

環境省 地球環境研究総合推進費  
戦略的研究開発プロジェクト

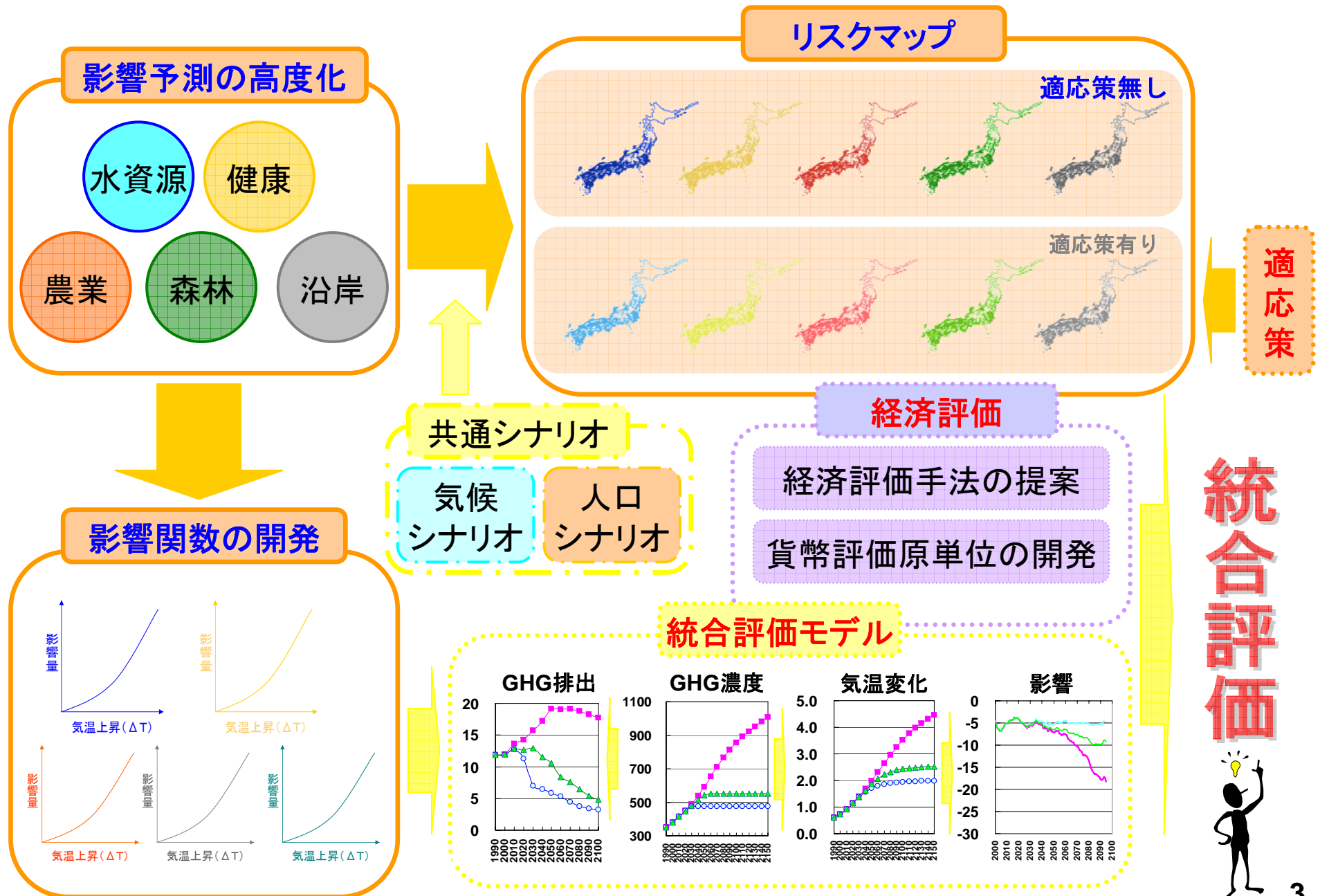
**S-4 温暖化の危険な水準及び  
温室効果ガス安定化レベル検討のための  
温暖化影響の総合的評価に関する研究  
-温暖化影響総合予測プロジェクト-**

茨城大学，(独)国立環境研究所，東北大学，  
(独)農業・食品産業技術総合研究機構農村工学研究所，  
東京大学，国土技術政策総合研究所，筑波大学，  
国立感染症研究所，(独)農業環境技術研究所，  
(独)国際農林水産業研究センター，  
(独)森林総合研究所，九州大学，名城大学，  
(株)三菱総合研究所

# 研究体制・目的

- **温暖化影響総合予測プロジェクト(環境省推進費S-4, H17-21)の前期三年の成果**
- **研究体制**
  - プロジェクトリーダー: 茨城大学 三村信男
  - 研究期間: 第Ⅰ期(H17~19)+第Ⅱ期(H20~21)
  - サブ課題数: 7つ, 研究参画機関数: 20機関(H19), 研究参画者数: 44名(H19)
- **対象分野: 水資源, 森林, 農業, 沿岸域, 健康**
- **研究プロジェクトの目的**
  - 2050年頃までに重点をおきつつ今世紀末までを対象として, 我が国及びアジア地域の水資源, 森林, 農業, 沿岸域, 健康といった主要な分野における温暖化影響について定量的な知見を得る
  - 我が国への影響を総合的に把握し, 温暖化の程度との関係を示す

# 研究の進め方 (主要な成果: 青文字, 検討途中: 赤文字, 未検討: 灰色文字)



# 本報告書で示されているもの

---

- 分野別の定量的評価手法を開発し、我が国への影響を予測して、影響の程度と地域分布を示す**リスクマップ**(全国及び地域評価)を提示
- 温暖化の進展と影響量の関係を示す**温暖化影響関数**を開発し、気候シナリオに沿って温暖化が進行した場合、**全国的な影響**がどのように拡大するかを**総合的に検討**

**水資源への影響：** 豪雨の頻度と強度が増加して、洪水の被害が拡大し、土砂災害、ダム堆砂が深刻化する。無降雨期間の濁質流出量増加によって水道の浄水費用が増加する。一方、積雪水資源の減少は、北陸から東北の日本海側で代掻き期の農業用水の不足を招き、降水量の変化によって九州南部と沖縄などでの渇水リスクが高まる。

## 1. 洪水氾濫

- (a) 50年に一回降る豪雨が2030年頃には30年に一回の頻度に増加と予想(気候シナリオMIROC結果)。温暖化による豪雨頻度・強度変化は地域によって差があり、太平洋沿岸や山岳地域の豪雨の頻度と強度が大きくなり洪水のリスクが増大
- (b) 温暖化による豪雨の増加に伴う洪水被害額は年間約1兆円(現在100年に一回の豪雨が50年に一回程度まで増加した場合の被害増加額)

## 2. 斜面災害

豪雨による斜面崩壊発生危険地域は都市周辺に迫り、特に中国地方や東北地方の都市圏郊外ではそのリスクが高まる

## 3. 土砂堆積

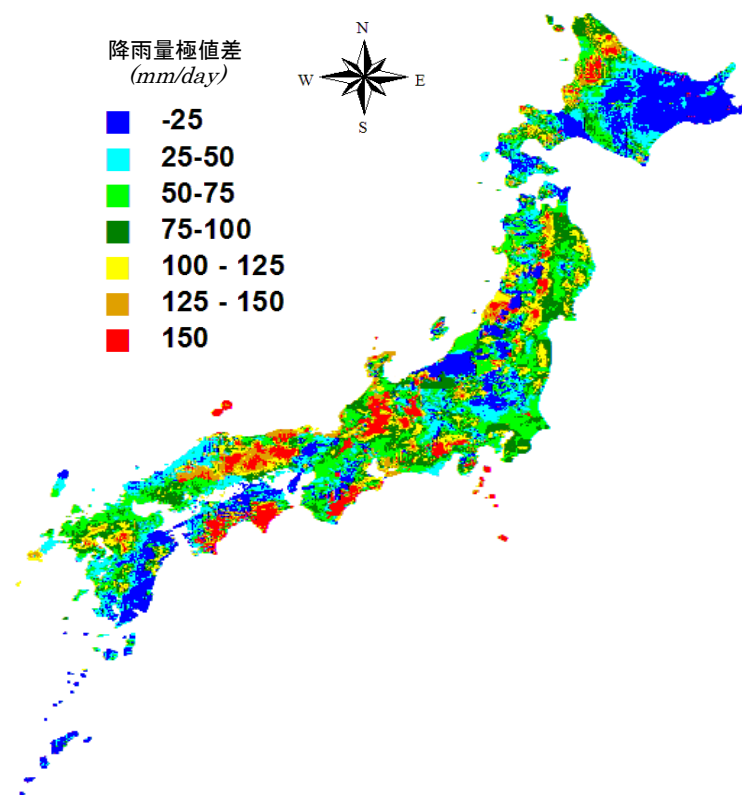
中央構造線に沿って大きな土砂生産量増加地域が拡大。特に北アルプスから南アルプスにかけては、土砂生産の増加が危惧される

## 4. 積雪水資源

北陸から東北の日本海側で、温暖化による積雪水資源が減少する。そのため、新潟や秋田など米どころで、代掻き期の農業用水となる融雪水が不足する可能性がある

## 5. 水需給

北海道、東北の東岸で水需給バランスが現状よりも逼迫し、九州南部と沖縄の水資源は特に逼迫する



30年に1回の豪雨と50年に1回の豪雨の日降雨量の差 (mm/日)  
(現在の統計値から推定される2030年頃の豪雨の変化)

**森林への影響：** 温暖化に伴う気温上昇・降雨量変化によって我が国の森林は大きな打撃を受ける。ブナ林・チシマザサ・ハイマツ・シラベ(シラビソ)などの分布適域は激減し、今世紀の中頃以降、白神山地もブナの適地ではなくなる。また、マツ枯れの被害リスクが拡大し、1～2℃の気温上昇により、現在はまだ被害が及んでいない本州北端まで危険域が拡大する。

## 1. ブナ林分布適域(右図)

- (a)全国では、現在比で65～44%(2031-2050年), 31～7%(2081-2100年)に減少。西日本や本州太平洋側ではほとんど消滅
- (b)白神山地(世界遺産地域)の77%を占めるブナ林は、2031-2050年には44.3～2.9%, 2081-2100年には3.4～0.0%に減少
- (c)北海道における温暖化の北上速度は10～50km/100年である一方、ブナの移動速度は1～2km/100年(本州の過去最大値は23.3km/100年)であるため、ブナの移動は気温上昇に追いつけない

## 2. マツ枯れ

1～2℃の気温上昇により、現在被害のない青森県平野部にまで危険域が拡大。気温上昇が2℃を超えると、岩手県内陸部のアカマツ林業地帯やマツタケ生産地に壊滅的な被害が及ぶ可能性がある

## 3. チシマザサ(ネマガリダケ)分布適域

現在比 54～45% (2031-2050年)に減少。佐渡島ではほぼ消滅

## 4. 山地湿原

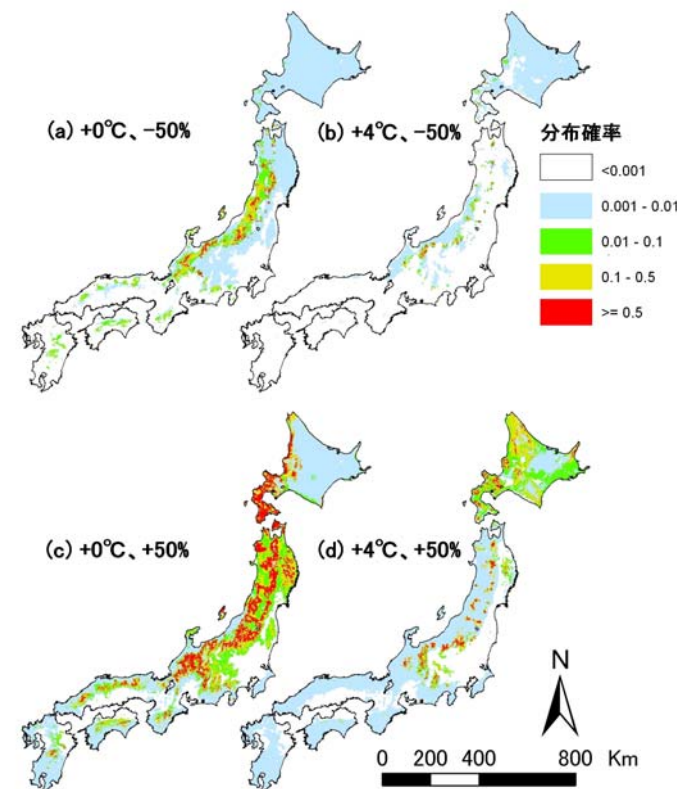
群馬・新潟県境にある平ヶ岳の頂上部の湿原は、積雪の減少と乾燥化により1971年から2000年までの30年間で面積が約10%縮小

## 5. ハイマツ分布適域

現在比で49～56%(2031-2050年), 31～14%(2081-2100年)に減少。東北地方では、現在比で14～6%(2031-2050年), 9～0%(2081-2100年)とほぼ消滅

## 6. シラベ(シラビソ)分布適域

現在比で48～26%(2031-2050年), 23～13%(2081-2100年)に減少。四国では適域が消滅

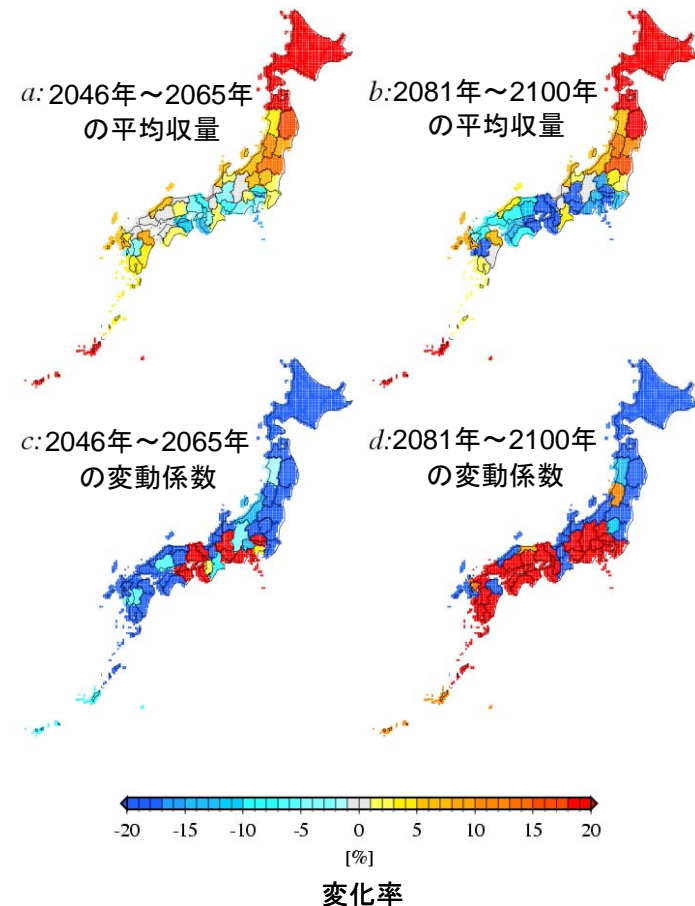


**気温と降水量を現状から全国均一に変化させた場合のブナ林分布確率の変化予測**

**農業への影響:** 我が国のコメ収量は、北日本では増収、近畿以西の南西日本では現在とほぼ同じかやや減少する。さらに、コメの品質低下、他の穀物や果樹などの生産適地の北上や減収によって農業に大きな影響が及ぶ。気候変動、人口の増加による需要増、投機による価格高騰、バイオ燃料への転用などが重なれば、日本への食料供給に対しても影響が生じる可能性がある。

## 1. 我が国のコメ収量(右図)

- (a) 2050年頃(2046~2065年)の収量は、現在(1979~2003年平均)に比べて、北海道及び東北で26%、13%増収し、近畿、四国では5%減収する
- (b) この傾向は2081~2100年ではより強く現れ、減収地域は中国、九州へ広がる
- ・ 移植日を現在のままと仮定
  - ・ 評価は気温、日射量、ならびに大気中の二酸化炭素濃度の3つの気象環境変化に対する影響のみを考慮
  - ・ 融雪水資源及び害虫の影響は今後の課題
  - ・ 西日本を中心とする地域では、収量の年々変動も大きくなる傾向が見られる



## 2. 世界の食料

- (a) 2030年代までのアメリカの主要穀物生産量の増加率は気候変化により減少。2030年代まで日本への食料供給に対する影響は少ないが、トウモロコシの供給量増加率は減少する
- (b) 気候変動、人口の増加による需要増、投機による価格高騰、バイオ燃料への転用などが重なれば、日本への食料供給に対しても予期せぬ影響が生じる可能性がある

### 気候シナリオMIROCによるコメ収量の変化推計結果

a, b: 平均収量、c, d: 20年間の収量の変動係数(標準偏差と平均との比)の変化率を表す。変化率は対象期間の値(2046~2065年あるいは2081~2100年)と現在の値(1979~2003年)との差と現在の値との比で定義した

**沿岸域への影響：** 海面上昇と高潮の増大で、現在の護岸を考慮しても、浸水面積・人口の被害が増加する。特に、瀬戸内海などの閉鎖性海域や三大湾奥部では、古くに開発された埋立地とその周辺は浸水の危険性が高い。また、海面上昇は汽水域拡大による河川堤防の強度低下、沿岸部の液状化危険度リスクを増大させる。

## 1. 高潮浸水

(a) 三大湾奥部と西日本(中国・四国・九州地方)

2000年の高潮浸水面積・浸水人口: 20,000ha, 29万人

2030年の高潮浸水面積・浸水人口: 29,000ha, 52万人

2100年の高潮浸水面積・浸水人口: 58,000ha, 137万人

(b) 西日本における高潮浸水面積や人口は、瀬戸内海などの閉鎖性海域や入り江などで大きい

(c) 三大湾奥部では、古くに開発された埋立地とその周辺で高潮による浸水の危険性が高い

## 2. 河川堤防

海面上昇によって河川汽水域が拡大し、堤防の強度が低下する

## 3. 液状化危険度

海面上昇と異常降雨が地下水位を上昇させ、地震時の液状化による地盤災害を受ける地域の面積を大きくする

## 4. 斜面災害リスク(福岡県)

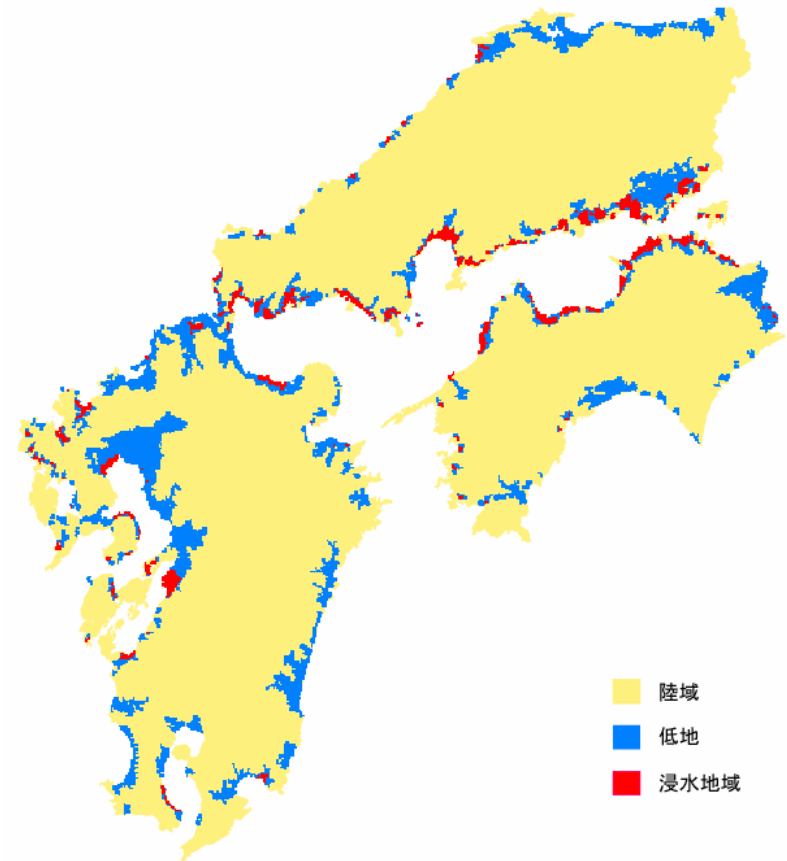
現在の降雨条件: 360億円/年の損失

温暖化時の2050年降雨条件: 614.3億円/年の損失

## 5. 失われる砂浜・干潟のレクリエーション価値

(砂浜) 1m<sup>2</sup>あたり約12,000円。30cmの海面上昇によって失われる砂浜の価値は1兆3千億円

(干潟) 1m<sup>2</sup>あたり約10,000円。海面上昇によって全国の干潟に影響が及ぶと仮定すると最大約5兆円の経済損失



2100年気候時における  
西日本において予想される  
高潮浸水地域



**健康への影響：** 温暖化によって健康への脅威が増す。気温とくに日最高気温の上昇に伴い、熱ストレスによる死亡リスクや、熱中症患者発生数が急激に増加し、とりわけ高齢者へのリスクが大きくなる。気象変化による大気汚染(光化学オキシダント)の発生が増加する。感染症(デング熱・マラリア・日本脳炎)の媒介蚊の分布可能域も拡大する。

## 1. 熱ストレス死亡リスク

気温上昇に伴い、熱ストレスによる死亡確率が、変化の小さな県でも約2倍、大きな県では5倍以上に拡大する

## 2. 熱中症

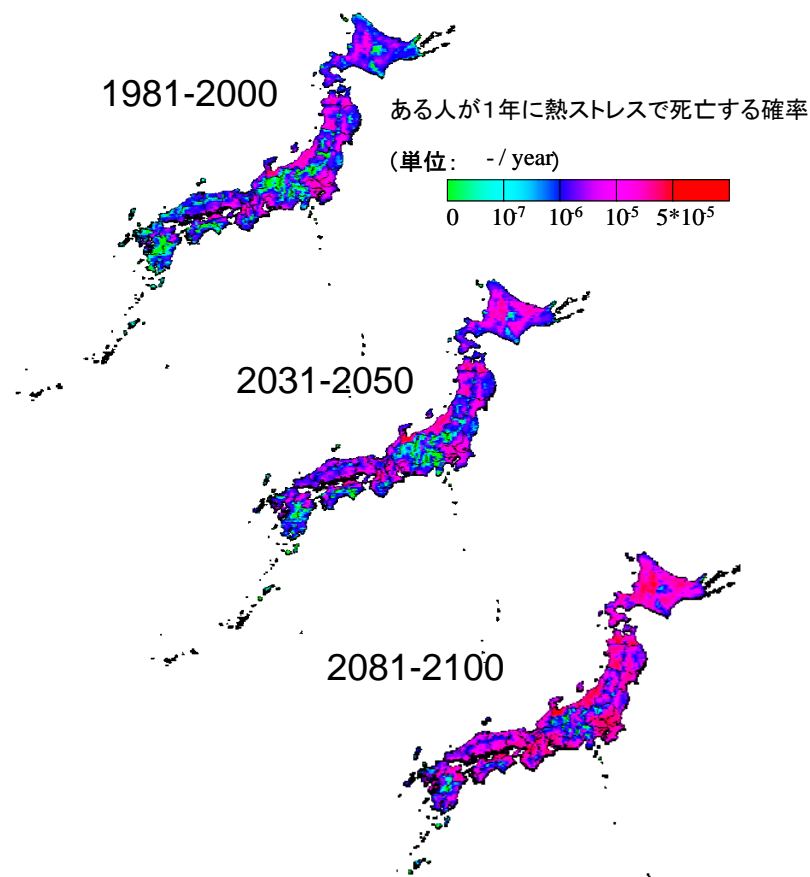
日最高気温上昇に伴い、熱中症患者発生数は急激に増加する。H19年夏の猛暑日では、65歳以上の年齢層で、35℃を超えると患者発生の急激な上昇が見られた

## 3. 大気汚染リスク

温暖化による気象変化で、光化学オキシダント濃度の上昇とこれに伴う死亡の増加が見込まれる。ただし、増大する光化学オキシダントの越境汚染に比べると影響は小さい

## 4. 感染症：デング熱・マラリア・日本脳炎

- (a) デング熱媒介蚊のネッタイシマカの分布可能域が、2100年には九州南部・東西海岸線、高知県、紀伊半島の南部、静岡県、神奈川県、千葉県南部と広範囲に拡大する
- (b) ヒトスジシマカの分布域は現在、岩手・秋田に達しており、2100年には東北地方全域及び北海道の一部に広がる
- (c) 我が国の現在の医療体制の下では、温暖化によるマラリア再流行の可能性は低い

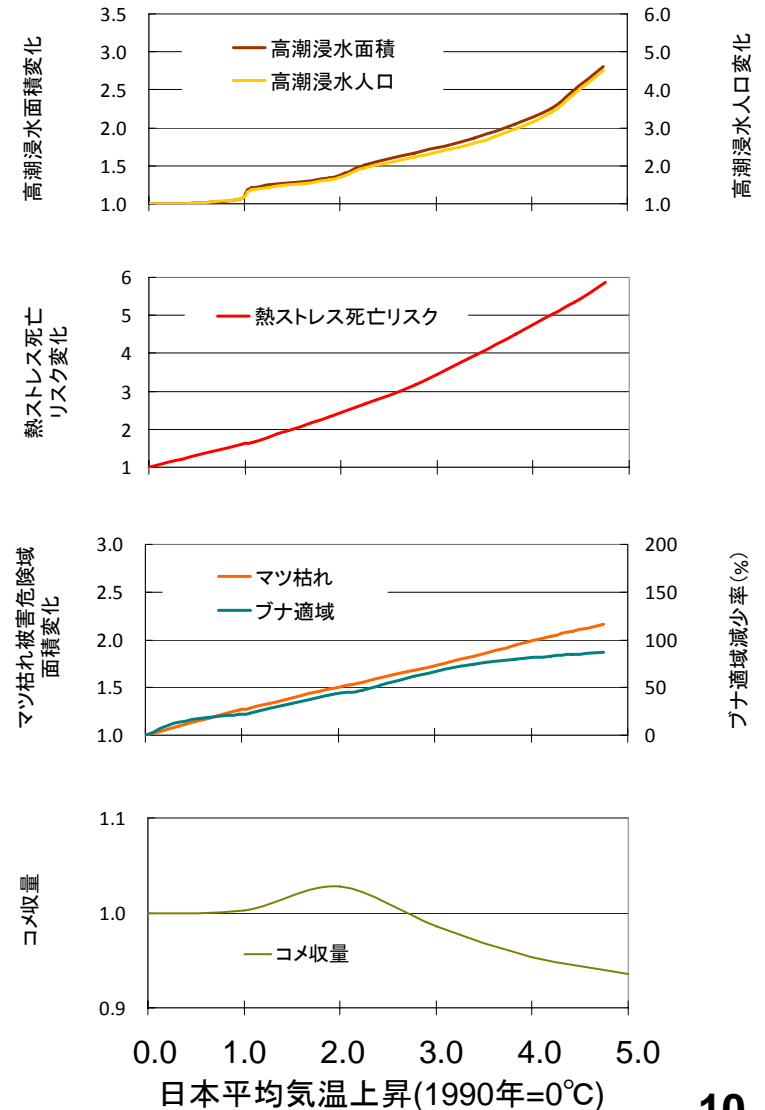
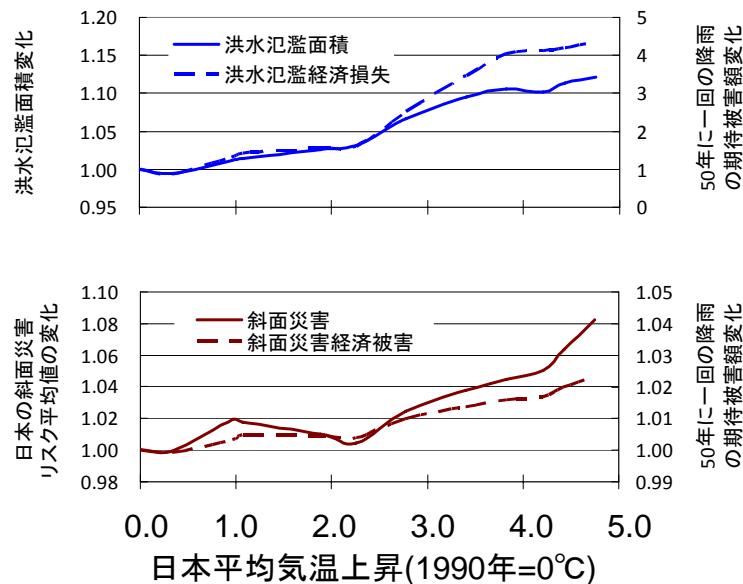


**1人の人間が1年間に  
熱ストレスにより死亡する確率**

# 温暖化影響関数

複数分野における影響評価を統一行的に行い結果を統合的に評価

- 様々な分野を対象とした複数の詳細な影響評価モデルを用いて、気温・降水量等の主要因子を感度解析的に変化させた多数回シミュレーションを行い、その出力を地域別に平均集計することで得られる温暖化影響関数を開発し、統合評価モデルに実装



# 分野別影響の統合評価

## 温暖化の危険な水準に関する最先端の総合的知見を初めて提供

1. 分野ごとの影響の量と増加速度は異なるが、我が国にも比較的低い気温上昇で影響が現れる。

森林をはじめ自然システムには1°C程度の気温上昇でも大きな影響が現れる。洪水や土砂災害は2°Cを超えると豪雨の増加によってリスクが急速に大きくなり、高潮による浸水人口は現在の約1.7倍を超える。農業では、気温上昇が約2.6°Cを超えると適地の北上やCO<sub>2</sub>の施肥効果が帳消しになる。熱ストレスの影響は、気温上昇の小さい時期から上昇していく。
2. 影響量と増加速度は地域ごとに異なり、分野毎に特に脆弱な地域がある。
3. 温暖化の危険な水準に関する総合的な知見を提供する最先端の方法を開発。

**洪水氾濫**:洪水氾濫面積と被害額は2°Cを超えるあたりまで、気温上昇に伴いなだらかに増加  
2°Cを超えたあたりで氾濫面積及び被害額がより増加する傾向

**斜面災害**:斜面災害の影響は洪水氾濫影響と同様の傾向

**ブナ林の分布適域**:気温上昇が約1.5°Cで約30%減少、約2.5°Cで約50%減少、約4.0°Cで約80%減少

**マツ枯れ面積**:ブナ林と同様に温暖化の影響が大きい。気温上昇が約1.2°Cで約1.3倍、約2°Cで約1.5倍、約4°Cで約2倍に拡大

**コメの収量**:気温上昇がおおよそ2°Cに達するまでは生産性が向上し、その後低下傾向を示す。  
約2.6°Cあたりまでは、現状と比べて全体の収量の低下は見られない

**高潮浸水**:約2°Cの気温上昇で高潮浸水面積は約1.4倍、浸水人口は約1.7倍となり、約3°Cの気温上昇で高潮浸水面積は約1.7倍、約4°Cの気温上昇で浸水人口は約3.2倍

**熱ストレス死亡リスク**:気温上昇に伴って指数関数的に増加する傾向

# 研究成果のまとめ(1) ー全般

- 1. 影響量と増加速度は地域ごとに異なり、分野毎に特に脆弱な地域がある。**

水資源, 森林, 農業, 沿岸域, 健康の5分野における温暖化影響の地域分布を示す多数のリスクマップを提示した。これらの分野において, 洪水や土砂災害の増加, 森林の北方への移動と衰退, 米作への影響, 高潮災害の拡大や沿岸部での液状化リスクの増大, 熱中症患者の増加, 感染症の潜在的リスクの増大といった多岐にわたる影響が現れる。さらに, これらには地域差がある一方, 我が国全体として見ると厳しい影響となるものがある。
- 2. 分野ごとの影響の程度と増加速度は異なるが、我が国にも比較的低い気温上昇で大きな影響が現れる。**

気温上昇とその時の影響の程度との関係を示す「温暖化影響関数」を構築し, それを用いて, 温暖化が進行する2100年までの気候シナリオに沿って, 我が国に対する影響がどのように拡大するかを総合的に検討し, 我が国にも比較的低い気温上昇で厳しい影響が現れることを提示した。
- 3. 近年、温暖化の影響が様々な分野で現れていることを考えると、早急に適正な適応策の計画が必要である。**

これらの悪影響を抑制するために必要となる適応策の考え方や各分野における対策の方向を検討した。

# 本研究のまとめ(2)一分野別の知見

**水資源への影響:** 豪雨の頻度と強度が増加して、洪水の被害が拡大し、土砂災害、ダム堆砂が深刻化する。無降雨期間の濁質流出量増加によって水道の浄水費用が増加する。一方、積雪水資源の減少は、北陸から東北の日本海側で代掻き期の農業用水の不足を招き、降水量の変化によって九州南部と沖縄などでの渇水リスクが高まる。

**森林への影響:** 温暖化に伴う気温上昇・降雨量変化によって我が国の森林は大きな打撃を受ける。ブナ林・チシマザサ・ハイマツ・シラベ(シラビソ)などの分布適域は激減し、今世紀の中頃以降、白神山地もブナの適地ではなくなる。また、マツ枯れの被害リスクが拡大し、1~2℃の気温上昇により、現在はまだ被害が及んでいない本州北端まで危険域が拡大する。

**農業への影響:** 我が国のコメ収量は、北日本では増収、近畿以西の南西日本では現在とほぼ同じかやや減少する。さらに、コメの品質低下、他の穀物や果樹などの生産適地の北上や減収によって農業に大きな影響が及ぶ。気候変動、人口の増加による需要増、投機による価格高騰、バイオ燃料への転用などが重なれば、日本への食料供給に対しても影響が生じる可能性がある。

**沿岸域への影響:** 海面上昇と高潮の増大で、現在の護岸を考慮しても、浸水面積・人口の被害が増加する。特に、瀬戸内海などの閉鎖性海域や三大湾奥部では、古くに開発された埋立地とその周辺は浸水の危険性が高い。また、海面上昇は汽水域拡大による河川堤防の強度低下、沿岸部の液状化危険度リスクを増大させる。

**健康への影響:** 温暖化によって健康への脅威が増す。気温とくに日最高気温の上昇に伴い、熱ストレスによる死亡リスクや、熱中症患者発生数が急激に増加し、とりわけ高齢者へのリスクが大きくなる。気象変化による大気汚染(光化学オキシダント)の発生が増加する。感染症(デング熱・マラリア・日本脳炎)の媒介蚊の分布可能域も拡大する。

# 今後の研究課題

---

1. 安定化シナリオを用いた影響評価
2. 統合評価手法の検討
  - ✓ 複数分野の影響評価結果をどのように統合して評価するかを検討
  - ✓ 経済評価の強化
3. 適応を考慮した影響評価
4. 不確実性分析
5. 適応策の立案・計画・実施への支援
6. アジア・太平洋地域の影響評価

# 連絡先

報告書HP: <http://www-cger.nies.go.jp/climate/rpj-impact-s4report.html>

- **プロジェクトリーダー: 三村 信男**  
茨城大学 地球変動適応科学研究機関 教授・機関長  
TEL: 029-228-8809, E-mail: mimura@mx.ibaraki.ac.jp
- **水資源への影響評価: 風間 聡**  
東北大学大学院環境科学研究科 准教授  
TEL: 022-795-7458, E-mail: kazama@kaigan.civil.tohoku.ac.jp
- **森林生態系への影響評価: 田中 信行**  
(独)森林総合研究所植物生態研究領域 主任研究員  
TEL: 029-829-8221, E-mail: ntanaka@affrc.go.jp
- **農業への影響評価: 横沢 正幸**  
(独)農業環境技術研究所大気環境研究領域 主任研究員  
TEL: 029-838-8435, E-mail: myokoz@affrc.go.jp
- **沿岸域への影響評価: 安原 一哉**  
茨城大学工学部 教授  
TEL: 0294-38-5166, E-mail: yasuhara@mx.ibaraki.ac.jp
- **健康への影響評価: 小野 雅司**  
(独)国立環境研究所環境健康研究領域 室長  
TEL: 029-850-2421, E-mail: onomasaj@nies.go.jp
- **経済評価: 森杉 壽芳**  
東北大学大学院経済学研究科 特任教授  
TEL: 022-795-6285, E-mail: morisugi@econ.tohoku.ac.jp
- **統合評価: 肱岡 靖明**  
(独)国立環境研究所社会環境システム研究領域 主任研究員  
TEL: 029-850-2961, E-mail: hijioka@nies.go.jp