

森林そ生団地の運営プログラムの開発研究

誌名	愛媛県農林水産研究所林業研究センター研究報告
ISSN	13489534
著者名	金谷,出 坪田,幸徳
発行元	愛媛県農林水産研究所林業研究センター
巻/号	29号
巻号補足	
掲載ページ	p. 14-22
発行年月	2011年3月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター

Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



<資料>

森林そ生団地の運営プログラムの開発研究

金谷 出・坪田幸徳

Izuru KANATANI, Yukinori TSUBOTA

愛媛県が推進している、「森林そ生プロジェクト」の核となる「林業団地」に関して実態調査を実施した結果、森林組合を中心として導入が進みつつある森林 GIS については、導入済みの事業体の約半分があまり利用していないことや、調査データの蓄積や管理に利用されている場合が多く、企画ツールとしての利用は少ないことが明らかとなった。また、森林施業のコスト削減に向け、施業の集約化や高性能林業機械の導入、高密度路網の開設が推進されているが、十分な効果は得られておらず、施業実態の分析も余り行われていないことが判明した。

以上を踏まえ、森林 GIS を利用して施業候補地を絞り込む際に有効な、空中写真を利用した樹種判読のためのテキスト及び、施業対象地の現地調査結果を基にした生産性や必要労務等のシミュレーションや作業実績の分析などが簡便に行える施業管理用ツールを作成した。

キーワード — 林業団地, 森林 GIS, 樹種判読, 生産性, シミュレーション

1. はじめに

愛媛県で、県下の森林の約6割強を占める人工林の整備と、それら人工林の整備を通じて生産される木材の利活用を図るため、「愛媛森林そ生プロジェクト」を推進している。このプロジェクトは、小規模分散的な所有形態の森林を面的な広がりを取りまとめる「森林そ生団地」（以下団地）を核とした高性能林業機械の導入、路網の開設等の補助事業で構成されている。しかしその効果の説明として取り上げられる指標は、補助金に単純に対応した事業量や生産量の増加であり、生産性やコストの改善などの部分については明らかにされていない。団地施業の効果を、質、量ともに向上させるためには、団地の設定や運営の状況を明らかにしたうえで、多様な林況の把握とそれらに最適な労務の配置といった団地設計の方法や手順を検討する必要がある。

森林整備の大半は、林業事業体と森林所有者間の契約に基づいて実施されており、近年では全国的に推進されている提案型集約化施業の手法を取り入れている事業体も多い。その意義は、全国提

案型施業定着化促進部会（2008年）によると、「提案型集約化施業を進めていくことによって、施業内容や事業費などのデータが蓄積されるため、施業履歴のデータベースが整備され、施業技術体系の向上に大きな役割を果たすことと」されており、これまでの契約内容の不透明さの改善につながるものとして評価できる。しかしながら現状では、提案型集約化施業の目玉とも言うべき施業プラン書の作成に必要な各種データの収集、分析に取り組んでいる事業体は極めて少なく、実際に作成される施業プラン書は、森林所有者に払い戻しがあることを前提として作成されているに過ぎない。事業完了後に作成される施業精算書においても、面積、搬出材積、販売単価が修正されるにとどまっているため、現実の施業実態とは乖離しており、その正当性には疑問が残る。

各事業体が、現実の施業実態に応じたプラン書を作成するためには、過去のデータを分析し、生産性や施業経費などを統一された手法に基づき正確に把握する必要があるが、多くの事業体は、詳細な施業データの収集や分析を本格的に行った経

験がないため、公正な手法を用いた簡易な分析システムの開発が求められている。

団地の設定に関しては、一部の事業者が森林GISを導入してはいるものの、県内における導入状況やその利用実態は不明であった。また、森林GISは、空中写真などの画像データから樹種や林相を判別することにより、施業履歴の存在する施業団地のほかに新たな団地を設定しようとする際に有効なツールの一つであるが、実際の利用に際しては、同じ樹種であっても立木の密度や林齢、地形などにより画像上の見え方が異なるといった判別精度に課題を抱えていた。

本研究では、愛媛県における団地運営の実態を把握するため、県内の各事業者における森林GISの導入状況のアンケート調査、森林GISの利用実態や団地の運営に関する現地調査、空中写真による樹種判読に影響を及ぼす因子や樹種ごとの視覚的な特徴を取りまとめた「樹種判定基準表」と現地林況と空中写真の対比を可視的に行える「樹種判別カード」の作成、新たに開発した施業シミュレーションの精度検証を行った。

2. 研究方法

2.1 実態調査

2.1.1 森林GISに関するアンケート調査

県下の森林組合や第三セクター事業者など19事業者に対し、次の項目に関するアンケート調査を行った。

- (1) 森林GISの導入状況
- (2) 森林GISの導入目的
- (3) 森林GISの用途
- (4) 森林GISとGPSの組合せの有無
- (5) 導入した森林GISの満足度
- (6) 森林GIS利用者の状況

2.1.2 現地調査

現地調査は、森林GISを導入している事業者を対象として、東予・中予・南予の各地域から1ないし2の森林組合、南予に所在の株式会社1社、計5事業者に対して実施した。

2.2 運営プログラム

運営プログラムは、図-1に示すように、森林GISの写真画像を用いた事業候補地の検討に供する樹種判読テキストに始まり、現地調査の結果取りまとめ、作業システムの決定、施業実施、実績値と推定値との比較を行う施業管理用ツールに至る一連のものとした。

2.2.1 樹種判読テキスト

団地の設定や作業計画を作成する担当者が森林の状況を正確かつ効率良く把握するため、デジタルオルソ化された空中写真から樹種等を判読するための簡易なテキスト（『樹種判読テキスト』）を作成することとした。本テキストの作成に当たっては、広く普及しているソフトウェアを使用する、多様な林分の情報を収集して紹介する、担当者が独自資料を作成する際の参考になる、といった点

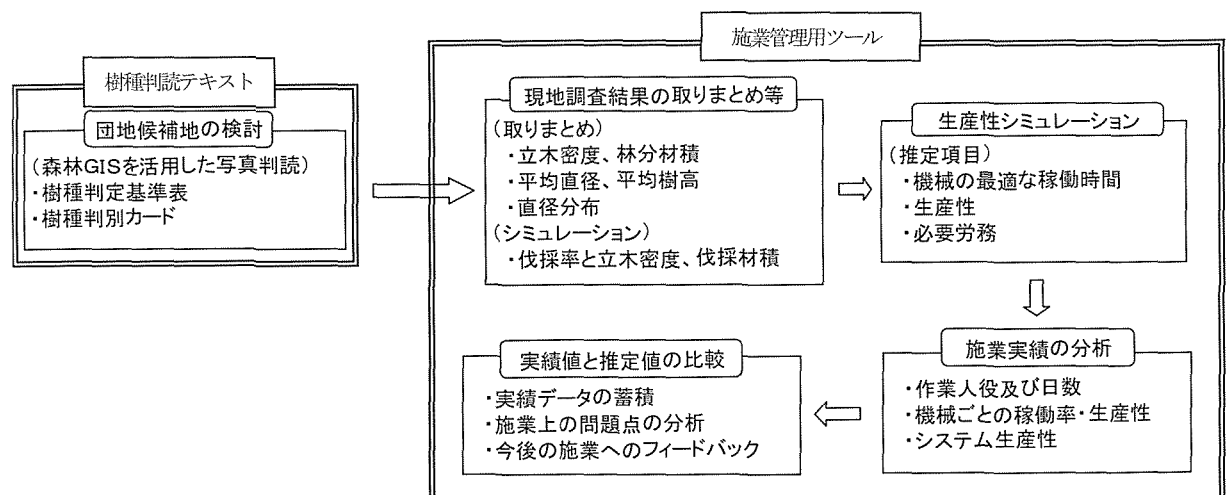


図-1 運営プログラムの流れ

に配慮した。また、空中写真の利用に関しては林野庁(1971)、渡辺(1993)、加藤(2007)らの文献を参考にした。ソフトウェアはMicrosoft社のPowerPointを使用し、スライド形式で表示することとした。空中写真は2007年10月に撮影されたデジタルオルソ画像(地上解像度:0.5m/pixel、色情報:8ビット、バンド:赤・緑・青)を使用した。現地調査は空中写真撮影から14~22ヶ月後の2008年12月~2009年8月に実施した。愛媛県久万高原町(旧久万町)内を対象として1×1kmの調査区を4箇所設定し、スギ、ヒノキ林を重点的に調査するため詳細調査区(スギ、ヒノキ林を対象に樹高、胸高直径、立木本数を標準地調査により測定)と簡易調査区(スギ、ヒノキ林のみ樹高を測定し、その他については林相の判別のみ)に区分した。全調査箇所において、GPSによる測位を行って位置を特定し、林分の状況をデジタルカメラで撮影した。

2.2.2 施業管理用ツール

今回作成した施業管理用ツールは、間伐事業に関連する現地の調査から事業の実施に至る一連の流れを想定し、その中で必要な事項について、シ

ミュレーションや分析及び事業実績との対比が簡便に行えるものとした。

また、操作や条件設定などを簡単にするため、多くの人に馴染みのあるMicrosoft社のExcelを使用し、使用者個々の実情に応じた内容の変更も可能となるように心がけた。

(1) 現地調査結果の取りまとめ等

標準地を設定して行われる毎木調査で得た胸高直径及び樹高を入力することにより、平均胸高直径、平均樹高、立木幹材積表に基づく幹材積、密度管理図に関する各指標数値、直径階ごとの取りまとめや分布状況のグラフなどが作成される。更に、間伐率を入力することにより、伐採本数や伐採材積、伐採後の直径分布などのシミュレーションが可能である。なお、間伐率設定の目安として、間伐前後のRy値の減少が0.15を超える場合は、その旨のメッセージが表示されるようにした。

また、実際の施業に際しては、小さいもの(大きいもの)を多く(少なく)伐採する場合も多々あることから、任意の2つの直径階に関して、間伐率を増減させた場合のシミュレーションも行えるようにした(図-2)。

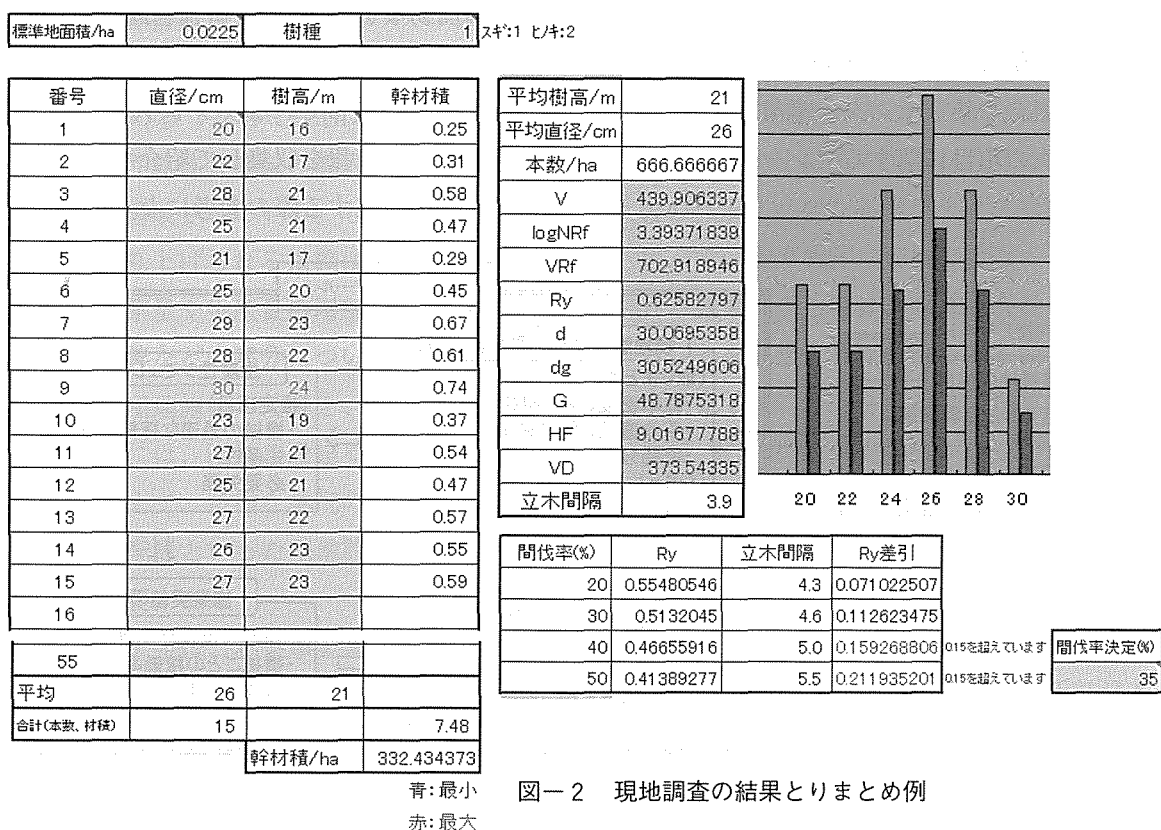


図-2 現地調査の結果とりまとめ例

(2) 生産性シミュレーション

Excel のソルバー機能を利用して作成した。高性能林業機械であるプロセッサを組み合わせたシステム（フォワーダが1台の場合と2台の場合）と、従来型のシステムの3パターンで、作業従事者数、使用する機械ごとの予想される1時間当りの処理量、1日の作業時間を入力することによって、機械ごとの稼働時間や生産性の理論値が算出され、所要労働量の推計も可能である（図-3）。

作業従事者数	3		
	処理量/m3・時	稼働時間/日	処理量/m3・日
チェーンソー	3.8	3	12.9
プロセッサ	2.0	6	12.9
グラブ	2.4	5	12.9
フォワーダ	2.3	6	12.9
		21	12.9

システム生産性/m3・日	生産性/m3・人・日
12.9	4.3
一日の作業時間	7

フォワーダが1台の場合に対応しています。
のセルに想定される数値を入力

のセルには式が入力されています

図-3 生産性シミュレーション例

条件設定は

一日当り機械の稼働時間合計＝

1日の作業時間×作業従事者数

チェーンソーの稼働時間＜＝

1日の作業時間×作業従事者数

チェーンソー以外の稼働時間 ＜＝

1日の作業時間

機械ごとの1日当り処理量は同一とし、以上の組み合わせによる最大処理量を求めるようにした。



集計表に戻る



解説に戻る

(3) 施業実績の分析

施業期間中における従事者ごと、作業種ごとの作業時間とシステム生産量を入力することにより、機械ごとの稼働時間及び稼働率や生産性、システム生産性に加え、要した労働量及び作業日数、作業

時間などが簡便に集計できるようにした(図-4)。

日ごとの作業時間や就労人役のばらつきは、次により補正を加えた数値が表示されるようにした。
延べ人役：就労時間合計/一日当りの最長作業時間
作業日数：補正後の延べ人役/一日当りの最多就労人数

3月											
供出範囲(～山主)											
作業者氏名	1	2	3	4	5	6	7	31	計		
チェーンソー											
a			3	1					5		
b			3	1					13		
c				1					6		
d											
小計			6	3					24		
プロセッサ											
a				6	7	7	7		67		
b											
c											
d											
小計				6	7	7	7		67		
グラブ											
a											
b				6	7	7	7		58		
c									12		
d											
小計				6	7	7	7		70		
フォワーダ											
a			7						28		
b									23		
c				6	6	7	7		40		
d											
小計			7						91		
重複を脱した作業時間			7	3	7	7	7		108		

集計	
生産量(m3)	303.8
就労延人役(人)	77
実作業日数(日)	34
生産性	チェーンソー 3.73
プロセッサ	19.9
グラブ	23.8
フォワーダ	23.2
労働生産性(m3/人日)	3.95

生産性等の補正

	補正前	補正後
就労延人役(人)	77	71
実作業日数(日)	34	24
労働生産性(m3/人日)	3.95	4.3

生産量(m3) 303.8

最長就労時間/日 7.0

作業時間累計 494

図-4 施業実績の分析例

(4) 実績値と推定値の比較

現地調査及び施業シミュレーションから得られた目標値と施業実績とを対比させることにより、生産性や機械の稼働時間などに関する問題点を見

出すことができる。また、蓄積した実績データをシミュレーションの条件設定に反映させることにより、更なる推定精度の向上も期待できる(図-5)。

		作業システム	1	1: 予測1 2: 予測2 3: 予測3
		施業面積(ha)	2.63	
		樹 種	ヒノキ	
区 分	目標(A)	実績(B)	差引(B-A)	
立木幹材積合計(m3)	1278.6	1278.6	0	
伐採率(%)	37	37	0	
搬出材積合計(m3)	302.8	303.8	1	
所要日数(日)	24	34	10	
所要延べ人役(人)	72	77	5	
労働生産性(m3/人・日)	4.3	3.9	-0.4	

利用率(%)
64

のセルに入力

作業システムの入力 1: 生産性予測1のシートに対応(チェーンソー+プロセッサ+グラブ+フォワーダ)
 2: 生産性予測2のシートに対応(チェーンソー+プロセッサ+グラブ+フォワーダ)
 3: 生産性予測3のシートに対応(チェーンソー+グラブ+林内作業車)
 注1: 目標欄の搬出材積は伐採幹材積*利用率で積算
 注2: 実績欄の伐採率は搬出材積/幹材積/利用率で積算



解説に戻る

補正後の実績との比較

区 分	目標(A)	実績(B)	差引(B-A)
所要日数(日)	24	24	-0
所要延べ人役(人)	72	71	-1
労働生産性(m3/人・日)	4.3	4.3	-0.0

図-5 実績値と推定値の比較例

2.3 施業管理用ツールの精度検証

施業予定箇所のデータ提供が得られなかったため、施業実績から得られた生産性などの分析デー

タを生産性シミュレーションツールに入力して推定値を算出し、実績値と対比をさせる方法により行った(図-6)。

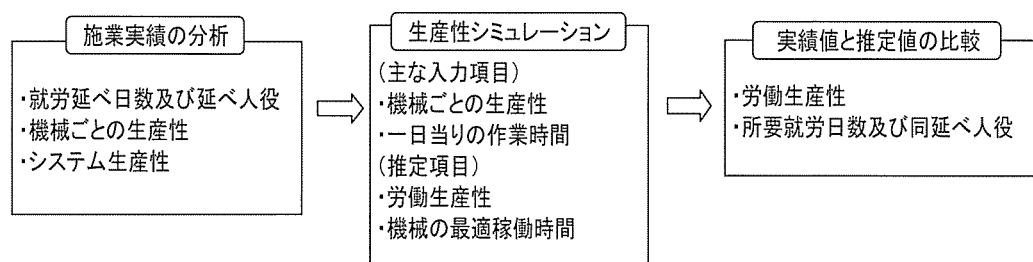


図-6 検証の方法

3. 結果と考察

3.1 森林 GIS 利用の実態

調査時点(平成20年5月)では、導入済みの事業体は7と調査対象とした事業体の半分に満たず、加えて導入してはいても利用頻度の低い事業体が、約半分を占めていた。(表-1)。

導入の目的は、施業等の計画作成や実績のデー

タ集積を挙げた事業体が最も多く(表-2)、導入後の用途もそれを裏付ける結果であった(表-3)。

現場のデータと互換性を持たせるために有効な手段である、GPSとの組み合わせを活用している事業体は過半の4事業体(表-4)、またGISに満足している事業体は4事業体であった。不満な理由としては、使いこなせない、処理速度が遅

いが挙げられていた（表－５）。

利用者は特定の職員に偏っている実態が伺えた
が、１事業体は専門の課を設置して活用を図って
いた（表－６）。

これらアンケート調査の結果からは、未導入の
事業体における森林 GIS に対する関心の高さが
伺われる半面、既に導入済みの事業体からは、凡
そ半分程度の事業体しか使いこなしておらず、ま
た満足もしていないとの実態が浮かび上がった。

このことは、今後、森林 GIS の導入を予定して
いる事業体にあっても、必ずしも活用されるとは
限らない事を示唆しており、高額な投資が無駄と
ならないよう、予め導入目的や求める性能を明確
にしておく必要がある。

また、森林 GIS の利用実態からは、企画ツ
ールよりもデータ管理ツールとしての利用が多く、
機能の一面しか利用されていないことも伺われる
結果となった。

表－１ 森林 GIS の導入状況

導入済			未導入				合計
利用頻度高い	利用頻度低い	小計	導入予定有	導入検討中	導入予定なし	小計	
4	3	7	1	6	5	12	19

表－２ 森林 GIS の導入目的

計画作成や実績 のデータ集積	施業提案の収支 予測	測量データの作 図・管理	事業進捗の確認	補助事業の事務 処理
7	1	4	2	1

重複回答有り

表－３ 森林 GIS の用途

資源情報の把握	施業等の計画作 成・管理	林家との情報 ネットワーク形成	工程管理	補助事業の事務 処理	各種情報の一元 管理	試験的に導入
2	5	2	2	1	2	1

重複回答有り

表－４ 森林 GIS と GPS

有	無
4	3

表－５ 満足度

満足	不満			わからない
	使いこなせない	処理が遅い	測量機器との連携が悪い	
4	2	1	1	1

重複回答有り

表－６ 森林 GIS 利用者

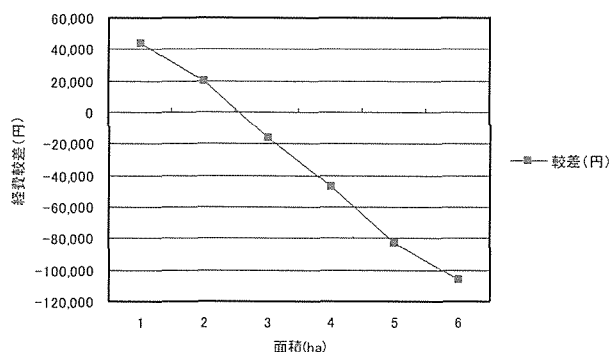
不特定多数	特定	専門の課を設置
2	4	1

3.2 現地調査

団地の設定については、過去に受託施業を実施
した森林がまとまって存在している箇所や、ある
程度大きな面積規模で公共事業による森林整備の
実施が既に決定している森林を主に囲い込みをし
ており、地域全体の森林資源の分布状況や、整備
が遅れている人工林の所在などについて、広範囲

での検討を加えて設定された事例は見受けられな
かった。

このことは、施業の対象となる地域が固定され、
結果として、事業規模の拡大や計画的な路網の開
設、顧客拡大の阻害に繋がることが懸念されるも
のである。併せて、既知の森林を対象として団地
設定がなされる実態は、森林 GIS が企画ツール



図ー7 高性能林業機械システムと従来型システムの事業経費格差

注1：林業研究センターのハーベスタシステムと従来型システムとの生産性比較データ（谷山：H17）を基に、「機械化のマネジメント」（（社）全国林業改良普及会編P138～P139コスト計算に必要な諸評価値）を組み合わせて算出

注2：算出基礎となる1ha当りの搬出材積は、県業務資料からそ生団地の1ha当り平均生産材積（H20.8時点）を適用

として利用されている割合が低いことを裏付ける結果となった。

団地の運営に関しては、地区座談会や職員の営業活動を通じて、施業に関する合意形成や事業地の確保・集約化に務めると共に、高性能林業機械の導入や高密度の路網開設により、1人1日当りの生産性を5m³程度に引き上げようとはしていたが、実際の各事業体の労働生産性は一人一日当り3.5m³程度であり、中には3m³にも満たない事業体もあったことから、投資に見合った生産性の向上を達成しているとは言いがたい状況にあった。

加えて、生産量を出役人数で除して大まかな生産性を算出している事業体はあったものの、個々の機械の稼働状況などについては把握されていない場合が大半で、生産性が伸び悩んでいる原因の解明及び改善に必要なデータの収集等に関する取り組みが欠如している実態が明らかとなった。

また、面積規模とは無関係に高性能林業機械が使用されていたが、過去の当センターの調査などからは、3ha以上の規模でなければ有利性が発揮できないことが予測され（図ー7）、今後、各事業体にあってはこれらの点も含め、高額の投資に見合った能力が発揮されるよう最善の努力を講ずるべきであろうと考える。

3.3 樹種判読テキスト

テキストは全体で86枚のスライドから成る3部構成とした。第1部は空中写真判読の際の注意事項として、用語の解説、画像に影響する因子、地形による影響の確認方法等について紹介した。第2部はスギ、ヒノキ、アカマツ・クロマツ、広葉樹を対象に、樹種ごとの視覚的な特徴を取りまとめた樹種判定基準表の事例を紹介した。第3部は現地調査に基づく林分の状況と空中写真との対比を可視的に行える判読資料カードを作成し紹介した。第3部に関して、詳細調査はA区（21箇所）、簡易調査はB区（15箇所）、C区（20箇所）、D区（6箇所）とし、計4区（62箇所）で実施した（図ー8）、（表ー7）。樹種別では、スギ林が26箇所、ヒノキ林が15箇所、マツ林が4箇所、広葉樹林が8箇所、針広混交林が3箇所、タケ林が6箇所となった。作成した判読資料カードの一例として、A区から抜粋したものを図ー9～11及び表ー8に示した。

今回作成したテキストの問題点として、使用した空中写真が1種類のみであり、実務的に使用できる地域が限定されるものとなった。また、空中写真に近赤外域のバンドが含まれていなかったことから、フォールスカラーによる表示等を含めることが出来なかった。また、画像を比較するためにスライドを並べて表示する作業がやや複雑であった。今後は、こうした点の改良を行い、より利便性の高いテキスト、あるいはプログラムを作成することが望ましいと考える。

久万高原町
旧久万町



図ー8 調査箇所

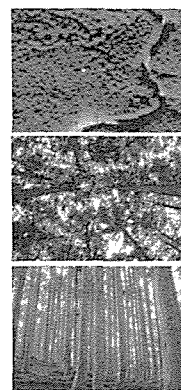
表－7 調査区の概要

調査区	市町村・大字	面積	調査年月	方法	箇所数 (番号)
A区	久万高原町 菅生	100ha (1000×1000m)	2008.12 ～2009.1	詳細 調査	21 (1～21)
B区	〃 東明神	〃	2009.7	簡易 調査	15 (22～36)
C区	〃 下畑野川	〃	2009.8	〃	20 (37～56)
D区	〃 菅生	〃	2009.8	〃	6 (57～62)
計					62

※詳細調査は200m²の円形プロットを設置して毎木調査

※簡易調査はプロットを設置せず付近から目視により調査

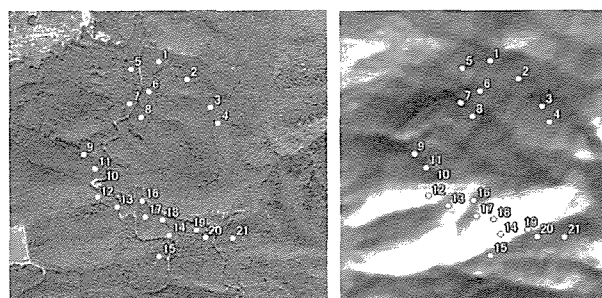
調査地番号	11
調査区	A区
主要樹種群	ヒノキ林
混交樹種	—
樹高(m)	16
胸高直径(cm)	16
ha当り本数	3,200
間伐候補	候補
X座標	-54,431
Y座標	72,809



図－11 現地の状況(ヒノキ林)

3.4 施業管理用ツールの精度検証結果

結果は、一部の事例を除き良好な数値を示した(表－9)ものの、事例数が少なかったことや、作業道開設時の支障木の伐採搬出と搬出間伐のデータとを区分できなかったことなどに検証の余地を残している。また、通常有意であるとされている、直径や運搬距離と労働生産性との間に相関関係が見られず、この部分に関するシミュレーションの条件設定はできなかった。相関関係が見られなかった要因としては、使用したデータが複数の作業班のもので、出役記録の精度や生産性に関して、大きな較差があったことが考えられ今後は、検証事例を増やすと共に、作業班ごとの施業実施データの分析にも留意していく必要があると考える。

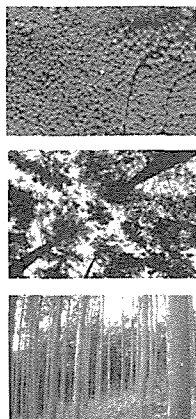


図－9 A区調査箇所(詳細調査)

表－8 A区整理表

調査地 番号	主要 樹種群	樹高 (m)	Ha当り 本数	調査地 番号	主要 樹種群	樹高 (m)	Ha当り 本数
3	スギ林	16	1,500	14	スギ林	21	1,350
1	スギ林	17	3,850	9	スギ林	24	1,100
17	スギ林	18	1,250	5	スギ林	25	400
20	スギ林	19	650	6	スギ林	26	450
16	スギ林	19	850	12	ヒノキ林	15	2,350
8	スギ林	19	1,850	4	ヒノキ林	16	2,100
10	スギ林	19	3,150	11	ヒノキ林	16	3,200
18	スギ林	20	750	13	ヒノキ林	18	1,800
7	スギ林	20	2,950	21	ヒノキ林	20	1,550
19	スギ林	21	300	15	ヒノキ林	23	450
2	スギ林	21	600				

調査地番号	3
調査区	A区
主要樹種群	スギ林
混交樹種	—
樹高(m)	16
胸高直径(cm)	17
ha当り本数	1,500
間伐候補	不要
X座標	-54,068
Y座標	73,017



図－10 現地の状況(スギ林)

表ー9 現地データと施業管理用ツールの精度検証結果

データ 番 号	面積 (ha)	労働生産性(m ³ /人・日)		差引き (A)-(B)	所要日数(日)		差引き (C)-(D)	所要延べ人役(人)		差引き (E)-(F)
		実績値(A)	推計値(B)		実績値(C)	推計値(D)		実績値(E)	推計値(F)	
1	1.12	7.7	8.1	-0.4	6	7	-1	13	14	-1
2	1.54	5.9	6.0	-0.1	16	16	0	49	48	1
3	1.97	3.7	3.7	0.0	10	11	-1	30	33	-3
4	6.92	6.5	6.4	0.1	59	48	11	138	144	-6
5	2.63	4.3	4.3	0.0	24	24	-1	71	72	-1
6	3.04	7.7	7.2	0.5	10	11	-1	29	33	-4
7	5.09	7.5	7.2	0.3	16	17	-1	47	51	-4
8	3.25	3.5	3.3	0.2	17	19	-2	52	57	-5
9	2.92	2.9	3.6	-0.7	22	18	4	66	54	12
10	1.56	6.7	6.0	0.7	7	8	-2	20	24	-5
11	5.52	6.4	6.4	0.0	35	36	-1	106	108	-2
12	10.04	5.4	4.1	1.2	51	66	-15	154	198	-44
13	7.11	2.8	2.7	0.1	49	50	-1	146	150	-4
14	1.74	2.9	2.9	0.0	9	10	-1	27	30	-3
15	0.46	4.5	4.5	0.0	6	7	-1	13	14	-1
16	0.21	3.9	4.0	-0.1	3	4	-1	6	8	-2
17	0.37	4.6	4.6	0.0	2	3	-1	7	9	-3
18	1.84	3.8	3.8	0.0	7	8	-1	22	24	-2
19	0.57	4.4	4.3	0.1	5	6	-1	16	18	-2
20	0.98	5.0	5.0	0.0	12	13	-1	24	26	-2
21	0.19	2.1	1.9	0.2	1	1	0	4	4	0
22	4.51	10.8	10.0	0.8	29	31	-2	58	62	-4
23	7.42	7.6	6.7	0.9	34	39	-5	101	117	-16

言うまでもなく事業体にあっても、これまでの漫然とした体質から脱却し、早急に施業実績に基づく様々なデータの収集・分析及び蓄積に取り組み、自らの施業実態を明らかにした上で改善すべき点を見つけ出すことや、施業予測の能力を身につけることが急務である。その過程で、本調査研究の成果が活用され、各事業体に合った形にアレンジされ、より良い物となれば幸いである。

最後に、アンケート調査や現地調査、施業データの収集にご協力を頂いた事業体の皆様方には、心からの謝辞と、今後のご発展を祈念申し上げる次第である。

参考文献

- 加藤正人 (2007)、改訂森林リモートセンシング
ー基礎から応用までー、日本林業調査会、358pp
- 林業機械化協会 (2006)、H17年度森林管理総合
情報整備提供事業間伐支援ソフト用データの収
集調査報告書、社団法人林業機械化協会、p.61
-62
- 林業改良普及協会 (2001)、機械化のマネジメン
ト、社団法人林業改良普及協会、2001、239p、
ISBN4-88138-084-2
- 林野庁計画課 (1971)、図説森林計画と森林調査、
日本林業技術協会、64pp
- 渡辺宏 (1993)、最新森林航測テキストブック、
日本林業技術協会、264pp
- “提案型集約施業ポータルサイト”、全国提案型
施業定着化促進部会、<http://sv52.wadax.ne.jp/shuuyakuka-com/segoy/procedure.html>。(参照2010-03-10)