

【総説論文】

海岸の多様性と防潮堤計画の画一性*

Multiformity of Coastal Area and Uniformity of the Plan for Tsunami Disaster Prevention through Coastal Levee

横山 勝英**

Katsuhide YOKOYAMA

Abstract. The tsunami that followed the earthquake on March 11, 2011, destroyed almost all the cities and villages along the serrated coast of northeast Japan. The affected prefectures plan to reconstruct and enlarge a coastal levee to prevent damage from future tsunamis. Since the coastal levee will cover the flat land close to the shore and available land can decrease remarkably in a small fishing village, it is not appropriate to construct a huge coastal levee that could exceed 10 m in height. It is necessary to consider local characteristics such as topography, population, industry, the natural environment, culture, and lifestyle before developing a disaster prevention plan. Moreover, residents, specialists, and the administration should discuss appropriate methods to defend local communities against future tsunamis. The coastal levee is only one means for disaster prevention, and its effective use is predicated on the condition that it does not lead local communities to decline.

Key Words: Tsunami disaster, Coastal levee, Disaster prevention plan, Decline of local community

1. 序論

2011年の3.11大津波から3年半が経過した。私は災害直後の4月17日に気仙沼市舞根地区を一人のボランティアとして訪問し、それから毎月現場に通って、被災地の一部ではあるがいろいろ見聞きしてきた。三陸で盛んに行われていたカキ・ホタテガイ・わかめの養殖は津波で壊滅したが、早いところでは2011年6月頃より養殖が再開された。津波で海は死んだかと思われたが、意外にも生産性は津波前よりも高い状態にあり、海産物は順調に生育していった。

被災者の生活再建はそういう訳にはゆかず、震災から数カ月経ってようやく仮設住宅に入れるような状況であった。行政は一刻も早い復興を目指し、地区計画を策定するために必要な情報とし

て、津波の高さの設定方法を2011年7月にとりまとめた。その後、防潮堤の復旧・嵩上げが計画されたが、住民のニーズで進んでいる場所もあれば、整備に疑問を呈した場所や地域を二分するような争いに発展した場所もある。

復興庁(2014)によれば、被災した地区海岸数が471に対して2014年6月末時点での着工数は325であり、69%の海岸で整備が進んでいる。8月末時点では着工数が約8割である(国土交通省よりヒアリング)。このように数字上は事業が「順調」に進んでいることになるが、しっかりと考えるべき課題があると思われる。

本稿では、概論として被害状況を述べた上で、津波防災の意義、基準の妥当性、地域性、海岸の土地利用などについて議論の題材を示してゆく。

* 2014年9月5日受付, 2014年9月18日受理

** 首都大学東京都市基盤環境コース (Department of Civil and Environmental Engineering, Tokyo Metropolitan University)

2. 被害状況

2011年3月11日に宮城県沖130 kmの海底を震源としてマグニチュード9.0の東北地方太平洋沖地震が発生し、最大波高が9.3 m以上、最大遡上高40.4 mの大津波（気象庁，2011）が発生した。太平洋沿岸の被害状況は、死者15,883人、行方不明2,681人、負傷者6,143人、全壊数128,808戸、半壊数269,871戸（警察庁，2013）、津波による浸水範囲の面積は岩手県が約58 km²、宮城県が約327 km²、福島県が約112 km²となっている（国土地理院，2011a）。1995年に発生した阪神・淡路大震災（死者数5,502人、負傷者37,135人、全壊数93,852戸、半壊数106,882戸（警察庁，1995））と比較しても、被害は大きかった。

国土交通省によれば、東北3県の海岸線延長は約1,700 kmであり、このうち海岸堤防の整備が必要な延長は約390 kmである。3.11津波では約190 kmの区間で全半壊となり、今後の復旧においては10 mを超える高さの堤防が必要な区間は50 kmということである。

宮城県は全域において0.2～0.8 m地盤沈下した（国土地理院，2011b）。震災直後、気仙沼市市街地は満潮時に冠水していた。さらに、海岸付近では防潮林が破壊され、海岸の地形が変化したところもある。岩手県の陸前高田では高田松原と呼ばれる全長1.5 km、幅150 mの松の防潮林があった。しかし、これらは津波によって一本の松を残しすべて破壊された。震災後に「奇跡の一本松」として復興のシンボルとされていたが、地盤沈下の影響により周辺地下水の塩水化による腐食が進み、伐採されることとなった。

宮城県石巻市の北上川河口では224 haの農地が水没し、農業再開のためには除塩が必要とされている。しかし、地盤沈下によって完全に海の一部となり、排水が難しく復旧にかなり時間がかかっている（朝日新聞，2011）。これらは津波と地盤沈下の両方の被害によるものである。

3. 津波防災の考え方

以上のような甚大な被害に際し、政府ならびに地方自治体は海岸地帯の安全性確保と迅速な復興を目指して、海岸堤防（防潮堤）の「復旧」を進めている。

国の中央防災会議の「東北地方太平洋沖地震を教訓とした地震・津波対策に関する専門調査会」

によって津波対策が検討され、津波の防御基準としてL1・L2という考え方が整理された（内閣府，2011）。L1は数十年から百年に一度発生する津波であり、これは堤防により防ぐ。L2は東日本大震災の津波のように数百年に一度発生する津波であり、これを堤防で防ぐのは現実的ではないとの判断により、津波が堤防を乗り越えることを前提としつつも「粘り強い構造」とすることで壊れにくくし、被害を極力抑える。さらに、堤防以外の総合的な対策（避難行動など）も講じて減災を目指す。

この政府方針に沿って、国交省・農水省は防御すべきL1津波の高さを2011年7月に海岸管理者（県・市町村）に通知した（国土交通省，2011a）。これを受けて各県は海岸堤防の高さを決定した。事業を進めるにあたっての留意事項として、国交省・農水省は海岸管理者に向けて「堤防高さは環境保全、周辺景観との調和などに配慮して適切に設定すること」と通達した。

土地利用については、Figure 1のように、L1対応の海岸堤防が完成したことを前提としてL2津波による浸水深を予測し、浸水する場所（災害危険区域）では住宅、病院、学校、市庁舎などの生活に関する建築物は禁止し、事業所や工場などの産業に関する建築物についてののみ許可することとした（津波防災地域づくりに関する法律（国土交通省，2011b））。

堤防の構造は基本的に高さが1に対して、底辺幅が4～6の台形断面であり、土盛り堤防の上を遮水シートで覆い、さらにコンクリートブロックで被覆する。斜面が地盤と接する部分は特に浸食が進みやすいので構造を強化し、これらにより

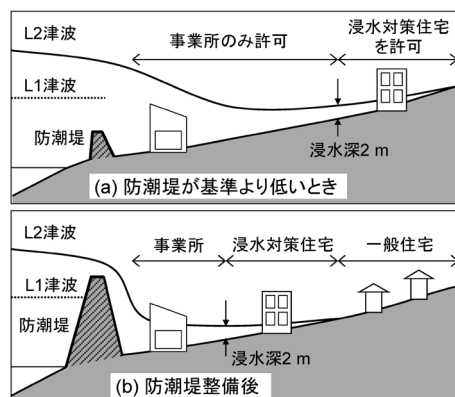


Figure 1 堤防整備と土地利用の関係

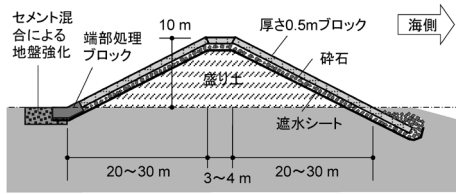


Figure 2 海岸堤防（防潮堤）の標準断面
（高さ10mの場合）
（国土交通省（2014）より作図）

「粘り強い構造」としている (Figure 2)。

4. 防災と生活・環境

震災前、国土の整備・管理において「環境」という要素は大きかった。それは、1997年に河川法が改正されたことに端を発する。河川整備基本方針として明治以来の2本柱であった「治水」「利水」に、「環境」が加わった。長良川河口堰建設や吉野川第十堰改築が社会問題化したことが契機となり、防災（治水）や給水（利水）だけでなく自然環境も河川の重要な機能の一部として認識され、さらに川作りにおいて市民が主体的に参画できる仕組み作りが重要と認識された。この流れを受けて、1999年には同様の趣旨で海岸法が改正された。その後、十数年間、行政や専門家は市民と協働して環境との共生を模索してきた。

震災・津波からの3年間は「人命は何としても守り抜く」というキャッチフレーズのもと（例えば内閣官房，2013），津波防災対策に力が注がれてきた。前述のように、堤防高さの設定に関する国の通達（国土交通省，2011a）には、環境や景観への配慮が必要という付帯事項があり、国直轄の海岸では一定の配慮が行われながら復旧工事が進められているものの、県管理区間（特に宮城県）では大半の箇所では配慮されていない。

環境や景観は「付帯的な配慮事項」なのかと言えば、少なくとも三陸リアス式海岸では生活そのものである。つまり、沿岸漁業や観光業に立脚している地区では、狭隘な海岸地帯をどのように利用するかが非常に重要であり、狭い場所あらゆる機能を押し込めるには知恵が必要である。堤防は高さの4~6倍の底辺幅を持つ台形断面であるから、例えば地盤からの高さが10mの堤防は、底辺幅が40~60mになる。猫の額のようなリアスの海辺にこのような構造物を設置すると、そもそも漁業などで利用可能な平地の大半が失われる

という、本末転倒の現象が生ずる。

また、堤防を著しく高くすることは生態系への影響も懸念される。三陸リアス式海岸には、溺れ谷に河川由来の土砂が堆積してできた平野が点在しており、軟弱地盤が多い。軟弱地盤に重量物を乗せるには、安定性確保のため地中に矢板を打つこととなる。隙間の無い鉄板のカーテンを地中数mから十数mの深さまで設置するが、これが地下水の移動を遮ることが懸念される。海底からわき出す淡水は海水と混じって汽水的な環境を作り出すので、生態系にとって重要である。

地下水と生態系に関する調査・研究は非常に少ない。実際の地下水量や、地下水が沿岸漁業におよぼす影響は定量的に解明されておらず、将来を科学的に予想することは難しい。だからといって、基幹産業が漁業である三陸においてこの問題を無視すれば、生業が立ちゆかなくなる可能性もある。

人が海岸地帯にどのように暮らしてゆくのかを考えたとき、地域の魅力を生かしながら持続的に発展してゆくことが前提となっており、地域を災害から守る必要性が出てくるはずである。100年後に津波を防げたとしても、地域そのものが消滅していたとしたら防災の大義はない。実にこの点が防潮堤問題における「水掛け論」である。「命を守る」という主張と、「豊かな生活を」という主張が対立する奇妙な現象になっている。どちらも重要な事項であり、どうして、両方を満たす設計論が取り入れられないのだろうか。

5. 基準の妥当性

宮城県気仙沼市を例にとると、被災前の堤防高はT.P. 2.5~4.5であったが（T.P. は Tokyo Peil, 東京湾中等潮位からの海拔）、唐桑半島にはT.P. 9.9~11.3 m, 大島には11.8 m, 本吉海岸には9.8 m, 陸前小泉の津谷川河口には14.7 mの堤防が計画されている。

高さの設定として、最初に津波の想定高さを決める。過去の津波データを収集して、地域海岸ごとに津波の高さをプロットする。また、想定地震によるシミュレーション結果も1つ追加する。このデータ群を、発生頻度の高い津波と最大級の津波（3.11津波）に分類し、前者に海岸付近での「せり上がり」を考慮して設計津波の水位を決める。さらに余裕高さを1m追加して、海岸堤防の高さとする。

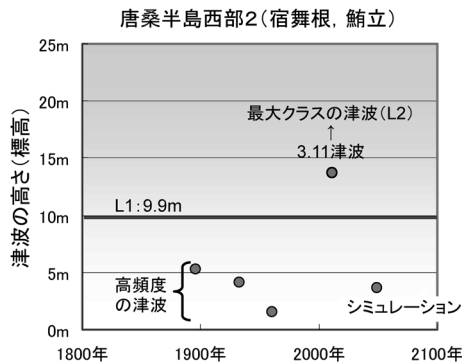


Figure 3 L1・L2の設定図

(宮城県沿岸域現地連絡調整会議 (2011) の資料より作図)

高さ設定の流れとしては妥当に見えるが、肝心の過去データが最小で3個、最大でも9個であり、これにシミュレーション結果を1つ加えても確率的な議論はできない (Figure 3)。降雨や洪水は毎年発生する事象であり、それについて過去数十年から百数十年のデータ蓄積があるので、事象の生起確率を数学的に議論できる。しかし、津波の場合は毎年起こるわけではなく、かつチリ津波のように遠方で起きる事象の伝播もあるので、「高頻度」「低頻度」の整理は専門技術者が主観的に一本線を引いて決めることになる。データが無い以上、現時点ではこの設定方法が妥当なのかもしれないが、今後、研究がさらに発展して、より精度の高い基準設定が可能になることを期待する。

ただし、このような手法で決められたL1という基準値 (津波高さ) が、「中央防災会議が科学的な根拠に基づいて決定したもの」として権威的に一人歩きすることは問題である。三陸リアス式海岸では、土地が狭いゆえに堤防の高さと規模、位置が生活上の死活問題になることがあり、現地の深刻さと基準設定のためのデータの貧弱さがマッチしていない。

災害規模を安全側 (よりシビアなほう) に見込んでおくのは技術者として必要な姿勢だが、3節で述べたように防災と暮らし (景観や環境を含む) との両立を十分に考え、さまざまな技術的工夫を検討することが必要である。

6. 地域性

2011年12月に制定された「津波防災地域づくりに関する法律」(国土交通省, 2011b) はおそらく仙台平野を対象に制度が設計されている。この法

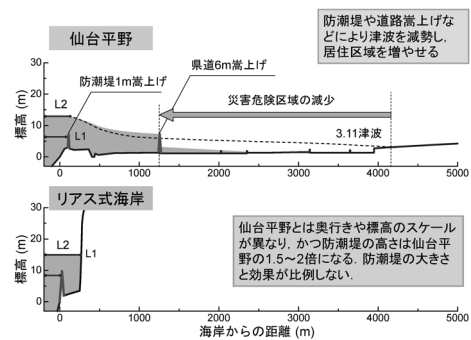


Figure 4 平野とリアス式海岸における堤防効果の違い



Figure 5 唐桑半島の鮎立漁港 (筆者撮影)

律では、ハード・ソフトの施策を組み合わせた多重防御により総合的に津波防災を推進することとしている。津波がL1高さ以下であれば堤防で防げる前提なので、場所によらず効果があるが、L1を超えたときに地域性が顕著に表れる (Figure 4)。

奥行きが広い海岸平野では、複列堤防を設置して減勢する、海岸堤防により越流を最小限に抑え、陸地の浸水深を減らしたり内陸への到達時間を遅らせて避難時間を稼ぐ、といった対応が可能である。つまり、L2津波に対しても海岸堤防のハード的な効果が認められる。

しかし、リアス式海岸の小漁村では奥行きが数十mという場所が多い。唐桑半島の鮎立 (しばた) 漁港はすり鉢状の地形をしており、海岸沿いの平地の奥行きは50~150mである (Figure 5)。ここで計画されている台形堤防は、標高が9.9m、底辺幅が約50mである。防潮堤を建設すれば津波浸水区域が10m程度減り、ギリギリのラインにある数軒の家が再建可能になるものの、堤防建設により漁業で使う平地の半分以上が埋まり、陸



Figure 6 気仙沼市野々下海岸の防潮堤（海拔9.8 m）（筆者撮影）

側には窪地が出現する。L1津波を防御できるといっても、守るべきものが何なのかははっきりわからず、L1を超える津波が来た場合には内側の窪地は即座に水没する。

海岸の地形と利用方法はさまざまであり、宮城県に限っても、大都市が発展している平野（仙台平野北部）、農地として活用されている平野（仙台平野南部）、リアス式海岸に発展した都市域（南三陸町や気仙沼市街地）、農地が主な場所（北上川河口や津谷川河口）、小漁村（唐桑など）などがある。また、リアス式海岸でも岩手と宮城では特徴が異なり、福島では別の地形的特徴がある。津波防災を統括する法律は一つでも構わないが、その適用にあたっては、地域の特徴を最大限考慮して柔軟に計画することが必要である。海岸の地形と土地利用にはいくつもの組み合わせがあり、個別にマニュアル化するのは難しいが、それがゆえに画一的な計画が作られているように見られる。

堤防が半分完成した野々下海岸では、堤防が守る背後地はわずかである（Figure 6）。堤防を冲出しして建設することによりポケットビーチは失われた。

7. 諸制度の運用

宮城県北部のリアス式海岸を中心にして、「防潮堤を不要とは言わないが、何でこんなに高くなるのか、構造物が大きすぎて（底辺幅が広すぎて）浜が無くなってしまおう」という声をよく耳にした。

最初の段階として、2011年9月以降、必要な手続きに従ってL1対応堤防の高さ・位置・構造が定められた。この頃、住民は避難所生活を始めた頃であり、防潮堤云々まで気が回らなかった。2012年7月頃より「説明会」が始まったが、堤防と土地利用、まちづくりを総合的に話し合って調

整する場ではなかった。すでに行政が決めた堤防計画に対して住民に理解していただき、土地提供などに賛同してもらう、という意味の説明会であった。

海岸堤防の整備には「災害復旧制度」が適用された。すでにある堤防を直すという考え方であり、元通りに戻すだけであれば特段の軋轢は生じない。しかし場所によっては、幅0.5 m、高さ1.5 m程度の高潮・高浪対応の擁壁が、幅50 m、高さ10 mになり、単純計算で断面積は330倍にふくれあがる。このような大幅な増改築をすれば、浜辺で暮らしてきた人々への心理的圧迫感が非常に大きくなる。行政は、災害復旧制度を適用することで、迅速に事業が推進できて安全を早期に確保できるという良い面に着目したが、断面積が数倍から数百倍になる事業が果たして復旧という整理で説明できるのか、そのことがリアスの浜や人の心理におよぼす影響がいかほどか、想像力が乏しかったと言わざるを得ない。

現在、事業進捗率（着工率）は約8割にのぼるということだが、やむなく同意した場所も少なからずある。宮城県は海岸堤防に関する当初計画を一切変更しない、という立場であり、住民はこれに合意しなければ背後地の計画作りに進めないと言われ続けた。それでも、粘り強く幾度となく話し合いや提案を続けたいくつかの地区では、高さの変更が認められたところもあるが、多くは変更が認められずにやむなく同意していった。例えば宮城県雄勝町では「被災地としては早くにまちづくり協議会として、独自の復興案をつくったが、県は防潮堤の高さの変更を譲らなかった。」「防潮堤の高さは最高で9.7メートルと決まってしまった（後略）（下線筆者）」（石巻かほく、2014）。検討を続けるうちに、地域に軋轢が生じたところもある。

単に津波の高さだけで地域の防災と暮らしを議

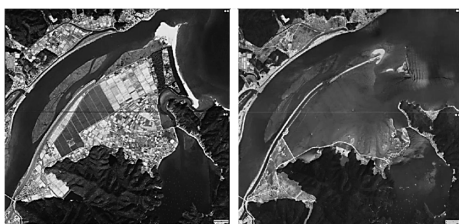


Figure 7 北上川河口（左：震災前，右：震災後）
写真の幅は約4 km（国土地理院，地図・空中
写真閲覧サービスから引用・編集）

論することが、本当に地域のために役立つのか、堤防の海側における漁業、観光、生態系や、堤防の背後における土地利用が総合的に検討されることが必要である。現行制度の縛りの中で、まずは堤防復旧、次に土地利用という順で進んでしまったのは不幸である。

宮城県北部から岩手県南部では地盤が最大で0.8 m沈下した。また、津波の引き波により地盤が侵食され、海岸線が後退した。後退量は北上川の河口では約3 km (Figure 7)、海水浴場で有名だった大谷海岸では約50 mである。陸前高田では海岸砂州が消失して、内陸にあった潟湖（古川沼）が海となった。

河口周辺の低平地はそのままにしておけば生物のゆりかごとなる良質な汽水域になる。実際、気仙沼市舞根地区では震災干潟でアサリが、河口ではウナギが見つかる。生物はしたたかに加入・回復し、いずれ沿岸漁業にもプラスになるだろう。しかし、国土保全と土地所有の問題から、多くの場所で海岸に土砂を投入して埋め立て、「原型復旧」が進められている。海岸沿いの低平地は津波災害特別警戒区域として居住が禁止され、商業地や農地、公園の整備が計画されている。このうち、震災前から耕作放棄地だった農地を再整備（？）したり公園を作るような場所では、震災でできた自然環境をそのままに活用してもいいと思うが、現行制度では不可能のようである。

8. まとめ

本稿では防潮堤によるリスク管理の問題には触れなかった。経済性にも触れなかった。土木技術者は防潮堤の構造や強度、津波高さの推定方法など個別の問題に興味があるが、そうした単体の議論が被災地のまちづくりの境界条件（核心的内容）になってしまったことが、そもそも不

適切だったのかもしれない。社会的公平性、経済的合理性、リスク管理などの面も併せて、まちづくりの一部として防災施設の議論がなされることが望まれる。

また、コンクリート批判に対して土木技術者は敏感で、私自身、必要な物は整備すべきと考えている者の一人であるが、Figure 6の風景を見て国民がどう思うか、批判や残念な感想はしっかりと受け止めるべきではなかろうか。何をどのように防御するのか、それにより得られるメリットと、失う物を議論し、よりよい計画を作ることが望まれる。

東南海トラフ地震・津波も予想される中、沿岸地帯で海から恵みを得ながらどのように暮らしてゆくのか、根本的な認識のところから問い直す必要があろう。

謝辞

本論文を執筆する機会を与えてくださりましたリスク研究学会の皆様にお礼を申し上げます。

参考文献

- 朝日新聞デジタル (2011) 田畑の津波浸水、3県で2万ヘクタール、農水省まとめ、2011年3月24日、<http://www.asahi.com/special/10005/TKY201103230474.html>
- 復興庁 (2014) 復興の現状、平成26年8月26日、http://www.reconstruction.go.jp/topics/main-cat1/sub-cat1-1/140826_gennjyou.pdf
- 石巻かほくデジタル (2014) 地域は語る地域で語る (17) 石巻・雄勝地区座談会 (上)、2014年8月31日、<http://ishinomaki.kahoku.co.jp/news/2014/08/20140831t13010.htm>
- 警察庁 (1995) 平成7年警察白書、第一章第三節、阪神淡路大震災と警察活動、<http://www.npa.go.jp/hakusyo/h07/h070103.html>
- 警察庁 (2013) 警察庁緊急災害警備本部広報資料、被害状況と警察措置、<http://www.npa.go.jp/archive/keibi/biki/higaijokyo.pdf>
- 気象庁 (2011) 東北地方太平洋沖地震に関する観測・解析データ、日本国内の津波観測施設で観測された津波の観測値、http://www.seisvol.kishou.go.jp/eq/2011_03_11_tohoku/tsunami_jp.pdf
- 国土地理院 (2011a) 津波による浸水範囲の面積（概略値）について（第5報）、<http://www.gsi.go.jp/common/000059939.pdf>

国土地理院 (2011b) 平成23年東北地方太平洋沖地震に伴う地盤沈下調査結果について, <http://www.gsi.go.jp/sokuchikijun/sokuchikijun60008.html>

国土交通省 (2011a) 「設計津波の水位の設定方法等」について～復興計画策定の基礎となる海岸堤防の高さ決定の基準～, http://www.mlit.go.jp/report/press/river03_hh_000361.html

国土交通省 (2011b) 津波防災地域づくりに関する法律, <http://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/point/tsunamibousai.html>

国土交通省 (2014) 第1回海岸事業の評価手法に関する研究会(平成26年2月3日)資料, 粘り強い構造の海岸堤防について, http://www.mlit.go.jp/river/shinngikai_blog/kaigan_hyouka/dai01/09-08.pdf

宮城県沿岸域現地連絡調整会議 (2011) 宮城県沿岸における海岸堤防高さの設定について(案), 平成23年9月9日, <http://www.thr.mlit.go.jp/Bumon/B00097/K00360/taiheiyokuokijishinn/kaigann/kaigann2.pdf>

内閣府 (2011) 東北地方太平洋沖地震を教訓とした地震・津波対策に関する専門調査会, 報告要点, <http://www.bousai.go.jp/kaigirep/chousakai/tohokukyokun/pdf/youten.pdf>

内閣官房 (2013) 国土強靱化(ナショナル・レジリエンス(防災・減災))推進に向けた考え方(案), 平成25年4月10日, <http://www.cas.go.jp/jp/seisaku/kyoujinka/dai2/siryoul.pdf>