

2015 年度（第 51 回）水工学に関する夏期研修会講義集

水工学シリーズ 15-B-5

緩衝帯を用いた沿岸域の減災と 生態系保全の両立

九州大学 准教授

清野聡子

土木学会

水工学委員会・海岸工学委員会

2015 年 8 月

緩衝帯を用いた沿岸域の減災と生態系保全の両立

Coastal Buffer Zones Ensure Compatibility of Disaster Risk Reduction and Ecosystem Conservation

清 野 聡 子

Satoquo SEINO

1. 日本の沿岸で「緩衝帯」を考える－自然保護区の設定による減災

(※本章は日本沿岸域学会研究討論会 2014 に投稿した講演概要を、一部改訂したものである.)

1.1 はじめに

日本の沿岸計画では防災と自然保護との両立は困難とされている。しかし「緩衝帯」の設定により生態系や景観が守られ、人間の安全保障にもつながる場合もある。宮城県気仙沼市の津谷川河口・小泉海岸の砂浜の震災復興を事例に、海岸保全区域の利活用の検討を行う。生態系を活かした減災 ECO-DRR は、国際的には標準的な考え方になりつつある。

1.2 宮城県気仙沼市小泉地区の建設予定の堤防と空間管理上の課題

東北の震災復興における海岸構造物の災害復旧事業において、宮城県気仙沼市小泉（中島）海岸と津谷川下流域では、最大級の防潮堤が建設予定である（図-1.1）。堤体は、高さ 14.7 m、底地幅 90 m 強、3 割勾配である。津波遡上予測区域まで堤防が計画され、河口の低平地は囲いこまれる予定である（図-1.2）。

この事業は防潮堤の巨大さや技術上の課題が指摘されているが、海岸、河川、道路（国道、高速道路）、農地、漁業、環境と河口特有の分断管理や輻輳する利用が一因で再調整が困難との考えが行政側にある。この事業には、日本の海岸管理制度の課題が集約されているが、通常時から事業間調整が難航している河口域の海岸の問題が、災害後、大規模に起き、行政は調整不能に陥った。

この事業計画の見直しについて、2013 年 9 月に海岸防災工事のあり方に問題意識をもつ地域市民、研究者の間で議論され、同年 10 月には有志の協働で代替案を作成し検討している。提案先は地域、市・県・国行政、関心をもつ人々である。



図-1.1 宮城県気仙沼市小泉海岸・津谷川河口（2013 年 10 月 17 日撮影 K.W.）

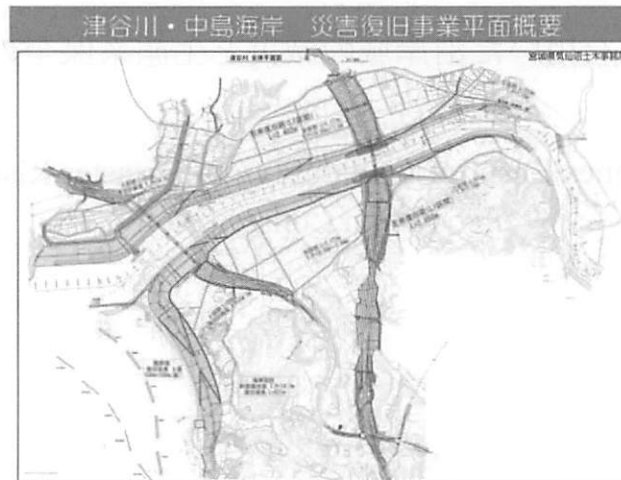


図-1.2 宮城県気仙沼市中島地区小泉海岸設計図（宮城県気仙沼土木事務所 WEB）

「線から面へ！個別の災害復旧の集合から統合的な減災事業への代替案」（図-1.3、図-1.4）として、小泉海岸～津谷川流域平野部までを視野に入れた減災の検討を行った。



図-1.3 線から面へ！個別の災害復旧の集合から統合的な減災事業への代替案

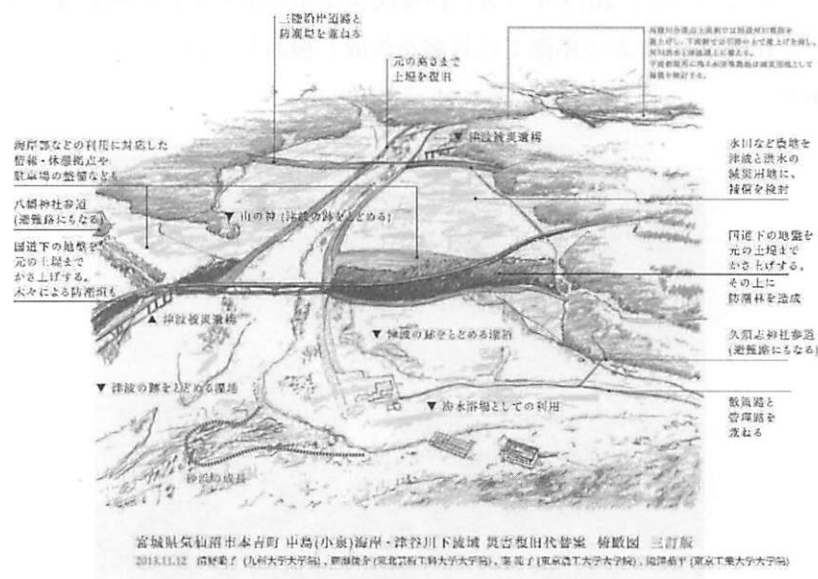


図-1.4 線から面へ！個別の災害復旧の集合から統合的な減災事業への代替案の俯瞰図

1.3 結論

この案の特徴は、①堤防建設の事業実施は前提とし、②セットバックと減災用地の確保を実施。堤防の位置と場所を変える。③道路の盛り土の「兼用工作物」④緩衝帯バッファゾーンを海岸保全区域に指定。⑤気候変動への「適応策」とする点である。生態系を活かした減災 ECO-DRR として、国内外の防災や環境の学会でも議論予定である。

2. 「バッファゾーン」としての砂浜と砂丘

2.1 はじめに

バッファゾーン（緩衝帯）とは、2つの相克する力がある場合、その境界にあって双方の力を緩やかに連続させることにより、激しい摩擦や不連続を防止するエリアである。自然環境については、人間の利用と生態系や景観の保全を両立させるために空間をわけるゾーニングを行うが、その境界に、守るべき生態系や景観自体を利活用もできる空間を確保する手法をとる。その代表例が、国立・国定公園や史跡である。

近年、国内外の自然保護や環境、防災政策においても「保護区の防災・減害機能」や「生態系を活かした防災 ECO-DRR」が着目されている。生物多様性の保全においても、自然保護と防災の対立から融合へと意識の転換が見られる。たとえば、国際的にも生物多様性条約締約国会議のスローガンは、2010年には「自然共生」であったが、頻発する大災害を受けて2012年には「あなたが自然を守れば、自然を守ってくれる」に変わっている。

2.2 海岸のバッファゾーン

特に、海洋という地球規模の外力の影響を強くうける海岸の場合、防災・環境・利用の各要素を並行的に成り立たせる、あるいは統合的に考える手法として以下が挙げられる。

①防災（高潮、高波、津波、強風、飛砂、塩霧）のために海岸保全区域や保安林を設置。

②開発規制として「保護区」「景勝」などを設定。

砂浜と砂丘は自然地形的には、Ⅰ 沿岸砂州～汀線～前浜、Ⅱ 後浜～砂丘前面、Ⅲ 砂丘、Ⅳ 後背湿地として区分できる。

しかしながら、このような砂浜の自然地形を「日本の社会条件のなかで」どのように活かしてきたのだろうか。また、現在問題になっている、日本の海岸構造物や、東北地方の震災復興での巨大防潮堤は、海岸の自然や文化の何と相克する関係にあるのだろうか？

参考事例として、日本国内に長期間にわたり残存し、かつ現役でもある構造物に着目して考察を行う。堤防建設位置と自然地形、さらに長期的な変遷のなかでの堤防のありかたについて、福岡市西区今津（図-2.1）にある鎌倉時代の石積である元寇防塁を事例に論ずる。

当地の保全は、海岸保安林としてだけでなく、日本の法制度のもとでの「海洋保護区」となっている。すなわち玄海国定公園および国指定史跡に指定され、景観、生態系および文化財政策のもとで開発規制が行われている。

「元寇防塁」は、昭和6年（1931年）に国指定史跡となった鎌倉幕府の命により建造された石垣である。当時、九州北部は、大陸の帝国元によって侵略（元寇）を受けた。その1回目の文永の役（1274年）の後に建造が始まり、2回目の弘安の役（1281年）では元軍の上陸阻止に機能する規模となった。

現在は、福岡市教育委員会により、元寇防塁は砂丘の中から一部区間が発掘され野外展示が行われている。玄武岩の石材などの材料がほぼ完全に砂中に残存しており、石積の修復や復元がなされている（写真-2.1, 2.2）。



図-2.1 福岡市西区今津 元寇防塁周辺，長浜海岸



写真-2.1 発掘，復元展示された元寇防塁



写真-2.2 元寇防塁の保存と現地展示

2.3 福岡市今津地区元寇防塁周辺の空中写真判読

元寇防塁と海岸地形や地域での利用について，福岡市の博多湾沿岸の元寇防塁周辺の空中写真資料（国土地理院）を判読し変遷を調べた（図-2.2）。地形や波など物理条件は一般的なパターンに基づいて判断し，植生や土地利用の地域の固有性がある要素については高齢の住民へのヒアリングにより確認を行った。

砂浜は「長浜海岸」と呼ばれ，東に毘沙門山，西に糸島半島を両端とする約3 kmのゆるやかなポケットビーチとなっている。

①1945年の空中写真では，砂丘上に小道がみられる。この部分が「元寇防塁」の位置である。防塁の堤体

は砂丘に埋まっているが、天端の石が所々露出し、ちょうど踏み石のような状態になっていた。(現在も写真-2.1のように、保存されている。)

長浜海岸には、陸側にはまばらに樹木、主にクロマツが生えていた。海岸のクロマツは博多湾沿岸では江戸時代から植林されてきたが、松は防砂林としてだけでなく、落葉は周辺住民が燃料として利用していた。この落ち葉掻き作業により、松林の樹間は人が歩けるスペースが確保され、林の中の通風が確保されていた。林床は常に人為が作用していたため他の植物が生育できない状態となっていた。クロマツのみを生育させる一種の農地に近いモノカルチャー（単一栽培）の植物相となるため、沿岸生態系としては人為が強い二次自然といえる。しかしこの状態が「白砂青松」の原形もしくは理想形とされている。この基準からすると、現在の海岸保安林のように、間伐が不十分なために成長が悪い樹が密植状態であったり、林床に草本や低木が繁茂する状況は「管理が行き届かない海岸林」と捉えられることになる。

また、海側には砂丘から汀線まで連続した砂浜が広がっていた。後浜には海岸植物群落が繁茂し、ウミガメが産卵に来遊している砂浜生態系が形成されていた。利用としては、イワシ類を煮干にするために炊く釜や番屋（仮設の漁業施設）が設置されることもあった。

なお砂丘では、松林と農地の境界線が明確に判読される。砂丘の陸側は緩勾配の台地になっており、畑作農地として開墾され、モザイク状の私有地が広がっていた。松林は燃料となる松葉の供給源であったため、地域住民の共通的な財産である共有地として位置づけられていた。

②1964年の空中写真では、植生の状況は海側では1945年に比してほとんど変化はない。しかし砂丘の陸側の写真上での中心部には、分譲住宅の建設が確認された。砂丘農地の宅地開発が開始された。

長浜海岸に打ち寄せる波と3列の碎波が判読できる。これは汀線から沖にかけて3段の沿岸砂州が形成されていたと考えられる。この砂州により細砂の堆積が維持され、汀線から碎波帯にかけては緩勾配の砂浜が広がっていたと考えられる。

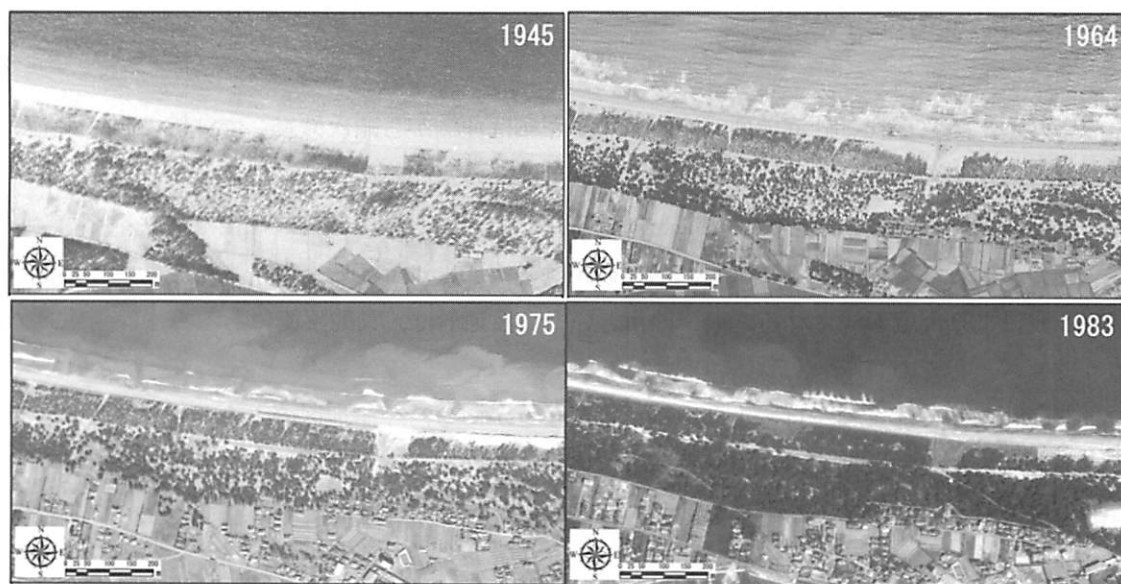


図-2.2 福岡市西区今津 元寇防塁周辺の空中写真（1945, 1964, 1975, 1983 年）

③1975年の空中写真では、保安林の整備が判読できる。後浜に沿って直線状の人工物が設置され、後浜の自然植生が消滅し始めた。砂丘上の松林の林床は白く見えるため、低木や草本類の侵入は軽度だったと考えられる。砂丘の陸側の宅地開発が拡大し、農地の宅地転用によるスプロール化が見られるようになった。

長浜海岸には3段の沿岸砂州が確認された。また碎波帯には濁水が見られるが、これは高波浪時に海底の細粒分が巻き上げられた状態と考えられる。当地の他の空中写真でも同様のパターンが海岸に見られ、波浪の海底への影響範囲の判読が可能である。

④1983年の空中写真では、保安林の工事完了が判読できる。列状で一様なパターンの植林が進み、陸から海へ順次変化する生態系（エコトーン）が失われた。砂丘の松林の林床は植物で覆われた。住民による松葉の燃料利用が無くなり、松林への人の働きかけが減り、二次自然のアンダーユース現象が起きたと思われる。砂丘背後の農地の宅地化が進行し、スプロール化が進んだ。

砂浜の後浜は、保安林とその護岸により完全に覆われ、自然植生が帯状に失われた。このような背後からの人工化の拡大により、ほとんど前浜のみの状態となり砂浜幅が減少した。

この時点で、従来、住民の自然資源利用により維持されていた「白砂青松」の構成要素は、砂浜、砂丘、松林ともに変化した。

2.4 砂浜の地形と生態系の利用の変遷

以上から、福岡市今津における砂丘と砂浜の地形と生態系の利用の変遷を整理する。

①砂丘の多面的利用

砂丘は、基盤となる地形は堆砂による自然の力によって形成され、表面は松林の二次自然となった。白砂青松は沿岸地域のシンボリックな景観となり、松林は海岸の高木として飛砂や飛塩を防止する機能を果たし、松葉は地域の自然資源となった。

②バッファゾーンとしての砂浜

砂浜は外力の強いエリアであるため、人間の利用は限定的かつ一時的であった。そのため後浜の海浜植生など自然生態系が保全されやすかった。

③沿岸砂州の保全上の役割

複数の沿岸砂州が観察される砂浜では、波のエネルギーは沖側から順次減衰して汀線に到達する。そのため細砂からなる緩勾配の砂浜が維持される。一方、砂浜前面の水深が深く、勾配が急で、沿岸砂州が無い場合は、沖からの波が汀線で最初に碎波することになる。そのため、海岸材料の粒径はより粗くなり、外力を受けやすく侵食が進行しやすくなる。また、沿岸砂州は暴波によって海底が攪乱されて変形や移動が生じて、通常時の波により再度形成される。沿岸砂州という自然地形は、動的平衡にある海岸保全施設である。

④地域のコモンズとしての海岸

砂浜の自然資源として、貝類、打ち上げ海藻、松葉などがある。今津地区のような半農半漁集落では、これらは自家消費など地域的に利用されてきたものも多い。そのため、土地の所有や利用は、砂丘頂部から海側は共有地的であった。利活用のルールは地域の自治組織において合議で決められてきた。

2.5 砂浜に関する住民の経験知と居住形態の変化

今津地区の砂浜の背後地の住民は、江戸時代から1970年代までは、半農半漁のほぼ同じ生活様式をとってきたため、それに応じた土地利用があったと考えられる。しかし、松葉の利用が衰退したのとほぼ同時期に、海岸の松林は海岸からの塩霧、飛砂を防備する保安林としての位置づけとなった。

それにより、砂丘や海岸林の利用は、多目的から単目的に変化したといえよう。さらに住民にとっては、

海岸の日常的な利用が途絶した結果、海岸を訪れなくなり、それに関する経験知も失われていった。それに応じて、住民の砂浜への価値観も変化し、自然を自ら管理する感覚が失われ、高度経済成長期以降は、海岸の自然の変化は行政への対策を要望するスタイルへと変化した。

砂丘のすぐ陸側が宅地開発され始めた結果、「飛砂被害の苦情」が生じるようになった。砂丘自体は飛砂で形成されているのだから、自然条件からすれば砂丘の陸側縁辺部に飛砂が発生するのは当然である。元からの地域住民はその知識は経験的に保有しているため、歴史的にも今津集落の居住エリアはより内陸に存在している。新住民があえてより海に近いエリアへの居住を選択するならば、強風による飛砂という自然現象を受忍する覚悟は必要であろう。しかし、一般に分譲時の条件には強風時の飛砂まで情報提供されない場合も多く、居住後に住居や敷地に砂が侵入、堆積すると、行政への苦情として表現される。

行政は苦情への応答のため「対策」を取ることであるが、「潮害防止保安林が必要」になってきた。

保安林の造成は、自然地形の砂丘や砂浜に直接植樹するだけでなく、基盤の造成も伴うことが多い。本稿の今津の長浜海岸でも、後浜の自然の斜面を保全せずに、植林の場としての砂地の平坦地の確保のための盛り土による地盤の嵩上げ工事が行われた。

従来の海岸の勾配よりも地盤高は高く、位置はより海側に進出することになるため、波浪の影響を受けやすくなる。また沿岸を帯状に埋め立てたら、その盛土の維持も必要になる。そのため、後浜にコンクリート護岸が建設され、砂浜の自然の地形的連続性は失われた。

2.6 海岸の生態系と景観

福岡市今津の長浜海岸の生態系や景観の現状を紹介する。特に、玄海国定公園および国指定史跡元寇防塁と指定されているエリアであり、優先的に景観が保全されているため、九州北部玄界灘沿岸の砂浜の生態系や伝統的利用が残存している。

上述の空中写真判読で述べた海岸植生は写真-2.3のように、ハマヒルガオ、コウボウムギ、カワラヨモギ、ハマニガナ、ハマボウフウなどの草本が中心である。これらの植生により、前浜の砂が強風により陸側に堆積し、植物にトラップされることで、その部分がマウンド状に盛り上がっている。海藻の打ち上げのラインが示すように、砂浜の打ち上げ帯には砂が緩やかな凸面をもって堆積する。これがバームである（写真-2.4）。緩斜面の細砂の浜は、汀線付近の浸水した場所は空が反射するほど静穏な水面をもつ非常に浅いタイドプールとなる（写真-2.5）。貝類、アミ類などが生息し、鳥類や魚類の餌場となる。

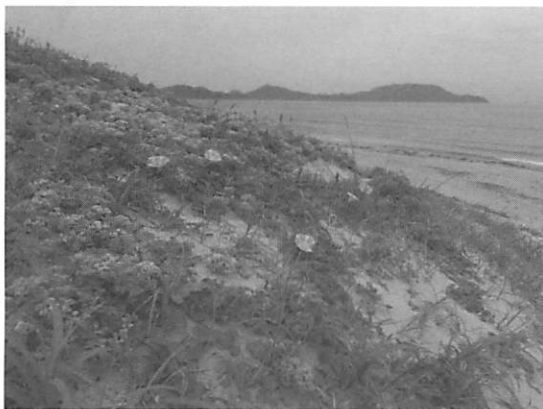


写真-2.3 砂丘の植生（2015年5月）



写真-2.4 砂浜のバームと海藻類の打ち上げ（同左）

一方、保安林が陸側から海へと拡大してきたため、砂丘前面は植林と木造構造物、コンクリート護岸により人工化されている（写真-2.6）。その前面に次第に堆砂によって砂丘が維持、形成されている。砂浜の自然の安定化の指標は海浜植生であるが、それが細い带状に観察されるレベルの半自然海岸になっている。

背後の松林は、福岡県および福岡市の林務行政が管理する保安林となっている。元寇防塁が国指定史跡であるため、地域住民が自治会やボランティアグループを結成して、自主的な管理が行われている。防塁は観光地でもあるため不法投棄や散乱ゴミの被害を受けやすいが、清掃活動が行われている。また、松葉の利用は現在行われていないが、白砂青松の景観を保全するため、間伐や落ち葉掻きも行われている（写真-2.7）。

一方、今津長浜海岸のように保護区指定されていない海岸は、住宅地として開発されている。隣接エリアの福岡市西区今宿の砂浜は、元は同様の砂浜と砂丘の地形であったが、戦後に松林が開発され、砂丘前面が宅地となっている（写真-2.8）。晴天時には美しい海の景観が広がるが、荒天時には塩害が問題となっており、海岸災害に対しても脆弱であると思われる。

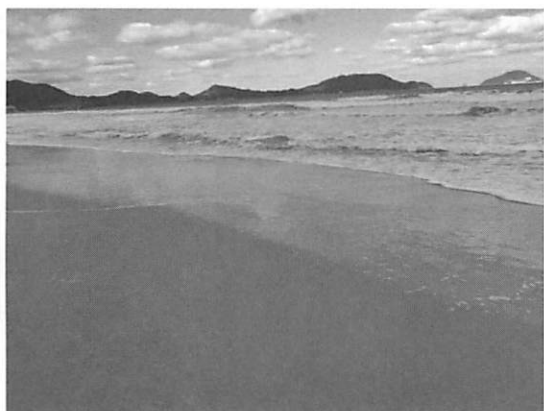


写真-2.5 細砂、緩勾配の砂浜の汀線付近



写真-2.6 保安林の後浜との境界（2014年12月）



写真 2.7 管理が再開された海岸の松林



写真-2.8 福岡市西区今宿の砂丘の宅地開発

参考資料

A-1 「津波防災地域づくり」，震災後に国から示された沿岸域のゾーニング，堤防位置の考え方，津波に強い地域づくりとして提示された模式図（国土交通省），海岸は壁、川の記載なし。

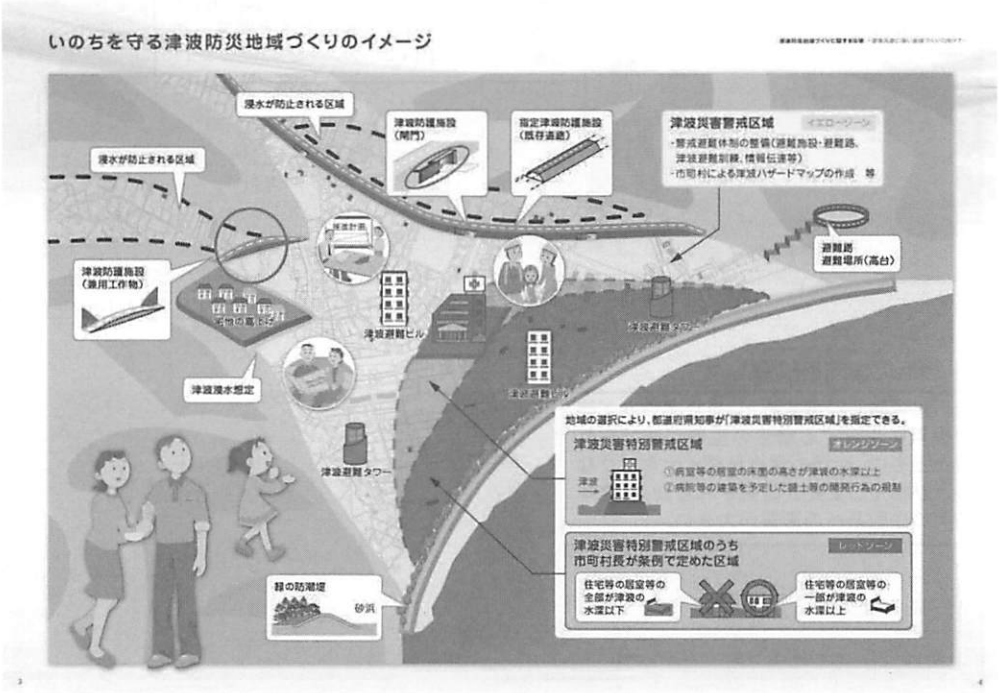


図-A.1 いのちを守る津波防災地域づくりのイメージ（国土交通省）

A-2 自然地形を活用した堤防位置の検討，国の手引書に「セットバック」を明記，堤防前面に出てもよいとする土地が手当できれば，堤防を引くことは可能との方針。

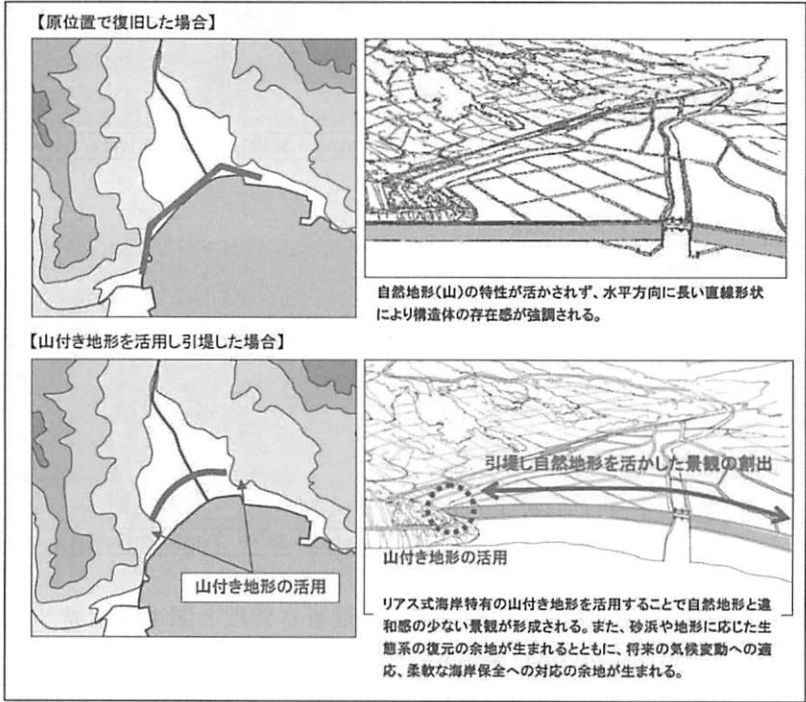


図-A.2 自然地形を活用した防波堤位置・線形の設定例（国土交通省水管理・国土保全局「河川・海岸構造物の復旧における景観配慮の手引き」）

A-3 堤防位置による生態系への影響の比較

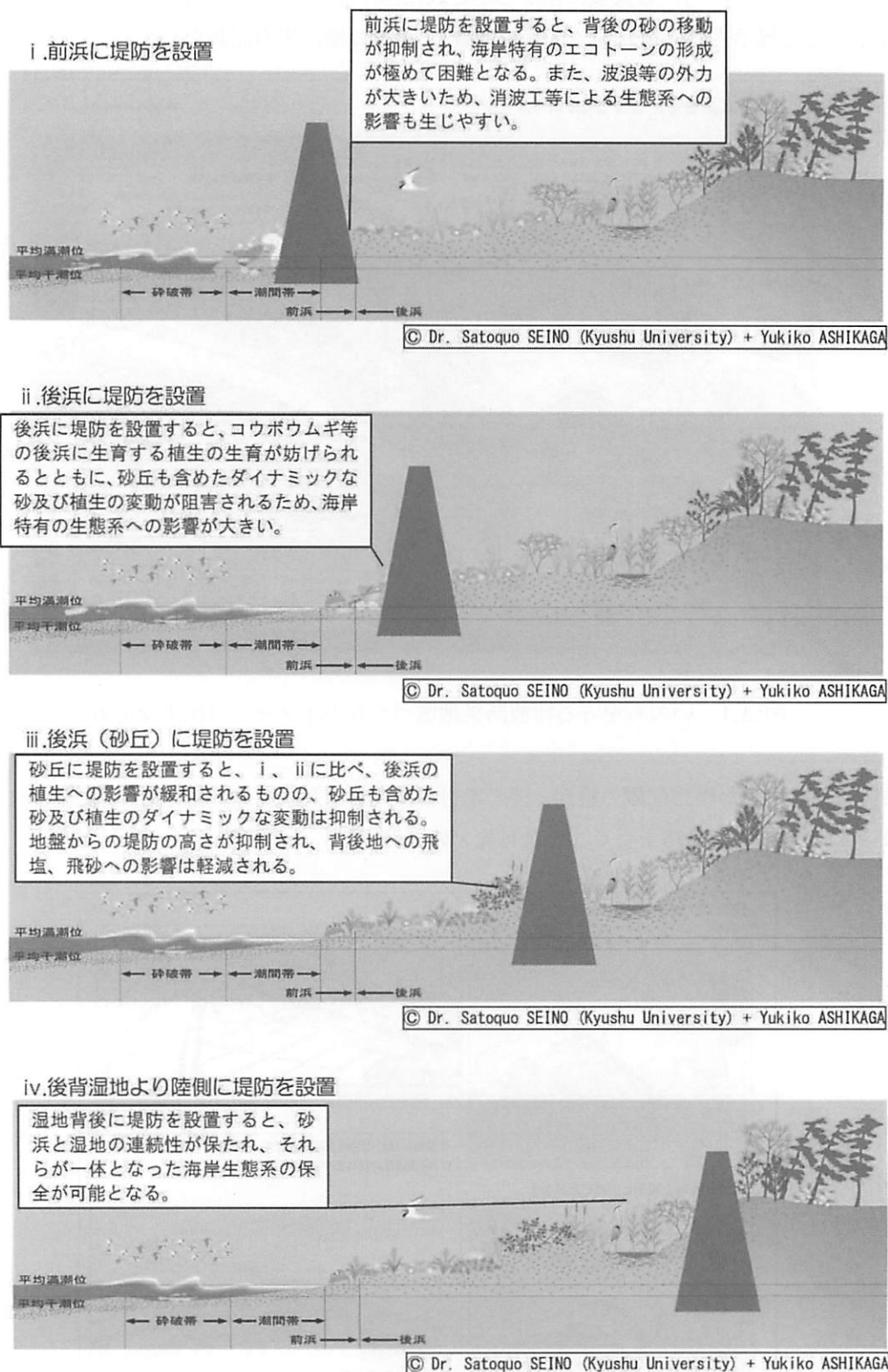


図-A.3 防波堤位置による生態系への影響の比較（国土交通省水管理・国土保全局「河川・海岸構造物の復旧における景観配慮の手引き」2011年11月に掲載）