

# 大規模表層雪崩に対する森林による減勢効果の研究

担当G：森林環境部環境G

研究期間：平成22年度～24年度

区分：公募型研究 等

## 研究目的

2008年2月に妙高山域の幕ノ沢において流下距離が3000 mに達する国内で最大級の面発生乾雪表層雪崩が発生した。雪崩発生後、約3ヶ月間にわたって現地調査を行ない、流下経路や到達範囲、堆積量など雪崩の規模を明らかにした。さらに、この雪崩の一部はスギ林に流入して多数のスギを倒壊し、林内で停止したため、被害を受けたスギ林の林相や倒壊状況なども併せて希少なデータセットを得ることができた。本研究ではこれらの成果を発展させ、表層雪崩の運動を数値モデルによって再現して流動特性を明らかにするとともに森林の表層雪崩に対する減勢効果を検証することを目的とする。

## 研究方法(調査地概要や調査方法)

調査地：新潟県南西部の妙高山域の幕の沢の大規模雪崩跡地

解析方法：森林の表層雪崩に対する減勢効果を検証するため、雪崩速度推定モデルによる検証を実施

## 研究成果

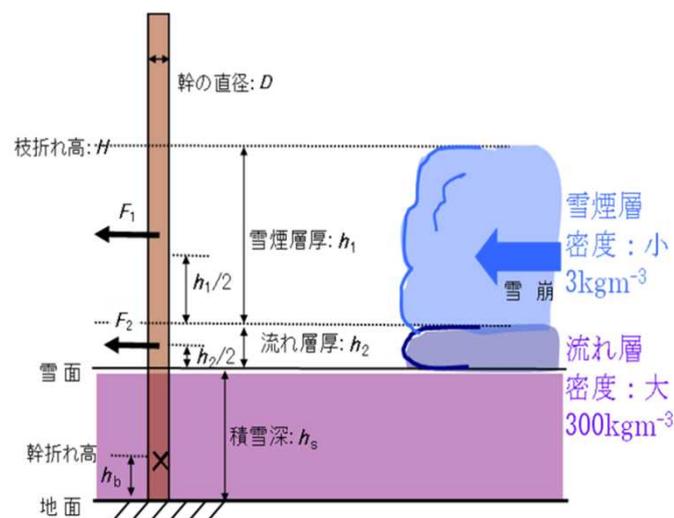


図-1 雪崩速度推定モデルの概略

図-1に、雪崩れ速度推定のためのモデルの概略を示す。雪崩は、雪煙層と流れ層の2層構造を想定し、各雪崩層ごとに立木に加わる荷重を計算した。また、折損位置での曲げモーメントを計算して樹幹応力を求め、曲げ強さに達するときの雪崩の流下速度を求めた。

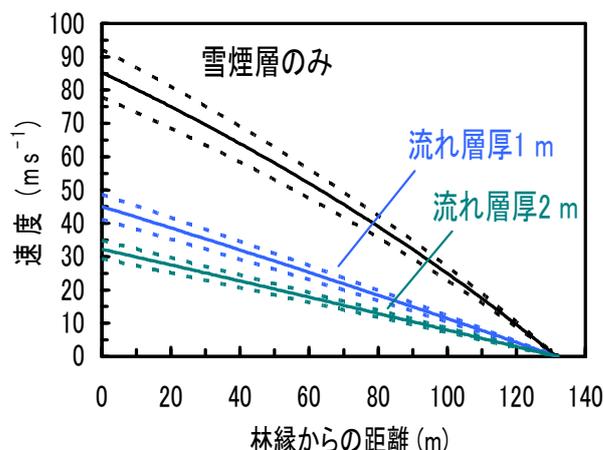


図-2 森林内に進入した雪崩速度の減衰

流れ層1m、2m、雪煙層のみ（流れ層0m）の3ケースについて、雪崩の流下速度を推定した（図-2）。林縁部での雪崩の速度は、雪崩の構造に依存し、およそ30～90m/sの値となった。2層構造による雪崩の推定値は、観測による過去の事例の値と同程度値となった。また、計算上、雪崩の停止位置となった地点と、現地における雪崩痕跡調査結果とほぼ一致した。

## 研究成果の公表(文献紹介や特許など)

- ・ TAKEUCHI,Y., TORITA,H., NISHIMURA,K., HIRASHIMA,H., (2011) Study of a large-scale dry slab avalanche and the extent of damage to a cedar forest in the Makunosawa valley, Myoko, Japan .Annals of Glaciology 52(58) : 119-128
- ・ 竹内由香里・鳥田宏行・伊豫部勉・小杉健二・根本征樹・佐藤研吾・野口正二・平山順子・阿部修 (2012) 岩手山西斜面の雪崩で倒壊した亜高山帯林の調査 雪氷研究大会.
- ・ 竹内由香里・鳥田宏行・西村浩一・坂本知己・萩野裕章・後藤義明・村上茂樹・遠藤八十一 (2010) 妙高山域幕ノ沢の大規模表層雪崩によるスギ林の倒壊状況と雪崩れ速度の推定 雪氷(72) : 115-125.

# 防災林の流体力に対する機能向上に関する研究

担当G：森林環境部環境G

研究期間：平成24年度～26年度

区分：公募型研究

## 研究目的

防災林（防風林、雪崩防止林、海岸林等）が防災機能を発揮するには、森林を構成する各立木が流体（強風・雪崩・津波等）に対して抵抗力となることが必須条件である。そのため各立木は、流体力に対して高い抵抗性（幹折れ、根返りが発生しにくい）を保持していることが望ましい。しかしながら、従来の防災林の造成計画においては、成林本数を多くすることに主眼が置かれており、成林後の流体力に対する抵抗性の視点が考慮されておらず、また学術的な知見も不足している。そこで、本研究では、防災林の防災機能を高めるため、流体力に対して高い抵抗性を保持した森林構造およびその生育方法を明らかにする。

## 研究方法(調査地概要や調査方法)

調査地について等

調査地：津波被害地（青森県三沢市海岸林）

主要植栽樹種：クロマツ

調査方法等

方法：立木の引き倒し試験

測定項目：胸高直径、樹高、枝下高 等

## 研究成果

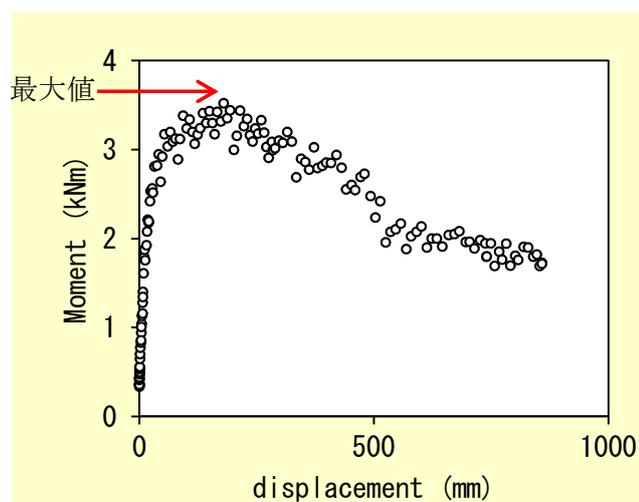


図-1 モーメントと変位の関係

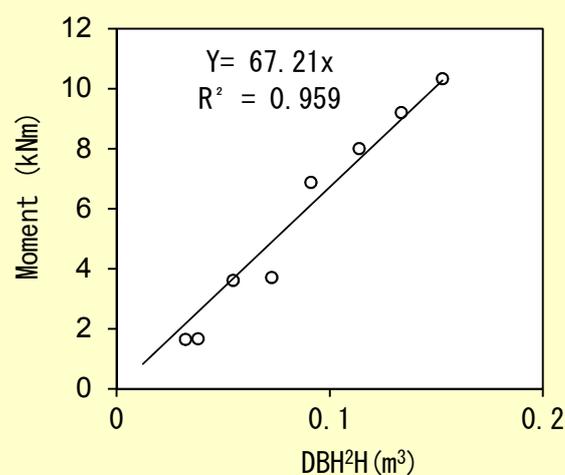


図-2 モーメントとDBH<sup>2</sup>Hの関係

図-1には、立木にワイヤーをかけ、立木を引き倒したときに発生する根元の回転モーメントと地上高1 mにおける幹の変位との関係を示す。根元の最大回転モーメントは、試験木8本に対して、変位が70～170mmの間で発生した。

立木の構成要素（DBH\*、H（樹高）、DBH<sup>2</sup>H（材積指標））と最大モーメントとの相関を分析したところ、DBHおよびDBH<sup>2</sup>Hとの相関が高いことが示された。図-2には、DBH<sup>2</sup>H（材積指標）と最大モーメントとの関係を示した。

\*DBH：高さ130cmにおける立木の直径

## 研究成果の公表(文献紹介や特許など)

・鳥田宏行・竹内由香里（2012）雪崩によるスギ立木のひずみエネルギーと直径との関係について。雪氷研究大会  
 ・鳥田宏行・佐藤 創・真坂一彦・阿部友幸・木村公樹（2013）クロマツ海岸林における立木の引き倒し試験。第124回日本森林学会大会

## 立木の非破壊剛性測定装置の開発

担当G：森林環境部環境G

研究期間：平成24年度～24年度

区分：一般共同研究

### 研究目的

ヤング係数は、木材強度の指標として重要な物理定数である。従来、立木のヤング係数の測定には、伐採が必要であり、非破壊での測定は不可能であった。しかしながら、この方法ではヤング係数の時系列変化を調べることは困難であり、また多くの労力を必要とするため、測定効率の向上が望まれるところである。そこで本研究では、測定効率の向上を図るとともに、立木を非破壊で測定する装置を開発することを目的とする。

### 研究方法(調査地概要や調査方法)

測定対象

人工林を対象とする。

樹種

主に針葉樹

測定方法：荷重および変位による

解析方法：材料力学に基づいた解析

### 研究成果

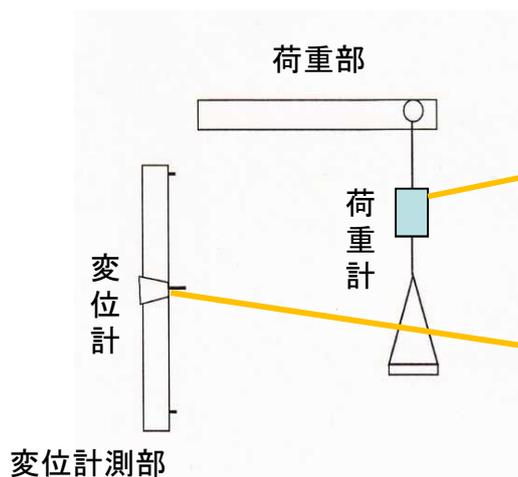


図-1 測定装置の概略



図-2 荷重計と変位計



図-3 実際に設置した様子

図-1に、測定装置の概略を示す。測定装置は、荷重部と変位計測部の2つからなる。変位計測部には、変位計を取り付け（図-2下）、立木の樹高伸長方向に平行に設置する（図-3）。一方、荷重部には荷重計を取り付け（図-2上）、樹高伸長方向に垂直に設置する（図-3）。立木に加える荷重は、体重などを利用する。加えた荷重とそれに対応して発生した撓み量を測定し、ヤング係数を算出する。これらの測定システムを開発することにより、非破壊で立木のヤング係数を測定することが可能となった。

### 研究成果の公表(文献紹介や特許など)

# 土地改変地における植栽木衰退の診断技術の高度化に向けた基礎的研究

担当G：森林環境部環境G、緑化樹センター緑化G

協力機関：北海道建設部土木局道路課、札幌建設管理部当別出張所、札幌市

研究期間：平成22年度～24年度 区分：経常研究

## 研究目的

防雪林等の造成や、海岸部など森林造成困難地での植栽など、通常の林地以外の植栽地は、過去に何らかの土地改変や土地利用が行われていたケースが多く、通常の林地に比べ植栽条件が悪い。このような立地での植栽方法についての技術相談に応えることを目的に、本研究では衰退原因を現場レベルで適確に診断する技術を確立するため、主要な要因と考えられる水ストレスに注目し、樹木のストレス応答様式についての基礎的知見を集積する。

## 研究方法(調査地概要や調査方法)

調査方法：

- ①生理学的ストレス付加実験(林業試験場)  
樹木苗に人為的に強度の水ストレス(乾燥・浸水)を与え、樹木苗の応答様式を把握
- ②現地植栽試験  
季節的土壤凍結地域(道東支場)や未熟土壤地(歌志内町)、遊休農地(当別町)などへ植栽
- ③不成績造林地における植栽木衰退状況の把握  
不成績造林地で植栽木の成長状況を調査し、実験で得られた諸症状と比較(石狩市、新篠津村)

## 研究成果

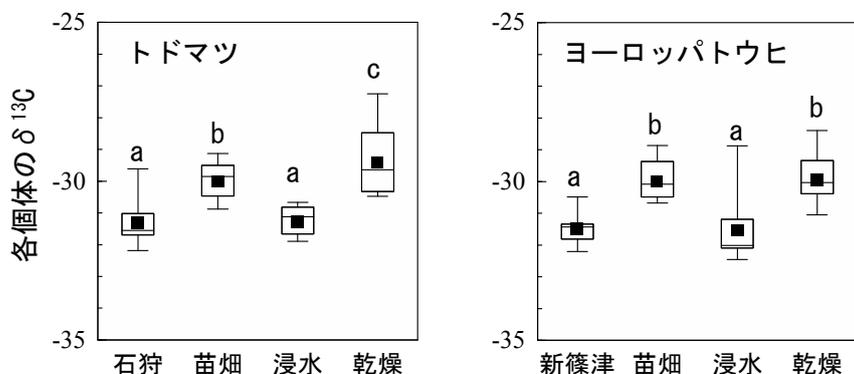


図-1 不成績造林地(石狩、新篠津)における植栽苗と水ストレス試験に供した苗の葉の $\delta^{13}C$ の比較(各処理15個体)  
不成績造林地の植栽苗の葉の $\delta^{13}C$ 値と、水ストレス付加試験に供した苗の葉の $\delta^{13}C$ 値には良い対応関係が認められる。石狩、新篠津ともに林地に木材チップによるマルチングがされて過湿状態になっている。 $\delta^{13}C$ は過湿ストレスの指標になると考えられる。

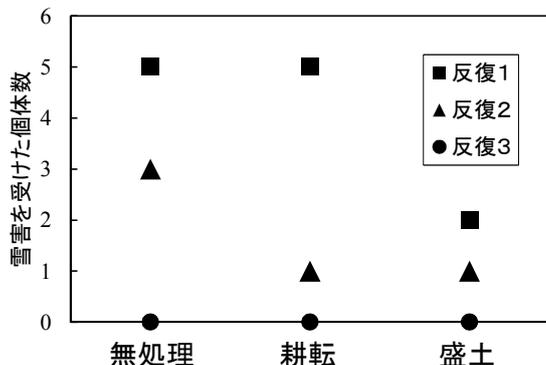
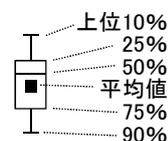


図-2 牧野跡地に植栽したコバノヤマハンノキにおける雪害への感受性(2011~2012年冬季間)。各処理10個体を植栽(3反復、計90個体)。  
コバノヤマハンノキを植栽して4年後(2012年秋)、無処理区<耕耘処理区<盛土処理区の順で、樹高成長ならびに肥大成長が大きい傾向が認められた。2011~2012年の冬季間に雪害を受けた個体数は、盛土処理区で少ない傾向があった(図-2)。雪害は樹高の低い個体を受ける傾向が認められた(2011年秋の樹高：耕耘<無処理<盛土)。

## 研究成果の公表(文献紹介や特許など)

- ・棚橋生子ほか(2011) 牧野跡地に植栽した樹木の生育について。日林北支論59:9-11。
- ・真坂一彦ほか(2011) クロマツ植栽苗の防風柵による寒干害の助長効果。北海道林試研報48:55-63。

# 「森林－養蜂業－農業のつながり」の実態についての基礎的研究

担当G：森林環境部環境G・機能G

協力機関：北海道農政畜産振興課、北海道養蜂協会

研究期間：平成23年度～24年度 区分：公募型研究

## 研究目的

森林の樹木蜜源が養蜂業を大きく支えているが、ハチミツ生産量や農家への蜂群貸出量は、総量として統計が把握されているものの、採蜜や農家へ受粉用ミツバチを貸し出し、建勢がいつどのように図られているのかといった転飼養蜂業の年間スケジュールについての調査研究はほとんどない。そこで本研究では、転飼養蜂家に注目し、採蜜・農家への受粉用ミツバチの貸し出し、季節別あるいは蜜源別の建勢<sup>\*注</sup>の程度などの年間スケジュールについて調査し、「森林－養蜂業－農業のつながり」の実態について評価を試みる。

\*注：衰退した蜂群を回復させること。

## 研究方法(調査地概要や調査方法)

- ①本州（本拠地）での蜂群の維持状況について調査  
 広島県、和歌山県、愛知県での越冬地において蜂群（巣箱）の重量測定
- ②北海道での調査  
 養蜂家の年間スケジュール（花粉交配、建勢、採蜜）ならびに、北海道に渡ってきた養蜂家を対象に、蜜源植物の利用状況を花粉分析によって評価

## 研究成果

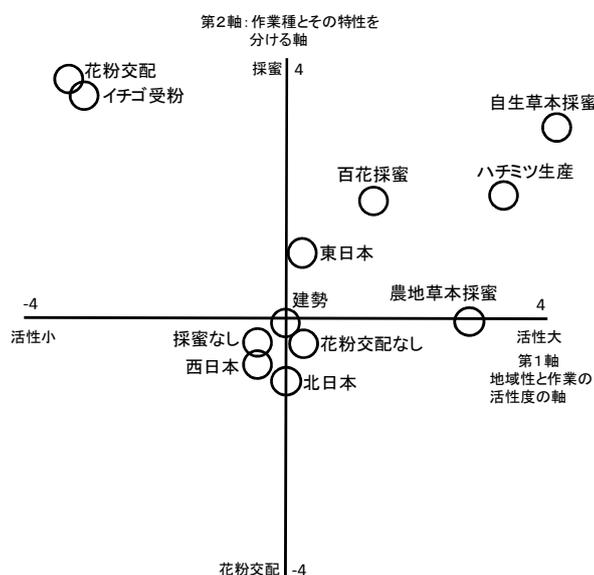


図-1 第4四半期（10～12月）のカテゴリースコア  
 養蜂家へのアンケート調査結果を数量化Ⅲ類で分析した結果の1つ。原点周辺に布置する「北日本」は「西日本」で「建勢」に入っている。第2象限には「花粉交配」、「イチゴ受粉」があり、越冬中に、冬期間はハウス栽培のイチゴの受粉を行っている場合もあることがわかる。このように四半期単位での分析に加え、サンプルスコアやバブルグラフを用いて養蜂家の年間スケジュールを定量的に評価した。

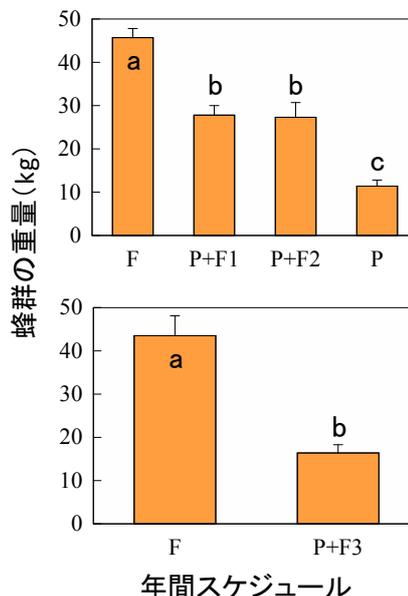


図-2 建勢の有無による蜂群サイズへの影響（上）  
 広島県三次市の蜂場（2011.12）、（下）和寒町の蜂場（2012.7）

棒は平均値、ヒゲは標準偏差。異なるアルファベット記号はグループ間で有意に異なることを意味する（一般化線形モデル）。三次のP（4群）を除き、各グループは5群ずつ測定。P：5か月間花粉交配のみ、P+F1：タマネギの花粉交配、P+F2：メロンの花粉交配、P+F3：イチゴの花粉交配、いずれもその後は野生蜜源によって管理、F：野生蜜源のみ。

## 研究成果の公表(文献紹介や特許など)

- ・普及用パンフレット：森－ミツバチ－食のつながり♪蜜源林造成のすすめ♪（2013年3月）
- ・普及サイクル事業（2013年2月19日）：森－ミツバチ－食のつながり～森が支える私たちの食卓～

# 海岸生クロマツにおける水ストレス評価方法の開発

担当G：森林環境部環境G

協力機関：INRA Forest Research Station, Bordeaux, France

研究期間：平成23年度～25年度 区分：公募型研究

## 研究目的

これまで林業試験場では、海浜に植栽される代表的樹種のクロマツにおいても過湿によって衰退する事例を報告して来た。しかし、樹木側の生理学的な応答様式を評価するまでには至っていない。一般に水ストレスの応答様式については、蒸散速度やP-V曲線法、炭素安定同位体比 $\delta^{13}\text{C}$ などが用いられているが、断片的な報告が多い。本研究では、クロマツの水ストレス応答様式について総合的に把握するため、形態的特徴と生理学的特徴を併せて評価を行う。

## 研究方法(調査地概要や調査方法)

調査方法：

①クロマツ・ポット苗を用いた調査

人為的に強い水ストレスに曝したクロマツ・ポット苗を用い、クロマツ針葉の形態学的・生理学的特徴を調査・分析

②不成績造成地の生残クロマツ個体の調査

過湿害を受けているクロマツ海岸林を対象に、クロマツ針葉の形態学的・生理学的特徴を調査・分析

③個葉レベルでの蒸散速度測定方法の高度化

失水曲線への理論モデルを適用し、クチクラ蒸散速度と気孔蒸散速度を推定する

## 研究成果

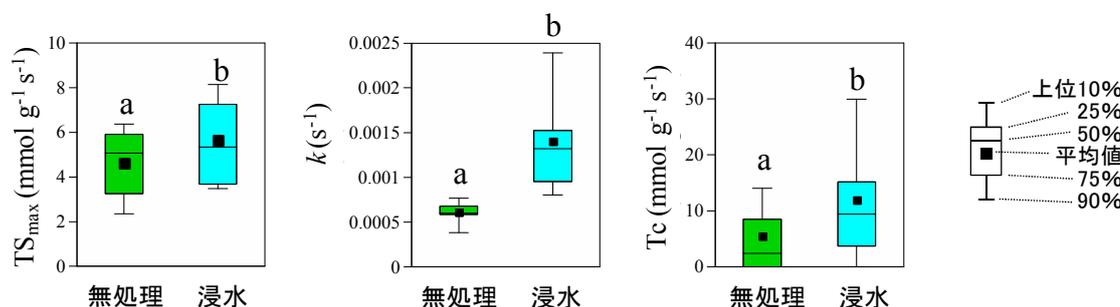


図-1 クロマツ葉の蒸散速度 (8月に測定)

$\text{TS}_{\text{max}}$ ：気孔蒸散速度、 $k$ ：係数、 $T_c$ ：クチクラ蒸散速度。乾燥処理の葉では蒸散速度はゼロだった (各15個体)。

浸水処理したクロマツの葉は、ストレスを受けているにもかかわらず蒸散速度が有意に高く (図-1)、気孔が開きっ放しになっていると考えられる (図-2)。これが衰退を引き起こしている可能性が高い。

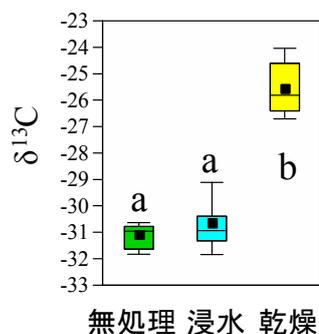


図-2 クロマツ葉の $\delta^{13}\text{C}$  (各15個体)

強い水ストレスを受けているはずの浸水処理の $\delta^{13}\text{C}$ 値が無処理と有意差なし。過湿によって根系の発達が抑制されていると考えられるが、そのために水分損失を抑制しなければならない状況において、水の損失を抑制できていないことを示唆する。

## 研究成果の公表(文献紹介や特許など)

・真坂一彦・鳥田宏行 (2012) 強い水ストレスに曝されたクロマツの生理生態学的な応答. 第61回北方森林学会大会 (ポスター発表)

# リモートセンシングにおける3次元情報解析技術の開発

担当G：森林環境部環境G

研究期間：平成24年度～26年度

区分：経常研究

## 研究目的

リモートセンシングによる森林被害の把握精度の向上、森林資源量の解析、林相変化および病虫害把握、森林の公益的機能評価・推定など、高さ情報を利用した新たな森林管理手法を実用化するため、衛星画像を用いた3次元情報解析技術を開発する。

## 研究方法(調査地概要や調査方法)

調査地と使用したデータ

調査地：美唄市、下川町、苫小牧市

使用データ：ALOS衛星画像、空中写真

調査項目

1. 高さ情報取得に必要な衛星画像の特性調査
2. 衛星画像による3次元情報解析技術の開発

## 研究成果

### 1. 高さ情報取得に必要な衛星画像の特性調査

過去の風倒被害地（支笏湖周辺、下川町）を対象に被害箇所データの収集を行った。

林野庁や国土院が撮影している空中写真から高さデータを取得できたが、範囲は数km四方にとどまった。ALOS衛星は高さデータ取得するためのステレオ撮影を 分解能2.5m、35km四方の範囲で行っており、広域把握に適していることがわかった。

### 2. 衛星画像による3次元情報解析技術の開発

美唄市、下川町、苫小牧市を対象にALOS衛星画像解析を行って高さデータを取得した。

ALOS衛星画像にはカメラの撮影情報などのデータがあり、ソフトウェアの自動処理で高さデータを取得できたが、解析結果は地形を全く表現できないものとなった。基準点や対照点を追加で設定することで（図-1）精度が向上したが、それでも国土院発行の1/25,000等高線データと比較すると、特に山地地域において谷や尾根の地形を表現しきれなかった（図-2）。



図-1 2006.07.31撮影ALOS衛星画像と基準点・対照点の設定（美唄市光珠内実験林周辺）

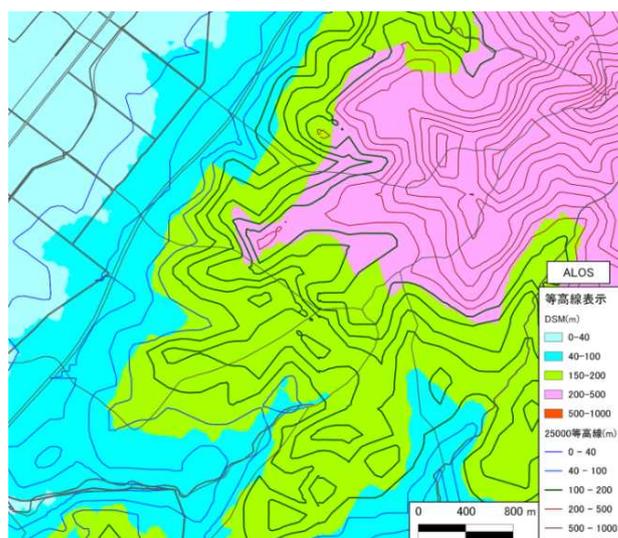


図-2 ALOS衛星画像から算出した高さデータと1/25,000等高線との重ね合わせ

## 研究成果の公表(文献紹介や特許など)