

4.5 環境分野

4.5.1 干拓に伴う周辺環境の影響評価

評価対象領域は長崎県有明海側に位置する諫早湾である。諫早湾の湾奥部では、生産性の高い農業の実現と高潮・洪水・常時排水等に対する地域の総合防災機能を強化することを目的に、1840ヘクタールの土地と調整池1710ヘクタールを造る計画で1989年に干拓工事が開始された。観測時期の異なる3つのカラー合成画像を図-98に示す。

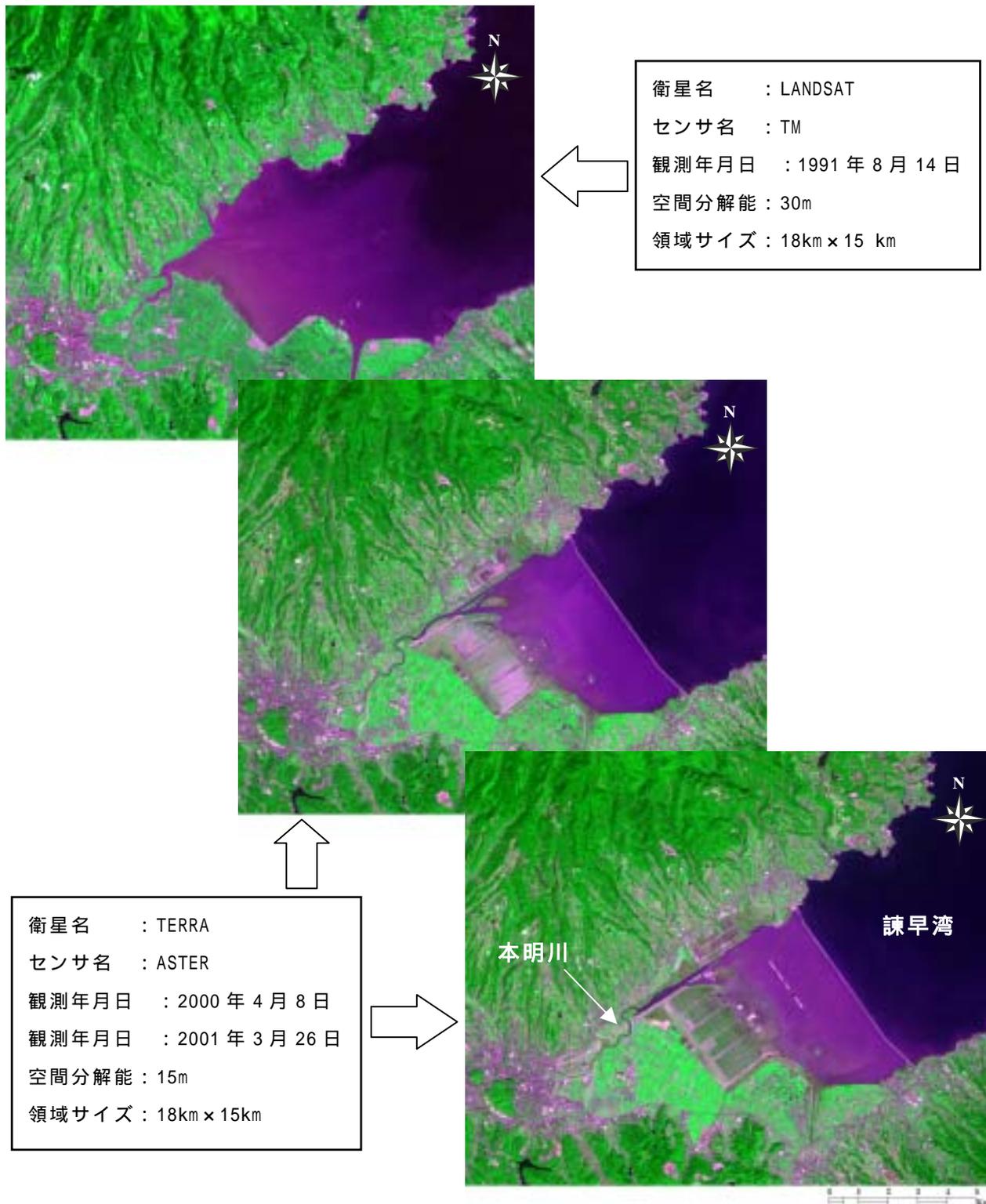


図-98 諫早湾 (TM・ASTER データ、Natural Color)

(2) 干拓地の経年変化図

(a) 主題図の作成手順

先述した 3 時期の衛星データを用いて事業の進捗に伴う干拓地の変化を抽出する。干拓地の経年変化図の作成手順を図-99 に示し、以下に具体的な処理内容を述べる。

画像解析に使用する 3 時期の衛星データの空間分解能を統一する。具体的には、ASTER データ (空間分解能 15m) を基準に、1991 年の LANDSAT/TM データ (空間分解能 30m) を補間する。

空間分解能が統一した 3 時期の衛星データの内、水域と陸域を区別する際に使用されるバンドデータ (TM データでは Band4、ASTER データでは Band3) から、閾値を設定し、それぞれ 2 値化ファイルを作成する。

作成した 2 値化ファイルと評価対象領域のカラー合成画像を比較することにより、良好な画像が得られているか確認する。

3 時期の衛星データから作成した 2 値化ファイルより、陸域の増加した箇所と減少した箇所を抽出する。

(b) 成果画像から得られる所見 (図-100)

- ・ 1991 年から 2000 年までの間に干拓された部分を赤色、2000 年から 2001 年の間に干拓された部分を緑色、2000 年から 2001 年の間に海域になった部分を黄色でそれぞれ示している。なお、1991 年から 2001 年まで変化の無かった海域は青色で示している。
- ・ 1991 年から 2000 年の間 (赤色) には、中央干拓地の西工区や小江干拓地の干拓が進んでいることが確認できる。また、延長 7,050m にもおよぶ潮受堤防も確認できる。
- ・ 2000 年から 2001 年の間 (緑色) には、主に中央干拓地の東鉦区の干拓が進んでおり、調整地内には施工途中の前面堤防 (延長 4,820m) の一部も確認できる。
- ・ 2000 年から 2001 年の間 (黄色) では、中央干拓地の北部堤防 (延長 4,650m) の一部が整備されたことから、蛇行していた本明川河口部が直線的に整備されている様子が確認できる。

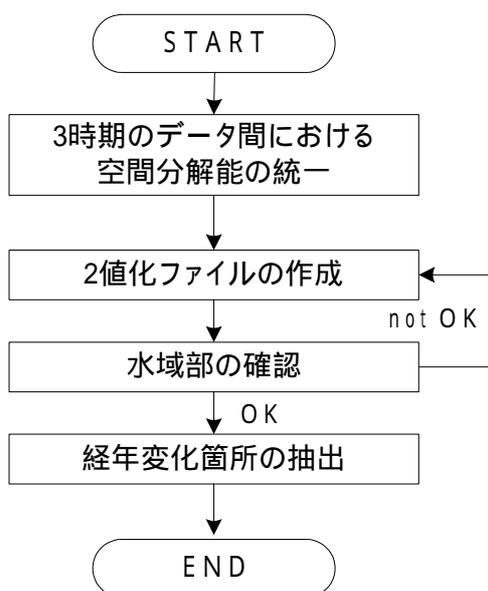


図-99 干拓地の経年変化図の作成手

(c) 衛星データから作成される主題図の効用と限界

主題図の効用：

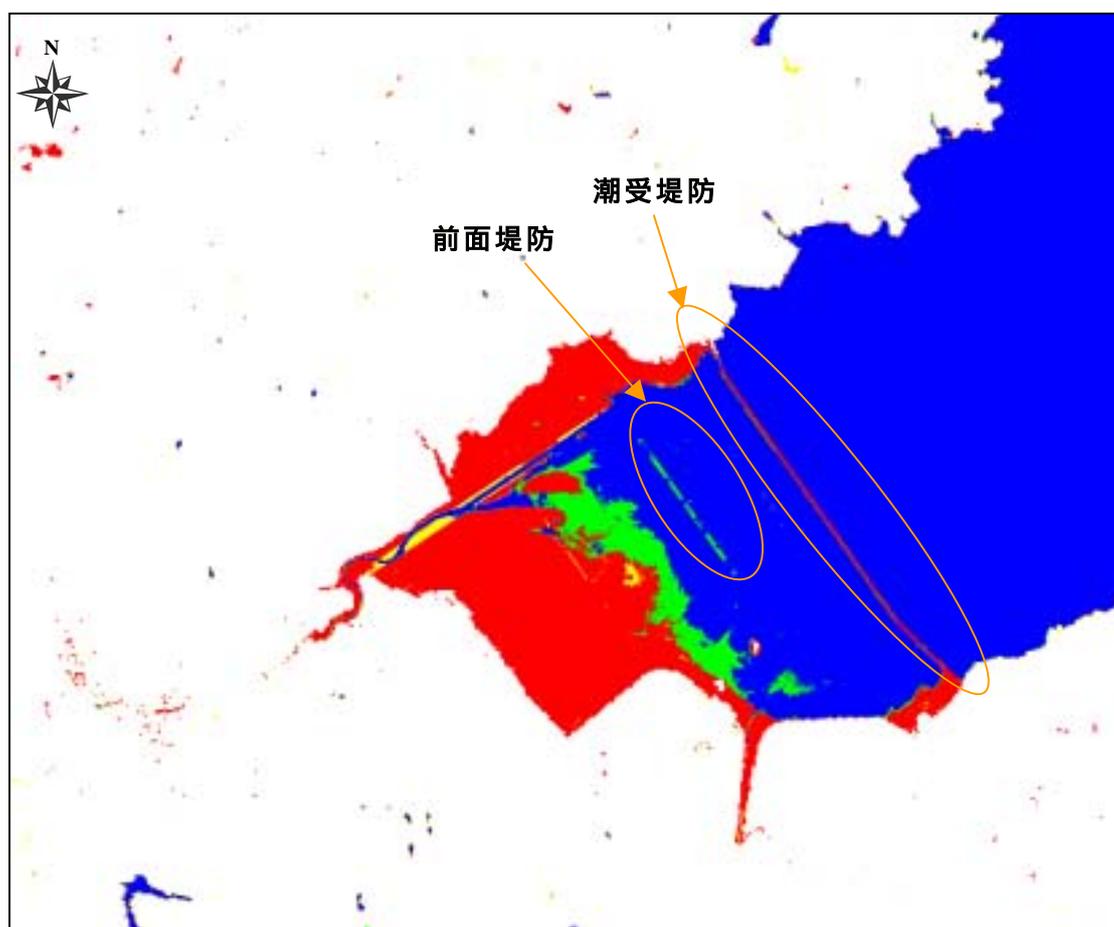
- ・ 時系列で干拓の進行している区分を抽出することにより、干拓が進行している箇所と規模を特定することが可能となる。
- ・ 干拓事業の経年的な進捗状況を把握する際の支援情報としての利用が考えられる。

主題図の限界：

- ・ 内陸部については、土地利用が複雑なために、このままでは相違を明確に把握することができない。

(d) 衛星データ利用に際しての留意点

- ・ 過去のデータに関しては、1970年以前のもの入手できない。
- ・ できるかぎりノイズや雲域の影響が少ない良好なデータ入手する。
- ・ 湾全土の経年変化を捉えるには空間分解能は15mが最適である。一方、局所を観察する最には空間分解能1mのIKONOSデータを収集していくことが望まれる。



- 1991～2001年の間に変化が無かった領域（海域）
- 1991～2000年の間に陸域へ変化した領域
- 2000～2001年の間に陸域へ変化した領域
- 2000～2001年の間に海域へ変化した領域

図-100 干拓地の経年変化図（TM・ASTER データ、Natural Color）

(3) 干拓地のクロロフィル濃度分布図

(a) 主題図作成の手順

正規化植生指標 (NDVI : Normalized Difference Vegetation Index) を水域のみを対象として計算することにより、干拓地を対象としたクロロフィル濃度分布図を作成する。NDVI はリモ - トセンシングの多バンドデータから求められる植生の有無・多少・活性度を示す代表的な植生指標であり、式-7として表される。一般にクロロフィル濃度は、水域の植物量と高い相関を示すことから、ここでは、水域の NDVI 値をクロロフィル濃度として扱う。河川を対象としたクロロフィル濃度分布図の作成手順を図-101に示し、以下に具体的な処理内容を述べる。

$$NDVI = \{ \text{Band4 (NIR)} - \text{Band3 (Red)} \} / \{ \text{Band4 (NIR)} + \text{Band3 (Red)} \} \quad \text{式-7}$$

解析に使用する IKONOS データの Band3、4 (可視・近赤外域) のデータに対して、水域部のノイズを低減させるために、3×3のウインドサイズでメディアンフィルタをかける。

NDVI 値を Band3、4 の2つのバンドから計算する。さらに、NDVI 値の最大値、最小値を求め、8ビット (255段階) に量子化することにより可視化する。

Band4 (近赤外域) の DN 値から、閾値を設定し、陸域と水域を区分したマスク画像を作成する。

、 で作成した画像から水域のみを対象とした NDVI 値を抽出する。

で作成した画像に対してレベルスライス処理を施し、各ランクに色彩を割り当てる。クロロフィル濃度のパターンが把握できる画像が得られているか否かを確認する。

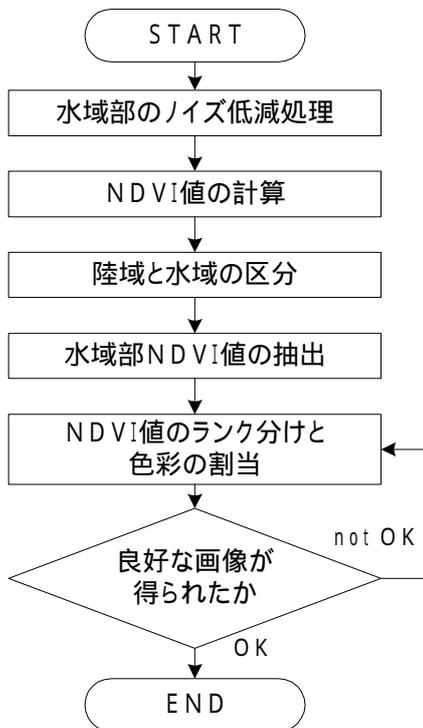


図-101 干拓地を対象としたクロロフィル濃度分布図の作成手順

(b) 成果画像から得られる所見 (図-102)

- ・潮受堤防によりクロロフィル濃度が分断されており、堤防内部の濃度が一様に高いことが判る。
- ・有明川等の河口付近ではクロロフィル濃度の低い領域が確認できる。(Area1)
- ・潮受堤防の南部排水門付近では少量ではあるもののクロロフィル濃度の高い領域が確認できる (Area2)。

(c) 衛星データから作成される主題図の効用と限界

主題図の効用：

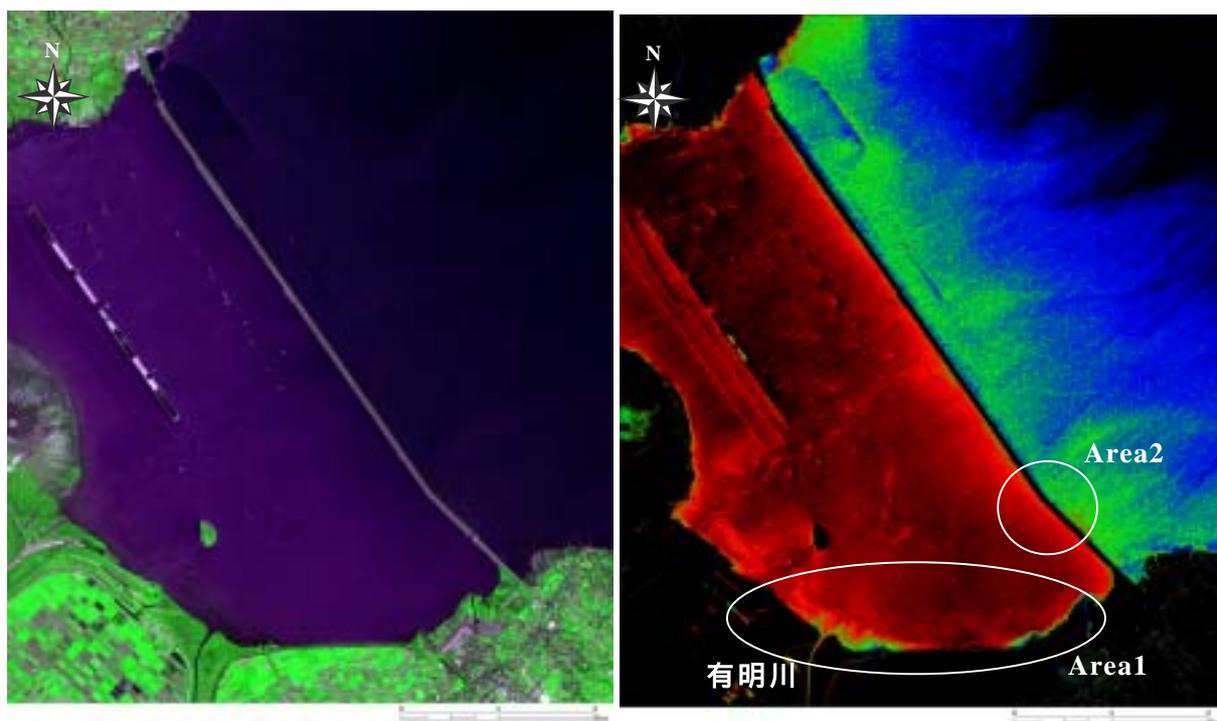
- ・現地で計測された水質値を用いることにより、干拓地全体の大まかな濃度分布を面的に把握することが可能となる。

主題図の限界：

- ・水深の浅い個所ではクロロフィル濃度以外の情報も含まれているため、注意が必要である。

(d) 衛星データ利用に際しての留意点

- ・クロロフィル濃度等、水質の濃度分布を把握する際は、雲や大気の影響が少ないデータを選択する必要がある。



衛星名	: IKONOS
センサ名	: IKONOS-2
観測年月日	: 2001年4月16日
空間分解能	: 4m
領域サイズ	: 1.6 km × 1.9 km

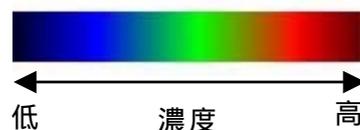


図-102 干拓地を対象としたクロロフィル濃度分布図

4.5.2 産業廃棄物の分布把握

(1) 対象領域の選定

評価対象領域である豊島は、瀬戸内海の東部、小豆島の西方約4 kmに位置している。近年、産業廃棄物の不法投棄により汚染水が海域へ流出しており、深刻な環境問題を引き起こしている。豊島の位置を示した LANDSAT データと評価対象領域の IKONOS データのカラー合成画像を図-103、産業廃棄物の投棄場所を図-104 に示す。

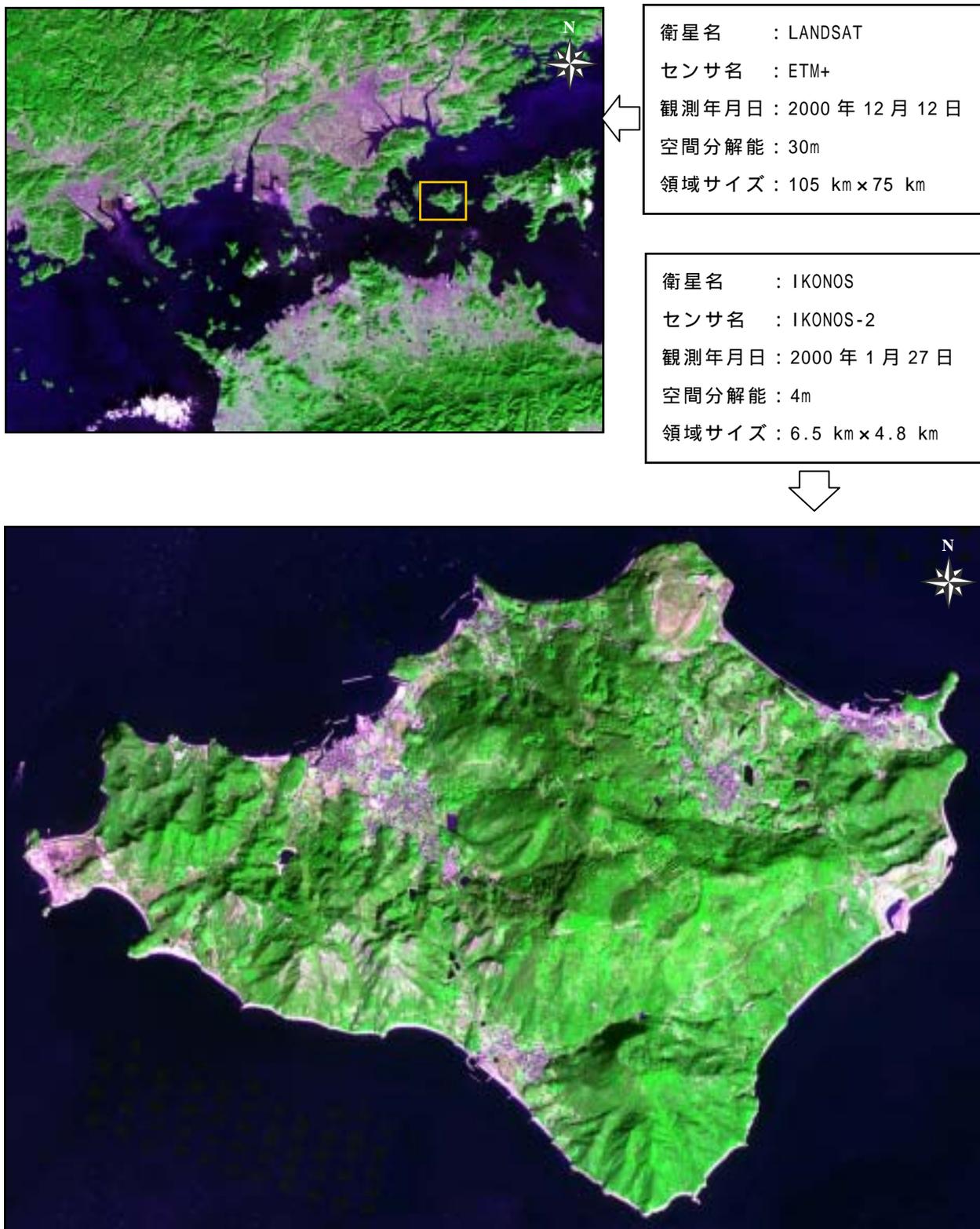


図-103 豊島の位置と評価対象領域 (Natural Color、RGB:3,4,2)



衛星名	: IKONOS
センサ名	: IKONOS-2
観測年月日	: 2000年1月27日
空間分解能	: 4m
領域サイズ	: 1.3 km × 0.9 km

図-104 豊島における産業廃棄物の投棄場所の位置 (Natural Color)

(2) 廃棄物の分布把握図

(a) 主題図作成の手順

教師付き分類により、豊島における産業廃棄物の投棄場所周辺の土地被覆分類図を作成する。今回は、空間分解能 4 m の IKONOS データを用いて豊島全域に対して土地被覆分類図を作成後、空間分解能 1 m の IKONOS データにより産業廃棄物の投棄場所周辺における土地被覆状態の把握を試みる。産業廃棄物の分布把握を目的とした土地被覆分類図の作成手順を図-105 に示し、以下に具体的な処理内容を述べる。

対象領域の植生分布状況を考慮して分類クラスを決定する。空間分解能 4 m のデータから豊島全域の土地被覆状況を判読するため、樹林 2 種類、裸地 2 種類、市街地、草地、水域、影域の 8 種類を分類クラスとして設定した。また、空間分解能 1 m のデータから産業廃棄物の投棄場所周辺の土地被覆状況を判読するため、樹林 2 種類、砂地、土壌、構造物、草地、水域、影域、産業廃棄物の 9 種類を分類クラスとして設定した。トレーニングデータは、カラ - 合成画像 (False Color) を参考に選定する。トレーニングデータのサイズは 3 × 3 画素を基本とし、各分類項目について 5 個ずつ設定した。

教師付き分類手法として、一般に広く利用されており、分類精度が高いことが報告されている最尤法分類を採用する。選定したトレーニングデータを用いて可視・近赤外域バンドデータを使用した土地被覆分類図を作成する。

評価項目の分類精度の定量評価指標である区分精度が 90 % 以上、誤分類率が 10 % 以下を目安にし、作成した産業廃棄物の分布把握図の各クラスが正確に分類・抽出されているか否かを確認する。

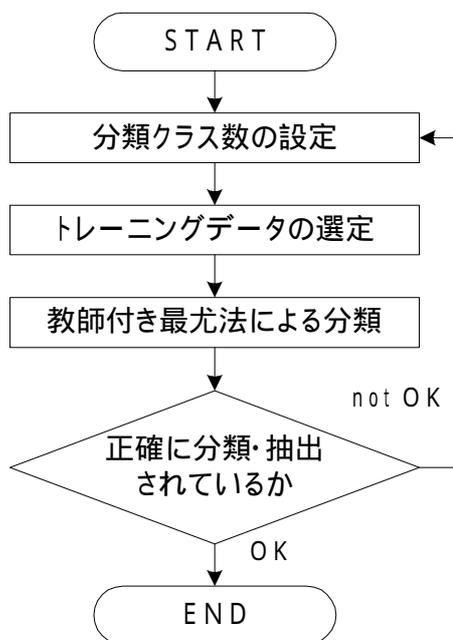


図-105 産業廃棄物の分布把握図の作成手順

(b) 成果画像から得られる所見

- ・空間分解能 4 m の土地被覆分類図では、豊島全体の土地被覆状況を面的かつ定量的に把握できる (図-106、図-107、表-7)。
- ・空間分解能 1 m の土地被覆分類図では、産業廃棄物の投棄場所周辺の土地被覆状況を面的かつ定量的に把握できる (図-108、図-109、表-8)。

(c) 衛星データから作成される主題図の効用と限界

主題図の効用：

- ・島全体の土地利用構成を定量的に把握できる。
- ・産業廃棄物の投棄場所の位置と範囲を特定できる。

主題図の限界：

- ・正確な分布図を作成するためには、現地の詳細情報を入手する必要がある。

(d) 衛星データ利用に際しての留意点

- ・産業廃棄物の投棄場所の確認には、空間分解能 1 m のカラー合成画像を用いる。

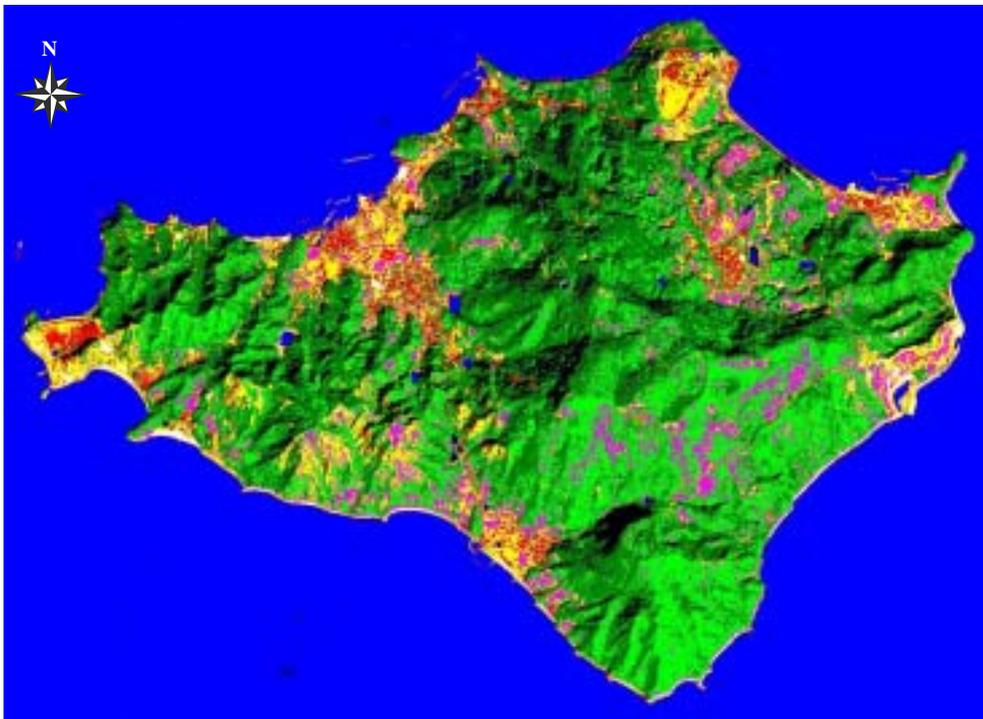


図-106 豊島全域の土地被覆分類図

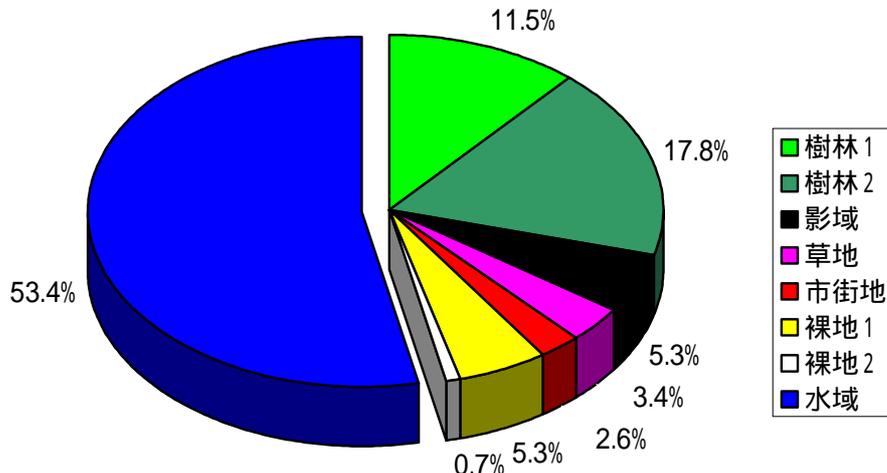


図-107 評価対象領域内における分類項目の割合

表-7 評価対象領域内における分類項目の面積

分類項目	樹林 1	樹林 2	影域	草地	市街地	裸地 1	裸地 2	水域
面積 (ha)	358.8	555.4	165.4	106.1	81.1	165.4	21.8	1666.1



図-108 産業廃棄物の投棄場所周辺の土地被覆分類図 (縮尺 : 1/10,000)

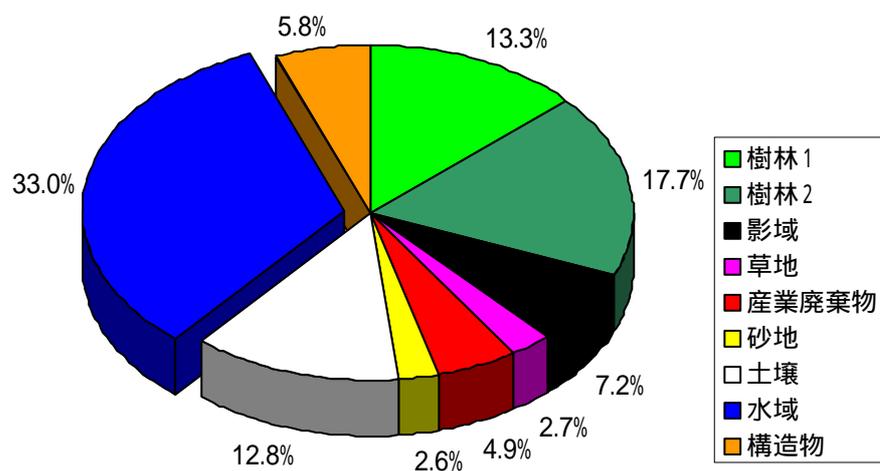


図-109 評価対象領域内における分類項目の割合

表-8 評価対象領域内における分類項目の面積

分類項目	樹林 1	樹林 2	影域	草地	産業廃棄物	砂地	土壌	水域
面積 (ha)	15.6	20.7	8.4	3.0	5.7	3.0	15.0	38.8

4.5.3 河口堰による周辺環境への影響評価

(1) 対象領域の選定

評価対象領域は岐阜県の長良川河口に位置する長良川河口堰周辺である。本河口堰は塩水のそ上を防止して長良川の洪水を抑制することと、堰の上流水域を淡水化して愛知県、三重県への水道用水、工場用水の安定供給を目的として、平成7年より運用を開始した。一方で、堰の設置が動植物に与える影響や水質の変化について多くの見解が寄せられており、継続的な環境監視・管理が不可欠とされている地域である。ここでは、河口堰建設前に撮影された LANDSAT / TM データと建設後に観測された LANDSAT / ETM+ データを用いて画像解析を進めた。評価対象領域のカラー合成画像を図-110 に示す。

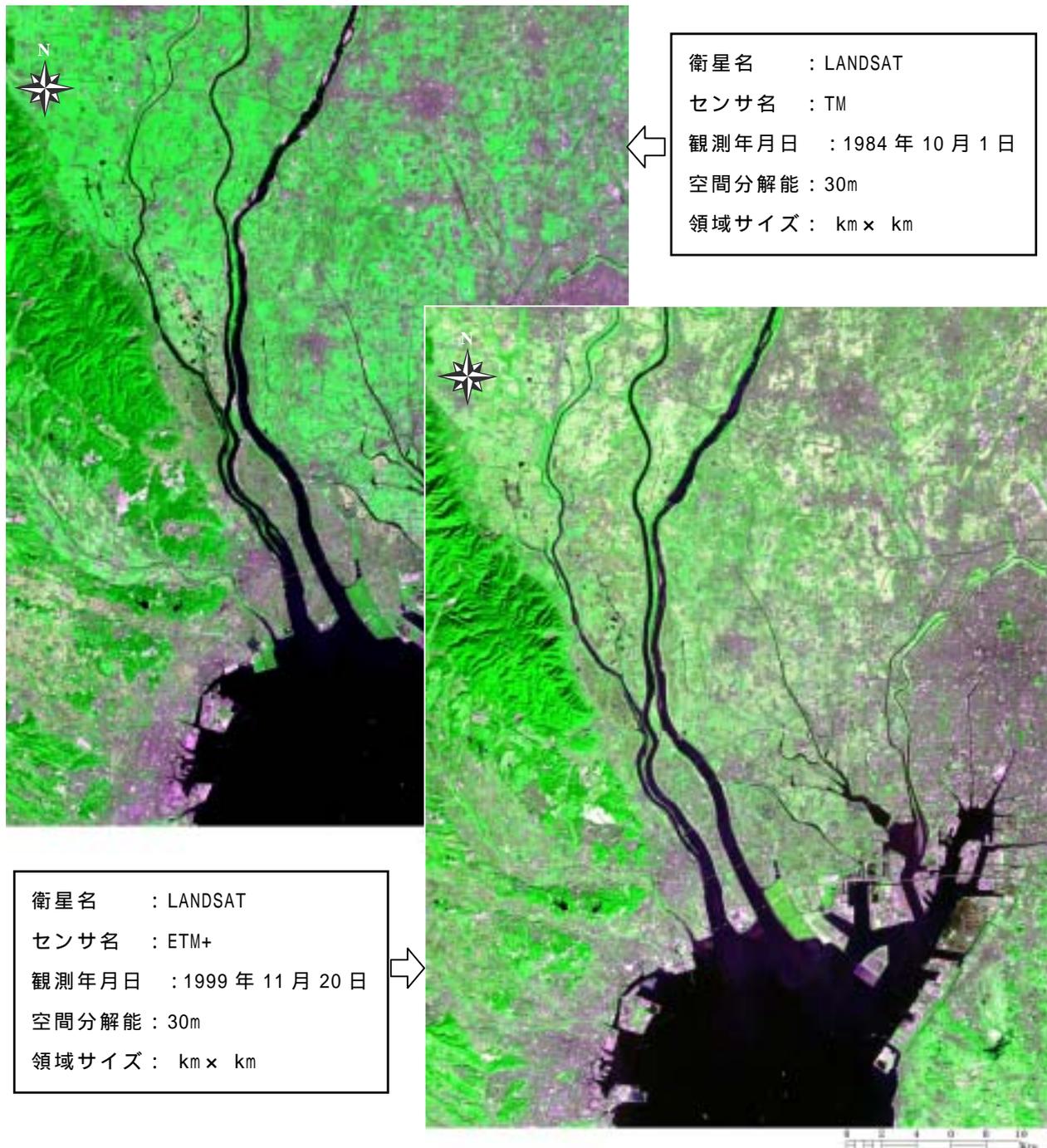


図-110 長良川河口堰周辺 (Natural Color)

(2) 河道の変化に伴う流況パターンの把握

(a) 主題図作成の手順

今回は、比演算処理を使用した河道の変化に伴う流況パターンを把握することとした。流況パターン図の作成手順を図-111 に示し、以下に具体的な処理内容を述べる。

重み付き平滑化により、水域のラインノイズや点状ノイズを除去する。

陸域のデータをマスクするため、 の処理を施した Band4 のデータから水域と陸域を最も良く区分できる閾値を設定する。

流況パターン図の作成に使用する比演算手法は、データから抽出する情報ごとに様々なものがあるため、単バンドの特性を把握した上で2つのバンドを選定する。ここでは、LANDSAT データの2つのバンド (Band1、Band2) を用いる。

選定した2つのバンドから得られる比演算値の平均、標準偏差から、最大・最小値を求め、ア - クタンジェント圧縮をする。

で把握した濁度分布を抽出するため、強調する値の範囲を設定する。その範囲を 255 段階程度に分割し、各段階に色彩を割り当てる。

で設定した段階をもとに各値に色彩を割り当てる。

作成した画像から河道の流況パターンが把握できるか否かを確認する。

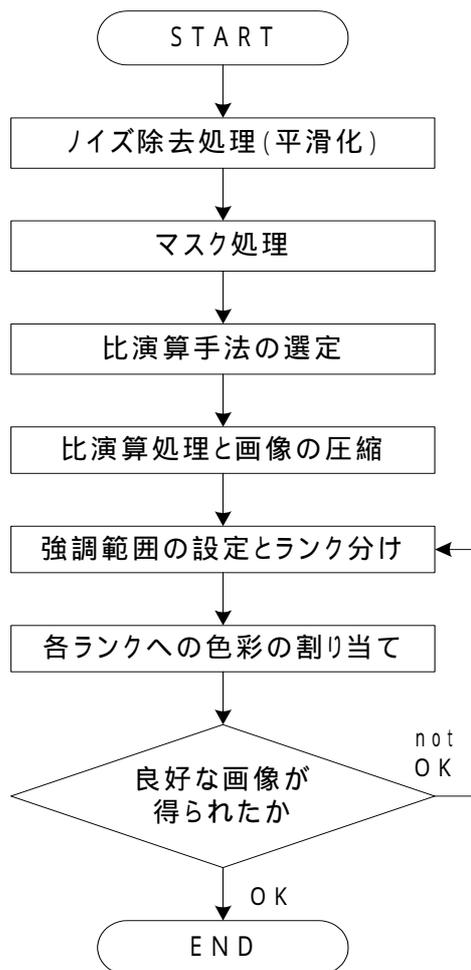


図-111 河道の流況パターン図の作成手順

(b) 成果画像から得られる所見 (図-112)

- ・長良川河口堰付近の流況パターンに注目してみると、河口堰設置前に比べて設置後は濁度の高い領域が広がっていることが判る。
- ・河口堰設置後は長良川の上流部分で濁度の高い領域が現れている。

(c) 衛星データから作成される主題図の効用と限界

主題図の効用：

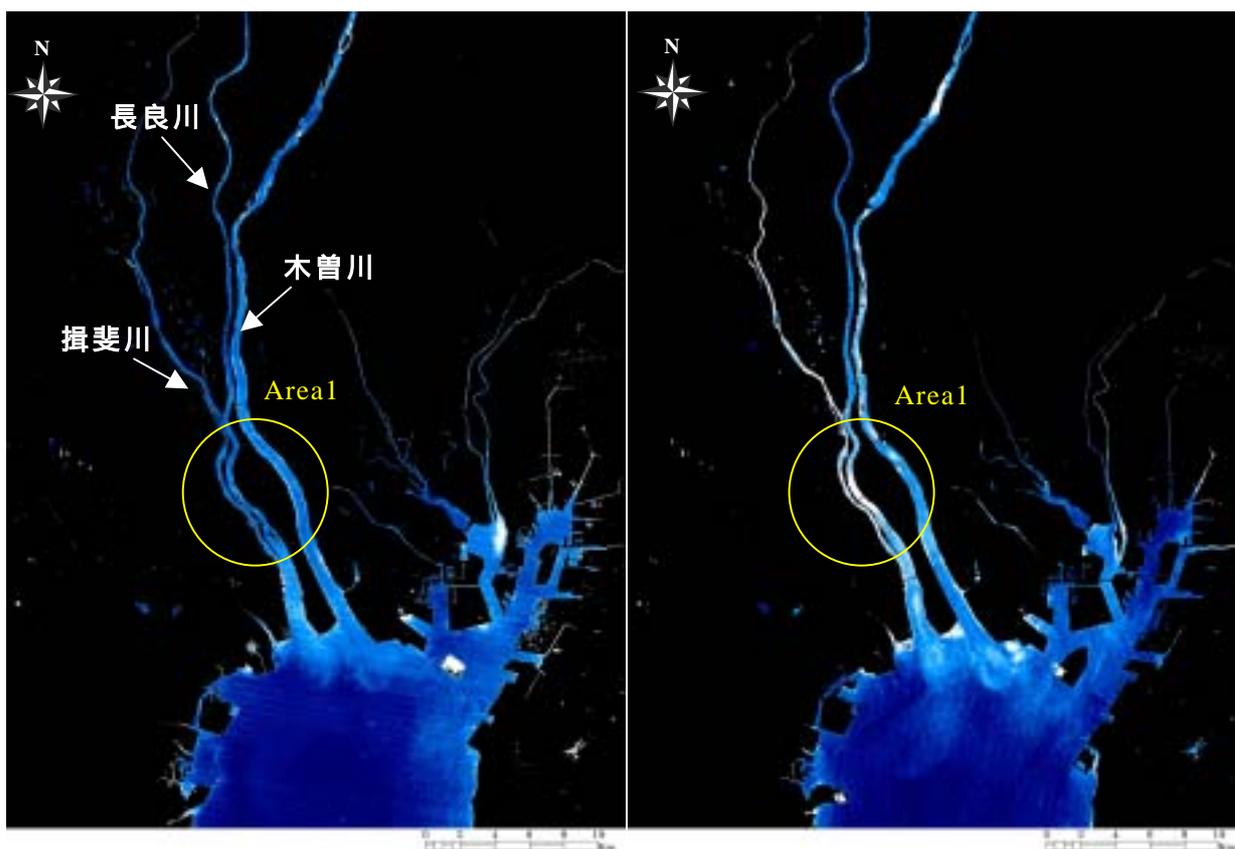
- ・河川の濁度の分布が視覚的に判読できる。
- ・現地で計測された水質値を用いることにより、河川全域の大まかな濃度分布を面的に把握することが可能となる。

主題図の限界：

- ・濁度を引き起こす物質が特定されていないため、支援情報としての利用が考えられる。

(d) 衛星データ利用に際しての留意点

- ・大気や雲域の影響が無く、水域の情報がとれているデータを選択する必要がある。
- ・河川全域の濁度分布を把握するには、LANDSAT データのように比較的広い範囲を同時に観測できる衛星データを利用する必要がある。



建設前 (1984 年)

建設後 (1999 年)

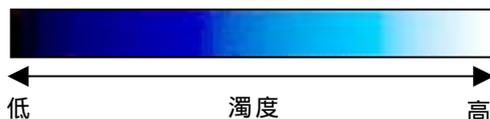


図-112 河口堰の建設前後の流況パターン図 (LANDSAT)

(3) 河口堰周辺の濁度分布図

(a) 主題図作成の手順

環境へのインパクトが大きい河口堰周辺をモニタリングしていくことは今後重要といえる。そこで、濁度分布図と同じ手順で作成した主題図を図-113 に示す。ここでは、長良川河口堰の開門に伴う流況の変化と河口導流堤の影響を把握することを目的に濁度のランク分けをしている。

(b) 成果画像から得られる所見

- ・木曽川と揖斐川の河口部にある導流堤により、流出した土砂が拡散していない様子が把握できる (図-113)。
- ・画像右下の揖斐川は、木曽三川にくらべて透明度が高いことが判る (図-113)。
- ・長良河口堰の開門に伴う流況の変化を詳細に把握できる (図-114)。

(c) 衛星データから作成される主題図の効用と限界

主題図の効用：

- ・河口堰や河口導流堤の影響による水質の変化を視覚的に判読できる。

主題図の限界：

- ・平滑化処理を施しているため、川幅の狭い河川の濁度分布を把握できない箇所がある。
- ・相対的な濁度の分布だけを表現したものであるため、衛星データの収集と同期して観測された水質データが必要となる。

(4) 衛星データ利用に際しての留意点

- ・土砂の流出が目視で判読できないため、どのような物質が濁度の原因であるかを特定する必要がある。

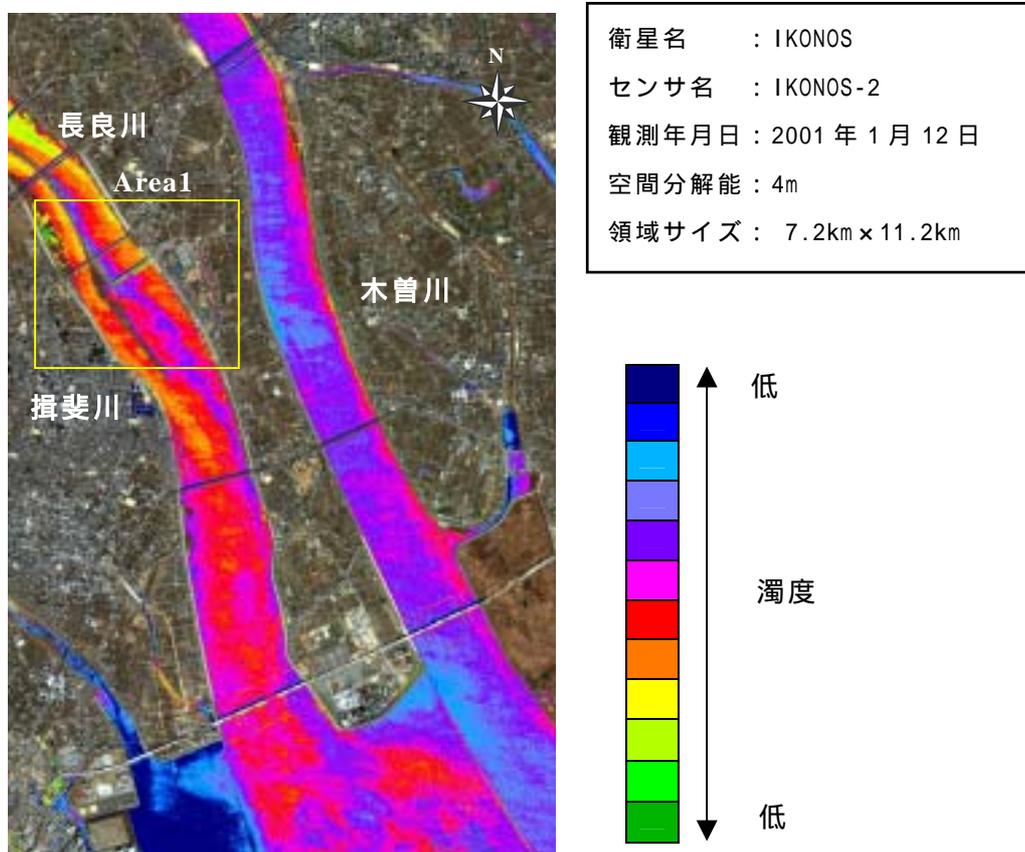
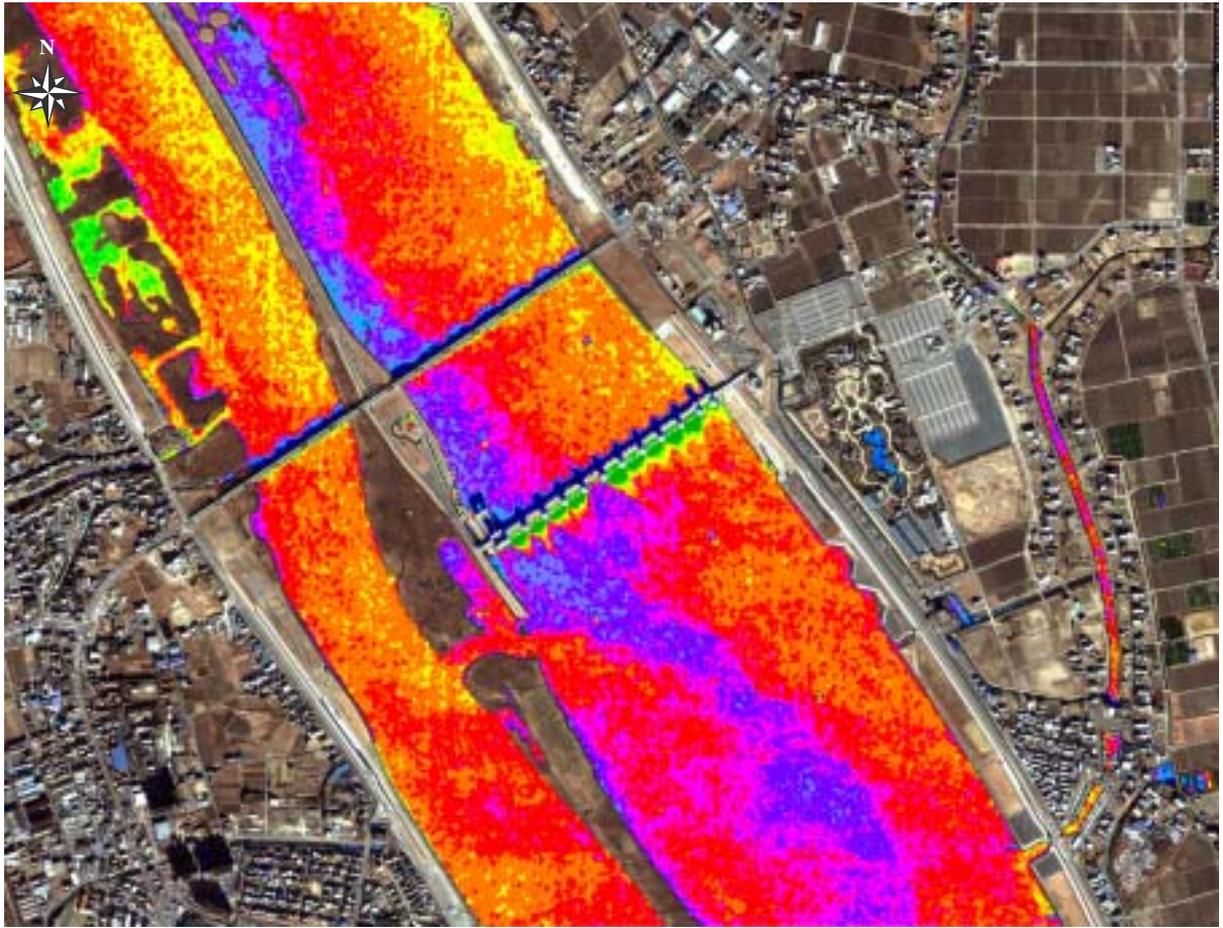


図-113 現在の河口堰周辺の流況パターン図



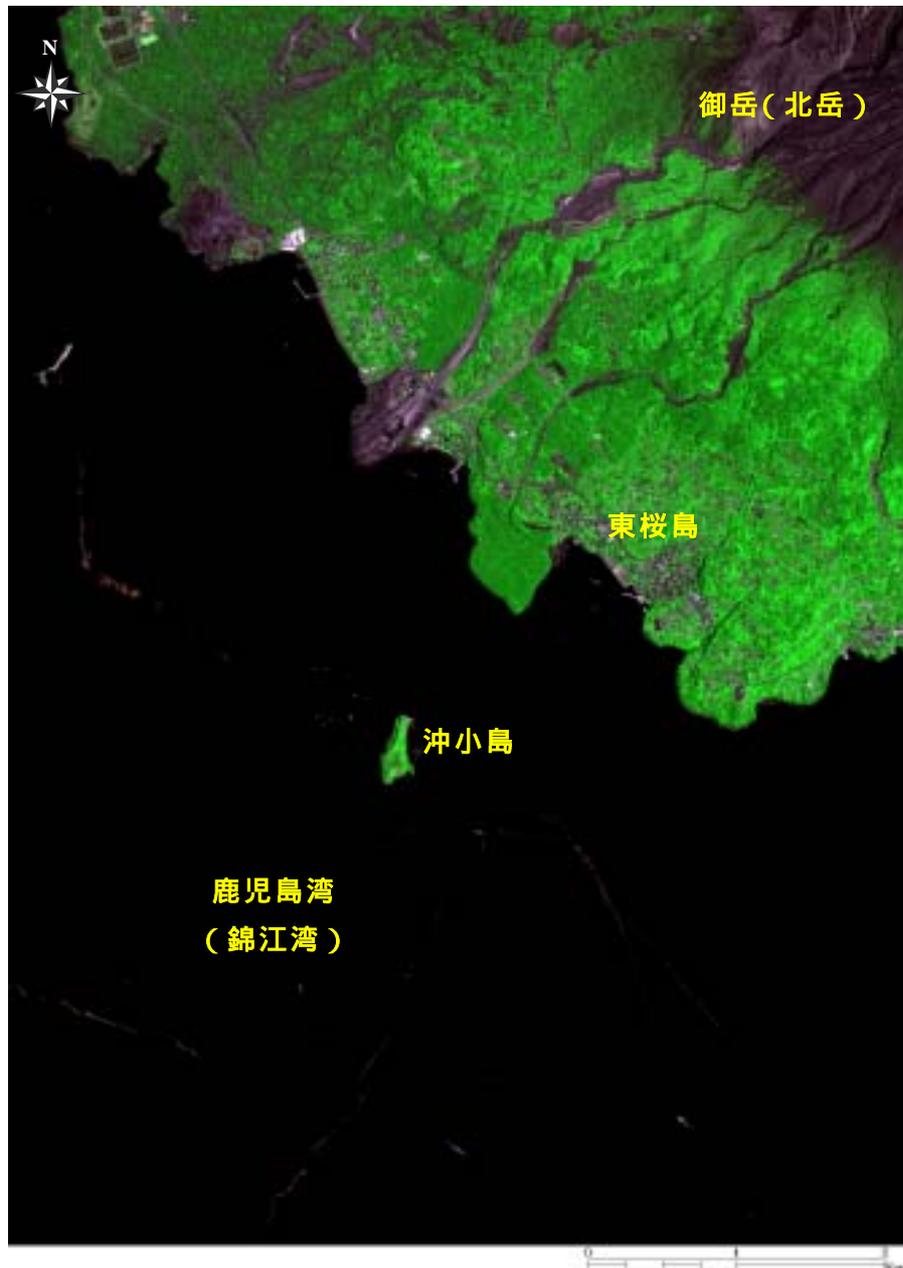
衛星名	: IKONOS
センサ名	: IKONOS-2
観測年月日	: 2001年1月12日
空間分解能	: 1m
領域サイズ	: 2.6km × 2.0km

図-114 現在の河口堰周辺の流況パターン図 (Area-1)

4.5.4 海の赤潮の把握

(1) 対象領域の選定

評価対象領域は鹿児島県・桜島に近い鹿児島湾（錦江湾）奥海域であり、図-115 は2001年4月1日に湾奥部で発生した赤潮を観測したカラー合成画像である。当日から数日の間、赤潮警報が発令し、養殖魚のいかだを移動させるなどの処置が取られた。同海域は1995年にも赤潮が発生しており、養殖魚に約10億円の被害が出た海域である。



衛星名	: IKONOS
センサ名	: IKONOS-2
観測年月日	: 2001年4月1日
空間分解能	: 4m
領域サイズ	: km × km

図-115 桜島周辺 (Natural Color)

(2) 赤潮の分布図

(a) 主題図作成の手順

使用する衛星データは、鹿児島県が赤潮の警報を発令する前に撮影されたものである。観測された赤潮は、毒性を持つ「ヘテロシグマ・アカシオ」と呼ばれているものであり、潮流の影響に絶えず移動し、増殖を繰り返すという特徴を持つ。赤潮の分布図の処理手順を図-116 に示し、以下に、詳細な内容を述べる。

IKONOS データの Band4 (近赤外域) のデータを用いて、水域と陸域を区分した 2 値化ファイルを作成する。

赤潮は大量発生した植物プラントンであることから、衛星データ上で赤潮が発生している箇所の分光反射特性を把握する。

ヘテロシグマ・アカシオは、Band3 (可視域の赤色) と Band2 (緑色) で特徴的な反射を示すことが判ったため、それぞれのバンドで閾値を設定し、対象領域内の赤潮を抽出する。

抽出した赤潮の部分を赤色に割り当て、同じ領域のカラー合成画像を比較し、良好な画像が得られているか否かを確認する。

ナチュラルカラー画像に赤潮の抽出図をオ - バ - レイすることにより成果図を作成する。

(b) 成果画像から得られる所見 (図 -117)

- ・鹿児島湾に発生した赤潮が線状に分布している様子が判読できる。
- ・沖小島の沿岸に赤潮が流れ着いている様子が判読できる。

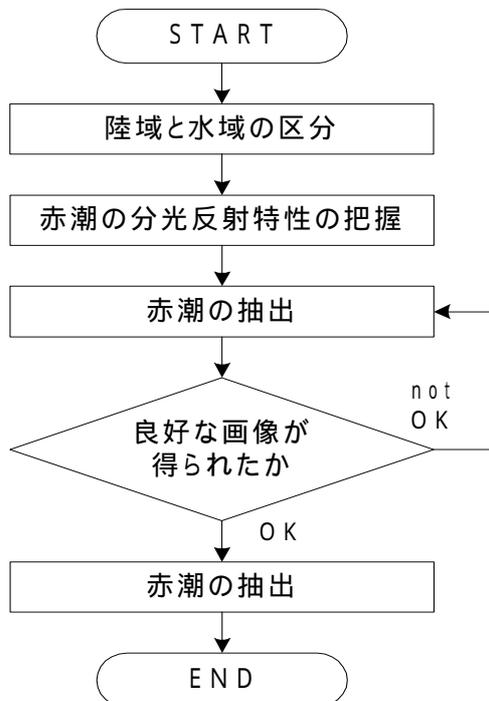


図 -116 赤潮の分布図の作成手順

(c) 衛星データから作成される主題図の効用と限界

主題図の効用：

- ・衛星データの観測時における赤潮の分布を面的に把握できる。
- ・衛星データの観測が常時観測になれば、潮流により移動する赤潮の分布を把握することが可能となる。

主題図の限界：

- ・すべての赤潮を抽出することができないため、支援情報としての利用が考えられる。

(d) 衛星データ利用に際しての留意点

- ・大気や雲域の影響が無く、水域の情報が良好に撮れている衛星データを選択する必要がある。

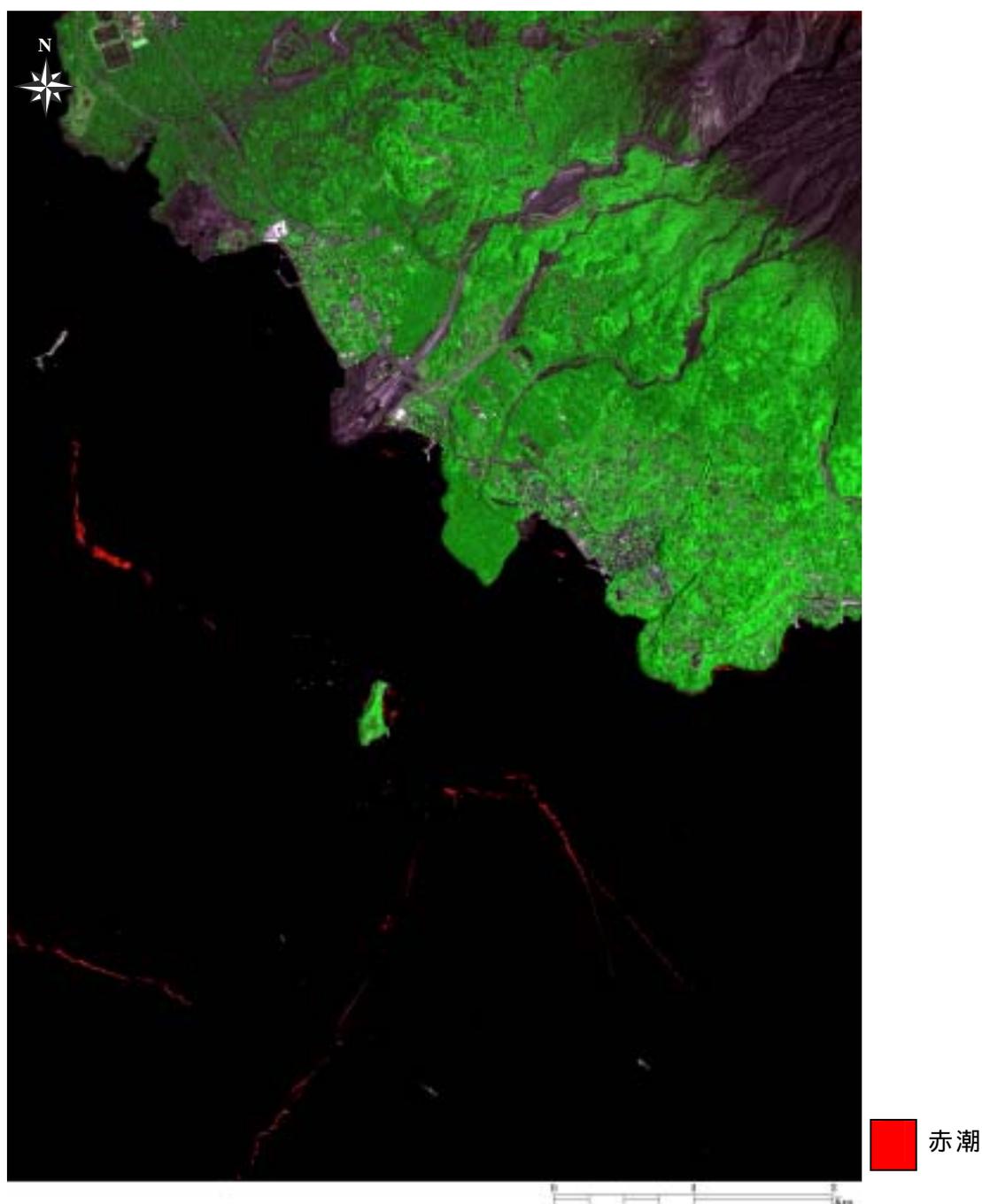


図-117 海の赤潮抽出図