

# リモートセンシングによる森林資源調査

中部森林管理局 計画第一課経営計画第二係長

からき わたる  
唐木 渡

## 要 旨

この発表は現在実施している木曽ヒノキの資源調査において導入したリモートセンシングつまり、遠隔探査による調査方法と経過について発表するものです。

ここでの説明は紙面の都合から細部補正・比較検討などの部分は割愛をしていることを予めお断りさせていただきます。

## はじめに

当管内の木曽ヒノキは全国的にも貴重な木材資源であり、木曽谷地域の産業振興に大きな役割を果たしてきましたが、その資源量は年々減少しており、木曽ヒノキの持続的供給を前提とした資源量についての情報開示が求められています

### (写真-1)

このようなことから、木曽ヒノキの資源量、供給可能量の把握は平成13年度の木曽谷森林計画区第2次地域管理経営計画樹立に向けての最重要課題として位置付け、リモートセンシング技術を利用して調査することとしました。

リモートセンシングとは太陽光の反射や、地上から放射される電磁波等を人工衛星のセンサでとらえ、それらのデータを画像にしたものを処理・解析することによって、地上の資源の有無などを遠隔探査する技術のことです。

リモートセンシングを取り入れた背景としては

- (1) リモートセンシングが作り出す地図や映像はインパクトが強く、視覚に訴えることが可能であること
- (2) 宇宙から広範囲を調査することが可能であり、森林を調査するのに適していること
- (3) 現地調査が簡素化できること
- (4) 近年GIS・GPS(表-1)などを利用した調査技術が社会的に浸透するなかで国有林業務の改善面から活用できるものは導入するべきであることなどがあげられます。(写真-2)

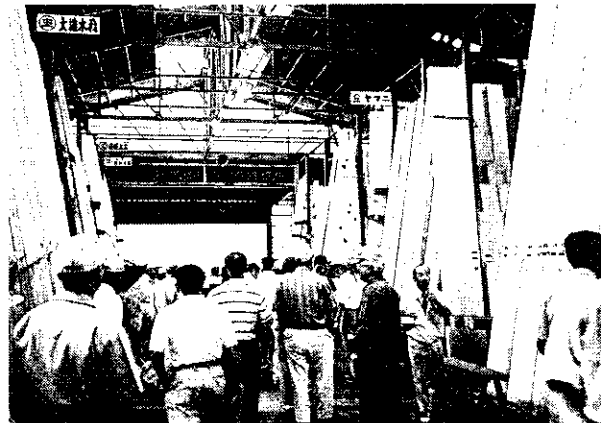


写真-1 地元における木曽ヒノキの市売り

表-1 略称の内容

|       |                                 |
|-------|---------------------------------|
|       | (Remote Sensing)                |
| R S   | 遠隔探査 リモートセンシング                  |
|       | (Geographic Information System) |
| G I S | 地理情報システム                        |
|       | (Global Positioning System)     |
| G P S | 汎地球測位システム                       |



写真-2 普及する新技術

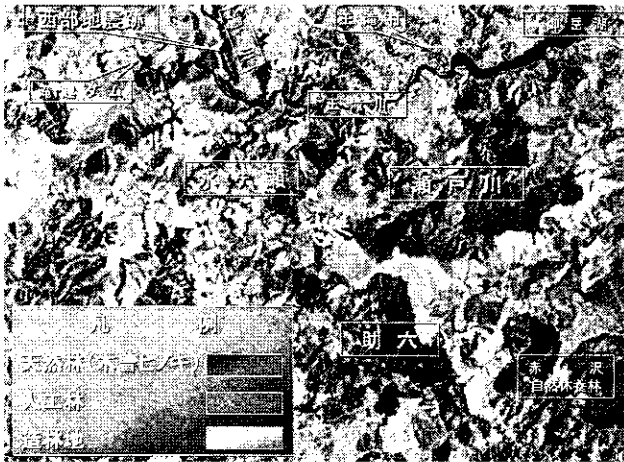


写真-3 王滝国有林のRS画像

1 調査概要 (写真-3)

木曾ヒノキの調査対象区域のうち、リモートセンシングを導入したのは、木曾ヒノキの賦存状況が高く面積的にも広い木曾森林管理署王滝事務所部内について実施することとしました。

写真では、瀬戸川など濃い色の部分が木曾ヒノキの生育する区域です。

調査は、小班別の資源量の推定と傾斜、林道からの距離など立地条件を加味した資源量の算定を行うこととしました。

リモートセンシングで利用する情報としては表-2に示すデータなどを使用します。

表-2 使用する情報

- |   |                |
|---|----------------|
| 1 | 地上データ (現地調査成果) |
| 2 | 衛星データ          |
| 3 | 標高データ          |
| 4 | 施業実施計画図        |
| 5 | 調査簿情報          |

2 リモートセンシング解析の流れ (表-3)

リモートセンシング解析の流れは

- (1) 衛星データの解析
- (2) 標高データの解析
- (3) 施業実施計画図のデジタル化
- (4) とりまとめ

となっており、以下順に説明します。

(1) 衛星データの解析

(ア) 最初には、地上データとして、空中写真の準備と位置の明確なサンプリング資料を収集し、胸高断面積、ha当り材積の算出などに着手します。

(イ) 次に、データ収集など基礎的事項として、人工衛星及びセンサの機能について表-4を参照して下さい。

今回は資源探査衛星ランドサット5号の情報を利用しています。

この衛星の高度は約705Km、軌道は両極点を結び99分で地球を1周する周期で16日間で地球のほぼ全域を観測

表-3 リモートセンシング解析の流れ

- |                           |
|---------------------------|
| (1) 衛星データの解析              |
| 1) 入手：衛星データの選定・注文・購入      |
| 2) 前処理                    |
| 3) パターン展開解析・地上データの分析      |
| 4) 現地確認調査 (グラントト、ルース)     |
| (2) 標高データ解析 (地理情報の関連付け)   |
| 1) 国土地理院全国デジタル標高データ入手     |
| 2) 前処理                    |
| 3) 斜面傾斜角画像の作成             |
| 4) 傾斜区分図の作成               |
| (3) 施業実施計画図のデジタル化         |
| 1) デジタル化カラスキャナーによるラスタ画像作成 |
| 2) 前処理                    |
| 3) ラスタ/ベクター変換             |
| 4) 属性情報の付加                |
| (4) とりまとめ                 |
| 1) 木曾ヒノキ分布図作成             |
| 2) 集計 小班別集計・総集計           |

表一 4 主なRS衛星と光学センサ

| 衛星の名前とセンサ        | 地上分解能   | ピクセル数     | バンド  | 観測幅   |
|------------------|---------|-----------|------|-------|
| LANDSAT5号<br>MSS | 80m     | 3600×3000 | 4    | 185km |
| LANDSAT5号<br>TM  | 30m     | 7000×6000 | 7    | 185km |
| SPOT<br>HRV/XS   | 20m     | 3000×3000 | 3    | 60km  |
| SPOT<br>HRV/P    | 10m     | 6000×6000 | 1    | 60km  |
| MESSER<br>—      | 50m     | 2000×2000 | 4    | 100km |
| JERS<br>OPS      | 18m×24m | 4100×3100 | 8    | 75km  |
| ADEOS<br>AVNIR   | 16m×8m  | —         | 4, 1 | 80km  |
| IKONOS<br>—      | 0.82m   | —         | 4    | —     |
| Quick<br>Bird    | 4.1m    | —         | —    | —     |
| EROS-A<br>—      | 1.4~2m  | —         | —    | —     |

しているといわれます。

画像の利用は1シーンから必要部分を取り出して解析に使用します。

ランドサット5号には反射光をとらえるセンサとしてMSS (Multi Spectral Scanner) と TM (Thematic Mapper) の2機種が搭載されていて今回の調査ではTMセンサを利用しています。

TMセンサの1回の観測幅は185 Kmで南北方向へ長さ170 Kmの長方形が1シーンとなっており、新潟上空から



写真一 4 TMセンサの1シーン

の観測の例ではこの写真の範囲がカバーされます。(写真一 4)

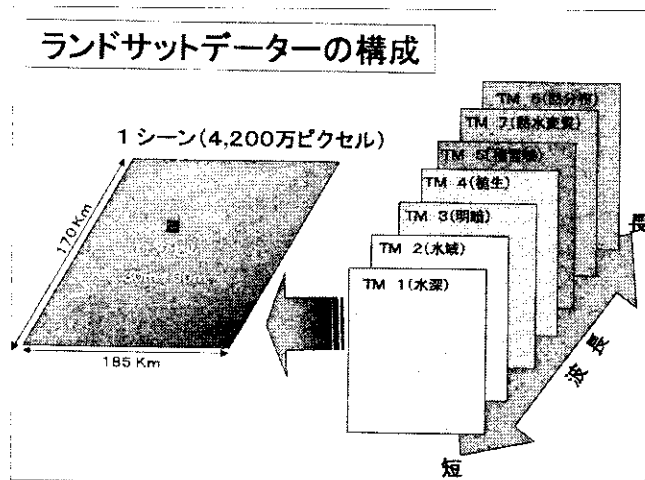
地上分解能は約30m四方となっており、この区域を最小単位とした1つの点としてとらえています。

この点を画素またはピクセルといい、先程の1シーンの中に約4,200万個を格納しています。

ランドサットTMの1ピクセルの情報をみますと、図一 1に示しますように太陽光の7種類の波長つまりバンドを捕らえており、TM1~TM7で表しております。

さらに、衛星データでは1つのバンドの反射の強さを256段階の濃度に別けて、デジタル化して地上へ送信して来ます。

(ウ) データを取り出して利用する状況をみますと、数値表に示された



図一 1 TMデータの構成

3つのバンドの反射濃度である0～255までの数字を元にモノクロの光度レベルで可視化したうえでカラー割当てを行い、さらにカラー合成をして全体図を作成していきます。

(写真-5)

写真は拡大したデジタル画像とモノクロの光度レベルで可視化したデータを示しており、0に近づく程濃い色に表示されます。

中央の数値56は矢印で示した位置の光度レベルになっています。(写真-6)

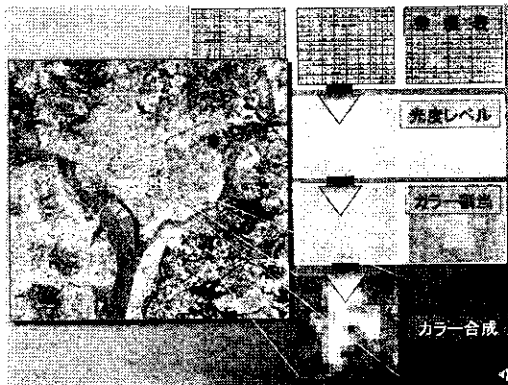


写真-5 デジタル画像からの着色合成図へ

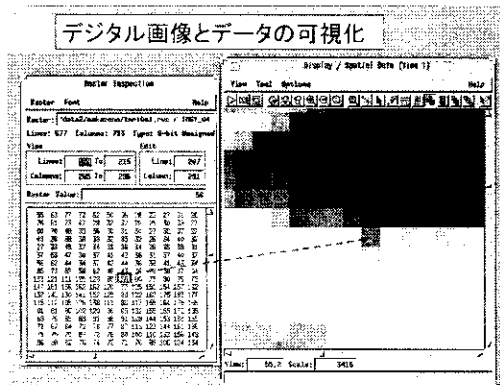


写真-6 デジタルデータの可視化

(エ) 次に解析作業の主要部分としてスペクトル解析があります。

解析法は森林総合研究所が開発した「パターン展開法」と呼ばれる方法により行われます。

(図-2)

ランドサットTMを使って予め得られた植生、土壌、水の基本パターンを用いて3つのスペクトルの構成割合を求め、その割合と地上データとの比較によって資源の探査を行うものです。

スペクトルレベルから作られた右のグラフは、植生・土壌・水を積み木状に表してありますが、このようにピクセルからスペクトルの構成割合を求めます。

図-3は、先程のパターン展開法を応用し、伐採跡地、笹地、広葉樹林、針葉樹林等をそれぞれ捕らえているピクセルを取り出し、この中に5つのスペクトルがどんな割合で混合しているかを6つの波長について解析する「木曾天然林用の基本パターン」を作成したものです。

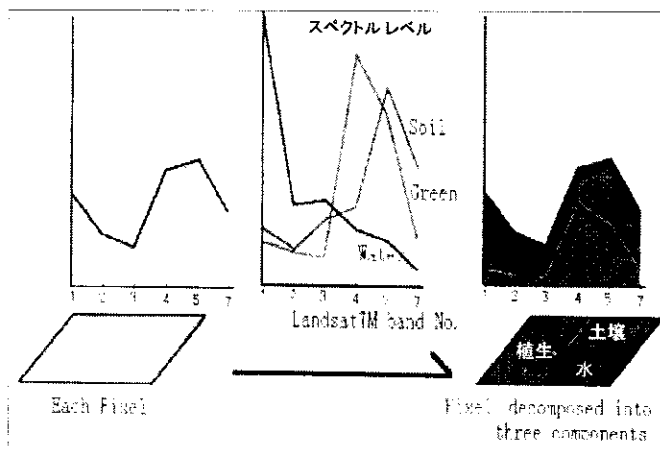


図-2 スペクトル分解図 (パターン展開法)

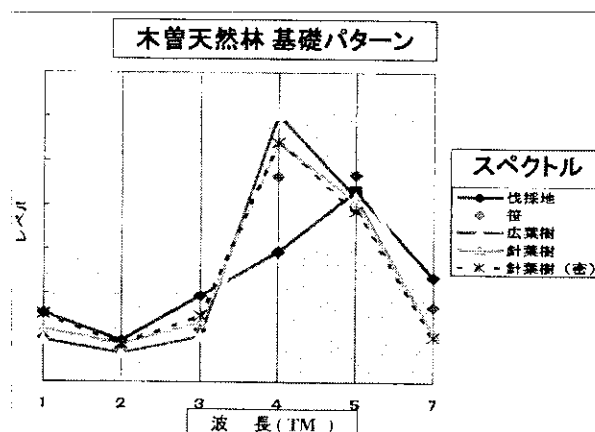


図-3 木曾天然林基礎パターン

(オ) この基本パターンからどのように蓄積を推定していくかを簡単に図式化して説明します。(図-4)

まず、基本パターンの割合と胸高断面面積との関係を見ますと、このピクセルは、先程説明しましたように30m四方の情報を持っており、この例では針葉樹のパターン要素が大部分を占めています。

ここでは針葉樹のパターン値を仮に95とします。

図-5は、サンプリング箇所における基本パターンの割合と胸高断面面積との関係をサンプリングの数だけ落として作成した相関図の例です。先程のパターン値95を当てはめると胸高断面面積はha当り60㎡と位置付けられます。

図-6は、サンプリング調査から胸高断面面積と蓄積との関係を同様にして点を落として作成した相関図の例です。

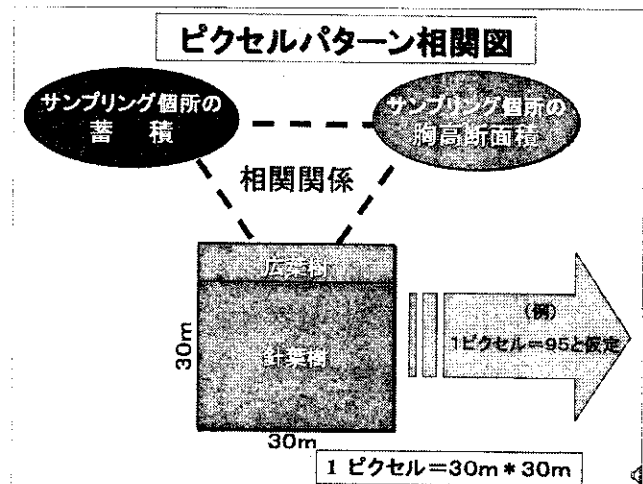


図-4 ピクセルパターン相関図

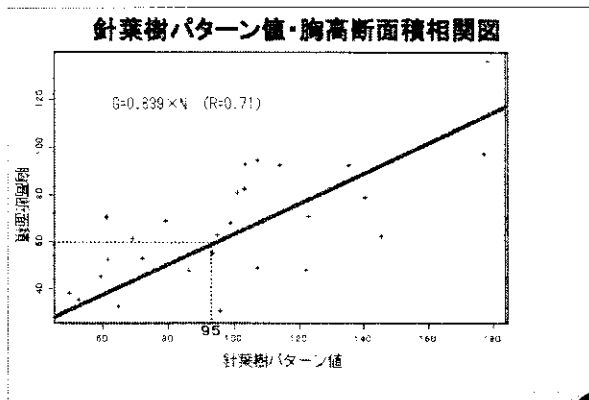


図-5 パターン値・胸高断面面積相関図

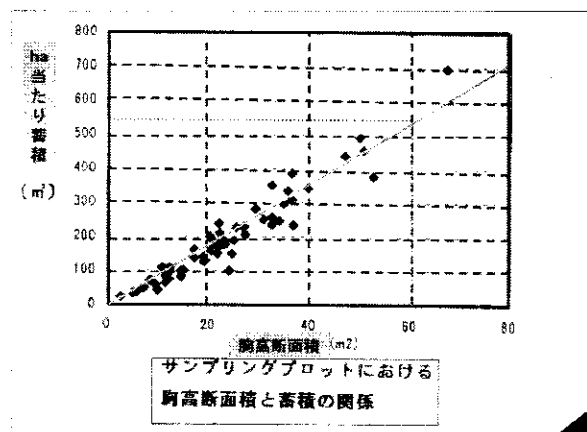


図-6 胸高断面面積・蓄積量相関図

これに先程の胸高断面面積60㎡を当てはめれば蓄積量はha当り550㎡となります。

これらの3条件を関連付けすれば結果として基本パターンの割合と蓄積との相関関係が確認され、針葉樹の蓄積量の推定ができることとなります。

(図-7)

ピクセルごとの蓄積量が推定されれば、各小班が抱えるピクセルを集計し

小班の針葉樹の蓄積量、総蓄積量などを推定することができます。

パターン展開の後には、既に出来上がっている着色合成図と蓄積量、さらに空中写真との対比により、各値の適否を判読します。

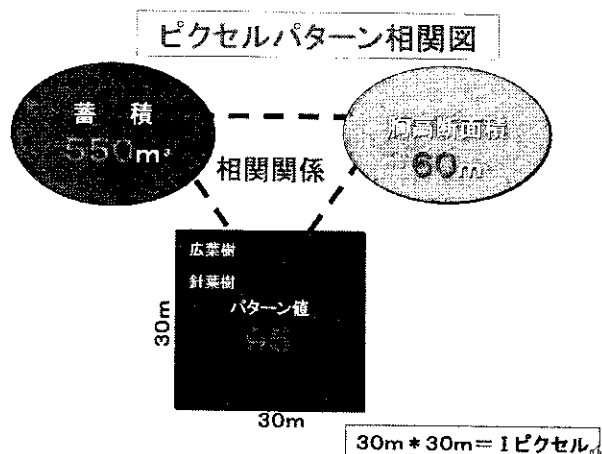


図-7 ピクセルパターン相関図

(カ) 現地確認調査は着色合成図を現地へ携行し、解析した画像の色調と地形の影響判読・構成樹種等の確認・GPSカメラにより調査位置の測定を行います。(図-8)

(2) 標高データ解析

ここでは、国土地理院の「数値地図50mメッシュ」を利用した地形解析によって各小班の傾斜角の算出及び斜面区分図の作成等が行われます。

写真-7は地形解析のなかで作成された三浦ダム周辺の鳥瞰画像です。

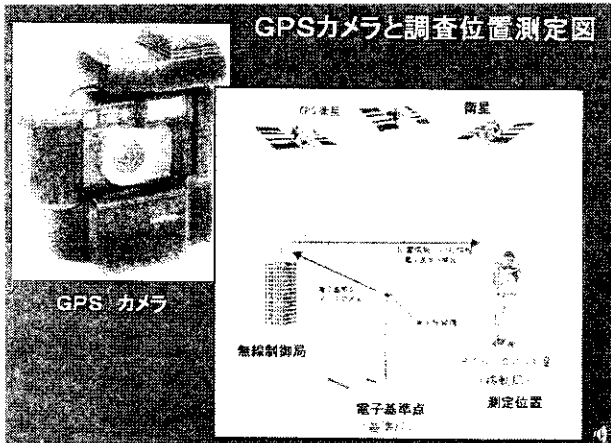


図-8 GPSカメラと現地測位



写真-7 RSの鳥瞰画像

(3) 施業実施計画図のデジタル化

デジタル化カラスキャナによってラスター画像の施業実施計画図作成などデジタル化を行います。

(ア) この作業は施業実施計画図(GIS)が持つ線形のベクター型を衛星のデータが持つ目型のラスター型に対応させデータの互換を可能にするための作業です。(図-9)

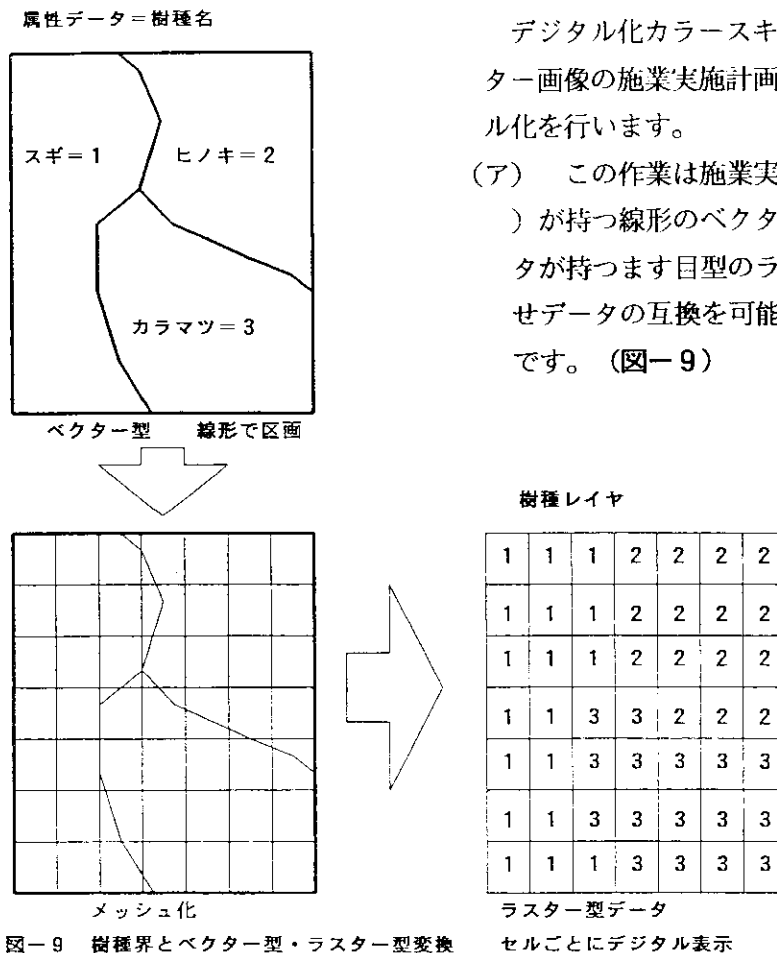


図-9 樹種界とベクター型・ラスター型変換

ここでは、森林管理署等の境界及び天然林界の入ったポリゴンデータを作成します。

ラスタライズした施業実施計画図に国土地理院の「数値地図25,000」から座標基準点を設定し調査区域を座標変換し衛星データと施業実施計画図の重ね合せを可能にします。

図にあらわすとこのように線形のベクター型とマス目型のラスタライズ型の変換の段階が理解いただけると思います。

(イ) ベクター型・ラスタライズ型変換後、小班単位の区域に対し、小班名、樹種、等の属性データの付加を行います。

#### (4) とりまとめ

木曾ヒノキ分布図作成

小班別蓄積量集計

傾斜角等条件別蓄積量集計

総集計

などを行うことになっております。

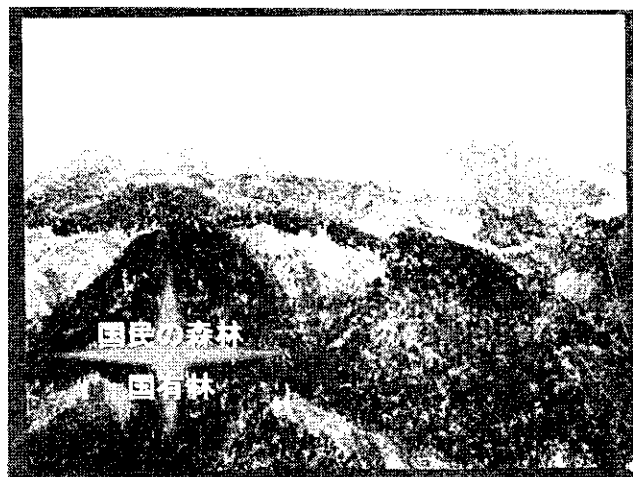


写真-8

おわりに

国民の森林、国有林として、情報開示に努め管理経営の透明性を高めることがあげられているなかで、木曾ヒノキの資源調査においてはリモートセンシングなど最先端の技術を有効に活用していくこととしております。

この発表で使用しました文献は次の4点です。

(1) 日本林業技術協会発行 木平勇吉 西川匡英 田中和博 龍原哲著 「森林GIS入門」

(2) 同 「森林航測」

(3) 古今書院発行 長谷川 均 著「リモートセンシングデータ解析の基礎」

(4) 青森営林局資料 「青森ヒバ安定供給に関する調査報告書」

なお、内容については森林総合研究所のご指導をいただき、また、サンプリング資料の収集、画像等については壬滝事務所・委託先など各方面から協力を戴きました。関係者の皆さんに紙面をお借りして心から感謝申し上げます。発表を終わります。