

《研究ノート》

ADEOS-II/GLI データを用いた 全球土地被覆分類図作成に関する考察

曾山典子

(天理大学人間学部)

辻本裕子・村松加奈子

(奈良女子大学・共生科学研究センター)

古海忍

(奈良佐保短期大学)

醍醐元正

(同志社大学経済学部)

1 はじめに

全球の土地被覆分類図は、地球規模の自然環境の現状および、環境の変化を予測するために必要とされている。われわれは、特に炭素循環に関わるバイオマス量と基礎生産量の定量的推定を行うために有益な情報として利用できるような土地被覆分類図を作成したい。本研究では、宇宙開発事業団（現・日本宇宙航空研究開発機構；JAXA）により提供されている ADEOS-II/GLI 全球モザイクデータ（16日間コンポジット）を使用して全球土地被覆分類図を作成する。残念なことに ADEOS-II は1年を満たず運用異常が発生してしまい、2003年春から秋の約8ヶ月のデータしか確保されていない。その意味では、現在利用できる GLI データは全球土地被覆分類図を作成するには不完全なデータセットであるが、GLI は可視近赤外域から熱赤外域までの36チャンネルの超多バンドで地球表面を観測しており、多重分光データにより従来の衛星データでは見えなかった情報を抽出する可能性があると考えられる。われわれの提案した解析手法、ユニバーサルパターン展開法（UPDM：Universal Pattern Decomposition Method）は多バンドのデータの解析に有効であり、1画素内の土地被覆物状態の情報量を水、植生、土壌、および黄葉成分を補うための展開係数で表すことができる。

衛星データを使って土地被覆分類を行うために使用する値として植生指標（Vegetation Index）があるが、この指標が示す値は、対象エリアの植生の被覆度と活性度を表す複合的な情報であり、植物の生態学的特徴を直接的に示す値ではない。したがってこの植生指標によりわかることは、対象エリアが植生であるか否か、植生被覆度が疎であるか密であるか、または、

季節変化の有無を調べて常緑であるか否かなどの情報にすぎない。多くの研究チームは、植生指標として規格化差分植生指標（NDVI：Normalized Difference Vegetation Index）を用いているが、NDVIは土地被覆状態の波長依存性の差異を利用した指標であり、対象とする画素の持つ波長が大気の影響を受けている場合などは値に大きく影響する。ユニバーサルパターン展開係数は、水、植生、土壌の3つの基本的な土地被覆物のスペクトルパターンを利用しており、スペクトルパターンが類似していれば対象の被覆物の係数値が高くなり、被覆物の判定には効果的に利用できる。本研究では、ユニバーサルパターン展開係数とこれらの係数により算出する植生指標（MVIUPD）を用いて ADEOS-II/GLI 全球モザイクデータを処理し、全球土地被覆分類を行う。

本研究の土地被覆分類の分類項目は、IGBP-DIS (International Geosphere-Biosphere Programme Data and Information System) を参考にし、16個の分類項目を設定している (Belward A.S. ed. 1996)。本研究では、地球温暖化の予測の上で必要となる純一次生産量 (NPP: Net Primary Production) を算出する上で重要である耕作地の情報を持つ分類項目を設置し、その耕作地の植生被覆状態の疎密度および、植生の最も活性化する時期によって分類している。耕作地における植生の季節変化は、その地の気候風土や農業管理方法、近年ではグローバル化にともなう食糧生産形態の変化により異なり、特定の領域でサンプリングしたデータから定義した条件を全球レベルのデータに一般化して適用することは非常に難しい。本研究では、UPDM を ADEOS-II/GLI 全球モザイクデータに適用して土地被覆状態の特徴を抽出し、緯度経度や気温などの情報を使わずに、全球に対して一般化した条件で分類を試みた。本稿では、その分類システムについて説明し、GLC 2000 (GLC. 2006) を使って本研究の土地被覆分類システムの妥当性を検証した上で、全球土地被覆分類図作成上の問題を考察する。

2 ADEOS-II/GLI 全球モザイクデータ

ADEOS-II/GLI センサーは可視・近赤外領域の23チャンネル、短波長赤外領域の6チャンネル、中間・熱外領域の7チャンネルを有し、うち30チャンネルは1kmの空間分解能、6チャンネルは250mの空間分解能を持つ。JAXAより提供された全球モザイクデータ (ADEOS-II/GLI L2 A_LC Ver 1.80) は、ADEOS-II 衛星が同場所を4日に1回観測したデータをすべて用い、16日間で雲の画素を除去してコンポジットされている。本研究では、このデータセットのうち、大気の影響の少ない可視から中間赤外の9つの波長帯のデータを用いて解析を行った (図1の矢印黒線で示した波長帯を使用)。ただし、チャンネル28と29のデータは250m空間分解能を1kmに変換されて提供されている。

ADEOS-II/GLI L2 A_LC Ver 1.8 全球モザイクデータは、同緯度経度に幾何補正済で、1タイルあたりの広さは、緯度経度ともに30度である。1シーンは縦3600画素×横3600画素で

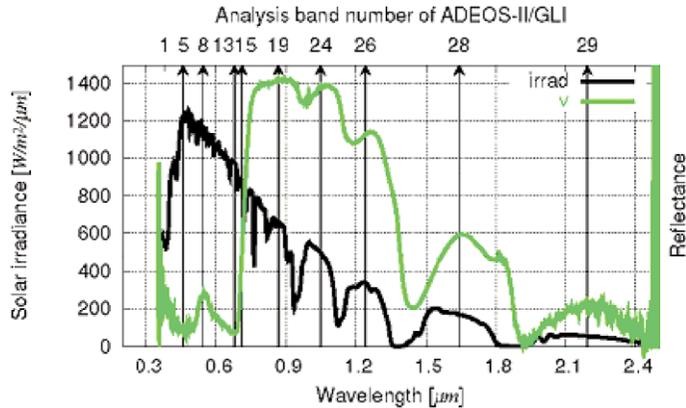


図1 本研究で使用了 ADEOS-II/GLI 全球モザイクデータの観測波長帯とバンド番号

ある。提供されているシーンは、3月6日、4月7日、4月23日、5月9日、5月25日、6月10日、6月26日、7月12日、7月28日、8月13日、8月29日、9月14日、9月30日、10月16日の計13シーンである。

3 ユニバーサルパターン展開法

ユニバーサルパターン展開法 (UPDM: Universal Pattern Decomposition Method) は、n本の波長帯で観測された分光反射率を4つの展開係数 (水の展開係数 C_w 、植生の展開係数 C_v 、土壌の展開係数 C_s 、黄葉成分を補うための展開係数 C_4) に変換する。UPDMは、展開するとき使用する基本パターンを350 nm~2500 nmの波長帯で規格化しており、これらの展開係数は観測センサーに依存しない結果を得ることができる (L. F. Zhang et al., 2004)。

UPDMにより得た4つの展開係数を使って、改良植生指標 (MVIUPD) を (1) 式に定義する。この指標は、植生被覆率、光合成量との線形性が共に成り立つように決められている (XIONG Yan 2005)。

$$MVIUPD = \frac{C_v - 0.2 \times C_s - C_4 - C_w}{C_w + C_v + C_s} \quad (1)$$

UPDMの3係数 C_w, C_v, C_s はそれぞれ、対象画素が水、植生、土壌の単一被覆物である場合、顕著にその係数の値が高くなり、植生指標 (MVIUPD) は植生の被覆度や活性度が高いほど高い値を示す。図2は砂漠、湖、熱帯雨林地帯の1画素の各波長帯の反射率とUPDM4係数、植生指標 MVIUPD と NDVI を表している。図2 (a) では、砂漠、湖、熱帯雨林地帯の各スペクトルパターンが、それぞれ土、水、植生の典型的なパターンを示している。これらの反射率データセットにUPDMを適用して求めたUPDM4係数を図2 (b) に示している。砂漠では、 C_s が他の係数より高い値を示し、熱帯雨林帯では C_v 、湖では C_w が最も高い値を出して

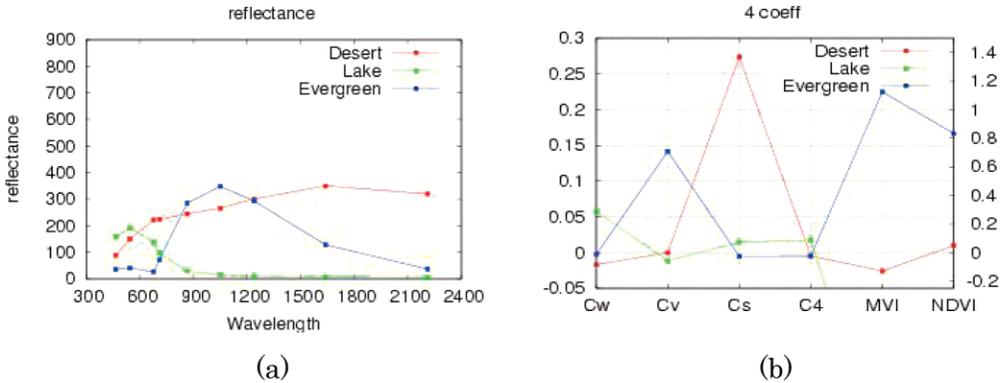


図2 単一被覆地(砂漠・湖・熱帯雨林)のスペクトルパターン・UPDM 4 係数・植生指標(MVIUPD/NDVI)

いる。植生指標 MVIUPD と NDVI は、植生の活性度が高い熱帯雨林地帯では高く、それ以外では低い値を示している。

本研究で使用する GLI データは 1 km 空間分解能であり、単一被覆物でない画素が多い。稲の生育段階によって被覆状態が大きく変化する水田を例に、UPDM 係数と MVIUPD の特徴を説明する。図3は、秋田県大潟村の水田地帯からとったサンプルデータの各波長帯の反射率と UPDM 係数、MVIUPD を示している。大潟村では、3月上旬、田は雪に覆われており、4月中旬より田おこし（水田の土を耕す）を行い、田植えは遅くとも5月下旬に終了する。8月下旬から9月にかけて穂が褐色に変化し、遅くとも10月上旬には稲刈りが行われる。図3(a)の各シーンのスペクトルパターンは、その季節の土地被覆状態を示しており、混合の被覆物で覆われている状態を示しているスペクトルパターンが多い。図3(b)は(a)のデータから求めた UPDM 係数と MVIUPD である。3/6は、雪の影響によって C_w が高く、4/23は土に覆われているため C_s が高い。5/9は、水入れ後に5 cm 程度の苗が覆っている状態であり、 C_w が3/6を除く他のシーンより高く、 C_v 、 C_s は共に低い。5/25以降、苗の成長とともに C_v と C_s の値の差が大きくなっていき、稲穂が出る前の最も植生が活性している8/13のシーンでは、 C_v が最

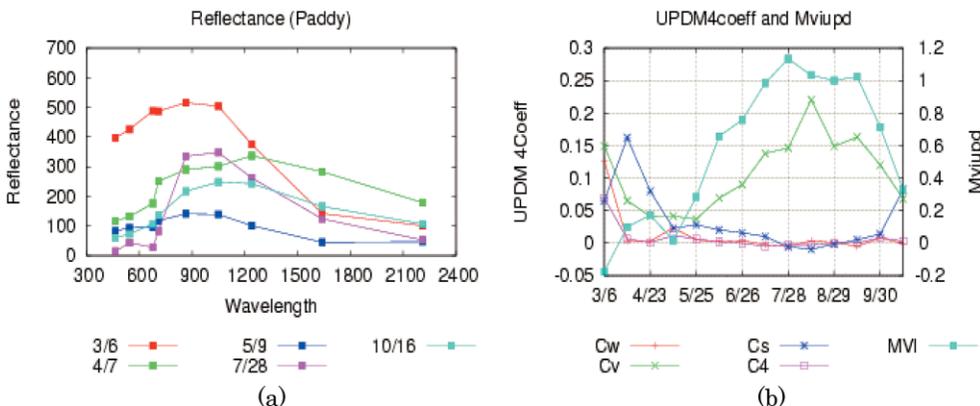


図3 混合被覆地(大潟村の水田)のスペクトルパターン・UPDM 4 係数・MVIUPD

も高くなっている。8月下旬から9月にかけて穂が褐色に変化することにより、 C_v が高くなると同時に C_w が低くなっている。大潟村では、遅くとも10月上旬には稲刈りが行われ、10/16はMVIUPDが低くなっているが、この時期は刈り取られた稲の下部が田に残っており、4/23よりは高い値を示している。

上記のように、UPDMの4つの係数を使うことによって、雪なども含む複数の被覆物が混合している画素の被覆状態を知ることができ、GLI全球モザイクデータを用いた全球土地被覆分類図を作成する上でUPDM係数の利用が有効であると期待できる。

4 土地被覆分類

土地被覆分類においては、被覆物の種別を判断するために植生指標を用い、対象エリアの季節変化をみる手法がとられることが多い。常緑樹林や植生が少ないエリアは年間を通じて植生指標値がほぼ一定であり、落葉樹林や耕作地は値が緩やかに上下に変動する。耕作地は気候風土や農業形態によって1年間に複数周期を示す場合もある。前章で述べたようにUPDM係数とMVIUPD係数を使って求めるMVIUPDを用いて、季節変化の有無や大まかな植生の被覆状態などをみることができる。本研究の分類手法は、被覆物がすでにわかっているエリアからサンプリングし、サンプルデータのUPDM係数とMVIUPDを用いて分類条件を設定する教師付き分類方法を用いる。

衛星データを扱う上では、欠測値と雲の影響によるノイズなどの問題を避けることはできない。ADEOS-II/GLI L2 A_LC Ver 1.8は、雲除去を行って処理しているが、完全には補正できず、反射率に雲の影響が見られるデータや欠測値も少なくない。ノイズがあるデータについて、そのUPDM係数とMVIUPDを計算して分析した結果、ノイズのあるデータは C_w と C_v が高くなる傾向を示し、MVIUPDが負の値となることがわかった。補正処理は、UPDM係数とMVIUPDを使ってノイズのある値を判別し、ノイズがあり、かつ、植生の被覆度および活性度が高いと判断できるエリアを対象に、その値の前後の平均値を使って行った。本研究で使用するデータセットには連続して異常値が存在する場合もある。これに関しては、GLIモザイクデータが16日間コンポジット処理されていることから考え、被覆状態に大きな変化がない状態と判断するには最長でも1ヶ月が限界であるとみなし、異常値が3シーン連続で存在する場合は前後のデータによる補正を行わないことにした。植生の活性度が低いと判断されたエリアについて補正を行わなかった理由は、前後1ヶ月の植生指標の変動が季節変化によるものか、ノイズの影響によるものか判断が難しいからである。

分類項目

本研究では全球の土地被覆分類図作成にあたり、地球の自然環境研究のために構築された国

際的に認知されているシステムである、IGBP-DIS (International Geosphere-Biosphere Programmes Data and Information System) を基準に、16個の分類項目を設定した。表1は、IGBP-DIS 項目 (IGBP) と本研究分類項目 (NWGLC), および検証で使用する GLC 2000 (GLC 2000) の項目を類似した被覆物の状態に合わせて示している。

植生被覆項目に関する IGBP-DIS の項目との違いは、以下の通りである。

IGBP は常緑樹林、落葉樹林に関してそれぞれ針葉樹林と広葉樹林を分類しているが、NWGLC では針葉樹林と広葉樹林は分類していない。一方、耕作地に関しては、IGBP は Croplands と Cropland/natural vegetation mosaic の2つに分類しているが、NWGLC では、植生の被覆疎密状態と最も植生が活性になる時期によって、7分類項目に分類している。疎密状態は3つのレベルに分類し、最下レベルは Open shrublands と同程度に疎な植生被覆状態で季節変化があるエリアと想定し、このレベルのみ季節による分類は行わないことにした。時期は Spring

表1 分類項目 (NWGLC・IGBP・GLC 2000)

	NWGLC	IGBP	GLC2000
	Evergreen forest	Evergreen broadleaf forest	 Tree cover, broad-leaved, evergreen
		Evergreen needleleaf forest	 Tree cover, needle-leaved, evergreen
	Deciduous forest	Deciduous needleleaf forest	 Tree cover, broad-leaved, deciduous
		Deciduous broadleaf forest	 Tree cover, needle-leaved, deciduous
	Mixed forest	Mixed forest	 Tree cover, mixed leaf type
			 Tree cover, burnt
	Woody savanna	Woody savanna	 Tree cover, broad-leaved, deciduous open
	Open shrubland	Open shrubland	 Shrub cover, closed-open, evergreen
	Savanna	Savanna	 Shrub cover, closed-open, deciduous
	Grasslands	Grasslands	 Herbaceous cover, closed-open
			 Sparse herbaceous or sparse shrub cover
	Croplands spring closed	Croplands	 Cultivated and managed areas
	Croplands spring opened		
	Croplands summer closed		
	Croplands summer opened		
	Croplands autumn closed		
	Croplands autumn opened		
	Sparse croplands	Cropland/natural vegetation mosaic	 Mosaic: Cropland / Tree cover / Other natural vegetation
	Barren lands	Barren or sparsely vegetate, Snow and ice	 Bare, sandy
 Bare, gravel			
 Bare, rocky			
	Water bodies	Water bodies	 Water bodies
		Urban. built-up, Permanent Wetlands, Closed shrubland	 Artificial surface,  Wetlands,  Mosaic: tree cover/other natural vegetation

(3/6-5/25), Summer (6/10-8/29), Autumn (9/14-10/16) の3期に分けている。IGBP は Closed open shrublands を設けているが、NWGLC はサンプルデータのエリアが特定できず、今回の分類処理には含めなかった。

その他、植生被覆項目以外で IGBP と以下のような差異がある。

IGBP は、低分解能の衛星データでは判別が困難である Permanent wetlands 項目をおいているが、NWGLC では含めない。また、市街地は GLI データに欠測値が多く、分類が困難であったので Unclassified になっている。IGBP の Snow and ice と Barren or sparsely vegetated は、NWGLC の Barren lands にまとめている。

分類処理

各分類項目の分類条件を決定するときに使用したサンプルデータの13シーンのUPDM4係数とMVIUPDを図4に示す。図4(a)は季節変化がない分類項目を、図4(b)は耕作地以外の季節変化がある項目について、図4(c)は耕作地の分類項目を示している。なお、3/6のシーンは欠測値と異常値が多いので、このシーンの値は分類条件に含めていないが、図4ではいれている。

分類処理は、図5に示すフローに従って処理した。各分類項目への分類の条件については、サンプルデータのUPDM係数およびMVIUPDの値の頻度を調べ、条件に使う上限下限値を決定した。基本的な条件はMVIUPDを使用し、MVIUPDの示す特徴が類似している分類項目に関しては、UPDM4係数を使用した。ノイズなどの異常値については前述したとおり C_w と C_s を使って判断している。

分類処理はADEOS-II/GLI全球モザイクデータセットのみ使用し、気候に関する情報や緯度経度などのデータを使用しないで行うため、分類条件は可能なかぎり8ヶ月間の3/6を除く全シーンの値を対象とするように設定している。季節変化のない分類項目に関しては、欠測データおよび異常値のデータが存在することも考慮し、条件を満たすシーン数が全体の80%以上とする条件を基準とした。季節変化のある分類項目に関しては、MVIUPDの連続して増加する回数、または減少する回数、MVIUPDの最大値、最小値、最大・最小値を示す季節などを条件に使用している。

分類条件には、そのエリアの植生状態の季節変化を利用するが、耕作地以外の分類項目については既知のエリアが多く、サンプルデータの収集は比較的容易である。しかし、耕作地の植生状態は、その地域の気候や風土、食料生産管理方法などにより多様な特徴を持ち、また、近年ではグローバル化にともなって耕作地利用形態が長期間固定しているとは限らないため、分類条件を決めるためのサンプルデータの選択が難しい。本研究では、比較的、耕作物の種類とその生産管理が固定しているとわかっているエリア（アメリカと東欧州の春小麦、冬小麦、日本の水田など）からサンプルデータを取り、条件を決定している。これらのサンプルデータか

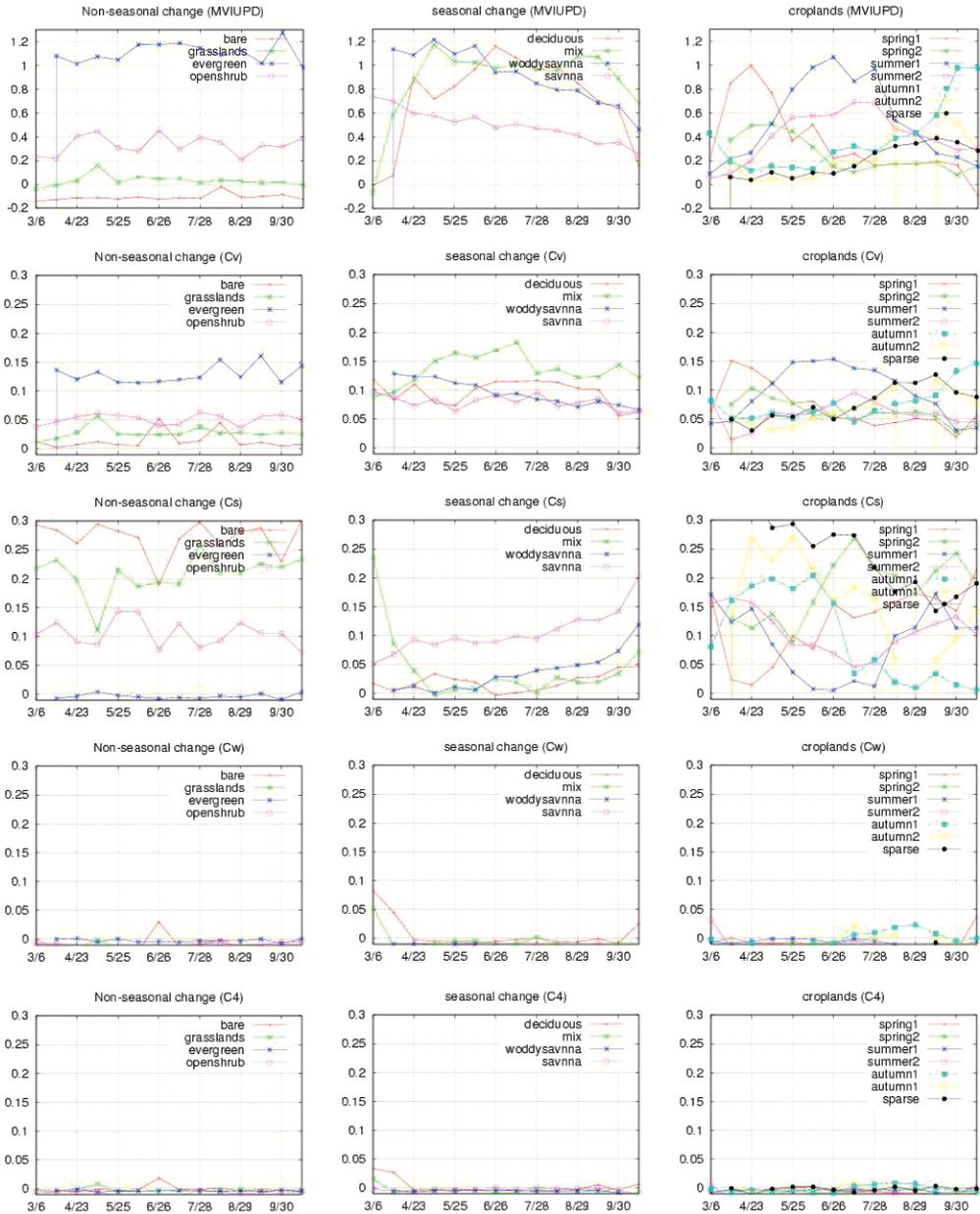


図4 サンプルデータ MVIUPD・UPDM 4 係数

ら決めた条件に合わないデータに関しては、植生状態の季節変化が顕著であるエリアを抽出し、その頻度を調べて分類条件を決めた。

分類結果と考察

図6 (a) は、本研究において作成した全球土地被覆分類図（以下、NWGLC）であり、図6 (b) は GLC 2000 による全球土地被覆分類図である。GLC 2000 は、FAO の Land Cover Classi-

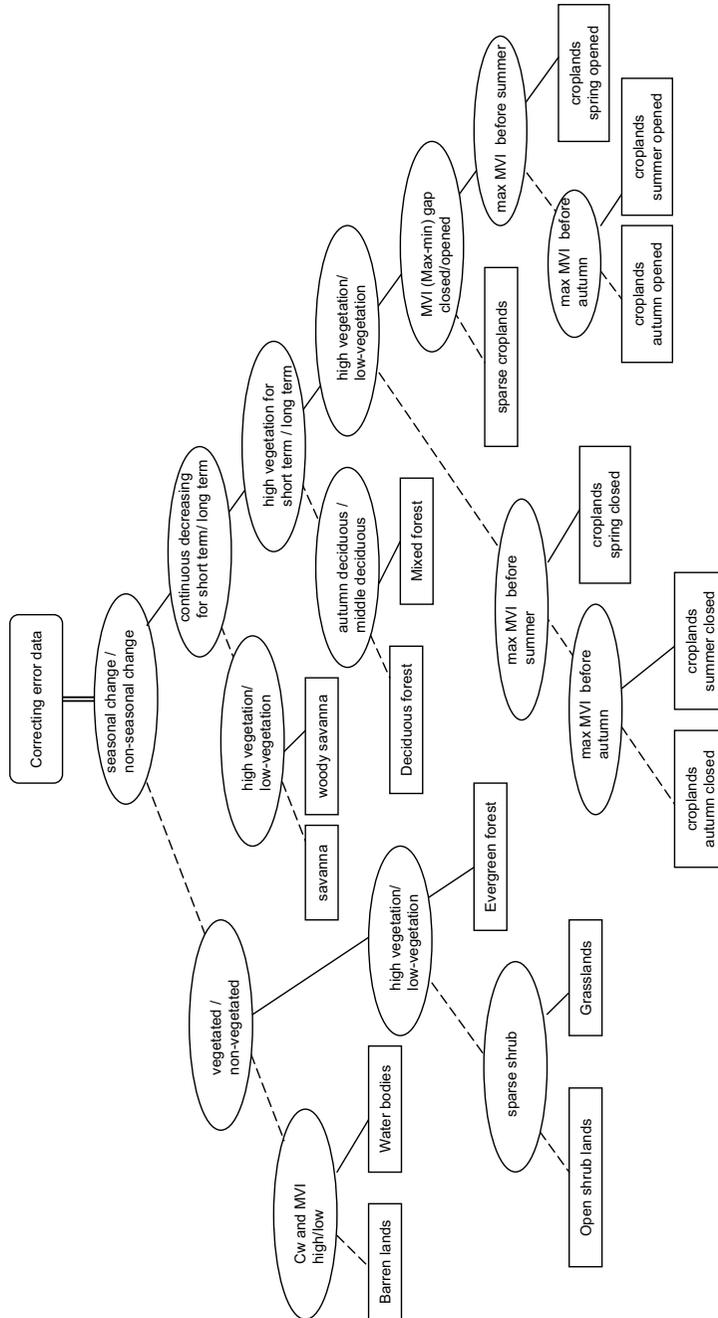


図5 分類処理フロー (NWGLC)

fication System (LCCS) に基づく土地被覆分類区分を採用し、1999年11月1日から2000年12月1日に観測された SPOT/Vegetation データ (空間分解能 1 km) を用いて作成された。30 以上の研究機関が LCCS (Land Cover Classification System) を基本にした分類システムを使用し、地域的に最適化した分類技術を使って作成し、更新されている。

NWGLC の分類項目は季節変化の存在の有無によって大きく分かれる。Water bodies, Barren

lands, Grasslands, Open shrub land, Evergreen forest が季節変化のない項目である。

海域は GLI データセットの海フラグを使用して分類することもできるが、今回の分類処理を行う過程で、Ver 1.8 のデータセットでは明らかに Water Bodies (海、湖など) だとわかっているエリアにおいてフラグがたっていない場合も少なくないことがわかり、UPDM 4 係数と MVIUPD を使って水域の分類を行った。概ね抽出はできたが、海域のプランクトンの影響が強いエリアでは Forest に分類されるケースや、湖が Barren lands に分類されるなど誤分類があり、Ver 2.1 のデータセットを使用して分類を行う時は、海フラグも使用して分類を行う予定である。

Barren lands は GLC 2000 と類似したエリアを抽出できたが、高山地帯では長期間雪に覆われているエリアがあり、これらが Water bodies に誤分類された。海岸域や市街地、高山地帯の GLI データ (Ver 1.8) は飽和値が多く、分類条件の値を設定することが困難であり、Ver 2.1 のデータセットを使用して分類を行う際に再度検討する必要がある。

Grasslands は、中央アジアからとったサンプルデータによって分類条件を設定したが、GLC 2000 と比較して、全球において概ね類似したエリアを示している。しかし、NWGLC の Grasslands に対応する項目としている GLC 2000 の Sparse herbaceous or sparse shrub cover と NWGLC の Sparse croplands として分類されているエリアが一致しているケースも見られ、これらの項目についてはさらにサンプルデータと ground truth data などを収集し、条件を見直す必要がある。

Open shrubland は比較的季節変化が少なく、疎な植生被覆状態のエリアを想定して分類条件を設定している。GLC 2000 の分類図では、Shrub cover, closed-open, evergreen (NWGLC では Open shrubland) と Shrub cover, closed-open, deciduous (NWGLC では Savanna) が同系色になっており、目視では判断が難しい。北米西海岸で比較すると、GLC 2000 で Open shrubland のエリアが NWGLC では Grasslands に分類されているケースが多い。これは、Grasslands と Open shrubland のエリアの UPDM 係数と MVIUPD に差異が小さいために起こっていると考えられる。NWGLC の Grasslands の条件値 (上限) を検討する必要がある。

Evergreen forest は、熱帯雨林帯と日本国内の常緑樹林帯 (広葉樹林と針葉樹林) からサンプルデータを取った値を使用しており、同じ気候帯のエリアでは GLC 2000 と概ね類似しているが、インドネシア諸島において Forest に分類しているエリアが GLC 2000 では Croplands に分類されている。この原因としては、熱帯雨林帯は雲の影響を受けているデータが多く、本研究で施した異常値補正処理の影響が出ているか、もしくは季節変動のない作物を栽培しているため、常に高い植生状態である可能性も考えられる。分類結果が異なる地域に関しては ground truth data を収集し、条件を検討する必要がある。

季節変化がある分類項目に関しては、Deciduous forest, Mixed forest, Woody savanna, Savanna, Croplands を設定した。特に Croplands は植生被覆状態の疎密度と最も植生が活性している時

期で7つの分類項目を設定した。

Savanna は、オーストラリアでサンプルデータをとって条件を設定したが、Woody savanna については正確なエリアの位置がわからなかったため、Savanna と同様の特徴を持ち、Savanna より植生指標が高いエリアを Woody savanna と想定して分類条件を決定した。Savanna の特徴とは、図4(b)に示されたように MVIUPD が春から秋にかけて緩やかに減少し、 C_s が春から秋にかけて緩やかに増加していることである。分類結果は、オーストラリアの北部とアフリカ大陸の南部、南米西海岸において GLS 2000 と類似したエリアが抽出されている。NWGLC で Savanna に分類され、GLC 2000 で Croplands や Forest に分類されているエリアの UPDM 係数値および MVIUPD を調べたところ、分類処理が誤っているわけではなく、NWGLC において Savanna の季節変化を示す特徴を示していた。このようなエリアに関しては、ground truth data を調べる必要がある。

Deciduous forest の特徴は、気温が上昇するとともに植生が活性化し、気温が下がるにつれ枯葉から落葉へと変化することは周知であるが、緯度の高いエリアにおいては短期間に植生状態が変化し、この気温の変化の期間を決めることが難しい。また、本研究で使用したデータセットは3月から10月中旬までしかないため、冬季は異常値が多い3/6のデータしか存在しない。今回の分類では、北半球高緯度エリアからとったサンプルデータにより条件を決定したため、5/25から8/29の期間を植生が活性化している時期であるとし、この期間で植生が活性化した状態を維持し、3/6から5/25にかけて植生に活性が増し、8/29以降に植生の活性が減少するエリアを Deciduous forest と判断した。分類結果は、北半球の高緯度に位置するエリアにおいては GLC 2000 と類似している。しかし、その他のエリアでは異なる結果も多く、アフリカの中央上部（北緯20度周辺）や北米五大湖の西南部においては、NWGLC で Deciduous forest に分類したエリアを GLC 2000 が Croplands に分類している。これは、夏に最も植生が活性化する Croplands と Deciduous forest の条件が類似していることから起こっており、8ヶ月のデータセットでは季節変化の情報が少なく、GLI データセットでは分類に限界があると考えられる。

Mixed forest は、Deciduous forest と同様の特徴を示し、春季および秋季で植生の活性度が減少するが、Deciduous forest ほど下がらないと考える。今回は日本国内からサンプルデータをとって条件を設定した。北半球の高緯度のエリアにおいて、GLC 2000 の Mixed forest と類似した画素もあるが、GLC 2000 と比較して少ない。GLC 2000 において Mixed forest であるエリアの UPDM 係数と MVIUPD を調べた結果、NWGLC の Deciduous forest の条件を満たしていた。Forest に関しても Croplands と同様に、UPDM 係数と MVIUPD だけを用いた条件設定では正確な分類が困難であると考えられる。今後は、Broad-leaf forest と Needle-leaf forest の分類も含め、Forest の分類処理方法について検討する必要がある。

Croplands は、北米や欧州の春小麦、冬小麦、日本の水田サイトからサンプルデータを取り、耕作地の特徴を調べた。耕作地は Savanna ほど長期間ではないが、植生指標が一定の期

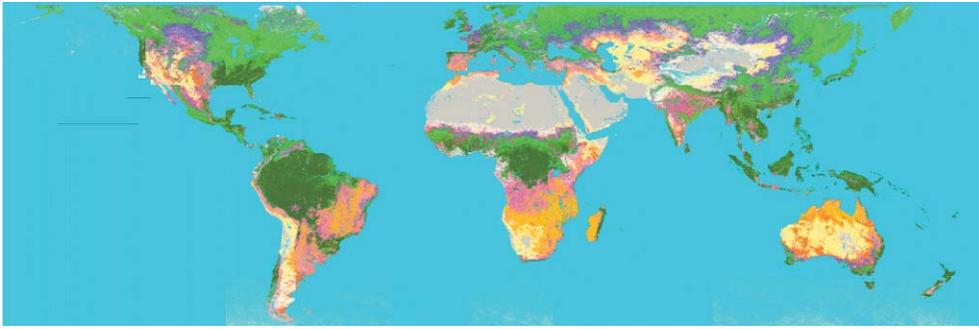


図 6(a) NWGLC 全球土地被覆分類図

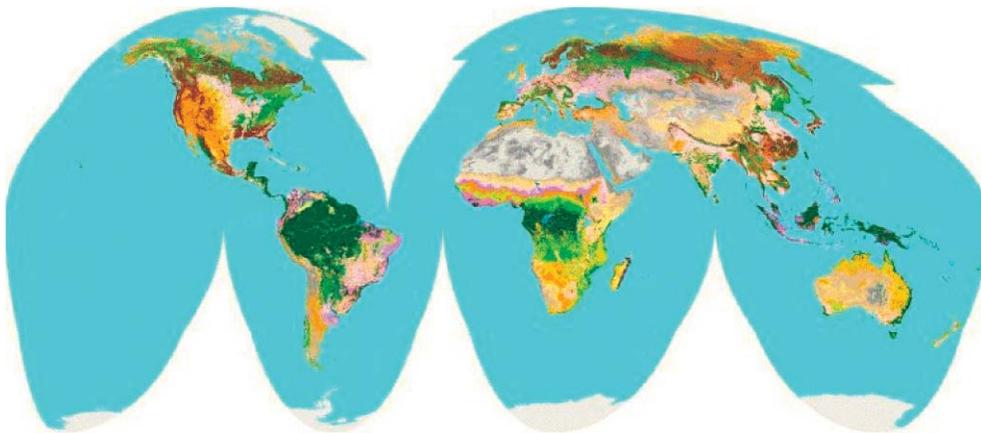


図 6(b) GLC 2000 全球土地被覆分類図 (GLC 2000 Web サイトから引用)

間緩やかに増加または減少する。この増減する期間は、各耕作地の風土や気候、歴史的農業管理の差異により異なり、耕作地の土地被覆状態は多様な特徴を示す。サンプルデータは耕作物が既知のエリアから収集したが、サンプルデータは全て密に植生が被覆するエリアであった。疎な植生状態の耕作地に関しては、耕作物や栽培周期など未知ではあるが、おおよそ耕作地であると判断できるエリア（カスピ海北部、トルコ中央部）から季節変化があるデータをサンプルデータとして収集し、頻度を計算した上で分類条件を決定した。

分類結果を GLC 2000 と比較すると、東南アジア域を除いて概ね類似したエリアを抽出している。GLC 2000 が Cultivated and managed areas と分類したエリアを NWGLC では Croplands closed (植生被覆状態が密なエリア) に分類している。疎な植生被覆状態のエリアは、GLC 2000 の Sparse herbaceous or sparse shrub cover のエリアと大体一致している。

東南アジアの植生状態は地域的な差異が大きく、分類条件の設定が非常に難しい。タイにおいて水田であるとわかっているエリアの季節変化を調べたが、タイ周辺は雨季に欠測値が多く、UPDM 係数と MVIUPD の時系列の連続性をとらえることができなかった。また、東南アジアでは山間部などに散在している耕作地も多く、1 km 分解能のデータでは複合被覆物とし

での情報になってしまうことも条件設定が難しい要因となっている。さらに東南アジアでは多期作の耕作地が多く、近年では1年のある期間だけエビ養殖地として利用しているエリアが増えている。これらの複雑な土地被覆状態を全球土地被覆分類の汎用的条件に含めることは非常に難しいと考える。

NPPの算出には耕作物の種類が影響することを考えると、耕作地の分類はさらに詳細な情報を含んだ分類項目の設定が必要である。しかし、上記に述べたように耕作地の土地被覆状態を低分解能の衛星データで判断することは困難である。より詳細な耕作地情報も含めた全球土地被覆分類図を作成するためには、高分解能の衛星データなどを利用して分類条件の情報を追加したり、衛星データ以外の耕作地の作物に関する情報を使用する必要があるだろう。

5 むすび

本研究で作成した全球土地被覆分類図は、IGBPの分類項目を基準に決定した項目に、特に耕作地について季節情報や植生の疎密情報を含む分類項目を加え、ADEOS-II/GLI 全球モザイクデータセットを使用して作成したものである。GLC 2000の全球土地被覆分類図と目視により比較した結果、類似した分類結果を示すエリアが多かった。GLI データセットに冬季データが存在せず、1年の季節変化情報の抽出が難しいという問題はあったが、南半球の分類についてもGLC 2000と類似した結果を示しており、ADEOS-II/GLI 全球モザイクデータを使用した全球土地被覆分類が可能であることを示したと考える。

しかし、今回使用したADEOS-II/GLI 全球モザイクデータセット (Ver 1.8) に欠測データおよびノイズが多いデータが多く、分類不可能となった画素が少なくない。現在、Ver 2.1のGLI 全球モザイクデータセットをJAXAから入手しており、これら異常値が多少修正されているであろうことを期待し、次回はVer 2.1のデータセットで全球土地被覆分類を行う予定である。

謝辞

本研究で使用したADEOS-II/GLI 全球モザイクデータは、JAXAより研究用として提供されたものである。また、本研究は、文部科学省フロンティア推進事業（平成11年度～20年度）により行われた。ここに感謝の意を表したい。

参考文献

- Belward, A. S. ed. (1996) : The IGBP-DIS Global 1 km Land Cover Data Set "DISCover" Proposal and Implementation Plans. Report of the Land Cover Working Group of IGBP-DIS, IGBP-DIS Working Paper #13, 11-19. IGBP Data and Information System Office, Toulouse, France.
- GLC. (2006). Global Land Cover 2000 database European Commission, Joint Research Centre. Available at : <http://www-gvm.jrc.it/glc/2000/defaultGLC/2000.htm>
- L. F. Zhang, S. Furumi, K. Muramatsu, N. Fujiwara, M. Daigo, and L. P. Zhang. Sensor-independent analysis method for hyper-multi spectra based on the pattern decomposition method. International Journal of Re-

- mote Sensing, (in press), (2006)
- L. F. Zhang, S. Furumi, K. Muramatsu, N. Fujiwara, M. Daigo, and L. P. Zhang. Relation vigor and new vegetation index based on pattern decomposition method. *International Journal of Remote Sensing*, submitted. (2006)
- M. A. Feiedl, et al, Global land cover mapping from MODIS : algorithms and early results, *Remote Sensing of Environment* 83, pp. 287–302 (2002)
- M. C. Hansen, R. S. Deferies, J. R. Townshend, R. Sohlberg, Global land cover classification at 1 km spatial resolution using a classification tree approach, *International Journal of Remote Sensing*, vol. 21, No. 6 & 7, pp. 1331–1364 (2000)
- The Land Cover Working Group (LCWG) of the Asian Association on Remote Sensing (AARS) and CE-ReS, Chiba University, Japan, AARS Asia 30-second Land Cover Data Set with Ground Truth Information (CD-ROM).
- Y. Xiong, L. Chen, S. Furumi, K. Muramatsu, M. Daigo, N. Fujiwara, “Estimation of global terrestrial net primary production using ADEOS-II/GLI data”, *Proc. of the forth international symposium on Multispectral Image Processing and Pattern Recognition* (2005).