

第7回南アジアにおける自然環境と人間活動に関する研究集会
ーインド亜大陸東部・インドシナの自然災害と人間活動ー

コロナ画像を用いたバングラデ シュ・ハティア島の海岸侵食の推定



大学共同利用機関法人 人間文化研究機構

総合地球環境学研究所

プロジェクト研究員・東城文柄

2012年2月4日

京都大学防災研究所大会議室S519D

本研究の背景

- 安藤・科研基盤(A)「ベンガル湾縁辺における自然災害との共生を目指した在地のネットワーク型国際共同研究」の一部

バングラデシュ、ミャンマー、アッサムなどベンガル湾一帯地域の在地(村)での人的被害の著しい疫病・健康・農業などの生活の具体的問題と、それに対応した、住民、NGO、行政の実践対策を、メソ地域間で統一的に比較し、災害を乗り越え、減災を実現している在地の知恵と実践経験の共有化のためのデータベースを作成する。

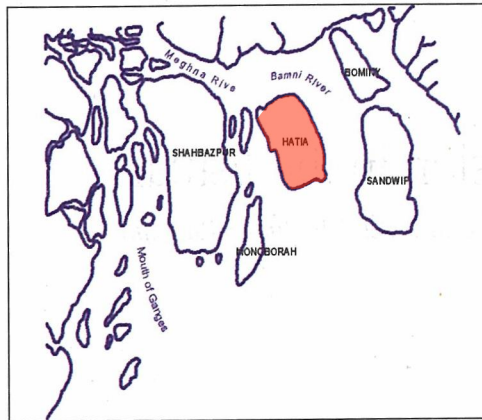
- ハティア島における海岸侵食と社会

研究対象地域の一つであるハティア島は、「ムービング・アイランド」と呼ばれ、毎年平均して1キロほど浸食を受けると言われている。このような地域における、人々の生活や社会と自然環境の関わりを理解するのに、海岸(河岸)侵食の実態を定量的に把握する基礎的研究が不可欠になった。

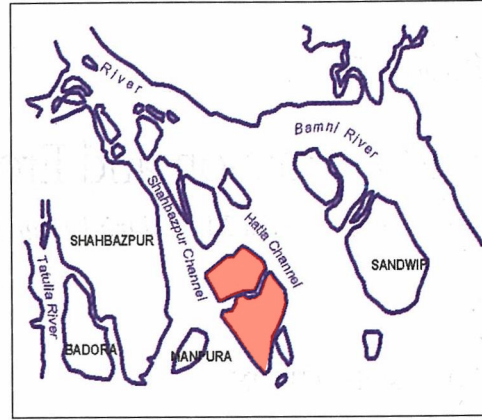
ハティア島の位置



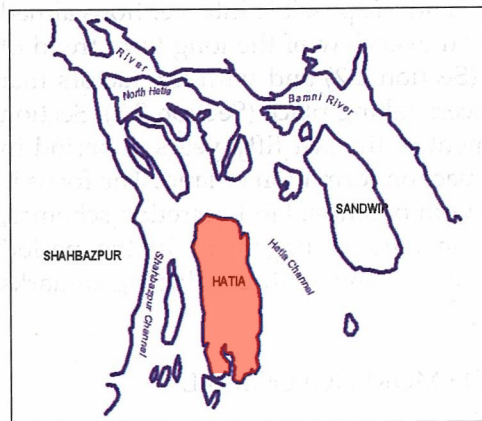
ハティア島: ベンガル湾の最奥・メグナ河口に位置する20×10km程の大きさの島。



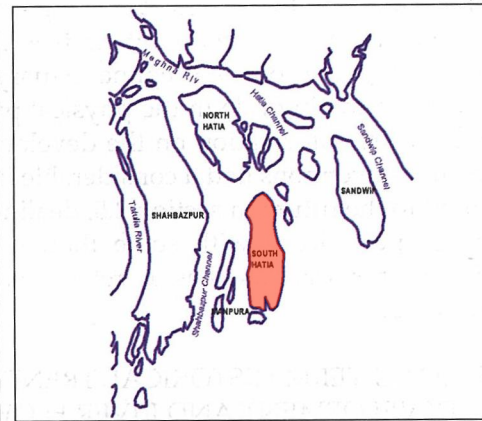
Year 1789



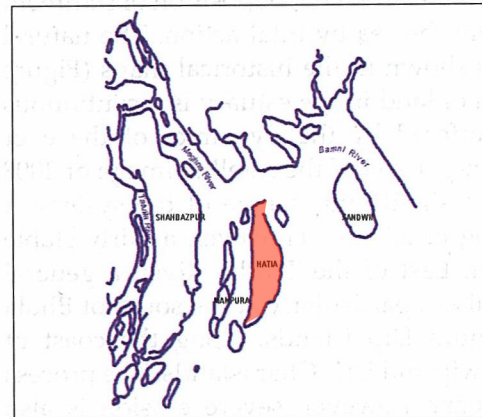
Year 1898



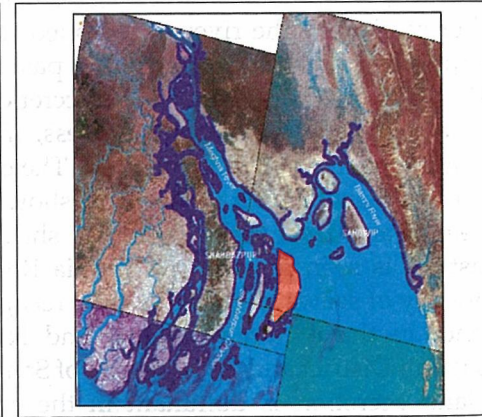
Year 1945



Year 1969



Year 1973



Year 2008

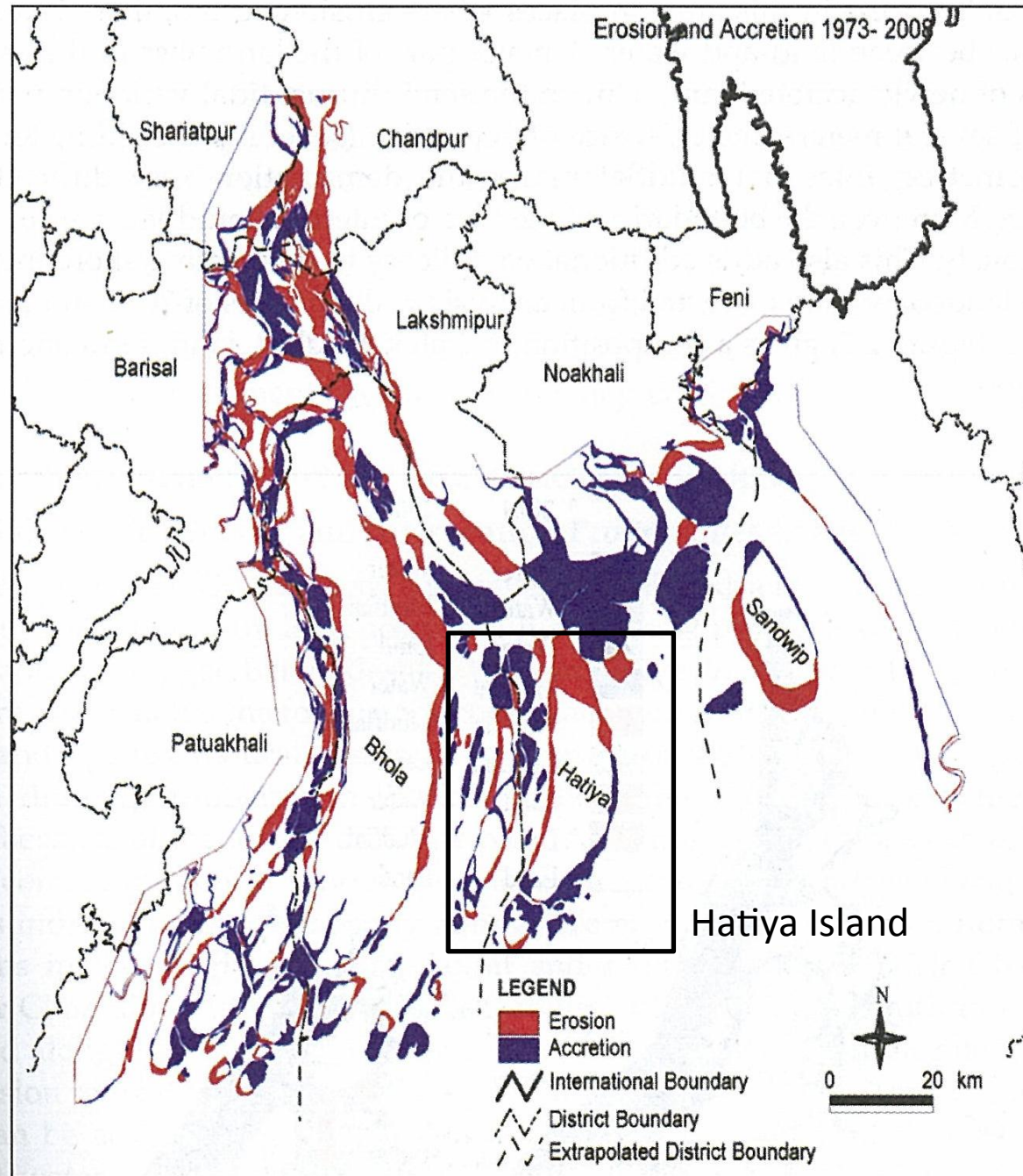
ただし「ムービング・アイランド」ハティ
ア島のダイナミックな土地の消失・出
現は、基本的には下記(左図)のよ
うなメグナ河口発達の長期トレンドの一
部。

メグナ河口発達の長期トレンド (1789-2008)

1789年、1898年、1945年、1969年、
1973年の地図及び2008年の衛星
画像より抽出した海岸線の比較か
ら、メグナ河口全体において、過去
約200年の間に大きな河川流路の
変化、陸地の消失と堆積、島の出
現と消失が生じていたことが報告さ
れている。

Hatiya島も、長期的にメグナ河口全
体の大きな変化の一部として、そ
の形態を大きく変えている。

Source: I. Fortunato C. M. et al, 2011



メグナ河口における堆積と侵食プロセスのメカニズム

堆積と侵食の間の相互作用は、通常極めて複雑で、非線形的。最も重要な作用は、堆積物の沈殿、運搬及び拡散で、ここには河川水の流路、潮の満ち引き、河口における対流・循環などが影響を及ぼす。より長期的には、長期的なデルタ形成プロセスとしての河口の移動や、気象変動や海水面変動、地震などの自然災害の影響もある。

1973～2008年のHatiya島については、島北部における大規模な侵食と島南部における堆積の進行が報告されている。

Source: I. Fortunato C. M. et al, 2011

本研究の方法と今日の発表内容

【研究の概要】

歴史的にも、またここ数十年の短い時間でさえも、海岸侵食によって大きな変化を経験しているHatiya島の環境/社会変化の実態を具体的に把握するための基礎的研究。

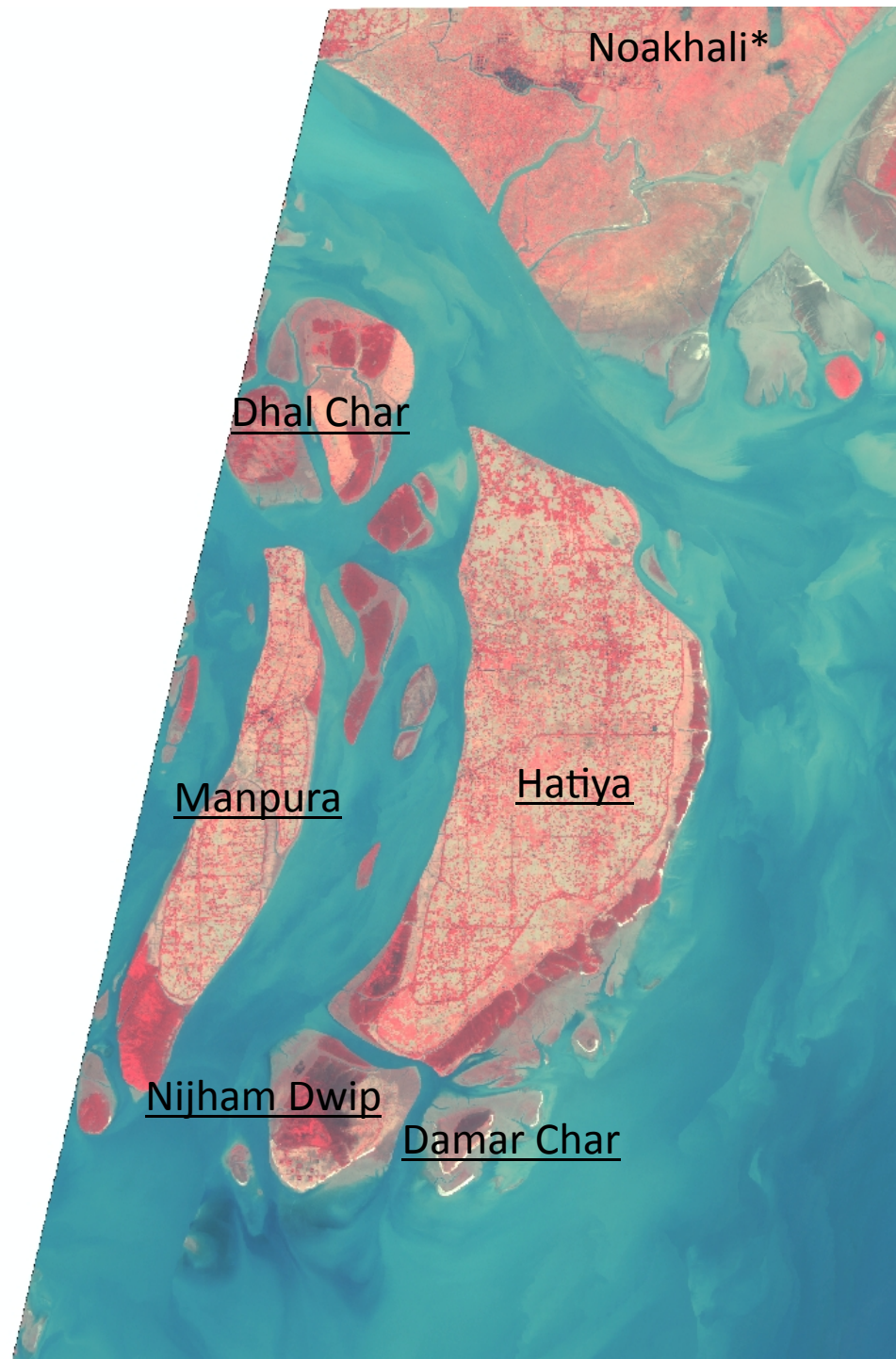
【研究の方法】具体的には、

- 1) 1962年～2009年の47年間の土地被覆変化について、衛星画像分析結果に基づく詳細な地理情報データベースを構築する。
- 2) 1)の変化と社会変化の関係をGIS上で繋げ、整理・分析することで、Hatiya島における環境変化と社会の関係性をより深く理解する。

【今日の発表内容】

- a. 方法の1)に関して、2009年1月21日撮影のAVNIR-2画像と、1962年3月3日撮影のCORONA衛星画像に関して画像分類を行い、裸地・植生・水域の三種類の土地クラスに分類した上で、裸地+植生=陸地のレイヤーを合成し、1962年及び2009年時点のHatiya島およびその周辺の幾つかの島嶼部の陸域(海岸線)を抽出した。
- b. a.の結果を比較し、2009年までの過去47年間における、Hatiya島等の海岸侵食・堆積の領域と面積を明らかにした。

結果



結果【図1】

AVNIR-2画像

(2009年1月21日撮影)

本研究で侵食・堆積の分析対象としたのは、左に示した

Hatiya本島

及びその周辺の

Dhal Char

Manpura

Nijham Dwip

Damar Char

の4つの島（Manpura島のみ
1962年時点で居住域が画像で
確認できる）と、
一帯の幾つかの無人島

*分析の結果、1962年時点のHatiya本島が消失した領域に、対岸のNoakhali (BD本土) が堆積により伸張してきた領域が見られることが分かったが、Hatiya島の堆積面積の計算からこれは除いた。

結果【図2】

AVNIR-2画像
(2009年1月21日撮影)

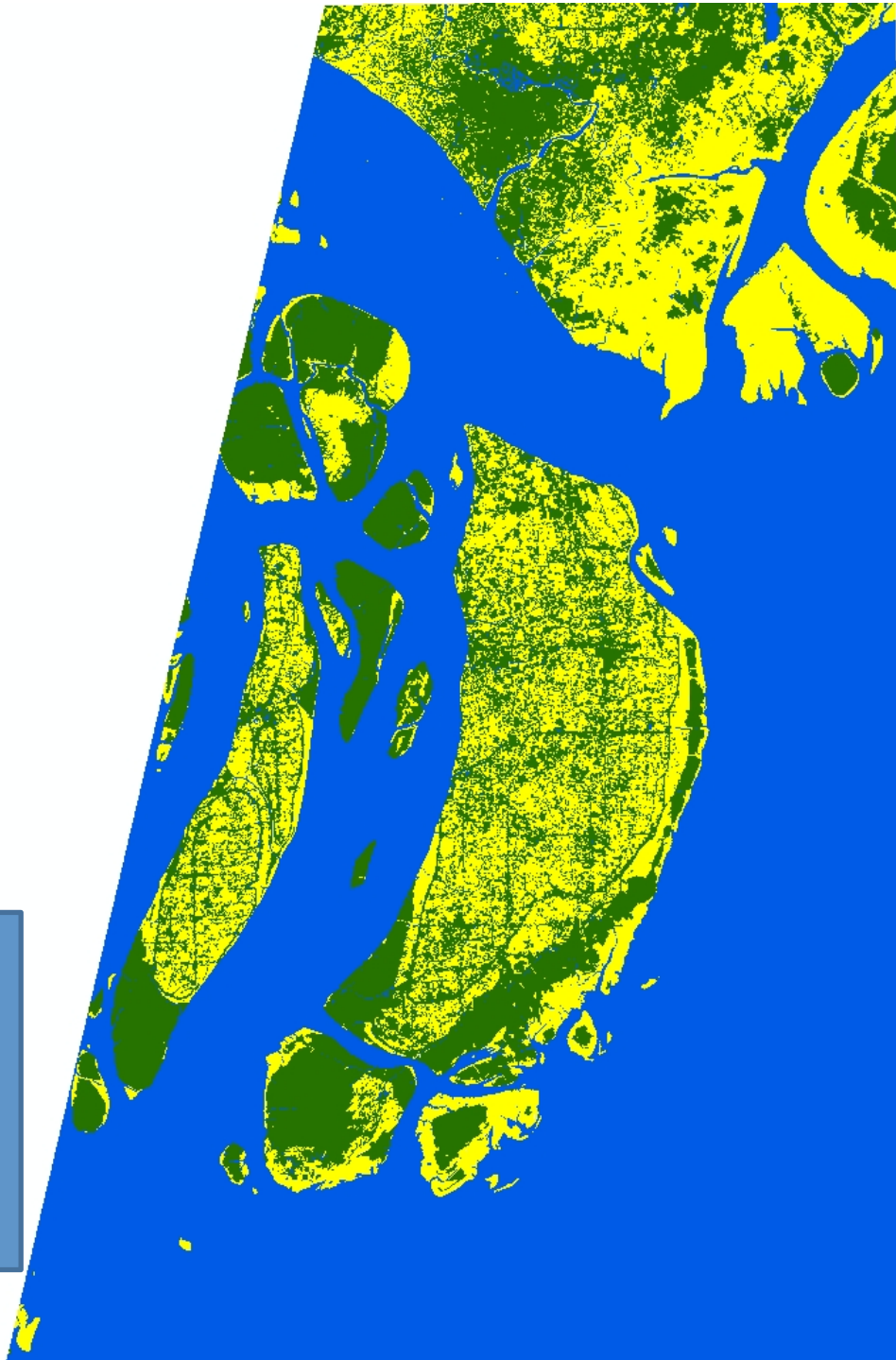
を画像分類によって3つの土地
被覆クラス(裸地、植生、水域)
に分類した結果。

この分類結果を更に

裸地クラスと植生クラスを統合
させて“陸域クラス”とした上で、
その輪郭線(海岸・河岸線)を
抽出したのが次のスライド。

凡例

- 裸地
- 植生
- 水域





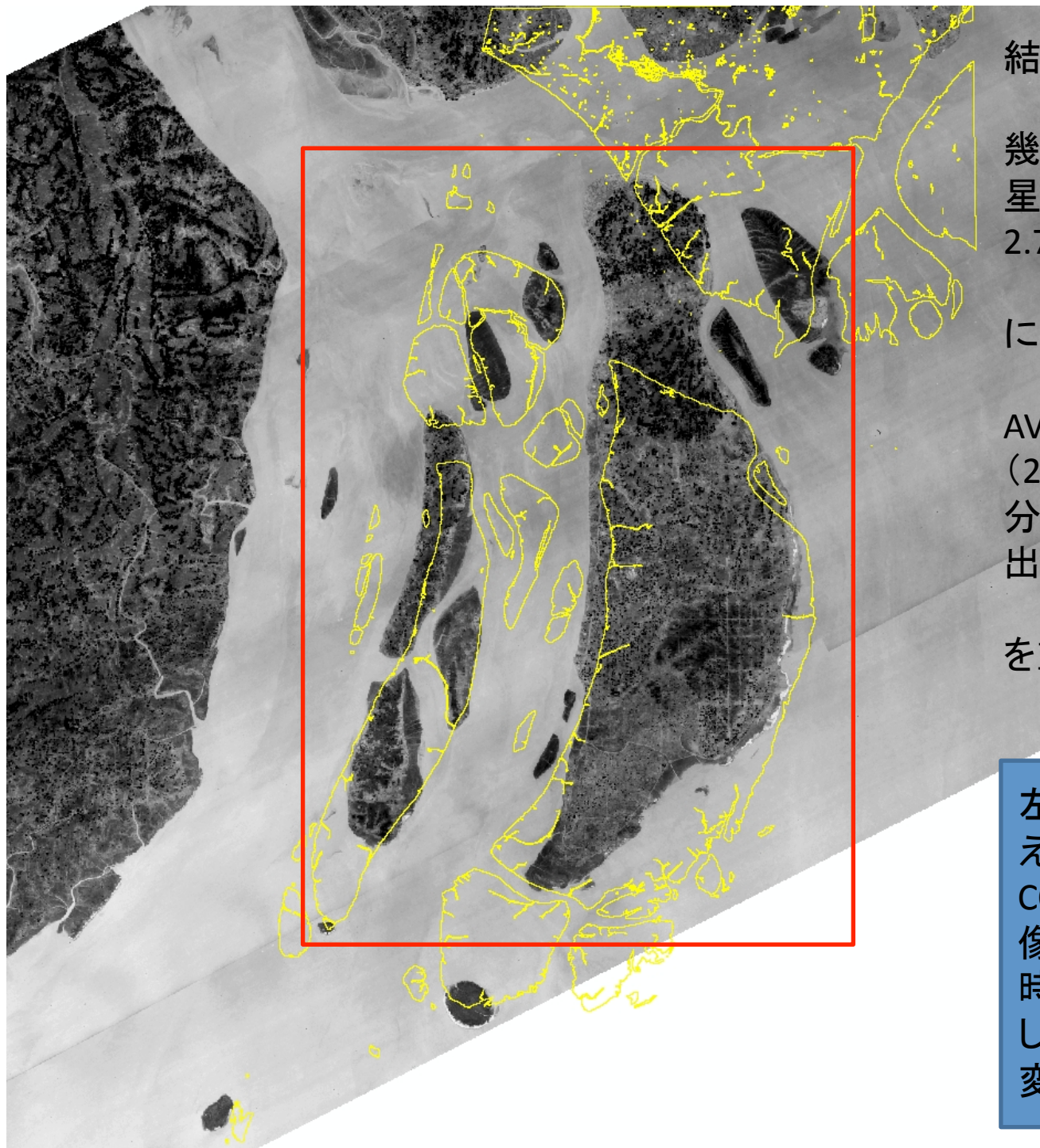
結果【図3】

AVNIR-2画像

(2009年1月21日撮影)

の画像分類結果(陸域クラス)

から抽出した海岸(河岸)線



結果【図4】

幾何補正を行ったCORONA衛星画像（白黒/ピクセル解像度2.7m）

に対して

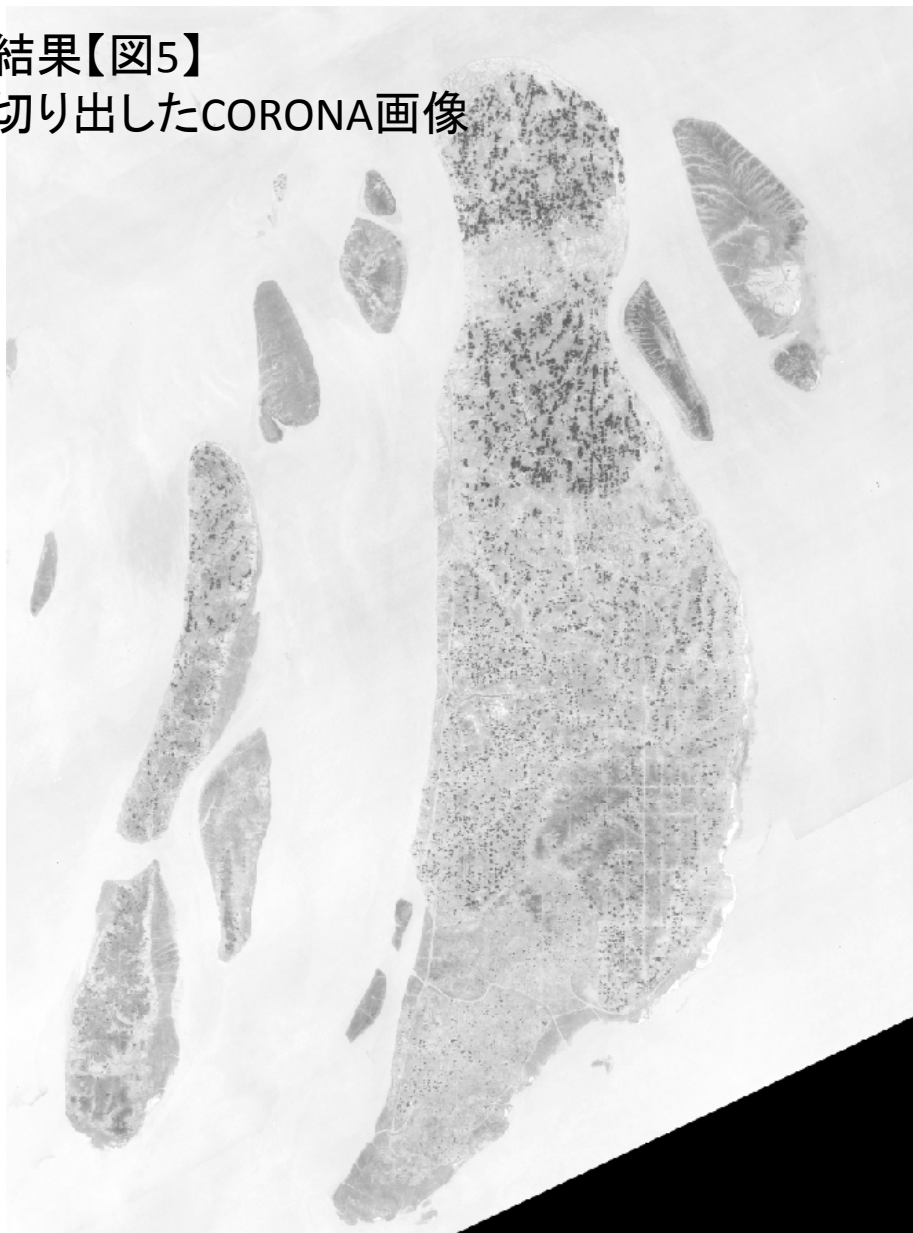
AVNIR-2画像
（2009年1月21日撮影）の画像
分類結果（陸域クラス）から抽出した海岸（河岸）線

を重ねたもの。

左の重ね合わせ結果を踏まえて、**赤枠**で示した部分のCORONA画像の切り出し・画像分類の結果から、1962年時点の海岸（河岸）線を推定し、2009年時点の海岸線との変化を分析する。

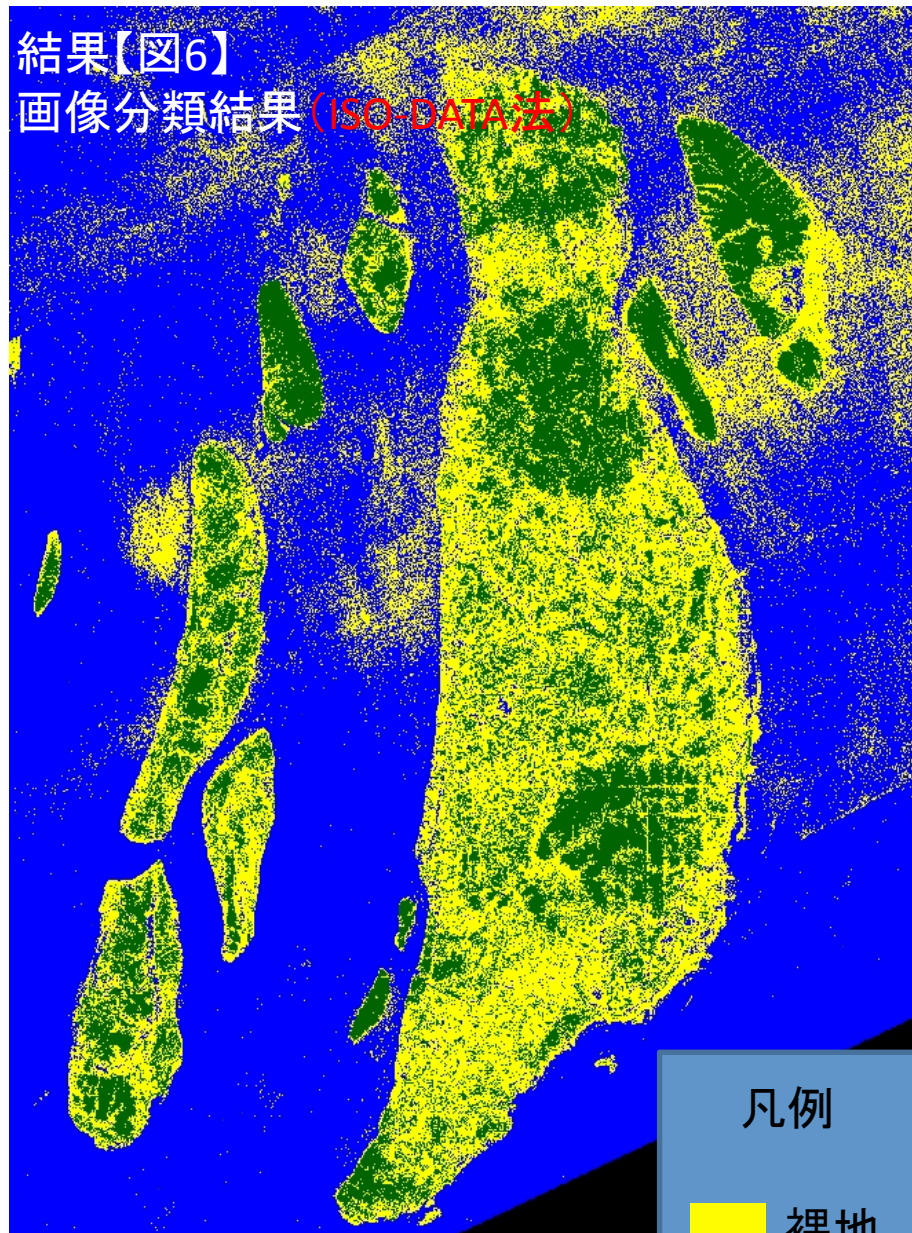
結果【図5】

切り出したCORONA画像



結果【図6】

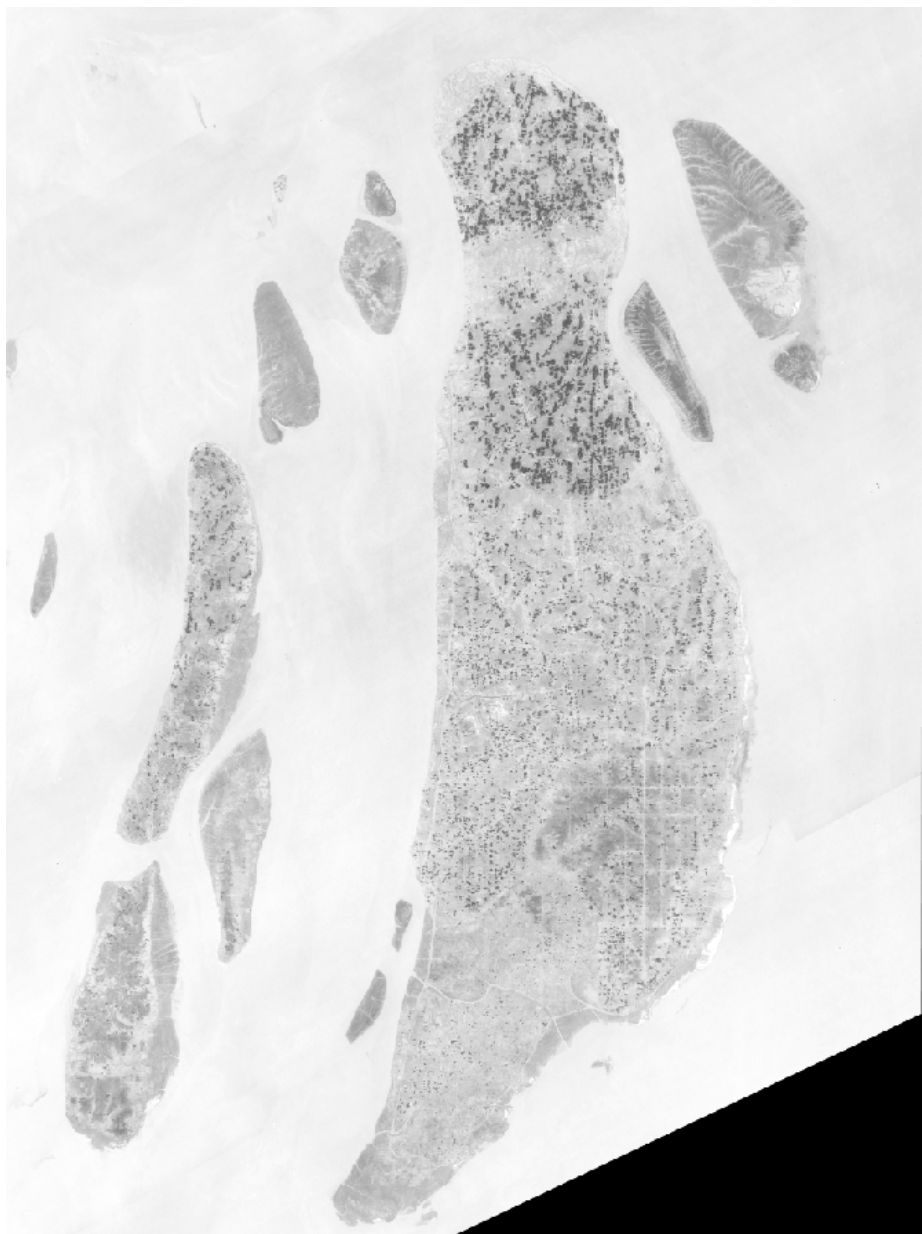
画像分類結果 (ISO-DATA法)



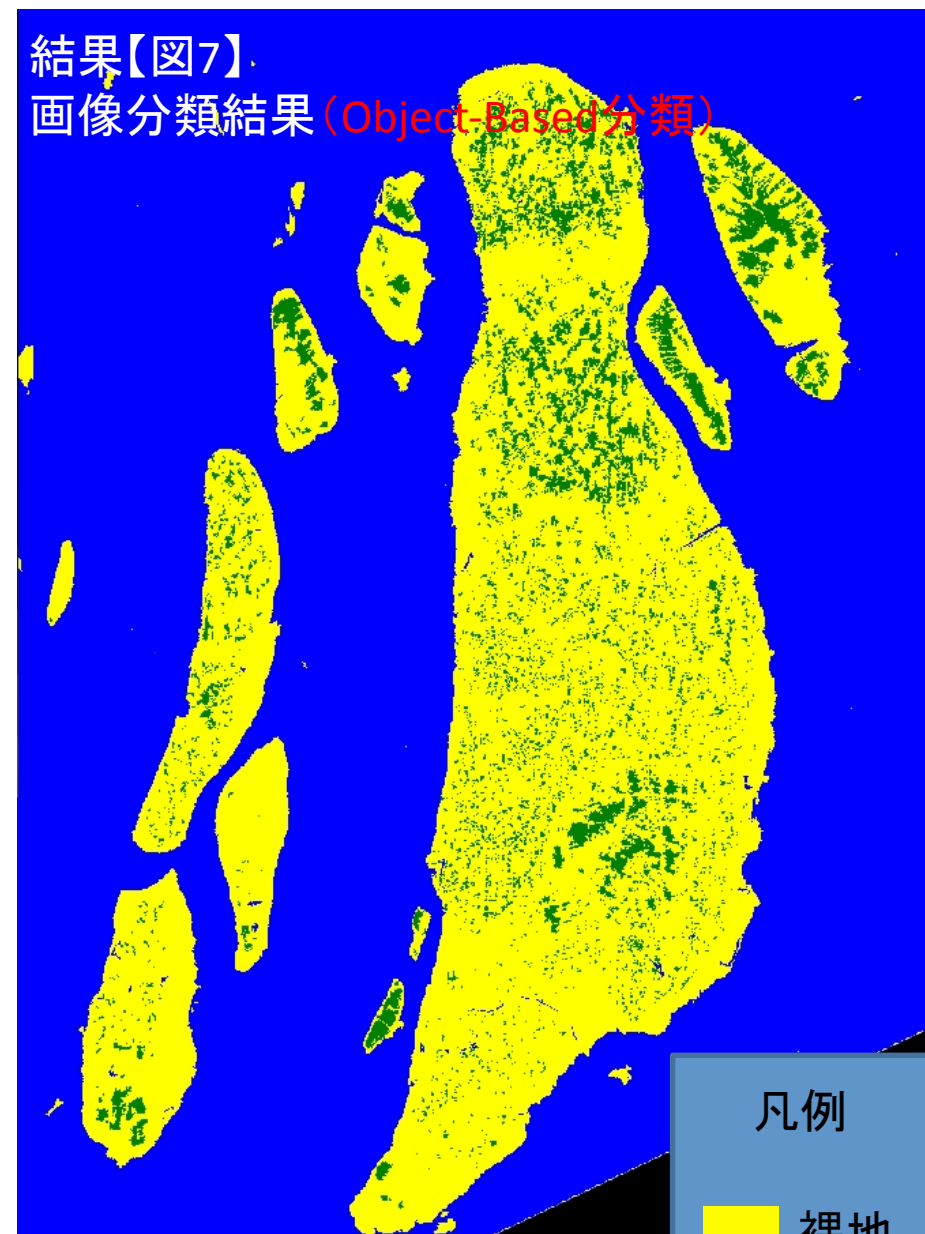
凡例

- 裸地
- 植生
- 水域

一般的な画像分類結果では、CORONAのような白黒画像の分類結果から直ちに海岸線を抽出することは困難。図6のように、一部の水域と裸地の画素値は極めて類似しており、これらの誤分類に影響されないように正確な海岸線を抽出することが出来ず、結局目視による手作業を行う結果になる。



結果【図7】
画像分類結果 (Object-Based分類)

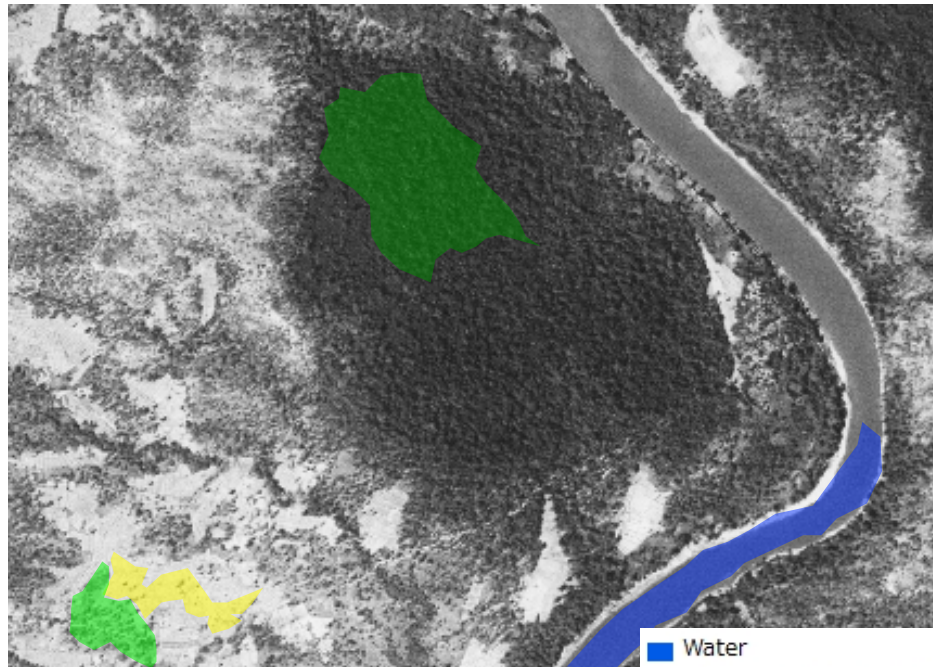


凡例

- 裸地
- 植生
- 水域

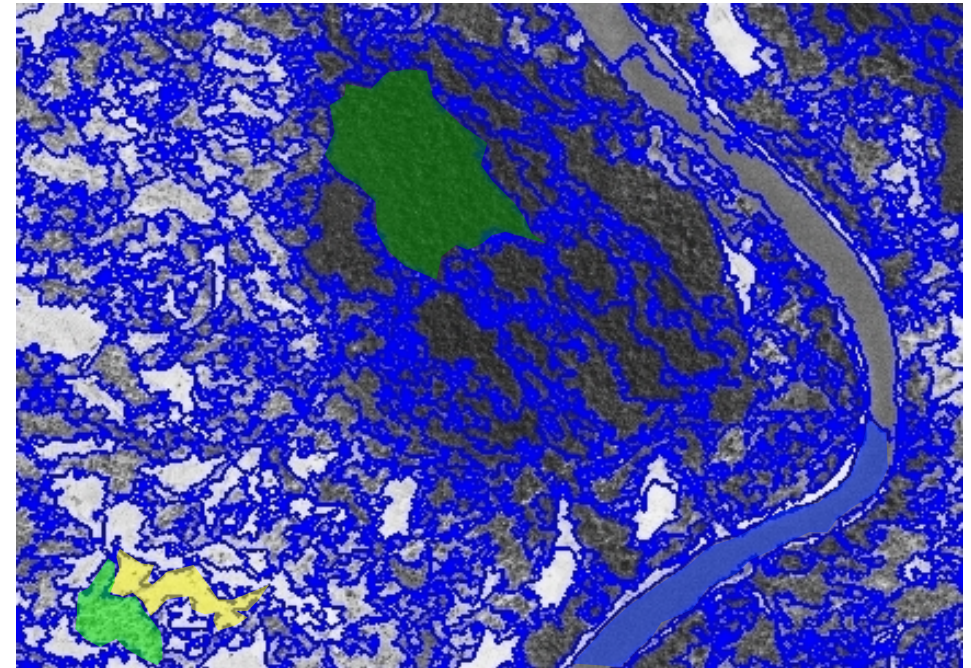
これに対して、オブジェクト・ベース手法による画像分類結果では、CORONAのような白黒画像の分類結果からも直ちに海岸線が抽出できるような分類結果が得られる。図6で見られていた水域と裸地の誤分類が、図7では生じていない。

オブジェクト・ベース分類についての説明



CORONA元画像

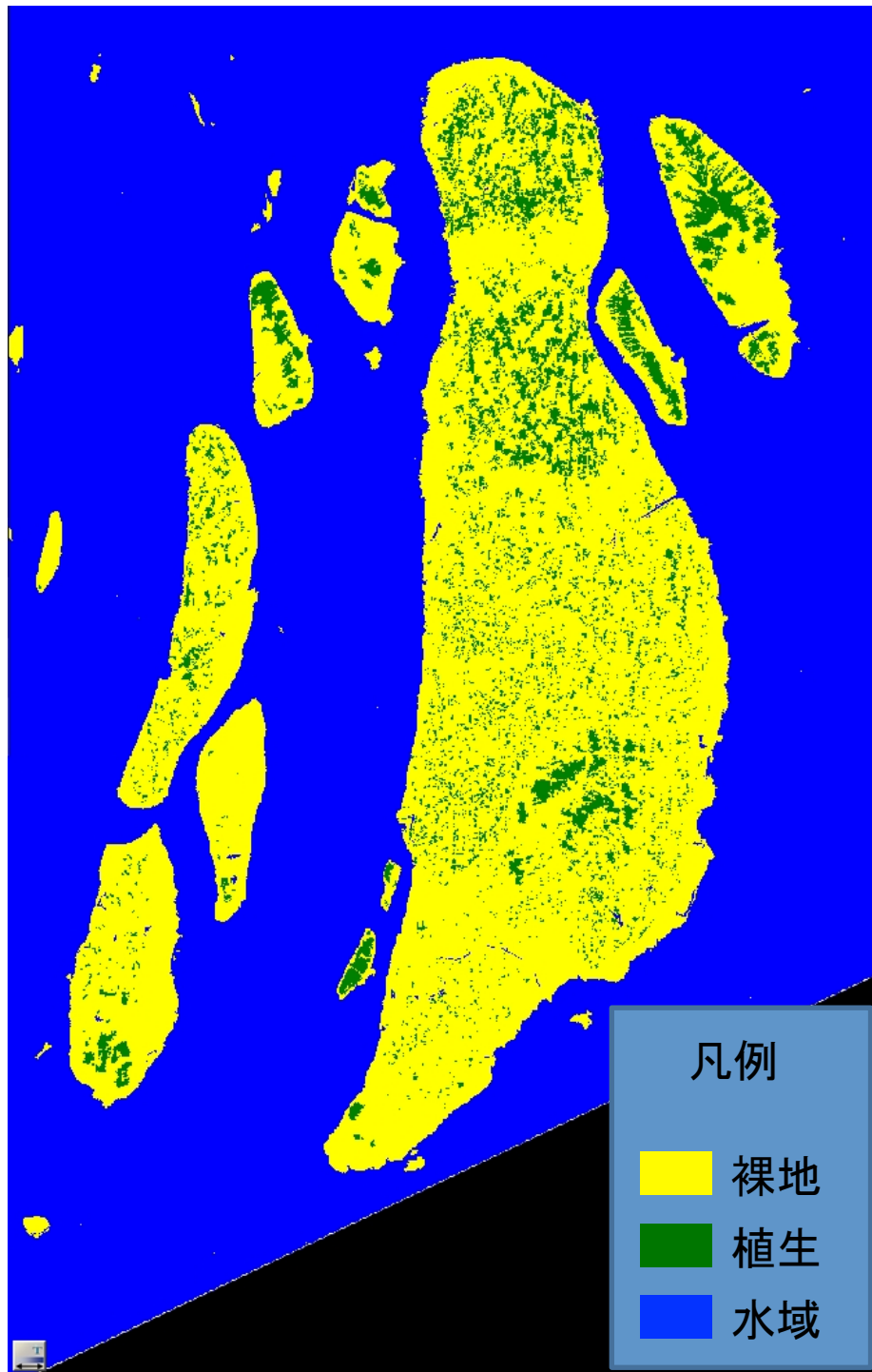
- Water
- Open Forest, Grassland
- Closed Forest
- Bare Earth



SP=100でセグメンテーションした結果

Step1.元画像が、設定されたScale Parameter (SP) の大小に応じて、画像各素子の値の類似性や、それらの配列(テクスチャ)の類似性によってオブジェクトへと結合・分割(セグメンテーション)される。

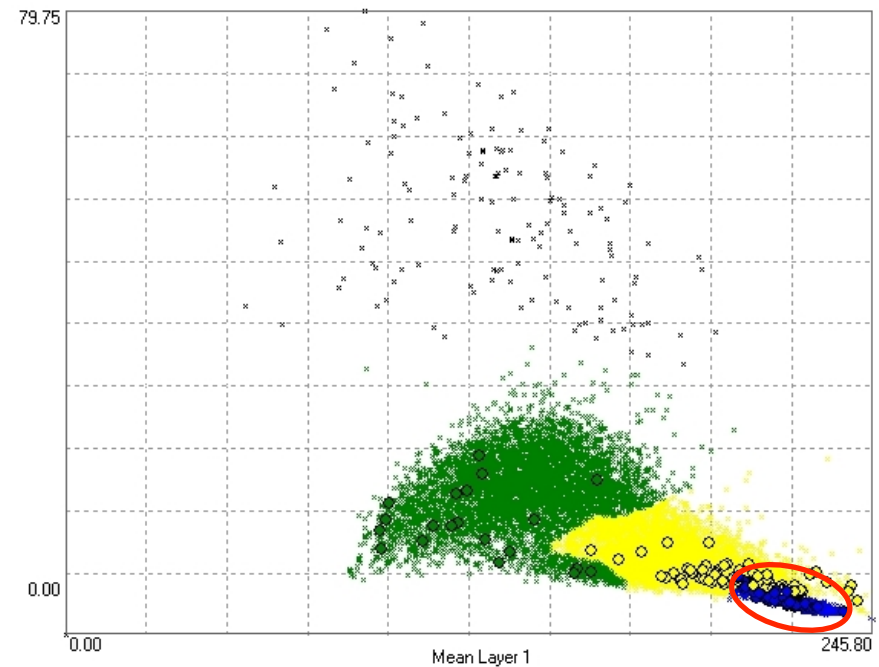
Step2. 各オブジェクトの面的統計量(画素値平均、画素値標準偏差、テクスチャー等)と、目視により選択したクラス・サンプル(教師)に応じて、画像を複数の土地クラスに分類できる。



切り出したCORONA画像から生成したセグメンテーション画像内の各オブジェクト等計量の2Dプロット

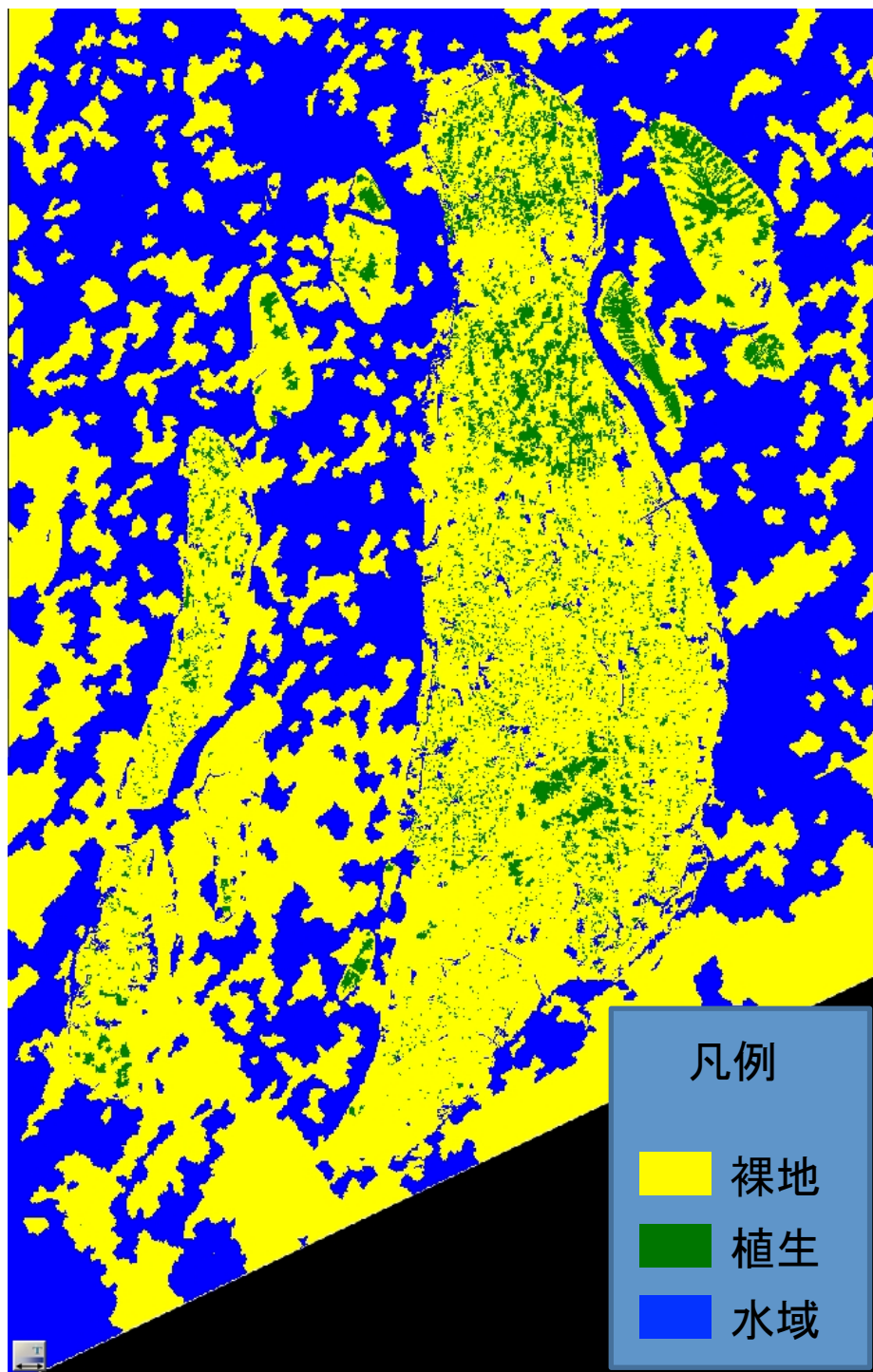
Y=オブジェクト画素値標準偏差

Standard deviation Layer 1



X=オブジェクト画素値平均

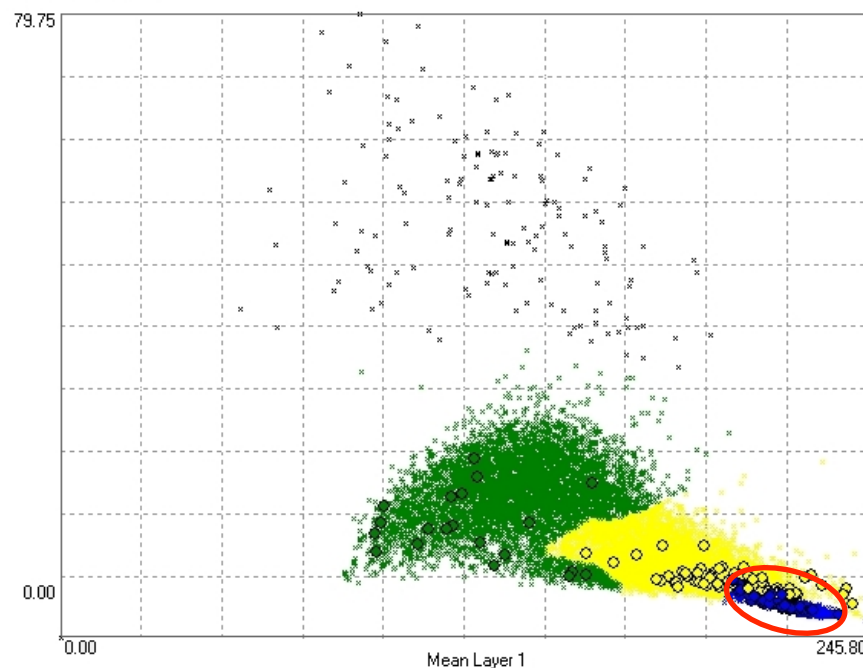
オブジェクトの画素値の平均に加えて、標準偏差を用いることで、特に水域と裸地の誤分類を効果的に回避している。これは水域は裸地にくらべて、平均的な濃淡の大小に関わらず濃淡のばらつきが小さいことによる。



切り出したCORONA画像から生成したセグメンテーション画像内の各オブジェクト等計量の2Dプロット

Y=オブジェクト画素値標準偏差

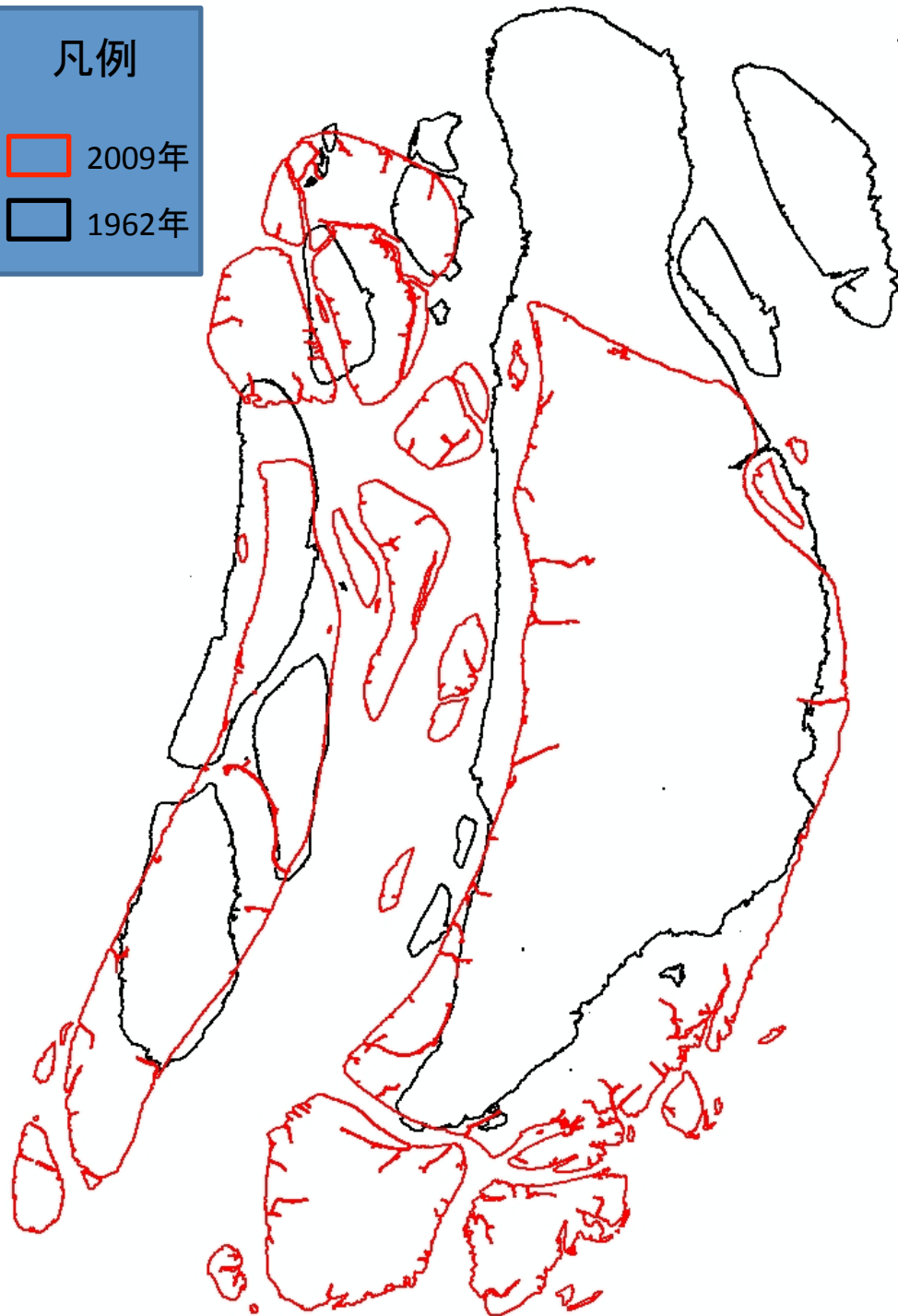
Standard deviation Layer 1



X=オブジェクト画素値平均

左図のように、もしも同一のクラス・サンプル(教師)を使いながら、分類パラメータから標準偏差を除くと、分類結果はむしろ一般的な画像分類手法よりも誤分類の割合が高くなる。

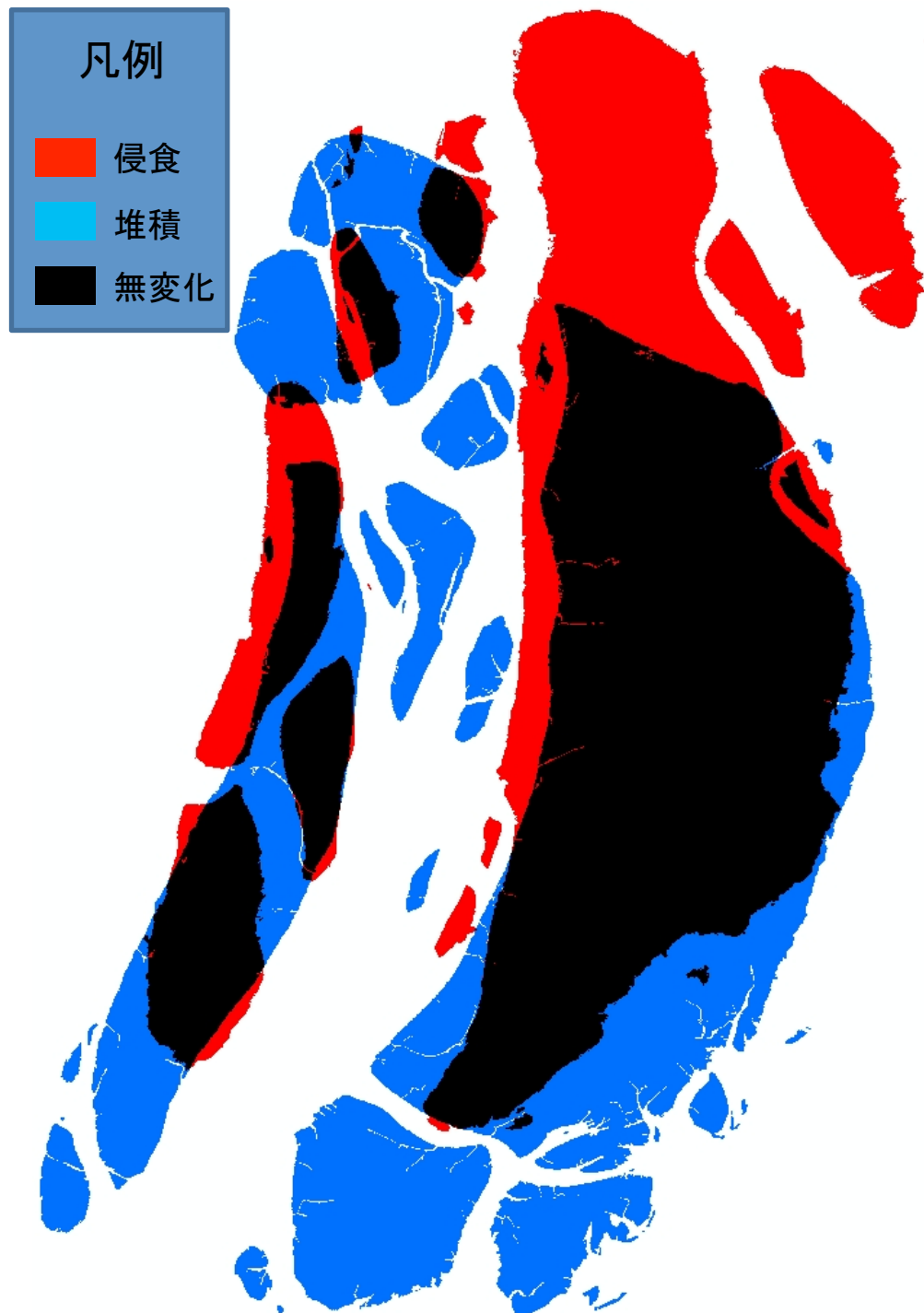
凡例



結果【図8 & 表1】

	総面積
1962年時点の陸域	58,585 ha
2009年時点の陸域	66,985 ha

図2と図7の結果から1962年及び2009年時点の陸域を抽出し、両者を重ね合わせた結果。



結果【図9 & 表2】

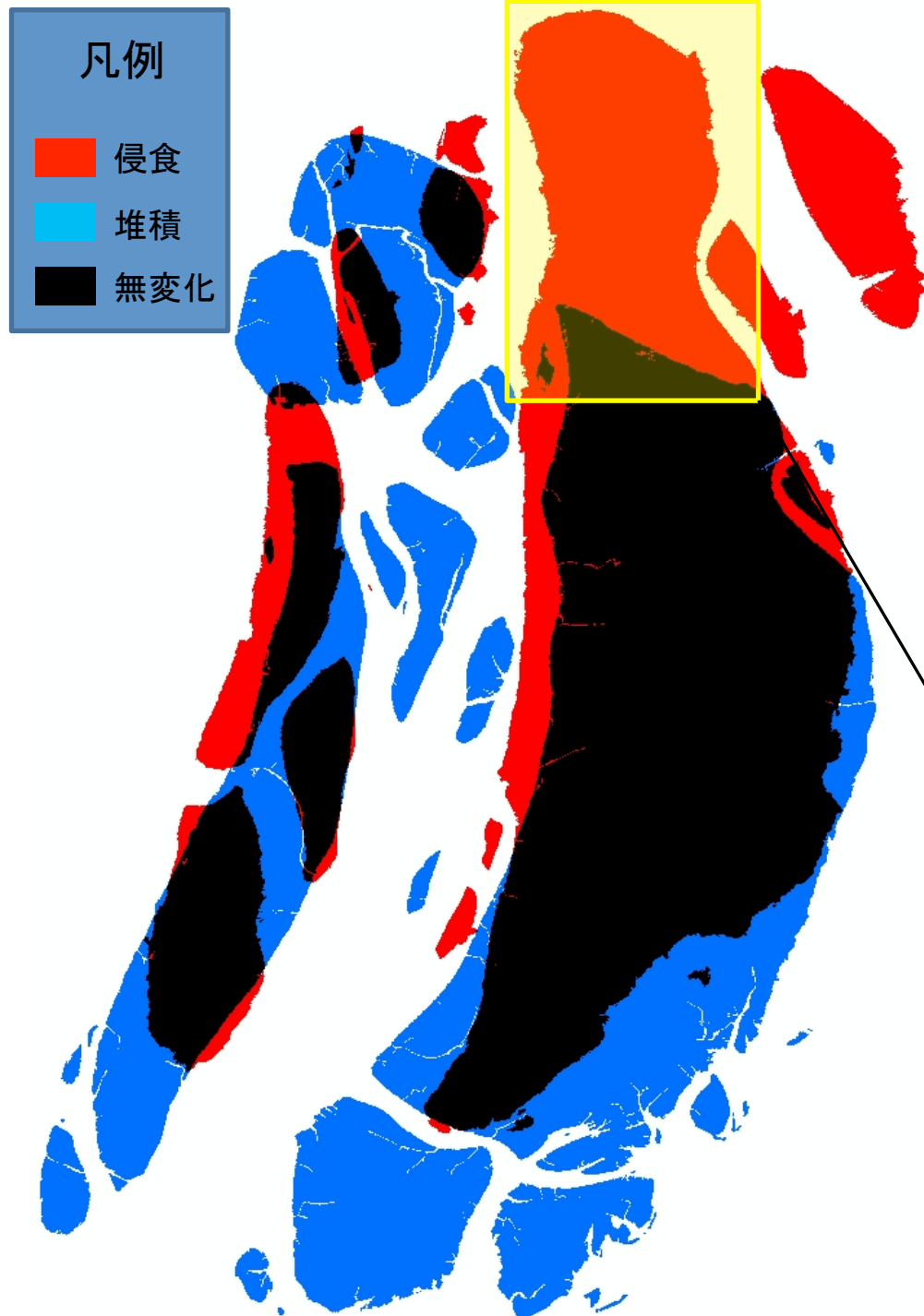
	総面積
過去47年間に消失した陸域	20,345 ha
出現した陸域	28,745 ha
変化のない陸域	38,240 ha

図8を侵食・堆積領域に直した結果。

- ① 報告されていたように、島北部における大規模な侵食と島南部における堆積の進行が確認できた。
- ② 上記のような大雑把な傾向以上に、侵食と堆積のより詳細な分布に関する地理情報が構築できた。
- ③ 算出した両年代の陸域の面積を比較すると、侵食よりもむしろ堆積のほうがより多く生じていたことが分かった。

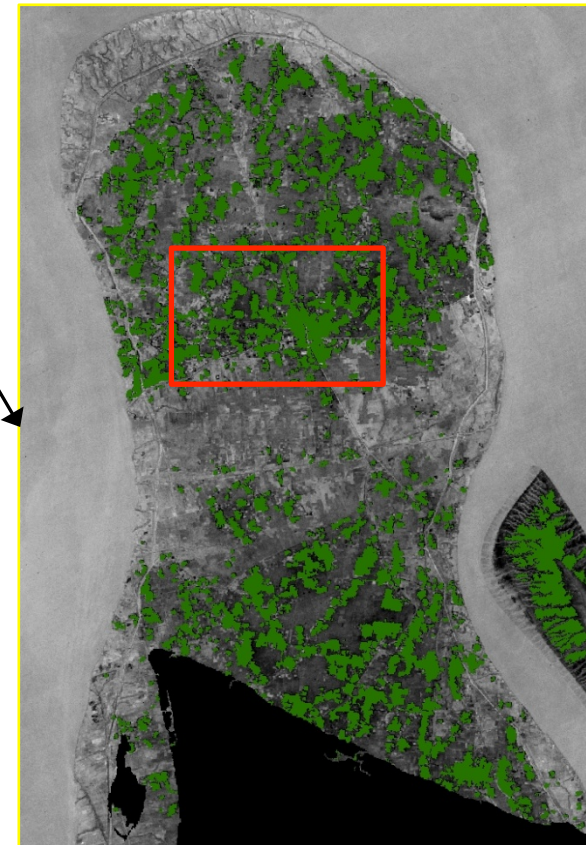
今後の課題

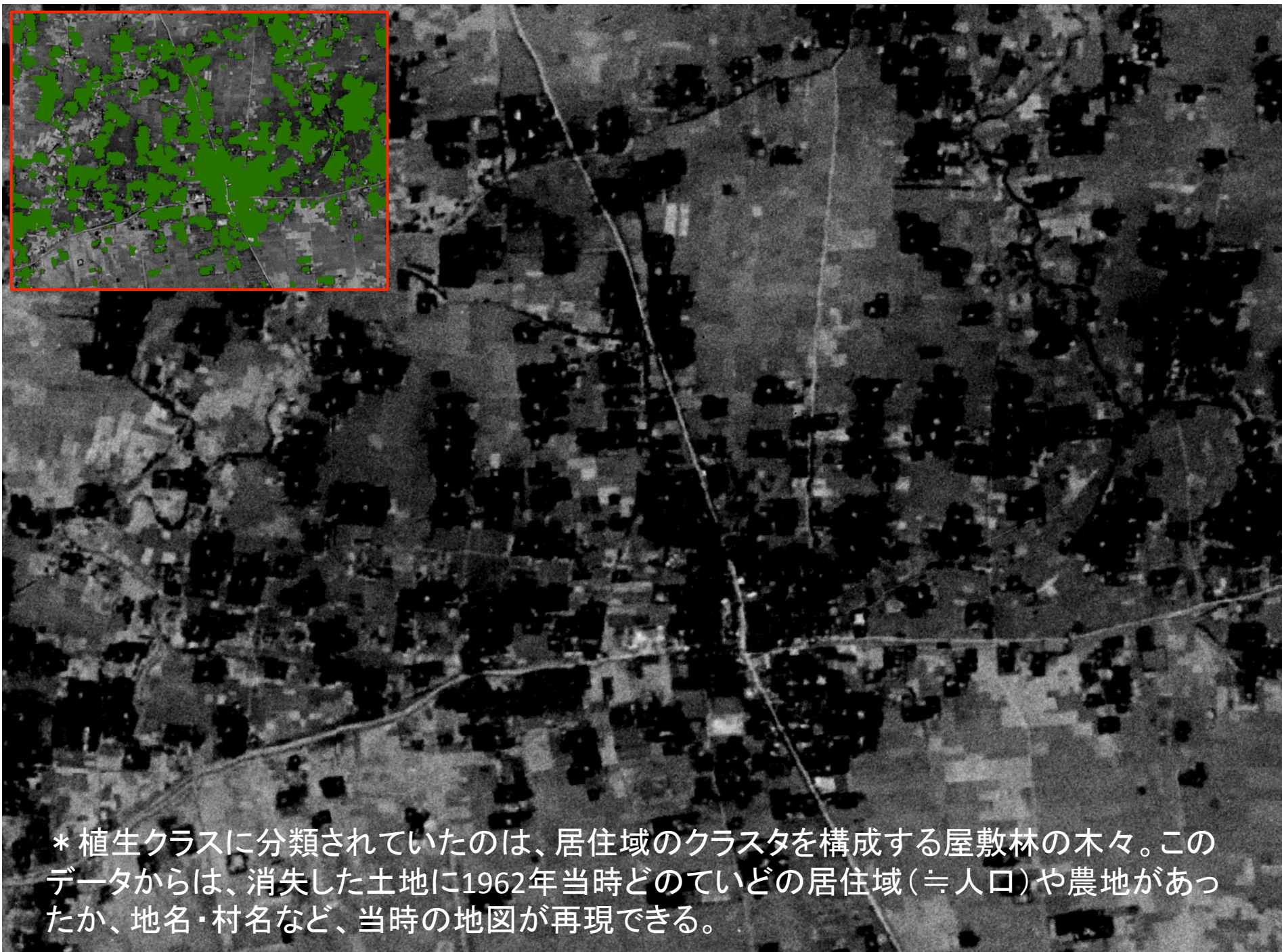
- 陸地が無くなったところ、新しく出来たところ、変わらなかったところという領域を踏まえて、現地調査を進めていく。
- この発表で明らかになってきた環境変化のデータを結びつけることで、現地の社会や制度に関する調査の着眼点や、結果の分析方法を検討する。



例.消失した領域の土地被覆/土地利用をCORONA画像データから推定して、単なる面積の比較に留まらない、激しい陸域の変化がハティア島の社会に与えてきたインパクトを考える。

* 下の図に見るように1962年時点の居住域は、図7の分類結果では植生クラスに分類されている。





* 植生クラスに分類されていたのは、居住域のクラスタを構成する屋敷林の木々。このデータからは、消失した土地に1962年当時どのくらいの居住域(≒人口)や農地があったか、地名・村名など、当時の地図が再現できる。

ご清聴ありがとうございました。



注) 消失したHatiya島北部の現在の景観
(Source: Google Earth)