

津波減災空間創出のための合意形成支援技術

Facilitation Methods for Consensus Building on Spatial Planning of Tsunami Mitigation

福 与 徳 文[†]
(FUKUYO Narufumi)山 本 徳 司[†]
(YAMAMOTO Tokuji)桐 博 英[†]
(KIRI Hirohide)

I. はじめに

津波減災空間を創出するためには、なによりも被災住民の合意形成が不可欠である。合意形成を促すためには、復興後の空間の姿を目で見てわかりやすいイメージとして被災住民に提示したり、津波減災に関する科学的知見を示したりして、被災住民の復興計画に対する理解を促進し、被災住民相互のコミュニケーションを活性化していく必要がある。

(独) 農業・食品産業技術総合研究機構農村工学研究所復興支援プロジェクトチーム（以下、「農工研・復興支援チーム」という）は、岩手県大船渡市吉浜において農地復興計画作成を技術的に支援している。本報では、農工研・復興支援チームがどのような技術的支援を行い、それにどのような効果が認められたのかを報告する。

なお、農工研・復興支援チームの吉浜支援については、『農業および園芸』¹⁾、『農村工学研究』²⁾、『農村と都市をむすぶ』³⁾などにすでに掲載しているが、本報では合意形成支援技術の観点から報告する。

II. 吉浜支援の経緯

1. Lucky それとも奇跡？

筆者らが復興計画の作成を支援している岩手県大船渡市吉浜では、比較的早くから吉浜農地復興委員会を立ち上げ（表-1）、住民自らが被災農地所有者の名寄せを行い、住民意向調査をした上で、「数十年の間には必ず大津波が来ると想定、来襲しても犠牲者はおもしろん、ガレキもほとんど出ない故郷づくりを目指す」

という理念のもとで復興計画づくりに取り組みはじめていた。

このように吉浜住民の復興に向けての動きが比較的早かったのは、ほかの被災地と同じように巨大津波に襲われながら、人命や住居への被害が相対的に小さかったからにほかならない。吉浜農地復興委員会が作成した資料によれば、被災農地面積は約 25 ha（地区の経営耕地面積 46 ha、耕作放棄地面積 43 ha（経営耕地面積の外数）、2005 年農林業センサス）、流失・全損船舶は 282 隻中 269 隻で、壊滅したワカメやホタテの養殖施設は 508 台にのぼるなど、生産基盤への被害は甚大である。その一方、犠牲者は 1 名（地区の人口 1,457 人、2011 年 2 月末）、全壊家屋は 4 戸（地区の世帯数 420 戸、2005 年国勢調査）と、人命と住居に関する被害は他地域に比べれば小さかった。

吉浜で人命と住居に関する被害が小さかったのは、明治三陸津波で壊滅的な被害を受けた後、住居を比較的安全な高台（標高 15～25 m 程度）に移転させていた上に、今回の津波に際しても、高台にある住宅地よりさらに高い位置にある国道 45 号線あたり（標高 50 m 程度）まで避難していたためである。①住居を高台に移転する、②地震の揺れを感じたらさらに高所へ避難するということができるれば、防潮堤を越えた津波によって低地部の生産基盤は被害を受けるものの、人命や住居を津波から守ることができるのである。

USA TODAY（2011 年 4 月 1 日）は“‘Lucky Beach’ lives up to its name”と報じ⁴⁾、読売新聞（2011 年 11 月 10 日朝刊）は「吉浜の奇跡」という見出しで吉浜のことを紹介しているが、吉浜の被害が小さかったのは、けっして“Lucky”だったからでも“奇跡”が起きたからでもないことは上述したとおりである。

2. 農工研・復興支援チームの活動

農工研・復興支援チームの吉浜における支援活動を時系列的に整理すると表-2 のようになる。このうち最初の 3 回は、三陸沿岸被災地の現地調査の一環と

表-1 吉浜農地復興委員会の役員構成

役職	人数
会長	1
副会長	2
地区幹事	5
事務局	1
顧問	17

注) 2011 年 8 月 4 日住民説明会配布の役員名簿から

[†] 農村工学研究所

表-2 吉浜における農工研・復興支援チームの活動
(2011年4月～2012年3月)

月日	活動内容
2011年4月29日	現地調査
5月24日	現地調査
6月21日	現地調査
7月14日	吉浜農地復興委員会事務局との打合せ
8月4日(午後)	吉浜農地復興委員会3役(会長, 副会長, 事務局)との打合せ
8月4日(夜)	住民説明会における復興景観シミュレーション提示
8月21日	役員会出席, 復興景観シミュレーション提示
9月8日	事務局との打合せ
10月11日	事務局へ津波浸水シミュレーション結果の資料提出
11月12日	事務局との打合せ, 津波浸水シミュレーション結果提示
2012年1月13日	事務局へ復興景観シミュレーションの追加資料提出
2月7日	事務局へ復興景観シミュレーションの追加資料提出
2月15日	事務局へ復興景観シミュレーションの追加資料提出
3月5日	3役(会長, 副会長, 事務局)との打合せ, 中間報告書提出

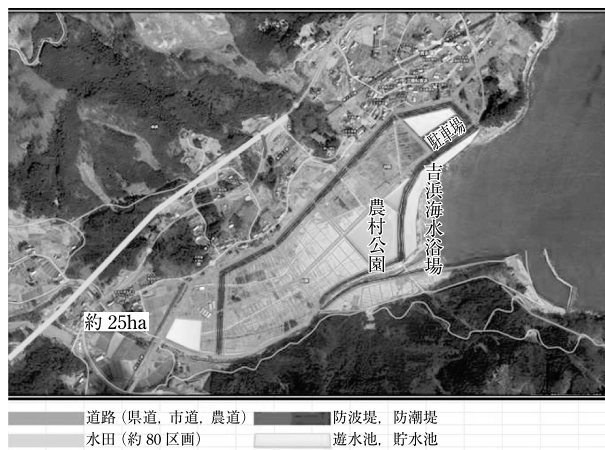
して、いくつかの地区を踏査する中で吉浜にも立ち寄ったという程度で、復興支援にまでは至っていない。被災状況を踏査し、写真撮影などを行っただけである。ただし、このとき撮影した写真を後で景観シミュレーションに活用した。

吉浜支援の基本的な考え方は、「住民自らが復興計画を作成しようとしている地区において、住民に寄り添って復興計画づくりを支援する」というものである。支援の内容は、①住民の経験則の整理・体系化や助言と見守り、②合意形成に向けての技術的支援、である。技術的支援としては、現在のところ、復興計画案の景観シミュレーション(以下、「復興景観シミュレーション」という)と、津波浸水シミュレーションを実施しているが、どのような技術的支援を行うかに関しても、以下に述べるように住民による復興計画作成の進捗状況をみながら判断していった。

3. 支援のきっかけ

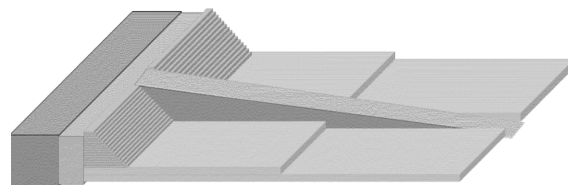
吉浜の復興計画作成支援を実際に開始したのは、被災後3カ月を過ぎた7月に入ってからである。吉浜において被災住民自らが復興計画を作成しはじめたという情報を岩手県から得て、その復興計画案(第1次案, 図-1)を見せていただいた。このとき筆者らが着目したのは、吉浜農地復興委員会の役員が復興計画案のイメージ図(図-2)を作成し、一般住民の理解促進に努めようとしていたことである。これを見て筆者らは、景観シミュレーション技術であれば、吉浜の復興計画作成に役立つと確信したのである。

2011年7月14日の吉浜農地復興委員会事務局との打合せにおいて、吉浜農地復興計画案(図-1)の景観シミュレーションを行うことを支援の第一歩として決めた。その後、住民説明会(2011年8月4日)や役員会(2011年8月21日)において復興景観シミュ



作成：吉浜農地復興委員会事務局

図-1 吉浜農地復興計画(第一次案)



作成：吉浜農地復興委員会事務局

図-2 吉浜農地復興計画(案)のイメージ図

表-3 吉浜農地復興計画案の骨子

津波減災	防潮堤(第1堤防)は高くせず、巨大津波では越流を覚悟するものの、第2堤防(兼集落道)を高台にある住民群と低地部の農地の間に設置し、住居への津波到達を防ぐ。
第2堤防兼集落道	第2堤防上に整備する集落道はいざというときに備え、大型トラックが国道45号線から容易にアクセスでき、集落を通過できる幅員とする。平常時には観光バスが海岸まで行けるようにし、観光、6次産業化による地域活性化をはかる。
農地整備	低地部の農地は、従来よりも大きな区画に整備することによって営農を容易にし、団地間に段差を設けることによって津波減勢機能を農地に持たせるとともに、農地として有効に利用・管理することにより、低地部の住宅建設を抑止する。

レーションを提示した際、津波の遡上範囲についての疑問が参加者(住民)から提起されたことを受けて、津波浸水シミュレーションを実施することにしたのである。

III. 吉浜農地復興計画案の骨子

吉浜農地復興計画案の骨子を“文章化”したものが表-3である。「防潮堤(第1堤防)を高くせずに巨大津波では越流を覚悟するものの、第2堤防を高台の住居群と低地部の農地の間に設置して住居への津波浸水を防ぐ」というもので、吉浜の“津波減災空間”としてのバージョンアップを企図したものである。

これは、筆者らが吉浜農地復興委員会役員から復興



写真-1 住民説明会における復興景観シミュレーションの映写（2011年8月4日、吉浜地区拠点センター）

計画案（図-1）についての考え方を聞き取り、それに基づいて文章化したもので、文章上の表現や概念には筆者らのものも入っているが、内容はまさに吉浜住民が考えていたものである。

なおこの骨子はメモにして吉浜農地復興委員会事務局に手渡している（2011年9月8日）。さらに2012年3月5日に吉浜農地復興委員会3役に中間報告として提出した『農業および園芸』新年特大号別刷¹⁾にもこの骨子は明記してある。このことは上述した支援内容の中では①の「住民の経験則の整理・体系化」に当たる活動といえよう。

計画案の骨子を“文章化”しておく意義は意外と大きく、その効果としては次が考えられる。住民が作成した復興計画案を、行政側が受けとめて事業化していくプロセスにおいては、住民が作成した図面上の計画案は大小さまざまな修正・変更が加えられる可能性がある。そのとき住民による計画案の骨子を文章化しておくことは、被災住民にとって肝心な部分（譲れない部分）を明確化しておく効果があり、住民側が行政側とぶれずに迷うことなく調整・交渉を行っていく上で、羅針盤の役割をはたすのである。

IV. 復興景観シミュレーション

それでは、筆者らが合意形成のための技術的支援として行った復興景観シミュレーション事例の中から代表的なものを選んで、どのようなシミュレーションを提示し、それに対して住民がどのような反応を示したのかを見てみよう。

今回、景観シミュレーションの方法として、①2次元デジタル画像処理（2次元デジタル画像を、画像処理機能を用いて修正し、2つ以上の画像を合成して1つの画像にする方法）、②3次元CG（2次元データをもとに、コンピュータ上で3次元デジタルデータに変換・入力を行うことによって、コンピュータの中



右奥にある住宅の石垣の高さまで津波は押し寄せてきた。



低地部のどこからでも避難できるように第2堤防を階段状にする。

※農村工学研究所のVIMSとMaxson社のCINEMA4Dを併用した3次元CG

図-3 復興景観シミュレーション事例1

に3次元の空間を仮想設計するコンピュータグラフィックスの方法）を用いた。これまでのところ27事例（2次元デジタル画像処理10事例、3次元CG16事例、動画1事例、2012年3月末時点）を作成し、それらを住民説明会（2011年8月4日）や役員会（2011年8月21日）において映写したり（写真-1）、2012年に入ってから復興計画案の各論部分に検討が進んだ段階で（吉浜農地復興委員会事務局のリクエストに応じながら）、各論部分の景観シミュレーション事例を追加資料として提出したりしている。景観シミュレーション技術の詳細については山本・福与⁵⁾を参照していただくとして、ここでは総論検討段階のときに被災住民に直接提示したシミュレーションと、各論検討段階のときに吉浜農地復興委員会事務局に資料として提出したシミュレーションを一事例ずつ見ておこう。

1. 総論検討段階—第2堤防兼集落道—

最初は第2堤防兼集落道に関するシミュレーション事例である（図-3）。防潮堤（第1堤防）を高くしないかわりに、高台の住居群と低地部の農地の間に第2堤防兼集落道を整備するという点が、吉浜農地復興計画案の中でも根幹である。シミュレーション（図-3の下）の第2堤防が階段状になっているのは、今回



砂浜に続いて防潮林があり、その後ろに防潮堤がある。防潮堤は海からはほとんど見えない。



砂浜に続いて防潮堤があり、その後ろに防潮林が見える。

※農村工学研究所のVIMSとMaxson社のCINEMA4Dを併用した3次元CG

図-4 復興景観シミュレーション事例2

の津波において吉浜でも1名が亡くなっているが、亡くなった方は津波が襲来したとき高台への崖を登り切る前に津波にのみ込まれたと推測されることから、低地部のどこからでも高台に避難できるようにしようという吉浜農地復興委員会事務局のアイデアに基づいてシミュレートしたためである。

このシミュレーションも含めて第2堤防兼集落道に関するシミュレーションに対して、会場の吉浜住民からは、「第2堤防の高さがちょうど津波に浸かった程度の高さなので、もう少し高くしないと住宅への浸水を許してしまうのではないか」、「第2堤防背後の住宅は津波から守られるかもしれないが、第2堤防を整備することによって、津波が到達しなかったエリアの方に津波が遡上してしまうのではないか」といった疑問や、「海岸まで観光バスが行けるようになるのなら、また民宿を再開してもよい」といった感想が出された。これらの疑問や感想が出されたということは、復興景観シミュレーションが、役員が作成した復興計画案に対する吉浜住民の理解を促進し、計画案が抱える問題点を浮き彫りにし、参加者間でそれを共有することに一役買ったと考えてよいだろう。また復興

後の地域の姿を見せることによって、被災住民に復興に向けての意欲と元気を取り戻してもらう波及効果もあったようである。

2. 各論検討段階—防潮林と防潮堤の位置関係—

次に各論検討段階で吉浜農地復興委員会事務局に提出したシミュレーション事例を見てみよう。検討テーマは、防潮林と防潮堤のどちらを海側に配置するかである。

行政側（防潮林担当）からは「海岸—防潮堤—防潮林—農地」という配置案が提案されたが、吉浜農地復興委員会は（どちらかといえば）「海岸—防潮林—防潮堤—農地」を望んでいた。それは次の理由による。

①海水浴場の再生による地域活性化を考えており、「海水浴場—防潮林」の方が「海水浴場—防潮堤」よりも海水浴客にとって望ましい環境になる。②「海岸—防潮堤—防潮林—農地」とした場合、防潮林と農地が隣接することによって防潮林がシカの通り道となり獣害の増加が懸念される上、防潮林と農地の境界周辺の管理が曖昧になる。

筆者らは、「海岸—防潮林—防潮堤—農地」と「海岸—防潮堤—防潮林—農地」の2パターンを、高台側から見た場合、海側から見た場合の2つの視点から4事例のシミュレーションを作成し、吉浜農地復興委員会事務局に提出した。図-4はそのうち海側から見た場合の2つのシミュレーション事例である。海水浴場を再生して地域活性化をはかろうとした場合、筆者らには防潮林を海側に配置した計画の方が良いように思える。

V. 津波浸水シミュレーション

復興景観シミュレーションを住民説明会や役員会で提示したとき、参加者からは、①第2堤防の整備によって高台の住宅への浸水を本当に防ぐことができるのか、②第2堤防の整備によって今回津波が到達しなかったエリアへ津波が遡上してしまうのではないかと、という疑問点が出された。

こうした疑問に答えるためには津波浸水シミュレーションを行う必要があったため、今度は農工研・復興支援チームがそれを行うことになったのである。なお津波浸水シミュレーションの方法としては「沿岸農地氾濫シミュレーションモデル」を用いており、その詳細は桐ら⁶⁾を参照いただくとして、ここでは津波浸水シミュレーションの結果概要だけを簡単に述べておく。

津波浸水シミュレーションは、今回の津波と同程度の津波が襲来することを前提とし、①防潮堤を被災前の2倍の高さ（14.3 m）にする場合（岩手県が検討

を進めていた堤防の高さ), ②防潮堤は被災前と同じ高さ (7.15 m) のままで住居と農地の間に標高 20 m の第 2 堤防を整備する場合, を比較した。シミュレーションの結果, ①防潮堤を 2 倍の高さ (14.3 m) にしても津波は防潮堤を越流し, 後背地は広く浸水すること, ②防潮堤の高さは被災前の高さ (7.15 m) のままで, 第 2 堤防 (標高 20 m) を整備した場合, 第 2 堤防で津波遡上はほぼ防止できることが明らかとなった。そのほか, 農地の区画, 公園, 河川の配置によって浸水範囲, 浸水深が異なってくる事が判明した。

津波浸水シミュレーションによって, 吉浜農地復興計画案の津波減災効果に科学的根拠が与えられた上, 新たな技術的課題も明確になったのである。

VI. 合意形成支援技術のねらいと効果

吉浜の農地復興計画は現時点 (2012 年 3 月末) でも住民側と行政側の協議が行われている段階であり, 本報もあくまでも中間報告にとどまらざるをえない点をお断りした上で, ここでは農工研・復興支援チームが行ってきた復興景観シミュレーションと津波浸水シミュレーションといった合意形成支援技術のねらいと (現時点での) 効果をまとめておく。

復興景観シミュレーションのねらいは, 一言でいえば吉浜農地復興計画案に対する被災住民の理解の促進である。復興計画案に関する具体的なイメージを, 被災後の吉浜景観に重ね合わせ, それを住民に提示することによって, 吉浜農地復興委員会役員が作成した復興計画案に対する一般住民の理解を促し, 地域の合意形成につなげるのである。住民説明会や役員会における住民の反応を見る限りでは, 役員が作成した復興計画案に対する吉浜住民の理解を促進し, 計画案が抱える問題点を浮き彫りにし, 参加者間でそれを共有する効果があったと考えてもよいだろう。さらに復興景観シミュレーションには, 復興後の地域の姿を住民に見てもらうことによって, 復興に向けての意欲や元気を取り戻してもらうという被災住民の心理面への波及効果も認められた。

一方, 津波浸水シミュレーションのねらいは, 地域住民が作成した復興計画案に科学的根拠を与えることである。吉浜では, 海に面した防潮堤を高くせず, 巨大津波が襲来したときは防潮堤の越流を許容するものの, 高台にある住居群と低地部にある農地の間に第 2 堤防 (兼集落道) を整備することによって津波減災空間を創出しようとしている。こうした案については, 一部住民にとっては津波減災効果がどれくらいあるのか不安なところであるし, 第 2 堤防を設置したばかりに今回津波が到達しなかったエリアに津波が到達す

る懸念が出てきたりする。これに対して, 津波浸水シミュレーションは, 一部住民の懸念を科学的知見によって払拭するとともに, 農地の区画整理のあり方によっても, 津波の到達範囲が異なるという新たな課題を明確にすることができた。

復興後の地域の姿を具体的イメージとして被災住民に提示する景観シミュレーションや, 減災効果を科学的に予測する津波浸水シミュレーションは, 吉浜だけではなく他の被災地における津波減災空間創出のための合意形成支援技術として有効な方法ではないかと考える。

引用文献

- 1) 福与徳文, 山本徳司: 減災農地と地域復興計画支援—岩手県大船渡市吉浜地区における復興支援事例から, 農業および園芸 (新年特大号) 87 (1), pp. 201~209 (2012)
- 2) 福与徳文, 山本徳司, 桐 博英: 岩手県大船渡市吉浜地区における農地復興計画作成支援—減災農地と地域復興計画—, 農村工学研究所技報 213, pp. 287~295 (2012)
- 3) 福与徳文: 被災住民に寄り添った復興計画作成支援—岩手県大船渡市吉浜における支援事例から—, 農村と都市をむすぶ 726, pp. 24~33 (2012)
- 4) USA TODAY: http://www.usatoday.com/news/world/2011-04-01-japan_01_ST_N.htm
- 5) 山本徳司, 福与徳文: 平成 23 年 (2011 年) 東北地方太平洋沖地震による地域復興計画支援における景観シミュレーションの活用と役割, 農村工学研究所技報 213, pp. 29~38 (2012)
- 6) 桐 博英, 丹治 肇, 福与徳文, 毛利栄征, 山本徳司: 平成 23 年 (2011 年) 東北地方太平洋沖地震を対象とした減災農地の津波減勢効果の検証, 農村工学研究所技報 213, pp. 279~286 (2012) [2012. 5. 28. 受稿]

福与 徳文 (正会員)



略 歴
1960年 長野県に生まれる
1986年 農林水産省農業研究センター
1996年 農林水産省北海道農業試験場
(独) 農業・食品産業技術総合研究機構農村工学研究所農村基盤研究領域上席研究員
現在に至る

山本 徳司 (正会員)



1958年 兵庫県に生まれる
1981年 農林水産省農業土木試験場
1984年 農林水産省九州農業試験場
2010年 (独) 農業・食品産業技術総合研究機構農村工学研究所技術移転センター教授
現在に至る

桐 博英 (正会員)



1968年 富山県に生まれる
1991年 農林水産省農業工学研究所
2011年 (独) 農業・食品産業技術総合研究機構農村工学研究所水利工学研究領域主任研究員
現在に至る