

2019年度
地球環境『自然学』講座
第16回

テーマ

舞根湾の震災復興調査から開く世界

講 師

首都大学東京 教授

横山 勝英 先生

2019年12月14日

認定NPO法人・シニア自然大学校

講師プロフィール

横山 勝英（よこやま かつひで）



1. 経歴

1970 年生まれ。1994 年に東京工業大学工学部土木工学科を卒業，1999 年に東京工業大学大学院総合理工学研究科を終了し，博士（工学）取得。同年に建設省土木研究所河川研究部に所属し，2002 年に東京都立大学工学部土木工学科講師，2005 年に首都大学東京都市基盤環境コース准教授，2017 年に同大学教授。専門は環境水理学で，密度差の異なる流体が接する際に生ずる水質変化や生態系応答を研究している。フィールドワークを得意としており，ダム貯水池での洪水時の濁水流入と富栄養化の関連性，河口域での塩水遡上が土砂移動やプランクトン，魚類に及ぼす影響などを，自ら操船して調査している。研究対象地は，宮城県気仙沼舞根湾，東京都荒川，東京都小河内貯水池，福岡県筑後川，ミャンマー国タニンダリー川など。2011 年の東日本大震災以降，気仙沼市舞根地区にて，環境調査にたずさわりながら高台移転や多自然川づくり，湿地保全などをサポートしてきた。2012 年，NPO 法人森は海の恋人・理事。

2. 現職

首都大学東京 都市環境学部 都市基盤環境学科 教授

3. 著書ほか

NHK 総合出演，明日へつなげようー証言記録▽気仙沼市ふるさとの絆を守れ，住民主導の高台移転，2019 年 9 月 29 日放送

横山勝英：筑後川から有明海への土砂供給と感潮域における生態系とのつながり，水環境学会誌，40(5), pp.159-162, 2017.05

横山勝英：三陸リアス式海岸の水際における防潮堤と土地利用，海洋と生物，209 号，vol.35, no.6, pp.592-597, 2013.12

横山勝英：河川を通じた土砂供給と汽水域環境，海洋と生物，193 号，vol.33, no.2, pp.134-139, 2011.04

楠田哲也・山本晃一監修，河川環境管理財団編：河川汽水域 [その環境特性と生態系の保全・再生]，第 4 章 2 節を分担執筆，技報堂出版，2008.06

舞根湾の震災復興調査から開く世界

横山 勝英

博士(工学), 首都大学東京 都市環境学部 都市基盤環境学科 教授, 〒192-0397 東京都八王子市南大沢 1-1, k-yoko@tmu.ac.jp

1. はじめに

東日本大震災が 2011 年に発災し, 未曾有の大災害, 想定外の事態と言われた。しかし, その後, 2012 年の九州北部豪雨災害にはじまり, 2018 年の西日本豪雨災害, 2019 年の関東東北豪雨災害に至るまで, 毎年, 未曾有・想定外の大災害が発災し続けている。

そのため, 我が国の政策は, いかにして防災力を高めるかという方向にシフトした。明治から始まった近代化において, 我が国は西欧の土木技術を導入して「災害を力で押さえ込む」ことに注力してきた。また, 公平性の観点から, 人々の暮らしを均等に守ることを重視してきた。それによって国力は増し, 経済成長を遂げ, 生活水準は格段に向上したが, 一方で公害や環境破壊が顕著になった。2000 年代になり, 環境を重視する政策に転換しつつあったが, それは 2011 年の大津波で押し流された。津波災害は甚大であったが, その後の復興において, 津波以上に深刻な環境問題が生じているのである。

異常気象や自然災害への対応はもちろん重要である。一方, 日々の暮らしは環境に立脚している。さらに言えば環境が減災に役立つこともある。したがって, 防災と環境を両立させる方策が検討されることが必要である。本講演ではその一つの方向性として, 気仙沼市舞根地区の震災復興の取り組みを紹介する。

2. 時代の転換期

人口増加と経済成長の時代には, 災害の危険性が高い地域にまで居住範囲が広がっていった。その後, 日本の人口は 2008 年をピークに減少しており, 2050 年までに居住地の約 6 割において人口が半減する見通しである。

宮城県気仙沼市は三陸有数の沖合・遠洋漁業の基地であり, 水産加工や沿岸養殖も盛んであるが, 人口は 1980 年(昭和 55 年)をピークに減少しており, 2015 年(平成 27 年)の高齢化率は 35%にまで上昇した。この間, 東日本大震災が 2011 年に発生しているが, 震災前から地域の担い手が減少し続けていた。

つまり, 地方の山間部や沿岸部では, 人口密度の低下と財源不足の中で広範囲に安全度を向上させなければならない。拡大した防御ラインを維持するか, 縮小するかを選択が必要な時期が来ている。一方で, 地方活性化として,

農林漁業の六次産業化, 自然資本を利活用した水産養殖業の振興や観光業を発展させる方向性が模索されている。このような取り組みの基盤になるのは, 良好な自然環境である。したがって, 防災力の向上と環境の利活用を同時に進める必要がある。

3. 三陸の津波防災御一防潮堤—

(1) 基本的な考え方

東日本大震災で想定外の津波が発生したことから, 津波の規模を 2 種類に分けることとなった。従来, 対象としていた数十年から百年に一度の津波をレベル 1 (L1) と設定し, 防潮堤などのハード対策により生命と財産を防御する。従来は対象外であった数百年に一度発生する津波はレベル 2 (L2) と設定し, 津波が堤防を越えることを許容しつつも完全破壊を防いで浸水被害を最小限にとどめ, 堤防以外の総合的なソフト対策(避難行動など)も講じて減災を目指す。ここでは, 財産の保全は目標とせず, 生命を守ることに主眼を置く。

(2) 水門と河川堤防

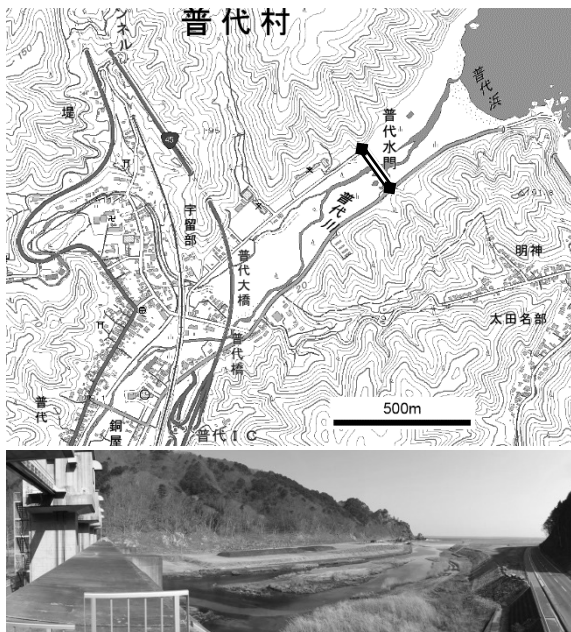
河川が海岸に接続する場所では, 防潮堤(海岸堤防)が途切れるので, 河口部の処理が必要となる。2011 年以前は, 河口部に防潮水門を設置していたが, 東日本大震災では水門閉鎖の作業中に被害に遭われた方が多くいたため, 水門の是非が議論になった。そして, 岩手県は引き続き水門方式を採用し, 宮城県は水門を設置せずに河川のバック堤方式に切り替えた。バック堤は海岸堤防を河口部で折り曲げて, 河川に沿って内陸まで伸ばし, 徐々に高さを下げて通常の治水対策堤防に擦り付ける方法である。

4. 防潮堤と海岸環境, 背後地の様子

(1) 岩手県普代村普代水門

東日本大震災の後, 普代村を守った防潮堤として有名になった。防潮堤の機能や環境面への影響が話題になるとき, 必ず普代水門が引き合いに出される。普代水門の天端標高は 15.5 m, 津波到達高さは 23.6 m である。

この特徴は, 防潮堤が海岸線ではなく, 海岸から約 400 m 内陸で, かつ谷が最も狭くなっている場所に設置されていることである。さらに, 防潮堤の背後には中心部までの約 700 m 区間に松林(稼働内樹林)がある。これに



岩手県普代水門の平面図(上)と水門から海岸の風景(下)

よって、効率的に津波を防御、減勢しており、結果的に海岸環境が保全されている。

(2) 宮城県気仙沼市野々下地区

野々下地区の沖ノ田海岸には標高9.8mの急傾斜防潮堤が建設された。写真では旧堤と新堤が比較できるが、新堤が沖出しになっている。波浪による防潮堤の基礎の浸食を防ぐため、沖合20mほどまで採石と消波ブロックが敷き詰められている。背後の崖地は標高が5mあるので、その上に防潮堤を建設すれば、高さ・体積が半分になり、磯浜を保全できた。宮城県内の磯浜はどれも同じ状況であり、防潮堤はほとんどセットバックされなかった。

(3) 河川堤防(沖ノ田川)

標高10m前後の海岸堤防をそのまま河川に伸ばしてゆくバック堤では、堤防の底辺幅が片岸50m程度、両岸で100m程度となる。谷間を流れる川幅5~10mの小河川では、河川の規模に比して堤防用地がかなり大きくなり、守るべき低平地の大半が防潮堤用地となった。住宅は高台移転しているので、防潮堤が守るものは空地、荒地や農地である。さらに、堤防斜面は完全にコンクリートで覆われ、沖ノ田川では河床に採石を敷いて金網で覆ったので、河川水は伏流して魚が海と森とを往来できなくなった。

5. 宮城県気仙沼市舞根地区の環境復興

東日本大震災で被災地で、防潮堤が建設されなかったのは岩手県釜石市花露辺地区と宮城県気仙沼市舞根地区の2ヶ所だけである。そして、舞根地区では低平地の汽水域環境を保全する活動が行われている。

(1) 高台移転

唐桑半島の付け根にある舞根地区は、気仙沼湾の中の



宮城県気仙沼市沖ノ田海岸(野々下地区)

奥まった場所にあり、全長が約2kmの東舞根川および西舞根川の河口付近に52世帯があった。2011年3月には、最大遡上高が15mの津波により44世帯が流され、同年4月には防災集団移転促進事業期成同盟会が結成された。

住民と土木系の専門家が話し合い、①海に見える高台とする、②これまでの集落構成をイメージした宅地レイアウトにする、③津波への安全性を考慮して標高40mに土地を造成する等のアイディアを図面に起こし、これを2012年2月に気仙沼市役所に提出した。気仙沼市は同年5月に住民案を採択し、高台の造成工事は2013年後半から始まり、2016年の6月までに大半の住宅再建が完了した。被災してから生活再建まで最短で4年半を要したが、これが三陸で一番早い復興である。

(2) 津波防災

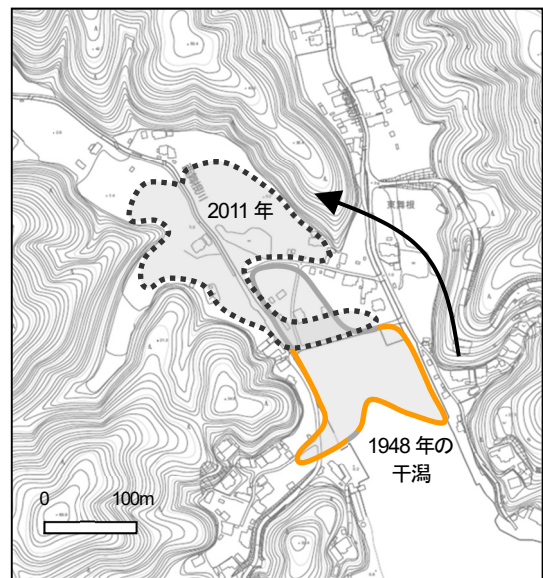
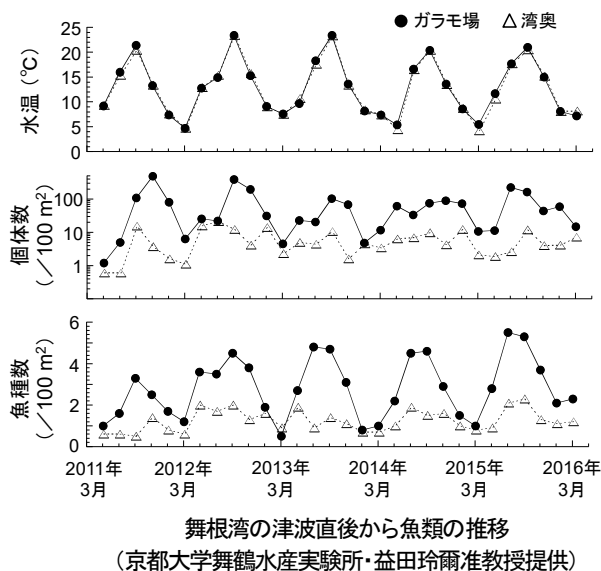
高台移転の見通しが立った2012年3月、気仙沼の防潮堤計画が取り沙汰されるようになった。公表資料によれば、市内各地に7~11mの防潮堤が計画されていた。

舞根地区には元々防潮堤はなかったため、住民は2012年4月に宮城県・気仙沼市の担当者、市議会議員、漁協に集ってもらい、県・市の防潮堤計画を説明してもらった。その時、震災前に居住区域だった全ての浜に防潮堤を建設する、今後、浸水区域に人が住まなくても、道路も守るべき資産なので防潮堤は必要であると説明された。

これに対して住民は、「標高40mの新たな高台に移転するため住宅街は安全である、移転跡地を防潮堤で守る必要はない、将来を考えると自然環境や風景を大切にしたいまちづくりの方が良い」との結論に至った。そこで、「舞根2区の海岸堤防の計画撤回に関する要望書」を取りまとめて気仙沼市長に提出した。結果、要望は受け入れられて、以降、防潮堤の計画は出てこなかった。

(4) 津波からの環境の回復状況

京都大学や各大学は、2011年5月から隔月で潜水調査を継続し、生態系の回復過程を記録してきた。津波から2ヶ月後の時点では、海底は泥に覆われ、死んだ魚やアワビが海底に落ちていた。海藻はまばらに生え、ごく少数の稚



舞根地区の水際の変化

魚がいるだけあった。

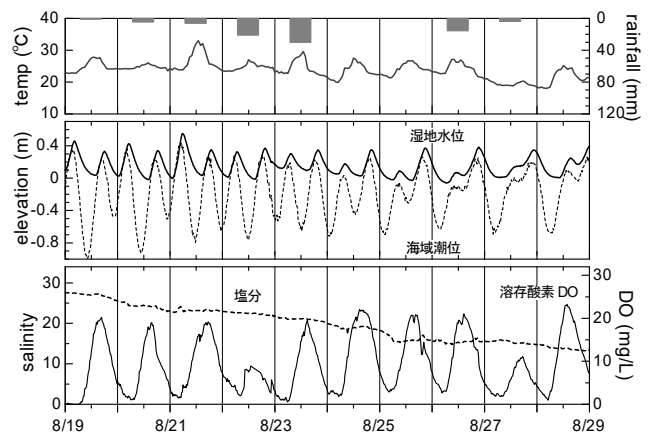
7月には海藻やアマモ場が復元しはじめ、キヌバリというハゼが爆発的に増えた。調査の結果、魚類数と個体数の両方とも、水温と連動した周期性だけではなく増加傾向が認められた。種数と個体数は2011年から2012年にかけて増加し、以後はほぼ一定である。大型捕食者であるアイナメは平均体長が3年連続で増加し、4年目には繁殖個体が確認された。総合的には、魚類群集は津波から約3年で回復したと評価され、生態系のレジリエンスは高いことが分かった。

(5) 湿地・干潟の出現

東日本大震災では地殻変動によって三陸全体が沈下し、気仙沼市の沈下量は約70cmであった。さらに、舞根湾では津波の引き波の最大流速が5m/sであったため、強流速で海岸が浸食された。この二つの作用により、舞根湾にあった干潟は消滅した。しかし、陸地の防風林が根こそぎ倒されて干潟化し(約3,000m²)、内陸の農地も浸食されて塩性湿地になった(西側15,000m²、東側17,200m²)。

大潮の満潮時になると、海水が海岸林道や河川護岸を乗り越えて陸側に入るようになり、防風林跡地の干潟的環境においてアサリの稚貝が発見された。河川や湿地では、ニホンウナギやシロウオ、ミナミメダカといった絶滅危惧種・希少種が相次いで発見され、汽水域の豊かさが証明され、これらの環境を保全することが検討された。

しかし、海岸については行政や地権者の意向により、震災前の林道を再建することになり、陸側の干潟的環境は埋め立てられた。ボーリング調査の結果、舞根の谷は厚さ20mの沖積層(川が運んだ泥・砂の堆積層)で覆われていることが分かり、鋼矢板を道路両側に打ち込んで安定化させる必要があった。隙間なく並べられた矢板によって、地下水脈が途絶えることが予想されたため、地下水が



舞根湿地の水位・塩分・溶存酸素濃度(2016年夏)

多く流れていると予想される表層4mの砂の堆積層には、「穴あき矢板」を使用してもらうこととした。

湿地については、西側は農地復旧により埋め立てられ、東側のみを保全することが可能となった。再生・保全が期待された湿地は約35,200m²であり、約60もの区画の地権者から土地を水没させておくことの同意を得る必要があった。NPOが全ての所有者から同意を取り付けるのは極めて困難であり、西側地区については、2014年に土砂を1~2mの厚さで敷き詰めて農地復旧が行われた。なお、この「農地」は、震災前も今も、耕作放棄地のままである。

(6) 河川護岸の開削と湿地保全

地権者から保全の理解が得られた東側の湿地は、現状では生物の生息環境として好ましくない状態であった。湿地の塩分は2012年当初は30~32であり、海水の塩分は32~34なので、塩性湿地はほぼ海水で占められていた。2017年以降は、塩分が30を越える日の方が少なくなり、15~30の間を変動していた。これは、震災後に地盤が徐々に上昇したことで、年々海水が湿地に逆流しにくくなり、

河川の影響が強まったことによる。溶存酸素濃度を調べると、日中は藻類の光合成により 10 mg/L を超えて過飽和になるが、明け方にはゼロ近くまで落ち込み、生物が生きられない貧酸素状態になっていた。底層に塩水が滞留していることで底泥による酸素消費が進み、嫌気化していると考えられる。よって、生態系をより豊かにするには、水循環を改善する必要があることが分かった。

そこで、NPO は気仙沼市役所に対して、湿地保全のための河川護岸の開削(湿地側)と多自然護岸への改築(農地側)を相談した。しかし、2014 年 6 月に市から提示された条件は多く、実現は不可能と思われた。

- 護岸を開削すると洪水氾濫が河川外に及ぶので、被害区域の地権者の同意が必要。
- 隣接する山地斜面が崩壊しやすくなるので、崩壊対策と斜面地権者の同意が必要。
- 氾濫拡大を食い止めるために湿地の周囲に堤防を建設すること。
- 災害復旧事業は「壊れたモノを直す」ために使われるので、「使えるモノを壊す」ことはできない。
- 災害復旧と自然再生事業は全く別物である。復旧の枠組みで実施するなら、震災前にあった貴重な環境を復元するという考え方になる。
- 震災前後の具体的な環境データを示すこと、例えばニホンウナギなど。

この困難な要求に根気強く対応し続けた結果、NPO は全ての地権者を探し出して書面同意を得ることができた。環境データについて、震災後の生物データは完備していたが、震災前のデータは津波で流されていた。そこでインターネット上を搜索し、2008 年に実施された「森里海学びツアー in 志津川・気仙沼」の報告書にウナギが記載さ

れていることを発見できた。これらにより、西舞根川の湿地側の護岸は復旧対象から外して、開削できることとなった。農地側は魚の隠れ家となる多孔質の空間を確保するため、フレーム式の護岸を使えることとなった。

2018 年 3 月末までに行政側の調整が完了し、2018 年 6 月に住民説明会が行われて地域の同意が得られた。2019 年 9 月には護岸が開削され、構想から 8 年の歳月を経て湿地保全が実現化した。なお、河川護岸の開削は日本初の取り組みである。

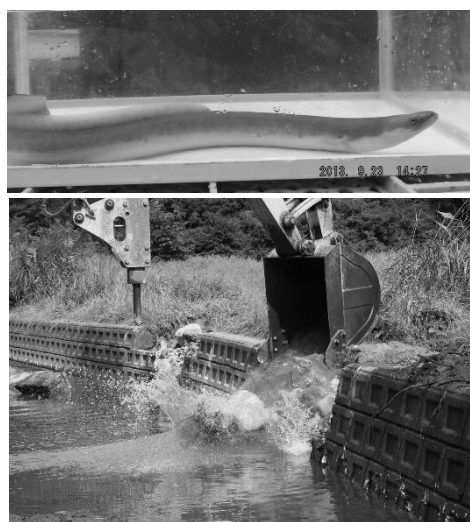
今後は、流域の針葉樹林を広葉樹林に切り替えてゆき、森・里・川・海を総合的に管理しつつ、教育研究との連携により地域活性化を図ってゆくことが企画されている。

6. 防災と環境とまちづくり

現在の法制度のもとで実現可能なまちづくりのシナリオを検討すると、防潮堤を公有地である水際に設置し、その高さを出来るだけ高くするのが最適となるだろう。しかし、自然現象が極端化してゆくと、この方法には際限が無い上に財政的にも持ちこたえられず、堤防が破壊された際にはかえって被害が大きくなる。その上、生態系や水際の環境を犠牲にすることになる。

この先、人口減少と過疎化、所有者不明の土地の増加、インフラの老朽化など、社会環境が激変してゆく。そのため、社会機能の整理・縮小・移転と、未利用地の整理統合を進め、生態系による減災機能も取り入れることで、総合的に防災力を高めてゆく必要がある。

これによって、生態系が豊かになり、水産有用種が増え、観光やレクリエーションの空間としても機能することになり、防災のみならず日々の環境としても優れた空間を生み出すことになる。



西舞根川で採捕されたニホンウナギ(上)、護岸開削工事(下)、森里川海まちづくり(右)

