

# 気候変動への賢い適応

## — 地球温暖化影響・適応研究委員会報告書 —

### 第一部 気候変動への賢い適応

#### (総論・各論の概要)

※図表・写真等の使用に際しては、出典を必ず明記いただけますようお願いいたします。

※ **要通知!** 印のある図表・写真は使用にあたり執筆者等への連絡が必要のため環境省に問合せ願います。

※ **要許諾!** 印のある図表・写真は使用にあたり学会等、引用元の使用許諾等が別途必要ですのでご注意ください。

最終稿

## 目 次

はじめに.....	5
委員及びワーキンググループメンバー.....	7
本検討による結論.....	10
検討の背景・目的.....	13
1. 影響について.....	15
1.1 食料.....	16
1.2 水環境・水資源.....	18
1.3 自然生態系.....	20
1.4 防災・沿岸大都市.....	22
1.5 健康.....	24
1.6 国民生活・都市生活.....	26
1.7 途上国.....	28
1.8 その他.....	30
2. 適応について.....	34
2.1 適応とは.....	34
2.2 「賢い適応」とは.....	36
2.3 適応を阻む障壁.....	48
3. 今後の課題.....	53
参考：影響の把握・予測・評価のあり方.....	57

## 第一部 気候変動に対する賢い適応 構成

### 本検討による結論

### 検討の背景・目的

#### 1. 影響について

1.1 食料

1.3 自然生態系

1.5 健康

1.7 途上国

1.2 水環境・水資源

1.4 防災・沿岸大都市

1.6 国民生活・都市生活

1.8 その他

#### 2. 適応について

##### 2.1 適応とは

##### 2.2 「賢い適応」とは

###### 2.2.1 適応策実施に関するプロセス

###### 2.2.2 賢い適応を構成する具体的な要素

- |                              |                                     |                                  |
|------------------------------|-------------------------------------|----------------------------------|
| (1)地域における脆弱性評価の促進            | (5)観測結果の活用と一定の余裕を確保した適応策の導入         | (8)保険等の経済システムを活用した社会全体の適応力の向上    |
| (2)モニタリングとこれを活かした早期警戒システムの導入 | (6)適応の主流化                           | (9)関係組織の連携・協力体制の構築               |
| (3)多様なオプションの活用               | (7)脆弱性の低い「柔軟な対応力のあるシステム」の効果的・効率的な実現 | (10)現場でのきめ細かな取組が可能な主体による自発的取組の促進 |
| (4)長期・短期の双方の視点の活用            |                                     | (11)人材の育成                        |

###### 2.2.3 賢い適応の評価軸

###### 2.2.4 適応策の主要なオプション

技術                      政策                      社会経済

###### 2.2.5 賢い適応を進める上での留意事項

- (1)適応と緩和の関係への留意
- (2)適応策として参考にできる既存の事例・政策の共有
- (3)適応策の効果、総合的な視点から見た妥当性等についてのさらなる検討の必要性

##### 2.3 適応を阻む障壁

#### 3. 今後の課題

##### 参考：影響の把握・予測・評価のあり方

- (1) 影響のメカニズムの把握
- (2) 着目すべき重要な影響事象
- (3) 影響の将来予測の方法
- (4) 影響の指標・評価の方法
- (5) 脆弱性評価の方法

## 最終稿

### はじめに

2005年に米国に上陸し1700名の死者を出したハリケーン、2003年に数万人の死者を出したとされるヨーロッパの熱波、6年以上も干ばつの続くオーストラリア、2007年、2008年にバングラデシュとミャンマーを襲い甚大な被害を引き起こした巨大サイクロン。このような異常気象にどの程度地球温暖化が寄与しているのか結論付けることは難しいのですが、今後、地球温暖化が進むとこのような異常気象が増加すると科学的に予測されています。こうした報道を見て、日本でも地球温暖化によりいずれ何か大きな被害が生ずるのではないかと漠然とした不安を持っている人も多いことでしょう。

異常気象による被害の報道に加えて、2007年にはIPCCが第4次評価報告書の第1、第2、第3作業部会報告書を順に発表し、11月には統合報告書の発表を行いました。それと時期を同じくして世界の人々の温暖化問題に対する関心は一気に高まりました。気候変動問題は、気候変動枠組条約の関連だけでなく、水資源、食料、安全保障、生物多様性など、今や様々な文脈で論じられています。

以前は、地球温暖化影響と言えば、アフリカのような低開発国、アジアのメガデルタ、小島嶼国等の脆弱な地域で深刻になると考えられ、我が国のような先進国はまだまだ余裕があると思われてきました。しかし、ヨーロッパの熱波や北米の松枯れ、森林火災など先進国でも被害が明らかとなり、今や日本でも身近な問題であるとの認識が高まっています。

我が国でも、2007年夏は、熊谷市と多治見市で40.9℃という観測史上初の最高気温を記録したことは、記憶に新しい出来事です。また、農林水産省が農業関係の公立試験研究機関に対して実施したアンケート調査によれば、すべての都道府県ですでに何らかの形で地球温暖化が原因と考えられる影響は現れているとの回答が得られました。近年、身近な生き物、水産資源などでも、さまざまな異変が報告されています。

このまま化石燃料に依存した文明を続けると2100年には世界平均気温が約4.0℃上昇すると予測されています。この地球温暖化は、今後、我が国にどんな悪影響をもたらすのでしょうか。そして、私たちはどのような準備をして、この影響に対応していくべきでしょうか。

本報告書は、このような疑問に答えるために、三村信男教授を座長として各分野の専門家43人に集まっていただき、2007年10月より約8ヶ月間、集中的な検討を行っていただきました。地球温暖化は、気候と自然環境と社会システムのあらゆる方面に影響を与えます。科学的知見を最大限活用して、将来状況を予測し、対応策を考えていく必要があります。

温暖化影響に対する適応の問題は、まだ比較的新しい問題であり、これまで我が国で体系的な検討が行われたことはなかったのですが、今回の検討に当たっては、この新しく困難な課題に数多くの研究者の協力を得ることができました。その協力により、本報告書は、今後、我が国において地球温暖化の影響と適応を考えるための貴重な示唆を与えてくれるものとなりました。

## 最終稿

特に、今回の報告の柱である「賢い適応」という考え方は、我が国が効果的で効率的な適応策を実施するうえで極めて重要な考え方であり、今後、さまざまな分野での適応策の検討にあたり、「賢い適応」の考え方をより具体化していくことが重要だと考えます。また、適応能力が不十分で脆弱性の高い途上国においては地球温暖化への適応策の実施は喫緊の課題ですが、深刻な状況にあればあるほど「賢い適応」の考え方が役に立つと期待しております。

適応策は関係する幅広い諸機関の連携と協力によって実現されるものです。「賢い適応」を実施するためには、既存の政策に地球温暖化の影響と適応の観点を組み込み、計画的に事業や対策を実施することが必要です。本報告書が、関係諸機関における適応策の検討にも役立つとともに、地球温暖化の影響と適応の問題を共に考える礎となれば幸いです。

平成 20 年 6 月 18 日                      環境省地球環境局長   南川秀樹

委員及びワーキンググループメンバー

本検討を行うため、以下に示す 12 名の専門家からなる地球温暖化影響・適応研究委員会を設置した。また個々の分野についてさらに専門的観点から検討するための支援組織として、分野別ワーキンググループ（7 分野・38 名、各分野の主査 7 名は委員会委員と兼任）を設置した。

環境省 地球温暖化影響・適応研究委員会 委員名簿

(敬称略、座長以外は五十音順、平成20年6月18日現在)

座長	三村 信男	茨城大学広域水圏環境科学教育研究センター	学長特別補佐・教授
	磯部 雅彦	東京大学大学院新領域創成科学研究科	教授
	大垣 眞一郎	東京大学大学院工学系研究科	教授
	大野 輝之	東京都環境局都市地球環境部長	
	倉根 一郎	国立感染症研究所ウイルス第一部	部長
	田中 充	法政大学大学院政策科学研究科	教授
	中静 透	東北大学大学院生命科学研究科	教授
	西岡 秀三	国立環境研究所	特別客員研究員
	林 陽生	筑波大学生命環境科学研究科	教授
	原沢 英夫	内閣府政策統括官付参事官（環境・エネルギー担当）	(平成20年4月より) 国立環境研究所社会環境システム研究領域 領域長 (平成20年3月まで)
	日引 聡	国立環境研究所社会環境システム研究領域環境経済・政策研究室長	
	平石 尹彦	地球環境戦略研究機関(IGES)	上級コンサルタント

## 最終稿

### 環境省 地球温暖化影響・適応研究委員会 ワーキンググループ メンバー名簿

(敬称略、主査・副主査以外は五十音順、平成20年6月18日現在)

#### 食料分野ワーキンググループ

主査	林 陽生	筑波大学生命環境科学研究科 教授
副主査	横沢 正幸	農業環境技術研究所大気環境研究領域 主任研究員
	高柳 和史	(旧)水産総合研究センター西海区水産研究所 部長 (新)水産総合研究センター瀬戸内海区水産研究所 業務推進部長
	森田 敏	農業・食品産業技術総合研究機構九州沖縄農業研究センター 上席研究員

#### 水環境・水資源分野ワーキンググループ

主査	大垣 眞一郎	東京大学大学院工学系研究科 教授
副主査	古米 弘明	東京大学大学院工学系研究科 教授
	大瀧 雅寛	お茶の水女子大学大学院 准教授
	沖 大幹	東京大学生産技術研究所 教授
	風間 聡	東北大学大学院環境科学研究科 准教授
	藤田 光一	(旧)国土交通省国土技術政策総合研究所 河川環境研究室長 (新)国土交通省国土技術政策総合研究所 環境研究官

#### 自然生態系分野ワーキンググループ

主査	中静 透	東北大学大学院生命科学研究科 教授
副主査	占部 城太郎	東北大学生命科学研究科 教授
	清野 嘉之	森林総合研究所温暖化対応推進拠点 拠点長
	木暮 一啓	東京大学海洋研究所海洋生態系動態部門微生物分野 教授
	清水 庸	東京大学大学院農学生命科学研究科 助教
	田中 信行	森林総合研究所植物生態研究領域環境影響担当チーム チーム長
	仲岡 雅裕	(旧)千葉大学大学院理学研究科 准教授 (新)北海道大学北方生物圏フィールド科学センター 教授
	増沢 武弘	静岡大学大学院理学研究科植物生理生態学研究室 教授

#### 防災・沿岸大都市分野ワーキンググループ

主査	磯部 雅彦	東京大学大学院新領域創成科学研究科 研究科長・教授
副主査	横木 裕宗	茨城大学広域水圏環境科学教育研究センター 准教授
	中北 英一	京都大学防災研究所気象・水象災害研究部門水文気象災害研究分野 教授
	福濱 方哉	(旧)国土交通省国土技術政策総合研究所 海岸研究室長 (新)国土交通省北陸地方整備局黒部河川事務所 事務所長



## 最終稿

### 健康分野ワーキンググループ

主査	倉根 一郎	国立感染症研究所ウイルス第一部	部長
副主査	小林 睦生	国立感染症研究所昆虫医科学部	部長
	小野 雅司	国立環境研究所環境健康研究領域	室長
	田村 憲治	国立環境研究所環境健康研究領域	主任研究員
	本田 靖	筑波大学大学院人間総合科学研究科	教授

### 国民生活・都市生活分野ワーキンググループ

主査	田中 充	法政大学大学院政策科学研究科	教授
副主査	中口 毅博	環境自治体会議環境政策研究所	所長
		芝浦工業大学システム工学部環境システム学科	教授
	島田 英雄	(旧)熊谷市環境部環境政策課	課長
		(新)熊谷市総務部市民税課	課長
	田浦 健朗	特定非営利活動法人気候ネットワーク	事務局長
	肱岡 靖明	国立環境研究所社会環境システム研究領域統合評価研究室	主任研究員

### 途上国分野ワーキンググループ

主査	原沢 英夫	(旧)国立環境研究所社会環境システム研究領域	領域長
		(新)内閣府政策統括官付参事官(環境・エネルギー担当)	
副主査	高橋 潔	国立環境研究所地球環境研究センター温暖化リスク評価研究室	主任研究員
	小川 晃範	国際連合大学	上級研究員
	川西 正人	(旧)国際協力機構国際協力総合研修所	国際協力専門員
		(新)国際協力機構	国際協力専門員
	久保田 泉	国立環境研究所社会環境システム研究領域	研究員
	信岡 尚道	茨城大学工学部都市システム工学科	講師

なお、第二部第1章 将来の気候シナリオ・社会シナリオの概要の執筆には、一部について、国立環境研究所地球環境研究センター温暖化リスク評価研究室の江守正多室長、同研究室の高橋潔主任研究員らの協力を得た。

## 本検討による結論

### 1. 我が国でも、既に気候変動の影響が現れている。特に、今世紀に入って以降、影響は急速に現れつつある。

世界各地で、気候変動による影響の可能性のある熱波、ハリケーン、サイクロン、洪水、干ばつ等の災害が報告されている。我が国においても、特に今世紀に入って以降、気候変動が原因である可能性のあるさまざまな影響が顕在化している。

具体例として、高温による農産物の収量減少や品質低下、ブナ等樹木の衰退や高山植物の減少、湖の鉛直循環停滞による生態系の変化、淡水域における冷水魚の分布域の縮小、猛暑による熱中症患者の増加、感染症を媒介する蚊の分布域の拡大等が挙げられる。また、現時点で気候変動による影響とは断定できないが、記録的少雨による断水等の利水上の障害、台風による高潮被害や記録的豪雨による浸水被害等も生じている。

### 2. 今後、国民生活に関係する広い分野で一層大きな影響が予想される。

気候変動による影響は、国民一人ひとりの生活に密接に関わり、今後、一層大きな影響が生じることが予想される。その影響は、国民の安全な暮らし、健康な暮らし、経済的に豊かな暮らし、快適な暮らし、文化や歴史を感じられる暮らしのさまざまな側面に及ぶ。

特に、台風の強大化や豪雨の頻発化による土砂災害被害、浸水被害、洪水被害の増加、熱中症、熱ストレス、感染症、大気汚染リスクの増加、農作物価格の上昇や冷房費、適応対策費等による家計支出の増加、猛暑日や熱帯夜の増加による不快感やストレスの増加、自然景観、レクリエーション空間や季節感の喪失等の影響が挙げられる。

### 3. 我が国の自然や社会が有する固有の脆弱性に気候変動の影響が重なると、社会の安全と安定にとって、厳しい影響が生じ得る。

従来、気候変動の影響は、主としてアフリカのような後発開発途上国、小島嶼国、アジアのメガデルタなど、気候変動に対する脆弱性の高い途上国について論じられることが多かった。しかし、科学技術や社会基盤が発達し、一定の適応力を有するとみられる我が国においても、台風や土砂災害・地震の多発、食料・資源の海外への依存、高齢化等、我が国の自然や社会の特性に起因する脆弱性を有している。

このような脆弱性に気候変動の影響が重なると、社会の安全と安定を脅かす厳しい影響の生じる恐れがある。

#### 4. 気候変動の悪影響に対して「賢い適応（効果的・効率的な適応）」が必要である。

国民生活に多大な影響を与える気候変動の悪影響に適切に対処する効果的・効率的な「賢い適応」のためには、①地域の脆弱性評価、モニタリング等の最新の成果を活用すること、②多様な適応策オプションを検討し組み合わせること、③短期・長期の両方を視野に入れ、適応策の対応できる温度幅とともに余裕幅を考慮すること、④防災計画等既存の政策があればそれらに適切に組み込むこと、⑤自然や社会経済のシステムをより柔軟で対応力のあるシステムとしていくこと等が重要であり、そのために予防的に早くから検討する必要がある。

特に、賢い適応を実現するためには、土地利用計画、都市計画、農業政策、自然保護政策、地方自治体の環境政策等、既存の政策分野や関連する諸計画の中に、気候変動に対する適応の視点を組み込むことが必要である。この考え方に即し、既存の対策や資金に対して追加的に適応策を実施していくことで、全体の資源の有効活用を図る必要がある。

気候変動のみならず高齢化、過疎化等の諸課題を有する我が国において、地域の実情に応じた賢い適応を進めることが、結果的に地域のあり方を変え、他の問題の解決をも導く可能性がある。まちづくり等を含む総合的な観点から、長期的視野の下に、安全・安心な、より豊かな暮らしができる国土づくりを目指すことが重要である。

#### 5. 適応策を実施できる体制を構築するため、さらに検討を重ねるとともに我が国における適応計画を策定することが必要である。

気候変動による影響には、現時点で既に顕在化しており、今から早急に適応策の実施を進めることが必要なものもある。また、上述したように、限られた財政的・人的・時間的な資源を有効に活用し、賢い適応策を実施していく必要がある。さらに、国民の意見を広く聞くことによりコンセンサス形成を促進し、政策のフォローアップを実施していくことも重要となる。

このため、今後の検討に際しては、関係省庁の参加を得ることも視野において、分野横断的に、より政策志向の検討を実施し、その十分な検討成果を踏まえて国レベルの「適応計画」を立案し、計画、実行、評価、改善を含むサイクルを確立していく必要がある。

#### 6. 特に脆弱な途上国に対する協力・支援が必要である。

脆弱性の高い途上国における気候変動の影響はより深刻である。アジア・太平洋地域では、氷河の融解による洪水の増加、一部の途上国における飢餓リスク、人口の集中するメガデルタ地帯での洪水の増加、小島嶼における海面上昇による国土面積の減少等が予測される。また、途上国における影響は、例えば食料輸入先国を通じた影響や海外渡航を通じた健康影響拡大等、間接的に我が国にも波及する可能性がある。

## 最終稿

これらを踏まえ、我が国は、特に脆弱性の高い途上国が直面する問題に対し、国際社会の一員として、また、科学的知見、先進技術等を有する先進国として、適切な適応協力や支援を推進していくことが求められている。

### 7. 最新の科学的知見の整理とともに、さらなる研究・検討が求められている。

今後、上記のような「賢い適応」を推進していくためには、まず、我が国において既に生じている影響、将来予測される影響についての知見・評価の状況を、主要な分野ごとに、及び分野横断的に整理する必要がある。それには、影響を検知するための基礎となるモニタリング、将来の影響予測、脆弱性評価、影響（被害）の経済評価などが必要となる。その上で、これらの影響に対する賢い適応のあり方の提示やその具体化のためのさらなる研究・検討が必要となる。

当面、取り組むべき課題として、以下の事項が想定される。

- ・ 科学的評価に基づく適応策の実施とそのためのデータ・情報・研究成果の蓄積・共有化
- ・ 過去の事例に学ぶとともに、適応の視点を種々の政策に組み込んで実施
- ・ 早急に実施すべき適応策の計画的推進
- ・ 継続的な検討体制の構築と検討成果の定期的な発信
- ・ 途上国の適応支援に関する検討の継続
- ・ 気候変動の影響と適応に関するさらなる研究の推進

## 検討の背景・目的

### 1. 背景

#### ● 「気候システムの温暖化は疑う余地がない。」

2007年、気候変動に関する政府間パネル（IPCC）は、第4次評価報告書第1作業部会報告書において、**気候システムの温暖化は疑う余地がない**と断定した。世界平均気温の上昇、世界平均海面水位の上昇、雪氷の広範囲の融解等の観測により、今や温暖化が生じていることは明らかとなっている。

#### ● 気候変動の更なる影響は回避することができない。

気候変動に対処する適応については、IPCC第2作業部会報告書において、「もっとも厳しい削減努力であっても、今後数十年間は、気候変化の更なる影響を回避することができないため、適応は、特に短期的な影響への対処において不可欠となる。」と記述された<sup>1</sup>。

#### ● 適応能力の高い社会においても影響が顕在化している。

世界各地で気候変動による影響の可能性がある熱波、ハリケーン、洪水、干ばつ等の災害が報告されており、我が国においても、気候変動が原因である可能性のあるさまざまな影響が顕在化している。気候変動の影響は、平均的な気温上昇として徐々に顕在化するだけでなく、極端な現象の増加という形で突然その刃を人間社会に突きつける場合のあることに留意する必要がある。

従来、適応策は、主として小島嶼国やアフリカなど脆弱性の高い途上国について論じられることが多かった。しかし、我が国のように適応力の高い先進国においても、気候変動の影響に対し、喫緊の課題として、予防的に対処する適応策を検討する必要性が生じている。

### 2. 目的

上記の背景を踏まえ、本検討は以下の三点を目的として実施した。

- (1) 我が国と途上国における気候変動の影響・適応に関して現在までの科学的知見を明らかにする。
- (2) 賢い適応（効果的・効率的な適応）のあり方を提示する。
- (3) (1)(2)の検討を通じて、我が国と途上国における影響・適応に関する今後の研究の方向性や課題を提示する。

<sup>1</sup>気候変動枠組条約では、「気候系に対して危険な人為的干渉を及ぼすこととならない水準において、大気中の温室効果ガスの濃度を安定化させること」を究極の目的としている(第2条)。この究極の目的の達成に向けて、まず最大限の緩和努力を行うことが重要である。IPCC第4次評価報告書においても示されたとおり、適応と緩和、いずれも単独ではすべての気候変化の影響を避けることはできず、両者を用いて相互補完的に取り組むことにより、気候変化のリスクを大きく減少させることができる(統合報告書、政策決定者向け要約、p.20)。

## 最終稿

### 3. 検討の方法

検討に際しては、環境省地球環境局長諮問委員会として「地球温暖化影響・適応研究委員会」を設置し、個々の分野についてさらに専門的観点から検討するための支援組織として分野別ワーキンググループを設置した。

各ワーキンググループにおいては、気候変動の影響・適応に関する既存の研究成果を可能な限り集約することに主眼を置いた。また、現時点では既存知見の少ない脆弱性評価や、適応策の実施にあたっての考え方等についても議論を重ね、とりまとめを行った。

### 4. 対象とした地域・時期

対象地域は、原則として日本とし、分野によっては関連国・地域も必要に応じ考慮した。途上国分野では、我が国と密接な関係を有するアジア太平洋地域諸国を対象とした。

対象時期は、2050年、2100年という長期的な将来を見通しつつも、適応策を考える上での中間時点として2020～2030年という比較的短期の年次に焦点をあて、各分野の影響・適応に関する既存の研究知見を整理した。また、今後の研究の方向性については、約3年先までに実施すべき研究内容を想定して検討した。

## 1. 影響について

ここでは、各分野ごとに、まず「これまでに観測された影響」として、各分野における気候変動による影響の特徴を述べるとともに、これまでに観測されている影響事象の例を示す。次に、「将来予測される影響」として、将来の気候変動によって生じることが予測される影響の例を示す。

特に、「これまでに観測された影響」として挙げた事例の中には、現時点では必ずしも気候変動の影響と断定できないものもある。しかし、将来、気候変動が進行すれば、これらの事象が頻発する可能性があり、それによって甚大な被害が及ぶことも憂慮される。そのため、ここでは、将来の影響の予測や賢い適応の検討にも資するよう、気候変動による影響であるかどうか現時点で明確には判断し難いが、その可能性が高いと考えられる事象、気候変動が進行すればさらに増加すると考えられる事象も含めて扱うこととした。即ち、ここで挙げた「これまでに観測された影響」の事例の全てが、気候変動の影響と断定された事例ではないことに、留意が必要である。

なお、各分野のより具体的な影響事象の内容については、第二部の各分野別章の「現在把握されている影響」の節及び「将来予測される影響」の節に記載している。

## 1.1 食料

### 1.1.1 これまでに観測された影響

食料への影響は、農業、畜産業、水産業への影響を通して生じる。これまでに、高温によるコメの白未熟粒や胴割れの発生と品質および食味の低下、ムギの幼穂形成が早まったことによる凍霜害の増加および登熟期間短縮による減収、ダイズの病害虫被害の増加および高温乾燥による被害などが現れている。果樹では品質および貯蔵性の低下、茶の凍霜害の増加および病害虫の増加が認められる。畜産業では受胎率の低下、乳量低下および発育低下が現れている。水産業では南方系魚類の増加および漁期の変化や養殖の不振が起こっている。

- ・ 東北以南における白未熟粒（白濁した玄米）等の発生 [第2章 2.2]
- ・ 東北や北陸で発生頻度の高い胴割粒（亀裂の生じた玄米） [第2章 2.2]
- ・ 冬季の高温化によるムギの幼穂形成や茎立ちの早まり、これによる凍霜害の増加 [第2章 2.2]
- ・ 高温・多雨によるミカンの浮皮症<sup>うきかわしょう</sup>、高温によるブドウの着色不良の発生 [第2章 2.2]
- ・ 全国 47 都道府県の農業関係公立試験研究機関を対象とした農業に対する地球温暖化の影響の現状に関するアンケート調査では、果樹で全都道府県、野菜・花きで9割、畜産で4割程度の都道府県が、何らかの形で地球温暖化が原因と考えられる影響が生じていると回答 [第2章 2.2]
- ・ 秋の水温低下の遅れによるノリ漁期の遅れ [第2章 2.2] など

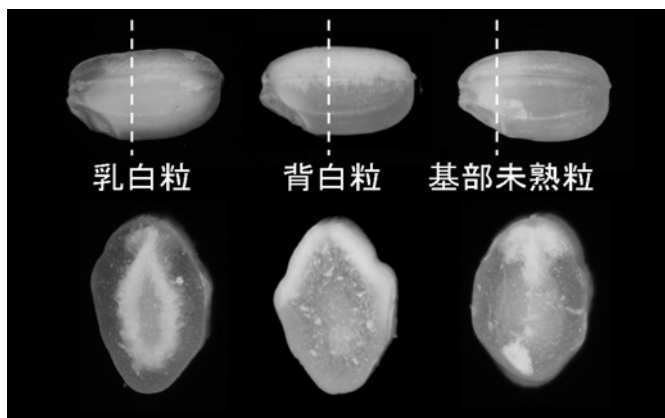


図1 水稲の白未熟粒（森田，2005）



要通知！

図2 高温、多雨によるミカンの「浮皮症」

写真提供：広島県立総合技術研究所農業技術センター果樹研究部



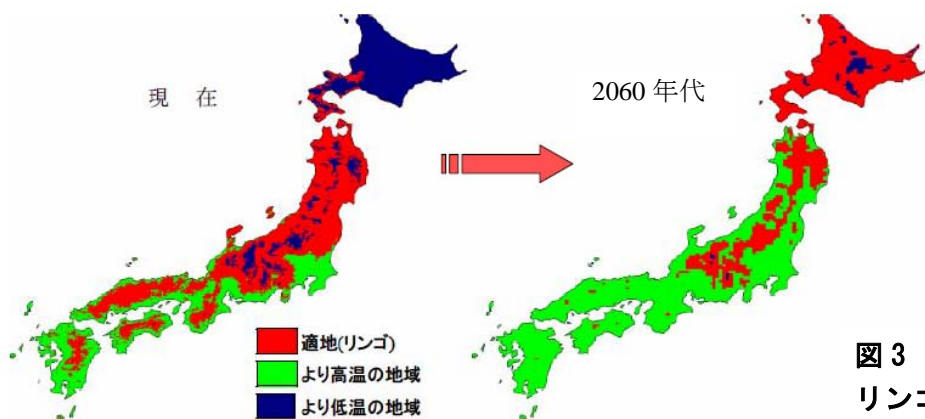
# 最終稿

## 1.1.2 将来予測される影響

農業では、コメの品質低下が甚大化するほか、水稻栽培適期が二極化する（関東以西の西南暖地では遅れ、それ以外の地域では早まる）可能性と、これに伴う全国平均収量の減少が予測される。高温による麦や大豆の減収、果樹の栽培適地の移動等も予測される。また、病虫害の増加や雑草の繁茂により防除に対する労働力の増加が考えられる。さらに、積雪量の減少や融雪時期の早まりによる農業水資源の枯渇や台風に伴う潮風害の増加が予想される。水産業では北方系魚類の生息域の北上や南方系魚類の生息域拡大、養殖の適地の移動や感染症増加の可能性等が予想される。

### 【予測される主要な影響例】

- ・ コメの登熟不良（品質・粒重低下）の甚大化 [第2章 2.3]
- ・ リンゴの栽培適地の北上（東北中部平野部で栽培できなくなる可能性） [第2章 2.3]
- ・ 高温で発生する病虫害の北上 [第2章 2.3]
- ・ 積雪量の減少と融雪量の増大による田植期の水不足 [第2章 2.3]
- ・ サケ類の生息域の減少、ニシンの生息域の北上 [第2章 2.3]
- ・ サンマの餌環境の悪化による成長の鈍化、一方で、産卵期の餌環境の好転による産卵量の増加（東日本太平洋側） [第2章 2.3]
- ・ トラフグの養殖適地の北上 [第2章 2.3]



要許諾！

図3 リンゴの生産適地分布の変化（杉浦ら，2004）

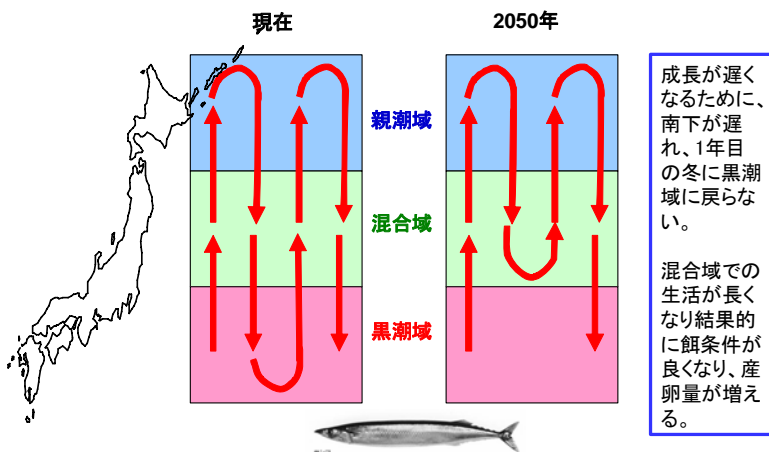


図4 数値モデルで計算したサンマの回遊経路（伊藤，2007 a, b より作成）

1.2 水環境・水資源

1.2.1 これまでに観測された影響

水環境・水資源への影響は、まず直接的には、河川水、湖沼・ダム湖、地下水等の水源ごとに、その水量、水温、水質の変化として現れる。この変化が、自然生態系のシステム、及び社会の利水システムと水需要構造に影響を与える。気候変動による影響であるかどうか現時点では明確に判断することは難しいが、異常な気象の頻度あるいは降雨・降雪の変動傾向などの変化が記録・報告されており、気候変動が進行すればさらにその変化が増幅されるおそれもある。また、水量や水質の変化を通じて農業生産、自然生態系、防災、健康など広く他分野にも影響を及ぼす点が水環境・水資源分野の特徴である。

- ・ 記録的少雨による水道原水の取水制限・給水制限や、水道の断水の発生 [第3章 3.2]
- ・ 湖沼でのアオコの異常発生（水利用や水域の生態系への影響） [第3章 3.2]
- ・ 渇水に伴う地下水利用の増加、これに伴う地盤沈下の発生 [第3章 3.2] など

緑色：河川の水量、水質等に関する事例  
水色：湖沼・ダム湖の水量、水質等に関する事例  
橙色：地下水の水量、水質等に関する事例

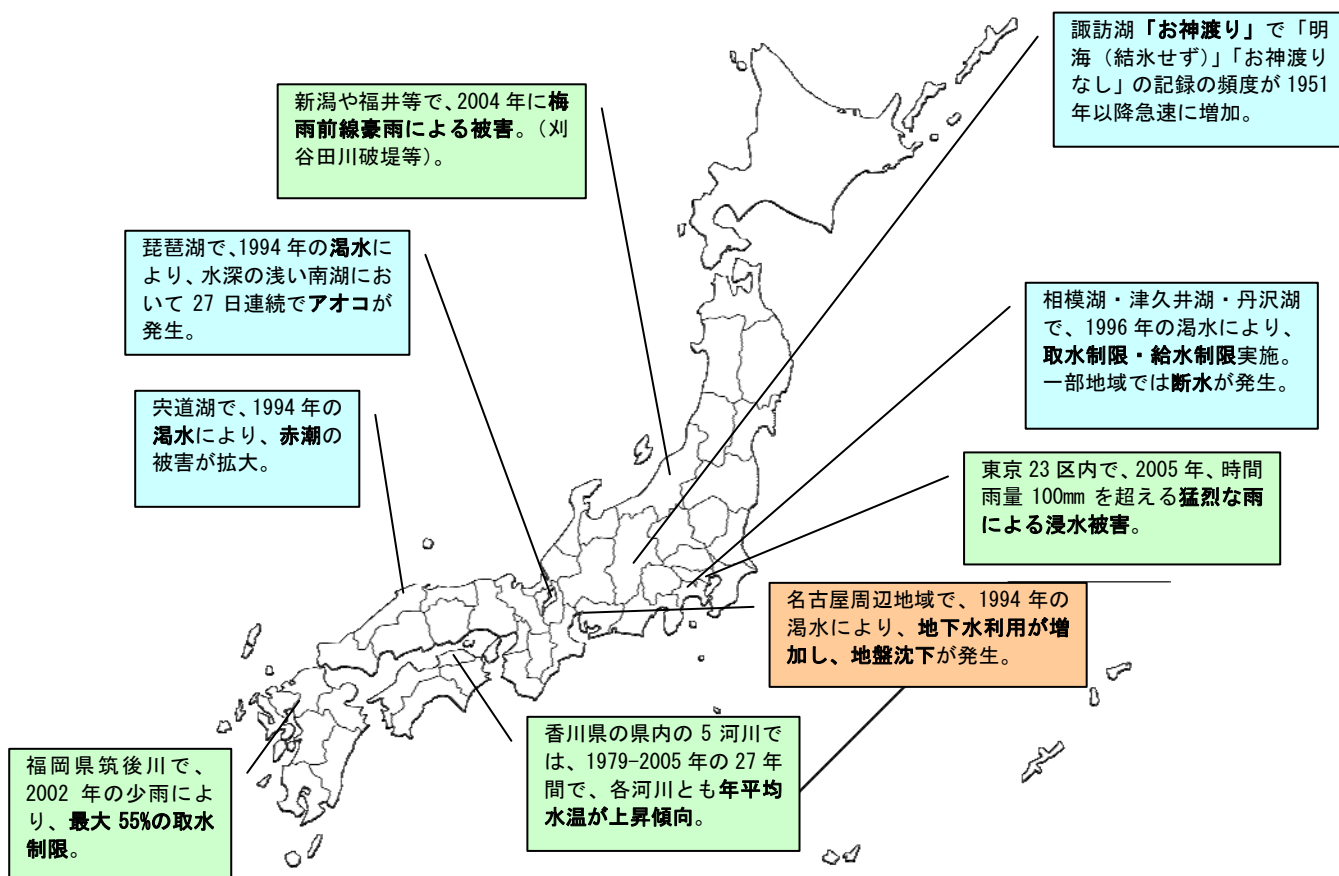


図5 気候変動の進行に伴い、懸念される事象の既存類似事例

### 1.2.2 将来予測される影響

平均的事象の変化による影響と極端な事象の頻度・強度の変化による影響がある。水温、降水量の平均値の量的な変化ならびに時期の変化により、河川流量の変化、積雪量の減少、融雪時期の変化、湖水水位の変化、水質の変化等が生じ、水供給への影響、生態系への影響が現れるおそれがある。また、極端事象の頻度とその強度の増加、例えば、著しい少雨の発生頻度と強度の増加等により渇水リスクの増大という形で影響が現れるおそれがある。一方、降雨量が異常に多い極端事象の場合は、例えば、短期集中型の豪雨の頻度と強度の増大が、洪水リスクの増大としての影響を与える。海面上昇が想定される場合には、沿岸部で地下水塩水化としての影響も予測される。

#### 【予測される主要な影響例】

- ・ 渇水リスクの増加 [第3章 3.3]
- ・ 短期集中型の豪雨の頻度増加による斜面災害の増加 [第3章 3.3]
- ・ 河川水や湖沼・ダム湖、地下水の水温上昇、アオコ発生確率の上昇 [第3章 3.3]
- ・ 海面上昇に伴う地下水塩水化 [第3章 3.3] など

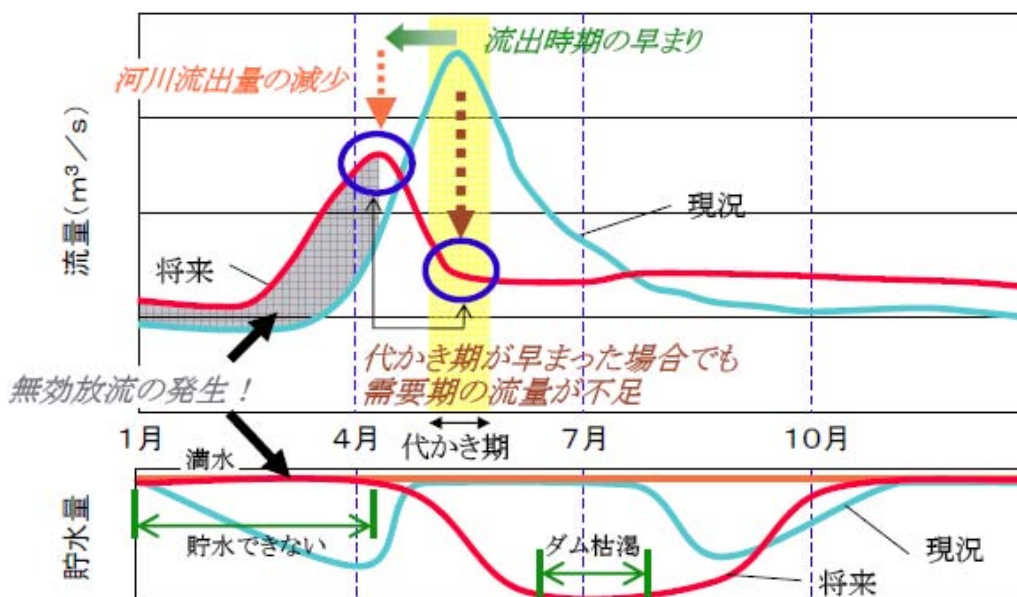


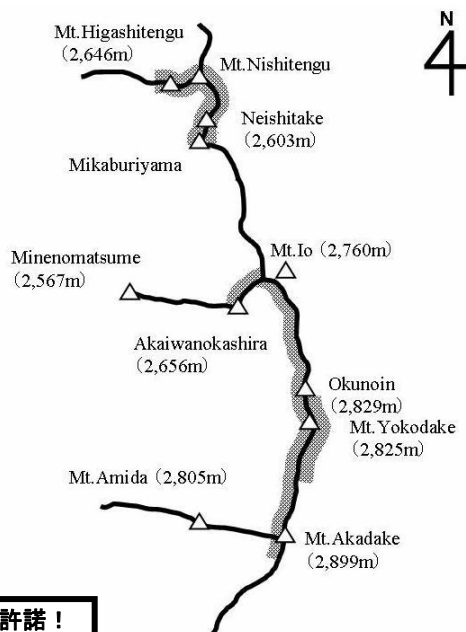
図6 気候変動による少雪化が河川流量の年間変動パターンと水資源確保に与える影響についての説明（後者への影響はダム貯水量で表現）（国土交通省，2007）

1.3 自然生態系

1.3.1 これまでに観測された影響

自然生態系への影響は、森林、高山、淡水、海洋、沿岸、湿原の生態系への影響、及び生物多様性への影響に大別される。それぞれの生態系の基盤となる植生・水域等の変化や、生物の分布の変化等が報告されている。また、自然生態系分野は、気候変動による影響以前に人間活動による影響を大きく受けており、既に人間活動による影響で生態系が劣化しているところに、気候変動が最後の一撃を加えてしまう恐れが懸念されている。

- ・ブナ林の衰退・再生不良や里山でのマツ枯れ、高山帯の植物の減少 [第4章 4.2]
- ・高層湿原の乾燥化、雪田植生の衰退 [第4章 4.2]
- ・積雪の減少によるニホンジカ等の分布拡大 [第4章 4.2]
- ・湖の鉛直循環が停滞し、湖底の溶存酸素が減少するなどの原因による生態系の変化 [第4章 4.2]
- ・淡水域における冷水魚の分布域縮小 [第4章 4.2]
- ・沿岸における南方種の増加・北方種の減少、サンゴ礁の白化・死滅 [第4章 4.2]
- ・オホーツク海等の高温化・溶存酸素低下による生物生産への影響 [第4章 4.2]
- ・ツバキ・ウメ・タンポポ・サクラ等の開花の早まり、イチョウの黄葉・カエデの紅葉・落葉の遅れ [第4章 4.2]
- ・九州では低温による休眠解除ができず逆に開花の遅れる例 [第4章 4.2] など



要許諾！



図7 ハヶ岳の高山植物群落の分布 (増沢, 2005) 図8 影響を受けている高山植物の例

■: 高山植物群落  
現在高山植物群落が残存しているのは、稜線部分のみとなっている。

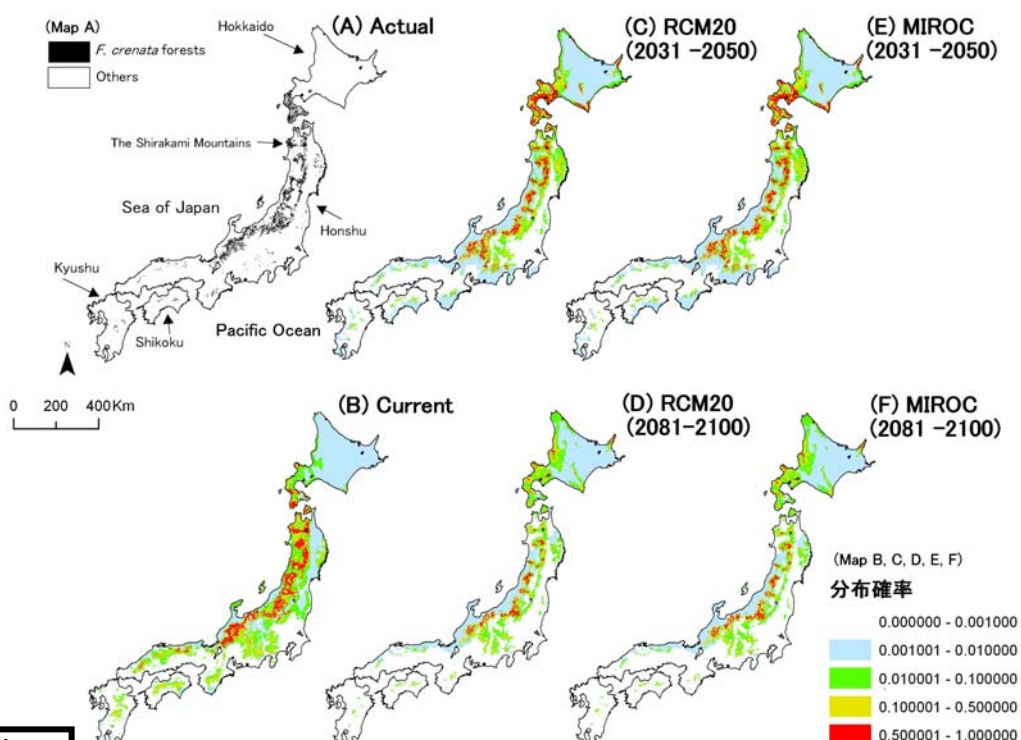
左上: イワウメ 左下: キバナシャクナゲ  
右: イワヒゲ  
写真提供: 静岡大学大学院理学研究科植物生理生態学研究室 増沢武弘教授

### 1.3.2 将来予測される影響

森林、高山、淡水、海洋、沿岸、湿原の各生態系において、これまでに観測されている影響がさらに進行することが予測される。多くの生物の分布北上が予想されているが、生息地の分断化などにより北上が阻止される可能性が高い。また、生物の避難場所となる場所の消失による種の絶滅等、気候変動の程度によって不可逆的な影響が生じる可能性もある。湖では鉛直循環の停滞が広がり、水質汚染、外来種等の影響と複合的な変化をおこす。海洋では、酸性化が進み、プランクトンや石灰化生物に影響が出る。

#### 【予測される主要な影響例】

- ・ブナ林、亜高山帯・亜寒帯の針葉樹林の分布適地の減少、北海道の高山植物群落の急速な減少 [第4章 4.3]
- ・東北地方での竹林の拡大、マツ枯れの拡大 [第4章 4.3]
- ・寒冷地の森林土壌からの二酸化炭素排出 [第4章 4.3]
- ・湖、海洋の鉛直循環の停滞が拡大 [第4章 4.3]
- ・淡水域における種の分布域変化、新たな外来種の侵入 [第4章 4.3]
- ・オホーツク海における海氷減少に伴う食物連鎖の変化、回遊性生物の回遊ルートの変化 [第4章 4.3]
- ・海洋の酸性化によるプランクトン、石灰化生物への影響拡大 [第4章 4.3]
- ・サンゴの白化や病気の拡大、砂浜環境の減少 [第4章 4.3] など



要通知!

図9 気候シナリオ RCM20 と MIROC による将来のブナ林分布確率の予測 (環境省, 2008)

## 1.4 防災・沿岸大都市

### 1.4.1 これまでに観測された影響

防災・沿岸大都市への影響は、沿岸域における高潮被害等と河川における洪水・土砂災害等の影響に大別される。気候変動による影響であるかどうか現時点で明確には判断し難いが、その可能性が高いと考えられる現象、あるいは気候変動が進行すればさらに増加すると考えられる現象が生じている。降雨に関しては、近年、年降水量の変動幅が増加しており、少雨傾向にある一方、短期集中型の豪雨の発生頻度は増加している。

- ・ 高知県菜生海岸<sup>なばえ</sup>における 2004 年の台風 23 号による高潮被害の発生 [第 5 章 5.2]
- ・ 巖島神社回廊の冠水回数の増加<sup>2</sup> [第 5 章 5.2]
- ・ 九州北部における記録的豪雨による地下空間の浸水被害 [第 5 章 5.2]
- ・ 狭領域・短期集中型の豪雨頻度の増加 [第 5 章 5.2]
- ・ 木曾川水系におけるダムからの安定供給可能量の低下 [第 5 章 5.2]



図 10 高知県菜生海岸<sup>なばえ</sup>の被災  
写真提供：福濱方哉 国土交通省北陸地方整備局黒部河川事務所長

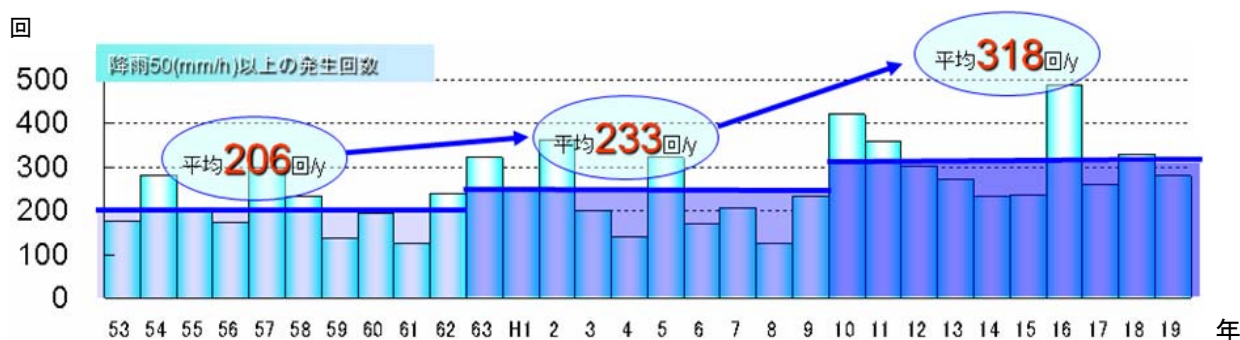


図 11 10年ごとの50mm以上の時間降水量の発生件数 (国土交通省, 2007)

<sup>2</sup> 神社の社務日誌における目視記録。年による変動がある点に留意が必要である。

### 1.4.2 将来予測される影響

沿岸域では、海面上昇に高潮が重なることによる被害拡大、海面上昇による海岸侵食や砂浜の消失等が予測される。上流からの河川流量増大や土砂流出量増大による下流域・沿岸域への影響、内水氾濫による影響等は、現在、研究途上にある。また、台風の進路の変化により、従来想定していなかった地域で高潮被害が生ずる可能性が指摘されている。

#### 【予測される主要な影響例】

- ・ 台風の強度の増加 [第 5 章 5.3]
- ・ 台風の進路変化による、南東向きの湾における高潮被害発生の可能性 [第 5 章 5.3]
- ・ 台風による風速や波浪の増大
- ・ 海面上昇による越波量の増加、海岸侵食 [第 5 章 5.3]
- ・ 海面上昇による砂浜の消失（1m の海面上昇により 90% の砂浜が消失） [第 5 章 5.3]
- ・ 全国の水系における治水安全度の低下 [第 5 章 5.3]
- ・ 融雪による土砂災害の発生増加 [第 5 章 5.3]      など

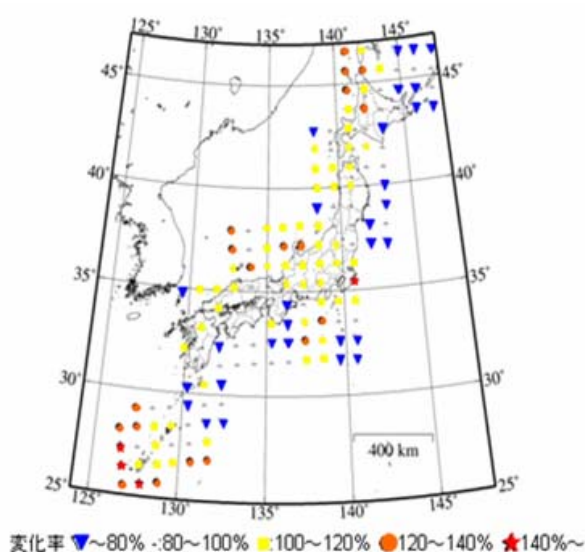


図 12 100 年確率最大日降水量の変化  
(50 年後/現在) (和田ら, 2005a)

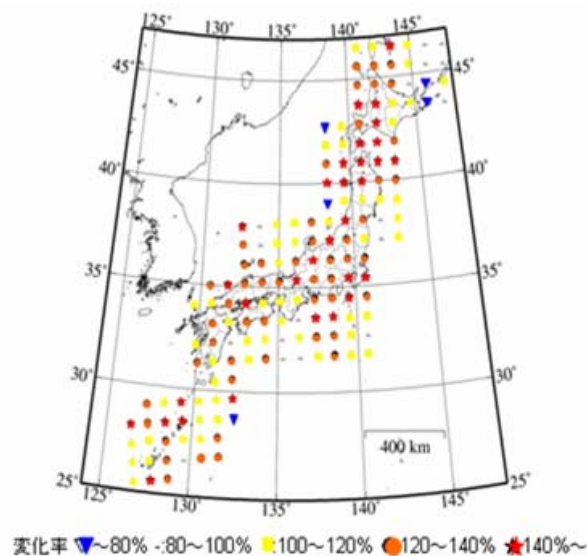


図 13 100 年確率最大日降水量の変化  
(100 年後/現在) (和田ら, 2005b)

1.5 健康

1.5.1 これまでに観測された影響

人間への健康影響としては、暑熱による直接的な影響、感染症やその他、大気汚染への影響、大規模自然災害、衛生害虫等に対する間接的影響に大別される。暑熱による影響としては循環器疾患や呼吸器疾患を有する患者の死亡率の増加、熱中症患者の増加が報告されている。感染症に関してはデング熱等の媒介蚊であるヒトスジシマカの国内での分布域の北上、新たな日本脳炎媒介蚊の東南アジアからの侵入等感染症媒介生物の分布域の変化が報告されている。また、水系感染症を起こす菌の海水中の検出域の北上が報告されている。

- ・ 熱ストレスによる超過死亡の増加 [第 6 章 6.2]
- ・ 2007 年に、多くの都市で熱中症患者数<sup>3</sup>が過去最高を記録（東京都及び 17 政令市合計で 5,000 名を超える患者） [第 6 章 6.2]
- ・ デング熱等を媒介するヒトスジシマカの分布域の拡大、東南アジアからの新たな日本脳炎媒介蚊の侵入 [第 6 章 6.2]
- ・ 海水中のビブリオ・バルニフィカス菌検出域の北上 [第 6 章 6.2] など

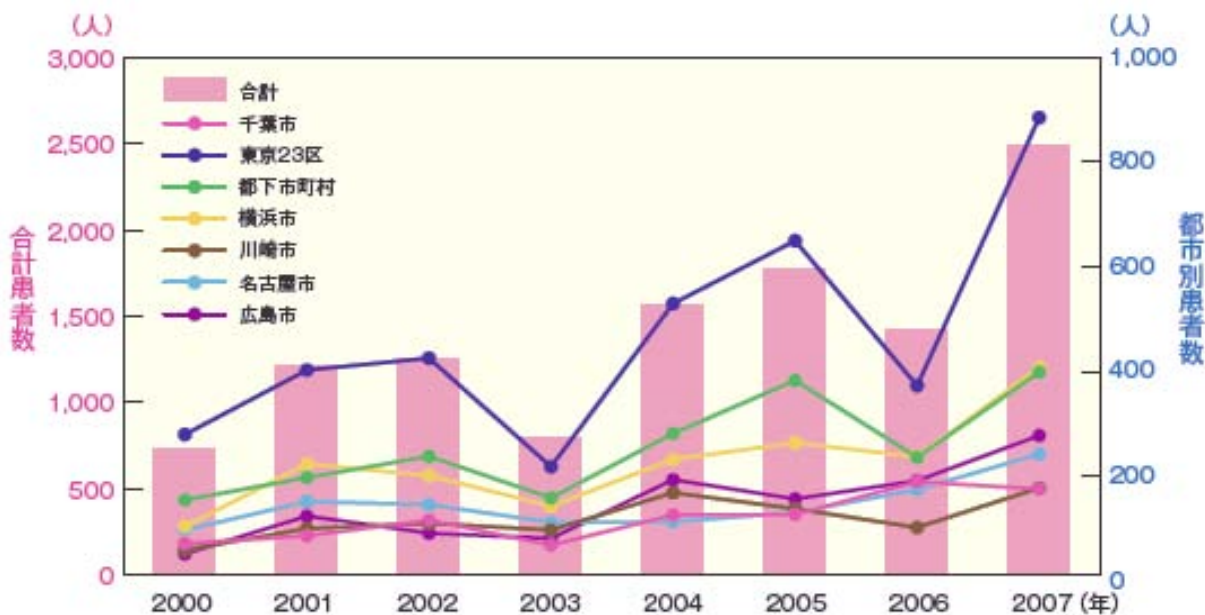


図 14 都市別熱中症患者数の推移

資料提供：国立環境研究所環境健康研究領域総合影響評価研究室 小野雅司室長

<sup>3</sup>ここでの熱中症患者数は、消防庁・消防局管内で救急車により搬送された患者数であり、救急車を使わずに直接医療機関を受診した患者数、あるいは受診しなかった患者数は含まれていない。



## 最終稿

### 1.5.2 将来予測される影響

暑熱の影響として、熱ストレスによる死亡リスクの増加、特に循環器疾患患者の増加が予想される。さらに、熱中症患者数の増加、および熱帯夜日数の増加による夜間の睡眠障害の増加等が予測される。これら暑熱の影響は特に高齢者において影響が大きいと予想される。感染症への影響としては、ヒトスジシマカ分布域の東北・北海道での北上、ネッタイシマカの日本への侵入により日本全域がデング熱、チクングニヤ熱の流行リスクを有する地域となると予想される。また、日本脳炎患者発生域の北上も予想される。

#### 【予測される主要な影響例】

- ・ 熱ストレスによる超過死亡の増加 [第 6 章 6.3]
- ・ 熱中症患者数の増加（東京都を対象とした将来予測） [第 6 章 6.3]
- ・ デング熱を媒介するヒトスジシマカやネッタイシマカの分布域拡大の可能性 [第 6 章 6.3] など

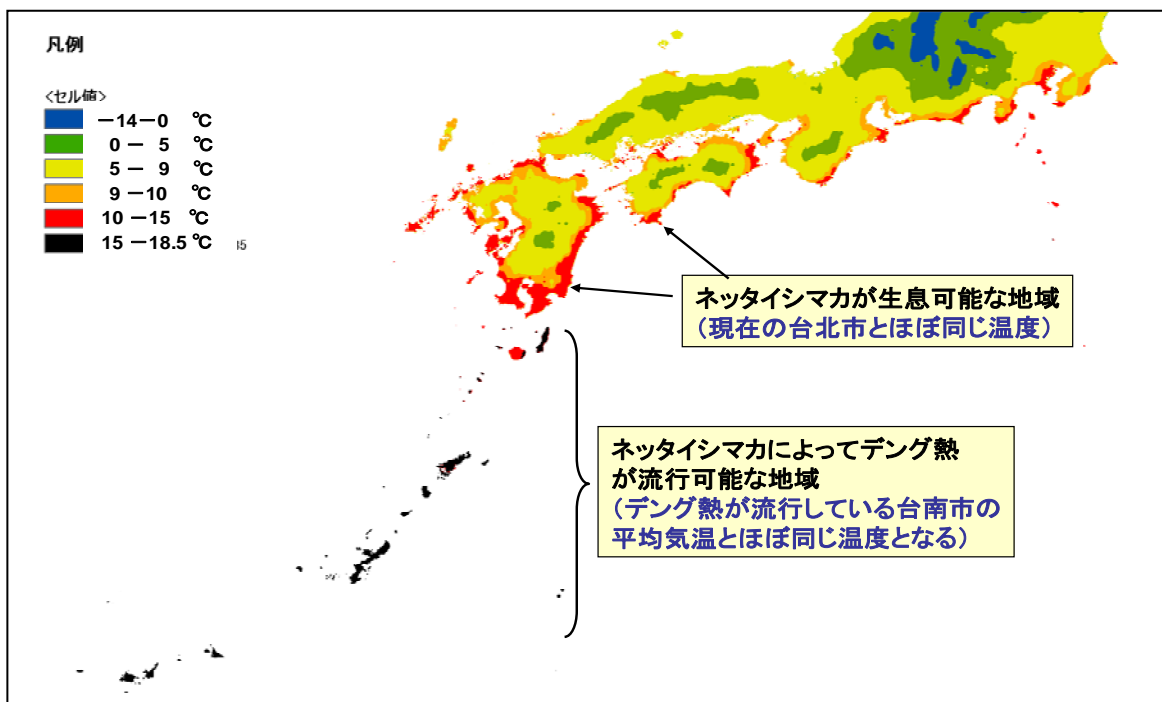


図 15 1月の平均気温の温度分布とネッタイシマカの分布拡大予測 (2100年)

要通知!

(Kobayashi et al., 2008)