

平成 29 年 3 月 22 日 (水)

国土技術政策総合研究所

気候変動適応研究本部

水技術政策に関する海外最新情報

【H29-1 号】

< 定点観測：米英蘭政府機関の動き >

(1) 【英国：環境・食料・農村地域省らが洪水レジリエンスレビューを公表した】

英国環境・食料・農村地域省 (Defra: Department for Environment, Food and Rural Affairs) を含む 11 の行政機関によって、「洪水レジリエンスレビュー (National Flood Resilience Review)」が公表された (2018 年 9 月 8 日)。

<https://www.gov.uk/government/news/new-plan-for-stronger-flood-defences>

(記事本文)

https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/551137/national-flood-resilience-review.pdf (レビュー本文：13.9MB)

英国では、2015 年冬に発生した洪水により大きな被害を被ったことを契機に、現在、英国環境庁が公表している **Extreme Flood Outline** (河川又は高潮による年超過確率 1/1,000 の想定最大規模の洪水浸水想定区域図) に対するストレステストを行った。また、地方のライフライン・インフラに対する洪水対策を検証し、これらをまとめて「洪水レジリエンスレビュー」として公表した。

ストレステストに用いる極端降雨シナリオは、対象試験地区毎の既往最大冬期月雨量に、陸域 50km 解像度の気候予測モデルによる現在気候アンサンブルシミュレーション結果から得られる「記録更新時の増分率として、年超過確率 1/100 において期待される 20-30%」を上乗せしたものである。一方、極端高潮シナリオは、それぞれの試験地区毎の潮汐による過去最大満潮位 (the highest recorded astronomical tide) と、最近の暴風雨による高潮 (a recent storm surge) を加算することで与えた。極端降雨シナリオをもとに洪水流量を導出する水文モデル (hydrological model) と、極端高潮シナリオと合わせて洪水範囲と浸水位を導出する水理学モデル (hydraulic model) で構成される環境庁地域詳細モデル (Environment Agency local detailed model) を用いて、英国内 6 か所の試験地区を対象に浸水範囲を算出した。その結果は **Extreme Flood Outline** を超えるものではなかった。このことから、今後少なくとも

も 10 年間は、Extreme Flood Outline の想定最大規模の洪水浸水想定区域図は 90% の信頼度で有効 (robust) であると結論づけた (今回想定した極端降雨シナリオを超える確率が $1-(1-1/100)^{10}=0.096$ であることによる)。また、シミュレーションによると、既往最大冬期月雨量以上を記録する確率は毎年 10%であったことから、今後 10 年間に冬季月雨量新記録が 1 回あるいはそれ以上の回数で生じ得るとした。

また、地方ライフライン施設における大規模洪水リスクと防御対策に関しても調査を行った。まず、上水道、固定並びに移動通信システム、電気、ガス、石油、医療施設部門に焦点を当て、Extreme Flood Outline 内に位置し人口 10,000~25,000 人以上に影響を及ぼす施設について、現在行われている洪水対策とレジリエンス向上のための洪水対策計画を検証した。その結果、上水道、電気、通信システム、医療施設分野の 530 か所の施設は年超過確率 1/1,000 の洪水に対して脆弱であることが分かった。

さらに、これらの重要な地方ライフライン施設に対するチューブ、土のう、止水板等の仮設の止水対策 (temporary barriers、図 1 を参照) の効果を検証するために現場視察や費用、利益、ロジ

スティックの査定を含む試験的なフィージビリティ・スタディ (FS) を行った。その FS の結果、30-40%のライフライン施設において、仮設止水対策の設置が適していると推定した。また、本調査で、脆弱性が見られた上水道、電気、通信システム、医療施設分野について、大規模洪水へのレジリエンスを高めるために、各分野の既存の中期計画にライフラインを適切に防御する、または、災害時の予備供給の準備などの対策を盛り込むことを関係者間で合意



図 1 調査で使用した仮設止水対策の例

した。個別の施設における仮設止水対策のチェック事例に関しては表 1 を参照し、各施設に対する仮設止水対策の適用性に関する 6 か所の試験地区における総合評価は表 2 を参照されたい。

表 1 個別の施設における仮設止水対策のチェック事例

番号	施設のタイプ	ライフラインのタイプ	技術的評価					サイズ		仮設止水対策の種類			
			施設までのアクセス	配置区域の幅	障害物	地形	地表面	長さ m	最大防海浸水位	Frame barrier	Sandbag	Filled container or basket	Water filled tube
1	データセンター	通信	○	○	○	○	○	220	0.75	○	×	○	×
2	受変電設備	電気	○	○	○	○	○	40	1.50	○	×	○	×
3	受変電設備	電気	○	○	○	○	○	336	0.75	○	×	×	×
4	ケアセンター	健康	○	○	○	○	○	155	0.50	○	○	○	○
5	保健所	健康	○	×	×	○	×	n/a	n/a	■	■	■	■
6	配電変電所	電気	○	○	○	○	○	3	1.00	×	○	○	×
7	通信鉄塔	通信	○	○	○	○	○	50	1.00	○	×	○	×
8	下水処理施設	上下水道	○	×	○	×	×	n/a	n/a	■	■	■	■
9	ポンプ場	上下水道	○	×	○	×	×	n/a	n/a	■	■	■	■
10	病院	健康	○	○	○	×	○	n/a	n/a	■	■	■	■
11	配電変電所	電気	○	×	×	○	○	n/a	n/a	■	■	■	■
12	下水処理施設	上下水道	○	○	○	○	○	1600	1.50	○	×	×	○
13	消防署	緊急サービス	○	○	○	○	○	195	1.50	○	×	○	○
14	電気変電所	電気	×	×	×	×	×	n/a	n/a	■	■	■	■
15	通信鉄塔会社の建築物	通信	○	○	○	○	○	60	1.00	○	×	○	×

○: 技術的評価が合格した、または、ふさわしいと判断された種類の止水対策

×

■: 技術的評価において不合格だったため、評価が行われなかった

表 2 各施設に対する仮設止水対策の適用性に関する 6 か所の試験地区における総合評価

施設のタイプ	仮設止水対策の適用性
データセンター	止水対策を設置するのに十分な用地が建物の周囲にある場合には、仮設止水対策が有効であり得る。ほとんどのコミュニケーションセンターは都市部にあるため、多くの場合、この対策は使用できないだろう。
上水処理施設	設備や建物の浸水を防ぐため、仮設止水対策をプラントの周囲に設置し得る。
下水処理施設	設備や建物の浸水を防ぐため、仮設止水対策を設置し得る。
電気	仮設止水対策を使い得る。地上変電所は広い土地を要する。高い浸水位が予測される場合には、特に接続のフレキシビリティを考慮すべきである。
エネルギー貯留 (石油貯蔵地区)	燃料流出によるリスクが高いため、常設の対策が必要である。そのため仮設対策は明白な選択肢ではない。
病院	仮設止水対策は病院の周囲を遮断し、車の乗り入れや建物の出入りを妨げるため、好ましいオプションではない。標高の高い場所から出入りできる場合や、孤立しても患者やスタッフが危険にさらされない特定の部門のみを防御する場合であれば適用しうる。
消防署	車の出入りを妨げる場合は、仮設止水対策は実行できない。建物の保護や修復時の補助として使用出来る。
空港	空港全体を囲むことができれば、仮設止水対策は実行可能なオプションである。例えば、2009年に米国 Saint Paul 空港で 2,400 万ドルのシステムを整備した。1km の延長に対し設置に約 48 時間要する。

(2) 【英国：資産洪水レジリエンス・アクションプランを公表した】

英国環境・食料・農村地域省（Defra: Department for Environment, Food and Rural Affairs）と英国環境庁（EA: Environment Agency）が支援をして保険会社、事業者等の民間団体から代表を集めた円卓会議を結成し、「資産洪水レジリエンス・アクションプラン（The Property Flood Resilience Action Plan）」を公表した（2016年9月8日）。

<https://www.gov.uk/government/news/new-support-gives-property-owners-better-protection-from-flooding>（記事本文）

https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/551615/flood-resilience-bonfield-action-plan-2016.pdf（報告書本文：7.8MB）

アクションプランでは、洪水により被害を受けた家屋や建物の修復費用、心因的な負担を減らすための対策として、一般世帯や事業者による資産レベルレジリエント対策（property level resilient measures、以下「資産保全対策」）の実施を提唱しており、資産保全対策を一般により普及させるための提案と計画を述べている。資産保全対策は、大規模な洪水防御施設を設置できない、または設置により経済的な不利益が生じる土地の洪水リスク管理に有益としている。実行可能な対策として、防水ドア（flood door）、止水板（flood barrier）、有孔レンガ防水カバー（air brick cover：屋内換気のために設置してある有孔レンガから、洪水時に水が室内に侵入することを防ぐ）、防水加工されたレンガ造り（waterproofing brickwork）、逆流防止弁（non-return valve：下水道や排水管に設置し、洪水の際の汚水の逆流を防ぐ）、の設置や、浸水時に影響を受けやすい機能の移動（コンセントを浸水水位より高いところに設置する等）を挙げている（図3を参照）。

資産保全対策を普及するための目標と計画として、以下の1)～5)を掲げている。

- 1) 資産保全対策のための助成金（Property Level Resilience Grants）のスキームのあり方を検討する。

政府は2015年に発生したストーム・イブとストーム・デスモンドの被災地域の居住用物件と事業用物件に耐水または防水対策を推進するための助成金を交付している。一方、コミュニティー内事業者の緊急時対応グループ（Business Emergency Resilience Group）は、3か所のモデル自治体に対して試験的なサポートサービスを提供することに着手した。そこでは、モデル自治体と連携して助成金スキームの検討を行うとともに、保険、建設業者等と連携することにより、耐水対策の推進に繋がるか、調査を実施している。また、被災地住民に対して、

自治体が行う調査に加えて資産調査を実施し、最適な耐水または防水対策のアドバイスを提供している。

英国政府は、上記のサポートサービスをレビューすると共に有効性を検証し、全体としての新たなスキームのあり方を検討するとしている。

2) 中小企業向けの保険への洪水リスクの組み込みと日常の対策

個人事業者が加入している保険の見直しと保険契約の強化等を対策として挙げている。保険業者や仲介業者からなる調査団を結成し、その他の保険業者や仲介業者が中小企業の異なる洪水対策をどのように評価しているのかを調査するとしている。

3) ワンストップポータルウェブサイトの開発による資産対策に関する情報の共有

ウェブサイト上で洪水発生時の対応方法、緊急連絡先など、洪水への備えなどを公開する。公開中のウェブサイトは以下より参照。

Centre 4 Resilience: <http://www.centre4resilience.org/>

4) 資産保全対策を実施するにあたり必要なスキルや基準の開発

資産の洪水リスクを査定し適切な対策を助言するための、調査の基準と調査者の継続的な能力開発に関連した認証制度作成までのロードマップを作成する。また、洪水後の保険を適用した修復に関連して、地方自治体の建築規制と保険会社による洪水後の修復が連携出来るプロトコルを作成する（例：耐水対策の承認の手続きの簡素化）。

5) 資産レベルでの水害対策を実施することの重要性を伝達する。



図3 資産保全対策例（図版は、英国環境庁：“Practical Guidance for Property Level Flood Protection”と英国環境・食料・農村地域省：“Post-Installation Effectiveness of Property Level Flood Protection Final Report FD2668 December 2014”より引用）

(3) 【米国：陸軍工兵隊が公共事業へ気候変動影響を組み込むためのガイダンスに関する公報を発表した】

米国陸軍工兵隊（USACE: U.S. Army Corps of Engineers）は、公共工事の調査、設計、プロジェクトにおける陸域水文学（Inland Hydrology）に対して、気候変動影響を組み込むためのガイダンスを改定する公報（ECB: Engineering and Construction Bulletin）を発表した（2016年9月16日）。

<http://www.corpsclimate.us/20160928news.cfm>（記事本文）

https://www.wbdg.org/FFC/ARMYCOE/COEECB/ecb_2016_25.pdf

（公報本文：1.17MB）

本公報「公共事業の調査、設計、プロジェクトに係る陸域水文学へ気候変動影響を組み込むためのガイダンス（Guidance for Incorporating Climate Change Impacts to Inland Hydrology in Civil Works Studies, Designs, and Projects）」は、USACEの包括的な気候変動適応政策と調和させるために、水文解析に気候変動情報を組み込むためのガイダンスであり、今回は、2014年5月2日付けで発出された第1報の改定である。対象となるのは、新規及び既存のUSACEプロジェクト、さらには修復のために連邦資金が使用されている完了プロジェクトである。時間軸を有する計画や工学的決定をサポートする全ての水文解析に適用される（短期的な水管理に関する決定には適用されない）。なお、今回の改定箇所として、2014年版で対象から除外されていた水管理やダムの実運用上の水文学的研究（operational hydrologic studies）への適用について、除外が削除されている。また、気候変動の影響分析支援ツールの解説を充実させている。

USACEのプロジェクトの供用期間を通じて、気候変動の影響による降雨や流出の極端現象に対して強靱である必要があるが、地方レベルのプロジェクトでは、将来の予測にはまだ大きな不確実性がある。本公報は、潜在的な気候変動の脅威や影響の定性的評価（qualitative assessment）^{注）}を支援するものである。公報が示す定性的評価のフローは図4の通り。

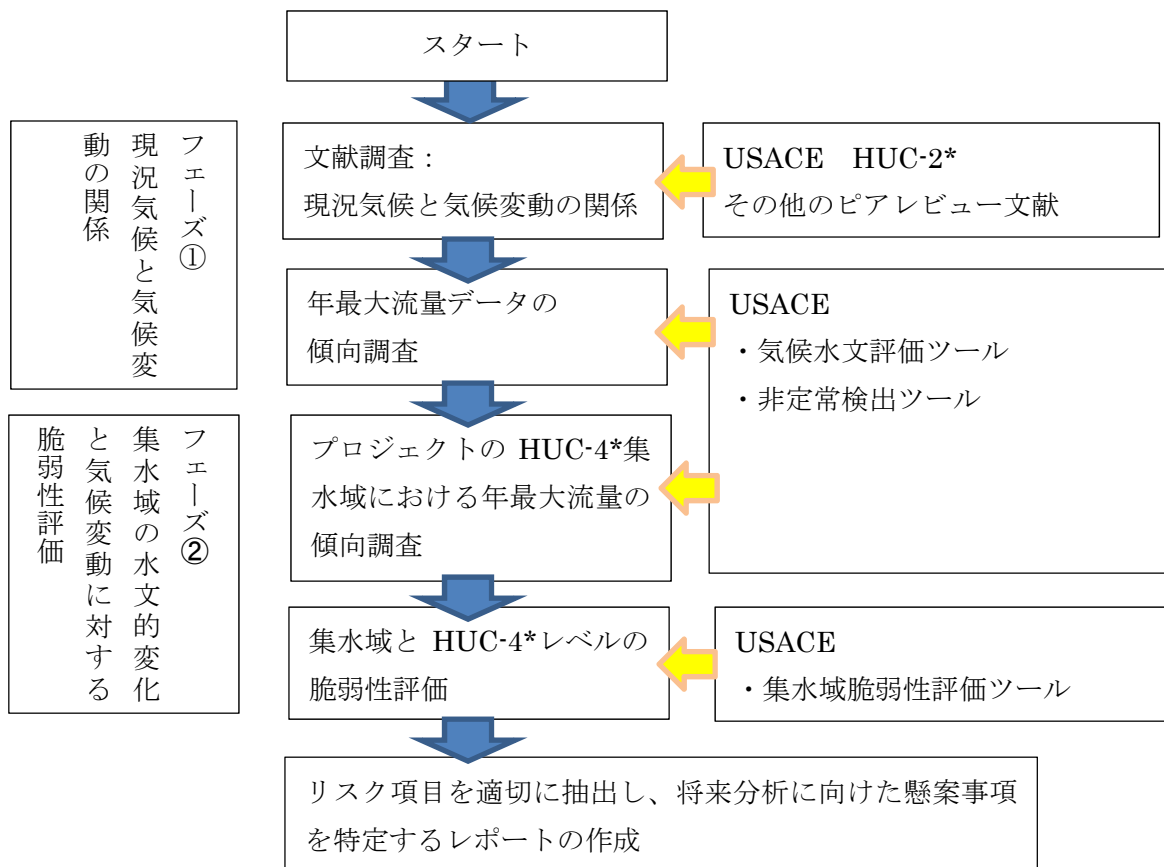


図4 定性的評価のフローチャート

* HUC-2、HUC-4：USGSが定義した階層的な流域区分システム（Hydrologic Unit Code）。各階層ごとに全米地域を分割している。HUC-2は準地域（Subregion、平均約44,000km²）、HUC-4は小流域（Subbasin、平均約1,800km²）。

（詳細は、USGSホームページ参照 <https://water.usgs.gov/GIS/huc.html>）

またUSACEは、気候変動の影響分析を支援するために、下の1)、2)の2つのWebベースのツールを開発し、ホームページで公開した。これらのツールについては公報のAttachment Cに使用例が掲載されている。

1) 非定常性検出ツール（Nonstationarity Detection Tool）

水文データの統計処理は、データの統計的特性が対象期間を通じて一定である（定常性）とする仮定の下で成立している。しかし近年の研究によって、気候変動及び人為的な流域の変化によって、長期的な水文データが定常として評価できない（非定常な）場合があることが示されている。本ツールは、米国地質調査所（USGS）の流量データの定常性を評価し、統計処理が可能な同質のデータセットを採用することを可能とするものである。

2) 気候水文評価ツール (Climate Hydrology Assessment Tool)

本公報では、水文データの過去の実測値の変化と、予測値の変化の両者を考察する定性的分析^{注)}を要求している。本ツールでは、既存の気候観測データと気候予測シミュレーションデータに簡単にアクセスし、分析結果を得ることができる。分析対象として、年最大日流量、年最大3日流量の観測値におけるトレンド、気候変動影響予測における年最大月流量の範囲・トレンドが含まれる。

両システムは以下のページより誰でも入手可能である。また、今後より多くのツールが追加される予定としている。

Public Tools Developed by USACE Climate-Impacted Hydrology:

<http://www.corpsclimate.us/ptcih.cfm>

注) ここでの分析／評価は、水文学的検討における気候に関連する要素の変化の方向を特定し、プロジェクトに関する様々な決定プロセスでの判断要素とするものではあるが、必ずしも定量的な精度を有するものではないとして、用語として定性的分析／評価 (qualitative analysis/assessment) と表現されている。

(4) 【米国：環境保護庁は気候変動指標に河川洪水、沿岸洪水、流水温度等を新たに追加】

米国環境保護庁 (EPA: Environmental Protection Agency) は、「米国の気候変動指標 2016 (第 4 版) (Climate Change Indicators in the United States 2016, Fourth Edition)」を発表した。本報告書は、気候変動に関係する指標の過去から最近の統計値の変化を一般向けにレポートするものであり、前回第 3 版は 2014 年に発表された (2016 年 8 月)。

<https://www.epa.gov/climate-indicators> (気候変動指標ホームページ)

https://www.epa.gov/sites/production/files/2016-08/documents/climate_indicators_2016.pdf (報告書本文：17.5MB)

今回の報告書では、最新データに基づき指標をアップデートしたことに加え、河川洪水 (River Flooding)、沿岸洪水 (Coastal Flooding)、河川水温 (Stream Temperature) を含む 7 つの指標を新たに追加した。本報告書の対象とされている指標については、表 3 の通り。各指標は、過去からの時系列の変化のグラフ、または国内の各地点における変化量等で表示されている。また河川洪水、沿岸洪水を含むいくつかの指標は、

「健康との関係 (Health Connection)」として、当該指標の変化が示す人体への影響が付記されている。

以下、代表的な指標の統計的变化についての評価結果について抜き出して紹介する。

表 3 米国の気候変動指標 2016 の指標リスト

温暖化ガス	<ul style="list-style-type: none"> ・ 全米の温暖化ガス排出量 ・ 全世界の温暖化ガス排出量 ・ 大気中の温暖化ガス濃度 (ppm) ・ 放射強制力 (Climate Forcing)
気象と気候	<ul style="list-style-type: none"> ・ 全米・全世界の気温 ・ 最高・最低気温 ・ 全米・全世界の降水量 ・ 激しい降水量 (Heavy Precipitation) ・ 熱帯低気圧の活動 ・ <u>河川洪水</u> ・ 渇水
海洋	<ul style="list-style-type: none"> ・ 海水温 ・ 海水面温度 ・ 海水位 ・ <u>沿岸洪水</u> ・ 海洋の酸度 (Ocean Acidity)
雪氷	<ul style="list-style-type: none"> ・ 北極海の氷 ・ 収集された雪氷データ ・ <u>南極海の氷</u> ・ 氷河 ・ 湖沼の氷 ・ 降雪量 ・ 積雪面積 (Snow Cover) ・ 積雪量 (Snowpack)
健康と社会	<ul style="list-style-type: none"> ・ 熱起因の死亡 ・ <u>熱起因の疾病</u> ・ 猛暑日、極寒日 ・ ライム病 ・ <u>ウェストナイル・ウイルス</u> ・ 作物栽培可能期間 (Length of Growing Season)

	<ul style="list-style-type: none"> ・花粉症 (Ragweed Pollen) の期間
生態系	<ul style="list-style-type: none"> ・森林火災 (Wildfires) ・流水 ・<u>流水温度</u> ・五大湖の水位 ・野鳥の越冬範囲 ・<u>海洋生物の分布</u> ・芽吹き日、開花日 (Leaf and Bloom Dates)

※下線は今回新たに追加された指標。

1) 激しい降水量 (Heavy Precipitation)

激しい降水量 (雨・雪) について、1910～2015 年の全米の日降水量統計メッシュデータを対象としたときのメッシュ毎の上位 10%値と定義した上で、その値を超過したメッシュ面積率の各年毎の変化の推移で、そのトレンドを分析している。この指標 (激しい降水量の超過面積率) は、1910～1980 年の間は比較的安定しているが、その後は増加傾向である。また、上位 10 か年のうち 9 か年は 1990 年以降に発生している。

2) 熱帯低気圧の活動

北大西洋の熱帯低気圧 (台風・ハリケーンを含む) の活動が、1949～2015 年の PDI (Power Dissipation Index : 熱帯低気圧の潜在的破壊力を表す指標) の推移で示されている。熱帯低気圧の PDI の変動は 1995 年頃から増加傾向にあり、おおむね北大西洋の海面温度と相関があるが、近年、熱帯低気圧の活動が増加しているように見えるにも関わらず、観測方法の変更等により、PDI で見る限り長期的に増加しているかどうかは判断しがたいとしている。すなわち、PDI は 2005 年頃をピークに再び低下傾向を示している。

3) 河川洪水

今回より新たに導入された指標である。全米の各地点における 1965～2015 年の河川洪水流量 (日流量) の変化と、頻度の変化 (大きく増加、少し増加、少し減少、大きく減少の 4 段階) で示されている。洪水流量については、北東部及び中西部の大部分の河川や流路で徐々に増加している一方、西部、南部アパラチア、及び北ミシガンでは徐々に減少しているとしている。平均年 2 回生起するレベルの洪水頻度については、北東部、太平洋側の北西部、及び北部グレートプレーンズの一部で増加している一方、その他の地域、特に南西部とロッキー地方では減少しているとしている。さらに、これらの河川洪水の「健康との関係」として、

洪水による死亡、負傷、感染症の他に、メンタルヘルスへの影響について付記されている。

なお、ここで用いている指標値は、米国地質調査所（USGS）の何千もの観測所のなかから、ダムや貯水池管理、下水処理場等の影響が極力ない約 500 か所を抽出し、各地点の日総流量データ（total daily discharge）から算出したものである。注釈として、流量への人為的な影響が極力ない場所が抽出されているが、流域の土地利用の変化によるコンクリートやアスファルトの被覆等による影響があり得ること、堤防や止水壁等のインフラ整備がなされている場合、流量の増加が直ちに人命・財産へのリスクの増加を意味しないこと、が記載されている。

その他の各指標の算出方法については、以下の Technical documentation に詳しく記載されている。

Technical documentation:

<https://www.epa.gov/climate-indicators/downloads-indicators-technical-documentation>

【お問合せ先】

国土技術政策総合研究所 気候変動適応研究本部 事務局

河川研究部 深見（M8092-3512, fukami-k92ta@mlit.go.jp）

山本（M8092-3527, yamamoto-y92td@mlit.go.jp）

（情報収集担当：河川研究室 生江）