

研究報告

欧米諸国における治水事業実施システム -気候変化を前提とした治水事業計画-



柳澤 修
河川政策グループ
首席研究員



湧川 勝己
河川政策グループ
研究主幹

はじめに

気候変動に関する政府間パネル（IPCC）の第4次評価報告書では、CO₂等温室効果ガスの削減を中心とした温暖化の「緩和策」には限界があり、「緩和策」を行ったとしても気温の上昇は数世紀続くことから、温暖化に伴う様々な影響への「適応策」は不可欠であるとの認識が示されている。

欧米諸国では「適応策」の必要性が社会的に認知されており、適応策に関する計画の策定が行われ、一部では既に事業の推進がなされている。一方、我が国では、災害に脆弱である国土特性を有しているにもかかわらず、「適応策」への取り組みが遅れている状況にある。そこで、本稿では、今後の治水に関する適応策検討に資することを目的として、現時点における欧米諸国の気候変化への適応策の取り組みを取りまとめることとした。

欧州共同体委員会（Commission of the European Communities）が2009年4月に示した「気候変化への適応に関する白書（White Paper - Adapting to climate change: Towards a European framework for action）」では、気候変化の影響に対処するにあたってEUの回復力（Resilience）を高めることを目的として、気候変化の影響に対する脆弱性を減少させるための気候変化への適応策に関する枠組みを示している。この枠組みは持続可能な開発に関するEUの包括的な目標を踏まえたものであり、フェーズ1（2009～2012年）およびフェーズ2（2013年以降）の2段階のアプローチを行うこととしている。

フェーズ1のアプローチは、以下の4項目を基軸とする。

- ① EUへの気候変化の影響および結果に関する明確な知識ベースの構築
- ② 適応策のEU主要政策分野への取り込み
- ③ 適応策を効率的に実施するための政策手法の一体化（市

場を基盤とした手法、ガイドライン提示、官民協働）

④ 適応策に関する国際協力

なお、フェーズ1では、フェーズ2で実施するEUの包括的な適応戦略を準備するための基礎作業を行うこととしており、2011年までにEUおよび加盟国に以下の行動をとるよう求めている。

- クリアリングハウスメカニズム（気候変化の影響、脆弱性、適応策のベストプラクティスに関するデータベース）を構築するための必要な行動を行なう。
- 予測手法、モデル、データセットおよび予測ツールを開発する。
- 気候変化の影響、脆弱性への影響、適応策の進展をモニタリングするための指標を開発する。
- 適応策の選択肢（Adaptation options）の費用および効果を評価する。

また、白書では、人為的な気候変化の有無とは関係なく社会的・経済的な便益をもたらす“no regret”（後悔しない）適応策、あるいは、気候によるリスクの最小化・期待効果の増大を図ると同時に環境的・経済的な便益も期待できる“win-win”（双方に有益）な適応策により、早期に実行すべき適応策を見出す必要があることが強調されている。このような適応策に関する基本的な考え方は、2009年11月の水枠組指令指針文書24「変化する気候条件における流域管理」にも反映されている。

上述したように、欧米諸国では、気候変化の進行は不確実性を有するものの、気候変化による悪影響はもはや避けられないことから、巨大災害時に減災効果があり、平常時も社会的効用がある複合的な対策を前提として、“no regret”（後悔しない）を基本コンセプトに、最悪の気候変化シナリオを想定した適応策を展開し始めている。

各国の気候変化関連制度

欧米諸国では、気候変化の影響に加え、土地利用形態の変化等も今後の洪水リスクを高める要因であることは既に共通認識となっており、治水施設の整備だけでなく、土地利用の規制・誘導を含めた包括的な対策を法律（地球温暖化基本法、洪水リスク関係、適応策関係法令）に定めて適応策に取り組んでいる。

1 気候変化への適応策に向けた法制度

炭素排出量の削減のための長期的枠組みを法的に規定した基本法については、イギリス（気候変化法、2008年）、フランス（環境グルネル法、2010年）、ドイツ（連邦水管理法、2009年）、アメリカ（排出量取引制度の導入を含む包括的な気候変化・エネルギー法案「American Power Act」、2010年）、日本（地球温暖化対策基本法案、2010年閣議決定）で制定されている。なお、EU加盟国は、流域単位の洪水リスクの評価と管理の枠組みを構築することを示した「洪水リスクの評価と管理に関する欧州議会・理事会指令（2007/60/EC）」（洪水指令）の規定を国内法化する必要があり、イギリス（洪水リスク規制、2009年）、ドイツ（連邦水管理法、2009年）、オランダ（新水法、2009年）においては法改正が行われている。

1-1 イギリス

イギリスは、2008年11月26日の「気候変化法」の成立により、炭素排出量の削減のための長期的枠組みを法的に規定した世界で最初の国家となった。同法では、緩和策としての炭素排出量削減のための具体的な施策や目標値が示されているが、これと同時に国家レベルでの適応プログラムの策定を義務付けるとともに、適応策実施に関して地方自治体や業者に対する指導権限が大臣（エネルギー・気象変動省大臣）に付与される等、国が主導して適応戦略を推進していくという方向性が示されている。

また、同法を受けて水分野における適応戦略を規定する法律として、「洪水および水の管理に関する法律」が制定された

（2009年）。これには2007年大洪水に関する調査報告書「Pitt Review」¹の提言を実現する規定が盛り込まれている。また、これまで責任の所在が不明確であった内水氾濫に関する規定を盛り込み、流域対策を重視した内容が含まれている点で新たな洪水リスク管理の方針を示すものであるといえる。

1-2 フランス

フランスにおける気候変化に関する新たな法律として「環境グルネル法（loi Grenelle）」がある。第1法案（基本法案）は2008年4月に提出され、2009年7月に議会で承認された。第2法案（環境グルネルの実施に関するプログラム法案）は2009年1月に提出され、2010年7月12日に公布された。環境グルネル法には、温室効果ガスの排出削減目標が明記されただけでなく、建物の断熱対策の促進、再生可能エネルギーの開発、道路輸送に代わる輸送、生態系や水系のネットワークづくり、環境関連の専門家・代表的な組織の体制づくりなど、具体的な対策も盛り込まれた。

1-3 ドイツ

ドイツにおける気候変化に関する法律としては、2009年6月に成立した「改正連邦水管理法」がある。この改正水管理法の成立によって、「洪水リスクの評価と管理に関する欧州議会・理事会指令（2007/60/EC）」を期日までに国内法化したことを意味する。

ドイツでは、当初、各州の環境法で規定されている定義や手続きの相違を統一した環境法典（連邦法）を成立させることで洪水指令の国内法化を目指したが、環境法典が成立しなかったことから、環境法典第Ⅱ編「水管理」に含まれる規定も各州の州法として分散化する恐れがあった。この改正水管理法（連邦法）が成立したことにより分散化を免れたと同時に、初めて統一された環境法が存在することとなった。

1-4 オランダ

オランダでは、包括的な水規制の枠組みを構築するために既存の8つの水関連の法律が統合され、2009年に「新水法」が制定された。新水法には、水管理法、地下水法などの水管理や水質保全に関する法律、洪水防御堤法や公共事業法（水

路に関する条項)が含まれている。新水法の背景には、気候変化がオランダに与える影響の中でも水に関する影響は広範囲に及ぶものになるとの認識に基づき、洪水防御、洪水発生の防止、干ばつによる被害、質の良い水の確保といった問題に対して統合的に取り組む必要性があることが挙げられる。また、新水法では「欧州水枠組み指令(2000/60/EC)」および「洪水リスクの評価と管理に関する欧州議会・理事会指令(2007/60/EC)」の要件と整合が図られている。

適応策を規定したものとしては、2006年に氾濫原の乱開発を防止するための方針を示した「国土空間戦略」および「河川空間拡張方針に関する主要国土計画決定」があり、これらに基づき河川空間の整備を進めるための「河川空間拡張プログラム(Room for the Rivers Programme)」が2006年に承認されている。また、2008年に設立された第2次デルタ委員会の提言に基づく「デルタ・プログラム」を推進するための事業法として「デルタ法」の成立が予定されている。

なお、地球温暖化関係法令として「温室効果ガスのモニタリングに関する法律」が2005年に施行されているが、これは京都議定書の批准国に対して義務付けられている温室効果ガス目録作成の枠組みを定めたものであり、具体的な施策には関連していない。

1-5 アメリカ

アメリカでは、2009年にクリーンエネルギーの促進と温室効果ガスの削減のための「米国クリーンエネルギーおよびエネルギー安全保障法案」について審議が行われ、2009年6月26日に下院において可決されたが、上院で否決され不成立となった。その後、2010年5月12日、排出量取引制度の導入を含む包括的な気候変化・エネルギー法案「American Power Act」が公表された。カリフォルニア州では、連邦に先駆け「地球温暖化対策法」が2006年に成立しており、連邦政策に雛型を示した形となっている。

「2007年水資源開発法」は、陸軍工兵隊に対して「水および関連土地資源の実施検討に関する経済および環境原則および指針(P&G)」の策定を義務付けており、連邦政府によるすべての水関連事業は気候変化や将来の開発による影響を含むリスクと不確実性を考慮するよう記載されている。また、

同法は、2005年のハリケーン・カトリーナで被害を受けた重要インフラの再建など、特定の洪水管理施設、内陸航行、沿岸防御、環境再生、生態系回復等を目的とする事業を実施する権限を陸軍長官(Secretary of the Army)に与える法律であり、その第Ⅷ編には、米国の堤防の安全性を強化するためのプログラムや活動を行うよう陸軍長官に命令することを定めた「国家堤防安全法(National Levee Safety Act of 2007)」が組み込まれている。

2 気候変化への適応策の実施に向けた戦略・実施計画

2-1 イギリス

(1) 治水空間の整備に関する戦略

環境・食糧・農村地域省(Defra)は、2004年に「Making Space for Water」²⁾において空間戦略の重要性を示しており、土地利用施策は洪水リスク管理の重要な柱の一つとなっている。この土地利用施策を推進するための「計画政策書第25号:開発および洪水リスク(PPS25)」において、開発計画の全段階にわたって気候変化の影響を考慮に入れることを地方圏計画当局(RPB)および地域計画当局(LPA)に対して義務付けている。

PPS25の目的は、洪水リスクがある場所における不適切な開発を回避するため、計画プロセスの全段階において洪水リスクが考慮されるようにすること、また、高いリスクがある場所では開発が行われない方向に誘導することである。例外的にそのような場所で新規開発がある場合には、その開発がその他の場所における洪水リスクを高めることがないように取り計らい、また、可能な場合には全体的な洪水リスクを軽減するようにしなければならないとされている。また、RPBおよびLPAは、PPS25に基づき土地利用計画を策定するにあたり、洪水リスクを十分に考慮の上、その管理のための戦略を規定しなければならない。そのため、「地方圏洪水リスク評価(RFRA)」、「戦略的洪水リスク評価(SFRA)」、「流域洪水管理計画(CFMP)」、「河川流域管理計画(RBMP)」、「海岸線管理計画(SMP)」、および「水枠組み指令(WFD)」との整合性を保つ必要がある。

(2)テムズ河口プロジェクト2100 (TE2100)³

「テムズ河口プロジェクト 2100 (TE2100)」は、海面上昇、気候変化、地盤沈下、洪水防御施設の老朽化、都市開発によって洪水リスクが高まりつつあることを踏まえ、ロンドンおよびテムズ川河口域を 2100 年までの間、洪水から守るための計画である。TE2100 は、①リスクベース、②現在から将来までの資産を考慮、③持続可能、④全ての利害関係者が参加の 4 つの原則に基づき、今後 100 年間に予想される気候変化と多様な社会経済シナリオを背景とする問題に対処する計画である。

(3)気候変化適応戦略 (2008-11)⁴

中央政府における洪水リスク管理の担当部署は環境庁 (EA) であり、戦略的な計画の策定は同機関が中心となって行われている。気候変化に対する適応のための最新の戦略は、2008 年 7 月に公表された「気候変化適応戦略 2008-11 (Climate Change Adaptation Strategy (2008-11))」と呼ばれる環境庁 (EA) のステートメントに示されている。これは同様のタイトルの 2005 年版を発展させたものであり、気候変化が及ぼすリスクの評価、適応できる能力の養成、適応のためのオプションの選択、実効性を担保するための調整に関する戦略的フレームワークを示している。その主要な要素は以下のとおりである。

- ▶ 2009年4月までに全ての政策機能について適応のためのアクションプログラムを策定すること。
- ▶ 2010年までに気候変化適応プログラムを策定すること。
- ▶ 実施を促進、監督する気候変化プログラム委員会 (Climate Change Programme Board) を設立すること。
- ▶ アクションケーススタディとプロジェクトにおける適応の実施状況について定期的な見直し計画を実行すること。
- ▶ 適応に関する主要な報告書を 2009 年に出版すること。
- ▶ 適応普及計画を作成すること。

また、2009 年 12 月には EA の「Corporate Strategy (2010-2015)」公表され、洪水リスク管理に関する 2015 年に向けた目標および方針が示された。

2-2 フランス

フランスでは、2001 年に地球温暖化の影響調査とその影響への適応に関する提言を行うために国立温暖化影響観測所 (ONERC) が設立され、2006 年には ONERC の提言書が国家戦略として閣僚委員会において承認され、提言書を基盤とした国家計画の策定に向けた取り組みが行われている。具体的には、気候変化への適応に関する国家計画を 2011 年に策定することを目標に作業が進められているところであり、その中には、環境グルネル法を遵守するために講じられる対策も示されることになっている。計画の策定に向けた予備調査として、エコロジー・エネルギー・持続可能開発・海洋省 (MEEDDM) (2010 年 11 月名称変更。現在はエコロジー・エネルギー・持続可能な開発・交通・住宅省 (MEDDTL)) と国立温暖化影響観測所 (ONERC) で省際作業部会を設置し、「フランスにおける気候変化の影響、適応、および関連費用 (Climate change impacts, adaptation and costs associated with in France)」⁵に関する研究が開始され、2009 年報告書に適応策の方針に関する提言として流域ごとに適した洪水管理方策を検討すべきであることが明記された。

フランスでは、都市計画の中に自然災害に対応する考え方を示すことが主流となっており、自然災害に対してリスクの高い地域を都市計画図に示すことが要求される。また、都市計画と建築規制によって自然災害を回避させ、都市化を抑制することによって自然災害リスクを軽減する試みが古くから実行されている。今後、海外領を含む 12 流域毎の「流域管理基本計画 (SDAGE)」および小流域の水管理計画である「水整備・管理計画 (SAGE)」等において適応策の方向性が示されるものと考えられる。

2-3 ドイツ

温室効果ガス排出の削減に関する措置、気候変化へ適応するための措置という 2 つのアプローチは切り離せないものである。ドイツの気候変化適応戦略 (DAS)⁶は、このような視点に立ち、2008 年 12 月に閣議決定された。DAS の次の段階として、各州と関係者が協力して気候変化適応行動計画を策定し、2011 年夏までに連邦議会 (下院) および連邦参議院 (上院) に提出することになっている。また、適応戦略に

関する省庁間の作業部会も設置される。この行動計画の内容は、行動の必要性と優先順位付けに対する原則と基準、連邦の役割、その他の関係者による具体策の概要、適応策の財源に関する情報、進捗状況の見直しに関するものとなる。

ドイツの気候変化適応戦略（DAS）に示されている気候影響に関する行動の必要性と項目は以下のとおりである。

(1)気候変化の影響を統合的な河川流域管理に組み入れる

統合的な河川流域管理は、EU 水枠組み指令（2000/60/EC）と洪水指令（2007/60/EC）に定められており、河川流域（州・国境を越えて）におけるすべての水の保全と利用の調整を図った管理を指す。

連邦政府は、6 つの国際河川流域の協力におけるドイツの位置づけの調整にもあたる。さらに連邦政府は、連邦と州の共同課題「農業構造と沿岸保全の改善」（GAK）の一環で以前から内陸および沿岸対策の実施において長期にわたり諸州を支援しており、今後も支援を継続する。

(2)インフラの見直し

既存の上下水道インフラの見直しに際し、気候変化の影響は、人口構成・経済の変動、土地利用の変化など、他の変化プロセスの影響と密接に関係づけて考えられなければならない。そのため、雨水の排水は今後、土地利用や人口構成の変動、環境負担物質の低減の観点から吟味し、持続可能な構成にする必要がある。改正水管理法では、雨水の処理に関する規定を組み入れ、雨水浸透、灌漑利用、雨水と汚水を分離して排出することが定められた。

水管理上のインフラでは、ダムや貯水池、遊水地が重要な構成要素となっている。これらの調節施設は、飲料水供給や水力発電、流量調節（低水時の水位調整、洪水防御）などのために、多目的なものとして流域の総合的な水管理システムに統合されてきている。

(3)洪水防御における自主対策の支援

局地的に短時間で発生し、時に大きな損害を引き起こす豪雨による被害は、公的な洪水対策のみでは予防も阻止もできない。また、豪雨に対する地域別リスク予測も不可能に近い。そのため、適切な予防措置として、適切な排水システムの改良、全建物の接続部に逆流防止弁の設置を条例により義務づけるなどにより、必要に応じて下水氾濫リスクを削減しなけ

ればならない。

2-4 オランダ

(1)国家気候適応・空間計画プログラム⁷

オランダ政府は、気候変化による海面上昇、河川流量、局地降水量による危機からオランダを耐気候性（Climate-proof）にするための包括的な適応プログラムとして、2006 年に「国家気候適応・空間計画プログラム（ARK）」を立ち上げ、2007 年 11 月にその最初の成果として「国家気候適応・空間計画戦略（National Strategy on Climate Adaptation and Spatial Planning）」を公表したところであり、現在は、長期的な行動計画の策定を行っている。

(2)河川空間拡張プログラム⁸

今後の気候変化によって予測される流量増加と海面上昇に対処するため、引き堤や高水敷切り下げなどの手法による「河川空間拡張プログラム（Room for the River Programme）」を実施し、2015 年までにライン川における 16,000m³/s の流下能力を確保することにしている。さらに、2006 年に公表された KNMI06 気候シナリオにおいて、ライン川における 2050 年の将来計画流量は政策的判断により 18,000m³/s とすべきとの見解が示されたことへ対応するために、オランダの沿岸および内陸の低平地を保護するための長期的な計画として位置付けられている「デルタ・プログラム」の策定が進められている。

(3)国家水計画（National Water Plan）⁹

2009 年 12 月、オランダの水政策に関する政府の公式計画として、国家水計画（National Water Plan）が採択された。本計画は、持続可能な水管理を達成するために 2009 年から 2015 年の期間にオランダが実施する氾濫防御、清潔な水の供給、水利用に対する水政策を概説している。本計画は 1998 年の「水管理に関する第 4 次国家政策文書（The Fourth National Policy Document on Water Management）」を引き継ぐものであり、水管理に関わる全ての政策文書に替わるものとなる。また、本計画は 2009 年 12 月 22 日に施行された新水法（Water Act）に基づき策定されているものであり、水枠組み指令（Water Framework Directive）の一部として作成された河川流域管理計画も含まれている。

本計画に新たに導入された点は、国土計画法(Spatial Planning Act)に基づく、空間的側面に関する枠組み構想としての役割も果たすことである。また、地域に根ざしたアプローチを選択することによって、その他の国家的課題や社会的発展との連携・調整を図ることを重視していることも特徴である。さらに、耐気候性 (Climate-proof) のアプローチに向けて、より長期的な視点に立って不確実性に対処するために目指すべき状況と適応戦略が含まれている。

既に本格的に実施されている対策としては、河川空間拡張プログラム (Room for the River) や Meuse Works/ Maaswerken が 2015 年完成を目前に進められている。沿岸地帯においては、脆弱な防潮壁(weak link)を強化するための対策として砂の補充が行われている。

2-5 アメリカ

(1)水および関連土地資源の実施検討に関する経済および環境原則および指針

2007 年水資源開発法では、水資源開発に関する国家目標を改めて規定するとともに、陸軍工兵隊に対し水関連プロジェクト実施にあたっての指針となる「水および関連土地資源の実施検討に関する経済および環境原則および指針 (Principles and Guidelines: P&G)」を改訂することが求められた。

改訂にあたっては、リスクおよび不確実性の分析を基に原則と指針を示すこととされ、気候変化によるリスクや不確実性への対処方針についても含まれると解釈される。

この「水および関連土地資源の実施検討に関する経済および環境原則および指針」の改定に向けては、陸軍工兵隊が策定した原案をもとに、2009 年 12 月に環境諮問委員会 (CEQ) により「水および関連資源の実施検討に関する国家目標、原則および基準(案)」¹⁰が公表されたところであり、この中には国家目標案の一つとして「氾濫原、水害常襲地域やその他の生態学的に脆弱な地域について無計画な土地利用を行わない」という項目が盛り込まれており、氾濫原管理の徹底が図られる見通しである。

(2)気候変化適応プログラム (2010-2014)¹¹

陸軍工兵隊による 2010 年から 2014 年までの「気候変

化適応プログラム」においては、下記を実施することが予定されている。

- ▶ 影響に対する脆弱性のテストの実施
- ▶ 気候変化への対処として許認可を決定する規制当局への支援
- ▶ 下記の内容に関する検討方針の作成および実証
 - 水規制および貯水システムの運営
 - 変動する条件のもとでの水文頻度解析
 - 降雪条件および氷の影響、沿岸侵食および氷河ダムの決壊による予期せぬ洪水事象
 - 気候変化が生態系に与える影響

(3)全国洪水リスク管理プログラム¹²

「全国洪水リスク管理プログラム」(National Flood Risk Management Program) は、陸軍工兵隊の洪水リスク管理プログラムと FEMA やその他の連邦機関、州や地方自治体による相応のプロジェクトやプログラムと統合することを目的とし、2006 年 5 月に陸軍工兵隊により設立された。全国洪水リスク管理プログラムが設定する明確な目標を以下に示す。

- ▶ 現在の正確な氾濫原情報を市民および意思決定者に提供すること。
- ▶ 老朽化した堤防等の治水施設によりもたらされる洪水ハザードの特定および評価。
- ▶ 洪水ハザードおよびリスクに対する市民の認識度および理解度の向上。
- ▶ 洪水被害・洪水ハザード削減プログラムを、地方、州、連邦機関間で統合する。
- ▶ 洪水被害削減および洪水ハザード緩和サービスを協力して提供・維持できる能力を向上する。

(4)全国堤防安全プログラム¹³

陸軍工兵隊の「全国堤防安全プログラム」は、連邦管理の堤防とそれ以外の堤防が異なる基準で検査されていたことによってリスク情報が一元化されていなかったことから、リスク特性を踏まえた堤防検査を行う継続的プロセス (Portfolio Risk Management of Levees) へと移行することにより、リスク情報に基づく意思決定を可能とするものであり、ハリケーン・カトリーナの教訓を踏まえて 2006 年に導入された。このプログラムは、堤防の完全性及び実効性の評価、また堤

防システムが市民、財産、環境に受容できないリスクをもたらさないようにするための行動の提言を行うことを目的としている。

各国の気候変動適応策

欧米諸国における気候変動への対策は、法律や適応戦略を定めて実施している。河川分野での適応策としては「河川空間の確保」、「気候変動の影響を見込んだ治水計画」、「気候変動を考慮した堤防整備」、「気候変動の影響を見込んだ水路整備」、「都市計画との連携」、「土地利用規制」、「土地利用の変更」、「建築規制」、「自然再生により浸水を許容」などが実施されていたり、されつつある。緩和策としては「貨物輸送をトラック輸送から内陸舟運へ転換することにより温室効果ガス排出量を削減」が挙げられる。

欧米諸国における気候変動への適応対策を表-1に示すとともに、以下に欧米諸国における河川分野での気候変動への対策の事例を示す。

1 イギリスの気候変動への適応策

イギリスでは、気候変動の影響に加え、土地利用形態も今後洪水リスクを高める最も大きな要因の一つであることは既に共通認識となっている。環境・食糧・農村地域省 (Defra) は、2004年に「Making Space for Water (治水空間の整備)」という基本コンセプトを示し、洪水・海岸侵食管理に

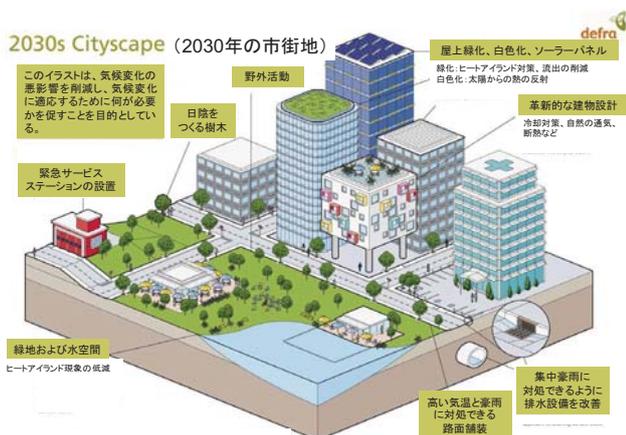


図-1 2030年の気候を前提とした適応策イメージ

関する政策決定にとって気候変動への適応が必要不可欠であるとして、洪水のあらゆる原因を考慮した包括的なアプローチによる洪水リスク管理の方針を打ち出した。

これを受け、Defraの政策実施機関である環境庁(EA)は、気候変動に対する適応のため、「気候変動適応戦略 (Climate Change Adaptation Strategy)」を策定した。

また、環境・食糧・農村地域省 (Defra) では、2030年の気候を前提とした気候変動適応策のイメージを「Future Worlds images」¹⁴⁾に示している。

1-1 気候変動の影響を見込んだ治水計画

環境・食糧・農村地域省 (Defra) は、2006年3月の「洪水・海岸防御評価ガイダンス No.3 (FCDPAG3)」の補足的資料として2006年10月に「Supplementary Note to Operating Authorities - Climate Change Impacts (実施機関のための補足事項—気候変動の影響)」を公表し、この中で治水事業の計画段階で用いるべき海面上昇や流量の割り増し(20%増)を示している。海面上昇については将来の海面上昇の確実性が裏付けられていることから余裕として見込むべき上昇量 (allowance) として示されており、流量増加については気候変動による流量の増大に関してはまだ不確実性が大きいと想定される範囲 (indicative sensitivity ranges) として示されている。

1-2 気候変動の影響を考慮した洪水リスク対策

EAが実施する気候変動の影響を考慮した洪水リスク対策事例を以下に示す。

(1) 気候変動を考慮した堤防整備

近年大規模な洪水被害を受けた地域 (カーライル) において、将来の気候変動の影響および不確実性を考慮した堤防整備が実施されている。従来の100年1回の洪水に対する安全性から現在の水文条件で200年に1回の洪水に対する安全性を確保することを目標に2010年の完成に向けて建設が進められている。また、建設される新たな堤防は、将来最低限の変更によりさらに高上げできるように設計されており、気候変動により頻度の増大が予想される大規模な洪水に対しても対応できるようにしている。(Carlisleの事例)

(2)都市計画との連携

洪水リスクのある地域において、再開発事業と連携して気候変化による海面上昇の影響を考慮した高潮対策を実施し、気候変化による影響に適応可能な土地利用計画に取り組んでいる。(Royal William Yardの事例)

(3)土地利用規制

土地利用計画において、気候変化による洪水リスクを考慮し、内水氾濫および環境保全への対策を踏まえた都市の再開発事業が行われている。(Brent Cross Clicklewoodの事例)

(4)土地利用の変更

地域コミュニティとの連携により、高潮による浸水リスクを有する農地を買収し、遊水地や公共施設の建設を行っている。(Alkboroughの事例)

(5)自然再生により浸水を許容

気候変化による海面上昇により、今後、浸水リスクの増大が想定される河口域の公園において、防御壁の嵩上げに代わり、自然氾濫原の再生により浸水を許容している。(Cuckmere河口域の事例)

(6)水辺空間創出や屋上緑化の活用による都市の低炭素化

Green Roofs 事業は建物の熱効率を改善することにより、都市の低炭素化を実現する。都市域の広い我が国においても、多自然川づくり等の公共空間の緑化推進は有用であると考えられる。

2 フランスの気候変化への適応策

フランスでは、気候変化の影響による損害の評価および影響削減の費用を抑制することができる対策の評価が進められているところであり、具体的な適応策として導入された新たな施策は確認できていない。しかしながら、既に流域単位の管理概念が確立されていることから、既存の流域管理計画および各種方策を用いて気候変化への適応も進められるものと考えられる。洪水対策に関する基本的な考え方としては、洪水対策のための構造物の建設は、「住民に過大な安心感を与え、万が一決壊したときの被害の大きさ」を考慮すると一般的に推奨されておらず、また、最近のフランス河川行政の傾向として、堤防建設は下流への影響も考慮して極力回避し、

できるだけオンサイト等で貯留する施策が推奨されている。このような観点から、フランスでは、都市計画の枠組みを用いた自然災害への対応、すなわち、都市計画と建築規制によって自然災害を回避させ、都市化を抑制することによって自然災害リスクを軽減する取り組みの中心になると考えられる。ただし、既に堤防を有する大河川では流域全体で一貫した河川整備が必要であることは認識されており、ロワール、ローヌ、セーヌなどの大河川流域ごとに中長期的な計画に基づき堤防補強等の事業が実施されている。

2-1 構造物対策

ロワール、ローヌ、セーヌ川などの大河川においては、州を超えて流域全体で一貫性のある計画を策定し、「国-州、州間計画契約(CPIER)」に基づき、国と州が予算を負担して堤防補強などの構造物対策を実施している。現時点では、気候変化リスクの計画への反映状況は不明であるが、今後適応策としての実施も検討されると考えられる。

2-2 建築規制

フランスの洪水に関連した建築基準は、PPR(災害防止計画)の危険区域における建設計画に対して規制が加えられている。洪水対策の場合、洪水被害の可能性の高い地域がそれぞれ地先で対応するため、市町村長(Maire)が地域都市計画(PLU)に基づき都市計画の責任を負い、都市計画の規制条項の範囲内で建築許可、建築基準が発行される。

3 ドイツの気候変化への適応策

ドイツでは、「洪水リスクの評価と管理に関する欧州議会・理事会指令(2007/60/EC)」を受け、連邦および州による水問題作業部会(LAWA)の枠組みを用いて統一的な洪水リスク管理計画の策定が検討されており、これらは今後、気候変化への適応に関する目標を達成するための方策を示す計画へ発展していくと考えられる。既に、2002年に発生したエルベ川洪水を契機として連邦環境省(BMU)が「洪水防御における基本原則(5大重点プログラム)」を策定しており、氾濫原の特定および管理を主体とする予防的な洪水リスク削減

の原則が示されていることから、河川空間の整備と洪水貯留を主軸とする適応策が引き続き推進されていくものと考えられる。

3-1 気候変化による海面上昇を考慮した堤防高上げ

現在の防御レベルを維持するため、堤防高の決定にあたっては、潜在的に海面上昇を考慮すべき地域では平均海面のより速い上昇シナリオを考慮に入れる必要がある。このため、ニーダーザクセンの新たな沿岸防御戦略では、沿岸の防御構造物の設計に際して、堤防高については、定期的な嵩上げを行う 25cm に加えて、さらに気候変化に対して 60cm の嵩上げを見込んでいる。

3-2 気候変化の影響を見込んだ治水計画

ドイツでは地球温暖化により、冬の降水量が 40% (地域によっては最大 70%) 増加し、夏の降水量は 40% 減少すると予測されており、洪水頻度の増加と洪水流量の増加の可能性を考慮に入れた洪水管理をいくつかの地域で試行している。

バイエルン州およびバーデン＝ヴュルテンベルグ州では、河川流域に対する水収支モデルを用いた解析により、洪水流出量が特に冬季においてはほぼすべての観測地点で増加する結果が示されており、両州では新しく洪水防御施設を設計する際には、気候変化係数によって気候変化の影響を考慮することを決定している。たとえば、ネッカー川では、100 年確率の洪水流出量は 2050 年までに 15% 増加するとされており、気候変化係数として 1.15 を従来の 100 年確率流量に掛けた値が設計で用いられることになる。

3-3 気候変化の影響を見込んだ水路整備

ドイツでは、従来予算とは別枠で経済対策として「鉄道、道路騒音対策、幹線道路や水路」に対して 2009 年と 2010 年に毎年 10 億ユーロ (1164 億円) ずつ投資する計画であり、水路に関する事業への投資額は 4 億 3000 万ユーロ (2009-2010 年) である。その内訳は、沿海部航路の改善、河川および水路網の整備、橋梁等の交通関係施設や管理施設の整備であり、これらの取り組みは、気候変化の影響による洪水流量の増大や水路の水深等の変化に対する適応策としての

意義も有する。

3-4 氾濫原における適切な建築工法の採用

ドイツの建築規制では、氾濫原における適切な建築工法の採用によって洪水に対応することを基本としており、建築許可においては浸水深を考慮し、耐水化の基準を満たさない場合は許可が交付されない。例えば、オイルタンクは氾濫時の揚圧力に対して安全でなければならず、送配電施設は浸水被害に対する安全確保が求められる。

ハンブルク都市州、特にハンブルク港湾岸地域では、公共建築、民間建築を問わず、居住空間を高潮到達時の水位 (7.5m) よりも高くするよう義務付けられており、この水位より低い箇所については、浸水しても問題ないようガレージ (ピロティ) 等に利用されている。また、高潮に襲われた場合、建物が浸水して浮力で浮くのを防止するために、警報発令時に合わせて自動的にドアが開き、水が自由に出入りできる状態にすることとなっている。基本的に、高潮洪水を受け入れて生活するという慣習に基づいた建築工法がとられている。

また、堤防が整備されていない地域における独自の治水対策として、以下の 4 項目が挙げられている。

- ① 家屋の壁面に水位痕のマーキングを示すこと
- ② 家屋に耐水性の窓を活用すること
- ③ 水が入ってこないようドアを密閉すること
- ④ 家屋自体の盛り土をすること

4 オランダの気候変化への適応策

オランダでは、オランダ気象庁 (KNMI) の「KNMIO6 気候シナリオ」により、2050 年のライン川の将来計画流量は 18,000m³/s に増加すると推定されており、この値が適応計画の基準として採用されている。

2006 年の「河川空間拡張方針に関する主要国土計画決定 (PKB Room for the River)」では、2015 年までにライン川の計画流量 16,000m³/s を安全に流すことができるようにするための河積の確保が目標として掲げられていたが、2015 年以降の整備目標は、気候変化の影響を考慮して 18,000m³/s である。これらを実現するための対策として、

現在は「河川空間拡張プログラム (Room for the River Programme)」が実施されており、また、より長期的な対策としてデルタ・プログラムが推進されている。これに加え、土地利用規制や建築手法を用いた予防的対策が推進されており、氾濫する区域については洪水が発生した際の危機管理や政府保証制度も整備されている。

4-1 河川空間拡張プログラム (Room for the River Programme)

「河川空間拡張プログラム」の事業の事例として、「アイセル川デルタ地帯における気候変化への適応策」の事例を以下に示す。

アイセル川は、欧州で3番目の大河であり、ライン川の主要な支川である。大都市（ズウォレ、カンペン）は堤防によって防護されているが、気候変化の影響を鑑みれば、近い将来も安全基準が守られるかどうかについては保障できない。気候モデルによる予測では、2015年のアイセル川の最高水位は最大40cm上昇し、より長期的（2050～2100年）には最大1m上昇することが示されている。2008年9月、デルタ委員会はオランダ政府に対し、アイセル湖の水位が長期的には1.5m上昇することを見込んだ上で計画を策定すべきであるとの提言を行った。

オーファーアイセル州では、アイセルデルタ地帯の持続可能な開発計画の策定プロセスを開始している。このプロセスでは、気候変化への適応策に最大の重点を置いている。この計画では、複数の地域開発（住宅、基盤設備、レジャー、自然）を統合して実施し、同時にアイセル川の迂回水路を造成するとしている。

4-2 デルタ・プログラム

デルタ・プログラムは、気候変化の影響からオランダの沿岸および内陸の低平地を高潮から保護防御するための長期計画であり、養浜、堤防補強、河口堰の建設、氾濫原拡張事業などが検討されている。2050年までにライン川の計画流量18,000m³/sに対処することを目標とするとして、以下の取り組みが行われることとなっている。

(1)2020年までの実施項目案

デルタ委員会は2020年までに実現すべき項目を以下のとおり示している。

- ▶ 一次洪水防御堤の補強事業の遅れを解消するための取り組みを継続する。
- ▶ Room for the RiverおよびMeuse Worksを完了させる。ライン川の計画流量を18,000m³/sとし、マース川の計画流量を4,600m³/sとする。
- ▶ 上記の流量に将来的に対応できるように河川空間を確保する。
- ▶ デルタ委員会の見解に従って脆弱な防潮壁（weak links）の強化に取り組む。
- ▶ デルタ委員会の提案に基づき、新水法において治水に関する安全基準を規定する。
- ▶ 州および地方において気候変化を考慮した空間計画を策定するために利用できる制度を構築する。
- ▶ 北海沿岸における養浜を開始する。
- ▶ 東スヘルデへの砂の補給を開始する。
- ▶ 塩水の受け入れ先となるKrammer-Volkerak Zoommeer湖のかわりに淡水供給用の貯水池の建設を開始する。
- ▶ 河川流量が増大したときにはKrammer-Volkerak Zoommeer および the Grevelingenを洪水調節地として利用できるようにするための措置を開始する。

(2)2050年までの実施項目案

デルタ委員会は、下記の項目を2050年までに行うことが重要であると考えている。

- ▶ デルタ委員会の提案に基づき、オランダの治水基準を向上させるための対策を実施する。
- ▶ 暴風雨や河川流量の異常な増加による影響にさらされることがないようにライン川の河口に可動式の河口堰を建設する。
- ▶ アイセル湖からオランダ西部まで淡水供給路を整備する。
- ▶ アイセル湖の水位を1.5メートル上昇させるための調整を行う。

4-3 フローティングハウス

河川にはさらなる空間が必要であることが認識され、河川空間確保（Room for the River）が導入されたことにより、

氾濫原における経済行為や開発が制限されるようになった。その結果、一部の地域では土地が荒れ果て、住居の空きが目立つようになったため、住宅・国土計画・環境省（VROM）（2010年10月新政権発足後、運輸・水利省と統合。現在は「社会基盤・環境省」。）により、洪水氾濫原内の代替建築実験（Experimenting with Alternative Building; EMAB）として、水陸両用のフローティングハウス等の建設が15の実験地域で進められている。



図-2 フローティングシティ構想イメージ（河川内）



図-3 フローティングシティ構想イメージ（遊水地内）

5 アメリカの気候変化への適応策

アメリカでは、2005年のハリケーン・カトリーナにおいて甚大な被害が発生し、災害後の検証において越流や破堤に

よる被害の拡大が指摘された。この対応として、2007年水資源開発法によりハリケーン・カトリーナで被害を受けた重要インフラの再建などの事業が認可されるとともに、堤防安全プログラムが規定された。また、沿岸地帯の防御に関しては地球温暖化を考慮した指針もある。

1970年代から氾濫原管理の概念が導入されたアメリカでは、洪水保険制度を利用した土地利用規制や建築規制の枠組みが確立しているが、2008年にはミシシッピ川中西部洪水による大きな被害も発生し、カトリーナでの保険金支払額と合わせて洪水保険制度の運営を圧迫したことから、氾濫原管理施策の実効性を高めるため、堤防の安全管理と治水事業への投資の必要性が再認識されている。

5-1 構造物対策

2007年水資源開発法に基づき、陸軍工兵隊は水資源関連の調査や事業を実施することになっている。同法により認可された事業としては、ミシシッピ川上流の舟運改善事業、ルイジアナやミシシッピにおける沿岸修復事業および水管理施設設置事業、ニューオーリンズにおける洪水防御施設改良事業などがある。これらの事業は、完了までに10年以上かかると予測されているが、これらの事業の成果によって今後発生する暴風雨からの被害を軽減し、今後の復旧費用を削減できると見込まれている。洪水リスク軽減に関する比較的規模が大きい事業（総事業費1億ドル超）として、以下のプロジェクトがある。

- ▶ カリフォルニア州グアダルペ川上流プロジェクト（第3037条）
- ▶ ルイジアナ州東バトンルーージュ郡流域アミテ川およびその支流プロジェクト（第3074条）
- ▶ ミシシッピ州パール川流域プロジェクト（第3104条）

5-2 全米洪水保険制度(NFIP)による土地利用規制

洪水リスク軽減を目的とする土地利用規制は、全米洪水保険制度（NFIP）の枠組みを用いて実施されている。NFIPでは、100年確率洪水での氾濫区域（SFHA：Special Flood Hazard Area）内の建設が開発許可制とされ、また、SFHAのうち、100年洪水で河川の流水が流下する区域を洪水路

〔Floodway〕として指定のうえ、その区域内での基準洪水位（BFE）の上昇を招くような開発は禁止される。

5-3 全米洪水保険制度（NFIP）による建築規制

全米洪水保険制度（NFIP）は、NFIP に加入した自治体に対し、洪水氾濫原内の建築物等の建築に規制を行うことを要求している。NFIP では、100 年確率洪水での氾濫区域（SFHA：Special Flood Hazard Area）内において建物の新築や大規模な改築を行う場合、100 年洪水位までの盛土または高床式による高架構造化、あるいは構造的耐水化を許可の要件としている。

5-4 ニュージャージー州の例

ニュージャージー州では、気候変化対策で護岸整備に毎年 1,500 万ドル（12 億円）が割り当てられており、州は将来護岸を必要とするような建設行為を禁止している。

おわりに

世界ではじめて気候変化に関する緩和策や適応策を規定した「英国気候変化法（UK Climate Change Act）」を 2008 年に制定したイギリスは、洪水危険区域での建築規制などの「氾濫原への資産流入の規制」と、堤防や防潮堰の建設など「予防」の両方を実施している。ドイツおよびオランダも「氾濫原への資産流入の規制」と「予防」の両方を実施しているが、現時点で収集できた適応策の事例だけを見れば、「予防」を重視していると考えられる。

一方、アメリカおよびフランスでは、気候変化への適応策としての具体的なメニューは現時点では存在しないが、既往計画において既に氾濫原対策を取り込んで事業を実施しており、この計画の外力に対する対策を早期に完了させることによって、不確実性を含んだ次のステップへの対応を図ろうとするものであると推測される。

以下に、今後の我が国において適応策を検討する上で参考となる事項について考察する。

- 地球温暖化に伴う気候変化により増大する外力に対して対策を講じなければ洪水被害の増大は免れない。CO₂の

削減は日本だけの努力では対応できず、治水上は緩和策にだけ頼ることが出来ない。欧米諸国のように“no regret”（後悔しない）を基本コンセプトに、最悪の気候変化シナリオを想定して適応策について検討し、現在抱えている課題にも効果のある対策から着手していく必要がある。

- イギリス、ドイツ、オランダでは、気候変化の影響を考慮して流量を想定した治水計画が立案されている。最悪の気候変化シナリオを想定して適応策について検討するうえでは、現在までの既往外力データに基づく確率主義を中心とした治水施設計画の考え方だけでは治水計画として不十分であり、気候変化により不確実性の幅が広がることも考慮し、起こりうる可能性のある洪水すべてを対象とし、浸水被害最小化を目的とした治水計画の考え方について整理していく必要がある。
- 欧米諸国では、既に顕在化している気候変化の影響と今後の予測が示された洪水リスクマップが存在し、都市計画において洪水リスク評価に基づく土地利用規制や建築規制を強化することと併せて適応策の選定と組合せの検討が進められている。浸水被害最小化のため、我が国においても洪水リスク評価に基づく土地利用規制や建築規制の枠組みの強化が必要である。
- オランダでは、気候変化の影響によって今後予測される河川流量の増加や海面水位の上昇に対処するためには、堤防の嵩上げなどの対策だけでは不十分であるとの認識に基づき、「河川空間拡張（Room for the River）」という政策が展開されている。気候変化による河川流量の増加や海面水位の上昇を考慮し、河川整備基本方針の見直しや河川整備計画施設の前倒し整備について検討する必要がある。
- 地方分権が進んでいるドイツにおいて、水に関する問題は広域に及びことから一元的に管理することが必要と法体系の見直しが行われた。気候変化の影響により洪水被害の大規模化や広域化が懸念される状況下において、州から国へ権限を委譲し、国の権限強化を図ることにより、緩和策と適応策を推進するねらいがあったものと推察される。我が国において、気候変化の影響により増大する

		日 本	イギリス	フランス
気候変化適応策に向けた法制度	基本法	地球温暖化対策基本法案(2010年閣議決定)	気候変化法(Climature Change Act 2008)	環境グルネル法 第1法案(2009年) 環境グルネル法 第2法案(2010年)
	洪水リスク関係法令	—	洪水リスク規制(The Flood Risk Regulations 2009) 洪水および水の管理に関する法律(Flood and Water Management Act 2010)	—
	適応策関係法令	—	—	—
気候変化適応策の実施に向けた戦略・実施計画		水災害分野における地球温暖化に伴う気候変化への適応策のあり方について(答申)(社会資本整備審議会, 2008年)	Making Space for Water(治水空間の整備に関する戦略, 2004年) 計画政策書第25号:開発と洪水リスク(PPS25:Development and Flood Risk, 2006年) テムズ河ロプロジェクト2100(TE 2100, 2007年)・ロンドンおよびテムズ川河口域を2100年まで洪水から守るための計画 ・ロンドンおよびテムズ川河口域を2100年まで洪水から守るための計画 EAの気候変化適応戦略(2008-2011) ・2009年4月までに行動計画を策定 ・2010年までに気候適応プログラムを策定 EAの事業戦略(2009年12月) ・洪水リスク管理に関する2015年に向けた目標および方針	気候変化適応方針(2011年までに国家計画策定予定)
適応策	気候変化の影響を見込んだ計画	—	治水事業の計画段階で用いるべき海面上昇や流量の割り増し(20%増)(Supplementary Note to Operating Authorities - Climate Change Impacts: 実施機関のための補足事項-気候変化の影響, 2006年)	—
	気候変化を考慮した施設整備	気候変化による海面上昇を考慮した水門の設計(日光川水閘門)	治水事業の計画段階で用いるべき海面上昇や流量を20%割り増し(Supplementary Note to Operating Authorities - Climate Change Impacts) TE 2100 ・既存の防御施設の改良 ・氾濫原貯留 ・防潮堰の建設 気候変化を考慮した堤防整備 ・従来の100年1回の洪水に対する安全性から200年に1回の洪水に対する安全性で整備	ロワール川計画 ・堤防補強 ・浚渫 ローヌ川計画(ローヌ下流) ・堤防決壊の回避・洪水被害に遭遇する可能性の高い地域での防護対策の強化 ・Beaucaire下流の防御レベルの調整、強化 セーヌ川計画 ・水系一貫の河川整備
	自然再生	—	自然再生により浸水を許容	—
	流域と一体となった対策手法	—	都市計画との連携	都市計画と建築規制に関する法制度と自然災害回避をリンクさせて都市化の抑制
	・都市計画 ・土地利用規制 ・建築規制	—	土地利用規制 土地利用の変更	

ドイツ	オランダ	アメリカ
改正連邦水管理法(2009年)	新水法(2009年)	包括的な気候変化・エネルギー法案 (American Power Act 2010)
—	—	—
—	河川空間拡張方針に関する主要国土 計画決定(2006年)	2007年水資源開発法
—	デルタ法(2010年成立予定)	—
ドイツ気候変化適合戦略(DAS) ・2008年12月17日閣議決定・2011年夏までに 適応行動計画を連邦議会提出予定	国家気候適応・空間計画プログラム (ARK)(2006年) ・2007年11月に国家機構適応・空間計 画戦略を公表	水および関連土地資源の実施検討に 関する経済および環境原則および指針 (案)(2009年12月)
—	Room for the River Programme (河川空間拡張方針に関する主要国土 計画決定, 2006年)	気候変化適応プログラム(2010-2014) ・陸軍工兵隊が実施するプログラム
—	Delta Programme(法未成立) ・気候変化の影響から沿岸および内陸 の低平地を保護するための長期計画	全国洪水リスク管理プログラム (National Flood Risk Management Program, 2006年)
—	国家水計画(National Water Plan, 2009 ・2009-2015年に実施する政策	全国堤防安全プログラム(National Levee Safety Program, 2006年)
気候変化の影響を見込んだ治水計画 ・従来の100年確率流量を気候変化係数1.15 倍割り増し)(バイエルン州およびバーデン= ヴュルテンブルグ州)	KNMI06気候シナリオにより、ライン川の 将来計画流量を設定 ・2015年までの計画流量16,000m ³ /s ・2050年の将来計画流量18,000m ³ /s	—
気候変化による海面上昇を考慮した堤防嵩 ・定期的な嵩上げを行う25cmに加え、気候変 化に対して60cmの嵩上げを考慮(ニーダー ザクセン州)	河川空間拡張プログラム ・高水敷の切り下げ ・引き堤による干拓地復元 ・水制の高さを下げる ・障害物の撤去 ・河床浚渫 ・放水路	堤防の安全管理
気候変化の影響を見込んだ水路整備	デルタ・プログラム ・養浜 ・堤防補強 ・河口堰の建設 ・氾濫原回復事業	洪水防御施設改良
—	—	—
氾濫原における適切な建築工法の採用(ハ ンブルク)	住宅・国土計画・環境省(VROM)による フローティングハウス	全米洪水保険制度(NFIP)による土地 利用規制 全米洪水保険制度(NFIP)による建築 将来護岸が必要となる建設行為の禁止 (ニュージャージー州)

緩和策と適応策を推進するねらいがあったものと推察される。我が国において、気候変化の影響により増大する外力に対して流域の浸水被害を最小化するためには、河川・下水道・流域の取り組みを統合的に管理する体制を強化し、適応策を推進していく必要がある。

本稿は、国土交通省の受託業務として実施した欧米諸国の河川制度調査の成果等を基に、当センターの平成 22 年自主研究として補足調査を行い、体系的にとりまとめた成果の概要である。紙面の制約上、全容を記述することは困難であることから、詳細については平成 23 年 3 月発行の JICE 資料「欧米諸外国における事業実施システム – 気候変化を前提とした治水事業計画 –」を参照いただければ幸いである。

参考文献

- ¹ Pitt (2008). The Pitt Review - Learning Lessons from the 2007 Floods
http://webarchive.nationalarchives.gov.uk/20100807034701/http://archive.cabinetoffice.gov.uk/pittreview/_/media/assets/www.cabinetoffice.gov.uk/flooding_review/pitt_review_full%20pdf.pdf
- ²Making Space for Water, Defra, 2005
<http://archive.defra.gov.uk/environment/flooding/documents/policy/strategy/strategy-response1.pdf>
- ³ Thames Estuary 2100
<http://www.environment-agency.gov.uk/research/library/consultations/106100.aspx>
- ⁴ CLIMATE CHANGE ADAPTATION STRATEGY (2008-11)

- http://www.environment-agency.gov.uk/static/documents/Leisure/adaptation_strategy_2083410.pdf
- ⁵ Rapport du groupe de travail interministériel sur l'évaluation des impacts du changement climatique, du coût des dommages et des mesures d'adaptation en France
<http://www.developpement-durable.gouv.fr/Rapport-du-groupe-de-travail.html>
- ⁶ German Strategy for Adaptation to Climate Change
http://www.bmu.de/files/english/pdf/application/pdf/das_gesamt_en_bf.pdf
- ⁷ National Programme for Spatial Adaptation to Climate Change (ARK)
<https://www.maakruimtevoorklimaat.nl/english-summary.html>
- ⁸ Room for the River Programme
<http://www.ruimtevoorderivier.nl/meta-navigatie/english>
- ⁹ National Water Plan
http://english.verkeerenwaterstaat.nl/english/Images/NWP%20english_tcm249-274704.pdf
- ¹⁰ Proposed National Objectives, Principles and Standards for Water and Related Resources Implementation Studies
<http://www.whitehouse.gov/sites/default/files/microsites/091203-ceq-revised-principles-guidelines-water-resources.pdf>
- ¹¹ Efforts to Understand and Adapt to Climate Change by Edward J. Hecker, Chief, Office of Homeland Security and Provost Marshal, Directorate of Civil Works, Tokyo Forum September 29, 2009
- ¹² National Flood Risk Management Program
<http://www.nfrmp.us/index.cfm>
- ¹³ Levee safety Program
<http://www.usace.army.mil/LeveeSafety/Background/Pages/intro.aspx>
- ¹⁴ Future World images
<http://archive.defra.gov.uk/environment/climate/documents/interim2/future-worlds.pdf>