

環境研究総合推進費 (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 長谷川利拡



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、認定NPO
無施肥無農薬栽培調査研究会、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

全体目標 我が国の気候変動適応を支援する影響予測・適応評価に関する最新の科学的情報の創出

S-18 研究構成：5 テーマの連携で気候変動への適応に貢献する

共通シナリオの提供
(気候、社会経済・適応シナリオ)

テーマ

総合的な気候変動影響予測・適応評価フレームワークの開発

我が国に対する気候変動の影響リスクを体系的に予測し、リスクの抑制・最小化を目指した適応策の効果に関する研究を推進します。

研究対象

- 全体総括 共通シナリオ(気候シナリオ、社会経済・適応シナリオ)の整備
- 各テーマが構築する科学的知見の整理・データベース化と発信
- 統計的手法による各分野への影響の関係を明確化(感染症流行リスクなども含む)
- 適応策のシナジー・トレードオフを考慮した適応計画の評価

影響予測結果・適応策の効果
統合データベース作成

テーマ

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

農林水産業を対象に、気候変動の将来影響を予測するためのデータを収集し、影響予測手法の開発・高度化によって、高解像度の将来影響予測と適応オプションの定量化を行います。



研究対象

- 農作物(水稲・小麦・大豆・野菜・果樹)及び害虫の発生
- 畜産(泌乳牛・育成牛・肥育前期豚・肥育後期豚・ブロイラー・採卵鶏)
- 林業(人工林・山地災害)
- 水産業(沖合定引き網漁業・主要魚種・ワカメ養殖・藻場・増養殖)



テーマ

自然災害・水資源分野を対象とした気候変動影響予測と適応策の評価

自然災害、水資源分野を対象に気候変動による影響予測手法の開発、高度化と将来の社会動態の変化を含めた物理的影響及び直接被害の予測(ハード・ソフトを含めた適応策等の評価を行います)。



研究対象

- 全国の流域・沿岸域における浸水
- 高潮・高波による人工及び自然海岸への影響
- 河川洪水・内水氾濫
- 流域における水資源と水利用(都市・農業・工業用水)

テーマ

国民の生活の質(QoL)とその基盤となるインフラ・地域産業への気候変動影響予測と適応策の検討と評価

日本における基盤インフラ(上下水道)・建築物・土地利用・交通・輸送システム・健康・地域産業を対象とした気候変動による将来影響予測手法を開発するとともに、実現性の高い適応策シナリオを構築します。



研究対象

- 国民の生活の質とインフラ・地域産業への影響
- 建築物・社会施設施設の物質ストック・フロー
- 土地利用・市街地環境への影響と都市計画の適応シナリオ
- 交通・輸送システム



テーマ

5

気候変動影響及び適応策に関する経済評価手法の開発

気候変動やそれに起因する自然災害による農業・製造業における被害・健康被害及びマクロ経済への影響と適応策に関する経済評価手法を開発します。

研究対象

- 計量経済学的手法による農業影響の予測
- 市町村別の熱中症等による健康被害
- 災害時の農家所得・製造業への影響



*テーマ1(画像)・テーマ5(データ)は国立環境研究所(CCCA)より提供

期待される
成果

次世代影響予測モデルの開発
包括的影響・適応策評価レポート
2025年影響評価への貢献
自治体・企業等の適応策への貢献

気候変動適応法の実施

国立環境研究所
CCCA
気候変動
適応センター

A-PLAT
気候変動適応情報プラットフォーム

- 地方公共団体
- 事業者
- 国民

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。
- 地域気候シナリオを中心に、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。

サブテーマ 1	農業	農研機構	長谷川利拡・西森基貴
サブテーマ 2	畜産	農研機構	樋口浩二
サブテーマ 3	林業	森林研究・整備機構	平田泰雅
サブテーマ 4	水産業	水産研究・教育機構	木所英昭

S-18 研究フレームワークと影響予測・適応評価に用いる条件

S-18研究フレームワーク

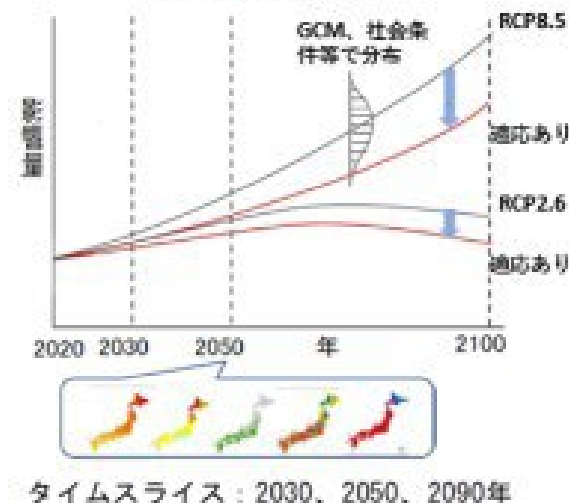
影響予測・評価に用いる条件

- ① 温暖化レベル
高中低の3段階
RCP 8.5, 4.5, 2.6
- ② 気候シナリオ
GCM 1~5種類
- ③ 社会経済シナリオ
現状固定
日本版SSP1, 5
- ④ 適応条件
適応なし/あり

影響予測・適応評価の出力

- ① 影響の統一的全国評価
 - ・空間: 3次メッシュ(1km × 1km)
または 市町村/都道府県
 - ・期間: 2020~2100年の年変化
- ② 影響の地域特性/特に脆弱な地域
- ③ 適応策の効果の評価
- ④ 影響及び適応策の経済評価
- ⑤ 気候変動対応策に関する提言

成果のイメージ



「非常に高い排出シナリオ」グループ

SSP5-8.5、RCP8.5

「中間的な排出シナリオ」グループ

SSP2-4.5、RCP4.5

「低い排出シナリオ」グループ

SSP1-2.6、RCP2.6

S18-2研究目標および研究計画



- 重要度の高い品目を対象に、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。
- 影響の地域性を把握し、品目毎に脆弱な地域を抽出する。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。

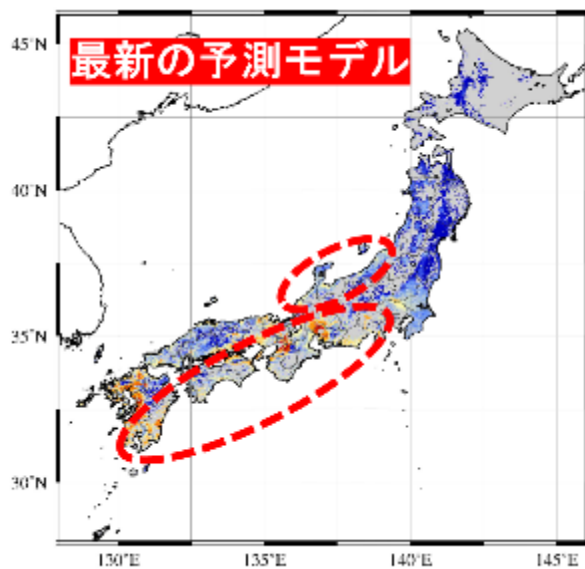
1年目	データ解析、モデル構築開始
2年目	既存のモデルがあるなど、可能な品目については共通シナリオを用いた将来予測の試行
3年目	データ解析、モデル構築継続
4年目	2年目に実施した将来予測の高度化 共通シナリオを用いた将来予測の対象の拡大
5年目	適応策の有効性、経済評価など結果の解釈を含め、情報の発信

テーマ1: 農作物への気候変動影響と適応策の評価

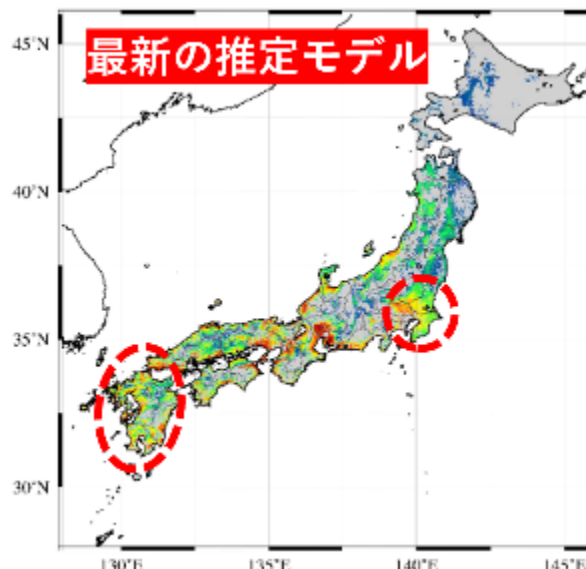
影響のマップ化: 将来のコメ生産はどうなる?

コメの収量は従来予測よりも多くの地域で低下する

今世紀半ば(MIROC5: RCP8.5) 化石燃料依存型の発展経路の下で気候政策を導入しない最大排出シナリオ



全国平均で
今世紀半ば、
およそ
±0%
←従来予測
を下方修正



全国平均
今世紀半ば
20%
今世紀末に
40%

相対収量
(1981-2000年平均を100)

白未熟粒率(%)

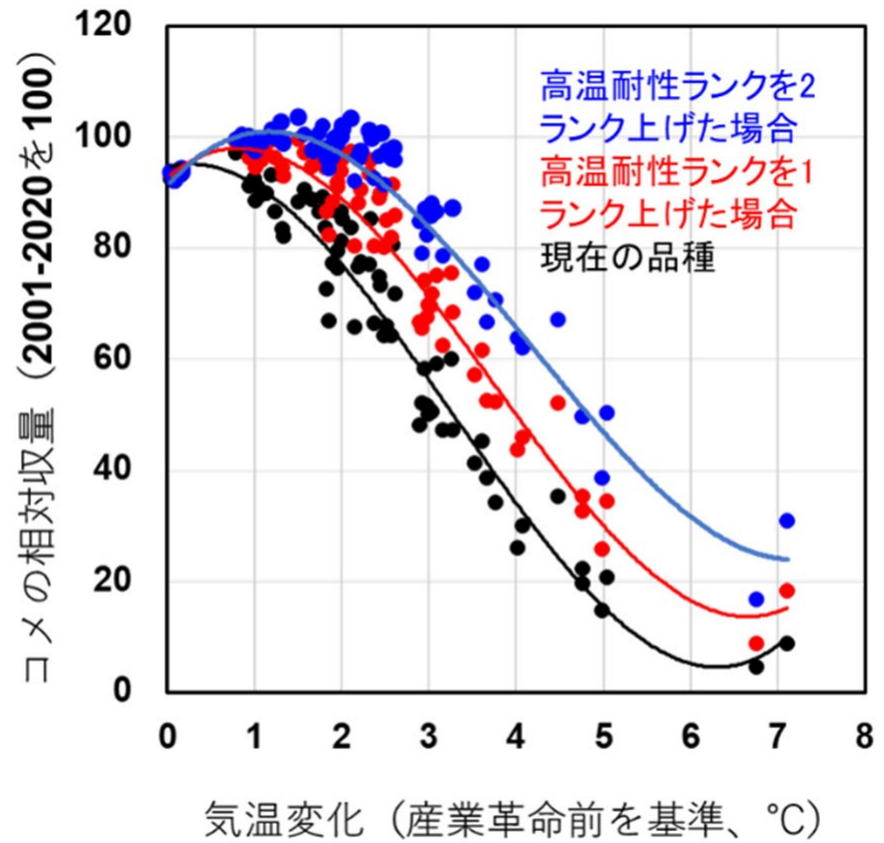
関東以西で白未熟粒率の増加がより顕著に

* 2003年時点の普及品種を対象に適応策を取らない場合

温暖化レベルからみた全国的な影響評価



産業革命からの温度上昇と水稻の相対収量推定値（白未熟率が30%以下の高品質米収量のみ）の関係（石郷岡ら、2025）。



*農作物では同じ温度帯でもCO₂濃度が異なれば生育への影響に相違

コシヒカリ等の現在品種では、産業革命前レベルの上昇が1°Cを超える（つまり現在）と、日本全体で白未熟率の低い高品質米の生産量が減。一方、品種の高温耐性2 ランク向上により、2°C上昇までは高品質米生産量を維持。*それ以上の温暖化では低下。

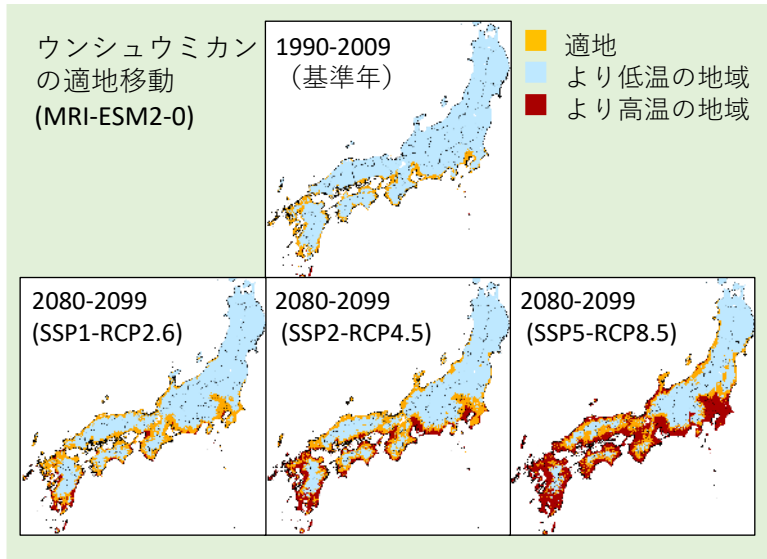
ミカンの適応・緩和効果の1kmメッシュ予測 (P1-4)

■ 転作による適応

ミカン(最も栽培面積が広い重要果樹)

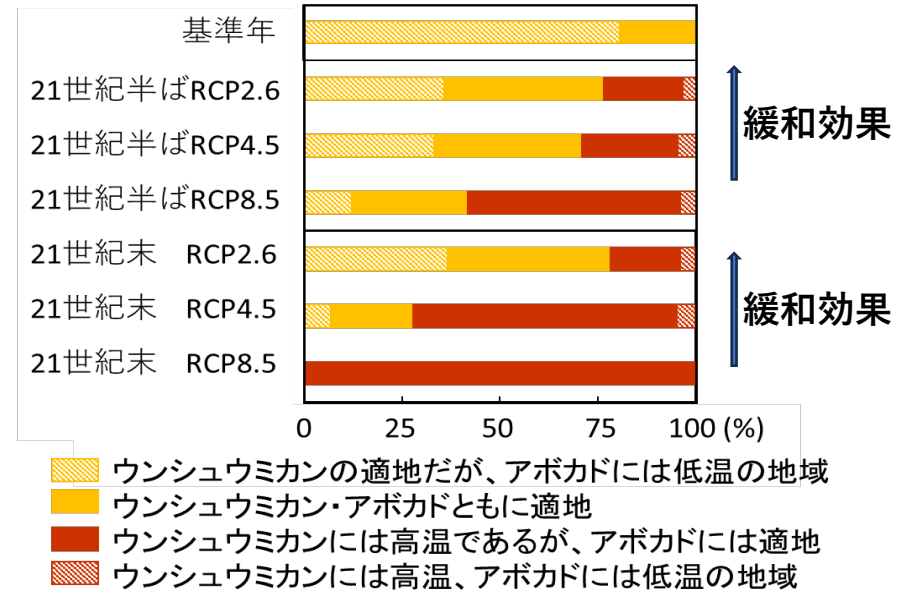


アボカド(99.9%輸入に頼る亜熱帯果樹)



化石燃料依存型の発展経路の下で気候政策を導入しない最大排出シナリオ

基準年(1990~2009年)におけるミカン適地の将来の変化



結果① 緩和効果は大きい

- 基準年におけるミカン適地のうち、21世紀末も適地にとどまる割合は、気候シナリオによる差が大きく、0%(RCP8.5)~80%(RCP2.6)

結果② アボカドへの転作は適応策になる

- 基準年におけるミカン適地のうち、21世紀半ば以降に、適地から外れる地域の80~100%が、気候シナリオによらずアボカド適地となる

環境調節室における動物実験



泌乳牛

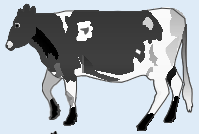


採卵鶏



肥育後期豚
(70~110kg)

既存データの高度化
(10kmメッシュ→1km)



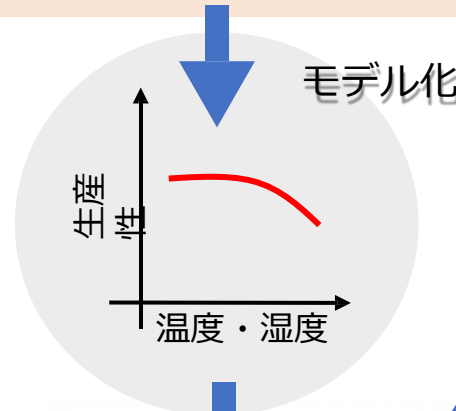
育成牛



肉用鶏

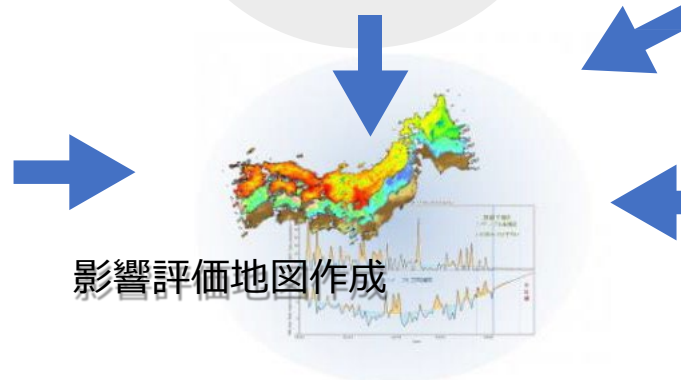


肥育前期豚



プロジェクト共通シナリオ

- ・気候シナリオ
- ・経済シナリオ



適応策オプション

泌乳牛 モデル、影響予測、不確実性評価

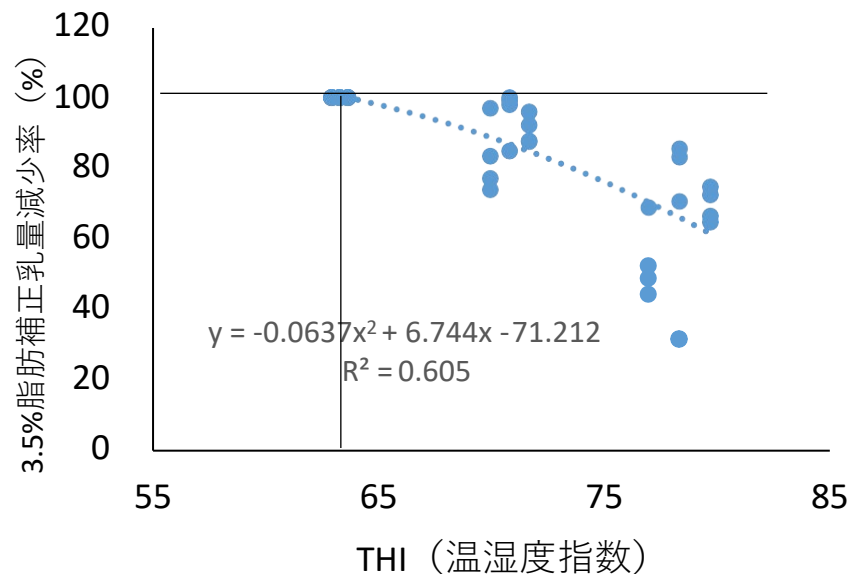
<研究方法>

供試牛：ホルスタイン種泌乳牛延べ36頭
 飼養環境：
 相対湿度・・・60, 70, 80 % (各湿度で3回実験)
 環境温度・・・18, 23, 28 °C (2週間ずつ順次暴露)



<モデル化>

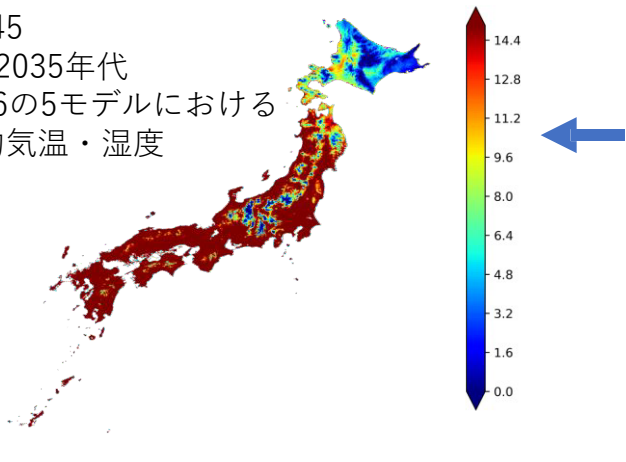
3.5%脂肪補正乳量減少率



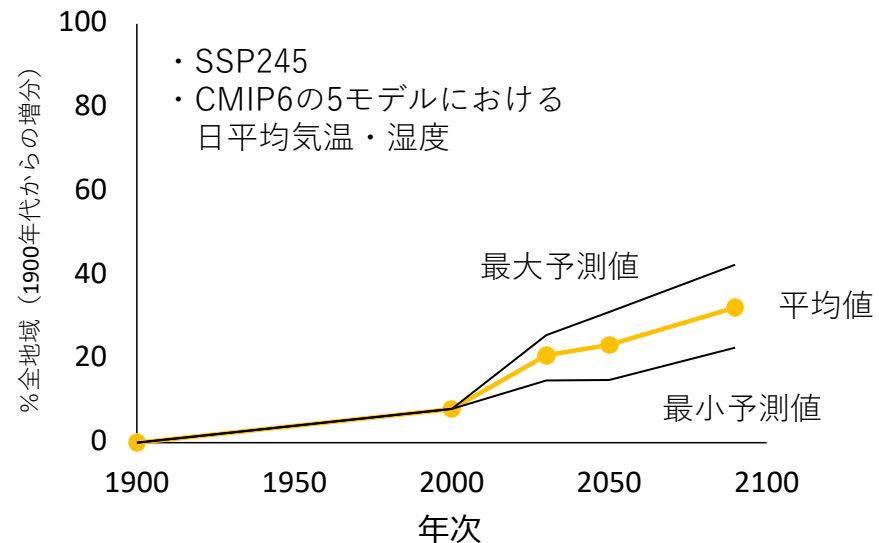
<結果>

好適条件 (THI≒63) に対する生産性減少率

- SSP245
- 2025-2035年代
- CMIP6の5モデルにおける日平均気温・湿度



10%以上の生産性低下が予測される地域割合と予測幅



サブテ- 3 : 林業への気候変動影響と適応策

研究の背景・目的

林業分野への気候変動の影響

- 気温上昇と降水パターンの変化によって乾燥化
→ 人工林の成長に影響を与えることが懸念
- 台風の巨大化や短時間強雨の頻度の増加
→ 森林が有する土砂災害防止や土壌保全等の機能に限界
→ 山地災害の増加に結びつく可能性



研究要素

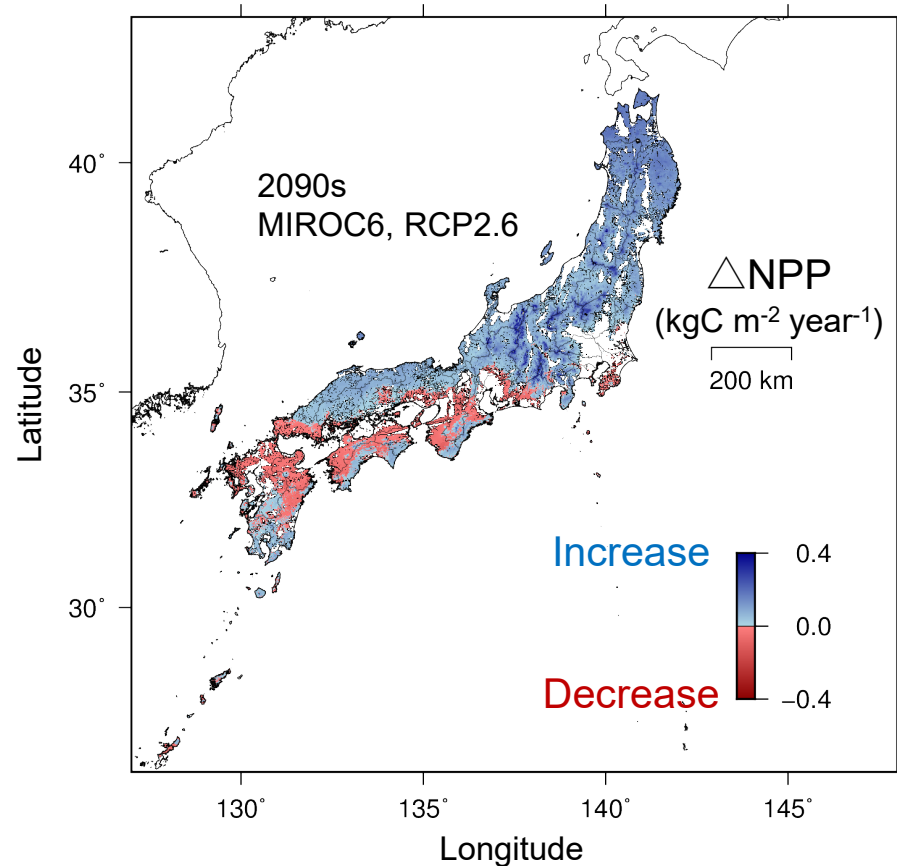
- 適応策オプションを組み込んだ人工林の成長量予測
- 今後の降雨パターンの変化と斜面崩壊との関係
- 人工林樹種の環境適応幅に対する遺伝的変異の効果

研究の目的

- 人工林の成長量予測と山地災害リスクを考慮した適応策評価
- 地域に応じた最適な地域系統の選択指針を提示
- 将来気候下における森林の最適配置・管理指針を提案

スギ人工林の純一次生産量（NPP）の将来変化予測

- 植物の光合成、呼吸、器官成長をシミュレートするプロセスベースモデル Biome-BGCに基づいて、スギの純一次生産量（NPP）を推定するモデルを開発
- 2000年代と2090年代（RCP2.6、MIROC5）の80年生スギ人工林のNPPの違いを予測
- RCP2.6シナリオでは、西日本の広い地域でNPPが減少する一方、東日本では概ねNPPが増加すると推定



シナリオ分析

- 炭素蓄積、土砂災害リスク、生物多様性に寄与する面積を評価基準
- 3つの要素間のシナジーやトレードオフを既往研究に基づいて設定
- 初期値を変えながら繰り返し計算

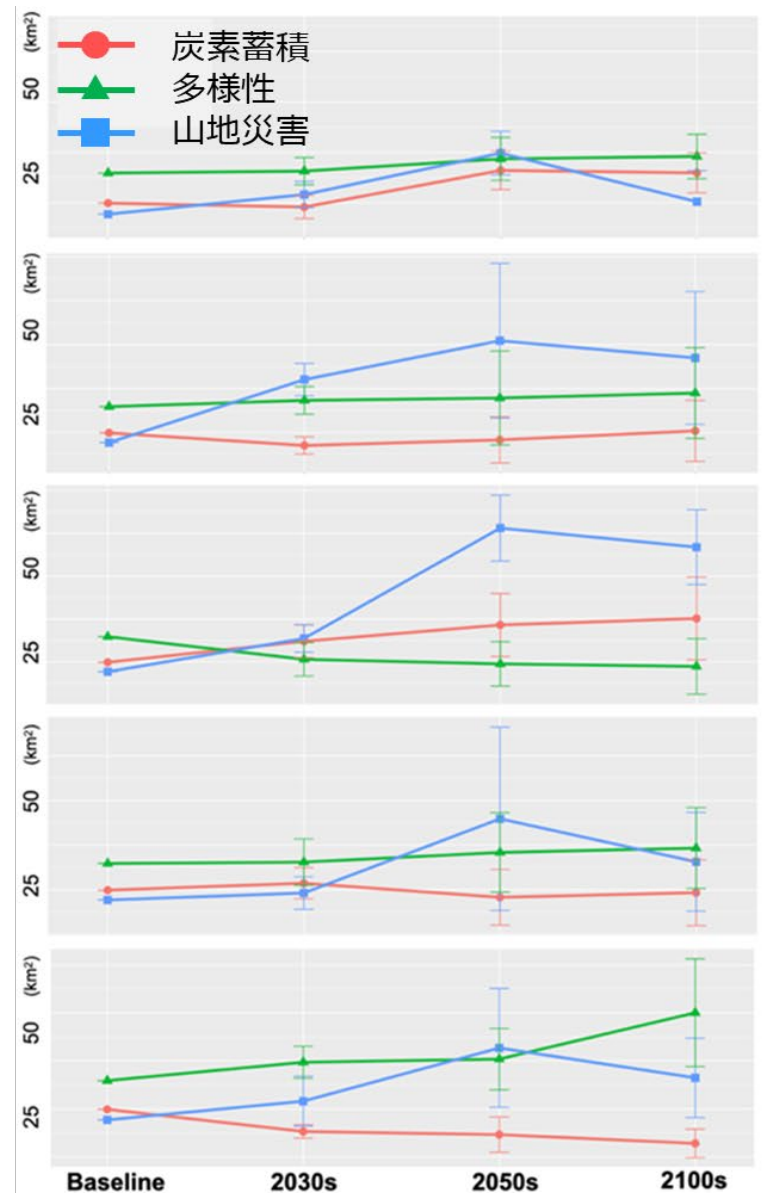
BAU
標準伐期（50年）

気候シナリオのみ
気候シナリオ
+ 標準伐期（50年）

炭素蓄積重視
気候シナリオ
+ 短伐期（30-40年）
+ 人工林の拡大

山地災害リスク重視
気候シナリオ
+ 長伐期
+ 高リスク域樹種転換

生物多様性重視
気候シナリオ
+ 標準伐期
+ 人工林→広葉樹



【サブテーマ2(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

共通の気候シナリオ・データセットもとに

- 1) サンマ漁場の将来予測
- 2) 底びき網対象種の分布予測
- 3) ワカメ養殖の将来予測と適応策の評価
- 4) 岩礁藻場とエゾアワビへの影響予測と適応策

温暖化レベルをもとにした全体取りまとめ

水産研究・教育機構

木所英昭・瀬藤聡・笥茂穂・高見秀輝・堀正和・八木佑太・
川内陽平・鈴木勇人・奥西武・井桁庸介（水産資源研究所）
鬼塚剛・島袋寛盛・須藤健二・吉田吾郎（水産技術研究所）
矢野寿和（水産大学校）

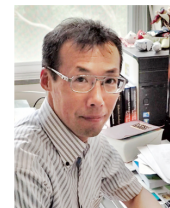
木所 英昭

Hideaki Kidokoro

サブテーマリーダー

水産研究・教育機構／水産資源研究所 水産資源研究センター

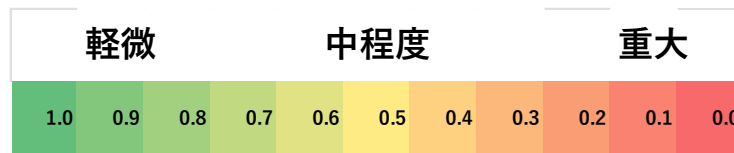
水産資源の変動メカニズムと海洋環境との関係を研究してきた。本プロジェクトではサブテーマ2(4)のサブテーマリーダーを務め、気候変動による水産資源や養殖業への影響評価、および水産業の社会経済シナリオを考慮した適応策を検討し、漁業・養殖業の現場や行政施策へ反映できる成果を目指す。専門は、水産資源学。



温暖化レベルによる全体取りまとめ

温暖化レベル (°C)

	ワカメ養殖 (三陸海域・瀬戸内海)				三陸の岩礁藻場		サンマ漁場	
4	1.0	0.6	0.7	0.9	0.1	0.5	0.0	1.0
	1.0	0.6	0.7	0.9	0.2	0.6	0.1	1.0
	1.0	0.7	0.8	0.9	0.2	0.6	0.2	1.0
3	1.0	0.8	0.8	1.0	0.3	0.7	0.3	1.0
	1.0	0.9	0.8	1.0	0.3	0.7	0.6	1.0
	1.0	1.0	0.9	1.0	0.4	0.8	0.8	1.0
2	1.0	1.0	1.0	1.0	0.4	0.8	0.9	1.0
	1.0	1.0	1.0	1.0	0.4	0.8	0.9	1.0
1	1.0	1.0	1.0	1.1	0.5	0.9	0.9	1.0
	1.0	1.0	1.0	1.1	0.6	1.0	1.0	1.0
	1.0	1.0	1.0	1.0	0.8	1.2	1.0	1.0
	三陸海域 全長	三陸海域 養殖期間	瀬戸内 現行品種	瀬戸内 高温品種	エゾアワビ 分布密度	稚貝放流 分布密度	9月 漁場面積	11月 漁場面積



- ・ 気候変動による影響は種（業種）によって異なる（頑健・脆弱）
- ・ 同じ種（業種）でも影響は海域・時期によって異なる
- ・ 影響や必要となる適応策は地域によって異なる

成果の学術的な意義

- 最新の気候シナリオを使用し、作物、畜産、林業、水産業への影響予測と適応策を定量的に評価。
- 複数の作物で高温障害発生モデルを開発し、適応策の効果を科学的に検証。
- 家畜生産における温度・湿度の影響を予測し、地域ごとの適応策設計に寄与するデータを提供。
- 林業における炭素吸収量や地域適応の最適化を評価し、持続可能な森林管理に貢献。
- 水産業において、地域別の適応策やワカメ養殖などの実効性を評価し、社会経済的影響も考慮した将来予測を提示。
- 進行しつつある温暖化の影響や適応技術の科学的根拠を提示
- 温暖化を機会ととらえる視点での適応技術を評価

成果の社会的意義

- **食料安全保障**: 気候変動により農作物の収量や品質が低下するリスクを予測するとともに、適応技術効果を定量的に示すことが、将来的な食料供給の安定性を高め、食料安全保障に貢献。
- **適応政策支援**: 気候変動の影響に関する定量的な評価とその経済的影響の分析結果により、効果的な環境・農業政策を策定するための情報を提供
- **地域の応じた適応策に関する知見の蓄積**: 地域ごとの気候変動影響の違いに対する理解を深め、地域特性に応じた適応策立案および実装のための科学的手法および根拠を提供。