

### 3章 画像処理手法による被災施設抽出に関する技術

人工衛星や航空機などで取得された画像データを用いて施設の被災状況を把握するには、画像データを目視し読み取る方法の他に、目視作業を軽減するためにコンピュータソフトウェアを用い画像を処理する方法（画像処理）がある。ここでは、画像処理により必要な情報を画像データから抽出する手法について概説する。

#### 3.1 画像データ処理全体の流れ

人工衛星や航空機などのプラットフォームに搭載されたセンサで得られた画像データは、前処理（大気補正や幾何補正などの前処理）を経た後、抽出したい情報に応じて適切な画像処理を行い、その他の処理を経て結果を出力する。

##### 【解説】

画像データ処理の流れを図3-1-1に示す。また、データ処理に関する特徴を表3-1-1に示す。

人工衛星、航空機およびヘリコプタから得られた最初の段階の画像データは、大気による影響や撮影時の幾何学的歪みがある。そこで画像処理を行う前に、前処理（A/D変換、放射補正、幾何補正）が行われる。

続いて行われる画像処理には様々な手法がある。被災施設を抽出するためには、被災の特徴を考慮し、被災形態に合致した手法を用いる必要がある。

画像処理によって被災施設を抽出した後、必要に応じて画像間のモザイク、3次元化およびGISへの取り込みなどを行い、目的とする処理結果を出力する。

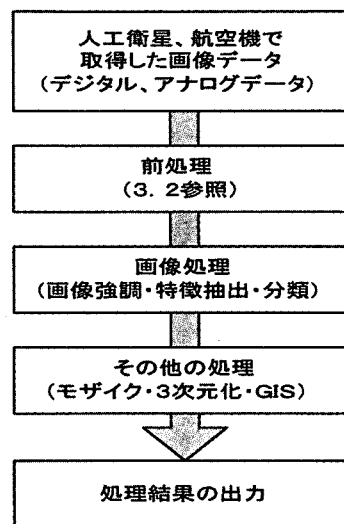


図3-1-1 画像処理全体の流れ

表3-1-1 画像データ処理に関する特徴

プラットフォーム	センサ	データの種類	地上分解能	特徴
人工衛星	スキャナ	デジタル画像	1m～	幾何補正、正射投影補正済みの商品がある
航空機	カメラ	アナログ（垂直写真）画像、	数十センチ	幾何補正、モザイクに時間を要する 画像間の色調などに違いがある
	レーザ	デジタル画像	数十センチ	データ処理に時間を要する
ヘリコプタ	カメラビデオ	アナログ（斜め写真）画像	数センチ～ 数十センチ	正確な位置情報が得られにくい 画像の幾何補正が難しい 地図上（GIS）への展開が難しい 画質が粗い
		デジタルビデオ	数センチ～ 数十センチ	写真やビデオなどの管理と変換作業が煩雑

### 3. 2 前処理

被災施設抽出のための画像処理を行う前に前処理が行われる。緊急時の場合必ずしも行う必要はないが、正確な出力画像を得る場合には必要とされる。特に、被災前後の画像をコンピュータ上で比較する場合には、必要となる処理である。

#### 【解説】

前処理の流れを図 3-2-1 に示す。

ヘリテレなどリアルタイムで伝送される画像は、情報のリアルタイム性が重要であることから前処理が行われることは少ない。

人工衛星あるいは航空機から得られたデータは、写真などのアナログデータの場合、まずスキャナでデジタル変換 (A/D 変換) される。この段階でのオリジナルデジタル画像は気象による影響や撮影時の幾何学的な歪みを持った画像になっている。そこで気象の影響を取り除く放射補正や幾何補正が行われる。

データの前処理についてはデータ配布機関によってすでに補正処理されたデータを配布しているケースがあるので、それを利用することも可能である。例えば国内の IKONOS 画像は位置精度の異なる 3 種類の画像を提供している (表 3-2-1 参照)。デジタルジオ画像は緊急時では数時間で処理提供されるが、地上基準点 (GCP) のない地域でのデジタルオルソ画像は数日から数ヶ月の日数が必要であり、緊急対応については現在のところ困難である。

震災の初動期には、精度の高い情報を得ることよりも迅速性が要求されるため、前処理を行わずに被災施設抽出のための画像処理を行うこともある。特に、画像データから被災施設の正確な位置などを特定しない場合や 2 時期の画像を用いた画像処理や解析などを行わない場合は、前処理が省略されることが多い。

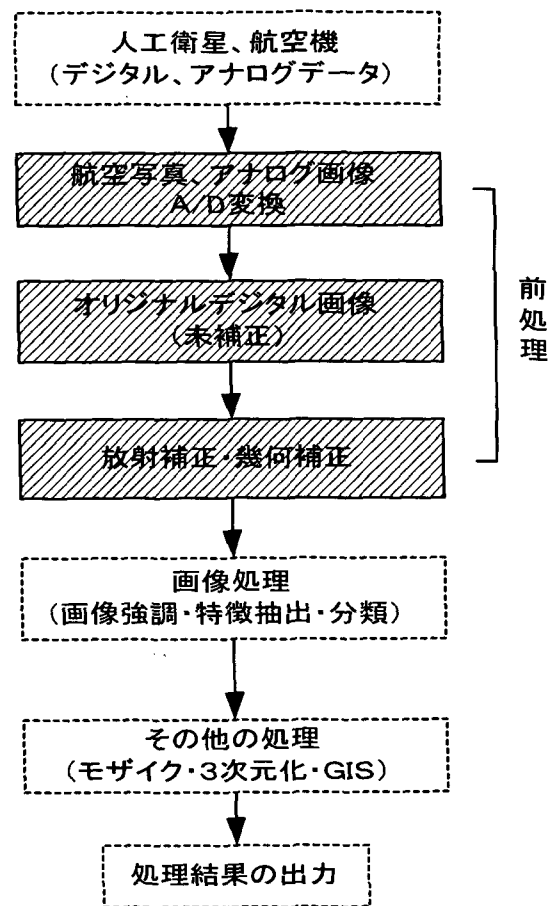


図 3-2-1 前処理の流れ(ハッチ部分)

表 3-2-1 提供される IKONOS 画像

提供ジオデータ	処理内容	所要時間	備考
デジタルジオ画像	地球の丸みやシステム の特性によって生じる 画像のひずみを補正(幾 何補正)	通常 10 日以内 緊急時では数時間	位置精度は正確ではな いが、地表の状況を見る 場合に利用 画像間の接合や画像間 の色調補正はない
デジタルオルソ・ライト 画像	デジタルジオ画像の幾 何補正に加え、地上測量 による地上基準点(GCP) と標高データによる正 射投影補正	通常 30 日以内 地上基準点(GCP)のない 地域については現地調 査を含めさらに時間を 要する	ある程度正確な位置精 度を必要とする場合に 利用
デジタルオルソ・エキ スパート画像	デジタルジオ画像の幾 何補正に加え、地上測量 による地上基準点(GCP) と精密な標高データに よる正射投影補正	通常 30 日以内 地上基準点(GCP)のない 地域については現地調 査を含めさらに時間を 要する	正確な位置精度を必要 とする場合に利用

(IKONOS 画像データサービスガイドブックより作成)

### 3. 3 被災施設抽出のための画像処理

画像処理は、目的とする情報を抽出するための一手法である。処理手法によっては時間や抽出される情報の精度が大きく変化するため、目的に合った適切な処理方法を選定する必要がある。

#### 【解説】

地震による管理施設などの被災箇所を抽出するための画像処理方法についてとりまとめた。以下、被災施設の絞り込みを行うための処理手法を解説する。

画像処理は、処理目的によっておもに画像強調、特徴抽出および分類処理に区分される。

表 3-3-1 に被災施設抽出のための画像処理手法をまとめた。

画像強調は画像のイメージを損なわず、画像にコントラストをつけたりノイズを除去したりすることにより判読しやすい画像を得るための処理である。線構造・断線の有無や領域の広がりなどを知る場合に用いる。おもな手法にはカラー合成、濃度変換、フィルタリングによるエッジ強調などがある。

特徴抽出は画像の中から特徴ある線や異なる濃度の境や領域を抽出する画像処理である。処理により画像中の線や領域が強調されるため被災地抽出や判読を容易にすることができる。線構造の抽出には幾何学的特徴抽出、領域の抽出にはスペクトル抽出、テキスト特徴抽出が主として用いられる。おもな手法にフィルタリングによるエッジ抽出、画像間演算、テキスト解析がある。

分類処理は、画像全体を共通的な特徴を持つ領域に分類(グループ化)する処理であり、類似する地域を抽出するのに用いることができる。既知のサンプル領域をもとに分類する処理と画像の統計的な特徴から自動的に分類する処理がある。おもな画像処理手法にはマルチレベルスライス、クラスタリングなどがある。

被災施設を含む画像データへの画像処理の適用事例を巻末資料に示す。

表 3-3-1 被災施設抽出のための画像処理手法

処理方法		解説	適合する被災形態		抽出情報
濃度変換		色調補正によりコントラストを協調。	全被災施設		被災状況の確認
カラー合成		異なる時期の画像をカラー合成することにより、変化域の色調の違いを抽出する。	河川	液状化	被災範囲
			砂防	地すべり	
			海岸	土砂流出	
フィルタリング	平滑化	ノイズを弱め画像全体を滑らかにする。	全被災施設		被災状況の確認
	エッジ強調	画像の劣化などによる不鮮明な線や緑を強調させる。	全被災施設		被災状況の確認
	エッジ抽出	画像の濃淡急変部および線状物体を強調させる。線状構造の抽出に有効である。	橋梁	落橋・高架段差、	落橋、段差の有無
			道路	路面亀裂 道路閉塞・障害	亀裂の有無
河川			堤防破損	破損、被災箇所の有無	
		海岸	護岸被害、 ブロックの移動	被災箇所、移動の範囲	
画像間演算	比演算	異なる画像の輝度値の差をもとにした演算処理で、輝度値に変化のある場合に有効である。	全被災施設		被災箇所および範囲
	差分解析	異なる時期に取得された画像間の差を利用して変化を抽出する。輝度値に変化のある場合に有効である。			
テクスチャ解析		ヒストグラムの平均、分散、歪度、尖度などの特徴量と計算し、きめを数値で表示する。	道路	道路閉塞	被災箇所、範囲
			建物	建物倒壊	
分類	マルチレベルスライス	多次元の特徴空間で濃度に任意の閾値を設け、その閾値で区分する。画像の色調が明瞭なとき有効である。	道路	路面陥没	陥没の有無
			建物	建物倒壊	倒壊箇所
			河川	液状化	流出、浸水範囲
	クラスタリング	類似した特徴をグループ化する方法。迅速な分類が可能である。	砂防	地すべり	崩壊箇所
海岸			土砂流出	流出範囲	
3次元化		3次元的な変状判読をする。高さ情報の抽出に有効である。	橋梁	落橋	被災程度
地理情報の併用		DEM や他の地理情報と組み合わせた抽出処理。正確な震災情報の抽出が可能である。	全被災施設		被災位置の特定や範囲の絞り込み

### 3. 4 被災施設抽出に関する現状と課題

- (1) 雲や雲の影あるいは建物といった障害物がある地域については被災施設の抽出は困難である。
- (2) 撮影季節・時刻や天候によって画像状態（画質）が異なることが多く、処理結果に影響する場合がある。
- (3) 斜め写真や航空写真などオルソ画像への幾何補正には時間を要する。
- (4) 画像処理によって被災施設を抽出する場合、現状では、その抽出の正確性は100%ではない。

#### 【解説】

被災施設抽出に関する現状と課題を次にまとめた。

1) 光学系センサで得られた画像データから、画像処理手法によって雲や建物の影を取り除くことは困難である。雲や建物の影が被災施設上にある場合は被災施設の抽出は困難である。同様に雲、山および高層建物によって隠れてしまっている部分についても被災施設の抽出は困難である。薄い雲や煙がかかっている場合は、対象物の目視による判別は可能だが画像処理によって被災施設を抽出することは難しい。

なお、IKONOS などの高分解能人工衛星では明暗を細かく識別できるので、建物の影などによって暗く認識しにくい箇所を軽減させ、被災施設の抽出可能性を向上させられる。

2) 被災施設の抽出を行う場合、より正確に行うには、被災前と被災後の画像を比較し、変化した箇所を抽出する処理を行うことが有効である。つまり、被災前後で変化があった箇所を被災箇所として判断するのである。しかし撮影季節・時刻や天候によって画像状態（画質）が異なることが多く、処理結果に影響することがある。例えば、施設が被災していない箇所でも街路樹の葉が茂った夏に取得した画像と落葉後の冬に取得した画像を比較すると葉が無くなった箇所が抽出される。また、プラットフォームからの撮影角度や方向および時刻の違いで、建物の影などが2時期で異なることから、異なった影の出来具合が被災箇所として判断されることがある。

3) 斜め写真や航空写真では画像の幾何補正に時間を要する。とくに地形的な歪みのないオルソ画像\*の作成には、地形データを用いた補正が必要で作成には多くの時間を要する。

4) 画像処理によって被災施設を抽出する場合、現状では、その抽出の正確性は100%ではない。しかし、画像データを目視し被災施設を見つけることは時間を要する。したがって、画像処理によって被災が疑われる施設を抽出し、その後抽出された施設を目視し被災の有無を判断するといった位置付けを画像処理手法に与えることが適当である。

---

\*オルソ画像：中心投影である写真・画像を正射変換して平行投影画像にすること。カメラの傾きや地形および建物などの起伏による影響を補正して全ての点を鉛直方向から見たように等縮尺の写真図に直すこと。