

原著論文

人工林の成熟が立木市場に与えた影響 —スギ立木市場の計量経済分析—

藤掛 一郎 (宮崎大学農学部)

キーワード 人工林資源、立木市場、スギ、需給モデル

As a mass of forests planted after the second World War has grown to maturity, the harvestable volume of planted forests has increased rapidly in recent years in Japan. This study aimed at evaluating the effects of the maturity in Sugi (*Cryptomeria japonica*) planted forests on stumpage market. I built up a demand and supply equations system of Sugi stumpage market. The stumpage supply function included the variable, mature forest area, which is defined as the area of planted forests with age classes of VIII and above. I estimated the equation system with the national time series data of 30 years from 1971 to 2000. Estimation results were generally good, and it was confirmed that the resource maturity affects positively to stumpage supply. I then measured from the estimation results the effects of exogenous variables on endogenous variables in each decades. It showed that the rapid increase of mature resources in the 1980s and 1990s was very influential as a factor that shifts the supply curve to the right and had relatively large impacts on the drop of price and the stability of quantity in the Sugi stumpage market in these periods.

要旨

我が国では戦後造林木の成熟により、伐採可能な人工林資源が近年著しく増加した。本研究ではスギを対象に人工林の成熟が立木市場に与えた影響を評価する目的で、スギ立木市場の需給モデルを作成した。立木供給関数には成熟林面積（人工林Ⅷ齢級以上面積）の変数を組み込んだ。1971年から2000年までの30年間の全国年次時系列データを用いて需給モデルを推定した。推定結果はおおむね良好であり、資源成熟が立木供給を活発化させる要因であることが確かめられた。年代ごとに外生変数が内生変数に与えた影響を評価したところ、資源成熟はそれが急速に進んだ1980年代と1990年代に立木供給曲線を右にシフトさせる要因として大きな影響力を持ち、この時期のスギ立木価格の下落、需給量の安定に寄与したとの結果が得られた。

1. はじめに

戦後造林木の成熟により、伐採可能な人工林資源が近年著しく増加した。農林水産省「世界農林業センサス」によれば、スギ人工林におけるⅧ齢級以上の面積は1980年の58万haから、1990年には92万ha、2000年には224万haへと急伸した。人工林の成熟が国内の林業生産に及ぼした影響について、佐藤（2002）はセンサスを地帯別に分析し、1980年から2000年の20年間には全国的に資源の成熟が進んだにもかかわらず、ほとんどの地帯

では素材生産量が減少し、唯一南九州だけで資源の成熟とともに素材生産量が増加したことを報告している。そして、九州について遠藤（2000）は、資源圧を背景に森林組合による素材生産、製材加工業が展開したと、林業生産が活発化した様子について論じた。このように素材生産量の推移などから推察するならば、一部の地域では資源成熟が林業生産を活発化させ、素材生産量の増加につながったが、全国的にはそのような明確な影響は見られなかったということができる。

しかし、林業生産活動は資源量だけではなく、木材価格など複数の要因の影響を受ける。そのため、資源成熟が及ぼす影響をより厳密に検討するには、それを林業生産に影響を与える複数の要因のうちの一つと位置づけて分析する必要がある。本研究では、立木市場の需給関係に焦点を絞り、立木供給関数に成熟林面積の変数を組み込んだ立木需給モデルを推定した。そして、その結果にもとづき、諸要因の一つとして、近年の資源成熟が立木市場に与えた影響について検討した。

先行研究に藤原（1993）と立花（1993、1997）がある。これらはいずれも立木供給関数を推定し、資源成熟が立木供給に与える影響に言及した。藤原は1981年と1986年の二時点で立木供給関数を都道府県クロスセクションデータで推定した。そして、二時点間の推定値の変化から、民有林の伐採性向（蓄積を説明変数とした時の係数推定値）が低落したが、それを補うように資源の成熟が伐採量の落ち込みを防いだと論じた。立花（1993）はスギ、ヒノキ、マツの3樹種について立木需給モデルを作成し、1960年から1991年までの全国時系列データで推定した。そして、いずれの樹種についても森林蓄積量が立木供給を有意に押し上げる要因であることを確かめた。また、立花（1997）もこれとほぼ同様の手法を1973年から1993年までのデータに適用し、類似の成果を得た。なお、立木需給モデルではないが、立花（2003）は1965年から1999年までの全国時系列データで素材需給モデルを推定し、素材供給が森林蓄積量に正の影響を受けるとの結果を得ている。

本研究は、スギについて、立花（1993、1997）の方法を踏襲し、全国時系列データを用いて立木需給モデルを推定する。しかし本研究は次の3点で立木供給関数を推定した先行研究と異なる。第一に、式の推定には、先行研究がOLS（Ordinary Least Squares）、2SLS（2 Stage Least Squares）を用いたのに対し、3SLS（3 Stage Least Squares）を用いた。第二に、需給モデルの推定結果から成熟林面積を初めとする外生変数の変化が立木の価格と需給量に与えた影響を年代別に評価した。第三に、2000年までのデータを使用し、特に資源成熟が急ピッチで進んだ1980年代から1990年代にかけての資源成熟の立木市場への影響を検討した。本研究ではこれらの分析により、先行研究に続いて、資源成熟が立木供給を活発化させる要因であることを確かめるとともに、外生変数の影響評価から、近年の急速な資源成熟が立木価格と需給量の動向に大きな影響を与えたと考えられる結果を得た。

2. 需給モデルの定式化

立木の場合、現実には森林所有者が自ら立木を伐採し、素材として出荷する場合もある。しかし本研究では、立木は森林所有者が売り手、素材生産業者が買い手である立木市場において取引され、その価格と需給量が決まるものと見なして、需給モデルを作成した。森林所有者が自伐を行う場合も、その林業経営の内部で育林部門から素材生産部門への取引が行われていると見なすことで、このモデルに現れる論理が成り立つものと仮定する。

森林所有者の立木供給関数には次のものを用いた。

$$\begin{aligned} \log Q = & \beta_{10} + \beta_{11} \log P + \beta_{12} \log WAGE + \beta_{13} \log AREA8 + \beta_{14} \log DEBT \\ & + \beta_{15} \log FINC40 + \beta_{16} SUBSIDY79 + \beta_{17} SUBSIDY86 \\ & + \beta_{18} SUBSIDY96 + \beta_{19} SUBSIDY00 + \beta_{20} OILSHOCK + \varepsilon_1 \end{aligned} \quad (1)$$

すなわち、立木供給量 Q は立木価格 P の他に、林業労賃 $WAGE$ 、成熟林面積 $AREA8$ 、林家負債 $DEBT$ 、林家家計依存度 $FINC40$ 、間伐補助制度に関するダミー変数 $SUBSIDY79$ から $SUBSIDY00$ 、オイルショック時を示すダミー変数 $OILSHOCK$ に依存するとした。

立木価格は育林生産の収入を、林業労賃は育林生産の費用を規定する要因である。赤尾 (1991、1993) や藤掛 (2004) は立木価格の下落や林業労賃の上昇が長伐期化や伐採回避につながることを伐期選択モデルによって示した。長伐期化や伐採回避は単位時間当たりの立木供給量の減少を意味するから、立木供給に対し、立木価格は正、林業労賃は負の影響を与えると考えられる。

成熟林面積には人工林Ⅷ齢級以上面積を用いたが、これはその時点における立木供給の可能性に寄与し、立木供給に正の影響を与えると考えられる。

森林所有者の立木販売の必要性を左右する要因を表すものとして農林水産省「林家経済調査」から2つの変数を取り上げた。変数の詳しい定義は後に述べるが、林家負債は負債整理のための立木販売の必要性を高め、立木供給に正の影響を与えるものと考えられる。また、林家家計の林業所得への依存度を示す林家家計依存度は日常的な所得確保のための立木販売の必要性を高め、やはり立木供給に正の影響を与えると考えられる。

今日我が国の林業経営が植林から間伐に至る各種施業への補助金に下支えされていることに疑いの余地はない。その中で、本研究で問題となるのは、観測期間中に補助制度に変化があり、それが立木供給に影響を与えたかどうかである。その意味で、立木供給に関わる制度の変化として、間伐に対する補助制度が1979年度の森林総合整備事業の創設によって開始され、その後も補助対象齢級がたびたび拡大されてきたことが重要であると考えられる。そこで、1979年に加え、補助対象齢級がⅥ齢級まで上げられた1986年、Ⅶ齢級まで上げられた1996年、Ⅸ齢級まで上げられた2000年からそれぞれ1を取るダミー変数、順に $SUBSIDY79$ 、 $SUBSIDY86$ 、 $SUBSIDY96$ 、 $SUBSIDY00$ を供給関数に含めた。これらの変数は、間伐を促すことで、立木供給に正の影響を持つと考えられる。

間伐補助制度については、志賀・成田 (2000) が取り上げているように、対象齢級の拡大以外にも、さまざまな変更がなされてきており、また、志賀・成田 (2000) や佐藤 (2003) が取り上げているように、地方単独事業においてもさまざまな展開が見られる。従って、間伐補助制度の影響のモデル化が今回のもので十分であると言い切ることはできない。さりとて、あらゆる制度の変更に対してダミー変数を当てるわけにもいかず、今回は主要な影響を持つものとして対象齢級の拡大を考え、それを表すダミー変数を採用することとした。

最後に、モデルの特定化の過程で、二度のオイルショック時、1973年と1979年に1を取るダミー変数 $OILSHOCK$ を使用することとした。オイルショックの影響については、1973年と1979年にそれぞれ別のダミー変数を当てる、また、第一次オイルショックの影響が1974年まで続いたと考え、1973年と1974年に1を取るダミー変数を導入するなど、いくつかの変数の組み合わせを試したが、結果に明らかな差は見られなかったため、最もパルサモニアスなモデルを採用した。

先行研究が用いた立木供給関数では、立花 (1993) の場合、立木価格と前期立木価格、前期蓄積、タイムトレンド、構造変化を表すダミー変数を、立花 (1997) では加えて前期林業生産指数を説明変数としており、藤原 (1993) の場合、立木価格、育林費用、蓄積を説明変数としている。これらと比べると、(1) は林家負債、林家家計依存度という経営状態

を表す指標と間伐補助制度の創設、拡充を示すダミー変数を説明変数として含むことに特徴がある。本研究では、これらの変数を加えることで、立木市場に影響を与えた可能性のある他の要因を制御した上で、資源成熟の立木市場への影響を把握することを意図した。

立木需要関数には、次のものを用いた。

$$\log Q = \beta_{20} + \beta_{21} \log P + \beta_{22} \log WAGE + \beta_{23} \log LOGP + \varepsilon_2 \quad (2)$$

立木需要は素材生産者による素材生産の要素需要として生じる。そこで、立木需要量 Q は立木価格 P の他、素材生産の生産物である素材の価格 $LOGP$ 、また、素材生産のもう一つの重要な生産要素である林業労働力の価格、つまり林業労賃 $WAGE$ に依存するとした。企業の利潤最大化行動を素材生産者にあてはめると、利潤最大化原則から導かれる要素需要関数の性質から、立木価格は立木需要に負の影響をもつと考えられる（奥野・鈴木、1985、p. 116）。また、付録で導いたように、立木の生産要素としての特殊性を考慮すれば、素材価格は立木需要に正の影響を、さらに労働力も正常な生産要素であるとするれば、林業労賃は負の影響をもつと考えられる。

以上の需給モデルを推定するにあたっては、スギとヒノキそれぞれについて、立木需要量と立木供給量が一致すると市場清算条件を課して、供給関数(1)と需要関数(2)を同時推定した。そしてその際、立木需給量と立木価格を内生変数として3SLSを用いた。

3. データ

需給モデルの推定に供するデータには1971年から2000年まで30年間の全国の年次時系列を用いた。ダミー変数を除く、使用した変数の一覧を記述統計とともに表-1に示した。なお、価格、賃金、負債の変数は全て1990年基準のGDPデフレータを用いて実質化済みである。成熟林（人工林Ⅷ齢級以上）面積は農林水産省「世界農林業センサス」から得た10年ごとのスギ人工林齢級別面積をもとに線形補完した値を用いた。立木需給量 Q は農林水産省「木材需給報告書」の素材生産量を立木需給量と読み替えた。立木価格 P は日本不動産研究所「山林素地及び山元立木価格調べ」から得た。素材価格 $LOGP$ には「木材需給報告書」のスギ中丸太価格を用いた。林家負債 $DEBT$ は農林水産省「林家経済調査」の林業経営用借入金年度始め現在価（残高）を、林家家計依存度 $FINC40$ はやはり同調査の林業所得による家計費充足率が40%以上の林家の割合を、使用した。これらはいずれも保有山林面積が20~500haの林家を対象とした調査の結果である。林業労賃 $WAGE$ は厚生労働省「林業労働者職種別賃金調査」の1日当たり賃金（調査職種計）である。この調査は厳密には伐出労働者の賃金を調べたものである。もしも利用可能ならば、供給関数には造林労働者の賃金、需要関数には伐出労働者の賃金がふさわしい。しかし、造林労働者の賃金を調べた資料が得られない。そのため、本研究では一般的な林業労賃というものがあり、前節で説明したように、それが立木需給双方に影響を与えるとのモデルを設定した。そして、上記調査の賃金が伐出労働者だけでなく、一般的な林業労働者の賃金を表すものと見なし、これを林業労賃の変数として需給両関数に用いることとした。

表-1には各変数の年代別の変化率も示した。本研究では、観測期間を1971年から10年ごと3期に分ける時期区分を用いた。各期を便宜的に1970年代、1980年代、1990年代と呼ぶ。変化率は、各年代の始めと終わりの年の値が X_0 と X_1 であったとすると $(X_1 - X_0) / X_0$ で求めたものである。各変数の変化を確認しておくとして、まず、成熟林面積は一貫して増加しているが、特に1980年代から1990年代にかけて大きな増加を示した。1990年代には変化率が1を越えている。一方、立木需給量は1980年代に0.018とほぼ変化がなく、1970年

表-1 記述統計

変数	平均	標準偏差	変化率		
			1970年代	1980年代	1990年代
AREA 8 成熟林(人工林8齢級以上)	982,468	540,613	0.192	0.598	1.429
Q 立木需給量	8,489	590	-0.117	0.018	-0.095
P 立木価格	18,812	8,084	-0.063	-0.468	-0.467
LOGP 素材価格	32,473	12,062	0.125	-0.444	-0.355
DEBT 林家負債	8,579	2,477	0.671	0.344	-0.516
FINC 40 林家家計依存度	24	6	-0.231	-0.240	-0.380
WAGE 林業労賃	10,261	1,536	0.585	0.004	0.222

注：N=30 (1971-2000年)。単位は立木需給量は千 m^3 、立木価格と素材価格は円/ m^3 、成熟林面積はha、林業労賃は円/日、林家負債は千円、林家家計依存度は%。

代と1990年代には減少している。しかしその減少幅は順に-0.117、-0.095と小さい。これに対し、立木価格は1980年代と1990年代に-0.468、-0.467と大きく下落したことが目立つ。素材価格は1970年代には上昇したが、1980年代と1990年代には大きく下落した。ただしその下落幅は立木価格のそれよりは若干小さい。林家負債は1970年代と1980年代には増加したが、1990年代には減少に転じた。林家家計依存度は一貫して下落している。林業労賃は1980年代には変化がなく、1970年代と1990年代には上昇を示した。

4. 推定結果

需給モデルの推定結果を表-2に示した。まず、(a)は(1)、(2)式をそのまま推定した結果である。全ての変数は符号条件を満たしたが、供給関数では間伐補助制度に関するダミー変数のうち3つの係数推定値が大変小さく、また有意ではなかった。さらに、供給関数の林家負債と、需要関数の素材価格の係数も10%水準で有意であるにとどまった。そこで、(b)は供給関数から有意でなかった3つのダミー変数を除いて再推定した結果である。この場合、全ての係数推定値が符号条件を満たし、また少なくとも5%水準では有意であった。このように係数の推定結果はほぼ満足のいくものであった。ただし、(a)、(b)ともに需要関数の R^2 が低い。また、それぞれの式の残差について、Durbinのオールタナティブ・テストを用いて、一階の系列相関の検定をしたところ、供給関数では無相関の帰無仮説が受容されたが、需要関数では、(a)、(b)いずれについても、無相関の帰無仮説を棄却する結果となった。残差に系列相関が生じる一因には特定化の誤りがあるといわれており、 R^2 が低いことと考え合わせると、需要関数の特定化には課題を残す結果である。

なお、推定では成熟林面積にⅧ齢級以上ではなく、Ⅶ齢級以上やⅨ齢級以上の面積を用いた推定も行った。Ⅶ齢級以上面積を用いた場合、いくつかの係数が有意でなくなるなど、若干あてはまりが悪くなった。これに対し、Ⅸ齢級以上面積を用いた場合には、Ⅷ齢級以上面積を用いた表-2の結果に極めて近い結果が得られた。

表-2から個別の係数についての結果をまとめる。なお、推定式が両対数線形式であることから、個々の係数は当該変数の変化に対する需要もしくは供給の弾力性の解釈を持つ。まず成熟林面積以外の変数について述べる。立木価格(自己価格)については、供給は0.37、需要は-0.39~-0.46程度の価格弾力性が得られた。いずれもあまり弾力的ではないものの、価格に対して期待通りの反応を示した。林業労賃は需給両方の関数で-0.40前後の係数を持っていた。これは、林業労賃の上昇が需給両曲線を左にシフトさせることを意味する。シフトの程度はほぼ同じであるが、供給曲線を若干大きくシフトさせる。林家負債と林家家計依存度は正の係数を持ち、供給を活性化させる要因であった。間伐補助制度の創設、拡充を示すダミー変数は、全て期待通り正の係数を持っていたが、有意であったのは、1986年の補助対象齢級のⅦ齢級への引き上げを示す変数だけであった。1986

表-2 推定結果

	(a)		(b)	
	供給関数	需要関数	供給関数	需要関数
$\log P$	0.364 (4.166)***	-0.390 (-2.044)**	0.370 (4.546)***	-0.455 (-2.248)**
$\log WAGE$	-0.425 (-4.670)***	-0.391 (-3.144)***	-0.431 (-4.860)***	-0.413 (-3.249)***
$\log AREA8$	0.484 (7.204)***		0.503 (7.490)***	
$\log DEBT$	0.108 (1.887)*		0.116 (3.336)***	
$\log FINC40$	0.308 (4.581)***		0.290 (4.271)***	
$OILSHOCK$	0.039 (2.332)**		0.044 (2.888)***	
$SUBSIDY79$	0.012 (0.517)			
$SUBSIDY86$	0.078 (4.243)***		0.072 (4.081)***	
$SUBSIDY96$	0.013 (0.507)			
$SUBSIDY00$	0.008 (0.339)			
$\log LOGP$		0.373 (1.742)*		0.444 (1.960)**
定数項	0.812 (0.565)	12.607 (8.821)***	0.557 (0.438)	12.707 (8.807)***
R^2	0.918	0.263	0.917	0.252
N	30	30	30	30

注：推定法は3SLS。()内はt値。***、**、*はそれぞれ1、5、10%水準で有意。

年頃といえば、藤原（1990）、鶴（1990）が取り上げているように、南九州で間伐補助制度のもと間伐材生産が活発化した時期であった。また、1986年からは林野庁の間伐補助事業の予算も大幅に伸びている（野間、1992）。これらと照らし合わせると、とりわけ1986年の制度拡充が立木供給に有意な影響を与えたとの結果は妥当なものといえる。素材価格は需要関数で正の係数を持ち、素材価格の上昇は素材生産における生産要素である立木への需要を高める効果を持つと考えられた。

成熟林面積の係数は正で有意であり、資源の成熟が供給を活発化する要因であったことが確かめられた。スギ立木供給の成熟林面積に対する弾力性は0.48~0.50程度であった。本研究と同様の需給モデルの推定を行った立花（1993）では、前年の人工林IX齢級以上蓄積量へのスギ供給の弾力性が0.44、また立花（1997）では前年の齢級込みの人工林総蓄積量へのスギ供給の弾力性が0.50であった。今回の結果は立花によるこれらの結果とほぼ同じである。特に、これらの結果は弾力性が0と1の間にあるとする点で共通している。これは資源量の増加によって、立木供給は増えるものの、その増加率は資源量の増加率ほどではないことを意味する。これは藤原（1993）の結果とも共通点を持つと考えることもできる。藤原は民有林において時系列的に資源量が増加するとともに伐採性向が下がったことを見いだした。藤原はその理由について論じていないが、もしその伐採性向の低下が資源量増加に伴うものであったとするならば、資源量が立木供給に与える影響を認めながらも、時系列的な資源量の増加が同率の立木供給量の増加にはつながらないことを示した点で、藤原の結果も立花や今回の分析結果と一致することになる。なお、立花（1997）は供給の蓄積量弾力性が1より小さいとの結果を得たことについて、これは蓄積量に若齢林を含んでいるからとの推察を述べているが、立花（1993）や今回の結果は、成熟資源量を説明変数に取った場合でも、これに対する供給の弾力性が0.5程度であることを示している。

5. 外生変数が立木市場に与えた影響

需給モデルの推定により、成熟林面積を初めとする外生変数がほぼ期待通りに需給曲線をシフトさせる働きを持っていたことが確かめられた。そこで次に、観測期間中の各年代において、これらの外生変数の変化が内生変数である立木価格と需給量にどのような影響を与えたかを、推定結果から評価することを試みた。表-1で確かめたように、外生変数の変化は年代によって異なっている。特に、資源の成熟は加速度的に進んでいる。こうしたことの立木市場への影響を捉えるために、先の年代区分を再び用いて、年代ごとに外生変数が立木市場に与えた影響を評価することとした。これは次の方法で行った。

誘導型において内生変数 Y が外生変数 $X_1, \dots, X_m, D_{m+1}, \dots, D_{m+n}$ の関数

$\log Y = \phi_0 + \sum_{i=1}^m \phi_i \log X_i + \sum_{j=m+1}^{m+n} \phi_j D_j$ で表されるとする。ただし、 X_1, \dots, X_m は m 個の連続変数、 D_{m+1}, \dots, D_{m+n} は n 個のダミー変数とする。この場合、 $X_i (i=1, \dots, m)$ が単独で X_{i0} から X_{i1} に変化した時の変化率 $d_{Xi} = (X_{i1} - X_{i0}) / X_{i0}$ と、それに伴う Y の Y_0 から Y_1 への変化率 d_Y について、次の関係式を得ることができる。

$$\log Y_1 - \log Y_0 = \phi_i (\log X_{i1} - \log X_{i0})$$

$$Y_1 / Y_0 = (X_{i1} / X_{i0})^{\phi_i}$$

$$1 + (Y_1 - Y_0) / Y_0 = [1 + (X_{i1} - X_{i0}) / X_{i0}]^{\phi_i}$$

より、

$$d_Y = (1 + d_{Xi})^{\phi_i} - 1 \tag{3}$$

同様に、 $D_j (j=m+1, \dots, m+n)$ が単独で 0 から 1 に変化した時、それに伴う Y の変化率 d_Y は、

$$d_Y = e^{\phi_j} - 1 \tag{4}$$

との関係にあることが示せる。さらに、すべての外生変数が同時に変化した時、つまり、連続変数はそれぞれ変化率 d_{X1}, \dots, d_{Xm} で変化し、ダミー変数は全て 0 から 1 へと変化した時、それによる Y の変化率 d_Y は、

$$\log Y_1 - \log Y_0 = \phi_1 (\log X_{11} - \log X_{10}) + \phi_2 (\log X_{21} - \log X_{20}) + \dots + \phi_{m+1} + \phi_{m+2} + \dots$$

$$Y_1 / Y_0 = (X_{11} / X_{10})^{\phi_1} (X_{21} / X_{20})^{\phi_2} \cdot \dots \cdot e^{\phi_{m+1}} e^{\phi_{m+2}} \cdot \dots$$

$$1 + (Y_1 - Y_0) / Y_0 = [1 + (X_{11} - X_{10}) / X_{10}]^{\phi_1} [1 + (X_{21} - X_{20}) / X_{20}]^{\phi_2} \cdot \dots \cdot e^{\phi_{m+1}} e^{\phi_{m+2}} \cdot \dots$$

より、

$$d_Y = \prod_{i=1}^m (1 + d_{Xi})^{\phi_i} \prod_{j=m+1}^{m+n} e^{\phi_j} - 1 \tag{5}$$

と表すことができる。

そこでまず、推定された構造型方程式を内生変数について解くことによって、誘導型の係数推定値を得た。そして、連続変数である外生変数の影響についてはこの推定値を(3)式の右辺、間伐補助制度に関するダミー変数の影響については(4)式の右辺、全ての外生変数の影響については(5)式の右辺にそれぞれあてはめることで、外生変数の影響の評価をそれによって引き起こされる内生変数の変化率を推定する形で行うこととした。表-3は、1970年代の中でしか値の変化しなかったオイルショックを示すダミー変数以外の全ての外生変数を対象に内生変数への影響を推定した結果である。ここで、構造型推定結果には

表-3 外生変数のスギ立木市場への影響

	価格Pへの影響			需給量Qへの影響		
	1970年代	1980年代	1990年代	1970年代	1980年代	1990年代
AREA 8	-0.106	-0.260	-0.434	0.045	0.124	0.249
DEBT	-0.071	-0.042	0.110	0.029	0.017	-0.040
FINC 40	0.113	0.119	0.215	-0.041	-0.043	-0.073
WAGE	0.021	0.000	0.009	-0.172	-0.002	-0.079
LOGP	0.060	-0.252	-0.195	0.021	-0.100	-0.076
SUBSIDY79	-0.016			0.006		
SUBSIDY86		-0.099			0.041	
SUBSIDY96			-0.018			0.007
SUBSIDY00			-0.011			0.004
全体の影響	-0.017	-0.465	-0.397	-0.122	0.024	-0.043
P, Qの実際の変化率	-0.063	-0.468	-0.467	-0.117	0.018	-0.095

注：表-1の変化率と表-2(a)の推定結果より作成。

表-2の(a)を、各年代の外生変数の変化率は表-1に示したものをを用いた。表-2に示した二つの推定結果(a)と(b)では、係数推定値に大きな変化はなく、また(a)でも符号条件は全ての変数で満たされているため、ここでは(a)の結果を用いた。また、表-3には実際の立木価格と需給量の変化率も示した。外生変数全体の影響による変化率の推定値を実際の価格と需給量の変化率と比べてみると、価格、需給量とも1990年代の誤差が大きいものの、誤差はいずれも変化率0.1以内には収まっており、推定されたモデルはおおむね実際の価格、需給量の変化の方向と大きさを捉えている。

初めに立木価格に対する各外生変数の影響について検討する。まず、成熟林面積は供給曲線の右方シフト要因であり、実際にその値が増加を続けたために、いずれの年代においても価格を下げる方向で作用した。その影響力は1970年代には-0.106と小さかったが、1990年代には-0.434まで増大した。これは成熟林面積の変化率が時とともに上昇したためである。次に、林家負債は負債額が増加した1980年代までは供給曲線を右にシフトさせ、価格を下げる方向に作用したが、1990年代に入り負債額が減少すると、反対に価格を上げるように作用した。林家家計依存度は一貫して低下し、供給曲線を左にシフトさせ、価格を上昇させる方向で作用した。その影響力は比較的大きく、林家家計依存度の低下は、この30年間に供給を減退させ、価格上昇を促す主要因であった。林業労賃はいずれの年代においても立木価格を上昇させる方向で作用したが、その影響力は小さかった。これは林業労賃が需給両曲線を同時に左にシフトさせるためである。林業労賃は供給曲線をより大きくシフトさせるため、その上昇は立木価格の上昇を導くが、需給二つの曲線のシフトの効果が打ち消し合う結果、立木価格に対する影響力は弱まるのである。素材価格は1970年代には立木価格を上げるように作用したが、1980年代からは、自身の下落によって立木価格を下げる要因として働いた。最後に、間伐補助制度に関するダミー変数については、各年代で該当するダミー変数が供給曲線を右にシフトさせ、価格を下げる方向で作用した。しかしその影響の大きさは、1986年の補助対象年齢拡大があった1980年代以外は小さいものであった。

表-1で見たように、立木価格は1970年代にはあまり変化しなかったが、1980年代と1990年代には5割近い下落を示している。上記の結果から、この1980年代と1990年代の立木価格急落の原因を探ってみると、まず1980年代には供給側の資源成熟と需要側の素材価格が価格を引き下げる二大要因であり、またこれらに続いて供給側では間伐補助制度も一定の効果を持っていたと考えられる。これに対し、1990年代に入ると、これら三つの要因のうち、素材価格と間伐補助制度の影響力は弱まったものの、資源成熟が大きく供給を活性化させたために、この年代にも引き続いて価格は大きく下落することになったものと捉えることができる。このように、1980年代と1990年代では様相が異なるものの、いず

れにせよ、1980年代からの資源成熟の加速はスギ立木価格の下落に大きな影響を与えたと考えられる。

次に、立木需給量への影響であるが、成熟林面積は各年代を通じて供給曲線を右にシフトさせ、需給量を増やす方向で作用した。価格に対してと同様に、需給量に対してもその影響力は時とともに強まっている。その他の変数では、林家家計依存度は1970年代当初から、素材価格は1980年代から需給量を減らす要因であり、林家負債は1990年代に初めて需給量を減らす要因となった。林業労賃は一貫して需給量を減らす方向で作用した。その大きさは、林業労賃の上昇がわずかであった1980年代を除くと、他の変数と比べ相対的に大きかった。これは、林業労賃が需給両曲線を左にシフトさせることが需給量の変化に対しては相加的に作用するためである。間伐補助制度に関するダミー変数は各年代で需給量を増やす方向で作用した。しかし、その大きさは1980年代を除いて小さいものであった。

これらの結果、立木需給量に対しては、1990年代には林業労賃、林家負債、林家家計依存度、素材価格が全て需給量を減らす方向で作用したのに対し、需給量を増やす方向で作用したのは成熟林面積と間伐補助制度のダミー変数だけであった。そして、影響の大きさでいえば、成熟林面積は間伐補助制度のダミー変数と比べて桁違いに大きな影響を持っていた。また、1980年代にも類似の状況が見られた。この時は林家負債も需給量を増やす方向で作用したが、その影響は0.017と小さかった。1986年の間伐補助制度拡充を示すダミー変数も0.041の影響力を持っているが、需給量を押し上げる効果の多くは0.124の影響力を持っていた成熟林面積に帰すことができる。1980年以降立木需給量は、それを押し下げようとする要因があったにもかかわらず、あまり変化することなく推移しているが、以上のことから、1980年代から1990年代にかけての急速な資源の成熟がこの時期の立木需給量の安定に大きな役割を果たしたといえることができる。

以上のような外生変数の価格と需給量への影響は、各外生変数が需給曲線をシフトさせることによって生じるものである。そこで、モデルの推定結果が実際にどのような需給曲線のシフトを示すのか見ておこう。図-1には1971年から2000年までの各年における需給量と価格の軌跡(1971年、1980年、1990年、2000年には○印)を描き、さらにそれに

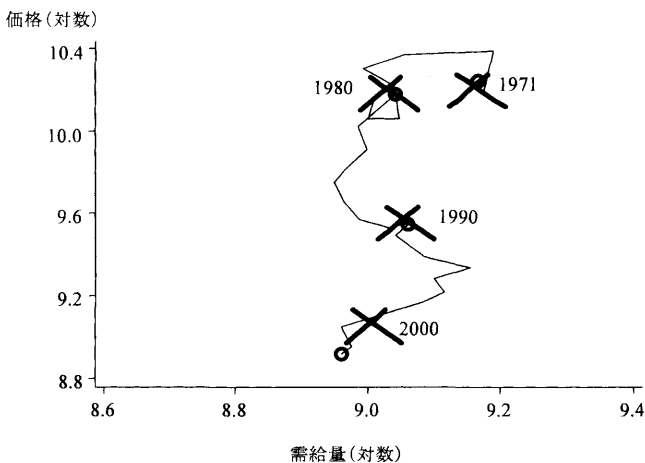


図-1 立木需給曲線のシフト

注: 太線は各年の推定された需給曲線。細線は実際の価格と需給量の変化を表し、○は各年の位置を表す。

重ねて、表-2 (a) の推定結果をもとに、1971年、1980年、1990年、2000年の立木需給曲線を描いている。縦（価格）、横（需給量）の軸は対数変換してある。この図から、推定されたモデルが需給曲線のシフトによって30年間の価格と需給量の推移をどのように捉えたかを確かめることができる。

1980年以降の価格、需給量の変化に着目すると、表-1、表-3で既に示したことであるが、この図からも、1980年から2000年にかけて立木価格が大きく下落したにもかかわらず、需給量には大きな変化がなかったことが明らかである。そしてこの図から、推定された需給モデルは、この価格と需給量の動向を需要曲線の左へのシフトと供給曲線の右へのシフトが同時に起こったとすることによって説明していることが分かる。

まず、林業労賃の上昇と素材価格の下落を受けて、立木需要は落ち込み、需要曲線はこの間左にシフトしたと考えられる。この需要曲線の左へのシフトは価格の下落が起こることを説明する。しかし、需要曲線が左にシフトしただけであれば、価格の下落とともに需給量の減少が生じたはずである。ここで需給量が減少しないためには、供給曲線が右にシフトすることが必要である。すなわち、スギの1980年以降の大幅な価格の下落と需給量の安定を説明するには、需要曲線の左へのシフトとともに、供給曲線の右へのシフトが必要となるのである。

さらに、表-1の変化率から分かるように、供給曲線をシフトさせる要因のうち、林業労賃、林家家計依存度は1980年代にはすでに、林家負債は1990年代になると、供給曲線を左にシフトさせるように作用した。従って、これらの影響を打ち消して余りあるだけの供給曲線の右へのシフト要因が必要であったといえる。今回の需給モデルでは、こうした供給曲線の左方シフト要因の存在にもかかわらず、結果的に供給曲線を右にシフトさせた要因として、資源成熟が強い影響力を持っていたのだと考えることができる。

6. 資源成熟以外の供給活発化要因の検討

これまでの分析から、成熟林面積が立木供給曲線の右方シフト要因であったこと、そして、資源成熟スピードの高まりの結果、1980年代から1990年代にかけての立木市場において、スギの価格と需給量に大きな影響を与えたことが確かめられた。しかし、資源成熟の他に、森林所有者の立木供給を活発化させ、1980年以降の立木価格と需給量の推移を説明しうる要因はなかったのであろうか。三つの論点について言及しておきたい。

2で述べたように、伐期選択モデルは立木供給が価格に正の反応を示すことを示唆する。これとは反対に、価格が下落した時に、供給が変化しないかあるいはむしろ増える現象を説明する考え方に窮迫販売がある（丸山、1984、半田、1961、p. 116）。例えば、窮迫販売が存在するために供給曲線が垂直であったならば、立木供給曲線が右方シフトせずとも、需要曲線の左方シフトだけによって、需給量が変化しないまま価格だけが下落することを説明できる。本研究の観測期間内でも、坂口（1987）は1978年と1985年の林業動態調査の比較から、全国の大規模専業林家において伐採面積の増加が生じたのは、木材価格の下落などによる収益性の低下を補うためではないかと論じている。また、藤原（1990）は宮崎県諸塚村の農林複合経営について、その間伐材販売動機が家計維持原則に強く規定されており、この種の経営では木材価格の下落が伐採の拡大につながっているとし、興梠（2000）は1998年に実施した宮崎県耳川流域の林家へのアンケート調査から、皆伐を実施した林家の中には、材価の低迷のもと、一定の手取り金額を確保するため、収入間伐では間に合わず、皆伐を選択した林家がいることを報告している。これらはいずれも森林所有者の窮迫販売的な行動を示唆する観察である。

しかし今回の推定では、立木供給の価格弾力性は0.37程度との結果が得られた。窮迫販売的な立木供給行動が一部に見られたとしても、日本林業全体を30年という長期に渡って観察した場合には、価格の下落は立木供給を縮小させるものと考えられる。確かに、0.37との値はあまり弾力的なものとはいえ、従ってそれは窮迫販売の影響を含んでいるのかもしれない。しかしそれにしても、この程度の弾力性を前提とし、その上で需要曲線の左方シフトだけが生じたものとする、図-1において推測できるように、スギの需給量は1980年以降、価格の下落とともに相当減少したことになったはずである。

第二に、興梠(2000)や山本(2003)は、1998年から1999年に実施されたアンケート調査に基づいて、林家が皆伐を行う理由の一つとして、負債整理の必要を挙げている。これについては、本研究では供給関数に林家負債の変数を用いてその立木供給への影響を見た。その結果、負債は立木供給を活発化する要因であることが確かめられた。しかし、1990年代には林家負債の残高は減少しており、負債整理の必要性という点では、この時期には立木供給はむしろ不活発化したことが示された。また、1980年代には負債の増加が立木供給を活発化させたが、その影響の大きさは資源成熟の影響と比べると、かなり小さいものであった。従って、負債整理の必要が、1980年以降の供給曲線右方シフト要因として資源成熟に取って代わりうるとは考えられなかった。

ただし、この結果については、今回使用した林家負債の変数が森林所有者の負債整理の必要性を表すのに適切であったかについて疑問の余地があることも指摘しておかねばならない。まず、この変数は林家についてのものであり、それ以外の森林所有者の負債については関知していない。さらに、「林家経済調査」の統計項目の説明によると、この変数は実際の使途に関係なく、林業経営用に借り入れた金額を調べたものである。これはいわゆる林業制度資金などを含むであろうが、しかし林家が抱える全ての負債を含むものではない。特に1990年代の平成景気以降の不況期には、他の事業において生じた負債の処理など、むしろ林業経営用の借り入れとは異なるところで生じた負債整理の必要の方が重要であった可能性もある。従って、今回使用した変数では森林所有者の負債整理の必要性を十分に代表することができておらず、その意味で問題を残した可能性がある。

第三に、堺(1999)は「木材価格の長期的低迷や各種の災害の頻発による林家の経営マインドの後退」によって1990年代の林家を特徴づけ、それが再造林放棄に結びつくことを問題として取り上げた。森林所有者の林業経営へのあきらめが再造林放棄に象徴されるような収奪的な立木販売に結びつくなれば、一時的な立木供給増が生じることも考えられる。後継者の林業経営への無関心などから、現在の所有者が永続的な林業経営をあきらめ、短期的な観点から立木販売を活発化させているのかもしれない。あるいは、再造林を行わないことを前提とするようになる結果、立木販売が活発化することも考えられる。再造林に費用を投じないのであれば、伐採更新に伴う収益性が向上するからである。遠藤(2002)は近年見られるこのような林業経営へのあきらめから来る森林所有者の立木販売を、ある所有者の言葉を借りて、森林経営に「けり」をつけることと表現している。

しかし、今回のモデルの推定においてこの現象を特定することは困難であった。ここで問題とされている現象、つまり、林業経営へのあきらめからくる立木供給の活発化は、森林所有者の林業経営からの後退が進む中での一局面で生じることであり、考えることができる。しかし、面倒なことは、森林所有者の林業経営からの後退そのものは立木供給を不活発化させると考えられることである。実際、本研究で用いた林家家計依存度は観測期間中下落を続けており、これは森林所有者の林業経営からの後退を表す変数であると見なすことができる。そして、推定結果からは、観測期間中の林家家計依存度の下落は立木供給の不活発化に結びついたと考えられた。この結果からは、森林所有者の林業経営からの後

退は、その一局面で林業経営にけりをつける意味での伐採の活発化を含むとしても、全体としては伐採の不活発化を導くものであったと考えることができる。しかし、例えば、林業経営にけりをつける伐採の活発化が1990年代により顕著であったとするならば、30年間のすう勢から導いた今回の結果が最近の特異な動きを捉え切れていない可能性はある。この点については、森林所有者の林業経営からの後退の中で生じる伐採の活発化と不活発化とをどう分離してその効果を測定するのかという点が今後の課題として残った。

7. おわりに

スギ立木需給モデルの推定を行い、戦後造林木の成熟が立木市場にどのような影響を与えたかを検討した。その結果、先行研究に続いて、資源成熟が立木供給を活発化させる要因であることを確かめた。さらに今回、資源成熟による立木供給の活発化がすでに1980年代からスギ立木市場に相当影響を与えており、1990年代には更に大きな影響を与えたことが示された。1980年代から1990年代におけるスギ立木市場の特徴は価格の急落と需給量の安定であるが、資源成熟は供給曲線を右にシフトさせることによって、このような価格と需給量の動向に大きく寄与したと考えられた。

なかでも興味深いのは立木価格への影響である。近年のスギ立木価格の下落は、一方でスギの国際競争力を高めるのに寄与したと考えられるとともに、他方では、立木代ゼロと言われるような状況を森林所有者に強いており、再造林放棄問題につながっていると考えられている(堺、2000)。今回の結果からは、この近年の価格下落の少なからぬ部分が需要の減退ではなく、むしろ資源成熟による供給の活発化の結果であったのではないかと考えられるのである。これは、遠藤(2003)のように専ら需要側の要因からスギ立木価格の下落を説明するのはかなり異なる理解である。

しかし、今回の結果を受け止めるにあたって注意すべき点もある。資源成熟の影響を評価するにしても、あるいはより一般的に立木市場についての理解を深める上でも、前節で述べたように、近年の立木供給を活発化させた資源成熟以外の要因については、より厳密な検討を進める余地が残っている。また立木需要について、推定された需要関数の R^2 が低いことなどはモデルに改良の余地が残っていることを示している。さらに、需給関数の特定においては林業労賃と林家家計依存度の両変数は内生変数として扱うべきかもしれない。本研究では、供給関数の内生変数をこれ以上増やすと識別性の問題が生じるために、こうした点についてより深い探求は行わなかったが、操作変数としてのみ用いるモデル外の変数を追加するなどして対処していくことが考えられる。最後に、こうしたモデルの特定の問題と関連して、図-1から窺えるように、2000年の需給量と価格は、推定された需給モデルの予測を超えて、大幅に減少、下落している。モデルが近年の実際の市場動向を捉え切れていない可能性があり、1990年代、あるいは2000年以降の動向について、さらなる検討を重ねていくことが必要である。

謝辞

この研究は、第116回日本森林学会大会におけるテーマ別セッション「日本林業再構築のモーメントと方向をどう考えるか」に向けて用意したものである。セッションのコーディネータであり、報告に対して有益なコメントをいただいた泉英二氏、柳幸広登氏に感謝申し上げる。

付録

ここでは、奥野・鈴木（1985、Ch. 7）を参考に、利潤最大化原則から立木需要関数における素材価格と林業労賃の符号条件を導く。

製品価格を p 、生産要素価格ベクトルを $w = (w_1, \dots, w_n)$ 、製品生産量を y と表す。 i 番目の生産要素への需要関数を $d_i(p, w)$ 、製品供給関数を $s(p, w)$ 、さらに i 番目の生産要素への生産量を一定とする制約付需要関数を $h_i(y, w)$ とする。

この時、

$$d_i(p, w) = h_i(s(p, w), w) \quad (6)$$

が成り立つ。両辺を p で偏微分すると、 $\frac{\partial d_i}{\partial p} = \frac{\partial h_i}{\partial y} \frac{\partial s}{\partial p}$ が得られる。ここで、 i 番目の生産要素が正常な生産要素、つまり $\frac{\partial h_i}{\partial y} \geq 0$ であるならば、利潤最大化の条件 $\frac{\partial s}{\partial p} \geq 0$ と合わせて、 $\frac{\partial d_i}{\partial p} \geq 0$ が得られる。これは正常な生産要素の需要関数において製品価格が非負の係数を持つことを意味する。

素材生産の生産要素として立木は特殊な性質を持つ。それは、一定量の素材の生産には必ず一定量の立木が必要であることである。立木の投入を労働力など他の生産要素の投入で代替することは不可能である。従って、立木は間違いなく素材生産の正常な生産要素であり、素材価格の上昇は立木需要の増大を導くはずである。

次に、(6) を w_j で偏微分すると、 $\frac{\partial d_i}{\partial w_j} = \frac{\partial h_i}{\partial w_j} + \frac{\partial h_i}{\partial y} \frac{\partial s}{\partial w_j}$ 。ここで、利潤関数に関するシェパードの補題より $\frac{\partial s}{\partial w_j} = -\frac{\partial d_i}{\partial p}$ を使うと、 $\frac{\partial d_i}{\partial w_j} = \frac{\partial h_i}{\partial w_j} - \frac{\partial h_i}{\partial y} \frac{\partial d_i}{\partial p}$ が得られる。

上で述べたように、一定量の素材生産には必ず一定量の立木が必要であることから、 i 番目の生産要素を立木とすれば、その制約付需要関数について、 $\frac{\partial h_i}{\partial w_j} = 0$ が成り立つと考えられる。従って、この場合、 $\frac{\partial d_i}{\partial w_j} = -\frac{\partial h_i}{\partial y} \frac{\partial d_i}{\partial p}$ が得られる。ここで j 番目の生産要素が正常な生産要素であれば、 $\frac{\partial d_i}{\partial p}$ は非負となるので、立木が正常な生産要素であること $\frac{\partial h_i}{\partial y} \geq 0$ と合わせて、 $\frac{\partial d_i}{\partial w_j} \leq 0$ が得られる。つまり、立木需要関数における他の正常な生産要素の価格の係数は非正であることが導かれる。

素材生産において労働力が正常な生産要素であるかどうかについては、生産規模の拡大とともに機械化が進み、労働力が置き換えられる可能性を考慮しなければならない。しかしこれについては、例えば餅田（2002、p. 213）が2000年世界農林業センサス林業サービス事業体等調査の結果をまとめているように、少なくともクロスセクションでは素材生産規模の拡大とともに事業体が雇用する労働者数は増加している。従って、ひとまず労働力も正常な生産要素と考えておいてよいであろう。そうであるとすれば、林業労賃の上昇は立木需要の減退をもたらすはずである。

引用文献

- 赤尾健一 (1991) 長伐期低コスト林業の経済分析 (I) —実質賃金率の上昇に対する森林所有者の対応—、日本林学会誌 73 (6)、419-426
- 赤尾健一 (1993) 森林経済分析の基礎理論、京都大学農学部、203 pp
- 遠藤日雄 (2000) スギの新戦略 I 住宅市場開拓編、日本林業調査会、354 pp、24-27
- 遠藤日雄 (2002) スギの行くべき道、全国林業改良普及協会、170 pp、11-13
- 遠藤日雄 (2003) 木材価格の動向分析、堺正紘編著「森林資源管理の社会化」九州大学出版会、358 pp、26-45
- 藤掛一郎 (2004) 林業経営体の木材価格への反応—ある林家の長期にわたる伐採記録の分析—、林業経済研究 50 (3) : 19-26
- 藤原三夫 (1990) 南九州の間伐フロンティアにおける森林経営と市場、森田学編著「日本林業の市場問題」日本林業調査会、359 pp、59-78
- 藤原三夫 (1993) 立木販売行動の数量的分析、有木純善編著「国際化時代の森林資源問題」日本林業調査会、316 pp、263-275
- 半田良一 (1961) 木材価格論、地球出版、247 pp
- 興梠克久 (2000) 伐採と再造林、造林放棄の実態、遠藤日雄編著「スギの新戦略 II 地域森林管理編」日本林業調査会、307 pp、46-72
- 丸山義皓 (1984) 企業・家計複合体の理論、創文社、218 pp
- 餅田治之 (2002) 素材生産サービス事業体と素材生産事業体、餅田治之編著「日本林業の構造的変化と再編過程—2000年林業センサス分析—」農林統計協会、237 pp、198-218
- 野間 茂 (1992) 民有林の間伐に関する助成制度について—国庫からの補助金を中心に—、第103回日本林学会大会発表論文集 : 63-64
- 奥野正寛・鈴木興太郎 (1985) ミクロ経済学 I、岩波書店、308 pp
- 坂口精吾 (1987) 林家の動向、熊崎実編著「林業を担う主体の動向」全国農林統計協会連合会、167 pp、21-70
- 堺 正紘 (1999) 林家の経営マインドの後退と森林資源政策、深尾清造編著「流域林業の到達点と展開方向」九州大学出版会、355 pp、217-236
- 堺 正紘 (2000) 再造林放棄問題の広がり—立木代ゼロに呻吟するスギ林業—、望まれる森林資源管理の社会化—、山林 1390 : 27-33
- 佐藤宣子 (2002) 森林資源からみた林業生産の地域性と森林保全、餅田治之編著「日本林業の構造的変化と再編過程—2000年林業センサス分析—」農林統計協会、237 pp、44-55
- 佐藤宣子 (2003) 地方財政措置と地方自治体の森林資源政策、堺正紘編著「森林資源管理の社会化」九州大学出版会、358 pp、228-240
- 志賀直人・成田雅美編 (2000) 現代日本の森林管理問題、全国森林組合連合会、535 pp、278-287
- 立花 敏 (1993) 立木市場の計量経済学的分析、第104回日本林学会大会発表論文集 : 127-130
- 立花 敏 (1997) 日本の針葉樹材需給構造に関する計量経済学的研究、東京大学農学部演習林報告 97 : 203-298
- 立花 敏 (2003) 日本における針葉樹丸太の需給構造の計量経済学的解明 : 関連する林業施策の検討に向けて、統計数理 51 (1) : 135-146
- 鶴 助治 (1990) 宮崎県諸塚村における複合経営林家の現状、第101回日本林学会大会発表論文集 : 93-96
- 山本美穂 (2003) 森林組合アンケートに見る人工林施業放棄の実態、堺正紘編著「森林資源管理の社会化」九州大学出版会、358 pp、62-75

(2005年4月28日受付、2006年5月15日受理)