

東日本大震災に伴う津波浸水範囲および全国の原子力発電所周辺の人口集計について

谷 謙二 (埼玉大学)

I はじめに

2011年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震とそれに伴う東日本大震災は、自然災害としては関東大震災以来の規模の被害を発生させた。東日本太平洋沿岸に押し寄せた津波と福島第一原子力発電所の事故により、被災地は広域にわたることとなった。このような広域にわたる災害では、被害の全貌を把握し、適切な対応を取るために地図情報が重要な役割を果たす。筆者は、3月11日以降、さまざまな情報を地図化し、ホームページ (http://ktgis.net/tohoku_data/)、ブログで公開・発信してきた。震災直後には、津波浸水範囲と関連すると考えられる等高線データを Google Earth で表示するための KML 形式と Google Map で表示

する html ファイルで提供した。また、2005年国勢調査小地域統計による人口密度マップなども作成し、後に AP 通信社のウェブサイトで利用された。本稿では、提供したさまざまなデータのうち、原子力発電所周辺および津波浸水範囲に関する 2005年国勢調査 500m メッシュ統計を使用した人口の集計について述べる。

II 原子力発電所周辺の人口

1. 福島第一原発周辺の人口

3月11日夜に福島第一原発に原子力緊急事態宣言が出され、半径 2km 以内に避難指示が出された。その後事態は急激に悪化し、翌 12 日には 1 号機の水素爆発などを経て、避難指示の範囲は半径

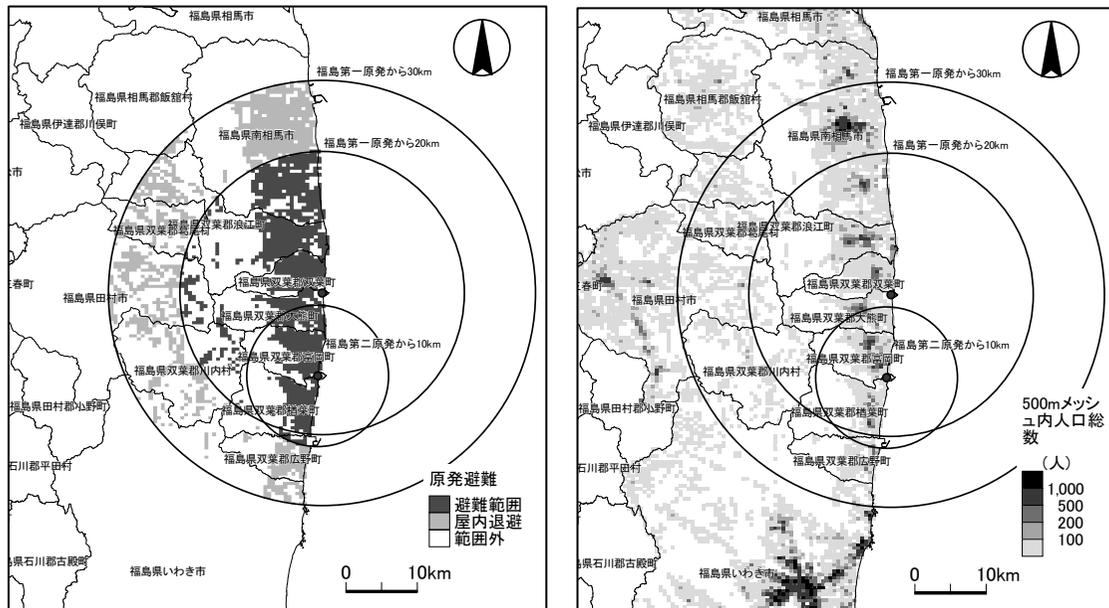


図1 福島第一原発事故に伴う3月22日現在の避難地域区分と2005年の人口分布

資料: 人口は2005年国勢調査500mメッシュ

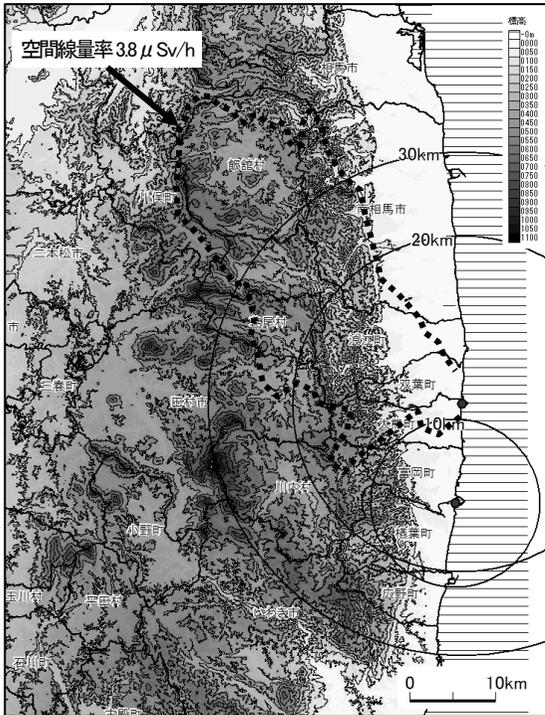


図2 福島第一原発集右辺の地形と空間線量率 3.8 $\mu\text{Sv/h}$ の範囲

注:空間線量率は2011年4月29日時点に換算したものの。

資料:数値地図50mメッシュ標高
文部科学省放射線量等分布マップ
<http://ramap.jaea.go.jp/map/>

20kmまで拡大した。15日の段階では、福島第一原発から半径20kmおよび福島第二原発半径10kmが避難指示、福島第一原発から20~30km圏が屋内退避指示とされた。

混乱の中で住民は避難を余儀なくされたが、指定された範囲内にどの程度の人口がいるのかははっきりしなかった。報道では、福島第一原発から20km・福島第二原発から10kmの避難対象者数は約8万人、20-30kmの屋内退避対象者数は13万6千人、合わせて22万人程度と言われていたが、その根拠は不明であった。そこで筆者は、公開されている統計を使って人口の集計を行った。使用したデータは、2005年国勢調査500mメッ

シュデータであり、「政府統計の総合窓口」から誰でも自由にダウンロードできるデータである。このデータを筆者開発のGIS「MANDARA」に取り込み、両原発の敷地の中心付近から各500mメッシュの中心点までの直線距離を計測した。次に、計測した距離帯ごとに500mメッシュの人口を集計した。その際、円周上にかかるメッシュであっても、面積按分処理は行わず、メッシュの中心点によって増加率を決定した。

集計の結果、福島第一原発から20km・福島第二原発から10kmの避難対象者数は78,554人、屋内退避対象者数は62,625人、合わせて141,179人となった。この結果は、3月22日にブログ (http://standardization.at.webry.info/201103/article_22.html)で公開し、このページへは2011年中に約5,800回のアクセスがあった。図1はその際に作成した地図であり、3月22日現在の500mメッシュごとの避難地域区分と2005年の人口分布を示している。

また、図2は原子核科学関連研究者からの要望に応じて作成、3月24日に公開した福島県東部の地形を示す地図である。事故後間もなくして福島第一原発から北西方向に高線量地域が広がっていることが確認されていたが、面的な放射線量の把握が遅れていたことから、地形との関係ははっきりしなかった。しかし、4月に文部科学省と米国エネルギー省によって行われた航空機モニタリングの結果を重ねると、阿武隈高地の分水嶺付近(標高500~900m)の飯館村境付近までが高線量を示し、それより西側では放射線量が下がっており、事故時の風向に加え地形の影響が推測される。汚染実態が明らかになった結果、4月23日には新たに「計画的避難区域」と「緊急時避難準備区域」が設定され、飯館村など20km圏外の地域の一部も計画的避難区域とされた。

2. 全国の原子力発電所周辺の人口

福島第一原発の事故以来、日本の原子力発電所の存否に関する議論が高まってきた。従来原子力発電所から8~10kmとされていた「防災対策を重点的に充実すべき地域の範囲」(EPZ)に対しても、見直しの動きが出てきた。4月中旬、筆者のもと

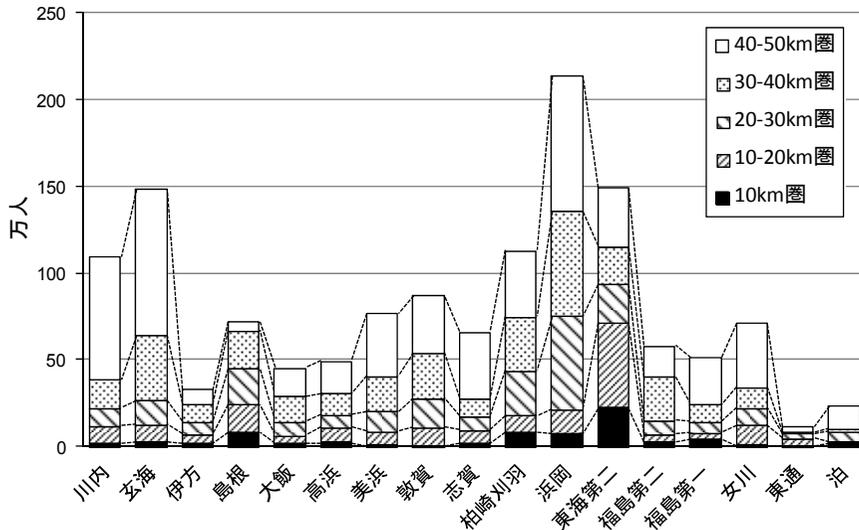


図3 全国の原子力発電所周辺の距離帯別人口

資料:人口は2005年国勢調査500mメッシュ

に前記ブログページを見た毎日新聞記者より、全国の原発について距離帯ごとの人口を知りたいとの要望を受けた。

そこで筆者は、全国17箇所の原発に関して福島第1・第2原発と同様の方法で距離帯別の2005年人口の集計を行った。発電所の位置については国土数値情報を使用した。福井県の原発に関しては、相互に近接しているため、個別の原発からの距離に加えて最寄りの原発との距離も計測して集計した。その結果、原発間の重複を除くと、全国で1,207万人が原発から50km圏内に居住していることが明らかになり、また原子力発電所ごとでは(図3)、30km圏までは茨城県の東海第二原発が、それより遠くなると静岡県浜岡原発が多くなっていた。この結果は地図と合わせて4月21日に記者宛にメールで送付した。このデータは緊急性がそれほど高くないことから、当初は原発関連の特集記事で使用することだった。実際に当該データを使用した記事が掲載されたのは5月8日付毎日新聞朝刊1面であった。その前の5月6日には、菅直人首相(当時)が中部電力に対し浜岡原発の運転停止の要請があったことから、関

連した記事として掲載となったものと思われる。集計データについて5月9日からホームページ(http://ktgis.net/tohoku_data/genpatsu/)で詳しく公開している。このページへは5月9日以降2011年中に約1,900回のアクセスがあった。

Ⅲ 津波浸水範囲の人口

1. 津波浸水範囲の人口の集計

地震により発生した津波は、北海道から千葉県の沿岸部まで広範囲にわたり被害を発生させ、中でも岩手県、宮城県、福島県は甚大な被害を被った。津波による被災範囲については、震災翌日から空中写真、衛星画像による情報がインターネットを通じて提供されるようになった。最も初期に公開された詳細な衛星画像はGoogle社によるものと考えられ、3月13日にはGoogle Earthで見ることのできるKMLファイルを公開している。国土地理院も13日以降空中写真を公開しはじめ、3月17日には独立行政法人防災科学技術研究所が「平成23年東日本大震災に関する国土地理院被災後空中写真緊急WMS配信 暫定ページ」を立ち

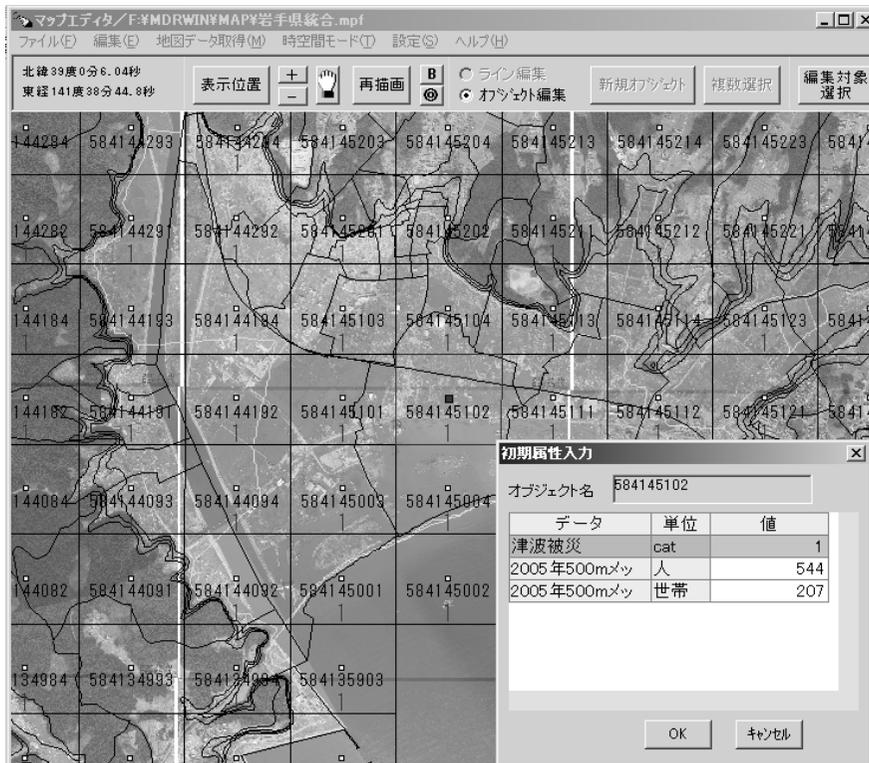


図 4 MANDARA のマップエディタ上での 500m メッシュに対する津波浸水範囲の確定作業

上げ、国土地理院の空中写真を有志によって幾何補正した画像を見ることができるようになった。3月18日には国土地理院により「津波による浸水範囲の面積（概略値）」が出され、22日に「浸水範囲概況図」として地図化されて公開された。広域の被害範囲の確定が比較的迅速に行われ、またインターネットによりその状況が逐次公開されていったことが今回の震災対応の特徴であろう。

津波浸水範囲の確定が進められる一方で、浸水範囲の社会・経済的状態についての情報は乏しく、各方面から市区町村単位の統計情報が提供されるにとどまっていた。そこで筆者は、まず基本的なデータである津波浸水範囲の人口に関する集計を試みた。

その方法は、前章と同様 2005 年国勢調査の 500m メッシュ人口を用いるものであるが、原子力発電所の場合は各原発からメッシュまでの距離を測る単純な方法ですむため比較的容易であ

る。一方、津波浸水範囲については、まず浸水範囲を確定する必要があったが、国土地理院から公開された「浸水範囲概況図」は小縮尺の画像だったため、500m メッシュの位置と合わせるの難しかった。

結局、航空写真を背景として、各メッシュが被災地域に含まれるかどうかを一箇所ずつ確定していくことにした。背景となる航空写真としては、3月18日には国土地理院より「平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震正射画像データ(オルソ画像)」がダウンロードできるようになっていた。このオルソ画像は平面直角座標系に基づいていたが、四隅の緯度経度を求めて MANDARA の背景画像表示機能で表示できるように設定した。マップエディタ上で 500m メッシュを生成し、前記の被災地の航空写真と重ねながら、津波浸水範囲にかかるメッシュに初期属性を設定した(図4)。福島県の原子力発電所周辺など、国土地理院の空

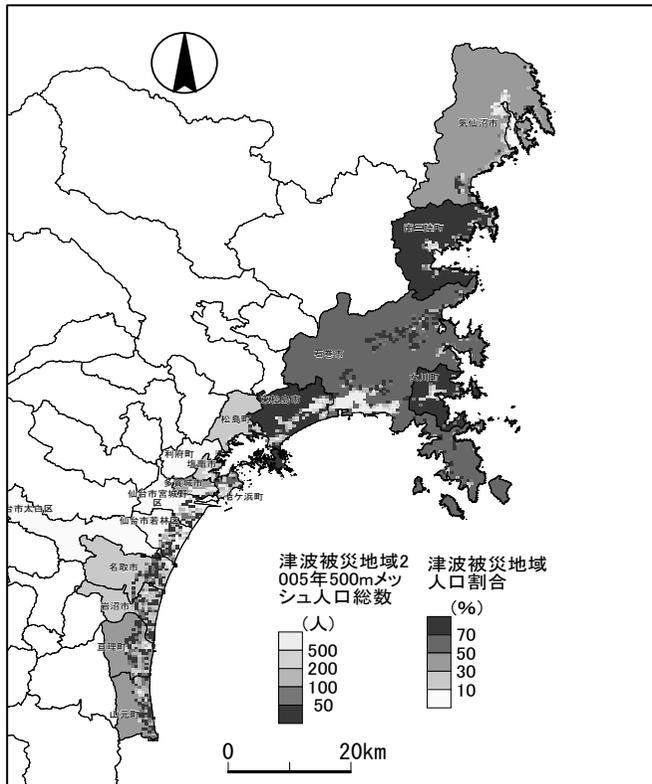


図6 津波浸水範囲の500mメッシュの人口分布と市区町村

資料:2005年国勢調査500mメッシュ

中写真が公開されていない範囲についてはGoogle Earthの画像を参考にした。おおむね完成した3月29日には、日本地理学会災害対応本部から空中写真判読によって1/2.5地形図上に津波浸水範囲を着色した画像が公開され(日本地理学会災害対応本部津波被災マップ作成チーム2011)、こちらも参考にしてチェックを行った。津波浸水範囲のチェックに際しては、500mメッシュの一部のみ浸水範囲に含まれる場合も、すべて浸水範囲に含まれるものとした。その結果、実際の浸水範囲にかかる人口よりも、多めに集計されることになった。

人口集計の結果、津波被災地の2005年の人口は、岩手県で約11万人、宮城県で約29万人、福島県で約5万人と推定した。さらに福島県については、津波浸水範囲の人口51,782人のうち、13,107人は原子力災害の避難指示区域および屋内退避

指示区域であることを示した。図6は浸水範囲の500mメッシュの人口と、その市区町村人口に占める割合を宮城県を事例として示したものである。この結果は3月30日に岩手県と宮城県、31日に福島県をそれぞれWebサイトで公開した(http://ktgis.net/tohoku_data/tsunami_area_population.html)。なおこのページへは3月30日以降2011年中に約3,200回のアクセスがあった。

2. 他の公開データとの比較

その後4月12日には、総務省統計局が2010年国勢調査速報集計結果に基づき、青森県、岩手県、宮城県および福島県における浸水による被災地域の人口、世帯数を把握するための統計地図をWebサイト(<http://www.stat.go.jp/info/shinsai/>)で公開した(浸水範囲のデータは(株)パスコによる)。同月21日に浸水範囲のデータを、国土地理院に

表 1 津波浸水範囲の人口集計の比較

	筆者による	総務省統計局による	宮澤(2011)による	筆者－総務省統計局	筆者－宮澤(2011)
洋野町	680	2,733	110	-2,053	570
久慈市	4,841	7,171	3,030	-2,330	1,811
野田村	2,441	3,177	1,340	-736	1,101
普代村	304	1,115	80	-811	224
田野畑村	1,119	1,582	590	-463	529
岩泉町	873	1,137	460	-264	413
宮古市	20,249	18,378	11,740	1,871	8,509
山田町	13,320	11,418	7,050	1,902	6,270
大槌町	13,019	11,915	9,300	1,104	3,719
釜石市	18,905	13,164	11,390	5,741	7,515
大船渡市	22,166	19,073	8,990	3,093	13,176
陸前高田市	16,031	16,640	9,960	-609	6,071
岩手県計	113,948	107,503	64,040	6,445	49,908
気仙沼市	34,877	40,331	20,880	-5,454	13,997
南三陸町	13,642	14,389	8,480	-747	5,162
石巻市	101,831	112,276	92,210	-10,445	9,621
女川町	9,128	8,048	5,150	1,080	3,978
東松島市	31,978	34,014	28,800	-2,036	3,178
松島町	2,485	4,053	760	-1,568	1,725
利府町	869	542	90	327	779
塩竈市	10,039	18,718	5,270	-8,679	4,769
多賀城市	19,713	17,144	13,160	2,569	6,553
七ヶ浜町	12,503	9,149	5,150	3,354	7,353
仙台市宮城野区	11,893	17,375	12,830	-5,482	-937
仙台市若林区	7,997	9,386	6,750	-1,389	1,247
仙台市太白区	107	3,201	20	-3,094	87
名取市	9,929	12,155	10,430	-2,226	-501
岩沼市	6,882	8,051	6,570	-1,169	312
亶理町	12,351	14,080	10,920	-1,729	1,431
山元町	8,645	8,990	7,460	-345	1,185
宮城県計	294,869	331,902	234,920	-37,033	59,949
新地町	3,720	4,666		-946	
相馬市	10,183	10,436		-253	
南相馬市	9,825	13,377		-3,552	
浪江町	2,173	3,356		-1,183	
双葉町	447	1,278		-831	
大熊町	243	1,127		-884	
富岡町	767	1,401		-634	
楡葉町	770	1,746		-976	
広野町	617	1,385		-768	
いわき市	23,037	32,520		-9,483	
福島県計	51,782	71,292		-19,510	

注：単位は人。

よるものに差し換えて再集計して公開した。また4月18日には、宮澤(2011)が2010年国勢調査速報集計結果にもとづき、日本地理学会の津波浸水範囲データを使用して、岩手県と宮城県の津波浸水範囲の人口を集計し、東北地理学会のWeb上に掲載した。

両者は2010年国勢調査速報集計の基本単位区別人口を使用しているが、4月時点では一般には

公開されていないデータである。また、基本単位の境界データは通常公開されておらず、国土地理院および日本地理学会の津波浸水域データも現在に至るまでベクターデータとしては公開されていない。したがって、両者のデータは非公開の内部データを使用したものである。

一方、異なる点を挙げると、総務省統計局では津波浸水範囲にかかる基本統計区を集計してい

るのに対し、宮澤(2011)では浸水範囲に一部分かかる基本単位区では、1/2.5 万地形図の建物密集地にかかる基本単位区では面積に基づき、それ以外では 1/2.5 万基盤地図情報の建物棟数に基づいて、津波遡上範囲の内外へと人口を按分している。

表 1 は、市区町村ごとの三者の人口集計結果を比較したものである。筆者による集計と、総務省統計局による集計は比較的近い値となっているが、都市部では差が大きい。これは浸水範囲の設定が一部異なるためと、小さな範囲の違いでも人口密度が高く人口数に大きく影響するためである。一方、按分処理を行っている宮澤(2011)は、筆者や総務省統計局によるものよりも大幅に少ない。使用したデータおよび集計方法の点から考えると、宮澤(2011)の結果が最も実際に近いと考えられる。

IV おわりに

東日本大震災は被害が広範囲にわたり、また地震による揺れだけでなく、津波、液状化、原子力災害などさまざまな現象を引き起こしたため、関連して作成・公開された地図も膨大な量にのぼっている。本稿では、東日本大震災に際しての地図作成と津波浸水範囲および原子力発電所周辺地域の人口集計について報告したが、作成にあたって考えた点として、普段からのデータの公開の重

要性がある。特に統計データについては、2008 年から公開された総務省統計局の「政府統計の総合窓口」でのデータ公開が有用であった。迅速なデータ処理には、まずデータ自体の入手が容易である必要がある。ただし、2010 年国勢調査がまだ集計段階であったため、2011 年 3 月の段階では使えなかった点は残念であった。また、地図データに関しては、国土地理院が東北地方太平洋沖地震災害に関連する測量成果については、出典を明示することで申請を省略して複製・使用することを許可するなど、柔軟な対応もなされた。

GIS の発展より、個人で可能な空間情報処理の範囲はかつてよりも飛躍的に拡大している。公的機関においては、インターネットを通じたさまざまなデータの公開のさらなる拡大を期待したい。

文 献

- 日本地理学会災害対応本部津波被災マップ作成チーム 2011.2 万 5 千分の 1 津波被災マップ。地理,56(6), 49-57.
- 宮澤 仁 2011. 東北地方太平洋沖地震の津波により被災した地域の常住人口一三陸海岸から仙台湾岸にかけて一。東北地理学会 Web サイト <http://www.soc.nii.ac.jp/tga/disaster/articles/j-contents5.pdf>

Population aggregation in the tsunami disaster area of the Great East Japan Earthquake and around nuclear power plants in Japan

Kenji TANI

Dept. Geography, Saitama Univ