

提 言

地球環境の変化に伴う水災害への適応



平成20年（2008年）6月26日

日 本 学 術 会 議

地球惑星科学委員会・土木工学・建築学委員会合同

国土・社会と自然災害分科会

この提言は、日本学術会議地球惑星科学委員会・土木工学・建築学委員会合同国土・社会と自然災害分科会地球環境の変化に伴う水害・土砂災害への対応小委員会での審議結果を、国土・社会と自然災害分科会において取りまとめ公表するものである。

日本学術会議地球惑星科学委員会・土木工学・建築学委員会合同
国土・社会と自然災害分科会委員

委員長	濱田 政則	(第三部会員)	早稲田大学理工学術院教授
副委員長	池田 駿介	(第三部会員)	東京工業大学理工学研究科教授
幹事	寶 馨	(連携会員)	京都大学防災研究所教授
幹事	堀 宗朗	(連携会員)	東京大学地震研究所教授
	市村 強	(特任連携会員)	東京工業大学理工学研究科准教授
	今村 文彦	(連携会員)	東北大学工学研究科教授
	沖村 孝	(連携会員)	(財)建設工学研究所常務理事、神戸大学名誉教授
	亀田 弘行	(特任連携会員)	防災科学技術研究所教授
	川島 一彦	(連携会員)	東京工業大学理工学研究科教授
	日下部 治	(連携会員)	東京工業大学理工学研究科教授
	小松 利光	(連携会員)	九州大学工学研究院教授
	竹内 邦良	(連携会員)	(独)土木研究所水災害リスクマネジメント国際センター(ICHARM)センター長
	当麻 純一	(連携会員)	(財)電力中央研究所地球工学研究所長
	林 良嗣	(連携会員)	名古屋大学環境学研究科長
	林 春男	(特任連携会員)	京都大学防災研究所巨大災害センター教授
	望月 常好	(特任連携会員)	(財)リバーフロント整備センター審議役
	依田 照彦	(連携会員)	早稲田大学理工学術院教授

地球環境の変化に伴う水害・土砂災害への対応小委員会委員

委員長	池田 駿介	(第三部会員)	東京工業大学理工学研究科教授
幹事	小松 利光	(連携会員)	九州大学工学研究院教授
	石井 弓夫		(株)建設技術研究所会長
	今村 文彦	(連携会員)	東北大学災害制御研究センター教授
	沖 大幹		東京大学生産技術研究所教授
	鬼頭 昭雄		気象庁気象研究所気候研究部長
	佐藤 慎司		東京大学工学研究科教授
	寶 馨	(連携会員)	京都大学防災研究所教授
	竹内 邦良	(連携会員)	(独)土木研究所水災害リスクマネジメント 国際センター (ICHARM) センター長
	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
	望月 常好		(財)リバーフロント整備センター審議役
	山田 正		中央大学理工学研究科教授

報告書及び参考資料の作成にあたり、以下の方々にご協力頂きました。

重川希志依	富士常葉大学環境防災学部教授
鈴木 康弘	名古屋大学環境学研究科教授
坪香 伸	国土技術政策総合研究所所長
中島 正愛	京都大学防災研究所地震災害研究部教授

要 旨

1 作成の背景

日本学術会議「地球規模の自然災害に対して安全・安心な社会基盤の構築委員会」では、平成19年5月30日に對外報告「地球規模の自然災害の増大に対する安全・安心社会の構築」を取りまとめ、報告した。その中では、地球規模の自然災害についてのこれまでの我が国の対応について概観し、来るべき自然・社会の変化を受けて社会基盤・社会システムのあるべき方向性について包括的に議論した。また、国土交通大臣の地球規模の自然災害に関する諮問に対して、答申を行った。また、同年に沖縄で開催されたアジア学術会議では災害のセッションが設けられ、上記の成果を中心に発表がなされた。

本提言では、この對外報告および答申に基づいて、地球規模での気候変動や我が国の社会構造の変化を踏まえ、特に水災害についてより具体的な災害対策のあり方を検討し、公表するものである。

2 現状および問題点

我が国では、最近30年間の日降水量200mm以上の大雨の日数が、20世紀初頭の30年間に比べて約1.5倍に増加しており、この原因として地球温暖化の影響が現れている可能性が指摘されている。IPCCの第4次報告では、低位予測においても約2°Cの気温上昇は避けがたく、温室効果ガス濃度を安定化させたとしても、現在進行している温暖化及び海面水位の上昇が何世紀にもわたって継続することになると考えられている。

社会的には、大都市圏に人口・資産がますます集積する一方で、地方では経済の衰退と高齢化社会が進行している。中小都市では中心部の衰退が進行し、農山漁村ではいわゆる限界集落が増加しつつあり、自然災害に対応するための機能維持が困難となっている。

このような状況下では、温室効果ガス排出の削減を目的とする緩和策（ミティゲーション）とともに、水・土砂災害に対して脆弱な国土を有する我が国では、気候変動に対処するための適応策（アダプテーション）が極めて重要である。適応策については、ヨーロッパを中心に広く認識され、各種報告書が提出されている。それに較べて、我が国では温室効果ガス削減に向けた取り組みの議論は盛んに行われているが、政官民ともに適応策の重要性の認識が弱く、迫り来る水・土砂災害増大の危険性に対して関心が薄いと言わざるをえない。さらに、国民の間では、災害に対する経験が希薄になり、知識は不十分、意識や備えは低いという状況が続いている。

一方、アジアに目を向けると気象激甚化の影響を受けて、本年5月にミャンマーで発生した未曾有の大水害に見られるように、アジアの河川下流

三角州地帯では洪水災害が頻発し始めている。アジア・モンスーン地帯にあって、これらの国と自然および社会地理が似ている我が国は、これまでの知見や将来の技術開発も含めて支援を強力に実施すべき時が来ている。

3 提言の内容

(1) 適応策の推進

我が国は、地球温暖化対策として温室効果ガス排出を削減するための緩和策を推進してきたが、それとともに、地球温暖化に伴う気候変動による水災害を軽減するための適応策の重要性を認識し、その実施を強力に推進すべきである。

(2) 国際社会への貢献

重要な国際会議などの場において、我が国は以下の基本方針を表明し積極的に国際社会に貢献するべきである。

① 適応策の中心は水防災であり、政府は世界の水災害問題の解決に最大限の努力を払う。その中で、人命救助は最優先課題であり、そのために、政府は、観測・予警報・水害危険度マップ作り等に協力するとともに、アジア・モンスーン域の持続的発展を支える流域共生圏を管理するための政策・技術を支援する。また、これらに関連した能力開発プログラムを提供する。

② 防災は開発計画の一環に組み込まれていなくてはならず、これを実行に移すため、政府はすべての開発支援計画に、災害リスク影響評価を義務付ける。

目 次

1	はじめに	1
2	適応策がなぜ必要か	3
	（1）適応策の考え方	3
	（2）災害免疫力の視点	4
3	適応策のための方策	6
	（1）災害認知社会の構築	6
	（2）物的・社会的インフラの整備	7
	（3）復旧・復興対策	8
	（4）適応策のための研究開発	10
4	国土構造の再形成	10
5	水防災分野の国際貢献	11
	<用語解説>	13
	<参考文献>	15
	<参考資料>	
	委員会審議経過	17

1 はじめに

世界の多くの地域で異常多雨の出現数が増加しており、我が国でも、最近 30 年間では、日降水量 200mm 以上の大雨の日数が 20 世紀初頭の 30 年間に比べて約 1.5 倍に増加している。また、日降水量で見ると、長期的に弱い降水が減る一方、強い降水が増加する傾向がある。一方、月降水量で見ると、異常少雨の出現数が長期的に増加する傾向がある。この原因として地球温暖化の影響が現れている可能性が指摘されている。IPCC の第 4 次評価報告書¹⁾によると、温室効果ガス排出量が現在の割合もしくはそれ以上の割合で継続される場合には、温暖化がさらに進むことになり、20 世紀中に観測された変化よりも大きい変化を 21 世紀中に地球の気候系にもたらすことになる。更に、安定化カテゴリーに対応するシナリオでは、温室効果ガス排出量を大幅に削減する低位予測においても最終的には約 2°C の気温上昇は避けがたい。温室効果ガス濃度を安定化させたとしても、人為的な温暖化及び海面水位の上昇が何世紀にもわたって続くことになる。このような地球環境の変化は、洪水や高潮などの水災害の規模や頻度に大きな影響を与える。

我が国では、過去 100 年以上にわたる長期間の気象観測データをもとに確率の概念を導入して、洪水のための治水計画を策定してきた。しかし、気象現象がこれまでの定常的なパターンからいわば非定常確率過程に入った今、我が国の大河川の基本的な確率降雨である 1/200 確率降雨（200 年に一回起こる規模の降雨）が、はるかに高い頻度で起きるようになる危険性が高まっている。すでに、時間雨量 50mm の年間出現頻度は、S51～S60 では 209 回、S61～H7 では 234 回、H8～H17 では 288 回と増加しつつある。

我が国の国土は、例えば人口の 1/4 強が住む関東地方の沖積平野部では洪水時の河川水面よりも低い土地が大半を占め、人口・資産が集積している東京の低平デルタ地帯では海面下の土地が多いため、洪水や高潮に対する脆弱性が先進諸外国に較べて格段に高い。2007 年 12 月の OECD 報告書²⁾は、東京、大阪、名古屋などの危険性を名指して指摘している。

社会的には、大都市圏に人口・資産がますます集積する一方で、地方では経済の衰退と高齢化社会が一段と進行している。中小都市では中心部の衰退が進行し、農山漁村では中山間地域を中心としていわゆる限界集落（用語解説参照）が増加しつつあり、自然災害に対応するための機能維持が次第に困難となってきている。

このような状況下では、温室効果ガス排出を削減する緩和策と共に、水・土砂災害に対して脆弱な国土を有する我が国では、気候変動に起因する災害に対処するための適応策が極めて重要である。この適応策については、ヨーロッパを中心に広く認識され、欧州委員会（EC）³⁾は「欧州における気候変動への対応：EU の行動のオプション」（2007 年 6 月）を取りまとめている。それに較べて、我が国では温室効果ガス削減に向けた取り組みの議論は盛んに行われているが、政治・民間ともに適応策の重要性に関する認識が弱く、増大する水・土砂災害の危険性に対して関心が薄い。自然および社会的に災害に対する脆弱性が高い我が国は、むしろヨーロッ

パ・北米諸国に先駆けて適応策に強力に取り組む必要がある。

一方、アジアに目を向けると気象激甚化の影響を受けて、本年5月にミャンマーで発生した未曾有の大水害に見られるように、アジアの河川下流三角州地帯では洪水災害が頻発し始めている。アジア・モンスーン地帯にあつて、これらの国と自然および社会地理が似ている我が国は、これまでの知見や将来の技術開発も含めて支援を強力に実施すべき時が来ている。

以上の背景を踏まえ、本報告では、適応策に関する諸施策のうち特に多すぎる水としての水災害を対象に、新たな観点から取り組む必要のある事項についてとりまとめ、以下の提言を行っている。

(1) 適応策の推進

我が国は、地球温暖化対策としての温室効果ガス削減のための緩和策を推進してきたが、それとともに、地球温暖化に伴う気候変動による水災害を軽減するための適応策の重要性を認識し、その実施を強力に推進すべきである。

(2) 国際社会への貢献

重要な国際会議などの場において、我が国は以下の基本方針を表明し積極的に国際社会に貢献すべきである。

- ① 適応策の中心は水防災であり、政府は世界の水災害問題の解決に最大限の努力を払う。その中で、人命救助は最優先課題であり、そのために、政府は観測・予警報・水害危険度マップ作り等に協力するとともに、アジア・モンスーン域の持続的発展を支える流域共生圏マネジメント（用語解説参照）のための政策・技術を支援する。また、これらに関連した能力開発プログラムを提供する。
- ② 防災は開発計画の一環に組み込まれていなくてはならず、これを実行に移すため、政府はすべての開発支援計画に、災害リスク影響評価を義務付ける。

なお、専門的用語については、付録に〈用語解説〉を付けている。

2 適応策がなぜ必要か

(1) 適応策の考え方

水災害に対する適応策は、水災害に対して適応能力 (Adaptive Capacity, 用語解説参照) が高く強靱な社会 (Disaster Resilient Society) を目指すことである。水災害に対する強靱さ (Disaster Resilience) は、以下の 4 つの要素から成り立っている。

① リスク認知/リスク評価 (Risk Awareness/Risk Assessment)

リスク認知/リスク評価は、誰もが地球温暖化とそれがもたらすさまざまな影響について正しく理解し、それに対して適応するための行動を自ら選択すると共に、社会がそうした行動をとることを支持するようになることをさす。いわば、適応策の方向性を決定する大前提である。いわゆる災害認知社会 (Disaster Awareness Society) の根幹部分に相当するものと考えられる。

② 物的・社会的インフラ (Infrastructure)

物的・社会的インフラは、社会活動の継続性を保証する社会全体の投資の成果であり、適応策にとってきわめて重要な要素である。防災施設はもとより、供給処理系ライフラインや道路・交通・通信だけでなく、社会の基幹サービスである教育や医療の提供も物的・社会的インフラとしてとらえ、その機能保護をはかることは極めて大切である。これが狭義の「公助」に当たるといえる。また物的・社会的インフラは物理的な面だけでなく、社会関係資本 (Social Capital, 用語解説参照) をも含み、その中では人材育成もインフラ整備の一環としてとらえることができる。

③ 抵抗力 (Resistance)

抵抗力は、災害外力に対して施設・社会が耐える力を指す。従来、防災でいうミティゲーション (Mitigation) はこれを指す。最近国連はプリベンション (Prevention) という概念を使い始めている。我が国では防災に関するミティゲーションは施設・構造物整備が中心であるが、土地利用の在り方も重要な方法であり、地球温暖化、とくに長期的に継続することが危惧される海面上昇を前提とした土地利用のあり方は、今後重要になると考えられる。

抵抗力は継続性が重視される面では物的・社会的インフラと同様であるが、民間の施設や活動の継続も含んでおり、対象とする範囲ははるかに広い。

④ 備え (Preparedness)

備えは、災害が抑止できない場合を想定した社会の適応策をさす。途上国では防災というと災害発生直後の応急対応だけを視野にした備えに限定される場合が多い。しかし、災害からの社会の立ち直り全体をその視野に入れることも重要である。これが狭義の強靱さ (Resilience, 用語解説参照) になる。具体的には、復旧のみならず、時間を視野に入れ長期的な復興にまで拡大することや、経済活動・被災者の心理的なストレスの問題まで対象を拡大することが重要である。また、後述する「災害免疫力 (Anti- Disaster Immunity)」もこの一部を構成する。

以上の適応に関する概念を図 1 に示す。

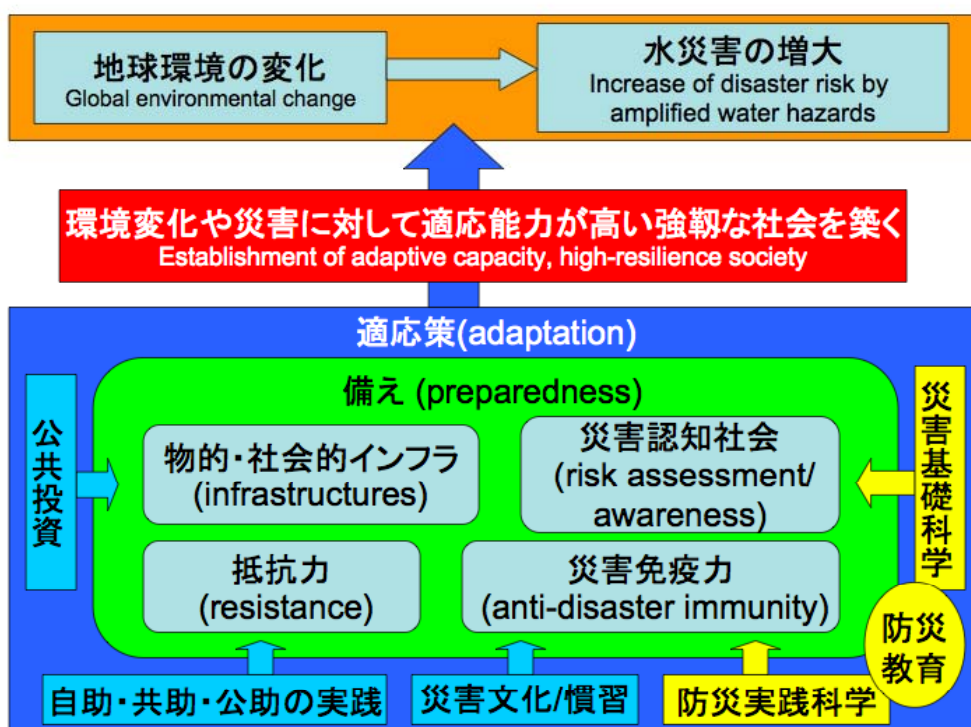


図1 地球環境の変化に伴う水災害への適応の概念図

これらを整備することが、地球温暖化がもたらす水災害に対処するための社会の適応力を高めることになる。以下では、地球温暖化による災害外力の上昇と自然・社会が持つ防災力間の非平衡性の増大と、それに対応するための水災害に対する適応策の必要性について述べる。

(2) 災害免疫力の視点

気候は変動を繰り返しながら、永い年月をかけて現在の国土を造り上げてきた。人間社会を襲う自然災害に対して人類は、被災という経験を通してその日々の営みの中で適応し、人工的な防災施設による抵抗力とは別に一種の「災害免疫力」とも呼べるものを高めてきた。自然界もまた同様である。被災のたびに災害に順応し、防災インフラの整備などを背景に常時経験する発生頻度の高い中小災害に対してはかなりの程度まで被害を抑えられるようになっていた。つまり、発生頻度の低い巨大災害が発生しない期間においては、自然界ならびに人間社会は中小災害に順応して災害免疫力が形成され、災害外力とほぼ平衡状態を保つまでに至っていたと理解することができる。一方、常時経験する規模を越える災害に対しては災害免疫力が無く、意識もされていない。

しかしながら、最近の地球環境の変化によると思われる災害外力の急激な上昇によって近い将来このバランスが大きく崩れ、新たな非平衡状態が生じることが危惧

されている（図2）。このことが、水災害に対する適応策が必要である所以となっている。

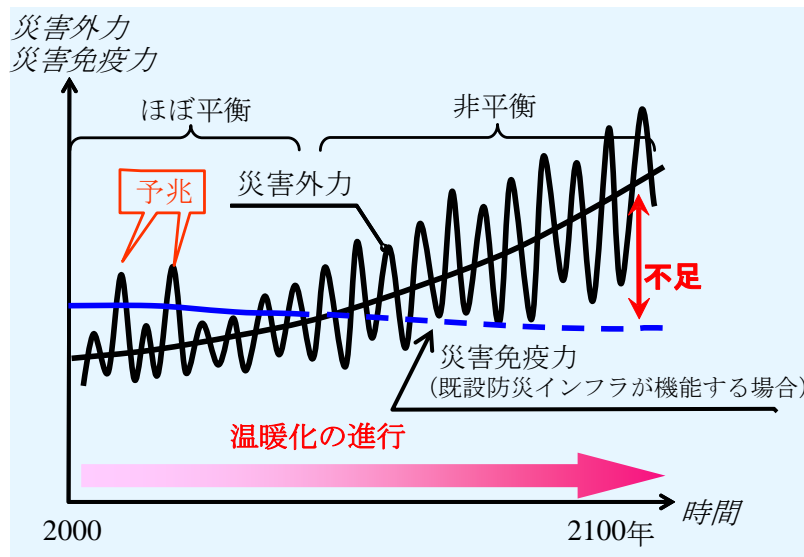


図2 災害免疫力の相対的な低下

災害免疫力は以下の3つの要因から成り立つ。

① 自然界の災害耐力（自然界の免疫力）

自然界も生物と同様厳しい風雨に晒されていると免疫力が付いてくる。例えば土砂災害でいえば、崩れやすいところは既に崩れてしまって崩れにくいところだけが残ることにより風雨に対する抵抗力は増加する。2003年台風10号により北海道沙流川・厚別川流域にこの地方では近年経験のない24時間雨量で300mmを超える降雨があったが、至る所で多数の斜面崩壊が起これ、それが多くの流木を発生させ、橋梁の流出などの大被害の原因となった。ところが、元々雨の多い九州では24時間300mm程度の降雨ではこれほどの被害は生じない。また2004年の台風18号では、札幌で最大瞬間風速50m/sを記録したが、札幌市内の街路樹の大木や北大のポプラ並木が倒れた。台風に頻繁に襲われる沖縄では、これだけ多くの樹木の倒壊は見られない。災害外力が急激に増加してくると、自然界も災害に対して免疫のない状態となり、どこが破綻するか分からない極めて危険な状況が現出する。

② 住民の防災意識、地域社会の復旧力

災害外力の増大とともに住民も大きな被害を経験することになるため、住民の防災意識も次第に上がっていくが、これまでに経験したことのない災害に遭遇すると、判断能力を失ってパニックになるなど大きな人的・資産的犠牲を払うことになる。また被災後の速やかな復旧には、地域社会の復旧力や地方建設業の力なども欠かせない。

③ 社会生活基盤と備え

例えば、日常の社会生活のための設備の質によっても災害に対する免疫力は大きく異なってくる。2003年8月ヨーロッパを熱波が襲った。パリでは38℃以上の日が10日以上も続き、熱中症によりフランスで約15,000人、ヨーロッパ全体で約

30,000人の死者が出た。通常夏の涼しいフランスでは冷房を持たない家庭が多く、熱波に対応できなかつたためである。これが通常夏が暑い冷房の完備した都市であれば異なった結果になっていたと思われる。また、台風の来襲が頻繁な沖縄では建物の9割が鉄筋コンクリート構造で風雨に強い構造となっているが、他の地域ではそうではない。このように従来の災害外力の程度に応じて人間社会の生活基盤も整備されてきていた。

今後の災害外力の短期間の上昇に対応して災害免疫力を構成する上の3つの要素を全て向上させるには、長い時間と多額の経費と多くの経験が必要となる。従って、災害外力の増大に対して災害免疫力の向上が追いつかず、今後その不足が生じて非平衡状態となることが予想される。わずか数十年から百年程度の期間で生じるこのような急激な非平衡化は、自然界にも人間社会にも災害に対して免疫のない無防備な状態を作り出し、いつどこがどのような形で破綻するか皆目分からない極めて危険な状態となる。しかしながら、この非平衡状態の怖さがほとんど認識されていない。このような状況下では、従来から対象としてきた災害外力の増大に対応するだけの適応策だけでは不十分である。想定外の大規模な被害を防ぐための適応策として、早急に災害免疫力の素因の抽出と定量評価、ならびに温暖化に伴って自然界や社会に生じる軽微な予兆・前兆から災害や環境変化の芽を見つけ、予知・予防する新しい学問・技術分野の構築が不可欠である。

3 適応策のための方策

(1) 災害認知社会の構築

自分の命は自分で守る、というのが防災の基本である。「災害は忘れた頃にやってくる」と言うが、忘れるどころか経験していない場合も多い。特に、地球規模的な環境変化の中で災害の態様も規模も変化している。災害のことを知らずして自分の命を守れるのか。こうした観点から、災害認知社会の構築を強調したい。災害に対して安全・安心な災害認知社会であるための基本的な要件として、普段から自然災害について意識し、正しく知っていること(Awareness)が必要であり、その上で備え(Preparedness)が求められる。備えにより、災害が起こる前の予防に加えて、起こったときに適切に対処できなければならない。

このように、個々人が自然災害に対する知識・知恵を持ち、備えができていることが必要であるが、現代社会はこの点に関して甚だ心許ない状況である。水災害に焦点を当てると、その理由は以下のようなものである。

昭和20年～40年代の激甚な水災害の経験がすでに風化している。当時と比べて、その後、河川整備、治山・砂防がある程度進み、「常襲地帯を除いて災害体験が少ない。行政の災害対応部局の職員ですら災害体験がない。担当者が短期的に交代している。専門員がほとんどいない。核家族化や新住民の移入が進行している。」などにより、地域における災害経験、災害対策の伝承が困難になっている。少子高齢化、過密と過疎化、産業構造の変化などにより、大都市や過疎化が進行している農

山漁村で特に災害脆弱性が高まっている。開発などによる流域条件の変化により、過去の経験どおりのことが起こるとは限らない。地球環境の変化により、過去には経験したことのないような現象が起こりうる。

災害認知社会構築のためには、教育が重要である。初等・中等教育の段階から、地域における自然災害発生の可能性に関する教育を実施し、高等教育においては地球環境変化（温暖化影響や人口動態、社会経済的变化）と防災対策に関する科学的かつ実践的教育を推進するべきである。また、こうした教育のできる教員の養成と教材の開発が必要である。なお、地域における防災リーダーの養成のための教育・研修機会を拡充するべきであるが、そのためには行政・学界・産業界の支援が求められる。

また、社会全体の自然災害に対する脆弱性を評価・公知し、国民の防災意識を向上させる方策が必要である。そのために、現象（何が起こるか）と対応策（どうしたらよいか）が分かりやすい水害危険度マップ等の作成とその効果的な普及・利用が求められる。

（２）物的・社会的インフラの整備

物的・社会的インフラによる適応策は、物理的な施設によるもののみでなく、社会全体が有する資本の総体として捉えるべきである。我が国では、地域コミュニティが衰退している。災害時にお互いが助け合う、かつて我が国の社会が有していた共助（Social Capital）の再構築が必要である。これは災害に対する社会技術とも言え、そのような活動を行うNPOなどの育成も必要である。

災害脆弱性の克服には、情報システム（Information Systems）の整備が必要である。正確な情報提供は、災害を大幅に軽減させる。この情報提供は、予測・予知情報から復旧・復興情報にいたるまで幅広く含まなければならない。また、水・エネルギー供給、医療の提供、などのライフライン系の整備・維持も大切である。

一方、構造物などにより一定程度までの災害を防御する抵抗力の増強は、従来にも増してその重要性が増大している。降雨等の増大傾向を分析し、スピード感を持って新たな防災施設整備に反映させていかねばならない。オランダはもとより、米国でも1/500確率の洪水で越水しない堤防を最近完成させたとの報告⁴⁾がある。また、大洪水が起きても一定の機能を果たせるよう、堤防の継続的な点検・管理や、利水容量と洪水容量の弾力的運用などのダム of 適切な管理が必要である。その際、従来の「建設」することを中心とした技術だけでは不十分であり、適応して「管理」していくための新たな技術体系の確立に向けた体制整備が急務である。また将来は、穴あきダムなどの治水専用ダムの設置も考慮にいれるべきであろう。これらのためには、地球シミュレータなどを活用した地域ごとの詳細な気候変動予測が欠かせない。

このような治水施設による防御に加えて、都市をはじめとする地域を耐水性が高い構造に変えていく必要がある。気候変動によって、従来考えられなかったような大洪水が発生した場合、治水施設のみによる対応は困難である。これに備えて都市

自体を耐水構造化する必要がある。これには、水害に強い住宅造り、大都市の地下浸水対策、なども推進しなければならない。さらには、土地利用のあり方自体も今後視野に入れておくべきであろう。

(3) 復旧・復興対策

地球温暖化の進展に伴って、洪水・高潮などによる被災をあらかじめ想定し、事前に復旧・復興対策を検討しておくことの重要性が増大している。大規模な水害発生後に復旧・復興対策が適切に行われなかった場合には、地域の存続そのものが危ぶまれ、その後の経済活動に甚大な影響を与えることとなる。更にはその被災が我が国の中核都市である場合、我が国自体の安全保障やひいては世界経済にまで影響を及ぼすことも懸念される。

過去に、特に先進国において、直接的な被害軽減に向けた取り組みは数多くなされてきたが、被災後の復旧・復興対策に焦点を当てたものは未だ少数にとどまっている。しかし、温暖化の進展に加えハリケーン・カトリーナによる大災害などを契機に世界各国で検討や取り組みが始まりつつある。米国では、交通網を対象とした適応策のあり方について、最近複数の報告書^{5,6)}が出されたが、復旧・復興対策の具体化にまでは踏み込んでいない。復旧・復興のあり方を検討する際の重要な要素である地域経済への影響把握については、従来から産業連関表を用いた分析・評価などの取り組みが行われている^{7,8)}が、カトリーナのような大規模な災害に適用できるかどうかは、詳細な現象解明が出来ていないという点で疑問が残る。

また、英国では、昨年⁹⁾の2度にわたる洪水を教訓として種々の検討が進められている。その過程で、最近、復旧・復興対策が新たな検討対象として付け加えられた⁹⁾。

復旧・復興に大きな役割を果たすと思われる水害保険のあり方については、カトリーナ等によって大きな影響を受けた米国などにおいて検討が進められている^{10,11)}。ただ、保険会社や再保険会社の支払能力確保のために新たに登場した Cat ボンド（用語解説参照）などによる資本市場の資金量は、急激に増加はしているものの、まだ大きな比率を占めるに至っていない。保険購入者の選考性への対応や被害軽減へ向けた自助努力の醸成方策、低所得者層対策、政府による関与の程度のあり方など解決すべき課題も多い。何よりも、地球環境の変化による被害発生¹²⁾の頻度や程度について、保険システム全体が正常に機能するような精度を持った予測が出来るかどうか¹³⁾が鍵を握っているように思われる。

我が国では、内閣府の「大規模水害対策に関する専門調査会」¹²⁾が、利根川、荒川水系を対象に被災後の対策検討を進めている。詳細な被災想定はまず第一歩だが、この結果を活用し検討をすすめることにより、この専門調査会が今後の復旧・復興対策に果たす役割は大きい。検討の過程でライフライン管理者との情報共有が進んだことも意義深い。物的・社会的インフラの早期復旧は重要だが、特に破堤後の排水に要する期間の長短は、事後の復旧・復興に大きな影響を与えると思われる。その際、カトリーナの例に見られるように、期間短縮には排水ポンプの機能確保がキ

ーポイントとなる。排水ポンプ施設の耐水化や燃料補給路の高さの確保などの施設に関する事前対策について、その重要性を排水所要期間の差という数値で提示したことは注目に値する。

国土交通省中部地方整備局は非常に多くの関係機関と共に「東海ネーデルランド高潮・洪水地域協議会」を組織し、具体的な被災想定に基づいて「危機管理行動計画（第一版）」¹³⁾を策定した。そこでは広域的な避難計画の策定を呼びかけるなど、関係機関と共に意識改革を目指していることは価値のある試みである。応急対策のみならず復旧・復興対策にも焦点を当てた計画の更なる具体化・改定を期待したい。

現在の取り組み状況を踏まえ、復旧・復興対策に関し、以下の施策の実行が必要である。

① 詳細な被災想定に基づく復旧・復興対策検討の全国展開と事前対策の推進

事前対策に勝る復旧・復興対策は無いと言われている。内閣府や国土交通省中部地方整備局が行っているような詳細な被災想定に基づいた検討過程を通じて、ハード・ソフトの事前対策の具体化が図られ、またその重要性が国民全体の共通認識となる。このため、今後はこうした取り組みを全国的に展開し、事前対策の推進を図るべきである。

② 物的・社会的インフラ復旧期間が与える諸影響についての検討の実施

被災者への心理的・精神的な影響や健康への影響、更に地域文化などへの影響は、復興期間の長期化とともに増大する¹⁴⁾。また、経済活動については、その中枢機能がダメージを受けた場合、時間の経過とともに影響が急激に増幅する恐れが強い¹⁵⁾。このため、復興本格化の前提となるインフラ復旧に要する期間に着目し、その長短が与える諸影響について検討を実施し、その結果を住民や産業界などと共有すべきである。また、その結果をインフラ復旧の事前戦略に反映させるべきである。

③ 防災性の向上を考慮した復旧・復興のあり方

温暖化の進展を踏まえると復興に際して防災性の向上を組み込むことが欠かせない。例えば、我が国では伊勢湾台風後の復興に際して名古屋市が耐水性建築構造を義務付けたが、その後、災害危険区域などを除いてこうした取り組みは行われていない。被災後には時間が限られるため、事前に防災性の向上に関する検討を行うておくべきである。

④ 水害保険に関する検討の実施

従来から水害保険のあり方については種々の検討がなされている。今後は、大規模水害を想定した上で上記の検討と連動し、個人や企業の減災努力を助長する効果を持つ仕組みとして機能するよう更に検討を進めるべきである。

⑤ 適応能力の継続的な把握

新たな防災施設整備の進捗状況に加え、被災後の復旧・復興対策への取り組み状況を加味して、各地域の適応能力を継続的に把握していくことは、気象条件の変化に的確に追従していくための基本である。復旧・復興分野の今後の加速的な取り組みの展開が求められる。

(4) 適応策のための研究開発

地球温暖化に伴う気候変動の影響は地域によって異なる。我が国は、亜熱帯から亜寒帯までにいたる南北に長い国土を有しており、そのために気候変動による降雨変化を地域ごとに詳細に検討する必要がある。地球シミュレータなどによる高精度できめ細かな地域ごとの将来予測が必要である。

防災に関連した各研究機関は、治水施設を従来の発想とは異なる災害免疫力という視点から捉え、研究開発する必要がある。想定外の大規模な被害を何としてでも防ぐために、早急に災害免疫力の素因の抽出と定量評価、ならびに温暖化に伴って自然界や社会に生じる軽微な予兆・前兆から災害や環境変化の芽を見つけ予知することにより、事前に大災害を予防する新しい学問・技術分野の構築が不可欠である。また、新しい視点からの減災技術の開発が喫緊の課題である。例えば、天然ダム崩壊対策としての大水深水位モニタリングシステム、上流の大規模斜面崩壊まで考慮した穴あきダムの構築等、が挙げられる。

4 国土構造の再形成

以上述べたような個別課題とともに、地球温暖化に対しては、中長期的な視点からパラダイム変換ともいえるべき国土構造の再形成を視野に入れておく必要がある。

国土構造については、現在までの社会・経済構造が今後も継続するとした場合には、人口と資産が集中している大都市圏と過疎が進行する地方とでは適応策の考え方・方法が異なってくることも有り得る。

我が国の大都市は海に近い低平地に立地していることから、地球温暖化による洪水の強大化や、海水面の上昇とあいまって水災害の危険性が特に高まる。大都市圏では大洪水時に堤防が破綻するとその被害は甚大なものとなり、我が国の政治的・経済的安全保障上重大な事態に陥る危険性がある。また、国民の心理的打撃も大きいものになるであろう。このような場所では、高規格堤防（用語解説参照）のような防災施設の建設を積極的に進めるべきであろう。

一方、地方では人口が減少するとともに、都市郊外に居住空間などが拡大している分散型社会構造を支えてきた安価なエネルギー供給の不確実性が高まる状況下において、行政サービスが非効率となる分散型社会構造を取ることは次第に困難になる。このことから、自然災害に対しても強いコンパクトな都市・農山漁村づくりに向けた投資が検討されるべきである。つまり、居住や経済活動に適する場所をコンパクトに選択することを視野に入れる必要がある。このような場合、例えば道路と堤防の機能を一体化させたり、輪中提のような洪水対策も考慮されるべきであろう。人口減少・高齢化社会を迎えて将来経済規模が次第に縮小することも考えられる我が国では、このような適応策のための効率的投資が求められる。このとき、全国一律ではなく、個々の流域・地域の特性や脆弱性を十分に把握した上で評価・投資することが必要である。

一方、地球温暖化は、今後、社会・経済構造のみならず人の価値観にまで影響を

及ぼす可能性がある。その場合には別のシナリオを検討する必要があるだろう。いずれにしても、もともと沖積平野に人口・資産が集中する一方、食糧生産の多くを他国に依存するという我が国の脆弱な社会・国土構造は最重要の検討対象であり、リスク分散や持続可能性といった視点も含めて総合的に議論を進める必要がある。つまり、国土構造の再形成を視野に入れた総合的な検討の推進が必要である。その中では、持続可能性が高く、安全・安心な国土構造の再形成を視野に入れて、国民の居住選択や価値観、グローバリゼーションの中での地方経済の維持・発展の可能性、大都市への経済基盤集中を地方に分散させることのメリット・デメリットの比較、国・地方自治体・民間の果たすべきそれぞれの役割などについて、国土構造のあり方について中長期的視点に立って総合的な分析を進め、我が国が取るべき方向性を見定めなければならない。

5 水防災分野の国際貢献

COP13（気候変動枠組条約第13回締約国会議）は Bali 行動計画において、地球環境の変化対策のためには、緩和策と並んで適応策が重要であることを初めて認めた。国際社会におけるこの認識は大きな政治的意味があり、先進国・途上国を問わず、気候変動への適応に向けた取り組みが加速されようとしている。

気候変動適応の最前線は水災害対策であり、アジア・モンスーン帯にあって、水との共生、長い戦いの試練の中に、経済成長を成し遂げた我が国に対する期待は極めて大きい。特にその経験、技術、資金力への期待が高まっている。

一方、国際貢献は、国際社会において名誉ある地位を得ることであり、それはとりもなおさず、日本の技術・経験に基づいた経済力の強化であり、国の安全保障に他ならない。このことは欧米各国においても同様であり、そのため科学技術に基づく国際貢献は科学技術外交を生み、大きな国際競争になっている。

そのような中で、防災を我が国の科学技術外交の中心とするべきとの認識は早くからあり、兵庫行動枠組みの会議設定、ICHARM（ユネスコ後援水災害リスクマネジメント国際センター）の設置などを通じ、世界的にも大きな評価を受けている。しかしながら、実効性の高い国際貢献に向けた国の推進体制は必ずしも十分ではなく、特に戦略的な取り組みにおいて、欧米に比べて遅れていると言わざるを得ない。また、我が国の ODA 予算は 1997 年をピークに急速に減少しており、その復活も含め、国際貢献体制全体の再検討が求められている。

災害実態に目を向ければ、途上国の災害の最大の原因は貧困と統治（ガバナンス）であり、個別インフラ整備の域を大きく超えたところに根がある。開発によって伝統的生活圏の崩壊を伴うものも多い。防災の国際貢献はそれらの実態に根差すものでなくてはならない。

以上のような状況にかんがみ、防災の国際貢献に関し、以下の施策を実行すべきである。

① 防災支援と開発支援の一体化

防災は災害後の救援を中心とした人道支援に位置付けられるべきものではなく、あらゆる開発行為に付随して計画、実行されるべきものである。現在の OECD DAC（開発援助委員会）の基準を見直し、すべての ODA の項目で災害リスク影響評価（Disaster Risk Impact Assessment (DRIA)）の実施を義務化することが必要である。

② 先端技術、政策技術での支援能力の強化、機動化

我が国の防災支援への期待が最も高く、また国際競争力のある以下の分野を、集中的に強化、機動化すべきである。

- ・先端技術：長期的気候変化予測、観測、予警報、情報配信・通信技術、水害危険度マップ
- ・アジアモンスーン域の持続的発展を支える流域共生圏管理の政策・技術

③ 能力開発での支援体制の充実

途上国支援は、当該国の持続的発展に向けた自立が目標であり、そのための能力開発・教育支援をさらに充実すべきである。特に水防災に関するプログラムへの期待は高く、気候変動適応支援の柱とすべきである。

④ 国際技術者集団の育成

我が国の国際貢献技術者、特に技術公務員の海外経験・情報が、効果的に蓄積・活用される体制になっていない。それが国際貢献の国家戦略的実践のブレーキになっている。国際経験を持った技術者集団の育成・維持の体制作りを急ぎ、戦略的実践的情報ハブを形成すべきである。

⑤ 戦略的国際貢献、科学技術外交のための体制作り

国際貢献における科学技術外交は国の安全保障の一環であり、国家戦略の下に統一的・効率的に展開できる、省庁・部局の壁を越えた体制を構築すべきである。

⑥ 今後開かれる重要な国際会議などにおいて、我が国は以下の基本方針を表明し積極的に国際社会に貢献すべきである。

- ・適応策の中心は水防災であり、日本は世界の水災害問題解決に最大の努力を払う。
- ・人命救助は最優先課題であり、そのため日本は、観測・予警報・水害危険度マップ作り等に協力する。
- ・アジア・モンスーン地域の持続的発展を支える流域共生圏構築とその管理のための政策・技術を支援する。
- ・これらに関連した能力開発プログラムを支援する。
- ・防災は開発計画の一環に組み込まれていなくてはならず、これを実行に移すため、我が国のすべての開発支援計画に、災害リスク影響評価を義務付ける。

<用語解説>

限界集落 iii 頁、1 頁

高齢者が集落人口の多数を占め、冠婚葬祭をはじめ田役、道役などの社会的共同生活の維持が困難な状態に置かれている集落。国土交通省によれば調査対象 62,273 集落のうち 65 歳以上の高齢者の割合が過半数を超えているものは 7,878 集落に達している (2006 年 4 月時点)。

流域共生圏マネジメント iv 頁、2 頁、12 頁

河川流域を基本として、時代とともに変化する人間の営みと自然環境がバランスを保ちつつ共生する場 (流域共生圏) を構築し、持続可能な生活及び生産活動が実現するような土地と水とをめぐる水循環系の管理のこと。我が国では、第 3 次全国総合開発計画以降「流域圏」として導入されている。

アダプティブ・キャパシティー (Adaptive Capacity) 3 頁、9 頁

適応策を遂行する能力で、適応能力とよばれる。気候変動や異常気象による被害を減少させ、あるいは生じた結果や影響などに対して取り組むことにより、変化に順応する総合的な能力。防災施設整備や住民の防災意識、あるいは住民同士の相互扶助といったものまでも含めた非常に幅広い概念として用いられる。

レジリエンス (Resilience) 3 頁

社会そのものが基本的な構造や機能を保持しながら外部環境の変動による影響を吸収し、ストレスや変化に適応していく能力。災害を受けた後に強靱に立ち直り、復興を遂げることができる能力も重要な構成要素である。

社会関係資本 (Social Capital) 3 頁、7 頁

定義には様々なものがあるが、パットナムは「協調的行動を容易にすることにより社会の効率を改善しうる信頼、規範、ネットワークのような社会的組織の特徴を表す概念」とした。災害時にお互いに助け合う「共助」などはこれに該当する。

Cat ボンド (Catastrophe Bonds) 8 頁

地震やハリケーンなどの危険性が顕在化する確率は低いものの発生した場合の損害が極めて大きい災害について、証券化によりリスクを資本市場に移転するもの。保険会社にとって再保険以外の新たな支払能力確保方策の一つとなっている。

高規格堤防 10 頁

河川法では「その敷地である土地の区域内の大部分の土地が通常の利用に供されても計画高水流量を超える流量の洪水の作用に対して耐えることができる規格構造を有する堤防」と定義される。破堤を伴う壊滅的被害を回避することを目的とし、利根川、

荒川、多摩川、淀川、大和川の5水系の大都市地域を対象として整備が進められている。堤防盛土の市街地側は広大な斜面を形成しており通常の土地利用が可能。スーパー堤防とも言う。

<参考文献>

- 1) IPCC 2007. *The Fourth Assessment Report. Climate Change 2007*
- 2) Nicholls, R.J. *et al.* 2007. *RANKING PORT CITIES WITH HIGH EXPOSURE AND VULNERABILITY TO CLIMATE EXTREMES. EXPOSURE ESTIMATES.* OECD
<http://www.oecd.org/dataoecd/26/8/39889422.pdf>
- 3) Commission of the European Communities. 2007. *Adapting to climate change in Europe – options for EU action*
<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2007:0354:FIN:EN:PDF>
- 4) External Review Panel. 2008. *Preliminary Review Comments on IPET Volume VIII*, ASCE
http://www.asce.org/files/pdf/erp_letter_4-15-08_FINAL.pdf
- 5) Committee on Climate Change and U.S. Transportation, National Research Council. 2008. *Potential Impacts of Climate Change on U.S. Transportation: Special Report 290.*
<http://www.nap.edu/catalog/12179.html>
- 6) U.S. Climate Change Science Program and the Subcommittee on Global Change Research. 2008. *Impacts of Climate Change and Variability on Transportation Systems and Infrastructure: Gulf Coast Study, Phase I. Synthesis and Assessment Product 4.7.*
<http://www.climate-science.gov/Library/sap/sap4-7/final-report/>
- 7) NIBS and FEMA. 2003. *Multi-hazard Loss Estimation Methodology, Flood Model, HAZUS®MH MR3 Technical Manual.*
<http://www.fema.gov/library/viewRecord.do?id=3033>
- 8) Rose, Adam. 2002. *Model Validation in Estimating Higher-Order Economic Losses from Natural Hazards. Acceptable Risk Processes*, ASCE
- 9) The Pitt Review. 2008. *Learning lessons from the 2007 floods - Chapter 9: Recovering from the floods* INTERIM.
<http://www.cabinetoffice.gov.uk/the-pitt-review.aspx>
- 10) An Extreme Events Project of the Wharton Risk Management and Decision Processes Center in conjunction with Georgia State University and the Insurance Information Institute, 2008. *Managing Large-Scale Risks in a New Era of Catastrophes.*
http://grace.wharton.upenn.edu/risk/library/Wharton_LargeScaleRisks_FullReport_2008.pdf

- 11) Paklina, Nina. 2003. *Flood Insurance*. OECD
<http://www.oecd.org/dataoecd/51/9/18074763.pdf>
- 12) 内閣府 大規模水害対策に関する専門調査会
<http://www.bousai.go.jp/jishin/chubou/suigai/index.html>
- 13) 国土交通省中部地方整備局 東海ネーデルランド高潮・洪水地域協議会
http://www.cbr.mlit.go.jp/kawatomizu/tokai_nederland/index.htm
- 14) 内閣府 阪神・淡路大震災教訓情報資料集
http://www.bousai.go.jp/linfo/kyoukun/hanshin_awaji/download/index.html
- 15) 内閣府 首都直下地震の復興対策のあり方に関する検討会 「首都直下地震における国の復興対策に関する検討課題」
<http://www.bousai.go.jp/fukkou/pdf/070625kentou.pdf>

<参考資料>

委員会審議経過

平成 19 年

- 9 月 20 日 日本学術会議幹事会（第 42 回）
○国土・社会と自然災害分科会設置
- 10 月 10 日 日本学術会議幹事会（第 43 回）
○国土・社会と自然災害分科会委員の決定
- 10 月 12 日 国土・社会と自然災害分科会（第 1 回）
- 11 月 22 日 日本学術会議幹事会（第 46 回）
○地球環境の変化に伴う水害・土砂災害への対応小委員会設置及び委員の決定
- 12 月 27 日 地球環境の変化に伴う水害・土砂災害への対応小委員会（第 1 回）

平成 20 年

- 1 月 30 日 国土・社会と自然災害分科会（第 2 回）
地球環境の変化に伴う水害・土砂災害への対応小委員会（第 2 回）
- 2 月 22 日 地球環境の変化に伴う水害・土砂災害への対応小委員会（第 3 回）
- 3 月 21 日 地球環境の変化に伴う水害・土砂災害への対応小委員会（第 4 回）
- 4 月 15 日 地球環境の変化に伴う水害・土砂災害への対応小委員会（第 5 回）
- 5 月 2 日 国土・社会と自然災害分科会（第 3 回）

- 6 月 26 日 日本学術会議幹事会（第 58 回）
提言「地球環境の変化に伴う水災害への適応」（案）について承認