

## 『ベトナム南部マングローブ域の土地利用変化分析』

慶應義塾大学総合政策学部 福井弘道

慶應義塾大学政策・メディア研究科修士課程 2 年 有泉安代・田口仁

本研究は、エビ養殖池の急速な開発のみられるベトナム南部マングローブ域において、持続可能な土地利用政策の実現に向けて、俯瞰的情報である人工衛星画像を用い(1)土地利用変化を把握すること、(2)当事者の認識を明らかにすることを目的とした。人工衛星画像は Landsat、JERS、ASTER を使用した。また、2 度にわたるフィールド調査の中で住民および行政の認識を明らかにするため人工衛星画像を用いた参加型マッピングを実施した。フィールド調査は現地の研究機関 IER( Institute for Environment and Resources)の協力のもと、共同調査として実施した。その結果、人工衛星画像を用いることで、土地利用変化が把握でき、エビ養殖池の拡大や集約化を確認した。また、参加型マッピングを行った結果、当事者間の認識の相違が浮き彫りとなった。本研究の成果は、地域住民を含めた当事者間での意思疎通を促し、持続可能な土地利用政策の立案へむけて今後発展可能であることが示唆されたといえる。

### 1. 背景

東南アジアをはじめとする発展途上国では、1980 年代からエビ養殖業の発展に伴うマングローブの破壊が報告されるようになった。東南アジアに位置する社会主義国のベトナムにおいても、マングローブ植林への取り組みが行われているものの、その傾向は例外ではない。エビ養殖は途上国では外貨獲得のために欠かせない産業となっているが、過密な養殖池の造成によるマングローブ生態系の破壊に伴い、水質汚染やエビの病気の蔓延が深刻化している。一般に生産性の低下と病気によるエビの死滅のために養殖池は 5 年から 10 年で放棄され、また、マングローブ域では池を掘った後に硫酸性土壌が露出するため、農地などへの転用は難しく、跡地の土地利用は大幅に制限されるといわれる。ベトナムは他のアジア諸国とは異なり、大規模資本の投下による地域住民の隷属化といった問題は現在のところ見られないと言われるが、ベトナム政府は 1999 年にエビ養殖業の集約化を目指す方針を打ち出しており、近年大規模な土地利用の変化が進んでいる。マングローブ域の持続的利用の実現を検討することは以前にも増して重要な課題であるといえる。

エビ養殖とマングローブ林を共存させた持続的な土地利用を実現するための、最適な政策立案のために、(1)マングローブとエビ養殖の土地利用の実態を、網羅的かつ客観的に把握する必要があり、(2)その地域で養殖業を営む住民の視点、視座を知ることが必要不可欠である。(1)については、マングローブが生息する沿岸部はアクセスが困難で実地調査が難し

く、俯瞰的かつ網羅的な情報を得ることは困難であるが、人工衛星画像を用いることで、網羅的な客観情報を得られる可能性がある。(2)については、従来からインタビュー調査が行われているが、地図等の空間情報を活用することで、空間情報という軸から有用な情報を得ることが期待できる。また、総体的な政策立案だけでなく、ある地域に特化した最適な政策の立案へ寄与できる可能性がある。

そこで本研究では、人工衛星画像を重要な媒体と位置付け、以下の2点を目的とした。

- (1)人工衛星画像データを用い、地域全体の土地利用変化を客観的に把握すること
- (2)人工衛星画像を活用した参加型マッピングを行い、地域住民の認識を把握すること

## 2. 研究の概要

### 2.1. 対象地域

本研究は、ベトナム南部のマングローブ域を対象地域とした。対象地域に含まれるのは、全国で第2位のエビ養殖生産高を誇るベンチェ省、その北側に位置するティエンザン省およびホーチミン市の沿岸部である。図2-1は対象地域の位置および2004年に撮影された人工衛星画像を示したものである。

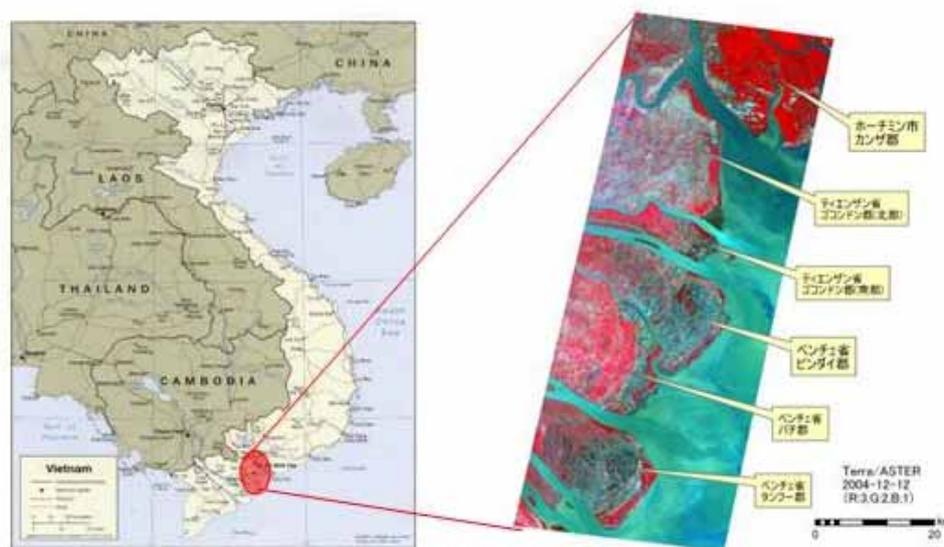


図 2-1 対象地域の位置および人工衛星画像

### 2.2. 研究方法

ベースとなる客観情報として Terra/ASTER 画像をはじめとする多時期の人工衛星画像データを用い、マングローブ域における土地利用の変化を把握する。具体的には、マングローブの植林や伐採による土地利用変化、海岸線の変化、養殖池の開発やその形態の変化を把握する。フィールド調査では、土地被覆調査に加え地域住民や行政機関に対してヒ

アリングを行うとともに、マングローブ域における住民の認識を明らかにするために人工衛星画像データを媒介とする PAR(Participatory Action Research)として、参加型マッピングを導入する。参加型マッピングとは、人工衛星画像を参照の上、過去からの変化を把握してもらった上で、土地利用の現状の把握や将来予想に関して地図に書き込みを行ってもらおうという本研究で用いた調査手法を指す。

### 2.3. 使用データ

本研究で用いた人工衛星画像データは表 2-1 に示すとおりである。

表 2-1 使用した衛星画像データ一覧

No	センサ	観測日	Path (Lon)	Row(Lat)
1	Landsat/TM	1989/01/16	125	53
2	JERS-1/OPS	1993/11/29	114	283
3			114	284
4		1994/11/16	114	283
5			114	284
6		1994/12/30	114	283
7			114	284
8		1996/04/27	114	283
9			114	284
10		1997/01/16	114	283
11			114	284
12		Landsat7/ETM+	2000/11/06	125
13	2001/12/11		125	53
14	Terra/ASTER	2002/10/11	106.41	10.03
15		2003/02/09	106.52	10.15
16			106.45	9.43
17		2003/02/25	106.56	10.15
18			106.49	9.43
19		2003/10/30	106.48	10.36
20			106.41	10.04
21		2004/12/12	106.36	10.18
22			106.29	9.45
23		2005/02/05	106.48	10.36
24			106.41	10.04

Terra/ASTER はシーンの中心の緯度(北緯)と経度(東経)を示した。

前処理として、マスター画像に最も年度の近い Landsat 画像を使用し、JERS-1/OPS 画像および Terra/ASTER 画像について多項式近似による幾何補正を行い、全ての画像の座標系を WGS-84(世界測地システム 1984)に統一した。次に、JERS-1/OPS 画像および Terra/ASTER 画像については対象地域が複数の画像にまたがるため、モザイク処理を行った。最後に全ての画像データに対してサブセット処理を行い、統一された範囲の画像データを 15 枚そろえ、分析に使用する基礎データとした。

## 2.4. フィールド調査の実施

2005 年 6 月および 2005 年 11 月から 12 月にかけて現地においてフィールド調査を行った。日程および訪問地域は表 2-2 に示したとおりである。

表 2-2 フィールドワークにおける訪問地

	第 1 回調査	第 2 回調査
	2005/06/13 ~ 17	2005/10/31 ~ 11/04
ホーチミン市カンザ郡	X	
ティエンザン省ゴコンドン郡	X	X
ベンチェ省ビンダイ郡	X	X
ベンチェ省バチ郡	X	X
ベンチェ省タンフー郡	X	X

第 1 回調査では主に人工衛星画像を用いた土地利用分析に向けた土地被覆調査を行い、第 2 回調査では住民の認識を明らかにすることを目的とし、参加型マッピングを実施した。図 2-2 は調査ルートを図示したものである。

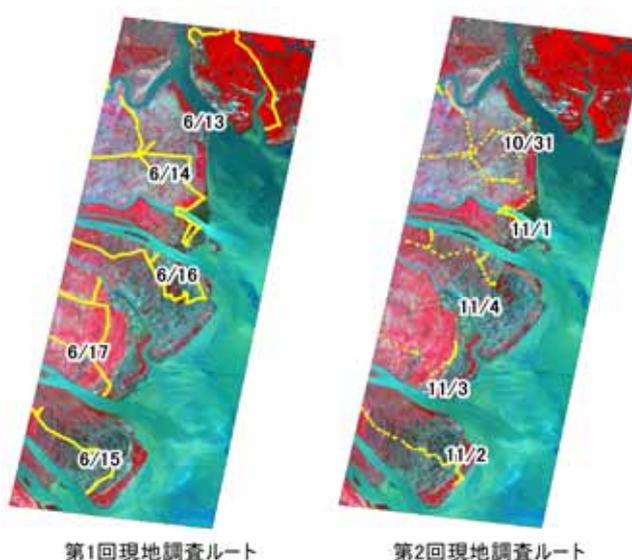


図 2-2 GPS により取得したフィールド調査ルート

### 3. 人工衛星画像データを用いた土地利用変化分析

#### 3.1. 土地利用の現状把握

土地利用の現状を示す最新のデータとして雲の影響の非常に少ない2004年12月12日に撮影された Terra/ASTER データを利用する。ここでは対象地域全体の土地利用区分を明らかにすること、および各種エビ養殖池の分布について把握することを目的とし、分析を行う。

マングローブ林は通常アクセスが困難な沿岸部に位置し、実地調査が困難であることから、衛星画像を用いたモニタリング手法の確立が期待されている。実際、衛星画像データをマングローブ研究に役立てようとする多くの研究事例が存在し、樹種の分類やマングローブ林の質の評価などに関する様々な手法が検討されている(Diaz and Blackburn, 2003; Krause, 2004; Green et al.,1998; Gao, 1999)。また、Huynh et al.,(2003)、Hirose et al.(2003)、Hirose et al.(2004)は、本研究の対象地域にも含まれるホーチミン市カンザ郡の生物圏保護域を構成するマングローブのモニタリングに衛星画像データを利用することを試みた事例である。Huynh et al.(2003)、Hirose et al.(2003)は、多時期の衛星画像を用いることでマングローブ・フロントの変動を抽出している。Hirose et al.(2004)はそれに加え、マングローブ樹種の分類を試みたものとなっている。

本研究は以上の研究成果を踏まえ、発展途上国のマングローブ域における森林保全とエビ養殖業との関係性に着目して進めるものである。衛星画像データを用いてマングローブ域の土地利用に重大な影響を及ぼすエビ養殖業を念頭において分析した先行研究はまだ限られている。Almeida-Guerra(2002)は、SPOT データを用いたコロンビア沿岸域のモニタリングを試みたもので、海岸線の変動やエビ養殖池の増加を抽出することに成功している。ベトナムのカマウ省を対象とする Binh et al.(2005a), Binh et al.(2005b)は、衛星画像データに加え空中写真を用いて土地被覆の変化を分析し、エビ養殖池の造成によるマングローブの破壊を報告している。また、Tong et al.(2004), Dao et al.(2004)は、SPOT データの画像判読によりベトナムのマングローブ域の土地利用をエビ養殖池との関係性に着目して分析したものである。Tong et al(2004)は、カマウ省、チャービン省を対象として生態学的に意味づけられた土地利用分類を試みたもの、Dao et al(2004)はハイフォン省を対象として定量的に土地利用の変化を捉えようとしたものであり、いずれもベトナムのマングローブ域において土地利用の変化を把握するために画像判読が有効であることを示している。

本研究は、以上の事例において有効とされた手法を活用し、ベトナム南部マングローブ域の土地利用変化をエビ養殖池とマングローブの関係から定性的に捉えようとするものである。また、本研究ではエビ養殖池の形態の違いにも着目するという新たな視点を加え、時系列での変化を観察することを目指している。

### 3.1.1. 土地利用区分

土地利用区分については、Tong et al(2004)の手法を参考に、対象地域を土地利用の特徴から区別する。本分析において実行した処理の流れを以下に述べる。まず、教師なし分類(ISODATA 法)による土地被覆分類をもとに、ここでは8通りの土地被覆への分類を行った。8通りの土地被覆とは、マングローブ林(1)、マングローブ疎林(2)、深い水域(3)、浅い水域(4)、水性の土壌(5)、土壌(6)、植生(非マングローブ) (7)、建造物(8)である。土地被覆分類の結果は3.3で述べた現地調査において妥当性を検証し、深い水域(3)とは主に海水域、浅い水域(4)は主にエビ養殖池、水性の土壌は、砂浜や水田の一部のほかエビ養殖池の堤を示していることも明らかになった。また、内陸部に見られるマングローブや水域の混在した地域は、ヤシの木のプランテーションとエビ養殖池の混ざった土地利用がなされていることが明らかになった。そして以上の結果を元に対象地域の区別をおこなった。マングローブとエビ養殖池の関係性から土地利用の特徴を観察すると、以下の5つの土地利用区分に分けることが可能となった。マングローブ林( )、結合型養殖池( )、エビ養殖池とマングローブ残存林( )、水田・田畑・果樹園とエビ養殖池( )、田畑および果樹園( )である。( )~( )が本来のマングローブ域、すなわち本来のマングローブの生息可能域であると考えため、本研究では以下( )~( )に含まれる領域をマングローブ域と定義する。土地の区分はデジタル化し、ベクターデータを作成した。

図3-1は、対象地域全体について、土地利用の特徴から区別を行った結果を示したものである。(A)がその過程で作成した土地被覆分類図、(B)が土地利用区分を示している。図3-1から、対象地域全体に関して以下の事項が観察される。

- ホーチミン市カンザ郡は例外的に広大なマングローブ林( )が広がっている
- カンザ郡以外はまとまった純粋なマングローブ林( )は沿岸部にわずかに存在するのみである
- ティエンザン省南部およびベンチェ省の沿岸部はエビ養殖池( )が主要な土地利用となっている
- ティエンザン省北部は水田( )が主要な土地利用となっている
- ベンチェ省では海側から順にマングローブ林、エビ養殖地帯、農地が広がるという3層構造の土地利用が見られるが、ビンダイ郡、タンフー郡では農地においてもエビ養殖池の存在が確認される。

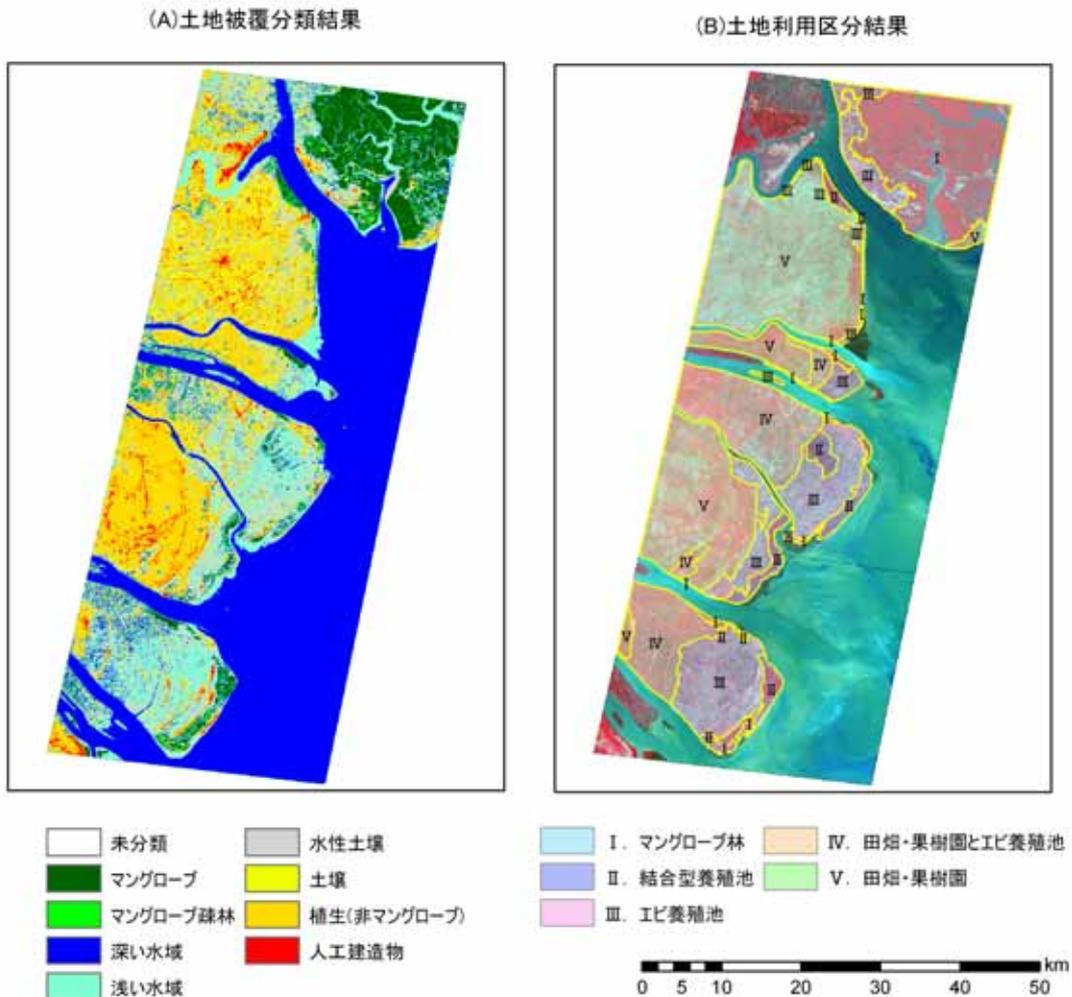


図 3-1 土地利用区分の結果

次に、地域ごとの土地利用の特徴を見ていく。図 3-2 は、ホーチミン市カンザ郡およびティエンザン省ゴコンドン郡の沿岸部の土地利用区分、図 3-3 はベンチェ省沿岸部の土地利用区分をそれぞれ示したものである。上から順に、分析のもととなった衛星画像、土地被覆分類の結果、土地利用区分図を示してある。

カンザ郡は、広大なマングローブ林が広がっている。マングローブ林は生物圏保護域の範囲(MERD/CRES&ACTMANG, 2000)とほぼ一致しているが、生物圏保護域の外部にあたる西側にはエビ養殖池が見られ、生物圏保護域の圏外では保護域とは対照的にマングローブの伐採が進んでいることが推測される。また、保護域の圏内にも局所的にエビ養殖池が存在している。

ティエンザン省ゴコンドン郡では南部の島の沿岸部にマングローブ域が見られるほか、北部の水田地帯に一部マングローブ林が存在している。北部のマングローブ林は、ちょうどカンザ郡からみて Nha Be 川の対岸に位置するエリアに存在している。マングローブ林の内部にはエビ養殖池と考えられる水域が見られることから、ここでは結合型養殖池として

分類した。また、南部の島は沿岸部がエビ養殖地帯となっているが、川に面して薄い帯状のマングローブが見られるほか、北側にまとまったマングローブ林も存在している。エビ養殖地帯から内陸部に入ると水田・田畑・果樹園とエビ養殖池の混合利用( )となっている。この地域では主に水田が見られる。なお、この地域では結合型養殖池の存在は確認できない。

ベンチエ省ビンダイ郡は、唯一内陸部に結合型養殖池( )の見られる地域である。結合型養殖池の周辺は広大なエビ養殖地帯( )が広がっている。また、海に面した沿岸部にはマングローブが見られ、そのうちの大部分は結合型養殖池( )として利用されている。純粋なマングローブ林( )も存在するがその面積は非常に小さい。エビ養殖地帯( )の内陸側は、水田・田畑・果樹園とエビ養殖池の混合利用( )となっている。稲作とエビ養殖の二毛作を行う地帯およびヤシの木と養殖池の結合利用を行っている地帯がこの区分に含まれる。

ベンチエ省バチ郡は、海に面した沿岸部に帯状にマングローブが広がるが、マングローブ内に多くの水路や池が見られ、結合型養殖池( )としての利用が広がっている。その内陸側はエビ養殖池( )という分類になっているが、実際にはエビ養殖池のほか塩田も多く見られる。さらに内陸側は広大な水田地帯( )となっているため、マングローブ域およびエビ養殖池の面積はベンチエ省の他の地域と比べると小さい。

ベンチエ省タンファー郡は最大のエビ養殖地帯( )が広がる地域であり、ビンダイ郡との共通点が多い。沿岸部はベンチエ省と同様帯状にマングローブが広がっているが、結合型養殖池( )として利用されている範囲も大きい。エビ養殖地帯の内陸側もベンチエ省と同様、水田・田畑・果樹園とエビ養殖池の混合利用( )となっており、稲作とエビ養殖の二毛作を行う地帯およびヤシの木と養殖池の結合利用が多く見られる。

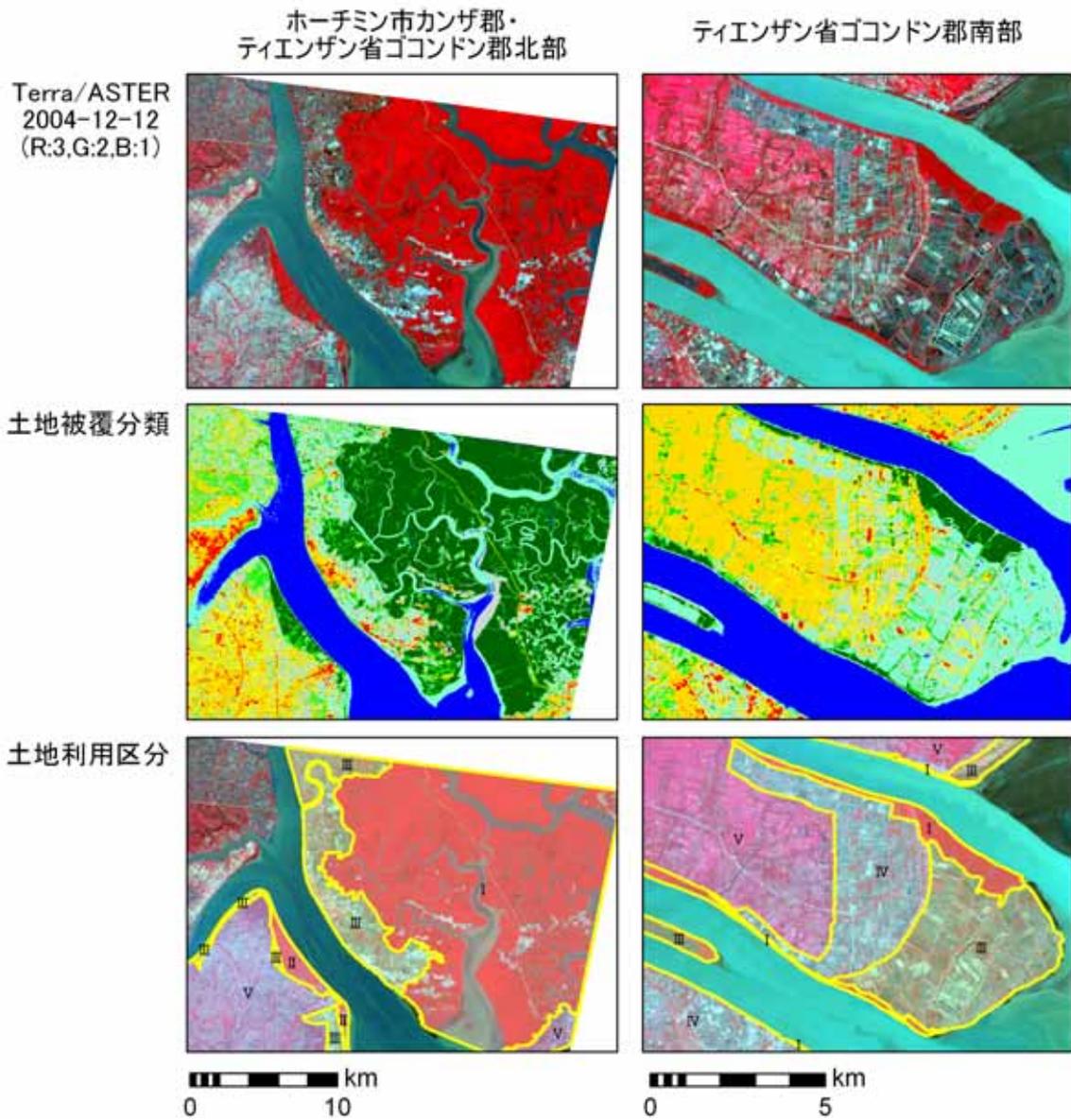


図 3-2 ホーチミン市・ティエンザン省沿岸部土地利用区分  
凡例は図 3-1 に準じる

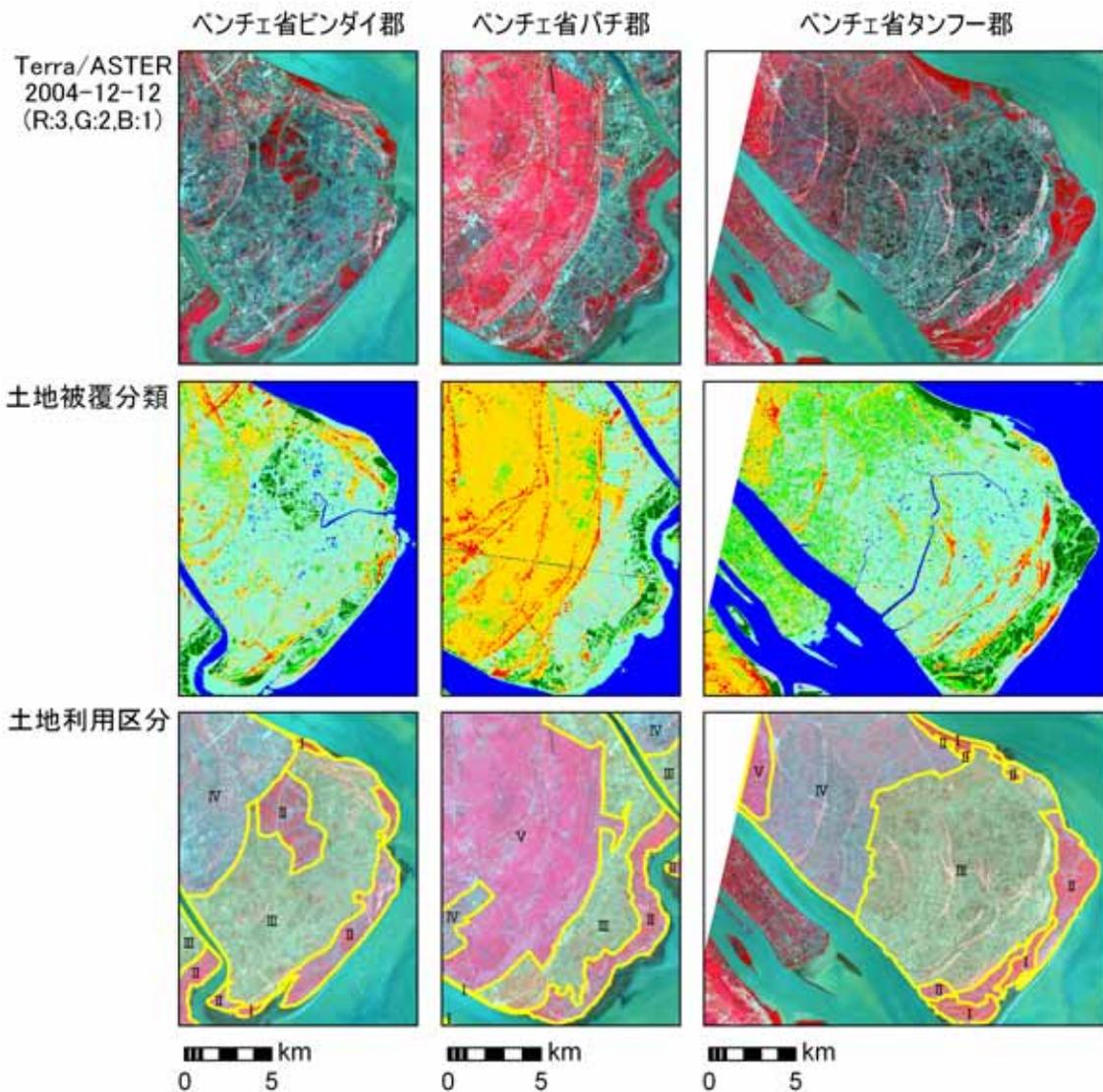


図 3-3 ベンチエ省沿岸部土地利用区分  
凡例は図 3-1 に準じる

### 3.1.2. エビ養殖池の分類

エビ養殖池の分布については、マングローブとの関係性に着目するため、土地利用区分によって抽出された本来のマングローブ域(マングローブの生息可能域)についてのみ検討した。対象地域では、伝統的な粗放型エビ養殖池、近代的な集約型エビ養殖池、およびマングローブとの共存をはかった結合型養殖池という大きく分けて 3 通りのエビ養殖池が存在する(表 3-1)。各エビ養殖池はその形状にも特徴があるため、エビ養殖池の形態の違いはそれぞれ衛星画像からの判読が可能である。本分析ではデジタイズによって抽出したマングローブ域のエビ養殖池を、画像判読をもとに分類した。分類を行う根拠となる各種エビ

養殖池のもつ特徴、問題点については表 3-1 に示した。なお、エビの養殖池は年に 1、2 度メンテナンス処理を行うために半月間にわたって水を抜くことがあり、水域として画像上に表れないため、1 枚の画像からは判断できない場合がある。今回は抽出を行うにあたって時期の異なる衛星画像を参照することで不明確な部分を補強した。

表 3-1 各種エビ養殖池の特徴

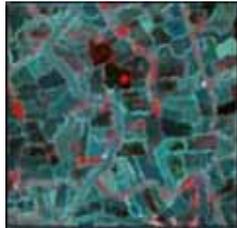
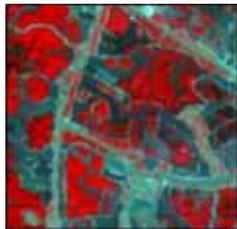
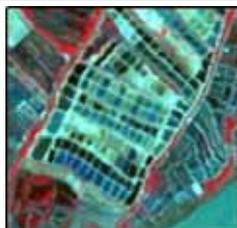
各種養殖池の分類を行う上での特徴	写真	衛星画像
<p><b>粗放型養殖池</b></p> <p>個々の面積は比較的大きく、形状は不規則である。マングローブは周辺に残されている場合もある。小規模な(家族経営の)集約型養殖池を誤分類してしまう可能性がある。</p>		
<p><b>結合型養殖池</b></p> <p>マングローブ林内に張り巡らされた水路がエビ養殖に利用されている。開発途中の池や池の跡地への植林を誤分類してしまう可能性がある。</p>		
<p><b>集約型養殖池</b></p> <p>小さい面積の池が規則的に並んでいる。池の内部や周辺にマングローブは残されていない。本研究では「半集約型」といわれるものも「集約型」として扱う。</p>		

図 3-4 はエビ養殖池の分類を行った結果を示したものである。対象地域全体では粗放型のエビ養殖池が最も多く分布している。特にエビの伝統的な養殖地帯であるベンチエ省では粗放型のエビ養殖池が大部分を占めており、それに加え沿岸部で結合型養殖池が見られる。ピンダイ郡は粗放型養殖池の広がる内陸部にも結合型養殖池が集まる一角がある。ベンチエ省では集約型のエビ養殖池は小規模なものが点在しているが、バチ郡、タンフー郡では規模の大きいものもみられる。ホーチミン市カンザ郡では、生物圏保護域の外部に粗放型・集約型のエビ養殖池が広がっているが、保護域の圏内にもエビ養殖池が点在していることが分かる。ゴコンドン郡は集約型のエビ養殖池が最も多く見られる地域である。

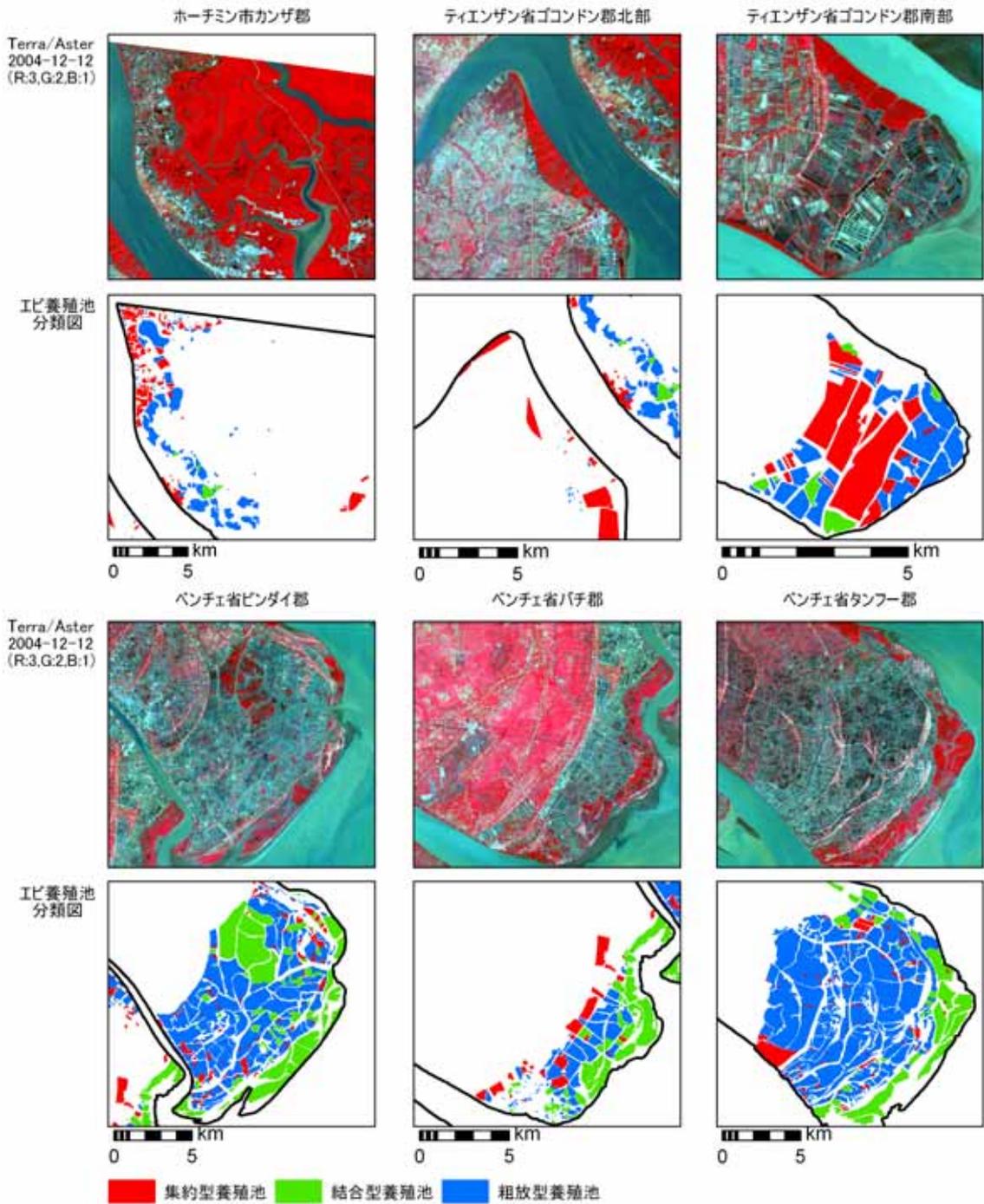


図 3-4 エビ養殖池の分類結果

### 3.2. 土地利用変化の観察

ここでは1989年1月16日に撮影されたLandsat/TM画像を基準データとして用い、1989年から現在にかけての対象地域の土地利用変化を明らかにすることを試みる。

#### 3.2.1. 海岸線の変化

本研究に対象としているベトナム南部の沿岸域は海水や河川水による浸食や堆積といった地形の変動が頻繁に起こり、海岸線は時期が異なれば違った形状を持つ。また、特にベンチェ省の沿岸部においてマングローブは侵食防止、堆積促進といった土地そのものを守る役割を担うものとの位置づけになっている。対象地域の過去の土地利用変化とマングローブの関わりを理解するためには、まず海岸線の変化について明らかにしておく必要がある。そこで、各時期に撮影された衛星画像それぞれについて、海岸線を判読し、デジタイズを行った。特にマングローブが沿岸部に生息している場所については、正確にマングローブ・フロントを抽出するよう努めた。そして各時期の海岸線の差異を比較するためにベクターデータとして表現された海岸線をオーバーレイし、変化を観察した。

図 3-5 は、対象地域において海岸線の著しい変化の観察されるエリアを抽出し、3 時期(1989 年、1996 年、2004 年)の海岸線の変化を示したものである。また、参考に 1989 年に 1 月 16 日に取得された Landsat/TM 画像に 2004 年時点の海岸線を重ねたものを合わせて上側に示してある。ティエンザン省ゴコンドン郡北部のマングローブ林では、15 年間でわずかながらマングローブ・フロントが拡張している。ティエンザン省ゴコンドン南部では、東側の沿岸部一帯で海岸線の後退が見られ、土壌浸食の影響を受けていることが観察される。一方北部は植林によりマングローブ・フロントが拡張している。ベンチェ省ビンダイ郡も東側は土壌浸食の影響を受けているが、南側に堆積が発生している様子が確認される。特に中州の南端部分は堆積により地形が大きく変化している。ベンチェ省バチ郡の沿岸部は北部・中部・南部でそれぞれ変化の特徴が異なっている。北部ではマングローブ・フロントの著しい拡張が見られ、活発に植林が行われたことが推測される。中部は一度拡張した後、後退しており変化の傾向が一様でない。南部は川の河口部でマングローブ・フロントの拡張が見られる。最後のベンチェ省タンフー郡は、変化の特徴がビンダイ郡と類似している。東側は土壌浸食の影響を受けマングローブ・フロントが後退しているが、南側は堆積が進み、地形の大きな変化が見られる。

以上をまとめると、全体的に、15 年間で対象地域の沿岸部の地形は大きく変化していることが明らかになった。いずれの地域でも東側は海水による侵食の影響を大きく受けており、マングローブが生息している場合にはマングローブ・フロントの後退につながっている。また、土壌の堆積は地形変化の大きな要因となっている。植林によるマングローブ・

フロントの拡張も局所的に見られ、海岸線の変動に寄与している。

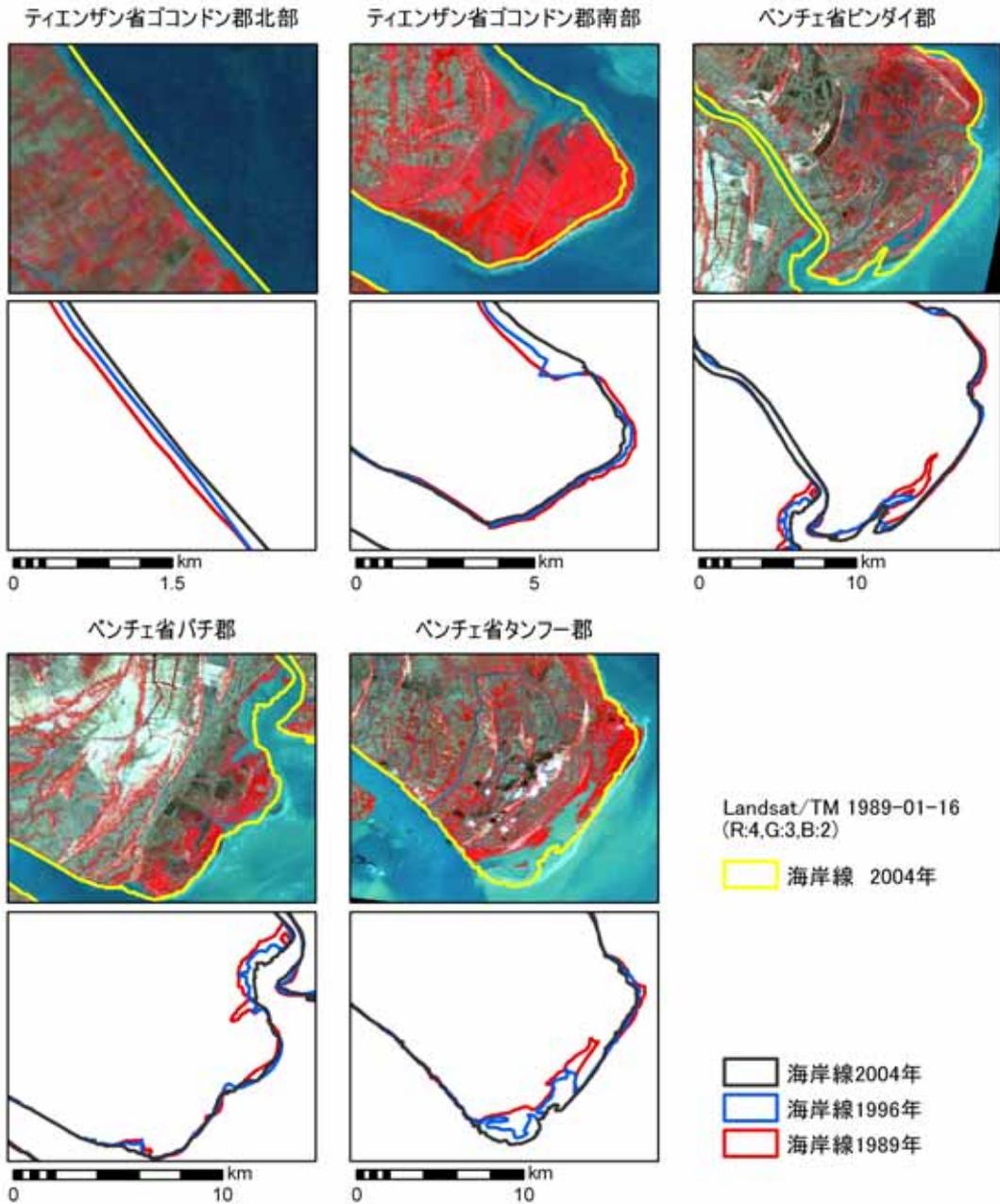


図 3-5 海岸線の変化

### 3.2.2. 土地利用の変化

次に、過去 15 年間の土地利用変化を観察するために、3.1.1 で作成した 2004 年の土地利用区分図を 1989 年に取得された Landsat/TM 画像に重ね合わせた。土地利用区分図はマングローブとエビ養殖池との関係からみた地域ごとの特徴を基にした区分になっているため、植林や天然更新によるマングローブの増加やエビ養殖池の開発によるマングローブの伐採

といった過去の変化がこの手法により明らかになる。

図 3-6 は左側に 1989 年に撮影された Landsat/TM 画像に 2004 年の土地利用区分を重ねたもの、右側に 2004 年に撮影された Terra/ASTER 画像に 2004 年の土地利用区分を重ねたものを示している。撮影時期は Landsat/TM が 1 月、Terra/ASTER が 12 月であり、双方とも乾季に撮影されているため比較が可能である。

ティエンザン省ゴコンドン郡南部では沿岸部において土地利用が逆転していることが把握できる。つまり、1989 年時点の mangrove 林は全面的に伐採されて 2004 年にはエビ養殖池が広がっている( )のに対し、2004 年に認められる mangrove 林( )は、1989 年時点では水域であり、植林によって新規に形成されたものであることが分かる。1989 年の時点ではエビ養殖池と考えられる土地利用は見られないが、mangrove 林内に水路が網目状に張り巡らされていることから、この時期はエビ養殖池の開発がはじまる段階であったことが推測される。

ティエンザン省で見られた、mangrove 林の全面伐採と植林による新規 mangrove 林の形成という一見矛盾した変化はベンチェ省の各地でも観察される。ビンダイ郡、タンフー郡の現在のエビ養殖地帯( )もかつては mangrove 林であった。1989 年時点でもエビ養殖池の存在は認められるが、依然として多くの mangrove は残されており、1989 年以降全面的に伐採されている。また、ビンダイ、パチ、タンフー各郡の北部の一角に植林により形成された mangrove 林が見られる。ただし、沿岸部の mangrove 林の大部分は結合型養殖池( )として利用されており、これは植林による mangrove 林も例外ではなく、現在存在する純粋な mangrove 林( )の面積は非常に小さい。ビンダイ郡では唯一内陸部に結合型養殖池( )が観察される。この結合型養殖池は、1989 年以降周辺の mangrove がエビ養殖池の造成に伴い伐採される中、1989 年時点の mangrove がほぼそのまま保全されたかたちでエビ養殖が営まれている。パチ郡は 1989 年の時点では塩田が中心的な土地利用であり、1989 年以降エビ養殖池への転換が進んだようである。

水田や田畑・果樹園として利用されていた mangrove の生息しない内陸部においてもエビ養殖池は開発されており、土地の混合利用( )が進んでいることが把握できる。ただし、現在存在するエビ養殖池の大部分はティエンザン省、ベンチェ省ともに mangrove 林をほぼ全面的に伐採して造成したものであり、過去 15 年間でエビ養殖池の開発に伴い非常に大きな面積の mangrove が失われたことが明らかとなった。

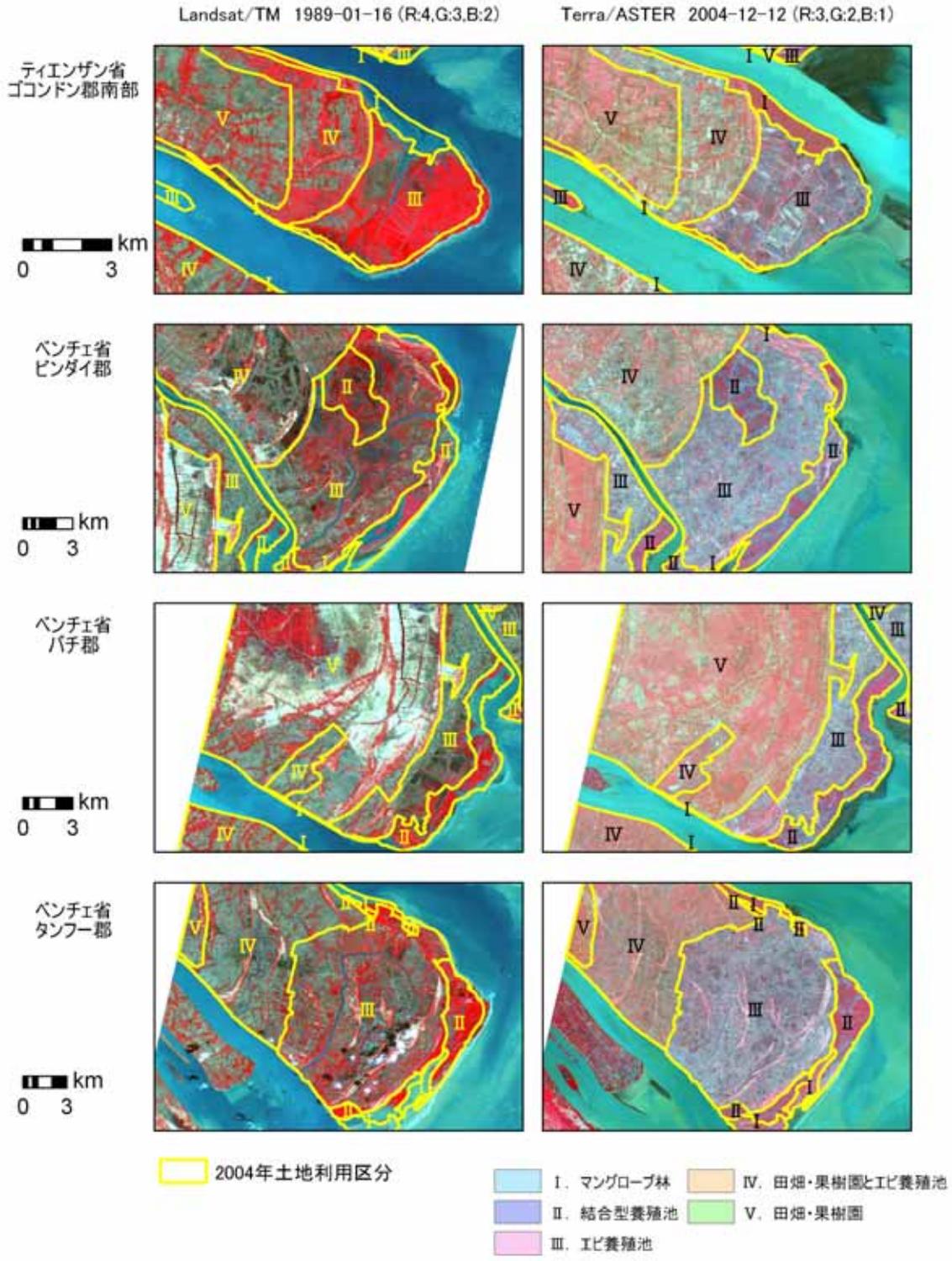


図 3-6 土地利用の変化

### 3.2.3. エビ養殖池の形態変化

最後に、エビ養殖池の新規開発や形態の変化を観察した。3.1において抽出したエビ養殖池が過去のどの時点で造成されたものかを判断するため、過去の衛星画像を参照した。ここでは、1997年1月16日、2000年11月6日、2001年12月11日、2003年2月9日、2004年12月12日という季節のほぼそろった5時期の画像を主に参照し、いずれの時期に現在の養殖池の形態となったのかを判読した。衛星画像から読み取ったエビ養殖池の造成時期は属性データとして3.1.2で作成したベクターデータに付加した。

1997年以降新規に作られたエビ養殖池を示したのが図3-7である。この中には、97年から2004年の間に粗放型から集約型に形態が変化したエビ養殖池、つまりもともとエビ養殖池が存在していた場所に新たに造成された集約型のエビ養殖池も含まれている。図中はエビ養殖池の造成された時期によって色分けがされており、最も新しいものが青色、以下新しい順に水色、緑色、黄緑色で示されている。また、その中で集約型のエビ養殖池は斜線で示している。まず、図3-7からは解りづらいが全体的な傾向として、ホーチミン市カンザ郡およびティエンザン省ゴコンドン郡においては、現存するエビ養殖池の大部分が1997年以降に作られている。それに対し、ベンチェ省では1997年以前から粗放型のエビ養殖池が広がっており、1997年以降さらにそれが内陸側にむけて拡大しているという大きな変化の流れが把握できる。

図3-7には、特に多くのエビ養殖池が1997年以降に造成されている地域を抽出して掲載してある。ホーチミン市カンザ郡では現在、生物圏保護域の外部にエビ養殖池が存在することが3.1.2.で確認されたが、その大部分が2000年以降に造成されており、ほとんどを集約型のエビ養殖池が占めている。ティエンザン省ゴコンドン郡北部はまだ養殖池の数は少ないが、まとまった規模の大きな集約型のエビ養殖池1997年以降に作られていることが観察できる。ティエンザン省ゴコンドン郡南部では1997年から2000年の間に大部分のエビ養殖池が作られており、2003年以降に大規模な集約型のエビ養殖池も開発されている。ベンチェ省では、ビンダイ郡、タンフー郡にもともと多くの粗放型のエビ養殖池が存在しているが、さらに内陸側にエビ養殖池の開発が進められている。1997年から2000年の間に作られたエビ養殖池は粗放型のものであるが、2000年以降は集約型の養殖池も分散的に開発されている。また、タンフー郡では2001年から2003年の間に非常に規模のおおきな集約型のエビ養殖池が作られている。ベンチェ省バチ郡は2003年以降複数の大規模なエビ養殖池が造成されていることが観察される。この一帯はもともと塩田地帯であったことから、近年塩田からエビ養殖池への土地利用の転換が進んでいることが判る。以上より、程度の差はあれ2000年前後から集約型のエビ養殖池が各地で造成されており、対象地域全体では近年エビ養殖の集約化が加速的に進んでいることが明らかになった。

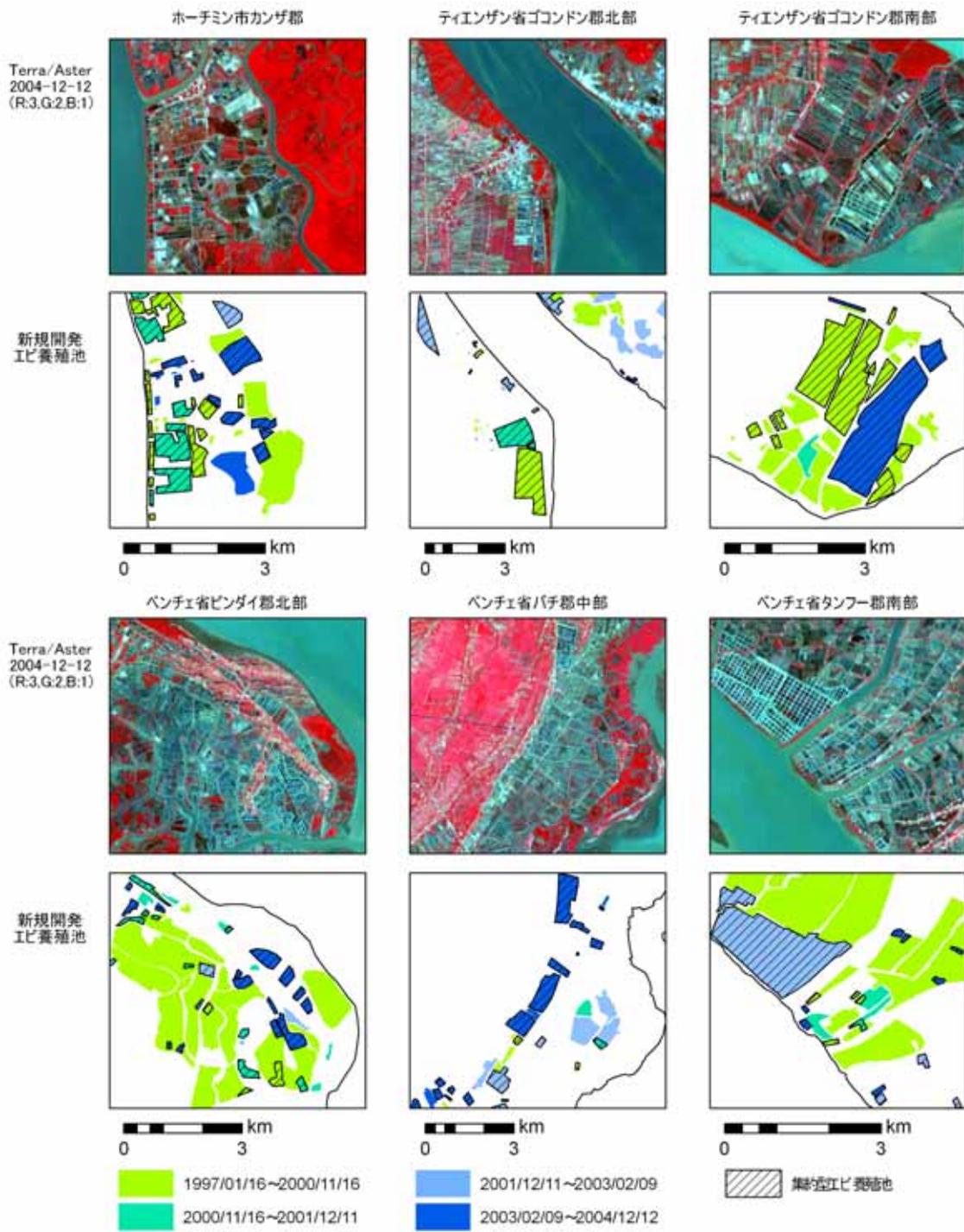


図 3-7 1997 年以降新規に開発されたエビ養殖池

### 3.3. まとめ

人工衛星画像データの分析により対象地域のマングローブ域に関して得られた知見は以下のとおりである。

- 対象地域のマングローブ域は生物圏保護域であるカンザ郡を除きほぼ全面的にエビ養殖地帯となっている
- 純粋なマングローブ林はカンザ郡を除くとわずかに存在するのみである
- 1989年から現在までに、エビ養殖池の開発のためのマングローブの全面的な伐採と植林による新規マングローブ林の造成という土地利用の変化が多く地域で観察できるが、伐採された面積に比べると植林によるマングローブ林の面積は非常に小さなものであり、多くのマングローブが15年の間に失われた
- 対象地域は土壌の侵食・堆積の影響および植林の成果から海岸線が激しく変動しており、マングローブの増加・減少とも結びついている
- ベンチェ省ではマングローブ林は海岸沿いに帯状に存在するが、大部分は結合型養殖池としてエビ養殖にも利用されている
- ベンチェ省のエビ養殖池は80年代、90年代に開発された粗放型のものが中心であるが、近年集約型のものが局所的に開発されるようになってきている
- ホーチミン市カンザ郡、ティエンザン省のエビ養殖池は集約型のものが中心であり、多くは2000年前後に開発されている
- ベンチェ省パチ郡では塩田から集約型のエビ養殖池への転換が進んでいる
- 結合型のエビ養殖は現在のところベンチェ省が主な分布域となっており、多くは海岸線沿いのマングローブ林内に造成されているが、ビンダイ郡では例外的に内陸部に存在している
- 2000年前後に開発されているエビ養殖池のほとんどは集約型のものであり、近年エビ養殖の集約化が進んでいることが明らかとなった

衛星画像を用いることで、マングローブ林やエビ養殖池といったこの地域を代表する土地利用の分布が明らかになり、その過去からの変化を含め、地域ごとの土地利用の特徴を広域にわたって容易に把握することができた。特に本研究の対象地域のような著しい変化に晒されているにもかかわらず統計情報も十分取得されていない地域では、基礎的な情報収集のために衛星画像を利用することは非常に有益であると考えられる。また、エビ養殖が発展するなかで地域の継続的な土地利用を実現するには、エビ養殖の形態についても検討していく必要がある。エビ養殖池の分類に関しては、今回使用したデータの中でも特に空間解像度の高い Terra/ASTER 画像が最も有効であった。Terra/ASTER 画像は今後も取得が可能であることから、今後の計画の立案や評価の局面で有効な情報源となりうる。

## 4. 参加型マッピングによる住民の認識把握

森林管理における住民参加の取り組みの必要性は認識されてはいるものの、それを実現するに当たってその手法は模索状態にある。井上は、対象地の人々とともに問題を発見し、ともに研究し、問題解決のための行動計画をともに策定することが地域住民の視座にたった政策研究者の重要な役割とし、そのためのフィールド研究の手法として、「参加型（アクションリサーチ(Participatory Action Research: PAR)）」を有効としている。(井上, 2000: 井上編, 2003: 井上他, 2004) PAR では、「人々と共に学ぶ」ことを目指したアプローチ PRA(Participatory Rural Appraisal) 「参加型農村調査」を背景とし、主目的はあくまでも調査でありながら、調査対象となる住民に対し何らかの貢献がなされることが期待される。(Inoue and Isozaki ed., 2003: 井上編, 2003: アーユス, 2003)

本研究では、地域住民がマングローブ域に安定して生活していくためには、その土地を持続的に利用していく必要があり、また持続可能な土地利用を実現するためには、現在の政府によるトップダウン型の森林保全ではなく、住民参加型の森林保全策を模索する必要があるのではないだろうか、という問題意識に基づき、PAR を用いてマングローブ域に住む地域の人びとの現実および森林保全に対する認識を理解することを試みる。本調査では客観的な分析における基礎データとしても利用した人工衛星画像を活用することを検討する。具体的には、人工衛星画像をビジュアル・ツールとして用い、地域の住民自身に土地利用の現状および将来像を地図化するという作業を行ってもらうことを試みるが、これを「参加型マッピング」と呼ぶ。

人工衛星画像や空中写真を用いた途上国における PAR の実施事例としては、ネパールのコミュニティ林業に空中写真を用いたマッピングを役立てようとした事例(Jordan, 2002)、アマゾンにおける人口構造の変化と森林消失の関係を調査するためのインタビューに人工衛星画像を用いた事例(Moran et al., 2003)、タイにおいて人口動態と土地利用とを関連付けるためのグループディスカッションに空中写真を用いた事例(fuss et al., 2003)が挙げられる。いずれの事例においても人工衛星画像、空中写真といった視覚的に理解が可能な空間情報は地域住民自ら意思決定を行い、土地利用戦略を立てるためのエンパワーメントに役立ち、調査の上でも有用なツールとなりえることが示唆されている。

### 4.1. 対象地の選定と調査手法

#### 4.1.1. 対象地の選定

参加型マッピングの対象地は、住民参加に対する取り組みが十分とはいえない、ティエンザン省、ベンチェ省の沿岸部とした。特に第 3 章における分析で特徴的な土地利用または変化が明らかとなった 4 ヶ所を抽出し、調査の対象地とした。表 4-1 に対象地とその特徴をリストした。地図の項目は、図 4-1 に示された調査地の位置に対応している。

表 4-1 参加型マッピングの対象地

省名	郡名	地図	特徴
ティエンザン省	ゴコンドン郡	(A)	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 過去にマングローブ林は全面的に開発されエビ養殖池に転換されている</li> <li>➤ 植林により形成された新しいマングローブ林が存在する</li> <li>➤ 近年急速にエビ養殖池の集約化が進む</li> </ul>
ベンチェ省	ビンダイ郡	(B)	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 唯一内陸部に結合型養殖池の存在が認められる</li> </ul>
	バチ郡	(C)	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 製塩業の盛んな地域であるが、近年集約型エビ養殖池への転換が進む</li> <li>➤ 沿岸部には植林されたマングローブ林内に結合型養殖池が見られる</li> </ul>
	タンフー郡	(D)	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 沿岸部に結合型養殖池が広く見られる</li> </ul>

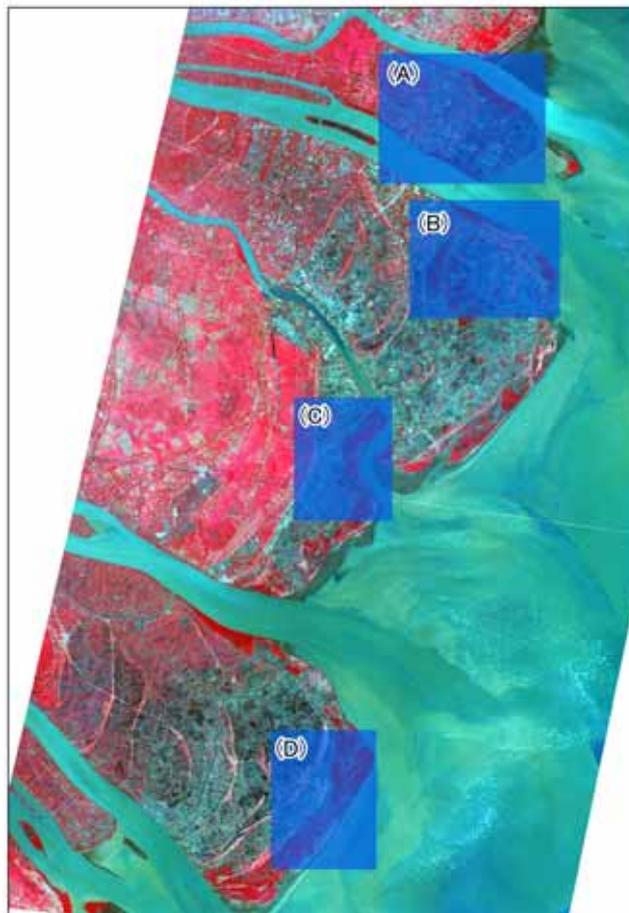


図 4-1 参加型マッピング対象地の位置

#### 4.1.2. 調査手法

本研究では、人工衛星画像をビジュアル・ツールとして用いた参加型マッピングを通して、特に今回の調査で明らかにしようとした点は以下に示すとおりである。

(1) 保護林の範囲や植林の計画など人工衛星画像から判読できない空間情報
(2) 土地利用の空間分布や土地の将来像に関する住民の認識
(3) 行政機関と住民との間での土地利用に関する認識の差異

(1)～(3)の点を明らかにするための作業として、調査対象となる住民自身に土地利用の現状および将来像を地図化するという作業を行ってもらおう。調査に用いた用具は図 4-2 に示してある。人工衛星画像(D)の上に海岸線のみ印刷した OHP シート(B)を重ね、OHP シートに住民自らカラーペン(C)で書き込みを行ってもらおう。質問項目はあらかじめ用意し、必要に応じてディスカッションを行ってもらった上で実施してもらおう。表 4-3 は質問項目の一覧である。なお、調査時には、あらかじめベトナム語に翻訳した質問項目および指示書(E)を用意した。

ビジュアル・ツールとしての人工衛星画像は、現状にもっとも近いものとして 2004 年 12 月 12 日に撮影された雲のない Terra/ASTER 画像(D)を用いた。また、過去からの変化を確認してもらうために 1989 年 1 月 16 日に撮影された Landsat/TM 画像(A)を活用した。人工衛星画像になじみのない住民にも理解しやすいように、カラー合成画像は緑のチャンネルに近赤外のバンド、赤のチャンネルに短波長赤外のバンド、青のチャンネルに可視光の緑もしくは青のバンドを割り当てるようにし、緑色が植生、青色が水域を示す画像を使用した。図 4-3 は実際に使用したカラー合成画像の一例で、ティエンザン省ゴコンドン郡にて用いたものである。

調査の対象としたのは、1人から3人までの住民のグループおよび行政機関の職員である。住民と行政の認識の差異についても明らかにするため、住民のグループと行政機関の職員に対しては別々の機会を設けて調査を行った。OHP シートに書き込んでもらった内容は当然アウトプットとして分析の対象とするが、それに加え記入を行ってもらうにあたって住民同士で交わされた議論の内容も重視した。人工衛星画像を参照することで住民自身の現状理解の助けになるか、また人工衛星画像を媒介にしてローカルな知識を引き出すことはできるか、また調査の有効性や調査手法の問題点や限界についても明らかにするためである。そのため、調査時に作業風景をデジタルカメラで撮影し、記録した動画も分析の対象とした。

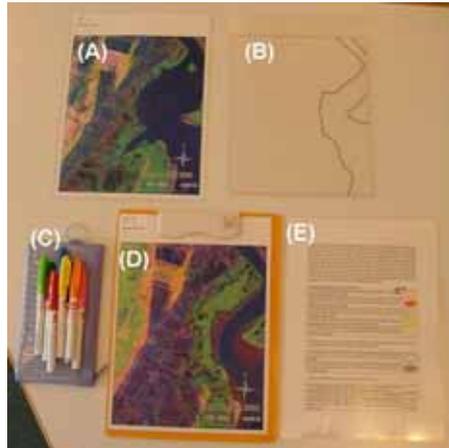


図 4-2 参加型マッピングに用いた用具

表 4-3 質問項目

(a) 現状について考えてください
(1) マングローブ林だと考えられる場所を <u>オレンジ色</u> で囲んでください
(2) (1)のうち、植林によるマングローブ林を <u>オレンジ色</u> で塗ってください
(3) (1)のうち、保護林を <u>赤色</u> で囲んでください
(4) 現在使われていない養殖池があれば <u>黄色</u> で塗ってください
(5) 結合型養殖池だと考えられる場所を <u>黄緑色</u> で囲んでください
(b) 過去の変化を確認してください
(1) 1989年の画像と比べてマングローブが伐採された場所を <u>緑色</u> で囲んでください
(2) 1989年の画像と比べてマングローブが増えた場所を <u>黒色の斜線</u> で示してください
(c) 10年後の予想をしてください。
(1) 10年後にマングローブが増えていると考えられる場所を <u>ピンク色</u> で囲んでください
(2) 10年後にマングローブが減っていると考えられる場所を <u>青色</u> で囲んでください
(3) 10年後に使われなくなっていると考えられる養殖池を <u>黒色</u> で囲んでください



Terra/ASTER 2004-12-12 (R:4,G:3,B:1) Landsat/TM 1989-01-16 (R:5,G:4,B:3)

図 4-3 参加型マッピングに用いたカラー合成画像の一例

## 4.2. 調査結果

表 4-2 参加型マッピング対象者

	地名	行政	住民
(A)	ティエンザン省ゴコンドン郡	ゴコンドン郡森林局職員	E 氏、F 氏
(B)	ベンチェ省ビンダイ郡	ベンチェ省環境資源局職員	H 氏、I 氏
(C)	ベンチェ省バチ郡	ベンチェ省環境資源局職員	K 氏、L 氏
(D)	ベンチェ省タンフー郡	ベンチェ省環境資源局職員	N 氏、O 氏

### 4.2.1. 人工衛星画像から判読できない空間情報の取得

表 4-3 に示した質問項目の中で、保護林の範囲を問うもの(a-2)や、マングローブの増減など将来の予想を問うもの(c)は、人工衛星画像からは判読できない空間情報を扱うものとなっている。たとえば 6 月に実施したような通常のヒアリング調査ではマングローブの保護の状況について質問をしても、「すべて保護している」「海岸沿いの数百メートルは保護している」といったような大雑把な情報しか得られない。また、簡単な地図を介して質問しても、植生の分布状況そのものが不明であるため、正確な情報を得ることは難しい。本調査では植生の空間分布が明確に判読できる人工衛星画像を用いることで、保護の状況を空間的に正確に把握できた。図 4-4 は、ビンダイ郡における保護林のマッピングを行った結果を示している。植生の分布状況が明確であるため、それに即して保護域の位置を特定しえたことが理解できる。右側の図は結果をデジタイズし、保護域を黄色のラインで示したものである。入手した情報をデジタル化することで、分析に役立てるための資料としての利用が可能となる。また、将来の変化を予想する際には、過去の人工衛星画像を参照してもらい変化の傾向を把握してもらった上で実施してもらうことができ、予想の根拠や妥当性などについても住民自身が検討を重ねた上で記入を行ってもらうことが可能であった。

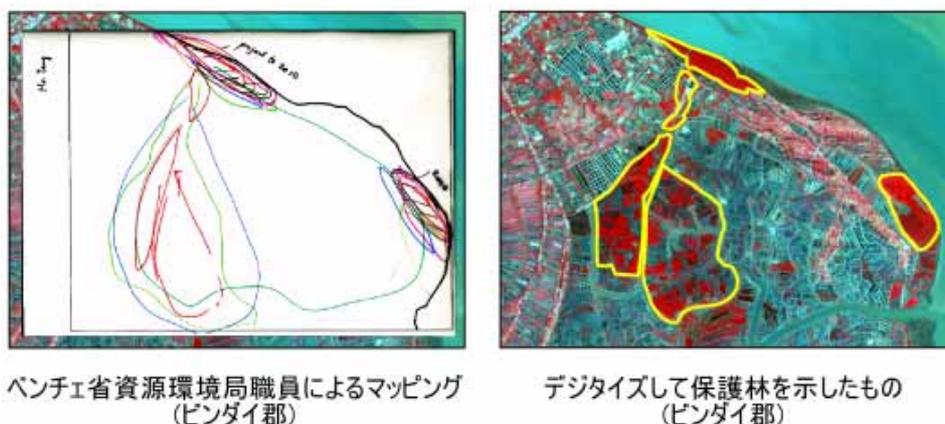


図 4-4 保護林のマッピング(ビンダイ郡)

#### 4.2.2. 土地利用に関する住民の認識

多くの住民は、将来予測も含めて自身の居住する土地の状況について想像以上の知識を有していた。アクセスの非常に困難な場所にあるマングローブの樹種まで説明が可能であったり(タンフー郡)、政府の保護プロジェクトの名称と対象地域、今後のプロジェクトの動向まで詳細に述べる事が可能であったり(ビンダイ郡)といったケースがそれを裏付けている。また、政府の定める保護域のマッピングにおいても、大多数の住民が保護域の設定範囲に精通していることが明らかになった。

ただ、エビ養殖業を個人経営で営んでおり、日常生活における行動範囲の限られた一般的な住民は、自分の身近にある点的な情報を全体に適応して考える傾向がみられた。例えば、ゴコンドン郡の侵食によって土地が失われている地域に居住している住民に過去の変化を書き込んでもらったところ、島の東側の実際に侵食が発生している場所ばかりでなく、人工衛星画像で示した土地全体が縮小していると捉えていた。また、ビンダイの結合型養殖池内部で養殖業を行っている住民は、マングローブのほとんど見られない養殖地帯も含め、マングローブ域全域を結合型養殖池であると共通して捉えていた。図 4-5 に結果を示しているが、ベンチエ省環境資源局の職員は保護されている領域のみを結合型養殖池としており、明らかな差異が見られる。なお、調査の対象となった住民はいずれも保護域の範囲は正確に示しているため、保護のあるなしに関わらず一帯の土地利用が結合型養殖池であると捉えていることが分かる。住民は地域に密着して生活しているために自分の周辺の土地利用状況に影響を受け、広域にわたる地域の状況を客観的に捉えることが難しいという場合もあることが考えられるが、ベンチエ省の例では森林保護に対する思い入れ、考えの違いが表れたものとも考えられ、差異の生じた背景については更なる調査が必要である。

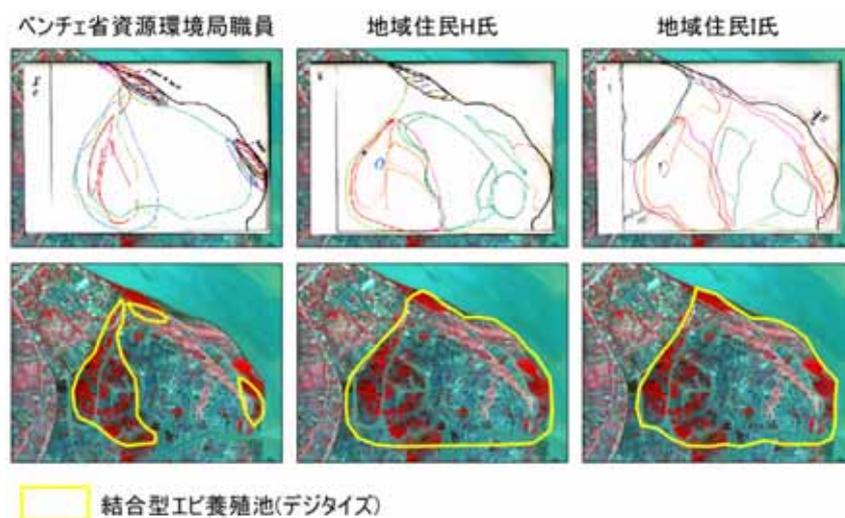


図 4-5 結合型養殖池のマッピング (ビンダイ郡)

#### 4.2.3. 行政機関と住民との認識の差異

今回の調査では、地方行政の職員と住民それぞれの認識に差があるのか、あるとするとどのようなものかということ明らかにすることが目的の1つであった。土地利用の現状や過去からの変化に関しては大きな違いは認められなかったが、表4-3に示した質問項目の(c)にあたる10年後の予想の部分で明確な認識の違いが明らかとなった。

特に、ティエンザン省ゴコンドン郡のフータン村では顕著な認識の違いが認められた。森林局の職員は、既存のマングローブ林については、今後行われる植林により拡張し、また厳しく保護していくため今後伐採されることはなく、マングローブ林は維持されると予想していた。それに対し住民は、完全に逆の見解を述べていた。現在植林が進められているエリアは川の流れや潮の影響で浸食の影響を受けるため、マングローブ林が拡張することはない、さらに現在保護されているマングローブ林に関しても、内陸側はいずれ富裕層や政府へのコネを持つ有力者が買い取って養殖池に転換されるだろうと予想していた(図4-6)。なお、フータン村では住民の述べた内容は森林局職員の説明より具体的であり、根拠も明確であった。

一方、ベンチェ省の各調査地では、フータン村とは逆の傾向が見られた。すなわち、環境資源局の職員は既存のマングローブ林の一部が養殖池に転換される予定になっており、マングローブの伐採を予想している一方で、住民は植林によって沿岸部のマングローブが拡張、増加する可能性を指摘していた(図4-7)。ベンチェ省の職員は、保護林に関しては住民へ周知させる努力を払っているため住民は保護域のことを理解しているだろうと述べていたが、逆にマングローブの破壊につながる情報は政府の内部でのみ扱われ、その地域に居住する住民には共有されていないようである。

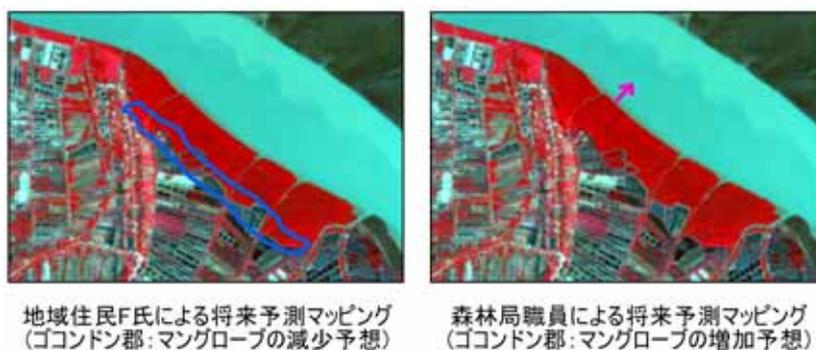


図4-6 将来予測マッピング (ゴコンドン郡: デジタイズ)

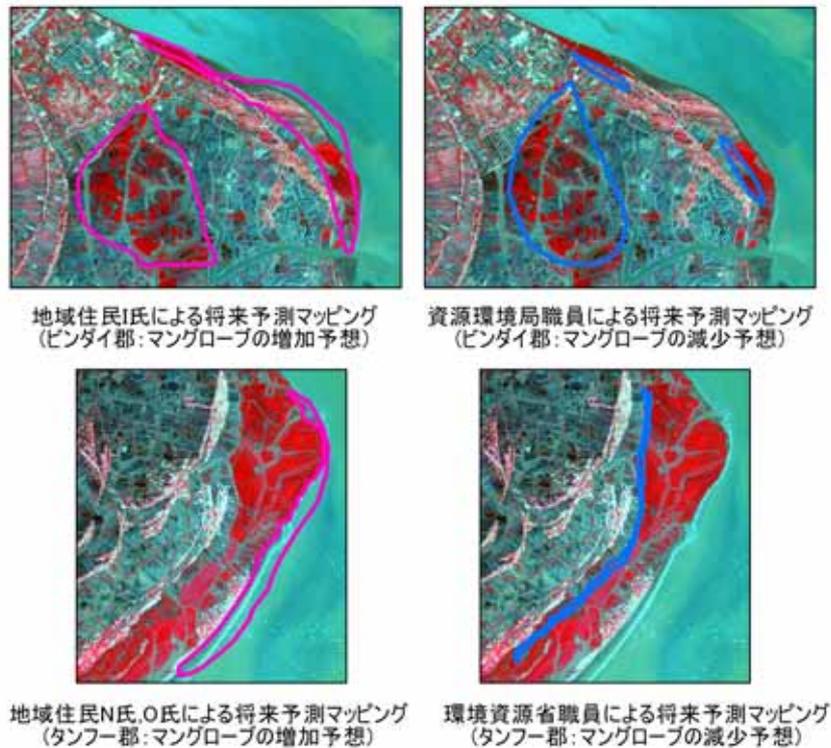


図 4-7 将来予測マッピング (ベンチエ省: デジタイズ)

### 4.3. まとめ

参加型マッピングでは、住民と行政の間で、片方が植林によるマングローブの増加を予測する一方、他方はエビ養殖池の開発によるマングローブ林の伐採を予想するなど、土地利用の将来像に関する認識に大きな隔たりが存在することが明らかとなった。また、人工衛星画像から植生(マングローブ)やエビ養殖池がはっきり判読でき、土地利用の変化を示す客観情報として誰でも理解が可能であることから、本調査で用いた参加型マッピングは、住民間の議論が活性化し、意思疎通の手段としても有効であることが示された。

ただし、今回の調査手法は完全なものではなかった。地図に不慣れな住民も多く、今回の手法は対象者を問わず実施することが可能なわけではなかった。また、地図に親しんでいる住民に対しても、現在地や方角、人工衛星画像の見方などを細かく解説する必要があった。より一般的な手法として地域開発に役立てるためには、地名やランドマークを示した地図を併用する必要があるだろう。また、「自分は何も分からないから」という理由で協力が得られない場合が複数あった。調査の趣旨を納得してもらい、参加型調査の最も根源的な理念である「一番後ろにいた人々を前面に位置づける」ためには、ある程度時間をかけて信頼関係を築いたり、地図に親しんでもらうための教育プログラムの実施と組み合わせたりした上で調査への協力を要請する必要があると考えられる。

## 5. おわりに

本研究では、エビ養殖池の急速な開発のみられるベトナム南部マングローブ域における、持続可能な土地利用の実現に向けた政策立案に寄与することを目的とし、(1)時系列の人工衛星画像を用いて土地利用変化について明らかにし、(2)人工衛星画像による参加型マッピングを行った。

(1)時系列の人工衛星画像データを用いた分析により、以下の結果が得られた。

- 一部新規造林がみられるものの、ホーチミン市カンザ郡を例外とし、過去 15 年間でマングローブ林の大半はエビ養殖池に転換されている
- 2000 年前後から開発されたエビ養殖池の大半が集約型のもので、エビ養殖池の集約化が各地で進んでいる。

(2)人工衛星画像を媒介とした参加型マッピングの結果、以下に示す知見が得られた。

- 住民と行政の間では認識のギャップが存在し、特に土地利用の将来像についてその差異が顕著であった
- 人工衛星画像を用いた参加型マッピングは、当事者間の意思疎通の手段として有効であり、上述のギャップを埋めていくために有益なサービスとなりうる可能性が示された

人工衛星画像を軸として、土地利用について客観的に把握し、当事者間での意思疎通を促すことで、地域ごとの最適な政策を立案することが可能になると考えられる。本研究の対象地域においては、得られた成果はマングローブとエビ養殖との両立を可能とする持続可能な土地利用政策への発展につながるものと期待される。なお、それを実現可能とするサービスや、枠組みなどの具体的な内容については、今後さらなる検討が必要である。

また、今回実施した参加型マッピングは時間等の制約から完成したものとはいえ、他の空間情報の活用可能性や、マッピングの方法などに関してさらなる検討や改善が必要である。従って、今後も現地の行政機関や研究機関との交流を活発に行い、実効性のある成果を得る努力を継続するべきである。

エビ養殖業の発展とマングローブ林の破壊という問題は、ベトナム南部だけの問題ではない。本研究で得られた成果が、他の地域に対しても寄与できることを期待したい。

## 参考文献

### [書籍]

- チェンバース, ロバート著, 甲斐田万智子訳. 第三世界の農村開発. 明石書店, 1995.
- チェンバース, ロバート著, 野田直人・白鳥清志訳. 参加型開発と国際協力. 明石書店, 2000.
- 依光良三. 森と環境の世紀 -住民参加型システムを考える-. 日本経済評論社, 1999.
- 依存良三. 破壊から再生へ アジアの森から. 日本経済評論社, 2003.
- 井上真, 酒井秀夫, 下村彰男, 白石則彦, 鈴木雅一. 人と森の環境学. 東京大学出版会, 2004.
- 井上真. 越境するフィールド研究の可能性. 石弘光編「環境学の技法」. 東京大学出版会, 2002.
- 井上真編. アジアにおける森林の消失と保全. 中央法規出版, 2003.
- 宮城豊彦, 安食和宏, 藤本潔. マングローブ -なりたち・人びと・みらい-. 古今書院, 2003.
- 小滝一夫. マングローブの生態-保全・管理への道を探る-. 信山社出版, 1997
- 石田暁恵・五島文雄編. 国際経済参入期のベトナム. アジア経済研究所, 2004
- 村井吉敬. エビと日本人. 岩波書店, 1988.
- 村井吉敬・鶴見良行. エビの向こうにアジアが見える. 学陽書房, 1992.
- 多屋勝雄. アジアのエビ養殖と貿易. 成山堂書店, 2003.
- 中村武久・中須賀常雄. マングローブ入門. めこん, 1998.
- 松井重雄編. 変貌するメコンデルタ：ファーミングシステムの展開. 農林統計協会, 2001.
- NPO 法人アークス編. 国際協力プロジェクト評価. 国際開発ジャーナル社, 2003.
- Adger, W Neil., Kelly, P Mick., and Ninh, N Huu., ed, Living with Environmental Change -Social vulnerability, adaptation and resilience in Vietnam-. Routledge, 2001.
- Craig, William J., Harris, Trevor M., and Weiner, D., Community Participation and Geographic Information Systems. Taylor & Francis, 2002.
- Fox, Jefferson., Rindfuss, Ronald R. , Walsh, Stephen J., and Mishra, Vinod ed, People and the Environment -Approaches for Linking Household and Community Surveys to Remote Sensing and GIS-. Kluwer Academic Publishers, 2004.
- Inoue, M., and Isozaki, H., ed, People and Forest - Policy and Local Reality in Southern Asia, the Russian Far East, and Japan. Kluwer Academic Publishers, 2003.
- Kumar, Somesh., Methods for Community Participation. ITDG publishing, 2002.
- MacNae, W., Mangrove Forests & Fisheries, FAO, 1974.

- Phan, N Hong., and Hoang, T San., Mangroves of Vietnam. IUCN, 1993.
- Salim, E and Ullsten, O. Our Forests Our Future. Report of the World Commission on Forests and Sustainable Development(WCFSD). Cambridge University Press, 1999.

### **[論文]**

- Almeida-Guerra, P., 2002. Use of SPOT images as a tool for coastal zone management and monitoring of environmental impacts in the coastal zone. *Optical Engineering*, Vol.41, No.9.
- Binh, C.T., Philips, M.J., and Demaine, H., 1997. Integrated shrimp-mangrove farming system in the Mekong delta of Vietnam. *Aquaculture Research*, 28, pp599-610
- Binh, T.N.K.D., Vromant, Nico., Nguyen., Thanh Hung., Hens., Luc and Boon, E.K., 2005a. Land Cover Changes Between 1968 and 2003 in Cai Nuoc, Ca Mau Peninsula, Vietnam. *Environment, Development and Sustainability*, 7, pp519-536.
- Binh, T.N.K.D., Nguyen, Tho., Nguyen., Thanh Hung., 2005b. Impacts of Shrimp Farming on the Socio-Economic and Environmental Situation in the Coastal Cai Nuoc District, Mekong Delta, Vietnam. *Asian Conference on Remote Sensing 2005*.
- C. Kwei Lin., 1989. Prawn culture in Taiwan - What went wrong? -. *World Aquaculture*, 20(2), pp.19-20.
- Chambers, R., 1994. The Origins and Practice of Participatory Rural Appraisal. *World Development*, Vol.22, No.7, pp.953-969.
- Dao, Huy Giap., Yang, Yi., and Amararatne, Yakupitiyage., 2004. Application of Remote Sensing for Assessing Shrimp Farming Development: A Case Study at Haiphong, Vietnam. *2004 AFITA/WCCA Joint Congress on it in Agriculture*.
- Diaz, B.M., and Blackburn, G.A., 2003. Remote sensing of mangrove biophysical properties: evidence from a laboratory simulation of the possible effects of background variation on spectral vegetation indices.
- Gao, J., 1999. A comparative study on spatial and spectral resolutions of satellite data in mapping mangrove forests. *International Journal of Remote Sensing*, Vol. 20, NO. 14, pp.2823-2933.
- Graaf, G.J., and Xuan, T.T., 1998. Extensive shrimp farming, mangrove clearance and marine fisheries in the southern provinces of Vietnam.
- Green, E.P., Clark, C.D., Mumby, P.J., Edwards, A.J. and Ellis, A.C., 1998. Remote sensing techniques for mangrove mapping. *International Journal of Remote Sensing*, Vol. 19, NO. 5, pp.935-956.

- Hirose, Kazuyo., Maruyama, Yuichi., Shiokawa, Yuichi., Huynh, Thi Minh Hang., Nguyen, Hoang Anh., Tran, Triet., and Vien, Ngoc Nam., 2003. Monitoring of Can Gio mangrove forest in Vietnam. 日本リモートセンシング学会 第34回学術講演会論文集.
- Hirose, Kazuyo., Syoji, Mizuhiko. Huynh, Thi Minh Hang., Nguyen, Hoang Anh., Tran, Triet, and Vien, Ngoc Nam., 2004. Satellite Data Application for Mangrove Management. International Symposium on Geoinformatics for Spatial Infrastructure Development in Earth and Allied Sciences.
- Huynh, Thi Minh Hang., Hirose, Kazuyo., Do, Van Quy., Tran, Triet., Nguyen, Hoang Anh., Maruyama, Yuichi. and Shiokawa, Yuichi., 2003. Geo-Environmental Research for Can Gio Mangrove Forest, Vietnam. Asian Journal of Geoinformatics, Vol.3, No.3.
- Jordan, G., 2002. GIS for community forestry user groups in Nepal: putting people before the technology. Community Participation and Geographic Information Systems.
- Krause, G., Bock, M., Weiers, S., and Braun, G., 2004. Mapping Land-Cover and Mangrove Structures with Remote Sensing Techniques: A Contribution to a Synoptic GIS in Support of Coastal Management in North Brazil. Environmental Management, Vol.34, No.3, pp.429-440.
- Lebel, Louis., Nguyen, Hoang Tri., Saengnoee, Amnuay., Pasong, Suparb., Buatama, Urasa. and Le, Kim Thoa., 2002. Industrial Transformation and Shrimp Aquaculture in Thailand and Vietnam: Pathways to Ecological, Social, and Economic Sustainability?. Ambio, Vol.31 No.4, pp.311-323
- Paez-Osuna, F., 2001. The Environmental Impact of Shrimp Aquaculture: Causes, Effects, and Mitigating Alternatives
- Tong, P.H.S., Auda, Y., Populus, J., Aizpuru, M., Al Habshi, A., and Blasco, F., 2004. Assessment from space of mangroves evolution in the Mekong Delta, in relation to extensive shrimp farming. International Journal of Remote Sensing, 10, Vol. 25, No. 21, pp.4795-4812.

### **[その他の資料・Web サイト]**

- 鈴木伸二. ベトナムのマングローブ湿地開発と、エビ養殖の発生・拡大・特化に関する基礎研究報告. ACTMANG 内部資料, 1999 年以降(作成年度不明).
- マングローブ植林行動計画. ベトナムにおけるマングローブ植林協力基礎調査報告書. 1994.

- マングローブ植林行動計画. 「エビ養殖・マングローブ植林」複合型モデル形成(ベトナム) プロジェクト形成調査報告書. 1998.
- 世界経済情報サービス. ARC レポート 2004 ベトナム. 2005.
- Phan Nguyet Anh, Jaap T. Brands, Phan Nguyen Hong, eds. National Workshop on the Relationship Between Mangrove Rehabilitation and Coastal Aquaculture in Vietnam. CRES&ACTMANG, 1997.
- Sathirathai, S. Economic valuation of mangroves and the roles of local communities in the conservation of the resources: case study of Surat Thani, south of Thailand. Economy and Environment Program for Southeast Asia(EEPSEA), 1997.
- DONRE(Ben Tre). Hien trang moi truong tinh Ben Tre, nam 2005.(ベンチェ省環境資源局による 2004 年次環境に関する報告書、ベトナム語資料)
- Ben Tre Province.<http://bentre.gov.vn/>
- General Statistics Office of Vietnam.ベトナム統計年鑑. <http://www.gso.gov.vn/>