

# 第4回海岸セミナー講義集

令和5年6月



一般社団法人 全国海岸協会



# 海岸セミナー講義集

## 目 次

明治黎明期から始まるわが国の防波堤物語の断章

関西大学社会安全研究センター センター長・特別任命教授 河田 惠昭・・・5

失敗工学一人と海岸を守るために繰り返した失敗の連続

－間違い、誤謬、誤解、法律、規則、基準、裁量、合意形成、尋問、聴取、アドバイス？－  
鹿児島大学 教授 西 隆一郎・・・23

海岸行政の現状と課題

国土交通省水管理・国土保全局 海岸室長 田中 克直・・・45

沖合構造物により波浪場が規定された海岸での海岸保全の限界

－鹿島灘沿岸と福井県浜住海岸の例－  
一般財団法人土木研究センター なぎさ総合研究所長 兼  
日本大学客員教授理工学部海洋建築工学科 宇多 高明・・・71

伊豆市“海と共に生きる”観光防災まちづくり

静岡県伊豆市 市長 菊地 豊・・・85



# 明治黎明期から始まるわが国の防波堤物語の断章



2023年6月23日

# 明治黎明期から始まる わが国の防波堤物語の断章

関西大学社会安全研究センター長・特別任命教授  
阪神・淡路大震災記念 人と防災未来センター長  
**河田 恵昭**

## 防波堤問題を議論する能力 がそもそも河田にあったのか

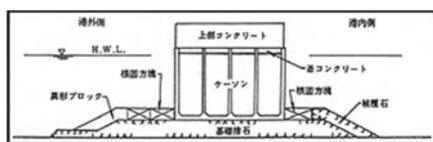
- 29歳のとき京都大学助教授として、大学院の講義『海岸・海洋構造物論』の波力と波圧の担当となった。
- コンピューターで非線形波浪問題が数値的に解けるようになり、波動理論の展開が活発になり、一気に有限振幅波の理解が進んだ。
- 当時、ODAで途上国の港湾築造の要請が多くなり、防波堤の設計作業が必須となった。
- 国内でも台風の高波浪時に防波堤の被災が多発し、その原因究明の社会的要請が高くなった。

## 防波堤の歴史的変遷と技術開発

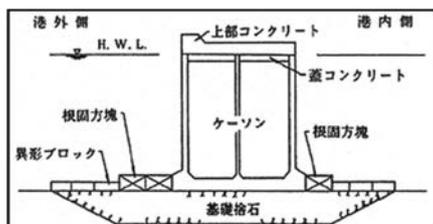
### 防波堤の主たる機能

- 2つの主たる機能がある。
- 1つは、**波浪制御**であり、高波浪を減衰させ、港湾の静穏化を実現する。
- もう一つは**漂砂制御**であり、波浪制御を通して岸沖漂砂や沿岸漂砂を変化させ、海岸侵食を制御する。

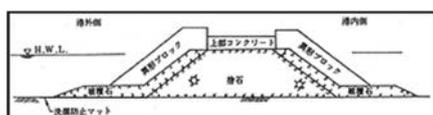
## 防波堤の形式



Composite type breakwater  
(混成堤)



Vertical breakwater  
(直立堤)



Rubble mound breakwater  
(傾斜堤)

## 技術の進化に必要な要件 1

- 新しい技術が考案され充実するのは、担当者の情熱や使命感に大きく依存する。
- 経済的に成功の見込みが立てば、一層のこと開発が加速される。
- 詳細な検討を重ねて改良すると、一層研究投資が定着する。この過程で新たな発想が出てくる可能性が大きくなるが、一般に軽視・無視されがちである。なぜなら従来のものが軌道に載っており、敢えて冒険する必要が不要だからである。

## 技術の進化に必要な要件 2

- 開発中に新たな問題点が見つければ、それは違う視点からの挑戦の機会が見つかったと解釈すればよく、それが開発につながる。
- そのためには、開発分野の専門家だけでなく、これから新たな問題を担当する分野の異なる専門家が参画することが重要である。
- これは、専攻する分野の既存の研究成果をレビューするとき、失敗した事例のみを参考にすることにつながる。繰り返す愚を避ける。
- これは、論文執筆に際し、Intro.を最後に執筆するのと同じ考えである。

## 防波堤技術開発の初期段階

- 18世紀半ばから19世紀にかけて英国を中心として産業革命が進み、技術開発とともに製品輸出入と帝国主義の成熟が軌を一にして進行した。
- 結果的に英国が覇権を握った。
- 防波堤工法も英国から開発された。
- イギリス海峡やドーバー海峡は満潮と干潮の差が大きく、防波堤の建設では波力をどのように取り扱うかが大問題になった。
- そこで、単純な直立堤、傾斜堤の建設が先行し、その後、混成堤（Composite type breakwater）も考案された。

## 初期段階から成熟段階へ

- 『混成』というのは、傾斜堤の上部に直立堤を設置する堤防という意味であった。
- 満潮と干潮の差が大きい港湾では、来襲する大波に対して満潮の時は“波を反射させる”、干潮の時は、傾斜堤の“浅い斜面で碎波させる”という機能の混成であった。
- 混成堤は当時、工事が複雑でかつ大波時に倒壊事例も発生し、英、仏、米国など先進国では普及しなかった。
- 混成堤の開発時期に明治初期の日本人官費留学生が英国に派遣され、防波堤工法を学んだ。

## 技術開発過程での誤解から始まる工法の充実

- 日本人留学生は、混成堤という名は、堤防が直立堤と傾斜堤を組み合わせた“かたち”の混成と誤解し、反射と碎波の“機能”の混成に気づかなかった。
- 帰国後、わが国の本格的な港湾建設は横浜築港が最初であった。そこで、担当する省庁をどこにするかが政治的問題になった。
- 結果的に内務省（大臣：山県有朋、土木局長：古市公威）が負けて、外務省と大蔵省（総理大臣：大隈重信）の連合が勝利し、英国からパーマ技師を招聘して建設工事を主導した。工法は直立堤であった。
- 横浜港と神戸港は大蔵省が所管した。

# 現在の新長崎漁港

## 波浪推算結果

波高14.4m、周期14.4sec  
被害額180億円



大水深22mの海域に、延長1.2kmにわたって  
混成堤方式の防波堤を築造

## 事故現場の空中写真 (朝日新聞社) と防波堤工法の割合



### 混成堤

1987年現在

Type of breakwater	In Japan	Worldwide
Composite	82.7 (%)	15.4 (%)
Rubble mound	7.7	76.9
Vertical wall	9.6	7.7

### 直立堤

### 傾斜堤

## 白島石油備蓄基地の外郭堤防



## 防波堤の諸問題が発生（1）

- 明治時代のセメントの質が世界的に悪く、とくに海中コンクリートの耐久性がいつも問題になった。
- ポルトランドセメントが開発され、耐久性が問題ではなくなったが、1923年関東大震災によって横浜港の防波堤が壊滅した。
- その復旧工事を主導した内務省では、初めはやはり直立堤によって防波堤を築造することになった。東大教授として直立堤を開発した廣井勇氏が先導した（函館港の築港で採用）。

## 防波堤の諸問題が発生（２）

- 時代の趨勢で、大型の港湾開発が必要となり、直立堤を現場施工する工事が困難であるという認識が共有されるようになってきた。
- そこで、現場施工も可能な混成堤の施工例がわが国で極めて多くなってきた。
- これと同時に、海岸堤防に作用する波圧と波力に関する理論的研究が、わが国を中心に進行することになった。
- これを主導したのが、当時の運輸省港湾技術研究所であり、合田良實氏が先導した（海岸構造物の対波設計 鹿島出版会）。

## 『耐波設計論』が脚光を浴びる

- 1980年代後半に混成堤で設計・施工した海岸堤防が相次いで、大規模被災という事例が発生
- 1987年頃新長崎漁港、白島石油備蓄基地、北九州空港などで破堤事故が発生し、改めて波圧・波力の理論的展開の重要性が認識され、合田氏の業績が高く評価されるようになった。
- 2000年に国際海岸工学会議（ICCE）がシドニーで開催され、これと軌を一にして英訳版が出版されて高い評価を得て、合田氏は国際海岸工学会賞を受賞した。

## 教訓

- 先進国で現在も混成堤が主流であるのはわが国だけであり、ほかの先進国は傾斜堤のままである。理屈で長い伝統を壊すことは容易ではない。
- 新しい工法の導入に当たって、必ずしもそれまでの開発の経緯に立脚しなくても、技術開発すれば新たな成果を得ることができる。

2000年オーストラリア・シドニーでの国際海岸工学会議の会場にて



合田良實先生と私

## 漂砂制御構造物 の技術開発

### 実施例

- 和歌山県白良浜  
ポケットビーチの造成のため平面水槽で水理模  
型実験（1982年～1984年）
  
- 富山県下新川海岸  
海岸侵食対策工法の開発と適用（1992年～  
2008年）

## 和歌山県白良浜

汀線：約500m 浜幅：約50m

面積：2万5千m<sup>2</sup>

最盛期：1日5万人の海水浴客

(冬期の飛砂による海岸侵食対策と海水浴場としての台風の高波浪による侵食対策と水質保全が目的)



コロナ禍の渦中にリゾート地として活況を呈した。

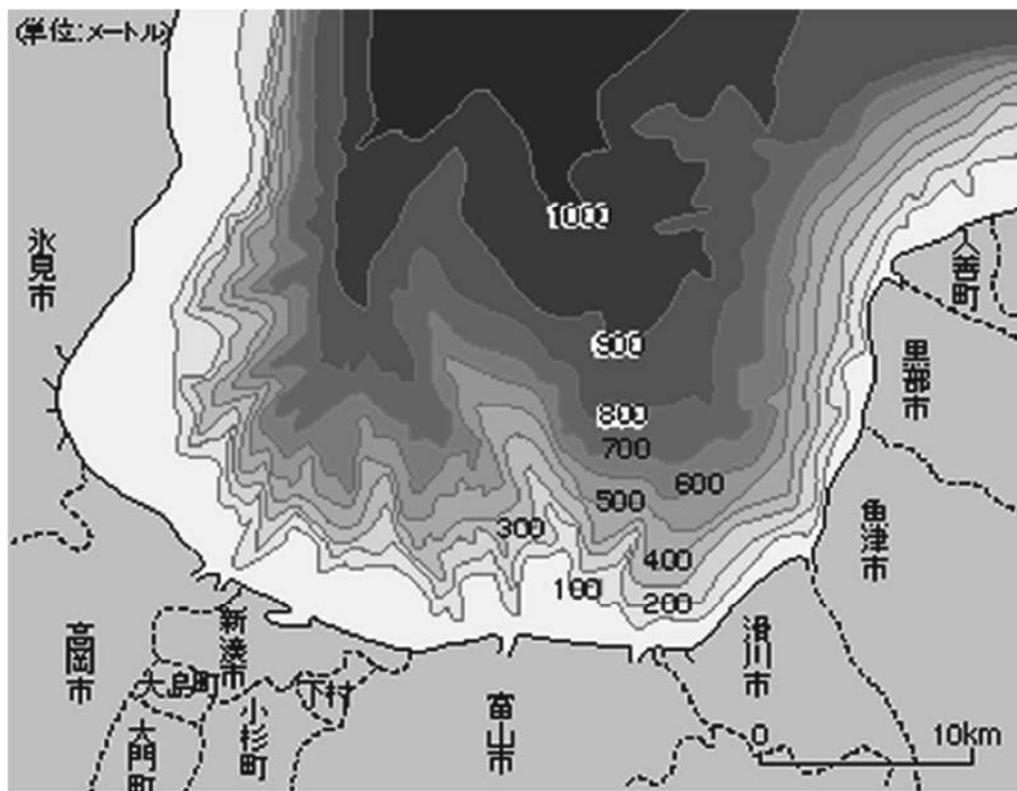


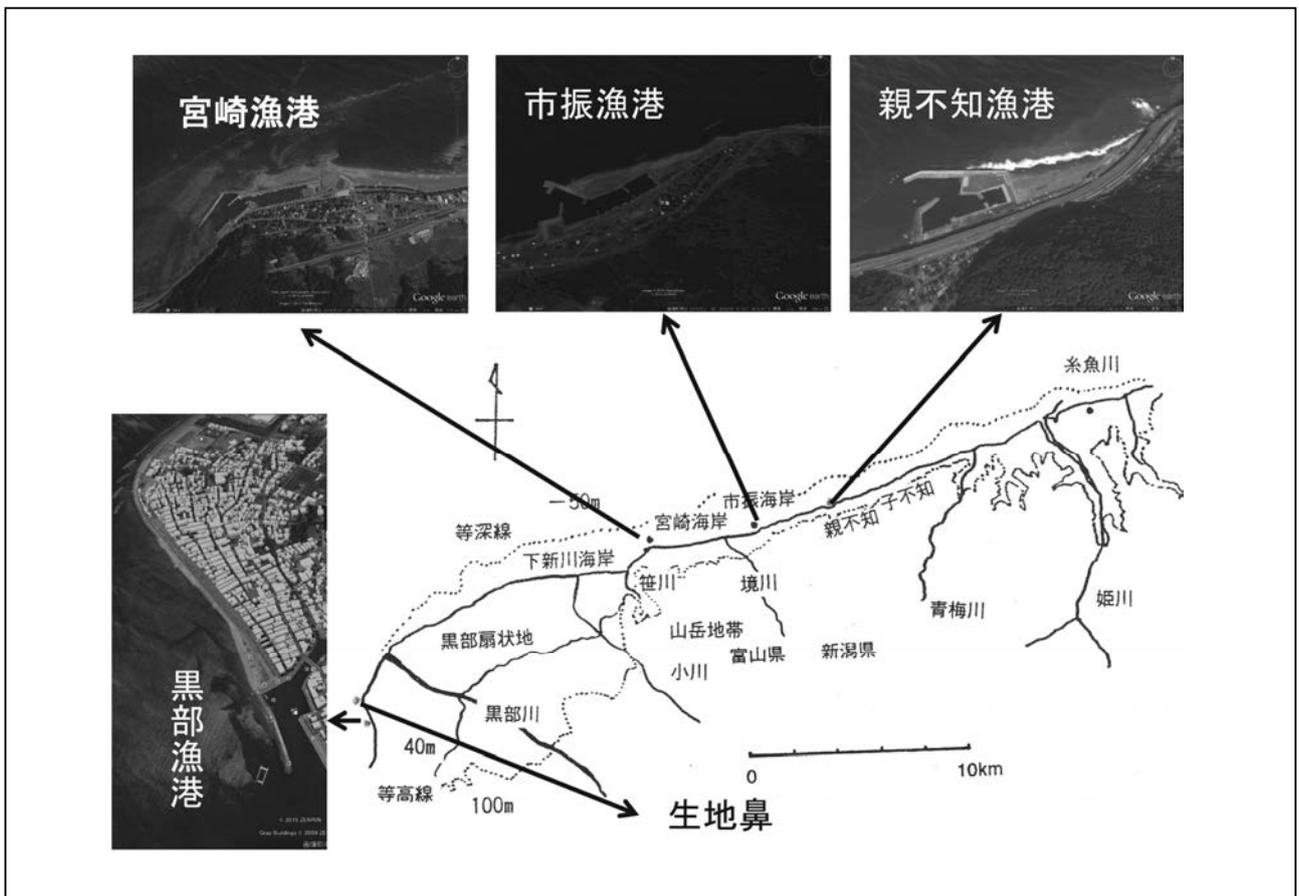
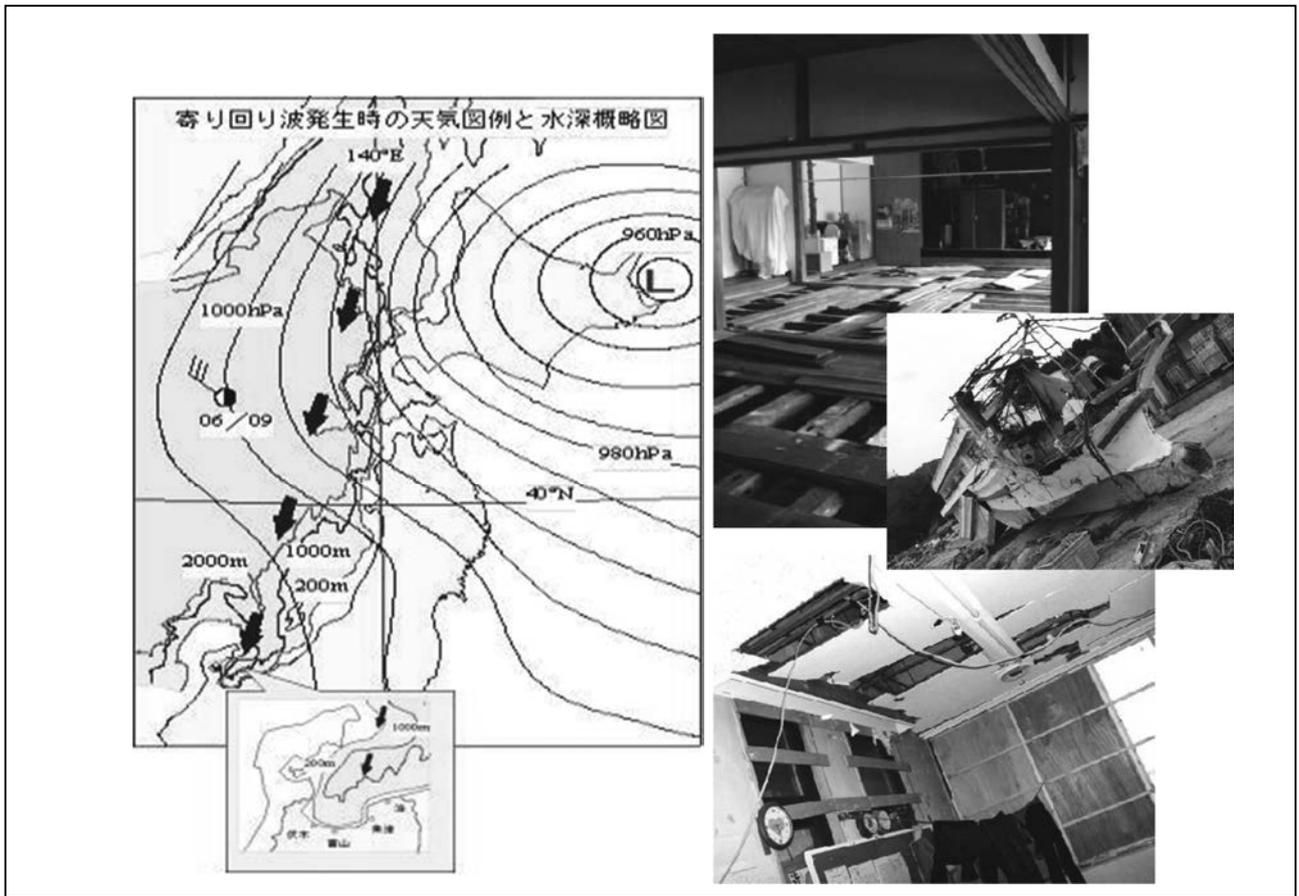
## 下新川海岸の侵食制御 1

- 黒部川の黒四ダムや出し平ダムの築造と流路固定などによって、下流の下新川海岸の侵食が激しくなり、日本初の直轄海岸として侵食対策が実施されてきた。
- その中で、黒部海岸の生地鼻という礫浜海岸の侵食が激しく、高波浪時に越波による被害が看過できなくなってきた（越波時に大礫が飛来して屋根瓦を突き破って屋内に落下する）。その侵食対策工法の開発と施行が河田に依頼された。
- 河田は、大学院生の時代（1970年代）から新潟海岸と富山海岸の海浜過程を研究しており、しかも漂砂機構で土木学会論文賞（1992年）を受賞し、能力があると当時の建設省で判断された。

## 下新川海岸の侵食制御 2

- 延長2kmの下新川海岸では、従来より離岸堤工法によって漂砂制御を試みていたが、成功せず、むしろ深刻化した。
- そこで、いきなり漂砂制御を目指すのではなく、波浪制御によって漂砂を制御することを考えた。
- 前浜の勾配が6分の1という急こう配でかつ、海岸線が120度方向が変わる地点
- 新型透過型突堤を考案した（波の反射率や沿岸漂砂の通過率などを考慮）
- 2基施工するまでに16年を要し、その間国土交通省北陸地方建設局黒部工事事務所の所長が8人変わった（16年間）。







## 下新川海岸の侵食制御 3

- 2008年に寄り回り波が来襲時に2基の新型突堤で波浪制御し海岸侵食が発生しなかった。
- その後、もう2基が増設され、以来周辺海岸は平衡状態で推移している。
- 新型突堤によって波浪制御、侵食制御が成功した。
- 五洋建設が現在、特許を有している。
- 黒部市の市民が日頃より海岸に関心を持っていただくために、地元企業のYKKに海岸祭りを夏に開催することを提案した。

国土交通省  
Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism

Press Release

平成20年8月14日  
河川局 海岸室 防災課  
河川局 治水課

同時発表  
国土交通省記者クラブ  
新潟県政記者クラブ  
新潟県政記者クラブ(新潟)  
富山県政記者クラブ  
黒部市政記者クラブ

高波災害対策検討委員会  
「中間取りまとめ」について

平成20年2月24日、低気圧による激しい高波により、富山県黒部市、入善町及び朝日町の下新川海岸において海岸堤防が被災するとともに、越波等による住家の破壊や浸水被害等が発生した。このため、国土交通省河川局は、浸水前後の避難行動や情報伝達等について全国的な見地から、今後の対策を検討する観点から、中間取りまとめを公表した。

目次

はじめに

1. 今回の高波災害の特徴と課題

(1) 高波の発生メカニズム 1

(2) 災害の発生メカニズムと課題 2

(3) 水防活動や避難等の現状と課題

2. 今後の対策の基本的方向

(1) 海岸保全に関する基本的方向

(2) 水防活動や避難等に関する基本的方向

おわりに

14

資料-2

高波災害対策検討委員会について

1. 高波災害対策検討委員会の目的

平成20年2月24日、低気圧による激しい高波により、富山県黒部市、入善町及び朝日町の下新川海岸において海岸堤防が被災するとともに、越波等による住家の破壊や浸水被害等が発生した。

このため、高波や越波の発生メカニズム、浸水前後の避難行動や情報伝達等について検証し、下新川海岸における対策を検討するとともに、全国的な見地から、今後のハード及びソフト両面で海岸保全や水防などの減災対策のあり方を検討することを目的に、本委員会を設立するものである。

2. 委員会の構成

委員長 河田 恵昭 (京都大学防災研究所巨大災害研究センター長・教授)

委員 石井 隆一 (富山県知事)

石田 啓 (金沢大学大学院自然科学研究科教授)

魚津 龍一 (朝日町長)

櫻井 敬子 (学習院大学法学部教授)

佐藤 慎司 (東京大学大学院工学系研究科教授)

諏訪 義雄 (国土技術政策総合研究所河川研究部海岸研究室長)

田中 淳 (東京大学大学院情報学環総合防災情報研究センター長)

堀内 康男 (黒部市長)

宮村 忠 (関東学院大学工学部教授)

山本 孝二 (株式会社ハレックス取締役会長)

米澤 政明 (入善町長)

※敬称略、委員は五十音順

(事務局) 国土交通省河川局海岸室、治水課、防災課、北陸地方整備局河川部

3. 検討経緯

平成20年3月18日(火) 第1回高波災害対策検討委員会

平成20年5月30日(金) 第2回高波災害対策検討委員会

平成20年7月29日(火) 第3回高波災害対策検討委員会

平成20年8月14日(木) 中間とりまとめを公表





2008年2月24日

有義波高：6.62m (6.4m)  
有義波周期：13.9秒 (12.2秒)  
カッコ内：50年計画波浪

平成20年2月23日から24日の低気圧による高波被害について



激しい高波により下新川海岸（富山県）にて越波が発生



激しい越波により住家の破壊や浸水被害等が発生



激しい越波により背後の住宅等が浸水



激しい高波により海岸堤防等が倒壊

## 教 訓

- 海岸侵食の原因をまず明らかにしなければならない。
- 原因を緩和する方法を見出して、試験施工や水理実験で効果を確認する。
- これら両者は、同時に海岸工学の研究成果を待たなくてはならない。つまり、長時間を要する。
- “継続は力なり”を信じて、真摯に問題に取り組む。
- 成功の果実を地元住民と共有する必要があり、これによって海岸構造物が長期間、効果を発揮できる。



失敗工学－人と海岸を守るために繰り返した失敗の連続  
－間違い、誤謬、誤解、法律、規則、基準、裁量、合意形成、尋問、聴取、アドバイス？－



# 失敗工学－人と海岸を守るために繰り返した失敗の連続

－間違い、誤謬、誤解、法律、規則、基準、裁量、合意形成、尋問、聴取、アドバイス？－

鹿児島大学水産学部長 西 隆一郎

海岸や沿岸域での調査時に、研究者倫理あるいは職業倫理と言われるコモンセンスや、自然科学および工学系統の専門知識に加え法律的な知識や知恵が必要になることが意外にある。その様な時に中堅や若手の方々が驚かなくて済むように、海岸に関連した司法関係の入門的な話も含めて当方の失敗から何かを学ぶか、話として楽しんでいただければと思う。技術者そして研究者としては、失敗を恐れて何も行わないと成長できないので、他人（当方）の失敗から少しでも学んでいただき、現場の技術者や若手研究者の皆さんの日々の海岸業務の改善や工夫に繋がればと言うのが本原稿の趣旨である。

## 1. 序論

理学分野の研究者であれば学問の真理を極めるのが目的であるが、実学の代表的な分野である工学や農林水産学では、真理探究以外で人のため、社会のためと言う目的が常に付いてまわり、対人的なトラブルや法的な問題にも対応せざるを得ないので、失敗を経験する機会が増えたように感じている。海岸工学の分野では、主に、海岸保全に関し検討すればよかったものが、環境保全や海岸利用（の保証）に関しても総合的に検討せざるを得ないために、災害復旧等で海岸工事を行う場合は、ほぼ技術者と地域住民のみで話し合えば済んでいたのに、環境保護グループやサーファー等の海岸利用者、観光客等もステークホルダーとして考慮せざるを得ないので、工学技術を含めた幅広い知識と経験、そして、法律的な知識に加え、ある意味での一般常識が合意形成や工事進捗のためには必要であると感じている。しかも、海岸保全に関しては、通称の海岸四省庁（旧建設省の河川系、旧運輸省の港湾系、農林水産省の農地系と水産庁系）が異なる技術基準および思想（哲学）で事業を進めるために、それぞれの境界線での問題だけでなく、境界線を越えて、波（屈折波、回折波）や水の流れ（海浜流）そして砂の流れ（漂砂）が夫々の現象の下手側で波及効果を及ぼすので総合的な調整が必要なはずであるが、どうも、官は間違いを犯さないという想いが現在も継続中の様で、海岸保全事業後に建前上は予想していなかった新たな海岸侵食や過剰な堆積現象が境界線を越えた領域で発生することもある。そのために、対象海岸における海岸四省庁の連携関係も知っておくことが望ましい。一方、これらの包括的な知見を身に着けるには、先達の指導を仰がない限りは失敗を積み重ね身に着けるしかないのかもしれない。行政関係者であれば原則として誤謬を侵さないはずであるが、地方自治体レベルでは海岸保全に携わる経験を持つ事は一般的とは言い難いので、地方自治体レベルで技術系職員が海岸保全を突然担当することになると、どうもよく分からないという事があるようである。また、専門家と思われがちなコンサルタント会社の技術者も、現場経験や工学的な基本知識が必ずしも十分と言えない場合もある様で、発注者側と成果品を報告に来たコンサル技術者が当方から見るとどうも訳の分からない話をしている事がある。実は、4月1日からの職責のために前年度末に所属部局に提出された海洋土木に関する某コンサルタントの報告書を目にして感じたことがある。発注者側（当方の所属部局）にも発注した問題に対する基本知識がなく、どうも、受注したコンサルタントにも

当方から見ると技術者としての基本的な知見を欠いている様で、報告書の瑕疵が大きすぎると感じている。昨年度末に提出された技術報告書のやり直しを命じたところであるが、事務方に穏便にと言われ苦慮している。当方の所属部局の事務方も受注した某コンサルタントも、当方が波と砂や構造物設計の話はある程度理解している専門家という基本的な認識が無く、どうも魚屋の大將が何を言っているのかと言う様な雰囲気は漂っており、当方の専門家としての能力を関係者が知らないあるいは認めない状況がまさしく失敗という事と判断している。更に、本日の講演テーマを事務局にお伝えした時には、海岸工学のご先達がたくさん目の前におられる状況で話をするという事を想定しておらず、失敗を侵さない高名な海岸工学の先生方の前で、当方が関わる海岸工学上の失敗を話す状況に落ち至ったことは、最大の失敗と思い反省するところである。

さて、研究者として工学部で20年間、そして、水産学部で17年間にわたり海洋や海岸そして自然災害と水圏環境に関する研究や啓発教育ならびに技術者教育を継続する中では、公益（社会のため、地域のため）と言う言葉を大事にしている。どうも、海岸工学や海洋学そして環境学などを体系的に学ばなかったことと、外部から輻輳する問題が持ち込まれてもできるだけ断らなかったために大小様々な失敗を積み上げてしまい、今回、中堅や若手技術者向けの他山の石として当方の経験した失敗事例を幾つか紹介することにする。自分だったらどうするだろうと考えながら聴いていただくと当方の失敗のひどさや無知をご理解いただき易いと思う。という事で、まずは、頭のウォーミングアップの様な話から始める。

税金を原資に作っている改修中の護岸の天端上にお地蔵様と賽銭用の鍋が置かれていた。地域のどなたかが好意で置いたものと思われる。さて、このお地蔵様と賽銭用の鍋を国有財産の護岸の上に置く行為は合法であろうか、それとも違法であろうか、あるいは司法の枠外の問題なのか。皆様が持つ法律的な知識と日常生活での常識を論理的に組み合わせ、誰もが納得できる様に答えて頂きたいものである。当方は法文学部を出たわけでもなく、法曹の資格も持たず、司法職員の経験も無いので、司法的な資格や経験に基づいた判断能力を持たないが、「違法」だろうと思いつつも、調査の縁起を担ぐためにお地蔵様に賽銭をお供えし現場作業が無事に済みますようにと手を合わせて祈り、証拠写真を一枚撮影した。違法と思った理由は、国有地（物）を勝手に占有していること、また、国有地内で宗教的な活動を勝手にやっていること、設置目的も設置者名も書いていないので違法な資金集めの可能性があること、金銭的な利益がある場合には税法上の問題も起きること等を危惧し、「違法」な構築物ととらえることが可能と思った次第である。しかし、お地蔵様であれば社会通念上許容される地域社会の活動と捉えられる可能性もありそうなので、誰かが公的な機関に問い合わせをしない限りは管理者側も気付かないふりなのではと推測した次第である。海岸管理者としては、設置者が分からない限りは問い合わせしようも無く、所有者が分からないのでごみ扱いで撤去とは簡単にできないという問題もありそうである。

砂が関わる頭の体操と言うか失敗的な状況とも考えられる事例の一つを紹介する。写真-1に示す海岸の沖合には約200ha（1.5km x 1.5km程度）の人工島がある。人工島背後は波の遮蔽域なので隣接海浜から砂が移動し堆積域が形成されている。また、砂の供給源となる隣接領域では海浜侵食が生じている。この写真では、漂砂の連続性が絶たれた防砂突堤の手前側と写真中央奥左側に見える緩傾斜護岸付近で大規模な侵食が発生している事が分かる。緩傾斜護岸背後には民有地（水産業関連施設）が存在しているためにこれ以上の海岸線の後退（海浜侵食）は許容されない。と言うわけで、海岸侵食の原因となっている人工島の管理者が、海岸侵食対策の工事費用を原因者負担と言うことで支払うべきと思うかもしれない。実際に、20年程度前の段階で緩傾斜護岸、養浜、防砂突堤の建設費用は20数億円

かかった様であり、人工島の管理者側が負担したとの事であった。一方、人工島の築造に当たり、埋立てに必要な土砂は人工島沖合の海底から海砂を浚渫して用い、その海砂浚渫で出来た海底の窪地（掘削孔）の形状が、海浜侵食が最も激しかった緩傾斜護岸付近に波を収斂させるような異様な掘削をしている事も分かっている。海洋土木工事を得意とする民間事業者であるが、この企業が海岸侵食対策用の工事費を負担したという話は聞いていない。また、その後、人工島に隣接した河口部および河口横の漁港では、陸域から河口に供給された砂が人工島の存在で動きにくくなり大量に砂が堆積し、埋没傾向にある。人工島が、陸地と繋がりそうな状況が現在は発生している。漁港埋没の原因となっている河口付近の土砂の管理者は国の機関である。一般論として言えば、人工島が河口に隣接する海域に築造されなければ河口閉塞・航路埋没・漁港埋没が顕著な問題になる事は無かった筈である。さて、誰がどの問題の解決費用を支払うべきかお分かりであろうか。



写真－1 人工島築造に伴う隣接海浜の地形変化と底質移動（手前側が人工島背後域）

当方は何故か過去 20 年間ぐらい海岸（環境）工学と司法が関わるややこしい問題に巻き込まれることが増えている。実は、4 月 1 日からの職責の関係で突然（本原稿締め切りの数日前に）司法機関から事情聴取を受ける身（被疑者扱い）になったことを知らされた。一研究者としては、司法問題に関わることは、研究に費やす時間を輻輳する司法案件にかなり割かれてしまうために、最大の失敗事のような気がしている。一方、司法が関わる海岸工学上の問題は、公益のためと思わざるを得ないために仕方なく引き受けているが、時間と精神的なエネルギーをかなり要するので、他の研究者にどうぞお願いしますと振れないのが困り事と言うか、他人に振れない気の弱さがそもそも失敗の始まりである。海岸管理者側と司法機関の両方から相談を受けていた案件で、管理者側が最近検察に電話したら不起訴ですという返事を頂いたとの報告を、5 月上旬に受けたばかりである。本年 2 月上旬には、数年継続していた海岸保全に係る裁判が結審し、専門家としてサポートしていた被告側（海岸管理者側）の完全勝訴の知らせを受け一安心しているが、原告側が高裁に控訴したと被告側（海岸管理者側）が、当方のところに 5 月上旬に報告に来て、今後よろしくお願ひしますと伝えられ、やれやれという状況が継続中である。当方は、水難事故、海岸保全、海の生物案件、その他の特殊案件で技術と法律が関わる相談を受けることがある。本原稿を読む方々が、被告あるいは被疑者、場合によっては原告と言う立場になる可能性はほぼないと

思われるが、その様な場合は、「科学的・工学的（技術的）に正しいことを答える。誠意をもって事態に対応する。できれば、適切な相談相手（専門家）を探す。そして、関係者が理解できる言葉で説明する」と言う事を大事にされては如何かと思う。一番大事なのは、関与する海岸工学的な事業や調査研究等で、司法機関が関与するような事態にならないように配慮することである。

## 2. 失敗の事例

### 2.1 警察関係

30 数年前の別の出来事であるが、12 月末の寒い時期に海岸の砂丘林で囲まれた駐車場に車を 2 台置き、卒業研究用の海岸調査をしたことがある。調査を終えて駐車場に戻ったら、学生さんの車から「あれっ」と言う声が聞こえるので何かと思ったら、車上狙いの被害を受け、卒論データの詰まったフロッピーディスクを入れていたリュックサックが盗まれていた。警察を呼んで現場検証したが、盗まれたものは戻ってこず、卒論データのバックアップが無いと言う事で大変な年末年始を過ごしたことがある。助手の時代の大変な失敗で、自分だけでなく学生さんにもデータのバックアップを必ず取っておくことと言う指導をしていないと言う失敗であった。現在の学生さんには、研究室配属時点で、データのバックアップを必ず残すという指導を行っている。本事件の数か月後に、この現場から数km離れた海岸の駐車場に車 2 台を止め海岸にテントを張り 2 泊程の現地調査を行った。夜の遅い時間、砂浜のテントに警察官数名がやって来て車上狙いを逮捕したので現場検証に付き合っただけで欲しいと伝えられ、学生とともに駐車場に向かった。警察官曰く、その車のドアを開け中の物を取った瞬間に逮捕しました。犯人逮捕は良かったのだが、犯人が鍵のかかった車を開けるのに助手席の窓からワイヤーをねじりこみドアのフックを上げたので、ドア内部のパワーウィンドウの線が切れてしまい実損が生じていた。こちらも学生もそうなる前に警察に何とかして欲しいと思ったのだが、犯罪行為を確認するまでは逮捕できないので、犯罪行為実施後に逮捕された後味の悪い事件であった。現場検証時に、この延長数十kmの海岸で 30 数名の車上狙いがあり、その内数名が活発な活動をしているようであると内部情報を聞き、思わず「警察頑張れ」と思った次第である。茨城県羽埼にある港湾研究所の観測用栈橋で共同観測中に、他の大学の先生が車上狙いの被害にあっていたので、海岸で車を一晩以上駐車する場合には、車上狙い対策を勧める。これも、痛い失敗から学んだことである。

米国から日本に帰って来た三十代後半のある日、一人で現地調査を行っていた。午前中に海岸を歩きながら、浅瀬で貝掘りをしている男性のご老人に会ったので挨拶を交わし、こちらは目的地に急いだ。数時間後に作業を終了し、機材を抱えて駐車場に向かい砂浜をてくてく歩いていたら、遠くの浅瀬に何かが見えた。午前中に挨拶を交わした男性のご老人がいた場所に近そうな雰囲気を感じながら、黒い物体がだんだんと大きく見え、そのご老人である事が分かった。しかし、重さの関係で一人では浅瀬から浜の上（後浜）にご老人を移動できないので、人を探しに走りながら警察に通報した。そして、手伝ってくれる人を見つけ現場に戻り、ご老人を浜の上に引き上げた。警察の事情聴取を終え職場に戻り気落ちしていたのであるが、数日後、ご家族の方々が研究室に来られお礼ですと封筒を渡されたので、少しお待ち下さいと断りご遺族に見えない様に封筒の中身を香典袋に移し替え、ご冥福をお祈りしますとお渡しした事がある。法律上も服務規定上も相手方のお気持ちを察しても、受け取った方が良いのかとも思いながら、今でも同じ様にするかもしれない。ご遺族の方々は保険の手続きに必要なので当日の状況を知りたいと言う事であった。この時に初めて、行方不明者は三年経たないと死亡宣告が出来ず、残された家族が様々な

手続きで困ることを初めて知った。その後、ご家族の下にご老人をお帰り頂く手伝いが出来たと思う事で、気持ちが少し軽くなったのを憶えている。この案件以降、何故か、海浜事故（水難事故）に関わる様になってしまった。トラウマもあるので、若手・中堅研究者の方々にはお勧めしにくい研究テーマである。なお、所属部局の学生には、水の中では浮いていれば生き残る確率が劇的に高く、また、もしもの場合（命を亡くしても）は必ず残された家族のために浮いていられる工夫（ライフジャケット装着等）を必ずすることと指導している。

今から約二十年ほど前の水難事故予防のための現地調査中の話であるが、他機関と一緒に流れの現地調査を海岸で行っている時に、地元の所轄署員ではなく、県警本部からの警察集団が現場に踏み込んできたことがある。実は、こちらが一緒に調査していた組織も逮捕権限を持つ別組織であった。警察官の集団がどんどん近づいてくるので何かと思ったら、どうやら向こうも不安な様子が垣間見えた。警察官と言葉を交わしながら分かったことは、海岸に怪しい集団がいるとの通報が警察に入った模様であった。しかも、駐車場の白色大型バンは東京ナンバーで、組織名が何も書いてない状態であった。東京ナンバーの車がそこにあるのは、石原知事（当時）が影響しているのだが、時代はオウム真理教の不安を抱える時期であったために、地域の所轄では対応できないだろうとの判断で、県警本部から多くの警察官が来たようであった。こちらは、人命救助目的の流れ調査中であったが、暫くは、警察関係者と緊張した状態が続いた。警察官が引き上げてから、そっちのせいだと揶揄ったのだが余り笑えないジョークであった。この時は、司法機関と一緒に調査中と言いながらも地域関係者に一言断らなかったのが失敗であった。個人的には、いわゆる当局と言われる組織に頼まれて調査をする場合には、そちらの方で必要な手続きを行っている（筈なので）、こちらとしては余計な手間や手配をしなくて良いので助かりなのだが、最近では、それとなく地元関係者にも連絡するように気配りし、失敗と言う事態にならない様に対応している。

## 2.2 砂に関わる失敗

現在は砂浜や砂丘の上で車をスタックさせる事はほとんどないが、研究者になった頃は車をスタックさせて途方に暮れた事が数回ある。今では、砂の性質（特徴）をある程度知っており、判断に困る時は車をいったん止めて、徒歩で砂丘や浜を歩いて砂の硬さを確かめてから、運転再開している。さて、30数年近く昔の話であるが、工学部の土木系の学生を連れ海岸で測量実習をしている最中に、測量実習のやや邪魔になる形で四駆の高級車が砂丘と砂浜に進入して来た。その高級車が浜から砂丘を越え道路に戻ろうとする直前でスタックしてしまった。運転状況を見ながら、中年のドライバーの運転技術と同行者だけでは砂の中から脱出できそうにないので、学生を連れて行きタイヤの下の余分な砂を除去し、流木をタイヤの下に敷き、車の後ろから数人で押す作業をしたらじわじわと車が脱出できた。運転手が降りてきて感謝の言葉を述べお金を渡してきたので、当たり前のことと言ってお金を断った。車が見えなくなってから、実習に同行していた別の教員一名が近づいてきて、「何であんな車を助けるんだ、ほっとけば良いのに、馬鹿野郎」みたいな言葉を吐いたので無視したが、その様な教員が同行しているのが失敗だなと感じた。その後、救出した車が測量実習現場に再びやって来て、学生の皆さんで飲んで下さいと大量の冷えた飲料を差し入れしてくれた。学生さんへのジェントルマンシップ教育に役だって良かったと思うが、現在の職場の規則で考えると、第三者から無料で大量の物を貰うと、研究者倫理あるいは服務規定に反する行為かなと思っている。時代とともに失敗の定義が異なるかもしれないが、学生には、ボランティアを行っても社会通念上の物を頂くと、特に、官の立場になった場合には失敗

だからねと教えている。

アメリカで海岸保全の研究していた 20 年数年以上昔の話である。フロリダ州のある地域で、海岸保全構造物の設置後に漂砂上手の A 自治体では砂が堆積し同時に海岸の土地も拡がり助かって、一方、漂砂下手の B 自治体では砂が来なくなり海岸の土地が侵食され（消失し）困っていると言う砂に関わる問題が、隣接自治体同士での訴訟案件になった。この裁判で A 教授と B 教授が夫々の自治体に依頼された専門家として師弟で争っているという話を当時の上司から聞いた。国際的にも有名な学者である A 教授も B 教授も個人的に知っていたので、訴訟社会のアメリカは大変だと感じた。ついでだったので、米国陸軍海岸水理研究所（CHL）の図書館で海岸に関する司法的な問題の文献収集を行ったことがある。隣接自治体同士あるいは一般市民と連邦政府等の間で海岸侵食や堆積（つまり土地が減ったり増えたりの水利権に類似した現象）に関する司法的な問題や、海水浴を含む海岸利用者の海浜事故に関する海岸管理者との司法問題等が確認できた。自分の知り合いと専門家として裁判で対峙するような事態に巻き込まれるのは避けたいというか起こらないと個人的には思っていたのであるが、近年、その様な事態に巻き込まれてしまった。ある意味で失敗の極みである。専門家としてサポートした被告側が本年 2 月に完全勝訴となったので、研究者としての首が繋がった次第である。敗訴の場合には研究者廃業と思いきメンタル的に大変であったが、ややこしい案件を断れない性格がそもそも失敗の根源である。

水と砂に関わる別の法律的な話で、メキシコと米国の国境近くにあり海に面するテキサス州の某大学研究所で海岸保全の研究をしている時に上司から面白い話を聞いた。米国テキサス州とメキシコの国境はリオ・グランデ川の間線が用いられている。そして、この川は米国とメキシコの両国に面しているために、水利権の国際取り決めが成されている。しかし、米国人上司曰く、メキシコ側が合意に反し多量の水を搾取する結果、河口部が干上がってきただけでなく、沖に砂をフラッシュする流体力が弱まったので、河口部の砂に対する波の影響が相対的に高まり、結果として、メキシコ側から米国側に河口砂州が伸び（つまり細長い土地が拡がり）、その新たな土地をメキシコ側がこちらの領土だと主張する新たな国際問題が発生していると言う第三者にとっては興味深い話があった。米国側の視点で見ると、協定違反行為で多量の水を抜き取られるという失敗事態に遭遇しただけでなく、国境となっている河口部の土地も失う失敗を招きそうな事態になっているので、当方が関係する水と砂の話と言えども領土を守るためには失敗が許されないものだと思ったことがある。また、米国内で養浜により砂浜が拡がると飛砂が増加し、その飛砂が陸側に堆積するので、陸側で砂丘が発達することがある。その場合、この新たな砂丘に接する土地の地主が、新たに出来た砂丘部分の土地も自分の所有物と主張する法的なケースもあると米国人師匠は教えてくれた。訴訟社会のアメリカにいと、さもありませんという感じであった。蛇足であるが、漂砂に関連して米国連邦政府が被告になった場合には、沿岸漂砂（流砂系）に起因した侵食問題とハリケーンやノースイースター等の高潮を伴う暴浪による岸沖漂砂に起因した侵食問題は概ね取り扱いが異なるとのことであった。一般論としては、前者の場合には政府の責任で、後者の場合には自己責任かなと言うことで話が落ち着いた。この辺りは、米国と日本の法律体系の違いに起因しており、米国人師匠曰く、ローマ法由来かどうかで海岸管理の違いが出るとのことであった。

沖縄県のあるホテル前のビーチで宿泊客の女性がハブクラゲに刺され肌を人前で露出できない様な被害を受けたために精神的な被害だけでなく職業上の多大な損害を被ったと言う事で、そのビーチ利用を推奨したホテルと司法問題になった事案を報道記事で読んだことがある。記憶に因

れば、原告側の勝訴であった。また、某都道府県の全国的に有名な海岸では、地元から海岸侵食で困っているので何とか対策してくれと言う相談が海岸管理者に寄せられているにも関わらず、反社会勢力関係者と思われる集団に海岸が不法占拠されているに等しい状況が長期間継続中のために、結果として違法活動を助長することになる海岸保全を公金で行うわけに行かず困っていますとの話を担当者から聞いたことがある。別の都道府県では、ホテル直前の砂浜が消失し、「大きな波が護岸を超えてホテルにも飛び込んでくる越波被災が生じているので何とかしてくれ」とそのホテルから相談が来ているにも関わらず、そのホテル側と自治体の間で海に面する土地所有の境界線問題が法的に片付いていないので、海岸管理者としては何も検討できませんと言う話を聞いたこともある。当たり前だが、他人の土地（民有地）で国や自治体が勝手に工事をするわけに行かないので、どの土地が誰のものか明確にされていないと海岸管理上困る事態が発生する。また、某電力会社の敷地内の海岸に河口から供給された砂が堆積し砂浜が広がっていた時期に、反社会的集団と思われる人からその砂をよこせと言われて困ったことがありますと某電力会社の社員から聞いたこともある。砂も天然資源でその値段は採取量や運搬距離により異なるが、大体、日本国内では1m<sup>3</sup>当たり数千円である。海岸で工事をする時には、概略5千円/m<sup>3</sup>程度を単価として用いると雰囲気としか言えないが必要経費が概ね推定できる。国内で用いる砂の単価で高価な物は、オーストラリアから養浜材料（元々はゴルフ場のバンカー整備用）として輸入する砂で概ね2万円/m<sup>3</sup>程度ですと担当者から聞いたことがある。例えば、和歌山県の白浜海水浴場や北海道オホーツク紋別の海水浴場（たぶん日本最北端の人工海浜）で、オーストラリアから輸入された砂が使用されたと記憶している。さて、海岸の砂が無くなると土地が無くなる事を意味し、反対に、海岸で砂が堆積すると新たな土地が出現する事を意味する。そして、砂で出来た土地にはもともと人や生物が住んでいるので、砂（浜）の増減は、生物や人の棲み家や利用スペースが増えるか減るか、また、その場所を構成する材料が、シルトや砂や礫・岩等に変化するかどうかと言うことにも繋がる。したがって、海岸環境工学で対象とする研究テーマの中で、海岸の砂（漂砂）の問題は比較的争点になり易い感じがしている。なお、直近では、離島に築造される港湾に関する環境アセスメントで、漂砂と漂砂が及ぼす生物への影響を全く考慮していない事案があり苦慮中である。

### 2.3 水の流れが関係する失敗事例

上流の影響（失敗）が下流に悪影響（失敗）する国際的な話は、我が国でもある。我が国にとっての国際的な上流・下流としては、**黒潮（と季節風）の路とアムールの架け橋**（アムール川からの流氷）が代表的な例である。近年の別の例では、中国の港を出港したイラン船籍の船が火災事故を起こし、日本の排他的水域境界線付近で（ある意味で強制的に）中国の消火活動の結果沈没事故を起こし、結果として多量の重油類が東シナ海で漂流を始めたことがある。外国の研究組織も含め様々な機関が重油類の漂流予報を行い日本の沿岸域には大被害が及ぶという結果を大々的に広報していた。現場対応していた当方は、すべての漂流予報は数値計算した側の希望を見せるための数値計算をしているだけで、現場の実情と会わず、アセスメントではなく、「合（アワ）セルメント」をしている様にはしか見えなかったために、個人的に良く知っている相手先に、数値計算の大事な改良点を2点ほど教えたら、何となく合うようになったという報告があった。この時に実感したことは、東シナ海の上流側でどの時期にどんな危険物を投入すると、我が国沿岸のどこにそれが漂着するのかを確かめることが出来たのかもという事であった。重油類の大量漂流・

漂着問題以降も、我が国の沖合や沿岸域での漂流計算結果が広報されることがあるが、個人的には、信用できるものがほぼ見当たらない。例えば、近年起きた海底火山の大噴火による軽石大量漂流・漂着の時も、工学的・科学的には全く数値予報になっていないのに多くの方々に誤解を与える報道が継続していた。黒潮下流側に位置する都道府県から担当技術者の個人的な相談があり、報道されている数値予報を信じて対策を立てて良いのかと言う相談事に対し、数値計算結果の見方を説明し、そもそも計算の根拠が何も存在しないことも説明し、技術者の観点で個人で確認する方法も説明し、結局は、現状では当該海域での直近の観測値に基づいて対応するのが一番正確という事に同意されていた。実はそのアドバイスのおかげで税金がだいぶ節約できたという話もあった。現状の数値漂流・漂着モデルの欠点は、モデルを鍛える（調整する）ための現場データが基本的に存在していない（利用できていない）と言う致命的な欠陥を抱えている事、漂流物が漂着する過程に関してはそもそもモデル化されていない事がほとんどなので、現場で漂着物対応に当たる自治体職員やボランティアから見ると、報道結果（予報もどき結果）と違いすぎるという失敗と言える現状が存在する。ただし、我が国では国の某組織だけは、海域での現場データを取得して漂流計算を組織関係者向けに行なっているのだから、信頼性が格段に高いと思っている。海域での漂流・漂着問題が起きた場合には、提示された計算結果（数値シミュレーション・数値予報）が具体的な根拠に基づいたものになっているのか、あるいは、計算屋さんの望む希望を図面化したものかの確認が必要であるので、海岸管理者の皆様はご注意ください失敗対応にならない様にして頂きたい。実は、当方の失敗は漂流予報の話をする人について本音を言って反感を招くことであるが、最近は、怒る人だけでなく当方の話を理解してくれ、数値計算のテクニカルな話が進むこともあり、沈黙は金ではないかもしれないと思っている次第である。

## 2.4 自然災害－火山案件

2011年3月11日の午後に東日本大震災が発災した。今でもあの日の事を良く覚えている。その後、40数回ほど災害支援で青森県から福島県の東北地方太平洋側に行った。2015年5月29日には屋久島北西にある口永良部島で火山噴火に伴う全島民避難があった。ほぼ半年後の12月末の島民帰島時の最初の船に同行し、災害ボランティアを開始した。学生災害ボランティアを募り、ご要望のあった地域で住民の方々の生活復興の手伝いをした。そして、2016年4月16日未明に熊本大地震があった。主に知り合いの民間会社社長や会長の方々にメールで頼んで、災害支援物資を購入してよい資金を集め、災害翌日からトラックや四輪駆動車に支援物資を積んで、支援の要望がある自治体や組織に届け続けた。その後、2018年4月19日に霧島にある硫黄山が噴火し、火口からの白濁水（高濃度のヒ素を含む強酸性水）流出問題が発生した。県知事・学長系列で調査依頼が来たために、何故か水産学部の教員の当方が、噴石が飛んで来たらどうしようと思いつつも白濁水の採取や、流出してきた泥土の採取を行い、ドローンによる火山活動の現地調査も繰り返した。偶然だが、教え子の弟で北大の助教で火山の研究をしている某T博士にも会った。こちらがドローンで調査を行っている最中に後ろに多数の外国人を含む集団が立ち何となくこちらを見ているので、こちらも後ろを振り向いたら、あれ君はという形で遭遇したことがある。火山の専門家の前で、海岸屋が火山調査を行うのは、異例と言うか、失敗だなと思ったものである。この硫黄山噴火調査の時は、噴火直後の初回の調査で予想はしていたが、起きて欲しくなかった法律事案に巻き込まれてしまった。初回の災害調査前日の会合で、あれが欲しいので採取してくれと言う研究者がいた。災害慣れしていない研究者からの依頼だったので、無理ですと断った。一瞬、自分で行けば良いのにと考えたがそこまでは言えずであった。何故だと畳みかけてく

るので、国立公園法違反で警察に捕まりたくありませんと答え、これで終わったと思ったのだが、近くにいた別の研究者が、K省の知り合いに頼むから、採取してきてあげればと、やや余計な話を始めた。そして、その夜に、K省の知り合いに電話したら事後報告で書類を提出してくれれば良いことになったので、\*\*を採取しても大丈夫ですと、仲介役の研究者からメールが来た。災害対応中のこの依頼案件は通常だと法律的に黒の可能性が高いので、そうならないように事前調整されていたはずだったのに、現場作業後に、K省の担当者に事後報告と書類提出の相談をしたところ、電話したK省の担当者に法律違反ですと言われてしまった。そんなはずはなく、こういう事情になっていたはずだと繰り返したが、法律違反と断言されるだけで、思わず、心の中でやられた一状態になった。法律違反状態なので、証拠物となる分析結果の公開もこの採取物に関してはできなかった。一方、ドローン調査の結果は、様々なところで利用され、知事や首長達も感謝しているとの話を聞いた。さて、それから当方は法律違反で捕まったであろうか。若手や中堅技術者の皆さんあるいは研究者の皆さんへのアドバイスは、これからの仕事や研究に必要な法律は当然ながら熟知していなければ成らないが、困った時に対応できるレベルの知り合いのネットワーク（人の輪）を作っておく必要があるという事である。現場感覚からは、とても大事な事である。当方の場合は、真面目に対応したらどうしようもない状況がほぼ6ヶ月続いた。仕方ないので、最後は、K省に関与している当方の知人ネットワークを使い数時間で問題解決した。追加で文書を出す必要もなく、当該部局としての判断を新たに下して頂き問題解決であった。この経験で火山災害系には二度と近づきたくないと思ったのだが、現状は、そうは問屋が卸してくれないというか、神様が許してくれない状況が別案件で続いている。

## 2.5 環境アセスメント案件—想定外の案件数

ここ数年の話で、先生は普通の先生より2倍お得（自然環境も工学も分かる）ですからと言われ、しかも、せいぜい1年に0~2件程度なのでと口説かれ某県の環境影響評価専門委員をボランティアで引き受けた。しかし、実際は、20件以上の環境影響評価（アセスメント）案件が待ち構えていました。1案件で数千頁以上の報告書を読まなければならず、中には、危険な現地視察案件もある。政治的に微妙な案件もある。実は、昨年の環境アセスメント現地視察の時に、行き先の島から一人同行者が消えたことがある。何か様子がおかしいなと思っていたら、足下が非常に悪い場所を歩いている際に足を複雑骨折し、近場の島の病院に急いで漁船で運ばれ緊急処置を済ませ、結局は本土の総合病院に長期入院と言う事であった。当方は運良く怪我はせずに済んだが、現地視察の島から漁船で別の島に渡る時に、船に飛び込んでくる海水でずぶ濡れであった。

## 2.6 裁判で証人尋問：

地域の住民の生命財産を護るためと想い引き受けた案件が、環境省・外務省・世界自然保護連合・ユネスコ等が関わる複雑な案件になり、しかも、裁判に数年間関係し、昨年は裁判所で証人尋問を受けた。裁判所での証人尋問日程は数週間前に調整されていたのだが、その日程に突然、父親の葬儀が重なってしまった。しかも、喪主である。証人尋問前日の午前2時に病院から呼び出しを受け車で急いで田舎に向かい看取った。普通だとその日に通夜を行い、翌日が告別式である。しかし、翌日に専門家として裁判での証人尋問が確定していたので、仮通夜を一日追加すると言う予想外の対応となった。徹夜で仮通夜を行いながら数百頁の裁判関係書類も読みこなし、次の日の早朝に車を運転し裁判所に向かった。原告側の弁護士の詰問（誘導尋問もどき）と裁判官からの質問には真摯に回答しながらも、「嘘や間違いは言いません、そして、偽証をした場合には罪に問われますと言う類いの宣誓書」の事を思い浮かべながら何とか厳しい質問を冷や汗で乗

り切り、急いで、田舎の葬儀場に戻り、本当に何とか葬儀を乗り切った。喪主が裁判で一日いないために想定外の葬儀となり、一部の親戚からはお怒りを受け、やや難儀して3日間ほとんど眠れずの状態の様な普通でない経験もした。地域の方々の生命財産を護るためとは思いつつながら、自分の親には迷惑を掛けたかなと思った次第である。この裁判の判決が本年2月に出て、ほぼ完全勝訴だったので、専門家の看板を下ろさなくて済みホッとしたところである。相手側にも専門家集団がいたので、敗訴の場合には研究者を廃業して辞職するしかないかと思っていた。支援した被告側（県民・県知事側）が敗訴していたら、当方がこの場に立つ事はなかったと思っている。

## 2.7 海浜事故と利益相反

前述の裁判所での証人尋問を過ぎた頃に、別の県から海岸で発生した海岸利用者の死亡事故に関する相談が来た。事故の原因究明と再発防止策に関する依頼で、これも、ご遺族と管理者のことを考えると専門家として断れないと言うことで対応したのだが、一瞬、困惑する事態になるのではと危惧した。それは、司法関係者からも相談が来るかもしれないということであった。つまり、加害者側（捕まる可能性のある側）とそれをある意味で捕まえる（立件する）可能性のある司法関係者から同時に相談が来ると、利益相反の関係が生じ、対応がとても複雑で慎重さが非常に要求される事になる。片方から聞いたことを、相手側に絶対に伝えてはいけない。これはそれほど難しくないのだが、片方からの依頼で得た新しい知識や経験を、相手方の質問に対する答えに用いてはならない。しかも、司法関係者は、ある意味あの手この手でグレーやブラックな意図を持っているのではと思われる質問もしがちである。当初は、司法関係者が別の組織（某学会）に依頼をすると聞いていたので、やや安心していただいていた。しかし、当初の話と異なり、司法関係者にも対応する必要性が生じた。司法関係者と対応する場合は、一言一句、話した内容が記録されると考えるべきであり、しかも、文書として書いたものも一言一句総てにわたり責任が問われる。その為に、昨年度末頃まで気の休まらない状態が継続した。本案件は基本的に昨年度で終了したと思っていたが、どうも、暫くは関与せざるを得ない状況になっている。

## 2.8 新人・中堅技術者の皆さんへ；

2010年代は特に災害の10年間と言えるほど自然災害が多発した事と当方の失敗が結びつく事が多くあった。教員が一名しかいない研究室で、学生は生き物系の学生が多いので、当然ながら災害調査や災害支援には同行できず、工学部時代に比べると単独行動が増えたために、危機一髪の様態もあった。当方の所属大学の学生達には、気持ちが一番大事、利他の心が一番大事、ボランティア精神が一番大事と伝えているが、実行は意外に大変である。技術だけでなく、法律や合意形成の知識が必要な場に関与せざるを得ない若手や中堅の技術者の皆様には、日頃は小さな経験や訓練を積み重ね、ある日突然やってくる手強い事態に遭遇しても耐えられる心が折れない技術者になって頂きたいと思っている。また、社会正義に基づき論理的に物事を判断する訓練を繰り返すことをお勧めする。例えば、住民合意では関係する総ての皆さんは感情を持っているが、技術者としての判断に用いて良いのは原則として理性と感性だけであり、公平・公正が常に要求される。ただし、感情を制御できず話を為される関係者もいるので、相手の気持ちを最大限尊重する姿勢が必要でもある。

当方の直近の最大の失敗は学部長になったことかもしれない。その為に、本原稿の締め切り直前に、被疑者として取り調べを受ける事が決まった。昨年度でほぼ片付いていると聞いていた筈なのに想定外の事態であるが、誠意をもって粛々と対応するだけである。と言うわけで、警察にも、弁護士にも、原告にも、被告にも、裁判官にも、そして、その他の司法機関にも専門家として

相談や聞き取りを受けながら、普通だと相談を依頼される組織からいつの間にか被疑者としても取り調べを受ける経験を持つ変わった研究者になってしまった。当方が助手をしている時には、毎日3回コーヒーを研究室の教授に用意し、忙しいから、講義を代わりに、会議を代わりに、現地踏査も仕切ってねと言われ、将来は、自分がそのような立場になれるかも夢見ていたが、実際は、総てを自分に命令して行わなければならない環境に落ち着いたのが失敗という事であろう。

### 3. まとめ—海岸環境工学と司法案件

さて、裁判所を経験したのは20数年前に担当の学生が詐欺事件を起こしてしまい、その事案の傍聴を行ったのが最初である。判決後に、担当した警察関係者からこちらは司法機関なので捕まえるのが仕事だが、先生は教育機関なので再教育を宜しく願いますと言われ、身が引き締まる思いをしたことを憶えている。法的な問題に関与せざるを得なくなった時に感じるのは、記録と科学的な証明、そして、論理的な思考が重要であるということである。また、専門家としての一言が原因で、他人や他の組織に多大な影響を及ぼす可能性があるという責任の重さは常に心に留め置くべきと感じる。間違った発言をすると罪に問われる可能性があることも理解しておくべきである。

次世代の研究者や技術者の皆様には、避けられるのであれば司法案件には関与しないことをお勧めするが、業務や社会貢献として関与せざるを得なくなった場合（海岸に関する上級技術者や専門家の数は減少しているのでたぶんそのようなケースは増えると思われる）には、専門家として、驕らず、逃げず、余計なことは言わず、困った人々の気持ちを理解しながら、科学的な事実だけを述べるという姿勢を貫かれることをお勧めする。現在、中堅及び上級技術者として司法的な問題に関与されている方々には、専門家としての自分の意見をダブルチェックしてくれる信頼できる別の専門家を知っておく事が一番大事なこともかもしれないとお伝えする。精神分析の専門家にとって最も大事なことは、信頼できる精神分析医を持つことと聞いたことがあるので、どの業種でも同じ事かも知れない。

自分自身30代頃までは砂の工学的問題に携わることはあっても、法的な問題に直接関わることはあるとは予想もしていなかった。裁判所や警察案件の様な司法的問題にはなるべく関わりたくないというのが本音だったが、少しずつ砂や水そして人や生き物が関わる司法案件に関わるが増えてきた。次世代の技術者や研究者向けのアドバイスとしては、専門家として当事者になった場合、住民合意の形成と同様に、感情や感性に基づく意見を冷静に聞きながらも、法律と研究者倫理に従い、真摯な態度で中立的かつ科学的な説明を心がけることをお勧めする。当方が関与した司法関連事例は以下の様なものがあり、詳細を知りたい場合にはご相談頂きたい。

(1) 某都道府県知事が、海岸侵食災害後の海岸保全に関し被告として訴えられる事案があった。原告・被告側双方からの相談があり、裁判は、裁判所の勧告で和解となった。和解文書を読んだ印象ではほぼ被告側の主張が通っており、海岸保全工事も当初の予定通りに実施された。被告側の担当土木技術者が環境と海岸利用に配慮する姿勢を最大限示し工事を進めていたにも関わらず、裁判となった事が印象的であった。また、担当者曰く、「一番上の上司からの良きに因らえ」の様な具体性の無い指示が一番困りましたという事で、多分同じような経験を為された技術者が多くいるかもしれない（砂が関わる案件）

(2) 某都道府県の高校の修学旅行中に海域利用中の複数の生徒が沖に流される死亡事故が発生し、引率者側が訴えられる事案が生じた。原告・被告側双方からの相談があり、裁判は裁判所の勧告

で和解となった。ただし、原告側の主張がほぼ通りましたと原告側の弁護士からは連絡があった。

#### **(水の流れが関わる案件)**

(3) 某都道府県の海岸で隣接施設に宿泊しながらある活動を行っていた大学生が、その施設推奨の海岸で複数の同行者と遊泳中に流され、一人だけ死亡する事故が発生し、施設側が訴えられる事案が発生した。原告側の弁護士そしてご遺族からの相談があり対応したが、裁判結果に関しては報告を受けていない。**(水の流れが関わる案件)**

(4) 某都道府県の海岸で絶滅危惧種の卵を盗掘し食べるという事件が発生し、警察からの相談に対応しアドバイスを行い立件・起訴された。**(絶滅危惧種案件)**

(5) 某都道府県の警察から、絶滅危惧種のインターネット販売が行われており、立件するのに必要な証拠能力があるかどうかの判断が求められアドバイスした。現物を取得できない限り 100%の証明を行うことは困難との結論に至り、この時は立件化されなかった。**(絶滅危惧種案件)**

(6) 某都道府県警から、ある教育団体が自己判断能力を十分に持たない生徒を教育目的と称し海岸に連れて行き死亡事故が発生したので、当該事故が予見できたかどうかの電話相談があった。その後、某県で開催されていた学会の参加中に警察車両が会場に迎えに来て、現場検証以外に車中での聞き取りを含めほぼ半日対応することになった。現場を見ても、事前に調べておいた内容から考えても海岸利用が好ましくない海岸である事がほぼ自明である場所なので、海浜事故（水難事故）は予見可能であると言うことで立件された。**(水の流れが関わる案件)**

(7) 某都道府県知事が、災害防止のために計画されている海岸保全に関し被告として訴えられた。この工事計画は、某都道府県による当初の工事計画案が大幅に縮小（修正）された案が住民合意のプロセスで既に認められた事案であった。原告側は国内関係者だけでなく国外関係者や国際組織も含まれ複雑な案件となった。研究者としては中立的な立場で原告側と被告側の相談に応じるべきであるが、原告側関係者との信頼関係が構築できない事もあり、結果として被告側からの相談だけに対応する事になり、裁判所で証人尋問を受けることになった。この裁判（地裁）は被告側の完全勝訴であった、その後、高裁に上訴された。技術家としては、新しい証拠が何もない状況で上訴される事の理解に苦しむが、技術ではなく、法律の世界の話なので、当方の知識不足を反省している。**(砂が関わる案件)**

(8) 某都道府県で発生した幼児の海浜死亡事故に関し、海岸管理者側から相談があった。この事案では、利益相反関係にある管理者、そして、司法担当者から個別に依頼を受ける可能性があり、その取り扱いに関しグレーゾーンが存在していたために苦慮することになった。**(砂と流れが関わる案件)**

(9 ‘) 個人的には、某都道府県知事の依頼による緊急を要する災害支援で、土地の管理者とは事前協議済みの筈なのに、その国有地から一握り程度の底質を採取し分析に回している最中に関係書類の事後提出を進めようとしたら法律違反ですと担当者に言われ、唾然と言うか往生した事がある。この時は問題解決に数ヶ月を要した上に、問題解決するまでは分析結果を公開できない事態が生じた。関係する別組織の管理者には、申請書に知事の依頼という文言を書いて下さいと言われ申請書提出直後に、ほぼ一年間有効の許可証を発行して頂き、国の組織でもあちらとこちらでこんなに対応が違うのかと思ったものである。実はこの時に水質試料と底質資料の採取を行っていた。こちらの完全な知識不足だが、どちらも国有財産の採取だったので2種類の採取許可申請が必要かと思っていたが、水質試料の採取は申請が必要なく、底質試料の採取だけが法律違反という解釈を聴いて驚いてしまった。この話を理解した後に、この時の試料は活火山の噴出物で

ある泥水起源であり、その泥水中の懸濁物が沈殿したものが今回の底質試料であったので、もし、司法の場に出た場合には、懸濁物が含まれる泥水を採取しただけで何の手続きも必要なく合法ですと主張するしかないと覚悟したものである。また、国立公園内では通称拳一個ルール（この程度の量なら悪質性が低いので見逃す）と言う暗黙の了解があると以前聴いた事があったので、当方にご不満のある担当者の裁量の範囲の強いご指導なのかと暫く思っていた。（水と底質案件）

（10'）変わった事案で司法案件ではないのだが、絶滅危惧種の卵を別の絶滅危惧種が総て捕食するという状況の解決法を何とか探して下さいと言う困ったというか解決が難しい問題を依頼された事がある。自然の生き物を相手に、犯人はおまえだから逮捕して食ってしまえと言うわけにも行かず、しかも、解決法は地域の高齢者の方々でも実行可能なもので無ければならず、自然の生き物相手の仕事も大変だと実感した事がある。（絶滅危惧種 vs 絶滅危惧種案件）

## 参考資料；技術的な失敗の例

「失敗から学ぶ海岸調査法」, 季刊水路 第 146 号, pp. 9-21, 2008 年. から抜粋  
—2006 年に水産学部へ赴任し、某役所の若手・中堅向けに書いた啓発教育用の内容—

1 まえがき： 海岸・沿岸域の研究に携わり 25 年目となった。出発点となった学生時代に、研究室の師匠から習ったことは、「自分でやれ」だけであった。自由に研究をさせてもらったために、海岸に関する学問も調査法も体系的に学ばず自己流の独学となり、結果として、失敗を山積することとなった。今でも研究を継続できるのは、単に運が良かっただけかもしれないが、それでも退職届を書けと言われて辞表を書かざるを得なかったこともある。この時は、たまたま責任者が受領を拒否して首が繋がった。一方、体系的な学問を教授すべき大学の教育現場では、例えば、「実験・実習のための安全の手引き」（鹿児島大学水産学部, 2005 年）のような安全マニュアルが配布され、学生の安全を高める努力が始まっているが、沿岸・海岸域調査に関して十分な記述がなされているとは言い難い。しかも、教育予算が枯渇化しているために、大学などでは海岸・沿岸域での現地調査の機会が減りつつある。その結果、沿岸域調査で体験する小さな失敗や危険（リスク）管理から学生達がシーマンシップなどの何かを学び、将来社会に出てから直面するかもしれない大きなリスクを回避する手法を体感する機会が少なくなっているように感じる。そこで、特に若手の方々に対する他山の石として役立ててもらうために、普通であれば口外しない筆者の失敗の一部を記載することにした。沿岸域で調査を行う場合には、想定外の問題によく直面する。無論、事前の準備が大事であるが、何がしかの失敗や問題は常に起こると思っておくべきである。最も大事なことは、手の付けられない大きな失敗や問題になる前に、対処できそうな小さな問題にとどめて解決する気配りと努力が必要であろう。筆者は、砂浜を歩いている時に砂浜に埋まりかけたことや、深淺測量や流況調査中に溺れそうになったことがある。それ以外にも、地元の良からぬ類の人たちに集団で囲まれるような対人関係のトラブルで、以降の調査には屈強な学生をボディガード代わりに同行しろと指導されたこともある。しかし、教員としては学生を巻き添えにできないので単独調査を行ったこともあるが、何故か運よく今日に至っている。当方の悪運もどこまで続くか分からないこともあり、現在はスカイダイビング以外であればどんな天災でも保険金がおけると言う類の保険にも、通常の生命保険とともに加入している。加えて、メモ書き程度の遺言も常に携帯している。最悪の事態になっても周りに迷惑をかけたくないと、自分で起こ

した失敗の最中に感じたためである。なお、ウォーターズ著/安岡一乗訳（2003）によれば、米国のコーストガードには「出発しろ、だが、帰らなくてもよい」と言う伝統的な言葉がある。救助される身としてはこれ以上心強い言葉は無いが、帰れないと言うことはある意味で失敗を意味する。どのような状況でも失敗を減らす（避ける）事は重要であるので、可能であれば、筆者より多くの現場経験を積んだ方々が、失敗学シリーズを継続して、より多くの失敗談をデータベースにし、次世代へ継承していただければと期待している。

## 2. 災害調査での失敗：

筆者が学んだ海岸工学では、研究分野として波浪・海浜流、漂砂・海岸保全、海岸・海洋構造物、海岸環境などが主な研究分野であった。筆者はこれらの中でまず漂砂・海岸保全に取り組んだので、台風などに伴う海岸の災害調査をよく行った。海岸災害は、台風に伴う水位上昇や高波により生じる。研究者としては、これらの自然現象を自分の目で確かめる必要があるので、台風接近時を狙い現場に出向き、予想以上の風雨のために台風が過ぎ去るまで現場に足止めされたことがある。次節では、国外と国内での災害調査時の失敗例をそれぞれ紹介する。

### 2.1 ハリケーン被災調査－海岸・海洋工学者と東欧のスパイ－：

余談であるが、戦後に日本から頭脳流出で渡米した某O博士は、世界初の原子力潜水艦の弾頭（ICBM）発射に関わる研究を行っていた。ある時、東欧の飛行場の待合室で突然黒服の屈強な男たちに囲まれ、静かな声で、「今から飛行機に乗ると、隣に某国のスパイが同乗するはずである。絶対に機密事項を話すな。」と、忠告された。飛行機で窓側に座っていると、離陸直前にすらりとした妙齢の女性が横に座り、飛行中ロケットのことや高等数学の話その女性が続けた。この博士は、何も本題に関することを話さずこの場を何とか乗り切ったとの事であった。某O博士の逸話を直接聞きながら、有名になると大変だと感じたのだが、当方も某国で金髪の若い女性に真剣に手を握られながら危機的状況で目と目を見つめあったことがある。この時は、機密保全関連の話ではなく災害調査中であり、もしかすると無事に帰国できないかもと感じていた。1992年9月、自然災害史上最大と当時言われた災害の調査で、フロリダ大学海岸・海洋工学科の学科長とレンタカーを借りて、フロリダ州マイアミ市とその南部周辺地域に入った。なお、被災地に入るには、FEMA（連邦緊急管理局）指揮下の州兵が行う身分確認をパスする必要がある。災害時には、Good will という精神を持つことが好まれるが、未曾有の災害翌日ということもあり、地元住民には殺気立っている人も多い。しかも、こちら二人は白く光るレンタカーを運転するアジア系二人連れである。どう見ても、狙われやすい格好での現地被災調査であった。被災地の住民は早急に救援されてしかるべきであるが、救助の手が及びにくい（平常時であれば捕まりにくい）所に住む不法滞在者もいる。また、普通の住民も、泥棒や強盗の襲撃をいつ受けるか分からないので銃で武装をしている。こちらは災害復旧のために絶対に必要な調査に従事しているとは言え、身の安全に不安がある。なおこの時は、災害が甚大すぎたために、災害当初一週間程は、政府所属の身分証を持つ研究者しか被災地に入れなかった。しかしこちらは、運良く共同研究者の教授が州政府環境局（EPA）の身分も持っていたために、被災地に入ることになったわけである。調査初日の夕方も近づき辺りがだんだんと暗くなったので、事前に教えてもらっていた緊急避難シェルターに到着したところ、緊急避難シェルターは無く、代わりに緊急病院（野戦病院）があった。喧騒とした中、道行く人に聞くと、「確かに、昨日はここに緊急避難シェルターがあった」とのことである。疲れた上に先行きが読めない。しかも、夜間外出禁止令の時間が迫り、車のガソリンも

だんだんあやしくなっているので、いくら冷静沈着な対応が研究者に求められても、フラストレーションが高じてくる。州兵が運営する野戦病院状の事務所らしいところを探し当てて、とにかく今日はここに宿泊させて欲しいと頼んだのではあるが、その答えが冒頭の状況であった。迷彩服姿の妙齡の金髪女性に手を強く握られながら真剣な眼差しで、「あなたが大変なのはよく分かる。でも、ここには今にも死にそうな人がいて助けを求めているの。あなたは怪我も何もしていないから大丈夫。だから、自分達で何とかして」と通告された。夜間外出禁止令がもうすぐ始まる状況で可能なことと言えば、できるだけ北に向かい町を離れることであり、とにかく高速道路の乗り口を探して北の町へと向かった。この後も紆余曲折はあったが、何とか先遣隊としての調査を終了した。その調査結果は、西等（1993）にまとめてある。この調査時に感じたのは、殺気立った災害現場でのこちらの経験不足以外に、チーム編成もまずかった。急ぎの先発隊という事で二人だけで出発したが、もう少し熟慮すべきだったと反省した。例えば、書きにくい話でもあるが、東洋系二人連れではなく、スペイン語系（ラテン系）およびWASP系米国人も帯同することが襲われるリスクを減らし、かつ、被災地住民とのコミュニケーションを円滑に行い、被災に関する情報収集も手際よく実施するという観点から必要だったのではないかと感じた。また、個人的には簡単な救急医療を習っておくべきとも感じた。この体験の結論としては、甚大な災害の調査に向かうには当方が未熟であったということである。このような体験から、「自分の能力を良く知り、小さいリスクには対処するが、大きなリスクは避ける」ことを現在の鉄則にしている。なお、災害調査ではないが、某国の船の引き上げを蔭ながらお手伝いしたことがある。依頼を引き受けたが不安があった。理由は、現地調査で東シナ海に面した某海岸に行く機会が多いので、いつ何時予期せぬ事態に巻き込まれるのではないかと危惧した次第である。加えて、依頼された数値計算を間違えた場合のことを考えると、国際交渉が頓挫するので荷が重い。しばらく徹夜を続け依頼事項を終了してから数カ月後、北欧の大学で高速船の航跡波による運河周辺の土堤侵食に関する共同研究に携わっていた。そして、ある日、大学内のホテルにて一人で朝食をとっていると、3人のアジア系の男性が真横のテーブルで朝食を取り始めた。三人の会話内容は分からないが、身なりと言葉から某国関係者であることがすぐに理解できた。走って逃げるわけにもいかず、あわてず静かに食事を済ませ大学の研究室に向かった。単なる偶然だったのだろうが、数週間は常に後ろに気を配る日々が続いた。いつの間にか宮仕えで無くなった身としては、「君子危うきに近寄らず」が大事と思っている。

## 2.2 現地踏査で砂浜に半身埋まる：

今から10数年前のことであるが、南アフリカから来た研究者と海岸視察を行った。その際、砂浜を歩いていて突然筆者だけが砂浜を踏み抜いたことがある。「砂浜を踏み抜く」とは変な言い方であるが、コンクリートブロックでできた緩傾斜護岸背後の砂浜に、波による砂の吸出しが原因で砂浜内部に空洞が空いていた。表面からは見えないために、空洞の天井で砂の厚みが薄い部分に歩を進めた瞬間に足元の支持力を失い砂浜の中に落ちたが、運良く広げた両手で支持力を確保し半身が埋まっただけで助かった。その後、しばらくは砂浜を歩く時に恐る恐る歩いたが、よく観察してみると自然の砂浜では空洞らしきものはなかった。しかし、護岸や突堤のような海岸保全構造物の周辺は、構造物の隙間から砂浜内部の砂を波が吸出し周辺の砂浜に空洞を作っている箇所が意外と多いことが分かった。砂浜を踏み抜くという前代未聞の失敗（経験）から学んだ事は、台風後の海岸調査では護岸や緩傾斜護岸のコンクリート天端を歩くか、構造物のすぐ背後から最低数m陸側に離れて歩くということである。現在は、この教訓のおかげで助かっている。類

似の話であるが、1989年にカテゴリ5クラスのハリケーン・ヒューゴが米国東海岸に来襲した。カテゴリ5と言うのは、大雑把に言えば1世紀に1回程度来襲する超大型のハリケーンである。このハリケーン直後に、フロリダ大学海岸海洋工学科の教授2名がノースカロライナ州の海岸調査を行っていた。その時に、砂浜を歩いていたD教授が砂浜に突然埋まりだした。離れて後ろから歩いていたW教授がD教授を助けようと近づいたら、同じように砂浜の中にずぶずぶと足がめり込み始めた。身長の高いD教授は砂の中でもがいたようで腰の辺りまで砂に埋まり、無駄にもがこうとしなかったW教授は太股辺りまで砂浜に埋まった。これは砂浜の液状化が原因であった。この話は、本人から聞いたものであるが、当人達の失敗から学んだ教訓はさすがに科学者らしいものであった。「体の比重と液状化した砂浜の比重を比べると、体の方が軽い。したがって、もがかないで静かにしたほうが砂に埋まりにくい。あの時は、あせってしまい、科学者失格だな」。つまり、研究者には常に沈着冷静さが求められるということであろう。ちなみに、砂の研究者として世界で1番有名なのはたぶんアインシュタイン博士である。

### 2.3 現地踏査はできるだけ二人以上で！：

いつの間にか若手と言いつつ難くなったが、体力勝負とも言える海岸の現地踏査に今でもよく出かける。基本的にお勧めすべきでないが、一人で現地踏査に出かけることが多い。これは、独りが気楽と言うよりは、同行してもらえないスタッフがない、あるいは、同行者を連れて行く研究費用が無かったためである。一人で海岸を踏査して困るのは、得体の知れない人々と遭遇する時と、緊急事態であろう。海岸踏査ではないが、洋上でXBT観測の補助を行っている時に、その筋の集団に囲まれたことがある。船会社の好意で、一等船室を無料で使用させて頂いたが、やはり運は続かないものである。隣室のその筋の集団からすると、得体の知れない銃のような機材を持っている得体の知れない人間がドアを開けた状態で隣の船室にいるので余計に興味を引いたのかもしれない。これ以外にも、某海岸で夜中の生態調査中に、「この海岸の持ち主は俺達で、俺達の許可なしに勝手に浜に入っているお前は許せん」と恫喝する酔っ払いを含んだ集団に囲まれたことがある。多勢に無勢であったが、研究者と言うよりも、教育者として引けない理由があり、相手が帰るまで口論が続いた。この経験をきっかけにデジタル録音器を購入し、何かありそうな時には携帯している。その他、一人で来なければよかったと感じたこともあるが、教育者としての立場からは学生を同行せず良かったと自戒することもある。学生には、「地元優先主義」を現地調査では守るようにと伝えてあるが、原則では対処できない場合もある。例えば、現地観測の同意書1枚を記入してもらったのに数十万円の費用を請求され、焼酎2本を持参して飛行機に乗り現地向かうこともあった。当然、大学にはそのような支払い品目がありませんと言う話や、地元の災害低減に関する調査で地元で役立つ研究である旨の話を誠意を持って繰り返し、理解を求めたこともある。このような時も一人より二人で行きたいが、旅費の節約上は仕方が無い。最近の話では、離岸流の映像を撮るためにビデオカメラを携帯して一人でA海岸を踏査している際に、こちらの警告に気づかず二十歳前後のアベックが沖に流され始めた。ビデオで映像撮影をしながら、双眼鏡でアベックがパニックに陥っていないかなどの状況をできるだけ詳細に観察し、かつ携帯電話で118番通報を行う必要もあった。扱う機材は三つで、こちらの手は二本しかない。加えて、事故と宣言するかどうかの判断を電話中の相手先から求められた。結果として、やや冷静さを欠いたために、後で見た漂流中のアベックの映像は芳しいものではなかった。この時も、二人で現地踏査を行っていたらと感じたが、「後悔先に立たず」である。他人に対しては、業務として海岸踏査をするのであれば、安全管理上も2人以上でチームを組むことをお勧めしている。しか

し、今時の地方大学はスタッフもおらず旅費もない。卑近な例であるが、この原稿を書いている9月時点で、所属機関から学内予算として筆者に割り当てられている教育・研究予算を会計システム上で確認すると、4月以来1,000円のみである。つまり、外部資金抜きには、教育を含めて何もできないのが地方大学の現状である。特に、地方大学の若手研究者などは研究予算が確保しにくいので、二人以上で海岸踏査をするのはある意味不可能と推察している。したがって、現地観測はその内に出来なくなるのではと危惧している。若手の技術者や研究者の方々には残酷であるが、外部資金獲得に失敗したら、ポケットマネーで観測するか、現地観測をあきらめると言うのが当方の教訓である。それでも、筆者が研究を始めた頃に大学の某教授から、「お前の給料は研究費だ」と言われたのに比べれば、外部資金獲得のチャンスがあるだけでもましと言えよう。（誤解を無くすために言うと、西研では外部資金といわれる研究費が毎年数百万円以上あり、教育・研究活動に使っています。また、学内資金でも数百万円規模で資金獲得する年度がありますので、何とか学生の面倒を見えています。）

#### 2.4 海岸では海に背を向けるな：

学生を海岸調査に連れて行くときに、「海に背を向けるな」と強調する。海岸で機材を設置したり、底質のサンプリングを行う場合などつい作業に集中して海に背中を向けてしまい、後ろから突然波がドンと押し寄せ、波に巻き込まれたり、場合によっては目の前の硬い機材に衝突して怪我をする。このようなことを避けるために、作業中は半身に身構えて必ず片目で沖から来る波を見るようにと対処法も伝えておく。半身になると波を受ける面積も半分になるので、砕波帯で作業を行う場合には半身の方が作業は楽な場合も多いのだが、筆者自身つい作業に夢中になりこの教訓を忘れてしまうことがある。今から9年前であるが、海岸保全関係の会議の合間に、背広に革靴姿で海岸管理者と秋田の海岸を歩いていた。砂の卓越移動方向を示す砂蓮の写真を撮ろうとして、逆光にならないように海に背を向けて写真を撮っていた。その時に、同行者の一人が「波が来る」と叫んでくれたのだが、瞬間的に陸側に走ろうとせず、条件反射でつい跳んでしまった。当たり前であるが、数秒後には海水の中に着地することとなった。そして、膝上まで海水に濡れた格好で再度会議に出ることになった。海岸では、通常の波浪以外に、サーフビートと呼ばれる数十秒から数分周期の水面変動がある。今まで水に浸かっている砂浜で遊んでいたのに、急に押し寄せてくる海水で子ども達が洋服を濡らしたり、あるいは逃げ回る様子を見る機会があるが、多くの場合にはこのサーフビートと呼ばれる現象である。筆者はサーフビートを卒業論文で取り扱ったが、知識が身につけていないと上記のような失敗をすることになる。

#### 2.5 先入観：

未知の自然現象を研究するはずなのに、先入観に基づいて誤った初期判断を下すことがある。筆者はいくつかその様な失敗を繰り返してしまった。代表例を挙げると、最近研究しているリーフカレントである。サンゴ礁海域のリーフカレントで水難事故が発生するために、その発生メカニズムを知る必要がある。現地調査直前まで、入射波浪が主因で、潮汐の効果は副次的あるいはあまり無いと考えていた。これは、沿岸域で生じている海浜流の発生機構から推定したものである。しかし、実際に調査を繰り返すと、台風時のように特に高波が継続しない限りにおいて、海域利用者の観点から言えば、潮汐が主因で、波浪は副次的なものであった。その他、台風通過時のサンゴ礁海域の水温変動に関しても、具体的に観測してみると予想以上に大きいこともあった。先入観は失敗を招くことがあるので、最低限、独断はしないように気をつけるべきであろう。

#### 2.6 海洋危険生物 ―ハブクラゲ―：

読者の多くは、海洋危険生物と言うとサメを思い浮かべるかもしれない。今から 10 数年前に、知人がフロリダ半島の砂浜で測深作業のためにポールを持って水中に入ると、突然、足をガブツと咬まれた。ただし、運よく 5mm 厚のウェットスーツを着用し、咬んだサメが子供だったので、ふくらはぎに歯型が少し残ったくらいです。筆者は臆病なのでサメは遠慮したいが、国内の亜熱帯の島で作業中に自分の背後に背ビレが見えたことがある。当然心臓がどきどきし、しまったと思ったが何とか無事であった。この話は後で述べることにして、ここでは、海洋危険生物のせいで ICU のお世話になった話をする。近年の 6 月に、石垣島のサンゴ礁で地形や流れの調査を行なった。青い海、白い砂浜、色とりどりの多様なサンゴに恵まれた海での作業であった。筆者らは仕事なので、安全に注意を払いながらも、「ハブクラゲ」はまだ時期はずれと言う先入観があった。この不注意のために、筆者ともう一名が、観測機材設置中に八重山病院の ICU で治療してもらうことになった。筆者は、リーフ沖合に停泊した船上から、海上班と陸上班による観測機器設置の全体調整を行っていた。その時、予定外であったが陸上班の支援が必要と判断し、洋服を脱ぎ、短パンと T シャツ、ライフジャケット、そして、フィンを装着し靴を抱えて陸に向かって泳いだ。当然ながら、海に入る時には、ズボンのポケットに入れておいた身分証明証や財布をリュックサックに移し船上に残したので、浜に到着した時には緊急時に必要な保険証、身分証明証、そして、財布を携帯していなかった。作業後は泳いで船に帰るつもりだったのだが、結果から言えばこれが失敗であった。陸上班と合流して観測機材を所定の場所に配置しようとしている干潮時に、ふくらはぎに激痛が走り思わずしゃがみこんだ。そして、背中にもまた痛みが走り始めた。2 番目の失敗は、靴と靴下と短パンの間、つまりふくらはぎと太ももが無防備だったことである。上半身は、T シャツとライフジャケットのおかげで被害も痛みも軽くてすんだ。体に透明な糸状のハブクラゲの食指が付着しており、とにかく急いで取り除いた。そう、3 番目の失敗は食酢を携帯していなかったことである。食酢があれば、ハブクラゲの食指を除去するのに助かるし、二次被害も防げたはずである。小さい子供であればショック死する場合もあるハブクラゲの痛みは、さすがにハブと言われるだけのものがあつた。鹿児島県の離島の海岸踏査では、とにかくハブには注意していたのに、こんなところでハブにやられるとはと後悔したが、建前上、現場指揮役なので激痛に耐えながら作業を継続せざるを得ないと判断した。他のメンバーもびくびくしながらの作業が継続した。クラゲは水に漂って流されているだけかと思えば、どうも人の方に意図的に近づいてくるようでもある。そして、計測器メーカーの若手技術者が 2 番目の被害者となった。しかも、彼の被害状況がよりひどい。この日 4 番目の失敗は、被害者が増えた事である。指揮役だけであれば面子にかけても我慢と考えていたが、激痛に耐えかねているメンバーに我慢しろとは言えないし、機材の配置もほぼ目処がついたので残りの作業は任せて、計測器メーカーの同行者に頼んで病院へ行くことになった。ただし、車の方へ歩きながら悩んでいた。筆者だけが海から泳いできて陸上班の作業に参加したために、海水でずぶぬれの短パンと T シャツという治療に行くにはみっともない格好である。しかも、身分証明書、保険証、財布を持参していない。通常は、現場責任者が治療費を支払うべきと考えているが、原資はサンゴ礁沖合の船上である。苦慮したが、約 50 分で病院の駐車場に着いた時に、同行者に、もしもの時にはお金を貸してくださいと頭を下げることになった。病院の裏口から ICU に直行して、診察・治療後に会計から呼び出しがかかった。会計の方に諸事情を説明し、その後、現場に帰り作業を済ませてから治療費を支払いに病院へ行った。痛い失敗を通して、最低、防水パックに携帯電話と小銭+保険証のコピーを入れて作業すべきだったと反省したものである。南の島に行かれる皆さんは、ハブクラゲなどの

海洋危険生物に注意し、ハブクラゲには酢（食酢の原液）がとても役に立つ事を記憶していただきたい。ハブクラゲに刺されたら、すぐに食酢を患部にかけて、食指が白く固まってから引き剥がすことを勧める。その他の海洋危険生物を含めての対処法は、海洋危険生物研究会による「沖縄・海・海洋危険生物」（2000）を参照されたい。

### 3. 能力を知る：

技術者であろうが研究者であろうが、個の能力を常に磨く必要がある。ただし、その能力を過大評価すると、時として失敗を招くことになる。以下にその様な事例を書く。

#### 3.1 個の能力不足：

十数年前、国外の大学での研究中に、見栄を張って溺れそうになったことがある。当時所属していた学科は大学院だけで構成され、かつ教授陣が世界的に有名なため、学生の5から6割が国外の優秀な留学生であった。ある日、全米で最高ランクに位置付けされる美しい砂浜の沖約1kmに設置された海象計の回収に同行した。メキシコ湾に面する遠浅の海岸では、陸上から海に向かい測深作業も別の班が行っていた。ボートを操船していた技術職員が沖合の停泊地点で海象計を回収しようとしている時に、陸上の測量班から機材をボートに残しているとの連絡が入った。港にボートを曳航する時間的な余裕はない。誰かが浜まで泳ぎ機材を持ってきてくれとの依頼である。さて、船上にいるのは、マレーシア人、インド人、エジプト人、トルコ人の大学院生で、国に帰れば現役の高級官僚か大学の先生である。しかし、泳げないか、泳ぎを習っているという学生さんだけであった。こちらは、調査の視察名目で同行しただけである。しかし、日本人研究者としての看板（見栄）もあるので、自分が行くしかないと感じ、フィンを装着し両手にスタッフなどの測量機材を抱え、ラッコ泳ぎで海岸へと向かった。疲れながらも白波が立っている沿岸砂州まで移動し、砂州の上に立ち一休憩した。海岸工学の知識を使えば、白波（砕波）の高さを判読すると、その水深が白波の高さとほぼ同じなので、立って休息できるかどうか分かる。ところが、幅広い砂州の上を歩くのにフィンが邪魔なために、ついフィンを外すと言う愚行を冒した。遠浅の海岸なので、フィンを外したほうが陸側へ歩きやすいのであるが、再度、フィンを装着する前に砂州の陸側にあるトラフ（窪地）部に足を踏み出してしまった。両手に機材とフィンを抱えて完全に水に浮き、しかも海側から波が来るので簡単に後戻りできないし、両手が物でふさがっているのが当然フィンも再装着できない。こちらも、泳ぎが得意なわけではないので、両手がふさがれた状況で浜に向かって泳ぎながらたまたま沈みそうになり水も飲んで疲れきってしまった。しかしながら、陸上のアメリカ人や船上の外国人留学生の面前で、日本人の看板を掲げたまま助けてくれとは合図できない。にっちもさっちも行かなくなったところで、ふと測量用の5mスタッフをある程度伸ばせば海底に着くから支持力が得られるだろうと考えた。一本では駄目であったが、反対の手で保持していたもう一本のスタッフを伸ばして着底させ、この2本のスタッフで体を支えしばし休憩し、再度、浜に泳いで品物を無事に届けたことがあった。学生さんやその他の技術系スタッフのほとんどは、こちらが困窮していることに気づかなかつたが、泳ぎの得意な陸上班のチーフは、双眼鏡で覗きながら事の次第に気づいていたとのことであった。浜に着いて、状況を把握していた彼と大笑いしたものであった。足の立つ沿岸砂州（浅瀬）の次には、足の着かないトラフ（窪地）があると言うことを忘れてらどうなるかと言う失敗であった。海岸地形を学問として知っていたはずなのに、それが身に付いていないとどうなるかと言う失敗例でもある。両手がふさがっている状況ではフィンは気軽に外してはいけないし、作業時に両手がふ

さがるような形で泳いではならないと言うことも肝に銘じた次第である。

### 3.2 チームの能力と信頼性：

以前と比較すると、観測機材が小型化し、かつデジタル化していることもあり、海岸調査はずいぶん楽になった。それでも、単独では調査しにくいので、チームで行わねばならないことが多い。つまり、現地観測が成功するには共同作業が重要である。今から約8年前であるが、ある教員から彼の博士学生の現地観測に同行するよう依頼された。当時は、予算の制約上、現地観測は海岸にテントを設営し宿泊していた。これは、観測機材や備品が盗まれると困るので、テント内に宿泊することで機材の見張りも兼ねていたわけである。ところが、その調査地海岸は拉致事件で有名なだけでなく、車上狙いも頻発する海岸であった。別の時期に同行した筆者の卒論研究学生は、車上狙いに2回会い、その内の一回は、卒論の資料・データが入ったフロッピーディスクごと年末になくなって困ったこともある。別の1回は、車上狙いが車のドアを開けるのを待って警官が逮捕したために、ドアの中の配線が切れてパワーウィンドウが使えなくなったこともある日くつきの海岸であった。さて、ドクターコースの学生および同行した4年生達であるが、時間が遅くなるにつれてテントから一人消え、また、一人消えて行く。しまいには、観測の同行を頼まれた筆者だけがテントに残されて機材の番をしている。責任者であるべき指導教員は現場には来ず、博士論文や卒業論文作成のために主役を果たすべき学生達は機材を残して総て駐車場のエアコンの効く車に逃げ込む状況に、さすがに筆者も腹が立った。その後、この失敗に学んで、信頼できないチームと同行することを極力避けている。ケースバイケースでもあるが、研究者としてはできるだけ信頼できるメンバーと同行することを心がけている。ただし、教育者としては、どのような学生さんでも指導する責任がある。その時は、いつも米国人師匠の言葉を噛み締めている。「I will make them good!」。これこそがプロの言葉であろうか。

### 3.3 現場指揮者の能力も大事ーサメに追跡されるー：

これは今から15年前の話である。現地調査を手伝えと急に言われて南の島へ向かった。命令なので選択の余地は無い。現場に入ると、あれもこれもないと言う状況である。しかも、沖のサンゴ礁エッジ周辺に機材を設置するのに、エンジン無しのFRP船に機材と技師を乗せていくので、エンジン代わりに当方に泳いで船を引いていけという状況であった。沖に引いていった船は、当然、当方が泳ぎながら港に引いて戻らなければならない。帰国して最初の仕事がかかと思つた天罰かもしれないが、かなたに見える港の堤防の上で誰かこちらを向いて大声で怒鳴っている。最初は何かかと思つたが、自分の後方に水面から背ビレが見える。しまったと感じたが、静かに船を引いて泳ぐしか選択肢がない。せめて、船の櫓ぐらい積んでおけば、あるいは気休めにダイビングナイフを携帯しておけばと思つたが後の祭りである。サメは近づいてきたがなぜか襲われなかった。この時に、現場の共同作業には経験を積んだ適切なチームリーダーが必要なことを学んだ。筆者自身は、70歳を過ぎた現在でも学生達の先頭に立ち現場作業もこなし、かつ、どんな難しい質問でもその場で解決するか、解決の方向性を示そうとする友人をリーダーの目標としている。ナポレオンの名言に「リーダーとは希望を配る人のことだ」(山田祐司, 2006)があるが、その様なリーダーであれば、メンバー全員がリーダーとプロジェクトを支えようと言う気になるのではないかと考えている。これまでに、観測内容を把握しきっていない学生達を引き連れてやや無茶な現場作業を行い、失敗と言うべき結果を得たこともある。そのために、現在では、参加者全員ができるだけ達成感を得られるように気をつけている。

#### 4. あとがき：

プロと言う立場からは、現地観測時に失敗があってはならない。しかし、独学でやってきたことや、やってみないとどうなるか分からないと言う分野の研究に携わったこともあり、おのずと失敗をたくさん積み上げた。必ずしも、「失敗は成功の母」と割り切れないが、大学の教員としては次世代の研究者や技術者を育てると言う責任があることを考慮して、筆者が経験した失敗の一部を記録することにした。また、海象観測時の失敗例に関しては次回述べることにするが、一部の失敗は今後も口外できない。海での作業は、陸上作業よりも取り返しがつかないことが多い。したがって、先達の方々が次世代のために失敗例を記述し、その失敗の前例が生かされることを個人的に期待している。最後になったが、浅学菲才の筆者には、初心者の学生（素人）が冒すような失敗しか披露できず、反省している次第である。

#### （閑話休題）西の師匠の学びのきっかけ

お師匠様のクラウス博士は、ニューヨーク州立大学で物理学の学士号を、ミネソタ大学で核物理学に関する博士号を、そして、海岸工学に関する功績でスウェーデン国立ルンド大学より名誉博士号を授与された。博士がニューヨーク州立大学物理学科在籍時には、学科に3人のノーベル物理学賞受賞者がいて、そのうちの一人のサイ・ヤング博士にサインしてもらった物理のテキストを自宅で見せてもらったことがある。その時に、当時の大統領クリントン直筆サイン入りのクリスマスカードも見せてもらったが、もっとすごい物があると言われ、博士に与えられた柳生新陰流の免許皆伝書を書斎から大事そうに持ってこられたことを覚えている。博士は東京で、日本人相手に合気道の師範もされ、同時に、東大グループの一員かつ多くの研究組織で構成された沿岸研究センター（Nearshore Research Center）の主要スタッフとして、海岸工学に関する研究にも従事すると言う異能の研究者であった。また、米国帰国後は定期的に陸軍工兵隊の研究所（ERDC）のジムで希望者に合気道を教えられていて、当方は合気道の杖の練習に1回だけお付き合いしたことがある。（故）クラウス博士は、陸軍工兵隊工学研究開発センター 水理・海岸研究所（CHL）内および他大学の若手研究者の指導にエネルギーを注いでおられ、日本の若手研究者にもその門戸を開いておられた。博士の業績を知りたいければ、Houston（2011）を参照できる。1999年にニューヨークで国際会議 Coastal Sediments が開催された時に、海岸を一緒にドライブしながらだったと記憶しているが、クラウス博士が研究者の世界に足を踏み入れることになったきっかけを教えてくれた。博士は、ニューヨーク州の高校卒業後に海軍で勤務し、乗務中の艦船がイタリアの港に寄港した際に、街を散歩していると本屋があり、そのショーウィンドウにとっても素敵な表紙の本が飾られていることに気づき、表紙を良く眺めると数式と幾何の図が散りばめられた数学の本で、その表紙に感動を覚え、兵役が終わったら科学の勉強をしようと決意したとの事であった。さて、ERDCにおけるクラウス博士の研究開発上の業績は、海岸水理、漂砂、汀線変動および潮汐現象の数学的なモデル化、航路の維持、そして、浚渫物質の移動等、多岐にわたるものであった。筆者の記憶によると、クラウス博士は米国で最も研究費を稼ぐ研究者、そして、最もアクティブな研究者と言われていたが肺癌のために逝去された。1993年にテキサス州のクラウス博士の自宅に居候しながら共同研究を始め、博士のおかげで世界中の著名な研究者と親交を持つことができた。米国に残るように言われながら残らなかったのが失敗かどうかは判断を保留中。

※ 実は、2006年に職場を移動した直後、当方が職場を代わったことを知った国際学会の会長から

研究ポストと研究費は用意したのですぐこちらに来るようにと有難いお達しがあった。大学院レベルでは、世界的に **Best of the best** と言われる研究機関であり、旧知の研究者もたくさんいたので心が動いたのであるが、米国で熾烈な研究競争と子育てを両立できる自信が無く、断ってしまった。Chance は必ず掴むようにしていたが、仕方がない事とあきらめている。

**コーヒーブレイク ; 最近のジンクス ; 「大型鯨類の漂着は入試と重なる」。**

計測が得意なこともあり、水族館から大型鯨類漂着時に調査依頼が来た。今年は、調査依頼が2回来たのだが、センター入試日と重なり困ってしまった。数年前は、大型のマッコウクジラが5頭某海岸に漂着したが、入試業務を終わってから車に調査機材を積み込んで急いで現場に行ったら、観光客がたくさんいる上に、現場は、某大学チームが年齢査定用の歯を採取し、かつ、重金属汚染の程度を調べるために体表付近の肉を採取する過程で生じた血液で真っ赤に染まっている状態であった。その為に、ドローンを用いて計測したら、血だらけの画像をたくさん撮ってしまい、体長や体幅の三次元計測結果は公開できたが、真っ赤な現場画像は簡単に公開できず困ったことがある。

# 海岸行政の現状と課題



# 海岸行政の現状と課題

---

令和5年6月  
国土交通省水管理・国土保全局  
海岸室長 田中 克直



Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism

## 内容

---

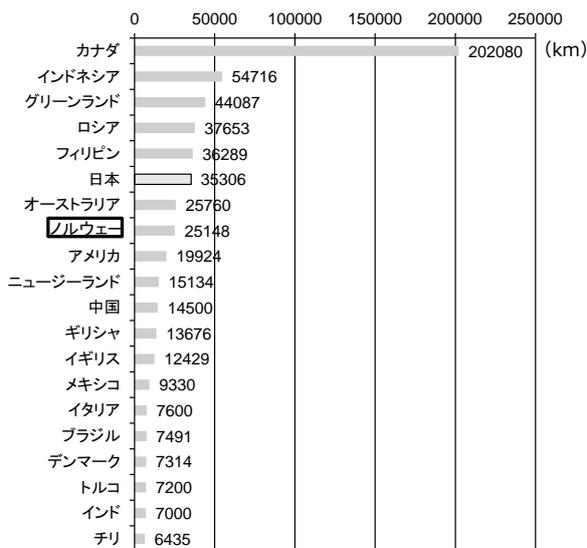
1. 海岸の概況
2. 激甚化、頻発化する自然災害
3. 高潮対策、津波対策、侵食対策
4. 地球温暖化への対応
5. 環境・利用
6. 沖ノ鳥島の保全
7. 防災・減災、国土強靱化

# 内容

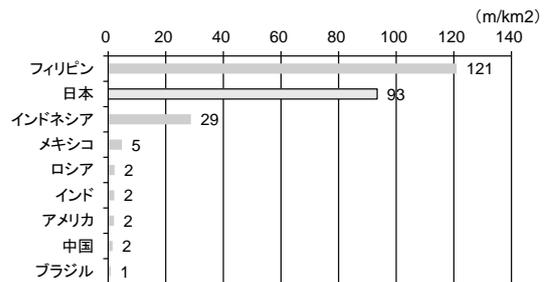
1. 海岸の概況
2. 激甚化、頻発化する自然災害
3. 高潮対策、津波対策、侵食対策
4. 地球温暖化への対応
5. 環境・利用
6. 沖ノ鳥島の保全
7. 防災・減災、国土強靱化

## 我が国の海岸線延長の特徴

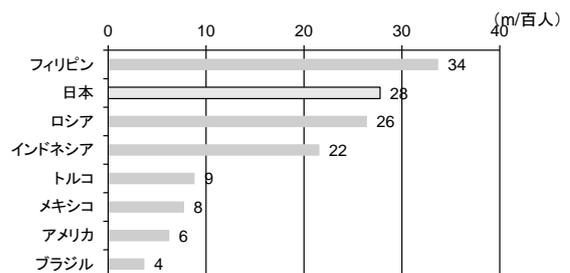
世界の海岸線の延長



主な国の面積あたりの海岸線延長※



主な国の人口あたりの海岸線延長※



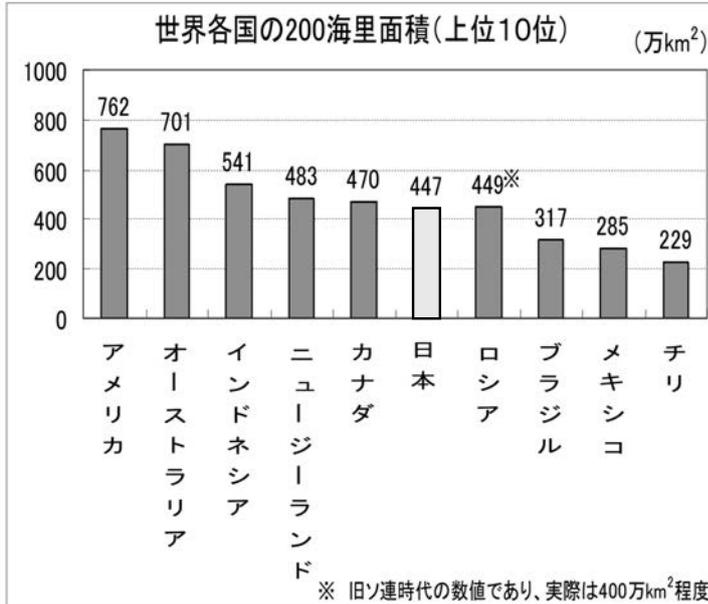
※海岸線の延長が上位20位の国のうち、人口一億人以上の国のみ抽出して比較

【出典】

人口及び面積  
 日本:総務省統計局「人口推計」、国土地理院「全国都道府県市区町村別面積調」  
 外国:「U.S.Central Intelligence Agency,The Factbook 2014」  
 海岸線延長  
 日本:「平成27年度版 海岸統計(平成27年3月31日現在)」  
 外国:「U.S.Central Intelligence Agency,The Factbook 2014」

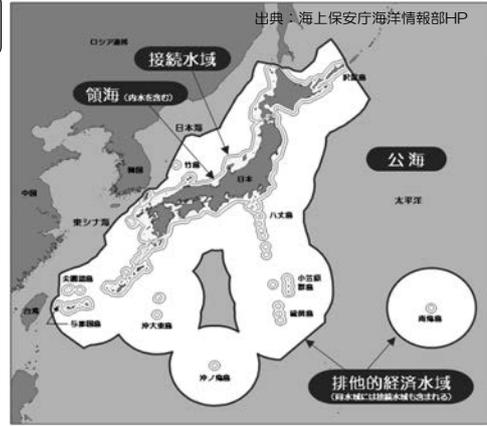
## 各国の200海里水域面積

我が国は世界で第6位の200海里水域を有する



資料) 海洋白書 2009

注) 200海里面積は領海と排他的経済水域の合計



(単位: 1万km<sup>2</sup>)

国土面積	38
領海	43
排他的経済水域	405
領海+排他的経済水域	447

※ 端数処理のため合計値が一致しない場合がある

出典: 海上保安庁海洋情報部HP

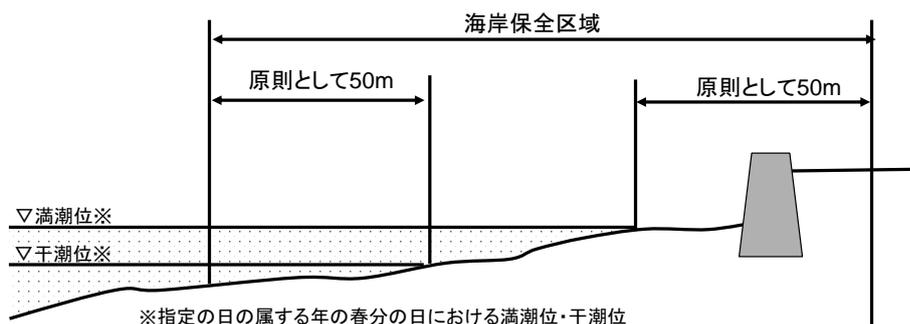
4

## 我が国の海岸線の概要

- 日本の海岸線の総延長は約35千kmと極めて長大であり、このうち津波、高潮、波浪等から防護が必要な海岸として、約13.8千kmが「海岸保全区域」に指定。
- また、海岸環境の保全、公衆の適正な利用を図る等の目的から、約8.5千kmが「一般公共海岸区域」に指定。



### 海岸法の適用範囲



※<sup>1</sup> 「海岸保全区域延長」は陸域(二線堤 0.5千km及び重複区間 0.3千km)を除く。  
 ※<sup>2</sup> 「その他」は地図及び航空写真等から計測された推計値である。

### 一般公共海岸の事例



出典) 令和4年度版 海岸統計  
(令和3年3月31日現在)

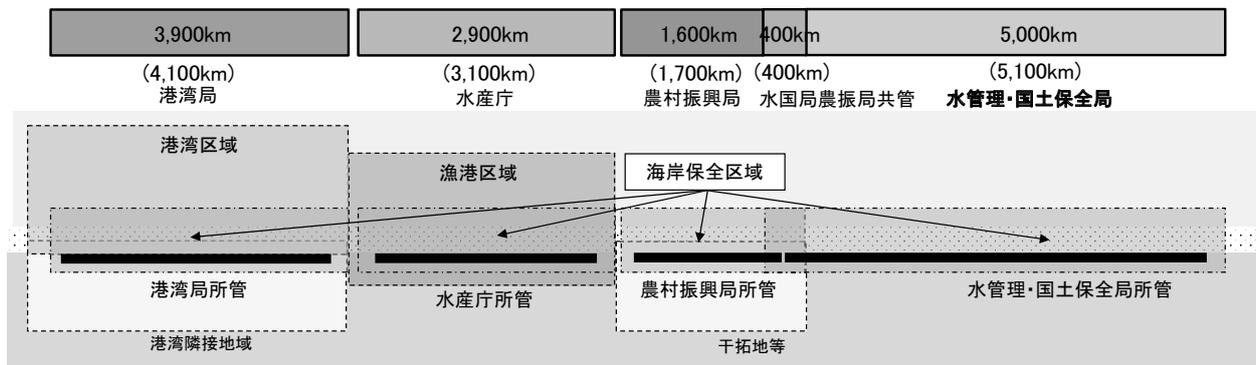
5

## 海岸省庁の役割分担

### ■ 海岸保全区域延長(13.8千km)の所管別内訳

※四捨五入してあるので、計と合致しない場合がある。

※下段カッコ書きは陸域(二線堤及び重複区間)を含む区域延長。



港湾の海岸  
(港湾管理者の長)



漁港の海岸  
(漁港管理者の長)



干拓地等の農地に隣接する海岸  
(都道府県知事等)



左記以外の海岸  
(都道府県知事等)

※下段カッコ書きは管理者を指す。

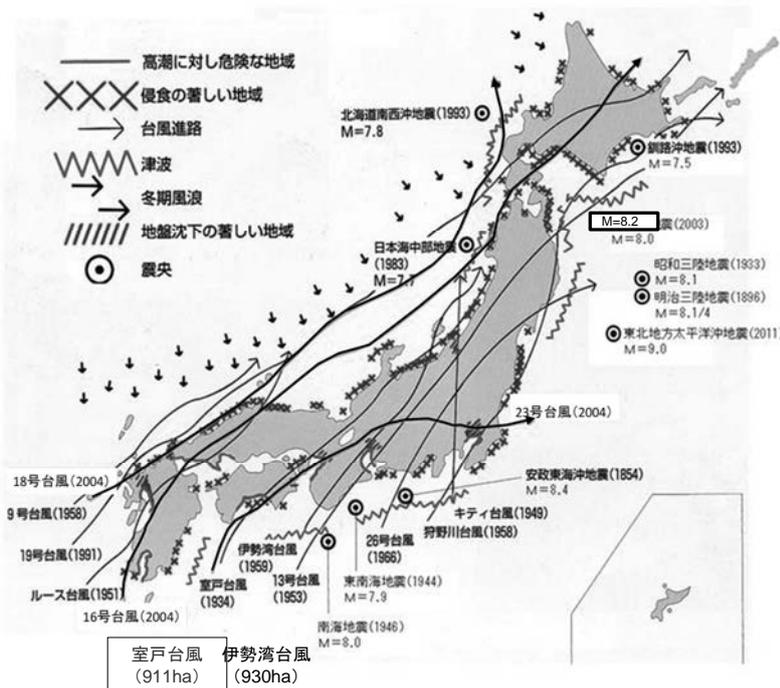
6

## 内容

1. 海岸の概況
2. 激甚化、頻発化する自然災害
3. 高潮対策、津波対策、侵食対策
4. 地球温暖化への対応
5. 環境・利用
6. 沖ノ鳥島の保全
7. 防災・減災、国土強靱化

7

## 災害の起きやすい我が国の海岸



### 【接近・上陸した大型台風】

年月	台風	気圧
1934年9月	室戸台風	911ha
1959年9月	伊勢湾台風	930ha
2018年9月	台風第21号	950ha
2018年10月	東日本台風	955ha
2020年9月	台風第10号	930ha*
2022年9月	台風第14号	935ha

※接近時

### 【近年の主な地震等】

年月	地震	最大震度
2011年3月	東日本大震災	7 大津波警報
2016年4月	熊本地震	7
2016年11月	福島沖地震	津波警報
2018年9月	胆振地方中東部	7
2022年1月	フンガ・トンガ噴火	津波警報

○過去10年で最大震度6弱以上が23回発生

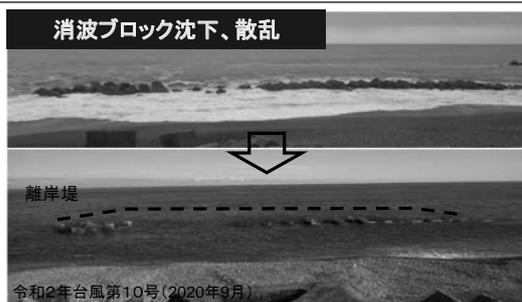
8

## 近年の台風等による海岸保全施設の被災

○令和以降、26個の台風が接近（11個が上陸）。

○台風による風浪・越波等により、各地で海岸保全施設の被害が発生。

※令和4年9月末の速報値（出典：気象庁HP）



消波ブロック沈下、散乱

離岸堤

令和2年台風第10号（2020年9月）

【高知県 高知市 高知海岸】



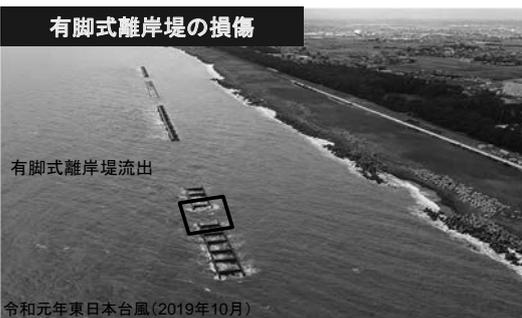
陸閘の倒壊

倒壊

元の設置位置

令和元年東日本台風（2019年10月）

【三重県 南牟婁郡 鵜殿港海岸】



有脚式離岸堤の損傷

有脚式離岸堤流出

令和元年東日本台風（2019年10月）

【静岡県 焼津市 駿河海岸】



護岸破損

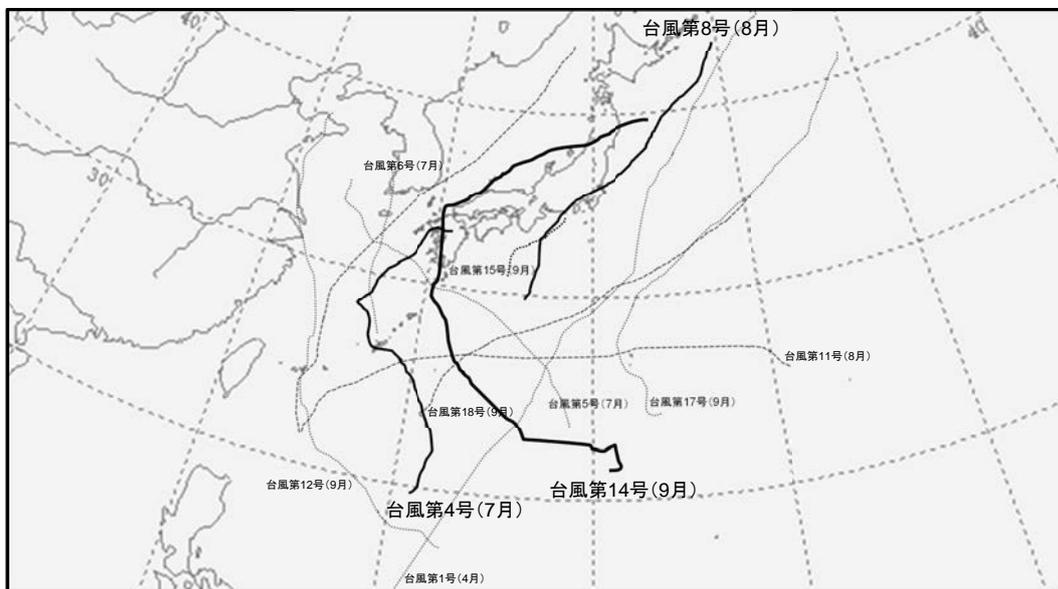
令和2年台風第10号（2020年9月）

【長崎県 平戸市 大野浦海岸】

9

## 令和4年の台風の接近・上陸の状況

- 令和4年7月以降、7個の台風が接近、3個の台風が上陸。
- 台風第14号は、統計開始以降4番目に強い勢力(中心気圧935hPa)で鹿児島市付近に上陸。
- 鹿児島県で暴風、高潮、波浪の特別警報、宮崎県で大雨特別警報が発令されるなど、九州地方を中心に記録的な大雨や暴風となった。

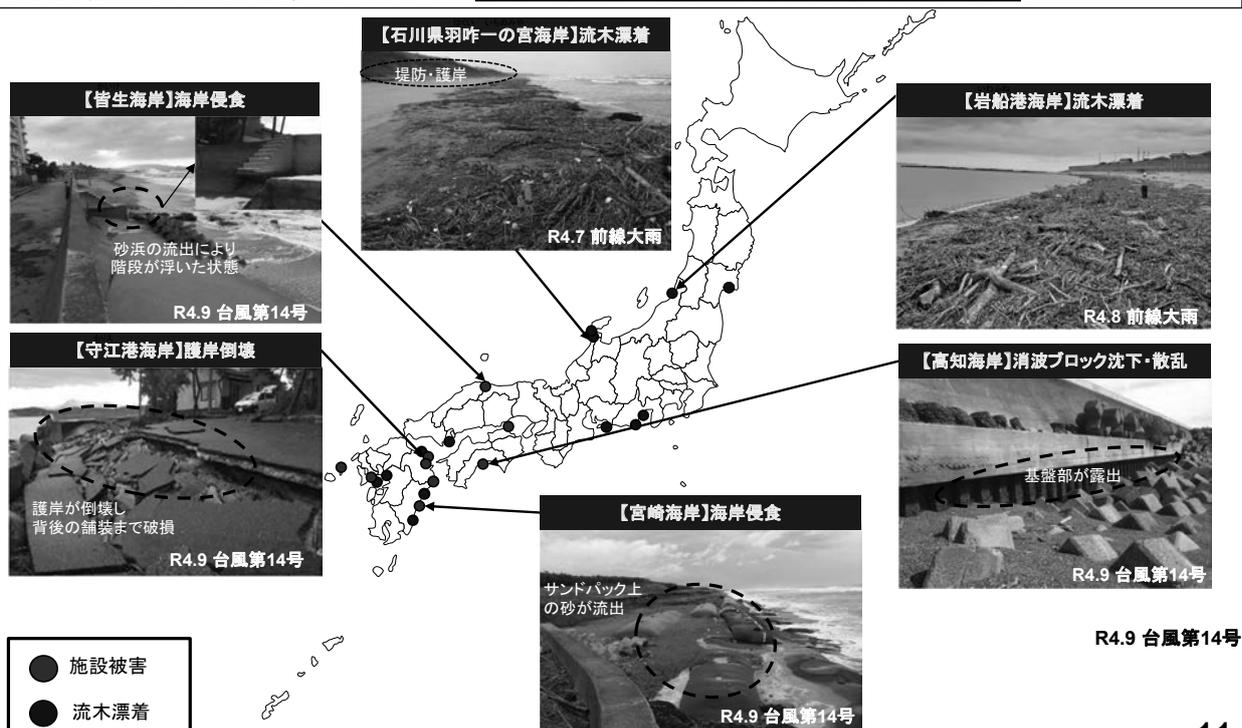


※気象庁資料を一部加工

10

## 令和4年における台風等による被害の状況

- 台風第14号や7月の前線大雨等により、各地で海岸保全施設や流木漂着等の被害が発生。

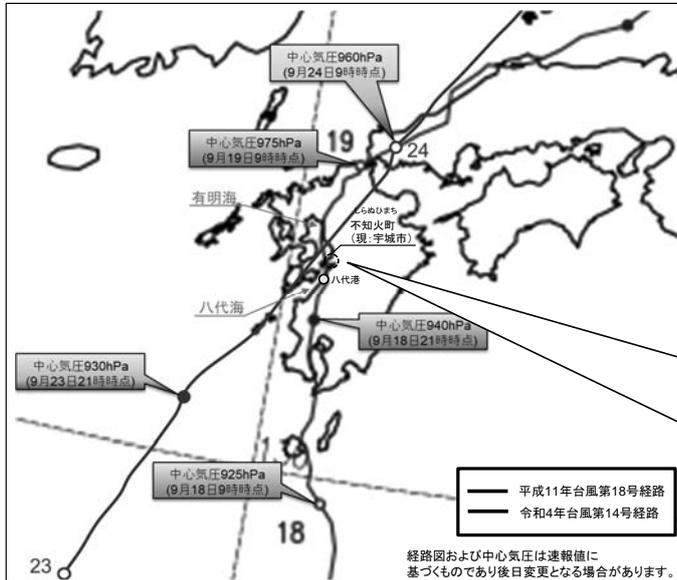


R4.9 台風第14号

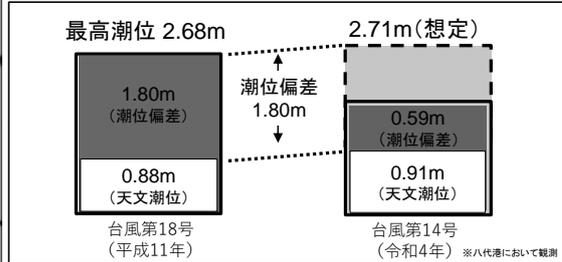
11

## 令和4年台風第14号による高潮について(有明海・八代海)

○令和4年台風第14号は中心気圧935hPaで鹿児島市付近に上陸(伊勢湾台風、第二室戸台風に匹敵)。  
 ○有明海・八代海の東寄りを通じたこともあり、既設の海岸保全施設等により、高潮での浸水被害は防止。  
 ○なお、熊本県不知火町(現宇城市)で甚大な被害をもたらした平成11年台風第18号(天草町上陸時の中心気圧945hPa)と同様の進路等となっていた場合、同等以上の潮位となったおそれ。



平成11年台風第18号と同様の進路等となった場合の想定



平成11年台風第18号による被害の状況

熊本県の主な被害状況  
 ・死者16名 ・重傷者26名 ・軽傷者290名  
 ・住家全半壊約1800棟



国道266号に打ち上げられた船(不知火町)

松台地区の被害状況(不知火町)

出典: 熊本県ホームページ 12

## 内容

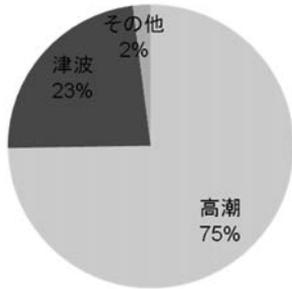
1. 海岸の概況
2. 激甚化、頻発化する自然災害
3. 高潮対策、津波対策、侵食対策
4. 地球温暖化への対応
5. 環境・利用
6. 沖ノ鳥島の保全
7. 防災・減災、国土強靱化

# 海岸堤防の設計について

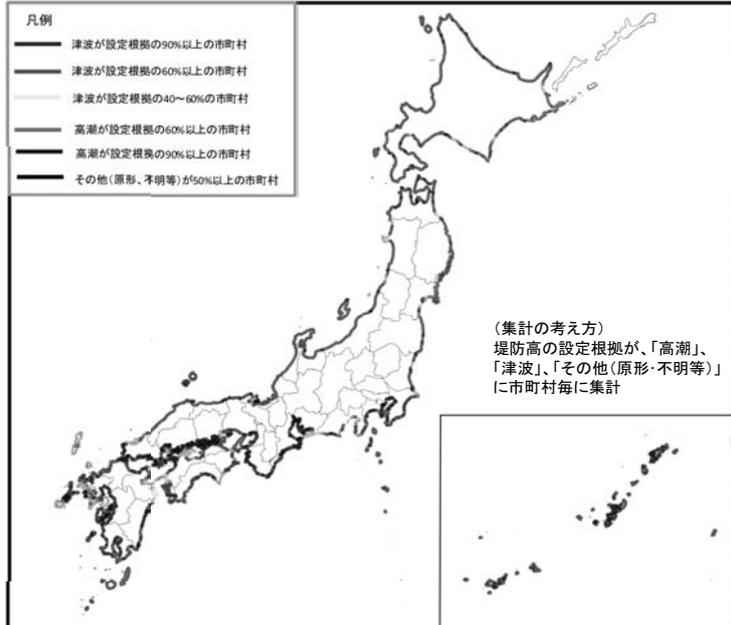
- 我が国の海岸堤防の高さは、設計津波の水位と高潮の水位（波浪のうちあげ高を含む）のいずれか高い方で決定される。
- 全国の海岸堤防の75%は、高潮を基に整備されている。

○高潮・津波外力別の堤防高設定状況  
(農林水産省・国土交通省調べ) (H26.9)

## 海岸堤防高の設定状況



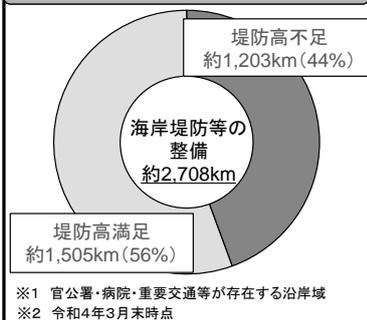
高潮により海岸堤防が設定されている海岸が75%



## 重要な背後地を抱える地域等の高潮対策を進める必要がある

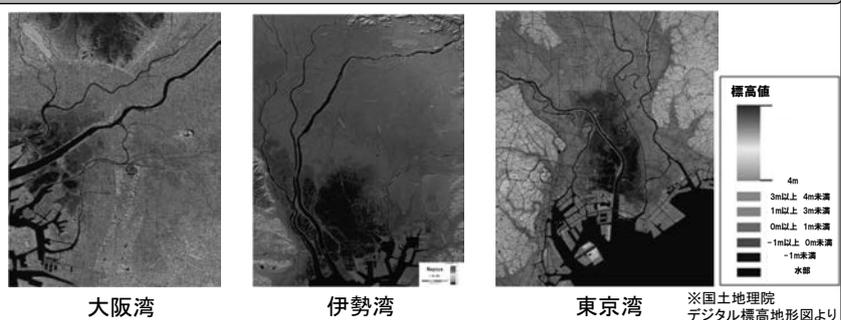
- 平成30年台風第21号では、複数の地点で既往最高の潮位を記録するなど大規模な高潮となり、兵庫県などで浸水被害が発生した。
- 災害リスクの高い沿岸域※1で津波・高潮対策として必要な海岸堤防等のうち、計画に必要な高さを確保できていない延長は、全体の約44%※2である。

### 海岸堤防等の高さ確保状況



※1 官公署・病院・重要交通等が存在する沿岸域  
※2 令和4年3月末時点

### 高潮による被災リスクの高まるゼロメートル地帯



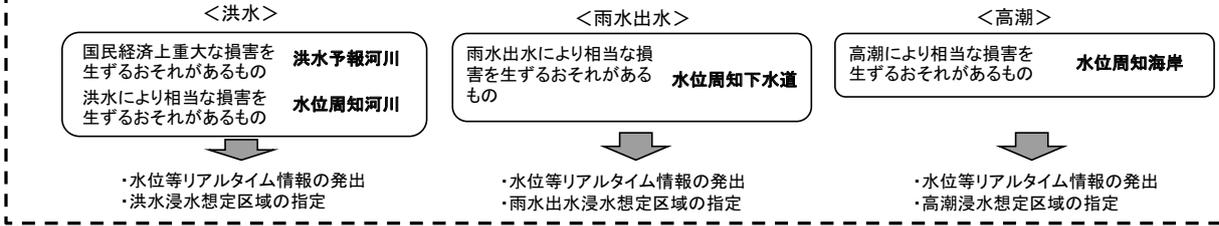
### 海岸堤防等の嵩上げを実施した対策例



# 土地の水災害リスク情報空白域の解消(令和3年)

○ これまでの水防法において浸水想定区域を指定することとなっていない河川、下水道、海岸においても洪水、内水、高潮によって浸水が想定される範囲や浸水深等の情報整備を促進する。

## これまでの法的位置づけ



## 指定状況等(令和3年当時)

	河川	下水道	海岸
現在の指定状況	約2,000河川 (洪水予報河川、水位周知河川)	2団体 (広島市、福岡市)	8沿岸 (東京湾、大阪湾、讃岐阿波、紀伊水道西、海部灘、玄界灘、豊前豊後、有明海) ※うち、6沿岸は一部の指定
上記のほか、「水災害時に浸水が想定される区域図の作成※」が想定されるもの (一部は水位周知の実施も想定)	約15,000河川 (指定河川以外の1級河川及び2級河川のうち、住家等の防護対象のある河川)	約1,000団体 (雨水事業を実施している団体)	69沿岸 (指定沿岸以外の、全沿岸)

### ※水災害時に浸水が想定される区域図の作成

- ・河川については、洪水予報河川や水位周知河川の指定の有無によらず、(簡易な浸水範囲等の解析手法も活用した)想定最大規模による洪水浸水想定区域を指定。【流域治水関連法案】
- ・下水道や海岸についても、水位周知下水道や水位周知海岸の指定の有無によらず、想定最大規模による内水・高潮浸水想定区域を指定。【流域治水関連法案】

16

# 高潮浸水想定区域の指定状況

- 平成27年の水防法改正に基づき、都道府県では、高潮により大きな被害が発生する可能性の高い三大湾等(東京湾、三河湾・伊勢湾、大阪湾、瀬戸内海、有明海、八代海)沿岸を中心に、水位周知海岸の指定、高潮特別警戒水位の設定、高潮浸水想定区域の指定が順次進められてきたところ。
- リスク情報の空白域を解消するため、令和3年に法改正を実施。新たな高潮浸水想定区域の指定は、令和7年度までに実施することを想定。

## ○ 改正水防法(令和3年5月10日公布、7月15日施行)

水防法 抄  
(高潮浸水想定区域)  
第十四条の三 都道府県知事は、次に掲げる海岸について、高潮時の円滑かつ迅速な避難を確保し、又は浸水を防止することにより、水災による被害の軽減を図るため、国土交通省令で定めるところにより、想定し得る最大規模の高潮であつて国土交通大臣が定める基準に該当するものにより当該海岸について高潮による氾濫が発生した場合に浸水が想定される区域を高潮浸水想定区域として指定するものとする。

一 第十三条の三の規定により指定した海岸 ※水位周知海岸  
二 前号に掲げるもののほか、当該都道府県の区域内に存在する海岸のうち高潮による災害の発生を警戒すべきものとして国土交通省令で定める基準に該当するもの  
2~4 (略)

水防法施行規則 抄  
(高潮による災害の発生を警戒すべき海岸の基準)  
第七条の二 法第十四条の三第一項第二号の国土交通省令で定める基準は、当該海岸の周辺地域に住宅、要配慮者利用施設その他の高潮時に避難を行うことが想定される者が居住若しくは滞在する建築物又は避難施設、避難路その他の高潮時における避難の用に供する施設が存し、かつ、当該周辺地域の市町村の市町村長が当該周辺地域における高潮の発生のおそれに関する気象の状況その他の情報を入手することができることとする。

## ○ 財政的支援

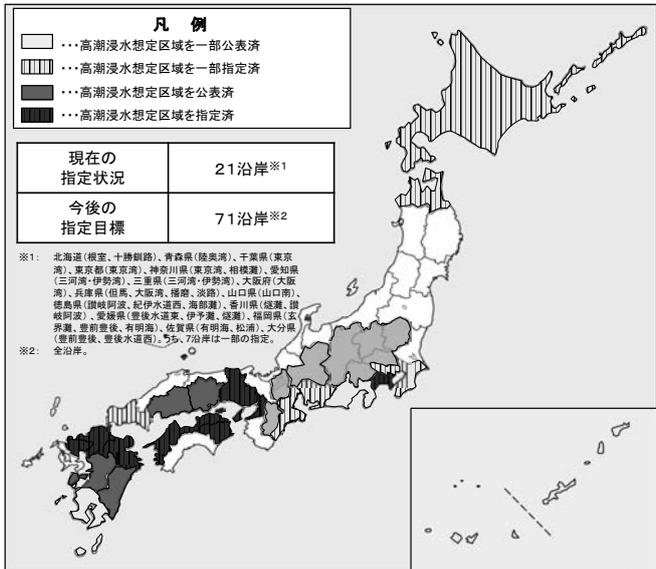
### 社会資本整備総合交付金

津波・高潮危機管理対策緊急事業にて「津波・高潮ハザードマップの作成支援」を活用することができる。

## ○ 技術的支援(マニュアル等)

- ・高潮浸水想定区域図作成の手引き(令和5年4月)
- ・高潮特別警戒水位の設定要領(平成27年7月)

令和5年3月31日現在



17

## 内容

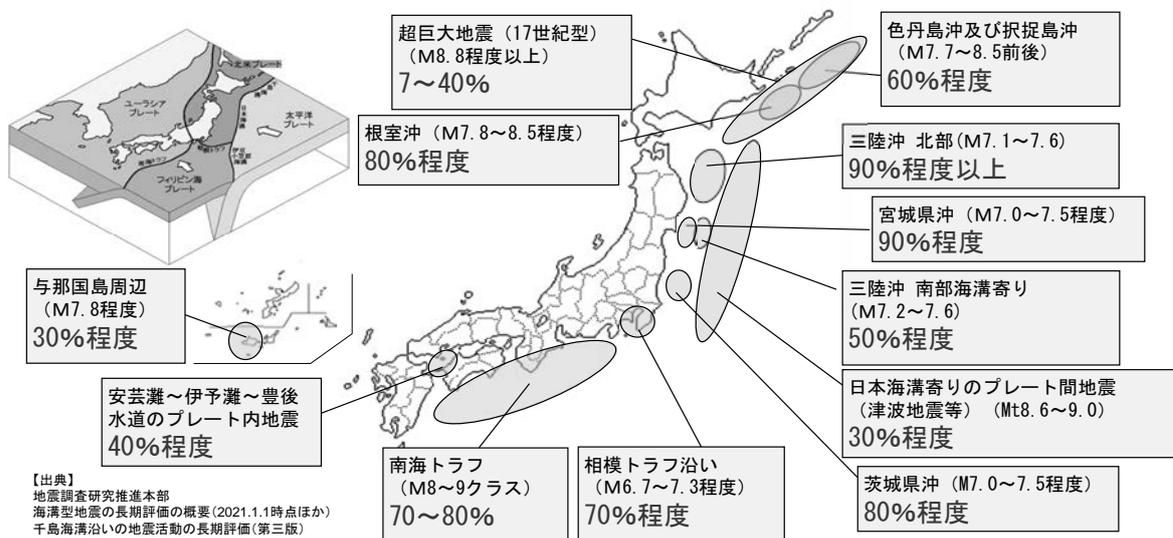
1. 海岸の概況
2. 激甚化、頻発化する自然災害
3. 高潮対策、津波対策、侵食対策
4. 地球温暖化への対応
5. 環境・利用
6. 沖ノ鳥島の保全
7. 防災・減災、国土強靱化

18

## 大規模な地震・津波災害のおそれ

- 南海トラフでM8～9クラスの大地震が今後30年以内に発生する確率は、70～80%であると想定されている。
- 日本海でも、日本海中部地震津波、北海道南西沖地震津波等が発生している。
- 日本海側も含め、各地域において大規模地震の切迫性が報告されている。

### 【海溝沿いの主な地震の今後30年以内の発生確率】



19

## 津波対策を構築するにあたっての想定津波

- 東日本大震災では、これまでの想定をはるかに超えた巨大な地震・津波により甚大な被害を受けたことから、最大クラス(L2)の津波に対してはハード整備とソフト対策を組み合わせた多重防御により被害を最小化させるとした減災の考え方が新たに示された。
- 比較的発生頻度の高い津波(L1)に対しては、住民財産の保護、地域の経済活動の安定化等の観点から、引き続き、海岸堤防の整備を進めていくこととされた。

### 比較的頻度の高い津波

**津波レベル**： 比較的発生頻度は高く、津波高は低いものの大きな被害をもたらす津波

住民財産の保護、地域経済の安定化、効率的な生産拠点の確保の観点から、海岸保全施設等を整備

**基本的考え方**： 海岸保全施設等については、引き続き、比較的発生頻度の高い一定程度の津波高に対して整備を進めるとともに、設計対象の津波高を超えた場合でも、施設の効果粘り強く発揮できるような構造物の技術開発を進め、整備していく。

### 最大クラスの津波

**津波レベル**： 発生頻度は極めて低いものの、発生すれば甚大な被害をもたらす津波

住民等の生命を守ることを最優先とし、住民の避難を軸に、とりうる手段を尽くした総合的な津波対策を確立

**基本的考え方**： 被害の最小化を主眼とする「減災」の考え方に基づき、対策を講ずることが重要である。そのため、海岸保全施設等のハード対策によって津波による被害をできるだけ軽減するとともに、それを超える津波に対しては、ハザードマップの整備など、避難することを中心とするソフト対策を重視しなければならない。

●中央防災会議「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(平成23年9月28日)より作成。

20

## 東日本大震災を踏まえた津波防災対策の基本的な考え方

- 被災地は、近い将来に襲来するかもしれない津波や高潮・高波に対して極めて脆弱な状況となっており、被災した海岸堤防の復旧等を速やかに行うことが必要。
- 三陸沿岸においては、明治三陸津波(1896年)や昭和三陸津波(1933年)、チリ地震津波(1960年)など、30年から40年に一度程度の間隔で津波が発生。
- 海岸堤防については、東日本大震災のような最大クラスの津波(L2津波)ではなく、このような比較的発生頻度の高い津波(L1津波)を対象として設計。

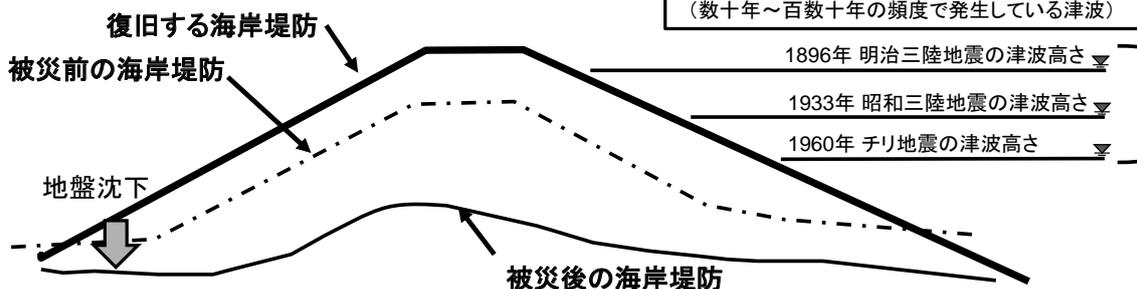
### <最大クラスの津波(L2)>

・住民避難を柱とした総合的防災対策を構築する上で設定する津波

2011年 東北地方太平洋沖地震の津波高さ

### <比較的頻度の高い津波(L1)>

・海岸堤防の建設を行う上で想定する津波(数十年～百数十年の頻度で発生している津波)



21

## 耐震対策を進める必要がある

○大規模地震が想定される地域等※<sup>1</sup>において計画上必要な高さを確保し、海岸堤防等の耐震対策（L1地震動に対する対策）が未了（耐震照査未実施を含む）である延長は、全体の約41%※<sup>2</sup>である。

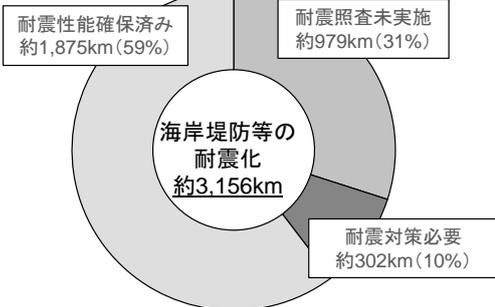
### 海岸堤防等の耐震対策状況



高知海岸（高知県）

※1 南海トラフ地震・首都直下地震・日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震等の大規模地震が想定される地域またはゼロメートル地帯

※2 令和4年3月末時点



※合計は四捨五入の関係で一致しない場合がある

### 水門・陸閘等の耐震対策

海岸堤防等以外の施設においても、耐震対策を進める必要がある。



波止浜海岸で実施した波止浜水門の耐震対策（愛媛県）

要谷漁港海岸の陸閘（岩手県）

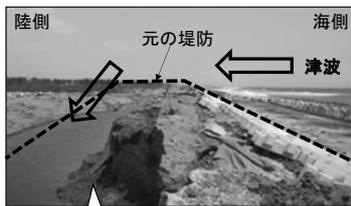
## 粘り強い構造の海岸堤防

### 構造上の工夫

粘り強い海岸堤防  
（新たな構造）

～巨大津波に対して粘り強い海岸堤防～

- 堤防が破壊、倒壊するまでの時間を少しでも長く
- 堤防が全壊（完全に流出した状態）に至る危険性を低減



陸側の法面が崩れ落ちている堤防が多かった



### <粘り強い海岸堤防のポイント>

#### ポイント① 法尻部の強化

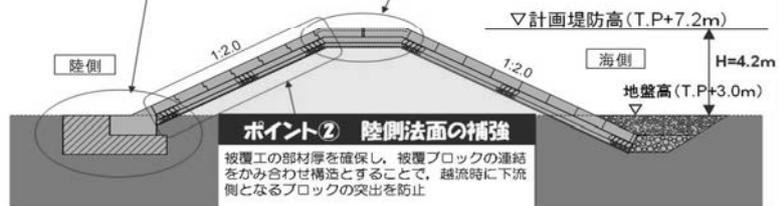
越流水の方向を変え、裏法尻の洗掘を堤防本体から遠ざける。また、基礎処理により、洗掘への抵抗性を向上。

#### ポイント③ 天端被覆工の補強

天端被覆工の部材厚を確保。また、空気抜き孔を設け、越流時に堤防内の有害な空気圧を抜く。

#### ポイント② 陸側法面の補強

被覆工の部材厚を確保し、被覆ブロックの連結をかみ合わせ構造とすることで、越流時に下流側となるブロックの突出を防止



# 最大クラスの津波に対するソフト・ハードの組み合わせによる対応

## 最大クラスの津波

**津波レベル**：発生頻度は極めて低いものの、発生すれば甚大な被害をもたらす津波  
 住民等の生命を守ることを最優先とし、住民の避難を軸に、とりうる手段を尽くした総合的な津波対策を確立

**基本的考え方**：被害の最小化を主眼とする「減災」の考え方に基づき、対策を講ずることが重要である。そのため、海岸保全施設等のハード対策によって津波による被害をできるだけ軽減するとともに、それを超える津波に対しては、ハザードマップの整備など、避難することを中心とするソフト対策を重視しなければならない。



避難路



津波避難ビル



津波ハザードマップ



避難訓練

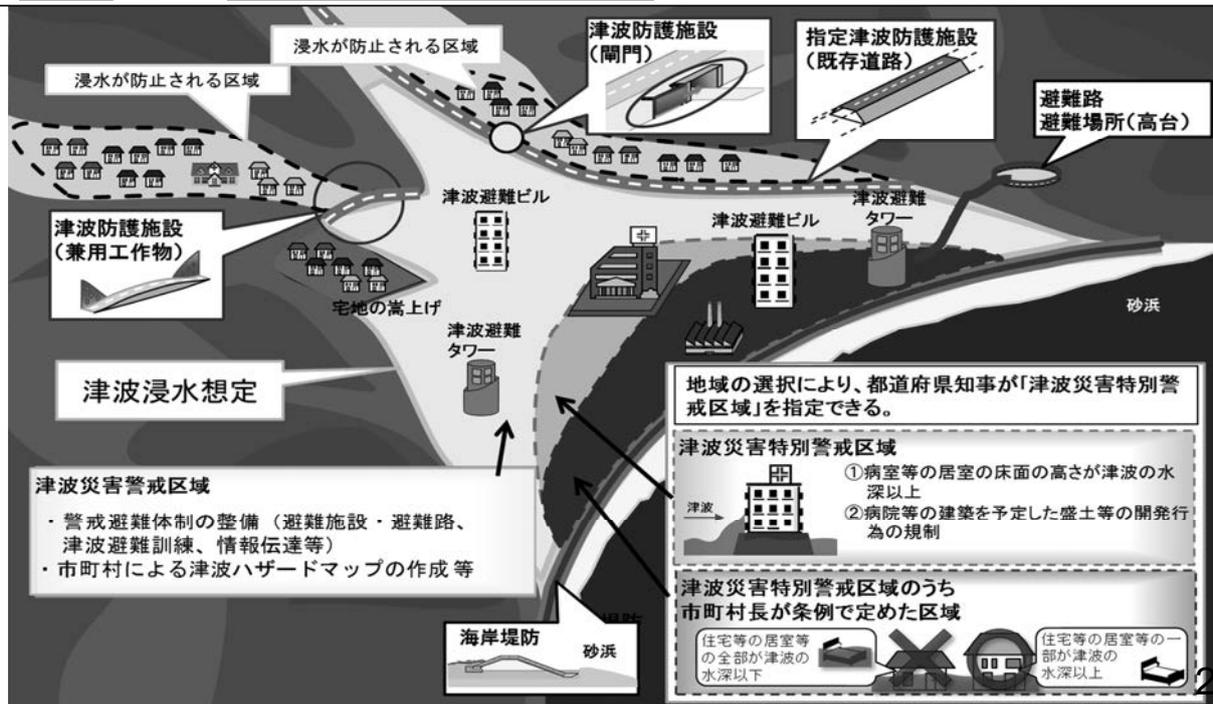
津波災害に対しては、今回の様な大規模な津波災害が発生した場合でも、なんとしても人命を守るという考え方に基づき、ハード・ソフト施策の適切な組み合わせにより、減災のための施策を実施。

- 平成23年 6月26日 「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 中間とりまとめ」
- 平成23年 7月 6日 「津波防災まちづくりの考え方」(社会資本整備審議会計画部会 緊急提言)
- 平成23年 7月29日 「東日本大震災からの復興の基本方針」(東日本大震災復興対策本部)
- 平成23年 9月28日 「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」

## いのちを守る津波防災地域づくりのイメージ

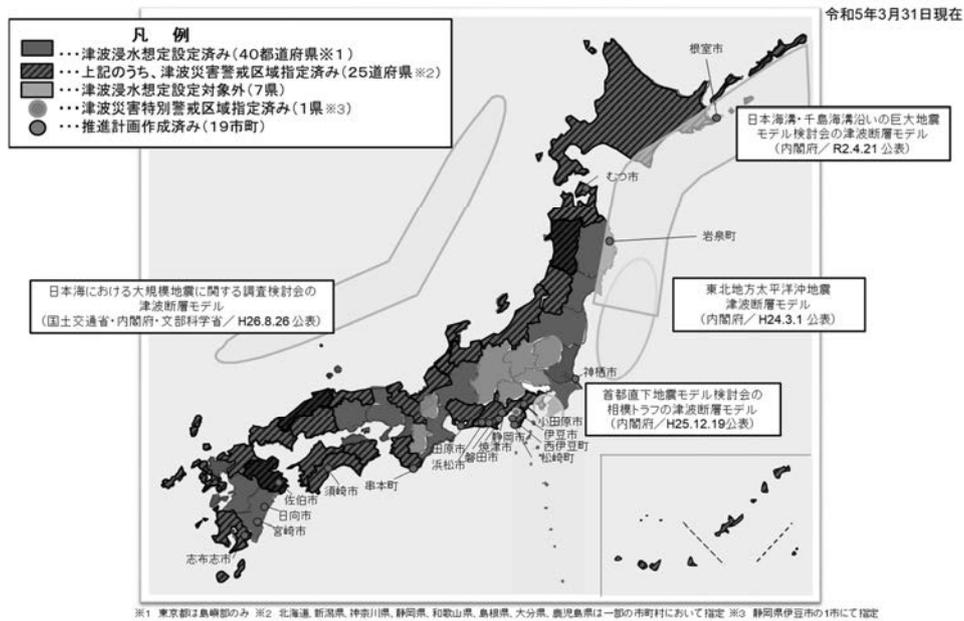
※平成23年12月14日「津波防災地域づくり法」公布、平成24年6月13日全部施行

○津波災害に対しては、東日本大震災の様な大規模な津波災害が発生した場合でも、なんとしても人命を守るという考え方に基づき、ハード・ソフト施策の適切な組み合わせにより、減災のための施策を実施。



# 津波防災地域づくりを着実に推進する必要がある

- 現在、津波防災地域づくり法に基づく津波浸水想定は全国40都道府県で設定済み。
- 津波浸水想定を踏まえ、津波災害警戒区域は、25道府県が指定済。津波災害特別警戒区域は、静岡県(伊豆市) 1県で指定済み。
- 津波防災地域づくりを総合的に推進するための推進計画は19市町で作成済み。

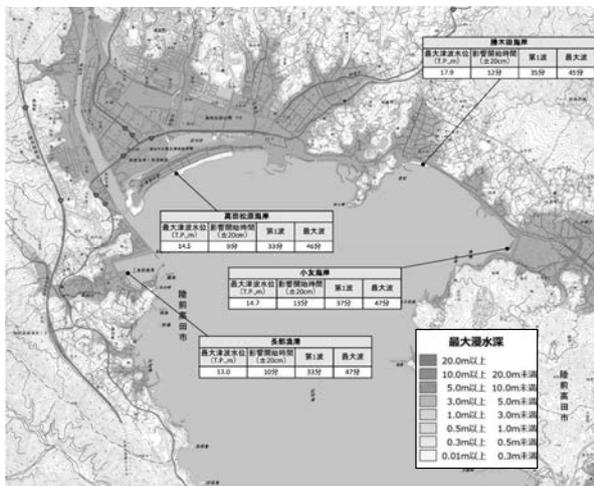


## 津波浸水想定公表時の工夫事例(岩手県)

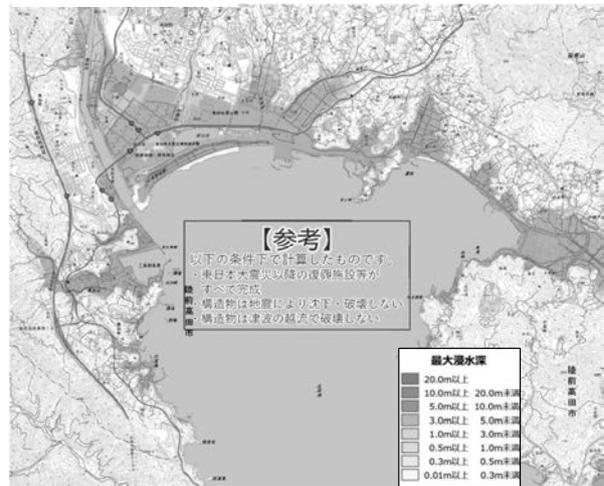
- 岩手県では、津波防災地域づくり法に基づき、「なんとしても人命を守る」という考え方の下、最大クラスの津波が悪条件下※において発生し、浸水が生じることを前提とした津波浸水想定を令和4年3月に公表している。
- 一方で津波対策については、海岸堤防等の施設の整備や警戒避難体制の構築だけでなく、土地利用の調整、都市計画等のまちづくりとの連携も重要な要素となる。このため、地域でリスクを共有する観点から、岩手県では越流のみ(海岸堤防や水門・陸閘等が破壊しない等)の条件に変えた浸水範囲等を参考として公表している。

※設定潮位を最高満潮位とする、海岸堤防、河川堤防等は津波が越流した場合には破壊されることを前提にする、など

津波浸水想定(破堤あり)



参考資料(破堤無し)



出典: 岩手県ホームページ  
<https://www.pref.iwate.jp/kendozukuri/kasensabou/kaigan/1038410/1053312/index.html>

## 内容

1. 海岸の概況
2. 激甚化、頻発化する自然災害
3. 高潮対策、津波対策、侵食対策
4. 地球温暖化への対応
5. 環境・利用
6. 沖ノ鳥島の保全
7. 防災・減災、国土強靱化

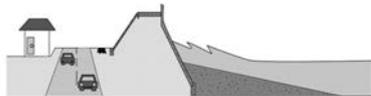
28

## 砂浜の機能

- 砂浜の保全は、国土の消失を防ぐだけでなく、波浪の低減等の防災面の効果、生態系等の環境保全やレクリエーション等の利用促進の効果がある。

### 防災・減災

①砂浜があると、岸での波を弱める



②海岸侵食により、砂浜が少なくなると越波が増大



③さらに侵食が進み、砂浜がなくなると海水が浸入



④浸入した海水により、破堤につながる



### 環境保全



### 海岸利用



サンセットスラックラインでの利用例  
一般社団法人 日本スラックライン連盟提供



密を避けるため、間仕切りを行なった海水浴場  
九十浜海水浴場(静岡県下田市)

29

## 海岸侵食による被災事例

下新川海岸の例(平成20年2月)



読売新聞社撮影・提供

入善町戸崎地区

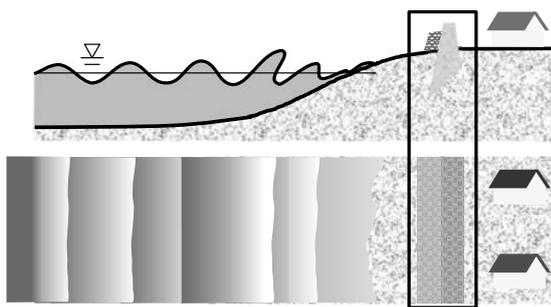
石川海岸の例(平成18年1月)



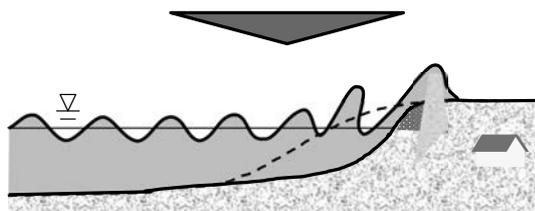
30

## 侵食対策の変遷(線的防護から面的防護へ転換)

【以前の方式(線的防護)】

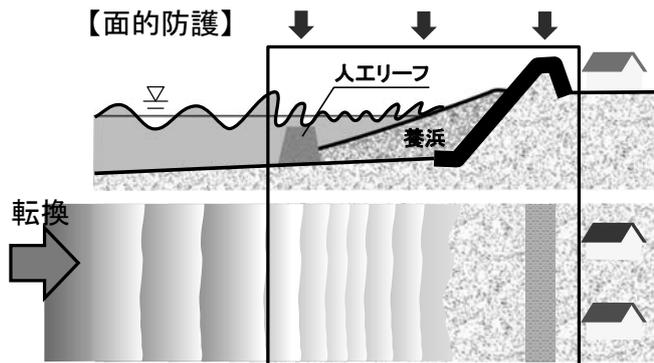


海岸堤防、護岸や消波ブロックで波を防ぐ



砂が流出、砂浜減少  
波が海岸堤防や護岸まで届く

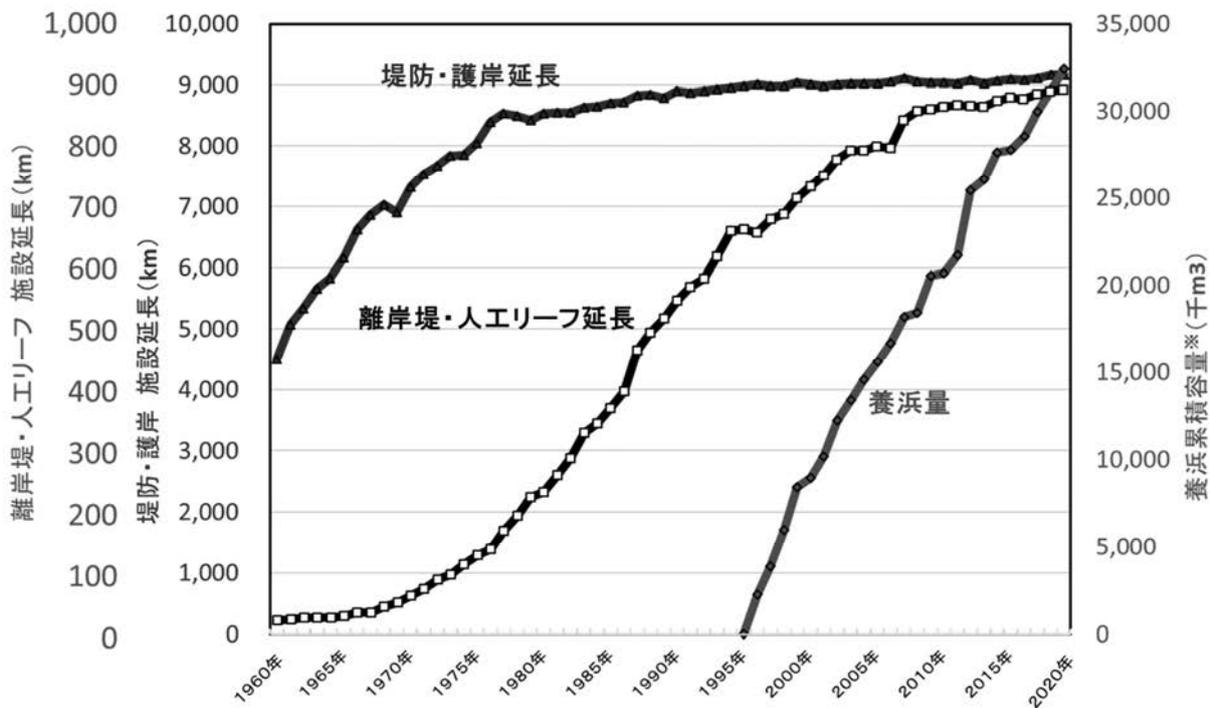
【面的防護】



突堤、離岸堤、人工リーフ等の整備による様々な侵食対策

31

## 侵食対策の変遷



※1997年以降に実施したもののみ計上 32

## 今後の砂浜保全(順応的砂浜管理)

- 侵食対策により、砂浜が回復した砂浜がある一方、未対策箇所での侵食の進行、増加から減少に転じる砂浜も。
- 事後的な侵食対策から予測を重視した順応的な砂浜管理へ。

### ◆砂浜を海岸保全施設として指定・管理

砂浜を海岸法に基づく海岸保全施設※として指定。現場において順応的管理を実践。

○指定事例第1号(令和元年9月)

石川海岸(松任工区)



○指定事例第2号(令和4年7月)

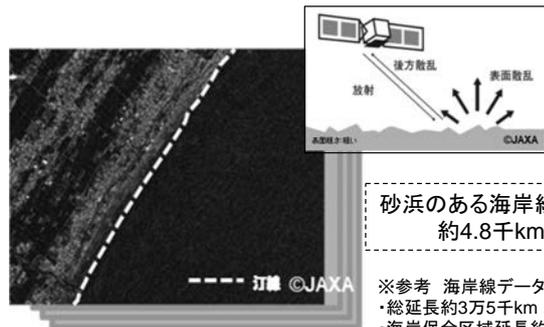
新潟港海岸(西海岸地区)

※海岸法改正(平成11年)により  
砂浜が海岸保全施設となること明確化

### ◆最新技術による砂浜モニタリング手法の活用

長大な砂浜海岸に対し、できる限りコストを抑えてモニタリング可能な手法を構築

○衛星画像を活用し、汀線の位置を継続的に把握



砂浜のある海岸線延長  
約4.8km

※参考 海岸線データ  
・総延長約3万5千km  
・海岸保全区域延長約13.4千km

## 砂浜の保全・再生を推進する必要がある

- 気候変動の影響による被災リスクの増大に対応するためには、波の減衰効果等を有する砂浜の保全・再生を図ることは喫緊の課題。
- 砂浜の保全・再生に向け、侵食被害に対し事後的な対応から予測を重視した順応的な管理への転換、事業間の連携を促し対策を推進するため、侵食対策事業に対する財政支援の重点化が必要。

### 新規事項(砂浜の保全・再生に向けた財政支援の重点化)

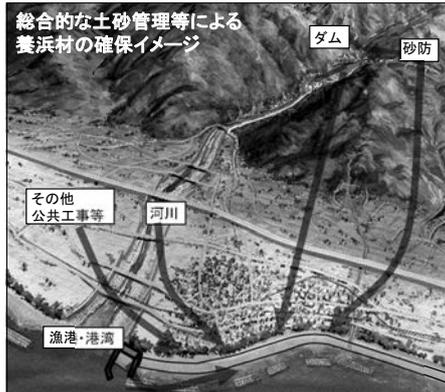
対 象: 海岸管理者

拡充内容: 砂浜の保全・再生に向けて、下記の取組を推進する海岸で実施する事業に対して、防災・安全交付金を重点配分

<砂浜の保全・再生に向けた取組>

- 砂浜の海岸保全施設への指定
- 総合的な土砂管理や事業間連携による計画的な養浜材の確保

砂浜を海岸保全施設に指定して適切に管理を行っている事例



34

## 内容

1. 海岸の概況
2. 激甚化、頻発化する自然災害
3. 高潮対策、津波対策、侵食対策
4. 地球温暖化への対応
5. 環境・利用
6. 沖ノ鳥島の保全
7. 防災・減災、国土強靱化

35

## AR6統合報告書の主なメッセージ(現状と傾向)

- ◆ 人間活動が主に温室効果ガスの排出を通して地球温暖化を引き起こしてきたことには疑う余地がなく、1850～1900年を基準とした世界平均気温は2011～2020年に1.1℃の温暖化に達した。
- ◆ 大気、海洋、雪氷圏、及び生物圏に広範かつ急速な変化が起こっている。人為的な気候変動は、既に世界中の全ての地域において多くの気象と気候の極端現象に影響を及ぼしている。このことは、自然と人々に対し広範な悪影響、及び関連する損失と損害をもたらしている。
- ◆ 2021年10月までに発表された「国が決定する貢献(NDCs)」によって示唆される2030年の世界全体のGHG排出量では、温暖化が21世紀の間に1.5℃を超える可能性が高く、温暖化を2℃より低く抑えることが更に困難になる可能性が高い。

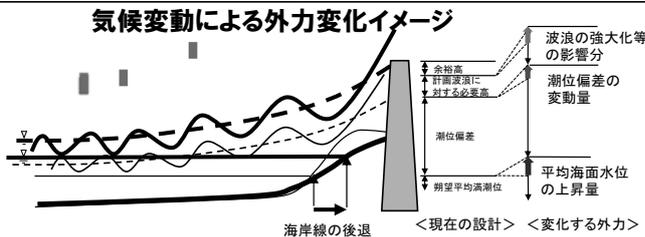


- 第6次評価報告書(AR6)サイクルにおける主な報告書
- 1.5℃特別報告書…2018年10月公表
  - WG1報告書(自然科学的根拠)…2021年8月公表
  - WG2報告書(影響・適応・脆弱性)…2022年2月公表
  - WG3報告書(気候変動の緩和)…2022年4月公表
  - 統合報告書…2023年3月公表

出典: 環境省資料(IPCC 第6次評価報告書(AR6)統合報告書(SYR)の概要)より抜粋

## 気候変動を踏まえた海岸保全を進める必要がある

- IPCC(気候変動に関する政府間パネル)のレポートでは、2100年までの平均海面水位の予測では、上昇傾向が明らかとされている。
- 気候変動による影響(平均海面水位の上昇量等)を明示的に考慮した対策へ転換するために、令和2年11月に海岸保全基本方針を変更。
- 各海岸管理者において、気候変動を踏まえた海岸保全基本計画見直し(令和7年度まで)の検討に着手。



IPCCシナリオ	1995-2014年平均に対する2100年における平均海面水位の予測上昇量(m)
SSP1-1.9	0.28～0.55m
SSP1-2.6(2℃上昇)	0.32～0.62m
SSP2-4.5	0.44～0.76m
SSP5-8.5(4℃上昇)	0.63～1.01m

出典: IPCC第6次評価報告書第1作業部会報告書

### 気候変動影響の将来予測

	将来予測
平均海面水位	・上昇する
高潮時の潮位偏差	・極値は上がる
波浪	・波高の平均は下がるが極値は上がる ・波向きが変わる
海岸侵食	・砂浜の6割～8割が消失

出典: 気候変動を踏まえた海岸保全のあり方検討委員会資料

# 気候変動影響を踏まえた海岸保全基本計画見直しについて

- 気候変動に伴う海面水位の上昇等を踏まえ、令和2年11月に「海岸保全基本方針」を変更
- 「海岸保全基本方針」に基づき、都道府県において「海岸保全基本計画」を見直し、気候変動を踏まえた海岸保全を推進
- 令和5年3月には東京都が、全国で初の事例となる、気候変動影響を防護目標に取り込んだ「海岸保全基本計画」を公表した。

## ○気候変動を踏まえた海岸保全のあり方検討委員会

- ・気候変動を踏まえた海岸保全のあり方提言（令和2年7月）にて「海岸保全を、過去のデータに基づきつつ気候変動による影響を明示的に考慮した対策へ転換」することを提言

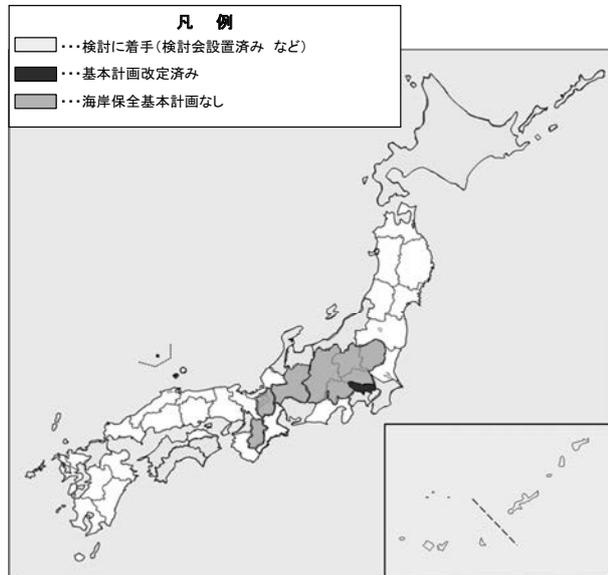
	将来予測
平均海面水位	・上昇する
高潮時の潮位偏差	・極値は上がる
波浪	・波高の平均は下がるが極値は上がる ・波向きが変わる
海岸侵食	・砂浜の6割～8割が消失

## 海岸保全基本方針の変更(令和2年11月20日)

- ・農林水産大臣及び国土交通大臣に定める義務
- ・記録や将来予測に基づき潮位や波浪の影響を適切に推算した上で、防護の対象とする外力を設定するよう記載

## 海岸保全基本計画の変更

- ・都道府県知事に定める義務
- ・「気象の状況及び将来の見通しを勘案して」外力を定めたものへ見直し  
(第5次社会資本整備重点計画（令和3年5月28日閣議決定）にKPIとして「気候変動影響を防護目標に取り込んだ海岸の数」が掲載されている（目標年度は令和7年度））



※国土交通省 水管理・国土保全局調べ(令和5年3月末現在) 38

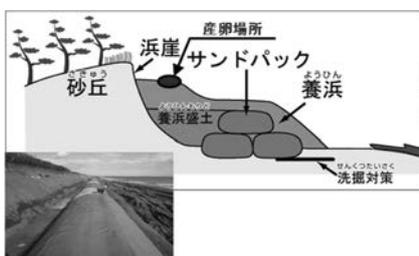
## 内容

1. 海岸の概況
2. 激甚化、頻発化する自然災害
3. 高潮対策、津波対策、侵食対策
4. 地球温暖化への対応
5. 環境・利用
6. 沖ノ鳥島の保全
7. 防災・減災、国土強靱化

## 防災と環境保全、利用との調和

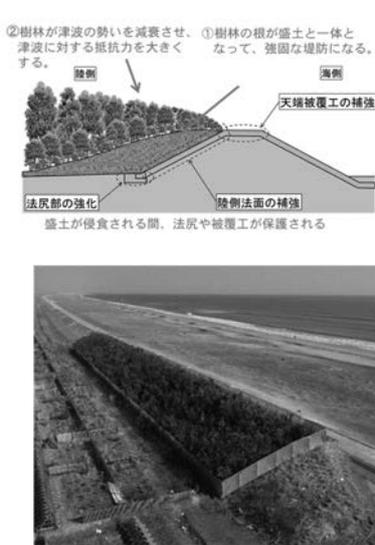
アカウミガメの上陸・産卵  
を考慮した浸食対策（宮崎海岸）

サンドバックによる埋設護岸により、  
アカウミガメの上陸・産卵に配慮。



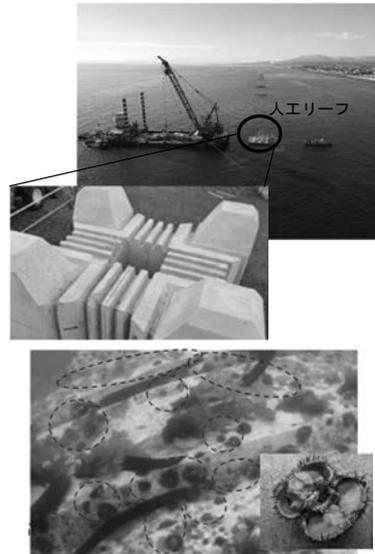
緑の防潮堤  
（仙台湾南部海岸）

堤防と一体的に盛土や植生を配  
置。自然環境の改善に寄与



海浜環境の創出に配慮した  
人工リーフ（北海道胆振海岸）

表面に溝を入れたブロックを人工  
リーフに活用。海藻類の付着を促進



## 海岸協力団体の活動(平成26年海岸法一部改正)

R4.11月末現在、21海岸において25団体を指定

真砂小学校区コミュニティ協議会  
(新潟海岸)  
新潟下町をよくする会  
NPO法人 海レクサポートせいらう  
(新潟港海岸)

五十里海岸の環境を良くする会  
(下新川海岸)

白山市セーリング協会  
(石川海岸)

天橋立を守る会  
(宮津港海岸)

神戸市立須磨海浜水族園  
NPO法人 日本ウミガメ協議会  
(東播海岸)

NPO法人 皆生ライフセービングクラブ  
NPO法人 皆生スポーツアカデミー  
(皆生海岸)

指宿港海岸保全推進協議会  
(指宿港海岸)

なぎさ・保安林に親しむ会  
(宮崎海岸)

白老町環境町民会議  
(胆振海岸)

特定非営利活動法人海のこえ  
(九十九里海岸)

沼津市赤十字奉仕団  
NPO法人 KAMBARA 15th  
(富士海岸)  
吉田町川尻区自治会  
(駿河海岸)

NPO法人 表浜ネットワーク  
(豊橋海岸、田原・豊橋海岸、渥美海岸)

津市育生地区自治会連合会  
(津松阪港海岸)

NPO法人 新居を元気にする会  
久保建設株式会社  
高知県マリン協会  
(高知海岸)  
NPO法人 環境の杜こうち  
三里地区地域安全推進協議会  
(高知港海岸)  
NPO法人 すさきスポーツクラブ  
(大嶋海岸、中ノ浦海岸)



## 内容

1. 海岸の概況
2. 激甚化、頻発化する自然災害
3. 高潮対策、津波対策、侵食対策
4. 地球温暖化への対応
5. 環境・利用
6. 沖ノ鳥島の保全
7. 防災・減災、国土強靱化

44

## 沖ノ鳥島の保全

### 【沖ノ鳥島の概要】

- 我が国の国土面積(約38万km<sup>2</sup>)を上回る約40万km<sup>2</sup>の排他的経済水域を持つ国土保全上極めて重要な島
- 我が国最南端の領土及び海洋権益を守るため、海面上に残る2つの島(東小島、北小島)及びその周りの環礁を保全することが必要
- 昭和62年には、海岸法に基づき海岸保全区域を指定し、建設大臣直轄による護岸設置等の保全工事を実施
- 平成11年には、海岸法を改正し、国土交通大臣による海岸管理を開始
- 平成22年には低潮線保全法が制定され、平成23年には同法に基づき低潮線保全区域を指定



45

## 沖ノ鳥島の保全

- 我が国最南端の領土であり、国土面積を上回る約40万平方キロメートルの排他的経済水域の基礎となる沖ノ鳥島の保全は極めて重要である。
- 極めて厳しい条件下にある沖ノ鳥島において、護岸等の維持管理の着実な実施が必要。



46

## 内容

1. 海岸の概況
2. 激甚化、頻発化する自然災害
3. 高潮対策、津波対策、侵食対策
4. 地球温暖化への対応
5. 環境・利用
6. 沖ノ鳥島の保全
7. 防災・減災、国土強靱化

47

# 防災・減災、国土強靱化のための5か年加速化対策の概要

○国土強靱化の取組を加速化・深化するため、令和3年度から令和7年度までの5か年で重点的・集中的に対策を講ずる。

## 流域治水対策（海岸）

概要：気候変動による海面水位の上昇等が懸念される中、巨大地震による津波や東京湾をはじめとするゼロメートル地帯の高潮等に対し、沿岸域における安全性向上を図る津波・高潮対策を実施する。

府省庁名：農林水産庁・国土交通省

### ◆ 中長期の目標

- 津波・高潮対策の実施により、沿岸域の安全・安心を確保する。
- 津波・高潮対策に必要な海岸堤防等(延長約2,700km)の整備率  
現状: 53%(令和元年度) → 中長期目標 100%  
達成年度の前倒し: 令和32年 → 令和22年

### ◆ 5年後(令和7年度)の状況

- 達成目標: 64%
- 高潮・津波などの災害リスクが高い官公署・病院・重要交通等が存在する沿岸域にてリスクが軽減。

### ◆ 実施主体

- 国、海岸管理者(都道府県等)



## 海岸保全施設の老朽化対策

概要：「予防保全型」の維持管理への転換に向けて事後保全段階の海岸堤防において、施設の機能回復を図る。

府省庁名：農林水産庁・国土交通省

### ◆ 中長期の目標

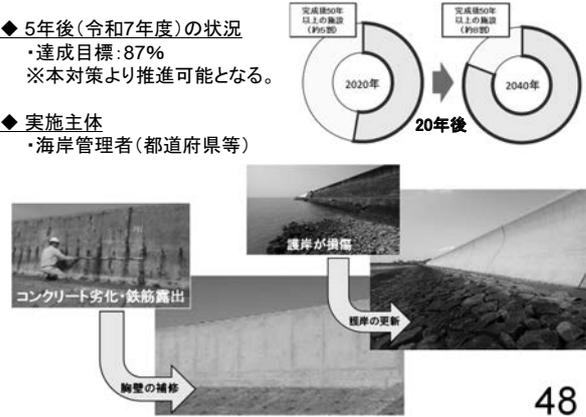
- 事後保全段階の海岸保全施設の修繕・更新を完了させ、流域の安全性を持続的に確保。
- 事後保全段階の海岸堤防等(延長7,100km)の修繕・更新率  
⇒ 中長期目標: 100%(令和23年度)  
※本対策より推進可能となる。

### ◆ 5年後(令和7年度)の状況

- 達成目標: 87%
- ※本対策より推進可能となる。

### ◆ 実施主体

- 海岸管理者(都道府県等)



48

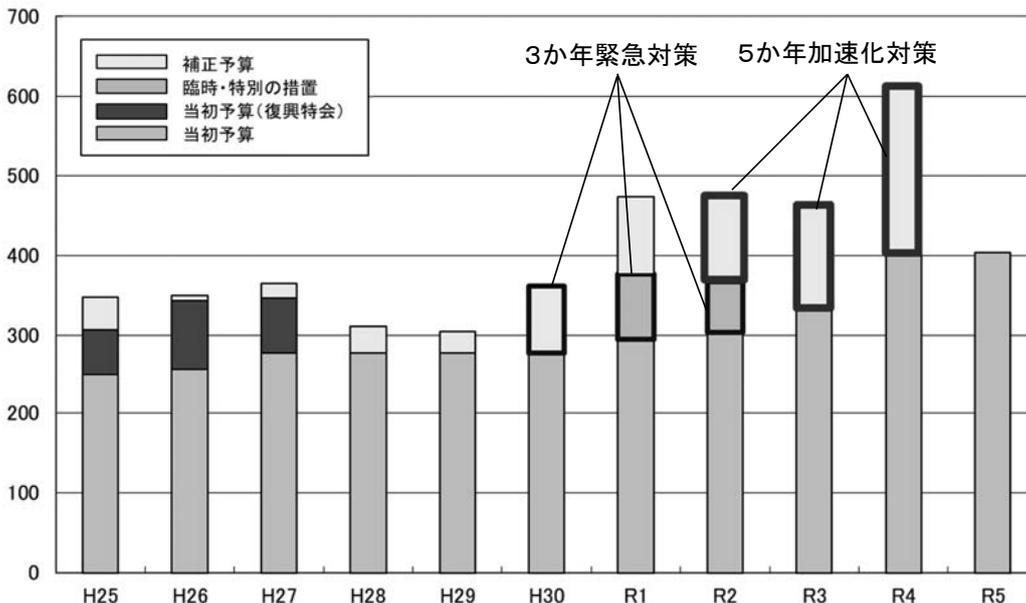
# 必要・十分な予算を確保する必要がある

○海岸事業予算の推移は、下記のとおり。

○事前防災対策を加速するため、必要・十分な予算を確保する必要がある。

(海岸事業予算[国費]: 億円)

海岸事業予算の推移



※なお、これとは別に、東日本大震災特別会計、社会資本整備総合交付金、防災・安全交付金、農山漁村地域整備交付金、沖縄振興公共投資交付金【内閣府計上】がある。

49



沖合構造物により波浪場が規定された  
海岸での海岸保全の限界

-鹿島灘沿岸と福井県浜住海岸の例-



# 沖合構造物により波浪場が規定された海岸での海岸保全の限界

## －鹿島灘沿岸と福井県浜住海岸の例－

一般財団法人土木研究センターなぎさ総合研究所長 兼  
日本大学客員教授理工学部海洋建築工学科 宇多 高明

### 1. はじめに

一般に、両端を岬で挟まれた海岸線の端部では、岬による波の遮蔽効果が発揮され、波の静かな場が形成される。これと同じ原理に基づいて人工構造物による静穏効果を期待して、港湾・漁港事業では沖合構造物（防波堤）が造られてきた。この場合、新たに設置された沖合構造物の端部では必ず波が回折し、それによって沿岸の波高や波向の分布が大きく変化する。同時に、波の遮蔽域外から遮蔽域内へと向かう沿岸漂砂が誘起され、その結果、波の遮蔽域外では砂が流出して侵食が進み、遮蔽域内では堆積が起こる<sup>1)</sup>。沖合構造物の規模が小さく、また海岸から沖合構造物までの距離が短かった時代には沖合構造物の影響範囲も狭かったが、施設の規模が増すにしたがい、周辺海岸の地形変化に及ぼす影響が増してきた。このようにして周辺海岸から沿岸漂砂により砂が運び去られる場合、わが国では侵食を防ぐために護岸、離岸堤、人工リーフなどによる侵食対策が行われてきた。その場合、一般には侵食の著しい場所は局所に留まると考えられてきたものの、実際には、両端を岬などにより区切られた一連の海岸（漂砂系）では、その影響は時間経過とともに沿岸方向に広がり、最終的にその漂砂系全体に及ぶ。すなわち、漂砂現象の原理から考えると、侵食域の広がりにはそれに要する経過時間の違いにのみ関係し、様々な施設を用いた侵食対策を施したとしても、最終的には変化した波の場に応じた安定な海岸線形状に至るまで地形変化は起こり続け、土砂収支を満足するまで侵食が続くことになる。そのような場合、侵食はそのまま放置できないために護岸や消波工が設置され、結果的に構造物で覆われた海岸へと変貌していく。ここでは、太平洋に面した大洗港～鹿島港間の長さ約 40 km の鹿島灘沿岸と、日本海に面した福井県浜住海岸を例として取り上げ、このような条件を有する海岸での海岸保全には限界があること、砂浜を残すにはいま一度原点に立ち返って将来を見据える必要があることについて論じたい。

### 2. 鹿島灘沿岸の事例

#### 2.1 地形的特徴と既往研究

鹿島灘沿岸の漂砂源は、過去には、大洗港の北約 3 km に流入する那珂川と、波崎において太平洋に流入する利根川であった。しかし、那珂川にあっては近年その流出土砂量が約 6 万  $\text{m}^3/\text{yr}$  から半減した上、南向きに運ばれた砂が大洗港の沖防波堤の背後に溜まり、南部海岸には到達できない状態となった<sup>2)3)</sup>。また、もう一つの漂砂源である利根川は鹿島港の南側に流入するため、現

況では河川流出土砂は鹿島港以北の海岸に到達できない状態にある。すなわち鹿島灘沿岸は両側からの砂の出入りのないいわばポケットビーチとなっている。このような条件の下で、海岸線北端に位置する大洗港では沖防波堤が伸ばされ、その背後に波の遮蔽域が形成されたため堆砂が集中的に進み、この堆砂は、同時に周辺域での著しい侵食の原因となってきた。

大洗港付近での海浜変形に関しては、三村ら<sup>4)</sup>が1979～1990年の深浅測量データを用いて平面的地形変化を解析し、大洗港の沖防波堤の西側で著しい堆積が起きたことを明らかにした。また、宇多<sup>5)</sup>は、1981～1984年に大洗港の南2km地点を通過して大洗港方面へ運ばれた沿岸漂砂量を23万m<sup>3</sup>/yrと推定し、1978～1984年での総堆砂量が110万m<sup>3</sup>に達したとした。その後、木村ら<sup>6)</sup>は1984～2005年での大洗港での堆砂量の経年変化を調べ、この間の堆積速度が25万m<sup>3</sup>/yrであり、総量500万m<sup>3</sup>の土砂が大洗港の南側海岸に堆積したとした。さらに、宇多ら<sup>7)</sup>は鹿島灘沿岸を対象に汀線変化と深浅測量データに基づく地形変化解析を行い、大洗港～鹿島港間の沿岸漂砂量分布を算定した。この結果、1984～2006年では、大洗港の南側近傍では防波堤による波の遮蔽

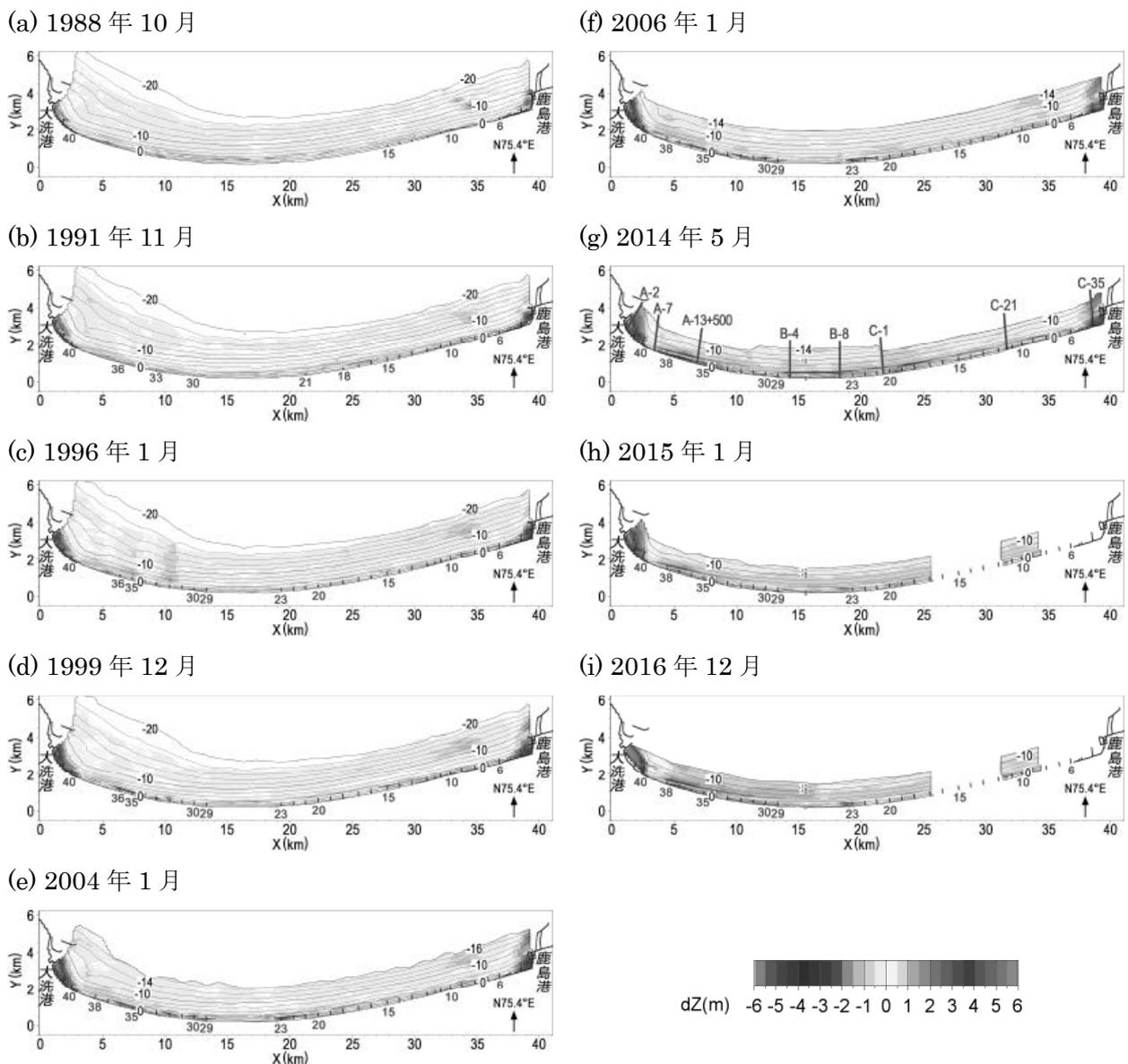


図-1 大洗港～鹿島港間の深浅図と地形変化量の平面分布（1984年10月基準）

域形成に伴って発生した北向きの沿岸漂砂量の最大値が 20 万  $\text{m}^3/\text{yr}$  に達したこと、また、鹿島港近傍では南向きの沿岸漂砂量が最大で 16 万  $\text{m}^3/\text{yr}$  に達したことが明らかにされた。以上のように、鹿島灘沿岸では沿岸漂砂量が 20 万  $\text{m}^3/\text{yr}$  と、その絶対値が大きいのが特徴である。

## 2.2 深浅図の比較に基づく堆積・侵食域の発生状況解析

鹿島灘沿岸では、1984～2016 年の間の 11 時期に深浅測量が行われた。これらのうち、1984～2006 年の 7 時期については全域で測量が行われたが、2009 年の測量では大洗港付近でデータ欠測があった。一方、2015, 2016 年には鹿島港の北側区域で一部データの欠測があったものの、鹿島灘沿岸全域での地形変化特性の読み取りが可能であったことから、以下ではこれらの測量データの解析を行った。その際、地形変化の理解を容易にするために、縦方向距離を沿岸方向距離に対し 1.5 倍引き伸ばした歪み深浅図を作成し、これを基に考察を進めた。

まず、図-1 には 1984 年 10 月～2016 年 12 月に取得された深浅図（歪み表示）と、1984 年 10 月基準での 2016 年までの地形変化量の分布を示す。図中の赤字番号 6～40 はヘッドランド（HL）番号を示す。HL は鹿島港近傍（神向寺海岸）に 6 号堤があり、北端の大洗港近傍には 40 号堤が位置している。図-1 に示すように、1988 年には既に大洗港と鹿島港の隣接域で堆積域（図の赤）が形成されていた。これらの堆積域は、1996 年までにそれぞれ南側、北側に広がりを示した。同時に、大洗港の南側に位置する 40 号堤の南側隣接部から 31 号堤間（9 km 区間）では、汀線付近での侵食が顕在化した。同様な地形変化は 1999 年にも起きていたが、2004 年以降には海岸中央部の汀線付近でも侵食が進み始めた。

2006 年以降は深浅測量が一時中断されたが、深浅測量が再開された 2014 年には、1988 年の深浅図と比較すると、海岸線両端に位置する大洗港と鹿島港近傍で堆砂が進む一方、両者の間の区間では侵食が進んだことが分かる。とくに、大洗港南側の 38 号堤～34 号堤間や、海岸中央部の 23 号堤～20 号堤間で侵食が著しく進んでいる。2006 年には HL の工事が概成したが、広域での侵食は 2014 年段階でも継続している。また、大洗港では堆積域と、その南側の侵食域の境界が 40 号堤付近にあり、地形変化は主に水深 10 m 以浅で生じている。一方、鹿島港では堆積域の北側境界は 6 号堤付近にあり、防波堤隣接部の沖合では水深 18

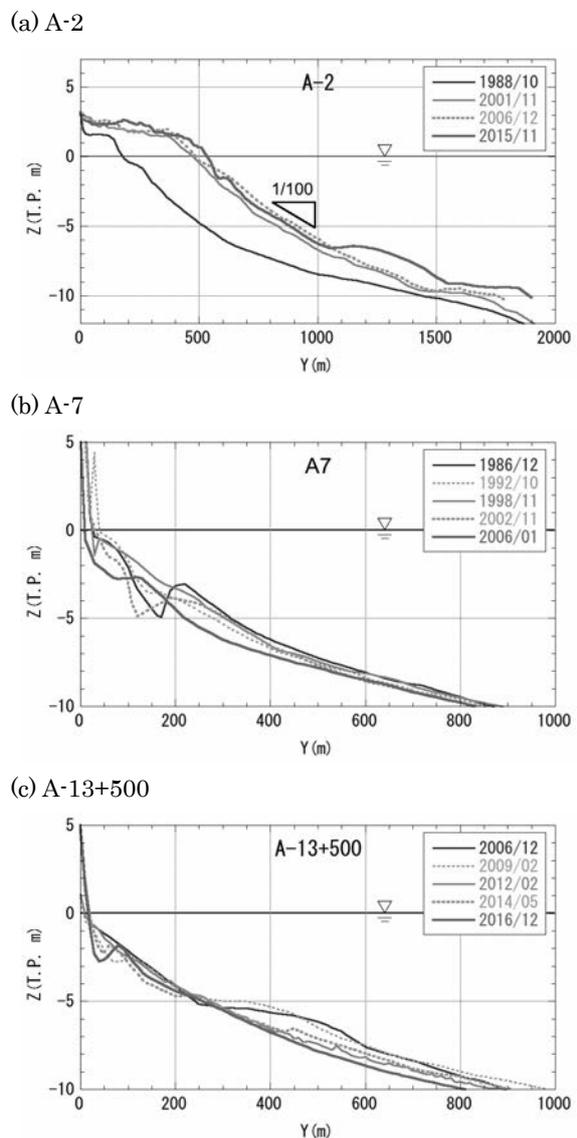


図-2 大洗港近傍での縦断形変化

m 付近まで堆積が生じている。

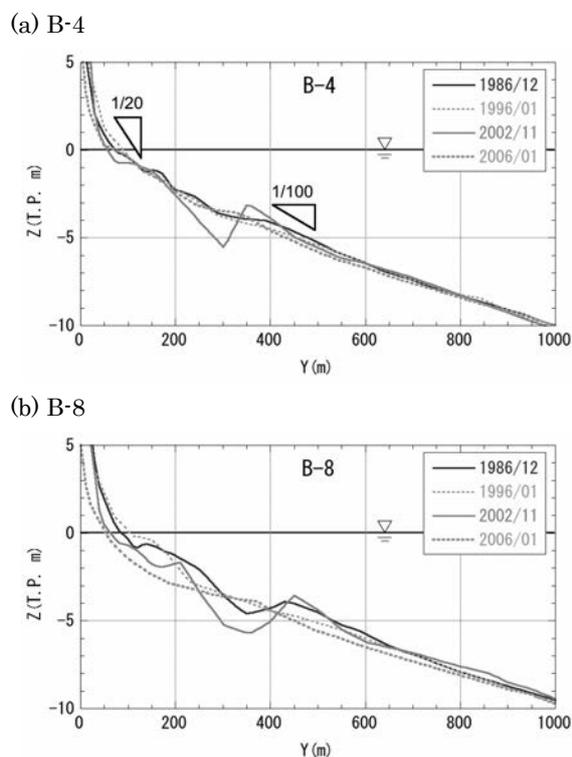
### 2.3 縦断形変化

深浅データを基に、**図-1(g)**に示すように、鹿島灘沿岸を A (大洗港近傍), B (銚田海岸), C (鹿島港近傍) の 3 区域に区分し、これらの地域から代表的断面を選んで縦断形変化を調べた。まず、大洗港近傍の A-2, A-7, A-13+500 の 3 測線の縦断形変化を**図-2**に示す。測線 A-2 は、沖防波堤による波の遮蔽域を通るために堆砂が進み、1988~2015 年に汀線が約 360 m 前進し、標高 +2 m 付近の平坦面から水深 9 m 付近まで 1/100 勾配の緩斜面が形成された。東日本大震災時の津波の作用を受けた後に測量された 2015 年の縦断形では、沖合の水深 6 m 以深に堆積が起きたが、それ以外の時期の縦断形はほぼ変化のない安定形状に達しており、縦断形変化から波による地形変化の限界水深  $h_c$  がほぼ 9 m にあったことが分かる。

これに対し、大洗港の南 3 km の測線 A-7 では、水深 2~5 m 間にバー・トラフを有し、時期によりかなり大きな変動を有するものの、2006 年には前浜は消失し、水深 3 m まで急に落ち込む急深な断面となった。測線 A-7 の縦断形は、大洗港近傍の測線 A-2 で形成された鉛直上方に凸状の縦断形と比較して凹状となったことに特徴がある。また、この測線では各年の縦断形が水深 9 m 付近で一定形状に漸近し、侵食は水深 9 m 以浅で進んでいることから、この測線でも  $h_c$  はほぼ 9 m で与えられる。矢沢ら<sup>2)</sup>は、大洗港の西側に形成された波の遮蔽域での 1980~2004 年の海底地形変化より  $h_c$  が 9 m にあるとしたが、2015 年までの地形変化でも同じ値が得られた。さらに測線 A-7 で観察された侵食されて凹状の縦断形となる特徴は、大洗港の南 6.6 km に位置する測線 A-13+500 でも現れている。また、この測線では 2009 年までは  $Y = 300 \sim 600$  m 間にバーが形成されていたが、このバーは侵食されて消失し、フラットな縦断形となった。

調査対象区域のほぼ中央に位置する銚田海岸の B-4, B-8 の縦断形変化を**図-3**に示す。測線 B-4 での前浜勾配は 1/20, 沖浜勾配は 1/100 で、大洗港南側の測線 A-7 の縦断形と比べ緩勾配で、A-7 では  $Y = 800$  m 地点の水深がほぼ 10 m であったのに対し、B-4 では 8 m と浅くなっている。一方、B-8 は 23 号堤の北側 1 km に位置しているが、この付近では北向きの沿岸漂砂が卓越し、南側からの漂砂供給量が 23 号堤により阻止されている<sup>8)</sup>ため漂砂バランスが崩れ、近年侵食が進んだ結果汀線付近が急勾配となってきている。

同様にして銚田海岸の測線 B-8 の南 3.5 km に位置する測線 C-1, その南 10.0 km の C-21 と、鹿島港近傍の測線 C-35 の縦断形変化を**図-4**に示す。測線 C-1 は、銚田海岸の測線 B-4 とよく似た縦断形を有しており、汀線沖では 1/100 と沖浜勾配は緩い。しかしさらに南側の



**図-3** 銚田海岸の測線 B-4 と B-8 の縦断形変化

C-21 では汀線付近が急深で落ち込む縦断形となった。これらと対照的に、鹿島港近傍の C-35 では大洗港近傍の A-2 と同様、波の遮蔽域内を通るため堆砂が著しく、緩勾配の海浜が形成され、1986～2014 年には汀線が 170 m 前進している。

## 2.4 大洗港周辺の堆積・侵食実態

大洗港の沖防波堤周辺での堆積に関して、矢沢ら<sup>2)</sup>は、大洗港の西側に形成された波の遮蔽域での 1980～2004 年の海底地形変化より、2004 年までの堆積土砂量の変化を明らかにした。また、野本ら<sup>3)</sup>は、沖防波堤背後の堆積土砂量が那珂川の流出土砂が南向きに運ばれて堆積したとし、その場合堆積土砂量の変化より那珂川の流出土砂量が 1979～1993 年の 6.1 万 m<sup>3</sup>/yr から、1993～2007 年での 2.9 万 m<sup>3</sup>/yr へとほぼ半減したとした。しかし沖防波堤西側の堆積域での砂の堆積状況は検討していない。

大洗港周辺では著しい地形変化が起きたことから、とくに大洗港周辺に絞って 1979 年 6 月から 2017 年 2 月までの深淺図を基に海浜地形変化解析を行った。この区域では 1979 年以降、沿岸方向に 200 m 間隔の測線に沿って深淺測量が毎年行われてきている。既に 2004 年までの深淺データについては矢沢ら<sup>2)</sup>により、また東日本大震災時の地盤沈降と大津波後の 2012 年までの深淺データの解析結果の一部については野本ら<sup>3)</sup>により報告された。そこで本研究では、野本ら<sup>3)</sup>と重複を避けつつ解析結果を示す。その際、各年の深淺図とともに 1979 年基準での水深変化量の平面分布も算出した。

まず図-5(a)は 1984 年の深淺図と、1979 年の深淺図を基準とした地形変化量を示す。1984 年までには沖防波堤の建設が始まり、大洗港の南防波堤と西防砂堤は現在と同程度の長さまで伸ばされていた。大洗港の南側では水深 10 m の等深線形状に特徴がよく現れているように、大洗港沖から SW 方向に伸びた等深線がほぼ南北方向に向きを変え、その後海岸線と平行に伸びていた。また大洗港の東沖の広い区域には岩礁帯が発達していた。沖防波堤の延伸と同時にその西側の波の遮蔽域において、北端の西防砂堤を境に堆砂が始まった。1990 年では (図-5(b))、沖防波堤が 800 m まで伸ばされ、それによる波の遮蔽効果によって西防砂堤の南側区域では著しい堆砂が起きた。これと対照的に、堆積域南側の X=5 km 以南では侵食が進んだ。また、沖防波堤と南防波堤に挟まれた区域でも堆砂が起きており、この堆積域は大洗港の航路北側にあるので、北側から

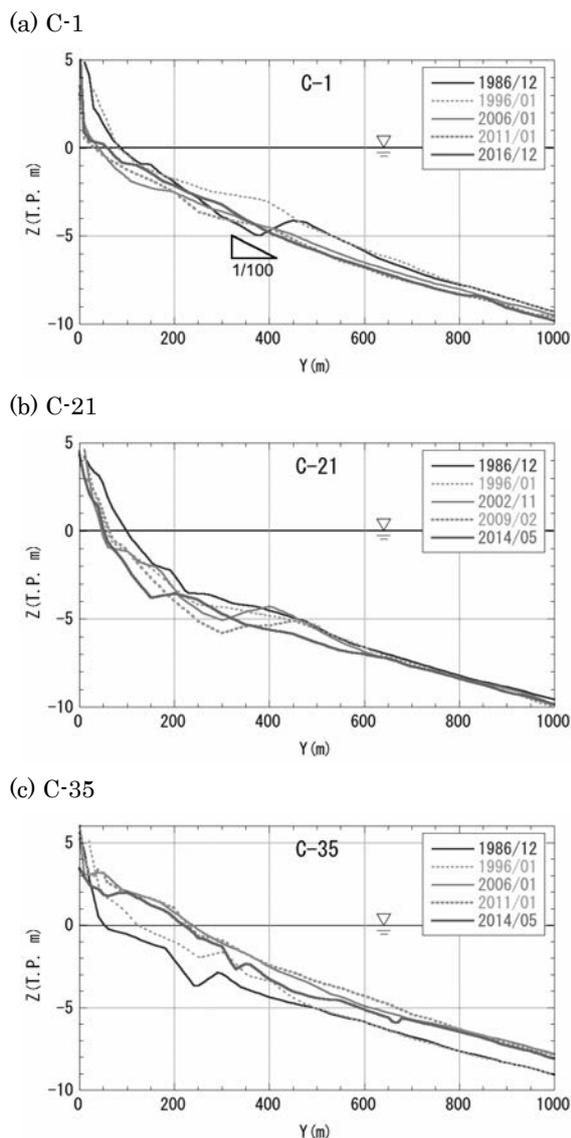


図-4 鹿島灘海岸中央部を鹿島港近傍での縦断形変化

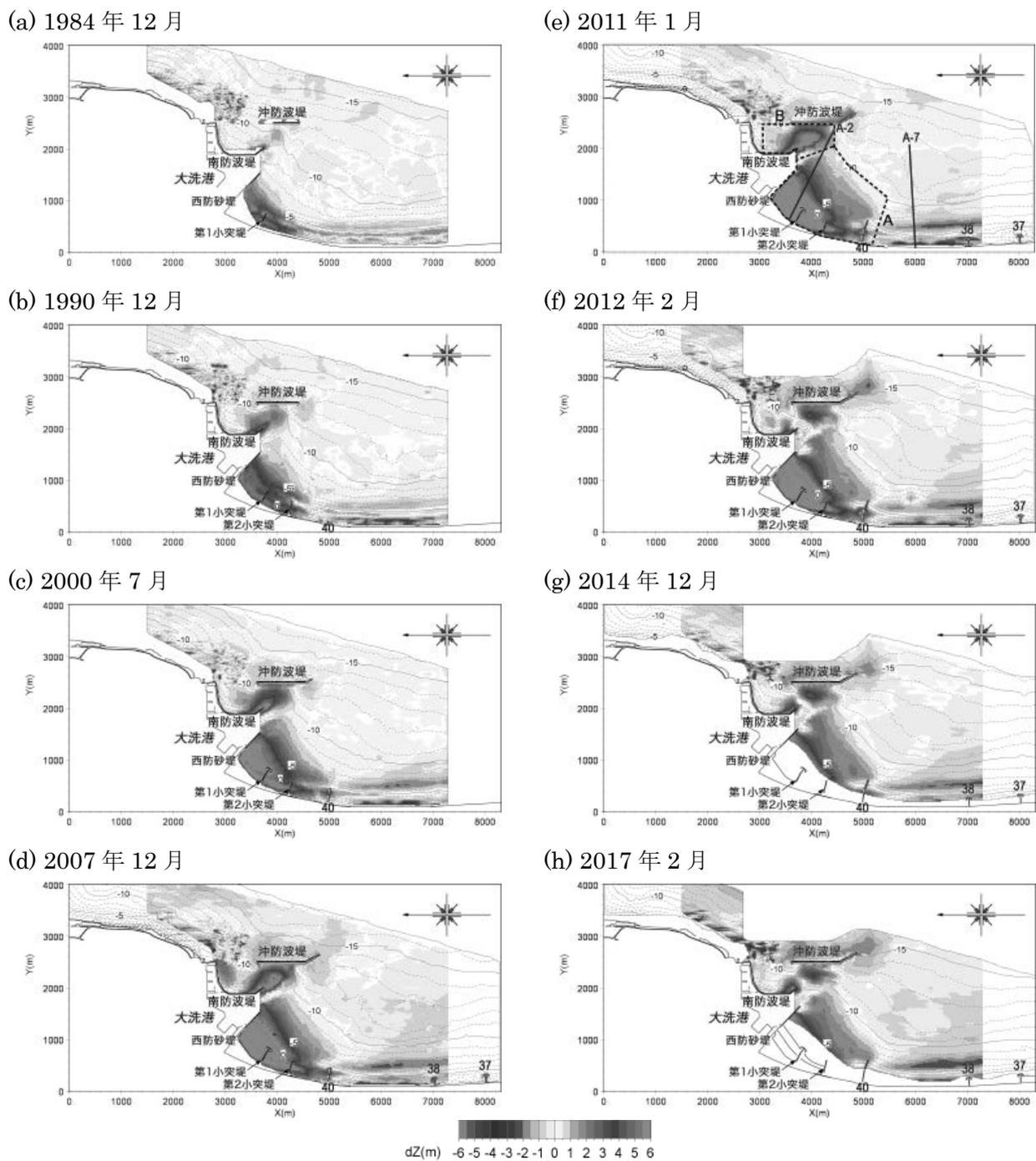


図-5 大洗港周辺での深浅図と地形変化量の平面分布（1979年6月基準）

南向きの沿岸漂砂によって運ばれてきた砂が堆積したものと考えられる。これは大洗港の北側に位置する那珂川河口、および大洗磯浜海岸から削られた砂が南向きに運ばれ、防波堤背後に溜まったもの<sup>2)3)</sup>である。

2000年では（図-5(c)）、沖防波堤が南向きに130 m 延伸された上、長さ140 mの斜め防波堤が伸ばされた結果、大洗港の南側海岸では堆積が一層著しくなった。同時に、先端部が南東方向に曲げられた南防波堤に沿って、沖防波堤方向へと細長い堆積域が伸びた。その堆積状況より、砂は南防波堤に沿って南向きに移動した後、沖防波堤背後の静穏域に堆積したと推定できる。2007年では（図-5(d)）、2000年に見られた南防波堤と沖防波堤間での舌状砂州の形成がさらに進んだ。

大津波直前の 2011 年 1 月では (図-5(e)), 沖防波堤背後の堆積域の規模がいっそう増し, 同時に西防砂堤の南側区域では大量の堆砂が起きた. この状態で東日本大震災による地盤沈降と同時に大津波の襲来を受け, 南防波堤の先端で砂州が切れ, 沖防波堤背後の堆積域と南防波堤の間に水路が形成された (図-5(f)). 2012 年段階では, 沖防波堤は南北方向に 930 m の長さを有し, その南端に長さ 370 m の斜め防波堤が造られていたが, この海岸での卓越波向は, 宇多<sup>8)</sup>によれば E のため, 沖防波堤背後に広い波の遮蔽域が形成され, 波の遮蔽域内へと南側海岸から沿岸漂砂が生じ, 波の遮蔽域では砂が堆積して前浜が大きく広がったことが見て取れる. その後, 2014 年では, 南防波堤の東側側面で再び堆砂が始まった (図-5(g)). 最終的に 2017 年の深浅図を図-5(h)に示す. 沖防波堤が伸ばされた直後の 1984 年の深浅図 (図-5(a)) と比べると, ほぼ水深 10 m 以浅の等深線が沖防波堤の背後で大きく前進したことが見て取れる. なお, 図-5 での海浜土砂量の変化は, 西防砂堤の南側区域で算定されているが, 海浜土砂量の変化は港湾内での埋立地造成に伴っても起きている. すなわち, 1984 年には南防波堤と西防砂堤間の堆砂域が港湾用地として埋め立てられ, 同時に 1980 年以降延伸されてきた沖防波堤により遮蔽域は南側へと拡大した (図-6). 1964~1980 年に南防波堤と西防砂堤間に砂が堆積して形成された海浜 (図-6 の破線) の面積は 16.1 万 m<sup>2</sup>であった. ここで  $h_c$  は 9 m と与えられるので, 宇多<sup>9)</sup>に示されている漂砂の移動高  $h$  と  $h_c$  の関係  $h = (1.0 \sim 1.3) h_c$  を用いると,  $h$  は 9~11.7 m となり, 漂砂の移動高としてその平均値 10 m を用いると, 図-6 に破線で示す区域内での堆積土砂量は 160 万 m<sup>3</sup>に及んだことが分かった.

## 2.5 大洗港での港内堆砂量の変化

図-5(e)に示したように, 大洗港周辺では西防砂堤の南側区域と, 南防波堤と沖防波堤に挟まれた区域で堆積が進んできた. そこでそれぞれの堆積域を囲む区域 A, B を設定し, 区域 A, B での 1979 年以降の堆砂量の変化を調べた. 区域 A は西防砂堤から 40 号堤までの水深 10 m 以浅の区域であり, 区域 A より南側の水深 9 m 以浅は侵食域に変わる. 一方, 沖防波堤背後の堆積域 B は航路によって堆積域 A と区分され, 水深 9 m 以浅の等深線は航路があるため不連続となっている.

まず, 西防砂堤以南に設定された区域 A の堆砂量の経年変化を図-7 に示す. 区域 A の堆砂量は時間経過とともに増大し, 1979 年から 2011 年までに総量で 790 万 m<sup>3</sup> の堆砂が起きた. 堆積割合は 2000 年を境に変化が見られるので, 1979~2000 年と 2000~2011 年での各時期の堆砂速度を求めると, それぞれ 27.7 万 m<sup>3</sup>/yr, 19.5 万 m<sup>3</sup>/yr となった. 堆積域の南端

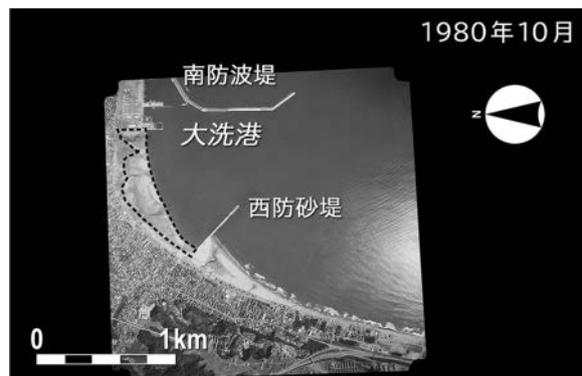


図-6 大洗港での埋立区域 (1980 年 10 月)

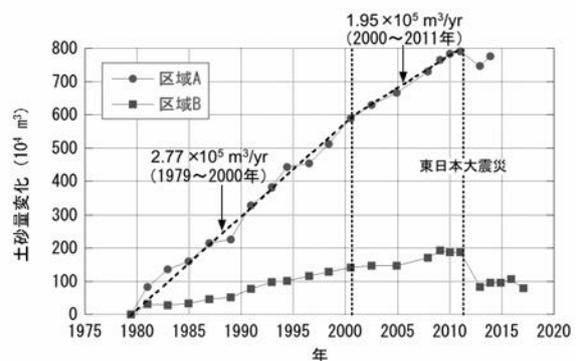


図-7 大洗港の区域 A, B での堆積土砂量の変化

は、 $X=5.2\text{ km}$  に位置する 40 号堤にあり、また北端は西防砂堤と航路により区切られ、沿岸漂砂は断たれている。このことから、区域 A での堆砂は北向きの沿岸漂砂により波の遮蔽域内へと運び込まれたと考えられる。よって上記の堆積速度は、 $X=5.2\text{ km}$  を北向きに通過した沿岸漂砂量を与える。なお、1979～2000 年での堆砂速度は、木村ら<sup>6)</sup>が示した 1984～2005 年の堆積速度  $25\text{ 万 m}^3/\text{yr}$  とほぼ対応しているが、2000～2011 年では堆積速度が約 30%減少している。さらに 2011 年には東日本大震災時の地盤沈降と大津波の襲来があったため堆積土砂量は一挙に  $44\text{ 万 m}^3$  の減少が起きた。

同様にして南防波堤と沖防波堤間の区域 B での堆積量の変化を図-7 に示す。区域 B では 1979～2011 年に総量で  $190\text{ 万 m}^3$  の土砂が堆積しており、堆積速度は  $5.9\text{ 万 m}^3/\text{yr}$  であった。大洗港の北  $3\text{ km}$  には那珂川が流入し、河口部では南向きの沿岸漂砂が卓越していることを考慮すれば、那珂川の流出土砂および大洗磯浜海岸の侵食によりもたらされた砂が沿岸漂砂によって運ばれ、区域 B に堆積したものと考えられる。堆積域 B でも震災時には  $100\text{ 万 m}^3$  の土砂量の減少が起きた。区域 A, B での地震時の地盤沈降に起因する土砂量の変化は、大洗港付近での地盤の垂直変動量が  $-0.14\text{ m}$  であったことから、区域 A, B の面積  $263\text{ 万 m}^2$ 、 $77\text{ 万 m}^2$  にこの変動量に乗じると、それぞれ  $37\text{ 万}$ 、 $11\text{ 万 m}^3$  となり、合計で  $48\text{ 万 m}^3$  の土砂損失が起きたことが分かった。また、区域 A, B での航路内浚渫量は約  $10\text{ 万 m}^3$  であった。

### 3. 浜住海岸と鷹巣海水浴場の例

#### 3.1 浜住海岸と鷹巣海水浴場の概況

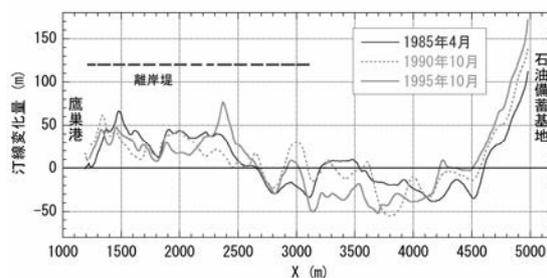
浜住海岸は、福井港とそれに隣接して造られた埋立地（石油備蓄基地）の西側に伸びた長さ約



図-8 浜住海岸の衛星画像

4 km の砂浜海岸である。図-8 には、福井港の埋立地と南西端の岩礁沖に造られた鷹巣港の防波堤に挟まれた浜住海岸の衛星画像を示す。浜住海岸の北東側端部は埋立地により、南西端は岩礁で区切られている。一方、鷹巣海水浴場は、浜住海岸の南西端付近に位置している。浜住海岸では、北東端の埋立地と南西端沖の鷹巣港の防波堤のつくる波の遮蔽域において堆積が進む一方、それらの周辺では侵食が進んできた。このため侵食対策として、浜住海岸の中央より南西側では 1973～1994 年に 15 基の離岸堤が建設された。図-8 に番号で示すのが南西端からほぼ中央に至るまでの間に造られた 15 基の離岸堤であり、それらの離岸堤の背後では局所的に汀線の前進が起きた。

(a) 1968 年基準



(b) 1995 年基準

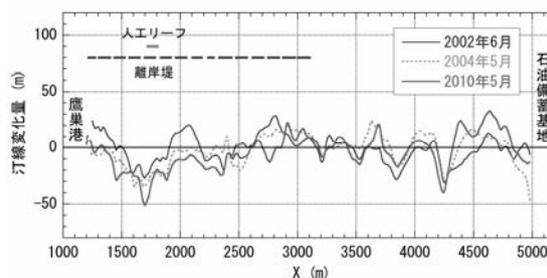


図-9 浜住海岸の汀線変化 (1968～2010 年) <sup>9)</sup>

### 3.2 浜住海岸に関する既往研究

浜住海岸の汀線変化と離岸堤の建設経緯については宇多ら <sup>9)</sup> に詳しい。これによれば、15 基の離岸堤は西端の 1 号堤から東側へと順に建設された。図-9 は空中写真から求めた浜住海岸の汀線変化 <sup>9)</sup> を示す。図-9(a) は埋立地建設以前の 1968 年基準の汀線変化を示す。1985 年までに埋立地が造られた結果、埋立地の南端部では波の遮蔽域が形成され、そこでは汀線が三角形に大きく前進し、1995 年までに隅角部において汀線が 170 m 前進した。また、1995 年までに海岸線の南西部に建設された 15 基の離岸堤により、全体に汀線は前進傾向となり、その位置で汀線が固定された。一方で、離岸堤の北側隣接域の長さ 1900 m 区間では汀線が最大 50 m 後退している。図-9(b) は、離岸堤の設置が終わった 1995 年を基準とした 2010 年までの汀線変化を示す。この間、5 号離岸堤の人工リーフ化が進められたものの、主に波浪の侵入度が増したために、人工リーフとその両側の離岸堤背後の汀線が最大 17 m 後退するという地形変化が起きた。

その後、浜住海岸の地形変化については、野口ら <sup>10)</sup> が等深線変化モデルを用いて地形変化の再現計算を行い、さらに福井港の航路浚渫土砂や河口浚渫土砂を用いたサンドバイパスや、埋立地南側隣接部の堆積土砂を用いたサンドリサイクルの効果検討が行われ、養浜の効果が明らかにされた。このような状況の下で、浜住海岸の南西端近傍にある鷹巣海水浴場では、離岸堤背後への過剰な堆砂により海水浴場としての機能低下が起きたこと、また離岸堤沖での局所洗掘への対策が必要とされたことなどから、離岸堤の人工リーフ化が計画された。人工リーフの計画に際しては、水理模型実験による検討が行われ <sup>11)</sup>、人工リーフ上での碎波に伴う向岸流の発生が人工リーフの岸側での前浜の縮小をもたらすこと <sup>12)</sup> を防止するために、最終的に、2 列方式の人工リーフが採用された <sup>13)</sup>。

図-10 には人工リーフの整備状況 <sup>13)</sup> を示す。旧 5 号離岸堤沖には長さ 105 m、天端高 T.P.0.0 m、天端幅約 25 m の人工リーフ (第 1 堤) が H15 (2005) 年～H23 (2011) 年に造られた。この沖側リーフ (第 1 堤) は、天端高が T.P.0.0 m で同一に保たれているが、人工リーフの沖側約 10 m 部

分は 50t 型の消波ブロックで、また岸側約 5 m 部分は 8t 型の消波ブロックで、さらに人工リーフの中央部分は 24t 型の被覆ブロックで造られた。その上でこの人工リーフは H26(2014)年に南西方向に 55 m 延伸された。延伸部は 50t 型の消波ブロックで造られ、その天端幅は約 10 m、天端高は T.P.0.0 m とされた。さらに旧 5 号離岸堤の位置には 8t 型の消波ブロックにより、向岸流の抑制を狙いとして長さ 160 m、天端幅約 9 m、天端高が同じく T.P.0.0 m の人工リーフ(第 2 堤)が H25(2013)年 11 月に設置された<sup>13)</sup>。



図-10 浜住海岸の人工リーフの配置<sup>13)</sup>

### 3.3 現地状況

離岸堤の人工リーフへの改良が行われた鷹巣海水浴場の状況をまず衛星画像により調べ、次いで 2022 年 10 月 28 日には海岸の現地調査を行った。まず、図-8 の衛星画像に示す矩形区域(鷹巣海水浴場)の拡大画像を図-11 に示す。この図には現地踏査時の写真撮影地点(St.1~St.9)の位置も示す。現地踏査は、鷹巣海水浴場の南西端を区切る岩礁より、その北東側 720 m 地点までの範囲を対象とした。この区域では、主に西側にある鷹巣港の防波堤の有する波の遮蔽効果により岩礁に近づくほど砂浜が広がり、それに離岸堤による波の遮蔽効果が重なっている。離岸堤の離岸距離は、南西端に近い 1,2 号堤ではそれぞれ約 40 m と短い



図-11 鷹巣海水浴場の衛星画像と写真撮影地点

が、3 号堤では 70 m、4 号堤では 110 m まで広がる。このため離岸距離の増大にあわせて消波効果の低減が起き、離岸堤背後における舌状砂州の発達が悪くなっている。さらに 5 号堤は人工リーフに改良されたが、その背後の汀線は緩やかな凹状となっている。人工リーフは、離岸堤と比べ透過率が高く、同時に天端上で向岸流が発生することなどから、その背後では汀線が後退することが明らかにされている<sup>11)12)</sup>が、鷹巣海水浴場の人工リーフの場合も同様な地形変化が起こり、背後の汀線が凹状となった。

現地状況として、写真-1 は鷹巣海水浴場の南西端を区切る岩礁を北東側の海浜から望んだ写真である。鷹巣港の防波堤が伸ばされる以前、この付近では砂浜は狭かったが、防波堤建設後波の遮蔽効果により砂浜が広がった。次に、写真-1 に示す岩礁上から北東方向を望んだのが写真-2 である。岩礁の隣接部では堆砂が進んで浜幅が大きく広がり、沖にあった岩礁と砂浜が繋がっていた。また、その北東側にある 2 号堤の背後では砂が堆積し、規模の大きな舌状砂州が形成されていた。その反面、2,3 号堤の間では写真-3 のように汀線が凹状に大きく後退していた。2,3 号堤の開口部において汀線が大きく後退した部分を 2 号堤の背後から望むと、汀線の後退とともに浜崖の形成も見られた(写真-4)。写真-5 は、St.5 より 4 号堤と人工リーフに改良された 5 号堤を望んだ写真を示す。人工リーフの岸側では 2 号堤などと比較して前浜は広がっていなかった。同じく



写真-1 鷹巣海水浴場の南西端にある岩礁



写真-2 岩礁上から北東方向を望む



写真-3 2, 3号堤間の開口部での汀線後退



写真-4 汀線後退部にできた浜崖



写真-5 人工リーフに改良された5号堤方面を望む



写真-6 4, 5号堤の背後の汀線状況

4号堤の背後から4, 5号堤の背後の汀線状況を望んだ状況を写真-6に示す。4号堤は図-8に示したように離岸距離が110 mと長いため消波効果が低く、したがって舌状砂州の発達が悪く、汀線は沿岸方向に直線状に伸びていた。その周辺の汀線形状は人工リーフ化された5号堤に至っても同様であった。この状況は、4, 5号堤の開口部背後から沖向きに望んだ写真-7からも同様に観察された。また前浜勾配はかなり急であった。



写真-7 4, 5号堤の開口部から沖向きに望む



写真-8 5号堤背後の前浜上より北東方向を望む



写真-9 6号堤背後で前進した汀線

この付近は鷹巣海水浴場の中心であるため毎年浜住海岸の西端部、東部の離岸堤背後の堆砂、さらには鷹巣港の堆積土砂を用いた養浜が行われてきているが、**図-8**に示した汀線は波浪条件に応じて平衡状態に近づいていると考えられるため、土砂投入はこの平衡状態を崩す行為となり、結果的に養浜砂は短時間のうちに削り取られて元の場所へと戻っている。**写真-8**は人工リーフ化された5号堤背後の前浜上より北東方向を望んだ写真で、海浜の背後(右側)には養浜時の平坦盛り土の一部が残されていた。一方、汀線は6号堤の背後では再び前進傾向にあった(**写真-9**)。

#### 4. まとめ

第一の例である鹿島灘沿岸については、北端に位置する大洗港での沖防波堤の建設後、沖防波堤の造る波の遮蔽域内へと遮蔽域の外側(大洗港の南側海岸)から砂が運び込まれた。その際の沿岸漂砂量は、1979～2000年で27.7万 $\text{m}^3/\text{yr}$ であり、その後、2000～2011年では30%減の19.5万 $\text{m}^3/\text{yr}$ と減少したものの、なお大量の砂が大洗港へと運ばれる状況が続いた。鹿島灘沿岸では、このような沿岸漂砂を阻止するためにHLが造られてきたが、HLの先端水深は3m程度と、当沿岸での波による地形変化の限界水深約9mと比べて浅いため、高波浪時の沿岸漂砂はHL先端を超えて流れることが可能である。このためHLは沿岸漂砂を一時的に抑制する効果はあっても、

長期的に見ると砂を侵食域に留めておくことはできない。したがって、時間経過とともに HL 間の砂は大洗港の沖防波堤つくる波の遮蔽域へと運び去られてきた。工学的には、HL の長さをさらに増すこともあり得たが、その場合には、HL 自体が新たな波の遮蔽域を形成して周辺の海岸地形に変化をもたらすし、またそのような施設を造ることは沿岸の漁場を狭めることになるので、地域の合意を得ることが難しい。このため施設により砂を留めおくのではなく、侵食域での緩やかな砂の欠損を補うために、堆積域から侵食域へと砂を運んで養浜する手法（サンドリサイクル）が必要となる。しかし、サンドリサイクルに要する経費は、例えば、砂 1 m<sup>3</sup>あたりの単価を 5,000 円と仮定したとき、毎年 10 万 m<sup>3</sup>のサンドリサイクルに要する費用は 5 億円にも達するので、それを実行に移す費用は到底足りないのが現状である。となると、災害復旧的に侵食された場所に護岸と消波工を並べる従来方式が採用されることになり、結果的に人工化された海岸線の延長が伸びることに繋がっていく。

第二の例の福井県浜住海岸でも、造成された埋立地と鷹巣港の防波堤による波の回折効果により波の遮蔽域では汀線が前進し、その外側では汀線が後退した状況は鹿島灘沿岸と同一である。これに加えて、海岸の南西側半分では離岸堤群が造られたため、それによる堆砂効果が重なって起きている。結果的に、鷹巣海水浴場付近では砂浜が広がったものの、海水浴場としての機能低下が起きたため、機能向上のために 5 号離岸堤の人工リーフ化が図られた。しかし人工リーフではその天端が平均水面付近にあり、天端上での砕波に伴って向岸流が発生するため、人工リーフ背後の汀線は離岸堤と比べると後退傾向となった。このため毎年海水浴時期前に海岸の西端部、東部の離岸堤背後の堆砂、さらには鷹巣港の堆積土砂などを用いた養浜を行うことにより漸く海水浴場の機能維持が図られている。しかし、現況においては人工リーフ背後の汀線形状は様々な沖合構造物が設置された条件下で平衡状態に近づいていると考えられるため、土砂投入はこの平衡状態を崩すこととなり、結果的に養浜砂は短時間のうちに波の作用で削り取られ、元の場所へと戻っている。すなわち、大規模施設を造った段階で海岸線形状の大枠が定まっているため、その条件下で海岸保全施設の建設を進めても、沖合施設が存在によって規定された海岸線形状の姿から抜け出すことはできず、ましてや人工リーフは離岸堤と比べ消波効果が低いため、過去の自然海浜に近い姿を取り戻すことはできず、毎年養浜を継続しても漸進的に自然海浜の姿に近づけることはできない。

以上のように、浜住海岸でも開発に伴う規模の大きな沖合施設が造られ、これにより波浪場が強く規定されているため、その中で様々な海岸保全施設を造ってもその効果に限界があることが明らかである。しかし過去に遡って構造物の配置を練り直すことはできないので、その限界を理解しつつも現在の物理条件下で実行できる策を少しずつ進めていかざるを得ないのが現状である。

## 参考文献

- 1) Uda, T. : Japan's Beach Erosion - Reality and Future Measures, 2<sup>nd</sup> ed., World Scientific, p. 530, 2017.
- 2) 谷沢 肇, 宇多高明, 松浦健郎, 菊池泉弥, 福本崇嗣, 熊田貴之 : 大洗港による那珂川流出土砂のトラップと遮蔽域内堆砂の実態, 海岸工学論文集, 第 56 巻, pp.566-570, 2009.
- 3) 野本智快, 大崎康弘, 宇多高明, 大木康弘, 芹沢真澄, 三波俊郎 : 那珂川の流出土砂量の減少

- に起因する大洗磯浜海岸の侵食, 土木学会論文集 B2 (海岸工学), Vol.71, No.2, pp.I\_583-I\_588, 2015.
- 4) 三村信男, 加藤 始, 角田義紀, 宮本英明, 伊佐治 進: 大洗における港湾構造物の建設に対する海岸地形の応答, 海岸工学論文集, 第 38 巻, pp.401-405, 1991.
  - 5) 宇多高明: 日本の海岸侵食, 山海堂, p.442, 1997.
  - 6) 木村 泉, 佐田明義, 宇多高明, 高橋 功, 熊田貴之, 大木康弘: 地形・粒径変化予測モデルによるヘッドランドの漂砂制御効果の定量評価, 海岸工学論文集, 第 53 巻, pp.676-680, 2006.
  - 7) 宇多高明, 川又雅史, 菊地正悟, 大谷靖郎, 三波俊郎: 大洗港から鹿島港間の汀線変化と沿岸漂砂量の変遷, 土木学会論文集 B2 (海岸工学), Vol.76, No.2, pp.I\_457-I\_462, 2020.
  - 8) 宇多高明, 菊地正悟, 川又雅史, 大谷靖郎, 芹沢真澄: 鹿島灘海岸の長期海浜変形予測, 土木学会論文集 B2 (海岸工学), Vol.76, No.2, pp.I\_511-I\_516, 2020
  - 9) 宇多高明, 山本 学, 三波俊郎, 古池 鋼, 星上幸良, 石川仁憲: 福井県浜住海岸の侵食実態と離岸堤群の漂砂制御効果, 海岸工学論文集, 第 54 巻, pp.561-565, 2007.
  - 10) 野口賢二, 諏訪義雄, 宇多高明, 三波敏郎, 西村隆吉, 古池 鋼, 石川仁憲: 福井県浜住海岸の地形変化予測と養浜効果検討, 土木学会論文集 B2 (海岸工学), Vol.67, No.2, pp.I\_641-I\_645, 2011.
  - 11) 山本 学, 宇多高明, 石川仁憲, 星上幸良, 福濱方哉, 野口賢二: 向岸流の抑制により局所洗掘防止を図る人工リーフの開発, 海岸工学論文集, 第 54 巻, pp.806-810, 2007.
  - 12) 国土交通省河川局海岸室・国総研海岸室監修: 人工リーフの設計の手引き (改訂版), (社) 全国海岸協会, p.95, 2004.
  - 13) 千秋智和: 浜住海岸における人工リーフの整備について, 平成 27 年度福井県技術発表会, p.50, 2015.  
[http://www.zenkenfukui.jp/report/2015/pdf/20150807\\_gijutsu05.pdf](http://www.zenkenfukui.jp/report/2015/pdf/20150807_gijutsu05.pdf) (zenkenfukui.jp)

伊豆市“海と共に生きる”観光防災まちづくり

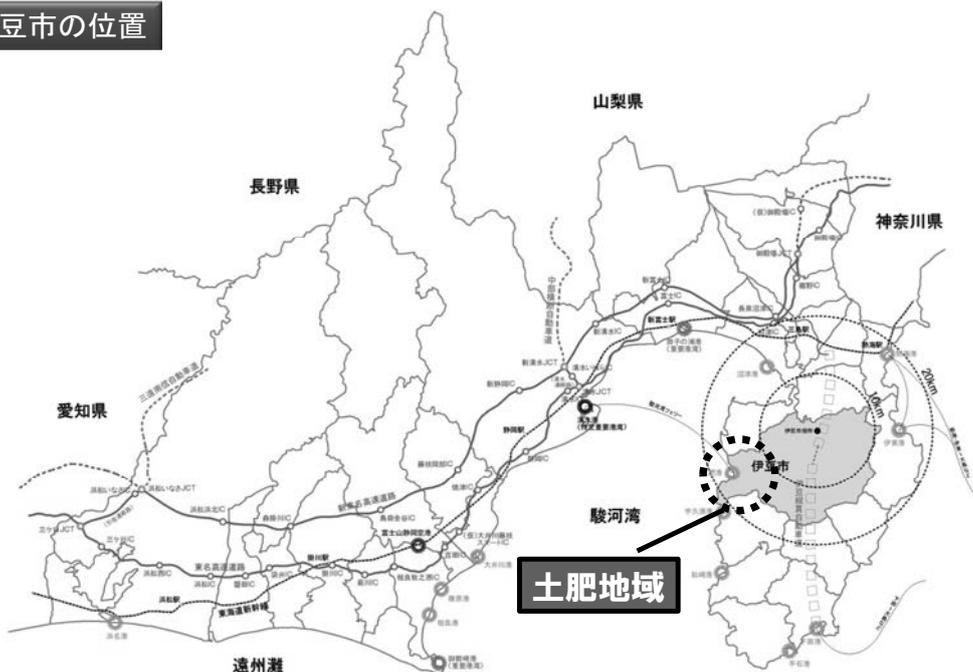


# 伊豆市“海と共に生きる” 観光防災まちづくり

静岡県伊豆市長 菊地 豊

## 伊豆市の概況

伊豆市の位置



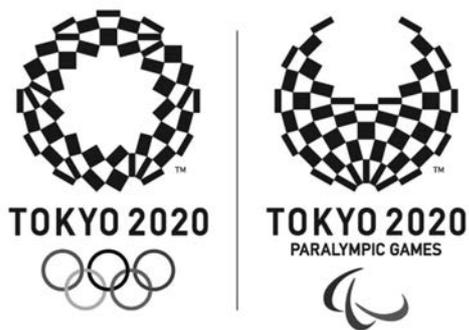
# 伊豆市の概況



3

# 伊豆市の概況

東京2020大会エンブレム



HOST VENUE

伊豆ペロドローム



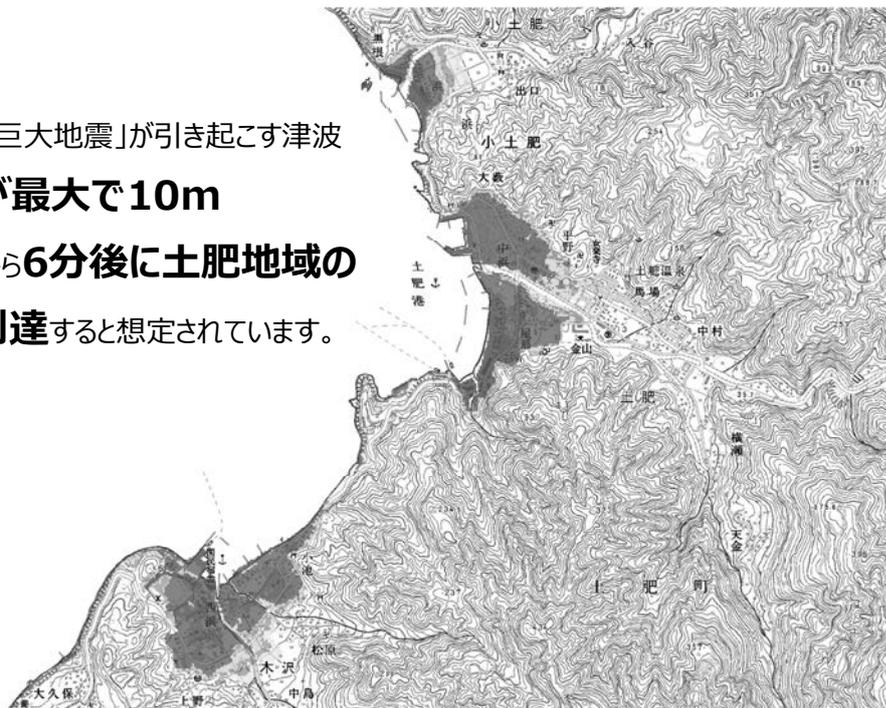
マウンテンバイク



4

# 土肥地域の津波の想定

「南海トラフ巨大地震」が引き起こす津波は、**高さが最大で10m**地震発生から**6分後に土肥地域の沿岸に到達**すると想定されています。



5

# 津波の言い伝え



**小下田地区の三島神社**

1498年明応東海地震の津波で被災した集落が、神社より高い場所に移転したため、「下り宮」となったという。



**安政東海地震（1854年）の記録**  
(八木沢地区 妙蔵寺)



**小土肥八幡神社**

(津波高額研究報告30号2013)



**波尻観音**

安政の地震の津波がここまで来たので、「波尻観音」と呼ばれている。

6

# 伊豆半島における土肥海岸の状況

宇佐美の防潮堤



7

# 伊豆半島における土肥海岸の状況

伊東の防潮堤



8

# 伊豆半島における土肥海岸の状況

吉佐美の防潮堤



9

# 伊豆半島における土肥海岸の状況

北川の防潮堤



10

# 伊豆半島における土肥海岸の状況

土肥海岸(明治館前)



11

# これまでに実施してきた津波対策

大藪公民館裏 急傾斜地 避難階段



八木沢トンネル避難路



12

# これまでに実施してきた津波対策

土肥小学校裏避難路



屋形公民館裏避難路



13

# これまでに実施してきた津波対策

土肥こども園



小土肥



八木沢



14

# これまでに実施してきた津波対策

## 大藪地区



15

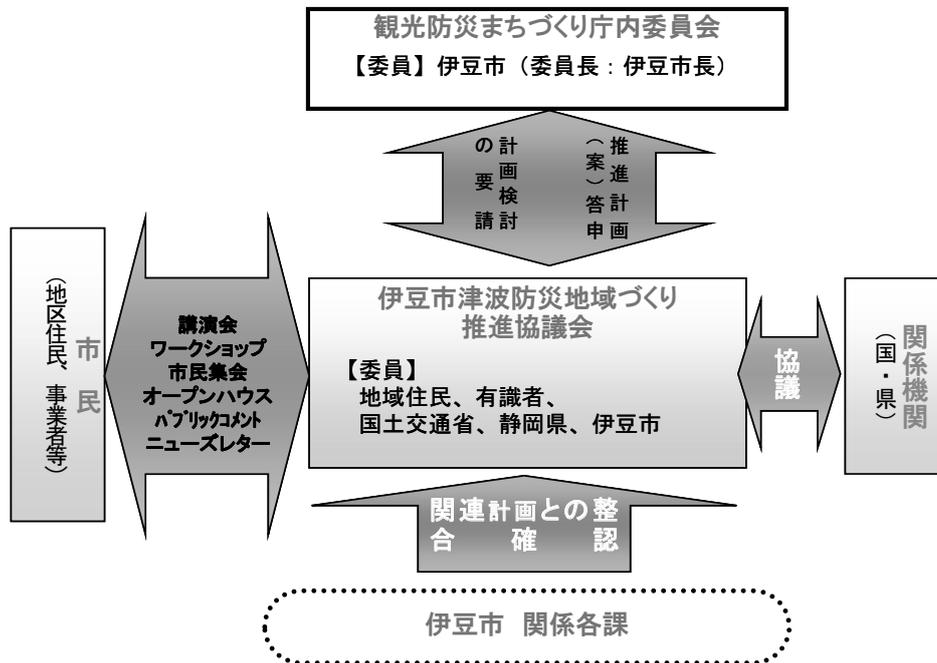
# これまでに実施してきた津波対策

## 観光津波避難タワー建設地(尾形地区)



16

# 推進計画の策定



# 市民自身による議論



津波防災地域づくり推進協議会



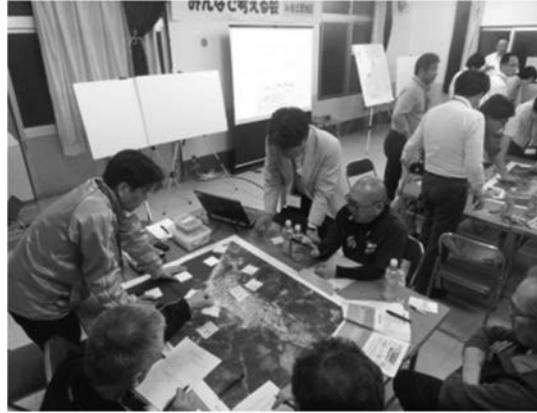
会長 加藤孝明 准教授  
（東京大学生産技術研究所）



副会長 原田賢治 准教授  
（静岡大学総合防災センター）

## 市民自身による議論

伊豆市“海と共に生きる”観光防災まちづくりをみんなで考える会  
ワークショップ



19

## 市民自身による議論

伊豆市“海と共に生きる”観光防災まちづくりをみんなで考える会  
市民集会



20

# 「海と共に生きる」観光防災まちづくり推進計画

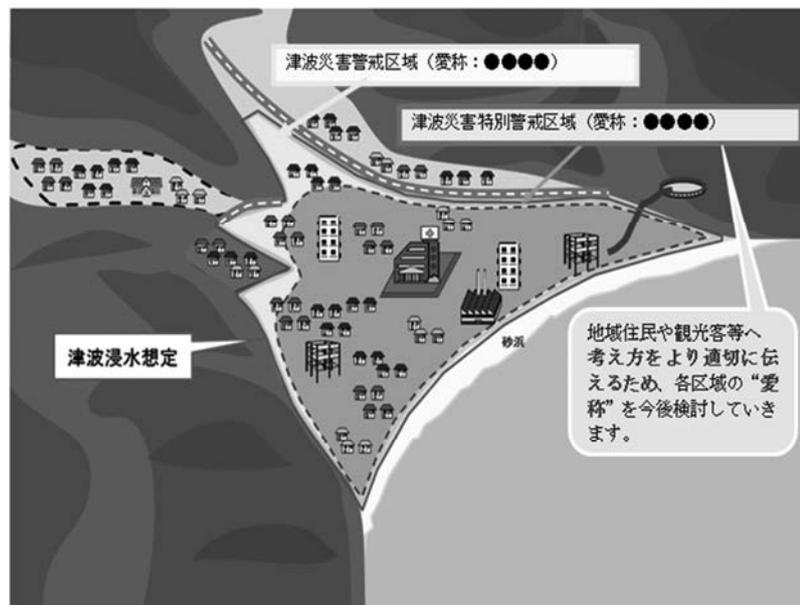


図5 津波災害警戒区域・津波災害特別警戒区域のイメージ

# 「海と共に生きる」観光防災まちづくり推進計画

## ■全体方針

観光、環境、防災のバランスがとれた海と共に生きるまちづくり

## ■取組方針

共生する	リスクを理解し、工夫を積み重ねて安全性を高めるエリアの形成
逃げる	住民、観光客、従業員などの安全を確保するための警戒避難体制の構築
生き延びる	地域が早期復旧するための支援機能の向上
守る・減らす	地震・津波・土砂災害による被害を少しでも減らすための防災・減災対策の推進

# 「海と共に生きる」観光防災まちづくり推進計画

## 区域の愛称決定



区域指定が及ぼす  
地域のイメージをプラスに転換  
するための愛称を設定

23

# 「海と共に生きる」観光防災まちづくり推進計画

## 愛称決定観光キャンペーン



区域指定・愛称決定の記念イベントで連携して情報を発信！

24

# 「海と共に生きる」観光防災まちづくり推進計画

宿泊施設連携訓練



観光施設土肥金山連携訓練



H29から毎年実施

観光客と従業員の安全確保のための  
避難経路・避難誘導體制を検証

25

# 「海と共に生きる」観光防災まちづくり推進計画

避難地マップ



津波避難ビル



26

# 防災 に取り組む地域は 付加価値が高まる！

27

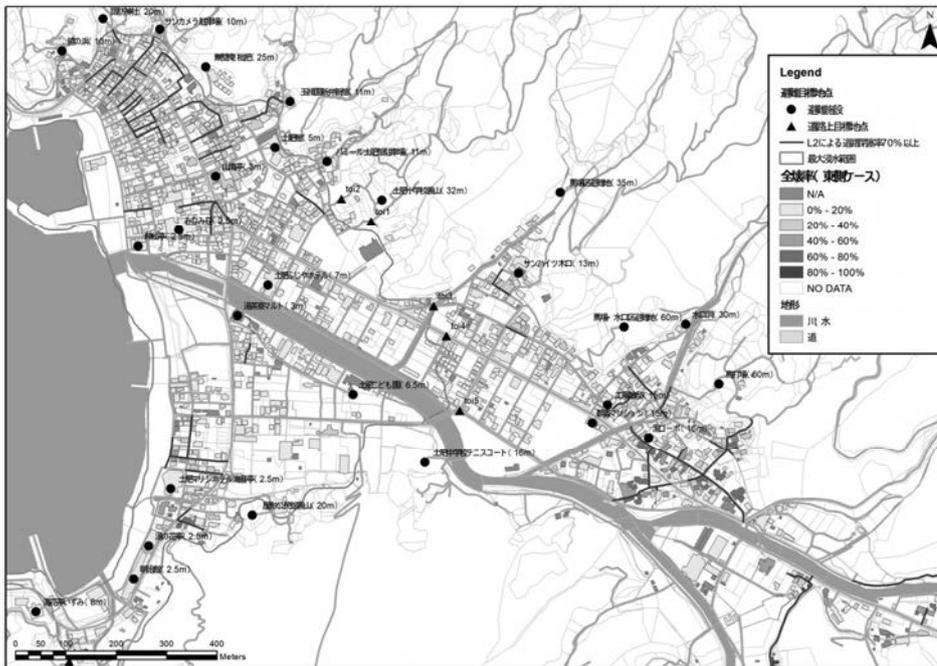
観光津波避難タワー



28

# 今後の課題

## 東京大学による倒壊家屋シミュレーション



29

# 今後の課題

## 課題の数々「死者ゼロのために」

- 1) 避難経路の確保  
浸水区域の集落は空き家が多数  
→ 空き家を取得し、解体し、空間と避難路を確保する必要
- 2) 避難手段の確保  
浸水区域の住民は高齢者が多数  
→ セニアカー(二人乗り禁止)は使えるのか?  
軽トラは使えるのか?
- 3) 一時避難先の安全性  
一時避難先は津波避難タワーや高台など  
→ 津波と雨、冷寒などが重なった場合の対策は?

30



## 第4回海岸セミナー講義集

令和5年6月20日 発行 定 価 2,310 円  
特別頒価 2,200 円  
(税・送料込)

発 行 一般社団法人 全国海岸協会

〒105-0003 東京都港区西新橋2丁目8番17号  
平家ビル4階

TEL 03(3595)6633 FAX 03(3595)6634

URL <https://www.kaigan.or.jp>

E-mail [info@kaigan.or.jp](mailto:info@kaigan.or.jp)

印刷 株式会社 サンワ

TEL 03(3265)1816 FAX 03(3265)1847

本誌掲載記事の無断転載をおことわりします。