



中間研究成果報告  
2022年7月

# S-18-2

## 農林水産業分野を対象とした 気候変動影響予測と適応策の評価 (JPMEERF20S11820)

研究代表機関：農業・食品産業技術総合研究機構  
テーマリーダー 細野達夫



研究実施期間：R2～R6年度

研究分担機関：森林研究・整備機構、水産研究・教育機構、京都大学、  
岐阜県農業技術センター、鹿児島県農業開発総合センター、  
山梨県畜産酪農技術センター

# 1. はじめに（背景）

- 食料生産（農作物、畜産物、水産物等）への気候変動の影響評価、適応策の評価

食料の安定供給、地方の基幹産業の維持

- 林業生産への影響、適応策の評価

木材の供給に加え、災害防止、緩和策（CO<sub>2</sub>吸収）にも密接に関係

国土3700万ha ⊃ 森林2500万ha ⊃ 人工林1000万ha

研究蓄積が少ない品目等への展開および既存の影響予測モデルの高度化を図る

共通シナリオの下での影響評価（全国、地域）

社会経済シナリオ導入も一部検討

# 背景（農水省の政策との関係）



食料自給率の向上：R2年度37%→R12年度に45%

食料自給力の維持：（農業について）農地面積、労働力と生産性（収量）の維持・向上

気候変動や不安定な国際情勢のもと、食料の安定供給をはかる

テーマ2では、主に、生産性に及ぼす気候変動の影響および適応策の評価を行う（農産物および水産物）

ー水産業では、従事者の減少を考慮に入れた評価も試行

以下については、他テーマと連携または情報共有

農業生産（主に水稲）に必須な水資源の評価（テーマ3との連携）

種々の影響評価モデルの評価（テーマ1、5との連携）

地域の基幹産業としての持続性（テーマ4、5の知見を共有）

2050年までに、農林水産業のゼロエミッション化、有機農業面積100万haなど（みどりの食料システム戦略）

テーマ2では、CO<sub>2</sub>吸収量に影響する樹木成長への気候変動影響評価、ゼロエミッションとの両立（あるいはシナジー）に配慮した適応策評価（農・林・水産）

## 2. 研究開発目的

- 農作物、畜産、林業、水産業を対象に、各品目で将来影響を予測するためのデータを収集し、将来の影響を予測するためのモデルや手法を新規に開発、あるいは既存の手法やモデルを高度化する。そして、農研機構地域気候シナリオ（NARO2017）を中心に、社会経済シナリオを含む共通シナリオを用いた影響予測と適応策評価を行う。

### 3. 研究目標および研究計画

- ・農作物、畜産、林業、水産業において重要度の高い品目を対象に、気候変動の将来影響を予測するためのデータを収集して将来影響を予測する手法を開発・高度化し、プロジェクト共通シナリオのもとで可能な限り1kmメッシュ単位の高解像度の将来影響予測を行う。

- ・これにより、農林水産分野における気候変動影響の地域性を把握し、品目毎に脆弱な地域を抽出する。また、各品目の適応オプションの効果を定量化するとともに、可能な限り、被害額や適応策のコストなど経済評価を含める。

1年目	データ解析、モデル構築開始
2年目	既存のモデルがあるなど、可能な品目については共通シナリオを用いた将来予測の試行
3年目	データ解析、モデル構築継続
4年目	2年目に実施した将来予測の高度化 共通シナリオを用いた将来予測の対象の拡大
5年目	適応策の有効性、経済評価など結果の解釈を含め、情報の発信

## 4. 研究開発内容

- 農林水産業による食料や林産資源の生産能力（国内供給能力）、森林（人工林）による災害防止やCO<sub>2</sub>吸収能力の維持・向上を図る上で、懸念される気候変動の影響を正確に把握し、必要な適応策を講じることが重要である。テーマ2では、①農業（農作物生産）、②畜産、③林業（人工林、山地災害）、④水産業の各サブテーマにおいて、空間詳細化など既往研究の高度化、対象の拡大、影響・適応策評価モデルの新規開発や改良などを行って、農林水産業への気候変動影響と適応策による効果を予測・評価する。
- 農業生産についての異なる手法による影響評価結果との比較、水稻などの農業生産と相互に影響しあう水資源の将来予測とのデータ共有など、他のテーマとの連携も図る。

## 5. 結果及び考察（サブテーマ1：水稻、畑作物、野菜、果樹を対象とした気候変動影響予測と適応策の評価）

- 可能な限り多くの作目・品目を対象に、新規開発または高度化した影響予測モデルを用い、プロジェクト全体の共通気候シナリオのもとで、人口や土地利用などの社会経済シナリオは現状固定とした将来影響予測を行う。市町村レベルの政策に反映し得るよう2次メッシュよりも高い空間解像度で行う。
- 研究地域は、水稻（水稻害虫）、および果樹については全国を、大豆については九州、北陸および東北地域を、小麦および野菜では、現時点ではデータが入手できる試験地を、それぞれ対象とした。

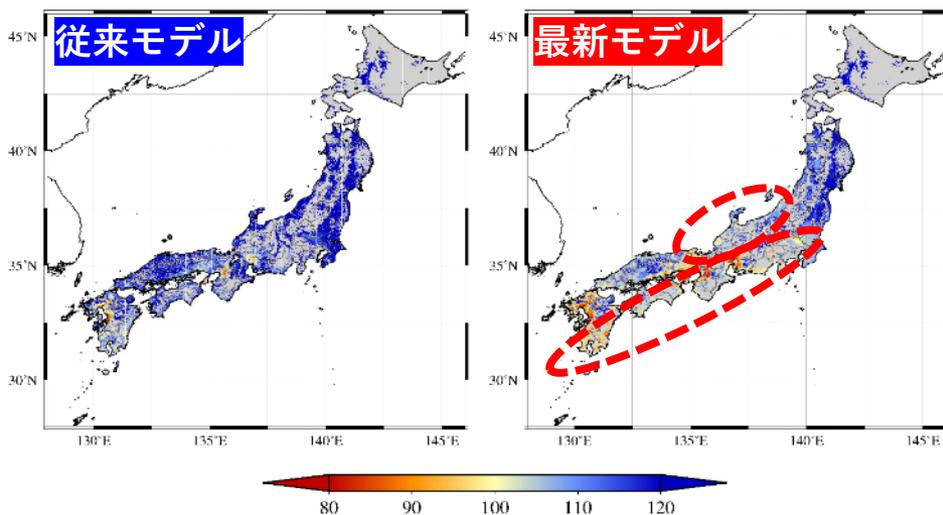
# 水稲 1kmメッシュ収量・品質予測(2050s)

\* 温暖化傾向中庸な気候予測モデル / RCP8.5: CO<sub>2</sub>排出大⇨昇温大

コメの収量は従来予測よりも多くの地域で低下する

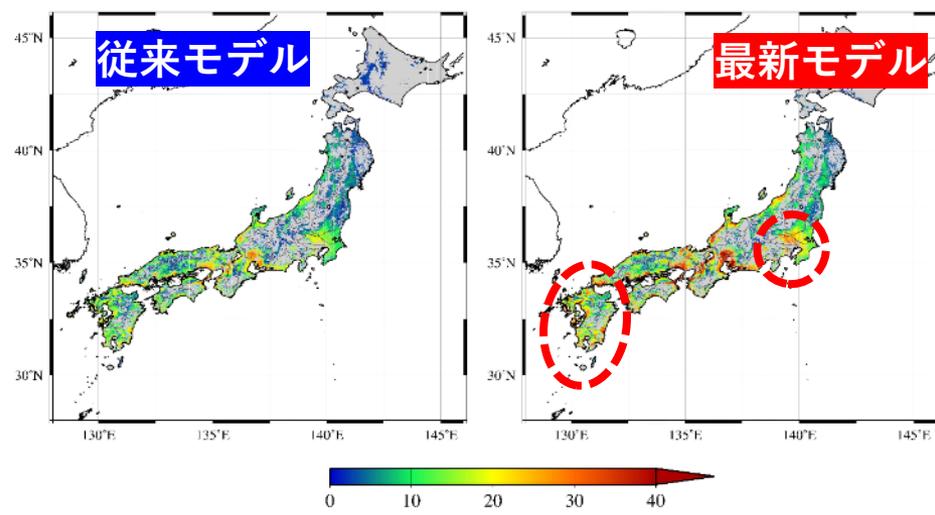
関東以西で白未熟粒率の増加がより顕著に

今世紀半ば(MIROC5: RCP8.5)



相対収量(1981-2000年平均を100として)

今世紀半ば(MIROC5: RCP8.5)



白未熟粒率(%)

\* 対象は2003年時点の普及品種で、適応策を取らない場合の予測

20210719農研機構プレスリリースより

早期の適応策導入の必要性を示唆。第2次影響評価 (R5年度) では、高温耐性品種導入の効果モデル化し、マップ化する予定

# 農業（サブテーマ1）まとめと今後の展開



## ・主穀作（水稲、小麦\*、大豆\*）

水稲：従来予測よりも早期に適応策が必要→高温耐性品種導入効果の全国評価。虫害影響も考慮。

小麦：温暖化による減収の可能性と適応策による収量維持の可能性（地点評価）→広域評価へ

大豆：高温による減収は限定的→水分影響のモデル化

## ・果樹（ブドウ、リンゴ、亜熱帯果樹\*）

ブドウ・リンゴ：適地の変化とリンゴ適応策の評価（全国マップ）→ブドウ適応策評価（全国マップ）

亜熱帯果樹：アボカド適地マップ→レイシ適地解明、アボカド・ミカン統合マップ

## ・野菜（施設トマト\*、ホウレンソウ\*）

施設トマト：温室内環境と収量、病害発生の予測（地点評価）→病害発生予測モデルの改良・検証

ホウレンソウ：出芽影響（地点評価）→適応策の策定

\*はこれまで気候変動影響についての研究蓄積の少なかった作目

- これまで気候変動の影響予測について十分な検討の行われていなかった家畜種である泌乳牛、採卵鶏および肥育後期豚を対象とした動物実験によるデータ収集（Ⅰ）、ならびに既存のデータと影響予測モデルのある育成牛、肉用鶏および肥育前期豚への温暖化影響評価の高度化（Ⅱ）を行なった。

- 新規対象家畜のデータ収集

泌乳牛の乳量減少、採卵鶏の日産卵量、肥育後期豚の体重増加の低下割合と温度との関係を明らかにし、定式化（モデル化）した。→より精度の高いモデルの構築、全国影響評価へ

- 既存モデルによる影響評価の高度化

暑熱影響が顕著な7～9月について育成牛、肉用鶏（ブロイラー）、肥育前期豚の空間解像度を高めた影響評価地図を作製（全国マップ）。気候予測による不確実性を評価。→より分かりやすく説得力の高い解析へと展開

- その他

畜舎暑熱緩和の適応策の評価を検討



## 5. 結果と考察

### サブテーマ3：林業を対象とした 気候変動影響予測と適応策の評価

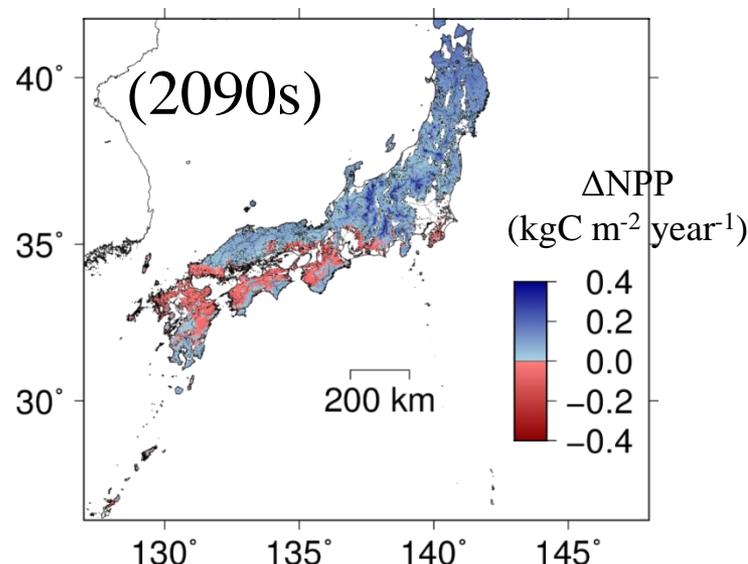
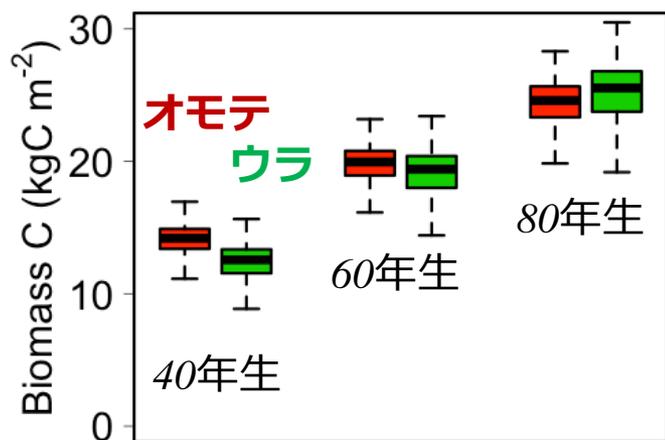
- ・気候変動下での成長量予測と山地災害リスク、経済性等を考慮に入れた適応策評価モデルを開発し、地域に応じた最適な地域系統選択指針を示すため、共通気候シナリオNARO2017のもと、気候変動による人工林の成長量への影響予測モデルと山地災害リスクの予測モデルの高度化を図り、人工林樹種の地域系統ごとの環境適応幅を評価した。

モデルの高度化

1. 高年齢級まで予測できるようにした
2. 地域系統の成長様式の違いを組み込んだ

影響予測

3. 共通シナリオ第1版を用いてスギ林の成長（純一次生産量）への影響予測を行った



バイオマス炭素の地域系統による違い

40年生ではオモテスギが高いが、  
林齢の増加に伴いウラスギが逆転する。

80年生林分の純一次生産量の変化の予測

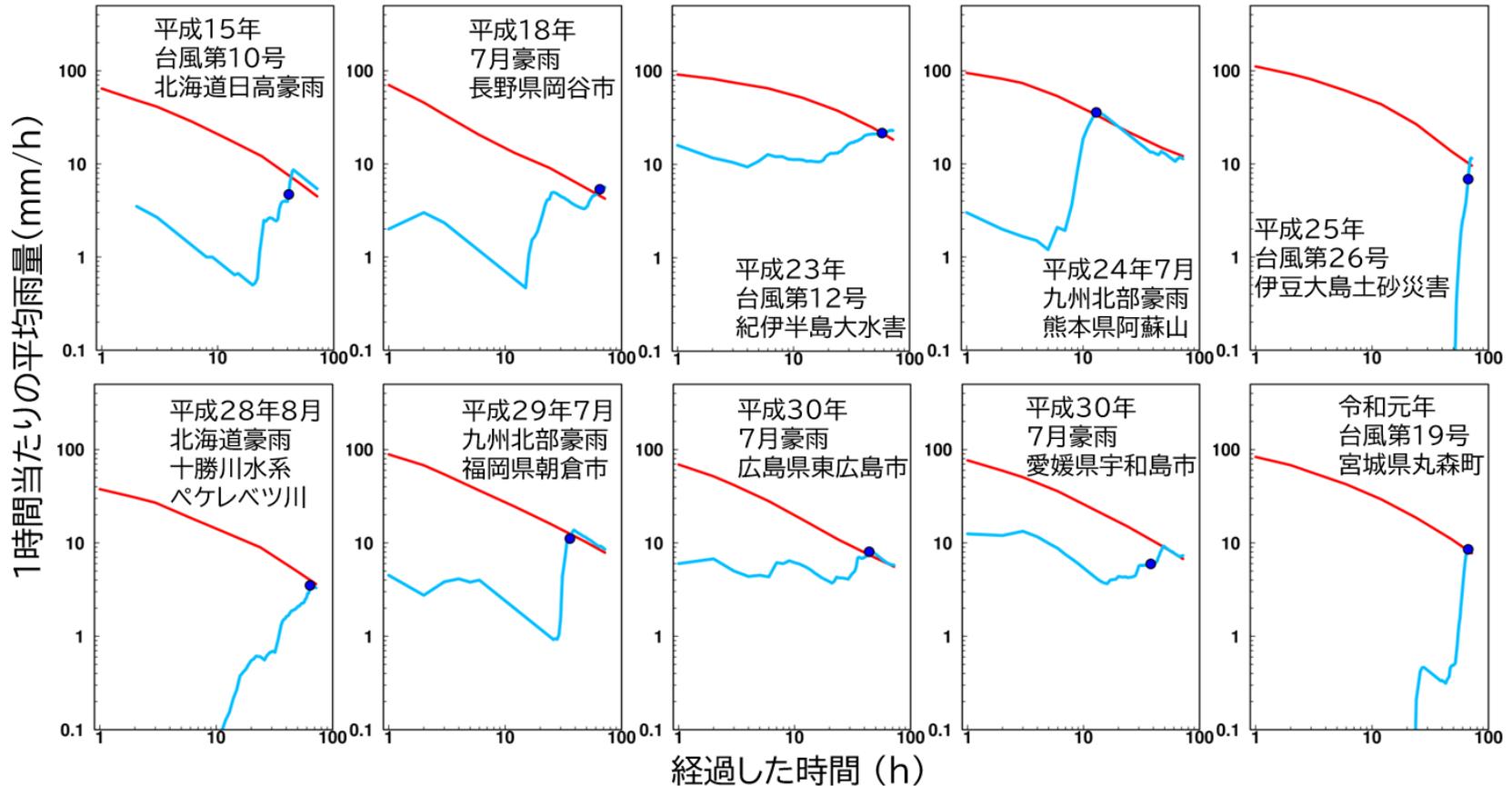
青が増加、赤が減少。

MIROC5、RCP2.6、2090年代の予測例

# 山地災害リスクの予測モデルの高度化

## 誘因となった降雨パターンが異なる10例の山地災害を解析 (Tsunetaka, 2021)

赤線:100年に一度の雨の強さ, 水色線:1時間当たりの平均雨量の変化, 青点:斜面災害の発生タイミング



・72時間(3日間)以内に, 1時間当たりの平均雨量が100年に一度の強さに達した場合に 災害が発生する危険性が高いことを明らかにした

→ 3日間雨量が100年に一度の強さに達する場合は, 災害発生リスクが高い



# 林業（サブテーマ3）

## まとめと今後の展開

- スギ人工林の成長量への影響評価  
スギ林の純一次生産量の全国マップ作成。スギ樹冠高成長の詳細モデル作成（地域レベル）。
- 山地災害リスクの影響予測モデルの高度化  
72時間以内の雨量が100年に一度の確率の降雨強度に達する際に災害発生リスクが高いことを明らかにした。  
→成長量予測と山地災害リスクを考慮した適応策評価モデルの開発
- 地域系統ごとの環境適応幅の評価  
スギの環境適応に関わる可能性のある約300遺伝子、成長量に関わる可能性のある約30遺伝子を検出→地域に応じた最適な地域系統選択指針の提示

## 5. 結果と考察

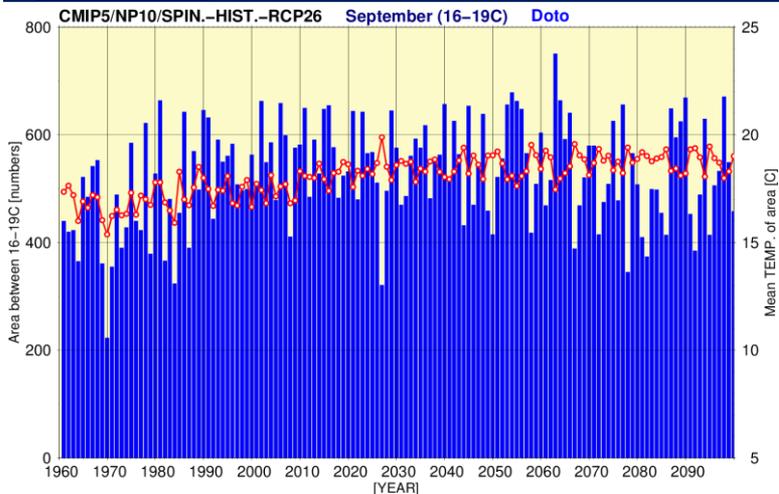
### サブテーマ4：水産業を対象とした気候変動影響予測と適応策の評価)

- ・ 主要な漁業と養殖業を対象として影響評価と適応策の検討を実施。
- ・ 本プロジェクトの気候シナリオWGおよび社会経済シナリオWGにおける検討を基に、用いる共通シナリオのデータセットの確定を行った。さらに、水温のバイアス補正を行うとともに、水産分野における社会経済シナリオの導入に関する検討も進めた。
- ・ 確定した気候・海洋データセットに既存の水産資源の影響評価方法をあてはめ、影響評価を試行した。

# 気候シナリオによる予測（サンマ漁場面積の変化）

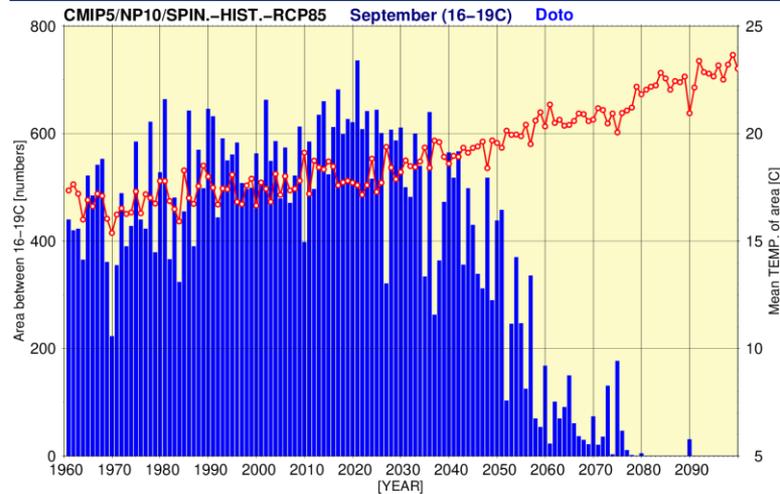
## RCP2.6

### 道東海域漁場面積・漁場水温変化@4GCM平均

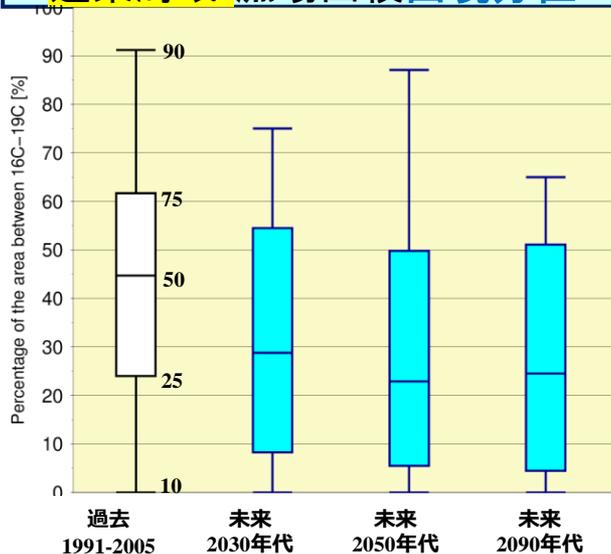


## RCP8.5

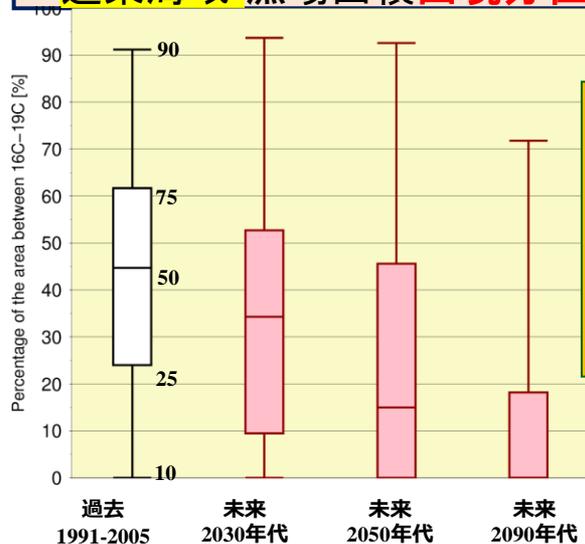
### 道東海域漁場面積・漁場水温変化@4GCM平均



### 道東海域 漁場面積出現分位@4GCM



### 道東海域 漁場面積出現分位@4GCM



最新海洋予測シナリオ(RCP8.5)では、今世紀末にサンマ漁場消失の可能性  
\* 海洋予測データの信頼度と不確実性の幅に留意

# 水産業（サブテーマ4）

## まとめと今後の展開

- 漁業

サンマ：漁場面積変化予測。社会経済シナリオ（SSP）を加えた評価を試行。

→さらに、スルメイカや暖水性種、底びき網漁業への影響評価。SSPを加えた影響評価手法の確定、適応策の検討。

- 養殖

ノリ養殖開始時期の予測、適応策の効果シミュレーション。

→さらに、ワカメの成長モデルの開発、適応策の検討

→各漁業・養殖業への影響を統合して評価

## 6. 研究の進捗状況と環境政策等への貢献



サブ テーマ	進捗状況	貢献
農業	<p>計画以上の進展がある                      (理由) <u>すべての作目において1kmもしくは10kmメッシュ</u>または代表地点において、今世紀半ばおよび今世紀末についての影響予測を、共通シナリオを用いて行った。</p>	<p>「気候変動適応計画」の改訂を受け策定された、「農林水産省気候変動適応計画」での活用や、さらなる計画改訂のための科学的知見としての活用が見込まれる成果を創出。</p>
畜産	<p>計画通り進展している                      (理由) 新規家畜種の生産性に及ぼす温度影響の実験を計画通りに遂行しモデルを作成。モデル既存の家畜種について全国の影響予測マップを10kmメッシュから1kmメッシュに精細化。</p>	
林業	<p>計画通り進展している                      (理由) スギ林純一次生産量について、予測可能期間の拡大、オモテスギとウラスギの区分した全国マップ作成。スギ樹高成長の高解像度予測モデルの開発。山地災害リスク評価手法の開発。人工林樹種の成長量を左右する可能性のある約30座の遺伝子検出。</p>	
水産	<p>計画通り進展している                      (理由) 底魚類に対する水温変動への応答解明。ワカメの現行品種および高温耐性品種別の成長モデルの開発、適応策の検討。社会経済シナリオの導入試行。</p>	

## 7. 研究成果の発表状況

### (1) 誌上発表

論文（査読あり）：10報

その他誌上発表（査読なし）：10報

(2) 口頭発表（学会等）：38件

(3) 知的財産権：なし

(4) 「国民との科学・技術対話」：28件

(5) マスコミ等への公表・報道等：21件