

安全で活力のある 国土を次世代に引き継ぐために

鳥居謙一

1. はじめに

平成26年は仁淀川（高知県）、那賀川（徳島県）、由良川（京都府）や広島、御嶽山などで激甚な災害が発生した。また、時間雨量50mmを越える豪雨や総雨量1000mmを越える記録的な大雨が頻発するなど、雨の降り方が局地化・集中化・激甚化し、「新たなステージ」に入ったと言われている。

さらに、首都圏直下地震、南海トラフ巨大地震、首都圏大規模水害など巨大災害の想定が公表され、ひとたび大災害が発生すれば社会経済に壊滅的な被害が発生する恐れがあることが示されている。

これらの大規模災害が日本の将来に大きな影響を及ぼす可能性があることは明白である。

50年後の日本を議論するに当たり、大規模災害をどのようにして乗り切るのが重要な課題であり、大規模災害への対応が日本の命運を左右する可能性もある。

大規模災害への対応としては、ハードとソフトの両面からベストミックスを見つけ出すことが一層重要となり、防災施設の管理者（ハード）と地域（ソフト）との協働による低リスク社会を実現する必要がある。

本稿では、今後50年を見据えた大規模災害対策

を考えるために、特に大規模水害対策の深化の観点からこれからの水害対策への要求事項、要求事項に適合するための視点、実現するための技術フレームを提示することを目的としている。

2. これからの水害対策への要求事項

2.1 変化と不確実性

これからの水害対策を考える上で、気候変動の影響を無視することはできない。気候変動により今までの水害対策が前提としている気象が経時的に変化し、しかもその予測には大きな不確実性がある。これは、今までの水害対策には無かった側面である。

「気候変動に関する政府間パネル」（以下、「IPCC」）でも、気候変動の予測とその不確実性は重要なテーマであり、第1作業部会において、気候変動の自然科学的根拠として議論されてきた。

2014年1月にIPCCは、最新の報告書（第5次評価報告書第1作業部会報告書）を承認した。図-1は世界平均地上気温の変化の予測結果である。第5次評価で採用された地球温暖化の進行シナリオ（RCP）には、RCP2.6、RCP4.5、RCP6.0、RCP8.5の4つシナリオがある。図中にはRCP2.6シナリオとRCP8.5シナリオの結果が示されている。各シナリオに対して複数の気候予測モデルを用いて気候変動

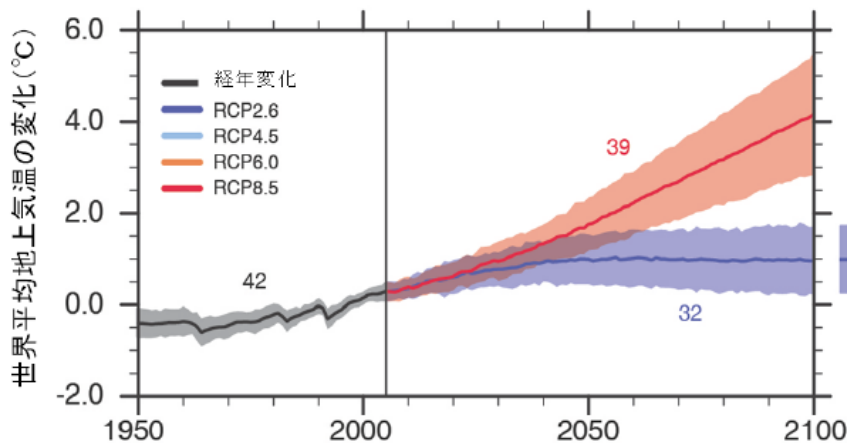


図-1 複数の気候予測モデルに基づく1950～2100年の世界平均地上気温の経年変化（1986～2005年の平均との比較）（IPCC¹⁾より引用）。図中の数字は気候予測モデルの数。右の帯は、各シナリオにおいて2018～2100年の平均値が取る可能性の高い値の範囲

の予測が行われており、図中の数字（42，39，32）は用いられた気候予測モデルの数を示している。

図-1によれば最も厳しいシナリオであるRCP8.5シナリオでは、世界平均地上気温が現在（1986～2005年の平均）に比べ（以下、同様）、21世紀中頃（2046～2065年の平均）でモデル平均2.0℃上昇し、21世紀末（2081～2100年の平均）でモデル平均3.7℃上昇すると予測されている。

また、右側の4つの帯は4つのシナリオに対するモデル平均と予測モデルによる予測結果のバラツキを示している。21世紀末において4つのシナリオがそれぞれモデル平均で1.0、1.8、2.2、3.7℃上昇すると予測されている。さらに、予測結果のバラツキは、例えばRCP8.5シナリオにおいて、21世紀末に取る可能性の高い値の範囲は、2.6～4.8℃（モデル平均3.7℃）となっている。

このように、これからの水害対策を考える上で、気候変動に伴う気象の経時的な変化及びその不確実性を取り込むことが必要である。

また、これからの水害対策においては、避難などのソフト対策が一層重要となることが考えられるが、その効果は社会経済状況に大きく左右される。

例えば、人口減少と高齢化はこのまま放置すれば急速に進行することが指摘されている。この高齢化と人口減少により、地域防災の担い手が減少し災害に対する社会の脆弱性が増大する。一方、少子化対策によりこの流れを食い止めることにより、防災の担い手を確保することが期待できる。

また、コンパクトシティー化が進むことにより、地域構造が変化することも考えられ、むしろ水害対策の観点から地域構造を変える提案も必要となる。

このように、これからの水害対策においては、ソフト対策の前提となる社会経済状況が今まで以上に重要な要因となり、この変化も水害対策に取り入れる必要がある。

2.2 施設の能力を超過する洪水

国土技術政策総合研究所（以下「国総研」）では、IPCCの第4次報告の温暖化進行シナリオの1つであるA1Bシナリオに基づく4つの気候変動予測シミュレーションの中位予測値を用い、109の一級水系の流量倍率（将来の洪水流量／現在の洪水流量）を計算した。この結果、流量倍率の109水系の中央値は、現在に比べてモデル

平均で1.21倍（レンジ：1.13～1.35倍）になると予測された。

このことは、気候変動により現在あるいは計画の規模を越える洪水の発生頻度が増加することを意味する。一方、防災施設の規模を大きくすることは限界がある。現計画に対してでさえ整備途上のある我が国においては、被害が発生することを前提とすることが必要となる。

また、東日本大震災やハリケーンサンディで巨大災害を実感し、首都圏直下地震、南海トラフ巨大地震や首都圏大規模水害など巨大災害の予測が現実味を帯びてきており、気候変動の有無にかかわらず水害対策においても巨大災害を視野に入れる必要がある。

さらに、都市部においては、時間50mmを越えるような集中的、局地的な豪雨が頻発しており、下水道の排水能力を超えることによる地下街・地下室の浸水など都市型水害にも対応する必要がある。

3. これからの水害対策の視点

これからの水害対策において「変化と不確実性」「施設の能力を超過する洪水」に対応するために、従来の視点に加えて以下の視点が重要となる。

3.1 リスクの評価

従来の水害対策では、個別の防災施設管理者の視点が中心で、洪水等が施設の計画規模に達した時点で防災施設が能力を失うことを前提にして、施設が無い状態で発生する被害を提示することに管理者の被害想定は力点が置かれていた。このため、施設管理者から提示される被害想定は被害の様態の一部に過ぎない。

洪水への対応力を強化するためには、発生しうる規模の洪水による被害の全容を提示できるリスク評価が重要である。

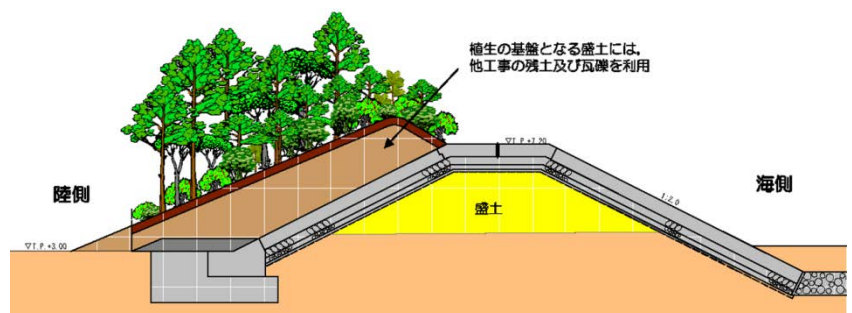


図-2 緑の防潮堤（樹木が生長した将来のイメージ）³⁾

特に、ソフト施策を選択する際には、その主役となる地域、住民の視線で、土地の危険度を様々な指標（例えば、避難の成功可能性、避難猶予時間、浸水継続時間など）で提示することが重要である。

3.2 リスクの監視

これからに水害対策は、気候変動による変化、そして気候変動予測や社会経済予測の不確実性を前提するため、その状況に応じて順応的に計画を修正することが重要である。

このため、気候変動の進展をモニタリングするとともに、地域の社会経済状況の変化や対策の進捗によるリスクの変化を監視することが重要となる。

3.3 地域の防災資源の活用

従来は防災施設による防災が中心であったが、これからの水害対策においては、有形無形の地域の防災資源を総動員し、低リスク社会を実現することが重要となる。

このために、例えば背後地の砂丘、湿地、微高地などの自然地形や、神社や石碑などの歴史的な人工物の防災上の価値を評価し、社会を支える自然インフラ、地域インフラと位置づけて、地域の財産として地域の住民により継続的に保全されることが重要である²⁾。

さらに、防災施設においても緑の防潮堤（図-2）のようにグリーンインフラとして価値を付与し、地域インフラとしての価値を高める必要がある。

4. これからの水害対策を支える技術

これからの水害対策の3つの視点を従来の水害対策に加えることにより、水害対策を拡張するためには、ハード技術の開発とともに、ソフト対策の深化が不可欠である。ここでは、水害対策の拡張のために必要な技術開発について述べる。

4.1 統合的な浸水リスク評価手法

これまでの水害対策においては、計画で設定した洪水等を対象として、施設整備を進めるとともに、ハザードマップの整備などソフト対策を進めてきた。

このハザードマップは、現在、各管理者が異なる前提で提示している。例えば、大河川であれば国が再現期間100年規模の洪水を対象に、中小河川は都道府県が同50年規模の洪水を対象に、内水については下水道の管理者で

ある市町村が同10年規模の洪水を対象にハザードマップが作られている。

しかし、地域・住民が必要な情報は、管理者別、原因別ではなく床下浸水する危険度とか床上浸水する危険度であり、その土地の浸水ハザードの情報である。

このため、統合的な浸水リスクの評価手法を開発する必要がある。統合的な浸水リスク評価は、従来のハザードマップの重ね合わせを意味する物ではなく、内水と中小河川の氾濫の同時生起や内水と高潮の同時生起などを考慮する必要がある。このため、降雨・高潮の空間・時間分布について、継続時間の短いパターンから長いパターンまで合理的に設定することが重要となる。

また、施設の能力を越える規模から最大規模までの洪水によって発生する被害の様態を連続的に表現することが重要である。

統合的な浸水リスク情報により、その土地のリスク情報が提示され、自助・共助・公助による防災・減災対策の効果をシームレスにリスク評価に反映することが可能となる。

例えば、土地の利用規制や誘導施策、都市計画事業などの事業の影響や効果をリスク評価へ反映することが可能となる。さらに、住宅や工場の高床化や地下街の入り口に設置される防止板の増高など地域・住民や企業の減災対策の効果、自然インフラ・地域インフラの地域の防災資源の効果も表現することが可能となる。

このことにより、防災部局と都市・地域計画部局や地域・住民とのリスクコミュニケーションが深化させることができる。

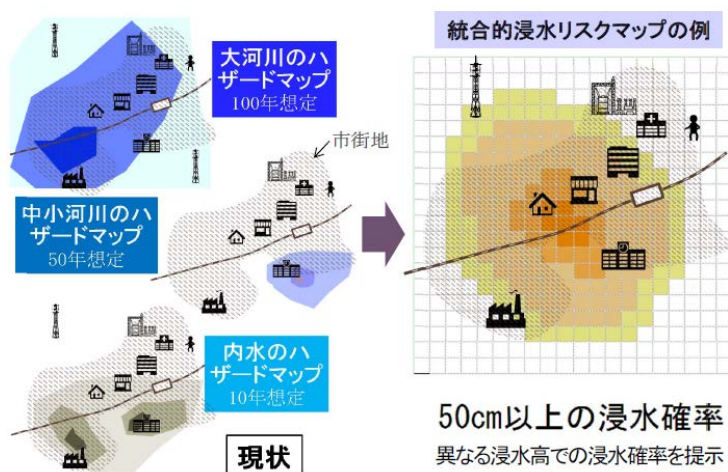


図-3 統合的な浸水リスクマップのイメージ

4.2 低リスク社会構築フレームの開発

気候変動や社会経済状況の経時変化とその不確実性を計画に取り入れるために、対策の選択にあたっては、各対策の時間的な特性を考慮することが重要である。

例えば、各対策は、その効果発現までに要する年数が異なる。また、各対策の費用、合意形成の難易度、効果の確実性の観点から、高頻度で発生する浸水に対する対策は、防水板の設置など短期的な対策と親和性が高く、逆に低頻度であるが壊滅的な浸水に対しては、土地利用誘導のような長期的な対策との親和性が高い。このような対策の時間的な特性を考慮して、将来の変化に対して現在の対策の有効性を確認しつつ、実現可能なベストな選択を時間軸上にシームレスにセットする技術と地域のリスクと対策の進捗を監視しつつ適切に修正する技術を開発する必要がある。

また、低リスク社会を構築していくためには、他施策との調和性を確保することが重要であり、地域状態を俯瞰的に見る技術(図-4)も必要となる。

5. おわりに

日本は、地球を覆うプレートの境界に位置するため、地震、津波が発生するとともに、地質が脆弱であり土砂災害の危険性が高い。また、台風経路に位置し、高潮や洪水の危険性が高いなど、災害に脆弱な性質を有している。さらに、地盤が低く、軟弱な沖積平野に人口・経済が集中しており、地震、津波、高潮、洪水の影響を強く受ける。この条件は50年後も、変化することはなく日本の国土の「性質」である。

一方、50年後の国内・世界情勢は大きく変化していると考えられる。国内的には少子・高齢化が進み、国際的な状況は大きく変わると考えられている。50年後の子孫は、この国土を基盤に国際社会を生き抜いていかなければならない。

このため、厳しい自然に対して高度に発達した社会・経済システムを維持できる低リスク社会を構築することが不可欠である。

一方、低リスク社会は一朝一夕には実現することはできない。50年先、100年先を見据えて取り組まなければならない。気候変動や社会経済の変化やその予測の不確実性を踏まえる必要がある。このため、

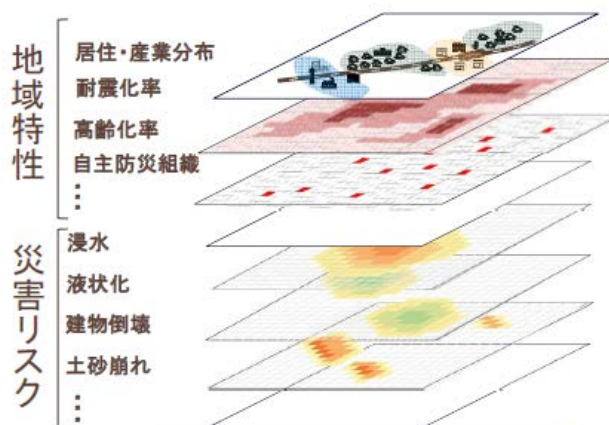


図-4 地域の災害リスクの全容の見える化のイメージ

リスクの評価、リスクの監視、地域の防災資源の活用が重要である。そして、低リスク社会に実現するための技術としてリスクコミュニケーションの基盤としての「統合的浸水リスク評価手法」と順応的、総合的な対策の推進のための「低リスク社会構築フレーム」を開発する必要がある。

国総研では、低リスク社会の実現に向けて、所内はもとより土木研究所等他機関、行政との連携を図りつつ、研究を進めてまいりたい。

参考文献

- 1) IPCC : 気候変動2013 : 自然科学的根拠 IPCC AR5 WG1 報告書 政策決定者向け要約、Fig SPM.7、2013
- 2) 加藤史訓、渡辺国広、姫野一樹、諏訪義雄 : 設計超過津波への対応策～粘り強い海岸堤防と自然・地域インフラの活用～、土木技術資料、Vol.56、No.1、pp.12-15、2014
- 3) 仙台河川国道事務所ホームページ : 「明日へつなぐ」仙台湾南部海岸堤防復旧プロジェクト、「緑の防潮堤」岩沼海岸植樹式 http://www.thr.mlit.go.jp/sendai/kasen_kaigan/fukkou/pdf/130711syokujyu.pdf

鳥居謙一



国土交通省国土技術政策総合研究所
河川研究部長
Kenichi TORII