

路線計画段階におけるリモートセンシング技術の導入とその利用性

Use of The Remote Sensing Technique
for the Route Planning

瀬戸島 政博*

1. はじめに

リモートセンシングは、人工衛星や航空機（これをプラットフォームと呼ぶ）に搭載した観測装置（これをセンサと呼ぶ）を通して収集したデータを用い、コンピュータなどを主体とする画像処理システムによる画像解析を加え、その解析結果に基づき各種調査を実施していくまでの解析・調査技術である（狭義の意味では画像解析までの技術をさす）。

初めの頃は、「遠隔探査」と和訳されていたが、現在ではそのままの名称を用いることが多くなっている。リモートセンシングは、1970年代初頭に我が国に導入され、10数年を経て研究段階から次第に実用段階へと移行し、今では相当多岐にわたる分野に利用されている。それに伴い基礎および応用技術とも分化と深化が進んでいる。

路線計画段階でリモートセンシング技術の導入の必要性を生じてきた大きな理由として、

- (1) 計画路線の守秘
 - (2) 効率的な調査
 - (3) 広域のマクロな観測と調査
 - (4) 変化ある事象のモニタリング
- ……などが挙げられる。

また、発展途上国の調査計画の場合のように、

* 国際航業株

既往調査資料がほとんど皆無のために唯一有効なデータとしてリモートセンシングデータ（とくにLANDSATなどの人工衛星データ）を活用することができる。

しかし、国内のように十分な調査資料の整備されているところでは、マクロなリモートセンシングデータは不要となる。この場合には、整備済の豊富な調査資料を用い、リモートセンシング技術をフルに利用することにより、極めて効率的な解析が可能となる。

路線計画段階には、リモートセンシング技術が十分に浸透しているとは言えない現状である。他分野に比べて、リモートセンシング技術の導入が遅れている主たる理由として次のようなものが挙げられる。

(1) リモートセンシングが従来手法にとってかわる新しい技術手法として、必要以上の期待がかけられてしまっている点である。実際の現場レベルで取得できる精度のものを、リモートセンシングに求め、この精度的なギャップを埋められないがために、リモートセンシング技術の導入がうまく図られていない。

(2) リモートセンシングデータだけからの画像解析を通じて、路線計画段階で必要となるさまざまな情報を抽出しようとしていた点。リモートセンシングデータと既往調査資料とを有機的に組み合わせ、総合的な視点から解析するようなアプ

ローチがなされていなかった。

(3) リモートセンシングの解析によって明らかにされる地表面情報から路線計画段階に必要な情報を抽出するための応用技術の開発が不十分であった。

(4) ミクロな視点からの調査に、マクロなリモートセンシングデータを無理に利用しようとしていた点。すなわち、現場レベルのミクロな調査に使える、使えないといった議論に終始し、使うためにどうするかについて十分な技術の開発がなされないままの状態であった。

リモートセンシングのうち、とくに人工衛星データは時代とともに精度が向上しており、現在は地上分解能も10~30mに達している。加えて、画像解析の分野では、リモートセンシングの単一情報からの解析だけでなく、他の地理情報を有機的に結びつけた地理情報システム (Geographic

Information System : GIS) の一つとしてリモートセンシングを使っていく傾向があり、いままでもリモートセンシング技術の導入の遅れがちであった路線計画段階でも今後、その活用に期待がかかるところである。

2. 路線計画の初期段階で必要とされる調査

2.1 コントロールポイントの抽出と リモートセンシングの活用性

路線計画の初期段階で必要とされる調査は、路線選定や施工計画上で問題視されるコントロールポイントの抽出にあると言える。路線計画上で問題とされるコントロールポイントの種類は表1に示すとおりである。

コントロールポイントは、地形・地質・気象などの自然的条件と、土地利用・地域指定・文化財

表1 路線計画上で問題とされる代表的なコントロールポイントの種類

項目	コントロールポイントの種類	コントロールポイントの内容
自然的条件	地形的なコントロールポイント	扇状地、崖錐、ガリ・リル、洗掘部、 後背湿地、旧河道、山岳地(起伏量)
	地質的なコントロールポイント	軟弱地盤、未固結堆積物、熱変質、 断層・リニアメント、地すべり、崩壊
	気象・気候的なコントロールポイント	雪崩、吹留り、地吹雪、強風予想個所、 濃霧頻発個所、凍結個所
社会的条件	地域指定によるコントロールポイント	自然環境保全地域、国立公園保護地区、 地すべり砂防指定地域、水源涵養林指定
	文化財指定によるコントロールポイント	国宝、重要文化財指定、特別史跡、名勝、 特別天然記念物
	公共施設によるコントロールポイント	鉄道、鉄塔、通信施設、港湾・漁港、 貯水池、学校、厚生施設、工業団地
	土地利用(計画)によるコントロールポイント	再開発事業、都市計画事業、区画整理事業

といった社会的条件とに大別される。

リモートセンシング技術を路線計画の初期段階で適用する際、(1)上記のコントロールポイントの抽出をより迅速かつ効率的に進めることを目的とする場合と、(2)これらのコントロールポイントを抽出し、情報同士のオーバーレイによる総合的な側面から路線選定をすすめることを目的とする場合の2通りが考えられる。

(1)は、以前から行われてきた空中写真判読が主体となるが、リモートセンシング技術を導入することにより、1)精度の向上や調査の効率化を図る、2)専門家の写真判読による主観的・定性的な調査成果から、コンピュータを用いた客観的・定量的な調査成果を得ることなどに期待がかけられている。一方、(2)はリモートセンシングデータから直接的にコントロールポイントに関する情報を抽出するというのではなく、これまでの調査から明らかにされているコントロールポイントを用いて、リモートセンシングの処理・解析技術を生かし、定量的な面から計画ルートの評定を行うものである。

2.2 地形・地質に関連するコントロールポイント抽出への利用

前記した路線計画の初期段階で問題とされるコントロールポイントのうち、とくに地形・地質に関連するものは、従来から主眼を置いて調査がなされてきている。これは、土砂災害などの危険性を含む大きな問題が潜在しているためである。問題とされる地形・地質上のコントロールポイントの代表的なものは次のとおりである。

- (1) 崖錐堆積物、段丘堆積物、扇状地堆積物、土石流堆積物などの脆弱な未固結堆積物の分布域
- (2) 崩壊地・地すべり・河道の洗掘部・急崖地などの異常地形
- (3) 温泉や地熱などの作用による熱変質地域
- (4) 断層・リニアメント（写真あるいは画像で認められる線状構造、フォト・リニアメント）
- (5) 大規模な軟弱地盤地域
- (6) 湧水地点、ガリ（小流路）などの分布

3. 利用できるリモートセンシングデータ

現在、利用できるリモートセンシングデータは、大別して、上空からの観測とその結果に基づく解析を主体とするものと、地上での観測を主体とするものである。

前者には、LANDSAT や SPOT といった人工衛星からの観測データや航空機からの MSS データ、空中写真、ヘリコプタからのガンマ線観測データ、ビデオデータなどである。

一方、後者では、測定用カメラによる写真計測、熱赤外センサによる温度計測などである。ここでは、上空からのリモートセンシングデータについてのみ記述する。

3.1 人工衛星レベル

現在、人工衛星データとして広く用いられているのは、LANDSAT である。最近では SPOT データも利用されている。

(1) LANDSAT データ

LANDSAT データは、米国から打ち上げられた地球資源観測衛星で、1972年7月に1号衛星の打ち上げ以降、5号目までが打ち上げられている。

現在、稼働中のものは4号と5号で、高度700kmから16日周期で、横185km、縦170kmを1シーンとして記録し、それぞれセマティック・マップ（Thematic Mapper: TM）とマルチスペクトル・スキャナ（Multi Spectral Scanner: MSS）

表2 MSS データと TM データとの比較

MSSデータ		TMデータ	
バンド1 0.5~ 0.6μm 緑色	分解能 80m	バンド1 0.45~ 0.52μm 青色	分解能 30m
バンド2 0.6~ 0.7μm 赤色		バンド2 0.52~ 0.60μm 緑色	
バンド3 0.7~ 0.8μm 近赤外		バンド3 0.63~ 0.69μm 赤色	
バンド4 0.8~ 1.1μm 近赤外		バンド4 0.76~ 0.90μm 近赤外	
	バンド5 1.55~ 1.75μm 中間赤外		
	バンド6 10.40~ 12.50μm 遠赤外	120m	
	バンド7 2.08~ 2.35μm 中間赤外	30m	

と呼ばれている走査式のセンサが搭載されている(表2)。

TMは地上分解能が約30mで、可視光から熱を感知できる遠(熱)赤外までを7つの波長帯(これをバンドと呼ぶ)に分光記録しているデータである。MSSは地上分解能が約80mで、可視光から近赤外までを4つのバンドに分光記録しているデータである。

(2) SPOT データ

SPOT (Satellite pour l'Observation de la Terre)は、1986年2月に打ち上げられたフランスの地球観測衛星であり、高度832km、26日周期で観測角度は軌道面の東西 27°である(図1)。HRV(High Resolution Visible Imaging instrument)と呼ばれている2台のセンサを通し、それぞれ60kmの観測幅で地表面情報を収集している。

SPOTデータの最大の特徴は、ステレオ画像が得られることと、高解像度のマルチスペクトルデータ(多波長帯データ)をもつ点である。

ステレオ画像は、パングロモード(白黒単一バンド、 $0.51\sim 0.73\mu\text{m}$)と、マルチスペクトルモード(3バンド、 $0.50\sim 0.59$, $0.61\sim 0.68$, $0.79\sim$

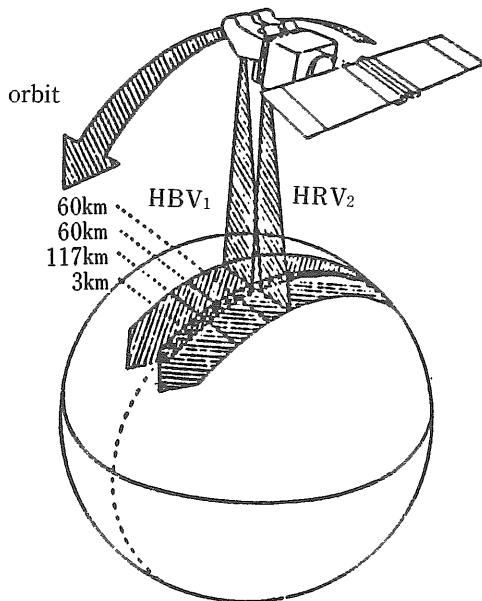


図1 SPOTデータの観測方式
(財)リモートセンシング技術センターのパンフレットより

$0.89\mu\text{m}$)で得ることができ、パングロモードで地上分解能10m、マルチスペクトルモードで20mである。

3.2 航空機(固定翼)レベル

航空機レベルでのリモートセンシングデータは、MSSのような走査方式の放射計によるデジタルデータと空中写真のようなアナログデータとがある。

(1) 航空機搭載用のMSS

航空機搭載用のMSSは、近紫外から遠(熱)赤外までの広い範囲(概ね $0.25\sim 14.0\mu\text{m}$)の波長域を観測する。

我が国の場合、米国製のものと、国産のものどが使用されている。どちらの場合でも、ほぼ同じような波長帯域(これをチャンネルと呼ぶ)に分光記録している(図2)。波長帯は11~12チャンネルに分けられる。

MSSがある瞬間に観測している視野角を、瞬時視野角といい、 2.5m ラジアンである。したがって、MSSの観測高度 $1,000\text{m}$ の場合で、 2.5m が最少の分解能となり、その観測幅は映像角度が片側 40° であるため、 $2 \tan 40^\circ \times H$ (観測高度) $\approx 1.6H$ で、観測高度の1.6倍までの観測幅で観測できる。

(2) 空中写真

空中写真は、使用フィルムとフィルタの組み合わせにより、パングロ写真(白黒写真)、リアルカラー写真、赤外カラー写真に大別される。

また、赤外線写真(白黒写真)やマルチスペクトル写真(マルチバンド写真)は現在ほとんど使用されていない。赤外カラー写真は、地表の含水状況などの水分環境や植生活力度の違いを調査するのに効果がある。

3.3 ヘリコプタレベル

ヘリコプタによる、リモートセンシングデータには、ガンマ線、ビデオ、熱ビデオ、斜め写真(パングロ、カラー、赤外カラー)などが使われ、狭域を対象とした調査や、斜面などの災害調査に利用されている。

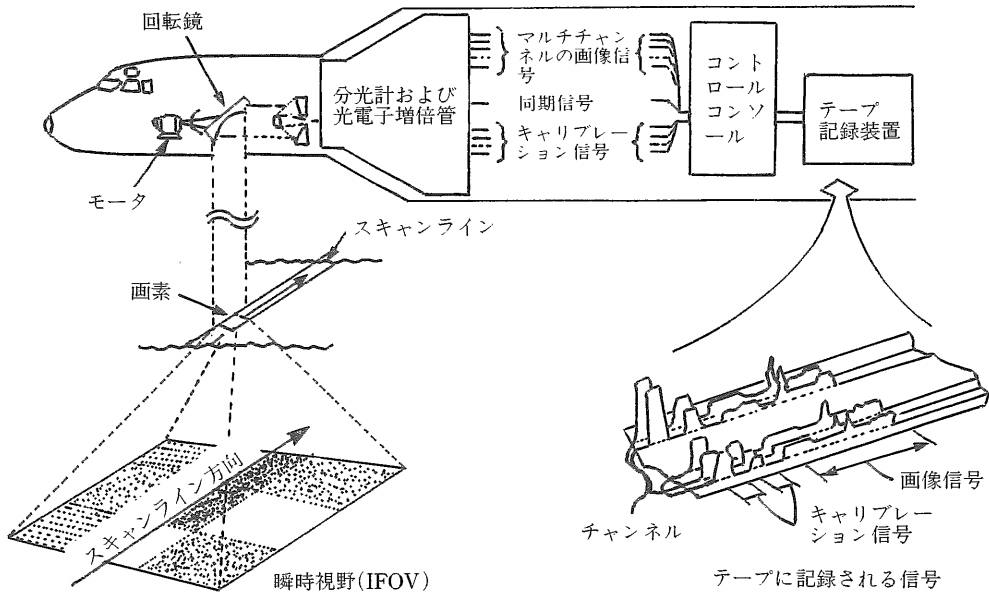


図2 航空機 MSS の外観⁷⁾

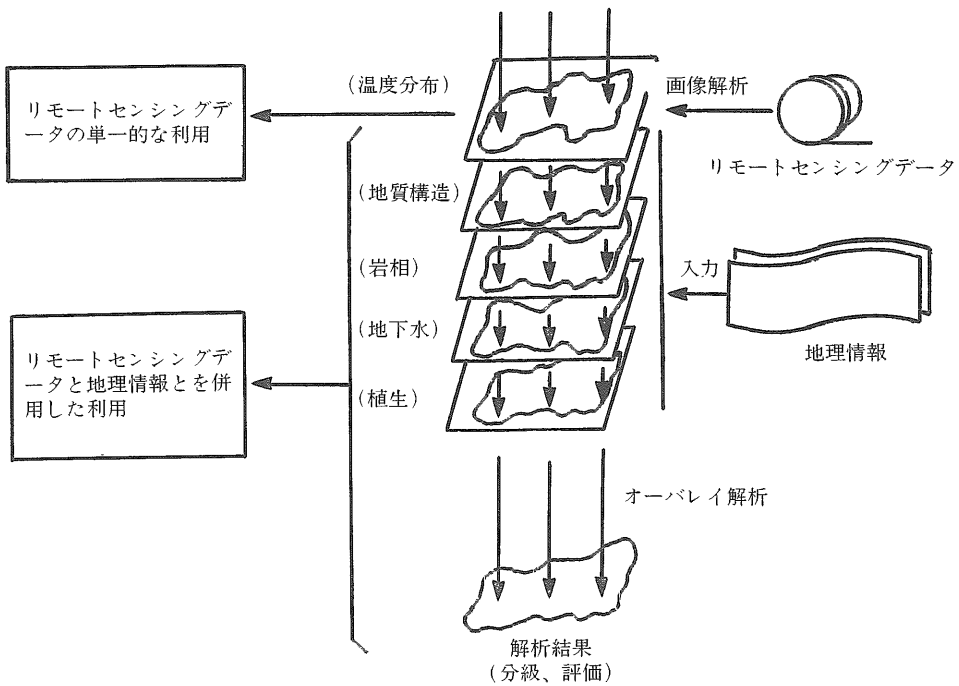


図3 リモートセンシングの解析方法

4. 解析手法

リモートセンシングを路線計画段階の調査に利用していく場合、従来はリモートセンシングデータを用いたデジタル画像処理を通して、直接的に関連する情報を抽出することを目的として解析をすすめてきた。これは、いわばリモートセンシングデータの単一的(あるいは直接的)な解析方法といえる。

最近では、地理情報システム(GIS)の概念がリモートセンシングに導入されるようになり、さまざまな地理情報の一つとしてリモートセンシングデータおよびその解析結果が活用されるようになってきた。これは複合的なリモートセンシングデータの解析方法であり、リモートセンシングでは収集できない地物や地表下の情報(調査済の情報)を加え、総合的な面から解析をすすめていくものである。

図3には、リモートセンシングの解析方法をまとめた。

4.1 リモートセンシングデータの単一的な解析

リモートセンシングデータの単一的な解析で、現在最も一般化しているのが熱映像である。

熱映像は、航空機搭載用のMSSの遠(熱)赤外線観測した画像であり(LANDSATやNOAAなどの衛星データによるマクロな熱映像もある)、地表面あるいは水面の微妙な温度変化を人間の目では見ることのできない特殊な波長帯を通して把握していくものである。

リモートセンシングデータの単一的な解析からでも、災害や環境などの分野で相当量の情報を抽出することができる。

4.2 リモートセンシングデータと他情報とを併用した複合的な解析

リモートセンシングデータと他の地理情報とを重ね合わせた総合的な情報として解析していく場合、たとえばLANDSAT TMデータを用いた土地被覆分類画像に、表層地質、地形分類、傾斜区分といった既往調査図を画像データとして重ね合わせ、多次元情報をもとに、総合的な視点から土砂災害(とくに大規模なもの)の危険度を分級した

り、各種開発計画のための解析を行うことが可能である。

このように、従来から行われてきたリモートセンシングデータの単一的な解析では、調査の初期段階の活用にとどまるが、リモートセンシングデータと地理情報とを併用する複合的な解析では、調査の初期段階の活用だけでなく、評価や分級といったより高次の解析までを支援していくことが可能となる。

5. 解析事例

5.1 地形・地質関係のコントロールポイント抽出への解析例

5.1.1 未固結堆積物の抽出

(1) 概要

崖錐、段丘、土石流堆、扇状地といった地形面は、現在は堆積地として外見的には安定な地形を示している。しかし、その地形の形成過程を考えれば、過去の地すべり、崩壊、土石流などの動的作用により、累々として形づくられたものである。したがって、このような地域では、将来再びこれらの動的作用の発生する恐れがあり、路線計画にあたっては十分な配慮が必要となる。ここでは、未固結堆積物の効率的な抽出を目的とし、熊本県八代市～人吉市を結ぶ国道219号線の一部をテストエリアとして解析を試みた事例²⁾を述べる。

(2) 解析方法

解析方法は、航空機MSS(1982年9月4日観測、観測高度2,500m、DEADALU社製DS-1250、表3)データを用い、

1) 熱映像のカラーレベルスライス

2) クラスタ分析

の両手法を併用し、未固結堆積物分布地域を抽出するとともに、エッジ強調処理によるリニアメントの抽出、2値分類による崩壊発生危険箇所の推定も行った。

(3) 未固結堆積物抽出結果

以上のリモートセンシング手法による未固結堆積物地域の抽出精度を検討するために、空中写真判読および現地踏査を実施した。図4には、写真判読と踏査による未固結堆積物抽出図と、航空機

MSS による場合との比較を示す。

熱映像(チャンネルNo.11)を用いたレベルスライスによる未固結堆積物の抽出結果は、写真1に示すとおりである。

この結果、1) 未固結堆積物の分布が土地被覆状況に反映されているような地域では、熱映像から未固結堆積物に関する情報が比較的容易に把握できた。2) 前記の対応があまり十分でない場合、たとえばクリープ性地すべりなどの分布地域で

は、ほとんどの場合これらは森林内に発生しており、熱映像では明瞭な識別ができない。3) 熱映像は空中写真では得られないリモートセンシング固有の情報であり、路線選定の調査には相当な利用性が秘められているものと思われる。

クラスタ分析のクラスタ統合による未固結堆積物の抽出結果は、写真2に示すとおりである。クラスタ分析には、チャンネル5,7,9,11を用い16クラスに分類した結果からクラス統合を図り、未固結堆積物の分布地域がどの程度抽出できるのか解析を試みた。その結果、崖錐・旧土石流堆などの未固結堆積物と砂礫地・裸地などの非植生域とは明瞭区分できた。

以上の解析結果から未固結堆積物の分布地域を抽出するうえで、リモートセンシング技術の活用を検討する場合、大切なことは地表面の土地被覆状況を精確に分類し、その情報から土地地質的な情報へ読み換えていくことが肝要となろう。

表3 DS-1250の波長帯域と仕様

チャンネルNo.	波長域(μm)	チャンネルNo.	波長域(μm)
1	0.38~0.42	7	0.65~0.69
2	0.42~0.45	8	0.70~0.79
3	0.45~0.50	9	0.80~0.89
4	0.50~0.55	10	0.92~1.10
5	0.55~0.60	11	9.5 ~12.0
6	0.60~0.65		

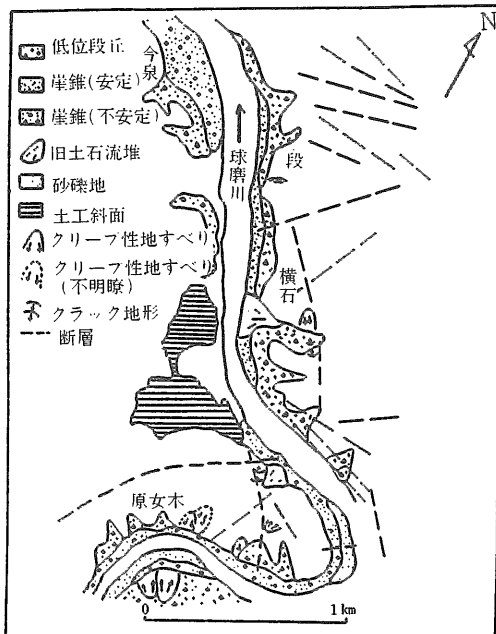
分光分解能: 2.5mrad
 走査角度: 87°20'
 映像角度: 77°20'
 走査回数: 80rps

温度分解能: 0.2°C
 温度検知幅: -10°C~50°C
 記録方式: アナログテープ

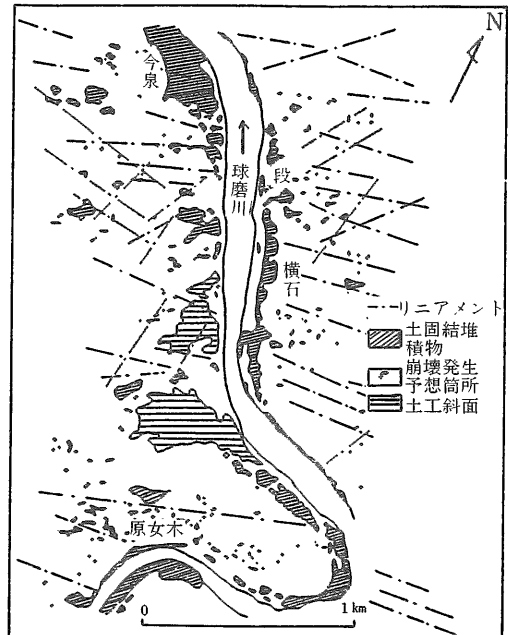
5.1.2 崩壊地の抽出

(1) 概要

崩壊地の頻発地域では、地山が脆弱なうえに急



写真判読と踏査による動的地形・地質情報図



航空機MSSによる動的地形・地質情報図

図4 写真判読と踏査を併用した場合と航空機MSSデータを用いた解析の場合との比較



写真1 熱映像を用いたレベルスライス処理による未固結堆積物の抽出結果
(黄～赤色で示す範囲が未固結堆積物の分布域)

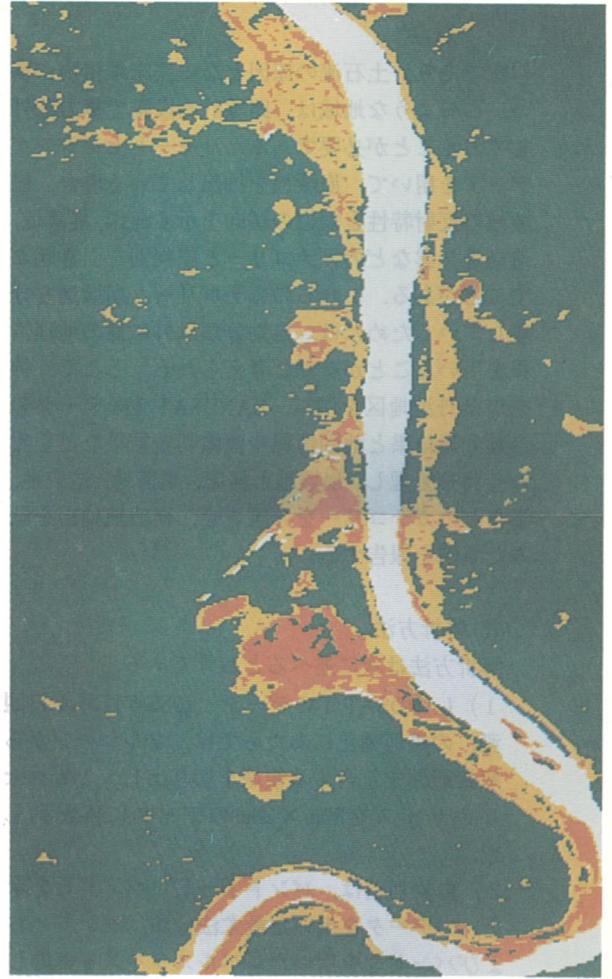


写真2 クラスタ分析による未固結堆積物の抽出結果
(黄～橙色で示す範囲が未固結堆積物の分布域)

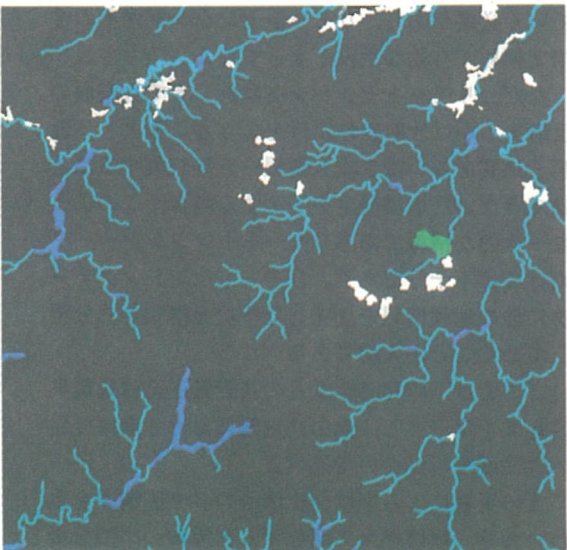


写真3 画像判読結果と地理情報のオーバーレイ

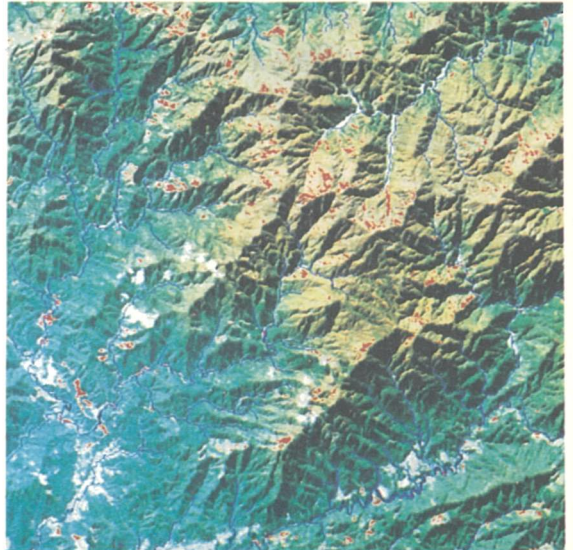


写真4 崩壊地の抽出結果
(LANDSAT TM 画像上に崩壊地を明示)

勾配であり、土石流の原因となる溪床堆積物が多い。このような地域は、路線計画段階で極力除外しておくことが必要である。リモートセンシングデータを用いて、崩壊地を抽出していく場合、崩壊地の反射特性と類似の傾向を示す河床、集落地、造成地、雲などのカテゴリーと誤判別を引き起こすことがある。これらのカテゴリーと崩壊地を分離していくためには、自動分類以外に他の地理情報を用いることが有効と考えられる。そこで、神奈川県丹沢地区を例に、LANDSAT TM データの自動分類結果と地図情報や画像判読結果などを重ね合わせ処理し、崩壊地と河床、集落地、造成地、雲などのカテゴリーを分離させ、崩壊地抽出を試みた事例を報告する。

(2) 解析方法

解析方法は次に述べるとおりである。

- 1) LANDSAT TM データ (1985年11月4日観測) の幾何補正にあたっては、フルシーンから解析範囲を包含する領域を切り出し、1ピクセルのサイズを30m×30mのデータに再配列した。
- 2) 自動判別は、バンド1～7 (バンド6を除く) のデータを用いた最尤法分類、バンド2およびバンド5を用いたレベルスライスを実施した。
- 3) 5万分の1地形図を用い、河床・集落地・水系などを入力し、画像ファイルを作成した。
- 4) 幾何補正済のフォールスカラー画像を出力し、目視で識別できる造成地や雲などのカテゴリー (これらのカテゴリーは反射特性のうえで崩壊地と類似する) をカラーディスプレイ上で判読した。
- 5) 自動判別結果と入力した地図情報、判読結果などを重ね合わせ処理し、大規模な崩壊地を抽出した。

(3) 大規模崩壊地抽出結果

バンド2とバンド5を用いたレベルスライスと地図・画像判読情報のオーバーレイ処理によって大規模崩壊地を抽出した。

バンド2を用いたレベルスライスでは、崩壊地と河床、集落地、雲などのカテゴリーとの分離が必要となった。また、バンド5を用いたレベルス

ライスでは、崩壊地と草地との分離が必要となった。

地図情報や画像判読によって草地を正確に抽出していくことは難しいため、バンド2によるレベルスライスを用いた。写真3～4には解析結果を示す。

5.2 リモートセンシングデータと地理情報を併用した複合解析例

5.2.1 火山性地盤における崩壊発生の分析

崩壊発生の予測には、いつ(時間)、どこで(発生地点)、どんな規模で(大きさ)の3点を明らかにする必要がある。

なかでも崩壊がどこで発生するかを予測することは、防災対策を立案していくうえで極めて重要な課題である。これまで斜面崩壊の発生予測については、経験に基づく定性的な予測手法や多変量解析などによる定量的な予測手法などがこれにあたる。どちらの場合にも地表面の形態や浅層部の土質・地質条件、さらには植被状況などを主体に、これに降雨強度などの誘因を加えて検討しているようである。

崩壊発生の素因を主体に考えていく限りでは、個々の土地条件について個別に考えていくのではなく、これらの条件が相互に関連し、トータルな形でバランスを失った時に崩壊を引き起こすと考えることが肝要であろう。

その場合総合的な観点から地表面情報を把握していく必要があり、リモートセンシングがその性格上極めて有効な手段となってくる。

ただ、リモートセンシングはあくまでも表面の反射あるいは放射特性だけをよりどころとし、地形・地質あるいは3次元情報を直接収集することはできない。崩壊発生を予測する場合、このような一次的な情報であるリモートセンシングデータだけでは不十分であり、リモートセンシングデータに他の地理情報を加味した多次元情報から分析していくことが大切である。

ここでは、昭和59年9月の長野県王滝村地震災害地域を事例とし、火山性地盤における崩壊発生の危険度解析について述べる。

この災害による崩壊発生箇所の各素因情報を重ね合わせ、崩壊発生に関与する素因について分析した。

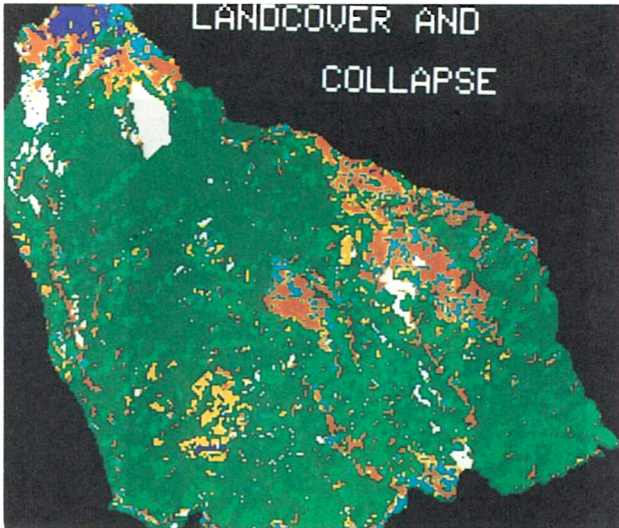


写真5 土地被覆と崩壊地

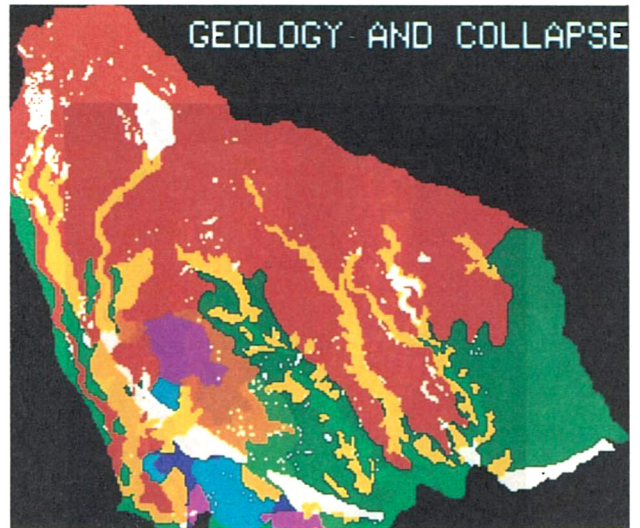


写真6 地質と崩壊地

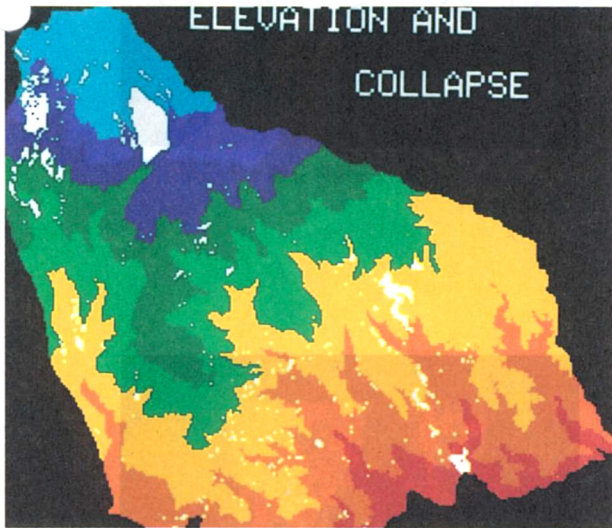


写真7 標高と崩壊地

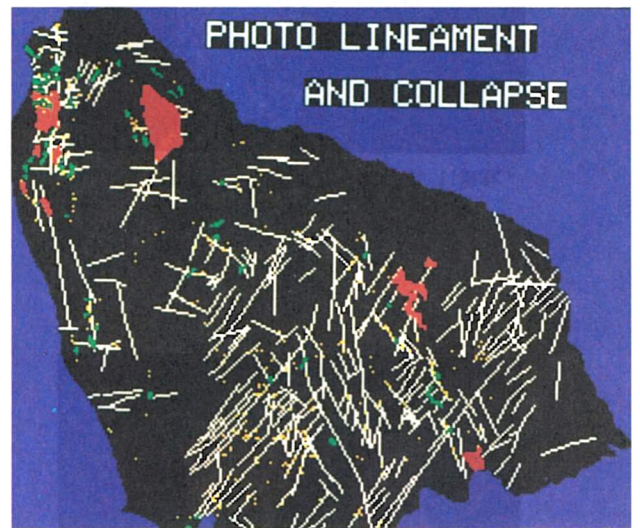


写真8 リニアメントと崩壊地

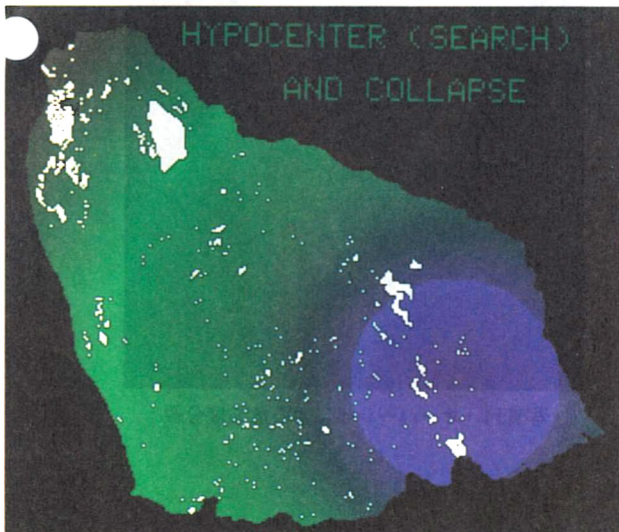


写真9 震央分布と崩壊地

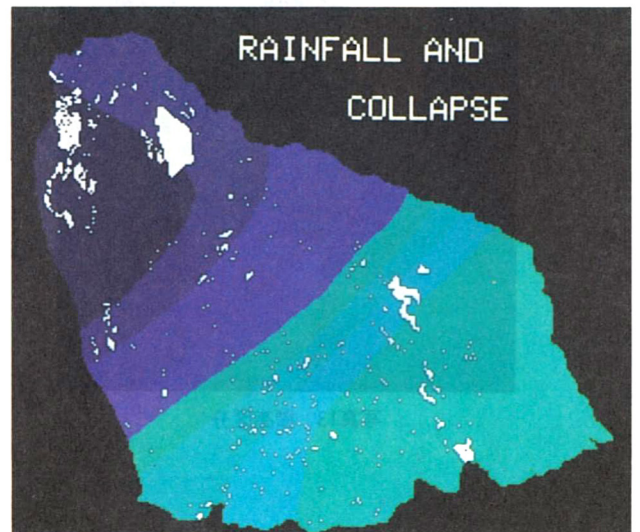


写真10 降雨と崩壊地



写真11 LANDSAT 画像上に洪水域を表示

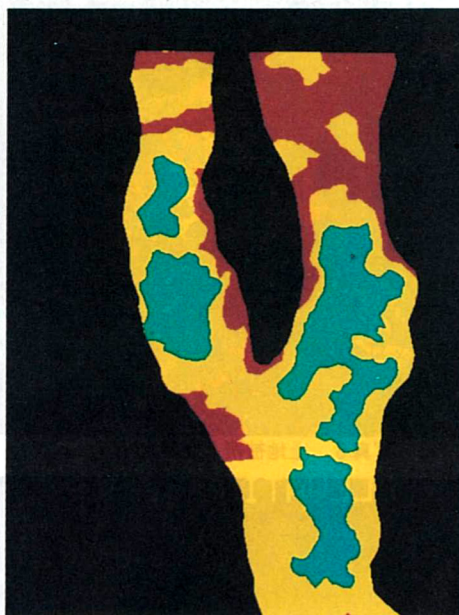


写真12 地形分類

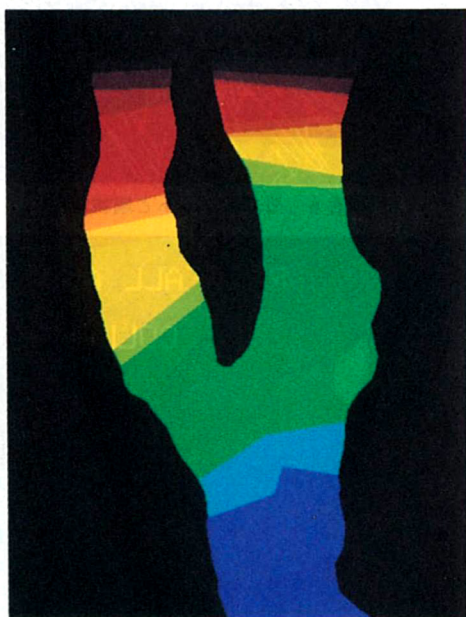


写真13 標高区分

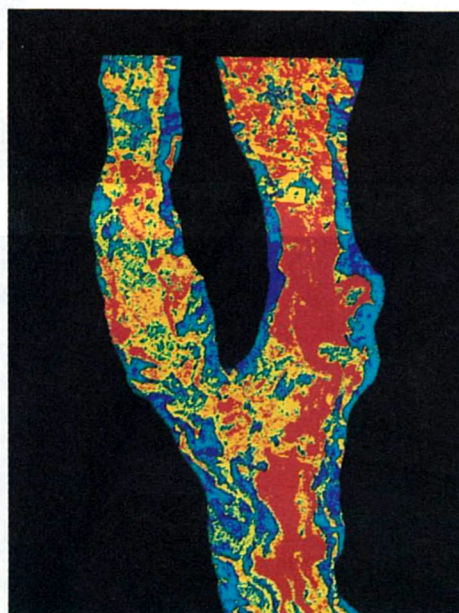


写真14 オーバーレイによる危険度分級

素因は、地質、断層からの距離、リニアメントからの距離、遷急線からの距離、遷緩線からの距離、傾斜、標高、斜面方向、水系からの距離、土地被覆、降雨、震央からの距離、などである。その結果の代表的なものを写真5～10および表4に

表4 代表的な素因の分析結果

アイテム	カテゴリー	小規模崩壊 (50m以下)	中規模崩壊 (50m～150m)	大規模崩壊 (150m以上)
地質	1 段丘堆積物	4.0%	4.7%	1.4%
	2 崖錐堆積物	5.4	9.9	21.2
	3 御岳火山噴出物	47.0	74.5	76.8
	4 花崗斑岩	4.7	0.9	0.0
	5 花崗閃緑岩	0.7	1.2	0.0
	6 溶結凝灰岩1	0.7	0.0	0.0
	7 溶結凝灰岩2	1.4	0.0	0.0
	8 溶結凝灰岩3	5.7	0.0	0.0
	9 溶結凝灰岩4	1.4	1.6	0.0
	10 角礫岩	0.4	0.0	0.0
	11 凝灰岩	3.9	0.0	0.0
	12 古生層1	15.0	7.2	0.6
	13 古生層2	9.7	0.0	0.0
リニアメントからの距離	1 リニアメント地点	23.3	21.4	16.7
	2 地点から50m	42.0	42.3	40.5
	3 地点から100m	12.2	13.7	19.3
	4 地点から150m	7.9	6.5	12.9
	5 地点から200m	3.6	6.2	7.8
	6 地点から250m	2.1	3.4	2.3
	7 地点から300m	1.1	3.7	0.5
	8 地点から350m	2.5	2.2	0.0
	9 地点から400m	0.7	0.6	0.0
	10 地点から450m	2.1	0.0	0.0
	11 地点から500m	0.4	0.0	0.0
	12 地点から550m以上	2.1	0.0	0.0
傾斜	1 8°以下	1.8	4.0	0.0
	2 8～15°	1.0	3.7	5.1
	3 15～30°	3.6	11.8	17.1
	4 30～45°	21.9	14.0	24.8
	5 45°以上	71.7	66.5	53.0
標高	1 1,000m以下	1.8	0.0	7.3
	2 1,000～1,200m	25.8	12.1	1.5
	3 1,200～1,400m	35.9	19.9	17.3
	4 1,400～1,600m	10.0	3.7	3.3
	5 1,600～1,800m	10.8	18.3	3.0
	6 1,800～2,000m	3.2	10.0	25.9
	7 2,000～2,200m	6.8	17.7	23.8
	8 2,200m以上	5.7	18.3	17.9

示す。

(1) 地質と崩壊分布をみると、中規模崩壊(50m～150m)、大規模崩壊(150m以上)では御岳火山噴出物分布域とかなりの相関が高いが、小規模崩壊(50m以下)では前者ほどの傾向は認められない。

(2) リニアメントからの距離と崩壊分布では、どの崩壊の場合にもその距離が50m以内で崩壊発生面積の60%近くを占めている。

(3) 傾斜と崩壊分布との関連性では、小規模崩壊の場合、30°以上の地域で崩壊発生面積の90%近くを占め、中規模崩壊で約80%、大規模崩壊で約75%である。

(4) 標高と崩壊分布との関連は、小規模崩壊の場合には、1,000m～1,400mの地域に集中し、大規模崩壊は、1,800m以上の標高で見られる。

崩壊発生危険度分級にあたっては、前述の素因分析結果を踏まえ、画像同士の重ね合わせ処理により崩壊規模別に解析した。

5.2.2 低地地盤における洪水氾濫の分析

広域にわたる洪水氾濫の実態を把握する場合、LANDSAT データが有効となる。

ただ、LANDSAT データは、あくまでも地表面からの反射・放射の量をよりどころとしている。したがって、洪水氾濫の実態を分析するには、情報量が不足しており、土地条件あるいは土地利用条件との関連性も検討しておく必要がある。

ここでは、1986年8月の小貝川洪水による氾濫域の実態を分析した事例を述べる。

洪水氾濫域の分析には、

(1) 災害後の LANDSAT TM データによる洪水氾濫域の抽出

(2) (1)の地域について災害前の LANDSAT TM データによる土地被覆分類

(3) 地形分類、傾斜区分、比高といった土地条件情報の入力

(4) 洪水氾濫域と土地被覆分類および土地条件データを重ね合わせ、洪水氾濫域の実態と特性の分析

(5) 洪水氾濫の危険度分級

などである。

表5には、土地被覆分類および土地条件データ

表5 素因と洪水氾濫域との重ね合わせ処理結果

土地被覆分類			地形分類			傾斜区分・比高			
カテゴリー	面積 (ha)	面積比率 (%)	カテゴリー	面積 (ha)	面積比率 (%)		カテゴリー	面積 (ha)	面積比率 (%)
水田	710.46	61.39	谷底平野・氾濫平野	848.07	73.28	傾斜区分(勾配)	0~1/1,500	954.81	82.50
畑地	110.88	9.58	自然堤防	100.53	8.69		1/1,500~ 1/500	202.50	17.50
空地	102.06	8.82	旧河道	0.63	0.05		1/500~	0.00	0.00
草地	146.52	12.66	後背低地	0.00	0.00		合計	1,157.31	100.00
森林	5.40	0.47	台地・段丘	37.44	3.24	比	~-1.5m	0.36	0.03
集落	56.25	4.86	河川	43.56	3.76		-1.5~-0.5	466.38	40.30
水域	25.74	2.22	高水敷	57.60	4.98		-0.5~+0.5	677.61	58.55
合計	1,157.31	100.00	低水敷	69.48	6.00	高	+0.5m~	12.96	1.12
			合計	1,157.31	100.00		合計	1,157.31	100.00

と、洪水氾濫域とを重ね合わせ処理した結果を示す。同表をみると、水田地域で勾配1/1,500以下、標高0.5~1.5mの谷底平野で洪水氾濫が発生しているのがわかる。

このような条件を有する地域をオーバーレイ解析手法を用いて抽出したものが、写真11~14である。

以上のように、使用した土地条件情報の内容や精度など、まだ不十分な点は多いが、河川流域に対する画像情報ベース構築の有効性がある程度まで示すことができよう。

6. おわりに

現在、リモートセンシング技術は、画像処理を主体に行う時代から、処理結果を実際の調査や計画に利用していく時代へと移行しつつある。

このような動向のなかで、路線計画段階への導入も間近であると言えよう。

しかし、リモートセンシングは、従来からの調査手法に100%とって変わるような調査手段ではない。

したがって、本稿で記述したようなリモートセンシングデータと地理情報を用いた総合的な観点からの解析や、デジタル画像解析と解析者(専門家)の目視判断による、画像解読解析といった側面から技術開発をより一層図ることにより、路線計画段階での利用も高まろうと思われる。

参考文献

- 1) 後藤恵之輔・瀬戸島政博・深津信義・古賀真綱(1985.6): 山岳道路建設のための地形・地質調査における航空機 MSS データの活用. 土木学会論文集, 第358号, III-3
- 2) 瀬戸島政博・赤松幸生・大山容一・柴田健一(1986.10): TM データを用いた大規模崩壊地の抽出について. 日本写真測量学会, 秋季学術講演会発表論文集
- 3) 瀬戸島政博・赤松幸生・柴田健一(1985.10): イメージオーバーレイ処理による崩壊危険度分級を試み. 土木学会第10回電算機利用シンポジウム講演集
- 4) 瀬戸島政博・赤松幸生・大山容一(1986.12): ランドサット TM データからみた洪水氾濫域の分布について. 日本リモートセンシング学会第6回学術講演会論文集
- 5) 瀬戸島政博(1987.4): リモートセンシングを用いた地盤調査. 土木技術, Vol.42, No.4
- 6) 武田裕幸・今村達平(1976.5): 建設技術者のための空中写真判読. 共立出版(株)
- 7) 日本リモートセンシング研究会編(1975.11): リモートセンシングノート(原理と応用). ㈱技報堂

