

温暖化レベルに伴う影響度・適応効果の定量的評価（主に農作物を対象として）

（環境推進費S-18-2(1)：JPMEERF20S11806）

- 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・サブリーダー 長谷川利拡 (*西森基貴：本日発表)
- 研究実施期間：R2～R6年度
- 研究分担機関：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

1. はじめに (S18-2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(CO₂吸収)にも密接に関係

国土3700万ha つ 森林2500万ha つ 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

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

3. 本日の内容

- (1)各作目ごとの影響・適応策評価
- (2)温暖化レベルからみた全国的な影響評価
 - + 経済的評価
 - + 緩和および適応の効果
- (3)成果とその展開



○イネ登熟期（開花後40日程度）高温により**白未熟粒**や胴割れ米が発生、外観判定のコメ等級低下→農家収入減少、を引き起こす

○登熟期前半（20日間）における日平均気温26°C以上の積算値(HD_m26)が白未熟粒発生と関係する（西森ほか、2020）

○従来、適応策として田植え期の移動により酷暑期の登熟を避ける方法が進められた



高温耐性品種の導入が進んでいる

表 1 各地域における作期・品種別の高温登熟性分類

地域区分	生长期	高温登熟性				
		弱	やや弱	中	やや強	強
寒冷地北部・中部 (東北地方)	極早生・早生	駒の舞 初星		むつぼまれ あきたこまち	ふ系227号 里のうた こころまち	ふさおとめ
	中生	ササニシキ		ひとめぼれ はえぬき	みねはるか	
	晩生・極晩生			コシヒカリ	つや姫	笑みの幹
寒冷地南部 (北陸地方)	極早生・早生	初星		あきたこまち ひとめぼれ	ハナエチゼン	
	中生	ともほなみ	コシヒカリ			笑みの幹
	晩生・極晩生	祭り晴		日本晴 みすぼの輝き	あきさかり	
温暖地東部 (関東・東山・東海地方)	極早生・早生	初星 あかね空		あきたこまち コシヒカリ	どちぎの星	ふさおとめ 笑みの幹
	中生	彩のかがやき さとじまん		日本晴	なつほのか	
	晩生・極晩生	美の風 ヒノヒカリ		シンレイ	コガネマサリ	
温暖地西部 (近畿・中国・四国地方)	極早生・早生		キヌヒカリ	あきたこまち ひとめぼれ コシヒカリ	ハナエチゼン つや姫	ふさおとめ
	中生	祭り晴		日本晴		
	晩生・極晩生	美の風 ヒノヒカリ			コガネマサリ	
暖地 (九州地方)	極早生・早生	初星 祭り晴	黄金晴	日本晴	みねはるか	なつほのか
	中生	ヒノヒカリ	シンレイ	にこまる	コガネマサリ	おてんとそだち
	晩生・極晩生	あきさやか	たちはるか		ニシヒカリ	

（令和2年度現在、産地品種銘柄に指定されていないものを含む。）

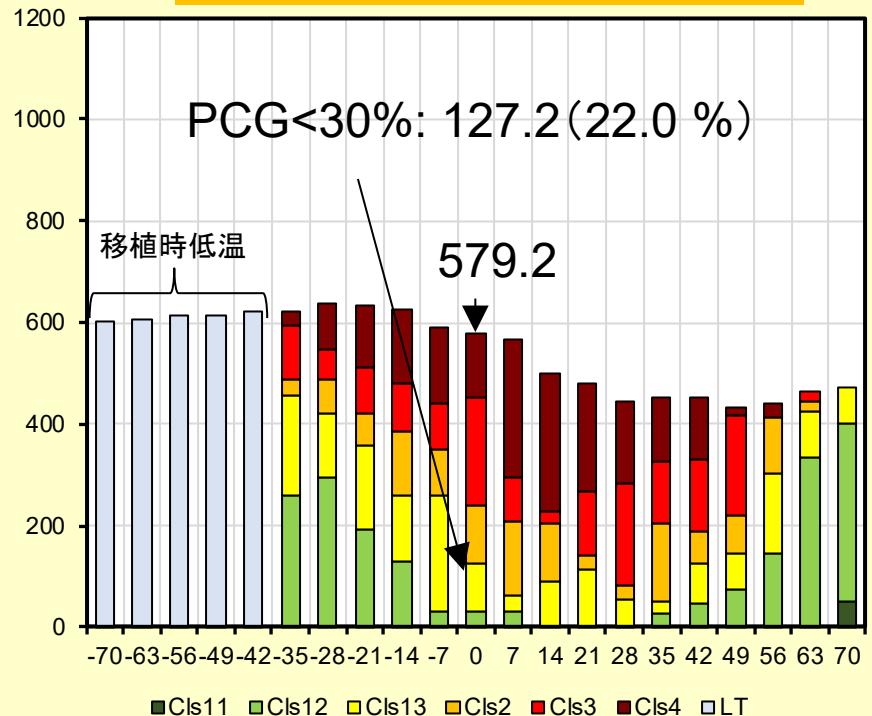
農研機構2017年研究成果情報「北海道を除く全国の水稻高温登熟性標準品種の選定」

https://www.naro.affrc.go.jp/project/results/4th_laboratory/nics/2017/17_038.htmlを農林水産省「農業生産における気候変動適応ガイド 水稻編」で改変

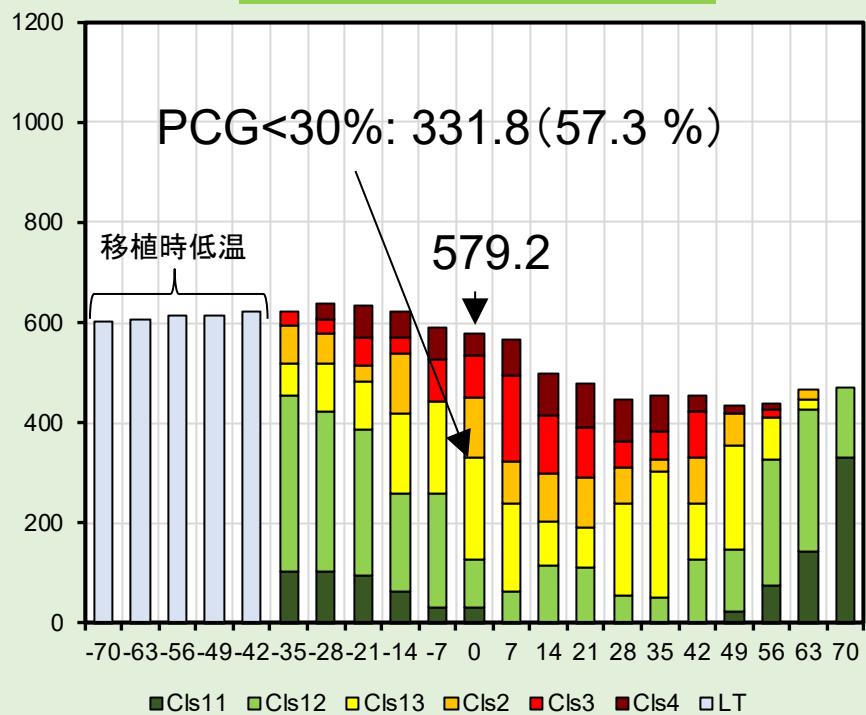
<https://www.maff.go.jp/j/seisan/kankyo/ondanka/attach/pdf/index-102.pdf>

高温品種耐性ランクの違い（左図：耐性“中”、右図：耐性“やや強”）による移植日と収量・品質の関係（MIROC6_SSP585、2041-2060、茨城県西部の例）

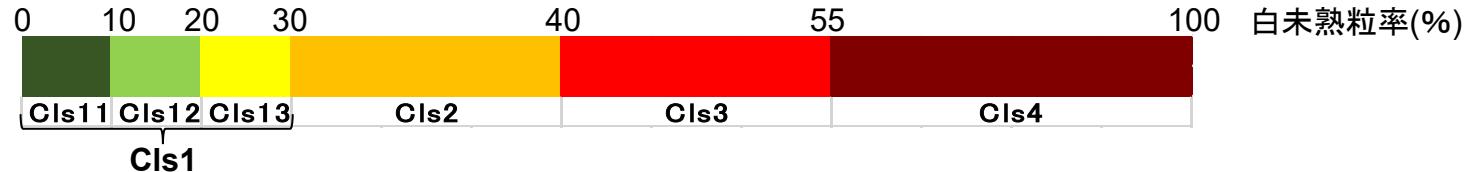
高温耐性“中”（基準品種）



高温耐性“やや強”



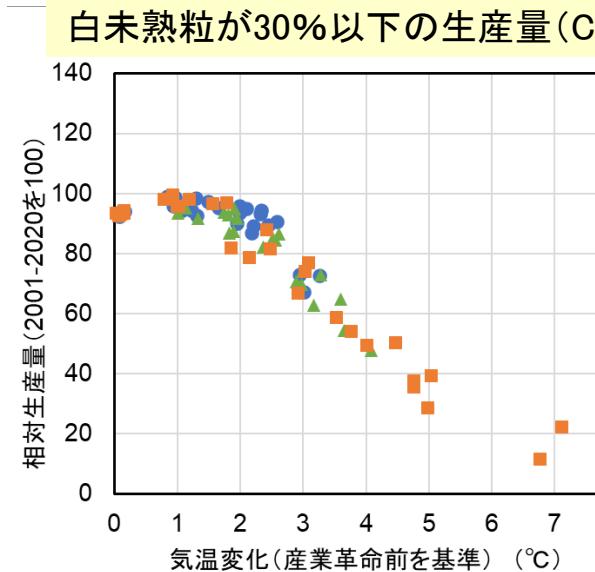
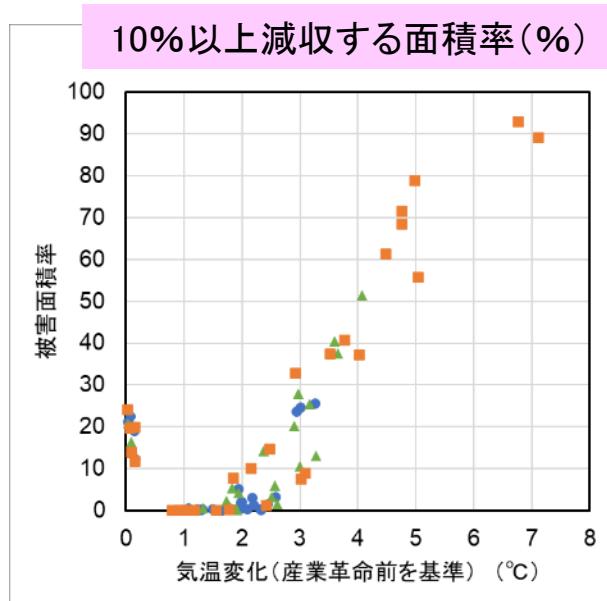
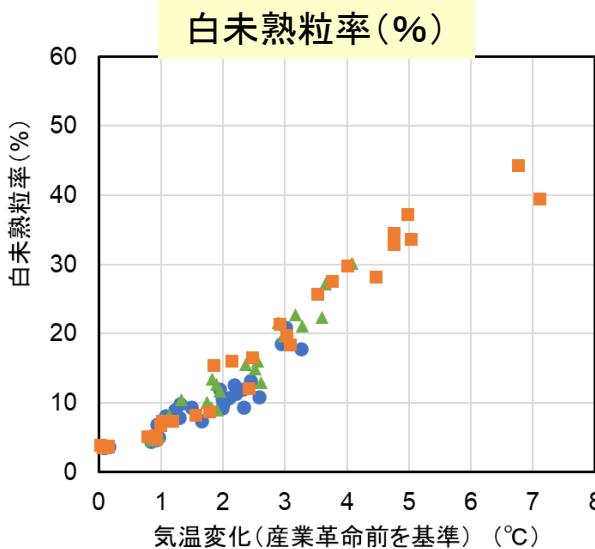
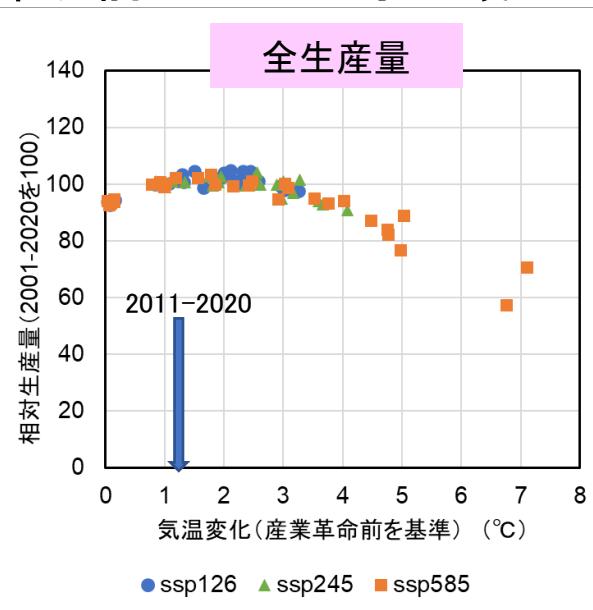
移植日移動日数(-70日～+70日)



(2) 温暖化レベルからみた全国的な影響評価

産業革命以前からの地球温暖化レベルからみた全国の影響(水稻)

品質を考慮しない収量は日本全体では3°C上昇程度までは顕著な減収は予測されていない。



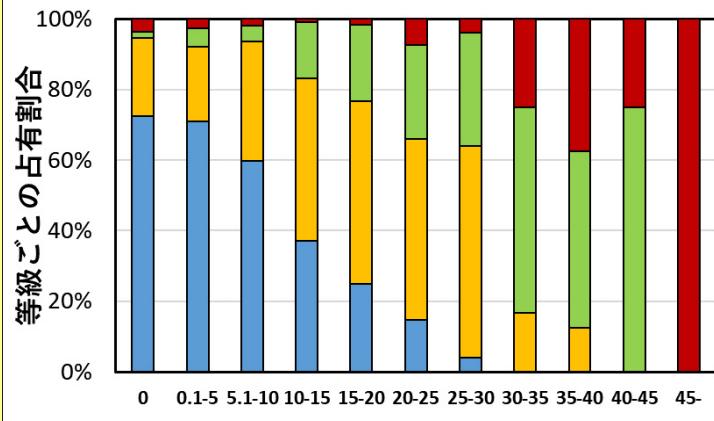
品質を考慮した収量は、現在(+1.09°C)からのわずかな温暖化でも低下

(2) 温暖化レベルからみた全国的な影響評価

経済評価：水稻品質および収量を考慮した生産額への影響（水稻）

(b) N=1377

■ 1等 ■ 2等 ■ 3等 ■ 規格外

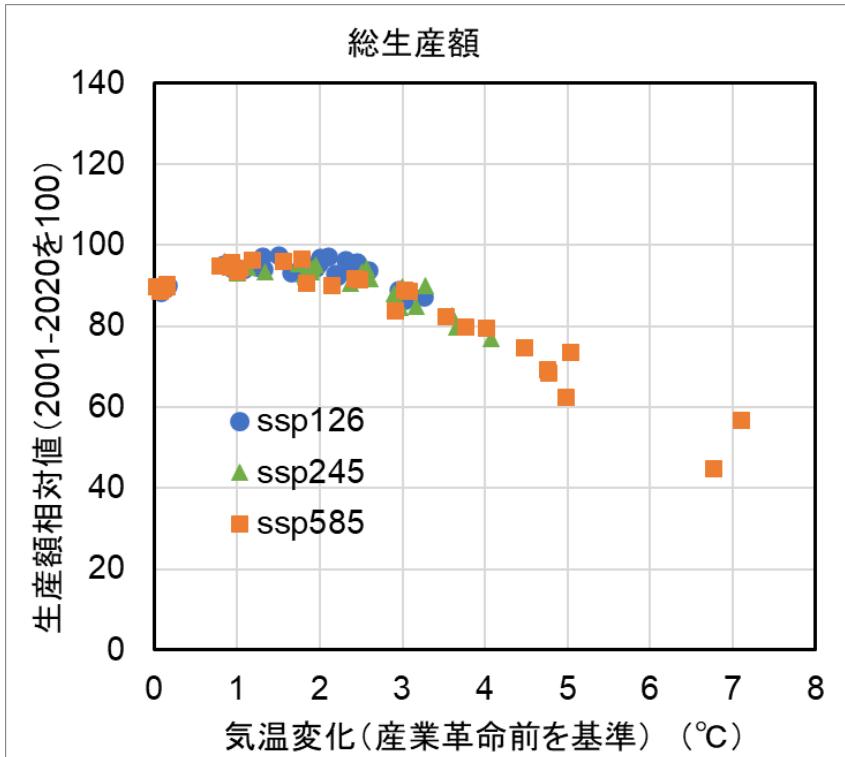


西森ら (2020) 図1(b)



白未熟粒によるクラスごとの各等級比率

		白未熟粒率(%)	1等	2等	3等	規格外
C1	C11	0-10	68.9%	23.9%	4.5%	2.7%
	C12	10-20	35.7%	46.9%	16.3%	1.0%
	C13	20-30	12.9%	54.3%	27.1%	5.7%
C2		30-40	0.0%	19.0%	52.4%	28.6%
C3		40-55	0.0%	0.0%	57.1%	42.9%
C4		55-100	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%



- ✓ 生産量相対値に、等級ごとの価格指数（等級別に、1.0、0.9、0.8、0.7とした）を乗じて算定した
- ✓ これに、基準期間の生産量と一等米販売単価を乗じれば、総生産額が算定される

(3) 成果とその展開

高温耐性品種ランク別白未熟発生率のモデル化

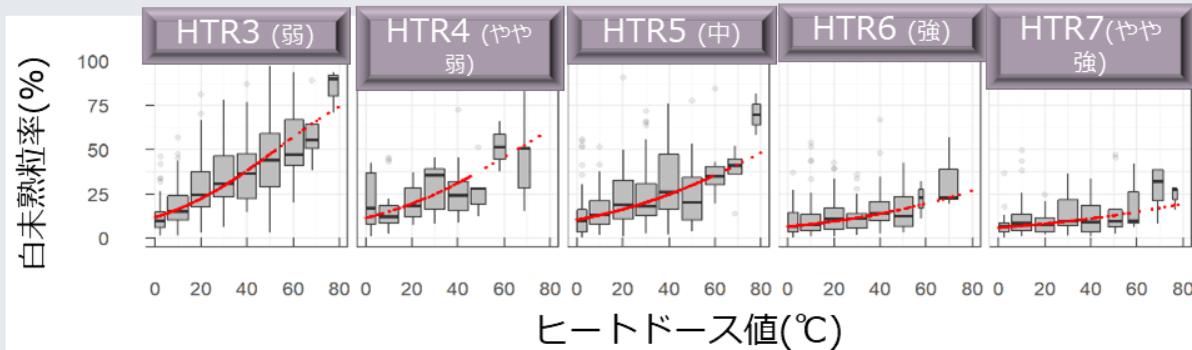
系統的レビューによるデータベース構築

44 試験地
33 県
 $n = 1302$



メタ解析

モデル構築



高温耐性品種ランク別に温度・日射・湿度による品質低下をモデル化



$$\text{Logit}(CG_{ijk}) = B_1(\text{HTR}_i) + B_2 \times \text{Heatdose}_i + B_3 \text{SR} + B_4 \text{RH} + v_i + E_{ijk}$$

- B1 ~ B4 are fixed parameters
- $v_i + E_{ijk}$ are errors (random effects)

温度指標

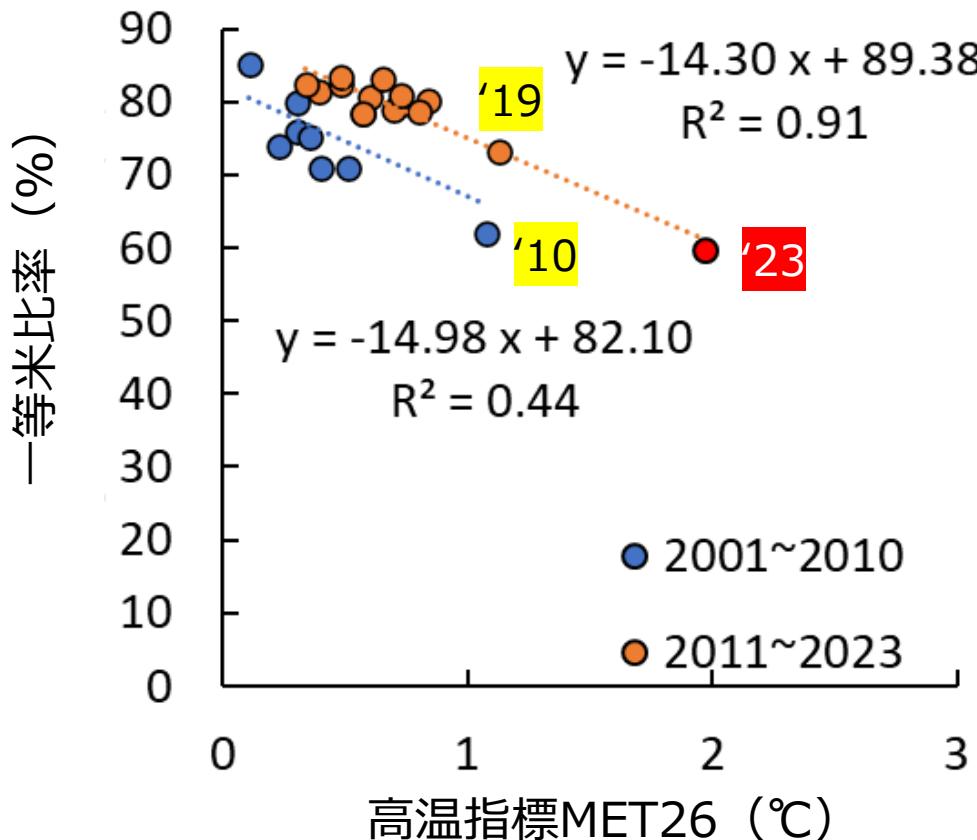
日射

湿度

Wakatsuki et al. 2024, Field Crop Research, 310: 109303/Data in Brief, 54: 110352

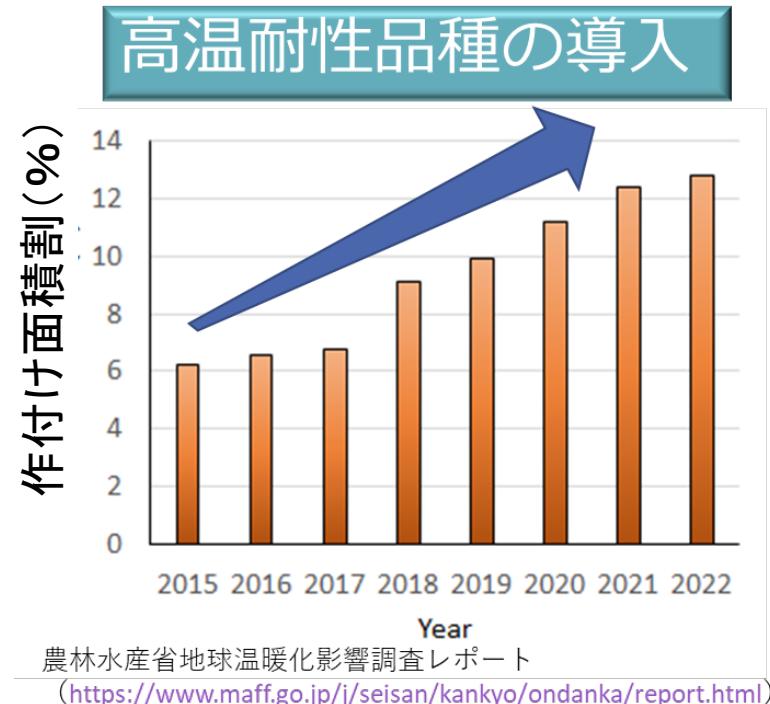
(3) 成果とその展開

*水稻の白未熟粒率および一等米比率への影響



高温指標MET26出穂後20日間の
26°C以上の温度の平均超過温度

$$\text{MET26} = 1/20 \sum (T - T_{\text{base}})_{T > T_{\text{base}}}$$



2022(11)–2023年(28)の都道府県の協力のもとに、白未熟発生モデルの検証、高温耐性品種導入効果の定量化を実施中。

4. まとめ

(1)数多くの作目において、全国もしくは地域ごとの気候変動影響と適応策の効果の評価を行った。

- ・コムギ：主要産地への影響評価と施肥、踏圧、品種変更の適応策評価
- ・ダイズ：青立ち、および障害粒（裂皮粒、しわ粒）の予測と適応（品種）効果

(2)温暖化レベルからみた全国的な影響評価から、良質米の生産量は、現在水準（産業革命以降+1.09°C）からわずかな上昇で低下する等。

- ・経済評価：コメの一等米等の等級比率からの生産額推定
- ・緩和／適応の効果：緩和によるウンシュウミカン適地残存／アボガドへの転換

(3)高温耐性別白未熟粒推定モデルが育種目標設定や地域施策立案に有効