



氣候變動影響評估報告書

概要版

環境省

目次

| タイトル | 内容 | 本資料のページ | 報告書の参照ページ |
|--------------------------|---|---------|------------|
| 気候変動影響評価報告書の6つのポイント | | 1 | 総説 1~4 |
| 背景及び目的 | | 2 | 総説 5~8 |
| 日本の気候変動の概要 | 気候変動の観測・予測に関する主な取組 | 3 | 総説 9~10 |
| | 大気中の温室効果ガス濃度の状況 | 4 | 総説 11 |
| | 気候変動（気温）の観測結果と将来予測 | 5~6 | 総説 12~15 |
| | 気候変動（降水量）の観測結果と将来予測 | 7~8 | 総説 16~20 |
| | 気候変動（積雪・降雪）の観測結果と将来予測 | 9 | 総説 21~23 |
| | 気候変動（海水温、海氷、海洋循環、海洋酸性化、台風）の観測結果と将来予測 | 10~12 | 総説 24~31 |
| 日本の気候変動影響の概要 | 気候変動影響の評価手法 | 13~14 | 総説 33~41 |
| | 農業、森林・林業、水産業分野における気候変動による影響の概要 | 15~30 | 詳細 14~80 |
| | 水環境・水資源分野における気候変動による影響の概要 | 31~39 | 詳細 81~105 |
| | 自然生態系分野における気候変動による影響の概要 | 40~57 | 詳細 106~176 |
| | 自然災害・沿岸域分野における気候変動による影響の概要 | 58~69 | 詳細 177~216 |
| | 健康分野における気候変動による影響の概要 | 70~81 | 詳細 217~244 |
| | 産業・経済活動分野における気候変動による影響の概要 | 82~93 | 詳細 245~277 |
| | 国民生活・都市生活分野における気候変動による影響の概要 | 94~99 | 詳細 278~291 |
| | 分野間の影響の連鎖 | 100~101 | 総説 64~69 |
| | 気候変動影響の評価手法に関する課題と展望 | 102~103 | 総説 70~71 |
| 気候変動影響の評価に関する現在の取組と今後の展望 | <ul style="list-style-type: none"> 気候変動影響評価及び適応策立案に関する分野横断的な取組 気候変動影響評価及び適応策立案に関する分野別の取組 気候変動予測、影響評価、適応策立案・実施の連携強化 気候変動影響評価及び適応に関する国際協力 | 104~111 | 総説 72~81 |
| 参考資料 | 気候予測に用いられている各シナリオの概要 | 112 | 総説 82~86 |
| | 気候変動分野における関連ウェブサイトの紹介 | 113 | — |

気候変動影響評価報告書の6つのポイント

1 知見の増加と確信度の向上

- ・ 前回（2015年）に比べ、文献数が509件から1261件に増加。31項目で確信度が向上し、55項目の確信度が中程度以上に。

2 重大性・緊急性の評価

- ・ 重大性、緊急性ともに高いと評価した項目は33項目

【重大性】

特に重大な影響が認められる（49項目）

33項目

【緊急性】

高い（38項目）

- ・ 今回新たに3項目が「特に重大な影響が認められる」、8項目が「対策の緊急性が高い」と評価。

3 気象災害に関する影響評価

- ・ 近年、日本各地で多くの激甚な気象災害が発生。
- ・ 21世紀後半にかけて、気温上昇に伴い強風や強い台風※が増加。また、洪水を起こしうる大雨も増加。

気候変動×防災

武田内閣府特命大臣（当時）と小泉環境大臣（当時）が災害と気候変動リスクを踏まえた抜本的な防災・減災対策に関する戦略として共同メッセージを発表。

※ 「本資料における「強い台風」は、必ずしも気象庁が定義する「強い台風（最大風速33m/s以上44m/s未満）」を指さず、相対的に風速の大きな台風全般を意味する。

4 複合的な災害影響（67～68ページ参照）

- ・ 複数の要素（例えば土砂災害×洪水氾濫）の相互的な影響により、広域かつ甚大な被害をもたらす「複合的な災害影響」に着目し、現在の影響を整理。

5 分野間の影響の連鎖（100～101ページ参照）

- ・ ある影響が分野を超えてさらに他の影響を誘発、異なる分野での影響が連続することにより、影響の甚大化をもたらす事象を「分野間の影響の連鎖」と定義。
- ・ 事例を収集し、懸念される影響を整理。

分野間で連鎖する影響の例

気温上昇に伴うヒトスジシマカ等の分布拡大⇒節足動物感染症リスクの増加。

6 適応と緩和の両輪で

- ・ 世界の平均気温は工業化以前に比べて現在までに約1°C上昇。このままの速度で地球温暖化が進むと2030～2052年の間に気温上昇が1.5°Cに達する可能性。
- ・ ティッピングポイント※の存在の指摘も踏まえ、気温上昇を1.5°Cに抑える努力を継続し、適応策と併せ、緩和策を着実に実施することが重要。

※ それを越えると深刻で不可逆な変化・影響が生じうる閾値

背景及び目的

国際的な動向

- 2015年、COP21でパリ協定が採択。
- パリ協定では、世界全体の平均気温の上昇を産業革命以前に比べて2°Cより十分低く保つとともに、1.5°Cに抑える努力を追求することに言及。
- IPCCは2018年以降、1.5度特別報告書、土地関係特別報告書、海洋・雪氷圏特別報告書を公開。



パリ協定の採択
(写真：気候変動枠組条約事務局、
出典：環境省ホームページ, 環境白書
<<https://www.env.go.jp/policy/hakusyo/h28/html/hj1601010101.html>>)

国内の動向

- 2018年に気候変動の影響への適応に関する法律（気候変動適応法）が施行。概ね5年ごとに気候変動影響評価報告書を作成、公表することを位置づけ。
- 政府、地方公共団体、事業者等、様々な主体による適応推進のため、気候変動適応プラットフォーム、データ統合・解析システム等の情報基盤を整備。
- 2020年には、文部科学省と気象庁より『日本の気候変動2020』、環境省より『気候変動影響評価報告書』（本資料は報告書の概要版）が発行。

気候変動影響評価報告書

(総説)



(詳細)



- 気候変動適応法に基づき作成された初めての報告書。
- 政府や自治体、事業者等による「気候変動適応計画」の策定において、各分野・項目ごとの気候変動影響やその対策に関する情報を効率的に抽出するように、気候変動による日本国内の影響を以下の観点から取りまとめ。
- 評価対象は、全7分野71項目。
 - 重大性：社会、経済、環境の3つの観点における、影響の程度、可能性等
 - 緊急性：影響の発現時期や適応の着手・重要な意思決定が必要な時期
 - 確信度：「証拠の種類、量、質、整合性」、及び「見解の一致度」の観点からの予測の確からしさ

日本の気候変動の概要

- 気候変動の観測・予測に関する主な取組
- 大気中の温室効果ガス濃度の状況
- 気候変動（気温）の観測結果と将来予測
- 気候変動（降水量）の観測結果と将来予測
- 気候変動（積雪・降雪）の観測結果と将来予測
- 気候変動（海水温、海氷、海洋循環、海洋酸性化、台風）の観測結果と将来予測

※ 本章の情報の大部分は下記資料から引用。

「日本の気候変動2020」（文部科学省・気象庁）<<https://www.data.jma.go.jp/cpdinfo/ccj/index.html>>

※ 観測成果に関する情報は「気候変動影響評価報告書」掲載時点のものである。最新の情報は下記資料を参照。

「気候変動監視レポート」（気象庁）<<https://www.data.jma.go.jp/cpdinfo/monitor/>>

観測や予測の主な取組

観測

関係機関において陸上の定点観測や船舶、アルゴフロートによる観測に加え、近年では衛星による観測を実施。

本報告書に記載する気候変動の観測結果は主に気象庁の観測データを基に記載。

予測

本報告書の将来予測は、表1の予測データを基に記載。

活躍する人工衛星：

- 温室効果ガス観測技術衛星2号「いぶき2号」
- 水循環変動観測衛星「しずく」
- 気候変動観測衛星「しきさい」



気候変動観測衛星「しきさい」
(出典：JAXA)

表1 気候変動の将来予測に用いられたデータ

| | |
|---------------------------|---|
| 大気 (気温、降水量等) | 気象庁気象研究所が開発した水平解像度20kmの全球大気モデル (MRI-AGCM:Mizuta et al.,2012) 及び水平解像度5kmの非静力学地域気候モデル (NHRCM05:Sasaki et al.,2011) を用いた将来予測計算の結果。 |
| 海洋 (海面水温・海面水位・海氷・海洋循環) | 文科省の気候変動適応技術社会実装プログラム (SI-CAT) により作成された日本周辺海域の近未来予測データベースで、気象研究所で開発された海洋モデルMRI.COM (Tsujino et al.,2017) を用いて計算した結果。 |
| 海洋酸性化 | 結合モデル相互比較プロジェクト第5期 (CMIP5) で行われた地球システムモデルによる予測結果、及び長期海洋観測に基づいて作成した重回帰モデルに地球システムモデルによる将来変化を適用した結果。 |
| 極端現象 | 文部科学省「気候変動リスク情報創生プログラム」の下で、多数 (最大100メンバー) のアンサンブル実験を行って作成されたアンサンブル気候予測データベースである、「地球温暖化対策に資するアンサンブル気候予測データベース」 (d4PDF: database for Policy Decision making for Future climate change) に基づいて評価した結果。 |

温室効果ガス濃度の状況

観測

- 国内観測点において、二酸化炭素、メタン及び一酸化二窒素の大気中濃度は増加。
- 大気中の二酸化炭素の2019年の世界平均濃度は410.5ppmで、工業化以前の約1.5倍（WMO,2020）。
- 2019年までの10年間の平均増加量は2.4ppm/年であり、1990年代の平均増加量1.5ppm/年の約1.5倍。
- 2019年の大気中のメタンの世界平均濃度は1877ppbで、工業化以前の約2.6倍（WMO,2020）。工業化以降の大気中メタンの増加は人間活動によるもの。
- 大気中的一酸化二窒素は人間活動に伴い増加を続けており、2019年以降の世界平均濃度は332.0ppbで、工業化以前の約1.2倍。大気中に放出される一酸化二窒素の約40%は人為起源（バイオマス燃焼、施肥及び各種工業課程等）。
- 気象庁における国内3地点（綾里（岩手県大船渡市）、南鳥島（東京都小笠原村）、及び与那国島（沖縄県与那国町））における地上付近の大気中の二酸化炭素及びメタンの月平均濃度は図1の通り。

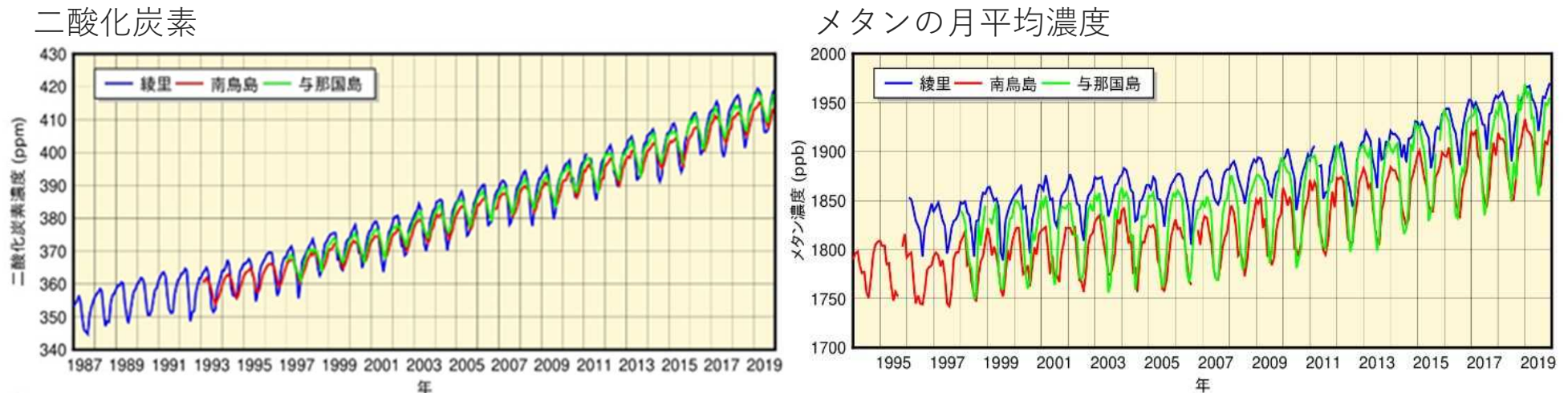


図1 綾里、南鳥島及び与那国島における大気中の二酸化炭素及びメタンの月平均濃度

気温（年平均気温）

観測

日本の年平均気温は、様々な変動を繰り返しながら有意に上昇。1898～2019年における上昇率は100年あたり1.24℃（信頼水準99%で統計的に有意）。

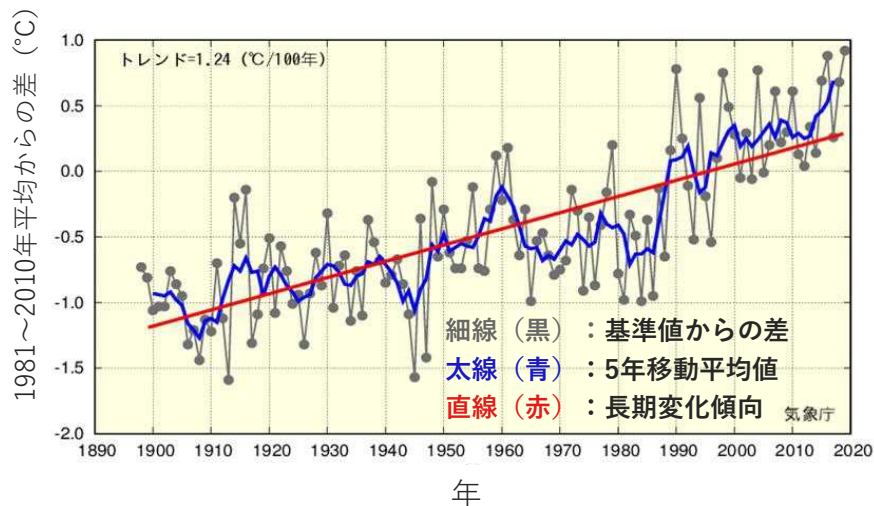


図2 日本の年平均気温偏差の経年変化（1898～2019年）

統計値の算出方法：

観測データの均質性が長期間維持され、かつ都市化等による環境の変化が比較的小さい気象官署15地点（網走、根室、寿都、山形、石巻、伏木、飯田、銚子、境、浜田、彦根、多度津、宮崎、名瀬、石垣島）の平均。なお、飯田と宮崎は、統計期間内での移転に伴う影響を補正。ただし、これらの観測点も都市化の影響が全くないわけではない。年平均気温の基準値は、1981～2010年の30年平均値*。

*現在は基準値に1991-2020年の30年平均値を用いている。

予測

21世紀末の日本の年平均気温は、20世紀末に対して全国的に有意に上昇すると予測（確信度が高い）。

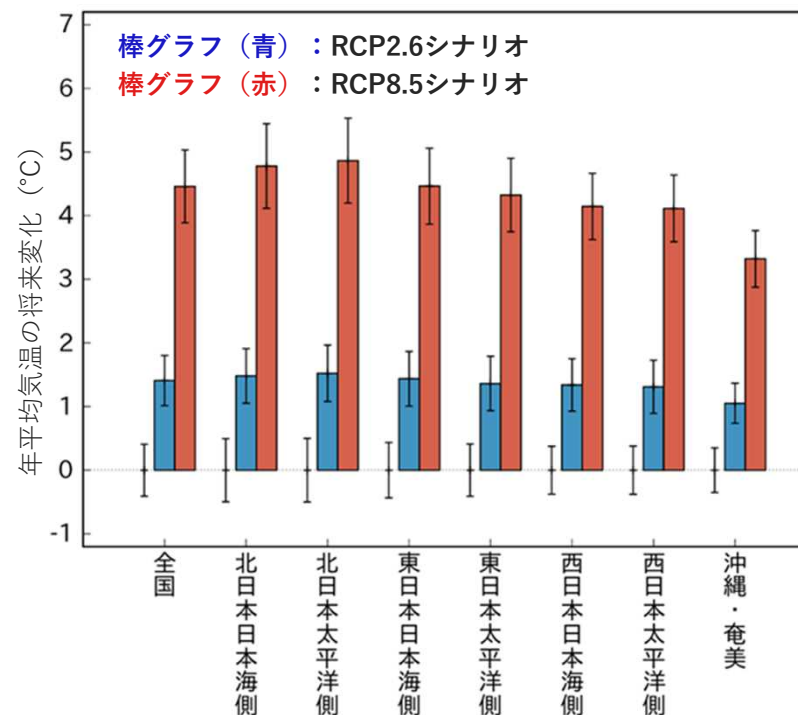


図3 気象庁の予測による年平均気温の将来変化

将来変化のグラフの説明：

棒グラフは、20世紀末（1980～1999年平均）を基準とした21世紀末（2076～2095年平均）における将来変化量。縦棒は年ごとの変動幅。棒グラフが無い箇所の縦線は20世紀末の年々変動の幅。

気温（極端な高温、低温）

観測

1910～2019年における真夏日、猛暑日、熱帯夜の日数は、ともに有意に増加。一方、冬日の日数は減少（いずれも信頼水準99%で統計的に有意）。

棒グラフ（緑）：1地点あたりの年間日数
太線（青）：5年移動平均値
直線（赤）：長期変化傾向

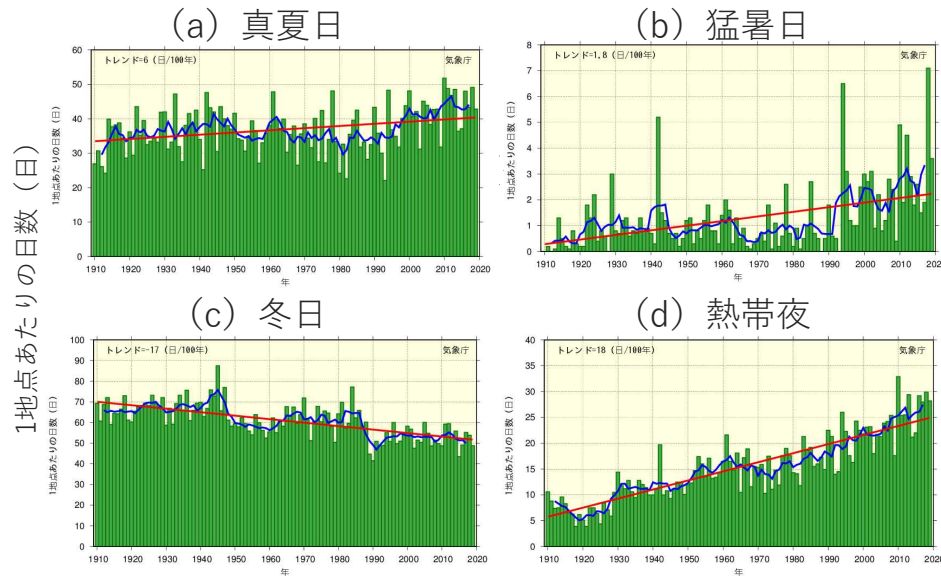


図4 年間日数の経年変化（1910～2019年）

統計値の算出方法：

都市化の影響が比較的小さいとみられる気象庁の13観測地点の観測値を用いて解析。

用語の定義は以下の通り。

真夏日:日最高気温が30℃以上の日 猛暑日:日最高気温が35℃以上の日

冬日:日最低気温が0℃未満の日 熱帯夜:日最低気温が25℃以上の日

予測

RCP8.5シナリオでは、真夏日、猛暑日、熱帯夜の年間日数は全国的に有意に増加すると予測。冬日の年間日数は、沖縄・奄美以外の地域で、統計的に有意に減少すると予測（いずれも確信度は高い）。

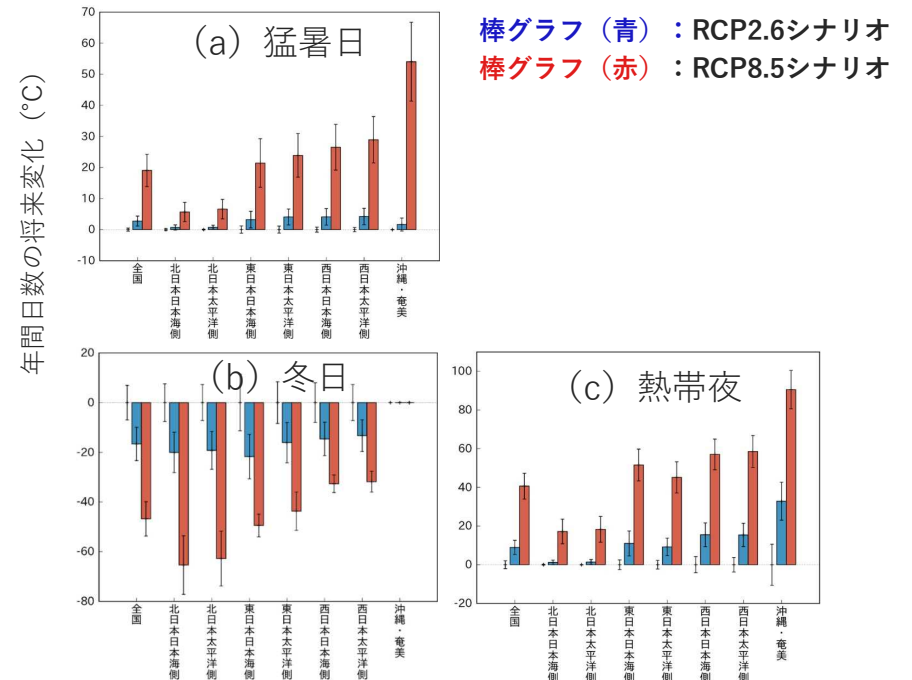


図5 年間日数の経年変化（1910～2019年）

将来変化のグラフの説明：

棒グラフは、20世紀末（1980～1999年平均）を基準とした21世紀末（2076～2095年平均）における将来変化量。縦棒は年ごとの変動幅。棒グラフが無い箇所の縦線は20世紀末の年々変動の幅。

降水量（年降水量）

観測

日本の年降水量及び季節降水量には、統計的に有意な長期変化傾向は見られない。

地方ごとに平均した年降水量にも、有意な長期変化傾向は見られない。

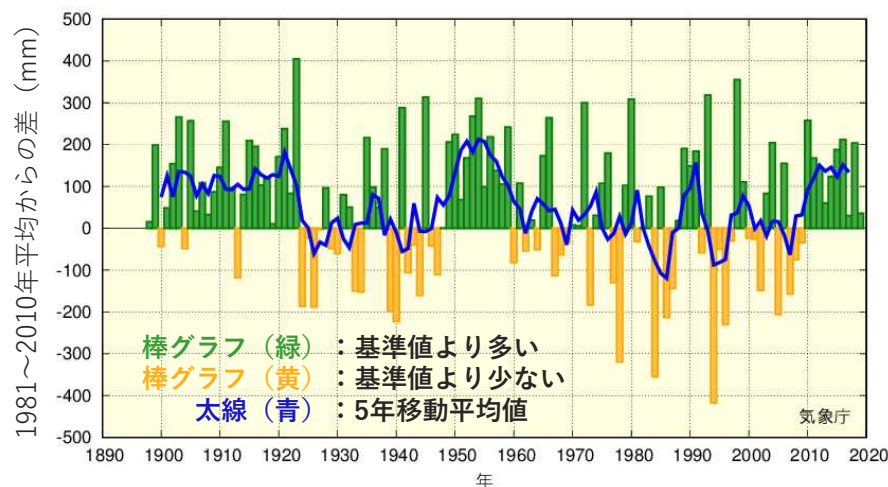


図6 日本の年降水量偏差の経年変化（1898～2019年）

統計値の算出方法：

気象庁の観測地点のうち、観測データの均質性が長期間継続している51地点での各年の年降水量の基準値との差を算出。年降水量の基準値は、1981～2010年の30年平均値*。
※現在は基準値に1991-2020年の30年平均値を用いている。

予測

全国平均の年降水量には20世紀末と21世紀末の間で有意な変化傾向は見られない（確信度は中程度）。

地域単位の降水量については予測の不確実性が大きい。

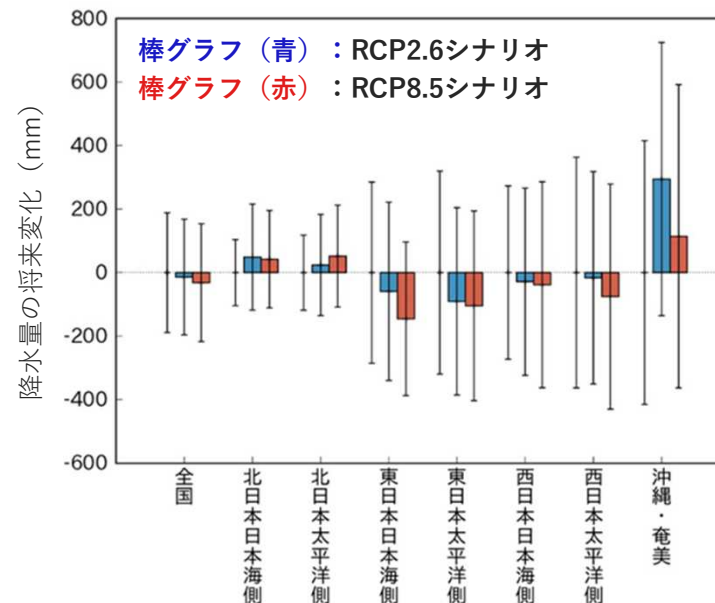


図7 気象庁の予測による全国及び地域別の降水量の将来変化

将来変化のグラフの説明：

棒グラフは、20世紀末（1980～1999年平均）を基準とした21世紀末（2076～2095年平均）における将来変化量。縦棒は年ごとの変動幅。棒グラフが無い箇所は縦線は20世紀末の年々変動の幅。

降水量（降水パターン）

観測

日降水量100mm以上及び200mm以上の大雨の日数、1時間降水量50mm以上及び80mm以上の短時間強雨の年間発生回数は増加。1.0mm以上の降水が観測される日数は減少（いずれも信頼水準99%で統計的に有意）。

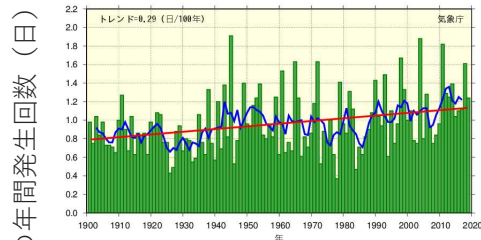


図8 日降水量100mm以上の年間日数の経年変化（1901～2019年）

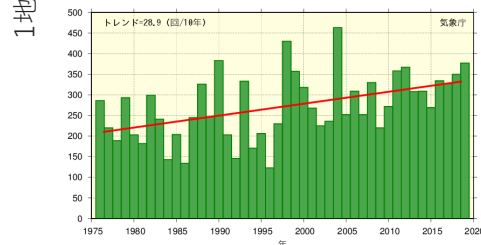


図9 1時間降水量50mm以上の年間発生回数の経年変化（1976～2019年）

棒グラフ（緑）：1地点あたりの年間発生回数（日）
太線（青）：5年移動平均値
直線（赤）：長期変化傾向

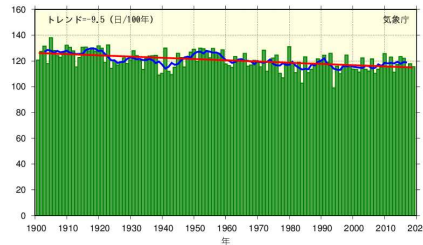


図10 日降水量1.0mm以上の年間日数の経年変化（1901～2019年）

統計値の算出方法：

図8、図9のデータは、観測データの均質性が長期間継続している全国51地点における観測に基づいて計算。図10のデータは、全国のアメダスによる観測値を1,300地点あたりに換算した値を用いて計算。

予測

日降水量100mm以上及び200mm以上の大雨の日数、1時間降水量50mm以上及び80mm以上の短時間強雨の年間発生回数は増加。1.0mm以上の降水の日数は減少（いずれも確信度が高い）。

棒グラフ（灰）：20世紀末
棒グラフ（青）：RCP2.6シナリオ
棒グラフ（赤）：RCP8.5シナリオ

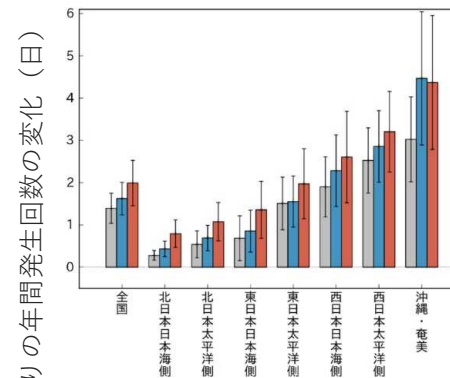


図11 全国及び地域別の1地点あたりの日降水量100mm以上の発生回数（日/年）

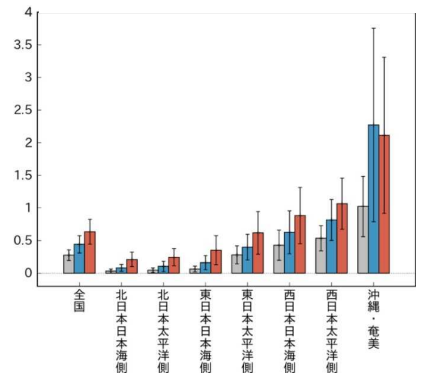


図12 全国及び地域別の1地点あたりの1時間降水量50mm以上の発生回数（回/年）

将来変化のグラフの説明：

棒グラフは、20世紀末（1980～1999年平均）を基準とした21世紀末（2076～2095年平均）における将来変化量。縦棒は年ごとの変動幅。棒グラフが無い箇所の縦線は20世紀末の年々変動の幅。

積雪・降雪

観測

年最深積雪の基準値（1981～2010年の30年平均値）に対する比は、各地域とも減少。

1962年以降に観測された日降雪量20cm以上の年間日数は、日本海側では各地域とも減少。

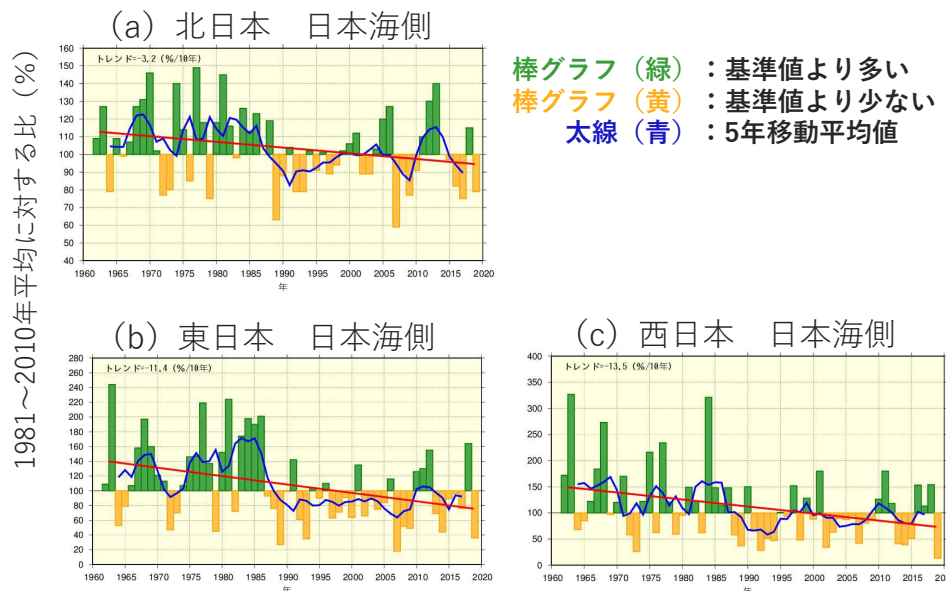


図13 日本の年最深積雪深の基準値に対する比の経年変化 (1962～2019年)

統計値の算出方法：

北日本、東日本及び西日本の日本海側における各地域の観測地点での各年の年最深積雪の基準値に対する比を平均。年最深積雪の基準値は、各地域の観測地点（計30地点）の1981～2010年の30年平均値*。

*現在は基準値に1991-2020年の30年平均値を用いている。

予測

21世紀末の年最深積雪及び降雪量は20世紀末と比べて、RCP8.5シナリオの場合、全国的に有意に減少（確信度が高い）。

RCP2.6シナリオの場合、本州以南でのほとんどの地域で有意に減少。一方で、北海道では変化傾向が不明瞭。

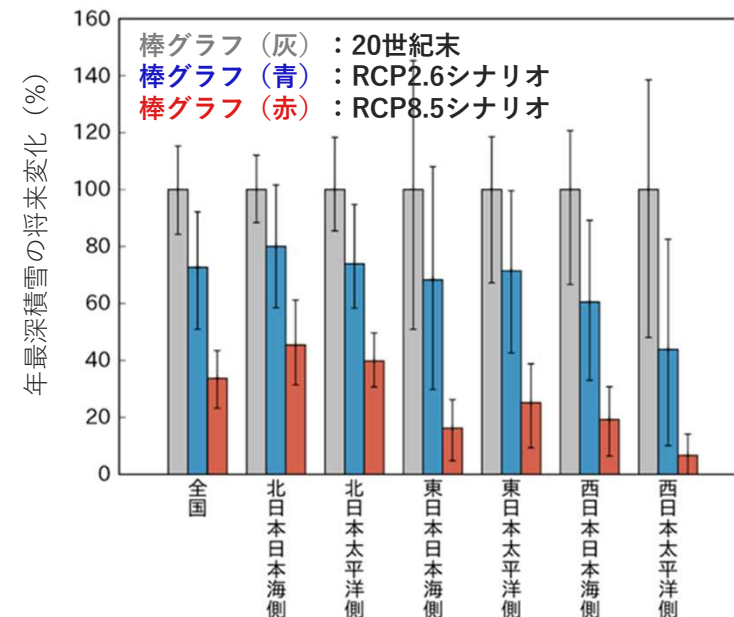


図14 気象庁の予測による全国及び地域別の年最深積雪の将来変化

将来変化のグラフの説明：

地点毎にバイアス補正をした予測データを用いて、20世紀末（1980～1999年平均）に対する21世紀末（2076～2095年平均）における年最深積雪の比率を算出。棒グラフは年最深積雪、細い縦線は年々変動の幅。

海洋（海水温）

観測

日本近海の平均海面水温の上昇率は、 $+1.14^{\circ}\text{C}/100\text{年}$ （信頼水準99%で統計的に有意）。

黄海、東シナ海、日本海南西部、四国・東海沖、釧路沖の海域平均海面水温の上昇率は、日本の気温の上昇率と同程度。一方、三陸沖、関東の東、関東の南、沖縄の東及び先島諸島周辺では日本の気温の上昇率よりも小さく、日本海中部では日本の気温の上昇率よりも大きい（確信度が高い）。季節別では一般的に冬の昇温率が大きい。

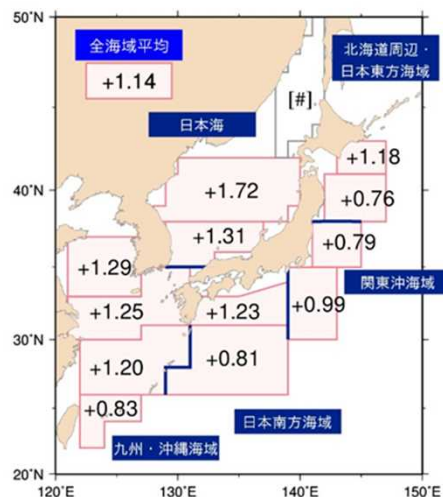


図15 日本近海の海域平均海面水温（年平均）の上昇率（ $^{\circ}\text{C}/100\text{年}$ ）

統計値の算出方法：

1900～2019年の期間における日本近海の13海域で平均した年平均海面水温を算出。

予測

日本近海の平均海面水温は、21世紀中に上昇すると予測（確信度が高い）。

日本周辺の海面水温上昇は一様ではなく、上昇の程度は、RCP2.6シナリオでは日本海中部、RCP8.5シナリオでは釧路沖や三陸沖で大きいと推定。

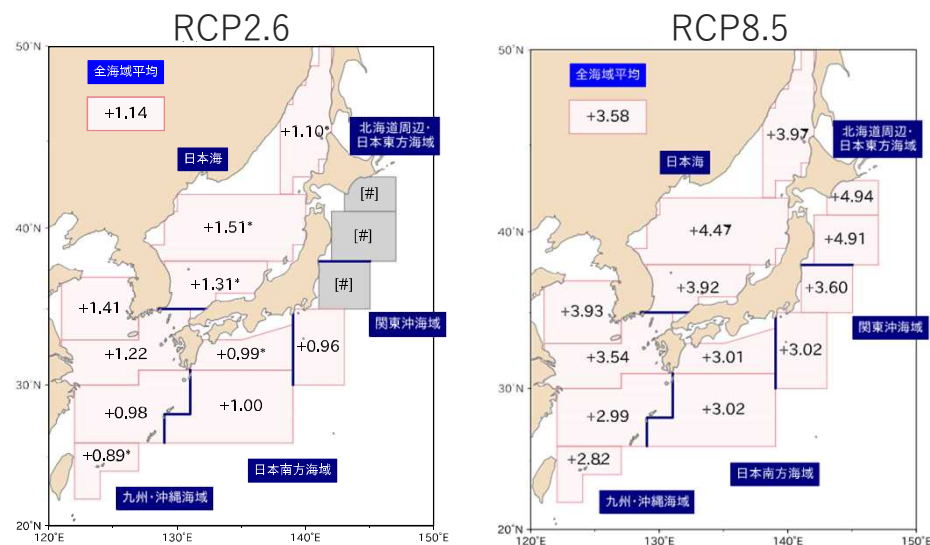


図16 21世紀末における日本近海の海域平均海面水温の20世紀末からの上昇幅（ $^{\circ}\text{C}$ ）

将来変化のグラフの説明：

SI-CAT海洋モデルを用いて、RCP2.6シナリオ、RCP8.5シナリオに基づいて計算された見積り。上図中の無印の値は信頼水準99%以上で統計的に有意な値、「*」を付加した値は95%以上で有意な値。上昇率が[#]とあるものは、統計的に有意な長期変化傾向が見出せない。

海洋（海氷）

観測

オホーツク海の最大海氷域面積は、10年あたり6.1万km²（年平均値の5.3%）の割合で減少（信頼水準99%で統計的に有意）。

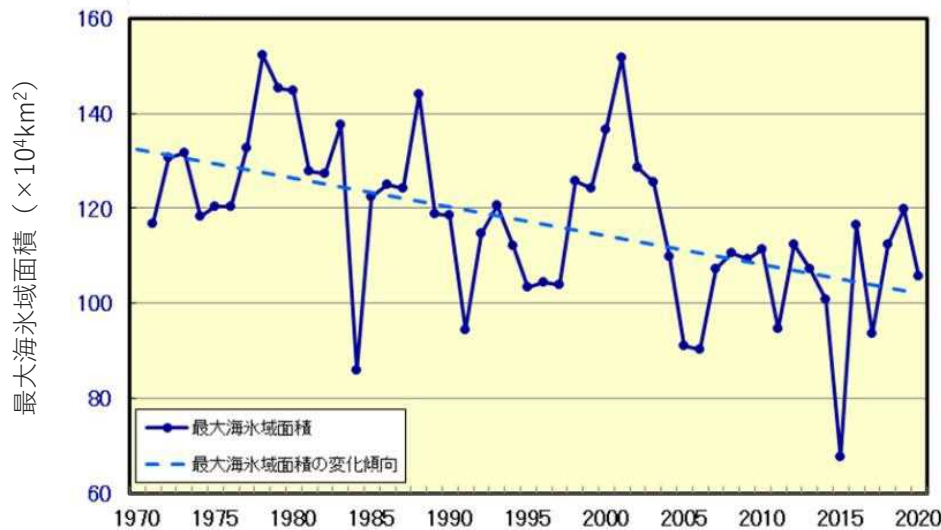


図17 オホーツク海の最大海氷域面積の経年変化（1971～2020年）

統計値の算出方法：

12月から5月までの半月（毎月5日、10日、15日、20日、25日及び月末）ごとの解析結果から求めた海氷域面積。

最大海氷域面積：海氷シーズン中に海氷域が最も拡大した半月の海氷域面積。

予測

海氷面積（年最大となる3月の予測）は、20世紀末から21世紀末にかけて減少（確信度が高い）。

シベリア沿岸の形成域における海氷減少に伴い、北海道沿岸に移流される海氷も減少。

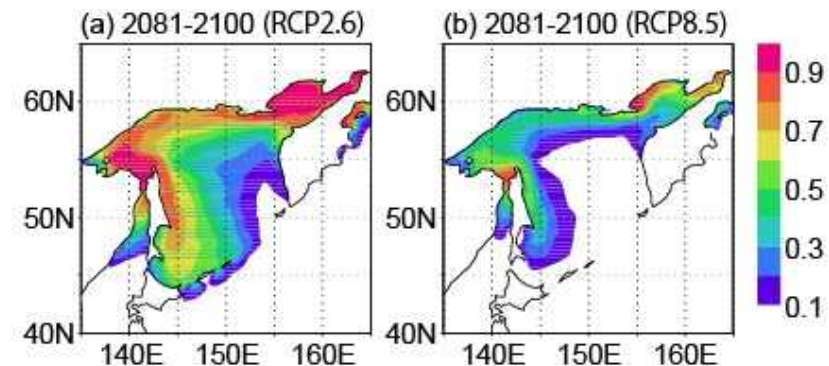


図18 21世紀末における3月の海氷密接度分布の将来変化

将来変化のグラフの説明：

SI-CAT海洋モデルを用いて計算した、(a)RCP2.6シナリオ、(b)RCP8.5シナリオに基づく見積り。20世紀末の0.5～0.7から、21世紀末において、RCP2.6シナリオでは0.2～0.5、RCP8.5シナリオでは0.1以下にまで減少。

海洋（海洋循環、海洋酸性化）、台風

観測（海洋循環）

1970年以降、日本南岸の黒潮正味流量において有意な長期変化傾向は見られない。

日本海盆、大和海盆における気象庁の長期観測の結果によると、深さ2000mでは、水温の上昇率は10年あたり0.02°C、溶存酸素量の減少率は10年あたり7~9 μ mol/kgという長期的な変化傾向。

観測（海洋酸性化）

表面海水の水素イオン濃度指数（pH）は、世界の海洋の平均で10年あたりおよそ0.02の割合で低下。

日本南方の北西太平洋域では、全ての緯度で明らかな低下傾向。ただし、低緯度ほどやや低い割合。

日本の沿岸域は、平均的には酸性化する傾向。ただし、沿岸域は河川や陸域の影響を受けるため海域による違いが大きい。

観測（台風）

台風の発生数は1951~2019年の期間において長期的な変化傾向は見られない。

日本への接近数は、発生数に似た傾向。発生数と同様に長期変化傾向は見られない。

日本への上陸数も、長期的な変化傾向は見られない。

予測（海洋循環）

21世紀末における流量の平均値は、20世紀末と比べて、RCP 8.5シナリオでは約3Sv（1Sv=106m³/s）減少するが、変化幅は現在気候の変動の範囲内。

RCP2.6シナリオでは流量の明瞭な変化傾向は見られない（確信度は低い）。

予測（海洋酸性化）

世界の海洋の表面海水の水素イオン濃度指数（pH）の低下は、RCP8.5シナリオでは今後も進行。RCP2.6シナリオでは2050年頃まで進行し。それ以降は低下しない（確信度が高い）。

日本南方の北西太平洋域では、RCP8.5シナリオで世界平均と同程度（約0.3）、RCP2.6シナリオで世界平均よりやや少なめ（約0.04）の低下（確信度は中程度）。

予測（台風）

擬似温暖化実験によると、将来、日本付近の台風の強度が強まると予測（確信度が中程度）。

SRES A1Bシナリオを用いた実験では、21世紀末には、スーパー台風*と呼ばれる階級の台風の最大強度が増大。この階級の強度を維持したまま、日本にまで達すると予測。

将来個々の台風の雨量は増加（確信度が中程度）。ただし、年間を通して考えた場合の台風全体の降水量に変化はない。

*スーパー台風とは米国の合同台風警報センター（JTWC）が設定する最大強度階級であり、1分平均の最大地上風速が130ノット（約67m/s）以上に相当する。



環境省、令和元年東日本台風（台風第19号）の疑似温暖化実験
<<http://www.env.go.jp/earth/ekiou/typhoon2020.pdf>>

日本の気候変動影響の概要

- 気候変動影響の評価手法
- 農業、森林・林業、水産業分野における気候変動による影響の概要
- 水環境・水資源分野における気候変動による影響の概要
- 自然生態系分野における気候変動による影響の概要
- 自然災害・沿岸域分野における気候変動による影響の概要
- 健康分野における気候変動による影響の概要
- 産業・経済活動分野における気候変動による影響の概要
- 国民生活・都市生活分野における気候変動による影響の概要
- 分野間の影響の連鎖
- 気候変動影響の評価手法に関する課題と展望

気候変動影響の評価手法1

評価の考え方

前回の気候変動影響評価（2015年）における評価の手法を踏襲しつつ、IPCC第5次評価報告書の主要なリスクの特定の考え方や諸外国の事例におけるリスク評価の考え方を参考に、科学的知見の充実や現状を踏まえた修正を実施。

重要性

- IPCC第5次評価報告書における主要なリスクの特定の基準として用いられる要素のうち、下記6つの要素を切り口に「社会」「経済」「環境」の3つの観点から評価。
 - 影響の程度
 - 可能性
 - 不可逆性
 - 影響のタイミング
 - 持続的な脆弱性または曝露
 - 適応あるいは緩和を通じたリスク低減の可能性
- 「適応あるいは緩和を通じたリスク低減の可能性」は、直接的に重大性の評価に用いず、適応及び緩和の観点のみ評価に取り入れ。
- 「特に重大な影響が認められる」または「影響が認められる」の2つの尺度で評価。研究論文等の内容を踏まえる等、科学に基づいて行うことを原則とし、重大性の評価の考え方に基づき、専門家判断も取り入れて評価。評価が困難な場合は「現状では評価できない」。

| 評価の尺度（考え方） | |
|---|----------|
| 特に重大な影響が認められる | 影響が認められる |
| 以下の切り口をもとに、社会、経済、環境の観点で重大性を判断する | |
| <ul style="list-style-type: none">● 影響の程度（エリア・期間）● 影響が発生する可能性● 影響の不可逆性（元の状態に回復することの困難さ）● 当該影響に対する持続的な脆弱性・曝露の規模 | |

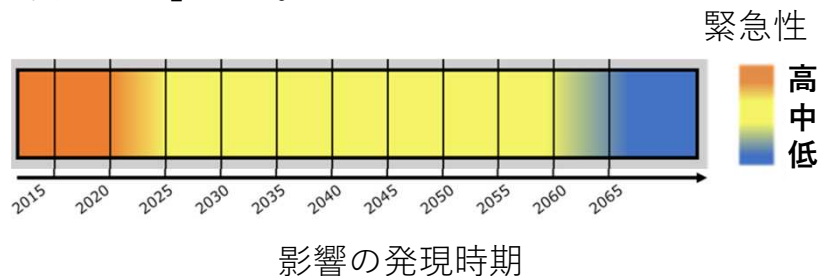
気候変動影響の評価手法2

緊急性

- IPCC第5次評価報告書は「影響の発現時期」に、英国CCRAは「適応の着手・重要な意思決定が必要な時期」に着目。報告書はいずれか緊急性が高い方を採用。なお、『適応』は対策に要する時間の考慮が必要。

| 評価の観点 | 評価の尺度 | | | 最終評価の示し方 |
|-----------------------|-------------------|----------------------------------|---|--------------------------------------|
| | 緊急性は高い | 緊急性は中程度 | 緊急性は低い | |
| 1.影響の発現時期 | 既に影響が生じている | 21世紀中頃までに影響が生じる可能性が高い | 影響が生じるのは21世紀中頃より先の可能性が高い。または不確実性が極めて大きい | 1及び2の双方の観点からの検討を勘案し、小項目ごとに緊急性を3段階で示す |
| 2.適応の着手・重要な意思決定が必要な時期 | できるだけ早く意思決定が必要である | 概ね10年以内(2030年頃より前)に重大な意思決定が必要である | 概ね10年以内(2030年頃より前)に重大な意思決定を行う必要性は低い | |

- 上図の3つの尺度で評価。緊急性を中程度と評価する目安は「21世紀中頃までに影響が生じる可能性が高い」こと、及び「2030年頃より前に重大な意思決定が必要である」こと。



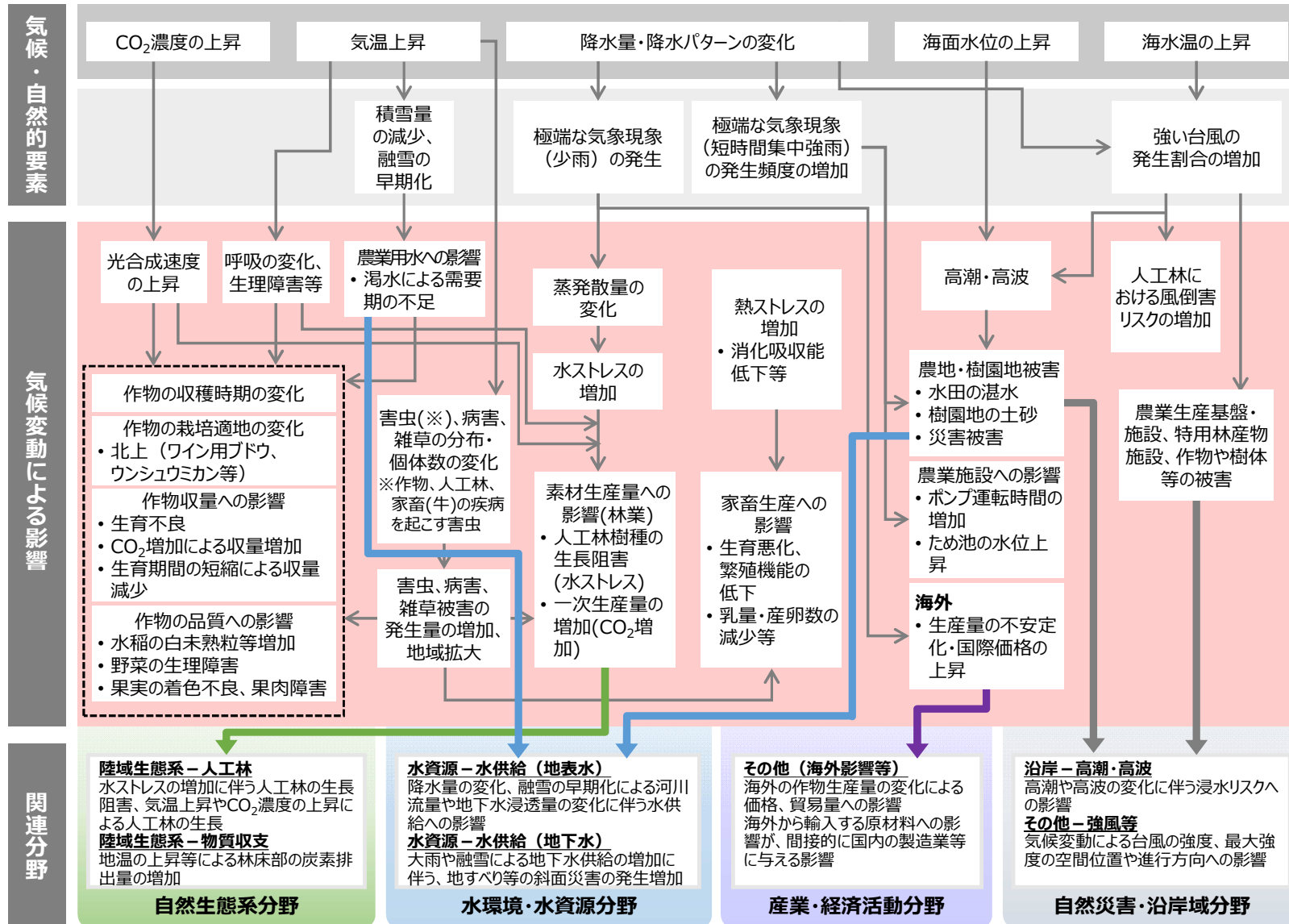
確信度

- IPCC第5次評価報告書の確信度の考え方と同様に、「証拠の種類、量、質、整合性」、「見解の一致度」の2つの観点で評価。定量的な分析の研究・報告事例の有無も主要な判断材料のひとつ。
- 研究・報告の量が限定的である場合は、内容が合理的なものかどうかにより判断。
- 下図の3段階で評価。

| 評価の観点 | 評価の段階 (考え方) | | | 最終評価の示し方 |
|---|----------------------|---------------------|----------------------|----------------------------------|
| | 確信度は高い | 確信度は中程度 | 確信度は低い | |
| IPCCの確信度の評価 ○研究・報告の種類・量・質・整合性 ○研究・報告の見解の一致度 | IPCCの確信度の「高い」以上に相当する | IPCCの確信度の「中程度」に相当する | IPCCの確信度の「低い」以下に相当する | IPCCの確信度の評価を使用し、小項目ごとに確信度を3段階で示す |

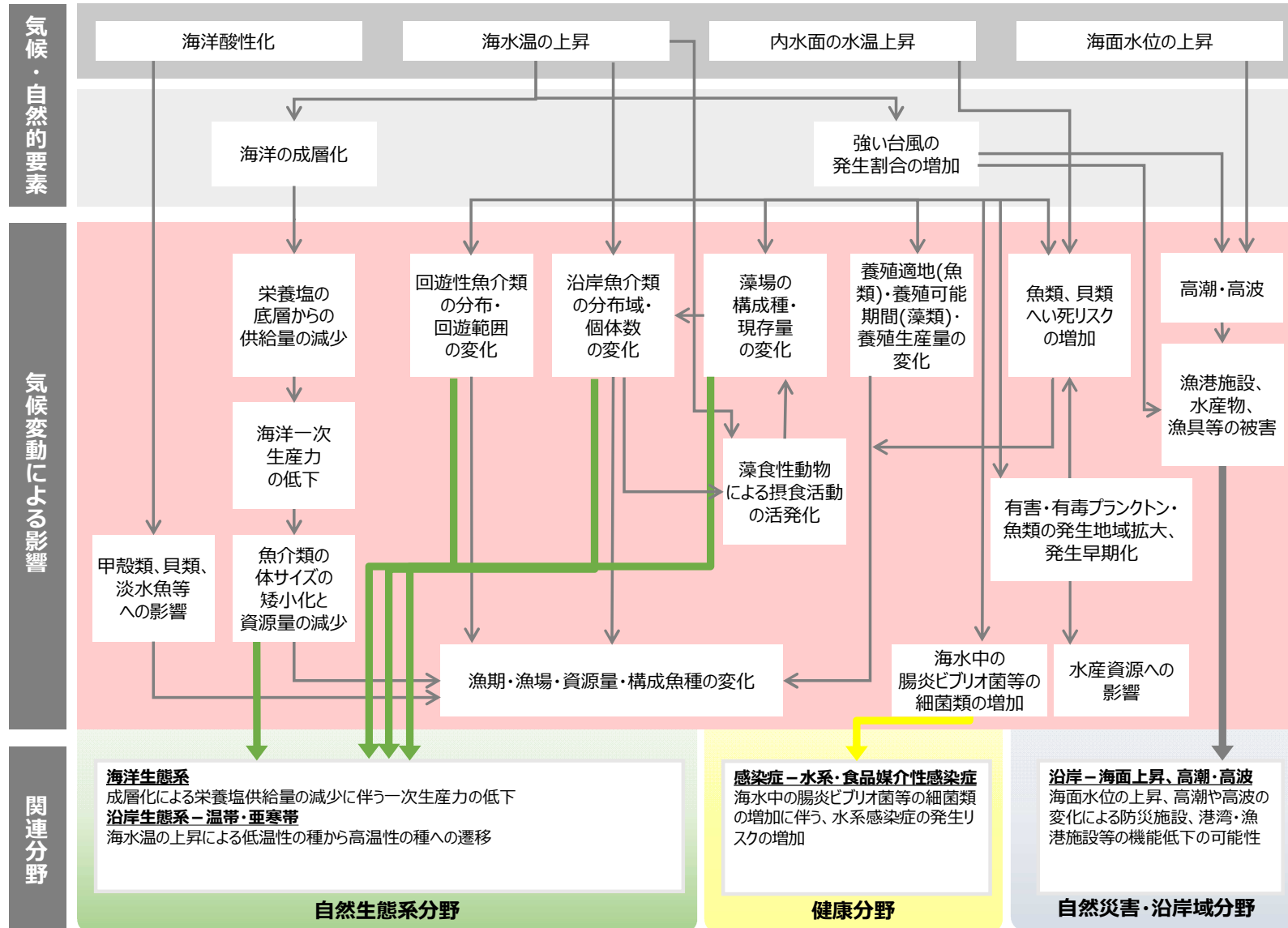
農業・林業・水産業分野

気候変動により想定される影響の概略図（農業・林業）



農業・林業・水産業分野

気候変動により想定される影響の概略図（水産業）



農業・林業・水産業分野

評価結果（前回評価との結果比較）

※ 重大性は2段に分かれている場合、
上段がRCP2.6シナリオ、
下段がRCP8.5シナリオでの評価

| 分野 | 大項目 | No. | 小項目 | 前回（2015） | | | 今回（2020） | | |
|------------------------|-----|-----|---------------------|----------|-----|-----|----------|-----|-----|
| | | | | 重大性 | 緊急性 | 確信度 | 重大性 | 緊急性 | 確信度 |
| 農業・林業・水産業 (117→339) | 農業 | 111 | 水稻 | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| | | 112 | 野菜等 | — | ▲ | ▲ | ◆ | ● | ▲ |
| | | 113 | 果樹 | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| | | 114 | 麦、大豆、飼料作物等 | ● | ▲ | ▲ | ● | ▲ | ▲ |
| | | 115 | 畜産 | ● | ▲ | ▲ | ● | ● | ▲ |
| | | 116 | 病虫害・雑草等 | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| | | 117 | 農業生産基盤 | ● | ● | ▲ | ● | ● | ● |
| | | 118 | <u>食料需給</u> | | | | ◆ | ▲ | ● |
| | 林業 | 121 | 木材生産(人工林等) | ● | ● | ■ | ● | ● | ▲ |
| | | 122 | 特用林産物(きのこ類等) | ● | ● | ■ | ● | ● | ▲ |
| | 水産業 | 131 | 回遊性魚介類(魚類等の生態) | ● | ● | ▲ | ● | ● | ▲ |
| | | 132 | 増養殖業 | | | | ● | ● | ▲ |
| | | 133 | <u>沿岸域・内水面漁場環境等</u> | ● | ● | ■ | ● | ● | ▲ |

※ 分野名の下括弧内の数字：前回影響評価からの文献数の変化
(複数分野で引用している文献(65件)は含まない)

※ **赤字**：前回の影響評価からの追加項目

※ **網掛け**：評価が上方修正された箇所

| 重大性 | 緊急性 | 確信度 |
|-----------------|--------------|--------------|
| ●：特に重大な影響が認められる | ●：高い | ●：高い |
| ◆：影響が認められる | ▲：中程度 | ▲：中程度 |
| —：現状では評価できない | ■：低い | ■：低い |
| | —：現状では評価できない | —：現状では評価できない |



気候変動による影響の要因

- 気温の上昇は、コメの収量や品質に影響を及ぼす。さらにコメの生育を早め、新たな生育期間での気象による影響が生じる可能性がある。
- CO₂濃度の上昇は、施肥効果によりコメの収量を増加させるが、その効果は気温上昇により低下する可能性がある。
- 強雨の増加は水稻の冠水頻度を増加させ、コメの収量が減少する可能性がある。

現在の状況

- 既に全国で、気温の上昇による品質の低下（白未熟粒の発生、一等米比率の低下等）等の影響が確認されている。
- 一部の地域や極端な高温年には収量の減少も見られている。
- 一部の地域では、気温上昇により生育期間が早まることで、登熟期間前後の気象条件が変化することによる影響が生じている。

将来予測される影響

- 21世紀末には、コメの収量は全国的に増加から減少に転じるほか、高温リスクを受けやすいコメの割合が著しく増加することを予測するシナリオがある。
- 乳白米の発生割合が増加すると予測され、一等米面積の減少により経済損失が大きく増加すると推計されている。
- CO₂濃度の上昇による施肥効果は気温上昇により低下する可能性がある。
- 降水パターンの変化はコメの年間の生産性を変動させ、気温による影響を上回ることも想定される。出穂期の冠水でのコメの減収率が最も高く、整粒率が最も低くなる試験結果もある。

| 評価項目 | 評価 | 根拠 |
|------|----------------------------|--|
| 重大性 | 特に重大な影響が認められる※ 観点:社会/経済 | コメの収量・品質への影響の範囲は全国に及び、供給及び農業従事者の収入に直接影響する。今後のコメの経済価値の減少や、強雨の増加等に伴う減収が懸念される。 |
| 緊急性 | 高い | 既に全国で、気温上昇による品質の低下が生じていることや、今世紀半ばより大きな影響が生じることが予測されており、各地域の実情に応じた系統的な適応策の立案と技術開発に早期に着手する必要がある。 |
| 確信度 | 高い | モデルにより予測された結果が2010年以降、実際に起こりつつある。特に広域スケールでの、南北の地域性を含めた影響は高い確信度を持つ。 |

※ RCP2.6及び2°C上昇相当並びにRCP8.5及び4°C上昇相当のシナリオでの評価



気候変動による影響の要因

- 気温の上昇は、野菜の生育を早め、収穫時期を前進させる。花きの場合、開花の前進・遅延や生育不良・障害を生じさせ、出荷時期の変化や収量・品質の低下をもたらす。
- 気温の上昇、降水パターンの変化は、野菜の生育障害、品質の低下、収量の減少等をもたらす。
- 冬季の気温の上昇は、施設生産における燃料消費の減少が期待できる。夏季の高温は生産抑制、品質低下をもたらす。
- 大気中の二酸化炭素（CO₂）濃度の増加は、施肥効果として野菜の生育に影響を及ぼすことが想定される。

現在の状況

- 全国的に気候変動の影響が現れていることは明らかである。
- 露地野菜では、多種の品目で収穫期が早まる傾向があり、生育障害の発生頻度の増加等もみられる。
 - 葉菜類：生育不良や生理障害等
 - 果菜類：着果不良、生育不良等
 - 根菜類：生育不良や発芽不良等
- 施設生産では、冬季の気温上昇により燃料消費が減少するとの報告がある。
- 花きでは、高温による開花の前進・遅延や生育不良が報告されている。

将来予測される影響

- 葉根菜類は、生育期間が比較的に短いため、栽培時期をずらすことで栽培そのものは継続可能な場合が多いと想定される。
- キャベツ、レタス等の葉菜類では、気温上昇による生育の早期化や栽培成立地域の北上、CO₂濃度の上昇による重さの増加が予測されている。
- 果菜類（トマト、パプリカ）では気温上昇による果実の大きさや収量への影響が懸念される。

| 評価項目 | 評価 | 根拠 |
|------|----------------------|---|
| 重大性 | 影響が認められる 観点:社会/経済 | 農業総生産額に占める野菜・花きの割合は約30%であり、野菜・花きの供給、野菜・花き生産従事者の経営に直接影響する。しかし、野菜や花きは生育期間が比較的に短いため、栽培そのものは継続可能な場合が多いと予想される。 |
| 緊急性 | 高い | 既に高温による野菜の品質低下、花きの開花時期の変化や生育不良が生じており、高温期の産地と作期に関して緊急に適応策を講じる必要がある。ただし、周年出荷体制維持のためには全国的な作型・作期の見直し・調整が必要であり、時間をかけて進めていくことになる。 |
| 確信度 | 中程度 | 現時点で個々の事象に関する定性的な研究はあるが将来の影響についての定量的な研究は、他の品目と比べると不十分な状況である。 |



気候変動による影響の要因

- 気温の上昇は、果実の着色不良・遅延による品質の低下や出荷時期の遅れ、貯蔵性の低下等をもたらす。
- 気温の上昇は、栽培適地を変化させ、これまで果樹の栽培が難しかった寒地等一部の地域では栽培適地が広がる。
- 降水パターンの変化は、高温の影響ともあいまって、果肉障害やそれに伴う収量・品質の低下をもたらす。

現在の状況

- 果樹は気候への適応性が非常に低い作物である。果樹は、一度植栽すると同じ樹で30～40年栽培することになることから、1990年代以降の気温上昇に適応できていない場合が多い。
- 近年の温暖化に起因する障害はほとんどの樹種、地域に及ぶ。
 - カンキツの浮皮、生理落果
 - リンゴでの着色不良、日焼け
 - ニホンナシの発芽不良
 - モモのみつ症
 - ブドウの着色不良
 - カキの果実軟化
- 一部の地域で、気温上昇により栽培適地が拡大している樹種がみられる。

将来予測される影響

- 樹種毎の影響について、以下が予測されている。
 - ウンシュウミカン：栽培適地が北上し、内陸部に拡大
 - リンゴ：21世紀末に現在の主産地で適地よりも高温になることや、北海道での適地の拡大
 - ブドウ、モモ、オウトウ：主産県における高温による生育障害
 - ニホンナシ：21世紀末に一部の生産地域で低温要求量が高い品種の栽培が困難な地域の拡大の可能性
- 果樹の栽培が難しかった寒地では、果樹の栽培適地が拡大することが予測されている。

| 評価項目 | 評価 | 根拠 |
|------|----------------------------|---|
| 重大性 | 特に重大な影響が認められる※ 観点:社会/経済 | 既に温暖化の影響の範囲は全国に及んでいる。農家の収入の増減に直接影響するほか、食料品の価格等を通じて一般世帯にも影響が及ぶ可能性がある。 |
| 緊急性 | 高い | 既に収量・品質への影響が確認されており、近未来（2030～2050年）から長期（2080～2100年）に影響が生じることも予測されている。 |
| 確信度 | 高い | 果樹の適地移動は年間の平均気温と直結しており、既に温暖化の影響が出ていると全都道府県から報告がある。なお、将来の平均気温の上昇の予測は、不確実性が小さい。 |

※ RCP2.6及び2°C上昇相当並びにRCP8.5及び4°C上昇相当のシナリオでの評価



気候変動による影響の要因

- 気温の上昇は麦の収量や、大豆の収量・品質、一部の飼料用作物の収量への影響をもたらす可能性がある。
- 夏季の高温・少雨は二番茶・三番茶の収量を減少させる可能性がある。
- 二酸化炭素（CO₂）濃度の上昇は、寒冷地で栽培される大豆の収量を増加させる可能性がある。

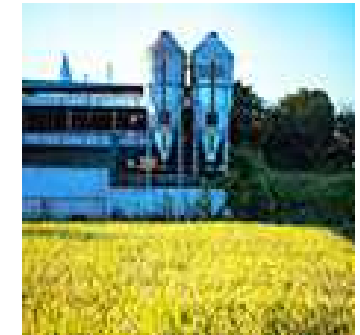
現在の状況

- 小麦では、冬季及び春季の気温上昇により、全国的に播種期の遅れと出穂期の前進がみられ、生育期間が短縮する傾向が確認されている。
- 大豆では、一部の地域で夏季の高温による百粒重の減少や高温乾燥条件が継続することによるさや数の減少、品質低下が報告されている。
- 飼料用トウモロコシは、関東地方の一部で2001～2012年の期間に、乾物収量が年々増加傾向になった報告例がある。
- 茶では、冬芽の再萌芽、一番茶萌芽の遅延、二番茶・三番茶の生育抑制等の生育障害が報告されている。

将来予測される影響

- 北海道の秋播き小麦では、出穂から成熟期までの平均気温の上昇による減収が危惧される。また、播種後の高温に伴う生育促進による凍霜害リスクの増加、高CO₂濃度によるタンパク質含量の低下等が指摘されている。
- 寒冷地の気温上昇は大豆の収量に大きな影響を及ぼさない。一方、温暖地の大豆栽培では、気温上昇による減収が示唆されている。
- 飼料用トウモロコシでは、2080年代には、関東地域から九州地域にかけて、二期作の栽培適地が拡大すると予測されている。

| 評価項目 | 評価 | 根拠 |
|------|---------------------------|---|
| 重大性 | 特に重大な影響が認められる 観点:社会/経済 | 小麦や大豆、茶、穀物等の収量・品質の変化が予測され、すでに影響が報告されているものもある。このような変化は農家の収入の増減に直接影響するほか、食料品の価格等を通じて一般世帯へ影響が及ぶ可能性がある。 |
| 緊急性 | 高い | 大豆、茶では気候変動による影響がすでに発生。将来においても小麦や大豆茶等で生育障害の発生とそれによる減収が予測されている。 |
| 確信度 | 高い | 統計データ、モデルや実験に基づく定量的な予測等、研究・報告は一定程度ある。 |



気候変動による影響の要因

- 気温の上昇は、肉用牛・豚・鶏の成育の悪化や肉質の低下をもたらす。また、乳用牛の成育の悪化、乳量・乳成分の低下や、家畜（牛、豚）の繁殖機能の低下、採卵鶏の産卵数や卵質を低下させる。
- 気温の上昇は、熱帯・亜熱帯地域が起源の節足動物媒介性ウイルスの国内での流行や、媒介種の分布を拡大させ、畜産の異常産や病気の発生を増加させる可能性がある。

現在の状況

- 夏季に、肉用牛と豚の成育や肉質の低下、採卵鶏の産卵率や卵重の低下、肉用鶏の成育の低下、乳用牛の乳量・乳成分の低下等が報告されている。
- 乳用牛では温湿度指数の上昇に伴う泌乳量の低下、気温上昇による繁殖成績や子牛の成長量の低下の研究事例がある。
- 気温上昇により、肉用豚では消化吸収能の低下や分娩率の低下、採卵鶏では産卵数の減少や卵質の低下等を示す研究事例がある。
- 国内では見られなかった熱帯・亜熱帯地域に分布する牛のアルボウイルス類の流行等が確認されている。

将来予測される影響

- 影響の程度は、畜種や飼養形態により異なると考えられるが、温暖化とともに、影響が大きくなることが予測されている。
- 乳用牛、肥育去勢豚、肉用鶏では、成長が低下する地域が拡大し、低下の程度も大きくなると予測されている。
- 乳用牛では、高温に加えて高湿度になると生産性への負の影響がさらに大きくなることが示唆されている。

| 評価項目 | 評価 | 根拠 |
|------|---------------------------|--|
| 重大性 | 特に重大な影響が認められる 観点:社会/経済 | 夏季の暑熱ストレスによる家畜や家禽への影響は全国に及んでいる。将来は家畜・家禽の成長量の低下が予測されている。農業総生産額に占める畜産業の割合は約30%であり、わが国の畜産物の供給、畜産従事者の経営に直接影響する。 |
| 緊急性 | 高い | 夏季に乳量や増体量の低下等の影響が生じており、生産現場ではいくつかの対策が行われている。将来影響に関する報告では、年代の経過とともに影響を受ける地域が拡大すると予測されている。将来影響に関する報告は限定的で、影響の程度は畜種や飼養形態により異なるため、ケースに応じた対応が必要である。 |
| 確信度 | 中程度 | 気温上昇と既に家畜・家禽に生じている影響との関係を証明する研究事例は増えている。一方、環境制御室での実験結果を踏まえてモデル予測を行う研究・報告は少ない。 |



気候変動による影響の要因

- 気温の上昇は、害虫の分布域の拡大や年間世代数（1年間に卵から親までを繰り返す回数）及び発生量の増加、発生盛日の変化をもたらす。また、海外から飛来する害虫の種類と数を増加させる可能性がある。
- 気温の上昇は、病害の発生地域を拡大および発生量を増加させる可能性がある。
- 気温の上昇により、雑草の分布域が変化し農作物の被害を拡大させる可能性がある。
- 二酸化炭素（CO₂）濃度の上昇は、水稻の病害発生を増加させることが想定される。

現在の状況

- 主に西南暖地に発生していたイネ等の害虫が、近年、西日本の広い地域から関東の一部でも発生し、気温上昇の影響が指摘されている。イネの害虫以外でも、気温上昇による分布の北上・拡大等の可能性が報告・指摘されている。
- 病害については、出穂期前後の気温が高かった年にイネ紋枯病の発病株率、病斑高率が高かったこと等が報告されている。
- 奄美諸島以南に分布していたイネ科雑草が、近年、越冬が可能になり、九州各地に侵入した事例がある。

将来予測される影響

- 気温上昇により害虫、及び、それらの寄生性天敵、一部の捕食者の年間世代数が増加することから水田の害虫・天敵の構成の変化が予測される。
- 病害については、高CO₂条件実験下（現時点の濃度から200ppm上昇）で、発病の増加が予測された事例がある。
- コヒメビエ、帰化アサガオ類等一部の雑草において、気温の上昇により定着可能域の拡大や北上の可能性が指摘されている。

| 評価項目 | 評価 | 根拠 |
|------|---------------------------|--|
| 重大性 | 特に重大な影響が認められる 観点:社会/経済 | 害虫では害虫被害の増加あるいは発生地域の拡大、防除のための労力の増大が懸念される。病害では、高温による被害の甚大化等が生じており、将来では被害の増大が予測されている事例もある。雑草では、気温上昇により分布拡大や発生増加を予測する研究事例がある。 |
| 緊急性 | 高い | 害虫では既にミナミアオカメムシの分布域の拡大が確認されている。気温上昇との関連は明確ではないが、分布域が拡大している侵入・難防除病虫害・雑草は増加しており、侵入警戒・防除対策は重要である。 |
| 確信度 | 高い | 害虫では、水稻、野菜・花き等の害虫で個体数・年間発生世代数の増加等が予測されている。雑草では、帰化アサガオ類の分布拡大や、一部の地域で帰化雑草イガホビユの発生日数の増加が予測されている。 |



気候変動による影響の要因

農業生産基盤とは、農地、農業用水、土地改良施設（ダム、頭首工、農業用排水路等）のことを指す。

- 降水パターンの変化は、用水路等の農業水利施設における取水に影響を及ぼす。

- 降雨強度の増加、降雨強度の増加に伴う洪水氾濫、地下水供給、あるいは高潮や高波の発生増加は、農地被害のリスクを増加させる可能性等がある。

現在の状況

- 農業生産基盤に影響を及ぼしうる降水パターンの変化について、1901～2000年の最大3日連続降雨量の解析では、短期間にまとめて強く降る傾向が増加し、特に、四国や九州南部でその傾向が強くなっている。
- 全国のため池管理では、少雨（少雪）の頻度が増加したことにより、貯水量が十分に回復しなかった受益地で用水不足が生じたといった問題が発生している。
- 全国の排水機場管理に関しては、大雨・洪水により年間のポンプ運転時間が増大・拡大しているといった変化が生じている。

将来予測される影響

- 気温上昇により融雪流出量が減少し、用水路等の農業水利施設における取水に影響を与えることが予測されている。
- 降雨強度の増加による洪水の農業生産基盤への影響では、低標高の水田で湛水時間が長くなることで農地被害のリスクが増加することが予測されている。
- 中長期的な降水変化によるため池への影響については、ため池管理にかかる労力が増加すると予測されている。また、21世紀末には大雨時のため池水位が設定された洪水位を超過する可能性が高まると予測されている。

| 評価項目 | 評価 | 根拠 |
|------|---------------------------|---|
| 重大性 | 特に重大な影響が認められる 観点:社会/経済 | 水不足は農業用水に影響を与える可能性があり、一方で、大雨の発生頻度と雨量規模の増大は低平地の排水不良、土壌侵食、農業水利施設の管理等に影響を与える可能性がある。いずれも社会的経済的影響が大きく、洪水や渇水といった両極端現象の発生頻度増大に注目していくことが重要。 |
| 緊急性 | 高い | 全国的な気象現象の変化により、多雨年や渇水年が頻繁に発生していると同時に、短時間で降る極端な降水の頻度及び強度が増加している。21世紀末にかけて農業生産基盤に対して各種の影響が予測されている。 |
| 確信度 | 高い | 研究・報告数は、定量的に評価した文献が比較的多くあり、洪水面、渇水面の予測の結果はほぼ整合している。農業水利用への影響評価法の開発やそれによる全国的な将来予測の結果も示されている。 |

気候変動による影響の要因

- 気温の上昇は、主要穀物（コメ、小麦、大豆、トウモロコシ）等の国際的に取引される作物の収量の減少や不安定化（年々変動の増大や複数の生産地域での同時不作等）を引き起こす可能性がある。
- 作物の収量減少・不安定化は、国際市場への供給量の低下や価格の上昇をもたらす可能性がある。

現在の状況

- 主要穀物を中心に、世界各地で気候変動による収量等への影響が報告されており、世界全体の平均収量の減少等が報告されている。
- 既に世界的にさまざまな段階の適応が進んでおり、栽培作物の変更や栽培地域の移動等、より大掛かりな対応も見られる。
- 気候の年々変動（気候システムの自然変動）が穀物の収量変動の主要因だが、人為的な気候変動により、気候システムの年々変動が変調してきており、一部の地域では干ばつの深刻化を通じて作物生産に影響を与えているとする研究がある。

将来予測される影響

- 気温上昇により世界全体での主要穀物の収量を減少させることが予測されている。ただし、収量への影響の程度は、地域や作物、想定する二酸化炭素（CO₂）濃度、適応策の有無で異なる。
- コメは、複数の主要生産国で2080～2089年に平均収量の減少が予測される。
- 小麦、大豆、トウモロコシの主要輸出国の米国では、1981～2004年と比較して、2067～2099年の小麦の収量が70%減少、大豆では70%減少、トウモロコシでは71%減少すると予測されている。

| 評価項目 | 評価 | 根拠 |
|------|----------|---|
| 重大性 | 影響が認められる | 主要穀物について、世界全体では、気候変動の影響は収量増加の鈍化として顕在化すると見込まれる。食品原材料や飼料原料として小麦や大豆、トウモロコシの国内消費量の8～9割を輸入している我が国への影響は大きいと想定されるが、国内の生産力を強化する等の対策を講じることにより、影響を低減することは可能であると考えられる。 |
| 緊急性 | 中程度 | コメを除く穀物の自給率が低い我が国では、今後、国内生産力の強化や輸入国の変更・分散等の検討が必要となる可能性がある。 |
| 確信度 | 高い | 主要穀物の収量や栽培適地の変化等について、気候変動の進行に伴い世界の平均収量は低下するとの将来見通しは複数の研究事例で概ね一致している。 |

気候変動による影響の要因

- 気温の上昇は、大気の乾燥化等を通して、スギ人工林の成長に影響を及ぼすことが予想される。
- 気温や二酸化炭素（CO₂）濃度の上昇は、人工林の純一次生産に影響することが予想される。
- 気温の上昇は、病虫害の分布の拡大や害虫の発生世代数の増加を生じさせ、人工林への被害が拡大することが予想される。
- 気候変動により、強い台風が増加すると人工林の風害の増加が懸念される。



現在の状況

- 一部地域でスギの衰退現象が報告され、その要因の一つに大気の乾燥化による水ストレスの増大がある。ただし、スギの衰退と土壌の乾燥しやすさの関連は明らかでない。
- マツ材線虫病の分布北限地で被害の分布の拡大が報告されている。ただし、気温上昇以外の要因も被害に影響を与えるので検証が必要である。
- 人工林における風害の増加については、現時点では必ずしも明らかでない。しかしながら、林木が過密な状態で成長した場合や、強雨によって土壌へ大量の水が供給された場合に、強風に対する力学的抵抗性の減少が示されている。

将来予測される影響

- 気温が現在より3°C上昇すると、蒸散量が増加し、特に年降水量の少ない地域でスギ人工林の脆弱性が増加する可能性を示す研究事例がある。また、アカマツ苗の成長を抑制させるとの研究事例がある。
- ヒノキの苗木では、気温上昇によるバイオマス成長量の増加は明らかではない。
- 2050年までに年平均0.9°C上昇する場合、九州地方のスギ人工林の純一次生産量の低下が示唆される研究結果がある。一方、2100年までに世界平均で4.5°C気温が上昇する場合は、九州地方の純一次生産量が増加するという試算結果もある。

| 評価項目 | 評価 | 根拠 |
|------|---------------------------|--|
| 重大性 | 特に重大な影響が認められる 観点:社会/経済 | スギ、ヒノキ、アカマツ、カラマツ等の人工林の主要樹種について、影響の範囲は全国に及ぶ。人工林の衰退、生産力の低下等は、森林の生態系サービスの低下を引き起こし、社会、経済、環境に大きな影響を及ぼす可能性がある。 |
| 緊急性 | 高い | 既に森林の衰退、病害の増加、風害の増加等の被害が生じているという報告がある。育種や森林管理等による適応策が考えられるが、林木の生産期間等は長く、適応策の策定等に時間がかかるので、すぐに着手する必要がある。 |
| 確信度 | 中程度 | 森林の光合成や蒸発散、有機物分解過程を数式化したモデルを用いて、将来の人工林の純一次生産量を定量的に予測する研究が複数みられるが、さらに科学的知見を蓄積する必要がある。 |

気候変動による影響の要因

- 気温上昇は、原木栽培のシイタケに影響を及ぼす病原体（真菌）の侵害力を高め、シイタケへの被害を悪化させる可能性がある。
- 夏季の気温上昇は、原木栽培のシイタケの子実体（きのこ）発生量を減少させることが想定される。
- 気温上昇は、シイタケ原木栽培の害虫の発生早期化、年間世代数の増加を通じて、シイタケの害虫被害を増加させることが想定される。

現在の状況

- シイタケほだ場での分離頻度が高いシイタケ病原体のトリコデルマ・ハルチアナムによる被害は、高温環境で大きくなることが確認されつつある。
- 九州地域のシイタケ原木栽培の生産地でヒポクレア属菌の被害が報告されている。さらに、これまでヒポクレア属菌による被害報告のなかった千葉県、茨城県、静岡県、愛知県等からも被害が報告されるようになったことから、被害地域が拡大していると考えられる。
- 夏場の高温がヒポクレア菌による被害を助長する要因となっている可能性があるとの報告がある。

将来予測される影響

- シイタケの原木栽培において、夏場の気温上昇と病害菌の発生あるいはシイタケの子実体の発生量の減少との関係を指摘する報告がある。
- 冬場の気温上昇がシイタケ原木栽培へ及ぼす影響については、現時点で明らかになっていない。
- 原木栽培のシイタケの害虫であるナカモンナミキコバエの出現時期の早まりや、ムラサキアツバの発生回数の増加を予測する研究事例がある。

| 評価項目 | 評価 | 根拠 |
|------|------------------------------|--|
| 重大性 | 特に重大な影響が認められる 観点:社会/経済/環境 | 病原体によるシイタケ原木栽培への被害の拡大が報告され、将来的には害虫の発生時期の早期化や発生回数の増加が予測される。栽培きのこ類の生産額は林業産出額の約半分を占め、生産力の低下等は、社会、経済、環境に大きな影響を及ぼす可能性がある。 |
| 緊急性 | 高い | 既にシイタケ原木栽培への被害（生産量の低下）が生じており、適応策の策定・実施には時間がかかるので、すぐに着手する必要がある。 |
| 確信度 | 中程度 | 高温と病原体による被害の関係が試験・調査より明らかになりつつあり、気候モデルを用いた定量的な予測研究も蓄積されつつあるが、正確な予測のためには引き続き研究を進めていく必要がある。 |

気候変動による影響の要因

- 回遊性魚介類は、海水温の上昇によって分布・回遊範囲が極方向または深い水深に移動する。
- 海洋の鉛直混合が弱まり、深層域からの栄養塩類の供給量が減少すると、生物の基礎生産が低下し、魚介類の成長、資源量が低下することが想定されている。
- 日本周辺海域では、高水温によって暖水性魚種が増加し、冷水性魚種が減少する。その結果、各地域の漁獲量、構成魚種が変化し、漁業、加工業や流通業に影響を与えることになる。

現在の状況

- 現在、温暖化に伴う海洋生物の分布域の変化が世界中で確認され、20世紀以降の海洋の海水温の上昇が、世界全体の漁獲可能量を減少させた要因の一つとの指摘がある。
- 日本周辺海域における回遊性魚介類の分布域の変化、それに伴う漁期・漁場の変化の例は次の通り。
 - サンマは親潮の流路変動の影響も受け、道東海域の漁場が縮小した。
 - スルメイカの回遊経路の変化に伴い、漁期の短縮や来遊量の変化が各地で指摘されている。
 - ブリは日本全体で漁獲量が増加している。

将来予測される影響

- 21世紀末の世界全体の漁獲可能量は、RCP8.5シナリオの場合、21世紀初めと比較して約2割減少すると予測される。
- サンマは、餌料環境の悪化から成長が鈍化するものの、回遊範囲の変化により、産卵量が増加することが予測されている。
- スルメイカは、2050年には本州北部沿岸域で分布密度の低い海域が拡大することが予測されている。
- ブリは、分布域の北方への拡大等が予測されている。
- ただし、漁獲量の変化や地域産業への影響については、気候変動以外の要因も関連し不確実性が高いことから、精度の高い予測結果は、現時点においては得られていない。

| 評価項目 | 評価 | 根拠 |
|------|---------------------------|---|
| 重大性 | 特に重大な影響が認められる 観点:社会/経済 | 20世紀以降の海洋の昇温は、世界全体の漁獲可能量を減少させた要因の一つであることがIPCCの報告書で指摘されている。将来も世界全体で見た漁獲可能量の減少傾向が予測されている。 |
| 緊急性 | 高い | 既に高水温の影響による漁獲量の増加・減少等が報告されており、加工業や流通業に影響が出ている地域がある。将来においても日本周辺海域では各地域での影響に応じた対策が必要となる。 |
| 確信度 | 中程度 | 水温上昇による日本周辺海域での水産資源への影響が、様々な魚種で明らかになりつつあり、複数の国際機関より世界全体の漁獲可能量が減少すると報告されている。しかし、日本周辺海域における個別魚種の漁獲可能量への影響については、現状では知見が限られている。 |



気候変動による影響の要因

- 気候変動による海水温の上昇は、増養殖における漁獲量や生産適地に影響を及ぼす。
- 内水面の水温の上昇は、魚類のへい死リスクを上昇させることが予想される。
- 日本沿岸の海水中の水素イオン濃度指数（pH）の低下傾向により、今後、貝類等への影響が懸念される。

現在の状況

- 海面養殖業では、高水温によるホタテ貝の大量へい死、7～10月の4ヶ月間の高水温かつ少雨傾向の年にカキのへい死が報告されている。
- 内水面漁業では、高温によるワカサギのへい死が報告されている。

将来予測される影響

- 海面養殖産業では、夏季の水温上昇により、養殖魚類の産地として不適になる海域が出ると予想されている。
- 内水面漁業では、湖沼におけるワカサギの高水温による漁獲量減少、さらに21世紀末頃において、海洋と河川の水温上昇によるアユの遡上時期の早まりや遡上数の減少が予測されている。
- IPCCの報告では、海洋酸性化による貝類養殖への影響が懸念されている。

| 評価項目 | 評価 | 根拠 |
|------|---------------------------|--|
| 重大性 | 特に重大な影響が認められる 観点:社会/経済 | 海水温の上昇による養殖貝のへい死、内水面の水温上昇による魚類のへい死は、既に日本全国に及んでおり、水産業への依存度が高い地域において社会・経済への影響が重大になる。 |
| 緊急性 | 高い | 既に、高水温による貝類や魚類のへい死が生じており、高水温への適応技術の開発や高水温耐性を有する新品種の開発・実用化には時間を要する。 |
| 確信度 | 中程度 | 長期的な高水温による増養殖業への影響が様々な現象として認められ、将来影響に関する研究・報告例も複数みられるが、温暖化シナリオ等を用いた定量的なモデル解析による研究例は限定的である。 |

気候変動による影響の要因

- 気候変動による海水温の上昇は、漁獲対象種の分布域に変化を及ぼすことが想定される。
- 海水温の上昇によって、藻場における藻類の種構成や現存量が変化し、藻場への依存性が強い魚類・貝類・藻類等水産資源に影響を及ぼすことが想定される。また、水温上昇による藻食性動物の摂食活動の活発化も藻類を減少させる。
- 海水温の上昇は、赤潮の発生頻度を増加させ、二枚貝類や養殖魚等のへい死リスクを上昇させること等が想定される。

現在の状況

- 各地で南方系魚種数の増加や北方系魚種数の減少等が報告されている。アワビでは、主要漁獲物が在来種から暖海性小型アワビに遷移した事例がある。
- 海藻・藻場では、高水温による天然ワカメの不漁、水温上昇によるマコンブのバイオマス量の減少が報告されている。養殖ノリでは、秋季の高水温により種付け開始時期が遅れ、年間収穫量が各地で減少している。
- 有害有毒プランクトンの発生北限の北上が報告されている。そのほか、食中毒のシガテラ中毒の原因となる毒化した魚や南方性有毒種の分布域が広がっている可能性がある。

将来予測される影響

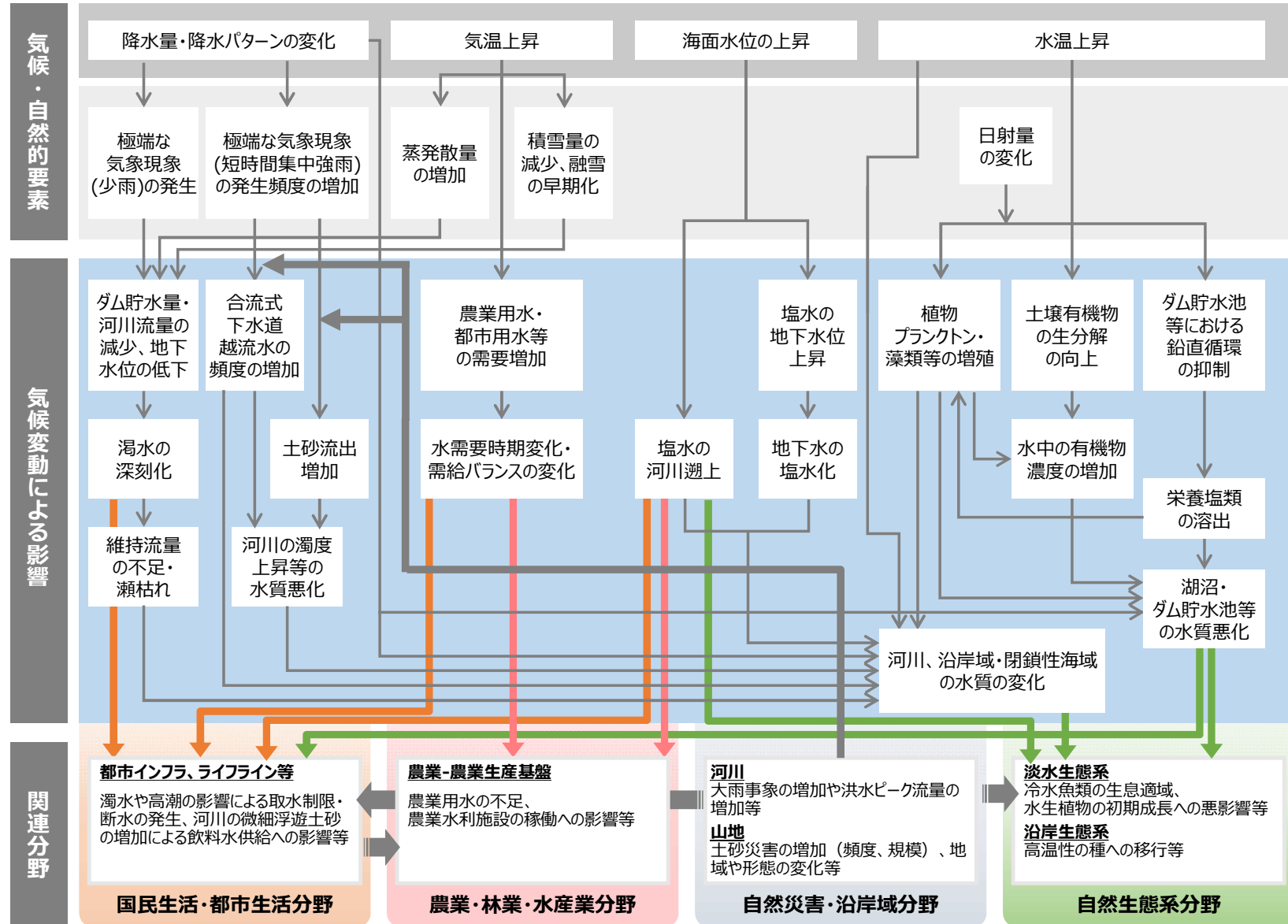
- 回遊性魚介類以外の海面漁業では、多くの漁獲対象種の分布域の北上が予測される。また、海水温の上昇による藻場を構成する藻類種や現存量の変化によって、アワビ等の磯根資源の漁獲量が減少すると予想されている。
- 海藻・藻場では、北日本沿岸域の海水温の上昇により、主要コンブ11種すべての種で分布域が大幅に北上する、もしくは生育適地が消失する可能性があるとして予測されている。
- 有害有毒プランクトンについては、海水温の上昇に係る赤潮発生による二枚貝等のへい死リスクの上昇等が予想されている。

| 評価項目 | 評価 | 根拠 |
|------|-------------------------------|---|
| 重大性 | 特に重大な影響が認められる※ 観点:社会/経済/環境 | 水温上昇による水産資源の分布域の変化等が既に生じている。また藻場への依存性が高い水産資源の漁獲量の減少も報告されている。こうした影響は日本全国に及んでおり、特に水産業への依存度が高い地域において社会・経済への影響が重大である。 |
| 緊急性 | 高い | 既に、高水温による水産資源の減少、漁場として重要な藻場の減少等が各地で認められる。また、高水温への適応技術の開発や高水温耐性を有する新品種の開発・実用化には時間を要するため、早急な対策が必要である。 |
| 確信度 | 中程度 | 長期的な高水温による水産業への影響が様々な現象として認められ、将来影響に関する研究・報告例も多い。また、気候シナリオを用いた定量的な知見が増加している。 |

※ RCP2.6及び2°C上昇相当並びにRCP8.5及び4°C上昇相当のシナリオでの評価

水環境・水資源分野

気候変動により想定される影響の概略図



水環境・水資源分野

評価結果（前回評価との結果比較）

※ 重大性は2段に分かれている場合、
上段がRCP2.6シナリオ、
下段がRCP8.5シナリオでの評価

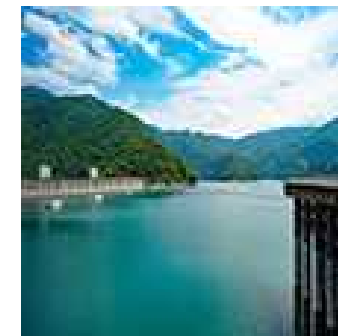
| 分野 | 大項目 | No. | 小項目 | 前回（2015） | | | 今回（2020） | | |
|--------------------|-----|----------------|-----|----------|-----|-----|----------|-----|-----|
| | | | | 重大性 | 緊急性 | 確信度 | 重大性 | 緊急性 | 確信度 |
| 水環境・水資源 (26→88) | 水環境 | 211 湖沼・ダム湖 | | ● | ▲ | ▲ | ◆ | ▲ | ▲ |
| | | | | | | ● | | | |
| | | 212 河川 | ◆ | ■ | ■ | ◆ | ▲ | ■ | |
| | | 213 沿岸域及び閉鎖性海域 | ◆ | ▲ | ■ | ◆ | ▲ | ▲ | |
| | 水資源 | 221 水供給(地表水) | | ● | ● | ▲ | ● | ● | ● |
| | | | | | | | ● | | ● |
| | | 222 水供給(地下水) | ◆ | ▲ | ■ | ● | ▲ | ▲ | |
| 223 水需要 | | ◆ | ▲ | ▲ | ◆ | ▲ | ▲ | | |

※ 分野名の下に括弧内の数字：前回影響評価からの文献数の変化
(複数分野で引用している文献(65件)は含まない)

※ **赤字**：前回の影響評価からの追加項目

※ **網掛け**：評価が上方修正された箇所

| 重大性 | 緊急性 | 確信度 |
|-----------------|--------------|--------------|
| ●：特に重大な影響が認められる | ●：高い | ●：高い |
| ◆：影響が認められる | ▲：中程度 | ▲：中程度 |
| —：現状では評価できない | ■：低い | ■：低い |
| | —：現状では評価できない | —：現状では評価できない |



気候変動による影響の要因

- 気候変動による気温の上昇は、湖沼やダム貯水池等の水温を上昇させる。
- 水温の上昇は、植物プランクトンの発生確率、カビ臭の原因物質や消毒副生成物前駆物質の増加等を引き起こし、水質を悪化させる可能性がある。
- 冬季の水温上昇が下層の溶存酸素量（DO）の低下を招き、底泥からの栄養塩類の溶出を引き起こす可能性がある。

現在の状況

- 全国の湖沼265観測点のうち、1981～2007年度の水温は、夏季で76%、冬季で94%の上昇傾向が確認されている。
- 年平均気温が10℃を超えるとアオコの発生確率が高くなる傾向を示す報告もあり、今後、長期的な解析が必要である。

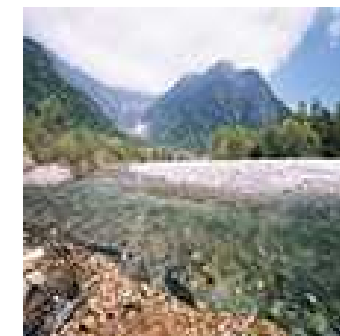
将来予測される影響

- RCP2.6、RCP8.5シナリオを用いた研究で、国内37のダムのうち、富栄養湖に分類されるダムが2100年代に増加し、特に東日本で増加するという予測がある。
- RCP8.5シナリオを用いた研究では、島根県の宍道湖、島根県と鳥取県の県境に位置する中海において、21世紀末の表層水温、底層水温の上昇や、海面水位上昇に伴う塩分濃度の上昇が予測されている。

| 評価項目 | 評価 | 根拠 |
|------|--|--|
| 重大性 | 影響が認められる※1 特に重大な影響が認められる※2 観点:社会/経済/環境 | 湖沼・ダム貯水池において、気候変動による水温上昇や、それに伴う有機物濃度の上昇等による水質変化が予測されており、全国の生態系への影響が懸念される他、水道の水源である湖沼・ダム貯水池の水温・水質変化が社会に与える影響は甚大である。 |
| 緊急性 | 中程度 | 2010～2050年代までにダム貯水池におけるクロロフィルa濃度の増加等、気候変動による影響が生じる可能性がある。一方、事業者側で対応可能な対策が多く、進行度合いをモニタリングしながら判断することが重要である。 |
| 確信度 | 中程度 | 水温・水質の将来変化についての予測結果の傾向は多くの研究で一致するが、証拠は限定的であり、また、降水パターンの変化が水質に及ぼす影響についての研究報告は少ない。 |

※1 RCP2.6及び2℃上昇相当のシナリオでの評価

※2 RCP8.5及び4℃上昇相当のシナリオでの評価



気候変動による影響の要因

- 気候変動による気温の上昇は、河川や湧水、帯水層の水温を上昇させる可能性がある。
- 河川の水温上昇に伴い、溶存酸素量（DO）の低下、DOの消費を伴った微生物による有機物分解反応、硝化反応の促進、植物プランクトンの増加等を通じて、水質に影響を及ぼすことが想定される。
- 変動により大雨の頻度及び強度が増大する流域では、土砂生産量、土砂の流出量、浮遊砂量が増加し、降水パターンの変化は、河川の水質へ影響を及ぼすことも想定される。

現在の状況

- 全国の河川の3121観測点における水温を調査したところ、観測点の約7～8割において1981～2007年度の河川水温の上昇傾向が確認された。
- 水温の上昇に伴う水質の変化も指摘されているが、河川水温の上昇は、都市活動や河川流量低下等にも影響されるため、気候変動による影響の程度を定量的に解析する必要がある。
- 長良川では、大雨の強度と頻度の増加に伴って土砂流出量が増加することが報告されている。

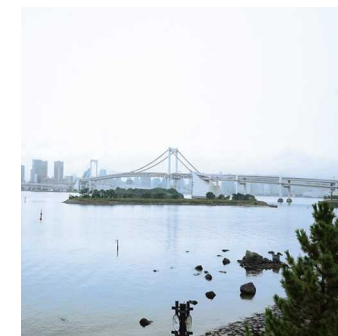
将来予測される影響

- 水温の上昇によるDOの低下、DOの消費を伴った微生物による有機物分解反応や硝化反応の促進、植物プランクトンの増加による異臭味の増加等が予測されている。
- 全国の浮遊砂量については、2090年までに8～24%増加すること、強い台風の発生割合の増加等により9月に最も増加すること、8月の降水量が5～75%増加し、河川流量が1～20%変化すると、土砂生産量が1～30%増える可能性が予測されている。

| 評価項目 | 評価 | 根拠 |
|------|----------|--|
| 重大性 | 影響が認められる | 気候変動により、気温上昇によって河川水温が上昇する可能性がある他、大雨の頻度や強度の増加で土砂流出量の増加が予想されるが、気候変動によって生じるリスクは社会・経済・環境の全ての観点において影響の程度や範囲が限定的である。 |
| 緊急性 | 中程度 | 2030年頃までに気温上昇や降水パターンの変化により水質の悪化が懸念されるが、短期間で対応可能な適応策が数多くある。 |
| 確信度 | 低い | 河川や帯水層の水温上昇や河川における土砂生産量等の予測結果における見解の一致度は、気候シナリオの不確実性のため、中程度である。また、水質や異臭等の定量的な予測や、降水パターンの変化が水質に及ぼす影響の予測は少ない。 |

気候変動による影響の要因

- 気候変動による気温の上昇は、沿岸域や閉鎖性海域の水温を上昇させることが予想される。
- 沿岸域や閉鎖性海域における水温の上昇は、水質にも影響を及ぼすことが想定される。
- 降水パターンの変化による河川からの濁質の流入増加等による水質への影響も想定される。
- 人為影響により排出される二酸化炭素は、海洋内部に蓄積することで海水中の水素イオン濃度指数（pH）を低下させ、海洋酸性化を進行させることが報告されている。



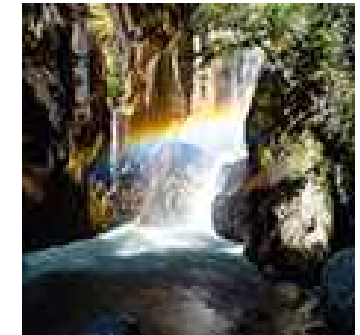
現在の状況

- 全国207地点の表層海水温データ（1970年代～2010年代）を解析した結果、132地点で有意な上昇傾向（平均：0.039℃/年）が報告されている。なお、この上昇傾向が見られた地点には、人為的な影響を受けた測定点も含まれている。
- 沖縄島沿岸域では、有意な水温上昇あるいは下降傾向は認められなかったとの研究報告もある。
- 全国289点の沿岸海域のpHのデータ（1978～2009年）を用いて解析した結果、有意な酸性化傾向（0.0014/年～0.0024/年）にあることが確認されている。

将来予測される影響

- 瀬戸内海の物理・熱環境の将来変化予測では、海面温度の最大昇温は6月の3.58℃、最小昇温は12月の2.84℃と予測された。このことから、夏季の昇温傾向が強いと予測される。
- 伊勢湾全体の将来の水温について予測した研究では、将来2℃以上上昇し、特に沿岸部での上昇が顕著である可能性が高い。
- 東京湾を対象とした研究では、2046～2065年における強風（AMeDAS観測値における南西の風速10m/s以上）の継続時間は減少する可能性が示唆されており、溶存酸素量（DO）の回復が困難となる恐れがあることが予測されている。

| 評価項目 | 評価 | 根拠 |
|------|----------|--|
| 重大性 | 影響が認められる | 影響の範囲は全国の沿岸域及び閉鎖性海域に及ぶが、人命や資産、環境生態系機能の損失等の観点から考えると、その影響の程度や範囲は限定的である。 |
| 緊急性 | 中程度 | 瀬戸内海や伊勢湾全体で水温の上昇が生じるとする予測があることから、それに伴って水質の悪化が生じる可能性がある。その結果、水質汚濁物質が広範囲に蓄積する可能性を考慮すると、適応の着手・重要な意思決定が必要な時期の観点から、緊急性は「中程度」と判断された。 |
| 確信度 | 中程度 | 気温上昇や降水パターンの変化の近未来の予測では、水質等に及ぼす影響については限定的ではあるものの、定量的な予測を行った研究事例がある。 |



気候変動による影響の要因

- 無降雨日数の増加や積雪量の減少は、渇水を引き起こす原因となり、ダム貯留水の減少は、ダムからの用水の補給可能量を減少させる原因となる。
- 特に、冬季の降雨事象の増加に伴う積雪量の減少、融雪時期の早期化は、農業等の水の需要期に十分な量の水を供給できない原因となる。
- 海面水位の上昇は、河川河口部における海水の遡上範囲を拡大させ、淡水の塩水化を引き起こす原因となる。

現在の状況

- 降水の時空間分布が変化しており、無降雨・少雨が続くこと等により日本各地で渇水が発生し、給水制限が実施されている。
- 1980～2009年の高山帯の融雪時期が早くなる傾向があるが、流域により年変動が大きい。多雪地域である北陸等では、冬季における融雪量が増加することが報告されている。
- 気候変動に伴う渇水による維持用水（渇水時にも維持すべき流量）への影響、海面水位の上昇による河川河口部における海水の遡上範囲の拡大に関しては、現時点で具体的な研究事例は確認できていない。

将来予測される影響

- 北日本と中部山地以外では、近未来（2015～2039年）から渇水の深刻化が予測されている。また、融雪時期の早期化が水道水、農業用水、工業用水等の多くの分野に影響を与える可能性があり、社会経済的影響が大きい。
- 海面水位の上昇による北海道の新釧路川の塩水遡上形態の変化を調査した研究では、下流付近で高濃度の塩水が恒常的に侵入する可能性があることが予測されており、河川への塩水遡上範囲が延伸した場合、河川水を利用している施設へ影響が生じる恐れがあることも予測されている。

| 評価項目 | 評価 | 根拠 |
|------|---------------------------|---|
| 重大性 | 特に重大な影響が認められる 観点:社会/経済 | 地表水の水供給において、気候変動の影響は全国に及ぶ。特に融雪を水資源とする地域では、流量の減少とともに冬季の降雨事象の増加に伴う積雪量の減少や融雪時期の早期化が、水田の管理に多大な影響を及ぼす。 |
| 緊急性 | 高い | 日本各地において気象現象の変化による渇水とそれによる給水制限等の被害が既に発生している。また、現在、被害が発生していない地域においても、近未来（2015～2039年等）から影響が生じることが予測されている。 |
| 確信度 | 高い | 気候予測モデルを用い、その結果を流出計算により定量的に評価した研究・報告数は増加してきている。それ以外の定性的な予測等も含めると多くの研究等が存在し、現時点で得られている情報の下での確信度は高い。 |



気候変動による影響の要因

- 気候変動による日降水量や降水の時間推移の変化により地下水位が変動し、水利用に影響を及ぼす。
- 無降雨日数の増加等に伴う渇水が頻発することで、過剰な地下水の採取が行われ、地盤沈下が進行する可能性がある。
- 海面水位の上昇は、地下水の塩水化を引き起こす原因にもなる。
- 大雨や融雪による地下水供給の増加は、地すべり等の斜面災害の発生に大きく関係する。

現在の状況

- 気候変動による日降水量や降水の時間推移の変化に伴う地下水位の変化の現状については、現時点で具体的な研究事例は確認できていない。
- 渇水時における過剰な地下水の採取により地盤沈下が進行することがあるが、現時点で具体的な研究事例は確認できていない。
- 臨海部では、地下水の過剰採取によって帯水層に海水が浸入して塩水化が生じ、水道用水や工業用水、農作物への被害等が生じている地域があることが報告されている。
- 海面水位の上昇による地下水の塩水化は、現時点で具体的な研究事例は確認できてない。

将来予測される影響

- 黒部川流域において、21世紀末には月降雨量及び融雪量、地下水浸透量は、11～4月に現在より増加、5～6月に現在より減少することが予測されており、地下水資源を活用する地域への影響が懸念される。
- 渇水に伴い地下水利用が増加し、地盤沈下が生じることについて、具体的な研究事例は確認できていないが、将来的には、地盤沈下が進行する可能性がある。
- 現時点で定量的に予測をした研究事例は確認できていないものの、海面水位の上昇による地下水の塩水化、取水への影響が懸念される。

| 評価項目 | 評価 | 根拠 |
|------|---------------------------|---|
| 重大性 | 特に重大な影響が認められる 観点:社会/経済 | 影響の範囲は全国に及び、特に地下水を主な水源としている地域では社会的経済的影響を受ける。 |
| 緊急性 | 中程度 | 現状で、海面水位の上昇による地下水塩水化の被害等に関する報告は確認できていないものの、臨海部においては、渇水時に地下水を過剰採取したことによって帯水層に海水が浸入し、塩水化が生じていることが報告されている。地下水は、一旦塩水化等の影響が生ずれば、地下水環境の回復・修復は困難が予想されるため、適応策については比較的早期に検討・準備が必要と考えられる。 |
| 確信度 | 中程度 | 気候予測モデルを使用した報告や室内モデル実験による研究等、研究・報告数は一定程度ある。 |

気候変動による影響の要因

- 気候変動による気温の上昇は、飲料水・冷却水等都市用水の需要を増加させる可能性がある。
- 気温の上昇は、作付け時期の変化や蒸発散量の増加等を引き起こし、農業用水の需要を増加させる可能性がある。



現在の状況

- 気温上昇と水使用量の関係について、東京では、気温上昇に応じて水使用量が増加することが実績として現れている。
- 農業分野では、高温障害への対応として、田植え時期や用水時期の変更、掛け流し灌漑の実施等に伴う水使用量の増加が報告されている。

将来予測される影響

- 現時点で、気候変動による影響を定量的に予測した研究事例は確認できていないものの、気温の上昇による飲料水等の需要増加が懸念される。
- 九州で2030年代に水田の蒸発散量増加による潜在的水資源量の減少が予測されており、その他の地域も含め、気温の上昇によって農業用水の需要が増加することが想定される。
- 気候変動・将来の人口・経済発展を考慮して2050年の水供給・水需要を推定した結果においては、国内の人口の減少傾向も関係し、生活用水・工業用水の必要量が将来的に確保されることが予測されている。

| 評価項目 | 評価 | 根拠 |
|------|----------|--|
| 重大性 | 影響が認められる | 影響の範囲は全国に及び、特に地下水を主な水源としている地域では社会的経済的影響を受ける。 |
| 緊急性 | 中程度 | 現状での水使用量への影響は既に確認されている。2030年代における水田の潜在的水資源量の減少や、長期（2071～2100年）における灌漑水量の減少が予測される。 |
| 確信度 | 中程度 | 研究・報告数は限定的である。現状で気温上昇による水使用量への影響は現れているため、将来の需要増に関してもある程度確信度が高いと考えられる。 |

水環境・水資源分野 評価に用いられた研究や事例の紹介

湖沼に関する研究（項目の確信度「中程度」）

気候変動に伴う気温上昇は、湖沼の水温を上昇させ、また、水質も変化させるため、自然生態系への影響が懸念される。

例えば琵琶湖においては、冬季の気温上昇等により冬季全循環が生じなくなり、底層水が貧酸素化することで、底層利用魚の生息適水域の面積が減少する年が生じることが予測された。

宍道湖・中海においては、RCP8.5シナリオ下の21世紀末の表層水温の水温上昇は、年平均で約4.0℃と予測された。また、気候変動によって日本海の海面が上昇した場合の宍道湖の塩分は、表層+2.7PSU※、底層+5.4PSU、中海では表層+1.4PSU、底層+1.0PSU上昇する予測結果が得られた。さらに、宍道湖における21世紀末のアオコの発生有無をアオコの発生予測式を用いて予測し、その頻度を比較したところ、現在よりも約2.2倍発生頻度が高まると予測された。

※ Practical Salinity Unit (PSU) とは、実用塩分単位のこと。

水供給（地表水）に関する研究（項目の確信度「高い」）

気候変動による降水パターンの変化に伴い、河川流量が減少し、従来どおりの水利用状況では水供給量が不足する懸念がある。

日本全国336流域を対象とした農業水利用への影響評価により、2081～2100年の代かき期では、北日本（東北、北陸地域）においてRCP2.6シナリオでも利用可能な水量が減少し、RCP8.5シナリオでは西日本（近畿、中国地域）や北海道でも減少することが予測された。また、灌漑期及び非灌漑期における高知県の早明浦ダム流域の貯水率を調査した研究では、2091～2100年の灌漑期に低い貯水率の発生頻度が上昇すること、一方、非灌漑期には低い貯水率の発生回数が減少することも予測された。

このような河川流量の減少による渇水の増加や水の需要期と供給可能な時期とのミスマッチ等は、水道水、農業用水、工業用水等の多くの分野に影響を与える可能性があり、社会経済的影響が大きい。

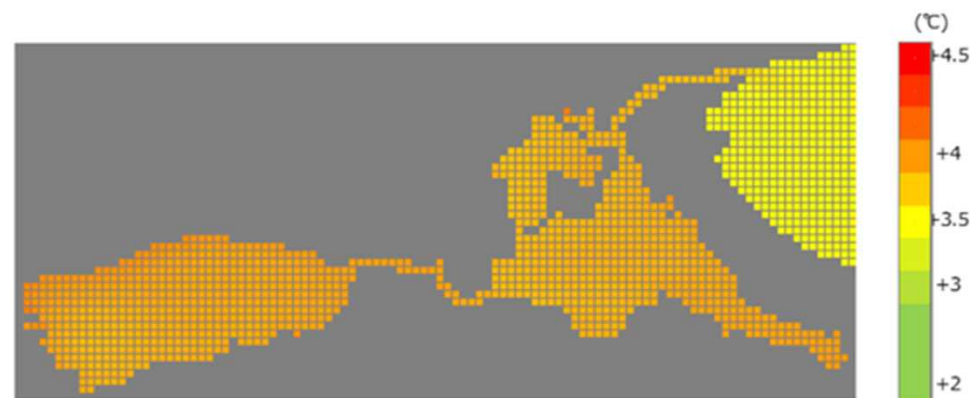
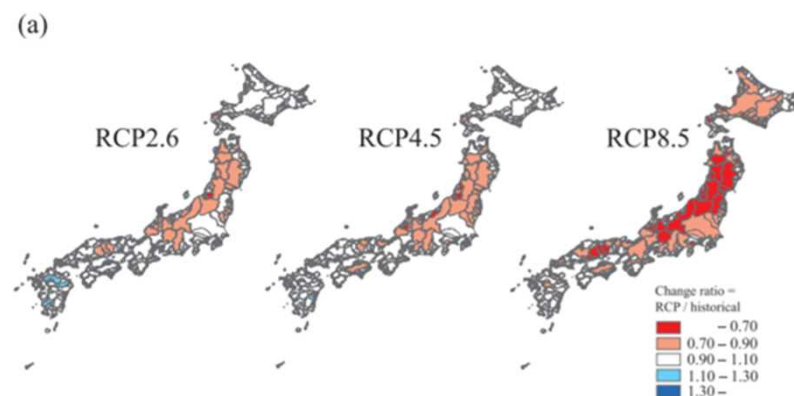


図 3.4.3 現在と21世紀末（RCP8.5）の表層水温の差（℃）（MRI-NHRCM02）

出典：宍道湖・中海における現在と21世紀末の表層水温の差(℃),株式会社地域計画建築研究所（アルバック）,2020,気候変動による宍道湖・中海の水質等への影響調査,平成31年度地域適応コンソーシアム中国四国地域事業委託業務成果報告書,pp.124-146.

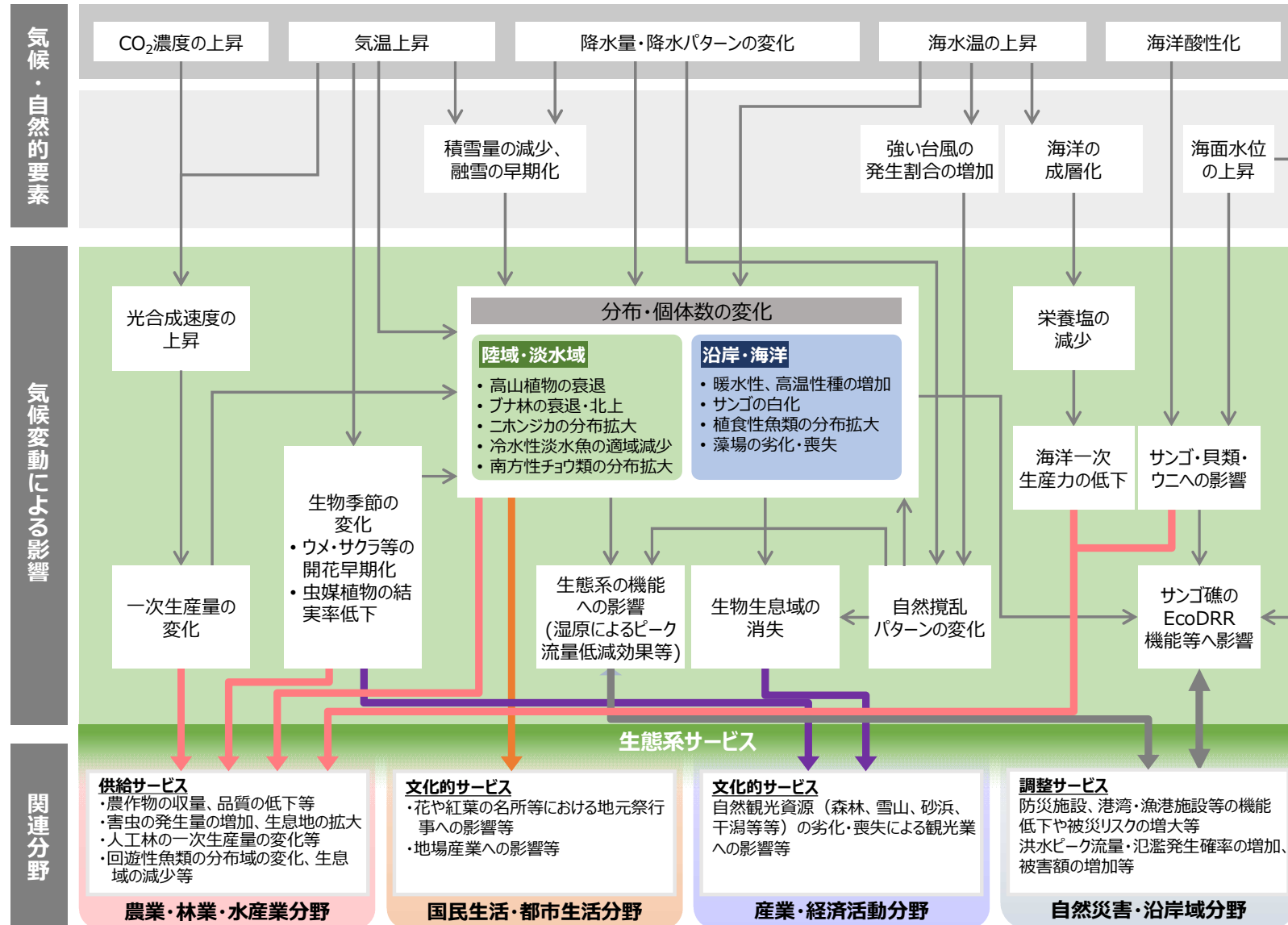


21世紀末と現在を比較した場合における、代かき期で10年に一度の干ばつになった際の河川流量の変化

出典：Kudo,R.,Yoshida,T.,Masumoto,T.,2017,Nationwide assessment of the impact of climate change on agricultural water resources in Japan using multiple emission scenarios in CMIP5,Hydrological Research Letters11(1),pp.31-36.

自然生態系分野

気候変動により想定される影響の概略図



自然生態系分野

評価結果（前回評価との結果比較）

BD：生物多様性
ES：生態系サービス

※ 重大性は2段に分かれている場合、
上段がRCP2.6シナリオ、
下段がRCP8.5シナリオでの評価

| 分野 | 大項目 | No. | 小項目 | 前回（2015） | | | | | | 今回（2020） | | |
|--------------------|---------|-----------------------|------------------------|----------|----|-----|----|-----|----|----------|-----|-----|
| | | | | 重大性 | | 緊急性 | | 確信度 | | 重大性 | 緊急性 | 確信度 |
| | | | | BD | ES | BD | ES | BD | ES | | | |
| 自然生態系 (127→252) | 陸域生態系 | 311 | 高山・亜高山帯 | ● | — | ● | — | ▲ | — | ● | ● | ▲ |
| | | 312 | 自然林・二次林 | ● | — | ▲ | — | ● | — | ◆ | ● | ● |
| | | 313 | 里地・里山生態系 | ◆ | — | ▲ | — | ■ | — | ◆ | ● | ■ |
| | | 314 | 人工林 | ● | — | ▲ | — | ▲ | — | ● | ● | ▲ |
| | | 315 | 野生鳥獣の影響 | ● | — | ● | — | — | — | ● | ● | ■ |
| | | 316 | 物質収支 | ● | — | ▲ | — | ▲ | — | ● | ▲ | ▲ |
| | 淡水生態系 | 321 | 湖沼 | ● | — | ▲ | — | ■ | — | ● | ▲ | ■ |
| | | 322 | 河川 | ● | — | ▲ | — | ■ | — | ● | ▲ | ■ |
| | | 323 | 湿原 | ● | — | ▲ | — | ■ | — | ● | ▲ | ■ |
| | 沿岸生態系 | 331 | 亜熱帯 | ● | — | ● | — | ▲ | — | ● | ● | ● |
| | | 332 | 温帯・亜寒帯 | ● | — | ● | — | ▲ | — | ● | ● | ▲ |
| | 海洋生態系 | 341 | 海洋生態系 | ● | ● | ▲ | — | ■ | ■ | ● | ▲ | ■ |
| | その他 | 351 | 生物季節 | ◆ | — | ● | — | ● | — | ◆ | ● | ● |
| | | 361 | 分布・個体群の変動 | ● | — | ● | — | ● | — | ● | ● | ● |
| | 生態系サービス | 371 | — | — | — | — | — | — | — | ● | — | — |
| | | | 流域の栄養塩・懸濁物質の保持機能等 | — | — | — | — | — | — | ● | ▲ | ■ |
| | | | 沿岸域の藻場生態系による水産資源の供給機能等 | — | — | — | — | — | — | ● | ● | ▲ |
| | | | サンゴ礁によるEco-DRR機能等 | — | — | — | — | — | — | ● | ● | ● |
| | | 自然生態系と関連するレクリエーション機能等 | — | — | — | — | — | — | ● | ▲ | ■ | |

※ 分野名の下括弧内の数字：前回影響評価からの文献数の変化
(複数分野で引用している文献(65件)は含まない)

※ **赤字**：前回の影響評価からの追加項目

※ **網掛け**：評価が上方修正された箇所

| 重大性 | 緊急性 | 確信度 |
|-----------------|--------------|--------------|
| ●：特に重大な影響が認められる | ●：高い | ●：高い |
| ▲：影響が認められる | ▲：中程度 | ▲：中程度 |
| ■：影響が認められる | ■：低い | ■：低い |
| —：現状では評価できない | —：現状では評価できない | —：現状では評価できない |



気候変動による影響の要因

- 気温の上昇により、高山植生の高標高及び高緯度地域への移動が生ずると考えられるが、地形要因や土地利用等様々な要因により移動が制限される可能性もある。
- 積雪期間の短縮は植物の生育期間の増加と土壌の乾燥化を引き起こし、植生変化、特に雪田植生や高層湿原の衰退・消失をもたらすことが想定される。
- 気温上昇と融雪時期の早期化は、高山植物群落の開花時期や展葉時期を早め、開花期間を短縮する等の生物季節の改変をもたらす可能性がある。

現在の状況

- 気温上昇や融雪時期の早期化等の環境変化に伴い、ハイマツ、コメツガ等の高山帯・亜高山帯の植生分布、群落タイプ、種構成の変化が報告されている。大規模な植生変化としては、森林帯の標高変化、高山帯におけるハイマツやチシマザサ等の分布拡大、高山帯へのイノシシやニホンジカの侵入、高山湿生植物群落の衰退が報告されている。
- 高山植物群落の開花期の早期化と開花期間の短縮により、花粉媒介昆虫の活動時期と開花期のずれが観測されている。

将来予測される影響

- 高山帯・亜高山帯の植物種・植生、及び動物（ライチョウ）について、生物の分布適域の変化や縮小が予測される。
- 融雪時期の早期化による高山植物の地域個体群の消滅が予測されている。
- 生育期の気温上昇と融雪時期の早期化による、高山植物群落の開花時期の早期化と開花期間の短縮化により、花粉媒介昆虫の発生時期とのミスマッチのリスクが高まると予測されている。

| 評価項目 | 評価 | 根拠 |
|------|------------------------|--|
| 重大性 | 特に重大な影響が認められる 観点:環境 | 影響の範囲は全国の山岳域に及ぶ。結果として希少種・ハビタット（生息地）・生物多様性・景観の消失や凍害リスクの増大、生物間相互作用の改変が起こる可能性が高い。 |
| 緊急性 | 生態系への影響： 高い | 既に気温上昇が一因となって生じている可能性のある影響や大規模な植生変化が報告されている。しかし、気温上昇との直接的な因果関係が明確なものばかりでなく、様々な要因が合わさって影響が生じている可能性もあることに留意が必要である。 |
| 確信度 | 中程度 | 研究・報告は比較的多くあるが、将来予測の対象種は様々であり、予測結果の傾向は必ずしも一様ではない。現状では総合的な評価のための情報が不足している。 |



気候変動による影響の要因

- 気候変動による気温の上昇、降水量の変化、積雪環境の変化等は、自然林・二次林の植物に影響を及ぼす。
- 冬季の気温の上昇等により、植物の越冬芽の休眠が打破される時期が早まり、開花や展葉が早まることが想定され、種間の相互作用、個体群動態・生態系プロセスに深刻な影響が生じる可能性がある。

現在の状況

- 気候変動による自然林・二次林の分布適域の移動や拡大の現状について、各植生帯の南限・北限付近における樹木の生活型別の現存量の変化が確認されている。
- 気温上昇によって、過去から現在にかけて落葉広葉樹が常緑広葉樹に置き換わった可能性が国内複数地域において確認されている。また、樹木の肥大成長について、早材成長の急激化が報告されている樹種がある。
- 北海道において、春の雪解けが早い年に、花粉媒介昆虫の発生日よりも春植物の開花期が早まることで、送粉者とのミスマッチが発生し、結実率が低下する傾向が確認されている。

将来予測される影響

- 冷温帯林の構成種の多くは、分布適域がより高緯度、高標高域へ移動し、分布適域が減少することが予測されている。
- 暖温帯林の構成種の多くは、分布適域が高緯度、高標高域へ移動し、分布適域が拡大することが予測されている。ただし、実際の分布については、地形要因や土地利用、分布拡大の制限等により縮小するという予測もあり、不確定要素が大きい。
- 大気中の二酸化炭素（CO₂）濃度の上昇は光合成速度や気孔反応等、樹木の生理過程に影響を与えると予測されている。

| 評価項目 | 評価 | 根拠 |
|------|--|---|
| 重大性 | 影響が認められる※1 特に重大な影響が認められる※2 観点:環境 | 影響の範囲は全国に及ぶ。生息地の分断・孤立や植物の移動能力の低さは当該影響に対する持続的な脆弱性の一要素となる。また、大気中のCO ₂ 濃度の増加は生理生態特性に影響を及ぼす可能性がある。重要な種・ハビタット（生息地）・景観の消失につながるものであり、環境面での重大性が高い。 |
| 緊急性 | 高い | 複数の地域の暖温帯林から冷温帯林への移行帯において、既に落葉広葉樹から常緑広葉樹への転換が進行している可能性があることが指摘されている。ただし、森林構成種の変化には、人為攪乱の影響も大きく、進行中の温暖化影響を確認するためには情報の蓄積が必要である。 |
| 確信度 | 高い | 研究・報告は多数あるが、その半数程度はブナあるいはブナ林に関する予測研究である。ブナを含む冷温帯林から亜高山帯林にかけての構成種は、全体として分布適域が減少の傾向にあることについて共通して指摘されている。 |

※1 RCP2.6及び2°C上昇相当のシナリオでの評価

※2 RCP8.5及び4°C上昇相当のシナリオでの評価



気候変動による影響の要因

- 気候変動による気温の上昇や降水パターンの変化等により、里地・里山の構成種を変化させる可能性がある。ただし、気候変動以外の人間活動の影響も受けやすいため、不確定要素が大きい。

現在の状況

- 気温の上昇による、モウソウチク、マダケの分布上限及び北限付近における分布拡大が報告されている。
- モウソウチク、マダケ以外の里地・里山の構成種の変化の現状について、一部の地域で南方性チョウ類の増加等が報告されているものの、現時点で網羅的な研究事例は確認されていない。

将来予測される影響

- モウソウチク、マダケについて、気候変動に伴う分布適域の高緯度・高標高への拡大が予測されており、4°Cの昇温を仮定した場合、分布北限が現在より約500km北上する可能性がある。
- 一部の研究で、標高が低い山間部や日本西南部での、アカシデ、イヌシデ等の里山を構成する二次林種の分布適域は、縮小する可能性がある。
- ただし、里地・里山生態系は人為影響下で形成されていることから、気候変動の影響については十分な検証はされておらず、今後の研究が望まれる。

| 評価項目 | 評価 | 根拠 |
|------|------------|---|
| 重大性 | 影響が認められる | モウソウチク、マダケについて、分布域の高緯度・高標高が予測されており、竹林の拡大による里山景観の変化が示唆される。一方、他の里地里山生態系の構成種等に関する定量的な予測事例は確認されていない。また、里地・里山生態系が特に人為影響下で形成されていることから、将来の気候変動による影響が特に大きいとは言い切れない。 |
| 緊急性 | 生態系への影響：高い | モウソウチク、マダケの分布について分布北限付近における拡大傾向が確認されており、気温上昇が原因と示唆されている。里地・里山生態系は、現状、アンダーユース（利用不足）の影響が顕在化しており早急な保全が求められているが、気候変動影響の緊急性については中程度と考えられる。 |
| 確信度 | 生態系への影響：低い | 研究・報告が限定的で、気候変動による影響の検証事例は竹林に限られること、里地・里山生態系が特に人為影響も受けやすいことから、里地・里山生態系全体としての確信度は低い。 |

気候変動による影響の要因

- 気候変動による気温の上昇や降水パターンの変化は、水ストレスの増大を引き起こし、人工林を構成するスギ等の生長に影響を及ぼす可能性がある。
- 気温上昇は、樹木の呼吸量を増加させ、炭素蓄積量及び吸収量に対してマイナスに作用する可能性がある。
- 大気中の二酸化炭素（CO₂）濃度の上昇は光合成速度や気孔反応等、樹木の生理過程に影響を与えると考えられる。



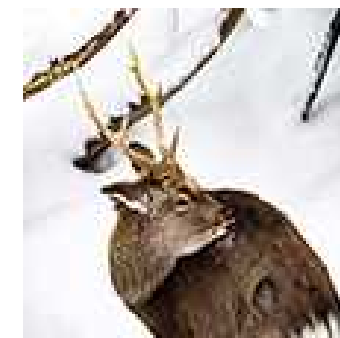
現在の状況

- 一部の地域で、気温上昇と降水パターンの変化による水ストレスの増大により、スギ林が衰退しているという報告がある。

将来予測される影響

- 現在より3°C気温が上昇すると、年間の蒸散量が増加し、特に年降水量が少ない地域で、スギ人工林の脆弱性が増加することが予測されているが、生育が不適となる面積の割合は小さい。
- 2050年までの影響予測では、九州や四国で人工林率が高いこと、高蓄積で呼吸量の多い40~50年生の林分が多いことから、炭素蓄積量及び吸収量に対してマイナスに作用する結果が示された。ただし、当該予測では、大気中のCO₂濃度の上昇による影響は考慮されていない。スギ人工林生態系に与える影響予測のためには樹木の生理的応答等さらなる研究が必要である。

| 評価項目 | 評価 | 根拠 |
|------|------------------------|--|
| 重大性 | 特に重大な影響が認められる 観点:環境 | 国内の人工林面積は国土面積の約25%に相当し、影響の範囲は全国に及ぶ。特に降水量が少ない地域でスギ人工林生態系の脆弱性を増加させ、ランドスケープ（景観）への影響につながる。 |
| 緊急性 | 高い | 生産量の変化等の影響が生じるのは今世紀中頃以降の可能性が高いが、気候変動リスクを踏まえた森林のゾーニングや、林木育種、森林管理等の人工林生態系における適応策の実施には数十年にわたる長期的視点が必要である。 |
| 確信度 | 中程度 | 気候変動が人工林に与える影響に関する研究・報告は一定程度あり、スギの生育に影響が現れると予測されている。 |



気候変動による影響の要因

- 気候変動による気温の上昇や積雪量の減少は、野生鳥獣の生息適地を拡大させる可能性がある。
- 野生鳥獣の分布域の拡大は、野生鳥獣の採食・樹木の剥皮・地面の踏みつけ等による下層植生の消失や樹木の枯死をもたらす。それらは土壌の流失や水源涵養の機能低下、景観の劣化等へつながり、さらに生態系への影響を拡大させる可能性がある。

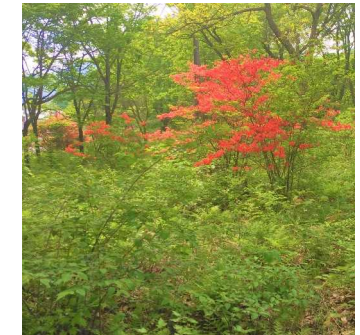
現在の状況

- ニホンジカやイノシシの分布を経年比較した調査では、日本全国で分布が拡大していることが確認されている。
- ニホンジカの生息適地が1978～2003年の25年間で約1.7倍に拡大し、既に国土の47.9%に及ぶという推定結果が得られ、この要因としては、積雪量、積雪期間の減少が大きい可能性が指摘されている。また、積雪深の低下に伴い、ニホンジカの越冬地が高標高に拡大したことが観測により確認されている。
- ニホンジカの分布拡大に伴う農作物の食害、造林木への剥皮被害及びヤマビルの分布拡大等の影響が報告されている。

将来予測される影響

- 今世紀末には、国土の約8割がニホンジカの分布適域となる予測が得られている。
- さらに、気候変動による積雪量の減少と耕作放棄地の増加により、2103年におけるニホンジカの生息適地は、国土の9割以上に増加するとの予測もある。
- また、一方、ニホンジカ以外のイノシシ等の種に関しては、気候変動による分布域の変化等の将来影響についての知見は確認されていない。

| 評価項目 | 評価 | 根拠 |
|------|------------------------|---|
| 重大性 | 特に重大な影響が認められる 観点:環境 | ニホンジカの分布拡大に伴う植生の食害・剥皮被害等の影響が報告されているほか、気候変動による積雪の減少及び耕作放棄地の増加による分布適域の拡大が予測されている。影響の範囲は全国に及び、重要な種・ハビタット（生息地）・景観の変化等につながる。 |
| 緊急性 | 高い | 積雪量・積雪期間の減少によりニホンジカの分布域は拡大し、農林業の被害地域も拡大している。ニホンジカは今世紀末に国土の約8割が分布適域となる予測も得られている。 |
| 確信度 | 低い | ニホンジカの分布拡大については、研究の数は限られるものの、気候変動による影響が示唆されている。それ以外の種については、気候変動による影響が推測されるが、気候変動との因果関係については明らかになっておらず、研究・報告数も限定的である。 |



気候変動による影響の要因

- 気候変動により、年平均気温の上昇や無降水期間が長期化することで、地温の上昇、森林土壌の含水量低下、表層土壌の乾燥化が進行する。それにより、土壌と大気間の物質収支の変化、降水による細粒土砂の流出、河川等の濁度回復の長期化等の事態が発生する可能性がある。
- 気候変動に伴う地温の上昇は、土壌呼吸を上昇させる。その結果、土壌から大気に排出される二酸化炭素が増加し、気候変動をさらに加速させる効果が生じる可能性について指摘されている。

現在の状況

- 1980～2009年の日本の森林における土壌由来の温室効果ガス交換量を調査した結果、二酸化炭素・一酸化二窒素の放出、メタンの吸収の増加が確認されている。
- 富士山麓のカラマツ林では、年平均地温の上昇に伴い、林床部からの年積算炭素排出量が増加する傾向が確認されている。
- 降水パターンの変化傾向が、森林の水収支や土砂動態に影響を与える可能性があるが、長期データに乏しく、変化状況の把握が困難な状況となっている。

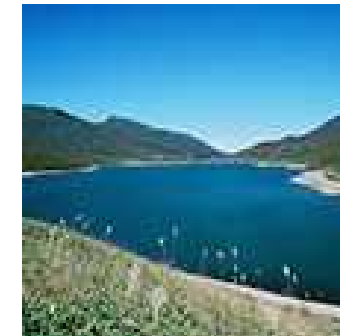
将来予測される影響

- 年平均気温の上昇や無降水期間の長期化により、森林土壌の含水量低下、表層土壌の乾燥化が進行し、細粒土砂の流出と濁度回復の長期化、最終的に降雨流出応答の短期化をもたらす可能性がある。
- 日本各地で行われている土壌温暖化実験では、地温の上昇に伴う土壌呼吸の上昇が各地で確認されており、正のフィードバック効果を支持する知見が複数得られている。
- 一方、地温の上昇に伴う土壌呼吸の上昇の程度が、土壌微生物等の気候への順化により経年的に減少する傾向を示す知見も確認されている。

| 評価項目 | 評価 | 根拠 |
|------|------------------------|---|
| 重大性 | 特に重大な影響が認められる 観点:環境 | 物質収支は生態系の基盤として重要であり、土壌生成にかかる時間が長いことは当該影響に対する持続的な脆弱性の一要素となる。影響の範囲は全国に及ぶ。土壌に関して現時点では有効な適応策が明確でないことを考慮すると、影響の不可逆性は大きいと考えられる。 |
| 緊急性 | 中程度 | 土壌由来の温室効果ガス交換量の増加が確認されている。ただし、有効な適応策が現時点で明確ではない。1～4℃程度の地温の上昇を想定して行われる土壌の加温実験の結果と気候シナリオの関係性は明確でなく、影響の発現時期については知見が不足している。 |
| 確信度 | 中程度 | 定量的評価・予測をおこなった限られた研究・報告から、温暖化が森林の温室効果ガス交換量や水収支、土砂動態等に何らかの影響を与えることは明確と考えられる。 |

気候変動による影響の要因

- 気候変動により、富栄養化が進行している深い湖沼では、その湖沼の鉛直方向の循環が弱まり、湖底の貧酸素化が進む可能性がある。これにより、貝類等の底生生物への影響や、富栄養化の加速が予想される。
- 湖沼水温の上昇や二酸化炭素（CO₂）濃度の上昇は、栄養豊富な深層水の湧昇を減少させる。このことは、栄養塩供給が乏しい生態系において、植物プランクトンの栄養塩含量や現存量の減少、植物プランクトンを餌とする動物プランクトンの成長量を低下させる可能性がある。



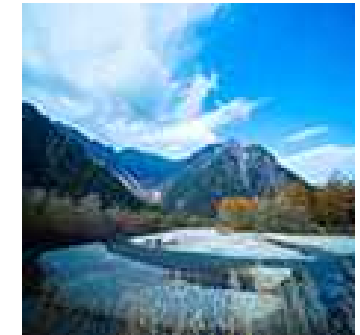
現在の状況

- 湖沼生態系は、流域土地利用からの栄養塩負荷の影響を受けるため、気候変動の影響のみを検出しにくく、直接的に気候変動の影響を明らかにした研究は国内では限られている。
- 滋賀県琵琶湖のホンモロコ・ニゴロブナの個体数の激減については、暖冬による循環の遅れ、及び人為的な水位操作や湖岸環境の改変等との複合作用によるものとする報告がある。
- 北海道の湖沼では、結氷期間の短縮や、それに伴う植物プランクトンブルームの早期化が確認されている。

将来予測される影響

- 現時点で日本における影響を定量的に予測した研究事例は限られるものの、富栄養化が進行している深い湖沼では、水温の上昇による湖沼の鉛直循環の停止・貧酸素化と、これに伴う貝類等の底生生物への影響、富栄養化の加速が懸念される。
- 水温上昇によるアオコを形成する植物プランクトンの増加と、それに伴う水質の悪化や、水生植物の発芽後の初期成長への悪影響等が予測されている。
- 室内実験により、湖沼水温やCO₂濃度の上昇が、動物プランクトンの成長量を低下させることが明らかになっている。

| 評価項目 | 評価 | 根拠 |
|------|------------------------|---|
| 重大性 | 特に重大な影響が認められる 観点:環境 | 湖沼は特有の生物相や閉鎖性から、影響が生じた場合の不可逆性が高い。気候変動に伴い水・物質循環が変化した場合、これらの持続的な環境変化への脆弱性を更に増加させる可能性があり、結果として多くの生物種が影響を受ける可能性が高い。 |
| 緊急性 | 中程度 | 特定の湖沼に限られるが、固有種の減少が報告されており、その要因として気候変動による影響が示唆されている。また、モデルによる予測から、気候変動に伴う全循環の停止や貧酸素化が予測されている。 |
| 確信度 | 低い | 現地での報告は限定的であり、長期モニタリングによる監視が必要である。 |



気候変動による影響の要因

- 河川水温の上昇により、生物の生育・生息適地が変化し、繁殖期間等にも影響を及ぼす可能性がある。
- 積雪量や融雪出水の時期・規模の変化により、融雪出水時に合わせて遡上、降下、繁殖等を行う河川生物相に影響を及ぼす可能性がある。
- 降水パターンの変化による大規模な洪水の頻度の増加等により細粒土砂が増加し、河床の生物に影響を及ぼす可能性がある。
- 気候変動に伴う渇水により、水温の上昇、溶存酸素の低下が生じ、河川生物相に影響が及ぶ可能性がある。

現在の状況

- 我が国の河川は取水や流量調節が行われているため、気候変動による河川の生態系への影響を検出しにくく、現時点で気候変動の直接的影響を捉えた研究成果は確認できていない。
- 魚類の繁殖時期の早期化・長期化や暖温帯性・熱帯性の水生生物の分布北上等、気候変動に伴う水温等の変化に起因する可能性がある事象についての報告が見られる。

将来予測される影響

- 平均気温が現状より3°C上昇すると、冷水魚の分布適域が現在の約7割に減少することが予測されている。
- 気候変動により、源流域のカワゲラ目の分布適域の減少、サクラマス（ヤマメ）の越夏環境の縮小や消失、アユ遡上量の減少が予測される河川がある。
- このほか、現時点で定量的に予測をした研究事例は確認できていないものの、降水パターンの変化に起因する大規模な洪水の頻度増加による、濁度成分の河床環境への影響、及びそれに伴う魚類、底生動物、付着藻類等への影響等が想定される。

| 評価項目 | 評価 | 根拠 |
|------|------------------------|---|
| 重大性 | 特に重大な影響が認められる 観点:環境 | 一般的に淡水魚類は、卵や若齢の個体等の生活史の初期段階において、水温上昇や溶存酸素量を始めとする環境因子に鋭敏で、これらの環境条件の変化に脆弱であると考えられる。 |
| 緊急性 | 中程度 | 気候変動との因果関係は検証されていないものの、全国の複数の河川において南方性魚類の確認地点の東進・北進傾向が確認されている。なお、対応の緊急性の度合いは、個々の河川の状況（緯度、流況、水質等）によっても異なると考えられる。 |
| 確信度 | 低い | 研究・報告数は少ない。気候変動との複合影響も含めて長期モニタリングを実施し、変容を監視する必要がある。 |

気候変動による影響の要因

- 気候変動による気温の上昇、霧日数の低下に伴う湿度低下、蒸発散量の上昇等は、湿原の乾燥化を引き起こし、湿原の生態系に影響を与える可能性がある。
- 沿岸域に分布する湿原においては、極端な降水の頻度及び強度の増大に伴う流域からの土砂及び栄養塩の負荷量の増大、海面水位の上昇やそれに伴う塩水遡上距離の変化による湿原の植生構成の変化が引き起こされる可能性がある。



現在の状況

- 湿原の生態系は気候変動以外の人為的な影響を強く受けており、気候変動による影響を直接的に論じた研究事例は限られている。
- 一部の湿原で、気候変動による湿度低下や蒸発散量の増加、積雪深の減少等が乾燥化をもたらした可能性が指摘されている。

将来予測される影響

- 釧路湿原において、極端な降水の強度の増大に伴う流域からの土砂及び栄養塩の負荷量の増大が予測されている。加えて、海面水位の上昇に伴い塩水遡上距離が拡大し、湿原生態系の構成種等に影響を及ぼすことが予測されている。
- 降水量の変化や地下水位の低下により、雨水滋養型の高層湿原における植物群落への影響が予測されている。
- 現時点で定量的な予測は確認できていないが、気候変動に起因する流域負荷（土砂や栄養塩）に伴う低層湿原における湿地性草本群落から木本群落への遷移等の影響が想定される。

| 評価項目 | 評価 | 根拠 |
|------|------------------------|---|
| 重大性 | 特に重大な影響が認められる 観点:環境 | 湿地性植物は、森林構成種とは異なり、水平方向ならびに垂直方向に分布域を変えることが難しい。また、沿岸部あるいは汽水域と連続性を持つ環境に立地する湿原においては、海面水位の上昇に伴う塩水影響も予測される。 |
| 緊急性 | 中程度 | 高山帯・亜高山帯の湿原については積雪量の減少によるものと見られる湿原面積の縮小が報告される地域もあり、これらについては緊急性が認められるが、その他の場所の湿原についてはそこまでの緊急性は認められない。 |
| 確信度 | 低い | 気候変動の影響を直接明らかにした研究・報告は国内では限られており、土地利用等の影響についての研究事例が多い。 |

気候変動による影響の要因

- 気候変動による海水温の上昇により、サンゴの分布域の北上、また、現在生息している海域では、白化現象により死滅する可能性がある。
- サンゴの生育や分布に変化が生じれば、サンゴ礁に依存して生息する多くの生物・生態系にも影響が及ぶ。
- マングローブは水中では生育できないため、マングローブの堆積物が蓄積していく速度を海面水位の上昇が上回ると水没し、生育できなくなる場所が生じる可能性がある。



現在の状況

- 沖縄地域で、海水温の上昇により亜熱帯性サンゴの白化現象の頻度が増大している。
- 太平洋房総半島以南と九州西岸北岸において温帯性サンゴの分布が北上している。
- 室内実験により、造礁サンゴ種の一部において石灰化量の低下が生じている可能性が指摘されている。
- 西表島のマングローブについて、海面水位の上昇に伴う冠水頻度の増加によるものと考えられる立ち枯れが確認されている。

将来予測される影響

- 4°C上昇の気候予測シナリオでは、水温上昇と海洋酸性化により、熱帯・亜熱帯の造礁サンゴの生育に適する海域が日本近海から消滅すると予測されている。一方、3°C上昇のシナリオに基づく予測では、今世紀末においても生育適域が一定程度残存するとされている。
- マングローブについては、海面水位の上昇による分布域の縮小や内陸側への移動が予測されている。特に、後背地が構造物等で分断されている場合は、土砂の利用可能性や移動分散が妨げられ、より影響が悪化するとされている。

| 評価項目 | 評価 | 根拠 |
|------|------------------------|--|
| 重大性 | 特に重大な影響が認められる 観点:環境 | サンゴそのものの生育や分布に変化が生じるとともに、サンゴ礁に依存して生息する多くの生物・生態系に重大な影響を及ぼす。 |
| 緊急性 | 高い | 現状において既にサンゴの白化や温帯サンゴの北上が確認されており、石垣島周辺等では大規模な白化が発生している。海洋酸性化によるアラゴナイト飽和度の低下と水温の上昇の複合的な影響を受けることで、2030年までに影響が現れる可能性もある。 |
| 確信度 | 高い | サンゴ分布適域に関しては、水温及び水素イオン濃度指数 (pH) の低下を考慮したモデルによる定量的な予測がある。高水温によるサンゴ白化は現状でも顕著に見られる。 |

気候変動による影響の要因

- 海水温の分布により生息する生物が異なるため、気候変動により海水温が上昇すると、これまで生息していた種の分布も、それに伴って変化する可能性がある。
- 海面水位の上昇によって海岸侵食が起こるとそこに生息する生物が影響を受ける可能性がある。
- 大気中の二酸化炭素（CO₂）が海洋に溶解することで起こる海洋酸性化により、海水中の炭酸イオン濃度が低下し、サンゴ・貝類・ウニ等の外骨格や外殻を形成する石灰化に影響が生じることが想定される。

現在の状況

- 日本沿岸の各所において、海水温の上昇に伴い、低温性の種から高温性の種への遷移が進行していることが確認されている。
- 亜熱帯性の造礁サンゴの分布北限付近での北上、及び海藻藻場の分布南限付近における衰退が観測されており、海藻藻場からサンゴ群集への移行が進行している。
- 日本周辺に生息する一部の海鳥の個体数は長期的な減少傾向にあり、その要因の一つに気候変化による餌不足が示唆される。

将来予測される影響

- 海水温の上昇に伴い、より高温性の種への移行が想定され、それに伴い生態系全体に影響が及ぶ可能性がある。
- 中～高位のCO₂排出シナリオにおける海洋酸性化は、特に極域の生態系やサンゴ礁といった脆弱性の高い海洋生態系に相当のリスクをもたらすと考えられる。
- 水温の上昇や植食性魚類の分布北上に伴う藻場生態系の劣化や、藻場生態系から熱帯性サンゴ礁生態系への移行が予測されている。沿岸域の生態系の変化は沿岸水産資源となる種に影響を与えるおそれがある。
- 海面水位上昇による塩性湿地への影響が想定される。

| 評価項目 | 評価 | 根拠 |
|------|------------------------|---|
| 重大性 | 特に重大な影響が認められる 観点:環境 | 低温性の種から高温性の種への移行、藻場生態系の分布適域の縮小や、熱帯性のサンゴ礁生態系への移行等が想定されるとともに、それに伴い生態系全体に影響が及ぶ可能性がある。また、漁村集落では自然景観や漁獲対象種等の地域文化への影響もありうる。 |
| 緊急性 | 高い | 既に現状でも、植食性魚類の北上に伴う藻場生態系の分布適域の縮小や、熱帯性のサンゴ礁生態系への移行といった、生態系の遷移が進行している。 |
| 確信度 | 中程度 | 離れた海域において同方向の種の遷移が観測されている事から、現象の定性的な信頼性は高いが、モデルによる定量的な予測事例は確認されていない。 |



気候変動による影響の要因

- 気候変動による海水温の上昇は、海水の鉛直混合速度や海流に影響し、それが海洋全体の生物の分布や挙動、生物群を介した物質循環の変化をもたらす可能性がある。
- 成層化による栄養塩供給の減少により、純一次生産力が低下すると指摘されている。
- 海域の植物プランクトンや動物プランクトン等は魚類等の餌となる生物であることから、水産資源への潜在的影響も想定される。

現在の状況

- 日本周辺海域では親潮域、黒潮域、及び混合水域において、植物プランクトンの現存量と一次生産力の減少が始まっている可能性がある。
- 海洋の水深100m～1000mの亜表層域では溶存酸素量（DO）が継続的に減少していることが判明しており、その傾向は日本周辺海域ほぼ全域で同様である。ただし、日本周辺海域はもともとDOが比較的高く、海洋生物への直接的な影響は一部の底魚類以外には検出されていない。
- 西部北太平洋亜寒帯域においては、近年の表層水温の上昇に伴い、暖水性のカイアシ類の分布北上が確認されている。

将来予測される影響

- 気候変動に伴い、植物プランクトンの現存量に変動が生じる可能性がある。全球では熱帯・亜熱帯海域で低下し、亜寒帯海域では増加すると予測されているが、日本周辺海域については、モデルの信頼性が低く、変化予測は現状困難である。
- 動物プランクトンの現存量の変動についての予測も、日本周辺海域の予測の信頼性が高いとはいえない。また、これらから生じる地域毎の影響の予測は現時点では困難である。
- 日本周辺の海洋保護区について、気候変動への脆弱性を示唆する予測が確認されている。

| 評価項目 | 評価 | 根拠 |
|------|------------------------|---|
| 重大性 | 特に重大な影響が認められる 観点:環境 | 海洋での動・植物プランクトンの低次生産力段階の変動は、食物連鎖を通じて生態系全体へ広範な影響を及ぼす。日本周辺の海洋保護区について、気候変動への脆弱性を示唆する予測も確認されている。 |
| 緊急性 | 中程度 | 既に現状でも、親潮域及び混合域において、クロロフィル及び一次生産力の減少の可能性を示唆する複数の知見が得られている。しかし、海洋生態系においては、人為的制御が可能な範囲が限られ、気候変動の進行を抑制すること（緩和策）以外に有効な対処策はない。 |
| 確信度 | 低い | クロロフィル及び一次生産力、DOの変化による魚類等のより高次の生態系構成種への影響については、現時点では報告・予測が限られている。 |

気候変動による影響の要因

- 冬季の気温上昇等は、開花や展葉の早期化、昆虫の冬眠スケジュールや発生頻度等の温度依存性の行動特性・生活史へ影響を及ぼし、生物季節を変化させる。さらに、冬季に木の実等が取れるようになると、動物が冬眠をしなくなる等の間接的な影響も想定される。
- 生物種間で温度変化への反応が異なる場合、種間の相互作用に影響が生じ、個体群動態や生態系プロセスに深刻な影響が生じる可能性がある。
- 植物の開花のように日長に依存する現象では、日長と気温のミスマッチによる影響が生じる可能性がある。



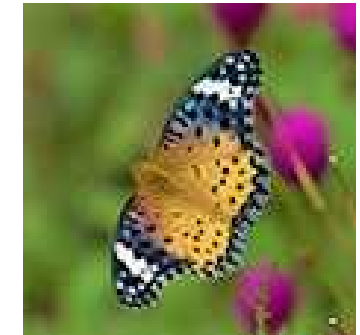
現在の状況

- 植物の開花の早まりや動物の初鳴きの早まり等、動植物の生物季節の変動について多数の報告が確認されている。

将来予測される影響

- 生物季節の変動について、ソメイヨシノの開花日の早期化、落葉広葉樹の着葉期の長期化、紅葉開始日の変化や色づきの悪化等、様々な影響が予測されている。
- 個々の種が受ける影響にとどまらず、種間のさまざまな相互作用への影響が予想されている。

| 評価項目 | 評価 | 根拠 |
|------|-------------------|---|
| 重大性 | 影響が認められる 観点:環境 | 広汎な生物現象のタイミングが気候変動の影響を受けて前後することが考えられ、変化の範囲は全国に及ぶ。一方、生物季節の変化自体の影響の大きさについては、現時点での知見によれば、それらの変化が生態系全体の機能や構造へ大きな影響を及ぼすとまでは言い切れない。 |
| 緊急性 | 高い | 生物季節への影響に対して適応策を講じることはできないが、現象は既に顕在化しており、影響の発現時期の観点から緊急性は高い。 |
| 確信度 | 高い | 研究・報告は一定程度あり、また、多くの季節的な生物現象が気候の影響を受けていることは、過去の年ごとの気候と現象のタイミングとの関係や実験からも明らかである。 |



気候変動による影響の要因

- 気候変動による気温の上昇や降雨の変化、それらを通じた積雪や土壌、水温・水質等の変化等により、生物の生育・生息適地の分布、一日の活動時間帯や世代数、ライフサイクル等が変わり、種の分布の変化や種・個体群の絶滅、外来種の侵入・定着率の変化につながるものが想定される。

現在の状況

- 過去50年間の全球的な自然生態系の変化の要因の中で、気候変動は、陸域・海域の利用変化及び直接採取（森林伐採、漁獲等）に次ぐ要因であるとされる。加えて気候変動は他の直接的要因による影響を悪化させつつあるとの報告がある。
- 昆虫や鳥類等において、分布の北限や越冬地等が高緯度に広がる等、気候変動による気温の上昇の影響と考えれば説明が可能な分布域の変化、ライフサイクル等の変化の事例が確認されている。
- シバズズやダンダラテントウ等の一部の昆虫種について、気温の上昇に伴い分布を拡大した可能性が高いとされている。

将来予測される影響

- 種の移動・局地的な消滅による種間相互作用の変化がさらに悪影響を引き起こし、種の絶滅を招く可能性がある。2050年までに2°Cを超える気温上昇を仮定した場合、全球で3割以上の種が絶滅する危険があると予想されている。
- 種の分布域が変化することで、地理的に隔離され分化が進んだ2つの集団の生息域が再び重複する「二次的接触」が生じる可能性が示唆されている。
- 気候変動は外来種の分布拡大や定着を促進することが指摘されており、今後、外来種による生態系へのリスクが高まることが懸念される。

| 評価項目 | 評価 | 根拠 |
|------|---------------------------|---|
| 重大性 | 在来種・外来種： 特に重大な影響が認められる | [在来種] 国土の広範囲に生息する種は、国土スケールでは分布域の変化にとどまる。しかし、気候変動以外の要因に起因する複合的な影響の可能性を考慮すると、気候変動により種の絶滅が加速する可能性は十分にある。 [外来種] 気候変動により侵略的外来種の侵入・定着確率が高まるならば、重大な問題と考えるべきである。 |
| 緊急性 | 在来種・外来種： 高い | [在来種] 既に一部の昆虫類では、国土スケールでの分布変化を示唆する報告が確認されている。 [外来種] 現時点で、気候変動と外来種の分布拡大との関係を検証した事例は一部の種に限られているが、侵入・定着の可能性が高く、定着による深刻な影響が懸念される侵略的外来種の対策は緊急性が高い。 |
| 確信度 | 在来種：高い 外来種：中程度 | [在来種] 多くの生物の分布の限界を決める要因の一つは気候条件であることから、生物の分布が気候変動の影響を受けることに疑いがない。 [外来種] 現時点では、気候変動による外来種の分布拡大等を定量的に検証、予測した事例は限られている。 |

気候変動による影響の要因

- 人間社会は、食料や原材料、水質や大気質の向上、文化的・美的価値、極端な気候現象による被害の緩和等の生態系が提供する様々な便益(生態系サービス)に依存している。これらの生態系サービスを提供する生態系の機能が影響を受けると、提供される生態系サービスが劣化したり、喪失したりする恐れがある。
- 気候変動を含む環境変化は、種や生態系への変化を通して、直接的あるいは間接的に、社会が依存している様々な生態系サービスへ、リスクをもたらす可能性がある。

現在の状況

- 全球的には、生態系を構成する生物種や生物季節、種間の相互作用の気候変動による変化が、生態系の構造や機能に影響を与え、その結果として生態系サービスへの影響が既に生じているとする報告がある。
- 一方、国内において気候変動による生態系サービスへの影響を明らかにした研究は少ない。
- 2016年に石西礁湖で発生したサンゴ礁の白化は、同地域のサンゴ礁がもたらす生態系サービス（漁業生産・水族館への魚の供給、レクリエーション・ダイビング、海藻の防除）の経済価値を減少させたことが示されている。

将来予測される影響

- 気候変動による生態系サービスへの影響予測に関する研究を対象としたレビューによると、対象研究の約60%は、気候変動によって生態系サービスに負の影響が生じると予測されている。
- 国内のサンゴ礁がもたらす生態系サービスについて、観光・レクリエーション価値として年間2399億円、漁業価値として年間107億円、海岸防護機能として年間75.2～839億円とする試算があるが、気候変動に伴い、これらの生態系サービスは減少あるいは消失する可能性が考えられる。

| 評価項目 | 評価 | 根拠 |
|------|------------------------------|--|
| 重大性 | 特に重大な影響が認められる 観点:環境/社会/経済 | 全球的な傾向として、気候変動は生態系や生物多様性の多くの側面において広範囲に影響を与えており、結果として農業・養殖業・漁業及び生態系サービスへの悪影響をもたらしているとの報告がある。 |
| 緊急性 | 現状では評価できない | 国内において、現在発生している生態系サービスへの変化について、気候変動との関係を十分に検証した報告は確認されていない。また、将来予測についても、一部の生態系サービス・一部の地域を対象とした知見に限られる。 |
| 確信度 | 低い | 収集された知見は一部の生態系サービスに限られ、また地域的な偏りがある。レビュー文献からも、北米や欧州と比較して国内における研究が少ないことが報告されている。 |

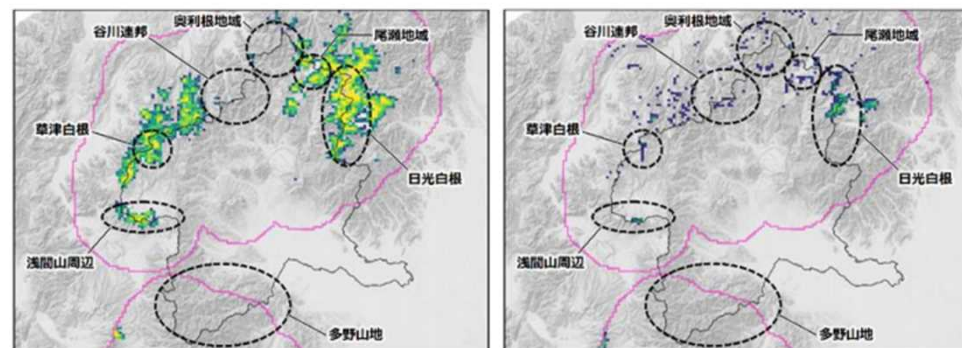
自然生態系分野 評価に用いられた研究や事例の紹介

高山帯・亜高山帯に関する研究 (項目の確信度「中程度」)

群馬県周辺の高山・亜高山帯植生(高山低木群落・高山ハイデ・雪田群落・亜高山帯針葉樹林・山地湿原等の10区分の植生を対象)を対象とした、分布推定モデルと気候シナリオを用いた将来の分布適域の予測から、気候変動の進行に伴う分布適域の減少が予測された。

群落により違いはあるが、すべての群落において分布適域の減少が予測され、RCP2.6シナリオを前提とした21世紀末(2080~2100年)においては、概ね現在の30~50%程度に、RCP8.5シナリオを前提とした場合には現在の10~15%に減少するとされた。

その一方で、将来においても一定程度の適域面積が残存する地域が確認されているため、これらの地域は、レフュージア(逃避地)として保全上重要な地域であると考えられた。



群馬県周辺における亜高山帯針葉樹林の植生図
左図：現在、右図：21世紀末(RCP8.5シナリオ、MRICGCM3モデル)

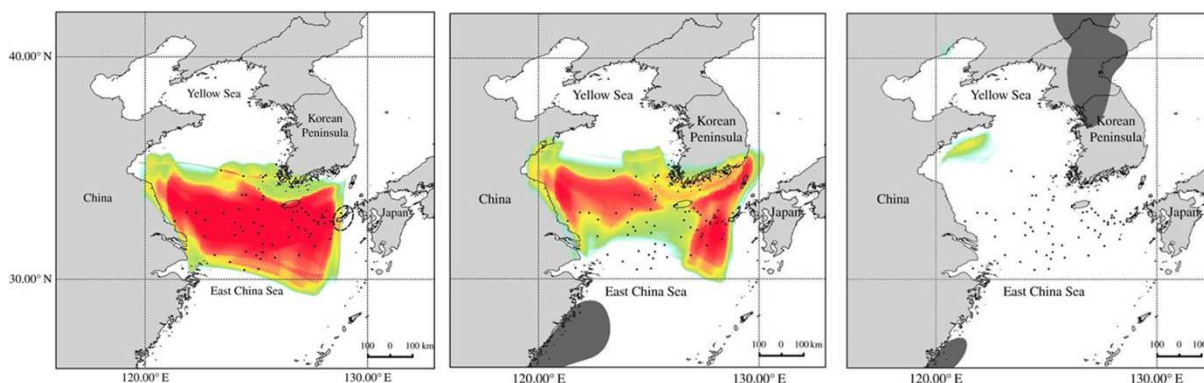
出典：パシフィックコンサルタンツ株式会社,2020,群馬県周辺における亜高山帯針葉樹林の植生図,気候変動による高山・亜高山生態系への影響調査【群馬県】,平成31年度地域適応コンソーシアム関東地域事業委託業務成果報告書

ハチクマの分布・個体群の変動に関する研究 (項目の確信度「高い」)

猛禽類の一種であるハチクマは、秋季に五島列島から東シナ海を横断し、中国大陸へ渡る渡り鳥である。本研究では、気候変動にともなう将来の風況を推定し、東シナ海上の渡り適域について予測した。

結果、21世紀中頃(2046~2055年)では、渡り適域は減少し、中国大陸までの連結性が失われると予測された。さらに、今世紀末(2091~2100年)では、東シナ海上の渡り適域はほとんど消失することが予測され、気候変動が渡りという野生動物の長距離移動におよぼす影響が示された。

図説：赤色ほど渡りの適地度合いが高い、灰色は推定不能な領域。気候変動による風況変化がハチクマの渡りに与える影響が示された。



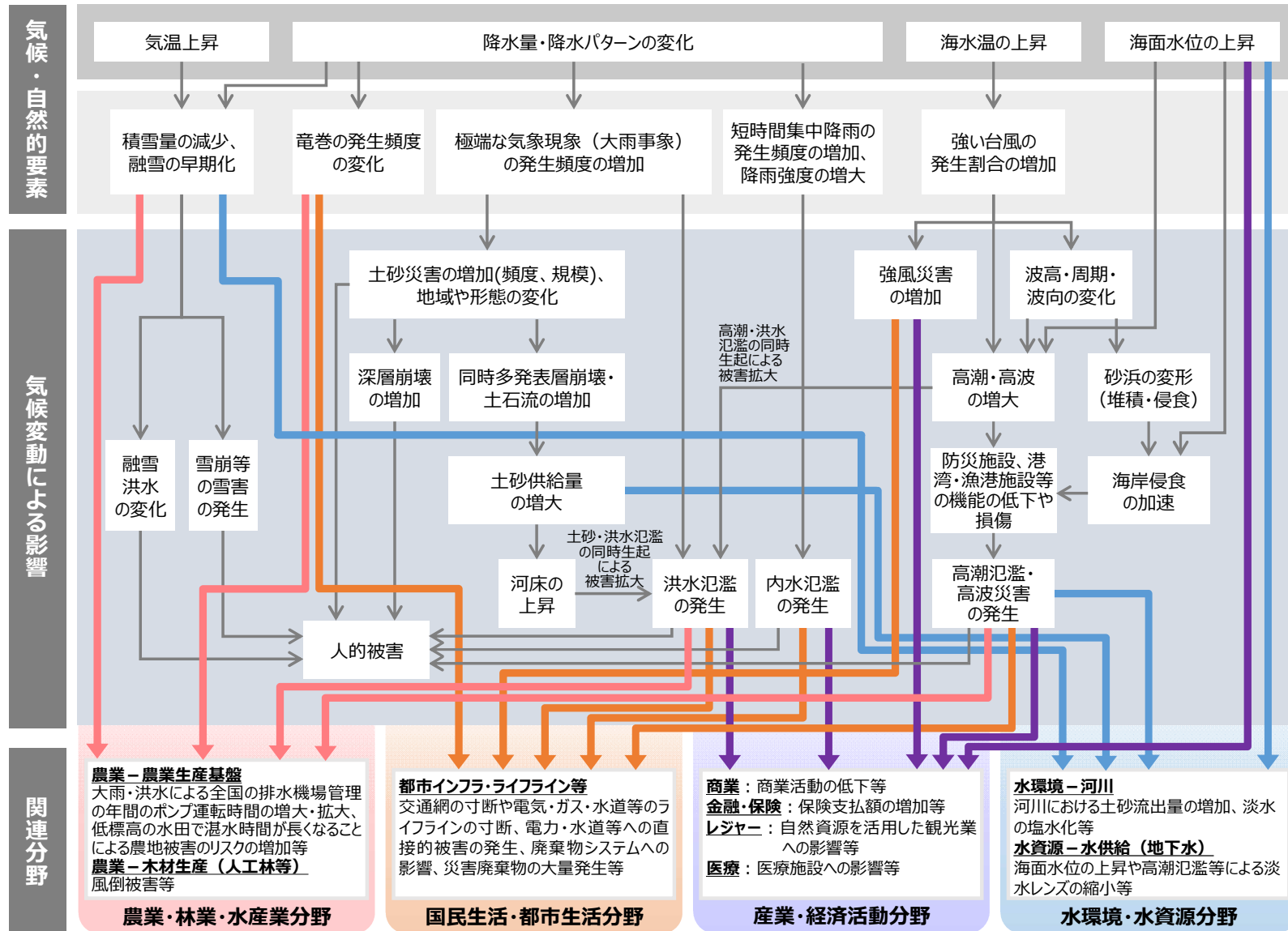
ハチクマの渡り推定適地

(左図：現在、中図：21世紀中頃(RCP8.5シナリオ)、右図：21世紀末(RCP8.5シナリオ))

出典：Elham Nourani,Noriyuki M.Yamaguchi,Hiroyoshi Higuchi,Climate change alters the optimal wind-dependent flight routes of an avian migrant,2017,Proceedings of the Royal Society B,p.284

自然災害・沿岸域分野

気候変動により想定される影響の概略図



自然災害・沿岸域分野

評価結果（前回評価との結果比較）

※ 重大性は2段に分かれている場合、
上段がRCP2.6シナリオ、
下段がRCP8.5シナリオでの評価

| 分野 | 大項目 | No. | 小項目 | 前回（2015） | | | 今回（2020） | | |
|----------------------|--------------|---------------|-----|----------|-----|-----|----------|-----|-----|
| | | | | 重大性 | 緊急性 | 確信度 | 重大性 | 緊急性 | 確信度 |
| 自然災害・沿岸域 (88→136) | 河川 | 411 洪水 | | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| | | | | | | | ● | | |
| | | 412 内水 | | ● | ● | ▲ | ● | ● | ● |
| | 沿岸 | 421 海面水位の上昇 | | ● | ▲ | ● | ● | ▲ | ● |
| | | 422 高潮・高波 | | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| | | 423 海岸侵食 | | ● | ▲ | ▲ | ● | ▲ | ● |
| | ● | | | | | | | | |
| | 山地 | 431 土石流・地すべり等 | | ● | ● | ▲ | ● | ● | ● |
| | その他 | 441 強風等 | | ● | ▲ | ▲ | ● | ● | ▲ |
| | 複合的な 災害影響 | 451 ー | | | | | | | |

※ 分野名の下に括弧内の数字：前回影響評価からの文献数の変化
(複数分野で引用している文献(65件)は含まない)

※ **赤字**：前回の影響評価からの追加項目

※ **網掛け**：評価が上方修正された箇所

| 重大性 | 緊急性 | 確信度 |
|-----------------|--------------|--------------|
| ●：特に重大な影響が認められる | ●：高い | ●：高い |
| ◆：影響が認められる | ▲：中程度 | ▲：中程度 |
| —：現状では評価できない | ■：低い | ■：低い |
| | —：現状では評価できない | —：現状では評価できない |

気候変動による影響の要因

- 気候変動により、極端な降水の発生頻度や強度が増え、治水施設の整備水準を超え、被害を生じさせる可能性が増大する。
- 気候変動の影響で海面水位が上昇すると、海岸近くの低平地等では、河川水位の上昇による洪水氾濫の発生及び海への排水不良による浸水時間の長期化がもたらされる可能性が高まる。



現在の状況

- 大雨の発生頻度は経年的に増加傾向にある。
- 治水対策の進展により、浸水面積は経年的に減少傾向にある。一方で、氾濫危険水位を超過した洪水の発生地点数は増加傾向にある。これまでの治水施設の整備水準は、現行計画上の目標に対して整備途上である。
- 平成30年7月豪雨は、地球温暖化に伴う水蒸気量の増加の寄与もあったとされており、記録的な長時間の降雨に加え、短時間高強度の降雨も広範囲に発生したことにより、各地で洪水氾濫と内水氾濫が同時に発生した。

将来予測される影響

- 洪水氾濫を起こしうる大雨事象が、日本の代表的な河川流域において今世紀末には有意に増加することが予測されている。
- 降雨量の増加割合に応じて、洪水ピーク流量、氾濫発生確率がともに増幅することを示している。
- 河川堤防により洪水から守られた地域（堤内地）における氾濫発生確率が有意に高まれば、水害の起こりやすさは有意に増す。
- 海岸近くの低平地等では、海面水位の上昇が洪水氾濫の可能性を高め、氾濫による浸水時間の長期化を招くことが想定される。

| 評価項目 | 評価 | 根拠 |
|------|------------------------------|---|
| 重大性 | 特に重大な影響が認められる 観点:社会/経済/環境 | 影響範囲は全国に及び、出現すれば常態化し、影響が発現する可能性は高い。また、影響は人的被害を含む水害の増大となって現れ、被災エリアの根幹機能を長期にわたり麻痺させる可能性もあることから、不可逆性を持つ。 |
| 緊急性 | 高い | 水害リスクが増大していくとの推測結果が提示されている。また、適応策実施に要する期間が総じて長いことから、時間的余裕は少ないと判断される。 |
| 確信度 | 高い | 大雨事象に伴う水害発生の可能性が有意に増大することについて、多くの文献が見解の一致を示している。 |

気候変動による影響の要因

内水氾濫とは、降雨の量・強度に比して、雨水を地面に浸透させる能力が小さい、あるいは、河川や下水道等に排水する能力が小さく、雨水の排水処理が追い付かない場合に引き起こされる氾濫。

- 気候変動により、極端な降水の発生頻度や強度が高まる、特に、短時間に集中する降雨事象の発生頻度や降雨強度が高まると、内水氾濫の可能性が増大する。

現在の状況

- 大雨事象は、発生頻度が経年的に増加傾向にあり、短時間に集中する降雨の強度は有意に増大してきている。
- これまでの下水道整備により達成された水害に対する安全度は、現在気候を前提にした場合でも、計画上の目標に対して相当不足している。
- 短時間に集中する降雨の頻度及び強度の増加は、浸水対策の水準が低い都市部における内水被害の頻発に寄与している可能性がある。
- 水害被害額に占める内水氾濫による被害額の割合は、全国では約40%であり、大都市ではそれを上回る割合となっている。

将来予測される影響

- 現行計画の下水道を整備した場合、21世紀末には内水氾濫による浸水範囲・深さが増大し、影響を受ける人口も増加する可能性が示唆された。
- 河川や海岸等の近くの低平地等では、下水道等から雨水を排水しづらくなることによる内水氾濫の可能性が増え、浸水時間の長期化を招くと想定される。都市部では、高密度な人間及び経済活動、施設の集中的な設置、地下利用等の氾濫・浸水に対する特有の脆弱性が存在するため、その影響は大きい。
- 内水氾濫による災害被害額を推算した研究は、2080～2099年において被害額が現在の約2倍に増加することを示した。

| 評価項目 | 評価 | 根拠 |
|------|------------------------------|---|
| 重大性 | 特に重大な影響が認められる 観点:社会/経済/環境 | 影響範囲は全国に及び、出現すれば常態化し、影響が発現する可能性がある。 内水氾濫・浸水が生じる可能性があるエリアは当該リスクに持続的に曝露し、通常の土地利用において抜本的な抗水害機能を具備させることは困難である。 |
| 緊急性 | 高い | 既に気候変動による内水氾濫の被害が報告されている。このことに加え、適応策実施に要する期間が総じて長い。 |
| 確信度 | 高い | 将来影響に関する見解の一致度を判断する情報量は整っていないが、現在既に影響が出ており、内水被害が増大することは明らかである。 |

気候変動による影響の要因

- 気候変動による気温の上昇は、海水の熱膨張、氷河や氷床の融解、滑り落ちを引き起こすことで、海面水位を上昇させる。
- 海面水位の上昇により、河川感潮区間に設置された取水施設の運用が困難になる。また、河口部や沿岸に設置された堤防や護岸、離岸堤、防波堤等の防災施設、港湾・漁港施設等の機能の低下や損傷が生じる。
- 干潟・河川の感潮区間の生態系等に変化が現れる可能性がある。

現在の状況

- 日本周辺の海面水位は上昇傾向（+2.8mm/年：1993～2015年、+4.19mm/年：2004年以降から2019年）にあったことが、潮位観測記録の解析結果より報告されている。
- 現時点で、海面水位の上昇により生じた障害の報告は無い。

将来予測される影響

- 1986～2005年平均を基準とした、2081～2100年平均の世界平均海面水位の上昇は、RCP2.6シナリオの場合0.26～0.53m、RCP8.5シナリオの場合0.51～0.92mの範囲となる可能性が高い。温室効果ガス排出を抑えた場合でも一定の海面水位の上昇は免れない。
- 海面水位の上昇により、高潮、高波による被災リスクが高まる。
- 河川の取水施設、沿岸の防災施設、港湾・漁港施設等の機能の低下や損傷が生じ、沿岸部の水没・浸水、海岸侵食の加速、干潟や河川の感潮区間の生態系への影響等が想定される。

| 評価項目 | 評価 | 根拠 |
|------|---------------------------|---|
| 重大性 | 特に重大な影響が認められる 観点:社会/経済 | 影響範囲は全国の沿岸部に及ぶ。海面水位の上昇は、河川、沿岸、港湾・漁港施設等、あるいは産業施設、住宅地等の資産に広く甚大な悪影響を及ぼす可能性がある。 |
| 緊急性 | 中程度 | 現時点で気候変動を要因とする海面水位の上昇による被害について述べた文献、報告を確認できていない。2020年代から2100年頃にかけて影響が予測されている。状況を監視して適切な時点で意思決定をする必要がある。 |
| 確信度 | 高い | これまでの観測結果には、海水温上昇と海面水位上昇の間の相関が高いことが示されている。 |



気候変動による影響の要因

- 気候変動に伴う海面水位の上昇は、高潮や高波による浸水リスクを増大させる可能性がある。
- 高潮をもたらす直接の原因の多くは台風であり、気候変動により、台風の数、強度、経路等の特性が変化すれば、沿岸域における高潮・高波の発生動向にも影響を及ぼす。
- 冬季の発達した低気圧の変化も高潮・高波のリスク増大につながる可能性がある。
- 気候変動による高潮・高波の変化は、河川の取水施設、沿岸の防災施設、港湾・漁港施設等の機能低下や被災リスクを高め、人命や資産、経済活動に影響を及ぼす可能性がある。

現在の状況

- 現時点では、気候変動による海面水位の上昇や台風の強度の増加が高潮や高波に及ぼす影響、または、それに伴う被害に関して、具体的な事象や研究は確認できていない。
- 高潮については、極端な高潮位の発生が、1970年以降世界的に増加している可能性が高いことが指摘されている。
- 高波については、観測結果より、有義波高の最大値が冬季は日本海沿岸で、秋季は東北太平洋沿岸で増加傾向であること等が確認されているが、これが気候変動によるものであるとの科学的根拠は未だ得られていない。

将来予測される影響

- 気候変動により海面水位が上昇する可能性は非常に高く、それにより高潮の浸水リスクも高まる。
- 台風の強度や経路の変化等による高波のリスク増大の可能性も予測されている。
- 河川、沿岸、港湾・漁港の施設等において、海面水位の上昇あるいは高潮偏差や波高の増大により、安全性が十分確保できなくなる箇所が増えると予測されている。

| 評価項目 | 評価 | 根拠 |
|------|---------------------------|--|
| 重大性 | 特に重大な影響が認められる 観点:社会/経済 | 影響範囲は沿岸部を中心として、全国に及び、河川部や沿岸部の施設、企業活動、文化資産等に広く甚大な被害を与える。 |
| 緊急性 | 高い | 現時点で気候変動を要因とする被害について述べた文献を確認できていないが、観測結果に基づき高潮位の頻度増加や波高の増大傾向が懸念されている。対策に時間を要する点や現在でも高潮・高波等に対して脆弱であることから、できるだけ早く意思決定をする必要がある。 |
| 確信度 | 高い | 研究・報告数は多数あり、気候予測モデルやシナリオを用いた予測がされている。高波に高潮偏差の増大、海面水位の上昇が加わることで、河川の取水施設、沿岸の防災施設、港湾・漁港施設等への危険性が増大する。 |

気候変動による影響の要因

- 気候変動による海面水位の上昇は、海岸侵食を進行させる可能性が高い。
- 台風の強度の増加に伴う荒天時の波高の増加は短期的な海岸侵食量を増大させる。気候変動によって波向が変化する場合、砂が堆積する場所と砂浜が侵食される場所が生じる。
- 砂浜の侵食により、砂浜が有する波のエネルギーの減衰効果が小さくなり、砂浜を越えて岸側に輸送される海水の量が増える危険性がある。



現在の状況

- 現時点において、気候変動による海面水位の上昇や台風の強度の増加等が、海岸侵食に影響を及ぼしているかについては、具体的な事象や研究は確認できていない。

将来予測される影響

- 気候変動による海面水位の上昇によって、海岸が侵食される可能性が高い。2081～2100年までに、RCP2.6シナリオでは日本沿岸で平均62% (173km²)、RCP8.5シナリオでは平均83% (232km²) の砂浜が消失するとの報告がある。
- 気候変動によって台風の強度が増大すると荒天時の波高が増加する。一方、平均波高は長期的に減少する可能性がある。これらの波浪特性の長期変動が砂浜に与える影響として、砂浜が侵食される可能性が高い。
- 気候変動により河川からの土砂供給量が増加すると、河口周辺の海岸の侵食の緩和や、土砂堆積が生じる可能性がある。

| 評価項目 | 評価 | 根拠 |
|------|------------------------------|--|
| 重大性 | 特に重大な影響が認められる 観点:社会/経済/環境 | 海岸侵食の影響は全国の海岸に及ぶ。海岸侵食は、国土、消波機能を有した空間、観光のための空間を消失させ、高潮・高波災害と関連して、人命や資産、インフラ、文化的資産等を危険にさらす可能性を高める。 |
| 緊急性 | 中程度 | 具体的な研究事例は確認できていないが、気候変動によってさらなる海岸侵食が発生する可能性は高く、対策には時間がかかる。 |
| 確信度 | 高い | 砂浜への沿岸方面からの正味の土砂供給が無い場合に海面水位の上昇が海岸侵食に及ぼす影響についての確信度は高い。ただし、台風強度の増大や河川からの流出土砂増加の影響の定量的評価についてはさらなる検討が必要である。 |



気候変動による影響の要因

- 大雨（降雨強度と総降水量のどちらかまたは両方が極めて大きい）の発生頻度の上昇、大雨の頻発地域の拡大、大雨の広範囲化は、山地の崩壊や土石流、地すべり等による土砂災害の発生頻度の増加、発生規模の増大、発生形態や地域の変化等をもたらす、防災政策上、非常に重要な影響を及ぼす。
- 降水量や気温、降雪量や降雪の時空間分布の変化は、地盤や地表面の状態を変化させ、崩壊や侵食現象の素因になるだけでなく、凍結融解現象等、基岩の風化現象にも影響を与える。
- 降雪条件の変化は雪害に影響を及ぼすことが想定される。

現在の状況

- 降雨条件と土砂災害の原因となる崩壊や土石流、地すべり等の現象の関係に関する理論的知見と予測手法の研究成果は十分ある。従って、降雨条件の変動が明らかになれば、土砂災害への影響に関する実態や将来予測についての分析は可能と考えられる。
- 気候変動の土砂災害に及ぼす影響を直接分析した研究や報告は、現時点で多くはない。最近の大規模土砂災害をもたらした特徴のある降雨条件が気候変動によるものであれば、気候変動による土砂災害の形態の変化は既に発生しており、今後より激甚化することが予想される。

将来予測される影響

- 降雨条件が厳しくなるという前提の下で、状況の変化が想定されるものとして以下が挙げられる。
 - 集中的な崩壊・がけ崩れ・土石流等の頻発、山地や斜面周辺地域の社会生活への影響
 - ハード対策やソフト対策の効果の相対的な低下、被害拡大
 - 土砂・洪水氾濫の発生頻度の増加
 - 深層崩壊等の大規模現象の増加による直接的・間接的影響の長期化
 - 現象の大規模化、新たな土砂移動現象の顕在化による既存の土砂災害警戒区域以外への被害の拡大、等

| 評価項目 | 評価 | 根拠 |
|------|------------------------------|--|
| 重大性 | 特に重大な影響が認められる 観点:社会/経済/環境 | 土砂移動現象は土砂災害警戒区域等の指定に関わらず発生するものであり、生産土砂は下流地域に流送されるため、人命・集落、交通、社会インフラ、自然生態系等への影響が国土全体に及ぶ。 |
| 緊急性 | 高い | 実際に大雨の出現頻度と土砂災害の発生数は増加傾向にあり、その連関性については疑う余地がない。不可逆的直接被害が発生する前に適切な対策を推進する必要がある。 |
| 確信度 | 高い | 土砂災害等の発生頻度や規模の増大傾向に関しては概ね一致した見解が示されている。近年の甚大な土砂災害をもたらした特徴のある降雨条件が気候変動によるものであれば、気候変動による土砂災害の形態の変化が既に発生しており、今後より激甚化すると想定される。 |



気候変動による影響の要因

- 気候変動によって強い台風が増加し、台風による風倒木等の被害を増加させる可能性がある。
- 気候変動により強い竜巻を発生させるスーパーセル[※]の発現頻度が高くなることで、強風や竜巻が増加し、それに伴う被害が生じる可能性がある。

※ スーパーセル：巨大な積乱雲で強風や竜巻等激しい気象現象をもたらすもの

現在の状況

- 気候変動が台風の最大強度の空間位置の変化や進行方向の変化に影響を与えているとする報告がみられるが、気候変動に伴う強風・強い台風の増加等とそれによる被害の増加との因果関係について、具体的に言及した研究事例は現時点で確認できていない。
- 気候変動による竜巻の発生頻度の変化について、現時点で具体的な研究事例は確認できていないが、竜巻により木造建築物の被害が多く報告されている。
- 急速に発達する低気圧（Explosive Cyclone）は長期的に発生数が減少している一方で、1個あたりの強度が増加傾向にあることも報告されている。

将来予測される影響

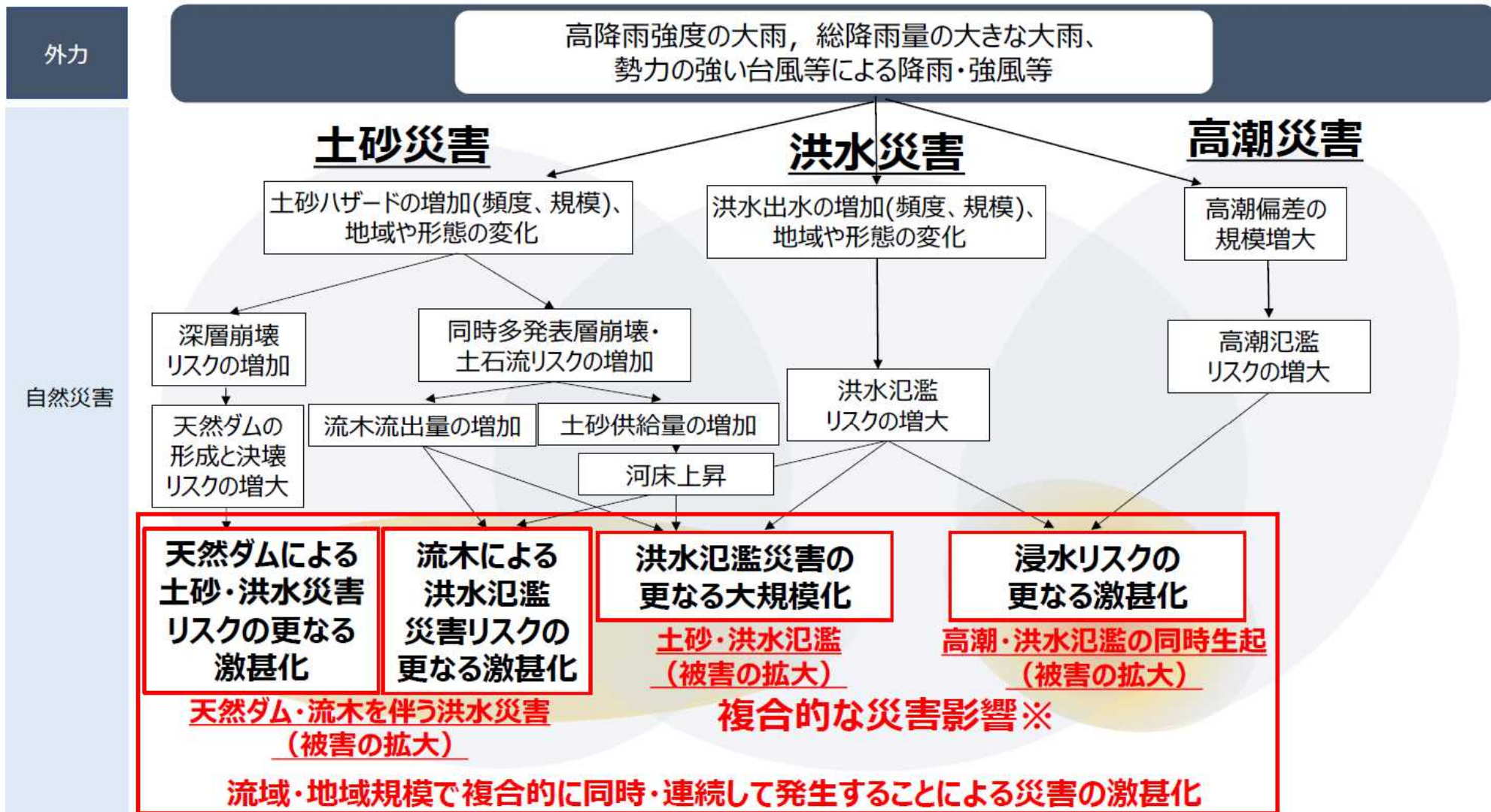
- RCP8.5シナリオを前提とした研究では、21世紀後半にかけて気候変動に伴って強風や強い熱帯低気圧[※]の割合の増加等が予測されている。しかし、地域ごとにその傾向は異なることが予測されている。
- 強い台風の増加等に伴い、中山間地域における風倒木災害の増大が懸念されるが、現時点で定量的に予測をした研究事例は確認できていない。
- 強い竜巻の頻度が大幅に増加するといった予測もある。

※ 強い熱帯低気圧に一般的な定義はなく、文献によって異なり得るが、ここでは概ね、気象庁の定義による「強い（最大風速 33m/s 以上 44m/s 未満）」以上の強さの台風に相当するような熱帯低気圧全般を意味する。

| 評価項目 | 評価 | 根拠 |
|------|------------------------------|--|
| 重大性 | 特に重大な影響が認められる 観点:社会/経済/環境 | 強風は、自然生態系、人間社会のインフラや家屋、資産、農林業、運輸、さらに竜巻や大型台風になれば、人命や人の健康等にも広く甚大な影響を及ぼし、その影響範囲は全国に及ぶ。 |
| 緊急性 | 高い | 気候変動を要因とする強風・台風等の被害に関する文献は確認できていないが、これは強い台風等の発生が低頻度であり、気候変動との因果関係の議論が難しいためである。一方、台風の最大強度の空間位置の変化や進行方向の変化、これまで日本では見られなかった竜巻の被害も報告されている。 |
| 確信度 | 中程度 | 強風による影響の増加については、気候予測モデルやシナリオを用いた予測がなされており、予測結果の傾向は比較的一致している。ただし、増加の程度や地域的・季節的分布は、不確実性が大きい。 |

自然災害・沿岸域分野 【複合的な災害影響】

報告書では、気候変動との因果関係に着目し、「土砂災害と洪水氾濫、高潮と洪水氾濫等、複数の要素が相互に影響しあうことで、単一で起こる場合と比較して広域かつ甚大な被害をもたらす影響」を「複合的な災害影響」と定義する。複合的な災害影響の例を下図に示す。



※複数の要素が相互に影響しあうことで、単一で起こる場合と比較して広域かつ甚大な被害をもたらす影響

自然災害全般へ影響を及ぼす共通の外力※の現状と予測

※ 高降雨強度の大雨、総降雨量の大きな大雨、勢力の強い台風等による降雨・強風等

- 豪雨災害として初めて特別非常災害に指定された平成30年7月豪雨、大阪湾で既往最高の潮位を記録した平成30年台風第21号、多くの地点で観測史上1位の最大風速や最大瞬間風速を観測する記録的な暴風となった令和元年房総半島台風（令和元年台風第15号）、降水量の観測史上1位の値を更新した令和元年東日本台風（令和元年台風第19号）等の災害事例が多く、多くの地点で報告されている。
- 将来の梅雨期の大雨の発生地域を予測した研究では、北日本でも大雨が発生することが示されている。また、将来、梅雨期の大雨の成因変化が見られるとする研究もある。もし、将来、平成30年7月豪雨と同様の停滞する大気場から大雨が発生した場合、水蒸気流入量の増加により総雨量が増大する可能性があることも示されている。
- 21世紀後半にかけて気候変動による強い台風の増加等が予測されている。

現在の状況

- 平成29年7月九州北部豪雨では、広範囲にわたる斜面崩壊や土石流が直接的な災害の原因となったが、それに伴う多量の土砂が下流域に流出し、河川を埋め尽くすような河床上昇を引き起こすことで、甚大な洪水氾濫を助長した。また、崩壊によって発生した多量の流木は、溪岸や河岸の樹木の流木化と合わさって、下流域の被害を拡大させた。
- 平成30年7月豪雨は、これまでの前線や台風による大雨事例と比べ、降水量が記録的に多い地域が、西日本から東海地方を中心に広範囲に広がったことが特徴的であり、豪雨災害として初めて特定非常災害に指定された。イベント・アトリビューション※の方法を用いて、平成30年7月豪雨における地球温暖化の影響を調べたところ、近年の気温上昇が、平成30年7月豪雨の降水量を6.5%程度増加させた可能性があること等が示された。

※ イベント・アトリビューション：個別の極端現象について気候変動の影響を定量的に評価する手法。詳細は、69ページ参照。

将来予測される影響

- 土砂災害と洪水氾濫の複合的な災害である土砂・洪水氾濫や、深層崩壊の増加については、将来の可能性や予測に言及した研究知見がある。
- 極端な大雨は、流域に表層崩壊や土石流をもたらし、これが河床を上昇させ、土砂・洪水氾濫、流木量の増加につながる。さらに、表層崩壊に加え深層崩壊も予測され、こうした事象が下流域の洪水氾濫の拡大を助長する。これらが同時多発的に起きれば影響被害はさらに拡大する。
- 地理的条件次第では、土砂災害・洪水氾濫・高潮氾濫の全てが同時に起きることもありうる。

自然災害・沿岸域分野 評価に用いられた研究や事例の紹介

新たな研究手法の開発による気候変動影響の知見の増加

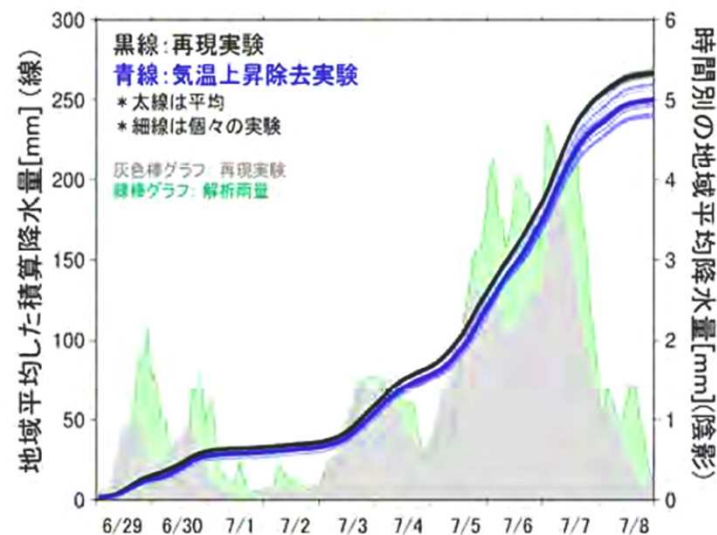
イベント・アトリビューションという手法の開発により、平成30年7月豪雨における地球温暖化の影響を調べた研究結果では、近年の気温上昇が、降水量を6.5%程度増加させた可能性がある等の結果が新たに示された（右図）。

イベント・アトリビューション：

異常気象は、大気が本来持つ「揺らぎ」が偶然重なった結果、発生する事象であり、過去の観測記録が少ない。そのため、従来の研究手法では、各事例について温暖化の影響を分離することが不可能であった。

しかし、近年の計算機能力の発展により、発生する可能性のある偶然の「揺らぎ」を、大量の気候シミュレーションによって網羅するイベント・アトリビューションという画期的な方法が誕生した。

イベント・アトリビューションの開発によって、温暖化した気候状態と温暖化しなかった状態それぞれについて、大量の計算結果を作り出して、比較することが出来るようになった。また、イベント・アトリビューションの一種には、高解像度シミュレーションによって、大気の「揺らぎ」の影響を最小限に抑え、豪雨等に温暖化が与えた影響を定量的に評価する手法もある。



東日本から西日本の陸上で平均した積算降水量の時系列変化

出典：川瀬ら,2019,近年の気温上昇が平成30年7月豪雨に与えた影響,日本気象学会,2019年度春季大会講演予稿集,D159.

土石流・地すべりに関する研究（項目の確信度「中程度」）

長時間にわたって停滞する線状降水帯による集中豪雨は頻繁に発生している。線状降水帯による集中豪雨で、比較的広範囲に高強度の大雨がもたらされることで、流域に同時多発的な表層崩壊や土石流が誘発され、流域に大規模な土砂災害を引き起こす。

平成25年の伊豆大島における土砂災害、平成29年7月九州北部豪雨（右図）、平成30年7月豪雨等がそれにあたり、このような比較的広範囲にわたる線状降水帯の発生が気候変動の特徴の一つであるとすれば、同時多発的な表層崩壊や土石流による土砂災害も気候変動影響として重要な問題となる。



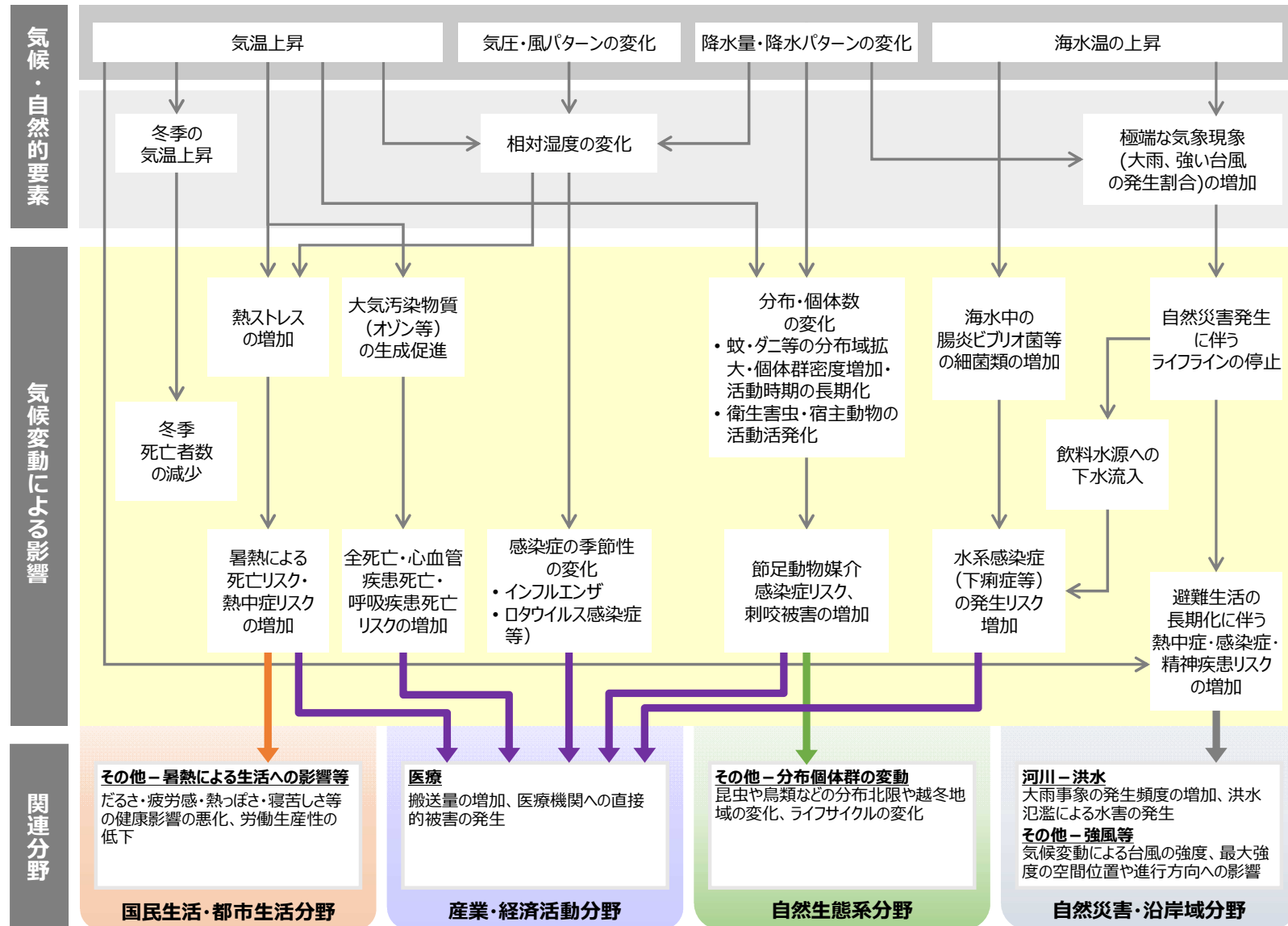
図説：集落の北西側で、崩壊斜面長さ約360m、崩壊高さ約120m、崩壊幅130～170mの比較的大きな崩壊が発生した。

乙石川・乙石地区直上流左岸の大きな崩壊（2017年7月21日、清水撮影）

出典：丸谷知己,海堀正博,地頭菌隆,水野秀明,大野宏之,清水収,久保田哲也,植弘隆,金澤瑛,河野貴則,古賀省三,小林央宜,小林拓也,坂島俊彦,酒谷幸彦,相楽涉,篠原慶規,鈴木大和,高木将行,鳥田英司,中濃耕司,藤澤康弘,山口和也,山田勇智,2017,2017年7月の九州北部豪雨による土砂災害,砂防学会誌,70(4),pp.31-42.

健康分野

気候変動により想定される影響の概略図



健康分野

評価結果（前回評価との結果比較）

※ 重大性は2段に分かれている場合、
上段がRCP2.6シナリオ、
下段がRCP8.5シナリオでの評価

| 分野 | 大項目 | No. | 小項目 | 前回（2015） | | | 今回（2020） | | |
|----------------|------------|-----|--------------------------------------|----------|-----|-----|----------|-----|-----|
| | | | | 重大性 | 緊急性 | 確信度 | 重大性 | 緊急性 | 確信度 |
| 健康 (35→178) | 冬季の 温暖化 | 511 | 冬季死亡率等 | ◆ | ■ | ■ | ◆ | ▲ | ▲ |
| | 暑熱 | 521 | 死亡リスク等 | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| | | 522 | 熱中症等 | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| | 感染症 | 531 | 水系・食品媒介性感染症 | — | — | ■ | ◆ | ▲ | ▲ |
| | | 532 | 節足動物媒介感染症 | ● | ▲ | ▲ | ● | ● | ▲ |
| | | 533 | その他の感染症 | — | — | — | ◆ | ■ | ■ |
| | その他 | 541 | <u>温暖化と大気汚染の複合影響</u> | — | ▲ | ▲ | ◆ | ▲ | ▲ |
| | | 542 | <u>脆弱性が高い集団への影響(高齢者・小児・基礎疾患有病者等)</u> | — | ● | ■ | ● | ● | ▲ |
| | | 543 | その他の健康影響 | | | | ◆ | ▲ | ▲ |

※ 分野名の下に括弧内の数字：前回影響評価からの文献数の変化
(複数分野で引用している文献(65件)は含まない)

※ **赤字**：前回の影響評価からの追加項目

※ **網掛け**：評価が上方修正された箇所

| 重大性 | 緊急性 | 確信度 |
|-----------------|--------------|--------------|
| ●：特に重大な影響が認められる | ●：高い | ●：高い |
| ◆：影響が認められる | ▲：中程度 | ▲：中程度 |
| —：現状では評価できない | ■：低い | ■：低い |
| | —：現状では評価できない | —：現状では評価できない |

気候変動による影響の要因

- 気候変動による冬季の平均気温の上昇は、冬季の死亡者数を低下させる可能性がある。ただし、影響を最も大きく受ける高齢者人口が増加するため、低温関連死亡数自体は増加する予測もされている。
- 極端な低温環境では、高温環境に比して死亡リスクや救急搬送リスクが高い。影響は低温発生日から遅れて発現し、長期間（10日間前後）継続する傾向にある。

現在の状況

- 冬季の気温の上昇に伴い冬季死亡率が低下しているという具体的な研究事例は現時点では確認できていない。
- 一方、低温による死亡者数・死亡率については、1990年代以降国内で増加傾向にあり、特に高齢者で増え、若年～中年者で減少傾向にある。
- 近年、暑熱に対する相対危険度は低下している一方、低温に対する相対危険度は増加傾向にあり、極端な低温環境下では、全疾患や循環器病（脳卒中や院外心停止、心筋梗塞）、呼吸器系疾患のリスクが増加する可能性が報告されている。

将来予測される影響

- 国内の冬季の平均気温は、RCP4.5シナリオの場合、2030年代に、2000年代よりも全国的に上昇し、全死亡（非事故）に占める低温関連死亡の割合が減少することが予測されている。一方、影響を最も大きく受ける高齢者人口が増加するため、低温関連死亡数自体は増加することが予測されている。
- 全球を対象とした予測でも、RCP8.5シナリオにおいて、日本を含む東アジアで、気温の上昇に伴い、低温関連死亡が2010年代に比して減少することが予測されている。

| 評価項目 | 評価 | 根拠 |
|------|----------|--|
| 重大性 | 影響が認められる | 将来予測において、気温上昇に伴い、全死亡に占める低温関連死亡の割合が減少することが予測されている。しかし、影響を最も大きく受ける高齢者人口が増加するため、低温関連死亡数自体は増加する予測もあり、冬季の温暖化により人命損失の総数が増えるか減るかは分かっていない。 |
| 緊急性 | 中程度 | 気候変動による冬季死亡率の低下の顕在化については、既往の知見が確認できていない。2030年代に冬季死亡率が低下することが予測されているが、現状・将来ともに高齢者の低温関連死亡数の増加が報告されている。 |
| 確信度 | 中程度 | 低温関連の死亡や低温に起因する疾患の増加傾向が複数報告されているが、気候変動による冬季死亡率の低下の顕在化の報告は確認できない。将来予測の研究・報告数は限定的である。 |

気候変動による影響の要因

- 気温の上昇は、熱ストレスの生理学的影響により、熱中症を増加させ、また心血管疾患や呼吸系疾患を持つ患者、高齢者の死亡と関連している可能性がある。
- 間接的には、気温上昇に伴う光化学オキシダント濃度の上昇による呼吸器・循環器病等による死亡リスクを増加させる可能性がある。

現在の状況

- 日本全国で気温上昇による超過死亡（直接・間接を問わずある疾患により総死亡がどの程度増加したかを示す指標）の増加傾向が確認されている。
- 特に高齢者の超過死亡者数が増加傾向にあるが、15歳未満の若年層においても、気温の上昇とともに外因死が増加する傾向にあることが報告されている。
- 気温上昇により自殺件数が増加することや、日中の気温差は心血管疾患や高齢者の死亡数の増加と関連している可能性を報告する文献もある。

将来予測される影響

- 日本を含む複数国を対象とした研究では、将来にわたって、気温上昇により心血管疾患による死亡者数が増加すること、2030年～2050年に暑熱による高齢者の死亡者数が増加することが予測されている。
- 日本を含む東アジア地域では、RCP2.6シナリオ、RCP4.5シナリオ、RCP8.5シナリオのいずれのシナリオにおいても、今世紀末にかけて暑熱による超過死亡者数の増加が予測されている。
- 一方で、日本を含む複数国を対象とした研究では、気温上昇を2°C未満に抑えることで、気温に関連した死亡の大幅な増加を抑制することが可能となると報告されている。

| 評価項目 | 評価 | 根拠 |
|------|------------------------|---|
| 重大性 | 特に重大な影響が認められる 観点:社会 | 国内で気温上昇による超過死亡の増加傾向が確認されている。影響の範囲は全国に及び、人命損失への影響に直接つながるものである。 |
| 緊急性 | 高い | 既に気温上昇による超過死亡の増加傾向が確認され、将来においても増加が予測されている。人命損失に関わる影響であり、可能な限り早く対応・意思決定が必要である。 |
| 確信度 | 高い | 複数の研究・報告があり、熱ストレスによる死亡リスクの増加という予測傾向が一致している。また、気候モデル等を使用した定量的予測等も含まれる。 |

気候変動による影響の要因

- 夏季の気温の上昇は、熱中症患者発生数を増加させる可能性がある。特に高齢者は、その影響がより深刻となる可能性がある。



現在の状況

- 年によってばらつきはあるものの、熱中症による救急搬送人員、医療機関受診者数、熱中症死亡者数の全国的な増加傾向が確認されている。
- 高齢者の熱中症による救急搬送人員・熱中症死亡者数が多く、住宅内で多く発症し、重症化しやすい傾向にあることが報告されている。
- 若・中年層では、屋外での労働時・スポーツ時に発症することが多いことが報告されている。
- 高温による労働効率への影響については、国内の報告は限られている。

将来予測される影響

- 気温上昇に伴い、日本各地で暑さ指数（WBGT）が上昇する可能性が高く、2090年代には、現在よりも、東京・大阪で日中の屋外労働可能な時間の30～40%短縮、屋外労働に対し安全ではない日数の増加、屋外での激しい運動に厳重警戒が必要となる日数の増加が予測されている。
- 熱中症発生率の増加率は、2031～2050年、2081～2100年のいずれも北海道、東北、関東で大きく、四国、九州・沖縄で小さいと予測されている。RCP4.5シナリオによる予測では、東京23区と仙台市で2050年代に、2000年代と比較して熱中症リスクが2.4倍増加するとされている。

| 評価項目 | 評価 | 根拠 |
|------|------------------------|--|
| 重大性 | 特に重大な影響が認められる 観点:社会 | 年によってばらつきはあるものの、熱中症による救急搬送人員・医療機関受診者数・死亡者数は全国的に増加傾向にある。患者数の増加は人命損失につながるものであり、また患者の搬送・受入れに必要な医療機関等への社会的な影響も大きい。 |
| 緊急性 | 高い | 既に全国的に熱中症による救急搬送人員・死亡者数の増加傾向が確認されており、将来においても増加が予測されている。人命にも関わる影響であり、できるだけ早く対応・意思決定が必要である。 |
| 確信度 | 高い | 熱中症患者の発生数（率）の増加傾向に一致が見られること、予測に用いられた温度・影響関数については複数の研究でほぼ同様の結果が得られていること、死亡データにおいても類似の傾向が見られること、さらに、国際的に確立した気候モデルが複数使われていることから、信頼性は高い。 |

気候変動による影響の要因

- 気候変動による海水温や淡水温の上昇は、海水中や淡水中の細菌類を増加させ、水系感染症のリスクを増加させることが想定される。
- 気温の上昇は、食品の加工・流通・保存・調理の各過程において食品の細菌汚染・増殖を通して、食品媒介性感染症のリスクを増加させることが想定される。

現在の状況

- 海水表面温度の上昇により、夏季に海産魚介類に付着する腸炎ビブリオ菌数が増加する傾向が日本各地で報告されている。
- 外気温と感染性胃腸炎のリスクの間に相関性があることが報告され、外気温上昇により、ロタウイルス流行時期が日本各地で長期化していることが確認されている。
- 一方で、外気温が低下すれば、急性下痢発生率が増加することを報告する文献もある。

将来予測される影響

- 気候変動による感染症への影響として、水系感染症の発生数の増加がおこると考えられている。
- 国外の研究事例において、大雨によって飲料水源に下水が流入することにより、消化器疾患が発生する可能性が予測されている。国内でも同様の影響が発生することが懸念される。
- RCPシナリオを用いた予測では、RCP4.5シナリオ・RCP8.5シナリオで、21世紀末にかけて日本全国で下痢症の罹患率が低下することが予測されている。

| 評価項目 | 評価 | 根拠 |
|------|----------|---|
| 重大性 | 影響が認められる | 外気温の変化に伴い、感染性胃腸炎やロタウイルス感染症、下痢症等の感染症の発症リスク・流行パターンが変化することが報告されており、影響の範囲は全国に及ぶ可能性があるが、人命損失への影響に直接つながるものではない。 |
| 緊急性 | 中程度 | 日本各地で外気温上昇によるロタウイルス流行時期の長期化が報告されており、九州地方ではビブリオ・バルニフィカス菌による感染症が比較的多く報告されているが、将来予測については発現時期（予測時期）が必ずしも明確でない。また、下痢症については将来、罹患率が低下することが予測されている。 |
| 確信度 | 中程度 | 研究・報告は複数みられ、水系感染症の発病数の増加を予測するものがある一方で、下痢症罹患率は将来低下すると予測されている。下痢症については、気候予測モデルを使用した予測がされているが、他の水系・食品媒介性感染症については、定量的な予測評価が限られている。 |

気候変動による影響の要因

- 気候変動による気温の上昇や降水パターンの変化は、感染症を媒介する節足動物（蚊やダニ等）の分布可能域や個体群密度、活動を変化させ、節足動物媒介性感染症の流行地域や患者発生数に影響を及ぼす可能性がある。

現在の状況

- デング熱を媒介する蚊（ヒトスジシマカ）の生息域が2016年に青森県まで拡大していることが確認されている。
- 蚊媒介感染症の国内への輸入感染症例は増加傾向にあり、感染症媒介蚊の生息域や個体群密度の変化を考慮すると、輸入感染症例から国内での感染連鎖の発生が危惧される。
- 2019年9月にデングウイルスに感染しデング熱を発症した国内での感染例が確認された。デングウイルス感染者の移動により、このような散発例は国内各地で発生する可能性がある。
- ダニ等により媒介される感染症についても全国的な報告件数の増加や発生地域の拡大が確認されている。

将来予測される影響

- ヒトスジシマカの分布可能域について、RCP8.5シナリオを用いた予測では、21世紀末には北海道の一部にまで広がる可能性が高い。吸血開始日は初春期の平均気温と相関があり、気温上昇が進めば、早期化する可能性がある。
- 気温上昇が進めば、ヒトスジシマカやアカイエカの活動期間が長期化する可能性があるほか、日本脳炎を媒介する外来性の蚊の分布可能域が拡大する可能性も指摘されている。

| 評価項目 | 評価 | 根拠 |
|------|------------------------|---|
| 重大性 | 特に重大な影響が認められる 観点:社会 | 蚊やダニ等の節足動物が媒介する感染症は人の健康に直接影響するものである。発生した場合、影響の範囲は全国に及ぶ可能性があり、社会的影響も大きい。 |
| 緊急性 | 高い | 感染症を媒介する節足動物の分布可能域や個体群密度、活動の変化が既に確認され、特にデング熱やチクングニア熱を媒介するヒトスジシマカの生息域は北海道を除く国内全域に拡大、国内感染のリスクは増している。また流行地からの日本への病原体媒介節足動物の侵入・定着、入国者の増加による、国内での感染連鎖も危惧される。 |
| 確信度 | 中程度 | 感染症媒介蚊による感染リスクの拡大という予測傾向は多くの研究で一致しているが、蚊以外の病原体媒介節足動物の分布変化を考慮した患者数予測に関する知見は限定的である。また、分布可能域の拡大が直ちに疾患の発生数の増加につながるわけではないとされ、節足動物媒介感染症リスクの予測に関する知見は限定的である。 |

気候変動による影響の要因

- 気候変動による気温の上昇や降水量の変化は、水系・食品媒介性感染症や節足動物媒介感染症以外の感染症においても、感染リスクの増加や発生特性の変化をもたらす。
- 気温等の気象条件の変化は、インフルエンザや手足口病、水痘等の感染症類の発症リスクと関係する。ただし、発症には社会的要因、生物的要因の影響が大きい点に留意することが必要である。

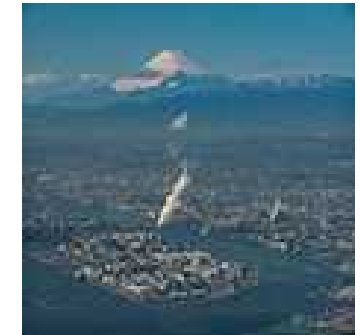
現在の状況

- インフルエンザや手足口病、水痘、結核といった感染症の発生の季節性の変化や、発生と気象条件（気温・湿度・降水量等）との関連を指摘する報告事例が確認されている。
- ただし、これらの感染症類の発症には、社会的要因、生物的要因の影響が大きい点に留意する必要がある。

将来予測される影響

- 気候変動に伴い、様々な感染症類の季節性の変化や発生リスクの変化が起きる可能性がある。
- 降水等の気象要素とインフルエンザ流行の相関性が多数報告されており、これらの知見は、国内で将来予測される降水量の変化の観点からみても、重要と思われる。
- 一方で、インフルエンザ以外のものも含めた気候の変化によって生じる様々な感染症類について現状では文献が限られている。

| 評価項目 | 評価 | 根拠 |
|------|----------|---|
| 重大性 | 影響が認められる | 気温等の気象条件の変化は、インフルエンザや手足口病、水痘等の感染症類の発生リスクを変化させる可能性がある。影響の範囲は全国に及ぶ可能性があり、集団感染が起きれば社会・経済的影響は大きい。人命損失への影響に直接つながるものではない。 |
| 緊急性 | 低い | 気温等の変化と感染症類の発症リスクの相関性が報告されているものの、これらの感染症の発症には社会的要因や生物的要因の影響も大きい。 |
| 確信度 | 低い | インフルエンザに関する知見は一定程度あるが、その他の感染症類に関する知見は限定である。 |



気候変動による影響の要因

- 気候変動による気温の上昇は、オゾン等の大気汚染物質の生成反応を促進させる等により、様々な汚染物質の濃度を変化させることが想定される。

現在の状況

- 温暖化と大気汚染に関して、気温上昇による生成反応の促進その他のメカニズムにより、粒子状物質を含む様々な汚染物質の濃度の変化が報告されている。
- 近年、光化学オキシダント及びその大半を占めるオゾンの濃度の経年的増加を示す報告が多く、温暖化も一部寄与している可能性が示唆されている。
- 温暖化に伴うオゾン濃度上昇は、オゾン関連死亡（全死亡・心血管疾患死亡・呼吸器疾患死亡）を増加させる可能性がある。

将来予測される影響

- 産業や交通の集中でオキシダント濃度が高くなっている都市部で、現在のような大気汚染が続いた場合、温暖化によってさらにオキシダント濃度が上昇し、健康被害が増加する可能性がある。
- 日本を対象とした研究では、2020年代までにオゾン・微小粒子状物質（PM2.5）による早期死亡者数が増加することが予測されている。

| 評価項目 | 評価 | 根拠 |
|------|----------|--|
| 重大性 | 影響が認められる | 光化学オキシダントとオゾン濃度の経年的増加傾向を示す報告が確認されており、増加には温暖化も一部寄与している可能性が示唆されている。オゾン濃度の上昇は心血管疾患や呼吸器系疾患等による死亡と関連している可能性がある。 |
| 緊急性 | 中程度 | 気温上昇による生成反応等のメカニズムの変化により、光化学オキシダントやオゾン、粒子状物質（PM）を含む様々な汚染物質の濃度変化が報告されている。それに伴い、死亡者数が増加することが推察される。ただし、PM2.5による死亡については、2030年代をピークに減少に転じることが予測されている。 |
| 確信度 | 中程度 | 温暖化によるオゾン濃度の増加についての研究報告の確信度は比較的高い。一方で、国際的には気候変動が大気汚染による超過死亡を低減させることを示唆する報告もある。 |



気候変動による影響の要因

- 気温上昇は、暑熱に対して脆弱な高齢者や小児、基礎疾患有病者等に様々な健康影響をもたらす。

現在の状況

- 暑熱による影響について、高齢者は日射病・熱中症のリスクが高く、発症すれば重症化しやすいこと、気温上昇により、院外心停止のリスクが増すことが多数報告されている。
- 屋外で暑熱環境に曝露される可能性が高い20～60代の熱中症発症・死亡リスクが高いことも確認されているほか、所得や生活水準との関係性を報告する文献も多数見られる。
- 呼吸器疾患を持つ高齢の患者は、睡眠時の暑熱環境が呼吸困難感と身体の調子の低下に影響すると報告されている。また、低温による影響では、高齢者以外に高血糖症患者の循環器病死亡の発生リスクが高いことが報告されている。

将来予測される影響

- 脆弱が高い集団への影響について、暑熱により高齢者の死亡者数の増加を予測する文献はみられるものの、基礎疾患有病者や小児への影響についての情報は限定的である。

| 評価項目 | 評価 | 根拠 |
|------|------------------------|--|
| 重大性 | 特に重大な影響が認められる 観点:社会 | 高齢者や小児等は特に暑熱の影響に対して脆弱であり、気温が上昇すれば、熱中症の発症・死亡リスクが増加することに加えて、院外心停止の増加や呼吸器系疾患の悪化等の報告もあり、様々な影響を受けることが想定される。影響の範囲は全国に及び、人命損失への影響に直接つながる可能性もある。 |
| 緊急性 | 高い | 暑熱と高齢者の熱中症や80歳以上の高齢者の院外心停止が関連する可能性が報告されており、将来も気温上昇に伴い、影響が増加することが予測されている。 |
| 確信度 | 中程度 | 暑熱が高齢者に与える影響に関する知見は多数確認できる。一方で、小児や胎児（妊婦）、基礎疾患有病者に与える影響に関する知見は限定的である。 |

気候変動による影響の要因

- 気温上昇は、睡眠の質の低下・だるさ・疲労感・熱っぽさ等の健康影響の発生・増加をもたらす。
- 気象の変化は、腎疾患や腎結石、喘息悪化、口腔の炎症性疾患、疼痛疾患等の様々な疾患のリスクに関係することが想定される。
- 気温上昇に伴い、労働効率や教育・学習効率に影響が生じたり、極端現象（強い台風、熱波・寒波、洪水等）により心身ストレスに影響が生じる。

現在の状況

- 気温上昇による睡眠の質の低下・だるさ・疲労感・熱っぽさ等の健康影響の発生・増加が報告されている。
- 高温・低温と心血管疾患や呼吸器疾患の発症・救急搬送との関係を指摘する報告もみられる。
- 国内では知見が限定的であるが、国外を対象とした研究では、高温環境に伴う急性腎障害の発生や労働者の生産性低下、自然災害に伴う精神疾患の発生が報告されており、国内でも同様の影響が生じることが懸念される。

将来予測される影響

- 2070年代8月の健康影響を予測した文献では、暑熱により、だるさや疲労感、寝苦しさに影響を与えることが指摘されている。
- 過去の統計データに基づいた研究では、気温上昇に伴い、各種犯罪件数（殺人・暴行・窃盗等）と自殺件数が増加することも推測されている。
- 気温上昇に伴い、労働効率や教育・学習効率に影響が生じたり、極端現象（強い台風、熱波・寒波、洪水等）により心身ストレスに影響が生じることが想定されるが、文献は限定的である。

| 評価項目 | 評価 | 根拠 |
|------|----------|--|
| 重大性 | 影響が認められる | 気温上昇は睡眠の質の低下やだるさ、疲労感等の身体機能の低下や、腎障害の発症、心身ストレスに影響を与えることが想定される。影響の範囲は全国に及ぶ可能性があるが、直ちに人命の損失にはつながらない。 |
| 緊急性 | 中程度 | ただちに人命の損失につながるものではない、という意味で緊急性は低い。しかし、影響の大きさが無視し得ない場合、対策の遅れは大きな社会・経済的損失を引き起こす可能性があり、留意が必要である。 |
| 確信度 | 中程度 | 取り上げた健康影響の多くが、現時点では具体的な予測研究・報告の量等が限定的である。 |

健康分野 評価に用いられた研究や事例の紹介

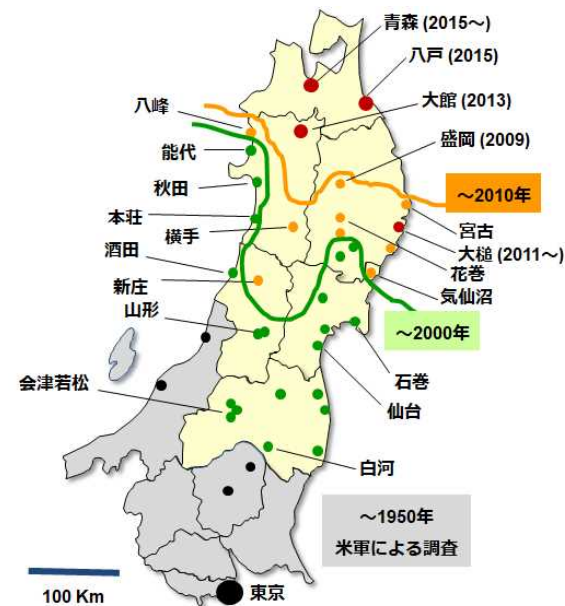
節足動物媒介感染症に関する研究（項目の確信度「中程度」）

2014年夏には都内の公園を中心に多数の人がデング熱を発症する事象が発生した。2019年にもデング熱の国内感染事例が関西地方で確認された。このことは、日本で定着していない病原体が海外から日本に侵入し、それが日本で感染症流行を引き起こすリスクがあることを示している。

デングウイルス等の媒介生物であるヒトスジシマカの生息域は、1950年以降、東北地方を徐々に北上し、2016年には青森県で定着が確認されている（右図）。また、これまで日本には分布していなかった外来性の日本脳炎媒介蚊（ニセシロハシエカ等）が1990年以降石垣島で、2002年には沖縄本島でも確認されている。

デング熱やチクングニア熱等の国内への輸入感染症例の増加傾向が確認されている。海外からの日本への入国者の増加によっても、これらの病原体に感染している人の入国事例が増すと予想される。感染症媒介蚊の分布域拡大、またデング熱やチクングニア熱を媒介するヒトスジシマカの個体群密度は全国的に高いが、特に都市部で高いことを鑑みると、輸入感染症例から国内での感染連鎖が発生するリスクが高まることが危惧される。

ヒトスジシマカの分布域を予測した研究（MIROC5、MRI-CGCM3.0等を使用）によれば、現状ではヒトスジシマカの分布域は国土の約40%弱であるが、21世紀末のRCP8.5シナリオ下においては、国土全体の約75～96%に達すると見込まれる。さらに、MIROC1モデルによる解析結果では、21世紀末までに、日平均気温がヒトスジシマカの生育に必要な11℃以上になることで、現在では侵入・定着が確認されていない北海道南部においても、生息が拡大する可能性が示唆されている。



ヒトスジシマカ分布域の拡大

出典（図）：前川ら, 2020, 病原微生物検出情報41(6), 4-5.

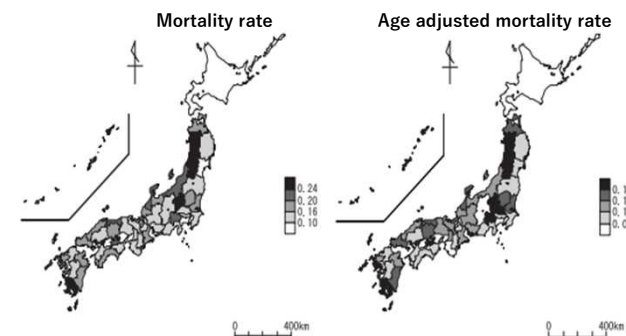
出典（文章）：茨城大学地球変動適応科学研究機関（ICAS）, 独立行政法人国立環境研究所, S-8温暖化影響評価・適応政策に関する総合的研究2014報告書地球温暖化「日本への影響」- 新たなシナリオに基づく総合的影響評価予測と適応策 -, pp.13-14.

脆弱性が高い集団への影響に関する研究（項目の確信度「中程度」）

暑熱による高齢者への影響が多数報告されている。熱中症患者の年齢区分を見ると、高齢者の割合が多く、夏季の暑熱環境の長期化に伴い、高齢者の熱中症患者数が増加傾向にあること、自宅寝室等の屋内での発症リスクが高いことが報告されている。

また、高齢者は暑熱に対する脆弱性が高く、日射病・熱中症が発症すれば重症化しやすいことが報告されており、その原因の一つとして、体温調節が上手くいかず、暑いと感じるのが遅いことが指摘されている。

気温の上昇と、80歳以上の高齢者の院外心停止が関連する可能性も報告されている。また呼吸器疾患を持つ高齢患者にとっては、睡眠時の暑熱環境が呼吸困難感と身体の調子の低下につながることも報告されている。

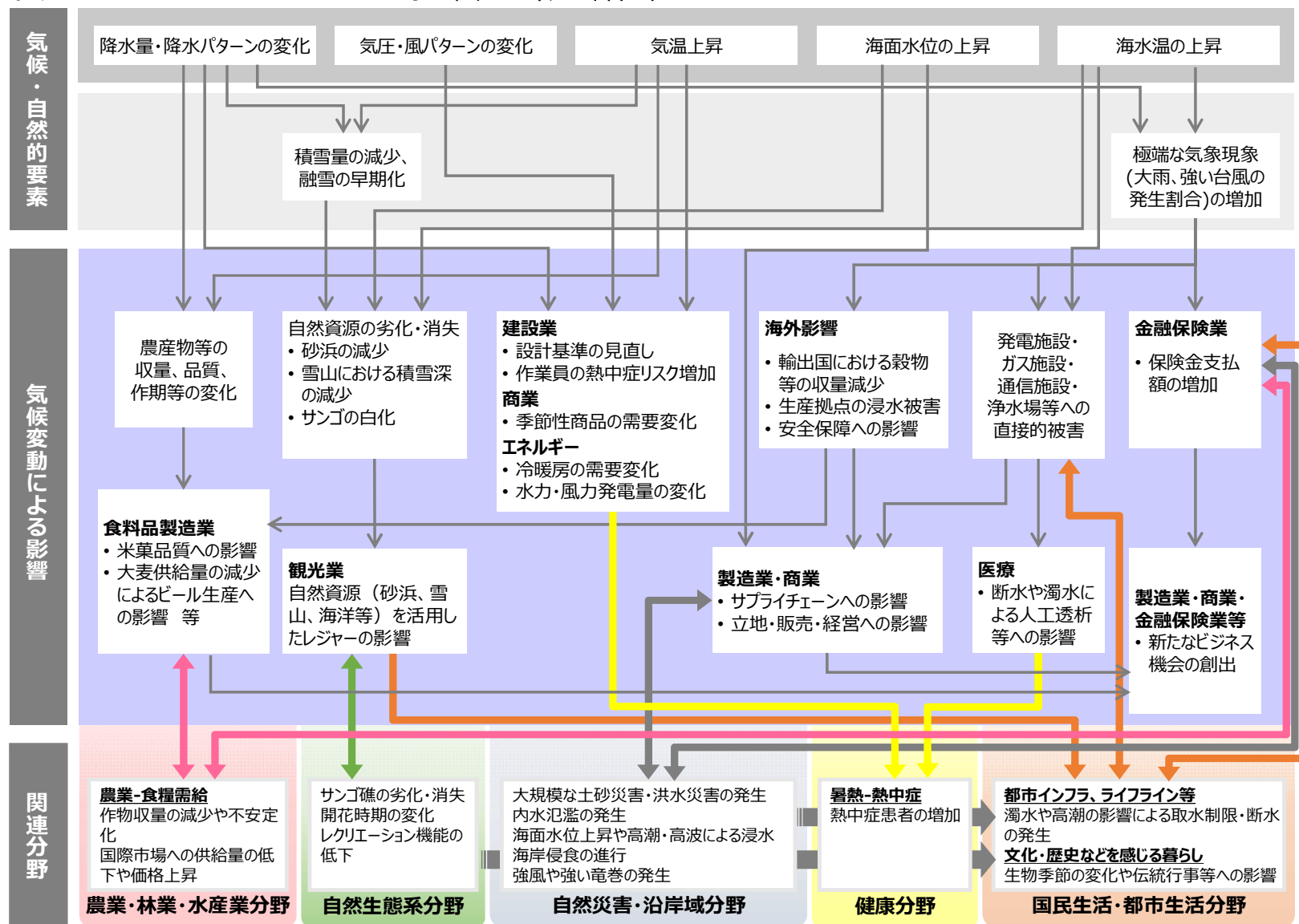


人口10万人あたりの都道府県別の熱中症の死亡率並びに年齢調整死亡率

出典：わが国における熱中症死亡の地域差, 星秋夫, 中井誠一, 金田英子, 山本享, 稲葉裕, 2010, 日本生気象学会雑誌.47(4), pp.175-184.

産業・経済活動分野

気候変動により想定される影響の概略図



産業・経済活動分野

評価結果（前回評価との結果比較）

※ 重大性は2段に分かれている場合、
上段がRCP2.6シナリオ、
下段がRCP8.5シナリオでの評価

| 分野 | 大項目 | No. | 小項目 | 前回（2015） | | | 今回（2020） | | |
|---------------------|-----------------------|-----|-------------|----------|-----|-----|----------|-----|-----|
| | | | | 重大性 | 緊急性 | 確信度 | 重大性 | 緊急性 | 確信度 |
| 産業・経済活動 (37→104) | 製造業 | 611 | — | ◆ | ■ | ■ | ◆ | ■ | ■ |
| | <u>食品製造業</u> | | | | | | ● | ▲ | ▲ |
| | エネルギー | 621 | エネルギー需給 | ◆ | ■ | ▲ | ◆ | ■ | ▲ |
| | 商業 | 631 | — | — | — | ■ | ◆ | ■ | ■ |
| | <u>小売業</u> | | | — | — | ■ | ◆ | ▲ | ▲ |
| | 金融・保険 | 641 | — | ● | ▲ | ▲ | ● | ▲ | ▲ |
| | 観光業 | 651 | レジャー | ● | ▲ | ● | ◆ | ▲ | ● |
| | <u>自然資源を活用したレジャー業</u> | | | | | | ● | ▲ | ● |
| | 建設業 | 661 | — | — | — | — | ● | ● | ■ |
| | 医療 | 671 | — | — | — | — | ◆ | ▲ | ■ |
| | その他 | 681 | <u>海外影響</u> | — | — | ■ | ◆ | ■ | ▲ |
| 682 | | その他 | | | | — | — | — | |

※ 分野名の下に括弧内の数字：前回影響評価からの文献数の変化
(複数分野で引用している文献(65件)は含まない)

※ **赤字**：前回の影響評価からの追加項目

※ **網掛け**：評価が上方修正された箇所

| 重大性 | 緊急性 | 確信度 |
|-----------------|--------------|--------------|
| ●：特に重大な影響が認められる | ●：高い | ●：高い |
| ▲：影響が認められる | ▲：中程度 | ▲：中程度 |
| ◆：影響が認められる | ■：低い | ■：低い |
| —：現状では評価できない | —：現状では評価できない | —：現状では評価できない |



気候変動による影響の要因

- 気候変動が製造業に影響を及ぼすメカニズムについては研究例が数少なく、メカニズム自体ははっきりしていない。
- 一部の研究例では、気温上昇が企業の生産・販売過程や、生産設備立地場所の選定に影響を及ぼすことを示唆している。また、海面水位の上昇や極端現象の頻度や強度の増加は、生産設備等に直接的・物理的な被害を与えるとするものもある。
- 他方で、新たなビジネスチャンスの創出につながるなどの研究例もある。

現在の状況

- 気候変化により、様々な影響が想定されるが、現時点で製造業への影響に関する研究事例は少ない。
- 2017年、水害による製造業への被害は131億円となっており、大雨発生回数の増加による水害リスクの増加が指摘されている。
- 2017年のCDP気候変動質問書の回答では、製造業においては気候変動の影響を事業活動へのリスク要因とみる一方で、機会要因とみる企業が多い結果を得ている。
- 製造業についてはサプライチェーン等の海外影響が国内の製造業に影響を与えることについて留意する必要がある。

将来予測される影響

- 製造業への将来影響が大きいと評価する研究事例は乏しいものの、企業が気候変動をリスクやビジネス機会として認識していることを示唆する報告がみられる。
- 2090年代において海面水位の上昇により東京湾周辺での生産損失額は、沿岸対策を取らなかった場合、製造業にも多額の損失が生じるとしている研究もある。
- 平均気温の変化が、アパレル業界等の企業の生産・販売過程、生産施設の立地等に物理的な影響を及ぼすことも懸念される。

| 評価項目 | 評価 | 根拠 |
|------|----------|--|
| 重大性 | 影響が認められる | 生産過程や施設の立地等に直接影響を及ぼすという報告があるほか、多大な生産損失や雇用への影響を予測する報告もある。被災により工場・事務所等の損壊や操業の停止、原材料の調達が困難になる等の被害が発生しており、中小企業では影響の程度が大きくなる可能性がある。一方で、産業への影響を新たなビジネス機会の創出といった正の影響を予測する研究もある。 |
| 緊急性 | 低い | 既に気候変動による地場産業の生産効率が悪化したという事例もあるが、報告事例は限定的である。海面水位の上昇によって立地している製造業に生産損失や雇用への影響が生じるとの報告もあるが、総合的に判断して、現時点で緊急性が高いと判断する必要性は乏しい。 |
| 確信度 | 低い | 確信度に関する研究・報告数は少数である。研究・報告数が少ないのは、深刻な影響がないと考えられている可能性や、研究としてのアプローチが難しい可能性等が考えられる。 |

気候変動による影響の要因

- 気候変動による気温上昇等により、エネルギー需要に正負双方に影響を与える可能性がある。
- 流況等の変化により、水力発電量が全国的に減少するが、地域によっては増加も見込まれると予測する研究事例がある。
- 極端現象の頻度や強度の増加、海面水位の上昇によるエネルギーインフラへの影響被害についての研究事例は少ないが、台風等によるエネルギー供給インフラへの被害が確認されており、エネルギーの安定供給に影響を及ぼす可能性がある。



現在の状況

- 現時点では、気候変動によるエネルギー需給への影響に関する具体的な研究事例は少ない。
- 猛暑により事前の想定を上回る電力需要を記録した報告がみられる。
- 強い台風等によりエネルギー供給インフラが被害を受けエネルギーの供給が停止した報告がみられる。

将来予測される影響

- 気候変動によるエネルギー需給への将来影響を評価している研究事例は一定程度あるが、現時点では、地域的にエネルギー需給量の増減があるものの、総じてエネルギー需給への影響は大きいとは言えない。
- 気温上昇によるエネルギー消費への影響について、以下の予測事例がある。
 - 産業部門や運輸部門においてはほとんど変化しない。
 - 民生部門全体（家庭・業務）では大きな影響は無い、または地域によっては減少する。
 - 全国的に夏季は冷房負荷が上昇し、冬季は暖房負荷が減少する。

| 評価項目 | 評価 | 根拠 |
|------|----------|--|
| 重大性 | 影響が認められる | エネルギー需要全体としては、それほど大きな影響がない、または減少することが予測されており、現時点で重大な影響があると判断されるような材料は乏しいが、エネルギー供給の観点では、台風等によりエネルギー供給インフラが損壊する事例が報告されており、エネルギーの安定供給に影響を及ぼす可能性がある。 |
| 緊急性 | 低い | 既に気候変動によるエネルギー消費の変化が顕在化しているかどうか、将来のいつ頃に影響が生じるかについては、既往の知見は一定程度みられるものの、現時点で緊急性が高いと判断する材料は乏しい。 |
| 確信度 | 中程度 | 空調電力需要や再生可能エネルギーのポテンシャルの変化に関する研究が見られる。また、気温の上昇によるエネルギー需給の変化や海面水位の上昇等による設備への影響が生じることについての整合は一定程度認められる。 |

気候変動による影響の要因

- 気象の変化による商業活動への影響について一定程度の報告が見られるが、気候変動が商業に影響を及ぼすメカニズムについては、要因が複雑であり、また、メカニズム自体ははっきりしているわけではない。
- 気候の変化によって、季節性を有する製品の売上げや、企業の販売計画に影響を及ぼすことを示唆する研究がある。気候の変化に適切に適応できれば、新たなビジネスチャンスの創出につながるという考え方もある。

現在の状況

- 日本における商業への影響について、具体的な研究事例が一定程度見られる。
- 飲料やエアコンの販売数と気温上昇との間に関係があることが報告されている。
- また、急激な気温変化や大雨の増加等により季節商品の需給予測が難しくなっている事例、大雨や台風により百貨店やスーパー等の売上の増減や臨時休業が起きる事例等が報告されている。

将来予測される影響

- 日本における気候変動による商業への将来影響を評価している研究事例は乏しく、商業への影響は現時点では評価できない。
- アパレル業界では、気候変動は季節性を有する製品の売上、販売計画に影響を与えると指摘する研究がある。
- 気候変動による温暖化が飲料の需要を通年で増加させ、魚介類・肉類の需要を通年で減少させることを指摘する研究がある。

| 評価項目 | 評価 | 根拠 |
|------|----------|--|
| 重大性 | 影響が認められる | 商業は規模・業種も多様で、気候変動からの直接的な影響だけでなく消費行動の変化やエネルギーコストの変化等を通じた間接的な影響もあり、商業への影響と判断する材料に乏しい。しかしながら、商品の需要の変化やサプライチェーンへの影響による調達リスク等による商業活動への影響が懸念される。 |
| 緊急性 | 低い | 商業は規模・業種も多様で、気候変動からの直接的な影響や消費行動の変化やエネルギーコストの変化等を通じた間接的な影響もあることから、商業として緊急性が高いと判断する材料に乏しい。一方で、強い台風による小売店等の売上への影響を報告する事例等が報告されていることから、水害等の災害リスクが高い地域に立地する事業者の緊急性は中程度と考えられる。 |
| 確信度 | 低い | 商業における現状の影響に関する研究・報告は一定程度あり、台風等による小売店等の売上への影響が見られる点においては一定の傾向を示している。将来の影響に関する研究・報告数は少数である。 |

気候変動による影響の要因

- 気候変動による極端現象の頻度や強度の増加に伴う自然災害の増加は、保険損害とそれに伴う保険支払額を増加させる可能性がある。また、将来の気候の不確実性の増加も踏まえると、保険引受の際の保険料計算やリスク分散のあり方に影響を及ぼす可能性があり、金融業に対して資産の損害等の脅威があることが想定される。
- 一方で、気候変動リスクに適切に対処できれば、保険業に対して新たなビジネス機会が生じることも予想される。

現在の状況

- 自然災害とそれに伴う損害保険の支払額の推移から、近年は支払額が著しく増加し、恒常的に被害が出る確率が高まっていることが確認されている。
- 保険会社では、従来のリスク定量化の手法だけでは将来予測が難しく、今後の気候変動の影響を考慮したリスクヘッジ・分散の新たな手法の開発を必要としているとの報告がある。
- 長期での損害保険の支払い予測が困難になったため長期火災保険の保険期間が短縮された。
- 日本における金融分野への影響については、具体的な研究事例が確認できていない。

将来予測される影響

- 自然災害とそれに伴う保険損害が増加し、保険金支払額の増加、再保険料の増加が予測されている。また、不動産の観点から気候変動と社会経済の変化による水災害リスクの分析を行った研究事例がある。
- 現時点で日本に関して定量的に予測した研究事例は限定的であるが、以下のような影響が予想される。
 - 保険業：付保できない分野の登場、保険需要の増加等
 - 金融業：適応事業融資等
- 金融分野への影響については、金融市場に及ぼすリスクや機会が世界的に議論され、指摘されている。

| 評価項目 | 評価 | 根拠 |
|------|------------------------|---|
| 重大性 | 特に重大な影響が認められる 観点:経済 | 世界的に自然災害に伴う損害額の増大が予測され、リスクに適切に対処できない場合、保険業等に多大な影響を及ぼすと報告されている。 |
| 緊急性 | 中程度 | 気象災害等による影響及び脱炭素・低炭素経済への移行の影響により、金融の安定性やマクロ経済状況に影響を及ぼす可能性がある。日本における影響の時期や規模についての知見は確認できていないが、既に保険業については自然災害に伴う保険損害の増大による影響及び一定の対応が始まっている。なお、自然災害による損害分野では、対応を早期に検討して準備する必要があるという意味では、緊急性は高い。 |
| 確信度 | 中程度 | 日本に関する学術研究の数は限定的であるが、保険業界においては一定の定量的予測が行われている。なお、自然災害に対する保険金支払額は増加しており、この点において確信度は高い。 |

気候変動による影響の要因

- 気候変動による気温の上昇、降雨量・降雪量や降水パターンの変化、海面水位の上昇等は、自然資源（森林、雪山、砂浜、干潟等）を活用したレジャーに対して、活用可能な場・資源の消失や減少、活動に適した期間の変化等の影響を及ぼす可能性がある。
- 極端現象の頻度や強度の増加は、自然資源を活用したレジャーに対して、活用可能な場・資源に影響を及ぼす可能性がある。



現在の状況

- 気温の上昇、降雨量・降雪量や降水パターンの変化、海面水位の上昇は、自然資源（森林、雪山、砂浜、干潟等）を活用したレジャーへ影響を及ぼす可能性があるが、現時点において研究事例はスキー場への影響を除いて限定的にしか確認できていない。
- 観光資源である滝の凍結度や流氷の減少、スキー場における積雪深の減少のほか、厳島神社での台風・高潮被害の増加が報告されている。

将来予測される影響

- 2050年頃には、夏季は気温の上昇等により観光快適度が低下するが、春季や秋～冬季は観光快適度の上昇が予測される。
- スキーに関しては、降雪量及び最深積雪が、2031～2050年には北海道と本州の内陸の一部地域を除いて減少すると予測される。
- 積雪量が減少し、交通負担が軽減すると社寺への来客数の増加が予測される。一方、原生林の衰退により世界自然遺産登録が抹消された場合は、当該地域の来客数の減少が予測される。
- 海面水位の上昇による砂浜の減少により、海岸部のレジャーに影響を与えると予測されている。

| 評価項目 | 評価 | 根拠 |
|------|----------|--|
| 重大性 | 影響が認められる | スキー等の自然資源を活用したレジャーにおいては主に観光資源の損失等の負の影響を受けるとする事例がみられるものの、観光部門全体としては、地域によっては観光快適度の上昇や降雪量の減少による観光需要の増加といった正の影響を受けるとする報告もある。 |
| 緊急性 | 中程度 | 適応の着手時期に関する知見は確認できないが、既に暖冬によるスキー場への影響が報告されている。ただし、影響の範囲は限定的である。 |
| 確信度 | 高い | スキー、森林、干潟、砂浜等といった個々のレジャータイプ毎の研究・報告数は限定的であるが、全体では比較的多くある。RCPシナリオに基づいた試算もあり、見解の一致度は高いといえる。 |

気候変動による影響の要因

- 気候変動による極端現象の頻度や強度の増加は、建築物の性能を確保するための設計条件・基準や、建設工事現場等へ直接的な被害を及ぼすことが想定される。
- 気温の上昇等が建築物の建材や構造健全性に影響を及ぼすことが想定される。
- 洪水や高潮等によるインフラ等への被害の他、適応策の導入を通じて、建設業に間接的な影響を及ぼすことも想定される。

現在の状況

- 現時点で、建設業への影響について具体的な研究事例が一定程度確認されている。
- 夏季の気温上昇により、コンクリートの質を維持するための暑中コンクリート工事の適用期間が長期化している。また、建築物への風や積雪による荷重、空調負荷、洪水等による浸水対応等、建築物の性能を確保するための設計条件や基準・指針の見直しの必要性が検討されている。
- 過去5年間（2015～2019年）の職場における熱中症による死亡者数、死傷者数は、ともに建設業において最大となっている。

将来予測される影響

- 関東地域の夏季において建築物の空調熱負荷が増加すると予測されている。

| 評価項目 | 評価 | 根拠 |
|------|---------------|--|
| 重大性 | 特に重大な影響が認められる | 極端な気象現象による建築物の被害が発生している。また、過去5年間の職場における熱中症の死亡者数、死傷者数が建設業において最大となっている。 |
| 緊急性 | 高い | 日本建築学会で建築物の設計基準の見直し等が議論されていることや、過去5年間の職場における熱中症の死亡者数、死傷者数は、ともに建設業において最大となっている。 |
| 確信度 | 低い | 現時点で、日本建築学会で影響やリスクが議論されているが、予測・評価をした研究事例は限定的である。 |

気候変動による影響の要因

- 気候変動による気温の上昇は、熱中症のリスク、水や節足動物等により媒介される感染症のリスク等を拡大させることが懸念されていることから、医療産業に対しても何らかの影響を与えることが予想される。
- 極端現象の頻度や強度の増加に伴う災害リスクの増加や無降雨・少雨等に伴う渇水の増加は、医療に影響を及ぼすことも想定される。

現在の状況

- 現時点で、医療産業への影響について、以下のような影響や報告が一定程度見られる。
 - 断水や濁水による人工透析への影響や気温と救急搬送量との関係等に関する研究報告
 - 熱帯あるいは亜熱帯地域に存在する病原細菌への国内での感染事例
 - 洪水による浸水が発生した医療機関への被害事例

将来予測される影響

- 現時点で、医療産業への影響について具体的な研究事例は確認できていない。

| 評価項目 | 評価 | 根拠 |
|------|----------|--|
| 重大性 | 影響が認められる | 現時点で、予測・評価をした研究事例は確認できていない。一方で、気温と救急搬送量との関係に関する報告、亜熱帯性病原細菌への院内感染の事例や大雨による医療機関の浸水被害事例等が報告されている。 |
| 緊急性 | 中程度 | 現時点で、大雨による医療機関の浸水被害等が報告されている。 |
| 確信度 | 低い | 現時点で、大雨による医療機関の浸水被害の事例等の報告は見られるものの、予測・評価をした研究事例が確認できていない。 |



気候変動による影響の要因

- 気候変動による日本国外での影響が、サプライチェーンや日本国内の産業・経済に影響を及ぼすメカニズムについては、要因が複雑であり、メカニズム自体ははっきりしているわけではないが、海外での自然災害が国内企業の活動に影響を及ぼした事例や、将来の影響を研究する事例が蓄積されてきている。

現在の状況

- 気候変動による日本国外での影響が日本国内や日系企業に及ぼす影響について、研究事例が少数見られる。
- 2011年のタイ国チャオプラヤ川の洪水では、多数の日系企業に被害をもたらし、ハードディスクのサプライチェーンにおける日系企業の損失を約3,150億円と試算している事例や、日本の損害保険会社が日系企業に支払う保険金の額が2011年の地震・津波に対する額を上回ったと報告している事例がある。

将来予測される影響

- 国外での影響が、国内にもたらす影響予測に以下がある。
 - 気温上昇により作物生産量が変動し価格に影響を及ぼす可能性がある。
 - 気温上昇や降水量の変化が、コメ等の貿易量に変化を及ぼす。海外の大麦生産地での干ばつ等によりビール生産向けの大麦供給量の減少と、それに伴う世界的なビール消費量の減少及び価格の上昇が生じる。
 - 英国での検討事例等を踏まえると、エネルギーや農水産物の輸入価格の変動、海外における企業の生産拠点への影響等が日本においても懸念される。

| 評価項目 | 評価 | 根拠 |
|------|----------|--|
| 重大性 | 影響が認められる | 気温上昇による世界的な作物生産量の変化による食料需給量の変動は、日本の食料価格や輸出入に波及し、経済面への影響が生じる可能性がある。その他に、海外での土地利用の変化や労働者の健康への影響等から、日本が輸入する農畜産物や電子部品等の工業製品の脆弱性が高いと評価する報告がある。 |
| 緊急性 | 低い | 気候変動による国外での影響が日本国内に影響しているとの研究・報告は少数であるが、2011年のタイ国チャオプラヤ川の洪水は日系企業に大きな被害をもたらした。また、サプライチェーンの広がりにより、製造業への自然災害リスクは、国内の生産拠点のみならず海外拠点にも存在することが報告されている。しかし、気候変動の影響を受ける海外の地域や業種、影響の程度等の不確実性は大きく、現時点で評価は難しい。 |
| 確信度 | 中程度 | モデル、排出シナリオを使用した定量的予測は少数である。作物や工業製品等の輸入品に対する影響において一定の見解の一致が見られる。 |

気候変動による影響の要因

- 気候変動に伴うアジア・太平洋地域における影響を踏まえた外交政策についてのリスク分析を外務省が2017年に報告しているが、さらなる検討・分析が必要である。
- また、気候変動に伴う社会的リスクについて欧米等では多数の学術論文が公表されており、下記に示すようなリスクを挙げている。これらは日本にも該当する可能性がある。
 - 海面水位の上昇や干ばつによる食料難等により、移住を余儀なくされる環境難民が生じ、安全保障に影響を及ぼす
 - 干ばつ等による水や食料の不足を原因として地域的な紛争が生じる等

現在の状況

- 気候安全保障や、気候変動に伴うアジア・太平洋地域における影響を踏まえた外交政策の分析・立案が報告されている。夏季に北極海の氷が融けることで利用可能となる北極海航路の産業利用を推進する一方で、多数の国が同航路を利用して北極圏へ進出することによる国の安全保障への影響を懸念する報告がある。
- 世界規模では、気候変動が農業生産量の変動や食料価格の高騰、農業への影響や災害による経済成長の低下等が紛争リスクの要因の一つとなっている可能性があることが示唆されている。

将来予測される影響

- 欧米等の国際関係や安全保障に気候変動が及ぼす影響に関する報告では、国際支援の弱体化や負担等の増加、資源管理をめぐる対立の激化等が予測されている。
- 欧米等の研究事例によると、資源管理、環境移民、脆弱な人々への補償等をめぐり、気候変動が国際社会の不安定化を深める可能性が指摘されている。特に、気候変動の影響を受けやすい国と主要排出国との補償や人権をめぐる対立、環境移民の増加とその補償等に関する対立、社会的に不安定な地域の増加による安全保障政策のリスク等が拡大する可能性が示唆されている。

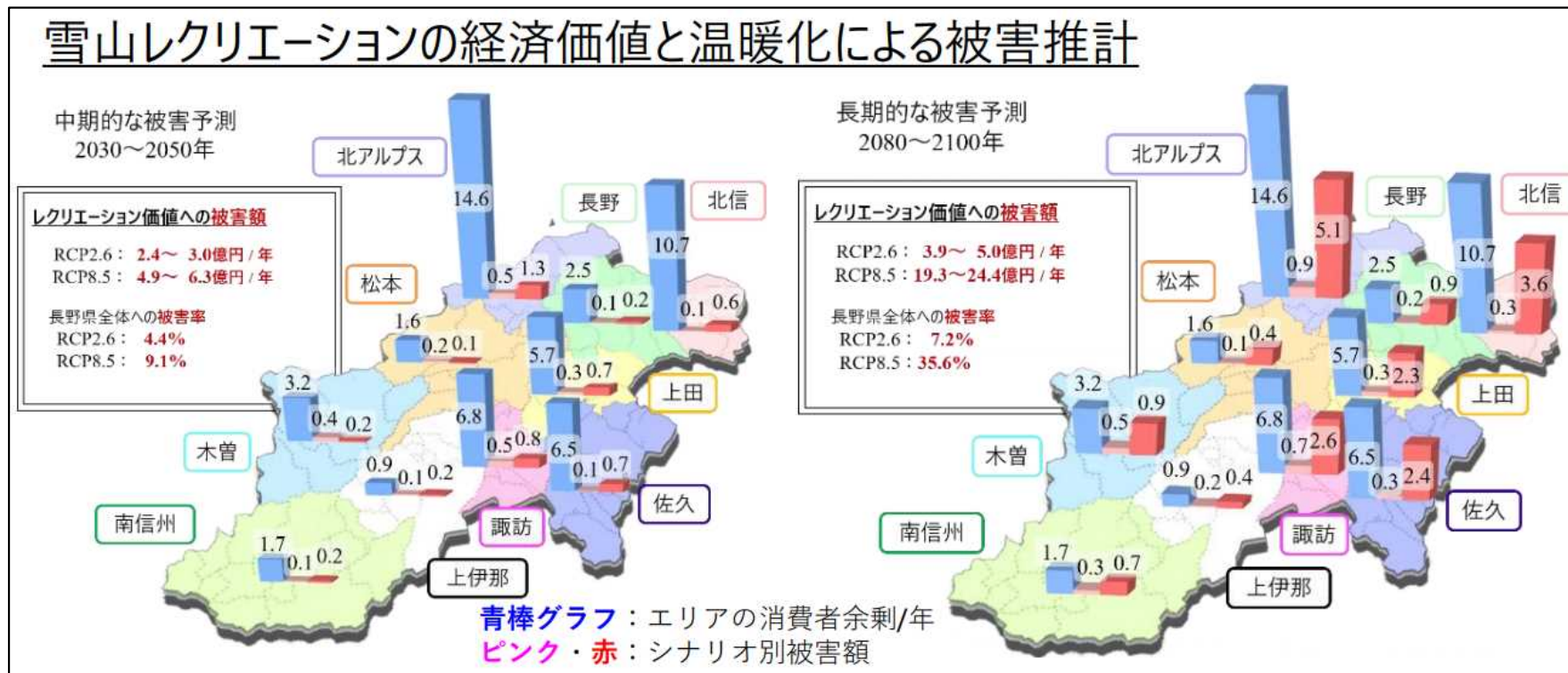
| 評価項目 | 評価 | 根拠 |
|------|------------|---|
| 重大性 | 現状では評価できない | 海外での気候変動による影響を踏まえた外交政策の立案・分析、北極海航路の開発や安全保障上のリスクに関連する報告が多数見られ、わが国の産業経済・安全保障に影響を及ぼす可能性があるが、現時点で影響の程度に関する判断は難しい。 |
| 緊急性 | 現状では評価できない | 海外での気候変動による影響が日本国内の安全保障等に影響しているとの研究・報告は限定的である。オーストラリア等では既に環境難民の受け入れが問題となっており、今後、我が国も受け入れを求められる可能性がある。このような気候変動の社会的リスクについて、日本国内では研究等は確認できていない。 |
| 確信度 | 現状では評価できない | 研究・報告数は少数であり、日本国内に与える影響の確信度は現状では評価できない。海外では気候変動による安全保障への影響について活発に議論・報告している。 |

産業・経済活動分野 評価に用いられた研究や事例の紹介

レジャーに関する研究 (項目の確信度「高い」)

スキーへの気候変動影響に関する研究では、2031～2050年には降雪量及び最深積雪は北海道と本州の内陸の一部地域を除いて減少し、ほとんどのスキー場で積雪深が大きく減少すると予測している。また、富山県、長野県、愛媛県のスキー場に及ぼす影響を予測した研究によれば、積雪量の減少から、来客数、営業利益の減少が予測されている。

気候変動による長野県のスキー場来客数の変化を、旅行費用法を用いて算出した報告(下図)によれば、2031年～2050年におけるRC P8.5シナリオ下での長野県全体の被害額は6.26億円/年であり、現在の雪山のレクリエーション価値の9.13%の被害率となった。また、2081～2100年における長野県全体の被害額は、24.43億円/年であり、35.60%の被害率と予測された。

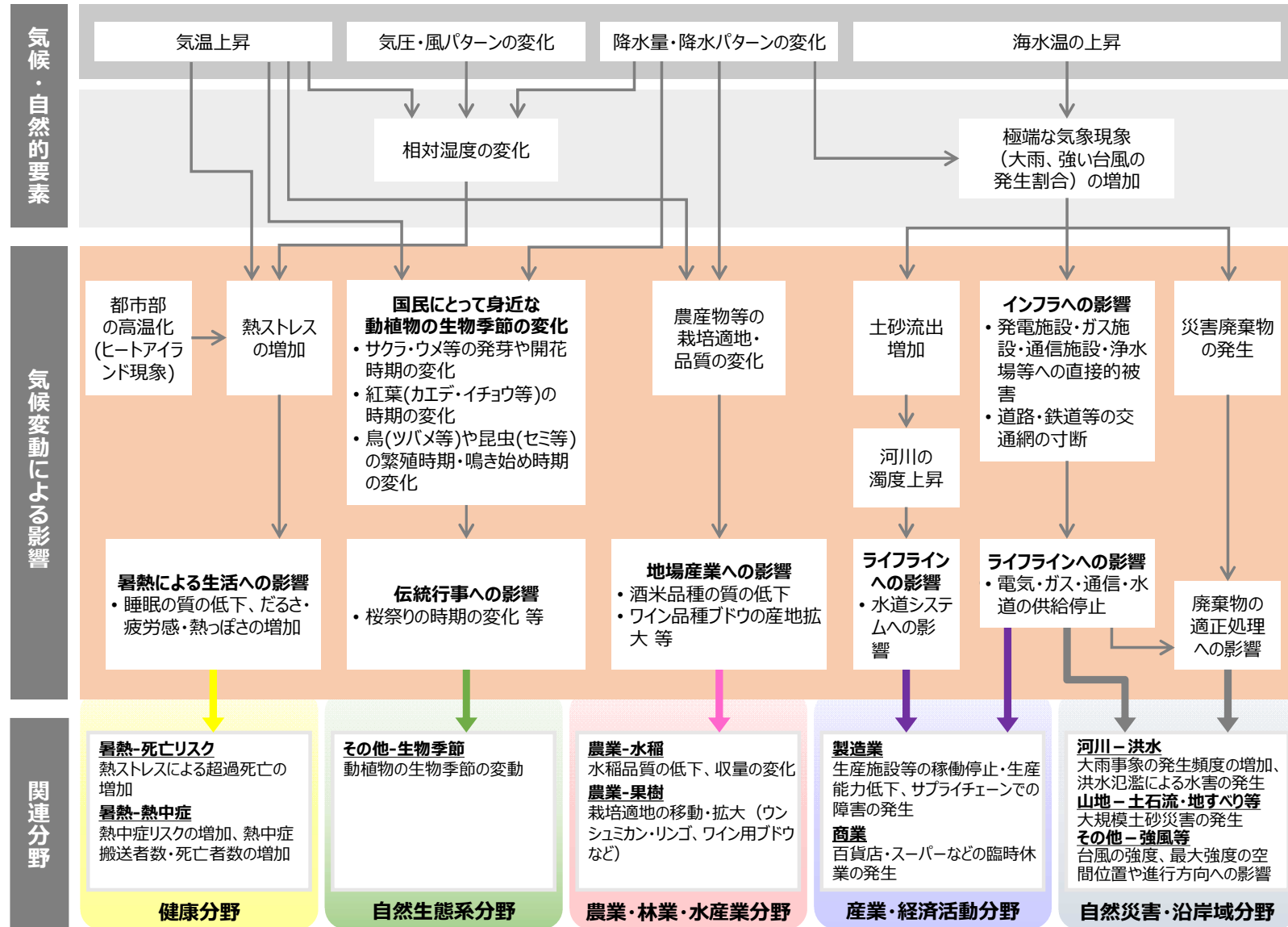


長野県における雪山レクリエーションの経済価値と温暖化による被害推計

出典: 気候変動適応技術社会実装プログラム(SI-CAT)成果集「経済影響評価: 気候変動による環境経済的な影響の推定」担当機関: 学校法人名城大学、責任担当者: 森杉雅史

国民生活・都市生活分野

気候変動により想定される影響の概略図



国民生活・都市生活分野

評価結果（前回評価との結果比較）

※ 重大性は2段に分かれている場合、
上段がRCP2.6シナリオ、
下段がRCP8.5シナリオでの評価

| 分野 | 大項目 | No. | 小項目 | 前回（2015） | | | 今回（2020） | | |
|----------------------|--------------------|-----|--------------|----------|-----|-----|----------|-----|-----|
| | | | | 重大性 | 緊急性 | 確信度 | 重大性 | 緊急性 | 確信度 |
| 国民生活・都市生活 (36→99) | 都市インフラ、ライフライン等 | 711 | 水道、交通等 | ● | ● | ■ | ● | ● | ● |
| | 文化・歴史 などを感じる暮らし | 721 | 生物季節 | ◆ | ● | ● | ◆ | ● | ● |
| | | | 伝統行事・地場産業等 | — | ● | ■ | — | ● | ▲ |
| | その他 | 731 | 暑熱による生活への影響等 | ● | ● | ● | ● | ● | ● |

※ 分野名の下に括弧内の数字：前回影響評価からの文献数の変化
(複数分野で引用している文献(65件)は含まない)

※ **赤字**：前回の影響評価からの追加項目

※ **網掛け**：評価が上方修正された箇所

| 重大性 | 緊急性 | 確信度 |
|-----------------|--------------|--------------|
| ●：特に重大な影響が認められる | ●：高い | ●：高い |
| ◆：影響が認められる | ▲：中程度 | ▲：中程度 |
| —：現状では評価できない | ■：低い | ■：低い |
| | —：現状では評価できない | —：現状では評価できない |



気候変動による影響の要因

- 気候変動による短時間強雨や渇水の頻度の増加、強い台風の増加等は、交通・電力・通信・水道・廃棄物処理等の様々なインフラ・ライフラインへ被害を及ぼす可能性が極めて高い。

現在の状況

- 近年、各地で、大雨、台風、渇水等による各種インフラ・ライフラインへの影響が確認されている。
- 大雨による交通網の寸断やそれに伴う孤立集落の発生、電気・ガス・水道のライフラインの寸断が報告されている。この他、雷・台風・暴風雨等の異常気象による発電施設の稼働停止や浄水場施設の冠水、廃棄物処理施設の浸水等の被害等が報告されている。
- これらの現象が気候変動の影響によるものであるかどうかは、明確には判断しがたいが、気候変動が進行すれば、さらに影響の程度・発生頻度は増加すると考えられる。

将来予測される影響

- 電力インフラに関して、台風や海面水位の上昇等による発電施設への直接的被害や冷却水としての利用による海水温の上昇による発電出力の低下等の影響が予測される。
- 水道インフラでは河川の微細浮遊土砂の増加による水質管理への影響、交通インフラでは道路のメンテナンス、改修、復旧に必要な費用の増加が予測されている。また、気象災害による廃棄物の適正処理への影響や、洪水氾濫による水害廃棄物の発生等も予測されている。

| 評価項目 | 評価 | 根拠 |
|------|---------------------------|---|
| 重大性 | 特に重大な影響が認められる 観点:社会/経済 | 全国各地で大雨や台風による交通網の寸断や電気・ガス・水道等のライフラインの寸断、電力インフラや水道インフラ、廃棄物処理施設への直接的被害が報告されている。将来、気候変動が進行すれば様々な影響が生じると予測されており、被害・損傷による社会・経済面への影響は大きい。 |
| 緊急性 | 高い | 対策には検討から実装まで時間を要することが多い。 |
| 確信度 | 高い | 気象災害に伴うインフラ・ライフラインへの被害や損害を報告・予測する知見が増加している。現在生じている現象が気候変動の影響によるものであるかどうかは明確には判断しがたく、また、気候モデルを活用した将来予測事例は限定的であるが、気候変動が進行すれば、様々なインフラ・ライフラインに生じる影響の程度・発生頻度は増加すると考えられる。 |



気候変動による影響の要因

- 気候変動により、植物の発芽や開花、紅葉の時期、鳥や昆虫の鳴き始め等の生物季節が変化し、国民の季節感の変化や、桜や紅葉の名所等における伝統行事、観光等に影響が及ぶ可能性がある。
- 気温の上昇や降水量の変化、降水パターンの変化、海面水位の上昇、極端現象の頻度や強度の増加は、地域独自の伝統行事や観光業、地場産業等にも影響を及ぼす可能性がある。

現在の状況

- サクラ、イチョウ、セミ、野鳥等の動植物の生物季節の変化について報告されている。特に、サクラについては、ヒートアイランド現象と相まって、郊外に比べて、都市部で開花や花芽の成長速度が速まっていることが報告されている。
- 生物季節の変化が国民の季節感や地域の伝統行事・観光業等に与える影響について、日光においてサクラの開花の早期化が地元の祭行事に影響を与えている事例が確認できるものの、その他の具体的な研究事例は確認されていない。
- 地場産業については、気温上昇に伴い、兵庫県で酒米品種の検査等級・精玄米歩合の低下等が確認されている。

将来予測される影響

- 将来のサクラの開花は北日本等では早まる傾向にあるが、西南日本では遅くなる傾向にある。今世紀中頃及び今世紀末には、気温の上昇により開花から満開までに必要な日数は短くなる可能性が高く、花見ができる日数の減少、サクラを観光資源とする地域への影響が予測されている。
- ナンコウウメの開花期間について、3°Cの気温上昇により、花粉媒介者の生物季節とのミスマッチが生じることで自然受粉に影響が生じるとの報告もみられる。
- 地域独自の伝統行事や観光業・地場産業等への影響については、現時点で研究事例が限定的にしか確認できていない。

| 評価項目 | 評価 | 根拠 |
|------|--|--|
| 重大性 | 生物季節：影響が認められる 伝統行事、地場産業等： 現状では評価できない | [生物季節]サクラの開花日や紅葉の遅延等は、これら景観の名所等における伝統行事や観光業等に影響を与える可能性があり、社会・経済・環境の広範に影響が及ぶが、定量的に予測した事例は確認できない。 [伝統行事、地場産業等]影響は個々の事象で異なり、地域の社会・経済面への影響も様々である。 |
| 緊急性 | 生物季節：高い 伝統行事、地場産業等：高い | [生物季節]サクラの開花、カエデの紅葉等において全国的に温暖化の影響が既に表れている。 [伝統行事、地場産業等]社会・経済面において既に気温上昇の影響を受けている産業もある。 |
| 確信度 | 生物季節：高い 伝統行事、地場産業等：中程度 | [生物季節]影響評価の知見が増えており、観光業等に影響を及ぼす可能性を示唆する研究もある。 [伝統行事、地場産業等]影響に関する知見は一定程度確認されるが、統計期間が短いものや事例数が少ないものも多く、将来予測に関する知見は限定的である。 |



気候変動による影響の要因

- 都市部においては、気候変動による気温上昇にヒートアイランド現象による昇温が加わることで熱ストレスが増大し、熱中症リスクの増加にとどまらず、睡眠障害、暑さによる不快感、屋外活動への影響等、都市生活における快適さに影響を及ぼす。

現在の状況

- 日本の中小都市における100年あたりの気温上昇率が1.5°Cであるのに対し、主要な大都市の気温上昇率は2.6~3.2°Cであり、気候変動による気温上昇にヒートアイランドの進行による気温上昇が重なっていることが確認されている。なお、中小都市でもヒートアイランド現象は確認されている。
- 都市部で上昇気流が発生することで短期的な降水量が増加する一方、周辺地域では雲の形成が阻害され、降水量が短期的に減少する可能性があることが報告されている。
- 気温上昇により、熱中症リスクの増大や、発熱・嘔吐等による搬送者数の増加、睡眠障害有症率の上昇が報告されている。

将来予測される影響

- 大都市のヒートアイランドは、小幅な進行にとどまると考えられるが、既に存在するヒートアイランドに気候変動による昇温が加わり、気温は上昇し続ける可能性が高い。
- 気温上昇に伴い、体感指標である暑さ指数（WBGT）も上昇傾向を示す可能性が高い。
- 熱ストレスの増加に伴い、疲労感・寝苦しさといった健康影響がより悪化する。特に昼間の気温上昇により、だるさや疲労感が増すと予測され、気温上昇後の温熱環境は、都市生活に大きな影響を及ぼすことが懸念される。加えて、労働生産性低下による経済損失の発生が予測される。

| 評価項目 | 評価 | 根拠 |
|------|---------------------------|--|
| 重大性 | 特に重大な影響が認められる 観点:社会/経済 | 都市部では、気候変動やヒートアイランド現象の影響により、気温の上昇幅が大きくなること等が予測される。気温上昇が顕著化していない地方都市でも、今後、顕著化することが予測される。夏季の熱ストレスの増大は、熱中症リスクの増大等、都市生活に及ぼす影響や、経済損失も大きい。 |
| 緊急性 | 高い | 都市部では、健康影響が深刻化することが予測される。快適な都市生活ができる環境づくりに向けた取り組み・システム作りを行い、早急に普及させていくことが重要である。 |
| 確信度 | 高い | 研究・報告数は一定程度あり、気候変動による将来の気温上昇はほぼ確実であるとされている。 |

国民生活・都市生活分野 評価に用いられた研究や事例の紹介

水道、交通等に関する研究（項目の確信度「高い」）

大雨、台風、渇水等によるインフラ・ライフラインへの影響が確認されている。例えば、平成29年7月九州北部豪雨では、河川の氾濫・土砂災害等により、道路崩壊・鉄道橋梁流出・土砂流入・冠水等が発生した結果、交通が寸断され、多数の集落が孤立状態となった。

山腹崩壊や土石流の発生により、大量の流木が下流に流れ、通行障害の一因となった。その他、電気・ガス・水道等のライフラインも寸断され、さらに一部地域では、電話回線や携帯電話が不通となり、住民生活に大きな支障をもたらした。

平成30年7月豪雨においても、道路崩壊等による孤立集落の発生や電気・ガス・水道等のライフラインの寸断の発生等、住民の生活に大きな影響を与えた（右図）。他にも、台風や集中豪雨が地域のインフラ・ライフラインに与えた被害が多数報告されている。



岡山県倉敷市真備町
(東京消防庁提供)



広島県安芸郡熊野町
(広島市消防局提供)

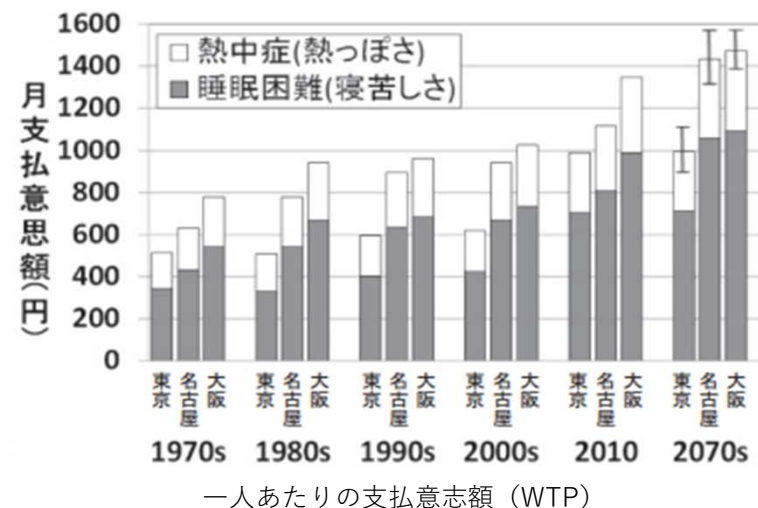
出典：総務省消防庁ホームページ <<https://www.fdma.go.jp/publication/hakusho/h30/items/special1.pdf>>

暑熱による生活への影響に関する研究（項目の確信度「高い」）

東京・名古屋・大阪の2070年代8月を対象に、環境悪化を阻止するために支払ってよい支払意思額を予測した研究では（SRESA1Bシナリオを前提とした、複数の気候モデルによる予測）、熱中症と睡眠障害を回避するための1人あたりの支払意思額はいずれも年々増加し、2000年代と比べて1.5倍程度に増加することが示された（右図）。

また、2070年代8月の東京都内の暑熱による健康影響を予測（SRES A2シナリオを前提とした予測）では、だるさ・疲労感、熱っぽさ・寝苦しさといった健康影響が現状より悪化し、特に昼間の気温上昇により、だるさ・疲労感が増す可能性が示されている。

さらに、熱ストレスの増加は労働生産性にも影響し、このまま地球温暖化が進むと、労働生産性低下による経済損失が2030年には世界で年間約2兆4,000億ドル（約260兆円）に達する可能性も示唆されている。国内では、2030年までに年間で0.2%近い労働時間（フルタイム労働換算で約12万6千人分の雇用に相当）が熱ストレスにより失われると予測されている。

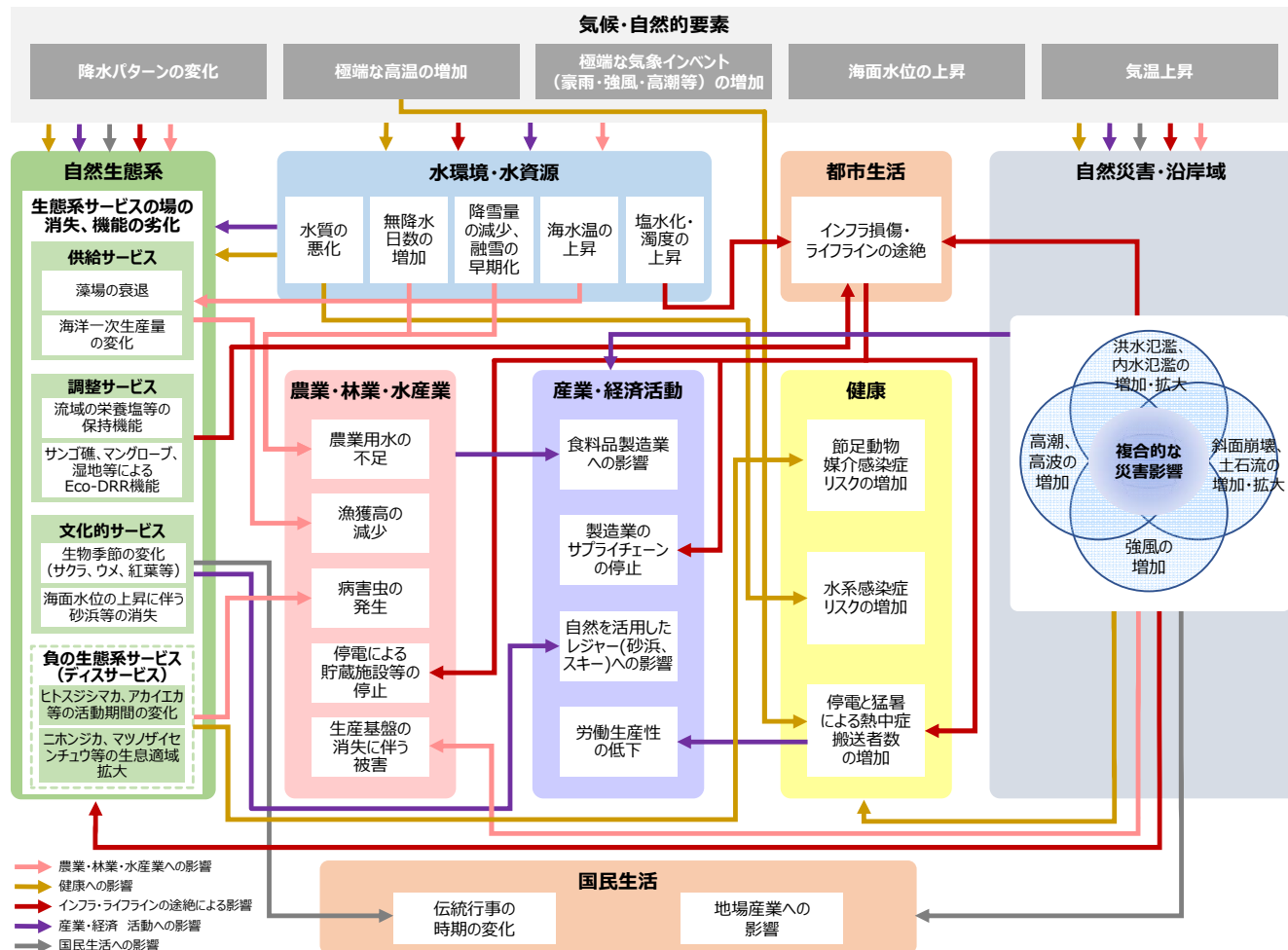


出典：日下博幸, 飯島奈津美, 井原智彦, 原政之, 高根雄也, 飯塚悟, 2013. 2070年代8月を対象とした東京・名古屋・大阪における熱中症および睡眠困難の将来予測複数のCMIP3-GCMからの力学的ダウンスケール実験と問題比較型影響評価手法による健康影響評価, 日本建築学会環境系論文集, 78(693), pp.873-881.

分野間の影響の連鎖

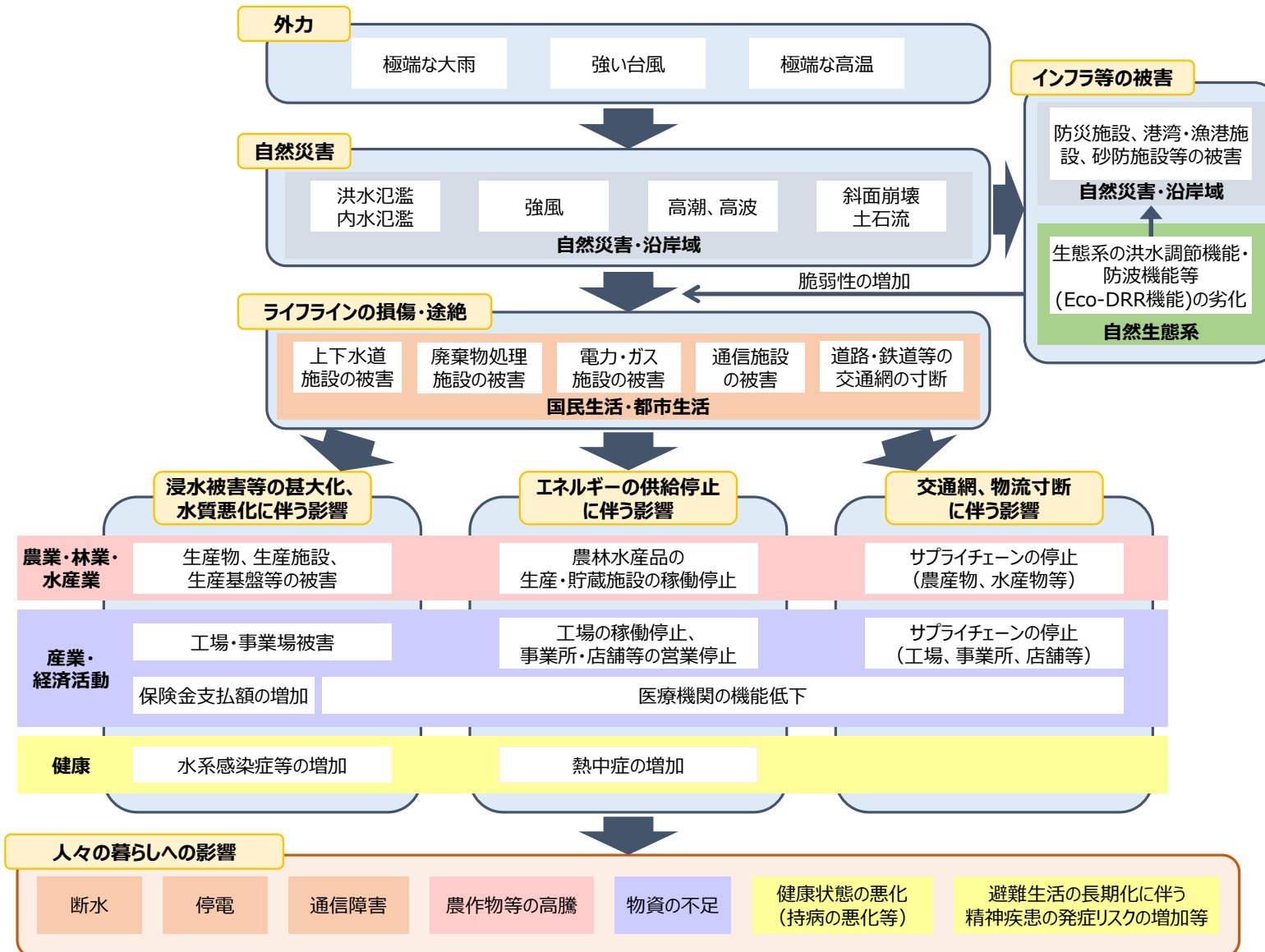
気候変動による影響に適切に対処するためには、各分野において生じる影響の把握・予測だけでなく、分野・項目を超えた影響の連鎖に着目することの重要性が指摘されている。報告書では、ある影響が分野を超えてさらに他の影響を誘発することによる影響の連鎖や、異なる分野での影響が連続することにより影響の甚大化をもたらす事象を「分野間の影響の連鎖」と定義し、事例を整理するとともに、分野横断的な視点で影響の関係性を整理した。

気候変動により想定される分野間の影響の連鎖の例



分野間の影響の連鎖

分野間の影響の連鎖における「インフラ損傷・ライフラインの途絶に伴う影響の例」



気候変動影響の評価手法に関する課題と展望1

気候変動影響の 重大性等の評価手法

- 科学的知見の充実により「特に重大な影響が認められる」の評価項目の割合が増え、項目間の重大性の差異が読み取れなくなる可能性があり、評価時点における各評価項目の実情をより適切に反映できる評価手法の検討が必要。
- 確信度が低い項目は更なる研究・調査の推進が必要。

緩和や適応の効果を 踏まえた影響評価

- 近い将来、気候変動影響予測・適応評価の総合的研究等により、適応策に関する知見が大幅に増加する見込み。それにより、適応の水準を影響評価に反映できるようになる可能性。
- 今後は、更なる知見の拡充を図るとともに、緩和と適応の両方について複数の水準を考慮した評価手法の検討が必要。
- 各主体が適応策を講じる際には、適応策をとらなかった場合の影響や、適応策にかかる費用等を勘案して意思決定を行うことが必要。そのため、各適応策の効果や、緩和策とのトレードオフまたはシナジーに関する知見も重要。一方、情報が膨大で複雑になる可能性があるため、影響評価報告書とは別の形での取り扱いも選択肢に含めた検討が必要。

気候変動影響の評価手法に関する課題と展望2

社会経済状況の変化を考慮した評価手法

- 経済状況が自然生態系や人々の気候変動に対する脆弱性を高めている可能性を示唆。しかし、社会経済状況の変化を考慮した気候変動影響の予測に関する文献は限定的。
- 気候変動に関する政府間パネル第6次評価報告書では、将来気候の予測、影響評価、緩和策・適応策の検討等に「共有社会経済経路」を採用。共有社会経済経路の理念を踏襲しつつ、日本独自の将来の見通しを考慮した日本版社会経済シナリオについて、これらのシナリオを用いた気候変動影響に関する知見を踏まえ、社会経済状況の変化を考慮した評価手法の検討が必要。

分野間の影響の連鎖に関する評価手法

- 近年の記録的な豪雨や台風に伴う災害においては、報告書で整理している分野・項目の体系を超えて、その影響は相互的及び波及的に多方面へ被害をもたらした事例が数多く報告されている。報告書では、このような事象を「分野間の影響の連鎖」として、分野横断的な視点で記述。ただし、これらの事象は影響の連鎖のメカニズムが複雑であり、気候変動との因果関係が必ずしも明確になっていないことから、「分野間の影響の連鎖」に対して重大性等の評価は実施していない。
- 特定の分野の適応策が、他の分野に対してトレードオフまたはシナジーの関係性にある影響をもたらす場合がある。そのため、影響の連鎖のメカニズムの理解は効果的な適応策を講じる上で重要。なお、影響の連鎖の記述を拡充することで、地域ごとに発生しやすい・しにくい事象を判断しやすくなり、今後、政策決定に活用するためには、分野間の影響の連鎖のメカニズムの解明が必要。
- これらのことから、影響の連鎖に関する科学的知見の更なる充実を図るとともに、「分野間の影響の連鎖」についての重大性等の評価手法の検討を行う必要がある。

気候変動影響の評価に関する 現在の取組と今後の展望

- 気候変動影響評価及び適応策立案に関する分野横断的な取組
- 気候変動影響評価及び適応策立案に関する分野別の取組
- 気候変動予測、影響評価、適応策立案・実施の連携強化
- 気候変動影響評価及び適応に関する国際協力

気候変動影響評価及び適応策立案に関する分野横断的な取組

気候変動影響の観測・監視の推進

- 環境省と国立環境研究所が連携して、平成29年より「気候変動の影響観測・監視の推進に向けた検討チーム」を設置。
- 全分野共通の課題として、データの利用性の低さや、空間・時間解像度の低さ等を指摘。また、体系的な観測・監視が行われていない項目があることも指摘。
- 今後は、関係府省庁や関係研究機関の所管の枠を超えた連携・協力により、定期的に観測・監視の取り組み状況の把握と情報共有を実施。

気候変動影響及び適応に関する分野横断的な研究

- 前回の気候変動影響評価（平成27年）以降、政府により実施された主な分野横断的・総合的な研究は下表の通り。

| 研究プロジェクト名 | 実施主体 | 実施年度 |
|---|---------|-----------|
| SI-CAT気候変動適応技術社会実装プログラム | 文部科学省 | 2015-2019 |
| TOUGOU統合的気候モデル高度化研究プログラム | 文部科学省 | 2017-2021 |
| 地域適応コンソーシアム事業 | 環境省 | 2017-2019 |
| S-14気候変動の緩和策と適応策の統合的研究 | 環境省 | 2015-2019 |
| S-18気候変動影響予測・適応評価の総合的研究 | 環境省 | 2020-2024 |
| 2-1708適応策立案支援のための地域環境を考慮した多元的脆弱性評価手法の開発 | 環境省 | 2017-2019 |
| 2-1805気候変動影響・適応評価のための日本版社会経済シナリオの構築 | 環境省 | 2018-2020 |
| 2-1904気候変動影響評価のための日本域の異常天候ストーリーラインの構築 | 環境省 | 2019-2021 |
| 2-1907気候変動適応を推進するための情報デザインに関する研究 | 環境省 | 2019-2021 |
| 気候変動適応研究プログラム | 国立環境研究所 | 2019-2021 |

気候変動影響を踏まえた適応策の検討

- 現行の気候変動適応計画（平成30年11月閣議決定）は、7つの基本戦略の下、多様な関係者が連携して気候変動適応を推進するための施策の基本的方向や分野別施策、基盤的施策を規定。
- 報告書による気候変動影響の評価結果に基づき、令和3年度に気候変動適応計画を見直し。また、適応の効果や進捗を把握・評価するための手法の開発を推進。

気候変動影響評価及び適応策立案に関する分野別の取組1

農業・林業・水産業分野、及び、水環境・水資源分野の気候変動影響評価、影響把握、適応の計画策定、技術開発、実証実験等に関する政府の主な取り組みの概要は以下。

農業・林業・水産業分野

| | |
|-------|---|
| 農林水産省 | <ul style="list-style-type: none">気候変動の影響解析モデルを構築し、水稻、小麦、大豆、果樹、野菜、飼料作物等を対象に気候変動影響を評価（平成25年度～平成29年度）。その他、影響解析モデル予測を用いて、農業水資源、土地資源及び森林の脆弱性に係る気候変動の影響を評価、更に、気候変動に伴う野生鳥獣の生息域の拡大等による被害対策に資する調査、研究・技術開発を実施。平成27年8月、農林水産省気候変動適応計画を策定（平成30年11月に改定）。同計画では、当面10年間に必要な取り組みを分野・項目ごとに整理し、病虫害の発生状況、スギ人工林の成長量変化、主要魚種の産卵海域や漁場における海洋環境等の調査等の研究・技術開発を推進。更に、適応策の地域への展開を推進する取り組みを支援。 |
|-------|---|

水環境・水資源分野

| | |
|----------------|---|
| 環境省 (水環境) | <ul style="list-style-type: none">湖沼の水質や生態系への影響予測や必要な適応策に関する検討を実施（平成25年度～）。モデル湖沼での影響評価を踏まえ全国湖沼の気候変動影響評価を実施。さらに、全国湖沼を対象に適応策の抽出・検討を実施（平成27年度～令和元年度）。 |
| 厚生労働省 (水資源) | <ul style="list-style-type: none">水道事業者等に対し、事業者ごとに渇水対策マニュアルの作成を促し、渇水対策を推進。 |
| 国土交通省 (水資源) | <ul style="list-style-type: none">気候変動による将来の渇水規模・頻度を科学的に把握し、適応の方向性や危機的な渇水への対応策を検討するために「気候変動による水資源への影響検討会」（平成26年度名称変更）を設置（平成24年度～）。 |

気候変動影響評価及び適応策立案に関する分野別の取組2

自然生態系分野、自然災害・沿岸域分野の気候変動影響評価、影響把握、適応の計画策定、技術開発、実証実験等に関する政府の主な取り組みの概要は以下。

自然生態系分野

| | |
|-----|--|
| 環境省 | <ul style="list-style-type: none">特に気候変動の影響を受けやすい高山生態系、サンゴ等を含む沿岸生態系のモニタリングを継続的に実施。「生物多様性及び生態系サービスの総合評価」（平成27年度）において地球温暖化による生物多様性への影響を評価。「社会・生態システムの統合化による自然資本・生態系サービスの予測評価」（平成27年度～平成31年度）では、北日本に分布する主要なコンブについて、将来の分布の変化を予測。国立公園等の保護区の適応策立案支援のため、「国立公園等の保護区における気候変動への適応策検討の手引き」（平成30年度）を作成・公表。国立環境研究所の気候変動適応研究において自然生態系を主な対象とした研究を開始（平成31年度～）。 |
|-----|--|

自然災害・沿岸域分野

| | |
|-------------|--|
| 農林水産省、国土交通省 | <ul style="list-style-type: none">「気候変動を踏まえた海岸保全のあり方検討委員会」（令和元年～）を設置し、令和2年「気候変動を踏まえた海岸保全のあり方」提言をとりまとめ。 |
| 国土交通省 | <ul style="list-style-type: none">「気候変動を踏まえた治水計画に係る技術検討会」（平成30年～）を設置し、令和元年「気候変動を踏まえた治水計画のあり方」提言をとりまとめ。「気候変動を踏まえた都市浸水対策に関する検討会」（令和元年～）を設置し、令和2年「気候変動を踏まえた下水道による都市浸水対策の推進について」提言をとりまとめ。「気候変動を踏まえた水災害対策検討小委員会」（令和元年～）を開催し、「気候変動を踏まえた水災害対策のあり方～あらゆる関係者が流域全体で行う持続可能な「流域治水」への転換～」としてとりまとめ。「港湾等に来襲する想定を超えた高潮・高波・暴風対策検討委員会」（令和元年）を設置し、令和2年にとりまとめを公表。「今後の港湾におけるハード・ソフト一体となった総合的な防災・減災対策のあり方」（令和元年～）について議論。「気候変動を踏まえた砂防技術検討会」（令和2年～）を設け、土砂災害への適応策を検討。 |

気候変動影響評価及び適応策立案に関する分野別の取組3

健康分野、産業・経済活動分野の気候変動影響評価、影響把握、適応の計画策定、技術開発、実証実験等に関する政府の主な取り組みの概要は以下。

健康分野

| | |
|---------------------|--|
| 省庁連携 | <ul style="list-style-type: none">消防庁、文部科学省、厚生労働省、農林水産省、経済産業省、国土交通省、観光庁、気象庁、環境省（暑熱）：多くの省庁が熱中症対策に取り組んでおり、関係省庁の緊密な連携を図るため熱中症関係省庁連絡会議を平成19年より設置し、熱中症対策の検討を実施。 |
| 厚生労働省 （暑熱） | <ul style="list-style-type: none">ホームページ上に、人口動態統計に基づく熱中症による死亡者数を平成27年度から毎年公表。さらに、毎年、前年の職場の熱中症発生状況と併せ当年度の重点対策を民間団体宛てに通知。 |
| 環境省、 気象庁 （暑熱） | <ul style="list-style-type: none">令和3年度より、暑さへの「気づき」を呼びかけるための情報として「熱中症警戒アラート」を実施。 |
| 厚生労働省 （感染症） | <ul style="list-style-type: none">「蚊媒介感染症に関する特定感染症予防指針」に基づき、都道府県等において、感染症媒介蚊の発生地域における継続的な定点観測、幼虫の発生源の対策及び成虫の駆除・防蚊対策に関する注意喚起等の対策を実施するとともに、感染症の発生動向を把握。今後は、必要に応じて本指針を改正。 |

産業・経済活動分野

| | |
|-----|--|
| 環境省 | <ul style="list-style-type: none">「世界の気候変動影響が日本の社会・経済活動にもたらすリスクに関する研究」（平成30年度～）を実施し、国外の食料生産やサプライチェーン、安全保障等に対する気候変動影響について調査研究を推進。 |
|-----|--|

気候変動影響評価及び適応策立案に関する分野別の取組4

国民生活・都市生活分野の気候変動影響評価、影響把握、適応の計画策定、技術開発、実証実験等に関する政府の主な取り組みの概要は以下。

国民生活・都市生活分野

| | |
|---------------------------------------|--|
| <p>厚生労働省 (都市インフラ、 ライフライン)</p> | <ul style="list-style-type: none">水道の強靱化に向けた施設整備の推進のため、水道事業者等に対し、耐震化対策等に要する経費の一部を交付する予算措置を行い、令和元年には水道施設の計画的な更新に関する水道事業者等の努力義務等を盛り込んだ改正水道法を施行。迅速で適切な応急措置及び復旧が行える体制の整備のための、「危機管理対策マニュアル策定指針」や「地震等緊急時対応の手引き」を提供、危機管理対策マニュアルの策定及び風水害時の応急給水及び応急復旧体制の整備を促し、事業者等の策定状況や体制の整備状況を確認し、未策定の事業者等に対しては指導・助言を実施。水質管理の徹底に当たっては、平成20年度から「水安全計画策定ガイドライン」や「水安全計画作成支援ツール簡易版」の情報提供を行うことにより、その策定を促し、立入検査の際には、策定状況を確認し、未策定の事業者に対して指導・助言を実施。 |
| <p>気象庁 (文化・歴史な どを感じる暮らし)</p> | <ul style="list-style-type: none">「気候変動監視レポート」では、生物季節観測に基づく、さくらの開花・かえでの紅(黄)葉日の変動の状況を毎年公表。 |
| <p>気象庁 (暑熱による生 活への影響等)</p> | <ul style="list-style-type: none">ヒートアイランド現象の観測・監視及び要因分析の結果をまとめ、ホームページから公表。 |
| <p>環境省 (暑熱による生 活への影響等)</p> | <ul style="list-style-type: none">ヒートアイランド現象も含めた気温上昇が与える影響について、平成20年度から実施した都市部を中心とした快適性に与える影響調査に基づき、「まちなかの暑さ対策ガイドライン」(平成28年)を作成・公表。 |

気候変動予測、影響評価、適応策立案・実施の連携強化

現状の課題と将来像

- あらゆる主体による気候変動への適応を推進するためには、気候変動予測研究及び影響評価研究の連携を強化し、両研究の成果を国民に対して分かり易く情報提供する必要がある（平成29年3月中央環境審議会中間とりまとめ）。
- 中央環境審議会の中間とりまとめに対応する形で各省庁及び関係機関において下記取り組みを進めている。
- 文部科学省及び気象庁：
 - 「気候変動に関する懇談会」（平成30年度～）を開催し、気候変動の実態と見通しに関する検討を実施。
 - 気候変動影響評価に必要となる「日本の気候変動2020」や「気候予測データセット2022」をとりまとめ。
 - 今後も概ね5年ごとのとりまとめが計画されており、影響評価の関連研究等に活用される見込み。
- 環境省及び国立環境研究所：
 - 「気候変動予測及び影響評価の連携推進に向けた検討チーム」（平成29年度～）では、連携に必要な5項目として、「気候シナリオの統合化」、「気候モデルの選択に係るガイドラインの整備」、「気候モデル共有インフラの必要性」、「予測計算及び影響評価のアウトプットの待機時間の長さ」、「シナリオ整備へのユーザーニーズへの反映」を設定、課題及びアプローチ案について整理。
 - また、現状の課題及び気候予測・影響評価・情報の利用のあるべき姿を整理（次ページ参照）。
- 今後は下記①～③に示す状況を踏まえ、気候変動予測研究及び影響評価研究、適応策の立案・実施者間の認識・理解・需要のギャップを埋めるとともに、共創を推進していくことが重要。
 - ① モデルを用いた将来気候の予測結果には必ず不確実性があり、影響評価にも不確実性があること
 - ② 不確実性を網羅する気候シナリオ・影響評価の手法開発・データ整備が必要であること
 - ③ ②が挙げられる一方で、適応策の立案・実施者からは、最も確実性の高い予測と最悪ケースの影響評価に絞るべきとの要望も強いこと

情報基盤の整備

- 平成28年8月に「気候変動適応情報プラットフォーム（A-PLAT）」を設立。
- 気候変動適応法において、国立環境研究所気候変動適応センターの役割として、気候変動影響及び気候変動適応に関する情報提供や地方公共団体・地域気候変動適応センターに対して、適応策に関する技術的助言等を行うことを規定。
- 文部科学省では気候変動等の地球規模課題の解決に資する情報システムとして、地球環境ビッグデータを蓄積・統合解析する「データ統合・解析システム（DIAS）」を開発・運用。DIASはA-PLATとも連携しており、政府、地方公共団体による気候変動影響評価や適応策の策定に貢献。

気候変動予測、影響評価、適応策立案・実施の連携強化

現状の課題及び気候予測・影響評価・情報の利用について、将来のあるべき姿として整理された結果は下図の通り。

| 将来のあるべき姿からのバックキャスト | | | | | |
|--|-----|---|--|---|---|
| 将来のあるべき姿からバックキャストして、気候予測・影響予測がいつまでに何に取り組むべきか、利用者（地方公共団体等）が何を望むのかを議論。 | | | | | |
| | | データセット2022 影響評価2025 | データセット2027 影響評価2030 | その先のあるべき姿 | ポイント |
| 気候予測 | 解像度 | ・2-1km（力学・統計） | ・1km（力学・統計） | ・1km以下（力学・統計） | <ul style="list-style-type: none"> 気候変動の高い過去再現性 解像度および精度向上とアンサンブル数増加の両立あるいは選択 不確実性を網羅する多数予測、蓋然性の高い少数予測、確率的情報を含む極端予測のバランス。少数予測で不確実性を網羅する方法 生態系など幅広い分野の予測に資する情報の充実 影響評価・ユーザの利便性を向上 |
| | 実験 | ・タイムスライス実験 ・多アンサンブル実験 ・CMIP5/6併用 | ・21世紀連続実験、CMIP6中心 ・不確実性を網羅する実験 ・大気・海洋・陸面の整合性向上 | ・季節予報・10年規模変動予測・長期予測の融合 ・極端現象の常時要因分析(EA) | |
| | 要素 | ・気温・降水中心 ・海洋データ提供開始 | ・気温・降水以外の要素の充実 ・海洋データ充実 | ・個人・企業の活動に係る要素の提供 | |
| | 提供 | ・解説書の提供 ・利用者支援の拡充 | ・データセンターの整備 ・クラウド化による研究効率向上 | ・気候予測、影響予測、利用間のタイムラグの縮小 | |
| 影響予測 | 予測 | ・適応策、社会変動を考慮した予測 ・マルチモデル・マルチシナリオ予測 | ・影響観測・監視情報の拡充 ・21世紀連続実験 ・施設・インフラ情報の整備 ・大気・海洋・陸面の整合性向上 | ・適応、複合災害、社会変動を含む予測 ・高い過去再現性の実現 | <ul style="list-style-type: none"> 適応策の選択肢や効果の情報の拡充 影響予測は気候予測とユーザをつなげる役割 気候予測、影響予測間のタイムラグ縮小へむけての工夫 社会経済シナリオの統一性 |
| | 要素 | ・主要リスク情報 ・限定的な経済換算 | ・リスク要素の拡充 ・クラウド化による研究効率向上 | ・リスクの網羅 ・幅広い経済換算 | |
| | 提供 | ・予測の根拠の提示 ・教育現場での活用 | ・信頼性レベルの提示 ・順応的な適応のための情報 | ・個人・企業・自治体の活動に係る情報の提供 | |
| 利用者 | ニーズ | <ul style="list-style-type: none"> ○行政のニーズ <ul style="list-style-type: none"> ・市町村の区別ができる高い解像度の予測 ・気温・降水以外の要素の予測 ・蓋然性の高い少数の予測 ・防災・インフラ計画用の最悪ケースの予測 ・特産品・景勝地への影響評価 ・予測情報を何にどう使えばいいのか、使ってはいけないのかのガイダンス ○行政のニーズ（続き） <ul style="list-style-type: none"> ・適応策のガイドライン ・適応策の効果の評価 ・政策の優先順位付けのための経済評価 ○現場のニーズ <ul style="list-style-type: none"> ・過去現象の要因分析・季節予報・10年予測 ・確率情報を含む極端現象予測 ・物理量でなく分かりやすい指標 | | | <ul style="list-style-type: none"> ・施策のタイムラインからくる限界（長期の要求が出にくい） ・次期（5年後等）の気候予測・影響評価の仕様が予告されないことからくる、利用者側の対応の限界（左欄に時系列がない一因） ・担当者が頻繁に交代することからくる限界 |

アクター間のギャップ

○情報ニーズのギャップ

- ・季節予報・10年予測（現場の要請）か長期予測（信号の頑健性）か
- ・空間解像度が精度か
- ・空間解像度がアンサンブル数か
- ・蓋然性の高さか不確実性の網羅（最悪想定）か。少数のストーリーラインによる不確実性の提示は？

○情報提供側の課題

- ・気候・影響・適応策の提供が別々
- ・気候予測・影響予測・情報利用のタイミングのずれ

○情報利用側の課題

- ・業界・部署による関心の違い
- ・要素間の緊急性の違い
- ・情報提供者と利用者の知識差

共創のための課題

○意識共有

- ・定期的・継続的なコミュニケーション
- ・気候予測・影響予測・現場の協働機会
- ・研究者の研究開発の意図を利用者に伝達
- ・利用者から研究者へ逆方向の情報の流れ

○情報共有

- ・予測情報公開・オープン化・クラウド化
- ・先進事例の共有

○情報の利活用の拡大

- ・省庁・部署間の連携強化
- ・民間、若手、NPO、NGO、産業界の取り込み
- ・気候予測の解説、地域の影響評価における環境コンサルやベンチャーの推進
- ・環境教育プログラムの拡充

気候変動影響評価及び適応に関する国際協力

- 世界各地の気候変動影響は、企業活動等を通じて日本社会にも直接的な影響を及ぼす可能性が示唆。
- アジア・太平洋諸国の開発途上国では適応への強い事業化ニーズが存在。一方で、行政資源や人材不足から全国全分野で影響評価を実施できる国は少数。
- 今後は、科学的知見に基づく政策意思決定と、現場知や生活知に基づく適応策の立案、その事業化のための資金調整を支援するため、日本国内で蓄積されてきた影響評価モデルや知見を整理し、国際協力現場で活用できるツールの開発の推進が必要。
- 各省庁のこれまでの主な取り組みは下記の通り。

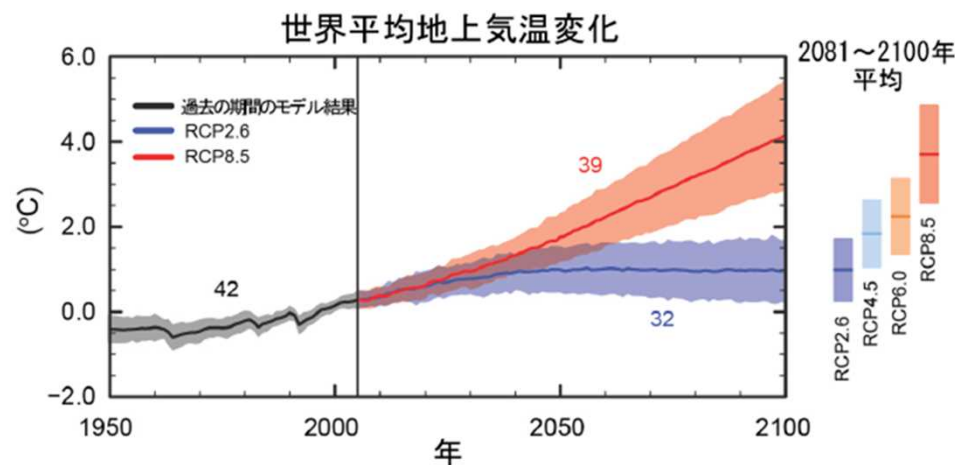
| | |
|-------|--|
| 環境省 | <ul style="list-style-type: none"> • 「アジア太平洋気候変動適応情報プラットフォーム（AP-PLAT）」を構築（令和元年）。 • アジア・太平洋地域において気候変動適応に係る二国間国際協力事業として適応計画策定のための技術協力を10ヵ国で展開（平成27年～）。さらに、現地人材の能力強化も含めた気候変動により脆弱な国への技術協力を推進（令和2年度～）。 |
| 文部科学省 | <ul style="list-style-type: none"> • 「地球観測に関する政府間会合（GEO）」を通じて、世界各国への地球観測衛星データの提供や同データを利用した影響評価（農作物の作況見通し等）に貢献。 • 地球環境情報プラットフォーム構築推進プログラムでは、スリランカ、ミャンマー等における観測データや水文モデル等をDIASにおいて効果的に融合し、洪水を予測するシステムを構築し、洪水リスク評価に貢献。 • 統合的気候モデル高度化研究プログラムにおいても、東南アジア諸国の詳細な予測データを活用し、タイ、ベトナム、インドネシア、フィリピン等の研究者との共同により、気候変動に伴うハザードの変化を評価し、科学的知見の充実を推進。 |
| 農林水産省 | <ul style="list-style-type: none"> • 適応策の海外展開の体制整備として、途上国の森林の防災・減災機能強化に我が国の治山技術を適用する手法の開発等を実施。また、国際共同研究及び科学的知見の提供等を通じた協力、国際機関への拠出を通じた国際協力、技術協力を実施。 |
| 外務省 | <ul style="list-style-type: none"> • 途上国において気候変動対策が適切に促進・主流化されることに貢献。 • アジア・大洋州の途上国においては、国内で培われた影響評価や適応策に関する知見を応用して、気候変動適応に係る支援を推進。インドネシア等にて気候変動計画策定、測定・報告・検証システム構築等を支援し、大洋州地域の気候変動に対する強靱性の向上に貢献。 • 気候変動と脆弱性に関する会議を開催（2017年～）。アジア・大洋州における気候変動と脆弱性に関する国際会議（2019年）では海洋をテーマに、最新の科学的知見や気候変動に係る取り組みを紹介。 |

気候予測に用いられている各シナリオの概要

SRESシナリオに基づく気候予測は第4次評価報告書での評価結果、RCPシナリオに基づく気候予測は第5次評価報告書での評価結果であり、排出シナリオだけでなく気候予測の手法についても違いがある。

RCPシナリオ

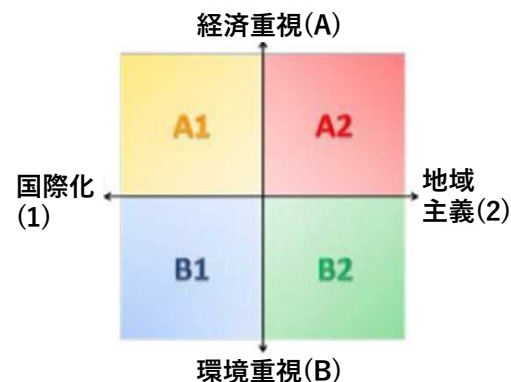
- RCPシナリオは大気中の温室効果ガスの濃度が放射強制力に与える影響の大きさを基に特徴づけられ、それぞれRCP8.5（高位参照シナリオ）、RCP6.0（高位安定化シナリオ）、RCP4.5（中位安定化シナリオ）、RCP2.6（低位安定化シナリオ）と呼ばれる。



CMIP5の複数のモデルによりシミュレーションされた時系列（1950～2100年）
（出典：IPCC第5次評価報告書、第1作業部会報告書、政策決定者向け要約図SPM.7(a)より作成）

SRESシナリオ

- IPCC第4次評価報告書において評価された気候予測実験で、共通想定として用いられた排出シナリオであり、A1シナリオ（高成長型社会シナリオ）、A2シナリオ（多元化社会シナリオ）、B1シナリオ（持続発展型社会シナリオ）、B2シナリオ（地域共存型社会シナリオ）に分類している（下図）。
- A1シナリオは、A1FI（化石エネルギー源を重視）、A1T（非化石エネルギー源を重視）、A1B（各エネルギー源のバランスを重視）に更に区分されている。



SRESシナリオにおける4つの世界像
（出典：国立環境研究所、2001より作成）

地球温暖化対策に資するアンサンブル気候予測データベース（d4PDF、d2PDF）

- 文科省・気候変動リスク情報創生プログラム及び気候変動適応技術社会実装プログラムにおいて「地球温暖化対策に資するアンサンブル気候予測データベース」が作成された。
- 確率的気候予測データであるd4PDF、d2PDFは多数の実験例を活用することで、台風や集中豪雨等の極端現象の将来変化を確率的に、かつ高精度に評価することができる。

気候変動分野における関連ウェブサイトの紹介



- 気候変動による悪影響をできるだけ抑制・回避し、また正の影響を活用した社会構築を目指す施策（気候変動適応策）を進めるために参考となる情報を、分かりやすく発信するための情報基盤。
- A-PLATに影響報告書の文献についての情報や関係省庁の適応に関する取り組みも整理して掲載。

関係省庁の適応に関する取組

地域において気候変動への適応を推進するには、地方公共団体や業界団体等との連携が必要不可欠です。また、地方公共団体においては、環境部局だけではなく、都市計画、防災、経済・産業、農林水産など、多様な分野の関係部局との連携が必要になります。本ページでは、地方公共団体の関係部局や業界団体等との連携、調整、問合せ対応等に際し、「関係部局・関連団体において、気候変動適応に向けてどのような取組が求められるか」を示す参考資料として、国の関係省庁の気候変動適応に関する情報をご紹介します。

適応に関する情報 国の主なプロジェクト

適応に関する情報

| | | | | |
|-------|-------|-------|-----|-----|
| 環境省 | 内閣府 | 総務省 | 消防庁 | 外務省 |
| 文部科学省 | 厚生労働省 | 農林水産省 | 林野庁 | 水産庁 |
| 経済産業省 | 国土交通省 | 気象庁 | | |

※対象分野について
日本において気候変動への適応を推進するため、2015年に策定された「気候変動の影響への適応計画」に明示されている、気候変動の影響が既に生じている、もしくは影響の生じるおそれのある主要な7つの分野です。

| | | | |
|-----------|---------|-----------|----------|
| 農業・林業・水産業 | 水環境・水資源 | 自然生態系 | 自然災害・沿岸域 |
| 健康 | 産業・経済活動 | 国民生活・都市生活 | 適応全般 |

出典：A-PLATウェブページ（国立環境研究所）
<https://adaptation-platform.nies.go.jp/>

日本の気候変動2020



- 日本の気候変動に関する自然科学的知見を概観した報告書。
- 文部科学省と気象庁が、2020年12月4日に「日本の気候変動2020—大気と陸・海洋に関する観測・予測評価報告書—」として公表。

出典：気象庁ウェブページ
<https://www.data.jma.go.jp/cpdinfo/ccj/>



- 文部科学省では気候変動等の地球規模課題の解決に資する情報システムとして、地球環境ビッグデータ（観測情報、気候変動予測情報等）を蓄積・統合解析する「データ統合・解析システム（DIAS）」を開発・運用。

出典：DIASウェブページ
<https://diasjp.net/dias-datasetlist/#08>



環境省

Ministry of the Environment