

令和 2 年 4 月 9 日 (木)
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
【R2-1 号】

< 定点観測：米英蘭仏独政府機関の動き >

(1) 【米国連邦危機管理庁：再保険プログラムによるリスク分散が進む】

米国連邦危機管理庁 (Federal Emergency Management Agency, FEMA) は、全米洪水保険制度 (National Flood Insurance Program, NFIP) の 2020 年の再保険に関して公表した。(2020 年 1 月 2 日)

<https://www.fema.gov/news-release/2020/01/02/fema-continues-its-reinsurance-program-manage-future-flood-risk> (ニュース記事)

NFIP は 2012 年洪水保険改革法 (The Biggert-Waters Flood Insurance Reform Act of 2012, BW-12) および 2014 年住宅洪水保険手続法 (The Homeowners Flood Insurance Affordability Act of 2014, HFIAA) により、再保険に加入する権限を与えられた。2016 年から再保険への試験的な加入が始まり、2017 年から 1 年毎の再保険契約を結んでいる。2018 年からは従来の再保険に加え、大災害債券 (catastrophe bond) を発行したことにより資本市場に更なるリスクの分散が行われることとなった。

今回、FEMA は、再保険会社 27 社と 2020 年 1 月 1 日～2021 年 1 月 1 日の 1 年間で契約をした。保険料 2 億 500 万ドル (約 226 億円) を支払い、10 億 3 千 300 万ドル (約 1140 億円) の分散をおこなった。洪水を発生させた 1 事象あたりの損害が、40 億ドル (約 4,410 億円) 以上の場合に補償金が支払われる契約となっている。

損害が 40 億～60 億ドルでその 10.25%、60 億～80 億ドルで 34.68%、80 億～100 億ドルで 21.80%の給付となる。

NFIP が 2018 年と 2019 年に発行した大災害債券が有効なため、今回の契約により分散されたリスクの総額は 20 億 1300 万ドル (約 2,210 億円) となる。

(2) 【米国海洋大気庁：特定の場所や時間ごとの極端な海面上昇の予測】

米国海洋大気庁 (National Oceanic and Atmospheric Administration, NOAA) の気候プログラムオフィス・気候観測監視プログラム (Climate Program Office, Climate Observations and Monitoring Program) はセントラルフロリダ大学の研究者に資金援助を行っており、その論文について紹介している。(2019 年 12 月 18 日)

<https://cpo.noaa.gov/News/News-Article/ArtMID/6226/ArticleID/1820/Preparing-for-extreme-sea-levels-is-different-depending-on-location-and-time-new-study-finds> (ニュース記事)

<https://www.nature.com/articles/s41597-019-0333-x.pdf> (論文：1.43MB)

研究では、米国沿岸に設置された観測データから、数年～数十年間の平均海面水位と高潮に関連する気候現象の変化を分析し、極端な海面水位の指標の設定を行った。

その結果、極端な海面水位の指標によって以下のことが分かった

- ・ フロリダ湾岸では、平均海面水位と高潮に関連して、より高水位で頻繁な極端な海面上昇が発生した。
- ・ ポートランド州やメイン州などの北大西洋側では、低頻度で発生する潮流の変化が、極端な海面上昇に影響していた。特に夏季は、平均海面水位や高潮に関連した気象現象に比べより著しかった。

この指標に関する研究を進め、将来的にいつ、どこで、極端な海面水位が発生するか予測し、沿岸における浸水被害の減少に活かしたいとしている。

(3) 【米国海洋大気庁：気候変動によってさらに激しさを増す気象現象】

アメリカ気象学会 (American Meteorological Society) が、アメリカ気象学会会報 (Bulletin of the American Meteorological Society) の特別版として毎年出版している”気候学の観点から紐解く 2018 年の極端な事象 (Explaining Extreme Events in 2018 From a Climate Perspective)” (以下、BAM 特別報告書) について、米国海洋大気庁 (National Oceanic and Atmospheric Administration, NOAA) が紹介している。
(2019 年 12 月 9 日)

<https://www.noaa.gov/news/report-climate-change-is-making-specific-weather-events-more-extreme> (ニュース記事)

<https://www.ametsoc.org/ams/index.cfm/publications/bulletin-of-the-american-meteorological-society-bams/explaining-extreme-events-from-a-climate-perspective/> (BAM 特別報告書ウェブページ)

今回の報告書では、歴史的観測とモデルシミュレーションにもとづき、2018 年に発生した気象現象について、人為的な気候変動の影響を調査した。5 大陸、1 大洋、13 ヶ国 121 人の研究者が携わっており、計 21 の研究論文が集録されている。豪雨と洪水に関する論文のうち 2 件について紹介する。

1) 2018 年中国中西部における豪雨の人為的な影響について (ANTHROPOGENIC INFLUENCE ON 2018 SUMMER PERSISTENT HEAVY RAINFALL IN CENTRAL WESTERN CHINA)

<https://journals.ametsoc.org/doi/pdf/10.1175/BAMS-D-19-0147.1> (論文:1.44MB)

ハドレーセンター全球環境モデルバージョン 3・アトリビューションシステム (HadGEM3-GA6-based attribution system) を使用して、2018 年夏季の豪雨のシミュレーションを行った。豪雨としては、継続する豪雨 (14 日間、21 日間、28 日間) と、1 日と 3 日の豪雨を選定した。

人的影響の評価に関しては、以下の条件を定めた。

- A) 自然活動+人的活動が影響する場合 (Historical)
- B) 自然活動+人的活動 (1850 年のレベルに固定) が影響する場合 (HistoricalNat)

その後、一般化極値分布を使ってリスク比 ($RR=P_{All}/P_{NAT}$) を求めた。全ての影響を含む場合 (A の条件) の豪雨の発生確率 (P_{All}) と自然影響のみの場合 (B の条件) の発生確率 (P_{NAT}) を比較した。

その結果、人的影響によって、継続する豪雨の発生確率は最大で 47% 減少した。しかし、1 日の豪雨の発生確率は 1.5 倍になった。

2) 2018 年米国中部大西洋州における継続した豪雨への人為的な影響について
(ANTHROPOGENIC IMPACTS ON THE EXCEPTIONAL PRECIPITATION OF 2018 IN THE MID-ATLANTIC UNITED STATES)

<https://journals.ametsoc.org/doi/pdf/10.1175/BAMS-D-19-0172.1> (論文 : 1.09MB)

2018 年、ペンシルベニア、ニュージャージー、メリーランド、ワシントン D.C.、デラウェア、ウェストバージニア州では、豪雨により洪水が発生した。2018 年に発生した豪雨への人為的活動による影響を調べた。

観測データとコミュニティ地球システムモデルバージョン 1 (CESM1) を使用して、シミュレーションを行った。

シミュレーションから以下の確率を求めた。

P_0 = 20 世紀初頭 (1920~50 年) の気候条件下での、2018 年降雨の超過確率

P_1 = 現気候条件下での、2018 年降雨の超過確率

それから、寄与危険度と相対危険度を求めた。

$$\left(1 - \frac{P_0}{P_1}\right) = \text{リスク寄与度}$$

$$(P_1/P_0) = \text{相対リスク}$$

人為的な影響による気候変動によって、1 月~9 月の降雨量が 1.1~2.3 倍に増加し、洪水が発生した一因になったと考えられる。

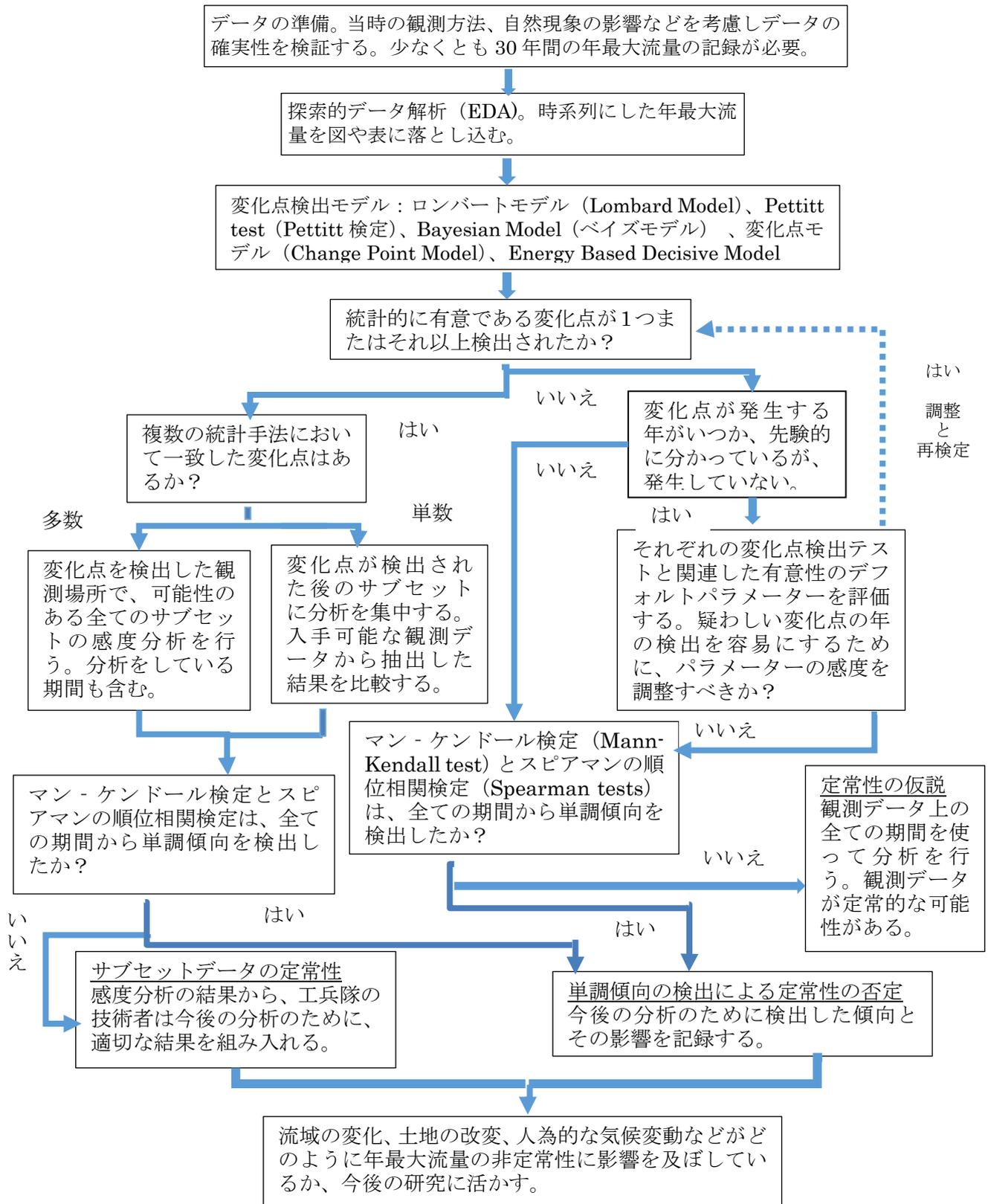
(4) 【米国陸軍工兵隊：年最大流量から非定常性を導く】

米国陸軍工兵隊は“工兵隊技術通知 (ETL, Engineer Technical Letter) 1100-2-3 : 年最大流量から非定常性を導き出す手引き (GUIDANCE FOR DETECTION OF NONSTATIONARITIES IN ANNUAL MAXIMUM DISCHARGES)” を通知した。

(2017 年 4 月 28 日)

https://www.publications.usace.army.mil/Portals/76/Publications/EngineerTechnicalLetters/ETL_1100-2-3.pdf (技術通知 : 565KB)

年最大流量における非定常性 (突然、または、ゆるやかな変化) を、統計的手法を用いて検出し、工兵隊における事業の計画、設計、建設や管理で適用することを目的として、工兵隊本部ならびに土木工事に携わるすべての部局に対して通達した。以下の図で、非定常性の検出方法が示されている。



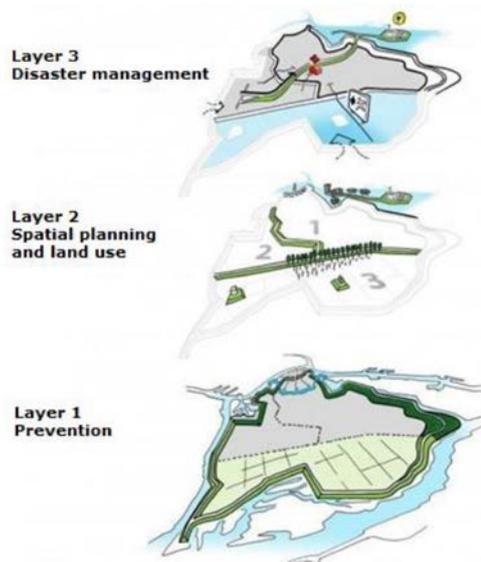
©USACE

図 1 年最大流量における非定常性検出方法のフローチャート

(5) 【蘭国：ドルトレヒト市における多層安全対策について】

南ホラント州ドルトレヒト市 (Dordrecht) はドルトレヒト島に位置している。元々は小さな島だったが、干拓によって、島の面積を広げた歴史がある。島は周囲を河川と運河に囲まれ、河口からも近いことから、洪水のリスクが集中している。破堤した場合に、時間内に島から避難できる住民は、平均で 15%程度と限られているので、垂直避難を重視した避難計画となっている。

多層安全とは基本的に、第 1 層 洪水防御 (Prevention)、第 2 層 空間計画と土地利用 (Spatial planning and land use)、第 3 層 災害対応 (Disaster management) で構成される。



©Municipality of Dordrecht

図 2 ドルトレヒト島の多層安全対策

ドルトレヒトにおける多層安全対策の特別な点は、古い堤防を活用した、輪中内の区分化 (compartment) に取り組んでいることだ。輪中内が更に堤防で仕切られているため、破堤した場合に島全域が浸水するのを防ぐ。ドルトレヒト島を東西に分断する堤防 (Wieldrechtse zeedijk) によって、最悪の場合、島の東又は西が浸水し、次に人口が少ない南に流れ込み、都市化している北部を守ることができる。



©Municipality of Dordrecht

図3 Wioldrechtse zeedijk の一部

本内容は、2020年3月の水害研究室等によるオランダ訪問調査によって、得た情報に基づくものである。

<その他のニュース>

(6) 【米国：ハリケーン・ハービーに関連したアディックス・バーカー遊水池の訴訟】

2017年、ハリケーン・ハービーに伴う記録的な降雨により、テキサス州ハリス郡ヒューストン市で、連邦政府（陸軍工兵隊、United States Army Corps of Engineers : USACE）が管理するアディックス・パーカー遊水地上流と下流の民有地が浸水した。遊水池の上流側と下流側に分かれて訴訟が行われており、それぞれ異なる判決が出た。

裁判事例1：アディックス・バーカー遊水池上流

当時、計画を上回る豪雨の中、陸軍工兵隊は出来る限りの放流を行ったが、下流の河川区域の流下能力が小さいため放流量が制限されており、結果十分に水位を下げる事が出来ずに、上流の隣接地が浸水した。連邦裁判所の下級裁判所である連邦請求裁判所（United States Court of Federal Claims）は、アディックス・バーカー遊水池（Addicks and Barker Dams）上流の近隣住民による政府に対する訴訟について住民側の勝訴を言い渡した。（2019年12月17日）

なお、引き続き上級裁判所での審議が行われる予定である。

https://www.whlaw.com/wp-content/uploads/2019/12/2019_12_17-260-Opinion-and-Order-on-Liability-EAE.pdf（公式判決 上流：466KB）

住民側は、貯められた洪水によって私有地の浸水が生じたとし、政府が正当な補償なしに被害を与えたと主張した。対して政府は、公共への“避けられない”被害を低減し緩和するためには、警察権（憲法の範囲内で公共の利益のために一般市民の行動を規制できる国家（州）の機能、ランダムハウス英和大辞典より引用）を行使する必要がある、また、非常時での緊急避難であったため、損害が生じた土地への補償は免れると主張した。

裁判所は、陸軍工兵隊が遊水池の設計をした際に、激甚な豪雨が発生した場合に民

有地まで浸水することを始めから想定しており、“避けられない被害”ではなかったとしていて、また、過去の記録を塗り替える、猛烈な熱帯嵐（tropical storm）は、緊急事態とは言えず、また、切迫した状況は政府が作り出したとしている。ついで、米国憲法修正第5条（Fifth Amendment）に基づき、地役権（easement）を取得する義務があるとした。

以下、米国憲法修正第5条（Fifth Amendment）の日本語訳を参考とされたい。

<https://americancenterjapan.com/about-us/laws/2569/>

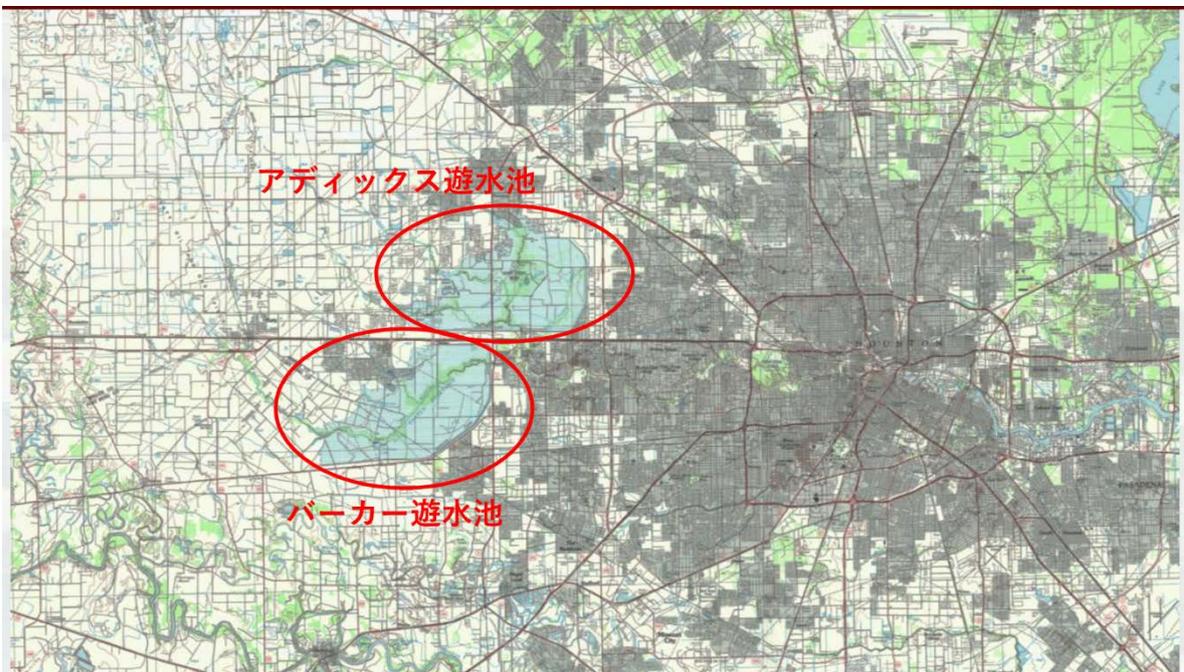
出典：American Center Japan, 在日アメリカ大使館・領事館

裁判事例 2：アディックス・バーカー遊水池下流

上流の事例の冒頭にあったように、放流の制限を行っていたが、陸軍工兵隊の所有地を越えて近隣地域に浸水が及んだため、操作規則に従い放流を開始した。放水期間は当初 10 日間と予測されていたが、16 日間に及び、またアディックス遊水池の非常用洪水吐きからも流出したため、下流で浸水が発生した。

連邦請求裁判所の判決では、上流側と相反して、下流側では住民の訴えが棄却された。住民側は、陸軍工兵隊が故意に放流をして、下流側に洪水を引き起こしたと主張した。しかし、判決では、陸軍工兵隊は洪水を防ごうとしたが防ぎきれず、ハービーによる不可抗力が働いたため、故意では無かったとしている。（2020 年 2 月 18 日）

https://ecf.cofc.uscourts.gov/cgi-bin/show_public_doc?2017cv9002-203-0（公式判決
下流：323KB）



©USACE

図 4 アディックス遊水池とバーカー遊水池の地図（1992 年）

図4 出典：WATER CONTROL MANUAL 2012, Department of the Army Corps of Engineers Galveston District (なお“丸”と“それぞれの遊水池名”は国総研が追記)

【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

E-mail: nil-kikou@mlit.go.jp