 論文

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

近 藤 洋 史*・今 田 盛 生**・吉 田 茂二郎**

近藤洋史・今田盛生・吉田茂二郎：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 34：75～84, 2000 熊本県球磨村森林組合において、当森林組合が導入している GIS 技術を応用した林業情報システムを利用して、これまでの間伐施業の動向とこの間伐における集材機器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、作業道開設事業費と間伐収益との検討を行った。球磨村森林組合第47団共の1990年度の間伐実施区域を解析した結果、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、個々の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その収益は高くなること、従来の集材機を用いて集材するより集材クレーン車という自走式集材機を使用した方が間伐収益の高くなることが明らかになった。また、間伐における収益と作業道開設事業費とをみると、間伐収益より作業道開設事業費の方が高くなっており、作業道開設には何らかの方策が必要であったことを明らかにした。

KONDOH, Hiroshi, IMADA, Morio and YOSHIDA, Shigejiro : The Analysis of Profit on Group Thinning Using Different Yarder Machines. Jpn. J. For. Plann. 34 : 75~84, 2000 Using the forestry information system which includes the geographic information system (G. I. S.) technology, 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 in Kumamoto Prefecture 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 was also noted that the spur road establishment enterprise costs were higher than the profit on thinning. Therefore, some financial support is necessary for the spur road establishment.

I. はじめに

森林所有者にとって、所有している森林から得ることのできる収穫は関心の高い事柄である。また、森林組合員からの間伐・主伐施業の委託先として高い割合となっている森林組合(9)において、受託した間伐・主伐施業から、いかに多くの収益をあげるかは、森林組合員のためにとっても、森林組合の経営においても重大な問題である。特に、近年の木材価格の低迷や再造林費用・保育費用の調達が困難なため間伐を繰り返すことによって収入を確保しようという森林組合員の意向が強くなっており(9)、その間伐施業の委託先としての森林組合の役割は重要となっている。このような森林組合を取り巻く状況の中で、新しい森林管理手法として、また森林情報の解析ツールとして、

GIS (Geographic Information System: 地理情報システム) に強い関心が寄せられている(8, 17, 18, 19)。

ところが、これまでの森林管理・森林計画の分野における GIS 技術の応用に関する報告では、都道府県や国有林での導入(13, 15)、大学演習林に対する導入と演習林経営での利用(2, 16, 20)といった単一森林所有者や公的機関によるものが中心を占めている。多数の森林所有者が存在し、かつその所有規模の異なる民有林の森林施業・森林管理の中核としての役割を期待されている森林組合(9)を対象とした GIS に関する研究や報告では、ようやく、その技術の導入事例の分析がみられるようになったところである(4, 5)。しかし、この技術を森林組合業務や私有林の森林管理・森林計画等に応用した報告はまだまだ少ない。

そこで、本論では GIS 技術を応用して、森林組合

* 森林総合研究所九州支所 Kyushu Res. Ctr. For. and Forest Prod. Res. Inst., Kumamoto 860-0862

** 九州大学農学部 Faculty of Agriculture, Kyushu University, Fukuoka, 812-8581

における間伐区域の集団化を実施した場合や伐出方法を変化させた場合の間伐収益の比較を行うとともに、作業道開設事業費との関係についても解析を行った。

II. 資料と方法

1. 対象地と利用したデータ

本論では、熊本県球磨村森林組合第47団地共同森林施業計画（第47団共）区域を調査対象地とした。球磨村森林組合では所管する森林を70箇所の団共に区分している（図－1）が、その中でも、特に、この第47団共では、表－1に示したような森林情報のデータベースが整備されている（7）。これらのデータベースを、

パーソナルコンピュータで作動するGISアプリケーションに導入し、解析を行った。本論で利用したGISアプリケーションは、森林情報を一括して管理するために球磨村森林組合が導入している「林業情報システム」の中核をなしているGEOMAKE（販売元：システムT&S）である（6）。また、本論で使用した表－1の形式にまとめられたデータであるが、施業履歴に関しては球磨村森林組合においてこれまでに整備が行われている1988年度から1992年度までのものを、森林の現況を示すデータは1992年度のものをを用いた。これらのデータを利用したのは団共計画の計画期間と合致させたためである。

この第47団共は球磨村の西部に位置している（図－

図－1 球磨村森林組合団共界と森林計画図界

表－1 森林情報データベースの項目ならびにその内容

森林情報の種類	項目	内 容
森林の現況、計画、施業履歴	所在場所	林班番号、小班番号、小班枝番番号、混交、大字、地番
	森林所有者	森林所有者名、共有者数
	森林の現況	面積、林種、制限林、樹種、林齢、haあたり材積、立木材積、連年生長量、適正伐期齢
	伐採計画	時期、伐採方法、伐採率、伐採面積
	造林計画	時期、造林方法、造林樹種、造林面積
	施業履歴	施業実施年度、施業名、施業面積
地図	等高線	等高線
	森林区画線	団共界、林班界、小班界、小班枝番界
	森林区画名	団共番号、林班番号、小班番号、小班枝番番号
	地形区画線	河川、鉄道、一般道、林道、作業道
	地形名	河川名、鉄道名、道路名

図-2 第47団共の概要と樹種配置

1)。当団共の面積は329.58haである。この団共の東縁から北縁に向けて球磨川が流れている（図-2）。林道・作業道は当団共の中央部に一般道（国道・県道等）から東西にのびている。

2. 対象地の森林現況

本論で対象とした第47団共の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。その分布の様子を図-2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、小班もしくは小班枝番を基準とした森林計画図の最小区画のことである。図-3には、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。

3. 球磨村森林組合における間伐収益の算出方法

球磨村森林組合では、組合員から間伐施業を受託した場合、森林組合職員が間伐箇所の面積測定、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2cm単位、樹高は1m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。

図-3 齢級構成（スギ・ヒノキ）

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でシステム化し、以降の間伐収益の算出に利用した。

Ⅲ. 結果と考察

1. 調査対象地の間伐施業の状況

図-4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。既報(7)の通り、間伐はそれぞれの特定年度において、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(7)。

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作業道から片側100mの範囲も示した。間伐実施箇所は、この作業道から100m以内に、面積で78.4%含まれていた。本論では面積約300haの単一

団共における解析であるが、作業道から片側100m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(14)。

2. 間伐方法を変化させた場合の収益の比較

図-4に示された間伐施業箇所において、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、本論では、図-4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図-5に示した。この図の等高線には、10mごとの主曲線の5本目ごとに描かれる計曲線を表した。1990年度に開設された作業道から片側100m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関き取り調査を行ったところ、この作業道を中心とした片側100m区域における間伐施業の集材距離は100mから200mであるということであった。

図-4 間伐施業位置

図－5 1990年度開設作業道付近の概要

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器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を知った。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。集材クレーン車とは、クレーン付きトラックに2胴集材機を搭載した自走式集材機械である。同組合担当者によると、この集材クレーン車では、約300m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100mの区域における間伐施業の集材距離は100mから200mであるということであったので、本論では集材距離を200mとして、これらの集材機器を取り上げた。なお、集材距離が300m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表－2に示した。これらの条件についても同組合担当者に聞き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。

表－2 間伐収益算出の主な条件（1991年度）

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
集材クレーン車使用料		1,500円/m ³
集材機燃料費		1,000円/日
集材クレーン車燃料費		1,500円/日
集材距離		200m
木寄せ距離	集材機使用	30m
	集材クレーン車使用	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

集材機を使用する場合の1日あたり集材工程、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工程表に基き集材距離200mにおいて1日あたりの集材工程20m³、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200mにおいて、1日あたり集材工程20m³、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工程表に基づく集材距離200m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1.5haにつき1本、集材クレーン車においては施業面積1ha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工程表の木寄せ距離30m（集材機使用）で1日1人7m³、木寄せ距離10m（集材クレーン車使用）で16m³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月までの期間で、「小丸太」と呼ばれる径級8cmから13cm、長級4.0m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。

なお、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(10, 11)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(表-3)。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100m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。

- ・ 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

表-3 伐木造材作業工程表(抜粋)

樹 種	径級(cm)	間伐の工程量 (m ³ /1人・1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

表-2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、収益等を表-4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18.82ha、最小0.17ha、最大1.88ha、平均0.67ha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、表-2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円に変更させて、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370.2m³、ヒノキ345.9m³であった。

表-4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。表-5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ほどになった。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(3)。

- ・ 集団化して間伐を実施した場合の立木評価

図-4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て、1991年度に間伐を実施した場合の素材価

表－４ 間伐方法を変化させた場合の収益

間 伐 方 法	項 目	集材機	集材クレーン車
森林区画を個別に間伐	素材価額合計（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	素材価額合計（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	素材価額合計（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

表－５ 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）

	伐木造材費	搬出費	架設撤収費	利用費	運賃	市場手数料	組合手数料	計
集材機	¥4,596	¥3,679	¥5,286	¥800	¥2,000	¥1,608	¥429	¥18,398
集材クレーン車	¥4,596	¥2,379	¥279	¥1,500	¥2,000	¥1,608	¥429	¥12,791

額合計・経費合計・収益等を表－４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18.82ha、間伐による利用材積はスギ370.2m³、ヒノキ345.9m³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、利用材積で表－６のようになった。そこで、表－３の工程表と表－６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2.63m³／1日・1人と算出した。

表－４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、表－７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、表－４の上段と中段とを比較すると、集団

表－６ 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(%)

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

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(1)。

このような結果となったのは、表－５と表－７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減少することに起因している。特に、

表－７ 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）

	伐木造材費	搬出費	架設撤収費	利用費	運賃	市場手数料	組合手数料	計
集材機	¥4,570	¥3,700	¥1,850	¥800	¥2,000	¥1,610	¥430	¥14,960
集材クレーン車	¥4,570	¥2,400	¥220	¥1,500	¥2,000	¥1,610	¥430	¥12,730

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%ほどになった。

・作業道から片側100mを基準として間伐対象区域に間伐を実施した場合の間伐収益

表－4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、間伐対象となりう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100m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、この間伐対象となりうる森林区画とは、1) 1990年度に開設された作業道の片側100m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、3) 3 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25.31ha、間伐施業における利用材積はスギ553.2m³、ヒノキ402.5m³であった。図－6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った。この区域の樹種別・径級別の間伐量の割合は、利用材積で、表－8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。この工程量は2.74m³/1日・1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。また表－4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ので、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表－4の中段と比べ、少額の増加であった。

図－6 作業道から片側100mを基準とした間伐対象区域

表－8 作業道から片側100m 以内に含まれる森林区画の樹種・径級別間伐量の割合(%)

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

表－9 作業道開設負担額を含めた ha あたりの間伐収益 (円/ha)

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を集団化	¥162,234	¥247,092
作業道片側100m の森林区画を集団化	¥186,987	¥271,939

・作業道開設コストとの関係

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器を使用するには、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。

図－4 に示した1990年度に開設された作業道の延長は1,560m、幅員3.6mである。この作業道の開設事業費は10,790,000円であった。この事業費と表－4 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 あたりの収益を表－9 に示した。表－9 と、表－4 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%の補助が必要である。

IV. おわりに

森林組合における間伐施業で、表－2 のような条件において、間伐収益の比較検討を行うことで、1) 森林区画を集団化し、2) 集材機より集材クレーン車を使用した方が、高い収益を得ることが明らかになった。さらに、これらの間伐施業における収益と作業道開設事業費とを検討すると、本論でシミュレートした各方法による間伐施業収益より作業道開設事業費の方が高くなっていた。これは、森林所有者が、間伐施業の収益をもとにして、自力によって、作業道を開設すると欠損になることを示している。

本論では、表－2 に示したような木材価格等の条件を利用して間伐収益のシミュレーションを行った。しかし、現在、木材価格はこの当時に比べ低落しており、かつ労務費などは高騰しているため(12)、その収益性はさらに減少している。そのような状況にあって、地域の森林施業実施の中核である森林組合では、コストの内訳を把握し、複数の伐出機器や施業方法等の中から、組合員を含めた森林所有者の森林経営目的に合致した方法を示唆し指導することは重要な課題であると思われる。このような課題を解決する一方策として、当該年度当初に施業実施可能箇所を把握するとともに林道・作業道位置と施業実施可能箇所との関係について解析するなど施業の集団化を図るため等に GIS 技術の応用は有効であると考えられる。

引用文献

- (1) 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.
- (2) 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.
- (3) 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. 全国林業改良普及協会. 東京.
- (4) 現代林業編集部(1997) 現場で使える GIS. 現代林業 371:22~39. 全国林業改良普及協会. 東京.
- (5) 小谷英司・松村直人(1998) 森林組合への GIS の導入と運用条件の解析. 森林応用研究 7:25~30.
- (6) 近藤洋史(1998) 新しくなった林業情報システム. 林構情報 104:4~13. 全国林業構造改善協会. 東京.
- (7) 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.
- (8) 木平勇吉・西川匡英・田中和博・龍原哲(1998) 森林 GIS 入門ーこれからの森林管理のためにー. 100pp. 日本林業技術協会. 東京.
- (9) 熊本県(1994) 平成5年度森林組合員実態調査報告書. 188pp, 熊本県林務水産部.
- (10) 林野庁(1954) 熊本地方すぎ林林分収穫表. 11pp.
- (11) 林野庁(1961) 九州地方ひのき林林分収穫表. 11pp.
- (12) 林野庁(1999) 平成10年度林業白書. 1~230. 日本林業技術協会. 東京.
- (13) 酒井武・齋藤 三(1997) 森林 GIS の導入と稼働ー大阪営林局と東京営林局における森林 GIS 稼働の実態ー. 林業技術 658:13~17.
- (14) 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.
- (15) 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. 日本林業技術協会. 東京.
- (16) 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ー東京大学千葉演習林の事例ー. 日林論 104:275~276.
- (17) 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. 244pp, 東京
- (18) 全国林業構造改善協会(1994) 平成6年度西日本ブロック地域リーダーフォーラム林業情報化の動向と課題. 57pp+9pp, 東京.
- (19) 全国林業構造改善協会(1995) 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動向と課題. 57pp+9pp, 東京.
- (20) 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ー短期計画の策定についてー. 日林論 77:28~34.

(1999年8月2日受付)

(2000年4月3日受理)