

新生産システムが岡山県の森林資源に与える影響

Influence of the New Production System on Forest Resources in Okayama Prefecture

原田康平・倉重賢治・青柳修平・亀山嘉正

Kouhei HARADA¹⁾, Kenji KURASHIGE²⁾,
Shuhei AOYAGI³⁾ and Yoshimasa KAMEYAMA⁴⁾

The new production system for timber started against a forestry depression by the Forest Agency, and eleven timber production areas are specified as the model area on this system. There are timber production areas in Okayama prefecture that are one of the model areas on this system. A basic plan of the system is implemented to remove a function of timber market from traditional timber distribution system. This system changes the traditional distribution that most timber distributes via timber market in Okayama, into the new one that the domestic timber distributes directly to sawmills. The simplified distribution system is planned for returning a part of both selling cost and trade fee to be the income of forest owners. We construct a simulation model that is consisted of a relationship between the Hinoki forest resources and forest management. In this paper, we introduce the new distribution of the new production system in this model, and examine effects on forest resources of the new production system by simulation.

Keywords: new production system for timber, timber distribution, simulation model, forest resources

- 1) 元岡山県立大学大学院 情報系工学研究科
- 2) 鹿児島県立短期大学 商経学科
- 3) 林業SCM研究者
- 4) 岡山県立大学 情報工学部

1. は じ め に

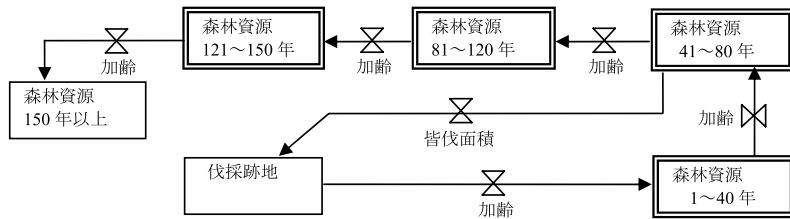
わが国の木材需要における国産材の供給率は20%程度という低い水準で推移しており¹⁾、この林業不振の対策として、林野庁は新生産システムの構想を打ち出しその対象地域として全国から11ヶ所を指定した。各モデル地区では、乾燥設備の充実や大型製材工場の設置などその地域の林業特性に合わせた新しい取り組みを行っている。岡山県を例にとると、その基本計画は、経営の集約化、乾燥技術の高度化に加え、従来の市場を経由する流通形式から市場を除外した直送型流通体制への移行を大きな目標に掲げている²⁾。これらの合理化によって、林家に対する収益性の向上が見込まれ、植林を増加させることが期待されている。筆者らはヒノキを対象とする岡山県の森林資源と林業経営のモデル化を行い、これに新生産システムで打ち出された直送型流通体制を加えることで、将来の森林構成にどのような影響を与えるのかシミュレーションにより明らかにする。

2. 本研究のモデルの概要

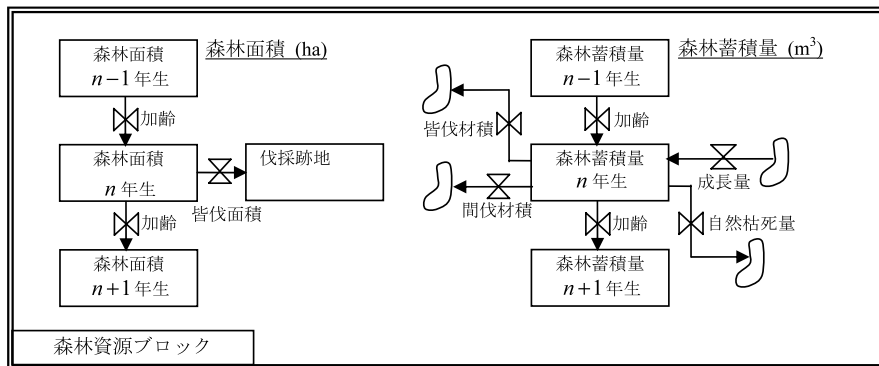
今回分析対象とする森林は、民有ヒノキ人工林のみであり、モデルは森林資源部門と林業経営部門の2つのセクターから構成され、素材需要は外生値として与えられるものとする。

2.1 森林資源部門

森林資源部門はTakeuchi³⁾、野田⁴⁾、山根⁵⁾を参考に造林や伐採などに影響される森林資源の長期的動向を扱う。図1は森林資源部門の概要を示している。この図において、ストックは四角で表現されて森林資源の単位を示しており、フローはバルブ付きの矢印で表現されている。図1(A)では40年生ごとに森林資源がブロック分けされているが、図1(B)の示すモデル内では1～150年生のブロックは1年生ごとに1つの森林資源の単位として細分化されて林齢別の面積と蓄積量で表される。また、150年生以上の森林資源については1つの森林資源の単位としてまとめた。山根⁵⁾は、森林資源の推移を表すのに面積と本数を用いており、森林資源の成長は間伐の影響を踏まえて表現し、シカの生態系と森林資源の相互関係についてモデル化を行っている。本研究では森林資源の推移と需要を満たすための素材生産の関係をモデル内で表現させるために、本数ではなく蓄積量を森林資源の指標として採用した。伐採方法は皆伐と間伐の2つがあり、皆伐によって伐採された森林面積は植栽可能跡地となり、植林が行われた植栽可能跡地は林齢1年生の箇所となる。各年度の素材需要に利用率を除することで伐採需要が決定される。モデル内の森林整備には植林、下刈り、枝打ちおよび間伐などが挙げられるが、これらの施業による森林成長量の変化は計算の簡略化のため考慮しないものとした。



(A) 森林資源の林齢別ブロック分けとその繋がり



(B) 1～150年生の森林資源の加齢による変化

図1 森林資源部門の概要

2.2 林業経営部門

林業経営部門は販売収入、販売・伐採コスト、森林整備費などの林業収益に係るものをそれぞれ算出する。素材の流通には従来の市場経由型と新生産システムによる直送型の2つの経路がモデル内に存在し、この2つの普及率の合計が100%になるように調整する。計算の単位時間は1年間であり、森林資源を森林の面積と蓄積量で表し、そこから素材需要を満たすための伐採が行われ、立木から素材の生産が行われる。素材を販売することによって得られた林家の素材販売収益から各種コストを差し引いた粗収益を算出し、その収益率に応じて粗収益の一部を植林資金に回すものとする。森林整備コストは県からの補助金によりその一部が賄われており、実質費用は直接費を補助金負担率で掛けることで与えられる。また、素材販売収益から各年度の販売・伐採コストおよび森林整備コストを差し引いたものが林家粗収益となり、その一部が植林資金に回されるものとする。各年度の林家粗収益から植林資金に回された割合のことを植林資金率とし、各年度の造林利回りの値に比例すると仮定する。植林資金以外の残りの林家粗収益は林家の手取り収益となり、次年度以降の植林資金には繰り越されないものとする。造林利回りとは、植林に対する投資に対する伐採収入を得るまでの利回り相当率のことである。造林利回りの値が正のときは、植林資金率は造林利回りに比例して増加し、造林利回りが負になると植林資金率は0%となり植林は行われないものとした。その一方、造林利回りがある基準を超えた場合に植林資金率は100%となり、再投資として林家粗収益のすべてが植林資金に回されるものとする。

3. シミュレーション

3.1 データの設定

関連する各種データに基づきシミュレーションを行うことで、流通の普及率が、市場経由型100%の場合と直送型90%の場合について比較する。表1に森林資源部門の設定したデータを示す。林齢ごとの森林面積と森林蓄積量は岡山県のデータ⁶⁾を参考に平成17年のものを採用している。なお林齢75年生以降の森林面積、蓄積量は前記資料から推定し、単位面積当たりの立木本数、成長量、および自然枯死率は、森育成指針検討委員会のデータ⁷⁾を参考にした。立木本数と成長量はそれぞれ森林の樹高と平均胸高直径より推定されたもので、自然枯死率は立木本数の値より推定した。

ところで、岡山県の方針では長期的な林業生産の実現を目指すために間伐を推奨しており⁸⁾、補助金込みで皆伐コストよりも安く間伐が行われている²⁾⁶⁾。実際、近年の森林不振の結果、間伐に頼らざるを得ない状況が続いている。そのためモデル内でも皆伐よりも間伐が優先されるように伐採方法を設定した。具体的には、伐採は間伐から先に行われ、伐採需要が間伐材積だけで満たさなかった場合のみ皆伐が行われる。岡山県の最高伐期は現在のところ林齢80年生と想定されている⁶⁾。間伐対象の指定林齢を14～79年生とし、モデル内では5年生おきに間伐が行われるものとした。間伐材積のデータ²⁾と岡山県林政課への聞き取り調査により現在の岡山県全体の間伐面積を推定し、林家への聞き取り調査などを参考に各林分からの材積間伐率は10%と設定した。間伐材のなかから40年生以上の成熟した林分の一部が木材生産向けに供給されるものとして、これに利用率を掛けることで間伐素材材積が求まる。また、利用率は75%と設定した⁹⁾¹⁰⁾。この内すべてが木材生産向けに供給されるわけではなく一部は廃棄され、間伐材積のうち木材生産向けに供給される割合を利用間伐率と呼び¹¹⁾、40年生以上の林分からの利用間伐率を50%と推定した²⁾⁶⁾¹¹⁾。

木材生産で利用されなかった間伐材は他の分野で利用される場合も考えられるが、モデル内では林家の収入に還元されず廃棄されるものとした。木材生産向けの間伐材積だけで素材需要を賄えない場合に限り皆伐が行われるものとする。全体の需要から木材生産向けに供給される材積を求め、この材積を利用率で除算したものが木材生産向けの皆伐材積の需要として求められる。皆伐材の需要を満たすために40～80年生の林分から10年生おきに均等に皆伐材積が減少し、同時に皆伐対象の林分から同一割合の面積が減少するものと設定する。

表2に林業経営部門の設定したデータを示す。表2のデータは岡山県新生産システムモデル事業²⁾を参考に設定した。直送では市場を経由しないため製材工場が素材を林家から協定に基づき直接買い取り、その素材価格は市場経由よりも5%上乘せされるものとなっている。さらに流通コストの削減により、新生産システムでは4千円/m³近くの収益の改善が見込まれている。造林利回りの計算は岡山県美作県民局¹²⁾に基づいて行った。シミュレーションでは各年度の造林利回り r は式(1)を満たすように設定され、ニュートン法¹³⁾を用いてその近似解を起用するものとした。

$$\frac{Ic_{Y_{cut}}}{(1+r)^{Y_{cut}}} - \sum_{y=0}^{Y_{cut}-1} \frac{C_y}{(1+r)^y} + \sum_{y=0}^{Y_{cut}-1} \frac{It_y}{(1+r)^y} = 0 \quad (1)$$

ただし、

y : t 年からの経過年数(年)

r : y 年後の造林利回り(%)

I_{cy} : y 年後の皆伐収入(円/ha)

I_{ty} : y 年後の間伐による中間収入(円/ha)

C_y : y 年後の造林投資(円/ha)

Y_{cut} : 皆伐による伐採期(年)

とする。

式(1)ではある年度 t 年に植林が行われ、皆伐期 Y_{cut} までの造林の投資効率について考えている。造林投資として、下刈り、枝打ち、間伐などがあり、40年以降は間伐による中間収入も考慮する。皆伐の伐期齢は林家により異なり、岡山県の平均伐期は60年生と想定されている⁶⁾。また、前記資料によると、県の目標として2050年までに最高伐期齢を林齢150年生までに移行させることから、今後どのような林分から伐採が行われるかを推測するのは困難であり、複数の林分から皆伐が行われると仮定し計算の精度を上げるよりも単純化を優先したために Y_{cut} の値を60年で固定した。

ところで表2にある皆伐や間伐の収益は単位材積あたりで示しているが、式(1)の記号でも示したように単位面積あたりの収益を求めることが必要となる。そこで表3において、収益の対象となる林齢ごとの単位面積あたりの材積を示す。皆伐材の場合は、単位面積あたりの材積に利用率を、間伐材の場合は更に利用間伐率と材積間伐率を掛け合わせることで単位面積あたりの収益を算出することができる。各年度の造林投資に含まれる間伐コストも同様に単位面積あたりの材積を掛けることで求めることができる。式(1)の計算を市場経由型と直送型の2つに分けて行い、最終的に求める造林利回りはこの2つをそれぞれの普及率で加重平均することによって求められる。モデル内での植林面積の計算は造林利回りが10%となることを基準とし、造林利回りが0～10%の間は林家租収益に対する植林資金の割合は造林利回りに比例するものとした。この植林資金を決定するための造林利回りの基準をここでは希望収益率とする。

表1 森林資源部門のデータ

変数名	数値/方法	単位
木材生産向けの利用間伐率	50	%
利用率(立木→素材)	75	%
材積間伐率	10	%
間伐材積	14~79年生の5年生おきに (森林蓄積量) × (材積間伐率/100)	m ³
利用間伐材積	(40年生以上の間伐材積) × (利用率/100) × (木材生産向けの利用間伐率/100)	m ³
皆伐需要量*	{(素材需要量) - (利用間伐材積)} ÷ (利用率/100)	m ³
皆伐材積	40~80年生の10年生おきの林分から (皆伐需要量)の材積を均等に	m ³

* (素材需要量) ≤ (利用間伐材積) のときは0とする。

表2 林業経営部門のデータ

変数名		流通		単位
		市場経由	直送	
販売収入	素材価格	22,000	23100*	円/m ³
伐採コスト	皆伐コスト	9,262		円/m ³
森林整備コスト	間伐コスト	11,000		円/m ³
	植林コスト	722,000		円/ha
	下刈りコスト(2年生)	83,000		円/ha
	下刈りコスト(3~10年生)	121,000		円/ha
	除伐・枝打ちコスト(13年生)	235,000		円/ha
補助金負担率	植林費用補助率	60		%
	森林整備費用補助率	60		%
	間伐費用補助率	60		%
素材販売コスト	運賃	2,000	2,000	円/m ³
	市場手数料(市場経由)	1,320	-	円/m ³
	整木料(市場積み下ろし)	850	-	円/m ³
	山での仕分け料(新生産直送)	-	1,000	円/m ³
	その他の販売コスト(市場経由)	1,550	-	円/m ³
粗収益	皆伐による粗収益 InC**	7,018	10,838	円/m ³
	間伐による粗収益 InT***	11,880	15,700	円/m ³
素材需要(平成16年)	素材需要量	171,000		m ³

* 市場経由の素材価格の105%と仮定した。

** 素材価格より素材販売コストの合計と皆伐コストを差し引いた金額を指す。

*** 素材価格より素材販売コストの合計と間伐コストを差し引いた金額を指す。

表3 収入の単位面積あたりへの変換

	間伐指定林齢				皆伐指定林齢	単位
	44	49	54	59	60	
林齢別単位面積あたりの材積(V)	245	266	280	293	293	m ³ /ha
単位面積あたりの収入	InT × V × 75% × 50% × 10%				InC × V × 75%	円/ha

3.2 シナリオの設定

シミュレーションはシナリオごとに、市場経由が流通のほとんどを占める場合(ケースA)と、直送が大きく普及した場合(ケースB)の2つのケースに分けて実行する。ケースAでは市場経由と直送の普及率を100%と0%, ケースBでは10%および90%とした。また、シミュレーションの期間は2008年から2058年までの50年間とした。

素材需要、素材価格、補助金負担率、および造林利回りの希望収益率の4つの変数(表4)が与える影響について、ケースAとBでの森林面積、特に植林面積の合計について比較を行う。シナリオ1は基本シナリオとして上記の4つの変数を現在の水準のまま固定した。一方、シナリオ2は素材需要が年率1%ずつ上昇し、50年で初期値の約1.6倍に増加する場合、シナリオ3は素材価格のみ年率1%上昇する場合を想定した。さらにシナリオ4は、植林、下刈り、枝打ち、および間伐コストの補助金負担率を90%とし、シナリオ5は造林利回りの希望収益率を5%にすることでより多くの収益が植林資金に回される場合を想定した。

表4 シナリオ1～5におけるデータの設定

シナリオ	素材需要 (千m ³)		素材価格(市場経由) [*] (千円/m ³)		補助金負担率 ^{**} (%)	造林利回りの 希望収益率(%)
	初期値	変化	初期値	変化	初期値	初期値
シナリオ1	171	一定に推移	22	一定に推移	60	10
シナリオ2	171	年率1%で増加	22	一定に推移	60	10
シナリオ3	171	一定に推移	22	年率1%で増加	60	10
シナリオ4	171	一定に推移	22	一定に推移	90	10
シナリオ5	171	一定に推移	22	一定に推移	60	5

^{*} 直送の素材価格は市場経由の素材価格の105%と設定する。

^{**} 植林、下刈り、枝打ちおよび間伐のコストに掛ける補助金の負担率は均一とする。

3.3 シミュレーション結果

本研究では、立木の年齢構成を1～40年生、41～80年生、81～120年生、120年生～の4つのカテゴリに分けることにする。表5に初期値となる面積とその割合、ならびにシナリオ1～5までのシミュレーション結果として50年後の森林構成を4つの区分ごとに示し、また、植林面積の累計と造林利回りの平均値を示す。

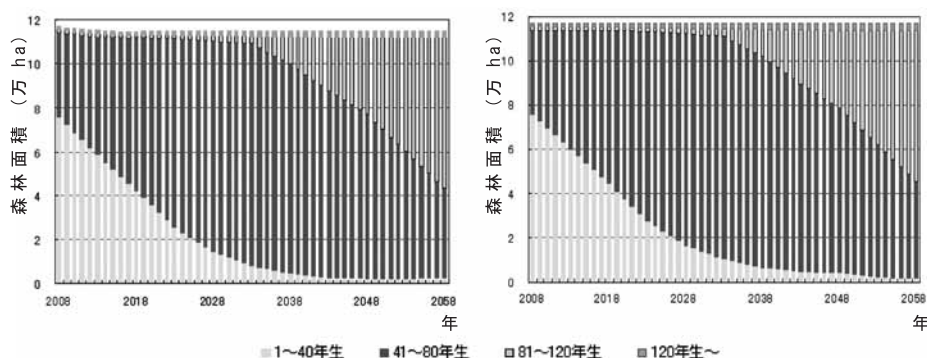
1) シナリオ1のシミュレーション結果

シナリオ1は素材の需要や価格など、林業情勢が現在の水準のまま推移した場合を想定しており、これを本論における基本シナリオと定める。シナリオ1の森林面積(図2と表5)に関して、ケースAの若齢林面積は、開始から30年間で急激に減少し、その後はほぼ一定に推移しながら50年間で2.8%(=2,130/76,075)にまで減少した。また、81～120年生の面積は50年間で初期値の43.6倍(=68,646/1,575)と急増しており、このことは40年生以下の若齢林の多くが加齢とともに80年生以上の林分にシフトしてきたことによる。ケースBでも若齢林面積(1～40年生)は50年間で3.1%(=2,351/76,075)にまで減少しそれ以上の成熟林もケースAと同じく急増している。両ケースとも

に若齢林が減少し高齢林の占める割合が大きく増加したが、このことは森林面積の62%を占めていた40年生以下の若齢林が成長し、成熟林からの間伐材のみで需要が満たされるようになったことが原因である。ところで、ケースAの50年間の植林面積の合計は2,739haであり、これは50年後の総森林面積の2.4%に過ぎない。年平均54.7ha/年の植林が行われることになるが、最近の植林面積の水準は、平成7年から平成16年までの10年間で平均植林面積227.2ha/年となっており、ケースAでは現在の水準の約4分の1程度しか植林が行われていないことになる。ケースBの年間当たりの平均植林面積は110.5ha/年でこれも現在の水準を下回った。ケースA、Bの年間当たりの植林面積の差は55.8ha/年であるがこの違いは森林全体の齢級構成の変化に対してそれほど大きな影響を与えていない。造林利回りはケースA、Bでそれぞれ1.46%、2.23%を示し、ケースBでは従来の流通に比べ販売コストの減少でより多くの資金が林家に還元されたが、予想していたほど植林面積を増加させることはできなかった。

表5 シナリオ1～5におけるシミュレーション結果

シナリオ	ケース	50年後の森林面積および齢級構成 (ha)				50年間の植林 面積合計	造林利回りの平均
		1～40年生	41～80年生	81～120年生	120年生～	(ha)	(%/年)
シナリオ1	A	2,130 (1.9)	40,655 (35.6)	68,646 (60.0)	2,921 (2.6)	2,739	1.46
	B	2,351 (2.0)	42,927 (36.7)	68,657 (58.8)	2,921 (2.5)	5,524	2.29
シナリオ2	A	9,419 (8.3)	35,607 (31.3)	65,949 (57.9)	2,921 (2.6)	10,347	1.46
	B	10,966 (9.4)	37,034 (31.7)	65,957 (56.4)	2,921 (2.5)	14,486	2.29
シナリオ3	A	2,885 (2.5)	40,770 (35.4)	68,646 (59.6)	2,921 (2.5)	4,526	2.51
	B	2,094 (1.8)	43,246 (37.0)	68,658 (58.7)	2,921 (2.5)	6,344	3.13
シナリオ4	A	1,870 (1.6)	43,770 (37.3)	68,661 (58.6)	2,921 (2.5)	6,552	4.52
	B	1,870 (1.6)	43,770 (37.3)	68,661 (58.6)	2,921 (2.5)	6,552	5.26
シナリオ5	A	2,351 (2.0)	42,927 (36.7)	68,657 (58.8)	2,921 (2.5)	3,766	1.46
	B	2,051 (1.8)	43,417 (37.1)	68,661 (58.7)	2,921 (2.5)	6,565	2.29
初期値		76,075 (62.0)	38,054 (32.5)	1,575 (1.3)	1,347 (1.2)		



(A) ケース A

(B) ケース B

図2 シナリオ1におけるヒノキ人工林面積の推移

2) シナリオ2のシミュレーション結果

シナリオ2の森林面積の年齢構成の推移(図3)に関して、ケースAの50年後の若齢林面積(1～40年生)で初期値の12.4% (=9,419/76,075) と、シナリオ1のケースAでは2.8%だったことに比べ若齢林が減少する割合は大きく抑制されている。これは素材需要の増加で間伐材積だけで必要供給量を賄えなくなり、これを満たすための皆伐材積の供給が増加したことによる。このため植栽可能面積が広がり、コストの増加に十分対応できたので結果としてシナリオ1のケースAの結果よりも50年間で約4倍の植林面積が広がった。50年間の植林面積の合計は10,347haで年間当たりの平均植林面積は206.9ha/年で現在の水準の227.2ha/年と同程度となった。また、シナリオ1のものよりも皆伐が増えることで伐採コストが増加したが、年率1%の素材需要増加によって得られた素材販売収益も増収したのでこれに対応することができた。表5よりケースBで50年間の植林面積の合計は14,486haで年間当たりの平均植林面積は289.7ha/年となり、ケースAと年間当たりの植林面積の差は83ha/年であった。

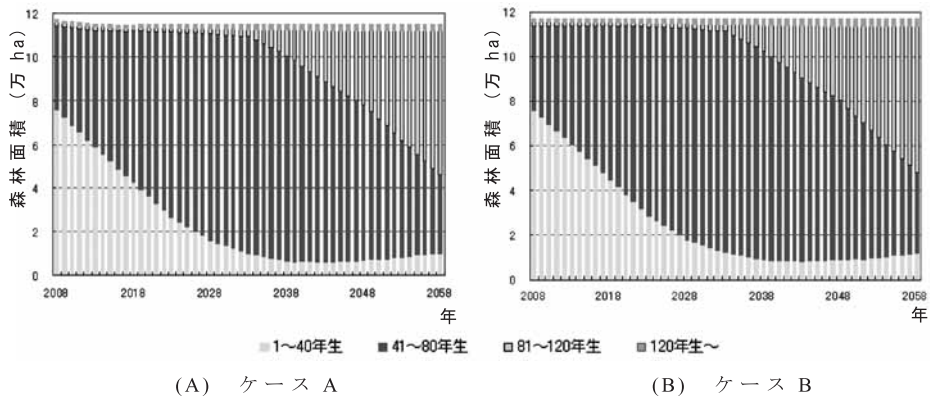


図3 シナリオ2におけるヒノキ人工林面積の推移

3) シナリオ3～5のシミュレーション結果

シナリオ3～5ではシナリオ2より植林は行われなかった。シナリオ3と4では林家租収入は増加するが、年間171千 m^3 の素材需要を賄うための必要供給量が間伐材積のみで満されるようになり、皆伐が減少することで植栽可能跡地が不足し、シナリオ1に比べ、各年度の収益は増加しているにも関わらず若齢林面積は大きく減少した。ちなみにシナリオ4にある補助金負担率の増加は、生産性向上に伴う森林整備コストの減少と同じ効果を有する。シナリオ5では造林利回りの希望収益率を半分にすることで、植林が積極的に行われている場合を想定したが、植林資金の増加に比例するだけの植栽可能面積が得られなかったためシナリオ1のケースAと比べて各年度の植林面積はそれほど多く増加しなかった。希望収益率は明確な数値データが得られず、簡単のため10%と設定したが、同一条件下で半分の5%に設定した場合もシミュレーション結果に大きな影響を与えることはなかった。

4) シナリオ 1～5 の検証

需要や価格が現在の水準で推移した基本的なシナリオにおいて、従来の流通体制を維持されると仮定した場合、植林は現在の水準の 4 分の 1 以下となり若齢林面積は大きく減少した。これは、初期に大多数を占めていた若齢林が加齢に伴い成熟し、低い需要を満たすための供給材のほとんどが成熟した林分からの間伐材で賄われるようになり、皆伐による植栽可能面積が不足したことが大きな原因である。一方で、新生産システムを前提とした場合でも植林面積は現在の水準の半分程度となった。また、植林面積が最も上昇したのは需要が現在よりも増加したシナリオであった。しかし、需要は生産者や行政が簡単には操作できないものであり需要の増加をただ待つだけでは皆伐を上昇させるための最良の手段であるとは言いがたい。近年の外国産材の高騰などによって、需要や価格が急激に増加することも考えられるが、その場合は収益性が新生産システムに頼らず大きく向上するので、新生産システムの効果は小さくなる。ただし、このような神頼み的な発想を除外して、植林面積を増やし森林の齢級構成のバランスを取れるようにするためには、需要の増加のみに頼らないで皆伐を増やす林業方策を立案する必要がある。

3.4 新生産システムの有効な活用方法について

1) 皆伐を増加させる方法について

急激な素材需要の変動のみに頼らず皆伐を増加させる方策として、間伐材の木材生産以外への有効利用を促進することで利用間伐率を減少させる方法について検討した。この場合、間伐は従来どおり指定林分から一定割合行われるが、他のことに利用される分だけ木材生産向けに供給される利用間伐材積の割合は減少することになり、需要を満たすための皆伐材積が増加する。このように木材生産以外に振り分けられた間伐材は目的外間伐材と呼ぶこととし、当然、いくらかの収益が上げられるように設定すべきであるが、ここではまず、利用間伐率を減少させた場合の効果を検討するため、目的外間伐材の収益が 0、つまりすべて破棄するものと仮定してシミュレーションを行う。そこで基本シナリオを用いて林齢 40 年生以上の林分からの利用間伐率を変化 (45%, 40%, 35%, 30%, 25%) させケース A と B について森林面積の推移を表 6 に示した。

2) 利用間伐率を減少させた場合のシミュレーション結果

シミュレーション結果 (表 6) から利用間伐率が減少するごとに両ケースとも合計面積の減少が見られるものの、ケース B ではケース A に比べその減少が抑制されている。さらに、若齢林の面積に目を向けるとケース B の方は増加傾向がみられた。利用間伐率が 35% のケース B の場合、シナリオ 2 の結果に近い面積だけ植林が行われた。

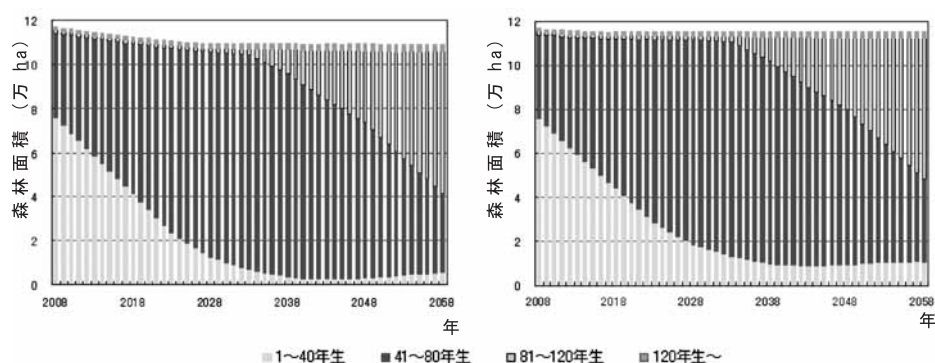
図 4 に利用間伐率が 35% の場合のヒノキ人工林面積の推移を示す。ケース A では利用間伐率が減少したことでモデル内では皆伐面積と同等の植栽可能面積は増加したが、補助金の対象とならない皆伐が増加したため伐採コストが上昇し植林資金が不足したので、すべての植栽可能跡地に植林を行うまでにいたらなかった。一方、ケース B では、従来よりも多くの資金が還元され、伐採コストの上昇に対応できて植栽可能跡地のほとんどに植林が行われた。その結果、ケース B では、ケース

Aに比べて若齢林が大きく増加し、森林面積の高齢林化もある程度は抑制された。以上の結果から従来の流通体制では皆伐増加による伐採コスト上昇に対応できず、増加した植栽可能面積に植林が不十分となり森林面積全体が減少したが、新生産システムを前提とした直送体制では従来流通体制に比べ伐採コスト上昇に対応でき、植林資金を捻出できることが示された。しかし、40年生からの利用間伐率を30%まで減少させた場合、新生産システムでも面積全体の減少がみられた。これは皆伐の増加による伐採コストの上昇が新生産システムによる収益の向上率の割合を上回ったために起きたものと考えられる。皆伐の過剰な増加は新生産システムを用いてもコスト増加を負担しきれないので、利用間伐率の調整はバランス良く行う必要がある。

表6 40年生からの利用間伐率を変更した場合におけるシミュレーション結果

利用間伐率 (%)	ケース	50年後の森林面積および年齢構成 (ha)				50年間の植林 面積合計	50年後の森林 面積の推移*
		1～40年生	41～80年生	81～120年生	120年生～	(ha)	(%)
45	A	3,075 (2.7)	39,435 (34.9)	67,672 (59.8)	2,921 (2.6)	3,319	96.6
	B	4,127 (3.5)	41,679 (35.8)	67,679 (58.1)	2,921 (2.5)	7,239	99.4
40	A	5,100 (4.6)	37,632 (33.6)	66,260 (59.2)	2,921 (2.6)	4,525	95.6
	B	7,168 (6.1)	40,329 (34.6)	66,268 (56.8)	2,916 (2.5)	9,868	99.7
35	A	5,563 (5.1)	36,030 (33.1)	64,310 (59.1)	2,921 (2.7)	5,563	93.0
	B	10,685 (9.2)	37,615 (32.6)	64,314 (55.7)	2,921 (2.5)	13,670	98.7
30	A	1,048 (1.0)	34,310 (34.1)	62,305 (61.9)	2,921 (2.9)	1,131	85.9
	B	10,987 (9.9)	34,482 (31.2)	62,305 (56.3)	2,921 (2.6)	12,182	94.6
25	A	348 (0.4)	32,548 (33.9)	60,311 (62.7)	2,921 (3.0)	412	82.1
	B	11,659 (10.8)	32,698 (30.4)	60,311 (56.1)	2,921 (2.7)	12,611	91.9

* 森林面積の初期値を100%とする



(A) ケース A

(B) ケース B

図4 利用間伐率が35%の場合のヒノキ工林面積の推移

3) 目的外間伐材が収益となる場合のシミュレーション結果

利用可能な間伐材の一部を破棄すると仮定した前節では、シナリオP3のケースBに限り、森林の減少を最小限に抑えた上で植林を増加させることに成功した。しかしながらこの条件は現実的ではなくシナリオP5を例にとると、もともと木材生産向けに出荷されるはずの間伐材が基本シナリオに比べて25%多く廃棄されている。実際にはこの余分に廃棄された間伐材は木材生産以外の分野で利用されると考えるのが自然である。利用方法としてバイオマス燃料などに使用される場合が考えられるが、ここでは、なんらかの利用により、単位材積当たり10千円で供給されると仮定したシナリオを検討する。シナリオP5においてこのシナリオを加えたものをシナリオP5'としてシナリオP5とケースBの場合について比較を行う。

シナリオP5とP5'のシミュレーション結果を表7と図5に示す。シナリオP5では伐採コストの上昇により全ての植栽可能面積に植林が行われず、結果として森林面積は減少した。しかし、シナリオP5'では目的外間伐材を販売することで得られた収入によりそのほとんどを植林することができたので森林面積の減少は抑制され、かつ齢級構成のバランスは安定化した。目的外間伐材はもともと木材生産向けに供給されるべきものであったので、これが他の分野で利用される場合は木材生産の価格以上で取引されるというのが自然な考えであるが、それは需要の増加と同じ意味合いを持つ。ここでは、そこまでの販売価格にならなくても十分な効果が得られることを示した。

表7 シナリオP5'での50年後の森林の齢級構成および植林面積の合計

シナリオ	ケース	50年後の森林面積の齢級構成 (%)				50年間の植林面積合計 (ha)	50年間の森林面積の推移* (%)
		1~40年生	41~80年生	81~120年生	120年生~		
シナリオP5	B	10.8	30.4	56.1	2.7	12,611	91.9
シナリオP5'	B	16.1	29.0	52.3	2.5	22,365	98.5

** 森林面積の初期値を100%とする

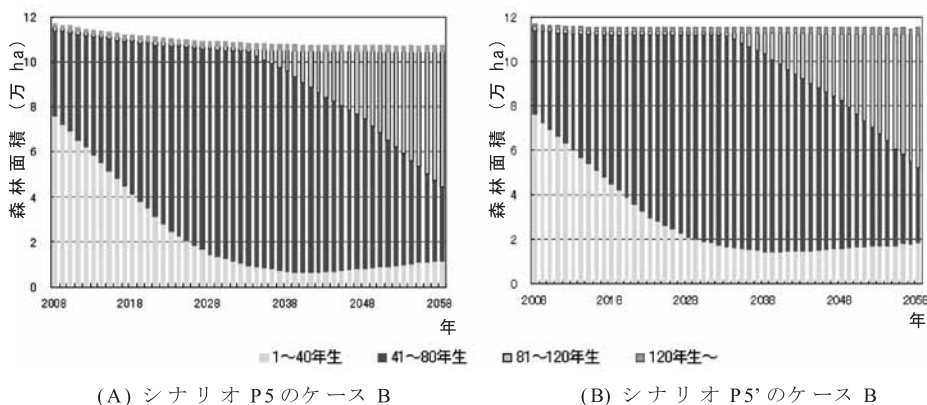


図5 シナリオP5とP5'におけるヒノキ人工林面積の推移

3.5 考察

需要や価格を現在の低水準のままに推移させた基本的なシナリオにおいて、流通を従来のまま新生産システムに依存しない場合は1～40年生の若齢林が急激な減少をみせ森林面積の大半は40年生以上の成熟林と高齢林が占めるようになり森林の齢級構成は大きく変わった。若齢林が加齢に伴い成熟し、需要を満たすための供給がほとんど間伐により賄われることが急激な高齢林化を招いた要因であり、皆伐の減少によって植栽可能面積が大きく不足し、十分な植林が行われなかった。収益の改善が見込まれる新生産システムの流通が大きく普及することを前提とした場合でも、若齢林面積が大きく減少し、当初期待していた程の効果は得られなかった。

価格や補助金負担率などを変化させてシミュレーションをいくつか行ったが、そのなかで最も植林面積が多くなったのは素材需要の上昇した場合であった。これは、増加した素材需要を間伐材積で満たせない分だけ皆伐が多く行われたためである。この場合、新生産システムに依存しない場合でも、植林は近年行われているものと同水準で行われた。逆に、価格や補助金を変化させた場合には需要を変化させた場合よりも植林面積の変化は少なかった。したがって植林面積を増加させるには皆伐の増加が最も影響を与えるが、需要を生産者や行政が直接コントロールすることが困難であり、ある程度実現可能な方法で皆伐を増加させる必要がある。

その方法として間伐材の木材生産以外への利用方法を促進させることについて検討した。利用可能な間伐材のいくらかを破棄するという仮定ではあるが、利用間伐率を減らして従来の流通の維持を前提にシミュレーションした結果では、急激な需要変化を待たずに皆伐が増加し、同時に植栽可能面積も増加した。しかし、利用間伐率を減少させることで、補助金対象外の皆伐増加のために伐採コストが増加していき、これが収益を圧迫することで十分な植林資金が捻出できず植栽可能面積の多くが放棄され森林面積全体が減少した。新生産システムのもとで利用間伐率を減少させた場合、新生産システムにより増収した資金で上昇した各コストの負担が抑制されたので、増加した植栽可能面積を満たすだけの植林資金が捻出され、現在の水準と同程度にまで植林することができた。つぎに間伐材が収益につがる場合を検討したが、予想通りかなりの植林面積の増加が確認された。利用間伐率を減少させるためには、バイオマス燃料など木材生産以外での利用促進が不可欠である。間伐材をバイオマス燃料に利用するためには多くの材積を必要とし、これのエネルギー利用は国内ではほとんど行われていないのが現状であるが¹⁴⁾¹⁵⁾、今後の普及に期待する。

4. おわりに

岡山県⁹⁾によると岡山県では民有林が全体の約9割を占め、当然それらの資源の大部分は森林所有者によって管理されている。しかし、県内の林業就業者は平成17年で60歳以上が全体の49%であり、生産者の多くが高齢者であることがわかる。彼らが次の世代に資源を継承するかどうかはこれからの林業情勢ないしはそれを良くするための政策にかかっている。そのための手段の一つとして、小規模かつ分散的な流通体制を見直すことがあげられる。武田¹⁰⁾によると、全国の原木市売市場では2001年に素材生産業者からの仕入れが70%を占めていたのに対し、5年間でその割合が4%も低

下している。地域差はあるが、流通組織の再編の動きが全国的にみられている。そのような中で、新生産システムへの取り組みが行われている。本研究では、新生産システムで打ち出された流通の合理化によって収益を改善した上で、皆伐の促進、言い換えれば間伐材の木材生産以外への有効利用などが、齢級構成を安定化させるためには必要であることを示した。実際に新生産システムがどこまで普及するかは未知数であり、バイオマスなど間伐材の有効利用促進もそれほど簡単に実現できるものではないであろう。しかしながら、需要の増加など神頼み的な発想を除外した場合に、林業生産を持続可能なものとし、森林資源の齢級構成の安定化を図るためには、官民が一体となって取り組まねばならない課題である。

最後に、植林を増やすためには、複層林化を促進するのも一つの方策である。複層林は間伐跡地も植林の対象とすることができモデル内での造林の意思決定の選択肢を広げることが可能となる¹⁷⁾。しかしながら、複層林に関してはまだ施業技術などが一般的には確立しておらず現実的なコストの算出など不明な点があり今回は対象としなかった。これらの複層林の利用も含め、素材生産者の労働を考慮し、生産性などの概念もモデルに加えることが今後の課題である。

参考文献

- (1) 林野庁：林業白書平成19年度版，101-105（2007）
- (2) 岡山新生産システムモデル事業：岡山新生産システムモデル基本計画書，3-18（2006）
- (3) Takeuchi, K. and Nagahashi, M. : The Application of System Dynamics to Analyses for Local Timber Production. J. Jpn. For. Soc.75, 60-64（1993）
- (4) 野田英志：林業セクターの将来予測『森林・林業・木材産業の将来予測』，森林総合研究所編，日本林業調査会，東京，365-388（2006）
- (5) 山根正伸・笹川裕史・鈴木透・吉田剛司・青柳修平・原慶太郎：システムダイナミクスに基づく森林とシカ個体群の総合管理の検討，丹沢大山総合調査学術報告書，692-702（2007）
- (6) 岡山県農林水産部林政課：岡山県の森林資源，2-18（2007）
- (7) 21世紀おかやまの新しい森育成指針検討委員会：長伐期施行を目指して，102-109（2002）
- (8) 岡山県農林水産部林政課：岡山21世紀森林・林業ビジョン，11-14（1998）
- (9) 特定非営利活動法人森林誌研究所：森林誌研究第2号，16-28（2007）
- (10) 特定非営利活動法人森林誌研究所：森林誌研究第3号，15-27（2007）
- (11) 久保山裕史・岡裕泰：森林資源の将来予測『森林・林業・木材産業の将来予測』，森林総合研究所編，日本林業調査会，東京，251-280（2006）
- (12) 岡山県美作県民局農林水産事業部森林課：森林課資料，1-4（2006）
- (13) 茨木俊秀・福島雅夫：『最適化の手法』，共立出版，東京114-118（1993）
- (14) 久保山裕史：木質バイオマス利用の現状と課題，山林，3月号，大日本山林会，東京，25-33（2008）
- (15) 富田文一郎：木材産業の新たな展開に向けて，山林，6月号，大日本山林会，東京，2-7（2008）

- (16) 武田八郎：木材流通構造調査報告書-国産材素材の流通構造-, 木材情報, 6月号, 日本木材総合情報センター, 東京, 31 (2008)
- (17) 溝上展也・伊藤哲・井剛：宮崎県諸塚村における帯状複層林のスギ・ヒノキ下木の成長特性, 日林誌84, 151-158 (2002)