

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、山下英夫、オスティ ラビンドラ

【要旨】

本研究では、発展途上国における洪水ハザードマップ（以下 FHM という）の普及を促進するために、海外現地調査や研修・セミナーを通して、FHM に関する現地状況、ニーズや作成可能性を調査し、FHM の作成方法や利活用方策について検討した。その結果、FHM の作成については、多くの国で一応の段階まで進んでいるものの、いまだ住民への配布は行われていないなど、利活用の段階での課題が明らかになった。しかし、コミュニティベースで FHM 作成を行った結果、住民の防災意識が向上している例もあり、洪水被害軽減のためには必ずしも精緻な計算で作成された FHM が必要ではないことが示唆された。それらの検討結果はガイドラインの形でとりまとめた。

キーワード：洪水ハザードマップ(FHM)、コミュニティ防災、ガイドライン、SRTM データ

1. はじめに

「洪水ハザードマップ（以下 FHM という）」は、図 1-1 に示されるように、洪水リスクの地域的な分布を把握することによって、土地利用の計画的な誘導を含め、効果的な対策を講じるとともに、洪水発生時の避難を円滑に行い、被害を軽減するための有効な手段として期待される。

特に、東南アジアを始めとするアジアモンスーン地域では、毎年のように洪水が頻発し、多くの人命・資産が失われている。このような洪水被害を軽減させるためには、堤防等の洪水対策施設の整備が有効であるものの、予算や人的資源が乏しいことからそれらの整備が遅れている場合が多く、FHM のようなソフト対策を早急に講じることが有効であり、かつ必要とされている。そのためには、我が国での適用事例をベースに、異なる自

然・社会条件下で作成・活用される場合に想定される課題を解決し、円滑な普及を図るための方策が求められている。

2. 研究方法

上述の背景を受けて本研究においては、日本における FHM の作成手法や利活用方法をそのまま発展

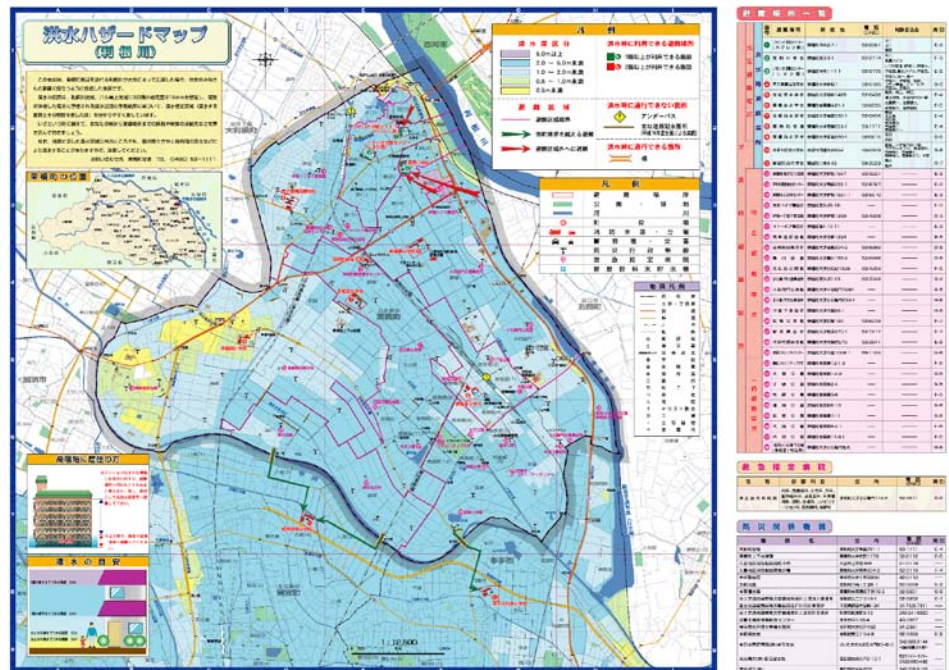


図 1-1 日本の FHM の例（埼玉県栗橋町）

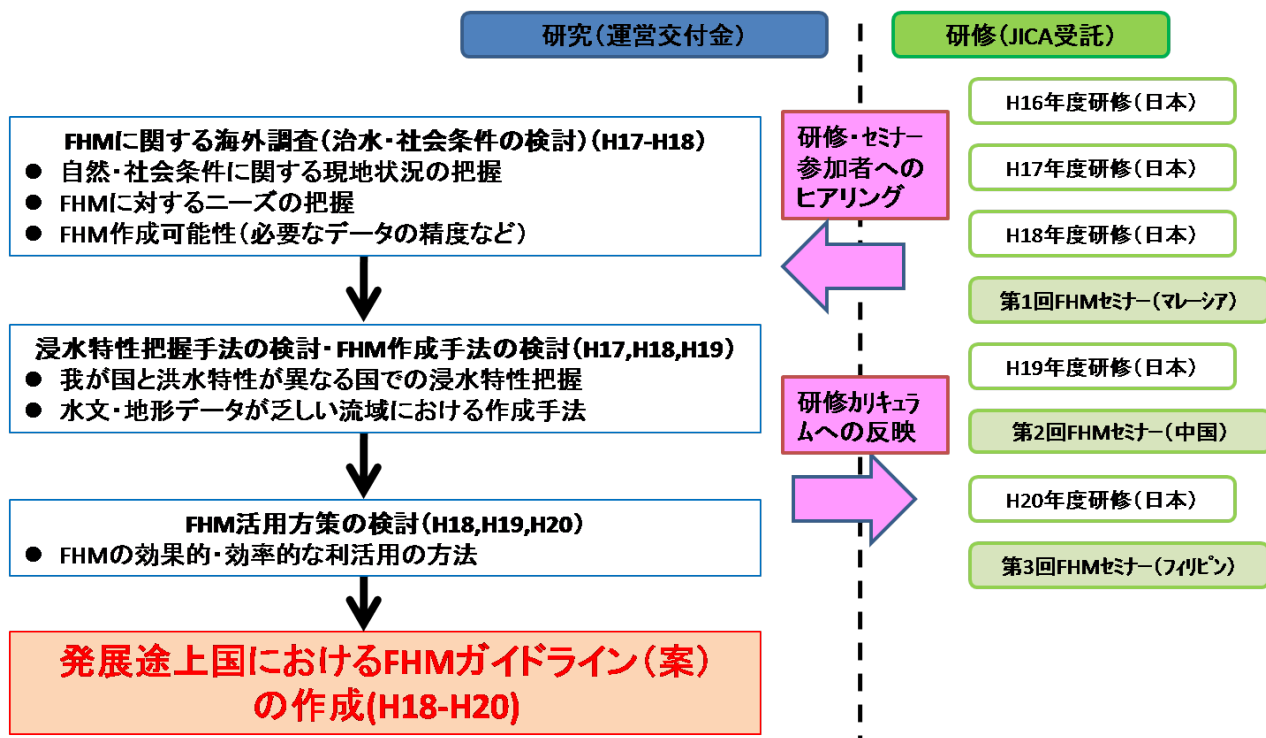


図 2-1 本研究のフロー図

途上国に適用するのではなく、その国の実情とニーズに応じた FHM の普及を図るために、JICA 研修やセミナーを通じて FHM の作成方法や利活用方法について検討を重ね、最終的にガイドラインの形でとりまとめた。

本研究の流れを図 2-1 に示す。まず、発展途上国における海外現地調査を実施して、FHM に関する現地状況、ニーズや作成可能性の概要を調査し、FHM 作成の基礎検討としての浸水特性把握手法の検討を行った。その後、別途土木研究所が現地行政官向けに H16～H20 年度に 5 回実施した JICA 研修『洪水ハザードマップ作成』や、その帰国研修員に対して過去 3 回実施した『フォローアップセミナー』を通じて、FHM に関する最新状況を把握しつつ、FHM 作成・利活用方策の検討を行った。

さらに、これらの検討の成果として、発展途上国でも活用が可能な『洪水ハザードマップガイドライン(案)』を作成した。作成されたガイドラインは、研修で培ったネットワークを通じて普及を進めつつ、さらに改良することを予定している。

3. FHM に関する海外調査

前述の通り、土木研究所では H16 年度から H20 年度まで毎年 1 回・4～5 週間の JICA 研修『洪水ハザードマップ作成』や、その帰国研修員に対して計

3 回の『フォローアップセミナー』を実施し¹⁾、これらを通じて、各国における最新の FHM に関する情報を入手するよう務めてきた。特に、H17 年度と H18 年度にかけては、実際に海外の現地を訪問し、行政担当官や住民へのヒアリングを通じて、FHM に対する現地ニーズや作成可能性などを調査した。本章では、その結果を示す。

3.1 H17 年度における海外調査結果

アジアを代表する発展途上国として、ある程度の水文・地形データの蓄積や精度が期待できるタイと、あまり期待できないカンボジアを選出し、両国における FHM の現状を調査・把握するとともに、どの程度の FHM が作成可能かを検討するために、各国の代表地域における流域情報・浸水実績・避難情報などの基礎資料を収集した。さらに、発展途上国において、FHM の作成に関しどのようなテキストを作成すれば実用的なものになるかを検討するために、国内外で刊行されている関連書籍・テキストを調査し、比較を行った。

その結果、以下の 2 点が明らかになった。

1. カンボジア、タイ両国とも、FHM に対するニーズとしては、

- 1) 適切な氾濫原管理といった政策支援ツールとしての活用、

- 2) 洪水予警報とリンクした活用、
- 3) 地域防災力向上のためのコミュニティベースでの活用、

などがある。特にタイでは、ある程度自らの技術力でマップを作成することは可能であるが、詳細な地形図等の情報が不足していたり、作成したマップの公開が難しかったりするなど活用面での課題がある。一方カンボジアでは、マップ作成のための基礎的なデータが不足しているだけでなく、マップを作成したり活用したりするためのスキルを持った人的資源の不足が課題であることが明らかになった。

2. 各国の代表地域における基礎資料の収集の結果、タイのハジャイで収集した情報からは、日本で行うような流出解析と氾濫解析による想定氾濫区域図の作成を行える可能性がある。一方、カンボジアのプルサットとプレイベンで収集した情報からは、SRTM3によるDEMを用いて、実測水位もしくは氾濫解析によって、氾濫予想図を作成する演習を行える可能性がある。

3.2 H18年度における海外調査結果

H17年度に引き続き、12月にタイとカンボジア、2月にマレーシアの現地調査を実施し、地形条件の確認を行うと共に、住民や洪水管理者、河川管理者とのディスカッションを行い、FHMの作成状況やその抱える課題、FHMに対するニーズ等について調査を行った。さらに、中国、ベトナム、タイ、カンボジア、マレーシア、インドネシア、フィリピン、ラオスの8カ国において、降雨や地形等の自然条件、社会条件、洪水被害状況を文献等から調査した。

現地調査および文献調査により、各国で程度の差こそあるものの、どの国でもFHMを作成し、広く住民に活用されるというところまでは至っていなかった。その理由は大きく以下の5つにまとめられる。

A リソース不足

通常、FHMを作成するには、ベースとなる浸水区域図（浸水実績図もしくは浸水想定区域図）を作成する必要がある。この図は過去の洪水痕跡から作成することも可能であるが、ある程度の広さを持ったエリアを網羅したり、洪水流量を設定したりする必要があることから、氾濫計算によって作成するのが一般的である。この計算を行うには対象エリアの詳細な地形データや氾濫計算のスキルが必要である

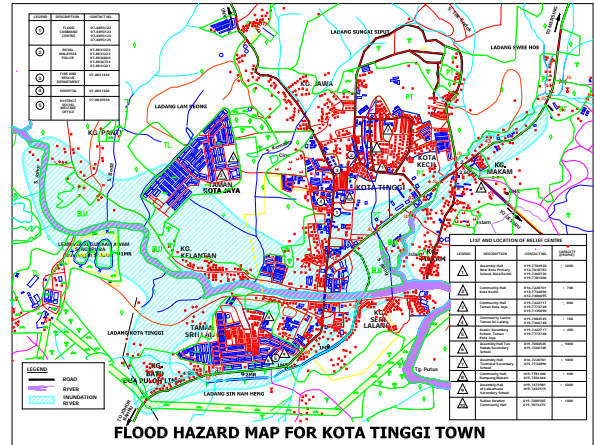


図 3-1 マレーシア, Kota Tinggi 市における FHM



写真 3-1 ピロティ形式の住居



写真 3-2 タイのハジャイにおいて洪水の中に遊んだり、漁をしたりしている人々

が、予算的な面からこれらのリソースが不十分なために、浸水想定区域図を作成することが困難である。H18年度末の段階では、調査対象国の中では、カンボジア、ラオス、インドネシア、フィリピンにおいて未だ浸水想定区域図が作成されていなかった。

B 地主や住民の反対

FHMは、地図上に危険箇所を示すリスクマップの

側面も有している。このため、FHM が公表されることにより、危険箇所地価の下落を懸念する地主等の反対がある。さらに、この様な地主は地域の有力者であることが多く、彼らの意思が政策決定に影響を与えることも少なくない。

C 洪水に対する危機意識の欠如

東南アジアの国々では、日本と比べて比較的平坦な地形が多く、気候も雨季と乾季に分かれている。そのため、洪水は毎年ほぼ決まった時期に起こり、かつ、ゆっくりと氾濫水位が上昇し、1 週間から 1 ヶ月間浸水状態が続くという洪水特性を有している地域が多い。また、このような氾濫を農業に利用している地域も多く、河川の氾濫が人々の生活にとって必要不可欠な地域もある。特にカンボジアにおいて人々は写真 3-1 に示すようなピロティ形式の住居に住んでおり、毎年床下の高さまで来る氾濫から家財道具等を守っている。逆に、氾濫水位が不十分な場合は濁水となり、農業に大きな影響をもたらす。

このような状況の中で、住民は一般的に洪水に対する恐怖心、危機意識が少ない。洪水が来てもほとんどの住民は避難せず、魚を取ったり泳いだりして遊んでいる人々すらいる (写真 3-2)。また、マレーシア灌漑排水局が行ったアンケート調査によると、洪水時に最優先で守るものとして、全体の 52% の人が自家用車を挙げており、自分の命を最優先に考えている人は 32% にとどまっていた。

D 法の未整備

日本では、2001 年、2005 年の水防法の改正により、FHM 作成・普及を法的に後押ししてきた。しかし、本調査対象国においてはこのような法律は整備されておらず、従って強制力を持って FHM の作成・普及を進めることができない。そのため、せっかくパイロットエリアで FHM を作成しても、それを公表することが出来ない、また、そのような活動が全国レベルで広がらないという状況にある。さらに、作成した洪水管理部局内で使用するものであるとの認識が強く、住民への配布・周知をあまり重視していない国が多い。

E FHM に対するニーズの違い

現地調査では、どのような FHM が望まれているかについてのインタビューも行った。その結果、多くの地域で「何時」、「どこが」、「どれ位の深さで」、

「どれ位の期間」浸水するかという情報が最も望まれており、日本ではほとんどの FHM に記載されている「避難所」や「避難路」に対するニーズは少なかった。また、FHM と併せて、洪水警報、洪水予報の充実に対する要望も高かった。

4. FHM 作成手法の検討

FHM の重要性については、既に発展途上国においてもある程度理解が進んでいると思われるが、発展途上国では FHM 作成の材料となる地形・水文データが乏しいことが FHM の作成が進まない一因となっている。

そこで本検討では、誰でも入手できる地形データを活用した浸水想定区域図の作成方法の提案を行った。

浸水区域図は図 4-1 に示すように作成の難易度や内包する情報によって大きく 3 段階に分けられる。最も作成が容易であるのは浸水実績図であり、過去の洪水時における浸水エリアとそのエリアの地形図があれば作成可能である。浸水実績図があれば危険箇所を示した上で、避難が必要なエリアをあらかじめ把握することが可能である。浸水想定区域図は河川流量、地形図から浸水状況をシミュレーションして作成したものである。よって、既往最大の洪水流量を上回る規模の洪水が起こった場合の浸水状況を示すことも可能である。また、河川流量は流域

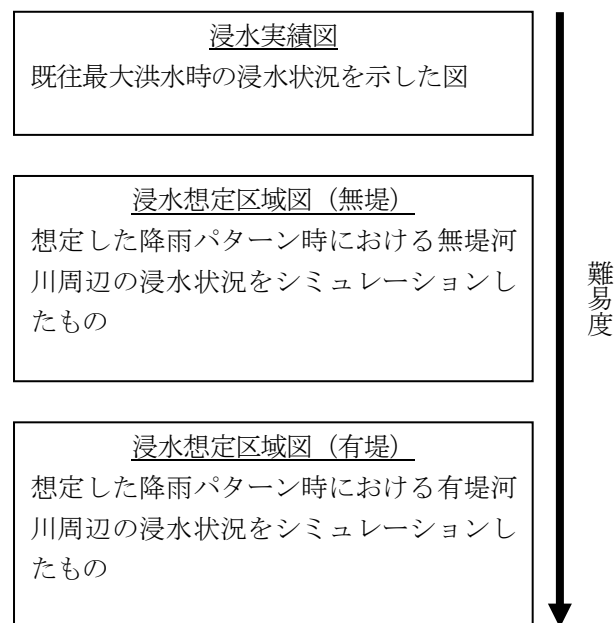


図 4-1 浸水区域図の種類と難易度

に降った雨量から計算することが可能であるため、河川の流量が増加する前に浸水状況を予測し、洪水に対する準備を行う時間を確保することができる。なお、河川に堤防がある場合は複数の破堤箇所を想定してそれらの浸水深を包絡するように設定する必要があるため、無堤の場合に比べて難易度は上がる。

4.1 H18 年度検討結果

カンボジア、中国、インドネシア、ラオス、マレーシア、フィリピン、タイ、ベトナムの 8 カ国において、FHM を作成する際に必要となる浸水区域図（洪水時に浸水する範囲と浸水深を示した図）の作成方法について検討した。

また、タイ、カンボジアにおいて 2000 年洪水時の浸水エリアと全世界で整備されている地形データ（GTOP30、SRTM）を用いて浸水実績図の作成を試みたが、地形データの解像度および精度が低いため、十分な精度の浸水実績図を得ることができなかった。

4.2 H19 年度検討結果

4.2.1 SRTM データを用いた浸水想定区域図の作成方法の提案

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 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



図 4-2 ケーススタディを行った利根川流域
検討した。(図 4-2)

4.2.2 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。

4.2.3 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 4-3 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 5x5 メッシュの範囲（2.5km 四方）、及び

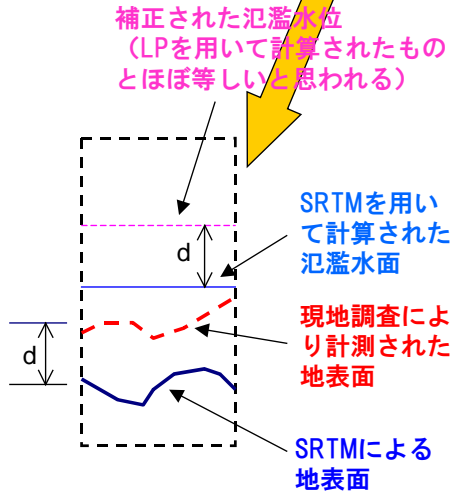
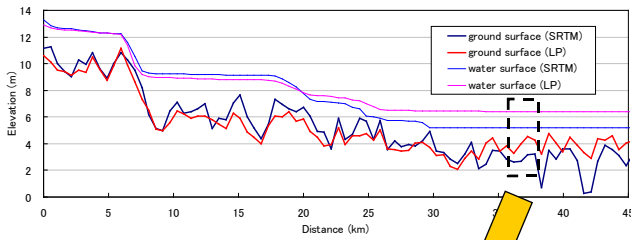


図 4-3 SRTM データを用いた浸水シミュレーションの結果の補正方法

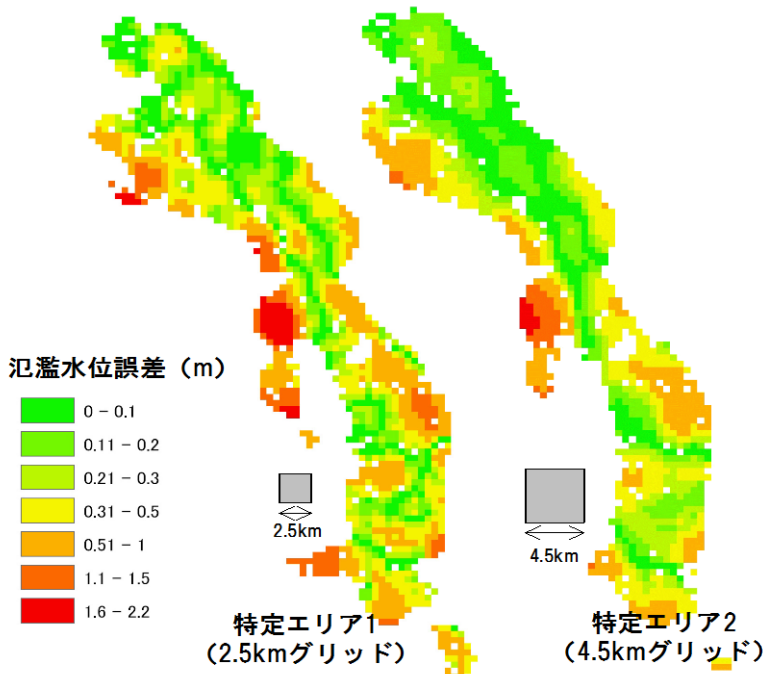


図 4-4 補正後の最大浸水深の誤差の絶対値

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。

STEP2 : 『特定エリア』毎に、SRTM データと LP データとの差 (d) を求める。

STEP3 : SRTM データと LP データとの差 (d) を SRTM データを用いて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 4-4 は、このようにして求めた補正後の最大浸水深の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 (平均値 0.068m、標準偏差 0.44) となった。

よってこの方法を用いれば、特定エリア 2 のケースでは、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、この方法では、水面勾配の急変点の地形精度が結果に大きく影響するので、他の場所での検討を実施してその特性について調べる必要がある。

また、海津ら²⁾により SRTM と自然堤防等の現地微地形分布から過去の洪水状況を復元する手法が提案されており、このような方法も解決策になり得ると考えられる。

5. FHM の利活用手法の検討

5.1 H18 年度における検討結果

3.2 でも述べたとおり、主にアジアの途上国においては、以下の 4 つの理由で FHM の利活用が進まないことが明らかになった。

A リソース不足、B 地主や住民の反対、C 洪水に対する危機意識の欠如、D 法の未整備、E FHM に対するニーズの違い

まずそもそも、住民の FHM に対するニーズがないと普及は全く期待できない。住民が求めているのは、多くの地域で「何時」、「どこが」、「どれ位の深さで」、「どれ位の期間」浸水するかという情報であり、これらの期待に FHM が応えられる必要がある。ニーズに応えられることが出来れば、法の整備も進み、地主や住民の理解も得られるはずである。

5.2 H19 年度における検討結果

H19 年度においては、「政策意思決定者」、「行政担

表 5-1 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"> 既往最大洪水時(あるいは近年の著名な洪水時)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)

当者(防災担当)および「住民」の3者の立場から FHM の活用について、整理した(表 5-1)。

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

ルとしての位置付けが必要と思われる。また、住民に対する浸水情報として重要なのは、各場所がどの程度浸水するかであるので、埼玉県栗橋町や大和根町などで行われているような「まるごとまちごとハザードマップ」のように電柱等に過去の浸水位を表示するなど³⁾、住民にわかりやすく情報を提供す

るべきである。

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。

5.3 H20年度における検討結果

5.3.1 「FHM分類一覧表」の作成

H20年度においては、これまでの検討の集大成として、まず各国におけるFHM作成に必要なデータや作成方法、利用方法の現状を整理するために、おもに作成に必要なデータの観点からFHMのレベルをタイプA～Gの7段階に分類し、「FHM分類一覧表」を作成した。それぞれのタイプのマップに必要なデータを表5-2に、それぞれのイメージ図を図5-1に示す。

5.3.2 洪水ハザードマップに関するヒアリングの実施

FHM分類一覧表をもとに、アジア各国におけるFHMの現状レベル、求められているニーズや課題を把

握するために、各国の実務者からヒアリングを行うこととし、2009年2月17日～19日にフィリピン・マニラにて、（独）国際協力機構（JICA）、フィリピン気象庁（PAGASA）と共催で「洪水ハザードマップフォローアップセミナー」を開催した。セミナーにおいては、参加者から各国におけるFHMの現状ならび課題について報告を受け、今後の各国におけるFHM推進の活動について議論を行った¹⁾。

FHM分類一覧表をもとに、各国におけるFHMの現状のレベルについて、参加者に行ったヒアリング結果を表5-3に示す。バングラデシュを除いては、既にある程度のレベルのFHMが何らかの流域で作成されている。求められるレベルについては、氾濫解析を行う必要のあるタイプFやリアルタイムで住民に情報提供するタイプGが多いものの、住民が作成可能なタイプB（標高あり、浸水深なし）や既往最大浸水深を示すのみのタイプCも必要とされていることがうかがえる結果となった。

今回のヒアリングを通じてわかったことの一つに、各国ともFHM作成に関しては、JICAなどのサポートを受けながらも一応のレベルに達していることがある。今後は、作成されたFHMをどのように活用し、洪水被害軽減に役立てていくかが課題と言える。

表5-2 「洪水ハザードマップ分類一覧表」作成に必要なデータ

洪水ハザードマップの分類 難易度レベル	地形図		過去の浸水範囲に基づく洪水ハザード		はん濫に基づく洪水ハザードマップ		
	A	B	C	D	E	F	G
マップ	地図のみのマップ	標高のみのマップ	最大浸水実績の再現マップ	複数の浸水実績の再現マップ	難易度の高いはん濫解析による浸水実績の再現マップ	難易度の高いはん濫解析による浸水予測マップ	リアルタイムでははん濫解析を行う浸水予測マップ
洪水ハザードマップの作成に必要なデータおよび任意のデータ							
I. 地形に関するデータ							
河川の位置	必要	必要	必要	必要			
主要道路の位置	必要	必要	必要	必要			
建物や家の位置	必要	必要	必要	必要			
農場の位置	任意	任意	必要	必要			
高台の位置	任意	任意	必要	必要			
標高(等高線)		必要	必要	必要			
標高(標高点)		任意	必要	必要			
II. 洪水実績に関するデータ							
過去の洪水による浸水範囲(ヒアリング調査や現地踏査、衛星画像等による)			必要		任意	任意	任意
複数の過去の洪水時における浸水範囲(ヒアリング調査や現地踏査、衛星画像等による)				必要	任意	任意	任意
複数の過去の洪水時における河川水位、流域雨量				必要	任意	任意	任意
III. はん濫解析に関するデータ							
標高(約1kmメッシュ)					必要	必要	必要
はん濫域の土地利用データ					必要	必要	必要
盛土構造物や水路等の位置や規模					任意	任意	任意
河道断面のデータ					必要	必要	必要
排水ポンプの能力					任意	任意	任意
過去の洪水時における河川水位、流域雨量					必要	必要	
IV. 計画降雨に関するデータ							
過去の洪水時における河川水位、流域雨量						必要	
流出解析モデル						必要	
V. リアルタイムで行う洪水予測に関するデータ							
リアルタイムで観測するデータ(河川水位、流域雨量等)							必要
洪水ハザードマップの使用により利用可能な検討および任意の検討							
避難場所を理解できる	利用可能	利用可能	利用可能	利用可能	利用可能	利用可能	利用可能
安全な避難経路・避難方向を理解できる	任意	利用可能	利用可能	利用可能	利用可能	利用可能	利用可能
過去の浸水範囲から効果的な避難計画を作成することができる			利用可能	利用可能	利用可能	利用可能	利用可能
過去の洪水による浸水面積や河川水位(流域雨量)の関係により上流地点における河川水位(流域雨量)から洪水規模の予測が可能であり、効果的な避難計画を作成することができる				利用可能			利用可能
予想される浸水範囲から効果的な避難計画を作成することができる						利用可能	利用可能
避難のタイミングを知ることが出来る							利用可能
はん濫流による家屋の倒壊の危険性を理解できる							利用可能
洪水が発生し続ける期間を理解できる							利用可能

赤字: 更新が必要なデータ

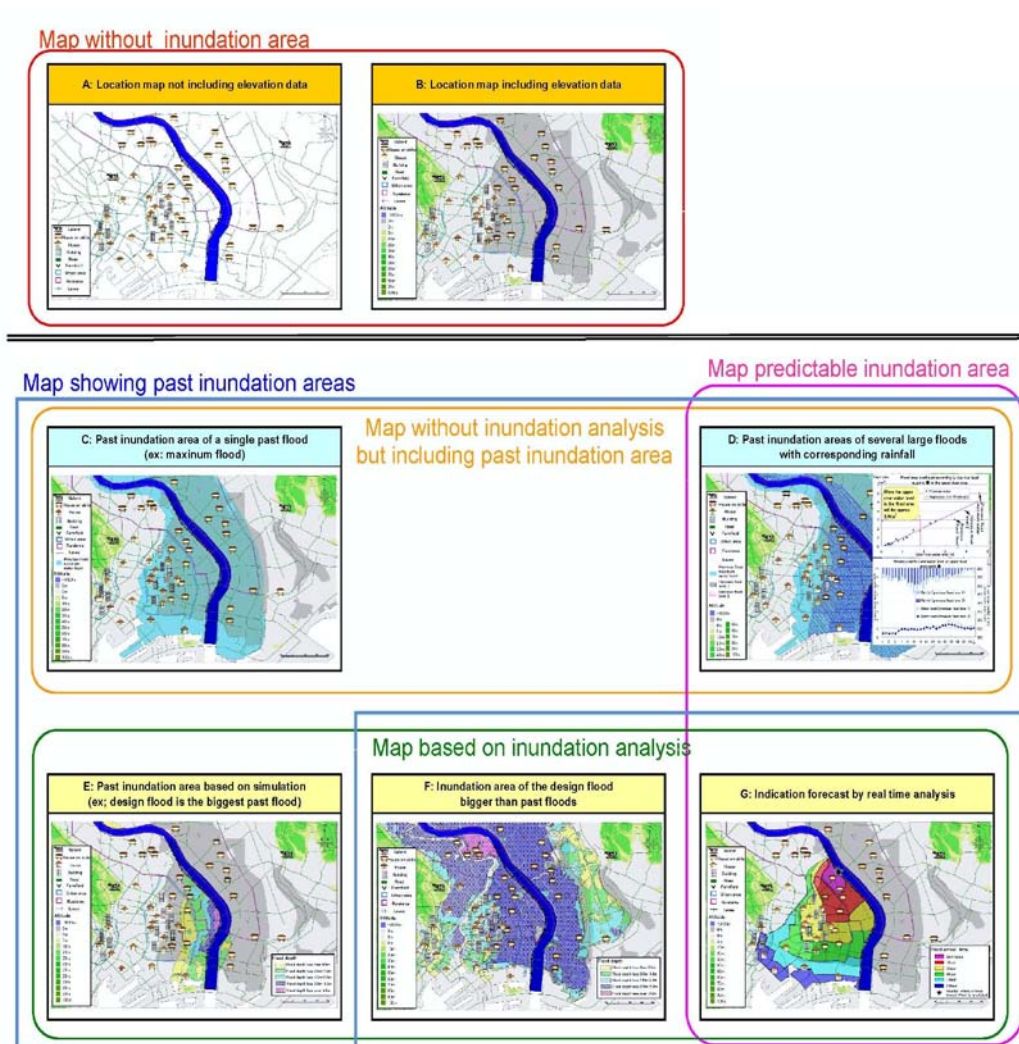


図 5-1 「洪水ハザードマップ分類一覧表」

5.3.3 FHM 活用事例集の作成

5.3.2 において実施したヒアリング結果で、FHM の「作成」に関しては、各国は一応のレベルに達していることが把握できた。しかしながら、FHM の「活用」については、FHM に関してアジアの中で先進的である中国やマレーシアにおいてさえも、一般住民に対する配布は行われておらず、もっぱら行政関係者が使用するのみになっている。そもそも、FHM の作成・配布が市町村に義務づけられている日本においてさえも、必ずしもすべての地域において FHM が効果的に利用されているわけではなく、FHM の活用は大きな課題となっている。

しかし、コミュニティベースで FHM を作成することができれば、FHM 作成の一般的手順ともいえる ①水文・地形データ収集→②氾濫シミュレーション実施→③想定浸水図作成→④住民に配布→⑤住民に説明して住民が理解する のプロセスを経ることなく、全てをほぼ同時に行うことが出来て、住民の

防災意識も格段に向上する可能性がある。第 3 回目のセミナーにおいては、現地視察として Metro Manila 南に位置する Cavite 県の Kawit 市を訪れ、JICA が主導して行ったコミュニティベースの FHM 作成活動について報告を受けた。図 5-2 はここで作成された FHM である。報告においては FHM を作成するだけでなく、作成過程でタウンウォッチングを実施し、コミュニティベースで防災意識向上に努めた活動について触れられ、かつ住民の代表者がこの活動に非常に満足し感謝している様子がうかがわれた。これらのコミュニティベースでの活動は、FHM を普及させる上で十分考慮すべき事項であり、次項で述べるガイドラインにも好事例として収録し、発展途上国の行政担当者に役立つ内容としている。

表 5-3 各国の FHM の現状

Country	Current
Bangladesh	[Entire Country] A (Medium scale), B (Large scale)
China	[City] C, D, E, F [Reservoir] F
Indonesia	[Java, Kalimantan, Sumatra Island] C [Jakarta (Ciliwung basin)] G
Lao	F (Xebangfai Basin(done), Xedone Basin, Xekong Basin (in progress))
Malaysia	[Entire Country] A, B [Entire Country up to 2000] C [Damansara catchment ready, 5 river basins expected by end of the year] F [Klang River and Muda River end of this year or next year] G
Nepal	E & F (9 basins) 1) Kawala River Basin 2) Trijuga River Basin 3) Rupandehi River Basin 4) Rapti River Basin 5) Bagwati River Basin 6) Andhi Khola River Basin 7) Rangun River Basin 8) Kankai River Basin 9) Tinau River Basin
Philippines	[Entire Country] B [Manila, Bataang Taguig, Ilo] C [Cavite, Armock, Anhelas etc.] D [Cavite, Ormo, Camaguin, Loag etc.] E
Thailand	[Entire Country] A, B [Past Flood Event Area] C [Lampang municipality] E [Nan municipality] F [Pasak basin] G
Viet Nam	A (communities), G (pilot project), C, E, F

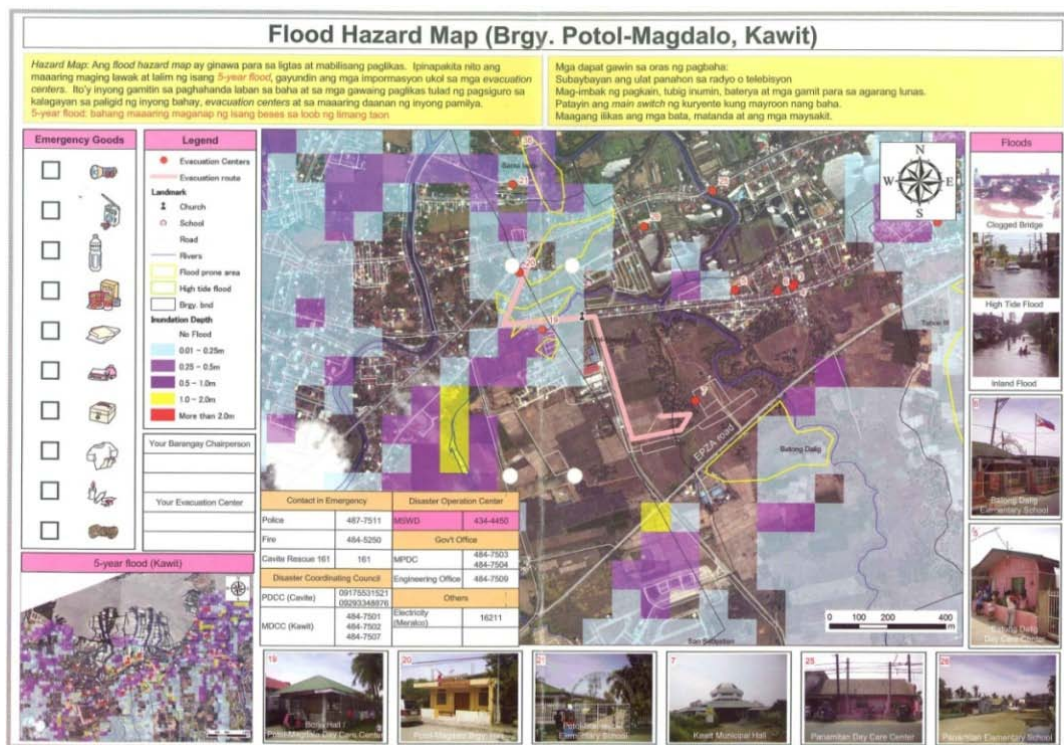


図 5-2 現地で住民とともに作成された FHM (Kawit 市 PotoI-Magdalo 地区)

6. 「洪水ハザードマップガイドライン（案）」の作成

既にICHARMでは、国土交通省河川局治水課作成の「洪水ハザードマップ作成の手引き」⁴⁾（2005年6月）を英訳した“Flood Hazard Mapping Manual”をICHARMホームページ上で公開しているが、さらにそれを押し進め、過去5回実施したJICA研修や、セミナーでのヒアリング結果も受けて、発展途上国の行政担当者などが活用出来る「洪水ハザードマップガイドライン（案）」を作成した。表6-1にその目次を示す。このガイドラインを作成する上で留意したポイントは以下の通りであるが、特にコミュニティベースでのFHMの利活用を目指したのが最大の特徴である。

本ガイドライン（案）の特徴は以下の通りである。

- 利用者は、行政担当者に限定しない。地域の防災リーダー等も含め、地域の防災活動を指導するトレーナーが利用するものとする。
- 住民がリスクを理解する際、リアリティが重要である。計画規模の洪水よりも、過去の浸水実績の方が理解されやすい。計画規模の洪水は、リスクを共有した後に「仮にもっと規模が大きい場合」として提示する際に有用である。FHMは、計画規模の洪水のシミュレーションによるものだけとせず、用途に応じて、適切なマップを用いることを記述する。
- コミュニティベースの取り組みは、住民が自らリスクを知りたいと思い、リスクを理解し、リスクを回避、さらには周囲の人を助ける方法を考えることが重要であることを記述する。
- コミュニティベースの取組は、住民だけでは進まない。適切にきっかけを作るなど行政がコミュニティの活動を活性化する支援を行うことが必要である。住民・地域・行政のそれぞれの役割を記述する。
- 和歌山県串本町大水崎地区では、津波ハザードマップの結果から住民自ら津波避難路を設置し、後に町が階段を整備している⁵⁾。この活動は後に『平成16年度防災功労者総理大臣表彰』を受賞している。洪水に限らず、このように危機感が大きい他の災害のハザードマップ活用事例についても、参考となる事例は掲載する。

表6-1 「洪水ハザードマップガイドライン（案）」目次

構成	内容
1. 基本事項	
1.1 目的	ガイドラインの目的と期待される効果
1.2 定義	「洪水ハザードマップ」と「減災」の定義
1.3 用途	ガイドラインの利用場面と利用者を記述
2.FHMを用いた減災害	
2.1 減災のプロセスとコミュニティ活動の重要性	減災対策を進めるために必要な4つのプロセスとコミュニティの関係について記述
2.2 自助・共助・公助の概念	自助・共助・公助の概念が生まれた経緯と、それぞれの内容、連携の重要性を記述
2.3 個人・地域・行政の役割	自助・共助・公助と関連させて、個人・地域・行政のそれぞれの役割を記述
2.4 FHMの役割	減災対策を進める上でのFHMの役割を記述
2.5 FHMの種類	データの整備状況に応じた7種類のFHMの分類とそれぞれの特徴・利用方法について記述
3.FHMを用いた減災の取組み（具体例を記載）	
4.FHMの作成方法	
4.1 浸水想定区域の把握方法	痕跡水位を用いた浸水想定区域図の推定方法を記述
4.2 FHMに記載する情報	FHMに記載する情報の種類と、浸水情報、避難情報、生活関連情報について留意点を記述

7. まとめ

本研究においては、発展途上国における洪水被害軽減を目指すために、まず海外現地調査を実施して、FHMに関する現地状況、ニーズや作成可能性の概要を調査し、FHM作成の基礎検討としての浸水特性把握手法の検討を行った。その後、研修やセミナーの機会を利用してFHMに関する最新状況を把握しつつ、FHM作成・利活用方策の検討を行った。

さらに、これらの検討の成果として、発展途上国でも活用が可能な『洪水ハザードマップガイドライン（案）』を作成した。

7.1 本研究の成果

本研究で得られた成果は以下のようになる。

まず、FHMに対するニーズについては、3.2で述べたように、

- 調査対象国においては日本で広く普及しているような、避難情報に重点を置いたFHMに対するニーズは低く、自分の家の周りの浸水状況を把握するための洪水予報や洪水予想とセットになった形でのマップへのニーズが高い
- 前述のような洪水特性により避難に対するインセンティブが働かないことに加え、避難中の

生活や盗難から財産を守るために、自分の家にいたほうが有利と考えている住民が多い

- 洪水時は家財道具や家畜等の財産を2階部分や高所に移動させなければならず、そのために浸水状況の情報が洪水予報や洪水予想として必要とされている

しかし、普段は氾濫水位の上昇が遅い場所でも、降雨の状況によっては急激に水位上昇が起こる場合もあり、そのような人命に関わる危険を住民に認識させるためにも、FHMは活用されるべきである。

次に、FHMの作成については、

- 各国で作成可能なFHMのレベルや目標レベルについて都市や流域ごとに異なる
- 発展途上国においても（都市や流域によるが）、氾濫計算技術やGISソフトを扱う技術を要するマップレベルについても作成可能と回答しており、これらの技術を持ち合わせている

実際にFHMを作成、普及していくにあたり、マップを作成すること自体は技術的な問題であり、今回調査を行った国においてもそれほど難しい課題ではないと思われる。事実、いくつかの国においてはすでにFHMが作成されている。ただし、住民のニーズを正確に汲み取り、住民にとって本当に必要な情報を載せた形のマップを作成し、広く住民に普及させるというところまでは至っていない。これは各国、各地域固有の社会的な問題を多く含んだ課題であり、日本での事例をそのまま参考にすることは出来ないと思われる。

7.2 今後の課題

日本においては、国が浸水想定区域図を作成し、それを元に各市町村が必要な情報を載せてFHMを作成し、住民に配布する、といった方法を取っている。このようなトップダウン方式ではマップの作成が効率的に進む他、全国各地で作成されるマップの質がほぼ均質になるという利点を持つが、一方でそれぞれ異なる特性、ニーズが存在する地域において必ずしも地域の実情を踏まえた効果的なマップにならない可能性がある他、マップの存在と有効性を広く住民に知ってもらうという普及段階で多大な労力が必要となる。また、せっかくマップを作成しても地主等の反対により公表できないといった事態も起こり得る。さらに、この方式を実施するには各洪水浸水区域において想定浸水区域図を作成するためのリソースが確保されていることが条件と

なる。

それに対して、フィリピンで試みられている方法、すなわち、洪水ハザードマップの作成開始段階から住民との話し合いを通して、ニーズの汲み取りや必要な情報を得ながら、住民と共にマップを作成していくという住民参加方式では、マップの作成と普及を同時に進めていくことができるという利点がある。

我が国においても、自主防災組織が中心となって、市町村から配布されたFHMをもとに住民自らがタウンウォッチングを行って防災マップを作成したり（岩手県奥州市）、自主的に避難路を整備したりしている事例（和歌山県串本町）などが見られる。これらの活動は、マップの作成と普及を同時に行えるだけではなく、防災意識の向上や普段のコミュニティにおける強固な『絆』の醸成につながるなど、時間はかかるかも知れないがまさに一石多鳥とも言える活動である。また、十分なリソースがなくてもマップの作成が可能であり、特にリソースの限られている発展途上国において有効な方式になり得ると思われる。

これら2つの方法を国や地域の状況に合わせて選択したり、もしくは組み合わせたりして実施することにより各国においてFHMの作成・普及がより促進されるものと考えられる。

参考文献

- 1) 田中茂信、栗林大輔：土木研究所資料第4137号「JICA研修「洪水ハザードマップ作成」実施報告書」、2009年3月
- 2) 海津正倫、平松孝晋、Charlchai TANAVUD：SRTMデータおよびGISを用いたタイ南部ハジャイ平野の微地形と洪水に関する研究、地形、第27巻第2号、pp.205-219、2006
- 3) 国土交通省利根川上流河川事務所ホームページ (<http://www.ktr.mlit.go.jp/tonejo/bousai/machigoto/index.htm>)
- 4) 国土交通省河川局治水課「洪水ハザードマップ作成の手引き」、2005年6月
- 5) 田中茂信、栗林大輔、ディナルイスティアント：土木研究所資料第4113号「UN/ISDR総合津波防災研修」研修実施報告書」、2008年11月

[Abstract]

Abstract : In this research, we examined more efficient, effective methods for the production and use of flood hazard maps (FHMs) to promote their use in developing countries. To this end, we investigated various aspects related to FHMs, including their current production and use, local needs, and local mapping capability, by collecting information through overseas field investigations and participants of flood hazard mapping training and seminars. After the investigation, we identified problems in the promotion of the use, rather than production, of FHMs. Many of the developing countries investigated for this research showed a reasonable level of progress in the production of FHMs, but were not able to distribute them to the public yet. In the meantime, we found some cases in which community-based flood hazard mapping improved public awareness toward disaster preparedness. Those cases indicated that to reduce flood disaster damage, FHMs did not necessarily have to be based on elaborated simulation data. We finally developed a guideline for the production and use of FHMs based on such research results.

Key words : Flood hazard mapping, Community Disaster Management, Guideline, SRTM Data