

4.2 海岸・港湾分野

4.2.1 汀線域の抽出

(1) 対象領域の選定

評価対象領域である志布志湾の石油備蓄施設周辺は、湾内流と海岸浸食との関係が各方面から検討されている。ここでは、IKONOS/IKONOS-2 データ（空間分解 4m）を用いて画像解析を進めた。評価対象領域である志布志湾の石油備蓄基地周辺のカラ - 合成画像を図-34 に示す。



| | |
|-------|-------------|
| 衛星名 | : IKONOS |
| センサ名 | : IKONOS-2 |
| 観測年月日 | : 2000年2月7日 |
| 空間分解能 | : 4m |
| 領域サイズ | : 4km × 4km |

図-34 志布志湾の石油備蓄基地周辺 (Natural Color)

(2) 汀線抽出図

(a) 主題図作成の手順

汀線域の抽出手法として2値化処理を適用する。この手法は、電磁波の反射強度の違いから、陸域と海域を区分することにより汀線を抽出するものである。近赤外域の波長の電磁波は水にほとんど吸収されてしまう性質をもつことから、近赤外域の波長帯から作成されるヒストグラムより、水域と陸域の分布を明確に区別することができる。汀線抽出図の作成手順を図-35に示し、以下に具体的な処理内容を述べる。

Band4(近赤外域)を対象に画像濃度値のヒストグラムを表示し、データの分布状態を把握する。

表示された画像濃度値のヒストグラムから水域と陸域のデータ分布を確認した上で、2値化処理においてしよする閾値を設定する。

設定した閾値を用いて水域と陸域を区分した2値化画像を作成する。

表示された2値化画像と同じ領域のフォールスカラー画像を比較し、汀線・海岸線が抽出されているかを確認する。

(b) 成果画像から得られる所見(図-36)

- ・抽出した汀線に微妙な凹凸が表現されており、水際線の詳細な抽出が可能であることが判る(Area-1)。
- ・砕波がほとんどない海岸線であるため、良好な画像が得られている。

(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：

- ・砕波なしの汀線抽出画像を作成することにより、水際線が詳細に把握できる。水際線のばらつきから波浪軽減施設(防波堤等)の設置効果などが把握できる。
- ・IKONOSデータから作成された汀線抽出図は、汀線の形状や分布が詳細に把握できる。
- ・周期的な観測を続けることにより、海岸変形状態が随時把握できることはもとより、数m単位での変形情報の抽出が可能である。

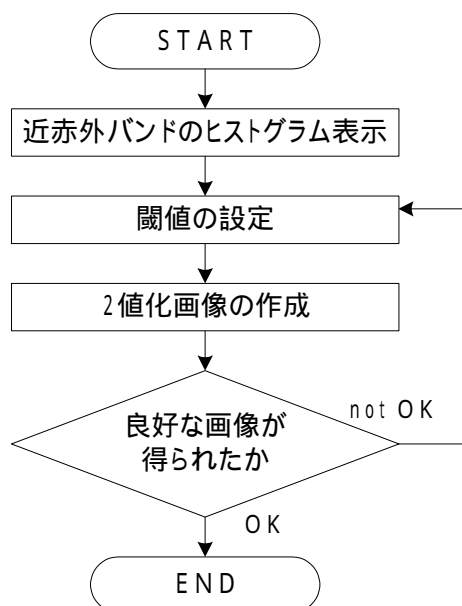


図-35 汀線抽出図の作成手順

主題図の限界：

- ・ 評価者が人為的に行う閾値の設定の良否により結果が異なる。
- ・ 午前 10 時 30 分頃に観測されたデータであることから、海岸変形評価の 1 ケースの情報にしかならず、明確に水際線が抽出できて継続的にデータが入手できなければ評価情報にならない。

(d) 衛星データ利用に際しての留意点

- ・ 海岸線は、満潮時の汀線の位置であることから、汀線抽出図をそのまま海岸線抽出図としては利用できない。
- ・ 関連情報として、衛星データ観測時の潮汐データや現地調査データ（海底地形図等）を併用することにより、さらに詳細な環境監視・評価が可能となる。
- ・ 汀線や海岸線の評価では、砕波の有・無によって状態がことなることに注意する。

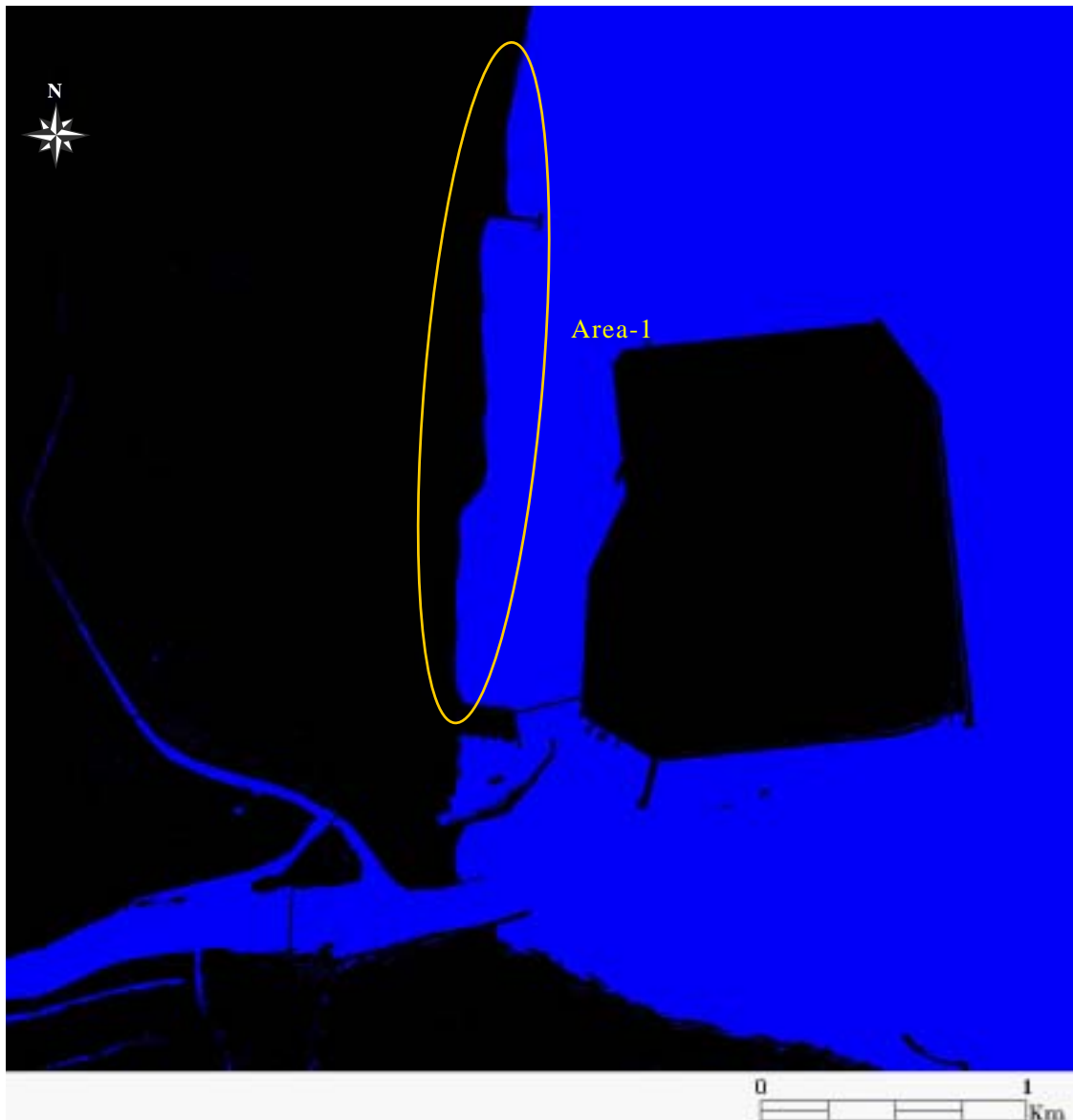


図-36 汀線抽出図

4.2.2 海浜の抽出

(1) 対象領域の選定

前節で作成・検討した汀線抽出図を用いることにより、海浜の抽出を行う。評価対象領域および使用する衛星データは全く同じであるため、ここでは割愛する。

(2) 海浜抽出図

(a) 主題図作成の手順

本主題図においては、汀線域と保安林の間に位置する植生のない砂地を砂浜と定義し、画像解析を進めている。汀線抽出図の作成手順を図-37に示し、以下に具体的な処理内容を述べる。

海浜周辺のデータをマスキングすることにより、評価対象データを絞り込む。

絞り込まれた評価対象データの土地被覆状況を考慮して分類クラスを決定する。使用するデータ（空間分解能 4m、マルチスペクトル）から砂浜の詳細な情報が判読できるため、砕波、汀線付近の水分量が多い砂地、湿った砂地、乾いた砂地、草地、樹林、海域の6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、カラー合成画像（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2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砂浜周辺の土地被覆分類図を作成する。

砂地以外の情報を除去した分類図と前節で作成した汀線抽出図をカラー合成画像にオーバーレイすることにより、砂浜抽出図を作成する。

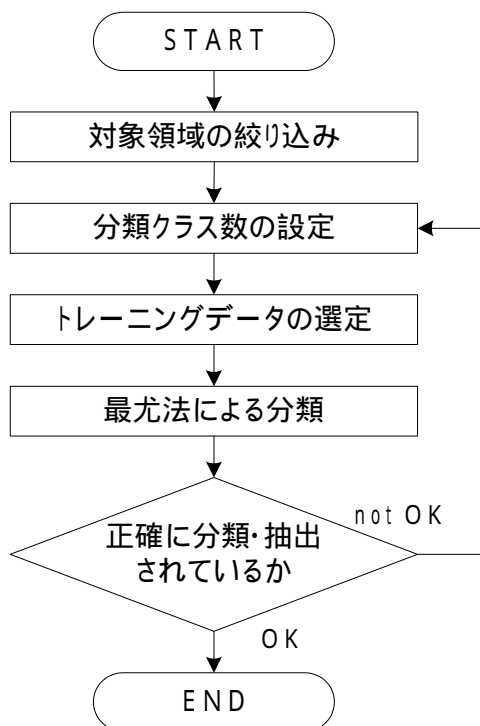


図-37 海浜抽出図の作成手順

(b) 成果画像から得られる所見 (図-38)

- ・ 砕波域が除去された良好な海浜抽出図が作成されている。
- ・ 汀線に近い湿った砂地と乾いた砂地が良好に区分されている。

(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：

- ・ 砂地に区分されたピクセル数をカウントすることにより、海浜の面積が定量的に把握できる。

主題図の限界：

- ・ 砂浜の水分状態は衛星データの観測時であることに注意する。
- ・ 観測時における瞬間のデータであることから、海岸変形評価の1ケースの情報にしかならず、継続的にデータを手に入できれば正確な評価情報とならない。

(d) 衛星データ利用に際しての留意点

- ・ 関連情報として、衛星データ観測時の潮汐データや現地調査データ (海底地形図等) を併用することにより、さらに詳細な環境監視・評価が可能となる。
- ・ 海浜の土地被覆分類図だけでなく、汀線抽出図の良否も大きく左右するため、注意が必要である。



図-38 海浜抽出図

4.2.3 海洋構造物の建設に伴う流況の変化抽出

(1) 対象領域の選定

評価対象領域である志布志湾は、1991年頃から大型の海洋構造物である石油備蓄施設が施工され、湾内流と海岸浸食との関係が各方面から検討されてきた。つまり、海岸浸食に伴う海岸浸食に伴う河口や海域での河川水と海水との挙動との関係や海岸直配地域での保安林の生育状況の変化など、科学的な視点での因果関係の調査が必要とされている地域である。ここでは、TERRA/ASTER データ(空間分解能 15m)と IKONOS/IKONOS-2 データ(空間分解能 4m)を用いて画像解析を進めた。時系列で観測された志布志湾全域を図-39に示す。なお、石油備蓄基地周辺のカラ - 合成画像は、図-31と同じであるため割愛する。



| | |
|-------|---------------|
| 衛星名 | : TERRA |
| センサ名 | : ASTER |
| 観測年月日 | : 2001年2月15日 |
| 空間分解能 | : 15m |
| 領域サイズ | : 18km × 24km |

| | |
|-------|---------------|
| 衛星名 | : TERRA |
| センサ名 | : ASTER |
| 観測年月日 | : 2001年4月4日 |
| 空間分解能 | : 15m |
| 領域サイズ | : 18km × 24km |

図-39 志布志湾全域 (Natural Color)

(2) 時系列データを用いた流況パターン図

(a) 主題図作成の手順

ASTER データには青色の波長域のバンドが存在しないため、可視域の緑の情報のみを使用した流況パターン図を作成する。さらに、2 時期のデータから作成した成果図から流況パターンの季節変化を把握する。時系列データを用いた流況パターン図の作成手順を図-40 に示し、以下に具体的な処理内容を述べる。

3 × 3 のウィンドウサイズのメディアンフィルタを用いて、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、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。

流況パターンは濁度の分布を特徴的に捉えているバンドを使用する必要がある。ここでは、ASTER データの Band1 (可視域の緑色) を用いた。

選定したバンドから最大・最小値を求め、255 段階にランク分けする。さらに、各ランクに色彩を割り当て、流況パターンを把握できるか否かを確認する。同様の処理を 2 時期のデータに対して行う。

作成した流況パターン図と同じ領域のカラー合成画像 (True Color) を比較し、良好な画像が得られているか否かを確認する。

カラー合成画像 (Natural Color) に流況パターン図をオ - バ - レイすることにより成果図を作成する。

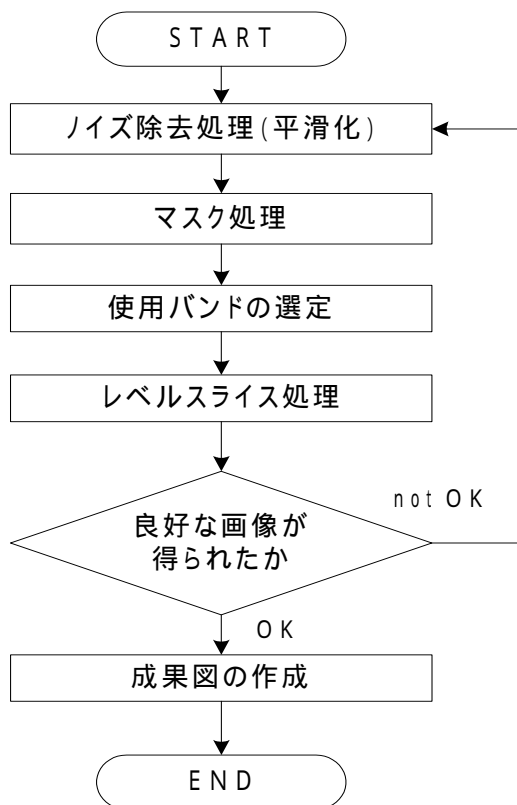


図-40 時系列データを用いた流況パターン図の作成手順

(b) 成果画像から得られる所見

- ・志布志湾内の流況の季節変化を視覚的に判読できる。特に志布志港周辺の Area-1 の部分は顕著に現れている (図-41)。
- ・2001 年 4 月 4 日のデータでは、志布志港周辺に雲域があるため、流況パターンに影響している (図-41)。
- ・石油備蓄基地周辺 (図-41 の Area_2) の流況パターンを詳細に把握できる (図-42)。

(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：

- ・時系列の ASTER データを用いることにより、湾内の流況を詳細に把握することができる。

主題図の限界：

- ・流況パターンを表現する濁度が、海水中の浮遊物や懸濁物などに反応したものが、または衛星データに内在している雲などのノイズに反応したものであるかを判断するために、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である。
- ・対象領域内に雲が内在しているとその箇所の画像濃度値が変化してしまうので、沿岸水域の有効な支援情報として利用できない。

(d) 衛星データ利用に際しての留意点

- ・流況パターンは雲域および大気の影響を受けやすいので、良好なデータを選定する必要がある。

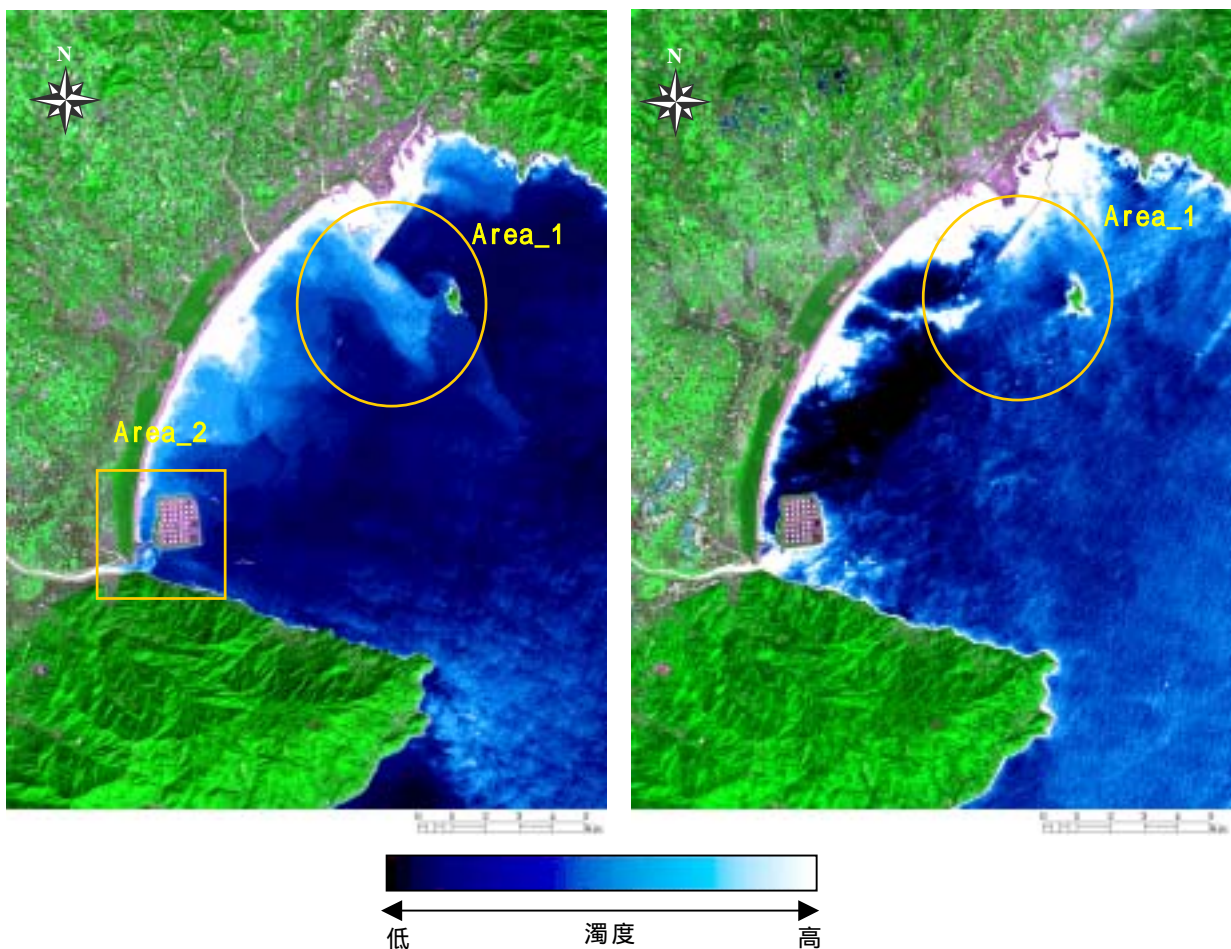
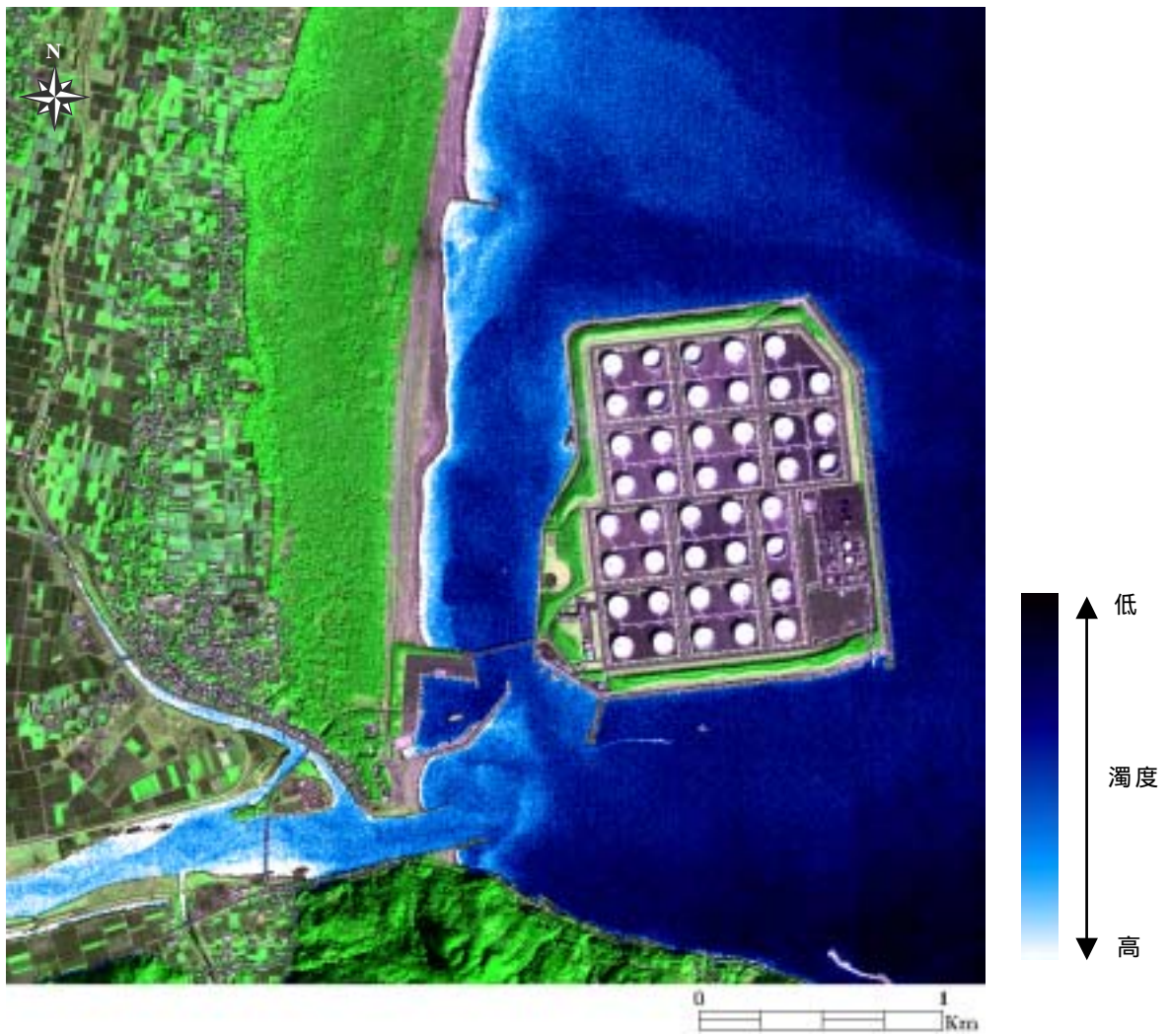


図-41 時系列データを用いた流況パターン図 (ASTER データ使用)



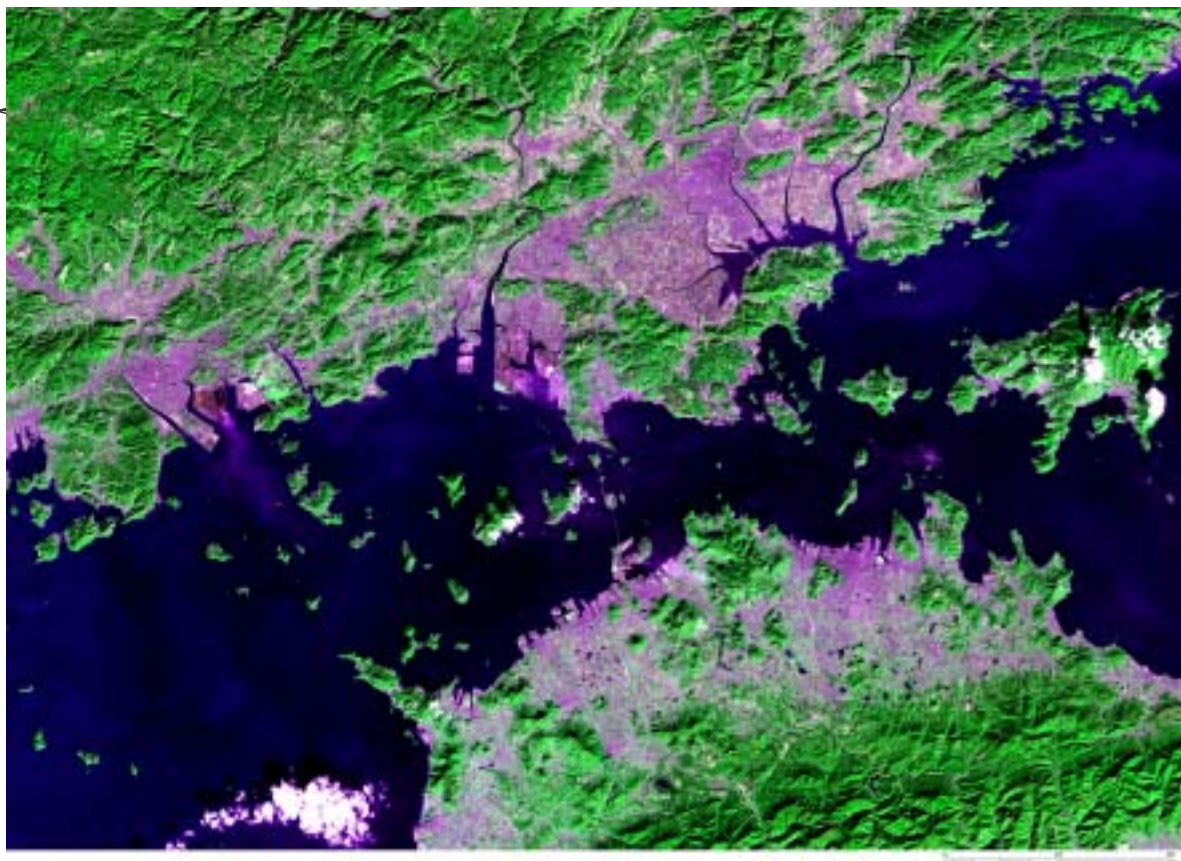
| | |
|-------|-------------|
| 衛星名 | : IKONOS |
| センサ名 | : IKONOS-2 |
| 観測年月日 | : 2000年2月7日 |
| 空間分解能 | : 4m |
| 領域サイズ | : 4km × 4km |

図-42 石油備蓄基地周辺の流況パターン図（図-41のArea_2）

4.2.4 海水の温度分布と流況の把握

(1) 対象領域の選定

評価対象領域である瀬戸内海は、古来より優れた景勝地であるとともに漁業資源の宝庫である。一方で、閉鎖性水域であることから水質の汚濁が常に問題となっており、富栄養化対策を含む新たな環境保全対策が進められている。画像解析に使用する衛星データはLANDSAT/ETM+データであり、空間分解能は30mである。評価対象領域である瀬戸内海全域のカラ - 合成画像を図-43に示す。



| | |
|-------|----------------|
| 衛星名 | : LANDSAT |
| センサ名 | : ETM+ |
| 観測年月日 | : 2000年12月12日 |
| 空間分解能 | : 30m |
| 領域サイズ | : 105km × 75km |

図-43 瀬戸内海全域 (Natural Color)

(2) 海水の輝度温度分布図

(a) 主題図作成の手順

LANDSAT/ETM+ データの熱赤外域バンド (high gain) を使用することにより、豊島を含む瀬戸内海の輝度温度分布図を作成する。輝度温度の算定に必要な計算式および係数は米国の地質調査所である USGS (United States of America Geological Survey) により公開されているものを使用している。分光放射輝度の変換式と輝度温度の算定式を式-2 と式-3 に示す。輝度温度分布図の作成手順を図-44 に示し、以下に具体的な処理内容を述べる。

$$\text{Radiance} = (\text{LMAX} - \text{LMIN}) / 255 * \text{DN} + \text{LMIN} \quad \text{式-3}$$

【 LMAX=3.2、LMIN=12.65 】

$$T = K2 / \{ \ln(K1 / L + 1) \} \quad \text{式-4}$$

【 L =Radiance、K1=666.09、K2=1282.71 】

式-3 より Band 6 のデータから分光放射輝度を計算する。

式-4 より対象である水域を黒体と仮定したときの輝度温度を計算する。このとき計算値は Kelvin になっているため、摂氏に変換する。

Band4 より、水域と陸域を区別した 2 値化ファイルを作成する。

で作成した画像を にマスキングする事により、輝度温度のランク分けし、色彩を割り当てる。

表示した輝度温度分布図と同じ領域のトゥル - カラー - 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。

カラー合成画像にランク分けをした輝度温度分布図をオ - バ - レイすることにより成果図を作成する。

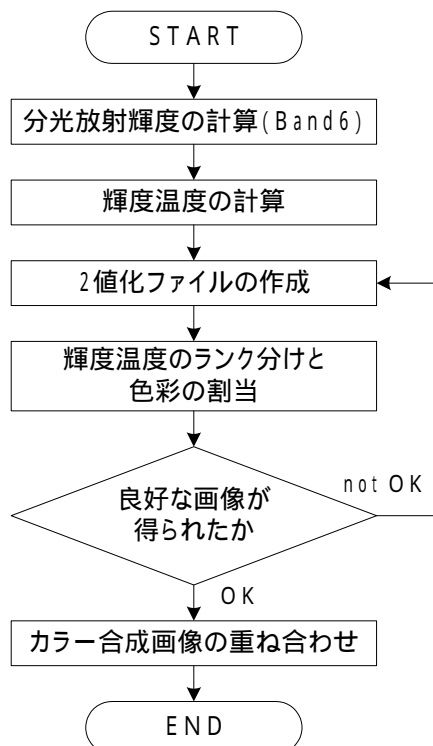


図-44 輝度温度分布図の作成手順

(b) 成果画像から得られる所見 (図 -45)

- ・瀬戸内海全域の輝度温度分布を把握できる。

(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 :

- ・時系列で海水温度を把握することにより、広域環境分析をする際の支援情報となる。

主題図の限界 :

- ・実用的な海水温度を求めるには、海上での表層水温の測定値をグラントトゥールースデータとし、Band6 での輝度温度に基づき大気補正量を含む回帰式を求めることが必要となる。

(d) 衛星データ利用に際しての留意点

- ・輝度温度の推定には、LANDSAT/ETM+の熱赤外バンドを使用すると便利である。

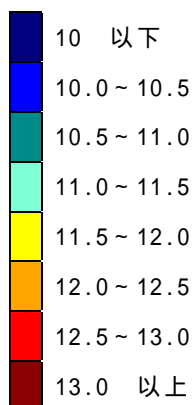
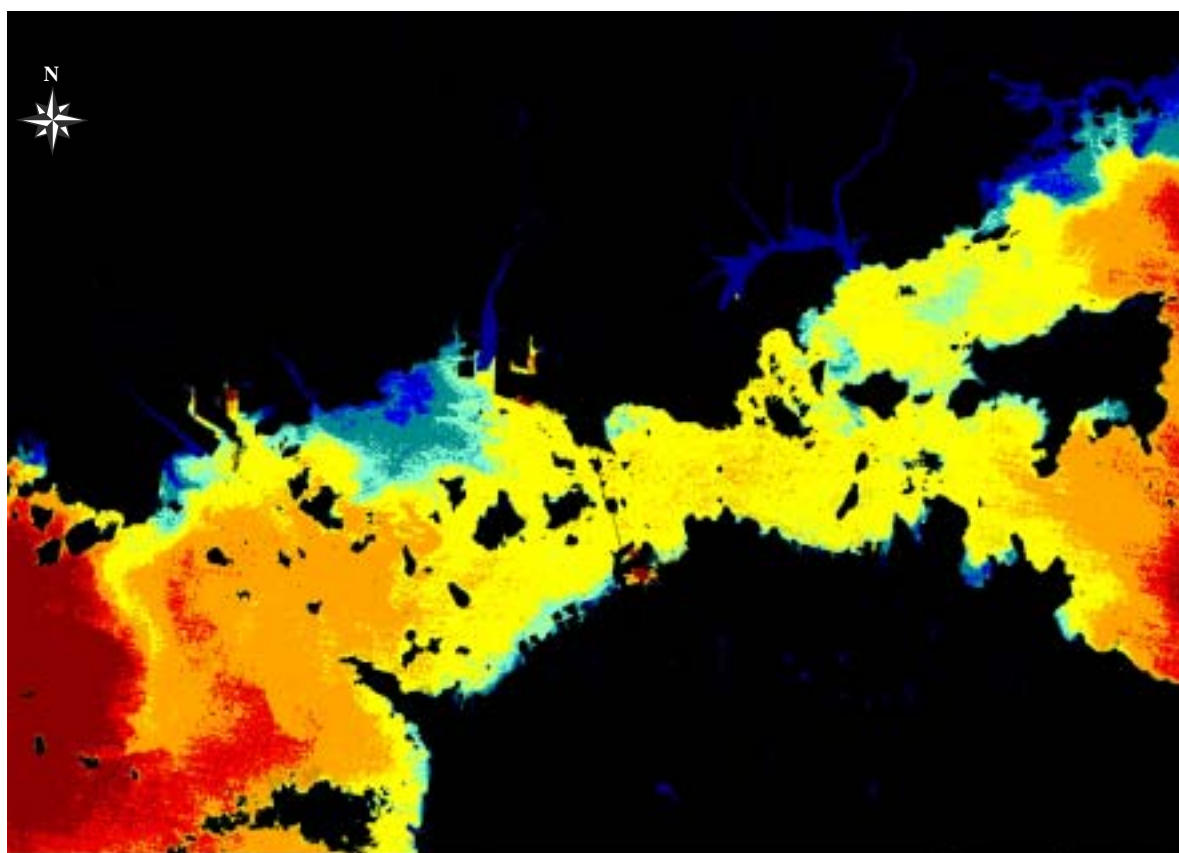


図 -45 輝度温度分布図の作成手順

(3) 海域を対象とした流況パターン図

(a) 主題図作成の手順

LANDSAT/ETM+ データの可視・近赤外バンドを用いて流況パターン図を作成する。一般に水域を対象とする場合、画像濃度値のレンジが狭く限られた情報しか得られないことが多い。また、センサが観測する見かけの反射率は、太陽照度や大気の透過率および散乱などの影響が含まれており、水域のように対象面が比較的一様なものについては、これらの因子が大きな影響を与える。比演算処理はこれらの因子がバンド間で相関を持つことを利用し、異なるバンド間で演算することによりその影響を低減させる方法である。

比演算処理に基づく流況パターン図の作成手順を図-46 に示し、以下に具体的な処理内容を述べる。

5 × 5 のメディアンフィルタにより、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、Band 4 のデータを用いて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、可視光線領域の2つのバンド (Band1、Band2) を用いる。

で把握した濁度分布を抽出するために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。

表示した流況パターン図と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。

カラー合成画像にランク分けをした流況パターン図をオ - バ - レイすることにより成果図を作成する。

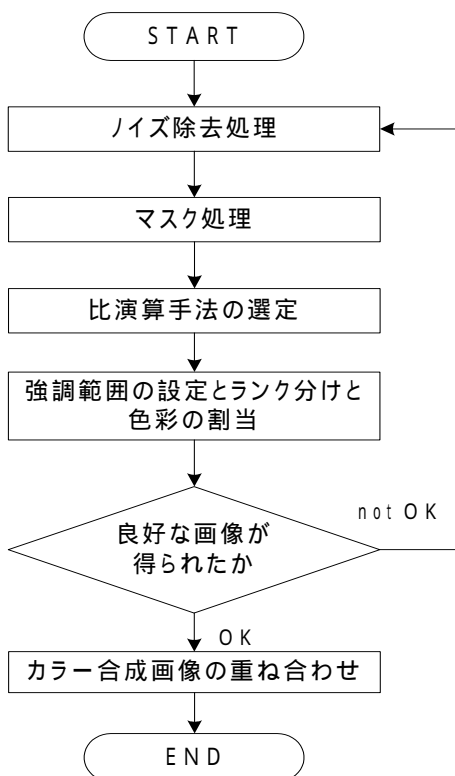


図-46 比演算処理を用いた流況パターン図の作成手順

(b) 成果画像から得られる所見 (図-47)

- ・瀬戸大橋周辺等、濁度が低い部分は流速が速い箇所であると推測できる。
- ・児島湾の濁度が高く、沿岸部に移動している様子が把握できる。

(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：

- ・河川から流出した懸濁物が海域部でどのような分布になっているかをマクロ的に把握できる。

主題図の限界：

- ・実用的な濁度を求めるには、海上での測定値をグラントトゥールースデータとし、回帰式を求めることが必要となる。

(d) 衛星データ利用に際しての留意点

- ・流況パターン図は、観測時の値であるため、四季を通じて作成する必要がある。

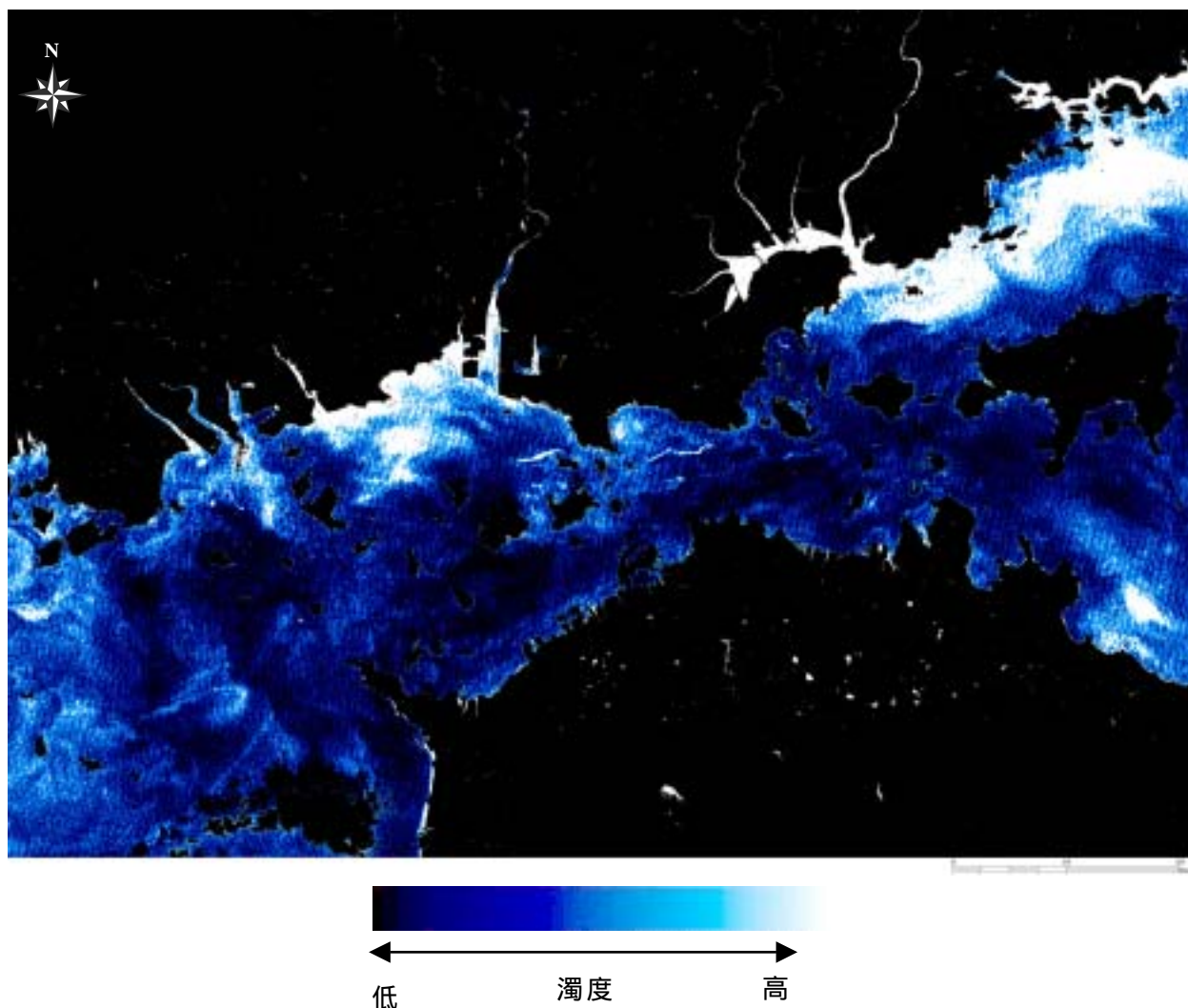


図-47 瀬戸内海の流況パターン

4.2.5 港湾周辺の静穏分布の把握

(1) 対象領域の選定

評価対象領域である鹿島港は鹿島灘沿岸地域の中心に位置し、大型船舶を対象とした堀込式港湾である。画像解析に使用する衛星データは LANDSAT/ETM+データであり、空間分解能は 30m である。評価対象領域である鹿島港周辺のカラ - 合成画像を図-48 に示す。



| | |
|-------|---------------|
| 衛星名 | : LANDSAT |
| センサ名 | : ETM+ |
| 観測年月日 | : 2000年3月29日 |
| 空間分解能 | : 30m |
| 領域サイズ | : 45km x 60km |

図-48 鹿島港周辺 (Natural Color)

(2) 港湾周辺の静穏分布の把握を目的とした波向図

(a) 主題図の作成手順

波向図の作成では、画像に対してエッジ抽出処理を施すことになる。エッジ抽出画像とは、画像内のエッジ部分では輝度値が急激に変化するという特徴に着目し、その輝度値の差を抽出することにより画像からエッジのみを抽出するものである。エッジ抽出を施すことにより、陸域と海域の境界やリニアメント（節理）等も抽出できる。波向図の作成手順を図-49 に示し、以下に具体的な処理内容を説明する。

IKONOS データから対象領域を切り出す。使用する IKONOS データは空間分解能が 4 m のマルチスペクトル画像とする。

エッジ抽出処理の対象となるバンドを選定する。今回使用するバンドとしては近赤外域を観測域とする Band 4 を選定した。

で選定した画像に対して式-4 に示すラプラシアンオペレータを使用してフィルタリング処理（エッジ抽出処理）を施す。

| | | |
|---|-----|---|
| 1 | 1 | 1 |
| 1 | - 8 | 1 |
| 1 | 1 | 1 |

式 - 4

(ラプラシアンオペレータ)

で得られた画像のヒストグラムを参照して、波向きが強調できる程度に輝度値の補正（スライス調整）を実施する。

表示された波向図と同じ領域のフォールスカラー画像と比較し、良好な画像が得られているか否かを確認する。

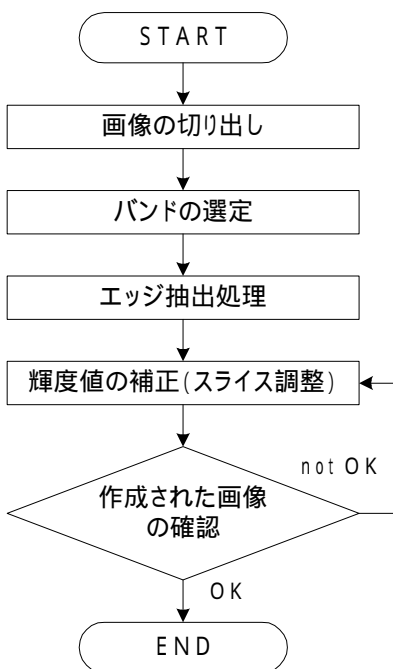


図-49 波向図の作成手順

(b) 成果画像から得られる所見 (図-50)

- ・ Landsat / ETM+データ (2000 年 3 月 29 日に観測) から作成した波向図では、犬吠埼沖合から鹿島灘にかけて北西向きの波が確認できる。
- ・ 一方で、鹿島港 (Area 1) の堀込港湾内では、上述の波が確認できない。これは鹿島灘にせり出した南防波堤 (4,800m) が湾内への波の進入を防いでいるといえる。

(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 :

- ・ フォールスカラー画像では流況と重なってしまい波向きの識別が困難であったが、フィルタリング処理を施すことにより波向きのみを抽出できる。
- ・ 港湾構造物の設置効果を検証するのに適している。

主題図の限界 :

- ・ 波高や波の伝播速度は把握できない。
- ・ 刻々と変化する波向きを把握するためには常時観測が不可欠である。

(d) 衛星データ利用に際しての留意点

- ・ フィルタリング処理後の輝度値の補正では波向きが良好に抽出できるまで、繰り返しスライス処理を実施する必要がある。

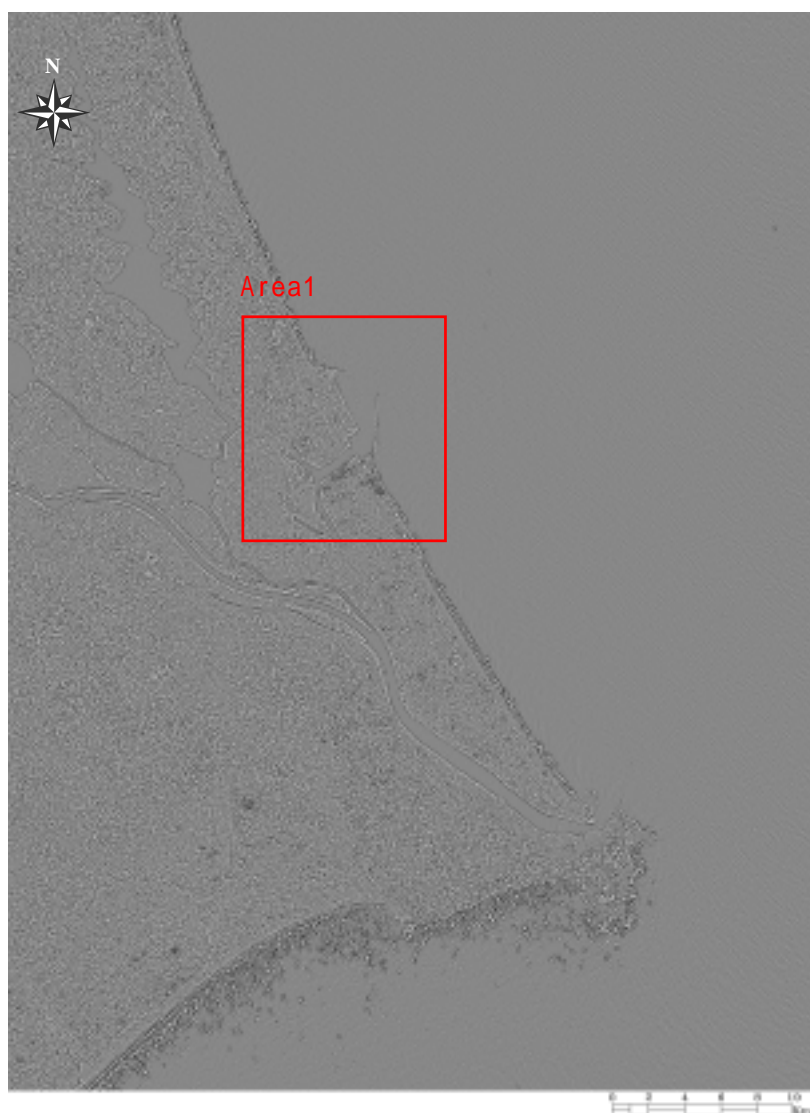


図-50 鹿島港周辺の波向図

4.2.6 海岸直背域の土地利用現況の把握

(1) 対象領域の選定

評価対象地域である鹿児島県喜入町米倉地区はヒメルギ（リュウキュウコウガイ）の自生地であり、熱帯植物北限地となっている。ヒメルギは昭和27年3月に国の特別天然記念物として指定されており、生息域の保護が進められている。画像処理に利用するデータはIKONOS2/IKONOSデータであり空間分解能は1mである。鹿児島湾に面した海岸のメヒルギの群生地である米倉地区の位置図を図-51に示す。

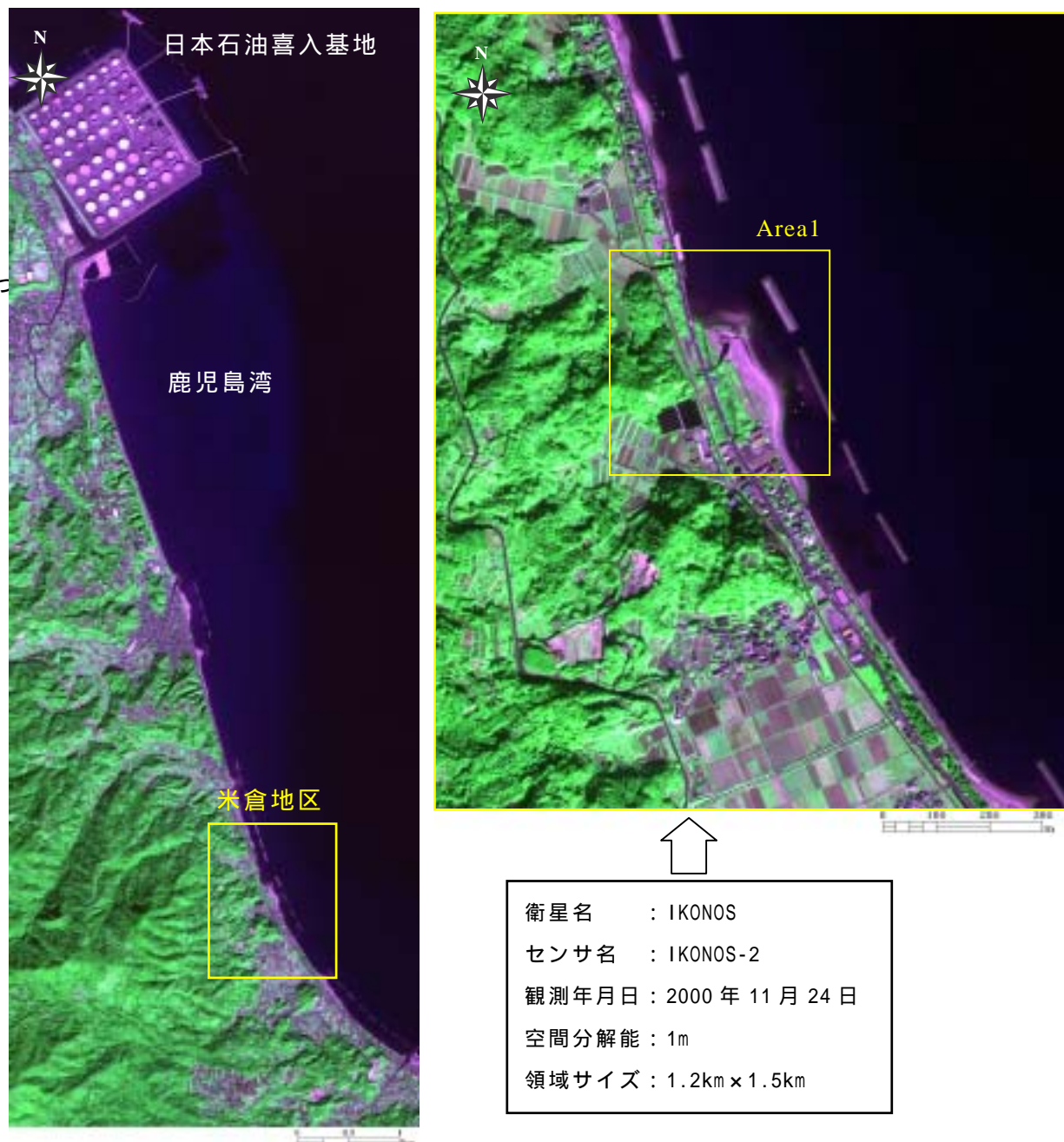


図-51 喜入町米倉地区のメヒルギ産地 (Natural Color)

(2) メヒルギ産地の抽出図

(a) 主題図の作成手順

ヒメルギの既知の生息地を保全することは言うまでもなく、他の地域に自生しているものを特定するために、メヒルギ産地の抽出画像を作成する。図-52 に抽出図の作成手順を示し、以下順を追って詳細を説明する。

既存の資料やカラー合成画像、また現地調査結果を考慮して IKONOS データから、評価対象領域を切り出す。

で準備したデータに対して教師付き最尤法を適用して、土地被覆分類図を作成する。今回はメヒルギ域の抽出を目的としていることから、分類クラスは、水域、人工構造物、砂浜、植生 1 (ヨシ)、植生 2 (メヒルギ) の 5 クラスとした。

で作成した土地被覆分類図から植生 2 (メヒルギ) の領域を抜き出す。

背景となるカラー合成画像に で作成した情報をオーバーレイする。今回はメヒルギ域と他の植生域の区別を明瞭にするために、ナチュラルカラー画像を用いた。

既存の資料等を参照してメヒルギ産地の抽出処理が適当であるかを確認する。良好な画像が得られなければ の処理に戻り再度トレーニングデータを選択し直して土地被覆分類図を作成する。

(b) 成果画像から得られる所見 (図-53)

- ・ 海岸に沿ってメヒルギが群生しているのが確認できる。
- ・ メヒルギと同様に海岸域に群生している植生としてヨシが挙げられるが、作成した抽出画像ではほぼ分類できている。また、現地調査の結果、メヒルギ産地は保護域に指定されている領域と、自生域に別れていることがわかった。

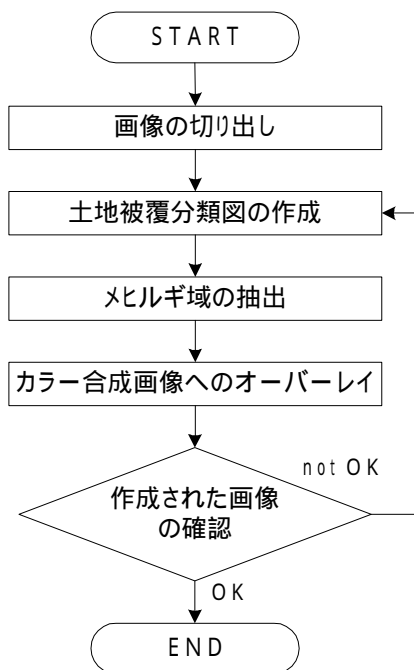


図-52 メヒルギ産地の抽出画像の作成手順

(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：

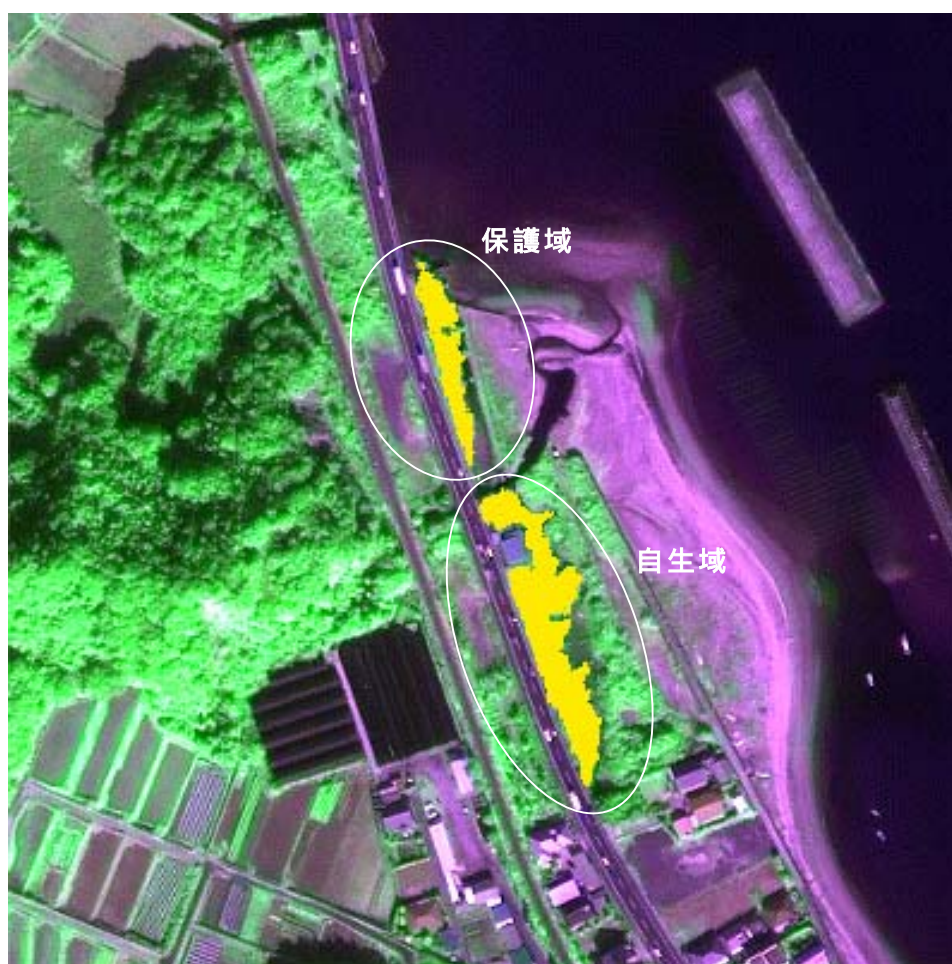
- ・さらに広い領域でメヒルギ産地の抽出画像を作成することにより、自生域を調査するための支援情報となる。
- ・メヒルギの分布面積が把握できる。このため、時系列で抽出画像を管理することにより生息域の変化を把握することも可能である。

主題図の限界：

- ・保護域、自生域の識別は画像から識別することはできない。
- ・生息域を特定するためには現地調査が欠かせない。

(d) 衛星データ利用に際しての留意点

- ・メヒルギは常緑樹である。このため、他の植生域と分類するために、冬季に観測されたデータを用いると比較的効率よくメヒルギを抽出できる。



| | |
|-------|-----------------|
| 衛星名 | : IKONOS |
| センサ名 | : IKONOS-2 |
| 観測年月日 | : 2000年11月24日 |
| 空間分解能 | : 1m |
| 領域サイズ | : 0.4km × 0.4km |

図-53 メヒルギ産地の抽出