



# 高分解能衛星画像のセグメント特徴量と機械学習による高山植生の分類

Object-based classification by machine learning in mountain vegetation

○有安恵美子・大西正道・小田川信哉（アジア航測）、小熊宏之（国環研）、廣瀬葉子（国際航業）



## 高山植生の危機

高山植生は、積雪、寒冷、強風といった厳しい環境で生育できるように独特な進化をとげてきた。しかし、ここ数十年、気候変動による地球温暖化の影響により積雪量が減少し、適切な生育環境が減少したり、乾燥に強いササの分布域が拡大するなどの現象が起こっている。気候変動の研究目的のほか、固有種の保全の観点からもモニタリングの重要性が認識され始めている (Bazzaz, 1996)。

## 解析の問題点

山岳地帯を観測した衛星画像には、地形による陰影効果や大気の透過率の違いによる影響が含まれるため、画像分類の際にこれらが誤分類の原因となる。また、高分解能衛星画像では植物のバッチ状の分布や、樹木の樹冠形状のタイプを把握できる利点があるものの、樹木などの影が誤分類の原因となる。

## 研究目的

高分解能衛星画像を用いて、地形や樹木等の影響を受けずに高山植生を分類、マッピングする手法を開発することを目的とする。

## 方針

IKONOS画像の各バンドのDN値と、航空レーザ測量によって得られた樹高データを用いて、オブジェクト単位の特徴量を算出し、サポートベクターマシン (SVM) 法による機械学習により画像分類を行う。

## 調査箇所



長野県と岐阜県、富山県の3県の県境に位置する中部山岳地域の北アルプス槍ヶ岳 (3,180m) から双六岳 (2,860m)、三俣連華岳 (2,841m)。

## 対象群落植生

### 1. ハイマツ群落

高山や高緯度地方の山地に広範囲にみられる常緑針葉樹低木群落。ハイマツ、コケモモが優占する。積雪の比較的小さい風衝側斜面や尾根部で発達する。

### 2. 風衝草原

高山や高緯度地方の山地の風衝地に分布する矮生低木群落および草原。

### 3. 雪田草原

遅くまで雪が残る立地。生育立地は構造土や永久凍土地帯のことが多い。

### 4. 亜高山帯針葉樹林

本州、四国のコケモモトウヒクス域に分布する常緑針葉樹または落葉針葉樹の自然林。日本海側では主としてオオシラビソ、シラビソが優占

### 5. ミヤマハンノキ-ダケカンバ群集

コケモモトウヒクス域のなだれ地、崩壊地等に分布する落葉広葉樹の自然林。ダケカンバが優占しミヤマハンノキ等が混生する。

### 6. チシマザサ群落

ブナクス域の山地の風衝地、遅くまで残雪のある谷状地、湿地周辺等に成立するササの自然草原。チシマザサが優占する。

### 7. オオヨモギ-オオイタドリ群団

ブナクス域における谷沿いや山道沿いの崩壊地、林縁、伐採跡地等に成立する高茎広葉草原。半陰の適潤～湿潤の立地に発達する。オオヨモギ、オオイタドリ、テンニンソウ等が優占する。

### 8. 硫黄孔原植生

硫黄孔周辺で、噴気や風衝にさらされる立地に生育する植物群落。常に硫黄を受ける立地であるため、構成種が少なく、植被率低い。

### 9. 自然裸地

尾根沿いに見られる裸地。

参考資料：  
生物多様性情報システム自然環境保全基礎調査  
<http://www.vegetation.biodic.go.jp/legend.html>

## 解析フロー



## サポートベクターマシン(SVM)

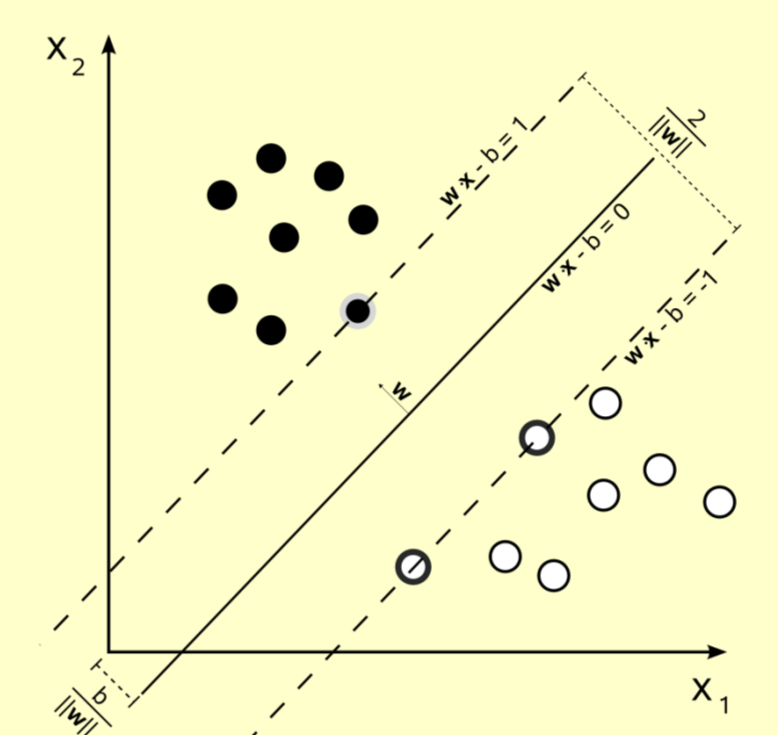
サポートベクターマシン (SVM) は、1995年に Vapnikによって統計的学習理論で提案されたパターン識別用の教師つき機械学習法である。カーネルトリックを用いて学習パターンを別の空間に写像し、マージンを最大化するような超平面によって線形識別を行う手法である。

### カーネルトリック

線形分離可能でない場合、高次元に写像しながらカーネルの計算により最適な識別関数を構成すること。

### SVM手法の特徴

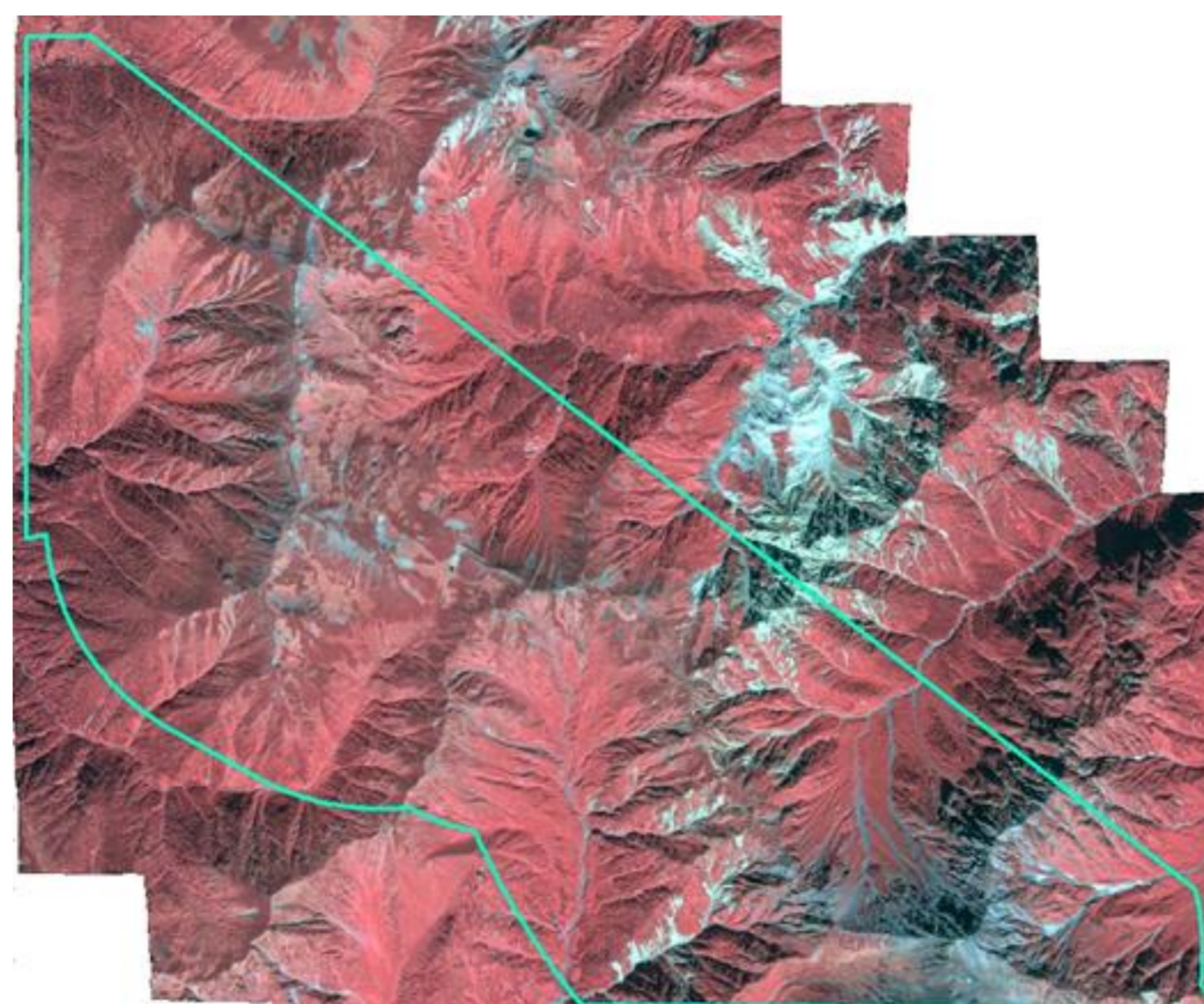
- 1. マージン最大化を基準による高い判別性能
- 2. カーネル関数を用いた柔軟なモデリング
- 3. パラメータ推定が定式化されるため、高速な最適化アルゴリズムが利用可能
- 4. 汎化能力が高い



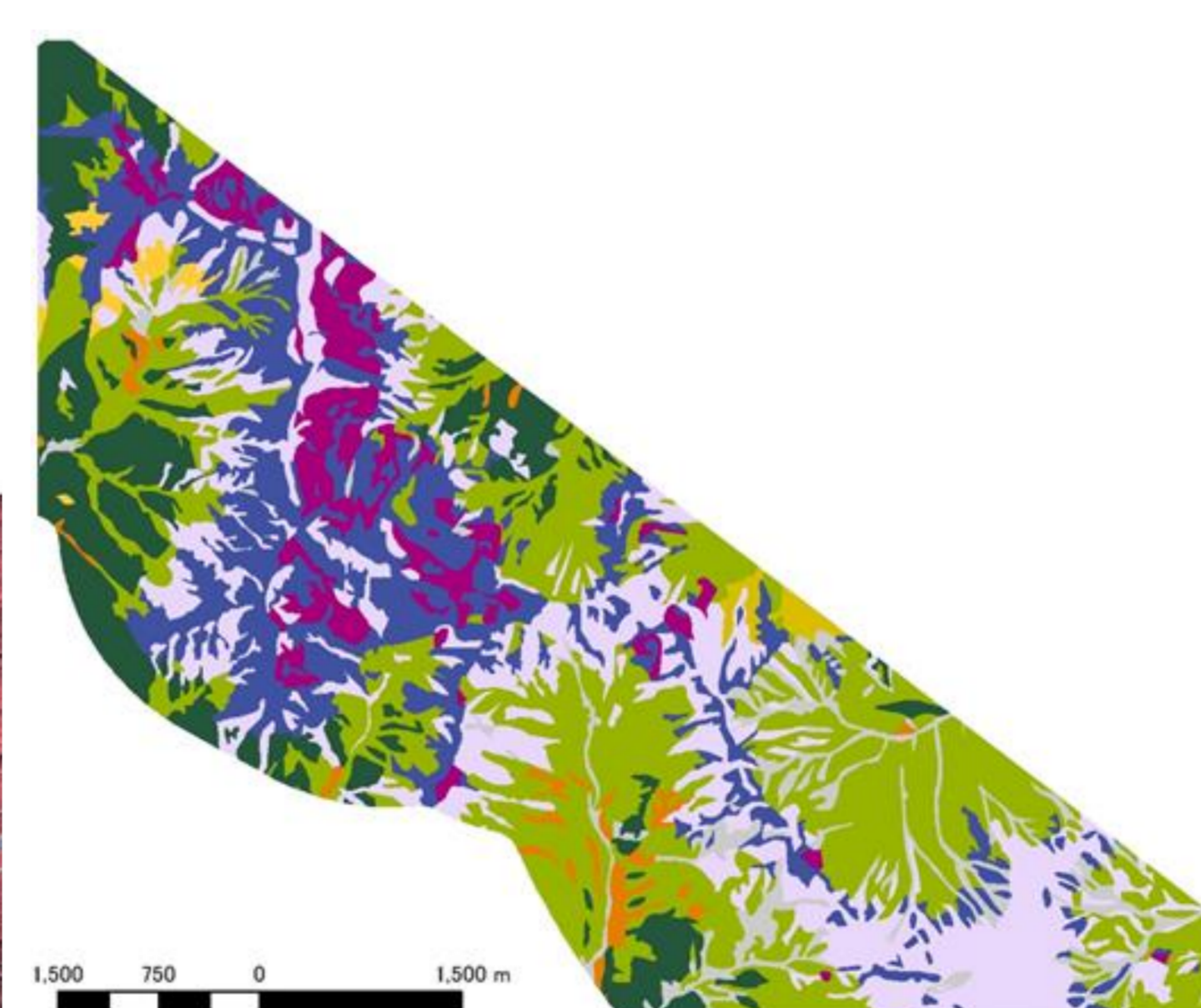
超平面を決めるマージン最大化

## 4. SVM法による分類

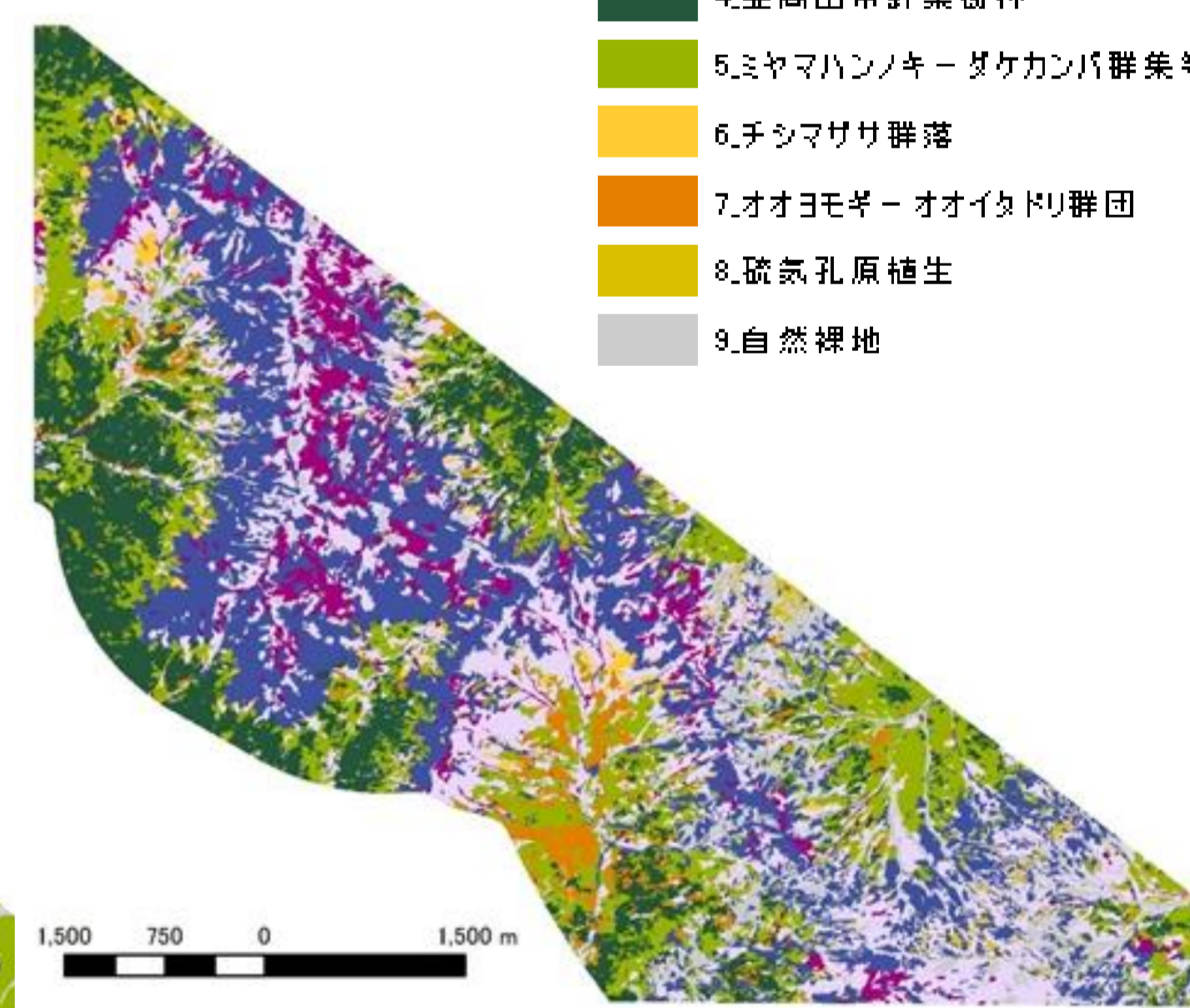
SVM法は、統計処理言語Rのkernlabパッケージを用いて植生分類を行った。その際、特徴空間・ベクトルを柔軟に高次元化するためにガウシアンカーネル関数を使用した。群落区分ごとのまとまりが維持されており、ハイマツ群落や雪田植生、風衝草原については、群落の分布状況も2万5千分の1植生図と傾向が一致している。一方、その他の群落については硫黄孔原植生などの誤分類が目立つ。



IKONOS画像 (R=B4,G=B3,B=B2)



環境省2万5千分の1植生図



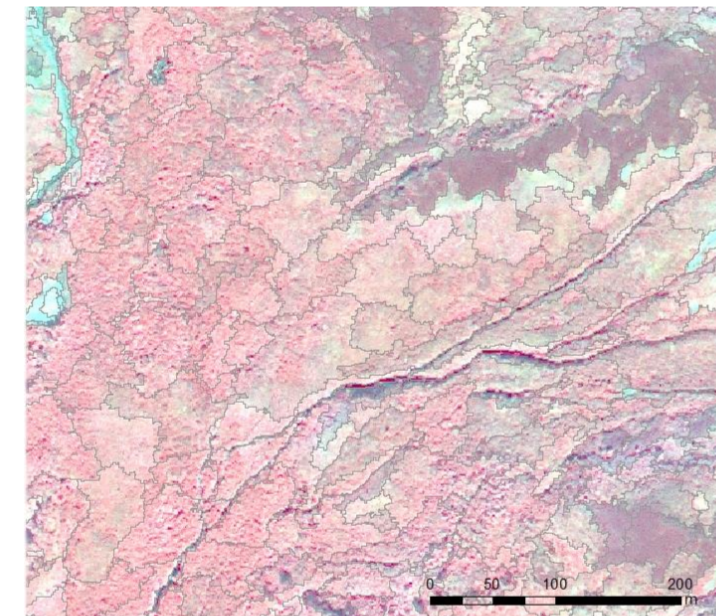
SVM法による分類結果

- 1. ハイマツ群落
- 2. 風衝草原等
- 3. 雪田草原
- 4. 亜高山帯針葉樹林
- 5. ミヤマハンノキ-ダケカンバ群集等
- 6. チシマザサ群落
- 7. オオヨモギ-オオイタドリ群団
- 8. 硫黄孔原植生
- 9. 自然裸地

## 1. セグメンテーション

Trimble社のeCognition8.9を用いてIKONOS画像4バンドからセグメントを作成した。

- SP(Scale Parameter)値 = 70
- Smoothness値(形)=0.5
- Compactness値(色)=0.8



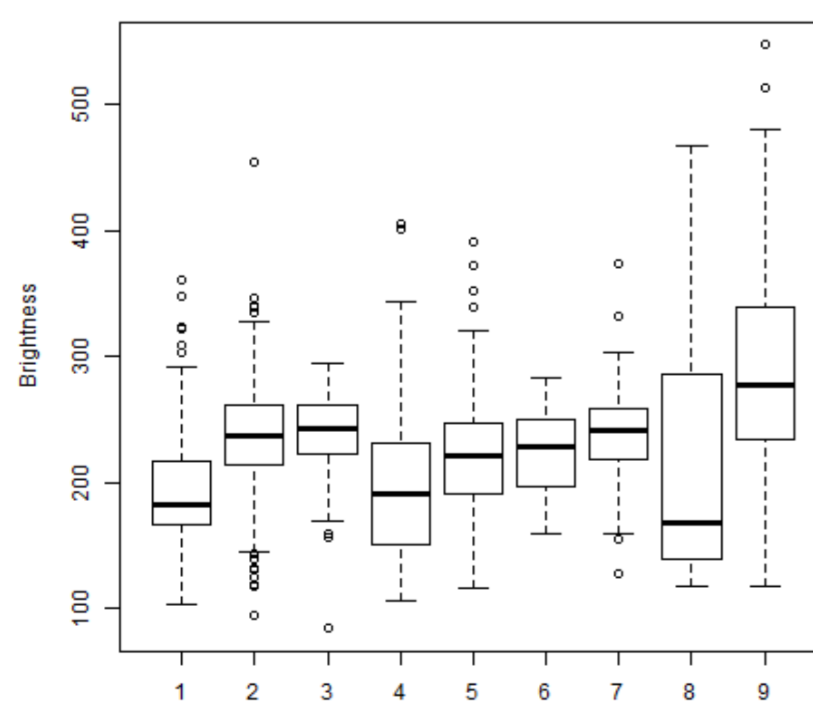
IKONOS画像によるセグメンテーション  
R=NIR, G=Red, B=Blue  
(Stretched with STDV  $\sigma=2.0$ )

## 2. ツールズデータ作成

環境省の2万5千分の1植生図の群落区分を参考として、IKONOS画像と群落区分が一致する領域を目視により対象植生群落をオブジェクト単位で抽出した。その結果、オブジェクト単位で1607のツールズデータが得られた。

## 3. 特徴量の選定

IKONOS画像の各バンドのDN値と樹高データを用いてセグメント単位の特徴量を群落ごとに統計(平均、最頻値、最大値、最小値など)を算出し、分類に有効であると思われるパラメータを選定した。輝度値、コントラスト、エッジ、同時生起行列(コントラスト、標準偏差など)、最大値、平均値、最頻値、第2四分位、輝度値割合、尖度、隣接ピクセルとの標準偏差、標準偏差が選定された。



群落ごとの輝度値の箱ヒゲ図

## 参考文献

- 1) Bazzaz, F. A.: 1996, Plants in Changing Environments: Linking Physiological, Population and Community Ecology, Cambridge University Press, Cambridge, p. 320.

## 5. 分類精度検証

ツールズデータをランダムに2分割し、エラーマトリックスを作成した。

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Total	User's Accuracy
1 ハイマツ群落	97	23	7	1	11	2	0	1	13	155	0.63
2 風衝草原	24	119	25	4	11	5	6	1	15	210	0.57
3 雪田草原	4	16	39	0	1	0	0	0	1	61	0.64
4 亜高山帯針葉樹林	0	4	0	92	26	0	7	0	1	130	0.71
5 ミヤマハンノキ-ダケカンバ群集	8	12	0	33	66	2	10	0	3	134	0.49
6 チシマザサ群落	0	1	0	0	1	3	0	0	0	5	0.60
7 オオヨモギ-オオイタドリ群団	1	2	0	4	6	0	10	0	0	23	0.43
8 硫黄孔原植生	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2	1.00
9 自然裸地	5	11	0	0	2	0	0	5	62	85	0.73
Total	139	188	71	134	124	12	33	9	95		
Producer's Accuracy	0.70	0.63	0.55	0.69	0.53	0.25	0.30	0.22	0.65		
Overall Accuracy											0.608
Kappa Coef.											0.530

「1ハイマツ群落」ハイマツを優占種とする多くの教師データが取得できたため、プロデューサー精度 (PA) 70%の比較的高い精度が得られた  
「5ミヤマハンノキ-ダケカンバ群集」、群落自体に複数の優占種が混在しており、群落によって優占の度合いが変化するため、PAが53%にとどまったと考えられる。  
その他の群落 PAが20%~30%程度にとどまった「6チシマザサ群落」、「7オオヨモギ-オオイタドリ群団」、「8硫黄孔原植生」については、群落数自体が非常に少なく、十分な教師データが取得できなかったことが原因の一つと考えられる。

■ 優占種が混在する広葉樹林の群落や、群落数が希少な植生については今後も検討が必要であるが、ハイマツ群落や針葉樹林、草原等の優占種が混在しない比較的単純な群落については、本手法により、IKONOS等の高分解能衛星画像を使用して詳細な分布を把握できることがわかった。

## 6. まとめと今後の課題

- 高分解能衛星画像を用いて高山植生を分類、マッピングする手法について検討を行った
- ハイマツ群落や針葉樹林、草原等の優占種が混在しない比較的単純な群落については、本手法により、IKONOS等の高分解能衛星画像を使用して詳細な分布を把握できることがわかった
- 優占種が混在する広葉樹林の群落や、群落数が希少な植生については今後も検討が必要

連絡先: 有安 恵美子  
アジア航測株式会社  
神奈川県川崎市麻生区万福寺1-2-2  
Email: emk.ariyasu@ajiko.co.jp  
URL: <http://www.ajiko.co.jp/>