

## 空中写真と GIS を利用した広葉樹林の被覆変化に関する解析

### Analysis of cover changes of broad-leaved forest using aerial photographs and GIS

田中真哉<sup>\*1</sup>・佐野真琴<sup>\*1</sup>

Shinya TANAKA<sup>\*1</sup> and Makoto SANO<sup>\*1</sup>

\*1 森林総合研究所

Forestry and Forest Products Research Institute, Tsukuba 305-8687

**要旨:** 茨城県の旧友部町を対象に空中写真と地理情報システム(GIS)を用いて広葉樹林の被覆変化について解析し、その特徴について考察した。1960年から1998年の空中写真から作成した3つの土地被覆図をGISによって集計し、クロス集計表に基づいた手法によって変化の特徴を詳しく調べた。対象地のランドスケープにおいて、広葉樹林の面積は減少していた。また、被覆の変化はSwapによるものが大きかった。1974年から1998年にかけて若齢林が減少しており、明るい森林を好む森林性生物の生息地を減少させることが懸念されるため、今後の森林管理において注意する必要があることを指摘した。

**キーワード:** 空中写真、広葉樹林、地理情報システム、被覆変化、ランドスケープ

**Abstract:** Cover changes of broad-leaved forest in Tomobe town, central part of Ibaraki prefecture, was analyzed by using old aerial photographs and geographic information system (GIS), and discussed in the present study. Three land cover maps between 1960 and 1998 were created, and then the change detection analysis was performed by post-classification comparisons of bi-temporal maps. Analyses of the land cover change matrix revealed the followings. In the study area, area of broad-leaved forest was decreased. In addition, cover-changes of broad-leaved forest by "Swap" were large in the landscape. During the 1974–1998, area of young forest had dramatically decreased in the study area. Therefore, it is necessary to pay attention to the young forest in forest management to avoid adverse effects on the biodiversity.

**Keywords:** Aerial photograph, Broad-leaved forest, GIS, Land cover change, Landscape

#### I はじめに

近年、森林の多面的機能の持続的な発揮に向けて、広葉樹林化や針広混交林化が課題のひとつになっている(3)。広葉樹林化のためには、広葉樹の動態に関する基礎的な知見が不可欠であるが、ランドスケープ内の変化という観点から研究を行った事例は限られている。過去からの変化を広域にわたって現地調査によって明らかにすることは難しいが、定期的に撮影してきた空中写真を利用すれば、広域を対象にランドスケープの変化を解析することが可能になる(1)。そこで本研究では、過去に撮影された空中写真と地理情報システム(GIS)を利用して、これまでに起こった広葉樹林の被覆変化の特徴を把握し、被覆変化の特徴について考察した。

#### II 材料と方法

研究対象地は茨城県の旧友部町(合併して現在は笠間市; 以後、単に友部町と記す)、約59km<sup>2</sup>の範囲とした。対象地は水戸市に隣接しており、友部農業振興地域整備

計画書によると1961年において18,938人だった人口は1993年には33,000人に達している。旧友部町は人口増加によって市街化が進んできた地域であるといえる。

まず、友部町を撮影した国土地理院の1960, 1974, 1998年の空中写真(年次によって白黒またはカラー写真を利用)を立体視し、被覆や樹高に基づく26カテゴリの土地被覆図を作成した。この土地被覆図をポリゴンからなるデータベースとしてGISに格納した。次に、解析を容易にするため、26の被覆カテゴリを9カテゴリにまとめ、5mの解像度でラスター化した。本研究では区分したカテゴリは若齢広葉樹林(樹高5m未満; YBF)、広葉樹林(BF)、アカマツ林(PI)、若齢スギ・ヒノキ植林地(樹高5m未満; YCP)、スギ・ヒノキ植林地(CP)、農地(AG)、市街地・造成地(UR)、水域(WA)、その他(草地・ゴルフ場等; OT)である。最後にGISを用い、各年次で互いに同じ位置にあるピクセルを重ねあわせてカウントし、1960年から1974年まで(前期)、1974年から1998年まで(後期)の変化をクロス集計表(2)としてまとめた。

この土地被覆図の精度検証は行っていないが、判読結果が妥当なものとなるように、複数年次の土地被覆図を重ねあわせて判読結果を確認し、また、現地調査によって現地の植生を確認するようにしており、本研究で行うランドスケープレベルの解析を行う目的に対して十分な精度を有していると考えた。

上記によって得られたクロス集計表から9カテゴリのそれぞれで先行研究(2, 4)に従い、Gain( $G$ ; 増加量)、Loss( $L$ ; 減少量)、Total change( $T$ ; 総変化量;  $T=G+L$ )、Swap( $S$ ; 場所(面積)の交換;  $S=2 \times \min[G, L]$ )、Net change( $N$ ; 純変化量;  $N=T-S$ )を計算し、それらの変化の特徴を詳しく調べた。

### III 結果

図-1に友部町における3時期の土地被覆図を、図-2に各期における各カテゴリの面積割合を示した。ここでは簡単のため、被覆をそれぞれ5カテゴリにまとめたものを示した(凡例参照)。これらから友部町では住宅地等の増加、農地と森林の減少が主要な変化であると分かる。広葉樹林は1960年に対象地のランドスケープの16%を占めていたが、1998年までに9.7%へ減少していた。

クロス集計表(表-1)を用い、上記の変化をカテゴリごとにまとめたものを表-2に示した。表-2においてTotal change, Swap, Net changeの合計が9カテゴリの合計と一致しないのは、カテゴリAからBへの増加(減少)とカテゴリBからAへの減少(増加)がダブルカウントされるため、合計値を半分にする必要があるからである。BFは前期にSwapとNet changeともに数値が大きく、多くの場所で変化が生じていた(Total change: 10.3%)。後期については、変化のほとんどは場所の交換として捉えられた。森林の他のカテゴリを見ると、CPについては前期と後期ともにSwapの数値が高く、面積の増減は小さいが場所の交換によってランドスケープの10%以上が変化していた(表のTotal changeを参照)。若齡林分ではYBFとYCPとともに前期にはSwapの割合が高いものの、後期には純減少しており、その結果、1998年において若齡林がランドスケープに占める割合はYBFで0.2%、YCFで0.1%と極めて小さかった。

### IV 考察

友部町では1974年までに広葉樹が大きく減少し、その後の面積の減少量は小さかった。1974年から1998年の変化について図-3のようにYBFとBFを同じカテゴリとまとめれば、YBFが1.7ポイントの減少、BFが1.4ポイントの増加であるため、合計では0.3ポイントの減少

に過ぎないものであった。その一方で、純減少のみに着目していては捉えることのできないSwapが生じていることによって、全ランドスケープ中の10%以上の土地が広葉樹に関連して変化していることが判明した。ただし、本研究ではYBFとBFを別のカテゴリとしているため、YBFからBFへの変化量(樹高が5m以上へ成長したことによる変化)は割り引かなければならない。

また、1998年においてYBFは0.2%、YCFは0.1%と若齡林の面積割合が極めて小さいことが判明した。若齡林の減少は伐採や植林などの活動が1998年に近い時期にほとんど行われていないことを示している。若齡林の減少は齡級構成の偏りという点に加え、明るい森林を好む森林性生物の生息地の減少という点からも懸念されるため、今後の森林管理において注意すべき点である。

### V まとめ

本研究は、茨城県の旧友部町を対象に空中写真とGISを用いて広葉樹林の被覆変化について解析し、その特徴を考察した。友部町では(1)広葉樹林は1960年から1998年にかけて減少した。(2)広葉樹はそれ以外の被覆カテゴリとの場所(面積)の交換が多く、総変化としてみると、さらに多くの土地が広葉樹林に関連して変化していた。(3)1974年から1998年における変化の特徴として若齡林の減少が特徴的であり、今後の森林管理において注意する必要があることが判明した。今後、友部町の特徴である平地林を区分して詳しく解析するとともに、統計資料との比較分析を行いたいと考えている。

### 引用文献

- (1) MIYAMOTO, A. and SANO, M. (2008) The influence of forest management on landscape structure in the cool-temperate forest region of central Japan. *Landscape Urban Plan.* **86** : 248-256
- (2) PONTIUS JR., R. G., SHUSAS, E., and MCEACHERN, M. (2004) Detecting important categorical land changes while accounting for persistence. *Agric. Ecosyst. Environ.* **101** : 251-268
- (3) 林野庁 (2014) 平成25年度森林・林業白書.  
<http://www.rinya.maff.go.jp/j/kikaku/hakusyo/25hakusyo/zenbun.html> (2014年10月30日アクセス)
- (4) SHOYAMA, K. and BRAIMOH, A. K. (2011) Analyzing about sixty years of land-cover change and associated landscape fragmentation in Shiretoko Peninsula, Northern Japan. *Landscape Urban Plan.* **101** : 22-29

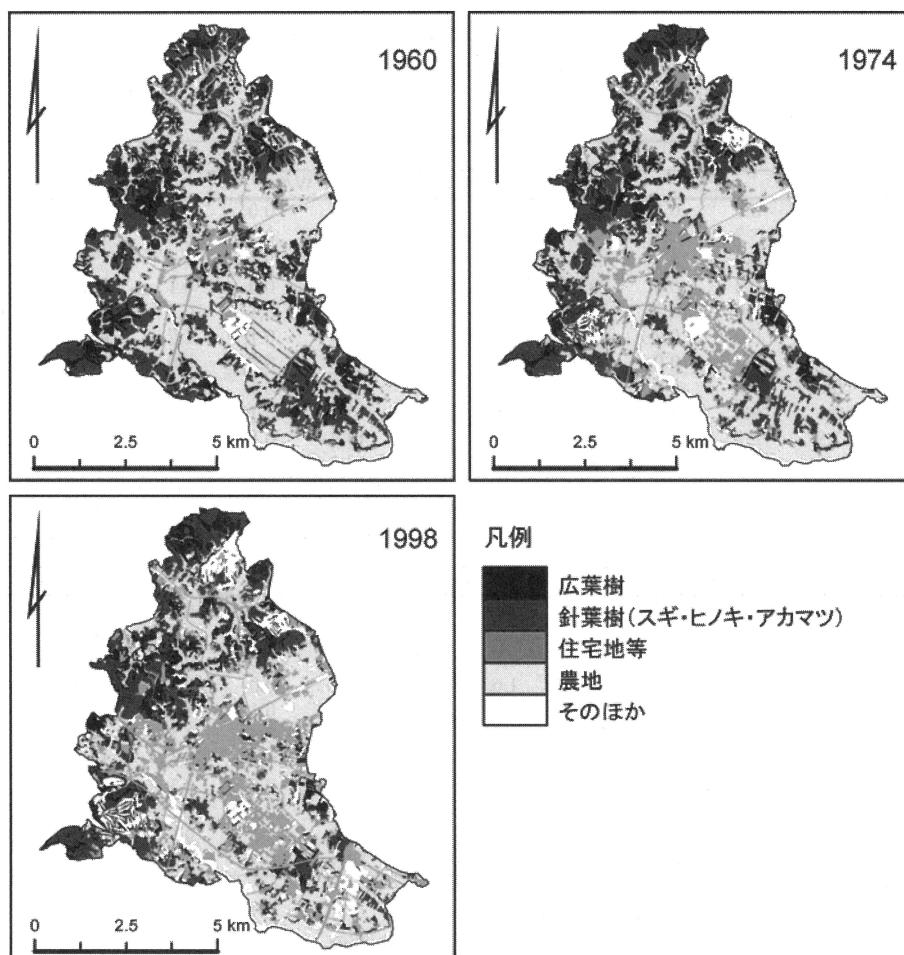


図-1. 対象地の土地被覆図

Fig.1 Land cover maps of the study area

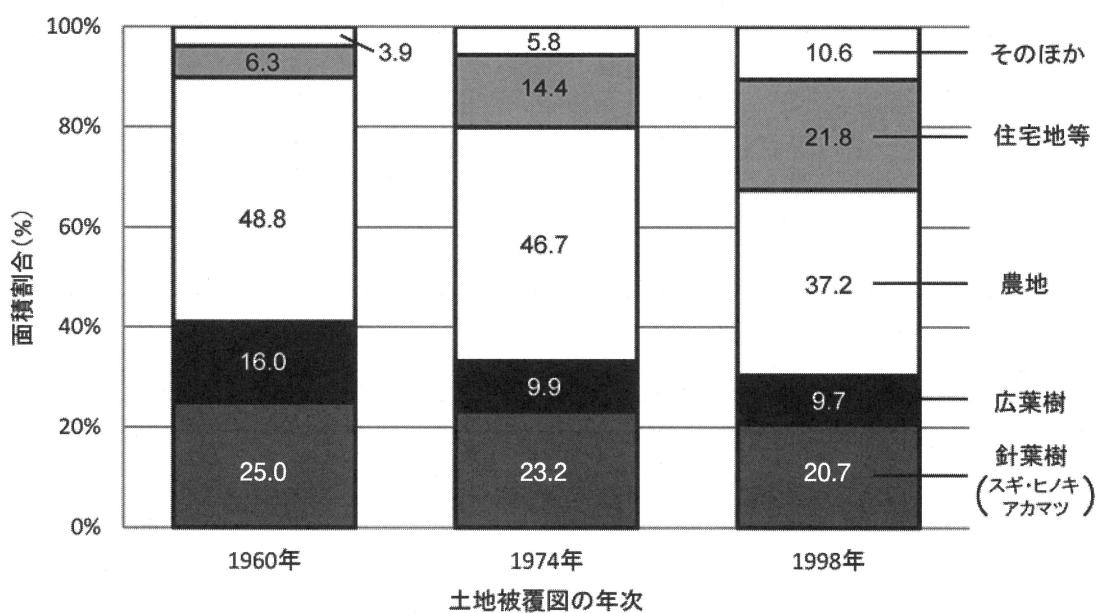


図-2. 対象地における土地被覆の面積割合の変化 (%)

Fig.2 Changes in the percentage of land covers (%)

表-1. 土地被覆変化マトリクス (%)

Table 1 Land cover change matrix (%)

(a)1960年から1974年にかけての変化

1960	1974										Total 1960	Loss
	YBF	BF	PI	YCP	CP	AG	UR	WA	OT	Total 1960		
YBF	0.3	0.6	0.1	0.2	0.5	0.5	0.1	0.0	0.2	2.4	2.1	
BF	0.7	5.7	0.7	0.6	1.6	2.3	1.2	0.0	0.8	13.6	7.9	
PI	0.0	0.2	1.3	1.0	0.2	0.0	0.2	0.0	0.2	3.1	1.8	
YCP	0.0	0.2	0.0	0.1	1.0	0.4	0.2	0.0	0.1	2.0	1.9	
CP	0.5	1.0	0.3	1.0	13.5	1.9	1.1	0.1	0.5	19.9	6.4	
AG	0.2	0.2	0.2	0.1	0.4	40.9	5.0	0.1	1.7	48.8	7.9	
UR	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	6.2	0.0	0.0	6.3	0.1	
WA	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.5	0.2	0.8	0.3	
OT	0.1	0.2	0.0	0.1	0.2	0.5	0.4	0.1	1.4	3.1	1.7	
Total 1974	1.9	8.1	2.6	3.0	17.6	46.7	14.4	0.8	5.0	100.0	30.1	
Gain	1.6	2.4	1.3	3.0	4.0	5.8	8.2	0.3	3.6	30.1		

(b)1974年から1998年にかけての変化

1974	1998										Total 1974	Loss
	YBF	BF	PI	YCP	CP	AG	UR	WA	OT	Total 1974		
YBF	0.0	0.9	0.0	0.0	0.3	0.2	0.2	0.0	0.2	1.9	1.8	
BF	0.0	3.5	0.3	0.0	2.2	0.5	0.9	0.0	0.5	8.1	4.6	
PI	0.0	0.5	1.2	0.0	0.6	0.1	0.1	0.0	0.2	2.6	1.4	
YCP	0.0	0.8	0.2	0.0	1.6	0.2	0.1	0.0	0.1	3.0	3.0	
CP	0.0	1.9	0.2	0.0	10.9	1.2	1.7	0.1	1.4	17.6	6.7	
AG	0.1	1.2	0.1	0.0	1.9	33.2	6.6	0.1	3.5	46.7	13.5	
UR	0.0	0.4	0.0	0.0	0.4	1.4	11.5	0.0	0.6	14.4	2.9	
WA	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	0.1	0.8	0.2	
OT	0.0	0.4	0.1	0.0	0.4	0.3	0.7	0.2	2.8	5.0	2.1	
Total 1998	0.2	9.5	2.3	0.1	18.3	37.2	21.9	1.1	9.5	100.0	36.2	
Gain	0.1	6.0	1.1	0.1	7.4	3.9	10.3	0.5	6.7	36.2		

表-2. ランドスケープ変化の概要 (%)

Table 2 Summary of landscape changes (%)

(a)1960年から1974年にかけての変化

Total 1960	Total 1974	Gain (1)	Loss (2)	Total change (3)	(1)+(2)	Swap (4)	Net change (3)-(4)
YBF	2.4	1.9	1.6	2.1	3.7	3.1	0.5
BF	13.6	8.1	2.4	7.9	10.3	4.7	5.5
PI	3.1	2.6	1.3	1.8	3.1	2.7	0.5
YCP	2.0	3.0	3.0	1.9	4.8	3.8	1.1
CP	19.9	17.6	4.0	6.4	10.5	8.1	2.4
AG	48.8	46.7	5.8	7.9	13.7	11.5	2.1
UR	6.3	14.4	8.2	0.1	8.3	0.3	8.0
WA	0.8	0.8	0.3	0.3	0.6	0.6	0.0
OT	3.1	5.0	3.6	1.7	5.3	3.4	1.9
Total	100.0	100.0	30.1	30.1	30.1	19.1	11.0

(b)1974年から1998年にかけての変化

Total 1974	Total 1998	Gain (1)	Loss (2)	Total change (3)	(1)+(2)	Swap (4)	Net change (3)-(4)
YBF	1.9	0.2	0.1	1.8	1.9	0.2	1.7
BF	8.1	9.5	6.0	4.6	10.7	9.3	1.4
PI	2.6	2.3	1.1	1.4	2.5	2.2	0.3
YCP	3.0	0.1	0.1	3.0	3.1	0.1	2.9
CP	17.6	18.3	7.4	6.7	14.0	13.3	0.7
AG	46.7	37.2	3.9	13.5	17.4	7.9	9.5
UR	14.4	21.9	10.3	2.9	13.2	5.7	7.5
WA	0.8	1.1	0.5	0.2	0.7	0.4	0.3
OT	5.0	9.5	6.7	2.1	8.9	4.3	4.6
Total	100.0	100.0	36.2	36.2	36.2	21.7	14.5