

2. 自然・地域インフラの概念と留意点

2. 1 自然・地域インフラの概念と減災効果

2. 1. 1 本資料における自然・地域インフラの概念

前章で述べたように、砂丘や盛土構造物が津波に対して減災効果を発揮することがある。これらは減災を目的として設置される社会基盤施設ではないが、そのような施設として捉えることでその減災効果をより確実に発揮できる可能性がある。

以上のことをふまえ、本資料では、社会基盤施設として捉えることができる、自然に形成された地物を「自然インフラ」と呼ぶ。また、「自然インフラ」の対義語として、長年に亘り存在し、地域に溶け込んでいる人工的な地物を「地域インフラ」と呼ぶ。さらに、「自然インフラ」と「地域インフラ」を合わせて「自然・地域インフラ」と呼ぶこととする。

本資料では、「自然・地域インフラ」のうち、津波に対して減災効果を有すると考えられる砂丘、及び旧堤・二線堤等の盛土構造物を対象とし、活用方法を検討する。

(1) 自然インフラ

日本においては、沿岸部にある砂丘・浜堤が津波に対して減災効果を有する自然インフラの代表例として考えられる。図-2.1 は、福本（1989）がまとめた長さ20 km以上の砂丘・浜堤の分布である。砂丘とは砂浜や浜堤・砂堤からの飛砂の堆積作用で発達した高地、浜堤とは波浪の作用により形成された微高地、砂堤とは波浪と風の作用によってできた微高地である。図から、日本の沿岸、特に外洋沿岸では砂丘・浜堤が広く分布していることがわかる。

図-2.2、2.3 は角田（1975）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ある。幅広い砂丘が沿岸に発達し、内陸側の砂丘は60 m 近い標高であることから、これらの砂丘が津波に対して背後地を守る自然インフラとして機能することが期待される。

なお、日本各地の沿岸にみられる砂丘や浜堤等の地形は、電子国土Web（色別標高図）で閲覧可能である。

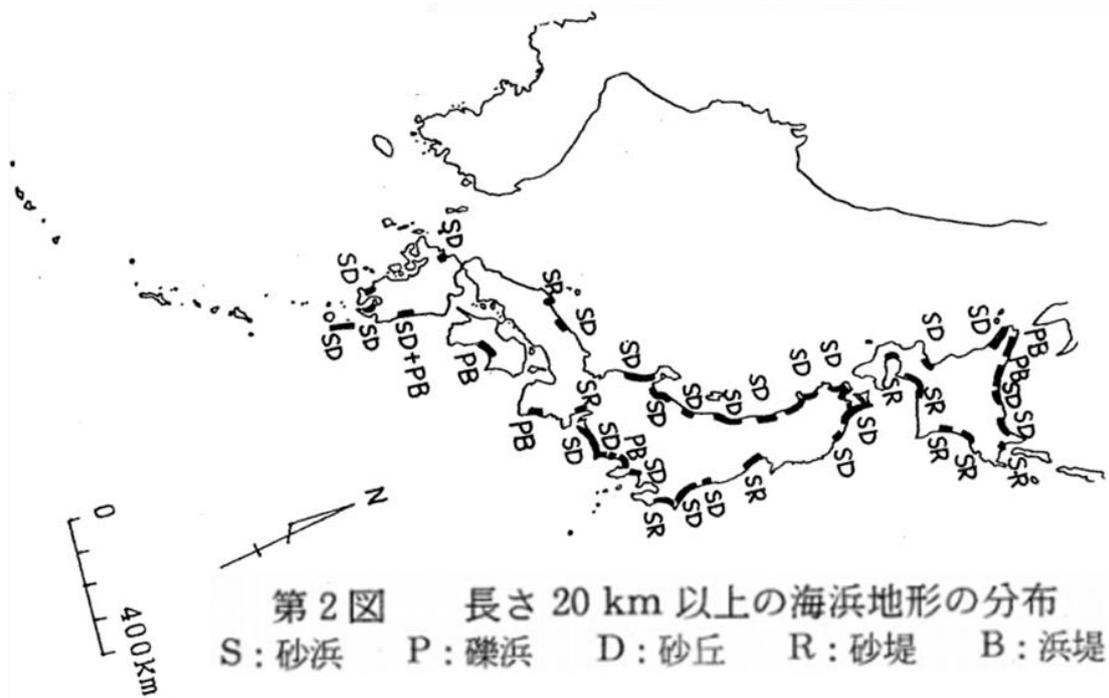


図-2.1 日本沿岸の砂丘、砂堤・浜堤（出典：福本（1989））

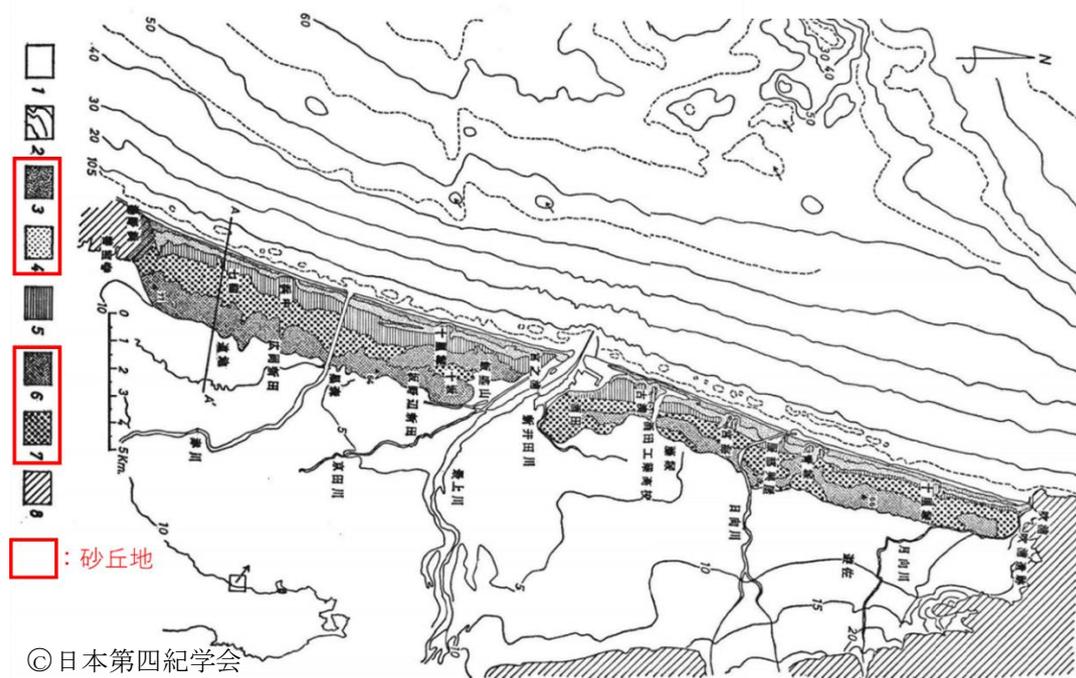


図-2.2 庄内平野砂丘平面図（凡例部分を加筆）（出典：角田（1975））

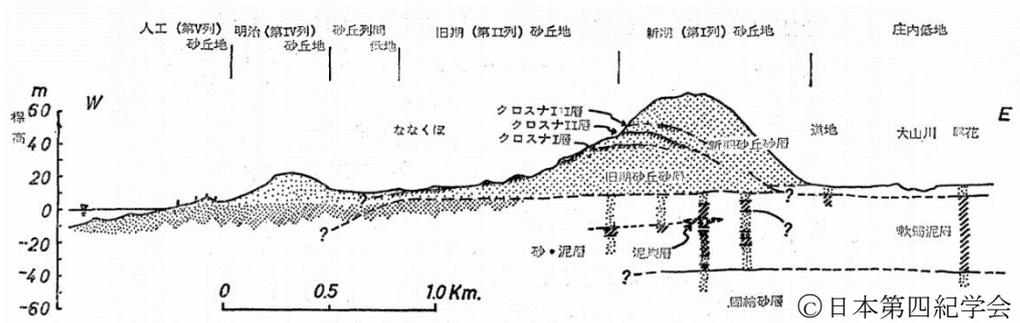


図 3 庄内砂丘地帯南部の地形・地質断面図 (多少, 模式化してある)

図-2.3 庄内平野砂丘断面図 (出典: 角田 (1975))

(2) 地域インフラ

東日本大震災では、保安林が漂流物を捕捉した例 (林野庁、2011)、公園の盛土が避難場所となった例 (一般社団法人日本応用地質学会、2017) が報告され、仙台市の復興計画では貞山運河の津波エネルギー減衰効果を期待している。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る。貞山運河はラグーン地形を利用した運河・排水路であり、保安林は浜堤上に植樹されたものである。

このような地物は、長年に亘り存在し、地域に溶け込んでいるものが多いため、津波に対する減災効果が地域において認識されていない恐れがある。

例えば、図-2.4に示す葛西海岸の周辺では、区画整理事業とともに海岸・公園事業が一体的に整備される際、旧海岸堤防は撤去されず道路の一部として有効活用され、現海岸堤防の海側には海浜公園 (砂浜) が整備された。その結果、

- ①海浜公園 (砂浜による消波効果)
- ②現海岸堤防
- ③旧海岸堤防 (二線堤的役割: 図-2.5)

と三重の防護ラインが形成されている。これらのうち、①と③は地域インフラに該当する。



「国土地理院の電子地形図（タイル）に海岸堤防の位置等を追記して掲載」

図-2.4 葛西海岸周辺の地域インフラ



図-2.5 旧海岸堤防（黄枠）を分離帯として活用した例

また、津波に対する盛土構造物の活用事例は全国各地に見られる（常田・秦、2016）このほか、津波災害は低頻度であり、地域の中で教訓を伝承し風化させないことが減災において重要なことは以前から指摘されている。その教訓の伝承に資する石碑や施設は津波来襲時の住民避難の促進を通じて減災効果を発揮しうることから、広い意味では地域インフラに含まれるが、本資料では取り扱わない。

2. 1. 2 自然・地域インフラが有する減災効果

(1) 自然・地域インフラが有する津波の減災効果の分類

自然・地域インフラに期待される減災効果は、以下の2つに分類できる。

- ・津波を減勢し、被害を軽減する、あるいは避難時間を確保する効果
- ・津波からの避難場所となり、被害を軽減する効果

【津波を減勢させる自然・地域インフラ】

砂丘や盛土構造物は、その高さにより津波が陸上に遡上することを阻み、被害を軽減する、あるいは避難時間を確保する役割を果たす（図-2.6）。また、防潮林等の海岸林は、津波が通過する際に抵抗となり、津波を減勢させることが知られている（首藤、1985）。

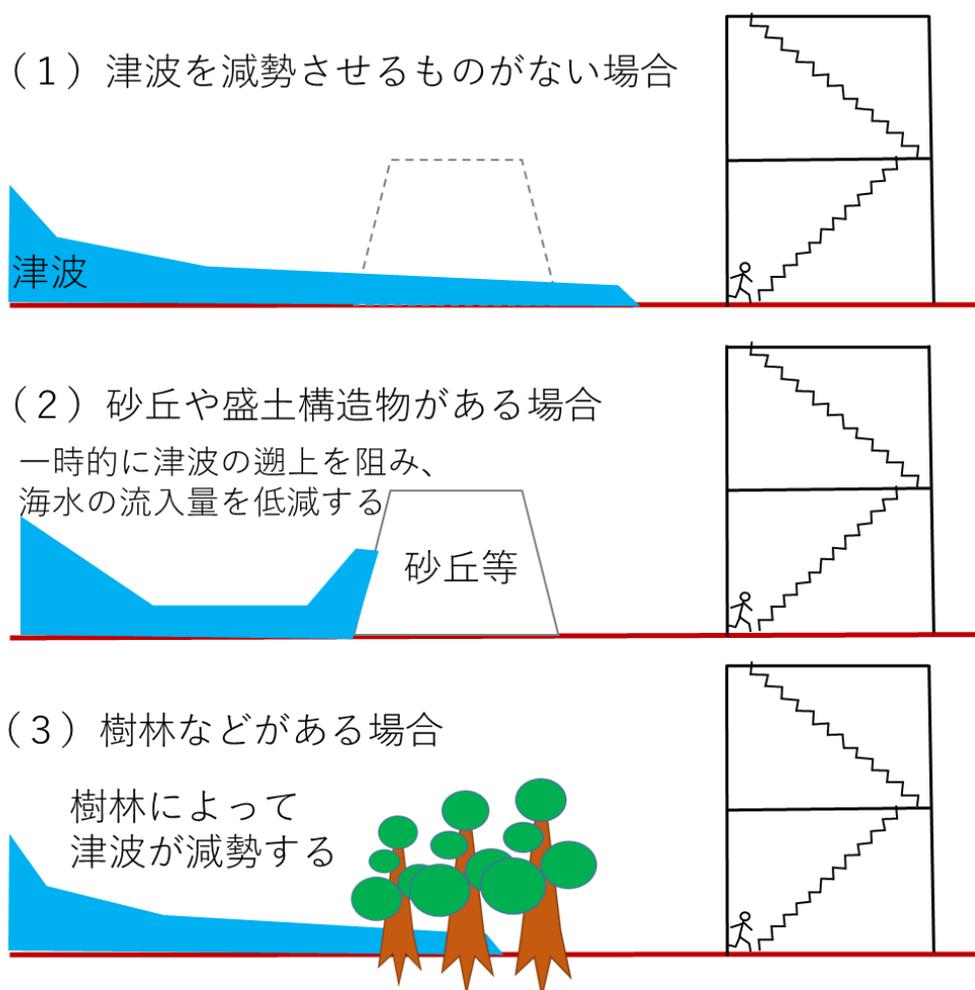


図-2.6 津波に対する減勢効果の例

【津波からの避難場所となる自然・地域インフラ】

津波の水位より高い高台は、津波からの避難場所となりうる（図-2.7）。近くに高台がない場合は、高いビルや盛土構造物なども避難場所として活用できる。

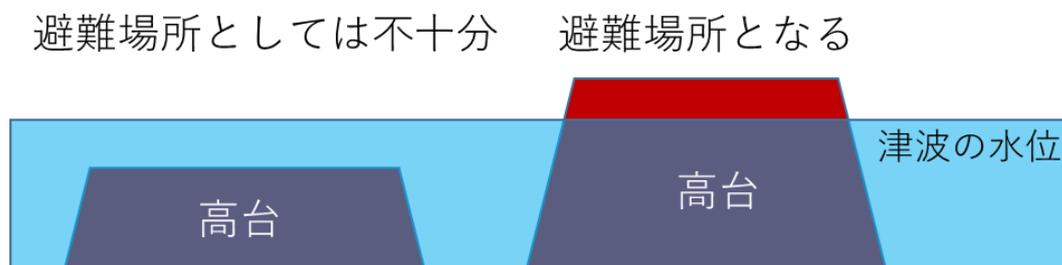


図-2.7 避難場所となる自然・地域インフラ

(2) 東日本大震災における自然・地域インフラによる減災効果の事例

東日本大震災時に、津波の高さが比較的低かった地域では、砂丘と海岸林によって背後地の津波の被害が軽減された事例が見られた。

たとえば、前川ら（2013）では、宮城県名取市で 5,253 棟と千葉県旭市において 3,478 棟の建物被害状況および浸水高の現地調査を実施し、浸水高と同程度の高さの砂丘の背後地では、砂丘が低い地域の背後地に比べて家屋の被害が小さかったことを示した。

また、「東日本大震災に係る海岸防災林の再生に関する検討会」（林野庁、2011）において、海岸林が津波漂流物を補足した事例（青森県三沢市、福島県いわき市）、人工砂丘により津波が減勢した事例（北茨城市、大洗町）が報告されている。

一方、自然・地域インフラの減災効果は、津波が高いと限定的となる場合もある。岩手県の陸前高田市の高田海岸では、津波によって海岸林が消滅してしまった。また、宮城県気仙沼市の杉ノ下高台は、標高 12m あまりの小高い丘となっていたが、東日本大震災ではこの高台の頂上まで完全に呑み込み、この高台に避難した人の過半数が溺死するという痛ましい被害が生じた。

2. 1. 3 本資料で対象とする自然・地域インフラ

本資料では、自然・地域インフラのうち、津波を減勢する効果を有する砂丘、旧堤、二線堤等を対象とし、それらに分布する植生も含むものとする。

これらの地物が有する減災効果を評価する方法や津波防災地域づくりに活用する方法は、これまで十分に整理されていなかった。

なお、海岸堤防のように、津波の侵入を防ぐことを主目的として建設され、防災以外の用途を見込んでいない施設は本資料では対象としない。

2. 2 自然・地域インフラの活用における技術的留意点と法制度上の位置づけ

2. 2. 1 技術的観点からみた自然・地域インフラの活用における留意点

自然・地域インフラには、津波を減勢することによる背後地への減災効果がある一方で、その効果には限界があることから、減災効果を見込む際には十分留意する。

東日本大震災では、大きな津波外力に対して、効果を十分に発揮できなかった事例が存在した。大きな外力に対して、津波の減勢効果が限界に達し、効果を発揮できない場合も起こりうる。たとえば、樹木は、津波来襲時に幹折れ・根返りしてしまう可能性がある。また、砂丘などは津波によって侵食され、頂部の高さが低くなる可能性もある。そのため、推進計画などでは減災効果の発揮限界を評価することも重要となる。

津波の減勢効果の発揮限界を評価した研究としては、次に挙げるものがある。たとえば、原田・河田（2005）は、河道内の樹木の引き倒し試験の式を用いて、樹木の倒伏モーメントを引っ張り試験から評価している。森林保全・管理技術研究会（2012）の報告書は直径15cm以上のクロマツの引き倒し試験の結果を示している。また、原野ら（2016）は、水理実験により、砂丘等の植生による侵食の抑制効果と、その効果の発揮限界を評価している。浜口ら（2016）は、原野ら（2016）の実験結果を参考にして植生の根による侵食の抑制効果とその効果の発揮限界を考慮した地形変化計算を行っている。

以上の既往研究に示されているように、自然・地域インフラの減災効果には限界があることをふまえ、津波防災への活用を検討する必要がある。

なお、東北地方太平洋沖地震の際に、根返りや幹折れで発生した流木により、海岸防災林の背後の被害が助長された可能性がある指摘されている（東日本大震災に係る海岸防災林の再生に関する検討会；2012）。このように、自然・地域インフラの減災効果の発揮限界を超えるような外力が作用すると、かえって被害が拡大する恐れがあることにも留意する必要がある。

2. 2. 2 自然・地域インフラの法制度上の位置づけ

自然・地域インフラの保全・改良は、津波防災地域づくりに関する法律など関連する法律の定めに従って行うことが有効である。

本資料で対象とする砂丘、旧堤、海岸林等には、海岸法や森林法などによる規制等がかかったものもあるが、津波防災地域づくりに関する法律に定める指定津波防護施設に指定できるものもある。

自然・地域インフラに関連する主な法律の概要を以下に整理する。

(1) 津波防災地域づくりに関する法律

津波防災地域づくりに関する法律では、浸水想定区域内に存在する、津波による人的災害を防止し、又は軽減するために有用であると認められる施設を、都道府県知事が指定津波防護施設に指定することができることとされている。また、都道府県知事は、当該指定津波防護施設の敷地である土地の区域における土地の掘削、盛土又は切土その他土地の形状を変更する行為をしようとする者から届出があった場合において、当該指定津波防護施設が有する津波による人的災害を防止し、又は軽減する機能の保全のため必要があると認めるときは、当該届出をした者に対して、必要な助言又は勧告をすることができることとされている。

以上のように、指定津波防護施設への指定により、本資料で対象とする自然・地域インフラを津波防災地域づくりに関する法律の中で位置づけることができる。

なお、津波防護施設とは、「盛土構造物、閘門その他の政令で定める施設（海岸保全施設、港湾施設、漁港施設及び河川管理施設並びに保安施設事業に係る施設であるものを除く。）であって、津波防災地域づくりに関する法律（平成二十三年十二月十四日法律第二百二十三号）第八条第一項に規定する津波浸水想定を踏まえて津波による人的災害を防止し、又は軽減するために都道府県知事又は市町村長が管理するもの」であり、指定津波防護施設とは別の施設であることに留意する。

(2) 海岸法

海岸法では、海岸管理者は、海岸保全区域内における土石の採取、他の施設等の新設や改築、土地の掘削、盛土、切土等の行為を制限することができることとされている（第8条）。海岸保全区域内に存在する自然・地域インフラの保全には、この規定を活用することが考えられる。

また、海岸管理者が管理する海岸保全施設その他の施設又は工作物を損傷することは禁じられている（海岸法第8条2）。海岸保全施設とされている自然・地域インフラについては、この規定により保全を図ることが可能である。

なお、海岸保全施設とは「海岸保全区域内にある堤防、突堤、護岸、胸壁、離岸堤、砂浜（海岸管理者が、消波等の海岸を防護する機能を維持するために設けたもので、主務省

令で定めるところにより指定したものに限る。)その他海水の侵入又は海水による侵食を防止するための施設(堤防又は胸壁にあつては、津波、高潮等により海水が当該施設を越えて侵入した場合にこれによる被害を軽減するため、当該施設と一体的に設置された根固工又は樹林(樹林にあつては、海岸管理者が設けたもので、主務省令で定めるところにより指定したものに限る。))」をいう。

(3) 森林法

森林法では、風害、水害、潮害、干害、雪害又は霧害の防備を目的とした森林を保安林として指定できるとされている。波や高潮の勢いを弱め、住宅などへの被害を防ぐ保安林を特に潮害防備保安林と呼ぶ。保安林においては、都道府県知事の許可を受けなければ、立竹を伐採し、立木を損傷し、家畜を放牧し、下草、落葉若しくは落枝を採取し、又は土石若しくは樹根の採掘、開墾その他の土地の形質を変更する行為をしてはならないとされている。