

東北地方津波被災地の時系列土地利用情報の公開と活用に関する一考察

Considerations on the public availability and application of time-series land use data of the Tohoku tsunami damage regions

デイビッド・スプレイグ*

David S. SPRAGUE*

Abstract: The Japanese public now has access to vast amounts of geographical information produced by many government agencies and media outlets on the tsunami caused by the Great East Japan Earthquake. Many maps and images not only inform the public about the tsunami damage area, but potentially help the public and policy makers understand the landscape damaged by the tsunami, and plan reconstruction. However, large amounts of publically available data still remain underutilized. This paper reports the results of time-series land-use analysis for selected cities along the Sendai and Sanriku Coast of Tohoku, Japan, based on currently available maps and aerial photographs, with two goals. First, the paper reports on GIS analysis of tsunami flood areas to quantify historical land use. Second, the paper examines the quality and problems of the spatial data now available for GIS analysis and public information. Landscape researchers need to consider whether the spatial data now publically available contain the information that answer the questions interesting the public, while exercising care that GIS analysis informs the public and policy makers without preempting public debate and allow various policy outcomes.

Keywords: *Great East Japan Earthquake, tsunami, historical land use, GIS, map data*

キーワード: 東日本大震災, 津波, 歴史的土地利用, GIS, 地図情報

1. はじめに

東日本大震災以後、津波による被害の状況を示す膨大な数の地図や画像が様々なメディアを介して公開された^{1), 2)}。この中で被災地の土地利用に関する量的分析が公開され、被災地域の立地条件や土地利用の多様性が明らかになった。例えば、橋本(2012)は仙台沿岸部では浸水面積の規模が大きく、農地・森林・荒地といった農村的な土地利用が卓越し、三陸沿岸部では沿岸から内陸に向かう狭小な平野部に市街地が集中していることを指摘した³⁾。また、小荒井ら(2011a)は津波被災地における地形と土地利用を県別及び地区町村別に計算し、とりわけ建物用地の浸水率を示しながら、被災地の多様性を浮きぼりにした⁴⁾。

一方、歴史地図や航空写真を参考に過去の土地利用から東日本大震災の津波浸水域の特性を指摘し、防災対策や復興計画を提案する研究が多く発表されている⁵⁾。例えば、中島・田中(2011)は過去の津波と復興計画を踏まえて東日本大震災による被害と復興を考察し⁶⁾、茅根・栗栖(2011)は被災3地域の土地利用変遷を報告し⁷⁾、杉安ら(2012)は各時代の津波浸水域における住宅棟数の変遷を分析した⁸⁾。これらの研究は市民と行政機関による被災状況の的確な理解と防災計画や復興計画の策定に貢献する。しかし、歴史的研究の多くは地図や航空写真に基づく対象に選択された特定の地域の考察または量的な解析結果が提示されていないか、都市化や住宅地等に集中していた。

過去の土地利用は地域の立地条件や潜在的な生産性を示す重要な指標となり、ハザードマップや復興指針の基となる重要な基礎情報を提供する^{9), 10), 11)}。従って被災時点と同様に過去の土地利用、とりわけ農村的な土地利用に関して量的な解析を実施し、歴史的にもその多様性を明らかにする必要がある。

そこで、本研究では公表されている地図や航空写真を基に、東日本大震災による被災地のうち、岩手県と宮城県の主要地域を対象に、津波浸水域における歴史的な土地利用とその変化を数値化した研究プロジェクトについて報告・考察する。被災地について

特定の評価を下すのではなく、各地域にとって的確な防災・復興計画の参考となりうる基礎的な歴史的景観情報として、津波被災地における土地利用変化の多様性を明らかにすることを本研究の目的とする。

2. 方法

仙台平野及び三陸海岸の13地域(表1)を対象に公開されている地図資料を収集し、東日本大震災による津波浸水域と比較した。

1) 地図資料

国土地理院発行の旧版地形図(縮尺1/50,000, 明治末期・大正期に測量, 1911年~1918年発行)をスキャンして画像化し, UTM座標(Datum Tokyo)に幾何補正したうえで, 地図に示される土地利用をデジタル化し, ポリゴン形式でデータを整備した。殆どの土地利用は境界線で示されていたが一部曖昧な境界は目安で入力した。土地利用項目は地形図の凡例をそのまま使用した。

環境省発行の第3次自然環境基礎調査(縮尺1/50,000, 1979年調査, 1981年発行, 以下「現存植生図(1980年頃)」)と第6・7次自然環境基礎調査(縮尺1/25,000, 1993-99年調査, 2001年発行, 以下「現存植生図(2000年頃)」)のデジタルデータ提供済みの図幅を統合して使用した。現存植生図の土地利用項目は8項目に整理した。

2) 津波浸水域

東日本大震災における津波浸水域のデータは国土地理院提供の「浸水域地図」から取得した。

3) GIS解析

各地図による土地利用図から東日本大震災の津波浸水域に含まれる領域の土地利用を計算した。また、その領域における土地利用の時系列変化(チェンジマトリックス)を計算した。2011年の津波浸水域には過去に水域であった領域を含む場合があるが、以下の解析結果ではそのまま水域として示す。GIS解析ソフトウェアはArcGISとERDAS Imagineを使用した。

* (独) 農業環境技術研究所

地域名	水田	畑	桑	果樹	樹林	竹林	土手	湿地	荒地	町	水域	総計
田老	1.4%	47.5%	3.2%	0.0%	14.8%	0.0%	0.0%	0.5%	18.9%	6.3%	7.4%	100%
山田	42.5%	14.9%	0.0%	0.0%	7.4%	0.0%	0.0%	0.0%	5.5%	11.2%	18.4%	100%
大槌	25.0%	26.0%	1.3%	0.0%	6.1%	0.0%	0.0%	0.0%	11.5%	7.4%	22.7%	100%
釜石	16.4%	17.2%	0.0%	0.0%	10.6%	0.0%	0.0%	0.0%	11.6%	18.4%	25.8%	100%
唐丹	2.4%	41.4%	0.0%	0.0%	18.5%	0.0%	0.0%	0.0%	27.5%	1.6%	8.6%	100%
吉浜	20.4%	26.9%	0.0%	0.0%	5.9%	0.0%	0.0%	0.0%	42.0%	1.4%	3.4%	100%
大船渡	41.4%	20.4%	0.0%	0.0%	5.2%	0.0%	0.0%	0.0%	13.4%	7.2%	12.5%	100%
陸前高田	39.0%	21.8%	1.0%	0.2%	9.7%	0.9%	2.1%	1.6%	6.6%	6.9%	10.1%	100%
気仙沼	46.0%	9.3%	2.1%	0.0%	9.3%	0.0%	0.0%	0.0%	8.3%	3.4%	21.5%	100%
南三陸	32.0%	16.3%	16.0%	0.0%	14.5%	0.0%	0.0%	0.0%	3.1%	13.5%	4.5%	100%
石巻	44.7%	9.7%	4.3%	0.4%	12.3%	0.1%	2.1%	5.3%	6.3%	5.8%	8.8%	100%
塩釜	12.7%	3.1%	0.0%	0.0%	44.4%	0.2%	0.0%	0.0%	0.6%	5.3%	33.8%	100%
仙台	58.5%	11.0%	1.1%	0.0%	6.5%	0.1%	0.4%	2.4%	6.0%	6.8%	7.3%	100%
総計	45.0%	11.8%	3.2%	0.3%	11.3%	0.1%	1.4%	3.7%	6.7%	6.3%	10.1%	100%

表-1 東日本大震災(2011年3月)の津波浸水域に占める旧版地形図(明治末期・大正期作図)に示される土地利用の割合

3. 結果

東北地方の旧版地形図は明治末期から大正期に測量され、対象全13地域の図幅が発行されていた。旧版地形図に見られるこの地域の景観は農村的な要素が多く、津波浸水域に水田、畑地、樹林、荒地が含まれているようだが、集落や都市の記載も全地域にあった(図-1)。解析の結果、東日本大震災の浸水域に占める旧版地形図の土地利用は全体で水田が45.0%と畑地が11.8%と農地が多く、次に水域が10.1%と荒地が6.7%を占め、町は6.3%に過ぎなかった(表-1)。ただし、対象地域の面積のうち、広大な平野部を含む石巻(59%)と仙台(21%)が大部分を占め、残り20%を占める11地域の立地状況は極めて多様である。

そこで、各地域を個別に見ると地域間で旧版地形図の示す土地利用は大きく異なっていたことが分かる。水田の割合は仙台の最大58.5%から田老の最小1.4%までであった。しかし、畑地の割合は田老(47.5%)が最大で塩釜(3.1%)が最小であった。樹林が突出して多い地域は塩釜(44.4%)であったが、樹林は全地域に存在していた。荒地は吉浜(42.0%)の割合が最も高かった。なお、「水域」には河川や湖沼に加え、旧版地形図上の海域が後に埋め立て地や港湾施設として陸地となっていた領域も含まれる。

現存植生図(1980年頃)は対象の全地域でデジタルデータが提供済みだが、現存植生図(2000年頃)は5地域で未提供であったので、ここでは土地利用変化の評価は主に前者を基に報告する。現存植生図(1980年頃)に示される津波浸水域の土地利用には農村的な要素がかなりの割合で存続していたことを示唆する(表-2)。水田と畑地を合わせると浸水域の半分に及ぶ。水田に関してはその割合が田老、仙台、唐丹、吉浜のように増加した地域もある。そのため、水田の割合は仙台(61.0%)で高いが、三陸海岸においても吉浜(67.6%)のように水田の割合が高いが、陸前高田のように水田と畑を合わせた割合(61.6%)が高い地域もあった。

浸水域内の都市化については、旧版地形図の時点では釜石(18.4%)や南三陸(13.5%)ですでに始まっていたように見えるが、現存植生図(1980年頃)の時点では全地域で都市化が大きく進行していた。都市部の割合は塩釜(90.1%)が最大で、陸前高田(15.9%)が最小であった。ただし、唐丹と吉浜は集落が現存植生図に記載がなく、地図上は都市部がないことになるが、実際には住宅地が最も少なかった地域と考えてよい可能性がある。

水田や都市部の増加には他の土地利用からの転用が考えられるが、旧版地形図と現存植生図(1980年頃)の重ね合わせ解析の結果を表-3に示す。浸水域全体における現存植生図(1980年頃)の水田の旧版地形図に見る由来は主に水田(73.1%)であった。水田への転用前の土地利用は畑地7.2%、湿地5.3%、樹林3.8%、荒地3.4%という計算結果になった。すなわち、一部農地が水田へ転用されている可能性はあるが、それよりは非農地の領域へと水田が拡大していった場合があることが示唆される。

現存植生図(1980年頃)の都市部における旧版地形図の土地利用を計算すると、全体では水田由来は32.9%、畑・果樹・桑合わせて19.5%、樹林11.1%、水域10.3%、荒地7.2%という結果になった。都市が農地と非農地それぞれへと拡大した場合が示唆される。

ただし、水田と都市部の拡大にも地域差が大きい。水田の水田由来は仙台(84.2%)が最も多く、畑地由来は田老(61.8%)、樹林由来は塩釜(48.0%)、荒地由来は唐丹(35.0%)で最も多かった。水田は次の現存植生図(2000年頃)の時期にはやや減少しているが、高い割合を示す地域も残されていた。都市部の由来の地域差も大きく、例えば町由来の最大は仙台(29.8%)、その他水田由来は仙台(49.7%)、畑地は田老(42.6%)、樹林は塩釜(46.2%)、荒地は釜石(10.9%)、水域は大槌(20.2%)で最も多かった。地域によっては次の現存植生図(2000年頃)の時期には更に都市化が進行していたことが示唆された。

表-2 東日本大震災における津波浸水域に占める環境省現存植生図に示される土地利用の割合

第3次自然環境基礎調査(1980年頃)										第6・7次自然環境基礎調査(2000年頃)								
地域名	水田	畑	果樹	湿地	樹林	草地	町	水域	総計	水田	畑	果樹	湿地	樹林	草地	町	水域	総計
田老	17.8%	0.0%	0.0%	0.0%	18.2%	5.1%	51.7%	7.1%	100%	2.2%	14.0%	0.0%	0.0%	14.3%	3.9%	60.8%	4.8%	100%
山田	36.5%	6.7%	0.0%	0.0%	4.4%	0.0%	43.8%	8.6%	100%	24.2%	0.3%	0.2%	2.1%	4.8%	4.2%	58.2%	6.1%	100%
大槌	17.8%	23.2%	0.0%	0.0%	1.7%	0.0%	47.0%	10.4%	100%	8.9%	1.2%	0.0%	6.6%	5.8%	0.2%	71.9%	5.5%	100%
釜石	0.0%	7.8%	0.0%	0.0%	2.7%	0.0%	78.8%	10.7%	100%	0.0%	0.0%	0.0%	2.2%	1.4%	0.3%	87.6%	8.5%	100%
唐丹	47.5%	12.5%	0.0%	0.0%	31.7%	0.0%	0.0%	8.3%	100%	24.3%	0.7%	0.0%	0.0%	10.9%	3.4%	54.3%	6.5%	100%
吉浜	67.6%	7.0%	0.0%	0.0%	3.7%	15.9%	0.0%	5.8%	100%	62.9%	0.0%	0.0%	0.0%	7.0%	3.1%	22.8%	4.2%	100%
大船渡	4.3%	10.1%	0.0%	0.0%	6.6%	0.0%	73.1%	5.9%	100%									
陸前高田	37.6%	24.0%	0.7%	0.0%	9.3%	1.8%	15.9%	10.9%	100%									
気仙沼	21.5%	2.4%	0.0%	0.0%	6.0%	0.0%	64.8%	5.2%	100%									
南三陸	33.1%	11.4%	3.7%	0.0%	6.0%	0.0%	34.2%	11.6%	100%									
石巻	44.1%	8.2%	0.4%	3.6%	6.1%	4.3%	23.8%	9.6%	100%									
塩釜	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	3.4%	0.0%	90.1%	6.5%	100%	0.0%	0.1%	0.0%	0.2%	3.3%	3.9%	89.9%	2.6%	100%
仙台	61.0%	6.4%	0.0%	4.8%	7.9%	1.9%	12.5%	5.5%	100%	56.8%	8.2%	0.0%	2.7%	10.0%	5.5%	11.5%	5.3%	100%
総計	43.2%	8.6%	0.3%	3.1%	6.6%	3.1%	26.4%	8.5%	100%	43.7%	0.0%	6.3%	4.7%	5.2%	2.6%	28.7%	8.7%	100%

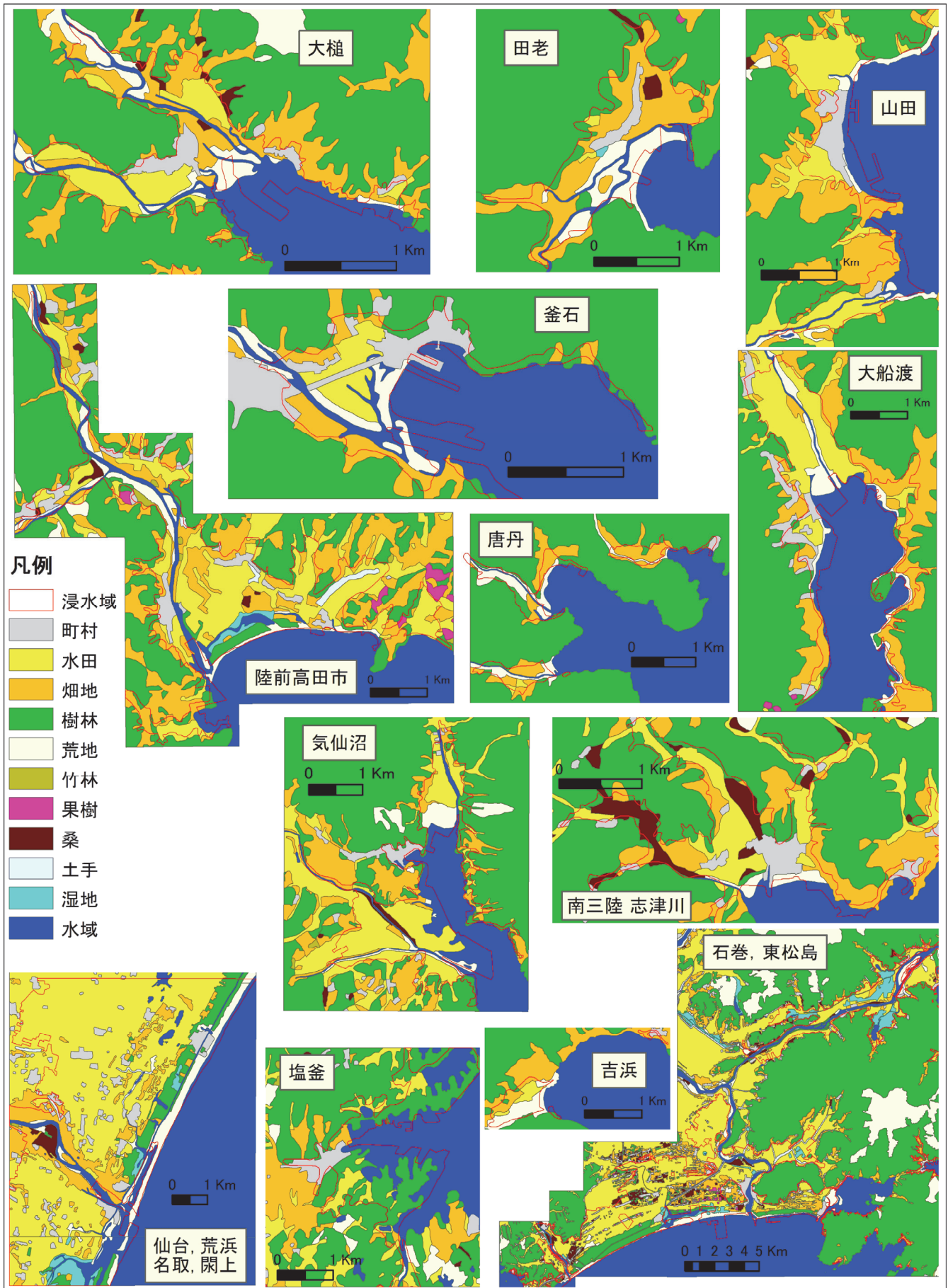


図-1 国土地理院発行の旧版地形図（明治末・大正期）に見る仙台・三陸海岸13地域の土地利用と東日本大震災による津波浸水域

現存植生図 (1980年頃)	旧版地形図											
	水田	畑	桑	果樹	樹林	竹林	土手	湿地	荒地	町	水域	総計
水田	73.1%	7.2%	1.6%	0.1%	3.8%	0.1%	1.7%	5.3%	3.4%	2.3%	1.5%	100.0%
畑	18.3%	35.8%	10.8%	0.4%	13.9%	0.6%	1.7%	0.8%	5.3%	8.7%	3.8%	100.0%
果樹	16.0%	21.7%	12.6%	3.7%	24.8%	0.4%	2.0%	0.2%	4.4%	13.7%	0.5%	100.0%
樹林	10.2%	9.6%	1.7%	0.0%	52.3%	0.3%	0.2%	1.4%	10.7%	1.5%	12.1%	100.0%
湿地	30.3%	10.3%	1.1%	0.0%	8.2%	0.0%	3.4%	15.2%	15.0%	1.9%	14.6%	100.0%
荒地	20.0%	1.2%	0.9%	0.3%	33.6%	0.0%	0.0%	1.0%	27.8%	1.1%	14.2%	100.0%
都市・住宅	32.9%	14.8%	4.0%	0.7%	11.1%	0.1%	1.1%	2.0%	7.2%	15.7%	10.3%	100.0%
水域	9.5%	6.9%	3.2%	0.0%	8.7%	0.0%	1.9%	2.8%	9.7%	2.3%	55.0%	100.0%
総計	45.0%	11.8%	3.2%	0.3%	11.3%	0.1%	1.4%	3.7%	6.7%	6.3%	10.1%	100.0%

表-3 重ね合わせ解析による津波浸水域における現存植生図(1980年頃)の土地利用項目に占める旧版地形図の土地利用の割合

4. 考察

土地利用を計画するうえで過去の景観は地域の立地条件と活用ポテンシャルを表す指標となりうる。しかし、その情報を示す歴史地図や航空写真は一般市民はもとより研究者にとっても使用しにくい状態にある場合がある。これは東日本大震災の被害地域を示す膨大な数の地図や航空写真に関しても指摘できる。本研究プロジェクトの目的は旧版地形図と現存植生図から各被災地域における津波浸水域内の過去と近年の土地利用とその変化を基礎情報として提供することにある。旧版地形図と現存植生図は最も基本的な公開地図データであり、そこに記載されている情報を理解することが重要である。

これらの情報が津波被災地の地理的条件の理解と復興対策の参考になることを願う次第だが、活用面で留意すべき課題も明らかになった。縮尺1/50,000の旧版地形図と現存植生図(1980年頃)は空間精度と記載内容がかなり大まかであり、植生図に至っては集落が記載されていない地域もあるなど、土地利用情報は必ずしも正確とは言えないので、各地域のより正確な把握には更なる詳細な研究が必要であろう。特に面積の小さい土地利用項目間の計算から求められる変化割合は地図の誤差も含まれるので過大評価しないように注意して解釈する必要がある。更に、近年の現存植生図(2000年頃)には残念ながら公開されていない地域が三陸海岸に依然として存在する。しかし、以上の課題が指摘できる一方で、地図から極めて貴重な情報を得ることができる。

当然のことながら、旧版地形図に見る明治末期・大正期の津波浸水域の土地利用は主に農村的であった。また、本研究によって仙台北野及び三陸地方の土地利用が明治末期・大正期においても極めて多様であったことがあらためて確認できた。さらに、都市部は各地域における立地条件によって農地と非農地のそれぞれに拡大していった状況が示唆された。しかし、明治末期・大正期後に水田面積が拡大した場合もあるので、被災地には近年に至るまで農村的な環境が広範囲に残されている地域もあった。

東日本大震災の被災時点の土地利用に関する研究も同じ傾向を示す。北上山地を後背地にもつ三陸沿岸部と広大な平野のある仙台北岸部で浸水の特徴が大きく異なることを指摘した橋本(2012)は、土地利用を三陸海岸では農地28%、森林・荒地18%、市街地54%、仙台北岸では農地59%、森林・荒地8%、市街地33%と報告した³⁾。小荒井ら(2011a)は建物用地の浸水面積に注目しながらも、農用地も含めて市区町村別に多様な土地利用を報告した⁴⁾。本研究による旧版地形図の解析はこの多様性が過去から引き継がれてきたことを示唆した。

すなわち、過去の景観は解析対象にした13地域の多様な活用ポテンシャルを示していると考えられる。そこで、被災地の中には都市や住宅地が再生される地域も多いであろうが^{6), 12)}、同時に、武内(2011)¹³⁾が指摘するように、自然災害に対して脆弱な土地を農地、樹林地、湿地などに再生していき、そうして生まれた自然的空間が新たな自然資本となることによって地域の価値の創出につながることを期待する。

防災・復興計画を提案するためには、被災地それぞれの土地利用や立地条件を詳細に把握する必要がある。本研究は現時点で公開されている地理情報を有効利用するとともに、このような地理情報を最も的確に解釈できる地元市民や研究者にとって利用しやすい地図と画像を提案することを目的とした。また、土地利用を計画する議論の結論を先取りせず、政策を検討する情報を提供することも景観研究の一つの成果であろう。

謝辞: 本研究のデータ入力と解析は筑波大学の石貴之氏に負うところが大きい。農業環境技術研究所の鳥谷均氏から執筆にあたって貴重な助言をいただいた。ここに御礼申し上げる。

引用文献

- 1) 大塚康, 明野和, 勝田啓(2011): 東日本大震災に対する地理空間情報部の取り組み(特集 東日本大震災): 国土地理院時報 122, 163-167.
- 2) 渡辺信, 中島秀, 吉岡貢, 長谷川学(2011): 東日本大震災に対する応用地理部の取り組み(特集 東日本大震災): 国土地理院時報 122, 91-96.
- 3) 橋本禪(2012): 震災復興と土地利用計画: 農村計画学会 31, 37-40.
- 4) 小荒井衛, 岡谷隆基, 中埜貴, 神谷泉(2011a): 東日本大震災における津波浸水域の地理的特徴(特集 東日本大震災): 国土地理院時報 112, 97-111.
- 5) 横張真, 大竹二雄, 山本幸一, 寺田徹, 雨宮護(2013): 計画設計分野からの復興支援計画の提案とその具体的展開: ランドスケープ研究 75, 283-288.
- 6) 中島直人, 田中暁子(2011): 三陸の過去の津波災害と復興計画: 都市計画 60, 45-48.
- 7) 茅根創, 栗栖晋二(2011): 津波被災地域の土地利用変遷: 海洋アライアンス震災復興調査(www.oa.u-tokyo.ac.jp/shinsai/2011/pdf/research/Report2_4.pdf).
- 8) 杉安和, 村尾修, 川崎拓郎, 韓海燕, シャーエムティフオエス(2012): 航空写真を用いた東日本大震災被災地における住宅変遷の評価: 日本地震工学会論文集 12, 120-132.
- 9) 石川弘美, 常住春夫(2005): ハザードマップ基礎情報としての土地条件GISおよび新旧地形図の活用について: 地理 43, 1-8.
- 10) 三輪滋, 筒井雅行, 本山寛, 池田隆明, 沼田淳紀(2011): 2011年東北地方太平洋沖地震における関東地方の液状化被害調査: 土木学会論文集 A1(構造・地震工学) 68, I_1250-I_1265.
- 11) 小荒井衛, 中埜貴元, 井乙康(2011b): 東日本大震災における液状化被害と時系列地理空間情報の利活用(特集 東日本大震災): 国土地理院時報 112, 127-141.
- 12) 重村力, 三笠友(2012): 三陸集落再生と減災復興の視点: 農村計画学会誌 30:551-556.
- 13) 武内和彦(2011): ランドスケープの再生を通じた震災復興: ランドスケープ研究 7, 172-174.