972) 林業における確率過程論の応用(1),日林誌,54, 234-243。
- 鈴木太七(2002) 減反率の推定について,『森林資源管理と数理モデル—21世紀ニューミレニアムに向けて—』(吉本敦,松村直人,近藤洋史 編),第1巻,1-27,森林計画学会出版局,東京。
- Yoshimoto, A.(1996a) A new stochastic model for harvesting behavior with application to nonstationary forest growth and supply, *Canadian J. For. Res.*, **26**, 1967-1972.
- Yoshimoto, A.(1996b) Economic analysis of harvesting behavior using the modified Gentan probability theory, *J. For. Res.*, **1**, 67-72.
- Yoshimoto, A.(2001a) Gentan probability analysis with a state-dependent discrete forest growing model, *J. For. Res.*, **6**, 101-110.
- Yoshimoto, A.(2001b) Application of the logistic, Gompertz, and Richards growth functions to Gentan probability analysis, *J. For. Res.*, **6**, 265-272.

Estimation of Gentan Probability Based on Price of Logs

Takuya Hiroshima

(Graduate School of Agricultural and Life Science, The University of Tokyo)

Gentan probability is defined as the probability that a newly planted forest stand will be harvested after a certain period. This probability is derived from the Poisson process and the waiting time theory, and has been applied to yield prediction in Japan. For estimating the probability, the mean and variance of cutting age are required, although it is hard to obtain such a data in practice. In this paper, the analysis of Yoshimoto's Gentan probability is conducted using the price function of logs. First, two types of time-dependent log price curves are estimated by the OLS method for the growth function of Yoshimoto's Gentan probability. Next, parameters of the Gentan probability density function are determined on the basis of three hypothetical cases. Finally, six cases of the Gentan probability distribution are derived and are compared with the actual distribution derived from the observed mean and variance of the cutting age. The result is that one case of the distributions of Yoshimoto's Gentan probability is almost consistent with the actual one. This implies that the Gentan probability based on the price function of logs may be useful for yield prediction.