

論文

宮崎県における再造林放棄に関する計量分析*1

行武 潔*2 ・ 藤掛一郎*2 ・ 中田武志*2

行武 潔・藤掛一郎・中田武志：宮崎県における再造林放棄に関する計量分析 九州森林研究 60：1－5，2007 近年、「再造林放棄」の問題が、全国的に広がりつつあり、林業が活発なところほど増加している傾向にある。本研究は、わが国の中でも旺盛な林業生産活動を続けており、再造林放棄面積も大きい宮崎県に注目し、再造林面積と伐採面積の回帰分析から再造林率の推定を試みた。使用データは1989～2003年の宮崎県市町村データである。回帰式は、定数項なしの制約付き Almon lag model を用いた回帰式によって推定されている。その結果、再造林面積には、同年の伐採面積が最も影響しており、同年と前年を合わせて約65%再造林されている。残りはそのまま放置されている可能性があることが指摘される。

キーワード：再造林放棄，伐採面積，再造林率，回帰式，Almon lag model

Yukutake, K., Fujikake, I., and Nakada, T. : **Regression analysis of reforestation abandonment in Miyazaki Prefecture** *Kyushu J. For. Res.* 60 : 1 - 5, 2007 Recently a problem of "the reforestation abandonment" is spreading nationwide, and the phenomena especially tend to increase in the active forestry region. The purpose of this study is to estimate the reforestation rate of reforestation and harvesting areas from a regression analysis in Miyazaki prefecture, where is famous as one of the most active forestry region in Japan. Used data are community panel data of 1989 to 2003 years in Miyazaki prefecture. An equation of regression is estimated by Almon lag regression model with limitation without a constant term. As a result, around 65% of harvested areas would be reforested by one year after, but the remaining 35% abandoned.

Key words : reforestation abandonment, harvest area, reforestation area, regression analysis, Almon lag model

I. はじめに

近年、木材価格の長期的な低迷、林業労働者の高齢化・不足、更にはシカの食害被害の多発等の影響から人工林を皆伐した跡地に再造林せず放置するという「再造林放棄」が、全国的に広がりつつある。その再造林放棄は、傾斜が急な林地や森林所有者が同一の市町村に在住していない林地が多い。つまり傾斜と森林所有者の不在村状態の2つの要因が大きく作用している（森林総合研究所，2004）といわれており、再造林放棄は九州地方でも大きな問題となりつつある。

我が国の再造林放棄に関する最近の研究として、以下のものが挙げられる。吉田（2003）は、地理情報システム（GIS）を用い、大分県を対象に調査研究し、4市町村全域の放棄地と再造林地を含めた伐採地についてクラスター分析を行った。その結果、放棄地は傾斜が緩やかで林道からの距離が近い立地条件の良い所に分布するが、再造林地は立地条件の悪い所に分布することが示された。また、堺（2003）は、人工林施業放棄の実態を把握する目的として、全国13道県の全森林組合を対象にアンケート調査を行い、森林組合は人工林施業放棄の把握状況を的確に把握していないらしいこと、人工林施業放棄地を多くもつ森林組合に、組織・事業規模の違いによる際だった特徴はないこと、人工林施業放棄の地域差は、各地域社会における林業の位置付けと大きく関わっている

ること等を示した。

本研究では、わが国の中でも活発に林業生産活動を続けている宮崎県に注目し、再造林面積と伐採面積の回帰分析から再造林率の推定を試みた。その際、第1に、伐採面積にラグを持たせ何年前が、どの程度、再造林面積に影響を及ぼしているのかを見た。第2に、近年、再造林放棄が増えているか否かを見るために、1997、1998年を境に前期（1989～1997）、後期（1998～2003）と分けて検討した。第3に宮崎県下で地域差があるかどうかを見た。また既存統計資料による再造林率の推定結果の妥当性を検討するため、宮崎県や九州大学等が行っている再造林放棄地に関する調査結果からも再造林率を推定する等の比較検討を行った。

なお、分析にあたっては、宮崎県44市町村について1989年から2003年までの15年間の宮崎県環境森林部のデータをパネルデータとして使用した。

II. 再造林放棄問題の背景

(1) 全国の傾向と宮崎

再造林放棄は、人工林面積の減少、森林資源の縮小と水土保持機能の低下さらには斜面崩壊等の危険性を増大させる。これを懸念して、林野庁は民有林の造林未済地つまり伐採後3年以上経過した人工林伐採跡地のうち更新していないものの調査を行った。

*1 Yukutake, K., Fujikake, I., and Nakada, T. : Regression analysis of reforestation abandonment in Miyazaki Prefecture

*2 宮崎大学農学部 Fac. Agric., Univ. of Miyazaki, Miyazaki 889-2192

Kyushu J. For. Res. No. 60 2007. 3

これによれば、1999年22,000haであったものが2003年では25,000haと、スギ林が主伐可能な40年生以上の人工林面積約540万haの0.5%にも満たないが、造林未済地は増加してきている。

図-3は造林未済地の多い上位20県を示したものである。土地面積の大きいトップの北海道を除くと、宮崎、岩手、秋田、三重、大分、島根、山形、奈良、青森と続く。これら上位の県は木材生産が活発なところが多い。宮崎は1991年以降14年連続スギ生産日本一で、総素材生産量も北海道に次いで多い。再造林放棄の多寡を見るには伐採面積に対する再造林比率を見るのが望ましいが、都道府県別の皆伐面積の統計資料がないため、造林未済地面積を針葉樹素材生産量（農林水産省統計情報部、2005）で割った再造林放棄率を算出した。造林未済地面積19位の東京が9.27と最も高い値を示し、次に1位の北海道5.11、33位の香川県4.33、3位の

岩手県3.84、2位の宮崎県は3.41と5位とやや下がり、低位にあった東京、香川が高い比率を示した。しかし、ほぼ造林未済地面積が大きい県が高い値を示した（図-1）。

(2) 宮崎県の造林・伐採と当期再造林率の動向

図-2より針葉樹主伐面積は、1989年から近年まで全般にほぼ上昇傾向にある。より詳細に見ると、1996年には1989年の約2倍の1,736ha、それ以降は1998年までは減少、1999、2000年と増加した後再び減少し、2002年からやや増加して2003年では1,547haとなっている。これに対し針葉樹再造林面積は、1989年は約700haで1994年まで横ばい、1995年に約1,100haと増加し、それ以降は下降するものの1998年には1,456haと1989年の約2倍に増加した。しかし、1999年には888haまで再度下降して、2000年から上昇傾向を示した。このようにいずれもかなり増減が顕著であ

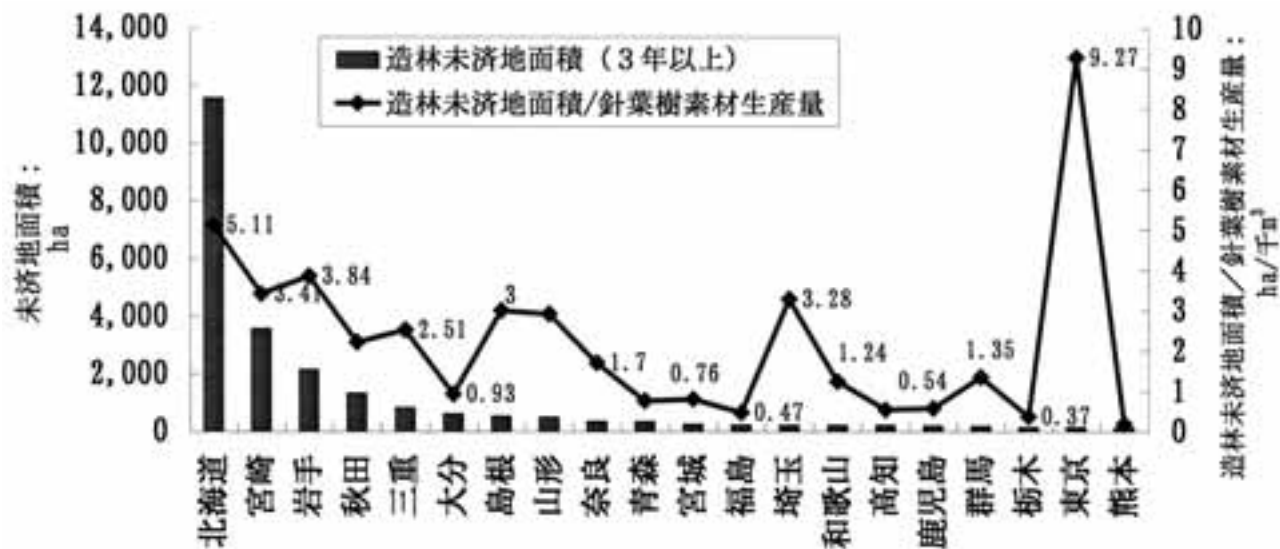


図-1. 造林未済地の多い上位 20 都道府県

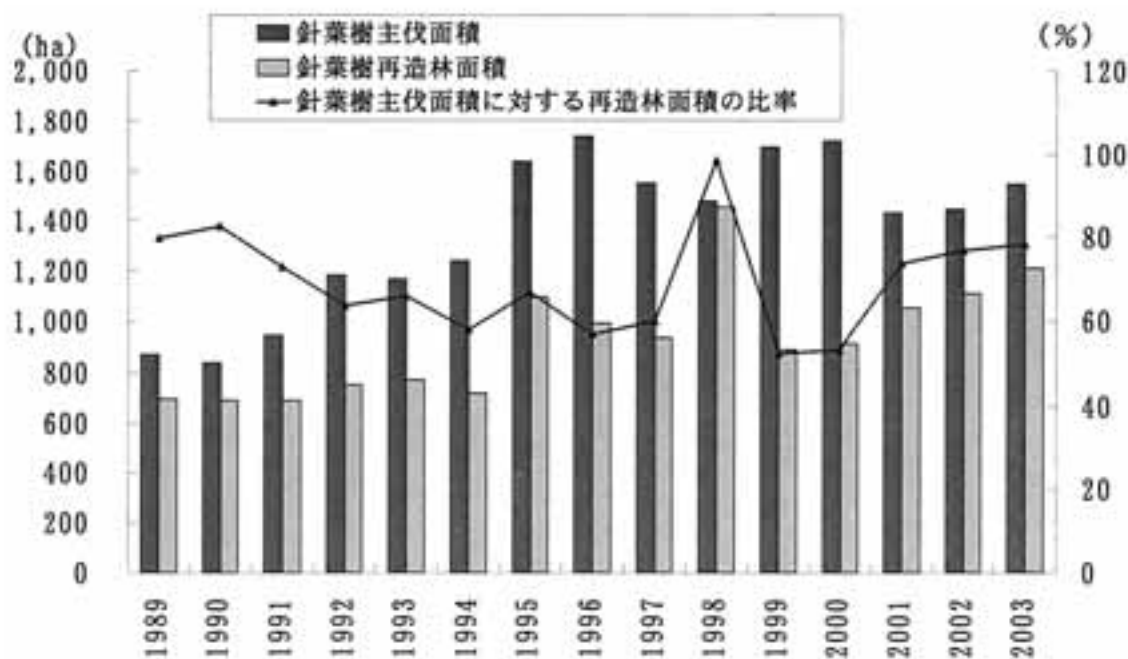


図-2. 宮崎県の針葉樹主伐と再造林面積

る。次に、針葉樹主伐面積に対する再造林面積の比率（再造林率）を見てみると、1990年には79.7%再造林されていたが、1996年には約60%まで下降した。その後、1998年には98.4%と回復するが、1999年と2000年は約50%まで下降、2001年からは近年までは約70～80%の上昇となっている。

1998年だけ突出して再造林面積が増加している。これは、1998年の44市町村全体の再造林面積が高くなっており、調査上の問題と考えられる。よって、後の回帰分析では、1998年の再造林面積のデータを除いて分析することとする。また、2001年からの再造林率の上昇傾向の原因は、2001年から複層林施業による造林が統計調査の対象となったことによる。

図-3は、宮崎県における地域別の針葉樹主伐面積に対する再造林面積の比率（再造林率）の推移である。ここにおいて宮崎県の西臼杵支庁、東臼杵、児湯、中部、西諸県、北諸県、南那珂の7支庁農林振興局を北部（西臼杵、東臼杵）、中部（児湯、中部）、南部（西諸、北諸、南那珂）の3つの地域に区分している。

北部の再造林率を見ると、1989年は64.4%で中部（121%）、南部（93.3%）に比べ低いが、1990年には84.6%と地域の中で一番高くなっていった。1991年以降から1997年までは約60～70%と横ばい傾向で、1998年に96.1%と急激に増加し15年間で最も高くなった。そして、1999年には、42.8%と最低となり、1999年以降からは上昇傾向を示している。

中部の再造林率は、1989年に121%と15年間で最も高く、それ以降は減少傾向で1992年で60%以下となる。1993年と1994年には約80%となるものの、1996年には41.3%まで下がり最低となった。1998年には107%と北部同様、急激に増加し、2000年には48%と下がり、それ以降から上昇傾向となっている。

南部においては、1989年に93.4%と高く、それ以降からは1991年（85.8%）と1998年（97.5%）を除けば、ほぼ横ばい傾向であ

る。毎年、最低でも50%以上は再造林されている。

(3) 不在村森林所有者と再造林

近年、不在村者所有森林の増加が挙げられる。通常、不在村所有者の場合、遠くに居住していることから特に手入れ不足となる可能性が高いと指摘されている。2005年度の全国の不在村者所有森林面積は327万haであり、私有林面積1,337万haの約4分の1を占めるまでになった。

宮崎県が調査した1999年度と2004年度の不在村所有森林面積の調査を基に、当期再造林率と不在村率（私有林面積に対する不在村者所有森林面積の割合）との相関関係を求めると、以下のようになる。1999年度では、当期再造林率と不在村率の相関係数は0.176、2004年度では、当期再造林率と不在村率の相関係数は0.072でゼロに近く、ほぼ無関係であると考えられる。

Ⅲ. 宮崎県における再造林面積率の分析

異常値のみられた1998年を除く1989～2003年における宮崎県市町村別のパネルデータによって、当期の再造林面積と5年間のラグを取った皆伐面積（ $AMHA_t$ to $AMHA_{t-5}$ ）の関係をみると、(1)式のようになる。各変数の推定値は説明変数間の線形重畳を避けるため、Almon lag モデルによった。

(1) 5年のタイムラグを持ったモデル

$$(1) REFA_t = \beta_0 \cdot AMHA_t + \beta_1 \cdot AMHA_{t-1} + \beta_2 \cdot AMHA_{t-2} + \beta_3 \cdot AMHA_{t-3} + \beta_4 \cdot AMHA_{t-4} + \beta_5 \cdot AMHA_{t-5}$$

・ Almon lag model

$$(2) REFA_t = \gamma_0 \cdot Z_0 + \gamma_1 \cdot Z_1 + \gamma_2 \cdot Z_2$$

$$(3) Z_0 = AMHA_t + AMHA_{t-1} + AMHA_{t-2} + AMHA_{t-3} + AMHA_{t-4} + AMHA_{t-5}$$

$$(4) Z_1 = AMHA_{t-1} + 2 \cdot AMHA_{t-2} + 3 \cdot AMHA_{t-3}$$

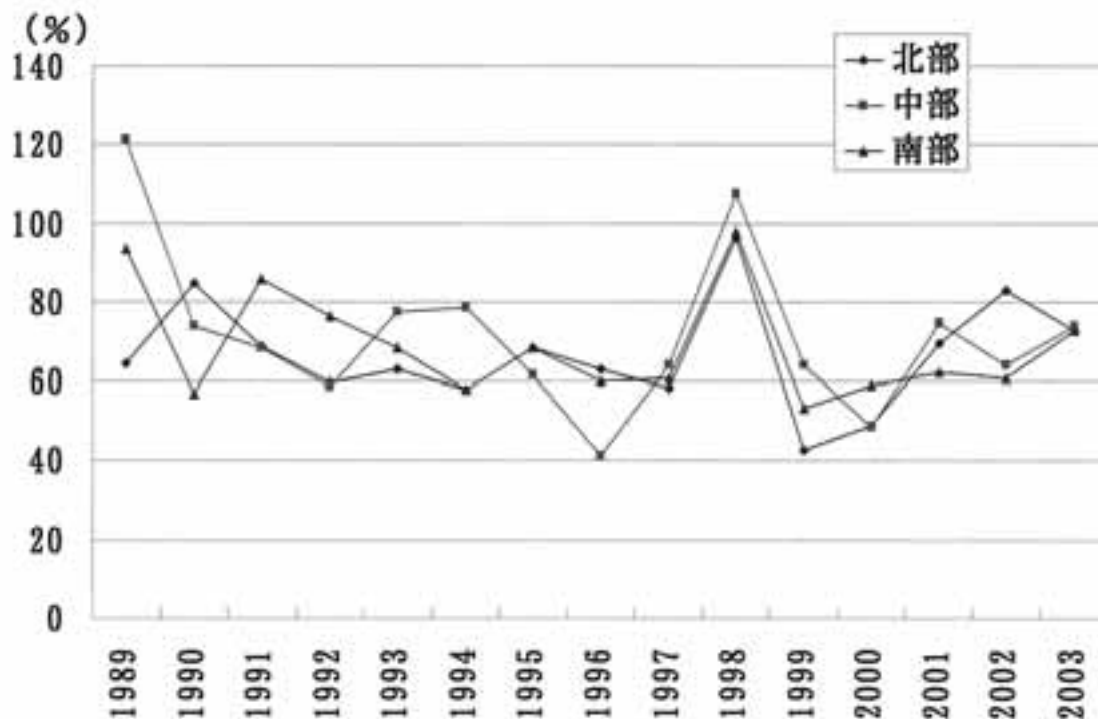


図-3. 宮崎県地域別の針葉樹主伐面積に対する再造林面積比率

Kyushu J. For. Res. No. 60 2007. 3

$$(5) Z_2 = AMHA_{t-1} + 4 \cdot AMHA_{t-2} + 9 \cdot AMHA_{t-3} + 16 \cdot AMHA_{t-4} + 25 \cdot AMHA_{t-5}$$

ここにおいて、パラメータ β_i は、皆伐後 i 年の総皆伐面積に対する再造林率を表す。(1) 式の β_0, \dots, β_5 は、2 次多項式 ($\beta_s = \gamma_0 + \gamma_1 \cdot S + \gamma_2 \cdot S^2$; $S = 0, 1, 2$) で近似できるとした場合の Almon lag (山本, 1995) を用いて、(2) ~ (5) 式によって推定される。またこの式は定数項なしの制約付きで推定している。

表-1 は、(2) 式の推定結果で、 Z_0 の係数は 0.461、 Z_1 の係数は -0.325、 Z_2 の係数は 0.051 である。各係数の t -値は Z_0 、 Z_1 、 Z_2 とともに皆高く有意であるが、 Z_2 の符号がマイナスとなっている。自由度調整済み決定係数は 0.860 であった。推定された Z_0 、 Z_1 、 Z_2 の係数値 γ を 2 次多項式に代入し、5 期前の伐採時期モデル $\beta_0 \sim \beta_5$ を求めると表-2 の結果となった。

これによれば、同期の針葉樹主伐面積の係数は 0.461 と同期で 46.1% 再造林され、1 年後に 18.7% 再造林されるという結果となった。よって、同期とその次の年を合わせて約 65% が再造林されるものの、残りの 35% は放置されていることになる。

(2) 期間区分モデル

近年、特に再造林放棄の傾向が増加しているか否かを検証するため、1992~1997 年を前期、1998~2003 年を後期と分けた、期間区分モデル (6) 式を作成した。針葉樹再造林面積 ($REFA_t$) は、同期の針葉樹主伐面積 ($AMHA_t$) と 1 期前の針葉樹主伐面積 ($AMHA_{t-1}$) と 2 期前の針葉樹主伐面積 ($AMHA_{t-2}$) と 3 期前の針葉樹主伐面積 ($AMHA_{t-3}$) と、係数ダミーを用いた同期の針葉樹主伐面積 ($AMHA_t \cdot D$) と 1 期前の針葉樹主伐面積 ($AMHA_{t-1} \cdot D$) と 2 期前の針葉樹主伐面積 ($AMHA_{t-2} \cdot D$) と 3 期前の針葉樹主伐面積 ($AMHA_{t-3} \cdot D$) により説明される。なお、この係数ダミー変数は前期を 0 としたものである。もし最近再造林放棄が増加傾向にあれば、係数ダミーはマイナスとなることが予想される。ここでも β_0, \dots, β_7 の推定には、これらの分布ラグ係数が 2 次多項式 ($\beta_s = \gamma_0 + \gamma_1 \cdot S + \gamma_2 \cdot S^2$; $S = 0, 1, 2$) で近似できるとした Almon lag を用いた。

$$(6) REFA_t = \beta_0 \cdot AMHA_t + \beta_1 \cdot AMHA_{t-1} + \beta_2 \cdot AMHA_{t-2} + \beta_3 \cdot AMHA_{t-3} + \beta_4 \cdot AMHA_t \cdot D + \beta_5 \cdot AMHA_{t-1} \cdot D + \beta_6 \cdot AMHA_{t-2} \cdot D$$

表-1. (2) 式の推定結果: REFA

変数	係数	標準誤差	t-値	P-値
$Z_0: \gamma_0$	0.461	0.021	22.206	[.000]
$Z_1: \gamma_1$	-0.325	0.024	-13.421	[.000]
$Z_2: \gamma_2$	0.051	0.005	10.519	[.000]

自由度調整済み決定係数 $R^2: 0.860$, 標準誤差: 10.926, 観測数: 396

表-2. Almon lag モデルによる (1) 式の再造林率推定結果

当りに伐採に対する再造林率	β_0	0.461
1 期前に伐採に対する再造林率	β_1	0.187
2 期前に伐採に対する再造林率	β_2	0.015
3 期前に伐採に対する再造林率	β_3	-0.055
4 期前に伐採に対する再造林率	β_4	-0.023
5 期前に伐採に対する再造林率	β_5	0.111

$$+ \beta_7 \cdot AMHA_{t-3} \cdot D$$

・ Almon lag model

$$(7) REFA = \gamma_0 \cdot Z_0 + \gamma_1 \cdot Z_1 + \gamma_2 \cdot Z_2 \cdot D + \gamma_3 \cdot Z_0 \cdot D + \gamma_4 \cdot Z_1 \cdot D + \gamma_5 \cdot Z_2 \cdot D$$

$$(8) Z_0 = AMHA_t + AMHA_{t-1} + AMHA_{t-2} + AMHA_{t-3}$$

$$(9) Z_1 = AMHA_{t-1} + 2 \cdot AMHA_{t-2} + 3 \cdot AMHA_{t-3}$$

$$(10) Z_2 = AMHA_{t-1} + 4 \cdot AMHA_{t-2} + 9 \cdot AMHA_{t-3}$$

表-3 は、(7) 式の推定結果である。後期の再造林率を示す係数ダミー変数の推定結果 ($\gamma_3, \gamma_4, \gamma_5$) の t -値が低い。これを基に求めた (6) 式の β_i が表-4 である。これによれば、やはり前期と当期の再造林率は約 65% となる。しかし後期の再造林率は当期と前期合わせて -4% と僅かにマイナスであるが、この算出もとの後期の係数ダミー変数の推定結果 ($\gamma_3, \gamma_4, \gamma_5$) は充分有意ではない。従って、既存統計数量からは、最近いわれているほど、宮崎県の再造林放棄の傾向は顕著に出ていない。

(3) 地域区分モデル

(11) 式は、再造林の地域差を把握するため、北部、中部、南部の 3 つの地域に区分した地域別モデルである。即ち、再造林面積 ($REFA_t$) は、同期の針葉樹主伐面積 ($AMHA_t$) と、係数ダミーを用いた中部の針葉樹主伐面積 ($AMHA_t \cdot D_{chubu}$) と南部の針葉樹主伐面積 ($AMHA_t \cdot D_{nanbu}$) によって説明される。よって、北部の再造林率は同期の針葉樹主伐面積の係数によって表され、これを基準に他の地域の再造林率が推定されることになる。

$$(11) REFA_t = \beta_0 \cdot AMHA_t + \beta_1 \cdot AMHA_t \cdot D_{chubu} + \beta_2 \cdot AMHA_t \cdot D_{nanbu}$$

表-3. (7) 式の推定結果: REFA

変数	係数	標準誤差	t-値	P-値
$Z_0: \gamma_0$	0.549	0.026	21.303	[.000]
$Z_1: \gamma_1$	-0.581	0.054	-10.844	[.000]
$Z_2: \gamma_2$	0.137	0.019	7.355	[.000]
$Z_0 \cdot D: \gamma_3$	-0.011	0.035	-0.325	[.745]
$Z_1 \cdot D: \gamma_4$	-0.048	0.072	-0.675	[.500]
$Z_2 \cdot D: \gamma_5$	0.030	0.025	1.223	[.222]

自由度調整済み決定係数 $R^2: 0.886$, 標準誤差: 9.288, 観測数: 484

表-4. Almon lag モデルによる (6) 式の再造林率推定結果

前期の当期に伐採に対する再造林率	β_0	0.549
前期の 1 期前に伐採に対する再造林率	β_1	0.105
前期の 2 期前に伐採に対する再造林率	β_2	-0.065
前期の 3 期前に伐採に対する再造林率	β_3	0.039
後期の当期に伐採に対する再造林率	β_4	-0.011
後期の 1 期前に伐採に対する再造林率	β_5	-0.029
後期の 2 期前に伐採に対する再造林率	β_6	0.013
後期の 3 期前に伐採に対する再造林率	β_7	0.115

表-5. (8) 式地域モデル推定結果: REFA

変数	係数	標準誤差	t-値	P-値
$AMHA_t: \beta_0$	0.638	0.010	66.021	[.000]
$AMHA_t \cdot D_{chubu}: \beta_1$	-0.052	0.025	-2.031	[.043]
$AMHA_t \cdot D_{nanbu}: \beta_2$	0.050	0.019	2.643	[.008]

自由度調整済み決定係数 $R^2: 0.863$, 標準誤差: 9.409, 観測数: 616

表-5は、地域別モデルの推定結果である。各説明変数の推定値は、同期の針葉樹主伐面積 ($AMHA_t$) 0.638, 係数ダミーを用いた中部の針葉樹主伐面積 ($AMHA_t \cdot Dchubu$) -0.052, 南部の針葉樹主伐面積 ($AMHA_t \cdot Dnanbu$) 0.050となった。いずれのt-値も5%水準で有意となっている。北部の再造林率は63.8%, 中部の係数ダミー変数はマイナスで再造林率は係数ダミー変数の推定値を差し引いた58.6%, 南部は再造林放棄地が少ないといわれているが, 68.8%の再造林率と3つの地域の中で最も高い結果となった。南部の再造林率が高いという結果の理由としては, 国有林地帯であること, また南那珂の林業は, 古くからオビスギを中心に積極的な造林が行われており, 現在においても県内で最も人工林率(75%)が高いということが挙げられる。

IV. 再造林放棄地に関する調査結果

宮崎県林業技術センターが2004~2008年度の5年間で九州大学等と共同で行っている再造林放棄地の実態(位置, 立地・環境要因)調査における2004年度の結果では, 次のことが示された(福里和朗, 2005)。人工衛星ランドサットの画像解析調査により, 宮崎県では1998~2002年末までの5年間で, 2,468箇所が伐採された可能性があることがわかり, 国有林の491箇所を除外した残りの1,977箇所を対象に, 伐採の有無, 植栽の有無, 伐採年, 林小班(位置)等について現地調査された。その結果, 1,997箇所のうち①林業経営のために伐採され再造林が行われていたのは804箇所, ②林業経営とは無関係に開発(施設, 道路開設)などで伐採が行われているのが256箇所, ③人工衛星調査では伐採された可能性があるが, 現地調査では伐採が行われていないのが242箇所, ④再造林放棄地が350箇所, また, ⑤現地調査では場所や伐採が分からない不明なものが325箇所と指摘された。

この結果から, 伐採に対しどのくらい再造林されているかを推定 $\{① / (① + ② + ④) \times 100\}$ すると, 宮崎県では57%再造林されていることになる。先の既存統計資料による面積の再造林率の推測では約65%であるから, この調査結果よりやや多い。また, 地域的な再造林放棄地の分布は, 県中部で少なく, 一ツ瀬川流域から五ヶ瀬川流域の県北部で多いという結果で, 宮崎県らの調査結果では, 350箇所の再造林放棄地のうち83.9%は県北部が占めていた。また, 再造林放棄地の中には, 植栽はされたものの, 獣害により全滅し, そのまま放置状態の箇所も見られ, 今後, このような造林地が増加する可能性があると考えられている。この調査で, 325箇所の不明箇所があり, これらの詳細な調査を進めると, 再造林放棄地の箇所数はさらに増加すると予想されている。

なお, 2002年度に宮崎県が行った, 無立木地が1ha以上を含む箇所を対象とした植栽未済地調査では, 県南部に位置する南那珂の無立木地面積が大きくなっており, 南那珂の中でも串間市の無立木地面積は571.5haであった。

V. 結論

近年, 「再造林放棄」の問題が, 全国的に広がりつつあり, 林業が活発なところほど増加している傾向にある。この背景には造

林費はおろか伐採費すらも出ない可能性のある低価格な木材市場の状態によるところが大きい。わが国の中でも旺盛な林業生産活動を続けており, 再造林放棄面積も大きい宮崎県に注目し, 再造林面積と伐採面積の回帰分析から再造林率の推定を試みた結果, 以下のことが指摘された。

1989~2003年の宮崎県市町村データに基づいた再造林率の推定結果, 約65%が当年と前年度の伐採面積から再造林されており, それ以前の伐採面積はほとんど影響がなかった。また, 最近の再造林放棄傾向を見るため, 1998年を境に前期, 後期に分けて再造林率を推定したところ, 後期に若干減少傾向が窺えるもののほとんどゼロに等しい上に, 推定結果は統計的に有意でなかった。従って, 少なくとも既存統計から推計すると一般的にいわれているほど, 過去に遡って伐採されたものが再造林される傾向は尠えず, 最近いわれているほど再造林放棄が増えている傾向は見られない。

県らが行っている人工衛星等による調査結果に基づいて推定した面積ではなく箇所数による再造林率は57%で, 上記推定結果よりやや少ない。しかし, これは面積でなく箇所数によるものであり, 既存統計量から推定した65%の再造林率は実態と大きくかけ離れた結果ではないといえよう。なお, 325箇所の不明箇所があり, これらの詳細な調査を進めると, 再造林放棄地の箇所数はさらに増加すると予想される。更に, 宮崎県を南部, 中部, 北部と分けると, 中部が最も再造林率は低く南部が高かったが, 宮崎県らの調査では, 県北部が多いという少し異なった結果であった。

なお, 宮崎県の場合, 再造林比率と不在村率の相関係数がほとんどゼロで, 再造林放棄と不在村者数との関係は既存の統計上は見られなかった。

今後の課題としては, 本研究では, 文献・資料の収集と既存統計データによる分析であったが, 県らが行った調査と大きくかけ離れた結果ではない。このことは既存統計資料を用いての分析が有効であることを意味する。しかしながら, 基礎の統計量による分析には, 現地調査等との整合性を確認する必要がある。また, 再造林放棄の問題は, 立地条件, 林業所得, 木材価格等の経済的要因も考慮した研究を行う必要がある。

引用文献

- 福里和朗 (2005) 林業みやぎき 487:10-11.
 農林水産省統計情報部 (2005) 木材需給報告書. p.71, 農林統計協会, 東京.
 堺正紘 (2003) 森林組合アンケートにみる人工林施業放棄の実態. (森林資源管理の社会化. 372pp, 九州大学出版会, 福岡). 62-75.
 森林総合研究所 (2004) 研究の森から, No125, 森林総合研究所, URL: <http://www.ffpri.affrc.go.jp/>.
 山本拓 (1995) 計量経済学. 362pp, 新世社, 東京. 168-172.
 吉田茂二郎 (1998) 再造林放棄地の立地条件と植生の回復状況. (森林資源管理の社会化. 堺正紘編, 372pp, 福岡). 46-61 (2006年11月11日受付; 2007年1月15日受理)