

自然・地域インフラとは何か

国土交通省国土技術政策総合研究所 河川研究部 海岸研究室 室長 諏訪 義雄

1. はじめに

国土技術政策総合研究所海岸研究室では、平成26年度から3年計画で図1に示す「自然・地域インフラを活用した津波防災地域づくりに関する研究」を行います¹⁾。本稿では、この研究の重要なキーワードとなっている自然・地域インフラとは何かについて紹介します。



図1 自然・地域インフラを活用した津波防災地域づくりに関する研究

2. 自然インフラとは

ハリケーンサンディの高潮災害を受けた米国ニューヨーク州が作成したアフター・アクション・レビュー NYS2100²⁾ では、5つの主要な自然インフラ (Natural infrastructure) について港のレジリエンス戦略の役割の一部としてどのように使うことができるか詳細なフィージビリティ調査を実施するよう委員会が提言しています。提言であげられているニューヨーク港の5つの主要な自然システムとその機能について以下に引用します。

○沿岸州・砂丘システム (Barrier beach and dune systems) :

バリアアイランド、砂丘と砂浜は高潮に対する最初の防御物である。広い砂浜と砂丘の複合体は高潮・高波からの重要な防御機能を持っている。高潮・高波が来襲すると砂浜と砂丘は波のエネルギーを消したりやわらげたりすることにより高潮・高波のインパクトを減らすことができる。さらに、高潮・高波は砂浜から海域へ砂を動かし、砂丘を削り砂丘の背後に砂を押し

こむ。これらの変化は、潮位上昇と高波に対する自然の応答であり、家屋やビジネス、インフラに対するダメージよりも安い費用で修繕できる場合が多い。

○干潟 (Tidal wetlands) :

干潟は、流速を遅くし、漂砂の堆積を促して海岸線を安定化し、波高と波のエネルギーを減らすことによって、沿岸のコミュニティーを守ることができる。

○カキ礁 (Oyster reefs) :

カキ礁は、沿岸や河口のシステム、特に海岸線の安定化に多くの便益をもたらすので「生態系のエンジニア」と呼ばれる。波の作用を減らし、湿地・河口の海岸線に粗粒の底質を供給することにより海岸線の安定化に貢献している。

○近自然海岸 (仮訳) (Living Shorelines) :

塩分に強い植生や捨石、その他波浪のエネルギーを吸収し侵食を軽減・防止する工法で設計された海岸域

○自然の浜堤と土堤 (Natural Berms and Levees) :

大きな土製の壁あるいは浜堤は、適切にデザインされていれば陸側にあるインフラや脆弱な地域に浸水をもたらす水を遠ざけることができる

日本においても、東日本大震災の津波災害では、津波高が高い岩手、宮城、福島は被災3県では明瞭ではありませんでしたが、津波の高さが比較的低かった青森や茨城、千葉では砂丘が津波の遡上を食い止めたと考えられる事例が見られました。

図2は、福本 (1989)³⁾ がまとめた長さ20 km

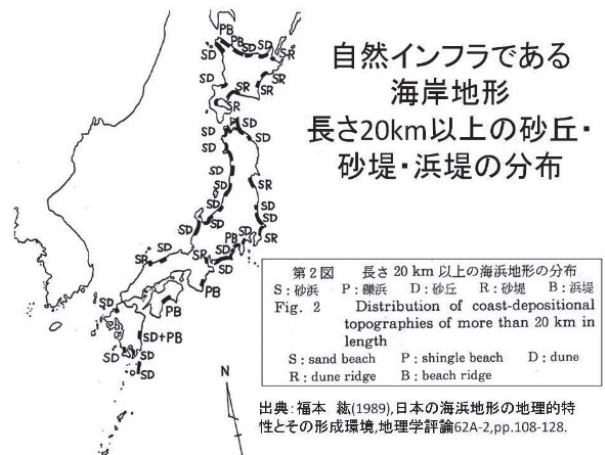


図2 日本沿岸の砂丘、浜堤・砂堤

自然インフラである海岸地形
砂丘と砂堤・浜堤

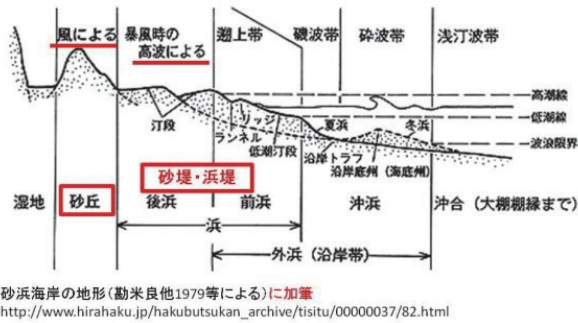


図3 砂丘と砂堤・浜堤

以上の砂丘・浜堤・砂堤の分布です。図から、日本の沿岸、特に外洋沿岸では砂堤・浜堤・砂丘が発達していることがわかります。

図3に示したとおり、砂堤・浜堤(バームBerm)は波浪の作用により形成された微高地で、高さ10m以下が一般的です。砂丘(デューンDune)は砂浜や浜堤・砂堤からの風による飛砂の堆積作用で高地が発達したもので高さは数十mになるものもあります。

図4は、国土地理院の電子国土WEB⁴⁾、色別標高図で庄内平野の砂丘を見たものです。図5、図6は角田(1975)⁵⁾に掲載されている庄内平野の砂丘の平面図と断面図を示したものです。幅広い砂丘が沿岸に発達しており、内陸側の砂丘は60m近い標高であることがわかります。これらの砂丘が津波や高波に対して背後地を守る自然のインフラであることがわかります。

日本でも砂丘や浜堤・砂堤等の沿岸の海岸地形は自然インフラとしての機能を有していることを再確認することが重要です。これらの海岸

庄内平野沿岸標高図 砂丘

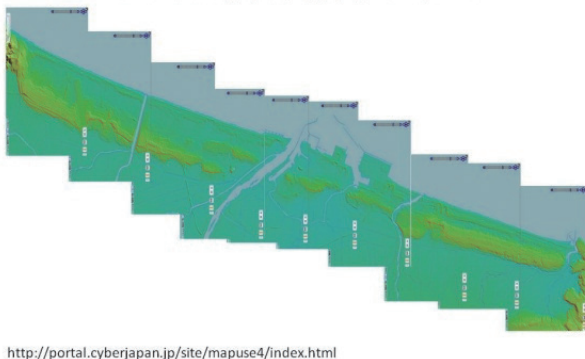


図4 電子国土WEB 色別標高図で見た庄内平野砂丘

庄内平野 砂丘

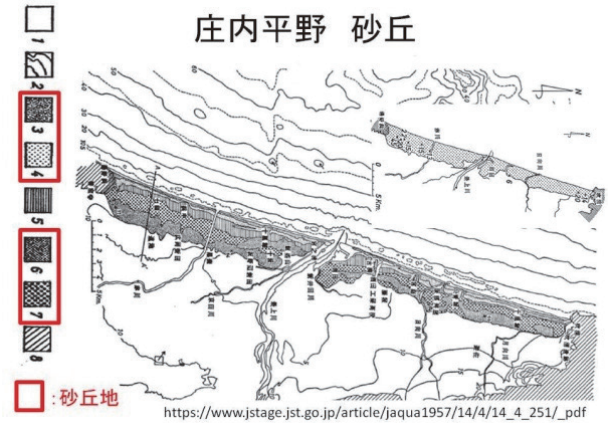


図5 庄内平野砂丘平面図 文献⁵⁾に加筆

庄内平野 砂丘断面図

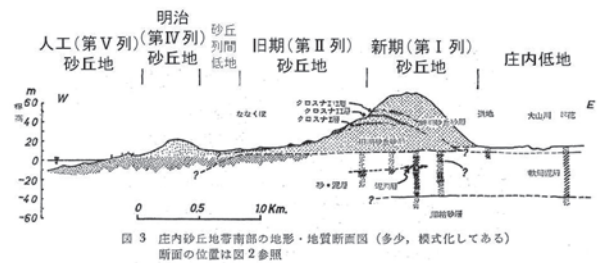


図6 庄内平野砂丘断面図 文献⁵⁾

微地形は、国土地理院のHP(電子国土Web、色別標高図)⁴⁾で閲覧可能です。北陸地方測量部はさらにわかりやすい色使いでデジタル標高地形図⁶⁾を作成し掲載しています。砂丘等の海岸地形をわかりやすく見ることができます。

3. 地域インフラとは

東日本大震災では、保安林が漂流物を補足した例⁷⁾、公園の盛土が避難場所となった例⁸⁾が報告され、仙台市の復興計画⁹⁾では貞山運河の津波エネルギー減衰効果を期待しています。これら人工的な樹林、盛土、水路も被害を小さくする効果を有していると考えられます。貞山運河はラグーン地形を利用した運河・排水路であり、保安林も浜堤地形上に植樹しているので半自然半人工です。今回の研究ではこれも地域インフラと考えています。

津波災害は低頻度の災害であり、地域の中で教訓を伝承し風化させないことが減災のために重要なことは以前から指摘されているところです。津波の事実や教訓を伝承する施設や地形、史跡も地域インフラといえます。



図7 決して波が超えることがないという意味の枕詞「末の松山」(宮城県多賀城市) 貞観津波の浸水域を語り伝えている

東日本大震災津波遡上域と末の松山



出典: <http://www.jsgi-map.org/tsunami/google.html>

図8 東日本大震災の津波遡上域と「末の松山」 大阪市立大学大学院原口強教授東日本大震災津波被害現地調査報告¹¹⁾の図に加筆



図9 千年希望の丘 (宮城県岩沼市)

例えば、図7、図8は宮城県多賀城市の史跡「末の松山」と東日本大震災の津波遡上域です。図8に示したとおり、「末の松山」は今次の津波でも浸水しませんでした。末の松山は、清少納言の父、清原元輔の詠んだ「契りきな かたみに袖をしぼりつつ 末(すゑ)の松山 波越さじとは」という歌が百人一首に選ばれています。波とともに用いられ、決して波が越えないという意味の枕詞です。貞観地震(869年)で末の松山を津波が越えなかったことが都にも伝えられ枕詞として使われるようになったという説もあるそうです。東日本大震災の津波遡上域が、「末の松山」を貞観津波が越えなかったことを1000年以上枕詞として伝承していたことの傍証となりました。

図9は宮城県岩沼市により整備が進められている「千年希望の丘」です。震災復興事業として、津波の威力を減衰・分散させる多重防御の共通基盤として、避難場所や生物多様性の拠点となるよう、震災ガレキを活用して盛土をつくり植樹し、育成・保全していくものです¹⁰⁾。数々の教訓を千年後の子供たちに残すための歴史的なプロジェクトとして実施されており、地域インフラの整備と言えるのではないのでしょうか。

避難場所となる高台も重要な地域インフラと考えられます。図10、11、12は石巻市の日和山公園です。図10に示すとおり日和山は、津波時の避難先となる高台になります。山頂は公園となっており図11のように市街地と港を一望できます。

公園には港町石巻発展の礎を作った川村孫兵衛の銅像もあり地域発展の歴史の一端も知ることができます。普段から地域の中高生運動部員がトレーニングで公園に上る階段を利用しており、津波の避難時にも迷いなく使われると期待されます。

三陸地域の集落では高台に神社やお寺がある場

東日本大震災津波遡上域と日和山(石巻)



図10 石巻市の避難場所としても重要な日和山 大阪市立大学大学院原口強教授東日本大震災津波被害現地調査報告¹¹⁾の図に加筆



図11 日和山からの旧北上川河口の眺望



図13 外所大地震追悼供養碑（宮崎県宮崎市）



図12 港町石巻の基礎を築いた大恩人川村孫兵衛の銅像

合が多く、普段からお祭り等で使われることで避難時にもスムーズに使われます。今後、南海トラフ沿岸でも津波避難タワー等の整備が進んでいくと考えられますが、災害時以外の普段からの利用・活用を考えることは重要です。災害時以外にも活用されることにより、地域生活に密着し、地域インフラになっていくと考えられます。

図13、14は宮崎市にある外所（とんところ）大地震追悼供養碑です。1662年日向沖で発生した外所大地震の災害を忘れないことと犠牲者の供養のため災害から50年毎に石碑を建てて供養しています。350年以上経過した現在は7基の石碑が並んでおり、災害の教訓を伝承しています。

図15は宝永地震津波（1707年）の被害を被った佐伯藩第6代藩主毛利高慶が、城下町を守るために築いた津波防潮堤です。市街地発展で失われ



図14 外所大地震追悼供養碑説明板

た区間も多くありますが、今でも一部が残っています。東日本大震災後に一条工務店の寄付により静岡県と浜松市が協力して浜松市で整備している防潮堤¹²⁾も現代の地域インフラかもしれません。

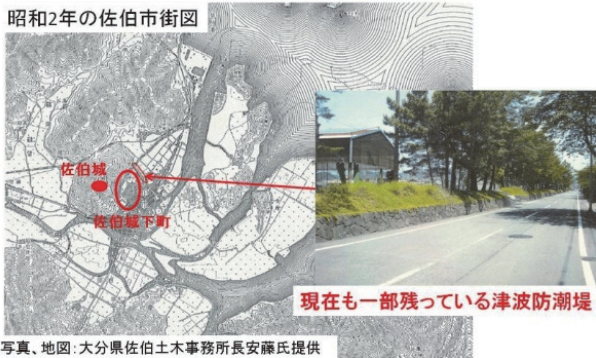
図16は江戸川区葛西の区画整理により市街地が拡大した際に旧海岸堤防を市街地内に取り込んで活用している例です。旧堤防は埋め殺して図17のように車道と歩道の分離帯として活用されています。新たに作られた第1線の海岸堤防も公園の盛土と一体で整備され、前面に人工海浜もある面的整備がされています。旧堤防も第2線3線の防御ラインとして機能することも期待されます。

4. おわりに

本稿では自然インフラ、地域インフラについて事例を交えて紹介しました。いずれものインフラも、当該地域住民が津波等水害に対する危険と避難先を知っていてこそ保全・活用が可能です。津波浸水想定や津波ハザードマップはそれらを知らせるものですが、知る手段は他にもあります。関西大学河田教授はその著書¹³⁾の中で、水は昔の地

形を覚えていると述べておられます。水災害が起こると、浸水域は昔の地形を反映するという意味です。国土地理院電子国土WEB⁴⁾では明治前期の低湿地の範囲も見ることができます。これらを微地形とともに見ることによって当該地域の昔の地形、津波時の浸水域、自然インフラ・地域インフラの存在を知る・理解することを助けてくれるでしょう。

佐伯藩毛利高慶津波防潮堤(1707完成)
宝永地震の後築堤



写真、地図：大分県佐伯土木事務所長安藤氏提供

図15 佐伯藩主毛利高慶建造津波防潮堤

**東京都葛西海岸
区画整理時に公園と一体化した強化**

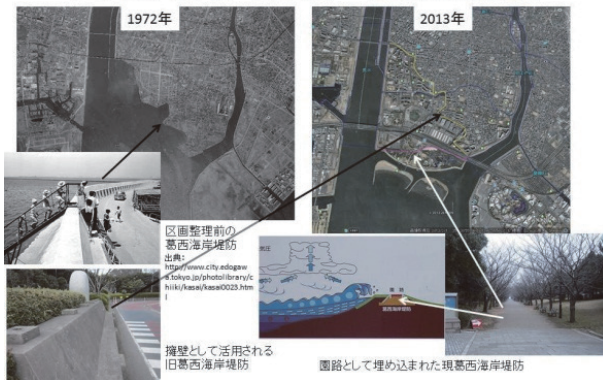


図16 江戸川区葛西の地域インフラ
(旧葛西海岸堤防)



図17 旧葛西海岸堤防の活用例

参考文献

- 1) <http://www.nilim.go.jp/lab/bcg/kisya/journal/kisya20131225.pdf>
- 2) <http://www.governor.ny.gov/assets/documents/NYS2100.pdf>
- 3) https://www.jstage.jst.go.jp/article/grj1984a/62/2/62_2_108/_pdf
- 4) <http://portal.cyberjapan.jp/site/mapuse4/index.html>
- 5) https://www.jstage.jst.go.jp/article/jaqua1957/14/4/14_4_251/_pdf
- 6) <http://www.gsi.go.jp/hokuriku/bousai-index.html>
- 7) <http://www.rinya.maff.go.jp/j/tisan/tisan/pdf/siryou5.pdf>
- 8) <http://www.jseg.or.jp/00-main/pdf/kaigan.pdf>
- 9) <http://www.city.sendai.jp/kensetsu/kouen/kaigan/fukkoukihonkeikaku/dai3shou.pdf>
- 10) <http://www.city.iwanuma.miyagi.jp/kakuka/040700/sennennkibounooka.html>
- 11) <http://www.jsgi-map.org/tsunami/>
- 12) <http://www.city.hamamatsu.shizuoka.jp/kiki/disaster/bouchoutei/index.html>
- 13) 河田恵昭, 津波災害 減災社会を築く, 岩波新書, 2010年12月