

## ベトナム、ホーチミン市一帯の感潮域における土地利用特性 —マングローブ湿地と水路網の分布に着目して—

大友萌子<sup>1)</sup>、宮城豊彦<sup>2)</sup>、浅野哲美<sup>3)</sup>

### The land use features of tidal area in and around the Ho Chi Minh City, Vietnam: with special references to mangroves and its water way networks

Moeko Otomo, Toyohiko Miyagi, Tetsumi Asano

**Abstract:** A spatial spread of mangrove environment and the use has been grasped through the waterway distribution and its usage in Ho Chi Minh City.

A zone with a radius of the Dong Nai river mouth of 60 km is an intertidal zone in the City. The mangrove and land use features in the range of 60 km of inland from Dong Nai River mouth can be summarized as follows.

It changes from the coast to inland in the area where the mangrove coast use along the channel and branch of a river is prosperous, and the area which uses mangrove environment seasonally and partially. The results are summarized as follows.

1. As a viewpoint which catches relation of a mangrove and a person, use of the products of a forest region, destruction, reclamation, etc. attract attention from the former. However, the waterway which connects by network the intertidal-zone region which is a potential mangrove region here was observed as "an index of function which connects people and a mangrove."
2. The Can Gio area, and a river and the tidal channels 5-10 km upper stream, "A: the prosperous area of mangrove resource use" spreads from the Dong Nai river mouth. The area of width approximate 5 km of a besides style or a circumference region is "B: an area which uses mangrove environment seasonally and partially." The land side circumference of the area A and B where canal and a waterway excavate, and it turns into farmland progressed, "C: the area which will perform the case of a mangrove coast and a similar life if it sees from a point of waterway use" spreads. Furthermore, in a circumference part (G), it changes to hills, an artificial place, etc. which are poor relations to the characteristics of the mangroves.
3. It looked down at the whole potentially tidal area in which a mangrove may be materialized, meant understanding the comprehensive relationship of people and a mangrove, based on the GIS data creation.

**Keywords:**GIS, Ho Chi Minh City, Land use, Mangrove wetland, Waterway network

#### 1. はじめに

ベトナム南部のホーチミン市一帯において、潜在的にマングローブ林が発達可能と思われる地域全体を対象に、マングローブ湿地域が有する自然特性とその利用特性を俯瞰的に捉える視点を設定することを試みる。そのために、先ず理解と分析との基礎として対象地域における自然条件と人為との関係を概括的に整理する。次に地域の開発が急伸する以前の地図情報を GIS データベース化し

て整理し、マングローブ林の存在傾向、水路の分布実態と利用特性の対応傾向を把握した。本報告の構成は、1) 既存論文から、当該地域の自然環境やマングローブ利用を整理し、2) 大友(2015) が構築した当該地域の GIS データベース (水路網、道路網、居住地、市街地、およびマングローブ林の5項目) をもとに、当該地域におけるマングローブ林域への人の関与の時間的、空間的な様相を捉え、3) 特に水路網の分布とその利用実態、居住地との位置関係の把握に務めた。次に水路網に注目して、対象

<sup>1)</sup> ESRI ジャパン株式会社 ESRI Japan Corporation

<sup>2)</sup> 東北学院大学地域構想学科 E-mail: miyagi@mail.tohoku-gakuin.ac.jp Department of Regional Design, Tohoku-Gakuin University, Izumi-ku, Sendai, 981-3193, Japan

<sup>3)</sup> マングローブ植林行動計画 Action for Mangrove Reforestation (ACTMANG)

▶ マングロープ湿地は「どこからどこまで(範囲)、どのように(内容)」利用されているのか？

面的に広がるマングロープ分布域と  
その自然環境を利用した地域住民の生活

← これまで取り上げられておらず、マングロープ  
研究における今後の人文・自然地理学的展開と  
して提示できる。



図1 本研究のコンセプトと対象となる場所の範囲についての概念図

Fig. 1: Concepts of the study

地域 41 カ所において、水路と水路周辺で営まれるさまざまな利用状況の観察調査と聞き取り調査を行った。これらの情報を指標化して、マングロープ林域が潜在的に有する諸特性と土地利用特性の存在状況を把握した。それらを総括して、潜在的にマングロープ湿地域であると考えられる地域の範囲、その全体におけるマングロープ湿地の分布特性、そこに織り込まれる人為の諸相を大局的に捉えることを試みた。

## 2. 背景と視点

マングロープと人為の関係については、古くは Walsh et al. (1975) によるマングロープ生物学と管理に関するシンポジウム、ITTO と ISME 共同企画による複数の出版(例えば、Field, 1996a, b) など多くの報告がある。その間日本人による調査研究も活発に行われ、マングロープ林が有する資源の直接的・伝統的利用、マングロープ生態系の間接的利用、養殖池造成や開発による林地転用などの排他的利用が把握され(安食・宮城, 1992; 安食, 2002; 井上・藤本, 2014)、またマングロープ林域での水産物の輸出や土地政策や人口移動を明らかにした例などがある(村井, 1988; 鈴木, 1999, 2005)。近年の研究、特に地域住民とマングロープとの関わりの例としては、特定の地域を対象として森林構造や地域住民の伝統的利用に配慮した管理(在地的管理)(大野, 2007) や、地域

住民の生活基盤として生態系を位置づけ、生態系利用を把握する試み(原田・小林, 2012) などがある。

マングロープ林と人の関係を捉える視点の一つに、日本の里山と同じ様子が見られることや、マングロープ林の多くが二次林であることが度々指摘されている(小見山, 1992; 宮城ほか, 2003)。里山の概念を厳密に定義することは難しいが、人里近くで人が日常生活にかかわる林地(中村・本田, 2010) とマングロープ林域の類似が指摘されている。マングロープが里山といえるのか、疑問を呈する見方もある(阿部, 1997; 今村, 2000)。マングロープと地域住民との関係に里山のそれと同様の一面があるとするれば、日本における里山の自然的役割やその景観が、周辺地域の経済発展、社会基盤整備、人々の価値観・生活様式の変化など、人間社会の変容に伴って変わってきたことと類似の現象が、潜在的にはマングロープが分布可能な湿地域全体でも生じていると想定することが可能なのではないかと考える。

さて、これまでのマングロープへの人為に関して多くの研究が対象としてきた地理的な範囲は、現存するマングロープ林域に限定されてきたようである。マングロープが成立可能な条件は、熱帯・亜熱帯の感潮域である。現在は森林が確認できなくても、マングロープが分布可能な自然環境条件が内陸まで広がっている可能性がある。そうであればマングロープが生育可能な地域全体(マングロープ湿地)を対象とした研究も成立すると考える。

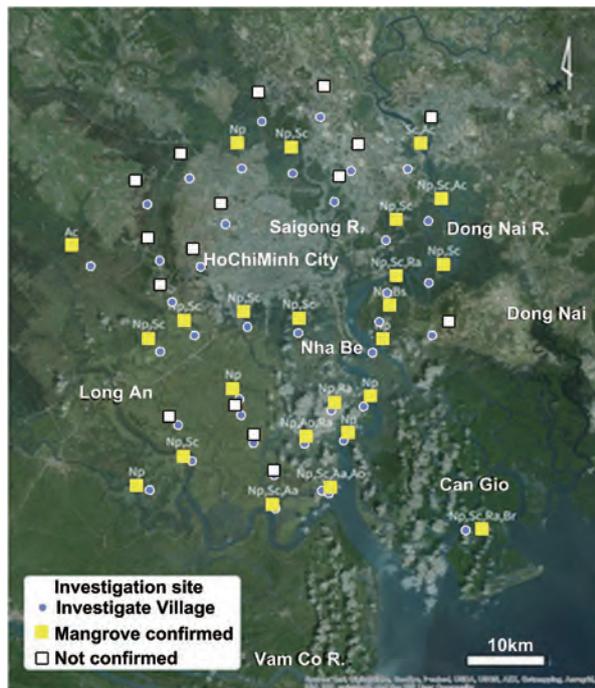


図2 調査対象範囲と調査実施集落位置、現地地で確認したマングローブ植物の存否

Fig. 2 : Study area for the research.

さらに、これまでに試みられた研究例にみる空間設定の中で展開される人為とは、マングローブ林産物の利用や林域での漁業活動など、いわばマングローブの目に見える利用を主な指標として取り上げられてきたのではないかと。だが、本研究のように、マングローブが分布可能な感潮域全体で人為を把握する場合、これらを指標にするのは適切でない。この空間に関わるすべての人々がマングローブを目に見える形で使っている訳ではないからである。マングローブを目に見える形で利用していなくても、地域住民の日常生活の中で、その場所がマングローブ湿地であることが何らかの形で影響していると考えた視点を持つことを提案したい。

マングローブ域の骨格的な要素である水路網について、阿部(1997)は、マングローブが生育可能な低湿地では、陸域と海域双方の特性を持つマングローブ生態系の潜在的な特質の内、とくに海域性によって人の生活が制限を受け、水路を利用した水上交通網が発達することを述べている。水路は、交通路としてだけでなく、生産場や生活場、排水路、用水路など、多面的な役割をもつ生活基盤である。マングローブ湿地で発達する水路網は、都市化などに伴う社会基盤整備が進むことで陸地化し、陸上の道路網にとって代わられることになる。水上から陸上への生活基盤の変化はそのまま、人為の性質や規模の変化へともつながるのではないかと。

表1 水路利用およびマングローブ環境の評価項目

Table 1 : Evaluation criteria of waterway use and mangrove environments

| 水路利用         |           | マングローブ環境   |   |
|--------------|-----------|------------|---|
| 1            | 排水 (Dr)   | 1          | マングローブ植物 ※マングローブ林の主要構成種1種につき2点、副次的な構成種1種につき1点を加算 (Ma) |
| 2            | 農業灌漑 (Ir) |            |   |
| 3            | 移動 (Mo)   |            |   |
| 4            | 輸送 (Tr)   | 2          | 潮汐の影響 (Ti)  |
| 5            | 生産場 (Pr)  | 3          | 地形 (デルタ・エスチュアリー型) (De)                                |
| 6            | 生活場 (Li)  |            |   |
| 各2点満点 合計 12点 |           | 各2点満点+1の得点 |   |

( ) 内のアルファベットは次の単語の省略形

Dr : Drainage, Ir : Irrigation, Mo : Movement, Tr : Transportation, Pr : Production, Li : Livelihood, De : Delta, Ti : Tide, Ma : Mangrove plants

こうしたことから、本研究では、マングローブが分布可能な土地、感潮域全体をマングローブ湿地として設定し、この土地での人の関与とこの変化を捉える具体的な指標として、水路ネットワークの利用を設定する。本研究が想定するマングローブ域における人為の構造を図1に模式的にまとめた。

### 3. 分析対象地域の決定とそこで考慮した条件

本研究を展開するために、次の2つの条件を満たすホーチミン市一帯を対象地域に設定している。一つは開発の歴史や背景、利用の性質・規模とその変化など、マングローブ湿地での人為の履歴が、現在の調査やデータから追跡可能であること。いわば時間的な条件である。もう一つは空間的な条件であり、マングローブが成立可能な感潮域とともに、人間の居住空間が広範に分布していることである。

ホーチミン市を有するベトナム国は、1867年にフランス領となり、メコンデルタからドンナイデルタにかけて運河建設と農地開拓が進められた。その後第一次インドシナ戦争(1946 - 54年)、第二次インドシナ(ベトナム)戦争(1960 - 75年)と、長く戦禍を被り、1986年のドイモイ政策によって経済発展が本格的に始まった。この間の土地利用状況の変化は、約100年前からの各種地図類、1980年代以降の衛星画像データや各種数値地図の分析、住民への聞き取り調査や観察から追跡することが可能である。また、ホーチミン市は約700万の人口を有する大都市であり、都心部を中心に人間の居住空間が広がる。さらに、市近郊のカンザ地区には約32,000ha (Nam et al., 2014) の広大なマングローブ保護林が存在し、内陸60 ~ 70km程度までの感潮域全体が、マングローブが潜在的に生育可能な

地域となっている。

以上のような地域特性を持つことから、ここではマングローブと人の双方の要素の在り様を俯瞰的に把握できると考えられる。おおよその分析範囲はホーチミン市周辺を含む海岸線から60km内陸までの感潮域とした。

#### 4. ホーチミン市一帯におけるマングローブ湿地の土地自然と人の居住空間

ホーチミン市とその周辺はサイゴン川とドンナイ川の流域に属し、市域の南西には、メコンデルタが広がる(図2)。ドンナイ川河口部は河成営力による沖積作用に、主として潮汐による海成営力も加わり小規模ながらデルタが形成され、そこがカンザ地区となっている。市域の大半が標高6m以下の低平な土地であり、年間の最大潮差は河口のブンタオ港で5mに達する。市の南東部には、UNESCO/MABの生物圏保護区に指定されているカンザ地区があり、約32,000haのマングローブ林が保護されている。なお、この森林はベトナム戦争時に枯葉剤による壊滅的な被害を受け、その後経済的価値の高い*Rhizophora apiculata*を中心に植林が実施されて再生したものである。

この森林はデルタ上に形成されており(宮城, 1995)、デルタは、河川、分流路、滞、分流路間低地、自然堤防といった地形要素で構成される。森林の立地型は潮汐営力卓越立地(Woodroffe, 1992)であり、一日二潮汐による頻繁な冠水と共に、河川からの淡水も流入し、それらと共に水と物質も移動するという特徴を持つ。対象地域のように低地が広がる場合、デルタ河口部から内陸部まで河川を通じて潮汐の影響を受け、内陸奥深くまでマングローブが分布する。図2には、実際に現地調査によって確認したマングローブ植物の分布状況が示してある。*Sonneratia caseolaris* や *Nypa fruticans* など、マングローブ林の主要構成種(Tomlinson, 1986)を広い範囲で確認しており、都心部でも民家の溜め池に*Rhizophora apiculata* や *Sonneratia caseolaris*、河川流路や水路際では *Nypa fruticans* が群生する様子が見られ、地形、潮汐、植生の各観点からみてマングローブが潜在的に成立可能な環境(表1)が、対象地域のほぼ全域に面的に、また水系沿いに広がっていることが窺える。

Mochida et al. (1999)は、東南アジアにおけるマングローブの垂直分布と潮位、堆積物、土地利用の関係を示している。それによれば、マングローブの群落は地盤高と潮位に応じた樹種の置き換わりを示し、その中等潮位面から最高潮位面までの地盤高の高い部分では、薪炭材・建材や、燃料(薪)の確保のための伐採、養殖池造成などといった人為も地盤高に対応しているように記載してい

る。

本研究の対象地域では、自然に発達した水路や滞に加えて、人工的に造られた水路も発達する。このような水路であっても潮汐作用や河川水の影響から免れるものではない。大枠で見れば潮間帯の環境下にあるから、一部のコンクリート擁壁で囲まれたような例を除けば、水路両岸にはマングローブが確認できるし、侵食・堆積作用も現れる。広大に潮間帯が広がるホーチミン市一帯では、河川水と潮汐水双方の作用が流路や堤間湿地(水域)に潮汐環境よりも僅かに高い微高地(陸域)が入り組む地形構成が発達していると言えるのではないか。この組み合わせがモザイク状に連なりホーチミン都心部とその奥の内陸部までの感潮域全体に発達する。潮間帯とそれより僅かに高い陸地が入り組むような場所では、陸域を居住空間としつつ周辺の潮間帯と行き来する生活が成立する。

#### 5. 広範な開発前のホーチミン市一帯における水路網と土地利用

ホーチミン市一帯のマングローブ湿地では、複雑な水路網が張り巡らされ、水域と陸域がモザイク状に配置される土地ができあがる。この土地の水路ネットワークを把握するために、米軍が作成した1/50,000地形図(1967)を用いて、詳細な数値地図を整備した(大友, 2015)。図3aは、その数値地図から、当該地域の1967年時点の主要河川と水路を示したものである。現在もマングローブ林があるカンザ地区からNha Be(ニャーベ)、ホーチミン市都心部にかけてと、ドンナイ川とサイゴン川沿いに、網目状に入り組んだ水路網が発達する。特にドンナイ川とサイゴン川の合流地点から南側のNha Be地区一帯では、密な水路ネットワークが形成されている。この地図に示される水路は、地図の縮尺に依存しており、実際には更に小規模な水路も存在する。現地に行けば「至る所に水路が張り巡らされる土地」といえる。図3aに現地調査でマングローブ植物を確認した地点を示した。マングローブは、最も内陸で海岸線から約80kmの地点まで確認でき、かなりの内陸であってもマングローブの分布域が水路網にそって、分布している様子がわかる。フランス植民地時代の地形図では、ホーチミン市街地の西側に直線的な水路網が密に発達する場所が見られる。これは仏軍の占領時に、除塩して農地化する目的で掘削された運河で(V. N., Nam, 私信)あり、ここにもマングローブ植物が存在していたと推測できる。

図3bは、1967年時点の道路網と居住立地である。ホーチミン市都心の住宅密集地域とその北部を中心に、水路網が発達するエリアを避けるように道路が延びる。特に、マングローブ林が発達するカンザ地区とその周囲では道路

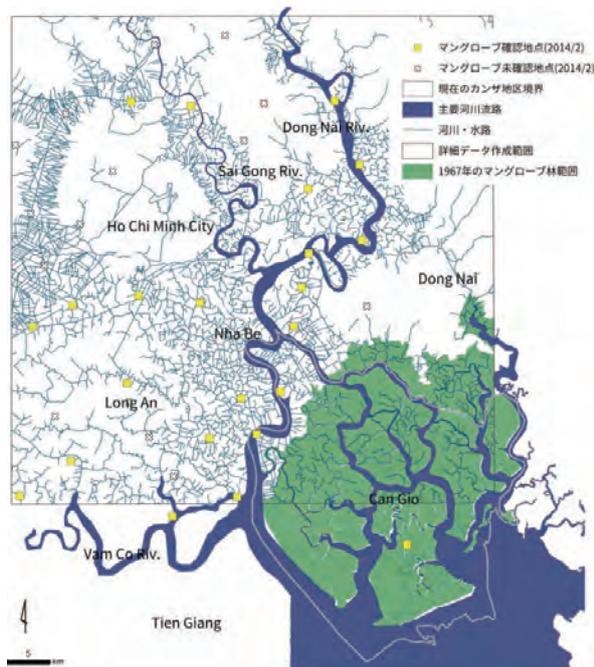


図 3a 対象地域の 1967 年時点での水路網 (1/50,000 地形図より筆者作成)

**Fig. 3a** : GIS data of waterway and mangrove distribution (1967)

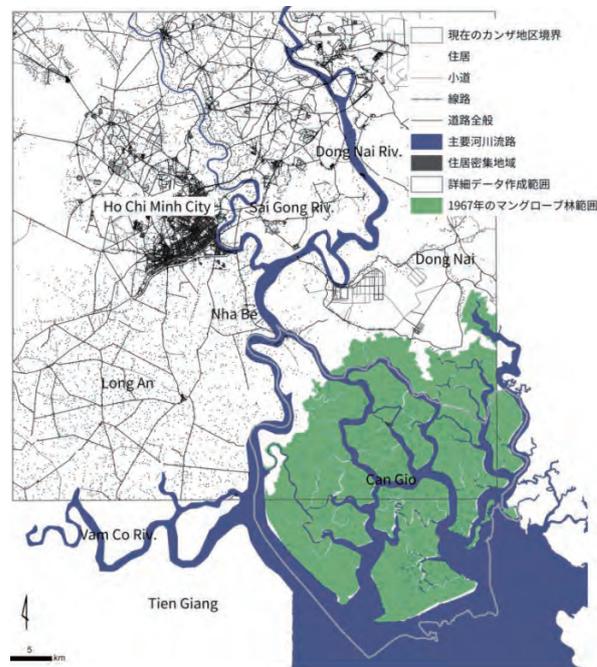


図 3b 1967 年時点での道路網と住居 (1/50,000 地形図より筆者作成)

**Fig. 3b** : GIS data of roads, residences and mangrove distribution (1967)

はほとんど見られない。

住居系(住居系とは、GIS データ作成の基になった地形図上で住居と表示されるもので、実際の家屋とは異なる可能性がある)の分布を見ると、道路沿いに立地するエリアが広い。一方で、ロンアン省東部やカンザ地区では住居系は、図 3a で示した水路網に沿って並ぶ傾向が確認できる。

図 4 は、1967 年時点での水路、道路、住居系それぞれの分布密度を表したものである。水路の分布密度(図 4a)は、マングローブ分布の中心と言えるカンザ地区から内陸側にマングローブの分布と重なるように変化していることが分かる。カンザ地区の水路密度は低い値を示すが、これはデータ作成元の地形図には小規模な水路や滯はマングローブ林と一括されて表記されていることに起因する。実際は大小の水路が入り組んだ土地が広がっていることは、宮城(1995)の記載からも推測できる。道路密度(図 4b)は、ホーチミン市中心部に集中し、市より北と東側の比較的地盤が高い地域で発達し、市の南部からカンザ地区、ロンアン省西部では密度が低い。この道路密度分布図と同じ様子が見られるのが、住居密度分布図(図 4c)である。道路網に沿って住居が分布し、居住地と道路網の密度分布はほぼ一致していることが見て取れる。

広域の地域開発が進む以前のホーチミン市一帯の状況

をまとめれば、マングローブと水路で括られる水の世界と、道路と住居系で特徴づけられる潮汐作用から免れた微高地の世界とに区分できる。しかしながらマングローブ水域が無人であった訳ではない。そこには地図には記載されないながらも人が住んでいたことは想像に難くない。この水の世界、すなわちマングローブが成立可能な土地、つまりマングローブ湿地を人為の観点からまとめれば、そこは本来、潮汐流と河川流の双方向の水の動態によって、その空間を構成する地形、植生、さらに人為までもがコントロールされ、まとめ上げられた空間であると言えるのではないだろうか。この前提を拡張すれば、水路ネットワークの利用とはマングローブ湿地利用の延長上にあるとも考えられる。マングローブへの人の関与を捉える指標として水路ネットワークとこれの利用を設定できると考えられるのではないか。

一方で道路網と居住地の関係からは、人が暮らす目的や都合に沿って自然の土地を改変してきた事実が見えてくる。ホーチミン市が現在のような大都市になる前は、当たり前のようにマングローブが見えていたはずである。人間の目的に沿うように道路が敷かれ、人が住み、土地が改変され、マングローブが見えなくなる。道路網の整備や利用の様子からも、マングローブ湿地利用の変化を捉えるヒントが導かれるのではないだろうか。

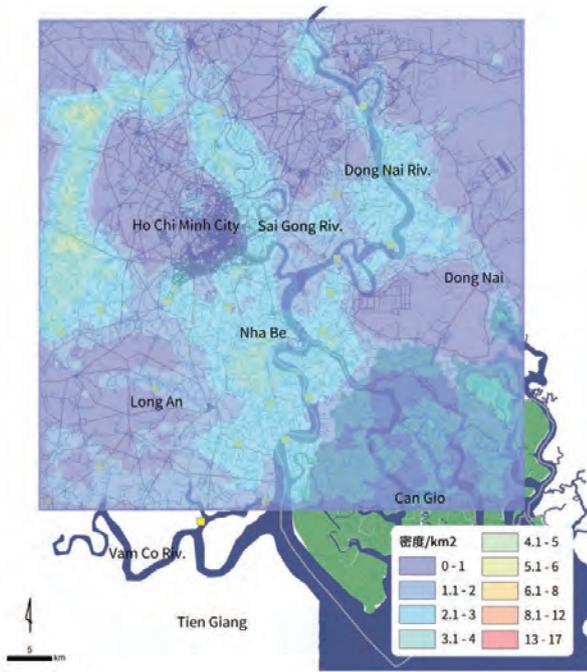


図4a 対象地域における1967年時点の水路密度 ( $\text{km}^2$ あたりの水路数)

Fig.4a : Density of waterway (1967)

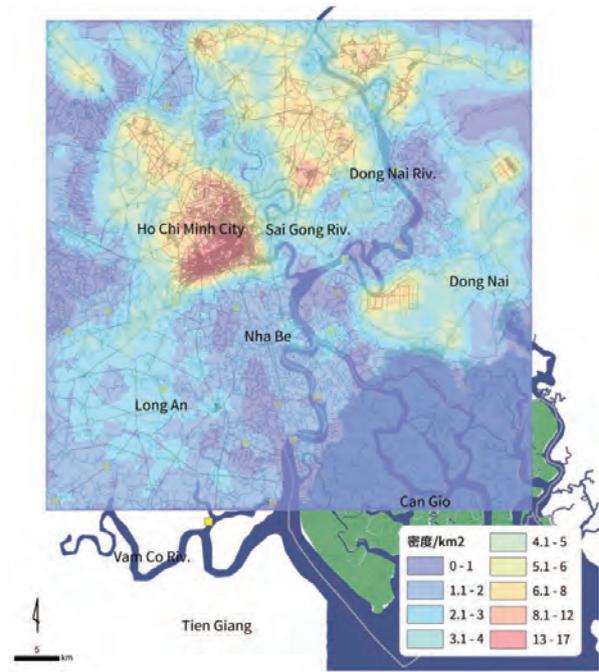


図4b 対象地域における1967年時点の道路密度 ( $\text{km}^2$ あたりの道路数)

Fig.4b : Density of road (1967)

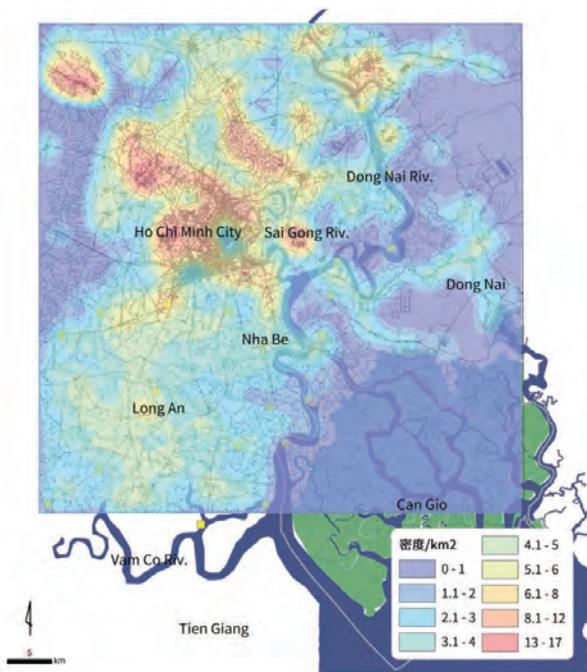


図4c 対象地域における1967年時点の住居密度 ( $\text{km}^2$ あたりの住居数)

Fig.4c : Density of residence (1967)

## 6. ホーチミン市一帯に見る水路と利用特性の評価

ここでは、マングローブ林が成立する潜在性を有する地域全体(感潮域とほぼ重なる)を調査対象として、図1で模式的に示したマングローブと人との関係が実際の空間分布としてどのように特徴づけられるかの全体的な傾向を把握したい。前章までの着眼に基づいて、マングローブ湿地における人為の諸相を測る指標として「水路利用」を設定する。ここでいう水路利用とは、交通や輸送、生産活動など、生活に関係する諸場面での利用である。潮汐の影響を受ける対象エリアにおいて発達する水路および水路網の利用を評価することはマングローブ湿地の利用を測ることになると考え、ホーチミン市一帯の41集落を対象に、マングローブ環境と水路利用の評価を実施した。そのために「湿地利用度」と「集落類型」を求め、その結果を地図化することで、湿地利用の特性とその地理的な範囲を明らかにし、マングローブ湿地の利用空間を捉える視点を広げることとした。

次に具体的な評価の方法を記載する。既存の文献(菊池, 1966; Tomlinson, 1986; 宮城ほか, 2003; 春山, 2009)からマングローブ環境および水路利用の評価に用いる項目を整理して評価シートを作成した(表2)。これを用いて

表2 集落別マングローブ環境および水路利用評価調査結果

Table 2: Results of survey about mangrove environment and waterway use

| 番号 | 集落            |        | マングローブ環境評価(M) |     |     |     |     |    |    | 水路利用評価(W) |    |    |    |    |    |    | 確認したマングローブ植物(主要構成種のみ) |    |    |    |    | 類型 |    |    |
|----|---------------|--------|---------------|-----|-----|-----|-----|----|----|-----------|----|----|----|----|----|----|-----------------------|----|----|----|----|----|----|----|
|    | 村(地名)         | 省略名    | 計(M)          | Ma1 | Ma2 | Ma3 | Ma4 | Ti | De | 計(W)      | Dr | Ir | Mo | Tr | Pr | Li | Np                    | Sc | Aa | Ao | Ra |    | Bg | Bs |
| 1  | Phoc Vinh Tay | PVT    | 10            | 2   | 2   | 2   | 0   | 2  | 2  | 7         | 2  | 0  | 1  | 1  | 2  | 1  | ●                     |    |    | ●  | ●  |    |    | A  |
| 2  | Long Phun     | LP     | 2             | 0   | 0   | 0   | 0   | 0  | 2  | 6         | 2  | 2  | 2  | 0  | 0  | 0  |                       |    |    |    |    |    |    | C  |
| 4  | Phuoc Dong    | PD_7   | 10            | 2   | 2   | 2   | 0   | 2  | 2  | 10        | 2  | 1  | 2  | 2  | 2  | 1  | ●                     | ●  | ●  |    |    |    |    | B  |
| 5  | Long Hau Dong | LHD    | 12            | 2   | 2   | 2   | 2   | 2  | 2  | 11        | 2  | 1  | 2  | 2  | 2  | 2  | ●                     | ●  | ●  | ●  |    |    |    | A  |
| 6  | Phuoc Hau     | PH     | 6             | 2   | 0   | 0   | 0   | 2  | 2  | 5         | 2  | 2  | 0  | 0  | 1  | 0  | ●                     |    |    |    |    |    |    | B  |
| 7  | Puoc Van      | PV     | 2             | 0   | 0   | 0   | 0   | 0  | 2  | 6         | 2  | 2  | 0  | 0  | 2  | 0  |                       |    |    |    |    |    |    | C  |
| 8  | Tan Phuoc Ta  | TPT    | 8             | 2   | 2   | 0   | 0   | 2  | 2  | 4         | 2  | 2  | 0  | 0  | 0  | 0  | ●                     | ●  |    |    |    |    |    | B  |
| 9  | Tan Tru       | TT     | 6             | 2   | 0   | 0   | 0   | 2  | 2  | 8         | 2  | 2  | 2  | 2  | 0  | 0  | ●                     |    |    |    |    |    |    | B  |
| 10 | Lon An        | LA     | 3             | 2   | 0   | 0   | 0   | 1  | 2  | 3         | 2  | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  |                       |    |    |    |    |    |    | G  |
| 11 | Binh Khanh    | BK     | 6             | 2   | 0   | 0   | 0   | 2  | 2  | 4         | 2  | 0  | 1  | 1  | 0  | 0  | ●                     |    |    |    |    |    |    | B  |
| 12 | An Thai Dong  | ATD    | 8             | 2   | 2   | 0   | 0   | 2  | 2  | 6         | 2  | 0  | 2  | 2  | 0  | 0  | ●                     | ●  |    |    |    |    |    | A  |
| 13 | Tan Nhut      | TN     | 8             | 2   | 2   | 0   | 0   | 2  | 2  | 6         | 2  | 0  | 2  | 2  | 0  | 0  | ●                     | ●  |    |    |    |    |    | B  |
| 14 | Tan Boo       | TB     | 8             | 2   | 2   | 0   | 0   | 2  | 2  | 8         | 2  | 0  | 2  | 2  | 2  | 0  | ●                     | ●  |    |    |    |    |    | B  |
| 15 | Le Minh Tuan  | LMX    | 5             | 1   | 0   | 0   | 0   | 2  | 2  | 4         | 2  | 2  | 0  | 0  | 0  | 0  |                       |    |    |    |    |    | ●  | F  |
| 16 | P.15          | P15    | 8             | 2   | 2   | 0   | 0   | 2  | 2  | 6         | 2  | 0  | 2  | 2  | 0  | 0  | ●                     | ●  |    |    |    |    |    | B  |
| 17 | Binh My       | BM_B   | 7             | 2   | 1   | 0   | 0   | 2  | 2  | 6         | 2  | 2  | 0  | 0  | 2  | 0  | ●                     |    |    |    |    |    |    | B  |
| 18 | Tan Thoi Nhi  | TTN    | 4             | 0   | 0   | 0   | 0   | 2  | 2  | 7         | 2  | 1  | 2  | 1  | 1  | 0  |                       |    |    |    |    |    | ●  | C  |
| 19 | Ba Dien       | BD     | 2             | 0   | 0   | 0   | 0   | 0  | 2  | 2         | 2  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  |                       |    |    |    |    |    | ●  | G  |
| 20 | Pham Van Hai  | PVH    | 4             | 0   | 0   | 0   | 0   | 2  | 2  | 2         | 2  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  |                       |    |    |    |    |    | ●  | C  |
| 21 | Vinh Loc B    | VLB    | 3             | 0   | 0   | 0   | 0   | 1  | 2  | 2         | 2  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  |                       |    |    |    |    |    | ●  | G  |
| 22 | Nhi Binh      | NB     | 8             | 2   | 2   | 0   | 0   | 2  | 2  | 9         | 2  | 0  | 2  | 2  | 2  | 1  | ●                     | ●  |    |    |    |    |    | B  |
| 23 | Binh My       | BM_1   | 2             | 0   | 0   | 0   | 0   | 0  | 2  | 2         | 2  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  |                       |    |    |    |    |    | ●  | G  |
| 24 | Binh Chuan    | BC_BP  | 2             | 0   | 0   | 0   | 0   | 0  | 2  | 3         | 2  | 0  | 1  | 0  | 0  | 0  |                       |    |    |    |    |    | ●  | H  |
| 25 | Tan Dong Hiep | TDH    | 2             | 0   | 0   | 0   | 0   | 0  | 2  | 2         | 2  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  |                       |    |    |    |    |    | ●  | G  |
| 26 | Binh Chieu    | BC_3   | 0             | 0   | 0   | 0   | 0   | 0  | 0  | 2         | 2  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  |                       |    |    |    |    |    | ●  | G  |
| 27 | Hiep Hoa      | HH     | 5             | 1   | 0   | 0   | 0   | 2  | 2  | 11        | 2  | 1  | 2  | 2  | 2  | 2  |                       |    |    |    |    |    | ●  | C  |
| 28 | Tan Van       | TV     | 7             | 2   | 1   | 0   | 0   | 2  | 2  | 6         | 2  | 0  | 0  | 2  | 2  | 0  |                       | ●  |    |    |    |    |    | B  |
| 29 | Long Hung     | LH_AX  | 9             | 2   | 2   | 1   | 0   | 2  | 2  | 7         | 2  | 2  | 1  | 0  | 2  | 0  | ●                     | ●  |    |    |    |    |    | A  |
| 30 | 9q            | 9q_LP  | 8             | 2   | 2   | 0   | 0   | 2  | 2  | 7         | 2  | 0  | 2  | 1  | 2  | 0  | ●                     | ●  |    |    |    |    |    | A  |
| 31 | Long Trung    | LT     | 8             | 2   | 2   | 0   | 0   | 2  | 2  | 9         | 2  | 2  | 2  | 2  | 1  | 0  | ●                     | ●  |    |    |    |    |    | B  |
| 32 | Phu Thanh     | PT     | 0             | 0   | 0   | 0   | 0   | 0  | 0  | 1         | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  |                       |    |    |    |    |    |    | G  |
| 33 | Phuoc Khanh   | PK_2   | 6             | 2   | 0   | 0   | 0   | 2  | 2  | 8         | 2  | 2  | 1  | 1  | 1  | 1  | ●                     |    |    |    |    |    |    | B  |
| 34 | Phu Dong      | PD_GOD | 8             | 2   | 2   | 0   | 0   | 2  | 2  | 8         | 2  | 2  | 1  | 1  | 2  | 0  | ●                     |    |    |    |    |    | ●  | H  |
| 35 | Daci Phuoc    | DP     | 10            | 2   | 2   | 2   | 0   | 2  | 2  | 7         | 2  | 2  | 1  | 0  | 2  | 0  | ●                     | ●  |    |    | ●  |    |    | A  |
| 36 | Long Hoa      | LH     | 12            | 2   | 2   | 2   | 2   | 2  | 2  | 10        | 2  | 0  | 2  | 2  | 2  | 2  | ●                     | ●  |    |    | ●  | ●  |    | A  |
| 37 | Phuoc Kien    | PK     | 8             | 2   | 2   | 0   | 0   | 2  | 2  | 5         | 0  | 0  | 2  | 2  | 1  | 0  | ●                     | ●  |    |    |    |    |    | B  |
| 38 | Hiep Phuoc    | HP     | 8             | 2   | 2   | 0   | 0   | 2  | 2  | 6         | 0  | 0  | 2  | 2  | 2  | 0  | ●                     |    |    |    | ●  |    |    | A  |
| 39 | Huu Thanh     | HT     | 4             | 0   | 0   | 0   | 0   | 2  | 2  | 6         | 2  | 0  | 1  | 2  | 0  | 1  |                       |    |    |    |    |    |    | C  |
| 40 | My Loc        | ML     | 3             | 0   | 0   | 0   | 0   | 1  | 2  | 1         | 0  | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  |                       |    |    |    |    |    |    | C  |
| 41 | My Hanh Nam   | NHN    | 3             | 0   | 0   | 0   | 0   | 1  | 2  | 2         | 1  | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  |                       |    |    |    |    |    |    | G  |

表中指標欄のアルファベットは次の単語の省略形

Dr: Drainage, Ir: Irrigation, Mo: Movement, Tr: Transportation, Pr: Production, Li: Liblihood.

De: Delta, Ti: Tide, Ma: Mangrove plants (集落内にマングローブ植物が複数確認できた場合、1種毎に得点しているため、Ma1～Ma4まで項目を決定)

Np: *Nypa fruticans*, Sc: *Sonneratia caseolaris*, Aa: *Avicennia alba*, Ao: *Avicennia officinalis*, Ra: *Rhizophora apiculata*, Bg: *Bruguiera gymnorrhiza*, Bs: *Bruguiera sexangula*

表3 水路利用およびマングローブ環境評価得点を基にした便宜的なグループ

Table 3 : Convenient groups based on the evaluation score

|   | マングローブ<br>環境得点 | 水路利用<br>得点   | 集<br>落<br>数 | 集落名<br>(略称)   | マング<br>ロー<br>ブ植物             | 水路利用                   | 土地利用                    |
|---|----------------|--------------|-------------|---|------------------------------|------------------------|-------------------------|
| a | 高い<br>-かなり高い   | 高い<br>-かなり高い | 3           | LH, LHD, PD_7   | Aa, Ao,<br>Np, Bg,<br>Ra, Sc | 排水, 移動, 輸<br>送, 生産, 生活 | マングローブ<br>林, 住居, 池      |
| b | 中間             | 中間           | 20          | NB, LT, TT, PK_2,<br>TB, PD_GOD,<br>9Q_LP, LH_AX,<br>PVT, DP, TV, BM_8,<br>TN, P15, HP, ATD,<br>PH, PK, BK, TPT | Ao, Np,<br>Ra, Sc            | 排水, 移動,<br>輸送, 生産      | 池, 住居,<br>水田, 果樹園       |
| c | 低い             | 中間           | 5           | TTN, LP, PV, CB,<br>HT  | N/A                          | 排水, 農用水,<br>移動, 輸送     | 水田, 住宅, 池               |
| d | 低い             | 低い           | 10          | LMX, BC_BP, LA,<br>BD, BM_1, TDH,<br>VLB, MHN, PVH,<br>ML   | N/A                          | 排水, 農用水                | 住居, 畑, 国有<br>地          |
| e | 低い             | かなり高い        | 1           | HH  | N/A                          | 排水, 移動, 輸<br>送, 生産, 生活 | 住宅, 畑, 果樹               |
| f | かなり低い          | 低い           | 2           | BC_3, PT  | N/A                          | 排水, 移動                 | 住居, 墓地,<br>プランテーシ<br>ョン |

表中のマングローブ植物の記載は次の単語の省略形

Np: *Nypa fruticans*, Sc: *Sonneratia caseolaris*, Aa: *Avicennia alba*, Ao: *Avicennia officinalis*, Ra: *Rhizophora apiculata*, Bg: *Bruguiera gymnorhiza*, Bs: *Bruguiera sexangula*

2013年8月と2014年2月にホーチミン市一帯の41集落(図2)で現地調査を実施し、評価項目の存否を得点化した。調査対象箇所は、調査範囲の感潮限界を考慮し、調査点の間隔がほぼ均等に配置されるように設定した。なお道路整備状況により進入不能場合も多く、多少の偏在もある。調査対象集落各項目の得点を算出し、各集落に見られるマングローブ湿地利用の特徴を整理して集落の類型化を行い、これを基にGISで調査地点データの内挿処理をおこないマングローブ湿地利用度別の地域区分図を作成した。

## 7. マングローブ環境および水路利用の評価

調査結果を表3にまとめ、集落毎のマングローブ環境および水路利用得点から相関図を作成した。この結果によれば、得点が高く積極的な水路利用が見られる集落では、マングローブの生育に適した自然環境にあり、逆に水路利用に消極的な集落においては、マングローブの生育に不適な自然環境にある傾向が示唆される。これに基づいて水路利用の内容や程度から、集落におけるマングローブ湿地利用タイプの類型化が可能ではないかと想定し、マングローブ環境における水路利用と集落の類型化を進めることとする。

## 7.2. マングローブ湿地利用度による集落の類型化と地図

はじめに、土地利用とマングローブ環境特性の大きな把握を行うために調査データを便宜的に整理した。図5は、各セルに省略形で示した集落名と該当集落数を色で示した相関図である。これを基に集落をa~fの6グループ(マングローブ環境得点・水路利用得点の順にそれぞれ、a: 高い-かなり高い・高い-かなり高い、b: 中間・中間、c: 低い・中間、d: 低い・低い、e: 低い・かなり高い、f: かなり低い・低い)に便宜的に区分した(表4)。現地調査の結果と併せて集落を類別したものが表5である。

次に、類型別の集落ポイント41点を基に、GIS補間処理(Natural Neighbor法)を施し、現地調査の結果と照合させるように修正を加え、マングローブ湿地利用度別の地域区分図を作成した(図6)。また、各類型別の面積を表5に示した。一連の処理にはArcGIS for Desktop 10.2を使用した。

集落類型(表5)は、地域住民の生活に何らかの形でマングローブ湿地の自然環境が関与していると判断できるグループを「マングローブ環境関与型(面積評価比73.2%)」(A、B、C、D、E)とし、反対に希薄なグループを「マングローブ環境希薄型(同面積比21.9%)」(F、G)、この2つのいずれにも属さないか、今回の調査の中

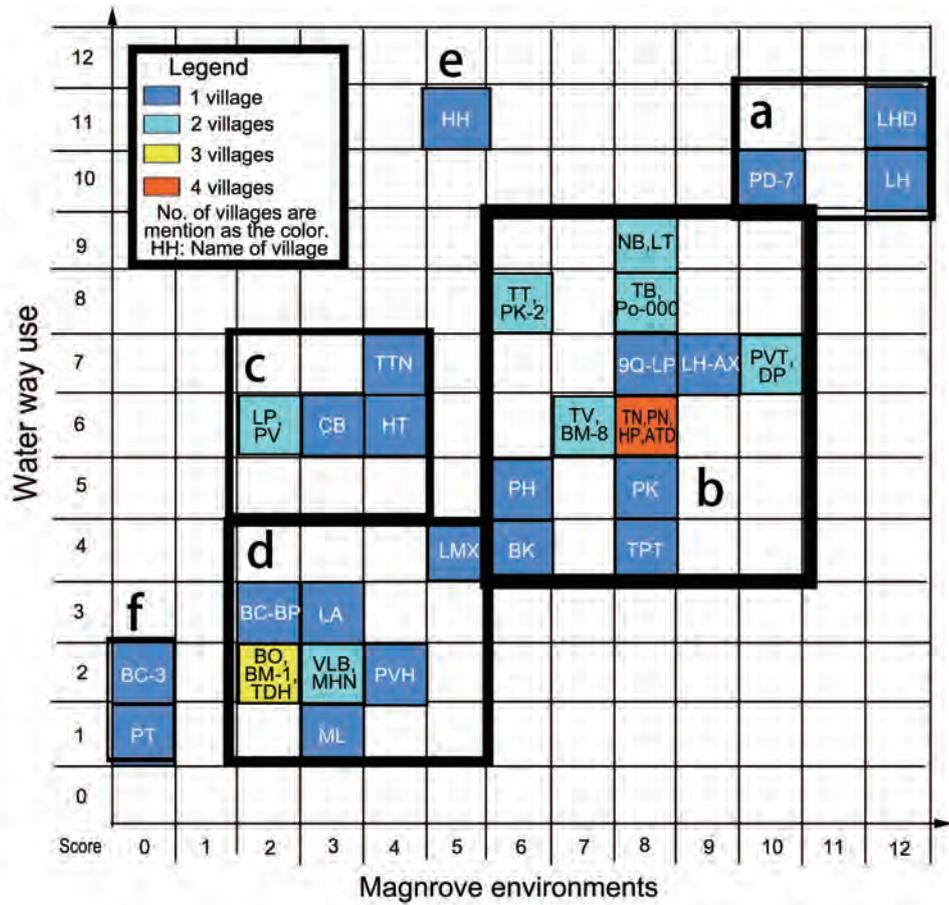


図5 集落名入りの水路利用とマングローブ環境得点の関係  
 Fig.5 : Correlation of mangrove environments and waterway use score (site name)

では類型化が出来なかった「その他（同面積比 4.9%）」(H) の3 類型に大別した。

さらに、「マングローブ環境関与型」は、A:「マングローブ環境型—中心型」、B:「マングローブ環境型—バランス型」、C:「準マングローブ環境型」、D:「過去利用・減少型」、E:「新規参入・増加型」の5タイプに分けた。この内、A、B に関しては特にマングローブ湿地の利用が盛んな集落であると言え、全集落の半数以上の53.7%を占めている。これらのタイプは、サイゴン川やドンナイ川、バンコー川など、大小の河川流路沿いに広がっており、マングローブ植物そのものが生育する自然環境である。A と B の違いは、マングローブの生育する環境そのものを生活基盤としているかどうかである。季節的、あるいは生活の一部にこの環境を利用している場合は B としている。A から B へ、マングローブ環境の利用度は低くなるが、どちらの集落も河川流路・水路に沿って内陸まで分布する。

一方で、同じ水路沿いであっても、ホーチミン市南西部や、人工的に掘削された運河・水路など、農地として開拓された土地の場合、C の「準マングローブ環境型」が広がる。C は農村が多く見られ、水路利用度が高い点で A、B と共通するが、潮汐が生活に与える影響はほぼない。ホーチミン市の西側一帯はメコン地域にかけて C タイプが続くと考えられる。マングローブ環境とは言い難いが、この縁辺部を構成し、水路利用の面では、A、B のタイプと大きな違いは認められない生活様式であることから、C はマングローブ環境関与型に分類している。

D:「過去利用・減少型」、E:「新規参入・増加型」は、新たに湿地の利用を始めた集落や、以前は使っていたが、現在は使っていない集落など、時間軸に係る集落が当てはまる。しかし、今回の分析では経時的变化の評価指標を設定していないため、このタイプは類型から外している。これについては、道路・土地整備を指標に判断できるのではないかと考えているが、今後どのように評価で

表4 マングローブ湿地利用度を指標にした集落類型

Table 4 : Types of settlements based on utilization of mangrove wetland

| 類型                     |   | 特徴                         | 水路利用                                | 土地利用           | 集落数・名          |   |
|------------------------|---|----------------------------|-------------------------------------|----------------|----------------|---|
| 1・マングローブ環境関与型<br>(33%) | A | マングローブ環境関与型—中心型<br>(22%)   | 生活の中心または一年を通して水路利用が見られ、マングローブ環境下にある | 排水、移動、輸送、生産、生活 | マングローブ林、住居、池   | 9 : HP, ATD, PVT, DP, TB, 9Q_LP, LH_AX, LH, LHD                 |
|                        | B | マングローブ環境関与型—バランス型<br>(31%) | 生活の一部または季節的に水路を利用し、マングローブ環境下にある     | 排水、移動、輸送、生産    | 池、住居、水田、果樹園    | 13 : PH, PK, BK, TPT, TN, P15, TV, BM_8, NB, LT, TT, PK_2, PD_7 |
|                        | C | 準マングローブ環境関与型<br>(20%)      | 水路利用は見られるが、マングローブ環境下とは言い難い          | 排水、農用水、移動、輸送   | 水田、畑、住居        | 8 : HH, ML, TTN, LP, PV, CB, HT, PVH                            |
| 2・マングローブ環境希薄型<br>(19%) | F | 社会環境的希薄型<br>(2%)           | 職業、土地所有者、利用者など                      | 排水、農・工用水       | 工業地帯、国有地       | 1 : LMX   |
|                        | G | 自然環境的希薄型<br>(20%)          | 丘陵地、標高、淡水湿地、沼沢地                     | --             | 住居、墓地、プランテーション | 8 : C_3, PT, MHN, VLB, TDH, BM_1, LA, BD                        |
| 3・その他                  | H | その他<br>(5%)                | 上のどれにも当てはまらない/不明                    | --             | --             | 2 : BC_BP, PD_GOD   |

類型型別の集落位置は図6に記載

きるか検討したい。

「マングローブ環境希薄型」は、全体の21.9%占め、2つのタイプに分けられる。F:「社会環境的希薄型」(2.4%)は、居住者の職業や土地の所有者など、自然環境以外の要因によって水路利用に消極的である集落が当てはまる。国有地などがその例である。G:「自然環境的希薄型」(19.5%)は、丘陵地や淡水湿地、沼沢地など、自然環境の面で、マングローブ環境とは言えない地域に位置する集落が当てはまる。H:「その他」は、今回の分析ではどれにも分類されない、もしくは不明な集落である。該当集落は3集落であり、地域区分には反映していない。

図6、表5に示したように、マングローブ湿地利用の中心ともいえるA(マングローブ環境型—中心型)は、カンザ地区全てと、ドンナイ川を挟んで西側、北部5km~10km程度に広がる。その面積は999km<sup>2</sup>で、分析範囲中の23.5%を占める。この周辺に、季節的、または部分的にマングローブ湿地を利用する地域B(マングローブ環境型

—バランス型)が広がる。すなわちドンナイ川、サイゴン川、バンコー川といったこの地域の主要河川とその支流沿いであり、内陸60km圏を目安に広がる。総面積は784km<sup>2</sup>、面積比は18.5%である。AとBを併せるとおよそ42%の地域がマングローブ湿地利用の盛んな地域であった。

こうしたマングローブ湿地利用の盛んな地域の西側には、Cの準マングローブ環境型が広がる。これは、ホーチミン以西のメコンデルタに属する水田地域が主に当てはまっている。マングローブ植物(主要構成種)は確認できなかったが、水路利用だけを見れば、A、Bに劣らぬ活発な利用が確認できる。面積は1,423km<sup>2</sup>で、全体の33.5%を占めている。

マングローブ湿地利用の盛んな地域の東側と市中心部には、自然環境的にマングローブ環境とは言えない、Gの自然環境的希薄型の地域が広がる。ドンナイ川以東は、ベトナム中部アンナン山脈が構成する山岳地帯となり、デルタ地形からは離れ、標高数十メートル程度の丘陵地が

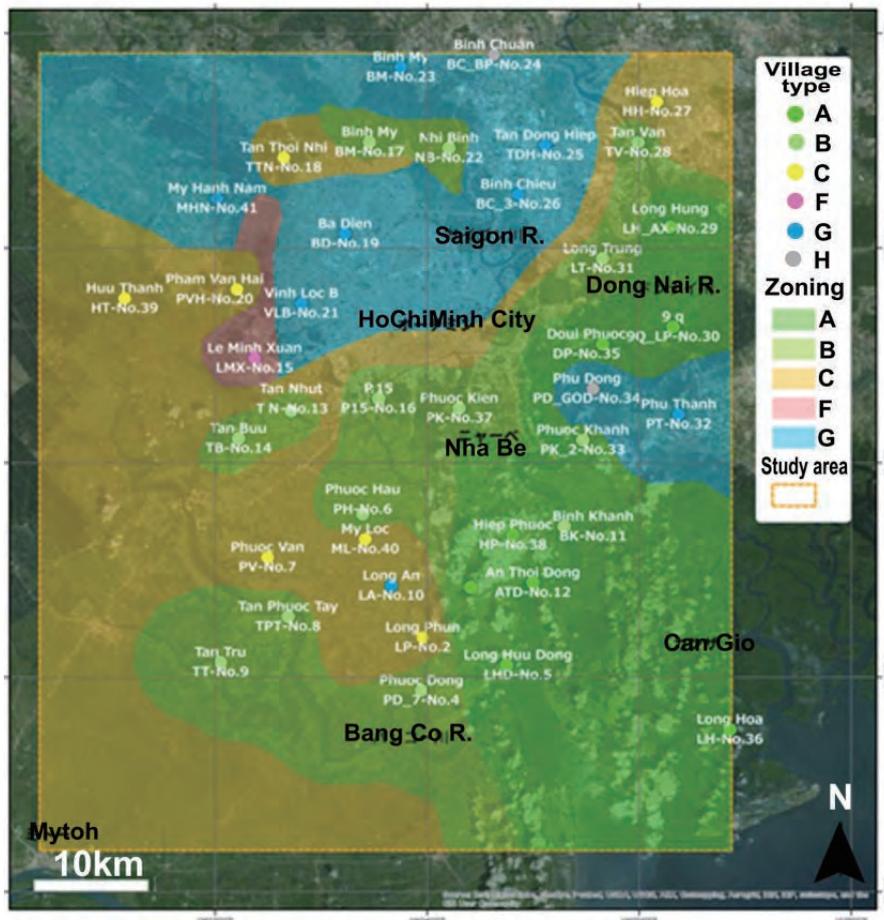


図6 マングローブ湿地利用を指標にした集落類型と地域区分図 類型H（不明）には地域区分を設定していない。

Fig.6 : Classification map based on utilization of mangrove wetland

広がり、ゴムの木やユーカリ等のプランテーションなどに利用されている。また、都心部は人口過密地域で、地表面はほとんど見えず、水路の利用も消極的である。これらGの面積は976km<sup>2</sup>で、全体の23.1%を占めている。

以上のように、マングローブ湿地利用を水路利用という指標で評価した場合、カンザ地区のマングローブ林地に限らず、海岸線よりおよそ60km圏内の特に河川流路・支流沿いに、マングローブ湿地利用の中心とも言える地域が面的に広がり、周辺地域に向かって徐々にその利用度合いが下がっていくことが理解できた。

## 8. まとめ 水路から見るマングローブ湿地利用の構造的性

ホーチミン市一帯における水路の分布とその利用を通して、マングローブ湿地利用の空間的な広がりを把握し、利用の特徴を類型化して理解することによって、現存する大

規模なマングローブ林域から、ほぼ消滅した場所までにおける土地利用・人為の実際とマングローブ域との関係性を典型的に把握し、以下にまとめた。

- 1) マングローブと人の関わりを捉える視点として、従来から森林域の生産物の利用や破壊・埋め立てなどが注目されているが、ここでは潜在的なマングローブ域である潮間帯域をネットワーク化する水路を「人とマングローブをつなぐ機能を示す指標」として注目した。
- 2) 沿岸部のドンナイ川河口から内陸60km圏が潮間帯である。カンザ地区とドンナイ河川流路・支流・滯沿い5-10km上流まではマングローブ湿地利用の盛んな地域(A)が広がる。この上流や周辺域の幅5km内外のエリアは、季節的・部分的にマングローブ環境を利用する地域(B)である。さらにその周辺陸域では、運河や水路が掘削され、農地開発が進んだ地域となり、水路利用の点から見ればマングローブ湿地の生活と類似する生活様式を持つ地域(C)が広がる。さらにこの周辺

表5 マングローブ湿地利用型別の面積と割合

Table 5 : Table 5 Area and the rate according to mangrove wetland use typed

| Type                | Area(km <sup>2</sup> ) | %    |
|---------------------|------------------------|------|
| A マングローブ環境関与型—中心型   | 999.2                  | 23.5 |
| B マングローブ環境関与型—バランス型 | 784.0                  | 18.5 |
| C 準マングローブ環境型        | 1,423.6                | 33.5 |
| F 社会環境的希薄型          | 60.9                   | 1.4  |
| G 自然環境的希薄型          | 976.2                  | 23.1 |
| Total               | 4,243.9                | 100  |

類型 H (不明) には地域区分を設定していない。

部 (G) では潮間帯のマングローブ特性とは関係の薄い丘陵地や人工改変地などへと変化する。これらは、徐々に水路密度を低下させながらも、利用の性質や度合いを変化させながら相互に連続する地域構造が理解できる。

3) 現時点でもマングローブ生態系が成立している箇所では生態系自体を維持する基幹装置としての水路網が自然に成立している。それが人の利用強度が増化するとともに、水路の機能は変化し、ついには人工的な水路開削が圧倒する状況も現れる。この空間的な構造は、その配置から明らかなようにマングローブ域の感潮条件にコントロールされて成立するものの、マングローブ生態系が有する特性をも都合よく利用し続ける人為の営みもある。

4) マングローブが成立しうる感潮域全体を俯瞰して、人とマングローブとの包括的な関係性を理解することを意図し、水路が両者を通奏するものとして注目された。今後はその機能を更に詳細に解明していくことで人がマングローブ生態系の何をどのように利用し変えていくのかを明確化できるのではないかと。

## 謝辞

本研究を進めるにあたり、Can Gio Mangrove Protection Management Board の Le Ban Shin 所長、Pham Van Quy 氏をはじめとするスタッフの皆様、また、ベトナム農林大学の Vien Ngoc Nam 助教授など、多くの皆様に御意見と御協力をいただいた。心から御礼申し上げます。また、観察や聞き取り調査に快く応じて下さった集落の皆様にも記して感謝申し上げます。

## 文献

阿部 健一 (1997) : 泥炭湿地林 : スマトラの開拓移民と

- 開発の将来 . TROPICS (熱帯研究) 6 (3) : 215-226.
- 安食 和宏・宮城 豊彦 (1992) : フィリピンにおけるマングローブ林開発と養殖池の拡大について . 人文地理 44(5) : 76-89.
- 安食 和宏 (2002) : ベトナム南部カンザー地区におけるマングローブ植林事業の展開と住民生活 . 人文論叢 19 : 1-12.
- Field, C.D. (ed.) (1995) : *Journey amongst mangroves*. The international society of mangrove ecosystems, Okinawa, Japan.
- Field, C.D. (ed.) (1996) : *Resoration of mangrove ecosystems*. The international society of mangrove ecosystems, Okinawa, Japan.
- 原田 ゆかり・小林 繁男 (2012) : インドネシア・バタム島におけるマングローブ生態系利用による地域住民の生存基盤の維持 . アジア・アフリカ地域研究 12 (1) : 61-78.
- 春山 成子 (2009) : 『自然と共生するメコンデルタ』日本地理学会海外地域研究叢書 7, 古今書院 .
- 今村 祐子 (2000) : 西表島仲間川流域におけるマングローブ生態系の利用 . 東北学院大学大学院 修士論文 (未公開)
- 井上 理咲子・藤本 潔 (2014) : ベトナム南部カンザー地区のマングローブ域に暮らす人々の生業活動の現状と持続可能性 . アカデミア (人文・自然科学編) 7 : 151-169.
- 菊池 一雅 (1966) : 『ベトナムの農民』古今書院 .
- 小見山 章 (1992) : マングローブ林の生態系修復 . 森林科学 6 : 33-38.
- 宮城 豊彦 (1995) : ベトナム沿岸域におけるマングローブの生育環境 . 東北学院大学論集—歴史学・地理学— 27 : 1-37.
- 宮城 豊彦・安食 和宏・藤本 潔 (2003) : 『マングローブ—なりたち・人びと・みらい—』日本地理学会海外地域研究叢書 1, 古今書院 .
- Mochida, Y., Fujimono, K., Miyagi, T., Ishihara, S., Murofushi, T., Kikuchi, T. and Pramojanee, P. (1999) : A phytosociological study of the mangrove vegetation in Malay Peninsula.-Special reference to the micro-topography and mangrove deposit.- TROPICS 8 : 207-220.
- 村井 吉敬 (1988) : 『エビと日本人』岩波書店 .
- 中村 俊彦・本田 裕子 (2010) : 里山, 里海の語法と概念の変遷 . 千葉県生物多様性センター研究報告 2 : 13-20.
- Nam, V. N., Shin, L. V., Miyagi, T., Baba, S. and Chan, H. T. (2014) : An overview of Can Gio District and Mangrove Biosphere Researve. International Society for Mangrove Ecosystems (ISME)

- Mangrove Ecosystems Technical Reports 6: 1-8.
- 大野 勝弘 (2007) : ミャンマー・エーヤワディーデルタにおけるマングローブ生態系の在地的管理に関する研究 . 横浜国立大学大学院 博士論文 .
- 大友 萌子 (2015) : 旧米国陸軍地図局刊行の地形図を利用した GIS データ整備—ホーチミン市一帯のマングローブ湿地を対象に—. 地域構想学研究教育報告 6: 71-78
- 鈴木 伸二 (1999) : ベトナムのマングローブ地域における環境と生活 . 民俗文化 1: 257-302.
- 鈴木 伸二 (2005) : なぜマングローブ林は再生したのか? —ベトナム, カマウ省ブックヒエン県の湿地利用制度とインセンティブ—. 東南アジア研究 43 (3) : 238-272.
- Tomlinson, B. P. (1986) : *The Botany of Mangroves*. Cambridge University Press, New York.
- Woodroffe, C. D. (1992) : Mangrove Sediments and Geomorphology. In Robertson, A. L. and Alongi, D. M. (eds.) *Tropical Mangrove ecosystems*. Springer-Verlag, New York, pp 7-41.
- Walsh, G., Snedaker, S and Teas, H. (eds.) (1975) : *Proceedings of International Symposium of Biology and Management of Mangroves. Vol. 1, 2*, East-West Center, Honolulu, Hawaii.