

◆ 報 文 ◆

東・東南アジア地域における洪水ハザードマップ作成の
現状と課題

時岡利和* オスティ ラビンドラ** 田中茂信***

1. はじめに

洪水ハザードマップは、対象とするエリアの浸水想定区域及び想定される水深を表示した図面に、洪水予報等の伝達方法、避難場所その他洪水時の円滑かつ迅速な避難の確保を図るための必要な事項などを記載したマップ、というのが日本における一般的な定義である¹⁾。

日本においては、全国各地で毎年のように発生している氾濫被害を減少させるため、治水施設の整備が進められてきているが、想定を上回る洪水が発生した場合や、治水施設が整備途上や未整備の場合には被害を十分に防ぐことができず、また、その整備には長い年月を要する状況にある。そこで、万が一堤防の越水による洪水氾濫等が生じた場合でも、被害をできるだけ少なくするため、事前に地域住民に対して河川の氾濫や避難方法等に関する情報を提供するというソフト面での対策が重要である。そのために洪水予報河川に指定された箇所において、洪水ハザードマップを作成することが2005年の水防法改正で義務付けられ、2005年9月30日の時点で496の市町村で洪水ハザードマップが作成されている¹⁾。

一方、東・東南アジアをはじめとする発展途上国においても、毎年のように発生する洪水被害は深刻なものであり、早急な対策が求められている。しかし、予算・人的資源共に先進国に比べて不十分な国においては大規模な治水施設を早急に整備することは難しく、洪水ハザードマップをはじめとするソフト面での被害軽減対策に期待が高まっているが、順調に進んでいるとは言い難い状況である。

そこで土木研究所水災害・リスクマネジメント国際センター (ICHARM) では、2005年度、2006年度に東・東南アジア各国の洪水ハザードマップの現状について文献調査等を行い、これをふまえてカンボジアとタイで現地調査および現地スタッ

フへのインタビューを通じて、タイ・カンボジアを中心とした東・東南アジア諸国の洪水ハザードマップ作成の現状と課題について調査、検討を行った。本稿ではその結果を報告したい。

2. 自然・社会条件と洪水被害

2.1 タイ国の現状

図-1にタイの地形図を示す。図から明らかなように、タイには山地、平原、半島および島といったバラエティに富んだ地形的要素が含まれている。

タイの気候は熱帯性気候に属しており、南東モンスーンと北東モンスーンという2つの季節風に大きく影響されている。北東モンスーンが卓越する10月中旬から2月中旬は、乾燥した比較的涼しい季節である。南東モンスーンが卓越する5月中旬から9月中旬は、湿潤な季節である。こうしたモンスーンに影響される気候に加え、タイは熱帯性暴風雨の影響を受ける。南シナ海で発生する台風が主たるものであるが、西太平洋、タイ湾、アンダマン海で発生するものもある。

年間降水量はタイ中央部から北東部にかけて概ね1,000mm～1,500mm程度であるが、南部半島部のミャンマーとの国境付近、東部のラオス、ベトナム国境付近では3,000mm程度に達する地域もある。

経済的には、1967年に東南アジア諸国連合 (ASEAN) に加盟、1989年にアジア太平洋経済協力会議 (APEC) にそれぞれ結成時から加盟し、1980年代より日本や欧米各国の大企業の進出を背景とした高度経済成長が始まった。1997年に始まったアジア通貨危機により経済は一時的に停滞したものの、その後急激な回復を見せ、現在では東南アジアにおける代表的な工業国としての立場を保ち続けている (2005年時点、GDPで世界第34位)。

タイにおける1980年から2000年における災害別被害特性 (単位については、この20年間の年平均件数、人口を示す) をまとめたものを表-1に示す。洪水 (内水・外水氾濫による鉄砲水、浸水)

Current Situation and Issue of Flood Hazard Mapping in the Developing Country



図-1 タイとカンボジアの地形図

が最も頻度が高く (1.33 件/年)、熱帯性暴風雨 (熱帯低気圧に起因する強風、落雷、豪雨) (0.71 件/年)、干ばつ (0.14 件/年) が続く。災害にさらされる人口は熱帯性暴風雨が最も多いが、死者数は洪水によるものが最も多く、洪水に対する相対的脆弱性が最も高くなっている。

2.2 カンボジアの現状

図-1にカンボジアの地形図を示す。南東部の山地からタイ湾に向かって流れ出るわずかな小流域を除けば、国土の大半がメコン河とその支川流域であるトンレサップ湖へ流入する流域で占められている。メコン河の氾濫原とトンレサップ湖周辺は潜在的にメコン河の氾濫の影響を受ける低平地である。トンレサップ湖は雨季の初期にはメコン河の流れが逆流してメコン河の流れを貯留する働きがある。このため、雨季の面積は乾季の面積の3倍以上になり、「伸縮する湖」として知られている。国土のほぼ東半分とトンレサップ湖の北側の流域の流域平均勾配は概ね $1/60$ 以下と比較的平坦な流域となっているが、トンレサップ湖の南側から国土南西部にかけては、標高1,000～1,500m程度の山地が存在する。

カンボジアの気候は熱帯性モンスーン気候に属し、5～11月が雨季、12～4月が乾季となっている。9～10月には月間降水量が250mmにも上り、この頃に毎年水位が高くなる。乾季の間は、雨がほとんど降らず、最も少ない1月には月間降水量が10mm程度となる。

表-1 タイにおける災害別被害特性

	災害発生件数 [件/年]	死者数 [死者数/年]	災害にさらされる人口 [人/年]	相対的脆弱性 [死者数/百万人]
干ばつ	0.14	0	2,888,838	0
地震	×	×	×	×
洪水	1.33	78.5	7,436,253	10.6
熱帯性暴風雨	0.71	30.2	12,739,238	2.4

表-2 カンボジアにおける災害別被害特性

	災害発生件数 [件/年]	死者数 [死者数/年]	災害にさらされる人口 [人/年]	相対的脆弱性 [死者数/百万人]
干ばつ	0.05	0	674,400	0
地震	×	×	×	×
洪水	0.29	48.5	1,986,049	24.4
熱帯性暴風雨	×	×	×	×

経済的には、1970年頃～1990年の間、ベトナムも介入した内戦が続き、国内で当時の人口のおよそ三分の一にあたる200万人とも言われる人々が犠牲となった。その後、国連の介入で内戦が収束し、1993年に新憲法が制定され、現在に至っているが、GDPで世界第131位 (2005年時点) とタイと比べて未だ発展途上にあると言える。

カンボジアにおける1980年から2000年における災害別被害特性をまとめたものを表-2に示す。カンボジアでは、洪水が最も頻度が多く (0.29 件/年)、多くの死者数 (48.5 人/年) をもたらす災害となっていることがわかる。特に、2000年に起こった洪水は近年最も被害が大きく、死者数は347人にも上った。図-2に2000年洪水時の浸水エリアと主要都市を示す。

3. 洪水ハザードマップ作成の現状と課題

3.1 タイ国における現状

タイにおいては、行政機関が洪水ハザードマップを作成・配布している事例はまだ無い。ただ、1986年から1998年にかけて独立行政法人国際協力機構 (JICA) がチャオプラヤ川流域で2度調査を行い、浸水実績図を作成している^{2), 3)}。また、Supharatid (2006) らによりウタパオ (utapao) 川流域ハジャイ (Hatyai) 市において洪水氾濫シミュレーションによる浸水予想図が作成されている^{4), 5)}。これら公開されている事例はすべて外国の機関、資金によるものであるが、2006年12月



図-2 2000年洪水時の浸水エリア



図-3 タイ、ランバン (Lampang) 県における洪水ハザードマップ

の時点で、バンコクにある王立灌漑局 (RID) やハジャイにある同局16番オフィスでは、シミュレーションによる想定氾濫区域図および洪水ハザードマップの試作版 (図-3) が作成されている。しかし、このマップを公表し、それを住民に普及させるには至っていないのが現状である。

タイにおいて洪水ハザードマップの作成・普及が進まないのは、主に下記の3つの理由によるものである。

①住民の危機意識不足

タイにおける洪水は、ほとんどの場合水位はゆっくりと上昇するため、交通や人々の資産にはダメージがあるものの、人的被害は少ない。また、人々の資産についても、家の2階等に荷物を運ぶ時間が十分にあるため、それほど深刻な問題にならない場合が多い。つまり、人々は洪水中に避難することはほとんど考えておらず、洪水を災害として認識していない人も多い。よって、日本で一般的



写真-1 タイのハジャイ (Hatyai) において洪水中に遊んだり、漁をしている人々

に普及しているような急激な氾濫水位の上昇を想定した洪水ハザードマップとはニーズが異なる。実際、2005年12月にタイのハジャイに調査訪問した際、まさに洪水中であったが、人々は避難するどころか魚を取ったり、泳いだりして洪水を楽しんでいる面もあるのを目にした (写真-1)。

しかし、急激に水位が上昇するような洪水のケースもあり、2000年にハジャイで起こった洪水では夜間の急激な増水により、約30名が死亡した。

②地主 (富裕者層) の反対

タイでは、ハザードマップの公表により、地価の下落を懸念する土地所有者 (富裕者層) の反対が大きい。しかも、政策決定者にそういった富裕者層が多いことから、洪水ハザードマップを公表することが出来ないという意見もあった。

③各組織の連携不足

タイでは、水資源局、灌漑局、気象局、災害予防軽減局等が洪水対策に関わっているが、各組織の役割分担や責任の所在が明確になっておらず、責任と使命感を持って洪水ハザードマップ作成を進める者がいない状況にある。

3.2 カンボジアにおける現状

カンボジアでは、洪水ハザードマップを作成・配布している事例はまだ無く、洪水ハザードマップを作成する材料となる想定氾濫区域図も作成されていない。2000年の洪水後に、浸水実績図 (写真-2) が作成されているが、大雑把なものであり、目的も農業開発のためであった。ただ、現在プノンペン下流メコン河左岸のプレイベンをモデル地区とし、浸水想定区域図を作成するプロジェクトが進行中である。

カンボジアは前述のタイと比べてもハザードマップの作成・普及の面で非常に遅れているが、その



写真-2 カンボジアにおける浸水実績図

理由として以下のことが考えられる。

①洪水特性および住民の意識

カンボジアの洪水はメコン河およびトンレサップ湖の水位上昇により起こるが、これは雨季に必ず起こるイベントであり、灌漑の面からは必要不可欠な、むしろ洪水による「便益」がもたらされている。この水位上昇が不十分だと渇水となり、上昇しすぎると洪水となる。そのため、人々はピロティ形式の増水中でも床上に浸水しない住居(写真-3)に住んでいる。首都プノンペンの中心部等ごく一部の地域は堤防に守られているが、氾濫原にある他の地域はほぼすべてこのような形式の住居であり、洪水時は、避難という行動をとることはない。というのも、カンボジアの洪水はその特性上、約1ヶ月続くため、避難先での生活や避難中の盗難等を最も心配しているからである。

このような洪水特性、および人々の意識を考慮すると、日本で普及しているような洪水ハザードマップをそのまま作成しても効果的でなく、住民の生活実態や利水面も考慮したハザードマップが必要である。

③データ不足

洪水ハザードマップを作成するにはその材料となる浸水実績図もしくは浸水想定区域図を作成しなければならないが、日本と異なり洪水期間が長



写真-3 ピロティ形式の住居

い国においては、様々な浸水深での浸水実績図が必要と考えられる。また、その様な浸水実績図が存在しない場合には、氾濫計算等により浸水想定区域図を作成する必要がある。しかし、カンボジアにおいては、前述(写真-2)のもの以外では浸水実績図はほとんど存在せず、氾濫計算を行うための詳細な地形図も存在しないため、洪水ハザードマップ作成の大きな制約条件となっている。

④技術・能力不足

洪水ハザードマップを作成するためには、作図のためのGIS(地理情報システム)や氾濫解析の技術および、洪水時の河川流量を評価するための水文学の知識が必要となるが、それらの知識、技術を持つ人材が不足している。

3.3 他の国における現状

ここで、文献調査等に基づく、他の国の状況についても簡単に整理しておく。

・中国

2005年にOSFCDRH(Office of State Flood Control and Drought Relief Headquarters)により洪水ハザードマップ作成ガイドライン(案)が作成された他、12河川、8市街地、6貯水池、9遊水池が洪水ハザードマップパイロットサイトとして選定され、ファンダンフ(Huangdunhu)湖における洪水ハザードマップ(図-4)をはじめ、いくつかのサイトで洪水ハザードマップが作成されている。ただ、これらマップはまだ公表されるには至っていない。今後の課題は、ハザードマップ作成・公表のための法整備と、より正確なデータの収集、洪水ハザードマップの住民への周知等である。

・フィリピン

洪水ハザードマップおよび浸水想定区域図は



図-4 中国、ファンダンフ
(Huangdun湖における洪水ハザードマップ)

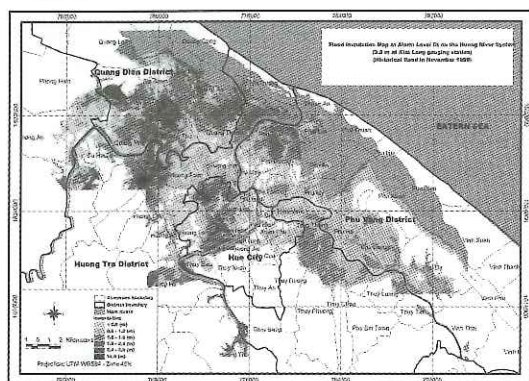


図-5 ベトナム、タ・ティエン・フェ (Thua Thien Hua) 省における想定浸水区域図

作成されていないが、住民へのインタビューや現地調査、コミュニティとの話し合い等を通して、住民と共に洪水ハザードマップ作成を試みている（Community Based Flood Hazard Mappingと呼ばれている）。ここで作成されている洪水ハザードマップは手書きのものが多く、本格的なマップ作成のためのデータ収集やGIS、氾濫解析の知識や技術の習得が課題であるが、住民と共にハザードマップ作成・改善を進めていることから、マップの住民への認知度はすでに高い水準に達していると考えられる。

また、フィリピンでは台風による暴風雨、地滑り、土砂崩れなどの災害が多く、浸水想定区域図が基本となる従来の洪水災害のみを想定したハザードマップは適応しにくい側面もあり、複数の災害を複合的に考慮に入れたマルチハザードマップの作成が必要とされている。

・ベトナム

洪水ハザードマップはまだ作成されていない

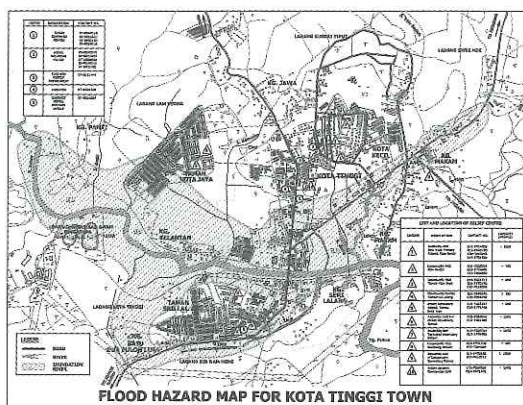


図-6 マレーシア、コタ・ティンギ (Kota Tinggi) 市における洪水ハザードマップ

が、タ・ティエン・フエ (Thua Thien Hues) 省において浸水想定区域図が作成されている (図-5)。しかし、この図はまだシミュレーション計算の結果を表示したに過ぎず、精度の向上と効果的な洪水ハザードマップ作成が課題である。

・インドネシア

洪水ハザードマップおよび浸水想定区域図は作成されておらず、ジャカルタにおいて過去の洪水記録を基に浸水域と浸水深を示した浸水傾向エリア図が作成されている。洪水ハザードマップを作成するための詳細な地形図の取得、および住民の意識向上が課題である。

・ラオス

洪水ハザードマップおよび浸水想定区域図は作成されておらず、データ収集、知識、技術の習得、住民の意識向上が課題である。

・マレーシア

ムアラ (Muar)、バトゥ・パハット (Batu Pahad)、コタ・ティンギ (Kota Tinggi) において浸水実績図および浸水想定区域図が作成されている他、コタ・ティンギにおいて浸水実績図をベースにした洪水ハザードマップが作成されている (図-6)。これに加え、住民とのインタビューや話し合いを通じて、住民、地方自治体、政府が一体となって洪水ハザードマップ作成を進めている。しかし、作成されている浸水想定区域図や洪水ハザードマップの精度は低く、より詳細なデータの収集や知識、技術の習得が課題である。ただ、フィリピンと同様、洪水ハザードマップの住民への認知度はすでに高い水準に達しているようである。

4. 考察

一口に東・東南アジアの国々といっても、洪水ハザードマップのニーズや作成の現状は国によって様々であり、中国、マレーシアやタイのようにすでに洪水ハザードマップの試作版が作成されている国もあれば、カンボジア、ラオスのように未だ必要なデータ収集すら不十分な国もある。しかし、いずれの国においても住民にとって効果的な洪水ハザードマップを作成し、広く住民に普及させるには至っていない。これらの国々の抱える課題を整理すると、大きく分けて以下の2つに分類される。

- ①洪水ハザードマップを作成するための地形データ等の基礎データが存在しない、もしくは限られた場所にしか存在しない。また、浸水想定区域図作成のための知識、技術が不十分。
- ②住民の洪水に対する認識が希薄で洪水ハザードマップに対するニーズが不明確。

①の課題については、研修等により洪水ハザードマップ作成のための知識や技術を修得した人材を育てると共に、費用のかかる現地測量に代わり、人工衛星等によって取得された地形データを使用することによって詳細な浸水想定区域図の作成が可能になると思われる。

②の課題については、マレーシアやフィリピンが実施しているように、住民と一体となったプロジェクトを進めることによって真に住民が必要としている洪水ハザードマップの作成につながることが期待される。

しかし、前述のように、それぞれの国で必要とされている洪水ハザードマップは大きく異なり、避難することを考えない住民、ハザードマップの公表に反対する地主、ハザードマップどころか普通の地図すら作成されていない地域等、解決すべ

き課題は多い。自然条件、社会条件、洪水特性、住民の考え方が異なる各国において効果的な洪水ハザードマップを作成・普及を進めるには、他の国の成功事例等を参考にしながら、それぞれの国の実情に応じたマップを住民と話し合いながら作成していくことが重要である。

今回得られた結果を元に、ICHARMでは各国の現状に応じた洪水ハザードマップ作成・普及方法の具体案を検討していく予定である。

参考文献

- 1) 河川局ホームページ、防災の知識
(<http://www.mlit.go.jp/river/saigai/tisiki/syozaiti/index.html>)
- 2) 国際協力事業団：タイ国チャオピア川洪水予報システム計画調査、1987
- 3) 国際協力事業団：タイ国チャオブラヤ川流域洪水対策総合計画調査、最終報告書、1998
- 4) S.Supharatid: The Hat Yai 2000 flood: the worst flood in Thai History, Hydrol. Process, 20, pp.307-318, 2006
- 5) National Disasters Research Center, Rangsit University, Hatyai Simulation 2000
(<http://www.rsu.ac.th/engineer/NDRC/hatyai/hatyai.html>)

時岡利和*



独立行政法人土木研究所水災害・リスクマネジメント国際センター水災害研究グループ国際普及チーム研究員
Toshikazu TOKIOKA

オスティ ラビンドラ**



独立行政法人土木研究所水災害・リスクマネジメント国際センター水災害研究グループ国際普及チーム専門研究員
Rabindora OSTI

田中茂信***



独立行政法人土木研究所水災害・リスクマネジメント国際センター水災害研究グループ国際普及チーム上席研究員
Shigenobu TANAKA