

総説 (Review Article)

森林組合における森林情報整備と間伐計画への応用

近藤 洋史^{1)*}

The Arrangement of the Database on Forest Information and the Application of the Database to the Forest Planning in the Forest Owners' Cooperative in Japan

KONDOH Hiroshi^{1)*}

Abstract

This thesis describes the arrangement of the database on forest information for the forestry enterprise. The results of the application of the database to the forest planning are also reported. The forestry enterprise, the center of which is the forest owners' cooperative, is becoming the core of the forest operations in various regions in Japan. Promotion of information technology in the forestry enterprise is necessary to solve several problems such as aging of forestry workers, increase of absentee landowners and so on. In other countries, the arrangement of the database on forest information and the application of the database to the forest planning started in the 1980s. In Japan, the database has been arranged at national scale, prefecture scale and some university forests, and forest planning or research has been done using the database. However, forest information has hardly been applied to the forestry enterprise in Japan, especially in forest planning. The object of this thesis is to arrange the information concerning forest management and apply it to forest planning in the forestry enterprise. The significance of this study is that it provides valuable technology for the forest planning in the forestry enterprise. The national forest plan, regional forest plan and municipal forest maintenance plan are made using the data in "Shinrinbo" which reports the forest resource data created by the prefecture. However, the forest operation plan is made by the forest owners' cooperative using the data named "Shinrin no genkyo narabini bassai zorin keikaku" (Current situation and timber-cutting and planting planning) edited by the forest owners' cooperative. In previous researches, the forest operation plan was made using data taken from Shinrinbo. Moreover the workers of the forest operation planning at the Kuma village forest owners' cooperative and Mimi-gawa wide area forest owners' cooperative Saigo branch, were asked what information should be arranged in making the plan. The results of the survey indicated that the forest operation records, the ortho photo and stand condition photos are needed in making the plan. Geographical Information System (GIS) constitutes non-spatial data and spatial data. The information from "Shinrin no genkyo narabini bassai zorin keikaku" and the forest plan maps is used making the forest operation plan. The non-spatial data was obtained from the "Shinrin no genkyo narabini bassai zorin keikaku". The forest plan map is made from the spatial data. Thus GIS technology is considered to be able to apply the forest operation planning. In this study, a new database incorporating the non-spatial data and spatial data was formed. It is remarkable that the forest operation records are used as the database. Also the renewal schedule of the database for the forestry enterprise is presented. The differences in profit with the thinning method were compared. Spur road establishment costs and thinning profits were also taken into consideration. The thinning area of the 47th territorial joint forest management at the Kuma Village forest owners' cooperative in the 1990 fiscal year was studied. Thinning was carried out within a 100-meter range on either side of the spur road. A higher profit was obtained by group thinning than by individual thinning. The profit was higher with the mobile yarder than with the standard yarder. It is also noted that the spur road establishment enterprise cost was higher than the profit on thinning. Therefore, some financial support is necessary for the spur road establishment.

Key words : forest owners cooperative, forest information, forest management plan, GIS, database system

原稿受付：平成14年6月24日 Received Jun. 24, 2002 原稿受理：平成15年1月9日 Accepted Jan. 9, 2003

1)* 森林総合研究所 九州支所 〒860-0862 熊本市黒髪4-11-16

Kyushu Research Center, Forestry and Forest Products Research Institute (FFPRI), 4-11-16 Kurokami, Kumamoto, Kumamoto 860-0862, Japan;
e-mail : kondoh@ffpri.affrc.go.jp

要 旨

本研究は、地域森林の適切な管理と持続的利用を推進する事業体と位置づけられている森林組合など林業事業体を主対象として、森林情報データベースを整備する方法を開発するとともに、そのデータベースを森林計画策定等に利用する方法を明らかにしたものである。まず、全国森林計画・地域森林計画・市町村森林整備計画・森林施業計画の各計画策定で利用される森林情報を抽出した。この結果、森林施業計画策定には、これまで利用していると考えられていた森林簿ではなく森林施業計画書に包括されている「森林の現況並びに伐採・造林計画」が主に利用されている実態を指摘した。次に、林業事業体における森林情報データベースを整備する方法を開発するとともに、GIS（Geographic Information System：地理情報システム）の利用について検討した。このシステムを利用して、伐採計画の一つである間伐計画の策定方法を示した。熊本県球磨村森林組合第47団地共同森林施業計画区に対して、これまでの間伐施業の動向とこの間伐について集材機械を変化させた場合ならびに集団化した場合の各間伐収益の比較等を行った結果、間伐は作業道から片側約100mの範囲で実施されていること、森林所有者が個別に間伐を実施するより集団化した方が間伐収益は高くなること、従来の集材機を使用する場合よりスイングヤードを用いた方が収益の高くなること等が明らかになった。

キーワード：森林組合、森林情報、森林施業計画、GIS、データベース

第1章 はじめに

2000年12月に、新たな森林の管理や経営における基本政策の展開方向が示された「林政改革大綱」が公表された。この林政改革大綱において、持続的な林業生産活動を通じて地域全体で森林の適切な管理と森林資源の持続的利用を推進するため、林家などの林業経営体や森林組合等の林業事業体の中から、安定的・効率的に施業・経営を実施できるものに焦点を当て、その育成を図るとともに、これらのものに対して、経営意欲の低下した森林所有者等の森林施業や経営の集約化を推進することと述べられている。このように、森林組合を中心とした林業事業体は地域の森林の適切な管理と持続的利用を推進する事業体と位置づけられており、その役割はますます重要になってきていると思われる。ところで、近年、パーソナルコンピュータ（パソコン）は、高性能化が進んでいるにもかかわらずその価格は低下するという現象が起こっている。さらに「高度情報通信ネットワーク社会形成基本法」（IT基本法）が制定された。これらにより、林業事業体におけるパソコンの導入に拍車がかかっている（森林組合連合会, 2001）。このようなハードウェアの整備に伴い、森林に関する情報の的確な把握・分析、また森林に対する多様なニーズに対応するための情報の収集・提供などソフトウェアの整備が必要となっている（林野庁, 1998a, 2001）。

我が国の森林計画策定や森林施業実施の最前線に位置していると考えられる森林組合など林業事業体におけるパソコンの利用についてみると、財務・会計といった業務やワードプロセッサソフトウェアを用いた書類の作成というような事務的な業務での利用が多い（志賀, 1995）。それに対して森林計画の策定や森林施業管理等におけるパソコンの利用はまだ少ないと思われる。林業事業体における森林計画策定等においてパソコンの利

用が少ないのは、①林業事業体の森林計画策定等に重点を置いたソフトウェアが少ない、②市販ソフトウェアのカスタマイズ費用が高価である、③林業事業体等におけるパソコン利用者のパソコンに対する教育・講習が遅れている、④参考とすべき応用事例が少ない等のためと考えられる（全国林業構造改善協会, 1987; 天野, 1994）。しかしながら、近年、森林組合の広域合併化、不在村森林所有者の増加・高齢化、森林施業の受託・委託事業の推進などがみられつつある（全国森林組合連合会, 1995, 1996, 1997, 1998, 1999, 2000）。そのような状況下で、森林組合をはじめとした林業事業体における地域の森林計画策定や森林管理などの業務に関する情報の整備はたいへん重要な問題と考えられる。そこで、本研究では林業事業体における森林情報の整備方法の方向性を示すとともに、その整備された情報の森林施業計画策定等に対する応用について検討することを目的とした。

第2章 既往の研究

森林計画策定や森林管理・森林経営等におけるコンピュータシステムの利用を、諸外国を含め振り返ってみたい。

アメリカにおいては1980年代にFORPLANと呼ばれる森林計画システム（ジョンソンら, 1993）、1990年代初頭にはTMISという木材管理情報システム（Wells ら, 1991）が構築されている。近年ではFORECASTと名付けられた持続的森林管理を考慮した林分レベルの意志決定支援システム（Seely ら, 1999）や木材収穫スケジューリングシステム（Carter ら, 1999）などが開発されている。さらに森林現況などの帳簿になっている情報と地図などの図面情報とをコンピュータで一元処理を行うGIS（Geographic Information System：地理情報システム）という新しい技術の利用が進められつつある（Nodine, 1998）。オーストラ

リアでは、1980年代からFRIYRと呼ばれるシステムが稼働している（Kilgour, 1991）。そのほかフィンランド（Mikkolaら, 1991）、オーストリア（Griess, 1991）、ニュージーランド（Tennent, 1991）などでも、樹種・林齢・蓄積といった森林に関する情報のデータベースが構築されたり、そのデータベース化された情報を処理するシステムが開発されている。

我が国においても、日本全国を対象とした森林に関する情報のデータベースはすでに構築されている（林野弘済会, 1987）。そして、国産材供給可能量の試算や木材需給予測システムの開発など、全国を対象とした森林に関する情報の利用は進められている（天野ら, 1985; 天野, 1987; 天野ら, 1987）。

都道府県レベルにおいても、すべての都道府県で森林の所在や現況をまとめた情報はコンピュータで処理されている（林野庁, 1998b, 1999, 2000）。また、都道府県におけるこれらの情報を利用した業務分析や森林計画に応用した研究や報告が行われている（林野庁企画課, 1984; 林野庁, 1986; 野田ら, 1988; 加藤, 1994; 田島, 1996, 1997; 松下, 1998; 松本, 1999; 松下, 1999; Matsushitaら, 1998; 野田, 1999a, 1999b; 松本, 2000）。

国有林においてもデータベース整備に関する基礎的な研究がまとめられている（林野庁, 1988）。そして、近年では、営林局（現森林管理局）における森林に関する情報のデータベース化やその利用が報告されている（齋藤, 1996; 酒井ら, 1997）。

さらに大学演習林や森林に関係した研究分野において森林に関する情報や図面のデータベース化が実施されたり、これらの情報を処理するコンピュータシステムやGISの導入が進められようとしている（Matsumoto, 1991; 近藤, 1992a, 1992b, 1993; 西川ら, 1992, 1993; 龍原ら, 1993; 鄭ら, 1994; 木平ら, 1995; Tatsuhara, 1995; 鄭ら, 1995; 佐野ら, 1996; 鄭, 1996; 傳田ら, 1998; 木平ら, 1998; Mitsudaら, 2001）。

第3章 森林計画策定で利用される情報

FORPLANの開発経緯（ジョンソンら, 1993）や、天野（1987）・天野ら（1987）・松本（2000）等の研究、林野庁のアンケート調査結果の解析（林野庁, 1998b; 田島, 1996, 1997）などから、森林計画策定には、森林に関する情報が利活用されていると考えられる。森林組合など林業事業体の森林に関する情報を処理する場面においても、森林計画の策定が大きなウェートを占めていると思われる。

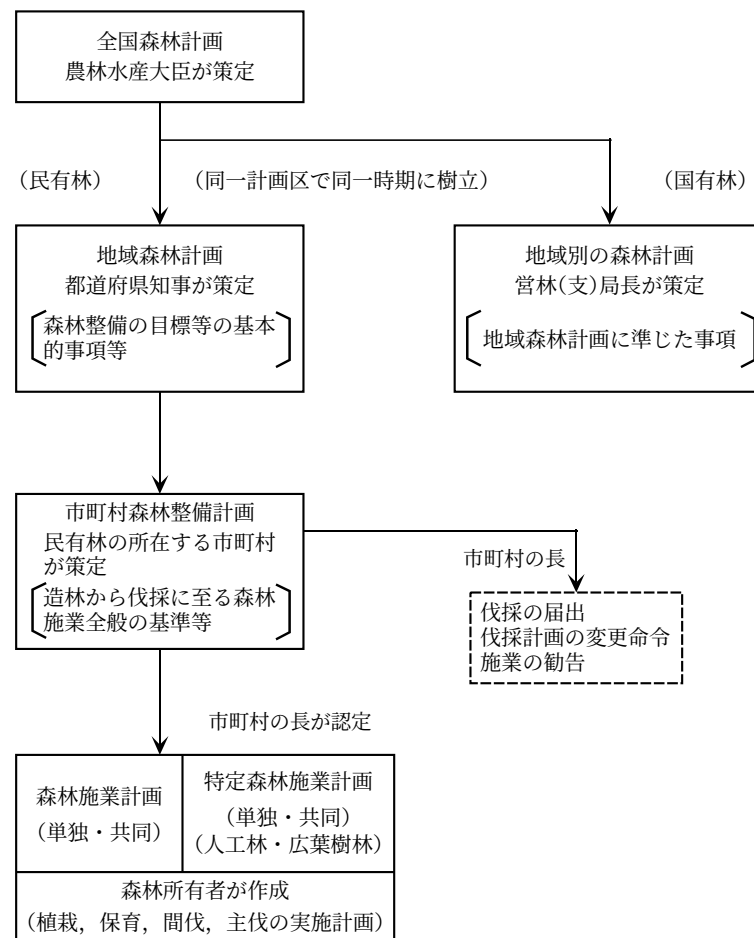


Fig. 1. 2000年度における森林計画制度の体系
Outline of forest planning system in 2000

そこで、森林に関する情報処理に関係の深い森林計画について、その体系を概説するとともに、それぞれの計画で利用されている情報をまとめた。我が国の森林計画制度は、その時節の社会的・経済的な情勢の変化等に対応して見直し・改正が行われている。2001年4月現在の森林計画制度の概要をFig. 1に示した（藤江, 1999; 山口, 1999）。

3.1. 全国森林計画策定に利用される情報

全国森林計画は、農林水産大臣が、政令で定めるところにより、林業基本法第10条第1項の基本計画及び長期の見通しに即し、かつ、保安施設の整備の状況等を勘案して、全国の森林につき、5年ごとに、15年を一期とする計画を作成することとされている（森林法第4条）。この計画においては、地勢その他の条件を勘案して主として流域別に全国の区域を分けて定める区域ごとに当該事項を明らかにすることを旨として作成されることとしている。

林野庁において、森林計画の実施状況を把握し、その円滑な運用を図るために、定期的に全国を対象として情報を収集しているものには、「森林計画関係業務の報告」と「森林資源現況調査」が存在する（橘, 1989; 林野庁, 1998b）。

「森林計画関係業務の報告」は、地域森林計画及び森林施業計画の実施状況を的確に把握し、その円滑な運用を図ることを目的としている。この報告は林野庁長官から各都道府県知事あての通達「森林計画関係業務の報告について」（昭和54年6月29日54林野計第370号）によって規定されている。この報告は毎年度7月31日までに報告することを義務づけられている。

「森林資源現況調査」は、民有林・国有林を総括した全国の森林に対し、森林資源の現況を把握するため5年ごとに行われている。この調査結果は全国森林計画策定の基礎資料として用いられている（橘, 1989; 大西, 1991）。

この森林資源現況調査では、後述する地域森林計画及び地域森林計画樹立資料を基礎にし、樹立時点の古いものについては時点修正を行って確定している。また地域森林計画対象外森林については、都道府県の行う所有者

に対する照会等により情報を掌握している。

3.2. 地域森林計画策定に利用される情報

地域森林計画は都道府県知事によって作成される。都道府県知事は、全国森林計画に即して、森林計画区別に、その森林計画区に係る民有林（その自然的経済的社会的諸条件及びその周辺の地域における土地の利用の動向からみて森林として利用することが相当でないと認められる民有林を除く）につき、5年ごとに、その計画をたてる年の翌年4月1日以降10年を一期とする地域森林計画をたてなければならないとされている（森林法第5条）。地域森林計画の樹立には、計画書、森林計画図、その他必要な図面（以下、付属図とする）を作成するものと定められている（地域森林計画及び国有林の地域別の森林計画の樹立等に関する規定第9条）。ここで、計画書であるが、内容的には計画の大綱・計画事項及び参考資料に大別される。この計画書は、計画の樹立に必要な調査の結果である森林簿を中心とした資料に基づき作成されている（森林計画研究会, 1991）。そこで、計画書作成の基本資料である森林簿ならびに森林計画図、付属図について、その内容等をまとめた。

3.2.1 森林簿

地域森林計画をたてようとする場合、都道府県知事には森林簿の作成が義務づけられている（規定第8条第1項）。森林簿の内容において、地況の調査は、位置・面積・気候・地勢・地質・土壌・地利等について行うと規定されている（規定第8条第2項）。同様に林況の調査は、小班ごとに、林種・樹種・樹幹疎密度・樹種の混合歩合・樹種別の材積・人工林の平均樹高等について行うとされている（規定第8条第3項）。森林簿の具体的な作要領は林野庁長官から営林（支）局長・都道府県知事あての通達「地域森林計画及び地域別の森林計画の樹立等に関する規定の実施について（平成3年7月25日3林野計293号）」第12項ならびにその附録第3号に規定されている。森林簿の形式をFig. 2に示した。

広域流域		森林計画区		市町村		林 班	

小 班	森林の所在		森林所有者氏名	機能の 種類	森林の 種類	面 積 ha	林 種	施業方法による区分 現在	層 別	樹 種	混 交	面 積	歩 合	林 齢	樹 冠	平 均	地 位	地 利	立 地	伐採の方法等	更新の方法	樹種林相改良森林	特定施業森林等	材積 m ³		成長量 m ³		伐 期	適 性	森林 施業計 画	分 収	保 健	備 考							
	大 字	地番 本																						支 番	ha	種	積							材積 m ³	成長量 m ³					
																																				針	広	計	材積 m ³	成長量 m ³

Fig. 2. 森林簿の様式
Sample form of forest registry

3.2.2 森林計画図

森林計画図は、森林基本図に、森林計画の対象とする森林の区域（区域界）、森林区画（小班界）、林道、森林の種類（保安林、自然公園等）を記号として書き加えて作成された図面である。この図面の作成方法は、先に述べた通達「規定の実施について」第13項ならびに附録第2号に定められている。ここで、森林計画図を作成するには森林基本図がもとになっている。この森林基本図とは、縮尺5,000分の1とし、空中写真の図化成果を用い、行政界、林班界を記入して作成するものとしている（通達「規定の実施について」附録第3号2項（1））。

3.2.3 付属図

付属図として、通達「規定の実施について」第13項（3）では、森林基本図、森林位置図及び森林機能配置図とされている。これらの図面の作成方法は通達の附録第2号に規定されている。森林基本図の作成方法は前述したとおりである。森林位置図は、国土地理院発行の50,000分の1地形図に附録第2号で規定されている記号又は色彩を使用して作成される。森林機能配置図は国土地理院発行の50,000分の1地形図に附録第2号で規定されている記号及び紋様並びに色彩を使用して作成される。

3.3. 市町村森林整備計画策定に利用される情報

市町村森林整備計画は市町村が作成する森林計画である。市町村は、その区域内にある地域森林計画の対象となっている民有林につき、5年ごとに、当該民有林の属する森林計画区に係る地域森林計画の計画期間の始期をその計画期間の始期とし、10年を一期とする市町村森林整備計画をたてなければならないと規定されている（森林法第10条の5）。

市町村森林整備計画では、市町村森林整備計画書を作成することと、林野庁長官から各都道府県知事にあてた通達「市町村森林整備計画制度等の運用について（平成3年7月25日3林野計第305号）」で規定されている。この市町村森林整備計画書を作成する際の森林の現況に関するデータについては、都道府県においてとりまとめた「森林簿」を活用することとされている（林野庁計画課, 1999）。また、必要に応じて森林整備計画概要図を付属資料として作成するものとされている（市町村森林整備計画制度等の運用について）。この概要図は縮尺25,000分の1の地形図等をもとに作成される。特に要間伐森林の区域、特定施業森林及び保健機能森林の区域については森林計画図をもとに別途作成することとなっている。この概要図の作成要領は「市町村森林整備計画制度等の運用について」に規定されている。このように市町村森林整備計画においても、地域森林計画と同様、森林簿と森林計画図とがその計画策定の主な情報になっていると考えられる。

3.4. 森林施業計画策定に利用される情報

3.4.1 現行の森林施業計画の概要

本論が対象としている林業事業体において策定可能な森林計画は森林施業計画である。そこでこの森林施業計画制度について詳しく述べてみたい。

森林施業計画制度は、森林所有者が自己の所有する森林について自発的に森林施業に関する5ヶ年の計画を作成し、その対象とする所在地の属する市町村長の認定を求めることができるものである。この制度は先にも述べたように1968（昭和43）年の森林法の改正により創設された。その目的は民有林における森林施業のより一層の計画化・合理化を通じて、全国森林計画および地域森林計画の達成を図ろうとするものである。これによって森林の保続培養と森林生産力の増進とに寄与しようとするものである。なお、1999（平成11）年の森林法改正により、施業の勧告、伐採届出の受理、伐採計画の変更命令、森林施業計画の認定などの権限が都道府県知事から市町村長に委譲された。

現在の森林施業計画の種類はFig. 3のようになっており（森林施業計画研究会, 1996）、属人単独森林施業計画と属人共同森林施業計画とを合わせて、属人森林施業計画又は属人計画と呼ばれている。属人森林施業計画は1968（昭和43）年の森林法改正で創設されている。団地共同森林計画は1974（昭和49）年の森林法改正で、特定森林施業計画及び一般森林施業計画は1991（平成3）年の森林法改正で、それぞれ創設されている。そこで、これら森林施業計画の創設の背景を検討する。属人森林施業計画は、森林所有者が単独で計画を策定する場合も共同して策定する場合も、その所有するすべての森林を計画の対象としなければならない。そのため、実際の認定状況は概して大規模森林所有者にはその活用がみられたが、零細かつ分散的に森林を所有する森林所有者にとっては、この制度を有効に活用しがたい状況であった。しかし、我が国の森林所有者の相当部分を占め、個人単独で計画的な森林施業を行っていくことのむずかしい零細森林所有者の森林施業について共同化を推進していく必要性があった。そこで1974（昭和49）年の森林法改正により、これまでの属人計画に加えて所有する森林の一部であっても共同して森林施業を計画的に推進できる団地内の森林を対象として複数の森林所有者が共同して作成する団地共同森林施業計画制度が創設された。

また1991（平成3）年には、国民の森林の多様なニーズに応えるとともに森林の有する公益的機能を高度に発揮するため、林地の裸地化を回避することで森林の機能低下を防止する施業である複層林施業・長伐期施業に誘導・促進することを目的とした特定森林施業計画ならび一般森林施業計画が新たに創設されている。

ここで、林業事業体の中でも、林政改革大綱などで地域の森林の適切な管理と森林資源の持続的利用を担う組織として位置づけられている森林組合と森林施業計画と

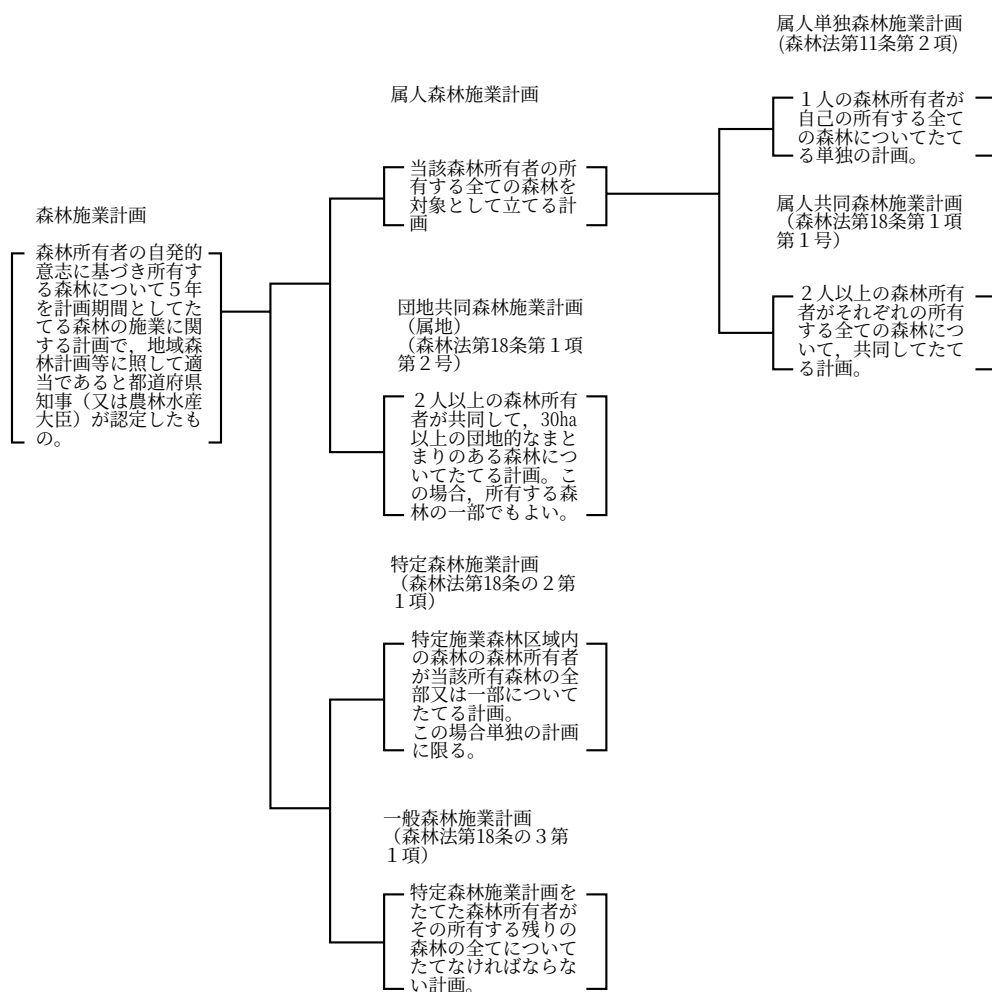


Fig. 3. 現在の森林施業計画の種類
Forest management planning system in 2000

の関係をもとめた。

森林組合は森林組合法第9条第2項第10号の規定により、組合員のために森林施業計画の作成ができるようになっている。特に、団地共同森林施業計画の作成を推進するため、森林組合を実施主体とした森林施業団地共同化事業が実施されている。この事業は、林野庁長官から各都道府県知事あての通達「森林施業団地共同化事業実施要領の制定について」（昭和55年5月15日 55林野計第178号）によって規定されている。この通達により、森林が隣接している森林所有者同士で団地共同森林施業計画を作成したい場合は森林組合に相談すると、森林組合で団地共同森林施業計画を作成してくれることになっている。また、自分の所有森林について団地共同森林施業計画を作成したいが、近隣の森林所有者の意向が不明な場合などがある。その際、森林組合に申し出れば、近隣の森林所有者を集めて説明会を開き意見の調整を行うなど、団地共同森林施業計画が作成できるように便宜を図ってくれるようになっている。

先にも述べたように、森林所有者の不在村化・高齢化等に起因する森林経営意欲の低下などから森林組合を中

心とした林業事業体に森林の施業や経営の集約化が推進されようとしている。今後、森林施業計画を中心とした森林計画と森林組合とは、これまで以上密接な関係になると考えられる。

3.4.2 森林組合による森林施業計画策定の実態調査

本論では1990年代初頭から森林に関する情報整備に取り組んでいる熊本県球磨村森林組合ならびに宮崎県耳川広域森林組合西郷支所（旧宮崎県西郷村森林組合）を中心に森林施業計画策定の実体を調査した（Fig. 4）。

熊本県球磨村森林組合では1988（平成元）年度から1989（平成2）年度に実施された林業構造改善事業で森林計画図など地理情報を含めた森林施業計画策定に関する森林情報の整備に取り組んできており、森林情報整備の先駆的な森林組合である。（近藤, 1994b, 1994c, 1994d）。

宮崎県耳川広域森林組合西郷支所では、1980（昭和55）年度から施業履歴情報をパソコンで蓄積している。さらに、球磨村森林組合がすすめている情報整備に加え、森林組合では初めて、写真の情報であるオルソフォトの整備も試みている。



Fig. 4. 森林施業計画策定の実態調査の中心となった森林組合
The forest owners' cooperatives surveyed

これらの森林組合は、森林組合の中でも先進的に森林情報の蓄積やデジタル化などを進めており、情報の整備やその運用の重要性を強く認識していると考えられる。そこで、これらの森林組合を調査対象とした。これらの森林組合の担当者によると、先に述べた情報の中で、森林施業計画策定の中心となるものは森林施業計画書と計画対象森林の所在場所等を示した図面であるとのことであった。舩黒（1999, 2000）は、森林組合の基本情報として、①森林組合員名簿、②森林台帳、③森林管理図と述べている。舩黒の定義している基本情報で、森林施業計画に関するものは森林台帳と森林管理図と考えられる。これらは、それぞれ「森林の現況並びに伐採・造林計画」、「計画対象森林の所在場所等を示した図面」に対応していると思われる。

そこで、この「森林の現況並びに伐採・造林計画」と「計画対象森林の所在場所等を示した図面」について詳細に考察した。また、これらに加え、森林組合の担当者からの聞き取り調査による森林施業計画策定に必要な情報についても検討した。

1) 森林現況並びに伐採・造林計画

森林の現況並びに伐採・造林計画は、先にも述べたように森林施業計画書を構成する書類の一部である。この情報の項目ならびに様式は「森林施業計画制度運営要領について」で例示されている。これをFig. 5に示した。森

林施業計画を作成しようとする者はFig. 5に示されたすべての項目内容について調査する必要がある。しかし、所有する森林や計画策定の委託を受けた森林において、参考とする資料もなしにこれらの項目すべてを調査するには膨大な時間と労力を要する。また森林施業計画書などの書類にどのような資料を添付すればよいのか、その際の手続きをどのように進めればよいのかなど、不明な点も多いと思われる。そこで、森林施業計画策定のための都道府県知事による指導・援助が、森林法第191条ならびに森林施業計画制度運営要領Ⅰ－1－（1）で規定されている。これは、森林所有者から都道府県知事及び市町村の長に対して森林施業計画作成に必要な資料について援助の申請があった場合には、森林簿、森林計画図、その他の計画作成に必要な資料を提供することとされているものである。都道府県知事より提供された森林簿等は、都道府県知事が作成する地域森林計画策定のための資料である。そのため、地域森林計画の樹立が5年に1回しか行われないこともあって、調査時点の古いものや森林の異動等により現況が異なっているものが存在する。そこで、森林簿や森林計画図の内容が現実林分の内容と一致しているかどうかを調査し、正しいものに整備する必要がある。

このように、森林簿をもとに調査して整備した情報を森林の現況並びに伐採・造林計画にまとめられる。

ここで、森林の現況並びに伐採・造林計画（Fig. 5）には、森林簿で利用されている林班番号・小班番号など森林区画を示す記号を記入する欄が存在していない。「森林施業計画制度運営要領について」によると森林施業計画策定の際、その区分した森林が森林簿の林班・小班に一致するときには、その林班・小班的の記号を地番の欄に併記することとなっている。

森林施業計画が認定された後に、データの変更が生じる場合がある。すなわち、伐採・造林による森林区画の合併・分割や相続等による森林所有者の変更などである。森林の現況並びに伐採・造林計画など森林施業計画書のデータ更新方法は、「森林施業計画制度運営要領について」で規定されている。すなわち、変更に係る部分について、変更前の計画にあっては黒書きとし、変更後の計画にあっては赤書きとすることとされている。本研究の調査対象である熊本県球磨村森林組合で年間約500件、宮崎県耳川広域森林組合西郷支所管内で年間約60～100件ほどの変

所在場所				森 林 所 有 者	(1) 森林の現況					(2) 伐採計画				(3) 造林計画				備考	
都 道 府 県	市 町 村 (大字)	字 (大字)	地 番		面 積 (ha)	人 工 林・天 然林の 別	樹 種 又 は 林 相	樹 高 (m)	樹 齢	立 木 材 積 (㎡)	摘 要	時 期	主 伐 間 伐 別	伐採方法 皆伐択伐等の別 その 他	伐採 面 積 (ha)	伐採立木材積 (㎡)	時 期		造 林 方 法

Fig. 5. 森林の現況並びに伐採・造林計画の様式
Sample form for registering the forest management plan

更処理を行うとのことであった。これらの森林組合では、森林区画におけるデータ変更は、「森林施業計画制度運営要領について」の方法に従い、森林施業計画書の森林の現況並びに伐採・造林計画の情報に対して行っていた。

このように、森林簿は、森林組合において、森林施業計画書作成のための参考資料としての利用であるということであった。そのため、森林組合の通常業務では、その更新処理等をほとんど行っていないとのことであった。

これまで、森林施業計画策定の情報として森林簿が利用されていると考えられていた（全国林業構造改善協会, 1987; 天野, 1994）。森林施業計画制度が創設され、その計画が整備されつつあった1968（昭和43）年以降の第一計画期間ならびに現在においても新規に森林施業計画が策定される場合には森林簿に大きく依存していると考えられる。しかし、本論の調査・解析から、森林組合が継続して策定されている団地共同森林施業計画では、森林簿ではなく、森林施業計画書の添付書類である森林の現況並びに伐採・造林計画が主に利用される情報と思われる。

2) 計画対象森林の所在場所等を示した図面

調査対象である森林組合において、団地共同森林施業計画の添付図面は、都道府県知事から援助を受けた森林計画図を基本として、森林区画の異動修正、林道・作業道等の今後の整備予定等を記入して作成していた。森林の現況並びに伐採・造林計画の情報では、様式が「森林施業計画制度運営要領について」で定められており、これにそのような指導が通達されている。そのため、実際の林分現況等の調査をもとに新たに「森林の現況並びに伐採・造林計画」という帳票形式の情報の整備が行われている。しかし添付図面においては記入されるべき項目が定められているのみで、様式等は規定されていない。そのため、森林計画図をベースとして定められた項目についての追加記入ならびに編集を行っていた。すなわち、森林区画の位置や地形、既設の林道は森林計画図に示されている。そこで、森林組合の担当者によると森林計画図に当該森林施業計画対象森林の位置や地形、林道・作業道など林業生産基盤整備についての現況および今後の整備予定を記入した図面を森林施業計画策定に利用しているとのことであった。このように森林組合が作成する団地共同森林施業計画の計画対象位置を示した図面は、森林計画図を基本として利用されている。この森林計画図に必要事項を加筆した「計画対象森林の所在場所等を示した図面」が団地共同森林施業計画の書類として作成されている。

3.4.3 今後整備すべき情報の調査

本論の対象である球磨村森林組合および耳川広域森林組合西郷支所の森林施業計画担当者に、森林の現況並びに伐採・造林計画という情報の他に、森林施業計画策定に必要と考えられる情報についての聞き取り調査を実施

した。その主な情報について示した。

1) 施業履歴情報

森林施業計画関係の担当者によると、まず、施業履歴情報を整備したいということであった。施業履歴情報とは、どの森林区画で、いつ、どのような施業を行ったかという情報である。この情報は、法令では規定されていないものである。そのため、新しい概念の情報と思われる。森林施業計画を策定するにあたって、当該森林区画は、いつ間伐を行ったのか、つぎの間伐をいつ行えばよいのかといった事柄を決定する情報は必要である。両森林組合では、これまで施業履歴に関する情報が整備されていないため、当該森林区画の間伐予定などは把握されていないとのことであった。森林施業計画を作成するには、施業履歴情報は整備されるべき情報と考えられる。

2) オルソフォト

次に必要とされる情報としてオルソフォトを整備したいということであった。オルソフォトなど航空写真の最大の特徴は、地表の状況をありのままに写しており、用途に応じてさまざまに解析ができることである。つまり無限の情報量を持っていると考えられる。航空写真を処理することで、これまで入手できなかった情報を得ることができるようになる（渡辺, 1987）。航空写真の中でも、地物の高低・起伏による像の位置のズレと縮尺の変化が修正されたオルソフォト（正射写真）を利用することで、すでに整備されている図面情報との重ね合わせ（オーバーレイ）が可能になる。図面となっている2次元の地図では、直接位置を求めたり、距離を測定したり、等高線によって標高を求めたりすることが可能である。しかし、地図の利用目的によって地形・地物を整理選択しており、建物などは様式化された記号として表されているため、情報量では航空写真に劣る。さらに地図を見ただけでは地表の現況をイメージするのはむずかしい。そこで、森林組合の担当者は、オルソフォトと地図とのそれぞれの長所を最大限に生かして森林施業計画を策定したいということであった。図面とオルソフォトのオーバーレイにより、オルソフォトマップが作成される。これにより、数値の情報である森林の現況に関する情報や図面だけでは得ることの難しかった林相の把握が視覚的に可能となる。また、近年、行政機関への提出書類で、オルソフォトマップの写しに該当個所を示した図面を参考資料として添付するようになってきている。これについても、このオーバーレイで対応できる。

3) 林況写真

林況写真とは、森林の現在の状況を表した写真のことである。これは、台風被害等の自然災害や間伐施業前後の写真データを蓄積していきたいということであった。特に間伐施業前後の写真などは、間伐対象森林を

所有している森林所有者に間伐施業実施の推奨を行う上で有益な情報になると思われる。

第4章 林業事業体における森林情報の整備

4.1. 森林情報と森林GIS

森林施業計画の策定過程では、森林の現況ならびに伐採・造林計画や施業履歴といった数値に関する情報や森林計画図といった図面に関する情報を処理する必要がある。数値に関する情報と図面に関する情報とを処理することから、GISソフトウェアを応用できると考えられる。そこで、GIS技術の応用を考慮したデータベースの構築を行った。

近年、森林の情報を取り扱った論文や報告などに「森林情報」という用語が利用されている。本論でもこの森林情報という単語を利用するが、本論における森林情報とは、森林の現況並びに伐採・造林計画、施業履歴、森林簿、森林計画図、オルソフォトといった森林の管理や経営に関係する情報とした。

また、森林に関するGISとして「森林GIS」と呼ばれるものがある(田島, 1996, 1997; 伊藤, 1997; 木平, 1997; 松村, 1997; 木平ら, 1998)。伊藤(1997)は狭義の森林GISとして、「森林簿に記載された属性情報と森林経営図に地図として表現されている森林の位置情報をコンピュータを使って一元的に管理し、それらの情報について検索や分析を行いさまざまな地図(主題図)を出力するために用いられる情報システムのこと」としている。さらに広義の森林GISとして「森林に関する空間データをとりあつかうGISはすべて森林GISである」と述べている。

本論では、森林簿ではなく森林の現況並びに伐採・造林計画や施業履歴を数値(属性)情報としてとりあつかう。そこで、本論では、伊藤(1997)の広義の森林GISを、単に「森林GIS」と表した。

なお、本論で利用したGISソフトウェアは、本研究の対象である熊本県球磨村森林組合ならびに耳川広域森林組合西郷支所で導入している「森林管理業務支援システム」(近藤, 1998 a, 1998b)である。このソフトウェアは、全国森林組合連合会ならびに全国林業構造改善協会が開発に関与した。

4.2. 数値情報のデータベース化

森林施業計画を作成するには、森林施業計画書に添付する書類である森林の現況並びに伐採・造林計画をまとめなければならない。本論の対象とした球磨村森林組合が管轄している森林に関して、それらをまとめるための基礎データは熊本県本庁の汎用コンピュータに保存されている「森林計画マスター」である。「森林計画マスター」とは、森林区画1筆ごとにその森林区画の住所・所有者・森林の現況・森林の機能など森林に関する基本的な情報をとりまとめたものである。その「森林計画マスター」は光磁気ディスクなど電子媒体で提供された(近藤,

1991, 1994a, 1994c)。この「森林計画マスター」は熊本県が作成する森林簿の基本データにもなっているようである。球磨村森林組合が関係している「森林計画マスター」のデータ量は約10 Mバイトであった。近年、パソコンの処理能力の向上などにより、森林組合においてパソコンを利用して森林計画マスター情報の管理・処理は可能であると考えられる。

しかし、単に「森林計画マスター」のファイルを森林組合のパソコンに入力しただけでは、データの検索などの処理は不可能であり、森林組合などにおいて、これらの情報を容易に利用したり活用したりすることはできず、プログラム言語を用いたプログラミングという専門的な知識や技術を取得する必要がある。そこで、情報の管理を容易にし効率的に使えるように、筆者は、施業履歴を含めた森林施業計画策定に必要なデータベースを構築した(近藤, 1994b, 1994d, 1995a, 1995b, 1995c)。このデータベースの概要をFig. 6に示した。このデータベースは「現況テーブル」、「伐採計画テーブル」、「造林計画テーブル」、「施業履歴テーブル」から構成されている(近藤, 1999)。各テーブルには具体的な項目を示したが、これらの項目は森林の現況並びに伐採・造林計画の項目を基本として森林組合の団地共同森林施業計画策定に必要なと思われるもので構成されている。これらのテーブルで、文字型の項目はコードではなく日本語で入力できるように構築した。また、字名や所有者名、樹種名などあらかじめ入力されるデータの明らかなものについては字名マスターというようなマスターファイルを作成し、データの入力・更新の簡素化を図った。これらのテーブルは、森林の所在を示す地番というデータに含まれる林班番号・小班番号といった森林区画を示す項目をもとにリンクできるようにした。これらの項目をキーとしてリレーショナルなデータベースの構築が可能である。以下に、それぞれのテーブルについての概要を示す。

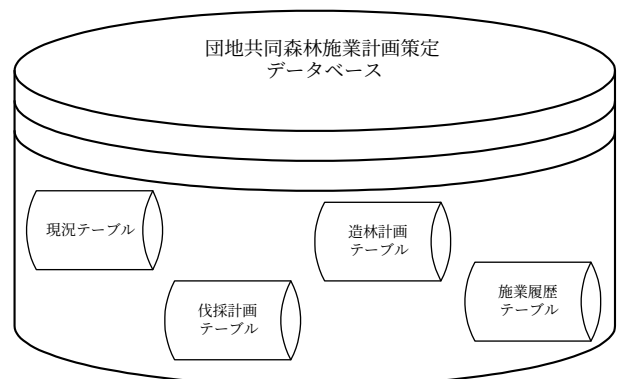


Fig. 6. 団地共同森林施業計画策定データベースの概要
The structure of the database for the management of the cooperative organization

4.2.1 現況テーブル

Fig. 7の現況テーブルには、森林区画の位置・所有者名・樹齢・林齢などの項目が含まれている。Fig. 7に「制限林」という項目がみられる。これは、当該森林区画が保安林や公園の指定などで森林の施業に制限がかかっているかどうかを示すものである。保安林においては、その種類を把握したいということであったので、特に「保安林区分」という項目をもうけている。また、森林機能ゾーニングのもとになる森林機能区分という項目も設定されている。

4.2.2 伐採計画テーブル

伐採計画テーブル（Fig. 8）には、当該森林区画における間伐や主伐などの伐採施業計画についてとりまとめたものである。森林の所在を示す地番には林班番号・小班番号が用いられている。また伐採方法には主伐、間伐といった情報が入力される。皆択とは、伐採方法が主伐の

時、皆伐か択伐かを示す情報を入力する項目である。伐採方法ならびに皆択の情報では、あらかじめ入力されるデータが定まっているので、マスターファイルを作成してデータ入力の簡素化を図った。

4.2.3 造林計画テーブル

造林計画テーブル（Fig. 9）には造林施業の実施予定年度などを管理する。具体的には造林を計画している実施年度や造林方法、樹種、面積である。伐採方法や樹種に関する情報も、あらかじめ入力されるデータが決まっているので、マスターファイルを構築してデータ入力の簡素化を図った。

4.2.4 施業履歴テーブル

Fig. 10に示した施業履歴テーブルは、間伐などの補助金申請に関する資料をもとに構築した。このテーブルには施業の実施された時期、事業名、施業内容等がまとめ

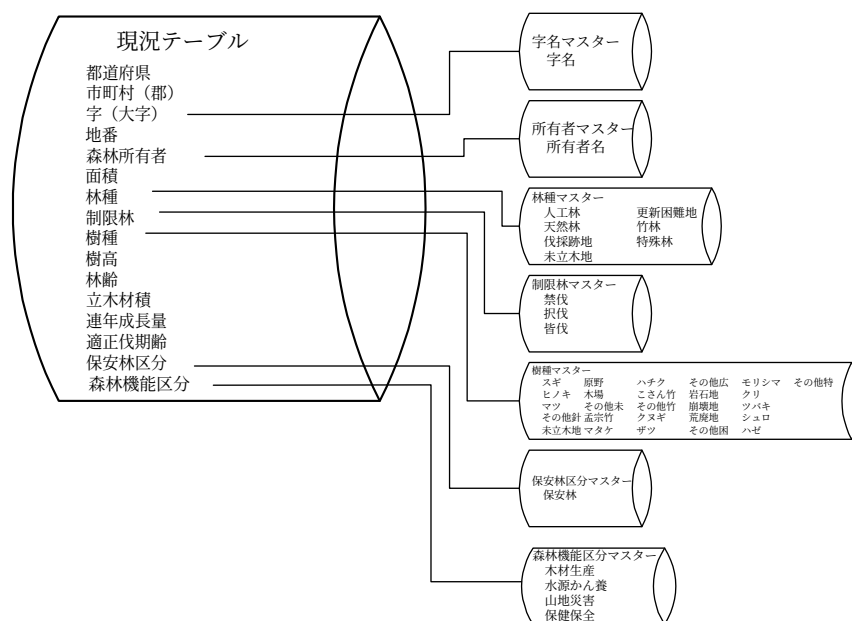


Fig. 7. 現況テーブルの項目
Database items in the forest condition table

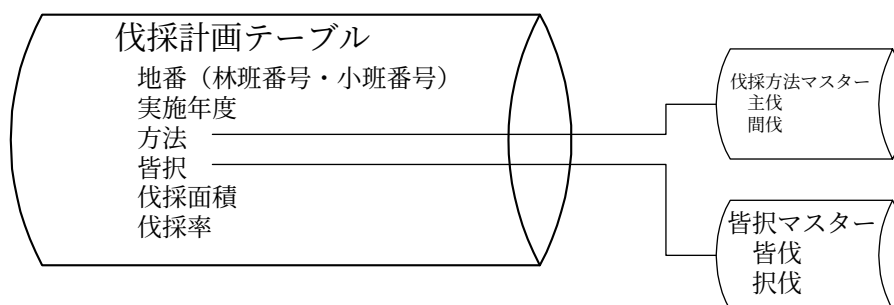


Fig. 8. 伐採計画テーブルの項目
Database items in the cutting schedule table

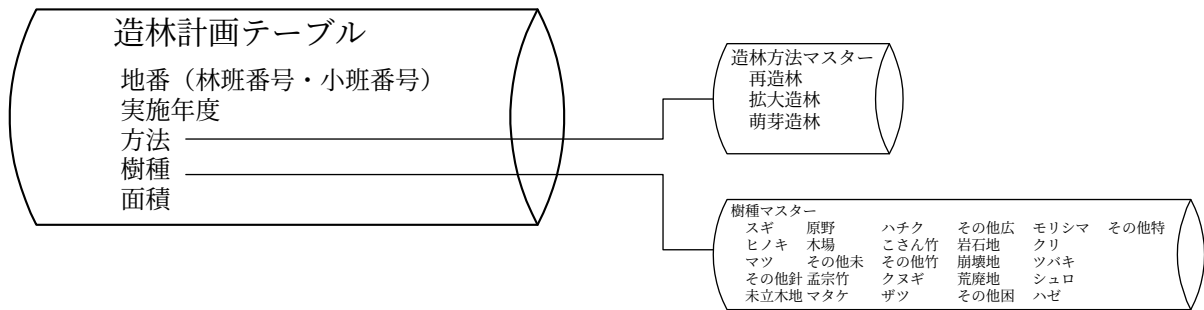


Fig. 9. 造林計画テーブルの項目
Database items in the forestation schedule table

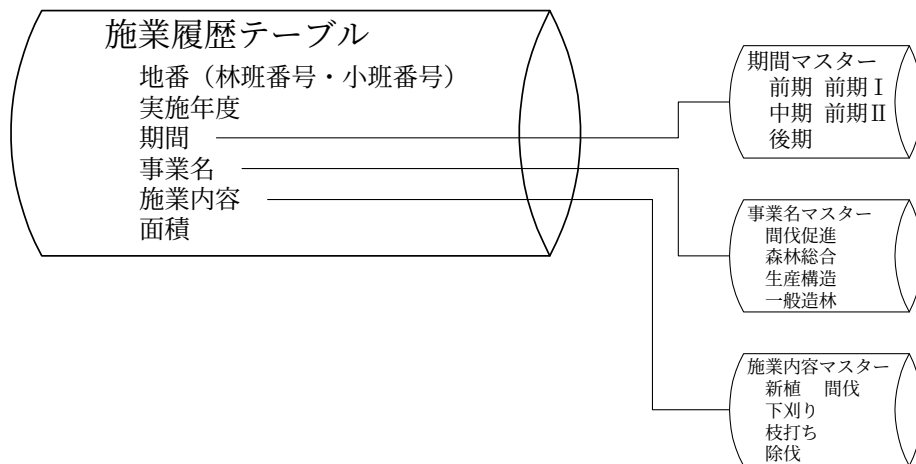


Fig. 10. 施業履歴テーブルの項目
Database items of the management record table

られる。事業の期間、事業名、施業内容については、マスターファイルを作成した。

4.3. 図面情報のデータベース化

森林施業計画の作成において、森林計画図に、当該森林施業計画対象森林の位置や地形、林道・作業道など林業生産基盤整備についての現状および今後の整備予定など必要事項を記入した計画対象森林の所在場所等を示した図面を森林施業計画書の書類として作成している。すなわち、森林計画図を基本としてこの図面に森林施業計画策定に必要な事項を書き加えていると考えられる。このようなことから森林施業計画を策定する上で基本となる図面は森林計画図と思われる。そこで、図面情報のデータベースを構築するにあたっては森林計画図をその中心として考えた。

本研究の対象とした球磨村森林組合では、先にも述べたように、1990年度よりGISの技術を応用した「林業情報システム」と呼ばれるシステムの導入を行ってきた（近藤，1994b, 1994d, 1995d）。林業情報システムとは、現在のWindowsより一世代前のMS-DOSという、その当時のパソコンでは最も広く使用されていたOSで作動した、地域林業の各種事業の推進を総合的に支援するシステムである。

宮崎県耳川広域森林組合西郷支所においては、1996年度より、この林業情報システムがバージョンアップして改称された「森林管理業務支援システム」の導入を行ってきた（近藤，1998a, 1998b）。「林業情報システム」や「森林管理業務支援システム」を導入する際、森林計画図を中心とした図面のデジタル化が実施された。

図面情報をパソコンならびにそのソフトウェアである「森林管理業務支援システム」で利用するにはデータベースの構築を行う必要がある。データベースの構築を行うには図面情報のデータ型と地図構成要素について区分しなければならない。そこで図面情報をFig. 11のように表した（バーロー，1990；町田，1994；武内ら，1994；久保，1996；矢野，1999；マギーら，1998；Aronoff，1989；Johnston，1998）。

4.3.1 ベクターデータ

図面情報のデータ型としてベクターデータとラスターデータに区分することができる。ベクターデータとは、対象物や現象を点・線・面に分け、それぞれをXY座標値と長さの組み合わせで表現したものであり、曲線や面の外郭を短い線分の集合で表示するものである。このベクターデータを地図構成要素で分類すると面オブジェクト・線オブジェクト・点オブジェクト・注記オブジェクト

トとなる。面オブジェクトとは、等質な地域に対して用いられ、その領域を囲む境界線で表される。当システムにおいて、具体的には森林区画である。線オブジェクトは、面として表現するには狭すぎるような地図要素、あるいは標高線のように幅を持たない線に対して用いられる。線オブジェクトの例としては、先に述べた標高線、一般道、林道、作業道、河川、鉄道等があげられる。点オブジェクトは、境界や形が線や面として認識されないほど小さいような地図要素、あるいは山頂のような面積をもたない点に対して用いられる。このオブジェクトとしては、山頂、三角点等の基準点などがあげられる。注記オブジェクトは、面オブジェクト・線オブジェクト・点オブジェクトの内容を説明する情報である。具体的には、林班番号・小班番号など森林区画番号、河川名、駅名、道路名称、建造物名称等である。これら各オブジェクトの例をFig. 12に示した。

4.3.2 ラスターデータ

これらに対し、ラスターデータとは、2次元表面を基盤目（縦・横の線からなる格子）で区切り、区切られた升目ごとの属性の集合として地図を表現するものである。ラスターデータを模式したものをFig. 13に示した。この図は、オルソフォトを拡大したものである。ラスターデータはメッシュデータとも呼ばれ、各メッシュを属性によって異なる色、パターンで塗りつぶして表現された出力図は絵のように見えるため、画像データと呼ばれることもある（マッピングインテグレーション研究会, 1992; 町田, 1994）。耳川広域森林組合西郷支所では、画像データとしてオルソフォトをデジタル化している。

4.4. 地籍図と森林計画図との関係

森林組合や市町村等では、GISなど、森林計画策定や森林管理・森林経営等を目的としたコンピュータシステム導入において、森林計画図とともに地籍図の導入を希望される場合が多い（松村ら, 1998; 小笠原, 2000）。しかし地

籍図と森林計画図との関係はほとんど検討されていない。そこで、地籍図と森林計画図との関係を考察した。

地籍図とは、1951（昭和26）年に制定された国土調査法に基づいて実施される国土調査結果の図面のことである。国土調査は国、都道府県、地方公共団体または土地改良区が行うものがある。本論に関係しているのは地方公共団体または土地改良区が行う国土調査である。この調査には、土地分類調査・水調査・地籍調査に区分されている。地籍図は、地籍調査に基づき、毎筆の土地について、その所有者、地番及び地目の調査並びに境界及び地籍に関する測量を行い、その結果を地図及び簿冊に作成するという規定（国土調査法第2条第1項並びに第5項）により作られた地図である。地籍図の縮尺はTable 1のように定められている。

Fig. 14には、ある森林組管内における地籍図と森林計画図とを重ね合わせたものである。この図より、地籍図の区画線と森林計画図の区画線が合致していない箇所がみられる。また、地籍の1区画内に、複数の森林区画が包含されている箇所もみられた。これらの問題は、地籍図と森林計画図の作成方法の違い等、以下の要因が存在しているためと考えられる。

4.4.1 地籍図の区画線と森林計画図の区画線との不整合

地籍図では毎筆の土地について測量によって図化されている（国土調査法）。縮尺は、先にも述べたようにTable 1の通りである。森林計画図では縮尺5,000分の1とし、空中写真の図化成果を用いることと規定されている。このように図化方法ならびに図化する際の縮尺の相違により区画が合致していないと考えられる。なお、地籍図においては、宅地、農地、山林で縮尺が異なっている。そのため地籍図においてもこれらの境界部では境界の整合がとれていないことが考えられる。

4.4.2 地籍図の区画より細分化されている箇所のみられる森林計画図の区画

地籍図の区画に対してそれに合致していると考えられる森林計画図の区画をみると、森林計画図の区画の方が細分化されている箇所がみられる（Fig. 14）。これは区画線の定義の相違によるものと考えられる。地籍図の境界は基本的に土地所有者に基づく地番界と法令で規定されている。それに対し、森林計画図の最小森林区画は原則として所有者別であるが、林況が異なるとき又は施業上特に取り扱いを異にする必要があるときには、さらに林況別又は林分別に細分するものとする規定されている（地域森林計画及び国有林の地域別の森林計画の樹立等に関する規定の実施について）。最小森林区画は、基本的には小班であるが、都道府県によっては「小班枝番」というような小班をさらに細分したものもある。このような規定から、森林計画図の区画は地籍図のそれより細分化されていると考えられる。

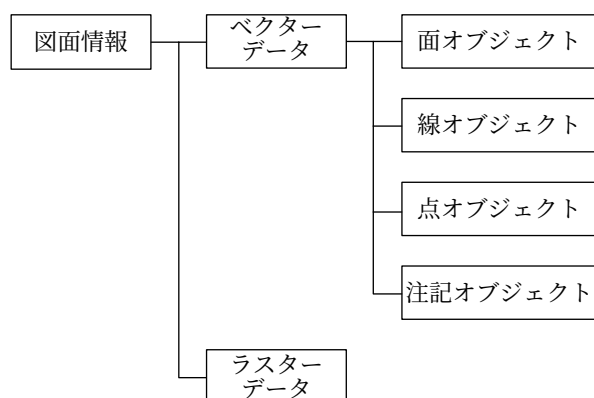


Fig. 11. データ型と地図構成要素
Data type and the elements for computer mapping

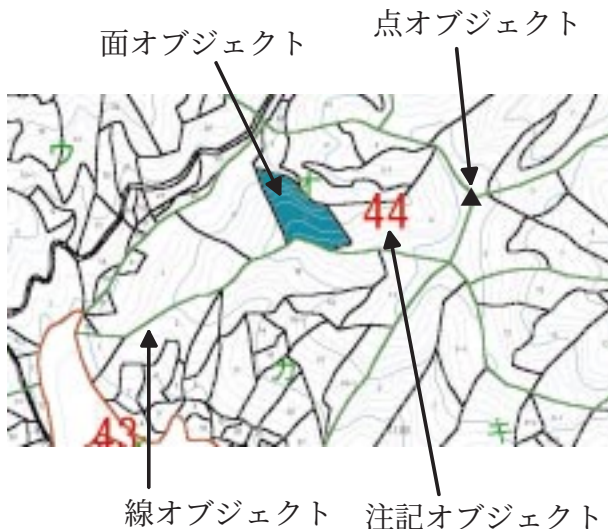


Fig. 12. ベクターデータの例
An example of the vector data

先に述べたように、現在、森林組合等林業事業体において森林施業計画策定などにおいて森林計画図が主に利用されている。現在の森林計画制度における森林計画策定や森林管理に関するシステムでは森林計画図を中心に整備を進めるほうが有用であると思われる。

森林組合等林業事業体において、地籍図に森林計画図の森林区画を書き込んだ図面をシステムに導入する場合には、まず、地籍図に森林区画を加筆した図面が必要となる。この図面の作成には多大な労力と時間が必要となる。また、既存の森林計画図と異なる森林区画が出現する可能性も考えられる。そのため、地籍図に森林区画を書き込んだ図面を森林施業計画等に利用するには、関係市町村ならびに都道府県との協議も必要になると思われる。

4.5. データ更新のタイムテーブル

「情報は整備した時点から古くなる」といわれている。「林業情報システム」や「森林管理業務支援システム」の導入時に構築されたデータベースも更新していく必要がある。しかし、従来、手作業で行っていた森林組合の業



Fig. 13. ラスターデータの例
An example of the raster data

Table 1. 地籍図の縮尺
A cadastral map on a reduced scale

地目	宅地	田・畑・塩田	山林・牧場・原野
縮尺	1/500	1/1,000	1/2,500または1/5,000

務に対して、突然、パソコンによるデータベースの更新という新しい業務に対して、任意の時点でのデータの更新するとしたのでは、そのデータベースのデータは更新されていかないと思われる。そこで、筆者は、Fig. 15のようなデータ更新に関するタイムテーブルを構築した。この図は、耳川広域森林組合西郷支所の担当者からの聞き取り調査により作成したものである。このタイムテーブルは、森林組合の森林施業計画担当者が中心になってデータの更新を行うための指針になると思われる。

4.5.1 数値データ年次更新

4月には、全データの年次更新が行われる。年次更新とは、年度によって変化するデータを更新することである。具体的には、林齢や林齢の関数として表されている蓄積等のデータを更新することである。この作業は、パソコン上で自動的に実行される。

4.5.2 所有者台帳随時更新

森林施業計画とは直接、関係ないが、森林の所有者台帳の更新は、年間を通じて行いたいということであった。所有者台帳とは、森林組合管内に所有する森林所有者の住所、電話番号等をデータベース化したものである。この情報は、年間を通じて適宜、入手されるデータであるので、森林組合において、随時にデータを更新することになっている。

4.5.3 森林区画更新

森林組合が管理する図面において、7月・8月に森林区画の訂正を行う。これは9月に入って、地域森林計画更新時に県からの委託で森林計画図の訂正を行うための



Fig. 14. 地籍と森林区画との関係
A map on the forest compartment and cadastral boundary line

準備作業とするためである。

4.5.4 森林現況・計画更新

図中に森林の現況・計画とあるのは、森林の現況並びに伐採・造林計画を示している。このデータは、7月に県から森林施業計画調査野帳と呼ばれる簿冊の様式で、森林組合に配布される。森林組合の担当者によれば、このデータが配布された7月から10月にかけてデータの入力・変更・訂正などの作業を実施したいということであった。

4.5.5 森林施業計画書作成

11月には、修正された森林施業計画調査野帳を県に送付する。その野帳から県は森林の現況並びに伐採・造林計画（図中では森林の現況並びに計画表）の様式に出力する。この森林の現況並びに伐採・造林計画は森林施業計画書に添付される。そして市町村に対して森林施業計画の認定請求が行われる。問題等がなければ市町村から森林施業計画の認定が行われる。

森林の現況並びに伐採、造林計画のデータが更新された後、森林組合員を中心とした森林所有者に対して、次年度の団地共同森林施業計画策定案内資料の作成が行われる。1月には森林所有者に対して、団地共同森林施業計画に対する聞き取り調査や、座談会をはじめとする説明会が開催される。そして2月にこれらの調査結果のとりまとめが行われ、次年度の団地共同森林施業計画編成

の業務資料が作成される。

4.5.6 施業履歴更新

施業履歴データは、当該年度の作業や作業予定の見通しがつく年度末にデータの入力・更新を行いたいということであった。森林組合担当者によると、年度末までに施業履歴データの入力・更新が終了していれば、翌年度の施業実施計画の策定などで作業可能箇所のデータ検索等に当データを反映できるとのことであった。

第5章 整備された森林情報の森林計画策定への利用

5.1. 計画策定対象地と利用したデータ

本章で、計画策定対象地には、データの整備が進んでいる球磨村森林組合第47団地共同森林計画区とした。当森林計画区において、森林の現況に関するデータは1993年度のもの、施業履歴に関するデータは1988年度から1992年度のものを用いた。このような期間のデータを利用したのは第47団地共同森林施業計画の計画期間と合致させたためである。この第47団地共同森林計画区は、球磨村の西部に位置している（Fig. 16）。当団地共同森林計画区の面積は329.58 haである。この森林計画区の東縁から北縁に向けて球磨川が流れている（Fig. 17）。林道・作業道は当森林計画区の中央部にある一般道（国道・県道等）から東西にのびている。当計画区の1993年度の樹種構成は、スギが51%、ヒノキが26%となっており、この両樹種で団共面積の77%を占めている。その分布の様子をFig.

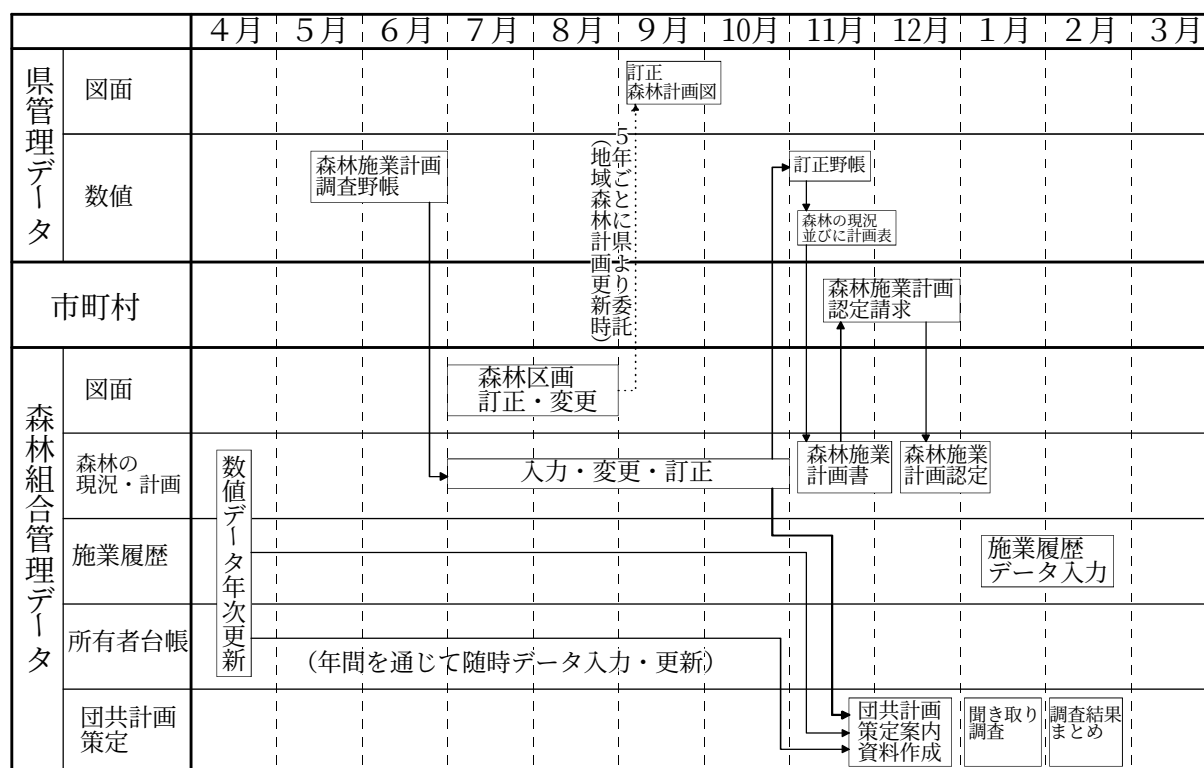


Fig. 15. データベース更新・整備の年次作業計画
Annual job schedule for revising forest data

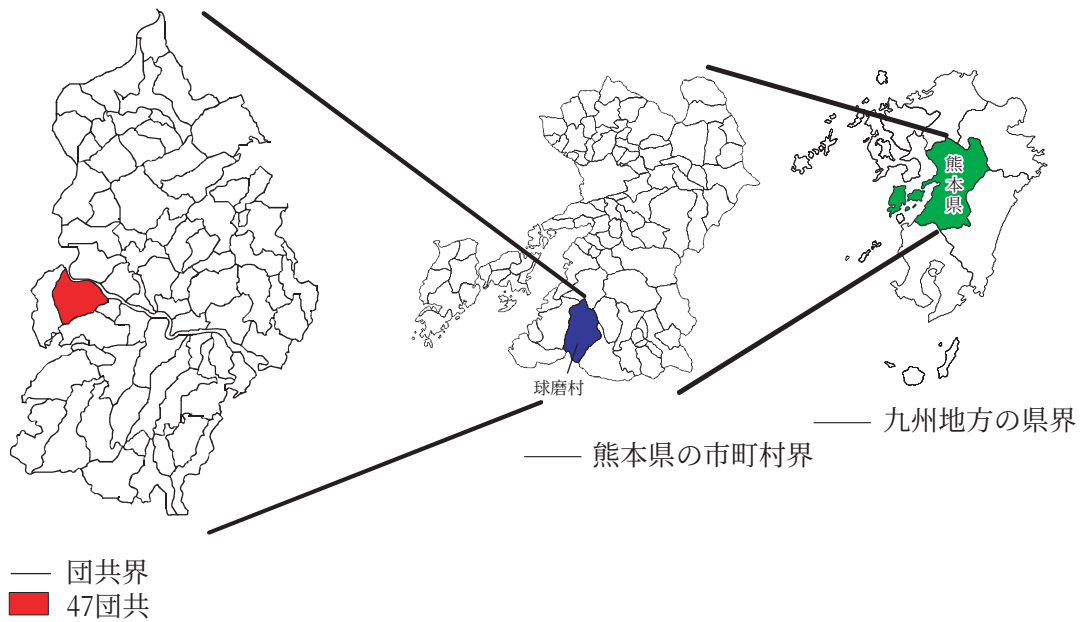


Fig. 16. 球磨村森林組合における団地共同森林施業計画区

Location of the 47th cooperative organization forest managed by the Kuma-mura forest owners' cooperative

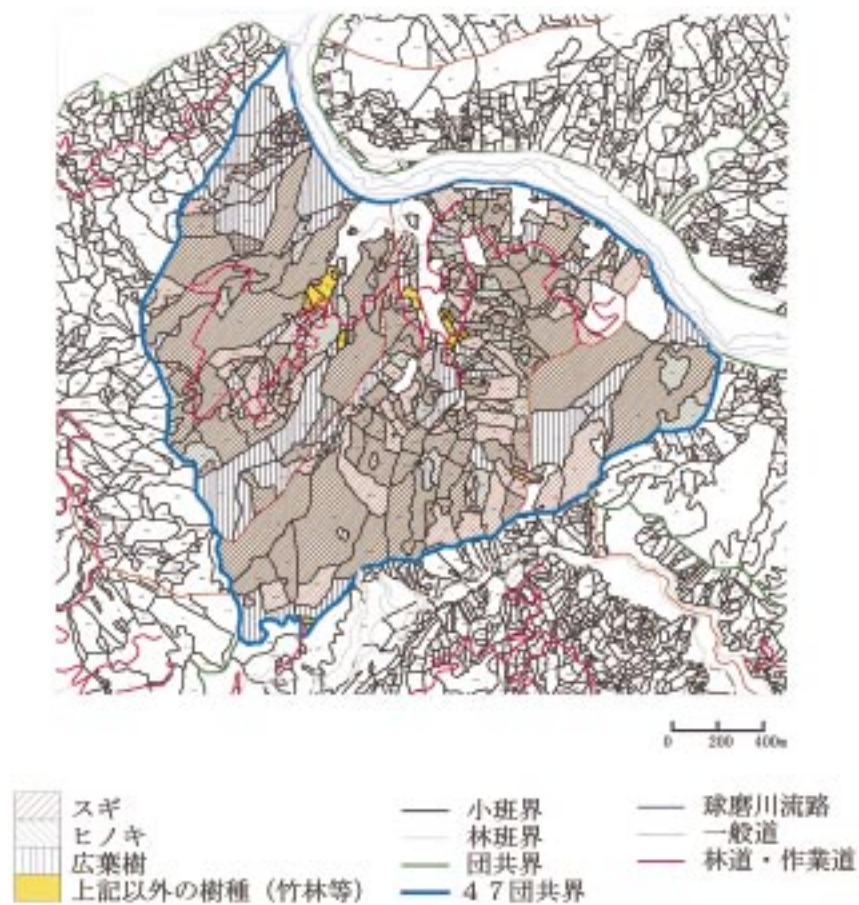


Fig. 17. 第47団地共同森林施業計画区の概要と樹種分布

Species distribution at the 47th cooperative organization forest management

17に示したが、同一森林区画にスギとヒノキを植栽している森林区画が多数存在していた。ここで、森林区画とは、小班、もしくは、小班をさらに細分した小班枝番を基準とした森林計画図の最小区画のことである。Fig. 18には、当森林計画区のスギとヒノキの齢級構成を表した。6 齢級から 9 齢級の林分が面積割合で 84.6 % 存在していた。このことは 1940 年代後半から 1960 年代にかけて多数植林されたことを示している。

5.2. 伐採計画策定への利用

森林施業計画申請書類の中核をなす森林施業計画書をみると伐採ならびに造林の計画の策定が中心になっていることから、森林施業計画の主な計画事項は伐採計画と造林計画と考えられる。そこで、伐採計画の中でも、現在、球磨村森林組合の利用事業の中心となっている間伐施業を主対象として、森林情報が整備される以前の間伐対象森林区画選定から間伐実施に至る作業の概要を Fig. 19 に示した。この図は森林組合の森林施業計画担当者からの聞き取り調査の結果をもとに作成した。

間伐実施箇所を選定するには、森林所有者から森林組合に対して、直接、間伐施業実施委託の申し込みが行われるか、もしくは森林組合職員が簿冊となっている森林の現況などの膨大な情報から手作業で間伐対象森林区画を抽出していた。現在、材価の低迷、それに起因すると考えられる森林所有者の所有森林に対する意識の低下等により、森林所有者からの率先した間伐施業委託の申し込みは減少しているとのことであった。

つづいて上述した間伐対象箇所を中核として、その近隣の森林区画で、間伐実施可能な森林区画を簿冊となっている情報から手作業で選出する。また、その森林区画位置を把握するために森林計画図のコピーなどにその選出された区画の色塗り図を作成していた。これらの全作業は手作業で行われるため膨大な手間と時間がかかっていたようである。

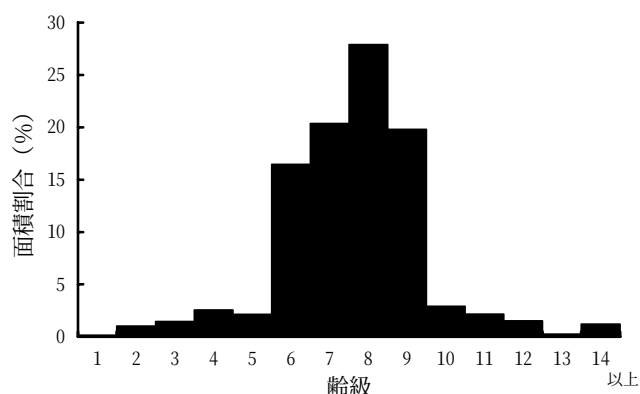


Fig. 18. 第47団地共同森林施業計画区のスギ・ヒノキ人工林の齢級構成
Age-class distribution of artificial forest on Sugi (*Cryptomeria japonica*) and Hinoki (*Chamaecyparia obtuse*) at the 47th cooperative organization forest

このように選出された森林区画の所有者に対して、森林組合が開催する地域別座談会やダイレクトメール、森林組合職員の所有者宅への訪問などにより間伐施業実施の合意を形成する。その後、間伐を実施していたようである。

以上のように、これまで、間伐計画の策定には膨大な時間と手間がかかっていた。そこで、これらの問題を解決するため、前述のように整備された森林情報を利用した森林計画の策定を示した。まず、伐採計画において、現在、球磨村森林組合の利用事業の中心となっている間伐計画を主対象とした。

5.2.1 間伐施業実施森林区画の抽出

まず、これまで間伐施業が実施された森林区画の情報を把握するため、本論で対象とした球磨村森林組合の森林施業計画担当者と筆者は、間伐施業を中心とした団地共同森林計画策定に関係する項目でデータ検索を行った。その結果を Table 2、Table 3 に、Table 2 の検索方法を Fig. 20 に示した。これらの検索を行うにあたって、球磨村森林組合の森林施業計画の担当者に対して、計画策定にどのようなデータ検索が必要かということについて聞き取り調査した結果を利用した。

先に示した Table 2 には、年度別の間伐実施面積ならびに森林区画数を示している。この表から 1990 年度、1991 年度に間伐面積が多くなっていることが明らかになった。球磨村森林組合において、間伐は、前回の間伐の実施後、基本的に 5 年を経過してから実施するということがあった。よって間伐実施年度から 5 年を経過すると、次回の間伐実施予定箇所となりうる。ゆえに、この間伐の方針が継続されれば、その 5 年を経過した 1995 年度以降に、この団地では多くの間伐実施予定箇所が存在すると考え

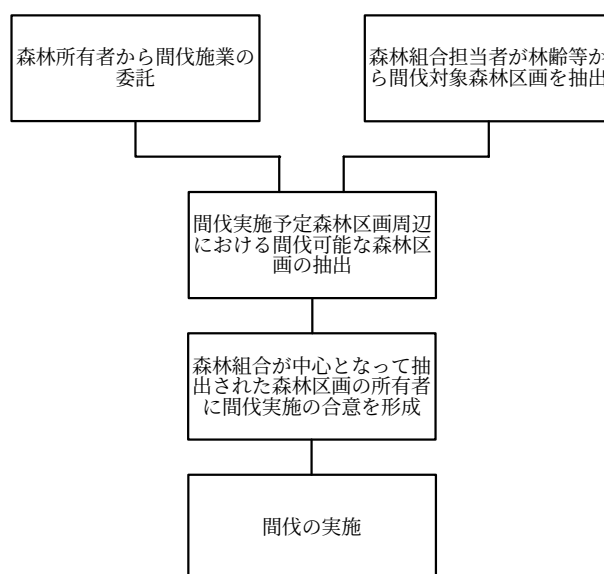


Fig. 19. これまでの間伐実施手順の概要
Common thinning practice before introduction of computer system

Table 2. 第47団地共同森林施業計画区の年度別間伐面積および森林区画数の検索結果
Thinning area and numbers of forest compartments at the 47th cooperative organization forest

年度	面積 (ha)	森林区画数
1988	1.27	3
1989	0.00	0
1990	12.05	45
1991	17.95	28
1992	0.41	2

Table 3. 1991年度事業別間伐面積および森林区画数の検索結果
Thinning area and numbers of forest compartments in 1991

事業名	面積 (ha)	森林区画数
間伐促進事業	14.70	23
森林総合整備事業	3.25	5

られる。

次に Table 3 では、この団共で、特に、間伐面積の多かった1991年度における、間伐に関係した事業ごとの間伐面積ならびに森林区画数を表した。球磨村森林組合によると事業を変化させることでさらに間伐の実施をはかることができるということであった。ここで、表中にある間伐促進事業とは、緊急に間伐を要する森林の集団的な間伐を森林整備計画に沿って推進することにより、地域全体の間伐の組織的・効率的な促進を図ることを目的とした補助事業である。また、森林総合整備事業とは、相当規模の森林集団を単位として植栽から下刈、除・間伐にいたる一貫した造林事業を市町村の指導のもとに集団的、計画的、組織的に実施するというものである。Table 3 から、この団共における1991年度の間伐では間伐促進事業を中心にして実施されていることが明らかになった。間伐の推進を図るには間伐に関する補助事業を変える必要があることから、次回の間伐では間伐促進事業以外の補助事業で間伐を実施することを考慮する必要があるだろう。

5.2.2 間伐施業実施森林区画位置の表示

Table 2 や Table 3 において、この団共における間伐の多く行われた年度やその事業が明らかになった。しかし、これらの表では、間伐の量的な指標が明らかになっただけであり、間伐が実施された具体的な箇所は不明である。間伐実施可能箇所を明確にすることは、施業コストの低下をはかるなど施業の集団化等を行う上で必要である。

そこで、森林管理業務支援システムと Table 2 や Table 3 の検索結果を用いて、森林計画図に1988年度から1992年度にかけて実施された間伐施業位置 (Fig. 21) ならびに1991年度間伐施業の事業別位置 (Fig. 22) を表した。また、Fig. 21 の表示方法を Fig. 23 に表した。Fig. 22 の表示方法も Fig. 23 に示した方法と同様である。

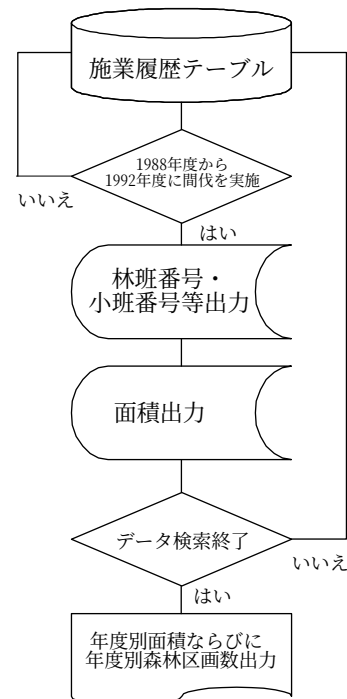


Fig. 20. 第47団地共同森林施業計画区の年度別間伐実施面積および森林区画数の検索方法
Query of thinning area and numbers of forest compartments at the 47th cooperative organization forest

Fig. 21 よりこの期間の間伐はこの団共内に開設されている林道・作業道周辺で多く実施されていることが明らかになった。さらに、Fig. 22 から1991年度の間伐促進事業ならびに森林総合整備事業による間伐は、西側にある林道・作業道周辺で実施されていることが明らかになった。また、各事業とも塊状に行われていることが認められた (近藤ら, 2000; Kondoh, 1998, 2000)。

森林組合の森林施業計画担当者によると、森林情報のパソコンへのデータベースが構築されていないときには、過去の施業記録や帳簿等によるデータ検索に膨大な手間と時間がかかるため、森林所有者からの申し出などがない限り、前回間伐が実施された年度や間伐実施事業の確認、間伐実施箇所の図面での表示は、ほとんど行われていなかったということであった。森林情報のデータベースが構築されたことで、このような検索は瞬時に実施することが可能となり、このような作業だけでも、森林組合にとって間伐計画策定の有効な支援になると考えられる。

5.2.3 林道・作業道と間伐施業との関係

Fig. 24 には、調査対象時期に行われた間伐実施箇所と作業道位置との関係を示した。この図より、間伐はそれぞれの特定期間において、団地状の固まりでかつ、作業道に沿って行われていた。特に、同図の左側 (西側) において、1990年度に作業道が開設されると翌年の1991年度にこの作業道に沿って間伐が実施されていた。さらに、同図には、間伐が実施された森林区画に開設されている

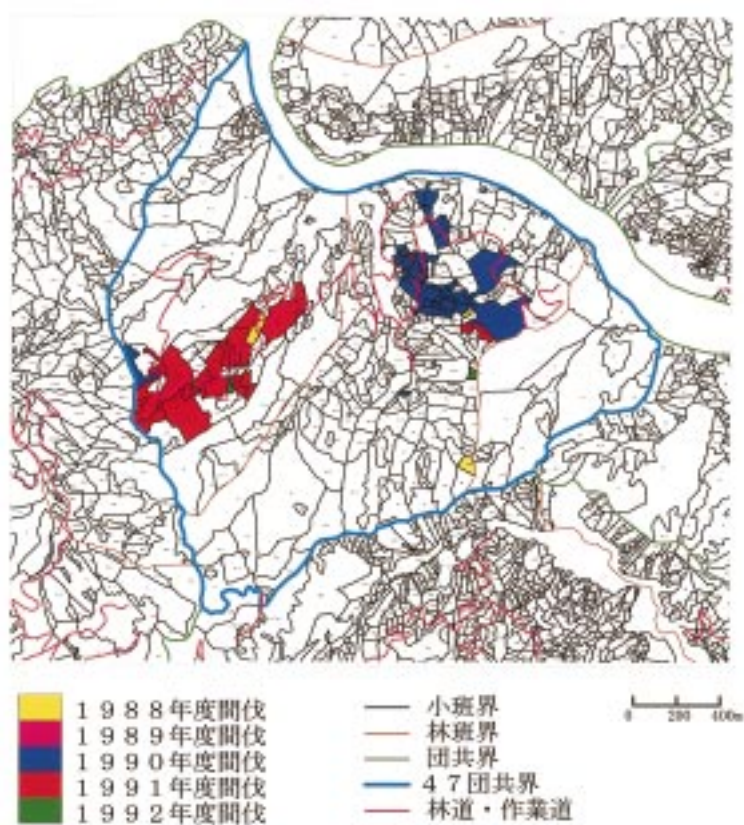


Fig. 21. 間伐施業が実施された森林区画
Thinned forest compartments from 1988 to 1992



Fig. 22. 1991年度間伐施業の事業区分
Sites of thinning projects in 1991

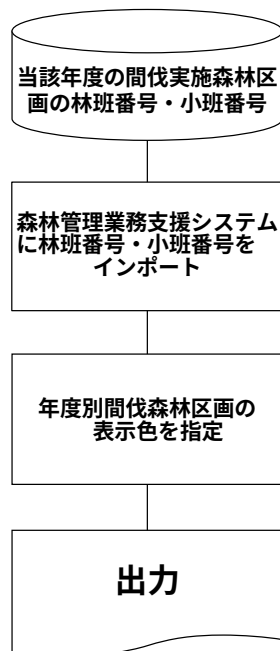


Fig. 23. 間伐施業が実施された森林区画表示の操作方法
The flow of presentation for thinned forest sites

作業道から片側100 mの範囲も示した。間伐実施箇所は、この作業道から100 m以内に、面積で78.4%含まれていた。本論では面積約300 haの単一団共における解析であるが、作業道から片側100 m以内の区域に存在する森林区画で間伐施業が多く実施されていることは、森林簿や伐採届出のデータを解析した岐阜県萩原町・馬瀬村の解析結果と同様であった（白石, 1994）。なお、Fig. 24の作成方法をFig. 25に示した。

5.2.4 間伐施業実施可能な森林区画の表示

森林情報データベースを処理して、1993年度の間伐ならびに主伐可能森林区画を森林計画図に示した（Fig. 26）。この図において施業履歴データは1978年度から1992年度のものを使用している。また、森林現況等に関するデータは、Fig. 21、Fig. 22、Fig. 23と同様、1993年度のものを用いている。その表示操作の概要はFig. 27のフロー図に示すとおりであり、Fig. 26の凡例において「間伐実施可能林分」とあるのは、樹種がスギもしくはヒノキの人工林でかつ球磨村森林組合で一般に間伐の実施される3齢級から7齢級の林分において、1978年度から1992年度の間に間伐の実施されていない林分を示している。同様に「8齢級以上」とあるのは、樹種がスギもしくはヒノキの人工林でかつ齢級が8齢級以上の主伐可能な林分である。また、左右両方向のハッチングがかかっている箇所は、

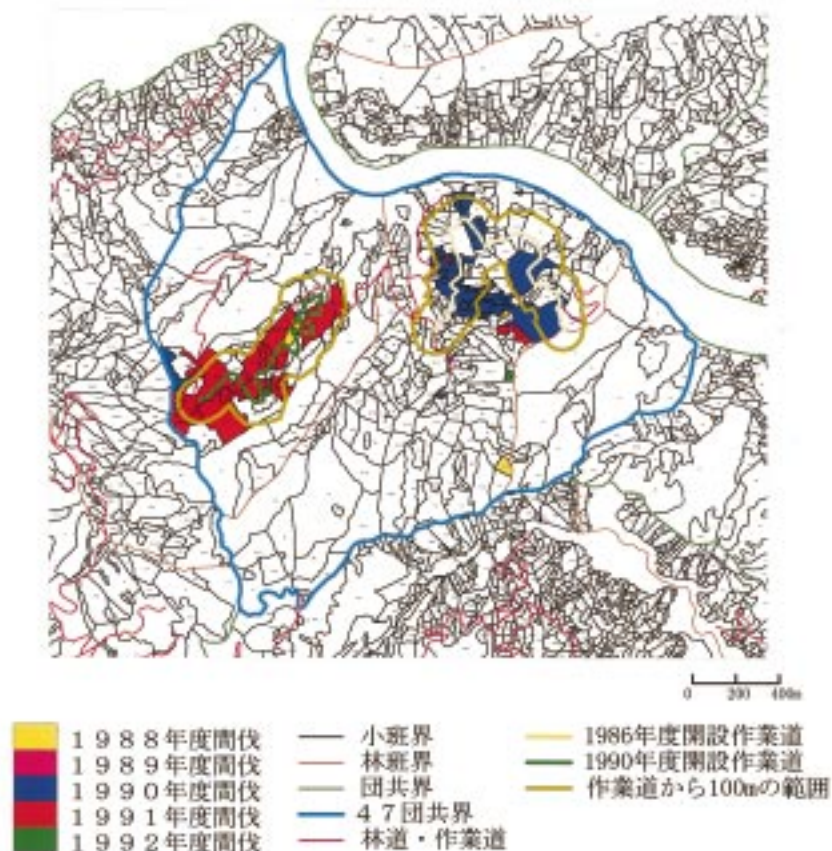


Fig. 24. 間伐施業実施森林区画と作業道との関係
Relationship between the thinned forest compartments and the spur road

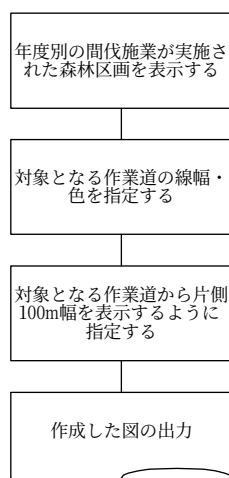


Fig. 25. 間伐施業実施森林区画と作業道との関係を表示する操作方法
The flow of presentation showing relationship between the thinned forest compartments and the spur road

1978年度から1992年度の間に間伐が未実施である林分と、1993年度時点で8 齢級以上のスギもしくはヒノキの人工林である林分とが混交していることを示している。

Fig. 26 より、林道・作業道の周辺より北部地区では間伐等の施業が進められているが、林道・作業道の開設されていない南部地区では間伐や主伐の施業箇所の多いことが理解される。これより間伐を含む伐採施業に林道・

作業道の開設が関わっていると考えられる。そこで、間伐や伐採作業可能箇所が多く存在する南部地区で、今後、間伐等の施業を行うには、まず、林道もしくは作業道の開設が必要であると思われる。林道もしくは作業道を開設するには、そのための計画が必要であり、さらにそれを開設するための作業班の作業計画も必要になると考えられる。以上のように、これらの図表のような結果は、森林施業計画の策定のみならず、林道・作業道の開設計画、それに伴う作業班の作業計画にも影響を及ぼすと考えられる。このように施業履歴を取り込んだデータベースを利用することは、森林施業計画などの編成に有効であると思われる。

5.2.5 間伐施業集団化による収益性の解析

先述のような森林情報の整備が行われていれば、間伐収益を考慮した間伐計画の策定も可能となる。特にGISの図面を表示する機能を利用することで、ビジュアルにかつ短時間で、伐出可能な範囲やその範囲と林道・作業道との関係、地形との関係などを把握することができる。ここでは、引き続き、球磨村森林組合を対象として間伐計画策定について検討する。

1) 間伐収益の算出条件とその方法

球磨村森林組合では、組合員から間伐施業を受託した



Fig. 26. 伐採作業可能森林区画の分布
Possible forest compartments for cutting

場合、森林組合職員が間伐箇所面積測定、胸高直径ならびに樹高の毎木調査を実施する。胸高直径は2 cm単位、樹高は1 m単位で調査される。毎木調査結果から胸高直径・樹高の階級ごとの本数・単木材積を算出するとともに、平均胸高直径・平均樹高・総材積等の統計値を求める。樹幹の曲がりなどの状況から間伐材の歩留まりを考慮し、胸高直径・樹高の階級ごとに利用材積を求める。この階級ごとの利用材積に、それぞれの階級に合致する素材単価を掛け合わせ間伐木の素材価額を算出している。素材単価としては、球磨村森林組合他4森林組合の共同販売施設である芦北共販所の最近の共販資料を利用している。つづいて、間伐の経費として、伐木造材費、搬出費、架設撤収費、搬出機械利用料、トラック運賃、市場手数料、組合手数料、林労共済金、人員輸送費などを算出する。

球磨村森林組合では、これらの経費の合計を、先に算出した素材価額から差し引くことで、間伐林分の間伐対象立木の評価を行うとともにその間伐施業における収益の概算としている。

そこで、本論では、この球磨村森林組合の間伐林分の立木評価方法を、パソコンのデータベースアプリケーションソフトウェア（Microsoft社製のAccess）のプログラミング機能でシステム化し、以降の間伐収益の算出に利用した（近藤, 1996a, 1996b）。

Fig. 24に示された間伐施業箇所から、間伐施業を集団化させた場合の収益の比較を行った。間伐が実施された

当時の間伐収益に関する資料は、現在、球磨村森林組合には残存していない。そこで、本研究では、Fig. 24において最近の間伐箇所が多く含まれている1990年度に開設された作業道周辺区域を対象として間伐収益を算出することとした。この作業道周辺区域の地形を把握するため、等高線を加えた地形図をFig. 28に示した。この図の等高線には、10 mごとの主曲線の5本目ごとに描かれる計曲線を表した。Fig. 28に示している1990年度に開設された作業道から片側100 mの区域では、この作業道を中心として凸地形となっていた。この作業道の始点と終点とを基準とした傾斜は15.3度であった。

森林組合の担当者に聞き取り調査を行ったところ、Fig. 28に示したこの作業道を中心とした片側100 mの区域における間伐施業の集材距離は100 mから200 mであるということであった。さらに、森林組合担当者の聞き取り調査から、このような地形ならびに集材距離ならばこの区域の間伐施業の集材機械には集材機もしくは集材クレーン車の使用が可能であるということがわかった。これらの機器は、実際に同組合で使用されているものである。森林組合担当者によると、この集材クレーン車では、約300 mまでの集材が可能であるとのことであった。この1990年度に開設された作業道から片側100 mの区域における間伐施業の集材距離は100 mから200 mであるということであったので、本論では集材距離を200 mとして、これらの集材機械を取り上げた。なお、集材距離が300 mを越えるような箇所においては集材機しか利用できないことを考慮する必要がある。間伐施業を実施するための条件をTable 4に示した。これらの条件についても同組合担当者に聞き

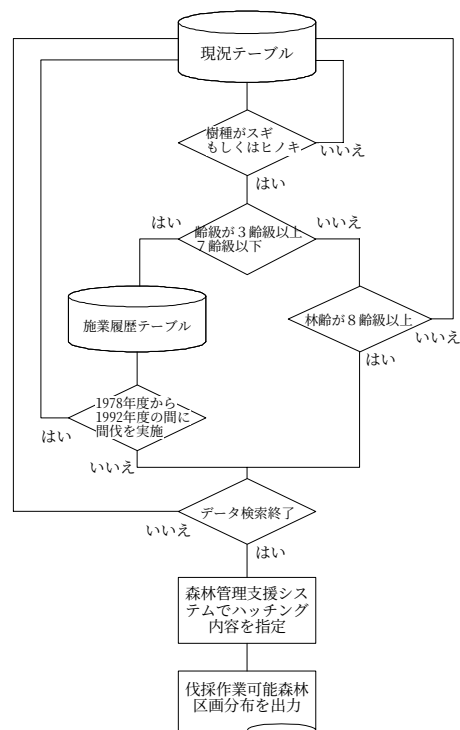


Fig. 27. 伐採作業可能森林区画分布の表示操作の概要
The flow of presentation for showing possible forest compartments for cutting

Table 4. 間伐収益算出の主な条件

項目	条件
間伐率（材積）	25%
歩留まり（材積）	60%
労務費	10,500円/日
チェーンソー使用料	1,500円/日
集材機利用料	800円/m ³
スイングヤード使用量	1,500円/m ³
集材機燃料費	1,000円/日
スイングヤード燃料費	1,500円/日
集材距離	200m
木寄せ距離	集材機使用 30m スイングヤード使用 10m
トラック運賃	2,000円/m ³
市場手数料	売上額の4%
ハエ積み料	750円/m ³
組合手数料	売上額の2%
ヒノキ平均単価（8cm～13cm×4m）	22,000円/m ³
スギ平均単価（8cm～13cm×4m）	21,000円/m ³

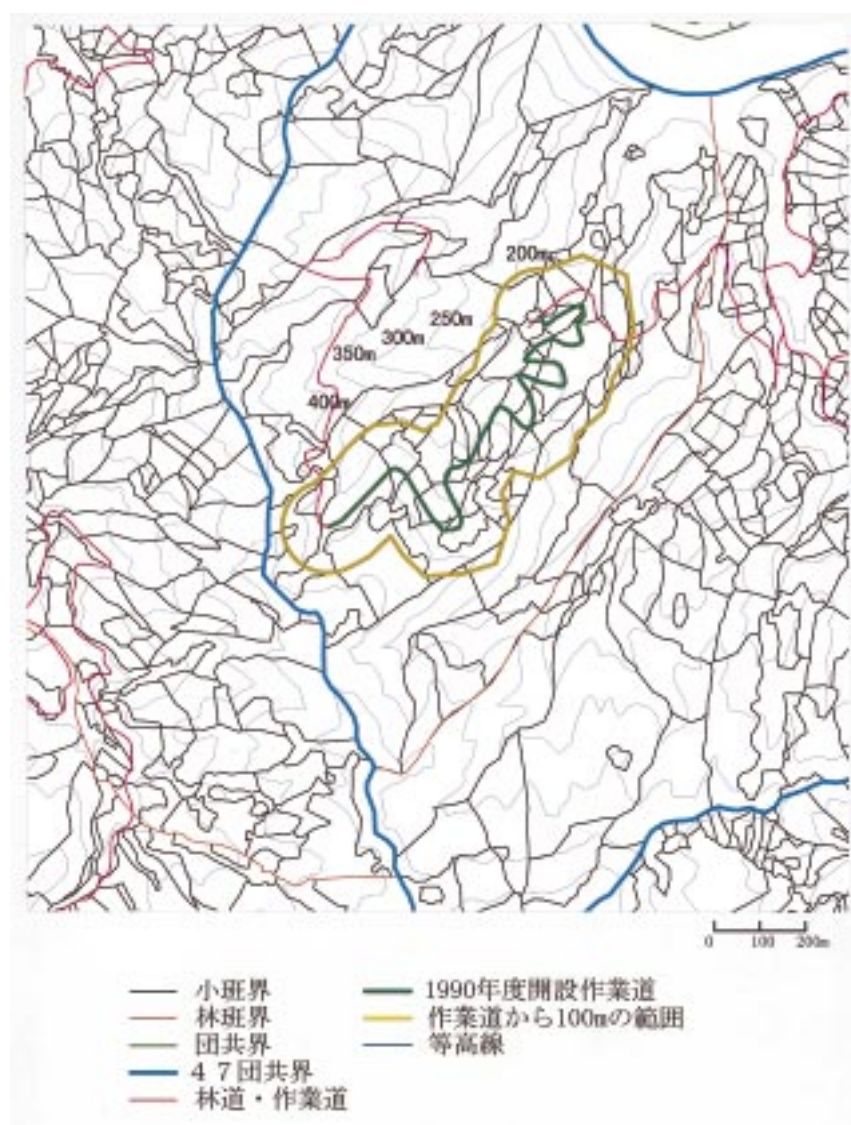


Fig. 28. 1990年度開設作業道付近の概要
Topography nearby the spur road established in 1990

取り調査を行って求めたものである。また、本論で使用した材積には、熊本県で使用している球磨地域森林計画区の収穫表の値を利用した。集材機を使用する場合の1日あたり集材功程、基準人夫数については、当組合の業務資料である集材機作業功程表に基づき集材距離200 mにおいて1日あたりの集材功程20 m³、基準人夫数4人とした。集材クレーン車を利用する場合は、同様の資料で集材距離200 mにおいて、1日あたり集材功程20 m³、基準人夫数3人とした。集材機の架設及び撤収には、同じく当組合の業務資料である集材機作業功程表に基づく集材距離200 mで10人を要することとした。集材クレーン車の架設撤収費は、架線1本あたり1時間で2人とした。架線の本数では、集材機の場合、施業面積1.5 haにつき1本、集材クレーン車においては施業面積1 haに3本とした。木寄せ量は当組合で業務資料として使用している人力木寄せ功程表の木寄せ距離30 m（集材機使用）で1人・1日7 m³、木寄せ距離10 m（集材クレーン車使用）で16 m³と

いう値を用いた。トラック運賃とは、山土場から森林組合の製材・加工工場までの運搬料のことである。ヒノキ及びスギの平均単価は、当組合が主に利用している芦北共販所において、その会計年度である1991年6月から翌年5月まで期間で、「小丸太」と呼ばれる径級8 cmから13 cm、長級4.0 mの中値での平均値で、100円の位を切り上げた額を利用した。当森林組合の担当者によると、小丸太は当森林組合での間伐材の主体であるということであった。なお、本論では、林労共済金、人員輸送費等は少額のため考慮しなかった。ここで、伐木造材費を求めるには間伐木の径級が必要である。しかし、間伐が実施される前に行われた間伐区画の毎木調査結果資料は、先にも述べたように、現在、当組合には残っていない。そこで、林齢をもとに収穫表（林野庁、1954, 1961）の地位2等級における副林木の胸高直径の値を使用した。副林木の胸高直径値を利用したのは、この間伐箇所において、下層間伐が中心に行われたということのためである。こ

Table 5. 伐木造材作業工程表（抜粋）
Progress schedule of felling and bucking

樹種	径級 (cm)	間伐の工程量 (m ³ /人・日)
スギ	6～10	2.0
	12～16	2.5
	18～22	3.5
	24～28	4.0
ヒノキ	6～10	1.8
	12～16	2.0
	18～22	3.0
	24～28	3.5

のようにして求めた値を、当森林組合の業務資料である伐木造材工程表の径級にあてはめ、チェーンソー使用の1人・1日あたりの工程量を求めた（Table 5）。この工程量をもとに伐木造材費を算出した。

以上のような条件から、①個別の森林区画ごとに間伐施業を行った場合、②集団化して間伐を実施した場合、③作業道から片側100 mを基準として間伐対象区域に間伐を実施した場合で、集材機械を集材機、集材クレーン車を利用した際の間伐収益をそれぞれ算出した。

2) 個別の森林区画ごとに間伐施業を行った場合の間伐収益
Table 4の条件等をもとに、1990年度に開設された作業

道周辺の間伐施業が実施された個別の森林区画を単位として、個別に伐採搬出した場合の素材価額合計、経費（コスト）合計、収益等をTable 6の上段に示した。これらは、

$$B = SV - SC$$

という関係になっている。ここで、B：収益、SV：素材価額合計、SC：経費合計である。

対象となる森林区画数は28箇所、その総面積は18.82 ha、最小0.17 ha、最大1.88 ha、平均0.67 haである。なお、2箇所の森林区画において、1990年度、1992年度に間伐施業が行われていた。1990年度の間伐箇所の樹種はヒノキ、1992年度のそれはスギであった。そこで、Table 4の条件で、1990年度のヒノキの平均単価24,000円/m³、労務費8,000円、1992年度のスギの平均単価19,000円/m³、労務費11,000円に変動させて、それぞれの収益を求めた。これらの森林区画28箇所の間伐された当時の間伐材積（利用材積）は、スギ370.2 m³、ヒノキ345.9 m³であった。Table 6の上段から、集材機より集材クレーン車を用いた時、収益が多くなった。Table 7には、集材機と集材クレーン車のm³あたりの主な経費を示した。この表より、集材クレーン車を使用した場合の搬出費と架設撤収費とが集材機を使用したそれに比べ低額となった。特に集材クレーン車の架設撤収費は、集材機の約20分の1になった。この経費の差が集材機と集材クレーン車の収益の差になっていると考えられる。集材クレーン車使用のコストが集材機のそれより低くなるのは、奈良県上北山村の事例でもみられている（現代林業編集部, 1992）。

Table 6. 間伐方法を変化させた場合の収益
Income from thinning after changing the thinning operation method

間伐方法	項目	集材機	スイングヤード
森林区画を個別に間伐	素材価格合計（円）	¥15,388,650	¥15,388,650
	経費合計（円）	¥11,707,420	¥9,138,800
	収益（円）	¥3,681,230	¥6,249,850
	haあたり収益（円/ha）	¥195,602	¥332,086
間伐された森林区画を集団化	素材価格合計（円）	¥15,384,000	¥15,384,000
	経費合計（円）	¥10,712,255	¥9,115,225
	収益（円）	¥4,671,745	¥6,268,775
	haあたり収益（円/ha）	¥248,233	¥333,091
作業道から100m以内の森林区画を集団化	素材価格合計（円）	¥20,471,100	¥20,471,100
	経費合計（円）	¥14,119,958	¥11,969,813
	収益（円）	¥6,351,142	¥8,501,287
	haあたり収益（円/ha）	¥250,934	¥335,886

Table 7. 個別の森林区画ごとに間伐を実施した場合の単位材積（m³）あたりの経費（円/m³）
Cost from the individual thinned stands

	伐木造材費	搬出費	仮設撤収費	利用費	運賃	市場手数料費	組合手数料費	計
集材機	¥4,596	¥3,679	¥5,286	¥800	¥2,000	¥1,608	¥429	¥18,398
スイングヤード	¥4,596	¥2,379	¥279	¥1,500	¥2,000	¥1,608	¥429	¥12,791

Table 8. 森林区画を集団化した場合の樹種・径級別の間伐量の割合 (%)
Volume rate of species and diameter classes for the group thinning stands in 1991

径級 (cm) × 樹種	6~10	12~16	24~28
スギ	0.0	14.3	37.4
ヒノキ	0.5	47.8	0.0

3) 集団化して間伐を実施した場合の間伐収益

Table 7の1990年度に開設された作業道周辺にある間伐の実施された森林区画を集団化して1箇所の森林区画と考えると、1991年度に間伐を実施した場合の素材価額合計・経費合計・収益等をTable 6の中段に示した。対象面積はこれらの森林区画の合計である18.82 ha、間伐による利用材積はスギ370.2 m³、ヒノキ345.9 m³であった。

ここで、集団化した場合の伐木造材費を算出するには伐木造材作業工程量を求めなければならない。集団化した場合の樹種ならびに径級別の間伐量割合は、利用材積でTable 8のようになった。そこで、Table 5の功程表とTable 8を利用して、球磨村森林組合で実施しているのと同様の方法である比例配分によって、この集団化した箇所の伐木造材作業工程量を2.63 m³/日・人と算出した。Table 6の中段から、集団化した場合も集材機を用いた場合より集材クレーン車を用いた場合の収益の方が大きくなった。このことは、Table 9より、集材クレーン車の搬出費・架設撤収費の方が、集材機のそれらより低くなっているためと考えられる。さらに、Table 6の上段と中段とを比較すると、集団化を行った場合の方が、集材機・集材クレーン車を用いた場合とも収益が大きくなっている。これは集団化した間伐の方が多くの収益を得ることができることを示している。このような集団化による間伐収益の増大は三重県宮川村でもみられている（安藤、1995）。このような結果となったのは、Table 7とTable 9より、間伐施業を集団化した場合の経費合計が個別の森林区画に対する間伐施業の場合の経費合計より低くなっているためであり、その中でも架設撤収費が著しく低くなっている。これは、集団化する方が架線の設置ならびに撤収回数が増加することによって起きている。特に、集材機を使用して集団化間伐を実施した場合の架設撤収費は、同機で個別森林区画の間伐を実施した場合の約35%になった。

4) 作業道から片側100mを基準とした間伐対象区域における間伐収益

Table 6の下段では、1990年度に開設された作業道周辺

で実際に間伐の実施された森林区画と、間伐対象となる森林区画とを統合し、それを1箇所の区画と考えて1991年度に間伐施業を実施した場合の素材価額合計・経費合計・収益等を示した。すなわち、この表は、実際に間伐施業が実施される可能性の高い作業道から片側100 mの範囲の区域において、その区域に含まれる全森林区画を対象として間伐施業の集団化を行った場合の間伐収益を示していると考えられる。なお、この間伐対象となる森林区画とは、

- ①1990年度に開設された作業道の片側100 m以内の区域に森林区画の面積が半分以上含まれている、
- ②スギもしくはヒノキの人工林である、
- ③3 齢級から7 齢級である、

という条件を満たすものとした。対象となった森林区画の面積は25.31 ha、間伐施業における利用材積はスギ553.2 m³、ヒノキ402.5 m³であった。Fig. 29にはこの間伐対象区域を示した。この間伐区域においても、伐木造材費を算出する必要がある。この区域の樹種別・径級別の間伐量の割合は、利用材積で、Table 10のようになった。そこで、前述したような方法で、伐木造材作業工程量を求めた。この功程量は2.74 m³/日・人となった。この間伐方法の場合も集材クレーン車使用の方が集材機を使用するより収益は大きくなっている。またTable 6の中段と下段とを比較すると、この間伐方法による利用材積がスギ・ヒノキとも増加しているため、収益においても、集材機を使用した場合、集材クレーン車を使用した場合とも大きくなっている。しかし間伐施業面積の増加によりhaあたりの収益は集材機・集材クレーン車を使用した場合ともTable 6の中段と比べ、少額の増加であった。

5.2.6 間伐収益と作業道開設費用

これまでの解析では、作業道はあらかじめ存在しているものとしてきた。しかし、実際、間伐収益の算出を行う場合、作業道開設コストを無視して考えることはできない。また、集材クレーン車という自走式の集材機械を使用するには、作業道などの林内路網の整備は必要である。そこで、作業道開設費用を求め、間伐収益と比較検討した。

Fig. 24に示した1990年度に開設された作業道の延長は1,560 mである。この作業道の開設事業費は10,790,000円であった。この事業費とTable 6で示したそれぞれの間伐施業方法による収益とを比較すると、どの場合でも作業道開設事業費の方が収益を上回っていた。すなわち、補助金などを利用することなく、森林所有者が自力で作業道を

Table 9. 間伐の実施された森林区画を集団化した場合の単位材積 (m³) あたりの主な経費 (円/m³)
Estimated cost for the group thinning stands in 1991

	伐木造材費	搬出費	仮設撤収費	利用費	運賃	市場手数料	組合手数料	計
集材機	¥4,570	¥3,679	¥1,850	¥800	¥2,000	¥1,610	¥430	¥14,960
スイングヤーダ	¥4,570	¥2,379	¥220	¥1,500	¥2,000	¥1,610	¥430	¥12,730

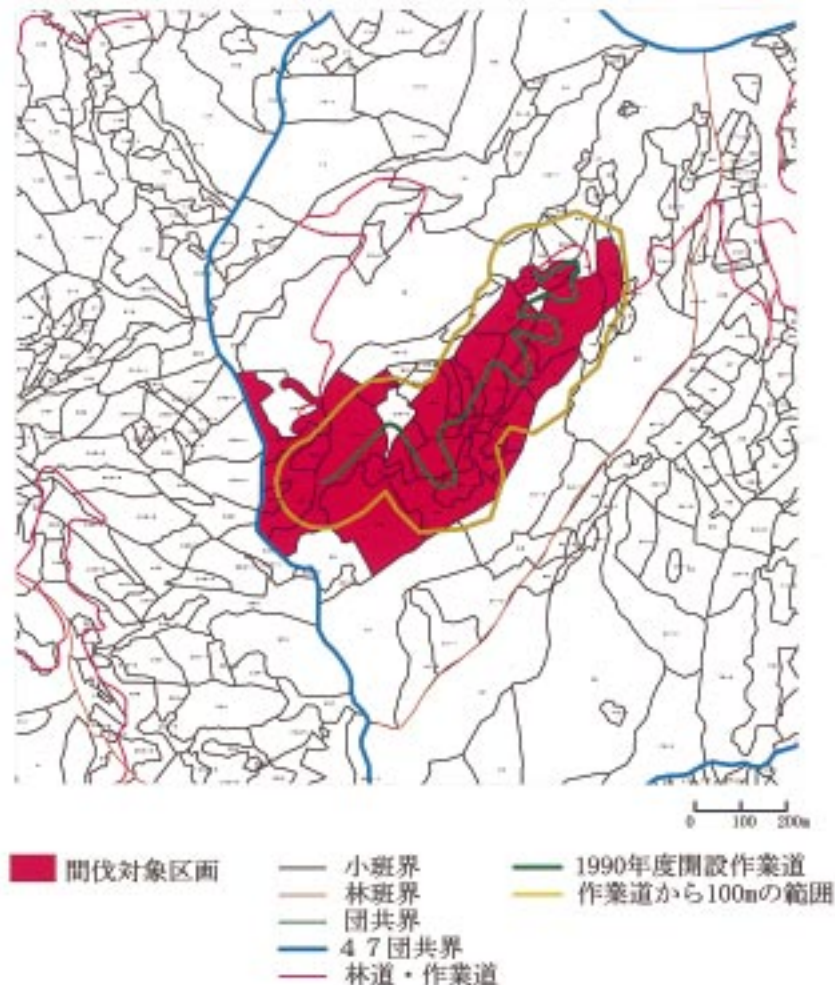


Fig. 29. 作業道から片側100 mを基準とした間伐対象区域
The tentative group thinning stands within 100 meters on either side of the spur road in 1991

開設した場合、間伐施業では収益を得ることはできない。

つづいて、本作業道開設における補助について調査した。本作業道は1990年度の間伐促進強化対策事業によって開設されたものである。この間伐促進強化対策事業の作業道開設にかかる補助率は、国県60%、村20%、森林組合5%ということであった。この補助率によって森林所有者らが負担する本作業道開設コストは、1,618,500円となる。そこで、本作業道開設において、補助を利用した場合のhaあたりの収益をTable 11に示した。Table 11とTable 6の各間伐方法のhaあたり収益とを比較すると、間伐施業で得ることのできる収益はhaあたり60,000円から90,000円ほど低くなっている。この間伐施業箇所の場合、最も収益の少ない個別の森林区画ごとで集材機を利用して間伐を実施した場合を考慮すると、作業道開設に少なくとも65.9%の補助が必要と思われる。

第6章 終わりに

本論では森林情報のデータベース整備を行うとともに、GISの機能を応用してその整備された情報を森林施業計画策定等に利用する方法を表した。さらに、間伐施業にお

ける収益性の解析を行い、近年、普及してきたスイングヤーダと呼ばれている集材機械や施業集団化の有利性を示した。本論では森林組合を中心とした林業事業体を対象としているが、本論で示したデータベースの構築方法や構築されたデータの解析手法は、今後、森林情報のデータベース構築やその整備を検討している機関の担当者の一助になると考えられる。なお、これまでの林業基本法にかわる森林・林業基本法が2001（平成13）年6月に制定された。それに呼応して森林法も一部改正された。森林法改正は森林計画制度に関するもので、新たに森林・林業基本計画が策定された。この新しい森林計画制度の中で、新規の計画事項にはどのようなものがあるのか、その新規計画事項の策定に対して、これまで整備してきた森林情報をどのように対応させればよいのか、新たに整備しなければならない情報にはどのようなものがあるのかというような事柄については今後の研究対象となるであろう。本論で示してきた森林情報の整備方法や利用・活用方法が、森林管理や森林経営の高度化に貢献できれば幸いである。

Table 10. 作業道から片側100 m以内に含まれる森林区画の樹種・径級別間伐量の割合(%)
Volume rate of the tentative group thinning stands within 100 meters on either side of the spur road in 1991

径級 (cm) / 樹種	6~10	12~16	18~22	24~28
スギ	0.0	17.3	36.1	4.5
ヒノキ	0.4	33.9	1.8	0.0

謝 辞

本論文は、九州大学農学研究院森林資源科学部門教授今田盛生博士のご指導のもとでとりまとめた。今田教授には、終始懇切なるご指導を賜った。ここに深甚なる謝意を示したい。また、九州大学農学研究院森林資源科学部門教授堀 正紘博士、同助教授吉田茂二郎博士には、拙稿のご高覧をいただき、有益なご教示をいただいた。ここに厚く感謝申し上げる。本研究の端緒は、森林総合研究所森林管理研究領域長天野正博博士のご教示によるものである。深く感謝申し上げる。

本研究の成果の一部には、農林水産省林野庁森林総合研究所（現独立行政法人森林総合研究所）研究課題「地図情報を考慮した森林施業計画策定手法の開発」（課題番号：XIV-3-1）-(4)が含まれている。森林総合研究所九州支所森林資源管理研究グループ長野田 巖博士には、研究推進にあたりご指導をいただいた。ここに厚く感謝申し上げる。

森林総合研究所林業経営・政策研究領域（林野庁森林整備部研究普及課併任）堀 靖人博士には、本研究の推進からとりまとめに至るまで適切なご助言とご指導を賜った。深甚の意を表したい。また、研究を推進できる環境を与えてくださった森林総合研究所九州支所研究部門関連のスタッフの方々にもここに記して感謝の意を示したい。

熊本県球磨村森林組合大岩 誠前組合長、杉谷麗子前参事、犬童義一前企画開発部長ほか関係各位、ならびに宮崎県西郷村森林組合（現耳川広域森林組合西郷支所）石井文雄組合長、遠山秀樹参事、木下浩信指導係長をはじめとした関係各位には、研究資料の提供をいただいた。また熊本県ならびに宮崎県の森林計画関係部局、地方事務所、その他関係部署の各位にもご協力いただいた。厚くお礼申し上げます。

本研究は、その他多くの方のご協力により遂行することができた。全国林業構造改善協会林政部長北島英彦氏、調査部長小河路 均氏、調査役（現南九州大学教授）渡

辺昭二博士、および全国森林組合連合会指導監査部次長（現筑波大学助教授）志賀和人博士、同連合会電算システムセンター室長（現指導監査部次長）肱黒直次氏、同指導監査部小川三四郎氏、その他全国林業構造改善協会、全国森林組合連合会、関係都道府県森林組合連合会、関係森林組合の各位には、調査においてご高配いただいた。株式会社システムT & S社長高橋 均氏、同副社長佐藤亮氏および関係各位には、データベースの理論とコンピュータシステムについてご教示いただいた。九州大学農学研究院森林資源科学部門助手（現宮崎大学農学部）溝上展也博士、九州大学農学研究院森林資源科学部門助手村上拓彦博士には論文のとりまとめに対して有益なご助言とご高配をいただいた。ここに記して深甚の謝意を示したい。また、本論文とりまとめにあたり、森林総合研究所九州支所庶務課長（現北海道支所庶務課長）嶺野一義氏ならびに九州支所庶務課各位にご高配いただいた。深く感謝申し上げます。本論文の執筆に際して終始励ましのお言葉を下さった九州大学事務官水谷豊子氏、森林総合研究所事務補助員松岡千秋氏、九州大学大学院生物資源環境科学府森林機能制御学講座森林計画学研究室舩木順二氏、光田 靖氏、森林計画学研究室の大学院生・学生諸氏ならびに森林資源科学部門の関係職員各位に厚くお礼申し上げます。

引用文献

- 天野正博（1987）森林計画のための情報処理システムの開発, 林業試験場場報, **270**, 6-7
- 天野正博（1994）コンピュータ・林業情報概論, 林構情報, **86**, 9-18
- 天野正博・熊崎 実・野田 巖（1985）林産物の供給モデル, 林産物の長期需給モデルの開発に関する研究IIASAモデルとの連結, 農林水産業特別試験研究費補助金による研究報告書, 76-97
- 天野正博・山口正三・山本哲也（1987）森林資源に関する基本計画の解説, 新たな森林・林業の長期ビジョン, 地球社, 41-181
- 安藤 努（1995）低コストを目指した集団間伐, 森林計画研究会会報, **366**, 51-55
- Aronoff, S. (1989) Geographic information systems : A management perspective, WDL Publications, 294p.
- バーロー, P. A., 安仁屋政武・佐藤 亮訳（1990）地理情報システムの原理—土地資源評価への応用—, 古今書院,
- Burrough, P. A. (1986) Principles of geographical

Table 11. 作業道開設負担額を含めたhaあたりの間伐収益 (円/ha)
Income from thinning including cost of the spur road establishment

間伐施業形態	集材機	集材クレーン車
個別の森林区画ごとで搬出	¥109,603	¥246,087
間伐の行われた森林区画の集団化	¥162,234	¥247,092
作業道から100m以内の森林区画を集団化	¥186,987	¥271,939

- information systems for land resources assessment, Oxford University Press, 232p.
- Carter, D. R., Arvanitis, L. G., Brackett, D., Boycheva, V. and Sager, S. (1999) A Decision Support System for Timber Harvest Scheduling, *Journal of FORESTRY*, **97**(6), 12-18
- 傳田慎一・野堀嘉裕・高橋教夫（1998）林相及び地形解析におけるGISの利用について－山形大学農学部附属上名川演習林での事例－, *東北森林科学会誌*, **3**(2), 1-8
- 藤江達之（1999）森林法等の一部を改正する法律について－森林施業計画制度の拡充と市町村の役割強化を中心として－, *山林*, **1377**, 44-51
- 現代林業編集部（1992）クレーン集材と2tダンプ, *現代林業*, **312**, 12-15
- Griess, O. (1991) The forest management information system “Forstbetriebseinrichtung” implement for an improved management in an estate, *Proceedings of the Symposium on INTEGRATED FOREST MANAGEMENT INFORMATION SYSTEMS*, Japan Society of Forest Planning Press, 47-56
- 脇黒直次（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－, 森林組合における森林情報の整備と活用－地理情報システム（GIS）の導入事例を中心に－（平成10年度森林評価マニュアル）, 48-53
- 脇黒直次（2000）地域森林管理と基本情報の整備, 利用間伐の推進と不在村所有者対策（平成11年度長期施業受託促進－森林評価マニュアル）, 83-90
- 伊藤達夫（1997）森林GISとはどのようなものか, *林業技術*, **658**, 6-9
- ジョンソン, N. K. スチュアート, T. W. クリム, S. A. 編, 清水 晃・小木和彦・佐野 真・土屋俊幸・北原曜・坂本知己訳（1993）FORPLAN Version2－アメリカ合衆国国有林の森林計画システム－, 農林水産省林野庁森林総合研究所北海道支所, Johnson, N. K., Stuart, T. W. and Crim, S. A. (1986) FORPLAN Version2 : An Overview, USDA Forest Service, 124p.
- Johnston, C. A. (1998) Geographic information systems in ecology, Blackwell Science, 239p.
- 加藤滋雄（1994）林業・木材産業の情報ネットワークシステム, 日本林業調査会, 182p.
- Kilgour B.(1991) FRIYR : Integrated and computerized system for forest management and yield regulation, *Proceedings of the Symposium on INTEGRATED FOREST MANAGEMENT INFORMATION SYSTEMS*, Japan Society of Forest Planning Press, 57-65
- 近藤洋史（1991）森林簿情報のパーソナルコンピューターによる処理について, 森林の整備水準・機能計量等調査報告書（森林の整備水準の評価手法）, 林政総合調査研究所, 180-186
- 近藤洋史（1992a）地図情報を用いた試験地の管理について, *日林関東支論*, **43**, 43-44
- 近藤洋史（1992b）国土数値情報を利用した日本地図の作成方法, 酸性雨等森林被害モニタリング事業酸性雨・森林環境データベースシステム概説書, 林業科学技術振興所, 58-84
- 近藤洋史（1993）国土数値情報を用いた試験地位置情報の把握, *日林誌*, **75**(3), 240-244
- 近藤洋史（1994a）磁気テープに記録された大容量データのパソコンへの転送法－LAN利用による磁気テープから光磁気ディスクへの転送－, 森林総研電子計算機利用資料, 27p.
- 近藤洋史（1994b）林業情報のシステム化とその利用－熊本県球磨村森林組合の事例－, （全国林業構造改善協会）林構情報, **87**, 4-12
- 近藤洋史（1994c）森林情報の現状と問題点－ある森林組合を例にして－, *日林論*, **104**, 227-228
- 近藤洋史（1994d）森林組合における林業情報のシステム化－熊本県球磨村森林組合の事例－, 平成6年度林業山村活性化地域リーダー等人材育成研修－高度情報化コース－, 111-126
- 近藤洋史（1995a）森林情報システム化の現状と問題点－熊本県球磨村森林組合の事例－, 平成7年度東日本ブロック/地域リーダーフォーラム林業情報化の現状と課題, 111-126
- 近藤洋史（1995b）森林組合における森林情報の整備, *日林論*, **105**, 121-122
- 近藤洋史（1995c）森林施業計画編成における森林属性情報の問題点, 平成6年度森林総研九州支所年報, **7**, p.43
- 近藤洋史（1995d）森林所有者の高性能林業機械による集団化施業への姿勢, 平成6年度森林施業促進情報システム開発調査調査報告書, 日本林業技術協会, 61-78
- 近藤洋史（1996a）森林組合における選木精算処理システムの構築, 九州の森と林業, **36**, 森林総合研究所九州支所, 2-3
- 近藤洋史（1996b）森林組合の選木精算処理におけるコンピュータの利用, *日林九州支論*, **49**, 21-24
- 近藤洋史（1998a）新しくなった林業情報システム, （全国林業構造改善協会）林構情報, **104**, 4-13
- 近藤洋史（1998b）林業（民有林）におけるGISの導入と活用事例について, 森林組合, **342**, 全国森林組合連合会, 9-13
- Kondoh, H. (1998) A study of the new forest resource management with the personal computer at the forest owners' cooperative in Japan, *Proceedings of International Symposium on Global Concerns for Forest Resource Utilization - Sustainable Use and Management -*, Japan Society of Forest Planning Press, 785-793
- 近藤洋史（1999）森林施業計画編成のための森林情報の整備, *森林計画誌*, **32**, 1-6
- Kondoh, H. (2000) The profit from trust thinning with GIS at

- the forest owners' cooperative in Japan, Poster Abstracts, The Malaysian XXI IUFRO World Congress Organising Committee, 171-172
- 近藤洋史・今田盛生・吉田茂二郎 (2000) 間伐施業集団化に伴う集材機器の相違による収益性の解析, 森林計画誌, **34** (2), 75-84
- 久保幸夫 (1996) 新しい地理情報技術, 古今書院, 168p.
- 木平勇吉 (1997) これからの森林管理と森林GISの役割, 林業技術, **658**, 3-5
- 木平勇吉・西川匡英・田中和博・龍原哲 (1998) 森林GIS入門—これからの森林管理のために—, 日本林業技術協会, 120p.
- 木平勇吉ら (1995) システム収穫表プログラム (文部省科学研究費補助金試験研究 (B) 研究成果報告書システム収穫表の実用ソフトウェアの開発に関する研究), 東京農工大学環境資源学科, 198p.
- マギー, D. J.・グッドチャイルド, M. F.・ラインド, D. W. 編, 小方 登・小長谷一之・碓井照子・酒井高正訳 (1998) GIS原典—地理情報システムの原理と方法—, 古今書院, Maguire, D. J., Goodchild, M. F. and Rhind, D. W. eds. (1990) Geographical Information Systems, Principles and Applications, Longman, 575p.
- マッピングインテグレーション研究会 (1992) 都市と地図情報システム, 講談社, 101p.
- 町田 聡 (1994) 地理情報システム—入門&マスター—, 山海堂, 178p.
- Matsumoto, M. (1991) Geographical estimation of broad-leaved forest resources in Japan, Proceedings of the Symposium on INTEGRATED FOREST MANAGEMENT INFORMATION SYSTEMS, Japan Society of Forest Planning Press, 66-75
- 松本光朗 (1999) 行政における森林GISの現状と方向性, 森林航測, **189**, 1-5
- 松本光朗 (2000) 森林GISの現状と森林管理における役割, 森林計画研究会会報, **395**, 1-8
- 松村直人 (1997) 森林GISの世界, 林業技術, **658**, 10-12
- 松村直人・都築伸行 (1998) 徳島県の境界確定事業と森林管理, 地方自治体の森林政策と地域森林管理—都市近郊, 里山林の保全, 整備を中心に— (平成9年度ふるさと森林整備促進事業長期施業受託促進マニュアル), 全国森林組合連合会, 116-138
- 松下幸司 (1998) 民有林に関する森林マイ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, 76p.
- Matsushita K. and Yoshida S. (1998) Private forest owners and the forest resource database, J. For. Plann., **4**, 53-63
- 松下幸司 (1999) 森林マイクロデータの有効利用に関する研究, 平成10年度科学研究費補助金 (重点領域研究) 研究成果報告書, 112p.
- Mikkola, E. and Saarenmaa, H. (1991) Strategic planning of information systems in Finnish forestry, Proceedings of the Symposium on INTEGRATED FOREST MANAGEMENT INFORMATION SYSTEMS, Japan Society of Forest Planning Press, 66-75
- Mitsuda, Y., Yoshida, S. and Imada, M. (2001) Use of GIS-derived environmental factors in predicting site indices in Japanese larch plantations in Hokkaido, J. For. Res., **6**(2), 87-93
- 西川匡英・近藤洋史ほか (1992) 森林環境情報のデータベース化手法の開発, 酸性雨モニタリングセンターステーション構築—平成2年度 (1990) 年次報告—, 森林総合研究所, 4-5
- 西川匡英・近藤洋史ほか (1993) 森林環境情報のデータベース化手法の開発, 酸性雨等モニタリングセンターステーション構築—平成3年度 (1991) 年次報告—, 森林総合研究所, 4-7
- 野田 巖 (1999a) 民有林の地域森林計画における収穫予測に関する研究 (第1報)—減反率法による収穫予測上の問題点と改善策—, 森林総合研究所研究報告, **376**, 53-99
- 野田 巖 (1999b) 民有林の地域森林計画における収穫予測に関する研究 (第2報)—新しい収穫予測モデル—, 森林総合研究所研究報告, **376**, 101-163
- 野田 巖・天野正博 (1988) 森林計画システム利用の手引き, 林野庁, 58p.
- Nodine, S. K. (1998) Information Technologies : Overcoming Challenges, Capturing Opportunities, Journal of FORESTRY, **96**(6), 4-8
- 小笠原希悦 (2000) 地籍調査事業新制度の動向と私見, 森林航測, **190**, 1-3
- 大西満信 (1991) 我が国の森林資源の現況について, 森林計画研究会会報, **342・343** (合併号), 25-31
- 林野庁 (1954) 熊本地方すぎ林林分収穫表, 11p.
- 林野庁 (1961) 九州地方ひのき林林分収穫表, 11p.
- 林野庁 (1986) 森林計画制度推進総合調査報告書 (運用体系), 林政総合調査研究所・日本林業技術協会, 16p.
- 林野庁 (1988) 森林に関するデータベースの整備に関する基礎的資料整備のための基礎研究報告, 日林協, 191p.
- 林野庁 (1998a) 平成9年度林業白書, 日本林業技術協会, 1-183
- 林野庁 (1998b) 平成9年度森林情報の入力・処理システムの高度化に関する調査報告書, 日本林業技術協会, 140p.
- 林野庁 (1999) 平成10年度森林情報の入力・処理システムの高度化に関する調査報告書, 日本林業技術協会, 65p.
- 林野庁 (2000) 平成11年度森林情報の入力・処理システムの高度化に関する調査報告書, 日本林業技術協会, 119p.

- 林野庁（2001）平成12年度林業白書，日本林業技術協会，1-246
- 林野庁計画課（1999）最新市町村森林整備計画の手引き，日本林業調査会，293p.
- 林野庁企画課（1984）国産材供給システム計量モデル開発調査報告書（地域モデルの開発），日本林業技術協会，122p.
- 林野弘済会（1987）森林資源情報管理システム都道府県説明書，林野弘済会，2021p.
- 齋藤 悠三（1996）PC-Mapping/Windowsを活用した森林基本図管理システムの取り組み—大阪営林局における森林GISの導入・開発等について—，森林航測，**177**，4-6
- 酒井 武・齋藤 悠三（1997）森林GISの導入と稼働—大阪営林局と東京営林局における森林GIS稼働の実際—，林業技術，**658**，13-17
- 佐野 真・坂本知己・土屋俊幸（1996）GISを利用した流域管理計画策定の試み，日林誌，**78**(1)，1-9
- Seely, B., Kimmins, J. P., Welham, C. and Scoullar, K. (1999) Defining Stand-Level Sustainability Exploring Stand-Level Stewardship, *Journal of FORESTRY*, **97**(6), 4-10
- 志賀和人（1995）民有林の生産構造と森林組合—諸外国の林業共同組織と森林組合の展開過程—，日本林業調査会，415p.
- 森林計画研究会（1991）森林計画制度の変遷，森林計画研究会会報，**338**，22-25
- 森林計画制度研究会（1992）新版—森林計画の実務，地球社，574p.
- 森林施業計画研究会（1996）森林施業計画の手引，地球社，392p.
- 白石則彦（1994）林道からの距離別にみた森林施業の実態解析，日林誌，**76**，218-223
- 橘 政行（1989）森林資源等に関する統計調査について，森林計画研究会会報，**323**，50-55
- 田島裕志（1996）森林地図情報システムの推進と展望—森林計画と森林GISについて—，森林航測，**177**，1-3
- 田島裕志（1997）森林GISに関する都道府県の取り組み状況の概要，林業技術，**658**，18-24
- 武内和彦・恒川篤史（1994）環境資源と情報システム，古今書院，219p.
- Tatsuhara, S. (1995) Predicting growth of coniferous plantations using a stand table data base, *Jpn. J. For. Plann.*, **24**, 25-32
- 龍原 哲・斉藤 馨・鈴木 誠・南雲秀次郎（1993）地理情報システムを利用した森林情報の整備—東京大学千葉演習林の事例—，日林論，**104**，275-276
- Tennent, R. B. (1991) Development of the stand master, a database for forest information, *Proceedings of the Symposium on INTEGRATED FOREST MANAGEMENT INFORMATION SYSTEMS*, Japan Society of Forest Planning Press, 76-84
- 渡辺 宏（1987）新森林航測テキストブック，日本林業技術協会，253p.
- Wells, J. F. and Lund, H. G. (1991) Integrating timber information in the U.S.D.A. Forest Service, *Proceedings of the Symposium on INTEGRATED FOREST MANAGEMENT INFORMATION SYSTEMS*, Japan Society of Forest Planning Press, 102-111
- 山口正三（1999）市町村の役割強化と施業計画の拡充を，現代林業，**392**，24-30
- 矢野桂司（1999）地理情報システムの世界—GISでなにができるか—，ニュートンプレス，250p.
- 全国林業構造改善協会（1987）地域林業組織化とコンピュータ利用—林業情報システム化対策事業調査研究報告書—，全国林業構造改善協会，242p.
- 全国森林組合連合会（1995）長期施業受託事業の現状と進め方（平成6年度ふるさと森林整備促進事業長期施業受託促進マニュアル），全国森林組合連合会，82p.
- 全国森林組合連合会（1996）不在村所有者対策と森林管理，長期施業受託事業（平成7年度ふるさと森林整備促進事業長期施業受託促進マニュアル），全国森林組合連合会，118p.
- 全国森林組合連合会（1997）間伐の組織化と地域森林管理（平成8年度ふるさと森林整備促進事業長期施業受託促進マニュアル），全国森林組合連合会，150p.
- 全国森林組合連合会（1998）地方自治体の森林政策と地域森林管理—都市近郊，里山林の保全，整備を中心に—（平成9年度ふるさと森林整備促進事業長期施業受託促進マニュアル），全国森林組合連合会，147p.
- 全国森林組合連合会（1999）間伐・里山林整備をめぐる自治体施策と森林組合（平成10年度ふるさと森林整備促進事業長期施業受託促進マニュアル），全国森林組合連合会，93p.
- 全国森林組合連合会（2000）利用間伐の推進と不在村所有者対策（平成11年度ふるさと森林整備促進事業長期施業受託促進マニュアル），全国森林組合連合会，90p.
- 全国森林組合連合会（2001）森林組合GISセミナー—平成12年度森林組合IT化促進事業—，全国森林組合連合会，44p.
- 鄭躍軍（1996）森林の多面的利用に関する施業計画策定システム，日林誌，**78**(3)，319-326
- 鄭躍軍・南雲秀次郎（1994）GISを利用した森林機能による類型区分，日林誌，**76**(6)，522-530
- 鄭躍軍・南雲秀次郎・龍原哲（1995）森林施業計画策定システムの研究—短期計画の策定について—，日林誌，**77**(1)，28-34