

第5章 データ補正後の精度と検証

地上レーザ計測では一般にノイズが含まれるため、地上レーザ計測における計測精度とノイズ除去の方法等について検討するとともに、過小評価となる樹高についてその補正方法を検討した。また樹高補正の過程で得られる樹幹形と材積に関する解析方法を概説するとともに、補正後の計測データの精度について標準地調査結果と比較検討した。また各調査地における立木本数および材積について、集計方法（面積拡大法、本数拡大法、地上レーザ計測）ごとに算出した。

5-1 補正しない状態での計測精度

OWL の森林計測で得られる胸高直径および樹高の計測値について、何らかの補正をしない状態での計測精度を確認するため、今回実施した標準地調査での計測結果と比較検証を行った。

(1) 胸高直径の計測精度

地上レーザおよび従来法（手計測）による胸高直径を図 5.1.1 に例示した。両者の値は概ね一致するが、直径が大きくなるほど、OWL 計測値がやや大きい傾向がある。同様の傾向は他の計測事例（スギ、ヒノキ、カラマツの人工林）でも報告されている（千葉，2018）。今回の計測結果から、OWL 計測値を全体的に 5%程度小さくなるように補正することで、従来法とほとんど一致することが確かめられた。そこで、本報告では胸高直径の OWL 計測値はすべて、0.950 を乗じた値とする。なお、巻尺や輪尺による DBH の計測では誤差が生じにくいと考えがちであるが、計測者の経験や技量等によって計測の誤差・過誤が意外に生じることを付記する（参考：図 5.1.2）。

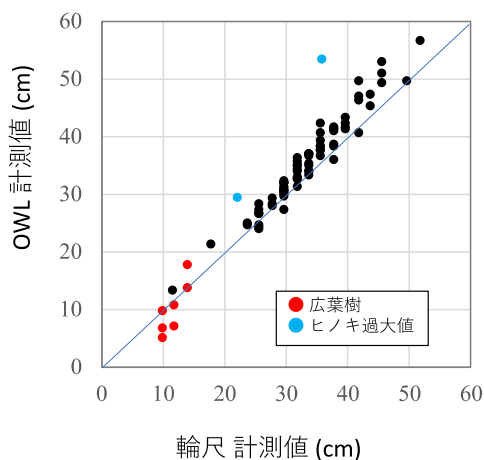


図 5.1.1 胸高直径の精度評価
例：熊本南部ヒノキ林

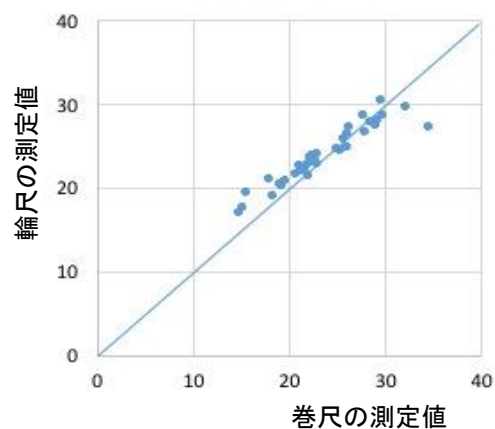


図 5.1.2 計測方法による胸高直径の比較
輪尺と巻尺によるヒノキ立木の計測結果
(千葉、未発表)

OWLによる胸高直径の計測値が若干大きめとなる原因は、OWLManagerでデータ解析する際のパラメータの値に起因する問題と考えられ、今後、解析プログラムを修正することで解決するものと思われる。一方で、OWLManagerとは関係しない原因としては、**図 5.1.3**のように、林木の根元近くにあるツルや低木類を立木と一体とみなして直径を算出するケースがある。また二又などの多幹木や株立についても同様に、複数の幹を一体化するために直径が過大となり、しかもその結果、立木本数が少なくなるという現象もある。こうした原因で直径の異常値が生じるケースについては、現地の状況に応じて低木を除去したり、多幹木ではその周辺でのOWL計測を追加するなどの配慮が必要である。

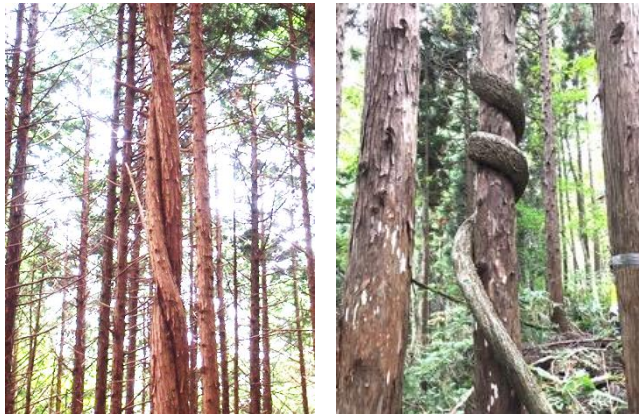


図 5.1.3 胸高直径が過大となり得る現象

左：立木2本を合体して計測
右：つるや灌木を合体して計測

以上のように、広葉樹やササ・灌木類が繁茂している場合、OWL計測値が乱れることは避けられない。**図 5.1.4**は、空知トドマツ林で計測したOWLと輪尺による胸高直径を比較したものである。全体として両計測値のばらつきが大きく、OWL計測値が過大となっている立木も多い。個々の立木の状況を現地で確認しているわけではないが、上述したように、立木の地際～胸高付近に灌木類が多かったことが、過大となった要因と考えられる(**図 5.1.5**)。

なお、毎木調査における胸高直径の計測精度に関しては、収穫調査規程等で許容誤差が明記されているわけではないが、径級に関

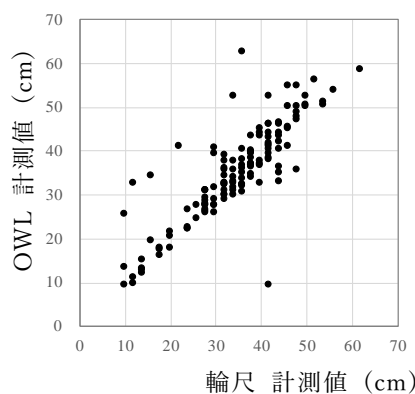


図 5.1.4 胸高直径の精度評価
例：空知トドマツ林



図 5.1.5 胸高付近に絡む灌木・ツル類
空知トドマツ林内

係なく $\pm 2\text{ cm}$ 以内を求められることが多いようである。しかし、計測誤差の理論としては、直径が大きくなれば誤差範囲もそれに比例して大きくなるものであり、統計学的には胸高直径の大きさに対する相対誤差として評価するのが適当である。つまり許容誤差を“ $\pm 2\text{ cm}$ ”のように定数誤差で判断するのではなく、“ $\pm 10\%$ ”というように相対誤差率で判断

すべきであろう。樹幹の形状や幹表面の特性などを考慮すると、許容誤差率は“±10%”程度というのが現実的である。

(2) 樹高の計測精度

今回の熊本南部ヒノキ林における計測では、**図 5.1.6 A** に示すように、樹高計測値が概ね良好な結果が得られた。その理由は、おそらく、この調査地が平坦～緩斜面であること、そして立木本数密度が比較的良かったことなどにより、樹冠の頂点付近までレーザーが到達しやすかったものと考えられる。しかしながら多くの場合、空知カラマツ林 (**図 5.1.6 B**) や宮崎ヒノキ・スギ林のように、樹高が過小になることが多く、これまでの OWL 計測の報告でも、樹高が過小評価になっていた (細田ら 2020 など)。

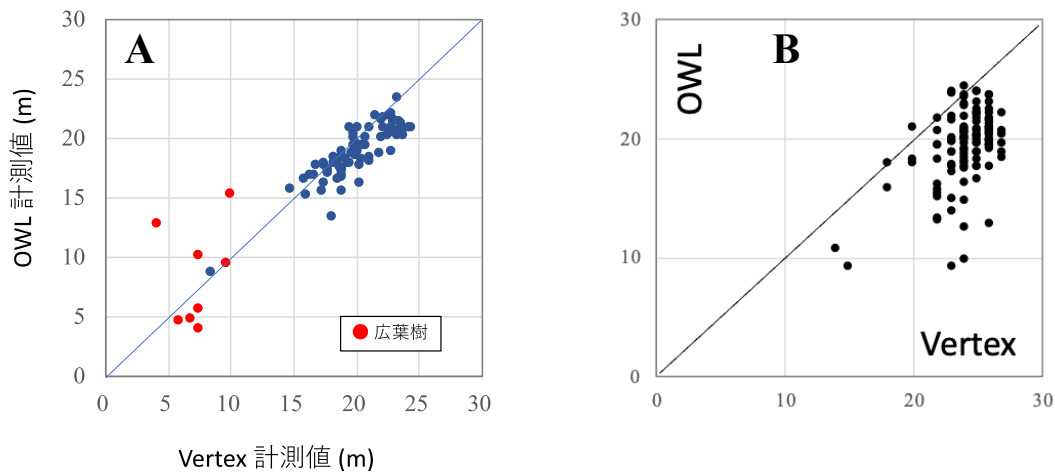


図 5.1.6 樹高計測値の比較

A: 熊本南部ヒノキ林、 B: 空知カラマツ林

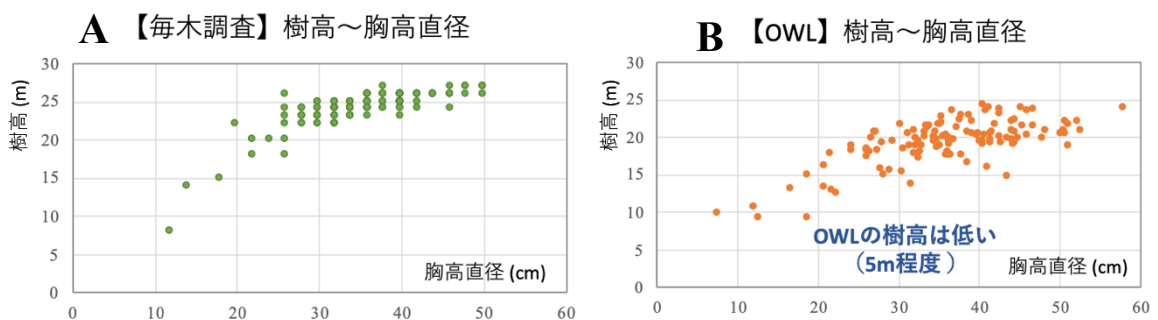


図 5.1.7 OWL 計測および標準地調査での樹高計測値の比較(空知カラマツ林)

A: 標準地調査、 B: OWL 計測

図 5.1.7 に示した空知カラマツ林はササ繁茂が著しく、大半が高さ 1.5m 前後のササが密生していた。OWL 計測のスカンデータを確認することはできたが、ウォークスルーで点群画像を確認すると、地面が二重に写り込んでいるなど、計測結果の信頼性は低いと判断された。**図 5.1.7** は、こうした林分状況での計測結果ではあるが、参考までに、樹高と胸高直径の関係について、毎木調査結果と OWL 計測結果を比較したものである。OWL 計測値の樹高は、毎木調査と比べて 5m 程度低かった。その理由は、上述した点群データ

の信頼性の低さもあるが、林内ササ繁茂のためレーザが地面まで到達せず、正しく地盤高を評価されなかったことも要因としては考えられる（図 5.1.8）。このようにササなどの下層植生が著しく繁茂している場合は、OWL 計測が困難であるほか、樹高が低くなることが多い。

一般に、林冠が閉鎖した森林では、レーザ光が林冠で遮られるため、樹高計測が困難になることは否めない。立木本数が多い場合や樹高

が低い若い林分などには樹高が過小になりやすいことに注意が必要である。その他の要因としては、樹冠上部の枝が細い、あるいは疎らであるために、レーザが枝に照射されたとしても反射強度が低いために検出されない可能性があり、またレーザそのものが枝をすり抜けてしまう可能性などが考えられる（図 5.1.9）。一方で、劣勢木で樹高が高く計測されることもある。その理由は、隣接する優勢木の樹冠が劣勢木に覆い被っている場合（図 5.1.10）には、優勢木の枝葉を劣勢木の樹高と誤認するためである。

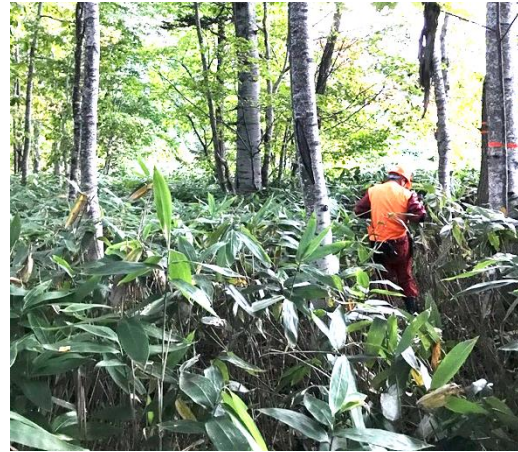


図 5.1.8 空知カラマツ林の林床に繁茂するササ



図 5.1.9 枝がレーザ照射をすり抜けるイメージ図

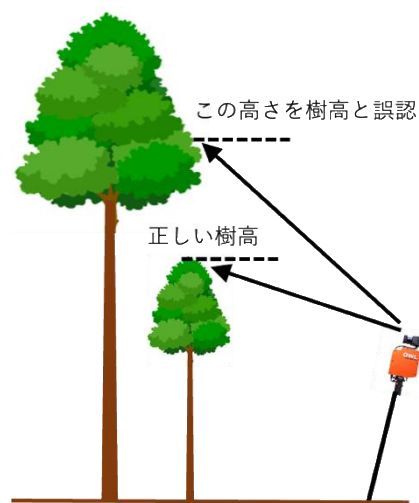


図 5.1.10 劣勢木の樹高が過大となる事

以上のように、地上レーザによる樹高計測ではレーザの特性から、一般に、樹高は過小評価となることが多く、樹高計測値を補正する必要がある。次節 5-2 で、樹高補正の方法および補正結果等について検討する。