

1.2 発展途上国向け洪水ハザードマップに関する研究

研究予算：運営費交付金（一般勘定）

研究期間：平 17～平 20

担当チーム：水災害研究グループ（国際普及）

研究担当者：田中茂信、栗林大輔、時岡利和

Rabindra Osti

【要旨】

本研究では、詳細な地形データが乏しい発展途上国においても、効率的な洪水ハザードマップを作成できることを目的に、SRTM データを用いた浸水想定区域図の作成方法を提案・検討し、その結果を過年度から作成している「発展途上国における洪水ハザードマップ作成の手引き」に反映させた。また、土木研究所で実施した「洪水ハザードマップ作成研修」や「洪水ハザードマップ作成研修フォローアップセミナー」への参加者を通じて、各国における洪水ハザードマップの作成および活用方法の現状について調査・検討を行ない、今後の課題を抽出した。

キーワード：洪水ハザードマップ、SRTM データ、研修

1. はじめに

世界各地、特にアジア各国においては毎年洪水が頻発し、多大な被害を引き起こしている。被害軽減のためには堤防やダム建設などのハード対策も必要であるが、同時に早期予警報システムの整備や洪水ハザードマップ（以下、FHM という）の作成・配布など、ソフト対策も重要である。

しかしながら、発展途上国では FHM 作成の材料となる地形データが乏しいことや、FHM 作成のためのわかりやすい作成の手引きが存在せず、FHM の作成が進まない一因となっている。

そこで本研究においてはまず、誰でも入手できる地形データを活用した浸水区域想定図の作成方法の提案と、その作成方法を過年度から進めている「発展途上国における洪水ハザードマップ作成の手引き」に反映させ、各国における FHM 作成の一助とすることとした。また、土木研究所で毎年実施している FHM 作成研修や中国で開催した FHM 作成研修フォローアップセミナーの参加者から FHM に関する最新の情報を収集し、途上国における FHM の現状把握と今後の課題を抽出した。

2. SRTM データを用いた浸水想定区域図の作成方法の提案

2.1 SRTM データを用いた浸水想定区域の把握方法

SRTM とは「Shuttle Radar Topography Mission」の略で、スペースシャトルに搭載されたレーダにより、全世

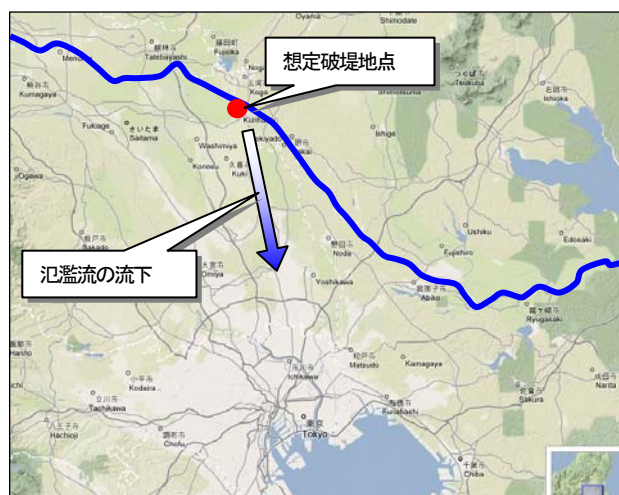


図 1 ケーススタディを行った利根川流域

界の立体地形図データを作成することを目的としたミッションである。SRTM の観測範囲は、北緯 60 度から南緯 56 度までの範囲であり、地上の陸地の約 80% をカバーしている。SRTM による標高データは一般公開されており、水平解像度が 3 秒（約 90m）のデータを、ウェブサイトから無料でダウンロードして入手出来る。なお、NASA の公式資料によると、SRTM データの誤差は、「9m 以内」とされている。

FHM の作成のためには、まずシミュレーションにより浸水想定区域を計算する必要があるが、対象領域において、精緻な地形データが整備されていない場合、膨大な費用と時間をかけて精緻な標高データを作成することとなり、これが発展途上国において FHM の作成が進まない

原因の一つとなっている。ここでは、精度としては不十分であるが、全球的に無料で入手できる SRTM による標高データを用いて、浸水シミュレーションを行い、浸水区域図を作成する方法について、利根川流域で行ったケーススタディの結果を示すとともに、その適用可能性について検討した。(図1)

2.2 SRTM データと LP データを用いた浸水シミュレーション結果の比較

SRTM による標高データ (以下、「SRTM データ」とする。) による浸水シミュレーションの精度を評価するために、レーザプロファイラ (標高を航空機から計測する方法) によって得られた標高データ (「LP データ」とする。) を基準値として、平面二次元不定流計算による浸水シミュレーションモデルを作成し、双方の解析結果の比較を行った。なお、計算にあたってはメッシュデータを用いて一辺 500m のグリッドの平均値を求めて使用した (計算メッシュ)。その結果、SRTM データによる浸水シミュレーションによる各計算メッシュの最大浸水深と LP データを用いたそれとは、それほど大きな違いは無く、RMS 誤差は 0.92m であった。

2.3 SRTM データを用いた浸水想定区域図作成への適用可能性

図2 上図は、氾濫流の主流部に沿って、最大浸水水位を示したものであるが、これを見ると、浸水水位は地表面の凹凸にそれほど大きな影響を受けていない。

そこで、SRTM を用いたシミュレーションモデルによって計算した結果と、特定の地域 (例えば、FHM を作成したい集落等) の正確な地形データがあれば、そのエリアの浸水深を精度良く求めることができると考え、以下の検討を行った。

STEP 1 : 各計算メッシュについて、そのメッシュを中心とする 5×5 メッシュの範囲 (2.5km 四方)、及び 9×9 メッシュの範囲 (4.5km 四方) の『特定エリア』を設定する。この『特定エリア』とは、前述した、「正確な地形データを取得する範囲」に該当する。

STEP 2 : 『特定エリア』毎に、SRTM データと LP データとの差 (d) を求める。

STEP 3 : SRTM データと LP データとの差 (d) を SRTM データを用いた計算した氾濫水位に加えたものと、

LP データを用いて計算した氾濫水位との差の絶対値を求める。

図3は、このようにして求めた補正後の最大浸水深の

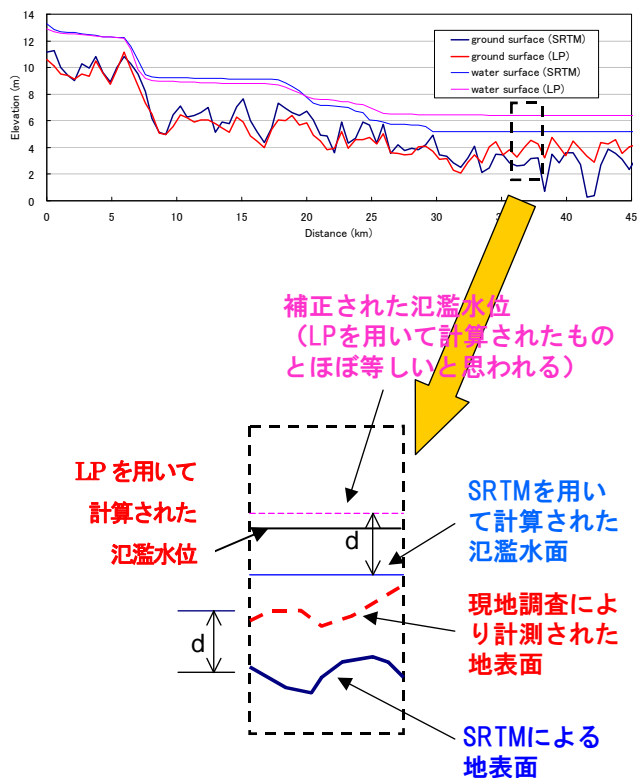


図2 SRTM データを用いた浸水シミュレーションの結果の補正方法

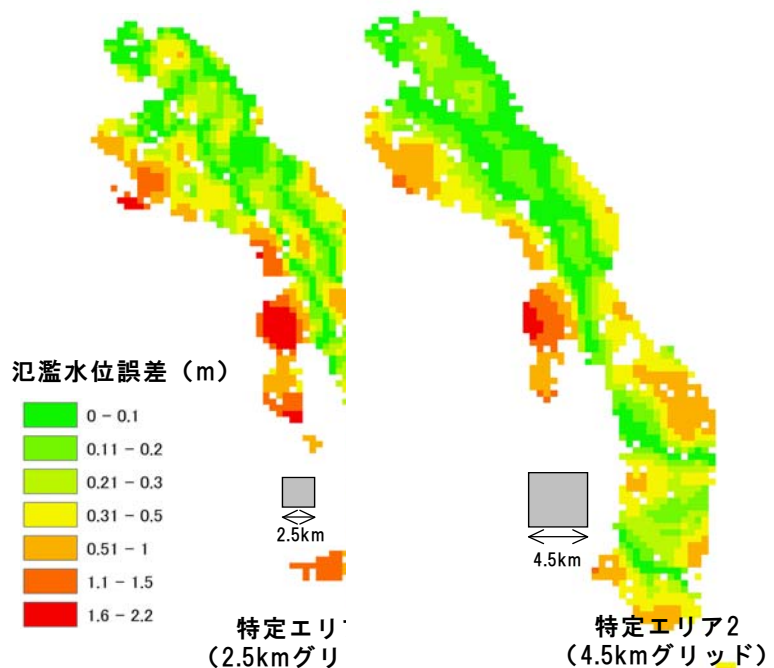


図3 補正後の最大浸水深の誤差の絶対値

誤差の絶対値の分布である。RMS 誤差は、特定エリア 1 のケースでは、0.57m (平均値0.076m、標準偏差0.58)、特定エリア2のケースでは0.44m (平均0.068m、標準偏差0.44) となった。

よって、この方法を用いれば、誤差 50cm 前後の浸水想定区域図を作成することが可能と考えられ、精緻な標高データが整備されていない発展途上国においても FHM の作成に大いに貢献するものと考えられる。

なお、これらの結果は、過年度に作成した、「発展途上国における洪水ハザードマップ (基礎編) 作成の手引き (案)」に追加した。

3. 発展途上国における洪水ハザードマップ現状把握と今後の課題の抽出

3.1 調査及び検討方法

発展途上国における洪水災害および防災意識の現状を踏まえ、各国における効果的な FHM の普及・活用方法について現状把握および検討を行ない、今後の課題を抽出した。

調査及び検討方法としては、昨年度までの検討結果に加え、FHM 研修生へのアンケート調査や、平成 20 年 1 月 30 日から 2 月 1 日にかけて中国広州で FHM 作成研究フォローアップセミナーを実施し、過去の研修生や

学識経験者から議論を通じて情報を収集した。

その後、我が国での FHM の普及・活用方法の整理等を行うとともに、収集した情報に基づいたキャパシティディベロップメント (発展途上国における総合的な対処能力の向上) の実現にむけた FHM の活用について、行政 (防災担当)、政策意思決定者、住民の 3 者の立場から FHM の活用について、以下の項目について整理した。

- 作成単位
- 浸水情報の種類・精度
- 追加する情報
- 既存情報等との連携
- 作成・利用・普及におけるポイント

3.2 調査及び検討結果

3.1 の調査の結果を、「1. FHM に関する現状・意識」(表 1) 及び「2. FHM に期待すること」(表 2) の 2 点で整理した。

表 1 からは、既に多くの国で FHM の作成・普及に関する法律、制度、指導等は整備・実施されており、特に中国では、氾濫シミュレーションによる浸水想定区域図とともに FHM ガイドラインを作成しており、全国の河川への展開を図っていることがうかがえる。

表 1 FHM に関する現状・意識 (H18, 19 年度調査)

政策意思決定者	行政 (防災担当)	住民
<ul style="list-style-type: none"> ● 作成・普及に関する法律、制度、指導等は、多くの国で整備・実施されている (カンボジア、中国、フィリピン)。 ● 整備されていない国においても、洪水対策に関する法律によって対応している (スリランカ)。 ● 中国では、FHM ガイドラインを作成している。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 自らの FHM を持っていないため、実際の避難指示の判断ができるのかについて疑問を持つなど、避難指示や建築指導等の防災担当実務での利活用イメージができていない。 ● 作成した FHM の普及・浸透などを懸念している面もある。 ● FHM の作成は、研究段階のものが多く、作成されても、配布されていない場合が多い (ラオス、フィリピン、ネパール)。 ● 地すべり等、他の災害を対象とした HM を作成している場合もある (ネパール)。 ● 洪水警報や避難指示等は、行政の責務として住民に対して提供されている (カンボジア、中国、スリランカ)。 ● FHM 作成のプロセスでは、水文データや地形データが不足、水理モデルや GIS の知識不足等が問題となる (カンボジア)。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 一部「洪水慣れ」している地域もあり、洪水の発生自体を災害ととらえていなかったり、現在の居住・生活形態 (高床式の家屋等) で対応できる洪水とその規模を超える洪水の区別ができていないなど、「危機管理」に対する意識が不足していたり、防災・減災に向けた土壌作りができていない。 ● FHM が行政区分単位等で作成されることや、日頃見慣れない地図で示されることから、自らの生活や避難などと結びつけて考えられにくい状況にある。 ● 赤十字や自治会、ボランティア等は、平常時・非常時において防災活動を行っている (カンボジア、中国、バングラデシュ)。 ● ただし、防災促進において効果的な役割を果たしていない組織もある (フィリピン、インドネシア)。 ● 防災を促進している組織は多数あるが、それぞれの組織を把握し、連携させる要となる機関がない (スリランカ)。 ● コミュニティによって、FHM の主目的について異なる認識を持っている場合がある (事前の予防、避難時の活用、資産の保護等) (カンボジア)。

表2 FHMに期待すること (H19年度調査)

政策意思決定者	行政 (防災担当)	住民
<ul style="list-style-type: none"> ● 土地利用計画と安全な施設の建設に寄与(中国) ● 今後の構造物対策の計画における意思決定(ラオス) ● 洪水リスク・被害の緩和方法を検討(フィリピン) ● 既存の洪水防止対策の改善(スリランカ) 	<ul style="list-style-type: none"> ● 洪水予測等との統合による地域住民へのアラーム・早期警戒の強化(カンボジア、マレーシア)。 ● 避難が必要な地域や避難先の場所等が分かり、管理者の洪水防御と洪水対応の意思決定に役立つ(中国、インドネシア、ラオス、マレーシア)。 ● 洪水時に最も被害を受けやすい子供被害の軽減対策(ベトナム)。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 洪水による人命と資産の損失、インフラ被害の軽減(カンボジア、インドネシア、ラオス、マレーシア、スリランカ) ● 住民の避難意識の向上。確実な避難の実現(カンボジア、中国、インドネシア、タイ) ● 浸水した場合の避難ルートについての住民の知識・意識向上(カンボジア、中国、ラオス、マレーシア) ● 住民の自助意識と共助意識の向上(中国、マレーシア) ● 洪水に対して脆弱な地域の住民の消極姿勢を変える(スリランカ) ● 生産者がその地域に適した作物や水産品を選択し、農地や水産業施設の被害を軽減(タイ)

しかしながら、防災担当者のレベルでは、実際の FHM の利活用イメージが出来ていなかったり、作成した FHM が悪影響を及ぼすことを懸念し、配布していないケースも存在する。このようなケースに対しては、住民レベルで活動を行っている自治会やボランティアなどと連携することも必要と思われる。

また、表2からはFHMに期待することとして、政策意思決定者は主に効率的な構造物配置計画、住民は被害予想地域の把握による被害の軽減、洪水に対する避難意識の向上や防災力の強化を期待していることがうかがえる。

3.3 キャパシティ・ディベロップメントの実現に向けたFHMの活用について

3.2 での調査結果を受けて、キャパシティディベロップメントの実現に向けたFHMの活用について、政策意思決定者、行政(防災担当)および住民の3者の立場から整理した(表3)。

今後のFHMの活用の方向性として、まず住民のレベルでは、住民の発意によって議論され、それぞれの地域のニーズに応じたFHMを作成することで、個人の生命・財産を自ら守る意識を向上させるツールとしての位置付けが必要と思われる。

また、政策意思決定者のレベルでは、FHMに関する法制度の整備・改正を行うとともに、FHM作成に必要な想定浸水深を計算するための水文・地形データ整備などの制度面・技術面からの貢献の動機付けとしての位置付けが必要と思われる。

防災担当者のレベルでは、FHM以外の洪水対策(早期警戒システムなど)との効率的な運用、他の住民と政策意思決定者の橋渡し役としての役割が期待される。

3.4 今後の課題

3.3において、発展途上国におけるFHMの作成・普及に関する活用方策を明らかにしたが、今後の課題としては以下のものが挙げられる。

- 簡易手法によるFHM作成の取り組み促進
- 作成したFHMの利用促進方法
- 特定の地域を対象とした、具体的なFHMの作成・利用方法

4. まとめ

本研究では、詳細な地形データが乏しい発展途上国においても有効となるSRIMデータを用いた浸水想定区域図の作成方法を提案・検討し、その結果を「発展途上国における洪水ハザードマップ作成の手引き」に反映させた。

また、土木研究所で実施した「洪水ハザードマップ作成研修」や「洪水ハザードマップ作成研修フォローアップセミナー」への参加者を通じて、各国における洪水ハザードマップの作成および活用方法の現状について調査・検討を行ない、今後の課題を抽出した。

表3 キャパシティ・ディベロップメントの実現に向けたFHMの活用について

	政策意思決定者	行政 (防災担当)	住民
	【国や地域の持続的発展を図る】	【地域防災力・災害対応力を向上させる】	【個人の生命・財産を自ら守ろうとする意識】
FHM活用の方向性	<ul style="list-style-type: none"> 洪水被災人口・資産の減少 地域経済の発展に寄与するリスク情報の提供 	<ul style="list-style-type: none"> 早期警戒情報との連携による、避難勧告地域の詳細設定 災害時要援護者支援における意思決定情報 	<ul style="list-style-type: none"> 地域のニーズ(早期警戒、洪水時の避難、資産の保護)に応じたFHMの作成(地域ごと)
作成単位	流域、国	地方自治体	コミュニティ(集落)
浸水情報の種類・精度	<ul style="list-style-type: none"> 計画洪水での想定浸水深 	<ul style="list-style-type: none"> 計画洪水での想定浸水深 既往最大洪水時の最大浸水深 氾濫流の流速・流体力(避難の困難さを示すもの) 	<ul style="list-style-type: none"> 近年の著名な洪水時の最大浸水深 既往最大洪水時の最大浸水深 浸水する家屋、浸水する期間(農作物の耐浸水期間) 氾濫流の流速・流体力(避難の困難さを示すもの)
追加する情報	<ul style="list-style-type: none"> 被害想定(被害額、被害の波及効果) 	<ul style="list-style-type: none"> 被害規模(被災人口・世帯) 避難場所の収容能力・備蓄物資 	<ul style="list-style-type: none"> 避難場所の位置 使用できる避難経路
既存情報等との連携	<ul style="list-style-type: none"> 土地利用状況 土地利用計画・都市計画 	<ul style="list-style-type: none"> 早期警戒情報 リアルタイム情報(水位、雨量) 	<ul style="list-style-type: none"> コミュニティの防災活動体制 農作物等の土地利用状況 テレビ、ラジオ等のマスコミ
作成・利用・普及におけるポイント	<ul style="list-style-type: none"> 自国及び他国の施策の効果(影響)を評価できるもの。 情報のスケールは流域単位とし、浸水情報の空間精度はそれほど高くなくてよい。 洪水ハザードマップ情報をもとに、政策決定を行うための法制度改正 	<ul style="list-style-type: none"> 浸水情報の精度については、最も高い精度が必要(漏れがないように)。 早期警戒情報との接続が可能な範囲(手段)で。情報システムの改良が困難であれば、紙地図でも良い。 	<ul style="list-style-type: none"> 地域の発意によって行われることが重要。 精度よりも、何らかのものを住民が議論して作り上げることに重点をおく。 行政は、特に検討の取り掛かりの段階での支援と、できあがった成果の他の地区へのアピールに重点を置く。
参考となるわが国の事例	<ul style="list-style-type: none"> 治水経済調査 水害リスク (米国:洪水保険制度) 	<ul style="list-style-type: none"> 浸水区域・浸水深予報(水防法) 浸水想定区域内の災害時要援護者が主に利用する施設への洪水予報(水防法) 動く洪水ハザードマップ 	<ul style="list-style-type: none"> 地域振興会 従来型の洪水ハザードマップ まるごと町ごとハザードマップ 洪水ハザードマップを用いた訓練 地域振興会による地域版洪水ハザードマップの作成・避難訓練(旧水沢市)

RESEARCH ON FLOOD HAZARD MAPPING FOR DEVELOPING COUNTRIES

Abstract : This research aimed to develop a mapping method for developing countries with insufficient detailed topographic data to produce effective flood hazard maps. More specifically, a method for SRTM-based inundation risk mapping was studied, proposed and finally reflected in the previously compiled “Manual for Flood Hazard Mapping for Developing Countries”. Also, the current statuses of the production and use of flood hazard maps in some developing countries were investigated by collecting information from participants of the Flood Hazard Mapping training course and the Regional Seminar on Flood Hazard Mapping. Issues for further improvement were identified after reviewing the investigation results.

Key words : flood hazard mapping, SRTM-based data, training