

2019 年度 第 16 回講演会 記録

日 時	2019 年 12 月 14 日 13 : 00～16 : 00
会 場	此花会館 梅香殿
講 師	首都大学東京 教授 横山 勝英 先生
演 題	舞根湾の震災復興調査から開く世界
備 考	参加者 180 名 (内聴講 2 名) 記録 飯田正恒

はじめに

【田中 克 先生】

横山先生に初めてお会いしたのは、2011 年の東日本大震災の直前であったと記憶しています。私達は筑後川河口域をフィールドに、下筑後川漁業協同組合の川漁師塚本辰巳さんにお世話になり、有明海特産種の仔稚魚の生態研究を進めていました。一方、環境水理学が専門の横山先生は、で筑後川の土砂移動の動態とそれがプランクトンや魚類に及ぼす影響を調査されていました。長らくはそれぞれの存在に気づかないままに調査を進めていましたが、ある時、塚本さんを介して横山先生とのつながりが生まれ、筑後川河口域をモデルにして、環境と生きものの具体的な関係を共同研究をしましょうということになりました。その直後に東日本大震災が起こり、できるだけ早く巨大な地震と津波が沿岸生態系に及ぼした影響と回復の過程を調べる調査を立ち上げようと、推理環境や土木がご専門の横山先生にお声をかけ、「気仙沼舞根調査」を 2011 年 5 月にスタートさせました。あと 1 年少しで、隔月調査は通算 60 回となります。大震災により沿岸環境と生物の関係がどのように変わったか、それにより地域社会がどのように変わったかを明らかにし、成果を世界に発信しようとしています。今日はその調査の現場監督的な役割を担ってこられた横山先生から、これまでの調査研究の概要を紹介いただきたいと思います。

【横山 勝英 先生】

私の勤める大学は「首都大学東京」といい、建学時は「東京都立大学」といいましたが、石原都知事のときに改名、来年(2020 年)には元の校名に戻ります。校名が頻繁に変わるのには寂しい思いもありますが、学校は約 40%が留学生で、授業は英語で行い、国際的に通用する人材育成により環境の大学と思っています。

2011 年 1 月頃田中先生にお会いして以来、一緒に仕事をする事が多くあり、震災後の気仙沼・舞根湾の調査にも加わるようになりました。JAICA の依頼でフィリピンで環境教育をすることになり、現地の大学と協働して森里海のつながりを構築する活動もしています。

フィールドワークを重視した活動をしたく、自分で船を操作して高精度、高密度のデータを得ることに努めています。現在の研究フィールドは、気仙沼、石神井川、小河内ダム、筑後川、パジク川（フィリピン）、タニンダリー川（ミャンマー）です。筑後川での 30 年間の研究成果が海外でも通用するか、比較研究を進めているところです。



【講演要旨】

1. 汽水域の大切さ

河口付近は、川の水と海の水が混じる汽水域といわれる場所で、河川水と海水が混合する。この混合現象が土砂輸送と地形、底質形成、植物プランクトンの増殖、生物生産性に大きく関わってくる。仔魚にとって、浅くて静穏な汽水域は重要な成育場となる。

京都大学中山耕至先生の研究によると、仔魚期の生残率は $1/1,000 \sim 1/10,000$ で、初期成育の時点での生残率が高いと漁業生産も増加する。初期生残率を 1% から 2% に引き上げる、すなわち減耗率を 99% から 98% に抑制すると成魚が 2 倍に増える。河口汽水域の保全管理手法を構築することが重要といわれるゆえんである。



2. 災害の時代

2011 年の東日本大震災は「未曾有の」とか「想定外の」災害といわれたが、このような災害がこの 10 年間毎年発生し続けている。

発災	内容	災害箇所	降雨	被害
2011. 3 月	東日本大震災	福島・宮城 岩手など	20mを超える津波	死者 18000 人
2012. 7 月	九州北部豪雨	熊本・大分 268 箇所	1H:91mm、24H:486mm	死者 22 名、全半壊 152
2013. 10 月	台風 26 号大雨	伊豆大島大規模泥流	1H:122mm、24H:824mm	死者等 39 名
2014. 8 月	広島土砂災害	広島など 637 か所	1H:87mm、24H:247mm	死者 76 名、全半壊 248
2015. 9 月	台風 18 号	日光・栃木・福島 鬼怒川決壊	1H:50mm、3 日:500mm	死者 1 名、全半壊 20
2016. 4 月	熊本大地震	熊本・大分 190 箇所 54 万 m ³ の大崩壊	6/22:205mm 降雨で被害 拡大	死者 15 名
2017. 7 月	九州北部豪雨	福岡・大分 307 箇所	24H:829mm	死者 36 名、全半壊 336
2018. 7 月	西日本豪雨	岡山・広島・愛媛で氾 濫・土石流	1H:89mm、3 日:518mm	死者 230 名

(1) 雨量と人の感じ方

豪雨被害が多発したが、雨量と人の感じ方を知っておいて欲しい。「今日よく降るな」という印象では 10mm/hr 程度。30mm になると土砂降りとなり、50mm は想像を絶する。80mm では避難の次元ではなく、外に出る方が危ない状況になる。こうなる前の避難が大切である。

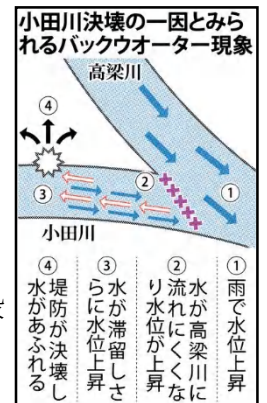
- ① 10～20mm 未満は「やや強い雨」で、ザーザーと降る。地面からの跳ね返りで足元がぬれる
- ② 20 以上～30mm 未満は「強い雨」で、土砂降り。傘をさしていても濡れる。
- ③ 30 以上～50mm 未満は「激しい雨」。バケツをひっくり返したように降る。
- ④ 50 以上～80mm 未満は「非常に激しい雨」。滝のように降る（ゴーゴーと降り続く）
- ⑤ 80mm 以上は「猛烈な雨」。息苦しくなるような圧迫感がある。恐怖を感じる。

【雨量と人の感じ方（1 時間雨量時、気象庁 HP）から】

(2) 岡山・真備町の浸水

2018 年 7 月の西日本豪雨では、岡山県真備町が高梁川の支流小田川の氾濫で浸水し、大被害になった。支流の小田川が本流の高梁川に合流する際に水がせき止められる形になる「バックウオーター現象」が起きて水位が上昇、小田川の堤防が決壊したことによって国土交通省は見ている。本流はしっかりと防災対策ができていても、支流への対策が遅れていたことが災害につながった。

河川の防災は荒川や淀川は 200 年に 1 回の大雨に耐えられる構造にしているが、一般的には 100 年に一度の雨量を想定した防災設計をしている。



(3) 関空浸水

2018 年 9 月には台風 21 号による高潮で関空の滑走路やターミナルが浸水。140 年に 1 回の発生確率とのこと。関空は 50 年に一度の高潮や高波がきても防潮堤を超えない設計がされているといい、この場合想定外の高潮であったと弁明している。

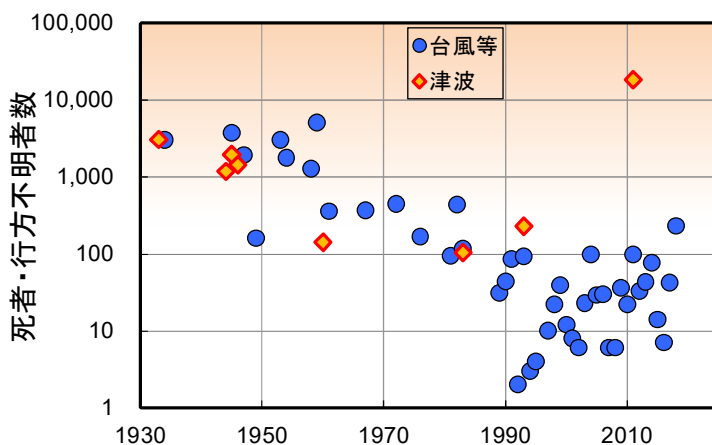
(4) 北陸新幹線長野車両基地水没

2019 年 10 月、関東甲信越と東北が台風 19 号で大雨に見舞われ、長野の北陸新幹線車両基地が水没する事故が発生。周辺はハザードマップで 10 メートル以上の浸水が予想される洪水の危険性のある地域であり、何でこんなところに基地を作ったのかと疑問に思う。

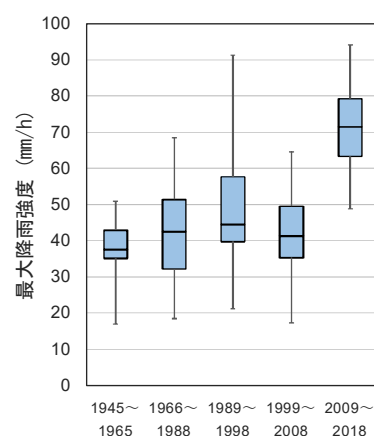
(5) 戦後からの水害の経過

1930 年からの推移をみると 1945 年枕崎台風で 3756 名が、伊勢湾台風で 5098 名亡くなった。このあたりから河川計画が策定されることになり、いろいろな防護施設の建設をすすめた結果被害が減少していったが、2011 年の東北大震災の津波で 18000 人の犠牲者があり、以来毎年水害が起こるようになった。

戦後からの水害の経過



時間最大降雨が最近 10 年間で急増



- ① 2000～2010 年の間、災害被害者は 50 名程度で推移してきたが、2010 年代には人的被害が増えている。
- ② 時間最大降雨は 2008 年までは 40～50mm 程度であったが、最近 10 年間は平均 70mm に増えてきた。
- ③ 明治以降の中央集権システムにより河川・海岸整備が進み犠牲者数は年々減少してきた。

○1956 年：海岸法制定・・・津波、高潮、波浪などの海岸災害から海岸を防護・保全

○1999 年：海岸法改正・・・防護・環境・利用の調和のとれた総合的な海岸管理。

- ④ 2010 年代は、想定外の巨大災害が多発し、土木事業が防災にシフトして、環境とのバランスを論ずることが激減 ⇒ 逆戻り

2011 年の東日本大震災の被害は、人的被害や家屋被害などいろいろあるが、一番大きな被害は理念が後退してしまったことであると思う。防災にケチをつける気持ちは毛頭ないが、環境を犠牲にしての防災は退歩だと思う。岩手県と宮城県の防潮堤の事例を紹介する。

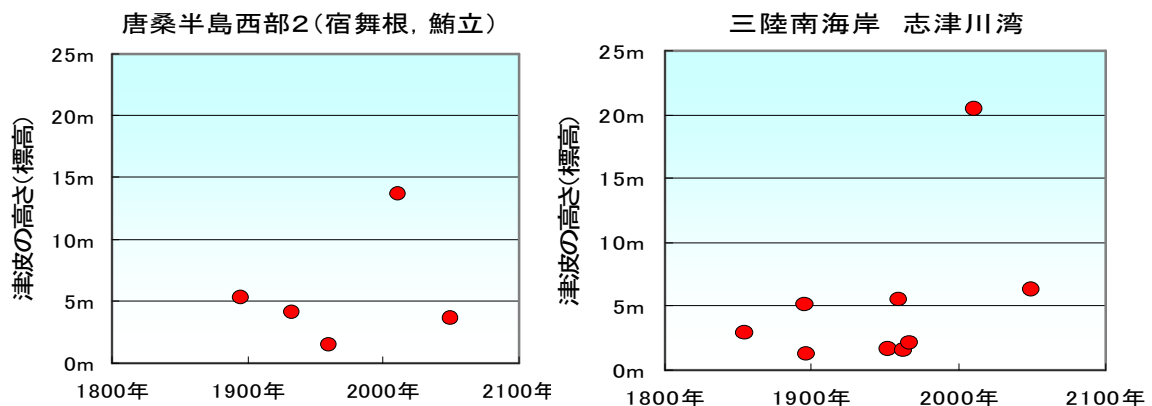
3. 防潮堤

(1) 津波防災の基準 L1、L2。(L1、L2は災害のレベルをいい、津波に限らない。)

- ① レベル1 (L1)：数十年から数百年に1回生ずる、頻度の高い津波。
- 堤防などにより人命、財産（漁港施設（倉庫など）、農地、道路など）国土を防御。
 - ちなみにL1＝防潮堤ではない。
 - L1規模の津波から人命・財産を守ることができれば、他の方策でもよい。
- ② レベル2 (L2)：数百年から千年に1回程度発生する最大規模の津波。
- 完全に防ぐことは目指さない。
 - 津波が堤防を超えることは許容するが、堤防の決壊を防止し、浸水被害を最小限にとどめることを目指す。
 - また堤防以外の対策（避難行動）も含めて減災を目指す

(2) 津波の設計高さ

防潮堤の設計高さはどのように決められるか。50年に1回とか、100年1回とかいう用語は河川計画にもとづく。河川の場合、洪水の数十年分の雨、水位の記録があるので、データを並べてみることで確率論で求められる。ところが津波は数百年の間に数件しか起こらず、確率統計的に高さを決めることができない。唐桑半島西部で300年間に起こった地震は5回しかない。三陸南海岸ではもう少し多いが、それでも9回。このデータをもとに100年に1回起こる津波の高さを求めるが、計算式で客観的に求めるわけではなく、科学的とはいえない。このグラフを見ながら「これぐらいでどうやらか」と、ある程度の安全率を見込んで「総合的に判断」する。堤防を高くして欲しくない住民は、そんなに高くなることはないはずだと思い、行政は予算が許す限り高くしておきたいと考える。結局はあいまいな決め方になり、市民感覚とズレができる。



(3) 防波堤の河口部の処理

防潮堤は海岸線を守るものであるが、川がある場合防潮堤をどうするかは重要なことである。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になる。

1) 岩手県の場合

岩手県は水門設置を基本にしている。ところが東北大震災のとき、水門を閉める作業中に亡くなった人がかなりあり、そもそも津波の避難警告がでていいるときに海の方へ向うこと自体が問題なので検討の結果、衛星回線を利用し自動的に閉鎖できる方式に変更した。

2) 宮城県の場合

海岸堤防をそのまま河川堤防に接続するバック堤方式に切り替えた。

(4) 防潮堤と海岸環境

1) 仙台北岸

- ① 震災前と同じ高さの堤防にした。シミュレーション検討の結果、100年に一度のL1津波より台風時の高潮のほうが高い結果となり、台風対応の防潮堤にした。砂浜の高さが2~3mあり、実質高さは4~5m、砂浜もそこそこ確保されている。
- ② 仙台平野は広く、多くの人が住むので全く何もしないという訳にはいかない。
 - ・海岸堤防により越流を最小限に抑える。
 - ・復列堤防を設置して浸水深さを減らす
 - ・内陸への到達時間を遅らせ、避難時間を稼ぐという計画である。

2) 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。

水門の天端高さは15.5m、津波到達高さは23.6mである。ここの特長は防潮堤が海岸線ではなく、海岸から約400m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700m区間に松林（河道内樹林）がある。これによって、効率的に津波を制御、減勢しており、結果的に海岸環境が保全されている。優れた設計と思う。



（記録者注）普代村では、過去の大震災・大津波で多数の被害者（1896年の明治三陸地震で302名、1933年の昭和三陸地震で137名の犠牲者）を出した苦い経験から、津波から住民を守る防壁設置を検討し、このうち普代水門は1984年に完成した。水門建設の検討時には、集落の集団移転も検討されたものの、土地の有効活用や生活環境の計画的整備などの観点から、水門の建設が決定された。また15.5メートルという高さは計画時に高すぎると非難を浴びたが、当時の和村幸得村長が「2度あることは3度あつてはならない。15メートル以上」と譲らなかった。明治に15メートルの波が来たという言い伝えが、村長の頭から離れなかったためであるという¹。

東日本大震災時、この水門を閉め村への津波の侵入を防止できた。（wikipedia）

3) 岩手県田野畑村明戸地区

- ① 防潮堤は当初14.3mだったが、12mに下げ、50~200mセットバックした。
- ② 県道を防潮堤の上に移設。

- ③ さけます孵化場があり、魚が海から川を遡上できる。水門やバック堤は設置していない。
- ④ 損壊した旧防潮堤を震災遺構として公園整備。
- ⑤ 観光・環境に配慮した設計により、砂浜は保全され、道路が直線化して利便性が増した。

岩手県は津波が多い地域であるが財政的には厳しいので、津波の経験を活かし、優れた工夫をしている例がしばしばある。



4) 宮城県気仙沼市小泉地区

宮城県は水門を造らない方式なので、海岸堤防と河川堤防を繋いだ構造になる。小泉地区に 15m の堤防をつくることを計画した。

- ① 海岸が浸食されたので防潮堤は 200m 後退した位置に建設。
 - ② 海岸から約 1k m 内陸に三陸自動車道が建設され、標高 25m の盛り土構造物が二線堤（注）になっている。
 - ③ 堤防の断面は標準的な台形断面で、底辺巾は約 90m になった。
 - ④ 震災前の防潮堤は標高 5.5m で海岸林もあり目立たなかったが、巨大化したため防潮堤の高さ・位置の変更を要望する市民団体ができた。
 - ⑤ 2013 年 11 月、気仙沼市小泉地区振興会連絡協議会、7 地区振興会および気仙沼市長から宮城県知事に、早期建設の要望書が提出された。
 - ⑥ 宮城県知事は要望事項の検討会を設置し、防潮堤の防災効果と環境・景観への配慮等を総合的に検討した。
 - ⑦ 東北大学は防潮堤と国道の高さの組み合わせを変えて津波シミュレーションを行い、L2 津波の浸水範囲（災害危険区域）の変化を検討した。結果、当初計画が最も浸水範囲を減少させることができる結論づけた。また、河川のバック堤は津波を戻すのに有効であることを示した。
- 機会があればぜひ見学して欲しい。



（注）二線堤：本堤背後の堤内地に築造される堤防のことで、控え堤や二番堤ともいい、万一、本堤が破堤した場合に、洪水氾濫の拡大を防ぎ被害を最小限にとどめる役割を果たす。

5) 宮城県気仙沼市野々下地区

宮城県は防潮堤のセットバックは小泉海岸を除き検討しない。野々下海岸の場合、後背地に林野庁の防災林があり、新堤は前出しされて、砂利浜や磯が消滅した。

6) 宮城県南三陸町館浜海岸

後背地は道路のみであるが、磯浜の上に前出しする形で防潮堤が建設された。

7) 宮城県の河川バック堤

南三陸町港川、清水浜地区、桜川、気仙沼市沖ノ田川などで、川幅 5m の小川の両脇に高さ 10m、底辺巾 50m（片側）の傾斜堤を設置。住宅は高台に移転。

8) 津波防災と海岸環境保全の両立例

- ① 岩手県釜石市花露辺：高台移転のみ、防潮堤建設せず。
- ② 宮城県気仙沼市大谷地区：防潮堤と国道の兼用化、海水浴場を保全
2012.6月、大谷海岸に標高 9.8m、底辺巾 40～50mの台形堤防を建設する計画が公表された。
防潮堤が沖に張り出し、砂浜が消滅することになるが、6つの地域振興会は議論を重ね、「大谷海岸を海水浴場として残すべき」の意見でまとまった。
7年間にわたり住民同士の意見のすり合わせと、住民と行政との対話、市役所と県、国、J R など関係機関との調整を粘り強く続け、苦労が結実した。
- ③ 宮城県気仙沼市舞根地区：高台移転のみ、低平地の塩生湿地を保全、多自然川作りを実施。

4. 気仙沼市舞根地区の取り組み

(1) 高台移転

震災で東舞根川、西舞根川の河口付近にあった 52 所帯中 44 所帯が被災した。1 カ月後、市役所に高台移転要望書を提出。

計画づくりは土木の専門家（横山先生）が住民をサポート。

- 海が見える高台に宅地造成
- これまでの集落構成をイメージしたレイアウト
- 津波への安全性を考慮し標高 40mに宅地造成 など

2013 年後半 高台の造成工事開始 ⇒ 2016 年 6 月大半の住宅再建完了。



(2) 津波防災

2012.4 月、気仙沼市は住民に標高 9.9mの防潮堤建設計画を説明。

舞根地区は標高 40mの高台に移転することが決定していたので、防潮堤は不要と住民は判断し、気仙沼市長に提出。以後、防潮堤が計画されることはなかった。

(3) 生物環境の津波からの回復

2011 年 5 月：魚類殆ど見られず、稚魚のみ。漁礁にメバル類全く見られず。藻場は泥を被り弱る。

2011 年 7 月：リュウグウハゼ、メバルなどが見られ、魚類相が回復しつつある。

2011 年 11 月：5 月は湾奥にヘドロが堆積していたが 7 月には消えてシルト、砂になり、アマモが生え始めた。

2012 年 7 月、9 月と日を追うごとに魚類相が豊かになった。

(4) 魚類相の回復

- ① 短寿命の生物から順次回復
- ② 大型魚類の成長により魚体総重量は 6 年目に最大になった。
- ③ 南方系の魚類が津波の 2～3 年後に来遊した。
- ④ 攪乱の大きかった湾奥で生態系の回復が大きく、攪乱の少なかった場所では速やかに回復。
- ⑤ 全体的に 2, 3 年で定常状態に戻ったといえる。（京都大学益田玲爾准教授調査）

(5) 気仙沼湾の水質

1970 年代は赤潮が頻発、有機汚泥の堆積により水中酸素が消費されて低酸素に。津波後大きく回復。底泥が攪拌されて、栄養塩の溶出が抑制された。

(6) 汽水域環境の復元

1947 年：50 年前、湾奥に 100m×300mの干潟があり、西側入江も干潟であった。奥に湿地もあった。

2010 年：埋め立てが進み、干潟・湿地の面積は半減。

2011 年：地震による地盤沈下（0.7m）と津波による土地の浸食により、干潟・湿地が復元。

(7) 干潟的環境

海岸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ることになった。事前のボーリング調査の結果、舞根の谷は厚さ 25m 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、鋼矢板を道路両面に打ち込んで安定させる必要があった。上部と低部が砂礫層のため、地下水脈があることが分かった。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ので、地下水が多く流れていると考えられる表層 4m の砂の堆積層には「穴あき矢板」を使用してらうことにした。

(8) 塩生湿地

東日本大震災の地殻変動で気仙沼の地盤は約 70 cm 沈下した。さらに津波で海岸が浸食され舞根湾の干潟が消滅した。しかし陸地の防風林が根こそぎ倒されて干潟化（約 3000 m²）し、内陸の農地も浸食され塩生湿地になった（西側 15000 m²、東側 17200 m²）。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でアサリの稚貝が発見され、河川や湿地で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。西側は農地復旧により埋め立てられ、東側のみ保全することが可能になった。



(9) 河川護岸の開削と湿地保全（レジュメ p.3～4 参照）

東側湿地は、現状では生物の生息環境（塩分濃度、溶存酸素濃度）としては好ましくない状況であった。生態系を豊かにするためには水循環を改善する必要があることがわかり、気仙沼市役所に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を相談した。以来紆余曲折を経て 2018 年 3 月末に行政側の調整が終り、住民説明会が行われ、2019 年 9 月に護岸が開削され、構想から 8 年かけ湿地保全への道が開けた。河川護岸の開削は日本で初めての取り組みであった。



開削する護岸 矢印は通水孔



開削工事

5. 防災と環境とまちづくり（レジュメ p.4 参照）

昭和 55 年をピークに三陸の気仙沼も人口が減少し高齢化が進んだ。震災の有無にかかわらず自治体として厳しい現実がある。震災復興に関わったことを契機に、これからのまちづくりに何が課題かを考えてみたい。

- (1) 土地利用に制約があり、防潮堤建設などで海岸を埋め立ててしまうことがある。土地が余っているのである。耕作放棄地や所有者不明の農地、山林など整理統合を進めることが必要。

- (2) 護岸開削工事は5年間粘り続けてなんとか実現したが、行政は仕事の仕方を改めることが必要だ。
- (3) 災害復旧は壊れたものを直すことで、復興ではなかった。今後は新しいまちづくりを含めて災害対策を考えるべきと思う。その結果生態系の豊かなまちづくりができる。
- (4) 空地を利用して汽水域や森に転換していけば、今まで分断されていたものをつなげることができる。
- (5) E c o - D R R (Ecological Disaster Risk Reduction) というのは環境を利用した防災の概念で環境省が進めている。恰好いい名前をつけて全面に押し出そうとするが、やらないほうがいいと思っている。目立たないかも知れないがじわじわと着実に取り組むべきと思う。
- (6) 「シームレスな対策」とは今後巨大災害が起こったとき、全て一律に守ることは非現実的であり、守るべき対象に強弱をつける。氾濫が起きやすいところは自然環境を残す。そうすることで他の場所を安全にすることができる。江戸時代の防災はこの考え方であった。堤防をわざと強くしないところをつくり、いざというときは堤防を壊し田んぼに水を溢れさす。その分年貢を安くするというもの。
- (7) 今後森林整備も含め、森里川海の統合的管理をすすめ、まちづくりを考えて行きたい。



ご清聴ありがとうございました。

【Q&A】

Q1：気仙沼の大川にウナギが戻ってきているということを聞きました。大川の自然回復の証ですか。

A1：大川の河口はコンクリート張りで、ウナギが通過するには大丈夫という程度です。

Q2：新幹線の車庫が水没したことの紹介がありましたが、他の車庫はあらかじめ豪雨を予測して移動しておき車両が助かった事例があることを聞きました。このような対応は全国一般的に行われるべきではないでしょうか。

A2：全国一律の基準ではなく、現場の知恵や工夫で運用していることも多いようです。

【田中克先生コメント】

今日の講義で、はじめて横山先生のご苦勞を知ったことが多くありました。横山先生の大きな努力とご苦勞を改めて知るとともに、有明海筑後川でのつながりをもとに、10年にわたり共同研究者として震災後の気仙沼舞根湾の震災復興調査の陣頭指揮をとっていただき、感謝しております。あと一年ほどすると、多くの貴重な長期連続データを得て、一応の区切りをつけて、世界への発信を目指して、まとめの研究へと進むこととなりますが、引き続きよろしくお願い致します。

以上