

大規模水災害の減災に向けて

－低頻度大規模水災害への対応－

田中茂信*

1. はじめに

昨年、国内では、新燃岳の噴火、東日本大震災、新潟・福島豪雨、紀伊半島大水害などが発生し、国外では、ブラジル、オーストラリア、南アフリカ、スリランカ、米国ミシシッピ川、中国、パキスタンおよびタイで大規模な洪水が発生した。特にタイでの洪水は、日系企業の多くが工場の操業を停止するなど、連日マスメディアで報じられた。この災害は夏前からの大雨を含む長雨によるもので、その影響は非常に大規模かつ長期間にわたるものであった。土木研究所水災害・リスクマネジメント国際センター (ICHARM) はこの災害の実態を調査するため、11月に二度調査団を派遣した。この災害の詳細については別の機会にゆずるが本文の趣旨に最も近い災害の一つでもあるので後ほど概要を紹介する。

2. 災害復旧制度

我が国は多様な自然災害が頻繁に発生しており、それによる公共土木施設の破壊もおびただしい。1951年に制定された「公共土木施設災害復旧事業費国庫負担法」は災害にかかった公共土木施設を主に原形に復旧することを目的とした法律である。災害復旧事業は原則として被災前と同じ機能に戻すことが基本であるが、原形復旧では災害防止効果が限定される場合があり、未被災箇所も含む一連区間について再度災害の防止と安全度の向上を図るために、改良して復旧を行う改良復旧事業がある。被災した場合に原形に復旧するのに比べ被災外力対応の改良を行うのでは随分異なる結果となる。

災害を引き起こす外力が定常である場合、その外力規模が更新される、すなわち、これまでの記録を塗り替える頻度は理論的に示される。観測期間を n とするとき、記録が更新される回数（最初の記録も更新回数に数える）は次式で表される¹⁾。

$$1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \dots + \frac{1}{n} \approx \log n + \gamma \quad \text{式 (1)}$$

ここに、 γ はオイラーの定数で約0.5772である。式 (1) の値を観測期間に対してプロットすると次のようなグラフになる。

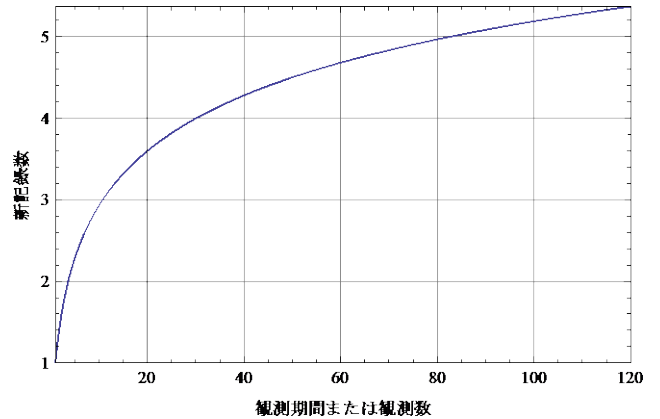


図-1 観測期間と新記録の関係

この図から短い観測期間の資料に基づいて計画・設計された施設が被災した場合は原形復旧ではなく被災外力またはもう少し大きめの外力を対象に計画・設計することが望ましい事がわかる。独立行政法人国際協力機構 (JICA) は途上国での災害復旧の支援に “Build Back Better” (まえよりいいものをつくる) の方針を取り入れている。

3. カードゲームのリスクと災害のリスク

クリスマスや正月には家族や友人と一緒にカードゲームなどを楽しんだ人も多いことと思う。よくあるトランプゲームにババ抜きやナポレオンがある。これらのゲームは必ず終わりがやってくる。ゲームのはじめの方では配られたカードの多くは各参加者が持っており、誰がどんなカードを持っているかわからないが、終盤に近づくにつれ、鍵となるカードの存在がおおむね予想できるようになる。そして、参加者のだれかが負けることになる。これをリスクと考えれば必ず一定のリスクがあり、自分も含め身近な誰かが負けることになる。したがって、ゲームの終盤は盛り上がることになる。一方、自然災害の場合は少し異なる。毎年のようにどこかで災害が起こっているが、年の暮れまでに決まった数の災害がすべて出尽くしてしまうというものではない。一般には災害なしに雨の多いシーズンが終わると災害に

あった地域もあわなかった地域もしばらくは大雨を気にしなくてもよくなる。災害がカードゲームのように起こるのであればそれなりに構えて備えるであろうが、我が国のように一定レベルの災害対策の施設整備ができていたところでは災害の頻度が少なく、いつでも災害に遭遇する可能性があるという意識を醸成するのが難しい。また、一つの地域に限れば、災害の発生が頻繁でないことから災害経験が蓄積されず『正常化の偏見』が働く。相当の雨が降って警報や避難勧告などが発せられているにもかかわらず、自分だけは大丈夫と思い、適切かつ迅速な避難行動がとられないことがある。災害の外力の発生時期や規模が不規則であることが人間やその社会が適切に対応するのを難しくしている。

4. 低頻度大規模水災害

一般に我々は単に災害リスクが高いところには好んで生活や活動の場を設けることはない。リスクはあるが普段の生活の利便性や得られる便益のためにリスクを承知の上で住んだり、活動の拠点を置かざるを得なくなったりしており、何らかの理由があることが多い。一般的に、毎年のように被災する劣悪な条件から脱するため、被災しない工夫を行なっている。このような営みにより、リスクは必ずしも毎回災害となって身に降り掛かることはなくなるので、災害対策が進めば進むほど災害リスクの認識が時間とともに薄らいでいくことになる。このように災害に関する意識(awareness)や備え(preparedness)が希薄になった状態で災害に対応しようとする場合、なかなか適切に対応することが困難になる。発生頻度は低いが、ひとたび発生すると甚大な被害を生じる「低頻度大規模水災害」は人間社会の災害対応能力の弱みに付け込んで襲ってくる。

5. 災害対応の役割分担：自助・共助・公助

現代社会は通常の状態では機能することが多方面から求められており、災害により企業や自治体の機能が停止または低下すると関係する部分に影響を与えることになる。また、社会活動を支えるインフラが被災した場合にはその機能を早急に復旧する必要がある。このようなことをふまえて、災害対策のかなりの部分を社会の責任としており、その役割分担を法律で規定している。我が国では1961年に制定された災害対策基本法がその法律であり、これとあわせ

て各社会資本施設に関係する法律によって施設の整備や維持を公共の財源を用いて行うように規定している。近年では予期しない災害などに遭遇しても事業を継続できるようBCP (Business Continuity Plan) が企業や組織で策定されはじめている。

大災害時に人的被害を最小限にするのは各個人の「自助」であり、隣近所やコミュニティの「共助」である。「公助」は人命を救うのにはあまり期待できないが、災害が一段落したあとの復旧や復興過程においては一番重要な役割を担っている。図-2は災害の規模と対応を分類しキーワードを示したものである。東日本大震災で大規模な津波被害を被った三陸地方は、津波災害に対してきわめて多様な取り組みをしながら備えて来たが、残念ながら、多くの市町村で考えていた規模を遥かに上回る津波により地域社会の機能を失うほどの大災害となった。2003年に「津波防災の町宣言」を決議した田老町(現宮古市)では1933年の津波の後、寄せられた義援金を基に高さ10mの津波堤防が1934年から1958年にかけて造られた。まちづくりから防災意識の啓蒙・維持までの様々なpreparednessは世界でも屈指のものと考えられていたが、残念ながら人的被害を防ぐことはできなかった。



図-2 災害の規模と対応の分類

6. 禍を転じて福と為す？

昨年9月27日から29日にかけて、国連大学および秋葉原UDXにおいて5th International Conference on Flood Management (第5回洪水管理国際会議、ICFM5) - Risk to Opportunity- が開催された。450名に及ぶ参加者の大半は国外からの参加者であり、学術論文の発表だけでなく、洪水管理に携わる実務者も多く参加していただき議論を深めた。よく

「禍を転じて福と為す」などといわれるが、ICFM5の副題はそうではなく、**risk**を知ったらそれを契機にしていずれやってくる災害に対する対策を行うことを指している。災害の規模が小さく、回復力(**resilience**)によって被害をすぐに修復することができ、あまり大きな停滞やネガティブな影響が出ない場合はよいが、**resilience**を上回る大被害を被る場合には、多くの人的被害、基幹的なインフラやライフラインの喪失など社会の回復が非常に困難な状況に陥る。東日本大震災は沿岸地域がこれまでの災害をふまえて一定規模の防災施設を備えていたにもかかわらず、多くの場所でその規模を遥かに超える外力により未曾有の災害となったものである。

7. 蓄えと備え

内村鑑三は今から100年あまり前に日本を欧米諸国に理解してもらう必要があると考え、「**REPRESENTATIVE MEN OF JAPAN**」(代表的日本人)を英語で著した²⁾。そのなかで、5人の代表的日本人の一人として二宮尊徳を挙げて紹介している。二宮金次郎は現在の神奈川県に生まれ、幼くして豪雨災害により貧しい環境に陥ったが、本人のたゆまない努力により頭角を現し、後に現在の栃木県真岡市にあって疲弊していた桜町の復興を託された。この事業に成功しただけでなく関東から東北にかけての荒廃した農村の復興にも請われて尽力し、後に「尊徳」の名を授けられた。尊徳の章の中で、「**A country without nine years' provisions is in danger; and that without three years' is no country at all.**」(9年分の蓄えがない国は危ない、3年分もない国はもはや国ではない)という中国の聖人のことばを引用し、蓄えの重要性を指摘している。**resilience**の一要素として蓄えは重要である。特に貧しい人々にとって予期しない出来事にうまく対処するには蓄えが重要である。被害を受けたときに喪失してしまうようでは蓄えの効果はなくなってしまうので、蓄えは安全な場所に確保されていなければならない。現在では蓄えは、資産や家屋、事業所、工場など社会活動の基盤となっているものも含めて考える必要がある。これらを災害時においても安全に確保することが求められることになろう。

東日本大震災を受けて4月27日に設置された「東北地方太平洋沖地震を教訓とした地震・津波対策に関する専門調査会」は中央防災会議に対し、「今後

の津波対策を構築するにあたっては、基本的に二つのレベルの波を想定する必要がある。一つは、住民避難を柱とした総合的防災対策を構築する上で想定する津波である。超長期にわたる津波堆積物調査や地殻変動の観測等をもとにして設定され、発生頻度は極めて低いものの、発生すれば甚大な被害をもたらす最大クラスの津波である。今回の東北地方太平洋沖地震による津波はこれに相当すると考えられる。もう一つは、防波堤など構造物によって津波の内陸への浸入を防ぐ海岸保全施設等の建設を行う上で想定する津波である。最大クラスの津波に比べて発生頻度は高く、津波高は低いものの大きな被害をもたらす津波である。」と報告している³⁾。

また、最大クラスの津波高への対策の考え方としては、「東北地方太平洋沖地震による津波や最大クラスの津波を想定した津波対策を構築し、住民等の生命を守ることを最優先として、どのような災害であっても行政機能、病院等の最低限必要十分な社会経済機能を維持することが必要である。このため、住民等の避難を軸に、土地利用、避難施設、防災施設などを組み合わせて、とりうる手段を尽くした総合的な津波対策の確立が必要である」としている。

国総研・建築研究所は、最大浸水深が2階軒高さ以上となる場合、平屋もしくは2階建木造建築物で残存している例は少なかったと報告している⁴⁾。すなわち、海岸保全施設などを越える津波の越流水深が4mを越える場合、背後の土地利用は非常に限定されることになる。今回の津波災害を受けて海岸保全施設の高さの見直しが行われる中で、越流した場合の現象も十分考慮される必要があるように思う。

東日本大震災の被災地域の外では、まさに今回の災害を他山の石としてリスクを認識し、災害が発生するまでに有効な対策をとらねばなるまい。東日本大震災の被災地域は中央防災会議の報告を受けたまちづくりが進められるであろうが、それ以外の地域は最大クラスの津波に襲われた場合、多くの住居や行政基幹施設、病院等が被災する可能性がある場所も少なくないと思われる。現在機能している沿岸都市を最大クラスの津波災害のリスクがあるからとすぐに対策を行なうのは容易い事ではないが、東日本大震災による1万5千人を超える犠牲者のことを考えると、「蓄え」を防護する「備え」を災害前に実施しておくことが非常に重要である。この具体的事例を示すことが災害大国日本の世界貢献でもある。

8. 2011年タイ・チャオプラヤ川の洪水災害

タイ王国は面積514千km²で人口6,544万人(2010年9月)を擁する。チャオプラヤ川は首都バンコクを河口に持ち、流域面積は160千km²である。この広さは実に日本の国土の4割強に相当する。日本一を誇る利根川の流域面積が17千km²であり、国土の4%余りであるのでいかに広大かが想像できる。

このチャオプラヤ川が2011年夏から秋にかけて未曾有の洪水となり、10月中旬には首都バンコクでの浸水についての報道があってわが国でも一時的に緊迫した雰囲気となった。11月5日時点での被害概要は以下のとおりである⁵⁾。

影響範囲	25県 316万人
人的被害	死者446、不明2(主因は溺死、一部に感電死)
農地被害	18千km ²
道路	10県の75主要高速道路が通行不可、30県の216の地方道路が使用不可
鉄道	北方方面行きの18路線が停止
空港	ドンムアン空港が閉鎖

バンコクからアユタヤ周辺にかけて7つの工業団地が被災し、日本企業447社が影響を受けた。新聞などでの報道にあるように工業団地の工場はこの地域で独立して製品を作っているわけではなく、ここで作られた部品が他の地域での生産活動に使われるなど、その影響がタイのみにとどまらず、我が国を含め世界全体に広がっている。

ICHARMは、2010年のインダス川の大洪水でユネスコの支援をした経験もあったので、今回のタイの洪水氾濫のシミュレーションに着手し、10月21日に国土交通省とともに11月末時点までの氾濫範囲の予想を記者発表した。この洪水は、非常に現象が緩やかで、まだ浸水範囲が首都バンコクに向かって移動していて、洪水氾濫リスクが注目されていた。その予測次第では対応が異なるので、バンコクからアユタヤ付近に点在する工業団地の浸水がいつ頃まで続くかということも企業の管理者にとっては気になるところでもあった。

この発表後、NHKをはじめ多くのテレビ番組でICHARMの氾濫シミュレーションが放送された。これに伴い民放、企業や一般の方からの問い合わせが急増したので記者発表資料の元になっている動画を含む資料をICHARMのウェブサイト公開した⁶⁾。

このような活動により、チャオプラヤ川のデルタにおける氾濫の現況・予想や氾濫水がなかなか退かないメカニズム等を国民および世界に広く知ってもらうのに貢献できたと考えている。

9. おわりに

災害から人命や社会を守るには警戒避難のための非構造物対策だけでなく防災のためのインフラも重要である。低頻度大規模水災害への対策を適切に実施するには防災の重要性について社会全体が気づくことが重要である。被災すれば世界に影響を与えるかもしれないほど重要な地域が相応の守りを固めるのに躊躇してはいけない。備えあれば患い無し。

参考文献

- 1) 伊勢湾台風来襲から50年の節目に、北野利一、ほだ沖、第42巻、名古屋港管理組合建設技術協会、pp.4~9、2010.
- 2) 代表的日本人、内村鑑三(著)、鈴木範久(訳)、岩波文庫
- 3) 東北地方太平洋沖地震を教訓とした地震・津波対策に関する専門調査会報告、中央防災会議
<http://www.bousai.go.jp/jishin/chubou/higashininhon/houkoku.pdf>
- 4) 平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震(東日本大震災)調査研究(速報)、国土技術政策総合研究所資料第636号・建築研究所資料第132号、2011.
<http://www.nilim.go.jp/lab/bcg/siryoutnn/tnn0636.htm>
- 5) 2011年10月タイ国水害の現状及び今後の調査と対策についての提案(第3報)、東京大学生産技術研究所沖研究室
http://hydro.iis.u-tokyo.ac.jp/Mulabo/news/2011/111106ThaiFlood_UT-IIS03_final_sn.pdf
- 6) タイ・チャオプラヤ川の洪水について、ICHARM
http://www.icharm.pwri.go.jp/news/news_j/111024_thai_flood_j.html

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長
Shigenobu TANAKA