

# スマート林業を実現する新たな森林管理システム e-forest の設計

松村 直人<sup>1\*</sup>・野々田稔郎<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 三重大学大学院生物資源学研究科

<sup>2</sup> 三重県林業研究所

## Design of a new forest management system “e-forest” for realizing smart forestry

Naoto MATSUMURA<sup>1</sup> and Toshiro NONODA<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Graduate School of Bioresources, Mie University, Tsu, Mie 514-8507, Japan

<sup>2</sup> Mie Prefecture Forestry Research Institute, Hakusan-cho, Tsu, 515-2602, Japan

### Abstract

Plantation forest in Japan established by expansive afforestation since the 1950s has reached its cutting stage. However, at present, thinned trees in the forest are left underutilized because of reduced profitability of forestry. To solve this problem, efficient forest management aimed at improvement in forestry productivity and effective utilization of thinned trees are important. Based on this present state, we will study on the development and implementation of the forest management system “e-forest”. As an output of this project, this decision support system helps forest managers and foresters in charge to find a solution of the above mentioned issues. Four major functions involved in the “e-forest” system are summarized as 4-S, i.e. sampling, simulation, scheduling and steering.

**Key Words:** Forest management system, digital forest, decision support system, forest planning

### はじめに

戦後拡大造林により植栽された人工林の多くは伐採時期を迎えつつある。しかし、近年の林業収益性の悪化等により、人工林で行われる間伐の多くが切り捨て間伐であり、間伐適期に実施されず、間伐遅れとなった林分も見受けられる。こうした問題の解決には、林業生産性の向上等を目指して、流域単位で集約的に森林管理を行うとともに、現在は切り捨てられるだけの間伐材を資源として有効に活用することが必要不可欠である。具体的には、流域内の森林資源の現況を正確に把握・類型化して、将来的な目標林型を明確にした上で、森林の現況に応じた

施業方針を決定し、切り捨て間伐材等の未利用木質資源の有効利用対策を含む森林資源の管理計画を流域単位で策定する必要がある。

このような森林管理計画を立案しようとする際に、立案者は森林資源現況に基づき、幾通りかの森林管理を想定した上で、その管理方法別に、今後の森林資源の成長量や管理コスト等を予測し、比較検討を行って、最も有利な計画を策定することが本来の姿であろう。しかし、管理計画立案時に必要となるこれらの情報（森林資源現況、管理コストや成長の予測、図面等）を個別に提供する台帳やシステムは存在するが、これらを統合して提供し、森林管理計画の策定を支援するシステム、

2015年3月11日受理

〒514-8507 三重県津市栗真町屋町 1577

\* For correspondence (e-mail: nma@bio.mie-u.ac.jp)

いわゆる「森林管理支援システム」は、現在のところ見当たらない。以上から、著者らは統合型の森林管理支援システムの開発・実証を目標として、その設計を試みた。

森林管理支援システムの設計にあたり、発達著しい情報通信・コミュニケーション技術 (ICT) の活用は、重要な前提条件であり、基盤技術となる。国、県、市町村、あるいは流域という単位で、森林資源管理を考えていくためには、広大な管理対象森林に関して、対象森林の森林資源データの電子化によるデータベースを基盤として、検索、問い合わせ、抽出などのデータベースの運用とその利用、さらには、対象森林の電子地図化など、地理情報システム (GIS) の活用は、必須の情報基盤となる。データベースから新たに森林情報や特徴を引き出し、意志決定支援を可能にするスマートなシステムが必要である。本プロジェクトではこれを「e-forest」と総称する。

なお、本研究は、8機関が参画したプロジェクト型研究である農林水産省 農林水産業・食品産業科学技術研究推進事業「森林再生と未利用森林資源の利用推進を支援する森林管理システム e-forest の開発と実証」(平成 22 年度～平成 26 年度)において分担した内容を報告するものである。

### 森林・林業と情報

森林に関する学問分野は従来「林学」と呼ばれて、18 世紀末のドイツに始まっている。その中でも、森林経理学と訳された Forsteinrichtung は「森林内容の結果一覧表をつくること」という意味で使われたとされている (鈴木 1979)。また同様に、「森林の調査、評定」という意味でも使用され、「森林調査の結果のとりまとめ」という内容を意味し、森林の保続をはかるための計画立案という目的をもつ学問分野とされている (鈴木 1979)。その後、林学が森林科学、森林経理学が森林計画学という名称で拡大され、今日まで、森林情報として、森林の区画、内容、調査結果などの総称として理解されている。

古典森林経理学においては、保続のための森林計画立案が主目的であり、伐採計画を立てるための「収穫規整」や施業案の作成が中心課題となる (田中 1996 など)。また、収穫規整を考えるう

えで重要な現実の作業や手入は「施業案」、「施業計画」とよばれ、図面と帳簿の管理が基本になる。図面とは、森林の境界や内部区画の測量結果を扱い、森林基本図や森林計画図が基本になる。また、帳簿には民有林の森林簿、国有林の森林調査簿と呼ばれるものがあり、林小班別の林況をまとめ、所有者、地番、森林構成、発揮すべき機能などの一連のデータレコードとなっている。

これら図面と帳簿が森林情報の基本であり、帳簿類の電子データ化はすでにコンピューターの発達とともに達成されている。また、図面 (地図) と帳簿 (データベース) を扱うシステムは、地理情報システム (GIS) と呼ばれ、こちらも既に全国レベル (国家森林資源情報) と県庁レベル (全都道府県に導入済み) で整備されている。都道府県の森林 GIS 等の整備状況をみると、平成 13 年から 18 年の 5 年間に、85% の整備率になり、平成 26 年時点では、森林 GIS、森林計画図のデジタル化は 100% を達成し、衛星データを含むデジタルオルソ等の写真データの整備も 80% に到達使用としている (図 1)。

さらに、流域や森林組合のレベルでも導入が進み、各種先進事例も報告されている。例えば、

- ・都道府県 GIS システム
- ・森林組合向け情報システム
- ・森林情報管理システム (住友林業など)
- ・全国森林組合連合会によるソフト開発と導入事例
- ・IBM 互換機登場以降の森林組合向けシステム (森人類\* など)
- ・国家森林資源データベースシステム (林野庁) (天野 1987, 近藤 1999, 近藤ら 2001, 田中 2006, 小谷・松村 1998, 脇黒 1999, Yamada&Matsumura 1996, 松村 2007, 松本ら 2007 など)

\* 森人類は、1994 年開発、マイクロシステム <http://www.microsystem-j.com/>

これら森林簿情報は森林のマイクロデータと位置づけられ、データベース化、データバンク化、さらに近年は国内外でのインターネット上での公開なども活発になってきている

(松下・吉田 1998, JIFPRO, IUFRO, 静岡県, 島根県, 岐阜県など)。我が国における森林情報データバンクの構築についても、既に日本森林技術協会から提言がされている (日本森林技術協会 2010)。また、近年森林情報のクラウド化も検討、

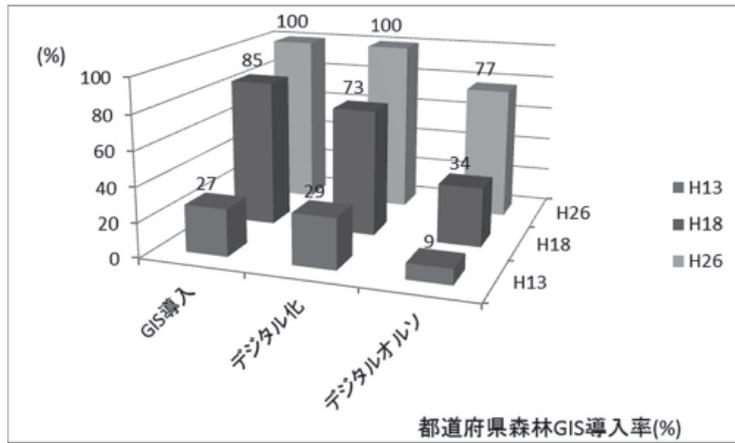


図1 都道府県森林GIS等の整備率(林野庁資料, 2014.4)

## e-forestとデータベース利用

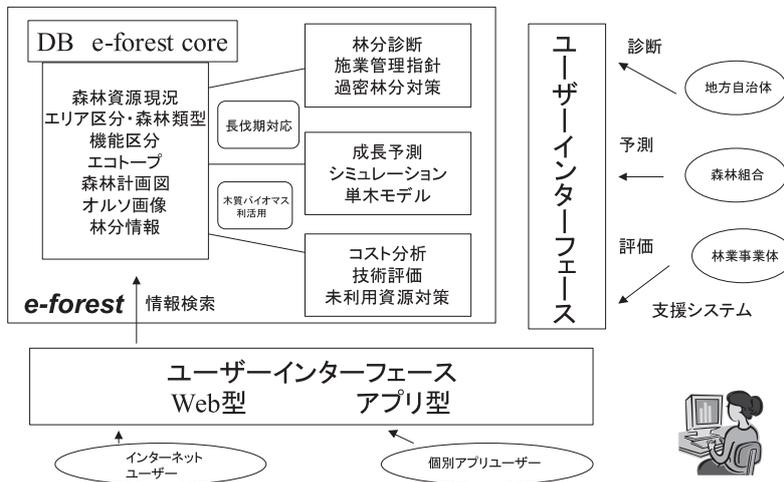


図2 システムコア部分とエンドユーザー

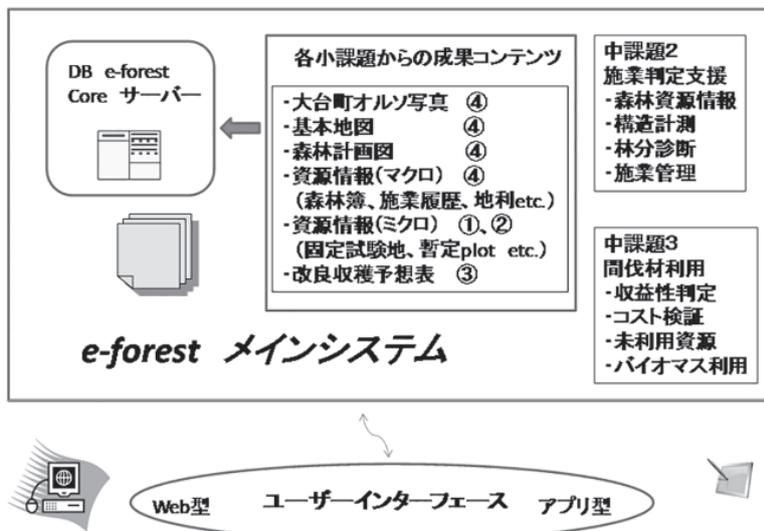


図3 e-forest 全体概念図

実証調査が始まったところである（日本森林技術協会ら 2014）。

### 研究手法

本研究の対象地域である大台町民有林を対象に、モデル地域を選定し、森林資源データベースの構築とその活用のためのシステム設計について考察する。

林業事業体と森林計画区（流域）の2つのスケールにおいて、森林現況の把握に有効な森林資源データの自然条件、社会条件の絞り込みを行い、その電子データの取得、収集方法について検討する。また、各種データソースについて検討し、フィールドデータからリモートセンシングデータ、行政情報、統計調査結果の収集、統合化について検討する。

既存の森林構造データや他のより得られたデータについて、GIS等を活用した森林管理データベースシステムの構築（電子データ化等）を行うとともに、「森林管理システム e-forest」へ発展させるための基本システムの設計を行う。

### 結果の概要

#### e-forest コア部分とエンドユーザー

目指すべき森林情報管理システム「e-forest」の全体構成を、基本データ群からなる「コア部分」と各中課題とも関連する応用ソフトウェア群と定

義した。基本データとは、森林資源現況、森林簿、ゾーニング情報、画像情報などであり、応用ソフトウェアとは、林分診断システム、成長予測システム、コスト分析などのオプション部分である。

コア部分に必要な森林 GIS データの整理を行い、これらのデータは森林計画区や林業事業体などのスケールに応じて、求められる精度と要求項目が異なること、また、独自に収集している GPS 測量データなどの取り込みと管理も課題であることが判明した。

また、想定するエンドユーザーを、地方自治体、森林組合、林業事業体等の職員とし、彼らに「診断、予測、評価」の支援システム機能を提供するものとした。さらに、インターフェース部分を、インターネット経由のデスクトップ利用の「Web 型」、通信回線利用のタブレットやスマートフォン利用の「アプリ型」と区分した（図 2, 3）。

#### e-forest の全体構成例と取得データ

林業事業体と森林計画区（流域）の2つのスケールにおいて、森林現況の把握に有効な森林データの絞り込み、電子データの取得、収集方法の整理を行った。また、流域スケールでは、共通データの集積に向けて、旧宮川村主要4地区から、領内・荻原2地区をモデルエリアに選定し、従来の固定試験地ではカバーしきれない間伐施業後のデータ取得に向けて、新たな暫定プロットの設置や樹幹解析などの試験候補地とした（図 4）。

各小課題から得られる森林資源情報の取得、固

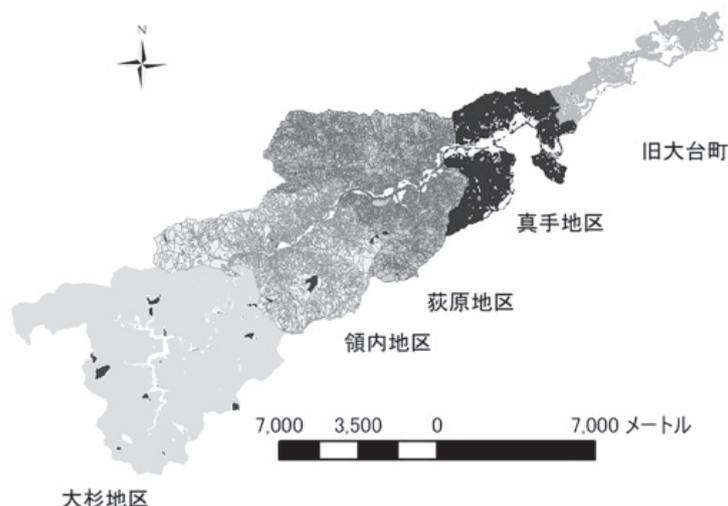


図 4 旧宮川村内のモデル地区の選定

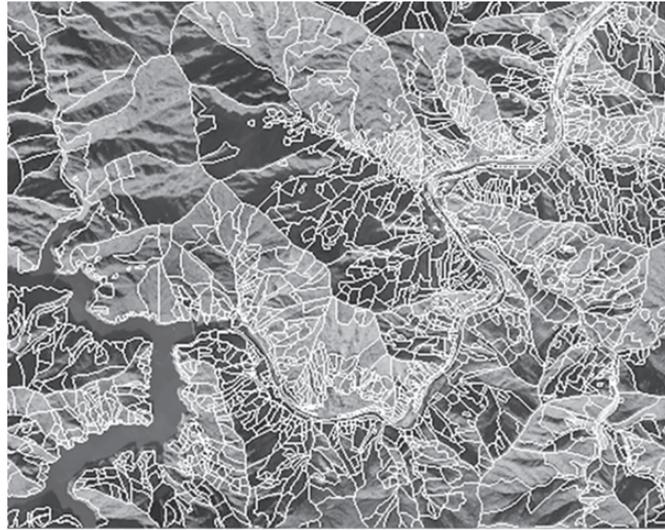


図5 空中写真と森林基本図の重ね合わせ例

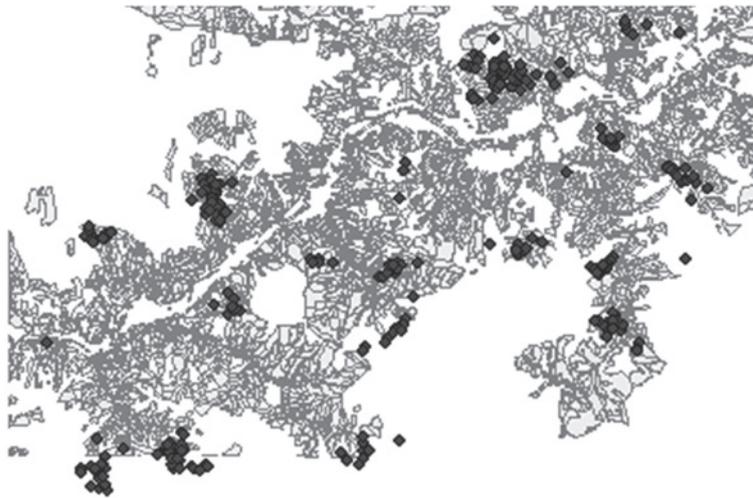


図6 森林基本図と調査データ地点の集積例

定試験地における現況調査、間伐試験後の成長モニタリング調査とそれらの成果の電子データ化、e-forest システムのコア部分への取り込みを考慮し、全体システムの基本設計とした。

例えば、オルソフォトを背景図として、施業対象地区を表示（図5）、e-forest コア部分の資源情報（林分マイクロデータ）の集積を行った（図6）。その中の固定試験地において、タブレット端末を用いた林分診断の模擬実験をスギ、ヒノキ各林分において実施した。その結果、位置情報（GPS測位方法の比較）、地位判定（リアルタイムでの三重県長伐期収穫表からの判読）の作業処理も良好で、一般的な林業事業者からの問い合わせにも回答可能なデータベースになることが明らかになった。このような、コアデータベースの資源情報を

元に、今後の支援システムの構築と運用実験を行い、さらに全体システムの統合を今後検討する必要がある。

#### e-forest の全体構成と運用例

前述のように、林業事業者と森林計画区（流域）の2つのスケールにおいて、森林現況の把握に有効な森林データの絞り込み、電子データの取得、収集方法の整理を行った。また、流域スケールでは、共通データ（大台町主要4地区から、2地区をモデルエリアに選定）の資源情報（マクロ）の集積を行った。これらを統合して、全体システムの基本設計を完成し、他の中課題から得られるアプリケーションについて、エンドユーザーを想定した概念図を更新し、全体システムの特徴を4-S

e-forest 4機能 4-S	Sampling 計測	Simulation 予測	Scheduling 計画	Steering 管理
想定利用者	育林	収穫 出材	販売 収支	支援 助言
林業事業者 森林所有者	直径・樹高・密度 施業履歴、地位 閉鎖度、相対幹距比	間伐影響評価 過密林の再生 利用可能量	林分成長予測 間伐対象林の3D化 搬出コスト予測	森林タイプ区分 再生可能性指針 リスク表示
市町村担当 県職員 フォレスター	継続調査試験地情報 森林経営計画の作成 市町村森林整備計画	システム収穫表 成長伐期成長予測 流域資源管理	市場情報 団地化計画 伐採計画	有利販売情報 作業遅延 林型誘導プログラム

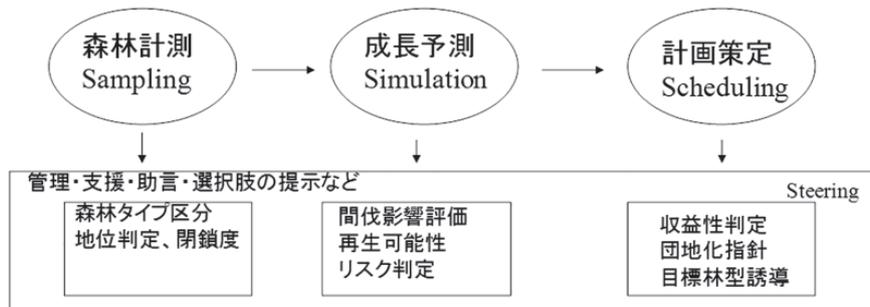


図7 e-forest システムの森林管理情報・森林計画支援ツール運用図

(Sampling, Simulation, Scheduling, Steering) としてまとめた(図7)。

森林管理計画策定のための森林資源データベースの構築と森林管理支援システム e-forest の開発に向けて、各課題の連携を進めることとし、特に、以下のデータの集積と「施業判定」や「間伐材利用」など具体的システムの運用事例の検討を行った。

- 1) 資源情報(マクロ)(森林簿, 施業履歴, 地利 etc.)
- 2) 資源情報(ミクロ)(固定試験地, 暫定 plot etc.)

今後は、他地域、他流域の森林計画単位への応用を目指して、大台町のモデル流域での運用を検討し、それら対象地での森林資源データの整備状況に応じて、e-forest システムの自動運用(各地域標準パラメータの採用など)の検討を行うことを予定している。

#### コアデータベースの拡張

e-forest 森林管理システムのコア部分のデータベースとして、以下のデータ群を整備した。

- ・三重県市町総合事務組合発行の共有デジタル地図(H18 撮影写真地図・H22 数値地図)
- ・三重県民有林森林簿
- ・三重県森林基本簿, 計画図
- ・国土数値情報
- ・環境省植生データベース

今後モデル地区の中において、さらに詳細な分析や運用を行っていく必要がある。

#### 共同研究課題の連携

各課題の計測・整備データから、森林資源現況および施業履歴の類型化データとして、以下のデータ群を整備した。

- ・H17~24 年度調査地点(林分簡易調査) 919 地点
- ・H22~23 林分詳細調査 64 地点
- ・三重県長伐期対応林分収穫表(島田 2010)
- ・スギ, ヒノキ過密林試験区間伐成長データ

これらデータベースから一般化できる要素については、前述のデータベース拡張やアプリケーションの開発を進める必要がある。さらに、他の課題の成果も取り入れ、e-forest 全体のシステム構成についても検討を進める予定である。

#### おわりに

本プロジェクトで開発するような森林管理システムを利用して何ができるのか、また、システムに求められる技術と課題解決の方向性を検討し、図8, 9に整理した。一口に「森林情報」といっても多様であり、整備の方向性とスケール、精度、そしてエンドユーザーを意識して、導入・整備を検討する必要がある。

## 何ができる？

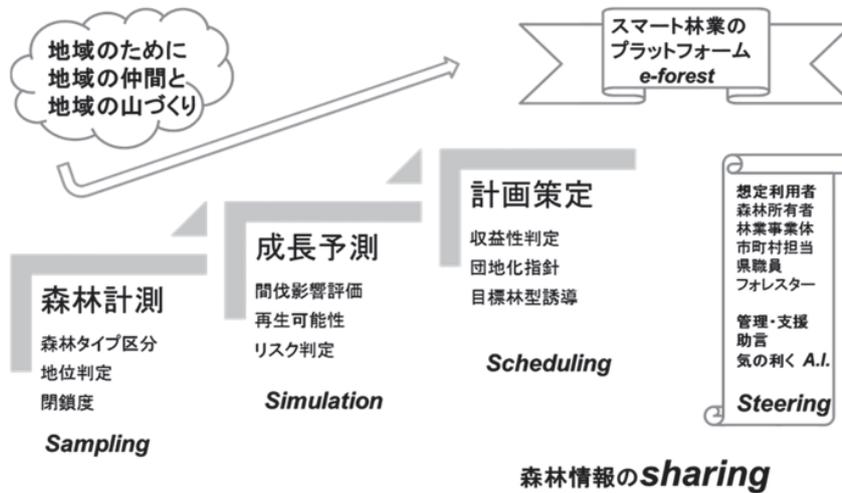


図8 森林管理システムの主要機能図

## e-forest に求められる課題と方向性の整理 (第I象限から第IV象限)

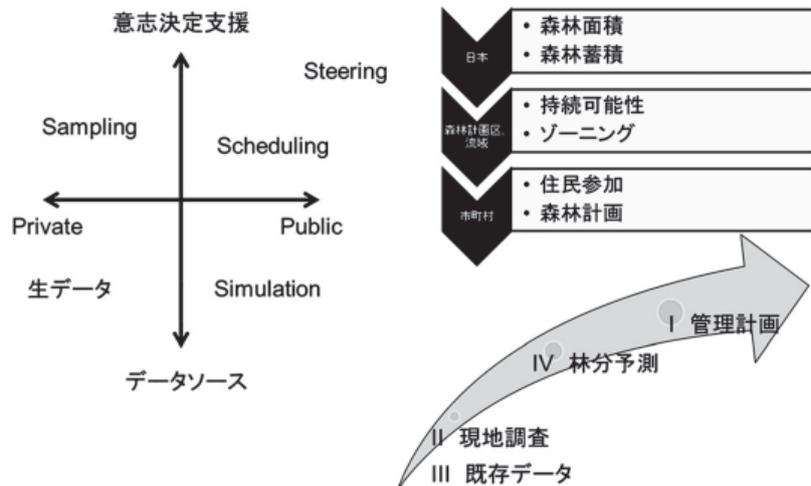


図9 e-forest システムに求められる課題と方向性の整理

大台町におけるモデル地区を対象に、森林資源情報のデータベース化を進め、林分基本情報、おおよその位置情報、おおよその地位情報、森林簿情報、さらに精密なプロット情報などの有無によって、e-forest 森林管理システムの活用方法を今後比較、検討する予定である。

また、間伐遅れ林分においても、従来の森林簿や収穫表情報にのみ頼らずに、新しい情報ソースの活用、林分蓄積、未利用森林資源の新しい利用促進を可能にするシステム開発を進めたいと考え

ている。

## 謝 辞

本研究を実施するにあたり、プロジェクト研究の共同研究機関でもある大台町役場産業室には、現地調査の実施、モデル地区の選定、森林情報の提供等についてご協力をいただいた。ここに深謝申し上げます。

### 引用文献

- 天野正博 (1987) 林業情報システム化の目的と機能. (全国林業構造改善協会編「地域林業組織化とコンピュータ利用」所収) : 1-8.
- 肱黒直次 (1999) 森林管理システム化戦略と森林管理簿の標準様式—森林組合基本情報のデータベース化を中心に. 48~63, 森林組合における森林情報の整備と活用所収, 全国森林組合連合会.
- 小谷英司・松村直人 (1998) 森林組合への GIS 導入の導入と運用条件の分析. 森林応用研究 7 : 25-30.
- 近藤洋史 (1999) 森林施業計画編成のための森林情報の整備. 森林計画学会誌 32 : 1-6.
- 近藤洋史・今田盛生・吉田茂二郎 (2001) 森林組合における森林情報整備. 森林計画学会誌 35(2) : 87-91.
- 日本森林技術協会 (2010) 森林情報データバンクの構築 (提言). 19pp.
- 日本森林技術協会他 (2014) 森林クラウド実証システム開発事業報告書, 平成 25 年度森林情報高度利活用技術開発事業, 103pp.
- 松村直人編著 (2007) GIS と地域の森林管理. 全国林業改良普及協会, 201pp.
- 松本光朗ら (2007) 京都議定書報告のための国家森林資源データベースの開発. 森林資源管理と数理モデル 6 : 141-163.
- 松下幸司・吉田茂二郎 (1998) 民有林に関する森林ミクロデータの有効利用に関する研究. 平成 9 年度科学研究費補助金 (重点領域研究) 研究成果報告書, 76pp.
- 鈴木太七 (1979) 森林経理学. 朝倉書店, 197pp.
- 田中和博 (1996) 森林計画学入門. 森林計画学会出版局, 192pp.
- 田中万里子 (2006) 森林情報学入門—森林情報の管理と IT の活用. 東京農業大学出版会, 134pp.
- Yamada, S. and Matsumura, N. (1996) Information oriented problems in newly established Forest management systems - A case study in the river basin of the Yoshino River (Miyoshi). J. of Forest Plann. 2: 31-35.