

沖縄県北部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（国際農研センター）・生沢均（沖縄県森林資源研究センター）
 ・山田茂樹・清水晃（森林総研九州）

Abstract: The northern part of Okinawa Prefecture is required to play the base of the tourism, the production base of the lumber, and the source of carbon absorption. It is necessary to understand the current state and the transition of the forests to promote the roles of the forests. In this paper, the change in the forest vegetation from 1977 to 2006 of this region is understood from the area change and the landscape metrics. The area of the *Castanopsis sieboldii* forest (young stand), the *C. sieboldii* forest (middle-aged stand), and the *Pinus luchuensis* forest (young stand) decreased, and the area of the *P. luchuensis* forest (middle-aged stand) increased. It was understood for the landscape structure of the study area to fragment and to complicate shape from the landscape metrics at the landscape level. It was understood that the number and the area of the *P. luchuensis* forest (middle-aged stand) increase and that other vegetations fragment from the landscape metrics at the class level.

Keywords: Yanbal, landscape metrics, FRAGSTATS, fragmentation

要旨：沖縄県北部地域は、豊かな自然環境を保全することにより観光産業の活性化が期待されるとともに、木材の生産拠点や温暖化防止に寄与する森林吸収源としての積極的な森林施業の推進が求められている。このような施業を実現するためには、この地域の森林植生の現況や変化を正確に把握しなければならない。本報告では、この地域の1977年から2006年間の森林植生の変化を面積変化とランドスケープ指数から把握した。森林面積の変化はスダジイ群落（若齢林・風衝矮性林）、スダジイ群落（壮齢林）、リュウキュウマツ群落（若齢林）では減少、リュウキュウマツ群落（壮齢林）では増加したが、植生間で面積の入れ替わりが生じていると考えられた。ランドスケープレベルの指数から対象地全体のランドスケープ構造は断片化し、形状が複雑化すると共に、分布の偏りが増加していると考えられた。クラスレベルの指数の変化から森林植生はリュウキュウマツ群落（壮齢林）が個数・面積共に増大し、その他の植生は断片化していると考えられた。

キーワード：やんばる、ランドスケープ指数、FRAGSTATS、断片化

I はじめに

沖縄県北部地域は通称やんばると呼ばれ、イタジイ、オキナワウラジロガシ、イスノキ等の広葉樹が主体の亜熱帯照葉樹林に覆われ、ノグチゲラやヤンバルクイナに代表される地域固有の生物種が生息する場所として有名である。この地域を含む沖縄県北部森林計画区の民有林の状況を見ると、森林面積は1973年の40988haから1988年の44463ha、2007年の45070haへ増加し、このなかの立木地においては1973年の37802haから1988年の40868ha、2007年の41635haへ増加した。この期間、人工林針葉樹は882ha減少し、人工林広葉樹は1897ha増加、天然林針葉樹は2113ha増加し、天然林広葉樹は705ha増加している。2007年の平均蓄積は人工林で129立方メートル、天然林で136立方メートル、復帰直後は人工林、天然林とも50立方メートル以下であったことから、順調に回復し

ているといえる。森林の所有形態は、市町村有林54%、私有林35%、県有林11%と公有林の占める割合が高い。林地転用についてみると、1984年から1988年にかけて、年平均161ha、農用地転用がそのうち70%、農用地は畑470ha、樹園地21ha、採草放牧地65haで、ついでレジャー施設用地、ダムとなっており、農用地、ゴルフ場、ダムが3大転用先といえる。2008年の沖縄県北部地域森林計画書の転用面積では、その他222ha、農用地20ha、住宅工場用地等16ha、となっており転用の傾向が変化していると考えられる(6, 8)。

このような状況にある沖縄県北部地域は、豊かな自然環境を保全することにより観光産業の活性化が期待されるとともに、木材の生産拠点や温暖化防止に寄与する森林吸収源としての積極的な森林施業の推進が求められている。本報告では、この地域の約30年間の森林植生の変

Makoto SANO, Asako MIYAMOTO (FFPRI, Ibaraki, 305-8687 Japan), Naoyuki FURUYA (JIRCAS, Ibaraki, 305-8686 Japan), Hitoshi IKUZAWA (Okinawa Pref. Forest Resources Research Center, Okinawa, 905-0017), Shigeki YAMADA, Akira SHIMIZU (Kysuyu research center, FFPRI, 860-0862) Landscape change of subtropical forest in northern part of Okinawa island.

化を把握することにより、自然環境保全と森林施業を両立させる計画案策定のために必要な基礎資料を提供するものである。

II 対象地と解析方法

対象地は沖縄県北部の国頭村内にある西銘岳（420m）を中心とした東西約8km、南北5kmの地域で、宇嘉側、奥川、楚洲川などの河川を有する。

対象地の植生区分を決定するため、対象地内の林道踏査と空中写真画像から植生区分を決定した（表-1）。この植生区分を用い、1977年と2006年撮影の空中写真（1:8000）を判読し、ベクター形式でGIS（ArcGIS9.3）へ格納した（図-1）。

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
CFY	スダジイ群落(若齢林・風衝矮性林) Castanopsis sieboldii forest (young stand)	CL	果樹園・苗圃・耕作地・牧草地など Cultivated land
CFM	スダジイ群落(壮齢林) C. sieboldii forest (middle-aged stand)	DBL	人工法面・造成裸地 Developed bare land
CFO	スダジイ群落(老齢林) C. sieboldii forest (old-aged stand)	RO	道路等 Roads
PFY	リュウキュウマツ群落(若齢林) Pinus luchuensis forest (young stand)	RA	施設・住宅など Residential area
PFM	リュウキュウマツ群落(壮齢林) P. luchuensis forest (middle-aged stand)	SBA	自然裸地(砂) Sand bare land
PSF	先駆性樹林 Pioneer species forest	RBA	自然裸地(岩) Rock bare land
CPC	海岸性植物群落 Coastal plant communities	WA	開放水域 Water
NG	自然草地 Natural grassland	SEA	海面 Sea
COA	伐開地・新植地 Cutover area		

対象地における植生の面積変化を調べるため、2つ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、ランドスケープ構造の変化を把握するため、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 (7) を使用し、対象地全体を把握するランドスケープレベルと、各被覆を把握するクラスレベルの指数を計算した。この際、FRAGSTATS3.3がラスタデータにしか対応していないため、被覆区分図を5mグリッドのラスタデータへ変換した。また、コアエリア算出に必要なエッジ深さを森林対非森林の場合森林側に20m、重み付けエッジ長の算出に必要なエッジ重みを森林対非森林の場合1とした。

III 結果

1. 面積の変化 面積の変化を表-2に示した。CFYは1977年から2006年の間に293.1haから193.4haへ減少した。この期間、CFYはCFM、CFO、PFMへの変化、CFM、

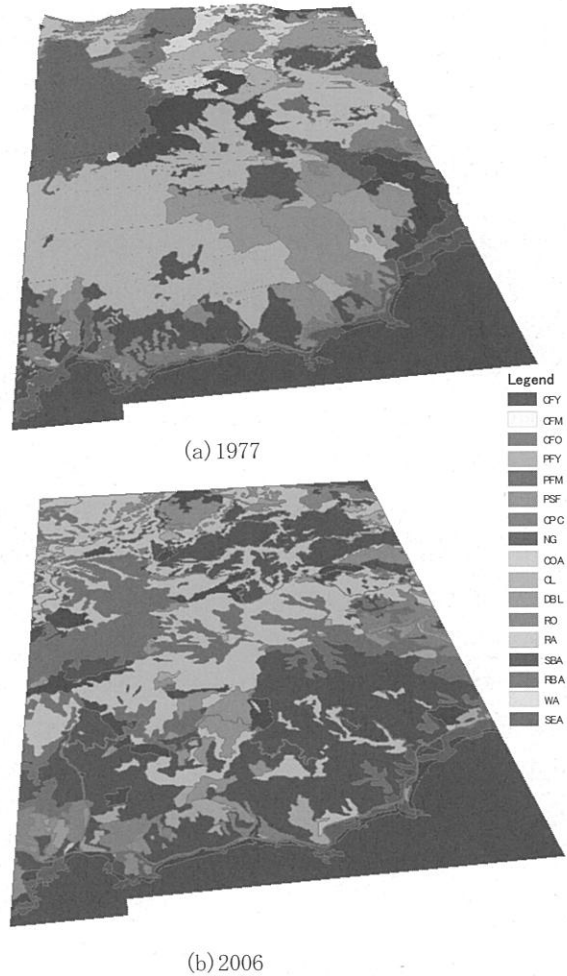


図-1. 対象地の植生区分図

Fig 1. Vegetation map of the study area

CFOからCFYへの変化が同時に進行していた。CFMは期間中に、1185.7haから1105.4haへ減少した。これは、CFY、CFO、PFMへの変化とCFY、CFO、PFY、COAからの変化によるものと考えられる。CFOは期間中に大きな面積の変化はなかった。しかし、CFY、CFM、PFMからの変化とCFY、CFMへの変化が生じている。PFYは期間中に、439.7haから111.2haへと減少している。これは、PFM、CFMへの変化が大きな要因と考えられる。PFMは期間中437.5haから1115.9haへと大きく増加している。これは、CFY、CFM、PFY、COAからの変化によるものと考えられる。PSFは期間中、178.3haから122.1haへと減少している。これはCFMへの変化が大きな要因と考えられる。以上より、1977年から2006年にかけて森林面積の変化はCFY、CFM、PFY、PSFでは減少、PFMでは大きく増加した。しかし、この変化は一定方向への変化ではなく、植生間で面積が入れ替わる双方向の変化より生じていると考えられた。

表-2. 1977年から2006年の面積の変化

Table 2. Transition of area from 1966 to 2006

(ha)

	2006																			Total
	CFY	CFM	CFO	PFY	PFM	PSF	CPC	NG	COA	CL	DBL	RO	RA	SBA	RBA	WA	SEA			
1977	CFY	26.7	132.5	55.1	8.9	58.8	2.4		0.2	5.5	1.3	0.2	1.5							293.1
	CFM	74.2	573.4	168.9	39.5	253.0	15.0			17.0	25.3	1.6	12.6	5.2	0.0		0.1			1185.7
	CFO	66.4	165.4	238.3	7.0	30.0				7.8	38.9	2.2	3.9	1.1			9.9			570.8
	PFY	7.3	63.1	12.2	4.4	334.5	1.4	0.3		6.5	7.5	0.0	2.5				0.0			439.7
	PFM	3.6	24.3	58.1	12.9	246.4	23.0	3.3	3.2	25.7	32.8	1.0	1.1	2.1	0.1		0.0			437.5
	PSF		41.7	25.4	6.7	23.7	66.0	1.4	0.5	1.7	6.1	0.5	1.0	1.3	0.5		1.9	0.0		178.3
	CPC	0.1	0.8	0.1		5.0	0.3	38.3	2.1	0.0	0.6	0.1	0.7	1.0	4.5	0.8			0.9	55.3
	NG			0.1	0.6	0.2	2.5		3.1				0.2	0.1	0.5					7.3
	COA	14.0	72.6	8.1	30.8	155.4	7.6	0.1	0.3	14.9	5.6	0.9	4.0	1.2			5.5			320.8
	CL	1.0	30.2	0.6	0.2	6.2	3.3	0.8		10.6	49.1	0.5	0.9	2.2			1.1			106.7
	DBL	0.1	1.1	0.8	0.2	1.8	0.3	0.3		0.1	0.2	1.0	0.4							6.1
	RO		0.4	0.1		0.6	0.2	0.8	0.1	0.1	0.0	0.1	7.2	0.2	0.5				0.0	10.3
	RA					0.2	0.1				0.3		0.1	1.4	0.0					2.0
	SBA					0.3	0.2	0.8	0.2					0.4	0.4	19.5	0.3		2.9	24.8
	RBA					0.0		0.5						0.0		0.2	4.7		1.7	7.0
	SEA					0.0		0.4							2.2	1.8			371.5	375.9
	Total	193.4	1105.4	567.5	111.2	1115.9	122.1	47.0	9.7	89.8	167.7	8.0	36.6	16.2	27.9	7.6	18.5	376.9	4021.4	

2. ランドスケープレベルの指数 2 時期の指数を示した (表-3)。PD, ED, LSI, DCAD, CWEDは増加し, AREA_MN, DCORE_MN, IJIが減少している。このことから, 対象地全体のランドスケープ構造は断片化し, 形状が複雑化すると共に, 分布の偏りが増加していると考えられた。また, 平均コアエリア面積が減少していることから, ある植生に依存する生物への影響が増加することが示唆された。

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.

	1977	2006
PD	9.5	13.3
ED	84.8	122.1
LSI	14.5	20.4
AREA_MN	10.5	7.5
SHAPE_MN	1.8	1.9
DCAD	11.5	15.6
DCORE_MN	8.2	6.0
CWED	36.7	45.6
IJI	72.7	68.8
SHDI	2.1	2.0

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, DCAD:コアエリア密度, Disjunct core area density(/100ha), DCORE_MN:平均コアエリア面積 Mean disjunct core area (ha), CWED:重み付けエッジ密度, Contrast-weighted edge density(m/ha), IJI:散在並置指数, Interspersion & Juxtaposition Index(%), SHDI:シャノンの多様性指数, Shannon's diversity index

3. クラスレベルの指数 森林植生の指数の変化を示した (表-4)。表より, CFYはPD, ED, DCAD, CWED, IJIが増加, AREA_MN, DCORE_MNが減少していることから断片化が進行し分布の偏りが小さくなっていることが分かる。CFMは, CFYとほぼ同様な傾向を示すがIJIが減少していることから分布の偏りがやや増加したと考えられ, CFOはCFMと同様な傾向を示した。PFYはPD, DCAD, IJIが増加し, ED, AREA_MN, DCORE_MN, CWEDが減少していることから, 断片化により特に小さなパッチが増加し分布の偏りが小さくなったと考えられた。PFMはIJIが減少しその他の指数は増加していることから, パッチ数, パッチ面積共に増加し, 優占植生となったと考えられる。PSCはAREA_MN, DCORE_MN, IJIが増加し, PD, ED, DCAD, CWEDが減少していることから, 小さなパッチが減少したと考えられた。これらのことから, 森林植生はPFMが個数・面積共に増大し, その他の植生は断片化していると考えられた。

IV 考察

森林植生の変化に関する報告は, 近年多数見られる。特に森林の断片化は種の構成と生物多様性に影響することが知られており, 重要な課題として注目されている。ポーランドのVistula川流域における, 1953年と2003年間のランドスケープの変化と生物多様性に関する報告では, 自然植生の遷移や農業の拡大, 河川規制等により低木林, 高木林, 荒廃地等が増大し, 絶滅危惧種へ負の影響を及ぼすと指摘している (5)。北スペインの自然公園のランドスケープ動態に関する報告では, 森林減少

表-4. クラスレベルの指数の変化

Table 4. Change of metrics at class level

	PD		ED		AREA_MN		DCAD		DCORE_MN		CWED		IJI	
	1977	2006	1977	2006	1977	2006	1977	2006	1977	2006	1977	2006	1977	2006
CFY	0.42	0.67	12.88	13.05	17.25	7.17	0.62	0.87	11.26	4.89	1.87	3.79	55.33	67.73
CFM	0.60	1.42	39.57	64.89	49.41	19.39	1.17	2.21	23.46	11.18	13.89	19.14	71.99	67.79
CFO	0.12	0.77	9.17	28.66	114.16	18.31	0.15	0.97	93.61	14.06	1.41	3.11	60.10	53.82
PFY	0.50	0.94	15.41	9.33	21.98	2.93	0.47	1.09	21.76	2.24	4.38	2.21	65.12	70.68
PFM	1.29	2.51	23.88	50.06	8.41	11.05	2.14	3.23	4.48	7.94	8.92	14.16	76.33	66.17
PSC	0.55	0.30	12.42	7.64	8.11	10.17	0.90	0.47	3.93	5.44	6.24	3.16	77.27	77.42

はユーカリ植林、貯水池の設置に起因し、森林増加は再群落化した灌木林、草地、耕作地によるものとし、1957年から2003年にかけて森林の断片化と森林パッチ周辺の生息地の質的变化を引き起こしたと指摘している(1)。対象地においては、リュウキュウマツ群落が大きく面積を増加し、クラスレベルの指数からも個数、面積の増加を示し相対的に優占植生となっている。スダジイ群落は、面積が減少し断片化していることが示された。これらのことから、ポーランド、北スペインでの事例のように、対象地においても生物多様性に関し負の影響が増加している可能性が示唆された。このような状況を改善するためには、ランドスケープの修復に関する検討も行わなければならない。Francesco and Davide (3) は、適切な修復計画が劣化プロセスを和らげ生物多様性を保護し、森林の価値とサービスを高めるという視点から、再植林の優先地を特定し、ランドスケープスケールの再植林を計画し、生態的社会経済的基準について評価する手法を開発した。また、地中海地域において1933年から2000年の森林被覆の動態を検討し、一般的な造林プロセスにより高い標高、傾斜の地域においてランドスケープの変化が起こり、断片化・パッチ化を減少させることが指摘された(2)。北西中国では生態的修復プログラムが実行され、断片化は和らぎ、ランドスケープパッチの空間特性は複雑化し重要な修復域においては正の影響が存在したが、大きなスケールではランドスケープ動態に大きな影響を及ぼさなかったと報告されている(4)。これらの事例から、対象地域においてスダジイ群落の拡大により生物多様性の改善が計られると考えられ、ランドスケープ指数による評価が重要と考えられた。

V おわりに

沖縄県北部の森林変化を面積とランドスケープ指数の変化により解析した。今後は、対象地の気象因子や生物に関するデータを収集し、総合的な森林の評価についても検討してゆきたい。

引用文献

- (1) ALBERTO L. TEIXIDO, LUIS G. QUINTANILLA, FRANCISCO CARREÑO, DAVID GUTIÉRREZ(2010) Impacts of changes in land use and fragmentation patterns on Atlantic coastal forests in northern Spain, *Journal of Environmental Management* 91, 879-886.
- (2) FRANCESCO GERI, DUCCIO ROCCHINI, ALESSANDRO CHIARUCCI(2010) Landscape metrics and topographical determinants of large-scale forest dynamics in a Mediterranean landscape, *Landscape and Urban Planning* 95, 46-53.
- (3) FRANCESCO ORSI, DAVIDE GENELETTI(2010) Identifying priority areas for forest landscape restoration in Chiapas(Mexico): An operational approach combining ecological and socioeconomic criteria, *Landscape and Urban Planning* 94(1), 20-30.
- (4) HU LIU, WEN ZHI ZHAO, XUE LI CHANG, LI JIE ZHANG, ZHI BIN HE(2009) Characterizing landscape dynamics of a small catchment under ecological rehabilitation interventions in Northwestern China, *Landscape and Urban Planning* 93, 201-209.
- (5) MARTA WOZNIAK, ROB S. E. W. LEUVEN, H. J. ROB LENDERS, TADEUSZ J. CHMIELEWSKI, GERTJAN W. GEERLING, ANTHONIUS J. M. SMITS(2009) Assessing landscape change and biodiversity values of the Middle Vistula river valley, Poland, using BIO-SAFE, *Landscape and Urban Planning* 92, 210-219.
- (6) 松下幸司(1993)沖縄本島北部における林業の動向とその特性, *経済地理学年報*, 39(2), 97-115.
- (7) 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.
- (8) 沖縄県(2008)沖縄北部地域森林計画書, 沖縄県, 74pp.