

大規模災害被災地の簡易かつ迅速な概況把握のための GIS の活用

Potentials of GIS for Timely and Primary Survey of Areas Affected by a Large-scale Disaster

橋本 禪[†] 有田博之^{††} 保高徹生^{†††}
 (HASHIMOTO Shizuka) (ARITA Hiroyuki) (YASUTAKA Tetsuo)

I. はじめに

災害復旧や復興を戦略的に進めるには、被災地域の全容の把握が不可欠である。しかし、東日本大震災やその後の福島第一原子力発電所事故のような大規模災害の場合、被災地域が広域にわたるため、個別地区や施設の被災の実態把握には長時間を要する。また、がれきの散乱や道路や橋梁の損壊、地盤災害、放射性物質の飛散により個別被災地への到達がままならいため、実態把握のさらなる遅延が生じる可能性が高い。この様な大規模災害の場合、現地踏査を通じた被災の詳細な実態把握と並行して、地理情報を活用した被災地の迅速な概況把握が有効と考えられる。

筆者らは、2011年3月の東日本大震災および福島第一原子力発電所事故の発生以降、岩手県、宮城県、福島県を対象とし地理情報システム(GIS)を用いて津波被災地の地形・土地利用の特性や原発影響地域の農地除染や農村復興の課題の検討を進めてきた^{1)~3)}。本報ではこれらの取組みを紹介しつつ、大規模災害発生時に被災地の特性や状況を簡易かつ迅速に把握する上でのGISの有効性と課題を検討したい。

II. 津波被災地の地理的特徴

1. 地形条件

東日本大震災の津波浸水域の特徴は、背後に北上山地をもつ三陸沿岸部と、広大な平野をもつ仙台沿岸部で大きく異なる^{註1)}。浸水面積は、仙台沿岸部が約4.5万haであるのに対し三陸沿岸部は約1.3万haと、仙台沿岸部の被災面積の大きさが際立つ。また、仙台沿岸部の浸水域の約8割が標高6m以下に位置する。仙台沿岸部は低平地の被害が特徴的である。これに対し、三陸沿岸部の浸水域に標高6m以下の地域が占め

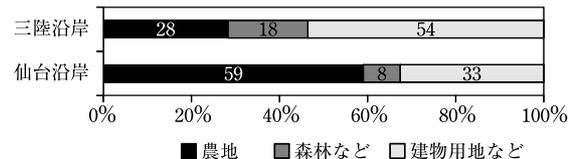


図-1 浸水域の土地利用構成¹⁾

る割合は約4.5割であり、比較的標高の高い地域にまで浸水が見られる。

2. 土地利用および施設立地の特性

両地域の地形条件は、土地利用や施設配置を大きな制約条件として機能している。すなわち、三陸沿岸部では沿岸から内陸に向かう狭小な谷底平野に市街地が開け、公共施設がその地域に集中して立地する傾向にある。他方、仙台沿岸部は、浸水面積の規模は大きいですが、中心市街地は沿岸部から離れた地域に存在し、また浸水域内の公共施設も分散立地する傾向にある。

実際、三陸沿岸部の浸水域は、その約54%が建物用地などであり、土地利用が卓越するのに対し、仙台沿岸部の浸水域は農地が59%であり農業的な土地利用が卓越する(図-1)。また、浸水域に立地する公共施設も、三陸沿岸部が約359施設、仙台沿岸部は539施設^{註2)}である。三陸沿岸部が、浸水面積では仙台沿岸部の3割に満たないものの、死者・行方不明者や浸水公共施設数では仙台沿岸部の被害に匹敵する規模になったのは、このような市街地の立地条件に由来する部分が大いと考えられる。

3. 移転用地の潜在需要

こうした地形条件の差は、津波被災地の土地利用の再編でも大きな制約条件にもなる。津波被災地では、沿岸部低平地の住宅や公共施設の高台・内陸移転が検討されている。図-2は、三陸沿岸、仙台沿岸の浸水域の土地利用の構成を海岸からの距離別に示したもので

注1) 本報では岩手県、宮城県、福島県に焦点を当てて議論する。またここでは岩手・宮城・福島県の沿岸部を、宮城県石巻市以北を三陸沿岸部、これより南を仙台沿岸部と区分した。

注2) 集計対象とした公共施設は、国土数値情報公共施設データ(平成18年度)所収の、地方公共団体庁舎・支所・出張所、公民館・集会所、国出先機関、厚生機関、警察機関、消防署、学校、病院、郵便局、福祉施設、そのほかである。

[†] 京都大学大学院地球環境学堂
^{††} 新潟大学自然科学系
^{†††} (独) 産業技術総合研究所

 東日本大震災、福島第一原子力発電所事故、除染、被災地、大規模災害、地理情報システム(GIS)

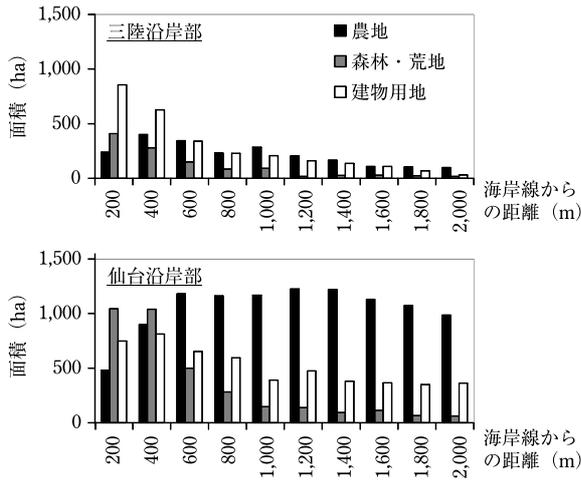


図-2 沿岸部からの距離別土地利用構成¹⁾

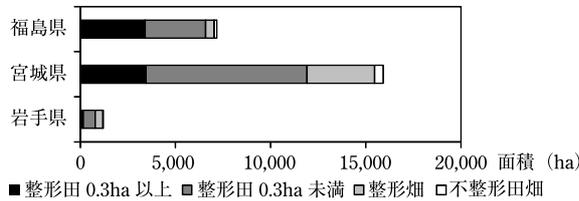


図-3 津波浸水域の農地基盤の構成¹⁾

ある。図中の建物用地面積は、各距離帯について建物进行全面移転した場合に必要な土地の潜在的な需要量と理解できる。三陸沿岸部の海岸200m圏の建物用地面積(856ha)は仙台沿岸部のそれ(748ha)を上回る規模で存在し、海岸から離れるに連れ急激に減少する。他方、仙台沿岸部では200~400m圏で建物用地がピークを迎え減少に転じるが、その傾向は三陸沿岸部に比べて緩やかである。移転需要は、広大な農地や森林の転用の可能性と、移転後の跡地利用の課題の深刻さを示唆している。

仮に沿岸域1km圏内の建物用地の5割を移転した場合、三陸、仙台沿岸部でそれぞれ約1,130ha、1,600haの用地の確保が必要になる。三陸沿岸部では、沿岸平野部が市街化されているため、移転用地になる土地を高台や遠く離れた内陸部に求めざるを得ない。これに対し、仙台沿岸部は移転用地の供給ポテンシャルは高い。ただし、仙台沿岸部は、沿岸部の農村地域から内陸の市街地への移転であるため、用地交渉の難航や移転費用の高騰が懸念される。

4. 農業構造再編の可能性

津波は、農地や灌漑施設の損壊のほか、多数の農業施設や機械の流失被害をもたらし、被災地の農業構造を大きく揺さぶった。津波被災地の復興構想や復興計画は、経営の大規模化、低コスト化、経営の多角化、高付加価値化などを通じた農業の復興をうたうものが

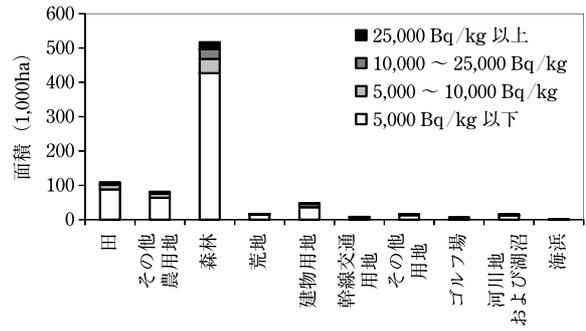


図-4 土地利用別の放射性Cs濃度別面積²⁾

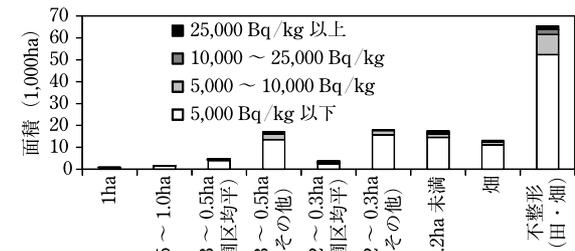


図-5 放射性Cs負荷の農地区画形状別面積²⁾

多い。とりわけ宮城県は中・小区画の農地の浸水被害が多く(図-3)、農地基盤の改良復旧による大区画化と経営規模の拡大と、既存の農業構造を大きく変革できる局面にある。

III. 福島県東部の放射性Cs負荷の特性

1. 福島県東部の土地利用別放射性Cs負荷

図-4は、福島県東部地域の地目ごとの放射性セシウム(Cs)濃度(表層5cm)別面積である。森林517,000ha(全体の63%)が最も多く、田・その他農用地190,380ha(23%)がこれに次ぐ。除染実施の目安とされる放射性Cs濃度5,000Bq/kg以上が各地目に占める比率は、森林17%、田・その他農用地21%、10,000Bq/kg以上は森林9%、田・その他農用地7%である。

2. 福島県東部における農地の放射性Cs負荷

第4次土地利用基盤整備基本調査(農林水産省、2001)を用いて、圃場の整備水準別に放射性Cs濃度(表層15cm)の面積を算出した(図-5)。0.3ha以上の整形区画は少なく、未整備・不整形農地や小規模農地(田・畑)の比率が高い。未整備・不整形の農地は65,600ha(農地の46%)に達する。

3. 居住人口と空間線量率の関係

福島県東部地域の人口と空間線量率の関係を図-6、7に示した^{注3)}。ここで、A~Eの地域区分は、推定年間被曝線量がおおむね、放射性物質汚染対処特措法および「除染特別地域における除染の方針」(以下、「除

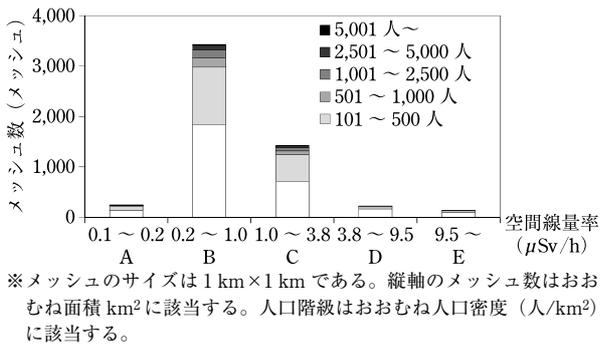


図-6 人口階級別面積 (該当メッシュ数) と空間線量率の関係 (引用文献 3) をもとに作成

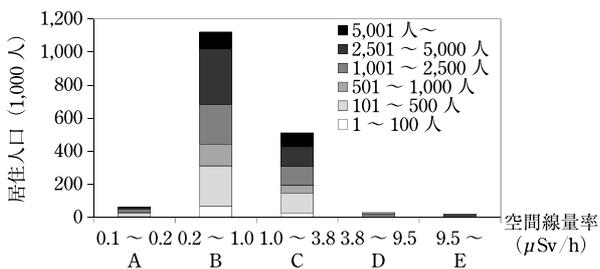


図-7 人口階級別居住人口と空間線量率の関係 (引用文献 3) をもとに作成

染ロードマップ」という)に基づく指定なし (A), 汚染状況重点調査地域 (B), 避難指示解除準備区域 (C), 居住制限地域 (D), 帰還困難区域 (E) に相当する水準にあることを意味する。除染ロードマップでは、避難指示解除準備区域の除染の長期目標として推定年間追加被曝線量を年間 1 mSv 以下にすることが示されている。これはバックグラウンド線量による影響を除いた空間線量率で 0.19 μSv/h 以下に相当する。多くの市町村も、短期的には地表 1m 空間線量率を 1 μSv/h 以下に、また長期的には国と同じ 1 mSv 以下へ低減することを目標としている。これを上記の A~E の区分に対応させると、短期的な除染目標は C 地域や D 地域の水準のエリアを B 地域の水準に、長期的には B~E 地域の水準のエリアを A 地域水準に空間線量率を引き下げることにおおむね相当する。

面積では、①現時点ですでに 67%の地域が、空間線量率が B 地域以下の水準にあるが、② A 地域のある地域は全体のわずか 4%にとどまる (図-6)。また、③人口密度が 100 人/km²以下の地域が、A~E の各地域に占める割合は A 地域 54%, B 地域 54%, C 地域 50%, D 地域 74%, E 地域 71%である。国費により除染が実施される B~D 地域の約 5 割~7 割超が人口が低密な地域である。

他方、人口では①現時点で空間線量率が B 地域以下の地域の居住人口は全体の 68%, ② A 地域のある地域のある地域の居住人口は全体の 4% (図-7) である。また、③人口密度が 100 人/km²以下の地域の居住人口が A~E の各地域に占める割合は A 地域 6%, B 地域 6%, C 地域 5%, D 地域 17%, E 地域 13%と低い。ただし、⑤ 101~500 人/km²の地域の居住人口は多く、A 地域 30%, B 地域 22%, C 地域 24%, D 地域 29%, E 地域 33%である。

国や市町村が実施する除染では、空間線量 (率) の高・低のほか、人口密度、学校・その他公共施設などの立地の多寡を考慮して対象地域を序列化する方針が取られている。人口が低密な地域は公共施設の立地も少ないため、除染の序列は必然的に低くなる。除染の遅れは避難生活の長期化をもたらす、人口流出を助長する恐れがある。この点は、福島県の農村地域の復興を考える上で重要な課題である。

IV. GIS の有効性と課題

1. 迅速な情報提供

II. の情報の多くは震災 1 カ月後から約半年のうちに、III. の情報は約 1 年のうちに、筆者らが分析し、公表してきた結果である。分析に用いられたデータの多くは、国土数値情報や地域メッシュ統計、土地利用基盤整備基本調査データなどの地理情報であり、多くは広く一般に無償・有償で公開されている。ただし、これらのデータだけでなく被災地の概況を分析・把握できるわけではない。今回の例では、津波浸水域や放射性 Cs の濃度分布のような災害固有の地理情報の活用が不可欠である。逆に言えば、災害固有の地理情報が利用できれば、ここに示したように、被災地に関するさまざまな情報を短期間のうちに得ることができる。なお、残念ながら今回の分析ではデータにアクセスできなかったが、水土里情報システムのような農地基盤や灌漑排水施設の地理情報を活用することで、より詳細な分析が可能になる。このような形での被災地の概況把握は、被災が広域にわたる大規模災害において特に有効であろう。

2. GIS 利用における課題

大規模災害被災地の概況把握に GIS を活用する場合は、次のような課題も踏まえる必要がある。

第 1 は、入手できるデータの精度の課題である。データの精度の限界は、①データの空間分解能に起因するものと、②調査方法に起因するものがある。前者の例としては、本報で示した土地利用や標高データは、それぞれ人工衛星画像から作成された 100 m メッシュ、30 m メッシュのデータ、また人口は国勢調査の

注 3) 図-6, 7 は、文部科学省が実施した第 4 次航空機モニタリングの結果をデジタイズし、これを 2005 年国勢調査にもとづく人口メッシュ (1 km×1 km) にオーバーレイして集計した結果である。

結果を1kmメッシュ単位に再集計したデータである。これらは市町村や都道府県程度の規模の分析には有効だが、空間分解能が10m~1kmであるため集落や大字などの小地域の分析にはあまり適さない^{注4)}。

後者、すなわち調査方法に起因する精度の限界の例としては、津波浸水域のデータが挙げられる。浸水域の情報は航空写真の判読により進められたため、公表する機関により面積が異なる^{注5)}。現地踏査により境界を確定すれば、また異なる値となるだろう。緊急対応的な方法で取られたデータであるため、このような精度の限界がある点にも注意する必要がある。

第2はデータの鮮度の課題である。地理情報は必ずしも最新の情報を提供するものではない。今回の分析で用いたデータの作成年次は2000~2006年である。データの年次が古ければ、実態とのかい離が生じざるを得ない。

3. GIS利用の位置づけ

上記のような課題があるものの、筆者は大規模災害被災地の概況把握におけるGISの有用性を損なうものではないと考えている。緊急時には、さまざまな制約下で迅速に情報を収集する必要があるからだ。重要なのは、データや分析結果を利用する者が、これらデータの限界や課題を認識した上で活用しているかという点であろう。

大規模災害時の初期対応を大きく、①緊急対応的に被害の全体量を把握する段階、そして②現地踏査に基づき、個別の応急復旧や復興に必要な詳細情報を得る段階、の2段階に分けて考えると、本報で述べたGISを用いた被災地の概況把握は、①の段階の作業に位置づけられる。

今後の震災では、①の段階に該当するのは、国土地理院による浸水域の市町村別土地利用面積の推計や福島第一原子力発電所事故影響地域での除染措置を検討するに当たり環境省が実施した空間線量率別、地目別の発生汚染土・落葉量の推計の取組みである。農業農村工学分野における行政による被災地の情報収集は、個別の現場で災害査定に航空写真が用いた例はあるものの、主に②の方法により、国の出先機関や県、市町

注4) 時間はかかるが、航空レーザー測量や航空写真、高分解能の人工衛星などの情報を活用すれば、より詳細な情報を得ることも可能である。

注5) 本分析は防災情報マッシュアップサービス研究会が公表する津波浸水域データを用いた。本データでは、岩手、宮城、福島3県の浸水面積は580km²である。同様の方法を用いた国土地理院のデータは497km²であり両者の間に大きな開きがある。後者のデータは筆者らの分析時点では一般公開されていなかった。

村、土地改良区の職員による現地調査の積上げにより行われた。本方法は震災発生直後には危険を伴うだけでなく、情報収集に長時間を要する。今後、①の方法を効果的に活用することで、国や地方公共団体による迅速かつより戦略的な対応が可能になると期待される。

謝辞 第4次土地利用基盤整備基本調査データの利用に当たり、本間幸宗氏(地理統計情報株式会社)のご協力をいただきました。本報の一部データの処理に、京都大学大学院農学研究科の岩崎有美さんのご協力をいただきました。記して御礼申し上げます。本研究は科研費24248039の助成を受けたものです。

引用文献

- 1) 橋本 禪: 震災復興と土地利用計画, 農村計画学会誌 31(1), pp.37~40 (2012)
- 2) 有田博之, 橋本 禪, 吉川夏樹, 原田直樹, 保高徹生, 野中昌則, 岩崎有美, 宮津 進: 放射性セシウム除染と戦略的農地資源保全, 農業農村工学会論文集 282, pp.91~97 (2012)
- 3) 橋本 禪, 有田博之, 保高徹生, 岩崎有美: 放射性物質に起因する避難生活の長期化による福島県農村地域復興への潜在的影響, 農業農村工学会論文集 284, 印刷中 (2013)
[2012.12.25.受稿]

橋本 禪 (正会員)



略 歴
1975年 山口県に生まれる
1997年 山口大学理学部卒業
東京大学大学院農学生命科学研究科進学,
マサチューセッツ工科大学, 国立環境研究所を経て
2009年 京都大学大学院農学研究科講師
2012年 同大学院地球環境学堂准教授
現在に至る

有田 博之 (正会員)



1947年 山口県に生まれる
1975年 農林省農業土木試験場
農林水産省農業研究センター, 農業工学研究所を経て
1999年 新潟大学農学部
2012年 新潟大学自然科学系フェロー
現在に至る

保高 徹生 (正会員)



1977年 大阪府に生まれる
2000年 京都大学農学部卒業
同大学院農学研究科, 国際航業(株), 横浜国立大学大学院環境情報学府, 国際環境ソリューションズ(株)を経て
2011年 (独)産業技術総合研究所研究員
現在に至る