航空写真のGIS 解析による石垣島 マングローブ域面積の変遷

CHARACTERISTIC CHANGES IN MANGROVE FOREST IN ISIGAKI ISLAND

仲座栄三¹・渡邊康志²・川原大典³・入部綱清⁴・Rusila Savou⁵
Eizo NAKAZA, Yasushi WATANABE, Daisuke KAWAHARA, Tunakio IRIBE, Rusila Savou

¹正会員 工博 琉球大学教授 工学部環境建設工学科 (〒903-0213 沖縄県西原町千原1番地)

²正会員 琉球大学島嶼防災研究センター (〒903-0213 沖縄県西原町千原1番地)

³非会員 新興プランテック株式会社第2事業部千葉事業所 (〒299-0107 千葉市原市姉崎海岸109-1)

⁴正会員 工修 琉球大学助教 工学部環境建設工学科 (〒903-0213 沖縄県西原町千原1番地)

⁵非会員 琉球大学大学院 工学研究課博士後期課程 (〒903-0213 沖縄県西原町千原1番地)

Changes in habitat areas of mangrove trees along the Nagura river, the Miyara river and the Fukido river in Ishigaki island of Okinawa prefecture are studied by GIS analyses of aerial photographs taken within 10-year interval since 1962 to 2007. The GIS analyses showed a rapid wide change in the habitat area of mangrove after the construction of a drainage channel in the lagoon of the Nagura river. Although the catchment area of the Miyara river is nearly the same as the one of the Nagura river, the Miyara river has experienced little change in its mangrove habitat. The Fukido-river area has almost been consisted of a natural forest of mangrove. Little change of the mangrove area is also seen in this location. Study results show that the advancing of the mangrove habitat area onto the sea side is limited in shadow areas against incoming ocean waves.

Key Words : Mangrove, Ishigaki island, Nagura river, Miyara river, Fukido river, habitat area, aerial photograph, Okinawa

1. はじめに

地球温暖化に伴う海面上昇が及ぼす影響は、様々な観点から議論されている。例えば、海拔ゼロメートル地域の水没の問題、サンゴ礁の成長や消失の問題などに加えて、マングローブの成長や消失の問題にも関心がもたれている。

海面上昇により沿岸域が水没に瀕する地域においては、防災上の観点からマングローブなどある程度防潮機能が期待される植生の植栽も取り得る減災策の一つと考えられる^{1), 2)}。

しかしながら、マングローブ林がいかような波浪条件下に生息し、また陸域の土地利用形態とどう係りながらその生息域を変化させているのかについての情報は少ない。

日本国内でマングローブに関する調査研究の対象地が、亜熱帯地方に限定されることや、マングローブが自然に繁茂している自然河川がそのような地方においても限定されることなどが、こうした研究の進展が遅れる原因と言える³⁾。

本研究では、日本国内でも亜熱帯地域に属する石垣島において、マングローブが自然的に繁茂したと推測される代表的な3河川を対象とし、1962年から約10年ごとに撮影されてきた航空写真を基に、マングローブの成長や消失の変遷を解析した。

このことにより、マングローブ繁茂域の成長と消失の実態を検討し、マングローブの繁茂域の変化に及ぼす主たる要因を明らかにする。これらの知見は、将来海面上昇等の影響がマングローブ繁茂域に及ぼす影響の検討に必要な基礎的知見を与えるものと期待される。

2. GISを用いた航空写真の解析

解析の対象としたのは、石垣島において比較的広大な面積にマングローブ林が繁茂する名蔵アンパル(名蔵川及び名蔵アンパル干潟に流入する流域)、宮良川、吹通川の流域とした。解析の対象とした吹通川は、流域がほとんど自然の形で残されていると判断された河川である。これに対し、宮良川は流域

のほとんどが畑地として大幅な変遷を得た河川である。名蔵川の場合も上流にダム建設、土地改良と大幅な変化を経た河川である。

マングローブ林の生息域及び周辺土地利用の変遷を過去に遡って判読・解析するためには、過去の空中写真や土地利用図の空間分析が必要となる。GISでは、空中写真などに位置情報を与えることにより、過去から現在までの変遷や様々な情報を重ね合わせることが可能となり、植生分布変遷や面積計算等の解析など幅広い利用が可能となる。

使用した空中写真の撮影年度は、表-1に示す通り10年に1回程度の頻度となっている。

表-1 解析に用いた航空写真の撮影年

	名蔵湾	宮良川	吹通川
1962	○	○	
1977	○	○	○
1986	○		○
1995	○	○	○
2006	○	○	
2007		○	○

空中写真を解析するに当たっては、あらかじめGISソフトTNTmipsを使用して幾何補正（PicewiseAffineモード補正）を行った。位置情報は国土地理院1/25000地形図より取得した。処理済み空中写真はTNTmipsのフィーチャマッピングモードを利用して画像分類を行った。フィーチャマッピングモードは、衛星画像等に適応する自動分類に対して、手動で行う画像分類手法で、対象物の有するRGB表現形式を手動で設定可能であるとともに、その分類を適応する範囲をデータ上で自由に設定できる手法である。各年の画像分類データは、データ間の差分を抽出しマングローブ林繁茂域の増減を分析した。

土地利用図については、解析の対象とする範囲に流入する地表流の集水域別に、土地利用状況の変化を算出した。集水域は、国土地理院10mメッシュDEMをもとに、TNTmipsのWatershedAnalysisを用いて算出した。土地利用図は国土交通省国土計画局の3次メッシュ詳細情報の沖縄県版を用いた。このデータは3次メッシュをさらに東西・南北方向に10分割した土地利用情報で、約100mメッシュデータとなっている。土地利用図は1976年、1987年、1992年、1998年、2007年のデータを使用した。

上記集水域と土地利用メッシュデータにオーバーレイ解析を施し、名蔵川及び名蔵アンパルに流入する流域、宮良川、吹通川の各集水域内での土地利用種別ごとの面積集計を行い、それぞれの流域における土地利用形態の変化を解析した。

3. 解析結果

図-1に、石垣島の全域における土地利用の状況を示す（2007年度調査）。対象とした名蔵アンパル流域（名蔵川を含む）及び2河川を図中に明示してある。図示のとおり、宮良川及び名蔵アンパルは流域の多くを農用地としている。これに対し、吹通川は流域のほとんどが森林となっている。こうした大局的な特徴を持つ3河川に沿うマングローブの繁茂状況の変遷について、以下河川ごとに検討を行う。

図-1 石垣島における土地利用状況（2007年）

図-2 名蔵アンパルに繁茂するマングローブ林及び周辺の土地利用状況（2006年）

(1) 名蔵湾及び名蔵川に沿うマングローブ繁茂域について

名蔵湾は、石垣島の南部西海岸部に位置し、その湾奥部に沿岸砂州で形成された河口閉塞域があり、それが干潟ラグーンを形成している。そのラグーンに流入する最大の河川が名蔵川である。ここに示す名蔵湾内の干潟ラグーン一帯は、名蔵アンパルと呼ばれ、2003年に国指定の保護区となり、2006年にはラムサール条約湿地に登録された保護区となっている。国土地理院10mメッシュDEMより算出した名蔵川の流域面積は15.95km²、名蔵アンパルに流入する全体の流域面積は23.57 km²である

図 - 3に、名蔵湾・名蔵川河口周辺のマングローブ林繁茂域の変遷を示す。図(a)は1962年から1977年間の変化、図(b)は1977年から1986年間の変化、図(c)は1986年から1995年間の変化、図(d)は1995年から2006年間の変化を表す。これらの図は、約10年間に生じた変化を表すものであるが、図 - 4に1962年から2006年までの変化量をひとまとめに示した。このとき、色の違いは先に約10年間別に区分した年代における変化量を表す。

これらの図に示すように、名蔵川そのものに沿うマングローブ繁茂域の変化は、1962年から2006年に至る間にほとんど見られず、河口付近における三角州の出現が主な変化量となっている。これに対し、浦田原排水路が完成した1986年⁴⁾以降には、排水路の出口付近を中心として大幅に変化している。特徴的なところは、排水路出口からラグーン内に扇状に繁茂域が形成されるのではなく、既存の繁茂域のラグーン側マングローブフロント付近や、少し地盤が高くなっている岩礁付近を中心にパッチ状に分布した既存のマングローブ林帯間を縫う水路内に選択的に広がっているところである。

図 - 5に、1962年から2006年までのマングローブ繁茂面積の変化量を示す。また、図 - 6に1976年から2007年までの名蔵アンパル流域の土地利用状況の変化を示す。用いたデータは、文献5) による。

図 - 3に示すように、マングローブ繁茂面積の減少量については、系統的な変化が現れていないと判断される。これに対し、1962年から1977年における変化は、パイン畑とサトウキビ畑の拡大など農地改変が最も盛んになったところであり、赤土流出に伴う繁茂域の増加と判断される。1986年の排水路建設後には、マングローブの繁茂面積が極端に増加しており、その傾向は2006年に至るまでも続いていることを示している。土地利用図によると、1992年から1998年に至っては、名蔵アンパル流域（名蔵川流域を含む）で大幅な土地改良がおこなわれており、そのことで畑地面積も増えている。これらの開発行為による赤土流出が最近のマングローブ面積の増加を維持しているものと推測される。

(2) 宮良川沿いのマングローブ繁茂域の変遷について

図 - 3 約10年ごとに区切った年代におけるマングローブ面積の変化量（名蔵アンパル 赤：増加，青：減少）

図 - 4 マングローブ繁茂面積の変遷
1962～2006年（背景2006年空中写真）

図 - 1に示すように、宮良川の流域のほとんどが畑地であり、土地改良等が大規模に行われている。宮良川の流域面積は33.90km²（国土地理院10mメッシュDEMより算出）、その43%が、畑地・田などの農用地からなる。

図 - 7に示すように、宮良川に沿うマングローブ

図 - 5 マングローブ繁茂面積の変化量
(名蔵アンパル)

図 - 6 名蔵アンパル流域における
土地利用状況の変遷

繁茂域の変化は、先の名蔵アンパルの場合に比較して圧倒的に少ない。その増減は、宮良川の左岸と右岸側に限定されたものとなっており、河口から海側にかけての変化がほとんどないことは注目される点と言える。これらの結果から、宮良川に沿うマングローブ林の繁茂域の変化は、洪水等による攪乱の前後による増減と判断される。

図 - 8に、宮良川沿いのマングローブ繁茂面積の増減量を示す。1967年から2006年に至る過程で、面積の増加が減少をわずかに上回っており、河川幅の閉塞が進んでいるものと判断される。

河口付近のマングローブ繁茂域は、河川上流部に向かって侵食される傾向もなく、また河口を超えて海側に広がってもいない。ちょうど海からの圧力と川からの前進作用が拮抗した形にあると判断される。

近年は、土地改良等による赤土の流出も極力抑制される傾向にあり、陸域から河川を経て、赤土の堆積は減少傾向にあると判断される。したがって、マングローブの海側への進出は今後も期待されるものでないと判断される。

(3) 吹通川流域のマングローブ繁茂域の変遷について

吹通川は、石垣島の北部山間地に位置し、流域の

図 - 7 約10年ごとに区切った年代におけるマングローブ
面積の変化量（宮良川流域 赤：増加，青：減少）

図 - 8 マングローブ繁茂面積の変化量（宮良川流域）

殆どが森林であり、あまり人的開発を受けていない地域である。

図 - 9に1977年から1995年のマングローブ繁茂の変化を示す。図-10は1995年から2007年における変化図であるが、その分布域が判断できるように拡大して示した。図 - 11は、1977年から2007年におけるマングローブ繁茂面積の変化を表すが、これらの図に示すように、吹通川流域におけるマングローブ繁茂域の変化は、過去40年間に亘りほとんど生じていない。2007年に河口付近に侵食域が見られるが、これは、橋脚部の建設に伴う地形変化により、波の侵食をうけた部分である。

図 - 9 約10年ごとに区切った年代における
マングローブ面積の変化量（吹通川流域）

図 - 10 1995年から2007年における
マングローブ面積の変化量（吹通川流域）

図 - 11 マングローブ繁茂面積の変化量（吹通川流域）

図-12 名蔵アンパル・宮良川・吹通川における
マングローブ繁茂面積増加量の比較

図 - 12に、比較のために、これまで検討してきた3河川流域におけるマングローブ繁茂域の増加量の比較を示す。宮良川流域面積と名蔵アンパル流域面積との比較、そして畑地面積の比較から判断し、名蔵アンパル流域におけるマングローブ繁茂面積の増加量は圧倒的に多いものと言える。

名蔵アンパル流域の場合、河口域が干潟ラグーンとなり、外洋からの波の進入を受けない地形特性にある。それに加え、排水路の建設という大規模な開発インパクトを与えたことと、大量の土砂流入がマングローブ域の大幅な拡大をもたらせたと判断される。

4. おわりに

石垣島の名蔵アンパル、宮良川流域、そして吹通川流域のマングローブ繁茂域の拡大と消失を、1962年から2006年にまたがる航空写真を用いて分析した。その結果、以下の結論を得た。

- 1) 1960年代において、名蔵アンパル流域におけるパイン畑・サトウキビ畑の拡大など農用地の拡大が行われた。それがマングローブの繁茂域増加に及ぼす影響は、ラグーン内のマングローブ繁茂域フロントに限られるものであった。
- 2) 名蔵アンパル流域における排水路の建設と土地改良の影響は、干潟ラグーン内におけるマングローブ面積を劇的に増加させた。
- 3) 名蔵アンパルの排水路口付近のマングローブは、これまで存在したパッチ状に分布するマングローブ群体間の水路を埋めるようにその繁茂域を増加させた。
- 4) 名蔵アンパル流域面積より大きな流域面積を持つ宮良川において、マングローブの繁茂面積に変化はほとんどなく、川岸沿いに限定されるものであった。
- 5) 流域の殆どが開発の手を受けていない吹

通川流域のマングローブ林の場合、1962年から40年間の間、その繁茂域に顕著な変動は見いだされなかった。

亜熱帯地方のマングローブの繁茂がいかような変動を示すものであるかを明らかにすることは、沖縄地方の沿岸部の防災を図るに必要なことであるだけでなく、広く世界におけるマングローブの繁茂する沿岸の防災を検討する上でも重要と考えられる。本研究は、1962年から最近に至るまで約10年間隔で撮影された航空写真に基づくものであるが、こうしてマングローブの繁茂域をとらえた航空写真が長年にまたがり存在したことは世界的に見ても稀であり、貴重な知見と言えよう。地球規模での気候変動や海水面の上昇が予測されている今日、それらがマングローブ繁茂域に及ぼす影響を予測することは重要と言える。例えば、降水量変化や土砂流出量変化に伴うマングローブ林面積の消長の予測、海面上昇やそれに伴う来襲波エネルギー増大に対するマングローブ林繁茂域の変化などを予測する上で、本研究成果の活用が図られるもの

と期待される。

謝辞：本研究を遂行するに、琉球大学島嶼防災研究センターの支援を得た。ここに記し、感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 田中則夫・佐々木寧・湯谷賢太郎・Samang Homchuen：津波防御に対する樹林幅と樹種影響について，土木学会，海岸工学論文集，第52巻，pp. 1346－1350，2005.
- 2) 柳澤英明・越村俊一・宮城豊彦・大塚隆行・今村文彦：2004年インド洋大津波におけるインドネシア・バングラディシュでのマングローブ林の潜在的減災効果，海岸工学論文集，第54巻，土木学会，pp. 246－250，2007.
- 3) 山内秀夫・長谷川均・目崎茂和・前門晃：サンゴ礁干潟の環境変化と保全，日本自然保護協会，1992年度研究助成成果報告書，h03-no02. pdf, 1992.
- 4) 内閣府沖縄総合事務局農林水産部土地改良課：名蔵川地区国営土地改良事業事業概要，1998.
- 5) 国土交通省国土計画局：国土数値情報ダウンロードサービス土地利用メッシュ，
http://w3land.mlit.go.jp/ksj/old/cgibin/_kategori_view.cgi