琉球大学学術リポジトリ

南西諸島における荒廃原野の育林技術に関する基礎的研究：2.
空中写真の画像処理による荒廃原野の分布状況の解析について(附属演習林)

メタデータ	言語:
	出版者: 琉球大学農学部
	公開日: 2008-02-14
	キーワード (Ja): 空中写真, 写真判読, 画像処理, 荒廃林地
	キーワード (En): aerial photograph, photo-interpretation, image processing, denuded forest land
	作成者: 平田, 永二, 安里, 練雄, 寺園, 隆一, Hirata, Eiji, Asato, Isao, Terazono, Ryuichi
	メールアドレス:
	所属:
URL	http://hdl.handle.net/20.500.12000/3738

南西諸島における荒廃原野の育林技術に関する基礎的研究
2．空中写真の画像処理による荒廃原野の分布状況の解析について

平 田 永 二*・安 里 練 雄**・寺 園 隆 一***

Eiji HIRATA, Isao ASATO and Ryuichi TERAZONO : Studies on the silvicultural techniques of denuded forest land in south−west islands 2. An analysis of distribution of denuded forest land by image processing of aerial photograph

キーワード：空中写真、写真判読、画像処理、荒廃林地
keywords : aerial photograph, photo−interpretation, image processing, denuded forest land

Summary

The applicability of photo−interpretation and image processing of aerial photograph onto identification of growing areas of *Miscanthus sinensis* and *Leucaena leucocephala* and broad leaved forests was investigated in this work. The results of the investigation wre as follows:

1) An accuracy of interpretion by the stereoscope of aerial photograph was extremely high, reaching to about 90% in average. The values were almost 100% in the cases of growth−place of *Leucaena leucocephala*, field, buildings, and green plants.

2) Cassification accuracy obtained from the results of supesrvised classification by image processing was in a range of 27.3%−88.9% and 61.3% in average. The *Miscanthus sinensis* growing area gave the worst classification accuracy giving about 41% of its area to *Leucaena leucocephala* and about 18% to sugar cane as mistaks, indicating the presence of a problem in selecting training areas.

3) An accuacy of clustering classification was un a range of 11.1%−75.0% and 56.8% in average, showing slightly higher than the sulpesrvised classification.

4) The results of clustering classification using LANDSAT TM data gave an accuracy extremely lower than the classification by an image processing of aerial photograph, with an average of about 30%.

5) Excepting only supervised classification, photo−interpretation clustering

* 琉球大学農学部附属演習林
** 琉球大学農学部生物生産学科
*** 沖縄県林業試験場

琉球大学農学部学術報告 **43**：143～152（1996）

classification, and classification using LANDSAT data gave almost same values.

はじめに

沖縄本島の中南部地域にはススキ、ギンネンム生地が相当な面積に及んで分布し、また、各離島の海岸沿いには風衝林地が広がっている。これらの荒廃林地を健全な森林へ誘導することは、木材生産はもとより、島嶼環境における水源かん養や生活環境の保全を図る上から極めて重要な課題である[1]。

そのため、まず、荒廃原野の分類とその分布の状況を把握することが必要である。今回は、空中写真の判読と画像処理によって、どの程度の精度でススキ、ギンネンム生地及び広葉樹林などの分布及び面積が識別できるものかについて検討した。

調査方法

調査地は図1に示すように、西原町に所在し、海岸からの距離約1.4km、標高約10～130mで、部分的には30°前後の急斜面もあるが、平均傾斜度は10°未満である。また、この調査地は都市近郊にあって、比較的ススキ、ギンネムの多い、いわゆる本島中南部の代表的な林相を呈している。面積は71haで、その内約57%はススキ、ギンネンム及び広葉樹林の荒廃原野で占められ、残り43%は畑、建造物及び道路敷などで構成されている。

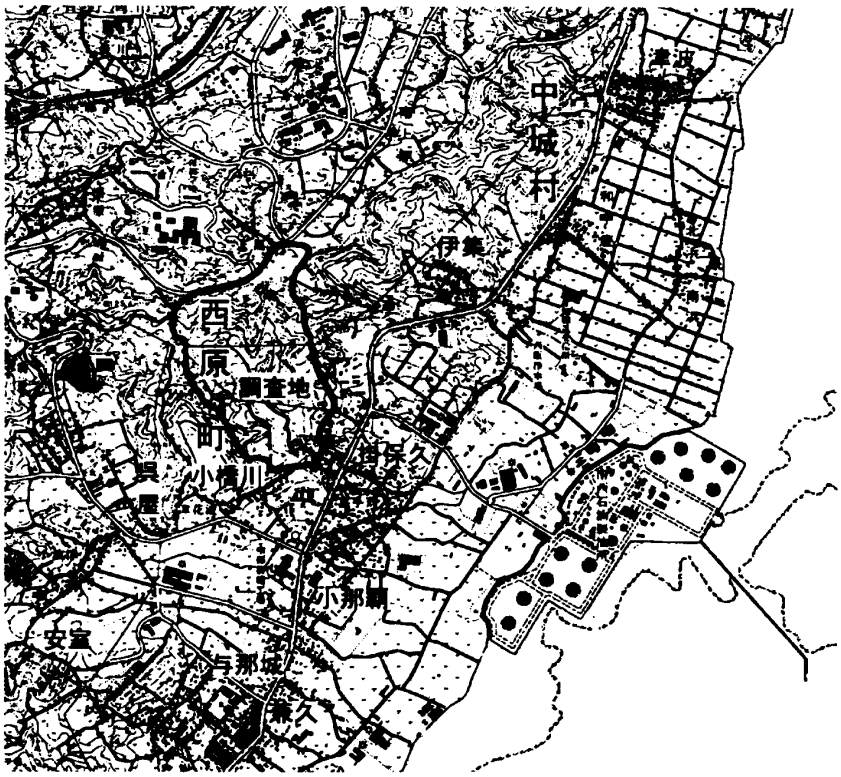

図1. 調査地の位置図

調査は写真判読と画像処理の2つの方法で行ったが、画像処理による方法では、教師付き分類法とクラスタリング分類法の2つの手法を用いた。

写真判読による方法は、実体鏡を用いて判読し、写真上で判読区分図を作成した。なお、空中写真は1993年国土地理院撮影のカラー密着写真（S＝1／10,000）を用いた。

画像処理による方法では、まず、上記の写真をスキャナーを使って、コンピュータに取り込み（144 dpi、24bit）、解析画像を作成し（図２）、これを教師付き分類（最尤法）[4]及びクラスタリング分類（isodata法）[3]で処理して分類を行った。また、参考のためにランドサットＴＭデータ（1992年５月28日）による解析も試みたが、データの空間分解能が30m×30mのため、トレーニングエリアの設定が難しく、従って、ここではクラスタリングによる自動分類のみにとどめた。

写真判読及び画像処理による分類精度は、画面上で30m×30mのメッシュを描き、その交点（712点）の中から236地点（抽出比約１／３）をランダムに抽出し、その地点の現地調査を行い、その結果と判読及び分類の結果を比較して検討した。ちなみに、図３は236地点の現地調査の結果で、広葉樹、ギンネンム、ススキ、サトウキビ、畑（裸地を含む）、建造物（道路を含む）及びその他緑化木それぞれ56、57、23、34、22、37及び７地点となっていて、各項目それぞれ面積に応じて抽出されている。

なお、画像処理にはAdobe photshop及びErdas imaginを使用した。

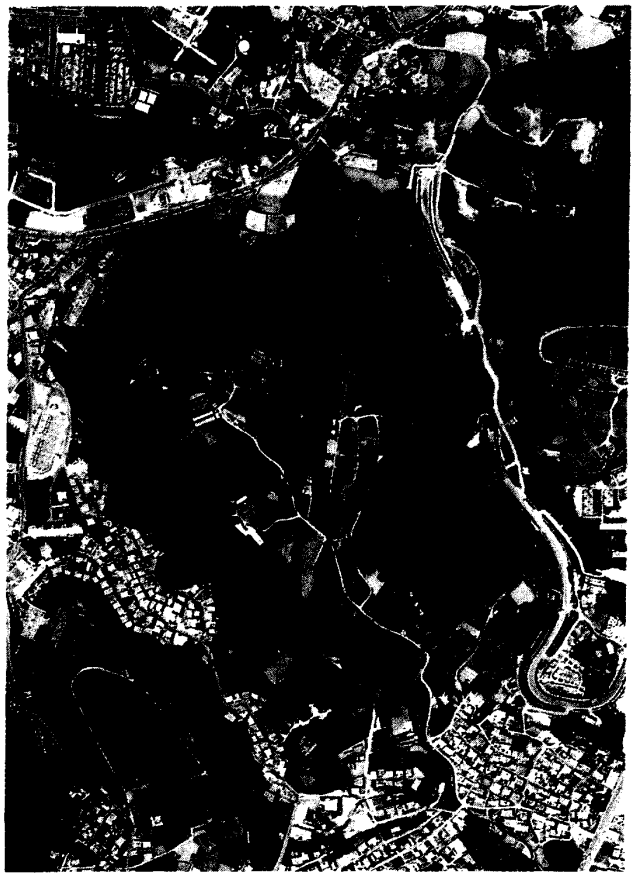

図２．解析に用いた画像

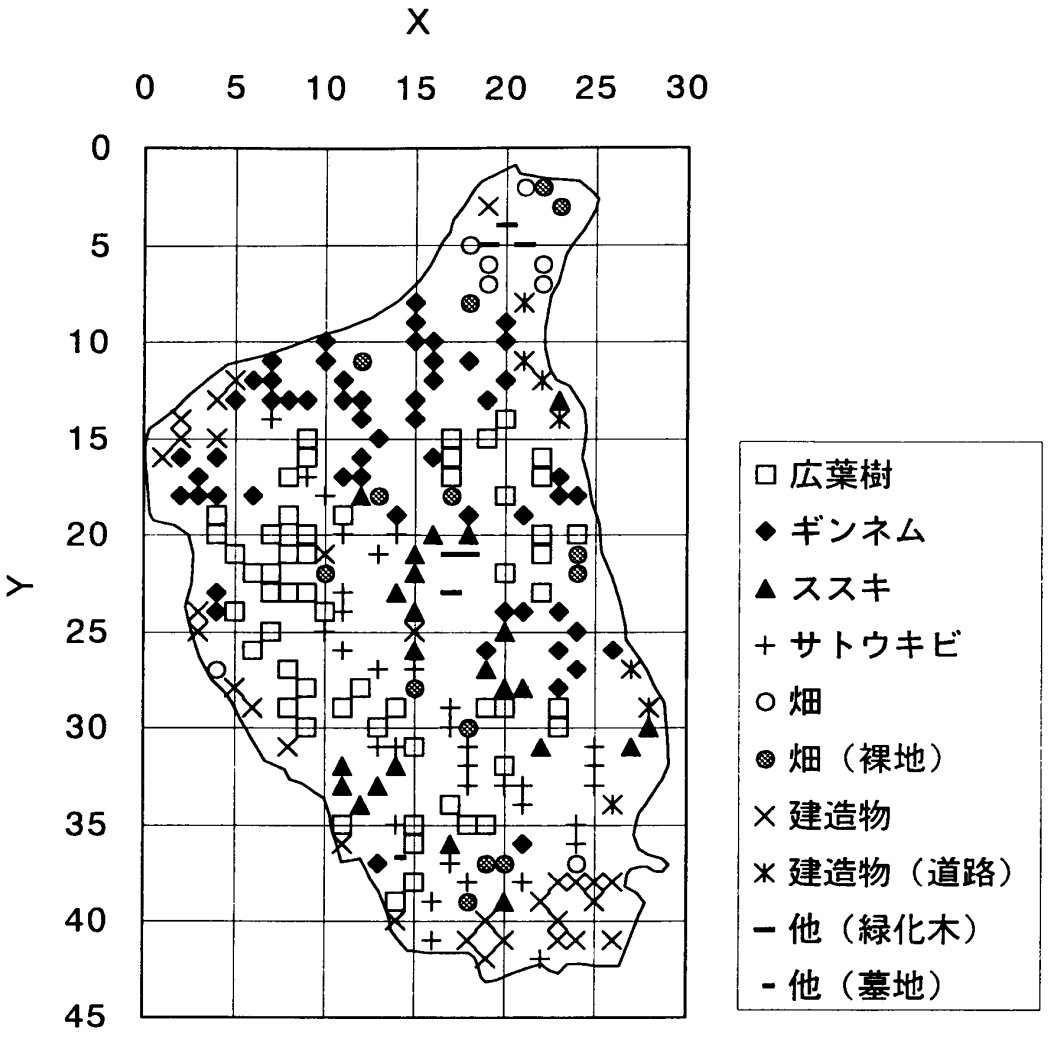

図3．現地調査結果

結果及び考察

実体鏡を用いた判読の結果は、図4のようになり、この判読の結果と現地との整合性について示したのが表1である。すなわち、実体鏡による判読の精度は、77.8%～100%の範囲で、平均90.3%となっている。判読が現地調査の結果と違ったものは23地点で、9.7%の判読誤差があったことになる。判読誤差の最も大きいのはススキで22.2%、次いで広葉樹林の15.9%、サトウキビの13.5%で、そのほかはいずれも4%未満となっている。例えば、写真ではススキと判読されたにもかかわらず、実際にはサトウキビであったり、或いは広葉樹林であったりしたものがそれぞれ7.4%あり、広葉樹林では15.9%がギンネムと間違えて判読されることになる。

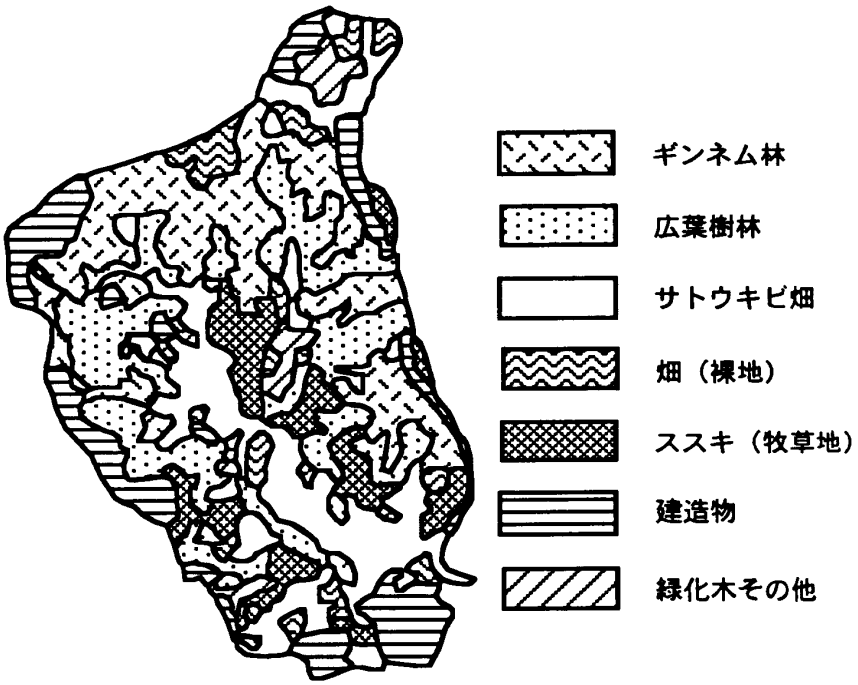

図４．実体験による判読の結果

表１．実体鏡による判読の精度（％）

分類項目	広葉樹林	ギンネム	ススキ	サトウキビ	畑	建造物	緑化木その他
広葉樹林	84.1	2.1	7.4				
ギンネム	15.9	97.9	3.7				
ススキ			77.8	5.4			
サトウキビ			7.4	86.5			
畑				5.4	100.0	3.3	
建造物				2.7		96.7	
緑化木その他			3.7				100.0
合計	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

判読誤差には１）植生などの誤認、２）区分境界線付近で分類が不明確なために生じる誤認、３）判読はされるが、その面積が余りにも小さいために周辺の分類に含めてしまうために生じる誤認、４）調査時と写真撮影時のずれによる誤認の４つのタイプがあるが、誤判読された23地点の内、１）に属するもの７か所、２）に属するもの５か所、３）に属するもの４か所、４）に属するもの７か所であった。本来、判読誤差は１）、２）及び３）に起因するものと考えられるので、実際には実体鏡による判読誤差は約７％程度とみてよいであろう。

次に、教師付き分類法[4]による画像処理では、画像の上で最もその分類項目の特徴を表すと思われる所に、トレーニングエリアを設定し、各分類項目の濃度特性を検討し、その特徴に基づいて分類を行った。空中写真から読み込まれた画像は、赤（R）、緑（G）、青（B）の３つのレイヤーで構成され、その濃度は０～255の数値データで表現される。トレーニングエリアによる分類項目の濃度特性をみる

と、図5のようになる。すなわち、赤、緑、青の3レイヤーが最も小さいのは広葉樹林で、次いでギンネム、緑化木、ススキ、サトウキビの順となっており、建造物及び畑は明らかにほかの項目に比べて高い数値を示している。特に、サトウキビ畑とサトウキビのうわっていない畑で大きな開きが認められる。また、レイヤー毎にみると、広葉樹林林、ギンネム（中腹、谷）、緑化木では赤と青にほとんど差がないか、もしくは若干赤が高くなる傾向がある。

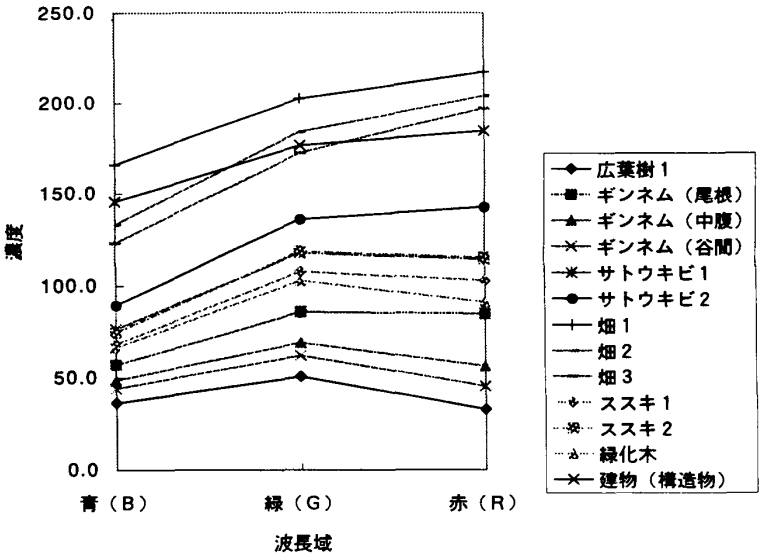

図5．土地被覆物の光感濃度特性

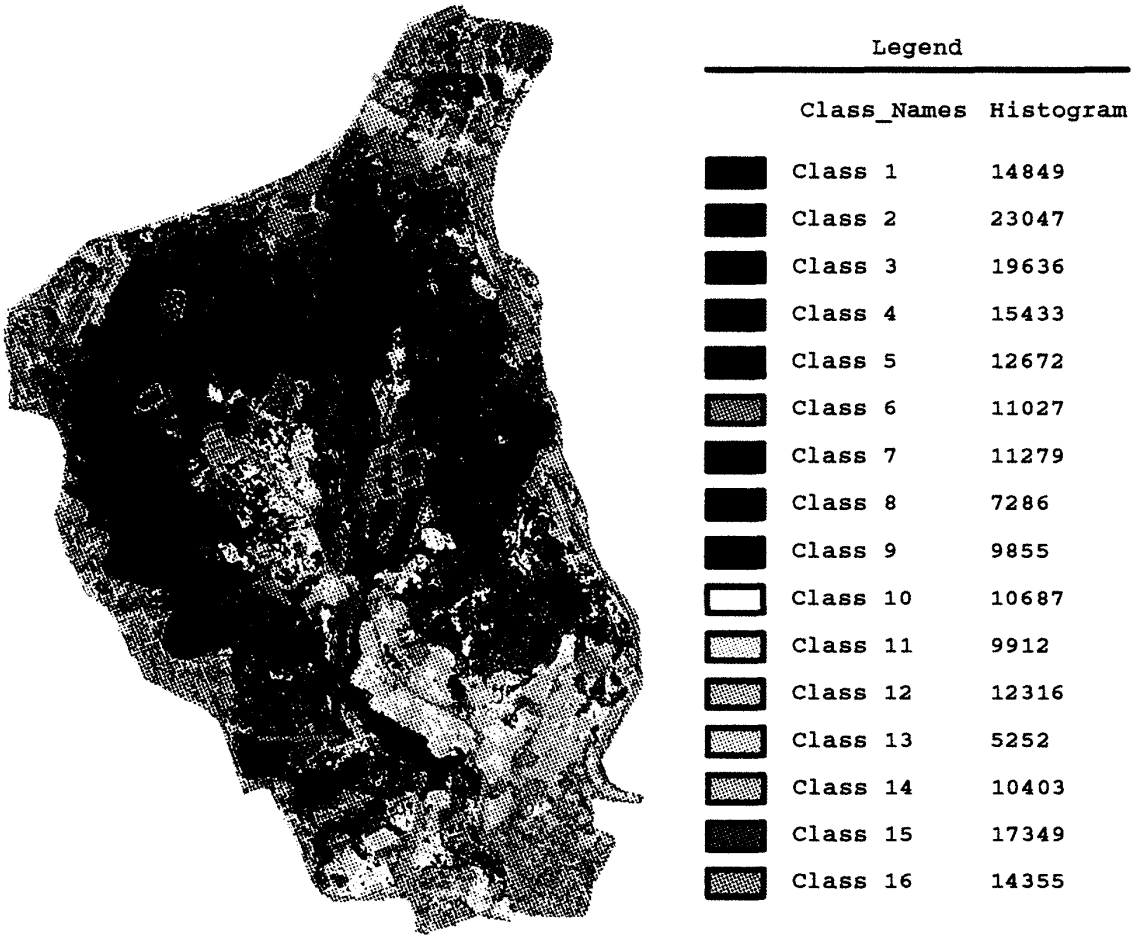

図6．教師付き分類法による分類

表2．教師付き分類の精度（%）

分類項目	広葉樹林	ギンネム	ススキ	サトウキビ	畑	建造物	緑化木その他
広葉樹林	83.3	41.7	9.1			2.0	32.5
ギンネム	16.7	50.0	40.9	11.1	11.1		25.0
ススキ		5.0	27.3	13.9		2.0	20.0
サトウキビ		3.3	18.2	58.3		7.8	7.5
畑				11.1	88.9	17.6	2.5
建造物				2.8		70.6	
緑化木その他			4.5	2.8			12.5
合計	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

いま、トレーニングエリアから得られる各レイヤーの統計量に基づいて、最尤法による教師付き分類を行うと、図6のようになる。この分類の精度は、表2からわかるように、全体的に実体鏡による判読の精度に比べて低く、27.3%～88.9%の範囲で平均51.3%である。分類精度の高い項目は畑と広葉樹林で、80%を越え、精度の低いのはススキの27%となっている。誤分類のケースについてみてみると、広葉樹林では約17%がギンネムに、ギンネムでは約42%が広葉樹林に、ススキでは約41%がギンネム、約27%がススキ、約18%がサトウキビにそれぞれ分類されていることになる。

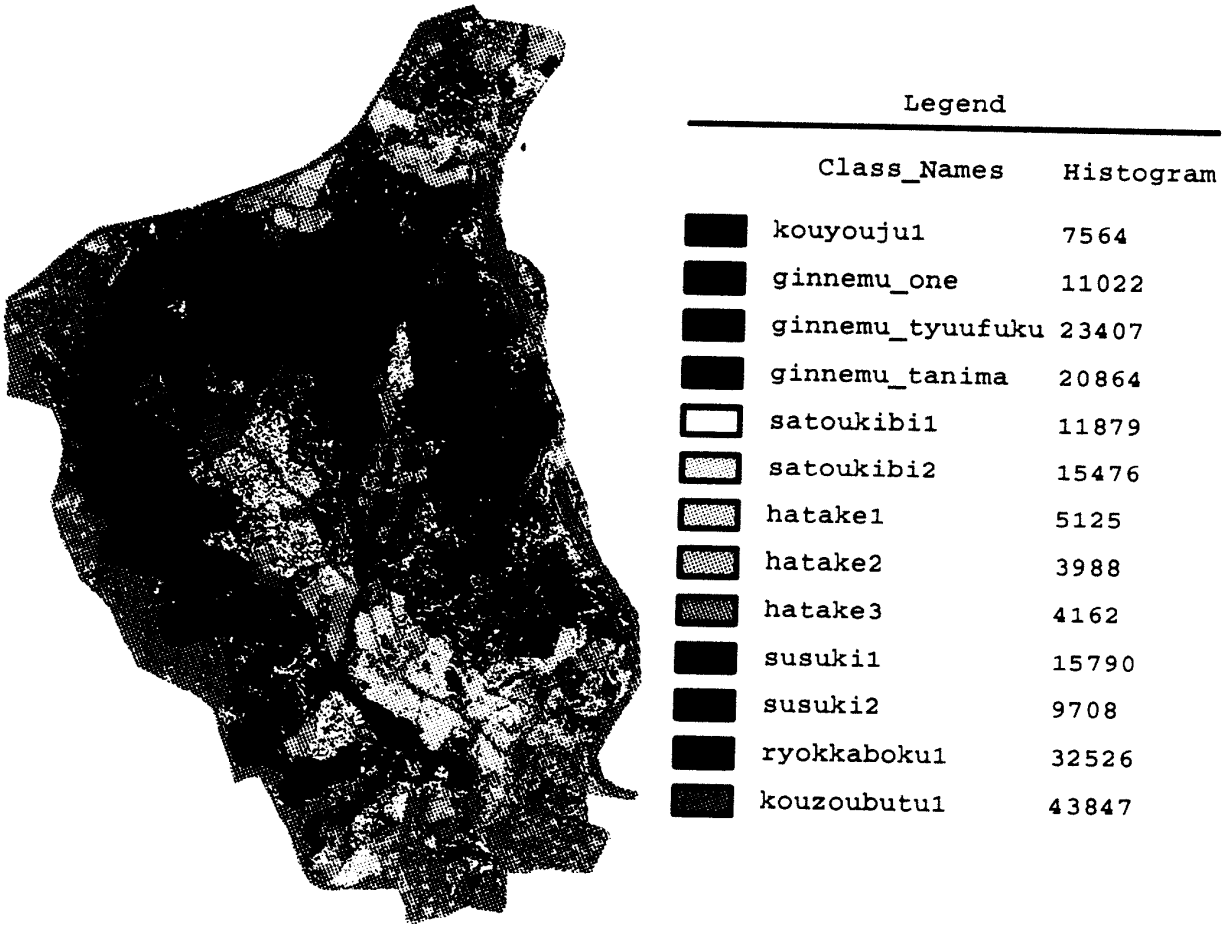

図7．クラスタリングによる分類

表3．クラスタリングによる分類の精度（%）

分類項目	広葉樹林	ギンネム	ススキ	サトウキビ	畑	建造物	緑化木その他
広葉樹林	75.0	19.6	10.8	8.8		7.1	
ギンネム	18.8	60.8	27.0	8.8		2.4	33.3
ススキ	2.1	11.8	27.1	8.8	6.7		22.3
サトウキビ		2.0	21.6	56.0	13.3	7.1	11.1
畑	2.1		5.4	8.8	60.0	14.3	11.1
建造物	2.0	2.0	2.7	5.9	20.0	66.7	11.1
緑化木その他		3.8	5.4	2.9		2.4	11.1
合計	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

教師付き分類ではトレーニングエリアの取り方（その位置やピクセル数）によって、分類誤差が決まるので、トレーニングエリアをとる場合には、分類項目の状況について現地調査を行うなど、細心の注意が必要と思われる。

次に、クラスを16として、クラスタリングによる自動分類[3]を行った結果は、図7の通りである。16のクラスの内、クラス1、2は広葉樹林、クラス3、4、5はギンネム、クラス7、8、9はススキ、クラス10、11、12はサトウキビ、クラス13、14は畑、クラス15、16は建造物、クラス6は緑化木とそれぞれ分類できる。この分類の結果を現地調査の結果と対比して、分類の精度を求めたのが表3である。

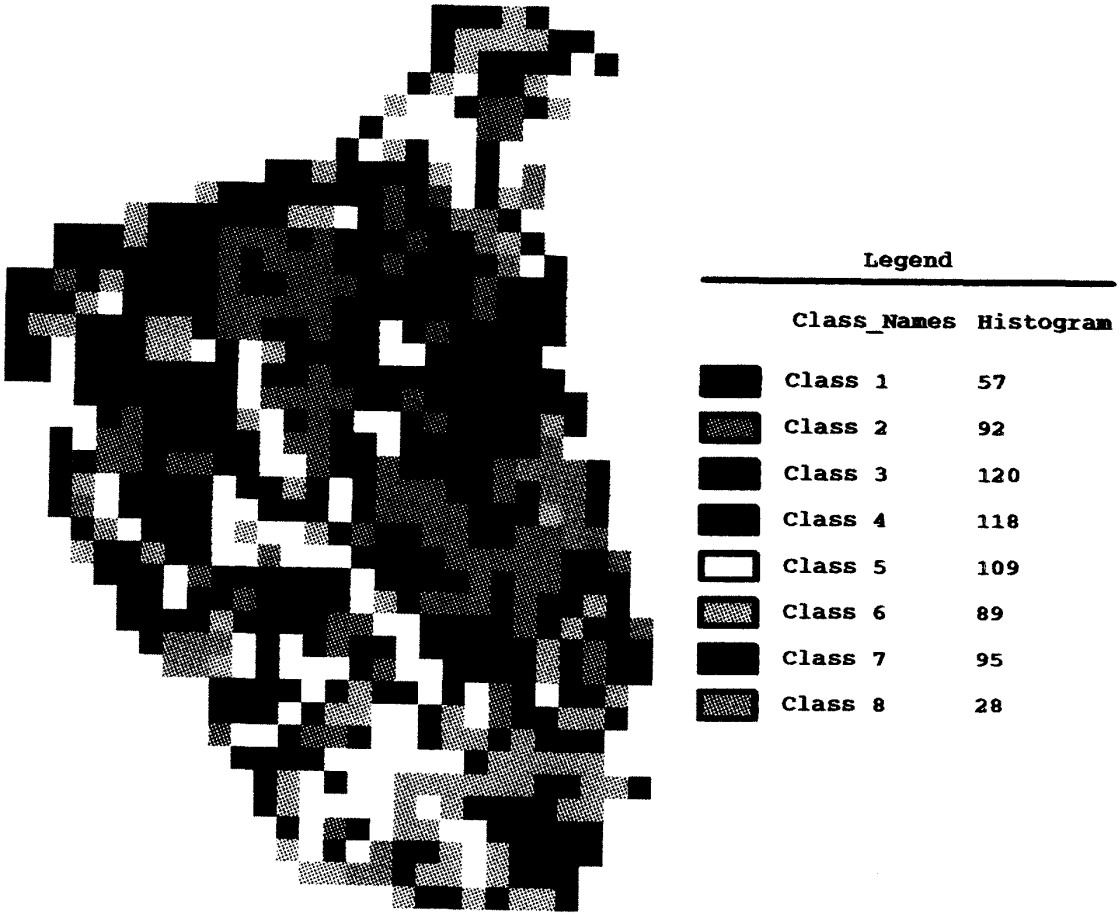

図8．サンドサットデータによる分類

表4．ランドサットTMデータによる分類の精度（%）

分類項目	広葉樹林	ギンネム	ススキ	サトウキビ	畑	建造物	緑化木その他
広葉樹林	32.0	37.7	22.2	24.2	6.9	9.1	
ギンネム	10.0	39.6	40.7	24.2	20.7	13.6	
ススキ	14.0	11.3	11.1	15.2	3.7	2.3	
サトウキビ	26.0	7.5	7.4	18.2	24.1	4.5	
畑	12.0	1.9	11.1	6.1	10.3	15.9	
建造物		1.9		9.1	31.0	54.5	
緑化木その他	6.0		7.4	3.0	3.4		
合計	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	

表5．各分類法による面積（㎡）の推定

分類項目	写真判読	教師付き	クラスタリング	ランドサット
広葉樹林	155,670	26,292	131,722	109,893
ギンネム	177,758	192,192	165,942	176,434
ススキ	121,770	95,083	114,409	120,983
サトウキビ	55,463	46,142	54,415	89,729
畑	70,223	88,628	98,785	92,754
建造物	111,437	152,407	110,199	124,007
緑化木その他	21,479	113,056	38,328	0
合計	713,800	712,800	713,800	713,800

表3から、クラスタリング分類法による分類の精度は、11.1%～75.0%の範囲を取り、平均は56.8%となり、教師付き分類よりやや精度が高い。従って、教師付き分類を行う場合でも、予めいくつかにクラスタリングをしておく方が効果的と思われる。

次いで、ランドサットTMデータは、可視域3バンド、近赤外域2バンド、短波長赤外1バンド、熱赤外域1バンドの合計7バンドの波長帯で観測され、空間分解能は30m×30m、熱赤外のみ120m×120mとなっている[3]。この内、可視域の3バンドが空中写真画像の赤、緑、青の3つのレイヤーにほぼ対応している。

ランドサットTMデータを用いたクラスタリングによる分類の結果は、図8の通りで、クラス1、2は広葉樹林、クラス3、4はギンネム、クラス5はサトウキビ、クラス6は畑、クラス7、8は建造物とそれぞれ分類され、緑化木はススキと広葉樹林に含まれていて、分類することができなかった。その分類は精度は、表4に示すように、10.3%～54.5%までの範囲にあり、その平均は30.9%とほかの手法に比べてかなり低い。寺園ら[2]が指摘するように、ランドサットデータの分解能が大きいためで、小面積の調査にはランドサットによる解析は、不適当であることを示している。

次に、各分類法で推定される面積を比較すると、表5のようになり、およそその傾向は類似しているが、教師付きでは広葉樹林が極端に小さく、建造物及び緑化木その他がやや大きく推定されている。写真判読と最も近似した推定値を与えるのはクラスタリングによる分類であり、画像処理による分類法としては教師付きよりも優れているといえよう。また、ランドサットデータによる推定も、空間分解能が32m×32m（幾可補正）であるにも拘わらず、傾向がよく表れている。

おわりに

本調査は、空中写真の判読と画像処理によって、どの程度の精度でススキ、ギンネンム生地及び広葉樹林等の分布が識別できるのかについて検討したものである。調査の結果を要約すると次の通りである。

1）空中写真の実体鏡のよる判読の精度は、かなり高く平均約90%に達している。特にギンネム生地、畑、建造物及び緑化木では殆ど100%に近い判読精度を示している。

2）教師付き分類法による画像処理の結果では、その分類精度は27.3%～88.9%で、平均51.3%である。最も分類精度の悪かったススキ生地では、その約41がギンネム、約18%がサトウキビにそれぞれ間違えて分類されており、トレーニングエリアの取り方に問題があったと考えられる。

3）クラスタリングによる分類の精度は、11.1%～75.0%で、平均56.8%となって、教師付きに比べていくらか高い値を示しているが、実用的には、さらに誤差を小さくする工夫が必要である。

4）ランドサットTMデータを用いてクラスタリングによる分類を行った結果は、空中写真の画像処理による分類よりも精度がかなり悪く、その平均はおよそ30%程度である。

5）写真判読、教師付き分類法、クラスタリング分類法及びランドサットデータによる分類法で各分類項目の面積を推定した結果、教師付き分類以外の方法ではほぼ近似した値となった。

引用文献

1）安里練雄・平田永二・生沢　均・寺園隆一　1994　荒廃林地における森林育成のための施肥と肥料木植栽の効果、琉大農学術報告、**41**：217～233

2）寺園隆一・生沢　均・安里練雄　1994　渡嘉敷島風衝荒廃林地の分光反射特性と分布域の抽出について、沖縄県林業試験場研究報告、**37**：30～37

3）資源観測解析センター　1993　資源探査のためのリモートセイシング実用シリーズ用語辞典、資源観測解析センター、東京、pp185

4）中島　巌　1979　リモートセイシング林業的利用の基礎知識、日本林業技術協会、東京、76～79