

治水を通した国際協力 途上国の水害常襲地帯における貧困と格差の解消に向けて

講演者：東京大学未来ビジョン研究センター教授／
大学院工学系研究科 社会基盤学専攻（兼任）

川崎 昭如 氏



講演日：2024 年 11 月 27 日（水） 於：星陵会館

（本稿は、コースタル・テクノロジー2024の特別講演を抜粋し、編集した内容となっています。）

● はじめに

みなさん、こんにちは。国際沿岸技術研究所の設立20周年、大変おめでとうございます。この度は講演の機会をいただきまして、誠にありがとうございます。

私は、東京大学からタイのアジア工科大学（AIT）に派遣され、アジア各国から集まる土木工学の河川分野の学生たちの教育と研究指導に4年間携わりました。その後、JICA/JSTのSATREPS（地球規模課題対応国際科学技術協力）プログラムなどを通して、これまでアジア各国で7000世帯を超える世帯訪問調査を実施しました。学生たちと各地を訪れる中で「途上国の水害常襲地帯において、洪水と貧困はどういう関係があるのか」というリサーチクエストに遭遇し、土木工学・河川分野でも、治水を通して貧困の削減に貢献できるのではないかと考え本研究に着手しました。

● 貧困と災害の関係は？

SDGsの17の目標のうち、目標1は「あらゆる場所であらゆる形態の貧困に終止符を打つ」ですが、そのターゲットの1つに、「2030年までに貧困層や脆弱な状態にある人々のレジリエンスを構築し、気候変動に関連する極端な気象現象やその他の経済、社会、環境的ショックなど災害への暴露や脆弱性を軽減する」が挙げられています。

毎年SDGsの各目標がどれくらい進捗しているかをまとめた国連事務総長報告が出されます。COVID-19がはじまる前の2019年報告書では、目標1に対する2ページのサマリーの中に「Disaster」の単語が9回使われており、最貧国での災害による経済的損失の比率の高さが貧困撲滅の障害であることが強調されています。

また、世界経済フォーラムが毎年発表するグローバルリスク報告書は、世界の政治・経済の指導者達が、何をリスクと捉えているかについて調査しています。2010年代前半はリーマン

ショックの影響がまだ残っており、財政不均衡などの経済問題や各地での格差の拡大や内戦・紛争などの社会問題に高い関心が寄せられていました。ところがSDGsが採択された2015年頃から大規模な水災害が世界的な増加傾向にあったことで、2017年以降は、極端気象や自然災害、気候適応への失敗など、気候変動による気象災害リスクがグローバルリスクであると広く経済界にも認識され、社会的関心が一層高まっています。

発展途上国では貧困の撲滅は大きなテーマですが、自然災害や気候変動への適応も考える必要があり、予算制約の中で何に公共投資をするべきかを決めるのは大変難しい状況です。そこで私の研究室では「途上国の水害常襲地帯では、治水などの気候適応策が、災害を減らすことに加えて、貧困と格差を是正するためにも有力な手段になり得る」という大胆な仮説を立てました。

そして、それを実証するために3つの側面から研究を進めています。1つ目はフィールドでの実証研究を通して、洪水が貧困に与える影響について量的データを積み重ねています。2つ目はフィールドで取得したデータに基づき、途上国が治水投資をすることで長期におよぶ社会経済的な影響（波及効果）がどの程度期待できるかを発現するモデルを開発しています。3つ目は研究成果の社会実装に向けて、各国政府や国際開発金融機関とも連携を深めています。

もともと貧困や開発に関しては人文・社会科学系での長い研究の歴史がありますが、聞き取りによる記述を中心とした定性的な分析が多く、政策立案には使いづらいのが現状かと思います。我々は7000世帯を訪問して集めたデータをGISデータベース化しています。さらに、高解像度の衛星画像やグローバルデータセット、水文氾濫解析や機械学習など最新のデータや分析技術を組み合わせて、気候変動により将来どのような影響があり得るかをシミュレーションしています。これまで人文・社会科学系を中心に進められてきた貧困研究に対して、工学系の技術や知見を用いることで新しいアプローチが生み出せると

考え、研究開発を展開しています。

● 災害は貧困を加速する

それでは現地はどのような状況でしょうか。例えばタイの首都バンコクの中心部は非常に発展しており、一見すると東京の一部を切り取ったような洗練された大都会に見えます。しかし、少しその裏手に行くと低所得者が密集するスラムが1000以上存在し、バンコク住民の20%以上がそのような集落に住居するといわれています。彼らの多くは日雇いの仕事をしているため経済状況は悪く、売春や麻薬売買などに手を染める人も少なくありません。

そして、バンコク中心部から車で30分から1時間ほど走ると郊外の農村地帯になり、都市との大きな格差を目の当たりにします。バンコクに注ぐ大陸河川であるチャオプラヤ川は、流路が長く勾配が緩やかであるため、大きな洪水が発生すると浸水期間が数週間から数ヶ月間におよぶこともあります。高所得層は高床化により洪水に適応をした生活を送っていますが(図1)、そのような高床住居の隣で、低い床のまま生活する低所得層も多くいます。排水設備がなく平坦な地形であるため、家の下に数週間から数ヶ月水が溜まることもあります(図2)。自治体によるゴミ収集サービスがないことも多く、滞留する排水とゴミにより衛生環境が悪化します。水路や河川がゴミ捨て場になっているところもあり、雨が多いから浸水するというだけではなく、ゴミにより排水できず長期にわたり水が滞留するという状況も見られます。



図1



図2

日本のような急勾配河川では洪水時の流速が速く、短時間で水位が上がり、家屋が壊されたり、人が負傷することもあります。勾配が緩やかな大陸河川の洪水は、数日かけてゆっくり水位が上がり、その後水位が徐々に下がっていきます。そのような浸水でも、建物が脆弱である場合は崩壊することもあります。しかし、川沿いは生活用水の取得や水浴び、船を使った移

動などの面で便利なので、多くの人が居住しています。

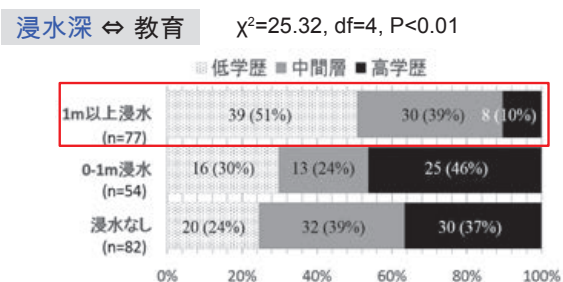
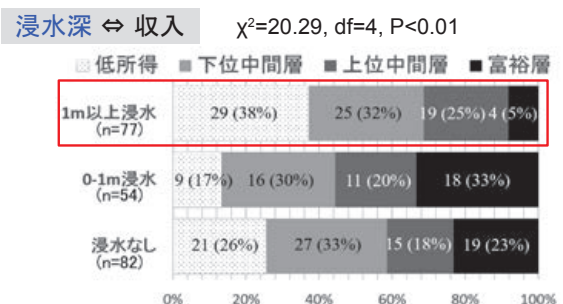
防災面では、日本であれば災害発生前に避難警報が出たり、被災した住民は行政などから支援を受けられることもあります。が、途上国の洪水常襲地帯を不法占拠する住民たちは住民登録がされていないため、公的支援から除外されることもあります。

大陸の河川では、例えばある地域で長期間雨が降っていても、上流の大雨により増水した河川流が流下し、下流の狭窄部などで溢れることもあります。そのような地域で早期警報がない場合は、川沿いの家屋で夜中寝ている時に突然背中が冷たくなり、気づいたら家の周囲が浸水しているといったことが起こりえます。そのような状況では、勉強や仕事に集中したり、安心して子育てをしたり、深く睡眠するのが難しいことは、容易に想像がつきます。

私の研究室では、学生がミャンマーやフィリピン、タイ、スリランカなど現地の学生達と協力し、ときには数ヶ月間現地に滞在しながら調査をします。

図3の上図はミャンマーのバゴー市を対象とした浸水深と収入の関係を表しています。調査対象世帯を、浸水なしの世帯、浸水1m未満の世帯、浸水1m以上の世帯に分けて、その所得分布を示しました。下図は浸水深と教育レベルの関係です。ここでは、浸水の有無ではなく、浸水深が1mを超えると収入と教育レベルの分布が大きく変化していることが分かります。

本結果から、このような地域で治水対策を考える場合、予算制約などから治水対策により浸水深を0mにできなくても、浸水深を1m未満に抑えることで、住民の収入や教育への影響を低減できる可能性が示唆されます。



ともにN=213@ミャンマー・バゴー(川村・川崎, 2017)

図3 浸水深と収入と教育との関係

「災害が貧困を加速する」「災害による貧困の悪循環」といわれますが、これまで十分に実証されていませんでした。そこで我々は、2011年と2018/2021年に大きな洪水が発生したタイとミャンマーで、低所得層と高所得層がそれぞれ受けた影響について分析しました（図4）。

ミャンマーの低所得層は、洪水の「被害あり」「被害なし」のいずれの世帯も、長期的に世帯の経済状態が悪化しました。一方、高所得「被害あり」世帯は災害により経済状態が悪化しますが、長期的にはやや上昇しました。高所得「被害なし」世帯は、災害により経済状況が少し改善し、長期的には大きく上昇しました。この理由として、低所得層の多くは日雇いの仕事で日々の収入を得ているので、家の周辺や街が長期間浸水すると収入を得る機会を失います。もともと貯金がなく頼れる金融機関等もないため、近くの知人や親族、高所得層などから、高金利でお金を借りるしかない。そもそも災害がなくても、低所得層は平時から借金していることも多いため、災害によりそれが膨れ上がり貧困の悪循環に陥ります。

一方タイの低所得「被害あり」の世帯は、災害により経済状況が悪化しますが、長期的には上昇しました。タイの一人当たりGDPは、ミャンマーの約3倍であるため、経済基盤の違いが影響しているのかもしれませんが。タイではこの2回の洪水で、低所得「被害あり」の世帯と高所得「被害なし」の世帯の間の経済格差が1.9倍に広がりました。災害が貧困を加速するだけでなく、金持ちをより金持ちにしていることが2カ国の調査対象地で確認されました。

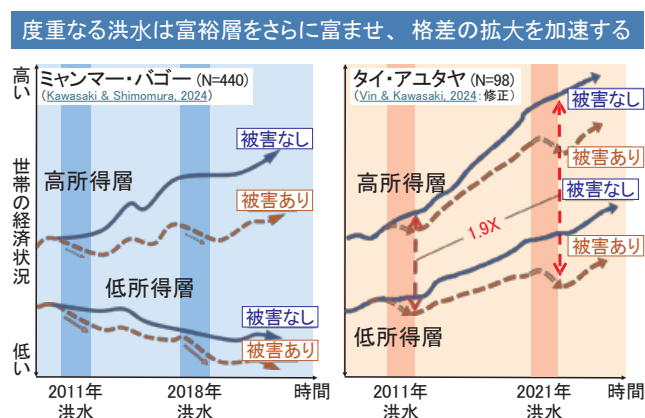


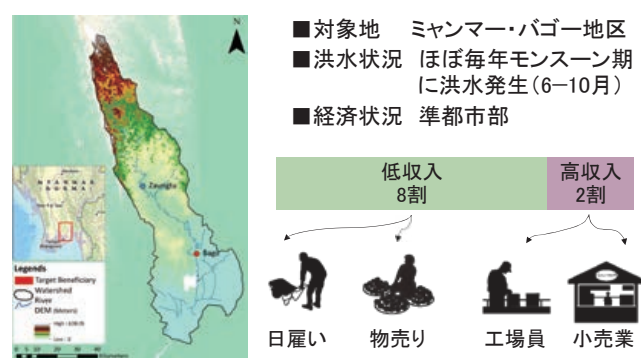
図4

● 防災投資の促進に向けた便益評価モデルの開発

政府が政策を立案する上では、災害対策や気候変動への適応に加えて、貧困対策など考慮すべき事項は多岐にわたります。治水一つをとっても、ダムや遊水池の建設、堤防の設置、河道

の浚渫・拡幅、早期警報システムの導入など複数の対策手段とその組み合わせによる無数の選択肢があります。気候変動の不確実性を考慮しながら、公共投資から得られる将来の便益を考えることは一筋縄ではいきません。特に、一般的な治水投資では、そのインフラ建設により軽減される直接的な被害（ここでは、これを第一の便益とします）を中心にその経済性を評価します。近年、治水対策により住民の安全度が向上することで、人々の安全に対する認識が改善され、地域の社会経済活動が長期的に促進、蓄積されることが指摘されています。私の研究室では、世界銀行が「第二の便益」と呼ぶこの便益の発現をモデル化して、洪水対策の便益評価へ統合することを試みました。

図5にケーススタディの対象としたミャンマーの洪水常襲地帯であるバゴー市の概要を示します。ここでは住民の8割が日雇いなどの低収入、残り2割の住民が工場で働くなど高収入です。ここで治水対策をすることで、どのような経済的な便益があるかを推計する生計向上モデル (Yamagami & Kawasaki, 2024) を開発しました。



経済が比較的ローカルに閉ざされた途上国の準都市部における「洪水対策により促進される社会経済活動」(第二の便益)は、**人々の生計活動**に反映されると考え、着目した

図5 ケーススタディ

治水対策により浸水域が減少すると、家屋や家財、収入への直接被害が減少します(第一の便益)。Haer et al. (2019) は、洪水がなくなり6年経つと、住民のリスク認知が改善され、安全と感じることでより積極的な行動を取るようになることを報告しています。ここからは我々の仮説ですが、例えば、これまで日雇いで仕事をしていた住民が、浸水による通勤の心配がなくなるので工場で勤務するようになったり、浸水を避けるべく移動式の物売りをしていた住民が商店を建てて小売業を営むようになるとか、住民の生計活動が変わることで収入の上昇が見込めます。安全に対する認識が変わった住民の中から何%の人が職業を変えるかを示す実際のデータはないので、ここでは転業反応度と定義して0から70%の7段階の数値を変数として

与えました。

気候変動に関する政府間パネル (IPCC) による3つの将来シナリオに基づく2040～2070年の降雨予測データや土地利用予測データを河川氾濫流出モデルに入力し、この地域の30年間の浸水リスクを精緻に計算しました(図6)。その際、洪水対策事業として、堤防の設置、河道の浚渫・拡幅、貯水池の建設、居住制限、早期警報の導入、建物の嵩上げ、の6対策の全127通り組み合わせを想定しました。そして、対策により浸水が減少した住民に対して転業反応度を0から70%の7通りを仮定し、全2600通りの入力条件で計算しました(図7)。大学院生が高性能のワークステーションを使って4ヵ月かけて精緻な計算をしました。

図8は、2070年までの全127組の洪水対策事業による便益の平均値を示しています。横軸の数値は、住民が仕事を変えた割合を示す転業反応度の値です。0%は誰も仕事を变えない場合で、第一の便益（直接被害の軽減額）が0.43億ドルとなります。しかし、5%の住民が仕事を变え収入が向上することで、

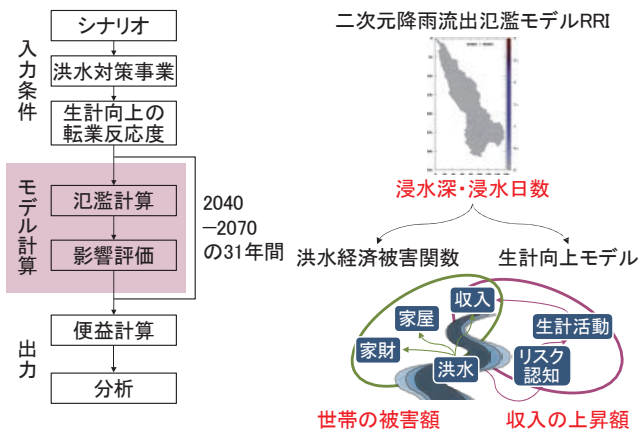


図6 手法：氾濫解析と便益評価への統合

住民の長期的な収入向上の効果を示す第二の便益が1.5億ドルにまで積み上がります。つまり、間接的効果としての第二の便益の蓄積は、直接効果の約2倍から5倍に相当します。このように、洪水対策による間接効果を便益評価に統合することで、長期的な防災投資の効果算出を実現しました。

図9の一番左のグラフは、全127の洪水対策事業の組み合わせの便益を大きい順に上から下へ並べたものです。左から2つ目のグラフは、各事業の費用です。一番右のグラフは従来型の費用便益計算の結果を示しており、第一の便益のみを考慮する場合は、36番目の対策（ここでは、100%土地利用規制）が最も高い便益／費用の値となります。しかし、第二の便益を加味すると、右から2つ目のグラフが示すように、便益／費用の値が大きくなるのは当然のことながら、先述の結果と異なり、120番目の対策（ここでは、浚渫・拡幅）が選定されます。これらの結果から、貧困と格差の解消を目指す上では、第二の便益を考慮に入れた費用便益計算により計画を立案することの重要性が示されます。

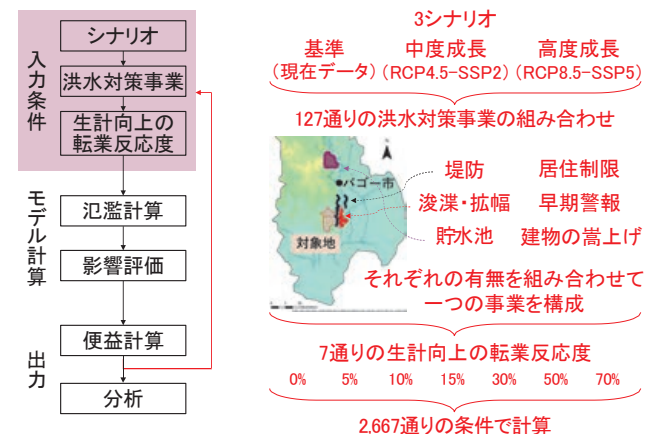


図7 計算入力条件

高度成長シナリオ(RCP8.5-SSP5)下、転業反応度5%、127組の洪水対策事業の便益

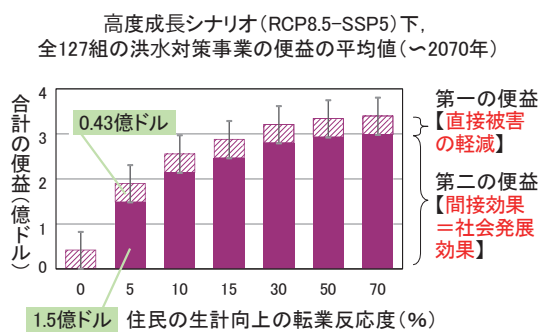


図8 住民の生計向上を含むことによる
長期的便益の変化

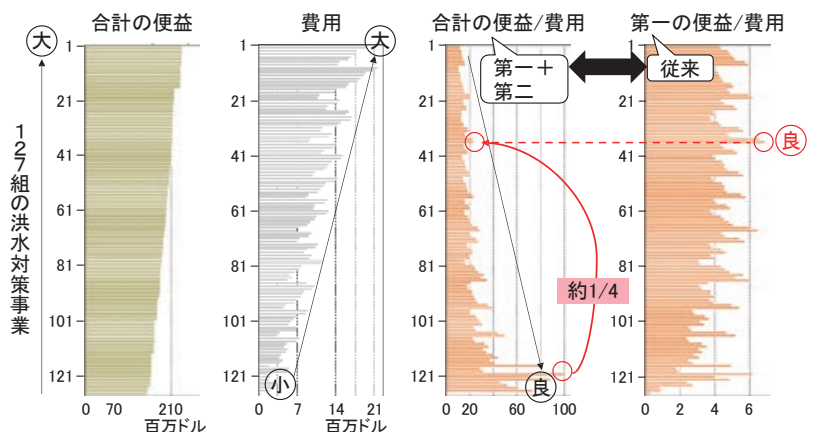


図9 第二の便益を含むことによる費用便益評価の変化

これは一つの事例ですが、私の研究室では住民の生計向上を含めた治水対策による長期的な社会経済的影響を定量的に算出するモデルを開発しています。科学的根拠に基づく治水対策の意義を、相手国政府やそれを支援するJICA、世界銀行、アジア開発銀行などに訴えています。

● 海岸保全への展開

さいごに、海岸・沿岸に関係した話をさせていただきます。ガーナ沿岸域の持続的な保全、防災、生活改善を実現する総合土砂および環境管理手法の構築を目指すSATREPSプロジェクト（代表：東京大学海岸・沿岸環境研究室・田島芳満教授）が2024年に採択されました。本プロジェクトでは、海岸・沿岸の専門家がガーナの海岸保全と総合土砂管理のあり方について研究しますが、私は、そこで提案される対策が住民の生活改善に長期的にわたりどの程度貢献しうるかを推計するモデルの開発を担当しています。

西アフリカに位置するガーナは、国連開発計画の人間開発指数が200の国と地域のうち、144位のミャンマーに続き145位であり、経済状況も芳しくありません。ガーナは東西500キロの海岸線を有し、場所によっては大規模な防潮堤が整備されています（図10）、ほとんどが未整備の状態で、大規模な海岸浸食が起きている箇所もあります。ある集落では図11のように海岸浸食により既に住宅地が崩壊していました。



図10



図11

ガーナといえばカカオの生産が有名な農業国で、漁業も盛んです。海岸沿いの大きな港町は活気に充ちていますが、場所によっては月1くらいの頻度で大きなうねりに襲われ、その後1週間ほど浸水するという漁村もあります。

ここでもゴミは大きな問題で、現地の研究者から聞いた話では、住民が海岸浸食を防ぐことを目的に、ゴミを固めることで護岸を試みる地区もあるそうです（図12）。大波が来たら悲惨な状況になりますが、住民は他に手の打ちようがないと考えているようです。



図12

このような状況下、短期的な災害対策としての海岸堤防、護岸、早期警報・避難などに加え、長期的な海岸保全としての養浜や土地利用対策、マングローブの植林などの治水投資を検討していきます。それによる直接的な被害軽減に加えて、経済・社会・環境の各側面にどのような波及効果があるか。将来的に地域住民の収入や地価が上がり、産業が集積することで地域の税収が上がり、更なる公共投資ができるような仕組みを作ることを目指して、今後5年間、ガーナでの研究開発と社会実装に海岸・沿岸の専門家の方々と取り組んでいきます。

● まとめ

私の研究室では、途上国の水害常襲地帯では、治水などの気候適応策によって災害被害を減らすだけでなく、貧困と格差を是正することができるという仮説のもと、研究開発を進めてきました。洪水による貧困の悪循環と格差拡大を実証するとともに、治水や気候適応策が社会経済に及ぼす長期的な影響を評価するモデルの開発を続けています。このような活動をフィリピンやタイ、バングラデシュなど様々な国や地域で実施することにより、モデルの汎化性能を高めるとともに、海岸保全や沿岸浸食に対して応用することも考えています。私たちの活動に関心を持っていただいたり、何かご一緒できるようであればお声掛けいただけますと幸いです。

本日は大変貴重な機会をいただき、誠にありがとうございました。