

持続可能な海岸管理を目指して

—漂砂供給チェーンの構築—

慶應義塾大学 4 年 経済学部 21120776

大沼あゆみ研究会 1 1 期生

福井貴之

— 苦悩こそが 羅針盤となる —

ノルベルト・ボルツ

目次

第1章 概略.....	3
第2章 背景.....	5
第3章 参考文献の紹介.....	10
第4章 問題意識.....	19
第5章 政策提言.....	24
第6章 具体的政策.....	27
第7章 まとめ.....	29
参考文献.....	31
あとがき.....	33

第1章 概略

我が国では毎年、160ha もの土砂が失われている。戦後から一貫してよりよい住環境、経済的豊かさを追い求め作り上げた行政システムとコンクリートの壁の影響は、全国規模において海岸侵食という形で少しずつ我々の前に姿を見せた。漁港、防波堤、ダム、上流における土砂採取などによって土砂の供給を遮ったつければ、海岸に直接影響を及ぼしたのだ。

戦後に初めて制定された海岸法は昭和 31 年（1956 年）のもので、主に防災のみに焦点を当てたものである。次に海岸の環境や適正な利用を目的とした平成 11 年（1999 年）の海岸法の改正まで 40 年以上が経った。しかしこの時すでに我が国における、海岸侵食の最たる原因とされるダムの建設ピークは過ぎており、ダムに関する政治的・経済的・環境的な賛否両論が湧き上がる中、海岸侵食は、誰もが気付くほどその姿が大きくなるまで、議論のメインストリームから取り残されることになった。

この論文は以上の事実を踏まえ、我が国の海岸管理のあるべき姿、そしてそれに至る方針やスタンス、問題点とその解決策を述べたものになる。技術的・専門的なものも紹介しつつ、新たな管理体制の提案として進めていく。そのため現状分析はすべて参考文献に依拠し、海外の事例などを調べ・まとめて、我が国に導入する際の問題点や特に注意すべきことなどを取り上げる。大きくまとめたものが以下である。

我が国における海岸侵食の主な原因として(1)卓越沿岸漂砂の阻止、(2)波の遮蔽域形成、(3)河川供給土砂の減少、があげられる。これらを俯瞰すると、「上流から海岸全体への土砂供給の失敗」と言えるのではないかと考えた。さらに(1)(2)は「海岸で土砂が全体に移動しない」を意味するものであるので、根本的な原因は③「上流から土砂が供給されない」とであると言える。それゆえに、上流から海岸へと土砂を供給するための「上流から海岸全体への土砂のサプライチェーンの構築」がこの論文のメインテーマとなった。

さらに、分析を通して我が国は他国に比べより海岸侵食のリスクが高い河川及び海岸環境を持つことが分かった。それは(1)国際的に格段に高い洪水リスクへの

対策の必要性、(2)河川流域の開発と海岸へ影響が体系化されていないことに起因する海岸侵食、である。そこでこの論文では(1)に関して、イギリスの制度を参考にする。イギリスは河川流域をひとつの漂砂系（Coastal Cell）として扱っており、またCMP（Catchment Management Plan）という、内陸部におけるあらゆる洪水のリスク管理を効率化する計画を持っている。(2)に対しては、防災的な観点から砂丘（dune）を保護せざるをえないオランダの砂浜保護政策を参考にする。イギリスでは洪水・海岸侵食に対する緻密な組織網を構築し、すでに85%の洪水などの災害が潜在的に防がれているとの報告がされている。オランダは1996年に包括的な海岸管理法を制定、独自の海岸管理アプローチ体系を持ち、1990年当時の海岸線が今もなお保たれている。

これらを踏まえ、我が国へのアプローチを考察していく。

第2章 背景

2.1 我が国の海岸侵食の現状

朝露に濡れた雑草を踏み分け丘に登ると、沖から顔を出す朝日がまぶしい。かつて36か所あったものの、今は22か所に減ってしまった九十九里の海水浴場のひとつで、筆者はサーフボードを抱えていた。この海岸に立つのも3年目である。海岸の幅は驚くほど狭まり、そしてひどく傾斜していた。

九十九里浜は約66km続く日本有数の海浜で、その北端と南端にある屏風ヶ浦、太東崎という崖に挟まれている。この2つの崖に波があたり削られた土砂が波に乗って運ばれ、海浜となっていた。1960年代に波による崖崩れを防ぐという防災の観点から、上記の崖に対して波がこれ以上当たり削られないように消波堤が作られた結果、九十九里浜への土砂の供給はなくなったのである。その影響は大きく、14か所の海水浴場が閉鎖され、残りの海水浴場も養浜などの対策をしながらも狭まる海岸を何とか維持している。150mあった吉崎海岸の砂浜も、30年で消えてなくなり現在は護岸ブロックで囲まれている。その影響は周辺の海の家を終了をはじめ、周辺の宿泊施設、ハマグリなどの激減など、周辺産業である観光業に大きな経済的、そして海岸沿いの生態系的な打撃となった。

海岸侵食に苦しんでいるのは九十九里浜だけではない。我が国では毎年、全国で160haもの土砂が失われていると言われている。海浜は干潮・満潮や季節などによって短期的にその幅を変えるものの、(あるべき姿として)長期的にその変動は一定に安定する。そしてそれを可能にするのは、土砂の十分な供給と沿岸方向への移動(=沿岸漂砂)、つまり河川などから新たに供給された砂が海浜全体にいきわたることである。海岸侵食、つまり海浜が削られていく海岸侵食は(1)河川供給土砂の減少、(2)卓越沿岸漂砂の阻止、(3)波の遮蔽域形成、によるものとされている¹⁾。分かりやすく言い換えると、(1)は土砂の供給不足、そして(2)・(3)は建設物による土砂の沿岸全体への漂流不足、と言い換えることができる(図1)。

この論文のテーマはそれらを踏まえた河川流域と海岸における治水問題である。

¹⁾宇多高明著「日本の海岸侵食」

世界に目を向けてみると、「近年における欧米諸国の治水事業の方向としては、いずれも単に洪水防御を目的として事業を行うのではなく、環境復元や環境創造という大きな枠組みの中で治水事業を実施している。」ように、水に対し建設物などで一方的に防災するのではなく、「洪水を単に危害を与えるものとして捉えるのではなく、Ecological Flood として捉える考え方」が根底にある。²

また「我が国の海岸域は主要国に比べはるかに稠密に利用されている。これは、沿岸部の人口密度のデータに示されているほか、他の諸国では見られないような沿岸漁業が盛んであり、また、漁業者の利権の保全も大きな課題となっていることでも明らかである。また、国土が狭隘なため、既存利用のセットバックは極めて困難でかつ国土保全の意識も敏感なため、一部の国で例のあるような海岸線の侵食を自然現象として容認するような観点には立ちえない。従って、諸外国の例から学ぶべきところは学ぶとして、我が国の海岸域の利用状況を十分勘案した我が国特有の海岸管理制度を検討していく必要がある。³」という指摘があるように、まさに新たな日本の海岸管理のありかたを検討したものがこの論文の主旨である。

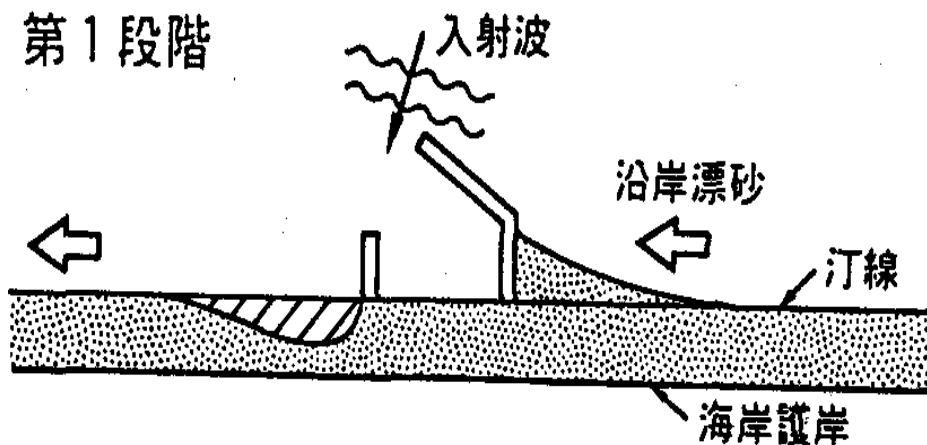


図1 建設物による土砂の沿岸全体への漂流不足⁴

² JICE 「欧米諸国における治水事業実施システム」

(http://www.jice.or.jp/report/pdf/jice_rpt015.pdf)

³ 成瀬進・大岡秀哉「海岸管理の国際比較に関する研究」

(https://www.jstage.jst.go.jp/article/proce1989/47/0/47_0_1251/pdf)

⁴ 宇多高明著「日本の海岸侵食」

2.1.1 (1)土砂の供給不足が起こる背景

海岸へ流入する河川の上流部におけるダムの堆砂、洪水頻度の減少による流砂量の減少、川砂利の採取による河川内の土砂の減少は、河口部への流出土砂量の大幅な減少をもたらす。また全国的に主な原因として挙げられているのがダムだが、我が国はダムを造らざるを得ない洪水の起こりやすい環境にある。理由は以下の3点である。(1)山から海への角度：我が国の河川は狭く急峻であり、諸外国と比べると急こう配である。(2)降水量と雨季の集中：日本の年間平均降水量は約1700mmで、世界平均降水量約970mmの約2倍になっており、しかも、梅雨期と台風期の短期間に集中している。(3)低地に人口と資産が集中：我が国は、洪水時の河川水位よりも低い土地が国土の10%と低いものの、その10%に人口の約50%、資産の約75%が集中している。以上の3点から、我が国は諸外国と比べて突出した水害による被害額を計上している⁵ (図2、3)。こういった理由による水害被害の削減のためダムが建設され、本来河川によって運搬され海岸にまで漂流すべき土砂が、そのダムによって流れを遮られ、ダム底に沈殿し固まってしまい、海岸に供給されないのである。

我が国は高度経済成長期をピークに、1950年代から1990年代の50年の間、江戸時代以前から現在までに至る全てのダムの約50%に上る1545個のダムが竣工した⁶。その影響が砂浜の喪失という形で我々の前にあらわれているということだ。海岸侵食が深刻化している今日、土砂を供給するために新たな機能を持つ様々なダムが議論の場に出始めているものの、本格的に導入されるには至っていない。それらを鑑みて土砂の供給不足の根本的な原因を考えるために河川流域の上から下まで俯瞰してみると、我が国ではこれまでに海岸流域において、官民間問わずそれぞれの場所で経済活動（浚渫やダム建設など）をしていた。他の流域への影響を熟慮することなく、各流域における開発と経済活動を繰り返してきたのである。

⁵ 国土交通省 八ッ場ダム工事事務所
(<http://www.ktr.mlit.go.jp/yanba/about/colnmul1.htm>)

⁶ 一般社団法人日本ダム協会 (<http://damnet.or.jp/>)

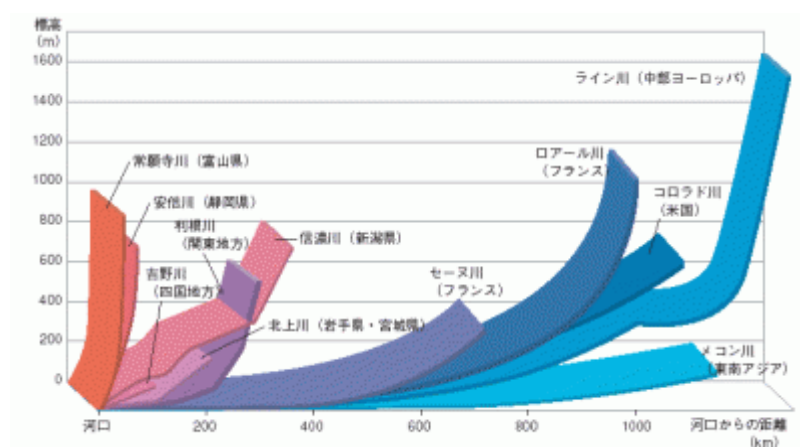


図 2 河川勾配の国際比較(国土交通省HPより)

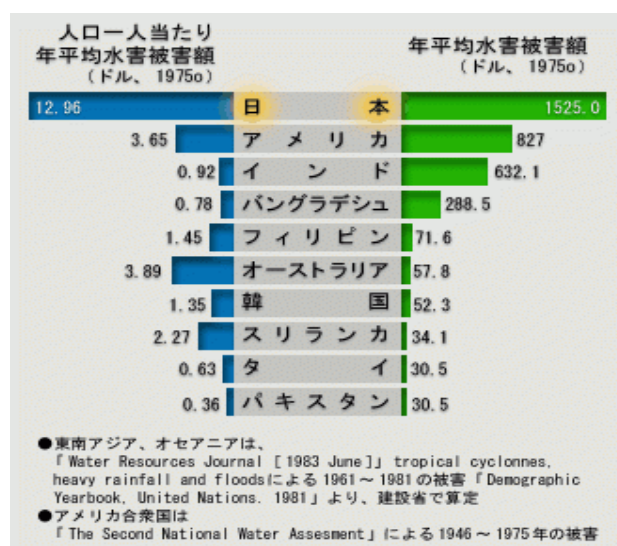


図 3 水害被害額の国際比較（同上）

2.1.2 (2)・(3)土砂の沿岸全体への漂流不足が起こる背景

上記の通り、漁港や防波堤は海岸に二つの影響を及ぼす：(2)卓越沿岸漂砂の阻止による海岸侵食、(3)波の遮蔽域形成に伴う海岸侵食、のふたつである。

(2)は主に図のように、防波堤など建設物によって漂砂が直接的に制限され、海岸全体に均等に供給されなくなったことを言う。こうして両端で砂の堆積と侵食が続いていく。

(3)は図 1 のように、同じく漁港などに建設された防波堤が、波の営力に運搬された土砂を遮断してしまうケースである。我が国は国土の約 7 割が山岳地帯なので人口が海沿いに集中している。また諸外国と違い、地震が頻繁に発生す

るため、このような防災の観点から防波堤はやむを得ないと思われる。

また欧米主要国はそもそも人口が内陸部に集中しており、観光のための養浜も盛んに行われてきたことから、この原因(2)(3)は我が国特有の問題であると言える。つまり人口が海沿いに集中しているがゆえに、漁港と海水浴場が近い、また地震に伴う洪水防波堤や防潮堤の建設によって砂浜を犠牲にせざるを得ないなど、必然的に海岸を稠密に利用せざるを得ない地形的な理由があったということになる。

2.2 参考文献へのアプローチ

以上をまとめると、我が国の海岸侵食は(1)洪水対策のダムによる土砂供給の減少、(2)海岸を稠密に利用せざるを得ない（漁業や防災）地形的な理由の2点に起因すると考えてよい。そこでより適切な政策提言に結びつけるため、(1)に関して、河川流域の洪水と海岸侵食のリスクを体系化して管理し、ひとつの漂砂系（Coastal Cell）として扱うイギリスを参考にする（オランダでは Sediment Cell という表現）。また(2)に対しては、防災的な観点から砂丘（dune）を保護せざるを得ないオランダの海岸保護政策を参考にする。イギリスでは洪水・海岸侵食に対する緻密な組織網を構築し、すでに 85%の洪水などの災害が潜在的に防がれているとの報告がされている。オランダは 1996 年に包括的な海岸管理法を制定、独自の海岸管理アプローチ体系を持ち、1990 年当時の海岸線が今もなお保たれている。

第 3 章 参考文献の紹介

3.1 「海岸管理の国際比較に関する研究」 成瀬進 大岡秀哉

我が国と海外の海岸環境を比較し論じた貴重な論文である。我が国を含め欧米主要国の海岸管理制度やそのトレンドが一読してわかるよう、端的かつ的確にまとめられている。また日本よりも海岸沿いの人口密度が多い国であるオランダ、河川流域をひとつの単位として扱っているイギリスを紹介するなど、本論文の指針になったと言っても過言ではないほど充実したものになっている。

3.2 イギリスに関する研究

Understanding the risks, empowering communities, building resilience ~The national flood and coastal erosion risk management strategy for England~

出典：Environment Agency

この論文はイギリスの洪水と海岸侵食のリスク管理がいかなるものかを詳しく述べたものである。全ての洪水と海岸侵食を防ぐのは不可能、という立場からイギリスは、それらのリスクを前提にして最小限にとどめ、「持続可能な開発」を軸に自然と共存するスタンスである。それを「Risk-Based Management」と呼び、官民間問わず包括的なリスクの緻密な管理体制を敷き、行政の戦略の範囲内で地域の裁量をできるだけ尊重している。この方針は洪水・海岸管理に対しありとあらゆる対策が用いられ、地域の要望、民間企業の声、自然環境などすべてのステークホルダーを巻き込み、リスク管理を行うものである。

3.2.1 イギリスの現状

2009 年時点で、イギリスはその人口の約 1/6 (520 万人)、30%の電力設備、50%の農地が洪水のリスクにさらされている。また 4500km の海岸のうち 40%にあたる 1800km の海岸が侵食されており、2011 年データでは海岸侵食への被害は 200 世帯と低いものの、2029 年には 10 倍の 2000 世帯まで影響が及ぶと計算されている。河川か海岸かを問わず、洪水リスクと海岸侵食リスクは複合される場合があるので、(例えば満潮時に、侵食でキャパシティが小さくなった河口で海水があふれるなど)イギリスに限ることなくその対策は必至である。

なおイギリスでは環境農業地域省（Department for Environment Food and Rural Affairs、通称 defra）とそれに直属の行政法人である Environmental Agency（通商 EA）がリスク管理を担当し、もちろん人命を一番に優先させている。

「海岸侵食の結末は、国土、建築物、インフラの永久的喪失であることを忘れてはならない」という文言がある通り、イギリスの海岸侵食への意識の高さを伺うことができる。

また 2007 年に発生した大洪水以降、Pitt Review という洪水対策の提案をもとに、様々な工夫と対策がなされている。以下、国として統一した方針「Flood and coastal erosion risk management: FCERM」によるリスク管理の特徴を挙げていく。なお、海岸管理は地方政府の役割である。

3.2.2 リスク管理の目的

リスクを管理する際の前提条件として、(1)方針の一貫性、(2)リスクと責任の移転をしないこと、が説かれている。FCERM は行政の役割だが、地方における defra と EA の関与には制限を設けており、「地域主義」を方針の中心に据えている。対象地域の要望、民間企業の声、自然環境、防災の観点などすべてのステークホルダーと防災に必要な要素を鑑みて、技術的なものから制度的なものまでの、あらゆる手段が取られる。

上記 FCERM は以下を充実させることで効率よい災害対策を目的としている：(1)すべての関係者が洪水と海岸侵食のリスクを正確に把握すること(2)民間企業や市民が防災に対するよりよい判断をするために、明確かつ一貫した方針をとること(3)それぞれの地域と環境のニーズを考慮した手法を用いること(4)洪水の予報、警報などの発令と、その際の正確な対応方法を確立すること(5)洪水後の速やかな回復のための援助をすること

の 5 つである。

3.2.3 地域へのフォーカスと協働

行政は地域ごとの特徴を理解するため、意思決定における巻き込みなどで、地域の住民との協力や支援をする。そのために地域に大きな発言権や裁量、防

災対策のコンサルテーションや調査データなどを与えると共に、手段や意思決定権を地域に委ねている。

またリスクが存在する地区が複数にまたがる場合（河川流域、遊水地など）は、代表者が様々な会議に出席しなければならない。そして防災にかかる費用や便益の相互理解の促進、公平な分配を目指すことができ、効率的な防災を享受することができる。

3.2.4 coastal “cell” approach

地域が洪水・海岸侵食への対策を考える際は、ほかの地域に及ぼす影響を考慮することが必要不可欠であり、契約なきリスク移転による防災は禁じられている。つまり、河川流域と海岸をあわせ、ひとつの単位、つまり系として包括的に扱わなければならない。ほとんどは上流から下流への資金の補てんである。

3.2.5 持続可能性の達成の意味

気候変動や海面上昇などによって、災害の潜在的なリスクが存在する以上、持続可能性に関しては積極的に関わっていかなければならない。また河川の氾濫には実は周囲の土地を肥沃にするメリットがあり、“**Grade One agricultural land at risk of flooding is no coincidence**”と言われるように、高品質な農作物には欠かせない存在でもある。また防災は、家庭や企業だけではなく、公的な利益、将来の社会的コストの削減にもつながる。海岸侵食なども含めて考慮すれば、持続可能性の追求は環境問題の枠にとどまらず、社会的、そして経済的な課題でもあると言える。

3.2.6 資金源への提案

FCERM によるよりよいリスク管理のためには、資金源を通常の財源（税収）のみに依存してはならないという意見も述べられていた。というのは、(1)リスク管理の程度が政府の予算に制限されてしまうから(2)税収は全国の納税者に公平に配分され、被災する可能性のある地域への注目ができない(3)地域が当事者意識を失い、地域の手によって「骨を折る」インセンティブの喪失(4)資金がリスクの高い地域へ優先されてしまう。以上4点から、政府に依存するリスク管

理には限界があることが分かった。

3.2.7 緻密な組織網によるリスク管理

イギリスでは行政及び民間に、河川流域のそれぞれの問題を担当しているいくつもの組織が存在する。例えばイギリスにおける河川の管理計画である River Basin Management Plans (RBMPs)や、生物多様性、埋め立てや整備、水質管理など様々な役割を務める組織が存在している（図 4、5）。これらが FCERM の範囲内で相互に調整しあっている。その目的は主に(1)洪水・海岸侵食の被害の最小化(2)被害者と被害の減少(3)可能であれば環境の向上の機会を活かす、の3点であり、結果、潜在的なリスクの 85%の削減に成功した。

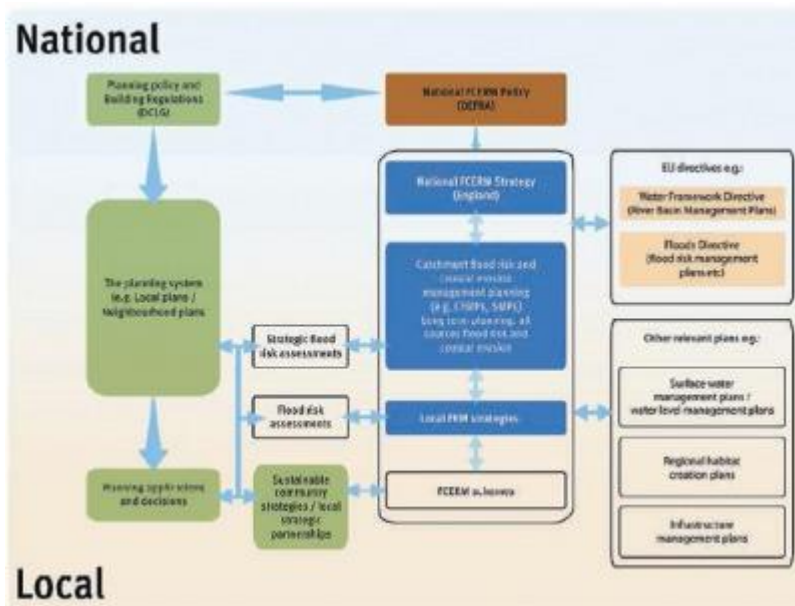


図 4 FCERM と他組織との関連図

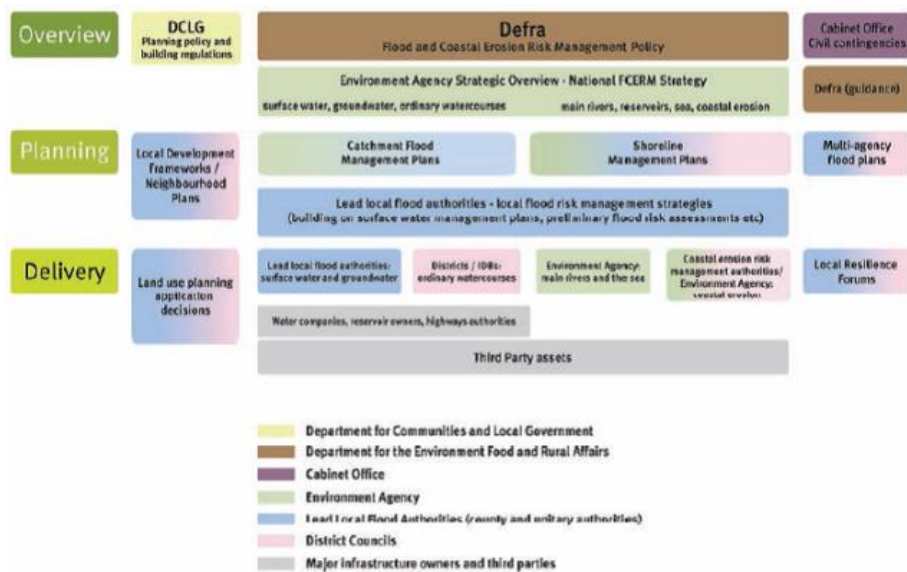


図 5 FCERM とそれぞれの組織の役割の概略

3.3 オランダに関する研究「Implementation of coastal erosion management in the Netherlands」 Jan P.M. Mulder, Saskia Hommes, Eric M. Horstman

この論文はオランダの現状、歴史、洪水と海岸侵食に対する現在を紹介したものである。オランダはそのGDPの70%が平均海面より低い位置で生産されており、それゆえに洪水への対策が昔から国としての優先事項である。洪水と海岸侵食対策として **Frame-of-Reference** という特徴的なシステムを持ち、これがどのようなもので、どのように機能しているのかをまとめたものである。

3.2.1 オランダの現状

オランダは主に、3つに分類されるトータル約 400km の海岸を有している。約 900 万人が平均海面より低い地区に居住しており、GDPの7割がそこで生産されること、そして気候変動が激しいことから、オランダの歴史は洪水対策とともにあったと言っても過言ではないほど、その政策に大きく影響を与えた。防災の特徴として、高い砂丘 (**sandy dune**)、防災のための大きな防波堤などがあげられる。海岸部分は生態系、飲水、レクリエーション、住居、工業地帯と様々な施設や用途に用いられているので、海岸侵食は深刻でその半分が失われつつあると言われている。また気候変動や海面上昇など

の変化に脆弱であることから、持続可能な海岸の保護の維持と強化が必要とされている。

また 1953 年、1800 人以上が犠牲となる同国至上でもっとも強い洪水に襲われたことから、1958 年にデルタ法を制定した。3 つのうちの 1 つであるオランダ海岸は、1 万年に 1 度の確率でおこるレベルの増水にも耐えうる堤防が設計されている。なお、海岸線の維持は国の責任でおこなう。

3.2.2 オランダの海岸管理体制

オランダは洪水対策を確立するため、国内の堤防や砂丘に関する規定を定めた法がある：Delta Act(1958), Flood Defense Act(1996), Water Act(2009)。最初の Delta Act は洪水のみに関するもので、後の二つはさらに構造的に発生してしまう海岸侵食対策も盛り込んだものである。それに加え 1990 年には海岸侵食対策として「Dynamic Preservation」という方針のもと、BCL(basal coast line)を設定し、洪水対策・砂丘の保全、持続可能性を目的として 1990 年時点の海岸線を保つことが定められた。

主な手段は費用対効果の観点から土砂の継ぎ足しと整備である（beach nourishment）。

オランダは海岸管理に 3 つの統治段階を敷いている：(1)政府 (2)州・水管理委員会 (3)地方自治体、である。海岸線の維持・洪水対策・全体の監督など戦略性（strategy）の担保が主な政府の役割であり、早い段階から積極的に治水に関わっていたことが伺える。5 年ごとに海岸線と砂丘の位置が見直され、独自のモデリングなどで問題のある個所を発見、介入し安全を確保する。

3.2.3 Frame-of-Reference（FOR）の紹介

オランダの防災・海岸侵食対策政策を成功に導いた海岸管理体系である（図 4）。FOR の特徴は、それぞれのレベルにおける目標が明確に定義されており、政策に関するあらゆる 5W1H の質問に答えることができることである。たとえば strategy に関わる質問は以下の 3 つで、why では長期的な目的に関する回答、what ではより詳細な計画や定義を、明らかにすることができる。なお FOR の目標としてマクロ的目標とミクロ的目標をたてており、マクロは

「洪水に対する安全と海岸の価値と機能の持続可能な保全」、ミクロは「1990年当時の海岸線の維持」であり、双方の両立が原則であるとしている。

さらに(2)(3)に関わる tactic レベルの質問は how, when, where で回答される：①quantitative state concept：安全性を確保するために最低限の海浜の容量を数値化・パラメータにして目標を設定；②benchmark procedure：現在の状態と目標の状態を比べ、いつ・どこで介入するかを決める；③intervention procedure：より理想的な体系にするための意思決定方法を規定する；④evaluation procedure：上記マクロ・ミクロ的目標をもとにした現状の評価、である。

また who ではどのレベルにおいても責任の所在を明確にすることができる。このように非常に体系化された FOR をもって、オランダでは今もなお1990年当時の海岸線が維持されている。(図6)

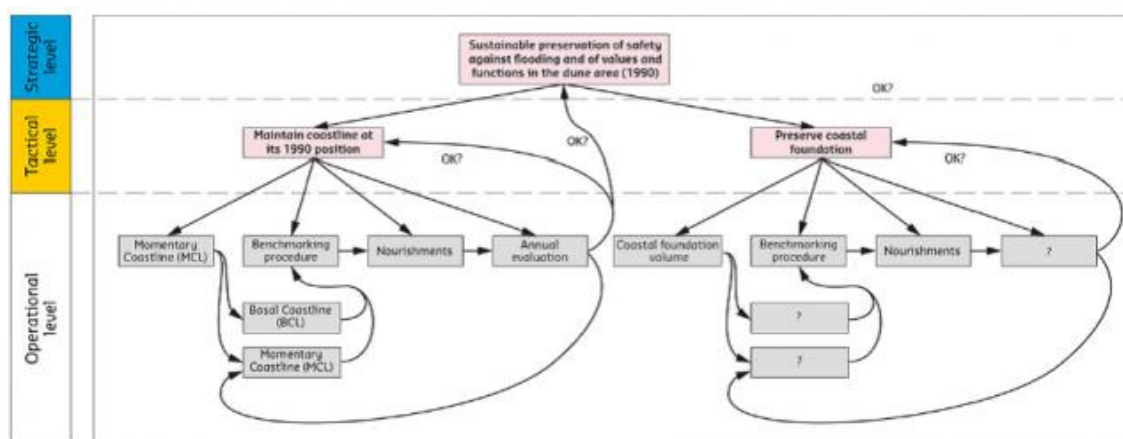


図6 Frame-of-Reference(クエスチョンマークは議論の余地があるという意味)

3.2.4 「海岸侵食マネジメントは河川土砂マネジメントである」

EUはヨーロッパにおける約20%の海岸が侵食によって非常に危険な状態にあるという事実を受けて、公式な対策委員会である「EUROSION」を発足させた。EUROSIONは持続可能な海岸侵食対策における4つのポイントを定義している：(1)海岸の耐久性(coastal resilience)；(2)漂砂の系(coastal sediment cells)；(3)好ましい土砂状況(favorable sediment status)；(4)戦略的土砂準備 strategic sediment reservoirs、である。これらは前の章で説明

した 3.1.4 の”coastal cell”、3.2.3 の②、③に加え、養浜のために用いる土砂を準備しておかなければならないということで、海岸侵食対策を成功させるための条件がほとんど共通していることが分かる。以下、上記 4 つのポイントについて詳細に述べておく。(1)coastal resilience について：ここでいう resilience とは、海面上昇や人間の活動などの外部の刺激や変化を包容するということである。特にオランダでは持続可能性（＝長期的な海岸機能の保証）と、自然環境の最適な利用を強調している。また 3.2.2 で紹介した”Dynamic Preservation” には海岸侵食対策の 3 つのステップも記載されている：①砂浜そのもの、そして砂の沿岸・対岸の自然漂流の保護；②対策にはできるだけ砂を用いること；③建造物などによる砂の固定は他に対策がないときにのみ行う最終手段であること、を挙げている。

(2)coastal sediment cell について：EUROSION は coastal sediment cell の定義を、「coastal compartment containing a complete cycle of sedimentation(including sources, transport path and sinks)」つまり、「砂の供給サイクルの全てをひとつの単位としたもの」。後述するがこの堆積(sink)まで含めているところがポイントである。

(3)favorable sediment status について：オランダではそれぞれの coastal cell における目標に応じて海岸の砂の量が定められている。

(4)strategic sediment reservoir は海岸の砂の補充を可能にする、適当な特徴（砂粒の直径など）を備えた砂を十分に用意しておくことである。

3.2.5 これからの改善点

上記の FOR と EUROSION は概ね成功と言えるものの、問題の全てが解決されたわけではない。特に FOR では定期的に海岸を調査することでその欠点や改善点を特定することができる。様々な例が挙げられている中で特に言及すべきなのは(1)functional integration の限界と(2)spatial integration の限界だ。(1)functional integration の限界は、ある海岸内において、役割の目的によって養浜の程度が「バラついて」しまうことである。たとえば同じ養浜でも、防災のための養浜よりレクリエーションを目的とした養浜の方

が、費用がかかってしまう（養浜位置や整備など）。これによって、同じ海岸内における統合的な機能の持続可能性を維持する養浜の妨げになっている。

また(2)spatial integration の限界は、異なる海岸・河口における養浜の程度の「バラつき」である。同じ海岸沿いで、BCL（3.2.2 で示された）がところどころ設定されていない箇所、また防災の為に建造物などでそもそも海岸がない箇所があるなど、地域によって海岸の機能が統一されていない。

またこれらに対しさらに問題となるのが、それぞれの責任とそれぞれの財務の所在が省をまたいで散在している（国土交通・水管理省が海岸の安全を、他の機能は住環境省、農林水産省、経済産業省などの管轄下）ことである。これに加え、省同士における干渉は禁じられているので、持続可能な発展を目的とした一貫性のある「integration」が理想通りに実現していない。したがって現在オランダは、海岸線という最低限の指標はクリアしているものの、行政区分が散在してしまっていることにより、海岸の様々な機能の持続可能性や、それぞれの地域における整合性は達成できていないのである。

第4章 問題意識

これまで、第一章で我が国の海岸侵食問題の背景と原因を述べてきた。更なる分析を進めるために一度まとめておくと、(1)洪水が起きやすい地形→ダムが必要→土がダムに堆積→海岸に土砂が供給されない(2)海岸沿いの人口密度が高い、地震による津波の可能性がある→防波堤が必要→土砂漂流移動の遮断、という我が国の特殊な地形に起因しているものであることを述べた。当然地形を変える訳にはいかないのです、この論文の目標である、「持続可能な海岸管理のための土砂供給チェーンの構築」の原因である、土砂が(1)供給されず(2)漂流しない、根本的原因が何であることを示していきたい。

4.1 ダム依存

我が国には約 3000 個のダムが存在する。これまで述べてきた治水手段としてだけではなく、利水手段としての役割も果たしており、両方の機能を果たす多目的ダム、さらにその水力を利用して水力発電するダムも見受けられる。また 2.1.1 で述べたように我が国は水害による被害額が突出して大きいため、ダムの建設は戦後に河川総合開発事業として発展した。治水、灌漑、水道供給、発電などにより農業・工業の生産力を向上させるなど、3.1.5 でも記述したように環境だけでなく社会的、経済的な影響も兼ねている。アメリカのニューディール政策に含まれたように雇用創出の側面としても評価もされていたが、アメリカでは 1995 年時点で既に「ダム建設の時代は既に終わった」と言われており、（ダムの定義に違いはあるものの）建設どころか撤去されるケースもある⁷。同様にヨーロッパ諸国でも 2.1 で述べたように自然との調和へと時代は変化してきておりダムの建設は極めて少なくなっている。しかしむやみに撤去すればよいというわけではなく、安全性・経済性・環境性などの条件を鑑みてなされるべきというのが主な主張である。

それを受け、近年我が国ではダムへの賛否両論が巻き上がっている。一般的に賛成派としては、上記の治水・利水・発電としての役割だけでなく雨の降ら

⁷高崎哲郎「湖水を拓く：日本のダム建設史」

ない夏場における渇水時の河川流域の維持にもつながっており、一概には環境破壊の要因として括れないのも事実である。一方反対派では、ダムがあつたにも関わらず洪水が発生した例などを挙げ、河川における堤防の強化を優先すべきであり、ダムは本当にやむを得ない最終手段であるべきという主張もある

⁸。ダムの治水効果に関しては真偽が定かではなく、国土交通省が発表したダムによる便益に対して「誇張である」とする論文もあるなど混乱している⁹。

「そういう例もあればそうでない例もある」というのが筆者の正直な意見であるので、地球温暖化など時代と共に変化するこの環境問題に関連するこの問題に対しては、極端なスタンスをとることを避けるべきであろう。

なお、ダム建設による洪水の増加・激化に対する住民の苦情などにより、2012年に我が国初となるダムの撤去が行われた（熊本県荒瀬ダム、1995年竣工）。調査によると、水質の向上や侵食されていた干潟の再生、生態系の回復など様々な効果が報告されている¹⁰¹¹。従って、ダムを撤去すると、少なくとも海岸侵食は回復することが分かる。また我が国ではダム内における土砂堆積率が80%に上るダム（長野県・泰阜ダム、平岡ダムなど）などもある点、海岸侵食問題を取り上げる際はダムへの新しい政策は喫緊であると言える。

4.2 漂砂系（Sediment Cell）という概念の欠如

ダムや防波堤がどのように海岸侵食をもたらすかは既に述べた。その原因は、上流は上流でダムを、海岸は海岸で防波堤を建設し、それらが漂砂系（3.2.4の(2)）においてどのように影響を及ぼすかを考慮していないことである。オランダでの海岸侵食対策として紹介した3.2.4の(2)によると、「砂の供給サイクル（供給源、経路、堆積）の全てをひとつの単位としたもの」であつ

⁸ 日本弁護士連合会 「ダム依存から脱却し、総合治水及び堤防の強化を求める意見書」

（http://www.nichibenren.or.jp/library/ja/opinion/report/data/100617_2.pdf）

⁹ 今本博健「新たな川づくりへの挑戦」（<http://imamoto.jimdo.com/>）

¹⁰ 飯沼佐代子「荒瀬ダム撤去～日本で最初の発電用ダム撤去と河川の環境回復」（<http://www.mekongwatch.org/platform/bp/japanese4-2.pdf>）

¹¹ 「荒瀬ダムと川辺川ダムの現場から」 河口住人のブログを参考にした（<http://kumagawa-yatusirokai.cocolog-nifty.com/blog/>）

た。この定義に則って解釈をすればダム底・漁港などの防波堤によって堆積した土砂もこの「系」に含まれることになる。そこで複数の地域にまたがる海岸の管理のため、イギリスの例として 3.1.3、3.1.4 で紹介した通り、上流・海岸・漁港、それぞれ代表者を召集し、便益・リスク・コストを公平に分配・補てんするためのシステムが必要であることになる。

例えば我が国の三大日本砂丘に数えられる静岡県浜松市の中島田砂丘は、天竜川の上流に建設された佐久間ダムの影響で、毎年 5m ほど海岸線が後退している。ここで問題なのは天竜川の源は長野県、佐久間ダムは愛知県と静岡県にまたがるダムであることだ。上流（長野県や愛知県）の防災・利水・発電のために静岡県の観光名所が侵食という被害を受け続けている。この侵食問題へいくつかの政策を浜松市が実施したものの根本的には解決しておらず、侵食は止まらない。それぞれの関係者が策を講じてはいるものの、複雑な利害関係や政府のダム問題に対する一貫性のなさから、解決への道筋は立っていないのが現状である。

4.3 Big Picture を掲げる行政機関の不在

このように、我が国は持続可能な海岸管理に失敗している。4.2 に見られるような問題に対しては、sediment cell を統一して包括的に監督する EA (3.1.1) のような行政法人が必要だ。なぜなら、国としての海岸の理想像である“Big Picture”を描くことなしに、得てして共有地の悲劇に陥りやすい海岸管理の計画的な持続可能性は達成されないからである。また地域における詳細なニーズや情報が包括的に反映されていないがゆえに、3.2.5 の(2)のような地域間における海岸管理のバラつきが起きていることが分かる。漂砂系を一つの単位として見ず、地方政府や自治体があちこちで河川や海岸に「絆創膏」を使っても、問題は永久に解決しないのである。

我が国がこれまでの海岸管理に失敗した原因は、国として sediment cell を意識していないことであった。つまり海岸管理の理想像を掲げ、それを可能にする地域の詳細を一括して反映する行政機関の不在であると言える。

4.4 これからの対策資金

これまでの現状と問題意識を踏まえると、我が国においてダムへのアプローチが必至であるのは明白である。仮に撤去することになったとしてもその費用は莫大であり（対象となるダムの規模によるが、前述の荒瀬ダムの撤去費用は100億円と言われる）、また撤去後に行われる洪水対策である遊水地などの整備にも多額の費用がかかる。

またダムに関しては現在、ダム底に堆積した漂砂を下流へ流すことのできる排砂設備や排砂バイパスを備えたダムが少しずつ導入されている。例えば国土交通省直轄である宇奈月ダム・出し平ダム（富山県）は排砂設備を備えて建設された。しかしこれによってダム底に溜まったヘドロ化した土砂がまとまって排出されると、下流における水質汚染につながり漁業協同組合との訴訟と発展、賠償金を払った件もある。これを受け、増水時に排砂する、こまめに排砂するなどの工夫を凝らし下流への影響を軽減したという結果もあるが、いまだに改善点は多いと指摘される。

また海岸に対する直接的なアプローチとして、地方はそれぞれの研究をもとに独自の対策を打ち出している。例えば静岡県の福田漁港では、恒久的に利用可能である砂輸送システム「ジェットポンプ式サンドバイパス工法」が、静岡県発注（水産庁と国交省が補助事業）により整備され、2014年に完成した

（国内初）¹²。これは漁港などの沿岸域に堆積した砂を、浸食が進んでいる海岸に配管で輸送して砂浜を復元するものである。（他の海岸で主に行われる浚渫してダンプカーで運び出すサンドバイパスより高効率である。図 7,8）

このように、（これまで対策という対策をしていなかったため）包括的な政策に必要な資金難が予想される。

¹² 五洋建設株式会社（http://www.pentaocean.co.jp/project/pj_story/2014/19.html）



図 7 福田漁港における海岸侵食



図 8 ジェットポンプ式サンドバイパス工法を俯瞰

第5章 政策提言

4章では、持続可能な海岸管理の障壁となる4つの問題を掲げた。5章ではそれらに対し直接的かつ根本的にアプローチすることで、海岸侵食をもたらす現在の行政システムの欠陥を直し、土砂の供給チェーンを構築させたい。

5.1 「ダム基準」設定と技術革新の義務化ーダム撤去・建設は最終手段

我が国における海岸侵食の文献を参考にすると、まるでダムが諸悪の根源のような論調であるかのようなものもあり、海岸侵食の側面からは否定はきれないものの、近年では前述した排砂バイパスなど様々な技術の出現、そしてフラッシュ放水（ダムから一気に水を放出し人工的に洪水を発生させ、土砂の排出と水質の改善が見込まれる）など様々な工夫がされつつある。ダムに関しては撤去か建設かという極端な意見が多いが、この論文としては中立をとりたい。なぜなら海岸侵食という側面から見れば確かに今日のダムは弊害であるが、ダムには実際に多くのメリットが主張されているということと、そしてダム自体が海岸侵食の諸悪の根源というわけではなく、ダムに土砂が堆積してしまうことが根本的な問題だからである。

ダムは特にそうであるが、環境財の特徴として造るか造らないか（少し造り、少し防災する、というのができない）の問題になってしまう。そこで筆者はダム撤去の事例のあるアメリカで考えられている安全性・環境性・経済性など様々な要素を考慮した、ある「ダム基準」を設定することを提案したい。そしてすべてのダムをゼロベースで見直し、その基準を下回るダムを撤去していくというスタンスをとればよいのではないだろうか。新たに建設が検討されたときも、同様にすればよい。当然だが荒瀬ダム（4.1）のように建造後に明らかに洪水が増えたことなど明白である場合は撤去すべきである。既存のダムには上記に示した排砂バイパスの装備、フラッシュ放水などの技術革新や工夫を義務付けることで、海岸侵食に対しできる限りの保証を行えばよい。

そして建設・撤去の際は、他の地域に及ぼすあらゆる影響を考慮し、後述するフレームワーク内で便益やコストを均等させればよい。

5.2 Sediment Cell 委員会の導入

3.1.4 に示されている通り、イギリスにおいて洪水・海岸侵食への対策を考える際は、ほかの地域に及ぼす影響を考えることが必要不可欠であり、契約なきリスク移転による防災は禁じられている。しかし 4.2、4.4 示した通り、我が国の河川・海岸管理体制では、上流が一方的に下流と海岸へ大きな影響を与えている構造になっている。

これを解決するために、県や市という枠組みにとらわれず、ひとつの cell に対してひとつ、上流から漁業関係者まですべての漂砂系の代表者を集めた委員会を設ける。そこに後述する専門の行政機関もあわせて参加させ、リスク管理に対する理解を深めさせ、それぞれの声を反映させるために便益やコストを公平に分配すればよい。これにより、例えば 4.2 で示した佐久間ダムでは、20 年を目途に十分な土砂供給を行える設備を整える間に、発電した電気の供給先のひとつである上流における電力価格をあげ、価格の上乗せ分を侵食対策に充てるなどという契約をすることができる。

5.3 海岸管理責任を地方から国へ移し、包括的に管理する行政法人を設立

5.2 で述べたような Sediment Cell（上流、下流、海岸、漁業など）委員会を導入した後、民間人で構成された委員会をリードするがこの行政法人の役割であり、3.1.1 で紹介した EA に当たる（EA の役割は侵食のみならず多岐にわたる）。我が国であれば国土交通省の直属の組織となる。その役割は全体の目標である Big Picture を設定、委員会を通じ政府の方針と地域のニーズを調整・施策する。問題点がある地域への対策を中心として長期的そして短期的な計画を立てるなど、地方の要望を尊重しつつ、政府によって Sediment cell を包括的に管理することが可能になるのではないか。

そして 3.2.3 の②のように全国の海岸に対し目標数値を設けるなどの介入をするためには、海岸管理義務を国が負うべきである。また侵食対策の効果が十分に出て、一定の回復を達成したとすれば、オランダのように最低限保つべき海岸線である BCL(3.2.2)を導入することができるなど、5.2 と組み合わせることで長期的で包括的な計画を立てることができる。

5.4 財源の拡充

4.4 で述べたとおり、これまで本格的に触れられていなかった海岸侵食に本格的な対策をするとなると、多額のコスト生じることが分かる。最後の政策としては三つの財源の拡充方法の可能性についてについて述べたい。

ひとつは有料海水浴場の開設である。基本的には海水浴場は無料となっているが、質の高い設備（更衣室・シャワーなど）や海の家を用意して入場料を課すことができれば、高品質志向の富裕層などへの需要があるかもしれない。

ひとつはビーチ税の導入である。発想としては自動車税に近い。国が整備した道路などのインフラを使うように、国が整備した海岸を使いレクリエーションするならば、何らかの形で税を課しても良いのではないか。ただしすべての海水浴場に入場料を設定してしまうと渋滞などの恐れがあるため、サーフボードや遊具などを対象にするのがよい。

最後はこれらを発展させた受益者負担という発想である。例えばフランスでは、国の役割は政策の提示と担当事業者への技術的な指導で、事業を実施する主体としては受益者が行うことになっている（補助金が出る例もある）。漁業組合のように、例えば観光業組合を作るなどして何とか資金をねん出するなど、地方によって財源を用意することができれば、3.1.6 で示したように、国の財政に依存せずにより地方志向の政策を打つことができる。

たとえば九十九里浜における海岸の形成は、九十九里浜の両端にある崖に波があたり、少しずつ削られた砂が海浜に運ばれるというものだった。しかし崖崩れを防止するために設置された消波堤によって砂の供給が途絶えたのである。そこで地方自治体は「砂を材料とした消波堤」を検討したものの、国土交通省に認められず助成の対象とならなかった¹³。あくまで一例にすぎないが、5章で説明したこれらの政策を導入すればもうこのようなことは起きないはずである。

¹³ 一宮町役場 魅力ある海岸づくり会議
(<http://www.town.ichinomiya.chiba.jp/machizukuri/207/1054.html>)

第 6 章 具体的政策（4 章の中島田砂丘と佐久間ダムを例に）

6.1 「ダム基準」の審査

佐久間ダムは、当時の慢性的な電力不足のみならず、水害頻発や食糧不足といった問題に対する政策（天竜東三河特定地域総合開発計画）の一環として竣工した。佐久間ダムが位置する天竜川流域は 1961 年には死者 130 人、被害総額 1200 億円を計上するほどの水害被害を受けるなどの紆余曲折を経て、高い洪水調節能力を加えるなどして現在にいたっている。中田島砂丘の海岸侵食は問題ではあるものの、最大 147 万 5000 キロワットを発電する水力発電機能、そしてさまざまな侵食対策が考えられていることなどを鑑みると、佐久間ダムは撤去すべきではないと思われる¹⁴。

6.2 「天竜川流域委員会」の創設

仮に佐久間ダムが「ダム基準」をクリアしたとして話を進めると、ダムが流域へ与えるメリットを享受するグループ（防災など）と、デメリットを被るグループ（海岸侵食など）に分かれることになる。ここで同じ流域における不公平をなくすために、ダムによる外部不経済を、メリットを受けているグループへ内部化する（電気料金や水道代の値上げなど）。内部化した資金を技術革新の促進や海岸侵食対策に補てんすることで、中田島砂丘の海岸侵食問題には少なくとも歯止めがかかることになる。この委員会では主に地域住民の細かな声を政策に反映させるのが目的である。というのも、撤去された荒瀬ダムは、建設時に地域住民の生活スタイル（「増水は大量のアユを得る機会でもあった。各家庭にある大網を使って家族総出で行う「濁り掬い」は楽しみのひとつだった。」）¹⁵などを無視した結果であることを忘れてはならない。

¹⁴ 「天竜川ダム再編事業における排砂工法の検討結果について」
http://www.cbr.mlit.go.jp/hamamatsu/gaiyo_dam/pdf/tenryu_kouhou_2.pdf

¹⁵ 「荒瀬ダム撤去とゲートの向こうに見える未来」
<http://www.patagonia.com/jp/patagonia.go?assetid=77695>

6.3「水系庁」の創設

水系庁は 6.2 で創設された流域委員会と協力するのが水系庁の役割である。流域住民の声を最大限に政策に反映させながら、全国の各流域における利害調整と、海岸侵食の目標値設定・管理を行う。たとえば 4.4 で紹介した宇奈月ダムに関して漁業組合と国の訴訟のようになってしまう場合、水系庁が間に立ち、流域委員会で施策（排砂）を事前に報告し、被害を軽減する策を講じるなどができる。

第7章 まとめ

ダム建設黄金の時代から数十年、海岸侵食問題は少しずつ姿を見せてきており、それに伴い関連した議論も熱くなってきている。欧米主要国では既に自然との調和の時代に突入しておりダム撤去の事例もある一方で、我が国はそれをそのまま模倣しえない環境を持つ国であることも述べた。これを受け我が国独自の **Sediment Cell** 管理体系が問われているという意味においてはホットトピックであることがわかる。

そこで参考にした、持続可能性を掲げるイギリスと海岸線の維持に成功しているオランダに目を向け比較すると、大きな二つの共通点を言葉にするならば、(1) 地域目線の徹底；(2) 政府による **Big Picture** の設定である。一見、双方相反するように見えるもののこれは両立しなければならない。筆者なりに言い換えると「政府の描いたシナリオ達成の手段としての地域目線」とすれば非常に合理的であると考えられる。また政策において海岸の管理責任を地方から国へ移したのは、オランダの文献において「政治的に高度な意思決定における地方意見の排除」が強調されていたからである（人は短期的便益に固執しがちであるが、環境問題の解決は長期的視点によってのみ解決される）。まずはフラッシュ放水などの手の届く範囲で努力をしながら、県や市という枠を超えた長期的視点を持ち、そこで発生するステークホルダー間の利害は行政法人に調整させ、一步一步理想を目指そう、というのがこの論文のまとめである。

課題としてはまず、5.2 で挙げた委員会における合意形成の手順を決めていないことである。これに関する論文はいくつか存在するものの、我が国特有である漁業組合の利権問題なども含めて考えると議論の紛糾が予想される。また5章で述べた政策は海岸侵食だけでなく洪水管理などの河川流域すべてに応用できるものの、(海岸の回復そのものが洪水対策のひとつではあるが) 我が国特有の津波対策へのアプローチはできていない。海岸沿いの高い人口密度を考えると、参考にできるのはイギリスの有事の際の警報による迅速な避難方法の確立程度である。オランダのような1万年に1度の確率の増水に耐えられる大規模な設備も、その地形の違いから直接は応用できないと考えられる。

この論文によって海岸および河川流域の包括的な管理ができることは間違いなく、これらの課題は他の研究に譲るとしても、その土台になり、我が国の防災の一助となるはずである。

参考文献

論文

・「日本の海岸侵食」 宇多高明

・「海岸管理の国際比較に関する研究」 成瀬進 大岡秀哉

(https://www.jstage.jst.go.jp/article/proce1989/47/0/47_0_1251/pdf)

・「Understanding the risks, empowering communities, building resilience」

～The national flood and coastal erosion risk management strategy for

England～ イギリス政府

(https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/228898/9780108510366.pdf)

・「Implementation of coastal erosion management in the Netherlands」 Jan

P.M. Mulder, Saskia Hommes, Eric M. Horstman

(http://www.utwente.nl/ctw/wem/organisatie/medewerkers/horstman/mulder_2011_OCM.pdf)

・「欧米諸国における治水事業実施システム」 JICE

(http://www.jice.or.jp/report/pdf/jice_rpt015.pdf)

・「日本列島における多目的ダムの運用の課題と今後の展開」 JICE 河川政策グル

ープ 大島伸介 唐澤仁士 岡安徹也

(<http://jice.or.jp/oshirase/201408010/01-oshima.pdf>)

・「ダム依存から脱却し、総合治水及び堤防の強化を求める意見書」 日本弁護士連

合会

(http://www.nichibenren.or.jp/library/ja/opinion/report/data/100617_2.pdf)

H P

- ・ 国土交通省
- ・ 農林水産省
- ・ Department for Environment Food & Rural Affairs (defra)
- ・ Environmental Agency(イギリスの行政法人、EA)
- ・ 日本ダム協会 (<http://damnet.or.jp/>)
- ・ 水源開発問題全国連絡会 (<http://suigenren.jp/>)
- ・ 「荒瀬ダムと川辺川ダムの現場から」 球磨川の河口の八代市の住人のブログ
(<http://kumagawa-yatusirokai.cocolog-nifty.com/blog/2010/08/post-3848.html>)
- ・ 新たな川づくりへの挑戦 今本博健 (京都大学名誉教授)
(<http://imamoto.jimdo.com/>)

あとがき

夕暮れに始まった荒波に胸を躍らせ、先輩と一緒にサーフボードを担ぎ海へ飛び込んだものの、あまりの高低差に恐怖を感じ、結局一度も波に乗れなかったあの夏の日を鮮明に覚えています。紫色の夕暮れに浮かぶ白い月に雲がかかっている、とても綺麗でした。対照的に、数日後に交わした最後の別れの握手がよく見えなかったことも、同じくらい強く覚えています。数えればキリがないですが、学生時代に従事したライフガードを通じて、本当に素晴らしい経験を得ることができました。この論文は、それに少しでも報いたいと思い書いたものです。

それに加え、ゼミ活動を通じて非常に充実した2年間を過ごすことができました。大変でつらいと思う時期も、同期の友人と励ましあい応援し、お互いの達成を抱き合って喜び祝いあいました。一生を共にするであろう仲間を得ることができ、本当にうれしいです。自身の力量不足で先生やゼミ生の皆様には多々迷惑をかけてしまったときもありますが、この2年間にわたる自分の成長と貢献で少しでも恩返し出来ていればと思っています。

これまでに色々と上手くいかず何度も道に迷いましたが、ようやく進むべき一本の道を見つけることができました。この場を借りて、これまで出会ったすべての人たちに、心からお礼を言いたいと思います。ありがとうございました。

胸を張って、真ん中を、真っ直ぐ歩みたいと思います。

福井貴之