

タイ国ラノン県沿岸地域の森林植生の変化

佐野真琴・宮本麻子（森林総研）・古家直行（森林総研北海道）・藤岡義三（水研センター増養殖研）
 ・Patanaponpipat Pipat（チュラロンコン大学理学部）・田淵隆一（JIRCAS）

要旨：タイ国においては、集約的エビ養殖が盛んになり沿岸の湿地帯が開発され、マングローブ林の面積はここ30年間に半減した。本報告では、このような状況にあるタイ国南部の沿岸域の植生変化の特徴を把握することを目的とする。対象地は南タイ、ラノン県カンブーアン村周辺の沿岸部、約12,000haとした。対象地の1966年から2007年間の植生変化を面積変化とランドスケープ指数により把握した。森林面積の変化は、高木林、低木林、マングローブ高木林では減少し、マングローブ低木林では増加した。このうち、低木林では面積の入れ替えが発生していることが確認された。ランドスケープレベルの指数の変化から、対象地全体のランドスケープ構造は断片化し、形状が複雑化していると考えられた。クラスレベルの指数の変化から、高木林、低木林、マングローブ高木林は断片化し、マングローブ低木林はパッチ数の増加が発生したと考えられた。

キーワード：タイ国ラノン県、ランドスケープ指数、FRAGSTATS、断片化

Abstract: The area of the mangrove forest has decreased by 50% about 30 years in Thailand because of the development of the shrimp culture pond. This paper offers to get coast's forest characteristics by the quantitative analysis of the coast's vegetation change in Thailand. The study area is coastal area of Kamphuan, Ranong province, southern Thailand. The change of the vegetation from 1966 to 2007 in the study area is understood by the area transition and the landscape metrics. The area of forest, shrub and mangrove forest decreased, and the area of mangrove shrub increased. It was understood by the interpretation of the landscape metrics at the landscape level that the landscape structure of the study area became to fragment and to complicate shape. It was understood by the interpretation of the landscape metrics at the class level that forest, shrub and mangrove forest fragmented and that the number of mangrove shrub patch increased.

Keywords: Ranong province, landscape metrics, FRAGSTATS, fragmentation

I はじめに

マングローブ林などの湿地帯は生物多様性や生産性が高く、魚介類や甲殻類など水産資源生物の産卵場、保育場、摂餌場として重要な役割を果たしている。しかし、タイ国においては、人工餌料を用いて高密度で飼育する集約的エビ養殖が盛んになるにつれ、沿岸の湿地帯が開発され、マングローブ林の面積はここ30年間に半減した。

タイ国沿岸地域の植生変化に関する近年の報告のうち、タイ南部のクラビー県、トラン県に位置する海洋保護地域内外の比較を行った結果では、エビ養殖池と放棄地の増加が顕著で、特に1976年から1990年の変化は大きく、保護地域内とその外では差がなく、マングローブ林は大きく減少していることが示された(1)。タイ国南部のバンドン湾に面した沿岸部において植生変化を解析した報告では、1993-1996年の変化が1990-1993年、1996-1999年の変化より大きく、1993-1996年に森林とマング

ローブ林の15.2%、荒廃地の16%がエビ養殖池開発に利用され、荒廃地から農地へ15.5%、農地から森林へ15.9%が転換された。特に、1994年にエビ養殖池が急激に増加したことが示された(3)。

本報告では、このような状況にあるタイ国南部の沿岸域の植生変化の特徴を把握することを目的とする。これにより、地域住民の生活と結びついた沿岸域の森林の管理に資することができれば幸いである。

II 対象地と解析方法

対象地は南タイ、ラノン県カンブーアン村周辺の沿岸部、約12,000haである。この地域では、河口域においては養殖業が盛んで、マングローブ前面の汽水域に養殖筏を敷設してスズキ類、ハタ類、ティラピア類等の魚類養殖が行われていた。また河川に隣接する地域ではマングローブ林を切り開いて養殖池を造成し、ブラックタイ

Makoto SANO, Asako MIYAMOTO (FFPRI, Ibaraki, 305-8687 Japan), Naoyuki FURUYA (FFPRI-HOK, Hokkaido, 062-8516 Japan), Yoshimi FUJIOKA (NRIA, Mie, 516-0193, Japan), Pipat PATANAPONPAIBOON (Chulalongkorn Univ., Bangkok, 10330, Thailand) Ryuichi TABUCHI (JIACAS, Ibaraki, 305-8686, Japan) Landscape change of coastal area in Ranong province, south Thailand

ガーやバナメイなどの集約的なエビ養殖が行われていた。また、沿岸部から内陸に入ると丘陵地帯が存在し、ここでは森林を開発し、オイルパームやカシューナッツなどの樹園への変化が進行している。

対象地の植生区分を決定するため、対象地内において道路からの植生観察を行った。これと空中写真画像の解析から植生区分を決定した(表-1)。この植生区分を用い、1966年と2007年に撮影された写真画像を判読し植生区分図を作成した。この植生区分図は、ベクター形式でGIS(ArcGIS9.3)へ格納した(図-1)。対象地における植生区分の面積変化を調べるため、1966年の植生区分図と2007年の植生区分図をオーバーレイし、それぞれの区分の変化面積を計算した。また、植生区分図のランドスケープ構造の変化を計算するため、ランドスケープ構造を定量化する空間パターン分析プログラムFRAGSTATS3.3(2)を使用し解析した。

表-1. 植生区分

Table 1 Vegetation cover type

コード Code	植生区分 Vegetation type	コード Code	植生区分 Vegetation type
1	高木林 Forest	12	田 Paddy field
2	低木林 Shrub	13	集落 Village
3	マングローブ高木林 Mangrove forest	14	人工建造物 Buildinf
4	マングローブ低木林 Mangrove shurub	15	養殖筏 Cultural raft
5	河畔林 Swamp forest	16	干潟・河原 Tidal flat
6	植栽林 Planting forest	17	砂浜 Sand dune
7	矮性林 Dwarf forest	18	造成地・人工裸地 Artificial bare land
8	湿性草原 Swamp grassland	19	道路 Road
9	荒地・人工草地 Grassland	20	海・川 Sea
10	樹園 Arboriculture land	21	貯水池 Reservoir
11	畑 Arable land	22	養殖池 Cultural pond

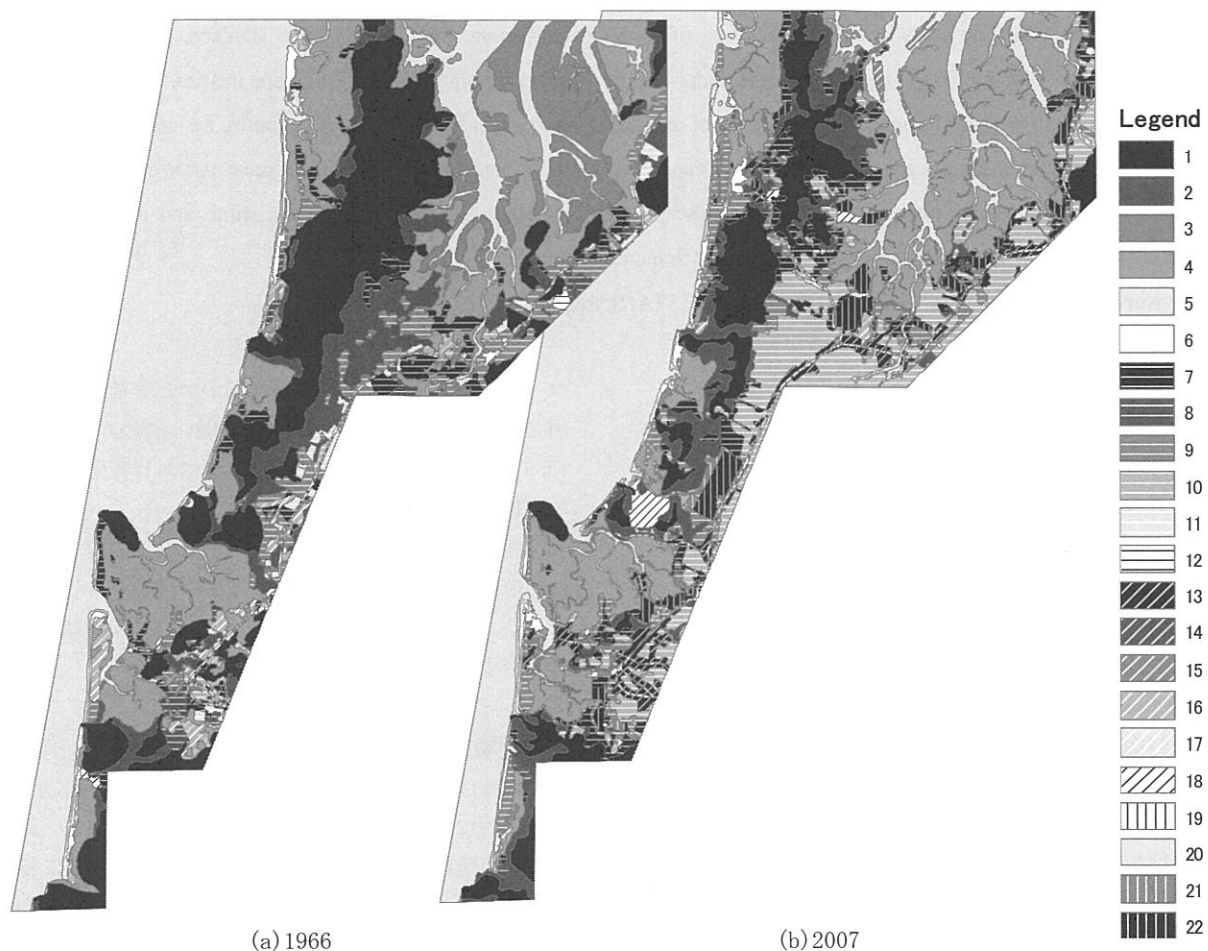


図-1. 対象地の植生区分図の1966年と2007年の比較(凡例の数字は表-1のコードを使用)

Fig. 1 Vegetation map of the study area in 1966 and 2007(Numeric value in legend is the code in Table 1)

表-2. 1966年から2007年の面積の変化 (表中のコードは表-1のコードを使用)

Table 2 Transition of area from 1966 to 2007(Code in Table 2 is the code in Table 1) (ha)

Code	2007																						Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22		
1	1085.6	538.9	0.2	12.8	0.0	3.8	229.5	0.6	72.0	183.2	6.4	24.5		2.4	1.4	34.9	13.2	2.1	4.9	9.0	2225.4		
2	53.5	146.8	0.2	14.6	2.2	2.4	102.8	1.5	66.6	361.1	0.0	23.9		0.6	4.8	0.0	20.8	15.6	4.4	2.3	39.2	863.3	
3			1.3	717.5	0.6	0.2	0.5		2.6	10.8		0.4		0.6	0.4	0.1		0.5	61.0		1.1	797.6	
4	7.4	56.0	41.1	1731.5		33.7	67.2	7.8	134.4	73.9	0.3	32.9		1.5	20.9	5.6	14.1	10.8	139.6		73.4	2452.3	
6	0.0	0.2		1.7		32.8	1.1	0.7	29.5	2.6		1.5		0.8	12.1	0.3	0.4	6.9				90.8	
7	2.1	10.8	0.5	48.9	0.2	12.1	35.1	0.9	43.0	104.8		39.9	0.0	0.4	5.1	0.5	0.9	5.3	9.3	2.4	23.6	345.9	
8	0.1	0.9		5.5		0.9	19.6	1.6	16.7	46.8		6.1			0.0		1.6	2.1	3.0	2.6	15.4	122.9	
9	0.8	11.8	1.6	4.9		3.5	35.2	1.1	101.8	156.7	0.6	44.0		0.1	1.5	0.1	0.0	12.7	3.4	6.5	83.0	469.1	
10	0.8					1.2	0.2		5.0	11.3		19.9			0.5			0.9			5.4	45.3	
11	1.2	3.4			3.9	0.0	7.6	0.2	12.3	62.2		24.7		0.9				3.9	0.7		9.9	130.9	
12	0.1								2.0	10.1												12.2	
13							0.0		0.5	2.2		12.5						1.6				16.8	
16	1.7	3.1	2.1	0.9		11.9	8.9	2.6	59.2	37.8		24.4			7.3	5.4	0.8	5.1	13.7	4.3	33.9	223.1	
17	0.4	0.7	0.9	0.6		15.3	0.3		1.5						1.3	42.3	1.7		27.9			93.0	
18		0.8	0.1	0.4			2.7	5.6	2.7	1.3		1.8				1.0	0.8					0.7	18.1
19	0.0	0.7					0.9	0.5	2.1	2.6		6.2			0.0	0.1			62.2	0.0		0.6	76.0
20	0.8	0.2	6.0	97.5	0.1	3.7	1.7	0.7	3.7	1.2		1.5	1.2	50.1	5.6	17.3	0.5	0.0	4098.3		0.3	4290.4	
Total	1154.6	774.4	53.9	2636.9	7.0	121.6	513.4	23.7	555.6	1068.4	7.3	264.1	1.2	54.2	50.7	84.9	76.7	135.3	4370.4	22.9	295.5	12273.1	

FRAGSTATS は、ランドスケープ構造を3つのレベルで計算可能であるが、ここでは、対象地全体の構造を把握するランドスケープレベルと、各植生区分の構造を把握するクラスレベルの指数を計算した。この際、FRAGSTATS.3 はデータ型がラスターデータにしか対応していないため、被覆区分図を5mグリッドのラスターデータへ変換した。

III 結果

1. 面積の変化 面積の変化を表-2に示した。森林性植生の変化を見ると、高木林(コード1)は、1966年に2225.4haあったが2007年には1154.6haへと面積を半減した。これは、低木林(コード2)、矮性林(コード7)、樹園(コード10)へと変化したため、林分内容の低下や農業的利用へと推移していることから、開発行為によるものと考えられる。低木林は、期間中に863.3haから774.4haへと減少した。この変化は樹園、矮性林(コード7)への変化と高木林からの変化によるものと考えられる。また、養殖池(コード22)へ39.2ha変化している。マングローブ高木林(コード3)は期間中に、797.6haから53.9haへと大きく減少している。このうち、717.5haがマングローブ低木林(コード4)への変化によるもので、何らかの開発行為によるものと考えられる。マングローブ低木林は期間中に、2452.3haから2636.9haへと増加している。これは、マングローブ高木林からの変化による増加と荒地・人工草地(コード9)、海・川(コード20)への変化による減少という双方向の変化による結果と考えられる。植栽林(コード6)は期間中、90.8haから121.6haへと増加している。これは、マングローブ低木林、砂浜(コード17)からの変化と荒地・人工草地への変化という双方向の変化によるものと考えられる。矮性林は期間中345.9haから513.4haへ増加している。

これは、樹園への変化と高木林、低木林からの変化によるものと考えられる。

2. ランドスケープレベルの指数 1966年と2007年の指数を示した(表-3)。PD, ED, LSIは増加し、AREA_MNは減少している。SHAPE_MN, SHDI, SIDIは大きな変化が見られない。これらのことから、対象地全体のランドスケープ構造は断片化し、形状が複雑化しているが、個々のパッチの形状は大きく変化せず、また、多様性においても大きな変化は発生していないことが分かる。

表-3. ランドスケープレベルの指数変化

Table 3 Change of metrics at landscape level.

	1966	2007
PD	3.4	5.6
ED	54.7	75.7
LSI	16.6	22.5
AREA_MN	29.5	17.7
SHAPE_MN	1.9	1.9
SHDI	1.9	2.0
SIDI	0.8	0.8

PD:パッチ密度, Patch density(/100ha), ED:エッジ密度, Edge density(m/ha), LSI:ランドスケープ形状指数, Landscape shape index, AREA_MN:平均パッチ面積, Mean patch area(ha), SHAPE_MN:平均形状指数, Mean shape index, SHDI:シャノンの多様性指数, Shannon's diversity index, SIDI:シンプソンの多様性指数, Simpson's Diversity Index

3. クラスレベルの指数 森林性植生の指数変化を示した(表-4)。表より、面積の大きく減少した高木林は、優占度を示すLPI, ED, AREA_MN, 分布の偏りを示す(数値が大きいほど偏りが小さい)IJIが減少し、PDがやや増加、形状の複雑さを示すSHAPE_MN, パッチの結合度を示すCOHESION, パッチの集中度を示すAIは大きく変わらない。PDがやや増加しAREA_MNが減少していること

表-4. クラスレベルの指数の変化

Table 4 Change of metrics at class level

植生区分 Vegetation type	年 Year	PD	LPI	ED	AREA_MN	SHAPE_MN	IJI	COHESION	AI
高木林 Forest	1966	0.2	11.2	11.1	79.5	1.8	64.1	99.8	99.3
	2007	0.3	2.7	10.0	37.2	1.9	49.8	99.5	98.7
低木林 Shrub	1966	0.3	3.6	10.5	23.3	2.0	63.6	99.5	98.2
	2007	0.5	1.2	12.5	12.9	1.9	63.9	99.2	97.6
マングローブ高木林 Mangrove forest	1966	0.2	2.4	7.8	27.5	1.9	29.8	99.4	98.7
	2007	0.3	0.0	2.6	1.3	1.7	55.7	96.1	93.2
マングローブ低木林 Mangrove shrub	1966	0.5	4.2	24.0	39.6	2.0	74.8	99.6	98.6
	2007	0.6	2.9	27.7	34.2	2.1	48.5	99.5	98.5
植栽林 Planting forest	1966	0.1	0.3	2.9	8.3	2.7	66.8	98.7	95.6
	2007	0.2	0.2	3.6	6.4	2.3	69.0	98.4	95.9
矮性林 Dwaft forest	1966	0.3	0.3	6.5	8.9	1.8	72.9	98.6	97.3
	2007	0.7	0.4	12.1	6.4	1.9	71.6	98.6	96.5

PD: パッチ密度, Patch density(/100ha), LPI: 最大パッチ指数, Largest Patch Index(%), ED: エッジ密度, Edge density(m/ha), AREA_MN: 平均パッチ面積, Mean patch area(ha), SHAPE_MN: 平均形状指数, Mean shape index, IJI: 散在並置指数, Interspersion and Juxtaposition Index(%), COHESION: 結合度指数, Patch Cohesion Index, AI: 集中度指数, Aggregation Index(%)

からパッチの断片化が起こり、優占度が低下し、分布の偏りも大きくなったと考えられる。面積が減少した低木林はLPI, AREA_MN が減少し、PDがやや増加、他の指数は大きく変わらないことから、断片化し優占度が低下したと考えられる。面積が大きく減少したマングローブ高木林は、LPI, ED, AREA_MNが減少し、PDがやや増加、IJIが増加、他の指数は大きく変わらないことから、断片化し優占度は低下したが、分布の偏りはやや減少したと考えられる。面積の増加したマングローブ低木林は、LPI, IJIが減少し、AREA_MNはやや減少したがPD, EDがやや増加し、他の指数は大きく変わらないことから、パッチ数の増加が起こり、また、分布の偏りが増加したと考えられる。面積がやや増加した植栽林はPDがやや増加し、他の指数では大きな変化が見られないことから、他の植生の変化によるパッチ数の増加が発生したと考えられる。面積の増加した矮性林は、PD, EDが増加しているが他の指数は大きな変化が見られないため、他の植生の変化によるパッチ数の増加とそれに伴うエッジ長の増加が発生したと考えられる。

IV 考察

対象地において、高木林は、パッチの断片化により減少し、多くは低木林へと変化した。低木林は、断片化により面積が減少したと判断できるが、面積変化の点から見ると高木林からの変化と樹園への変化の差によるものであった。マングローブ高木林は、断片化により大きく面積を減少し、マングローブ低木林へ変化した。マングローブ低木林は、パッチ数の増加により、やや面積が増加した。マングローブ林減少の主要因であるエビ養殖池は、1966年には見られなかったが、2007年には295.5haへ増加した。これは、対象地全体から見ると大きな変化

とはいえないが、局地的には今後の推移に注目すべき点である。これらのことから、対象地域における森林植生の変化は、期間中、何らかの開発行為により高木林、マングローブ高木林の森林劣化は見られたが、対象地周辺で発生しているようなエビ養殖池の大きな開発行為(1, 3)は見られなかった。これらのことは、この地域の特徴として捉えることができ、その要因は今後さらに検討する必要があると考えられた。

V おわりに

タイ国ラノー県沿岸地域の森林植生の変化を定量的に解析した。今後は、対象地の森林劣化の要因、2007年以降の森林植生の変化について社会経済的要因を含め総合的に調査、研究を継続してゆきたい。

本研究は、環境省地球環境総合推進費(D-0902)により実施された。

引用文献

- (1) HOSSAIN, M. Z.; TRIPATHI, N. V.; GALLARDO, W. G. (2009) Land Use Dynamics in a Marine Protected Area System in Lower Andaman Coast of Thailand, 1990-2005, *Journal of Coastal Research* 25, 1082-1095.
- (2) MCGARIGAL, K., CUSHMAN, S. A., NEEL, M. C., ENE, E. (2002) FRAGSTATS: Spatial Pattern Analysis Program for Categorical Maps. Available at the following web site: www.umass.edu/landeco/research/fragstats/fragstats.html.
- (3) MUTTITANON, W.; TRIPATHI, N. K. (2005) Land use/land cover changes in the coastal zone of Ban Don Bay, Thailand using Landsat 5 TM data. *International Journal of Remote Sensing* 26, 55-59.