

途上国防災の現実と課題

—土木と国際開発の2つの視点から—

Realities and Problems for Disaster Risk Reduction in Developing Countries
— Two Different Perspectives : Civil Engineering and International Development —

たかぎ ひろし
高木 泰士*



1. はじめに

本誌は土木業界を代表する雑誌である。したがって、土木を持ち上げる寄稿が内容としてはふさわしいかも知れない。しかし、本寄稿の本題「途上国防災」では、どうも土木技術の役割が寂然としない場合が少なくない。国内では、防災とは工学、とりわけ土木であると極言しても大きく外してはいないと思うが、海外、特に途上国では必ずしも正しくない。「途上国防災」と「土木」ではオーバーラップしていない部分が多いにも関わらず、日本のODAで実施される防災プロジェクトの従事者は土木関係がやはり圧倒的に多い。このギャップの結果、従来の土木技術者としての領域を大きく超える課題が個人にのしかかるケースも少なくないと思われる。

若輩ながら筆者は、これまでゼネコン、国際協力機関、そして大学の各業界で防災（特に海岸、沿岸域防災）に携わってきた。この経験から、途上国や新興国の防災協力におけるメインプレイヤーは今後も土木技術者であろうことを確信している。一方で、防災の主流化が世界中で訴えられてはいるが、土木が進化し、その過程で土木の殻が破られないことには、日本の実力がこの分野で十二分に発揮されないのではないかという懸念を抱いている。

本稿では、土木と国際開発という2つの視点からみた途上国防災の現実と課題について論じたい。

2. 途上国の災害脆弱性、その根本原因

筆者の専門である途上国の海岸防災の現場で必ず聞くことのひとつに気候変動の影響がある。ここ数年、急激に海岸侵食が進んでいる、この影響は気候変動の影響に違いない、というような主張である。ここでは、科学的な議論に言及するつもりはないが、常に大地と接している土木技術者であれば、この短期と長期の現象を混同する主張に少なからず違和感を抱くに違いない。しかし、途上国の防災では、このような見方は珍しいものではなく、国際機関のエリートがまことしやかに喧伝する場面すらある。地球温暖

化問題が全人類の喫緊の課題として認識されてきたことの現れとみることもできるが、この背景には気候変動適応という名目であればファンドが付きやすいという現実的な問題も見え隠れする。政治的な問題はさておき、このような見方が途上国で発生しているもっと根深い問題を矮小化してしまうことに問題があると筆者は考えている。

1) 人為的影響

日本では、海岸侵食は港湾やダムなど構造物による砂移動の阻害がその主要原因と考えられ、それを緩和するための対策が施される場合が多い。しかし、途上国では目立った構造物が周囲に存在しない状況で海岸侵食が発現している場合も珍しくない。

例えば、筆者はここ8年ほどベトナムを頻繁に訪問しているが、至るところで激しい海岸侵食の現場に直面する。写真-1は、ベトナム北部Nam Dinh省Hai Hauの海岸の現状である。筆者が2006年6月に同地点を視察した際には、写真中の遺構が教会であることをはっきりと認識できた。それから数年で海岸が数十メートル後退し、いまでは周辺一帯が完全に消え去ろうとしている。この辺りは、台風常襲地帯であり、無残な姿は海象の激しさを物語っているが、海岸線沿いには、港や棧橋など目立った構造物はなく、これだけの侵食を引き起こす要因がすぐには見当たらない。このような状況下で「気候変動の影響に違いない」



写真-1 ベトナム Hai Hau 海岸 (撮影2012年10月)

*東京工業大学 大学院理工学研究科国際開発工学専攻 准教授

Tokyo Institute of Technology, Dept. of International Development Engineering, Associate Professor

とそれなりに権威ある者が語れば、十分な説得力をもって、支持されることであろう。

その上で写真-2の女性達に注目したい。彼女らは、先ほどの場所から数キロ離れた海岸で塩田に供給するための砂を掘っており、採取された砂はトラックで海岸から数キロ離れた場所に運ばれる。海岸侵食で村が消滅するような場所のほど近くで、このような事が平然と行われているのである。とはいえ、女性3人が幾ら砂を掘ったところで、それは大海の一滴に過ぎないと考える向きもある。そこで、筆者は仲間の研究者とともに彼女らの作業量を調査した。その結果、一日8~10m³、年間では2,000m³程度の砂が塩田に持ち運ばれていることが判明した。もちろん、広大な塩田の全てを彼女らだけでカバーしているとは到底思えないので、仮に15チームが働いているとすると、年間3万m³となり、大そうな規模になる。例えば、侵食の著しい神奈川県茅ヶ崎中海岸では毎年3万m³の養浜が行われているが、同規模の砂が彼女らの行いによって消失しているという計算になる。これがHai Hauの海岸侵食を加速させている要因のひとつであることは間違いないと思われる。このような行為は、現在の日本では有り得ない状況であるが、ベトナム以外でも途上国では日常的に見かける光景である。塩田以外には建設材料として使用されるケースが多い。



写真-2 海岸の砂採取 (撮影2012年10月)

2) 人口増加, 都市化, 法規制

途上国の海岸侵食におけるもう一つの大きな問題は、急激な人口増加や都市化の問題である。日本では人口の減少がすでに始まったが、世界的に見れば途上国を中心に人口は益々増加している。世界人口は、今日すでに70億人を超え、2050年までには90億人に達しようとしている。さらに沿岸域についていえば、世界平均の3倍のスピードで増加し、都市化が急速に進んでいる。

海岸侵食の例でいえば、自然的、人為的な要因で砂が消失しているという問題の他、人間の側が海岸線に急速に近づいてきているという一面が無視できない。日本であれば、海岸保全区域によって開発は制限されるが、途上国ではそのような規制がない、あっても効果を果たしていない、あ

るいは隣国からの移民が不法移住し規制しようがない、などの理由で海岸線間際に住居が立ち並ぶ状況が珍しくない。

一例としてセネガルのサンルイという都市を挙げたい。セネガル川の河口に位置するこの都市写真-3は、フランスの植民地時代(1673~1902)から人口が増加し、橋の建設以降、さらに都市域が中洲、砂洲へと拡大した。中洲の街は世界遺産にも登録されており、植民地時代の美しい街並みが残されている。一方、砂洲の地区はセネガルでも最も人口密度が高いといわれる漁村が広がる。現在、この海岸で深刻な侵食が発生し、多くの住居が被害にあっている(写真-4)。この場所で物理的に海岸線が後退していることは確かであり、一つの要因として上流部のダム建設が指摘されている。しかし、19世紀末にセネガル川を跨ぐ橋が建設されて以来、人間の側が海岸線に急速に近づいていることも無視できない。すなわち、人口増加と都市化に対処するための法規制が有効に機能しない限り、このような途上国で実質的な対策を行うことは決して容易ではない。



写真-3 セネガル・サンルイ



写真-4 深刻な海岸侵食 (セネガル)

また、筆者は途上国の人口が増加し、都市域が拡大することで、低頻度巨大災害の件数が増加していくのではないかと懸念している。例えば、かつて誰も住んでいなかった場所に50年ほどで急速に都市が誕生するケースを考える。そして、この都市の誕生以来、大きな災害がなく、その結果益々人口が膨れ上がる状況を想定する。しかし、人々が経験していないだけであって、実は潜在的に200年に一度、

大災害が発生する場所であったとしたらどうであろうか。統計・確率の知識を借りて再現確率を計算すると、今後30年では33%という高い確率で大災害が都市を襲うことになる。人々はこれまで災害の経験がないため無防備に違いなく、被害は相当なものになるかも知れない。

現実それに近いことが世界では発生している。2008年にミャンマー・エラワディデルタを襲ったサイクロンナルギス（死者・行方不明138,000人）¹⁾や2011、2012年と2年連続してフィリピン・ミンダナオ島を襲った台風災害が例として挙げられる。いずれも過去数十年大きな災害と無縁であり、かつ人口増加が著しい地域である。途上国防災においては、災害頻度は小さいが一旦発生すれば被害が激甚となりうる地域にも目を向ける必要がある²⁾。

3) 生態系、植生

日本の海岸保全は国土を万全に護る海岸防護の色合いが強く、ゆえに土木構造物の役割が明確である。しかし、途上国では日本のような徹底的な防護が経済的に困難である場合がほとんどであり、それだけに生態系や植生がもつ自然のバリエーションとしての機能を維持、または回復させる視点が重要となってくる。

例えば、海拔2m以下の低地が大部分を占める南太平洋のツバルは、地球温暖化の影響により最初に海面下に沈む国として世界中の注目を集めている。国土は9つの環礁からなり、総面積約26km²と世界で4番目に小さい国である。人口が集中するフォンガファレ島では高波や高潮などの海岸災害に対して非常に脆弱な状況にある（写真-5）。これ以上逃げる場所のないツバルにとって、今後予測される海面上昇はまさに国家存亡の危機である。

しかし、このツバルの脆弱性を高める要因は海面上昇のみでなく、構造物に起因する海岸侵食、海水汚染や海岸部の開発が進んだことによるサンゴ礁や有孔虫など生態系の変化も無視できない。ツバルのような環礁島は国土自体が生き物のようなものであり、その上に人間が共生している



写真-5 サイクロン通過時の越波 (撮影2010年4月)

と比喻できる。植生についても、タイやベトナム、フィリピン等では、マングローブ林を伐採しエビ養殖場を整備したり、木炭を生産した結果、海岸災害の増加や海岸線の後退を招いたケースが数多く報告されている。このような場所では人間の活動が非常に繊細に自然環境に影響を及ぼし、またその影響が事前に予測不可能である場合が多く、うかつに構造物に頼った防災対策をとることはできない。

4) 風土、文化、環境

日本のエンジニアが海外で仕事をする際、相手国の風土や文化を尊重することが求められるように、防災についてもその国、その地域の人々の生活や環境の特質を尊重した対策が求められる。

例えば、ベトナムのメコンデルタは極めて低平な土地に人口が密集し（写真-6）、気候変動に対して世界で最も脆弱な地域の一つと考えられている。将来的な海面上昇や塩水遡上、洪水などの問題にいかに対応していくかが大きな課題となっている。一方、この地域はベトナム最大の稲作地帯であり、タイに次いでベトナムが世界第二位の米生産を誇る原動力となっている。洪水は収穫量を減少させる要因であるが、同時に洪水によって肥沃な土地が形成されるのである。つまり、洪水は災害をもたらすと同時に、恵みをもたらしてくれるのである。



写真-6 メコンデルタ・カントー市 (撮影2012年3月)

実際にメコンデルタで調査を行うと、いかに人々が洪水と共生しているかがわかる（写真-7）。これに対して、日本では洪水が恵みをもたらすという発想は皆無に近く、新潟の大河津分水に例を見るように徹底的な治水事業により住民の安全を確保するとともに、農業生産量を伸ばすという努力が一貫して行われてきた。

両者の風土や環境の違いを認識すれば、日本の成功事例であっても直ちに海外に輸出できるものではないことは自明である。2011年に発生したタイ・チャオプラヤデルタの大洪水は、メコンデルタと同様にじわじわと面的に発生する洪水をダムや水門、放水路など点や線の対策で治めよ



写真-7 メコンデルタの洪水 (撮影2011年11月)

うとすることの限界を露呈したとも考えられる。

3. 土木工学と国際開発工学

東京工業大学には聞きなれない名前の学科がある。筆者の所属する国際開発工学科である。本学科は、工学部開発システム工学科の流れを引き継ぎ、2008年4月に設置された本学で最も新しい学科である。持続可能社会の実現に向けて活躍しうる人材、グローバルエンジニアを教育し輩出することを目標にしている。そのため従来の個別、伝統的な工学分野の垣根を低くして、横断的、学際的に全ての工学に共通する普遍的な学問を学べるカリキュラムを整えている(図-1)。所属教員の専門も土木、化学、電気、機械、材料、情報、バイオ等の基幹工学分野の他、開発経済や環境政策、途上国教育等、社会科学系にまで広がる大変ユニークな学科である。国際開発工学のような総合工学的な学問はまだ一般的ではないが、防災のような地球規模課題に対して総合的に対応できる人材を育成するための有望な分野であると考えられる。

1年生	工業力学第一・第二		機械工学リテラシー		数学, 物理, 化学, コンピューター, 経済学, 国際コミュニケーション科目等		
	工学数学A	構造材料力学	熱力学	通信とネットワーク	プロジェクトマネジメント		
2年生	工学数学B	弾塑性力学	化学反応論	線形システム論	国際開発論		
	工学数学C	物理数学	流体力学	環境情報・統計概論	開発経済学概論		
	操作論	電磁気学	情報処理概論	環境政策・制度論			
3年生	物理化学	工学計測 I	システム構築論	国際開発工学実験A	国際プロジェクト演習		
	シミュレーション工学	工学計測 II	データ解析	国際開発工学実験B	国際開発コミュニケーション		
	材料工学 I	材料工学 II	国際開発ワークショップ	科学技術者実践英語			
4年生				国際開発工学 フィールドワークA,B			
	学士論文研究			国際開発工学 インターンシップA,B			

図-1 東京工業大学工学部国際開発工学科の講義科目群

さて、この国際開発工学という分野であるが、元々は土木工学から派生したと言われている。その名が生まれてから25年ほど経つが、まだ歴史は浅く、学問としての体系化をいかに図るか、試行錯誤が行われている状況にある³⁾。

それだけに土木工学という分野がいかに高度に体系化された学問であるかをより一層と実感する。体系化に加えて、土木はその広い領域を細分化し、大学の講座単位の専門分野に分業化することによって全体としての生産効率を著しく向上させた。その結果、高品質なインフラが短期間に整備され、日本の高度経済成長の原動力となったことは間違いない。その一方、細分化された専門分野への帰属意識が強固となり、土木技術者が自分の専門外の分野にチャレンジすることの妨げになっているように筆者には感じられる。

4. 最後に

世界の防災大国として途上国や新興国の防災協力で日本が果たす役割は大きい。しかし、そのメインプレイヤーたる土木技術者がハード至上の殻を破り、法規制や風土、文化、環境など従来の土木を超える領域にまで踏み込んで防災の最適化を目指さない限り、日本の途上国防災における貢献価値が低減してしまうと筆者は危惧している。

究極的な防災は、自然と対峙し徹底的に防護するか、あるいは自然との対決を避け、自然と共生し、いざとなったときにはそこから逃げるか、のいずれかと思う。戦後日本は明らかに前者のスタンスで防災を進めてきた。それによって、自然災害による被害をかなりの部分抑え込むことができたことも確かである。しかし、東日本大震災で鉄壁と考えていた防潮堤を津波が軽々と乗り越える有様や原発災害を目の当たりにした今、完全な防護は現実的には有り得ないことが理解されたのである。

防災分野では、日本の教訓は世界の教訓である。このような教訓を活かすのであれば後者の立場への理解、すなわちハード対策一辺倒ではなく、途上国の現状に見合ったオーダーメイドの対策を提案できるエンジニアがこれからは必要である。別の見方をすると、ハードを理解しているからこそソフトを含めた最適化ができるのであって、その意味で土木に託される期待は大きい。筆者は国際開発工学という土木とは少しタイプの違う分野にいるが、分野は違えど筆者なりにできる取り組みを行い、大学教育・研究を通じて途上国防災で活躍できる人材の育成に努めていきたい。

参考文献

- 1) 柴山知也, 高木泰士, Ngung Hnu: 2008年サイクロンNargisの被災状況調査報告, 自然災害科学, 27-3, pp.331-338, 2008.
- 2) 高木泰士, Nguyen Danh Thao, Miguel Esteban, Tran Thu Tam, Hanne Louise Knaepen, 三上貴仁: ベトナム南部の沿岸域における災害脆弱性の検証, 土木学会論文集 B3, Vol.68, No.2, pp.888-893, 2012.
- 3) 高田潤一: 「工学と国際開発」に関する研究と実践—研究部会の活動を通じて, 第23回国際開発学会全国大会, 2012.