

持続可能な森林経営のための施業シナリオ — 森林資源予測モデルを用いた全国民有林での検討 —

松本 美香*, 泉 英二*, 藤原 三夫**

Non-national Forest Management Plan Using a Forest Resources Prediction Model for Sustainable Forest Management in Japan

Mika Matsumoto*, Eiji Izumi*, and Mitsuo Fujiwara**

Abstract

This study aims to predict the change in the amount of forest resources in terms of its stock, yield and age-class composition by using a forest resources prediction model. This model covers Sugi (*Cryptomeria japonica*) plantation forest in Japan, giving two different harvesting periods; long-term and short-term and two different cases; encouraging the normalization (i.e. leveling of age-class composition) and the reverse case. Also, it estimates carbon fixation amount in timber growth under these model cases to calculate the margin of carbon fixation in Sugi plantation forest in Japan.

要旨: 本論では、森林資源予測モデルを用いて、日本のスギ人工林を対象とし、長短伐期の2施業において、法正林化（齢級構成の平準化）を推進した場合としない場合の森林資源量（蓄積、素材生産量、齢級構成）の変化を予測し、その結果を検証した。また、その際の木材成長におけるCO₂固定量の推計を行い、日本のスギ人工林におけるCO₂固定量の限界を推測した。結果、今後のわが国のスギ人工林の取扱方針は、個別地域単位での法正林誘導を基本として、地域の木材利用を考慮した施業モデルを設計し、展開すべきであることが明らかになった。

キーワード: 森林資源予測モデル、スギ人工林、全国民有林、法正林化、C固定量

I. はじめに

地球温暖化による人間社会への影響が年々深刻化する中、わが国の森林管理において、人工林の取り扱いに関する将来計画を如何に設定するかは、CO₂削減目標の達成や循環型社会への転換計画とも絡む大きな課題となっている。

このため、森林利用を人為的に図る手段である人工林施業には、森林蓄積量と素材生産量の両面での量的安定を要求されることになる。著者らは、愛媛県久万町（現久万高原町）の民有林スギ人工林を対象にして、森林資源予測モデルを用いた施業システムの検討を行い、量的安定性の確保のためには齢級構成の平準化の推進（法正林化）が有効であることを検証した（松本ら、2007）。

本論では、森林資源予測モデルの分析対象を全国民有林のスギ人工林に拡大し、法正林化による森林蓄積量及び素材生産量への影響を検討するとともに、法正林化を選択しない場合との比較を行い、施業モデルとしての選択可能性を提示した。具体的には、100年と50年の長短2つの伐期と、法正林化を目指した更新の実施及び現状の齢級構成のままでの伐期に応じた更新の2つの林分取扱方針を組み合わせた4つの施業シナリオを想定し、それぞれの施業シナリオが実施された場合の、森林構造の変化を長期予測するとともに、森林蓄積量や素材生産量推定値の変化についても比較検討を行った。

また、森林資源予測の結果から、年間の蓄積量の変化と

素材生産量を用いてC固定量の年変化を推計することで、全国民有林スギ人工林におけるC固定能力を検討し、吸収源対策の有効性を検証するための一つの枠組みを提示した。

II. 森林資源予測モデルの全国民有林スギ人工林への適用

1. 森林資源予測モデルの作成に用いたツール

森林資源予測モデルの作成には、システム・ダイナミックス（以下、SDとする。）の手法を用い、ソフトウェアはSTELLAを使用した。SDは、1956年にマサチューセッツ工科大学のジェイ・フォレスト教授により創案されたシステムの時系列での動きを分析する学問分野であり（Virginia and Lauren; 伊藤訳,2001）、コンピュータ・シミュレーション・モデルを構築し、複数の政策的判断の妥当性を検証することに主眼を置いている（西村,2004）。SDの特徴は、線形及び非線形の関係式のどちらも利用可能であること、フィードバックを構造に組み込むこと、そして、構造変化シナリオにも対応可能なことである。

図1に今回使用した森林資源予測モデルの一つ（シナリオB：法正林誘導型長伐期）を示した。この図1において、ストックは四角い容器で表現されて蓄積量を示し、フローはバルブ付き矢印で表現されて流量と方向を示し、コンバータは丸印で表現されてストックとフローで表現される以外の様々な要素を示している。コネクタは矢印で表現さ

* 森林政策研究室 Laboratory of Forest Policy

** 流域森林管理研究室 Laboratory of Basin-based Forest Management

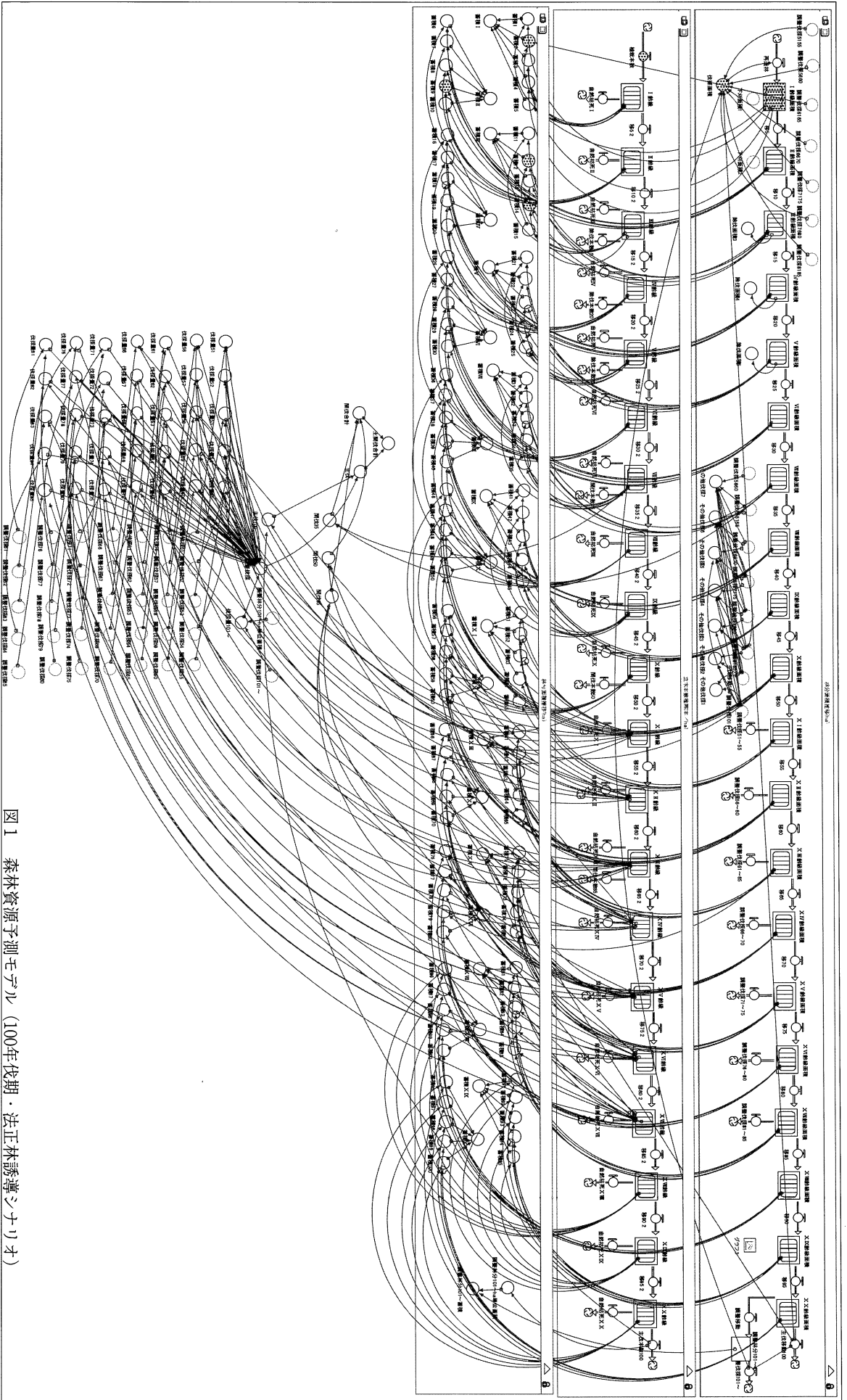


図1 森林資源予測モデル (100年伐期・法正林誘導シナリオ)

れて影響の方向を示す。また、関係式はストック、フロー及びコンバータにおいてそれぞれ設定されている。

2. 森林資源予測モデルの前提条件

当モデルは、簡略化を目的として、幾つかの前提条件を設定している。まず第1に、対象森林を構成する林分の地位などの自然条件を同一とみなし、選択した上層樹高成長曲線に沿って上層樹高が伸長すると仮定した。第2に、分析対象を同一樹種とした。第3に、森林の構成林分を全て単層林と仮定し、森林を多数の林分からなる林分群として捉えた。これは、モデルにおいて林齢を単位として、使用する全ての数値を把握しているためである。第4に、更新方法を皆伐後一年以内の一斉人工造林と仮定した。これは、施業比較に重点を置き、伐採後の放置期間の影響を排除するためである。第5に、間伐方式を下層間伐に限定した。下層間伐は、本研究で施業指針作成上の基礎を置いている林分密度管理図の利用上、上層樹高への影響がほとんど無い間伐とされており、今回は推計式の単純化の為に採用した。第6に、幹材積量をもって森林蓄積量および素材生産量とみなして表現した。これは、本論の論理展開において数値的厳密さの必要性が低いいため、モデルの単純化を優先した結果である。

3. 森林資源予測モデルの構成

モデルでは、面積や蓄積及び樹高や立木密度などの各林分情報を年齢別に区分し、その中でも扱いやすい林分面積の加齢変動をモデルの基軸にすることで森林の年単位の時間変化を表現している。そして、林分密度管理図の各関係式を用いてその他の森林情報を林分面積に関連させることで、森林全体の年単位の数量変化を推計する構成にしている。

また、森林を法正林へ誘導する方法は、単純区画輪伐法の考え方をを用いて、設定伐期を輪伐期とし、分析対象森林面積を輪伐期で割って算出した面積が各年齢に均等配置されるように、毎年の主伐量をその面積となるよう調整する設定にしている。具体的には、分析対象森林面積を輪伐期で割った面積を年間主伐面積に設定して、主伐面積の不足時には、法正林誘導の場合にのみを設定した、主伐の過剰分や初期にある伐期より高齢の林分をまとめた調整林分もしくは、51年生以上伐期齢以下の林分から高齢級優先で不足面積分を伐採し、過剰時には過剰分を調整林分に算入している。

4. 森林資源予測モデルの全国スギ人工林への適用過程

まず、森林資源予測モデルがその基礎を置いている林分密度管理図では、全国のスギ人工林は、表1に示したように7つの地域に区分されている。このため、地域ごとに森林資源予測モデルを適用して個別に推計し、その結果を合計したものを全国スギ人工林の推計結果とした。

地域別森林資源予測モデルの適用の際に用いた各方程式及び引用元は表2に示している（調査では、まず、各県に問い合わせを行ったが、直接回答が得られたのは、茨城県・

愛媛県のみであった。その他は、文献・インターネット検索などで補填した。）。また、推計時の初期値となる都道府県別樹種別年齢別人工林面積は、2000年世界農林業センサスより求め、図2に初期値であるスギ人工林の年齢構成（面積）を示している。

その他、当モデルを利用する際には、該当森林の現況における林齢別立木密度を推定する必要がある。そのためには、実測もしくは、初期値となる現況森林の形成根拠となる地理的条件や施業履歴等の検討を行う必要がある。今回は、全ての地域区分に対して、久万林業の先行研究及び歴史的背景を踏まえて作成した施業履歴である、長伐期多間伐施業（植栽本数；3,000本/ha、除伐時期；15,20,25年生、除伐率；对本数20%、間伐時期；35,50,65年生、間伐率；对本数20%）を採用した。採用理由は、今回の分析目的が、精緻な結果の追求より傾向把握を重要視しているため、施業履歴の設定に厳密にこだわる必要が無いと判断したこと、久万町に見られる戦後の3,000本植え多間伐指導や、林業不況の到来による主伐回避型の長伐期施業選択などの現象が、全国共通と判断したためである。これにより、初期の森林蓄積として、図3のスギ人工林の年齢構成（蓄積）を推計した。

5. 設定した施業シナリオ

今回、森林資源予測を行ううえで想定したシナリオは、対象森林の初期年齢配置に手を加えない方針（現状推移型）と法正配置へ誘導させる方針（法正林誘導型）において、それぞれ伐期の異なる2施業（50年伐期、100年伐期）を実施する計4パターンである。以下、それぞれシナリオA；現状推移型長伐期施業、シナリオB；法正林誘導型長伐期施業、シナリオC；現状推移型短伐期施業、シナリオD；法正林誘導型短伐期施業と表現し、各施業シナリオの詳細を表3に示した。

6. 全国民有林スギ人工林における年間C固定量の推計

追加分析として、京都議定書に絡むCO₂削減目標への施業シナリオによる影響を検討するため、森林資源予測モデルによる推計結果を利用して、全国民有林スギ人工林における年間のC固定量の推計を試みた。

推計する値は、年間森林成長量とし、前年の森林蓄積量に当年の素材生産量を加えたものから当年の森林蓄積量を減して求めた。また、法正林誘導型のシナリオB,Dについては、安定状態での森林蓄積量及び素材生産量から年間のC固定量を推計した。

なお、推計では、スギ容積密度0.3 t/m³、炭素含有率0.5を用い、スギ素材1 m³中のC量0.15C-t/m³を求め、これに推計数量を掛けることでC固定量を推計し、1990年のわが国におけるCO₂排出量11.22億t-CO₂中のC量を母数として比率を求め、直接比較することとした。

Ⅲ. シミュレーション結果

地域の森林現況に対し、試行期間を100年とする4つの

表1 人工林分密度管理図(復刻)における全国スギ人工林の地域区分

地域区分	該当地域
表東北	岩手、宮城、福島(会津、田島森林計画区及び郡山森林計画区の湖南地区を除く)の私有スギ人工林(注1)
裏東北・北陸	北海道、青森、秋田、山形、新潟、富山、石川、福井、福島(会津、田島森林計画区及び郡山森林計画区の湖南地区)の私有スギ人工林(注1)
北関東・東山	栃木、群馬、埼玉、山梨、長野、岐阜の私有スギ人工林
南関東・東海	茨城、千葉、東京、神奈川、静岡、愛知、三重の私有スギ人工林
北近畿・中国	滋賀、京都、大阪、兵庫、鳥取、島根、岡山、広島、山口の私有スギ人工林
南近畿・四国	奈良、和歌山、徳島、香川、愛媛、高知の私有スギ人工林
九州	福岡、佐賀、長崎、熊本、大分、宮崎、鹿児島島の私有スギ人工林

注1) 「表東北」及び「裏東北・北陸」の地域区分において福島県が二分されているが、今回予測に使用した森林面積の基礎資料は都道府県別であったため、福島県は「表東北」に全て含むものとした

表2 森林資源予測モデルの全国スギ人工林適用の際に用いた各種関係式

地域区分	各種関係式	資料入手先
表東北	岩手 $H=29.1673(1-\exp(-0.0749-0.0258(t-5)))$	「岩手県県有林スギ 収穫予測表等作成に関する基礎調査書」(岩手県林業水産部:1983)
	表東北 $1/N=1/N'+V/(3.47090*10^6*N^(-0.9184))$	「人工林密度管理図の作成について」(林野庁監修)
	表東北 $V=(0.057326*H^(-1.38938)+(6475.4*H^(-2.902205))/N)^(-1)$	「人工林分密度管理図(復刻)」(林野庁監修:1999)
裏東北・北陸	秋田 $H=57.376(1-0.97651\exp(-0.008902t))$	秋田県森林技術センターHP http://www.pref.akita.jp/morigi/research_topics/gitsuyou_1.htm
	裏東北・北陸 $1/N=1/N'+V/(3.47084*10^6*N^(-0.9184))$	穂の国「創造」(稲田充男) http://www.vector.co.jp/soft/dl/win95/business/se360304.html
	裏東北・北陸 $V=(0.060047*H^(-1.352337)+(3743.3*H^(-2.824828))/N)^(-1)$	「人工林分密度管理図(復刻)」(林野庁監修:1999)
北関東・東山	群馬 $H=35.05(1-1.084\exp(-0.022t))$	群馬県林業試験場HP http://fores-lab.pref.gunma.jp/gyoumuhoukoku15/gunrinshi_gyomu15-3.pdf
	山梨 $1/N=1/N'+V/(3.470894*10^6*N^(-0.9184))$	穂の国「創造」(稲田充男) http://www.vector.co.jp/soft/dl/win95/business/se360304.html
	北関東・東山 $V=(0.071560*H^(-1.373859)+(5062.0*H^(-2.869785))/N)^(-1)$	「人工林分密度管理図(復刻)」(林野庁監修:1999)
南関東・東海	茨城 $H=40.8923(1-0.8860\exp(-0.0110t))$	茨城県林業技術センター
	南関東・東海 $1/N=1/N'+V/(3.470894*10^6*N^(-0.9184))$	「人工林密度管理図の作成について」(林野庁監修)
	南関東・東海 $V=(0.082249*H^(-1.372921)+(3681.6*H^(-2.867826))/N)^(-1)$	「人工林分密度管理図(復刻)」(林野庁監修:1999)
北近畿・中国	山口 $H=34.63164(1-\exp(-0.02042(t-3.73149)))^(1/(1+0.17346))$	山口県林業指導センターHP http://www.nourin.pref.yamaguchi.jp/norin.nsf/01839788599b13e44925682d001f2416/abda76c970d6161349256f4a0025ff1f/\$FILE/tvo-svukaku.pdf
	北近畿・中国 $1/N=1/N'+V/(3.47143*10^6*N^(-0.9184))$	穂の国「創造」(稲田充男) http://www.vector.co.jp/soft/dl/win95/business/se360304.html
	北近畿・中国 $V=(0.061977*H^(-1.351766)+(4725.2*H^(-2.823636))/N)^(-1)$	「人工林分密度管理図(復刻)」(林野庁監修:1999)
南近畿・四国	愛媛 $H=37.4528(1-1.0028\exp(-0.01824t))$	愛媛県林業技術センター(豊田信行:2004.10関西林学会口頭発表より)
	愛媛 $1/N=1/N'+V/(3.42872*10^6*N^(-0.9184))$	穂の国「創造」(稲田充男) http://www.vector.co.jp/soft/dl/win95/business/se360304.html
	南近畿・四国 $V=(0.074343*H^(-1.388481)+(5065.0*H^(-2.900328))/N)^(-1)$	「人工林分密度管理図(復刻)」(林野庁監修:1999)
九州	鹿児島 $H=35.0309(1-\exp(-0.03229-0.0134t))^(1/(1+0.19121))$	鹿児島県スギ人工林における長伐期施業育林管理基準の作成(長濱孝行:九州森林研究第58号:27-30:2005) http://fpssc.agr.kyushu-u.ac.jp/ifs-q/kyushu_forest_research/58/58ma001.PDF
	九州 $1/N=1/N'+V/(3.47089*10^6*N^(-0.9184))$	穂の国「創造」(稲田充男) http://www.vector.co.jp/soft/dl/win95/business/se360304.html
	九州 $V=(0.068509*H^(-1.347464)+(2658.2*H^(-2.814651))/N)^(-1)$	「人工林分密度管理図(復刻)」(林野庁監修:1999)

表中の記号
 注1) t:林齢(年)、H:tにおける上層樹高(m)、v:平均幹材積(m³)、N:ha当り本数(本/ha)、N':植栽本数(本/ha)、V:ha当り幹材積(m³/ha)
 注2) 樹高成長曲線については、「表東北」の樹高成長曲線のみ昭和58年のもので、それ以外は近年作成された長伐期施業対応のものである
 今回は地位中の樹高成長曲線を選択した

表3 設定した施業シナリオ

	法正林誘導	主伐時期 (年生)	植栽本数 (本/ha)	除伐時期 (年生)	除伐率 (对本数%)	間伐時期 (年生)	間伐率 (对本数%)
シナリオA	しない	100	3,000	15,20,25	20	35,50,65	20
シナリオB	する	100	3,000	15,20,25	20	35,50,65	20
シナリオC	しない	50	3,000	15,20,25	20	35	20
シナリオD	する	50	3,000	15,20,25	20	35	20

表4 シナリオA予測結果(100年伐期・現状推移型)

	間伐生産合計	主伐生産合計	調整伐採合計	素材生産量合計	構成比率	平均森林蓄積	構成比率	標準偏差係数	
	(m ³)	(m ³)	(m ³)	(m ³)		(m ³)		素材生産量	森林蓄積
表東北	95,949,419	352,474,205	0	448,423,623	10%	212,354,997	10%	0.0072	0.2854
裏東北・北陸	198,092,966	1,230,504,795	0	1,428,597,761	31%	599,167,749	29%	0.0076	0.2956
北関東・東山	66,755,321	329,301,925	0	396,057,245	9%	185,308,211	9%	0.0086	0.3145
南関東・東海	50,746,207	301,920,681	0	352,666,888	8%	170,044,895	8%	0.0088	0.2394
北近畿・中国	100,960,365	437,027,100	0	537,987,465	12%	258,437,435	12%	0.0087	0.2877
南近畿・四国	100,853,883	522,588,027	0	623,441,909	14%	290,532,981	14%	0.0098	0.3145
九州	114,730,552	635,290,496	0	750,021,048	17%	372,106,575	18%	0.0096	0.2775
全国(沖縄を除く)	728,088,712	3,809,107,228	0	4,537,195,940	100%	2,087,952,842	100%	0.0081	0.2797

表5 シナリオB予測結果(100年伐期・法正林誘導型)

	間伐生産合計	主伐生産合計	調整伐採合計	素材生産量合計	構成比率	平均森林蓄積	構成比率	標準偏差係数	
	(m ³)	(m ³)	(m ³)	(m ³)		(m ³)		素材生産量	森林蓄積
表東北	113,301,631	182,319,866	119,948,295	415,569,791	10%	208,991,755	10%	0.0016	0.0600
裏東北・北陸	226,968,534	712,718,841	280,210,302	1,219,897,677	30%	581,272,863	28%	0.0022	0.1027
北関東・東山	76,441,763	175,109,102	119,934,804	371,485,669	9%	186,437,557	9%	0.0009	0.0375
南関東・東海	56,085,195	170,106,516	100,670,733	326,862,444	8%	173,188,004	8%	0.0009	0.0390
北近畿・中国	116,680,344	227,959,567	156,519,061	501,158,972	12%	261,167,264	13%	0.0012	0.0343
南近畿・四国	114,896,396	265,754,259	194,132,425	574,783,080	14%	295,863,065	14%	0.0011	0.0412
九州	135,709,031	302,050,700	234,665,047	672,424,778	16%	369,393,977	18%	0.0016	0.0575
全国(沖縄を除く)	840,082,895	2,036,018,850	1,206,080,667	4,082,182,412	100%	2,076,314,485	100%	0.0015	0.0607

表6 シナリオC予測結果(50年伐期・現状推移型)

	間伐生産合計	主伐生産合計	調整伐採合計	素材生産量合計	構成比率	平均森林蓄積	構成比率	標準偏差係数	
	(m ³)	(m ³)	(m ³)	(m ³)		(m ³)		素材生産量	森林蓄積
表東北	47,538,126	511,108,057	18,977,346	577,623,528	11%	125,294,857	11%	0.0041	0.1787
裏東北・北陸	87,937,194	1,193,302,882	103,170,405	1,384,410,482	27%	303,567,188	26%	0.0039	0.1753
北関東・東山	30,659,761	408,866,858	37,936,768	477,463,387	9%	102,243,150	9%	0.0057	0.2617
南関東・東海	23,649,743	329,030,627	45,641,097	398,321,467	8%	107,678,862	9%	0.0059	0.1605
北近畿・中国	48,801,700	588,245,270	40,801,056	677,848,025	13%	153,895,683	13%	0.0058	0.2340
南近畿・四国	46,298,046	622,906,987	57,287,795	726,492,828	14%	164,179,802	14%	0.0066	0.2614
九州	57,056,553	812,472,310	30,152,220	899,681,082	17%	229,541,973	19%	0.0057	0.1710
全国(沖縄を除く)	341,941,122	4,465,932,989	333,966,687	5,141,840,799	100%	1,186,401,517	100%	0.0049	0.1900

表7 シナリオD予測結果(50年伐期・法正林誘導型)

	間伐生産合計	主伐生産合計	調整伐採合計	素材生産量合計	構成比率	平均森林蓄積	構成比率	標準偏差係数	
	(m ³)	(m ³)	(m ³)	(m ³)		(m ³)		素材生産量	森林蓄積
表東北	46,587,450	467,418,843	64,830,008	578,836,301	11%	133,212,668	10%	0.0003	0.0944
裏東北・北陸	87,827,888	1,115,253,549	201,073,191	1,404,154,628	27%	323,429,731	25%	0.0006	0.1195
北関東・東山	27,601,871	363,255,939	89,122,342	479,980,153	9%	114,766,433	9%	0.0004	0.1944
南関東・東海	20,833,296	291,411,097	89,465,456	401,709,849	8%	116,953,278	9%	0.0005	0.1535
北近畿・中国	44,696,787	514,364,618	121,449,216	680,510,622	13%	168,681,461	13%	0.0004	0.1492
南近畿・四国	41,563,501	534,948,139	158,280,481	734,792,122	14%	184,079,458	14%	0.0005	0.1854
九州	53,769,443	706,915,100	142,838,340	903,522,883	17%	245,676,697	19%	0.0003	0.0989
全国(沖縄を除く)	322,880,237	3,993,567,285	867,059,034	5,183,506,558	100%	1,286,799,724	100%	0.0004	0.1353

森林取扱シナリオ(シナリオA～D)を実施した場合の森林蓄積量及び素材生産量を、森林資源予測モデルを用いて推計した。

推計結果を次の図表に示している。

- ・ 施業シナリオ別森林蓄積量及び素材生産量推計諸元：表4～7
 - ・ 施業シナリオ別森林蓄積量の推移：図4
 - ・ 施業シナリオ別素材生産量の推移：図5
- 施業シナリオ別C固定量のCO2削減目標値との比較：図6

1. 森林蓄積量の推移

シナリオAは、初期から50年後までの50年間で初期値の約16億m³から約12億m³増加し、それ以後80年後までの30年間で約15億m³減少するというシナリオ中最大の変動を示した。100年間で森林蓄積量の平均値は20.9億m³、標準偏差係数は0.28で、いずれも4シナリオ中最大であった。

シナリオBは、初期の10年間で約3億m³の増加を見せて以降は、20億m³程度で推移した。平均値は20.8億m³で4シナリオ中2番目の大きさ、標準偏差係数は0.06で4シナリオ中最小であった。

シナリオCは、シナリオAと同様な増減を推計期間内に2回繰り返した。その変動幅は約5億m³で、約10億m³から約15億m³の間で変化した。平均値は11.9億m³で4シナリオ中最小、標準偏差係数は0.19で4シナリオ中2番目に大きかった。

シナリオDは、初期から50年後までの50年間で約5億m³減少し、その後は約12億m³を維持した。平均値は12.9億m³、標準偏差係数は0.14で、いずれも4シナリオ中3番目に大きかった。

2. 素材生産量の推移

シナリオAは、初期から50年後までの50年間で約15百万m³から約30百万m³へ緩やかに倍増し、それ以後60年後までの10年間で120百万m³以上にまで急増し、70年後から100年後までの30年間で初期値の約15百万m³まで急落するという変動を示した。平均値は45百万m³で4シナリオ中3番目に多く、標準偏差係数は0.0081で4シナリオ中最大であった。

シナリオBは、初期から5年後までの5年間に約15百万m³から約40百万m³へ急増するものの、その後は約45百万m³で推移した。平均値は41百万m³で4シナリオ中最小、標準偏差係数は0.0015で4シナリオ中3番目の大きさであった。

シナリオCは、森林蓄積量の推移と同じく、シナリオAと同様な増減を推計期間内に2回繰り返した。その変動幅は約70百万m³で、約20百万m³から約90百万m³で変化した。平均値は51百万m³で4シナリオ中2番目に多く、標準偏差係数は0.0049で4シナリオ中2番目に大きかった。

シナリオDは、4シナリオ中最も変動が少なく、推計期間を通じて、約50百万m³から約60百万m³で推移した。平均値は52百万m³で4シナリオ中最大、標準偏差係数は0.0004で4シナリオ中最小であった。

3. 年間C固定量

シナリオAでは、初期は8百万t-C (ha当たり1.8t-C) の

成長量で、1990年のCO2排出量と比較して2.7%と比較的高い数値を示した。しかし、その後は60年後までの60年間で1.8%まで減少を続け、その後は初期レベルまで回復した。

シナリオBでは、初期はシナリオAと同じく、8百万t-C (ha当たり1.8t-C) の成長量で、1990年CO2排出量と比較して2.7%と比較的高い数値を示した。その後は、法正林誘導の影響で、緩やかに減少し、最終的に2.2%で安定した。なお、法正林移行後の森林蓄積量中のC量は約3.1億t-C、素材生産量中のC量は約680万t-Cであった。

シナリオCでは、初期は7百万t-C (ha当たり1.6t-C) の成長量で、1990年CO2排出量と比較して2.4%と比較的低い数値を示した。その後は、伐期変更の影響で、2.2%～2.7%の間で、増減を繰り返す、比較的安定した推移を示した。

シナリオDでは、初期はシナリオCと同じで、7百万t-C (ha当たり1.6t-C) の成長量で、1990年CO2排出量と比較して2.4%と比較的低い数値を示した。その後は、法正林誘導と伐期変更の影響で、30年後までの30年間で1.7%まで減少し、法正林が完成する50年後までの20年間で2.5%にまで増加し、以後は2.5%で安定した。なお、法正林移行後の森林蓄積量中のC量は約1.7億t-C、素材生産量中のC量は約766万t-Cであった。

図2 スギ人工林の齢級配置 (面積)

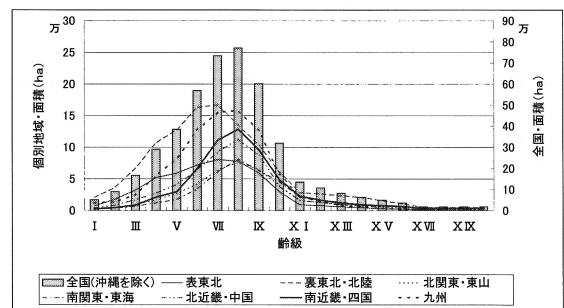


図3 スギ人工林の齢級配置 (蓄積)

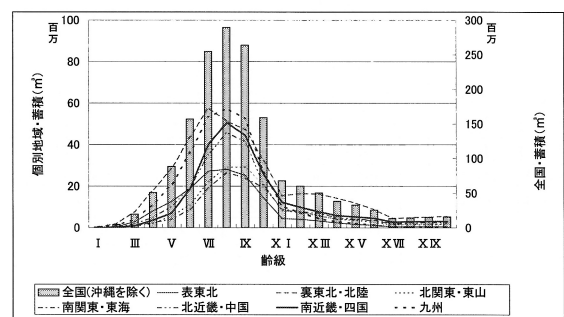


図4 施業シナリオ別 森林蓄積量推移

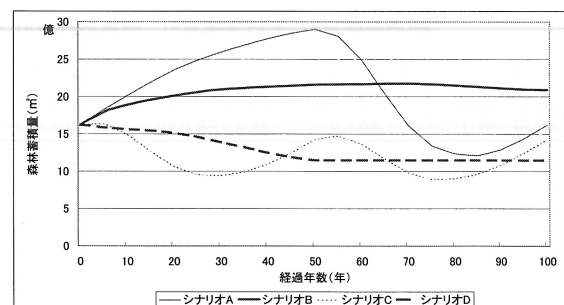


図5 施業シナリオ別 素材生産量推移

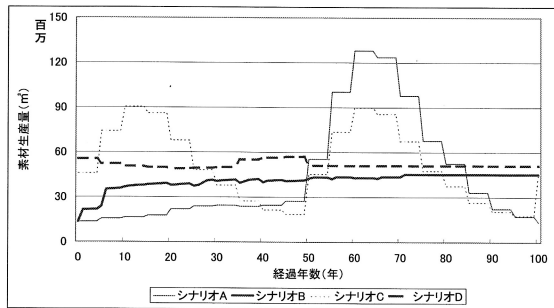
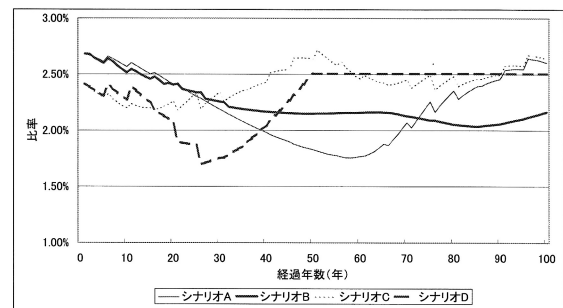


図6 施業シナリオ別固定量のCO2削減目標との比較



Ⅳ. 考 察

森林資源予測の結果、分析対象森林のような年齢構成に大きな歪みを持つ森林を森林蓄積量と素材生産量の両方の指標において量的に安定した森林へ移行させる場合には、①法正林化が高い有効性を持つこと、②伐期調整のみでは量的安定性の確保において有効性が低いこと、③法正林誘導条件下では施業内容（伐期の選択、密度管理方針）が量の決定要因であること、の3点が抽出された。

また、年間C固定量の推計結果から、地球温暖化問題における森林の役割が、定量のC量を立木の形で地表に固定し続けること（森林固定）、その上でC固定機能を持つ素材（木材）の生産（素材固定）にあることに着目すれば、現在の評価基準である管理森林における森林成長量の他、木材の形でC固定量評価の重要性が明らかになった。まず、森林成長量の推移を見ると、平均値では長伐期より短伐期のほうが高いものの、全ての施業シナリオにおいて対1990年のCO2排出量比率が1.7%から2.7%の範囲での推移にとどまっておらず、施業効果を見出すことは出来なかった。次に、森林蓄積量中のC量については、その推移は森林蓄積量のそれに等しく、安定性確保のためには法正林誘導が最適である。その上で、シナリオBは約3.1億t-C、シナリオDは約1.7億t-Cと、伐期によって大きな差があり、長伐期の優位性が高い。他方、素材生産量中のC量では、シナリオBは約680万t-C、シナリオDは約766万t-Cと、短伐期の優位性が高い。このことから、シナリオB,Dはそれぞれ一長一短があるといえる。伐期選択の際には、森林蓄積量がストック、素材生産量がフローであることを踏まえ、木材の利用状況により調整を行うべきである。

Ⅴ. おわりに

本稿において、量的に安定した森林へ移行させる場合には、①法正林化が高い有効性を持つこと、②伐期調整のみでは量的安定性の確保において有効性が低いこと、③法正林誘導条件下では施業内容（伐期の選択、密度管理方針）

が量の決定要因であること、の3点が重要なポイントであることが明らかになった。その他、地球温暖化対策上重要視すべきである森林のC固定量評価については、施業効果を見出すことは出来なかったが、その推移は森林蓄積量のそれに等しく、安定性確保のためには法正林誘導が最適であることがわかった。

これらを踏まえ、森林資源を地域の主要な生活資材とする循環型社会への移行に向けて、今後のわが国のスギ人工林の取扱方針は、個別地域単位での法正林誘導を基本として、地域の木材利用を考慮した施業モデルを設計し、展開すべきであることが明らかになった。

今回は、わが国のスギ人工林のみを対象とした推計であったが、わが国の全樹種を対象としても、施業内容の評価は同様の結果を示すと推測できることから、わが国の循環型社会への移行のためには、法正林化（年齢構成の平準化）を機軸とする森林取扱方針を国策として展開すべきであると考えられる。

引用・参考文献

- 1) 松本美香、泉英二、藤原三夫(2007) 持続可能な森林経営のための施業シナリオー森林資源予測モデルを用いた愛媛県久万町での検証ー。日本森林学会誌, Vol.89.1, 31-38p
- 2) 西村行功(2004)システム・シンキング入門.203pp,日本経済新聞社,東京.
- 3) 林野庁(1980)スギ人工林分密度管理図説明書北近畿・中国地方, 南近畿・四国地方, 九州地方.84pp,林野庁, 東京.
- 4) 林野庁(1999)人工林分密度管理図.全22図,日本林業技術協会,東京.
- 5) 農林水産省統計情報部編, 2000年世界農林業センサス第1巻都道府県別統計書ー林業編ー Virginia Anderson and Lauren Keller Johnson, 伊藤武志訳(2001)システム・シンキング.195pp,日本能率協会マネジメントセンター, 東京.