

ISSN 2185-9167

林業技術総合センター成果報告

第20号

平成24年3月

宮城県林業技術総合センター

目 次

1	地域材を用いた単板積層材による構造用建築部材の開発	1
2	針広混交林への誘導に関する研究	7
3	GPSやレーザー距離計を活用した森林測量手法の確立	11
4	有用広葉樹の種苗確保に関する調査	20

地域産材を用いた単板積層材による構造用建築部材の開発

大西裕二*・玉川和子・小関孝美

要 旨

スギ LVL の需要拡大を目指し、性能を活かした建築部材として横架材や「まぐさ」（開口部の上部の部材）としての利用を想定した製品の試作を行い性能を調査した。

はり背 240 mm の「平使い」用と、はり背 330 mm の「縦使い」用の 2 種類の試験材料を製造し、強度試験を実施した。その結果、「平使い」よりも「縦使い」の方が、十分な曲げ強度性能を発現した。

この結果を基に、建築材料（縦使いで使用）として利用可能なスパンを検討したところ、床ばりで 5500 mm のスパンが可能となった。また、開口部の上部に位置する「まぐさ」について検討した結果、2 階荷重を受ける場合は 5100mm、受けない場合は 7000mm のスパンが可能となり、曲げ性能においては大開口部材として利用の可能性もあることも分かった。

以上のとおり、幅 150mm×高さ 330 mm×長さ 6100mm のスギ LVL は「縦使い」により十分な強度を発現することを確認し、長スパン横架材や大開口部材としての利用の可能性を示すことができた。

キーワード：地域材、単板積層材（LVL）、構造用建築部材

1 はじめに

単板積層材（LVL）は製材品（むく材）と比べて、強度と歩留まりを向上させる技術として有望であるが、国産材の構造材としての利用は低位にとどまっていることから、中～大断面の構造材としての需要拡大を目指して、スギ LVL の性能を活かした建築部材を試作し、強度性能等の調査を行った。

本課題では、構造用建築部材として要求される性能を把握し、強度性能を確保する技術を併せて開発する。

2 試験方法

2.1 スギ LVL が活用できる建築部材の選定

スギ等地域産材 LVL が有効活用できる建築部材を見出すため、宮城県産スギスパン表作成における「みやぎ材利用開発検討会」の委員（宮城県林業技術総合センター，2009）や、県内の建築関係者等へのヒアリングを行った。

また、公共建築物等における木材の利用の促進に関する法律が施行され、公共建築では、大空間が創出できる木質材料が求められる。

これらのことからスギ LVL が活用できる建築部材として、現場でニーズのある①大空間が可能な長スパン横架材、②出入口等の大開口を可能にする「まぐさ」（開口部の上部の部材）を候補とし、求められる建築部材としての製品開発と性能調査を行うこととした。

* 森林整備課

2. 2 スギ LVL の強度性能の調査

2. 2. 1 試験材料

県内 LVL 工場の製造条件及び建築設計の汎用性を考慮し、幅 150mm×高さ 240mm×長さ 4550mm「平使い」と幅 150mm×高さ 330mm×長さ 6100mm の「縦使い」用の 2 種類を製造した。

高さ 240mm 試験体は、LVL への積層方向への荷重（平使い）と、高さ 330mm の試験体は、積層方向と直角方向への荷重（縦使い）として実大曲げ試験を実施した（図-1）。

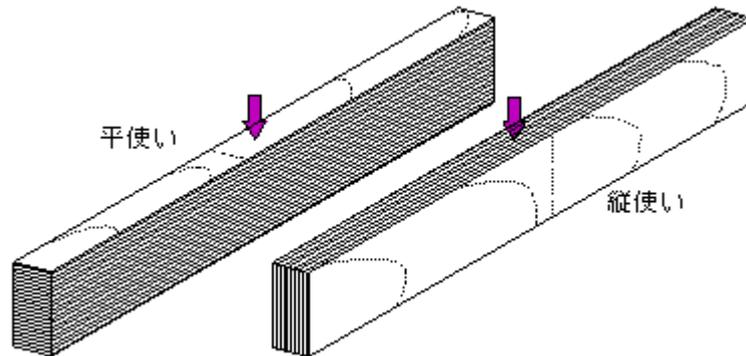


図-1 LVL の荷重方向

2. 3 実大曲げ試験

実大曲げ試験は、スパンを試験体の高さ 18 倍とし、荷重方向を図-1 の矢印方向として、図-2 のとおり 3 等分点 4 点荷重による曲げ試験を行った。また、試験終了後、破壊部近傍から試験片を採取し全乾法により含水率を求めた。

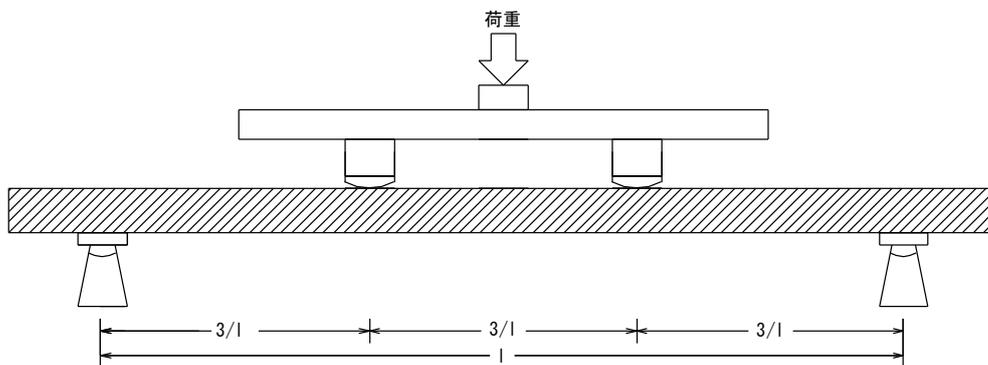


図-2 実大曲げ試験方法

$$\text{曲げ強さ} = \frac{Pl}{bh^2} \quad (N/mm^2)$$

$$\text{曲げヤング係数} = \frac{23\Delta Pl^3}{108bh^3\Delta y} \quad (kN/mm^2)$$

P : 最大荷重(kN)

l : スパン(mm) $l=18$

b : 試験体の幅(mm)

h : 試験体の厚さ(mm)

ΔP : 比例域における荷重差(kN)

Δy : ΔP に対応するたわみ差(mm)

3 試験結果と考察

3. 1 実大曲げ試験

曲げ試験の各試験体の試験結果を表-1, 表-2に示す。

表-1 実大曲げ試験 (高さ 240mm 平使い)

試験体	密度 kg/m ³	曲げ強さ N/mm ²	曲げヤング係数 kN/mm ²	含水率 %
77	417	43.1	10.23	9.0
78	416	44.6	10.40	8.9
79	421	44.8	10.79	8.5
80	423	44.0	10.88	8.3
81	417	43.2	10.69	8.5
82	421	45.0	10.62	8.8
83	425	41.4	10.91	8.6
84	431	39.4	10.87	8.2
85	422	38.6	10.24	8.2
86	423	41.4	10.78	8.3
87	423	42.2	10.61	8.7
88	424	41.5	10.70	8.5
89	424	38.4	10.61	8.4
90	423	45.5	10.80	8.0
91	425	42.5	10.20	9.0
平均値	422	42.4	10.62	8.5
最大値	431	45.5	10.91	8.8
最小値	417	38.4	10.24	8.0
変動係数(%)	0.9	5.4	2.3	3.6

高さ 240mm 平使いは、曲げヤング係数は 100E 相当と高く、ばらつきが小さかった。曲げ強さは、120E の 1 級相当となった。スギ製材品の集積されたデータ (強度性能研究会, 2007) のスギ曲げ強度と比較すると平均値 40.8N/mm² を上回り、またこれらを母集団から得られたサンプルとして母集団が正規分布すると仮定すると、その信頼水準 75% での 5% 下限値 (以下同じ) は 37.8N/mm² となり、スギ製材品と比較して、そのばらつきは非常に小さく、5% 下限値においてスギ製材品の無等級材の基準強度 (22.2 N/mm²) と比較して大きく上まわった。

表-2 実大曲げ試験 (高さ 330 mm 縦使い)

試験体	密度 kg/m ³	曲げ強さ N/mm ²	曲げヤング係数 kN/mm ²	含水率 %
1	439	40.5	10.25	7.1
2	436	39.2	9.62	8.8
3	429	34.2	8.75	7.8
4	435	34.5	8.83	9.3
5	430	33.4	8.95	8.5
6	432	41.0	10.05	8.4
7	437	38.6	9.71	9.3
8	432	32.4	9.13	8.8
9	436	42.0	9.85	7.4
10	424	37.9	10.10	8.5
平均値	433	37.4	9.52	8.4
最大値	437	42.0	10.10	9.3
最小値	424	32.4	8.83	7.4
変動係数(%)	1.1	9.3	5.9	8.9

高さ 330mm 縦使いは、変形のしにくさを表す曲げヤング係数が平均で 9.52kN/mm²であり、宮城県産スギ平角（甲種Ⅱ）製材品の平均より高く、そのばらつきが小さかった。最小値は 8.83 kN/mm²（5%下限値 8.33 kN/mm²）と、宮城県産スギむく材（無等級 4.88 kN/mm²）より 70%向上し、部材として十分な曲げ強度性能を発現した。

曲げ強さは、スギ製材品と比してばらつきが小さかった。5%下限値は 30.5N/mm²であり、国土交通省告示スギ無等級材の基準強度 22.2N/mm²を、宮城県産スギ平角（甲種Ⅱ）製材品無等級材の基準強度 22.2N/mm²を上まわった。JAS 単板積層材では 90E1 級であった。

高さ 330mm の縦使い試験体、高さ 240mm の平使い試験体の曲げ試験の結果をあわせて図-3 に示した。

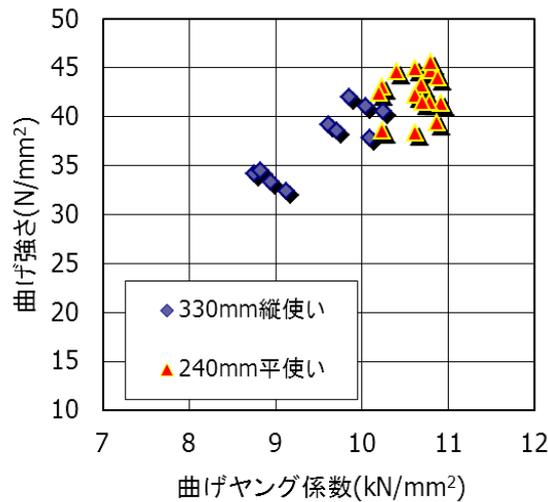


図-3 試験体による比較

3. 2 スギ LVL の建築材料としての評価

3. 2. 1 長スパン横架材としての評価

スギ LVL を構造用建築部材として利用するため、横架材として用いることのできる最大可能スパンの検討を行った。

当初に単純はりとして、等分布荷重のときに生じるたわみとスパンについて検討を行った（図-4）。

荷重は建設省告示のたわみ計算用の積載荷重 600N/mm²，固定荷重 800N/mm²とし，荷重負担幅 2000mm とし等分布荷重としてスパンと中央たわみ量との関係を次式により求めた。

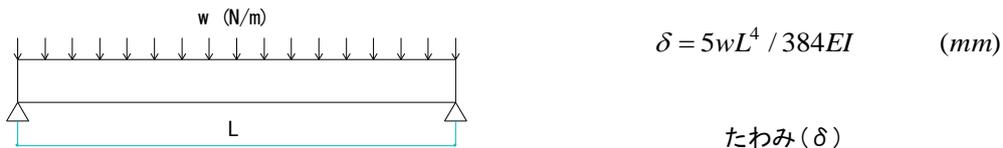


図-4 等分布荷重

スギ LVL の曲げ剛性 (EI) は実験を行った断面 $150 \times 330\text{mm}$ と実験値とし、E は実験値を母集団から得られたサンプルとして母集団が正規分布すると仮定すると、その信頼水準 75% での 5% 下限値は 8.34kN/mm^2 とし、これらからスパンに応じたスギ LVL の中央たわみ量と、たわみ量の制限値にしばしば用いられるスパン制限値 1/250 (床ばり等)、1/150 (小屋ばり等) を示した (表-3)。

表-3 中央たわみ量とスパン制限値

スパン	スギLVLの中央たわみ (mm)	スパン1/250たわみ制限値 (mm)	スパン1/150たわみ制限値 (mm)
4000	5.4	16.0	26.7
4500	8.6	18.0	30.0
5000	13.1	20.0	33.4
5500	19.1	22.0	36.7
6000	27.1	24.0	40.0
6500	37.3	26.0	43.4
7000	50.2	28.0	46.7

これからスパン制限値 1/250 では 5500mm、1/150 では 6500mm のスパンが可能になり、長いスパンを飛ばすことのできる可能性が示された。

3. 2. 2 まぐさとしての評価

さらには、スギ LVL を開口部の上部に位置するまぐさ、胴差、軒桁として利用するとして荷重を設定し応力、たわみ量を算出した。スギ LVL は縦使いとし、基準曲げ強度、曲げヤング係数、せん断強度はそれぞれのデータからスギ LVL の母集団が正規分布すると仮定し、その信頼水準 75% での 5% 下限値を求めた。

宮城県産スギスパン表のスパンに応じた必要断面を決定する方法と同様に固定荷重、積載荷重、積雪荷重を国土交通省告示値、日本建築学会の値を参考に設定を行い、たわみ制限を 2 階建て 1 階のまぐさ 1/250、平屋のまぐさ 1/150 とした。2 階建て 1 階のまぐさは 2 階床荷重のみとし床荷重の負担幅を 1000mm とし、屋根荷重を受ける 2 階管柱を負担しない設定とした。平屋のまぐさは積雪区分を一般地、屋根荷重負担幅を 1400mm、スパン中央部に小屋ばりの集中荷重を受けるとした (図-4)。

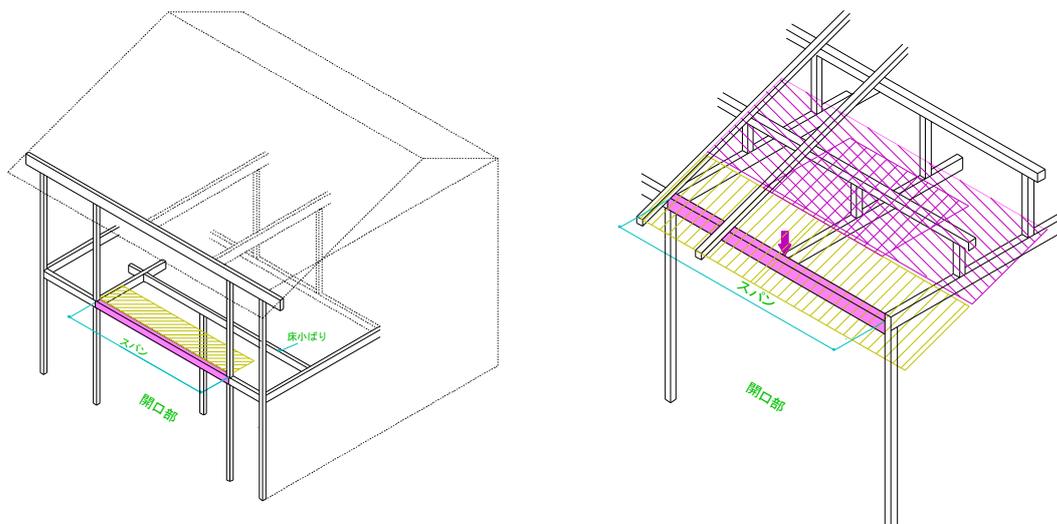


図-4

これから、利用可能スパンを計算したところ、2階建て1階のまぐさは5100mm、平屋のまぐさは7000mmとなった。これらから、曲げ性能においては、大開口部材として利用の可能性があることが分かった。

4 おわりに

本県の充実しつつあるスギ資源は、単板に加工することにより径級にかかわらず高歩留りを期待でき、少々の曲り材も利用できることから、資源の有効活用として有望である。

今後、大空間や大開口を必要とする建築物が増加すると思われることから、その解決策を提案するため、地域産材を用いたLVLの利用の可能性を追求した。

今回の結果では、スギLVLは「縦使い」により十分な強度を発現し、曲げ性能に優れ、長スパン横架材や大開口部材として利用の可能性があることがわかった。

なお、本報告では製造コスト等の比較は行わなかったが、LVLの製造は比較的自由的な断面にも対応可能であり、中断面～大断面においては、十分に競争力を持つと見込まれる。

これらを総合して、スギLVLは実用に向けた有望な木質材料であり、今後、木材・建築関係機関との連携により普及を期待したい。

引用文献

みやぎ県産スギスパン表：宮城県林業技術総合センター(2009)

強度性能研究会：「製材品の強度性能に関するデータベース」データ集<7>(2007)

針広混交林への誘導に関する研究

梅田 久男

要 旨

本研究は、今後の多様な森林の一つとしての混交林への誘導のため、いまあるスギー広葉樹混交林の実態を明らかにし、その結果からの混交林への誘導について検討した。

県内 12 プロットのスギー広葉樹混交林の大部分は、混交率（広葉樹）が 40～60%、混交樹種がコナラ、クリを含む 3 種以内であった。混交樹種が 5 種以上の 2 プロットでは、混交率が 60%を超えるとともにコナラ、クリの割合は少なかった。スギと広葉樹の配置のしかた（混交様式）には単木的なものと群状的なものがみられたが、多くの箇所はどちらとも判断できなかった。広葉樹の侵入はスギ造林後 10 年以内が多く、造林後の初期の保育が十分でなかったためと思われるほか、雪害などによりギャップができたためと思われる。

スギ造林地では初期の保育の不足や雪害などによるギャップの発生に伴い広葉樹が侵入することから、混交林への誘導には、ギャップの形成、スギ林内にある有用な広葉樹の積極的な利用、クリ、コナラ以外の混交樹種の母樹などに留意することが必要である。

キーワード：スギー広葉樹混交林、混交様式、ギャップ、母樹

1 はじめに

宮城県の私有林の半数以上を占める人工林は、7 割がスギ林となっている。これらスギ林は林業生産の停滞などから伐採が進まず、8～10 齢級の面積が半数を越え高齢林が増加する傾向にある。このような状況の中で、今後どのような施業を行うかが重要な問題となっている。国においても平成 23 年 7 月に公表された新しい「森林・林業基本計画」の中で、森林の多面的機能を発揮させるためには、多様で健全な森林への誘導が必要で、立地条件等を踏まえつつ、「長伐期化」、「育成複層林への移行」など多様な施業を推進することを掲げている。

これらの施業方法については個々の研究や試験的なものはあるものの、体系的・具体的な方法は確立されておらず、特に針広混交林化については知見も少ない。本課題においては、混交林化したスギ林の実態を解明することにより、針広混交林化への誘導手法を検討し、今後の施業に役立てようとするものである。

2 調査方法

2. 1 スギー広葉樹混交林の実態調査と類型化

2. 1. 1 スギー広葉樹混交林の実態調査

県内のスギの造林後に広葉樹が侵入したと思われる 12 箇所のスギー広葉樹人工林内に調査プロットを設け立木調査・地況・施業歴を調査した。（表－1）

調査プロットは、等高線方向に 10m、垂直方向に 20m（一

表－1 調査林分

番号	市町村名	スギ林令	林分面積
1	仙台市	39 年	6.02 ha
2	大和町	30	0.50
3	〃	28	1.13
4	〃	28	1.65
5	大衡村	30	1.69
6	色麻町	40	0.52
7	富谷町	38	1.64
8	角田市	40	0.65
9	大衡村	47	0.93
10	〃	47	0.93
11	〃	47	0.93
12	富谷町	40	0.54

部は 10×10m) の方形プロットとした。

立木調査は、上層木（林冠を構成する木本）の樹種名、樹高、胸高直径、およびプロット内での位置を調査した。また、下層木は、樹種名、胸高直径、本数を）を調査した。

2. 1. 2 スギー広葉樹混交林の類型化

2. 1. 1 実態調査の結果から、スギと広葉樹の混交状況などにより類型化を検討した。

2. 2 スギー広葉樹混交林の成立過程の解明

2. 2. 1 スギ・広葉樹の樹幹解析調査(スギー広葉樹混交林)

広葉樹の侵入時期と侵入後の生長を調べるため、大衡村の林業技術総合センター内のスギー広葉樹混交林（森林簿では 47 年生スギ林）内の上層木で隣り合うスギとコナラを 1 本ずつ伐採し、樹幹解析を行い成長状況について調査した。

2. 2. 2 スギ・広葉樹の伐根調査（スギー広葉樹混交林）

広葉樹の侵入時期を調べるため、1 年前に間伐（伐捨て）が行われた富谷町のスギー広葉樹混交林（38 年生スギ林）で、スギおよび広葉樹について伐採木の伐根の年輪数を調査した。

2. 2. 3 広葉樹の侵入時期等

2. 2. 1 と 2. 2. 2 の結果から広葉樹の侵入時期等について検討した。

3 結果

3. 1 スギー広葉樹混交林の実態調査と類型化

3. 1. 1 スギー広葉樹混交林の実態調査

調査した林分の 6 割には、上層木としてアカマツ等の針葉樹の侵入もみられたが、そのほとんどは 1～3 本で全体の 1 割未満にすぎなかった。

調査プロットの上層木に占める広葉樹の混交率（本数率で以下同様）は 19%～75% で、その半数が 40%～60% であった。（表-2）

また、プロット別にみると、混交率が 50% 以下

のプロットでは 3 種以下と少なく、50% を超えるものでは混交率が高いほど種数が多く最多は 9 種であった。（表-2）

プロット全体では 12 種がみられたが、その樹種別の出現プロット数は表-3 のとおりで、コナラ、クリがほとんどのプロットで、次いでサクラ類、アカシデが数プロットでみられたが、残りの樹種は 1 プロットでしかみられなかった。

表-2 広葉樹の混交率と種数等

プロットNo.	混交率	種数	クリ・コナラ率
2	75 %	9	22 %
4	62	5	44
8	62	3	97
1	50	3	83
3	49	2	100
5	48	2	91
7	46	3	92
10	46	1	100
6	41	1	100
11	33	2	100
9	27	2	100
12	19	2	100

表-3 樹種別出現プロット数

樹種	出現プロット数
コナラ	12
クリ	9
カスミザクラ	2
ウワミズザクラ	2
アカシデ	3
イヌシデ	1
エゴノキ	1
ウリハダカエデ	1
アオハダ	1
コシアブラ	1
ミズナラ	1
サワグルミ	1

コナラ、クリの広葉樹中の割合（本数）は、種数が少ないプロットでは8割を越しているのに対し、多いところでは5割未満と少なかった。（表-2）

3. 1. 2 スギ-広葉樹混交林の類型化

スギと広葉樹の配置のしかた（混交様式）から単木的混交と群状的混交に分けられた（図1）が、中間的なものが多く典型的なものは少なかった。

前者は造林後の初期の保育が十分になされなかったため、後者は雪害などにより大きなギャップができたため、伐採時の残った根株からの萌芽更新や、周囲にあった母樹による実生により広葉樹が侵入したものと思われる。

なお、立木のサイズや成立本数（密度）などの生育の因子や、標高、斜面位置・傾斜度などの地況因子による明確な類型化はできなかった。

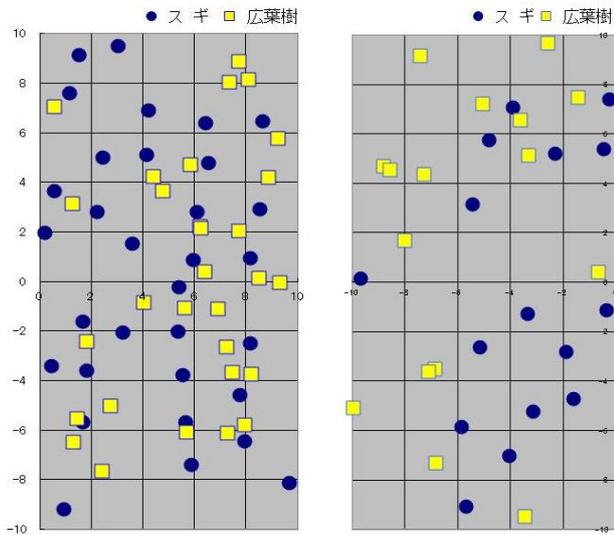


図1 単木的混交(左)と群状的混交(右)の例

注) 枠の大きさは 2m × 2m

3. 2. 1 スギ・広葉樹の樹幹解析調査及び伐根の年輪調査

センター内（大衡村）のスギ 50 年生林分内で隣接しているスギとコナラを各 1 本伐採し、樹幹解析を行った。その結果からスギとコナラの伐採時の林齢は 50 年及び 42 年であった。（表-4）

富谷町の混交林の間伐地（伐捨て）の伐採木で伐採時に上層木であったと思われる、スギとコナラの伐根の年輪数を調査から伐採時の林齢は 38 年及び 30 年であった。（表-4）

樹幹解析結果からスギとコナラの樹高生長の推移は図2のとおりであった。

3. 2. 2 広葉樹の侵入時期等

3. 2. 1 のとおり、スギとコナラ等の広葉樹の伐採時の林齢の差は 10 年以内で、広葉樹は造林後 10 年以内にスギ造林地へ侵入しており、造林後の保育が十分に行われなかったと思われる。また、樹幹解析の結果からのコナラはスギ造林地に侵入後、スギとほぼ同様の樹高生長をしており侵入後にも除伐などがなされていなかったと思われる。

表-4 スギ・広葉樹の伐採時の林齢

		伐根調査 (富谷町)	樹幹解析調査 (大衡村)
林 齢 (伐採時)	スギ	38*	50
	広葉樹	30**	42

注) * 伐根 (10 個) の平均

** 伐根 (5 個 樹種はコナラ、ク、コナラ) の平均

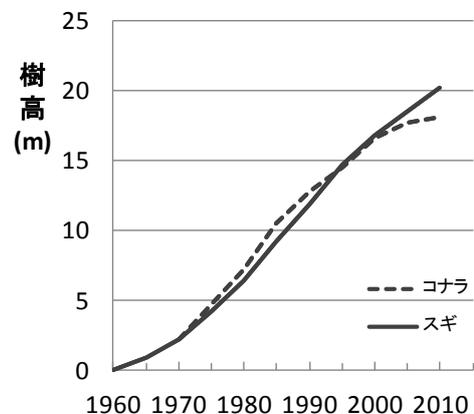


図2 スギとコナラの樹高の推移

4 おわりに

今回の調査から、丘陵地での混交林の成立過程は、造林初期の保育作業の不足や雪害などによる大きなギャップが大きな要因となり、混交する樹種は周囲の林分の母樹の存在やスギ造林時に残った広葉樹の根株の影響が大きく、本県の丘陵地ではコナラ、クリが主になるとされる。

スギ林の混交林への誘導には、これら混交林の成立の要因に留意した施業を行うことや、スギ林内に現存する有用な広葉樹の活用が必要と思われる。

今後は、丘陵地以外の混交林の調査や、実際の混交林への誘導する試験などが必要と考えられる。

付表		調査地の概要																				
番号	市町村	林分面積 ha	調査面積 ㎡	林齢 年	上層木(スギ)				同(広葉樹)				同(針葉樹)				上層木計		傾斜 °	標高 m	方位	地形
					出現数 本	同/ha 本/ha	胸高直径 cm	樹高 m	出現数 本	同/ha 本/ha	出現数 本	同/ha 本/ha	本	本/ha								
1	仙台市	6.02	200	39	17 47%	850	19.7	15.7	18 50%	900	1 3%	50	36	1800	12	170	NW	山腹中				
2	大和町	0.50	200	30?	6 17%	300	14.0	11.4	27 75%	1350	3 8%	150	36	1800	0	40	N	平坦				
3	大和町	1.13	200	28	32 46%	1600	12.1	9.0	37 53%	1850	1 1%	50	70	3500	20	30	S	斜面上部				
4	大和町	1.65	100	28	10 34%	1000	11.8	9.9	18 62%	1800	1 3%	100	29	2900	20	30	NE	斜面上部				
5	大衡村	1.69	200	30	10 43%	500	16.0	12.6	11 48%	550	2 9%	100	23	1150	10	35	NE	斜面下部				
6	色麻町	0.52	200	40	16 43%	800	15.6	10.3	15 41%	750	6 16%	300	37	1850	10	200	NE	斜面上部				
7	富谷町	1.64	200	38	15 54%	750	16.0	13.0	13 46%	650		0	28	1400	20	50	W	斜面下部				
8	角田市	0.65	200	40	18 38%	900	14.5	10.4	29 62%	1450		0	47	2350	15	180	W	斜面中部				
9	大衡村	0.93	200	47	16 73%	800	18.0	13.4	6 27%	300	0 0%	0	22	1100	11	50	S	斜面下部				
10	大衡村	0.93	200	47	14 54%	700	16.1	12.7	12 46%	600	0 0%	0	26	1300	11	50	S	斜面下部				
11	大衡村	0.93	100	47	8 38%	800	19.2	17.0	7 33%	700	6 29%	600	21	2100	11	55	S	斜面下部				
12	富谷町	0.54	200	40	32 78%	1600	16.4	13.6	8 20%	400	1 2%	50	41	2050	11	40	NW	斜面中部				

GPS やレーザー距離計を活用した森林測量手法の確立

水田展洋・佐々木智恵

要 旨

現在、森林測量で広く用いられているコンパス測量に代わる手法として期待される GPS やレーザー距離計を使用した場合の作業効率、測量精度などについて調査を行った。

作業効率については、従来のコンパス測量と比較して、レーザー距離計を使用した場合は約 2 倍、GPS や DGPS では約 2～4 倍となり、作業効率は大幅に向上した。

測量精度については、場所によっては GPS による測量誤差が大きく、測量対象地に上空が遮蔽されたような地形が含まれる場合などは GPS による測量は好ましくないことが分かった。

林分条件が異なる森林内で GPS と DGPS の連続測位を行い、測位精度に影響を与える要因について調査を行った結果、「胸高断面積合計」と「真値からのずれ」に相関が見られた。

GPS、DGPS とも胸高断面積合計が 50m²/ha を越えたあたりから急激に誤差が大きくなり、54m²/ha で誤差 2m、63m²/ha で誤差 5m を越えた。

キーワード：森林測量，レーザー距離計，GPS

1 はじめに

平地における測量では、水平角、垂直角、距離を一度に測定できるトータルステーション（以下、TS）や衛星からの電波を利用した GPS による測量が主流になっている。

一方、森林測量では、ポケットコンパスと巻き尺を使った「コンパス測量」と呼ばれる方法が未だに一般的である。

このコンパス測量は操作が比較的簡単で機器も軽量であるといった利点があるが、作業には最低 2 人以上の人員が必要であり、巻き尺を張るためには障害物があっても基本的に測点間は直進しなければいけない、見通しが悪い場合は測点間の刈り払いが必要になるなど、作業効率が低下し労働負担が大きくなる場合も多々見受けられる。

森林測量分野においても、GPS 等の機器を利用するための研究は比較的古くから行われている。山本ら（1989）は衛星が 8 個しか打ち上げられていない時点で周囲測量の精度を検定したが、測位上空に衛星が 3～4 個飛来したときのみ測位することができる状態で、常時測位はできなかったと報告している。

1994 年に 24 個の衛星配置が完了し、本格運用されるようになってからは、長谷川ら（1998）がスギ、ヒノキの山岳林においてコードディファレンシャル方式による GPS 測位試験を行い、境界測量、林道測量、基準点測量に適用可能であることを示している。

1997 年以降には海上保安庁の補正ビーコンが利用できるようになった。立木ら（2000）が林内におけるリアルタイムディファレンシャル GPS の林内での操作性や有効性について試験し、衛星と補正ビーコンを受信することで正確なデータが取得できるが、林内全てで受信可能ではないとしている。

2000 年 5 月 2 日には単独測位 GPS の精度を意図的に劣化させていた SA (Selective Availability) が解除された。小林（2002）は SA 解除前後に森林内外で単独測位 GPS とリアルタイムディファレンシャル GPS の比較試験を行い、単独測位精度が大幅に向上し、リアルタイムディファレンシャル GPS の測位精度は依然として単独測位より優れているがその差はあまり大きくないとしている。また、澤口ら（2001）は SA

解除前後のリアルタイムディファレンシャル GPS 測位結果を比較して、SA 解除後も測位精度向上は見られなかったとしている。

ここ数年では現場の技術者が実際に使用した事例の報告がなされており（樽谷・大家，2006；笹木・和田，2007），レジャー用 GPS の林業の現場での活用例を示した書籍も出版されている（全国林業改良普及協会，2009，2011）。

しかし，従来のコンパス測量と比較した場合の作業効率，測量精度等の検討はあまりなされていない。

そこで，本課題では GPS やレーザー距離計を使用した場合の作業効率，測量精度，作業をする際の注意事項などを解明し，コンパス測量に代わる手法として確立を図ることを目的として調査を行った。

2 調査方法

2. 1 作業効率，測量精度調査

調査は宮城県白石市（調査地 A, F, G），黒川郡大衡村（調査地 B, C），石巻市（D, E）の 7ヶ所に設定した。うち 5ヶ所で作業効率調査を，7ヶ所で測量精度調査を行った。調査地の概要および調査種類，測量方法は表-1 のとおりである。

測量方法は，コンパス測量，ポケットコンパスと超音波距離計，電子コンパスとレーザー距離計，単独測位 GPS，リアルタイムディファレンシャル GPS の 5通りで行ったが，各調査地で全ての測量方法を調査したわけではなく，調査地によって 3～5通りの調査となった。使用機材の概要を表-2 に示す。

表-1 調査地一覧

	調査地 A	調査地 B	調査地 C	調査地 D	調査地 E	調査地 F	調査地 G
林相	スギ林	伐採跡地	スギ林	広葉樹人工林	スギ林, 広葉樹天然林	スギ林, 広葉樹天然林	スギ林, 広葉樹天然林
GIS 上の面積	0.04	0.3	0.4	0.5	4.7	1.2	4.0
地形	谷底	平坦	山腹	山腹	尾根～谷底	尾根～谷底	尾根～谷底
傾斜	10°	5°	25°	40°	—	—	—
作業効率調査	○	○	○	○	○	—	—
測位精度調査	○	○	○	○	○	○	○
コンパス測量	○	○	○				
超音波測量		○	○				
レーザー測量	○	○	○	○	○		
単独測位 GPS	○	○	○	○	○	○	○
リアルタイム ディファレン シャル GPS		○	○	○	○	○	○
トータル ステーション						○	○

表-2 測量方法一覧

組み合わせ方法	使用機種
ポケットコンパスと巻き尺 (以下, コンパス測量)	・コンパス: 牛方商会 LS-25 レベルトラコン ・巻き尺: 50m 巻き尺
ポケットコンパスと超音波距離計 (以下, 超音波測量)	・コンパス: 牛方商会 LS-25 レベルトラコン ・超音波距離計: ハグロフ社 VERTEX III
電子コンパスとレーザー距離計 (以下, レーザー測量)	・電子コンパス: LaserTechnology 社 MapStar Compass Module ・レーザー距離計: LaserTechnology 社 Impulse200
単独測位 GPS (以下, 単独測位)	・TRANSYSTEM 社 i-Blue747トリップレコーダー
リアルタイムディファレンシャル GPS (以下, DGPS)	・GPS 受信機: Trimble 社 GPS Pathfinder Pro XR ・PDA: Hewlett-Packard 社 iPAQ Pocket PC h2210 ・GIS ソフト: ESRI 社 ArcPad7.1.1

単独測位と DGPS の調査にあたっては、事前に GPS 衛星飛来予測プログラムを用いて、衛星配置状態が良好な時間帯に調査を行った（仙台市上空で仰角マスク 25° に設定したときに、PDOP 値が 5 以下となる時間帯）。

DGPS の機器設定は、PDOP マスク 12 以下、SNR マスク 2 以上、仰角マスク 5° 以上、補正ビーコン受信はオート選局、データ出力は 1 秒とした。単独測位は SBAS 利用可能、データ出力 1 秒としたが、各種マスク設定は変更不可能なため初期設定のままとした。

現地作業は、コンパス測量、超音波測量、レーザー測量では、各調査地の各測点を前視のみ閉合トラバース測量した。単独測位の場合は各測点到着後 20 秒以上静止し、その後に P0I ボタンを押して位置を記録した。DGPS の場合は同様に 20 秒以上静止してから記録ボタンを押して、20 回測位したデータの平均値を用いることとした。

データ記録方法は、コンパス測量、超音波測量、レーザー測量では野帳への手書き記入、単独測位では内蔵ロガー、DGPS では shp ファイル形式による PDA への保存とした。

上記作業をストップウォッチで計測し、各測量方法による所要時間を算出した。ただし、自動車～現地の徒歩の往復時間、作業前の機械のセッティング、作業後の後片付け、屋内での図化作業は所要時間に含めなかった。

また、得られた測量結果から面積を算出した。調査地 F, G についてはトータルステーション（以下, TS）での測量結果があるため、面積比較の対象に加えた。

2. 2 GPS 測定の測位条件調査

調査は宮城県白石市 3 カ所、黒川郡大衡村 1 カ所、石巻市 1 ヶ所の計 5 カ所で実施した。

調査にあたっては、2. 1 と同様に衛星配置状態が良好な時間帯に調査した。機器設定も 2. 1 と同じにした。

データは、各機種ともコールドスタート後 200 分連続測位した NMEA0183 データのうち、最初の 10 分間を除外したものを使用した。測位間隔は単独測位、DGPS とともに 1 分とし、衛星数や DOP によるデータの選別

は特に行わなかった。

データ取得直前に、デジタルカメラと魚眼レンズを用いて全天空写真を撮影し、フリーソフト LIA32 を用いて、林冠植被率を算出した。また、測点を中心とする 0.01ha の円内（半径 5.65m）にある胸高直径 2 cm 以上の立木の胸高直径を測定し、平均胸高直径、立木密度、胸高断面積合計を算出した。各地点の林況は表-3 のとおりである。

各地点とも三角点もしくは地籍調査の測点であり、絶対座標が既に判明している。この値を真の値として、単独測位や DGPS での測位結果との比較を行った。

表-3 測位条件調査地の林況

場所	白石 1	白石 2	白石 3	大衡	石巻
林冠植被率 (%)	70.5	85.1	80.1	83.3	86.6
胸高断面積合計 (m ² /ha)	32.4	65.6	68.3	41.3	53.2
立木密度 (本/ha)	6,100	1,700	2,900	5,200	4,600

3 結果および考察

3.1 作業効率、測量精度調査

測量に要した時間は、コンパス測量で 21 分 42 秒から 40 分 4 秒、レーザー測量で 10 分 20 秒から 55 分 41 秒、超音波測量で 30 分 40 秒から 34 分 55 秒、単独測位で 4 分 47 秒から 40 分 41 秒、DGPS で 10 分 46 秒から 58 分 49 秒となった（表-4）。

調査地によって面積が違うため、5カ所全てで実施したレーザー測量の所要時間を 100 とした場合の、各測量の所要時間割合で比較を行った（図-1）。

レーザー測量の所要時間を 100 とすると、コンパス測量は 210 から 236 となり、面積の大小に関わらず 2 倍以上の時間がかかった。逆に言えば、レーザー測量はコンパス測量の半分以下の時間で測量を実施できるということであり、レーザー測量は作業効率の向上につながる事が分かった。

超音波測量の場合は 205 から 207 となり、コンパス測量と所要時間は余り変わらなかった。今回の調査地は測点間の見通しが良好で傾斜も 40° 以下だったため、巻き尺を持って測点間を直進することが容易であった。そのため、超音波距離計での測距の利点が現れなかったものと思われる。

表-4 各測量での所要時間

	調査地 A	調査地 B	調査地 C	調査地 D	調査地 E
コンパス測量	21 分 42 秒	40 分 4 秒	34 分 2 秒		
レーザー測量	10 分 20 秒	17 分 0 秒	14 分 48 秒	23 分 8 秒	55 分 41 秒
超音波測量		34 分 55 秒	30 分 40 秒		
単独測位	4 分 47 秒	11 分 6 秒	12 分 15 秒	14 分 59 秒	40 分 41 秒
DGPS		10 分 46 秒	13 分 31 秒	21 分 47 秒	58 分 49 秒

単独測位では、所要時間割合は 46 から 83 であった。レーザー測量の半分から 3/4 程度、コンパス測量と比較すると 1/4 から 1/3 程度の時間で測量が可能であり、作業効率はレーザー測量以上の大幅な向上が期待できる。

DGPS の所要時間割合は 63 から 106 となり、概ねレーザー測量の 2/3 ないし同等となった。移動にかかる時間は単独測位とほとんど変わらなかったが、受信環境が良好なら 20 回測位するのに要する時間は 20 秒のところを、262 秒要した測点があるなど測位に時間がかかることが多く、所要時間の増大につながった。

単独測位では高感度型 GPS 受信機が相次いで開発されており、本調査地のどの測点でも問題なく測位が可能であった。一方、DGPS 受信機は精度向上を果たすために受信感度が低く抑えられている場合が多い。その代わり DGPS 受信機はマスク設定で受信感度を調整することができ、本調査では 2.1 に記載されているとおり設定できる限界まで受信感度を上げて調査を行った。しかし、それでも受信に時間を要し、森林内での DGPS 受信機利用の難しさを露呈する格好となった。

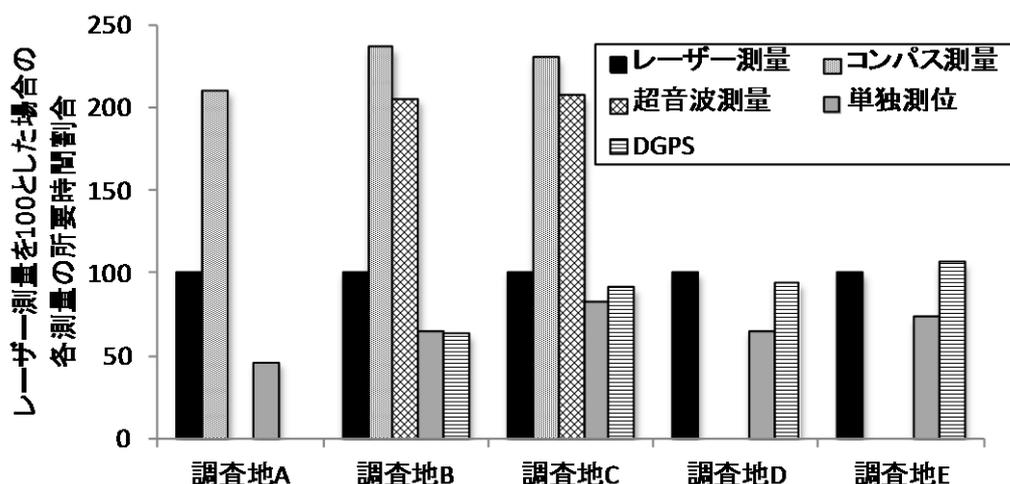


図-1 調査地別の測量所要時間割合

各測量方法で算出された各調査地の面積は表-5のとおりである。これを面積割合に換算したものを図-2に示す。閉合誤差を算出できるコンパス測量、超音波測量、レーザー測量の閉合誤差はそれぞれ 1/35 ~ 1/303, 1/97 ~ 1/200, 1/667 ~ 1/745 となり、レーザー測量の測量精度が良好だったため、レーザー測量もしくは TS の測量結果から得られた面積を 100 とした。

面積割合を比較すると、コンパス測量、超音波測量、DGPS では概ね 2%以内の差に収まり、面積の大小や林分条件に関係なく、ほぼ正確に測量できることが分かった。

一方、単独測位の測量誤差は、調査地 A で 115%，調査地 D で 94%，調査地 F で 109%となり、他の方法に比べると誤差が大きくなった。

調査地 A はレーザー測量との面積差は 0.005ha しかなく、実際にはそれほど問題となる誤差ではないが、対象となる測量面積が小さかったため、面積割合で示すと誤差が大きくなった。

また、D と F は、V 字谷の窪地など上空が遮蔽された環境にも測点があり、その測点での誤差が大きかったことが面積誤差の拡大につながった。

表-5 各測量での面積

	調査地 A	調査地 B	調査地 C	調査地 D	調査地 E	調査地 F	調査地 G
コンパス測量	0.034	0.301	0.402				
超音波測量		0.306	0.408				
レーザー測量	0.032	0.299	0.408	0.504	4.671		
単独測位	0.037	0.299	0.401	0.472	4.762	1.245	4.087
DGPS		0.302	0.416	0.475	4.749	1.160	4.009
TS						1.142	4.001

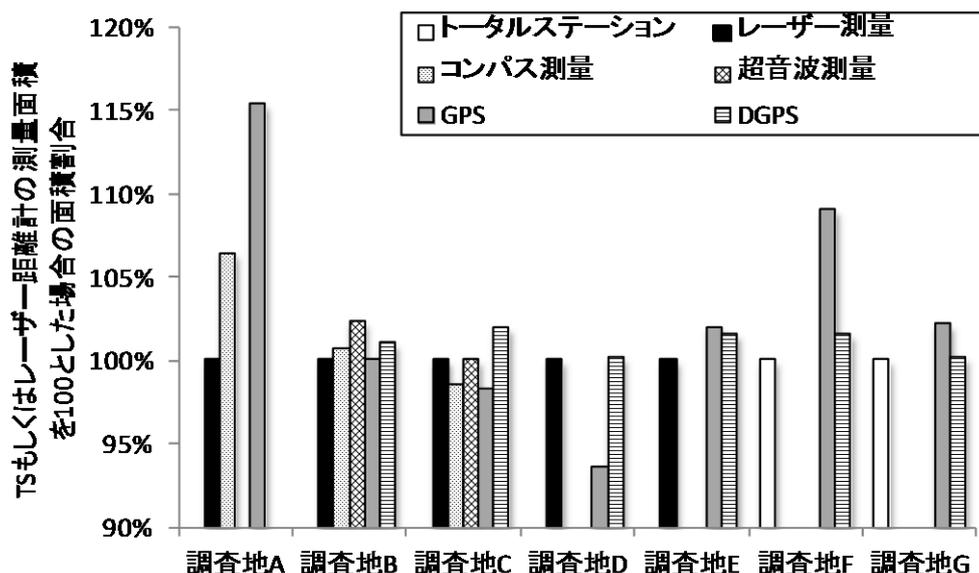


図-2 調査地別の測量面積割合

3. 2 GPS 測量の測位条件調査

各測点の測量結果は図-3～7のとおりである。白石1～3では西方向に、石巻では東方向にずれる傾向があった。森・武田(2000)はSA解除前後に森林内でのDGPS測位精度試験を実施した結果、北東方向に偏る傾向があり、座標系が持つ誤差によるものと考察している。しかし、本調査を実施した平成20～22年度の時点では既に世界測地系に移行済みであり、本調査には当てはまらない。

また、単独測位、DGPSともに誤差方向が同一であること、単独測位の各測位点のばらつき具合や平均測位点のずれがDGPSのそれよりも大きいことを考慮すると、樹木や地形からのマルチパスの影響によるものではないかと考えられる。

各測点の測位誤差は測位精度を現す指標として「真値からのずれ」、「2DRMS」、「測位率」の3要因、測位精度に影響を与える要因として「開空度」、「胸高断面積合計」、「立木密度」、3の3要因を仮定した(図-8～16)。

その結果、「胸高断面積合計と真値からのずれ」、「胸高断面積合計と2DRMS」に高い相関が見られた。

真値からのずれの程度は、単独測位、DGPSとも胸高断面積合計が50m²/haを越えたあたりから急激に誤

差が大きくなり、54m²/ha で誤差 2 m、63m²/ha で誤差 5 m を越えた。この値を宮城県民有林スギ林々分収穫表 (1957) の地位 1 等と照らし合わせると、概ね 35 年生以上の林分で誤差 2 m、50 年生以上の林分で誤差 5 m となる。

2DRMS についても同様の傾向が見られ、胸高断面積合計が 60m²/ha を超えると 2DRMS も 10m を超えるようになった。

DGPS の場合では胸高断面積合計が増えると測位率が上がり、逆に立木本数が増えると測位率が下がる傾向が見られたが、単独測位では林分条件に関わらず測位率は 100% となった。

表-6 各地点での測位誤差

調査地	機種	単独測位		DGPS	
	座標	X 座標 (東西方向)	Y 座標 (南北方向)	X 座標 (東西方向)	Y 座標 (南北方向)
白石 1	真の値からの平均ずれ	-1.64	-1.29	-1.52	-0.19
	真の値からの最大ずれ	5.25	3.32	8.30	8.18
	2DRMS	6.57		6.63	
	測位率	100.0%		88.3%	
白石 2	真の値からの平均ずれ	-4.40	0.44	-0.65	0.34
	真の値からの最大ずれ	14.37	10.07	40.36	10.30
	2DRMS	9.58		11.03	
	測位率	100.0%		93.9%	
白石 3	真の値からの平均ずれ	-6.32	0.46	-3.82	0.72
	真の値からの最大ずれ	22.41	14.49	13.46	19.46
	2DRMS	14.22		10.80	
	測位率	100.0%		96.7%	
大衡	真の値からの平均ずれ	-1.22	0.26	0.12	0.12
	真の値からの最大ずれ	1.20	2.18	2.16	2.36
	2DRMS	1.99		2.11	
	測位率	100.0%		83.5%	
石巻	真の値からの平均ずれ	1.22	-0.58	1.45	-0.26
	真の値からの最大ずれ	5.29	2.91	11.72	3.48
	2DRMS	3.50		3.62	
	測位率	100.0%		91.1%	

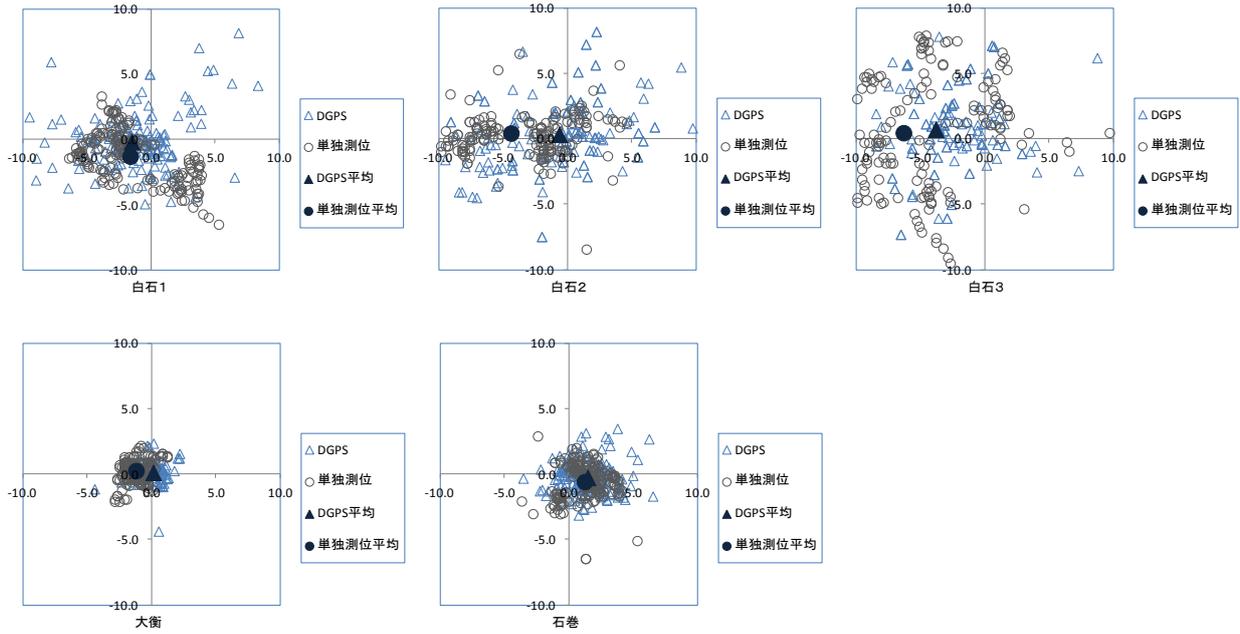


図-3～7 単独測位および DGPS の測位誤差

(X 軸が東西方向, Y 軸が南北方向, (0, 0) 点が既知座標点,
白抜きマークが各測位点, 塗りつぶしマークが平均測位点)

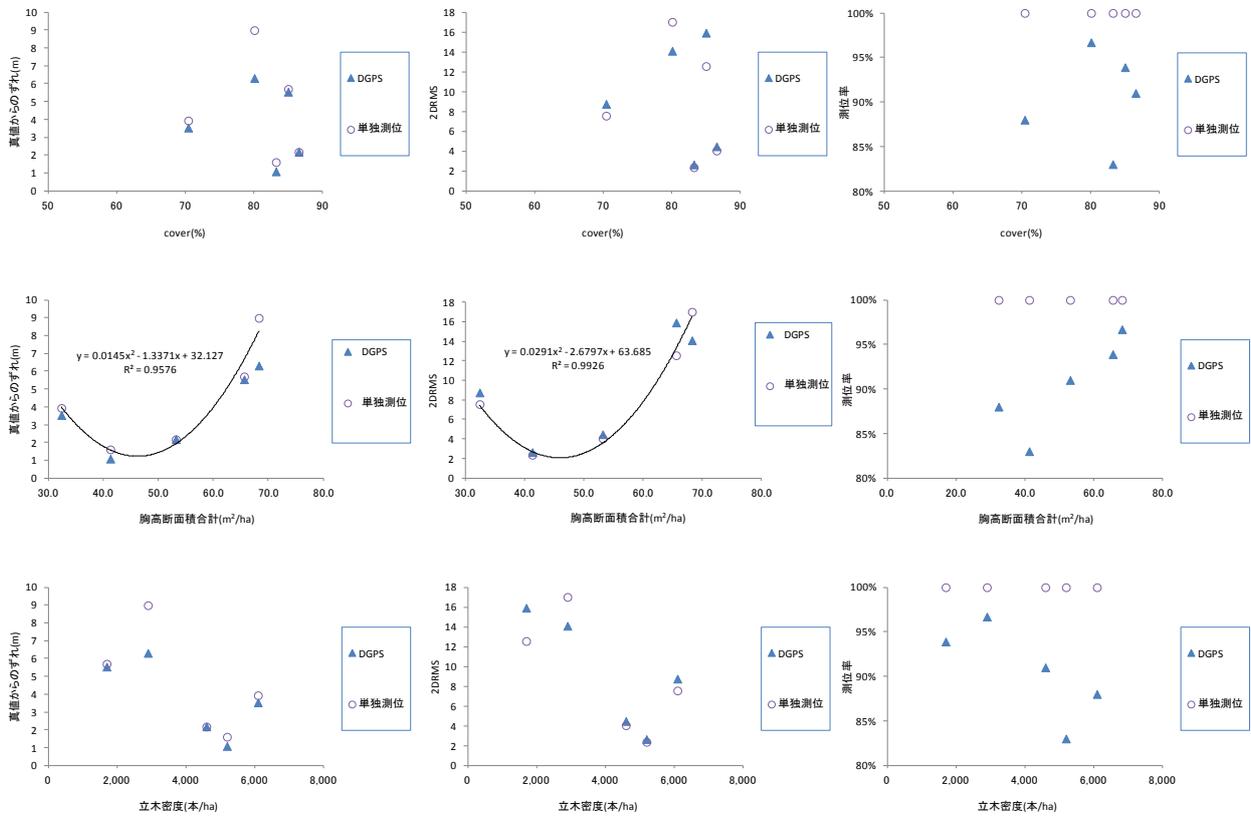


図-8～16 林況と測位精度の相関関係

4 おわりに

レーザー測量や単独測位、DGPS による測位はコンパス測量と比較すると大幅な作業時間の短縮が図られ、作業効率の向上につながることが分かった。また、超音波測量についても、急傾斜の場所や測点間の直進が難しいところなどでは、巻き尺や検縄での測距となるコンパス測量よりも効率化できると示唆される。

ただし、単独測位で測量を実施する場合は、対象地の面積や地形を事前に把握し、小面積である場合や谷地形がある場合などは、他の方法で代替するか、問題となる測点部分についてはコンパス測量やレーザー測量でオフセットするなど、場面に応じた使い方が重要である。

DGPS についても、林分によっては測位に時間がかかったり、最悪の場合は測位できない可能性もあるので、代替手段を確保しておくことが重要であろう。

単独測位や DGPS による測位では、トラバース測量における閉合比のような測量成果の信頼性を評価する手法がないため、測量精度の指標を求められるような場面では使用が困難である。

一方、近年の単独測位用機器の進歩はめざましいものがある。平成 23 年末時点で、GPS のみならずロシアが運用している GLONASS を同時受信できる機器が数万円台で販売されるなど、単独測位機器は今後も低コスト化や測量精度の向上が進んでいくものと期待される。

単独測位と DGPS の価格差や操作性を考えると、今後は森林内における GPS 利用は単独測位が主流になっていくと考えられる。

現状では、測量精度が求められるような場面では超音波測量やレーザー測量、対象地の大まかな面積や概要を簡便に把握したい場合には単独測位を用いるのが妥当であろう。

引用文献

- 長谷川尚史・吉村哲彦・山手規裕・境慎二郎・福田昌史：山岳林におけるディファレンシャル GPS の測位精度と手法の検討 森利学誌 13(2)：89-98 1998
- 宮城県林政課：宮城県民有林材積表および林分収穫表 宮城県 1997
- 森章・武田博清：S/A 解除による森林 DGPS の測位精度への影響 日林誌 82(4)：393-396 2000
- 笹木征道・和田弘夫：GPS の業務への活用について－現場職員への普及・定着に向けた取組と今後の方向－ 機械化林業 645：17-22 2007
- 澤口勇雄・渡邊悟・猪内正雄：リアルタイム DGPS の測位精度に及ぼす林況の影響 森利学誌 16(1)：35-42 2001
- 立木靖之・尾張敏章・吉村暢彦・石崎英治：林内におけるディファレンシャル GPS の試用事例 日林北支論 48：172-174 2000
- 樽谷宣彦・大家広路：林業分野における携帯型 GPS の活用について 機械化林業 629：9-17 2006
- 山本誠・後藤純一・松井信行・南方清克・前川国利：森林空間での GPS 情報の利用技術に関する研究（I）－GPS の概要と利用可能性の検討－ 日林論 100：757-760 1989
- 全国林業改良普及協会編：林業 GPS 徹底活用術 林業改良普及協会 2009
- 全国林業改良普及協会編：続・林業 GPS 徹底活用術 応用編 林業改良普及協会 2011

有用広葉樹の種苗確保に関する調査

田中 一登・佐々木 周一^{※1}・今野 幸則

要 旨

県内産の広葉樹種苗の安定供給に資するため、造林需要が多いにも関わらず母樹林が整備されていない広葉樹から整備すべき樹種を選定し、樹種毎に母樹林候補地となる優良林分を選抜し毎木調査を行なった。その結果、母樹林を整備すべき樹種としてイタヤカエデ、カツラ、ケヤマハンノキ、トチノキ、ブナ、ミズナラの6種を選定し、優良林分としてイタヤカエデは加美郡加美町に、カツラは大崎市鳴子温泉鬼首に、ケヤマハンノキは黒川郡大和町に、トチノキは栗原市花山に、ブナは栗原市花山に各1林分選抜し、ミズナラは栗原市花山、気仙沼市赤岩物見、白石市福岡八宮に各1林分を選抜した。

キーワード：広葉樹, 種苗, 母樹林

1 はじめに

宮城県の造林面積のおよそ2割は広葉樹で占められているが、県内で生産される広葉樹苗木は少なく、多くは県外から移入している状況にある。その一因として、種子の採取源不足が考えられるため、県内産の広葉樹苗木を安定的に供給するためには、母樹林の整備を進めていく必要がある。そこで、本課題では、有用広葉樹の母樹林整備を推進するため、造林需要が多いにも関わらずこれまで母樹林が整備されていない広葉樹から整備すべき樹種を選定し、樹種毎に母樹林の候補地となる優良林分を選抜して毎木調査を行なった。

2 調査方法

2.1 母樹林を整備すべき樹種を選定

宮城県が取りまとめた平成14年度から平成18年度までの造林事業実績や苗木生産現況調査の結果を参考に、造林需要が多いにも関わらず県外から苗木が移入していると推定される広葉樹の中から母樹林を整備すべき樹種を選定した。なお、選定にあたっては、既に県内に母樹林が整備されている樹種（クリ、ケヤキ、コナラ、ミズキ、ヤマザクラ類）や、平成11年度から平成17年度まで行われた「多様な優良品種育成推進事業」の成果としてセンター内に造成された優良広葉樹保存園に植栽されている樹種（ウダイカンバ、キハダ、ケヤキ、ハリギリ、ホオノキ、ミズキ、ミズメ）を除外した。

2.2 優良林分を選抜調査

民有林を対象に、林道からの目視により優良林分を選抜した。一部の目視箇所を選定には環境庁（現環境省）が発行した宮城県現存植生図や林業普及指導員からの情報を参考にした。優良林分を選抜基準は、①対象樹種が多く存在し、②成長が旺盛で、③病虫獣害等諸被害が顕著ではなく、④林道の近くに存在し、⑤おおむね0.1ha以上の林分とした。選抜された優良林分では対象樹種の樹高、胸高直径を測定した。なお、最終的な樹種毎の選抜箇所は1箇所としたが、平成21年8月に県内ではじめてナラ枯れが確認されたため、罹病しやすい樹種については3箇所とした。

3 調査結果

3.1 母樹林を整備すべき樹種を選定

※1 北部地方振興事務所栗原地域事務所

県外からの移入があると推定される広葉樹としてイタヤカエデ、イヌエンジュ、ウダイカンバ、カツラ、キハダ、クリ、ケヤキ、ケヤマハンノキ、コナラ、トチノキ、ブナ、ホオノキ、ミズキ、ミズナラ、ヤマザクラの 15 樹種を確認し、その中から移入量が多いと推定され、母樹林等が整備されていないイタヤカエデ、カツラ、ケヤマハンノキ、トチノキ、ブナ、ミズナラの 6 樹種を今回の調査対象に選定した。

3. 2 優良林分の選抜調査

優良林分として、ナラ枯れに罹病しやすいミズナラは 3 箇所、その他の樹種は各 1 箇所を選抜した。樹種毎の選抜結果は以下のとおりである。

①イタヤカエデ

所在地	加美郡加美町鹿原塚ノ沢地内 (17・ほ・1)
林小班面積	9.76ha
林齢	76 年生
所有区分	公有林
対象樹種の平均樹高	17m
対象樹種の平均胸高直径	29cm
対象樹種の本数密度	20 本/ha



②カツラ

所在地	大崎市鳴子温泉鬼首岡台地内 (137・い・3)
林小班面積	1.44ha
林齢	61 年生
所有区分	私有林
対象樹種の平均樹高	18m
対象樹種の平均胸高直径	23cm
対象樹種の本数密度	26 本/ha



③ケヤマハンノキ

所在地	黒川郡大和町吉田単ノ原地内 (86・い・4-2, 6-2)
林小班面積	0.71ha
林齢	28 年生, 42 年生
所有区分	私有林
対象樹種の平均樹高	8 m
対象樹種の平均胸高直径	7 cm
対象樹種の本数密度	2,250 本/ha



④トチノキ

所在地	栗原市花山草木沢角間地内 (86・ほ・1)
林小班面積	18ha
林齢	118 年生
所有区分	公有林
対象樹種の平均樹高	19m
対象樹種の平均胸高直径	42cm
対象樹種の本数密度	180 本/ha



⑤ブナ

所在地	栗原市花山草木沢角間地内 (85・り・2)
林小班面積	7.86ha
林齢	113 年生
所有区分	公有林
対象樹種の平均樹高	15m
対象樹種の平均胸高直径	42cm
対象樹種の本数密度	120 本/ha



⑥ミズナラ

所在地	気仙沼市赤岩物見地 (104・に・1)
林小班面積	26.4ha
林齢	森林簿上は未立木地となっている ため不明
所有区分	公有林
対象樹種の平均樹高	14m
対象樹種の平均胸高直径	22cm
対象樹種の本数密度	623 本/ha



所在地	栗原市花山草木沢角間地内 (85・リ・2-2)
林小班面積	4.34ha
林齢	113 年生
所有区分	公有林
対象樹種の平均樹高	18m
対象樹種の平均胸高直径	38cm
対象樹種の本数密度	184 本/ha



所在地	白石市福岡八宮不忘山地内 (326・ろ・4-1)
林小班面積	0.84ha
林齢	53 年生
所有区分	公有林
対象樹種の平均樹高	14m
対象樹種の平均胸高直径	21cm
対象樹種の本数密度	173 本/ha

4 おわりに

平成 23 年 7 月に閣議決定された「森林・林業基本計画」において、総合的かつ計画的に講ずるべき施策として多様な森林整備に資する優良種苗の確保が掲げられ、優良種苗の安定的な供給のため、林木遺伝資源の収集・保存ニーズに応じた林木の新品種の開発などに取り組むとともに、苗木の安定的供給体制の整備を進めることと、森林における遺伝子レベルでの生物多様性の保全にも配慮した広葉樹種苗の適切な流通の確保について検討することが明記されている。このようなことから、森林の多面的機能の発揮のための多様で健全な森林の造成に向け、本課題の結果が新たな広葉樹母樹林の指定や優良種苗の開発につながり、県内産の広葉樹種苗が将来にわたって安定的に供給されることを期待する。

平成23年度
林業技術総合センター成果報告
第20号

平成24年3月 発行

宮城県林業技術総合センター

981-3602 宮城県黒川郡大衡村大衡字^{おほひら}柵木^{はねき}14

電話 022-345-2816

FAX 022-345-5377

E-mail stsc@pref.miyagi.jp