

森林総合研究所

交付金プロジェクト研究 成果集 12

森林・林業の資源的、社会経済的
長期見通し手法の開発

独立行政法人 森林総合研究所
2006. 9

序 文

独立行政法人森林総合研究所では、林業経営・政策研究領域が中心となり、平成 15 年に「森林・林業の資源的、社会経済的長期見通し手法の開発」という交付金プロジェクトを立ち上げ、平成 32 年（2020 年）を射程に入れて森林資源、林業、木材産業、山村の長期見通しを描くべく研究を 3 年間にわたり行ってきた。平成 17 年度までに一定の研究成果を取り纏められたので、ここに成果を公表することとした。

この研究プロジェクトの企画立案に当たり、次のことが念頭に置かれていた。まず、グローバル化している経済環境に対応した政策展開を図るために、世界及び我が国の森林・林業・木材産業の動向を的確に把握し、世界レベルから地域レベルに至るまで広範な条件を踏まえた将来予測情報を持つ必要があることである。また、森林・林業と森林政策に対して広く国民の理解と支援を得てゆくためにも、森林・林業・木材産業を巡る状況変化について具体的イメージのもとに、より分かり易く提示していく必要があることである。そして、20 年後の将来像を見通すために、現在の与えられた諸条件と想定される技術変化に基づき、森林・林業・木材産業、さらには山村を巡る状況が、長期的にどのような推移を辿るかに関する推計手法を開発し、少なくとも平成 32 年（2020 年）までを射程に入れたシナリオにより見通しを行うことである。

本成果報告書は、第 1 章で世界の森林資源・林産物市場、第 2 章で日本の木材市場、第 3 章で日本の森林資源と林業生産、第 4 章では山村人口と林業労働力を中心として取り纏めた。一定の研究成果を取り纏められたと上述したが、著者たち自身も改良の余地が多々あることを認識している。読者の皆様や関係各位からのご批判・ご意見を戴き、さらに良いものとしていきたいと考えている。

本研究プロジェクトの実施においては、東京大学大学院農学生命科学研究科の永田信教授にご指導戴いた。そのご尽力を得られなければ、こうして研究を取り纏めることは出来なかったであろう。ここに厚く御礼申し上げたい。

平成 18 年 9 月

独立行政法人 森林総合研究所
理事長 大熊 幹章

研究課題：森林・林業の資源的、社会経済的長期見通し手法の開発

目 次

研究の要約	1
第1章 グローバルモデルによる世界の森林資源・林産物市場の長期推計	11
第2章 国内林産物市場の構造解明と長期推計.....	26
第3章 伐採・造林の動向分析と森林資源の長期推計	
1. 素材生産費及び労働生産性の推移と将来予測	39
2. シミュレーションによる森林資源の長期推計	48
第4章 山村人口の分布変動分析と林業労働力の需給見通し手法の開発	
1. 山村人口の将来推計と人口変動類型の地域分布	65
2. 林業労働力の動向と林業作業者数の長期見通し	78
3. 林業労働力需給の長期見通し	90

研究の要約

I 研究年次及び予算区分

平成 15 ～ 17 年度（3 か年）

運営費交付金（交付金プロジェクト I）

II 主任研究者

主査：研究管理官（林業経営・政策） 埴田 宏（平成 15 年 4 月 1 日～平成 17 年 3 月 31 日）

副主査：林業経営・政策研究領域長 鶴 助治（平成 15 年 4 月 1 日～平成 17 年 3 月 31 日）

取りまとめ責任者：林業経営・政策研究領域長 野田英志

III 研究場所

森林総合研究所、本所・東北支所・関西支所・九州支所

IV 研究目的

グローバル化が進む経済環境の下で適切な政策展開を図るためには、世界及び我が国の森林・林業・木材産業の動向を的確に把握し、世界レベルから地域レベルに至るまで、広範な条件をふまえた将来変化の見通し情報を持つ必要がある。とりわけ、持続可能な森林経営の実現が国際的潮流となる中、世界各地域の森林資源と林産物市場の見通しは、WTO 交渉を含む国際交渉における適切な討議を促す上で喫緊の課題となりつつあり、林産物需給・貿易に関するグローバルモデルの開発・改良による将来推計の精緻化が強く求められている。一方、国内的には森林・林業基本法の制定以降、公益的機能を重視した森林管理へと政策転換が図られつつあり、新たに策定された森林・林業基本計画とその実行に対し、広く国民の理解と支援を得てゆくためにも、将来の森林・林業の方向と政策効果について、シナリオ分析などによりわかりやすく提示してゆく必要がある。

このような情勢に対応するため、既存のグローバルモデルの改良を進め、世界の森林資源及び林産物市場・貿易に関する長期推計の精緻化を図るとともに、我が国の林産物市場に関する計量経済モデルを開発し、需給・貿易変化の将来推計を行う。また、国内の森林・林業の 10 ～ 20 年後の将来像を見通すために森林資源と素材生産の変動推計を行う。また、各種の森林施業に不可欠な林業労働力について、その析出基盤として重要な山村集落人口の分布変動の分析を行うとともに、林業労働力の需給見通し手法を開発して、国民の求める多様で健全な森林の育成・整備策を検討するための基礎情報を提供する。

V 研究方法

第 1 章 グローバルモデルによる世界の森林資源・林産物市場の長期推計

既存のグローバルモデルを改良し、世界規模での将来の林産物生産・貿易・消費の長期推計を行う。

第2章 国内林産物市場の構造解明と長期推計

日本の林産物市場に関して、木材流通・林産業などの実態を把握・分析しつつ、森林資源や林業労働力の長期推計を組み込んだ、より実態に即した計量経済モデルを構築し、長期将来の推計を行う。

第3章 伐採・造林の動向分析と森林資源の長期推計

民有林の伐採性向及び植林、保育活動の実態を把握しつつ、これらを規定する諸要因を解析し、将来の資源変動シミュレーションを行う。あわせて、森林の機能評価の基礎となる樹種群別面積や齢級構成等、森林の状態変化の長期見通しを提示する。

第4章 山村人口の分布変動分析と林業労働力の需給見通し手法の開発

メッシュ別人口変動等に基づき、山村人口と林業就業者の分布変化に関するシミュレーション手法を開発し、長期推計を行う。これらの結果を踏まえ、年齢階層別趨勢と新規参入動向に基づく林業労働者数の将来推計を行う。さらに、目標とする素材生産量や造林保育水準の達成のために必要な林業への新規就業者数および作業効率の改善度を明らかにする。

研究計画表

課 題 名	担 当	期 間
1. グローバルモデルによる世界の森林資源・林産物市場の長期推計	森林総研 林業経営 ・政策研究領域、関 西支所	15 ～ 17
2. 国内林産物市場の構造解明と長期推計	森林総研 林業経営 ・政策研究領域	15 ～ 17
3. 伐採・造林の動向分析と森林資源の長期推計	森林総研 林業経営 ・政策研究領域、九 州支所、関西支所	15 ～ 17
4. 山村人口の分布変動分析と林業労働力の需給見通し 手法の開発	森林総研 林業経営 ・政策研究領域、東 北支所、関西支所、 九州支所	15 ～ 17

VI 研究結果

第1章 グローバルモデルによる世界の森林資源・林産物市場の長期推計

世界の森林資源、林産物生産・貿易・消費等に関する最新のデータを収集し、それに適切な処理を施すことによって世界モデル用のデータセットを改訂し、林産物需給の価格・所得弾性値の推定、資源の成長量、産業用丸太および薪炭材の生産が森林蓄積に与える影響、火災等の災害による蓄積の減少率などの推定、および丸太から製品への変換係数とその変動に関する推定を行った。具体的には、公表された最新の統計資料（FAO 林産物統計、国連国民経済計算統計等）を利用して、モデルに用いるデータセット（林産物生産・消費・貿易量、貿易価格、世界森林資源評価等）の改訂とパラメータ調製（丸太から林産物への変換係数、紙生産における木材パルプ消費量の年変化等）を行った。また、過去の森林蓄積変化に整合するように、産業用材・薪炭材別の丸太生産が森林蓄積や天然林面積に与えるインパクト係数や、成長量および森林火災等の災害による蓄積被害率等の取り得る大きさの組み合わせを推計し、森林蓄積変化が丸太供給関数をシフトさせるものとして蓄積と丸太生産の双方向の影響をモデル化した。

さらに国別データを用いたパネル分析による需要関数の推定と、世界合計データを用いた時系列分析による需要関数と供給関数の同時推定を行い、製材品、単板・合板、ボード類、紙の需給に対する独自の価格弾性値、GDP 弾性値等を得た。ここで新たに推定された需給構造と、弾性値などのパラメータおよび資源変動構造を林産物需給モデルに組み込み、モデルの改良を行った。

これらを踏まえた改良世界林産物需給モデル(WFPM)を用いて 2030 年までの世界林産物市場と世界の森林資源の長期推計を行った。その結果、製材品需要の停滞ないし緩やかな拡大と、紙及び木質ボード類の大幅な消費拡大が予想された。また、予想される産業用丸太消費拡大のペースは、最近の人工林面積拡大傾向による森林成長量増加のペースと、ほぼ近い水準にあると推計された。とくに経済成長とともに林産物消費量が急増している中国では、同時に紙に対する木材パルプの配合率が高まっていることを考慮してシミュレーションした。その結果、世界的に古紙の配合率が高まるものとして推計した場合に比べ、丸太需要の増加は顕著に大きくなった。新興市場の影響として、中国等で高い経済成長率が続けば、世界の産業用丸太の消費量が 2020 年までに 2000 年の 1.3 ～ 1.5 倍程度に増加し、世界の林産物需要（用材丸太換算）に占める中国のシェアが 2 倍以上に増大する可能性がある。

第2章 国内林産物市場の構造解明と長期推計

樹種別国産材丸太、輸入丸太、輸入木材製品の需給構造を計量経済モデルにより検討し、その推定結果をもとにして 2020 年までの日本の木材需給見通しに関するシミュレーションを行った。需給モデルの推定には、1973 ～ 2002 年の年次データを用い、連立方程式体系として二段階最小二乗法で推定した。供給関数の推定結果では伐出生産性が全ての国産材供給に寄与すること、9 齢級以上民有林面積がスギおよびその他針葉樹の丸太供給に寄与すること、全ての供給関数には負のトレンドがあること、米国の住宅着工量が日本への木材輸出に負に影響すること等が、需要関数の推定結果では製材工場の動力出力数が丸太需要を高めること等が明らかになった。さらに、推定された需給モデルを用いたシミュレーションの結果としては、2000 年当初の状況が続くならばスギやヒノキの需給量は減少する可能性があること、供給の負のトレンドを取り除いて伐出生産性の上昇や林道延長の延びが実現すると、9 齢級以上の人工林面積の増加も影響して国産材

需給量が増加する可能性のあることが示された。何れの場合にも、丸太輸入や木材製品輸入が増加し、それらの価格は上昇するという結果を得た。

第3章 伐採・造林の動向分析と森林資源の長期推計

1. 素材生産費及び労働生産性の推移と将来予測

素材生産費や生産性の動向は、林業経営にとって重要な問題である。本章では、「素材生産費等調査報告書」のデータに基づき、素材生産費および労働生産性の推移について解析を行った。その結果、1983年にはスギ、ヒノキの生産性はそれぞれ、1.54、1.19 $\text{m}^3/\text{人} \cdot \text{日}$ であったが、20年後の2003年には、3.13、2.33 $\text{m}^3/\text{人} \cdot \text{日}$ と約2倍となっていた。一方、生産費についてみると、1983年から2000年までは、スギ、ヒノキともばらつきはあるものの安定しており、その間の生産費の平均はスギで8711 $\text{円}/\text{m}^3$ 、ヒノキで11319 $\text{円}/\text{m}^3$ であった。しかし2003年には、スギで7049 $\text{円}/\text{m}^3$ 、ヒノキで9462 $\text{円}/\text{m}^3$ と、3年間で2割近くも下降していた。次に、素材生産費および労働生産性の値が将来どのように変化するかについて、いくつかの仮説を踏まえて推計を行ったところ、スギの場合、2020年の生産性は4.95 $\text{m}^3/\text{人日}$ 、生産費が5767 $\text{円}/\text{m}^3$ 、搬出距離が198mとなると推定された。

2. シミュレーションによる森林資源の長期推計

与えられた需給量等の下での森林伐採面積および森林資源の変化を推計するモデルFADASを開発し、長期シミュレーションを行った。2020年に素材生産量が2500万 m^3 になるシナリオでは、間伐の伐出生産性が順調に向上していくと、齢級構成の変化による間伐面積と利用間伐の増加によって、民有林の間伐材利用量は2000年の3倍を越える811万 m^3 に増加するが、一方、皆伐による素材生産量はあまり増加しないという推計結果が得られた。ただし、間伐の伐出生産性が向上しないと間伐材利用量はこれよりも少なくなり、その分皆伐面積が増加し、造林未済地（＝皆伐面積－再造林面積）が拡大すると推定された。高齢林分において利用間伐率と材積間伐率が上昇しない場合にも、間伐材利用量の増加は小幅になり、造林未済地は拡大すると推定された。樹種別面積は、マツが大きく減少し、スギ、カラマツと天然広葉樹林も減少したが、ヒノキと広葉樹人工林は増加した。ただし間伐材利用量がそれほど増加せずに素材生産量が2020年に3300万 m^3 へと増加するシナリオでも、人工林の面積は20年間で2%程度しか減少せず、人工林蓄積に及ぼす影響はそれほど大きくないという推計結果を得た。2020年の民有人工林・天然林は、ともに41年生以上が80%以上を占めると推定された。

第4章 山村人口の分布変動分析と林業労働力の需給見通し手法の開発

1. 山村人口の将来推計と人口変動類型の地域分布

（1）過去の山村人口変動の趨勢が将来も続くものと仮定して、コーホート変化率法によって将来の山村人口を推計した。その結果、1995～2000年のコーホート変化率が将来も続くという仮定では、2000年時点で454万人だった山村人口は2030年までに約300万人（変化率で-33.9%）に減少し、28.2%だった高齢化率は36.6%に上昇するという結果が得られた。1980～1985年、1985～1990年、1990～1995年、および1995～2000年の4期のコーホート変化率が将来にわたって続くものと仮定して推計を行った結果、山村人口は2020年までに305万～374万人、2030年までに240万

～350万人に減少するものと推計された。

(2) 旧村ごとのコーホート変化率を用いて、クラスター分析によって山村の人口変動を類型化した。その結果山村の人口変動の類型化では、旧村レベルの人口変動を、Uターン者が比較的多いタイプや高校進学時の流出が多いと考えられるタイプなど、いくつかのタイプに類型化することができた。

2. 林業労働力の動向と林業作業者数の長期見通し

1985、1990、1995、2000 各年の国勢調査を用いて林業作業者のコーホート分析およびコーホート変化率法による将来推計を行った。コーホート分析からは、全国では1995年～2000年の5年間で15歳～59歳という一般的な生産年齢のコーホートにおいて他産業から林業への参入超過の状態となっていることが明らかになった。また、時期を経るにつれて、林業労働への参入超過となっているコーホートが高齢化している状況が分かった。林業作業者数の将来推計から以下の点が明らかになった。①林業作業者数の将来推計に総人口の減少の影響を組み込むと、減少は止まらない。少子化の影響で15～19歳の減少が全人口の減少よりもかなり急速になるため、人口減少の影響はかなり強く表れる。②四国や近畿地方においては、より急激な減少が予想される。

3. 林業労働力需給の長期見通し

今後、長期的に林業労働者が減少すると見込まれる中で、成熟する森林を活かす諸条件を探るために、わが国の林業セクターモデルを作成して、森林資源の成熟化や木材需要の変化に応じた林業労働力の量的・質的推移、求められる生産技術水準等について、2030年に至る長期動態分析を行った。その結果、2020年代からの高齢級人工林の急増に対応して、大径木生産（とくに間伐）に対応できる伐出専門技能労働者の確保・養成と技術開発、基盤整備が必要であること、育林では、壮齢・高齢林の保育管理作業（管理労働）が中心となり、高度・専門的な森林管理技術を持った労働力が求められるようになることがわかった。またシミュレーションの結果、林業労働者が減少する中で、2030年に向けて国産材供給を倍増するためには、皆伐生産性をそれまでに少なくとも $10\text{m}^3/\text{人日}$ （現在の3倍の水準）に高める必要があると推計された。

VII 今後の問題点

第1章 グローバルモデルによる世界の森林資源・林産物市場の長期推計

WFPM 改良に利用した統計資料は、主として世界各国を網羅的に把握したものであるが、各国事情を十分には反映できていない面があり、より多くの情報をモデルに反映させて精度を向上させるには、各国や業界団体の発行する統計資料類の収集・活用が必要である。また、世界的に開発の進んでいる数理計画モデルに対して、WFPM は連立方程式体系モデルとして開発したものであるが、多様化する森林問題を念頭にシミュレーション分析を行うには、それぞれの長所短所をさらに精査して開発改良を進める必要がある。

このほか今後の課題として以下のようなものが考えられる。

- 世界各地の市場データによる価格の異なる丸太の区分とそれらの価格・量の関係の解明
- 世界各国の造林、森林成長量見通し、
- 世界各国の林業コストにもとづく、価格形成機構の解明と価格見通し

- ・原料／製品間の投入産出やリサイクルに関する技術見通し
- ・住宅部門と木材需要との関連性
- ・木質バイオマスエネルギー利用が林産物市場に与える影響

第2章 国内林産物市場の構造解明と長期推計

今後の人口減少局面を考えると、住宅着工量や人口による影響を捉えられるモデルへの拡張、特に木材製品市場モデルの構築とそれとの連結を含め、更なるモデルの吟味と展開を行う必要がある。

第3章 伐採・造林の動向分析と森林資源の長期推計

1. 素材生産費及び労働生産性の推移と将来予測

生産性や生産費について、予測の精度を上げていくためには、地域性の問題を組み込んでいく必要がある。今回はスギを中心に解析を行ったが、他の樹種においても解析を行い、樹種による違いを検討していく必要がある。

2. シミュレーションによる森林資源の長期推計

従来用いられてきた減反率モデルに代わり、長期間にわたる統計データに基づく新たな森林資源モデル（FADAS）が開発され、その有効性も確認された。今後、日本の森林の二酸化炭素吸収量の見通しを検討するためのモデルに拡張していく必要がある。ただし、我が国には皆伐面積や間伐材利用量に関する包括的あるいは統計的なデータが存在していないことから、今後これらのデータの公表を待って、モデルの精度向上とともに、より現実に即した再生林モデルへと更新していく必要がある。

第4章 山村人口の分布変動分析と林業労働力の需給見通し手法の開発

1. 山村人口の将来推計と人口変動類型の地域分布

コーホート変化率を用いた山村人口変動の類型化は、単に山村の人口変動に異なるタイプが存在することを認識することにとどまらず、小地域におけるより精確な将来推計に応用することが期待される。すなわち、小地域ではその集計単位が小さいがゆえにうまく推計ができないという小地域推定問題が知られている（Longford 2005）。この問題の解決法の一つとして、人口変動が類似した地域の情報を参照することで、当該の小地域の推定について安定した推定結果を得ることが考えられ、今後の課題といえる。

2. 林業労働力の動向と林業作業者数の長期見通し

林業労働への新規参入が活発になってきたが、地方ごとに濃淡があることが明らかになった。それが地方間の構造的な差によるのか、または時間的な差であるのか、つまり一定の時間が経てば四国や近畿地方においても関東や中部地方のように 50 歳代まで参入超過の状態となるのか、については現時点で判断できない。また新たなデータをもってそれを検証する必要がある。

2005 年度末において 2000 年の国勢調査から 5 年が経過し、2005 年の国勢調査も済んでいる。この間に起きた林業労働力確保を巡る情勢や一般社会の変化を顧みれば、本稿で示した長期見通

しの通りに果たして推移するかどうか、という点についても今後改めて検証する必要がある。

3. 林業労働力需給の長期見通し

人口減少社会の下で、林業労働者の傾向的減少をカバーしながら、長期的視野から地域資源の循環的利用が可能な諸条件を今後も継続的に探っていく必要がある。とくに木材の収益分配構造（労働分配など）の計量的解析は、林業労働者の経済的基盤を検討する上で重要である。また、林業セクター（川上）と木材利用セクター（川中・川下）を再結合したトータルでの地域材の経済循環構造の解析も、地域林業・木材産業に係る労働力や、地域の人口扶養力の把握に於いて重要であり、これらの研究を進める必要がある。

VIII 研究発表

第1章

- 1) 岡裕泰・田村和也・立花敏・小山修・古家淳 世界林産物需給モデルによる資源影響評価
2002（平成14）年度研究成果選集 森林総合研究所 60-61、2003年6月
- 2) Shin NAGATA and Satoshi TACHIBANA Timber Trade Policy to Support Sustainable Forest Management, "People and Forest - Policy and Local Reality in Southeast Asia, the Russian Far East, and Japan" edited by Makoto INOUE and Hiroji ISOZAKI, Kluwer Academic Publishers, pp.33-48, 2003.07
- 3) Hiroyasu OKA Outlook Studies for the National Forestry Programme in Japan, "Forests in Transition: The Role of Research and Higher Education in Developing National Forest Programmes in Countries with Economies in Transition", edited by Libor Jansky *et. al.*, United Nations University, 181-192, 2003.11
- 4) 岡裕泰、田村和也、立花敏 世界モデルにおける森林資源のモデル化, 第4回「森林資源管理と数理モデル」シンポジウム講演要旨集, 2004年3月
- 5) 岡裕泰、田村和也、古井戸宏通、鹿又秀聡、立花敏 林産物需給・貿易モデルの基本設計及び貿易自由化の影響分析. 農林水産業及び農林水産物貿易と資源・環境に関する総合研究. 農林水産技術会議事務局研究成果シリーズ. 2004年3月
- 6) Satoshi TACHIBANA, Hiroyasu OKA and Kazuya TAMURA A Study on Price and GDP Elasticity in International Demand and Supply Equations of Wood Products -Time Series and Panel Data Analyses-, Abstract Proceedings of International Symposium on The Role of Forests for Coming Generations -Philosophy and Technology for Forest Resource Management- Organized by Japan Society of Forest Planning, 25-27. 2004.10
- 7) 岡裕泰 世界の森林資源と林産物市場のシミュレーションモデルによる研究、山林 1450: 24-29、2005年3月
- 8) Gerardo MERY, René ALFARO, Markku KANNINEN, Maxim LOBOVIKOV, Heidi VANHANEN, Charlie PYE-SMITH, Hiroyasu OKA *et. al.* Forests for the new millennium: Making forests work for people and nature. Ministry of Foreign Affairs of Finland /IUFRO. 36pp. 2005.05
- 9) Satoshi TACHIBANA, Hiroyasu OKA and Kazuya TAMURA, Panel Data Analysis on International Demand for Forest Products. The Role of Forests for Coming Generations: Philosophy and Technology

for Forest Resource Management (Japan Society of Forest Planning Press), edited by Kenji Naito, 71-81. 2005.07

- 10) Can LIU, Maxim LOBOVIKOV, Daniel MURDIYARSO, Hiroyasu OKA and Yeo-Chang YOUN, Paradigm shifts in Asian forestry. "Forests in the global balance - changing paradigms". IUFRO-World Series 17: 209-229. IUFRO. 2005.08
- 11) Jean-Marc RODA, Manyewu MUTAMBA, Bruce CAMPBELL, Godwin KOWERP, Majella CLARKE, L.Alberto GONZALES, Abisha MAPENDEMBE, Hiroyasu OKA, Sheona SHACKLETON, Paul VANTOMME and Lou YIPING, Forest-based livelihoods and poverty reduction: paths from local to global development. "Forests in the global balance - changing paradigms". IUFRO-World Series 17: 75-96. IUFRO 2005.08
- 12) 立花敏・岡裕泰・田村和也、木材製品や紙製品の需要に影響する要因を探る、2004（平成 16）年度研究成果選集 森林総合研究所 64-65、2005 年 8 月
- 13) 岡裕泰、書評 Joseph Buongiorno 他著 The Global Forest Products Model: Structure, estimation and applications 林業経済、58(6): 23-24、2005 年 9 月
- 14) 岡裕泰、田村和也、立花敏、世界モデルによる林産物市場の長期推計：新興マーケットの影響評価 林業経済学会秋季大会講演要旨 A01、2005 年 11 月
- 15) 岡裕泰、世界林産物需給モデルの構築、森林総合研究所百年のあゆみ、295-297、2005 年 11 月

第 2 章

- 1) 立花敏 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 2003
- 2) 嶋瀬拓也・立花敏・野田英志 統計書を用いた「ウッドマイレージ」の試算とその動向 第 115 回日本林学会大会講演集: 103 2004
- 3) 立花敏 輸入材—日本の林産物貿易における構造変化とその要因— 木材工業 59(11): 496-501 2004
- 4) 藤原敬・嶋瀬拓也・高橋卓也・立花敏・野田英志 地域材利用推進政策と木材の輸送過程のエネルギー—ウッドマイルズ指標を使った政策の評価— 環境経済・政策学会 2004 年大会報告要旨集: 222-223 2004
- 5) 山本伸幸 戦後 60 年還暦を迎えた日本の森林と林業 森林文化協会編『森林環境 2005』築地書館 2005
- 6) 立花敏・久保山裕史・岡裕泰・田村和也 日本の林産物需給に関するシミュレーション分析、林業経済学会講演要旨 A02 2005

第 3 章

- 1) 久保山裕史・鄭躍軍・岡裕泰 気象災害リスクの分析と評価に関する考察 日林誌：85(3) 2003
- 2) 久保山裕史 林地残材の低コスト収集の可能性について 第 13 回日本エネルギー学会大会

講演要旨集：224-225 2004

- 3) 岡裕泰、久保山裕史 民有人工林の伐採量・伐採面積に関する統計上の問題 日林関東支部
論文集：55 2005
- 4) 山本伸幸 萩野敏雄著『第3・森林資源論研究－現段階の重要課題－』 林業経済：58（6）
：27-28 2005
- 5) 久保山裕史・岡裕泰・立花敏 日本の森林資源の長期見通し 2005 年林業経済学会秋季大会
講演要旨集 A06 2005
- 6) 藤野純一・久保山裕史・安藤範親・藤井重雄 日本の森林の有効利用 日本エネルギー学会
誌 84：967-972 2005
- 7) 鹿又秀聡 地域別の間伐材生産コストの現状 日林関東支論 56:3-4 2005
- 8) 山本伸幸 森林資源勘定再考 FORMATH 2006
- 9) 山本伸幸 自然資源勘定 『佐和隆光監修、環境経済・政策学会編『環境経済・政策学の基
礎知識』 有斐閣 2006

第4章

- 1) 奥田裕規 山村人口の推移とIターン者の動向（岩手県遠野市を例に） 第55回日本林学会
関東支部大会論文集：9-12 2004.3
- 2) 奥田裕規 山村人口の動向と今後の展望 第56回日本林学会関東支部大会発表論文集、
p179-180 2005.3
- 3) 奥田裕規 振興山村における人口動向分析と将来推計 第57回日本林学会関東支部大会発表
論文集、2006.3
- 4) 林雅秀・伏木忠義 山村地域における人口変動の類型化 2004年度林業経済学会秋季大会
2004.11
- 5) 林雅秀・奥田裕規・鹿又秀聡 日本の山村人口の将来推計とその地域類型 2005年度林業
経済学会秋季大会 2005.11
- 6) 田中亘 2000年国勢調査から見る林業作業員数の変化 森林応用研究、13(1)：19-24 2004.3
- 7) 田中亘 林業作業員数の長期見通し 2005年度林業経済学会秋季大会研究発表要旨、A04
2005.11
- 8) 鹿又秀聡 メッシュ統計による人口動態と森林 日林関東支論 55:3-4 2004
- 9) 鹿又秀聡 人と森林の距離 森林総研平成15年度成果選集 56-57 2004
- 10) 野田英志・鹿又秀聡 システムダイナミクスを用いた林業セクターの長期動態分析－1970
～2030年の変動と見通し－ 2005年度林業経済学会秋季大会研究発表要旨、A09 2005.11

IX 研究担当者

第1章

岡裕泰（関西支所ランドスケープ管理担当チーム長）

田村和也（企画調整部研究情報科研究情報室長）

立花敏（林業経営・政策研究領域主任研究員）

第2章

立花敏（林業経営・政策研究領域主任研究員）
嶋瀬拓也（林業経営・政策研究領域主任研究員）
田村和也（企画調整部研究情報科研究情報室長）
山本伸幸（林業経営・政策研究領域主任研究員）

第3章

久保山裕史（林業経営・政策研究領域主任研究員）
山田茂樹（林業経営・政策研究領域主任研究員）
岡裕泰（関西支所ランドスケープ管理担当チーム長）
鹿又秀聡（九州支所森林資源管理研究グループ主任研究員）
山本伸幸（林業経営・政策研究領域主任研究員）

第4章

野田英志（林業経営・政策研究領域長）
奥田裕規（林業経営・政策研究領域担い手育成担当チーム長）
鹿又秀聡（九州支所森林資源管理研究グループ主任研究員）
田中亘（関西支所森林資源管理研究グループ主任研究員）
林雅秀（東北支所森林資源管理研究グループ）
垂水亜紀（林業経営・政策研究領域）

第1章 グローバルモデルによる世界の森林資源・林産物市場の長期推計

ア 研究目的

熱帯林資源が枯渇に向かう一方、温帯の二次林や人工林が蓄積を高めつつある今日、森林資源の動態との関わりを踏まえつつ世界の林産物需給に関する構造を解明し、森林と林産物市場の将来の姿を描くことが今後の政策検討の基礎として求められている。すでに欧米において世界の林産物需給に関するグローバルモデルが構築され、WTO 交渉など国際会議における議論の裏付け資料として利用されている。日本においてもより精緻なグローバルモデルを開発し、将来をシミュレーションすることが行政ニーズとして求められている。そこで、本課題では既存のグローバルモデルを改良しつつ、世界の森林資源状況も反映するモデルの開発を行う。さらに、いくつかの外部変化や政策に関するシナリオを設定しながら、将来の世界の森林資源状況と林産物市場の概略について長期見通しを提示する。

イ 研究方法

(1) 当所で開発中の世界林産物需給モデル(WFPM)の改良に資するため、ウィスコンシン大学で開発している GFPM やワシントン大学の C-GTM などの先行モデルや最近、欧州森林研究所で開発中の EFI-GTM のレビューを行う。(2) 最新のデータを収集し、それに適切な処理を施すことによってデータセットを改訂し、林産物需給の価格・所得弾性値の推定を行う。また、新たなデータセットを用いて、資源の成長量、産業用丸太および薪炭材の生産が森林蓄積に与える影響、火災等の災害による蓄積の減少率などの推定を行う。さらに、丸太から製品への変換係数とその変動に関する推定を行う。(3) 新たに推定された需給構造と、弾性値などのパラメータを林産物需給モデルに組み込み、モデルの改良を行う。(4) モデルを用いたシミュレーション分析を行い、世界の森林資源状況と林産物市場について長期見通しを得る。

ウ 結果

(1) 世界林産物需給モデル(WFPM)の改良に資するべく先行モデルをレビューした。ウィスコンシン大学の GFPM(Global Forest Products Model)は、二次計画法を用いたプログラムに改訂され、森林資源と丸太生産との関連を組み込み、また特定地域に関する2国間貿易フローを考慮して自由貿易協定の影響評価に取り組んでいる¹⁾。丸太生産が森林蓄積に与えるインパクト係数(丸太生産の1単位が森林蓄積の減少に与える影響を指数化したもの)の導入等が WFPM の一つの特徴であるが、GFPM では森林面積変化に関する環境クズネッツ曲線の導入が検討されている。ワシントン大学林産物貿易研究センター(CINTRAFOR)の C-GTM は、400 程度の2国間貿易フローの組み込み、森林所有等に応じた複数の丸太供給関数の導入等の特徴がある。欧州森林研究所の EFI-GTM は、C-GTM と同様に国際応用システム分析研究所(IIASA)の GTM(Global Trade Model)を基礎とする部分均衡・数理計画モデルであり、莫大な数の2国間貿易フローを組み込み、商品分類として丸太6種、紙13種を含む36種の林産物を扱っている。製品製造能力の拡張費用や各種の価格について独自の推定値を用いていることに特徴がある。

WFPM の基本構造は、国際農林水産業研究センターの小山修らとわれわれ当所のグループが共同で開発したものだが、他の世界モデルがすべて数理計画法による最適化計算を含んだモデル

であるのに対して、WFPM は連立方程式体系による多品目同時決定モデルとなっている点で独自性がある²⁾。丸太の供給関数と製品の需要関数を持っているという点では、WFPM もそれ以外のモデルも同じだが、各国の製品生産量の決定において、最適化計算で決定するか、需給関数の連立方程式によって決定するかという点でモデル構造上の大きな違いがある。また、WFPM では資源蓄積量の変動と丸太生産量との間の双方向の影響を他のモデルよりも詳細に考慮しているのも特徴である。

(2) これらのレビューを踏まえながら、データセットを更新し、弾性値推定、森林資源の分析を進めた。WFPM では図 1－1 のように世界を 34 の国と地域に分け、人工林・天然林別面積および成長量、森林蓄積量を資源基盤として考慮し、産業用丸太、薪炭材、製材品、合板、木質ボード（削片板と繊維板の合計）、パルプ、および紙・板紙の生産、貿易、消費のそれぞれの量と価格を扱うものとした。

モデルで用いた国・地域 (34)



図 1－1 WFPM の地域区分

1) データセットの更新

新たなデータセットとして、まず人工林・天然林の面積・蓄積およびその変化については、国連食料農業機関(FAO)による森林資源評価 FRA2005 のデータを用い、人工林、天然林の成長量に関しては GFPM (Global Fiber Supply Model by FAO 1995)のデータを参考にした。さらに一部、各国政府統計を用いた部分もある。

林産物の生産量、貿易量については FAOSTAT のデータを用い、価格については各国の貿易額を貿易量で除した輸出入単価を用いた。

原材料である丸太およびパルプの投入量と製品生産量の関係を表す変換 (I/O) 係数については GFPM (by J. Buongiorno)を参照しながら、基準年の FAOSTAT の統計値に合わせて調整した。変換係数の経年変化についても分析し、将来推計のシナリオ作成に使用した。

各国の関税率とその変化については GFPM (by J. Buongiorno)のデータを用いた。ベースケース

では関税率は GATT ウルグアイラウンドの合意に基づき、2004 年まで段階的に引き下げられ、その後、一定とした。

GDP および人口のデータについては、国連(NAS)および IMF のデータを用いた。将来推計のシナリオ作成においては米国エネルギー情報局による長期見通しを参考にした。

価格のデフレートに関しては 2000 年 USD (国連統計 NAS)を用いた。

2) 資源変動の分析

丸太生産量が蓄積量に与えるインパクト係数、人工林・天然林別成長量、および災害からの生存率については、FAO の FRA2005 に報告されている 1990 年と 2000 年の蓄積量の差と、その間の成長量、および丸太生産量のデータから、いくつかの仮定の下で算出した。式で書くと、以下の関係が成り立つ。

$$RS(2000) - RS(1990) = \sum_{t=1990}^{1999} RG(t) - c_{SS} \cdot \sum_{t=1990}^{1999} RWSS(t) - c_{MS} \cdot \sum_{t=1990}^{1999} RWMS(t) - \sum_{t=1990}^{1999} \{ RS(t) * (1 - f_{SR}) \} \quad \dots(1)$$

ただし、

$RS(t)$: t 年の資源蓄積量 (m^3)

$RG(t)$: t 年の資源成長量 (m^3)

c_{SS} : 産業用材生産が蓄積に与えるインパクト係数、 $1.25 \leq c_{SS} \leq 5$

$RWSS(t)$: t 年の産業用材生産量 (m^3)

c_{MS} : 薪炭材生産が蓄積に与えるインパクト係数、 $0 \leq c_{MS} \leq 0.5$

$RWMS(t)$: t 年の薪炭材生産量 (m^3)

f_{SR} : 火災等災害からの生存率 (1 年あたり)、 $0 < f_{SR} \leq 0.999$

とした。ここで t 年の資源成長量 $RG(t)$ は、天然林面積を $FN(t)$ 、人工林面積を $FP(t)$ 、天然林面積あたり成長量を g_{FN} 、人工林面積あたり成長量を g_{FP} として、

$$RG(t) = FN(t) \cdot g_{FN} + FP(t) \cdot g_{FP} \quad \dots(2)$$

を満たす。

ただしオーストラリアとメキシコについては、FRA2005 で蓄積データの報告なかったので、FRA2000 の報告値を利用した。カナダについても FRA2005 で過去の蓄積変化データが報告されていなかったのもので、蓄積が一定だったものとした。またマレーシアについては、FRA2005 で半島マレーシアのみのデータに基づいて全国推計を行い、その結果として蓄積増加が報告されているが、これは全国を代表するデータとしては疑わしいので、独自に蓄積変化を推定してその値を用いた。

成長量、蓄積インパクト係数、災害からの生存率などは、多くの国について報告がなく、どれも確実に計算できるものではないが、過去の蓄積変化の実績値に基づいて、2 段階の仮定に基づく計算によって推定した。具体的には、まず人工林、天然林の面積あたり成長量について、GFSM 等による推定値を暫定値として与えた。ただしここでは天然林の面積あたり成長量の下限値を $1 m^3 / ha / 年$ とした。次に、災害からの生存率 $f_{SR} = 0.999$ を暫定値として与えて、上記の式を満たす蓄積インパクト係数を計算した。

インパクト係数には、文献等に基づいて上限値および下限値を設定し、産業用材生産のインパクト係数 c_{SS} は 1.25 以上、5.0 以下。薪炭材生産 $RWMS$ のインパクト係数 c_{MS} は 0.0 以上、0.5 以

下とした。薪炭材生産が丸太生産量の 2 割未満の国や地域については薪炭材生産のインパクト係数はゼロとした。2 割以上の国・地域については、産業用材生産のインパクト係数を薪炭材生産のインパクト係数の 10 倍つまり、

$$c_{ss} = 10 c_{ms}$$

とした。このような仮定の下で求められたインパクト係数 c_{ss} 、 c_{ms} が想定された範囲内の値になればこれを採用した。

この第一段階で計算されたインパクト係数が想定範囲を超えて大きい国・地域については、災害被害率が高かったものと考えた。第 2 段階では、インパクト係数を想定された上限値に固定し、暫定値として与えた災害からの生存率 $f_{sr} = 0.999$ を破棄して、式(1)を満たす災害からの生存率 f_{sr} を求めた。計算された生存率の最低値はインドネシアの 0.966 だった。

逆に第一段階で計算されたインパクト係数が想定範囲の下限值未満の国・地域については、森林の成長量が最初の想定よりも大きかったと考えた。第 2 段階では、産業用材生産のインパクト係数を想定された下限値に固定し、暫定値として与えた天然林の成長量を破棄して、式(1)を満たす天然林成長量 g_{FN} を求めた。計算された最大値はオーストリアの $7.55 \text{ m}^3 / \text{ha} / \text{年}$ だった。ただしニュージーランドについては丸太生産は人工林に限られていることから、人工林の蓄積変化との整合性を計算し、天然林成長量ではなく、人工林成長量 g_{FP} を再計算によって求めた。

3) 林産物需給構造と弾性値の推定

次に、林産物の需給構造と需給の弾性値を計量経済モデルによって推定した。

需要関数だけをパネルデータを用いて推定する方法などを含めて、いくつかのアプローチを試みたが、ここでは世界の総量と平均貿易価格を用いて、丸太供給、丸太需要、製品供給、製品需要の全体を 1 組の連立方程式体系として推定した結果を紹介する。ただし、CIS（バルト 3 国を除く旧ソ連）だけは 1990 年以後異常な動きをしており、これを除外した方が、長期推計モデルとして適切な推定結果が得られると判断した。したがって CIS の消費量を除く世界の消費量を用いて、消費量＝需要量＝供給量として計算した。

産業用丸太については林産物製品の原料となる狭義の産業用丸太と、杭などのように丸太のまま使用するその他産業用丸太に分けてモデル化した。狭義の産業用丸太の供給は、自己価格、前期生産量、生産林蓄積量、および前期 Chip/Solid 比（製材・合板用材に対するパルプ・ボード用材の前期消費量の比率）の関数として推定した。前期生産量を変数に加えたのは、生産基盤整備や労働力の状況などの変化を推計に反映するためである。過去の生産量と価格の統計値をみると、多くの林産物について、価格の上昇がないまま生産量が拡大している傾向が見られ、生産基盤整備により、供給曲線が移動していると考えられた。そこで前期生産量を供給関数の変数とすることによって、直近の生産量が大きくなれば、それにしたがって供給量が大きくなる構造を表現している。また前期 Chip/Solid 比を変数に加えたのは、産業用丸太の中でも一般に粉碎されてチップ化されるパルプ・ボード用材の方が製材・合板用材よりも低価格なので、同じ丸太平均価格水準でもパルプ・ボード用材の比率が高い方が、製材・合板用材の比率が高い場合よりも多くの丸太が供給されると考えられるからである。蓄積量については、各国の産業用材生産量で加重した 1990 年代の蓄積変化率を推定にあたっての変数に用いた。

産業用丸太の需要については、各製品を製造するのに必要な丸太量を投入産出比により計算して、その合計が産業用丸太供給量と一致するようモデル化した。

製材、合板（単板含む）、ボード（削片板と繊維板の合計）、および木材パルプの供給については、当該製品価格の丸太価格に対する比と前期生産量の関数とした。供給に対して、原料価格は負の効果を持ち、製品価格は正の効果を持つと考えられるが、それぞれを独立な変数とするよりも、価格比として変数にした方がより妥当な推定結果が得られたのでこの形を採用した。また前期生産量を変数に加えたのは、丸太の場合と同様に、生産基盤拡張による供給曲線の移動を反映するためである。紙（板紙含む）の供給についても同様であるが、紙の直接の原料はパルプなので、丸太に対する価格比の代わりに、パルプに対する紙の価格比を変数にした。

製材品、合板、および紙の需要については、当該製品の価格と GDP を変数に採用した。ボードの需要に関しては、GDP の他に、製材品との代替関係を考慮して、製材品価格に対するボード価格の比を変数に採用した。パルプの需要については、紙の需給量に対応して、紙生産に必要な量が需要されるものとした。

このような構造に基づいて、6つの商品についてそれぞれの需要と供給を表す 12 本の連立方程式からなる両対数線形モデル（ただし丸太とパルプの需要だけは、製品供給のための派生需要として対数をとらない線形関係）により、3段階最小二乗法（3SLS）で弾性値を推定した結果が表 1－1 である。表中の数値は推定された弾性値を表している。1981-2000 年のデータによる推定を基本としているが、一部の弾性値については、そこで期待される符号で有意な結果が得られなかったので、1971-2000 年のデータによる推定結果を採用している。その結果、すべての変数について理論的に期待される符号通りの弾性値が得られた。

推定の結果、紙やボードは需要の所得弾性値が比較的高いのにに対して、製材品は所得弾性値が低い。また紙、パルプ、ボードなどは生産量が増えるにつれて供給基盤が拡張する傾向が強いが、製材に関しては他の製品と比べると、前期生産量よりもそれ自身の価格に強く反応している。全体として需要供給とも価格弾性値は極めて低い。先行研究の分析結果と比べても、ここで得られた価格弾性値は低い。

次に、これとは別に、薪炭材およびその他産業用丸太の需給モデルを推定した。これらは貿易量が少なく、FAOSTAT では適当な価格のデータが得られないので、価格を含まないモデルとして、WFPM の 34 の国・地域ごとに 1981-2000 年の時系列データにより推定した。簡単のために生産量の統計値を需給量に等しいものと仮定した。ただし異常値が見られる年のデータは適宜除

表 1－1 林産物需給モデルの推定された弾性値（その 1）

	価格	前期供給量	蓄積（生産林）	前期 Chip/Solid 比
産業用丸太（供給）	0.088	0.363	1.111	0.088
供給		需要		
	対丸太価格比	前期生産量	価格	GDP ダミー 98-00
製材	0.205	0.511	-0.753	0.478 -0.130
合板	0.068	0.756	-0.066	0.513
ボード	0.164	0.891		0.889 -1.335 ←
パルプ	0.055	0.824		(ボード／製材価格比)
紙	0.062	0.940	-0.297	1.130

表 1－2 林産物需給モデルの推定された弾性値（その 2）
薪炭材・その他産業用丸太需給モデル（各国 OLS）

		薪炭材		供給＝需要		
モデル	(適用国数)	人口	蓄積 (生産林)	GDPpc	製材生産量	産業用丸太生産量
人口・GDPpc	(23)	1.0		-0.093	～-3.735	
人口・資源	(2)	1.0	1.156	～ 1.206		
人口	(1)	1.0 (CN)				
製材生産量	(4)				0.528	～ 1.125
丸太生産量	(2)					0.590 (AU), 2.530 (CL)
供給ゼロ	(2) (NZ,SG)					

		その他産業用丸太		供給＝需要		
モデル	(適用国数)	人口	蓄積 (生産林)	GDPpc	GDP	製材生産量
(産業用丸太の推定値を適用)						
人口・GDPpc	(3)	0.783	～ 0.949	1.111	-0.093	～-0.313
人口	(2)	0.970	～ 1.019	1.111		
GDP	(5)			1.111	0.387	～ 1.199
製材生産量	(1)			1.111		1.228 (RU)
(他)	(23)			1.111		

外したため、一部の国・地域では推定期間が異なる。

まず、薪炭材について他の条件が変わらなければ需給量は人口に比例すると想定して、一人当たり需給量に対して森林の蓄積量や GDP がどのように関係しているかを両対数線型モデルで調べた。その結果は表 1－2 のとおりで、34 のうち 23 の国・地域では一人当たりの需給量に対して、一人当たり GDP が負の影響を持っていた（人口・GDPpc モデル）。表中の数値は推定された弾性値の幅を示している。一人当たり GDP の増加とともに一人当たり消費量が緩やかに減少している東南アジア、中南米諸国などから、急激に減少している中近東、日本、カナダなどまで、影響の程度は地域により異なることがわかった。また、「その他アフリカ」地域とフィリピンでは一人当たり GDP が低下しながら、一人当たり需給量が減少している期間が目立つため、一人当たり GDP 変化の影響よりもむしろ森林資源の蓄積低下によって一人当たり需給量が減少している推定結果となった（人口・資源モデル）。中国では一人当たり需給量がほぼ一定の報告がされていた（人口モデル）。このほか 5 つの国・地域では一人当たり GDP が増加しながら一人当たり需給量が増加していたが、これらの国はすべて林業生産が拡大しており、産業用丸太生産や製材生産の副産物として薪炭材が供給されているとしてモデル化することができた（製材生産量モデル、丸太生産量モデル）。また CIS では逆に一人当たり GDP が低下しながら一人当たり需給量が減少していたが、同時に製材生産や産業用丸太生産が激減しており、製材生産の副産物として薪炭材が供給されなくなったとしてモデル化した（製材生産量モデル）。最後にニュージーランドとシンガポールでは生産量の報告が 1990 年代末から 2000 年にかけてほぼゼロだった（ゼロモデル）。

(3) 推定された需給構造による林産物需給モデルの改良

各国の丸太供給量は、森林蓄積量と丸太価格によって変化し、製品の需要は経済成長（GDP）と製品価格によって変化し、製品の生産量は丸太価格と製品価格との相対的な関係によって変化し、各国内の需給の差が純貿易量となって、世界全体ですべての品目の需給均衡が図られるものとした（図1－2）。ただし薪炭材の需給構造については、表1－2で示したように、価格によらない形で新たに別途推計し、その需給量変化は、その国の人口増加、一人当たり GDP の変化、資源蓄積の変化、丸太や製材品生産量の変化などによって決まるものとした（図1－3）。

WFPMモデルの物量関係概略図



森林資源ブロック

The diagram illustrates the Forest Resource Block, showing the flow of forest resources and their interaction with other blocks. The central components are:

- 蓄積 (Stock):** The central variable, influenced by **被害率 (Damage Rate)** (via a feedback loop at time $t-1$) and **成長量 (Growth)**.
- 成長量 (Growth):** Determined by **人工林面積年変動 (Annual Change in Artificial Forest Area)** and **人工林面積 (Artificial Forest Area)** and **天然林面積 (Natural Forest Area)**.
- Production Potential:** Derived from the **蓄積 (Stock)**.
- 薪炭材生産(前期) (Fuelwood Production (Previous Period))** and **産業用丸太生産(前期) (Industrial Log Production (Previous Period))**: Both receive inputs from **蓄積 (Stock)** (labeled c) and **蓄積 (Stock)** (labeled c).
- 人口GDPなど (Population, GDP, etc.)**: Influences **薪炭材生産(前期) (Fuelwood Production (Previous Period))** (labeled E).
- 人工林面積 (Artificial Forest Area)** and **天然林面積 (Natural Forest Area)**: Both receive inputs from **蓄積 (Stock)** (labeled c).

Arrows indicate the direction of flow, and the label c represents a constant or coefficient. A feedback loop is shown from **被害率 (Damage Rate)** to **蓄積 (Stock)** at time $t-1$. A box labeled "to (from) Other Block" indicates the connection to other blocks.

[illegible]

製材ブロック(合板、ボードも同様)

The diagram illustrates the trade and production relationships for lumber blocks (plywood, boards, etc.). It shows the flow from '前期生産量' (Previous Production Volume) through '製材(合板、ボード)生産' (Lumber Production) and '製材(合板、ボード)需要' (Lumber Demand) to 'GDP'. It also includes international trade flows like '製材(合板、ボード)世界価格' (World Price) and '製材(合板、ボード)国内価格' (Domestic Price).

紙・パルプブロック

The diagram illustrates the economic relationships between paper and pulp markets. It features several key components and flows:

- Pulp Market:**
 - パルプ生産 (Pulp Production):** Influenced by **パルプ用丸太需要 (Pulp Log Need)** (via c) and **前期生産量 (Previous Production)** (via E). It produces **パルプ国内価格 (Pulp Domestic Price)** (via E) and **パルプ世界価格 (Pulp World Price)** (via E).
 - パルプ国内価格 (Pulp Domestic Price):** Influenced by **パルプ関税 (Pulp Tariff)** and **パルプ純貿易 (Pulp Net Trade)** (via E).
 - パルプ世界価格 (Pulp World Price):** Influenced by **パルプ関税 (Pulp Tariff)** and **パルプ純貿易 (Pulp Net Trade)** (via E).
 - パルプ純貿易 (Pulp Net Trade):** Influenced by **パルプ国内価格 (Pulp Domestic Price)** and **パルプ世界価格 (Pulp World Price)** (via E).
 - パルプ使用量 (Pulp Usage):** Influenced by **パルプ世界価格 (Pulp World Price)** (via c).
- Paper Market:**
 - 紙生産 (Paper Production):** Influenced by **紙・パルプ価格比 (Paper/Pulp Price Ratio)** (via E) and **前期生産量 (Previous Production)** (via E). It produces **紙国内価格 (Paper Domestic Price)** (via E) and **紙世界価格 (Paper World Price)** (via E).
 - 紙国内価格 (Paper Domestic Price):** Influenced by **紙・パルプ価格比 (Paper/Pulp Price Ratio)** and **紙純貿易 (Paper Net Trade)** (via E).
 - 紙世界価格 (Paper World Price):** Influenced by **紙・パルプ価格比 (Paper/Pulp Price Ratio)** and **紙純貿易 (Paper Net Trade)** (via E).
 - 紙純貿易 (Paper Net Trade):** Influenced by **紙国内価格 (Paper Domestic Price)** and **紙世界価格 (Paper World Price)** (via E).
 - 紙需要 (Paper Demand):** Influenced by **紙世界価格 (Paper World Price)** (via E).
- Other Factors:**
 - 丸太→パルプ変換係数 (Log to Pulp Conversion Coefficient):** Influences the flow from **パルプ用丸太需要** to **パルプ生産**.
 - 紙関税 (Paper Tariff):** Influences the flow from **紙世界価格** to **紙国内価格**.
 - GDP:** Influences the flow from **紙世界価格** to **紙需要**.

2) モデルの方程式

- 18 -

方程式は、代入法による解法利便のため、誘導型によって表現されている。

外生変数および先決変数に関わる方程式は以下の a ～ g で表される。

a. GDP

$$YY_{j,t} = (1 + b_{YY,j,t}) \cdot YY_{j,t-1}$$

j : 地域、 t : 年、 b_{YY} : 年成長率。

b. 天然林面積

$$FN_{j,t} = FN_{j,t-1} - RWSS_{j,t-1} \cdot CFN_{j,t-1} \quad (FN_{j,t} \geq 0)$$

$RWSS$: 産業用丸太総生産量、 CFN : 面積インパクト係数。

c. 人工林面積

$$FP_{j,t} = FP_{j,t-1} + d_{FP,j}$$

d_{FP} : 年変化面積。

d. 資源成長量

$$RG_{j,t} = FN_{j,t} \cdot g_{FN,j} + FP_{j,t} \cdot g_{FP,j}$$

g_{FN} : 天然林の単位面積当たり年間資源成長量、 g_{FP} : 人工林の単位面積当たり年間資源成長量

e. 資源量

$$RS_{j,t} = f_{SR,j} \cdot RS_{j,t-1} + RG_{j,t} - RWMS_{j,t-1} \cdot CMS_j - RWSS_{j,t-1} \cdot CSS_j$$

f_{SR} : 一年あたりの災害からの生存率、 $RWMS$: 薪炭材生産量、 CMS : 薪炭材の伐採インパクト係数、 $RWSS$: 産業用丸太総生産量、 CSS : 産業用丸太の伐採インパクト係数。

f. 面積インパクト係数

$$CFN_{j,t} = CFN_{j,t-1} \cdot \frac{FN_{j,t}}{FN_{j,t-1}} \cdot \frac{RS_{j,t-1}}{RS_{j,t}}$$

g. パルプ配合率

$$PAMS_{j,t} = PAMS_{j,t-1} + p_{MS,j,t}$$

p_{MS} : 年変化率。

次に反復計算によって均衡解を求める内生変数の式は以下の h ～ t で表される。

h. 貿易価格

$$PT_{i,j,t} = PW_{i,t} \cdot MG_{i,j} \quad (i \text{ 財の前年輸出国}) \quad PT_{i,j,t} = PW_{i,t} \cdot MG_{i,j} + CT_i \quad (i \text{ 財の前年輸入国})$$

MG : 価格格差率、 PW : 基準輸出国価格、 i : 財（丸太及び製品）、

CT_i : 国際輸送費（品目別に一定）。

i. 国内価格

$$PD_{i,j,t} = PT_{i,j,t} \cdot (1 + TR_{i,j,t}) \quad (i \text{ 財の輸入国})$$

$$PD_{i,j,t} = PT_{i,j,t} \quad (i \text{ 財の輸出国})$$

TR : 関税率。

j. 産業用丸太総生産量

$$RWSS_{j,t} = a_{RWSS,j} \cdot RWSS_{j,t-1}^{\beta_{RWSS}} \cdot RWP_{j,t}^{\alpha_{RWSS}} \cdot (RS_{j,t}/RS_{j,t-1})^{\gamma_j}$$

a_{RWSS} : 定数項、 RWP : 国内価格、 β_{RWSS} : 前期生産量弾力性、 α_{RWSS} : 供給の価格弾力性、 γ : 資源弾力性。

k. 丸太割り当て量

$$MM_{i,j,t} = c\chi_{i,j} \cdot SS_{i,j,t}$$

i : 製品 ($\neq 1,6$) (丸太、紙を除く)、 cx : 丸太製品変換係数 (製品一単位当たり丸太必要量)

l. 製品生産量

$$SS_{i,j,t} = a_{MM_{i,j}} \cdot SS_{i,j,t-1}^{\beta_{ssi}} \cdot (PD_{i,j,t} / RWP_{D_{j,t}})^{\alpha_{MM_{i,j}}}$$

i : 製品 ($\neq 1,6$) (丸太、紙を除く)、 a_{MM} : 定数項、 β_{ssi} : 当該製品 i の前期生産量弾力性、 PD : 各製品の国内価格、 RWP_{D} : 産業用丸太の国内価格、 α_{MM} : 価格弾力性。

m. 紙生産量

$$PASS_{j,t} = a_{PASS_j} \cdot PASS_{j,t-1}^{\beta_{PASS_j}} \cdot (PAP_{D_{j,t}} / PUP_{D_{j,t}})^{\alpha_{PASS_j}}$$

a_{PASS} : 定数項、 β_{PASS} : 前期生産量弾力性、 PAP_{D} : 国内価格、 PUP_{D} : パルプ国内価格、 α_{PASS} : 供給の対パルプ価格比弾力性。

n. 製品需要量

$$DD_{i,j,t} = a_{DD_{i,j}} \cdot PD_{i,j,t}^{\alpha_{DD_{i,j}}} \cdot YY_{j,t}^{\beta_{DD_{i,j}}}$$

i : 製品 ($=2,3,6$) (製材、合板、紙)、 a_{DD} : 定数項、 α_{DD} : 需要の価格弾力性、 β_{DD} : GDP 弾力性。

$$BDDD_{j,t} = a_{DD_{BD,j}} \cdot (PD_{BD,j,t} / PD_{SW,j,t})^{\alpha_{DD_{BD,j}}} \cdot YY_{j,t}^{\beta_{DD_{i,j}}}$$

$BDDD$: ボード需要量、 PD_{BD} : 国内ボード価格、 PD_{SW} : 国内製材価格、 α_{DD} : 需要の対製材価格弾力性

o. パルプ需要量

$$PUDD_{j,t} = PASS_{j,t} \cdot PAMS_{j,t}$$

$PASS$: 紙生産量、 $PAMS$: 紙へのパルプ配合率。

p. 産業用丸太総需要量

$$RWDD_{j,t} = \sum_{i=1}^5 MM_{i,j,t}$$

q. その他産業用丸太需要量

$$RWMM_{j,t} = a_{RWMM_j} \cdot POP_j^{\beta_{1RWMM_j}} \cdot (YY_{j,t} / POP_{j,t})^{\beta_{2RWMM_j}} \cdot YY_{j,t}^{\beta_{3RWMM_j}} \cdot SWDD_j^{\beta_{4RWMM_j}} \cdot RS_{j,t}^{\beta_{5RWMM_j}}$$

a_{RWMM} : 定数項、 β_{1RWMM} : 人口弾力性、 β_{2RWMM} : 一人当たり GDP 弾力性、 β_{3RWMM} : GDP 弾力性、 β_{4RWMM} : 製材消費弾力性、 β_{5RWMM} : 資源弾力性。

r. 薪炭材生産量

$$RWMS_{j,t} = a_{RWMS_j} \cdot POP_j \cdot (YY_{j,t} / POP_{j,t})^{\beta_{2RWMS_j}} \cdot RS_{j,t}^{\beta_{5RWMS_j}}$$

a_{RWMS} : 定数項、 β_{2RWMS} : 一人当たり GDP 弾力性、 β_{5RWMS} : 資源弾力性。
または、人口が顕著な決定要因になっていない一部の国については、

$$RWMS_{j,t} = a_{RWMS_j} \cdot RWSS_{j,t}^{\beta_{3RWMS_j}} \cdot SWSS_{j,t}^{\beta_{4RWMS_j}}$$

β_{3RWMS} : 産業用丸太生産弾力性、 β_{4RWMS} : 製材生産弾力性。

s. 純輸出量

$$NE_{i,j,t} = SS_{i,j,t} - DD_{i,j,t}$$

t. 市場均衡式

$$PW_{i,t} = PW_{i,t} \leftarrow \sum_j NE_{i,j,t} = 0$$

計算の手順としては、まず前年の輸出価格を各商品の暫定輸出価格として与えて需給量を計算し、すべての商品の世界全体の純輸出量の合計をゼロに近づける方向に輸出価格を上下させてこれを反復し、各年の各国、各商品の需給均衡価格と需給量を求める。

(4) シミュレーション結果

これらを踏まえた改良 WFPM を用いて 2030 年までの世界の森林資源と林産物市場の長期推計を行った。その結果、製材品需要の停滞ないし緩やかな拡大と、紙及び木質ボード類の大幅な消費拡大が予想された（図 1－7）。また、予想される産業用丸太消費拡大のペースは、最近の人工林面積拡大傾向による森林成長量増加のペースと、ほぼ近い水準にあると推計された（図 1－8）。経済成長とともに林産物消費量が急増している中国では、同時に紙に対する木材パルプの配合率が高まっていることを考慮してシミュレーションしたが、その結果、世界的に古紙の配合率が高まるものとして推計した場合に比べ、丸太需要の増加は顕著に大きくなった。

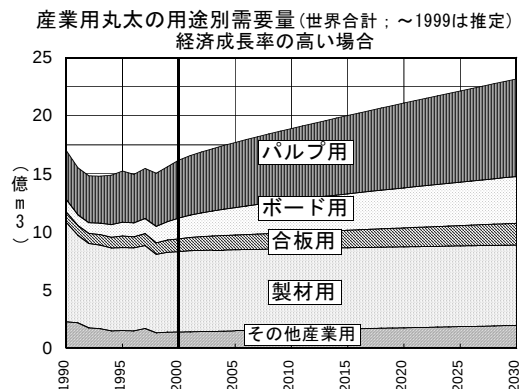


図 1－7 産業用丸太の用途別需要量

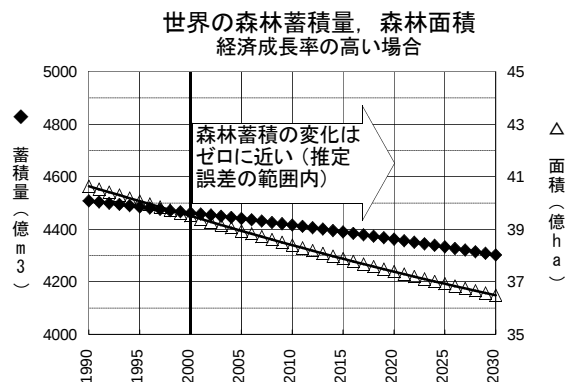


図 1－8 世界の森林面積・蓄積変化

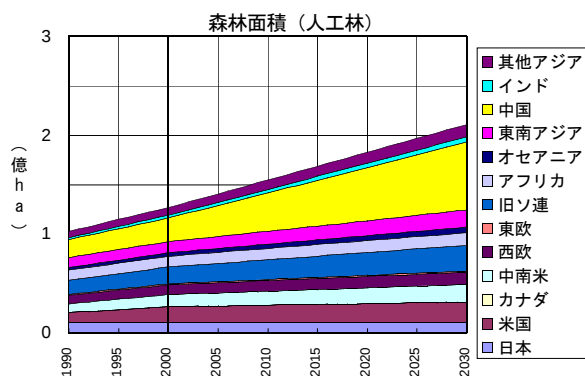


図 1－9 人工林面積の変化

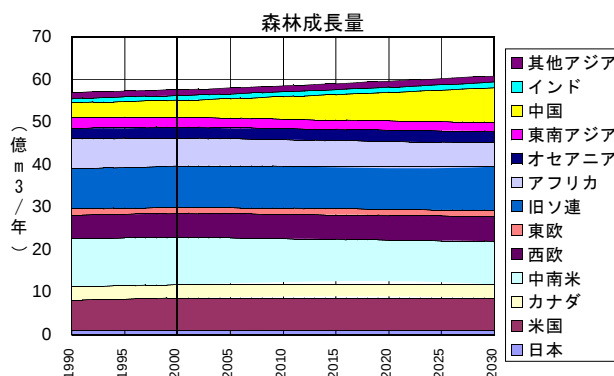


図 1－10 森林成長量

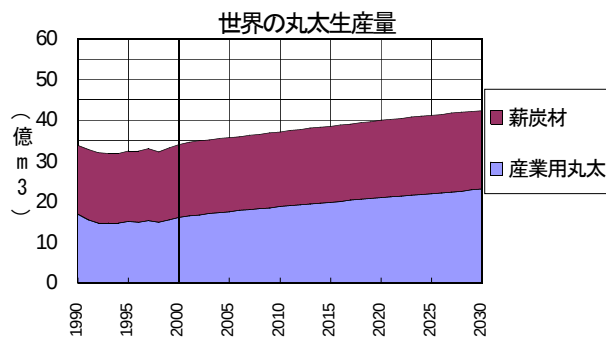


図 1－11 世界の丸太生産量

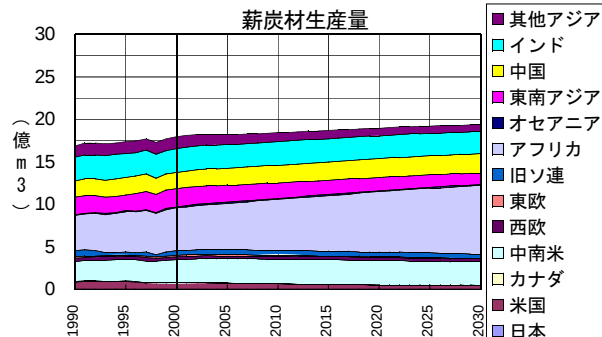


図 1－12 薪炭材生産量

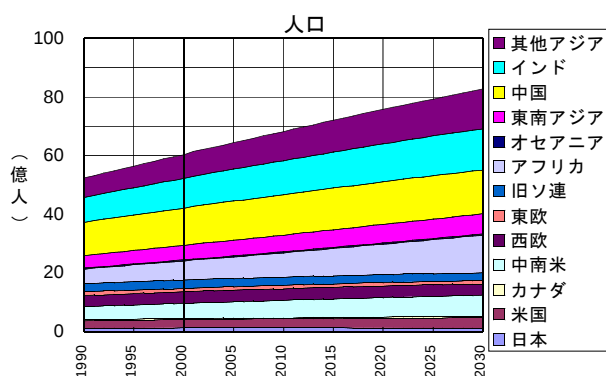


図 1 - 13 人口の増加

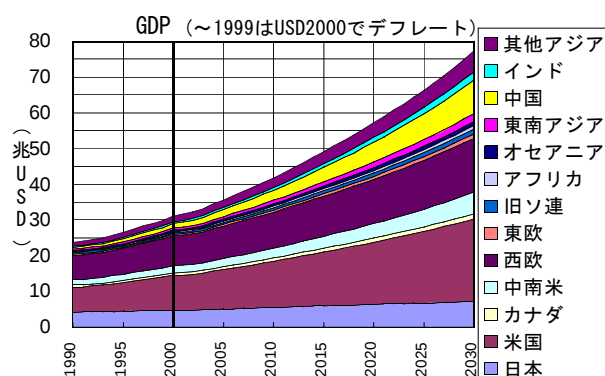


図 1 - 14 GDP の増加

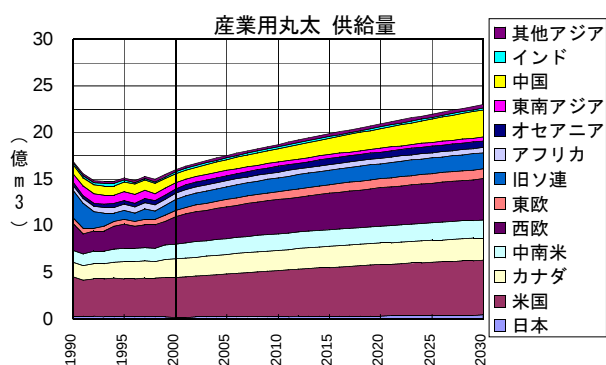


図 1 - 15 産業用丸太生産量

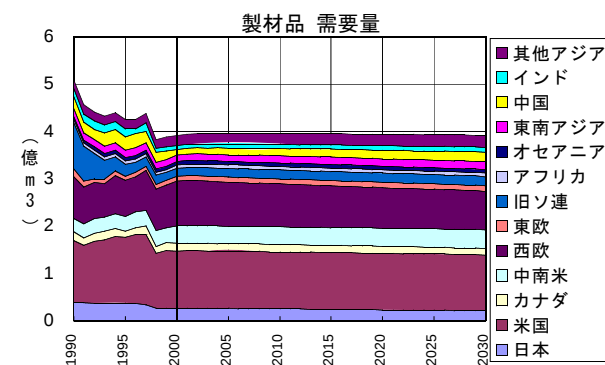


図 1 - 16 製材品需要量

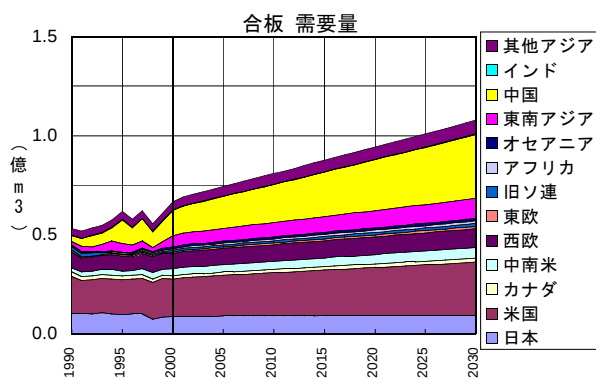


図 1 - 17 合板需要量

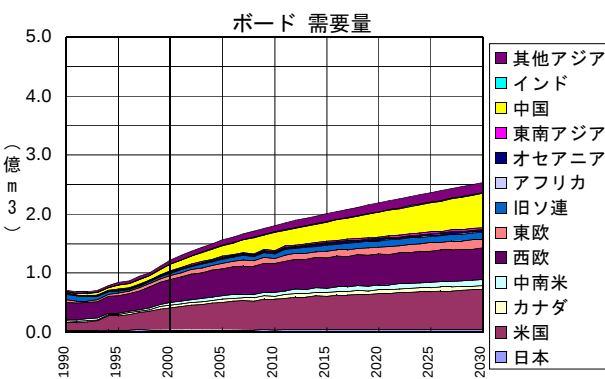


図 1 - 18 木質ボード需要量

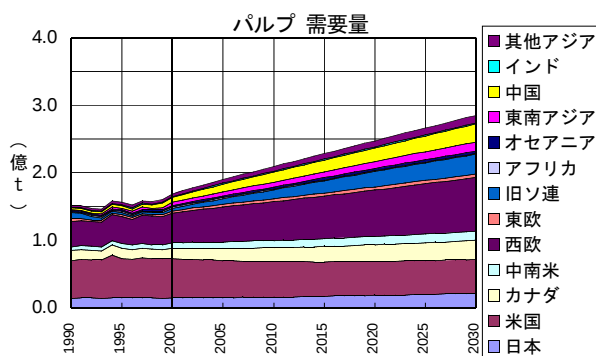


図 1 - 19 パルプ需要量

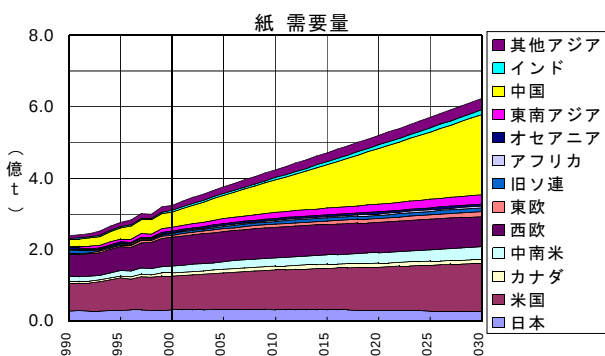


図 1 - 20 紙・板紙需要量

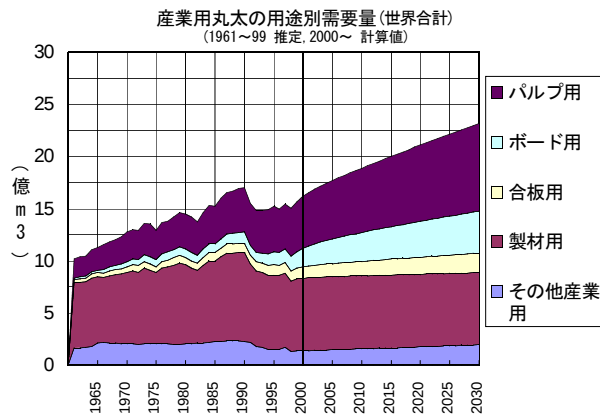


図 1 - 21 産業用丸太用途別需要量（長期）

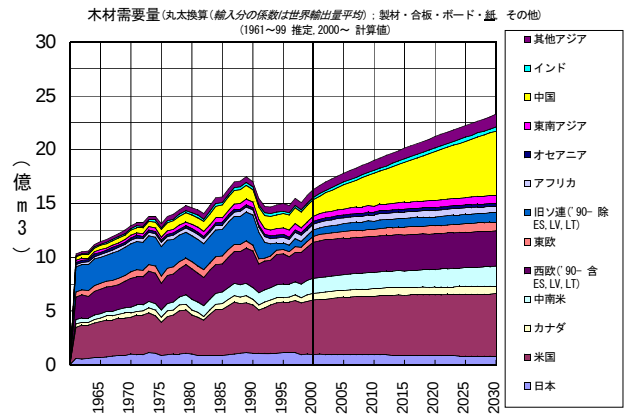


図 1 - 22 丸太換算林産物需要量

図 1 - 9 から図 1 - 22 までは中国をはじめとする開発途上国の経済成長率をやや高めに設定し、人工造林面積や製紙原料構成の変化が最近の趨勢にしたがって推移するというシナリオのもとでのシミュレーション結果である。このほかにさまざまな設定のもとで計算を行った。

新興市場の影響として、中国等で高い経済成長率が続けば、世界の産業用丸太の消費量が 2020 年までに 2000 年の 1.3 ～ 1.5 倍程度に増加し、世界の林産物需要（用材丸太換算）に占める中国のシェアが倍以上に増大する可能性があることがわかった（表 1 - 3）。

表 1 - 3 世界の林産物消費における中国の占有率推計

	2000 年	2020 年	2020 年
		高成長（年平均 7.7%）	中成長（年平均 5%）（成長率は中国の率）
用材丸太換算	9%	21%	17%
製材品	3%	5%	4%
合板	19%	27%	23%
木質ボード	9%	19%	14%
紙・板紙	13%	30%	21%

その一方で、経済成長率が低く、開発途上国の一人当たり GDP 増加率が低い場合には、産業用材の代わりに薪炭材の需要が増大する。その結果、産業用材と薪炭材の合計の生産量は、開発途上地域の成長率が高い場合と大きく変わらないという推定結果になった。

エ 考察

丸太や製材、合板、ボード、紙などの生産量や消費量については、過去の変動率等から直観的に予想される通りの結果が得られた。今後、世界人口は伸び率が鈍化しながらも数十年間は増大を続けていく見通しであり、経済成長にともなって林産物消費も拡大傾向を続ける見通しである。しかし、製材品については消費が停滞気味で、今後も大幅な拡大は起こりにくい見通しである。これに対して木質ボードや紙の消費量は今後もかなりの拡大を続けると見通される。

世界全体の総森林蓄積量はほぼ一定ないしは若干の低下傾向にあると推定されているが、主要な産業用材生産国では蓄積が増加傾向にあるため、産業用材の生産基盤としての資源量はむしろ拡充傾向にある。

丸太消費量の伸びと人工林の拡大による成長量の伸びの関係についても知見を得ることができた。世界経済が順調に拡大した場合には、産業用丸太消費量が10年あたり2～3億 m^3 程度増加する見通しである一方で、毎年的人工林面積の拡大も250万ha～400万haにおよぶと推定される。新規の人工林1ha、1年あたりの成長量が平均10 m^3 で、人工林伐採の蓄積インパクト係数が1.25だとすれば、生産力の拡大も10年あたり2～3億 m^3 程度と推定される。

また経済成長が林産物消費の拡大に与える影響や、古紙の利用率が丸太消費量に与える影響についてもシミュレーションによって評価できるようになった。長期的な経済成長率の大きさによって、将来の林産物需要の大きさもかなり変化する。

将来の林産物消費において、丸太の用途別需要の推計や、国・地域別の消費量の変化についての推計もできた。製材・合板に対して、ボードや紙の需要が伸びる見込みであることを考えると、古紙の利用率や、リサイクル材によるボードの製造などが、今後さらに丸太の需要に大きな影響をもつと予想される。製材・合板に対して、ボードや紙の需要が伸びるということは、需要される丸太の質にも重要な影響がある。製材・合板用の高品質の丸太の消費はそれほど拡大せず、ボードやパルプ用の短伐期早生樹材の需給が拡大する可能性が高い。

将来の林産物価格については、供給関数の変数に前期生産量を組み込むことによって、供給基盤整備による供給曲線の移動を反映させようとしたが、推定された需要と供給の価格弾性値が非常に低かったために、シミュレーション結果として得られた将来の価格は、過去の変動や将来予想される供給コストから見て非現実的と思われるほど高くなってしまった。この点については推定結果とモデル化に不適切な部分が残っていると考えられる。今後の検討課題である。

オ 今後の問題点

WFPM 改良に利用した統計資料は、主として世界各国を網羅的に把握したものであるが、各国事情を十分には反映できていない面があり、より多くの情報をモデルに反映させて精度を向上させるには、各国や業界団体の発行する統計資料類の収集・活用が必要である。また、世界的に開発の進んでいる数理計画モデルに対して、WFPM は連立方程式体系モデルとして開発したものであるが、多様化する森林問題を念頭にシミュレーション分析を行うには、それぞれの長所短所をさらに精査して開発改良を進める必要がある。

このほか今後の課題として以下のようなものが考えられる。

- ・世界各地の市場データによる価格の異なる丸太の区分とそれらの価格・量の関係の解明
- ・世界各国の造林、森林成長量見通し、
- ・世界各国の林業コストにもとづく、価格形成機構の解明と価格見通し
- ・原料／製品間の投入産出やリサイクルに関する技術見通し
- ・住宅部門と木材需要との関連性
- ・木質バイオマスエネルギー利用が林産物市場に与える影響
- ・その他

カ 要約

世界の森林資源、林産物生産・貿易・消費等に関する最新のデータを収集し、それに適切な処理を施すことによって世界モデル用のデータセットを改訂し、林産物需給の価格・所得弾性値の推定、資源の成長量、産業用丸太および薪炭材の生産が森林蓄積に与える影響、火災等の災害による蓄積の減少率などの推定、および丸太から製品への変換係数とその変動に関する推定を行った。具体的には、公表された最新の統計資料（FAO 林産物統計、国連国民経済計算統計等）を利用して、モデルに用いるデータセット（林産物生産・消費・貿易量、貿易価格、世界森林資源評価等）の改訂とパラメータ調製（丸太から林産物への変換係数、紙生産における木材パルプ消費量の年変化等）を行った。また、過去の森林蓄積変化に整合するように、産業用材・薪炭材別の丸太生産が森林蓄積や天然林面積に与えるインパクト係数や、成長量および森林火災等の災害による蓄積被害率等の取り得る大きさの組み合わせを推計し、森林蓄積変化が丸太供給関数をシフトさせるものとして蓄積と丸太生産の双方向の影響をモデル化した。

さらに国別データを用いたパネル分析による需要関数の推定と、世界合計データを用いた時系列分析による需要関数と供給関数の同時推定を行い、製材品、単板・合板、ボード類、紙の需給に対する独自の価格弾性値、GDP 弾性値等を得た。ここで新たに推定された需給構造と、弾性値などのパラメータおよび資源変動構造を林産物需給モデルに組み込み、モデルの改良を行った。

これらを踏まえた改良世界林産物需給モデル(WFPM)を用いて 2030 年までの世界林産物市場と世界の森林資源の長期推計を行った。その結果、製材品需要の停滞ないし緩やかな拡大と、紙及び木質ボード類の大幅な消費拡大が予想された。また、予想される産業用丸太消費拡大のペースは、最近の人工林面積拡大傾向による森林成長量増加のペースと、ほぼ近い水準にあると推計された。とくに経済成長とともに林産物消費量が急増している中国では、同時に紙に対する木材パルプの配合率が高まっていることを考慮してシミュレーションした。その結果、世界的に古紙の配合率が高まるものとして推計した場合に比べ、丸太需要の増加は顕著に大きくなった。新興市場の影響として、中国等で高い経済成長率が続けば、世界の産業用丸太の消費量が 2020 年までに 2000 年の 1.3 ～ 1.5 倍程度に増加し、世界の林産物需要（用材丸太換算）に占める中国のシェアが 2 倍以上に増大する可能性がある。

キ 引用文献

- 1) Joseph Buongiorno et. al. (2003) The Global Forest Products Model. Academic Press
- 2) 小山修、古家淳、岡裕泰、田村和也 (2002)、世界林産物需給モデルの開発、国際農業研究情報 27、国際農林水産業研究センター

(岡裕泰、立花敏、田村和也)

第2章 国内林産物市場の構造解明と長期推計

ア 研究目的

森林・林業基本計画に沿った多様な森林整備を図るためには、国産材の供給および利用の確保が不可欠であり、そのためには国内市場を的確に把握・分析し需要拡大に向けた各種施策を立案、実行していく必要がある。そこで、本課題では将来推計に向けた包括的な林産物需給モデルを構築し、経済的社会的環境の変化や想定される政策シナリオの下での国内林産物需給の将来推計を行うこととした。

これまで林野庁や研究者により木材需給の長期見通しあるいは将来予測が示されてきた。林野庁による長期見通しが包括的であり、かつ数年おきに公表されているから、その中の最近のものを以下に示す。

森林計画研究会編（1987）は、「マーケットメカニズムを模式化・単純化した需給均衡モデル」ⁱにより、木材需給に関して1984年実績の9,400万 m^3 （うち国内供給量3,500万 m^3 ）から1994年の9,900～10,100万 m^3 （同4,000～4,300万 m^3 ）へ、2004年の10,400～10,800万 m^3 （同4,500～5,200万 m^3 ）へと増加する見通しを示した。

森林基本計画研究会編（1997）は、森林計画研究会編（1987）と同様の方法ⁱⁱにより、1992～94年の年平均実績の11,100万 m^3 （同2,700万 m^3 ）から2005年の11,500～11,900万 m^3 （同3,200～3,400万 m^3 ）へ、2015年の11,900～12,600万 m^3 （同3,600～4,000万 m^3 ）へと増加する見通しを出した。なお、この際には「すう勢を基礎として計算した場合」の見通しも示され、2005年に11,300万 m^3 （同2,000万 m^3 ）、2015年に11,500万 m^3 （同1,700万 m^3 ）と推移する可能性も指摘した。

さらに、森林・林業基本政策研究会編（2002）は、「森林・林業基本計画」の参考資料として、国産材利用の1999年実績2,000万 m^3 から、2010年に「すう勢」としては1,500万 m^3 、「目標」としては2,500万 m^3 という見通しを示している。樹種別素材材積に関して、1999年のスギ800万 m^3 、ヒノキ200万 m^3 、カラマツ200万 m^3 、その他800万 m^3 から、2010年の目標として同順に1,000万 m^3 、400万 m^3 、300万 m^3 、900万 m^3 、2020年に同1,300万 m^3 、700万 m^3 、400万 m^3 、900万 m^3 を掲げた。2010年に目標とする2500万 m^3 の内訳は、製材用材1,800万 m^3 、パルプ・チップ用材500万 m^3 、合板用材とその他が各100万 m^3 となっている。

ここでは、森林・林業基本政策研究会編（2002）の見通しを念頭に置きつつ、樹種別国産材丸太、輸入丸太、輸入木材製品の需給構造について計量経済モデルを構築し、2020年までの日本の木材需給見通しに関してシミュレーションを行う。

イ 研究方法

（1）方法

構築する木材需給モデルについて図2-1のような関係とする。すなわち、国産材セクターとしてスギ、ヒノキ、カラマツを含むその他針葉樹、広葉樹の別に4丸太市場に分け、輸入材セクターとしては輸入丸太と輸入木材製品の2つの市場を想定する。以下では、それぞれの市場における供給行動と需要行動の捉え方、モデルの推定方法について説明するⁱⁱⁱ。

国産材セクターの供給者は森林所有者と素材生産業者であり、彼らは国産材丸太価格を見て供給量を決定する。国産材丸太価格が高まると供給は増加するから、この価格は供給量にプラスの影響を与える。ここでは、スギ丸太、ヒノキ丸太、その他針葉樹丸太、広葉樹丸太ごとに、丸太価格変数として各々に対応する 4 つの価格を採用する。また、供給に影響する要因としては、9 齢級以上の民有林面積、伐出生産性、伐出労賃単価、林道延長等が考えられる。第 3 章 2 で見るように、伐採可能面積として木材供給に資する森林として、スギ、ヒノキ、その他針葉樹、広葉樹の 9 齢級以上の民有林面積を採用することとした。森林蓄積量も変数として考えられるが、1970 年センサスに樹種別齢級別の蓄積データがないことから、同系列の森林蓄積量を用いることは出来なかった。対象林面積や林道延長が増えれば供給量は多くなり、伐出生産性の高まりも供給増へと結び付くため、これらはプラスに寄与すると考えられる。他方、伐出労賃単価の高まりは生産活動におけるコスト増を意味するから、マイナスに影響することが想定される。

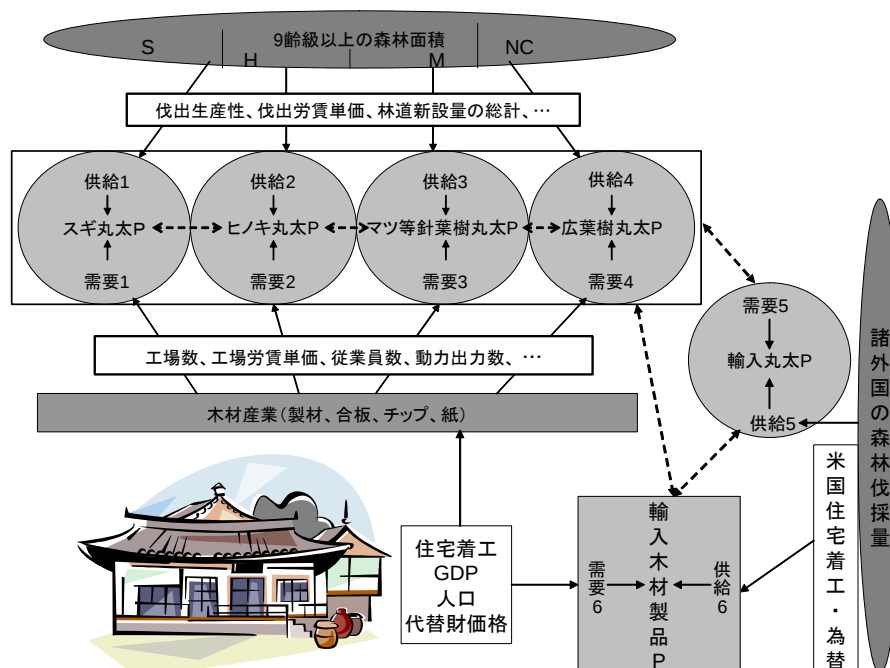


図 2-1 木材需給モデルの模式図

注：S はスギ、H はヒノキ、M はカラマツを含むその他の針葉樹、NC は広葉樹を表す。

他方、国産材丸太を需要するのは製材品、合板、チップ等の木材加工業者であり、彼らは素材価格としての丸太価格を見て需要量を決定する。需要者の行動として価格が高まれば購入を減らすと考えられるから、価格は需要量に対してマイナスになると想定される。また、丸太需要量に影響する要因として、工場数や工場労賃単価、労働者数、動力出力数、代替財としての窯業土石製品価格等が挙げられる。工場数が多くなれば産業としての丸太需要が増えるだろうし、労働者数や動力出力数の増加も需要増に繋がる。これらの要因はプラスの影響を与えることが想定される。工場労賃単価の上昇は、工場経営のコスト増を招いて需要量を減らすことに繋がる可能性がある^{iv}から、マイナスに影響すると考えられる。さらに、ある丸太の需要に対して他の丸太は代替財^vとなり得るから、他の丸太価格はマイナスに影響することも想定される。また、石膏ボード等の窯業土石製品は木材製品の代替財となるから、その価格はプラスに寄与するであろう。こ

これらの要因に加えて、需要行動には所得効果があり、その増加により需要は増えるから、木材加工業者の売り上げ等も重要な要素となる。

輸入材セクターにおいて、丸太の輸出供給量は輸出国の森林所有者、素材生産業者、シッパー、商社等が輸入丸太価格を見て決定する。国産材丸太供給行動と同様に、日本向けの価格が高くなると彼らは輸出供給を増やすであろう。また、諸外国の経済水準や住宅着工戸数が林産物貿易に影響を与えており、それらが高まった国では林産物需要が増加するから、日本向け輸出は減少すると考えられる。したがって、これらの要因は日本向け輸出供給に対してマイナスに影響する。また、木材生産国の森林伐採量が増加すると日本向け輸出も増加すると期待されるから、その森林伐採量はプラスに寄与することが期待される。為替レートは貿易構造に強い影響を与えるが、日本国内の輸入丸太価格を一定とすると、円高が進むことにより輸出価格が上昇することになるから、輸出供給の増加に結び付くだろう。つまり、為替レートの寄与の方向としてはマイナスとなる。

輸入丸太需要については、国産材丸太と同様に需要者は日本国内の木材加工業者であり、需要行動も同様に考えられる。したがって、ここでの自己価格としての輸入丸太価格を除くと、用いる説明変数は上述の国産材丸太需要と同様となる。

輸入木材製品セクターにおける供給に関しては、輸入丸太供給と同様の構造として捉えられる。ここでの供給者は木材加工業者、シッパー、商社等である。自己価格としての輸入木材製品価格の他に、諸外国の経済水準や住宅着工戸数、木材生産国の森林伐採量等が変数として想定される。

輸入木材製品の需要者は、二次加工業者や大工・工務店、建築業者、家具業者等であり、輸入木材製品価格を見て輸入木材製品需要量を決定する。輸入木材製品価格が上昇すれば需要は減り、低下すると逆に増えると考えられるから、寄与の方向はマイナスである。また、国産材木材製品や国内加工輸入材製品、窯業土石製品は、輸入木材製品需要の代替財となり得るから、国産材丸太価格、輸入丸太価格、窯業土石製品価格はマイナスに影響することが想定される。住宅着工量や国内総生産（GDP）の増加は、需要を拡大するから、これらはプラスに寄与すると考えられる。

以上が、各市場で想定される経済主体の需給行動である。構築するモデルは、国産材丸太の 4 市場、輸入丸太市場、輸入木材製品市場の各々の需要と供給が一致する需給均衡体系とし、それぞれの市場における価格を他の市場で代替財価格として用いることにより市場同士が結び付く構造とする。需要関数と供給関数の推定には 1973～2002 年の 30 年間の年次データを用い、推定バイアスを回避するために二段階最小二乗法（2SLS）を採用する^{vi}。そして、上述の要因を説明変数とし、ステップワイズ法により、期待される符号で有意となった変数のみ残した。

（２） 用いるデータ

国産材丸太需給量は、農林水産省「木材需給報告書」、林野庁「木材需給表」の樹種別素材供給量を用いた（表 2-1）。輸入丸太量は財務省「貿易統計」によった。輸入木材製品需給量については、丸太換算の木材供給量から国産材丸太供給量と輸入丸太量を差し引いた値とした。

価格データについては、日本銀行「物価指数年報」「物価指数月報」からスギ、ヒノキ、マツの中丸太国内卸売物価指数、広葉樹丸太価格の代理変数としてパルプ材国内卸売物価指数、輸入木材製品価格として木材・同製品の輸入物価指数、輸入丸太価格には「木材需給報告書」の米ツガ丸太価格をとった。また、木材製品の代替財価格としては、窯業・土石製品の国内卸売物価指数

をとった。伐出労働賃金には厚生労働省「林業労働者職種別賃金調査」から7業種平均の日額賃金^{vii}、木材加工業の労働賃金としては総務庁「日本統計年鑑」から木材・木製品加工業の平均月給額をとった。これらの価格と賃金は、総合卸売物価指数により1995年を基準に実質化した。

表2-1 用いたデータとシミュレーションに向けた仮定

変数名	出典	ケース1	ケース2	ケース3
スギ丸太需給量	農林水産省「木材需給報告書」、林野庁「木材需給表」	—	—	—
ヒノキ丸太需給量		—	—	—
その他針葉樹丸太需給量		—	—	—
広葉樹丸太需給量	財務省「貿易統計」	—	—	—
輸入丸太需給量		—	—	—
輸入木材製品需給量	財務省「貿易統計」、林野庁「木材需給表」	—	—	—
スギ民有林人工林面積	「林業センサス」の9齢級以上の値を時系列に連結	1990～2000年のデータに基づき外挿		
ヒノキ民有林人工林面積		—	—	—
その他針葉樹人工林面積		1990～2000年のデータに基づき外挿		
広葉樹林面積(9齢級以上)	日本銀行「物価指数年報」「物価指数月報」	—	—	—
スギ中丸太国内卸売物価指数		—	—	—
ヒノキ中丸太国内卸売物価指数		—	—	—
マツ中丸太国内卸売物価指数		—	—	—
パルプ材国内卸売物価指数		—	—	—
木材・同製品の輸入物価指数		—	—	—
窯業・土石製品国内卸売物価指数		年率0.5%で下落		
米ツガ丸太価格	農林水産省「木材需給報告書」	—	—	—
伐出労働賃金	厚生労働省「林業労働者職種別賃金調査」	年率0.5%で上昇		
1人1日当たりの伐出生産量(伐出生産性)	林野庁「立木市場動態調査結果報告書」「立木価格変動動向要因分析調査報告書」「素材生産費等調査報告書」	2002年水準に固定	年率4%で増加し2020年に倍増	年率7%で増加し2020年に11m ³ /日/人
木材・木製品加工業平均月給額	総務庁「日本統計年鑑」	年率0.5%で上昇		
林道延長	林野庁監修「林業統計要覧」の民有林林道(自動車道)新設量を年々で加算	2002年水準に固定	年率1.5%で増加	
製材用動力出力数	農林水産省「木材需給報告書」	2002年水準に固定	年率0.5%で増加	
製材工場数、チップ工場数、合単板工場数		—	—	—
製材工場従業者数		年率2%で下落		
国内総生産(GDP)	内閣府経済社会総合研究所「国民経済計算年報」	年率0.5%で上昇		
日本住宅着工戸数	建設省・国土交通省「建築統計年報」	—	—	—
米国民間新設住宅着工戸数	日刊木材新聞社「木材建材ウィークリー」No.1500	2004年までは実際値、2005年以降は年率0.5%減少		
北米西海岸地域森林伐採量	USDA-Forest Service「Production, Prices, Employment, and Trade in Northwest Forest Industries」	2002年水準に固定		
為替レート	日本銀行のインターバンク相場中心値期中平均	2004年まで実際値、2005年以降は1ドル120円に固定		
スギ加工セクターの売り上げ	農林水産省「木材需給報告書」、林野庁「木材需給表」、日本銀行「物価指数年報」「物価指数月報」	2002年水準に固定		
ヒノキ加工セクターの売り上げ				
その他針葉樹材加工セクターの売り上げ				
広葉樹材加工セクターの売り上げ				
輸入丸太加工セクターの売り上げ	財務省「貿易統計」、農林水産省「木材需給報告書」			
ダミー変数73	1973年を1、他の年を0とする	0		
ダミー変数98	1998年を1、他の年を0とする	0		
タイムトレンド	西暦より1900を差し引いた値	負のトレンドが継続	負のトレンドなし	トレンドが正に変化

注1: 太字となっている変数は内生変数、それ以外は外生変数である。

注2: 「—」としているのは、内生変数はシミュレーション結果として産出されるため、外生変数は構造モデルの推定で有意にならなかったことを表す。

民有林面積は、「林業センサス」の9齢級以上の値を用いて時系列に連結した^{viii}。林道延長については、「林業統計要覧」の民有林林道(自動車道)新設量を年々で加算した値をとった。既設林道

は、県道や国道への格上げにより変化するため、この方がより実態に即すると考えたためである。動力出力数としては木材産業の他部門の合計値が望ましいが、ここでは入手可能な「木材需給報告書」の製材用動力の総出力数をとることとした。木材加工業の労働者数についても同様に「木材需給報告書」の製材工場の従業者数をとった。また、工場数に関しては、「木材需給報告書」の製材工場数、チップ工場数、合単板工場数を個別にとった。住宅着工については、建設省・国土交通省「建築統計年報」より、年間の着工戸数と床面積を採用して推定してみることとした。売り上げ変数としては、それぞれの代表的製品価格（例えば 10.5cm 角のスギ正角価格やヒノキ正角価格）に丸太需要量（例えばスギ丸太需要量やヒノキ丸太需要量）を掛け合わせた数値を用いた。国内総生産（GDP）は内閣府「国民経済計算年報」からとり、為替レートは日本銀行の公表するインターバンク相場中心値期中平均^{1x}とした。

また、外国の住宅着工戸数については、日本の林産物輸入と関係の深い主要国を取り上げて広くとることが望ましいが、時系列データの入手が可能で且つ世界の林産物貿易に強く影響を与える米国民間住宅着工戸数を採用することとした。また、木材生産国の森林伐採量としては、時系列データの入手可能性と信頼性の観点から、米国北西海岸地域とカナダ BC 州の値を用いることとし、USDA-Forest Service の「Production, Prices, Employment, and Trade in Northwest Forest Industries」のデータを利用した。

ウ 結果

（１） 需給モデルの推定結果

2SLS による供給関数の推定結果を表 2-2 に示した。決定係数が 0.9 を上回ったことから、このモデルで 90% 以上の説明ができたことになるが、系列相関の有無をテストするダービン・ワトソン比（DW）が 1 を下回ったものがあり、改善の余地を残している。

国産材に関しては、その他針葉樹の丸太供給の自己価格が 5% 有意に達しなかったが、他については自己価格の係数は 0.285~0.706 と推定された。ヒノキの価格弾性値が低く、広葉樹丸太のそれが高いという結果である。ヒノキ供給を例にとると、自己価格の係数は 0.285 と推定されたから、価格が 1% 上昇すると供給量は 0.285% 増加することを表している。それに対して、広葉樹丸太供給の自己価格の係数は約 2.5 倍であり、供給の弾性値が高いことが分かる。

伐出生産性の係数は、スギ供給関数で 1.195、ヒノキで 0.714、その他針葉樹で 1.757、広葉樹で 1.040 となり、全ての推定で有意となった。スギ供給を例にとると、生産性が 1% 高まると供給は 1.2% 近く増加することを表しているから、その効果は大きいと言える。この推定結果は、高性能林業機械の導入等によって伐出生産性が高まると、国産材供給が大きく増加する可能性を示唆するものである。

森林面積については、スギ丸太とその他針葉樹丸太のみで有意となった。両者とも係数は 0.5 であり、9 齢級以上面積が 1% 拡大すると供給量は 0.5% 増加するという推定結果である。これらの結果は、伐採可能な森林面積の増加が、それに見合う供給増へと結び付いていないことを示唆しているから、資源の有効活用に向けた更なる取り組みが必要と考えられる。

輸入丸太の供給では、自己価格の係数が 0.608 と推定され、スギやヒノキに比べて大きい。この結果は、スギ丸太、ヒノキ丸太、輸入丸太の価格が同じ程度上昇する場合に、輸入丸太の供給がより多くなることを示している。また、米国の民間住宅着工戸数、米国とカナダにおける森林伐採量

の係数が有意となり、推定された係数は-0.202 と 1.094 であった。米国の住宅着工が 1%増加すると海外から日本への丸太輸出供給は 0.2%減少し、米国とカナダにおける森林伐採量が 1%増加すると両国を始めとする海外から日本への丸太輸出量は 1%増加するという結果である。

輸入木材製品の供給では、自己価格の係数が 0.452 と推定され、価格が 1%上昇すると供給量は 0.452%増加するという結果となった。米国の民間住宅着工戸数と為替レートの係数も有意となり、同順に-0.153 と-0.549 となった。為替レートが有意となったことから、その変化が諸外国から日本への木材製品輸出に強く影響することを意味している。

供給面の全体をとおして見ると、全てタイムトレンドが有意となり、供給面に一定のすう勢があることを示している。その中でも、輸入製品のみがプラスとなったことが注目される。すう勢としては、丸太供給に減少が、輸入製品の供給には増加が現れていると判断されるのである。

表 2-2 供給関数の推定結果

		定数	自己価格	伐出生産性	伐出労賃単価	林道延長	自己林面積	タイムトレンド	R ² /DW
スギ丸太	推定値	4.302	0.436	1.195			0.500	-0.059	0.903
	t値	7.596	10.630	7.129			5.010	-5.099	1.741
ヒノキ丸太	推定値	9.007	0.285	0.714				-0.037	0.976
	t値	22.821	5.962	9.411				-13.891	1.369
マツ等丸太	推定値	2.757	0.156	1.757	-0.297	1.212	0.504	-0.153	0.988
	t値	0.880	1.567	6.277	-2.013	4.358	2.999	-5.854	1.887
広葉樹丸太	推定値	9.523	0.706	1.040	-1.173	1.206		-0.090	0.985
	t値	2.030	2.172	2.554	-4.312	3.388		-7.370	0.854

		定数	自己価格	米国住宅着工	米加伐採量	為替レート	ダミー73	タイムトレンド	R ² /D-W
輸入丸太	推定値	-4.750	0.608	-0.202	1.094		-0.233	-0.029	0.975
	t値	-1.968	4.805	-2.849	8.743		-2.570	-16.052	1.396
輸入製品	推定値	11.405	0.452	-0.153		-0.549		0.013	0.965
	t値	9.979	3.652	-2.053		-6.097		3.467	1.139

注：自己価格は、スギ丸太市場のスギ丸太価格、ヒノキ丸太市場のヒノキ丸太価格、カラマツ等その他針葉樹丸太市場のマツ丸太価格、広葉樹材市場のパルプ材価格、輸入丸太市場の輸入丸太価格、輸入木材製品市場の輸入木材製品価格を指す。また、自己林面積についても、スギ丸太供給ではスギ民有林 9 齢級以上面積、その他針葉樹丸太供給ではその他針葉樹民有林 9 齢級以上面積を表す。

2SLS による需要関数の推定結果は、表 2-3 に示すとおりである。供給関数と同様にダービン・ワトソン比の低い結果が残っており、改善の余地がある。

国産材の需要に関しては、自己価格の係数が-0.290～-0.529 の範囲で推定された。ヒノキ価格の係数が-0.290 と最も小さく、スギ価格は-0.341 であった。それぞれの価格が 1%高まると、ヒノキ丸太需要は 0.290%、スギ丸太需要は 0.341%減少することを示している。また、スギ丸太、ヒノキ丸太、その他針葉樹丸太の需要関数で総動力出力数と売上額の係数が有意となり、同順に 0.415～0.625、0.367～0.925 の値となった。前者は、動力出力数の高まりにより国産材丸太需要が増加することを示す結果である。また、その他針葉樹の丸太需要関数のみにおいて、代替財価格として取

り上げた窯業土石製品価格の係数が 0.907 で有意となり、輸入製品需要量もマイナスで有意となった。

輸入丸太の需要に関しては、自己価格の係数が-0.722 であり、上述の国産材よりも価格弾性値が大きくなった。総動力出力数や工場労賃単価、製材工場労働者数等の係数も期待どおりの符号で有意となった。

輸入製品の需要に関しては、自己価格、スギ丸太価格、輸入丸太価格、GDP 等の係数が有意となった。輸入丸太価格の係数が 0.975 という高い値に推定された。輸入丸太価格の上昇により輸入製品への代替が進むことを示唆する結果である。スギ丸太価格に関しても、係数が 0.277 に推定され、その変化が輸入製材の需要に影響することを示している。また、GDP の係数が 1.722 に推定されたのは、1990 年代の木材製品輸入の急増に起因する可能性がある。

需要面の全体をとおして見ると、派生需要を生むと考えられる住宅着工量が寄与しない推定結果となった。このことは木材製品需要を含めたモデル改良の必要を示唆するものと言え、その観点からは現モデルは日本の林産物需要の実態を十分に反映できていないと考えられる。また、売り上げの変数についても、より実態に即したデータを用いることが望ましい。これらは、今後の改善が必要な点である。

表 2-3 需要関数の推定結果

		定数	自己価格	総動力出力数	工場労賃単価	製材工場労働者数	窯業土石製品価格	売り上げ	輸入製品需要	タミ-98	R ² /D-W
スギ丸太	推定値	-3.946	-0.341	0.415				0.446		-0.055	0.932
	t値	-1.606	-5.057	2.979				9.714		-2.441	1.487
ヒノキ丸太	推定値	-2.905	-0.290	0.388				0.367		-0.089	0.952
	t値	-2.021	-1.965	3.305				5.055		-2.484	0.687
マツ等丸太	推定値	-8.139	-0.387	0.625			0.907	0.925	-0.570		0.973
	t値	-3.250	-2.495	3.178			3.203	8.065	-5.522		1.323
広葉樹丸太	推定値	-1.651	-0.529		-0.218			1.111			0.997
	t値	-2.469	-4.380		-6.303			34.241			1.834
輸入丸太	推定値	-1.038	-0.722	0.287	-0.774	0.387		0.743			0.997
	t値	-0.873	-14.437	3.740	-6.109	2.270		20.153			1.832

		定数	自己価格	スギ丸太価格	輸入丸太価格	GDP	タミ-73	R ² /D-W
輸入製品	推定値	-24.199	-0.406	0.277	0.975	1.722	-0.192	0.974
	t値	-9.692	-2.166	2.707	5.025	14.394	-2.203	1.677

(2) シミュレーション分析

1) シナリオの作成

前項の需給モデルを用いて 2020 年に向けたシミュレーションを行った。外生変数の 2020 年までのデータについては、過去 10 年間の推移と近年の動向を踏まえて、表 2-1 のように仮定した。

例えば、人工林面積については、1990～2000 年の推移に基づき、この傾向が続くと仮定して外挿した。また、窯業・土石製品価格指数は年率 0.5%で低下し、伐出労働賃金、木材・木材製品加工

業賃金、GDP については年率 0.5%で上昇するとした。米国の民間新設住宅着工戸数は 2004 年までは実際の値を用い、2005 年以降については米国経済が過熱気味であるという経済専門誌や木材業界誌の記事を踏まえて年率 0.5%で減少すると仮定した。米国北西海岸地域とカナダ BC 州の森林伐採量については、今後の動向が不透明であることから、2002 年の水準に固定した。為替レートについては 2004 年まで実際値、2005 年以降は 1 ドル 120 円に固定した。

シナリオとして 3 つのケースを想定した。まず、現状の縮小傾向が続くケースであり、伐出生産性、林道延長量、製材工場動力出力数に変化がなく、供給における負のタイムトレンドが継続するとした。つぎに、縮小傾向が止まるケースであり、伐出生産性が年率 4%増で高まって 2020 年に現在の 2 倍近くになり、林道延長量は過去の推移を踏まえて年率 1.5%で増加して現在の 3 割程度伸び、動力出力数は年率 0.5%で増えるとした。この時、負のタイムトレンドはなしとした。さらに、好転するケースを仮定した。すなわち、高性能林業機械の導入が進み、皆伐における伐出生産性が 10m³/日/人程度に高まっている皆伐地も出てきていることから、伐出生産性が年率 7%増で高まって 2020 年に 3 倍超の約 11m³/日/人になるケースである。この時、林道延長量は過去の推移を踏まえて年率 1.5%で増加し、動力出力数は年率 0.5%で増えることとし、近年の地球温暖化対策としての間伐材生産の増加あるいは合板製造や集成材製造におけるスギ材利用の増加傾向を念頭に、これまでの負のタイムトレンドが正に転換することを想定した。

2) シミュレーション結果

<ケース 1>

2002 年までの減少トレンドが今後も続く場合、国産材の丸太需給量も丸太価格も 2020 年まで大きな変化はないというシミュレーション結果が得られた（図 2-2、図 2-3）。樹種ごとに見ると、スギ、ヒノキ、広葉樹が僅かに減少し、カラマツを含むその他針葉樹が若干増加する結果であった。それに対して、輸入木材製品と輸入丸太の数量は 1 割ほど増加し、価格が 2 割程度高まるという結果となった。

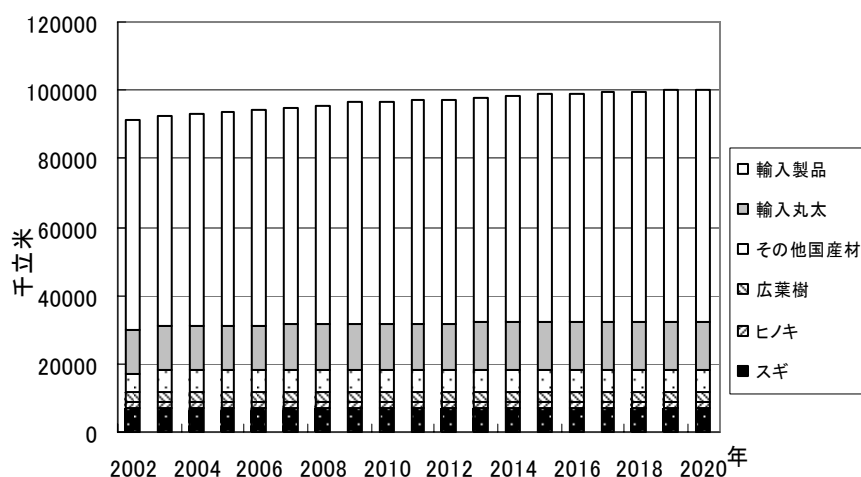


図2-2 ケース1:数量

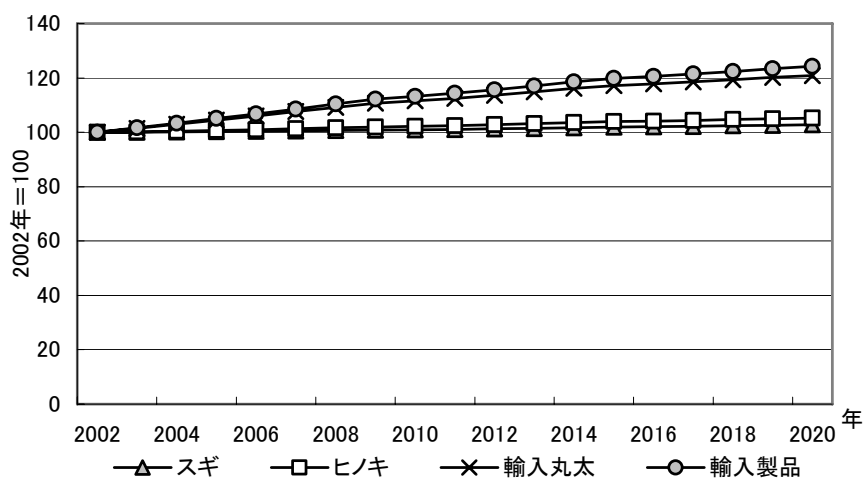


図2-3 ケース1:価格

<ケース 2>

伐出生産性が高まり、林道延長量が延びて、供給関数が推定された負のトレンドがなくなる場合には、国産材素材需給量が若干の増加となるシミュレーション結果を得た（図 2-4、図 2-5）。この場合の価格は、スギが若干低下し、ヒノキに変化はない。輸入木材製品と輸入丸太に関しては、数量がともに 1 割あまり増加し、価格は 2 割ほど高まるという結果となった。

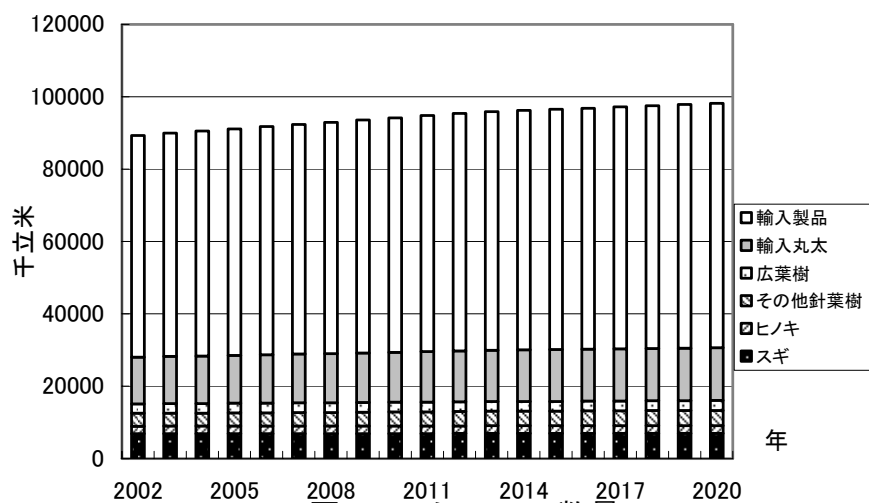


図2-4 ケース2:数量

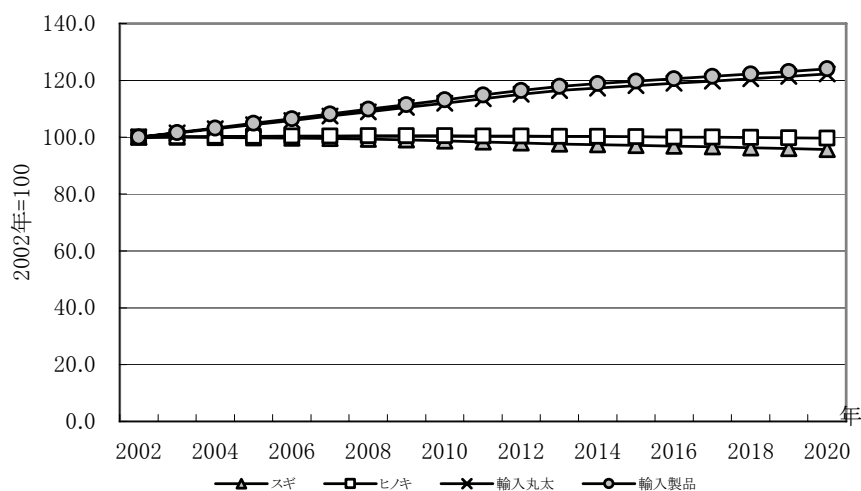


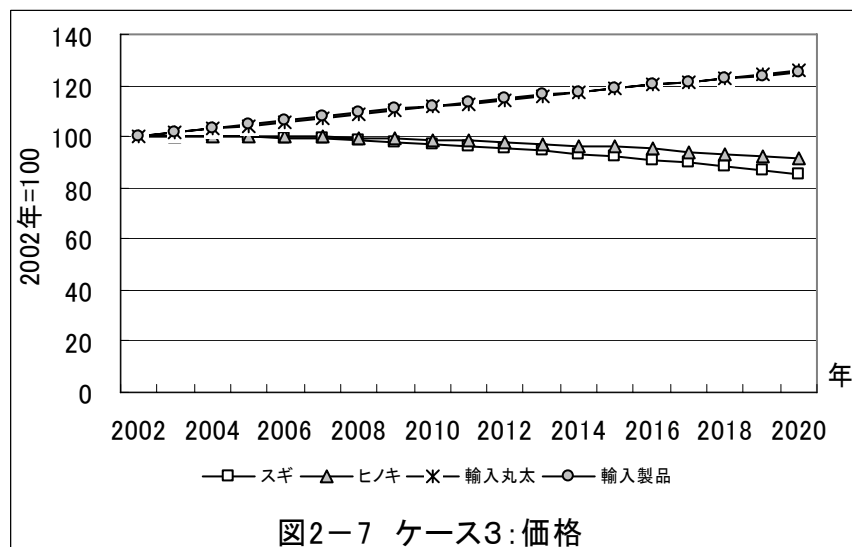
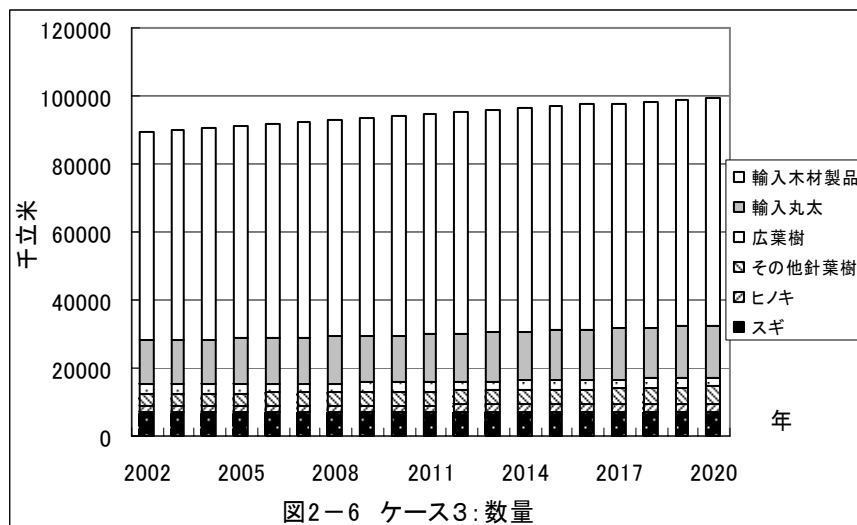
図2-5 ケース2:価格

<ケース 3>

地球温暖化対策としての間伐材生産の増加に示されるように、ここ数年は供給に正のトレンドが出始めていると考えられる。その纏まりが出てきている結果として、合板製造や集成材製造における国産材利用が近年増している。このことも念頭に置き、伐出生産性が大きく高まり、供給に正のトレンドが生じると仮定してシミュレーションしてみると、2020年の国産材素材需給量は2002年よりも200万m³あまり増加する結果が得られた(図2-6、図2-7)。シミュレーション結果を見ると、その他針葉樹丸太やスギ丸太の需給量が大きく伸びている。また、価格はスギもヒノキも1割以上低下するという結果となった。伐出生産性の高まりにより素材生産コストが低下し、丸太価格が低下することを示していると考えられる。

2002年以降、ネダノンの技術開発に伴って合板向けスギ材利用が増え、2004年に27万m³となり、カラマツ材の利用も17万m³となった。スギ材の合板利用に関しては、2005年に100万m³近くに増えたことが「木材建材ウィークリー」等で報じられている。こうした合板製造における国産材利用は、木材輸送船運賃の高まりや為替リスクを考えると今後も増加する可能性が高いと思われ、コア材の大半が国産材となる可能性もあるだろう。こうした傾向が続くならば、200万m³程度の増加は合板製造においてだけでも現実味を帯びてくるだろう。また、集成材向けのスギ材やカラマツ材の利用も期待されており、木材輸送船運賃の上昇等の要因が続くならば、輸入集成材や輸入ラミナに代わって国産材の利用が増えることも考えられよう。

輸入に関しては、丸太が2割近く、木材製品は数%増加するというシミュレーション結果となった。



エ・オ 考察と今後の課題

シミュレーション結果からは、供給面での負のトレンドを取り除くことが重要であることが分かった。供給に負のトレンドがなくなり、近年の伐出生産性の高まりと9齢級以上の民有林面積の増加等が進むことにより、国産材生産が増加しうることを示すことができた。また、その他針葉樹丸太の増加は林道延長量の延びが影響したと考えられ、こうした効果も期待される。しかしながら、国産材需給量の増加は大幅なものではなく、更なる取り組みが必要になると考えられる。

近年の動きから見ると、間伐材生産の推進が政策的に正の供給トレンドを作り出す可能性を持つことが期待される。それ以外には、森林所有者の林業外所得機会の増加や、短伐期施業から長伐期施業への移行、林業労働力の低下などは負のトレンドに結び付く可能性があるから、そうしたより具体的な要因に関する解明、そして対策が待たれるところである。

なお、ここで推定した需給モデルには、上述のとおり改善の余地が残っている。今後の人口減少局面を考えると、住宅着工量や人口による影響を捉えられるモデルが望まれるところであり、特に

木材製品市場モデルとの連結を含め、更なる改良を進めていきたい。

カ 要約

樹種別国産材丸太、輸入丸太、輸入木材製品の需給構造について計量経済モデルを構築し、2020年までの日本の木材需給見通しに関するシミュレーションを行った。需給モデルの推定には、1973～2002年の年次データを用い、連立方程式体系として二段階最小二乗法を適用した。供給関数の推定結果からは、伐出生産性が全ての国産材供給に寄与すること、9 齢級以上民有林面積がスギおよびその他針葉樹の丸太供給に寄与すること、全ての供給関数には負のトレンドがあること、米国の住宅着工量が日本への木材輸出に負に影響すること等が、一方、需要関数の推定結果からは、製材工場の動力出力数が丸太需要を高めること等が明らかになった。さらに、推定された需給モデルを用いたシミュレーションの結果としては、2000 年代初めの状況が続くならばスギやヒノキの需給量は減少する可能性があること、供給の負のトレンドを取り除いて伐出生産性の上昇や林道延長の延びが実現すると、9 齢級以上の人工林面積の増加も影響して国産材需給量が増加する可能性があることが示された。何れの場合にも、丸太輸入や木材製品輸入が増加し、それらの価格は上昇するという結果を得た。

キ 引用文献

森林計画研究会編（1987）新たな森林・林業の長期ビジョン、地球社

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、地球社

森林・林業基本政策研究会編（2002）新しい森林・林業基本政策について、地球社

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)： pp. 135-146

（立花敏）

ⁱ 146 頁に、「需給均衡モデルはわが国の森林資源、過去の伐採性向、木材生産コスト、国産材価格指数などを大きなファクターとしてシステム・ダイナミックスにより国産材の供給量を算定する『供給モデル』、経済成長率、住宅の木造率、外材価格指数、製造業賃金、エネルギー・コスト、製材の生産性などに国産材の価格指数を加えた形での計量経済学手法により国産材需要量を求める『需要モデル』により構成され、市場メカニズムの原理を活かし、需要、供給両面モデルの仲立ちをしながら、需要量と供給量が均衡するような価格指数を見つけ出すことによって需給量を決定するモデルである」と記載されている。

ⁱⁱ 242 頁に、「『需給均衡モデル』、『パルプモデル』、『その他モデル』、『国産天然林材モデル』という 4 つの数式モデルが主体となっており、前見通しとほぼ同様の手法体系である」と述べられている。

ⁱⁱⁱ 本モデルは、立花（2003）の研究成果を踏まえ、輸入丸太と輸入製材品の市場を加えて構成したものである。国産材丸太の需要関数と供給関数の定式化に関しては、立花（2003）を参照のこと。

^{iv} 経営者は、様々な経営要素についてコスト低減や原材料の有効活用を進めて、経営効率の改善を図ることが考えられるが、その中では費用最小化のため原材料を減らす行動を取ることも考えられる。

^v 例えば、輸入丸太価格が上がったときに、木材加工業者は輸入丸太に代わってスギ丸太を需要す

ることが考えられる。

vi 説明変数と誤差項とが独立ならば普通最小二乗法（OLS）で推定できる。だが、市場において需給量と価格とは同時に決定されるから、説明変数と誤差項とは独立とはならず推定に問題（バイアス）を生ずる。そこで、この問題を回避するために、需要関数と供給関数を同時に推定する連立方程式（同時決定方程式）体系とし、本研究のように二段階最小二乗法（2SLS）や三段階最小二乗法（3SLS）等の推定方法を用いる。

vii 厚生労働省「林業労働者職種別賃金調査」では7業種が取り上げられており、「チェーンソー伐木作業（自己所有）」の賃金単価が高いため、それを含める7業種の場合と含めない6業種の場合とが考えられる。ここでは、「チェーンソー伐木作業（自己所有）」は無視できないと考えて、総体を見ることを念頭に7業種の平均値をとっている。

viii データの詳細については、久保山裕史・鄭躍軍・岡裕泰（2003）主要な森林気象災害の林齢別被害率の推定と考察、日本林学会誌：85(3)を参照のこと。

ix 為替レートには基準外国為替相場、裁定外国為替相場、実勢外国為替相場、実効為替レートなど幾つかあるが、個別の銀行のレートではなく外国為替公認銀行間での取引を念頭に置くべきと考え、インターバンク相場の中心値期中平均をとることとした。

第3章 森林資源と伐採利用に関する長期見通し

1. 素材生産費及び労働生産性の推移と将来予測

ア 研究目的

素材生産費や労働生産性の動向は、林業経営にとって重要な要素である。そのために林野庁、都道府県林業試験場等では、定期的に素材の生産性や生産コストに関する調査を行っている。個別の調査結果としては、各都道府県の試験場報告等の形で、地形や林道の関係を考慮に入れた素材生産費や生産性の推定については「標準功程表と立木評価」、「機械化のマネジメント」といった書籍で見ることができる。また、補助金等の計算の際に国有林や都道府県で使用される「歩掛表」も、調査によって得られた成果である。

このように個別のシステムごとの生産性やコストの推定についてはデータもそろっているが、我が国全体の素材生産性やコストについて調査された資料は少ない。ここでは、「素材生産費等調査報告書」のデータに基づき、素材生産費および労働生産性の推移について解析を行うとともに、将来それらの値がどのように変化するかについて、いくつかの仮説を踏まえ、予測を行った。

イ 研究方法

(1) 資料説明

林野庁では県別に素材生産費及びそれに関係する各種因子を、1976年度以降、毎年調査し、その結果を、1976年度から平成元年度までは「立木市場動態調査結果報告書」、1990年度から1994年度までは「立木価格変動動向要因分析調査報告書」、1995年度以降は「素材生産費等調査報告書」（以下、報告書と略す）として公表している。これだけの長期間に渡り、素材生産費の構成要素を詳細に調査した資料は他にない。当初は、20県に満たない調査件数であったが、現在では沖縄県を除くすべての都道府県を対象に調査が行われている。調査樹種はスギ、ヒノキ、マツ、カラマツの4樹種で、全体の80%以上がスギ・ヒノキで占められている。平成12年度からは、間伐材生産割合の増加に伴い、スギ・ヒノキについては主伐／間伐別にその調査結果の報告をしている。その調査項目は、事業地ごとの面積、林齢、材積、搬出距離等の林分状況から、伐木・造材、集材の方法、経費、運材距離等、非常に多岐にわたるが、時期によって調査項目、分類の方法、階級幅の設定が異なっているため、時系列の変化を解析するには注意が必要である。

(2) 解析項目

解析では、長期間にわたり調査されている項目を中心に行ったが、年度により階級の幅が異なっている項目もあったため、そのようなデータについては、基データから再集計し、階級の幅をそろえる作業を行うなどして、解析を行った。また、樹種によって調査件数にばらつきがあるため、ここでは調査件数の多いスギ・ヒノキの主伐に焦点を絞り解析を行った。なお、素材生産費及び労働生産性ともに、伐木・造材から集材までのいわゆる伐出作業について解析を行った。特に断らない限りは、生産性とは、伐木造材及び集材の生産性のことで単位は $\text{m}^3/\text{人} \cdot \text{日}$ とし、生産費も同様に伐木造材及び集材にかかる費用のことで、単位は $\text{円}/\text{m}^3$ とした。

ウエ 結果と考察

(1) 素材生産費および労働生産性の推移

図 3-1-1 にスギ・ヒノキの労働生産性と素材生産費の年次変化を示した。1983 年にはスギ、ヒノキの生産性はそれぞれ、1.54、1.19 m³/人・日であったが、20 年後の 2003 年には、3.13、2.33m³/人・日と約 2 倍となっていた。一方、生産費についてみると、1983 年から 2000 年までは、スギ、ヒノキともばらつきはあるものの安定しており、その間の平均はスギで 8711 円/m³、ヒノキで 11319 円/m³であった。しかし、生産費は 2003 年には、スギで 7049 円/m³、ヒノキで 9462 円/m³と、3 年間で 2 割近くも下降していた。これらの要因について、報告書に記載されている項目から、調査地の搬出距離、林齢、集材方法の 3 つを取り上げ、分析を行った。

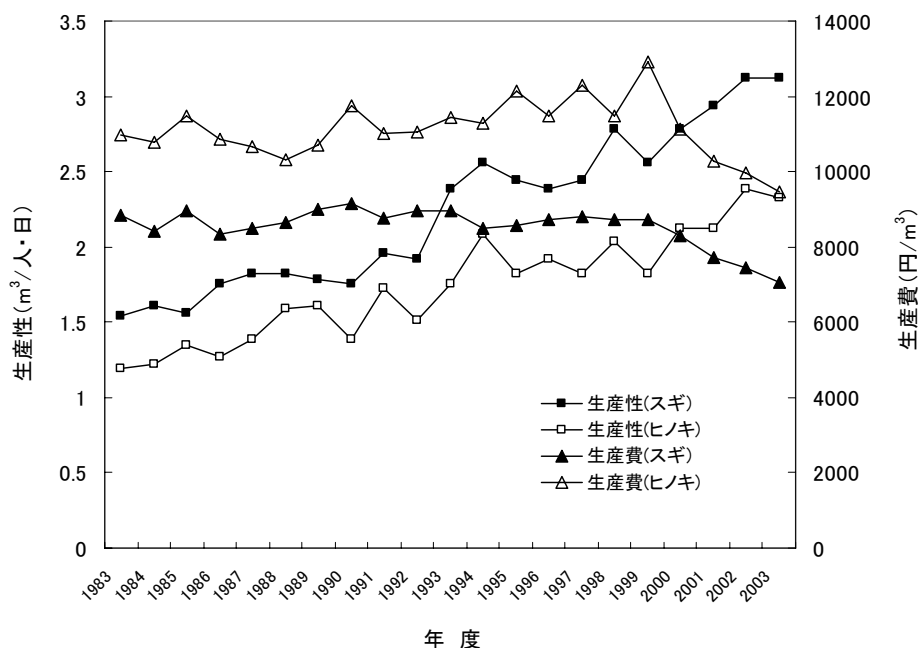


図3-1-1 スギ・ヒノキの労働生産性と素材生産費の年次変化

(2) 搬出距離、林齢に関する分析

表 3-1-1 に 1983 年以降のスギ・ヒノキ調査地における平均搬出距離・林齢を示した。搬出距離は 1994 年以前、林齢は 1995 年以前については、資料に記載されていないため、階級別に集計された結果を基に、筆者が再計算した。(表中のイタリック部分)。また、図 3-1-2 にスギの調査地について、搬出距離と林齢の推移をグラフに示した。

最初にスギについてみると、ばらつきはあるものの、1983 年以降、調査地の平均搬出距離が短縮し、林齢が上昇する傾向がみられた。一般に、搬出距離が短いほど、高齢級になるほど生産性は向上すると考えられており、図 3-1-1 の生産性の推移の結果と一致する。図 3-1-3 に、表 3-1-1 のデータを基に作成した労働生産性 P_L と搬出距離 D_Y の関係図を示した。近似式を当てはめると

$$P_L = 1207 / D_Y - 1.13 \quad (R^2 = 0.67) \quad (1)$$

となり、日本の労働生産性の目標の 1 つである 5 m³/人日を達成するためには、搬出距離を 200m 程度まで短縮する必要があることが示唆された。生産費と生産性については、先にも述べたが、

2000 年までは生産性の上昇にもかかわらず生産費はおおよそ一定であった。その理由としては、生産性が上昇した分、林業労働者の賃金も上昇したことが要因と考えられた。表 3-1-2 に厚生労働省「林業労働者職種別賃金調査」の伐出業労働賃金の推移を示したが、伐木造材作業者は 2001 年をピークに、機械集運材作業者は 1999 年をピークに賃金が下降しており、そのことが 2000 年以降の素材生産費の低下につながった。

次にヒノキについてみると、搬出距離についてはスギ同様に短縮する方向にあるが、林齢についてはスギほどはっきりとした傾向は見られなかった。スギと同様に労働生産性と搬出距離の関係を近似すると

$$P_L = 518 / D_Y + 0.41 \quad (R^2 = 0.37)$$

となり、5 m³/人日を達成するためには、搬出距離を 110m 程度まで短縮する必要があることが示唆された。スギのときに比べ、かなり搬出距離を短くしなければ同じ生産性を確保できない結果となった。一般にヒノキはスギに比べ枝払い等の造材作業の手間がかかることから、このような結果になったと推測された。

表3-1-1 スギ・ヒノキ調査地における平均搬出距離・林齢の推移

年度	スギ				ヒノキ			
	生産性 (m ³ /人・日)	生産費 (円/m ³)	搬出距離 (m)	林齢 (Yr)	生産性 (m ³ /人・日)	生産費 (円/m ³)	搬出距離 (m)	林齢 (Yr)
1983	1.54	8854	433	50	1.19	10969	420	62
1984	1.61	8399	404	51	1.22	10763	441	59
1985	1.56	8959	424	54	1.35	11471	496	59
1986	1.75	8357	435	54	1.27	10866	416	61
1987	1.82	8496	361	58	1.39	10681	393	63
1988	1.82	8634	388	56	1.59	10305	409	63
1989	1.79	8991	363	53	1.61	10705	324	66
1990	1.75	9149	439	56	1.39	11736	486	59
1991	1.96	8777	395	55	1.72	11024	483	63
1992	1.92	8958	393	54	1.52	11070	402	62
1993	2.38	8952	337	55	1.75	11434	459	62
1994	2.56	8488	378	55	2.08	11303	450	64
1995	2.44	8567	332	54	1.82	12130	357	63
1996	2.38	8708	319	55	1.92	11490	348	65
1997	2.44	8787	315	56	1.82	12298	332	66
1998	2.78	8721	291	54	2.04	11478	354	62
1999	2.56	8709	339	57	1.82	12898	363	63
2000	2.78	8297	345	60	2.13	11127	326	65
2001	2.94	7730	311	58	2.13	10271	353	65
2002	3.13	7452	347	60	2.38	9951	363	65
2003	3.13	7049	296	62	2.33	9462	283	66

表10-2 伐出労働者の1日当たりの賃金推移

年次	1989	1991	1993	1995	1997	1999	2001	2003
伐木造材作業者	9513	10924	11709	11916	12530	12520	12590	11440
機械集運材作業者	10074	11343	12385	13090	13083	13190	12750	11530

厚生労働省「林業労働者職種別賃金調査」

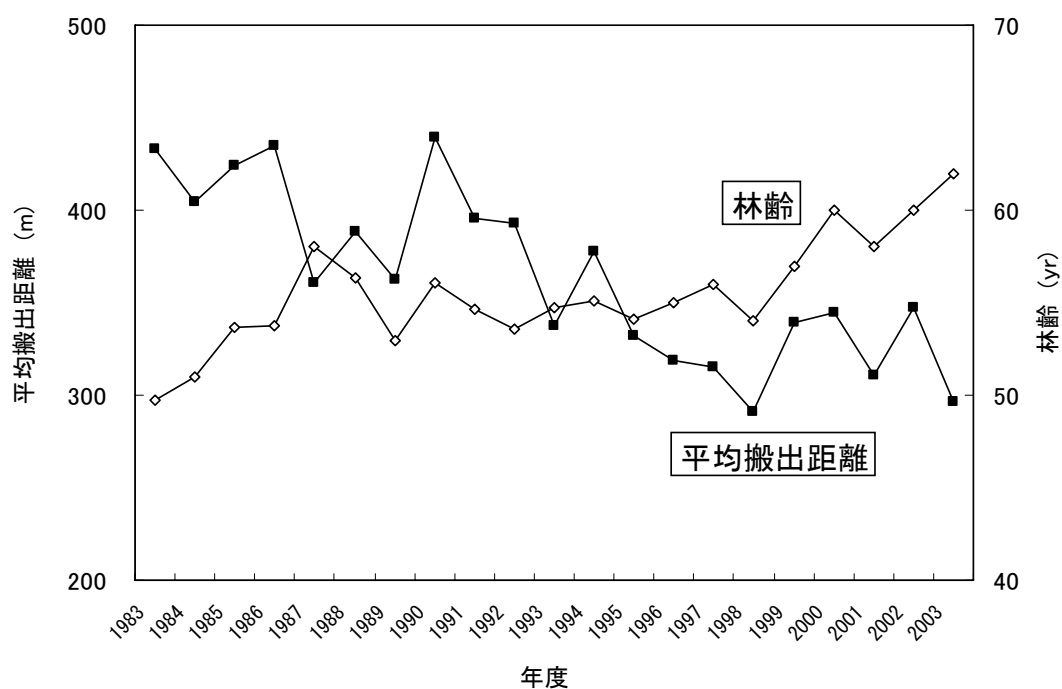


図3-1-2 スギ調査地の平均搬出距離と林齢

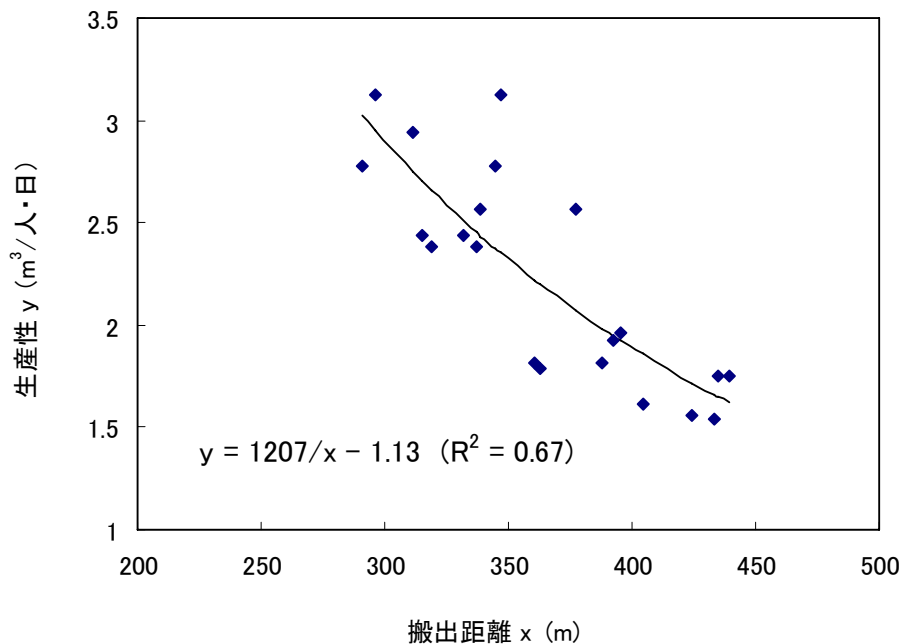


図3-1-3 スギの生産性と搬出距離

(3) 集材システムと生産性

1990年代前半から始まった高性能林業機械の普及は、徐々にではあるが、軌道に乗ってきた。当初、北海道を中心とする一部の傾斜の緩やかな地域以外では、十分にその機能を活かせない状況であったが、プロセッサ、スイングヤードを中心とした機動性の高いシステムの開発により、これまで高性能林業機械の導入が見られなかった地域にも浸透してきた。

表 3-1-3 に集材方法と系統、表 3-1-4 にスギの集材システム別の生産性及び調査資料の構成比を示した。報告書では、表 3-1-3 の通り、集材方法を 14 種類に分け、それを 4 系統に分類し集計し公表している。最近の調査では約 22% が高性能林業機械系となっており、集材機系の生産性の約 1.5 倍となっていたが、2003 年の報告書では、林内作業車系よりも生産性が低い。表 3-1-3 は 2003 年度の例であるが、見ても分かるとおり、集材機との組み合わせたシステムが高性能林業機械系に 4 割含まれ、平均搬出距離も 496m と長い。一方、林内作業車系は、搬出距離の短い場所で多く用いられる方法であり、2003 年度の調査地の平均搬出距離を計算すると約 195m と、高性能林業機械系に比べかなり短い。その結果、林内作業車系が高性能林業機械系の生産性が上回ったと考えられる。今後、生産性の優れた高性能林業機械の利点を活かしたシステムがさらに普及していけば、生産性はさらに上昇するであろう。

表3-1-3 集材方法とその分類

集材方法	集材システム	調査件数	平均搬出距離(m)
人力木寄→集材機	集材機系	1	150
人力木寄→集材機→林内作業車	集材機系		
集材機	集材機系	74	334
集材機→集材機	集材機系	6	600
集材機→林内作業車	集材機系	1	400
林内作業車→集材機	集材機系		
人力木寄→林内作業車	林内作業車系	9	300
林内作業車	林内作業車系	49	141
林内作業車→林内作業車	林内作業車系	19	283
集材機→プロセッサ	高性能林業機械系	20	496
高性能林業機械を主体とする集材方法	高性能林業機械系	30	291
人力木寄	その他		
ウインチ、クレーン	その他	5	54
ヘリコプター	その他	2	550

2003年度素材生産費等調査報告書

表3-1-4 スギの集材システム別の生産性

年度	集材機系		林内作業車系		高性能林業機械系		その他	
	生産性	構成比	生産性	構成比	生産性	構成比	生産性	構成比
1998	2.3	41.2	2.9	35.2	3.6	18.5	3.7	5.2
1999	2.0	43.4	2.9	31.8	3.4	22.5	2.2	2.2
2000	2.4	43.7	2.9	30.6	4.0	22.0	3.0	3.7
2001	2.2	41.2	3.4	28.0	4.2	30.0	1.4	0.8
2002	2.6	45.4	3.7	33.9	3.8	17.2	2.4	3.5
2003	2.6	38.0	3.6	35.6	3.4	23.1	4.0	3.2
平均	2.4	42.2	3.2	32.5	3.7	22.2	2.8	3.1

生産性: (m³ / 人日) 構成比: (%)

(5) 素材生産費および労働生産性についての将来予測

本節では、2020年までの生産性と生産費の予測を試みた。生産性や生産費をある程度の精度をもって予測するためには、木材需給、物価等についても考慮する必要があるのは当然であるが、本節では考慮せず、報告書のデータから予測できる範囲にとどめた。また、樹種については、スギのみを扱った。

i) 搬出距離の予測

報告書の平均搬出距離が短縮していることは既に述べた。その理由として、林道・作業道の開設

が進んだこと、素材価格の低下により必然的に集材できる範囲が縮小したこと、が考えられる。ここでは、この傾向が 2020 年まで続くと仮定し、1983 年以降、2003 年までの搬出距離のデータを西暦で直線回帰し、将来の搬出距離を算出した。

ii)生産性の予測

搬出距離と生産性 P_L の関係については、搬出距離、林齢に関する分析で得られた(1)式を用いた。

iii) 生産費の予測

表 3-1-5 に 1993 年以降の生産費の内訳の推移を示した。労賃とそれ以外で分けた場合、労賃については低下する傾向が見られるが、その他については概ね一定である。林業労働者賃金の上昇が停滞してきた 1993 年以降について、労賃 C_L と生産性 P_L の関係をみると

$$C_L = 14318 / P_L + 249 \quad (R^2 = 0.89)$$

という式が得られたので、この式により労賃を求め、その値に 2626 円（その他の平均値）を加えることにより、生産費を算出した。なお、回帰式の形については、林野庁(2)、酒井(4)を参考にした。

これらの結果を表 3-1-6 に示した。2020 年には、生産性は $4.95\text{m}^3/\text{人日}$ 、生産費が $5767\text{円}/\text{m}^3$ 、搬出距離が 198m となると推定された。2000 年に改定された「高性能林業機械化促進基本方針」では、傾斜等の条件により値が異なるものの、2020 年までに $5\sim 10\text{m}^3/\text{人日}$ 以上の目標値が掲げられているが、今回の結果では 2020 年の時点でそこまでは達していないという結果となった。

表3-1-5 生産費の内訳の推移

年度	労賃(円/ m^3)			その他(円/ m^3)		
	造材	集材	計	物品費	間接費	計
1993	3036	3330	6366	1379	1208	2587
1994	2782	3096	5878	1236	1374	2610
1995	2617	3228	5845	1366	1356	2722
1996	2740	3374	6114	1333	1261	2594
1997	2792	3382	6174	1363	1249	2612
1998	2495	3162	5657	1364	1249	2613
1999	2749	3246	5995	1404	1309	2713
2000	2775	2885	5660	1346	1291	2637
2001	2542	2560	5102	1248	1380	2628
2002	2297	2432	4729	1391	1331	2722
2003	2183	2415	4598	1282	1169	2451
平均	2637	3010	5647	1337	1289	2626

表3-1-6 スギについての予測結果

年度	生産性 ($\text{m}^3/\text{人}\cdot\text{日}$)	生産費 ($\text{円}/\text{m}^3$)	搬出距離 (m)
2000	2.78	8297	345
2001	2.94	7730	311
2002	3.13	7452	347
2003	3.13	7049	296
2004	2.94	7751	297
2005	3.02	7612	291
2006	3.11	7476	285
2007	3.21	7341	278
2008	3.30	7209	272
2009	3.41	7079	266
2010	3.51	6950	260
2011	3.63	6824	254
2012	3.74	6699	248
2013	3.87	6577	241
2014	4.00	6456	235
2015	4.14	6337	229
2016	4.28	6219	223
2017	4.43	6104	217
2018	4.60	5990	211
2019	4.77	5877	205
2020	4.95	5767	198

イタリック部分は既存データ

オ 今後の問題点

地域ごとのサンプル数に大きなばらつきがあることから、生産性や生産費について地域性という観点から取り上げることはしなかった。しかし、予測の精度を上げていくためには、地域性の問題を組み込んでいくことが重要と考える。今回はスギを中心に解析を行ったが、他の樹種においても解析を行い、樹種による違いを検討していく必要がある。

カ 要約

素材生産費や生産性の動向は、林業経営にとって重要な問題である。本章では、「素材生産費等調査報告書」のデータに基づき、素材生産費および労働生産性の推移について解析を行った。その結果、1983年にはスギ、ヒノキの生産性はそれぞれ、 1.54 、 $1.19 \text{ m}^3/\text{人}\cdot\text{日}$ であったが、20年後の2003年には、 3.13 、 $2.33 \text{ m}^3/\text{人}\cdot\text{日}$ と約2倍となっていた。一方、生産費についてみると、1983

年から 2000 年までは、スギ、ヒノキともばらつきはあるものの安定しており、その間の生産費の平均はスギで 8711 円/m³、ヒノキで 11319 円/m³であった。しかし 2003 年には、スギで 7049 円/m³、ヒノキで 9462 円/m³と、3 年間で 2 割近くも下降していた。次に、素材生産費および労働生産性の値が将来どのように変化するかについて、いくつかの仮説を踏まえて推計を行った。将来の推計について、スギを対象に試みたところ、2020 年には、生産性は 4.95m³/人日、生産費が 5767 円 / m³、搬出距離が 198mとなると推定された。

キ 引用文献

- (1)林業機械化推進研究会編（1990）「機械化のビジョン」全国林業改良普及協会,177
- (2)林野庁(2004)「地域資源の循環利用に資する間伐等に関する調査報告書」,131
- (3)柳幸広登(1988)「木材価格形成論」農林統計協会,140
- (4)酒井秀夫(2004)「作業道」全国林業改良普及協会,281
- (5)梅田三樹男・辻隆道・井上公基（1982）「標準工程表と立木評価」日本林業調査会,140
- (6)全国林業改良普及協会編(2001)「機械化のマネジメント」全国林業改良普及協会,239

（鹿又秀聡）

2. シミュレーションによる森林資源の長期推計

ア 研究目的

本課題では、素材価格や素材生産費用等の社会経済要因や資源量と木材生産量及び造林活動との関係を解析し、そこで得られた素材生産と造林保育に影響を及ぼす諸要因の変化を組み込んだ森林資源変動モデルを構築し、将来の資源構成について推計を行うとともに、森林の機能評価の基礎となる針広別・齢級別面積の長期変化の推計を行った。

イ 研究方法

欧州森林研究所の EFISCEN、米国の農務省森林局森林研究所が開発した ATLAS、天野・野田（1987）の減反率モデルの3つを参考に、森林面積とその伐採率を用いてシミュレーションを行う森林資源モデルの構築を行った。我が国の森林資源の長期推計で用いられてきた減反率法は、観察された伐期齢の分布に平均と分散をパラメーターとした曲線を当てはめることによって伐採率を算出する。しかし、現実には経済条件の変化に伴って伐期齢の分布が変化するので、野田（1999）は森林を減反率グループと非減反率グループに分ける形へと改良した。ただし、ある種類の森林面積が同じ場合、他の高齢級林分の面積が異なってもその種類の伐採面積が同じであると推計され、現在の齢級構成の著しい偏りの下では伐採面積の推計結果が過大になる可能性がある。

そこで、林種（人工林・天然林）・樹種・齢級別の森林伐採面積を、主な資源・経済要因を変数とする関数で推計する方法を開発した。また、伐採の主たる誘因である国産材需要は、現実には森林資源の成熟よりも市場における国産材の競争力に規定されていることから、素材価格と素材需給量は第2章の需給モデルの値を参考にしながら外生的に与える欧米型の構造とした。このようにして、林齢別森林面積評価システム（FADAS）を開発し、これを用いていくつかのシナリオの下でシミュレーションを行い、将来の森林資源構成について検討を行った。

以下、FADAS の概要について述べる。

（1）用いたデータ

齢級別森林面積には林業センサスのデータを用い、12 齢級までの各齢級と 13 齢級以上の括約とした。民有林の伐採面積として、林野庁の伐採照査の全国集計データ（以下、伐採照査データ）を用いた。ただし、このデータについては過小推計の可能性が指摘されている（岡・久保山、2004）ため、そこから計算される素材生産量と外生的に与えられる素材需給量を整合させるように、伐採面積を補正するモデルとした。

素材生産量を推計するには、伐採面積と同時に ha 当たり蓄積を知る必要がある。これについては、「森林資源の現況（林野庁、2002 年）」に記載されている林種・樹種・齢級別の森林蓄積データをそれぞれの森林面積データで割ることによって算出した。ただし、1980 年から 2000 年にかけて検定を行ったところ、伐採面積が過大になったことから、ha あたり蓄積を割り増しして再推計し、最も誤差の小さかった 1.7 倍の値を用いた。

国有林の伐採量は経営計画によって規定されており、その素材生産量は私有林とは異

なった変動をしている。そこで、国有林のモデルは民有林とは別に構築し、需要とは独立に素材生産量が計算されるものとした。そして、民有林の素材生産量は、外生的に算出される素材生産量から国有林の素材生産量を差し引いたものとした。

林地開発に伴う皆伐は、伐採照査によって補足可能であることから、推計される皆伐面積に含まれるものとし、伐採後は更新対象から外した。なお、今後の林地開発面積として、林野統計要覧にある 1998 ～ 2002 年の値の平均 3083ha/年を用いた。

気象災害被害面積については、久保山ら（2003）の被害率を用いて民有人工林の実損被害面積を算出することとした。被害林分が整理伐等に伴って皆伐される場合には、伐採照査によって補足されるが、問題となるのは、皆伐はされずに被害木が搬出利用される場合である。そこで、本モデルでは、8 齢級以上の被害林分において被害木の 28 % が利用されると仮定した。

（２）モデルの構造

民有林サブモデルを図 3-2-1 に示す。伐採照査データに基づいて導出された伐採面積推計関数によって、針葉樹人工林・天然林、広葉樹天然林の 3 つの皆伐面積と、針葉樹人工林の間伐面積を計算した。ここで得られた民有林サブモデル皆伐面積 h から民有林サブモデル素材生産量 ml を求め、後段の式（１）によって得られる β で補正して民有林伐採面積推計値 H を算出した。つまり、

$$H = \beta \times h$$

であり、図 3-2-1 の人工林や天然林の皆伐面積は、図 3-2-2 の補正ルーチンによって修正された値を用いて更新量を決定している。

補正ルーチンでは、外生的に与えられた素材需給量 L と国有林サブモデル素材生産量 KL から、以下の式で民有林の素材需給量 ML を求め、

$$ML = L - KL$$

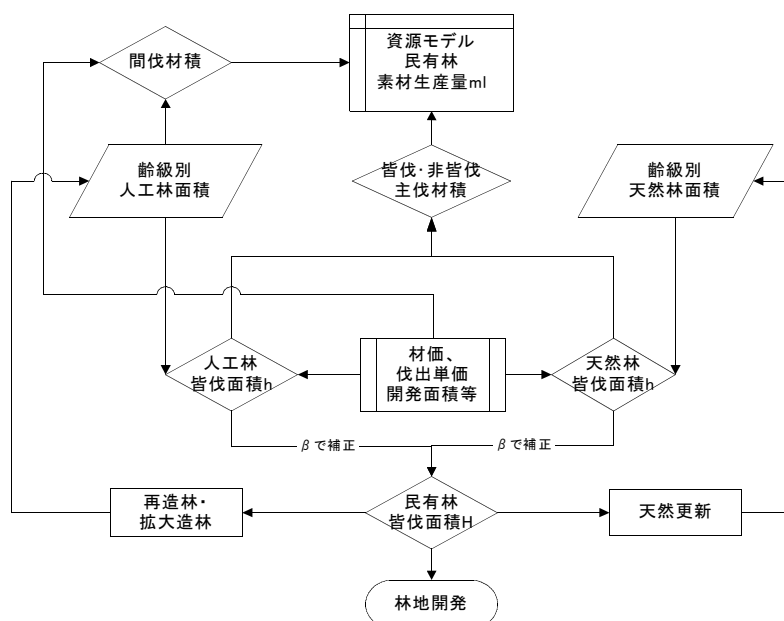


図3-2-1. 民有林サブモデルにおける素材生産量推計の流れ

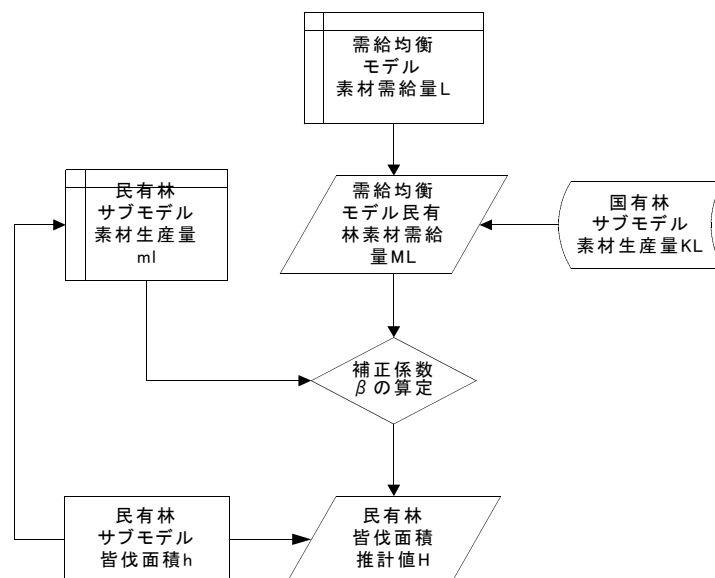


図3-2-2. 民有林伐採面積補正ルーチン

この ML の値と、民有林サブモデルにおいて推計された素材生産量 ml とが一致するように、以下のように補正係数 β を求めた。

$$\beta = \text{ML} / \text{ml} \quad (1)$$

β はすべての齢級の伐採面積に対して共通の係数として設定した。

(3) 伐採面積推計関数による民有林素材生産量の推計

伐採照査の区分（伐採方法、林種、樹種、齢級）別の伐採面積を被説明変数とし、該当区分の森林面積、同区分の齢級以上の森林面積（以下、齢級以上面積）、該当区分の齢級（またはダミー）、素材の実質価格、伐出費（素材生産費等調査報告書におけるスギの素材生産・運材費の実質値）、林地開発面積、自然災害面積を用い、両対数重回帰分析によって伐採面積推計関数を導出した（表 3-2-1）。伐採面積に最も影響すると思われる立木価格を変数に用いなかったのは、伐採面積との単相関がそれほど高くないことと、それを決定づけている素材価格と伐出費のそれぞれの影響を解析するためである。

ところで、伐採照査データは、針葉樹と広葉樹の大きく 2 樹種群に区分されているため、スギ・ヒノキといった個別の樹種について解析することはできない。しかし、そうした個別樹種の資源動向についても広く興味の持たれるところであることから、本モデルにおいては、伐採面積の齢級分布は個別樹種間で同一であるという仮定の下で、針葉

表3-2-1. 民有針葉樹人工林における齢級別伐採面積の解析結果

林種	樹種	伐採方法	定数	齢級面積	伐出単価	素材価格	林地開発許可面積	気象災害被害面積	齢級以上面積	齢級	ダミー変数(括弧内は天然林の齢級)								R ²
											7	8	9	10 (3)	11 (4)	12 (5)	13	8齢級以下	
人工林	針葉樹	皆伐	-0.86	0.96	-1.0	1.3			-0.59		0.17	0.35	0.35	0.18			0.90	—	0.82
天然林	針葉樹	皆伐	39	1.0	-4.4		0.87	-0.24	-0.65							-1.5		—	0.93
	広葉樹	皆伐	16	0.87	-2.8		0.62	0.14						0.27		-0.91		—	0.93
人工林	針葉樹	間伐	13	0.70	-2.8				0.69	0.79								0.81	0.88

樹人工林については、スギ、ヒノキ、マツ、カラマツ、その他針葉樹の5つに分類して推計を行った。

針葉樹の民有林サブモデル素材生産量 ml は、皆伐素材生産量 kl 、非皆伐主伐素材生産量 sl 、間伐材利用量 tl を合計して求めた。この際、天然林針葉樹素材生産量は、その他針葉樹に含めた。また、広葉樹については、間伐は考慮せずに、人工林と天然林の合計によって推計した。

次に、伐採方法別の推計方法について順に述べる。

1) 間伐材利用量

2003 年の間伐面積は、「森林・林業白書（林野庁、2005）」によれば 31 万 ha であったが、伐採照査の推計値は約半分の 16 万 ha であった。一方で、伐採照査の間伐材積の推計値は、保育間伐（切捨て）を含めて 800 万 m^3 を越えており、白書の間伐材利用量をはるかに上回っている。このように、面積と伐採材積の両方に相反する誤差がある場合、両方を先述の補正によって解決することはできない。そこで、本モデルにおいては、素材生産量が統計値と同水準になるようにパラメーターを設定し、その上で間伐面積が統計値と同水準になるよう調整した。

伐採面積推計関数の各変数に対する弾性値は表 3-2-1 の通りであり、間伐面積 th は以下の式で表される。

$$th = \exp(13 + 0.70 \times A - 2.8 \times C + 0.79 \times Rei + 0.69 \times Aover + 0.81 \times Dum)$$

ここで、 A は齢級別面積、 C は伐出費、 Rei は齢級、 $Aover$ は齢級以上面積、 Dum はダミーである。

素材価格の係数が有意でなかったのは、出材を意図しない切り捨て間伐が多く含まれるためであると考えられる。伐出費の係数が大きくなっているのは、保育間伐の場合、伐倒費用が林家の支出を左右し、利用間伐では、皆伐よりも伐出費が多くかかるために間伐実施への影響が大きいことを示している。また、全国で補助金の支給対象となっている 3～8 齢級にダミー変数を入れたところ、その係数は有意となった。

利用間伐は 6 齢級以上で行われるものとし、利用間伐率 kr （＝利用間伐面積/間伐面積）と材積間伐率 ks は齢級が高くなるに従って図 3-2-3 の様に高まると仮定した。また、伐採照査の間伐面積の 97 % は針葉樹人工林であったことから、間伐は針葉樹人工林のみを対象とした。

以上から、間伐による素材生産量は以下の式によって計算した。

$$tl = th \times S \times ks \times kr \times Z$$

ここで、 S は ha あたり蓄積、 Z は造材歩留まりである。ちなみに、 Z は国有林野事業における過去 5 年間の製品生産の平均値、針葉樹 0.79、広葉樹 0.68 を間伐・主伐の別なく用いた。ちなみに、樹種別の、例えばスギの利用間伐量 tls の場合、スギ林の ha 当たり蓄積 Ss をかけ、

$$tls = th \times Ss \times ks \times kr \times Z$$

として計算した。

2) 針葉樹人工林皆伐素材生産量（アカマツ林を除く）

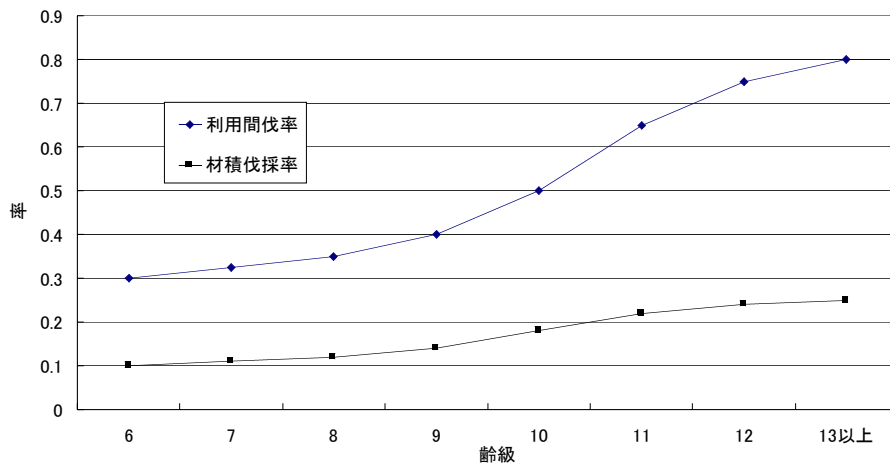


図3-2-3. 間伐方法と年齢級との関係

間伐と同様に、まず、針葉樹人工林皆伐面積 kh が以下の式から計算される。

$$kh = \exp(-0.86 + 0.96 \times A - 1.0 \times C + 1.3 \times P - 0.59 \times Aover + 0.17 \sim 0.90 \times Dum)$$

ここで、 P は素材価格である。

年齢級ダミーの係数の値は、7～10 年齢級および 13 年齢级以上で正となり、他の条件が同じ場合には、6、11、12 年齢級よりも皆伐面積が多くなることを意味している。特に、13 年齢级以上で値が大きいのは、主伐適齢であることと整合的である。伐出費は負に、素材価格は正に効いており、伐出費の上昇や素材価格の低下は立木価格の下落につながるので皆伐面積が減少するという経済理論に整合的な結果となっている。

皆伐の素材生産量 kl は、以下の式によって計算した。

$$kl = kh \times S \times Z$$

なお、広葉樹人工林の伐採面積については、伐採照査データにおける伐採面積・材積とその変動がわずかであることから、一定であるとしてデータの平均値を用いた。

3) 非皆伐主伐素材生産量

伐採照査データには、皆伐・非皆伐主伐・間伐の区別があるので、非皆伐主伐素材生産量についても伐採面積関数を導出可能である。しかし、伐採面積がわずかであるので、簡単のために、皆伐材に対する非皆伐主伐材の供給量は一定であるとした。その割合は、過去の平均値から算定し、人工林では針葉樹 4 %、広葉樹 11 %、天然林では針葉樹 29 %、広葉樹 8 %とした。

例えば、針葉樹人工林の場合、以下の計算式とした。

$$sl = kl \times 0.04$$

4) 天然林皆伐素材生産量

(a) 針葉樹林（マツ林を除く）

人工林と同様に、伐採照査データから皆伐面積推計関数を以下の通り求めた。

$$kh = \exp(39 + 1.0 \times A - 4.4 \times C + 0.87 \times Dev - 0.24 \times Dis - 0.65 \times Aover - 1.5 \times Dum)$$

ここで、 Dev は林地開発面積、 Dis は自然災害面積である。

林業センサスの天然林面積の括約は、1～10年、11～20年、21～40年、41～60年、61年以上の5つとなっていることから、これに対応させて伐採面積を推計した。

(b) マツ林の扱い (マツ人工林を含む)

マツ林は人工林・天然林ともにマツくい被害を大きく受けており、素材生産を伴わない伐採も少なくない。しかし、被害木駆除のみを目的とした伐採面積に関する統計はないため、素材生産を伴うものと区別できない。林業センサスのマツ人工林面積は1990-2000年の間に国有林で約1.6万ha、民有林で9.4万ha減少し、同様に天然林では、それぞれ0.8万ha、4万ha減少した。マツ人工林面積は、他樹種に比べて面積の減少が顕著であったことから、マツ林の減少は主にマツくい被害に関連するものであったと推察される。また、減少したマツ林において素材生産が行われたと仮定すると、実際のマツ素材の供給量を大きく超過すると推計されたことから、生産を伴わない皆伐が含まれていたものと考えることができる。そこで、本モデルでは、マツ林の皆伐面積はマツくい被害量に連動するものとし、林業統計要覧の松くい虫被害材積を基準値として用いた。具体的には、1980～2000年の松くい虫被害材積 dam から減少傾向にある被害材積の趨勢を以下の通り求めた。

$$dam = 8.00 \times 10^{37} \times \exp(-0.0403 \times \text{西暦})$$

そして、90年代の年平均減少面積 $mH90$ と平均被害材積 $dam90$ から、国・民有林の天然林・人工林それぞれのマツ林皆伐(減少)面積 mH の計算を以下の式で行った。

$$mH = mH90 \times dam / dam90$$

(c) 広葉樹林

針葉樹と同様に、変則括約の齢級に対して以下の伐採面積関数を求めた。

$$kh = \exp(16 + 0.87 \times A - 2.8 \times C + 0.62 \times Dev + 0.14 \times Dis + (0.27 \text{ or } -0.91) \times Dum)$$

素材価格が有意に効かなかったのは、広葉樹素材の一般価格が低くかつ変動が小さいためであると考えられる。なお、素材生産費の上昇が立木価格の減少に大きく影響することから、伐出費の係数が大きくなっている。また、天然針葉樹林と同様に、林地開発許可面積が正に効いているのは、林地開発の増加は広葉樹林の皆伐面積増加へ寄与することを示している。

(4) 造林面積推計関数に基づく更新面積の推定

「民有林森林整備施策のあらまし(林野庁、2003)」における、民有林の再造林面積と拡大造林面積、および、樹種別造林面積を用いた。この再造林面積 Ref と拡大造林面積 Exf をそれぞれ被説明変数として造林面積推計関数を導出した。説明変数には、造林コストの多くを占める林業労賃 LC (伐木造材労賃で代用した)、更新方法の判断要素である針葉樹素材実質価格 P および広葉樹パルプ材実質価格 PL 、41年生以上の人工林面積 $A41$ 、皆伐面積(統計がないので皆伐素材生産量 KL (再造林は「針葉樹素材生産量－間伐材利用量」とし、拡大造林は天然林皆伐の大部分を占める広葉樹素材生産量)で代用した)を用いた。結果は以下の式の通りである。

$$Ref = 6.5 - 0.17 \times A41 + 0.58 \times KL \quad (R^2=0.65)$$

$$\text{Exf} = 43 - 1.7 \times \text{LC} - 0.89 \times \text{A41} - 0.51 \times \text{KL} \quad (\text{R}^2=0.99)$$

樹種別の人工更新面積 JJ については、2001 年の樹種別の造林面積割合 W（スギ 26 %、ヒノキ 35 %、マツ 1 %、カラマツ 10 %、その他針葉樹 15 %、広葉樹 13 %）が今後も継続するものとして、以下の式から求めた。

$$\text{JJ} = (\text{Ref} + \text{Exf}) \times \text{W}$$

なお、人工林皆伐面積の合計よりも再造林面積の方が大きくなってしまふことが計算上起こりうるので、再造林面積は人工林皆伐面積の合計を超えないものとした。

天然林については、皆伐面積から造林面積と林地開発面積を除いたものが天然更新にゆだねられると考えることができるので、その年の期首の針・広別構成割合に従って更新するものと仮定した。樹種別の天然更新面積 JN は以下の通りである。

$$\text{JN} = (\text{AKL} - \text{Ref} - \text{Exf} - \text{Dev}) \times \text{JA} / \text{TA}$$

ここで、AKL は皆伐面積の合計、JA は針・広別全齢級の面積合計、TA は天然林の面積合計である。

（５）国有林サブモデルの設定

先述したとおり、国有林の生産量は政策（計画）によって規定されていることから、林野庁業務資料「H 16-20 施業実施計画簿（以下、計画簿）」に整合的にパラメーターの設定を行った。この計画簿は、年平均伐採材積 KV を林種・主間伐・齢級別に集計したものであり、樹種の区別はされていなかった。そこで、「平成 15 年度国有林野事業統計書（林野庁、2004：以下、事業統計）」の皆伐・非皆伐主伐・間伐別、針葉樹・広葉樹別の伐採材積データを参照しながら、主伐材積の林種・樹種別の配分率 dr を算定した。

そして、皆伐の場合には、配分率を用いて林種・樹種・齢級別の皆伐伐採量を算定し、これと、「森林資源の現況（林野庁、2002）」の森林面積 M と ha 当たりの蓄積 S を用いることによって、以下のように林種・樹種・齢級別の皆伐率 ka を求めた。

$$\text{ka} = \text{KV} \times \text{dr} / \text{S} / \text{M}$$

簡単のために、人工林は 7 齢級以下と 8 齢级以上、天然林は 4 齢級以下と 5 齢級以上の 2 つに分け、それぞれの平均値を用いた（表 3-2-2）。間伐に関しては、計画簿の間伐量を事業統計の針葉樹・広葉樹別間伐材積割合 NL に従って比例配分し、樹種別の ha あたり間伐材積 kz を以下の式から求めた。

$$\text{kv} = \text{KV} \times \text{NL} / \text{M}$$

ただし、計画簿データには保育間伐も含まれるので、8 齢級以上はすべて利用間伐とすることで区別した。なお、択伐等の非皆伐主伐については、蓄積伐採率を 30 % として伐採率を以下の通り算定した。

$$\text{kt} = \text{KV} \times \text{dr} / (\text{S} \times 0.3) / \text{M}$$

ところで、計画簿の年平均主伐量は事業統計の伐採量の約 1.3 倍であった。主伐量は、近年減少傾向にあり、林野庁からの聞き取りからも、主伐量を削減しその分間伐量を増やす方針が明らかとなったことから、間伐量は 1.3 倍し、主伐量は 1.3 で除した。

表3-2-2. H16～20施業実施計画簿とH15年度事業統計から推計した伐採のパラメーター

齢級	樹種	人工林			天然林		
		皆伐 (%)	非皆伐 (%)	間伐 (m3/ha)	皆伐 (%)	非皆伐 (%)	間伐 (m3/ha)
～Ⅶ	針葉樹	0.01	0.01	1.46	0.03	0.04	—
	広葉樹	0.03	0.03	—	0.01	0.01	—
Ⅷ～	針葉樹	0.29	0.13	2.20	0.13	0.19	0.22
	広葉樹	0.35	0.33	1.43	0.07	0.07	0.00

以上から、国有林における皆伐、非皆伐主伐、間伐それぞれの素材生産量 KA、KT、KK は、齢級別面積 A を用いて次の計算式から求めた（ZB は造材歩留まり）。

$$KA = A \times ka \times S \times ZB$$

$$KT = A \times kt \times S \times 0.3 \times ZB$$

$$KK = A \times kv \times ZB$$

国有林の更新は、針葉樹人工林の皆伐の場合は 80 % が再造林されるものとし、その残り天然林の皆伐されたものは天然更新されるものとした。樹種別の造林割合は、事業統計より、スギ 62 %、ヒノキ 31 %、カラマツ 1 %、その他針葉樹 3 %、広葉樹 2 % とした。

ウ 結果

（１）シナリオの設定

本モデルでは、需給量と素材価格についてはシナリオを設定してシミュレーションを行った。

素材価格は、現在の実質価格が今後も継続するものとした。素材生産量は、2010 年に 2500 万 m³ へ増加するという見通しが「森林・林業基本計画（森林・林業基本政策研究会編、2002）」において示されたが、2003 年の素材生産量は 1517 万 m³ まで低下したことから、ここでは、10 年遅れの 2020 年に 2500 万 m³ まで増加する場合をシナリオ A とした。比較分析のために、上記の見通し通り 3300 万 m³ まで増加する場合についてもシナリオ B として推計を行った。

樹種別素材生産量は、針葉樹については 2003 年の構成比がそのまま継続するものとし、広葉樹は減少の一途をたどっていることから、ケース A では 2003 年の 257 万 m³ のまま一定とし、ケース B では針葉樹と同率で増加するものとした。

伐出費については、労賃が多くを占めていることから、伐出生産性の向上が大きく影響する。ちなみに、伐出生産性 E は過去の趨勢では年率 4 % 程度で上昇を続けてきたことから、近年の高性能林業機械の導入量増加等を考慮して、今後も以下の式の通り上昇するものとした（2003 年の 3.3 m³/人・日から 2020 年には 6.5m³/人・日へと倍増する）。

$$E = 3.3 \times (y-2003)^{1.04} \quad y: \text{西暦}$$

これより、伐出費 C を以下の通り推計した。

$$C = RC \times 3.3/E + MC + OC + LT$$

ここで、RC は 2003 年の労賃であり、同様に、MC は機械費、OC は管理費・その他、LT は運材費である。なお、間伐の伐出費の長期的なデータは存在しないため、伐採面積推計関数の推定には主伐の伐出費データを用いている。しかし、間伐の生産性は皆伐ほどには向上しない可能性もあることから、ケース A では年率 2 % で上昇するものとした ($E'' = 3.3 \times (y-2003)^{1.02}$ を用いた)。

他方、労賃は林業労賃の水準からも影響を受けている。これについては、ケース A では実質林業労賃が一定とし、ケース B では生産量が増加するので、労働力需給が逼迫する（新規参入が多数必要である）と考え、毎年 1 % で上昇するものとした ($RC' = 4958 \times (y-2003)^{1.01}$)。

シミュレーションは、2000 年の統計値を期首として、2020 年まで行った。素材生産量、伐出費、素材価格等は、利用可能な 2003 年までの統計値を用いた。シミュレーションを行ったのは、次の 2 つのシナリオについてである。

シナリオ A：2020 年までに素材生産量は 2500 万 m^3 まで増加し、伐出生産性向上は主伐 4 %、間伐 2 %、伐木労賃は一定

シナリオ B：2020 年までに素材生産量は 3300 万 m^3 まで増加（広葉樹生産量も増加）し、主伐・間伐の生産性向上は 4 %、伐木労賃は 1 % で上昇。

（2）シミュレーション結果

1）シナリオ A

所有形態・伐採方法別の素材生産量を図 3-2-4 に示した。国有林、民有林共に間伐材の供給量が増加し、特に民有林においては、2003 年の 235 万 m^3 が 2020 年には約 3 倍の 811 万 m^3 へと大きく増加した。皆伐による素材供給は、国有林ではほぼ一定であるのに対して、民有林では、2003 年の約 880 万 m^3 から 2020 年には 1060 万 m^3 へと増加した。なお、民有林の気象災害被害材供給量は、80 万 m^3 から 130 万 m^3 へと増加した。これは、平均値なので、被害の多い年には数百万 m^3 規模の被害材が市場に供給され、大きな影響を与え得ることを意味している。

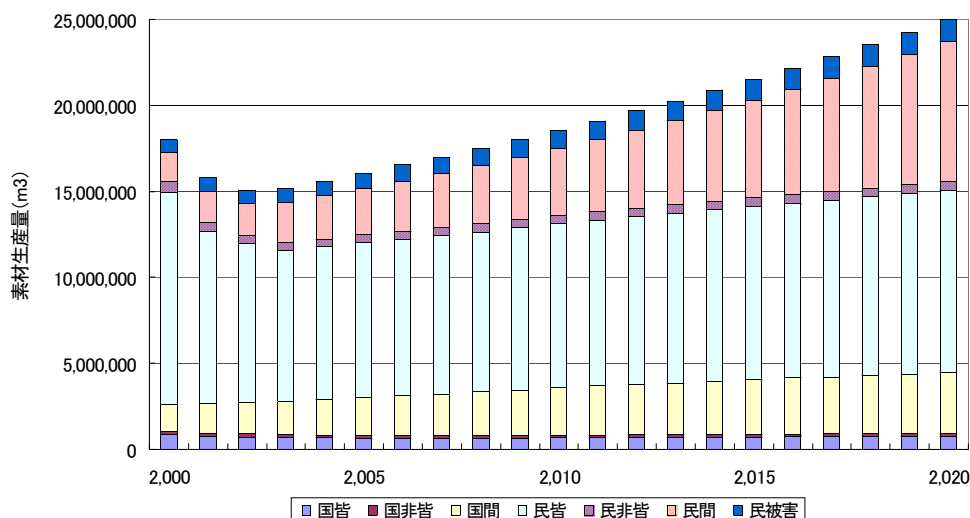


図3-2-4. 所有形態および伐採方法別の素材生産量

民有林の間伐面積は、30 万 ha から 37 万 ha へと漸増する結果となった（図 3-2-5）。保育中心の 5 齢級以下の間伐面積は減少し、6 ～ 10 齢級の面積は 2010 年まで微増したのち減少した。間伐面積が減少しないのは、11 齢級以上の森林面積の拡大とともに

に間伐面積が増大したことによる。なお、10 齢級以下の間伐面積は、現行の間伐補助制度によって底上げされているので、今後の間伐助成が現行水準よりも削減されれば、補助対象林齢における間伐面積は減少し、その分皆伐面積が増える。反対に、助成対象林齢が引き上げられると、間伐面積はこの結果よりも大きくなり、間伐材利用量が増えてその分皆伐面積が減少するであろう。

次に、民有人工林の皆伐面積と造林面積の推移を図 3-2-6 に示した。人工林皆伐面積の合計が再造林面積よりも常に大きくなった。また、その幅は一定であることから、

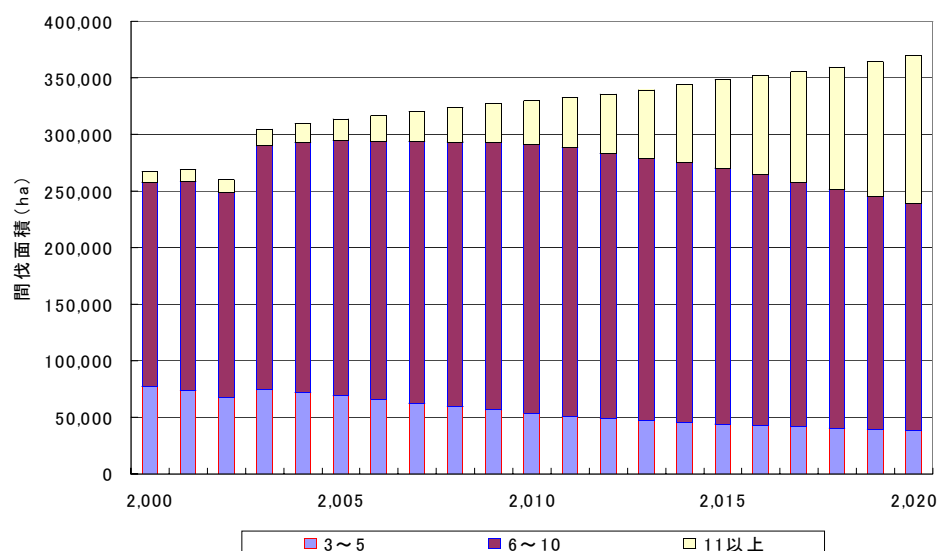


図3-2-5. 民有人工林の間伐面積の推計結果

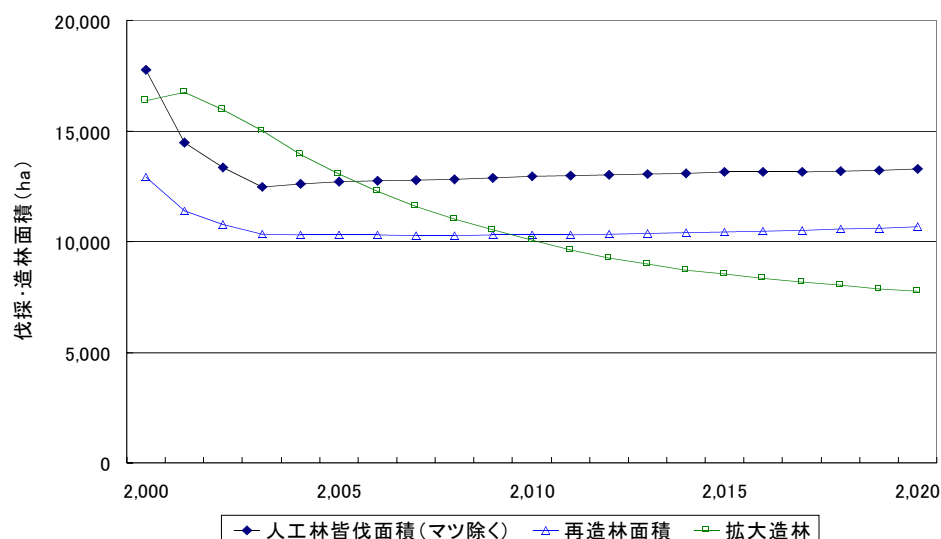


図3-2-6. 民有林の人工林皆伐および造林面積の推計結果

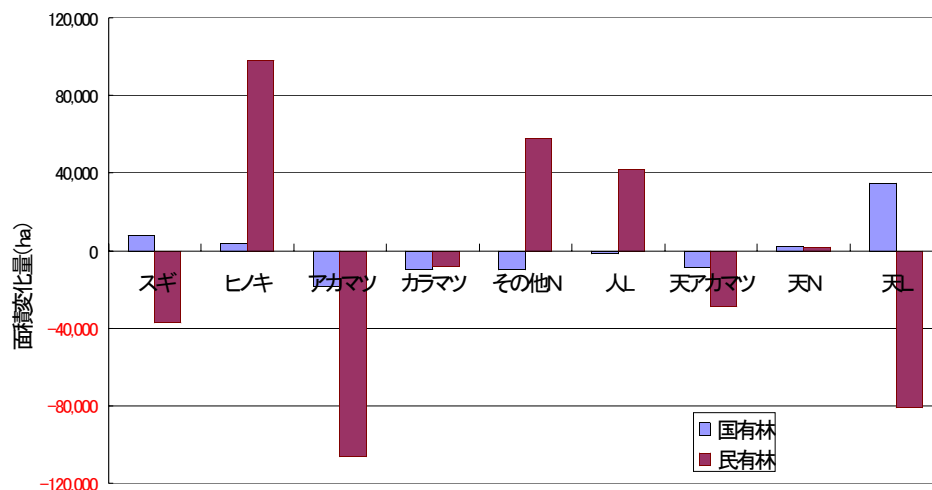


図3-2-7 樹種別面積の変化

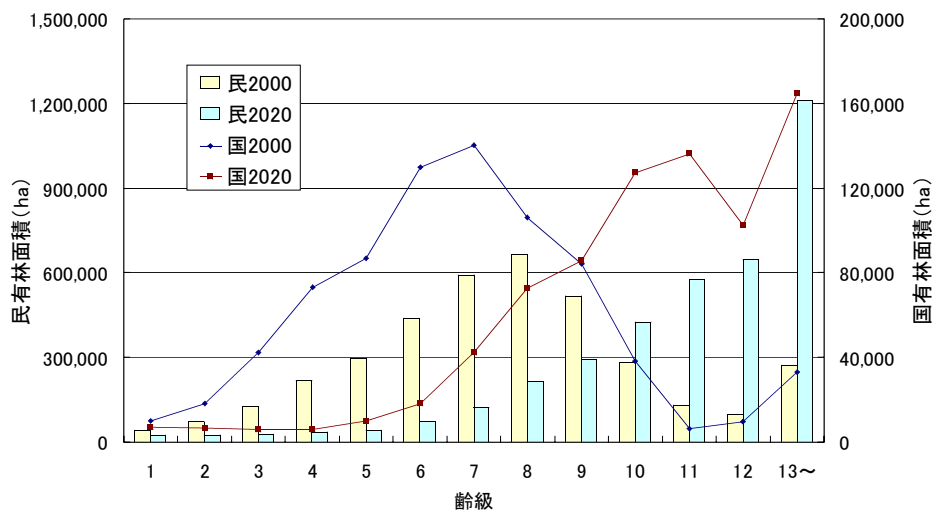


図3-2-8. スギ人工林の齢級別面積

造林未済地は 2000 ～ 3000ha/年で累積していくという結果となった。ちなみに、本モデルでは、こうした造林未済地は天然林へ編入される。他方、拡大造林は大きく減少した。

このような伐採・造林を通じた樹種別森林面積の変化は図 3-2-7 のような結果となった。アカマツは人工林・天然林ともに大きく減少し、スギやカラマツは皆伐面積に比べて植栽面積が少ないためにわずかに減少した。他方、ヒノキや広葉樹人工林では伐採面積よりも植栽面積が多く、面積は増加した。天然広葉樹林は、人工林やマツ林からの転入があるものの、拡大造林による人工林への転出が皆伐面積と同程度の規模で発生したので、その差分だけ減少した。この減少量は、1990 ～ 2000 年の間の減少量とほぼ同程度の減少であることから、1 年あたりの減少量としては半減していることになる。

人工林の齢級別面積変化について、紙幅の都合からスギに関する結果を代表として図 3-2-8 に示した。国有林では、2000 年には 7 齢級が最も多かったが、これがほとんど皆伐されずに 2020 年には 11 齢級に移動した。同様に民有林においても、8 齢級のピークが 12 齢級に移動した。また、2020 年の民有針葉樹人工林においては、利用に適した 7 齢級以上の森林は 91 % に達し、10 ～ 14 齢級に偏った齢級構成となる。天然広葉樹林

においても同様に、伐採面積が過去に比べて非常に低水準で推移したことから、61年生以上の森林は2000年の150万haから、2020年には全体の65%の470万haへと大きく増加した。

2) シナリオB

2020年に素材生産量が3300万 m^3 になるということは、2003年と比べて、2000万 m^3 近く増える必要がある。これは、立木価格の上昇なくしては実現不可能であることから、伐出・運材コストの低下によってそれがもたらされるとし、主伐・間伐ともに伐出生産性は年4%ずつ上昇する設定とした（林齢が上昇すると立木の単木材積が大きくなり、作業効率が上昇することからある程度可能であろう）。素材価格の上昇も立木価格を上昇させる要因であるが、激しい国際競争を念頭に実質価格は一定とした。なお、第5章において指摘されているように、3000万 m^3 を越す素材を生産するには労働力が不足することから、1%ずつ上昇する伐木労賃によって、新規参入が刺激されるものとした。

所有形態・伐採方法別の生産量の推定結果は図3-2-9の通りである。民有林の間伐材生産量は1174万 m^3 へと4倍以上に増加し、皆伐による素材生産量も1470万 m^3 へと約1.7倍に増加した。また、6～10齢級の間伐面積の増加が2015年まで続き、2010年以降、11齢級以上の間伐面積が急増したため、全体の間伐面積は30万haから54万haへと増加していく結果となった。

図3-2-10の伐採・造林面積の推計結果を見ると、人工林皆伐面積は、間伐材利用量が大きく増加したため、素材生産量の拡大の割にはわずかな増加にとどまった。他方、再造林面積も微増したので、造林未済地の発生量はシナリオAと類似の結果となった。なお、拡大造林面積は林業労賃の上昇を反映して5000ha以下へと大きく減少した。

皆伐面積が増加した分だけシナリオAよりも、スギ・カラマツの面積減少量が大きくなり、拡大造林面積が減少した分だけ天然林広葉樹林面積の減少量が少なくなった（図3-2-11）。

ところで、標準伐期の立木価格が再造林費を下回ることがあるなど、育林経営の期待

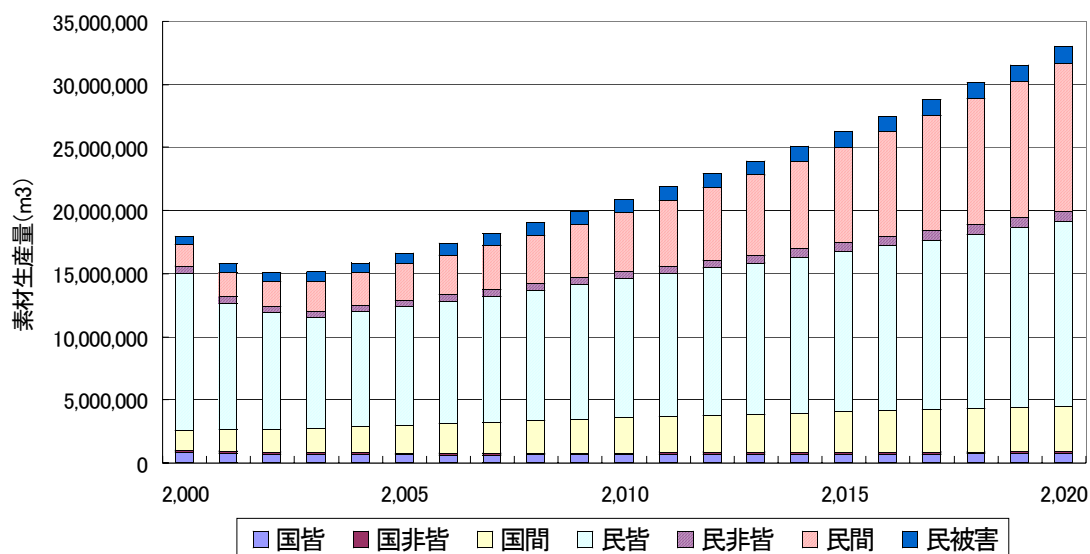


図3-2-9. 所有形態および伐採方法別の素材生産量の推移

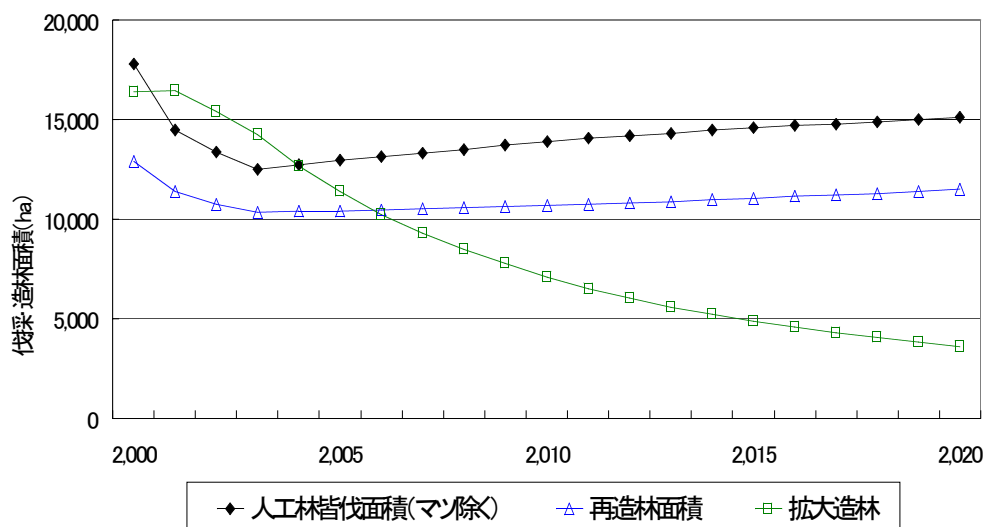


図3-2-10. 民有林の人工林皆伐および造林面積の推移結果

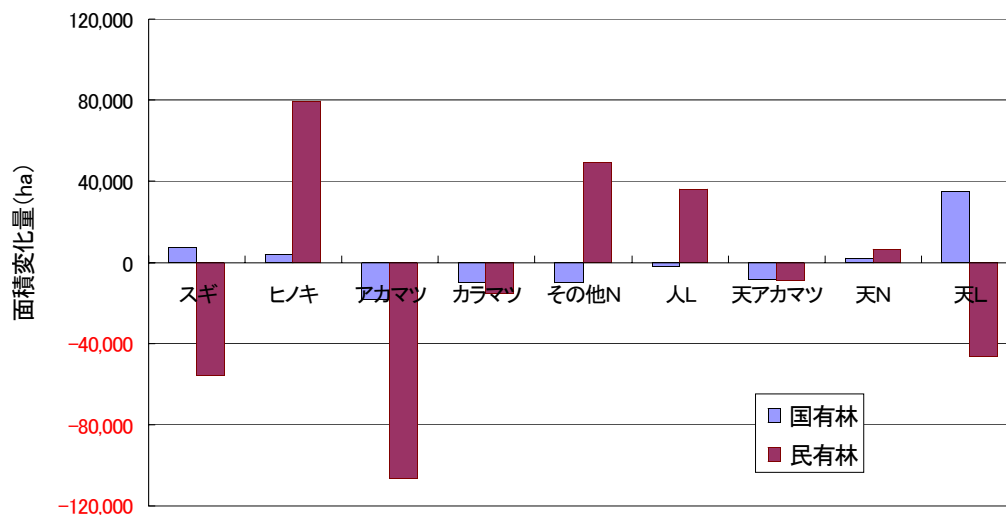


図3-2-11. 樹種別面積の変化

収益が落ち込んだ中で、高齢化や後継者不在等の要因から、森林所有者が皆伐後に再造林を行わない、あるいは、土地ごと立木を売却し、それを買い取った素材生産業者等が皆伐後に再造林を行わない、といったいわゆる造林未済地の増加が顕在化しつつある（山田、2006）。

こうした動きが増加した場合、素材生産量の拡大するシナリオにおいてその影響は顕著になると考えられる。そこで、シナリオ B の設定を、再造林および拡大造林面積が以前の 70 % 水準に低下し、さらに、間伐の伐出生産性は 2 % の向上に変更して計算を行った。

皆伐による素材生産量は、ほぼ 2 倍の 1660 万 m^3 へと増加したため、人工林皆伐面積は年間 18000ha まで上昇した。一方、再造林面積はやや増加したものの、9000ha に届かず、造林未済地は年 6000ha から 10000ha へと拡大した（図 3-2-12）。このとき造林未済地の累積面積は、20 年間で 16 万 ha 弱となった。

民有林の樹種別面積は、皆伐面積の多いスギの減少量がマツくい被害に伴うマツ人工

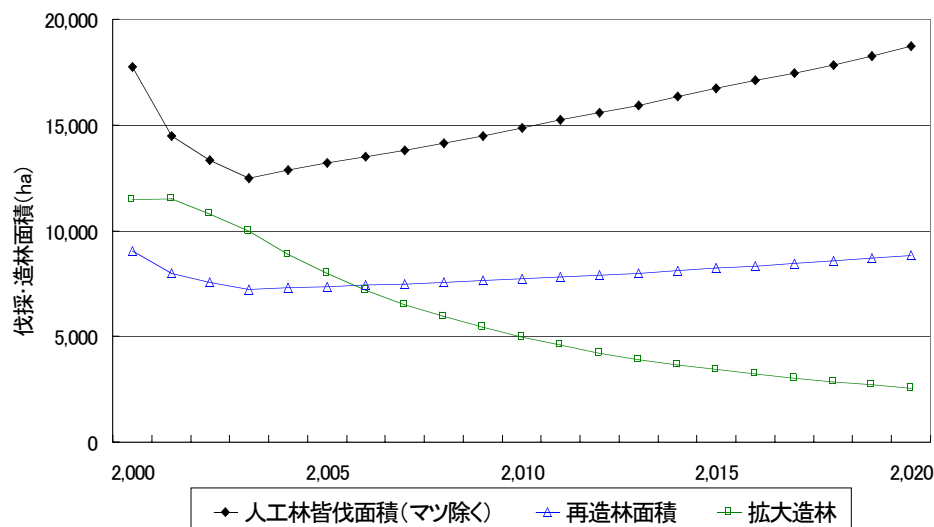


図3-2-12. 民有林の人工林皆伐および造林面積の推計結果

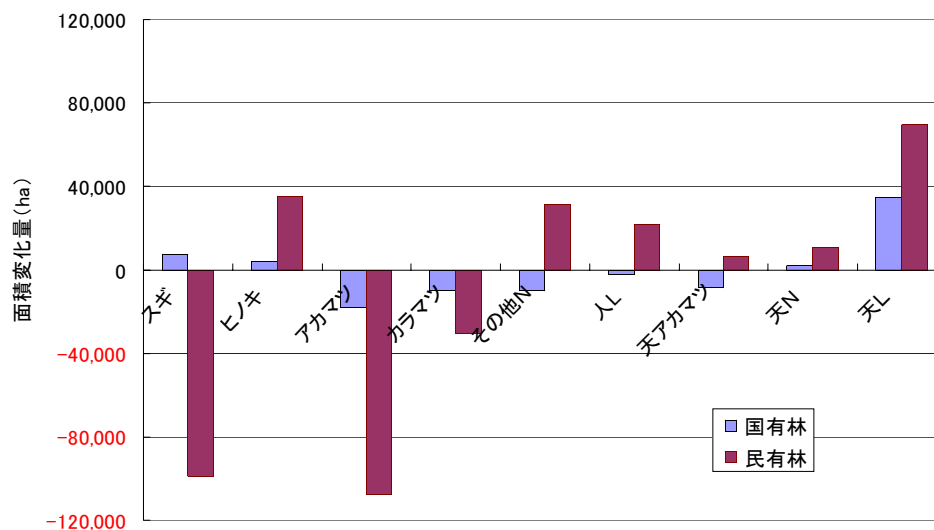


図3-2-13. 樹種別面積の変化

林と同程度となった。また、ヒノキや広葉樹人工林の面積増加はわずかにとどまる一方で、拡大造林の減少と造林未済地の拡大によって、天然広葉樹林面積は増加した（図3-2-13）。

エ 考察

様々なシナリオの下で、民有林と国有林の間伐材利用量は増加する結果となった。この一因として、利用適齢期（7 齢級以上）の人工林面積が 600 万 ha 余りから 900 万 ha 以上へと大幅に増加する推計結果となっていることをあげることができる。この結果は、よほど大きな自然的あるいは社会的な変化が起きない限り大きくははずれないと考える。

他方、伐出生産性向上が、間伐面積の増加に大きく効く伐採面積推計関数を用いたことも間伐材利用量の増加のもう一つの要因である。シミュレーション結果からも明らかに、間伐の伐出生産性がそれほど向上しない場合、間伐面積および間伐材生産量の増加率が減少し、代わりに皆伐面積が増加する。これは造林未済地の拡大にもつなが

るので、間伐材利用量の拡大は人工林資源維持の観点からは望ましいといえよう。

さらに、本モデルの間伐材利用量の推計では、高齢林分間伐における利用間伐率と材積間伐率がともに上昇するという仮定をおいたことも間伐材利用量増加の一要因である。これに対して、森林・林業白書（林野庁、2005）の間伐材利用量は過去 10 年間に 70 万 m^3 前後しか増加していない。これは、素材価格が大きく低下した一方で、間伐の伐出費はほとんど低下しなかったため、利用間伐を増加させることができなかった（保育（切り捨て）間伐を主に行ってきた）ためであると考ええる。素材価格の上昇余地に乏しい現状においては、利用間伐の伐出費を削減することによって収入間伐への道を切り開くことが大きなカギとなるであろう。そのためには、高性能林業機械の有効利用もさることながら、共同作業実施等によって 1 伐採事業地の面積を拡大すると同時に、材積間伐率を引き上げて、まとまった出材量を確保することが重要であると考ええる。

ところで、間伐材利用がそれほど増加しない設定の下で、素材生産量が 2020 年に 3300 万 m^3 へと増加する場合でも、人工林皆伐面積の推計値は年間 20,000ha を下回った。同時に、20 年間の国有針葉樹人工林面積の減少量は、期首の面積 791 万 ha に対して、その約 2 % の 16 万 ha 弱と推計されたことから、人工林全体の蓄積量に及ぼす影響はそれほど大きくないと考えられる。ただし、素材生産量の多寡は地域によって異なっており、また、地利条件等によっても伐採状況が異なる可能性もあり、そうした影響の違いについて明らかにしていく必要がある。また、人工林の伐採後の天然生林への転換がどの程度の面積率と地域配分ならば、環境への影響や将来の資源需要から見て、適正範囲といえるのかについても、検討が必要であろう。

最後に、天然林については、低水準の伐採量を前提としたため、大部分の森林が 60 年生以上となるシミュレーション結果となった。この結果からは、生物の多様性や公益的機能、立木の利用価値、気象災害や病虫害の受け方等々、今までとは違ったものとなる可能性が指摘できる。

オ 今後の問題点

従来用いられてきた減反率モデルに代わり、長期間にわたる統計データに基づく新たな森林資源モデル（FADAS）が開発され、その有効性も確認された。これは、「森林・林業基本計画」等の改訂作業におけるツールとして活用が可能である。また、日本の森林の二酸化炭素吸収量の見通しを検討するためのモデルに拡張していく必要がある。ただし、我が国には皆伐面積や間伐材利用量に関する包括的あるいは統計的なデータが存在していないことから、今後そうしたデータの公表を待って、モデルの精度向上とともに、再造林モデルの再構築を行っていく必要がある。

カ 要約

与えられた需給量等の下で森林伐採面積を推計し、将来の森林資源変動を推計するモデル FADAS を開発し、長期シミュレーションを行った。2020 年に素材生産量が 2500 万 m^3 になるシナリオでは、間伐の生産性が順調に向上していくと、年齢構成の変化による間伐面積と利用間伐の増加によって、国有林の間伐材利用量は 2000 年の 3 倍を越

える 811 万 m^3 に増加する一方、民有林の皆伐による素材生産量はあまり増加しないという推計結果となった。ただし、間伐の伐出生産性が向上しないと間伐材利用量はこれよりも少なくなり、その分皆伐面積が増加し、造林未済地（＝皆伐面積－再造林面積）は拡大する結果となった。高齢林分において利用間伐の割合と材積間伐率が上昇しない場合にも、間伐材利用量の増加は小幅になり、造林未済地は拡大する結果となった。樹種別面積は、マツが大きく減少し、スギ、カラマツと天然広葉樹林も減少したが、ヒノキと広葉樹人工林は増加すると推計された。ただし間伐材利用量がそれほど増加せずに素材生産量が 2020 年に 3300 万 m^3 へと増加するシナリオでも、人工林の面積は 20 年間で 2 % 程度しか減少せず、人工林蓄積に及ぼす影響もそれほど大きくないと考えられる。2020 年には民有の人工林・天然林はともに 80 % 以上が 41 年生以上という結果となった。

キ 参考文献

- Nabuurs, G., Päivinen, R., Pussinen, A. and Schelhaas, M. (2003) Development of European Forests until 2050, European Forest Institute, BRILL Leiden・Boston.
- Mills, J.R. and Kincaid, J.C. (1992) The Aggregated Timberland Assessment System-ATLAS: A comprehensive Timber Projection Model, USDA Forest service PNW-GTR-281.
- 天野正博・野田巖（1987）Japanese wood supply in the future and the effects of air pollutants. In :L. Kairiukstis, S. Nilsson and A. Straszak (eds), Proceedings of the workshop on forest decline and reproduction: regional and global consequences. IIASA WP-87-75.
- Adams, D.M. and Haynes, R.W. (1996) The 1993 Timber Assessment Market Model: Structure, Projections and Policy Simulations, USDA Forest service: PNW-GTR-368.
- Haynes, R.W. (2003) An Analysis of the Timber Situation in the United States, USDA Forest service: PNW-GTR-368.
- UNECE (2005) European Forest Sector Outlook Study, United Nations
- 鈴木太七（1979）森林経理学、朝倉書店
- 野田巖（1999）民有林の地域森林計画における収穫予測に関する研究、森林総合研究所研究報告第 376 号
- 農林水産省統計部（2002）世界農林業センサス林業地域調査報告書、農林統計協会
- 日本林業調査会（2002）林野庁計画課監修「森林計画業務必携」
- 林野庁編（2005）森林・林業統計要覧、林野弘済会
- 久保山裕史、鄭躍軍、岡裕泰（2003）主要な森林気象災害の林齢別被害率の推定と考察、日本林学会誌：85(3)
- 林野庁（2002）森林資源の現況、林野庁
- 岡裕泰・久保山裕史（2005）民有人工林の伐採量・伐採面積に関する統計上の問題、第 56 回日本森林学会関東支部会論文集：31-32

林野庁（2005）森林・林業白書、農林統計協会

林野庁（2003）民有林森林整備施策のあらまし、林野庁

林野庁（2004）平成 15 年度国有林野事業統計書、林野庁

建築経済研究所（2005）建設投資等の中長期予測－ 2010 年度及び 2020 年度の見通し
一、建築経済研究所

森林・林業基本政策研究会編（2002）新しい森林・林業基本政策について、地球社

山田茂樹（2006）第 9 章経営放棄の諸相とその実態「森林・林業・林産物市場の長期見
通し（森林総合研究所編）」、日本林業調査会（印刷中）

（久保山裕史、岡裕泰）

第4章 山村人口の分布変動分析と林業労働力の需給見通し手法の開発

1. 山村人口の将来推計と人口変動類型の地域分布

(1) 山村人口の将来推計

ア 研究目的

戦後のわが国経済が高度成長期、低成長期、バブル経済期、そしてバブル崩壊後の低成長期へと進むなかで、山村人口は日本全体の経済発展の影響を強く受けながら変化してきた。本章では、将来の山村人口が過去と同じように変動するものと仮定した場合に、どのように変化すると考えられるのかを検討する。

イ 研究方法

(1) 将来推計の方法：コーホート変化率法の説明

ある地域の2時点間における人口変化数はその間の出生数、死亡数、流入数、および流出数によって決まる。この関係は人口学的方程式と呼ばれており、以下にみる将来推計方法の考え方の基本である（松村 2002）。この関係を意識しておくことで以下の説明が理解しやすいと思われる。なお、人口を決める4つの変数のうち、「出生」は主に経済水準や女性の就業形態などの社会経済的な要因によって、「死亡」は主に医療水準や栄養水準によって決まると考えられる。また、「流入」と「流出」、すなわち人口移動は主に地域間の経済的水準の差や就学・就業機会の差によって決まると考えられる。

コーホートとは、同時または同期間に出生した集団を意味し、コーホート変化率とは、 t 年から $t+a$ 年までの間に出生した集団の人口変化率を意味する。たとえば、 t 年に10～14歳だった人々は $t+5$ 年には15～19歳になり、この間の人口の変化率がコーホート変化率である。地域人口の将来推計方法として一般的なコーホート要因法は、「ある時点の性・年齢別人口を基準人口とし、年齢が5歳階級の場合には、それぞれ年齢5歳階級別の移動率、生存率、出生率を与えて5年先の性・年齢別人口を推計し、そのプロセスを繰り返すことによって、どこまでも将来の人口を推計することが可能な方法である」（大江 2002）（注1）。純移動率はコーホート変化率と生存率の差として算出可能である。また、コーホート変化率は2時点の性・年齢別人口から算出可能である。したがって、コーホート要因法による将来推計では、当該地域の性・年齢別生存率と女子の年齢別出生率をデータとして用意すればよい。しかしながらわが国では、都道府県単位ではこれらのデータを入手可能であるものの、それより小さい地域では、年齢階級別生存率の算出元となる年齢別死亡数データを全国で統一して入手することは困難である。

これに対してコーホート要因法の簡略版といえるコーホート変化率法は、「純移動率と生存率を合わせたコーホート変化率の将来値を設定して推計を行う方法」（大江 2002）である。出生数の算出には女子の年齢別出生率の代わりに婦人子ども比（女子15～49歳人口に対する0～4歳人口の比）が用いられる場合が多い。したがって、コーホート変化率法による将来推計では、2時点の性・年齢別人口のみをデータとして用意すればよい。

ところで、都道府県という地域的な範囲には都市的な地域や比較的平坦な農村地帯から傾斜地の多い山村地域まで、さまざまな地域が含まれるのが一般的であろう。このため山村人口の推計を問

題にする場合、都道府県ごとに集計された人口データを用いるのは好ましくない。少なくとも市町村以下の小さい地域で集計された人口をデータとして用いるべきであろう。しかしその場合、上述のように、地域別の性・年齢別生存率と女子の年齢別出生率をデータとして入手することが困難であるため、山村人口の将来推計でコーホート要因法を用いることは容易ではない。そこで本章では、2時点の性・年齢別人口のみから推計可能なコーホート変化率法を用いて推計を行うこととした（注2）。

（2）山村地域におけるコーホート変化率の特徴

推計のために用いるデータは、国勢調査の人口メッシュ統計から作成した旧村単位の人口データである。市町村単位の人口データを山村人口として用いることもできるものの、旧村単位の人口データは市町村よりもさらに小さい単位で構成されているため、より山村的な地域の人口をとらえることができる。ここでは、都道府県ごとに年齢別山村人口を集計して推計を行った。また、山村の定義としては山村振興法によって指定されている振興山村を用いた（注3）。

将来推計に先立って、山村人口のコーホート変化率の特徴を把握しておこう。図4-1-1は東京都および岩手県における、山村人口と非山村人口の男子のコーホート変化率を示したグラフである。東京都の山村では10～14歳→15～19歳のコーホート変化率が1を下回り、それより上の世代は20～24歳→25～29歳を最低として、35～39歳→40～44歳で1に近づいている。これは10代前半から後半にかけて進学や就職を機に流出する人が増え始め、20代前半から後半にかけて就職を機に流出する人が最も多くなり、30代前半まで流出傾向が続くことを意味していると考えられる。これらの世代では、いったん流出した後に戻ってくるUターン者や、非山村出身の人々が移り住んでくるIターン者も存在すると考えられる。東京都の場合、これらの世代では流入者以上に流出者が多いということが分かる。

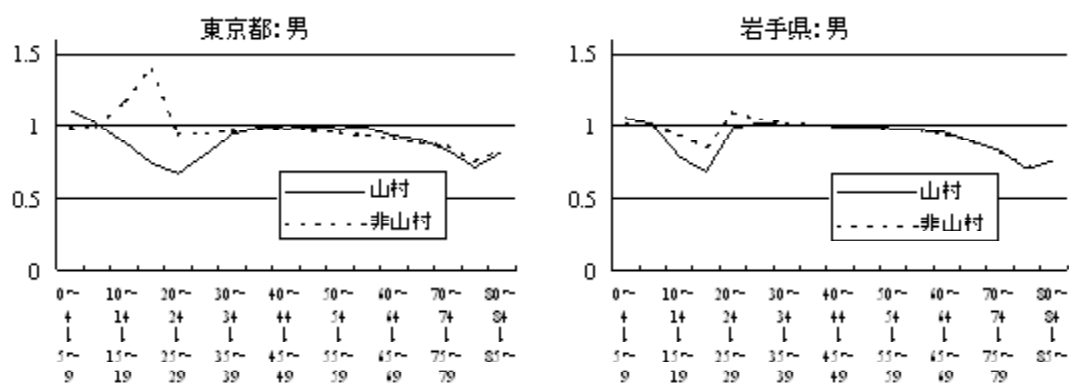


図4-1-1 山村と非山村のコーホート変化率（1995～2000年）

資料：「国勢調査」

一方、東京都の非山村人口の場合、10～14歳→15～19歳および15～19歳→20～24歳のコーホート変化率が1を超えて、とくに後者の変化率は1.40と高いものの、そのすぐ上の世代である20～24歳→25～29歳の変化率は0.94まで下がっている。これは10代から20代前半にかけて進学や就職を機とした流入者が多く、20代前半から後半にかけて、その一部は学校の卒業などを機に東京を離れる人々が多いことが現れていると考えられる。また、山村と比べた場合、非山村では50代から60代にかけてのコーホート変化率がやや低く、これらの世代でもUターンなどで流出する人々が比較的多

いものと思われる。

東京都の場合、山村地域の70～74歳→75～79歳より上の世代の変化率はそれ以下の世代の変化率とは逆転して、非山村地域よりも低い点も特徴といえる。その原因としては、東京都の山村地域で高齢者の流出が多いことや、高齢者の死亡率が高いことが考えられるものの、正確にはより詳細な統計や調査結果を参照する必要がある。

次に、岩手県の山村では、10～14歳→15～19歳および15～19歳→20～24歳のコーホート変化率がとくに低く、進学や就職に伴う人口流出が多いものと思われる。20～24歳→25～29歳になると変化率は1に近くなり、東京都の山村を上回っていることから、東京都の山村に比べると岩手県の山村ではUターン者やIターン者が多いのではないかと考えられる。岩手県の非山村では、15～19歳→20～24歳では、就職や進学によって県外に流出する者が多いため変化率は0.84と低いものの、20～24歳→25～29歳になるとUターン者が山村地域以上に多く、変化率は1.09となる。ただし、この間の変化率の積は0.92（＝0.84×1.09）であることから、流出したまま戻って来ない人々も少なくないことが分かる。また、30代以上の変化率では、山村地域と非山村地域で大きな違いはみられない。

以上、東京都と岩手県のそれぞれについて山村地域と非山村地域のコーホート変化率をみた。その中で、東京都でも山村地域では10代から20代にかけて人口の流出が多いことや、岩手県の山村地域では20代後半より上の世代の変化率は1に近く人口変動は安定的であることなどが分かった。山村のコーホート変化率を地域別にみると、ある程度の共通点と相違点があるということが理解できよう。

ウエ 結果と考察

（1）山村人口の将来推計結果

先に説明したコーホート変化率法によって、まず、1995～2000年までの5年間のコーホート変化率および婦人子ども比が2005年以降も続くという仮定の下で2030年までの推計を行った。

図4-1-2は都道府県ごとに山村の将来人口を推計した結果を合計して作成したものである。この図から、将来の山村人口は高い高齢化率（65歳以上人口の割合）を保ったまま減少し続けることが分かる。具体的には、2000年時点で454万人だった山村人口は2030年までに約300万人にまで、変化率にすると33.9%減少するという推計結果となった。また、2000年時点で28.2%だった高齢化率は2030年までに36.6%に上昇し、同じく13.7%だった0～14歳人口は少子化の影響によって11.0%に低下するという結果となった。

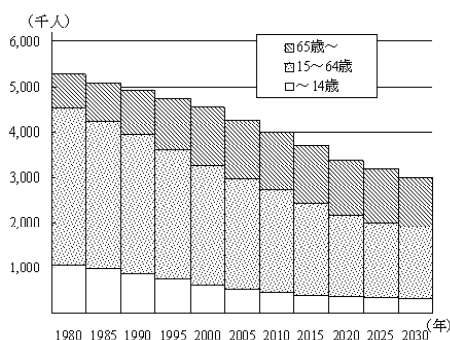


図4-1-2 山村人口の年齢別将来推計結果

注：1980～2000年は実績人口，2005～2030年は推計人口 j、資料：「国勢調査」

国立社会保障・人口問題研究所（注4）による全国の将来人口の中位推計では、2000年に126百万人だった総人口は2030年までに118百万人に減少（変化率で-7.3%）、2000年に17.4%だった高齢化率は2030年までに29.6%に上昇するという結果が得られている。総人口の変動と比べて、将来にわたって、山村人口はより急速な減少を続け、高齢化も進むものと考えられる。

続いて地域別に推計結果を確認しよう。同じ都道府県別の推計結果を元に、2000年から2030年までの山村人口の変化率を算出し、その高低に応じて都道府県別に地図の色を塗り分けると、図4-1-3のようになる（注5）。2030年までの山村人口の減少率が50%以上と高いのは、富山県（54%）、徳島県（52%）、および奈良県（51%）である。地方別では、北海道、関東、四国、および九州で減少率が40%を超えて高い。一方、中部地方（愛知県、岐阜県や長野県）を中心に、将来の山村の人口減少が比較的穏やかなものと推計されている。この図から分かるように、宮城県を除けば、都道府県単位で山村人口が増加する地域はない。宮城県で例外的に山村人口が増加する推計結果となったのは、1995～2000年の間に、振興山村に指定されている仙台市近郊の旧村で人口の増加が見られたためである。

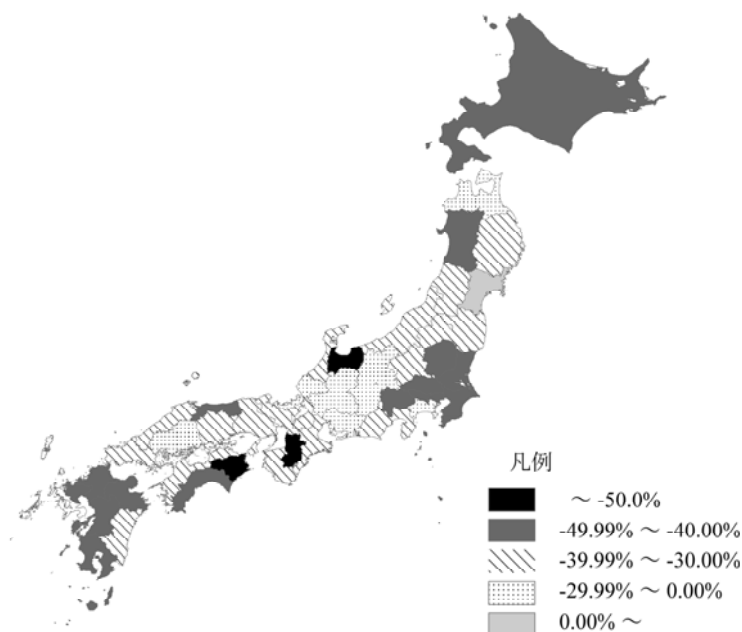


図4-1-3 推計された都道府県別将来山村人口変化率（2000～2030年）

資料：「国勢調査」

次に、上の推計とは異なる仮定の下で推計を行った場合、どのような結果が得られるか、検討してみよう。以下では、上の推計に用いた1995～2000年の間のコーホート変化率のほかに、1980～1985年、1985～1990年、および1990～1995年のコーホート変化率を用いて山村の将来人口を推計してみたい。つまり、山村地域における将来の人口変動は、{1980～1985年；1985～1990年；1990～1995年；1995～2000年}の人口変動と同様である、という4つの仮定を設けて推計を行い、その結果を比較してみよう。

1970年に2.13だった日本の合計出生率は2000年には1.36となっており、この間一貫して低下し続

けている。また、日本の年齢別にみた死亡率も戦後一貫して低下し続けている（国立社会保障・人口問題研究所編 2005）。山村における出生率と死亡率の変化も、日本全体の場合の変化と同様の傾向がみられると考えると、将来の出生および死亡の水準が、1980～1985年の水準に戻ると考えるよりは、1995～2000年の水準が続くと考えるほうが妥当と思われる。一方、山村における流出数と流入数は、山村内における雇用機会の増減（例えば、公共事業の増減）や非山村地域における労働力需要の増減、山村から非山村の就業地までの時間距離の変化（例えば、トンネルの開通）、などの影響によって変化するものと考えられる。こうした山村・非山村の人口移動の要因は、1980～2000年の期間に、出生や死亡のように一定の傾向が続いたのではなく、ある程度の増減があったはずである。こう考えれば、将来の人口移動の水準が、たとえば1980～1985年の水準に近づくと仮定することは、それほど見当違いの仮定ではないといえよう。そこで、ここでは、男女の婦人子ども比率と死亡による変化が大きいと思われる男女の70～74歳→75～79歳、75～79歳→80～84歳、および80～84歳→85歳以上のコーホート変化率は1995～2000年の水準に固定したままで、それ以外のコーホート変化率が{1980～1985年；1985～1990年；1990～1995年；1995～2000年}の水準となるという4つ仮定を設けて推計を行ってみた。

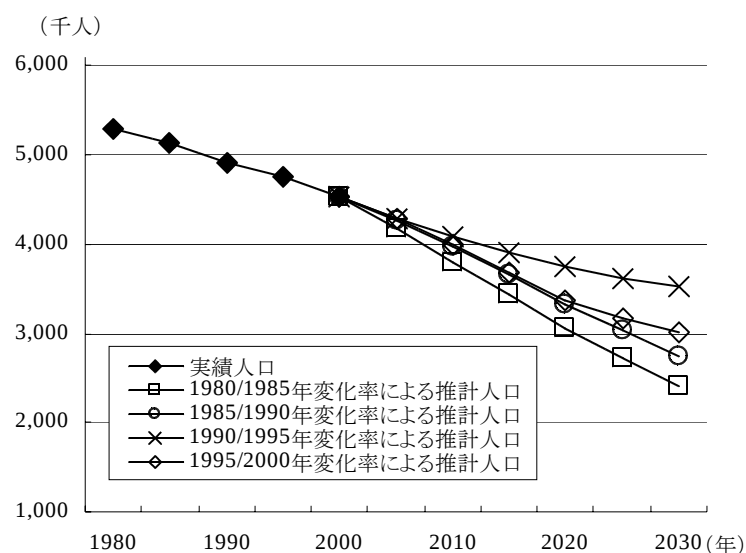


図4-1-4 1980～2000年の4期のコーホート変化率による山村人口の将来推計結果

資料：「国勢調査」

推計の結果（図4-1-4）、1980～1985年変化率を用いた場合、2030年の山村人口は242万人となった。このことは、山村において、1980～1985年の間に起こった人口変動と同様の人口変動が2001～2030年の間にも起こると仮定した場合、2030年の山村人口が242万人に減少すると考えられることを意味している。同じようにして、2030年の山村人口は1985～1990年変化率の場合に276万人、1990～1995年変化率の場合に353万人、1995～2000年変化率の場合に300万人となった。1980～1985年変化率による将来推計で最も人口減少が激しく、1990～1995年変化率による将来推計で人口減少の幅は最も小さい。逆に考えれば、1980～1985年の間は山村からの人口流出が激しく、1995～2000年

にかけて人口流出が比較的穏やかになる傾向があり、とくに1990～1995年の間は人口流出がもっとも少なかったということである。

以上のように、出生と死亡については1995～2000年の水準が続き、人口移動は1980～2000年の5年ごとの4期のうちのどこかの水準が続く、あるいはその範囲内で変動すると仮定した場合、2020年の山村人口は305万～374万人、2030年には240万～350万人という幅で推計された。

（２）振興山村人口の特徴の変化

ところで、振興山村は山村振興法が制定された当時に順次指定され、その後指定の改廃は行われていない。このため現在では、振興山村に指定された後に人口が増加して、いわば山村らしくないような振興山村も存在している。先に言及した仙台市近郊の人口が増加している旧村もこうした振興山村の一つである。このような振興山村がどれくらい含まれているのかを調べるために、振興山村の要件の一つである人口密度116人/km²未満という基準を満たしていないような振興山村の旧村数と人口を調べてみた。その結果は図4-1-5の通りで、旧村数は30（1980年）から40（2000年）に増加し、人口は16.7万人から32.4万人に増加していた。旧村数よりも人口の増加率が大きいことから、一部の振興山村で急速に人口が拡大したことが窺える。ただし、こうした地域の人口は1995年にはすでに30.5万人に達しており、2000年までの5年間の増加率は大きくはない。この趨勢が続くとすれば、山村らしくない振興山村の人口が将来的にとくに大きな割合を占めるようになるとは考えにくい（注6）。

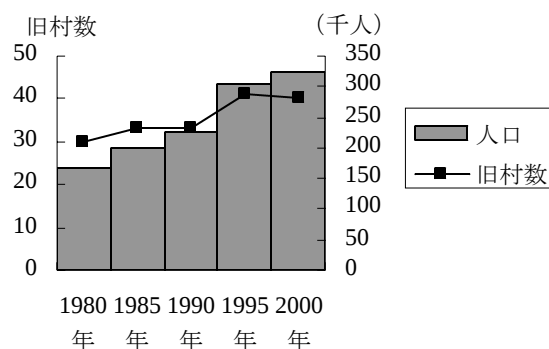


図4-1-5 人口密度116人/km以上の振興山村の旧村数と人口

オ 今後の問題点

将来の山村人口に関わって何よりも知りたいことは、山村の人口はゼロになるまで減少し続けるのか、あるいは、どこかの時点でほぼ一定の水準に落ち着くのか、あるいはまた、どこかの時点で上昇に転じるのか、という問題に対する回答であろう。しかしながら、本章では、あくまで過去の人口変動の趨勢が続くという仮定の下で将来の山村人口を推計した結果が示されており、この問題に対する回答が得られたわけではない。上の結果は、こうしたきわめて限定された仮定の下、2000年時点で454万人だった山村人口は2030年までにおおむね240万～350万人程度にまで減少するものと推計されたということを示しているにすぎない。

育林や素材生産を担う林家や林業労働者の多くは山村地域に居住し、そこに何らかの社会を形成

している。山村の社会で高齢化が進み若い人がいなくなれば、育林や素材生産が行われなくなるかもしれない。一方、木材価格が下落して林業による収入が減少すれば、山村に住んで林業を営んできた人々が林業を止めて都市に移住するかもしれない。つまり、山村社会の変動は林業や森林に影響を与え、また林業や森林の変動は山村社会に影響を与えるというように、山村社会と林業とは相互に関係し合っているものと考えられる。しかしながら、両者の間の関係は必ずしも明らかになっているとはいえず、今後研究すべき重要な課題である。

このような森林・林業と山村との関係から、森林・林業の将来像を描こうとする場合に、山村社会、とくにその人口の将来についても何らかの情報を予備知識としてもつことは決して無駄ではないと思われる。もし、将来、この分野の研究が進んで、両者の関係を数量的に評価することが可能になれば、森林・林業の将来像を描くためのモデルの一部に山村人口を組み込むことも可能になるかもしれない。

注：

- (1) 国立社会保障・人口問題研究所による都道府県別および市町村別の将来人口推計においても、コーホート要因法が用いられている。
- (2) ここでは詳しく紹介しないものの、将来人口を推計する方法には、上に紹介したコーホート要因法やコーホート変化率法のほかにも様々な方法がある。例として、時系列モデルによる統計的な方法 (Siegel 2002)、社会・経済的な変数を組み込んだ計量経済学的方法 (加藤 2002)、システムダイナミックスによる方法 (金子 2002)、マルコフ連鎖モデルによる方法 (石川 2002) などがあげられ、それらの派生的な方法まで含めれば無数の方法が存在していると思われる。ただし、これらの方法は人口総数の推計を扱っている、人口移動についてのデータを必要とする、社会経済に関する仮定を必要とする、などといった問題点がある。このうち、人口総数を推計する方法を用いた場合、年齢別に推計結果を得ることができない。ここでは人口総数とともに将来の高齢化の進行についての情報を得るために年齢別推計も重要と考えた。こうした事情から、現段階では山村人口の将来推計にコーホート変化率法を用いるのが妥当と考えられた。
- (3) 振興山村に指定されている2,104の旧村について、それぞれ個別に将来人口を推計することは可能である。しかしながら、旧村の人口が小さい場合、コーホート変化率が安定せず、適切な将来推計を行えない場合が多くなってしまう。年齢階級によってはその年齢の人口がゼロになってしまい、変化率を算出できない場合も出てくる。このような問題を回避するには様々な方法がありうるものの、ここでは単純に山村の旧村人口を都道府県ごとに集計することによって比較的安定的なコーホート変化率を得ることとした。もちろん全国の山村人口を集計して将来人口の推計を行っても構わない。ただしその場合は地域ごとに山村人口の将来像を描くことができないため、ここでは都道府県ごとに集計した山村人口を用いた。
- (4) 国立社会保障・人口問題研究所のホームページを参照、<http://www.ipss.go.jp/>
- (5) 大阪府および長崎県には振興山村に指定されている旧村が存在しない。
- (6) 今回の人口の将来推計は旧村ごとに行ったわけではないため、人口密度116人/km未満の振興山村の将来人口を算出することはできなかった。

カ 要約

過去の山村人口変動の趨勢が将来も続くものと仮定して、コーホート変化率法によって将来の山村人口を推計した。その結果、1995～2000年のコーホート変化率が将来も続くという仮定では、2000年時点で454万人だった山村人口は2030年までに約300万人（変化率で-33.9%）に減少し、28.2%だった高齢化率は36.6%に上昇するという結果が得られた。1980～1985年、1985～1990年、1990～1995年、および1995～2000年の4期のコーホート変化率が将来にわたって続くものと仮定して推計を行った結果、山村人口は2020年までに305万～374万人、2030年までに240万～350万人という幅で減少するものと推計された。

キ 引用文献

- 石川義隆（2002）国内人口移動のモデル（日本人口学会編『人口大事典』所収）
- 金子隆一（2002）シミュレーション・モデル（日本人口学会編『人口大事典』所収）
- 加藤久和（2002）結婚・出生の将来予測：社会経済モデルによるアプローチ（社会保障審議会人口部会編『将来人口推計の視点』所収）
- 国立社会保障・人口問題研究所編（2005）『人口の動向日本と世界：人口統計資料集2005』厚生統計協会.
- 松村迪雄（2002）人口の概念と観察方法（日本人口学会編『人口大事典』所収）
- 大江守之（2002）地域人口の将来像（日本人口学会編『人口大事典』所収）
- Siegel, Jacobs S. (2002) Applied Demography. Academic Press.

(2) 山村人口変動の分類とその分布

アイ 研究目的と研究方法

前述のように、山村といっても一律に人口が減少しているわけではなく、詳しく見れば様々な人口変動が観察される。地域によって出生や死亡の水準が異なることもあるものの、地域によって大きく異なるのは人口移動のあり方であろう。ここでは、前項までと同様に旧村単位の山村人口データから算出されたコーホート変化率を元に、山村における人口変動の類型について検討しよう。

図4-1-6では、岩手県内および宮城県内の振興山村に指定されている旧村のうち、特徴的と思われる4つの旧村の男子コーホート変化率（1995～2000年）が例として示されている。これらの4旧村の人口等の概要は表4-1-1の通りである（注1）。

表4-1-1 例示した4旧村の概要

	総土地 面積 ¹⁾ (ha)	林野率 ¹⁾ (%)	人口 ²⁾ (人)	人口密度 (人/km ²)	1995～2000年 人口変化率 ²⁾ (%)	65歳以上 人口割合 ²⁾ (%)
旧興田村(現岩手県一関市)	10,887	78.7	4,280	39.3	-6.8	31.5
旧有芸村(現岩手県岩泉町)	10,408	94.5	431	4.1	-16.0	40.8
旧広瀬村(現宮城県仙台市青葉区)	7,117	74.8	25,919	364.2	21.0	14.1
旧秋保村2-1(現宮城県仙台市太白区)	14,575	85.8	4,785	32.8	-3.6	21.8
1) 資料:『2000年農林業センサス』						
2) 資料:『国勢調査』						

図4-1-6から、宮城県仙台市の旧広瀬村のように、多くの世代でコーホート変化率が1を超えている旧村、岩手県一関市の旧興田村のように、15～19歳→20～24歳で0.6程度まで変化率が下がって流出が多いものの、次の世代で変化率が1を超えておりUターン者が比較的多いと考えられる旧村、宮城県仙台市の旧秋保村2-1のように、15～19歳→20～24歳から25～29歳→30～34歳にかけての変化率が1を大きく下回っており、ある程度の流出が見られその後のUターンが少ないと考えられる旧村など、同じ振興山村であってもさまざまな人口移動のタイプが存在していることが分かる。

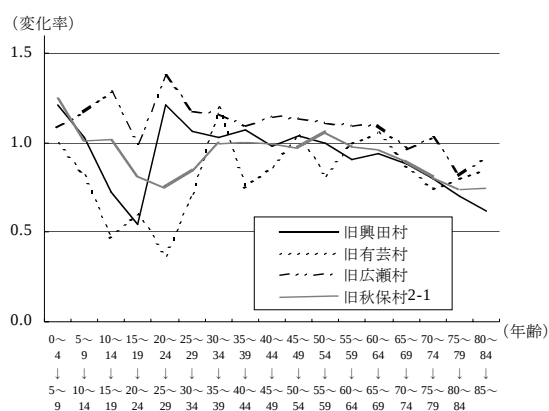


図4-1-6 旧村の男子コーホート変化率（1995～2000年）

資料：「国勢調査」

また、岩手県岩泉町の旧有芸村のように、コーホート変化率のグラフが凸凹して安定しない旧村もある。山村人口のコーホート変化率が安定しない原因としては、元々の人口が小さいことのほかにも、変化率を算出した期間にダム建設に伴う大量の人口移動や、大型公共事業の開始や終了に伴った大量の移動、大規模な災害に伴う大量移動などが発生した場合が考えられる。旧有芸村の場合には、2000年時点の人口が431人であることから、人口が小さいことが変化率の安定しない主な原因と考えられる。

これまでに4つの旧村のコーホート変化率についてみた。このうち、先に紹介した3旧村はそれぞれ異なるタイプの人口変動として分類できそうである。しかし、4つめの旧有芸村の場合はコーホート変化率が安定しないためどう分類すべきかの判断が難しそうである。また、2,104あるすべての振興山村に指定されている旧村について、上述のような作業を繰り返して主観的な分類を行うためにはかなりの時間と労力が必要である。そこで以下では、上のような主観的な判断を最小限にしてある程度機械的な分類ができるよう、クラスター分析を適用して振興山村に指定されている旧村人口のコーホート変化率の分類を行った。具体的には、振興山村に指定されている2,104の旧村のうち、1995～2000年のコーホート変化率が得られた2,100の旧村をWard法というクラスター分析の方法によって4つに分類した（注2）。

結果を見る前に少し注意点を確認しておきたい。分類に用いた元のデータ、すなわちコーホート変化率は、元々いくつかの異なる人口変動のタイプなるものが存在していて、そこから得られたデータというわけでは決していない。元々のデータは連続的な値として得られ、どう分類するのが妥当か、客観的な判断基準は存在していなかった。さらに、クラスター分析によるクラスタリングの結果は一般に、「絶対的でも、普遍的でも、客観的でも」（神嶌 2003）なく、結果の妥当性の判断は外的な知識に委ねられている。クラスター分析では、その目的次第で様々な分類結果を導き出すことが可能である。したがって、以下に示した分類結果は分類の一例にすぎないということである。ここでは山村の人口変動がうまく分類されて、変動の仕方を理解するのに役立つように分類されればよいものと考え、4～5の類型に分類されるのが適当とみなした。

ウエ 結果と考察

図4-1-7には、タイプI～IVに分類されたコーホート変化率のそれぞれの類型ごとの平均値が、また表4-1-2には類型ごとの旧村数と平均人口が示されている。

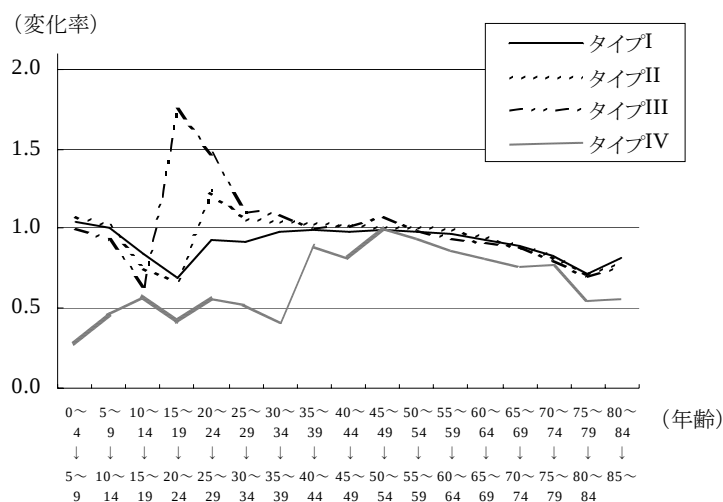


図 4-1-7 山村人口変動の分類（男子コーホート変化率（1995～2000年）の平均値）

表4-1-2 類型ごとの旧村数と平均人口

類型	旧村数	平均人口
タイプI	1,015	2,140
タイプII	987	2,323
タイプIII	50	1,370
タイプIV	48	152
全山村	2,100	2,162

タイプIは15～19歳→20～24歳でコーホート変化率が低く、続く20～24歳→25～29歳変化率はやや高くなるものの1を下回っており、Uターン者が少ない場合の人口変動の類型を示していると考えられる。一方タイプIIは、15～19歳→20～24歳でコーホート変化率が低い点はタイプIと共通しているものの、続く20～24歳→25～29歳変化率は1を上回っていることから、Uターン者が比較的多い場合の人口移動の類型を示しているものと考えられる。タイプIおよびタイプIIの旧村はほぼ同数で、両者を合わせて旧村数の9割以上を占めている。また、タイプIIIは、10～14歳→15～19歳のコーホート変化率が低く、続く15～19歳→20～24歳変化率は2.0近くときわめて高いことから、高校進学時に転出して、卒業後にUターンする者が多いという人口変動の類型を示していると考えられる。最後のタイプIVは、人口が小さいことが原因でコーホート変化率が安定しない旧村の類型を示していると思われる。

図4-1-8はクラスター分析によって分類されたタイプI～IVの全国の旧村をそれぞれ塗り分けた地図である。

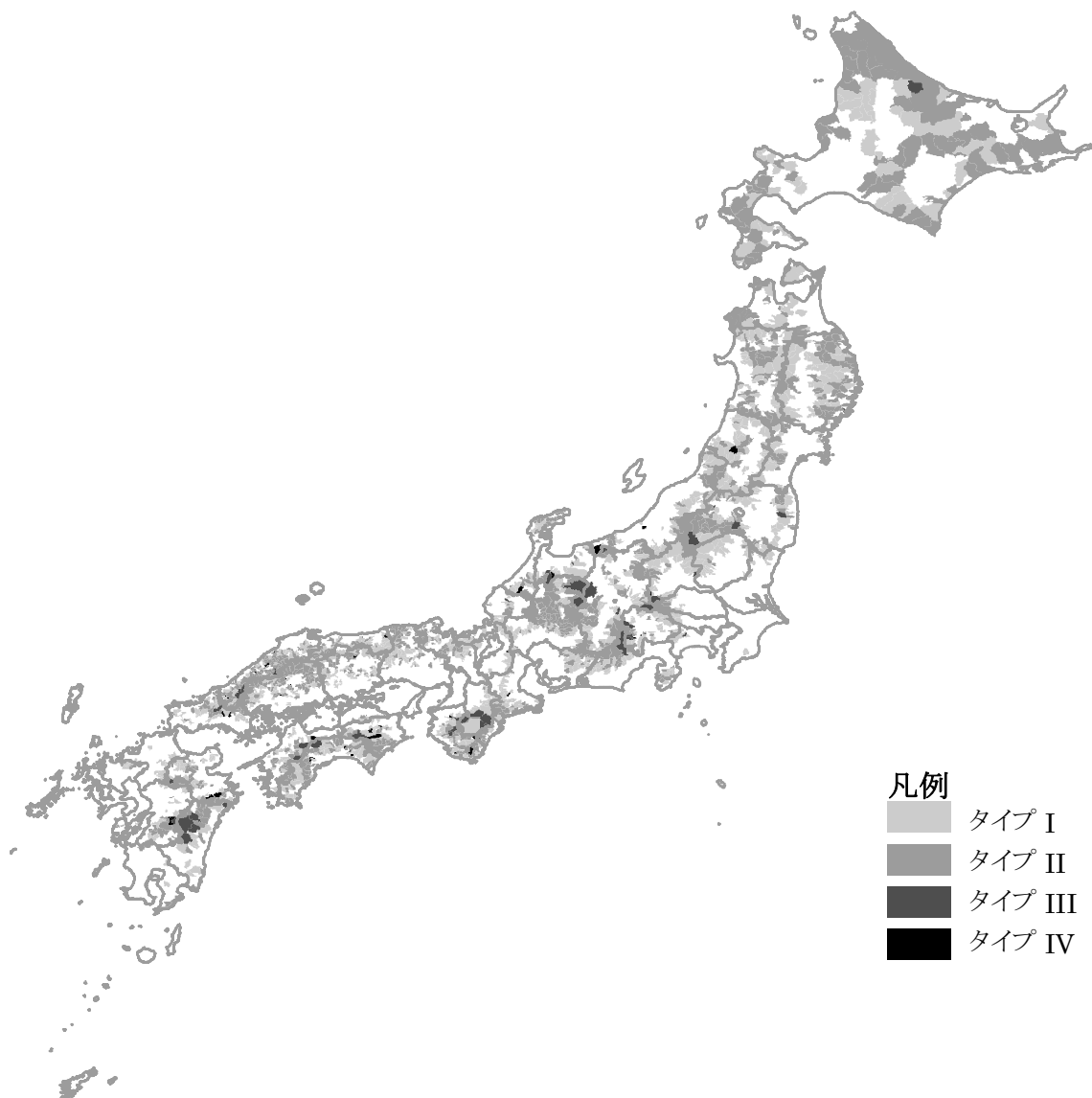


図4-1-8 山村の人口変動類型の分布

ここで見られるいくつかの特徴の一つとして、まず、タイプIはタイプIIの周辺に分布するケースが多いように見える。例えば岐阜県から富山県にかけての山村地域の地理的なまとまりや、福島県、栃木県、および新潟県にまたがる山村地域の地理的なまとまりで、こうした特徴の分布が見られる。山村地域の地理的なまとまりの中心部分は、都市的な地域からみてより奥地に位置する山村と考えられることから、タイプIIのほうがタイプIよりも奥地に分布するケースが多いということになる。1995～2000年には、タイプIよりもタイプIIのようなより奥地の山村でUターン者の割合が高い傾向があったという推察が得られる。

また、タイプIVのように変化率の安定しない旧村は地図上で占める面積が小さいことから、面積の小さい旧村で変化率が不安定になりやすいということを読みとることもできる。

オ 今後の問題点

コーホート変化率を用いた山村人口変動の類型化は、単に山村の人口変動に異なるタイプが存在

することを認識することにとどまらず、小地域におけるより精確な将来推計に応用することが期待される。すなわち、小地域ではその集計単位が小さいがゆえにうまく推計ができないという小地域推定問題が知られている (Longford 2005)。この問題の解決法の一つとして、人口変動が類似した地域の情報を参照することで、当該の小地域の推定について安定した推定結果を得ることが考えられ、今後の課題といえる。

注：

- (1) 例示した4旧村の地理的概況は次の通りである。旧有芸村のある岩手県岩泉町は西は盛岡市に接し、東は陸中海岸の太平洋に臨み、北上高地の東部に位置している。旧有芸村はその岩泉町の南東部に位置する。旧興田村のある一関市は、岩手県の南端に位置し、市の西側に奥羽山脈、中央部に北上盆地、東側に北上高地がある。旧興田村はその一関市の北東部に位置する。旧広瀬村および旧秋保村2-1のある宮城県仙台市は東側の仙台平野から仙台湾を臨み、西部には奥羽山脈が位置し、山形県境と接している。旧広瀬村の形状は東西に細長く、広瀬川に沿って国道48号やJR仙石線が走り、旧村内に作並温泉や錦ヶ丘団地がある。また、旧秋保村2-1の形状も東西に細長く、名取川に添って県道が走り、東部に秋保温泉がある。
- (2) 人口変動の分類のためのクラスター分析で用いたデータは、2000年の男女の婦人子ども比と1995～2000年の男女のコーホート変化率（計36変数）である。なお、このコーホート変化率には、欠測値が含まれていたため、それらをすべて「0」に置き換えてクラスター分析を行った。この欠測値はコーホート変化率の算出元の旧村別・男女別・年齢5歳階級別人口データに0が含まれていた場合に、変化率を算出する際に欠測となったものである。クラスター分析に用いた36変数の中に1つでも欠測値が含まれているケースは、ケースごと欠測とみなされ、そのケースがどの類型化を決めることができない。それを避けるために欠測値を「0」に置き換えることとした。

カ 要約

旧村ごとのコーホート変化率を用いて、クラスター分析によって山村の人口変動を類型化した。その結果、旧村レベルの人口変動を、Uターン者が比較的多いタイプや高校進学時の流出が多いと考えられるタイプなど、いくつかのタイプに類型化することができた。

キ 引用文献

神瀧敏弘 (2003) データマイニング分野のクラスタリング手法 (1) 『人工知能学会誌』 18(1): 59-65.

Longford, N. T. (2005) Missing Data and Small-Area Estimation. Springer.

(林雅秀)

2. 林業労働力の動向と林業作業者数の長期見通し

ア 研究目的

長期間にわたって林業就業者数は減少し続けている。国勢調査によれば、林業就業者数は 1970 年 213,115 人→1980 年 139,862 人→1990 年 107,500 人→2000 年 67,153 人と一貫して減少してきた。また、それと同時に高齢化が進行しており、いかに若返りを図りながら労働力を確保するかが長年の課題となっている。そうした大きな流れの中で、1990 年代を通じて林業労働への I ターンや U ターンなどによる新規参入が活発化していることが事例研究などから明らかになっている（柳幸・志賀、2005）。

しかし一方で、出生率の低下による少子化の影響が深刻に現れ始め、日本の人口の減少が今にも始まろうかという局面にさしかかっている（国立社会保障・人口問題研究所、2002a）。このように林業労働力の確保に関しては明るい面と暗い面との両方が交錯しているような状況にある。

本研究ではこういった林業労働力の動向を国勢調査などのデータを用いて明らかにするとともに、林業作業者数の将来的な予測を行う。

具体的には以下の点を明らかにする。

（1）2000 年国勢調査から読み取れる新しい林業労働力参入の動向を過去の国勢調査との比較から明らかにする。

（2）先行研究では顧みられなかった日本の総人口の変動を加味した林業労働力の将来推計を行う。

（3）2000 年国勢調査のデータから地方別の林業労働力の動態を明らかにする。

（4）上記地方別の林業作業者の参入退出の分析に基づいて地方ごとの林業作業者数の将来推計を行う。

イ 研究方法

国勢調査データを用いた先行研究の要点についてまず述べる。1990 年およびそれ以前の国勢調査のデータを用いた研究では、永田・寺下ら（1991）、同 1995 年のデータを用いた研究では田村ら（1998）を挙げることができる。また、本研究と同じ 2000 年データを用いた分析では森林化社会の未来像編集委員会（2003）がある。

永田・寺下らは「林業」という類型の中に森林組合が含まれない可能性」について言及し、実際に林業の現場に携わる森林組合の従業員でも産業分類上では「事業が協同組合であり複数の事業を行う場合は「協同組合（他に分類されない者）」に分類される」ことを指摘している。また、「将来推計には平均を取ったのでは過大推計となり、少なくとも最近の八十五から九十年区間による推計値を取ることが望ましい」ことも指摘している。

田村らは、「95 年の調査では 49 歳以下で参入超過となり、50 歳以上で退出超過という全産業と同様なパターンになってきている」という事実を発見している。つまり、労働力が一方的に流出していたそれ以前の局面から、若年層において参入超過の局面へと変化が生じつつあることが述べられている。

森林化社会の未来像編集委員会は産業分類で「林業」に属する者の全国将来推計を行っている。高齢化が依然として進行しているデータを示しながらも一方で、「50 歳未満

層でみると、31.0 %から 32.7 %へとわずかに拡大している」ことを近年の特徴として挙げている。

先行研究および本研究で用いるコーホートについては、「ある期間に出生・婚姻等何らかの事象が発生した人を集団としてとらえたもの」と簡単に説明されている(厚生労働省ホームページ)。ここでは、国勢調査が 5 年ごとに行われるものであるから、5 年を 1 つのコーホートとする。

使用するデータは 1985 年、1990 年、1995 年、2000 年の各国勢調査における産業分類「林業」のうち職業分類「農林作業従事者」(以下、林業作業員)数である。先行研究で長期間の平均変化率による将来推計は既に行われており、またそこにおいて最近の変化率から将来推計を行う方が実際値に近づく見込みが高いことが示唆されているため、15 年間、3 期間分を用いて分析することとした。

林業作業員数の将来推計は 1995 ～ 2000 年のコーホート増減率が今後も一定であるという前提に基づくコーホート変化率法によって行った。ここでは、ある期のコーホート別林業作業員に対して、コーホート別の増減率をかけて加えたものが次期の(5 歳上の)コーホート別林業作業員と計算される。例えば後記のように、2000 年の期末年齢 30 ～ 34 歳コーホートの 1,458 人に 1995 ～ 2000 年における期末年齢 35 ～ 39 歳コーホートの増加率 21 %をかけて加えたものが 2005 年の期末年齢 35 ～ 39 歳コーホートの林業作業員数 1,763 人になるという計算である。

また、15 ～ 19 歳コーホートがどれだけ林業作業へ参入するかは、前期の参入者数に次の 5 年間の 15 ～ 19 歳コーホートの人口変動率を乗じたものを計上している。例えば、ある 5 年間で 15 ～ 19 歳コーホートの総人口が 10 %減少した場合は、林業への参入者数も 10 %減少して計上するといった具合である。

ウ 結果

(1) 全国林業作業員の参入退出の動向

林業作業員は、1985 年の 96,381 人から 1990 年 73,337 人→1995 年 58,754 人→2000 年 46,868 人と 5 年ごとに順に 24 %減、20%減、20 %減と平均して約 20 %の減少を見ている。したがって、この 15 年間では過半が減少した計算になる。

図 4-2-1 に林業作業員数の推移を年齢階層ごとに示す。まず、年齢別の分布が平準化していることが分かる。これは 1985 年にピークを形成していた 50 ～ 59 歳のコーホート(1935 ～ 1945 年生まれ)が最近の 2000 年においては 65 ～ 74 歳と高齢化し、退出者が多くなってきたことが最大の理由である。この 1935 ～ 1945 年生まれコーホートの最近 15 年間の減少率は約 70 %であり、全体の減少のうち約 50 %を占める。その結果、全体に占める割合も 42 %から 26 %へと低下し、分布は平準化が進んだ。

各期末年齢階層によるコーホートの増減率を調査期間別に図 4-2-2 に示す(20 ～ 24 歳における増加率はそれぞれ、1985 ～ 1990 年 125 %、1990 ～ 1995 年 345 %、1995 ～ 2000 年 284 %であった)。3 期間に共通する一般的な特徴として 60 歳以上の階層で退出率が上昇し始めることが分かる。これは他産業と同様に加齢に伴う退出と考えて良いだろう。60 歳代では約 1/3 が退出し、70 歳代になると約半数が退出することになる。80 歳代になるとさらに退出する率が上昇するが、既に多数が退出した後であるために、全体に与える影響はもはや小さい。

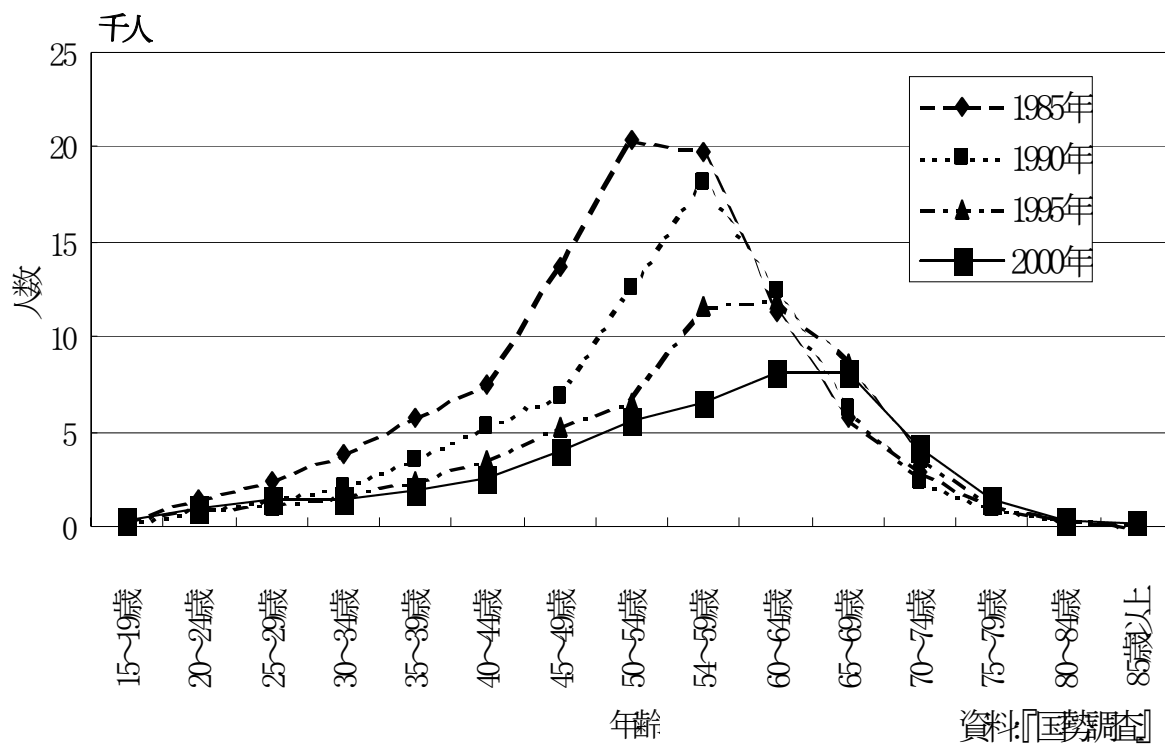


図 4-2-1 年齢別林業作業者数の推移

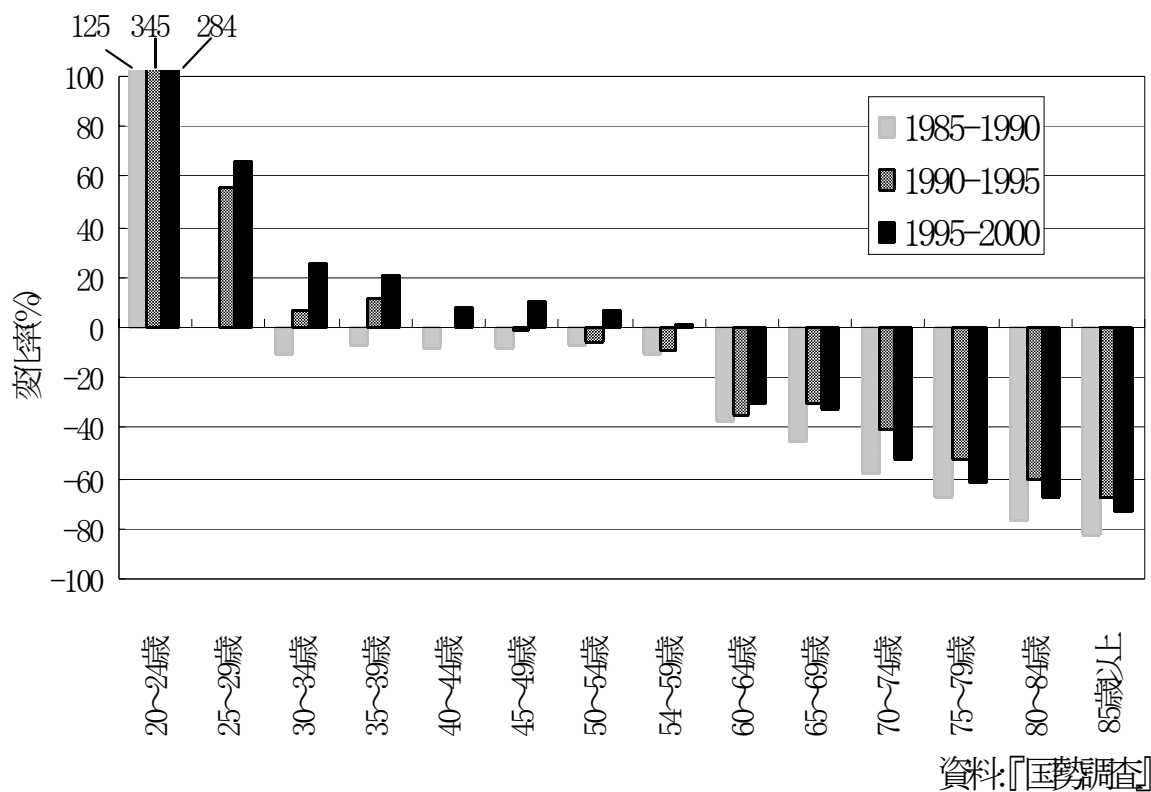


図 4-2-2 コーホート別林業作業者数の増減率

1985 ～ 1990 年の 5 年間では、20 歳代のコーホートで増加していたが、30 歳代以上のコーホートでは軒並み減少している。30 歳から 59 歳までのコーホートでは高齢退出と推測されるそれ以上のコーホートよりも減少率が低くなっているが、これらは他産業へと転出していったものと考えられる。

続く 1990 ～ 1995 年の 5 年間では、先の期間と比較して全体の減少率では 24 % 減から 20 % 減とやや緩和された。コーホート別に見ると、増加したコーホートが前期間と比較して 20 ～ 44 歳までと拡大したことが特徴である。ことに前期間で 0.3 % 増とほぼ増減のなかった 25 ～ 29 歳のコーホートにおいて大きく増加に転じていることが際立っている。

最近の 1995 ～ 2000 年の 5 年間では、さらに増加したコーホートの年齢の上限が高くなっている。20 ～ 59 歳のコーホートまで増加が見られ、60 歳以上のコーホートから減少が見られるようになったという変化である。つまりここに来て、一般的な生産年齢のコーホートでは他産業から林業への流入超過の状態になっていることがわかる。

以上をまとめると、1985 ～ 2000 年の 15 年間にわたって従来より若齢コーホートで見られた林業作業への流入超過が壮齢コーホートまで拡大するトレンドがあったこと、およびピークを形成していた 1935 ～ 1945 年生まれコーホートの高齢退出が同時期に起きていたために年齢分布の平準化が進んだことが判明した。

（２）全国林業作業者数の将来推計

日本の総人口変動の影響を加味したものと加味していないものの 2030 年までの将来推計結果を図 4-2-3 に示す。総人口の減少を加味しない場合は 2010 年までは 20 % 程度の減少率で推移するが、その後減少率は低下し、2025 年（24 千人）を底にして増加に転じる。単純比較は出来ないが、林業就業者数の将来推計を 1995 年国勢調査の数値を用いて行った田村ら（1998）の研究では、減少の幅は低下するものの底は見出せなかった。しかし、本研究においては上記の通り、2025 年において底を打ち徐々に回復するという推計がえられた（田中、2004）。

しかし、人口変動の影響を加味した場合は、減少傾向に終わりではなく 2030 年まで減少し続け、2030 年には約 22 千人まで減少することが示された。人口変動の影響を加味したものと加味しないものとの差は徐々に拡大し 2030 年には最終的に 2 千人あまりとなる。

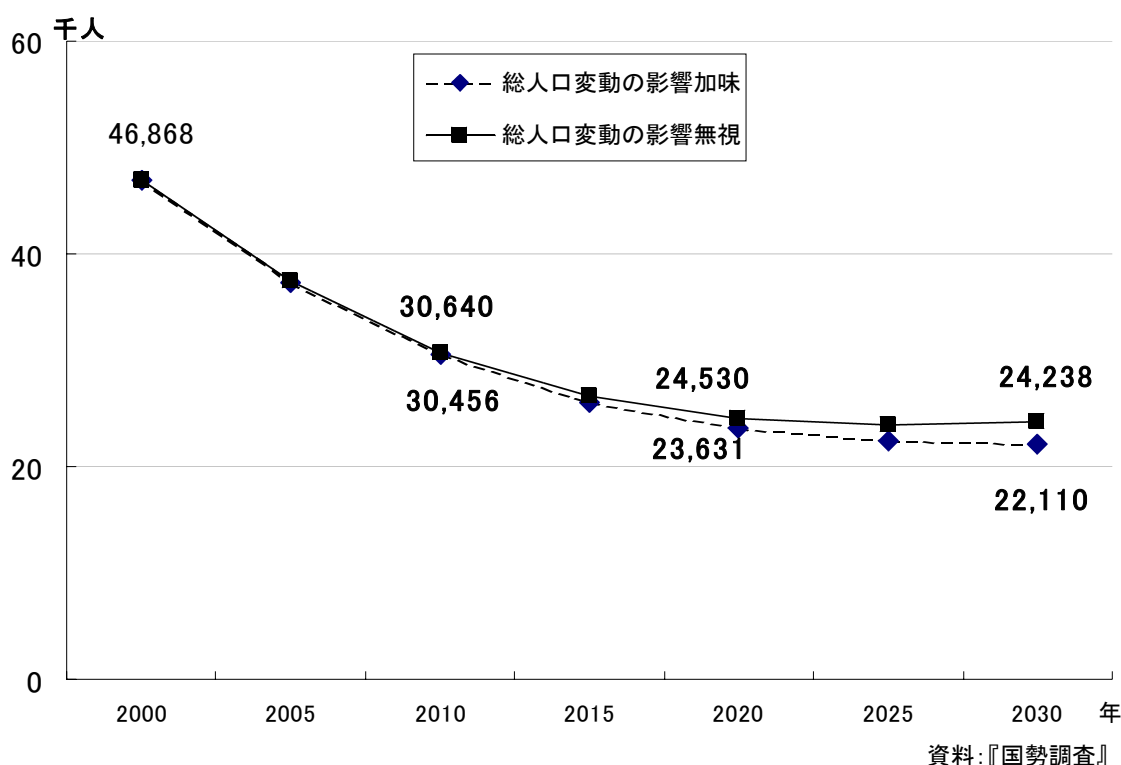


図 4-2-3 全国の林業作業者数の将来推計

(3) 地方別に見る林業作業者数の変化

(1) の全国の動向把握に続いて地方別に林業作業者数の変化を見る。以下は、国勢調査の都道府県別の林業作業者数を足し合わせて地方別の数を求めた結果である。

表 4-2-1 地方別林業作業者数の変化

	全国	北海道	東北	関東	中部	近畿	中国	四国	九州・沖縄
1995年	58,754	5,983	11,306	3,563	8,925	8,352	5,319	4,792	10,514
2000年	46,868	4,468	9,150	3,159	7,563	5,972	4,626	3,612	8,318
変化率	-20.2%	-25.3%	-19.1%	-11.3%	-15.3%	-28.5%	-13.0%	-24.6%	-20.9%

単位:人
国勢調査より作成

表 4-2-1 のとおり、1995 年から 2000 年にかけて林業作業者が全国で 20 % 減少した中、地方別に見ても全てで減少した。中でも近畿地方は 8,352 人(1995 年)から 5,972 人(2000 年)まで 28 % 減少し、最も減少が激しい。これは三重県・奈良県・和歌山県といった紀伊半島 3 県において減少率がそれぞれ 31 %、33 %、33 % と大きかったことが理由である。林業が盛んで労働力のストックが多かったこれらの地域における減少が近畿地方全体の数字を下げた恰好である。紀伊半島はこの 5 年間で全国的に見て最も林業労働力が減少した地域ということもできる。逆に関東地方は林業作業者の数は多くないながら、減少率は低かった。

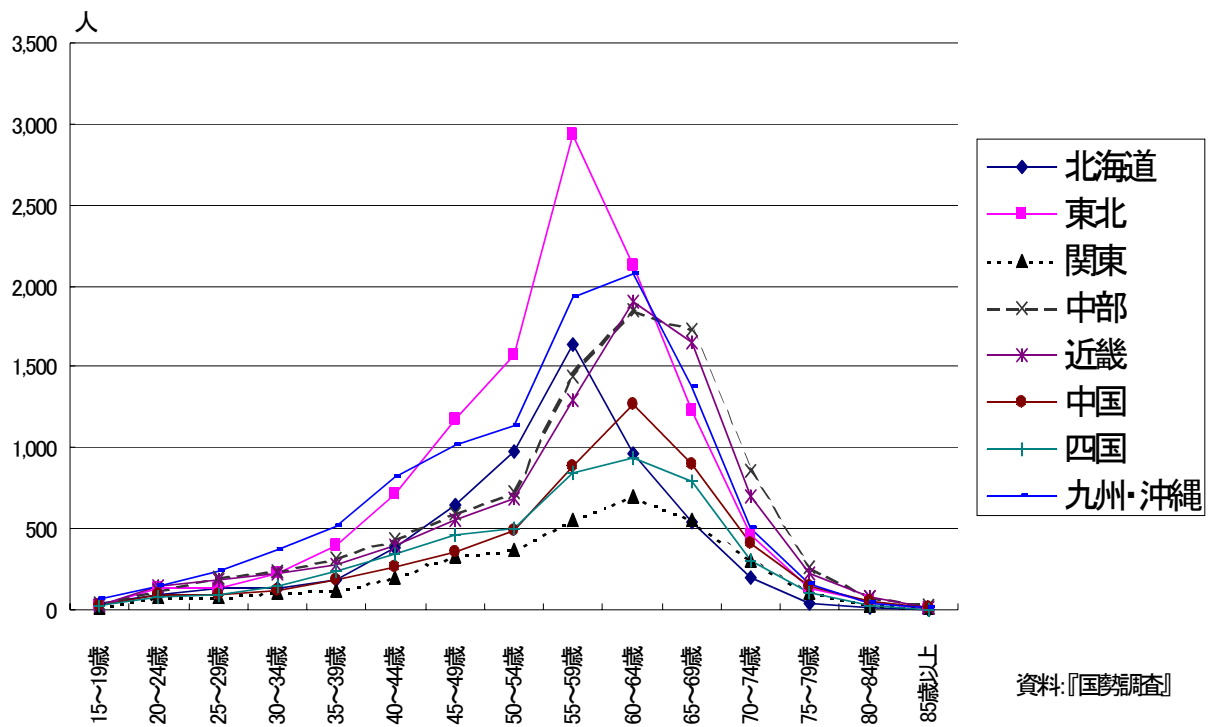


図 4-2-4 1995 年国勢調査の地方別林業作業者数

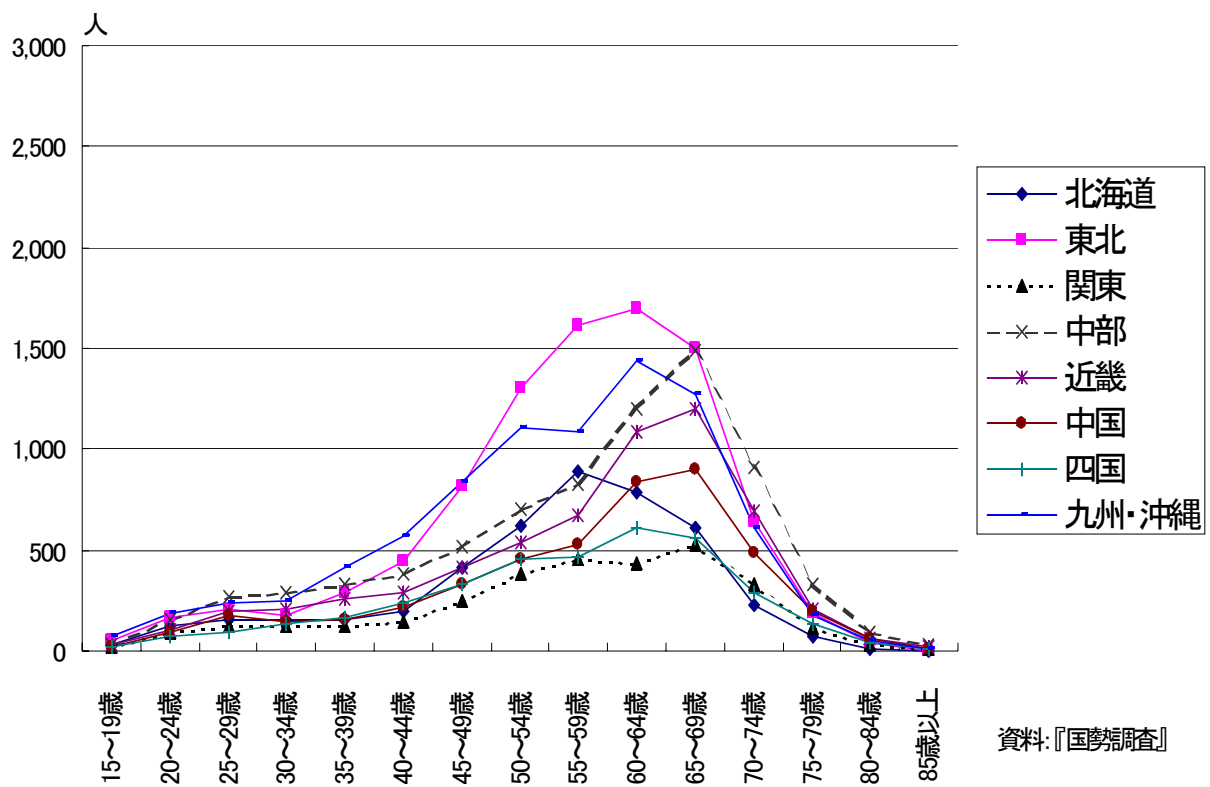


図 4-2-5 2000 年国勢調査の地方別林業作業者数

次に、コーホート別林業作業者数の変化を地方別に図 4-2-4、5 に示す。全国の図においても指摘したように、1995 年にピークを形成していた 55 ～ 64 歳の層の高齢化が進行すると同時に減少している。また、若年者層においてやや盛り上がり、わずかながら厚みが生まれている。それによって、分布が平準化したことが分かる。地方別では、コーホートの分布に大きな差があり、東北地方が前述の世代の労働力に大きく依存している状況が見て取れる。逆に、関東地方はコーホートの分布にあまり大きな偏りがなく、これもまた一つの特徴といえることができる。

では、1995 年から 2000 年にかけて林業作業者数の減少が激しかった地方と緩やかだった地方とではどのような違いがあったのかについて、コーホート別の増減率を見ることから明らかにする。減少率の緩やかだった地方として関東・中部・中国の 3 地方、激しかった地方として近畿・北海道・四国の 3 地方を挙げ、それぞれのコーホート別の増減率を図 4-2-6、7 に示した（20 ～ 24 歳の増加率はそれぞれ、関東 507 %、中部 371 %、中国 326 %、近畿 261 %、北海道 253 %、四国 180 %、また中部の 25 ～ 29 歳は 139 % 増加であった）。両図ともに若年層で流入超過、高齢層で退出超過と大まかな傾向は一致するが、40 歳代、50 歳代の動向に違いが見て取れる。

図 4-2-6 では 20 ～ 59 歳までの生産年齢人口において流入超過であり、それ以上のコーホートにおいて退出超過の状態にあることが分かる。これは全国の傾向（前掲図 4-2-2）と一致しているが、グラフを見ても 50 歳代の盛り上がりが全国平均以上に目立っている。一方、図 4-2-7 では四国地方において 44 歳まで、近畿・北海道地方において 49 歳までが流入超過の状態にあるが、それ以上のコーホートにおいては退出超過となっている。

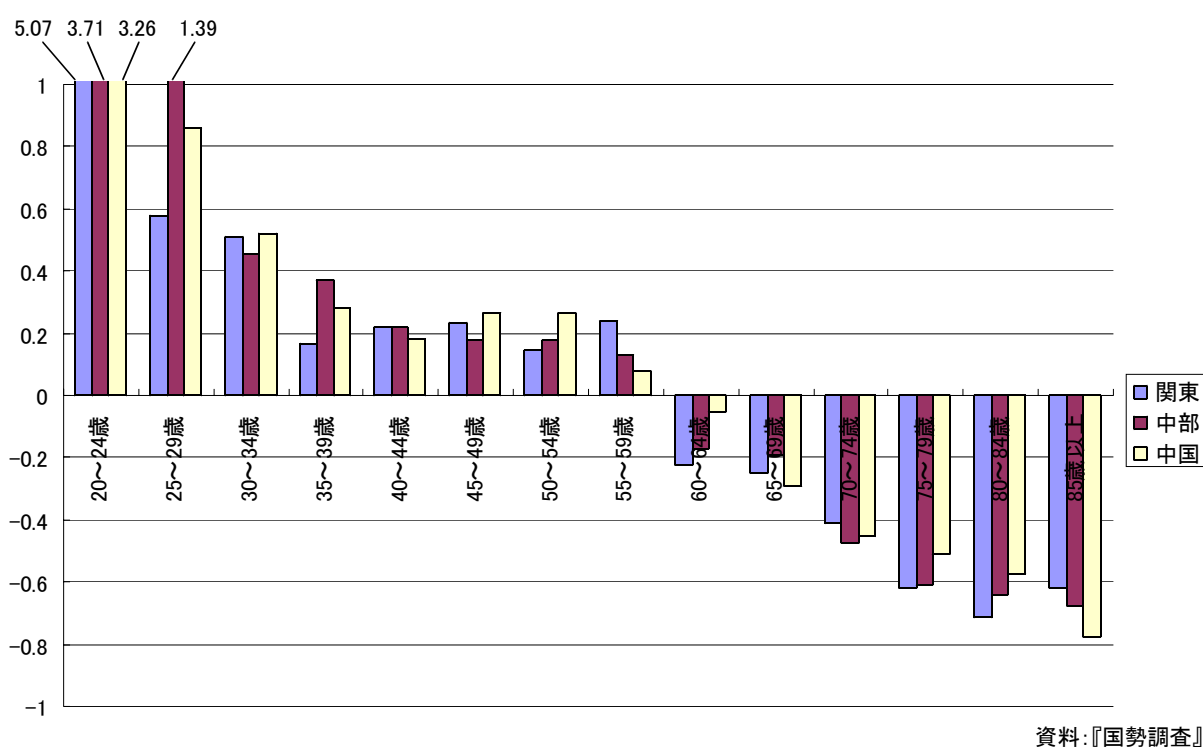


図 4-2-6 林業作業者数のコーホート別変化率(1995-2000 年、関東、中部、中国地方)

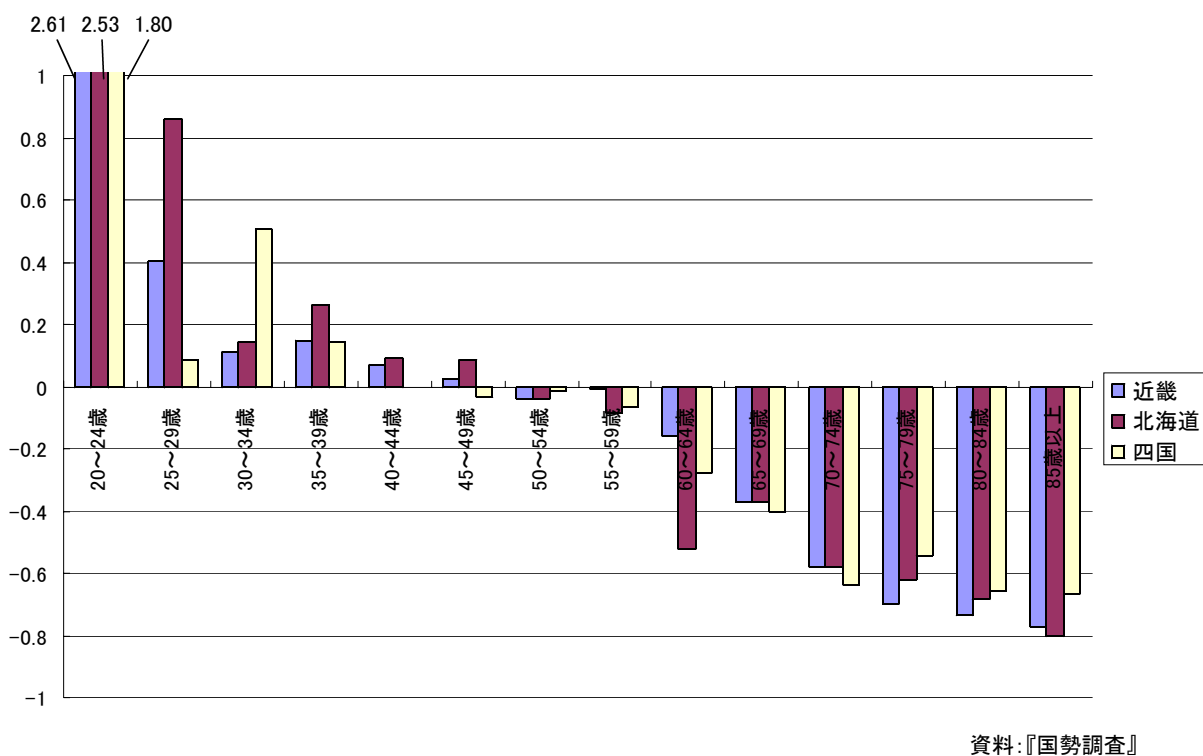


図 4-2-7 林業作業者数のコーホート別変化率(1995-2000 年、近畿、北海道、四国地方)

（４）地方別林業作業者数の将来推計

林業作業者数の地方別将来推計の結果を図 4-2-8、9 に示す。地方別の将来推計に関してはすべて総人口変動の影響を加味したものである（国立社会保障・人口問題研究所、2002b）。2000 年時に実数で多かった東北地方と九州・沖縄地方が減少で推移するなか、中部地方は 2015 年以降回復を見るために 2030 年には林業作業者数で最多となる。ちなみに、地方の数字を足し合わせると 2030 年には 26,670 人となるが、これは全国で推計した値 22,110 人より過大であり、その差は約 4,500 人である。地方別の数字が全国に比べて過大になる要因の一つとして、元々人数の多い中部地方の林業作業者数が 2030 年に大幅に回復してくることが挙げられる。

2000 年を 100 としてそれ以降の指数値を表したのが図 4-2-9 である。関東、中部、中国地方の順に回復傾向が比較的目立つ恰好である。関東、中部地方は 2015 年に底を打って 2020 年から増加にいち早く転じている。特に関東地方は 2030 年には 2000 年の値を超えることが推計された。

一方、その他の地方は下げ止まりが見られず、林業作業者数の減少には地方間の格差が大きいことが分かる。特に、四国と近畿地方は 2030 年には 2000 年の 3 分の 1 に減少するという深刻な状況である。

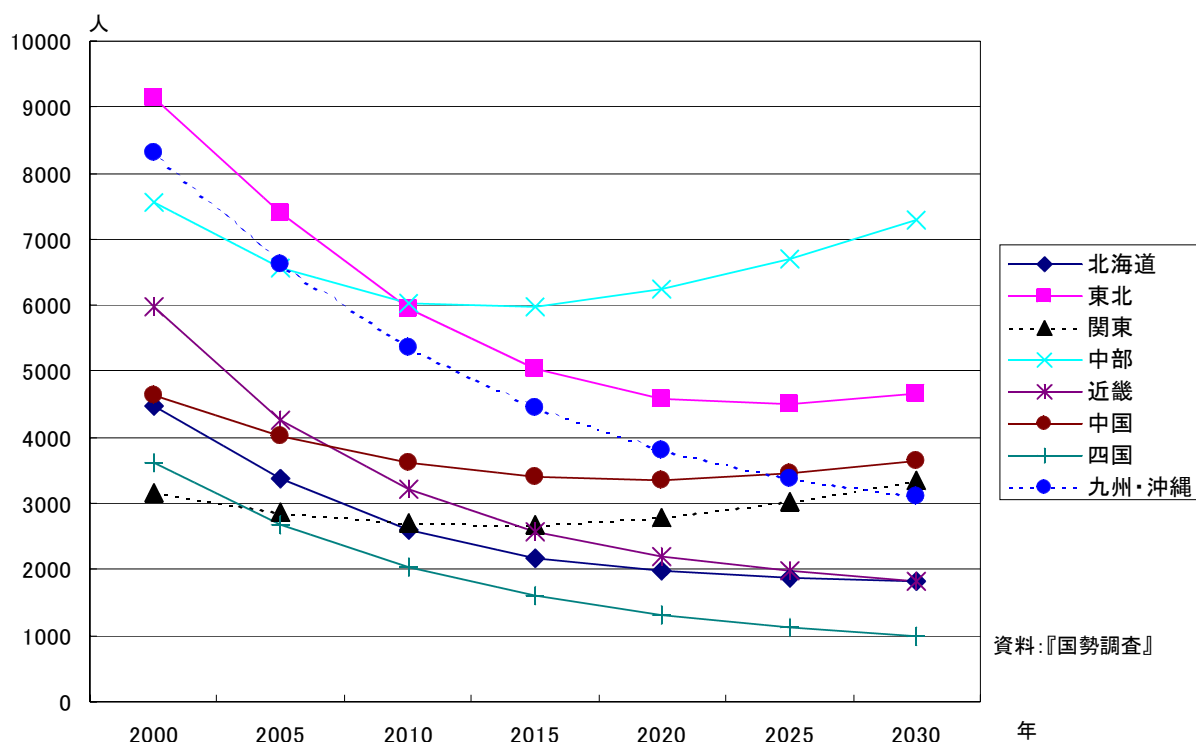


図 4-2-8 地方別林業作業者数の将来推計

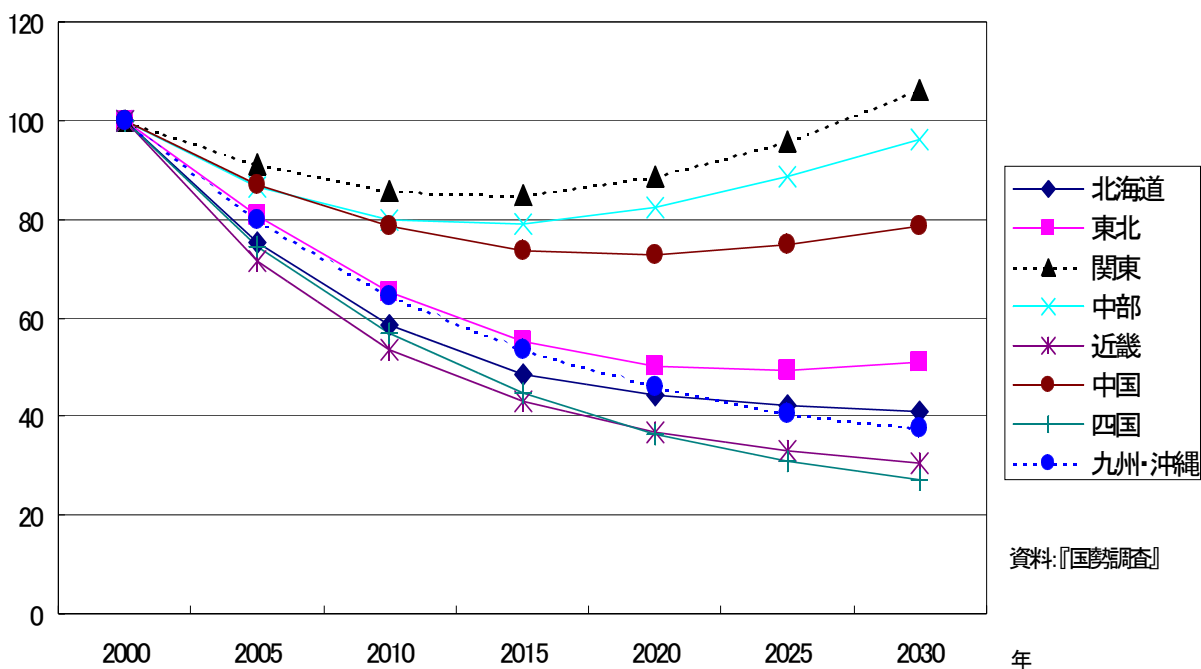


図 4-2-9 地方別林業作業者数の将来推計（2000 年 = 100）

エ 考察

(1) 全国では 1995 ～ 2000 年の 5 年間では 15 ～ 59 歳という一般的な生産年齢のコホートにおいて他産業から林業への流入超過の状態となっている。また、時期を経るにつれて、林業労働への参入超過となっているコホートが高齢化している状況であった。これは、長らく継続していたと考えられる林業から他産業への一方的流出の状況にいわば構造的変化が生じた結果と言える。

(2) 総人口の減少の影響を考慮しない林業作業者数の将来推計では、2025 年において底を打ち徐々に回復する。これは 1995 ～ 2000 年の間に生じた参入超過がそれ以前よりも多かったためと考えられる。しかし、林業作業者数の将来推計に総人口の減少の影響を組み込むと、減少は止まらなかった。これは 15 ～ 19 歳人口の減少が全人口の減少よりもかなり急速であるため、つまり少子化の影響がかなり強く表れるためと考えられる。

(3) 図 4-2-6、7 を見比べて明らかになったように、つまり 40 歳代においてどれだけ参入超過であったか、また 50 歳代において参入超過であったか退出超過であったか、といった違いが各地方における 5 年間の林業作業者数の減少率の違いと結びついていると考えられる。また、50 歳代のコホートはストックが多いので、この変化率の相違はコホート変化率法による林業作業者数の将来推計にとって大きな影響を与えるものと考えられる。

(4) 関東地方の林業作業者数の減少が比較的早く回復する理由として、若年層の参入超過が 2015 年には早くも高齢層の退出超過を数的に上回る結果と考えられる。また、若年層の参入超過と同時に、関東地方の 15 ～ 19 歳層の減少が他の地方に比べて緩やかであることも影響しているだろう。一方、急激な減少が予想される四国や近畿地方においてはより重点的な対応を図る必要があるだろう。労働力不足は林業技術の進歩である程度はカバーできることも勿論考えられるが、深刻な労働力不足に陥る事態も懸念される。

オ 今後の問題点

上記の通り林業労働への新規参入が活発になってきたと言える中で、地方ごとにそこに濃淡が生じているということが明らかになった。それが地方間の構造的な差となっているのか、または時間的な差であるのか、つまり一定の時間が経てば四国や近畿地方においても関東や中部地方のように 50 歳代まで参入超過の状態となるのか、については現時点で判断できない。また新たなデータをもってそれを検証する必要がある。

本稿執筆時点(2006 年 8 月)において 2000 年の国勢調査から既に 5 年間が経過し、2005 年の国勢調査も済んでいる。この間に起きた林業労働力確保を巡る情勢や一般社会の変化を顧みれば、本稿で示した長期見通しの通りに果たして推移するかどうか、という点についても今後改めて検証する必要があるだろう。

カ 要約

1985、1990、1995、2000 各年の国勢調査を用いて林業作業者のコホート分析およびコホート変化率法による将来推計を行った。コホート分析からは、全国では 1995 年～ 2000 年の 5 年間で 15 歳～ 59 歳という一般的な生産年齢のコホートにおいて他産業から林業への流入超過の状態となっていることが明らかになった。また、時期を経るにつれて、林業労働への参入超過となっているコホートが高齢化している状況が分

かった。林業作業者数の将来推計、およびそこから派生する分析から以下の点について明らかにし、考察を行った。①林業作業者数の将来推計に総人口の減少の影響を組み込むと、減少は止まらない。少子化の影響で 15 ～ 19 歳人口の減少が全人口の減少よりもかなり急速であるため、人口減少の影響はかなり強く表れる。②急激な減少が予想される四国や近畿地方においてはより重点的な対応を図る必要もある。

キ 引用文献

- 柳幸広登・志賀和人(2005)構造不況下の林業労働問題，全国森林組合連合会
国立社会保障・人口問題研究所編(2002a)『日本の将来推計人口 平成 14 年 1 月推計』，
財団法人厚生統計協会
永田信・寺下太郎（1991）林業労働力の予測についての一試論－国勢調査による林業就
業者の cohorts 分析－，日本林学会誌，73（1），50-53.
田村早苗・永田信・立花敏・大橋邦夫（1998）1995 年「国勢調査」データを用いた林業
就業者の cohorts 分析，『林業経済研究』44（1），93-98.
森林化社会の未来像編集委員会編著(2003)2020 年の日本の森林、木材、山村はこうなる，
全国林業改良普及協会，166-173
厚生労働省ホームページ，<http://www.mhlw.go.jp/toukei/>
田中亘（2004）2000年国勢調査から見る林業作業者数の変化，森林応用研究13（1），19-24
国立社会保障・人口問題研究所(2002b)『都道府県別将来推計人口 平成 14 年 3 月推計』，
財団法人厚生統計協会

（田中亘）

3. 林業労働力需給の長期見通し

ア 研究目的

日本林業はそのベースにある人工林資源の成熟が進み、「森林を活かす時代」に入った。図 4-3-1 は人工林を林齢別に大括りに 5 区分し、1970 年から 2030 年までの林齢別面積の推移（予測）を示したものである。数値は後述する「林業セクターモデル」による簡易推計値である。なお森林資源の詳細な将来見通しは第 3 章 2 でなされている。図 4-3-1 によると約 20 年前の 1985 年に人工林面積は 1 千万 ha を超えた。同年に 747 万 ha あった 6 ～ 30 年生の保育段階の人工林は、以後急速に減少し、2006 年現在は 240 万 ha となっている。替わって増加したのが 31 ～ 60 年生の人工林で、700 万 ha に増えた。わが国の 1 千万 ha の人工林は、保育の段階（1970 年代～ 90 年代）から資源利用の段階（2000 年代以降）に入り、今後 2020 年代の後期には 61 ～ 100 年生のより成熟し大径化した資源を活用できる時代に移行する。

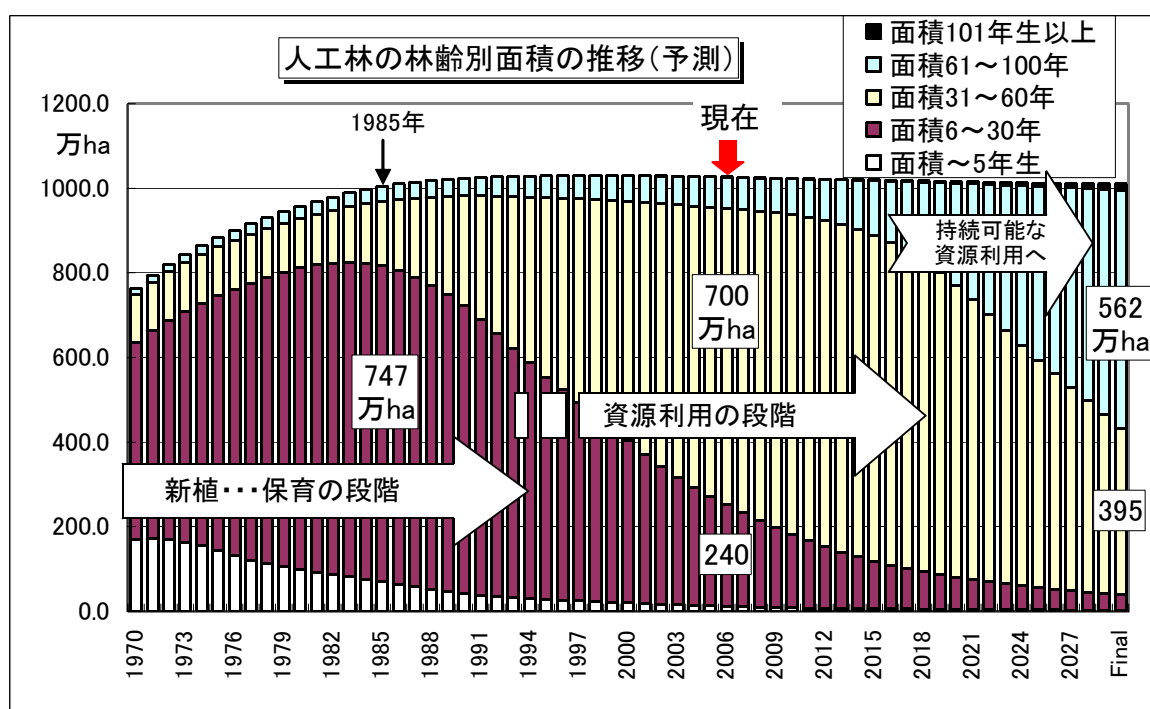


図4-3-1. 人工林の林齢別面積の長期推移

注:「林業セクターモデル」による推計結果(2003年以降、素材需要量一定1,692万 m^3 のケース)

他方わが国は、周知のように趨勢的な人口減少社会へ突入した。第 4 章 1、2 では、この総人口減少の中で、山村人口や林業労働者数も減少するという予測結果を得た。それでは今後、長期的に成熟する森林を活かす為のマンパワーの確保をどう考えたらよいのだろうか。そのためには、森林を将来にわたって持続的に利用し整備していく枠組みについて、定量的な分析を加え、その長期見通しを得る必要がある。

森林資源の成熟に伴い、今後、森林整備に係わる育林労働力の量や質が変わるだろう。また木材需要の変化に応じた生産についても、資源の成熟度や間伐・皆伐の伐出技術水準、労働者の年

間平均就労日数（専業度合）などの変化により、生産に必要な労働力量（人日）や労働者数（人）は変化する。林業セクターを構成する、森林資源、育林・伐出技術、林業労働力、労働者の専業度、木材供給等々の諸要素は、それぞれが相互作用の関係を持って変化する。したがって1つの要素を取り出し、その過去のトレンドを将来に延ばして長期見通しを行うのは必ずしも適切とは云えない。人工林の資源内容や人口変動パターンが大きく変わるような時間軸の中では、要素間の複雑に絡みあった相互作用の関係を見過ごせないからである。

本節では、長期的な林業労働者の減少下において、成熟する森林を活かす諸条件を探るために、減少する林業労働者を与件に、木材需要の変化に対応した木材の生産（間伐・皆伐）と森林資源の成熟に伴い変化する育林施業とに必要な、林業労働力ならびに労働者の専業度、伐出技術水準等についての長期動態分析を試みる。

イ 研究方法

長期動態分析は、わが国の林業セクターモデルを作成して行った。モデルの作成と解析には、林業セクターの時間経過に伴う変化や振る舞い（動的挙動すなわち動態）を定量的に把握することが容易なシステムダイナミクスの手法を用いた。

（１）システムダイナミクスとは

システムダイナミクス（System Dynamics / 以下SDと略）の手法は、1956年に米国マサチューセッツ工科大学の Jay W. Forrester 教授により、企業活動の時間変化を研究するために創案されたものである。当初、インダストリアルダイナミクス（Industrial Dynamics / ID）と称した。

Forrester 教授は工学で使用するシステム分析を経営に応用し、経営のシステムを、物が流れるパイプとその流れ（フロー）を調整する栓（バルブ）、物の溜まり（ストック）、の組み合わせで記述した。このようなパイプラインの組み合わせによる物の流れは非線形連立常微分方程式で表現可能になるので、システムの振る舞いをコンピューターシミュレーションで予測できる。この方法がSDと呼ばれ、その後プログラムソフトの開発・改良が進み、対象とするシステムの要素間の関係を図（パイプダイアグラム）で表現したモデルを使って、システムの時間経過による変化や振る舞いを容易に調べることができるようになった¹⁾。この手法はローマ・クラブ「成長の限界」（1972）の世界モデルにおいて、地球規模の人間活動の分析にも応用された。

SDのモデル作成では以下に示すストック・フロー・コンバータ・コネクタを使って、後出の図 4-3-4 ～図 4-3-6 に見るように、システムを構成する要素間の関係を記したパイプダイアグラムを作成し、モデルを組み立てる。図中の四角い箱がストックで、「土場集積」はストック名である。ストックは累積であり、レベルとも云い、インフロー・アウトフローによってのみ変化する。図の矢印を持ったパイプがフローで、それぞれフローの要素名を持つ。矢印の方向が木材が流れる方向で、「皆伐生産」フローは「土場集積」ストックへのインフロー、「素材供給」はアウトフローである。左右の雲マークは、このシステムでのフローのソース（source）とシンク（sink）を示す。図では、皆伐生産された木材が一旦土場にストックされ、そこから素材供給の流れとなって、システム外に出て行く（需要される）。フローのパイプの中程にあるのがバルブ（栓）で、流れる量を調整する。次に「伐出政策」の名前が付いた○をコンバータと呼

び、定数や補助変数を組み込むために使う。計算式を組み込んで入力を出力に変換し、フローのバルブ制御情報を与えるなどにも使う。細い矢印はコネクタで、構成要素をつないで情報の受け渡しを行う役割を持つ。図では「伐出政策」はコネクタで「素材需要」と結ばれ、矢印の元になっている「素材需要」の情報を得て伐出量を決定している。



後出の図 4-3-4 に示されるように、伐出セクターを構成する諸要素は、コネクタとフローを介して相互に繋がっている。また一部は、「皆伐生産性→皆伐・伐出必要労働力→伐出稼働日数→生産性改善調整・増分→皆伐生産性」のように、フィードバック・ループを構成している。なお、伐出セクターでの「皆伐生産」は「素材需要」に規定されているが、同時に森林セクター（図 4-3-5）において、「皆伐率調整」を介して人工林の林齢別伐採面積（「伐採面積 2」～「伐採面積 4」）に影響する。これらの各「伐採面積」は「伐採跡地」に一旦ストックされ、そこから「再造林」→林齢別の「人工林面積」へ、また一部は、「天然更新等」→「天然林」へと、時間経過を伴いながら森林資源構成に影響していく。そして森林セクターの林齢別人工林面積は、間伐対象林の間伐実施と間伐必要労働力の確保などで伐出セクターに影響するとともに、育林セクター（図 4-3-6）において、造林・保育の作業別必要労働力に影響している。先の図 4-3-1 に見たように時間経過に伴う林齢別の面積変化とともに、育林に必要な労働力の内容も大きく変化していくことになる。

このように SD の手法は、林業セクターにおいて、複雑に絡み合い相互に影響を及ぼし合う諸要素の時間経過に伴う変化、すなわちシステムの動態を調べるのに適した手法といえよう。

（２）林業セクターモデルの構造

１）林業セクターの基本的な仕組み

林業セクターの SD モデルを作成するに当たり、木材生産、森林造成・整備、林業労働力、技術水準、森林資源等のセクター構成要素の相互関係を、図 4-3-2 に示す林業セクター概念図として捉えた。図の下側の点線で囲った「林業労働者」と「素材需要量」は外生値として与えている。いくつかの将来見通しシナリオ（需要量一定や拡大のケースなど）の下での林業セクターの反応を捉えるためである。

図のほぼ中央が伐出セクターで、「素材需要量」に応じた「伐出政策」の指示で、「素材生産」がなされる。「素材生産」は皆伐と間伐に分けた。後者の間伐は林業施策等を受けて、図の上部中央の森林セクター内の間伐対象林から一定の間伐率・間伐周期で行われ、その一部が利用間伐材として素材供給される。残りを皆伐で供給する。皆伐・間伐に必要な伐出労働力（人日／年）は、素材生産量（ m^3 ／年）÷「伐出生産性」（伐出の労働生産性、 m^3 ／人日）から算出され、「稼働率」（林業労働者の年間就労日数＝専業度）を変動させて「林業労働者」（人）とリンクする。「林業労働者」（人）×「稼働率」（日／年）＝「伐出必要労働力」（人日／年）の関係にある。なお図には示されていないが、「稼働率」の上昇により、「伐出生産性」が徐々に高まる仕組みとした（後掲図 4-3-4 伐出セクターモデル参照）。「稼働率の上昇 → 伐出生産性の上昇 → 伐出必要労働力の縮小 → 稼働率低下」という負のフィードバック・ループをもつモデルとした。伐出生産性の変化には基盤整備等の要因が考えられたが（第 3 章 1 参照）、当該モデルには組み込んでいない。今後の課題である。

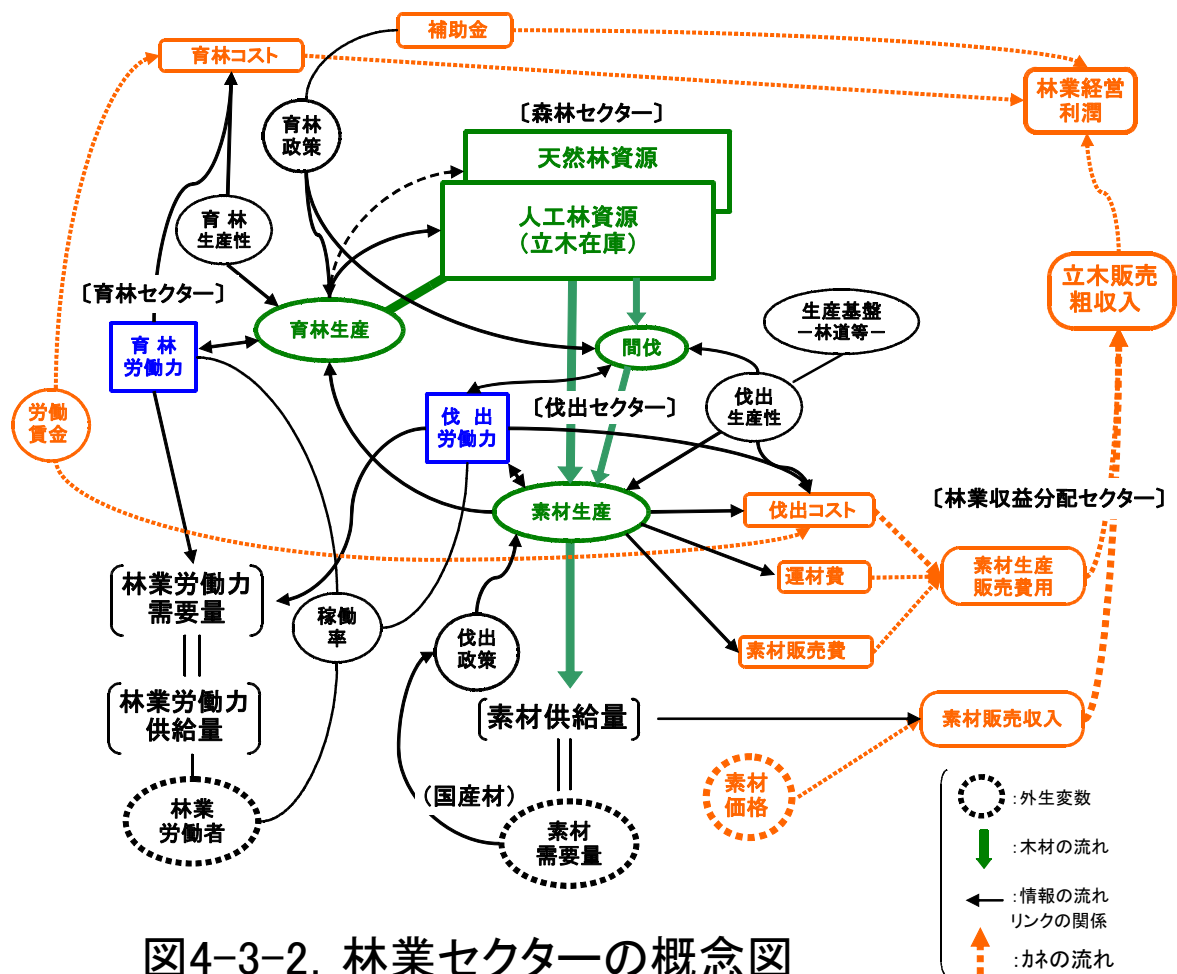


図4-3-2. 林業セクターの概念図

次に、皆伐による伐採跡地への再造林や人工林の林齢別必要施業（下刈り・除間伐・つる切り・枝打ち等々）については、図の左上の育林セクター内の「育林生産」でなされる。現実には保育等の手抜きが見られるが、ここでは森林セクター内の林齢別の保育施業必要面積（ha / 年）と「育林生産性」（育林の労働生産性、人日 / ha）から「育林必要労働力」（人日 / 年）を算出した。そして素材生産と同様に「稼働率」を介して「林業労働者」（人）とリンクさせている。

図の右側は林業収益分配セクターである。素材供給量と「素材価格」（外生値）から「素材販売収入」を得、これから伐出コスト、育林コスト、補助金収入などを加減して、「林業経営利潤」を計測している。ただしこの分配セクターは、コスト等のデータ収集が十分でなく、試作段階にとどまっている。

上記の概念図に沿って伐出セクター・森林セクター・育林セクター・林業収益分配セクターの4つのサブセクターからなる林業セクターモデルを作成した。モデルの作成・解析にはSDソフトウェアのSTELLAを使用した。なお、シミュレーションの期間は1970～2030年の61年間であり、このうち1970～2002年は既存統計値などを内挿した林業動態（実績、一部推計）、2003～2030年が、素材需要変動（外生値）に対応した、モデル構造に基づく林業セクターの動態予測値（将来見通し値）である。なお、シミュレーションの時間単位は年であり、また計算の間隔

であるDT（Delta Time）は0.25（1年の4分の1である四半期）とした²⁾。

2) 各サブセクターの内容補足

a. 伐出セクター

このセクターは、素材需要に応じた供給を行うための、素材生産・伐出労働力・生産性の長期動態を扱う。後出の図 4-3-4 はサブセクターの骨格となる部分を抜き出し、簡略化して示したパイプダイアグラムである（以下の図 4-3-5、図 4-3-6 も同様に簡略表示）。

①素材需要と伐出量：「素材需要」について、1970～2002年は林野庁「木材需給表」による実績値（国内生産計）である。2003～2030年は、1）2002年値1,692万m³のまま一定で推移するケース、および2）2010年2,500万m³（2001年閣議決定の「森林・林業基本計画」目標値）、2030年3,300万m³へと直線的に拡大するケース、の2つのケースを想定して、セクターの変化を見た。なお間伐は先述のように、「素材需要」に応じて行われるのではなく、間伐対象林から内生的に決定される。また間伐材の利用率は、「林業白書」から民有林の間伐材利用率（1981～1997年の丸太材積換算で平均49%、Min.44～Max.57%）を参考に、デフォルト値を45%とした。

②伐出の労働生産性：生産性については、「素材生産費等調査報告書」および「昭和46年度素材生産費動向調査結果報告」のスギ主伐データを用いた。生産性が不明の年（1971～75年）は、1970・1976～2002年の生産性データ系列の指数近似曲線を求め、該当年の近似曲線値とした（図4-3-3）。皆伐生産性の初期値（1970年）は0.98m³/人日である。

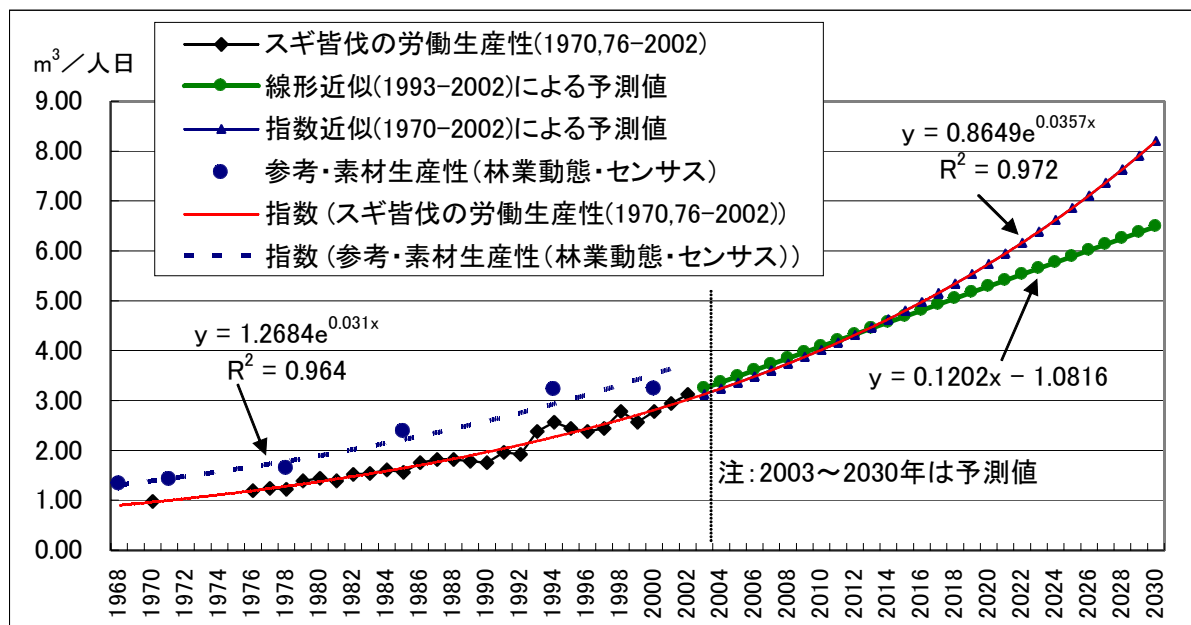


図4-3-3. スギ皆伐の伐出労働生産性の推移

注：「スギ皆伐の労働生産性」の1970年は「昭和46年度 素材生産費動向調査結果報告」、1976～2002年は「素材生産費等調査報告書」、「林業統計要覧時系列版」「参考・素材生産性（林業動態・センサス）」は、「林業動態調査報告書（第43、46、53、60）」、「林業構造動態調査（第6）」、「2000年世界農林業センサス」から。

なお参考までに林業動態調査・農林業センサスによる素材生産性（素材生産量÷労働投下量）

も図示した。「素材生産費等調査報告書」の生産性に比べ3割程高い水準である³⁾。

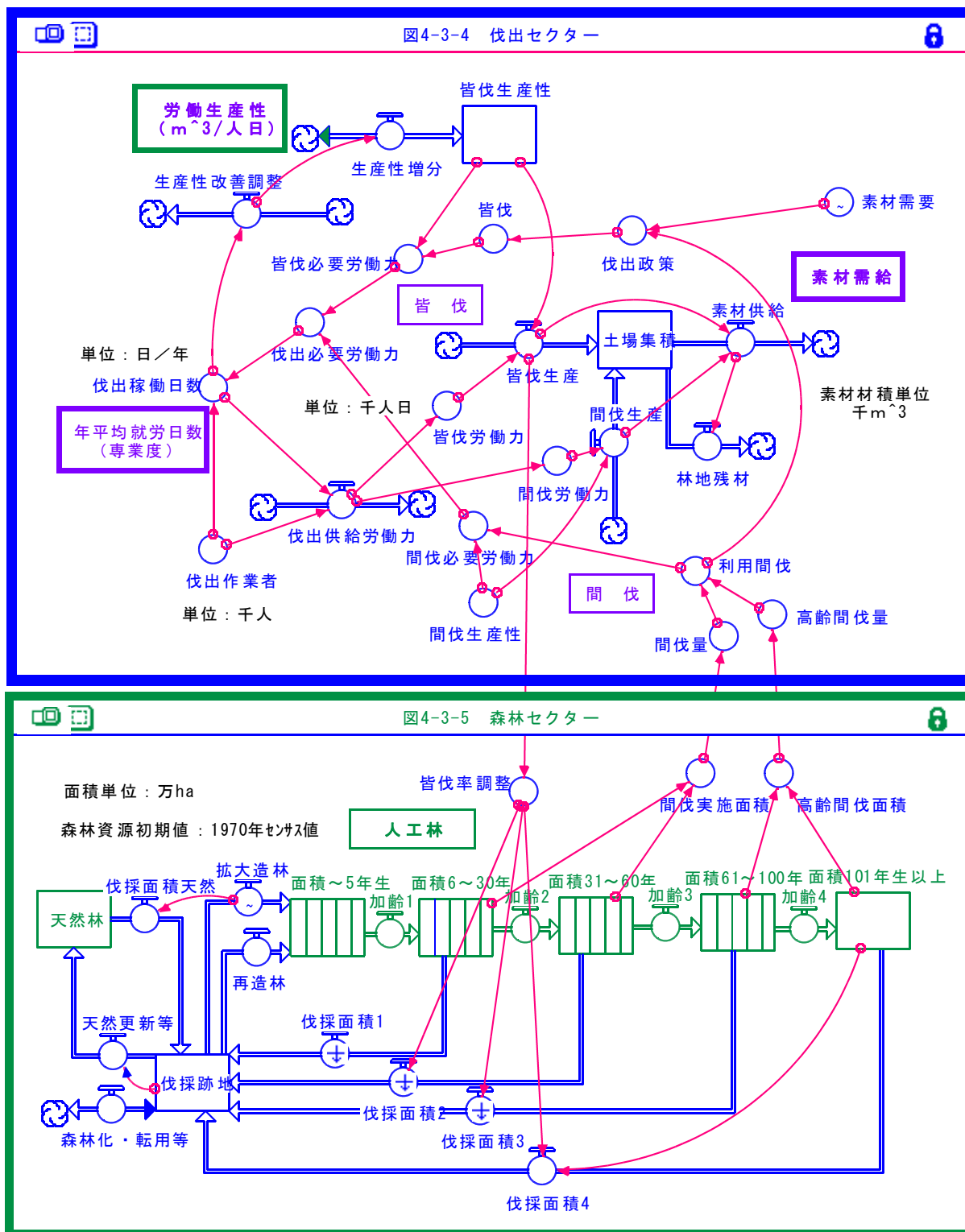


図4-3-4 伐出セクター（上図）および 図4-3-5 森林セクター（下図）のパイプダイアグラム

2003～2030年の生産性については⁴⁾、1970～2002年の生産性の指数近似曲線、および高性能

林業機械が普及した 1993 ～ 2002 年の線形近似曲線を求め、各々の 2030 年までの予測値の間の値をとるものと仮定し（2030 年：Min6.5 ～ Max8.2 m³/人日）、「伐出稼働日数」が高まるほど指数近似線に近い高い生産性上昇がなされるものとしている（図 4-3-4）。ただし「伐出稼働日数」が低くても、生産性は毎年最低 0.1202 m³/人日の上昇があるものとした（図 4-3-3）。なお「伐出稼働日数」は、年間最長 264 日（22 日/月）とし、このしきい値 264 日を超えるとオーバーワークと判断しシミュレーションを停止する。また「間伐生産性」は、1970 ～ 2030 年の全期間を通じて「皆伐生産性」の 70 %水準と仮定した。

③伐出作業者：1 年を通して、臨時雇用も含む伐出労働者の実人数を把握した全国統計は限られている⁵⁾。ここでは「林業動態調査報告書」（1968、71、78、85）、「林業構造動態調査報告書」

（1994）、「農林業センサス」（2000）から、素材生産業者の雇用労働者数（2000 年センサスでは林業サービス事業体計）を、また 2010・20・30 年については、国勢調査・林業作業者数のコーホート推計値（第 4 章 2 参照）を指数化し（2000 年＝1.000）、2000 年センサス値と連結して将来推計値を求めた。この 1968 から 2030 年に至る雇用労働者数の推移に指数近似曲線を当てはめ、1970 ～ 2030 年の近似曲線値を伐出作業者数とした。「伐出作業者初期値」（1970 年）は 23.5 万人である。なお本モデルでは、労働者実人員の正確な時系列把握が難しいため（育林作業者についても同様）、実人員の把握よりも、作業に必要な労働力量（延べ人日、人日/年）の把握に重点を置いている。

b. 森林セクター

森林セクターは、造林や伐採等に基づく森林資源構造の長期動態を扱う（図 4-3-5）。このセクターの主目的は、要間伐林面積の長期的な変化（伐出セクターでの間伐必要労働力の長期推計に関係）と、造林・保育面積の変化（育林セクターでの新植・下刈り等保育に必要な労働力推計に関係）を求めることにある。

①森林資源の構造：森林は人工林と天然林とに大別し、他に「伐採跡地」を設けた。なお、人工林は林齢により 5 区分した（1 ～ 5 年生、6 ～ 30 年生、31 ～ 60 年生、61 ～ 100 年生、101 年生以上）。図に示す「面積～5 年生」から「面積 61 ～ 100 年」のストックはいずれもコンベアとし、1 年生から 100 年生の人工林が 1 年刻みにベルトコンベア上に並んだ構造となっている。1 年ごとに林齢が加齢されると、各コンベア内の最高林齢の人工林はアウトフローされ、次のコンベアの最若齢林としてインフローされる。「面積 101 年生以上」は 101 年生以上の人工林として一括した。なお、森林資源初期値（1970 年）は、1970 年農林業センサスの森林面積値を用い、高齢級林の面積区分は「平成 14 年 森林資源の現況」（林野庁）などからの推計によった。

②皆伐による資源構造の変化：各林齢区分別の人工林面積は、新植や加齢に伴う増減の他、皆伐により減少する。なお間伐は面積の増減に影響しないものとしている。各林齢区分別人工林の皆伐による面積減少は、森林セクターモデルでは各コンベア（図 4-3-5 の「面積 6 ～ 30 年」・「面積 31 ～ 60 年」・「面積 61 ～ 100 年」）の場合、そこからの漏出として処理している⁶⁾。皆伐による各コンベアからの漏出率（ $0 \leq \text{漏出率} \leq 1$ 、以下「皆伐率」と呼ぶ）および 101 年生以上の人工林の皆伐率（＝伐採面積÷人工林面積）は、1970 ～ 2002 年の間に大きく低下したと見られる。しかし、林齢別皆伐面積の信頼できる時系列データは得られないため、ここでは、1970・80・90・2000 年センサスの各林齢別面積値に近づくように、各林齢区分別「皆伐率」を設定した。各「皆伐率」にはロジスティクス曲線（Logistic curve）を当てはめ⁷⁾、1970 ～ 2002 年まで傾向的

に減少させている。この「皆伐率」を用いた人工林の林齢区分別面積の推移について、モデル値とセンサス値との比較を表 4-3-1 に示す。1970 年はモデルの初期値をセンサス値としているため誤差はない。人工林の合計面積では、誤差は 0.0 ～ 0.3 % と小さい。ただし林齢別に見ると、2000 年の 1 ～ 6 年生、1980・90 年の 61 年生以上面積の誤差率が、2 割前後と高いこと（面積では 4 ～ 6 万 h a）、伐採跡地の誤差率が 2000 年には 54 %（7 万 h a）と拡大していることなどの問題があり、森林被害や開発、需給の短期的変動を考慮した「皆伐率」の補正や、伐採跡地の更新処理方法などのモデルの改良が今後必要である。

表4-3-1 人工林の林齢区分別面積・伐採跡地・天然林面積の推移(モデル値とセンサス値の比較)

単位: 万ha

	人工林林齢別面積(上段:モデル値、下段:センサス値)					伐採跡地	天然林面積	森林面積 総計
	～6年生	6～30年生	31～60年生	61～100年生	101年以上			
1970	170.7 170.7	464.8 464.8	114.5 ←	13.8 128.3 →(注2)	0.0 (注3)	764 764	39 39	1,545 1,545
誤差率(注1)	0.0%	0.0%		0.0%	(注3)	0.0%	0.0%	0.0%
1980	98.7 98.7	713.8 712.5	117.0 120.1	27.4 23.3 →	0.0	957 955	19 21	1,377 1,402
誤差率(注1)	0.0%	0.2%	-2.6%	17.4%		0.2%	-9.0%	-1.8%
1990	41.9 47.2	680.1 679.9	259.8 258.1	42.5 36.1 →	0.0	1,024 1,021	19 17	1,315 1,338
誤差率(注1)	-11.3%	0.0%	0.7%	17.9%		0.3%	10.7%	-1.7%
2000	20.3 16.6	383.2 399.9	566.2 553.6	60.7 60.8 →	0.2	1,031 1,031	20 13	1,313 1,318
誤差率(注1)	22.3%	-4.2%	2.3%	0.1%		0.0%	54.2%	-0.4%

注1: 誤差率=(モデル値-センサス値)/センサス値(%)

注2: 矢印(←、→)は矢印のある林齢区分面積を含む。例えば1970年「61～100年生」の下段センサス値は、「31～60年生」、「101年以上」の面積を加えた数値である。

注3: 1970年は31年生以上の面積計、1980・90・2000年は61年生以上の面積計、の誤差率

2003 年以降については、「素材需要」変動の影響を「皆伐率」に反映させるため、31 年生以上の人工林の皆伐については、図 4-3-5 に示した「皆伐率調整」のループを加え、伐出セクターにおける「素材需要」の増減（「皆伐生産」の増減）に併せて、「皆伐率」を増減させている。

c. 育林セクター

このセクターでは、造林・保育活動、育林労働力の長期動態を扱う（図 4-3-6）。

①育林の所要人工（育林生産性）：育林（造林・保育）に係わる労働力の所要人工数（人日/h a）、および育林費については、大川畑修「スギ、ヒノキの育林所要人工数、育林費の算定例」（森林利用学会誌 18 巻 3 号、2003.12）の、スギの育林所要人工数（表－5）、同育林費（表－9）を参考とした。使用している原データは、「平成 8 年度 林家経済調査 育林費調査報告」である。なお、育林の所要人工（育林生産性）については、素材生産性のように傾向的な向上はないものと仮定し、全期間（1970 ～ 2030 年）を通して一定としている。ただし今後、育林の労働生産性の向上および育林コストの低減が、日本林業を再生する上で極めて重要なファクターとなってきたため、育林生産性および育林コスト変動の影響をシミュレート可能なモデルへ改良することが、新たな課題となっている。

②育林作業者：育林作業者（育林作業を行う者で、自家家族労働・雇用労働を含む）の実人員について正確に把握することは難しい。ここでは世界農林業センサス（1970、80、90、2000 年）から、林家（保有山林 1 h a 以上）の林業従事世帯員数のうち、「自営林業が主」の人員を育林に係わる実人数の仮値として用いた⁹⁾。現実には森林組合や造林請負会社などの造林作業班の育林労働力があるが、これらの精査は今後の課題として残された。2010・20・30 年については、

伐出作業者と同様の方法によった。1970 年の育林作業者初期値は 92.7 万人である。

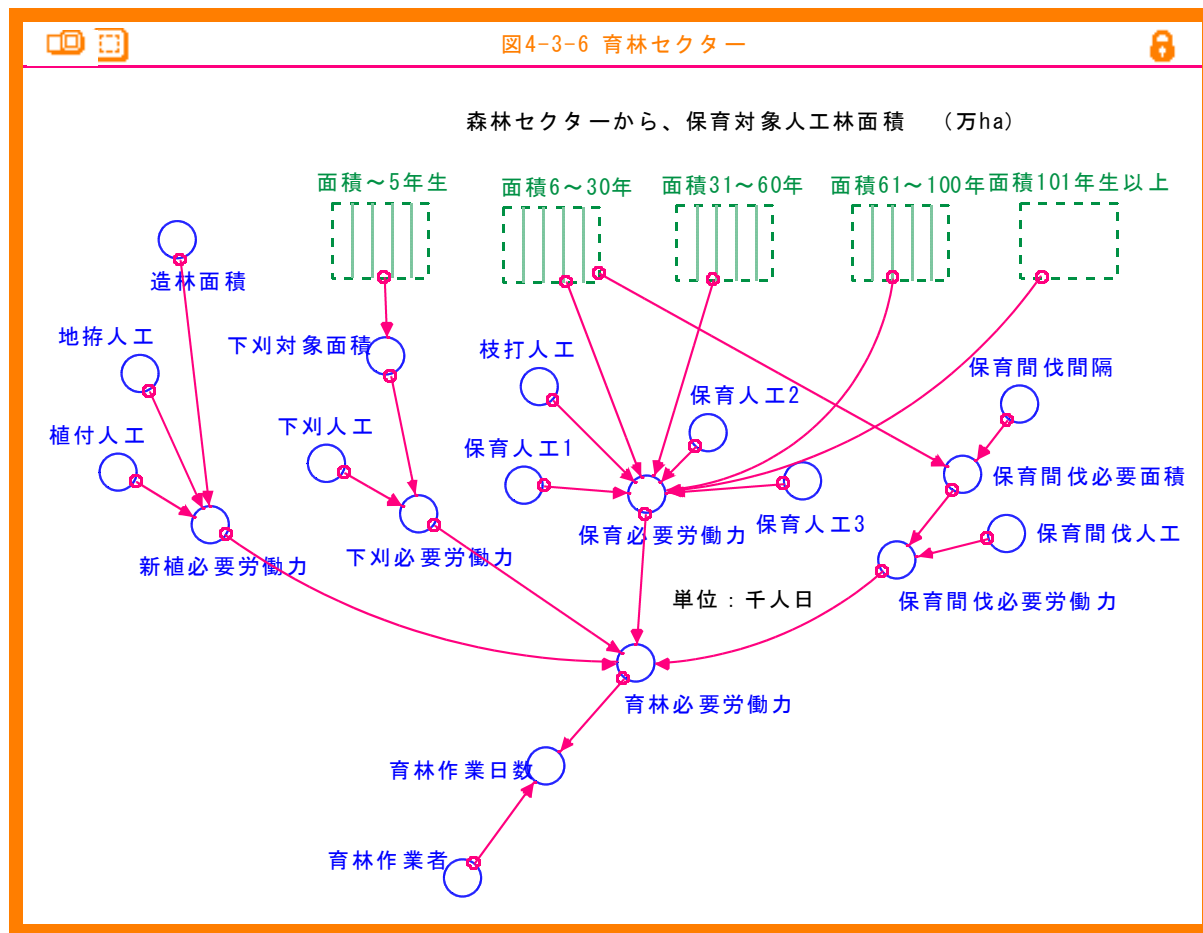


図4-3-6 育林セクターのパイプダイアグラム

ウ 結果 —林業セクターの長期動態—

作成したモデルを使い、（１）素材（国産材）需要量が今後一定で推移するケース１、（２）「森林・林業基本計画」（2001 年策定）目標値の 2010 年 2,500 万 m^3 を経て、2030 年 3,300 万 m^3 まで拡大するケース２、の２つを想定してモデル解析を行った結果、以下の長期見通しを得た。

（１）国産素材需要量が 2003 年以降、一定（2002 年値＝1,692 万 m^3 ）で推移するケース１

人工林の林齢別面積の変化は図 4-3-1 に見たとおりである。31 ～ 60 年生の人工林は 2014 年をピーク（774 万 ha）に以後減少し、2020 年に 690 万 ha となる。2010 年代半ばからは 61 ～ 100 年生のより高齢級の人工林が増加テンポを速め、2030 年には 562 万 ha へと急速に増加する。こうした人工林資源の構造変化により、素材需要＝素材供給一定のケースでも、供給すなわち伐採される木材や伐出必要労働力の内容が大きく変わる。

図 4-3-7 に見るように皆伐と間伐による供給量は 2020 年に逆転し、2020 年代半ば以降、高齢林（61 年生以上）間伐による素材供給が拡大して供給の主力を占めるようになる。伐出必要労働力もこれに応じて、2020 年に 397 万人日（うち間伐 239 万人日）、2030 年には 339 万人日（う

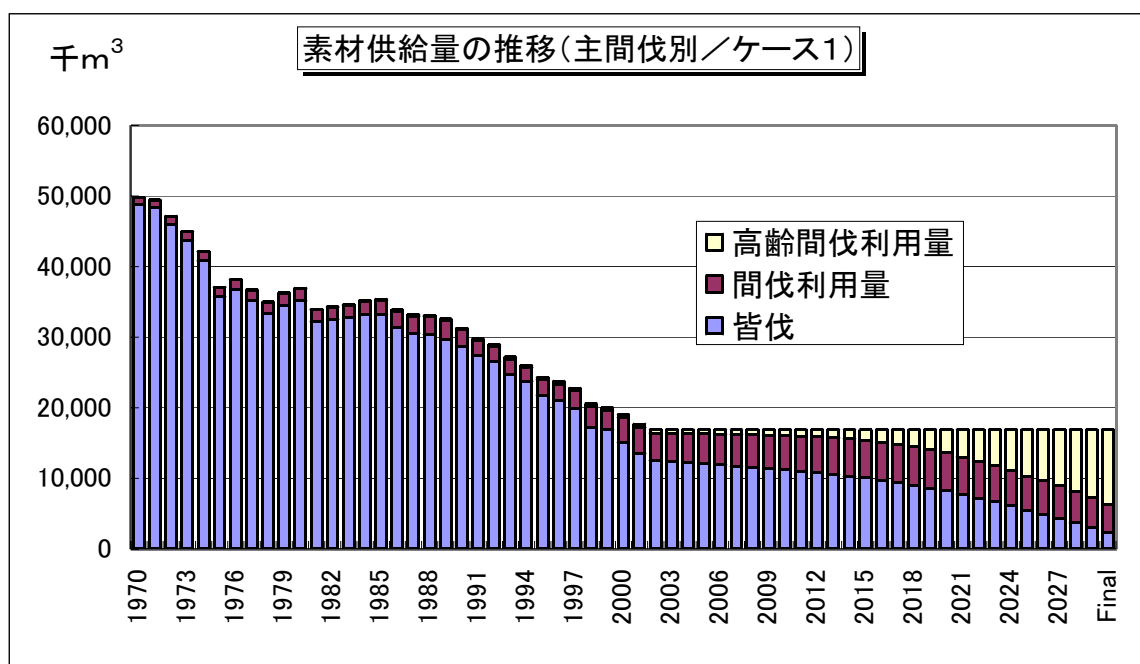


図4-3-7. 素材供給量(主間伐別)の推移－ケース1－

注:「高齢間伐利用量」は61年生以上の人工林間伐、「間伐利用量」は6～60年生の人工林間伐、による間伐材利用量。

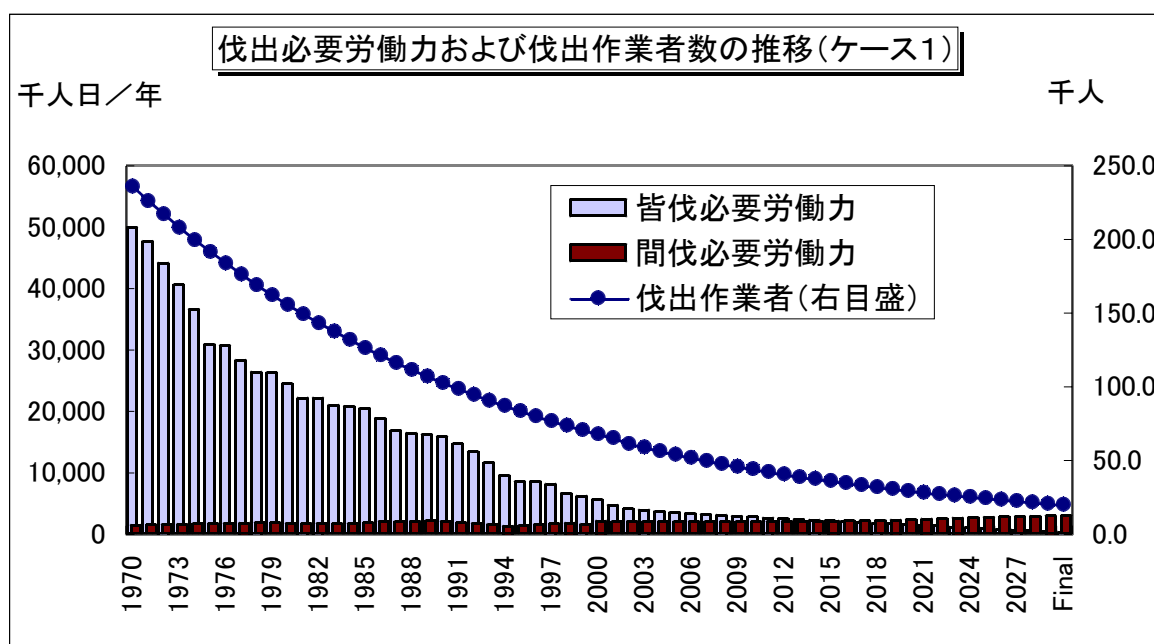


図4-3-8. 伐出必要労働力および伐出作業者数の推移－ケース1－

注:間伐必要労働力は利用間伐に係わる伐出必要労働力。

ち間伐 305 万人日) となり、図 4-3-8 に示すように間伐(とくに高齢林間伐)労働が中心となつてくると予想される。伐出作業者が減少を続ける中で素材供給量を一定に保つため、伐出稼働日

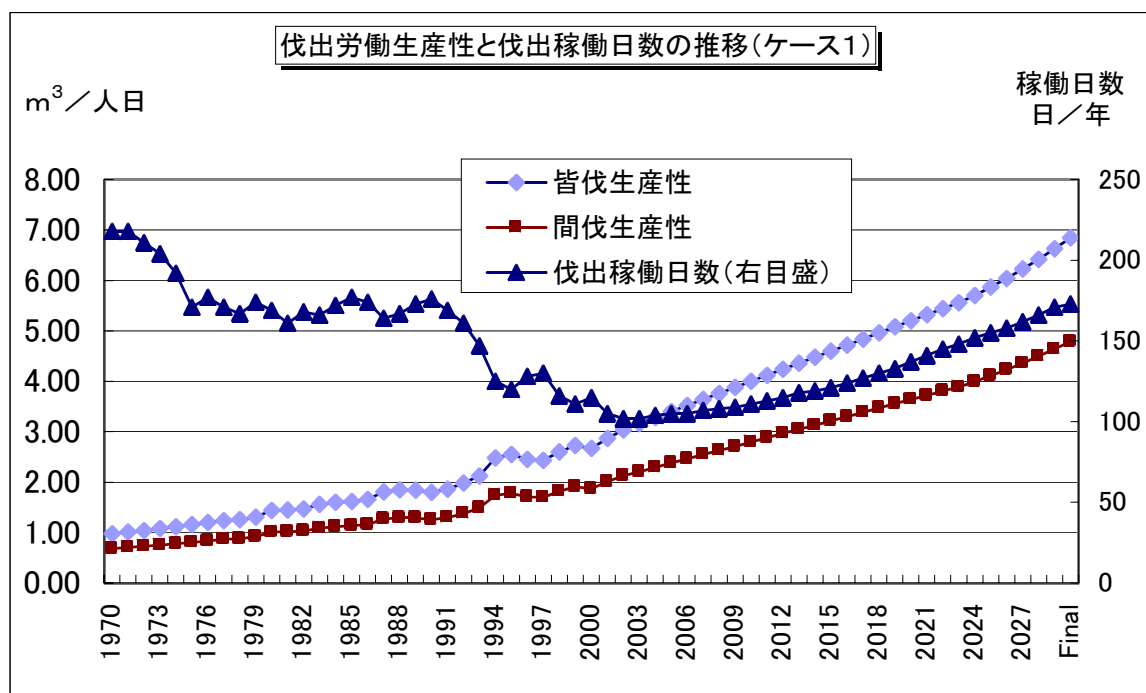


図4-3-9. 伐出労働生産性および伐出稼働日数の推移－ケース1－

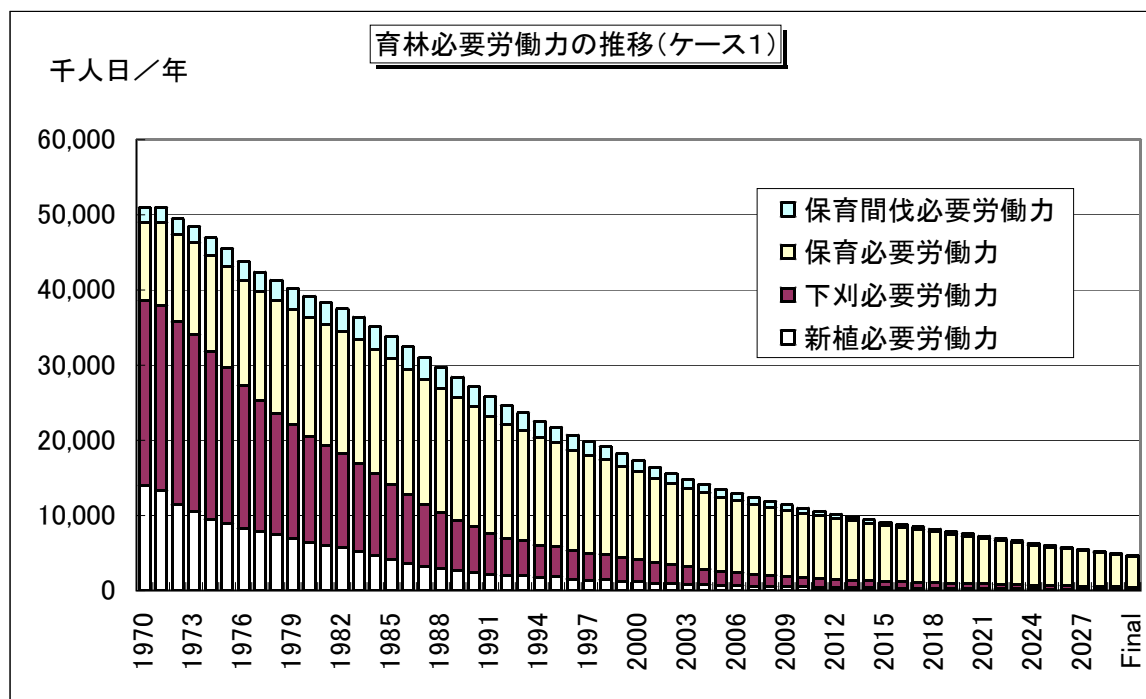


図4-3-10. 育林必要労働力の推移－ケース1－

数は(図4-3-9)、2002～03年の年間102日を底に増加し、2020年137日、2030年173日へ上昇。同様に皆伐の労働生産性は、2020年 $5.20 \text{ m}^3/\text{人日}$ 、2030年に $6.85 \text{ m}^3/\text{人日}$ となる。ただ間伐ウェイトの高まりから伐出平均労働生産性はこれより低くなる。

以上のように国産材需給一定下で今後 2030 年までを見通すと、資源の成熟に伴い、大径木間伐（一部択伐的）に対応できる高度な間伐技能労働力と伐出技術が必要となると見られる。プロの仕事でありボランティアでは対応が困難と思われる。一方、手抜きがなく概ね標準的な施業を想定した育林必要労働力は、図 4-3-10 に示すように 2000 年代以降も一貫して縮小する。その作業内容も、1970 年代の新植・下刈りを中心とした重筋型作業労働から、高林齢化する人工林を対象とする、つる切り・枝打ち・立木調査・保護管理などの保育に係わる知的管理型労働にシフトする。

なお、伐出労働力需給は次第にタイトになると見通されたが、林業生産に支障を来す状況には至らないと見られる（2030 年：伐出必要労働力 339 万人日／年、伐出作業員 19.6 千人、平均年間就労日数 173 日、皆伐の労働生産性 6.85m^3 ／人日、素材供給量 $1,692\text{万 m}^3$ ）。

（2）国産素材需要量が森林・林業基本計画目標の 2010 年 $2,500\text{万 m}^3$ を経て、2030 年 $3,300\text{万 m}^3$ へと拡大するケース 2

林業労働者の趨勢的な減少下で（図 4-3-8）、素材供給を 2030 年の $3,300\text{万 m}^3$ （現状の 2 倍の水準）へと拡大できるだろうか。素材供給側では図 4-3-11 に見るように 2010 年代までは専門化を進め皆伐を拡大することで可能だが、2019 年以降、伐出作業員の平均年間就労日数が 200 日を超え（図 4-3-12）、20 年代には伐出労働力確保が厳しくなると予想された（2030 年：伐出必要労働力 506 万人日／年、伐出作業員 19.7 千人、平均年間就労日数（伐出稼働日数）257 日、皆伐生産性 7.72m^3 ／人日、素材供給量 $3,300\text{万 m}^3$ ）。

現状の林業セクターの構造では、このケース 2 の国産材市場拡大に対応した素材供給の拡大は容易ではないことがわかる。そこで可能性を探るため幾つかのシナリオを用意し、モデルを使ってシミュレーション実験を行った。

1）平均年間就労日数を 200 日以下に抑えるために、皆伐生産性目標を図 4-3-3 に示した指数近似曲線（1970 ～ 2002 年）に沿った 2030 年 8m^3 ／人日の水準に高めた場合でも余り改善は見られず、就労日数は 2020 年に 200 日を超える（2030 年：伐出必要労働力 486 万人日／年、平均就労日数 247 日、皆伐生産性 8.05m^3 ／人日）。

2）そこでさらに、伐出作業員の長期的減少を止めるための、前節（第 4 章 2）で検討した最低年間 300 人以上の若年層の継続的参入を図ったケースでは、2024 年に平均就労日数が 200 日を超える。2030 年に伐出作業員 21.6 千人、就労日数 225 日、皆伐生産性 8.05m^3 ／人日となる。労働力の確保は、今後長期的には人口減少社会の中で容易ではないと考え、生産性の一層の（革新的な）向上こそが必要であろう。

3）それでは、皆伐生産性の目標をどの程度に上げれば、2030 年国産材供給 $3,300\text{万 m}^3$ （現状の 2 倍水準）が無理なく達成できるのだろうか。

モデルを使った感度分析の結果、2030 年の皆伐生産性目標 8.54m^3 ／人日では、2027 年に 200 日をオーバー、目標 9.03m^3 ／人日で 2030 年に 201 日となる。 9.52m^3 ／人日で 2030 年 190 日となる。ただし、若年層の継続参入を見込まず、伐出作業員が減少を続ける現況趨勢のケースでは、 10.01m^3 ／人日で 2030 年 199 日となる（伐出必要労働力 391 万人日／年）。2030 年に向けて国産材供給の大幅拡大（倍増）を目指すためには、皆伐生産性の技術目標は 2030 年に少なくとも 10m^3 ／人日水準（現在の 3 倍、第 3 章 1 の 2020 年予想水準の約 2 倍）の確保が要請されると見込まれ⁹⁾、今後、伐出の飛躍的な技術革新とその普及が求められる。

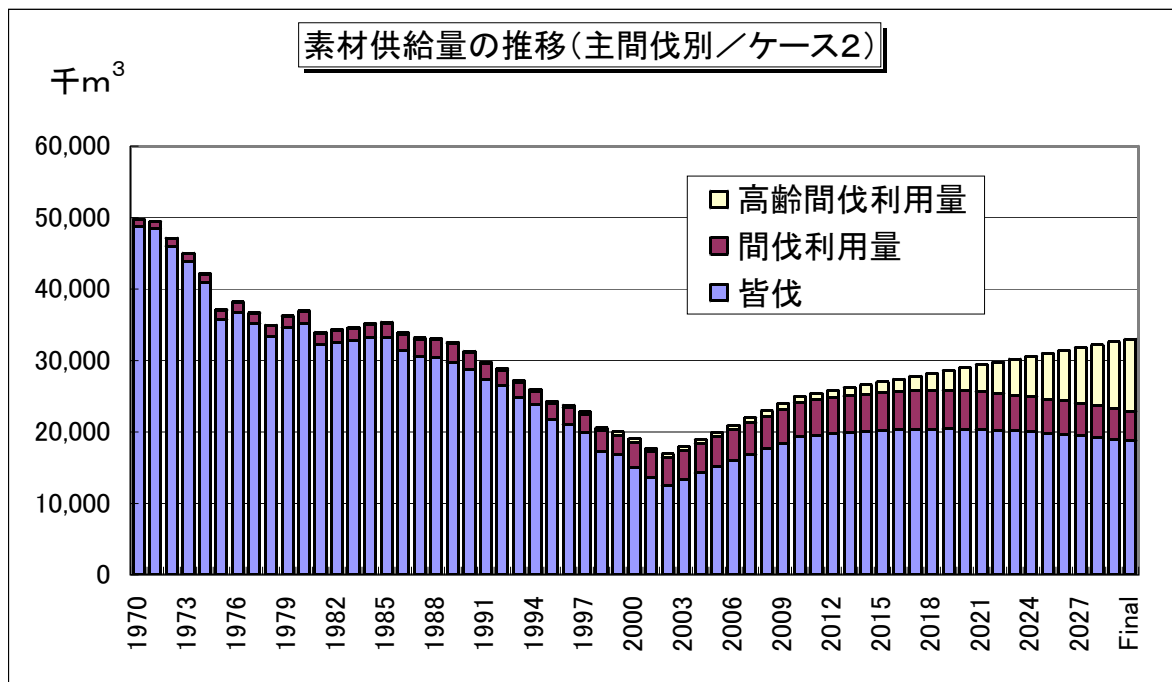


図4-3-11. 素材供給量(主間伐別)の推移 ―ケース2―
注: 素材需要量拡大のケース(2010年2,500万 m^3 、2030年3,300万 m^3)

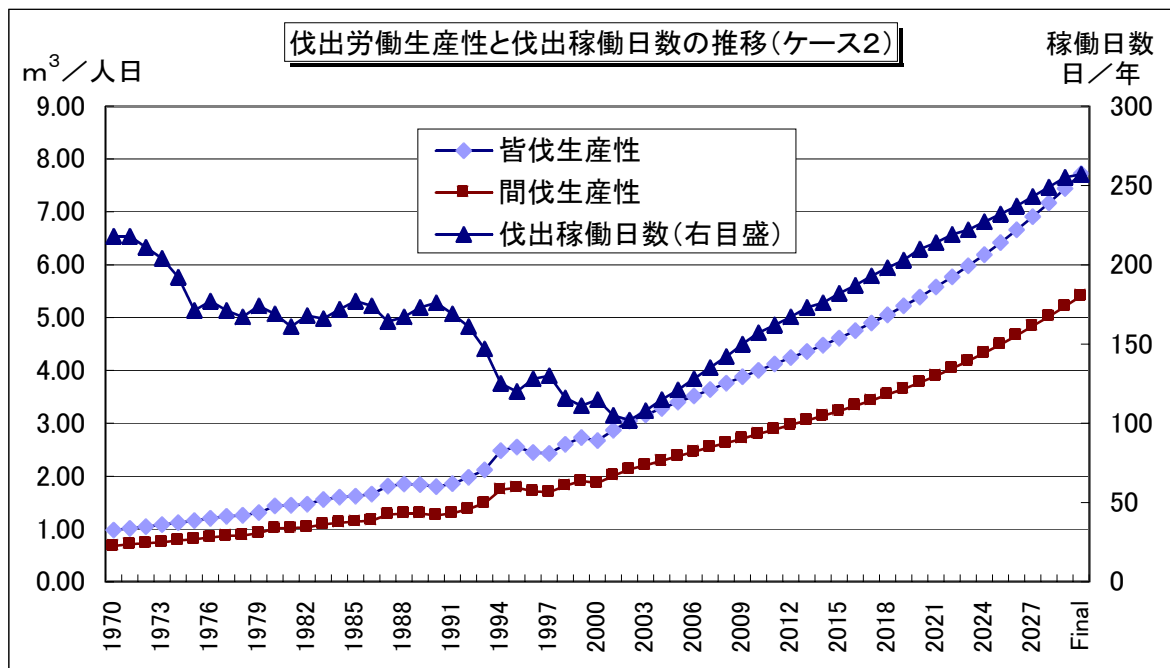


図4-3-12. 伐出労働生産性および伐出稼働日数の推移―ケース2―

エ 考察

わが国の林業セクターの長期動態について、国産材需要一定・拡大のいずれのケースでも、2020年代からの高齢級人工林の急増に対応し、大径木間伐に対応できる伐出専門技能労働者の確保・

養成と技術開発、基盤整備が必要となる。一方、大径木の皆伐の場合、労働生産性の大幅な向上は機械化と路網整備によって比較的容易に達成できるのではなかろうか。とすると高齢級人工林の皆伐は、林業労働者減少下での素材供給の拡大に、さらにまた人工林年齢構成の著しい偏りの是正にも有効な方法の1つとして選択されて良い。

次に育林労働力については前掲図 4-3-10 に見たように、必要労働力量は大幅に減少し、作業種や労働の質も変わる。従来の下刈りなどの単純作業（作業労働）のウェイトは大幅に減少し、逆に、壮齢・高齢林の保育管理作業（管理労働）が中心となる。すなわち高度・専門的な森林管理技術を持った労働力が求められるようになることが予想される。なお国産材需要拡大が本格化し皆伐も増えてくれば、皆伐に伴う跡地の造林保育が必要となる。現在の木材価格構造を前提とすると、戦後の補助政策体系の下で一般化した現行の育林施業体系・技術・コスト構造では人工林の再生は難しい。このため人工林再生を前提とした循環的な資源の利用と整備を図るには、皆伐とリンクさせた育林の画期的な省力化・労働生産性の向上とコスト低減が、伐出の技術革新と同様に重要な課題であると考えられる。

以上、林業労働は長期的、といっても高々 15 から 20 年後には、求められる作業内容の量と質の両面で大きく変化することが予想される。今後、2020 年代から大幅な構造変化が進むと考えられる林業セクターにおいては、大径木時代下での高齢人工林の間伐・択伐・皆伐などを適宜組み合わせた素材の供給と人工林資源の再生・管理が並行して行われる必要があり、これに対応できる専門技能労働者の養成と森林利用・育成管理技術体系を今から用意することが必要である。

オ 今後の課題

本節では、戦後、先人達が半世紀を掛けて育てあげた 1 千万 ha を超える人工林を、本格的に活用できる時代に入りつつあること、それを活用するために、人口減少社会の下で林業セクターがクリアすべき技術水準などを探った。伐出では既に上記目標をクリアする事例が出てきている。こうした事例の一般化を図るためには、そうした先端技術も考慮に入れ、長期的視野から地域資源の循環的利用が可能な諸条件を探る必要がある。とくに（今回果たせなかった）木材の収益分配構造の計量的解析は重要である。また、林業セクター（川上）と木材利用セクター（川中・川下）を再結合したトータルでの地域材の経済循環構造の解析も重要であり、これらの研究を進めることが我々の今後の課題となっている。

カ 要約

本節では、今後、長期的に林業労働者が減少すると見込まれる中で、成熟する森林を活かす諸条件を探るために、わが国の林業セクターモデルを作成して、森林資源の成熟化や木材需要の変化に応じた林業労働力の量的・質的推移、求められる生産技術水準等について、2030 年に至る長期動態分析を行った。その結果、2020 年代からの高齢級人工林の急増に対応して、大径木生産（とくに間伐）に対応できる伐出専門技能労働者の確保・養成と技術開発、基盤整備が必要であること、育林では、壮齢・高齢林の保育管理作業（管理労働）が中心となり、高度・専門的な森林管理技術を持った労働力が求められるようになることがわかった。またシミュレーションの結果、林業労働者が減少する中で、2030 年に向けて国産材供給を倍増するためには、皆伐生産性をそれまでに少なくとも 10m^3 / 人日（現在の約 3 倍の水準）に高める必要があると予測され

た。

キ 引用文献

森田道也（1997）経営システムのモデリング学習，牧野書店，18.

大川畑修（2003）スギ，ヒノキの育林所要人工数，育林費の算定例，森林利用学会誌 18(3), 195-200

（野田英志）

1)森田道也編著『経営システムのモデリング学習』、牧野書店、p18、1997

2)シミュレーション・アルゴリズムは、このDT（四半期）の間隔で時間軸（年）を等分し、DT間隔で離散的な計算を繰り返し行うもので、解析手法はオイラー法によった。なお、SDのシミュレーション・アルゴリズムについての詳細は、専門書を参照されたい。

3)「素材生産費等調査報告書」のデータを用いたのは、まとまった時系列データが得られること、また生産性と併せて生産費等の詳細なデータが得られるためである。

4)搬出距離も考慮に入れた、より詳細な生産性の将来予測は、第3章1で行われている。

5)国勢調査報告の抽出詳細集計結果の職業小分類別就業者数では、「育林作業員、伐木・造材作業員、集材・運材作業員」など、詳細な区分で林業作業員数を捉えている。ただし国勢調査の場合、9月の1週間の労働力状態で捉えているため、専業度の低い林業（とくに育林）の1年間の従事者の実人数との間にズレがある。例えば、2000年国勢調査の育林作業員 41,915 人や林業作業員計 67,558 人は、同年農林業センサスの過去1年間に林業の作業に従事した世帯員数 223,406 人（保有山林3ha以上林家）とは大きな差がある。なおセンサスの林業専業の雇用労働者数（年間150日以上就労）は44,670人であり、国勢調査の林業作業員数はどちらかというと、この専業者を多く含むと見られる。

6)なお1～5年生に区分した人工林（「面積～5年生」）は、皆伐対象としていない。また6～30年生人工林（「面積6～30年」）は、1970年代頃までは20～30年生でも一部皆伐（早伐）されたと考えて皆伐対象に入れ、漏れ（皆伐）は20年生以降から生じる設定にした。

7)「皆伐率」Yは次式によった。 $Y = C + (K - C) / (1 + me^{-at})$ t：時間変数、 $a < 0$ （減衰型）、K：t→-∞のときのYの収斂値（上方漸近線）、C：t→∞のときのYの収斂値（下方漸近線）。なお「面積6～30年」の皆伐率の上方漸近線は0.3、下方漸近線は0、「面積31～60年」は1.0と0.02、「面積61～100年」は1.0と0.03、「面積101年生以上」は1.0と0.05、とした。

8)2000年センサスでは「保有山林3ha以上の林家」のデータしか得られない。このため、1990年センサスの「保有山林3ha以上の林家」の数値と比較し、その減少率を90年センサスの「1ha以上の林家」の数値に乗じた数値を、2000年値とした。

9)ただし間伐生産量のウェイトが増すため、平均伐出生産性は10m³/人日より低くなる。

「交付金プロジェクト」は、平成13年度に森林総合研究所が独立行政法人となるにあたり、これまで推進してきた農林水産技術会議によるプロジェクト研究（特別研究など）の一部、および森林総合研究所の経費による特別研究調査費（特定研究）を統合し、研究所の運営費交付金により運営する新たな行政ニーズへの対応、中期計画の推進、所の研究基盤高揚のためのプロジェクト研究として設立・運営するものである。

この冊子は、交付金プロジェクト研究の終了課題について、研究の成果を研究開発や、行政等の関係者に総合的且つ体系的に報告することにより、今後の研究と行政の連携協力に基づいた効率的施策推進等に資することを目的に、「森林総合研究所交付金プロジェクト研究成果集」として刊行するものである。

ISSN 1349-0605

森林総合研究所交付金プロジェクト研究 成果集 12

「森林・林業の資源的、社会経済的長期見通し手法の開発」

発行日 平成18年 9月 1日

編集・発行 独立行政法人 森林総合研究所

〒305-8687 茨城県つくば市松の里1番地

電話. 029-873-3211 (代表)

印刷所 谷田部印刷株式会社

〒300-2406 茨城県つくばみらい市福岡2506-3

電話. 0297-25-2560 (代表)

