

農業分野における気候変動適応策関連 の研究の動向

農研機構 農業環境研究部門
長谷川利拡

NARO

1. 主要作物における気候変動影響・適応技術の将来予測の最近の傾向
2. 国内における研究の動向
3. 今後の展開

農業・食料関係の章における適応に関連する主要なメッセージ

- 適応は進行しているが、十分ではない（適応の限界）
- 適応には、共便益をもたらすものもあれば、予期せぬ悪影響をもたらすものもある
- 適応については、共便益を活用すると同時に、悪影響を排除する必要がある

気候シナリオと作物予測結果に関する系統的レビュー

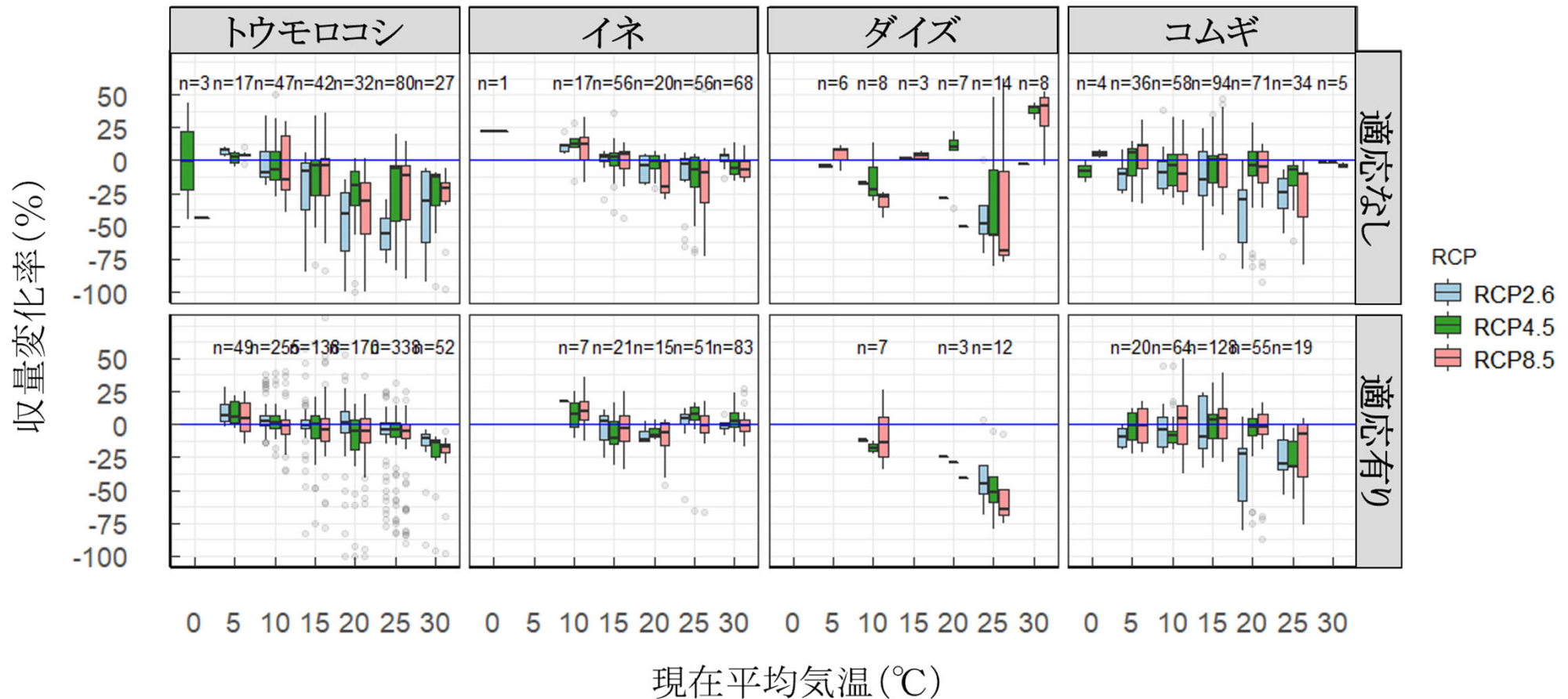
1884年から2020年までに発表された202論文の結果から、
グローバルデータセットを構築

| 公表年 | シミュレーション数 |
|-----------|-----------|
| 1984-1990 | 20 |
| 1991-2000 | 304 |
| 2001-2010 | 830 |
| 2011-2020 | 7549 |

Hasegawa, T., Wakatsuki, H., Ju, H., Vyas, S., Nelson, G. C., Farrell, A., ... Makowski, D. (2022). A global dataset for the projected impacts of climate change on four major crops. *Scientific Data*, 9(1), 58.
<https://doi.org/10.1038/s41597-022-01150-7>

今世紀半ばの主要4作物の収量の変化率（%）の推定

2001～2010年に対する相対値

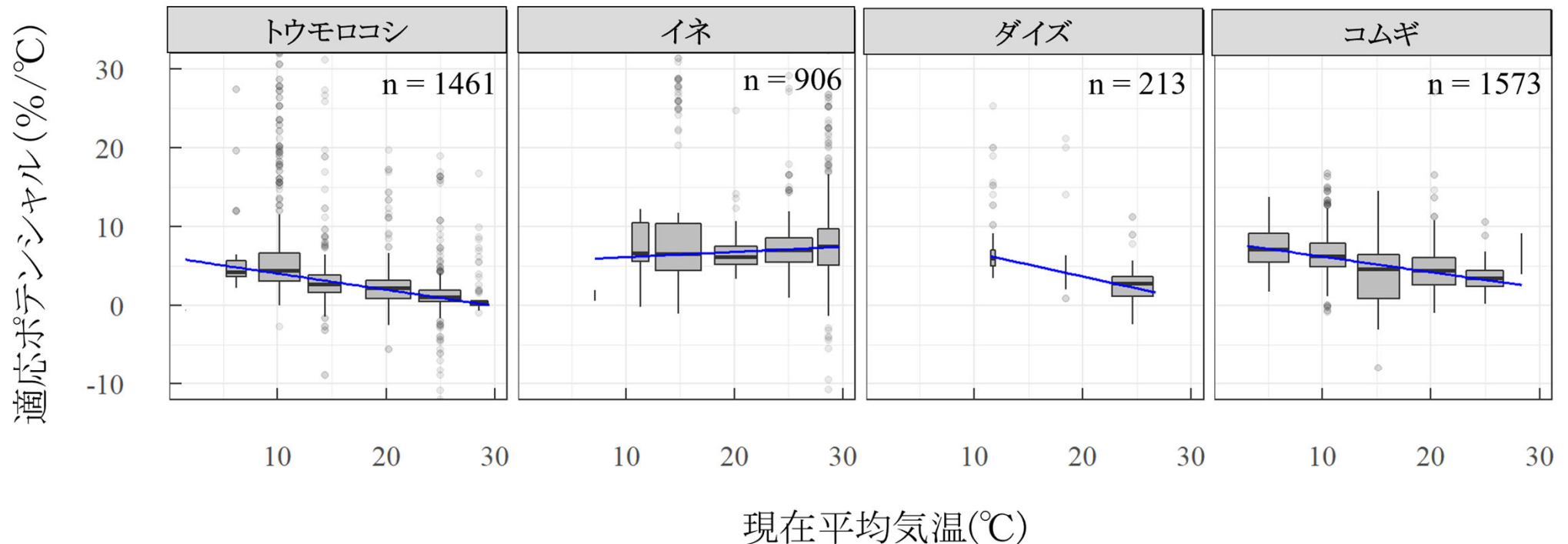


現在気温が高い地域では、温暖化の負の影響が顕著

上段適応なし、下段適応あり。RCPは温室効果ガスの代表的濃度経路箱の上下は四分位範囲（IQR）、中線は中央値、ひげの上端と下端は、中央値 $1.5 \times \text{IQR} \pm \text{中央値}$ 。シンボルは $1.5 \times \text{IQR}$ の外側の値を示す。

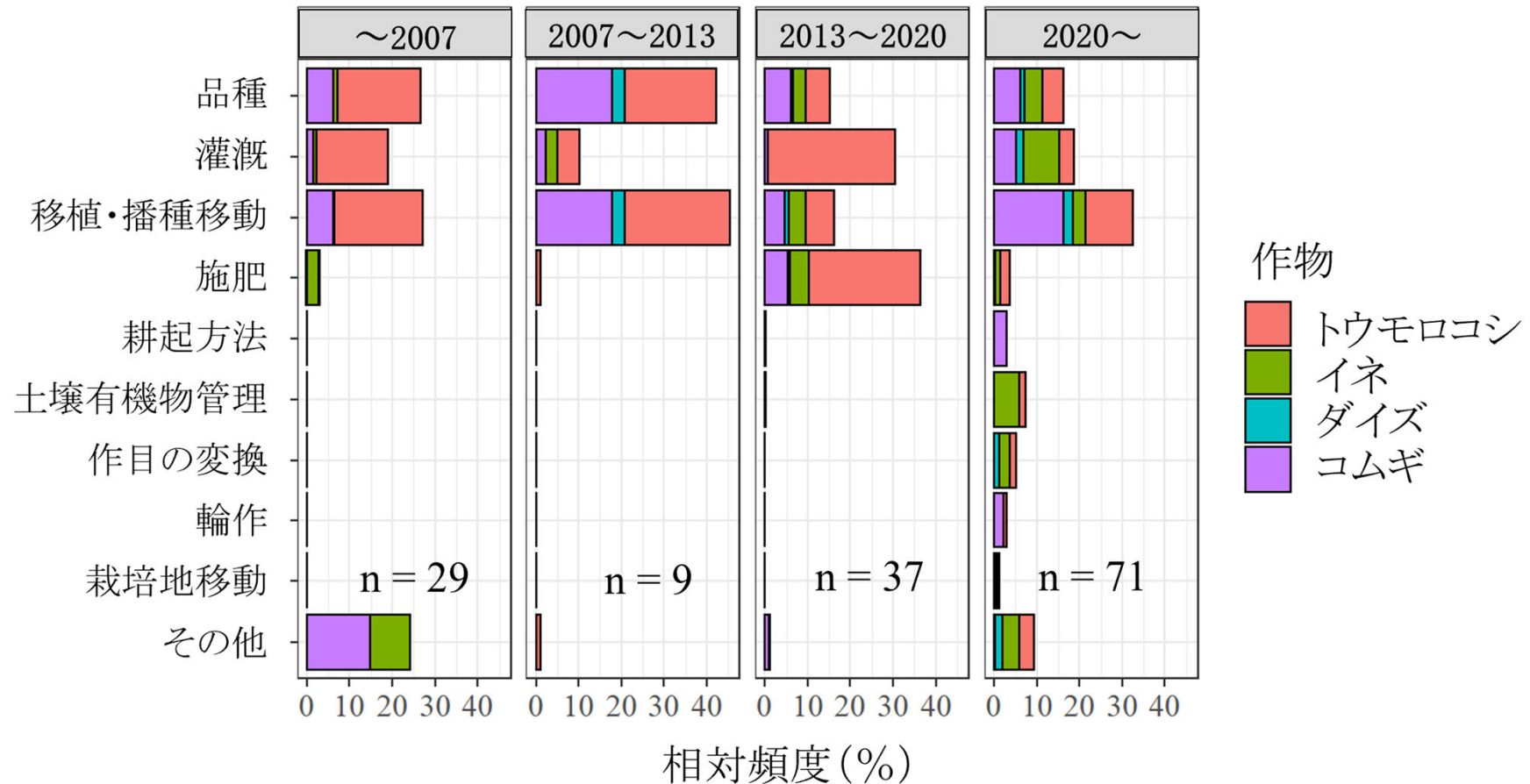
温暖化時の適応ポテンシャル

適応を行ったときと行わなかったときの気候変動による収量変化率の差。
1850-1900年からの温度上昇で補正



現在気温が高い地域では、適応ポテンシャルも低い傾向


研究対象となっている適応の種類



2007年以前はIPCC第1~4次報告、2007-2013年は第5次報告、2014~2020年は第6次報告期間。nは論文数。

国内における研究の動向

農林水産省気候変動適応計画の概要【農業生産総論】

2021年10月版 

| 影響 | | 重大性 | 緊急性 | 確信度 | 影響 |
|--|----------------|-----|-----|-----|---|
| | 水稻 | ● | ● | ● | 農業生産は、一般に気候変動の影響を受けやすく、各品目で生育障害や品質低下など気候変動によると考えられる影響が見られる。 |
| | 果樹 | ● | ● | ● | |
| | 土地利用型作物(麦、大豆等) | ● | ▲ | ▲ | |
| | 園芸作物(野菜、花き) | ◆ | ● | ▲ | |
| | 畜産 | ● | ● | ▲ | |
| | 病害虫・雑草等 | ● | ● | ● | |
| | 農業生産基盤 | ● | ● | ● | |
| 凡 例： 【重大性】 ●：特に重大な影響が認められる ◆：影響が認められる 【緊急性】 ●：高い ▲：中程度 【確信度】 ●：高い ▲：中程度 | | | | | |

注：上表の重大性、緊急性及び確信度は、「気候変動影響評価報告書」(令和2年12月環境省公表)の抜粋

| 取組 | 農業生産全般の取組 | 品目別の取組 |
|----|--|--|
| | <ul style="list-style-type: none"> ○ 気候変動による被害を回避・軽減するため、生産安定技術や対応品種・品目転換を含めた対応技術の開発・普及 ○ 農業者等自ら気候変動に対するリスクマネジメントを行うなど農業生産へのリスク軽減に取り組む ○ 新たな適応技術の導入実証 ○ 地方と連携した温暖化による影響等のモニタリング ○ 「地球温暖化影響調査レポート」、農林水産省ホームページ等による情報発信 | <p>【水稻、果樹、病害虫・雑草等】</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 気候変動影響評価報告書において、重大性が特に大きく、緊急性及び確信度が高いとされたこと(上表参照)を踏まえ、より重点的に取り組む。 <p>【その他の作物】</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ これまで取り組んできた対策を引き続き取り組む。 ○ 今後の影響予測も踏まえ、新たな適応品種や栽培管理技術の開発又はそのための基礎研究に取り組む。 |

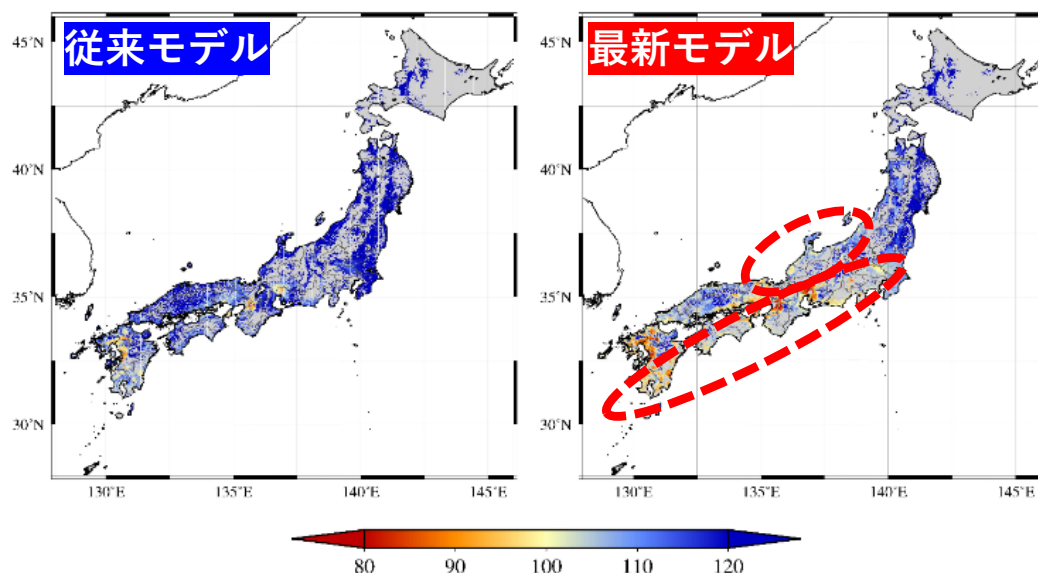
気候変動影響評価（水稲）：水稲収量・品質

* NARO2017で温暖化傾向中庸な気候予測モデル／RCP8.5: CO₂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

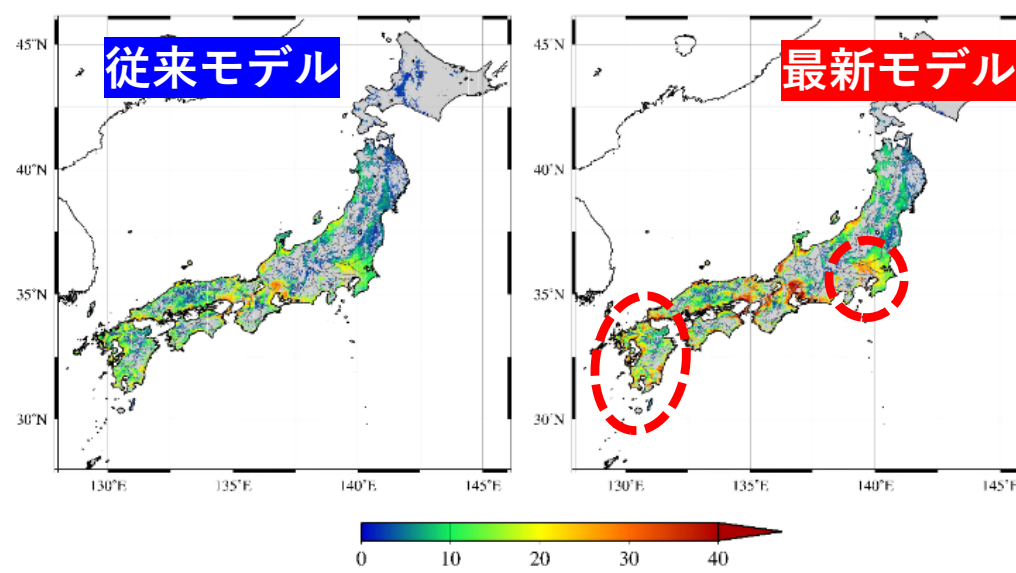
関東以西で白未熟粒率の増加がより顕著に

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(%)

西日本:(従来)収量確保→(最新)減収地域が出現 * 日本全国平均+15%→±0%に下方修正(当社比)

全国平均で、今世紀半ば
従来15%→最新20%
* 今世紀末に30%→40%に増

進行しつつある適応：高温耐性品種の導入

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 はえぬぎ | 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 | 彩のかがやき 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 | | コシヒカリ | |

(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。)

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/kensa/kome/k_kikaku/k_kaisetsu/index.html

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/kankyo/ondanka/attach/pdf/index-102.pdf>)

各地で高温耐性品種が徐々に拡大（2016年は6%→2021年に12%）
現在、導入効果の定量的評価を試行中

ブドウ「巨峰」等の着色不良発生予測マップ



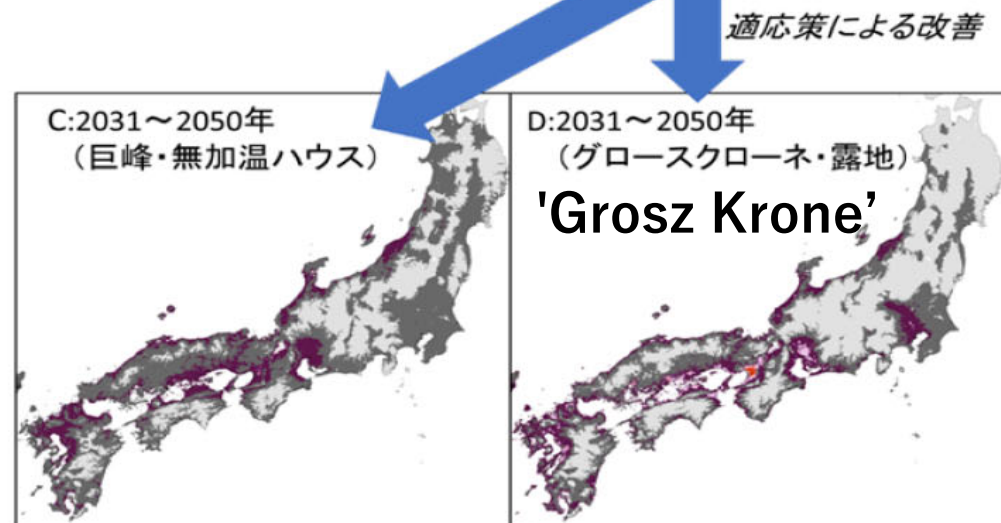
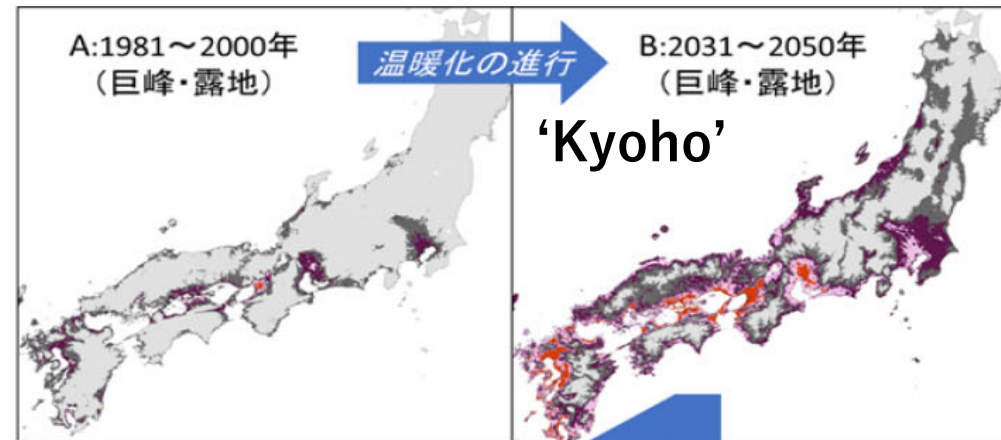
Normal



Poor-Color

生育を早め、真夏の酷暑から着色期をずらすことによる

無加温ハウスや着色のよい新品種「グロースクローネ」を適応策として活用することにより、着色不良発生頻度を大幅に減らすことが可能。



着色不良発生頻度(%) 0 ≤20 ≤50 ≤80 ≤100

Frequency of occurrence for Poor-Color Skin of Grape Berries

- 適応は進んでいるが、その効果の定量的な評価は限られている。温暖化レベルごとに適応の効果および限界を定量化する必要がある。
- 温暖化緩和、生物多様性の保全など共便益を生かすような変革的な適応のためには、多面的な評価が必要である。

適応オプションの多面的な評価指標の例

| 実行可能性の指標 | 適応の効果に関する指標 |
|----------|-------------|
| 経済的側面 | リスク・脆弱性の低減 |
| 技術的側面 | 社会的福利の向上 |
| 制度的側面 | 環境の改善 |
| 環境的側面 | 経済的資源の増加 |
| 物理的側面 | 制度の強化 |

Singh et al. (2020) *Climatic Change*, 162(2), 255–277.

Owen, G. (2020) *Global Environmental Change*, 62, 102071.