平成22年度 宇宙利用促進調整委託費~衛星利用の裾野拡大プログラム~ 委託事業

FOSS4Gを活用した衛星データ利用のための オープン・リソースの開発

GIS・衛星データ統合利用プラットフォームを利用した 衛星データ利用のチュートリアルの作成

中解像度衛星画像を使用した 画像解析チュートリアル

目次

1. はじめに	1
2. 解析の準備	2
2-1. マスクの作成	3
2-2. 画像幾何補正	12
3. 都内緑地の抽出	
3-1.対象地域と使用データ概要	24
3-2.各種植生指標の算出	
3 - 2 - 1. NDVI	
3 - 2 - 2. GVI	
3-3. 領域の決定	
4. 土地利用の評価	47
4-1.対象地域と使用データ概要	49
4-2.教師付き分類による土地利用区分	
4-2-1. トレーニングエリアの選定	51
4-2-2. 最尤法による分類	67
4-2-3. 最大事後確率法による分類	
4-3. 教師なし分類による土地利用区分	
4-3-1. クラスタリングの実行	
4-3-2. 分類結果に対するクラスの定義	91
4-4. 分類後の処理	95
4-4-1. 分類精度の評価	96
4-4-2. 分類結果の編集	
5. 災害被災地の抽出	
5-1.対象地域と使用データ概要	104
5-2.2時期の差分画像による抽出	105
5-3. 抽出結果を表示	111
6. GPSを利用した現地検証	
6-1.緑地抽出における現地検証	121
6-2. 土地被覆分類におけるトレーニングエリアの直接取得	
6-3. 被災地抽出結果を用いた踏査地点の出力	136
7. 時系列データによる広域土地利用評価	140
7-1.対象地域と使用データの概要	141
7-2.決定木による土地被覆分類	142
8. 参考文献	

1. はじめに

本チュートリアルは、「FOSS4Gを活用した衛星データ利用のためのオープン・リソースの構築」 プロジェクトの2010年度事業の一部として作成されたもので、これからFOSS4Gを利用して衛星デー タを処理・解析を行おうとしている学生や技術者に対して、FOSS4Gにおける具体的な解析作業の実際 を説明することを目的としています。読者は本チュートリアルを元に実際の衛星データ解析を行うこ とでFOSS4Gにおける衛星データ解析の基礎を習得し、実際の業務や高度な研究への適用を行うこと ができるようにステップアップすることが望まれます。

本チュートリアルでは、以下のような読者を対象として想定しています。

■2009年度に作成された「中解像度衛星画像の変換および表示チュートリアル」の内容を理解し、 さらに実際の解析作業の習得を目指している学生や技術者

■現在商用アプリケーションを利用しているが、近い将来にオープンソースアプリケーションの導入 を検討している学生や技術者及び研究者

■衛星解析の基礎的な内容の指導にオープンソースアプリケーションの利用を検討している教育者

また、本チュートリアルで説明する内容の概要は以下のとおりです。

■幾何補正やマスクなど衛星解析の準備作業

■バンド間演算を用いた解析および画像分類

■現地調査結果などを考慮した解析結果の分析手法

これらの内容は衛星データ解析では最も一般的な知識であり、既に商用ソフトウェアなどで利用経 験がある読者にとっては、それまで使用していたソフトウェアとの操作性の比較や実用の可能性を検 討することに役立てることができるでしょう。

本チュートリアルは上記のような目的から、「中解像度衛星画像の変換および表示チュートリア ル」と比較すると幾分高度な内容になっています。したがって読者は以下に挙げる知識や技術を習得 していることが望まれます。

■「中解像度衛星画像の変換および表示チュートリアル」の内容全般

■初歩的な画像解析アルゴリズム

なお、本チュートリアルは2011年3月に作成されたものですが、衛星観測やソフトウェアなど の技術は日々進化を続けています。読者は常に最新の情報を入手することを心がけておくことが望ま れます。

2. 解析の準備

解析を行う前には解析範囲を決定したり、ゲイン補正、幾何補正、大気補正、地形効果補正など 様々な補正を行う等の準備を行う必要があります。

解析範囲の決定は、GRASSではリージョンを設定して範囲を限定することができるほか、マスクを 設定して行政界などのポリゴンで範囲を限定することができます。

各種補正は解析の目的や手法によって行うべきものを選択する必要がありますが、プロダクトを入 手した時点で既に実施されている補正もあり、また実施する解析手法によっては補正の必要が無い場 合もあります。必要以上の補正処理は極力避けるようにします。

本章では、GRASS におけるマスクの作成と幾何補正の手法について説明します。

2-1. マスクの作成

解析を行う範囲の設定は、リージョンを定義することで、ある程度限定することができます.しかし、 市町村単位で解析を行うときなどは、市町村のポリゴン内だけを解析対象にする必要があります。こ のような複雑な設定はリージョンでは不可能です。このような場合はマスクを作成して範囲を限定し ます。本章では基盤地図情報(縮尺レベル 25,000)の行政界ポリゴンからマスクを作成する例を示し ます。

基盤地図情報の行政界ポリゴンは、あらかじめシェープファイルに変換されているもので、座標系はUTM54Nが定義されたデータを用います。基盤地図情報(縮尺レベル25,000)の行政界データは県ごとに作成されているため、対象とする市区町村のポリゴンを選択してからマスクを作成します。対象とする市区町村を選択するにはその属性値を調べる必要があります。そこで、v.in.ogrコマンド^{注2-1-1}を用いて行政界シェープファイルをGRASSにインポートした後、目的の市町村の属性を調べます。

・属性テーブルから調べる

レイヤーツリーに行政界ポリゴンデータを追加し、「レイヤー設定」ボタンを押して表示さ れるポップアップメニューから「属性データを表示」を選択します。

ファイル 設定 ラスター ベクトル 画像 ボリューム データベース ヘルプ					
, , , , , , , , , , , , , , , , , , ,					
Display 1 d b x					
☑ 🖳 chiba_admarea@ETM+_2 (opacity: 100%) [削除 名前変更				
	不透明度レベルの変更 プロパティ 選択したマップのズーム マップから計算領域をセット				
	属性データを表示 編集開始				
画面のマップレイヤー コマンド出力	編集終了				
Cmd > 「属性データを表	示」を選択				

図2-1-1. 「属性データを表示」メニューを選択

基盤地図情報のシェープファイルは日本語の属性を含んでいるので、日本語の属性値を表示 するようにあらかじめ設定しておく必要があります。日本語の属性表示の方法はA-1章を参照 してください。

選択すると図2-1-2のようなダイアログが表示されます。

注2-1-1.メニューの[File]-[Import vector data using OGR]

at 상	id	uuid	хб	X	0	0	X	X_L	Adn	nCode
76	K4_390	fgoid:10-00100-7-10	200803	200906		0-8	その他	千葉県 鎌ヶ谷市	12224	
77	K4_399	fgoid:10-00100-7-10	200803	200906		0-8	その他	千葉県	12000	
78	K4_404	fgoid:10-00100-7-10	200803	200906		0-8	その他	千葉県 市川市	12203	
79	K4_409	fqoid:10-00100-7-10	200803	200906		0-8	その他	千葉県 船橋市	12204	
80	K4_424	fgoid:10-00100-7-10	200803	200906		0-8	その他	千葉県 流山市	12220	
81	K4_429	fgoid:10-00100-7-10	200803	200906	-	0-8	その他	千葉県 柏市	12217	
82	K4_434	fgoid:10-00100-7-10	200803	200906	2	0-8	その他	千葉県 野田市	12208	
83	K4_439	fgoid:10-00100-7-10	200803	200906		0-8	その他	千葉県 長生郡長柄町	12426	
84	K4_444	fgoid:10-00100-7-10	200803	200906		0-8	その他	千葉県 茂原市	12210	
85	K4_449	fgoid:10-00100-7-10	200803	200906		0-8	その他	千葉県 長生郡長生村	12423	
86	K4_456	fgoid:10-00100-7-10	200803	200906		0-8	その他	千葉県 長生郡睦沢町	12422	
87	K4_461	fgoid:10-00100-7-10	200803	200906		0-8	その他	千葉県 長生郡白子町	12424	
00	VA ACC	facid: 10 00100 7 10	200002	200006		0 0	7 mAth	土井田 山井野十畑市	10400	
OL検索 -										
シンプル	SELECT *	FROM chiba_admarea WH	ERE	•						適用(A)
70105.7	SELECT	* FROM chiba admarea								501 PH B
7000	JULLET	ritori chiba_admarca								JQLUMA

図2-1-2. 属性テーブル

図2-1-2では、"市町村コード"のフィールド名を"AdmCode"と変更しています。市町村を 一意に識別するためには必ずこの市町村コードを利用するようにします。属性テーブルの"id"は 図形に対して割り振られる値なので、飛び地や離島がある市町村では同一の市町村に2つ以上の idを持ちます。このテーブルを見ると、柏市の市町村コードは12217であることがわかります。

・Map Display から調べる

MapDisplayに市町村データを表示させた後、ツールボタンの「ラスター/ベクトルマップの 検索」ボタンを押し、表示されるポップアップメニューから[ラスター/ベクトルマップの検索 (表示モード)]を選択します。



図2-1-3. Map Display から属性を調べる

ツールを選択後、MapDisplay上の要素をクリックすると、その図形に対する情報がレイヤーマネージャの"コマンド出力"タブに出力されます。

SRASS GIS Map Display: 1 - Location: UTM54N	
	ファイル 設定 ラスター ベクトル 画像 ボリューム データベース ヘルプ
	G G \$ \$ 6 6 6 M C 6 6 6 6 6
	x_u_9_z: 20090630
	orgGILv1 :
	xm_J:その他
find in	x_L: 十葉県 柏市 AdmCode : 12217
$\langle a + a \rangle$	(Sun Jun 06 01:03:42 2010) コマンド終了 (0 sec)
and and	· ·
	· · · · ·
(non the second	Clear Save
for the man of the	
	画面のマップレイヤー コマンド出力
A A A A A A A A A A A A A A A A A A A	
(~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~	GRASS0コマントEnter年一を押9
V 25 bas 5 2	has see the second seco
× × ×	~~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~
In SAL m	Jacom
× (may remain a	
A Starl x www x N i t	
407424.18, 3973022.21 ↓ 2 × 1 × 1 × 1 × 1 × 1 × 1 × 1 × 1 × 1 ×	

図2-1-4. MapDisplay から選択して属性を表示した結果

対象とする市町村コードを調べたら、次にベクタデータをラスタライズします。ラスタライズを行うには、メニューの[ファイル]-[マップタイプの変換]-[ベクトル→ラスター]^{注2-1-2}を選択します。

アイル 設定 ラスター ベクトル 画	像 ボリューム データベース ヘルプ
ワークスペース	• 🖪 🖷 🗖 🛅
ラスターマップのインポート	• 4 • ×
ベクトルマップのインポート	>
3Dグリッドのインポート	•
データベーステーブルのインポート	• <u>•</u>
ラスターマップのエクスポート	•
ベクトルマップのエクスポート	•
3Dグリッドのエクスポート	+
データベーステーブルのエクスポート	>
マップの管理	•
マップタイプの変換	▶ ラスター → ベクトル
幾何補正処理	ラスターシリーズ → ボリューム
NVIZ(Tcl/Tkでの処理)	
座標の角度/距離	
ポストスクリプト出力	2Dベクトル → 3Dベクトル

図 2 - 1 - 5. v.to.rast コマンドの選択

選択すると図2-1-6のようなダイアログが表示されます。まず、"必須"タブで入力ベクタレイ ヤーと出力するラスタレイヤー名を指定します。

注2-1-2.GRASS コマンド v.to.rast と同値

⊗ v.to.rast [ペクトル, ラスター, 変換]	
GRASS のバイナリーベクトルマップをGRASSのラスターマップへ変換	
必須 属性 オブション コマンド出力 マニュアル	4 Þ ×
入力するベクトルマップ名: chiba_admarea@ETM+_2	(input, string)
出力するラスターマップ名: chiba_admarea@ETM+_2	(output, string)
入力・出力レイヤー名を指定	È .
閉じる(C) (存止(S) 実行(R) ⊐ピー(C)) <u>ヘルプ(H)</u>
v.to.rast input=chiba_admarea@ETM+_2 output=chiba_ad	marea@ETM+_2

図 2 - 1 - 6. v.to.rast 必須タブ

続いて"属性"タブを開き、"属性パラメータの列名"の欄に市町村コードを示す列名(今回の例では AdmCode としている)を指定します。

◎ v.to.rast [ベクトル, ラスター, 変換]	
GRASS のバイナリーベクトルマップをGRASSのラスタ	ーマップへ変換
必須 属性 オブション コマンド出力	▼ニュアル
属性パラメーターの列名(データタイプは数字):	(column, string
cat id uuid	(rgbcolumn, string
xo2_r xu9_z orgGILvl orgMDId xm_J x_L AdmCode	(labelcolumn, string)
hancoac ha	
ラスタライズ時の値に使	用する属性を選択
閉じる(C) (停止(S) 実行(R)	ピー(C)ヽルプ(H)
□ 終了時にダイアログを閉じる	
v.to.rast input=chiba_admarea@ETM+_2 outp	ut=chiba_admarea@ETM+_2

図 2 - 1 - 7. v.to.rast 属性タブ

さらに、"オプション"タブで"ラスター値のソース"に"attr"が指定されていることを確認します。

¥			
必須 属性 ス	オプション コマンド出力	マニュアル	4 Þ ×
□ 既存のファイルに上書き □ 詳細モジュール出力 □ モジュールを出力	4 2		
ラスター値のソース: attr		•	(use, string)
- フィーチャタイブ: 一 point 戸 line F ノイヤー戦・	"ラスター値 "attr"となって	「のソース"か いることを確	べ 認 ₍₎
1			
1 5入夕一值: 1			(value, float)
1 ▼ 52.及一値: 1 AEU(ご残す行数: 4006			(value, float) (rows, integer)

図2-1-8. v.to.rast オプションタブ

以上の設定が完了したら「実行」ボタンを押します。出力ファイルが図2-1-9のように表示されていれば成功です。



図2-1-9. ラスタライズされた行政界ポリゴンデータ

最後にラスタライズされた行政界データから、目的の市町村のマスクを作成します。マスクの作成 は、レイヤーマネージャのメニューから[ラスター]-[マスク]^{注2-1-3}を選択します。

😵 GRASS GIS レイヤ	ーマネージャー			
ファイル 設定 5	スター ベクトル 画像 ホ	リューム デー	タベース へ	ルプ
Display 1	ラスターマップの作成 カラー調整 ラスターマップの検索			4 Þ X
kashiw:	バッファリング 近傍のポイント			
	マスク	100	%)	1
	近傍性分析 ラスターマップの重ね合せ	[ラスター] メニュー	-[マスク] を選択	
_	太陽照度と影 地形解析	*		
画面のマップレイ や Cmd >	ノィーチャの変形 水文モデリング	•		
r.mask ラスター	地下水 モテリンク 景観構造モデリング	L		2

図2-1-10. r.mask コマンドの選択

選択すると図2-1-11のようなダイアログが表示されます。

"MASK を使用するためのラスターマップ"欄にはマスクの作成元となるラスタマップを選択します。 今回の例では先ほど作成した行政界ポリゴンをラスタライズしたデータを指定します。また、"MASK を使うカテゴリ値"に、本章の最初に調べた市町村コードを入力します。

注2-1-3.GRASS コマンド r.mask と同値

🧃 r.mask [ラスター	、マスク]		– – ×
🔬 制限ラスターオブシ	/ョンのMASKを作成する		
オプション コマ	アンド出力 マニュアル		4 Þ ×
 □ 特定された 'maskc □ 既存のMASKに上書 □ 既存のMASKを削除 	ats' リストから逆MASKを作成 きする ミする(他のオプションを無効に)	する する)	
□ 詳細モジュール出力 □ モジュールを出力	MASK作成元の	Dラスタレイヤ-	-名を入力
MASKを使用するための Chiba_admarea@ET	∋ิスターマップ: ™+_2		(input, string)
			(maskcate string)
12217	<u>,ノオーマット: 1 2 3 700 7 *)</u>	•	(maskcats, string)
)ォーマット: 1 2 3 から 7 -) カテ	ゴリ値を指定	(maskcats, sching)
	<u></u> カテ	ゴリ値を指定	
MASKをほどフガエリリ世(12217 閉じる(C)	<u>(</u> (序止(S) (実行(R	· ゴリ値を指定)」	<u>(THASKCALS, SUTTO)</u> へルブ(H)
MASKを1まクガナ」り1世 [12217 開じる(C) 「終了時にダイアログオ	<u>(テェマット: 123 からアマ)</u> カテ 停止(S) 実行(R 調問じる	· ゴリ値を指定)」」ピー(C)	<u>(ThaskCats, stilling)</u> /レブ(H)

図 2 - 1 - 1 1. r.mask オプションタブ

指定が完了したら「実行」ボタンを押します。"コマンド出力"タブに図2-1-12のように出力 されれば成功です。

🔬 制限ラスターオプションのMASKを作成:	ಕる
オブション コマンド出力 マニ	17ル ₫ ▷>
(Sun Jun 06 22:22:49 2010)	
r.mask -o input=chiba_adma:	reaGETM+_2 maskcats=12217
will be limited to MASK are	ea
Removing or renaming raste:	r file named MASK will
restore raster operations	to normal
(C	1./ 115 AX ((0 sec)
(Sun Sun 06 22:22:50 2010)	
(Sun Sun 06 22:22:50 2010)	
< III クリア(C)	(保存(S)
< III クリア(C)	(K存(S)
< m クリア(C) 閉じる(C) (存止(S)	
 (Sun Sun Sun Sun Sun Sun Sun Sun Sun Sun	
 (Sun Sun Sun Sun Sun Sun Sun Sun Sun Sun	 実行(R)

図2-1-12. r.mask 実行結果

作成されたデータの確認は、図2-1-9の状態からビューを再レンダリングします。図2-1-

13のように指定した市町村だけが表示され、右下に「マスク」と表示されればマスクが有効になっています。



図2-1-13. マスク適用結果

マスクの実体は「MASK」という名称を持ったラスタレイヤーで、r.mask コマンドはこの 「MASK」レイヤーを作成するコマンドであるといえます。したがって、マスクの解除はg.remove コ マンドで MASK レイヤーを消去すれば可能です^{注 2-14}。また、マスクを一時的に解除して後でまた使用 したい場合などは、g.rename コマンドで MASK レイヤーの名前を変更するとよいでしょう。

マスクを作成したら、後続の解析で出力ラスタレイヤーを作成する際に不要に大きなラスタレイ ヤーが作成されないように、マスク範囲がおさまる程度の広さにリージョンを設定しておくとよいで しょう。

注2-1-4.本来マスクの解除は r.mask -r で行いますが、WinGRASS では動作しません。

2-2. 画像幾何補正

画像幾何補正とは、衛星データがもつ位置的な誤差を修正することを指します。衛星データは衛星 軌道のわずかなズレやセンサの姿勢制御、センサそのものに内在する様々な要因や、さらには大気屈 折率の変化や地形などによって位置的な誤差が必ず存在します。これらの誤差は、解析の目的や要求 精度によっては許容範囲内である場合もあるので必ずしも必要な処理ではありませんが、必要と判断 される場合はあらゆる解析を行う前に実施しておく必要があります。例えば、5章で紹介する2時期 の画像を比較する場合などは、両者の位置を正確に合わせておく必要があります。

一般的に GIS における幾何補正の手順は、変換元と変換先で参照点を取得し、それらを元に変換式 を決定して行います。とくに、変換先が実際の地物や観測データである場合は、参照点のことを GCP(Ground Control Point)と呼びます。すなわち、幾何補正は GCP を真位置として補正を行う画像 上での GCP の位置が真位置に移動するように幾何変換を行います。

画像幾何補正を行うには、GRASSの幾何補正ツールを用いる方法と、QGISのGeoReferencerプラグインを用いる方法があります。両者ともに活発にアップデートが行われているので、本チュートリアルの内容はすぐに古いものになってしまう恐れがありますが、基本的な手順は上記のとおりです。

既に GRASS にインポートされたデータを変換するには GRASS の Georectifier ツールを利用したほう がよいでしょう。データは GRASS にインポートされたものではない場合は QGIS の Georeferencer プラ グインを用いるほうがよいでしょう。本チュートリアルでは GRASS の幾何補正ツールを用いる手法に ついて説明します。

・幾何補正の準備

幾何補正を行うには、位置を合わせる対象とするデータをあらかじめインポートしておく必要があ ります。インポートしたデータはマップディスプレイに表示しておきます。以下の例では25,000分の 1 基盤地図情報を用いて ALOS AVNIR-2 に対して幾何補正を行います。



図2-2-1. 幾何補正前の状態

まず、幾何補正を行う一連の画像に対してグループを作成します^{注 2-2-1}。グループとしてまとめられ ている一連のレイヤーは同じ幾何補正が適用されるようになります。同一のシーンのレイヤーをグ ループとしてまとめておくことで、一括して処理することができます。

画像グループの作成は、レイヤーマネージャのメニューから[画像]-[画像とグループの作成]-[グループの作成/修正]^{注2-2-2}を選択します。

😔 GRASS GIS レイヤーマネージャー		D X	
ファイル 設定 ラスター ベクトル	画像 ボリューム データベース ヘ	ルプ	
Display 1	画像とグループの作成 画像カラーの管理 画像またはラスターを補正する オルソフォト補正 (Xterm必要)	•	グループの作成/修正 対象グループ モザイク画像
IMG-03-ALAV2A129822820-0 [画像]-[画像とグル	ブロービーシャーブニング 画像分類 画像フィルター 一プの作成]-[グループの作 を選択	, 成/修正	
画面のマップレイヤー コマンド出力 Cmd >	タッセルドキャップ植生指数 画像変換 大気補正 レポートと統計	•	
i.group 画像ファイルのグループとサブグ	レープの作成、編集、一覧	_	

図 2 - 2 - 2. i.group コマンドの選択

選択すると図2-2-3のようなダイアログが表示されます。"必須"タブでは作成するグループの 名称を入力します。

注2-2-1.幾何補正ツールの起動時に作成することもできる。

注2-2-2.GRASS コマンド i.group と同値。

	-	_ O X
ジループと画像ファイルサブグループの作成、編集、フ	ரு ப	
必須 出力 オブション コマンド出力	7117N	4 Þ ×
画像グルージ名: 2006010		(group, string) ▼
グループ名を.	λカ	
l≩		
閉じる(C) (停止(S) 実行(R)	_ピー(C)	ヘルプ(H)
i.group group=2006010		

図 2 - 2 - 3. i.group 必須タブ

続いてオプションタブを開きます。オプションタブではグループに含めるラスタレイヤーとサブグ ループが必要な場合はサブグループ名を入力します。ここではサブグループは作成せずにレイヤーの 登録だけを行います。

☆ i.group [画像]	
ジループと画像ファイルサブグループの作成、編集、入力	
必須 出力 オプション コマンド出力 マニュアル	4 Þ ×
□ 特定のグループから選択されたファイルを削除	
	ていく pup, string)
「複数」 グループに含むラスターマップ名: L71107035_03520100426_B10@ETM+_2	(input, string)
⊡-Mapset: ETM+_2	
bin_img@ETM+_2	
bin_med@ETM+_2	
chiba_admarea@ETM+_2	
L71107035_03520100426_B10@ETM+_2	
L71107035_03520100426_B20@ETM++2	
L71107035_03520100426_B40@ETM+_2	
i	
L71107035_03520100426_B61@ETM+_2	

図 2 - 2 - 4. i.group オプションタブ

設定が完了したら「実行」ボタンを押します。

☆ i.group [画像]		_ _ X
ジループと画像ファイルサブグループの作成、編集	、入力	
必須 出力 オプション コマンド出力	אקבבד ו	4 Þ x
(Thu Jun 10 18:12:29 2010) i.group group=200610 input=IMG-0	1-ALAV2A03880)2790-01B2R U v
グループにラスターマップ <img-01-alav220 グループにラスターマップ <img-02-alav220 グループにラスターマップ <img-03-alav220 グループにラスターマップ <img-04-alav220 1.group 完了. (Thu Jun 10 18:12:29 2010) コマンド</img-04-alav220 </img-03-alav220 </img-02-alav220 </img-01-alav220 	38802790-01B 38802790-01B 38802790-01B 38802790-01B 38802790-01B 終了 (0 sec)	2R_U_utm@miyag 2R_U_utm@miyag 2R_U_utm@miyag 2R_U_utm@miyag
<		۲
	保存	(5)
閉じる(C) (存止(S) 実行(R)	C)	(H)
i.group group=200610 input=IMG-01-ALAV2	A038802790-01B	2R_U_utm@miy

図 2 - 2 - 5. i.group 実行結果

グループの作成が完了したら、幾何補正ツールを起動します。幾何補正ツールはレイヤーマネージャのメニューから[ファイル]-[幾何補正処理]を選択します。

⊗ GRASS GIS レイヤーマネージャー	
ファイル 設定 ラスター ベクトル 画像	象 ボリューム データベース ヘルプ
ワークスペース	• 🖪 🖽 🖪 🔳
ラスターマップのインポート	•
ベクトルマップのインポート	•
3Dグリッドのインポート	*
データベーステーブルのインポート	*
ラスターマップのエクスポート	•
ベクトルマップのエクスポート	•
3Dグリッドのエクスポート	•
データベーステーブルのエクフォート	
マップの管理 [ファイル]-[幾	何補正処理]
マップタイプの変換	
幾何補正処理	
NVIZ(Tcl/Tkでの処理)	
座標の角度/距離	

図2-2-6. 幾何補正ツールの選択

起動すると、図2-2-7のようなダイアログが表示されます。まず、"幾何補正するマップタイプ "では"ラスター"にチェックを入れ、幾何補正を行うレイヤーがインポートされているロケーションと マップセットを選択します。設定が完了したら「次へ」を押します。

マッコ	りタイプとロケ ーション/マッ	プセットの選択	
- <u>幾何補正するマップタイ</u> プ -	マップタイプを選	択	
元のロケーションの選択: UTI	M54N		
元のマップセットの選択: miy	agi	•]
ロケーション・	マップセットを選択		
ロケーション・	マップセットを選択		

図2-2-7. 幾何補正のセットアップ(1)

続いて図2-2-8のようなダイアログが表示されます。"グループ選択"には先ほど作成したグ ループを指定します。グループを作成していない場合は「グループを作成/編集」ボタンでグループ を作成することができます。"マップ出力の拡張子"とは、変換後のレイヤー名の後に付加される文字列 です。全ての設定が完了したら「次へ」ボタンを押します。

510 ープを作成/編集 rect3676			
ープを作成/編集 ect3676			
ect3676			
変換後のレ	イヤーサフ	ィックスを打	指定
	変換後のレ	変換後のレイヤーサフ < 尾3(B)	変換後のレイヤーサフィックスを < 尾5(B) はか(N) >

図2-2-8. 幾何補正のセットアップ(2)

最後に参照点の取得時に表示するレイヤーを選択します。任意のレイヤーを選択できますが、グ ループ内のレイヤーを選択するのが妥当です。選択が完了したら、「終了」ボタンを押します。

幾何補正のセットアップ			X
画像/マップを表注	示するための 測量基準点(GCP)作成方法の選択	ł
画像/マップ 表示選択:	G-02-ALAV2A038802790-01B2	R_U_utm@miyagi	•
	表示レイヤーを指	定	
		晃る(B) 終了(F) キャ	ァンセル(C)

図2-2-9. 幾何補正のセットアップ(3)

「終了」ボタンを押すと、図2-2-10のように新しいマップディスプレイと参照点管理ダイア ログが表示されます。マップディスプレイには先ほど選択したレイヤーが表示されます。



図2-2-10.新マップディスプレイと参照点管理ダイアログ

新しいマップディスプレイのツールボタンは通常とやや異なっています。GCPの取得を行うときは「GCPのセット」ボタンを押してからマップ上をクリックします。



図2-2-11. GCPのセットボタン

参照先のレイヤーが表示されているマップディスプレイはツールボタンからポインタを選択してお きます。

初期状態では、"ラスターの多項式変換方法の選択"では"第1選択"となっています。これは変換に 用いる式の次数を表しています。この場合、下の基準点リストには未観測の基準点(各座標値が0.0と なっている)が3点ある状態になっています。

必要な点数は変換に用いる計算式によって異なります。GRASSでは計算式の次数として1次~3次 式までを選択することができます。1次式はアフィン変換による線形変換で、以下の式によって表さ れます。

$$\begin{cases} x' = a_1 x + a_2 y + a_3 \\ y' = b_1 x + b_2 y + b_3 \end{cases} \quad \cdots \quad \text{ ft } 1$$

2次式は以下の式によって変換されます。

$$\begin{cases} x' = a_1 + a_2 x + a_3 y + a_4 x^2 + a_5 y^2 + a_6 xy \\ y' = b_1 + b_2 x + b_3 y + b_4 x^2 + b_5 y^2 + b_6 xy \end{cases} \quad \cdots \quad \exists 2$$

3次式は以下の式によって変換されます。

$$\begin{cases} x' = a_1 + a_2 x + a_3 y + a_4 x^2 + a_5 xy + a_6 y^2 + a_7 x^3 + a_8 x^2 y + a_9 xy^2 + a_{10} y^3 \\ y' = b_1 + b_2 x + b_3 y + b_4 x^2 + b_5 xy + b_6 y^2 + b_7 x^3 + b_8 x^2 y + b_9 xy^2 + b_{10} y^3 \end{cases} \quad \cdots \quad \exists 3$$

各次数の計算式における係数は1次式は6、2次式は12、3次式は20です。参照点を取得する ことでこれらの係数を求めるので、それぞれ6、12、20個の未知変量を求める必要があります。 参照点1組につき2つの方程式ができるので、最小限必要な点数はそれぞれ3点、6点、10点とな り、それ以上の点数を観測した場合は最小二乗法によって係数を求めます。参照点が間違っている可 能性を考慮すると、参照点は必要数よりも若干多めに取得しておいたほうが安全です。参照点を追加 するには管理ダイアログのツールボタンから「新規 GCP の追加」ボタンを押します。

ラスターの後項式	11日日 変換方法の選択	<mark>х 📰 🕸</mark>	С			
第1選択 🔪	彩	GCPの追加	11ボタンを押	FT		
対象ロケーション GCP(地上基準点	内の計算領域	をクリップ		· · ·		
対象ロケーション GCP(地上基準点 使用 X 座標	 「お」が、 内の計算領域? う Y座標 	E 座標	N 座標		下位のエラー	
対象ロケーション GCP(地上基準点 使用 X座標 0.0	 「お」が、 内の計算領域? (1) (1	をクリップ E 座標 0.0	N座標 0.0	上位のエラー	下位のエラー	^
対象ロケーション GCP(地上基準点 使用 X座標 0.0 0.0	 ハルカン ハル計算領域? ハル・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	をクリップ E 座標 0.0 0.0	N座標 0.0 0.0	上位のエラー	下位のエラー	A

図2-2-12. GCPの追加ボタン

基準点を観測するには管理ダイアログから未観測の基準点の行を選択し、両方のマップディスプレ イ上で、図2-2-13のように参照元、参照先の同一地点をそれぞれクリックします。



図2-2-13.参照点の観測

観測すると、図2-2-14のように点が記録されます。

- 5		a still				
- 5)						
1	フターの多項式変換コ					
G						
	弗口選択 1 弗乙選	机 第3連択				
Πż	対象ロケーション内の計	十笪領域をクリップ				
- G	CP(地上基準点) —					
19	使用 X座標	Y 座標	E 座標	N 座標	上位のエラー	下位のエラー
-	513649.943807	4288479.54512	513370.546378	4288512.60294		
-	495672.001991	4287980.24513	495369.952659	4288044.76149		
1	496120.880335	4303516.65166	495741.487084	4303595.81212		
1	471551.268574	4293824.09565	471046.430857	4293941.81956		
1	511134.350914	4276680.95282	510904.683208	4276718.3065		
	0.0	0.0	0.0	0.0		
•			m			•
-						

図2-2-14.参照点が記録されたところ

参照点を追加するときは、リストの未観測の行を選択してから観測を開始します。そのまま観測す ると、以前に観測した点を上書きしてしまいます。

同様の作業を必要な点数分追加していきます。参照点を追加するには、管理ダイアログのツールボ タンから「新規 GCP の追加」ボタンを押します。

基準点数を必要数よりも多く観測し、最小二乗法によって係数を求めた場合、各参照点は変換後残差の分だけずれた位置に変換されるようになります。残差が大きい場合は参照点が間違っている可能性があるので、再度観測を行う必要があります。残差を計算するには、管理ダイアログのツールボタンから「RMS 再解析エラー」ボタンを押します。

Sefine/manage ground control points
ラスターの多項式変換方法の選択 RMS再解析エラー
「RMS再解析エラー」

図2-2-15. RMS 再解析エラーボタン

ボタンを押すと、図のように各点の右側に残差の計算結果が表示されます。"上位のエラー"とは順 変換時の残差、"下位のエラー"とは逆変換時の残差を表しています。

5スターの多項式変換方 第1選択 C 第2選	・ ・ ・ ・	\$ \$			
ラスターの多項式変換方 ・第1選択 (第2選	5法の選択				
・第1選択 〇 第2選打					
	1八、 第53選択				
- 対象Uケーション内の計 GCP(地上基準占)	「具視域をクリップ				
使用 X座標	Y 座標	E 座標	N 座標	上位のエラー	下位のエラー
✓ 513649.943807	4288479.54512	513370.546378	4288512.60294	27.535088	27.455555
· 495672.001991	4287980.24513	495369.952659	4288044.76149	40.836036	40.620484
496120.880335	4303516.65166	495741.487084	4303595.81212	8.575842	8.519937
· 471551.268574	4293824.09565	471046.430857	4293941.81956	20.719652	20.535641
- 511134.350914	4276680.95282	510904.683208	4276718.3065	3.736670	3.734488
0.0	0.0	0.0	0.0		

図2-2-16. 残差計算結果

残差を確認し、変換を実行するには「幾何補正処理」^{注 2-2-3}ボタンを押します。



図2-2-17. 幾何補正の実行

幾何補正処理の実行はやや時間がかかります。処理が完了すると図2-2-18のようなダイアロ グが表示されます。



図2-2-18. 幾何補正完了通知ダイアログ

続いて図2-2-19のような警告のダイアログが表示されます。これはベクタデータの属性テーブルに関するもので、ここでは関係ありません。

注2-2-3.GRASS コマンド i.rectify と同値



図2-2-19. ベクタデータに関する警告

幾何補正結果を確認し、位置が合っていることを確認してみましょう。ズレが依然として大きい場 合は、参照点を追加したり、既に観測した点を削除するなどして編集する必要があります。



図2-2-20. 幾何補正後

3. 都内緑地の抽出

都市部における環境評価や景観分析、防災計画の策定などの目的で、都市緑地の分布状況の調査が 実施されることがよくありますが、緑地調査に航空写真や衛星画像を用いることによって、広域の緑 地分布の概況を効率的に把握することができます。また、過去の航空写真や衛星画像と比較すること で、緑地の変遷を調べることも可能です。このようなことから、緑地抽出は航空写真や衛星画像が用 いられることが多い分野であるといえます。

都市部の緑地を抽出するには、画像分類による方法と、植生指数を用いて抽出する方法が考えられます。本章では、植生指数を用いて衛星画像から緑地を抽出する手法について説明します。

3-2-1. NDVI

NDVI(正規化植生指数)は、クロロフィルが赤色の波長帯(0.64~0.67)を強く吸収し、葉の細胞 構造によって近赤外域の波長帯を強く反射することを利用した植生指数です。NDVIは以下の式で算出 されます。

$$NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED} \quad \cdot \cdot \cdot \quad \exists 3 - 2 - 1 - 1$$

NDVIの値は-1~1の値をとります。正規化することによって観測スペクトルの絶対強度の差異を無 視することができるので、異なるシーンとの比較を行うことができるようになります。また、NDVIは 無単位の比の値なので、地形効果や大気散乱効果などが各バンドで全て同じであれば、理論的にはそ れらの値を除去することができます。

LANDSAT ETM+センサにおける NDVI は以下の式によって算出されます。

$$NDVI_{ETM \square} = \frac{band4 - band3}{band4 + band3} \quad \cdots \quad \exists 3 - 2 - 1 - 2$$

GRASS を用いて NDVI の算出を行うには Map Calculator^{注3-2-1-1}というツールを使用します。ここでは あらかじめ下準備として、基盤地図情報(縮尺レベル 25,000)の行政界ポリゴンからマスクを作成し、 その後で NDVI を算出する例を示します。なお、座標系は UTM54N に設定しています。

MapCalculator を起動するには、レイヤーマネージャのメニューから[ラスター]-[マップカリキュレータ]を選択します。

注3-2-1-1.Map Calculator は GRASS コマンドの r.mapcalc の GUI フロントエンドにあたる

。 ファイル 設定 5	スター ペクトル 画像 ボ!	リューム データベース ヘルプ
(Mon Jun 07 0 v.db.renameco C:/Program Fi 136: v.db.add	ラスターマップの作成 カラー調整 ラスターマップの検索 バッファリング	<pre>imn=x_L, ahoka enamecol: line</pre>
ERROR: Cannot (Mon Jun 07 0	近傍のポイント マスク マップカリキュレータ 近傍性分析	
	ラスターマップの重ね合せ 太陽照度と影 地形解析 マイーズにの恋形	Save
画面のマッブレイヤー Cmd > マ・db・re ラスターマップのた	水文モデリング 地下水 モデリング 景観構造モデリング	•
	גבן	メニューを選択

図3-2-1-1. マップカリキュレータの選択

マップカリキュレータを起動すると以下のようなダイアログが表示されます。

	Mapcalc	operators		Name of new map	to create
+	-	&	П		
*	/		1	Insert existing	map
>	>=	<mark>&</mark> &			
<	<=	<<	>>	Insert mapcalc f	unction
	!=	>>>	1		
%	^	?:	~	()	Clear

図3-2-1-2. マップカリキュレータ

マップカリキュレータでは簡単な四則演算から、論理演算、ビット演算、さらには関数演算や場合 分けなど、非常に高度な演算を行うことができます。マップカリキュレータを用いて NDVI を算出す るには以下のようにします。

① "Name of new map to create"の欄に出力ファイル名を入力。

② "Insert mapcalc function"のドロップダウンリストから「float」を選択。float()関数はカッコ内の データもしくは計算結果を浮動小数に変換する関数です。本章で使用している ETM+画像のよ うに 8bit の画像ではピクセルは符号なし整数として格納されていますが、整数値のまま計算を 行うと演算結果も整数値になります。NDVI は上記の式のとおり除算が含まれており、-1~1の 値をとるので、分子と分母をそれぞれ浮動小数に変換しておく必要があります。

	Mapcalc	operators		Name of new map to create
+	-	&		NDVI
*	1		1	Insert existing map
>	>=	8.8.		
<	<=	<<	>>	Insert mapcalc function
	!=	>>>	!	float(x) abs(x)
%	^	?:	~	acos(x) asin(x) atan(x) atan(x,y) cos(x) double(x)
		Run	Close	eval([x,y,,]z) exp(x) float(x) graph(x,x1,y1[x2,y2])

図3-2-1-3. 関数の選択

③ 画面下の入力欄に"float(x)"と表示されます。括弧内の"x"の文字を削除してカーソルをカッコ内 に置き、"Insert existing map"のドロップダウンリストからバンド4のラスタデータを選択する (レイヤー名や@以降のマップセット名に"+"等の文字があると演算子と重複してしまうので、 名称を変更するか、マップセット名を削除しておきます。もしくは、ダブルクォーテーション でレイヤー名を囲みます)。

	Mapcalc	operators		Name of new map to create
+	-	&		NDVI
*	1		1	Insert existing map
>	>=	8.8		
<	<=	<<	>>	□- Mapset: ETM+_2 □- chiba_admarea@ETM+_2
=	!=	>>>	!	L71107035_03520100426_B10@ETM+_2
%	^	?:	~	L71107035_03520100426_B20@ETM+_2 L71107035_03520100426_B30@ETM+_2
_				L71107035_03520100426_B40@ETM+_2
<u> </u>	ロ内にカ-	ーソルを置く	<	L71107035_03520100426_B61@ETM+_2
		Run	Close	L72107035_03520100426_B70@ETM+_2

図3-2-1-4. レイヤーの選択

③で追加したレイヤー名の後に"-"演算子を追加し、さらにその後にバンド3のレイヤーを追加します。

	Mapcalc	operators		Name of new map to create
+	-	&		NDVI
*	/		1	Insert existing map
>	>=	8.8.	Ш	'1107035_03520100426_B30@ETM+_2
<	<=	<<	>>	Insert mapcalc function
	!=	>>>	!	float(x)
%	^	?:	~	() Clear
at(L71107	035_0352010	0426_B40 - L71	107035_035	520100426_B30)

図3-2-1-5. NDVI 式の分子部分を入力した状態

⑤ 同様の要領で演算子とレイヤーを追加し、NDVIの式を完成させる。

	Mapcalc	operators		Name of new map to create
+	-	&	II	NDVI
*	/		I	Insert existing map
>	>=	<mark>8</mark> .8.		'1107035_03520100426_B30@ETM+_2
<	<=	<<	>>	Insert mapcalc function
==	!=	>>>	1	float(x)
%	^	?:	~	() Clear
at(L71107 1107035_0	7035_0352010 3520100426_	0426_B40 - L71 B40 + L711070	107035_035 35_03520100	20100426_B30) / float(0426_B30)

図3-2-1-6. NDVI 式を完成させた状態

⑥ 「Run」ボタンを押し、演算を実行する。

r.mapcalcはリージョンとマスクの設定を反映します。計算が完了したら図3-2-1-7のような ダイアログが表示されます。



図 3 - 2 - 1 - 7. r.mapcalc 計算完了ダイアログ

作成された NDVI 画像を確認してみましょう。r.colors コマンドで出力ラスタレイヤーに"ndvi"カ ラーテーブルを割り当て、カラーバーとともに表示した結果が図 3-2-1-8 です。



図3-2-1-8. NDVI計算結果

3-2-2. GVI

GVIは、タッセルドキャップ変換という重回帰分析で経験的に得られたモデル式によって算出され る値のうち、グリーンネスに相当する値です。

タッセルドキャップ変換はLANSAT ETM+の場合はバンド1, 2, 3, 4, 5, 7の値に対して決 まった係数をかけて算出するもので、グリーンネスのほかにブライトネス、ウェットネス、ヘイズの 値が算出されます。主成分分析に似ていますが、主成分分析における各成分の意味は明確ではないの に対して、タッセルドキャップ変換によって算出される値は明確に意味づけがされたものです。また、 主成分分析とは異なり、各成分は互いに直交するとは限りません。

GRASS には LANDSAT データに対するタッセルドキャップ変換を行うコマンド i.tasscap が用意され ています。GRASS コマンド i.tasscap における、LANDSAT ETM+に対するタッセルドキャップ変換式は 以下のとおりです。

 $Tass = C_1 * band1 + C_2 * band2 + C_3 * band3 + C_4 * band4 + C_5 * band5 + C_7 * band7$

指数\ 係数	C_1	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₇
Greenness	-0.3344	-0.3544	-0.4556	0.6966	-0.0242	-0.2630
Brightness	0.3561	0.3972	0.3904	0.6966	0.2286	0.1596
Wetness	0.2626	0.2141	0.0926	0.0656	-0.7629	-0.5388
Haze	0.0805	-0.0498	0.1950	-0.1327	0.5752	-0.7775

GRASS コマンド i.tasscap を実行するには、レイヤーマネージャのメニューから[画像]-[タッセルド キャップ植生指数]を選択します。

GRASS GIS レイヤーマネージャー	
ファイル 設定 ラスター ベクトル II	■像 オリューム データベース ヘルプ 画像とグループの作成 画像カラーの管理 画像またはラスターを補正する オルソフォト補正 (Xterm必要)
	ブロービーシャーブニング 画像分類 → 画像フィルター → ヒストグラム スペクトル応答
画面のマップレイヤー コマンド出力 Cmd >	タッセルドキャップ植生指数 画像変換 大気補正 レポートと統計
(Inta Signature) I.tasscap ランドサットデータのためのタッ [画像]-[タッセルドキャップ を選択	セルドキャップ (Kauth-Thomas) 変換 植生指数]

図 3 - 2 - 2 - 1. i.tasscap コマンドの選択

選択すると図3-2-2-2のようなダイアログが表示されます。"必須"タブには図のように、各 バンドに対応したレイヤーを指定し、出力レイヤー名のプレフィックスを入力します。出力レイヤー 名は prefix.1、prefix.2...という連番が付与されます。

▲ 必須 オブション コマンド出力 マニュアル	4 4 4
ラスター入力マップ (LANDSAT チャンネル 1):	(hand1, string
L71107035_03520100426_B10@ETM+_2	-
′ ラスター入力マップ(LANDSAT チャンネル 2):	(band2, string
L71107035_03520100426_B20@ETM+_2	-
′ ラフター入力マップ(LANDSAT チャンネル 3)・	(hand3 string
L71107035_03520100426_B30@ETM+_2	(balldo) schirg
' = フカース カマップ (LANDSAT エレンクル イン) 各/	バンドに対応した
L71107035_03520100426_B40@ETM+_2	ノイヤーを指定
	(hand E string
L71107035 03520100426 B50@ETM+ 2	(bando, scrin <u>c</u>
フスター人刀マッフ (LANDSAT チャンネル 7): 172107025 03520100426 R70のETM+ 2	(band/, string
[1/210/035_03520100420_B/0@E/M4_2	
ラスターアウトプットTCマッププリフィックス:	(outprefix, string
tass	•
開じる(C) (存止(S) 実行(R) コ	ピー(C)(H)

図 3 - 2 - 2 - 2. i.tasscap 必須タブ

"オプション"タブでは入力したデータに該当するセンサにチェックを入れます。ETM+センサの場合は"LANDSAT-7の変換ルールを使用"にチェックを入れます。

LANDSAT-TM データ	@Tasseled Cap	(Kauth Thor	mas)変換	
・ 必須 オプション	コマンド出力	マニュアル		4 Þ ×
□ LANDSAT-4 の変換ル	ールの使用			
LANDSAT-5 の変換ル・ ✓ LANDSAT-7 の変換ル・	ールの使用 ールの使用			
□ 既存のファイルに上書きる	13 6			
□ 詳細モジュール出力	"LAND	SAT-7の3	を換ルーノ	レを使用"
- モジュールを出力		にチェッ	クを入れる	5
閉じる(C)	E(S)	Ē行(R)	コピー(C)	^Jŀ⊅(H)

図3-2-2-3. i.tasscap オプションタブ

以上の入力が完了したら「実行」ボタンを押します。"コマンド出力"タブに図のように変換結果が 表示されれば変換成功です。

必須 オブション コマンド出力	マニュアル <	⊳ ×
(Mon Jun 07 22:57:55 2010)		
i.tasscap -7 band1=L7110703	5_03520100426_B10 band2=L711	1070
LANDSAT-7		
Calculating first TC compon	ent tass.1 (Brightness)	
Calculating Second IC compo	ent tass 2 (Wetness)	
Calculating fourth TC compo	nent tass.4. (Haze)	
ラスターマップ <tass.1> のカラーティ</tass.1>	ーブルが 'grev' に設定されました	
ラスターマップ <tass.2> の力ラーテー</tass.2>	ーブルが 'grey' に設定されました	
ラスターマップ <tass.2> の力ラーテー ラスターマップ <tass.3> の力ラーテー</tass.3></tass.2>	ーブルが 'grey' に設定されました ーブルが 'grey' に設定されました	
ラスターマップ <tass.2> の力ラーテ・ ラスターマップ <tass.3> の力ラーテ・ ラスターマップ <tass.4> の力ラーテ・</tass.4></tass.3></tass.2>	ーブルが 'grey' に設定されました ーブルが 'grey' に設定されました ーブルが 'grey' に設定されました	
ラスターマップ <tass.2> の力ラーテ・ ラスターマップ <tass.3> の力ラーテ・ ラスターマップ <tass.4> の力ラーテ・ Fasseled Cap components cal</tass.4></tass.3></tass.2>	ーブルが 'grey' に設定されました ーブルが 'grey' に設定されました ーブルが 'grey' に設定されました culated.	
ラスターマップ <tass.2> の力ラーテ・ ラスターマップ <tass.3> のカラーテ・ ラスターマップ <tass.4> の力ラーテ・ 「asseled Cap components cal (Mon Jun 07 22:58:03 2010)</tass.4></tass.3></tass.2>	ーブルが 'grey' に設定されました ーブルが 'grey' に設定されました ーブルが 'grey' に設定されました culated. コマンド終了 (8 sec)	
カスターマップ <tass.2> の力ラーティ ラスターマップ <tass.3> の力ラーティ ラスターマップ <tass.4> の力ラーティ 「Asseled Cap components cal (Mon Jun 07 22:58:03 2010)</tass.4></tass.3></tass.2>	ーブルが 'grey' に設定されました ーブルが 'grey' に設定されました ーブルが 'grey' に設定されました .culated. コマンド終了 (8 sec)	
カスターマップ <tass.2> の力ラーテー ラスターマップ <tass.3> の力ラーテー ラスターマップ <tass.4> の力ラーテー Casseled Cap components cal (Mon Jun 07 22:58:03 2010)</tass.4></tass.3></tass.2>	ーブルが 'grey' に設定されました ーブルが 'grey' に設定されました ーブルが 'grey' に設定されました .culated. コマンド終了 (8 sec)	
カスターマップ <tass.2> の力ラーテ・ ラスターマップ <tass.3> の力ラーテ・ ラスターマップ <tass.4> の力ラーテ・ 「Asseled Cap components cal (Mon Jun 07 22:58:03 2010)</tass.4></tass.3></tass.2>	ーブルが 'grey' に設定されました ーブルが 'grey' に設定されました ーブルが 'grey' に設定されました .culated. コマンド終了 (8 sec)	
うスターマップ <tass.2> の力ラーテ・ うスターマップ <tass.3> の力ラーテ・ うスターマップ <tass.4> の力ラーテ・ うスターマップ <tass.4> の力ラーテ・ 「asseled Cap components cal (Mon Jun 07 22:58:03 2010) <</tass.4></tass.4></tass.3></tass.2>	-ブルが 'grey' に設定されました -ブルが 'grey' に設定されました -ブルが 'grey' に設定されました .culated. コマンド終了 (8 sec) 保存(5)	
ラスターマップ <tass.2> の力ラーテ・ ラスターマップ <tass.3> の力ラーテ・ ラスターマップ <tass.3> の力ラーテ・ ラスターマップ <tass.4> の力ラーテ・ Fasseled Cap components cal (Mon Jun 07 22:58:03 2010) < クリア(C)</tass.4></tass.3></tass.3></tass.2>	ーブルが ・grey・ に設定されました ーブルが ・grey・ に設定されました ーブルが ・grey・ に設定されました culated. コマンド終了 (8 sec)	
ラスターマップ <tass.2> の力ラーテ・ ラスターマップ <tass.3> の力ラーテ・ ラスターマップ <tass.4> の力ラーテ・ 「asseled Cap components cal (Mon Jun 07 22:58:03 2010) < Ⅲ</tass.4></tass.3></tass.2>	ーブルが 'grey' に設定されました ーブルが 'grey' に設定されました ーブルが 'grey' に設定されました culated. コマンド終了 (8 sec) 	
Dスターマップ <tass.2> のカラーテ・ Dスターマップ <tass.3> のカラーテ・ Dスターマップ <tass.4> のカラーテ・ Dスターマップ <tass.4> のカラーデ・ Casseled Cap components cal (Mon Jun 07 22:58:03 2010) < □□ クリア(C)</tass.4></tass.4></tass.3></tass.2>	-ブルが 'grey' (に設定されました -ブルが 'grey' (に設定されました -ブルが 'grey' (に設定されました culated. コマンド終了 (8 sec) 	
5スターマップ <tass.2> のカラーテー 5スターマップ <tass.3> のカラーテー 5スターマップ <tass.4> のカラーテー Casseled Cap components cal (Mon Jun 07 22:58:03 2010) < タリア(C) 閉じる(C) (使止(S)</tass.4></tass.3></tass.2>	-ブルが ・grey・に設定されました -ブルが ・grey・に設定されました -ブルが ・grey・に設定されました culated. コマンド終了 (8 sec) 	н)

図3-2-2-4. i.tasscap 実行結果

変換結果を確認してみましょう。GVI レイヤーは".2"とサフィックスが付与されたレイヤーです。図 3-2-2-5はGVI レイヤーに凡例をつけて表示したものです。



図3-2-2-5. GVI計算結果

3-3. 領域の決定

植生指数算出の目的は、これら指数と相関が高い植物の資源量や植物の活性を間接的に推定することと、土地被覆としての植生の領域を決定することが挙げられます。本章では、算出された植生指数から植生域を決定する手法を説明します。

領域の決定の手順は、①植生指数画像を閾値により2値化、②(必要であれば)ノイズの除去、③ ラスタ→ベクトル変換という流れで行います。

2値化とはグレースケール画像に対して、ある閾値以上を1、閾値未満を0に変換することによって画像を2種類の領域に分割することです。理想的には、図3-3-1のようなヒストグラムがあった場合、図の黄色の矢印のようなヒストグラムの谷の部分を閾値とするのがよいとされていますが、 ヒストグラムによっては谷が明確に現れない場合もあります。



図3-3-1. ヒストグラムの例

ここでは、ヒストグラムを目視して閾値を決定^{注 3-3-1.}したとして、その値による2値化から説明しま す。

ヒストグラムを表示するには、レイヤーマネージャのメニューから[画像]-[ヒストグラム]を選択するか、レイヤーツリーに対象とするラスタレイヤーが追加されている状態で「レイヤー設定」ボタンを押し、ポップアップメニューから[ヒストグラム]を選択します。

注3-3-1.閾値の決定方法はp-タイル法、モード法、判別分析法などの手法があります。
⊗ GRASS GIS レイヤーマネージャー		X
ファイル 設定 ラスター ベクトル	画像 ボリューム データベース ヘル	プ
Display 1 ✓ Andvi_kashiwa@ETM+_2 (opad	画像とグループの作成 画像カラーの管理 画像またはラスターを補正する オルソフォト補正(Xterm必要)	*
	ブロービーシャープニング 画像分類 画像フィルター	•
画面のマップレイヤー コマンド出力	ヒストクラム スペクトル応答 タッセルドキャップ植生指数 画像変換 大気補正	•
Cmd >	レポートと統計	•
画像のヒストグラムを作成 [画像]-[ヒ を	ニストグラム] 選択	

図3-3-2. メニューから d.histogram コマンドの選択

ファイル 設定 ラスター ベクトル 画像 ポリ	リューム データベース ヘルプ
	1. 🖪 🔲
Display 1	A D X
■面のマップレイヤー コマンド出力 Cmd >	 削除 名前変更 不透明度レベルの変更 プロパティ 違択したマップのズーム マップから計算領域をセット 違択したマップのズーム(未違択は不可) 違択したマップから計算領域をセット(未違択は不可) カラーテーブルのセット ヒストグラム プロファイル メタデータ
[ヒス	トグラム]を選択

図3-3-3. 「レイヤー設定」ボタンから d.histgram コマンドの選択

レイヤーマネージャのメニュー選択すると図3-3-4のようなウィンドウが表示されます。ここで、ツールバーの一番左の「画像/ラスターファイルのヒストグラム作成」ボタンを押します^{注 3-3-2}。

注3-3-2.GRASS コマンド d.histogram と同値



図3-3-4. ヒストグラム表示ウィンドウ

ボタンを押すと図3-3-5のようなダイアログが表示されます。"必須"タブでは、ヒストグラム を作成するラスタレイヤーを指定します。

💩 d.histogram [表示]	
☆ ユーザー指定されたラスターマップのためパイまた	はバーグラフでヒストグラムを表示します
必須 オブション マニュアル	4 Þ ×
ヒストグラムが表示されるラスターマップ: ndvi_kashiwa@ETM+_2	(map, string
ヒストグラムを作成するう	ラスタレイヤーを指定
適用(A)適用(A)	OK ヘルプ(H)
d.histogram map=ndvi_kashiwa@ETM+_2	

図 3-3-5. d.histogram 必須タブ

"オプション"タブではヒストグラム表示に関する様々な設定を行うことができます^{注 3-3-3.}。 設定が完了したら、「OK」ボタンを押すと、ヒストグラムがウィンドウに表示されます。



図3-3-6. ヒストグラム表示

表示されたヒストグラムを参考に閾値を決定したら、2値化を行います。2値化はマップカリキュレータで行います(マップカリキュレータの起動については3-2-1章を参照)。マップカリキュレータの式を以下のように入力します。

if ("NDVI レイヤー名" > 閾値, 1, 0)

上式はNDVI レイヤーのピクセル値が閾値以上ならば1、未満であれば0を出力するという意味になります。上式のように条件が真なら1、偽なら0という場合は、後半の「1,0」は省略することができます。

注3-3-3.本チュートリアル執筆時点ではオプションタブの設定内容は反映されません。

+	-	&	11	bin ima
*	/		1	Insert existing map
>	>=	<mark>&</mark> &		ndvi_kashiwa@ETM+_2
<	<=	<<	>>	Insert mapcalc function
	!=	>>>	1	if(x,a,b)
%	^	?:	~	() Clear

図3-3-7. マップカリキュレータ画面

実行結果の例を図3-3-8に示します。赤い部分が2値化により植生と判別された部分です。



図3-3-8.2值化実行結果

図3-3-8の結果である程度領域が決定していますが、この状態では孤立した小領域が多く見られる場合があります。このような小領域が多いことが好ましくない場合はノイズとして除去する処理 を行う必要があります^{注 3-3-4}。小領域を除去するには、まず2値画像のラスタレイヤーに対して r.null コ マンドで値が"0"のピクセルを"データ無し"に設定します^{注 3-3-5}。設定後、レイヤーマネージャのメ

注3-3-4.もっとも、本例で使用した ETM+のようにピクセルの地上サイズがある程度大きい場合は小領域の除去は必ずしも妥当な結果をもたらすとはいえません。ノイズ除去処理はピクセルの地上サイズや、ある程度大きな領域だけを抽出したい場合に行うべきです。

注3-3-5.マップカリキュレータの if 式で"データ無し"を出力することもできます。

ニューから[ラスター]-[カテゴリー値・ラベルの変更]-[サイズで再分類]を選択します^{注 3-3-6.}。



図3-3-9. r.reclass.area コマンドの選択

選択すると図3-3-10のようなダイアログが表示されます。"必須"タブには入力ラスタレイ ヤーおよび出力ラスタレイヤーを指定します。

注3-3-6.GRASS コマンド r.reclass.area と同値

🗞 r.reclass.area [ラスター、統計値、集約]	_ _ ×
→ ラスターマップをユーザーが特定したエリアサイズより大きく、あるいは小さく	再分類する(ヘクタール)
必須 オプション コマンド出力 マニュアル	d Þ×
入力ラスターマップ名: bin_img@ETM+_2	(input, string)
出力ラスターマップ名:	(output, string)
reclass	_
入力・出力ラスタレイヤーをそれ	ぞれ指定
 閉じる(C) (停止(S) 実行(R) コピー(C) レイヤーツリーに作成したマップを追加 終了時にダイアログを閉じる 	/↓プ(H)
r.reclass.area input=bin_img@ETM+_2 output=reclass greater	=1 //

図 3 - 3 - 1 0. r.reclass.area 必須タブ

続いて"オプション"タブを開きます。今回の場合のように小領域を取り除きたい場合は、"大きい値のオプション>=エリアサイズ"の欄に除去対象となる領域の面積をヘクタール単位で入力します。本章で使用している ETM+画像の場合は地上解像度が 30m なので、1 ピクセルの面積は 0.09 ヘクタールです。逆に1 ヘクタールはおよそ 3x3 ピクセルよりやや大きい程度です。

🔅 r.reclass.area [ラスター、統計値、集約]	X
ション ラスターマップをユーザーが特定したエリアサイズより大きく、さ	あるいは小さく再分類するくヘクタール)
必須 オプション コマンド出力 マニュアル	4 Þ ×
□ 既存のファイルに上書きする □ 詳細モジュール出力 □ モジュールを出力	
小さい値のオプション <= エリアサイズ制限[ヘクタール]:	(lesser, float)
大きい値のオブション>= エリアサイズ [ヘクタール]:	(greater, float)
除去する対象面積をヘクターノ	レ単位で入力
閉じる(C) 停止(S) 実行(R)	コピー(C) ヘルプ(H)
r.reclass.area input=bin_img@ETM+_2 output=recl	lass greater=1

図 3 - 3 - 1 1. r.reclass.area オプションタブ

処理の前後で画像を比較して見ましょう。



図3-3-12. r.reclass.area 適用前後(左が適用前、右が適用後)

最後に領域をポリゴン化してみましょう。ラスタデータをベクタデータに変換するには、レイヤーマネージャのメニューから[ファイル]-[マップタイプの変換]-[ラスター→ベクトル]を選択します^{注 3-3-7.}。

ワークスペース	
ラスターマップのインポート	
ベクトルマップのインポート	•
3Dグリッドのインポート	•
データベーステーブルのインポート	•
ラスターマップのエクスポート	•
ベクトルマップのエクスポート	•
3Dグリッドのエクスポート	•
データベーステーブルのエクスポート	•
マップの管理	*
マップタイプの変換	▶ ラスター → ベクトル
幾何補正処理	ラスターシリーズ → ボリュール
NVIZ(Tcl/Tkでの処理)	ラスター2.5D → ホリューム
座槽の角度/距離	10100-020-

図3-3-13. r.to.vect コマンドの選択

選択すると図3-3-14のようなダイアログが表示されます。"必須"タブでは入力ラスタレイ ヤーと出力ベクタレイヤー名を指定し、"地物フィーチャ"にはベクトル化する要素の種別を指定します。 この例の場合は"area"を指定します。

注3-3-7.GRASS コマンド r.to.vect と同値。

ラスターマップをベクトルマップレイヤーに変換します。	
入力・出力レイヤー名を指定	A D X
入力するラスターマップ名:	(input, string)
bin_med@ETM+_2 ・ 出力するペクトルマップ名: ・ Veg_area ・	(output, string)
地物フィーチャ:	(feature, string)
出カベクタの要素種別を指定	
開じる(C) (存止(S) 実行(R) コピー(C)	へルプ(H)
r.to.vect input=bin_med@ETM+_2 output=veg_area feature=area	//

図 3 - 3 - 1 4. r.to.vect 必須タブ

オプションタブではベクトル化に対する様々なオプションがありますが、領域ポリゴンを作成する 場合に重要なオプションとしては"エリアフィーチャの平坦コーナー"があります。このオプションに チェックを入れない場合、作成されるポリゴンはピクセルの四角形の外周をトレースしたものになり ますが、チェックを入れることによって階段状に並んだピクセルは斜めにトレースするようになりま す。



図3-3-15. エリアフィーチャの平坦コーナーオプションの挙動(左がなし、右があり)

設定が完了したら「実行」ボタンを押します。



図3-3-16. ラスタ→ベクタ変換実行結果

抽出した結果が妥当なものであるかどうかは、植生図などとの比較でみることができます。抽出結果の評価については4-4-1章で詳しく説明します。

4. 土地利用の評価

衛星画像データの特徴の一つに、広域にわたる画像を一度に取得できるという広域性が挙げられま す。すなわち、衛星観測を用いることによって、ある時点での地表の現況を広域にわたって瞬時に取 得することができるといえます。この性質は土地利用の調査を行う際に最も威力を発揮します。

土地利用の調査とは、現在ある地点の土地がどのように利用されているかを調べることで、都市計 画や国土計画を立案する際の基本的な情報を与えるものです。また、地球温暖化対策や生物多様性保 全対策を行ううえでは、森林や農耕地の現況把握は特に重要になります。

このような調査においては、まず衛星画像を用いて土地被覆分類を行い、分類結果と現地調査やその他の資料とを統合的に扱うことで分析を進めていく手法が多く見られます。このように、近年では 衛星画像を用いた土地被覆分類は基本的な調査手法として定着しつつあります。

土地被覆分類とは、地上の対象物の分光反射特性や空間的配置をもとに、何らかの分類基準にのっ とって画像上のピクセルや領域を複数のクラスに分類していく作業のことです。土地被覆分類の手法 は、大きく分けて教師付き分類と教師なし分類に分けられます。また、ピクセルの値を基に分類を行 う場合と、近傍画素との関連をテクスチャ特徴量として定義し、分類に利用する場合もあります。い ずれにしても、まずオペレータが土地被覆をどのレベルまで分類するかを決定する必要があります。 分類クラスの決定は調査の目的によって当然異なり、また地域によって出現する可能性がほぼありえ ないクラス(例:熱帯地域における永久凍土など)もあります。参考として USGS の National Land Cover Dataset 1992 (http://landcover.usgs.gov/natllandcover.php)において用いられた分類クラスを表4-1に示します。

大項目		細目		
水域	11	水域	12	永久凍土、雪氷
	21	低密度居住地	22	高密度居住地
開発地		商業地域、工業地域、交通機関		
花成山	31	露岩、砂地、地面	32	採石所、露天掘鉱山、砂利採取場
元廃地	33	移行地域		
-*- +-L	41	落葉樹林	42	常緑樹林
森林		混交林		
潅木地	51	潅木地		
樹林性農作地	61	果樹園、ぶどう園、その他		
野生/半野生草本	71	草地		
	81	牧草地	82	列状に植栽された作物
農耕地	83	小麦	84	休閑地
	85	娯楽施設の草地		
湿地	91	樹林性湿地	92	抽水性草本湿地

表4-1. USGS 階層的分類クラス

実際には衛星データの空間分解能とスペクトル分解能の制約から、上記の表のように細かく土地被 覆を分類することはできません。分類クラスの決定は、衛星データの特性や対象地域の特性などを考 慮して適切に設定するべきです。 分類クラスが決定したら、実際に土地被覆分類を実行します。本章の以降の節では、具体的な分類 の手順および分類精度の評価手法について説明します。

4-1. 対象地域と使用データ概要

解析に使用するデータはTerra ASTER、3A01 プロダクトの画像データです。撮影時の諸元を表4-1-1、撮影範囲を図4-1-1に示します。

表4-1-1.使用データ諸元

グラニュール ID	諸元		
	撮影日	2008年1月6	
AST3A1 0801060139550912150497	シーン中心	北緯 34.691872 、東経 138.200608	



図4-1-1. 使用した ASTER シーンの撮影範囲

対象とする地域は、静岡県牧之原市とし、分類に用いるチャンネルは、VNIR 3 チャンネルと SWIR 6 チャンネルを選択しました。

4-2. 教師付き分類による土地利用区分

教師付き分類とは、オペレータが分類の基準となるデータを用意し、それに基づいて対象範囲のピ クセルや領域を分類していく手法です。最尤法による分類が最も多く用いられていますが、多次元レ ベルスライス法やデシジョンツリー法などのノンパラメトリック分類法や、広義にはニューラルネッ トワークやサポートベクターマシンなどの学習システムによる分類処理も含まれます。本チュートリ アルでは、最尤法および最大事後確率法による分類について説明します。

オペレータが用意する分類の基準となるデータのことをトレーニングデータと呼びます。衛星画像 分類においては、通常トレーニングデータは同一シーン内の領域を指定してそのピクセル値をトレー ニングデータとして用いることが多いので、特にこの領域のことをトレーニングエリアと呼びます。

教師付き分類では、現地の状況に精通したオペレータがトレーニングエリアを選定することによっ て、分類精度が高く安定した分類結果を得ることができるという利点がありますが、逆にオペレータ によって分類結果が異なってしまうということもいえます。すなわち、教師付き分類では良好なト レーニングエリアを選定することができるかどうかが、分類の良否を左右するといえるでしょう。

以降の節では、実際に教師付き分類を行う手順を説明します。

4-2-1. トレーニングエリアの選定

教師付き分類ではまずトレーニングエリアを選定する作業からはじめます。GRASSではトレーニン グエリアを選定するコマンド i.class がありますが、このコマンドは Windows 版 GRASS では使用できま せん。したがって、代替手法として v.digit コマンドを用いてトレーニングエリアを選定する方法^{注 4-2-1-1.} と、QGIS でデジタイズ後 GRASS にインポートする方法があります。いずれの場合でも、最終的には トレーニングエリアをラスタライズして使用します。ベクタレイヤーのラスタライズについては2-1章を参照してください。

・v.digit コマンドによるトレーニングエリアの選定

v.digit コマンドは、レイヤーマネージャのメニューから[ベクトル]-[ベクトルマップの作成]-[デジタ イズ]を選択します。

😵 GRASS GIS レイヤーマネージ	-7		
ファイル 設定 ラスター 🔨	クトル 画像 ボリューム データベー	-ス ヘル	7
	ベクトルマップの作成	•	新しいベクトルマップ
	カラー調整	•	デジタイズ (TclTkが必要)
Display 1	属性で検索		ベクトルマップ編集 (非対話型)
	座標で検索		トポロジーの作成/再ビルド
	バッファリ	を選択	オブジェクトタイブの変換
	バッファリー ライダー分析	· (达力	オブジェクトタイプの変換
	線形参照 近傍のフィーチャ	*	セントロイド追加
	ネットワーク解析		ポリラインの作成
	ベクトルマップの重ね合せ	*	線分の分割
画面のマップレイヤー コマンド。	属性の変更	÷	ポリラインの分割 平行線
Cmd > v.digit ベクトルマップの対話	現在の領域からエリアを作成		境界の融合
	REAL FORT		3Dベクトルまたはラスターの作成

図4-2-1-1. v.digit コマンドの選択

選択すると図4-2-1-2のようなダイアログが表示されます。"必須"タブでは描画対象のベク ターレイヤーを指定します。既存のベクターレイヤーを指定するか、新規作成するベクタレイヤー名 を入力します。以下では新規作成する場合について説明します。

注4-2-1-1. 描画をラスタデータとして保存する r.digit というコマンドもありますが、これも Windows 版 GRASS では使用できません。

◎ v.digit [ベクトル, 編集, デジタル化]	
√ インタラクティブにベクトルマップのデジタル化と編集を行う	
必須 オブション コマンド出力 マニュアル	4 Þ ×
入力するベクトルマップ名: training_area@makinohara	(map, string) ▼
描画するレイヤーを指定	ß
閉じる(C) (停止(S) 実行(R)	_」ピー(C)/レフ(H)
レ 終了時にタイアログを閉じる v.digit map=training_area@makinohara	

図4-2-1-2. v.digit 必須タブ

続いてオプションタブでは、デジタイズ画面に背景として表示するためのコマンドラインを指定し ます。新規作成をする場合は、"存在しない場合は、新規にファイルを作成"にチェックを入れます。

必須	דב עבעלל	/ド出力 マニュ:	PJV	4 0 3
□ 存在しな 詳細モジ	い場合は,新規にファイ ュール出力	^{1,1を作成} 新見	見作成の場合	はチェック
E モジュー/	を出力			
キャンバス背	景に使用される表示コマ	7ンド (';' によって分离	准):	(bgcmd, string
	* = = -	コマンドを指す	÷	
	育京衣示			
	育京衣示			

図4-2-1-3. v.digit オプションタブ

背景表示コマンドがわからない場合はレイヤーマネージャのプロパティ画面を開いてコマンドラインを調べてみましょう。

 ◇ GRASS GIS レイヤーマネージャー ファイル 設定 ラスター ベクトル 画像 ポリューム データベ Display 1 ■ PRDAT012_VNIR_03@maknohara (opacity: 100%) 関 現在表示されているレイヤーの プロパティを選択 画面のマップレイヤー コマンド出力 Cmd > 	-ス ヘルプ -ス ヘルプ 除 前変更 透明度レベルの変更 ロパオ 、 取したマップのスーム ップから計算領域をセット
✓ d.rgb [表示]	
ユーサー指定された3つのラスターマッフレイヤーを、赤、緑、香のオーハーレイとし	(動作中のクラフィックフレームに表示します。
42/3 オフション マニュアル <red>に対応させるラスターマップ:</red>	(red, string)
PRDAT012_VNIR_03@makinohara	
<green>に対応させるラスターマップ: PRDAT012 VNIR 02@makinohara</green>	(green, string)
<blue>に対応させるラスターマップ: PRDAT012_VNIR_01@makinohara</blue>	(blue, string)

図4-2-1-4.表示コマンドを調べる

設定が完了したら「実行」ボタンを押します。図4-2-1-5のように新規マップキャンバスと ツールボックスが表示されます。



図4-2-1-5. v.digit 起動画面

起動したら、まず新規に作成されたベクタレイヤーの属性テーブルを編集します。v.digit ツール ボックスの「Open settings」ボタンを押します。

Image: Weight of the second	 ・ (23) · (23)	e, right)
Left button	Middle button	Right button

図4-2-1-6. 「Open settings」ボタンの選択

ボタンを押すと各種設定を行うダイアログが表示されます。ここで"Table"タブを開くと図4-2-1-7のような画面が表示されます。ここで、"Add new column"ボタンを押します。

🦋 settings						x
Symbology	Settings	Table	Backgrour	nd		
cat	Ī	nteger		• 0	<u> </u>	2
	<u>г</u> ,	Add ne ボタン	ew colum ンを押す	nj		
Add new colun	nn Create	table				
						ок

図 4 - 2 - 1 - 7. Settings ダイアログの"Table"タブ

ボタンを押すと図4-2-1-8のように新しいフィールドが作成されるので、ここにフィールド 名を入力します。ここではトレーニングエリアクラス番号を記録したいので、"Class"という名前の整 数型のフィールドを作成します。フィールドの入力が完了したら「Create table」ボタンを押します。一 度「Create table」ボタンを押すと、以後はこの画面ではフィールドを編集することができなくなります。 再度フィールドの編集を行うには、v.db.addcol コマンド^{注 4-2-1-2}などで行う必要があります。

7% settings			- 🗆 🗙
Symbology Se	ttings Table Bac	ckground	
cat	integer	▼ 0	
class	integer	▼ 50	8
	6		
新名	しく作成されたフ 称とフィールドの	ィールドに D型を入力	
			-
完了したら	「Create table」オ	ドタンを押す	_
完了したら Add new colume	Create table J7	ドタンを押す	_

図4-2-1-8. フィールドを追加したところ

注4-2-1-2.レイヤーマネージャのメニューから[データベース]-[データベース接続]-[列追加]を選択。

設定ダイアログでは、頂点スナップの設定や、背景表示コマンドの変更などを行うことができます。 設定が完了したら、右下の「OK」ボタンを押して設定を保存します。

トレーニングエリアのデジタイズは以下の要領で行います。まず、「Digitize new boundary」ボタン を押します。



図 4 - 2 - 1 - 9. [Digitize new boundary] ボタン

選択後、図4-2-1-10のようにトレーニングエリアを囲みます。



図 4 - 2 - 1 - 1 0. Boundary のデジタイズ

右クリックでデジタイズを終了すると、図4-2-1-11のように属性の入力を要求するダイア ログが表示されます。しかし、領域要素の境界のデジタイズを行う場合は、この時点では属性を入力 する必要はありません。

Attributes	
New record was created.	
class :	
Assume data encoding as: ascii iso8859-1 iso8859-2	
submit reset	

図4-2-1-11. 属性入力ダイアログ

この時点では境界線が閉じていません。境界線を閉じて多角形にするにはツールボックスの「Move vertex」ボタンを押し、両方の端点をつなぐように一方の頂点を移動します。両端点が設定ダイアログのスナップ間隔よりも近づけば接続とみなされ、図形が閉じられます。





図4-2-1-12. Move vertex ツールで図形を閉じる

境界線が描画されましたが、まだこの時点では領域要素になっていません。トレーニングエリアは 領域要素で記録する必要があります。領域要素を作成するには、作成された境界要素内に重心要素を 追加する必要があります。

重心要素を追加するには、ツールボックスの「Digitize new centroid」ボタンを押し、境界要素内を クリックします。







図4-2-1-13. 重心要素の追加

重心要素を追加すると、前出の図4-2-1-11のダイアログが表示されます。領域要素の属性 は重心要素の属性が使用されるので、ここで分類クラス番号を入力します。

Attributes
New record was created.
class : 1
Assume data epcoding as: ①クラスの番号を入力
ascii iso8859-1 ✔Iso8859-2
submit reset
②「submit」ボタンを押す
I I I I I I I I I I I I I I I I I I I
Record successfully updated
③記録が成功したことを通知する メッセージが表示される

図4-2-1-14. 属性の入力

以上でトレーニングエリアが1つ作成されました。同様の要領で各クラスのトレーニングエリアを 作成していきます。トレーニングエリアの指定が完了したら、ベクタ→ラスタ変換を行います。これ については後述します。

デジタイズを終了するときは、ツールボックスの「Save and exit」ボタンを押します。

76 v.	🌠 v.digit toolbox - training_area@makinohara 💶 💷							×		
8	Ð	Q	4			2123	X123			
+	R	\bigcirc	Ð	\diamond	\bigtriangleup	\land	~	M	Ø	(÷
	「Save and exit」 mouse bi ボタンを押す ight)									

図 4 - 2 - 1 - 1 5. 「Save and exit」ボタン

ボタンを押すと、元のv.digitダイアログの"コマンド出力"タブにデジタイズによって作成された要素の情報が出力されます。領域要素が作成されていることを確認してください。

☆ v.digit [ベクトル,編集,デジタル化]	
☆ インタラクティブにベクトルマップのデジタル化と編集	長を行う
必須 オブション コマンド出力 (…)	× ۵ Þ
セントロイドの数: 1 領域の数: 1 アイルの数: 1 領域restored to original extent. ペクトルマップ <(null)> にトポロジーを作. プリミティブを登録しています ペカトルマップを読み込めません	成しています
(Mon Jun 21 01:49:13 2010) コマンド	《終了 (10921 sec)
לעד (C)	保存(5)
開じる(C) (存止(S) 実行(R)	□ピー(C) へルプ(H)
v.digit -n map=training_area bgcmd=d.rgb	red=PRDAT012_VNIR_03 green=F

図4-2-1-16. v.digit コマンド出力タブ

・QGIS によるトレーニングエリアの選定

ここでは QGIS でトレーニングエリアのシェープファイルを作成する方法を説明します。作成した シェープファイルは GRASS にインポートして利用します。なお、QGIS では GRASS のように3つのレ イヤー(ファイル)をそれぞれ RGB に割り当ててカラー表示をする機能はないので、あらかじめ GDAL ユーティリティコマンド等でカラー画像(またはカラー合成を指定する VRT ファイル)を作成 しておいたほうがいいでしょう。

まず、トレーニングエリアのファイルを作成します。ツールボタンの「新規ベクタレイヤ」ボタン を押します。



図4-2-1-17. 「新規ベクタレイヤ」ボタン

ボタンを押すと図4-2-1-18のようなダイアログが表示されます。ここでは新規作成される シェープファイルの設定を行います。トレーニングエリアのシェープファイルを作成するには、まず" タイプ"で"ポリゴン"を指定します。また、「CRSの指定」ボタンを押して空間参照を指定します。さ らに、"新しい属性"の欄に属性名(ここでは「class」と入力)を指定、属性のタイプを"整数値"に設定 した後、「属性リストに追加する」ボタンを押します。

	"タイプ"は"ポリゴン"を指定
	○点 ○ ライン ● ポリゴン
	新しい属性
	2.称
	タイプ 整数値
	幅
の名称と 生リストに を追加す	型を指定後 追加する」ボタンを押して る 国際性リストに追加する
	名称 タイプ 幅 精度
	class Integer
	■ 選択周性を削除する
座標参照系選折 このレイヤの このレイヤには投発 ともできます。	9 2 2 ゆ 使標参照系を定義してください: 法が指定されていません。デフォルトでは、プロジェクトの投影法が適用されますが、下記から選択するこ
ダ 座標参照系選択 このレイヤの このレイヤには投発 ともできます。	の キャリビル ノロジ 空標参照系を定義してください: 法が指定されていません。デフォルトでは、プロジェクトの投影法が適用されますが、下記から選択するこ
 ・ 座標参照系選択 このレイヤの このレイヤには投象 ともできます。 座標参照系 India 	の座標参照系を定義してください: 法が指定されていません。デフォルトでは、プロジェクトの投影法が適用されますが、下記から選択するこ 空間参照を選択する an 1975 / UTM zone 48N 24048 24048
 ・	空間参照を選択する 1975 / UTM zone 48N 2001 / UTM zone 17N 3449 1407 2001 / UTM zone 18N
 ・ 座標参照系選折 このレイヤの、 このレイヤには投象 ともできます。 ごのレイヤには投象 このレイヤには投象 このレイヤーン(はない) このレイヤーン(はない) このし、 コムロ ・ コムロ ・ コムロ ・ コムロ 	OK キャラビル ノロジ シ座標参照系を定義してください: ::::::::::::::::::::::::::::::::::::
✓ 座標参照系選択 このレイヤの このレイヤには投発 ともできます。 座標参照系 回 」Indi 」AD 」GD 」GD	空間参照を選択する an 1975 / UTM zone 48N 2001 / UTM zone 17N 3449 1407 2001 / UTM zone 18N 3450 1408 2000 / UTM zone 51N 3009 3009 2000 / UTM zone 51N 3009 3009 3009 2000 / UTM zone 51N 3009 3009 3000 / UTM zone 51N 3009 3000 / UTM zone 51N 3009 3000 / UTM zone 53N 3009 3000 / UTM zone 53N 3000 / UTM zone 53N 3000 / UTM zone 53N 3000 / UTM zone 53N
 ・ 座標参照系選掛 このレイヤの、 このレイヤには投発 ともできます。 ごのレイヤには投発 このレイヤには投発 このレイヤには投発 このレイヤには投発 このし、 コムロ コムロ	OK マリビル ノリリ 9座標参照系を定義してください: ::::::::::::::::::::::::::::::::::::
✓ 座標参照系選択 このレイヤの、 このレイヤには投衆 ともできます。 座標参照系 座標参照系 」Indi JAD JGD JGD JGD JGD JGD JGD JGD	OK キャッピル ハル ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・
 を標参照系選ば このレイヤの このレイヤには投発 ともできます。	OK マリビル ノリン 9座標参照系を定義してください: 注が増定されていません。デフォルトでは、プロジェクトの投影注が適用されますが、下記から選択するこ 空間参照を選択する an 1975 / UTM zone 48N 24048 2001 / UTM zone 17N 24048 2001 / UTM zone 18N 3450 3007 / UTM zone 51N 3097 2000 / UTM zone 51N 3097 2000 / UTM zone 51N 3097 2000 / UTM zone 55N 3101 2000 / UTM zone 55N 3101 2000 / UTM zone 55N 3101
 を標参照系選ば このレイヤの、 このレイヤの、 このレイヤには投衆 ともできます。 このレイヤには投衆 ともできます。 ごのしていたいたいでは、 からの このしていたいたいたいたいたいたいたいたいたいたいたいたいたいたいたいたいたいたいた	OK キャクビル パリッ P座標参照系を定義してください: :: 法が指定されていません。デフォルトでは、プロジェクトの投影法が適用されますが、下記から選択するこ 空間参照を選択する an 1975 / UTM zone 48N 2043 2001 / UTM zone 17N 3449 1407 2001 / UTM zone 18N 3450 1408 2000 / UTM zone 51N 3097 1060 2000 / UTM zone 52N 3098 1061 2000 / UTM zone 55N 3101 1064 =54 + ellps=GR580 + towgs84=0.0.0.0.0.0 + units=m + no_defs Find
 を標参照系選ば このレイヤク, このレイヤク, このレイヤには投衆 ともできます。 W種様参照系 Indiana - JAD - JAD - JGD - JGD 	OK キャリビル イリン 9座標参照系を定義してください: 法が指定されていません。デフォルトでは、クロジェクトの投影法が適用されますが、下記から選択するこ 空間参照を選択する 1975 / UTM zone 48N 20048 2001 / UTM zone 17N 24048 2001 / UTM zone 18N 24048 2000 / UTM zone 51N 3097 2000 / UTM zone 51N 3097 2000 / UTM zone 55N 3101 2000 / UTM zone 55N 3101
✓ 座標参照系選択 このレイヤの、 このレイヤには投衆 ともできます。 座標参照系 座標参照系 ・ Indi ・ JAD ・ JGD	OK キャリビル イリン Po座標参照系を定義してください: ::::::::::::::::::::::::::::::::::::

4-2-1-18. 新規シェープファイルの作成

設定が完了したら「OK」ボタンを押します。ファイルの保存ダイアログが表示されるので、ファイル名を入力して「保存」ボタンを押します。保存すると、新規作成されたシェープファイルがレイヤに追加されます。



図4-2-1-19. 新規レイヤーが追加されたところ

トレーニングエリアの作成を行うには、レイヤーが選択された状態で、ツールバーから「編集モー ド変更」ボタンを押します。



図4-2-1-20. 「編集モード変更」ボタン

新規にトレーニングエリアを作成するには、「ポリゴンを入力」ボタンを押し、図4-2-1-2 1のようにポリゴンを入力します。



図4-2-1-21. 新規ポリゴンの入力

最後の頂点で右クリックすると、ポリゴンの入力が完了し、ポリゴンの属性を入力するダイアログが表示されます。クラス番号を入力後「OK」ボタンを押すと、ポリゴンが作成されます。

🤨 属性 - training_area		? ×
class(dbl) 1	Ş	
		OK キャンセル

図4-2-1-22. 属性入力ダイアログ



図4-2-1-23.ポリゴン入力が完了したところ

異常の要領でトレーニングエリアを作成していきます。ただし、この段階ではまだファイルに書き

込まれていません。ファイルに書き込むには再度「編集モード変更」ボタンを押します。図4-2-1-24のような確認ダイアログが表示されるので、「保存」ボタンを押してファイルに書き込みま す。



図4-2-1-24. 書き込み確認ダイアログ

QGIS でトレーニングエリアを作成する利点としては、参照する画像やベクタデータ、WMS 等を手 軽に追加できることが挙げられます。同様の機能は GRASS にもありますが、v.digit コマンドで表示コ マンドを複数指定する必要があり、やや面倒です。また、領域要素の作成も QGIS のほうが簡単に行う ことができます。GRASS の v.digit コマンドはトポロジーを考慮したデジタイズを行うことができます が、トレーニングエリアの選定ではトポロジーは特に必要としないため、トレーニングエリアの選定 を行う場合は QGIS のほうが便利でしょう。

4-2-2. 最尤法による分類

最尤法による分類は画像の教師付き分類では最もよく用いられる手法です。最尤法は、誤分類した ときの損失の期待値を最小にするという、ベイズの決定則に基づく方法です。具体的には分類対象*x* と 各クラス*c* に対して尤度と呼ばれる値を両者の類似度として計算し、尤度が最大であるクラスに分類す るというものです。

画像分類で用いられる最尤法においては、分類クラスcと分類対象xとのマハラノビス距離 $d_M(x,c)$ 、分類クラスcの分散共分散行列をcVとすると、尤度L(x,c)は以下の式で表されます。

$$L(x,c) = \frac{1}{(2\pi)^{K/2} |cV|^{1/2}} \exp\left\{-\frac{1}{2} d_M^2(x,c)\right\} \qquad \therefore \qquad \exists t = 2 - 2 - 1$$

ただし、*K*は特徴空間の次元数、|cV|は*cV*の行列式の値です。マハラノビス距離 $d_M(x,c)$ とは分類クラス cの分散共分散行列で $x \ge c \ge 0$ ユークリッド距離を正規化したもので、クラス c の平均ベクトル を $M=(M_1, M_2, \cdots M_K)$ 、 x の特徴ベクトルを $X=(X_1, X_2, \cdots X_K)$ とすると、以下の式によって表されます。

$$d_M^2(x,c) = (X-M)cV^{-1}(X-M)^t$$
 ... $\exists 4-2-2-2$

式4-2-2-2はユークリッド距離の式にcの分散共分散行列の逆行列が挟まっている形です。 このことから、cの分散共分散が大きい、すなわち広く分布しているクラスのほうが相対的にユーク リッド距離よりも近い距離の値となります。

式4-2-2-1および式4-2-2-2からわかるように、尤度とは平均がクラス cの平均ベクトル、標準偏差が cVの行列式の値の正規分布に当たります。一般には対数尤度関数の形に変換し、さらに変形した式を用いて計算量を減らす工夫がなされることが多いです。

以上のことから、最尤法による画像分類を行ううえで必要な情報は、各クラスの平均ベクトルと分 散共分散行列です。トレーニングエリアの選定はこれらを決定する作業であるといえます。

GRASSにおける最尤法による画像分類は以下の手順で行います。準備として、4-2-1章で作成 したトレーニングエリアのデータはクラスの値でラスタライズされているものとします。

まず、分類に使用する画像を画像グループを作成して登録します。使用する画像数は特徴ベクトルの次元数 Kに該当します。グループの作成は2-2章で行った方法と同様ですが、後述するコマンドではサブグループを作成して登録する必要があります。サブグループの作成は図4-2-2-1のように i.group のオプションタブでサブグループ名を入力して作成します。本章の例では ASTER VNIR 3 バンドと SWIR 6 バンドを含むグループを作成しています。

👌 i.group [画像]	-	-	
グループと画像ファイルサブグル	ープの作成、編集、	入力	
必須 出力 オプション	コマンド出力	עקבד	d d x
 □ 特定のグループから選択されたファ □ 詳細モジュール出力 □ エジュールを出力 	・ "画修 にサブク	≹サブグル- 『ループのネ	─プ名" 呂前を入力
画像サブグループ名:			(subgroup, string)
sub			
DAT012_SWIR_08@makinoha	ra,PRDAT012_S\	WIR_09@makino	ohara 🗸
閉じる(C) 「 終 2時にダイアログを閉じる	実行(R)	(C)	(H)
i group group-upin gwir@ppal	rinohara cuboroj	in-cub input-l	

図 4-2-2-1. i.group オプションタブ

次に、トレーニングエリアに含まれるピクセルの値から、各クラスの平均ベクトルおよび分散共分 散行列を計算します。レイヤーマネージャのメニューから[画像]-[画像分類]-[最尤法による分類法監視 下の入力]を選択します^{注 4-2-2-1}。

 ◇ GRASS GIS レイヤーマネージャー ファイル 設定 ラスター ベクトル (□ 金 歩 正 峰 近 近 □ Display 1 	 画像 ボリューム データベース へ 画像とグループの作成 画像カラーの管理 画像またはラスターを補正する オルソフォト補正(Xterm必要) ブロービーシャープニング 	□ × ルプ ・ ・	
画面のマップレイヤーコマンド出力	 画像分類 画像フィルター ヒストグラム スペクトル応答 タッセルドキャップ植生指数 画像変換 大気補正 	•	非監視下分類用クラスタリング入力 最尤法による分類(MLC) 逐次最大事後確率推定法 (SMAP) <u>対話型入力による監視下分類 (Xterm必要)</u> 最尤法による分類法監視下の入力 逐次最大事後確率推定法監視下の入力
Cmd >[画像]-[匝	レポートと統計 	,上 分類法	監視下の入力]

図4-2-2-2. i.gensig コマンドの選択

選択すると図4-2-2-3のようなダイアログが表示されます。図のように、ラスタライズされ たトレーニングエリア、画像グループ名、サブグループ名、出力ファイル名を指定します。

注4-2-2-1.GRASS コマンド i.gensig と同値。

💩 i.gensig [画像、分類、管理	里、MLC]	
ラスターマップからi.maxlik'の	統計を作成します	
必須 オブション コマ	マニュアル	4 Þ ×
真実性のある土地トレーニングマッ training_area@makinohara	ラスタライズされた	トレーニングエリア
入力する画像グループ名: vnir_swir@makinohara	画像グループ名	(group, string) ▼
入力する画像サブグループ名: sub	サブグループ名	(subgroup, string) ▼
結果シグネチャを含む出力するファ sig	出力ファイル名	(signaturefile, string)
閉じる(C) (存止(S)	実行(R)	ピー(C) ヘルプ(H)
i.gensig <mark>t</mark> rainingmap=trainir	ng_area@makinohara grou	p=vnir_swir@makinoha

図 4 - 2 - 2 - 3. i.gensig 必須タブ

設定が完了したら、「実行」ボタンを押します。正しく作成されたら図4-2-2-4のように情報が出力されます。

▲ 	ו עדב / עבעי	ド出力 マニュア	7JL	4 Þ 3
(Mon Jun 21	20:21:08 20)10)		
Ligensig tra	iningmap=tr の検索中	raining_area	@makinohara (group=vnir_
5 クラスが見つか	りました			
フラス平均を計算	拿中	.		
)うスの共分散、 一一一一一一一一一一一一一一一一一一一一一一一一一一一一一一一一一一一一	?トリックスを計算	拿中・・・		
densid Tr				
(Mon Jun 21	20:22:08 20)10) コマンド終	了 (59 sec)	
(Mon Jun 21	20:22:08 20	10) コマンド終	7 (59 sec)	
(Mon Jun 21	20:22:08 20 byr(<u>C)</u>	10) コマンド終	了 (59 sec) 保存(<u>S</u>)

図 4-2-2-4. i.gensig コマンド出力タブ

作成されたファイルを見てみましょう。ファイルはマップセットフォルダ以下のgroup/"グループ名

"/subgroup/"サブグループ名"/sig/"sig ファイル名"です (図4 - 2 - 2 - 5)。



図4-2-2-5. sig ファイル保存先

3032 40.7573 20.4142 49.3493 18.0983 12.2718 12.7622 10.3918 9.68602 10.8206 10.3145 7.14249 7.16651 25.2841 17.2993 183.777 8.86715 7.38421 33.4546 15.2421 4.01386 3.4664 7.71732 5.10756 3.68659 5.25272 4.45222 14.4496 7.26521 3.13954 5.7689 4.18488 3.56644 9.24185 5.40391 2.58071 3.33273 4.12092 3.74329 3.23305 8.07275 5.14238 2.30608 3.07378 2.52656 3.5675 4.23093 3.65337 5.75487 5.08626 2.69279 3.2856 2.74865 2.6058 4.49304 # 1304 47.046 25.1679 70.1787 30.2753 18.3681 19.8106 16.6327 15.51 15.1526 6.05774 4.11736 5.31559 -4.88543 -6.63939 51.5667 0.704898 0.5393 5.50411 2.84433 0.798092 0.860619 -0.216245 0.972258 2.09617 1.07626 0.976579 1.01315 1.53339 1.09127 2.74153 0.821212 0.678776 -0.185274 0.697523 0.562025 0.782248 1.79052 1.17529 1.1238 -1.01752 0.849517 0.725414 1.02069 0.517479 1.76813 0.356749 0.427152 -0.276713 0.535084 0.582309 0.734992 0.370759 0.367242 1.89611

図4-2-2-6. sig ファイルの内容(一部抜粋)

sigファイルの中身は、クラスのラベル、クラスの平均ベクトルおよび分散共分散行列の要素が記録

されています。分散共分散行列は対称行列なので、下三角成分のみが保存されています。

sigファイルの作成が完了したら、分類を実行します。リージョンやマスクを設定する場合はここで 設定しておくとよいでしょう。これ以前にマスクを設定するとマスクの外にあるトレーニングエリア の情報を取得できなくなってしまいます。分類を行うにはレイヤーマネージャのメニューから[画像]-[画像分類]-[最尤法による分類(MLC)]を選択します^{注 4-2-2-2}。

ファイル 設定 ラスター ベクトル (Mon Jun 21 20:34:27 2010) r.whatq -f input=AdmArea_r 243731.986972 3849013.003745 (Mon Jun 21 20:34:27 2010) 示	画像 ボリューム データベース ヘル 画像とグループの作成 画像カラーの管理 画像またはラスターを補正する オルソフォト補正 (Xterm必要) ブロービーシャープニング	7 • • • •
	画像分類	非監視下分類用クラスタリング入力
<clear< td=""><td>画像フィルター ヒストグラム スペクトル応答 タッセルドキャップ植生指数 画像変換 + ちゅっ</td><td> 最尤法による分類(MLC) 遊次最大事後確率推定法(SMAP) 対話型入力による監視下分類(Xtermが要) 最尤法による分類法監視下の入力 逐次最大事後確率推定法監視下の入力 </td></clear<>	画像フィルター ヒストグラム スペクトル応答 タッセルドキャップ植生指数 画像変換 + ちゅっ	 最尤法による分類(MLC) 遊次最大事後確率推定法(SMAP) 対話型入力による監視下分類(Xtermが要) 最尤法による分類法監視下の入力 逐次最大事後確率推定法監視下の入力
画面のマップレイヤー コマンド出力 Cmd >	レポートと統計	• =
i.maxlik セルの分光反射率で画像データ	[画像]-[画像分類]-[最尤派 を選択	まによる分類(MLC)] R

図4-2-2-7. i.maxlik コマンドの選択

選択すると図4-2-2-8のようなダイアログが表示されます。"必須"タブでは図のように入力、 出力レイヤーを指定します。

注4-2-2-2.GRASS コマンド i.maxlik と同値。

💩 i.maxlik [画像, 分類, MLC]	
	豆射率を分類する i.cluster、 i.cla トルシグネチャ情報をベースとした分	ss、および 類
必須 オブション コマ	マニュアル	4 Þ 🗙
入力する画像グループ名: vnir_swir@makinohara	画像グループ名	(group, string) –
入力する画像サブグループ名: sub	サブグループ名	(subgroup, string)
シグネチャを含むファイル名: sig	i.gensigで作成され	たsigファイル ^{ring)}
分類結果を保留するラスターマッフ mlc	出力ファイル名	(class, string)
閉じる(C) (停止(S)	実行(R) コピ	-(C)へルプ(H)
□ 終了時にダイアログを閉じる		
.maxlik group=vnir_swir@r	makinohara subgroup=sub si	gfile=sig class=mlc

図 4 - 2 - 2 - 8. i.maxlik 必須タブ

"オプション"タブの"閾値結果の拒否を保留するラスターマップ名"を指定すると、分類の信頼度が 低いピクセルがこのレイヤーに保存されます。このレイヤーの用途としては、分類結果を元に後続作 業を行う際に、マスクとして利用するということが挙げられます。

最尤法による分類では、分類対象のピクセルは必ず提示されたクラスのいずれかであるという条件 が前提であり、この前提に従っていない場合、例えば極端な例として画像内に森林があるにもかかわ らず分類クラスとして森林を設定していないという場合は良好な分類を行う保障がありません^{注4-2-3}。

注4-2-2-3.もっとも、そもそも最尤法とは「最もそれらしいクラスに分類する」手法であり、必ずしも最良の分類結果を 与える手法ではありません。

🥸 i.maxlik [画像, 分類, MLC]		x
動像データのセルスペクトル反射率を分類する i.cluster、 i.class、 およ i.gensigで作成されたスペクトルシグネチャ情報をベースとした分類	ប	
必須 オプション コマンド出力 マニュアル	<	I Þ X
 □ 説明なしで実行 □ 既存のファイルに上書きする □ 詳細モジュール出力 □ 王ジュールあ出力 		
関値結果の拒否を保留するラスターマップ名:	(reject, ▼	, string)
信頼度の低いピクセルを保存したい場合 保存するラスタレイヤー名を指定	は	
開じる(C) (存止(S) 実行(R) コピー(C)		?(Н)
i.maxlik group=vnir_swir@makinohara subgroup=sub sigfile=s	ig class=n	nic

図4-2-2-9. i.maxlik オプションタブ

設定が完了したら「実行」ボタンを押します。完了すると図4-2-2-10のように"コマンド出 カ"タブに実行結果が表示されます。このとき、各クラスのピクセル値が正規分布から大きく乖離して いる場合は警告が表示されることがあります。最尤法による分類では各クラスのピクセル値が正規分 布に従っていることが前提となっており、トレーニングエリアによって取得されたピクセルの分布が 正規分布に従っていない場合は分類精度は悪化します。最尤法ではそのほかにも様々な前提条件が満 たされていることを仮定しています。
💿 i.maxlik [画像, 分類, MLC]	_		x
画像データのセルスペクトル反射率を分類する i.cluster、i.class、およ i.gensigで作成されたスペクトルシグネチャ情報をベースとした分類	:ប៉		
必須 オプション コマンド出力 マニュアル		4	⊳ ×
(Mon Jun 21 21:13:33 2010) i.maxlik group=vnir_swir@makinohara subgroup=3 (Mon Jun 21 21:14:12 2010) コマンド終了 (38 sec)	sub s	igfi	le=si
í.			
<			۲
クリア(C) 保存(1)	5)		
閉じる(C) (存止(S) 実行(R) コピー(C)		ヘルプ(H)
□ 終了時にダイアログを閉じる			
i.maxlik group=vnir_swir@makinohara subgroup=sub sigfile=s	ig cla	ss=ml	c //

図 4 - 2 - 2 - 1 0. i.maxlik コマンド出力タブ

分類結果を確認してみましょう。図4-2-2-11は牧之原市に対して図のようにクラスを定義 して分類した結果です。わかりやすく表示するためにr.categoryコマンドを用いてラベルを割り当てて います。ラベルの割り当てなどの作業については4-3-2章で説明します。



図4-2-2-11. 分類結果の例

4-2-3. 最大事後確率法による分類

4-2-2章で述べた最尤法による分類では、分類クラスの生起確率(事前確率)は全てのクラス について一定であるという前提条件がありますが、最大事後確率法(Maximum a Posteriori : MAP)と は事前確率であるクラスの出現率を与えて計算を行い、分類クラスを決定する方法です。

最尤法によるクラスの推定は以下の式で表すことができます。

$$\hat{\theta}_{ML}(x) = \operatorname*{argmax}_{\theta} f(x|\theta) \quad \dots \quad \exists 4 - 2 - 3 - 1$$

式4-2-3-1のxは観測値でピクセル値に該当し、 θ は母集団パラメータであり、分類するクラスに該当します。 $f(x|\theta)$ はすなわち観測値xがクラス θ から生じた確率(事後確率)です。これに対して最大事後確率推定は $g(\theta)$ を θ の事前分布として以下の式で表されます。

$$\hat{\theta}_{MAP}(x) = \operatorname*{argmax}_{\theta} f(x|\theta) g(\theta) \quad \dots \quad \exists 4 - 2 - 3 - 2$$

*θ*の事前分布、すなわちクラスの出現率をどのようにして求めるかが問題になりますが、GRASS における最大事後確率推定では画像ピラミッドが用いられます。

画像ピラミッドとは入力画像に対して図4-2-3-1のように順次解像度を下げた一連の画像の ことです。



図4-2-3-1. 画像ピラミッド

まず、全ての解像度において全ピクセルの対数尤度を計算し、最も解像度が低い画像のピクセルに 対して最尤分類によるクラスを割り当てます。次に、最も解像度が低い画像のクラスと隣接ピクセル のクラスおよび1段階解像度が高い画像の各ピクセルの対数尤度とを元に1段階解像度が高い画像の ピクセルに対してクラスを割り当てます。このとき、クラスの決定にはEMアルゴリズム(期待値最 大化法)が用いられます。解像度が低いピクセルのクラスを考慮することによって、そのピクセルに 由来するピクセルは結果として同じクラスに分類される確率が高くなります。したがって、最終的に は同一クラスのピクセルの塊ができやすくなります。このことは、「あるクラスCのピクセルに隣接 するピクセルのクラスはCである確率が高い」という仮定を反映したものです。



各クラスの対数尤度の計算では、オペレータが定義した分類クラスの「サブクラス」が用いられま す。ここでサブクラスとは、あるクラスは複数のサブクラスが混合したものであるとして、トレーニ ングエリアのピクセル分布はそれらサブクラスの集合であると考えます。サブクラスの統計値は最尤 法で用いられるものと同様に平均ベクトルと分散共分散行列ですが、トレーニングエリアからそれら を求める方法として混合ガウス分布が用いられます。混合ガウス分布は、ある分布はK個のガウス分 布の重ね合わせであると考え、以下の式によって表されます。

$$p(x) = \sum_{m=1}^{K} \pi_m N(x|\mu_m, \sigma_m)$$
 ... $\exists 4 - 2 - 3 - 3$

上式のπは混合係数、Nは平均ベクトルμ、分散共分散行列σのガウス分布です。混合ガウス分布を 用いた場合の各クラスの対数尤度はそのクラスのサブクラスに対する対数尤度と混合係数の積和にな ります。最尤法による推定では各クラスの分布が正規分布であることを仮定しているので、混合ガウ ス分布を用いることによってより精度の高い尤度を計算することができます。

GRASS において最大事後確率法による分類を行うには、まず各クラスの混合ガウス分布を求めるコマンド i.gensigset コマンドを実行し、その結果を用いて i.smap コマンドを実行します。まず、4-2-2章で説明した最尤法による分類と同様に画像グループとサブグループを作成した後、レイヤーマネージャのメニューから[画像]-[画像分類]-[逐次最大事後確率推定法監視下の入力]を選択します。



図 4 - 2 - 3 - 3. i.gensigset コマンドの選択

選択すると、図4-2-3-4のようなダイアログが表示されます。4-2-2章のi.gensig コマンドと同様に、ラスタライズされたトレーニングエリア、画像グループ名、サブグループ名、出力ファイル名を指定します。画像グループ名をドロップダウンリストから選択すると"@マップセット"の文字列が付加されますが、i.gensigset コマンドではこの文字列があるとコマンドが失敗しますので、削除しておきます。

ラスターマップからi.smapの糸	結十を作成する	
	マニュアル	4 Þ ×
真実性のある土地トレーニングマッ training_area@makinohara	ラスタライズされた	トレーニングエリア
入力する画像グループ名: vnir_swir	画像グループ名	(group, string
入力する画像サブグループ名: sub	サブグループ名	(subgroup, string
結果シグネチャを含む出力するファ sigset	出力ファイル名	(signaturefile, string
閉じる(C) (存止(S)	実行(R)	!−(C)/ルプ(H)

図 4 - 2 - 3 - 4. i.gensigset 必須タブ

オプションタブの"クラスのサブシグネチャの最大値"とは1つのクラスを構成するサブクラスの最 大数のことです。GRASSでは最適なサブクラス分割を行うように内部で最適化を行っていますが、オ ペレータがサブクラスの数を制限したい場合はここに値を指定します。デフォルトでは"10"になってい ます。ここに"1"を指定すると i.gensig コマンドと同じ内容のファイルが作成されます^{注 4-2-3-1}。

💩 i.gensigset [画像、分類、管理、SMAP]	= = X
📎 ラスターマップからi.smapの統計を作成する	
必須 オプション コマンド出力 マニュアル	4 Þ ×
□ 詳細モジュール出力 □ モジュールを出力	
<u>55スのサブシグネチャの最大値:</u> 10	(maxsig, integer
サブクラス数の上限値を指定	定
閉じる(C) (停止(<u>S</u>) 実行(<u>R</u>)	コピー(<u>C</u>) ヘルプ(<u>H</u>)
終了時にダイアログを閉じる	
.gensigset trainingmap=training_area@makinohar	a group=vnir_swir subgrou

図4-2-3-5. i.gensigset オプションタブ

設定が完了したら「実行」ボタンを押します。図4-2-3-6のようにクラス及びサブクラスの 作成状況が表示されます。

注4-2-3-1.ただし、ファイルのフォーマットは異なります。

i.gensigset [画像、分類、管理、SMAF	9]		
ラスターマップからLSmapの統計を1755.75			
必須 オプション コマンド出力	עעבבד		4 Þ×
単一サブシグネチャ数を削除 1 (9 残 単一サブシグネチャ数を削除 7 (8 残 単一サブシグネチャ数を削除 1 (7 残 サブクラス数は 3 クラスタリングクラス 5 (3233 ピクセル)	存) 存) 存)		^
サブクラス数は 4 クラスタリングクラス 6 (460 ピクセル)・ サブクラス数は 2 i.gensigset 完了。 (Wed Jun 23 18:13:21 2010) ゴ:	 マンド終了 (2)	6 sec)	E
<			+
ַלעד (<u>C</u>)		保存(<u>S</u>)	
 開じる(C) 「停止(<u>S</u>) 実行	<u>Ŧ(R)</u>	<u>ピー(C)</u>	ヘルプ(<u>H</u>)
□ 終了時にダイアログを閉じる			
i.gensigset trainingmap=training_area@	pmakinohara gi	roup=vnir_swi	r subgrou

図 4 - 2 - 3 - 6. i.gensigset コマンド出力タブ

作成されたファイルを見てみましょう。ファイルはマップセットフォルダ以下のgroup/"グループ名 "/subgroup/"サブグループ名"/sigset/"sigset ファイル名"です(図4-2-3-7)。

GIS DataBase 🕨	UTM54N 🕨 makinohara 🕨 group
ファイル(F) 編集(E) 表示(V) ジ	ソール(T) ヘルプ(H)
整理 ▼ □ 開く 共有 ▼	書き込む 新しいフォルダー
🕕 makinohara	^ 名前 [^]
🔒 .tmp	□ sinset
🔒 cats	
🍌 cell	
🔋 🤳 cell_misc	
Cellhd	
🔒 colr	
🕛 🧾 dbf	E
🔒 fcell	
🔋 🧾 group	
📔 vnir_swir	
subgroup	
🔋 🔋 sub	
🔒 sig	
🔋 🥥 sigset	

図4-2-3-7. sigset ファイル保存先



図4-2-3-8. sigset ファイル内容(一部抜粋)

図4-2-3-8のように、sigsetファイルにはサブクラスの混合係数、平均ベクトルおよび分散共 分散行列が保存されています。

sigset ファイルの作成が完了したら、分類を実行します。逐次最大事後確率による分類は比較的計算 量を要する処理なので、できる限りリージョンを限定しておいたほうがよいでしょう。レイヤーマ ネージャのメニューから[画像]-[画像分類]-[逐次最大事後確率推定法(SMAP)]を選択します。

ファイル 設定 ラスター ベクトル	画像 ボリューム データベース ヘルプ	
Display 1	画像とグループの作成 画像カラーの管理 画像またはラスターを補正する	
	オルソフォト補止 (Xterm必要)	
	ブロービーシャープニング	
PRDAT012_SWIR_04@makino	画像分類	 非監視下分類用クラスタリング入力
画面のマッブレイヤ ー コマンド出力 ()	画像フィルター ヒストグラム スペクトル応答 タッセルドキャップ植生指数 画像変換 大気補正	 最尤法による分類(MLC) 逐次最大事後確率推定法(SMAP) 対話型入力による監視下分類(Xterm必長) 最尤法による分類法監視下の入力 逐次最大事後確率推定法監視下の入力
Cmd >	レポートと統計	• -
i.smap 逐次最大事後確 [画像]-[画]像分類]-[逐次最大事後確 を選択	率推定法(SMAP)]

図4-2-3-9. i.smap コマンドの選択

選択すると図4-2-3-10のようなダイアログが表示されます。"必須"タブでは図のように入 力、出力レイヤーを指定します。

🤢 i.smap [画像、分類、管理	E, SMAP]	X
₩ ↓ 順次最大事後評価(SMA	P)を使用している文脈上の画像分	類を機能する
必須 オプション コ	マンド出力 マニュアル	4 Þ X
入力する画像グループ名: vnir_swir	画像グループ名	(group, string) ▼
入力する画像サブグループ名: sub	サブグループ名	(subgroup, string)
シヴネチャを含むファイル名: sigset	i.gensigsetで作成さ	れたsigファイル ⁾
出力するラスターマップ名: smap	出力ファイル名	(output, string)
閉じる(C) (停止(S) レイヤーツリーに作成したマップ 糸 7時にダイアログを閉じる	<u>実行(R)</u> コピ を追加	-(C)/ルブ(H)

図4-2-3-10. i.smap 必須タブ

オプションタブの"一度に処理するサブマトリックスのサイズ"とは、一度に処理を行う画像のサイズで、上記にあるピラミッドレイヤーの作成などの処理を行う単位に該当します。i.smap コマンドでは内部でスムージングなどの処理を行っていますが、それらのパラメータは処理単位ごとに異なる場合

があります。異なるクラスが多く混在する場合は小さい値にしておくとよいでしょう。デフォルトは"128"です。

😵 i.smap [画像、分類、管理、SMAP]		x
↓ 順次最大事後評価(SMAP)を使用している文脈上の画像分類を機	能する	
必須 オブション コマンド出力 マニュアル	4	⊳ ×
 最大尤度推定を使用(smapの代わり) 説明なしで実行 既存のファイルに上書きする 詳細モジュール出力 モジュールを出力 		
ー度に処理するサブマトリックスのサイズ: 128	(blocksize, int	eger)
処理単位の画像サイズを指定		
閉じる(C) (停止(S) 実行(R) コピー(C) レイヤーツリーに作成したマップを追加 「終了時にダイアログを閉じる		4)
i.smap group=vnir_swir subgroup=sub signaturefile=sigset o	outpu <mark>t=smap</mark>	1.

図4-2-3-11. i.smap オプションタブ

なお、i.smap コマンドではNULL セルおよびマスクをサポートしていません。とくにマスクは解析 結果に影響を与える恐れがあるので、解除しておいたほうがよいでしょう。設定が完了したら「実 行」ボタンを押します。図4-2-3-12のように処理状況が表示されます。

🥹 i.smap [画像、分類、管理、SMAP]	
√ 順次最大事後評価(SMAP)を使用している文脈	上の画像分類を機能する
必須 オプション コマンド出力 マニ:	1711 A D X
Processing rows 769-896 (of 1595) Processing rows 897-1024 (of 1595) Processing rows 1025-1152 (of 1595) Processing rows 1025-1152 (of 1595) Processing rows 1281-1408 (of 1595) Processing rows 1409-1536 (of 1595) Processing rows 1537-1595 (of 1595) ラスターマップ <smap> を書出し中 i.smap 完了. [Wed Jun 23 18:36:54 2010) コマンド</smap>	···· ^ ···· /5) ···· /5) ···· /5) ···· /5) ···· /5) ···· /55) ··· /55) ··· /55) ··· /55) ··· /55] /···· /55] /··· /55] /··· /55] /···
*	•
<u> り</u> リア(C)	
開じる(C) (停止(S) 実行(R) レイヤーツリーに作成したマップを追加 終了時にダイアログを閉じる	C)/レプ(H)
i.smap group=vnir_swir subgroup=sub signat	turefile=sigset output=smap

図4-2-3-12. i.smap コマンド出力タブ

最尤法による分類結果と比較してみましょう。通常の最尤法と比較して小領域が少ないことがわかります。



図4-2-3-13.分類法の比較(左が最尤法、右が最大事後確率法)

解析結果をマスクで切り取るには、マスク設定後r.mapcalcコマンドを通してそのままコピーするとよいでしょう^{注 4-2-3-2}。

注4-2-3-2.r.mapcalc "解析結果のマスクレイヤー = 解析結果レイヤー"とする。

4-3. 教師なし分類による土地利用区分

教師なし分類とは、与えられたピクセルをクラスタリング等によって機械的に分類する手法です。 機械的に分類を行うため、分類によって作成された各クラスがどのような土地被覆なのかは自明では なく、したがって分類結果に対してユーザが意味づけを行う必要があります。

クラスタリングの利点としては、分類においてユーザが入力するデータは対象となる画像だけなの でユーザが分類処理に介入する部分がなく、したがって客観的な分類を行うことができるということ が挙げられますが、上記のとおり分類結果が必ずしも意味を持っているわけではないので、結果の解 釈が難しくなる場合があります。

以降の節では、実際に教師なし分類を行う手順を説明します。

4-3-1. クラスタリングの実行

クラスタリングとは与えられたデータを比較的均質であると考えられるグループに分割していく処理のことです。クラスタリングアルゴリズムは、データ数=クラス数の状態から開始して順次クラスを統合していき、最終的に求めるクラス数になるまで統合を繰り返していく階層的クラスタリングと、クラスタリングを反復して最適なクラス分割を求める非階層的クラスタリングに大きく分けることができます。GRASSにおけるクラスタリングアルゴリズムは後者に含まれる ISODATA 法と呼ばれるアルゴリズムです。

ISODATA 法は非階層的クラスタリングの k-means 法を拡張した手法です。k-means 法では図 4-3 -1-1の手順によってクラスタリングを実行します。



③~④を再分類が起きなくなるまで繰り返す



ISODATA 法は k-means 法に以下の条件を加えて分類結果を安定させるように改善したものです。

1. サンプル数が少ないクラスタはクラスを作成しない

- 2. クラスタ間の距離が閾値未満の場合はクラスを統合する
- 3. クラスタ内分散が閾値以上の場合はクラスを分割する

GRASSでは、全てのピクセルについてクラスタリングを行うと計算量が膨大になってしまうので、 まず画像内から適当にサンプルのピクセルを抽出してクラスタリングを行い、各クラスの平均ベクト ル及び分散共分散行列を計算したのち、最尤法による分類を行います。

以下ではGRASSで以上の処理を実行する手順を説明します。クラスタリングを行うには、4-2-2章で説明した最尤法による分類と同様に画像グループとサブグループを作成した後、レイヤーマネージャのメニューから[画像]-[画像分類]-[非監視下分類用クラスタリング入力]^{注4-3-1-1.}を選択します。



図4-3-1-2. i.cluster コマンドの選択

選択すると図4-3-1-3のようなダイアログが表示されます。必須タブでは画像グループとサ ブグループ、及び出力ファイルと初期クラス数を指定します。

注4-3-1-1.GRASS コマンド i.cluster と同値。

💩 i.cluster [画像、分類、シ	グネチャ]	
クラスタリングアルゴリズムを使 教師なし画像分類を作成す	使用する画像の土地被覆タイプのスペ するためにi.maxikに入力として結果シ	ペクトルシグネチャを作成する ッグネチャファイルが使用されます。
必須 設定 オブショ	い コマンド出力 マニュアル	, 4 b x
入力する画像グループ名: vnir_swir	画像グループ名	(group, string)
入力する画像サブグループ名: sub	サブグループ名	(subgroup, string) -
結果シグネチャを含む出力するファ cluster_sig	出力ファイル名	(sigfile, string)
クラスの初期数.有効範囲 1-25 10	初期クラス数	(classes, integer)
閉じる(C) 停止(5	5) 実行(R) 그比	?(C)
□ 終了時にダイアログを閉じる		
i.cluster group=vnir_swir su	ubgroup=sub sigfile=cluster_s	sig classes=10

図4-3-1-3. i.cluster 必須タブ

"設定"タブにはISODATA 法における様々なパラメータを指定します。"サンプリング区間"とはクラ スタリングに使用するピクセルのサンプル間隔です。何も指定しない場合は画像内からおおよそ 10,000 ピクセルを取得するように間隔が決定されます。"最大反復数"とは図4-3-1-1の③~④の 繰り返しの最大数で、ここで指定した繰り返し数に達した場合は計算を打ち切ります。"収束率"とは図 4-3-1-1の③~④の過程でクラスが変化しなかったピクセルの全体に対する割合を指定します。 デフォルトでは98%ですが、これはクラスが変化したサンプルが2%未満であれば収束したものとみな して計算を終了します。"クラスターセパレーション"は上記の ISODATA 法の条件2の閾値で、デフォ ルトでは0.0、すなわち統合を行いません。"クラスのピクセル最小値"は ISODATA 法の条件1のサンプ ル数に該当する値です。

これらの値は相互に関連がありますので、設定には多少注意を要します。極端な例としては、サン プリング間隔に広い値を指定し、クラスのピクセル最小値を高い値に設定すると全てのクラスで条件 を満たさなくなる可能性があります。

🐵 i.cluster [画像、分類、シ	グネチャ]	
クラスタリングアルゴリズムをf 教師なし画像分類を作成	更用する画像の土地被覆タイプのスペ するためにi.maxlikに入力として結果シ	クトルシグネチャを作成する グネチャファイルが使用されます。
必須 設定 オプショ	シー コマンド出力 マニュアル	$\triangleleft \triangleright \mathbf{x}$
サンプリング区間(行ど列による);	サンプリング間隔(10	,10のように指定)
最大反復数: 30	収束計算の反復数	(iterations, integer)
収東率.有効範囲 0-100: 98.0	収束率	(convergence, float)
クラスターセパレーション: 0.0	統合するクラス間距离	(separation, float)
クラスのピクセル最小値: 17 ・	クラスの最小サンプル	(min_size, integer) 数
開じる(C) 停止(「 終了時にダイアログを閉じる	5) 実行(R) ユピ	-(C)(H)
i.cluster group=vnir_swir si	ubgroup=sub sigfile=cluster_si	g classes=10

図 4 - 3 - 1 - 4. i.cluster 設定タブ

"オプション"タブの"初期シグネチャを含むファイル名"とは、図4-3-1-1の①の過程で使用 される初期クラスの位置に当たるもので、i.clusterの出力結果もしくは4-2-2章で説明した i.gensig コマンドの出力結果を指定することができます。"最終レポートを含む出力ファイル名"はクラスタリン グの計算過程を記録したレポートファイルを指定します。レポートファイルは最終的な分類結果をあ る程度予測するのに必要な情報を提供するので、指定しておいたほうがよいでしょう。

	レゴリズムを使用 分類を作成するが	する画像の土地被覆 とめにi.maxlikに入力	夏タイプのスペクトルシ として結果シグネチャ	♪グネチャを作成する ♪ファイルが使用されます
必須 設定	オプション	コマンド出力	עדבדא	4 0 0
□ 説明なし □ 詳細モジュール出 □ モジュールを出力	л			
初期シグネチャを含む	^{ファイルネ} 初非	朝値として使	用するシグ	ネチャファイル
最終レポートを含む出	カファイル名:			(reportfile, string
C:¥Users¥yamate	¥Documents¥	GIS DataBase¥UTI	M54N¥makinohara	¥clust 参照
C:¥Users¥yamate	¥Documents¥I	GIS DataBase¥UTI	M54N¥makinohara アイル	a¥clust 参照
C:¥Users¥yamate	¥Documents¥	GIS DataBase¥UTI レポートフ	M54N¥makinohar アイル	i¥clust <u>参照</u>

図 4 - 3 - 1 - 5. i.cluster オプションタブ

全ての設定が完了したら「実行」ボタンを押します。"コマンド出力"タブに計算結果が表示されま す。出力結果を見る上で重要なのは反復数で、反復数が図4-3-1-4で指定した最大反復数に達 している場合は収束条件を満たしていない可能性があります。詳細な情報はレポートファイルを作成 しておくと確認することができます。

 i.cluster [画像、分類、シグネチャ]
クラスタリングアルゴリズムを使用する画像の土地被覆タイプのスペクトルシグネチャを作成する 教師なし画像分類を作成するためにi.maxildに入力として結果シグネチャファイルが使用されます。
必須 設定 オブション コマンド出力 マニュアル 4 ▷ ×
反復 10: 収束 96.53% (0s 経過, 0s 残り) 反復 11: 収束 96.69% (0s 経過, 0s 残り) 反復 12: 収束 96.20% (0s 経過, 0s 残り) 反復 13: 収束 96.21% (0s 経過, 0s 残り) 反復 14: 収束 96.41% (0s 経過, 0s 残り) 反復 15: 収束 97.05% (0s 経過, 0s 残り) 反復 16: 収束 97.37% (0s 経過, 0s 残り) 反復 17: 収束 97.88% (0s 経過, 0s 残り) 反復 18: 収束 98.08% (0s 経過, 0s 残り) 1.cluster 完了. ファイル <cluster_sig> が作成されました (Thu Jun 24 02:48:46 2010) コマンド終了 (1 sec)</cluster_sig>
開じる(C) 停止(S) 実行(R) コピー(C) ヘルプ(H)

図 4 - 3 - 1 - 6. i.cluster コマンド出力タブ

出力ファイルは4-2-2章で説明した i.gensig コマンドの出力結果と同じファイル形式です。最終的な分類を行うには i.maxlik コマンドで図4-3-1-3で指定した出力ファイルを指定して分類を実行します。

v i.gensig			·2 TIATING · 230		
必須	オプション	コマンド出力	עקבביד ו		4 Þ :
力する画像り	ループ名:				(group, strin
vnir_swir@m	akinohara				_
力する画像り	げグループ名:				(subgroup, strin
sub					-
ガネチャを全さ	t aluat		the the in-		
2477666		or (**+ 60		171112	招走する
sig			Churchig.	11102	
sig \¥≣%≠ ⊞ + /94	7.50050 7.775.75				
sig)類結果を保留 mlc	」 記するラスターマ	マップ名:			(class, strin
sig)類結果を保留 mlc	習するラスターマ	マップ名:			(class, strin
sig)類結果を保留 mlc	留するラスターマ	797名:			(class, strin
sig)類結果を保留 mlc	留するラスターマ	7ップ名:			(class, strin
<u>sig</u> 注類結果を保留 mlc	習するラスターマ	797名:			(class, strin
s <u>ig</u>)対統 mlc	275529-1	797名:			(class, strin
sig)類結果を保留 mlc 問いる(C)	2750250 2755スターマ (商小	(S) 【 「	宝行(R)	ראי-(כ)	(class, strin

図 4 - 3 - 1 - 7. i.maxlik 必須タブ



図4-3-1-8.教師なし分類実行結果

4-3-2. 分類結果に対するクラスの定義

教師なし分類では機械的に分類を行った後で分類結果の解釈を分析者が行い、各分類クラスに意味 づけを行います。クラスに対する意味づけは特に画像に対して何らかの処理を行うわけではなく、具 体的には前出の図4-2-2-11のように凡例を表示するために利用します。

GRASS ではラスタデータのピクセル値をカテゴリとして定義することができ、各カテゴリにカテゴ リラベルを定義することができます。カテゴリラベルを定義するには、レイヤーマネージャのメ ニューから[ラスター]-[レポートと統計]-[カテゴリー情報の管理]を選択します^{注 4-3-2-1}。

⊗ GRASS GIS レイヤーマネージャー	
ファイル 設定 ラスター ベクトル 画像 ボリュー コ コ ラスターマップの作成 カラー調整 ラスターマップの検索	·
バッファリング 近傍のポイント マスク マップカリキュレータ 近傍性分析 ラスターマップの重ね合せ 太陽照度と影 地形解析 フィーチャの変形 アにategory - ユー・ 最観パッチ分析 森林火災モデリング カデゴリー値・ラペルの変更 同心円の作成 ランダムセルの作成 コンターラインの作成 曲面補留 レポートと統計	基本的なラスターメタデータ カテゴリー情報の管理 一般統計 大規模データセットの分位数 カテゴリー値の範囲 カテゴリー値を集計 ラスターマップをカテゴリー別に集計 クランプセルによる統計解析 修正エリア合計 単変量ラスター統計 サンブル横断面 単位(角度/肥輝) 共分散/相関 線形回帰 カテゴリー間の関係

図4-3-2-1. r.category コマンドの選択

選択すると図4-3-2-2のようなダイアログが表示されます。まず"必須"タブではカテゴリを 編集する対象となるラスタレイヤーを指定します。

注4-3-2-1.GRASS コマンド r.cateogy と同値。

😵 r.category [ラスター]	
↓ ユーザー指定のラスターマップレイヤーと関連づけられたカテゴリー値とラベノ	しを処理します
を須 オブション コマンド出力 マニュアル	4 Þ ×
入力するラスターマップ名: non-supervised@makinohara	(map, string)
カテゴリを編集するラスタレイヤー	ーを指定
開じる(C) 停止(S) 実行(R) コピー(C)	へルプ(H)
□ 終了時にダイアログを閉じる	
r.category map=non-supervised@makinohara	11

図4-3-2-2. r.category 必須タブ

オプションタブは実際にカテゴリを定義していく設定を行います。カテゴリラベルを定義するには ルールファイルを作成して適用します^{注 4-3-2-2}。ルールファイルは柔軟な書式をサポートしており、 様々な形でラベルを定義することができます。ここでは分類結果に対してカテゴリラベルを設定する 例を示します。

> 0 : nodata 1 : water 2 : forest(shadow) 3 : forest 4 : tea plantation 5 : developed 6 : field

図 4 - 3 - 2 - 3. r.category ルールファイル

ルールファイルを作成したら、r.categoryのオプションタブの"カテゴリラベルルールを含むファイル"の欄に指定します。

注4-3-2-2.msys等のコマンドラインが利用できる環境であれば、コンソールからの入力も可能です。

⊗ r.category [ラスター]				
ユーザー指定のラスターマッ	ブレイヤーと関	通づけられた	コテゴリー値とラ/	いんを処理します
必須 オプション コ	マンド出力	ערבד א		4 Þ ×
□ 詳細モジュール出力				
□ モジュールを出力				
[複数] カテゴリー値:				(cats, string)
				(vals, float)
' フィールドセパレーターの出力: 				(fs, string)
カラーテーブルに用いるラスターマッ	ブ:			(raster, string)
カテゴリーラベルルールを含むファイ	ル (または "-'	「標準入力が	5読み込み):	(rules, string)
C:¥Data¥ASTER_new¥catlis	t.txt			参照
ダイナミックラベルの既定ラベルまた	(+	TLUN .M.		(format, string)
	ル	ールファ	イルを指	定
動的ラベル係数:				(coefficients, float)
, 閉じる(C) (停止(S)		能行(R)	⊐ピ−(C)	ヘルプ(H)
□ 終了時にダイアログを閉じる				
r.category map=non-super	vised@mak	kinohara rul	es=C:¥Data	¥ASTER_new¥ca

図4-3-2-4. r.category オプションタブ

カテゴリラベルを設定したら、凡例として表示してみましょう。d.legend コマンドで凡例を表示してみましょう。図4-3-2-5の表示では、カテゴリ番号を非表示にしています。



図4-3-2-5. 教師なし分類結果に対するカテゴリラベルの表示

必須 アト	バンス オプショ	ע אדבדא			4 Þ
 カテゴリーラベルル オテゴリー番号の ラベルのないカテ 穏やかな公配を 	D非表示 J非表示 ゴリーのスキップ 描きます				
 凡例の反転 テキストラインの数(0 	長い凡例の切捨	"カテゴリ	番号のま	非表示"	(lines, integer)
細線化ファクター (t 0	hin=10 (‡ cats		.ツクを人	110	(thin, integer)
Number of text l 0	abels for なだらかた	asmooth gradien	t legend. 有効筆	施囲 2-100:	(labelnum, integer)
[複数] 凡例の分離	進力テゴリー数/値の	一覧表:			(use, float)
乳例にマップ範囲の	サブセットを使用 (お	最小,最大):			(range, float)

図4-3-2-6. d.legend アドバンスタブ

4-4. 分類後の処理

土地被覆の分類処理はあくまで計算によって得られた結果であり、必ずしも分類精度が保障されて いるものではありません。分類処理がどの程度正しく行われたを評価するには植生図や国土数値情報 など既存の主題図と比較する方法もありますが、統計的な検定による評価を行うこともできます。分 類結果が思わしくない場合は、教師付き分類であればトレーニングエリアを再度取得し直すなどの作 業を行う必要があります。また、教師なし分類では無意味にクラスが分けられていることもあるので、 それらを統合して一つのクラスにまとめることも必要になる場合があります。

本章では分類精度を統計的に検定する手法およびカテゴリの編集方法について説明します。

4-4-1. 分類精度の評価

教師付き分類ではトレーニングエリアを真値として利用することができます。すなわち、トレーニ ングエリア内のピクセルが分類結果の画像内でそのとおりに分類されたかどうかを調べることで、分 類精度を調べることができます。

このような分類制度の評価を行うコマンドとして r.kappa があります。r.kappa を実行するには、レイ ヤーマネージャのメニューから[画像]-[レポートと統計]-[カッパー分析]を選択します。

♦ GRASS GIS レイヤーマネージャー			
ファイル 設定 ラスター ベクトル	画像 ボリューム データベース	~レプ	
Display 1	画像とグループの作成 画像カラーの管理 画像またはラスターを補正する オルソフォト補正 (Xterm必要)	• • ×	
画面のマップレイヤー コマンド出力	ブロービーシャープニング 画像分類 画像フィルター ヒストグラム スペクトル応答 タッセルドキャップ植生指数 画像変換 大気補正) 	
Cmd >	レポートと統計	•	ットパターン比較
r.kappa 分類結果の精度評価のための誤差 [画像]-[レポー	行列とカッパーのパラメータを解析しま ・トと統計]-[カッパー分析] を選択		ッパー分析 ンドサットのバンド選定指標

図 4 - 4 - 1 - 1. r.kappa コマンドの選択

్

r.kappa コマンドは GRASS データベースへのパスにスペースが含まれていると動作しません。イン ストール直後のデフォルトの状態では、GRASS データベースは"C:\Users\ユーザ名\Documents\GIS Database"となっているため、動作しないので注意してください。

選択すると図4-4-1-2のようなダイアログが表示されます。"分類結果を含むラスターマップ 名"には分類結果のレイヤー、"リファレンスクラスを含むラスターマップ名"にはトレーニングエリア をラスタライズしたレイヤーをそれぞれ指定します。ただし、それぞれのレイヤーのカテゴリは一致 している必要があります。したがって、分類結果のラスタレイヤーに対して4-3-2章で説明した ラベル付けを行った場合は、トレーニングエリアのラスタレイヤーも同様にラベル付けをしておく必 要があります。

🗞 r.kappa [ラスター]	_	l.	- 0	x
☆ 分類結果の精度査定のためエラー	マトリックスとkappaパ	ラメータを算定します	t	
必須 オブション コマンド出	カ マニュアル		4	Þ ×
分類結果を含むラスターマップ名: mlc@makinohara	分類結果	レイヤーを指	定	string)
リファレンスクラスを含むラスターマップタ 「training_area@makinohara ト	レーニングェ	リアレイヤ-	ーを指	定
閉じる(C) (停止(S)	実行(R)	⊐ピ−(C)	ヘルプ((H)
□ 終了時にダイアログを閉じる				
r.kappa classification=mlc@makir	n <mark>o</mark> hara reference	=training_area	@makino	har

図4-4-1-2. r.kappa 必須タブ

オプションタブではレポートをファイルに書き出すかどうかを指定することができます。ファイル に書き出す場合は"エラーマトリックスとkappaを含む出力ファイル名"に出力ファイル名を指定します。 また、"ワイドレポート"にはチェックを入れておきましょう^{注4-4-1-1}。

🔞 r.kappa (ラスタ	7—]			
☆ 分類結果の精	度査定のためエラ・	ーマトリックスとkappa	パラメータを算定しま	ţţ
必須 オプ	אַעד ב ענע		,	4 Þ ×
 ✓ ワイドレポート 説明なし ✓ レポートにヘッダー 	がありません "	ワイドレポー	-ト"にチェッ	<i>7</i>
 「三 詳細モジュール出 「二 モジュールを出力 エラーマトリックスとkap 	カ opaを含む出力ファ	イル名:		(output, string)
C:¥Users¥yamate	¥Documents¥G	S_DataBase¥UTM	154N¥makinohara	₩_ 参照
エラーマトリックスとkar ACCURACY ASSE	ppaのタイトル SSMENT	出力するレポ	ートファイル	を指定 「」の)
問((3/0))	(a.) (c)	₽%=/D)	78-(0)	AU - 2010
(C)	1912(0)	¥11(N)		
□ 終了時にダイアロ	グを閉じる			
r.kappa -w classif	ication=mlc@r	nakinohara refer	ence=training_	area@makino

図 4 - 4 - 1 - 3. r.kappa オプションタブ

注4-4-1-1.このオプションはレポートの折り返し行数を多くするものです。指定しない場合、カテゴリが5以上あるとエラーマトリックスの途中で折り返されてしまいます。

設定が完了したら「実行」ボタンを押します。図4-4-1-4はレポートの例です。

ACCURACY ASSESSMENT LOCATION: UTM54N Fri Jun 25 01:33:05 2010 MASK: none MAPS: MAP1 = Labels (training area@makinohara in makinohara) MAP2 = Maximum Likelihood Classification (mlc@makinohara in makinohara) Error Matrix Panel #1 of 1 MAP1 2 5 Row Sum cat# 1 3 4 6 2992 Μ 1 19 19 0 2 0 3032 А 2 30 1264 10 0 0 0 1304 Ρ マトリッ 3 0 3 1536 0 60 3 1602 2 7 4 1 0 0 1602 12 1622 5 0 0 92 0 2881 260 3233 6 0 0 0 0 13 447 460 Col Sum 3023 1286 11253 1657 1602 2968 717 % Commission Cats % Ommission Estimated Kappa 1.319261 1.025471 0.981962 1 2 3.067485 1.710731 0.965367 オミッシ ・コミッション 3 4.119850 7.302354 0.951688 4 1.233046 0.000000 0.985623 5 10.887720 2.931267 0.852119 6 2.826087 37.656904 0.969816 Kappa Kappa Variance カッパ係数・分散 0.940608 0.000006 Obs Correct Total Obs % Observed Correct 正答率 10722 11253 95.281258 MAP1 Category Description 1: (no description) 2: (no description) 3: (no description) 4: (no description) 5: (no description) 6: (no description) MAP2 Category Description 1: (no description) 2: (no description) 3: (no description) 4: (no description) 5: (no description) 6: (no description)

図4-4-1-4. r.kappa レポート例

上から順に説明していきます。エラーマトリックスはトレーニングエリアと分類結果の対応表で、 例えば縦方向に見ると、トレーニングエリアのクラス1では正しく分類されたピクセルが2992、クラ ス2に誤分類されたピクセルが30、クラス4に誤分類されたピクセルが1であることがわかります。 横方向に見ると、クラス1に分類されたピクセルのうち、本来はクラス2とクラス3であるピクセル がそれぞれ19ピクセル、クラス5であるピクセルが2ピクセルあったことがわかります。 エラーマトリックスの結果を総合的に評価した値が次のオミッション・コミッションエラーの数値 です。コミッションエラーは横方向のエラー率で、全ピクセル中別のクラス由来のピクセルの割合を 示しています。クラス1の例では、 $\frac{(19+19+2)}{3032} \times 100 = 1.319261\%$ となります。オミッションエ ラーは縦方向のエラー率で、トレーニングエリアのピクセルが他のクラスに分類されてしまった比率 を示しています。クラス1の例では $\frac{(30+1)}{3032} \times 100 = 1.025471\%$ となります。分子を誤分類ではな く正しく分類されたピクセル数で計算した値は、それぞれプロデューサ精度、ユーザ精度と呼ばれ、 前者はトレーニングエリアの精度、後者は分類画像の信頼度をそれぞれ表しています。さらに、各カ テゴリの"Estimated Kappa"の値は横方向に対して計算されるカッパ係数で、

$$K_{E} = \frac{Nx_{ii} - x_{i+}x_{+i}}{Nx_{i+} - x_{i+}x_{+i}}$$
ただし、

$$N:総ピクセル数$$

$$x_{i+}: クラスの横方向の総和$$

$$x_{+i}: クラスの縦方向の総和$$

$$x_{i:}: 正解ピクセル数$$

クラス1の例では $\frac{2992*11253-3023*3032}{3032*11253-3023*3032}=0.981962$ となります。

全体のカッパ係数は

$$\hat{K} = \frac{N \sum_{i=1}^{M} x_{ii} - \sum_{i=1}^{M} (x_{i+} x_{+i})}{N^2 - \sum_{i=1}^{M} (x_{i+} x_{+i})}$$
ただしMはクラス数

で計算されます。カッパ係数は無作為な割り当てをどの程度回避しているかを表す指標で、-1~1の 値をとり、値が高いほど精度がよいことを意味します。カッパ係数及びカッパ分散を用いると2つの 分類結果に有意差があるかどうかを調べることができます。

本章の例はトレーニングエリアを真値として検定を行っていますが、真値として既存の主題図(植 生図など)を利用することで同様の精度評価を行うことができます。ただし、その場合は真値として 利用する主題図と分類項目を一致させておく必要があります。

4-4-2. 分類結果の編集

教師なし分類では、意図しないクラスが作成されることがあります。たとえば図4-3-2-5の 分類結果を見ると、森林部が日が当たっている部分と影の部分で別のクラスとして作成されています。 このような場合は2つのクラスを統合して1つにまとめる作業が必要になります。場合によっては、 意図的に多めにクラス分割しておいて後で統合することで意図した分類結果を得るようにすることも 考えられます。

クラスの統合を行うには、レイヤーマネージャのメニューから[ラスター]-[カテゴリー値・ラベルの 変更]-[対話形式による再分類]を選択します^{注 4-4-2-1}。



図4-4-2-1. r.reclass コマンドの選択

選択すると図4-4-2-2のようなダイアログが表示されます。分類結果を編集する対象のレイ ヤーと、編集結果の出力レイヤーを指定後、"再分類用のルール入力"の欄に再分類ルールを入力してい きます。

注4-4-2-1.GRASS コマンド r.reclass と同値。

写分類するラスターマップ:	non-supervised@mak	inohara		•
■「「「」「」、「」、「」、「」、「」、「」、「」、「」、「」、「」、「」、「」、	: edit 「 既存のファイルを上書	入力・出力	コレイヤーを	 坒指定
与分類用のルール入力	~ L			<u>(H</u>)
	クラス編集	ルールを記述	<u>*</u>	
٠				•
			OK	1 + w 1/1/(C)

図4-4-2-2. r.reclass コマンド画面

クラスの編集は非常に柔軟に行うことができます。ここでは主題図に対する編集ルールの例を示します。前出の図4-3-2-5の森林(影部)と森林のカテゴリを統合するには以下のようにルール を記述します。

与分類するラスターマップ:	non-supervised@makinohara		2
写分類されたラスターマップ:	edit	•	
	▶ 既存のファイルを上書き		
毎分類用のルール入力			ヘルプ (H)
1 = 1 water			1
2 3 = 2 forest			
4 = 3 tea planta	tion		
5 = 4 developed			
6 = 5 field			
* = NULL			
*			•

図 4 - 4 - 2 - 3. r.reclass ルール入力例

上記のコマンドはクラス2,3を2に統合し、それ以降をひとつずつずらしています。ここでルー ルを記述していないクラスはデータ無しとなってしまうので注意が必要です。

作成されたレイヤーは図4-4-2-4のようになります。



図4-4-2-4. クラス編集結果

5. 災害被災地の抽出

衛星リモートセンシングの特徴として、同一地点を周期的に観測することができるという特徴があ ります。このことは地震、豪雨被害、山林火災などの大規模災害が発生したときにいち早く災害地域 を特定することに適しており、被害の拡大を食い止めたり災害救助に役立てることができます。特に 中解像度の衛星センサは観測範囲が広いことから、効率よく被災地を抽出することに適しています。

被災地抽出作業では、最終的には被災地と判断された部分を地図上にプロットすることが目的とな りますが、災害救助や被害の拡大防止という最終目的を考慮すると、複雑な解析を行って正確に抽出 するというよりはなるべく簡単な作業で迅速に被災地の概略地点を特定して報告することが重要です。

画像から被災地抽出の手法としては、実際は災害後の画像から目視による判断を行う場合が多いで すが、上記のように衛星観測の周期性を利用して災害前後の画像を比較することで、迅速かつより精 度が高い被災地抽出を行うことができる場合があります。

そこで本章では、災害前後2時期のALOS AVNIR-2画像から被災地の抽出を行う手法について説明します。

5-1. 対象地域と使用データ概要

本チュートリアルでは2008年6月14日に発生した岩手・宮城内陸地震を事例として取り上げ ます。岩手・宮城内陸地震は岩手県奥州市および宮城県栗原市において最大震度6強を観測し、両県 を中心に被害が発生しました。この地震による被害の特徴としては、同程度の地震と比較すると建造 物の被害は比較的少なく、山体崩壊やがけ崩れ、河道閉塞などの土砂災害が多く発生した事が挙げら れます。

解析に使用した衛星データは震災前後の ALOS AVNIR-2、1B2-Georeference プロダクトの画像データです。撮影時の諸元を表 5-1-1、また撮影範囲を図 5-1-1に示します。

シーン ID			
ALAV2A038802790	撮影日	2006年10月17	
	シーン中心	北緯 39.022、東経 140.777	
	ポインティング角	34.30	
ALAV2A129822820	撮影日	2008年07月02	
	シーン中心	北緯 38.782 、東経 140.887	
	ポインティング角	-2.50	

表5-1-1.使用データ諸元



図 5 - 1 - 1. 使用した AVNIR-2 シーンの撮影範囲

5-2.2時期の差分画像による抽出

前記のとおり、解析対象とする地震では土砂災害が多く発生しています。山体崩壊やがけ崩れなどの土砂災害では、発生地点では植生が失われて地表がむき出しになっているものと考えられます。すなわち、2時期の観測データから土砂災害発生地点を特定するには、災害の前には植生があり、災害後に植生が失われた場所を抽出することで絞り込むことができます。そのようにして抽出した領域から、2時期の撮影時期の間に開発などによって植生が失われた箇所を除くことで、災害発生箇所を特定することができます。

植生が失われた箇所を抽出するには、2時期間で画像差分をとる方法と、両者の植生指数画像を作成してそれらの差分をとる方法が考えられます。いずれにしても、2時期の画像間で演算を行う場合は両方の画像の位置合わせを事前に行っておく必要があります。

・単純差分画像による抽出

2時期の画像における差異を調べるに当たってまず考えられる手法は、単純に両者の差分を取るこ とです。当然両者の画像では撮影時期、特に季節が異なるため色調は異なりますが、単純な差分画像 においては、地上の状況に変化がない箇所では色調の差だけが残った画像ということがいえるので、 差分画像上において周辺と明らかに色調が異なる箇所ではやはり地上の状況に何らかの変化が起こっ ている箇所であるということがいえます。このことから、単純に差分をとる方法は手法の簡単さもあ り、被災地抽出では有効な手段の一つです。

まずは、2時期のデータで差分を計算してみましょう。リージョンを設定後、マップカリキューレ タでバンド2に対して「"期末レイヤー"-"期首レイヤー"」のように入力します。

Mapcalc operators				Name of new map to create
+	-	&	П	dif_band2
*	/		I	Insert existing map
>	>=	8.8.	111	2790-01B2R_U_utmgeorect980@miyagi
<	<=	<<	>>	Insert mapcalc function
	!=	>>>	1	
%	^	?:	~	() Clear
IMG-02-ALAV)1B2R_U_utr	/2A129822820 ngeorect980"	0-01B2R_U_utm	georect1664	" - " IMG-02-ALAV2A038802790-

図5-2-1. 差分計算入力例

本章では、リージョンは重複部分が全て入る範囲に設定して計算を行っています。r.mapcalcではこのような場合でも重複部分だけを計算対象にします。

計算結果を表示してみましょう。図5-2-2はバンド2に対する2時期の差分結果です。



図5-2-2. バンド2に対する差分計算結果

この画像では総じて青色になっていますが、所々赤く表示されている部分があります。カラーバー に示されているように、赤い部分は高い値が記録されている箇所、すなわち期末の画像では高い画素 値で期首の画像では低い画素値の部分であることを示しています。土砂災害発生箇所は地表が露出す るため高い反射を示すことが多いので、図で赤く表示されている箇所は災害発生箇所である可能性が あります。

以下に、図5-2-2で赤く表示されている箇所と、期首、期末のトゥルーカラー画像を示します。 災害地域をある程度抽出することができますが、期末画像の雲なども同時に抽出してしまう欠点があ ります。

表5-2-1. 主な抽出箇所の画像比較



・NDVI画像に対する差分画像による抽出

NDVI 画像の差分をとる方法は、単純な差分をとる方法よりも手間がかかりますが、-1~1の間に正 規化された値同士の差分なので差分画像は2~-2の値をとり、結果を定量的に取り扱いやすくなります。 また、雲の影響をある程度軽減することができる上、結果の画像は植生の喪失という意味づけが明確 にできるので、解析の根拠も明白になります。

以下の例は、期首、期末それぞれで NDVI 画像を作成し、それらの間で差分をとった結果です。



図 5-2-3. NDVI 差分画像

これではわかりにくいので、NDVIが0.5以上減少した箇所だけを抽出してみましょう。GRASSコマンドr.nullを起動し、setnullオプション(コマンドダイアログでは"オプション"タブの"NULL値を セットするセルの一覧")のところに「-0.5-2」と入力して実行します。



図5-2-4. r.null オプションタブ入力例

さらに、カラールールで全ての色を単一の色になるように以下のように設定します。


図5-2-5. カラールールの設定例

上記の手順で被災地を抽出し、トゥルーカラー画像と重ね合わせた結果が図5-2-6です。中央 やや北の部分にある雲を抽出していないことがわかります。



図5-2-6. 栗駒山周辺と荒砥沢ダムの被災地抽出結果

5-3. 抽出結果を表示

被災地抽出作業の最終目的は、地形図等の地図上に抽出箇所を図示して被害状況を整理することで す。GRASS上では前節の図5-2-6のように表示することで被災箇所をわかりやすく表示すること ができますが、その他のGISソフトなどでも利用可能にするために適切な形でデータをエクスポート しておいたほうがよいでしょう。また、そうすることによって現地調査結果との統合も容易になりま す。

本節ではラスタデータで出力後 QGIS 上で基盤地図情報 WMS にオーバーレイする方法と、ベクタ データで出力後 Google Earth にオーバーレイする方法を説明します。

・QGIS 上で基盤地図情報 WMS とともに表示

前節の図5-2-6は表示上の設定で2値画像のように表示しているだけで、実際のデータは浮動 小数の値が記録されています。このままエクスポートしてもQGISで表示することはできますが、2値 化してピクセルもバイト型にしてエクスポートすることで、データ量を圧縮できる上、取り扱いが容 易になります。

リージョンを設定後、r.mapcalc で2値画像を作成します。2値化の要領は3-3章と同様ですが、 既にNULL値が設定されているので、r.mapcalc で以下のように入力することで2値化することができ ます。

if(not(isnull("NDVI 差分レイヤー")))

上式はNULL 値に設定されているピクセルは0、それ以外は1を出力します。この時点で再度 NULL 値を設定することもできますが、GRASS ではエクスポート時に NULL 値を出力することができ ません^{注 5-3-1}。したがって、必ずしもここで NULL 値を出力する必要はありません。

注5-3-1.r.out.gdal コマンドには"nodata"オプションがありますが、本チュートリアル執筆時点では出力ファイルに nodataの値を設定することができません。



図5-3-1.2值化結果

作成された2値画像をGeoTIFF形式でエクスポートします。r.out.gdal コマンドの"必須"タブでエク スポートするレイヤーと出力ファイル名を指定し、"オプション"タブの"ファイルフォーマット" を"GTiff"、"ファイルタイプ"に"Byte"をそれぞれ指定します。

💩 r.out.gdal [ラスター、エクスポート]	
GRASS ラスターマップを GDAL サポートのフォーマットヘエクスポート	
必須 出力 オプション コマンド出力 マニュアル	4 Þ ×
□ 大きいサイズのカラーテーブルをエクスポートしない □ 詳細モジュール出力 □ モジュールを出力 □ モジュールを出力	
書き出すGISフォーマット(大文字小文字を区別、 - フラッグの説明を参照): GTiff	(format, string)
ファイルタイプ: Byte	(type, string)
[複数] ファイル作成に関する ファイルタイプを"Byte"	(createopt, string)
	(metaopt, string)
、 出力ファイルでデータ無しとする値を指定: ┃0	(nodata, float)
開じる(C) (停止(S) 実行(R) コピー(C)	へルプ(H)

5-3-2. r.out.gdal オプションタブ

作成されたファイルを QGIS 上で表示してみましょう。QGIS に出力ファイルを読み込んだ状態で、

ラスタレイヤプロパティダイアログの"透過性"画面を開き、"データ無しとする値"に"0"を入力します。

🕺 ラスタレイヤプロハ	ರ್ಶಿ		8 🗾
	全体の透過率 〇 なし 0%	データ無しとする 一 完全 データ無しとする 0 0 二 データ無し	5値
	カスタム透過率設定オブション 透過設定するパンド 透過ピクセルリスト (ンデックス4) 透過率	② "データ無 ^{(木BR圧}	€しとする値"に"0"を指定
<u>力ラーマッ</u>	過性"タブを開く		
- #2 i目 #R メタデータ			
Example 1)(2¢/)(/;戻す) [既定]	スタイルとして保存	
		OK \$	マンセル 適用 ヘルプ

図5-3-3. QGIS ラスタレイヤプロパティダイアログの透過性画面

出力ファイルを基盤地図情報にオーバーレイして表示してみましょう。出力ファイルはGRASSの ロケーションと同じ空間参照が定義されているので、基盤地図情報をオーバーレイする際には空間参 照に注意してください。



図5-3-4. 基盤地図情報 WMSと被災地抽出結果のオーバーレイ

・Google Earth 上に表示

Google Earth 上に表示するには、上記のラスタデータをグラウンドオーバーレイとして表示する方法と、ラスタ→ベクトル変換後に KML 形式に変換して表示する方法があります。本節では後者の手法について説明します。

ラスタ→ベクトル変換は3-3章で説明したとおりですが、ここでもやはり差分レイヤーを2値化 する必要があります。また、ラスタ→ベクトル変換を行うためには2値化の際に抽出部分以外をNULL 値に設定する必要があります。そこで、r.mapcalcには以下のような式を入力します。

if("*NDVI 差分レイ*ヤー" < -0.5, 1, null())

上式で作成したラスタレイヤーは抽出箇所が1、それ以外がNULLになっています。この状態で3 -3章で説明したノイズ除去を行うこともできますが、ベクトル化した後にノイズ除去を行うことも できます。ベクトルデータのノイズ除去を行うには、レイヤーマネージャのメニューから[ベクトル]-[ベクトルマップの作成]-[円滑化または単純化]^{準5-3-2}を選択します。

注5-3-2.GRASS コマンド v.generalize と同値

😵 GRASS GIS レイヤーマネージ	·v-		
ファイル 設定 ラスター	ベクトル 画像 ボリューム データベー	-2 ~1	プ
	ベクトルマップの作成 カラー調整	•	新しいベクトルマップ デジタイズ (TdTkが必要)
Display 1	属性で検索		ベクトルマップ編集(非対話型)
V K diff_ndvi@miyagi (c	座標で検索 別のベクトルマップと共に検索		トポロジーの作成/再ビルド ベクトルマップの消去
	バッファリング		円滑化または単純化
	 ライダー分析 線形参照 	•	オブジェクトタイプの変換 セントロイド追加
[ベクトル]	 -[ベクトルマップの作成]-[円洲 を選択	骨化また	は単純化] 成
画面のマップレイヤー コマンド	属性の変更	•	<u> </u>
Cmd > r.mapcalc "bin_o v.generalize ベクトルベース	現在の領域からエリアを作成		境界の融合
	BERROWN IS IN SECTION	- C	20ペクトルまたけニフターの作成

図 5-3-5. v.generalize コマンドの選択

選択すると図5-3-6のようなダイアログが表示されます。小領域を削除する場合は、"一般化ア ルゴリズム"で"remove_small"を選択し、"最大許容差値"に削除し対象領域の面積を指定します^{注 5-3-3}。

◎ v.generalize (ペクトル、一般化、間素化、スムージング、量	
▲ 入力・出 必須 オブション コマンド出力 マニ	出力レイヤーを指定
入力するベクトルマップ名: bin_diff_ndvi@miyagi	(input, string)
, 出力するベクトルマップ名: bin_dvi_remove_small@miyagi	(output, string)
一般化アルゴリズム: remove_small ・	アルゴリズムを"remove_small"に設定
最大許容差値. 有効範囲 U-1000000000: 1.0	(threshold, float)
Look-ahead パティト・ 7 最大許容差値に削除する面	
'douglas_reduction'アルゴリズムの出力におけるポイントの割合.有 「50	幼範囲 0-100: (reduction, float)
閉じる(C) (停止(S) 実行(R)	コピー(C) ヘルプ(H)
□ レイヤーツリーに作成したマップを追加 □ 終くて時にダイアログを問いる	
終了時にガイアロガを閉じる	

図 5 - 3 - 6. v.generalize 必須タブ

注5-3-3.v.generalizeコマンドは非常に多くのアルゴリズムを用いて図形の単純化、平滑化を行うコマンドですが、使用するアルゴリズムによって要求パラメータが異なります。そのため、日本語訳に違和感があるかもしれません。なお、"最大許容差値"は threshold パラメータと同値です。



図 5 - 3 - 7. v.generalize 実行結果

(赤色の部分はもとの差分ラスタレイヤー)

小領域が多いと描画に時間がかかる恐れがあるので、できる限り削除しておいたほうがいいでしょう。

ベクトル化が完了したら、エクスポートを実行します。レイヤーマネージャのメニューから[ファイル]-[ベクトルマップのエクスポート]-[OGRを使用した複数フォーマットのエクスポート]を選択しま す^{注 5-3-4}。

注5-3-4.GRASS コマンド v.out.ogr と同値。

ワークスペース	• ॏक़ढ़ऻॿ
ラスターマップのインポート ベクトルマップのインポート 3Dグリッドのインポート データベーステーブルのインポート	↓ ↓ </td
ラスターマップのエクスポート ベクトルマップのエクスポート 3Dグリッドのエクスポート	OGRを使用した複数フォーマットのエクスポート ASCII ポイント/GRASS ASCII ペクトルのエクスポート
データベーステーブルのエクスポート マッ- ファイル]-[ベクトルマッ マッ- -[OGRを使用した複数	プのエクスポート] フォーマットのエクスポート]

図 5-3-8. v.out.ogr コマンドの選択

選択すると図5-3-9のようなダイアログが表示されます。"必須"タブではエクスポートするベ クタレイヤーと出力ファイル名を指定します。出力ファイル名の指定では「参照」ボタンがありませ ん。従ってフルパスを手入力する必要があります。

✓ 必須 入力	作成 オプション ゴ	アンド出力 マニュアル	4 6 3
、 人力するベクトルマッ: bin_diff_ndvi_rer	?名: nove_small@miyagi		(input, strin
GR出力のデータン・	-入名:		(dsn, strin
c:¥Data¥dift_ndvi	 入力レイヤー、出力 ⁻	ノ ファイルを指定]
c:¥Data¥dift_ndvi	 入力レイヤー、出力 [、]	ファイルを指定]

図 5 - 3 - 9. v.out.ogr 必須タブ

続いて入力タブを開きます。ここでは出力する要素形式を指定します。今回の例では抽出した領域のポリゴンだけをエクスポートしたいので、"area"だけにチェックを入れます。

必須	入力	作成	オプション	コマンド出力	マニュアル	4 b ×
地物の型. point kernel centroid line bounda	複合型は d ry	全てのフォー	マットでサオ	९−⊦ಕಗる≣Rでは	ສຽສປ ິ ດ:	
I∕ area						
I area Lace レイヤー数・ 1	J	∖ ("ar	ea"だに	ナにチェック]	(layer, intege

図 5 - 3 - 1 0. v.out.ogr 入力タブ

続いて"作成"タブを開きます。一番上の"OGR レイヤー名"の欄を指定した場合、"必須"タブで入力 したファイル名はフォルダ名となり、その中にこの欄で指定したファイルが作成されます。空欄に下 場合は"必須"タブで指定したファイル名がそのまま使用されます。

OGR フォーマットは OGR がサポートしているファイルフォーマットを選択することができます。 この中には KML も含まれていますが、この時点で KML を作成しても座標値が UTM の値になっている ので無効な KML ファイルとなってしまいます。ポリゴン形式を保存することができるフォーマットで あれば何でも構いませんが、ここではとりあえず"ESRI_Shapefile"を選択しておきます。

🤞 v.out.ogr [ベクトル、エ	クスポート]	
☆ サポートするOGRベクトルコ	フォーマットのひとつに変換	
必須入力 作成	オプション コマンド出力 マニュアル	, 4 b ×
OGRレイヤー名.指定しない場合	ትは入力ファイル名:	(olayer, string)
) OGR フォーマット: ESRI_Shapefile	r.	(format, string)
ESRI_Shapefile MapInfo_File TIGER	ាស្មី = VALUE):	(dsco, string)
S57 DGN	VALUE >:	(lco, string)
Memory BNA CSV	出力フォーマットを選択	
GPX GPX KML GeoJSON Interlis_1 Interlis_2 GMT SQLite ODBC PostgreSQL MySQL	コピー(<u>C</u>)	へルブ(<u>H</u>) dsn=c:¥Data¥diff

図 5 - 3 - 1 1. v.out.ogr 作成タブ

以上の設定が完了したら「実行」ボタンを押します。シェープファイルが作成されたら、作成され たシェープファイルの座標値を経緯度に変換しつつ KML ファイルを作成します。GDAL ユーティリ ティコマンド(FWTools に同梱)の ogr2ogr を使用して、コマンドプロンプトから以下のように入力し ます。

C:¥Data> ogr2ogr -f "KML" -t_srs EPSG:4326 "出力ファイル名" "入力ファイル名" 🕗

入力ファイルと出力ファイルの指定順序に注意してください。作成された KML ファイルは Google Earth がインストールされているマシンで閲覧することができます。

6. GPS を利用した現地検証

衛星画像解析による分析結果は主観的、客観的に関わらずあくまで推定結果であり、必ずしも現地の状況を確実に表している保障はありません。一方、現地調査は調査対象の現況を調べる最も確実な 手法ですが、広域を一度に現地調査を行うことは現実的ではありません。そこで、両者を併用することで広域の現況をより正確に把握することができます。

ー言に現地調査といっても調査項目、手法は様々です。植生調査であれば現況写真を撮るだけの場合もあれば、詳細な毎木調査を行う場合もあるでしょう。そこで、これらの調査と平行して GPS による位置情報を取得することで、それらの現地調査と衛星解析結果を統合して分析を行うことができるようになります。また、処理を行う前にグラウンドトゥルースとして現地調査結果を入力することによって解析精度を向上させることができます。とくに幾何補正や教師付き分類では大きな威力を発揮します。

GPS 測量には様々な測位手法があり、最も精度の高いスタティック測量やRTK ではミリ単位の精度 で測位を行うことができます。もちろん精度が高いことに越したことはありませんが、観測機材が高 価であったり、観測そのものや後処理に手間と時間を要したりします。一方、最も精度が低い単独測 位では位置精度は数メートル程度で、条件が悪い場合は数十メートルほど誤差が出る場合があります。 しかし、測位作業及び後処理の手間はほとんどないため、他の現地調査と並行して測位を行ってもそ れほど作業の負担になることはありません。また、最近ではハンディ型 GPS が多く普及してきており、 安価で入手できるようになってきています。本チュートリアルで利用している中解像度衛星画像の地 上解像度がおおよそ 10~30 メートル程度であることを考慮すると、単独測位による GPS でも充分であ ることも多いでしょう。

そこで、本章ではこれまでの章で述べた例と現地調査を組み合わせるための概念的な手法について 説明します。本章で述べる手法はあくまで一例であり、実際の調査業務においては適切ではない可能 性もあります。

6-1. 緑地抽出における現地検証

3-2章で説明した植生指数はあくまで指数であり、植物の現存量や活性度に対する絶対的な指標 を与えるものではありません。算出された植生指数の値と現存量や活性度などの実際の値との関連付 けを行うには、現地調査による実測値が欠かせません。また、解析の結果、植生域であると判断され た箇所には本当に植生があるのかを確認するにはやはり現地調査が必要になるでしょう。

そこでこのような場合は対象地域から無作為に調査地点を選定して現地調査を行う必要があります。 空間的な無作為抽出を行う手法として、GRASSを用いてランダムに点をばら撒く方法があります。

ランダムに点をばら撒くには、レイヤーマネージャのメニューから[ベクトル]-[ポイントの作成]-[ラ ンダムなポイントを作成]を選択します^{注 6-1-1}。



図 6 - 1 - 1. v.random コマンドの選択

選択すると図6-1-2のようなダイアログが表示されます。作成するベクトルレイヤー名と発生 させるランダム点数を入力します。v.random コマンドはリージョン内に対してランダム点を発生させ るので、あらかじめ調査対象範囲にリージョンを設定しておきます。

注6-1-1.GRASS コマンド v.random と同値。

🎄 v.random [ベクトル, 統計]	
2D/3Dベクトルポイントマップをランダムに作成します	
必須 オプション コマンド出力 マニュブ	م الأم م الأم
出力するベクトルマップ名: rand_point	(output, string)
	作成するレイヤー名
作成するポイント数	
 閉じる(C) (停止(S) 実行(R) レイヤーツリーに作成したマップを追加 旅了時にダイアログを閉じる 	ピー(C)ノレフ(H)
v.random -doverwrite output=rand_point n	=200

図 6 - 1 - 2. v.random 必須タブ



図 6 - 1 - 3. v.random 実行結果

v.random は図6-1-3のようにリージョン全体に点を作成してしまいます。対象範囲外の点を削除するには、レイヤーマネージャのメニューから[ベクトル]-[別のベクトルマップと共に検索]を選択します^{注 6-1-2}。

📀 GRASS GIS レイヤーマネー	57-	
ファイル 設定 ラスター	ベクトル 画像 ボリューム データベース へ	レプ
Display 1	ベクトルマップの作成 カラー調整 ・	4 Þ X
kashiwa@ETM+_2	属性で検索 座標で検索	
·····································	別のベクトルマップと共に検索	
 [ベクトル]-[別の	のベクトルマップと共に検索] / ・ を選択	
	ネットワーク解析 ・ ベクトルマップの重ね合せ ・	
画面のマップレイヤー コマンド	属性の変更	
Cmd > v.select v.select ベクトルマップ (B)	現在の領域からエリアを作成 複数のポイントからエリアを作成	ಶಿಕ್ರರ್ /

図 6 - 1 - 4. v.select コマンドの選択

選択すると図6-1-5のようなダイアログが表示されます。"必須"タブでは、図のように取り出 す対象のレイヤー、検索条件とするレイヤー、および出力レイヤー名をそれぞれ指定します。上記の 例ではベクトルマップ(A)にはポイントデータ、ベクトルマップ(B)には行政界ポリゴンを指定 します。

注6-1-2.GRASS コマンド v.select と同値。

🎡 他のベクトルマップ (B) の地物	を元に, ベクトルマップ (A) から地物を選打	択
必須 選択 オプション	マニュアル	4 Þ ×
指定するベクトルマップ (A) 名: rand_point@ETM+_2	抽出対象のレイヤー名	nput, string)
指定するベクトルマップ (B) 名: kashiwa@ETM+_2	検索条件とするレイヤー	名 nput, string
出力するベクトルマップ名: select	出力レイヤー名	itput, string)

図 6 - 1 - 5. v.select 必須タブ

"選択"タブでは両方のベクトルマップにおける対象要素種別とサブレイヤーの番号をそれぞれ指定 します。v.select コマンドには要素を属性で選択するオプションはないので、上記の例の場合はベクト ルマップ(B)で指定したレイヤーは、行政界レイヤーのポリゴンデータから対象の市町村ポリゴン だけを v.extract コマンド等であらかじめ取り出しておいたものを指定する必要があります。

¥						
必須 選打	R オブション	コマンド出力	マニュアル		4	Þ ×
̄ 逆選択 - 地物のタイプ (べ・ ▽ point ▽ line	クトルマップ A):— 「 boundary 「	centroid 🔽 are	a			
レイヤー番号 (ベクト 1 <u></u>	ルマップ <mark>A)</mark> :			(alay	er, int	ege
- 地物のタイプ (ベ 「 point 「 line レイヤー番号 (ベクト 1	クトルマップ B): 「 boundary 「 ・ルマップ B):]	centroid 🔽 are	а	(blay	ver, int	ege

図 6 - 1 - 6. v.select 選択タブ

さらに"オプション"タブでは実行する演算を選択することができますが、本チュートリアル執筆時 点では"overlap"だけが選択可能です。"overlap"は「ベクトルマップ(B)に重複する要素をベクトル マップ(A)から抽出」する演算です。

w.select [ベクト	トル,検索]			
🎡 他のベクトルマ:	ップ <mark>(B)</mark> の地物を	元に, ベクトルマップ	(A)から地物を選	択
必須 選択	オプション	コマンド出力	עעבבד	4 Þ ×
 □ 腐性テーブルを作 □ 既存のファイル(こ) □ 詳細モジュール出 □ モジュールを出力 	成しないで下さい 上書きする ,力			
演算子は地物間の要 overlap	家する関係を定め	義.有効範囲 ov	erlap:	(operator, string)
開じる(C) 「レイヤーツリーに作 「終了時にダイアロ	<u>(停止(5)</u> E成したマップを追: グを閉じる		ピ−(C)	/レフ(H)

図 6 - 1 - 7. v.select オプションタブ

設定が完了したら「実行」ボタンを押します。図6-1-8のように行政界内の点だけが抽出されます。



図 6 - 1 - 8. v.select 実行結果

ランダム点を発生させ、行政界で抽出したら、さらに私有地内や水面に落ちている点を除去して調 査対象点を選定します。植生域のみを現地調査対象とする場合はさらに対象点を絞り込む必要があり ます。最終的な対象点はかなり絞られることを考慮して、ランダム点はやや多めに設定しておいたほ うがよいでしょう。

植生の領域が正しく抽出できたかどうかを調べる場合は、現地調査地点を多めにして植生/非植生を調べ、"正解率"を算出することができます。また、胸高断面積合計や立木密度など定量的な数値と NDVIとの関連を調べたい場合は、回帰直線や相関係数を求めることによって関連の度合いを調べるこ とができるでしょう。

6-2. 土地被覆分類におけるトレーニングエリアの直接取得

現地調査によるトレーニングエリアの取得は最も確実にトレーニングエリアを取得する方法です。 現地でトレーニングエリアを取得するには、GPS 移動計測で領域を囲むように踏査してもよいですが、 より簡便に行うには点測定を行ってバッファを発生させ、トレーニングエリアにする方法があります。

まず、現地調査ではGPSによる点測定を行い、測定点に属性として分類項目(番号)と、その測定 点の周囲何メートルまでが同じ分類項目かを記録しておきます。

例として、現地調査結果を図6-2-1のように取りまとめたとします。

X N	(class	distance
242510.77	3854088.54	5	200
247406.63	3849297.37	5	200
245968.84	3849569.73	2	100
247185.1	3847746.58	3	100
243660.32	3846135.84	2	80
239313.43	3846307.58	1	200
241000.96	3840439.01	2	30
247782.21	3850749.15	3	150
248040.75	3847035.18	4	. 300
250543.5	3852358.52	6	150
242987.74	3855832.36	2	250
243437.23	3857024.64	6	100
241827.18	3858415.22	5	250
243322.08	3859618.96	1	80
226845	3851833.28	5	150
225270.21	3853436.62	4	· 50
244604.43	3834787.17	5	150
230153.11	3837632.23	4	· 100
230809.36	3838373.54	4	50
230624.64	3837940.91	6	20
229199.21	3859971.88	1	250
226555.75	3869831.64	1	200
218302.12	3843803.31	3	150
215829.58	3848257.66	3	150
219252.47	3849915.13	3	70

図6-2-1. GPS 観測取りまとめ例

上記のテキストファイルを GRASS コマンド v.in.ascii でインポートした後、レイヤーマネージャの メニューから[ベクトル]-[バッファリング]を選択します^{注 6-2-1}。

注6-2-1.GRASS コマンド v.buffer と同値。

😵 GRASS GIS レイヤーマネー	ジヤー	_ 🗆 💌 X
ファイル 設定 ラスター	ベクトル 画像 ボリューム データベー	スヘルプ
Display 1 V, training_circle@mai	ベクトルマップの作成 カラー調整 属性で検索 座標で検索 別のベクトルマップと共に検索	• • • •
✓ [⁴] training_area@mak	バッファリング ライダー分析 線形参照	7;
	[ベクトル]-[バッファリング] を選択	*
画面のマップレイヤー コマンド	属性の変更	•
Cmd > g.rename MASK,MI v.buffer 指定されたタイプの	現在の領域からエリアを作成 複数のポイントからエリアを作成	・ Dにパッこ

図 6 - 2 - 2. v.buffer コマンドの選択

選択すると図6-2-3のようなダイアログが表示されます。必須タブにはバッファ発生元のレイ ヤーと出力レイヤー名をそれぞれ指定します。

▶ ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ●	見用 オブション	コマンド出力	4 1
、力するベクトルマップ名: training_point@makinohara	バッファ発	き生元のレイ	ヤー ^{c, string}
出力するベクトルマップ名: training_circle	出力	レイヤー名	t, string
	-		
閉じる(C) (停止(S)		」ピー(C)	へルブ(H)

図 6 - 2 - 3. v.buffer 必須タブ

続いて"距離"タブを開き、"バッファー距離に使用する列名"欄に現地調査で記録した距離(この場合は"distance")を指定します。

⊗ v.buffer [ベクトル, バッファー]	
◇ 与えられた型の地物の周りのバッファを作成(エリアは	はセントロイドを含まなくてはいけません).
必須 選択 距離 不使用 オプショ	マンド出力イ ・ ×
マップユニットの長軸に沿ったバッファー距離:	(distance, float)
 マップユニットの短車曲に沿ったバッファー距離: 	(minordistance, float)
, 長軸の角度 [度]: 0	(angle, float) ≡
バッファー距離に使用する列名: distance	(bufcolumn, string)
高度列のスケールファクターは 1.0 バッファ距離を定	 義したフィールドを指定
バッファーの多様性としての,理論上の弧とポリゴンセグメン 0.01	ト間の最大距離: (tolerance, float)
閉じる(C) (停止(S) 実行(R)	(C)/ノレプ(H)
 レイヤーツリーに作成したマップを追加 終了時にダイアログを閉じる 	
v.buffer input=training_point@makinohara out	put=training_circle bufcolumn=dist

図 6 - 2 - 4. v.buffer 距離タブ

以上の設定が完了したら「実行」ボタンを押します。実行結果を図6-2-5に示します。各点の 周りにそれぞれ異なる距離のバッファが作成されていることがわかります。



図 6 - 2 - 5. v.buffer 実行結果

ただし、v.buffer コマンドはバッファ発生元から属性を引き継ぎません。そこで、バッファ発生元から属性テーブルを明示的にコピーする必要があります。ただし、単純にコピーしただけではテーブルの各行との対応付けがうまくいきません。そこで、以下の手順でバッファの各要素に属性をコピーします。

まず、バッファ発生元の要素種別をポイントから重心要素に変換する必要があります。要素種別の 変換を行うにはレイヤーマネージャのメニューから[ベクトル]-[ベクトルマップの作成]-[オブジェクト タイプの変換]を選択します^{注 6-2-2}。

Contraction of the second s		100	
	ベクトルマップの作成	•	新しいベクトルマップ
データパース:C:\Users\van	カラー調整	•	デジタイズ (TclTkが必要)
テーブル:training_circle	属性で検索		ベクトルマップ編集(非対話型)
뚜一列:cat	座標で検索		トポロジーの作成/再ビルド
class: 5	別のベクトルマップと共に検索		ベクトルマップの消去
distance : 200			円温化またけ単純化
(Sun Jun 27 02:33:56 ;	バッファリング		13/4106/218+400
	ライダー分析	•	オブジェクトタイプの変換
<	線形参照	+	セントロイド追加
Clear	近傍のフィーチャ		
	ネットワーク解析	+	ホリラインの作成

図6-2-6. v.type コマンドの選択

選択すると図6-2-7のようなダイアログが表示されます。"必須"タブには入力レイヤーと出力 レイヤー名をそれぞれ指定します。

注6-2-2.GRASS コマンド v.type と同値

⊗ v.type_wrapper [ベクトル、ジオメトリ]	
ジオメトリ要素のタイプを変更して下さい	
必須 オプション コマンド出力 マニュアル	4 Þ X
入力するベクトルマップ名: training_point@makinohara	(input, string) ➡
出力するベクトルマップ名: training_centroid	(output, string)
入力レイヤー、出力レイヤー	名を指定
閉じる(C) (停止(S) 実行(R) コピー レイヤーツリーに作成したマップを追加 「終了時にダイアログを閉じる	(C)(H)
v.type_wrapper.sh input=training_point@makinohara out	tput=training_centro

図 6 - 2 - 7. v.type 必須タブ

続いてオプションタブの"Conversion"のドロップダウンリストから"point to centroid"を選択します。

・ 必須 オプション	コマンド出力	マニュアル	1	4 Þ
 既存のファイルに上書きず 詳細モジュール出力 モジュールを出力 onversion: boundary to line point to centroid point to kernel 	та ————————————————————————————————————	- - -		(type, strin
centroid to point centroid to kernel kernel to point kernel to centroid line to boundary line to face boundary to line boundary to face face to line face to boundary	۴"۲	point to ce	ntroid"を≟ ⊐ピ−(с)	選択 (H)

図 6-2-8. v.typ オプションタブ

設定が完了したら「実行」ボタンを押します。作成される重心要素のレイヤーには属性情報が持ち 越されています。次に、レイヤーマネージャのメニューから[ベクトル]-[ベクトルマップの重ね合わせ] -[ベクトルマップのパッチ]を選択します^{注 6-2-3}。

注6-2-3.GRASS コマンド v.patch と同値。

	ベクトルマップの作成 カラー調整	•	Þ x	
Image: spin of the spin o	属性で検索 座標で検索 別のベクトルマップと共に検索			×
☑ 义, training_centroid@ ☐ ½; training_circle@mal ☐ [½; training_area@mak	バッファリング ライダー分析 線形参照 近傍のフィーチャ ネットワーク解析	+ + +		
	ベクトルマップの重ね合せ	•	ベクトルマッフ	の重ね合せ
画面のマップレイヤー コマンド	属性の変更		ベクトルマップ	
nd > v.type patch 別のベクトルマップ?	現在の領域からエリアを作成 複数のポイントからエリアを作成	•		

図6-2-9. v.patch コマンドの選択

v.patch コマンドは複数のベクタレイヤーを統合するコマンドです。バッファポリゴンと先ほど選択 した重心要素を統合することで、バッファポリゴンが属性を持つようになります。選択すると図6-2-10のようなダイアログが表示されます。図のように、"入力するベクトルマップ名"の欄には統合 する2つのレイヤー(この場合はバッファレイヤーと重心レイヤー)を指定し、出力レイヤー名を入 力します。

3C24 3	プション コマンド	出力 🕴 マニュア	7/1	4 0 >
複数] 入力する。 training_circle@	ベクトルマップ名: Dmakinohara,train	ing 合成する	複数のレイヤ	"ーを指定
出力するベクトルマ training_circle	ップ名: db		出力レイヤー	-名を指定
問いろ(の)	(a.L/c)			∧ 11−*/LI)

図 6 - 2 - 1 0. v.patch 必須タブ

実行後出力されるベクタレイヤーの各バッファポリゴンには重心要素の要素番号(catの値)が付与 されますが、重心要素の属性値は持ち越すことができません。最後に、既存の属性テーブルとバッ ファポリゴンと重心要素の合成レイヤーとを接続します。レイヤーマネージャのメニューから[データ ベース]-[データベース接続]-[ベクトルマップーデータベース接続設定]を選択します^{注 6-2-4}。



図 6 - 2 - 1 1. v.db.connect コマンドの選択

選択すると図6-2-12のようなダイアログが表示されます。"必須"タブには属性テーブルを接続させたいベクタレイヤーを指定します。

注6-2-4.GRASS コマンド v.db.connect と同値。

🔌 ベクトル	マップのデ	ータベース接	続を属性テ	ーブルへ出ナ)/設定			
必須	設定	出力	オプション		出力	マニュアル	4	▷ :
、力するベクト training_cir	·ルマップネ cle_db@	ය: makinohar	а		78		(map, ▼	strin
			接	続対象(のレイヤ	ァーを打	旨定	
閉じる <mark>(</mark> C)		(亭止(S)	<u></u> ,	行(R)	コピー((C)	ヘルプ	(H)
終了時に	ー – ダイアログ	を閉じる						

図 6 - 2 - 1 2. v.db.connect 必須タブ

続いて"オプション"タブを開きます。ここの"テーブル名"に既存のテーブル(ここではバッファ発 生元の観測点レイヤーのテーブル)を指定し、"キー列名"には"cat"を指定します。すなわち、"cat" フィールド(要素番号に対応)をキーとしてテーブルと要素を接続します。

必須	設定	出力	オプション	コマンド出力	マニュアル	4 Þ ×
□ 出力時,	レイヤーの	リミットはレイヤ	ーオプション	で指定	/ <u>N</u>	
▼ 指定した	レイヤーにま	轰続パラメータ	ーを上書き			
□ 指定した	レイヤー (ラ	テーブルではな	_ い) の接続:	を削除		
🗆 詳細モジ	ュール出力				N	
🗌 モジュール	を出力			一時左のテ	ーブルを	望圯
テーブル名:				LATT 077	2702	ring
training_po	bint					
ギー列名:						(key, string
cat				-		
レイヤー数:				接続時の	のキーを指	定。
1	-	4				ge.
	-	-				
	- 1 E	100000000000000000000000000000000000000				

図 6-2-13. v.db.connect オプションタブ

設定が完了したら「実行」ボタンを押します。これでバッファポリゴンと元の観測点の属性値が接続されました。あとはラスタライズ時に"class"の値を属性値として使用すればトレーニングエリアのラスタデータが作成されます(ラスタライズの詳細は2-1章を参照してください)。



図6-2-14.現地調査によるトレーニングエリア作成例

現地調査で得られたトレーニングエリアデータは最も信頼性が高いデータであるといえるので、4 -4-1章で述べた精度評価に現地調査結果を利用すれば、現地検証結果との比較を行ったことと同 義であるといえます。ただし、衛星データ撮影日と現地調査実施日が大きく離れている場合はその限 りではないことに注意する必要があります。

6-3. 被災地抽出結果を用いた踏査地点の出力

被災地抽出を行った結果を災害救助や復旧作業に用いることは被災地抽出作業の主目的であるとい えます。抽出地点を地形図などの図面にオーバーレイすることで被災現場の位置を特定できますが、 被災地が山奥であったり、または大規模な災害などで道路や建物などが損壊している状況では既存の 地図では位置の特定が難しい場合も考えられます。そのような場合に GPS 機器にあらかじめ被災現場 のおおよその位置を登録しておくことで、被災現場へのナビゲーションとして利用することができま す。

ここではQGISを用いて被災地の代表点をデジタイズして取得し、GPXデータに変換する簡単な方法を説明します。

まず、図6-3-1のようにQGIS上にAVNIR-2のRGB合成画像(VRT)と基盤地図情報の等高線、 および被災地抽出結果が表示されているとします。この状態から被災地のおおよその地点を取得して いきます。



図6-3-1. 被災地抽出結果を表示した状態

まず、シェープファイルを新規作成します(QGIS上でのシェープファイルの新規作成については4-2-1章参照)。新規作成ダイアログの"タイプ"の項目は"点"を選択し、「CRSの指定」ボタンでラスタレイヤーと同じ空間参照を選択します。さらに属性を追加しますが、ここでは仮に地名と災害種別を属性として持たせることにします。

新規ベ	クターレイ	7	1000	? ×	
● 点		0 5 1)	, o	ポリゴン	
CRS ID	+ellps=GRS80 +towgs84=0,0,0,0,0,0 +units=m +no_defs CRSの指定				
新しい履	弱性				
名称					
タイプ	テキストテータ				
幅					
名称	_	タイプ		精度	
name	2	String			
type		String			
•			 運渡 選択属性を	(・) 削除する	
			OK 747		

図6-3-2.新規ベクタレイヤー設定例

設定が完了したら「OK」ボタンを押してシェープファイルを作成しますが、日本語の属性値を入力 し、なおかつこの後シェープファイルを GPX ファイルに変換する場合は、ファイルを保存するときの ダイアログで"エンコード"を UTF-8 に設定する必要があります^{注 6-3-1}。

▶ マイ コンピュータ ▶ yamate	ASTER idi_ndvi.img tpoint.gpx ASTER_new idi_ndvi.img.aux.xml tpoint.prj AVNIR-2 idif_ndvi.tif tpoint.qpj AVNIR-2_2008 idif_ndvi.dbf tpoint.shp ETM+ idif_ndvi.kml tpoint.shx gps idif_ndvi.shp gsi idif_ndvi.shx japan_ver62 japan_ver62.zip ksj labe.qgs landsat overlay.qgs PRISM README vege tpoint.dbf
77イル名:	

図6-3-3.シェープファイル保存時のエンコード指定

注6-3-1.なお、フィールド名に日本語を使用することも可能ですが、GPX 変換時にエラーが出てしまいます。

作成されたら、キャンバス上から点を取得していきます。



図6-3-4. ポイントシェープの編集開始

点の取得が完了したら、シェープファイルから GPX ファイルに変換します。FWTools のコマンドから、以下のように入力します。

上記のコマンドは GPX ファイルに変換を行いつつ、座標系を WGS84 経緯度に変換しています。入 力するシェープファイルの空間参照が未定義の場合は、入力側の空間参照を指定する"-s_srs"オプショ ンを指定するとよいでしょう。

作成された GPX ファイルを確認してみましょう。以下のような内容が出力されていれば成功です。

xml version="1.0"?
<pre><gpx <="" creator="GDAL 1.7.0b2, FWTools 2.4.7" pre="" version="1.1"></gpx></pre>
xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
xmlns="http://www.topografix.com/GPX/1/1"
xsi:schemaLocation="http://www.topografix.com/GPX/1/1
http://www.topografix.com/GPX/1/1/gpx.xsd">
<metadata><bounds <="" minlat="38.893122086476978" td=""></bounds></metadata>
minlon="140.766253072837150" maxlat="38.958999785579728"
maxlon="140.848041711914080"/>
wpt lat="38.897930085189870" lon="140.848041711914080">
<name>荒砥沢ダム</name>
<type>土砂崩れ</type>
wpt lat="38.958999785579728" lon="140.812480251497250">
<name>駒の湯温泉</name>
<type>土砂崩れ</type>
<pre><wpt lat="38.893122086476978" lon="140.766253072837150"></wpt></pre>
<name>湯の倉温泉</name>
<type>河道閉塞</type>

上記の例では各点をウェイポイントとして作成していますが、現場までのアクセスルートを地図上 でデジタイズして GPX のルートレイヤーに変換することも可能です。

7. 時系列データによる広域土地被覆評価

第4章や第5章の始めで述べたように、衛星画像データの特徴として観測範囲の広域性とデータ取得の周期性があります。なかでもNASAの地球観測衛星 TERRA と AQUA に搭載されている MODIS (中解像度画像放射計、MODerate resolution Imaging Spectroradiometer)は、観測幅が2330km、地表面の全域の画像を1~2日毎という高頻度で取得しています。このように高頻度で観測される衛星画像データは、周期的に変化する地表面の状況を検出するのに適しています。例えば、第3章で緑地の抽出に用いた NDVI(正規化植生指数)は、植生や土地利用の種類によって、特徴的な時系列変化を示します。

そこで本章では、この NDVI の時系列変化に基づき、広域の土地被覆を分類する方法を解説します。

7-1.対象地域と使用データの概要

解析対象地域は、中央アジアのカザフスタン、ウズベキスタン、トルクメニスタンを含む北緯40度 から47度、東経58度から65度の範囲としました。この地域には縮小が問題になっているアラル海や、 それにそそぐアムダリヤ川、シムダリヤ川の河川沿いの灌漑地域、さらにカラクム砂漠キジルクム砂 漠などの多様な土地被覆が含まれています。

解析に使用するデータは MODIS、MOD09Q1 プロダクトの画像データです。このデータは空間解像 度 250m、8日間の合成画像です。バンドは赤(620-670 nm)と近赤外(841-876nm)の2バンドから なります。このデータは NASA の LP DAAC(Land Processes Distributed Active Archive Center)からダウ ンロードが可能です。場所は h22v04 に含まれます。



図7-1-1 分析対象範囲

7-2.決定木による土地被覆分類

決定木というのは、分類手法の一つで、画像だけでなく様々な場合に用いられます。画像分類の場合もっとも単純なものは、第3章で示したようにNDVIの値に閾値を設定し、ある値以上であれば緑地、それ以下であれば緑地ではないといった、二分法になります。

ここで、対象地域における代表的な土地被覆のNDVIの値を図7-2-1に示します。



図7-2-1 対象地域における典型的土地被覆のNDVI 値の変化

上図のように、水面の場合は通年通して0以下、砂漠などでは低い値を取りますが、農作物がある 場合は、特定の時期にピークを示したり、低い値を示します。例えば、小麦は春先に高い値を示しま すが、綿花や水田は夏に高い値を示します。また水田は、6月初め頃に田面に水を張るため低い値を 示します。このような特徴的な値に基づいて、分類木を作成し、各土地被覆を決定することとしまし た。

7-2-1. MODIS データの変換と GRASS へのインポート

MODISのデータの変換は、昨年度のチュートリアルの4-4で示している方法で可能です。本分析 では一年間のデータを参考にするため、47枚と多くの画像を使用します。この変換を手動で行うと、 単純作業であり、大変手間がかかります。

そこで、ここではスクリプトと呼ばれる簡単なプログラム言語を使って、変換とインポートを効率 的に行う手順について説明します。使用するスクリプトは、以下のアドレスからダウンロードして下 さい。

http://cse.niaes.affrc.go.jp/niwasaki/tutorial/script.zip

このファイルを解凍すると、中には

grass_import.sh

hdf2img.sh

modis_hdf2erdas_ll_wgs84.sh

ndvi_calc.sh

ndvi_class.sh

ndvi_series.sh

というファイルが入っています。これらのファイルの中身がスクリプトと呼ばれるファイルになります。

さて、まずは「GRASS 6.4.0 with MSYS」というアイコンをダブルクリックして GRASS を立ち上げます。



図 7-2-1-1 GRASS6.4.0 with MSYS のアイコン

すると、次の図の様な画面が立ち上がります。



図 7-2-1-2 GRASS6.4.0 with MSYS の起動画面

通常の起動画面に比べて、左上にクリーム色の背景の画面が出てきます。これが、MSYSの画面に なります。ここから先は通常の GRASS での作業と同じように、ロケーションとマップセットを作成し て下さい。ここでは、「C:\GRASS」というフォルダに「WGS84_LatLon」というロケーションと 「NDVI」というマップセットを作成しました。以上の設定で GRASS を起動すると次のような画面に なります。



図 7-2-1-2 GRASS6.4.0 with MSYS の起動画面

ここで、先ほどの GRASS フォルダの中に HDF というフォルダを作ってその中にダウンロードした hdf ファイルをコピーします。また、同じく hdf フォルダの中にスクリプトをコピーして下さい。

その上で, MSYS の画面上で以下の様に入力して下さい。

cd /c/GRASS/hdf

ここで、CDとは、現在作業しているディレクトリの位置を変えるためのコマンドです。入力する と、先ほど作成したhdfフォルダに移動したことになります。ここで、

sh hdf2img.sh

と、入力して下さい。shとはスクリプトを実行するために命令で、hdf2img.shが実行するスクリプトになります。

このスクリプト実行されると自動的に hdf ファイルが変換され、

MOD09Q1. A2010001. h22v04. b01. img

といった形式のファイルのが大量に作成されます。このうち最初の「MOD09Q1」は使用している MODIS プロダクトの名前、「A2010001」はデータの日付、「h22v04」はタイルの名前、「b01」はレ イヤー名になります。

このhdf2img.shというスクリプトの中身は以下の通りです。

```
#!/bin/bash
LIST=(`ls *.hdf | tr '¥n' ' | sed 's/,$//g'`)
for hdf_list in ${LIST[@]};do
    echo `sh ./modis_hdf2erdas_ll_wgs84.sh ${hdf_list}`
done
```

これは、フォルダの中にある全てのhdfファイルについて、別のスクリプト

modis_hdf2erdas_ll_wgs84.sh を実行するというものです。この、modis_hdf2erdas_ll_wgs84.sh は、GDAL コマンドを使って、hdfファイルを緯度経度形式の img ファイルに変換するもので、GRASS の主開発 者の一人である Markus Neteler 氏によって作成されたものです。

次に、

sh grass_import.sh

と入力して下さい。多少時間がかかりますが、これでインポートが完了します。

このスクリプトの中身は、以下の通りです。

```
#!/bin/bash
LIST=(`ls *.img | tr '¥n' ' '`)
for file_name in ${LIST[@]}; do
    part=(`echo "$file_name" | tr '.' ' ``)
    r.in.gdal --overwrite input="$file_name" output="${part[1]}"."${part[3]}"
done
```
GRASSのコマンドである r.in.gdal コマンドを、全ての img ファイルについて行うというものになり ます。上記の変換作業とインポート作業は、それなりに時間がかかるかもしれませんが、スクリプト を使うことにより、作業の手間を減らすことが出来ます。

インポートされた衛星画像のカラーテーブルを Grey に設定し、赤バンドと緑バンドにバンド1、青 にバンド2を設定して表示した例を図 7-2-1-3 に示します。



図 7-2-1-3 変換した画像の表示例(DOY225)

NDVIの計算方法については、本書の第3章で細かく書かれていますので、そちらをご参考下さい。 ただし、第3章であつかったLANDSATでは、バンド3(赤)とバンド4(近赤外)を使いましたが、 MODISではバンド1が赤、バンド2が近赤外になるので、その点に注意して下さい。

まず、計算の範囲を設定します。メニューから「Config→Region→Set Region」を選択して下さい。

😵 GRA	ASS GIS Layer Manager				
File	Config Raster Vector Imagery	Volumes	Database	Help	_
	Region	•	Display regi	on	
	GRASS working environment	•	Set region		1
	Map projections				A D X
	Preferences) ;	l a		

図7-2-2-1 リージョンセッティングのメニュー

次に、境界タブをクリックして、リージョンの値を入力して下さい。ここでは、北端が47、南端が40、東端が65、西端が58になります。

💩 g.region [一般の]						
	ţ					
既存領域 境界 解像度 保存 出力 Optional	4) ×					
□ 領域を解像度に合わせる(2D解像度のみ有効) (a)						
北端の値 (フォーマット dd:mm:ss{N S}):	(n, string)					
47						
南端の値 (フォーマット dd:mm:ss{N S}):	(s, string)					
40						
東端の値 (フォーマット ddd:mm:ss{E W}):	(e, string)					
65						
。 西端の値(フォーマット ddd·mm·ss{FIW})・	(w. string)					
58	(in sening)					
, 上端(小)(古)	(t. string)					
	(c, sering)					
下缅甸道:	(b, string)					
1						
このラスターマップからの非NULLデータに合うまで領域を縮小します:	(zoom, string)					
I	•					
ラスターマップと揃うように領域セルを調整します:	(align, string)					
]	<u>-</u>					
開じる(C) (存止(S) Run コピー(C)	ヘルブ (H)					
Close dialog on finish						
g.region n=47 s=40 e=65 w=58 nsres=5:30:00 tbres=5:30:00						

図 7-2-2-2 範囲設定。

さらに、「解像度」タブをクリックし、グリッド解像度 2D に、「00:00:05.5」と入力して下さい。

🔞 g.region [一般の]					
☆ 領域の範囲や解像度を変更したり、デフォルトに戻すなどの管理を行います					
解像度 保存 出力 Optional	Command output				
新規領域における行数: 0	(rows, integer)				
新規領域における列数: 0 ・	(cols, integer)				
グリッド解像度 2D (北-南と東-西の両方): 00:00:05.5	(res, string)				
3Dグリッド解像度 (北-南、東-西、上-下):	(res3, string)				
北-南 グリッド解像度 2D (フォーマット dd:mm:ss):	(nsres, string)				
東-西 グリッド解像度 2D (フォーマット dd:mm:ss): (ewres, strin					
上-下 グリッド解像度 3D: (tbres, string)					
開じる(C) (停止(S) Run コピー(C) ヘルプ(H)					
g.region res=00:00:05.5					

図 7-2-2-3 解像度設定。

そして RUN をクリックすると、計算領域が設定されます。

次に、以下の様に入力して下さい。

```
sh ndvi_calc.sh
```

スクリプトの中身は、以下の通りです。

```
#!/bin/bash
DOY=2010001
while [ $DOY -le 2010365 ] # set date
do
    r.mapcalc NDVI_A"$DOY" = "int(¥
    if(float(A"$DOY".b02 - A"$DOY".b01) / (A"$DOY".b02 + A"$DOY".b01) > 1, null(),
¥
    if(float(A"$DOY".b02 - A"$DOY".b01) / (A"$DOY".b02 + A"$DOY".b01) < -1,
null(),¥
    float(A"$DOY".b02 - A"$DOY".b01) / (A"$DOY".b02 + A"$DOY".b01))) * 10000)"
    eval DOY=`expr "$DOY" + 8` # calc ODY
    done
```

このスクリプトは、8日ごとの MODIS のバンド1のデータとバンド2のデータから NDVI を計算し ています。ただし、NDVI は理論上-1から1の間に収まるはずですが、時として主とした衛星画像のエ ラーがあるために、そこからはみ出す値を示す場合があります。そのため、ここでは、範囲外の値に ついては除外しています。さらに、NDVI の計算は浮動小数点で行っていますが、データを保存する際 にはサイズが大きくなるので、10000 倍して整数値として保存しています。

このプログラムを実施すると、合計46枚のNDVI画像が生成されます。生成したNDVIの画像例は 以下の通りです。アムダリヤ川とシルダリヤ川沿いにNDVIの高い地域が見られますが、これは灌漑 農業地域です。また、全体として植被が少なく低い値を示し、そして縮小したアラル海を確認するこ とが出来ます。



図 7-2-2-4 NDVI の分析例

7-2-3.決定木による画像分類の実施

本解析では、全期間でのNDVIの全期間を通しての平均値や季節毎の最大値、最小値に基づき、決 定木を用いた分析を行うこととしました。そのため、分析方法は以下のような二段階になります。

まず、NDVIの平均値、季節毎の最大値、最小値を算出します。次のようにコマンドを入力して下 さい。

sh ndvi_series.sh

スクリプトの中身は以下の通りです。

```
#!/bin/bash
LIST=`g.mlist pattern=NDVI_A* | tr '¥n' ',' | sed 's+, $++g'`
r.series input=$LIST out=NDVI_MAX, NDVI_AVE method=maximum, average, minimum
r.series input=NDVI_A2010105, NDVI_A2010113, ¥
                         NDVI_A2010121, NDVI_A2010129, ¥
                         NDVI A2010137 method=maximum ¥
                         out=NDVI spring max
r.series input=NDVI_A2010201, NDVI_A2010209, ¥
                         NDVI_A2010217, NDVI_A2010225, ¥
                         NDVI_A2010233, NDVI_A2010241 ¥
                         method=maximum out=NDVI_summer_max
r.series input=NDVI_A2010129, NDVI_A2010137, ¥
                         NDVI A2010145, NDVI A2010153, ¥
                         NDVI_A2010161, NDVI_A2010169, ¥
                         NDVI_A2010177, NDVI_A2010185 ¥
                         method=minimum out=NDVI_june_min
r.mapcalc "NDVI_diff_SprSum = NDVI_summer_max - NDVI_spring_max"
r.mapcalc "NDVI_ratio_SprSum = int((NDVI_diff_SprSum / NDVI_spring_max) * 100)"
r.mapcalc "NDVI_ratio_JunSum = int(((NDVI_summer_max - NDVI_june_min) / ¥
                   NDVI june min) * 100)"
```

こでは、r.seriesというコマンドを使って、全期間や季節毎の平均値、最大値、最小値を算出するとともに、さらに季節毎の値の比を計算しています。計算結果のうち、全期間の平均値および最大値を



図 7-2-3-1 全期間を通しての NDVI の平均値



実際の計算の実施に当たっては、以下の様に入力して下さい。

sh ndvi_class.sh

スクリプトの中身は、以下の通りです。

	if(NDVI_AVE < 2000, 2, ¥
	if(NDVI_MAX < 4000, 3, \pm
¥	if(NDVI_diff_SprSum < 0, if(NDVI_spring_max > 4000, 4, 5),
	if(NDVI_ratio_SprSum >= 50, ¥
	if(NDVI_june_min < 1000, 6, if(NDVI_ratio_JunSum > 500, 7,
8)), ¥	
10, 11))))))))	if(NDVI_june_min < 1000, 9, if(NDVI_ratio_JunSum > 400,

このスクリプトを実行するとLANDCOVERという名前のファイルが生成されます。この画像はクラス 0から11までに分類されています。



図7-2-3-3 分類木を用いた時系列画像分類結果

ここでは、まず平均値が0以下の場合はクラス0として、分類しています。この場合、水面に該当する部分になります。次に、最大値が2000以下、平均値が2000以下、そして最大値が4000以下の場合をそれぞれクラス1,2,3としました。最大値が2000以下の場合は砂漠など、平均値が2000以下や最大値が4000以下の地域は植皮の少ない灌木地帯、市街地などが該当します。

クラス4と5は春期のNDVIから夏期のNDVIを引いたときに、負の値を取るクラスになります。そのうち、春期の最大値が4000より大きいものはクラス4で、これは小麦の一毛作などが考えられます。 4000以下のものはクラス5になり、湿地や森林などの自然植生が考えられます。

クラス6、7,8は春期と夏期の比が50以上のもの、つまり夏期に一つのピークを持つ場合で、クラス6と7が7月の初旬に低い値を持つ、すなわち水田等を示し、クラス8は綿花などを含むと考えられます。

クラス9,10,11は、春期と夏期の最大値の比が50以下のもの、すなわち春と夏に二つのピークを

持つ二毛作で、9と10は小麦の水田の二期作、11は小麦とその他の作物の二期作が考えられます。

ただしこの分類が妥当なものであるかどうかは、現地踏査や、既存の土地利用図などにより確認する必要があります。

8. 参考文献

参考書籍

粟屋善雄,田中邦宏,2003. ランドサットTMデータを用いた森林変化モニタリング指標の検討: スギ林の伐採と成長のモニタリング,写真測量とリモートセンシング,Vol. 42, no. 5, pp. 60-70.

C. Bouman and M. Shapiro 1994, "A Multiscale Random Field Model for Bayesian Image Segmentation", *IEEE Trans. on Image Processing.*, *3(2), 162–177*"

長谷川昌弘, 今村遼平, 吉川眞, 熊谷樹一郎, 2002. ジオインフォマティックス入門, 理工図書, 東京, 256pp.

飯倉善和,横山隆三,1998. ランドサット TM 画像の正射投影とその評価,写真測量とリモートセンシング, Vol. 37, no. 4, pp. 12-22.

伊理正夫,腰塚武志,1986.計算機科学と地理情報処理,共立出版,東京,294pp.

菅野正人,2007. ALOS 衛星による下川町民有林の風倒被害解析と被害把握への活用,日本森林学 会大会学術講演集(118).

加藤正人, 2007. 改訂森林リモートセンシング, 日本林業調査会, 東京, 358pp.

小泉圭吾,谷本親伯,朴 春澤,2003. LANDSAT 5号TM データを用いた竹林の抽出手法に関する研究,写真測量とリモートセンシング, Vol. 42, no. 6, pp. 42-51.

小浪尊宏,小野博之,大谷 徹,藤良太郎,2009.航空レーザ計測データを活用した災害対応の有 効性と課題の検討,写真測量とリモートセンシング, Vol. 48, no. 6, pp. 374-380.

Markus Neteler, Helena Mitasova 著: 植村哲士 訳, 2009. オープンソース GIS グラス アプローチ 第3版 日本語版,開発社,東京,467pp.

日本地形学連合,1996.地形学から工学への提言,古今書院,東京,162pp.

日本リモートセンシング研究会,2001. 改訂版 図解リモートセンシング,社団法人日本測量協会, 東京,325pp.

小倉久直, 1978. 物理・工学のための確率過程論, コロナ社, 東京, 266pp.

大津展之,栗田多喜夫,関田 巌,1996. パターン認識-理論と応用-,朝倉書店,東京,214pp.

P.G. Hoel 著:浅井 晃,村上正康 共訳, 1963. 初等統計学, 培風館, 東京, 325pp.

島田静雄, 2000. CAD・CGのための基礎数学, 共立出版, 東京, 218pp.

財団法人画像情報教育振興協会,2006. ディジタル画像処理,財団法人画像情報教育振興協会,東京,382pp.

財団法人画像情報教育振興協会,1997. 画像処理標準テキストブック,財団法人画像情報教育振興協会,東京,360pp.

• ウェブページ

Frank Warmerdam, 2009. FWTools: Open Source GIS Binary Kit for Windows and Linux. http://fwtools.maptools.org/

GRASS Development Team, 1999. GRASS GIS - The World Leading Free Software GIS. http://grass.itc.it/

Quantum GIS project, 2002. Welcome to the Quantum GIS Project. http://qgis.org/

The Open Source Geospatial Foundation. GDAL - Geospatial Data Abstraction Library. http://www.remotesensing.org/gdal/index.html

The Open Source Geospatial Foundation. PROJ.4 - Trac. http://trac.osgeo.org/proj/