

国立国会図書館 調査及び立法考査局

Research and Legislative Reference Bureau
National Diet Library

論題 Title	公共事業の事業評価—稀有な大規模自然災害への対応—
他言語論題 Title in other language	Evaluating Public Works: Preparing for 1000-Year Natural Disasters
著者 / 所属 Author(s)	山下 修弘 (YAMASHITA Nobuhiro) / 国土交通調査室
書名 Title of Book	変化する国際環境と総合安全保障 総合調査報告書 (Comprehensive Security in a Changing International Environment)
シリーズ Series	調査資料 2021-3 (Research Materials 2021-3)
編集 Editor	国立国会図書館 調査及び立法考査局
発行 Publisher	国立国会図書館
刊行日 Issue Date	2022-03-25
ページ Pages	91-107
ISBN	978-4-87582-889-1
本文の言語 Language	日本語 (Japanese)
キーワード keywords	大規模自然災害、事業評価、費用対効果分析、費用便益分析、レジリエンス、国土強靱化
摘要 Abstract	公共事業の事業評価は、通常時や計画の範囲内における事業の効果について主に分析しているが、稀有な大規模自然災害発生時における非常時の事業評価について考察する。

* この記事は、調査及び立法考査局内において、国政審議に係る有用性、記述の中立性、客観性及び正確性、論旨の明晰（めいせき）性等の観点からの審査を経たものです。

* 本文中の意見にわたる部分は、筆者の個人的見解です。

公共事業の事業評価

—稀有な大規模自然災害への対応—

国立国会図書館 調査及び立法考査局
専門調査員 国土交通調査室主任 山下 修弘

目 次

はじめに

I 公共事業の事業評価

- 1 事業評価の概要
- 2 道路事業及び河川事業の費用便益分析

II 国土強靱化（ナショナル・レジリエンス）施策

- 1 レジリエンスとは
- 2 米国の重要インフラに関するレジリエンス
- 3 日本の国土強靱化（ナショナル・レジリエンス）施策

III 稀有な大規模自然災害への取組と事業評価における課題

- 1 レジリエンスの概念に基づく取組
- 2 事業評価における課題

おわりに

キーワード：大規模自然災害、事業評価、費用対効果分析、
費用便益分析、レジリエンス、国土強靱化

はじめに

安全保障の問題と自然災害対策の問題は、従来、別個の政策課題として取り扱われてきた。しかし、米国では、2001年9月11日の同時多発テロ事件などを受け、テロリズムなどによる重要なインフラストラクチャー（以下「インフラ」という。）の被害について対策を検討してきたところ、2005年8月の大型ハリケーン（ハリケーン・カトリーナ）により甚大な人的・物的被害を受けたこと等を通じて、テロリズムを含む安全保障の問題と大規模自然災害の問題を、密接に関連させて論じるようになってきている。

我が国においても、地震・台風等の自然災害による死者・行方不明者数は、昭和20年代から30年代前半にかけて、しばしば年間1,000人を上回っていた。その後は災害対策等の効果により、死者・行方不明者数は低減傾向にあったが、平成7（1995）年の阪神・淡路大震災、平成23（2011）年の東日本大震災等、稀有とされる大規模自然災害により、甚大な被害が発生した⁽¹⁾。今日においても、南海トラフ巨大地震⁽²⁾、首都直下地震⁽³⁾等、多くの国民や日本経済に影響を与える可能性がある大規模自然災害の発生が懸念されており、また、線状降水帯の顕著な大雨による水害等、既に発生をみている大規模自然災害もある⁽⁴⁾。

特に東日本大震災の経験は、これらの大規模自然災害への対策について、①規模や被害が十分に把握されている過去の災害よりも大きな災害や、社会では「想定外」との言葉が用いられた災害に適切に対応することが求められていること、②被害の低減に寄与してきた従来の防災対策に対して、経済を始めとする社会状況の変化を踏まえた新しい防災対策が求められていること、という2つの課題を投げかけた⁽⁵⁾。

我が国における自然災害対策の主要な方法の1つには、広く全国でインフラの整備として実施されている公共事業がある。この公共事業に対しては、より効率的な実施と、意思決定プロセスの透明性の向上等を図るため、平成10（1998）年から事業評価による新規事業等の評価が開始されており、長期にわたる事業については事業継続の可否を含めた評価が行われる⁽⁶⁾。

* 本稿におけるインターネット情報の最終アクセス日は、令和4（2022）年1月7日である。

- (1) 内閣府「自然災害における死者・行方不明者数」『防災に関してとった措置の概況 令和3年度の防災に関する計画』（第204回国会（常会）提出）2021,附-7. <http://www.bousai.go.jp/kaigirep/hakusho/pdf/r3_all.pdf> なお、経済的被害額については、社会インフラ等経済ストックの推計損害額が、阪神・淡路大震災で約9兆6千億円、東日本大震災で約16兆9千億円との報告がある。内閣府政策統括官室（経済財政分析担当）「地域の経済2011震災からの復興、地域の再生」第2章第2節 <https://www5.cao.go.jp/j-j/cr/cr11/pdf/chr11_2-2a.pdf>
- (2) 大きく被災する箇所、地震動が発生する箇所（陸側かどうか）などにより異なるが、全壊及び消失棟数合計が最大で約2,094,000棟、建物倒壊、津波などによる死者数合計が最大で約231,000人などと想定されている（内閣府政策統括官（防災担当）「南海トラフ巨大地震の被害想定について（建物被害・人的被害）」2019.6, pp.14-17, 19-26. <http://www.bousai.go.jp/jishin/nankai/taisaku_wg/pdf/1_sanko2.pdf>）。
- (3) 震源地などにより異なるが、全壊及び消失棟数合計が最大で約610,000棟、建物倒壊、津波などによる死者数合計が最大で約23,000人などと想定されている（中央防災会議首都直下地震対策検討ワーキンググループ「首都直下地震の被害想定と対策について（最終報告）—本文—」2013.12, pp.12-13. <http://www.bousai.go.jp/jishin/syuto/taisaku_wg/pdf/syuto_wg_report.pdf>）。
- (4) 2018年7月の西日本豪雨、2020年7月の九州を中心とした豪雨などがある。なお、気象庁では、2021年6月17日から「線状降水帯」というキーワードを使って解説する情報として「顕著な大雨に関する情報」を発表することとしている（山下修弘「気象予報による災害予測の現状と課題」『レファレンス』849号, 2021.9, pp.1-20. <https://dl.ndl.go.jp/view/download/digidepo_11723352_po_084901.pdf?contentNo=1>）。
- (5) 信岡尚道「不確実性を考慮した確率的沿岸浸水リスクの時空間評価手法の開発と活用法」『科学研究費助成事業研究成果報告書』2017.7.31. 国立情報学研究所ウェブサイト <<https://kaken.nii.ac.jp/file/KAKENHI-PROJECT-25350503/25350503seika.pdf>>
- (6) 「事業評価の仕組み」国土交通省ウェブサイト <https://www.mlit.go.jp/tcc/hyouka/public/09_public_01.html>

また、公共事業は自然災害対策に有効であるものの、すべての資源を自然災害対策に投入することはできないことから、自然災害対策の事業について、費用便益分析を実施して合理的な評価を行う必要があるともいわれている⁽⁷⁾。

さらに、事業評価の際には、再現期間（一定の強度をもった自然現象（台風・豪雨・地震等）が再び発生するまでの期間）が長期に及ぶような発生頻度が低い自然現象であるが、ひとたび発生した場合、社会に甚大な被害をもたらす稀有な大規模自然災害のリスクをどのように評価するかといった視点の重要性も高まっている。

本稿では上記の問題意識を踏まえ、Ⅰで公共事業の事業評価の意義、考え方及びその効果を紹介した後、事業評価の中で貨幣換算により定量化されている費用便益分析について、具体的な分析手法を道路事業及び河川事業を中心に説明する。次いでⅡでは、前述の低頻度で甚大な被害という特徴を有する稀有な大規模自然災害への対応策として、米国で先行して導入され、我が国においても「国土強靱化（ナショナル・レジリエンス）」施策として平成 23（2011）年の東日本大震災を契機として検討・実施された、「レジリエンス」の考え方の骨子と米国及び我が国における当該施策の概要を紹介する。そしてⅢでは、「レジリエンス」の考え方を実際のインフラ整備に適用する取組の紹介や、稀有な大規模自然災害に関する事業評価手法の課題について整理する。

I 公共事業の事業評価

1 事業評価の概要

(1) 事業評価の意義、効果等

公共事業の事業評価は、前記のように平成 10（1998）年から開始されている。公共事業評価の意義⁽⁸⁾は、事業実施の意思決定を行うための重要かつ客観的な材料を提供し、意思決定プロセスにおける透明性を向上させ、国民への説明責任を果たすとともに、予算等の限られた資源の効果的な執行を図るものとされている。

そのため、公共事業評価の基本は、事業実施者が事業の実施の意思決定に際して、自ら厳格に行い、国民への説明責任を果たすこととされている。そして、客観性・透明性の向上のため、公共事業評価は、公共事業による様々な効果や影響について整理し、科学的知見を最大限に活用して、論理的、客観的に実施するとされ、評価に用いた手法、資料、データを公開することとされている。また、事業分野間の整合性の確保などの課題についても取り組み、評価手法の向上に努めることが必要とされている。

事業評価の結果により事業を中止する場合もある。例えば、平成 28（2016）年 7 月に行われた事業評価では、独立行政法人水資源機構が事業主体である丹生ダム建設事業が中止⁽⁹⁾とされ、平成 27（2015）年 9 月の事業評価では、岩手県が事業主体である津付ダム建設事業、群馬県が事業主体である増田川ダム建設事業及び倉渕ダム建設事業が中止⁽¹⁰⁾とされるなどして

(7) 上田孝行「防災投資の便益評価—不確実性と不均衡の概念を念頭に置いて—」『土木計画学研究・論文集』14号、1997.9, pp.17-34. <https://www.jstage.jst.go.jp/article/journalip1984/14/0/14_0_17/_pdf>

(8) 公共事業評価システム研究会「公共事業評価の基本的考え方」2002.8. 国土交通省ウェブサイト <https://www.mlit.go.jp/kisha/kisha02/13/130830/130830_1.pdf>

(9) 国土交通省水管理・国土保全局「平成 28 年度予算に係る再評価について」<https://www.mlit.go.jp/river/basic_info/seisaku_hyouka/gaiyou/hyouka/h2807/pdf/sai.pdf>

いる。

また、災害対策事業については、事業実施に当たっての「選択と集中」と同時に、公平性の判断が求められる⁽¹¹⁾。例えば、5年で完成する防災事業がA、B、Cの3箇所あるが、毎年度の予算が1箇所の1年分の事業を実施する金額しかないという制約がある場合、3箇所に均等に予算を配分し、事業完成までの期間が（3倍に延びた）15年かかるという整備方針よりも、いずれか1箇所に「選択と集中」を行い、1箇所ずつ5年ごとで完成させていくという整備方針の方が、全体としての防災機能という点では優れている。何故なら、前者の整備方針では、防災機能が発揮されるのは15年後であるのに対し、後者の整備方針では1箇所の防災機能が5年後に、2箇所の防災機能が10年後に発揮されるからである。しかし、例えばA→B→Cの順に事業を実施するとした場合、最も整備が遅れるCの防災機能の受益者である住民は、不満や不公平感を抱くであろう。事業評価には、このような「選択と集中」を行うに当たって、決定者がその決定の根拠について説明責任を果たし、当該事業の受益者である住民の不満や不公平感を減ずる役割もある⁽¹²⁾。

(2) 事業評価の手法

事業評価では、費用対効果分析を含む総合的な評価を実施することとしている。費用対効果分析の中に、貨幣価値による費用便益分析と、貨幣化困難な効果をチェックリスト等により確認する評価があり、また、費用対効果分析以外に事業の特性に応じ「その他の評価」も実施するとされている⁽¹³⁾。

このうち費用便益分析⁽¹⁴⁾は、施設の耐用年数などを考慮した数十年を評価対象期間として、事業のもたらす効果、施設の建設や維持のための費用について、「事業を実施する場合（with）」と「事業を実施しない場合（without）」について、社会的割引率⁽¹⁵⁾を用いて現在価値化を行い集計し、費用に対する効果の程度を示す投資効率性を評価したものである。事業を実施する場合に増加する便益（B）と、増加する費用（C）との比率を費用便益比（B/C）として算出している。費用便益比が「1」を超えることが事業実施の規定上の要件ではないが、実際上は要件のように扱われている。

また、費用対効果分析のうち貨幣化困難な効果については、道路事業の場合、当該事業の目的や地域の実情に応じて必要なものについて評価するとされていて、例えば踏切による交通遮断の緩和や解消について、課題が著しいものについて改善が見られれば「◎」、課題が大きいものが大幅に改善されれば「◎」、改善が見られれば「○」などとされている⁽¹⁶⁾。

「その他の評価」としては、環境に与える影響、災害発生状況などとされていて、道路事業

(10) 国土交通省水管理・国土保全局「平成27年度予算に係る再評価について」<https://www.mlit.go.jp/river/basic_info/seisaku_hyouka/gaiyou/hyouka/h2709/pdf/sai.pdf>

(11) 森地茂「「真に必要な」インフラ整備と運用で次なる大災害に備えよ」『wedge』33巻3号, 2021.3, pp.20-25.

(12) 災害対応、危機管理において、優先順位を付けられずに「平等主義」に陥りがちであり、防災対策におけるプライオリティの欠如という課題があるという論評もある（関谷直也『災害情報—東日本大震災からの教訓—』東京大学出版会, 2021.9, pp.37-39.）。

(13) 「新規事業採択時評価の概要」国土交通省ウェブサイト<https://www.mlit.go.jp/tec/hyouka/public/09_public_01a.html>

(14) 国土交通省「公共事業評価の費用便益分析に関する技術指針」2004.2.<<https://www.mlit.go.jp/kisha/kisha04/13/130206/04.pdf>>

(15) 国債等の実質利回りを参考値として、4%と設定されている。

(16) 国土交通省道路局都市・地域整備局「道路事業・街路事業に係る総合評価要綱」2009.12.<<https://www.mlit.go.jp/road/ir/ir-hyouka/yoko.pdf>>

の場合、沿道環境の改善（沿道の騒音改善）、通行止め時に孤立化する集落の解消などがあるとされている。

国土交通省の各部局等は、事業の特性を踏まえた費用便益分析を行っているが、道路事業と河川事業（治水）では、その意味に大きな違いがある。道路事業の評価では、平常時の時間短縮や費用節減の利便等の点から「平常時における平均的機能」の評価が基本となっている。一方、河川事業（治水）では、大洪水時などに人命や財貨の被害を軽減する機能について被害軽減期待額での評価が基本となっている⁽¹⁷⁾。

2 道路事業及び河川事業の費用便益分析

ここでは、公共事業の中で国費が多額に投じられて⁽¹⁸⁾おり、また、上記のように評価の内容が特徴的である道路事業及び河川事業（治水）⁽¹⁹⁾における費用便益分析の具体的な内容について概観する。

(1) 道路事業の費用便益分析

道路事業の事業評価のうち費用便益の算定については、費用便益分析マニュアル⁽²⁰⁾に基づき行われている。

費用及び便益の計算方法は、整備路線の供用開始年を起算点として検討期間である50年間⁽²¹⁾にわたり、各年次の便益（以下①～③の各項目）を算定し、道路整備に要する事業費、管理に要する費用から、各年次の費用を算定し、それぞれ割引率（年4%）を用いて基準年次における現在価値に割り引いて計算されている。

道路の整備に伴う効果としては、沿道環境の改善、災害時の代替路確保、交流機会の拡大等、多岐多様にわたる効果が存在するが、道路事業の費用便益分析の基本的な考え方では、渋滞の緩和や交通事故の減少に関係する「①走行時間短縮」、「②走行経費減少」、「③交通事故減少」の項目⁽²²⁾について便益を算出することとしている⁽²³⁾（図1参照）。そして、他の効果項目についても、十分な精度で計測し、金銭表現を可能とするための手法について、今後とも検討を加えるとしている⁽²⁴⁾。

走行時間短縮便益、走行経費減少便益、交通事故減少便益の算出については、以下のように行われている。

(17) 家田仁「費用対効果分析が抱える本質的課題」『運輸と経済』78巻7号, 2018.7, pp.60-70.

(18) 令和2年度の公共事業関係費の支出済歳出額8兆4134億余円のうち、道路整備が1兆8949億余円、治水が1兆2418億余円となっている。（財務省主計局編「令和2年度決算の説明」pp.110-111. <https://www.mof.go.jp/policy/budget/budger_workflow/account/fy2020/kessan_02_zenntaibann.pdf>）

(19) 事業実施場所により適用できないものもあるが、ダム、遊水地、放水路、堤防のかさ上げ、高規格堤防、排水機場の整備など様々なものがある。

(20) 国土交通省道路局・都市局「費用便益分析マニュアル」2018.2. <https://www.mlit.go.jp/road/ir/hyouka/plcy/kijun/ben-eki_h30_2.pdf>

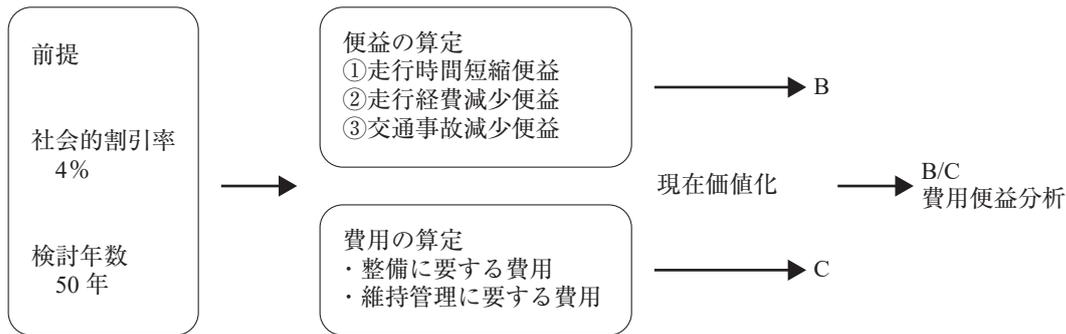
(21) 本マニュアルでは道路施設の耐用年数を考慮して50年とされている。なお、制度的な耐用年数については、国立国会図書館調査及び立法考査局「インフラ老朽化対策と維持管理技術：科学技術に関する調査プロジェクト2018報告書」『調査資料』2019.3, pp.10-12. <https://dl.ndl.go.jp/view/download/digidepo_11265231_po_20180502.pdf?contentNo=1>を参照。

(22) これらの3項目については、現時点における知見により、十分な精度で計測が可能でかつ金銭表現が可能であるとしている。

(23) 都道府県の事業などでは3便益以外を検討することも可能であり、例えば、山梨県は災害解消便益、救急救命率向上便益などを、青森県は危険箇所や災害リスクの解消として「防災便益」を、費用便益分析の便益に計上している（「追加便益や修正係数で上げ底B/C」『日経コンストラクション』765号, 2021.8.9, pp.36-39.）。

(24) 国土交通省道路局・都市局 前掲注(20), p.2.

図1 道路事業の費用便益分析の概念



(出典) 国土交通省道路局・都市局「費用便益分析マニュアル」2018.2. <https://www.mlit.go.jp/road/ir/hyouka/plcy/kijun/ben-eki_h30_2.pdf> を基に筆者作成。

① 走行時間短縮便益

走行時間短縮便益とは、道路事業により、自動車交通が円滑化し、走行時間が短縮することで、道路利用者がどの程度得をするか、金銭換算したものであり⁽²⁵⁾、道路の整備・改良の有無による総走行時間費用の差として算定している。走行時間費用は、車種別の交通量に走行時間を乗じて、さらに車種別の時間価値原単位⁽²⁶⁾を乗じたものである。算定式は次のとおりである。

$$\text{走行時間費用} = \text{時間価値原単位(円/分・台)} \times \text{走行時間(分)} \times \text{交通量(台)}$$

これを、全ての車種、事業により影響がある道路網の全体で集計して総走行時間費用を求めている。なお、災害等に対応した便益の算出については、通行止めが発生する区間を含む道路網において通行止めを考慮することも認められているが、通行止めの日数は、当該地域で過去に発生した災害等に基づく実績値から設定することとされている。

② 走行経費減少便益

走行経費減少便益とは、道路事業により、自動車がスムーズに走行でき、自動車の燃費が向上するなど、走行にかかる経費（ガソリン代など）が節約されることにより、道路利用者がどの程度得をするか、金銭換算したもの⁽²⁷⁾で、道路の整備・改良の有無による総走行経費の差として算定している。走行経費減少便益は、費用の低下のうち走行時間に含まれない項目を対象としている。走行経費は、車種別の交通量に延長を乗じて、さらに走行距離単位当たりで計測した原単位⁽²⁸⁾を乗じたものである。算定式は次のとおりである。

$$\text{走行経費} = \text{走行経費原単位(円/台・km)} \times \text{交通量(台)} \times \text{延長(km)}$$

(25) 大阪府建設事業再評価監視委員会「平成24年第2回追加説明資料（資料2）」2012.6.21, p.4. <https://www.pref.osaka.lg.jp/gyokaku/kensetsu-pro_24/h24gaiyou2.html>

(26) 走行時間が短縮された場合の時間の価値である機会費用を貨幣評価したものである。ドライバー、同乗者などの人、自家用乗用車、営業用自動車（バス、貨物車など）などの車両、輸送されている貨物の時間価値について考慮されている（「一時間価値原単位および走行経費原単位（平成20年価格）の算出方法―」（第4回道路事業の評価手法に関する検討委員会 参考資料1）2008.11, p.4. 国土交通省ウェブサイト <<https://www.mlit.go.jp/road/ir/ir-council/hyouka-syuhou/4pdf/s1.pdf>>）。なお、「費用便益分析マニュアル」（国土交通省道路局・都市局 前掲注(20), p.7.）には、乗用車の場合、平成29（2017）年価格で乗用車の時間価値原単位は39.60円/分・台などと例示されている。

(27) 大阪府建設事業再評価監視委員会 前掲注(25), p.5.

これを、全ての車種、事業により影響がある道路網の全体で集計して総走行経費を求めている。なお、災害等に対応した便益の算出については①と同様である。

③ 交通事故減少便益

交通事故減少便益とは、道路事業により、周辺交通量が減少することなどから、交通事故による社会的損失がどの程度減少するか、金銭換算したもので、道路の整備・改良の有無による交通事故による社会的損失の差として算定している。交通事故による社会的損失は、交通量に延長を乗じた走行台キロと、交通量に主要交差点数を乗じた走行台個所とにより、道路区分⁽²⁹⁾に基づく算定式⁽³⁰⁾を用いて算定している。算定式は次のとおりである。

交通事故による社会的損失＝

$$\begin{aligned} & \text{道路種別ごとの定数(円/台・km)} \times \text{交通量(台)} \times \text{延長(km)} \\ & + \text{道路種別ごとの定数(円/台・個所)} \times \text{交通量(台)} \times \text{主要交差点数(個所)} \end{aligned}$$

これを、事業により影響がある道路網の全体で集計して合計を求めている。交通事故による社会的損失は、運転者、同乗車、歩行者に関する人的損害額、交通事故により損壊を受ける車両や構築物に関する物的損害額などから算定されている。なお、災害等に対応した便益の算出についての記述はない。

(2) 河川事業の費用便益分析

河川事業（治水）の事業評価のうち費用便益の算定については、治水経済調査マニュアル（案）⁽³¹⁾に基づき行われている。

費用及び便益の計算に当たっては、ダム、堤防、遊水地など治水施設の整備期間と治水施設の完成から50年間⁽³²⁾を評価対象期間とする。そして、毎年の年平均被害軽減額（後述）と評価対象期間終了時点における残存価値などから、各年次の便益を算定し、整備に要する事業費、毎年の維持管理費など⁽³³⁾から、各年次の費用を算定し、それぞれ割引率（年4%）を用いて基準年次における現在価値に割り引いて計算される。

(28) 自動車1台が1km走行した場合の走行経費を計算したもので、走行速度、路面状態等に影響を受けるため走行速度別・道路種類別に設定されている（「一時間価値原単位および走行経費原単位（平成20年価格）の算出方法―」国土交通省ウェブサイト前掲注(26) pp.9, 47.）。なお、「費用便益分析マニュアル」（国土交通省道路局・都市局 前掲注(20), p.10.）には、平成29（2017）年価格で一般道（市街地）の走行速度40km/hでの乗用車の走行経費原単位は20.14円/台・kmなどと例示されている。

(29) 高速道路、一般道路の人口集中地区（DID）、その他市街地、非市街地に分けられ、さらに一般道路は2車線、4車線以上の中央帯の有無で区分されている。

(30) 交通事故損失の算定式は、人身事故の発生件数などの統計から導き出されている（「一交通事故減少便益の原単位の算出方法―」（第4回道路事業の評価手法に関する検討委員会 参考資料2）2008.11, p.4. 国土交通省ウェブサイト <<https://www.mlit.go.jp/road/ir/ir-council/hyouka-syuhou/4pdf/s2.pdf>>）。なお、「費用便益分析マニュアル」（国土交通省道路局・都市局 前掲注(20), p.13.）では、一般道路のDIDの2車線で、交通事故の社会的損失（千円/年）＝1,530×走行台キロ（千台km/日）＋320×走行台個所（千台個所/日）とされるなどしている。

(31) 国土交通省水管理・国土保全局「治水経済調査マニュアル（案）」2020.4. <https://www.mlit.go.jp/river/basic_info/seisaku_hyouka/gaiyou/hyouka/r204/chisui.pdf>

(32) 治水施設の耐用年数については、物理的な耐用年数は適正な維持管理により相当年数その機能が維持される一方、社会的な耐用年数はその時代の価値観等が反映され、効用が変質するため、あまり長い期間の予測は妥当でないこと、税制上の措置として堤防は50年、ダムは80年が法定耐用年数とされていることなどから50年とされている。

(33) 毎年定常的に支出される除草等の維持管理費とポンプの運転経費や10年ごと等定期的に支出される設備交換費等の費用（突発的・定期的な維持管理費）を、50年間にわたり見積もることが基本とされている。

河川事業（治水）の費用便益分析の基本的な考え方では、事業の便益として、水害によって生じる直接的又は間接的な資産被害を軽減することによって生じる可処分所得の増加を被害防止便益として算定する⁽³⁴⁾こととされている。

年平均被害軽減額の算定は、以下のような手順で行われる。

- ① 氾濫原⁽³⁵⁾を設定し、一連の氾濫区域とみなせるブロックに分割し、堤防の決壊地点の想定等を行う。
- ② 無害流量⁽³⁶⁾より大きく、計画規模⁽³⁷⁾を最大として、生起確率が異なる洪水の想定により氾濫解析を実施して、当該事業の実施の有無に基づく氾濫被害額を算定し、その差から氾濫原における生起確率別の氾濫被害軽減額を算出する。
- ③ 氾濫被害軽減額と洪水の生起確率から年平均被害軽減額を算定する。

計画規模は、河川の重要度を重視するとともに、過去に発生した洪水による被害の実態、経済的効果等を総合的に考慮して定めることが基本とされており、計画の規模が上下流、本支川において十分な整合性を保つよう配慮することが基本とされている⁽³⁸⁾。例えば、平均して100年に1回発生する流量規模を安全に流下させることを目標とした計画規模の場合には、計画規模が1/100などと表記される。言い換えれば、当該流量規模以上の流量が1年の間に発生する確率（年平均超過確率）は、100年に1回なので0.01（1/100）と計算される。

氾濫被害額の算定は、直接被害として「家屋」、「家庭用品」、「事業所償却・在庫資産」、「公共土木施設等」などを想定している。家屋については、居住用及び事業所用の建物を対象として、床面積に都道府県別家屋1㎡当たり評価額を乗ずるなどして資産額が計算されており、これに全国一律に定められた洪水時の浸水深に応じた被害率⁽³⁹⁾を乗じて家屋被害額が算定されている。家庭用品については、世帯数に1世帯当たり家庭用品評価額を乗ずるなどして資産額を計算し、これに全国一律に定められた家庭用品の浸水深別の被害率を乗じて、また、事業所償却・在庫資産については、産業分類ごとに、従業者数に1人当たり償却資産及び在庫資産評価額を乗ずるなどして資産額を計算し、これに全国一律に定められた償却資産・在庫資産の浸水深別の被害率を乗じるなどして被害額を算定している。

また、公共土木施設等については、家屋、家庭用品、事業所資産などの被害額（一般資産被害額）に全国一律に定められた公共土木施設等に応じた比率を乗じるなどして被害額を算定することとされていて、水害統計から求めた値として、道路であれば一般資産被害額の62.8%の被害があるものとされている⁽⁴⁰⁾。

水害によって被害を受ける地域の資産等の状況や被害の態様は様々であるが、被害防止便益

(34) その理由として、例えば水害が減少することによる土地の生産性向上に伴う便益も想定されるが、この便益は、治水施設の整備だけによってもたらされるものではなく、他の社会資本整備と相まって達成されるものであり、治水施設の整備による経済的な効果を抜き出して計測することが困難であることなどが挙げられている。

(35) 対象とする河川が越水、堤防の決壊により氾濫した場合に、その氾濫水により浸水する区域を包絡する区域をいう。

(36) 堤防の形状、護岸等の有無などを考慮して求めた、計画上安全に流下できると評価される流量。

(37) 洪水を防ぐための計画において、対策の目標とする洪水の流量をもたらし降雨の規模。

(38) 国土交通省水管理・国土保全局「河川砂防技術基準 基本計画編 第2章 河川計画 第2節 洪水防御計画に関する基本的事項」2018.3, p.2. <https://www.mlit.go.jp/river/shishin_guideline/gijutsu/gijutsukijunn/keikaku/pdf/2-2_k.pdf>

(39) 地盤の勾配により数値が異なるが、床上浸水で0.047～0.064、床上の100～199cmの浸水で0.406～0.499など、全国的な調査に基づいて設定されている。また、家庭用品、事業所償却・在庫資産なども、それぞれ調査に基づいた被害率が設定されており、床上の100～199cmの浸水で、家庭用品は0.701、事業所償却資産は0.801とされている。

の算定に用いる被害額の算定に当たっては、上記のように全国一律や都道府県別の資産等の基礎数量や被害率の数値を用いて算定されている⁽⁴¹⁾。

平成 30 (2018) 年度に採択された雨竜川ダム再生事業⁽⁴²⁾の計画規模が 1/150 の箇所について、新規事業採択時評価における年平均被害軽減期待額の算定例を表に示す。

想定した流量規模における氾濫被害額について、事業の有無による差額（被害軽減額）を算定し、想定した流量規模の途中の区間については、想定した流量規模の平均の被害軽減額となると仮定して、これに当該区間の発生確率である年平均超過確率の差を乗じて、当該区間の年平均被害軽減額を算定しているものである。

表 年平均被害軽減期待額の算出例（雨竜川ダム再生事業での 1/150 規模）

(単位：百万円)

流量規模	年平均超過確率	氾濫被害額			区間平均被害軽減額④	区間確率⑤ (超過確率の差)	年平均被害軽減額 ⑥ = ④ × ⑤	年平均被害軽減期待額 (⑥の計)
		事業を実施しない①	事業を実施する②	被害軽減額 ③ = ① - ②				
1/24	0.04167	0	0	0	0	0.00834	0	376
1/30	0.03333	865	865	0	1,414	0.01333	19	
1/50	0.02000	270,631	267,803	2,828	12,251	0.00571	70	
1/70	0.01429	2,575,543	2,553,870	21,673	32,796	0.00429	141	
1/100	0.01000	3,076,748	3,032,828	43,919	43,903	0.00333	146	
1/150	0.00667	3,360,082	3,316,195	43,886				

*流量規模 1/24 が当該箇所での無害流量である。

(出典) 国土交通省水管理・国土保全局「治水経済調査マニュアル(案)」2020.4. <https://www.mlit.go.jp/river/basic_info/seisaku_hyouka/gaiyou/hyouka/r204/chisui.pdf>; 「様式-4 年平均被害軽減期待額」(雨竜川ダム再生事業の新規採択事業評価での費用便益分析に関するバックデータ)<https://www.mlit.go.jp/tec/hyouka/public/jghks/karute/img/2017/06/17110681001/17110681001_1.pdf> を基に筆者作成。

II 国土強靱化（ナショナル・レジリエンス）施策

I で述べた費用便益分析を中心とする事業評価と並行して、近年では、再現期間が長期に及ぶような発生頻度が低い自然現象であるが、ひとたび発生した場合、社会に甚大な被害をもたらす稀有な大規模自然災害に対処するため、レジリエンスの考え方が各国においてインフラ整備に導入されるようになった。本章では、まずレジリエンスの概念について紹介し、次の考え方を先行してインフラ整備に導入した米国の状況と、我が国における国土強靱化(ナショナル・レジリエンス) 施策の状況について概観する。

(40) 一般資産被害額に対する比率が、道路 62.8%、橋梁 3.7%、下水道 0.7%、都市施設 0.7%、公益 6.3% とされている。なお、地域の特性を踏まえ、全国平均から求めた数値では過大又は過小評価となるなど合理的でない場合は、水害統計による当該地域の比率等を用いて算定するとされている。

(41) 交通遮断による波及被害、ライフライン切断による波及被害などの便益も評価することは可能とされているが、統計的に求められた被害と重複のないよう留意することとされている。また、人命等の人的被害については、減失利益を評価するなど一応の算定は可能であるが、洪水の発生時刻等の自然的要因や避難勧告等の社会的要因に左右されるため、その推計は困難であるとされている。

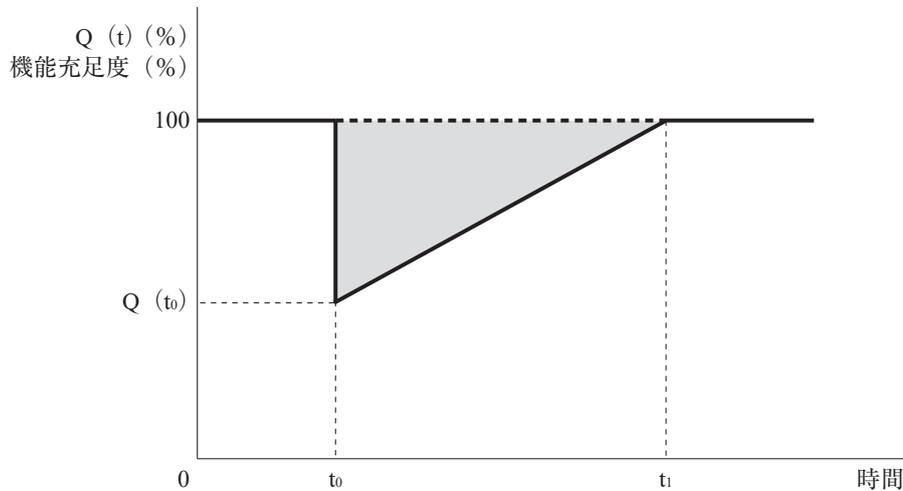
(42) 雨竜川ダム再生事業については、山下修弘「ダム機能の活用の現状と課題」『レファレンス』836号, 2020.9, pp.57-79. <https://dl.ndl.go.jp/view/download/digidepo_11542165_po_083603.pdf?contentNo=1> を参照。

1 レジリエンスとは

レジリエンス (resilience) には「回復力」「復元力」等の訳語が充てられるが、インフラ整備等の文脈では「強くしなやかな (強靱な)」の意味で、仮名書きのまま用いられることもある。我が国においては、東日本大震災の被害を受けた国づくりにレジリエンスの考え方が導入され⁽⁴³⁾、ここでは、経済社会のシステム全体の「抵抗力」や「回復力」を確保することが目的とされている⁽⁴⁴⁾。

工学の領域では、次のように説明されてきた。災害などの外力に対して、そのショックを吸収することが十分にできない場合、システムの機能充足度⁽⁴⁵⁾は災害を受ける前に比べて低下するとされている。(図2参照)

図2 レジリエンスの概念



(出典) 多々納裕一「非常時における効果を評価する課題—希少な確率現象に関わる評価—」『運輸と経済』78巻7号, 2018.7, pp.96-100を基に筆者作成。

図2で t_0 の時点で災害が発生し、機能充足度は1(100%)から $Q(t_0)$ へ低下するが、復旧活動などにより機能充足度は回復して、機能充足度が t_1 の時点で1(100%)に回復することになる。ここで、低下していた機能と時間との積の和(図2の黒塗り部分)の値が小さいほどレジリエンスは高いということになる⁽⁴⁶⁾。したがってレジリエンスは、機能の低下の大きさと、機能の低下が生じている期間に影響を受けるものである⁽⁴⁷⁾。

災害への対応という概念でのレジリエンスは、災害という外力による人的、経済的、社会的

(43) 国土強靱化の推進に関する関係府省庁連絡会議「国土強靱化(ナショナル・レジリエンス(防災・減災))推進に向けた考え方」2013.4.10.内閣官房ウェブサイト<<https://www.cas.go.jp/jp/seisaku/kyoujinka/pdf/kihon.pdf>>

(44) 元々「レジリエンス」は、心理学の用語で「逆境や困難等に直面した時に、適応する精神力」という意味で使用されていた(東京都「東京都国土強靱地域計画」2016.1, p.5.<https://www.bousai.metro.tokyo.lg.jp/_res/projects/default_project/_page_/001/007/561/202003keikaku.pdf>)、生態系の保全などの問題を対象として提案された(多々納裕一「非常時における効果を評価する課題—希少な確率現象に関わる評価—」『運輸と経済』78巻7号, 2018.7, pp.96-100.)などと言われている。

(45) 平常時にシステム等が発揮している機能を100%とした場合に、災害時等にどの程度の機能が発揮されているかを示した割合。

(46) 多々納 前掲注(44)

(47) 英国では、インフラのレジリエンスは、災害に対する抵抗力(Resistance)、災害時の信頼性(Reliability)、災害時の多重性(Redundancy)、災害対応と復旧(Response & Recovery)により構成されているといった図が示されている(「英国・米国における「強靱化(レジリエンス)」に向けた取り組み」(ナショナル・レジリエンス(防災・減災))懇談会(第1回)資料3)2013.3.5.内閣官房ウェブサイト<<https://www.cas.go.jp/jp/seisaku/resilience/dai1/siryou3.pdf>>)

被害を最小化する能力であるとも言われている⁽⁴⁸⁾。災害外力が大きく、予防策としての防御能力では防ぎきれない場合に、影響を一定程度受け入れつつ、影響を低減しながら適応していく状況であり、順応策としての適応・回復能力が求められ、これをレジリエンスという概念で捉えているものである。

2 米国の重要インフラに関するレジリエンス

米国における重要インフラを物理的被害から防護する方策⁽⁴⁹⁾については、日本よりも早い時期にレジリエンスの概念を導入して検討されており、2001年9月11日の同時多発テロ攻撃及び2005年8月のハリケーン・カトリーナの被害を契機に進められてきた。

米国では、2001年の同時多発テロ攻撃を受け、2002年11月には国土安全保障法⁽⁵⁰⁾が成立し、2003年3月には国土安全保障省（Department of Homeland Security）が設立され、2003年12月には「重要インフラの識別、優先順位付け、防護に関する国土安全保障大統領指令7号」（HSPD-7⁽⁵¹⁾）が発出された⁽⁵²⁾。同指令7号では、自然災害は含まれずテロ攻撃からの防護を目的とするとされている。

その後、米国では2005年8月にハリケーン・カトリーナの被害を受ける⁽⁵³⁾などして、2006年6月の第1次国家インフラ防護計画（National Infrastructure Protection Plan: NIPP）、2009年1月にはその改訂版である第2次NIPP、そして2013年3月には第3次NIPPが策定されている。

第2次NIPPでは、重要インフラとして18分野が指定され⁽⁵⁴⁾、対応する事態（incident）として、放射能事故、航空機事故、洪水、地震、ハリケーン、竜巻などが挙げられている⁽⁵⁵⁾。そして、重要インフラの各分野の特性やリスク環境に適用するため、重要インフラの分野別に防護計画を策定することとされている⁽⁵⁶⁾。また、重要インフラ施設の選定については、当該インフラ施設の損失や損害がハリケーン・カトリーナや9.11同時多発テロ攻撃により被った重大な国家的被害に相当するものなどを第1レベルに選定するなど、国土安全保障省が基準の提供等を実施している⁽⁵⁷⁾。

レジリエンスの概念は、第1次NIPPで既に導入されていた⁽⁵⁸⁾が、第3次NIPPの策定を指

(48) 田中充「災害対応力「レジリエンス」の概念と構造」『都内基礎自治体データブック（2017年度版）』地域生活研究所ウェブサイト <<http://www.chiikiseikatsu.org/databook2017/databook2017-2tnk.pdf>>

(49) 米国における重要インフラのサイバーセキュリティ強化策については、山崎治「米国における重要インフラのサイバーセキュリティ強化策」『レファレンス』828号、2020.1、pp.29-56。<https://dl.ndl.go.jp/view/download/digidepo_11437528_po_082803.pdf?contentNo=1>を参照。

(50) Homeland Security Act of 2002, Pub.L. No.107-296, 116 Stat. 2135(2002)。<https://www.dhs.gov/sites/default/files/publications/hr_5005_enr.pdf>

(51) “Homeland Security Presidential Directive 7: Critical Infrastructure Identification, Prioritization, and Protection,” December 17, 2003。<<https://www.cisa.gov/homeland-security-presidential-directive-7>>

(52) 内閣官房内閣サイバーセキュリティセンター（NISC）「重要インフラ防護に関する諸国の枠組み等に関する調査報告書」2015.3。<https://www.nisc.go.jp/inquiry/pdf/wakugumi_gaiyou.pdf>

(53) 高潮被害で死者は1,000人を超え、損害保険対象被害額は344億ドルに達したとされる（「検証2005年の自然災害」国土交通省ウェブサイト <https://www.mlit.go.jp/river/pamphlet_jirei/bousai/saigai/2006/22.pdf>）。

(54) 2013年5月の第3次NIPPでは、・Chemical（化学）、・Commercial Facilities（商業施設）、・Communications（通信）、・Critical Manufacturing（重要製造業）、・Dams（ダム）、・Defense Industrial Base（防衛基盤産業）、・Emergency Services（救急サービス）、・Energy（エネルギー）、・Financial Services（金融）、・Food and Agriculture（食料・農業）、・Government Facilities（政府施設）、・Healthcare and Public Health（医療）、・Information Technology（情報技術）、・Nuclear Reactors, Materials and Waste（原子力）、・Transportation Systems（交通）、・Water and Wastewater Systems（水）の16分野が指定されている（Homeland Security, “NIPP 2013 Partnering for Critical Infrastructure Security and Resilience.” <<https://www.cisa.gov/sites/default/files/publications/national-infrastructure-protection-plan-2013-508.pdf>>）。なお、第2次NIPPとの相違では、National Monuments and Icons（国家モニュメント）及びPostal and Shipping（物流）が削除されている。

(55) 第3次NIPPでは、対応する事態にサイバー攻撃、サイバー事故が加えられている。

(56) 「英国・米国における「強靱化（レジリエンス）」に向けた取り組み」前掲注(47)

示した2013年の「重要インフラセキュリティとレジリエンスに関する大統領政策指令（PPD-21）⁽⁵⁹⁾」で明瞭になっている。同指令は、レジリエンスを「変化する状況に備えて対応し、混乱に耐えて速やかに回復する能力」と定義し、意図的な攻撃以外にも事故、自然による脅威などへ対処する能力を含むとしている。第3次NIPPでも同じ定義が用いられている。

3 日本の国土強靱化（ナショナル・レジリエンス）施策

我が国は、様々な大規模自然災害を経験して、その度に甚大な被害を受け、長期間にわたり復旧・復興を図る「事後対策」を余儀なくされてきた。我が国における国土強靱化はナショナル・レジリエンスとして、備えるべき国家的リスクは自然災害のみではなく、大規模事故、テロ等を含め様々な国家的リスクに備え、政府横断的な取組を進めていく必要があるが、当面は大規模な自然災害を対象とする強靱化（レジリエンス）の構築について、検討を進めていくこととするとされた⁽⁶⁰⁾。そして、予断を持たずに最悪の事態を念頭に置き、人命を最大限に守り、また経済社会が致命的な被害を受けず、被害を最小化して迅速に回復する「強さとしなやかさ」を備えた安全・安心な国土・地域・経済社会を構築することを目指しているとされている⁽⁶¹⁾。

平成25（2013）年には、「強くしなやかな国民生活の実現を図るための防災・減災等に資する国土強靱化基本法」（平成25年法律第95号、通称「防災・減災国土強靱化法」）が成立し、7項目の基本方針⁽⁶²⁾が示され、また、国土強靱化基本計画の策定などが定められた。

国土強靱化基本計画では、4つの基本目標として、①人命の保護が最大限図られること、②国家及び社会の重要な機能が致命的な障害を受けず維持されること、③国民の財産及び公共施設に係る被害の最小化、④迅速な復旧復興が挙げられている。そして、基本目標を基に、大規模自然災害を想定して予知具体化した8つの「事前に備えるべき目標」を設定している⁽⁶³⁾。さらに、その妨げになるものとして45の「起きてはならない最悪の事態」として、「住宅・建物・交通施設等の複合的・大規模倒壊や不特定多数が集まる施設の倒壊による多数の死傷者の

57) 「英国・米国のレジリエンス計画におけるリスク・脆弱性評価について」（ナショナル・レジリエンス（防災・減災）懇談会（第2回）資料5）2013.3.22. 内閣官房ウェブサイト <<https://www.cas.go.jp/jp/seisaku/resilience/dai2/siryou5.pdf>>

58) 菊池浩「重要インフラ防護におけるレジリエンス・マネジメントについて（平成24年度）」防衛基盤整備協会，2013.2, pp.2-5, 2-6. <<https://ssl.bsk-z.or.jp/kakusyu/pdf/25-5tyousa.pdf>>

59) “Presidential Policy Directive – Infrastructure Security and Resilience,” February 12, 2013. <<https://obamawhitehouse.archives.gov/the-press-office/2013/02/12/presidential-policy-directive-critical-infrastructure-security-and-resil>>

60) 国土強靱化の推進に関する関係府省庁連絡会議 前掲注43

61) 内閣官房国土強靱化推進室「国土強靱化進めよう！」<https://www.cas.go.jp/jp/seisaku/kokudo_kyoujinka/pdf/kokudo_pamphlet_r3.pdf>

62) ①人命の保護が最大限に図られること。②国家及び社会の重要な機能が致命的な障害を受けず、維持され、我が国の政治、経済及び社会の活動が持続可能なものとなるようにすること。③国民の財産及び公共施設に係る被害の最小化に資すること。④迅速な復旧復興に資すること。⑤施設等の整備に関しない施策と施設等の整備に関する施策を組み合わせた国土強靱化を推進するための体制を早急に整備すること。⑥取組は、自助、共助及び公助が適切に組み合わせられることにより行われることを基本としつつ、特に重大性又は緊急性が高い場合には、国が中核的な役割を果たすこと。⑦財政資金の効率的な使用による施策の持続的な実施に配慮して、その重点化を図ること（「強くしなやかな国民生活の実現を図るための防災・減災等に資する国土強靱化基本法 概要」内閣官房ウェブサイト <https://www.cas.go.jp/jp/seisaku/kokudo_kyoujinka/pdf/kihon-gaiyou.pdf>）。

63) ①大規模災害が発生したときでもすべての人命を守る。②大規模災害発生直後から救助・救急、医療活動等が迅速に行われる（それがなされない場合の必要な対応を含む）。③大規模災害発生直後から必要不可欠な行政機能は確保する。④大規模災害発生直後から必要不可欠な情報通信機能は確保する。⑤大規模災害発生後であっても、経済活動（サプライチェーンを含む）を機能不全に陥らせない。⑥大規模災害発生後であっても、生活・経済活動に必要な最低限の電気、ガス、上下水道、燃料、交通ネットワーク等を確保するとともに、これらの早期復旧を図る。⑦制御不能な二次災害を発生させない。⑧大規模災害発生後であっても、地域社会・経済が迅速に再建・回復できる条件を整備する（「国土の強靱性（レジリエンス）を確保するうえで事前に備えるべき目標」同上 <<https://www.cas.go.jp/jp/seisaku/kyoujinka/kettei/130528/bessi1.pdf>>）。

発生]、「突発的又は広域かつ長期的な市街地等の浸水による多数の死傷者の発生」、「多数かつ長期にわたる孤立地域等の同時発生」、「太平洋ベルト地帯の幹線が分断する等、基幹的陸上海上交通ネットワークの機能停止による物流・人流への甚大な影響」、「食料等の安定供給の停滞」などを設定している⁽⁶⁴⁾。

そして、国土強靱化を推進する上で必要となる事項を明確にする脆弱性の評価では、上記の45の「起きてはならない最悪の事態」の想定について、国土保全、交通・物流などの17の施策の分野⁽⁶⁵⁾において、最悪の事態がどのようなプロセスで起こり得るのかについて論理的に分析したフローチャートを作成し、脆弱性を総合的に分析するとしている。

例えば、「起きてはならない最悪の事態」の一つである「突発的又は広域かつ長期的な市街地等の浸水による多数の死傷者の発生」については、築堤、高規格堤防の整備、既設ダム施設の改良・柔軟な運用等による機能強化などを推進する必要があるといったハードの整備、身を守る行動の取り方等について、学校、職場などを通じて継続的に防災訓練や防災教育などを推進する必要があるといったソフトの整備などが挙げられている。そして、現在の水準を示す指標としては、人口・資産集積地区等における国管理の河川堤防等の整備率（平成29（2017）年で72%）、南海トラフ地震等想定エリア海岸の海岸堤防の整備率（平成29（2017）年で47%）、最大クラスの内水に対応したハザードマップを作成・公表し、住民の防災意識向上につながる訓練を実施した割合（平成28（2016）年で0%）などが挙げられている⁽⁶⁶⁾。

国土強靱化関係の毎年度の予算の推移は図3のとおりとなっており、平成25（2013）年度から令和3（2021）年度までの合計で約40.6兆円⁽⁶⁷⁾、合計額のうち公共事業関係費が約33.5兆円（82.3%）、合計額のうち国土交通省関係が約29.1兆円（71.6%）などとなっている⁽⁶⁸⁾。

そして、令和3（2021）年度からは、更なる加速化を図るため、令和7（2025）年度までの「防災・減災、国土強靱化のための5か年加速化対策」として、追加的に必要となる事業規模としておおむね15兆円程度を目途として、123の対策を実施予定である⁽⁶⁹⁾。

事業の中長期目標としては、例えば流域治水対策（河川）事業であれば、一級河川における当該河川の戦後最大洪水等に対応した河川の整備率が指標とされていて、令和元（2019）年度の整備率が約65%であるものが、5年後には約73%となり、100%達成目標の年次が、加速化対策を実施することにより、令和32（2050）年度から令和27（2045）年度に前倒しされるなどとしている。また、道路施設の老朽化対策事業であれば、防災上重要な道路における舗装の

(64) 国土強靱化推進本部「脆弱性評価の指針」2018.6.5, p.6. <https://www.cas.go.jp/jp/seisaku/kokudo_kyoujinka/pdf/sisint_180605.pdf>

(65) 個別施策分野として、行政機能/警察・消防/防災教育等、住宅・都市、保険医療・福祉、エネルギー、金融、情報通信、産業構造、交通・物流、農林水産、国土保全、環境、土地利用（国土利用）の12施策分野と、横断的分野として、リスクコミュニケーション、人材育成、官民連携、老朽化対策、研究開発の5施策分野がある（国土強靱化推進本部 同上 p.2.）。

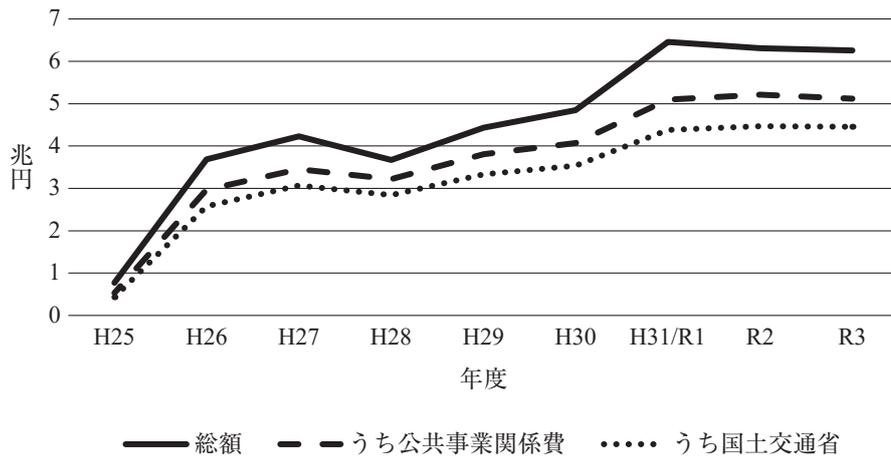
(66) 国土強靱化推進本部「脆弱性評価の結果」2018.8, pp.12-14. <https://www.cas.go.jp/jp/seisaku/kokudo_kyoujinka/pdf/honbun_180806.pdf>

(67) 各年度の補正予算を含む。なお、各府省庁における業務継続計画への対応等に必要な一般行政経費、事業費の内数として予算額が特定できない施策の予算は含まれていない。

(68) 国土強靱化の進捗状況について、南海トラフ地震想定エリア海岸の海岸堤防の整備率が2011年で約27%であったものが2021年で約64%に、人口・資産集積地区における国管理の河川の堤防等の整備率が2011年で約70%であったものが2021年で約74%となっているが、不十分であり、著しく遅いなどと評価しているものもある（藤井聡「道半ばの国土強靱化、今こそ徹底加速せよ」『建設機械』57巻8号, 2021.8, pp.44-49.）。

(69) 内閣官房国土強靱化推進室「国土強靱化に関する最近の動き」2021.2.8. <<https://www.cas.go.jp/jp/seisaku/resilience/dai58/siryous.pdf>> なお、平成30（2018）年度から令和2（2020）年度までの3か年に「国土強靱化3か年緊急対策」が実施されていたが、その内容は政府全体で160項目に及んでいた（森戸義貴「国土交通省が取り組む国土強靱化対策と今後の展開」『月刊公論』53巻7号, 2020.7, pp.43-48.）。

図3 国土強靱化予算



(出典) 内閣官房国土強靱化推進室「令和3年度国土強靱化関係予算案の概要」
2020.12. <https://www.cas.go.jp/jp/seisaku/kokudo_kyoujinka/pdf/r03yosan.pdf>
など毎年の予算案の概要を基に筆者作成。

修繕措置について、令和元（2019）年度の整備率が0%であるものを中長期目標である100%に達成させる目標年次が、令和39（2057）年度から令和7（2025）年度に前倒しされるなどとしている。一方で、地方公共団体が管理する道路の橋梁の必要箇所の修繕（令和元（2019）年度の整備率が34%）については、中長期目標である100%達成目標年次は、令和43（2061）年度から令和35（2053）年度に前倒しされるなどとしている。

Ⅲ 稀有な大規模自然災害への取組と事業評価における課題

1 レジリエンスの概念に基づく取組

Ⅱで述べたように、国土強靱化施策では、数多くの関連する事業を実施することにより、「起きてはならない最悪の事態」に対処することとしている。一方で、個別の事業の実施等においても、レジリエンスの概念に基づく取組が行われてきている。以下、道路事業及び河川事業（治水）における取組の事例について紹介する。

(1) 道路事業について

東日本大震災では、避難や救助あるいは復旧・復興などの視点から災害時における道路ネットワークの重要性が再認識された⁽⁷⁰⁾。

しかし、費用便益分析における道路事業の便益においては、要因として「交通量」の影響が大きい⁽⁷¹⁾、交通量が少ない箇所では、費用便益分析を行っても高い評価値は得られない。また、I-2(1)で挙げた①走行時間短縮便益及び②走行経費減少便益のように、災害時の通

(70) 家田 前掲注(17) なお、東日本大震災の際、被災地の復旧等のために、比較的被害の少なかった内陸部の東北自動車道及び国道4号（縦軸ライン）から、津波で大きな被害が想定される沿岸部の国道6号、45号への進出のため、くしの歯型に救援ルート（横軸ライン）を通行可能としていった「くしの歯」作戦が道路ネットワークの利用例としてある（「くしの歯」作戦 三陸沿岸地区の道路啓開・復旧」国土交通省東北地方整備局ウェブサイト <http://www.thr.mlit.go.jp/road/jisinkannrenjouhou_110311/kusinohatoha.pdf>）。

(71) 費用便益分析に際しては、分析結果に影響を及ぼす要因が変動した場合の影響の大きさを分析し把握している。分析する影響要因は、分析結果に及ぼす影響の大きさを考慮して設定されており、道路事業では「交通量」、「事業費」、「事業期間」の3要因について分析することが基本とされている。

行止めの影響を考慮することは可能であるが、通行止めの実績値に基づいて算定することから、今までに経験したことのないような稀有な大規模自然災害への対応は考慮されていない。

そこで、平成 28（2016）年より、費用便益分析とは別の貨幣化困難な効果として、道路ネットワーク上の災害リスクを基に通行の可否を設定して、通常時と災害時の拠点⁽⁷²⁾間の移動に要する期待所要時間を算定することにより、大規模自然災害における防災機能の評価が実施されることになった⁽⁷³⁾。

これは、災害発生時の道路ネットワークの機能を判定するもので、大規模自然災害時の移動時間の延伸について、ランク A から D の 4 段階による評価を行い、大規模自然災害時に拠点間の往来が不可能となる箇所などを明示する評価手法である。

道路ネットワークにより、災害時も通常時と同じ期待所要時間であればランク A、災害時は通常時の 1.5 倍未満の期待所要時間であればランク B、1.5 倍以上の期待所要時間であればランク C、災害時には到達不可能であればランク D とされている。そして、当該区間の脆弱度を以下のように求めている。

$$\text{脆弱度} = 1 - (\text{通常時の期待所要時間}) / (\text{災害時の期待所要時間})$$

ランク A は災害時も通常時と同じ期待所要時間なので脆弱度 = 0 であり、ランク D は災害時に到達不可能であり脆弱度 = 1 となる。事業評価において、社会全体への影響として災害が対象となっている場合には、事業の実施の有無による脆弱度の変化等が分析され、ランク D がランク C 以上になる場合には「◎」とするなど、脆弱度が事業評価のチェック項目とされている⁽⁷⁴⁾。

(2) 河川事業（治水）について

平成 27（2015）年 9 月の関東・東北豪雨災害で、鬼怒川において越水や堤防決壊等により浸水戸数が約一万棟などの甚大な被害が発生した。これを踏まえ、国土交通省は、同年 12 月 11 日に「水防災意識社会再構築ビジョン⁽⁷⁵⁾」を策定している。

同ビジョンでは、ソフト対策として、住民が自らリスクを察知して主体的に避難できるような、より実効性のある対策へ転換して重点的に実施すること、ハード対策として、氾濫が発生した場合にも被害を軽減する「危機管理型ハード対策」を導入することが挙げられている。

この危機管理型ハード対策は、河川の水が堤防を越えるなどした場合でも、避難等のためにより時間を長く提供できるよう、堤防が決壊するまでの時間を少しでも引き延ばすよう堤防の構造を工夫する対策とされている。当面の間、上下流のバランスの観点から堤防整備に至らない区間⁽⁷⁶⁾などについて、危機管理型のハード対策を実施するなどとしている。

このように、国土強靱化の概念に基づき堤防の決壊による被害を最小化するなどの対策は行われており、また、平成 29（2017）年に出されたレジリエンス確保に関する技術検討委員会の報告書で、三大都市圏における大規模な洪水に対し、河川のインフラ整備全体の投資額と減

(72) 地域の防災計画等に基づき、災害発生時に甚大な被害を受ける地域や孤立するおそれのある地域、救助・救援活動や広域的な物資の輸送の拠点等、災害時において移動経路が確保されている必要のある場所。

(73) 国土交通省道路局・都市局「道路ネットワークの防災機能の向上効果計測マニュアル（案）」2016.2. <https://www.mlit.go.jp/road/ir/ir-hyouka/pdf/nw_manual.pdf>

(74) 国土交通省「新規事業採択時評価結果（令和 3 年度新規事業化箇所）（道路・街路事業）」<<https://www.mlit.go.jp/common/001396020.pdf>>

(75) 国土交通省水管理・国土保全局「水防災意識社会再構築ビジョン」2015.12.11. <<https://www.mlit.go.jp/common/001113067.pdf>>

(76) 河川の堤防の整備については、上流の整備を先に行った場合、下流で大規模な洪水等が発生するおそれが高いことから、下流から上流にむけて整備を進めることが基本とされている。

災額との関係を推計するなどしている⁽⁷⁷⁾。ただし、個別の事業評価において稀有な大規模自然災害への対応を考慮した特段の見直しは行われていない。

2 事業評価における課題

国土強靱化施策では、既に約 40.6 兆円の予算が計上されてきているが、全ての事業において、短期間で目標を全て達成することは困難である。そのため、通常の災害対策事業のように、どの箇所から行えば良いのかといった選択が重要である。

公共事業においては、事業の効率性などのため、20 年以上前から事業評価を導入しているが、I で述べたように、費用便益分析のような定量的な評価においては、通常時に得られる利得や一定規模の災害時における被害軽減などの評価が中心である。そこで、現在行われている公共事業の事業評価が、稀有な大規模自然災害に対応しているかについて検討する。

(1) 道路事業について

I(1) で記述したように、道路事業においては、稀有な大規模自然災害時の道路ネットワークについて、事業評価の一項目としている。大規模自然災害時に到達不可能となるランク D を解消する意義は大きいと思われる。しかし、その他のランクを一段階上げること、例えば通常時に 1 時間 30 分の区間について、大規模自然災害時の移動時間を 3 時間（ランク C）から 2 時間（ランク B）に短縮することについて、事業評価では「○」などとされているが、どのような効果や意義があるのかについて明確にするには、更なる検討が必要と考えられる。

また、発災時から順に、時間の経過などに応じて、救命救急、救援物資輸送、復旧活動に関連した交通、経済活動の継続のための交通の必要性が考えられ、各段階での交通目的に応じた複数の機能指標（「救急救命時は緊急車両だけの通行段階なので 1 車線のみで良い」など）を設定してレジリエンスを定量化することが有効であるとの考え方もある⁽⁷⁸⁾。しかし、現在の道路ネットワークの機能の評価方法では、災害時に通行不能になると推定される箇所は、物資を輸送する大型車の円滑な通行が困難な箇所などとされていて⁽⁷⁹⁾、緊急車両だけなど復旧・復興の段階に対応した通行形態を検討するものとはなっていない。

(2) 河川事業について

I-2(2) のように、費用便益分析における便益である被害防止便益については、無害流量から計画規模までの被害についての算定であり、計画規模を超える稀有な大規模自然災害をもたらす降雨に対する被害については、検討の対象となっていない。例えば、表 1 に示した例では、

(77) 1000 年に 1 回発生するような最大規模の洪水発生時の推計を行っており、堤防決壊による壊滅的な被害を回避することが可能な河川整備は高規格堤防（堤防の高さの 30 倍程度の幅がある堤防）であるとしている（平成 29 年度会長特別委員会・レジリエンス確保に関する技術検討委員会河川分科会「レジリエンス確保に関する技術検討委員会「河川分科会」検討報告書（「国難」をもたらす巨大災害対策についての技術検討報告書：付録Ⅲ）」2018.6. <http://committees.jsce.or.jp/chair/system/files/付録3_河川分科会報告書.pdf>）。高規格堤防については、山下修弘「高規格堤防整備の現状と課題」『レファレンス』831 号, 2020.4, pp.19-37. <https://dl.ndl.go.jp/view/download/digidepo_11486059_po_083102.pdf?contentNo=1> を参照。

(78) 多々納 前掲注(44) 被災から数日の間は拠点病院などへのアクセシビリティである救急救命が必要であり、この機能に着目すれば、1 車線のみは復旧であっても緊急車両等の通行が許可されるなどすれば、拠点病院などへのアクセスは可能となり機能は回復していることになる。一方で、経済活動の維持の機能に関しては、一般車両の通行が認められておらず、まだ回復していないことになる。

(79) 幅員 5.5m 以上の改良済みの箇所以外の箇所等については、物資を輸送する大型車の円滑な通行が困難な箇所として、災害時に通行不能になると想定されている（国土交通省道路局・都市局 前掲注(73)）。

150年に1回(1/150)の流量規模を計画規模としていて、I-2(2)②のように計画規模を最大として氾濫解析を実施するため、計画規模を超える、例えば200年に1回(1/200)の降雨については、当該事業の実施の有無による被害軽減額を算定せず、年平均被害軽減期待額の算出においては考慮されていない。

また、被害額の算定に当たっては全国平均や都道府県別の基礎数量や被害率の数値を用いて算定されており、個々の施設における被害の想定などを反映させる算定とはなっていない。例えば、洪水により被害を受ける道路については、災害時の拠点間の移動を担う道路と、その他の道路を区別することなく、前記のように統計的に一般資産被害額の一定割合として算定されている。

しかし、計画規模を超える稀有な大規模自然災害時においても、最低限の安全の確保は必要であり、また、洪水時に拠点間の移動を担う道路と、その他の道路では、災害時における役割は異なる。したがって、河川事業において、計画規模を超えるような稀有な大規模自然災害時などについて、重要と考えられる施設について個別に氾濫被害想定を行った事業評価を実施することなどについても検討する必要があると思われる。

おわりに

公共事業については平成10(1998)年より事業評価を開始して、効率的かつ透明性の高い事業を指向している⁽⁸⁰⁾ところであるが、現状の個別の事業評価においては、稀有な大規模自然災害に対する定量的な事業評価は、道路事業では算定された数値がどのような意味を持つのか明確ではないし、河川事業(治水)では行われていない。

一方で、道路整備についての世論調査では、力を入れてほしい道路整備の分野(複数回答可)について、「大地震や津波、大雨、大雪などによる災害に備えた対策」が最上位で64.0%に及ぶという結果もある⁽⁸¹⁾。

事業を少しでも良いものにするように計画面・設計面で努力するために費用対効果分析がある。しかし、現行の手法には限界があることから、それを十分に踏まえた上で、常に評価方法の改善を図っていくという姿勢が不可欠であるとされる⁽⁸²⁾。

国土強靱化施策を始め自然災害に対する対策事業は、相当額の予算を投入しても、短期間で目標を達成して完了することは困難である。いつ、どのような規模で発生するか明確でない自然災害について、どの事業を優先的に実施するかを判断するための情報は重要である。困難な作業ではあるが、平常時の事業評価において評価手法を段階的に改善しているように、稀有な大規模自然災害に対するレジリエンスの考え方を取り入れた、可能な限り定量化した非常時の事業評価を検討していくことが必要であろう。

(やました のぶひろ)

(80) 事業により便益の考え方が異なるなどのため、異なる事業間での費用便益分析の比較は困難であるが、同種事業では比較が有効と考えられる。例えば、河川事業では、事業の代替案を26項目挙げて絞り込みを行い、費用便益分析も含めて最終的な方策を検討している場合もある(山下 前掲注42)。

(81) 内閣府政府広報室「道路に関する世論調査」の概要 2021.10, p.41. <<https://survey.gov-online.go.jp/r03/r03-douro/gairyaku.pdf>>

(82) 家田 前掲注(17), p.70.