

# 研究情報

## Research Information

No.123 Feb 2017

### 研究紹介

## 高精度 GNSS ナビを活用した調査区画の設置

森林資源管理研究グループ長 齋藤 和彦

林業技術者の基本技能の一つに測量があります。測量技術については、この10年で大きな変化がありました。中でも特筆されるのは、衛星測位システムの普及だと思えます。

衛星測位システムは、アメリカのGPS (Global Positioning System) に加え、数年前からロシアのグロナス (GLONASS) やEUのガリレオ (Galileo)、中国の北斗 (BeiDou) も利用できるようになりました。そのため近年では、GPSでなく、GNSS (Global Navigation Satellite System) と呼ばれています。

このGPSからGNSSへの移行は、我々にとって価値ある変化でした。特にグロナスの登場は、捕捉衛星数が少なくなる北斜面や谷で、その数を倍増させ、位置が記録できない場面はほとんどなくなりました。ただ、林内での精度については、まだ問題があります。

本稿では、沖縄本島において、地形に合わせた調査区画を設置するために、予めGIS上のCS立体図<sup>注1)</sup>で計画した区画を、GNSSのナビゲーション機能 (以下、ナビ) を使って現場に設置しようとした試行例を紹介します。いずれも、最終的に区画内を10mメッシュに細区分し、簡易立木位置図をつくることを目的としており、区画は、極力、正方形にしたいと考えています。

図1～3は、その結果で、白線は計画区画、緑マークは最終的な杭位置、等高線は10m間隔です。最終的な杭位置は、トリンブル社製Geo7センチメートルエディション (以下、Geo7) で後処理<sup>注2)</sup>し

た結果です。CS立体図は調査区画の計画に大変有効でした。

### 【事例1】登山用GNSSによる区画設置

ガーミン社製GPSmap60CSx-Jで基点(0,0)のおおよその位置を決め、そこから、北および西へ、方位と距離を測り、順次、杭を打ちました。

結果は基点から離れるにつれて正方形の形が崩れました。これは、現地は基点から離れるほど下層植生が密で地形の凹凸も大きいため、その影響で誤差が累積したと考えられました (図1)。

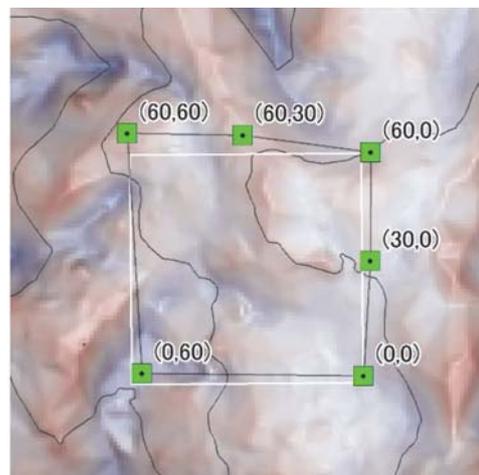


図1 登山用GNSSによる区画設置

### 【事例2】高精度GNSSのナビによる区画設置

そこで事例2では、計画区画の四隅の絶対座標を予めGISで調べておき、Geo7を使って、その座標位置に到達し、杭を打とうとしました。Geo7は、開けた場所なら数cmの誤差で測位できる高



精度 GNSS で、VRS 補正<sup>注3)</sup>にも対応しているので、スマートフォンのテザリングで補正情報が取得できれば、登山用 GNSS より格段に正確なナビが期待されました。

結果は、事例 1 より正方形に近い区画となりました(図 2)。しかし、ナビでは、立ち止まっても、尾根で 1m 前後、谷では 10m 以上、座標が揺らいたため、杭位置を決定するのに時間が掛かりました。特に一番谷底の(40,0)地点では、スマートフォンの圏外で VRS 補正が使えなかったり、樹冠の影響で衛星信号の質が低下したりしたため、外部アンテナをポールで高く上げて、辛うじて杭位置が決められました。

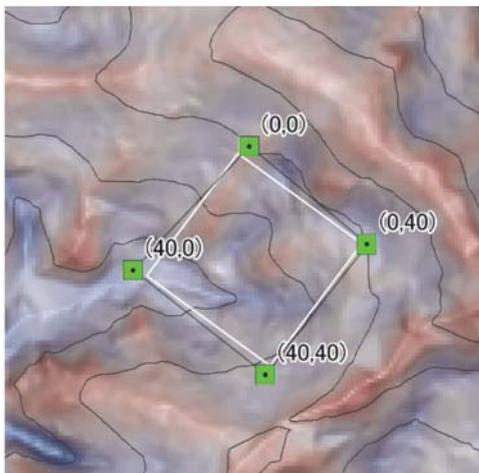


図 2 高精度 GNSS のナビによる区画設置

**【事例 3】** コンパスと距離計に高精度 GNSS を補助として使用した区画設定

当初、ここでも、Geo7 のナビだけで杭位置を決めようとしたのですが、やはり座標が揺らぎ、杭位置決定に時間が掛かりました。そこで、Geo7 は基点(0,0)の位置決めと、基点(0,0)から(100,0)地点への尾根筋の基線測量補助に使い、基点以外の杭位置は、コンパスと距離計(バーテックス)で決めることにしました。

結果は、概ね計画通りの区画を、Geo7 のナビだけの場合より短時間に、また、尾根ではコンパスとバーテックスだけの場合より地形や下層植生による誤差の累積を心配せずに作業できました。しかし、谷ではナビは効率的ではありませんでした(図 3)。

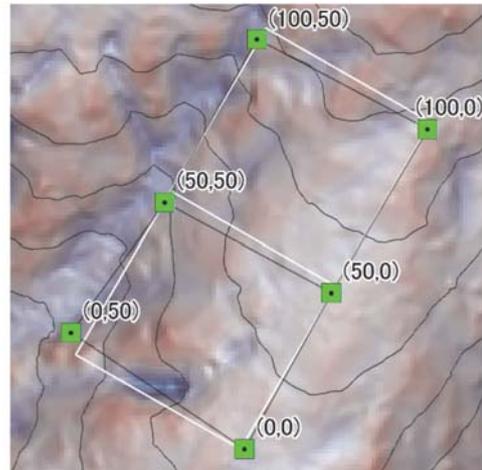


図 3 コンパスと距離計、高精度 GNSS による区画設定

以上のように、地形に合わせて調査区画を設置したいとき、GIS 上で CS 立体図を使って区画を計画しておくことは有効です。しかし、GNSS ナビを用いた杭打ちは、VRS 補正に対応した Geo7 でも揺らぎが大きく非効率的でした。現状では、高精度 GNSS は基点設置と区画設置後の杭位置の記録に使い、区画設置作業自体はコンパスとバーテックス主体で行うのが現実的です。そのために、予め GIS 上で辺の方位角も調べておくことで作業効率が上がります。また、谷部で受信状況が悪い場合、外部アンテナやスマートフォンを市販のポール<sup>注4)</sup>で上げると改善されます。

注 1) CS 立体図：長野県林業総合センターの戸田堅一郎氏が開発した地形の表現方法。青は凹地形、赤は凸地形、色が濃いほど凹凸の変化が大きいことを現している。

注 2) 後処理：現場で GNSS 信号を収集後、国土地理院ホームページから補正情報をダウンロードし、補正する方法。

注 3) VRS 補正：電子基準点データから作成された仮想基準点(VRS)情報を現場で取得し、リアルタイムに座標を補正する方法。

注 4) 例えば、安価で軽いものとしては「磯玉網の柄」が 8m クラスまであります。

## 地球温暖化に対する自然生態系・森林の適応策～ブナを事例として

森林生態研究グループ 中尾 勝洋

自然生態系では、温暖化によると考えられる生物種の分布域、生物季節、生息数等の変化が報告されています。今後もさらに温暖化が進行した場合、一部の生態系や生物種では脆弱性が非常に高まると予測されています。しかし、最大限の努力を行い温室効果ガスを抑制しても、温暖化を完全に抑制することは難しいと考えられており、温室効果ガスの排出を抑制する緩和策に加え、温暖化の影響に備える適応策の重要性が増しています。国内に目を向けると、日本政府は2015年11月に「気候変動の影響への適応計画」を閣議決定しました。今後は、この適応計画を契機として、各省庁・自治体レベルでの温暖化適応策の検討が進むと考えられます。しかし、自然生態系や森林に関する分野では、このような社会ニーズに対して研究成果をどのように政策などにつなげるかが課題です。

自然生態系やそこに生育する生物種は、かつての気候変動に対して分布移動、生理生態的な特性の変化、相互作用系の変化、進化等により環境に“適応”しながら生存してきました。このため、温暖化の進行に対しても、生物種は適応して生存すると考えられます。しかし、今後予測される温暖化の速度は非常に速く、それに加えて人為的な土地改変の影響から生息域の分断化が進行しているなどの点でこれまで生物種が経験してきた気候変動とは異なっています。このため、適応できる閾値を超えてしまう可能性のある生態系や生物種の保全には、人による適応策を検討する必要があります。

自然生態系における温暖化対策として、生物種の分布変化に対応した適応策を検討した事例を紹介します。ここでは冷温帯に分布するブナを事例に、現在と将来の気候条件で、潜在生育域（分布に適する環境のある地域）の変化が現在設定されている保護区とどのような位置関係にあるのかを検討しました。ブナは遷移後期樹種の特徴を持つため、保護区において伐採等を行わない事が保護策の一つになると考えられます。

解析の結果、ブナの生育に適した潜在生育域は、現在の62,567 km<sup>2</sup>が2080年代には25,517 km<sup>2</sup>に縮小すると予測されました（図1b, c）。東日本から北海道にかけては、温暖化後のブナの潜在生育域の多くが保護区内で減少すると予測されましたが、周辺には潜在生育域が継続する場所も多く予測されました（潜在生育域だが保護区外の面積は13,208 km<sup>2</sup>：図1c 水色の

地域)。そのため、この地域では、保護区の拡大などの見直しがブナの保全に有効です。一方、西日本ではブナの生育域は山岳地帯の最上部に広がっているために、温暖化によって逃げ場がなくなり、潜在生育域そのものがほぼ消滅すると予測されます。生育可能な地域でなくなっても、人為的な植栽などによる積極的な維持管理が、ブナに依存している生物多様性を守る対策として必要と考えられます。また、西日本のブナは遺伝的に東日本と異なるため、その積極的な保全は日本全体のブナの遺伝的多様性の維持に欠かせないと考えられます。このように、温暖化に対するブナへの適応策は、保護区見直しと積極的管理の地域に応じた選択が必要であることを、潜在生育域の変化と保護区とを重ね合わせることで明らかにしました。

ここでは、適応策としての保護区見直しの可能性について紹介しました。これ以外にも自然生態系や森林分野における適応策として、気候条件以外のストレスの低減（例えば、シカ食害の軽減）、移動経路の確保と再生、人為的な移動、生育域内もしくは域外での保存、モニタリングの拡充などが提案されています。また、様々な分野の温暖化適応策については、環境省や国立環境研究所が主体として運営する「気候変動適応情報プラットフォーム」(URL: <http://www.adaptation-platform.nies.go.jp/>) に取りまとめられており、同ポータルサイトから最新の情報を入手することができます。

参考文献 : Nakao K., Higa M., Tsuyama I., Matsui T., Horikawa M. and Tanaka N. (2013), Journal for Nature Conservation, 21 (6) : 406-413

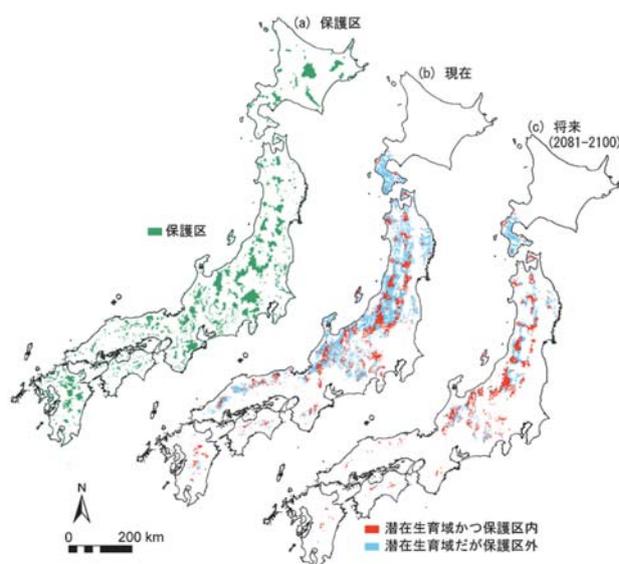


図 現在および将来のブナの潜在生育域と保護区の比較 (a) 保護区、(b) 現在気候下における潜在生育域、(c) 2081～2100年の気候下における潜在生育域。保護区には、国立公園、国定公園、地方自治体指定の保護区を含む。

## 針葉樹の穿孔性害虫 第4回

## ニホンキバチ、オナガキバチ

生物被害研究グループ長 衣浦 晴生

これまでスギ・ヒノキの穿孔性害虫として、カミキリムシやキクイムシといった甲虫類を紹介してきましたが、膜翅目（ハチの仲間）にもキバチと呼ばれる林業上問題となる穿孔性害虫がいます。ハチの仲間というと、多くの方が腰の部分の細くくびれた体型の昆虫を思い浮かべると思いますが、キバチは寸胴な体型をしており、ハバチ亜目（広腰亜目）に分類されるグループで、人を刺すことはありません。

海外におけるキバチによる林業被害としては、ニュージーランドやオーストラリアにおいて1940～1960年代にかけて発生したラジアータマツの大量枯死の原因が、ノクチリオキバチ（*Sirex noctilio*）の産卵する際に樹体内に入る共生菌、および粘液であることが明らかとなっています。

日本のスギ・ヒノキに関しては、主にニホンキバチ（*Urocerus japonicus* 写真1）と、オナガキバチ（*Xeris spectrum spectrum* 写真2）が加害しますが、生立木が枯死することはなく、ニホンキバチによる材内の変色が林業上の問題となります。

ニホンキバチは日本全国に分布しており、通常1年1世代、発生時期は7～8月をピークとして、6月から10月頃まで長く続きます。メス成虫の体長は、産卵管を除き2～4cm程度、オス成虫は2cm程度で、脱出時期によってかなり個体差があります。

材から脱出したメス成虫は、すぐに産卵を始めます。1つの産卵孔に平均2～3粒産みますが、産卵管を材内深くに挿入するとき *Amylostereum* 属の共生菌と、mucus（ミューカス）と呼ばれる粘液を同時に植え付けます。この共生菌の働きは完全には分かっていませんが、ニホンキバチの幼虫はこの菌の働きによって、材を餌として利用することができます。

この時、共生菌により産卵部分から材の変色が広がっていくので、材を利用しようとする時には問題となります。変色は樹幹方向（繊維方向）に特に長く伸びることから、幹の周囲に多数産卵されることで変色が重なり、木口面には星状痕と呼

ばれる星のような模様が見られるようになります（写真3）。ニホンキバチは間伐後に放置された丸太等で多く発生しますが、成虫は健全木にも産卵することから残された健全木にも変色被害が出るようになります。ただしこの変色による物理的被害はありません。

一方、オナガキバチは独自の共生菌を持っていない代わりに、他種のキバチの共生菌が蔓延した材を利用する生態を持っています。そのため加害樹種の範囲が広く、世界中の様々な地域に分布していることが知られています。

防除法としては、間伐木の林内放置を避けキバチが繁殖しやすい環境を減らして、成虫の生息密度を低下させることが、最も重要と考えられます。



写真1 ニホンキバチ



写真2 オナガキバチ



写真3 ニホンキバチによるスギ材変色（星状痕）

(写真提供：日本福祉大学 福田秀志氏)

巻頭帯写真について：嵐山国有林（京都市西京区）



## 研究情報 第123号

平成29年2月24日発行

国立研究開発法人 森林総合研究所関西支所

京都市伏見区桃山町永井久太郎68番地

〒612-0855 Tel. 075(611)1201 (代表)

Fax. 075(611)1207

ホームページ <http://www.ffpri.afrc.go.jp/fsm/>