

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 4 月 17 日現在

機関番号：12601

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2013～2015

課題番号：25450207

研究課題名(和文) 皆伐・利用間伐量の都道府県別積み上げによる国産材生産量予測モデルの開発

研究課題名(英文) Developing harvest prediction model in a national scale by adding up prefectural final cutting and utilization thinning volumes

研究代表者

廣嶋 卓也 (HIROSHIMA, Takuya)

東京大学・農学生命科学研究科・講師

研究者番号：40302591

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,000,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、都道府県別主伐量・間伐材利用量予測モデルを開発し、2020年に3,900万m³の国産材生産目標を達成する条件を考察した。目標達成には、2020年に主伐量を2012年比で1.4～1.9倍、間伐材利用量を1.9～2.7倍にする必要がある。結果として、2020年に主伐量を2012年比で1.6倍とするには短伐期化が有効で、そのために人工林齢級配置のピーク付近(55～65年生)を集中的に伐採すればよいと考えられた。また2020年に搬出間伐量を2012年比で2倍にするには、各県の間伐面積を2012年比で1.02～1.88倍、間伐材搬出率を28%～70%とする必要があることが明らかとなった。

研究成果の概要(英文)：We developed harvest prediction model in a national scale by adding up prefectural final cutting and utilization thinning volumes and discussed the possibility of achieving domestic timber supply goal of 3.9 million m³ in the year 2020. To achieve the goal, it is required to fulfill 1.4-1.9 times of final cutting volume and 1.9-2.7 times of utilization thinning volume compared with those volumes in 2012. As a result, to increase final cutting volume in 2020 1.6 times from that in 2012, it is considered effective to shorten the final cutting rotation age by -5% in every 5 years by harvesting around the peak of age distribution (55-65 years old) of current planted forests intensively. Furthermore, to increase utilization thinning volume in 2020 2.0 times from that in 2012, it is required to fulfill 1.02-1.88 times of thinning area compared with that in 2012 and 28-70% of extraction ratio of thinned trees in overall prefectures.

研究分野：森林計画

キーワード：主伐 間伐 搬出 都道府県 再生プラン 国産材

1. 研究開始当初の背景

2011年7月に公表された新たな「森林・林業基本計画」は、「森林・林業再生プラン」を反映して国産材の供給力を強化すべく、2020年における木材自給率50%を目標として掲げた¹⁾。「森林・林業基本計画」は、2020年における木材需要量を7,800万m³と見込んでいるため、木材自給率50%とは3,900万m³の素材生産を意味する。

この3,900万m³には、需要の側面から製材用、パルプ・チップ用、合板用、その他といった用途別の内訳が示されており、2011年の国産材供給量・約1,900万m³と²⁾比べると、2020年までに、製材用材で700万m³増、パルプ・チップ用材で1,000万m³増、合板用材で300万m³増が見込まれている。このことから3,900万m³の目標達成には、製材とパルプ・チップに供する素材供給を増やすことが肝要となる。一方、3,900万m³には、供給の側面から主伐・間伐別の内訳は示されていない。しかし2013年に改定された「全国森林計画」前半15年間の伐採立木材積の比が主伐：間伐でおよそ2:3と見込まれている³⁾ことや、現状で推定2,000万m³の間伐材が、収集・運搬コストの制約から、未利用のまま林地に残されていること⁴⁾から、とくに利用間伐量を増やすことが肝要となる。これら需要・供給の両側面から判断するに、3,900万m³の目標達成には、製材用に供しうる、並以上の品質の間伐材、さらにはパルプ・チップ用に供する低品質もしくはこれまで未利用であった小径間伐材の利用拡大を図ることが肝要と考えられる。

より具体的な目標値を見出すべく、全国森林計画の伐採立木材積の内訳に対して、素材もしくは燃料材を考慮した利用率を主伐材60%、間伐材80%とし、間伐材の搬出率を40~70%とすれば、この伐採立木材積における素材生産量(伐り捨て間伐材を除く)の比率は主伐材：間伐材で0.61：0.39~0.47：0.53となり、この比率を先の3,900万m³にあてはめると、主伐材：間伐材=2,370：1,530~1,832：2,068(万m³)となり、これは現状の生産量と比して主伐材を1.4~1.9倍、間伐材を1.9~2.7倍に増産する必要があることを意味する。

2. 研究の目的

本研究では、全国の民有林を対象として、都道府県別に間伐材利用量を予測するモデルを開発し、既往の都道府県別皆伐量予測モデルとあわせて、国レベルでの国産材生産量予測のシミュレーションを行い、2020年に3,900万m³の国産材生産を達成する戦略を考察した。

より具体的には、シミュレーションを通じて、2020年に主伐材を2012年比で1.5倍程度、間伐材利用量を2012年比で2倍程度とする条件を検討し、さらにそれら条件を達成する上で重要な県がどこであるの

かを検討した。

3. 研究の方法

(1) 資料

47都道府県の民有林を対象に、県レベルの間伐に関する、補助事業資料およびホームページ公表資料を収集し、間伐面積および材積を、県別、年度別(最長2003-2012年度の10年間)、伐り捨て・搬出別に集計した。

資料収集の方法について、2014年1月から9月にかけて、各県のホームページにて間伐資料を扱う部署を把握した上で、まずはホームページで公開されている間伐情報を収集した。ホームページから必要な情報が得られなかった県については、上記部署へ問い合わせ、間伐情報を収集した。こうして2010-2012年度の間伐面積および搬出間伐の情報が入手できた県は計26府県、2010-2012年度の間伐面積のみ情報が入手できた県は計15都道府県、これら情報が入手できなかった県は6県であった。

(2) 方法

本研究のモデルは、主伐モデルと間伐モデルの2つからなり、前者は齢級別主伐伐採確率をベースとし齢級別森林面積に確率を乗じて伐採面積を予測するのに対し、後者は齢級別間伐面積を直接予測する。いずれのモデルも都道府県別にデータの入力・計算結果の出力を行い、最終的に両者の計算結果を合計して、全国の素材生産量を求めた。

主伐モデルについては、伐採性向の地域差を加味して都道府県別に伐採確率(減反率)を推定し、伐採量を算定することを可能とした、既往モデルを用いた^{5),6)}。そして2001~2020年時の、主伐面積を予測するシミュレーションを、以下の3つのシナリオに従い行った。

すう勢：2001年以前の伐採齢平均・標準偏差を維持

短伐期化かつ伐採林齢の集約化：伐採齢平均・標準偏差を5年ごとに5%ずつ減少

長伐期化かつ伐採林齢の分散化：伐採齢平均・標準偏差を5年ごとに5%ずつ増加

間伐モデルについては、県別の齢級別間伐面積を得るために、上記、詳細な間伐データの得られた26道府県における2008-2012年の齢級別間伐面積をクラスター分析で14グループに分類し、さらに判別分析(説明変数：近年の年平均間伐面積、2012年素材生産量)で他の21都県の所属グループを判定し、各都県に各グループの平均齢級別間伐面積を与えた。こうして47都道府県の齢級別間伐面積を得た。つぎにスギ・ヒノキ・カラマツについて、地域別、地位別(1-3),Ry0.85,30%,下層なる副林木収穫表をLYCSで生成し、マツ、その他針、広葉樹は便宜的に林野庁提供による県別収穫表の主副合計材積の20%の値を副林木収穫表と見なした。こうして47都道府県別に6樹種の副林木収穫表を作成した。最後に各県の6樹種別の民有人工林面積

でこれら 6 樹種別の収穫表の加重平均を取り、各県の平均間伐収穫表を作成した。つぎに県別の間伐材搬出率を得るために、27 道府県の 2012 年の間伐材搬出率を被説明因子、社会経済因子を説明因子としてロジスティック回帰分析を行った。そして得られた回帰式より、他の 20 都府県の間伐材搬出率を社会経済因子より予測することにより、47 都道府県の間伐材搬出率を得た。以上の県別・年齢別間伐面積と県別平均間伐収穫表より県別・年齢別間伐材積を得て、それらに県別間伐材搬出率を乗じることにより、最終的に県別の搬出間伐材積を計算することが可能となった。最後に、2020 年時の、搬出間伐材積（間伐材利用量）のシミュレーションを、以下の 5 つのシナリオ（間伐面積と間伐材搬出率が 2012 年から 2020 年にかけて、どのように変化するか）に従い行った。

すう勢：県別に、2011 年以前（2012 年は直接支払いの影響が出たためはずす）の面積搬出率の推移に直線をあてはめ、その直線上の、2020 年の値 / 2012 年の値 の比に従い変化すると仮定

再生プラン達成 1（単純平均）：47 都道府県を地形因子・社会経済因子・地理的配置によるクラスタリング結果を加味して、間伐傾向の似通った 10 グループ（図 1）に分類し、グループ単位で面積（2020 年に 2012 年比で 1.0, 1.25, 1.5, 1.75, 2.0 倍）、搬出率（2020 年に 10%, 30%, 50%, 70%）を変化させ、2020 年に全国合計の搬出間伐材積が 2012 年比で 3 倍となる組み合わせを総当たり（1 兆 8225 億通り）で見いだす。条件をみだす組み合わせ 2,240 万通りについて、グループごとに面積増加率、搬出率を単純平均したものがこのシナリオ

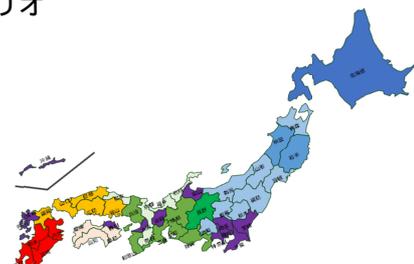


図 1. 間伐傾向の似通った 10 グループ

再生プラン達成 2（間伐面積の大きさに応じた重み付け）：先の 10 グループに対し間伐面積の大きさに応じて重要度（高・普・低）を設定し（表 1）、先の再生プラン達成条件をみだす組み合わせ 2,240 万通りについて、重要度の低い県の倍率を抑えた組み合わせ（面積増加率：普<1.75, 低<1.25, 搬出率：普・低<50%）のみを抽出した上で、グループごとに面積増加率、搬出率を平均したものがこのシナリオ

緩やかな林業振興 1：すう勢と再生プラン達成 1 の中間値

緩やかな林業振興 2：すう勢と再生プラン達成 2 の中間値

表 1. 間伐面積の大きさに応じた重要度

グループ	県数	重要度
1	1	高
2	8	高
3	2	普
4	12	低
5	5	低
6	1	普
7	6	高
8	5	高
9	3	普
10	4	高

高：グループ合計30,000ha以上かつ県平均5,000ha以上
 低：グループ合計30,000ha以下かつ県平均5,000ha以下
 普：上記以外

4. 研究成果

(1) 主伐モデル

3 つのシナリオに従ってシミュレーションを行った結果、2011 年までの過去 10 年の実績として、年 5%ずつ長伐期化が進んでいたことが示唆された。そして上記目標達成には、皆伐量を 2020 年までに現状の 1.6 倍とする必要があり、これを実現するには、過去 10 年で長伐期化が進んでいた主伐傾向を 2020 年までは年 5%ずつ短伐期化する策が有効と考えられた（2011～2020 年に、伐採年齢平均・標準偏差を約 11%減少させることに相当）。そしてこのような短伐期化を実践するには、現状の人工林の年齢配置のピーク付近（55～65 年生）を集中的に伐採すればよいと考えられた。

(2) 間伐モデル

5 つのシナリオに応じた、2020 年の全国民有人工林における搬出間伐材積合計の予測値と、2012 年比の倍率は以下の通りとなった。
 ・すう勢：2020 年搬出間伐材積 782 万 m³, 2012 年比 1.5 倍

・緩やかな林業振興 1 および 2：2020 年搬出間伐材積 1,103 万 m³, 2012 年比 2 倍

・再生プラン達成 1 および 2：2020 年搬出間伐材積 1,480 万 m³, 2012 年比 3 倍

以下では現実的な予測として、「緩やかな林業振興」および「再生プラン達成」ではシナリオ 2 のみを取り上げ、単純化のため呼称を「すう勢」、「搬出材積 2 倍」、「搬出材積 3 倍」と改める。シナリオ別、県別の 2020 年搬出間伐材積を図 2 に示した。

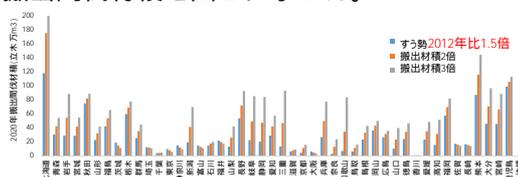


図 2. シナリオ別・県別 2020 年搬出間伐材積

すう勢でも搬出材積の大きい北海道、秋田、福島、栃木、長野、福岡、熊本、大分、宮崎、鹿児島といった県もあれば、すう勢では小さくとも 2 倍・3 倍シナリオで大幅増となる新潟、静岡、岐阜、愛知、三重、和歌山といっ

た県もあった。すう勢シナリオにおける各県の搬出間伐量は、現状の間伐傾向を維持した場合の「見通し」であるのに対し、2倍・3倍シナリオにおけるそれらは、全国合計で搬出間伐量増大を目指す場合の、各県に求められる「ノルマ」のようなものと解釈できた。

またシミュレーションで変動させた、間伐面積および間伐材搬出率が、2020年に2012年比で何倍となったかを、シナリオ別に図3に示した。

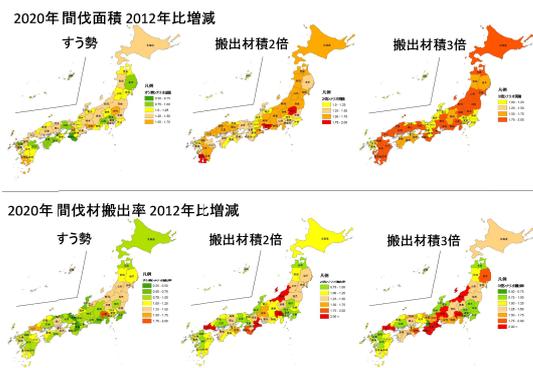


図3. 2020年間伐面積・間伐材搬出率の増減

凡例はすべての図で共通で、2020年の間伐面積および搬出率が、2012年比でほぼ変わらない場合が黄色(1.00-1.25倍)、減少した場合が緑色(0.25-1.00倍)、増加した場合が赤色(1.25-2.00倍)でそれぞれ色が濃いほど倍率が高いことを表す。なお2012年は間伐補助金における「直接支払い制度」が普及した影響で、普及前の傾向と比して、全国的に間伐面積は減少、搬出率は大幅増となった年であった。そのためすう勢シナリオでは全国的に、2020年の間伐面積は微増、搬出率は減少(一部、2012年の搬出率が低かった県では微増)となった。搬出材積2倍シナリオでは、2020年の間伐面積は2012年比で1.5倍程度となった県が多く、搬出率も1.0-1.5倍程度の微増(一部、2012年の搬出率が低かった県では増加、高かった県では微減)となった県が多かった。上述の通り、2012年は間伐面積小、搬出率大であったことを考えると、この搬出材積2倍シナリオ程度の面積増、搬出率増は辛うじて達成可能と考えられた。実際、統計値⁷⁾では、全国の間伐面積は2012-2013年にかけて6%増加していた。しかし搬出材積3倍シナリオとなると、2020年の間伐面積は2012年比で1.75-2.0倍まで大きく増加した県が多く、搬出率も(たださえ搬出率の高かった)2012年比で1.25-2.0倍と比較的大きく増加した県が多かった。間伐面積を例にとると、2011年以前の傾向と比しても、2012年~2020年の8年間で1.75倍以上に増加させることは困難と考えられた。

図3より、総じて、2020年に搬出間伐量を2012年比で2倍にするには各グループの面積増加率を1.02~1.88倍、搬出率を28%~70%(緩やかな林業振興2シナリオ)、3倍にするには各グループの面積増加率を1.19~2.00

倍、搬出率を49%~70%(再生プラン達成2シナリオ)とする必要があることが明らかとなった。ただし、搬出間伐量を3倍まで増加させることは非現実的で、面積、搬出率の過去の推移を加味すると、現実的に達成可能な増加量は高々2倍程度までと考えられた。

また図2より、搬出間伐量を2倍とする目標を達成するには以下の県が重要と考えられた。

2012年に既に搬出間伐材積の大きかった県：北海道、秋田、福島、栃木、長野、福岡、熊本、大分、宮崎、鹿児島

2012年に搬出間伐材積が中庸で、かつ「搬出材積2~3倍シナリオ」で、2020年に間伐面積、搬出率の増加率が大きかった県：新潟、静岡、岐阜、愛知、三重、兵庫、和歌山

以上、本研究では既往の都道府県別主伐量予測モデルに加えて、都道府県別搬出間伐量予測モデルを開発し、それらモデルによるシミュレーションを通じて、2020年に全国合計の搬出間伐量を2倍~3倍とする上で、各県に求められる間伐面積や間伐材搬出率を明らかにした。今後は間伐モデルに含まれる間伐面積や間伐材搬出率の推定式を用いて、それら面積や搬出率を達成するために必要となる各県の森林・林業に関する社会経済因子(上記推定式の説明変数)の値を求め、それら値と現状の値との比較を通じて、搬出間伐量2倍~3倍シナリオの実行可能性を検討してゆく。

<参考文献>

- 1) 林野庁(2011a)森林・林業基本計画, 35pp,
- 2) 林野庁(2011b)木材需給表-用材部門, 10pp,
- 3) 林野庁(2011c)全国森林計画, 26pp,
- 4) 林野庁(2012)森林・林業白書-平成23年版, 162pp,
- 5) Hiroshima T (2011) J For Res 16: 98-107,
- 6) Hiroshima T (2011) J For Plann 16: 199-205,
- 7) 林野庁編(2015)森林・林業統計要覧2015. 260pp.

5. 主な発表論文等

[雑誌論文](計5件)

広嶋卓也(印刷中)全国自治体における「森林管理・環境保全直接支払制度」導入前後の間伐傾向の変化. 森林計画誌, 査読あり

當山啓介・広嶋卓也・白石則彦(印刷中)森林経営計画制度における更正期の概念と主伐量上限制約. 森林計画誌, 査読あり

Hiroshima T (2016) Finding Suitable Stands for Clearcutting and Reforestation by Combining GIS Thematic Maps Expressed by Standard Scores: A Case Study in the University of Tokyo Chiba Forest. J For Plann 20: 35-43, 査読あり

広嶋卓也(2014)J-VER 取得費用の分析と

販売価格に関する考察 - 東京大学千葉演習林における間伐推進プロジェクトを事例として - . 日林誌 96-2: 100-108, 査読あり

當山啓介・広嶋卓也・村川功雄・塚越剛史・大石諭・軽込勉 (2013) 経営上の制約を満たす森林経営計画の検討 東京大学千葉演習林の事例 . 関東森林研究 64-2: 1-4, 査読あり

〔学会発表〕(計6件)

広嶋卓也・鹿又秀聡・中島徹 (2016) 都道府県別間伐モデルによる利用間伐量のシミュレーション - 2020年国産材自給率50%の達成条件 - . 第127回日本森林学会大会 藤沢, 2016.3.27-29

広嶋卓也 (2015) 森林吸収系 J-VER 取得費用の分析と 販売価格に関する考察 . カーボンオフセット推進ネットワークタスクフォースミーティング, 東京, 2015.12.17 (招待講演)

広嶋卓也 (2015) GIS による森林伐採地の選定 - 東京大学千葉演習林の事例 - . G 空間 EXPO2015 G空間 EXPO2015 運営協議会 東京, 2015.11.26 (招待講演)

広嶋卓也・鹿又秀聡・中島徹 (2014) 皆伐・利用間伐量の都道府県別積み上げによる国産材生産量予測 . 森林計画・計測における統計理論の応用に係わる若手研究集会, 立川, 2014.12.6-7

広嶋卓也・鹿又秀聡・中島徹 (2014) 全国自治体の間伐傾向にみる直接支払制度の影響 . 第4回関東森林学会大会, 甲府, 2014.10.17

広嶋卓也・五十嵐勇治・井口和信・井上淳・大村和也・澤田晴雄・渡邊良広・迫田一昭 (2014) 東京大学5演習林による J-VER の取得 . 第125回日本森林学会大会, 大宮, 2014.3.27-29

〔図書〕(計2件)

広嶋卓也・吉本敦 編 (2015) 「森林計画・計測における統計理論の応用に係わる若手研究集会」資料集 . 森林計画学会出版局, 宇都宮, 62pp, ISBN978-4-915870-45-3. (編集者・分担執筆者)

千葉演習林 120周年記念出版実行委員会編 (2014) わが国最古の「大学の森」東京大学千葉演習林のすべて . 244pp, 東京大学演習林出版局, 東京 (ISBN 978-4-903321-19-6) (編集者・分担執筆者)

6 . 研究組織

(1) 研究代表者

廣嶋 卓也 (HIROSHIMA, Takuya)
東京大学・大学院農学生命科学研究科・講師
研究者番号: 40302591

(2) 研究分担者

中島 徹 (NAKAJIMA, Tohru)
東京大学・大学院農学生命科学研究科・助教
研究者番号: 10598775

鹿又 秀聡 (KANOMATA, Hidesato)
独立行政法人森林総合研究所・林業経営・政策研究領域・研究員
研究者番号: 00353649