

## S-24-2

# 気候変動に対する地域単位の 包括的な適応戦略の解析・創出

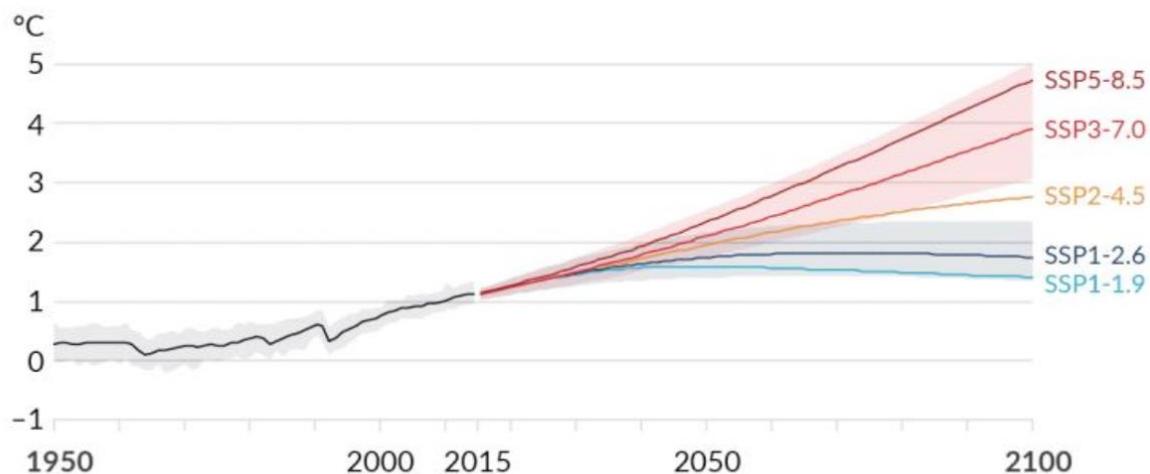
## －そのコンセプトと意義－

国立研究開発法人

農業・食品産業技術総合研究機構

研究代表者：櫻井 玄

(a) 1850～1900年を基準とした世界平均気温の変化



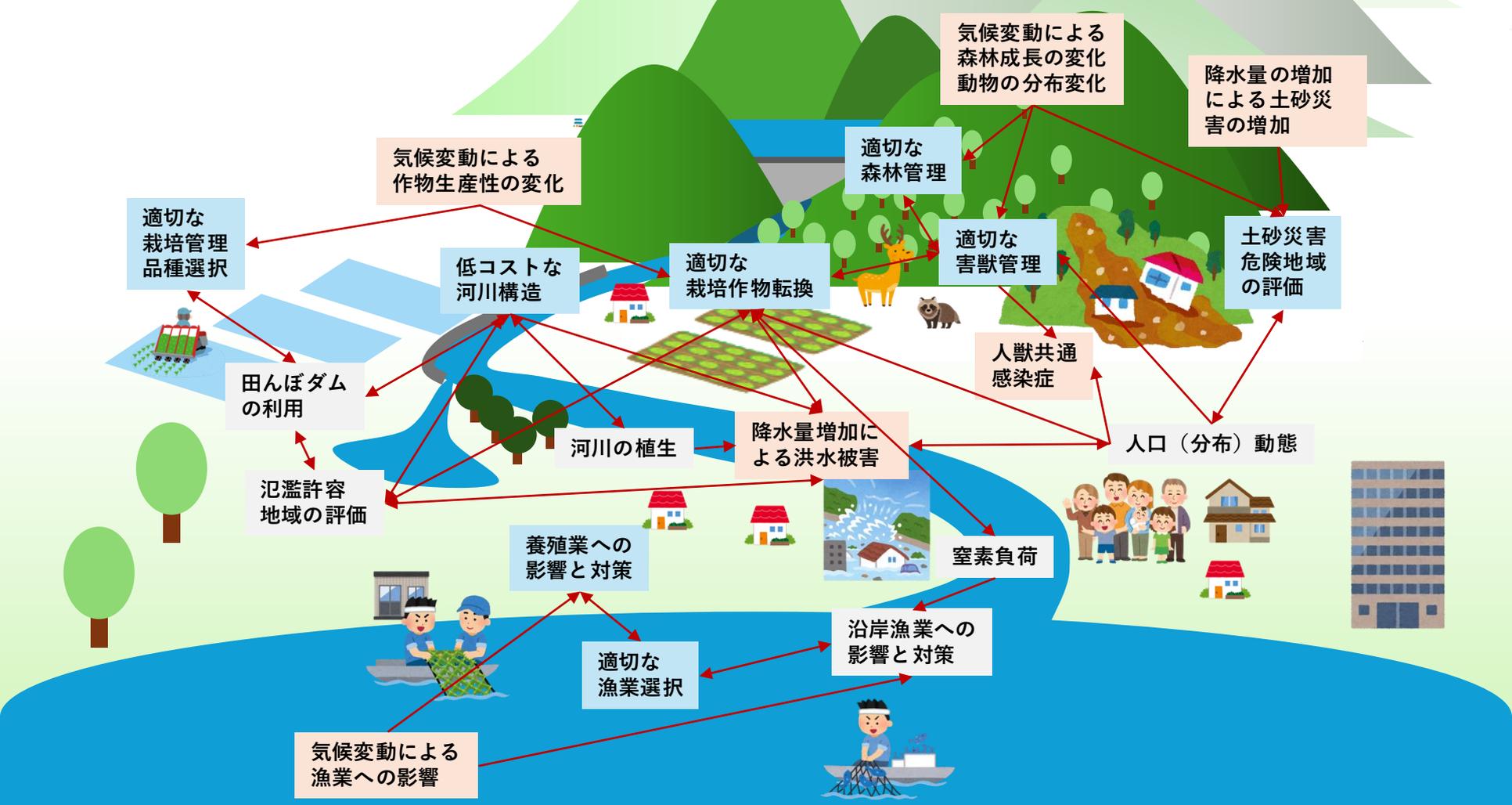
IPCC (2021)

気候変動が進行することによって、地域社会に何が起きるのか？地域社会はどのような適応策を講じるべきなのか？その研究と知見の集約は急務の課題となっている。

# 地域社会に起こり得る影響と適応策



# 地域社会に起こり得る影響と適応策 — その相互作用の複雑性 —



これまでの気候変動適応研究では、分野それぞれにおける気候変動影響と適応策が評価されてきたが、実際にはそれぞれの分野の適応策は他の分野の適応策に影響する。また、経済性の評価も十分ではない。

本テーマでは、それぞれの分野における適応策の経済性を詳細に評価するとともに、将来の地域の人口動態・居住地域の変化を考慮したうえで、分野間の交互作用を考慮した包括的な適応戦略を提示する必要がある。



## 農業



## S24テーマ2の5年間の目標

主に**地方の非都市部**を対象とした、農業、森林管理、土砂災害、感染症、害獣管理、河川洪水、流域治水、沿岸漁業と養殖等における気候変動への適応オプションを経済性も含めてそのコスト・ベネフィットを詳細に解析するとともに、**分野間の相互作用を考慮した地域として包括的な適応戦略を創出・評価**することを目指す。

## 河川



## 森林



## 水産





## サブテーマ1

# 農業



## 櫻井 玄（農研機構）

農業における適応策の広域的・包括的施策  
の評価と提案

広域評価グループ	久保寺秀夫	農研機構	果樹グループ	杉浦裕義	農研機構
広域評価グループ	谷口昇志	農研機構	果樹グループ	伊達智輝	農研機構
広域評価グループ	今村航平	農研機構	畜産グループ	樋口浩二	農研機構
経済評価グループ	永井孝志	農研機構	野菜グループ	廣田知良	九州大学
衛星リモセングループ	坂本利弘	農研機構	野菜グループ	安武大輔	九州大学
衛星リモセングループ	森下端貴	農研機構	北海道グループ	小杉重順	北農研
衛星リモセングループ	岩崎千沙	農研機構	北海道グループ	細淵幸雄	北農研
穀物グループ	長谷川利拡	農研機構	新潟グループ	栗林庄也	新潟農総研
穀物グループ	石郷岡康史	農研機構	新潟グループ	南雲芳文	新潟農総研
穀物グループ	熊谷悦史	農研機構	新潟グループ	牧夏帆	新潟農総研
穀物グループ	中園江	農研機構	鳥取グループ	岩崎亘典	鳥取大学



## サブテーマ1（農業）の研究コンセプト

気候変動影響・適応研究が、**地域の政策策定者にとってより有用な情報を生み出すために、気候変動影響・適応研究の焦点を個別の作物や家畜に絞るだけでなく、地域の農業全体、環境、社会を包括的に捉えたうえで、最適な適応策を提案する。**

▶ 農業に対する気候変動適応研究を、個別の農家の対策のための研究に収束させるのではなく、気候変動に適応するために地域の農業としてどのような形がより適しているのか、**俯瞰的な適応策を提示**することによって初めて、政策策定者は地域全体のための適応政策を検討できる。

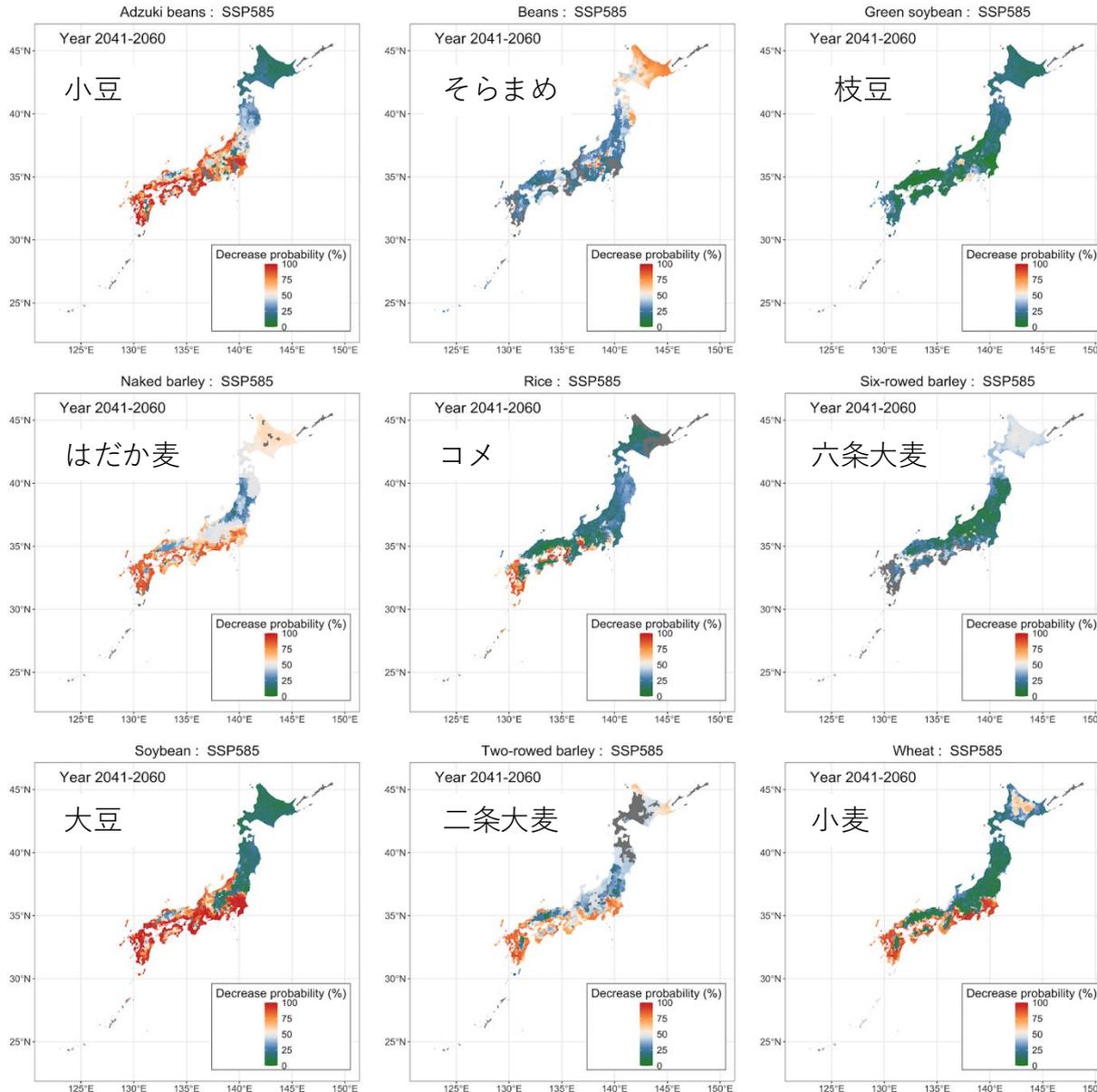
▶ そのためには、俯瞰的な研究だけではなく、**個別具体的な研究もさらに精緻化**させ、個別な作物に対する適応のポテンシャルと限界も明らかにしていかなければならない。

**俯瞰的な解析と個別具体的な研究の両輪での研究が重要**





# 多種類の作物についての潜在的生産性の変化予測



データドリブンな手法で、日本の67作物について、将来の気候変動下において作物の潜在的な収量がどうなるのか大域的な予測を行っている。

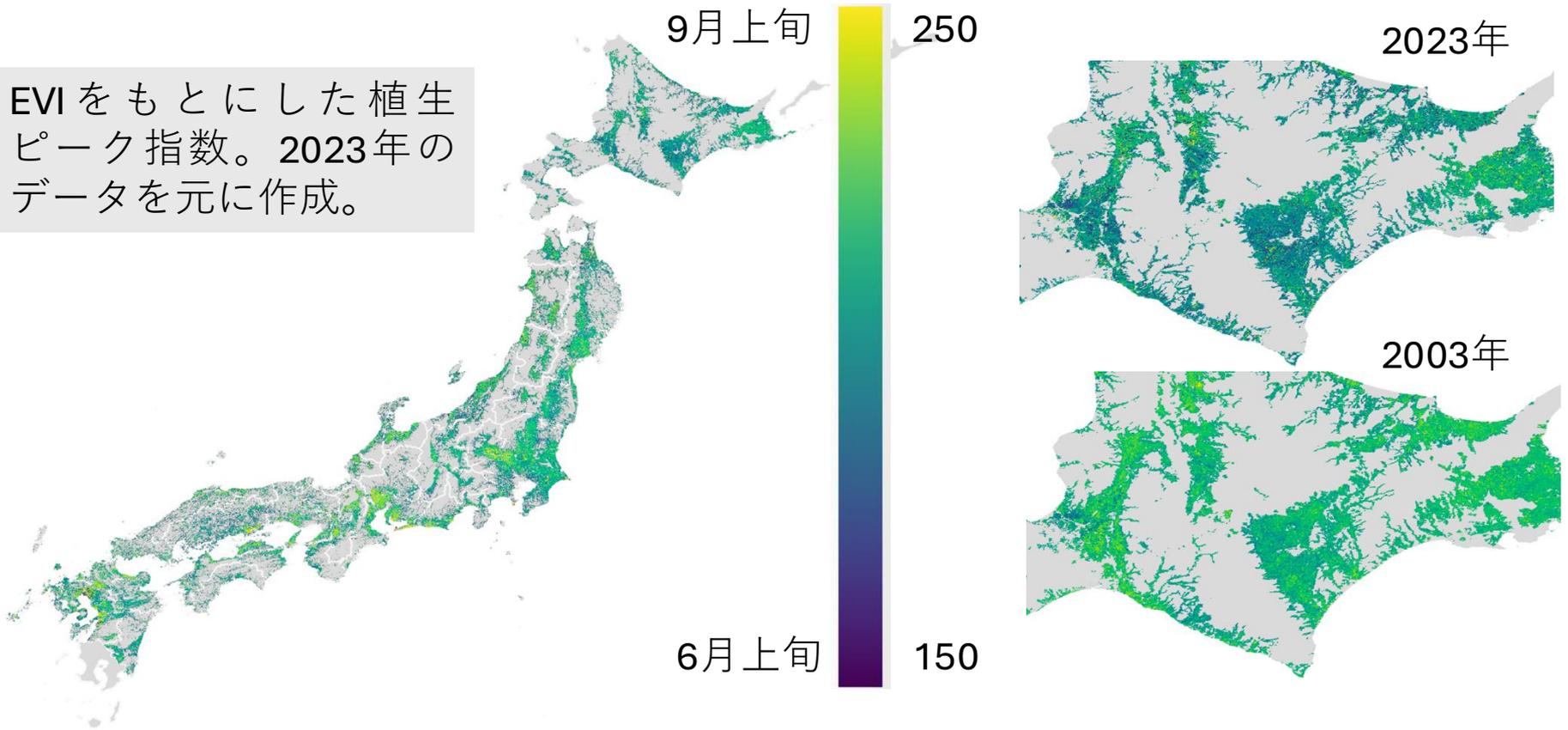
**本プロジェクトでは、品種も含め、さらに多品種に拡大し、より精緻な予測を行っていく。**

左図：小豆、いんげん、そらまめ、はだか麦、イネ、六条大麦、大豆、二条大麦、小麦についての作物収量の減少確率の予測。SSP585について2050年代の予測について5つのGCMの予測の不確実性とモデルのパラメータの不確実性も加味して、**各作物が減収する確率を示す。**



# 衛星データを元にした水田・畑地空間情報の整備

EVIをもとにした植生ピーク指数。2023年のデータを元に作成。



日本全国で衛星データ（MODIS）情報をもとに、日本全国を対象に植物バイオマスがピークになる時期の推定値について2003年～2023年までデータを整理（各250m格子について局所回帰法にてピーク推定）。



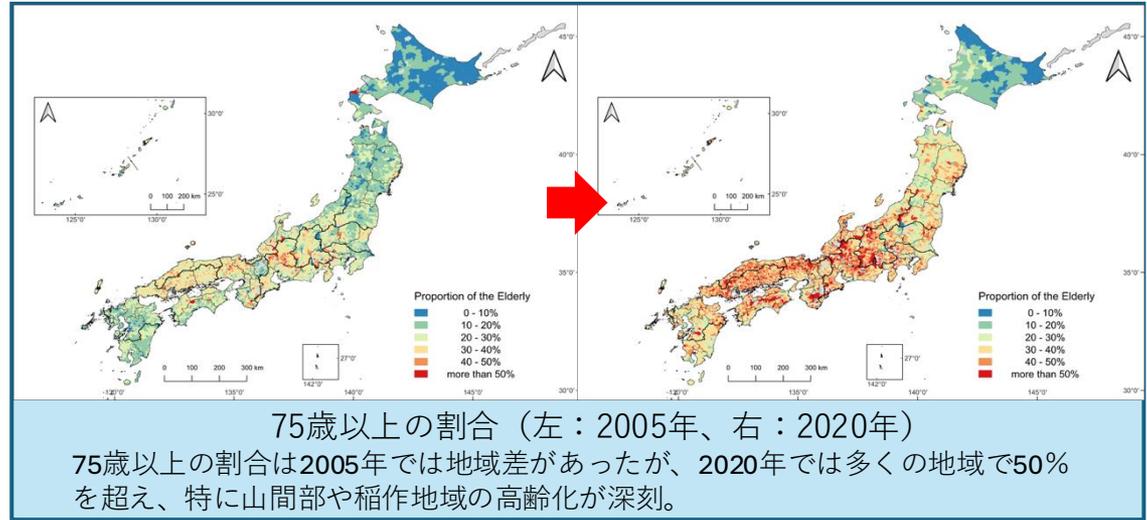
**作物栽培暦の精緻化に活用。**  
気象が作物に特に影響を与える時期について、年ごとにより詳細に解析することができるようになる。



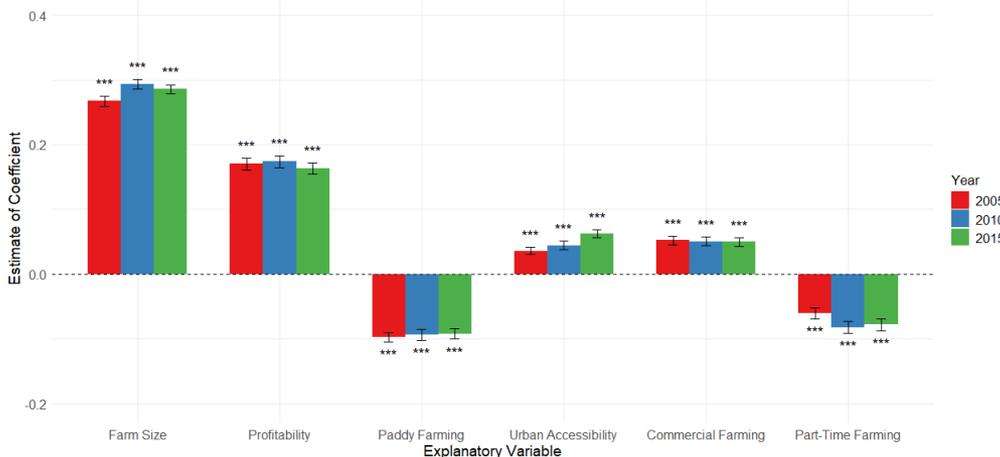
# 農業者の減少率と高齢化率の可視化・解析

2005-2020年の基幹的農業従事者の減少率と高齢化率を全国規模で可視化し、地域ごとの傾向と課題を示した。75歳以上の農業者の割合が劇的に増加していることを明示。

(Funakawa et al., 2025, under review)



日本の農業者の年齢構成の地域性を把握するために、基幹的農業従事者の若手率に寄与する要因を選定し、空間計量経済モデルを推定。



「農家あたりの経営耕地面積」「経営耕地面積あたりの販売金額」「経営耕地に占める田の割合」「都市へのアクセス性」に主に着目し影響解析。

(Imamura et al., 2025, under review)

本州のモデルにおける説明変数のパラメータの推定結果：

左から「農家あたりの経営耕地面積」「経営耕地面積あたりの販売金額」「経営耕地に占める田の割合」「都市へのアクセス性」。右2つはコントロール変数。



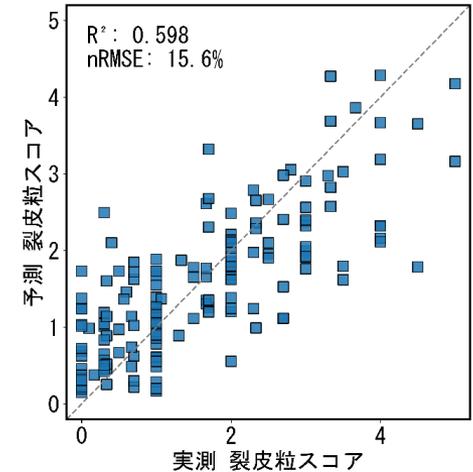
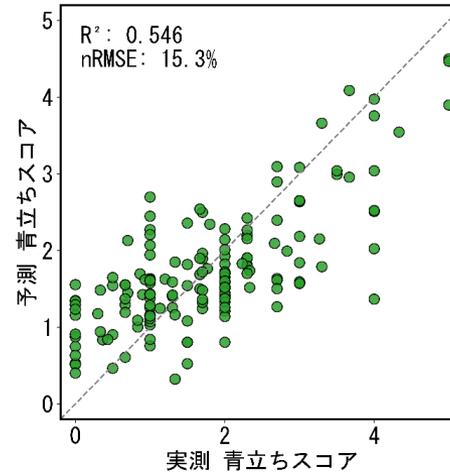
## 大豆の障害（青立ち・裂皮粒）発生量の予測モデルの構築と将来予測

- 大豆育成地で蓄積されたデータを用いて、近年増加傾向にある品質障害（青立ち・裂皮粒）の発生量を予測する機械学習モデルを構築

青立ち

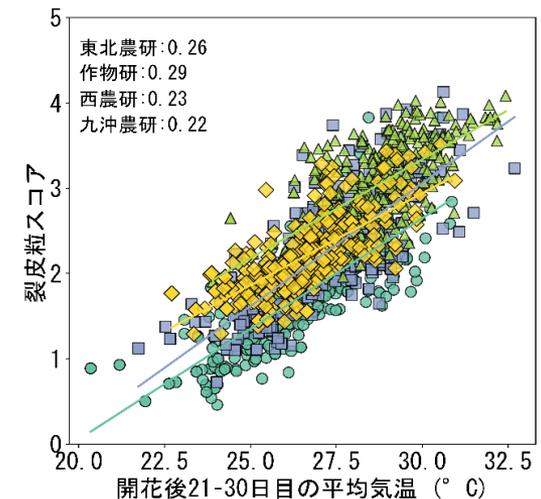
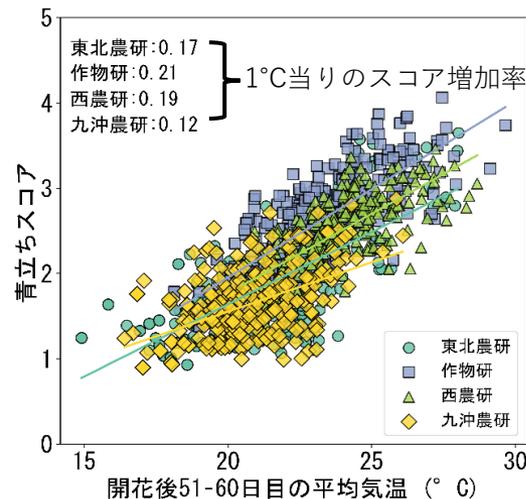


裂皮



- モデルの結果を解釈すると、特定の時期の高温により障害発生が増えることが分かった。

- 予測モデルとシナリオデータを使い、育成地における障害発生量を整理した。



※1980-2100年の再現・予測値



気候変動適応の社会実装  
に向けた総合的研究



サブテーマ2  
河川



風間 聡 (東北大学)

河川洪水被害減少のための包括的適応策の  
評価と流域治水策の提案



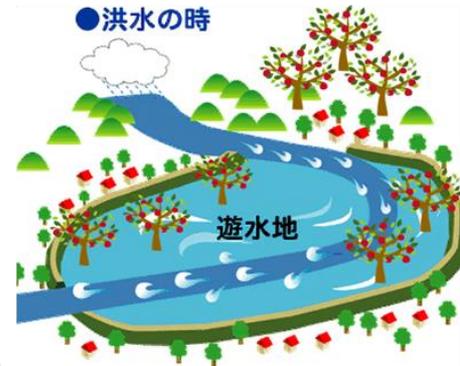
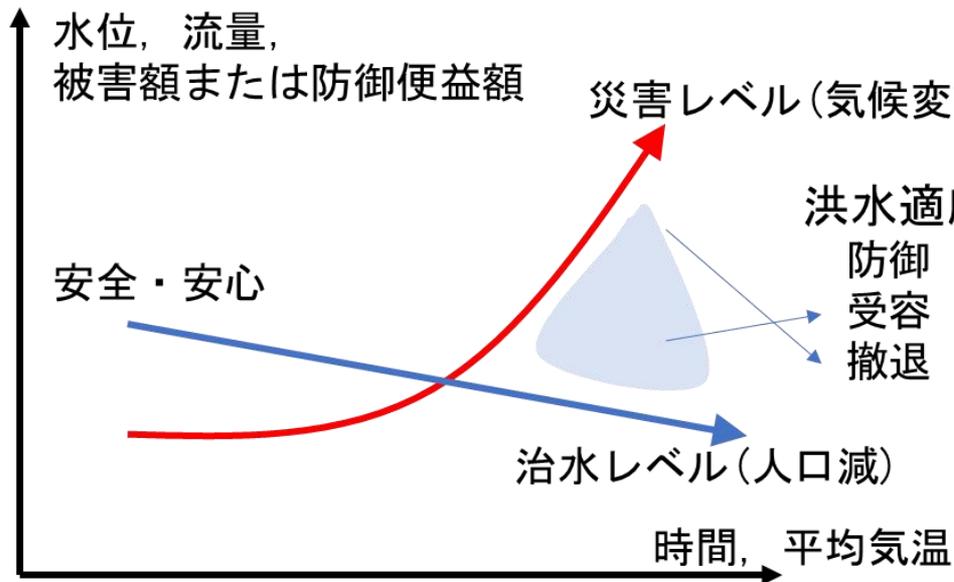
川越清樹 (福島大学)



小野桂介 (東北工業大学)



# 人口減を逆手に取った気候変動洪水適応策は？



平時農地  
適地作物  
稲, 果樹



無人集落  
氾濫原化  
自然再生

## 想定する成果

氾濫適地を地図情報で提供

氾濫の便益を計算

他班との協働：農業の持続性評価、森林の効果を入力



# 氾濫許容と下流被害軽減

2015年1km人口研データ  
1/50洪水の浸水深 (S18成果)

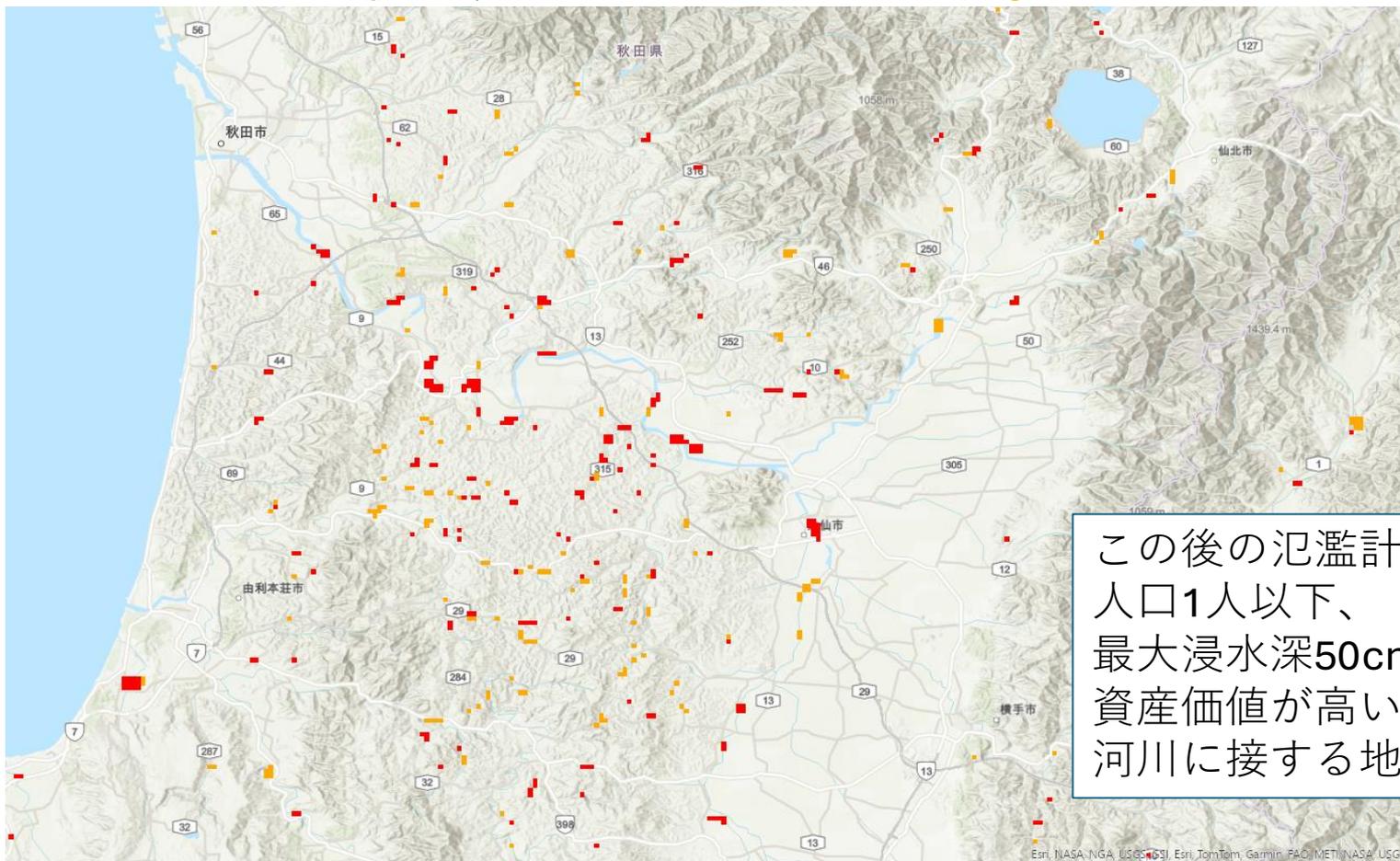
## 秋田例

人口0人かつ最大浸水深が50cm以上

赤

人口1人かつ最大浸水深が50cm以上

橙

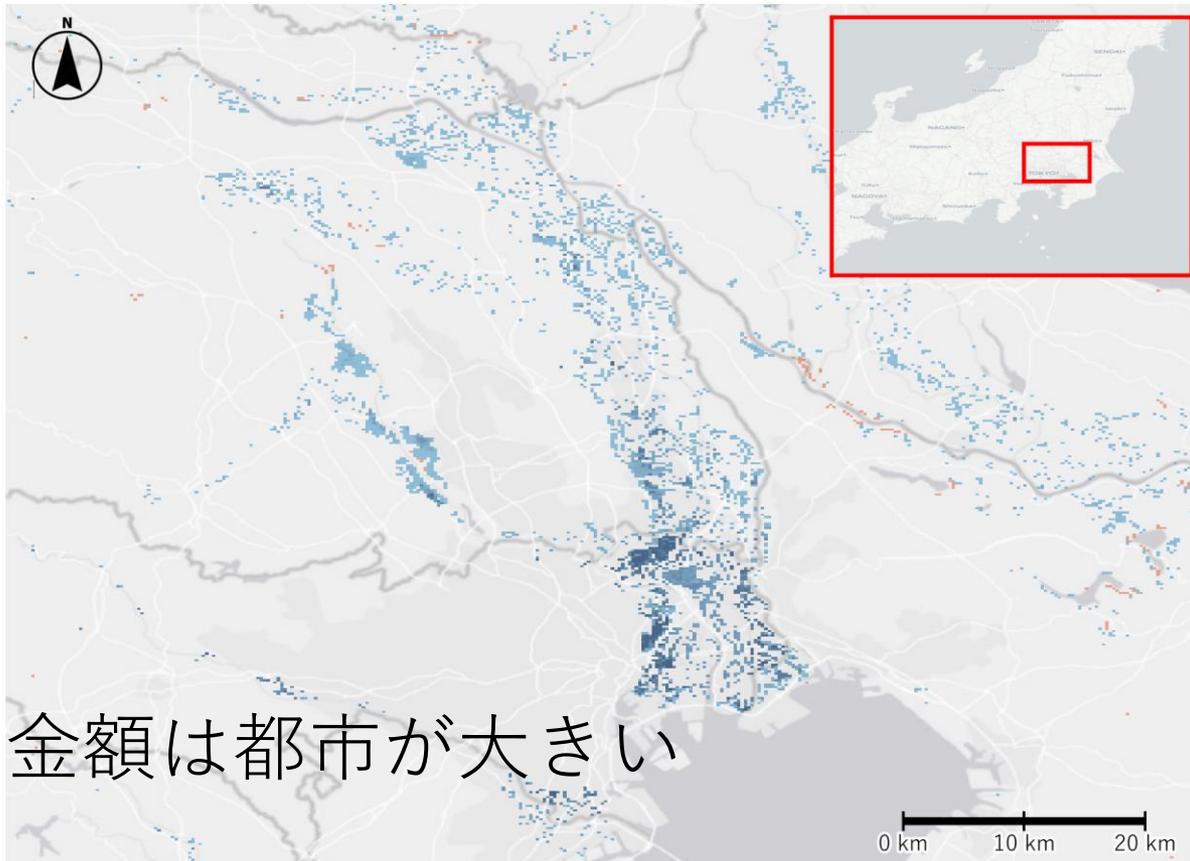


この後の氾濫計算条件  
人口1人以下、  
最大浸水深50cm以上、  
資産価値が高い地域を除く  
河川に接する地域



# 氾濫許容と下流被害軽減

被害額 変化量 (対策前 - 対策後) case00010



金額は都市が大きい

治水経済マニュアル  
の計算1/200洪水の  
浸水深無人域で氾濫  
(河川域との標高差  
の平均に置き換え)  
被害額が増加する地  
域 (新たな氾濫域)

被害額 変化量 (億円)

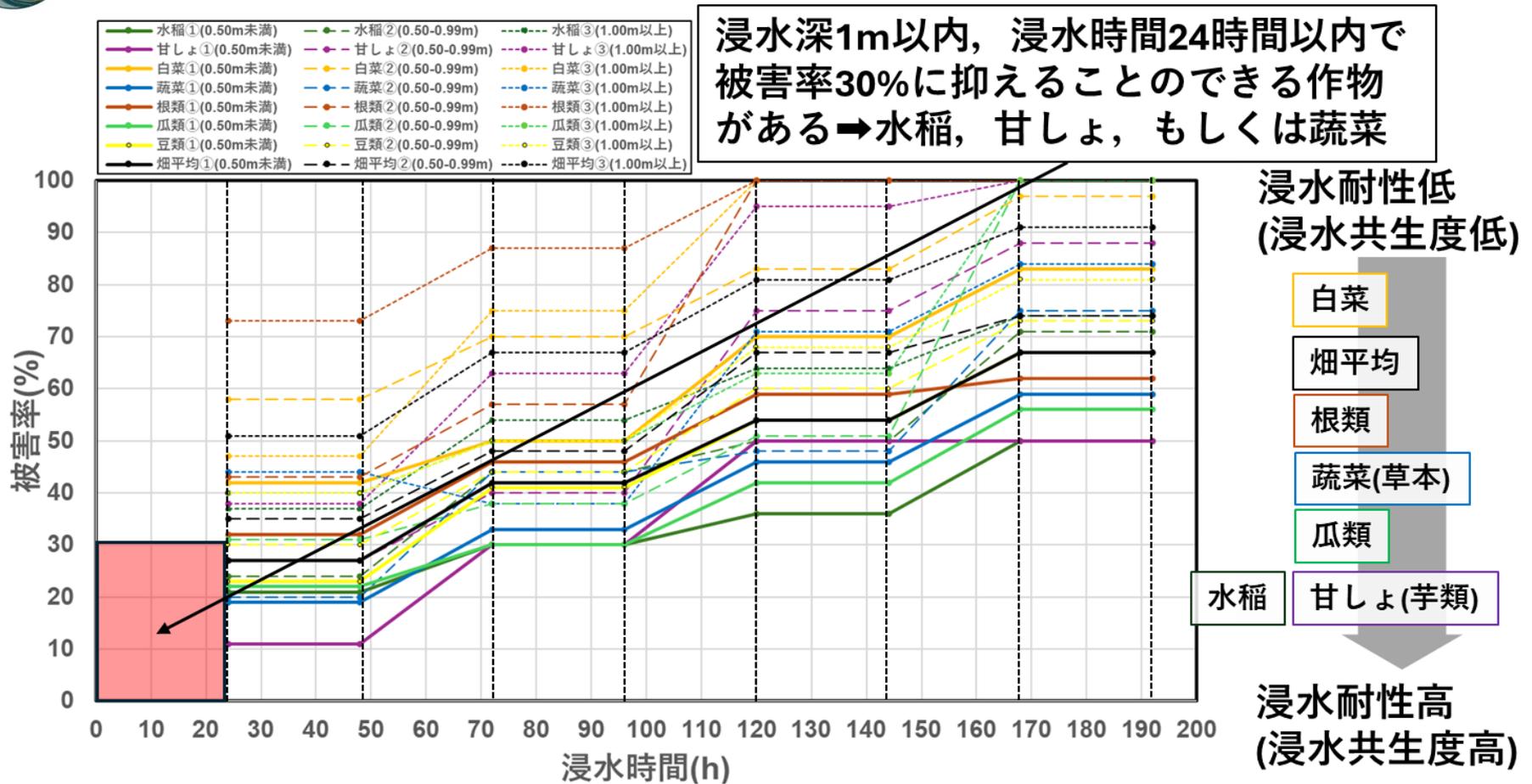
40  
20  
0  
-20  
-40

無人域の上流氾濫による下流の被害額減少域





# 農業持続性評価(浸水共生度)



## 治水経済評価マニュアルによる農作物被害の基準

- 序列は明瞭で，水稲，甘しょ，蔬菜は浸水深1m以内，浸水時間24時間で低い被害額(率)となる。ただし，種目により差異が有。
- 蔬菜は50時間内，甘しょは70時間内で被害額低準化できそうである。



サブテーマ3

森林



## 中尾 勝洋（森林研究・整備機構）

森林管理・森林域害獣管理・土砂災害被害低減のための広域的・包括的適応策の評価と提案



国立研究開発法人

森林研究・整備機構

Forest Research and Management Organization

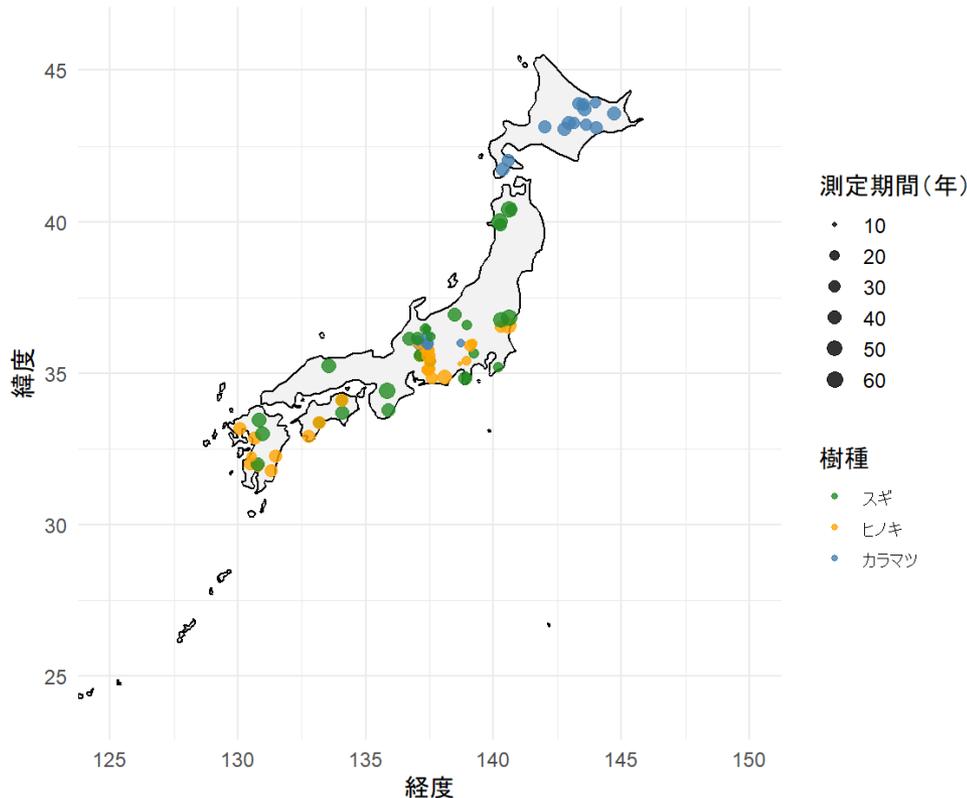
松井哲哉	森林研究・整備機構
橋本昌司	森林研究・整備機構
鳥山淳平	森林研究・整備機構
村上亘	森林研究・整備機構
経隆悠	森林研究・整備機構
深澤(大橋)春香	森林研究・整備機構
土井寛大	森林研究・整備機構
津山幾太郎	森林研究・整備機構



## スギへの影響予測モデル高度化、ヒノキ、カラマツへの影響予測モデル開発

### ✓ モデルの高度化のための材積成長データを整備

日本の樹種別試験地分布



- 通称: 収穫試験地データ
- 試験担当機関: 森林研究・整備機構 森林総合研究所
- 方法: 論文等で報告済の数値を集約
- 今回利用した地点数: 83  
(スギ30, ヒノキ32, カラマツ21)
- 森林管理の処理区を含めた地点数: 125
- 植栽: 1900年～
- 測定: 1937～2010年
- 総測定期間: 10～60年, 平均32年
- 平均測定間隔: 5.6年
- 年間材積成長の測定点数: 725

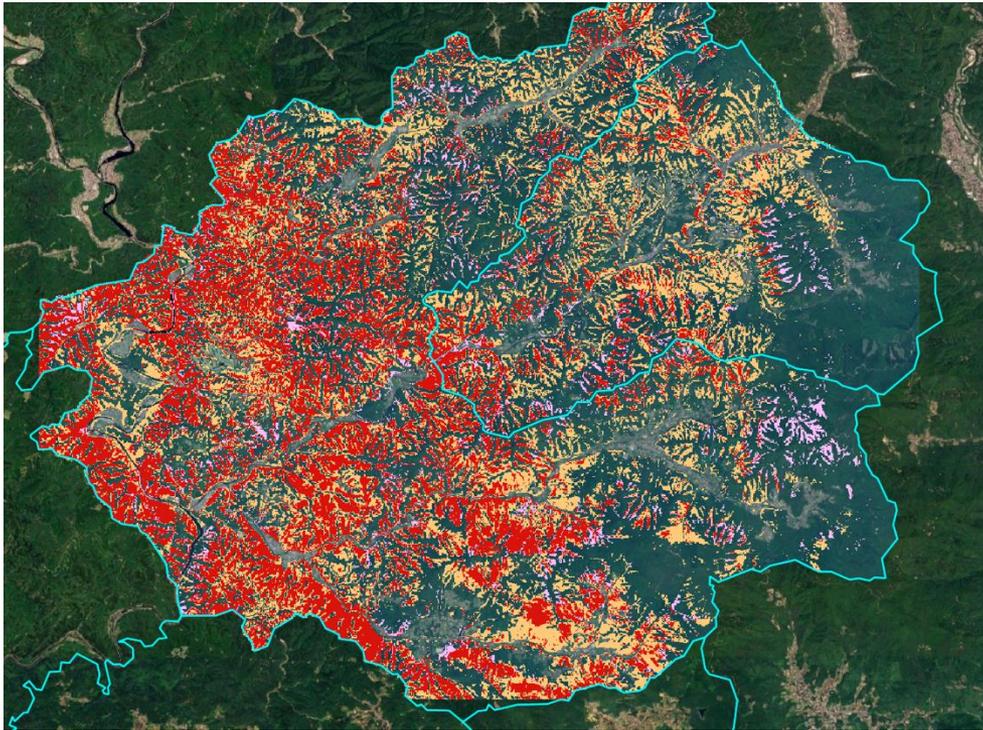
発表: 1件

- Hashimoto, S. et al. (2025). Mining global soil carbon datasets: can modern machine learning uncover the missing pieces of process-based models? Environmental Research Letters, 20(10), 101003.



## スギへの影響予測モデル高度化、ヒノキ、カラマツへの影響予測モデル開発

### ✓ 高解像度成長予測モデル(ヒノキ)の試作



航空機LiDARデータを活用した高解像度でのヒノキ成長予測モデルの構築

- 航空機LiDARデータを活用した樹高成長予測モデルの開発
- 全国の複数地域でデータ収集
- 解像度25mでの高解像度予測
- 現地での精度検証も実施
- 予測結果を用いた、地域の森づくり委員会等との共有と提案

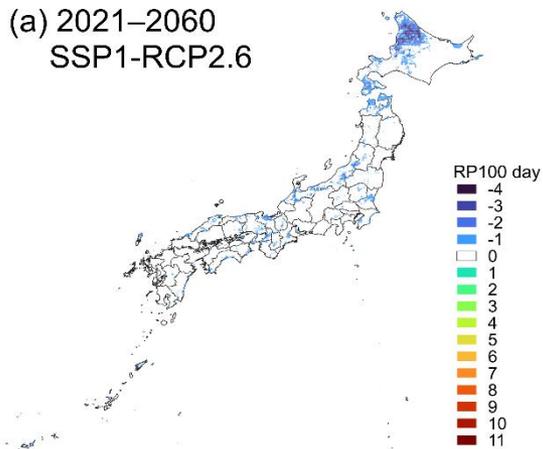




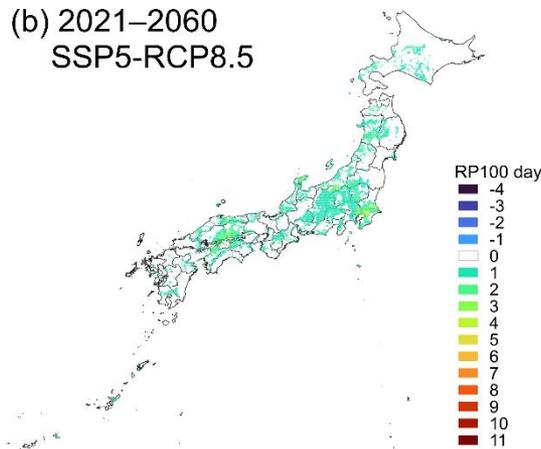
## 土砂災害リスク予測モデルの高度化

### ✓ リスク評価の高度化のためにシナリオ間で豪雨の傾向を比較

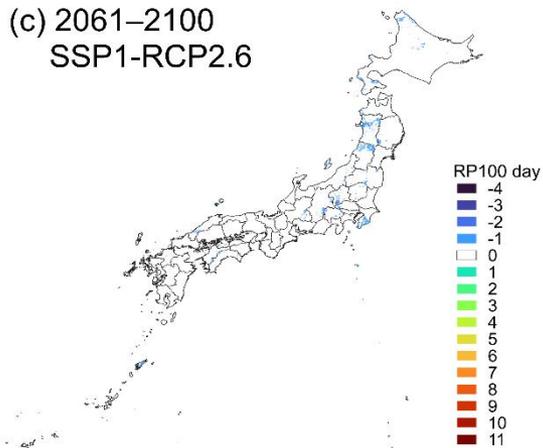
(a) 2021–2060  
SSP1-RCP2.6



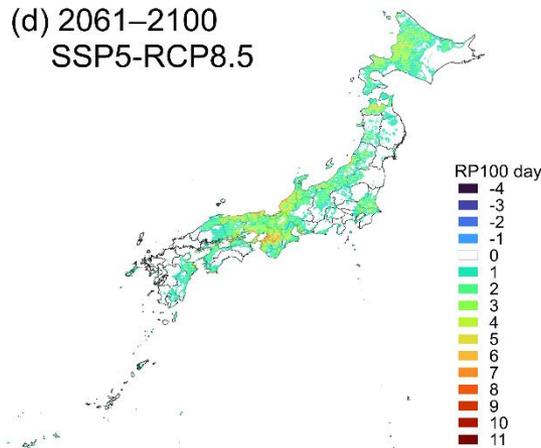
(b) 2021–2060  
SSP5-RCP8.5



(c) 2061–2100  
SSP1-RCP2.6



(d) 2061–2100  
SSP5-RCP8.5



- NIES2020 (MIROC6) を使用
- 1980-2014年の過去実験から3次メッシュの100年確率日雨量を算出
- 2021年以降の将来日雨量が100年確率雨量を超えた日数をカウントし2つのシナリオ間で差分 (SSP5-8.5からSSP1-2.6を引いた)
- a, bが2021-2060年, c, dが2061-2100年
- a, cがSSP1-2.6, b, dがSSP5-8.5で豪雨日数が多い地域を色付け
- SSP1-2.6では, 2021-2060年でより広範囲に豪雨が発生する予測
- SSP5-8.5では, 2061-2100年でより広範囲に豪雨が発生する予測

発表: 2件

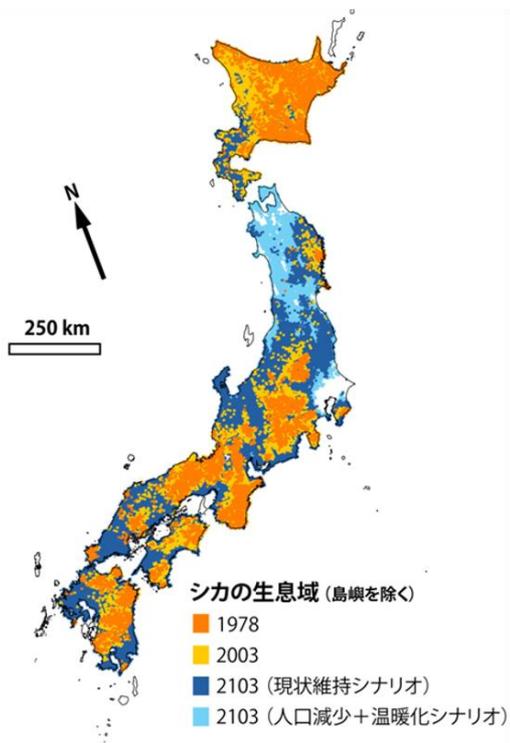
- 経隆悠, 村上亘, 中尾勝洋, 気候変動シナリオが豪雨頻度に及ぼす影響, 日本地すべり学会研究発表会講演集, 64 : P-35, 2025.09.
- 経隆悠, 村上亘, 中尾勝洋, 気候変動シナリオ間の豪雨頻度の比較, 第137回日本森林学会大会, 予定, 2026.03.



## ニホンジカ等の野生動物生息密度予測モデルの高度化

### ✓ 糞塊密度法によるシカ密度推定手法の改良

2014-2015年に本州以南で一斉に実施された、糞塊密度法によるシカ生息密度調査（環境省）のデータを、補正して使えるようにすることを目標



シカ密度の高まりにより全国で食害影響

Ohashi et al. (2016)

全国で収集されている他の密度指標との統合化により、シカ密度の時空間変化の推定を目指す



# 適応策に関する国内外事例の収集、整備

## ✓ 森林域における適応策の収集と包括的整理

特集 気候変動適応策

### 森林・林業における適応策

Adaptation Measures in Forest Ecosystems and Forestry

中尾 勝洋  
Katsuhiko NAKAO

#### 要旨

気候変動は、森林生態系や林業にも影響を与えるため、適応策の重要性が増している。森林域を対象とした適応策の検討においては、森林が吸収源として緩和策へ寄与している点、環境緩和調整機能などの特性を活かした生態系を活用した適応策などの点について、多面的に評価する必要がある。森林域における適応策を Resist、Adapt、Transform の3つに区分し、それぞれの特徴を国内外の事例を紹介しながら概観した。さらに、適応策の実装化に向けた課題と可能性について、森林域の特徴を加味し、時間軸と空間軸に着目しながら考察した。

キーワード 森林生態系、緩和策、生態系を活用した適応策、Eco-DRR、ニッチモデリング

#### はじめに

気候変動は、森林生態系においても深刻な懸念事項である。気温や降水パターンの変化、異常気象の増加、気候変動によって助長される病害虫の蔓延は、森林の健全性と生産性に著しいダメージを与え、不可欠な生態系サービスや経済的便益を提供する森林の能力を低下させる恐れがある (IPCC, 2018)。本稿では、森林における適応策の特徴と国内外の状況を概観し、日本の森林生態系および林業分野における適応策の実装に向けた課題と可能性について考察する。

#### 1. 気候変動対策の3つの側面と2つのポイント

森林域は、気候変動への対策において大きく3つの

異なる側面を有している。1点目は、気候変動影響を受ける主体であり、保全や持続可能な資源利用に向けた適応策の対象となる側面。2点目は、温室効果ガスの吸収や蓄積源として緩和策に資する側面。3点目は、Ecosystem-based Adaptation (生態系を活用した気候変動適応策/EbA) や Ecosystem-based Disaster Risk Reduction (生態系を活用した防災・減災/Eco-DRR) など「森林を活用」した適応策に資する側面である。つまり、気候変動と森林域との関係は、気候変動影響を受けるだけという一方的ではなく、根本的な対策として重要な吸収源にもなり得る点で双方向的であり、かつ他分野への派生的な効果も有している点で特徴づけられる。

前段の3つの対策には、森林域が持つ2つのポイントに合わせて理解する必要がある。1つ目は、森林資源の利用や生態系サービスを活用するには時間を要する点である。例えば、木材生産は、単年作物などと異なり植栽から伐採まで最低でも数十年が必要である。また、森林が有する水源涵養機能や土砂災害防止機能など生態系サービスは、その機能を発揮するには十分な年数を要することが知られている (Yamaura et al. 2021)。つまり、3つの対策を効果的に発揮させようとした場合、将来を見据えた中長期的な計画が非常に重要となる。

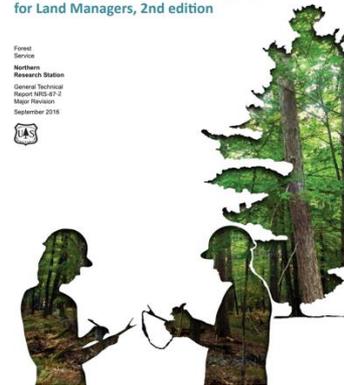
2つ目は、どこにどのような森林を配置するかの空間軸の視点である。前段の3つの対策は、ある場面では相乗効果をもたらし、ある場面ではトレードオフを生む。例えば、炭素蓄積の最大化を目的とした単一樹種の森林では、生物多様性は混交林に比べて相対的に低くなることが多い。つまり、ある森林における対策同士の間関係がトレードオフである場合、異なる目的を持つ森林がある地域の中で目的に応じて最適に配置す

\*なかお かつひろ・国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所 関西支所・主任研究員



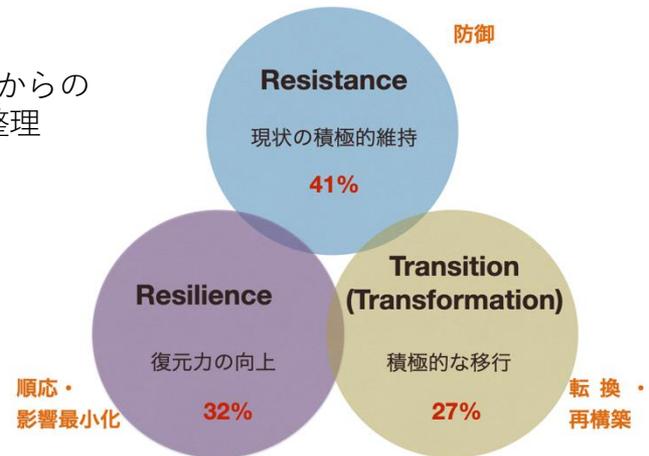
Forest Adaptation Resources: Climate Change Tools and Approaches for Land Managers, 2nd edition

Forest Service  
Northern Research Station  
General Technical Report GTR-472  
Major Revision 1  
September 2016



各国の取り組み状況整理, 和訳化

3つの観点からの  
適応策の整理



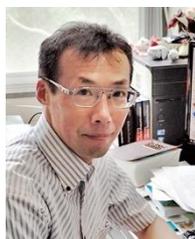
発表: 2件

- 中尾勝洋, 2025, 森林・林業における適応策, 環境情報科学 54(2) p26-31
- Nakao et al. 2025, Assessment of climate change adaptation measures using storyline analysis in the conservation and sustainable use of forest resources. Adaptation Futures 2025



## サブテーマ4

# 水産



## 木所 英昭（水産研究・教育機構）

水産業における地域の特性に合わせた効果的な適応策オプションの評価と提案

### 水産資源研究所

#### 底魚資源部

木所英昭・飯田真也・木下 董（新潟）・鈴木勇人（八戸）・  
増淵隆仁（長崎）・佐藤隆太（釧路）

#### 海洋環境部

瀬藤 聡（横浜）・笥 茂穂（塩竈）

#### 社会生態系・システム部

高見秀輝（塩竈）・長谷川夏樹・高木聖実（釧路）・  
堀 正和・澤山周平（横浜）

### 水産技術研究所

#### 沿岸生態システム部

鬼塚 剛・島袋寛盛・須藤健二（廿日市）・村岡大祐・細山裕生（宮古）・  
野田 勉・門田 立・伊藤慶造（長崎）

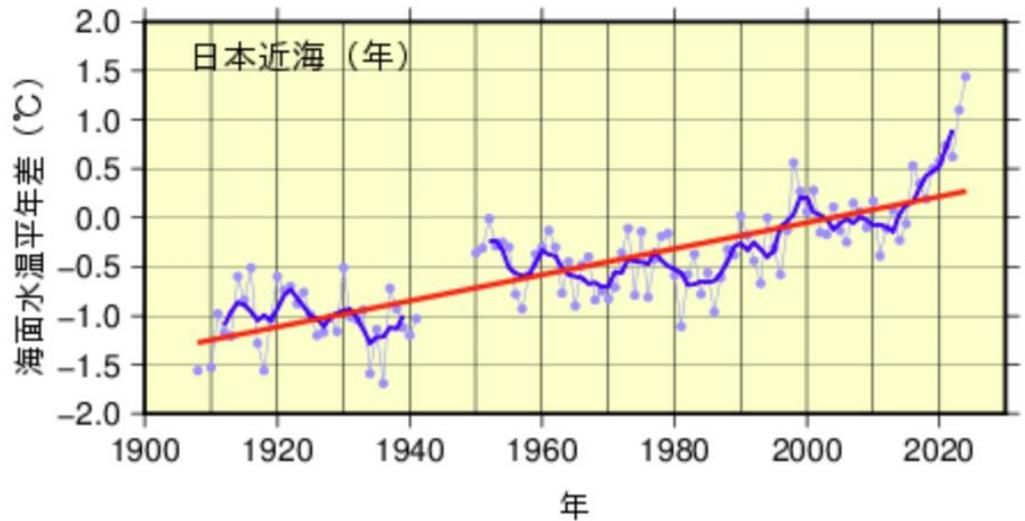
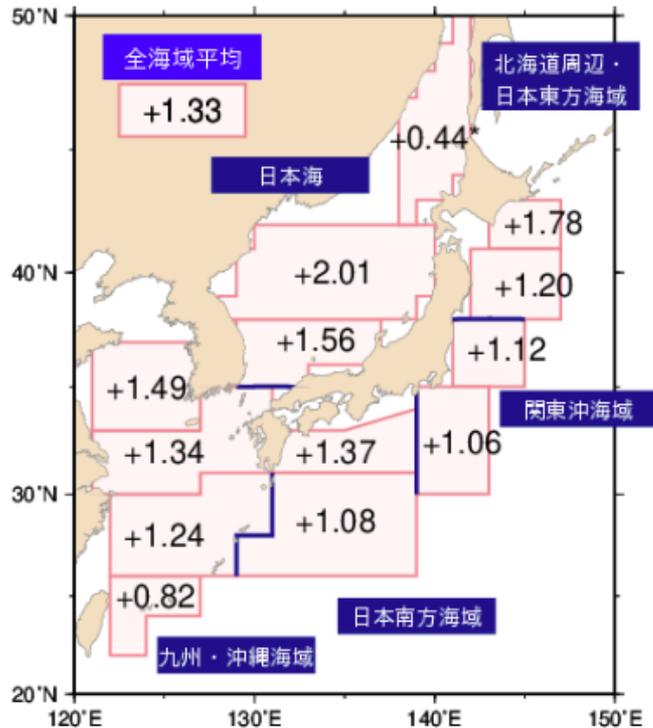
### 水産大学校

矢野寿和



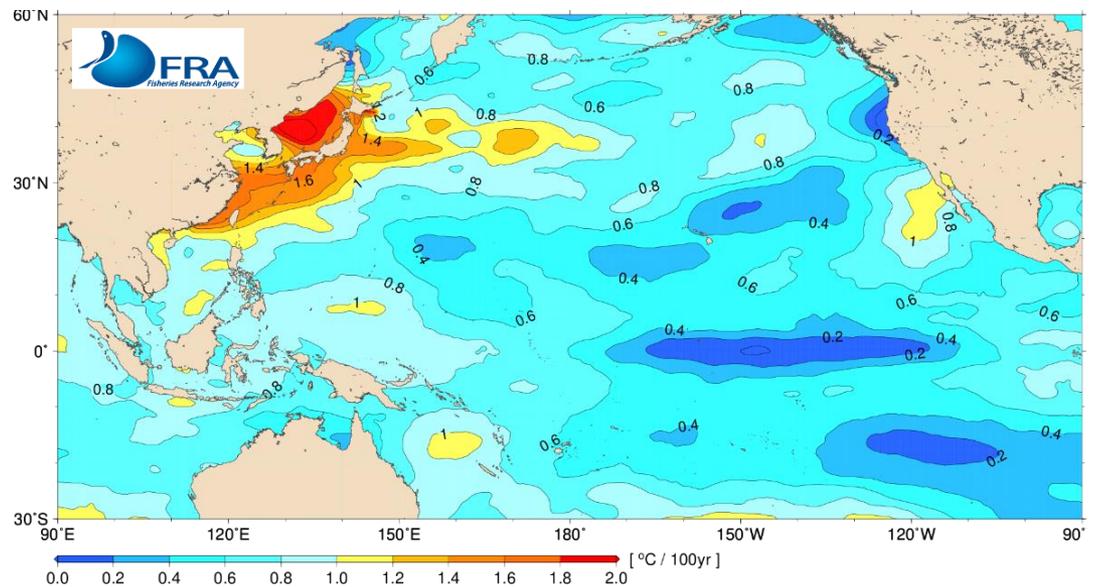


# 日本近海の水温の長期変化



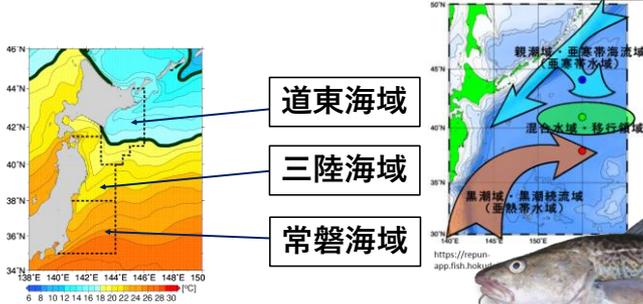
気象庁HP 「海の健康診断」 より  
2025年9月25日閲覧

日本周辺海域 + 1.33°C  
世界全体 + 0.62°C  
北太平洋全体 + 0.65°C





# すでに漁業資源や水産業に大きな影響が生じている



漁業資源

冷水性種の減少

暖水性種の増加

海藻養殖

収穫量減少



藻場・磯根資源  
構成種の変化  
磯焼け



# 温暖化の進行によってさらに深刻化が予想される

温暖化水準 (°C)	三陸ワカメ		鳴門ワカメ全長		三陸藻場面積・エゾアワビ				東北太平洋沖底魚			サンマ漁場面積		
	全長	収穫 期間	高温 耐性種	従来 品種	アラメ	コンブ	資源 密度	適応策	暖水 性種	冷水 性種	深海 性種	9月	11月	全期間
4.26 ~ 4.50												0	111	42
4.01 ~ 4.25	98	62	92	77	135	0	27	55	167	69	88	0	102	41
3.76 ~ 4.00	108	74							159	66	93	3	111	45
3.51 ~ 3.75												1	107	44
3.26 ~ 3.50	110	86							123	92	98	34	121	65
3.01 ~ 3.25	106	91										14	117	61
2.76 ~ 3.00	112	89							126	88	100	29	112	59
2.51 ~ 2.75	104	92	97	86								32	113	63
2.26 ~ 2.50	99	78	98	88					128	85	102	47	109	71
2.01 ~ 2.25	103	89			274	74	46	100	112	97	104	83	97	85
1.76 ~ 2.00	97	90										108	93	103
1.51 ~ 1.75	109	101	112	104	300	74	46	100	103	97	99	82	99	88
1.26 ~ 1.50	99	102							94	108	101	104	99	100
1.01 ~ 1.25	96	102							100	100	101	98	97	97
0.76 ~ 1.00	100	100			100	100	100	100						
0.51 ~ 0.75			100	100										

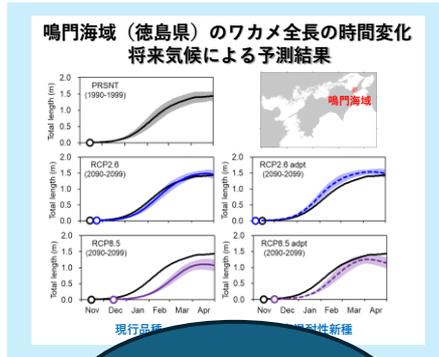
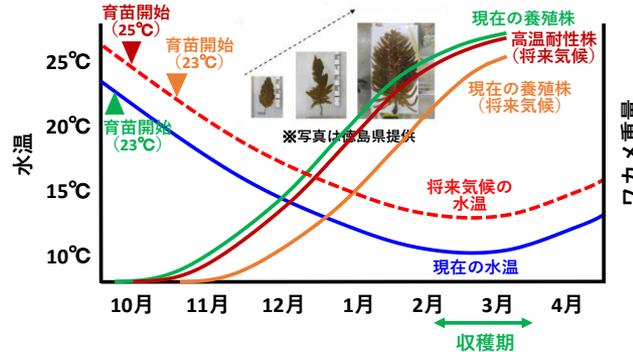
ベースライン年からの比率 (%) として示した

- ・ 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



# 藻類養殖（品種・スケジュール）適地・適種対応

藻類養殖への影響・適応策効果把握、水温上昇による養殖適地の変化予測



[https://www.fra.go.jp/home/kenkyushokai/special/files/r03/2021SPresult\\_07.pdf](https://www.fra.go.jp/home/kenkyushokai/special/files/r03/2021SPresult_07.pdf)

ワカメ  
養殖適地

適応策で  
対応

ヒジキ  
養殖適地

地域によって影響特性が異なる

どこまで適応可能か？

適地の変化、対象種変更

温暖化水準

将来見通し、適応策の効果・適応の限界を示すことが重要



# 岩礁性藻場群集の変化と磯根資源・磯焼け対策

## 海水温上昇による藻場群集の変化



コンブ類 アラメ ガラモ 小型紅藻 磯焼け

低水温



高水温

磯根資源



エゾアワビ

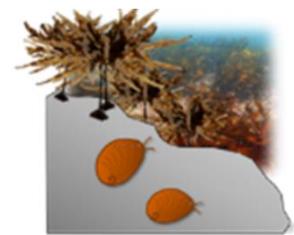


クロアワビ



サザエ

- ・栽培漁業
- ・稚貝放流



磯焼け対策



ウニ類による食害

ウニ類の  
適正密度



植食性魚類  
駆除・利用

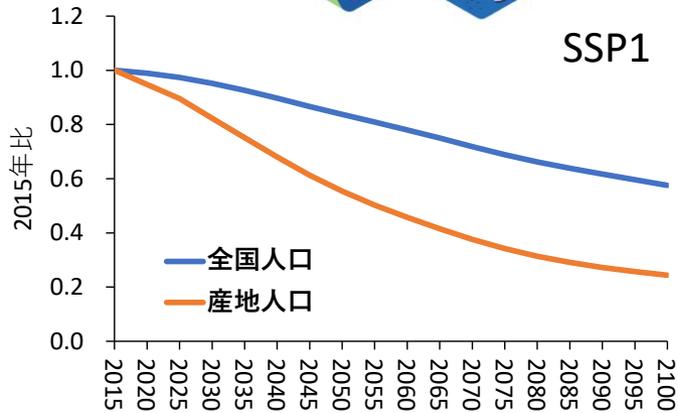
磯焼け対策  
との連携

栽培漁業、磯焼け、ブルーカーボン等との連携が重要

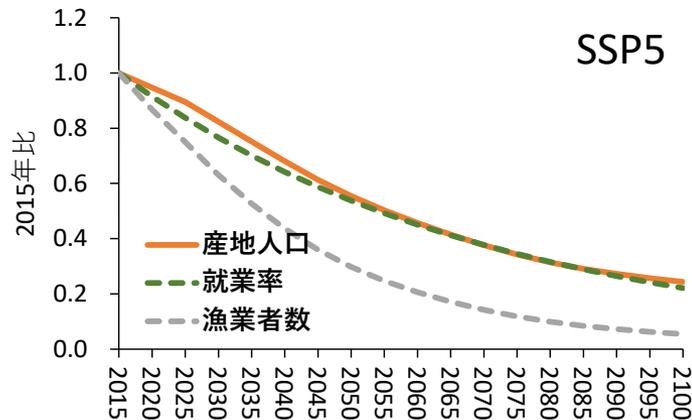
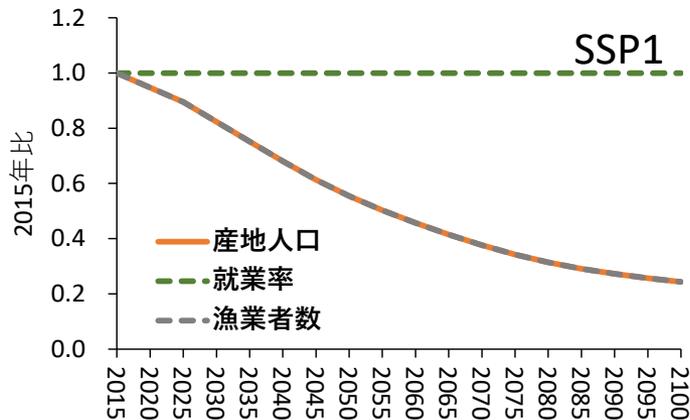
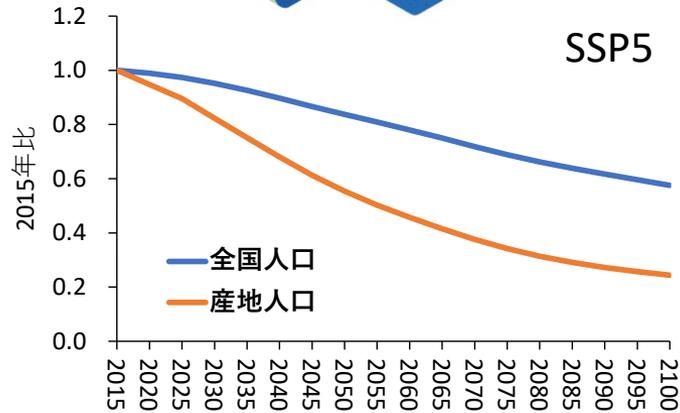
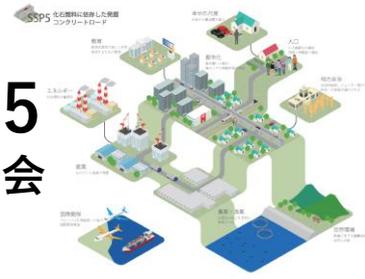


# 産地人口の減少も深刻化 — 適応における課題 —

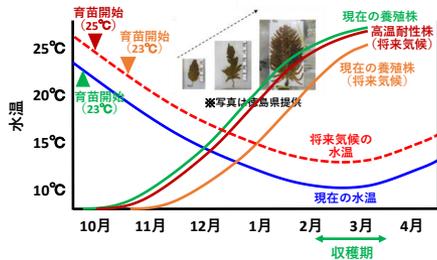
## SSP1 持続社会



## SSP5 発展社会



# S-24 沿岸地域としての適応が重要



## 各地域の業種・対象種別の適応策検討



養殖業（藻類他）の  
影響評価・適応策オプション

藻場・磯根資源の  
影響評価・適応策オプション

漁業資源（沿岸・底魚）の  
影響評価・適応策オプション

各地域で  
業種・対象種  
別に検討  
(地域特性)

北海道、三陸  
瀬戸内、九州西

各地域における水産業  
の総合的な適応策  
オプションの検討



- ・ 影響の少ない業種・対象種
- ・ 適応可能な業種・対象種
- ・ 代替可能な業種・対象種



## S24テーマ2のマイルストーン

気候変動の地域への影響とその適応策の研究と整理

2025年度  
2026年度

S24テーマ2における60名以上の専門家による網羅的研究

地域のステークホルダーとの連携を通じた適応策のテーラーメイド化

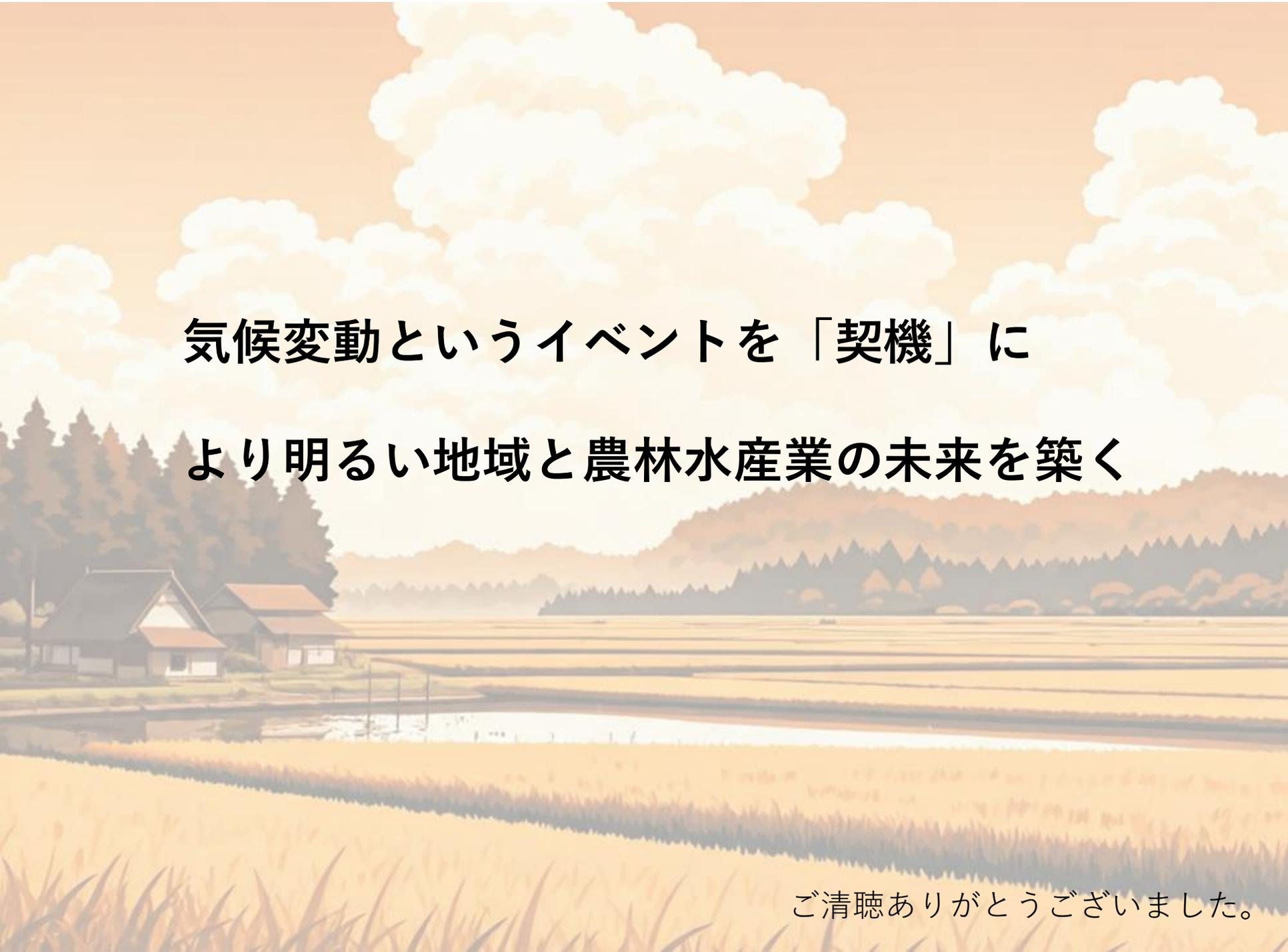
2027年度  
2028年度

地域の関連自治体・団体・企業との「**連携**」が最も重要  
連携のご提案は随時募集しています！

櫻井：sakurai.gen270@naro.go.jp

気候変動下でも地域の未来を活性化するための包括的適応策の提示

2029年度



気候変動というイベントを「契機」に

より明るい地域と農林水産業の未来を築く

ご清聴ありがとうございました。