

**水関連災害分野における
地球温暖化に伴う気候変動への
適応策のあり方について
(中間とりまとめ)**

平成20年1月

**社会資本整備審議会河川分科会
気候変動に適応した治水対策検討小委員会**

目次

はじめに	1
．基本的認識	3
．外力の増大と国土・社会への影響	7
- 1．I P C C 第4次評価報告書における 気候変動に関する記述	7
- 2．各種レポートにおける 日本の気候変動に関する記述	12
- 3．外力の増大	14
1．降水量の変化	
2．洪水の増大	
3．土石流等の激化	
4．高潮及び海岸侵食の増大	
5．渇水の危険性の増大	
- 4．国土・社会への影響	19
1．上流流域	
2．中流流域	
3．下流流域・海岸域	
．適応策の基本的方向	21
- 1 諸外国の適応策の動向	21
- 2 適応策の基本的方向	23
1．増大する外力への対応	
2．目標の明確化	
3．適応策の基本的な内容	
4．適応策を講ずるに当たっての重点的な課題	
．適応策の進め方	29
1．進め方の基本的な考え方	
2．適応策の実施手順	
おわりに	32

はじめに

人間活動に起因する地球温暖化に伴う気候変化(以下「気候変動」という。)は、その予想される影響の大きさと深刻さから見て、人類の生存基盤そのものに影響を与える重要な課題である。その影響は、生態系、淡水資源、食糧、沿岸域と低平地、産業、健康など広範囲の分野に及ぶ。特に沿岸域や低平地では、海面水位の上昇、大雨の頻度増加、台風の激化等により、水害、土砂災害、高潮災害等が頻発・激甚化するとともに、降雨の変動幅が拡大することに伴う渇水の頻発や深刻化の懸念が指摘されている(これらの災害を「水関連災害」という。)

こうした中で、気候変動に関する政府間パネル¹(IPCC)(以下「IPCC」という。)の第4次評価報告書が公表された。この報告書では、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を講じていくことが重要であるということが指摘されている。

このような認識は国際的に深刻に受け止められており、先進国では温暖化の緩和策として温室効果ガスの削減に取り組むだけでなく、気候変動への適応策として、海面水位の上昇に対し堤防の嵩上げにより計画的に高さを確保するなどの対策に既に着手している国もある。一方、我が国は、先進国の中において災害に脆弱である特性を有しているにもかかわらず、気候変動が水関連災害に与える影響について、科学的な解明がなされつつある段階であり、気候変動に適応する具体的な施策についての検討が十分に行われていないのが実情である。

国民の安全・安心を確保することが、国の基本的な責務であることにかんがみれば、国は長期的な視点に立ち、早期に気候変動に対して、予防的な施設の整備をはじめとする順応的な適応策を検討・実施すべきであると考える。

1 気候変動に関する政府間パネル(Intergovernmental Panel on Climate Change、IPCC): 国際的な専門家で作る、地球温暖化についての科学的な研究の収集、整理のための政府間機構

本委員会は、気候変動に伴う水害や土砂災害、高潮災害等の頻度や規模などの特性及び社会に与える影響について分析・評価し、適応策を検討するために設けられたが、これまでの議論の中で、従来の治水対策という狭い視点に限定するのではなく、より幅広い視点から検討を行うべきとの強い指摘があったことから、水関連災害分野における適応策全般についてその基本的方向を明らかにするとともに、幅広い視点から適応策についての基本的内容を明らかにすることとした。

本委員会は、2007年8月から11月までに計4回開催し、気候変動への適応策について、「中間とりまとめ」として取りまとめた。今後は、この中間とりまとめに対し様々な形で広く意見を聴取するとともに、引き続き検討を深めた後に、答申として取りまとめる予定である。

． 基本的認識

(急がれる適応策)

我が国は、国土の 7 割を山地・丘陵地が占めるため、10%にすぎない沖積平野に全人口の約 1/2、総資産の約 3/4 が集中している。三大湾（東京湾、伊勢湾、大阪湾）にはゼロメートル地帯が発達し、その面積は 577 k m²、居住人口は 404 万人にのぼっている。また、環太平洋造山帯に位置し、山岳が急峻であることから、短く急勾配の河川が多く、断層や地すべり地帯が分布するなど、災害の危険性が高い地形・地質条件である。さらに、我が国は世界でも有数の多雨地帯であるモンスーンアジアの東端に位置し、年平均降水量は世界平均の約 2 倍にあたる約 1,700mm であることに加え、台風の接近や上陸の脅威にさらされ、200mm に迫る時間降水量の記録があるなど一度に激しい雨が降るといった極めて厳しい気象条件にある。こうしたことから、水害や土砂災害、高潮災害等による被害に直面している脆弱な国土と言える。

このような国土条件を克服するため、我が国ではこれまで連続して堤防を築き、洪水調節施設を建設するなど治水対策を営々と進め、治水安全度はかなり向上してきたが、依然として治水施設の整備状況は、当面の目標（大川においては 30 年～40 年に一度程度、中小河川においては 5～10 年に一度程度発生する規模の降雨）に対しても約 6 割程度の進捗であり、低い整備水準にとどまっている。

一方、年平均降水量は、世界平均の約 2 倍であっても、人口一人当たりになると、世界平均の約 1/3 と小さく、利用する水に恵まれているわけではない。短く急勾配である我が国の河川は、一気に降雨を集水して海に流出しており、最大流出と最小流出の比が大きく、安定的な水利用が行いにくい。こうした中で、人口増加と高度経済成長期を経て水需給は逼迫し、それに対して水資源開発施設を整備することにより対応してきた。しかし、近年の産業構造の変化や水の効率的な利用の推進等により、都市用水の需要は横ばいとなっており、地域的な偏りはあるものの水供給のバランスがとれてきている。ところが、近年、年降水量の変動幅が

大きくなって、極端な少雨の年が発生する傾向があり、利水安全度の低下及び渇水の発生が再び懸念されるようになってきている。

こうした中で、I P C C 第4次評価報告書に記載されているように、気候変動による海面水位の上昇、豪雨や台風の強度の一層の増大、渇水の深刻化などにより、過去の統計や経験が通用しなくなる事態が生じることも想定されている。このため、過去の気候に対応した防災体制等を整えてきた各地域においては、水害や土砂災害、高潮災害等の頻度や規模の増大による壊滅的な被害の発生、渇水の深刻化による被害の拡大が懸念される。

このため、水害や土砂災害、高潮災害、渇水等に備えた防災・減災対策のみならず、海岸侵食の防止を含む国土保全の観点からも災害に強い社会構造を再構築する必要があり、国は直ちに気候変動への適応策を立案すべきである。

(適応策と緩和策は車の両輪)

予測される気候変動による悪影響を低減するためには、温室効果ガスの排出削減や吸収により気候変化及び変動性を緩和させる緩和策と、気候変動に対応するシステムを構築することにより発生する可能性のある被害を回避・低減させる適応策がある。

緩和策となる温室効果ガスの削減については、1997年12月に気候変動枠組条約²第3回締結国会議で採択された京都議定書³において、各国別に削減目標が定められている。我が国は、二酸化炭素(CO₂)を始めとする温室効果ガスの排出量を2008年から2012年の第1約束期間に基準年(1990年)から6%削減することが定められ、この目標達成のための取組みとして、京都議定書目標達成計画⁴を2005年4月に閣議決定した。国土交通省

2 気候変動枠組条約：正式名称は「気候変動に関する国際連合枠組条約(United Nations Framework Convention on Climate Change / UNFCCC, FCCC)」。地球温暖化問題に対する国際的な枠組を設定した条約。大気中の温室効果ガス濃度を安定させることを目的としている

3 京都議定書：気候変動枠組条約に基づき、1997年12月に京都で開催された第3回気候変動枠組条約締結国会議で議決した議定書。先進国の温室効果ガス排出量について、法的拘束力のある数値約束を各国毎に設定し、国際的に協調して約束を達成するための仕組みを導入していることが特徴

4 京都議定書目標達成計画：京都議定書で日本に課せられた温室効果ガスの6%削減を達成するために必要な措置を計画・立案したもの

では、運輸部門や民生部門等における削減目標を定め、取り組んでいるところである。

一方、I P C C 第4次評価報告書によると、「適応策と緩和策のどちらも、その一方だけでは全ての気候変化の影響を防ぐことができないが、両者は互いに補完しあい、気候変化のリスクを大きく低減することが可能である。」とされており、緩和策のみならず適応策の重要性は明らかである。そのため、適応策と緩和策を車の両輪として、共に進めていく必要がある。

(適応策は国の責務)

これまでの観測データや予測結果から、海面水位の上昇や豪雨の増加等の傾向が見られる。これらについて未だ解明されていないことや不確実性を伴うことがあるとしても、国民の生命・財産を守ることが国の基本的責務であることにかんがみれば、手遅れにならないよう専門家の意見を聴いて的確に適応策を示す必要がある。なお、先進諸国の中では、既に適応策を決定したり、検討を進めている国もある。

(有効な適応策の提案)

適応策の提案にあたっては、気候変動による影響を検討し、壊滅的な被害を回避するなど被害の最小化を目指し、合理的、効率的、効果的な観点から検討を行う。また、現在の治水・利水施策の課題や問題点を見直し、治水、利水、河川環境の観点から広く国土や社会を視野に入れた適応策を検討することが必要である。

(順応的なアプローチの導入)

気候変動により生じる海面水位の上昇、降雨量・河川流量の増加について、観測データや知見の蓄積に応じて適応策の進め方を見直していく「順応的な」アプローチを導入することにより、適切に適応策を考えていく必要がある。その際には、人口減少、少子高齢化の進展、土地利用形態の変化などの社会状況や投資余力、施設の整備水準、これまでの治水計画などの治水・利水施策に関する状況を十分に考慮する必要がある。

(国際貢献)

気候変動による水害や渇水、土砂災害、高潮災害等は、地球規模の課題であり、地域によって影響の有無や度合いは異なるものの世界共通の課題である。その中でも、特にアジア・太平洋地域は、モンスーンアジアという気候条件や沖積地を生産・生活の基盤としているという土地条件が我が国と類似しており、また、急激な人口増加と様々な水問題が深刻化している地域でもあることから、我が国における経験、施策、技術を国際的に活用し、国際貢献を果たすことが重要である。

．外力の増大と国土・社会への影響

- 1 . IPCC 第 4 次評価報告書における気候変動に関する記述
2007 年 2 月から順次公表された IPCC 第 4 次評価報告書において、気温や海面水位などの変化及びその影響に関して、以下のとおり記述されている⁵。

(気候変化とその影響に関する観測結果)

- ・ 気候システムの温暖化には疑う余地がない。このことは、大気や海洋の世界平均温度の上昇、雪氷の広範囲にわたる融解、世界平均海面水位の上昇が観測されていることから今や明白である。
- ・ 過去 100 年間(1906～2005)の線形の昇温傾向は 100 年当たり 0.74 [0.56～0.92]⁶ である。
- ・ 海面水位の上昇は温暖化と整合性がある。世界平均海面水位は、熱膨張、氷河や氷帽の融解、極域の氷床の融解により、1961 年以降、年平均 1.8 [1.3～2.3] mm の速度で上昇し、1993 年以降について言えば、年当たり 3.1 [2.4～3.8] mm の速度で上昇した。1993 年から 2003 年にかけての海面水位上昇率の増加が 10 年規模の変動あるいは、より長期的な上昇傾向を反映しているのかは不明である。
- ・ 降水量は、1900 年から 2005 年にかけて、南北アメリカの東部、ヨーロッパ北部、アジア北部と中部でかなり増加した。一方、サヘル地域、地中海地域、アフリカ南部や南アジアの一部では減少した。1970 年代以降、世界的に干ばつの影響を受ける地域が拡大した可能性が高い。
- ・ ほとんどの地域において、大雨の発生頻度が増加している可能性が高い。極端な高潮位の発生についても、1975 年以降全世界的に増加している可能性が高い。

5 IPCC 第 4 次評価報告書 統合報告書 政策決定者向け要約(仮訳)平成 19 年 11 月 30 日 文部科学省・経済産業省・気象庁・環境省仮訳より引用

6 角括弧の中の数字は最良の評価を挟んだ 90%の信頼区間を示す。値が与えられた範囲を上回る可能性と値が範囲未満となる可能性がそれぞれ 5%ある。信頼区間の幅は、対応する最良の評価に対して必ずしも対象とは限らない

- 雪、氷及び凍土の変化が、氷河湖の数と規模の拡大、山岳地域及びその永久凍土地域における地盤の不安定化、北極及び南極のいくつかの生態系における変化をもたらしたことの確信度は高い。
- 氷河や雪解け水の流れ込む河川の多くで、流量増加と春の流量ピーク時期の早まりにより影響を受けていることの確信度は高い。

(変化の原因)

- 産業革命以降、人間活動による世界の温室効果ガスの排出量は増加し続けており、1970年から2004年の間に70%増加した。
- 20世紀半ば以降に観測された世界平均気温の上昇のほとんどは、人為起源の温室効果ガスの増加によってもたらされた可能性がかなり高い。
- 第3次評価報告書以降の進展は、識別可能な人為起源の影響が平均気温以外の気候のその他の側面にも及んでいることを示している。

(予測される気候変化とその影響)

- 21世紀末における世界平均地上気温(1980-1999年を基準とした2090-2099年における差())は、最良の見積もりで、環境の保全と経済の発展が地球規模で両立する社会を想定したシナリオでは、1.8、最も排出量が多いシナリオで4.0と予測される。
- 21世紀末における海面水位の上昇(1980-1999年を基準とした2090-2099年における差(m))は、最も温室効果ガスの排出が少ないシナリオで0.18~0.38m、最も排出量が多いシナリオで0.26~0.59mと予測される。
- 極端な高温や熱波、大雨の頻度は引き続き増加する可能性がかなり高い。
- 熱帯低気圧の強度が増大する可能性は高い。世界的に熱帯低気圧の発生が減少することの確信度は低い。
- 温帯低気圧の進路の極方向への移動と、それに伴う、風・降水量・気温の分布の移動

- ・ 降水量は、高緯度地域では増加する可能性が高く、一方、ほとんどの亜熱帯陸域において減少する可能性が高い。これは、観測された最近の変化傾向を継続するものである。
- ・ 今世紀半ばまでに、世界の年間河川流量及び利用可能性は高緯度地域において増加し、中緯度地域と熱帯のいくつかの乾燥地域において減少する。半乾燥地域では気候変化による水資源の減少に苦しむだろう。
- ・ 極端な気象現象の頻度と強度の変化及び海面水位上昇は、自然及び人間システムに、主に悪影響を及ぼすと予測される。

〔アジア〕

- ・ 2050年までに、淡水の利用可能性は、中央・南・東・東南アジア、特に大規模河川の流域において減少すると予測される。
- ・ 沿岸域、特に人口が集中する南・東・東南アジアのメガデルタ地域において海からの、いくつかのメガデルタ地域においては河川からの、浸水リスクが最も高くなるだろう。
- ・ 急速な都市化、工業化、経済発展に関連する天然資源・環境への圧力に気候変化が複合されると予測される。
- ・ 主に洪水と干ばつに関連して発生する下痢は、水循環のサイクルにおいて罹患率と死亡率を増加させると予測される。

〔小島嶼国〕

- ・ 海面水位の上昇は、浸水、嵐による高潮、侵食や他の沿岸域の危険性を進行させ、必要不可欠な島嶼国の社会を支えるインフラ・居住域・施設を脅かす。
- ・ 沿岸の条件の衰退、例えば砂浜の侵食・サンゴの白化は、地域の資源に影響を及ぼすと予測される。
- ・ 21世紀半ばには、気候変化は多くの小島嶼国、例えばカリブ海や太平洋において、降水量の少ない時期の水需要を満たすのに不十分になってしまうまでに水資源を減少させると予測される。

（適応と緩和のオプション）

- ・ 広範囲な適応オプションが利用可能である。だが、現在行われているよりもより広範な適応策が気候変化への脆弱性を減少させるために必要である。

- ・ 予測される気候変化及び変動性による悪影響を低減するためには、今後20年間から30年間に実施される緩和策の規模によらず、追加的な適応策が必要である。
- ・ 限定的ではあるが、気候変化への計画的な適応は既に行われている。適応は特に幅広い部門のイニシアチブに組み込まれたときに脆弱性を減少することが出来る。
- ・ 水及びインフラ／居住（沿岸地帯を含む）の適応策の事例

部門	適応オプション /戦略	基礎となる 政策枠組	主要な制約要素と 実施機会 (通常の文字 = 制約 要素、斜体 = 機会)
水	雨水の取水拡大、 貯水及び保全技 法、水の再利用、 淡水化、水の利用 と灌漑の効率	国内水資源政策及 び、水資源統合管 理、水関連災害の 管理	資金、人材、物理 的障壁、 <i>統合水資 源管理、他の部門 とのシナジー</i>
インフラ /居住 (沿岸地帯 を含む)	移動、防波堤、 高潮堤防、砂丘の 補強、海面上昇 及び洪水に対す る緩衝地帯とし ての土地の取得 と沼地／湿地の 構築、既存の自然 障壁の保護	気候変化への配慮 と設計に取り入れ る基準及び規制、 土地利用政策、建 築コード、保険	資金及び技術的障 壁、移動空間の利 用可能性、総合政 策と管理、 <i>持続可 能な開発目標との シナジー</i>

(長期的な展望)

- ・ 気候変化を考える上で5つの懸念の理由
 - 極地や山岳社会・生態系といった特異で危機にさらされているシステムのリスクが増加する
 - 干ばつ、熱波、洪水など極端な気象現象のリスクが増加する
 - 地域的、社会的な弱者に大きな影響と脆弱性が表れる
 - 地球温暖化の便益は温度がより低い段階で頭打ちになり、地球温暖化の進行に伴い被害が増大し、地球温暖化のコストは時間とともに増加する
 - 海面水位の上昇、氷床の減少加速など、大規模な変動リスクが増加する

- ・ 適応策と緩和策のどちらも、その一方だけでは全ての気候変化の影響を防ぐことができないが、両者は互いに補完し合い、気候変化のリスクを大きく低減することが可能である。
- ・ 評価された最も低い安定化レベルに関してさえ、短期的及び長期的に、起こるであろう温暖化による影響に対処するために適応策が必要である。
- ・ 温暖化時の海面水位に上昇は避けられない。熱膨張による海面水位の上昇は温室効果ガス濃度が安定化した後も数世紀にわたり継続し、評価されたどの安定化レベルでも、21世紀中に予測されているよりも高い上昇が結果的に起きるだろう。世界平均気温が、産業革命以前と比較して1.9~4.6 以上上昇した状態が数世紀続くと仮定した場合、グリーンランド氷床の消失は、数mの規模で海面水位上昇に寄与し、それは熱膨張による寄与よりも大きい可能性がある。熱膨張及び氷床の気温上昇に対する応答の時間スケールが長いため、たとえ温室効果ガス濃度が現在又はそれ以上のレベルで安定したとしても、海面水位は今後数世紀にわたって上昇する。

- 2 . 各種レポートにおける日本の気候変動に関する記述
気象庁が作成した気候変動に関する各種レポートでは、気候や海面水位の変化に関して、以下の記述がされている。

(これまでの状況)

- ・ 日本の年平均気温は、統計のある 1898 年以降では 100 年あたりおよそ 1.07 の割合で上昇している。(2)
- ・ 年降水量については、長期的変化傾向はみられないが年ごとの変動は大きくなっている。(2)
- ・ 月降水量における異常少雨の年間出現数は有意に増加している。異常多雨については長期的に有意な傾向はない。(2)
- ・ 日降水量 100mm 以上及び 200mm 以上の日数は 1901 年から 2006 年の 106 年間で有意な増加傾向がある。最近 30 年間で 20 世紀初頭の 30 年間を比較すると 100mm 以上日数は約 1.2 倍、200mm 以上日数は 1.4 倍の出現頻度となっている。(2)
- ・ 短時間強雨 (1 時間に 50mm 以上及び 80mm 以上) の発生回数はここ 30 年余りで増加する傾向がみられる。(2)
- ・ 北日本日本海側、東日本日本海側、西日本日本海側で平均した年最深積雪の 1962 ~ 2004 年までの経年変化から、全期間を対象として算出した 10 年あたりの長期変化傾向は北日本日本海側、東日本日本海側、西日本日本海側において、それぞれ -4.7%、-12.9%、-18.3% となっており、東日本日本海側、西日本日本海側で有意な減少傾向が認められる。(1)
- ・ 1951 年から 2006 年までの台風の発生数、日本への接近数及び上陸数は明瞭な変化傾向は見られない。(2)
- ・ 5 地点の検潮所の年平均潮位の平年偏差 (1906 ~ 2004 年平均との差) の平均値を日本沿岸の平均的な海面水位変化の指標として考察すると、過去 100 年にわたる日本沿岸の海面水位は統計的に有意な上昇を示していない。しかし、1980 年代半ば以降、海面水位は上昇を続け、近年は 1950 年代とならんで過去 100 年で最も高い状態にある。(1)
- ・ 近年の海面水位の上昇には 1960 ~ 1990 年頃の海面水位の変動とは別の要因 (海水温の上昇による熱膨張など) が加わっている可能性が示唆される。(1)

(A 2 ⁷シナリオを用いた R C M20 ⁸による予測結果)

A 2シナリオに基づいて地域気候モデル (R C M20) を用いて行った地球温暖化予測結果によると、約 100 年後(2081 ~ 2100 年) には現在 (1981 ~ 2000 年) と比較して、日本付近で以下のような気候変化が予測された。(³)

- ・ 気温は一年をとおして全国的に上昇し、特に北日本の冬から春にかけての上昇量が大きい。
- ・ 年平均気温は 2 ~ 3 (北海道の一部で 4) 程度上昇する。
- ・ 降水量は多くの地域で冬から春にかけては減少し、梅雨雨期から秋雨期にかけては増加する。
- ・ 年降水量はほとんどの地域で増加する。特に西日本での増加が大きく、多いところで 20% 程度の増加が見込まれる。
- ・ 夏は、西日本を中心に降水量が増加するとともに、東日本では降水量の年々変動が大きくなる。
- ・ 大雨の発生頻度はほとんどの地域で増加し、西日本日本海側では日降水量 50mm 以上の日数が現在よりも 3 日以上増加するところもある。

7 A 2シナリオ : 「 多元化社会シナリオ 」、世界経済や政治がブロック化され、貿易や人・技術の移動が制限。経済成長は低く、環境への関心も相対的に低い。

8 R C M20 (Regional Climate Model 20): 日本周辺を計算の領域としている地域気候モデル。水平解像度は 20km × 20km

引用した気象庁レポート

(1) 異常気象レポート 2005

(2) 気候変動監視レポート 2006

(3) 気候温暖化予測情報 第 6 巻

- 3 . 外力の増大

『外力』とは、気候変動の影響を受ける降水量などの気象要素と、その変化により生じる洪水、渇水、土砂流出、高潮等の影響力を意味する。

1 . 降水量の変化

I P C C 第 4 次評価報告書は、全地球的な予測を基にして作成されている。このため、日本における影響を詳細に把握し、政策に活かすには、ダウンスケーリング⁹をするなど日本周辺の現象をより詳細に表現できるモデルによる検討が必要である。

こうした中で、計算機の能力や気象現象の解明状況などから、検討には不確実性が伴うものの、中位のシナリオに基づき、現時点における外力の変化量の推定を試みた。洪水の流出量の変化については、降水量の変化から推定することとした。

この結果、年最大日降水量を現在と 100 年後とで比較した場合に、R C M20 の予測結果の変化率¹⁰ (A 2 シナリオ) は、おおむね 1.0 ~ 1.5 倍となり、G C M20¹¹ の予測結果の変化率¹² (A 1 B シナリオ¹³) は、おおむね 1.1 ~ 1.2 倍で、北海道、東北など地域によっては 1.3 倍になり、最大では 1.5 倍となる。

また、R C M20 による予測の結果から、100 年確率最大日降水量を現在と 50 年後、100 年後とで比較した結果 (A 2 シナリオ) では、50 年後の変化率¹⁴ はおおむね 1.1 ~ 1.2 倍、100 年後の変化率¹⁵ はおおむね 1.2 ~ 1.4 倍となる結果が得られた。

9 ダウンスケーリング：粗い分解能での予測値を、地域の気候特性を反映できるより細かな分解能に翻訳すること

10 R C M20 の予測結果の変化率：(2081 ~ 2100 年平均値) / (1981 ~ 2000 年平均値)

11 G C M20 (General Circulation Model 20) : 全地球を計算の領域としている気候モデル。水平解像度は 20km × 20km

12 G C M20 の予測結果の変化率：(2080 ~ 2099 年平均値) / (1979 ~ 1999 年平均値)

13 A 1 B シナリオ：「高成長型社会シナリオ」、世界中がさらに経済成長し、教育、技術等に大きな革新が生じる。各エネルギー源のバランスを重視

14 50 年後の変化率：(2031 ~ 2050 年の計算結果から求められた値) / (1981 ~ 2000 年の計算結果から求められた値)

15 100 年後の変化率：(2081 ~ 2100 年の計算結果から求められた値) / (1981 ~ 2000 年の計算結果から求められた値)

これらの結果から、100年後の降水量の変化を予測すると、現在のおおむね1.1～1.3倍、最大で1.5倍程度と見込むことが妥当である。

なお、これは現段階の予測に基づく数字であり、今後とも予測精度の向上に努力していく必要がある。

2. 洪水の増大

100年後の降雨量の変化が、河川において想定される洪水の大きさに対して、どのような影響を及ぼすかについて検討した。具体的には、全国の一級河川のうち、各地域から1河川ずつ選び、100年後の降水量の変化率に相当する倍率(1.1倍、1.2倍、1.3倍、1.5倍)を計画降雨量に乗じて、100年後及び現在の計画の治水安全度¹⁶と基本高水のピーク流量¹⁷の変化を試算した。治水安全度は降雨量の年超過確率¹⁸で表示する。

(100年後の計画の治水安全度と基本高水のピーク流量)

現計画の計画降雨量¹⁹を上記の倍率で引き伸ばし、年超過確率を求めた。その結果、現計画の治水安全度を100年後においても確保するとすれば、非常に大きな治水安全度に相当し、これまでの考え方に基づく治水対策のみでは対応することは極めて困難であることが明らかになった。

また、100年後の基本高水のピーク流量を試算した結果、計画降雨量の倍率が高くなるほど基本高水のピーク流量の倍率はそれ以上の倍率で大きくなる傾向が見られた。このことから、降水量の変化が大きくなればなるほど、それにも増して洪水のピーク流量は増大することとなり、これまでの考え方に基づく治水対策による対応はより一層困難となることが明らかになった。

16 治水安全度：治水計画における河川の安全の度合い

17 基本高水のピーク流量：ダムなどの洪水調節施設で制御を受けない流量のうち、最大となる流量のこと。

18 年超過確率：何年に1度の割合で起こる現象かを表現したもの。例えば、年超過確率が1/10の降雨量は、10年に1回の割合でそれを超えるような雨が降ること。

19 計画降雨量：河川計画立案に使われる計画上の降雨。降雨の継続時間とこの間の降雨量を定める。

表 - 1 100年後の計画の治水安全度

計画降雨量の 引き伸ばし率	治水安全度（年超過確率）	
	現計画	100年後の計画 （現時点の確率評価）
1 . 1 倍	1/100	おおむね1/200 ~ 1/300
	1/150	おおむね1/400 ~ 1/500
	1/200	おおむね1/500
1 . 2 倍	1/100	おおむね1/400
	1/150	おおむね1/500 ~ 1/1,200
	1/200	おおむね1/1,000

（現計画の治水安全度）

100 年後の降雨量の変化によって、現計画の治水安全度がどの程度低下するか試算を行った。その結果、現計画が目標としている治水安全度は、著しく低下することになり、浸水・氾濫の危険性が増えることが明らかになった。

表 - 2 100年後の降雨量の変化が治水安全度に及ぼす影響

降雨量の 引き伸ばし	治水安全度（年超過確率）	
	現計画	100年後の計画 （100年後の確率評価）
1 . 1 倍	1/100	おおむね1/50 ~ 1/60
	1/150	おおむね1/70 ~ 1/100
	1/200	おおむね1/100
1 . 2 倍	1/100	おおむね1/20 ~ 1/40
	1/150	おおむね1/40 ~ 1/80
	1/200	おおむね1/60

3．土石流等の激化

気候変動による影響は、降雨量の時間的、空間的变化をもたらす、土石流、地すべり等の土砂災害の誘因となる短時間雨量や総雨量の増加を生じさせることが考えられる。また、現時点では不明確な部分が多いが、土砂災害の素因となる表層の風化を進展させ、山地斜面の植生を変化させることも考えられる。

こうした中で、土砂災害に対して想定される影響としては、発生頻度の増加、発生時期の変化、発生規模の増大などが考えられる。発生頻度の増加の結果としては、崩壊発生分布域の拡大や土砂災害危険箇所以外での発生が考えられ、同時多発的な土砂災害の増加も考えられる。特に、これまで大雨が少なかった地域で想定を超える降雨が発生した場合は、激甚な土砂災害が発生する恐れがある。発生時期の変化の結果としては、降雨の降り始めから崩壊発生までの時間が短縮化し、避難を必要とするまでの時間が短くなることが考えられる。発生規模の増大の結果としては、深層崩壊の発生頻度の増加等による崩壊土砂量の増大や、土石流等の到達範囲の拡大が想定される。

なお、土砂流出量の増加は、中下流部において多量の土砂と一体となった洪水を発生させる恐れがある。

4．高潮及び海岸侵食の増大

海洋は、深層への熱の伝播に時間を要するため、熱による海水の膨張が数世紀にわたって継続することとなり、温室効果ガス濃度が安定化したとしても、海面水位は上昇し続ける。

海面水位は、大気の流れの数十年規模の変動や黒潮の変動など自然要因の影響を強く受けることから、地域ごとにどの程度海面水位が上昇するかについて、精度よく見通しを立てることは技術的に難しいが、長期間にわたる比較的安定した現象のため、この影響を施設設計に見込むことは可能である。

また、台風の激化に伴い、気圧低下により海面水位が上昇するとともに、風による吹き寄せや波浪が大きくなる。このため、海面水位の上昇とあわせて、台風の激化により、高潮及び海岸侵食が増大することが想定される。

5. 渇水の危険性の増大

我が国の降水量は、1965年頃から少雨の年が多くなっており、1973年、1978年、1984年、1994年、1996年、2005年の降水量は、年平均降水量を大きく下回り、渇水被害が発生している。また、近年では、異常少雨と異常多雨の変動が大きくなる傾向が見られる。今後、気候変動により、極端な少雨となることで、1994年渇水やそれを超える大規模な渇水の発生も懸念される。また、積雪量の減少や雪解け時期の早期化等の傾向も強まるものと考えられる。

我が国の都市用水使用量は2007年3月末現在で約283億 m^3 /年で、このうちダムなどの水資源開発施設による開発水量が約63%（約178億 m^3 /年）を占めており、水利用は相当程度は水資源開発施設の運用に依存している。しかしながら、我が国のダムが計画された時点での供給可能量に対し、現時点では供給実力は低下しており、都市用水等の安定的な供給に影響を生じる可能性が高い。また、農業用水などの水資源を融雪に依存する地域においては、春先以降の水利用に大きな影響が生じる可能性が懸念される。

- 4 . 国土・社会への影響

気候変動による水害や土砂災害、高潮災害等が国土・社会へ与える影響は、極めて大きなものとなると考えられるが、流域における地形や河川形態、社会・生活の状況などによりその度合いは異なる。このため、適応策を考える上で流域単位での検討を進めることが重要であるとともに、流域内の適切な分担が不可欠であることから、流域を上流流域、中流流域、下流流域・海岸域に分け、典型的な例を用いて影響を検討する。

1 . 上流流域

上流流域では、過疎化、高齢化が進む中山間地域において、管理の放棄等により森林の荒廃が進む中で、降雨量や短時間降雨強度の増加、台風の激化等により、土砂災害や風倒木災害の増大が想定される。土砂災害では、発生頻度の増加、発生時期の変化、発生規模の増大などによる直接的な被害の増加が想定される。

土砂災害による被害の増加は、地域外への転出者の増加、限界集落の出現、さらにはコミュニティの崩壊など、過疎化、高齢化が進む中山間地域において大きな打撃となる。

また、土砂流出が増大することにより、下流の洪水調節施設での堆砂が進み、治水・利水機能に支障が生じるとともに、河道での著しい堆積が発生し、洪水の流下阻害による治水安全度の低下が想定される。加えて、土砂流出の増加による濁水の長期化も想定される。

2 . 中流流域

中流流域では、山間部から扇状地が広がる地域において、降雨量や短時間降雨強度の増加、上流部からの洪水や土砂流出の増加等により、破堤等による氾濫や浸水頻度の増加が想定される。これらの地域は、築堤により洪水氾濫からの安全を確保してきた地域であり、氾濫域の土地利用は農地から宅地などへと変化している。こうした中で、遊水機能や氾濫戻し機能を有する霞堤も近年の土地利用の変化から開口部が閉じられてきた。扇状地での破堤等による氾濫は、氾濫流が広がる拡散型となることが多く、広域に被害が生じる。急勾配河川では、多量な土

砂を含む氾濫水が土石流のように大きなエネルギーをもって家屋等押し流し、壊滅的な被害が生じる。また、洪水の頻発や規模の増大、土砂流出の増加は河床の安定性を低下させることから、橋梁などの施設災害を引き起こすだけでなく破堤等による更なる氾濫の増加につながる。

破堤等による氾濫は、地方の中核都市や工業団地、水田や地域の特産物を産出する農地などに対して被害形態を変えながら、さらに下流部へと広がっていく。地域の活性化が課題となっている中で、水害による地域の競争力や活力の低下は、地域経済に大きな影響を与える。

3．下流流域・海岸域

下流流域・海岸域では、低平地やゼロメートル地帯が広がる地域において、降雨量や短時間降雨強度の増加、海面水位の上昇、台風の激化、中流部からの洪水や氾濫水による影響等により、破堤等による氾濫や浸水頻度の増加が想定される。低平地やゼロメートル地帯では、市街化の進展により流出量が増加している上に、排水が困難であることから、洪水や高潮による外水や内水の氾濫による浸水が長時間に及ぶことが想定される。特に三大湾（東京湾、伊勢湾、大阪湾）のゼロメートル地帯においては、平均海面水位がIPCC第4次評価報告書の予測上限値である59cm上昇すると仮定した場合、海面水位以下となる面積、人口が約5割増加すると予想されており、高潮等による被害は増大する。

下流流域・海岸域には人口、資産が集積していることが多く、特に三大都市圏においては、社会経済活動の中核機能が集積していることから、水害や高潮災害等は国民の生命・財産への影響のみならず、国家機能の麻痺や国際競争力の低下につながる懸念される。

また、海岸域では現時点でも供給土砂量の減少により海岸侵食が進行しているところもある中で、更なる海面水位の上昇や台風の激化により、砂浜の消失など海岸侵食の増加が想定される。30cmの海面水位の上昇により、我が国の砂浜の約6割が消失するとの予測もある。

このように、海面水位の上昇や台風の激化などによる影響は、国土保全の観点から大きな支障となる。

． 適応策の基本的方向

- 1 ． 諸外国の適応策の動向

欧州連合（EU）では、2007年10月に「洪水リスクの評価・管理に関する指令」を公布し、気候変動が洪水発生に与える影響を含めた既往の知見に基づく洪水リスク評価を行うことを定め、複数の年超過確率に対応した洪水ハザードマップや洪水リスクマップを作成することとしている。また、洪水リスク管理計画の策定及びこの計画の見直しの際には気候変動の影響を考慮することも定めている。

イギリスでは、近年の気候変動による海面水位の上昇と急速な宅地開発の影響により、高潮に対し1,000年に1回の安全度から100年に1回の安全度まで低下すると推定されているため、イギリスの洪水リスク管理計画である「Thames Estuary 2100 (TE 2100)」が検討され、テムズ防潮堰の改良も検討されている。

オランダでは、オランダの洪水リスク管理計画である「Room for the River」において、ライン川の流量増加への新たな対応方法として約7,000haの遊水地の確保等が考えられている。また、レク川のマエスラント高潮堰は50年後の海面水位の上昇を見込んだ構造となっているほか、高潮対策の堤防整備に対し、耐用年数を考慮した海面水位の上昇を見込んだ設計をしている。

経済協力開発機構（OECD）では、2006年5月に先進国における気候変動に関する適応策の進捗状況を取りまとめている。その他にも、ドイツ、フランスなど欧州諸国やアメリカ、オーストラリアなどでも適応策の推進や検討が進められている。

一方、日本を除くアジア諸国では、気候変動枠組条約における非付属書 国²⁰に属し、適応技術の不足や予算の制約等により適応策を国家施策に位置づけている例は少ないが、大韓民国では

20 いわゆる発展途上国であり、京都議定書で定められた温室効果ガスの排出削減に関する数値目標を有していない国。現在、148ヶ国が非付属書 国になっている。なお、付属書 国とは、気候変動枠組み条約の付属書 国に列挙されている国であり、京都議定書付属書に掲げられた排出削減に関する数量目標を有している。いわゆる先進国、旧ソ連・東欧等の移行経済諸国がこれに該当する。

「国家水安保確保方策」の構築や「水資源影響評価体系」の構築などに取り組んでいる。なお、バングラデシュ、ブータン、カンボジアといった後発開発途上国に関しては、地球環境ファシリティ（GEF）の助成により国連環境計画（UNEP）や世界銀行の協力の下、国別適応計画（National Adaptation Programme of Action;NAPA）が策定されている。

- 2 . 適応策の基本的方向

1 . 増大する外力への対応

(洪水に対する治水政策の転換)

将来的に降水量が増加すると想定し、さらに現在の治水安全度を将来的にも確保することを考えると、基本高水のピーク流量は大きく増加することとなる。この増加する流量を河道改修や洪水調節施設の整備等で対処するには、社会条件等の制約から、そもそも対応が極めて困難であったり、完成まで相当の長期間を要することから、実現が困難であったりする。

また、現在の計画の流量を目標とすると、将来的に治水安全度は著しく低下することになり、浸水・氾濫の脅威が増すことになる。

これらの課題を解決していくためには、気候変動による外力の増加分を、当面計画規模を上回る洪水や改修途上段階での整備規模を上回る洪水（以下「超過洪水」という。）への対応の中で明確に位置づける必要がある。

このため、これまでの計画において目標としてきた流量に対し、河道改修や洪水調節施設の整備等を基本とする「河川で安全を確保するという治水政策」から、今後は、これに加え多発が予想される超過洪水による氾濫に対して「流域における対策で安全を確保する治水政策」へと転換すべきである。なお、当面は超過洪水として順応的に対応することとあわせて、いずれは地球温暖化に伴う気候変動が普通の現象になるという新しい枠組みも考えるべきである。

(激化する土石流等への対応強化)

激化する土石流等への対応に加えて、洪水流と一体となって流出する土砂量の増加への対応、堆積する土砂の影響の軽減等について検討すべきである。

また、災害への対応とあわせて、流下する土砂の増加に対して、山地から海岸までの一貫した総合的な土砂管理の取組みを強化する必要がある。

(高潮への段階的な対応)

海面水位の上昇や台風の激化に対応するため、コンクリート構造の多い高潮堤防等においては、施設更新などにあわせて、増大する外力を見込んだ高潮堤防等の嵩上げを行い、浸水頻度を減少させる必要がある。

具体的には、嵩上げは段階的に考え、

- ・ 第 段階として既に上昇した海面水位上昇分を見込む
- ・ 第 段階として既に上昇した海面上昇分に加え、構造物の耐用年数を考え、外挿や予測計算などでその期間における海面水位上昇分を見込む
- ・ 第 段階として第 段階における考え方に加え、台風の激化に伴う高潮上昇分を見込む

という方法で嵩上げを実施する。この場合、背後地の重要度によっては早い時期に第 段階、第 段階での考え方を取り入れるなどの措置を講ずることが重要である。なお、海面水位の上昇に伴い構造物に作用する外力の変化に応じた構造設計の考え方を検討していく必要がある。

2．目標の明確化 - 「犠牲者ゼロ」に向けて -

気候変動により激化する水害や土砂災害、高潮災害等からすべてを完全に防御することは難しい。このため、気候変動への適応策としては「犠牲者ゼロ」に向けた検討を進めるとともに、首都圏のように中枢機能が集積している地域では、国家機能の麻痺を回避することなどへの重点的な対応に努め、被害の最小化を目指す必要がある。

その際には、我が国は地震や火山が多いことから、豪雨後の土中の水分含有量や地下水位が非常に高くなったところに、地震が発生し地すべりが起こるといったような複合的な災害の発生への対応を考えておく必要がある。

また、適応策は、防災と暮らしやすさなどの社会環境や自然環境などの調和した国土の形成にも資することを目指すこととする。

3. 適応策の基本的な内容

気候変動への適応策を考えるに当たっては、流域全体で予想される新たな事態について、国民や関係機関等に周知するとともに、流域においてどのように対応していくのか、関係機関、団体等との役割分担を含め、国が中心となって地域とともに広く検討することが必要である。

また、流域における適応策の策定は、川と地域の関係の再構築とも考えられ、気候変動による影響のみならず、流域における社会や自然と安全の関係について、情報を国民や関係機関等に的確に提供し、共有化する中で合意形成を図る必要がある。

その際、まずは増大する外力に対し、基本的に施設でどこまで対応するのかを明確にしなければならない。その上で、施設能力を超える超過洪水等の外力（以下「超過外力」という。）の規模に応じて守るレベルを決めることが重要であり、その考え方に基づき被害の最小化を図るための適応策を策定する必要がある。例えば、洪水であれば氾濫形態に応じた適応策のシナリオを策定することとなり、具体的には、土地利用の規制・見直しなど地域づくりからの適応策、危機管理対応を中心とした適応策などが考えられる。

以下に、土地利用の規制・見直しなど地域づくりからの適応策、危機管理対応を中心とした適応策、施設を中心とした適応策の基本的な内容を整理した。

（１）土地利用の規制・見直しなど地域づくりからの適応策

人口減少や高齢化の進展など社会が変化する中で、土地利用や住まい方なども変化してきている。今後は、経済的な効率性や利便性などを優先するだけでなく、水関連災害を許容する観点を考慮した地域づくりを進めるなど、社会を再構築していく仕組みを取り入れていくことが重要である。

- 1) 社会情勢の変化を踏まえた土地利用や住まい方の見直し
住民生活の基礎となる安全・安心の観点から、洪水等から生命等の重大な被害を軽減する土地利用や住まい方の見直しを考えることが必要である。

また、流域において積極的に雨水の貯留や浸透を図ることのできる地域づくりが必要である。

2) 氾濫しても被害の少ない地域づくり

洪水氾濫の頻度や規模の増大に対して、地域の土地利用を踏まえ、遊水地、二線堤、輪中堤などを再評価するとともに、新たに効果的に配置し、河川と一体的に管理することにより、氾濫しても生命等の重大な被害の少ない地域づくりを進める必要がある。

(2) 危機管理対応を中心とした適応策

施設整備を重点的に実施したとしても、水害や土砂災害、高潮災害等から完全に防御できる状況にはならない。また、海面水位の上昇のように徐々に進むものに対しては順応的に対応しやすいが、突発的な大規模災害に対しては発生時に速やかに対応ができるような備えが必要である。こうしたことから、大規模災害に対し、平時における予防的な施設整備と併せて、危機管理の観点から一体的に対策を講ずる必要がある。

1) 大規模災害への対応体制の整備

危機管理対応の充実・強化の一環として、国による広域的な災害支援体制の強化や広域防災ネットワークの構築など大規模災害への備えを充実させるべきである。また、国と地域が連携して、万が一破堤・氾濫した場合の緊急対策、氾濫域における氾濫流や排水の対策、大規模土砂災害への迅速・適切な対応を考える必要がある。

2) 新たなシナリオによるソフト施策の推進

施設整備と一体となったソフト施策を推進する必要がある。従来のシナリオだけではなく、気候変動による外力の規模や発生時期の変化を考慮した新たなシナリオに基づき、情報伝達、水防、避難、救助、復旧・復興などの活動を検討する必要がある。

また、防災に関する情報提供や住民等との双方向の情報共有などを積極的に行うとともに、地域一体となった備え

ができるように水害に対する地域防災力の向上に向けた取組みを推進する必要がある

(3) 施設を中心とした適応策

施設は、その能力以内の外力に対し、被害を出すことはなく、通常の社会・経済活動を可能とする。このため、出来る限り、施設能力の向上に努めることが必要である。

国民の生命・財産を守るという観点からは、施設整備により災害による被害を予防・最小化することは引き続き重視しなければならない。

1) 外力の変化に対する施設の信頼性の確保

想定される外力の変化に対し、施設の点検や評価を行い、施設の信頼性を確保するための方策や質的向上を図るための方策を講ずる。

2) 既存施設の徹底活用・長寿命化

これまでに蓄積された社会資本整備のストックを活かし、既存施設について、有効利用、多目的利用、長寿命化、再編や運用の変更による効率化などを実現することによって徹底活用を図る。

特に高潮対策施設については、我が国の高潮対策の基礎となっている伊勢湾台風から約 50 年が経過し、老朽化が進み、修繕・更新の時期が来ている。また、流域の急激な都市化の進展とそれに伴う水害の頻発に対応し、昭和 40 年～50 年代にかけて建設された治水施設が一時期に集中して修繕・更新の時期を迎える。

こうした中で、施設の長寿命化に向けた予防保全的な管理を行うこととあわせて、気候変動による外力の変化に対応した対策を行う必要がある。なお、施設が被災した際の災害復旧と併せて対策を行うことも効果的である。

3) 新規施設の整備

社会面、環境面、経済面、技術面の観点から既存施設の徹底活用等を図りながら、なお必要な新規の施設についても、着実に計画的な整備を進めていく必要がある。

4. 適応策を講ずるに当たっての課題

適応策を講ずるに当たっては、まず、施設整備を実施する際に目標となる外力の規模や超過外力に応じた流域等での安全確保の考え方について、検討すべきである。

なお、適応策の基本となる外力やリスクの評価は、国土交通省が責任を持って取り組むべきであり、政府全体での取組みや省庁連携に加え、産・学・官の協力体制を作り、新しい知恵を導入する枠組みづくりを考えるべきである。

また、併せて増大する外力のモニタリングの強化を検討すべきである。

． 適応策の進め方

1 ． 進め方の基本的な考え方

治水は、長期的な計画の下で整備を進めるものであることから、外力変化を適切に想定し、継続している治水の施策の中に、気候変動への適応策を組み込んでいく必要がある。

このような前提の中で、以下のような基本的な考え方に基づき適応策を進めていく必要がある。

(1) 政府全体の取組み

適応策の重要性にかんがみ、政府が一体となって適応策に関する取組みを推進すべきである。

(2) 国民との協働

適応策の策定・実施に当たっては、国民との協働が不可欠である。このため、気候変動による水害や土砂災害、高潮災害等の激化や国土・社会への影響について、広く国民に理解が得られるよう様々な機会を通じて努力する必要がある。

(3) 予防的措置への重点投資

投資余力の限られている中で、特に脆弱化が予想される施設や地域、人口・資産や中枢機能の集積する地域における予防的措置への重点投資を考える必要がある。

(4) 優先度の明確化

限られた予算の中で気候変動への適応策を強化するためには、包括的な施策メニューだけでなく、選択と集中により優先すべき施策や箇所を明確にする必要がある。

(5) ロードマップの作成

今後、5年、10年といった短期・中期的な視点から、さらに長期を見据えた国土計画に反映させるような視点まで、時間軸を設定した上で、短期、中期、長期の施策を展開する必要がある。このため、明確なロードマップを作成する必要がある。

(6) 順応的なアプローチの採用

気候変動の予測等に不確実性がある中で適応策を検討するため、今後の観測データや知見の蓄積に応じてシナリオを修正していく順応的なアプローチを採用すべきである。

(7) 関係機関等との連携

適応策を総合的に検討する場となる流域においては、河川管理者だけでは達成が出来ないことも数多くあるため、住民や地方公共団体等の協力を得ることや、連携しながら進めていくことが不可欠である。

その際には、それぞれが問題を提起し、地域づくりを提案していくことが重要である。

(8) 新たな技術開発と世界への貢献

気候変動による影響評価や適応技術において、産・学・官の連携の下に新たな技術の開発とその積極的な活用を図るべきである。また、我が国の経験、施策、技術を積極的に発信し、強いリーダーシップを発揮して全世界的に貢献できるように努めるべきである。

(9) 調査・研究の推進と治水計画への反映

気候変動に伴う水害や土砂災害、高潮災害等に関する調査・研究を大学や研究機関等と連携して推進し、治水計画へ反映すべきである。

2．適応策の実施手順

次の新たな知見の進展となる I P C C 第 5 次評価報告書等が出される頃までの 5 年程度の期間を第 1 段階として設定し、適応策を講ずるに当たっての課題（ - 2 . 4 ）について検討すべきである。また、既存施策の中で重要な適応策と評価される取組みについては直ちに重点的に実施すべきである。

続く期間を第 2 段階として設定し、第 1 段階での取組みを評価して、その結果に基づく優先度に応じて対策を実施するとともに、新規に効果的、効率的な適応策については重点的に実施すべきである。また、設定した治水政策や適応策は、河川整備基本方針、河川整備計画等に反映するとともに、国土形成計画など国土づくり・地域づくりのビジョンに反映すべきである。

第 2 段階以降では、社会状況の変化、検討により得られた各種の知見の蓄積、モニタリングの進展に伴う設定条件の変化も考えられることから、これらを踏まえた適応策を段階的に取り入れることが重要である。

また、世界への貢献としては、各国の首脳等に国の最重要課題として適応策の取組みの重要性や国際協力の必要性を働きかける必要がある。技術面では先進的な予測・評価技術や情報技術を発信するとともに、アジア・太平洋地域においてグローバルモデルなどによる気候予測や国土・社会への影響予測への支援、適応策の立案、実施の支援を行うことが重要と考える。

なお、具体的な適応策及びその実施に当たっての技術的課題は今後取りまとめていく。

おわりに

IPCC第4次評価報告書が公表され、より現実的な地球温暖化の影響が示された。我が国においても、様々な分野で地球温暖化に伴う気候変動への適応策の検討が進められており、本委員会では、水害や渇水、土砂災害、高潮災害等の激化による国土・社会への影響を考え、壊滅的な被害を回避するための適応策の基本的な方向や具体的な取組みを議論している。

現時点において、地球温暖化や社会条件のシナリオ、気候変動の予測計算等に不確実性はあるものの、外力の増大と国土・社会への影響を想定し、必要な適応策の基本的方向を明らかにしてきた。治水、利水、河川環境において未だ脆弱な我が国の国土において、気候変動は大きな影響を及ぼすが、従来からの施設を徹底活用するとともに、流域等における対策など広く社会構造の変革を含めた適応策を講ずることにより、課題に立ち向かっていかななければならない。

しかしながら、社会構造に関わるような適応策に関しては、河川部局単独で行えるものに自ずから限界があり、政府、関係省庁等が一体となって、国民や地方公共団体等の理解や協力・連携の下に推進することが極めて重要である。

そこで、具体的な適応策の本格的な議論に資するように、これまでの議論を中間的に取りまとめ、社会構造のあり方や適応策の基本的な考え方などについて、広く意見を聴くこととしたものである。

今後は、社会資本整備審議会や国土審議会などの関係する分科会や中央防災会議などと幅広く意見交換を行い、より実効性の高い適応策を検討する必要がある。

さらに、2007年12月に開催された第1回アジア・太平洋水サミットにおいて、水問題の解決が最優先の課題であること、洪水、干ばつ、その他水関連災害の発生の防止などに早急に効果的な行動を取るなどが合意され、適応策の重要性については共通の認識となるに至った。今後は、2008年に開催されるG8北海道洞爺湖サミットに向けて、適応策のあり方についての的確に発信できるように答申をとりまとめることが重要である。

今後は、中間とりまとめに対する意見も参考にしながら、具体的

な適応策の議論を進めるとともに、湯水についてもより詳細に議論を行い、答申として取りまとめる予定である。

社会資本整備審議会河川分科会

気候変動に適応した治水対策検討小委員会

委員名簿

委員長	福岡 捷二	中央大学研究開発機構教授
委員	池淵 周一	京都大学名誉教授
	磯部 雅彦	東京大学大学院新領域創成科学研究科 社会文化環境学専攻教授
	沖 大幹	東京大学生産技術研究所教授
	岸 由二	慶應義塾大学教授
	木本 昌秀	東京大学気候システム研究センター 副センター長・教授
	小池 俊雄	東京大学大学院工学系研究科社会基盤学専攻教授
	重川希志依	富士常葉大学大学院環境防災研究科教授
	中北 英一	京都大学防災研究所気象・水象災害研究部門教授
	藤田 正治	京都大学防災研究所流域災害研究センター教授
	藤吉洋一郎	大妻女子大学文学部教授
	三村 信男	茨城大学広域水圏環境科学教育研究センター教授
	虫明 功臣	福島大学理工学群共生システム理工学類教授

敬称略、五十音順

**水関連災害分野における
地球温暖化に伴う気候変動への
適応策のあり方について
(中間とりまとめ)**

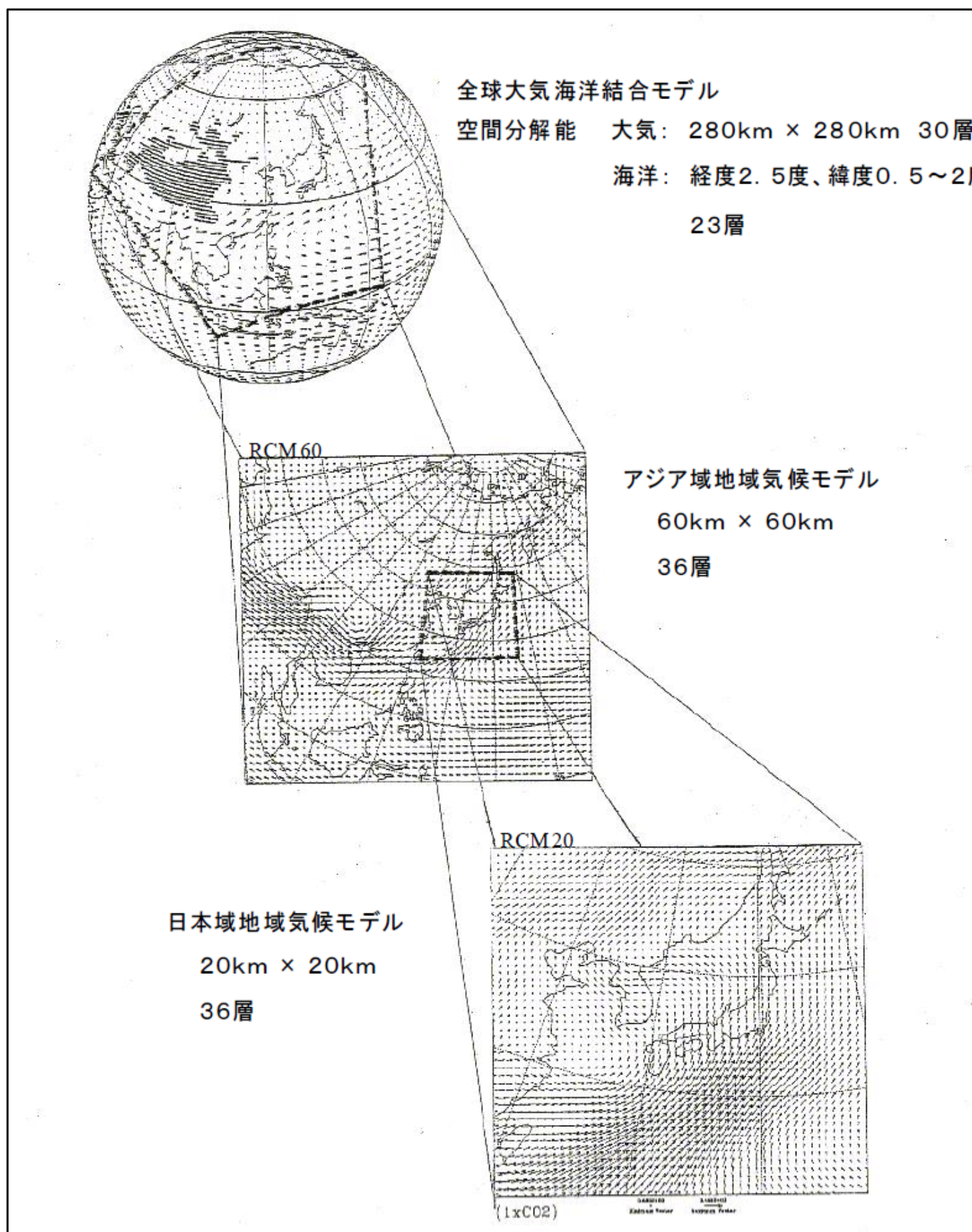
参 考 資 料

**社会資本整備審議会河川分科会
気候変動に適応した治水対策検討小委員会**

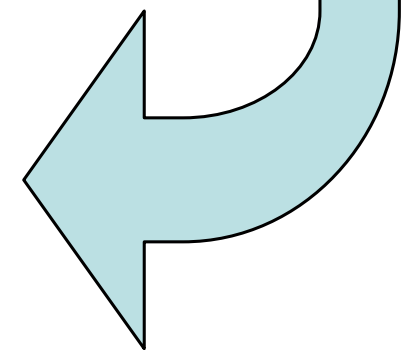
近年、より詳細な地域気候の予測が可能なシミュレーションモデルも開発されている。

地域気候モデル

	GCM20 (General Circulation Model)	RCM20 (Regional Climate Model)
計算の領域	全球	日本周辺
水平解像度	約20km 格子数1920 × 960	約20km 格子数129 × 129
鉛直層数	60層	36層
側面境界条件	全球モデルのため不要	アジア域気候モデル



RCM20の境界
条件の考え方



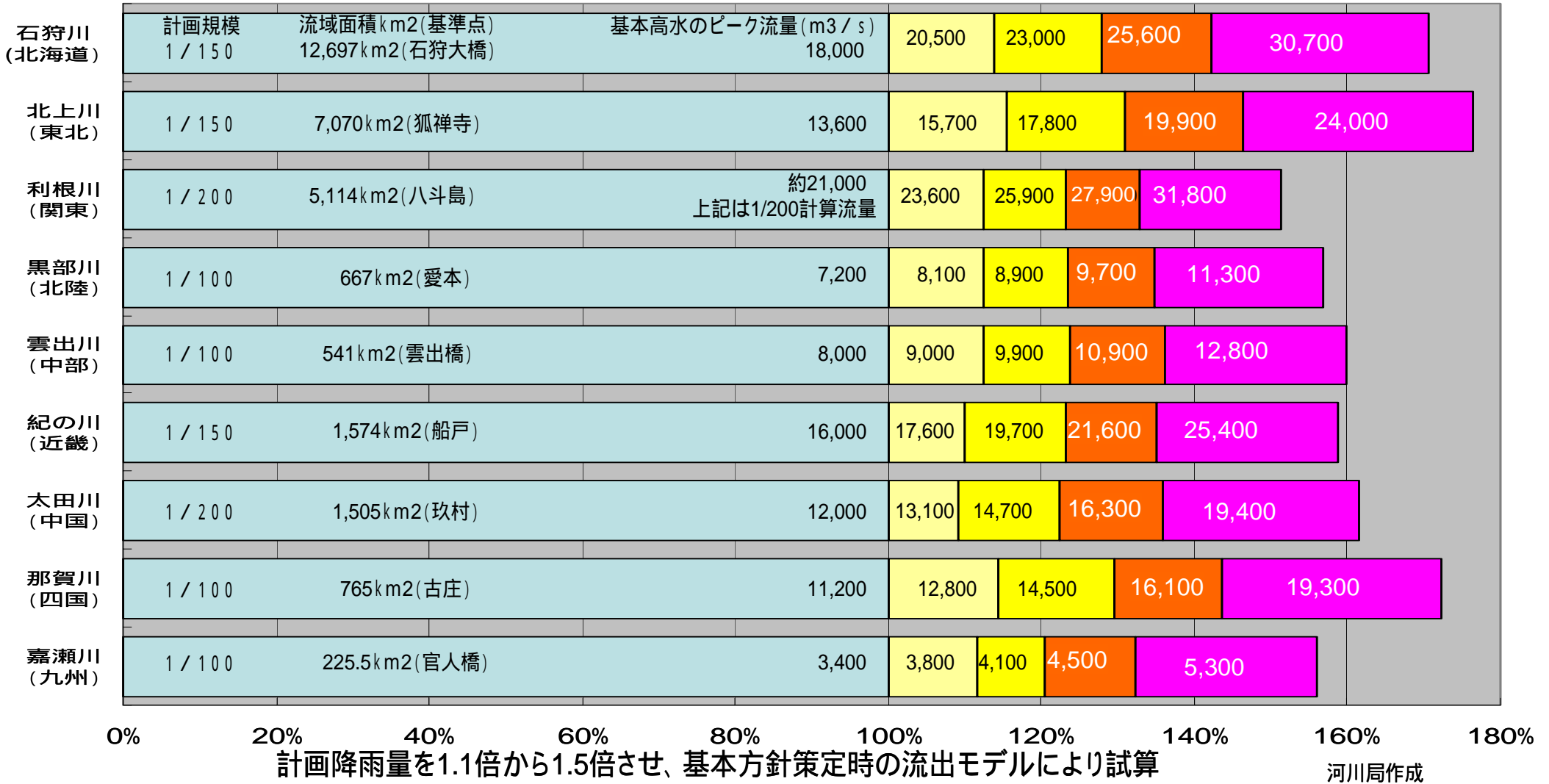
基本高水のピーク流量における 気候変動の影響

本文P15~16
- 3. 外力の増大

各種予測検討では、降雨量が概ね1.0~1.2倍程度。地域によっては1.3倍、最大でも1.5倍程度。そこで、計画降雨量に日単位を採用している全国の1級河川のうち9河川を抽出し、計画降雨量を **1.1倍、1.2倍、1.3倍、1.5倍**とした場合の基本高水のピーク流量を試算

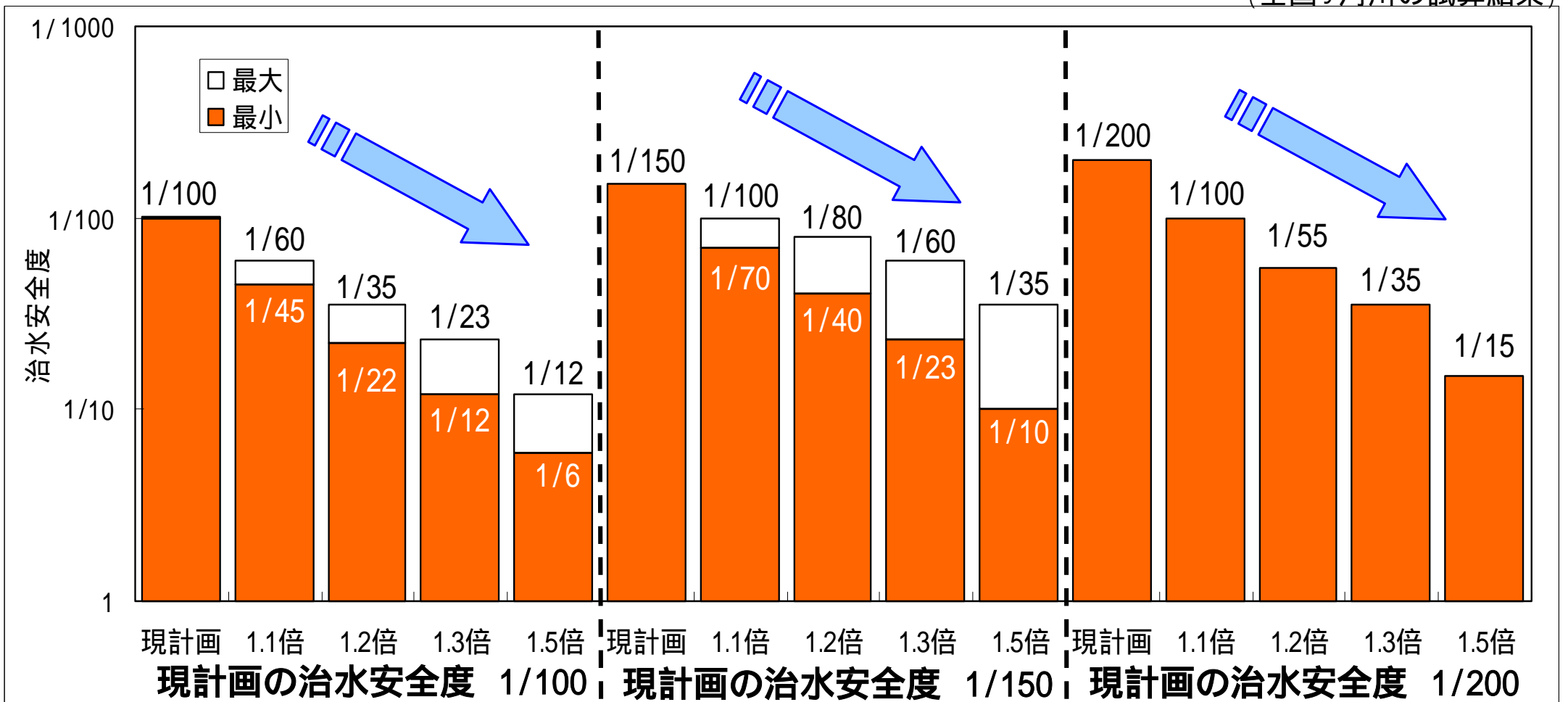
計画降雨量の増加と基本高水のピーク流量の変化

1.0倍 1.1倍 1.2倍 1.3倍 1.5倍
計画降雨量



100年度の降水量の変化が治水安全度に及ぼす影響

(全国9河川の試算結果)



降水量の変化によって

現計画が目標としている治水安全度は著しく低下していく

洪水リスクの評価・管理に関する指令

この指令では、気候変動が洪水発生に与える影響を含めた既往の知見に基づいた洪水リスク評価を2011年までにを行うことを定めたほか、複数の確率規模に対応した洪水ハザードマップや洪水リスクマップを2013年までに作成することとしている。また、洪水リスク管理計画は、これらのマップによる情報を基に2015年までに策定することとされている。計画の見直しの際に気候変動の影響を考慮することも定めている。

洪水リスク予備アセスメント(Preliminary Flood Risk Assessment)の実施
加盟各国は、以下の内容の洪水リスク予備アセスメントを行うことが義務化される。

- A) 流域界及び小流域区分が入った地形及び土地利用がわかる地図。沿岸域(Coastal Area)の範囲もあれば含める。
- B) 大きな影響をもたらした過去の洪水に関する記述。今後も類似のことが起きる可能性がある場合には、浸水範囲、氾濫経路、生じた悪影響の内容の評価もこの中で行う。

洪水ハザードマップと洪水リスクマップの作成

< 洪水ハザードマップ(Flood Hazard Map) >

洪水リスク予備アセスメントの結果を基に、洪水で大きな被害が生じる恐れがある地域を特定し、最も適切な縮尺の洪水ハザードマップ及び洪水リスクマップを作成し、以下のシナリオに対応したものとする。

- A) 低頻度(Low Probability)又は激甚な事象(Extreme Event)対応のもの
- B) 中頻度(再起確率年 100年)
- C) 高頻度

洪水ハザードマップでは、以下の内容を示すものとする。

- A) 浸水範囲、浸水深又は水位
- B) 氾濫流速又は関連河川等の流速

< 洪水リスクマップ(Flood Risk Map) >

洪水リスクマップは、上に示す各シナリオに対応するものとし、以下の内容を示すものとする。

- A) 被災する恐れがある区域内の住民の数の指数
- B) 被災する恐れがある区域内の経済活動種別
- C) 公害防止の観点から別のEU指令で定めている施設やその他の環境上の危険施設

洪水リスク管理計画(Flood Risk Management Plan)の作成

洪水ハザードマップ及び洪水リスクマップを基に、洪水リスク管理計画を策定する。

OECD報告書において、我が国は「影響の評価は進んでいるが、適応対応策の策定が遅滞している。」と位置づけられており、諸外国においては、国土保全の観点から既に温暖化への対策が実施されている

実行中の対策事例				
米国	<p>ニュージャージー州では、気候変動対策で護岸整備に毎年1,500万ドルが割り当てられており、州は<u>将来護岸を必要とするような建設行為を禁止</u>している。</p>	<p>4つの州で海面上昇時に<u>湿地帯および砂浜が内陸に移動できるように、「定期的地役権」方針を導入</u>した。</p>	<p>ニューヨーク市では、気候変動の影響を考慮して<u>低地の汚水処理プラントの周辺に長期的なインフラ対策により洪水防護壁の整備</u>等を検討している。</p>	<p>ディアーアイランド<u>排水処理施設は</u>、海面上昇の影響で防壁を建設する可能性を考慮して、<u>当初の予定よりも高い位置に施設を建設した。</u></p>
英国	<p>イギリスのテムズ川は、洪水防護基準を現状維持する場合、気候変動による海面上昇と高潮洪水地帯での急速な宅地開発の影響で、<u>2030年までに防潮堤の改修が必要になると予想されている。そのため、今後100年間のロンドンおよびテムズ河口保護のために、洪水リスク管理計画(Flood Risk Management Plan)を現在策定中</u>である。</p>			
オランダ	<p>高潮堤やダムは、<u>50cmの予想海面上昇を考慮した設計</u>がなされている。<u>ロッテルダム近郊の高潮堤が海面上昇の影響を考慮した初めての構造物として1997年に建造</u>された。</p>	<p>Technical Advisory Committeeは、<u>海面が85cm上昇し、100年に10%の割合で暴風雨が増加</u>するとした最悪のシナリオで、<u>今後200年間の安全性を保証することを推奨</u>している。</p>	<p>すべての水の護岸構造に関する安全基準を定めているFlooding Defence Actは、大臣により5年毎に改定が求められているため、<u>気候変動に関する最近の見識を5年毎に洪水護岸構造の設計に反映。</u></p>	
オーストラリア	<p>南オーストラリア州政府は、<u>海面の30cmの上昇に対して、沿岸開発の100年間にわたる沿岸浸食に耐えうる安全性確保</u>を求めている。</p>			

水資源問題に関する気候変動に対する国レベルでの活動

「Climate change and water adaptation issues (EEA Technical report)(2007.2)」の
「Annex 1 Country level activities on climate change in relation to water resource issues」より

国名	主な活動
ベルギー	<ul style="list-style-type: none"> ・堤防建設時、60cmの海面上昇を考慮する ・気候変動と海面上昇により2100年までに、洪水リスクレベルは、現在の350年に1回から、25年に1回にまで上昇する
チェコ共和国	<ul style="list-style-type: none"> ・BILAN、CLIRUN、SAC-SMAモデルを使用して、エルベ川、Zelivka川とUpa川流域への気候変動によるインパクトスタディを実施した ・2001～2002年に、水文学者チームは、気候変動の水資源への影響を評価する新手法の実用性を検討した
フィンランド	<ul style="list-style-type: none"> ・気候条件と経済条件のシナリオを設定して、社会全体としての適応戦略を策定した(農林省、2005年)(2005年～2015年の適応策として、洪水リスク地区の一覧表作成と洪水リスク管理総合計画の準備等を認定) ・ハザードのリスク解析手法の開発、地域気候モデルによるシミュレーション及びその結果の地域計画への応用等について研究中である
フランス	<ul style="list-style-type: none"> ・2006年に、水管理の気候変動への適応を目的とした立法上の枠組み(2006年水法)を制定した。 ・洪水ハザードマップは、フランス全土で作成済みであり、インターネットで閲覧可能である。・ミューズ、ロアール、ジロンド、ローヌ川流域における適応策に関する研究を開始した
ドイツ	<ul style="list-style-type: none"> ・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試行している ・バーデン地方とバイエルン地方では、新しい洪水管理計画において、気候変動要因の検討結果(ネッカー流域において2050年には小規模、中規模洪水の洪水流量が約40-50%増加し100年確率の洪水が15%増加する)を取り入れた
アイスランド	<ul style="list-style-type: none"> ・予想される海面水位上昇はアイスランドの新しい港湾の設計においてすでに考慮されている
スペイン	<ul style="list-style-type: none"> ・国家適応戦略を策定済み
スウェーデン	<ul style="list-style-type: none"> ・Rosbyセンターシナリオに基づき、将来の気候変化、平均的な流出量の変化について明らかにした(選択シナリオの差、地域差、季節変動等について明らかにしている)ただし、極端なハザードについては、今後の課題である・適応についての国家戦略は未策定ではあるが、2005年の夏に気候と脆弱性についての政府調査を開始し、2007年10月に調査結果がまとまる予定 調査報告には、種々の分野(社会基盤(道路、鉄道、および通信)、建物、エネルギーと水供給、林業、農業、人の健康、および生物多様性)における、経済上の結果が記述される

アジア諸国の適応策の状況

バングラデシュ	近年の洪水被害への対処として、コミュニティ参加による沿岸の植林、洪水シェルターや、主要な氾濫原における災害情報支援センターの建設等の提案、プロジェクトの実施主体や必要となる予算にも言及(NAPA2005)
ブータン	パイロット地域における地滑り管理、洪水防御対策、Pho Chu 流域における早期警報システムの設置等の提案(NAPA2006)
カンボジア	居住及び農業地域における洪水堤防の建設と復旧、沿岸防御施設の復旧等(NAPA2006)
中国	洪水管理技術、予警報技術等が不足しており、技術移転等の支援を要望(第一次国別報告書、2004)
インド	適応策のためのより正確な気候変動影響予測の必要性について言及(第一次国別報告書、2004)
タイ	適応策のためのより正確な気候変動影響予測の必要性について言及(第一次国別報告書、2000)
インドネシア	具体的適応策についての言及なし(第一次国別報告書、1999)
フィリピン	具体的適応策についての言及なし(第一次国別報告書、2000)
ベトナム	洪水ピーク流量の増加が懸念されており、調節池(150～200億m ³)による適応策を検討(第一次国別報告書、2003)
韓国	政府が各部門における気候変動への適応策の必要性を認識し、水部門では中央と地方における効果的な早期警報システムの構築を目指す(第二次国別報告書、2003)

アジア諸国(日本を除く)は、気候変動枠組み条約における非附属書 国 に属し、適応技術の不足や予算の制約等により適応策を国家施策等に位置付けている例は少ない。なお、後発開発途上国(バングラデシュ、ブータン、カンボジア)に関しては地球環境ファシリティ(GEF)の助成によりUNEPや世界銀行の協力の下、国別適応計画(National Adaptation Programme of Action; NAPA)が策定されている。

発展途上国であり排出削減に関する数値目標を有していない国

(出典) UNFCCC Portal site の各国のNAPA及び国別報告書より作成:
<http://unfccc.int/adaptation/napas/items/2679.php>,
http://unfccc.int/national_reports/non-annex_i_natcom/items/2979.php

- 1 . IPCC 第4次評価報告書 第1作業部会報告書 政策決定者向け要約 【気象庁 仮訳】
- 2 . IPCC 第4次評価報告書 第2作業部会報告書 政策決定者向け要約 【環境省 仮訳】
- 3 . IPCC 第4次評価報告書 第3作業部会報告書 政策決定者向け要約
【財団法人 地球産業文化研究所 仮訳】
- 4 . IPCC 第4次評価報告書 統合報告書 政策決定者向け要約
【文部科学省・経済産業省・気象庁・環境省 仮訳】
- 5 . 地球温暖化予測情報 第6巻 【気象庁】
- 6 . 異常気象レポート2005 【気象庁】
- 7 . 気候変動監視レポート2006 【気象庁】
- 8 . A1Bシナリオの年最大日降水量の比(1978～1999の平均値)/(2080～2099の平均値)の
地域内発生割合(GCM20) 【国土技術政策総合研究所】
- 9 . 地球温暖化に伴う降雨特性の変化と洪水・渇水リスクの評価に関する研究
【土木学会論文集No.796 和田一範、村瀬勝彦、富澤洋介】
- 10 . 平成19年度 日本の水資源 - 安全で安心な水利用に向けて -
【国土交通省 土地・水資源局水資源部】
- 11 . 砂浜に対する海面上昇の影響評価 【海岸工学論文集第40巻 三村信男・幾世橋慎・井上馨子】
- 12 . 洪水リスクの評価・管理に関する指令
Directive of the European Parliament and of the Council on the assessment and
management of flood risks 【European Parliament and the Council】
- 13 . THE THAMES ESTUARY: THE ENVIRONMENT AGENCY'S FLOOD MANAGEMENT
PLANNING TO 2100 【DAVID RAMSBOTTOM(HR Wallingford Ltd),
SARAH LAVERY(Environment Agency)】
- 14 . THAMES ESTUARY - THE APPLICATION OF A REGIONAL SCALE SYSTEMS
ANALYSIS MODEL TO FLOOD RISK MANAGEMENT OPTIONS ASSESSMENT
【PAUL SAYERS(HR Wallingford),BEN GOULDBY(HR Wallingford),
OWEN TARRENT(Environment Agency)】
- 15 . THAMES ESTUARY 2100 Flood Risk Management Forward Planning to meet Future
Needs for London; TE2100 Meeting with GLA Assembly 【Environment Agency】
- 16 . THAMES ESTUARY 2100: ASSET MANAGEMENT STUDIES OF "ACTIVE" TIDAL
DEFENCES ON THE THAMES ESTUARY 【GRAHAM CLARK(Atkins Water &
Environment),BEng CEng MICE, & STEVEN NEWBOLD(Thames Estuary 2100)】
- 17 . The effects of climate change in the Netherlands
【Netherlands Environment Assessment Agency】
- 18 . ClimateSmart Adaptation 2007-12 –An action plan for managing the impacts of
climate change 【Queensland Government】
- 19 . FLOOD MANAGEMENT INITIATIVES IN THE GOLD COAST
【Coastal Cities Natural Disasters Conference,20-21 February 2007, Sydney Hilton ,
Khondker Rahman, Gold Coast City Council)】
- 20 . Climate change impacts and adaptation in coastal Queensland
【Andrew Ash, CSIRO Climate Adaptation,National Research Flagship, 1 August 2007】
- 21 . PROGRESS ON ADAPTATION TO CLIMATE CHANGE IN DEVELOPED
COUNTRIES AN ANALYSIS OF BROAD TRENDS 【OECD】
- 22 . UNFCCC Portal siteの各国のNAPA及び国別報告書
【<http://unfccc.int/adaptation/napas/items/2679.php> http://unfccc.int/national_reports/non-annex_i_natcom/items/2979.php】