

B-12 海面上昇の影響の総合評価に関する研究

(1) 基礎的データの作成・収集と沿岸域の分類に関する研究

研究代表者 建設省国土地理院 地理調査部地理第二課長 川口博行

建設省国土地理院

地理調査部 地理第二課 太田正孝・乙井康成・大西純夫・吉川正幸・丹羽俊二・
島山裕司・山田美隆・羽生 栄・清水雅行

(委託先) 東京大学 大学院理学系研究科地理学専攻
米倉伸之・茅根 創

平成9～11年度合計予算額33,745千円
(平成11年度予算額 10,444千円)

[要旨] 海岸・沿岸域は、温暖化による海面上昇をはじめとする地球規模の環境変動の影響を直接受ける。さらに人口爆発や経済開発により、非常に大規模な人為的改変も生じると予想されている。こうした環境変動によって海岸・沿岸域本来の価値や資源が失われれば、地球生態系の健全性の維持と人類の生存にとって重大な事態に直面することになる。こうした問題に対応するためには、地球環境変動による海岸・沿岸域の応答と変貌の予測手法を開発・体系化したうえで、その成果をGIS (Geographic Information System: 地理情報システム) による環境情報データベースに統合し、総合評価を行うシステムを構築することが有効である。

本研究は、タイ国をモデル地域に海面上昇の影響の総合評価を行うために必要な地理情報システムの基礎データの取得と、取得したデータの精度が総合評価に及ぼす影響等についての検討を行うほか、影響評価の統合化のためのデータ処理に最も適合するGISの仕様に関する調査検討を行った。

さらに、タイ国海岸において衛星土地被覆図を作成し、都市域、塩田、水田、森林、畑地、海域、サンゴ礁、マングローブを効果的に分類できることを示した。今後はこのアルゴリズムを用いて、1999年12月に打ち上げられたTERRA に搭載されたASTER を用いて、能動的に東南アジア地域の海岸・沿岸をモニタリングすることが可能である。また、タイランド湾の水温、塩分の観測結果に基づいて3次元流動モデルを構築し、同湾の流れが主に風によって駆動されており層重的であることが明らかになった。

[キーワード] 海岸、沿岸、GIS、衛星リモートセンシング、土地利用、流動モデル

1. 序

IPCC (気候変動に関する政府間パネル) では、2100年の海面上昇を約50cmとして予測している。アジア・太平洋地域の各国では、一般的に沿岸域の詳細な地形、植生、土地利用、海岸施設等を示している地形図類が未整備、あるいは整備されていても非公開であることが多く、海面

上昇に関する具体的な研究の進展を阻んでいる。この隘路に対して、必要とする基礎的データを当該国の主権を侵すことなく、簡易的、経済的に作成する方法を検討する必要がある。また、これらの基礎的なデータから沿岸域の類型区分を行う等、今後の海面上昇の影響評価研究の足場を早急に作る必要がある。

海面上昇の影響評価を行なうためには、まず最初に沿岸域の土地利用と沿岸の流れの場の類型化を行なうことが必要である。本研究で対象としている東南アジア地域では、沿岸域の土地利用について基礎的な情報が整理されていない場合が多い。さらに基礎的情報が整理されている場合でも、沿岸域の土地利用の急激な変化によって現実と情報とがずれている場合も多い。海岸土地利用については、衛星リモートセンシングによってある精度で分類することが可能である。しかし東南アジア海岸域は、サンゴ礁、マングローブなど中緯度域の海岸とは異なる生態系が分布し、水田もその利用形態が異なる。東南アジア域に適した分類アルゴリズムを構築してその評価を行うことが必要である。また沿岸の流れの場については、十分な観測がされていない場合が多い。

こうした点をふまえて本研究では、比較的基礎的情報がそろっているタイ国において、衛星リモートセンシングを利用して土地被覆図を作成し、土地利用図などと比較してその評価を行なった。衛星リモートセンシングによる土地被覆分類のアルゴリズムとその精度を明らかにすることによって、基礎情報の少ない東南アジア地域において沿岸域土地利用の実態とその変化を把握することができる。さらに沿岸域の流れの場については、過去に行われた水温と塩分の平面分布の観測結果から、3次元流動モデルを構築した。

2. 研究目的

本研究では、海面上昇の影響評価をするための地域的特性を考慮した評価基準の枠組みの一つとして、海岸・沿岸域の類型化を行う。海岸・沿岸域の類型化は、海面上昇をはじめとする地球環境変動に対する海岸・沿岸域の応答をモデル化するうえでも有用な方法である。

具体的には、タイ国の海岸・沿岸域を対象に、地形図、航空写真、人工衛星等の地図・画像情報を解析し、主として地形分類と土地利用分類に基づく類型化を行い、海岸環境の長期的形成過程、海岸・沿岸域における地形変動の動態、自然的・社会的な環境変動に関する情報を収集する。

また、沿岸域の類型化をはじめ、海面上昇の影響の総合評価に必要な地形図等の基礎的データの所在と入手方法及びその精度、並びにこれらのデータの処理に最も適合するGISソフト等に関する調査検討を行って、サブテーマ4の研究に資することを目的とした。

3. 研究方法

(1) 基礎的データの取得・加工

① 地理情報システムとデータフォーマットに関する調査

パソコンで使用可能であり、一般に入手の容易なGISソフトについて、利用可能なデータのフォーマット、空間解析機能等について調査し、本研究作業で使用するデータの仕様を決定する。

② 地理データの取得

タイ国の地理データに関して、日本国内及びタイ国内におけるその所在ならびに精度等

に関する情報の調査を行うとともに、入手可能なデータを収集する。

③ 地盤高データの取得

海面上昇の影響評価を行う上で、必要不可欠で且つ入手が困難な細密な地盤高データについては、バンコク南東部沿岸域約300km²のサンプル地区においてGPS（Global Positioning System：汎地球側位システム）測量ならびに水準測量を行い、詳細な地盤高データの取得を試みる。

（2）衛星土地被覆図の作成

海岸・沿岸域の生態系分布・土地利用変化のモニタリングには、衛星リモートセンシングによる土地被覆図の作成が有効である。とくに、現地データが得られにくい地域においてもっとも基盤的な情報を入手したり、変化の激しい地域のモニタリングをする場合、衛星による広域の繰り返し観測が効果的である。しかしながら、衛星による土地被覆分類は誤分類も多く、分類項目によっては相互に区分が困難な場合もある。また海岸・沿岸域の生態系と土地利用は、気候帯などによって大きく異なる。目的と地域に応じてもっとも効率的・一般的で誤分類の少ない分類項目を定め、その分類アルゴリズムとその検証を行なうことが必要である。

本研究では、熱帯・亜熱帯の海岸域の衛星を利用したもっとも効率的な分類項目とアルゴリズムとを検討した。このアルゴリズムは、LANDSAT TM などこれまでよく用いられた衛星に対応するとともに、1999年12月に打ち上げられたEOS AM-1プラットフォーム（TERRA）に搭載されるセンサー ASTER に対応し、将来監視が必要な地域の観測を積極的に提案し、その変化をモニタリングすることを目標としている。

4. 結果・考察

（1）基礎的データに関する調査

1) 地理情報システムとデータフォーマットに関する調査

地理データの統合化と海面上昇の影響評価のための各種データ処理には、次の要件を満たすことが求められる。

- ① データフォーマットが一般的であること
- ② カスタマイズ機能を有すること
- ③ ソフトウェアが普及していること
- ④ 導入コストが比較的低いこと
- ⑤ パーソナルコンピュータ上で作動すること

ア. データ形式

地理データはデータ種別及び作成機関などにより、個別に最適とされるデータフォーマットが採用されている。主要なGISソフトでのベクター及びラスター（イメージ）での入出力フォーマットを表-1に示す。

表-1 入出力フォーマット

システム名	SIS	SPANS	AutoCAD Map	MapInfo	ARC/INFO	ArcView3
ベクター入力	MapInfo, IGES, DXF, ARC/INFO, ArcView SHP	ARC/INFO, DXF, IFF, MapInfo, TerraMAR, TIGER, SIF, DLG30, GINA	ARC/INFO, SHP, MapInfo MIF/MID, DGN, DXF, SDF	MIF, DXF, ARC/INFO	DXF, DLF, TIGER IGES, DIME, SHP	ARC/INFO, MicroStation, SDE, MapInfo, DXF
ベクター出力	DXF, RDB, SHP	DLG30, DXF, GINA, SIF	ARC/INFO, SHP MapInfo MIF/MID DGN, DXF, SDF	MIF, DXF	DXF, DLF, TIGER, IGES, DIME, SHP	SHP
ラスタデータ	TIFF, BMP, RLE, RLC, JPEG	TIFF, ERDAS, MPC, PCI	BMP, DIB, GIF, JPG, PCT, PCX, RLE, TIFFほ か	SPOT, GIF, TIFF, PCX, BMP, JPEG ほか	TIFF, ERDAS, SunRaster, GRASS	ERDAS, TIFF, JPEG, BMP, BIL, Landsat, SPOT, SunRaster, CGM WMF, PICTほ か

これらのなかで、米国ESRI社のArcViewの標準フォーマットであるShape File形式は、フォーマット自体が白書の形で公開 (<http://www.esri.com/library/whitepapers/pdfs/shapefile.pdf>) していることから、多くのGISソフトが読み書き可能となっており、Shape File形式を採用するのが適当である。

ラスタデータではJPEGあるいはTIFFが汎用性が高い。JPEGは画像圧縮を行うことにより、ディスクの使用領域を減らすことが可能であるが、ファイルの圧縮とは異なり不可逆圧縮形式でありオリジナルのデータを再現することは出来ない。一方、TIFFはディスクの使用領域は大きいものの、オリジナルのデータをそのまま再現することが可能である。

これらのことから、本研究作業においてはベクターデータについてはShape File形式、ラスタ（イメージ）データについてはTIFF形式を採用するものとした。

イ. データの測地原子

世界各国とも独自に、それぞれの地域に最も適合する測地座標系と準拠楕円体を定義し、使用している。ちなみに日本の測地座標系は日本測地系で、準拠楕円体はベッセル楕円体である。

一等三角点東京大正の緯度、経度の値を、日本測地系、オーストラリアの測地系(Australian Geodetic 1984)、ブルネイ&東マレーシアの測地系(Timbalai 1948)で表すと表-2となり、位置データ等に不整合が発生することがわかる。そのため、入手した地理データについては、全地球を合理的に参照することの出来る共通の測地原子を、データ交換のための標準として採用しておくことが求められる。

表-2 測地系による経緯度の変位

測地系	緯度	経度	楕円体
日本測地系	35° 39' 16.728"	139° 44' 43.400"	Bessel
オーストラリアの測地系	35° 39' 25.987"	139° 44' 27.195"	Australian National
ブルネイ& 東マレーシアの測地系	35° 39' 42.513"	139° 44' 35.358"	Everest

近年、GPS、VLBI (超長基線電波干渉法) 技術の測量への導入により、地球全体に共通して使用できる ITRF

(International Terrestrial Reference Framework: 国際地球基準座標系) に準拠する方向となっている。WGS84 は米国が GPS で採用している測地系であるが、基本的には ITRF の測地系と実用上同一視できる程度までの整合性を持っていることから、これを用いることとした。

ウ. 投影法

一方、地球上での位置座標を平面上に表現する際には、何らかの投影が必要になる。経線及び緯線で構成される直交座標で表現した経緯度座標系は、地理情報システム上で利用者が設定した諸元に基づき他の投影法に変換することが容易であることから、位置座標の表現手法としてはこれを用いることとした。

経緯度は、赤道及び東経・西経 0 度の子午線 (本初子午線) を起点として南緯・北緯、東経・西経を度分秒の単位で表現されることが多いが、これを度を単位とする十進数化した数値をユニットとして採用することとする。すなわち、

Longitude or Latitude =

Degree + Minutes / 60 + Second / 3600

とする。

このとき、図-1 のとおり、データの存在する象限により、“+” または“-” の符号が付与される。

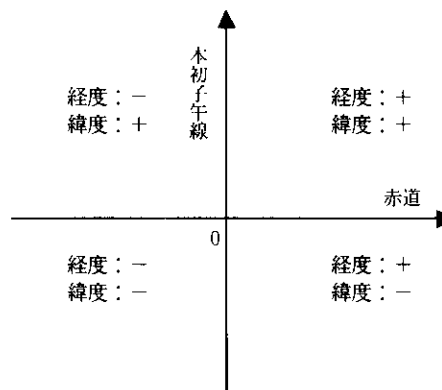


図-1 経緯度と符号の関係

表-3 海面上昇の影響評価のための地理情報データセットの基本仕様

ベクターデータ	ラスター (イメージ) データ	測地原子及び準拠楕円体	投影法
ArcView Shape File	TIFF	WGS84	経緯度地理座標系 (Geographic)

2) 地理データの取得

広域あるいは地球全域をカバーする地理情報データとしては、表-4に示すデータをはじめとする各種地理情報データが入手可能である。

表-4 広域をカバーする地理情報データ

	名称	範囲	年次	分解能	Web サイト
主要地理データ	世界境界データバンク	地球全域	1990年	1/10度	http://www.grid.unep.ch/dataset/gnv-data.html
	世界境界データバンクII	地球全域	1972年	1/10度	http://www.grid.unep.ch/dataset/gnv-data.html
	Digital Chart of the World	地球全域		1:1,000,000	http://gisstore.esri.com/acb/showprod.html
	Arc World	地球全域		1:3,000,000 1:25,000,000	http://gisstore.esri.com/acb/showprod.html
	Arc World Supplement	地球全域		1:3,000,000	http://gisstore.esri.com/acb/showprod.html
	Arc Atlas	地球全域		1:25,000,000	http://gisstore.esri.com/acb/showprod.html
標高	GTOPO30	地球全域		1/120度	http://edcdaac.usgs.gov/gtopo30/gtopo30.html
	DTED Level 0	地球全域		1/120度	http://www.nima.mil または http://164.214.2.59/geospatial/products/DTED/dted.html
	ETOPO5	地球全域		1/12度	http://www.grid.unep.ch/dataset/gnv-data.html
植生分布	ホールドリッチ植生図 (生態ゾーン)	地球全域	1990年	1/2度	http://www.grid.unep.ch/dataset/gnv-data.html
	主要生態系 (オルソン生態系)	地球全域	1983年	1/2度	http://www.grid.unep.ch/dataset/gnv-data.html
	マッシュューズの植生	地球全域	1953-1979年	1/1度	http://www.grid.unep.ch/dataset/gnv-data.html
	NOAA 全球植生指標	75N-55S, 180W-180E	1982-1990年	16km	http://www.grid.unep.ch/dataset/gnv-data.html
	世界植生図 (村井・本多)	地球全域	1985-1987年	16km	http://www.grid.unep.ch/dataset/gnv-data.html
気象	サイクロンに関するデータ	地球全域	1996年		http://www4.ncdc.noaa.gov/nlos/main.html

タイ全土をカバーする地理データとしては、タイ環境研究所が作成した“Thailand on a Disc”が整備されている。本データセットは縮尺25万分1相当の精度で整備されており、表-4に示す地図データと、表-5に示す統計情報が利用可能である。また、AIT (アジア工科大学院: Asian Institute of Technology)のACRoRS (Asian Center for Research on Remote Sensing) の作成した、1:50,000の地理情報データベースも地域は限られるものの利用可能であり、影響評価のケーススタディにも利用可能であった。

表-5 データ内容

LAYER	レイヤー名
Amphoe	行政区域コード
Aspect	斜面方位
Contour	等高線
Elevation	地盤高
Forest Land	森林名, 規制種別
Geologic Structures	地質構造
Geology	地質
Human	社会的統計データ
Land Use	土地利用
Political Boundary	行政界
Annual Rainfall	年間降水量
30-Year Monthly Average Rainfall	月間平均降水量 (年間)
Slope	斜面
Soil	土壌
Stream and River	河川
Transport Infrastructure	交通基盤 (道路, 鉄道)
Water Bodies	水系 (湖沼, 灌漑)
Wetlands	湿地

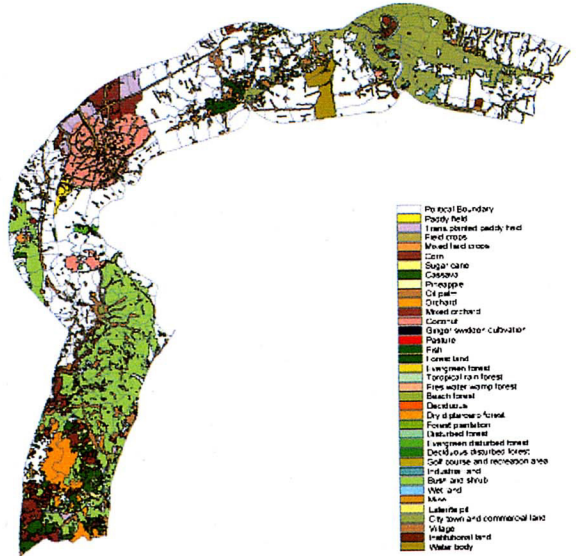


図-2 沿岸域土地利用図

表-6 統計データ内容

種別	主な内容
交通関係	乗り合いバス等の量や主要な場所への所要時間等
農業	乾期の収穫高と収入
電力サービス	電力が利用できるか、又テレビの普及等
漁業	農業に関わる世帯の収入等の情報
燃料	家庭内での調理に使っている燃料等
人口	性別・年齢別の人口統計データと収入
児童	児童の栄養学的情報
保健サービス	ワクチン接種、妊婦、家族計画等
教育	教育レベルや宗教的・文化・スポーツ活動への参加状況等
職業	男女別就業状況や、就業年齢等の情報
土地所有	土地の所有状況
収入	職業別人口、年間収入
家屋	商店、住居について
米作	米作農家や農地、農薬の使用
ゴム栽培	ゴム栽培や栽培農家、収入
土壌	土地改良、化学肥料
公共施設	学校、病院、警察等の公共施設の設置状況
サービス施設	健康情報センター、集会所等の住民サービス施設
生活用水	水道、飲料水供給、井戸、貯水池

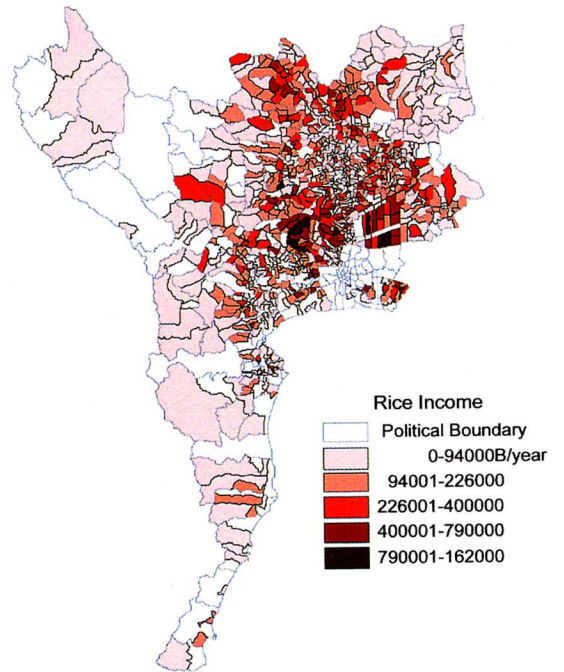


図-3 統計地図の例 (米作による収入)

3) 地盤高データの取得・作成

全地球を収録した標高データとしては、GTOPO30 (<http://edcdaac.usgs.gov/topo30/topo30.html>: 図-4) をあげることが出来る。本データは30秒アーク(約1km)毎の標高値をグリッドセルデータとして持っており、垂直方向には1m間隔でデータが整備されている。

しかし、垂直方向1m未満の間隔での標高データは未整備であることから、高精度で高密度の標高データの作成手法について検討した。

標高データの作成方法には、①既存の地形図等の等高線を元にしたベクトルデータもしくは解析図化による等高線データからDEMを発生させる。②SAR(合成開口レーダー: Synthetic Aperture Radar)によるリモートセンシング手法により生成させる、などがあげられる。

本研究においては、サンプル地区として設定したバンコク東南部の約300km²の地域において、GPS測量と簡易水準測量により取得した地盤高点データを元に50cm間隔のDEMの発生を試みた(図-5)。

GPSによる標高データの取得は、天候に左右されないことと共に、受信点同士が相互に直接見通せる位置にある必要が無いことから、観測網の形状の自由度が高くなるという利点があり、詳細なDEM作成に向いていることが裏付けられた。



図-4 GTOPO30による陰影図

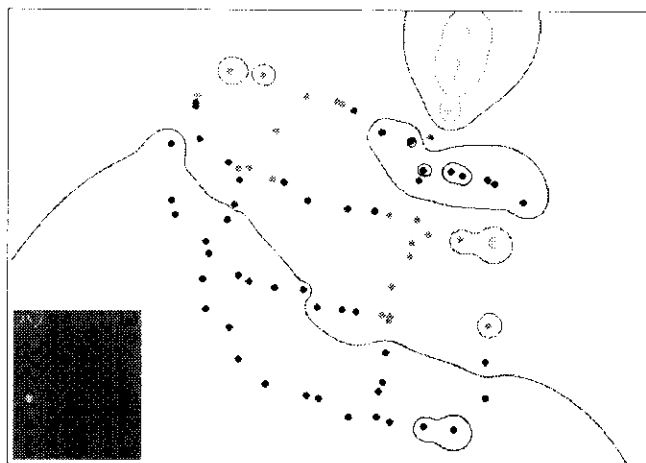


図-5 GPS・水準測量による標高モデル

(2) 海岸域衛星土地被覆図の作成

1) 熱帯・亜熱帯における土地被覆分類

ア. 分類項目

熱帯・亜熱帯の海岸に分布する生態系・土地利用として、もっとも特徴的なものはマングローブとサンゴ礁で、アルゴリズムも両生態系を分類できることが必要である。陸域においては、東南アジアの場合、森林と水田、サトウキビ畑などの農地が区分できることが望ましい。以上から、分類項目として以下のものを検討する。

- (1) 陸域：森林、畑地、水田、草地、市街地、裸地
- (2) 海岸：マングローブ、サンゴ礁、砂浜
- (3) 水域：河川、潟湖、海域

イ. 陸域の分類

陸域の土地利用については、温帯域では2時期の衛星画像を水分状態と植被率の変化を比較することによって、水田、畑地、草地、森林、裸地、市街地を抽出・分類することができる。最初に早春（田植え前）、中春2時期の地表水分条件の変化を比較して、水田、水域、その他の陸域を区分する。次に早春と初夏の植被率の変化を比較することによって、裸地・市街地、畑地・枯草地、草地・森林を区分することができる。石垣島において分類を行なった。森林と市街地・裸地は明瞭に抽出・区分できたが、畑地、草地、裸地の区分が困難である。熱帯・亜熱帯域では、水田・畑地の作付け、刈り入れに明確な季節性がないことが多いため、今後検討が必要である。

ウ. マングローブの抽出

一般に、可視域と近赤外域の2つのバンドの反射輝度の値をプロットすると、水、植生、土壌を頂点とする三角形の範囲に分布する。ある地表面の反射輝度とこの3角形の各辺との距離をVSW指数と定義して、これによって湿地域を効果的に抽出・区分することができる。DEMと併用することによって、より効果的にマングローブ域の抽出精度をあげることができる。

エ. サンゴ礁の抽出・分類

サンゴ礁は、熱赤外域の表面反射輝度によって水域と陸域を区分した後、可視域のバンドを用いてサンゴ礁海域と外洋域とを区分することによって抽出することができる。さらに現地データと比較することによって、サンゴ礁生物群集・底質を詳細に区分することができる。さらに、浅海域では水深が大きくなるに従って消光するから、その影響を取り除いた底質指標を設け、これによってサンゴ礁生物群集・底質を区分し、サンゴ、海草、砂底、礁岩などと対応させた。

オ. 石垣島・西表島における土地被覆分類図

上記の土地被覆分類アルゴリズムを統合して、石垣島・西表島における土地被覆分類図を作成した。海岸部に一部、いくつかの分類が重なる・または空白域ができており、今後の検討課題である。

2) タイ海岸地域の土地被覆分類

タイ海岸地域から、バンコク海岸、プーケット周辺、ソンクラー湖周辺を選び、上記分類を行ない、現地データと比較を行なった。

TM フォールスカラー画像は、1997年4月24日に撮影・取得されたLANDSAT TM データを基に作成した。使用バンドは2、4、7で、それぞれ青（画像上の記号：B）、緑（画像上の記号：G）、赤（画像上の記号：R）で発色させている。次に、教師付き分類手法を LANDSAT TM データに適用し、バンコク周辺の土地被覆分類画像を作成した。既存の地形図（縮尺 1:50,000）及び既存文献を参考にして、画像の特徴から目視判読により、分類カテゴリを設定した。このカテゴリに基づいて、トレーニングデータとなるピクセルを選択し、教師データとした。

土地被覆分類には、LANDSAT TM のバンド1からバンド5及びバンド7までのデータを使用した。分類対象地域の画像では、広い範囲で海域が含まれるので、バンド7を使ったディシジョンツリー法により、あらかじめ画像データから海域を除去し、対象とする陸域だけのピクセルを選んだ。設定した各カテゴリのトレーニングデータの平均DN値と、各画素のDN値を比較し、その差の2乗の合計が最小になった時、そのカテゴリに属すると判断した。なお、計算では、パスラジアンスを考慮した。即ち、画像上で、深海域（100×100ピクセル）を選び、この領域の最小DN値をパスラジアンスとし、各ピクセルから差し引くことで、パスラジアンスの影響を便宜上補正した。

図-6にバンコク地域のTM フォールスカラー画像(a)及びTM 土地被覆分類画像(b)を示す。TM フォールスカラー画像では大略、緑色=植生、桃色=都市及び裸地、青色=水域にそれぞれ対応している。TM 土地被覆分類画像では都市部、米作地、果樹園等、次の10のカテゴリを設定した。

1:Urban Area, 2:Sea Area (A), 3:Sea Area (B), 4:Salt-pan, 5:Paddy Field(A), 6:Paddy Field(B), 7:Forest Area, 8:Farmland, 9:Orchard, 10:Water shed

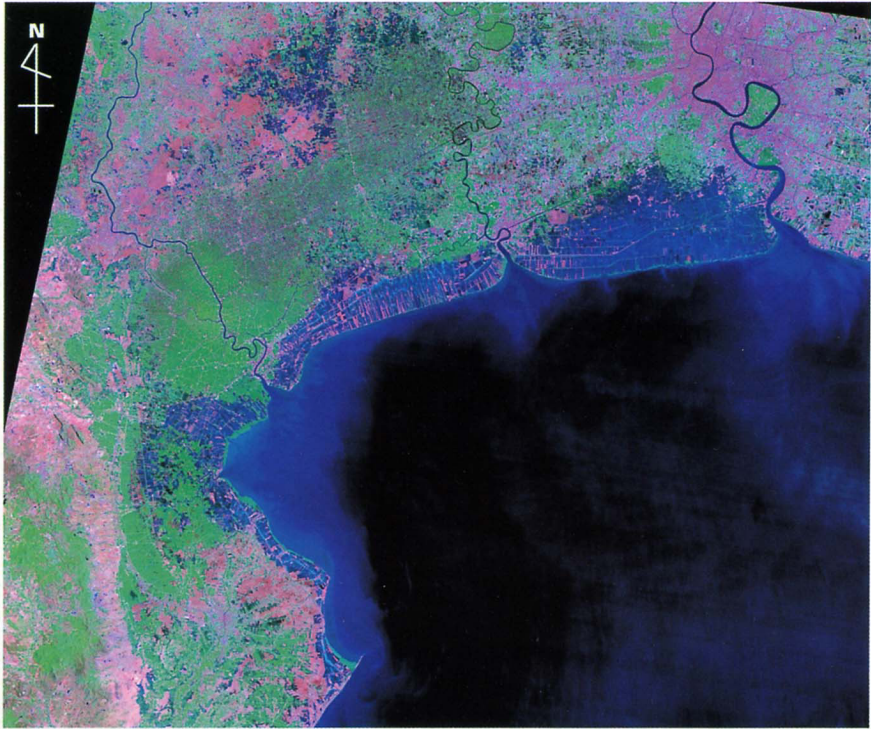
3) 土地被覆分布図の評価

上記によって作成された衛星土地被覆分布図を、下記の基礎データによって検証した。

- ① Thailand on a Disc
- ② 沿岸域データ
- ③ 測量地域 GIS データ
- ④ 地形図
- ⑤ 既存文献資料

ア. タイ GIS 土地利用図との比較・検討結果

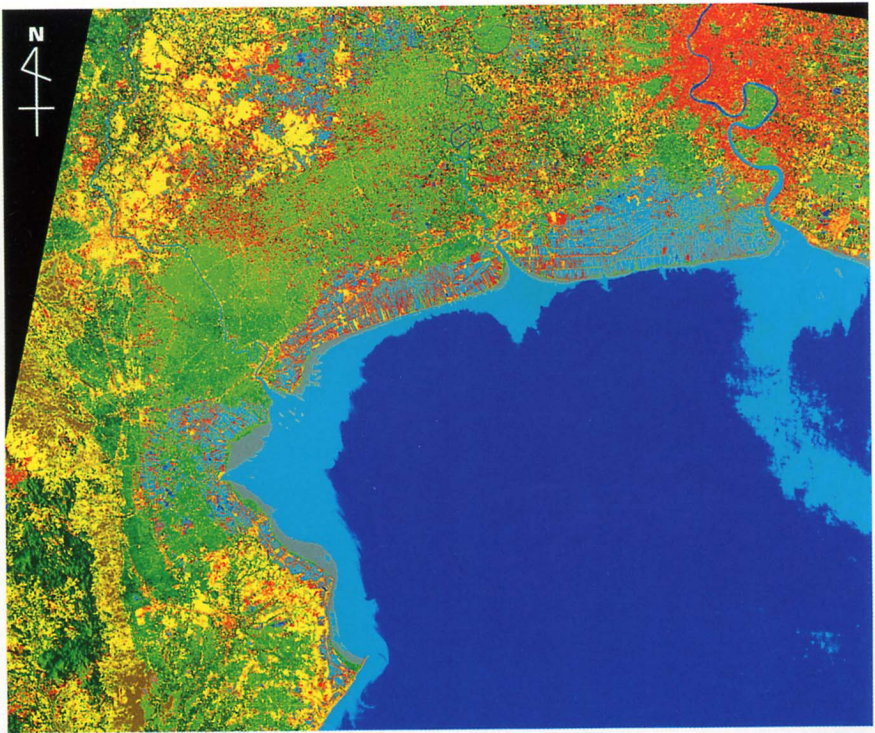
TM 土地被覆分類結果と GIS 土地利用図との対比は表-7に示すとおりである。



LANDSAT TM BGR=2 4 7 0 30km

Date : 1997/04/24 Map Projection : UTM

(a) TM フォールスカラー画像



Urban Area Sea Area(A) Sea Area(B) Salt-pan Paddy Field(A)
 Paddy Field(B) Forest Area Farmland Orchard Water shed

(b) 土地被覆分類画像

図-6 バンコク地域土地被覆分類結果

表-7 TM 土地被覆分類結果と GIS 土地利用図との対比表

TM 土地被覆分類結果	GIS 土地利用図
Urban Area	U0101:City town and commercial land
Salt-pan	A0902:Fish
Paddy Field(A)	A0101:Transplanted paddy field >> F0100:Evergreen forest > A0401:Mixed orchard
Paddy Field(B)	A0101:Transplanted paddy field
Forest Area	F0000:Forest land
Farmland	A0401:Mixed orchard / F0000:Forest land
Orchard	A0400:Orchard >> A0405:Coconut > A0101:Transplanted paddy field
Sea Area(A)	未分類
Sea Area(B)	未分類
Water Shed	未分類

上表のとおり、Urban Area、Salt-pan、Forest Area は両者一致しているのに対し、Paddy Field(A) 及び Orchard は複数のカテゴリーを含んでいることが判明した。このように TM 土地被覆分類結果と GIS 土地利用図による分類結果とは大略対応していると云えるが、植生成分の分類に問題が残されており、特に Orchard と Coconut とがスペクトル上区分可能かどうかの検討が必要である。

Salt-pan は縮尺 1:50,000 地形図上の凡例に基づいたもので、現在は Fish Pond として利用されていることが判明したので、TM 土地被覆分類画像の名称を Fish Pond と変更する必要がある。また、この Salt-pan に区分された一部、即ち、浅海域の混濁域における泥質部（推定）部分はスペクトル的には同一であるが、分布形態から Mud Area と認定可能であり、今後表示方法を検討する必要がある。

イ. タイ GIS 沿岸域分類図との比較・検討結果

TM 土地被覆分類結果と GIS 沿岸域分類図との対比は表-8 に示すとおりである。

表-8 TM 土地被覆分類結果と GIS 沿岸域分類図との対比表

TM 土地被覆分類結果	GIS 沿岸域分類図
Urban Area	U0101:City town and commercial land
Salt-pan	未分類（空白で表示されている）
Paddy Field(A)	M0102:Bush and shrub?
Paddy Field(B)	未分類（空白で表示されている）
Forest Area	対象範囲外
Farmland	対象範囲外
Orchard	A0405:Coconut
Sea Area(A)	未分類
Sea Area(B)	未分類
Water Shed	未分類

上表のとおり、Urban Area は両者一致しているが、大半が空白で表示されている未分類（凡

例に無し)及び対象範囲外となっており、正確な比較検証ができない結果となっている。OrchardはCoconutに対比されるが、既述のとおり OrchardとCoconutはスペクトル上、分類の可否については今後の検討が必要である。

ウ. タイ GIS 土地利用図と GIS 沿岸域分類図との対比

両者間の分類データには、整合性に欠けているように見受けられる。例えば、City town and commercial landの分布が両者間で著しく異なっており、これが検証時期の差によるものか不明である。いずれにしても、それぞれの分類データ自体を検証する必要があると考えられる。

4) ASTER の利用

衛星リモートセンシングにより、一定の精度で土地被覆についての情報が得られることが明らかになった。しかしながら衛星データは、取得されたデータを検索して利用するのが通常で、ある目的に沿って取得要求を出し観測することは、海岸・沿岸域ではあまり行なわれていなかった。

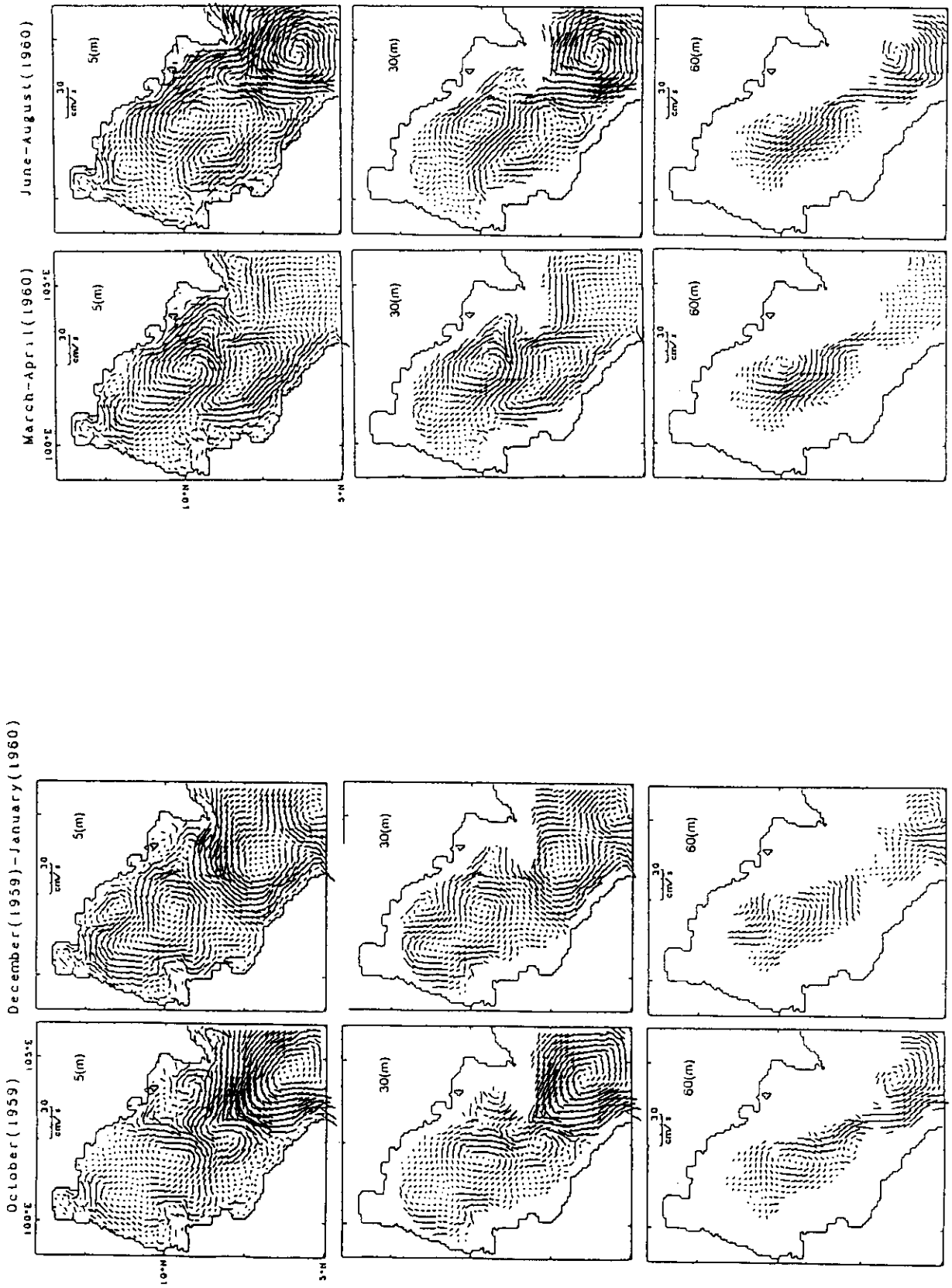
ASTER (Advanced Spaceborne Thermal and Emission Radiometer) は、1999年12月に打ち上げられたEOS AM-1 (TERRA)に搭載された高空間能、多バンドセンサーで、主に陸域の資源探査、地球規模変動に関わる諸現象の観測を目的としている。センサーは、可視近赤外域 (VNIR: 3バンド、地上分解能 15m)、短波長赤外域 (SWIR: 6バンド、地上分解能 30m)、熱赤外域 (TIR: 5バンド、地上分解能 90m)の3つの放射計からなる。観測幅は60 km、回帰周期は16日であるが、ポインティング機能を持つため数日に1度の高頻度観測も可能である。またVNIRのうち1つのバンドは、立体視機能をもつ。

ASTER データの利用については、日米の研究者からなるサイエンスチームが1990年以降、各種データプロダクトの作成アルゴリズムの開発、検証、重点観測対象の検討などを行なっている。サイエンスチームはさらにいくつかのWGに分かれる。エンドユーザーに関係の深いWGとしては、DEM WG、地質 WG、エコシステム WG、海洋・陸水 WG などがあり、このうちエコシステムWGの日本側主査を茅根がつとめている。エコシステムWGでは、農地、湿地、サンゴ礁、乾燥地、森林分布図の作成を検討しており、本報告の結果もここでの検討結果による。また、いくつかの地域を重点観測地域としてあげているが、その中の1つにタイの土地被覆変化のモニタリングがあげられている。上記でLANDSAT TMを用いて評価した衛星土地被覆図作成アルゴリズムは、ASTERにも応用可能であり、ASTERによって能動的に東南アジア地域海岸・沿岸のモニタリングを進める道が開かれたとあってよい。

ASTER データ利用について、日本側ではその事務局を(財)資源・環境観測解析センター (<http://www.ersdac.or.jp/>)が担当しており、ここを通じて研究者個人もデータ取得要求を出すことができる。

(3) タイランド湾の流動モデル

タイランド湾の3次元流動モデルを、1959年10月から1960年8月に行われたNAGA調査航海による水温、塩分、風のデータに基づいて数値計算によって構築した。平面的なメッシュ



(continued)

Seasonal variation of circulations 5 m, 30 m and 60 m below the sea surface in the Gulf of Thailand.

図-7 タイランド湾における、水深5m、30m、60mの流動パターンの季節変化

サイズは 10 km × 10 km、鉛直方向に 10 層で計算を行なった。北東モンスーンが卓越する 1959 年 10 月～1960 年 1 月には、湾中央部に時計廻りの、湾口部に反時計廻りの流れが、表層から底層まで発達する。一方、南西モンスーンが卓越する 1960 年 3 月～8 月には、湾内北部に時計廻りの、湾内南部に反時計廻りの流れが、やはり表層から底層まで発達する。6 月～8 月には湾口部に時計廻りの強い流れが発達する。北東モンスーン、南西モンスーン、どちらの季節も流れは主に風によって駆動され、残差流は層重的 (barotropic) である。

5. 本研究により得られた成果

- (1) 海面上昇の影響評価に必要な地理データについて、統一すべきフォーマット、測地原子等について決定するとともに、入手可能な地理データについて調査し、データの変換を試みた。
- (2) GPS 受信機、簡易水準測量による地盤高データを元にした DEM の作成手法の開発を行った。
- (3) 衛星画像を用いた土地被覆の判読に関し分類の可否を検証するとともに、タイランド湾の 3 次元流動モデルを構築した。

6. 参考文献

- 1) 国土地理院 (1993～1995) : 地球の温暖化による海面上昇などの影響予測に関する研究作業報告書
- 2) 村上真幸 (1999) : 測地成果 2000—地球重心系への移行に関する世界的な動向—, 国土地理院時報 No91, pp16-23

[国際共同研究等の状況]

来世紀の地球規模変動、とくに海面上昇の海岸・沿岸域への影響予測とその評価は、国際的な連携による取り組みが必要なテーマである。IGBP (国際地球圏生物圏研究計画: International Geosphere Biosphere Programme) においても、コアプロジェクトの 1 つに LOICZ (海岸・沿岸域における陸域海域相互作用: Land-Ocean Interaciton in Coastal Zone) が 1993 年から設けられた。IGBP/LOICZ は、地球規模変動が海岸・沿岸域に及ぼす社会経済影響までを予測・評価することを目的としている。本研究担当者米倉・茅根と共同研究者柳哲夫 (九州大学応用力学研究所・教授) はいずれも、学術会議 IGBP 国内委員会・LOICZ 小委員会の委員であり、1997 年までは米倉が、1997 年からは柳が、その委員長である。さらに柳は、LOICZ の国際 SSC (Science Steering Committee) の委員である。

IGBP/LOICZ の動向・方針は、本研究課題と密接に関係するもので、本研究課題の成果も LOICZ へインプットされることが求められている。IGBP/LOICZ の研究体制等について、以下の総説をまとめた。

タイ国における各種地理データの収集や地盤高測量の実施に際し、同国カセサート大学の協力

を得るとともに、現地研究者との情報交換を行ってきた。

[研究成果の発表状況]

Kayanne, H. ed "Proceedings of Ecosystem WG, US-Japan ASTER Science Team Meeting" 9 December 1997, Tokyo, Japan. (1997) 63p.

Yanagi, T. and Takao, T. (1998): Seasonal variation of three-dimensional circulations in the Gulf of Thailand. *La mer*, 36, 43-55.

Yonekura, N., Kayanne, H., Mimura, N. and Yanagi, T. (1998): Recent Japanese activities related to the IGBP-LOICZ Project. *Global Environmental Research*, 1, 1-9.