

(社)日本リモートセンシング学会  
第56回(平成26年度春季)学術講演会

# 北アルプスにおける アナログ航空写真を用いた 高山植生の分類



アジア航測株式会社

大西正道・有安恵美子・小田川信哉



独立行政法人  
国立環境研究所  
National Institute for Environmental Studies

小熊宏之



国際航業株式会社

廣瀬葉子

## 背景



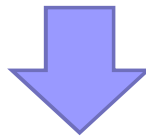
- 積雪、寒冷、強風といった特殊な条件下で高山植生は維持
- 気温上昇、霧雪による乾燥等で高山植生が変化・縮小
- 高山植物とそれに依存する昆虫・鳥類の消失

出展: 国立環境研究所 HPより

気候変動による高山生態系への影響把握が必要

## 研究目的

- ・高山生態系の基盤は高山植生
- ・高山植生の面的な経年変化把握が影響把握の鍵
- ・過去の画像は航空写真のみ

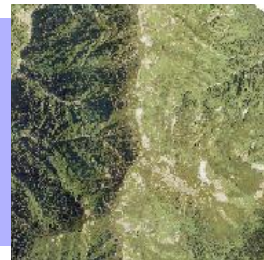


- ・航空写真による高山植生のマッピング手法の確立
- ・航空写真のポテンシャルを活用した分類精度向上

3

## 航空写真による高山植生の分類上の課題と対策

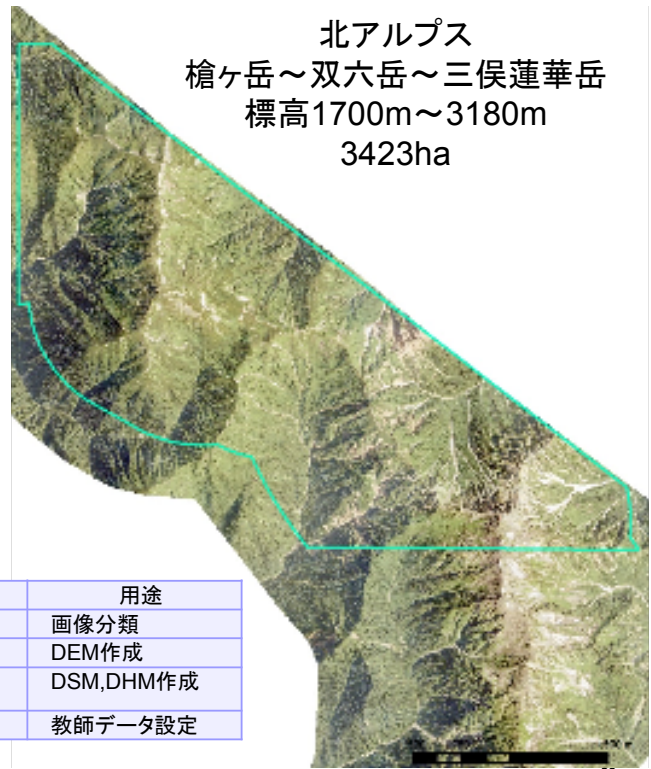
- ①植分内の不均質性(優占種、形態等)
- ②地形効果大、広域での補正は困難
- ③植分間のフェノロジー、健全性等の違い



- ①オブジェクトベースでの特徴量算出
- ②簡易手法(画像の正規化)による地形効果の抑制
- ③群落構造(植生高)を特徴量に追加

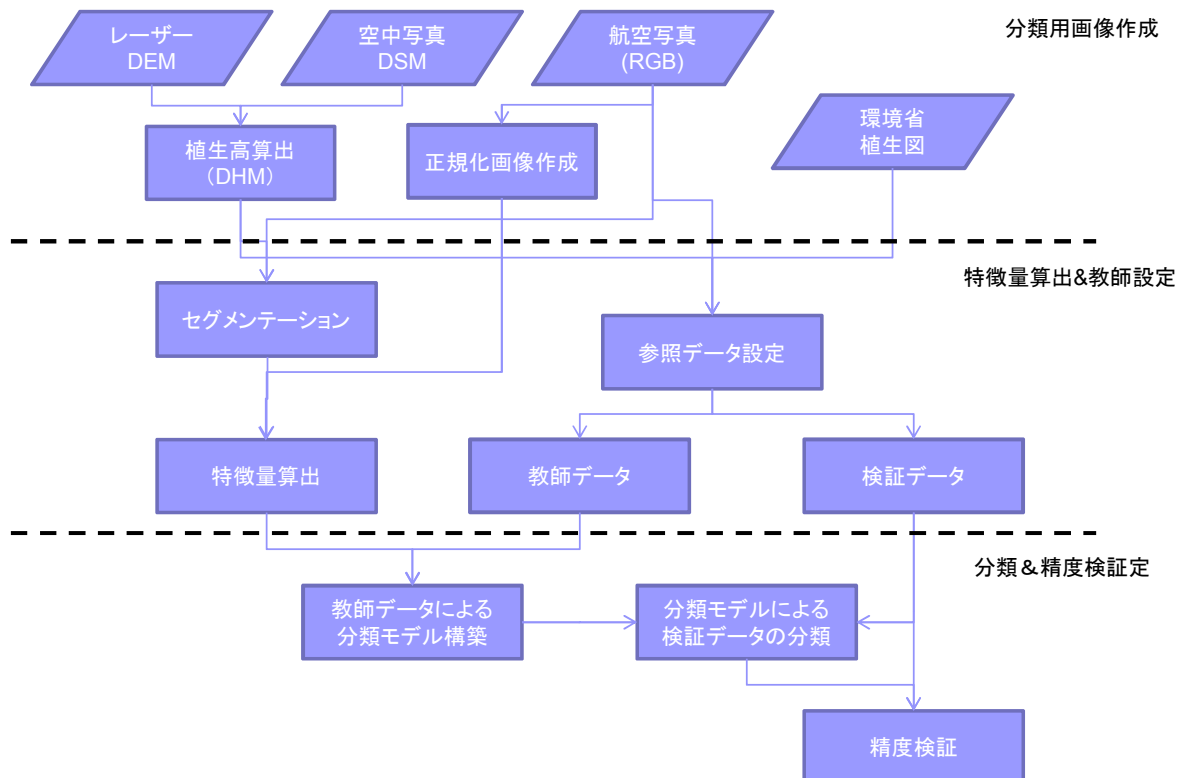
4

# 対象地域と使用データ

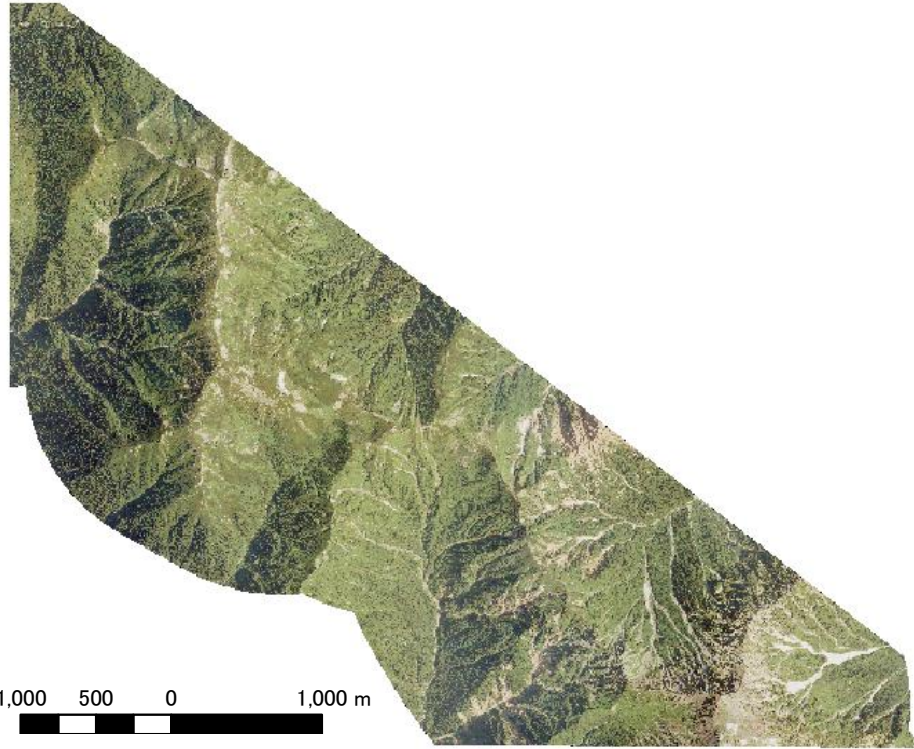


| データの種類        | カメラ   | 撮影・作成年月日    | 用途        |
|---------------|-------|-------------|-----------|
| 空中写真オルソモザイク   | RC-30 | 2009年8月18日  | 画像分類      |
| レーザー計測データ     | -     | 2003年9月～10月 | DEM作成     |
| 空中写真DSMデータ    | RC-30 | 2009年8月18日  | DSM,DHM作成 |
| 環境省1/25000植生図 | -     | 1995年9月     | 教師データ設定   |

# 解析フロー

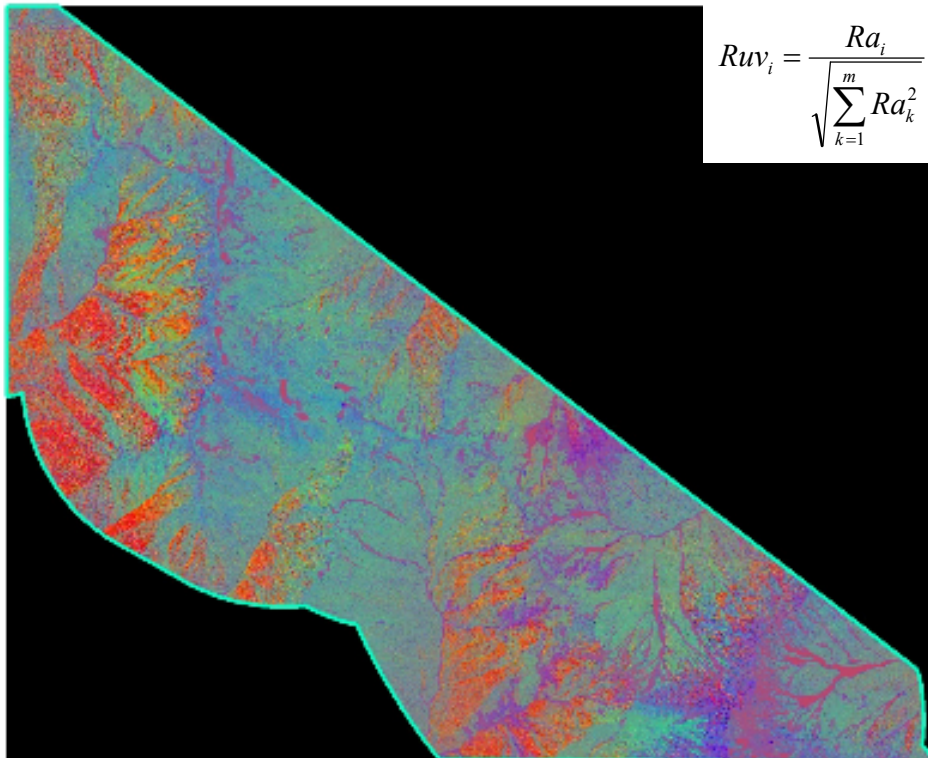


## 航空写真画像(RGB)



7

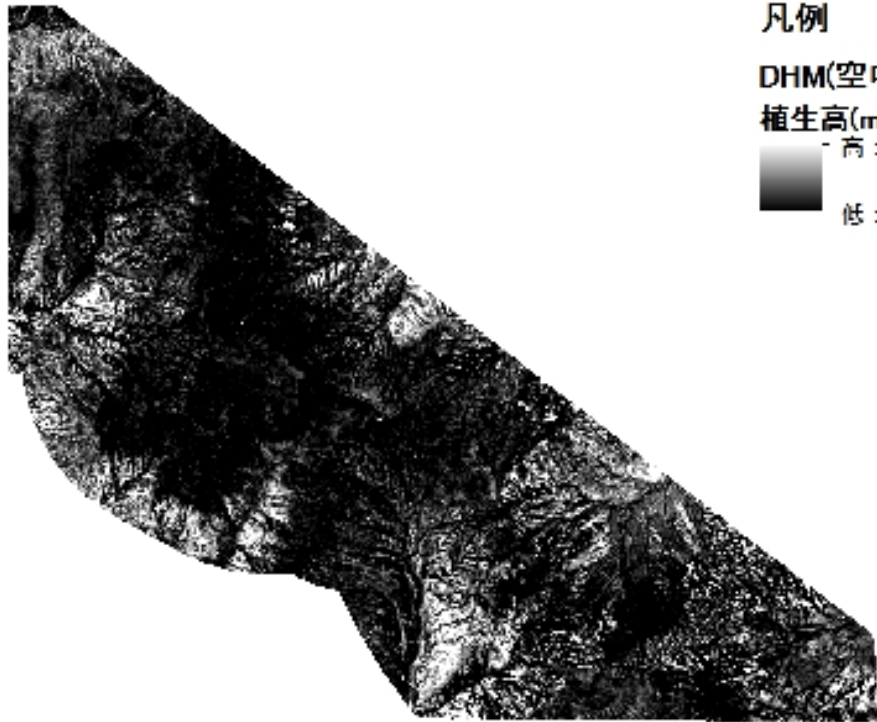
## 航空写真正規化画像



$$Ruv_i = \frac{Ra_i}{\sqrt{\sum_{k=1}^m Ra_k^2}}$$

8

# 航空写真植生高(DHM)



## 凡例

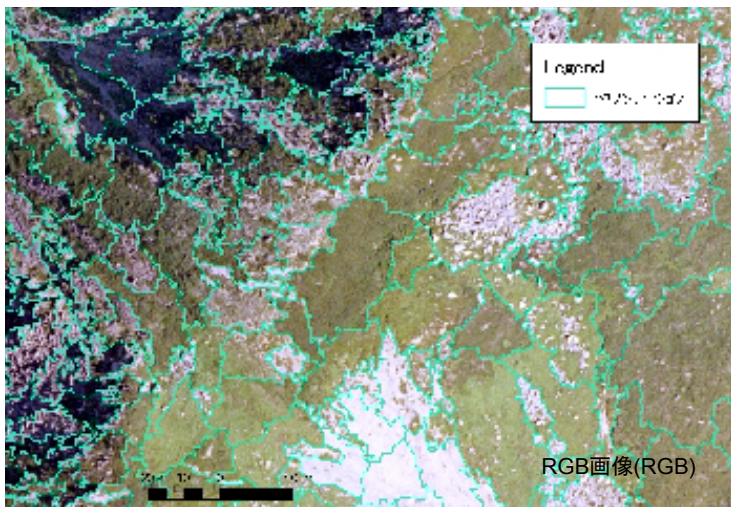
DHM(空中写真)

植生高(m)

高 : 50

低 : 0

# セグメンテーションとセグメント特徴量算出



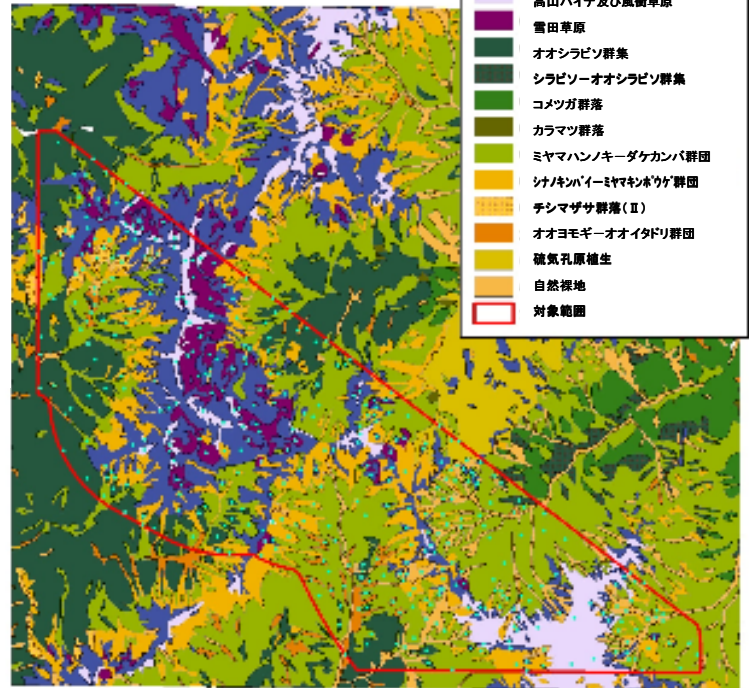
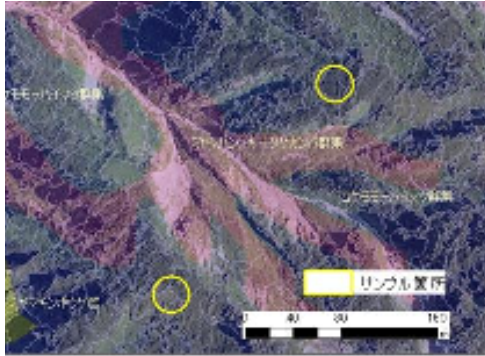
正規化画像(RGB)

植生高

| No. | 特徴量             |
|-----|-----------------|
| 1   | 輝度              |
| 2   | コントラスト          |
| 3   | エッジ             |
| 4   | 同時生起行列・角2次モーメント |
| 5   | 同時生起行列・コントラスト   |
| 6   | 同時生起行列・相関       |
| 7   | 同時生起行列・異質性      |
| 8   | 同時生起行列・エントロピー   |
| 9   | 同時生起行列・均一性      |
| 10  | 同時生起行列・平均       |
| 11  | 同時生起行列・標準偏差     |
| 12  | 最大値             |
| 13  | 最大差             |
| 14  | 平均値             |
| 15  | 最小値             |
| 16  | 最頻値             |
| 17  | 第2四分位点          |
| 18  | 輝度値割合           |
| 19  | 歪度              |
| 20  | 隣接ピクセルとの標準偏差    |
| 20  | 標準偏差            |

植生高のみ

# 参照データ設定



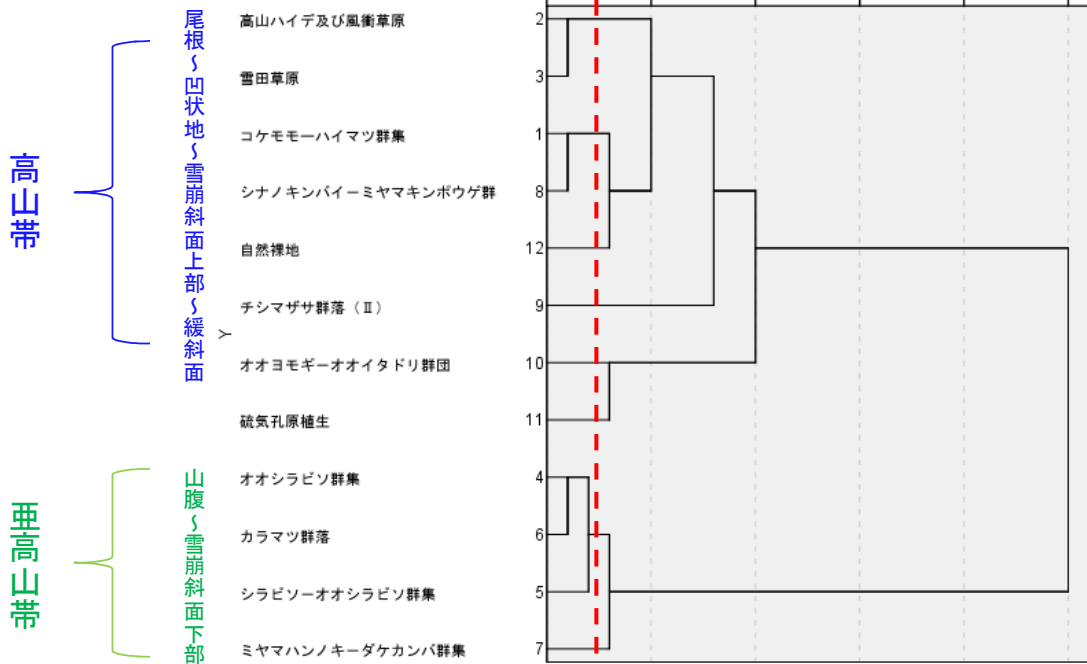
判読未経験者が  
環境省植生図、  
RGB画像、植生高から  
植分の中心付近の  
セグメントを  
参照データに設定

# 参照箇所設定状況

| 環境省群落区分名           | 箇所数 | 面積(ha) | 群落面積に対する割合 |
|--------------------|-----|--------|------------|
| コケモモハイマツ群集         | 78  | 5.5    | 1.0%       |
| 高山ハイデ及び風衝草原        | 36  | 2.5    | 1.2%       |
| 雪田草原               | 42  | 2.9    | 1.7%       |
| オオシラビソ群集           | 51  | 3.5    | 1.0%       |
| シラビソ-オオシラビソ群集      | 1   | 0.1    | 1.3%       |
| カラマツ群落             | 1   | 0.1    | 15.0%      |
| ミヤマハンノキーダケカンバ群集    | 57  | 4.0    | 0.4%       |
| シナノキンバイ-ミヤマキンポウゲ群団 | 65  | 4.4    | 1.1%       |
| チシマザサ群落(Ⅱ)         | 7   | 0.5    | 2.4%       |
| オオヨモギ-オオイタドリ群団     | 21  | 1.4    | 3.1%       |
| 硫気孔原植生             | 3   | 0.2    | 1.1%       |
| 自然裸地               | 44  | 2.6    | 1.6%       |
| 計                  | 406 | 27.7   | 平均0.96%    |

# 群落特徴量の傾向

平均連結法を使用するデンドログラム(グループ間)  
再調整された距離クラスタ結合

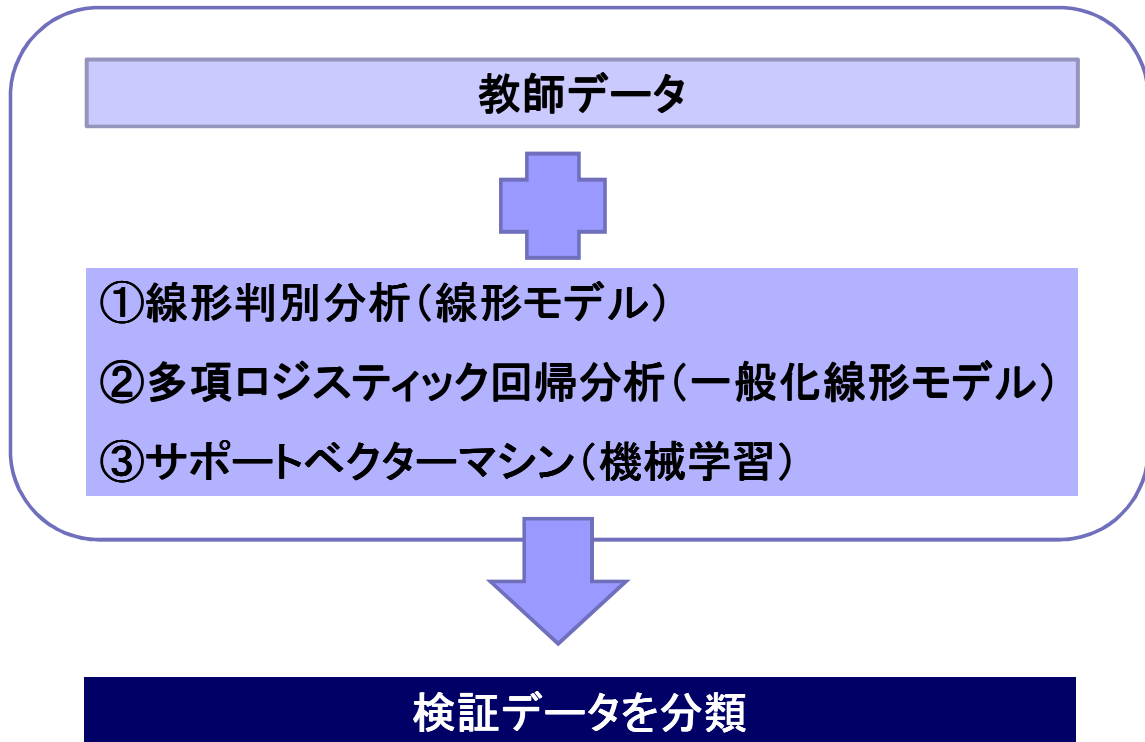


尾根～山腹斜面の植生配分に応じて分離

# 分類用群落区分の設定

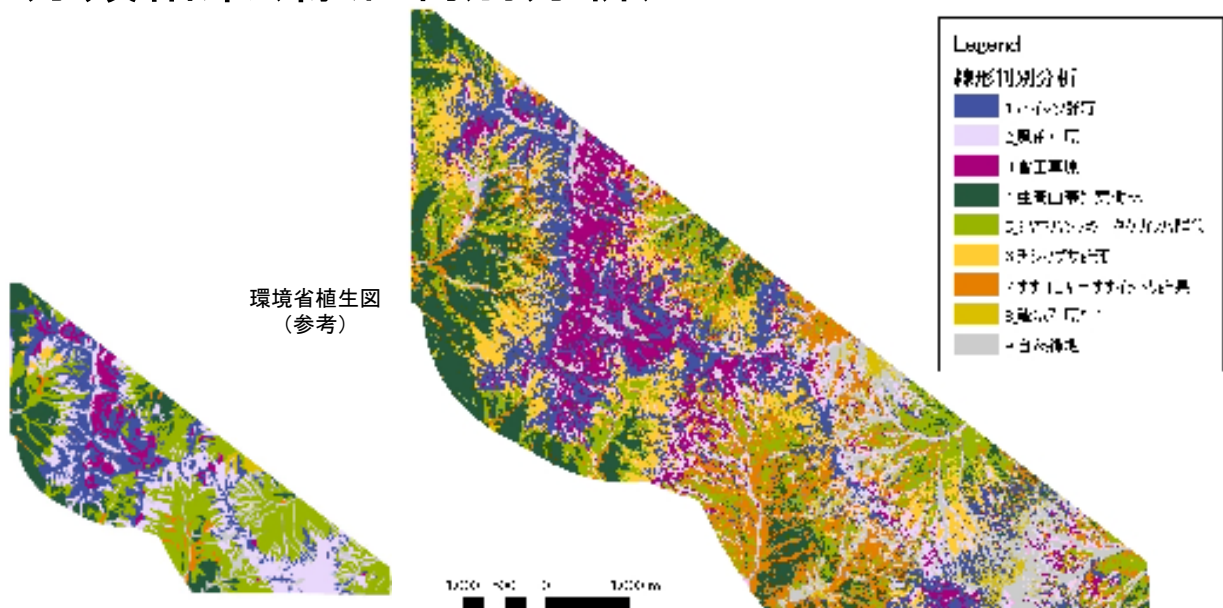
| 環境省群落区分名           | 今回の群落区分          |
|--------------------|------------------|
| コケモモーハイマツ群集        | コケモモーハイマツ群落      |
| 高山ハイデ及び風衝草原        | 風衝草原             |
| シナノキンバイーミヤマキンポウゲ群団 |                  |
| 雪田草原               | 雪田草原             |
| オオシラビソ群集           | 亜高山帯針葉樹林         |
| シラビソーオオシラビソ群集      |                  |
| カラマツ群落             | ミヤマハンノキーダケカンバ群集等 |
| ミヤマハンノキーダケカンバ群集    |                  |
| チシマザサ群落(Ⅱ)         | チシマザサ群落          |
| オオヨモギーオオイタドリ群団     | オオヨモギーオオイタドリ群団   |
| 硫気孔原植生             | 硫気孔原植生           |
| 自然裸地               | 自然裸地             |

## モデル構築と分類



15

## 分類結果(線形判別分析)

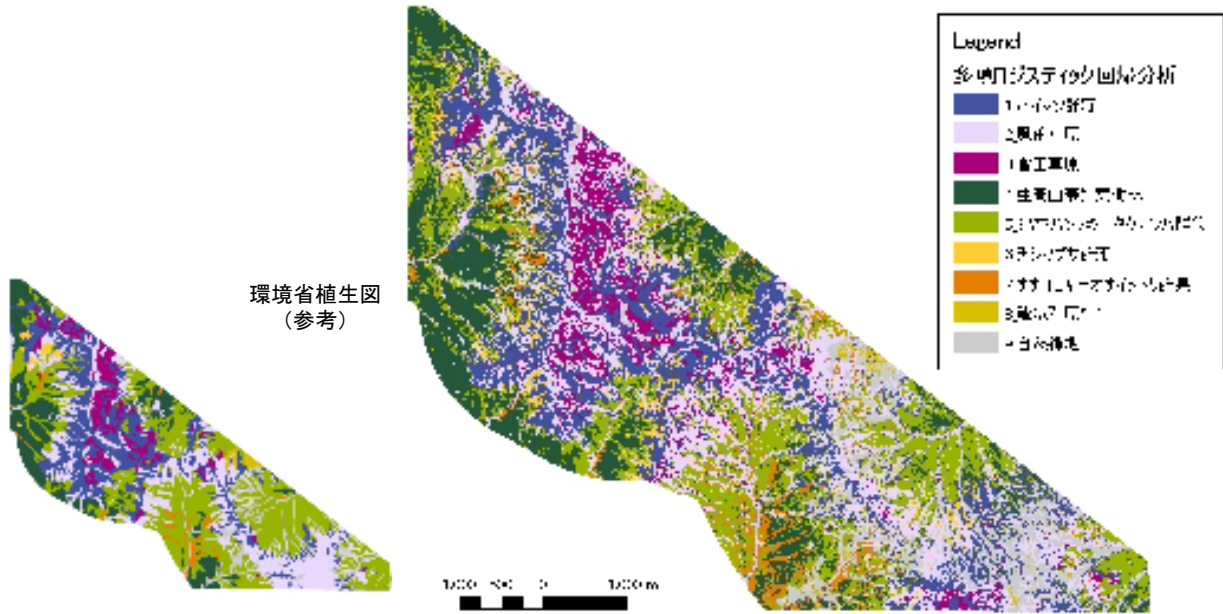


群落はまとまっているが誤分類も目立つ

16



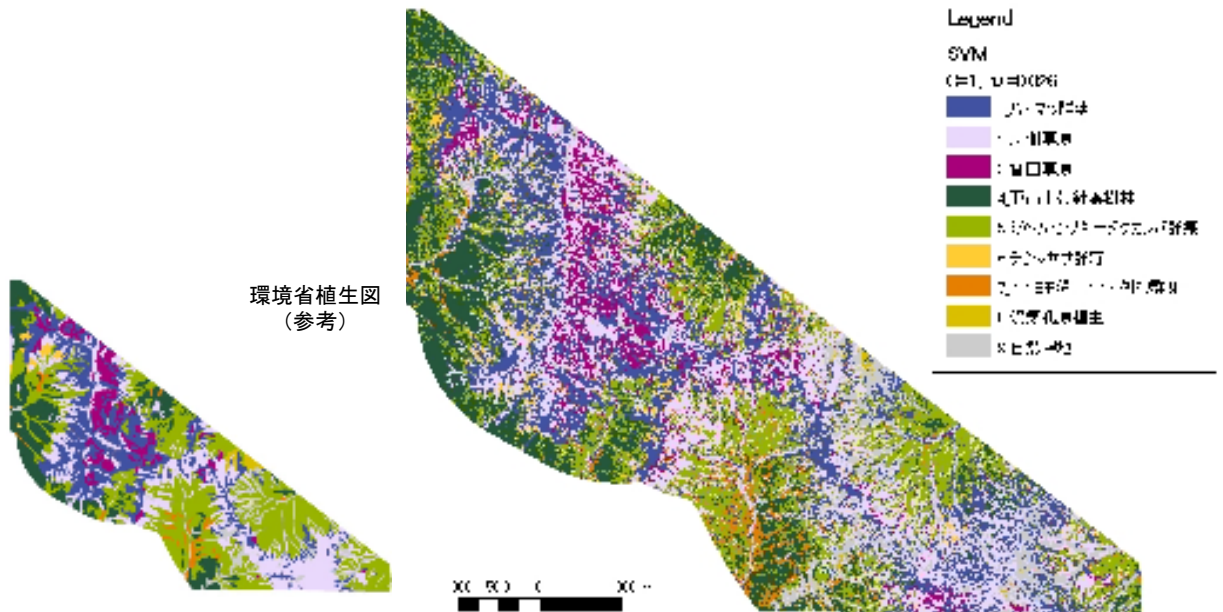
## 分類結果(多項ロジスティック回帰分析)



植分が比較的まとまっており、分類結果も全体的に整合

17

## 分類結果(SVM)



分類結果は全体的に整合するがややごましお状

18

# 分類精度(手法別)

| 手法   | 総合分類精度       | $\kappa$ 係数  |
|--|--------------|--------------|
| 線形判別分析<br>(線形モデル)  | 0.483        | 0.406        |
| 多項ロジスティック回帰分析<br>(一般化線形モデル)                                    | 0.570        | 0.485        |
| <b>SVM(<math>c=1</math>、<math>\nu=0.026</math>)<br/>(機械学習)</b> | <b>0.653</b> | <b>0.579</b> |



機械学習 > 一般化線形モデル > 線形モデルの順で高い

# 各群落の分類精度(SVM)

| 群落名               | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6    | 7     | 8    | 9     | (ha)<br>Total | UA    |
|-------------------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|------|-------|---------------|-------|
| 1 ハイマツ群落          | 727.6 | 104.1 | 33.9  | 15.0  | 36.9  | 11.0 | 20.6  | 0.0  | 37.3  | 986           | 0.74  |
| 2 風衝草原等           | 164.4 | 863.9 | 179.2 | 8.8   | 85.1  | 12.6 | 51.0  | 10.2 | 76.9  | 1452          | 0.59  |
| 3 雪田草原            | 57.1  | 117.7 | 351.6 | 0.0   | 2.9   | 0.0  | 0.0   | 0.0  | 2.7   | 532           | 0.66  |
| 4 亜高山帯針葉樹林        | 4.2   | 23.4  | 0.0   | 418.6 | 99.6  | 0.0  | 16.5  | 0.0  | 0.0   | 562           | 0.74  |
| 5 ミヤマハンキータケカンバ群集等 | 62.9  | 71.2  | 0.0   | 68.7  | 381.6 | 18.4 | 51.4  | 0.0  | 2.7   | 657           | 0.58  |
| 6 チシマザサ群落         | 0.9   | 13.7  | 0.0   | 5.0   | 12.0  | 42.9 | 0.0   | 0.0  | 0.0   | 74            | 0.58  |
| 7 オオヨモギ-オオイタドリ群団  | 16.6  | 9.7   | 5.4   | 16.4  | 20.5  | 0.0  | 107.0 | 0.0  | 0.0   | 176           | 0.61  |
| 8 硫気孔原植生          | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0  | 0.0   | 8.8  | 9.0   | 18            | 0.49  |
| 9 自然裸地            | 15.7  | 91.9  | 8.5   | 0.0   | 3.5   | 0.0  | 0.0   | 16.8 | 276.6 | 413           | 0.67  |
| Total             | 1049  | 1296  | 579   | 533   | 642   | 85   | 247   | 36   | 405   | 4871(ha)      |       |
| PA                | 0.69  | 0.67  | 0.61  | 0.79  | 0.59  | 0.51 | 0.43  | 0.25 | 0.68  |               |       |
| Overall accuracy  |       |       |       |       |       |      |       |      |       |               | 0.653 |
| $\kappa$ coef.    |       |       |       |       |       |      |       |      |       |               | 0.579 |



高山～亜高山植生で優占する群落の分類精度は概ね高い

## 画像正規化、植生高による精度向上の検証

| Method  | Overall Accuracy | $\kappa$ Coef. |
|---------|------------------|----------------|
| 全特徴量使用  | 0.653            | 0.579          |
| 正規化画像除外 | 0.608            | 0.526          |
| 植生高除外   | 0.605            | 0.523          |
| RGBのみ   | 0.549            | 0.453          |



画像の正規化と植生高データ追加により精度は約10%向上

21

## まとめ

アナログ航空写真を用いて高山植生の分類を行った

- オブジェクトベースで群落区分に有効なさまざまな特徴量を抽出できた
- 画像の正規化、植生高の特徴量への追加、機械学習(SVM)等により広域な高山植生を高精度に分類できた
- 航空写真を用いた高山植生分類の課題を解消することで、高山植生の経年変化と高山植生への温暖化の影響の把握が可能になった

22