

GNSS受信機を用いた収穫調査の周囲測量についての考察

秋田森林管理署湯沢支署 業務グループ ○松井尊大 高橋宏瑛
総務グループ 鈴木彩子

1. はじめに

国有林の収穫調査の周囲測量において、新たに小班区画が必要とされる主伐箇所では実測が必要とされており、昨今、利用適齢期を迎える主伐人工林が増加している現状から、周囲測量の実測も同様に増加していくことが予想される。

その周囲測量の実測は、これまでポケットコンパスを用いたコンパス測量（以下、「コンパス」）により実行してきたが、近年、測位精度が向上した GNSS 受信機（以下、「受信機」）が安価で入手できるようになったことや、準天頂衛星システムの整備等が推進され、今後はより測位精度の向上が期待されることから、平成 27 年度末に「国有林野産物収穫調査規程準則」をはじめとする一連の通達が改正された。本改正により、収穫調査区域の周囲の実測において受信機による現地計測の成果も認められるようになり、今後の事業の効率化が期待されている。

しかし、東北森林管理局管内において、受信機を用いた周囲測量の活用例が少なく、その成果について不明瞭な点が多いため、東北森林管理局では、受信機とコンパスの併用により測量成果を精査することとしており、受信機による成果の実態把握が求められている。

本調査では、受信機による成果が、コンパスと比較してどの程度の精度が得られるのかを検証するとともに、今後の受信機による周囲測量の実用性について考察した。

2. 調査方法

(1) 観測に用いた受信機

受信機は GlobalSat 社の BC-337（以下「PDA」）、GEOSURF 社の MobileMapper20（以下「局受信機」）、Garmin 社の Oregon650TCJ（以下「調査機関受信機」）の 3 機種を使用した。いずれの受信機も GPS 衛星を受信するが、調査機関受信機は GLONASS 衛星も受信する。また、局受信機及び調査機関受信機は、SBAS（衛星航法補強システム）による測位誤差のリアルタイム補正が可能である。（表 1.）

表 1. 観測に用いた受信機

略称	使用機関	名称	測位方法	受信衛星
PDA	森林管理署等	(本体)iPAQ212 (HP社) (GPS)BC-337 (GlobalSat社)	単独測位	GPS
局受信機	東北森林管理局	MobileMapper20 (GEOSURF社)	DGPS (SBAS補正)	GPS
調査機関 受信機	指定調査機関	Oregon 650TCJ (Garmin社)	DGPS (SBAS補正)	GPS GLONASS

※補正情報とは、SBASによって取得する補正情報を指すこととする。

(2) 調査地

調査地は、コンパスにより実測成果のある秋田県湯沢市内のスギ人工林4林小班を選定し、悪条件下でも有用な成果を得られるかどうかの検証を図るため、衛星の受信状況が悪く測位精度が低下するとされている沢や谷（立木ら，2003;遠國ら，2013）といった地形を含む箇所を選定した。さらに、斜面方向の違いによる衛星の受信状況と測位精度の変化を調べるため、斜面方向に偏りがないように選定した。（表2.）

表2. 調査地の概要

略称	林小班名	林相	斜面	沢・谷
調査地①	役内山国有林 3 1 林班ね小班	スギ6 4 年生	北西～西方向	小班北部に沢
調査地②	川井山国有林 2 4 林班か小班	スギ6 3 年生	南方向	小班中央に沢 谷地形
調査地③	役内山国有林 3 2 林班よ小班	スギ6 5 年生	南方向	小班南東部に沢
調査地④	矢込沢国有林 7 5 林班は小班	スギ6 3 年生	北東～東方向	小班内複数沢

3. 結果と考察

(1) 小班形状

最初に、林冠が開けた好条件下における受信機の計測成果がどの程度のものとなるのか把握するため、皆伐跡地においてトータルステーション（以下、「TS」という）と受信機でそれぞれ周囲を実測した。なお、これらの成果は指定調査機関から提供して頂いた。

それぞれの成果をかん入した結果、北向き斜面となる部分は、ずれがやや大きく現れるものの形状はほぼ一致していた。（図1.）

また、TS の成果を基準とした面積比率を確認したところ-4.46%と 5%を下回る高い水準であることを確認し、「調査機関受信機」の信頼性は高いものと判断した。

以上の結果を踏まえ、3 機種を受信機を用いて「調査地①」を計測した。それぞれの成果をかん入したところ、沢付近で若干コンパスとのずれが大きく現れるものの、全体的にはいずれの受信機においても形状がほぼ一致した。（図2.）

このことから、「局受信機」及び「PDA」についても「調査機関受信機」と同程度の信頼性が持てるものと判断した。

さらにほかの調査地で「局受信機」及び「PDA」で現地計測を実施したところ、「調査地②」は区域全体にわたって大きくずれが現れた。これは「調査地②」が谷地形であったために衛星の受信状況の悪い状態が続いたことにより生じたものと考えられる。（図3.）

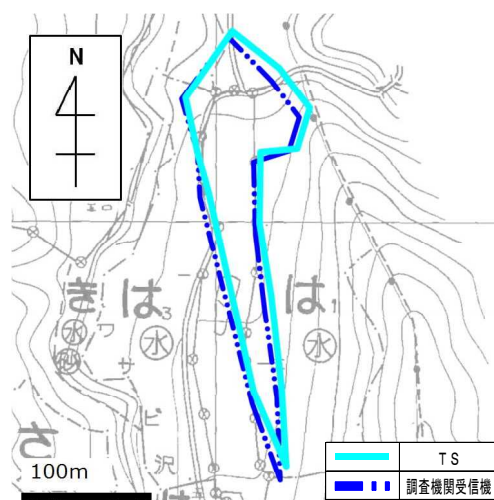


図1. TS 実測箇所かん入図

「調査地③」は、沢が流れている南東部分と尾根にあたる北部において大きなずれを生じた。この北部のずれの原因は、林冠が閉鎖されている環境が連続したことにより、それまで取得できていた補正情報の取得ができなかったことから生じたものと推測される。(図 4.)

「調査地④」については、沢地形の箇所ややずれが生じるものの、全体的にコンパスの成果と形状がほぼ一致していた。(図 5.)

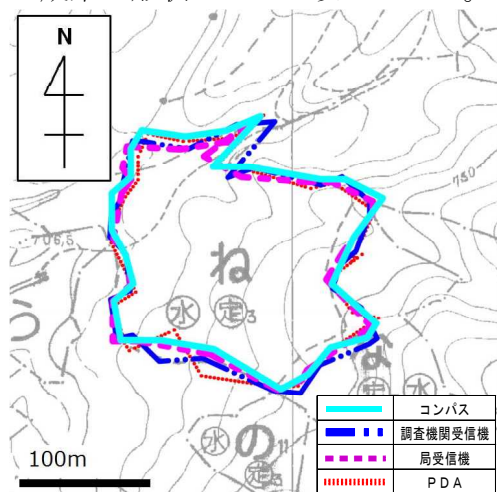


図 2. 「調査地①」 かん入図

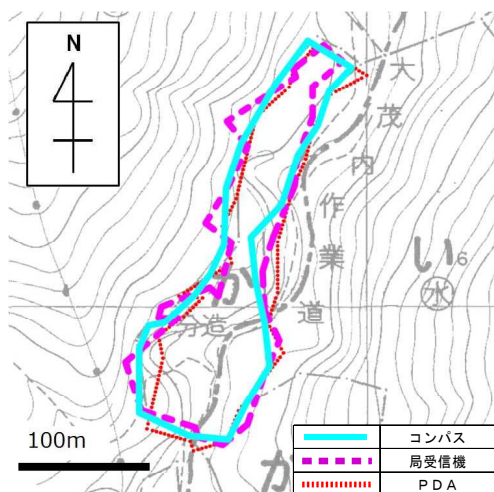


図 3. 「調査地②」 かん入図

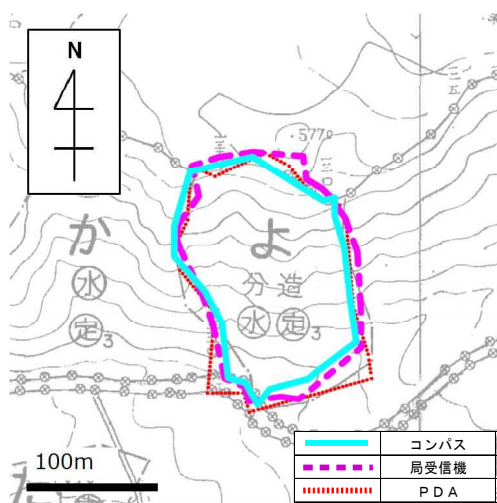


図 4. 「調査地③」 かん入図

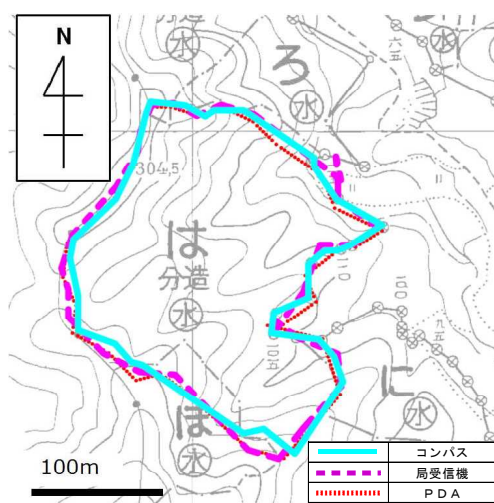


図 5. 「調査地④」 かん入図

(3) 東北森林管理局 国有林野産物収穫調査規程 運用に基づく諸因子の検証

今回の調査で得られた成果が、現行規程の下で実用可能かどうか検証するため、東北森林管理局 国有林野産物収穫調査規程 運用（以下「運用」という） 第 2 章 区域の調査 運用 6 の 5 及び運用 6 の 6 の記載内容に基づき、衛星数、補正情報、PDOP 値、面積の 4 項目について検証した。(表 3.)

調査地の各測点で捕捉した衛星数については、測定時の瞬間値を使用し、いずれの受信機も運用に示される基準である 4 機以上の捕捉がされており、問題ないことが確認できた。(表 4.)

補正情報については、補正情報の取得ができない機器の PDA はもとより、取得可能な機器である局受信機も、総じて取得率が低く、0%を記録した箇所もあった。(表 4.)

PDOP 値については、PDA は測定時の瞬間値、局受信機は測定時間内の最高値を使用した。全体的に運用に示される基準を満たしているものの、「調査地②」の局受信機が基準を下回る結果となった。これは谷地形という地形条件から生じる悪化や、衛星配置の時間変化による一時的な悪化の影響と考えられる。(表 4.)

面積については、運用に具体の指標が示されていないため、今回の検証では許容を計るものさしとして、現地審査要領における 5%という値を基準として比較した。(表 3.)

その結果、一部超過するものの概ね基準の範囲に収まっていた。超過した箇所の原因としては、沢などにおいて発生した大きな測位差によるものと考えられる。(表 4.)

以上のことから、受信機による計測成果について、2 つの課題が判明した。1 点目は PDOP 値や面積比較にも現れた沢や谷地形箇所、北向き斜面における測位精度の低下。2 点目が地形や林冠閉鎖によって生じる電波の遮蔽による補正情報の取得率の低下である。

これらの課題の対応策としては、受信機を 2 台使用した精度の高い測位方法を実施すること。地形や植生を考慮し、場所によっては補助点の設置も含めた測位点を検討すること。SBAS 以外の、より確実な補正情報の取得方法を検討する等が挙げられる。

表 3. 現行の規程及びそれに付随する通達 (抜粋)

東北森林管理局 国有林野産物収穫調査規程 運用(抜粋)

第2章 区域の調査

運用6 規程第11条(周囲測量)について

5 規程第11条第2項第2号の森林管理局長が別に定める方法は以下による。

- (1) 測定時に捕捉する衛星の数は4つ以上であること。
- (2) 補正情報が受信できる機器を利用すること。
- (3) 測点の半数は、PDOP値が4以下であること。
- (4) 測点の位置情報の精度は、度・分・秒の表記で小数第1位以上とし、機器の計測可能な限り詳細に記録すること。
- (5) 測定値は、瞬間値ではなく一定時間の平均値とすること。

※ PDOP(Position Dilution of Precision)値:位置精度劣化度と呼び、衛星の幾何学配置(偏り)を指数化したもので、値が小さければ位置の精度が高い。

6 GNSS受信機の測定精度については、測定場所、測定機種等により異なることから、既往のコンパス測量結果から算出した面積との比較などにより精度の把握を行うこと。
なお、GNSS受信機の測定精度の状況によっては、当該計測方法以外の方法を採用するなど適切に対応すること。

東北森林管理局国有林野産物収穫調査の現地審査要領(抜粋)

(測量の審査)

第7条 測量の現地審査は、森林管理(支)署長が特に必要と認めた場合に行う。

2 測量の現地審査結果、5%以上の面積の増減があった場合は、審査面積数値に置き換える。なお、5%以下の場合は原調査数値のままとする。

表 4. 運用に基づいた諸因子の検証結果

調査地	運用6の5(1) 衛星数 最低捕捉数(機)		運用6の5(2) 補正情報 取得率(%)		運用6の5(3) PDOP値 4以下の点の割合(%)		運用6の6 面積(ha) (コンパスとの差(%))		
	PDA	局受信機	PDA	局受信機	PDA	局受信機	PDA	局受信機	調査機関 受信機
調査地①	6	6	取得不可	35.4	100	90.3	2.7163 (-0.51)	2.6184 (-4.09)	2.913 (+6.70)
調査地②	4	5		10.3	89.7	31	1.6296 (+1.26)	1.6717 (+3.88)	
調査地③	5	6		60.0	92	88	2.0234 (+13.83)	1.9772 (+11.23)	
調査地④	6	6		0.0	100	88.6	3.8015 (-2.97)	3.819 (-2.52)	
基準	4機以上の捕捉		取得可能機器の使用		4以下の割合50%以上		※現地審査要領より 5%以内を基準とする		

4. まとめ

今回の調査では運用に基づき受信機の測位成果を検証した。その結果、小班形状をはじめとする4項目については測位点の選定に配慮することで十分基準を満たすことが可能であり、成果として有効であると認められた。そのうえで、より精度が高い成果を目指していくための工夫として次の2点が必要であると考え。1点目は、今回の調査では取得が困難であった、補正情報の取り扱い方について検討をすること。2点目は、受信機による現地計測の成果に地域差がないか検証する意味合いも含め、様々な環境条件下での成果を精査することである。

5. 謝辞

本調査の実施にあたって、一般財団法人 日本森林林業振興会秋田支部 支部長 伊藤広一様、森林調査部部長代理 鈴木 正志様、業務部主任 後藤 良寛様、そして現場作業員の皆様には、資料の提供や調査への同行など多方面にわたってご協力いただきました。また、株式会社 竹谷商事・竹谷製作所 仙台営業所 技術営業係長 伊藤 崇様には、GNSS 受信機の取扱についてご指導いただきました。厚く御礼申し上げます。

6. 引用文献

- 1) 測位衛星技術株式会社."GNSS の基礎知識".<http://gnss.co.jp/gnss_basic>
- 2) 立木靖之, et al. 森林における歩行時の GPS 測位精度評価. 日本林學會誌, 2004, 86.1: 5-11.
- 3) 遠國正樹, et al. 森林内におけるハンディ GNSS 受信機の測位精度 (会員研究発表論文). 北方森林研究, 2013, 61: 117-120.
- 5) 林野庁."平成 27 年度 森林・林業白書 (平成 28 年 5 月 17 日公表): 林野庁".
<<http://www.rinya.maff.go.jp/j/kikaku/hakusyo/27hakusyo/index.html>>