



INTEGRATED FLOOD MANAGEMENT CONCEPT PAPER



World
Meteorological
Organization
Weather • Climate • Water

WMD-No. 1047



ASSOCIATED PROGRAMME ON
FLOOD MANAGEMENT

目次

まえがき

概要

1. はじめに
 2. 洪水と開発プロセス
 3. 従来 of 洪水管理対策
 4. 洪水管理の課題
 5. 統合洪水管理 - 概念
 6. 統合洪水管理の実践
- 参考文献・関連文献

APFM

洪水管理連携プログラム（APFM）は、世界気象機関と世界水パートナーシップが共同で取り組みを進めているもので、新しい洪水管理手法である統合洪水管理（IFM）の概念の普及を図るものである。本プログラムは、日本政府とオランダ政府による財政支援を受けている。

WMO

世界気象機関は国連の専門機関の一つであり、189の国と領土の気象および水文部門の調整機関として、気象、気候、および水に関する知識の中核を担っている。

世界水パートナーシップ

世界水パートナーシップは、水資源管理に関与するすべての組織に開かれた国際的ネットワークであり、統合水資源管理（IWRM）の促進を目的として1996年に創設された。

WMO-第 1047 号

(c) World Meteorological Organization, 2009

著作権は、印刷物、電子媒体など形式の如何を問わず、またいかなる言語によるものであれ、WMO が保有する。WMO の出版物からの短い引用は許可なしで複製できるが、完全な出典を明示しなければならない。本出版物の一部または全部の刊行、複製、または翻訳に関する問合せおよび要請は下記宛とする。

出版委員会委員長
世界気象機関（WMO）
7 bis, avenue de la Paix
P.O. Box 2300
CH-1211 Geneva 2, Switzerland

電話：+41 22 730 8403
ファックス：+41 22 730 8040
電子メール：publications@wmo.int

ISBN 978-92-63-11047-3

注記

WMO の出版物で使用されている呼称および本出版物における資料の提示は、いかなるものであれ、国・領土・都市・地域の法的地位もしくはその権限に関して、あるいはその国境や境界線の画定に関して、WMO 事務局の意見を表明するものではない。

WMO の出版物で表明されている意見は、その筆者個人に帰するものであり、WMO の意見を必ずしも反映したものではない。特定の会社名または商品名への言及は、WMO がそれらを支持または推奨することを示すものではない。また、言及または明示されなかった同様の性質を有するほかの会社や製品を支持または推奨しないことを示すものでもない。

まえがき

世界中の大多数の人の生活は、直接または間接を問わず、一般に氾濫原がもたらす主要な天然資源、およびそこから得られる収益に依存している。人口圧力の増大、生態系サービスの継続的な劣化、そして言うまでもなく気候の変動および変化といったいくつかの地球規模の問題が、世界中で洪水リスクをさらに増大させるおそれがある。このような懸念は、世界の多くの地域で、洪水に関する不適切な計画や管理実務によってさらに深刻化している。したがって、統合水資源管理の重要な要素である統合洪水管理（IFM）アプローチが、洪水リスク管理と開発ニーズの均衡を図るのに役立つことができる。

「統合洪水管理コンセプトペーパー」は、2003年に初版が刊行されて以来、実行可能な開発政策の選択肢として、統合洪水管理の概要を示す基準文書とされてきた。統合洪水管理は基本的に動的な概念であるため、この第3版で示されている見解には、リスク管理、都市洪水、気候の変動および変化、適応型管理など、いくつかの新たな問題も含まれる。この新版を通じて、WMOは、本コンセプトペーパーが洪水管理者、政策立案者、開発計画者、および洪水管理戦略・政策の策定責任者にとって重要な案内役を果たし続けることを希望する。

この改訂版コンセプトペーパーの草案は、洪水管理連携プログラム（APFM）技術支援ユニットによって作成され、次いで洪水管理分野の第一線の専門家らの見直しを経て、2009年6月にAPFM管理委員会によって承認された。WMOは、この作成に積極的に参加されたすべての方々に感謝の意を表する。

(M・ジャロー)
事務局長

概要

統合水資源管理（IWRM）は世界水パートナーシップによって以下のように定義されている。「水、土地ならびにそれらに関連する資源について、調整の取れた管理および開発を促進するプロセスであり、欠かすことのできない生態系の持続性を損うことなく、結果として得られる経済的・社会的福利を公平な形で最大化する事を目指す。」このアプローチは、一つの対策がシステム全体に影響を及ぼすこと、また開発と洪水管理を統合することによって、一つの対策から複数のメリットを得られるという認識に基づいている。

統合洪水管理（IFM）とは、統合水資源管理の考え方のもと、氾濫原を最大限に効率的に利用するとともに、人命と財産の損失を最小にすることを目指して、河川流域での土地開発と水資源開発を統合するものである。統合洪水管理は、統合水資源管理と同様に、あらゆるレベルの利用者、計画者、および政策立案者の参加を奨励する。このアプローチには、開放性、透明性、包括性、および情報交換性が求められるとともに、意思決定の分権化が必要である。また計画立案と実施には、住民との協議と利害関係者の参加を含めなければならない。

洪水を単独の問題として管理した場合、必然的に、断片的で局所的な取り組みが取られることとなる。統合洪水管理は、従来の断片的な洪水管理アプローチからのパラダイムシフトを求めるものであり、河川流域全体の資源の効率的利用を促進し、氾濫原における生産性を維持または増大させるための戦略を採用するとともに、洪水に起因する損失に対して事前予防策を講じるものである。統合水資源管理を通じた持続可能な開発は、公平、安全、および選択の自由のある環境下において、すべての市民の生活が持続的に改善されることを目指している。統合水資源管理においては、土地と水の管理の調和と同様に、自然と人間のシステムの調和が必要である。

人口増加と経済成長は、流域の天然資源にとって大きな圧力となる。人口圧力が増大し、建物や社会基盤施設の建設によって氾濫原における経済活動が活発化すると、洪水のリスクはさらに増大する。多くの場合、氾濫原は、生計向上のためには絶好の、正確に言えば容易な機会を提供する。農業経済を基幹とする発展途上国では、食糧確保は生活の保障と同義である。

生態系アプローチとは、土地、水、生物資源の統合管理のための戦略であり、これらの保全および持続的な利用を、各々に公平に配慮しながら推進する。統

合水資源管理および統合洪水管理は、流域全体の生態系を一つの単位と見なし、流域における経済活動の影響を全体として評価することによって、生態系アプローチの中心となる原則を包含する。洪水管理の選択肢における環境の持続性は、統合洪水管理の前提条件の一つである。

持続可能で効果的な水資源の管理には全体的手法が必要であり、社会経済の発展と自然生態系の保護を関連させ、土地利用と水利用の管理を適切に連携させる。したがって、洪水や渇水のような水関連災害についても、持続可能な開発を達成するうえで重要な事項となるため、水資源管理の一環として取り込まれる必要がある。

緊急計画および管理の全体的アプローチは、災害ごとに取り組みを行うアプローチよりも望ましく、それゆえ統合洪水管理は、より幅広いリスク管理システムに組み込まれるべきである。この手法によって組織的な情報交換や効果的な組織関係が形成される。統合洪水管理の計画立案において、持続可能な開発の共通目標を達成するために、多くの個別開発機関の意思決定過程を調整する必要がある。流域の水文応答に影響を与えるそれぞれの決定においては、同様なすべての決定を考慮しなければならない。

適応型管理は、科学的不確実性に対処し、変化に強くかつ柔軟なアプローチである。このアプローチにおける意思決定は、進行中の科学的プロセスの一環としておこなわれる。このアプローチでは、適用される戦略が計画、実施、監視、評価されるとともに、新たな知識の獲得にあわせて政策、戦略、および実践が修正される。適応型管理では、予測される成果を明確に定義し、成果を測定する方法を特定し、情報を収集・解析して予測と実際の成果を比較し、その比較から教訓を引き出すとともに、それにもとづいて行動や計画を変更する。

水は、気候変化によって予測される影響が目に見える形で現れる主要な媒体となる。気候変化および増大する気候の変動性は、異なる形で同時に洪水過程に影響を及ぼす。海面上昇によって、沿岸の地域社会の洪水リスクはさらに増大する。また降水パターンの変化は、フラッシュフラッド（鉄砲水）および一部地域での河川洪水の発生を増加させるであろう。統合洪水管理は、これらの予測される影響を考慮することから、気候の変動および変化に対する自律的な適応戦略ともいえる。

1. はじめに

洪水または渇水が生じるような極端に異常な降水現象の繰返しは、自然の気候変動性の一般要素である。洪水や渇水の悪影響は、しばしば社会経済や環境に対し広範な弊害を及ぼすことがある。たとえば、人命と財産の損失、人や動物の集団移動、環境悪化、および食糧、エネルギー、水、そのほかの物資の不足が挙げられる。このような自然災害に対する社会の脆弱性の度合いは発展途上国において高く、必要に迫られて、貧困層がもっとも脆弱な地域に住むことを余儀なくされていることが多い。先進国の脆弱性は、洪水常襲地域および高度に都市化された環境における経済成長と資産の蓄積とともに増大する。

2002年8月から9月にかけて南アフリカのヨハネスブルグで開催された「持続可能な開発に関する世界首脳会議」の実施計画の中で、「現在の傾向を逆転させ、土地および水資源の劣化を最小限に抑えるために、気候と気象に関する情報および予報の利用の改善、早期警報システム、土地および天然資源の管理、農業での実践、生態系保全などの対策によって、渇水と洪水の影響を軽減する」（国連経済社会局、2002年）必要性が強調された。この宣言を通じて国際社会は、予防、軽減、準備、対応、および復旧を含み、脆弱性とリスクの管理に対処する統合的かつ包括的なアプローチに取り組んでいる。

兵庫行動枠組み（HFA）の戦略的目標は、防災、軽減、準備、脆弱性の削減に重点を置きながら、持続可能な開発に関する政策や計画の策定において災害リスクをより効果的に考慮し、あらゆるレベルで制度、メカニズム、および能力を開発・強化することを要求している（国連国際防災戦略、2005年）。このように兵庫行動枠組みは、その手法に災害リスクの軽減を組み込んだ環境・天然資源管理として統合洪水管理を支援している。また、管理過程を可能なレベルまで分権化することも支持している。気候変化により、多くの地域で洪水が悪化すると予測されていることから、国連気候変動枠組条約に基づく適応計画やそのほかの気候変動適応枠組みは、洪水管理を優先事項としている。

統合水資源管理（IWRM）を通じた持続可能な開発は、公平、安全、および選択の自由のある環境下において、すべての市民の生活が持続的に改善されることを目指している。統合水資源管理においては、土地と水の管理の調和と同様に、自然と人間のシステムの調和が必要である。しかし、統合水資源管理に関する文献の多くは、水資源管理に関わる洪水管理の問題を扱っていないため、洪水管理を統合水資源管理に組み込む方法について理解を深める必要がある。

本書では、統合水資源管理の不可欠な一部として統合洪水管理（IFM）を示すとともに、洪水と開発プロセスが相互に及ぼす影響について述べる。まず、従来の洪水管理実務を見直し、持続可能な開発に取り組む洪水管理者および意思決定者が直面する主要な課題を特定したうえで、統合洪水管理の基本的な考え方と必要事項を説明する。本書は、「洪水管理政策シリーズ」のもっとも重要な刊行物である。これに続く文書のより詳細な解説によって、洪水管理担当者や意思決定者が統合洪水管理の概念を具体化できるようになる。この一連の文書を理解するには、洪水管理の課題および統合水資源管理の概念を把握していることを必要とする。

統合洪水管理は普遍的に適用できるものではなく、個々の状況に適応させる必要がある。これは、洪水の性質、洪水問題、社会経済条件、および社会が開発目標を達成するために負う準備ができていない（あるいは負わざるを得ない）リスクの水準によって大きく左右される。同様に、異なる行政レベルまたは地理的規模（国内または国際流域など）で統合洪水管理を適用するためには、過程や政策設計への異なる取組みが必要となる。

2. 洪水と開発プロセス

社会、集落、および世帯は、生活の質を向上させるために、利用可能な天然資源や資産を最大限に活用しようとする。しかし、それらはすべて、洪水、渇水、そのほかの自然災害、景気後退、内戦など、さまざまな自然および人為的擾乱の影響を受けやすい。このような擾乱は、個人資産や、個人所得の増加に寄与する雇用、天然資源、社会的ネットワークといった地域社会の福利に悪影響を及ぼす。資源や情報を利用する機会や、開発政策の計画立案や実施に参加する権限が不平等なため、こうした擾乱がもたらす影響は社会およびその内部の集団に応じて異なるものとなる。

自然災害は多大な困窮をもたらすが、これは特に、災害により低所得経済が大きな圧力を受ける発展途上国において顕著である。世界の全災害の約70%は水文気象現象に関連するものであり、洪水は、持続可能な開発に対する最大の自然リスクの一つである。悲劇的な人命損失はここでは除くとして、洪水が未収穫の作物、住居、社会基盤施設、機械、建物を破壊することによる損失は、世帯、集落、および社会の資産基盤を弱体化させる。場合によっては、異常洪水の影響は、個々の世帯レベルにとどまらず国全体に及ぶほど劇的となることもある。2005年にスイスで発生した洪水は、同国で体系的な記録が取られるようになって以来、単独で最悪の被害をもたらすものとなった。被害額は国内総生産（GDP）の1%に満たなかったが、これが発展途上国で、特に洪水が熱帯サイクロンによって発生したとすると、この数値は通常10%を超過する（スイス連邦環境局、2007年）。さらに、洪水を全体的ではなく断片的に評価した場合、その取組みの有効性は限定される可能性がある。

氾濫原での生活は、洪水の危険にさらされる一方で大きな便益も受ける。氾濫原には、長年にわたる洪水によって形成された肥沃で厚い沖積土壌があるが、これは収穫量の拡大に理想的であり、その立地は優れた市場アクセスを提供する。オランダやバングラデシュのように、一般的に氾濫原は高い人口密度を支えており、国土の大半を氾濫原が占める国では平方キロメートル当たりのGDPも高い。オランダの平方キロメートル当たりのGDPは欧州最大である。洪水は、生態系および生態系サービスを維持する。カンボジアにおいて、トンレサップ湖の氾濫原で毎年発生する洪水は、世界的に（漁獲高で）もっとも生産性の高い淡水生態系の一つである湖を維持するうえできわめて重要である。この生産性の高さは地域の食糧安定に大きく貢献している（Van Zalinge、2003年）。

開発の需要とリスクの均衡を図ることは不可欠である。このことは、たとえば人口密度の低いミシシッピ川の氾濫原やホンジュラスの山間部であれ、人口

密度の高いバングラデシュのデルタ地域であれ、世界中で人々が洪水常襲地域から離れようとしないうこと、また場合によっては離れられないことから明らかである。したがって、人命や財産が大きなリスクにさらされるとしても、氾濫原での生活を持続可能にする方法を見いだす必要がある。その最善のアプローチは、洪水の統合管理である。

現在および将来の開発プロセスによって、洪水リスクが増大する（あるいはその可能性がある）こととなる過程を明らかにするためには、洪水、開発プロセス、および貧困の相互関係を理解することが不可欠である。住民は、洪水にさらされているがゆえに貧困である場合もあれば、貧困のためもっとも脆弱な土地に居住していることから洪水にさらされる場合もある。どちらの評価が正しいかに応じて、適切な介入方法が異なる。さらに、資産基盤が脆弱で生活水準を高める要素がほとんどない地域社会は、さまざまな擾乱にさらされており、その中には洪水よりも大きな影響をもたらすものがあるかもしれない。あらゆるレベルの意思決定者および開発計画者は、このような側面に注意を払う必要がある。

リスクとは、特定の事象の可能性と、それが発生した場合にもたらされる影響の組合せである。したがって、リスクは事象が発生する可能性（または確率）とその事象がもたらす影響（または結果）という二つの要素からなる。事象の影響には、望ましいものもあればそうでないものもある。

脆弱性は、洪水がもたらす課題に対処するために利用可能な資産を動員する社会、集落、または世帯の能力によって決まる。そのような外部の擾乱に直面して、生活の質を維持または改善する社会の能力は、洪水を軽減するか、あるいは擾乱への対処能力を強化することによって高めることができる。

3. 従来の洪水管理対策

大規模な洪水に対する従来の管理対応は、一般的に当面の問題に限定された対応であった。これは、問題点およびその解決策を自明なものとし、上流域や下流域の洪水リスクに与える影響を全く考慮しないプロジェクトが即座に実施されていたということである。このように、洪水管理の実務では、洪水氾濫を軽減し、洪水被害の影響の受けやすさを低減することに重点が置かれてきた。従来の洪水管理では、構造物対策と非構造物対策、および物理的対策と制度的対策が講じられてきた。これらの対策は、洪水前、洪水時、および洪水後に実施され、しばしば重複してきた。

本章では、下記の従来の洪水管理対策について簡単に述べる。

- 流出低減のための発生源対策（透水性舗装、植林、人工涵養）
- 流出の貯留（湿地帯、洪水調節池、貯水池）
- 河川の流下能力の強化（分水路、河床掘削、河道拡幅）
- 河川と住民の分離（土地利用規制、堤防、構造物の耐水化、ゾーニング、家屋のかさ上げ）
- 洪水時の緊急対応（洪水警報、堤防のかさ上げや強化の緊急工事、耐水化、避難）
- 洪水からの復旧（カウンセリング、補償、あるいは保険）

（第 5 章では、洪水管理に統合的手法を採用する場合に有効な対策について述べる。）

発生源対策は、降雨または融雪による流出の過程において取られる対策であり、土壌内への貯留または土壌を通過しての貯留という形を取る。この戦略の採用に当たっては、通常、この対策が侵食過程、土中の飽和到達時間、および蒸発散機構に及ぼす影響が検討される。発生源対策の有効性を評価する際には、土の飽和状態や凍結の有無など、洪水前の条件も考慮される。したがって、何らかの形での発生源対策や、植林のような土地利用形態の変更において潜在的な障害となるのは、雨水を吸収または貯留する能力が流域の先行条件によって左右されるという点である。

ダム、堤防、洪水調節池などによる表流水の貯留は、洪水ピーク流量を低減するための従来の手法である。貯留は、水位上昇速度の低下、洪水ピーク到達

時間の遅延、およびピーク水位の低下によって洪水状況を緩和させる。多くの場合、このような貯水池は多目的であり、用途が衝突する状況においては、洪水の貯留が最初に犠牲となる可能性がある。さらに、貯留という対策により小規模な洪水の発生を完全に解消することが、その場所の安全性に関する誤った認識をもたらす可能性がある。貯留は、ほかの構造物・非構造物対策と適切に組み合わせて利用しなければならない。一見自明であるが実際には見落とされがちなのは、洪水管理を計画立案と設計だけでなく貯水池操作にも組み込む必要性である。貯水池からの放流はリスクをもたらす可能性があるが、貯水池の慎重な操作によって放流に起因する人命や財産の損失を最小限に抑えることができる。この意味で、流域を越えた協力が不可欠となる。

河川の流下能力を増大させることは、河川の持つ自然の地形や生態系を変化させ、ほかの河川利用に影響を及ぼすとともに、問題が生じる時間や場所を変えてしまう傾向がある。また、河床掘削も地域の地下水の流況に影響を与える可能性がある。都市化によってすでに土地利用が集中している氾濫原、あるいは集中的な氾濫原利用の残存リスクが（たとえば、地すべりなどの擾乱による）ほかのリスクよりも対処しやすい場所では、堤防がもっとも適している方法と考えられる。

氾濫原における著しい開発が望ましくない場合、一般に土地利用規制が採用される。他の場所での開発を奨励するような施策を提供するほうが、単に氾濫原での開発を禁止しようとするよりも、より効果的なことがある。土地が開発圧力（特に非合法的な開発による）にさらされている場合には、土地利用規制が有効となる可能性は低い。構造物の耐水化や家屋のかさ上げは、開発があまり進んでおらず資産が分散している場合、あるいは警報から洪水発生までの時間が短い場合に、もっとも適切である。洪水常襲地域では、社会基盤施設や通信回線の耐水化によって、洪水による経済の弱体化を緩和することができる。

洪水警報と適時の災害対応は、すべての対策を補完するものである。明確かつ正確な警戒情報と、それに対する地域社会の高い認知度が結びつき、洪水時における自主的な行動に対して最善の準備となる。ハザードが災害と化するのを防ぐという警報の目標を達成するには、公的教育プログラムが不可欠である。避難は、緊急計画の不可欠な要素であり、避難経路は、地域の状況に応じて、高台にある避難所または戸外へと設定することができる。一般に戸外への避難が必要となるのは、水位が高く、流速が速く、建物が脆弱な場合である。避難を成功させるためには、計画を立案するとともに、関係住民が洪水緊急時になすべきことを理解していなければならない。効率的な避難を実現するためには、地域社会が計画立案段階から積極的に参加するとともに、定期的な訓練によっ

て避難体制の実行可能性を評価することが不可欠である。実行可能な避難体制の確立には、避難住民が集まる区域に給水・衛生施設のような基本的設備を設置し、安全性を確保することが特に重要である。

4. 洪水管理の課題

生活の保障

人口増加と経済成長は、流域の天然資源にとって大きな圧力となる。人口圧力が増大し、建物や社会基盤施設の建設などで氾濫原における経済活動が活発化すると、洪水のリスクはさらに増大する。多くの場合、氾濫原は、生計向上のためには絶好の、正確に言えば容易な機会を提供する。農業経済を基幹とする発展途上国では、食糧確保は生活の保障と同義である。氾濫原はこれらの国の住民の食糧生産に大きく寄与し、栄養確保に役立っている。バーチャルウォーター*取引 - すなわち洪水・渇水常襲地域への依存度の低減 - によって食糧確保の問題は対応できるとしても、生計確保の問題には対応できない。限られた土地資源の利用をめぐる競争は、主に氾濫原に居住する弱者層を危険にさらす可能性がある。移住計画やそのほかの氾濫原政策については、それらがリスクにさらされた住民の生計の機会に及ぼす全体的な影響を評価しなければならない。

急速な都市化

農村部で人口が増加すると、基本的な生計手段を超えて生活水準を改善するのがしばしば困難となる。農民の生活は、多くの場合、予測が困難な環境条件に左右され、干ばつ、洪水、不作の際には生存にかかわる問題となる。このような条件下で、住民は、経済的機会と基本サービスへのより良いアクセスを求めて農村部から都市部へ移動する。気候変化は、漁業や農業による生活基盤を変え、自然災害の頻度とその影響を増大させることによって、都市部への人口流入のパターンを加速化させる可能性がある。

世界人口のうち都市部が占める割合は、1990年には13%だったのが2005年には49%に達した。この数字は、2025年までに57%、2050年には約70%に達する見込みである（国連経済社会局、2007年）。このような都市化の大部分は、成長が概して無計画かつ自然発生的な発展途上国で生じており、主にアジアとアフリカで、また比較的小規模ではあるが中南米やカリブ海地域で発生している。都市化は流域の水文応答に変化をもたらし、地形、水質、および生息地に影響を及ぼす。発展途上国の氾濫原における人口増加と無計画な都市部への移住は、社会の最貧層の洪水に対する脆弱性を増大させる。都市成長の大部分が沿岸域で生じるという事実から、特に気候変化に起因して予測される河川・海岸洪水の増大によって、沿岸住民の洪水に対する脆弱性が大幅に高まると懸念される。

* バーチャルウォーター（埋め込まれた水、変化した水、または隠れた水として知られる）とは、国際貿易において、商品またはサービスの生産過程で使用された水をいう。

また最貧層は、医療施設や衛生施設を十分に利用できないため、災害およびその影響に対してもっとも脆弱となる。洪水管理政策では、これらの層のニーズを考慮しなければならない。

洪水に対する絶対的な安全という幻想

洪水に対する完全な防御は、技術的に実現不可能で、経済的・環境的にも実行不可能である。洪水防御の設計基準は、将来発生するかもしれない異常洪水の規模推定に伴う不確実性や、気候変化に応じた変更に対処できない。

大規模洪水に対する防御策を策定するのか、あるいは発生頻度の高い洪水による被害の軽減策を策定するのかという問題は、解決策のジレンマをもたらす。高頻度の洪水を対象とする対策を講じた場合、より大規模な洪水が発生した際に、かえって甚大な被害をもたらす危険性が高まる。同様に、大規模な洪水を対象とする対策では、理論上の設計基準を下回る規模の洪水によって被害を受ける可能性も考慮しなければならない。いずれにせよ、堤防や放水路などの構造物が、長期にわたって利用されていないか、あるいは財源不足のために適切に維持管理されておらず、もはや適切に機能しないおそれがある場合、被害が生じることがある。洪水リスク管理では、このような被害の可能性を評価し、どのように被害が生じるかを特定し、またそのような状況をいかに管理するかという点も想定しなければならない。

生態系アプローチ

河川、湿地帯、エスチュアリーを含む河川の水生生態系は、清浄な飲料水、食糧、材料、水の浄化、洪水軽減、レクリエーションの機会などの便益をもたらしている。流量とその時期、および継続時間の変動は、多くの場合、河川生態系の維持にとって不可欠である。たとえば洪水は、魚類の産卵場所を維持し、魚類の移動を助け、土砂、堆積物、および塩類を洗い流すのに役立つ。これらは特に、渇水期の前に季節的な洪水が発生する乾燥気候の地域において重要である。異なる洪水管理対策に応じて生態系はさまざまな影響を受けるが、同時に生態系の変化は、洪水状況、洪水特性および河川の挙動に大きな影響をもたらす。

洪水管理対策の中には、氾濫原周辺の湿地帯の洪水頻度を減少させることによって、河川生態系に負の影響を与えるものもある。湿地帯では頻繁に生じる洪水によって、その多様な動植物相が維持されるからである。このような状況においては、高い頻度で起こる（比較的小規模な）洪水を変化させることは、これまでの洪水によって発達してきた生態系を損なうこととなる。その一方で、極端に大きな規模の洪水を減らすことは、生態系の保護につながる。したがっ

て、社会への便益を最大化するとともに健全な河川生態系を維持するため、流域内で必要とされる流量の規模や変動を考慮し、河川流域内で競合する利害の均衡を図らなければならない。新たな対策、既設構造物の改善、および既存の運用規則の調整は、管理を改善する機会となる。

生態系アプローチとは、土地、水、生物資源の統合管理のための戦略であり、これらの保全および持続的な利用を、各々に公平に配慮しながら推進する。統合水資源管理および統合洪水管理では、流域全体の生態系を一つの単位と見なし、流域における経済活動の影響を全体として評価することが、生態系アプローチの主要な原則となる。洪水管理対策における環境の持続性は、統合洪水管理の前提条件の一つである。

気候の変動および変化

さまざまな気候および非気候パラメータは、洪水過程に影響を及ぼす。流域の先行条件は別として、洪水の規模は、降水強度、水位、時期、および空間分布と時間分布に左右される。気温と風は融雪に影響を与え、融雪は洪水の規模に影響を及ぼす。地球温暖化で予測される影響には、大気・海洋循環の変化が含まれ、全球水循環の多くのサブシステムの強度が高まり、降水・流出パターンの変化をもたらす可能性がある（Batesら、2008年）。さまざまな気候モデルシミュレーションは、現在と比較して降水量が減少する地域や増加する地域があらわれるなど、複雑なパターンの降水変化を示している。

熱帯サイクロンの強度が高まるということは、それに応じて降水強度が増大することを意味する。同様のパターンは、平均降水量の増加が予測される高緯度地域においても生じる可能性がある。熱帯および中・高緯度のほとんどの地域では、極端に多い降水が平均的な降水よりも大幅に増加することが予測されている（Batesら、2008年）。このような豪雨事象の規模と頻度が増大すると、多くの地域で大規模な洪水が発生する頻度が高まる。

気候変動に関する政府間パネルは、多くの地域で豪雨事象が増加する傾向があり、年平均降雨量の減少が予測される一部の地域においてさえ、同様の傾向があることを見いだした（気候変動に関する政府間パネル、2007年）。このような場合、降雨量の減少の原因は、降水強度の低下ではなく降雨日数の減少であることが多い。このことから、将来的に豪雨は増加することが予測されるが、全体的な降雨発生数は減少する、すなわち異常洪水や渇水の発生率が高まるといった結論が得られる（Trenberthら、2003年）。また地球温暖化に伴い、世界規模で海面水位は上昇し続けることが予測される。これは、低地の浸水、海岸侵

食の進行、河川や湾の潮位の変化、高潮の深刻化、河口域や淡水帯水層への塩水侵入の増加、および熱帯サイクロンの影響を受けやすい地域における風や降雨の被害の増大をもたらす可能性がある。海面上昇は、特に高潮に伴う沿岸洪水のリスクを高める。

気候変化は、長期間にわたる水文条件が将来も継続するという通常的前提を揺るがすことから、概念的に重要な課題である。また、将来の開発過程とそれが気候変化に及ぼす影響は、せいぜい異なる開発シナリオにもとづいて予測することしかできない。気候変化に取り組むためには、これまで以上のリーダーシップ、ビジョン、能力、および資源が必要である。しかし、幸いにして、洪水管理の実務者は、数十年間にわたって、例えば堤防設計における余裕高のように、あらゆる不確実性への対処を試みながら、極端現象の観点から気候の変動性に対応してきた。

年平均降雨量のような気候の地域的变化は、地球規模の変化よりもかなり速いペースで生じる可能性がある。このような可能性を考慮すると、設計洪水の選定においては、科学的原則、過去の洪水に関する知識、およびリスクに対する住民の許容度にもとづいて、リスクと便益の均衡を図らなければならない。洪水管理政策はすでに、さまざまな地域で、「洪水に対する絶対的な安全」という神話を超えたアプローチへ、また「洪水リスクとの共生」という、より柔軟な適応型のアプローチに移行しつつある。このようなアプローチは、洪水防御対策の価値を認めると同時に、堤防の決壊のような残存リスクも認識している。洪水管理では、そのような不測の事態に対処する戦略を策定するとともに、構造物対策と非構造物対策の均衡の取れた組合せをさらに進めなければならない。「ソフト」（制度や能力）および「ハード」（社会基盤施設）を組み合わせた投資の均衡を図り、順序付けをおこなうことは複雑な作業であるため、水管理へ適応できる技能を必要とする。

「気候変動への適応のための土地・水管理に関するナイロビ声明」は、持続可能な開発、回復力、ガバナンス、情報、経済学と資金調達に関する一連の指針を示している（土地・水管理のための気候変動への適応に関する対話、2009年）。

5. 統合洪水管理 - 概念

統合水資源管理

統合水資源管理の原則は、ダブリン会議（行政調整委員会および水資源事務局間グループ、1992年）およびリオの地球サミット（国連、1993年）以来受け入れられている理論である。その後の会合（とりわけ2002年にヨハネスブルグで開催された持続可能な開発に関する世界首脳会議）においても、統合水資源管理は持続可能な開発のために必要な基準であることが、繰り返し強調されてきた。

世界水パートナーシップ（GWP）では、「統合水資源管理とは、水、土地ならびにそれらに関連する資源について、調整の取れた管理および開発を促進するプロセスであり、欠かすことのできない生態系の持続性を損なうことなく、結果として得られる経済的・社会的福利を公平な形で最大化する事を目指す。」としている（世界水パートナーシップ技術諮問委員会、2000年）。世界水パートナーシップは、「管理」について「開発と管理」の双方を包含するものと解釈している。持続可能で効果的な水資源の管理は、社会経済の発展と自然生態系の保護をつなげ、土地と水の管理を適切に連携させる全体的アプローチを必要とする。したがって、洪水や渇水のような水関連災害は、持続可能な開発の決定に重要な役割を果たすため、水資源管理の一環として取り込まれる必要がある。

統合洪水管理の定義

統合洪水管理とは、断片的でなく、統合的なアプローチで、洪水管理を促進するプロセスをいう。つまり、統合水資源管理の枠組のもと、河川流域内の土地資源と水資源の開発を統合し、氾濫原の利用から得られる便益を最大化するとともに、洪水による人命の損失を最小化することである。

世界的に、土地（特に耕作に適した土地）および水資源は不足している。もともと生産性の高い耕作地は氾濫原に位置している。河川流域の資源をもっとも効率的に利用する政策を実施するには、氾濫原における生産性を維持または増大させるための取組みを行うべきである。一方で、洪水による経済的損失や人命の損失を無視することはできない。洪水を単独の問題として扱った場合、必然的に、断片的で局所的な取組みが取られることとなる。統合洪水管理は、従来の断片的な洪水管理アプローチからのパラダイムシフトを求めるものである。

統合洪水管理において、河川流域は、陸域と水域の間でさまざまな相互作用と交流が生じる動的なシステムとして認識されている。統合洪水管理では、河川流域はいかにあるべきかについて考えることが出発点となる。持続可能な生計の考え方を取り入れようとするならば、河川流域全体のパフォーマンスを高める機会を求めていくことになる。河川の上流域から沿岸域（尾根からサンゴ礁まで）へと向かう水、堆積物、および汚染物質の流れ（しばしば内陸数十キロにも広がり、流域の大部分を覆う）は、重大な影響をもたらすことがある。エスチュアリーは河川流域と沿岸域の双方を包含する場所であるため、統合洪水管理に沿岸域管理を組み込むことが重要である。図1に、統合洪水管理モデルを示す。

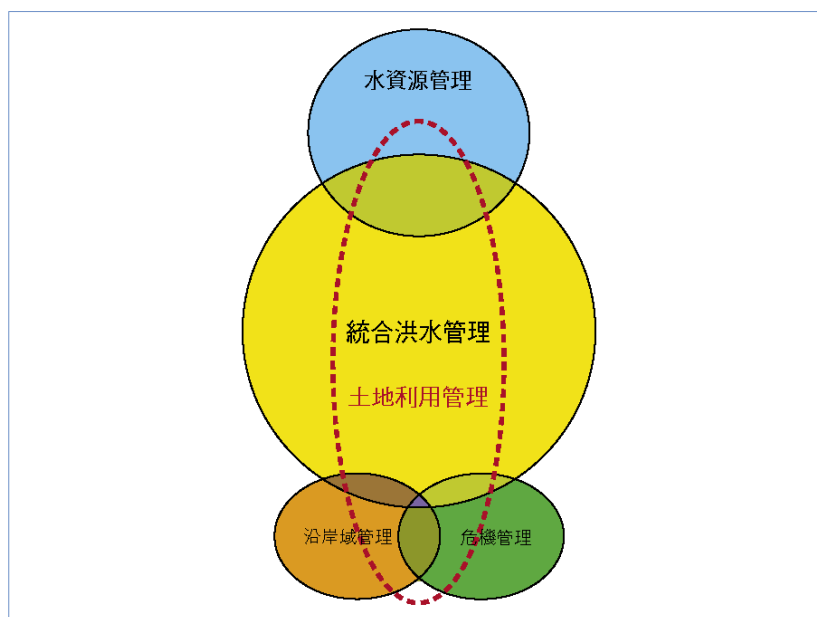


図1. 統合洪水管理モデル

したがって、水域環境と陸域環境の相互作用の変化により便益と損失が生じることや、開発の必要性和洪水による損失の双方を考慮する必要があることを認識しつつ、河川流域全体としての機能を向上させるように努めなければならない。統合洪水管理の目的は、洪水による損失を低減するだけでなく、特に土地資源が限られている場合、洪水リスクを意識しながら氾濫原の効率的利用を最大化することである。言い換えれば、人命の損失を低減させることは依然として最優先事項である一方、洪水による損失の低減は氾濫原の最適利用という全体的な目標の次に位置づけるべきである。結果として、流域一般、特に氾濫原の効率的利用が進むに従い、洪水による損失も増大する可能性がある。

統合洪水管理の構成要素

統合洪水管理では、参加型で分野横断的な透明性の高い意思決定アプローチを採用する。統合洪水管理を明確に特徴付けるものは統合であり、これは同時にさまざまな形で表現される。たとえば、適切な戦略の組み合わせ、慎重に選定される対策地点、適切な対策の種類（構造物対策または非構造物対策、短期的または長期的対策）である。

統合洪水管理計画は下記の六つの要点を示さなければならない。これらは、統合水資源管理手法の枠組みの中で洪水を管理する上で、必然的に従うべき要素である。

- 水循環全体としての管理
- 統合的な土地と水の管理
- リスクと不確実性の管理
- 戦略の最適な組合せの採用
- 参加型手法の確立
- 統合的なハザード管理手法の採用

水循環全体としての管理

通常、洪水流出は利用可能な水資源として不可欠であり、それが問題となるのは極端な状況のときだけである。特に乾燥および半乾燥気候においては、洪水は利用可能な水資源の大きな割合を占める。統合洪水管理では、水循環全体における陸域での管理に重点を置き、小・中規模の洪水から異常洪水まであらゆる種類の洪水を考慮する。また、乾期には重要な水源となる地下水を涵養する洪水の影響を認識し、水循環のもう一方の極端な事象である渇水を考慮する。

洪水管理計画は渇水管理を組み込み、洪水流の一部を貯留して作物生産に利用するなど、洪水の肯定的な面を最大利用すべきである。特に沖積氾濫原は、洪水流を地下水として蓄える機能がある。統合洪水管理では、地下水と表流水は相互に繋がった水資源として扱われるべきであり、地下水涵養のため、氾濫原の保水能力を考慮すべきである。洪水管理計画では、特定の地質条件下で人工涵養を促進する可能性を模索するために、全体的アプローチを採用しなければならない。ただし、流出の状況を変化させる対策は、その潜在的な悪影響を考慮する必要がある。たとえば、雨期の流出量を減少させる対策がほかの季節の流出量も減少させる場合、それは逆効果となるであろう。

統合洪水管理では、設計洪水量以下の一部の洪水だけを対象とするのではなく、すべての洪水を管理する必要がある。洪水計画では、設計洪水量を上回る洪水が発生した場合、何が生じるのかを検討し、そのような洪水をいかに管理するか予測しなければならない。計画では、異常洪水発生時に必ず守るべき地域に対し、洪水を貯留する場所として犠牲にせざるを得ない地域を明確にしなければならない。

都市部の洪水管理においては、都市水管理の三つの基本的要素、すなわち飲料水供給、下水処理、および表面流出水の処理に明確に取り組む必要がある。都市洪水計画では、雨水流出量および雨水が水質に及ぼす影響の双方を管理しなければならない。都市部では、汚染された洪水流は、もともと深刻な洪水後の問題の一つを引き起こす。従来、洪水管理に責任を負う地方自治体の部局は、できる限り迅速かつ混乱が生じないように雨水を都市部から排除することを目的として、排水の工学的側面に重点を置いてきたため、下流への影響を考慮しないことも多かった。しかし、多くの都市部では、雨水管理を給水系統から完全に切り離すのは現実的ではなく、できる限り迅速に雨水を排除することも望ましくない。これらの新しい考え方を認識した「水に敏感な」都市が増加してきており、統合洪水管理はこのような都市の取組みを強く支援するものである。

統合的な土地と水の管理

降雨に対する水文応答は、貯留能力、浸透能、降雨の先行条件など、土壌の局地的特性によって大きく左右される。植被の種類や密度および土地利用の特性も、降雨に対する流域の応答を理解するうえで重要である。流出水の発生過程が変化する場合、特に土壌の浸透能が低下したり、地被に変化が生じたりする場合、流域の人為的改変は、洪水ハザードを高める大きな原因となる。歴史的に氾濫を繰り返してきた区域や、山岳地のふもとのような高リスク区域における環境の悪化、さらに無秩序な都市開発は、氾濫原の地域社会にとって大災害に対する脆弱性を高めることにつながる。透水性の高い自然の地表から低透水性もしくは不透水性の人工的な地表へ変化すると、雨水流出量が増加し、総流出量は水質に影響を及ぼす可能性がある。都市化に起因する自然貯留の変化も、流出水の移動時間の短縮など、都市部からの洪水流出の時間的特性に大きな変化をもたらし、フラッシュフラッドの発生率を高めるおそれがある。

土地利用計画と水管理は、土地利用計画機関と水管理機関の間で情報を共有できるように、洪水ハザードマップや洪水リスクマップのような共通分野を持

つ一つの統合計画としなければならない。この統合の理由は、土地利用が水量と水質の双方に影響するためである。河川流域管理の三つの基本要素、すなわち水量、水質、および侵食・堆積作用は本質的に関連している。これが、統合洪水管理で河川流域を基本とした取り組みが採用される主な理由である。

上流域の土地利用形態の変更、特に森林地帯や湿地帯がほかの土地利用形態に転換されると、洪水の特徴およびそれに伴う水質と土砂流送の特徴が劇的に変化する可能性がある。上流域の都市化および河川改修は、下流区間における洪水ピーク流量の増加やその早期発生を引き起こすことがある。低地の窪地は洪水の軽減に重要な役割を果たすが、窪地へゴミが堆積すると、下流区間の衛生状態を悪化させ、洪水ピークを増大させるおそれがある。過去こうした関連性を無視したことが、しばしば失敗につながった。洪水管理では、河川流域でのパフォーマンス向上につながる相乗効果を引き出すために、このような関連性を認識、理解し、考慮する必要がある。しかし、このような潜在的な相乗効果を活用するためには、河川流域の開発を全体として捉える広い視野が求められる。局地的な問題を個別に解決しようとする試みは、たとえ過去にそうだったとしても、もはや現実的な戦略ではない。

リスクと不確実性の管理

気候変化は現代社会のリスクを悪化させる。氾濫原での生活は、物的被害や人命損失のリスクを伴うが、機会も提供する。政策の立案においては、個人、世帯、および地域社会に対するそのほかの一般的なリスク、特に貧困に関するリスクとの関連で洪水リスクを検討しなければならない。さもなければ、社会経済的影響に対する不十分な理解によって、厳しい氾濫原規制や移住計画のような対策をとり、洪水リスクを軽減するための政策が生計の機会を減少させてしまうという意図せぬ結果が生じることがある。

洪水リスクは、水文分野の不確実性とも関係がある。現在の状況に関するわれわれの知識は不完全であり、一般的に、進行中の過程の因果関係に対する理解は不十分である。将来の変化は偶発的（気候の変動性）、系統的（気候変化）、もしくは周期的（エルニーニョ）である可能性があるため、その変化の度合いを確実に予測することはできない。しかし、水文分野の不確実性は、おそらくは社会的・経済的・政治的不確実性に比べれば副次的である。最大かつもっとも予測不可能な変化は、人口増加や経済活動により生じると予測されているからである。

不確実性およびリスクの管理は、選択肢の特性を定義するものである。リスク管理は開発過程での必要な要素であり、持続可能な開発を実現するうえで不可欠である。リスク管理アプローチを適用することによって、ハザードが災害と化するのを防ぐための対策が講じられる。洪水リスク管理は、準備・対応・復旧という一連の系統的な行動からなり、統合水資源管理の一部でなければならない。講じられる対策は、社会的・経済的・物理的環境におけるリスクの条件によって決まり、脆弱性の低減を主眼とする。

リスク管理には、適切な政策や実践を通じたリスクの特定・評価・最小化、あるいは許容不可能なリスクの排除が必要とされる。洪水リスク管理には残存リスクを低減する取組みも含まれ、洪水を考慮した土地利用計画と都市計画、早期警報システム、避難計画、災害救助の準備、構造物の耐水化、最後の手段としての洪水保険、およびそのほかのリスク分担メカニズムなどの対策を通じて実現される。

戦略の最適な組合せの採用

洪水管理において一般に利用される戦略と手法を表1に示す。戦略の採用は、対象となる水系および地域の水文的・水理的特性によって大きく左右される。ある河川流域においてどの戦略あるいは複数の戦略の組合せが適切であるかを決定するため、三つの関連要素として、気候、流域特性、地域の社会経済条件があげられる。地域の洪水の性質とその影響は、これらの関連要素によって決まる。

最適な解決策は、完全に厳密かつ正確な知識によって決まる。将来の不確実性を考慮して、洪水管理計画では、状況の変化に対して柔軟性を持ち、弾力的で、適応性のある戦略を採用しなければならない。このような戦略は、手法を組合せることによって多面的なものとなる。

統合洪水管理は、全体から切り離された視点を避けるとともに、ある対策は常に適切であるが、ほかの対策は常に不適切であるという思い込みを防ぐものである。効果的な統合洪水管理は、全体の状況を把握し、利用可能な手法を比較して、特定の状況にもっとも適した戦略あるいは戦略の組合せを選択する。洪水管理計画では、地域に適した構造物・非構造物対策を評価、採用、実施するとともに、新たなハザードをもたらしたり、問題が生じる時間や場所を変化させたりするような対策には注意しなければならない。

戦略	手法
洪水の軽減	ダムと貯水池 各種堤防 洪水の分流 流域管理 河川改修
被害に対する脆弱性の低減	氾濫原での規制 開発と再開発に関する政策 施設の設計と立地 住宅と建築に関する基準 耐水化
洪水による影響の軽減	洪水予警報 情報と教育 災害準備 洪水後の復旧 洪水保険
氾濫原の天然資源の保全	氾濫原のゾーニングと規制

表 1. 洪水管理の戦略と手法

堤防などの構造物対策や植林などの非構造物対策を利用し、洪水ハザードを削減するリスク低減戦略は、氾濫原の住民の安全性をある程度までしか改善しないことがわかっている。完全な防御対策が講じられていると考える氾濫原の利用者は投資を増やす可能性があるが、防御が失敗すると、完全と思わない場合よりも大きな損害を被ることになる。多くの社会にとって、リスクを低減するための費用（多くの場合、多額の費用を要する構造物対策の採用や、「危険にさらされている」土地から移転する政策を通じて実施される）はあまりに高額で手が届かない状況である。また、このような対策の副次的影響が環境に多大な被害をもたらしたり、社会の開発目標と矛盾したりすることがある。このような場合には、災害準備や洪水時の緊急対応が脆弱性を低減させる適切な戦略となる。しかし、洪水問題の分析によって、頻発する洪水とその結果生じる農業損失のために、農業部門への投資が不足していることが主要な問題であるとわかるならば、より多面的な取組みが必要となる。そのような場合は、農業用堤防によって最低限の安全水準を確保し、必ずしも住宅や高度な土地利用ではなく、農業利用にインセンティブを与えることができる。

十分に正確で信頼できる予測にもとづき、適切な災害対応計画が策定され、十分な訓練が実施されるなら、人命と財産の損失は最小限に抑えることができる。洪水ハザードマップは、想定した確率の洪水リスクにさらされる地域を示し、考えられるハザードに関する最先端の警告を与えるとともに、これらの地

域への投資に関する意思決定にも役立つ。しかし、氾濫原のゾーニングは、特に人口圧力や無計画な開発にさらされ、実施制度が確立されていない発展途上経済においては限界がある。

洪水管理計画は、特に異常洪水後において、長期的対策のみを採用してしまうという傾向を回避しなければならない。戦略の成功は、利害関係者、特に洪水の影響を直接受けた者が、短期的対策によって迅速に安全を確保できるかによって決まる。したがって、洪水管理計画の中に長期的対策と短期的対策の双方を組み込む必要がある。

参加型手法の確立

1992年のリオ地球サミットにおいて採択された持続可能な開発の定義は、あらゆるレベルの意思決定への住民の参加を規定し、女性の役割を認識している。水に関して、この定義は「もっとも下位の適切なレベルでの管理」を強調している。

利害関係者の特定と参加：統合洪水管理は、統合水資源管理と同様に、あらゆるレベルの利用者、計画者、および政策立案者の参加を奨励しなければならない。このアプローチには、開放性、透明性、包括性、および情報交換性が求められるとともに、意思決定の分散を必要とする。また計画立案と実施には住民との協議と利害関係者の参加を組み込まなければならない。上・下流域のすべての利害関係者の代表が参加する必要がある。利害関係者間の議論の中心は、「目的は何か」ではなく「目的はいかにあるべきか」となることが多い。この利害関係者間の協議過程においては、誰が意思決定をおこなう立場にあるかを明確にするとともに、有力者が議論を支配しないように保証しなければならない。

統合洪水管理の対話と意思決定過程には、適切な範囲の利害関係者の代表の参加が不可欠である。洪水およびその対策がもたらす影響は、世帯によって、また地域社会での立場によって異なることが多い。女性は主に育児や健康管理の役割を果たすため、一般に洪水後の復旧における負担が過剰になる。また、女性は水の供給、管理、確保において中心的な役割を果たしているため、洪水の対処における女性の特別な要求事項を制度的取決めに反映させる必要がある。統合洪水管理は、ジェンダー（性）、宗教、および文化の相違を視野に入れなければならない。

利害関係者間の協議は、少数派と先住民および社会的または経済的弱者の参加も保証しなければならない。また洪水計画では、子どもや高齢者など、ほかの社会的弱者の利害も考慮しなければならない。洪水への対処に関して伝承される知識は、評価される対策の組合せに反映させなければならない。また、人間が引き起こす水文システムや気候システムの変化の速さに対応するために、採用または提案された対策の妥当性を定期的に再評価する必要がある。参加の形態は、当該社会の社会的・政治的・文化的構造によって異なるであろう。また、民主的に選出された代表者や広報担当者、あるいは水利用者組合、森林利用者団体、およびそのほかの利害関係機関を通じた参加形態をとることもある。統合水資源管理と統合洪水管理は別個の課題ではなく、通常、社会の一般的特徴や問題を反映するものであるがゆえに、利害関係者の参加形態として採用される方法は、個々の状況に応じて異なるものとなる。

ボトムアップとトップダウン：災害管理戦略を成功裏に実施するには、幅広い分野の活動や機関が関与することとなる。災害管理戦略には、個人、世帯、地域社会に加えて、研究機関、政府、ボランティア団体といった市民社会の横断的な組織も参加する。これらすべての機関は、警報を実際の予防活動へ移すうえで不可欠な役割を果たす。異なった専門性を含めたすべての分野の構成員が、策定過程に参加するとともに、災害軽減・管理計画の実施を支援しなければならない。

極端な「ボトムアップ」手法の採用は、統合ではなく分裂のリスクをもたらす。一方、過去の「トップダウン」手法の試みから得られた教訓は、地方の機関や団体が、流域全体の管理に責任を負う機関の意図を覆すことに、多大な労力を費やす傾向があると明確に示している。適切な組合せの決定には、両手法の長所を生かすことが重要である。

機関相互の相乗効果：すべての機関には、必然的に地理的及び職務上の境界が存在する。意思決定過程においては、あらゆる部門の意見と利害が提示される必要がある。地方、地域、および国の開発機関のあらゆる活動は適切な水準で調整されなければならない。これらの機関には、農業、都市開発、流域開発、鉱工業、運輸、上下水道、貧困削減、衛生、環境保護、林業、漁業、および関連するほかのすべての分野に携わる省庁および民間企業が含まれる。課題は、職務および行政の枠を越えた調整と協力を促進することである。流域または支川流域レベルの河川流域委員会は、このような調整と統合に適した場を提供することができる。この好例は、既存の機関どうして調整および協力を必要とす

る状況で多く見られる。

統合的なハザード管理アプローチの採用

地すべりのような流域内の特定のハザードは、下流の洪水リスクを変化させる可能性があり、洪水が同時に発生した場合には泥流をもたらすおそれがある。熱帯サイクロンに伴う高潮は、河口域の洪水に大きな影響を及ぼすとともに、数十キロメートル上流に到達して河川洪水に影響する可能性もある。このようなハザードにはマルチハザード対策が必要となる。緊急対応の計画および実施の全体的アプローチは、ハザードごとに取り組みを行うアプローチよりも望ましく、それゆえ統合洪水管理は、より幅広いリスク管理システムに組み込まれるべきである。このようなアプローチによって、体系化された情報交換や効果的な組織関係が形成される。

統合的なハザード管理アプローチには、緊急対応計画、予防、復旧、および災害緩和計画とともに開発に関する懸案事項が含まれており、人命に対する共通リスクへの対処方法を改善し、資源と人材をより有効的に活用する。その結果、関連するすべての国レベル、または地方レベルの計画において、自然災害管理に対するアプローチの一貫性が確保される。洪水を含むあらゆる自然災害が社会や経済に与える影響を低減するために、早期予警報は重要な対策要素である。しかし、効果を上げるには、あらゆる種類の自然災害に関する早期予警報が、公式に指定された機関により、法的に付与された責任にもとづいて発令されなければならない。

6. 統合洪水管理の実践

統合水資源管理の不可欠な一部として、統合洪水管理は同様の課題に直面している。統合洪水管理と統合水資源管理の双方を効果的に実施するためには、政策・法律・情報の面で整備された環境、明確な機関の役割と機能、および効果的な規制・監視・実施のための管理手段が必要である。これらの要件は、文化・政治・社会経済の相互作用と一体となった流域固有の気候・水文・物理的条件や、当該地域における既存の開発計画によって左右される。

法律と規則に裏づけされた明確かつ客観的な政策

洪水問題の性質上、特に大規模な洪水の直後には、競合する要求がなされたり、場合によっては住民の強い要望を満たすために早急な対策が求められたりする。このような状況下では、統合性が最初に犠牲にされることが多いため、統合洪水管理の原則および実践に対する政治的な関与が不可欠となる。統合洪水管理のために策定された戦略は、単独の運輸や環境といった部門だけでなく、洪水の発生や管理に影響を及ぼすすべての部門において、資源の計画、配分、および管理のための具体的な政策の形にする必要がある。洪水管理を統合水資源管理に結び付けることによって、社会的・経済的發展を伴う部門間の連携がもたらされ、利害関係者による参加の基盤が確立される。このようなアプローチは、政策、法律、および管理制度の大幅な見直しを伴うこともある。政府が公にした目標を達成するためには、前提条件として、明確かつ客観的な政策が統合を進める適切な法律と規則によって裏づけられるべきである。

統合洪水管理は、利害関係者の参加機会を提供しながら、長期的な必要性に応え、かつ異常洪水および通常レベルの洪水の双方に対処するための政策を策定し、採用していくことに務める。これらの政策の規定には、関係機関および氾濫原居住者の権利、権限、義務を明確にする適切な法的枠組みが必要である。規制は、特に氾濫原のゾーニング、洪水や異常気象の予警報サービス、および災害対応のような課題を対象とすることができる。さらに、統合水資源管理の基本的な政策環境は、水利用と土地利用の原則を組み込み、水利権に対する明確な理解を必要とし、利害関係者の正当性を確立する。特に発展途上国においては、洪水関連の法律はまれであり、法律を効果的に実施するには、長期にわたる政治の関与が必要である。

流域アプローチの必要性

河川や湖の流域は、陸域と水域の環境が複雑な相互作用を続ける動的システムである（図 2）。この相互作用には、水だけでなく土壌、堆積物、汚染物質、および栄養分も関わっている。またこのシステムは時間的及び空間的にも動的である。流域全体としての機能は、これらの相互作用の性質や範囲によって決まる。

鉱業、農業、都市化のような分野で、経済活動が増大すると、大規模な森林伐採を招き、その結果、集水域からより多くの土砂が流出することがある。また、丘陵地で自然または人間活動によって地すべりが引き起こされると、河川に土砂が集積し、それによって河川の自然な秩序が乱される。土砂の大半は海に運ばれるものの、かなりの量が河道内に堆積し、土砂運搬システムの能力を低下させる。長年にわたってこれが続くと、ある区間の河床が周囲の氾濫原よりも高くなる。一方、貯水池の堆砂によって、その下流では侵食が進行する。

比較的小規模な流域において大規模な都市化が進むと、洪水のピーク流量が増大し、洪水到達時間は短縮する。これは、都市化による流域の地表面の改変（屋根、舗装道路、そのほかの非浸透面）によって地表流出が増加し、地下水涵養量や蒸発散量が減少するためである。低地および沿岸域では、道路や鉄道の盛土及びこれに類する基盤施設が洪水流に対する障害物となり、その結果、上流側の洪水状態を悪化させる可能性がある。同様に、航路の改善策が生物多様性に深刻な影響を与えたり、洪水のリスクを高めたりする可能性もある。これらの、また他の競合する要求に対応するため、洪水管理には統合的で流域全体に及ぶアプローチが必要となる。

流域は、水資源計画および管理の基本的な単位であるが、流域レベルでの統合によって、より広域な（国または地域）レベルでは最適ではなくなる可能性がある。統合洪水管理では、河川流域の機能や、世帯および地域社会の生計戦略を考慮するだけでなく、洪水管理を国や地域全体の開発戦略として扱う必要がある。国の政策へ向かう上向きの統合と、国や地域のさまざまな政策における水平方向の統合が、双方ともきわめて重要である。同時に、開発課題の特定と対処、および開発プログラムの実施において、地元、地域、および国の機関の役割が、すべての関係者にとって明確でなければならない。

適切な連携による組織構造

統合洪水管理計画では、持続可能な開発という共通の目標を達成するために、

多くの異なる開発機関の意思決定過程を調整する必要がある。流域の水文応答に影響を与えるすべての意思決定は、同様なすべての決定も考慮しなければならない。残念なことに、河川流域の地理的境界が、その流域の管理に携わる組織の管轄区域と一致することはほとんどない。過去においては、河川はその中心線が政治的組織間の重要な境界となるほど重要な障壁であった。ある程度の責任の細分化と分担は避けられないので、組織には、できることとできないことを規定する公式・非公式な規則が存在する。このような規則は、一般的にその組織が活動できる地域、および従事することのできる職務と目標を規定している。

国際的な流域規模においては、国際河川の利用と保護のために、統合洪水管理の原則をより広範な枠組みとすることが不可欠である。世界の人口の約 40% が、2 か国以上にまたがる河川や湖の流域に居住しているが、おそらくより重要なのは、90%以上が流域を他国と共有している国に居住していることである。国内法は、国際河川における国際的な責務を考慮しなければならない。また、洪水の影響を受ける、河川沿岸国どうしの意思疎通は、できる限り効果的かつ効率的でなければならない。同様に、現行の国際法の規則、特に「公平かつ合理的な利用」と「重大な被害をもたらさないこと」に関するものは、国際的に共有される河川における行動原則としなければならない。地域の繁栄を促進し、地域の天然資源を最大限活用して住民の福利を改善するため、統合洪水管理は、各国の国益が相互に有益な相乗効果をもたらすことを追求する。同様の原則は、地方レベルで河川が共有されている連邦国家にも適用される。

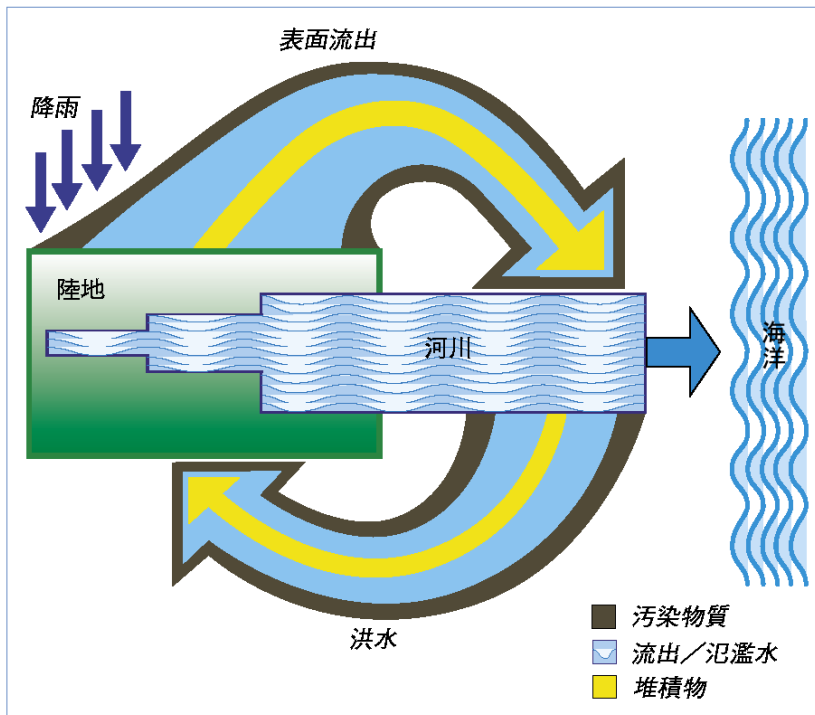


図2. 水陸間の相互作用

地域社会に根ざした組織

部門間の統合と調整には、地域社会を基盤とする組織を含む利害関係者が参加する必要がある。統合洪水管理では、組織の枠を越えた調整と協力により流域レベルでの意思決定を実現するとともに、意思決定とその実施の双方に地方レベルの組織を参加させる方法を見いだす。組織によっては、このような「ボトムアップ」手法への地域社会の参加を容易にするために、意思決定過程を変更する必要があるかもしれない。統合洪水管理の成功は、利害関係者間の関係、および利害関係者の参加に関する、公正かつ透明性のある一連の規則に左右される。

統合洪水管理に対する明白ではあるが危険なアプローチは、現在、各地域で統合洪水管理の職務を遂行しているすべての組織に対して権限を持つような洪水管理の組織を新たに設けることである。このような単純化したアプローチでは、水資源管理は成功しづらい。土地利用や水系の水文的・水理的特性のさまざまな相互作用を考えると、河川流域機関による洪水管理が望ましい。こうすることによって、地元の組織はみずからの活動が下流域の利害関係者に及ぼす

影響を無視できなくなる。したがって、既存の組織と地域社会の能力は、統合洪水管理の要求事項を満たすように強化する必要がある。

多目的の対策においては、合意形成が困難なことから、さまざまな利用者団体や利害関係者間の対立を解消する必要が多く生じる。戦略を構成するさまざまな要素に特有の不確実性や選択肢によって、この種の困難が増大し、最適な解決策を特定できない可能性がある。したがって、利害関係者の参加システムには、合意形成と紛争解決の仕組みを組み込まなければならない。

分野横断的アプローチ

統合洪水管理は、洪水流や氾濫原の有効利用と、異常災害によって洪水常襲地域の持続可能な開発にもたらされるリスクとの関連を明らかにする。洪水問題は、洪水の物理的原因だけでなく、当該地域の社会的・経済的・政治的状況全般の影響も受ける。さらに、洪水の影響評価は、洪水リスク評価・管理の重要かつ不可欠な要素である。リスク管理戦略でさまざまな選択肢の費用便益比を評価するためには、事象の環境的・経済的・社会的な影響を理解する必要がある。

リスク管理において脆弱性を検討するためには、開発に携わる省庁、部門、機関どうしで、さまざまなレベルによる緊密な協力と調整を伴う分野横断的アプローチが必要である。意思決定は、もはや経済効率のみを重視する一次元的なものではなく、往々にして対立する複数の目的を達成する多次元のものへ移行しつつある。さまざまな利害関係者の参加は、より適切な意思決定の中核を成す。人々の価値観や世論の多様化によって、単独の方法によるプロジェクトの評価や正当化は困難になってきた。このような多様な価値観や世論を捉えるには、計画立案過程に住民が参加する必要がある。多くの国では意思決定過程への住民参加を義務付ける規則が成立しており、統合洪水管理では、直接影響を被る市民社会や地域社会を含むすべての利害関係者の参加が求められている。

適応型管理

将来の洪水リスクに関する科学的知識には、気候変化という不確実な自然要素および人為的な流域改変の双方に起因する不確実性が含まれる。このような状況において、これらの不確実なリスクに対処するための政策は、変化に強かつ柔軟なアプローチに基づいて策定されなければならない。適応型管理は、このような科学的な不確実性に取り組むための手法として広く認識されてきた。

この手法における意思決定は、進行中の科学的プロセスの一環としておこなわれる。ここでは、適用される戦略が計画、実施、監視、評価されるとともに、新たな知識の獲得に合わせて、管理手法に組み込まれる。監視と定期的に評価される結果にもとづいて、管理に関する政策、戦略、および実践が修正される。適応型管理では、予測される成果を明確にし、対応を評価する方法を策定し、情報を収集・解析して予測と実際の成果を比較し、その比較から教訓を引き出し、適宜行動や計画を変更する。

情報の管理と交換

統合洪水管理への利害関係者の参加は、利害関係者が全体的手法としての統合洪水管理を支持し、各自の短期的な利害を超えた視点を持ち、様々な見解を合理的かつ客観的に評価する場合、合意が成立する可能性がもっとも高くなる。利害関係者の参加を効果的なものにするためには、能力育成の取組みを通じて、利害関係者が信頼できる適切な知識にもとづいて行動し、専門家の助言によって支援されることを保証する必要がある。地域社会は、データや情報の収集、緊急計画や災害対応策の策定と実施に全面的に関与しなければならない。専門家、住民、およびほかのすべての関係者間でデータ、情報、経験を共有・交換することは、合意形成と紛争解決および選んだ戦略の実施にとって不可欠である。この情報交換は、透明性の高い方法で実施するとともに、すべての当事者が参加しなければならない。国境を越えて洪水情報を共有・交換することは、下流域での洪水予防計画の実施にとって不可欠である。洪水災害予防・対応に関する情報は、公共財として共有されなければならない。

適切な経済的手段

氾濫原に居住するコストは、一部は経済的損失や機会の減少という形で住民が負うとともに、一部は政府の資金による防御対策や災害救済、および復旧活動を通じて一般納税者が負担する。許容できる負担の割合は、その社会の社会的・経済的構造によって異なる。洪水リスクを負うコストは、氾濫原の居住者や直接的な受益者だけでなく、間接的な受益者も負担しなければならない。理想的には、公的分野によるリスク負担は、利用する氾濫原の経済活動の結果として一般納税者が受ける利益に見合ったものとすべきである。政府が洪水管理事業や洪水保険への補助金にどの程度資金提供するかについては、政府の社会経済政策の枠内で地域ごとに議論しなければならない。洪水リスクのコストの公正かつ公平な分担は、透明性をもって決定しなければならない。統合洪水管理アプローチの成功は、洪水リスク分担のための経済的手段（租税、補助金、および保険）をいかに利用するかにある程度左右される。

参考文献・関連文献

参考文献

Bates, B.C., Z.W. Kundzewicz, S. Wu and J.P. Palutikof, Eds. 2008: Climate change and water. *Technical Paper of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Geneva, IPCC Secretariat.

Dialogue on Climate Change Adaptation for Land and Water Management, 2009: *The Nairobi Statement on Land and Water Management for Adaptation to Climate Change*. http://www.gwpforum.org/gwp/library/NAIROBI_STATEMENT.pdf.

Federal Office for the Environment of Switzerland, 2007: *Ereignisanalyse Hochwasser 2005*. Bern, Federal Office for the Environment of Switzerland.

Global Water Partnership Technical Advisory Committee, 2000: *Integrated Water Resources Management*. Technical Background Paper No. 4, Stockholm. Global Water Partnership.

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), 2007: *IPCC Fourth Assessment Report: Climate Change 2007*. Cambridge, Cambridge University Press.

Trenberth, K.E., A. Dai, R.M. Rasmussen and D.B. Parsons, 2003: The changing character of precipitation. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 84, 1205 - 1217.

United Nations, 1993: *Agenda 21: Earth Summit – The United Nations Programme of Action from Rio*. United Nations Publications.

United Nations Administrative Committee on Coordination and Inter-Secretariat Group for Water Resources (ACC/ISGWR), 1992: *The Dublin Statement and the Report of the Conference*. Geneva, ACC/ISGWR.

United Nations Department of Economic and Social Affairs, 2002: *Johannesburg Plan of Implementation*. United Nations Publications.

———, 2007: *World Urbanization Prospects: The 2007 Revision*. <http://www.un.org/esa/population/unpop.htm>.

United Nations International Strategy for Disaster Reduction, 2005: *Hyogo Framework for Action 2005–2015: Building the Resilience of Nations and Communities to Disasters*. World Conference on Disaster Reduction, Kobe, Hyogo, Japan.

Van Zalinge, N., 2003: *Data Requirements for Fisheries Management in the Tonle Sap*. <http://www.fao.org/docrep/005/ad070e/ad070e0a.htm>.

関連文献

Ahmad, Q. K., A. K. Biswas, R. Rangachari, and M. M. Sainju, eds, 2001: *Ganges–Brahmaputra–Meghna Region: A Framework for Sustainable Development*. Dhaka, Bangladesh, The University Press Limited.

Ashley, C. and D. Carney, 1999: *Sustainable Livelihoods: Lessons from Early Experience*. London, Department for International Development.

Calder, I., 2000: *Land Use Impacts on Water Resources*. Land – Water Linkages in Rural Watersheds Electronic Workshop, Background Paper No. 1, Rome, Food and Agricultural Organization of the United Nations (FAO).

Charveriat, C., 2000: *Natural Disasters in Latin America and the Caribbean: An Overview of Risk*. Research Department Working Paper No. 434, Washington, D.C., Inter-American Development Bank.

Comino, M.P., 2001: Democratizing Down Under: The role of the community in water resource decisionmaking in Australia. Paper given at the American Water Resources Association and the International Water Law Research Institute of the University of Dundee (IWRLRI) – University of Dundee International Speciality Conference, Dundee, Scotland, www.awra.org/proceedings/dundee01/Documents/Comino.pdf

Dyson, M., G. Bergkamp, and J. Scanlon, eds, 2003: *Flow: The Essentials of Environmental Flows*. Gland, Switzerland and Cambridge, U.K., International Union for the Conservation of Nature (IUCN).

Francis, J., 2002: *Understanding Gender and Floods in the Context of IWRM*. Delft, the Netherlands, Gender and Water Alliance.

Global Water Partnership, 1998: *Water as a Social and Economic Good: How to Put the Principle into Practice* (P. Rogers, R. Bhatia and A. Huber). Technical Advisory Committee (TAC) Background Paper No. 2, Stockholm, Global Water Partnership/International Development Cooperation Agency.

Global Water Partnership, 1999: *The Dublin Principles for Water as Reflected in a Comparative Assessment of Institutional and Legal Arrangements for Integrated Water Resources Management* (M. Solanes and F. Gonzalez-Villarreal). Technical Advisory Committee (TAC) Background Paper No. 3, Stockholm, Global Water Partnership/International Development Cooperation Agency.

Global Water Partnership, 2009: *Water Management, Water Security and Climate Change Adaptation*.

Early Impacts and Essential Responses (C. Sadoff and M. Muller). Technical Committee (TEC) Background Paper No.14, Stockholm, Global Water Partnership.

Green, C.H., 1999: The economics of floodplain use. *Himganga*, 1(3): 4 - 5.

———, 2000: The social relations of water. Paper presented at the international seminar, Water, town and country planning, and sustainable development, Paris, World Commission on Dams.

Green, C.H., Parker, D.J. and Penning-Rowsell, E.C., 1993: Designing for failure. *In Natural Disasters: Protecting Vulnerable Communities* (P.A. Merriman and C.W.A. Browitt, eds). London, Thomas Telford.

Green, C.H., D.J. Parker, and S.M. Tunstall, 2000: *Assessment of Flood Control and Management Options*. Cape Town, World Commission on Dams.

International Commission for the Protection of the Rhine, 2001: *Action Plan on Flood Defence*. (<http://www.iksr.org/index.php?id=123&L=3>).

Maharaj, N., K. Athukorala, M.G. Vargas, and G. Richardson, 1999: *Mainstreaming Gender in Water Resources Management: Why and How*. Background Paper for the World Vision Process, World Water Vision, <http://www.un.org/womenwatch/daw/forum-sustdev/francis%20paper.pdf>.

Ministerial Declaration of The Hague on Water Security in the 21st Century. 22 March 2001.

Newson, M., 1997: *Land, Water and Development: Sustainable Management of River Basin Systems*. London, Routledge.

Office of the United Nations Disaster Relief Co-ordinator (UNDRO), 1984: *Disaster Prevention and Mitigation: A Compendium of Current Knowledge*. Vol. 11, Preparedness Aspects, New York, United Nations.

Robinson, M., 1990: *Impact of Improved Land Drainage on River Flow*. Report no. 113, Wallingford, U.K., Institute of Hydrology.

Rogers, P., P. Lydon and D. Seckler, 1989: *Eastern Waters Study: Strategies to Manage Flood and Drought in the Ganges–Brahmaputra Basin*. Washington, D.C., United States Agency for International Development.

Schueler, T., 1995: Crafting better urban watershed protection plans. *Watershed Protection Techniques*, 2(2): 329 - 337.

Shucheng, W., 2002: *Resources Oriented Water Management: Towards Harmonious Co-existence between Man and Nature*. Beijing, World Scientific Publishing Company.

Walters, C.J., 1986: *Adaptive Management of Renewable Resources*. New York, McGraw-Hill.

World Commission on Dams, 2000: *Dams and Development – A New Framework for Decision-Making*. London, Earthscan.

World Meteorological Organization, 2006a: *Legal and Institutional Aspects of Integrated Flood Management*. Associated Programme on Flood Management (APFM) Technical Document No. 2, Flood Management Policy Series, (WMO-No. 997), Geneva. http://www.apfm.info/pdf/ifm_legal_aspects.pdf

———, 2006b: *Environmental Aspects of Integrated Flood Management*. Associated Programme on Flood Management (APFM) Technical Document No. 3, Flood Management Policy Series, (WMO-No. 1009), Geneva. http://apfm.info/pdf/ifm_environmental_aspects.pdf

———, 2006c: *Social Aspects and Stakeholder Involvement in Integrated Flood Management*. Associated Programme on Flood Management (APFM) Technical Document No. 4, Flood Management Policy Series, (WMO-No. 1008), Geneva. http://www.apfm.info/pdf/ifm_social_aspects.pdf

———, 2006d: *Economic Aspects of Integrated Flood Management*. Associated Programme on Flood Management (APFM) Technical Document No. 5, Flood Management Policy Series, (WMO-No. 1010), Geneva.

———, 2009: Flood Management Tools Series, http://www.apfm.info/ifm_tools.htm.

統合洪水管理では、洪水が実際には便益をもたらし、また洪水を完全に制御することは不可能であると考えている。統合洪水管理のアプローチは、統合水資源管理の枠組みのもと、洪水に対処するための規制、財政、物理的、および政策手法の組合せを利用する。なお本書では、統合水資源管理を構成するさまざまな要素の詳細には立ち入っていない。洪水管理連携プログラムが刊行した洪水管理政策シリーズおよび洪水管理ツールシリーズは、これらを含むほかの多くの問題に関する詳細な指針を提供している。

詳細な情報については、http://www.apfm.info/publication.htm#fm_policy または http://www.apfm.info/ifm_tools.htm を参照されたい。

問合せ先：

世界気象機関

広報部

電話：+41 (0) 22 730 83 14/15 - ファックス：+41 (0) 22 730 80 27

電子メール：cpa@wmo.int

洪水管理連携プログラム

水文・水資源担当

気候・水部

電話：+41 (0) 22 730 84 79 - ファックス：+41 (0) 22 730 80 43

電子メール：apfm@wmo.int

7 bis, avenue de la Paix - P. O. Box 2300 - CH-1211 Geneva 2 - Switzerland

www.wmo.int



For more information, please contact:

World Meteorological Organization

Communications and Public Affairs Office

Tel.: +41 (0) 22 730 83 14/15 – Fax: +41 (0) 22 730 80 27

E-mail: cpa@wmo.int

Associated Programme on Flood Management

c/o Hydrology and Water Resources Branch

Climate and Water Department

Tel.: +41 (0) 22 730 84 79 – Fax: +41 (0) 22 730 80 43

E-mail: apfm@wmo.int

7 bis, avenue de la Paix – P.O. Box 2300 – CH-1211 Geneva 2 – Switzerland

www.wmo.int