

2026年1月28日

稲作における高温対策WEB勉強会資料



近年の温暖化傾向、水稻品質に及ぼした影響と 対策技術

農研機構 農業環境研究部門

長谷川利拡・戸田悠介・若月ひとみ・吉本真由美・石郷岡康史

<資料の取り扱いについて>

未公開データが含まれますので、出席者限りとし、取り扱いについてはご注意くださいとともに、関係者であっても、掲載された内容の複製・転載はご遠慮ください。

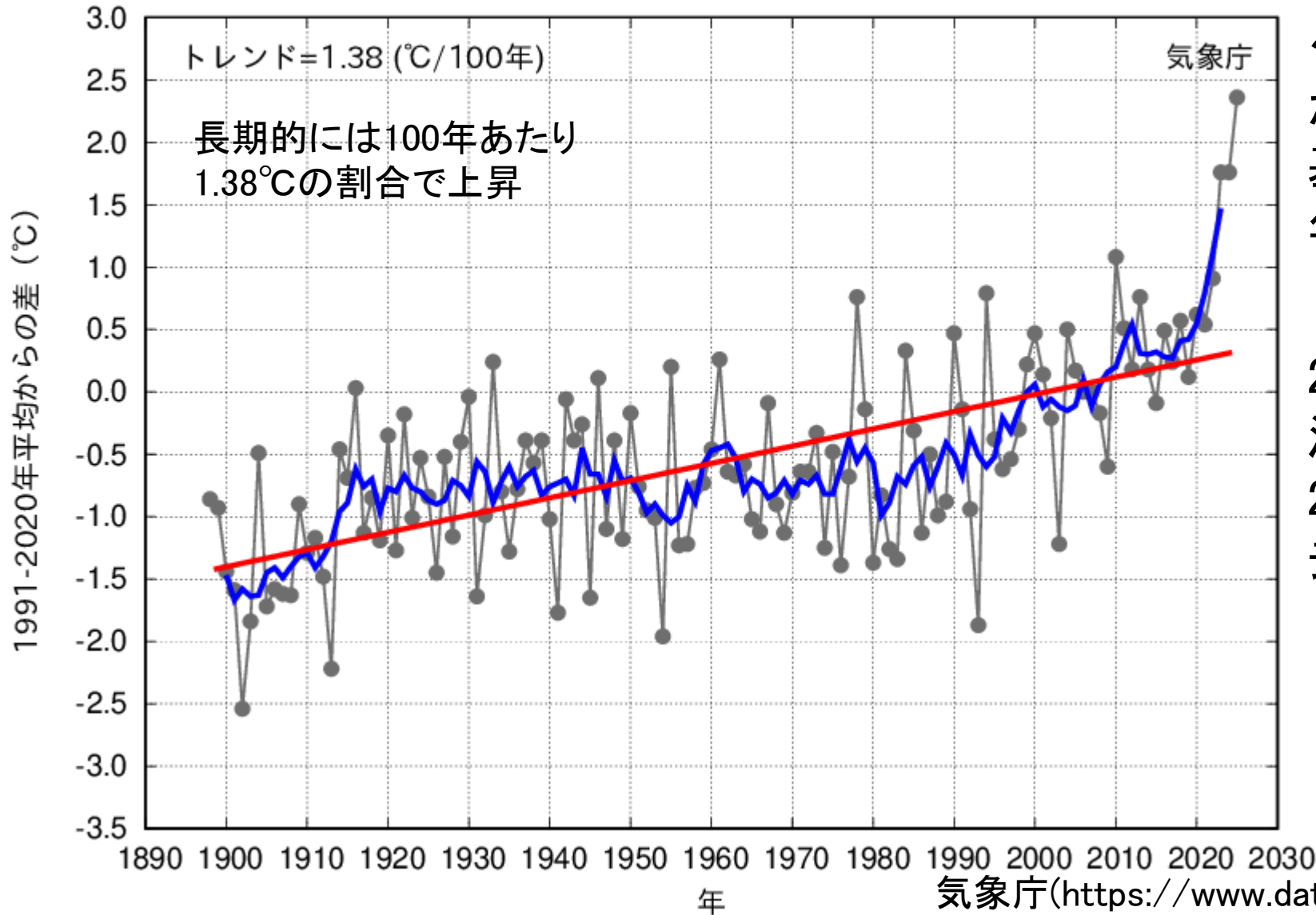
National Agriculture and Food Research Organization

NARO

1. 近年の夏の気温の特徴
2. 水稻高温障害に関する高温指標
 - 高温不稔に関わる高温指標
 - 登熟(品質)に関わる高温指標
3. 最近の高温の影響と品種などの対策技術の効果
 - コメの等級と高温指標
 - 水稻高温耐性品種の導入効果の推定
4. まとめ

日本の夏季気温の長期トレンド

日本の夏平均気温偏差



1898年から2025年夏季(6月～8月)の平均気温の基準値からの偏差(°C)

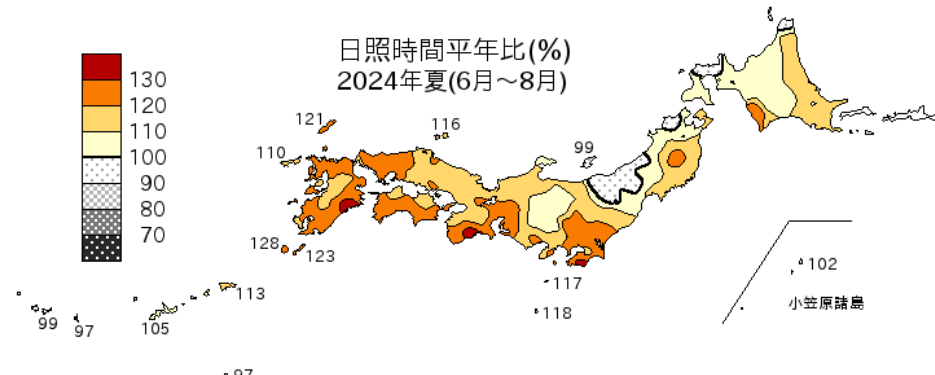
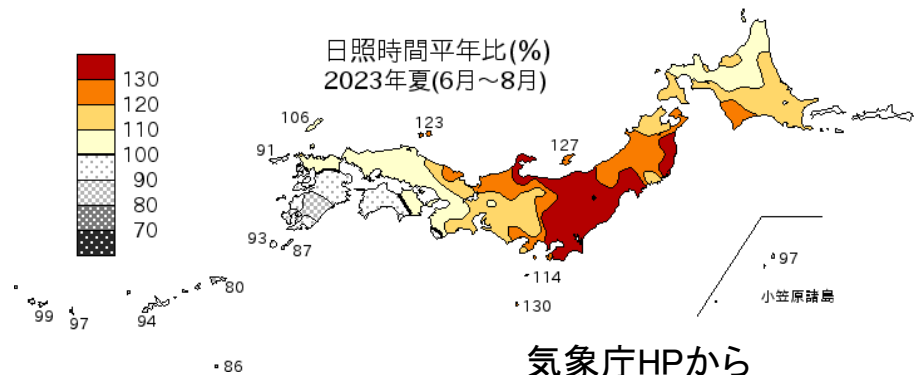
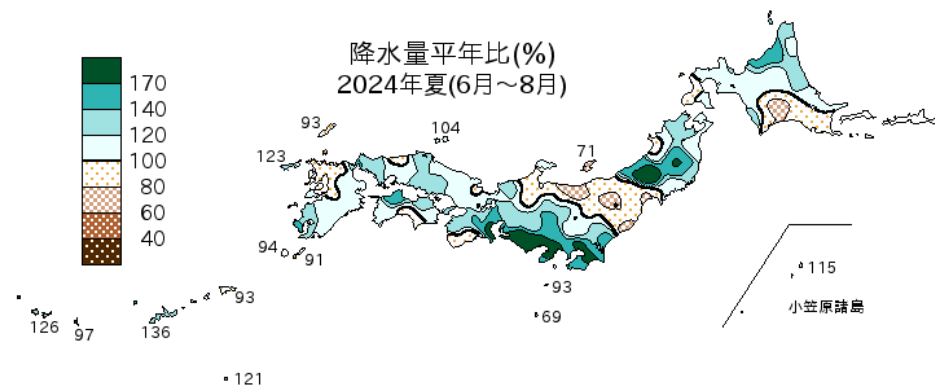
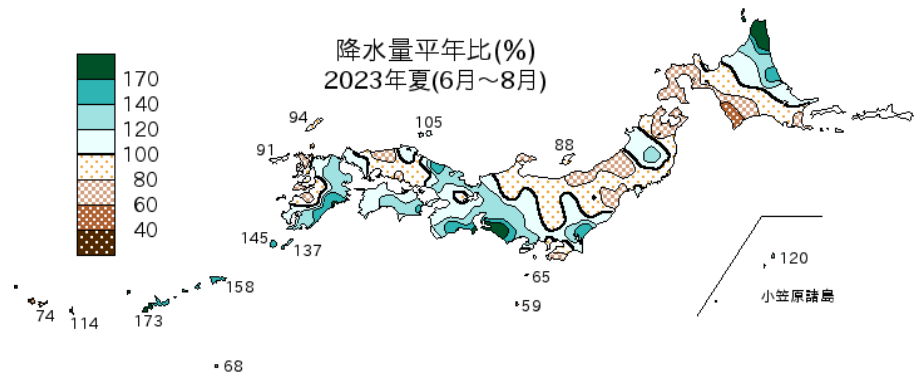
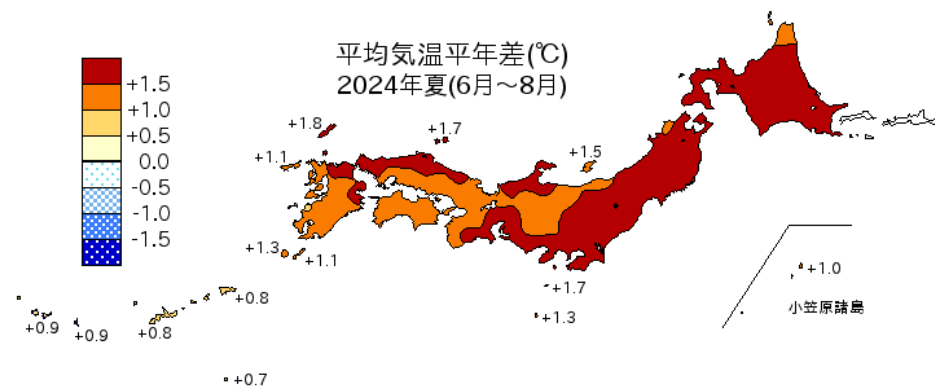
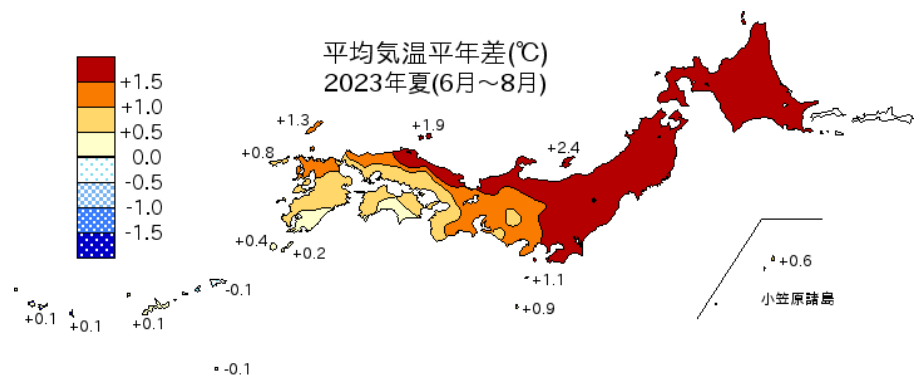
基準値は1991-2020年の30年平均値

2024年夏(6～8月)の気温偏差は+1.76°C。
2025年は、+2.36°Cで過去最高を観測

2023年夏の日本の気象

2024年夏の日本の気象

平年差（比）図（2023年夏（6～8月））

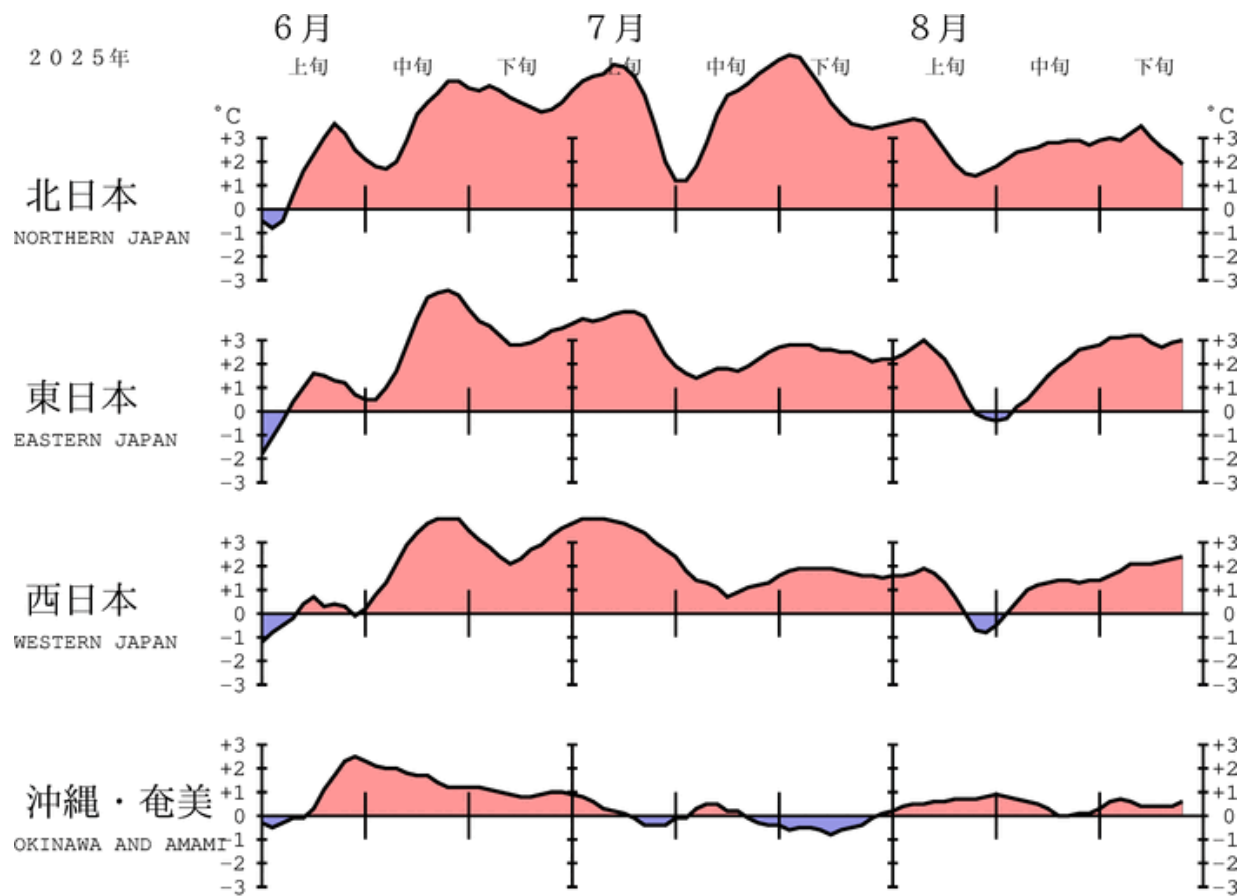
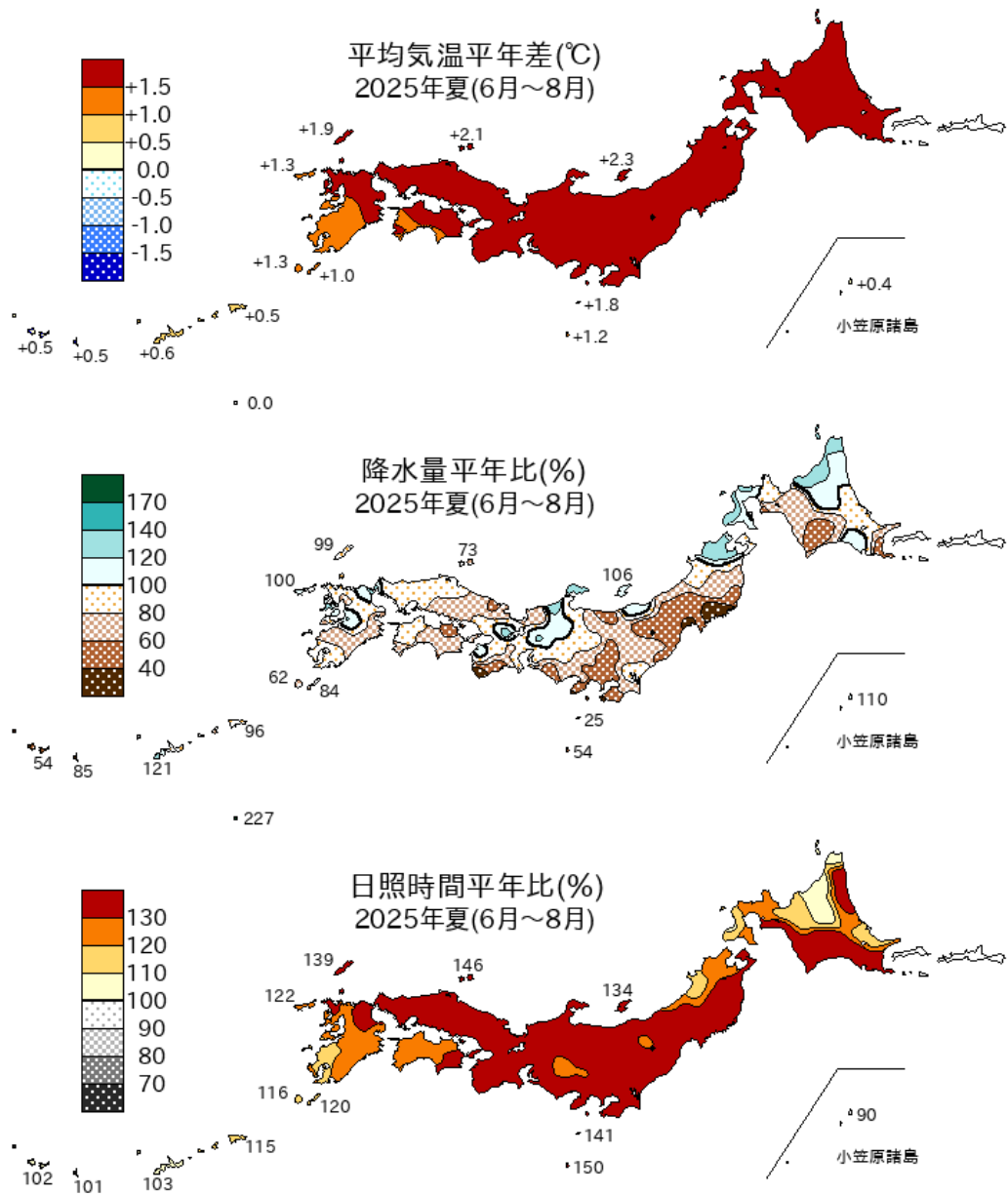


気象庁HPから

<https://www.jma.go.jp/jma/press/2309/01b/tenko230608.html>

2025年夏(6月～8月)の気象の特徴

<https://www.data.jma.go.jp/cpd/longfcst/seasonal/202508/202508s.html>

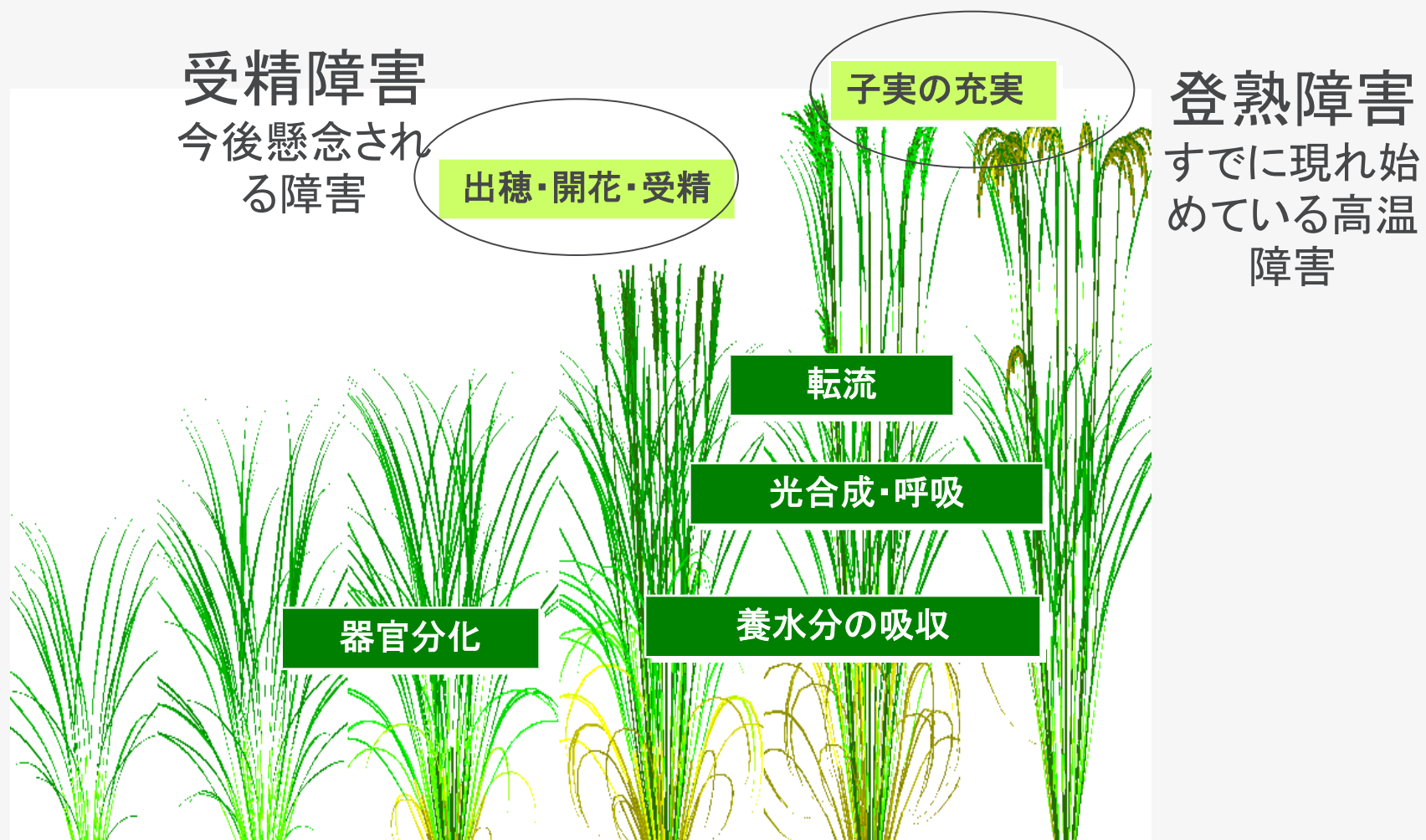


地域平均気温平年差の5日移動平均時系列

更新日: 2025年9月1日

全国153の気象台等のうち132地点で、夏の平均気温が歴代1位の高温となった。日本の夏の平均気温の基準値からの偏差は+2.36°Cとなり、統計を開始した1898年以降の夏として1位の高温となった。

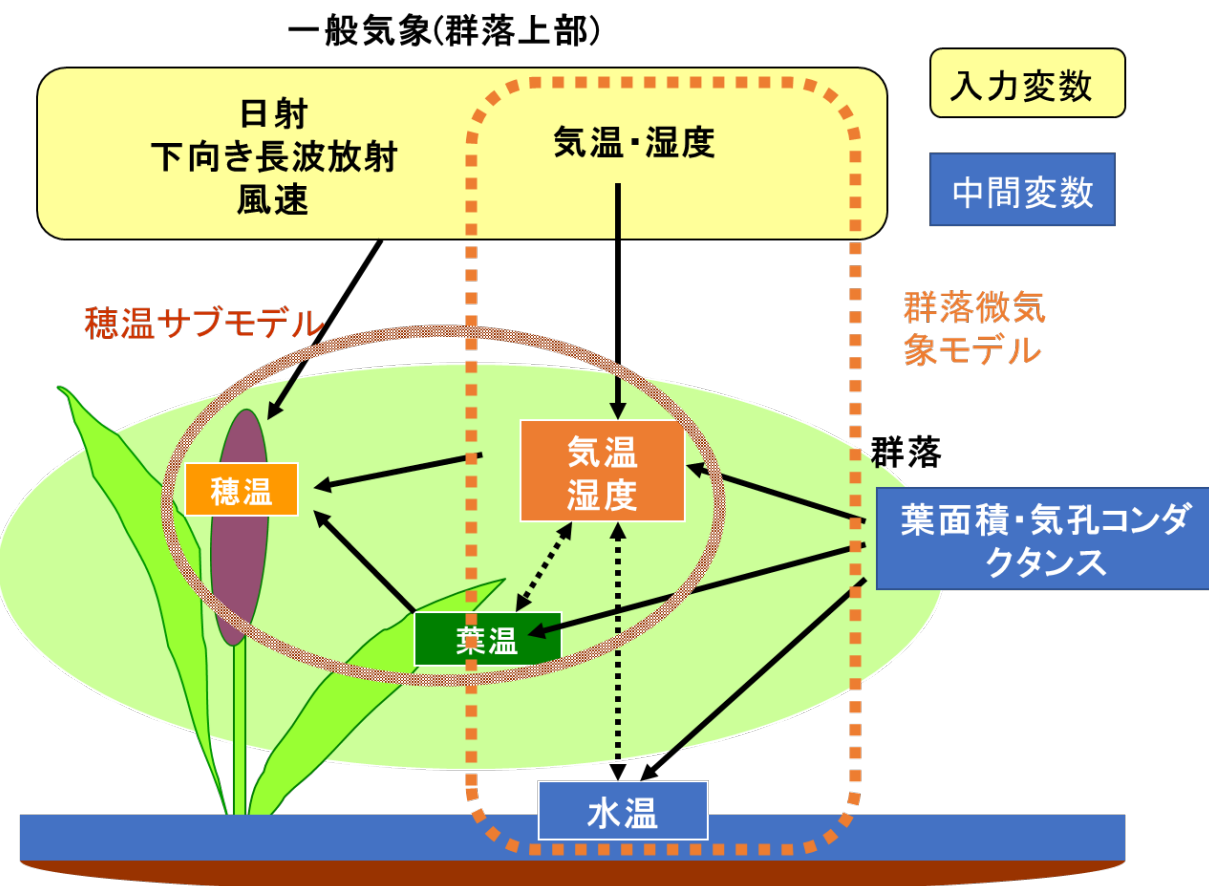
異常高温の影響



温度は、作物の収量形成、品質にかかわる多くの生理過程に影響するが、温度域や生育ステージなどによって、増収に働く場合と減収に働く場合がある。

高温不稔の発生に関する温度指標

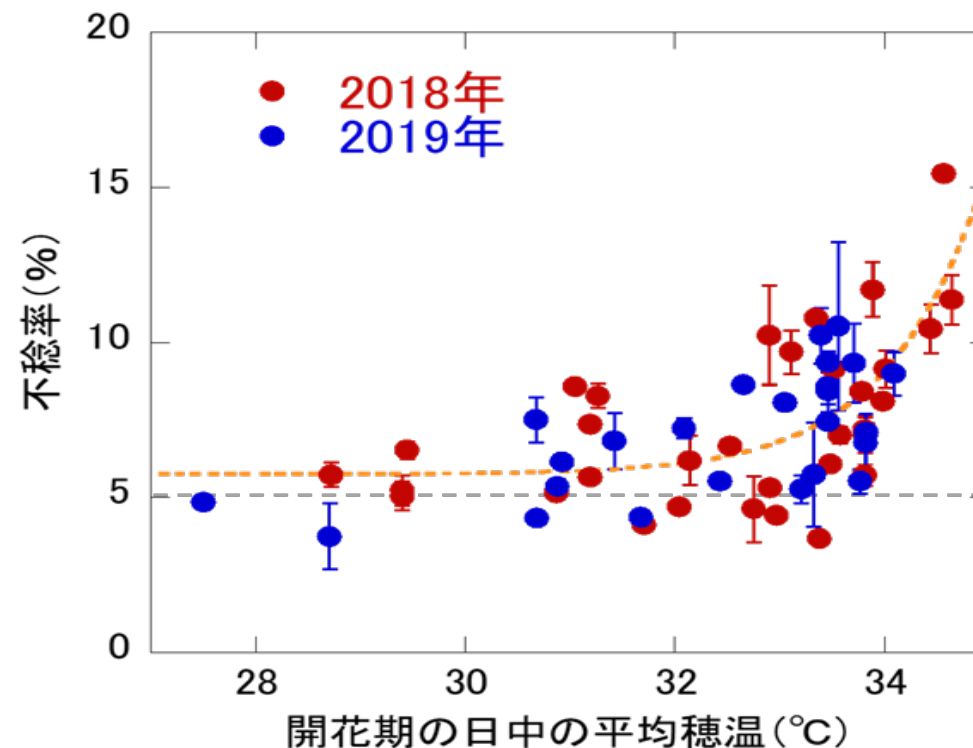
IM²PACT (Integrated Micrometeorology Model for Panicle And Canopy Temperature)による穂温推定



Yoshimoto et al (2011) J. Agric. Meteorol.

推定穂温と不稔率の関係

Yoshimoto et al. (2021) J. Agric. Meteorol.



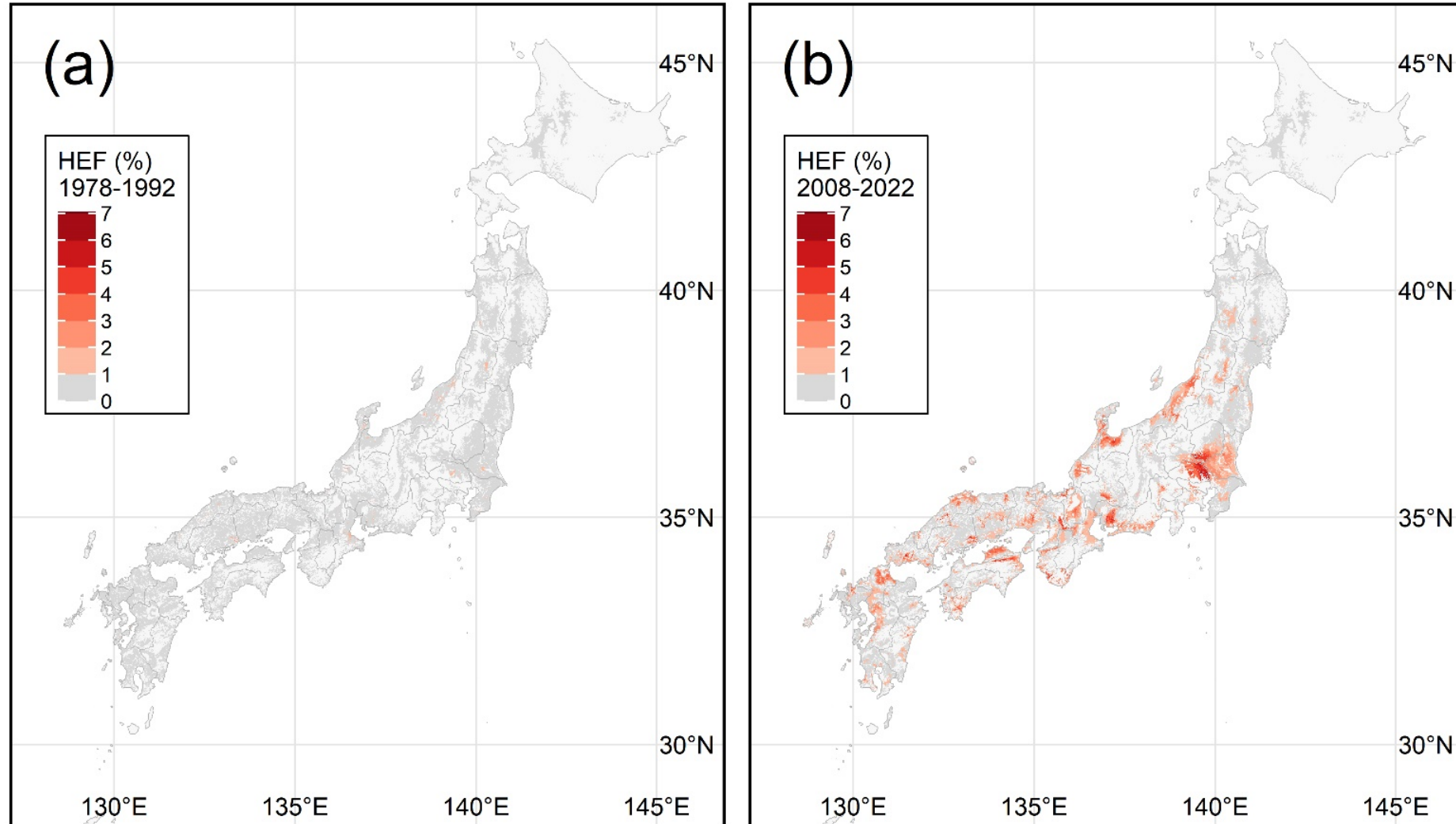
圃場条件における調査から推定穂温が33°C以上になると不稔が増加(品種、コシヒカリ)

開花期15日のうち穂温が33°Cを超えた日数の割合を指標として不稔に関する高温暴露を指標化

推定穂温 33°C 以上の出現頻度 (Heat exposure frequency, HEF)の分布

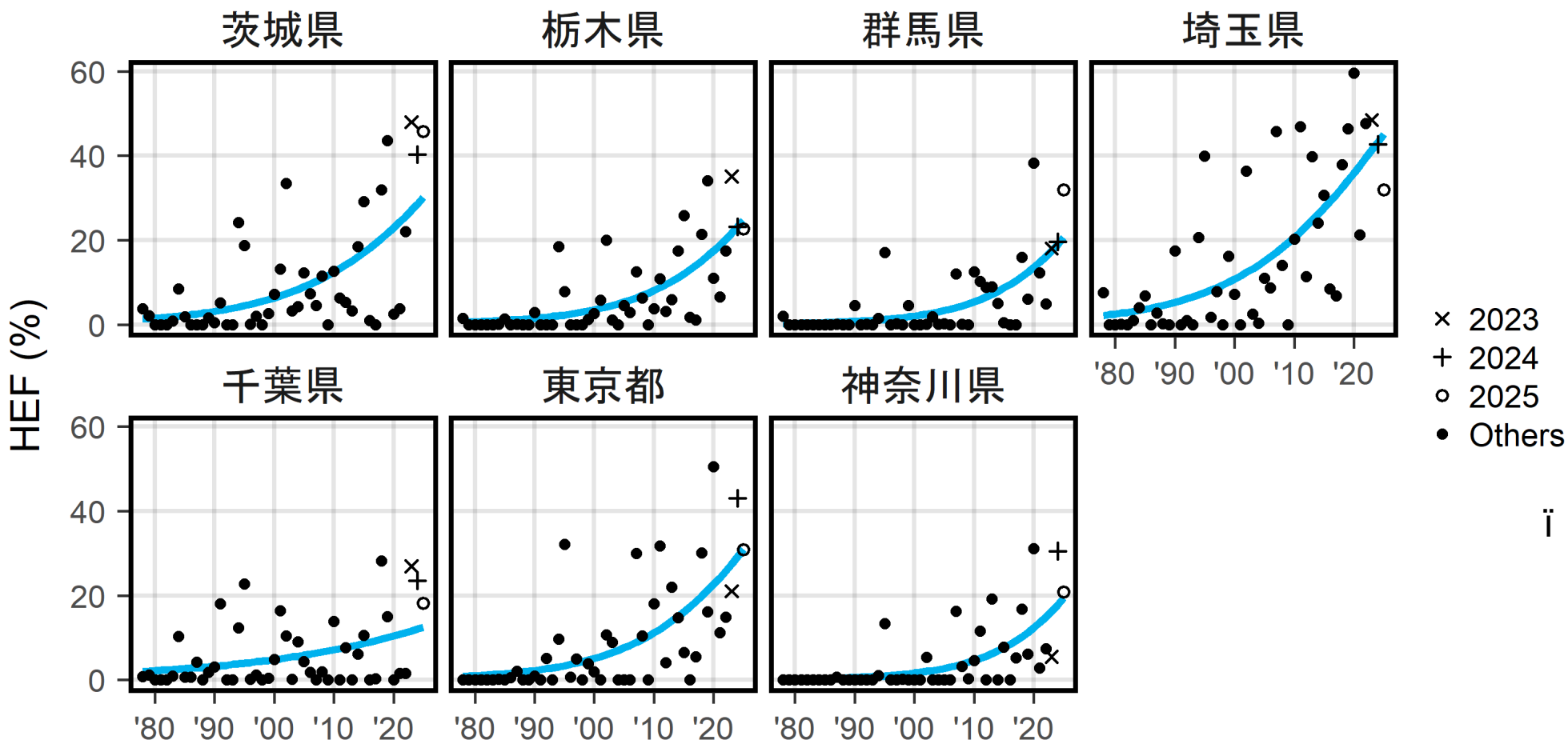
1978-1992年にはほとんど確認できない

2008-2022年には東北から九州にかけて広く確認



1kmメッシュの推定穂温と作柄表示地帯別の出穂盛期 ± 7 日の期間を対象として頻度を算出

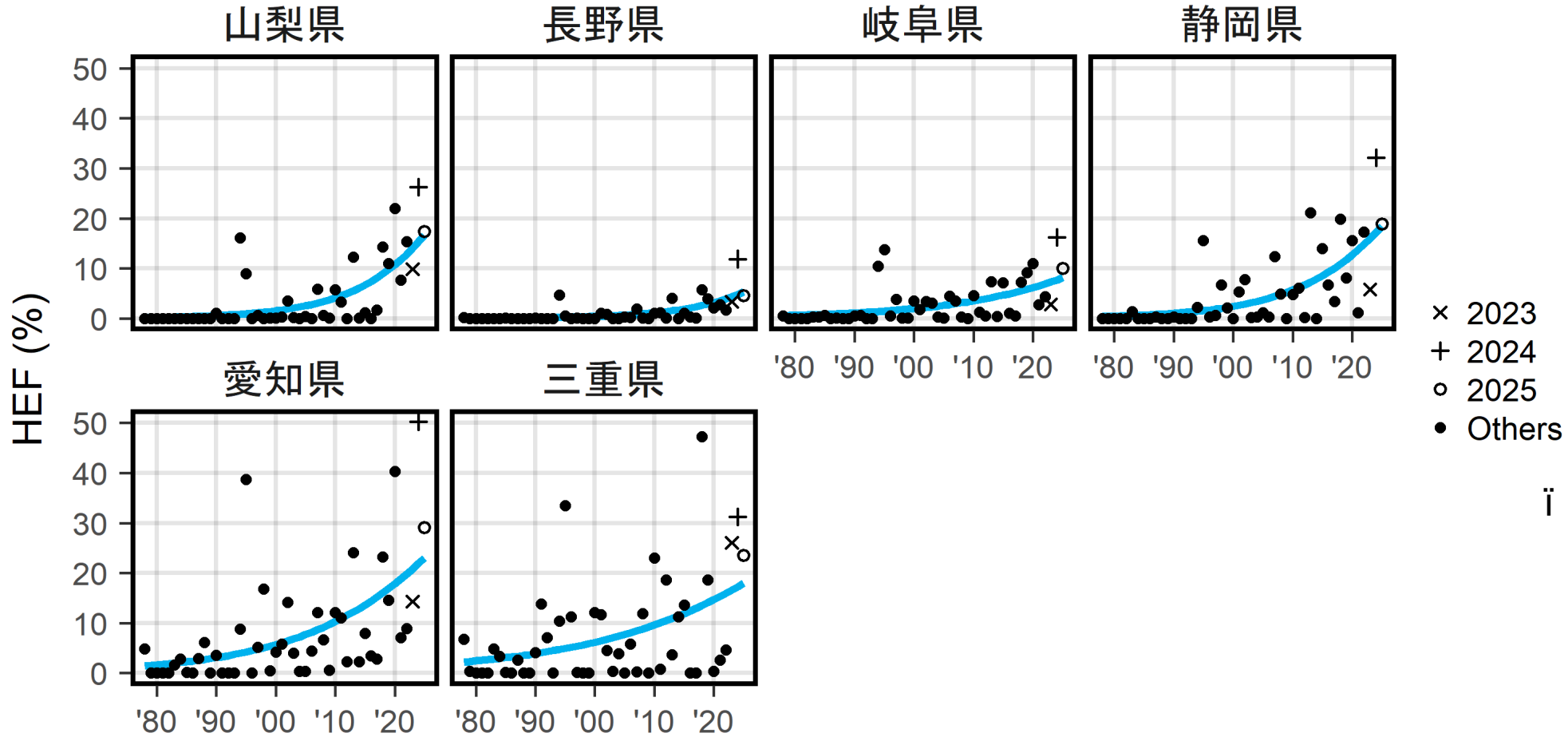
関東



ï 2025年に最高値を更新した県はないものの、いずれも穂温が33°C以上を記録した頻度は高い。

- 1 出穂日±7日間の期間で、開花時(9-15時)平均穂温が33°Cを超えた頻度。
- 1 2024年は2023年と同じ出穂日、2025年は2023年よりも出穂日が3日前進したものとして推定。

中部



ï 2025年に最高値を更新した県はないものの、いずれも穂温が33°C以上を記録した頻度は高い。

高温による白未熟粒の発生と高温指標

出穂後20日間の平均気温が約26°Cを越えると温度上昇とともに増加

高温指標HD_m26(ヒートドーズ)の定義

$$HD_m26 = \sum (T - T_{base})_{T > T_{base}}$$

T : 日平均気温、 $T_{base} = 26^\circ\text{C}$

(出穂～20日間の積算値)

高温指標MET26(平均超過温度)

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

乳白粒



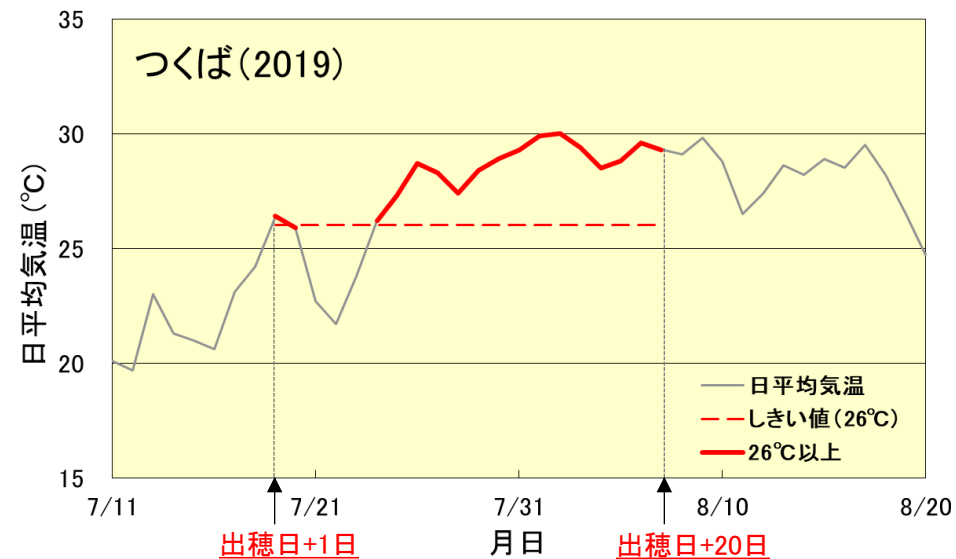
基部未熟粒



腹白未熟粒



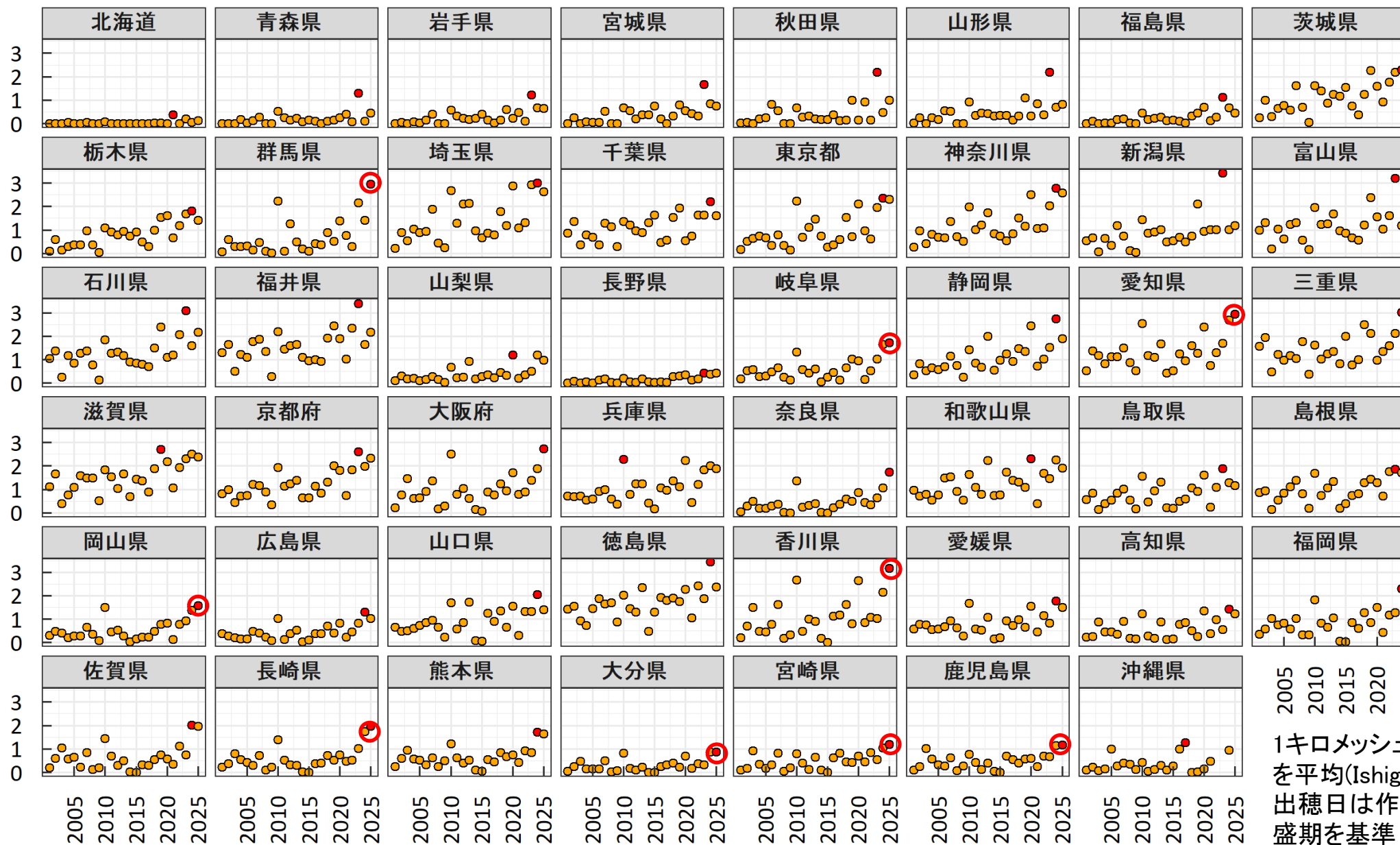
背白粒



農林水産省ホームページより

https://www.maff.go.jp/j/seisan/syoryu/ken-sa/kome/k_kikaku/k_kaisetsu/index.html

2001～2025年の出穂後20日間の26℃以上積算気温



全国的にMET26は増加

2023年は東北、北陸で最高値を観測

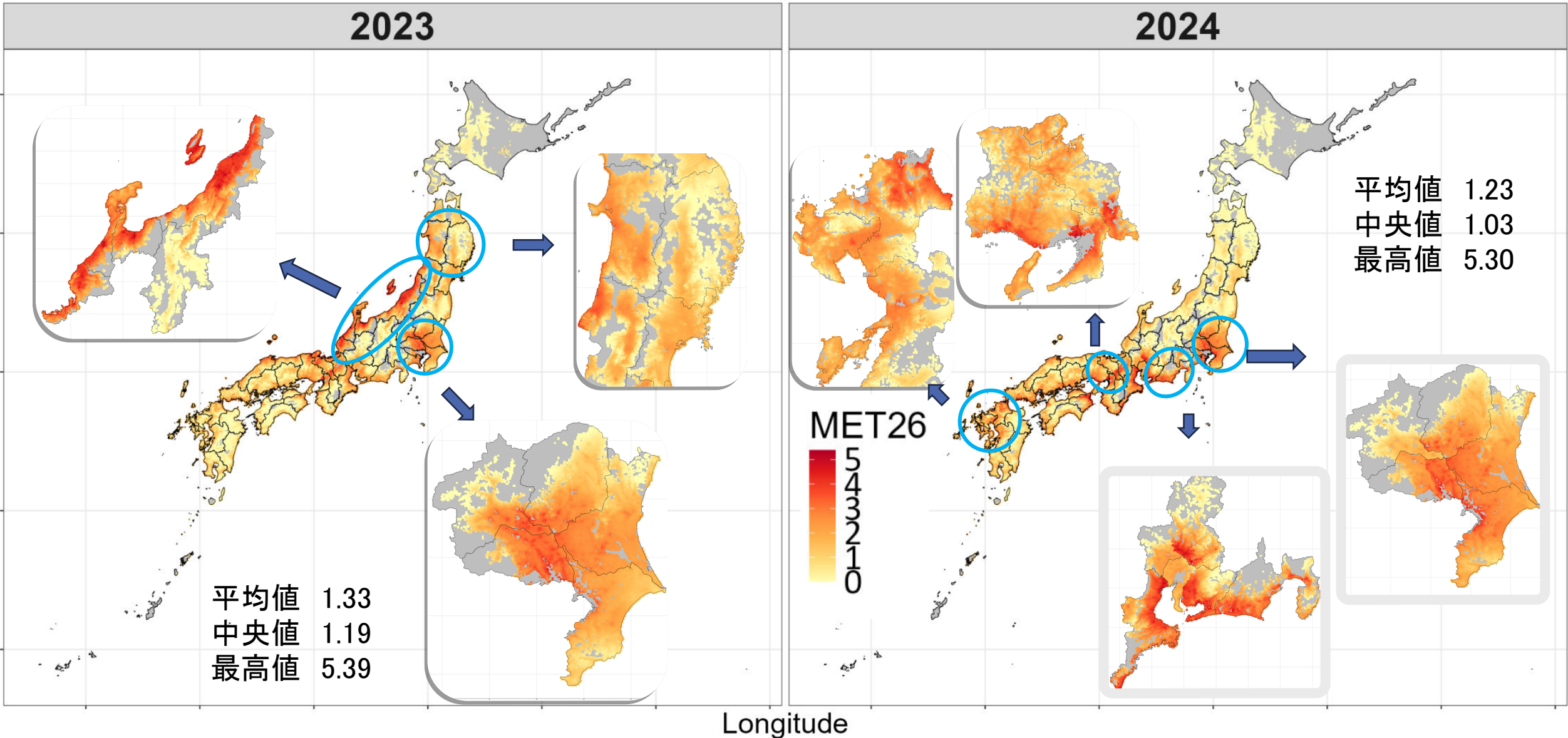
●は最高値

○は、2025年に最高を観測した県。関東、中部では群馬県、岐阜県、愛知県。

2005
2010
2015
2020
2025

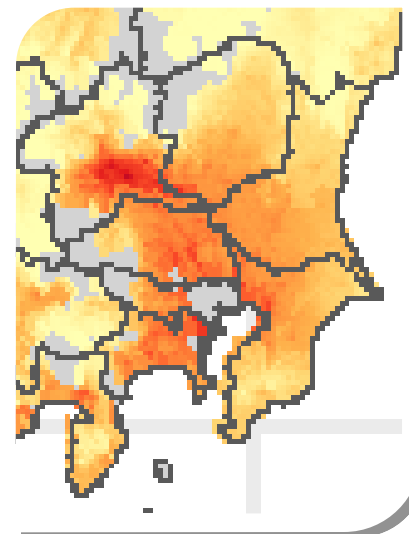
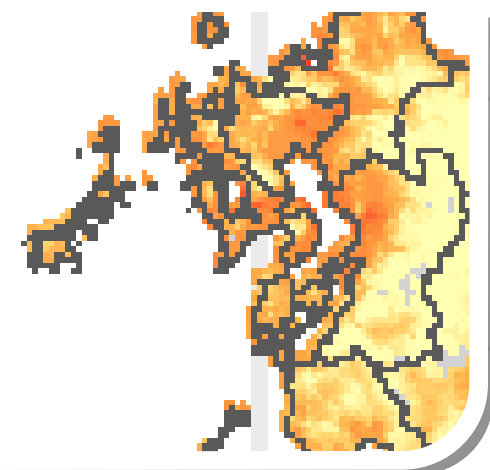
1キロメッシュで水田のあるグリッドを平均(Ishigooka et al., 2017)
出穂日は作柄表示地帯別出穂最盛期を基準 2024年以降は推定値

2023、2024年のMET26の分布とその特徴



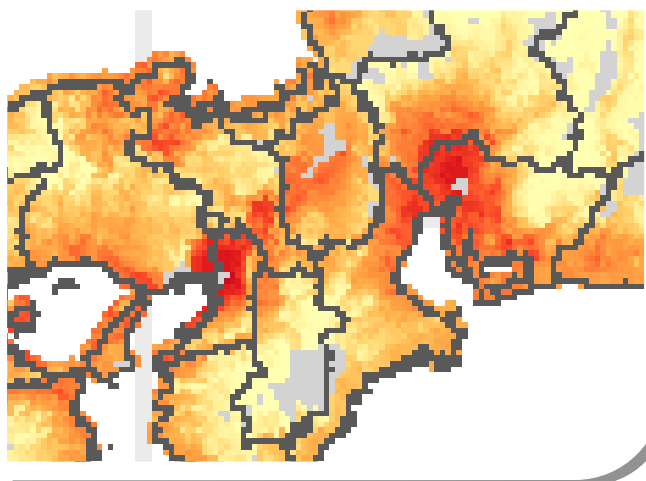
2025年MET26の全国分布とその特徴

2025



出穂が遅い関東内陸部

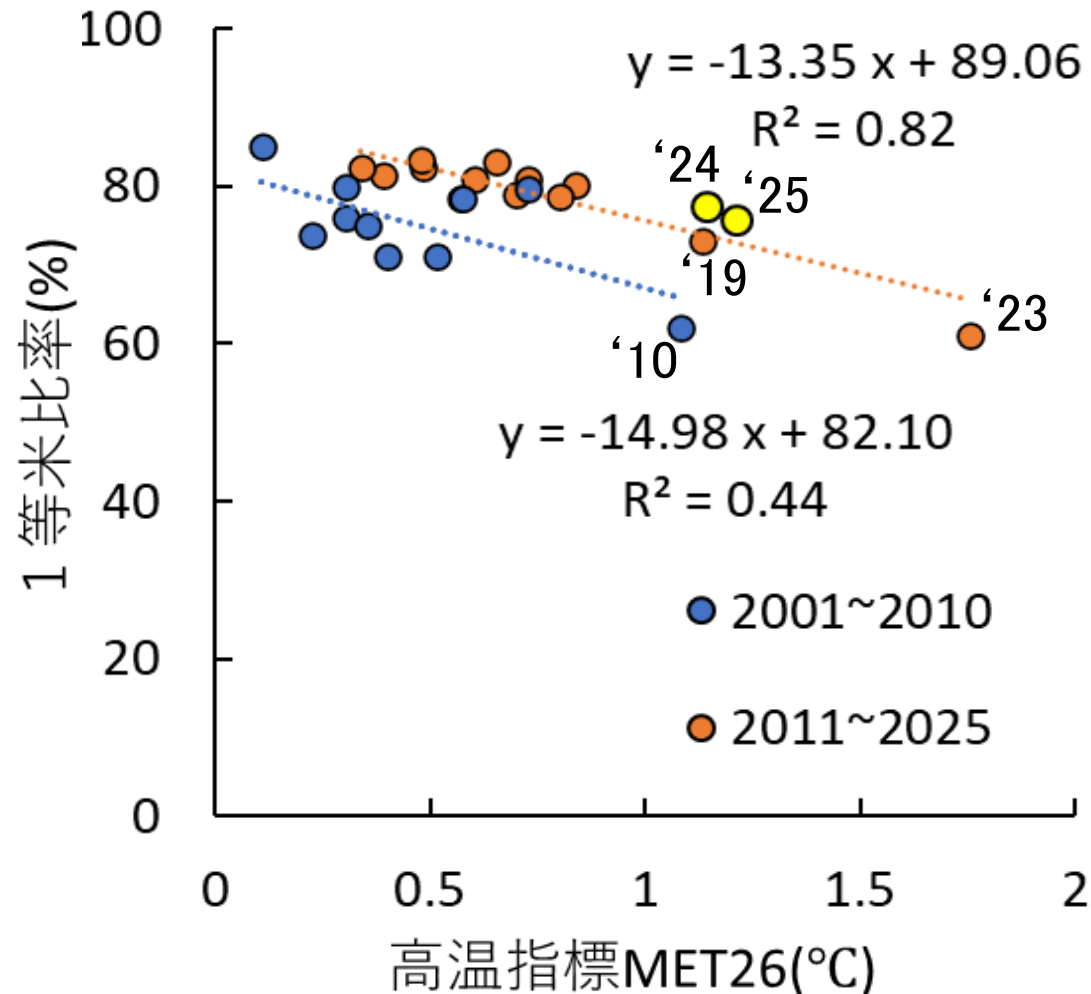
中央値: 1.0
最高値: 5.3



東海から近畿地方にかけて

全国平均1等米比率と高温指標との関係(2001~2025年)

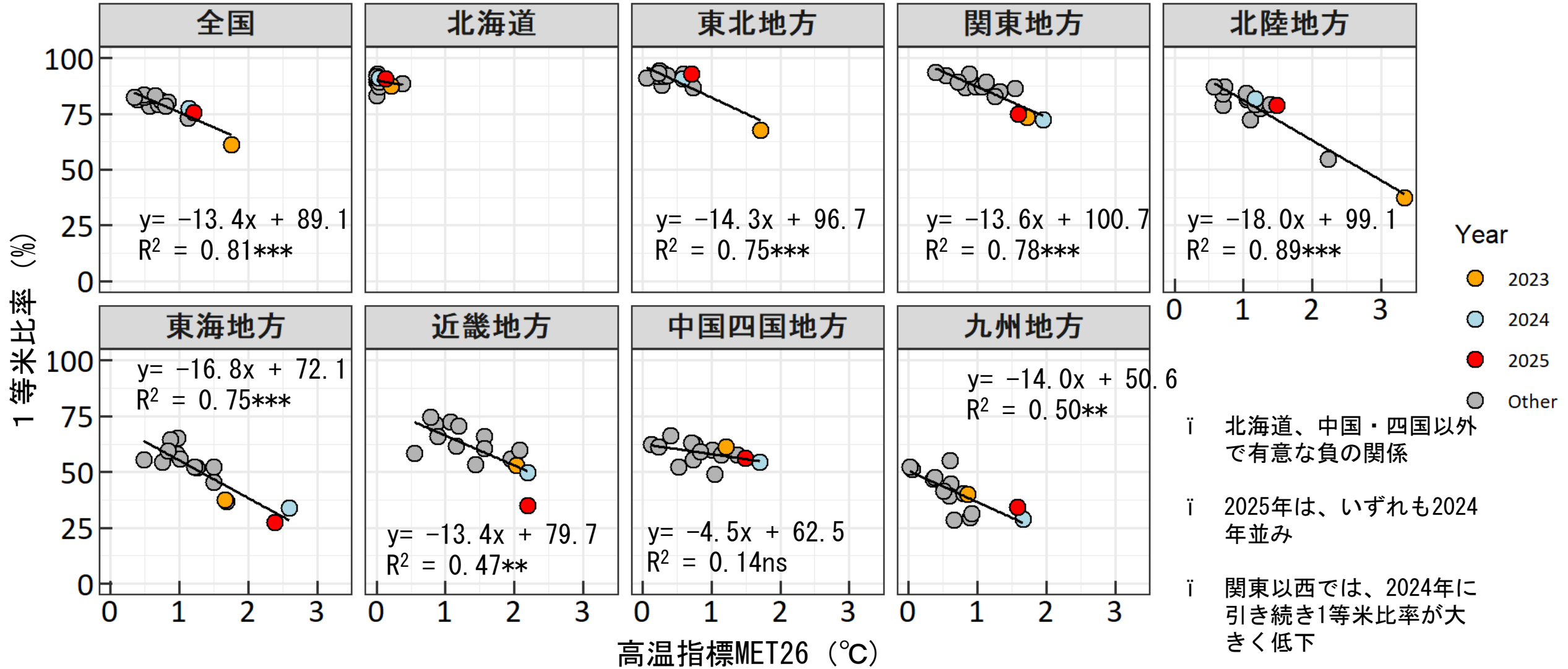
2025年の一等米比率は11月30日現在。



高温指標は、各1kmメッシュの水田率で重みづけして県ごとに集計。その後、全国平均を求める際には、各県の検査数量で重みづけして集計。

- ï MET26が1°C上昇するにつれて、1等米比率は約13ポイント低下
- ï 2010年以前と以降で、温度に対する回帰線が変化
- ï 2024年、2025年は、2023年に比べて全国的にはMET26が低く、1等米比率も回復

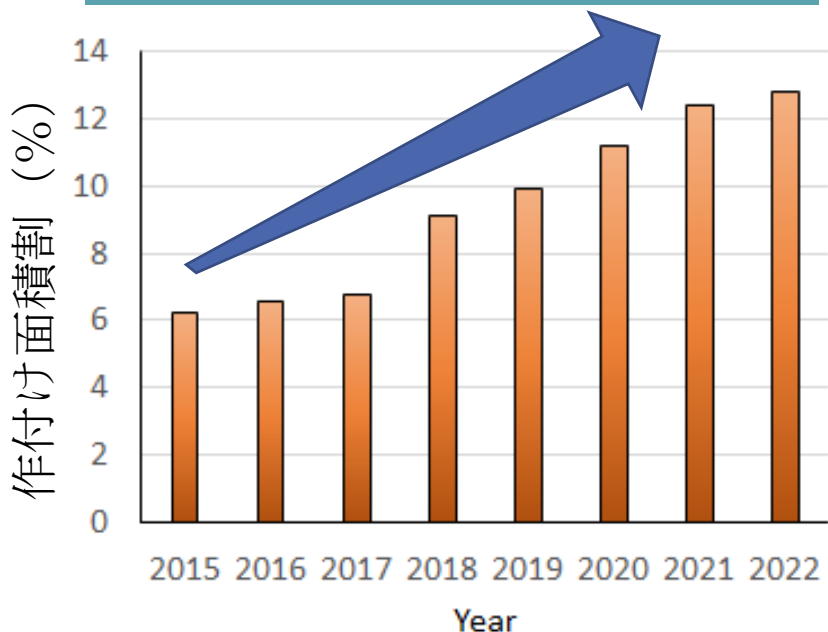
地域ごとにみた1等米比率と高温指標との関係 (2011-2025年)



- 2025年の夏(6-8月)は、観測史上最高気温を大幅に更新した。
- ただし、8月上旬に一時的に高温が傾向が弱まったため、全国的な高温不稔や高温登熟指標は、2024年並みになった。
- その結果、全国の1等米比率も2024年並み。
- 地域的には、猛暑地帯が、関東、東海から西日本に分布し1等米比率も低下した。
- 関東では3年連続、東海以西では2年連続の猛暑で、1等米への影響も大きかった。

高温耐性（登熟性）品種導入の効果の推定

高温耐性品種の導入



農林水産省地球温暖化影響調査レポート

(<https://www.maff.go.jp/j/seisan/kanky/ondanka/report.html>)

から

高温耐性向上による白未熟抑制効果の定量化が必要

高温耐性品種ランク別白未熟粒発生モデル構築

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	生態型	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	胸の舞 初星		むつほまれ 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	笑みの絆
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			笑みの絆
	晩生・極晩生	祭り晴		日本晴 みずほの輝き	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	とちぎの星	ふさおとめ 笑みの絆
	中生	影のかがやき さとじまん		日本晴	なつほのか	
	晩生・極晩生	葵の風 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	葵の風 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稲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 水稲編」で改変(<https://www.maff.go.jp/j/seisan/kanky/ondanka/attach/pdf/index-102.pdf>)

高温耐性品種ランク別白未熟発生率のモデル化

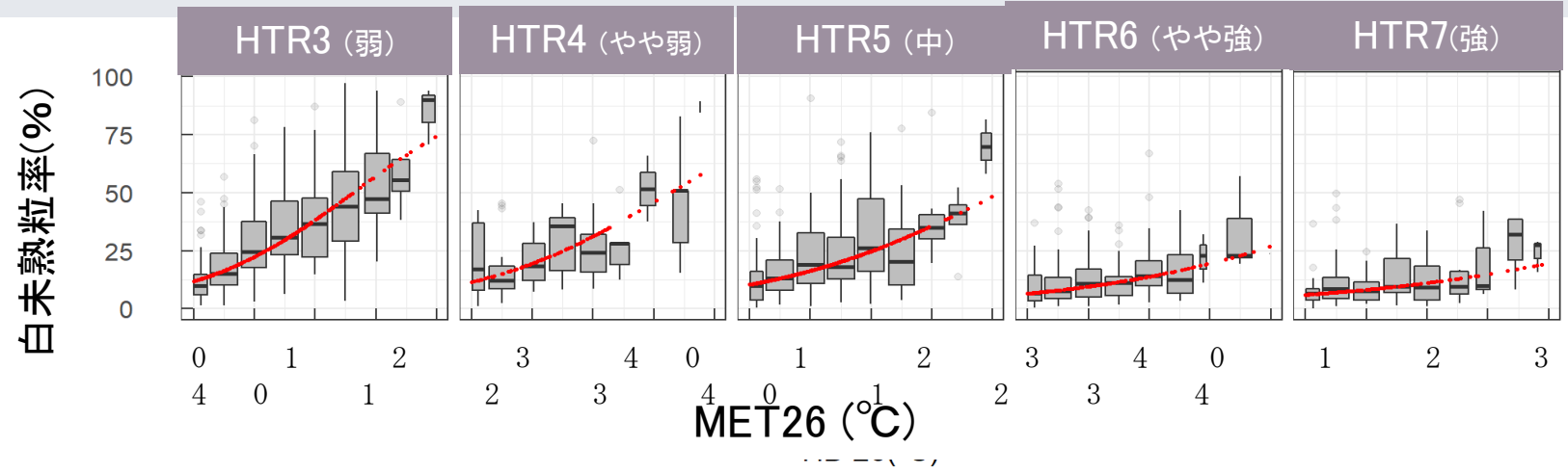
系統的レビューによるデータベース構築

44 試験地
33 県
n = 1302
48品種



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

$$\text{Logit}(\text{CG}_{ijk}) = B_1 \times \text{HTR}_i + B_2 \times \text{MET26}_i \times \text{HTR}_i + B_3 \text{SR} + B_4 \text{RH} + v_i + E_{ijk}$$

• B1 ~ B4 are fixed parameters

• $v_i + E_{ijk}$ are errors (random effects)

温度指標

日射

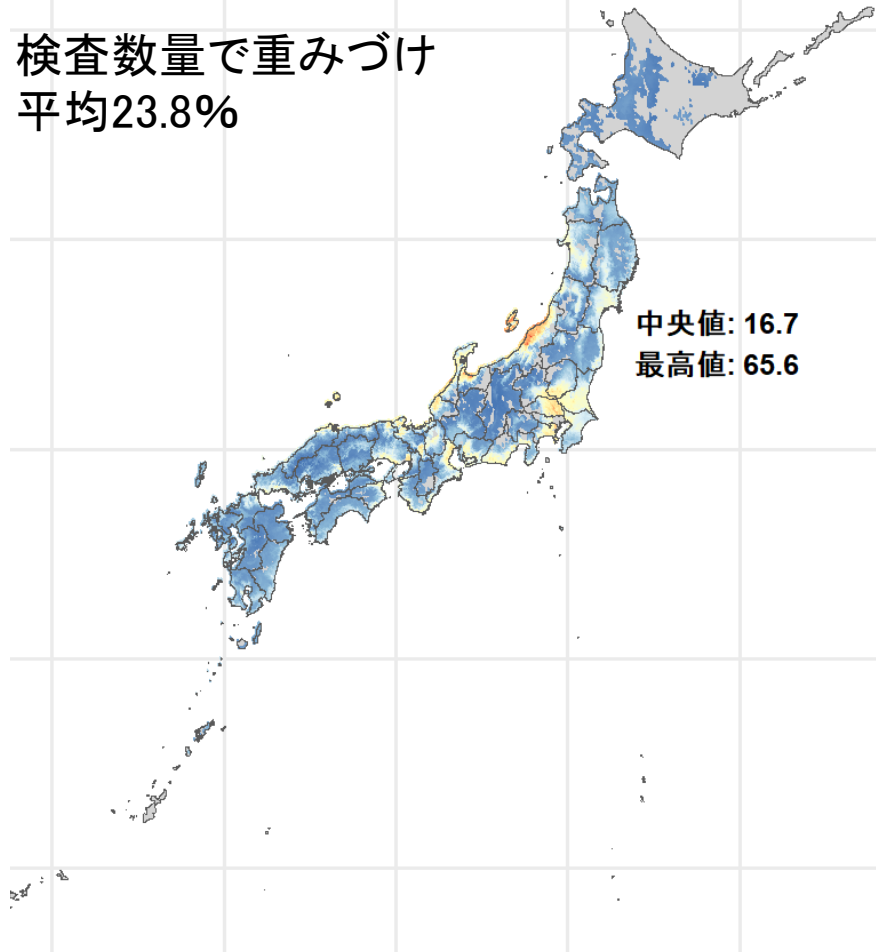
湿度

(Wakatsuki et al. 2024, Field Crops Research)

推定白未熟粒率(%)高温耐性「中」と仮定した場合

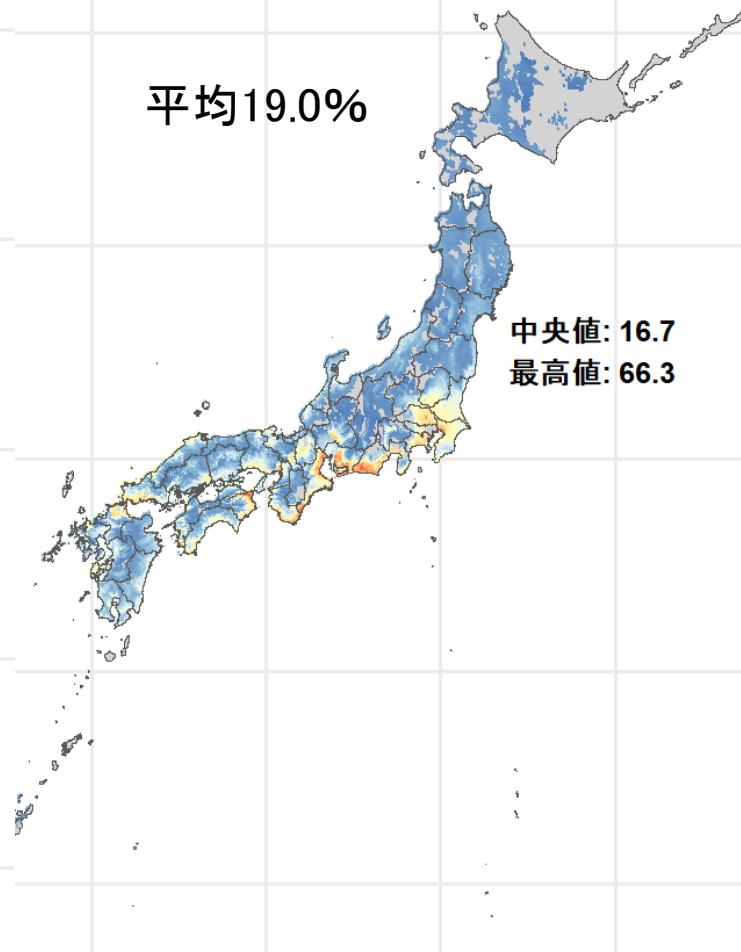
2023

検査数量で重みづけ
平均23.8%



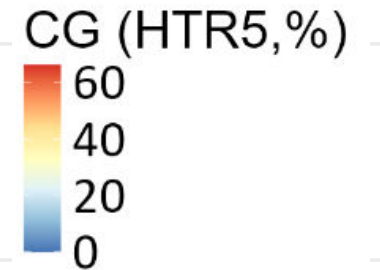
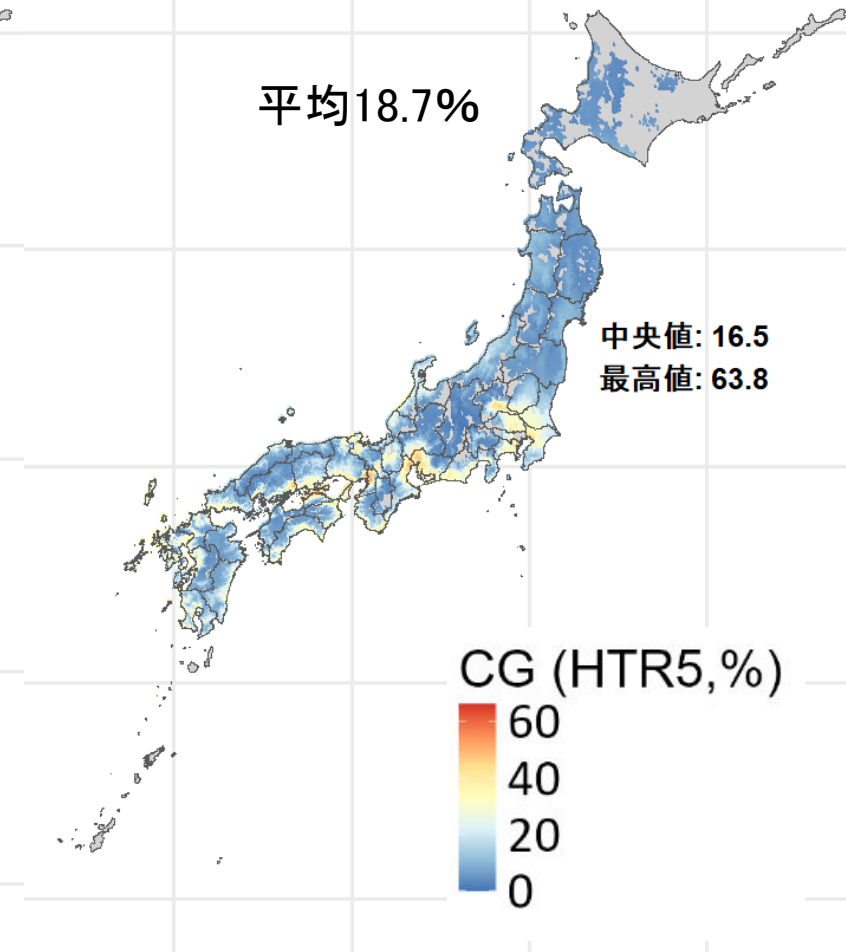
2024

平均19.0%



2025

平均18.7%



* 1km メッシュの気象データを用いて推定 (出穂日は作柄表示地帯最盛期 2024年2025年は推定値)

関東農政局管内 米の農産物検査結果解析

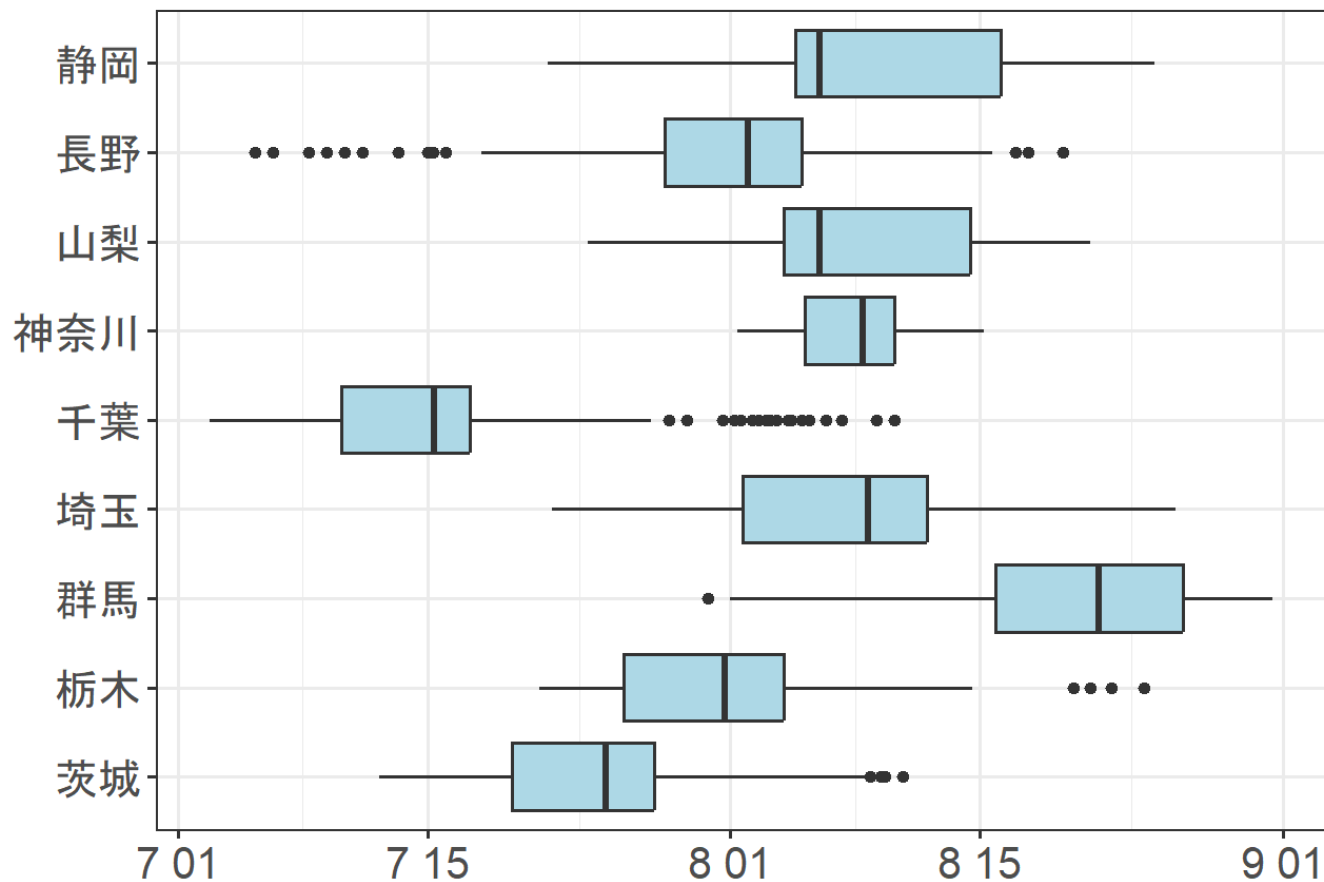
		備考
年次	2022～2025(4か年)	
地点情報	9県 394機関 検査機関の住所より緯度経度 を取得	検査機関の詳細が不明の場合は除く。
品種数	65	全品種78品種より出穂日に関するデータが 取得できなかった13品種を除いた。
出穂日	7月上旬から8月下旬まで	各県の奨励品種決定試験データ(2000年以 降)を用いて県ごとに基準品種としてのコシヒ カリとの出穂日の差を算出、作柄表示地帯の 最盛期をコシヒカリと仮定して差分を足した。
気象要素	気温、日射、湿度	農環研1kmデータ(Ishigooka et. al 2021)
高温耐性	3(弱)、4(やや弱)、5(中)、6 (やや強)、7(強)、未格付け	

品種一覧 (2022~2024年)

茨城			栃木			群馬			埼玉			千葉			神奈川			山梨			長野			静岡		
品種	検査数量 (%)	耐性ランク	品種	検査割合 (%)	耐性ランク	品種	検査割合 (%)	耐性ランク	品種	検査割合 (%)	耐性ランク	品種	検査割合 (%)	耐性ランク	品種	検査割合 (%)	耐性ランク	品種	検査割合 (%)	耐性ランク	品種	検査割合 (%)	耐性ランク	品種	検査割合 (%)	耐性ランク
コシヒカリ	28.2	5	コシヒカリ	41.8	5	あさひの夢	57.3	4	彩のかがやき	22.5	3	コシヒカリ	23.2	5	はるみ	74.6		コシヒカリ	63.9	5	コシヒカリ	40.5	5	コシヒカリ	33.2	5
あきたこまち	16.7	5	とちぎの星	17.8	6	にじのきらめき	15.4	6	彩のきずな	20.0	6	ふさこがね	23.1		てんこもり	11.9	6	ヒノヒカリ	11.6	3	あきたこまち	10.4	5	きぬむすめ	11.8	5
にじのきらめき	11.0	6	あさひの夢	11.9	4	ゆめまつり	13.9		コシヒカリ	17.1	5	ふさおとめ	14.1	7	キヌヒカリ	6.5	4	あさひの夢	9.8	4	風さやか	10.2	5	にこまる	9.0	5
とよめき	8.7		なすひかり	6.9		コシヒカリ	5.2	5	あきたこまち	11.9	5	あきたこまち	6.5	5	さとじまん	5.6	3	五百川	5.0		あきだわら	6.8		あいちのかおり	6.7	
ふくまる	5.5	6	大粒ダイヤ	6.5		ひとめぼれ	3.1	5	大粒ダイヤ	7.0		粒すけ	5.5		コシヒカリ	1.4	5	つや姫	3.0	6	つきあかり	5.7	6	みずほの輝き	6.2	5
あさひの夢	5.4	4	ほしじるし	4.6	5	いなほっこり	2.1	5	キヌヒカリ	6.7	4	つきあかり	5.5	6	あきたこまち	0.0	5	ひとめぼれ	2.8	5	にじのきらめき	4.8	6	にじのきらめき	5.5	6
ほしじるし	4.8	5	あきだわら	4.2		ゴロピカリ	1.5	3	あさひの夢	4.7	4	にじのきらめき	4.1	6				にじのきらめき	2.5	6	天竜乙女	4.2		大粒ダイヤ	5.0	
ミルククイーン	3.4		にじのきらめき	3.8	6	朝の光	0.7		五百川	3.1		五百川	3.9					ミルククイーン	1.4		ミルククイーン	3.8		歓喜の風	4.2	5
一番星	2.7	6	ミルククイーン	1.1		ミルククイーン	0.6		ミルククイーン	1.6		萌えみのり	3.9	3							五百川	3.1		LGCソフト	2.7	
チヨニシキ	2.2		ひとめぼれ	0.7	5	キヌヒカリ	0.2	4	日本晴	1.5	5	あきだわら	2.4								縁結び	2.6	6	ヒノヒカリ	2.3	3
ひとめぼれ	1.8	5	ヒカリ新世紀	0.3		ミルクプリンセス	0.1		えみほころ	1.5	6	とよめき	2.4								きらりん	2.5		ミルククイーン	2.0	
萌えみのり	1.5	3	にこまる	0.2	5				にこまる	1.0		ミルククイーン	1.7								ひとめぼれ	2.2	5	なつしずか	1.9	
あきだわら	1.5		恋の予感	0.1	6				朝の光	0.6		ひとめぼれ	1.3	5							キヌヒカリ	1.7	4	ひとめぼれ	1.7	5
ゆめひたち	1.4								和みリゾート	0.5		いただき	1.3								ゆめしなの			あさひの夢	1.6	4
つきあかり	1.0	6							彩のみのり	0.3		にこまる	0.8	5										キヌヒカリ	1.5	4
姫ごのみ	0.9											恋の予感	0.2	6										はえぬき	0.7	5
はるみ	0.7											ゆめかなえ	0.2											萌えみのり	0.6	3
笑みの絆	0.6	7										ミルクサーマー	0.1											姫ごのみ	0.6	
日本晴	0.6	5																						ミズホチカラ	0.6	
LGCソフト	0.5																							ちほみのり	0.5	5
キヌヒカリ	0.5	4																						あきたこまち	0.4	5
はえぬき	0.5	5																						ほしじるし	0.3	5
エルジーシー潤	0.1																							つきあかり	0.3	6
華麗舞	0.1																							ササニシキ	0.2	3
																								縁結び	0.2	6
																								ミルクプリンセス	0.1	
																								どんとこい	0.1	

注・青字のランクについてはデータ不足のため暫定値

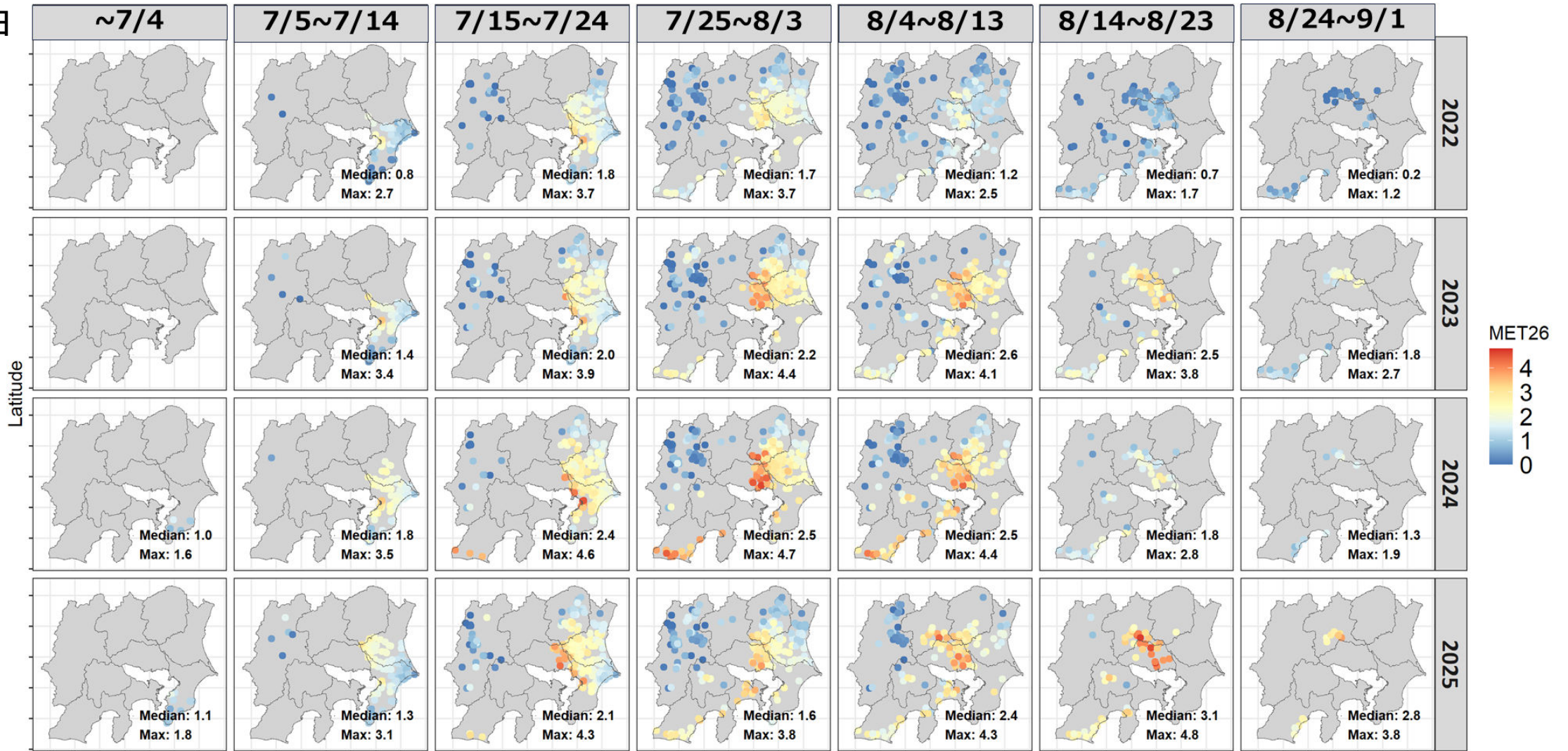
2022～2025年の関東農政局内県別の出穂日分布の推定値



	最小	最大	平均	重みづけ平均	中央値
静岡	7/21	8/24	8/9	8/7	8/6
長野	7/5	8/19	7/31	8/1	8/2
山梨	7/24	8/21	8/8	8/6	8/6
神奈川	8/1	8/15	8/8	8/7	8/8
千葉	7/2	8/10	7/14	7/14	7/15
埼玉	7/22	8/25	8/7	8/6	8/8
群馬	7/30	8/31	8/20	8/24	8/21
栃木	7/21	8/24	7/31	7/30	7/31
茨城	7/12	8/10	7/24	7/24	7/25

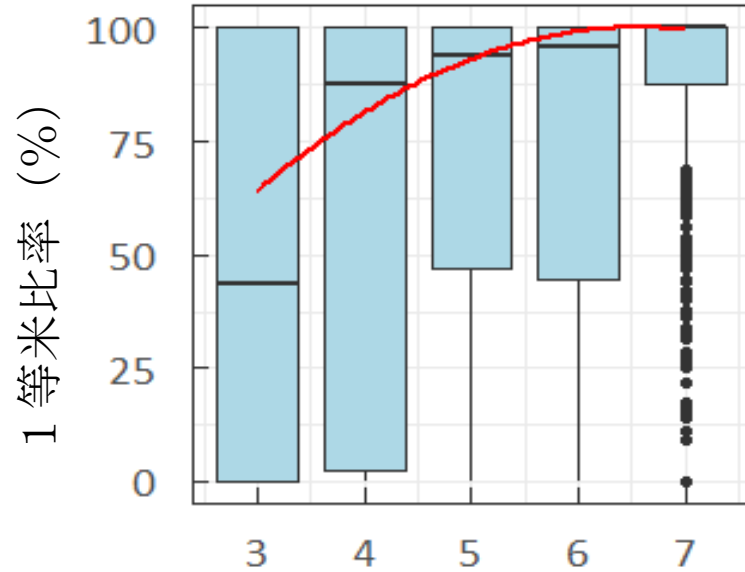
2022～2025年の時期別推定MET26 (°C) の分布

出穂日



2025年は、7月中旬、8月中旬に出穂した品種・地域でMET26が大きい傾向

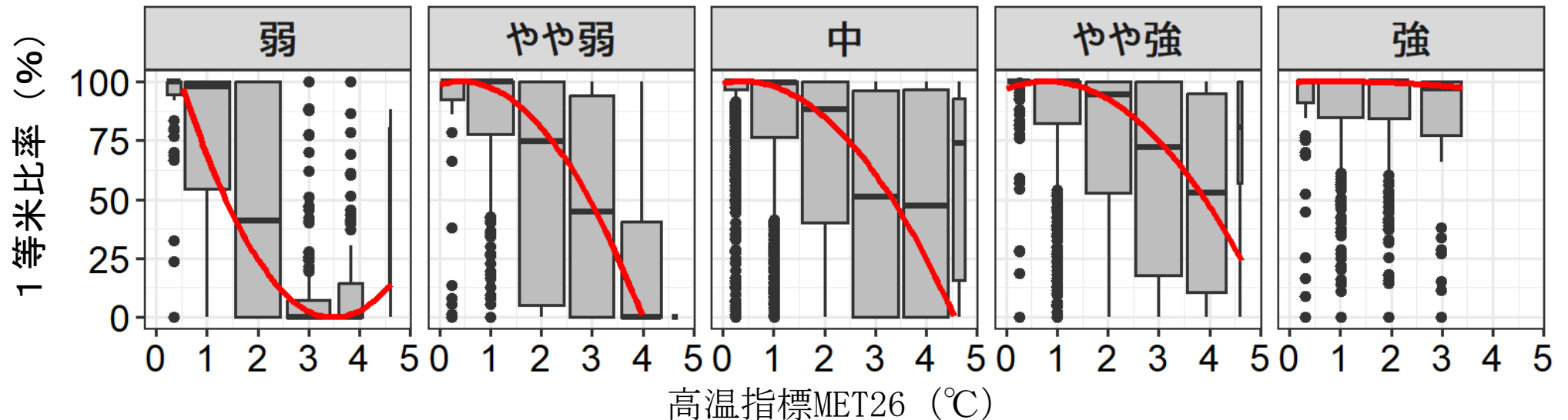
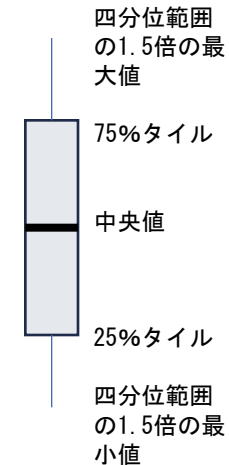
高温耐性ランクごとにみた関東農政局管内の検査結果の分布 (2022~2025年)



- 高温耐性が「弱」または「やや弱」の品種では、1等米比率に大きなばらつきがあり、中央値も概して低い。
- 一方、「中」以上の品種ではばらつきが小さく、中央値も高い傾向がみられる。
- MET26（登熟前半の平均気温）が高くなるほど、1等米比率は低下する。
- 特に「弱」耐性の品種では、MET26のわずかな上昇でも1等米比率が急激に下がるが、「強」耐性品種では低下幅が小さい。
- また、「やや強」品種でもMET26が約2℃を超えると、1等米比率の低下が見られる。

高温耐性ランク

赤字の線=50%分位点回帰線



- 関東農政局管内のデータから
 - ï 高温暴露は地域・年次で大きく異なる
 - ï 2025年は、7月中旬、8月中旬に出穂した品種・地域でMET26が大きい傾向
 - ï 品種の高温耐性レベルが高いほど、1等米比率は高い
 - ï ただし、MET26が2°Cを超える条件では、「やや強」レベルの品種でも1等米比率の低下を避けることは難しい
 - ï 同様の高温暴露でかつ同じ高温耐性レベルでも、1等米比率には大きな幅がある＝管理などの影響も甚大＝基本技術の励行が重要

1. 気候変動の影響に関するもの

- ï 温度が高い日が続くと**稲の受粉**に悪影響がありますか
- ï 水稻の高温障害としては、**高温に加えて少雨(干ばつ)の影響があり、不稔が増加する**など高温障害を助長している。少ない水を有効活用する**少水栽培管理方法**について情報を提供していただきたい。
- ï 3年連続しての高温年となりましたが、高温の記録は毎年更新されるほどでしたが、水稻の検査結果については地域・年次で変動があり気温以外の気象要因の影響があったと考えられますが、**気温に次いでどのような気象要因の影響**が大きく影響したと考えられますか。
- ï **有機栽培**への影響について教えてください。
- ï 近年、長野県茅野市(標高800m~1,200m)で**雑草イネ**が増加しています。高温による影響があるのかどうか教えてください。

2. 対策に関するもの

(1) 作期

- i 登熟期を猛暑からずらす目的で播種・田植え時期を遅らせる場合の注意点等あればご教授いただきたい。
- i 作付時期での対応、肥料対応、コーティング等の対策の有無etc.

(2) 施肥

- i 施肥と高温障害の関係
- i 温暖化対策で何の肥料(例:窒素、ケイ酸、バイオシュティミラント剤など)が重要でいつ撒けば良いのか？
- i 施肥面での高温障害対策があればデータも含めて知りたいです。
- i 作付時期での対応、肥料対応、コーティング等の対策の有無etc

(3)水管理

- ï 効果的な**飽水管理方法**
- ï 気温だけでなく**水温、地温**についての知見がありましたらご教授ください

(4)総合的な管理

- ï 水管理が水利権等の関係で自由にならない中、**水管理の他に可能な対策**について学習したい。
- ï 現場からは高温による米の**小粒化**を指摘されることがありますが、**粒張り向上のための栽培**のポイント等がありましたらアドバイスをいただけませんか。

(5)その他

- ï BS資材の優良事例を知りたい
- ï 高温対策の**土壌、肥料成分・残留等への影響と対策**