

## 人工衛星データによる地形解析事例 その2

Examples of topographic analysis by using satellite data - Part 2

西脇 二一\*・谷口 賢也\*\*・関 泰二郎\*\*・都筑 密乗\*\*

Niichi Nishiwaki\*, Kenya Taniguchi\*\*, Taijiro Seki\*\* and Mitsunori Tsuzuki\*\*

### はじめに

人口衛星データによる地形解析のためには、それぞれの衛星データの特質を理解して、実際の地形がどのように表現されているかを把握することが大切である。西脇ほか(2002)では、LANDSATデータから作成した画像で地形がどのように表現されるか、土地被覆がどの程度分類できるかについて、事例報告を行った。その後、地形解析のための基礎研究を積み重ねると共に、その際に処理できなかったレーダーサットであるERSデータの処理を行い、いくつかの興味ある事例が得られたので、ここに報告する。

本研究は著者の1人(西脇)が平成14年度奈良大学研究助成を受け、地理学専攻の大学院生であった他の共著者と共同研究として行ったものである。助成して頂いた奈良大学に感謝申し上げます。

### データおよび解析システム

使用したデータは平成12年度の研究助成で購入したLANDSATデータとERSデータ、別予算で購入したERSデータ、および、今回(平成14年度)の研究助成で追加購入したERSデータである。このうち、ERSデータ(AIMフォーマット)については、解析ソフトが入手できなかったため、業者に可視化処理を依頼して、通常の画像ファイルに変換したもの6シーンを使用した。

ハードウェアおよび汎用ソフトウェアのバージョンは更新されているが、解析システムは西脇ほか(2002)で使用したものと同一構成である。なお、EXPIA(富士通、1999)についてはバージョンアップが行われていない。

---

平成15年9月5日原稿受理 \*奈良大学社会学部人間関係学科

\*\*奈良大学大学院文学研究科地理学専攻修士課程

## レーダーサットERS

ERSは欧州宇宙機関(ESA: EuropeanSpaceAgency)の欧州リモートセンシング衛星(European Remote Sensing Satellite)のことで、宇宙開発事業団地球観測センター(1990)および宇宙開発事業団のホームページ([http://www.eoc.nasda.go.jp/guide/satellite/satdata/ers\\_j.html](http://www.eoc.nasda.go.jp/guide/satellite/satdata/ers_j.html))によると、その諸元は以下のものとなっている。

1991年7月17日に1号機、1995年4月21日に2号機がギアナ宇宙センターからアリアン型ロケットによって打ち上げられた。海洋、海水分布、海上風、海洋循環等の観測を主とするが、陸域情報も含めて高分解能レーダで観測する地球観測衛星である。ERSの軌道は、平均高度約777km、周期約100.5分、傾斜角約98.5度の太陽同期準回帰軌道で、交差点通過時刻は10時15分±15分(地方時)である。回帰日数は3日(氷観測用)、35日(AMI映像モード用)および176日(海洋観測用)の3種類の運用モードがある。観測機器は合成開口レーダ(AMI)、測風散乱計(SCAT)、レーダ高度計(RA)、走査放射計及びマイクロ波サウンダ(ATSR-M)、レーザ反射鏡(LRR)、精密測距装置(PRARE)が搭載されている。なお、宇宙開発事業団地球観測センターでのERSのデータ受信は平成15年3月31日をもって終了している。

合成開口レーダー(AMI: Active Microwave Instrument)には映像モード、波モード、風モードの3つのモードがある。観測周波数いずれのモードでも5.3GHzであるが、分解能は映像モードでは30m×30m、風モードでは50kmであり、また、観測幅は映像モードでは99km、波モードでは5km×5km、風モードでは500kmと異なっている。

## ERSとLANDSATの比較

ERSとLANDSATとでは、両方とも太陽動機準回帰軌道であり、地表分解能にも大差はないが、ERSがレーダーを用いた能動型の観測を行うのに対し、LANDSATは地表からの反射を受動的に観測するという違いがある。

ERSの合成開口レーダーAMI画像は観測衛星から照射されたレーダー光線の反射を読み取ったものである。このため雲に悩まされることなく地表を観測することができるという長所がある。一方、観測波長が一波長のみであるため、波長による反射率の違いを利用した地表の組成を見ることはできない。レーダーサット画像の特徴として地形が画像に直接反映されるということがあげられる。このため山地はよりダイナミックに表現され、実際よりもかなり険しく映る。

LANDSATのセマチックマッパーTM画像は地表から放射される電磁波を7チャンネルに分類して読み取ったものである。このため、天候や雲により観測が制限されてしまうという欠点がある。一方、可視光線から赤外線までをカバーしており、チャンネル毎に異なる地表の特質を反映したデータが得られるので、チャンネルの組み合わせやチャンネル間の演算などによっ

て、目的とする地表の特質を表現する画像が作成できる。

### 奈良盆地におけるERSとLANDSATの視差

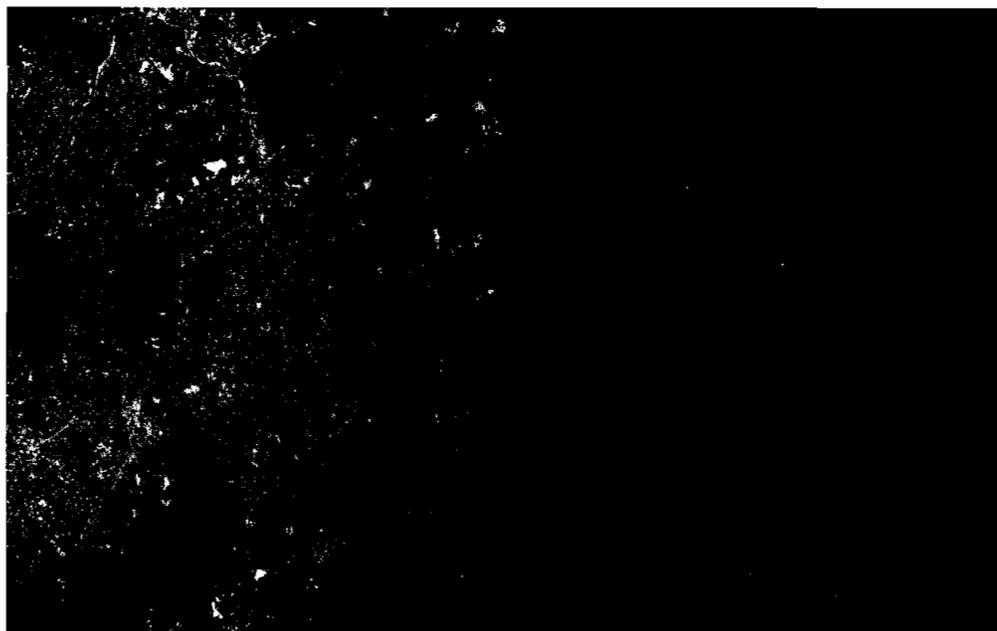
ERS-AMI画像とLANDSAT-TM画像の視差を奈良盆地周辺について考察する。使用したデータは以下のものである。なお、ERS画像は可視化処理後の白黒画像のみであるが、LANDSAT-TM画像はフォールスカラー（R:G:B=4:3:2）、トゥルーカラー（R:G:B=3:2:1）およびナチュラルカラー（R:G:B=3:4:2）の3種類のカラー画像を使用した。（第1図）

ERS画像           AMI   シーン番号：D-71-243, 撮影日：1994年7月30日

LANDSAT画像   TM   シーン番号：D-110-36, 撮影日：1991年4月3日

河川の表現の違いとして、ERS画像では木津川が山地内では谷として表現されているものの、LANDSAT-TM画像ではトゥルーカラー・フォールスカラー・ナチュラルカラーのいずれでも河川とそれに従う谷として表されている。これはERS-AMIが地形のみを観測しているのに対し、LANDSAT-TMは地表の特質を観測していることに由来する。すなわち、ERS-AMIは河川を単なる地形的なくぼみであるにとらえているのに対して、LANDSAT-TMは河川を水であるにとらえているのである。

山地においてはERS-AMI画像のほうがいくらか平坦に見える。これはセンサーの特性として地形が西から東に倒れて表されるためである。LANDSAT-TM画像ではフォールスカラーとナチュラルカラーがERS画像に近い山地の表現をしているが、こちらはむしろ陰影処理に近い。トゥルーカラーでは、山地は地形としては変化に乏しく、山地内に平地が入り込んでいるのが



第1図 奈良盆地周辺のLANDSAT-TMのフォールスカラー画像（左）とERS-AMI画像（右）。

際立っている。

平地の表現については、ERS画像では丘陵地と河川周辺に大きく分かれているのに対して、LANDSAT画像では盆地中央と市街地などに分類されている。特に、ナチュラルカラーでは丘陵地と市街地に分類されているが、ナチュラルカラーとフォールスカラーでは河川周辺が主として分類されている。

ERS画像およびLANDSAT画像ともに、大河川である淀川を捉えることに成功しているが、武庫川・大和川・寝屋川についてはLANDSATが拾いきれないでいることがわかる。河川として最も適切な配色を示すのは、トゥルーカラーおよびフォールスカラーである。

LANDSAT画像において、大阪湾ではトゥルーカラーが浅部での潮流、フォールスカラーが浅深の判別に適していると判断できる。

ため池やダムに関してはやはりLANDSAT画像の色彩情報のほうがしっかりと判別できる。その中でもナチュラルカラーが最も適している。ERS画像では、山地の太陽光による地熱の差異を拾い、濃淡が強くなるため判別をつけにくくしている。

LANDSAT画像では山地と低地との差別化がしっかりと行われ、観察が行いやすい。フォールスカラーおよびナチュラルカラーは山並みを読み取るのに最適である。特に一般的に流布している地図の山地色に近いので、地図を見るのが不慣れな人にはとっつきやすい。ERS画像では山地と低地との差別化は図りにくいものの、東西斜面の濃淡の差が非常にしっかりしているので、立体的な視覚感を得やすい。まるで実体視をした時のようである。

LANDSAT画像では、低地・都市部と山地との違いがしっかりと出ているので大変視察に適している。しかし、低地に山地が浮いているように見えるのは欠点といえよう。それに対し、ERS画像ではLANDSAT画像で補えきれなかった中低地が立体的に捉えられるため、トータルでの地形の把握が可能である。

近畿を東西に二分する明瞭な断層線として中央構造線を捉えているのは、LANDSATである。これはトゥルーカラー・フォールスカラー・ナチュラルカラーに共通している。やはりカラーは線状構造（リニアメント）を観察するのに適しており、また人工物の色彩に邪魔されにくいいため、空中写真に比べ判別が容易であろう。

最後に、視覚に与える情報量としては、圧倒的にLANDSATが有利である。また判読時間の短縮が見込まれよう。また複数のバンド合成により、目的別に強調したい部門を設定可能であるという利点がある。しかし、ERSでは濃淡による立体感が得られ、地形形態が把握しやすいという利点をもっている。地形を総合的に捉えるには、両者を上手く使い分けることが大切であろう。

## 近畿地方の地形分類

近畿地方中心部について人工衛星データによる地形大区分を試みた。山地・扇状地・台地・低地・水域の5区分とし、それぞれの区分について何ヶ所かのトレーニングデータを与え、教

師付き分類を行った。何回かの試行の結果、妥当性のある結果が得られたので、それを報告する。

使用したデータはLANDSAT TM シーン番号：D-110-36, 撮影日：1991年4月3日である。このシーンより近畿地方中心部を切り出して解析を行った。

トレーニングデータは各カテゴリーの代表的な部分となるようできるだけ狭い範囲より抽出した。トレーニングデータの取得地点、各カテゴリーのLANDSAT TMのチャンネル毎の平均値と標準偏差、および、トレーニングエリアの分類結果を第1表に示す。フォールスカラー画像と教師付き分類の結果を第2図に示す。

第1表 近畿地区地形分類のカテゴリーテーブル

(a) トレーニングデータの取得地点

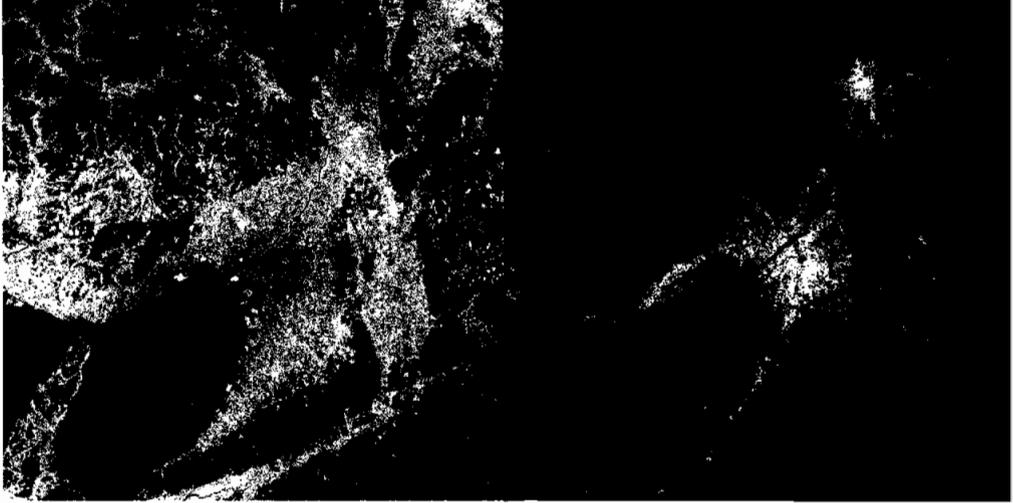
山地	紀伊山地	大和高原	生駒山地
扇状地	生駒山西部	天王山付近	金剛山西部
台地	千里ニュータウン	泉北ニュータウン	宝塚市付近
低地	大阪市西九条	大阪市大正	大阪市住之江
水域	大阪湾神戸沖	大阪港沖	大阪湾泉州沖

(b) カテゴリー毎のDN値の平均（上段）と標準偏差（下段）

	表示色	CH01	CH02	CH03	CH04	CH05	CH07
山地	赤色	64.4	23.6	21.9	43.2	41.8	14.3
		8.1	5.0	7.9	14.8	17.6	9.3
扇状地	黄緑色	83.6	31.7	35.2	44.0	64.1	30.3
		6.1	3.5	5.6	7.0	10.4	8.3
台地	青色	97.3	39.6	47.6	45.9	72.3	40.6
		12.2	6.4	9.8	8.0	12.5	9.8
低地	黄色	102.2	41.2	50.1	39.4	65.8	40.7
		6.0	3.7	5.9	5.8	11.3	8.1
水域	桃色	84.4	30.9	26.1	9.4	10.4	2.7
		1.9	2.3	3.3	.8	1.0	1.0

(c) トレーニングエリアの分類結果

	山地	扇状地	台地	低地	水域	未分類
山地	91.9	1.5	6.0	.6	.0	.0
扇状地	3.9	81.8	14.3	.0	.0	.0
台地	6.4	11.2	53.0	29.4	.0	.0
低地	.0	.5	8.5	91.0	.0	.0
水域	.0	.0	.0	.0	100.0	.0



第2図 近畿地方中心部のLANDSAT-TMのフォールスカラー画像(左)と地形分類図(右)。地形区分は、赤色:山地、黄緑色:扇状地、青色:台地、黄色:低地、桃色:水域、黒色:未分類である。

解析地域で広い面積を占める山地（画像中では赤色で表示）および水域（画像中では桃色で表示）についてはほぼ正確に分類されている。扇状地（画像中では黄緑色で表示）については、大規模なものはないが、山地沿いの狭い範囲に連続的に分布している様子が示されている。低地（画像中では黄色で表示）については、トレーニングエリアが沿岸部の都市部のみであったため、かなり限定的なものとして分類されている。大阪平野の全貌を抽出するためには、内陸部にもトレーニングエリアを設定する必要があるが、そうすると他のカテゴリーとの判別が困難になる。台地（画像中では青色で表示）については、トレーニングエリアについても分類がうまくいっていないように見える。これは同じ台地といっても成因・年代が異なり、それによって地形の特色が大きく異なることが原因と考えられる。台地というカテゴリーは、むしろもっと細かな区分をする必要があると考えられる。

地形には地域毎の特性があり、広域を一括して分類することはかなり困難なものであるが、今回の結果は全体としてはかなり妥当なものと考えられる。

### 大阪一奈良地域の土地被覆分類

大阪および奈良地域について、人口衛星データによる土地被覆区分を試みた。高密度市街地、中低密度市街地、開発地及び裸地、田畑及び草地、樹林地、及び、水域の6区分とし、各々の区分についてトレーニングエリアを3ヶ所ずつ設定し、教師付き分類を行った。

使用データはLANDSAT TM シーン番号：D110-36、撮影日：1991年4月3日である。このシーンより調査対象地域を切り出して解析した。

解析にあたって、解析地域に対応する1:25,000及び1:10,000地形図を比較対象として用いて、トレーニングエリアを設定した。トレーニングデータの取得地点、各カテゴリーのLANDSAT

TMのチャンネル毎の平均値と標準偏差、および、トレーニングエリアの分類結果を第2表に示す。フォールスカラー画像と教師付き分類の結果を第3図に示す。

この結果についてカテゴリー毎に考察する。

(1) 高密度市街地 (画像中では赤色で表示)

大阪市、神戸市、京都市の中心部はいずれも高密度市街地に分類され、次に述べる中・低密度市街地との区別も比較的明瞭である。しかし、大阪湾の一部が高密度市街地に誤分類されている。これはLANDSATセンサの不具合であろうと考えられる。また、大阪港付近の埋立地、内陸の河川が高密度市街地と誤分類されている。これは、水域のトレーニングデータ取得ポイントが全て海水域、もしくはそれに準ずる河口付近であるため、水深の深浅によって分光特性が違うということが原因として考えられる。

(2) 中・低密度市街地 (画像中では黄緑色で表示)

高密度市街地を取り巻く地域に広く分布し、いわゆる郊外地域と合致する。しかし高密度市街地との区別には厳密に考えると曖昧な点があり、田畑との区別についても同様である。そもそも市街地は住居等の建築物、庭、公園などの土地被覆が複合しているものであって、市街地という区分は土地利用形態のひとつであり、土地被覆形態ではない。そのため、LANDSAT-TMデータによる高密度市街地、中・低密度市街地、田畑及び草地の厳密な分類は困難である。しかし、分類の過程で曖昧さは残すものの、地域の概要を知る手段としては有用であろう。

(3) 開発地及び裸地 (画像中では青色で表示)

いずれのチャンネルについても全体的に分光特性が他の区分より高く、もっとも明瞭に分類されている。京阪奈学術研究都市に指定されている造成地や、ニュータウンの造成地、学校などの運動場、河川敷の河原、大阪湾岸の埋立地などが分類されている。特に大規模な裸地は造成中の地域であり、その分布等を調査する際には有用であろう。埋立地についても、埋め立ての完了していない箇所と明瞭に区別することが可能で、こういった調査に対しても有用であろう。

(4) 田畑及び草地 (画像中では黄色で表示)

中・低密度市街地を取り巻く地域に広く分類する。中・低密度市街地ともほぼ明瞭に分類されており、地形図上の田や畑の地域ともほぼ合致する。しかしながら、平城宮跡や若草山、河川敷の草地、奈良公園も田畑と同様に分類されている。LANDSAT-TMデータを含むリモートセンシングデータを用いた分類を行う上で、田畑と草地で分光特性に差異が認められるとは考えにくく、今回の解析においては特に区別は行わなかった。また、樹林密度の低い樹林地を草地と誤分類している箇所があり、これについても分光特性に大きな差異が認められず、厳密に分類することはほぼ不可能である。

(5) 樹林地 (画像中では桃色で表示)

山地はほぼ樹林地に分類され、古墳などの樹林密度の高い地域も樹林地に分類され、他の区分とも比較的明瞭に分類されている。しかしながら、先述の通り樹林密度の高低によって分光特性が異なるため、樹林密度の低い樹林地では(4)に誤分類されている地域もわずかにある。これに対しては、植物が最も生い茂る初夏のデータを用いるなどの工夫が必要であろう。

第2表 奈良-大阪地域土地被覆分類のカテゴリーテーブル

(a) トレーニングデータの取得地点

高密度市街地	梅田付近	難波付近	天王寺付近
中・低密度市街地	松原市河内松原駅付近	岸和田市岸和田駅付近	堺市泉ヶ丘駅付近
開発地及び裸地	精華町光台付近	生駒市真弓付近	木津町梅美台付近
田畑及び草地	木津町木津町公民館付近	奈良市尼ヶ辻付近	広陵町付近
樹林地	生駒山付近	吉野山付近	春日山付近
水域	大阪湾泉州沖	大阪湾神戸沖	淀川河口付近

(b) カテゴリー毎のDN値の平均（上段）と標準偏差（下段）

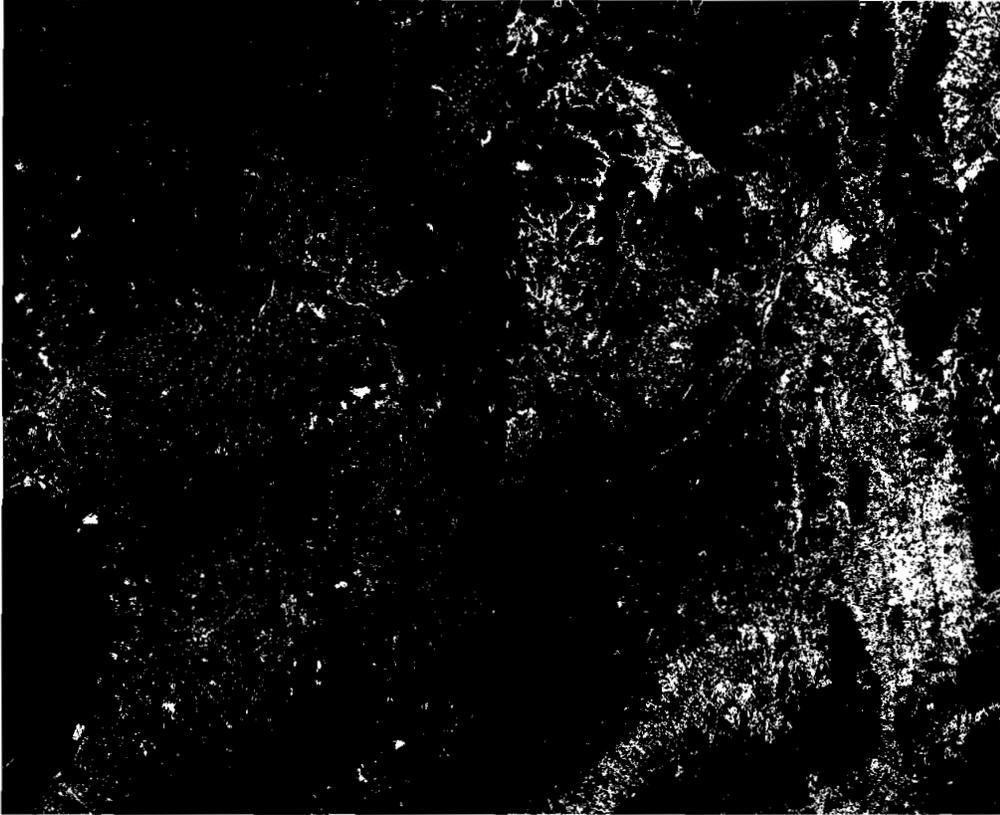
	表示色	CH01	CH02	CH03	CH04	CH05	CH07
高密度市街地	赤色	97.4	38.3	45.0	33.4	51.5	28.5
		8.9	5.4	8.5	8.2	13.5	9.1
中・低密度市街地	黄緑色	102.1	41.4	49.6	48.8	77.7	45.5
		5.9	3.2	5.3	8.1	8.6	7.6
開発地及び裸地	青色	133.7	68.7	95.6	82.6	149.6	82.6
		8.2	5.6	8.9	7.6	14.3	9.4
田畑及び草地	黄色	88.0	36.5	42.7	51.0	78.4	37.7
		7.9	4.5	7.4	11.7	16.9	10.2
樹林地	桃色	63.2	22.3	20.1	42.3	39.0	12.2
		4.5	3.0	4.7	10.3	11.6	5.8
水域	水色	84.0	30.2	25.1	9.6	10.5	2.7
		2.0	1.8	2.6	.7	.9	.9

(c) トレーニングエリアの分類結果

	高密度市街地	中・低密度市街地	開発地及び裸地	田畑及び草地	樹林地	水域	未分類
高密度市街地	93.1	5.5	.0	1.5	.0	.0	.0
中・低密度市街地	8.3	84.0	.0	7.6	.0	.0	.0
開発地及び裸地	.0	.0	100.0	.0	.0	.0	.0
田畑及び草地	5.0	16.6	.4	77.5	.4	.0	.0
樹林地	.0	.0	.0	4.9	95.1	.0	.0
水域	.0	.0	.0	.0	.0	100.0	.0

(6) 水域（画像中では水色で表示）

海水域は明瞭に分類されているが、先述の通り内陸河川、及び埋め立て中の水域が高密度市街地に誤分類されている。トレーニングデータ取得ポイントがほぼ海水域であり、内陸河川の分類には不都合であることが明らかとなった。内陸河川で明瞭に水域と分類されたのは淀川のみであることから、水域の分類には水深の深浅によって分光特性に差異が生じると考えられる。つまり、水域は海水域と河川水域とに区別して分類するのが妥当であろう。この場合、水深の



第3図 大阪-奈良地域のLANDSAT-TMのフォールスカラー画像（左）と土地被覆分類図（右）。土地被覆区分は、赤色：高密度市街地、黄緑色：中低密度市街地、青色：開発地及び裸地、黄色：田畑及び草地、桃色：樹林地、水色：水域、黒色：未分類である。

深い河川が海水域と分類される危険があるため、それに対する対策も講じなければ厳密な分類はできない。

以上が土地被覆分類を目的としたLANDSAT-TM画像の解析結果である。いずれの区分においても多少の誤分類は生じているが、水域を除いてほぼ明瞭な分類が行われた。地域の土地被覆状況の概要を知る、というような厳密さが求められない事案については有用であろう。また市街地の拡散等の時系列的な分析に対しても、分析の容易さというメリットがある。

しかしながら、特定の地域、例えば奈良公園周辺の土地被覆分類といった事案については、トレーニングデータの切り出しに熟練した技術を要する。また、リモートセンシングデータのみによる分類は、田畑と草地の区別等の厳密な土地被覆を分類するといった事案に対しては限界があり、地形図や空中写真による判読、現地でのフィールドワークを合わせて行い、総合的な分析を行うことが必要不可欠と考えられる。

## 奈良北部の土地被覆分類

土地被覆分類を詳細に検討するため、大阪-奈良地域の土地被覆分類図から奈良市を中心とした区域を切り出し、拡大表示した(第4図)。その結果についてカテゴリ毎に考察する。

(1) 高密度市街地(画像中では赤色で表示)

近鉄奈良駅周辺、及び大和西大寺駅周辺の高密度市街地は適正に分類されているが、木津川、古墳の集壕が高密度市街地に誤分類されている。原因としては先にあげたことが考えられる。水域の厳密な分類には内陸河川のトレーニングデータが必要であろう。

(2) 中・低密度市街地(画像中では黄緑色で表示)

ほぼ適正に分類されているが、高密度市街地・田畑及び草地との境界には曖昧な点があり、厳密な分類は困難である。しかしながら分類は一定のレベルには達していると考えられる。

(3) 開発地及び裸地(画像中では青色で表示)

京阪奈学術研究都市に指定されている地域での開発地(裸地)、及び学校のグラウンドといった細かなポイントまで詳細に分類がなされている。特に誤分類もなく、最も抽出の容易な区分である。

(4) 田畑及び草地(画像中では黄色で表示)

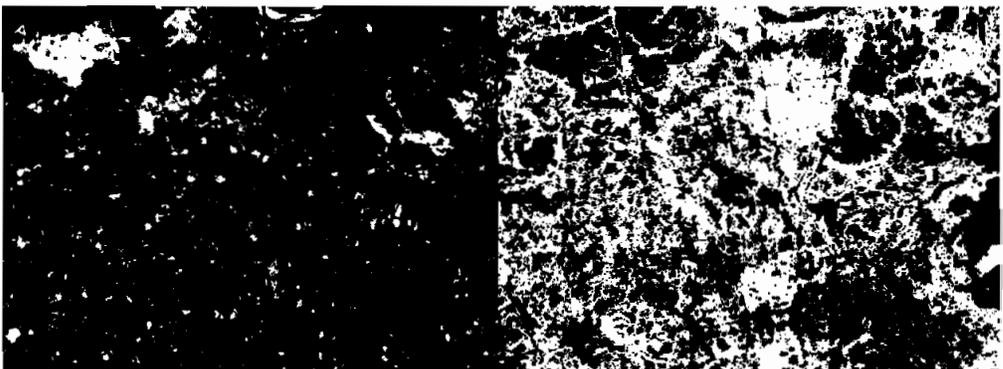
ほぼ適正に分類されているが、(2)で述べたように境界については曖昧さがあることは否定できない。しかしながら、卓越する地域の抽出には十分な精度であろう。

(5) 樹林地(画像中では桃色で表示)

ほぼ適正に分類されており、古墳の墳丘についても適正に分類されている。精度としては問題のないレベルに達していよう。

(6) 水域(画像中では水色で表示)

奈良市を中心としたフィールドでは、水域は存在しないという結果となってしまった。水域はいずれも高密度市街地に分類されている。内陸河川や湖沼については、海水域とは別の区分を設けてトレーニングデータを取得する必要があると考えられる。



第4図 奈良北部のLANDSAT-TMのフォールスカラー画像(左)と土地被覆分類図(右)。  
土地被覆区分は第3図と同じ。

## 北アルプス燕岳周辺の土地分類

奈良周辺地域については人口衛星データによる分類の可能性が確認されてきたので、奈良周辺とは全く異なった地形について同様の手法でどの程度分類できるか試みる。

調査地域とした北アルプス燕岳周辺は、冬季間深い積雪に閉ざされ、冬季の空中写真からは地形・植生などの特徴をうまく捉えることができない。また積雪と融雪水の関係から水域・山地をうまく捉えられない状況がみられる。冬季間の、とくに高地（山地）の解析を行う場合、このようなことに注意を払う必要がある。

使用データはLANDSAT TM シーン番号：D109-35、撮影日：1998年3月30日である。このシーンより調査対象地域を切り出して解析した。トレーニングデータの取得地点、各カテ

第3表 北アルプス燕岳周辺土地分類のカテゴリーテーブル

(a) トレーニングデータの取得地点

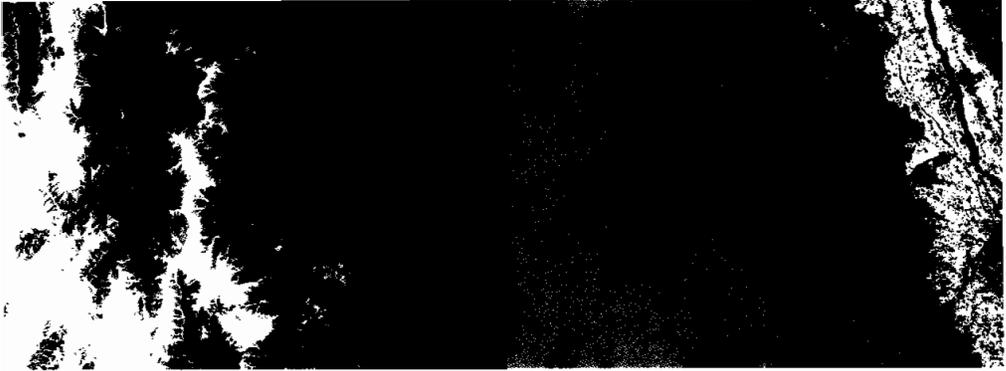
市街地	大町市市街地3ヶ所
山地	燕岳、常念岳、大天井岳の東斜面山麓無積雪地域
田畑	大町市内の市街地外縁3ヶ所
水域	高瀬ダム
雪	燕岳、常念岳、大天井岳の山頂付近

(b) カテゴリー毎のDN値の平均（上段）と標準偏差（下段）

	表示色	CH01	CH02	CH03	CH04	CH05	CH07
市街地	赤色	110.9	45.6	57.3	49.8	78.8	46.3
		4.4	2.4	3.7	3.1	7.3	5.4
山地	青色	83.4	31.5	34.7	43.8	48.9	20.7
		5.2	3.5	4.9	8.3	15.6	7.4
田畑	黄色	105.0	43.6	56.0	51.4	88.3	45.9
		3.3	2.0	3.2	3.1	7.4	5.0
水域	桃色	120.3	48.0	58.0	54.0	30.3	13.2
		25.3	12.6	18.7	13.5	6.0	3.2
雪	水色	179.2	82.9	107.8	92.5	35.4	14.8
		47.7	35.3	50.9	33.1	11.0	5.7

(c) トレーニングエリアの分類結果

	市街地	山地	田畑	水域	雪	未分類
市街地	90.9	.2	8.7	.0	.0	.2
山地	.0	99.1	.0	.7	.2	.0
田畑	8.5	.3	91.1	.0	.0	.0
水域	.0	.0	.0	92.1	7.9	.0
雪	.0	.0	.0	21.4	78.4	.2



第5図 北アルプス燕岳周辺のLANDSAT-TMのフォールスカラー画像(左)と地形分類図(右)。地形区分は、赤色:市街地、青色:山地、黄色:田畑、桃色:水域、水色:雪、黒色:未分類である。

リーのLANDSAT TMのチャンネル毎の平均値と標準偏差、および、トレーニングエリアの分類結果を第3表に示す。フォールスカラー画像と教師付き分類の結果を第5図に示す。

この結果についてカテゴリー毎に考察する。

(1) 市街地 (画像中では赤色で表示)

この地域の市街地としては、大町市が相当しており、その近郊には高瀬川が南流している。市街地(人工物)の抽出は上手く行えているが、反対に河川敷を内包した状況になっており、きちんと分類されているとは言い難い。今回の解析では、後述するが水域が上手く表現されておらず、西の高瀬ダムも雪に同化してしまっている。これは、反射の影響が出ているのではないかと考えられる。しかし、高瀬川の水のみ黒色(分類不可能)できちんと表現されており、河川はこの季節も凍結せずにいることを示している。また図中央右下に市街地が食い込んでいるのが見て取れるが、これは観光地である穂高温泉郷の人工物をとらえたものであろう。

(2) 山地 (画像中では青色で表示)

ここでは青で示された部分に相当する。田畑(黄色)との差別化はきちんと行われており、きちんと扇状地を含んだ状況がみてとれる。しかし、積雪下での山地の状況は見分けがつきにくく、水域(桃色)と混同している状況であり、これは融雪水による土壌の影響であると推測できる。また、高瀬ダム東の山腹斜面に青色が分布しているのは、この地域は高瀬ダム側(西)からの冬季卓越風により殆ど雪が付かず、山体土壌が露出している状況を極めて正確に示していると考えられる。それに対し、ダム西側では雪(水色):積雪が卓越し、吹き溜まっているのが読み取れる。

(3) 田畑 (画像中では黄色で表示)

大町市に広がる沖積平野部の殆どを占めている。これらは山地との差別化がきちんと行われている。また、赤で示した大町市中心部の他に、田畑と山地の境界に集落が点在している状況が読み取れる。

(4) 水域 (画像中では桃色で表示)

高瀬ダムより抽出を行ったが、下記のとおり高瀬ダムの湖表面は凍結状況下にあるため、逆

に山地斜面を対象としてしまっている。これは融雪水を水域と認識したものであると考えられる。

(5) 雪（画像中では水色で表示）

一応分類されてはいるものの、完全に雪の部分だけを抽出してしまっているため、その下の地形が判別できない状況になっている。また高瀬ダムをも含んでいることから、この時期（3月）のダム湖表面は凍結下にあることが想像できる。このため、温度的な判別によって雪に同化していると考えられる。

## まとめ

人工衛星データによる奈良周辺地域の解析として、ERS-AMI画像とLANDSAT-TM画像による視差を検討した結果、それぞれの特性を活かした利用が必要であることが示された。LANDSAT-TMデータによる教師付き分類については、土地被覆分類ではかなり正確に分類できるレベルに達しているが、地形分類では一部のカテゴリーはさらに詳細に区分する必要性が示された。また、この手法を奈良周辺とは異なった地形に適用するためには、地域の特性に応じた改変が必要である。

## おわりに

本研究で使用したデータは宇宙開発事業団の研究目的配布により提供されたものと研究目的で購入したもので、その著作権者および提供者は以下である。

LANDSATデータ 衛星データの所有：米国政府  
衛星データの提供：Space Imaging<sup>®</sup>／宇宙開発事業団  
ERSデータ 衛星データの所有（1994）：COPYRIGHT ESA  
衛星データの提供：宇宙開発事業団

## 文献

宇宙開発事業団地球観測センター（1990）地球観測データ利用ハンドブック－ランドサット編・改訂版、（財）リモートセンシング技術センター刊。  
富士通FIP（株）（1999）EXPIA Version 2.0 HTMLヘルプ。ソフトウェア組込ファイル。  
西脇二一・平 壽孝・成松友己・野田 卓・見崎晴章（2002）人工衛星データによる地形解析事例。奈良大学総合研究所報、第10号

## Summary

The difference between ERS-AIM and LANDSAT-TM images of Nara basin are examined from the topographic view points, and the both images can be used supporting each other. Examples of topographic and landuse analyses of Nara region using LANDSAT-TM data suggest the feasibility of automatic analysis from satellite data, though several modifications are necessary to adopt topographically different areas.