

森林調査における直径・樹高測定の正確度・精度に関する研究^{*1}北原文章^{*2} ・ 溝上展也^{*3} ・ 吉田茂二郎^{*3}

北原文章・溝上展也・吉田茂二郎：森林調査における直径・樹高測定の正確度・精度に関する研究 九州森林研究 61：176-178, 2008
 現在、1999年度より全国を対象とし展開している森林資源モニタリング調査が行われている。森林資源モニタリング調査の調査データとしては、調査実施形態や調査者に依存しない一定水準の均質なデータを得ることが求められている。森林調査の際、直径、樹高測定は必要不可欠であり、多大な労力を要すが、測定における正確度・精度は林分の状態、測定機器、測定方法、測定者に大きく左右されてしまう。そこで本研究では、森林測定経験の少ない大学3年生を対象とした森林測定実習において、事前情報によってどれだけ直径・樹高測定の正確度、精度が変化するかを確認した。

キーワード：正確度、精度、直径、樹高、森林資源モニタリング調査

I. はじめに

近年、世界的に広域での森林モニタリングが必要とされており、わが国でも1999年度より森林資源モニタリング調査と呼ばれる全国規模の森林資源調査が実施されている。この調査では、民有林・国有林合わせて全国約14,000点のサンプリングプロットが設けられ、国有林は森林管理局、民有林は各都道府県によって詳細な調査が行われている。全国を対象として展開している森林資源モニタリング調査では、調査者に依存しない一定水準の均質なデータを得ることが求められている（宮本ほか、2000；溝上ほか、2003, 2006）。そこで、筆者らは九州内における森林資源モニタリング調査の再調査により精度評価を行った結果、県・測定項目毎に精度が異なっていることを明らかにした（北原ほか、2006, 2007；林野庁、2007）。

一方で、古くから全国森林調査を行っている欧米諸国では、毎年調査者が一堂に会し講習会を行うことで調査レベルの統一を図っている。そこで本研究では、直径・樹高測定において事前情報によってどのように正確度・精度が変化するか確認することを目的とした。

II. 方法

2007年8月に九州大学宮崎演習林にて行われた九州大学農学部3年生対象の森林計画学実習において、直径・樹高の測定誤差を確認した。実習生12人は各班4人の3班（A, B, C）に別れ、3日間測定した。調査プロットは、50mメッシュの交点上にランダムに決められた24プロットにおいて、全班が全てのプロットと同じ立木を測定した。

調査方法はビッターリッヒ法により選木された396本（針葉樹

317本、広葉樹79本）の胸高直径（以下、直径）・樹高を測定し、直径においては直径巻尺、樹高は VERTEX III を用い、胸高位置については毎朝各自の胸高を確認した。また、コントロールとして森林調査に熟練した研究室スタッフにより直径・樹高測定は同様の測定器具を用いた。コントロールの直径測定においては、全ての立木についてポールを用いて胸高位置を確認するとともに、直径巻尺が正常に設置されているかを記帳者が確認しながら測定した。樹高測定においては、梢端が確認できる場所から十分な距離をとり、数回測定した平均を測定値とした。以下、コントロールの測定値を基準値とする。

さらに、実習生には1日目の朝に道具の使用方の説明を行い、2日目以降の朝には事前情報として、各班の測定誤差のヒストグラムや正確度・精度といった前日の結果を報告した上で、直径・樹高測定における注意事項を確認した。ここで、測定誤差は実習生の測定値から基準値を引いたものとした。

なお、これ以後直径と樹高の測定誤差をそれぞれ直径誤差、樹高誤差と呼ぶ。また、測定は3日間行われたが、2日目で終了した班があったため2日目と3日目の結果をあわせて解析し、以下それを2日目とする。

III. 結果および考察

図-1～4に直径、樹高誤差の1日目・2日目のヒストグラムを示す。図-1に示すように、1日目における直径誤差の分布はプラスの偏りをもっており、±3cm以上の誤差も多かったが、2日目には分布のピークも0に近づき、大きな誤差も少なくなった（図-2）。分布の尖り具合を表す尖度を算出した結果、1日目は44.2であったが、2日目は57.0と増加していた。また、分布の非対称性を表す歪度を比較してみると、1日目の-4.7から、2日

^{*1} Kitahara, F., Mizoue, N. and Yoshida, S.: A study of accuracy and precision of tree diameter and height measurement in forest surveys

^{*2} 九州大学大学院生物資源環境科学府 Grad. Sch. Biores. and Bioenvir. Sci., Kyushu Univ., Fukuoka 812-8581

^{*3} 九州大学農学研究院 Fac. Agric., Kyushu Univ., Fukuoka 812-8581

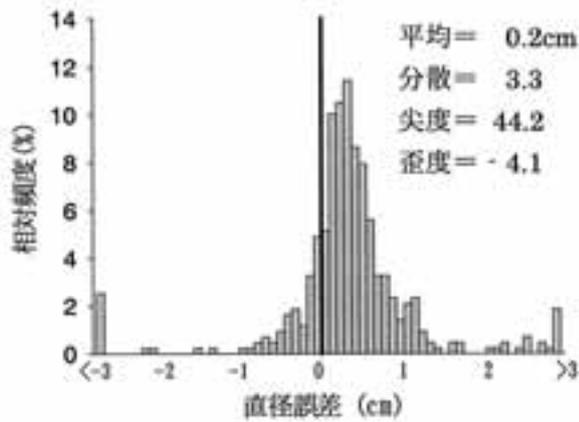


図-1. 1日目の直径誤差分布

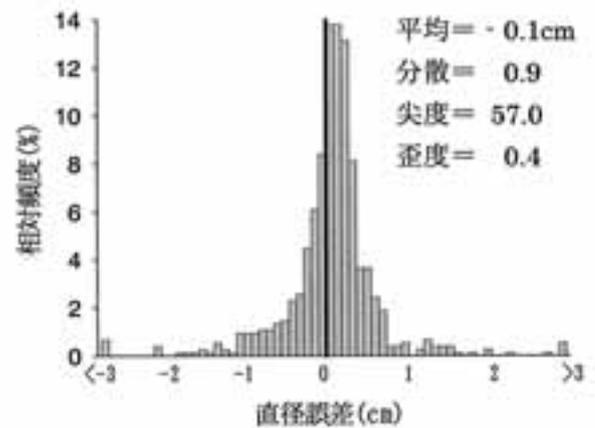


図-2. 2日目の直径誤差分布

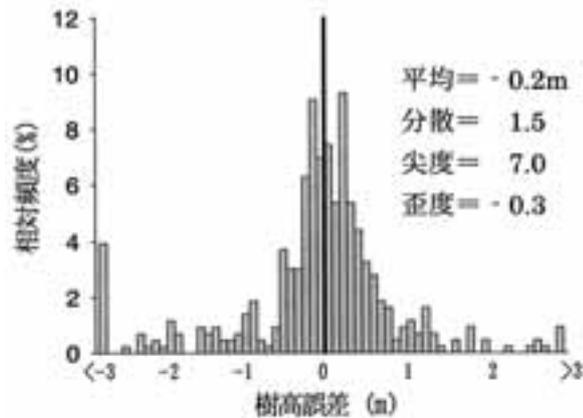


図-3. 1日目の樹高誤差分布

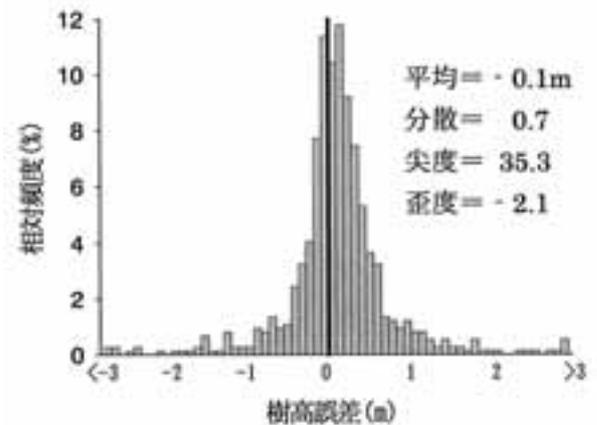


図-4. 2日目の樹高誤差分布

表-1. 直径・樹高誤差の基本統計量

班	立木タイプ	測定日	直径測定						樹高測定					
			誤差 (cm)		絶対誤差 (cm)		平均誤差率 (%)	変動係数 (%)	誤差 (m)		絶対誤差 (m)		絶対誤差率 (%)	変動係数 (%)
			平均値	標準偏差	平均値	標準偏差			平均値	標準偏差	平均値	標準偏差		
A	針葉樹	1日目	0.1	3.4	1.6	3.0	8.8	17.0	-0.7	1.3	1.0	1.1	9.1	11.5
		2日目	-0.2	1.1	0.5	1.0	2.3	5.1	0.0	0.8	0.5	0.6	4.7	7.3
	広葉樹	1日目	0.0	0.6	0.4	0.4	2.7	3.6	-0.7	1.8	1.4	1.3	11.0	14.9
		2日目	-0.3	0.5	0.4	0.4	2.5	1.8	-0.1	1.7	0.8	1.4	6.6	13.8
B	針葉樹	1日目	0.3	0.5	0.4	0.4	1.9	2.6	-0.3	0.8	0.4	0.7	3.6	6.4
		2日目	0.0	0.6	0.3	0.4	1.7	2.8	0.0	0.5	0.3	0.3	3.1	4.2
	広葉樹	1日目	0.3	0.6	0.3	0.5	3.4	4.5	0.2	1.6	0.9	1.3	7.0	12.6
		2日目	-0.1	1.5	0.5	1.4	2.6	6.2	0.0	1.1	0.8	0.8	6.4	9.1
C	針葉樹	1日目	0.1	0.8	0.5	0.6	2.2	3.4	0.0	1.0	0.6	0.8	5.2	8.6
		2日目	0.1	1.0	0.4	0.9	2.0	5.0	0.0	0.3	0.2	0.2	2.0	2.8
	広葉樹	1日目	0.1	1.1	0.6	1.0	3.5	4.2	-0.6	1.1	0.8	1.0	6.1	9.7
		2日目	0.0	0.3	0.2	0.2	2.1	2.2	-0.1	1.1	0.7	0.8	6.7	8.9
全体	針葉樹	1日目	0.2	2.0	0.8	1.8	4.1	9.5	-0.3	1.1	0.7	0.9	6.2	9.7
		2日目	-0.1	0.9	0.4	0.8	2.0	4.7	0.0	0.6	0.4	0.5	3.4	5.3
	広葉樹	1日目	0.1	1.0	0.5	0.9	3.4	4.3	0.0	1.6	0.9	1.3	7.4	12.9
		2日目	-0.2	1.1	0.4	1.0	2.5	4.6	-0.1	1.3	0.8	1.1	6.6	11.2

目の0.4へと0に近づいていた。プラスの偏りの原因としては、直径巻尺の弛みや振れ、または幹に対して垂直に測定されていないことが考えられる。大きな誤差については、測定者と記帳者との間での言い間違い、聞き間違い、書き間違いといった人為

的なミスが原因と考えられ、2日目以降は記帳者の復唱を事前情報とした結果、大きな誤差が減少したものと考えられる。

また、図-3に示すように、1日目における樹高誤差の分布においてはばらつきが大きく、直径同様 ± 3 m 以上の大きな誤差

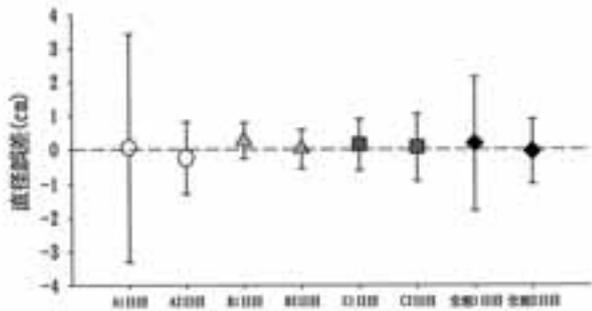


図-5. 日別直径誤差の平均値と標準偏差（針葉樹）

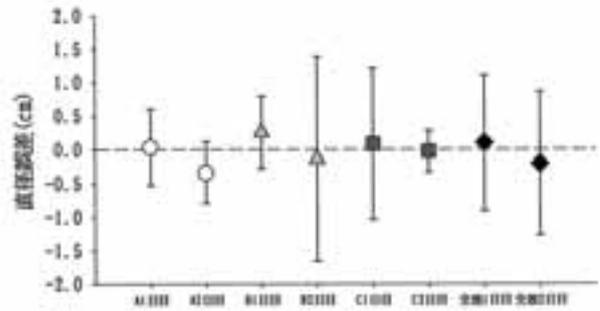


図-6. 日別直径誤差の平均値と標準偏差（広葉樹）

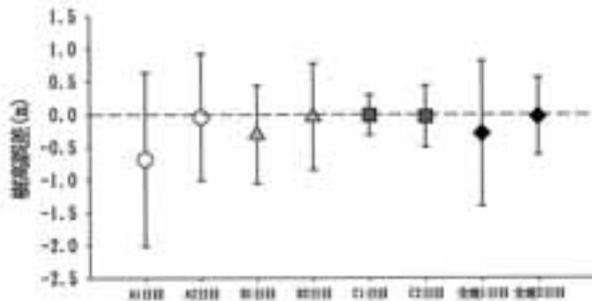


図-7. 日別樹高誤差の平均値と標準偏差（針葉樹）

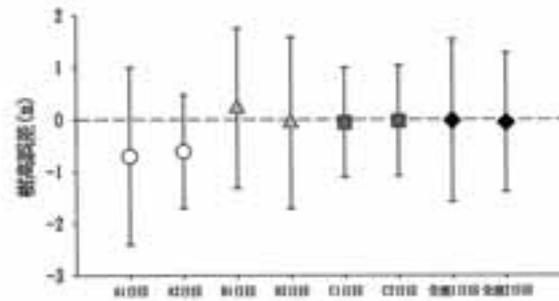


図-8. 日別樹高誤差の平均値と標準偏差（広葉樹）

も多かった。2日目には大きな誤差が少なくなり、尖度も7.0から35.3と増加していた（図-4）。樹高測定においては、測高器の操作に不慣れであったことや、梢端の確認が不十分であったことが1日目の誤差のばらつきに表れていると考えられる。

表-1に直径、樹高誤差の統計量を示す。直径誤差の正確度として1日目と2日目の平均誤差を比較してみると（図-5, 6）、立木タイプ別の班毎に顕著な差はみられなかったが、全体の針葉樹については1日目と2日目の平均誤差には有意な誤差の減少がみられた（対応のあるt検定, $P < 0.05$ ）。精度として誤差のばらつきを比較したところ、針葉樹についてはA班と全班、広葉樹についてはC班のみ有意な分散の減少がみられた（F検定, $P < 0.05$ ）。

同様に樹高誤差では、針葉樹において1日目にマイナスの誤差を示す班が多かった。また、A班、C班および全班の平均誤差が有意に減少しており（対応のあるt検定, $P < 0.05$ ）、針葉樹のA班と全班において有意な分散の減少がみられた（F検定, $P < 0.05$ ）が、広葉樹の樹高測定において有意な正確度・精度の向上はみられなかった（図-7, 8）。1日目の樹高を低く測定しまう原因としては、測定者と測定木の距離が十分にとれておらず、梢端の確認が不十分であったことが考えられるが、2日目には改善された。

広葉樹の測定においては、正確度・精度には顕著な変化はみられなかった。広葉樹は針葉樹と違い幹が不整形であり、直径測定の再現性や均質性は低いものと考えられる。また樹高においても、樹木が直立していることを前提として三角関数を用い測定するVERTEX IIIでは、広葉樹の樹高（樹長）を正確に測定することは困難であると考えられる。

IV. おわりに

今回、学生の実習で直径、樹高測定の正確度・精度が事前情報によってどのように変化するか確認した。その結果、針葉樹については測定の慣れと事前情報によって人為的なミスが減少し、直径・樹高測定の正確度・精度が向上した。

2007年度現在、2巡目である森林資源モニタリング調査においても調査形態の違いが誤差の要因として挙げられている（北原ほか, 2006; 林野庁, 2007）。そこで、森林資源モニタリングの先進国である欧米諸国のように、調査者に対する講習会を通して調査レベルの向上および統一を図る必要がある。

謝 辞

本研究に御協力いただいた九州大学宮崎演習林の技術職員の皆様、ならびに実習に参加した学生諸氏に対し、厚く御礼を申し上げます。

引用文献

- 北原文章ほか（2006）日林学術講 117：I 20.
- 北原文章ほか（2007）日林学術講 118：P 3 a40.
- 宮本麻子ほか（2000）森林航測 109：8-10.
- 溝上展也（2003）日林学術講 114：315.
- 溝上展也ほか（2006）日林学術講 117：II9.
- 林野庁（2007）平成18年度森林資源調査データ解析事業報告書. 133-144.

（2007年11月19日受付；2008年1月9日受理）