

第2章 調査対象地

本事業の調査対象地である北海道森林管理局管内の2箇所（カラマツ人工林、トドマツ人工林）、九州森林管理局海南の3箇所（ヒノキ人工林、スギ人工林、ヒノキ・スギ人工林）の林分概況を述べるとともに、調査区域の設定、事前調査における調査方法ならびに結果の概要を取りまとめた。

2-1 調査対象地の概況

調査対象地5箇所で行った現地調査等の詳細については後述するが、標準地調査により集計された各調査地の林分概況を表2.1.1に示す。ただし、区域面積が1ha未満だった空知3065ろ林小班および空知4490ろ林小班については対象区域の全面積で毎木調査を実施した。それ以外の調査地については区域面積の5%を目処に設定した標準地で毎木調査を行い、面積比例で算出した立木本数および林分材積を掲上している。

表 2.1.1 調査対象地の林分概況

管理署	国有林 林小班	樹種	区域面積 (ha)	立木本数(本)			材積(m ³)		
				N	L	計	N	L	計
空知	3065ろ	カラマツ	0.75	140	285	425	156	64	220
空知	4490ろ	トドマツ	0.61	147	104	251	178	39	216
熊本南部	大畑 49な	ヒノキ	3.18	1,440	150	1,590	1,115	9	1,124
宮崎	木浦木 4021と	ヒノキ スギ	4.76	3,715	13	3,728	2,385	0	2,385
宮崎	本田野 61こ	スギ	2.91	3,338	548	3,886	2,551	72	2,622

注1：本表記載の数値は標準地調査に基づいた集計値であり、表1.3.2とは異なる。

注2：熊本南部の面積は、無立木状態の0.02haを除外した面積である。

注3：宮崎・木浦木の面積には、林道敷の面積(0.13ha)を含む。

●立木密度

空知署管内のカラマツ林およびトドマツ林はともに主林木の本数が少なく、haあたり本数に換算すると、それぞれ187本/ha、241本/haであった。立木本数は間伐等の施業経過にもよるが、カラマツ林では立木本数のうち67%をミズナラ等20種の広葉樹が占め、最大直径66cmのミズナラがあるなど比較的大径木があり、前生樹が残っていたものと推察される。一方、トドマツ林では倒木が多く風害の影響と考えられ、林内には直径10m以上の比較的大きな林冠ギャップがあり、林地全体の立木本数密度は411本/haと低かった。

一方、九州の調査林分ではそうした被害の痕跡や広葉樹の侵入は少なく、上層林冠はほぼ植栽樹種で構成されている。ただ、宮崎スギ林(本田野61こ)では、ほぼ林分全体で樹高5m前後のアオキが密生していた。

● 林内植生

間伐等の施業履歴や気象害の発生等によって林分密度が変化し、結果として、中下層木の成長やササ等の下層植生の発達過程に影響する。本事業の主目的である地上レーザによる収穫調査では、ササや灌木類の繁茂状況がその可否を左右する。空知カラマツ林（3065ろ林小班）ではほぼ全面にわたって、高さ 130～170cm ほどのササが密生し、ササの葉で地面がほとんど見通せない状況であった。各調査地の特徴的な林況等を図 2.1.1～図 2.1.10 に示す。



図 2.1.1 空知カラマツ林の広葉樹混交

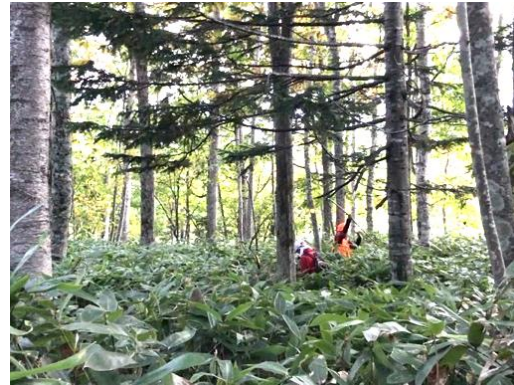


図 2.1.2 空知カラマツ林のササ



図 2.1.3 空知トドマツ林の林冠ギャップ



図 2.1.4 空知トドマツ林の林床状況



図 2.1.5 熊本南部ヒノキ林内



図 2.1.6 熊本南部ヒノキ林の林床状況



図 2.1.7 宮崎スギ林のアオキ繁茂状況



図 2.1.8 宮崎スギ林の生育状況



図 2.1.9 宮崎ヒノキ・スギ林の生育状況



図 2.1.10 宮崎ヒノキ・スギ林の林冠ギャップ

2-2 事前調査

各調査地の事前調査では、調査対象区域および境界等を現地確認し、ポケットコンパスを用いて周囲測量を行って調査区域を確定した。さらに林冠の閉鎖状況や樹種混交等の調査区域全体の林況を把握するため、UAV による空撮を行ってオルソ画像を作成した。さらに簡易画像解析法（林野庁 2020）により、調査対象区域内のすべての立木の樹頂点抽出を行って立木分布図を作成した。

今回、事前調査においてオルソ画像を作成し、簡易画像解析法で立木位置図を作成することには 2 つの理由がある。第一の理由は、地上レーザ計測による立木調査の計測精度を比較検証するため、林内の適切な場所に標準地調査区を設定する必要があった。標準地設定の詳細については第3章で述べる。第二の理由は、収穫調査の「検査」における判断材料とすることであり、地上レーザによる立木調査では作業効率化のため林木へのマーキングを省略することが想定され、対象林地をすべて計測したことを示す判断材料として立木位置情報が必要と判断される。検査に関しては第6章で詳述するが、これら 2 つの理由により、調査地での UAV 空撮および林内の立木本数と位置図の作成が必要と判断したものである。

(1) 区域表示等

北海道森林管理局および九州森林管理局の収穫調査規程に従って、調査対象林分の区域表示および周囲測量を実施し、各調査地の区域面積を確定した。UAV 飛行および空中写真の撮影に際しては、調査地ごとの地形、標高差、対空標識の設置場所等を勘案の上、離発着地点等を確認するなど飛行計画を作成した。UAV 空撮とその画像変換および基本図等への重ね合わせで必要となる標定点・対空標識の設定場所として、林道や作業道あるいは比較的広い林冠ギャップ等の開放地を選定した。なお、オルソ画像の作成方法については林野庁マニュアル（2020）に従った。

周囲測量成果等の区域表示をオルソ画像に正しく嵌入させるためにはアフィン変換による幾何補正が必要であり、対空標識をその際の標定点として利用した。補正精度については標定点数とその配置によって補正精度が左右されと考えられる。都市部でのアフィン変換については、標定点数に比例して精度が必ずしも大きく向上するとは限らないとの報告もあるが、森林の場合は地形あるいは林冠等の構造が3次元的に複雑であるため、オルソ画像の歪みを補正する必要性は高いと思われる。そこで各調査地について、標定点（対空標識）を5点設定してアフィン変換による幾何補正を行った上で、区域表示を行った（図 2.2.2～図 2.2.6 参照）。

(2) 簡易画像解析法による立木位置図の作成

事前調査の一環として、すでに述べたようにオルソ画像を取得した。これにより、調査対象地の林況（林分全体の込み具合、他樹種の混交度合い、風害等の痕跡など）を確認することができる。また空撮画像で林分全体を俯瞰的に把握することは、標準地設定の判断基準としても有効である。従来、標準地を設定する判断基準は明確ではなく、事前の林内踏査でおおよその林況を観察して適当と思われる箇所を標準地としてきた。しかし UAV の空撮画像やオルソ画像の作成が比較的容易となったことから、簡易画像解析法（林野庁 2020）によって客観的な基準をもって標準地を設定できるようになった。

簡易画像解析法による立木位置データ（樹頂点座標）から、調査区域の立木本数の実態を知ることができる（図 2.2.1）。オルソ画像はあくまでも上空からの樹冠情報であるため、劣勢木や被圧木の確認漏れが生じることは否めないが、林野庁（2020）でも指摘されているように、簡易画像解析法による樹頂点のカウント漏れは 5%程度であり、そのほとんどが劣勢木であることから、収穫調査では実際上ほとんど問題なく立木本数を把握できる。ただ、ほとんど無間伐状態に近い林分や、地位が低く密生した混交林などでは、オルソ画像上での被圧木の判読が困難なケースがあり得るので注意が必要である。



図 2.2.1 簡易画像解析法による立木位置情報の取得

PC のオルソ画像上で、目視判読(A)によりすべての立木の樹頂点(B)を判読し、立木の位置情報を取得する。

出典：林野庁(2020)

今回の調査対象林分の概況および立木位置図（図 2.2.2～図 2.2.6）を示す。樹頂点のカウント数等の詳細は第 3 章で述べるが、樹頂点宮崎（本田野）のスギ林で、樹頂点による本数推定値（2,444 本）が標準地法で推定した立木本数よりもかなり少ない結果となった。それ以外の調査林分 4 箇所では、簡易画像解析法で立木本数をカウントできることが確かめられた。宮崎（本田野）のスギ林で樹頂点数が過少となった理由としては、林床全体に樹高 5m ほどのアオキが密生していてスギが極端に被圧されている箇所があったほか、列状間伐後の残存列がほとんど無間伐の状態であり、林冠に覆われた劣勢木が多かったためと考えられる。

標準地の設定に際しては、調査地内の微地形および今回作成した立木分布図を参照して、適切な箇所を選定して調査区面積の 5%を目処とした標準地調査区を設定することとなる。標準地設定の詳細については第 3 章で述べる。

図 2.2.2 林分概況：空知 3065 ろ

- ・カラマツ人工林
- ・標高約 250m 方位：南西
- ・平均傾斜 7°
- ・全体的に笹が侵入（1.5～2.0m）
- ・トドマツ、広葉樹の侵入あり
- ・下層植生は雑灌木

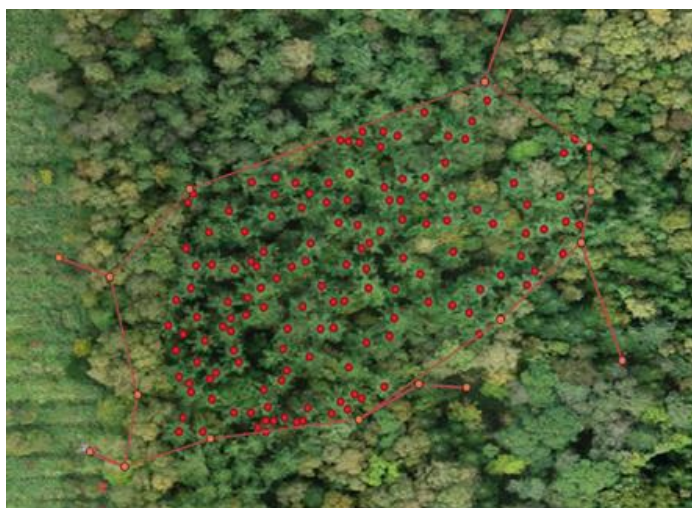


図 2.2.3 林分概況：空知 4490 ろ

- ・トドマツ人工林
- ・標高約 300m 方位：南東
- ・平均傾斜 22°
- ・折損木が多く広葉樹の侵入も多い
- ・下層植生は雑灌木



図 2.2.4 林分概況：熊本南部・大畑 49 な

- ・ヒノキ人工林
- ・標高約 710m 方位：北西
- ・平均傾斜 9°
- ・熊本、宮崎県境部の尾根筋
- ・下層はススキ等で雑灌木は比較的少ない

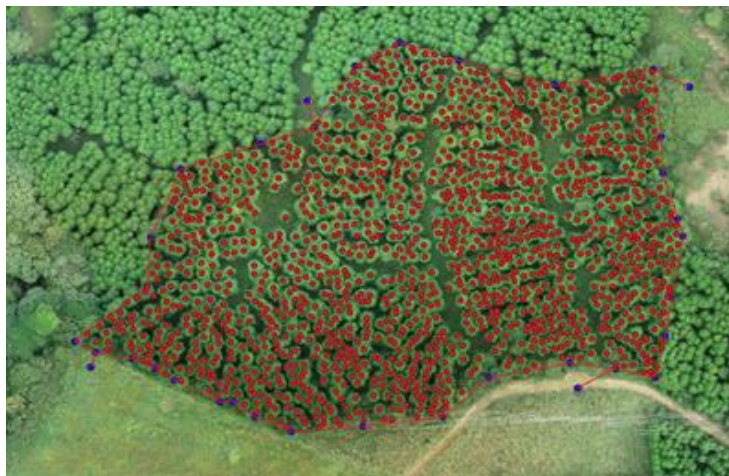


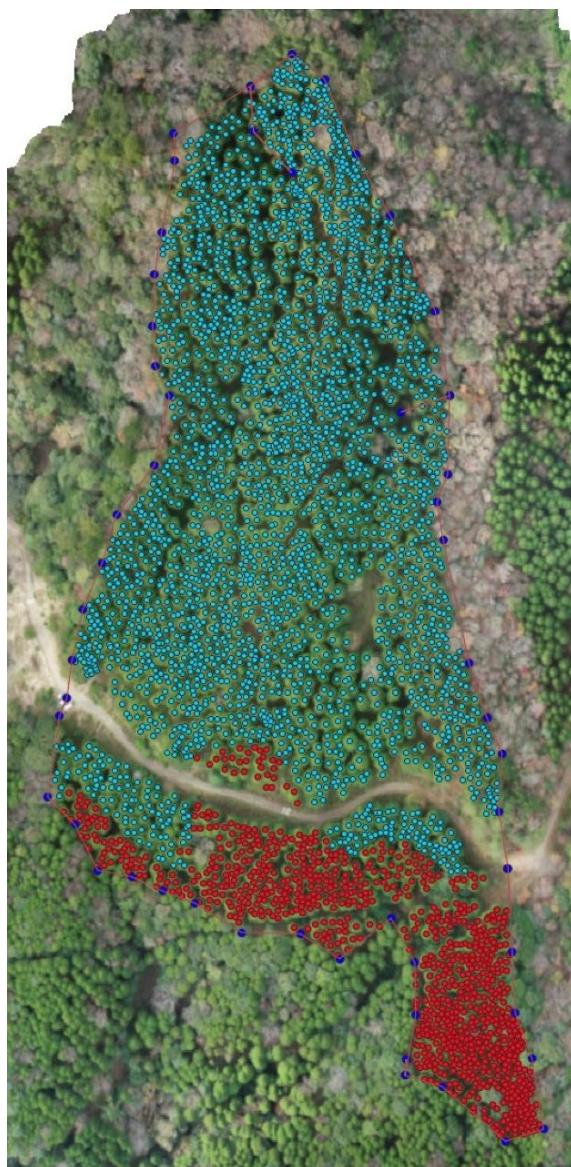
図 2.2.5 林分概況：宮崎・本田野 61 こ

- ・スギ人工林
- ・標高約 650m 方位：北東
- ・平均傾斜 20°
- ・林分 7 割程度でアオキ(樹高 3~5m)が繁茂
- ・下層植生は雑灌木



図 2.2.6 林分概況：宮崎・木浦木 4021 と

- ・スギ、ヒノキ人工林
- ・標高約 700m 方位：東
- ・平均傾斜 22°
- ・下層植生はユズリハ等
低い灌木が多い



(3) OWL による周囲測量

本事業では調査対象地の全域を地上レーザ計測装置 OWL でレーザスキャンするが、その際、収測杭の地点でも OWL によるスキャンを実施することになるため、ポケットコンパスによる従来の周囲測量の結果と比較して、OWL による周囲測量の可能性、精度の是非を比較検討した。図 2.2.7～図 2.2.10 に各調査地における周囲測量の結果（水平投影図および高低図）を示した。調査区域における水平投影（収測区域）を見ると、収測杭の設置点における OWL 計測の x-y 座標は従来法とほとんど一致していた。またポケットコンパスによる収測の起点からスタートして、調査区域を 1 周する間の高低差についても、OWL 計測の高低差は従来法とほぼ一致することが確認できた。

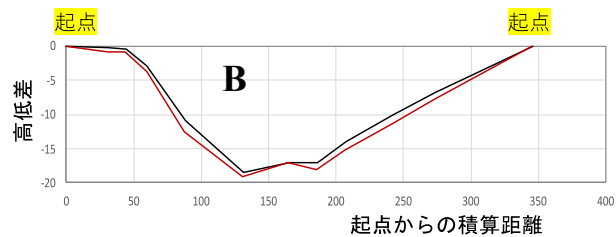
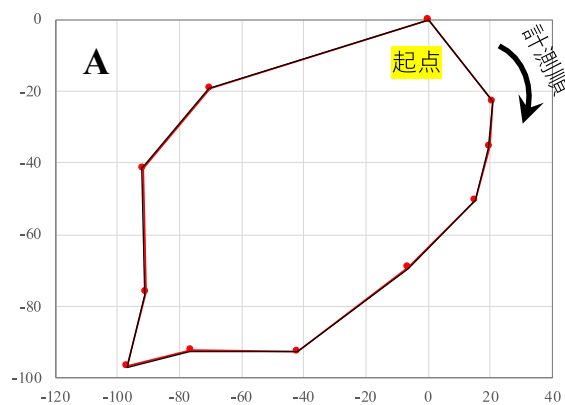


図 2.2.7 空知カラムツ林における
周囲測量結果の比較

A：平面図、B：高低図
黒線(—)はポケットコンパス
赤線(—)は OWL による計測

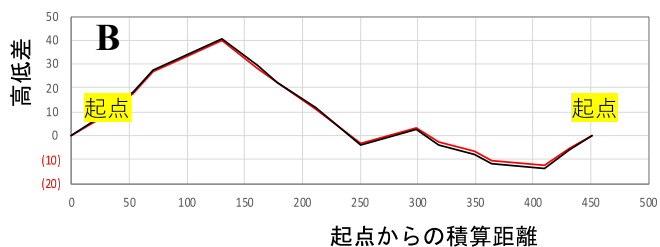
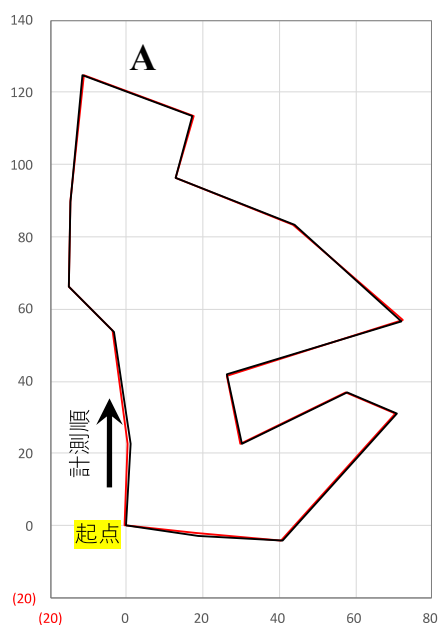


図 2.2.8 空知トドマツ林における
周囲測量結果の比較

A：平面図、B：高低図
黒線(—)はポケットコンパス
赤線(—)は OWL による計測

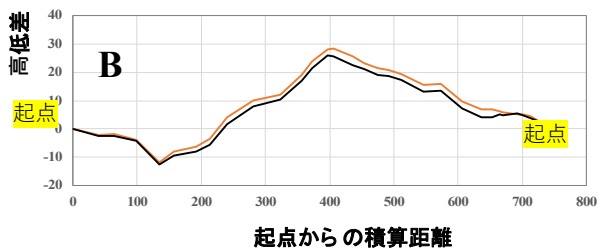
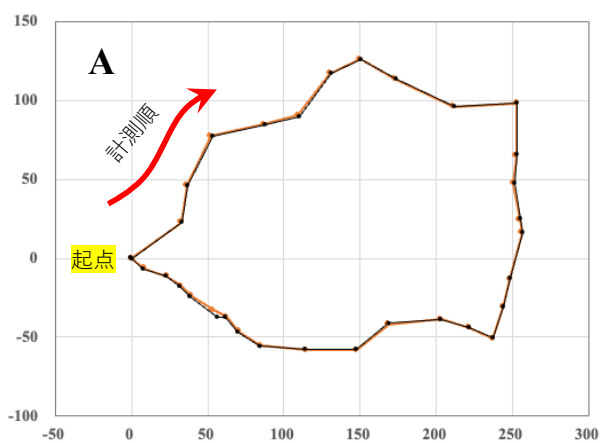


図 2.2.9 熊本南部ヒノキ林における
周囲測量結果の比較

A：平面図、B：高低図
黒線(—)はポケットコンパス
赤線(—)は OWL による計測

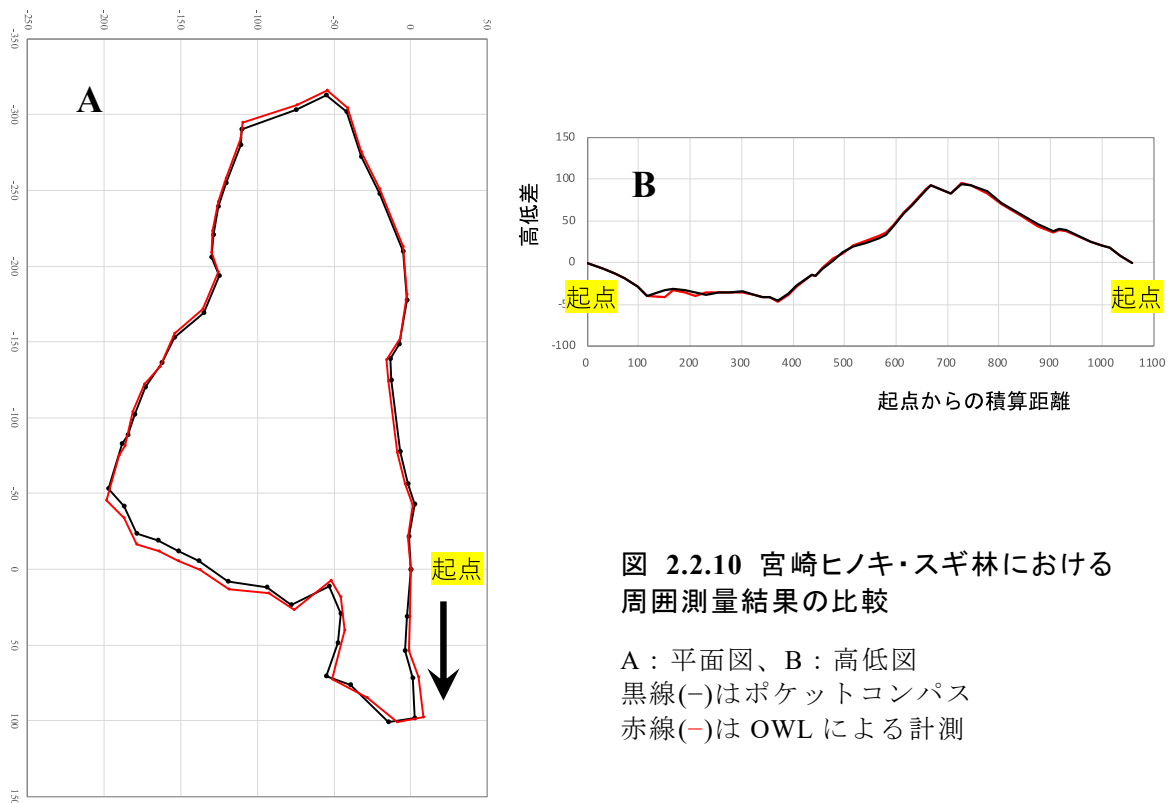


図 2.2.10 宮崎ヒノキ・スギ林における
周囲測量結果の比較

A：平面図、B：高低図
黒線(—)はポケットコンパス
赤線(—)は OWL による計測

空知カラマツ林の平面図における各調査地の平均の位置誤差は、0.4m であった。同様に、空知トドマツ林で 0.4m、熊本南部ヒノキ林で 0.8m、宮崎ヒノキ・スギ林で 3.5m であった。位置誤差がやや大きい計測地点のほとんどは、林床にササ等の繁茂が著しい箇所があったために、OWL の計測地点を収測杭から移動したことに起因している。測量区域面積としても、表 2.2.1 に示すように、概ね良好な結果が得られている。

表 2.2.1 OWL 及びポケットコンパスによる周囲測量結果の比較

調査地	OWLによる測量	コンパス測量	面積比 (OWL/コンパス)
空知3065ろ カラマツ人工林	7,459 m ²	7,510 m ²	0.993
空知4490ろ トドマツ人工林	6,087 m ²	6,067 m ²	1.003
熊本南部49な ヒノキ人工林	31,786 m ²	31,823 m ²	0.999
宮崎4021と ヒノキ・スギ人工林	48,556 m ²	47,600 m ²	1.020
宮崎61こ注1 スギ人工林	—	29,107 m ²	—

注 1：アオキの繁茂が著しいため OWL 計測を実施していない

ただし、宮崎ヒノキ・スギ林の測量結果については、図 2.2.10 に示したように、ポケットコンパスと OWL とで計測位置にかなりのズレが生じ、また測量面積も約 1,000 m² の

差が発生した。当該林分は、林内を林道が通って斜面の上下で林地が分断され（図 2.2.6）、林道法面を含めて無立木状態の開放地が広いため、通常の OWL 計測では、計測地点間のデータ結合が困難であった。そのため、林道敷を含む周辺に図 2.2.11 に示すように反射材を巻きつけた杭を配置して OWL 計測を行う方法で対応した。OWL 計測の特徴であるが、立木本数が極端に少ない場合あるいは立木同士の間隔が広い場合などは、計測データの結合ができなくなるが、立木の代わりに反射材を適宜配置することで、それを立木と同様に識別する機能がある。今回、反射材を適宜設置したが、開放地の面積が広い箇所では反射材の数が少なかった（配置間隔が広い）ことが原因と考えられるが、データ結合の際に空間的な歪みが生じたため、上述したように測量面積に影響したものと考えられる。今後確認する必要があるが、こうした開放地周辺では、反射材の配置等を工夫することで、収測杭の位置座標の修正は可能と考えられる。



図 2.2.11 強反射材を巻きつけた木製杭



図 2.2.12 反射材を装着した杭の配置状況
矢印➡は杭の位置。右下は対空標識である。

区域測量で使用する測量杭の直上でレーザ計測することで、コンパス測量結果と比較しても遜色ない測量結果が得られることが確かめられた。地上レーザ計測では計測地点の 3 次元座標が出力されるので、区域測量及び面積計算も容易である。