

第9回ヤマセ研究会
(東北農業研究センター@盛岡)

温暖化に伴う高温障害・冷害の変化が 安定したコメ収量に与える影響の評価

※吉田 龍平(東北大院理) 福井 眞(農環研)

2014年3月10日(月)

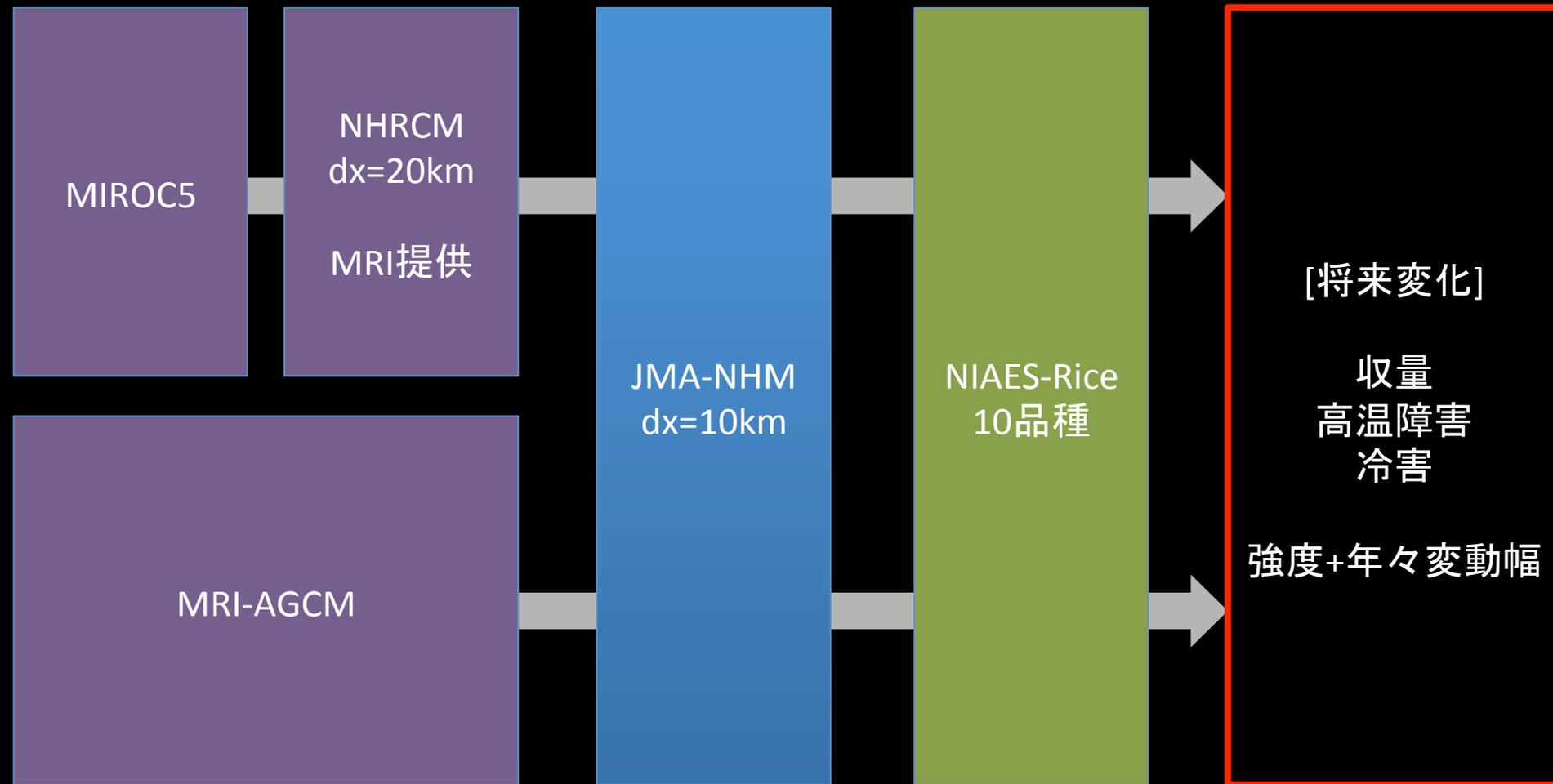
はじめに:「安定した収量確保」に求められる点とは？

- 温暖化に伴って減収しない、あるいは増収が期待できる
 - 西日本では2090sの1990s対比で数%の減収
 - 北海道では27%の増収 (Iizumi et al. 2011)
- 高温障害に強い
 - 現在高温リスクがない北海道でも気候変化に伴って高温障害が顕在化する可能性 (Nemoto et al. 2012)
 - 九州では近年高温に伴って品質低下、将来も低下 (Okada et al. 2011)
- 耐冷性が高い
 - 1993年の冷害で東日本は30%以上の減収 (林 1999)
 - 将来もヤマセは起こりうる (Kanno et al. 2013)

はじめに:「安定した収量確保」に求められる点とは？

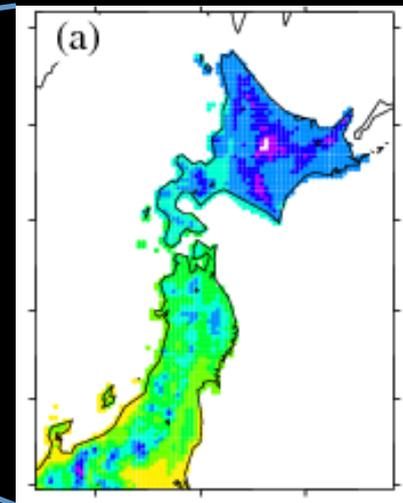
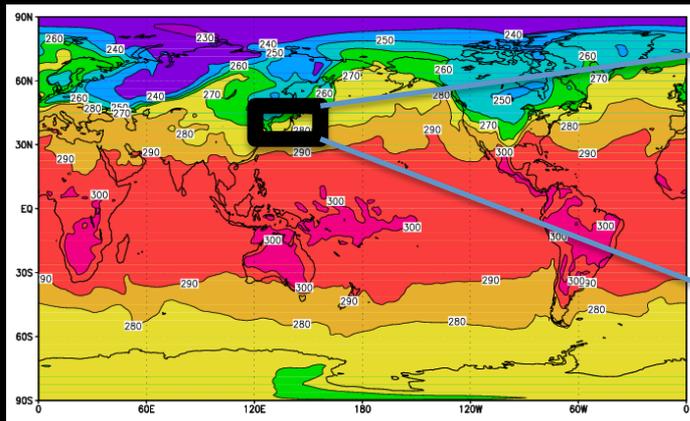
- 収量増、高温リスク減、低温リスク減の同時達成は難しい
 - どこかで折り合いをつける必要がある
- 温暖化下で現行品種は安定した収量確保が可能か？
 - 現行品種より収量増・リスク減を達成する品種が多い
 - 「適応策: 栽培品種の検討」が挙げられる
- 仮想的な品種入替→品種差を考慮可能なモデルを使用
- 先行研究より、温暖化後(100年後)では東日本が栽培適地となっていくと考えられる→解析対象

方法: 全体プロセス



増収を達成しつつ、高温・冷害影響を低減する戦略の検討
(今回は土地利用変化の影響を考慮しない)

方法: 気候変化シナリオのダウンスケール



GCM: 1. MIROC5 w/ RCP4.5
2. MRI-AGCM w/ SRES A1B

東北地方10kmメッシュ

[ダウンスケールに用いた設定]

- ・モデル: 気象庁・気象研究所JMA-NHM (Saito et al. 2007)
- ・期間: 1981-2000年および2081-2099年の各年6月1日-8月31日
- ・時間・空間解像度: 1時間・10km
- ・対流パラメタリゼーション: Kain-Fritsch scheme
- ・乱流パラメタリゼーション: Mellor-Yamada Level 3

方法: バイアス補正済み気候変化シナリオを 水稲生育モデルへ

- ・水稲生育モデル(NIAES-Rice, Hasegawa and Horie 1997)
- ・気象状態量(気温、下向き短波、湿度、風速)
窒素投入量、CO₂濃度から玄米収量を算出
- ・日長感受性、温度感受性の品種間差がパラメータとして
考慮されている(日々の生長に関係)
- ・本研究ではパラメータが得られている10品種を扱う



方法: 高温障害・冷害をどう表現するか？

NIAES-Rice モデルでの

高温障害(Heat-dose: HD)、冷害(Chill-dose: CD)

※水稲生育モデル SIMRIW (Horie 1995) に準拠

$$HD = \Sigma(32 - \text{日最高気温}) \quad (1.6 < DVI < 2.2)$$

$$CD = \Sigma(22 - \text{日平均気温}) \quad (1.2 < DVI < 2.2)$$

単位: °C・day

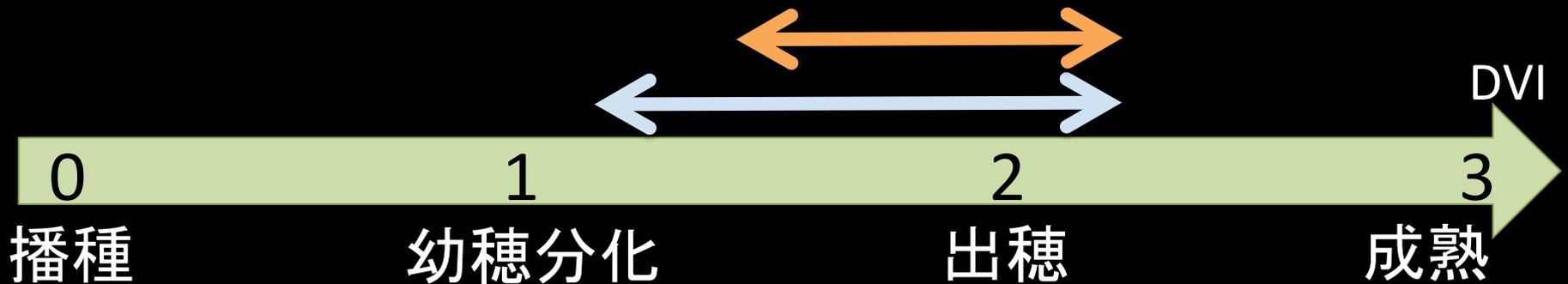


図: DVIと水稲生育

※DVI=Developmental Index (発育指数)

方法: モデルパラメータが利用できる品種を対象にする

表: 検証に使用した品種リスト

1	あいちのかおり	6	ひとめぼれ
2	あきたこまち	7	キヌヒカリ
3	あさひの夢	8	きらら397
4	はえぬき	9	コシヒカリ
5	ヒノヒカリ	10	こしいぶき

色は各品種が開発された地域を表す

北海道、東北、北陸、東海、中国、四国、九州

方法: 東日本各県での現行品種

表: 各県で作付面積が最大の品種 (平成22年度「農林水産統計」より)

品種	道県名
きらら397	北海道
あきたこまち	青森※、秋田
ひとめぼれ	岩手、宮城
はえぬき	山形
コシヒカリ	福島、茨城、栃木、埼玉 千葉、新潟、富山、石川 福井、山梨、長野
あさひの夢	群馬
キヌヒカリ	神奈川

※つがるロマンが1位だが、作物パラメータが利用不可
あきたこまちの子であることを考慮して設定

結果: 現行品種維持では、3割の増収が見込める

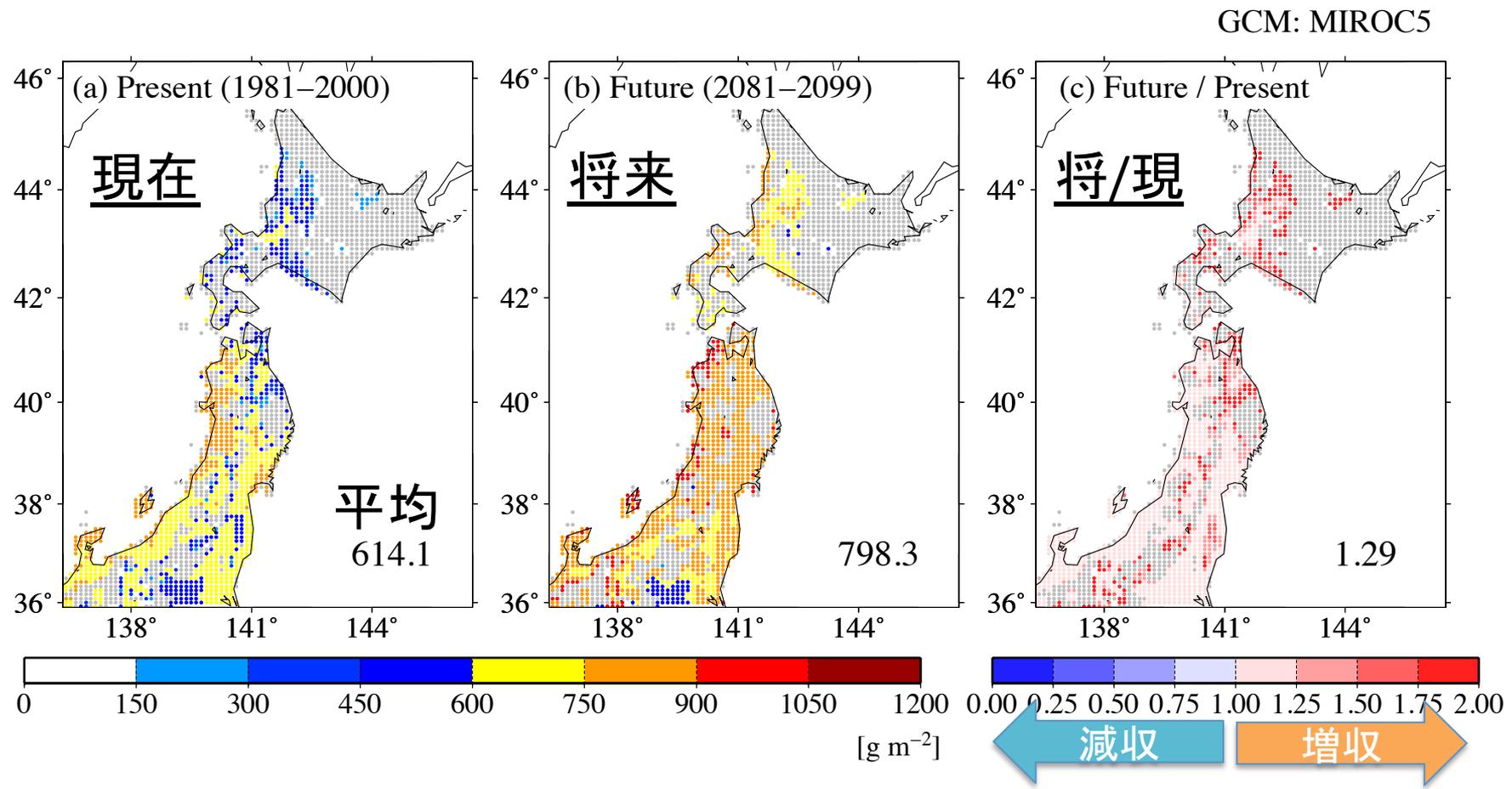


図: 各県の現行品種を維持した場合の収量の空間分布 ($g\ m^{-2}$)。右下の数値は領域平均値。

高緯度・高地ほど増収率が高い。
MRIでも同程度の増収(1.37倍)。HD・CDの領域平均値は→

結果: 現行品種を維持した場合の高低温リスク

表: 領域平均した高温障害(HD)、冷害(CD)リスク。
20年平均±標準偏差で標記。単位(°C)

	p: 1981-2000	f: 2081-2099	f-p
高温障害	1.4±1.6	6.9±5.4	5.5
冷害	43.0±26.3	8.7±6.8	-34.3

- 現在のHD:CDは 1 : 30 → 将来 1 : 1.3 と同程度(HD↑ CD↓)
= 高温リスクが低温リスクと同レベルへ (MIROC, MRI同様)
- 低温リスクそのものは現在 → 将来で20%に減少
- 高温側は現在気候の5倍に(もとの数値が小さいため)
- 年々変動は平均値と同様の変化 → 以降は平均値の議論

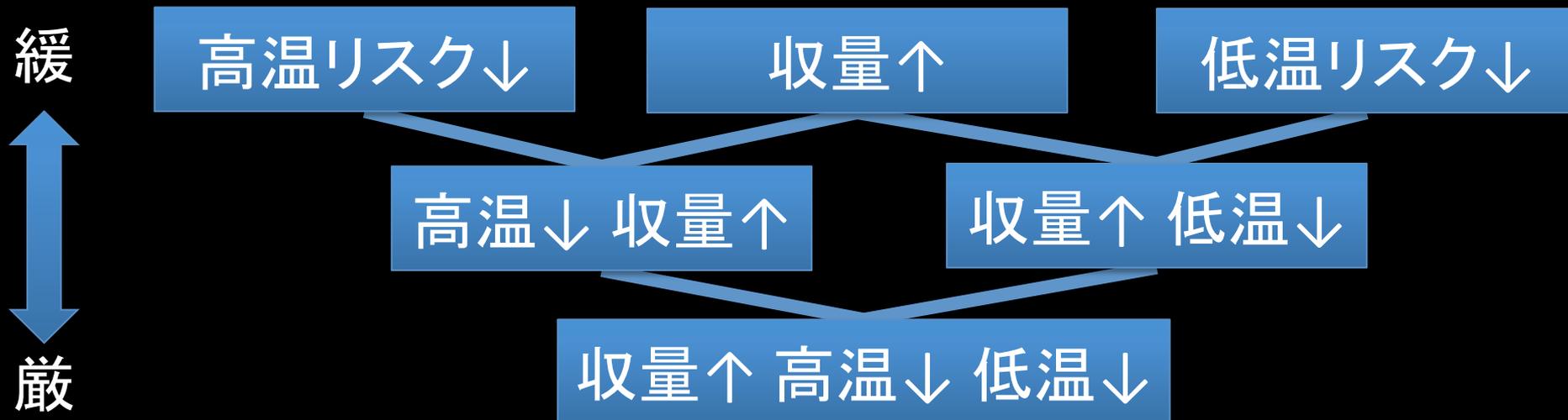
議論: 栽培品種変更による適応策の検討

温暖化後の東日本

- ・冷害リスクは減少するが0にはならない
- ・高温障害リスクが冷害と同レベルになる　と見込まれる

→栽培品種の入替で「現行品種より高収量・低リスク」は実現可能か？

「入替が現行維持より望ましい」の条件を6つ用意



条件を満たす品種数が多ければ「入替が望ましい」とする

議論: 現行品種を越える品種数の空間分布1(単独条件) 13/17

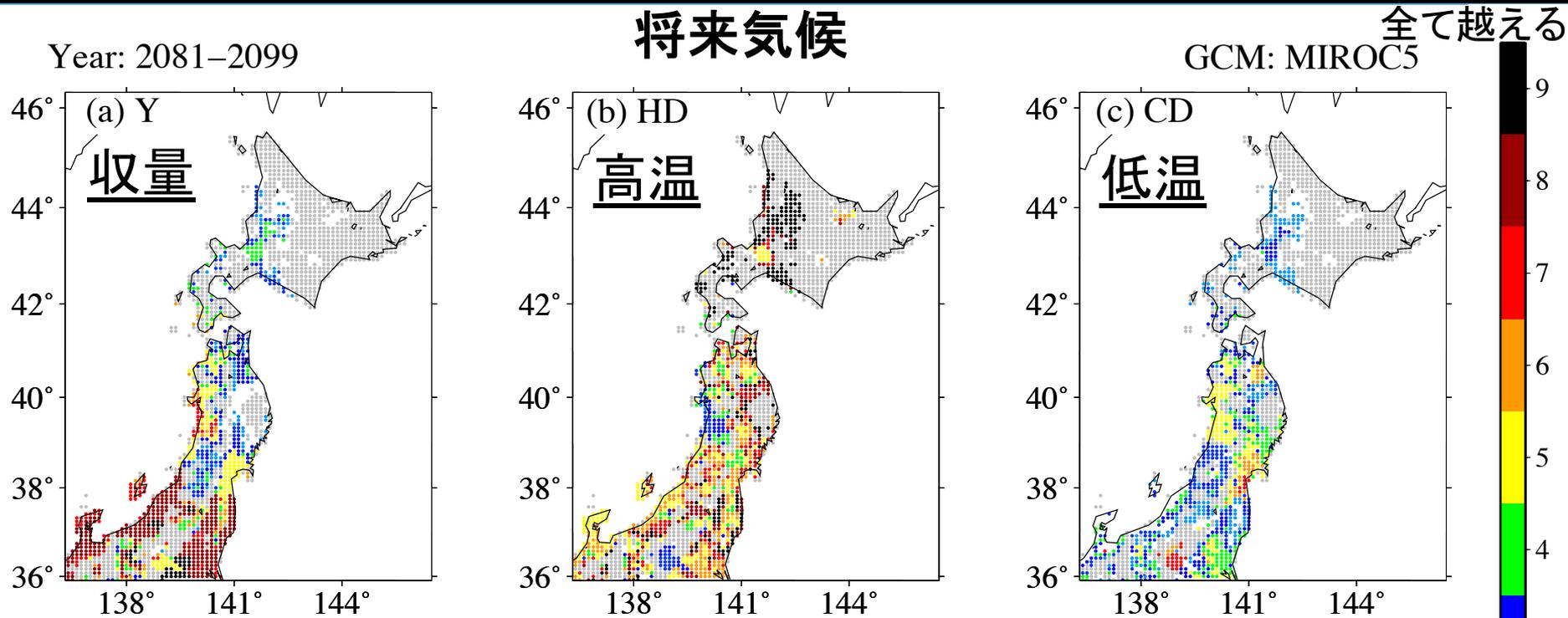


図: 現行品種よりも高い値を示す品種数の空間分布。 品種数→

a: 高収量, b: 低高温リスク, c: 低低温リスク。

- 単独条件なら過半数が現行品種を越える(収・高)
- 38N以南は収量面で品種入替の検討の余地有り
- 高温・低温は現行の耐冷性重視が反映されている

将来気候

全て越える

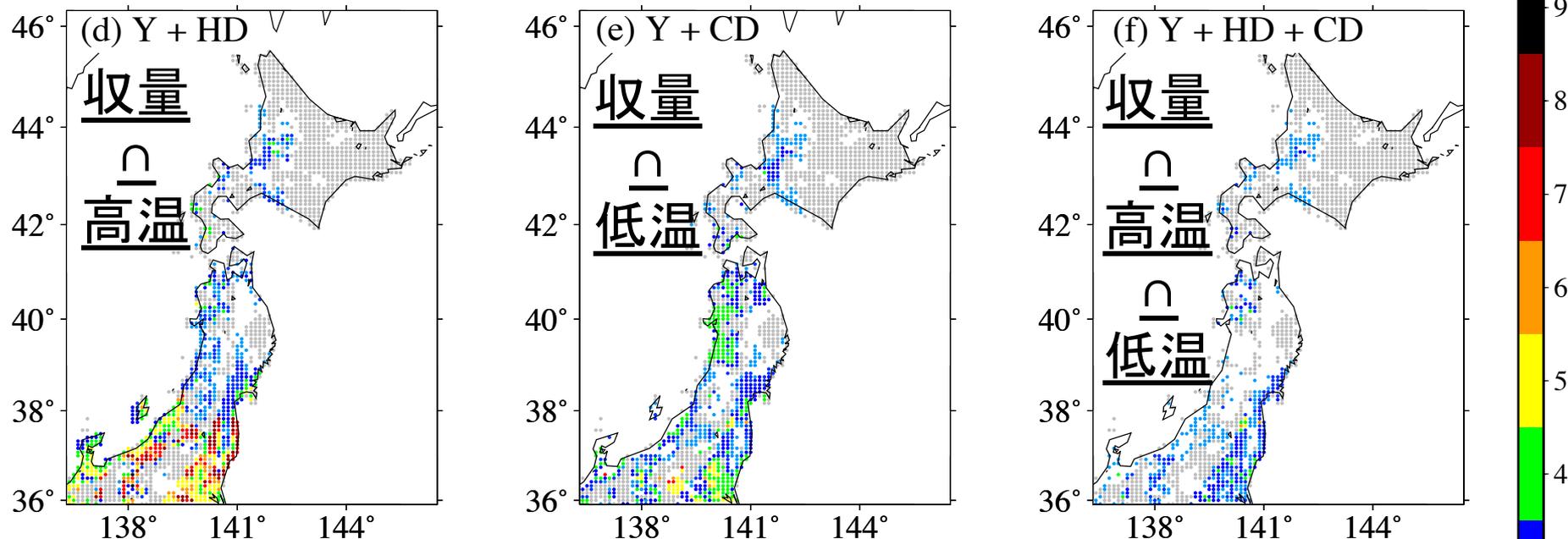


図: 現行品種よりも高い値を示す品種数の空間分布。

(d) 高収量+低高温リ (e) 高収量+低低温リ (f) 高収量+低気温リ

- 複数条件では現行を入替後の選択肢は狭い(全)
- 入替で高温障害↓+収量↑は38N以南で達成可か
- 現在気候ではきらら397が主要な北海道(図略)でも将来は他候補が現れる →次スライド

現行越える
品種なし

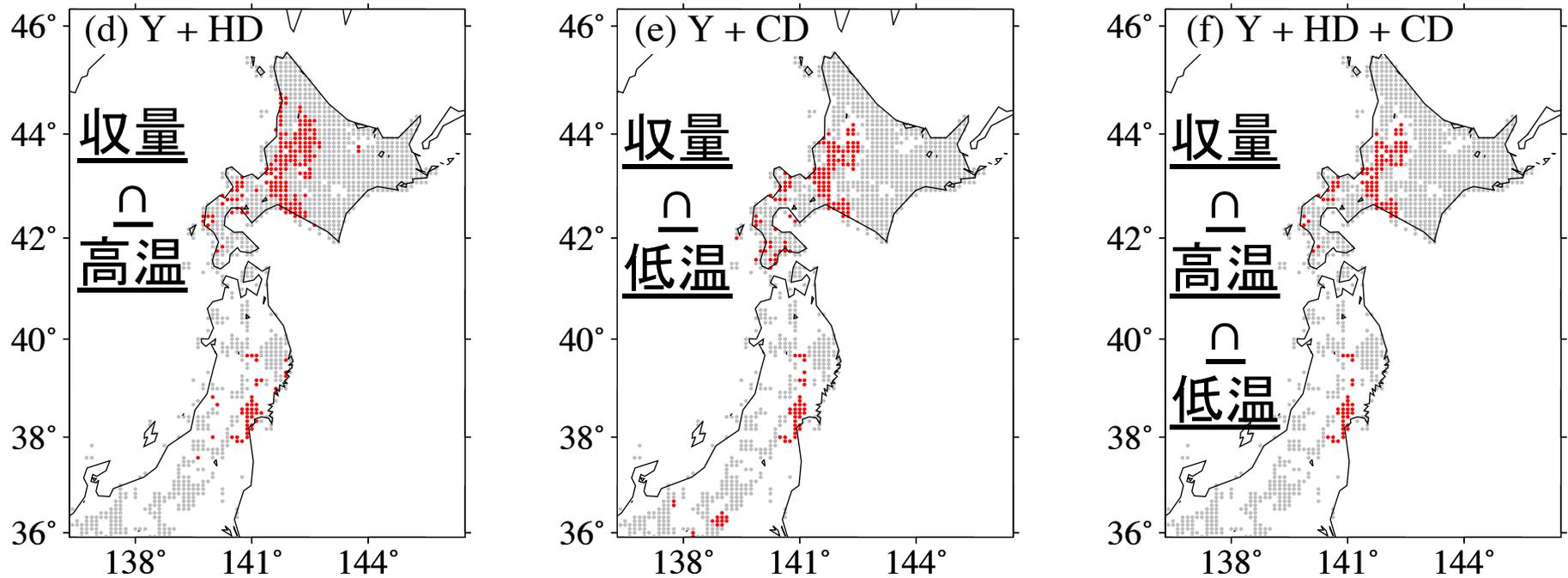


図: あきたこまちが現行品種よりも高い値を示す位置。

(d) 高収量+低高温リ (e) 高収量+低低温リ (f) 高収量+低気温リ

- 収量↑+高温障害↓は北海道全域で達成可能
- 冷害リスクを考慮しても除外される地域が少ないため
高収量・低リスクを実現可能な品種として選定される

まとめ(1/2)

温暖化に伴う高温障害・冷害の変化が安定したコメ収量に与える影響の評価

- 現行品種を維持した場合の気候変化影響
(MRI-AGCM w/ SRES A1B, MIROC5 w/ RCP4.5の場合)
 - 東日本平均では2081-2099の対1981-2009比で4割程度の増収が見込まれる
 - 高温障害リスクは約5倍
 - 冷害リスクは20%に低下
 - 高温リスクと冷害リスクの大きさが同程度になる
(現在は明らかに冷害側→高温:冷害=1:30)

まとめ(2/2)

温暖化に伴う高温障害・冷害の変化が 安定したコメ収量に与える影響の評価

- 現行品種からの栽培品種変更による適応策の検討
 - 収量増 or 高温リスク減 or 冷害リスク減のいずれかの達成のみでよい場合、品種変更の選択肢は多い
 - 2-3条件の同時達成可は0-3品種(全9種中)のみ
 - 38°N以南: 選択肢が多い(「収量増+高温リスク減」時)
 - 現在気候ではきさら397が最適品種であった北海道:
あきたこまち(相対的に温暖気候品種)が推奨品種となりうる

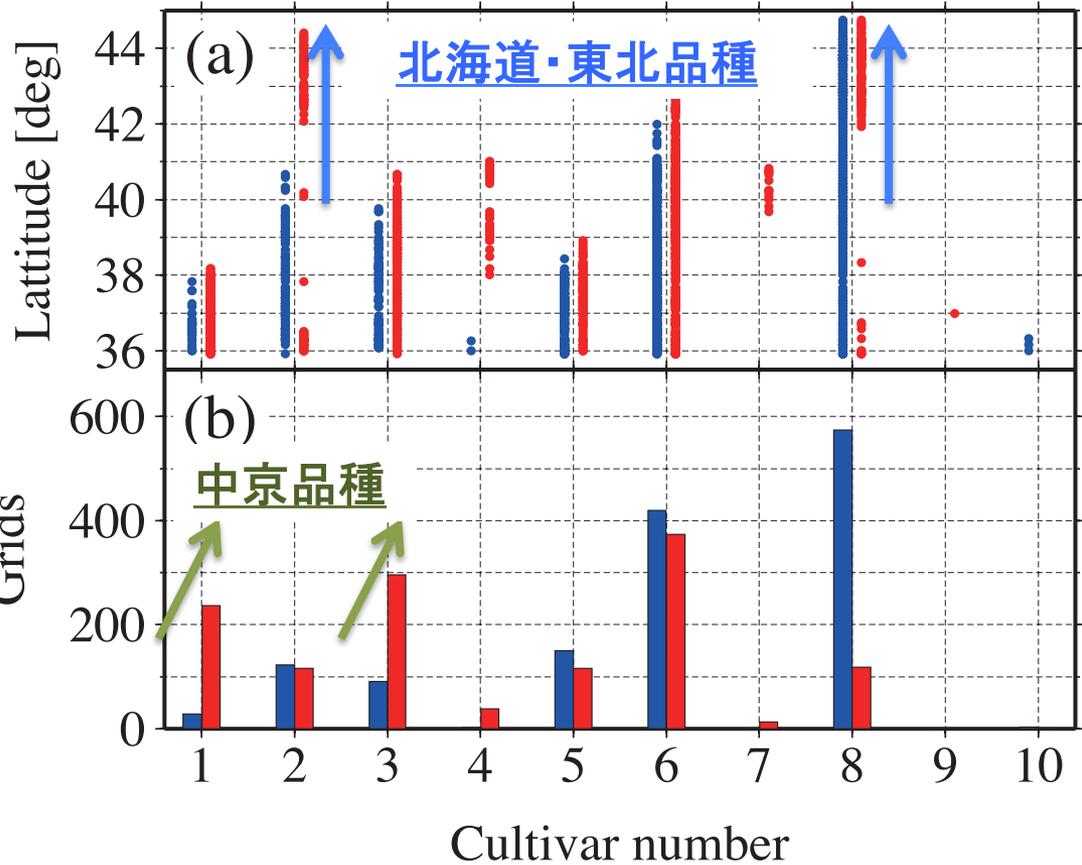
ここから予備資料

2014.03.10 吉田龍平(東北大) 温暖化に伴うコメ収量・高温障害・冷害の変化

前回までのあらすじ: 最大収量となる品種の移り変わり

東北・北海道品種が最大となるエリアは北へ移動し、
中京品種が東北での主要品種となりうる

[MIROC5]



北のみで最大収量へ:
 あきたこまち(2)、きらら397(8)

将来最大収量となるグリッド数増加:
 あいちのかおり(1)、あさひの夢(3)

図: (a) 収量が最大となる品種の南北分布(MIROC5) (b) 36-44Nで品種ごとに集計した当該品種が最大収量となるグリッド数(MIROC5)

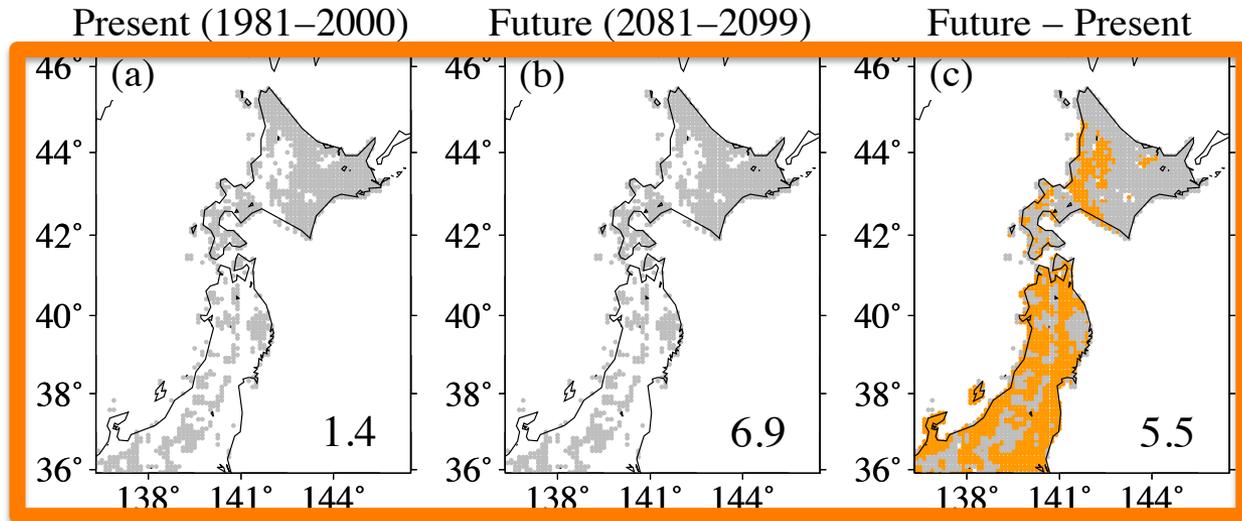
耐冷性: 東北 > 中京品種

→ヤマセ(冷害)には弱くなる
 →深水対策に短中期予報利用

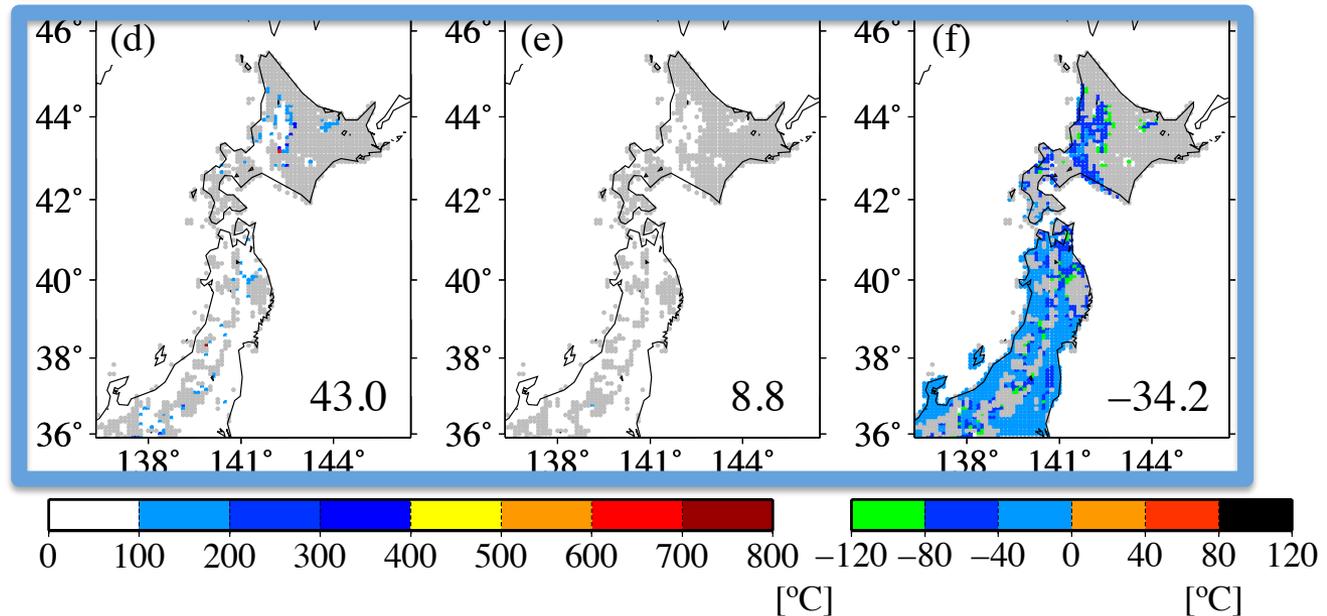
収量・高温障害・冷害の変化

結果: 現行品種維持の高温・低温リスク(20年平均)

高温障害



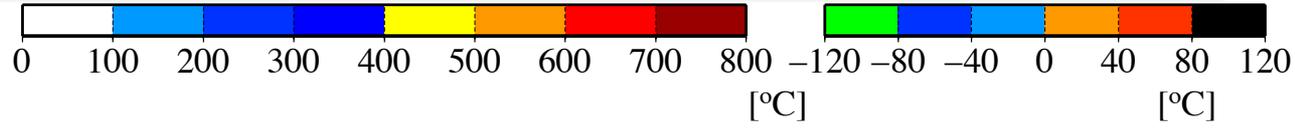
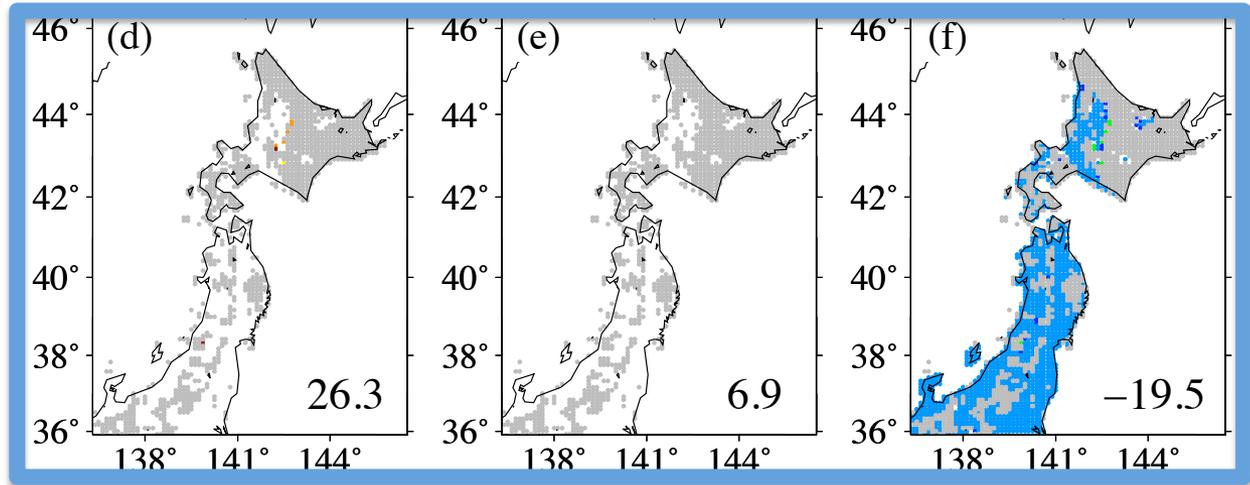
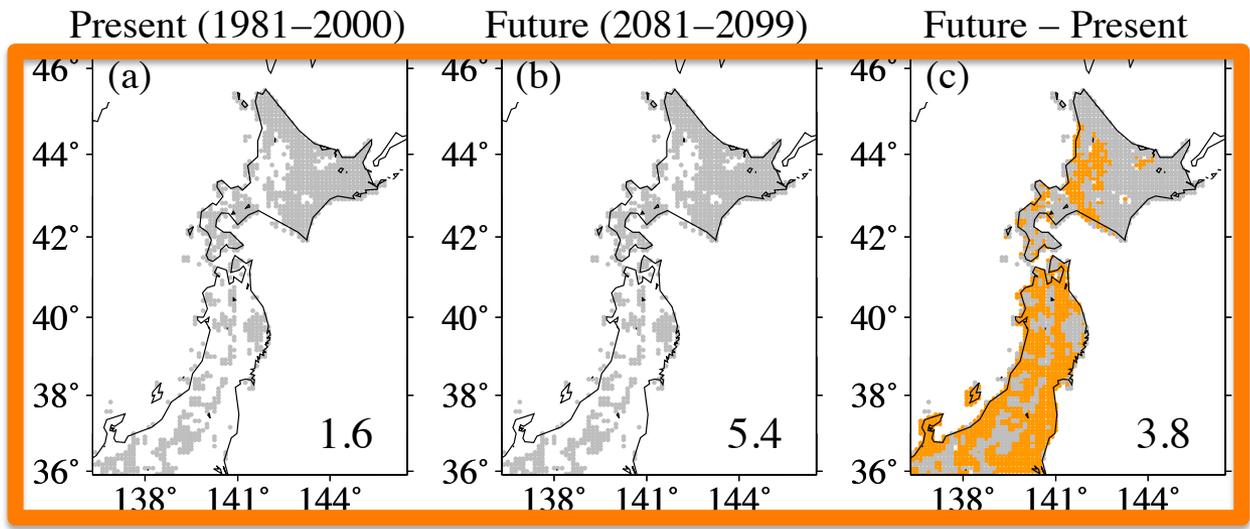
冷害



結果: 現行品種維持の将来変化 (年々変動・標準偏差)

高温障害

冷害



基準実験(メッシュアメダス入力)のパフォーマンス

→概ね10%程度(12.6%)のバイアス

表: NIAES-Riceモデルによる県平均収量の再現性

	青森	岩手	宮城	秋田	山形	福島
観測 [g/10a]	543.5	509.2	503.5	558.7	585.2	528.7
モデル [g/10a]	484.2	412.5	650.7	597.2	536.5	521.8
Bias (%)	-10.9	-19.0	29.2	6.9	-8.3	-1.3

- ・観測値は農水省公表の「食糧統計年報」を使用
- ・計算は1981-2000の20年平均、観測は2003-2008の6年平均に注意
- ・「農林水産統計H22年度」を参考に、
各県作付面積の最も多い品種の出力を使用

・Biasは(モデル-観測)/観測x100で算出

CDF法(Iizumi et al. 2010, JAM)によるバイアス補正

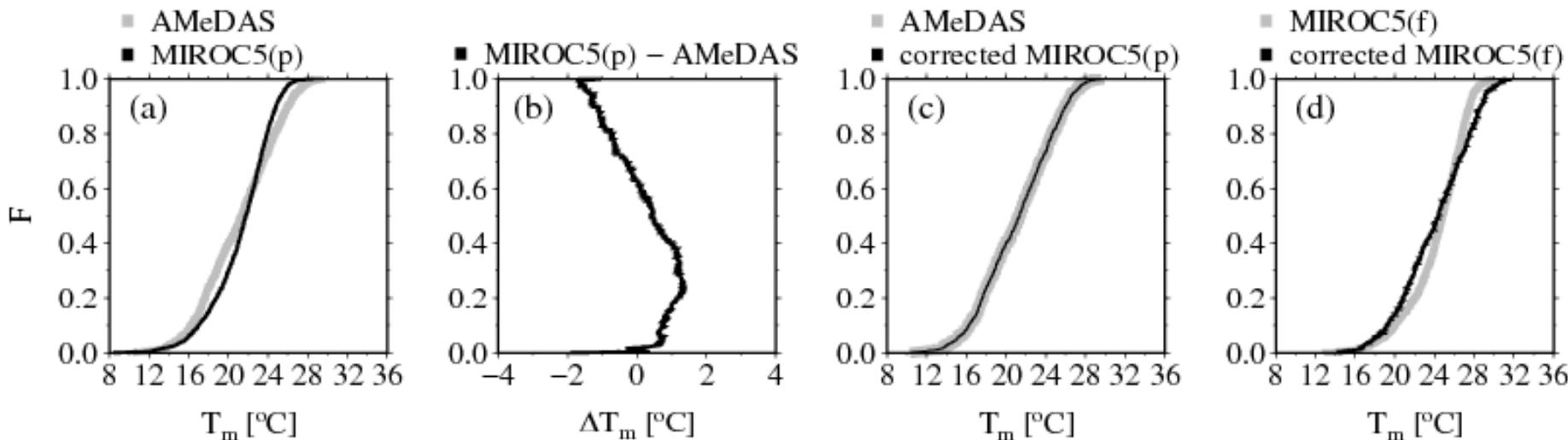


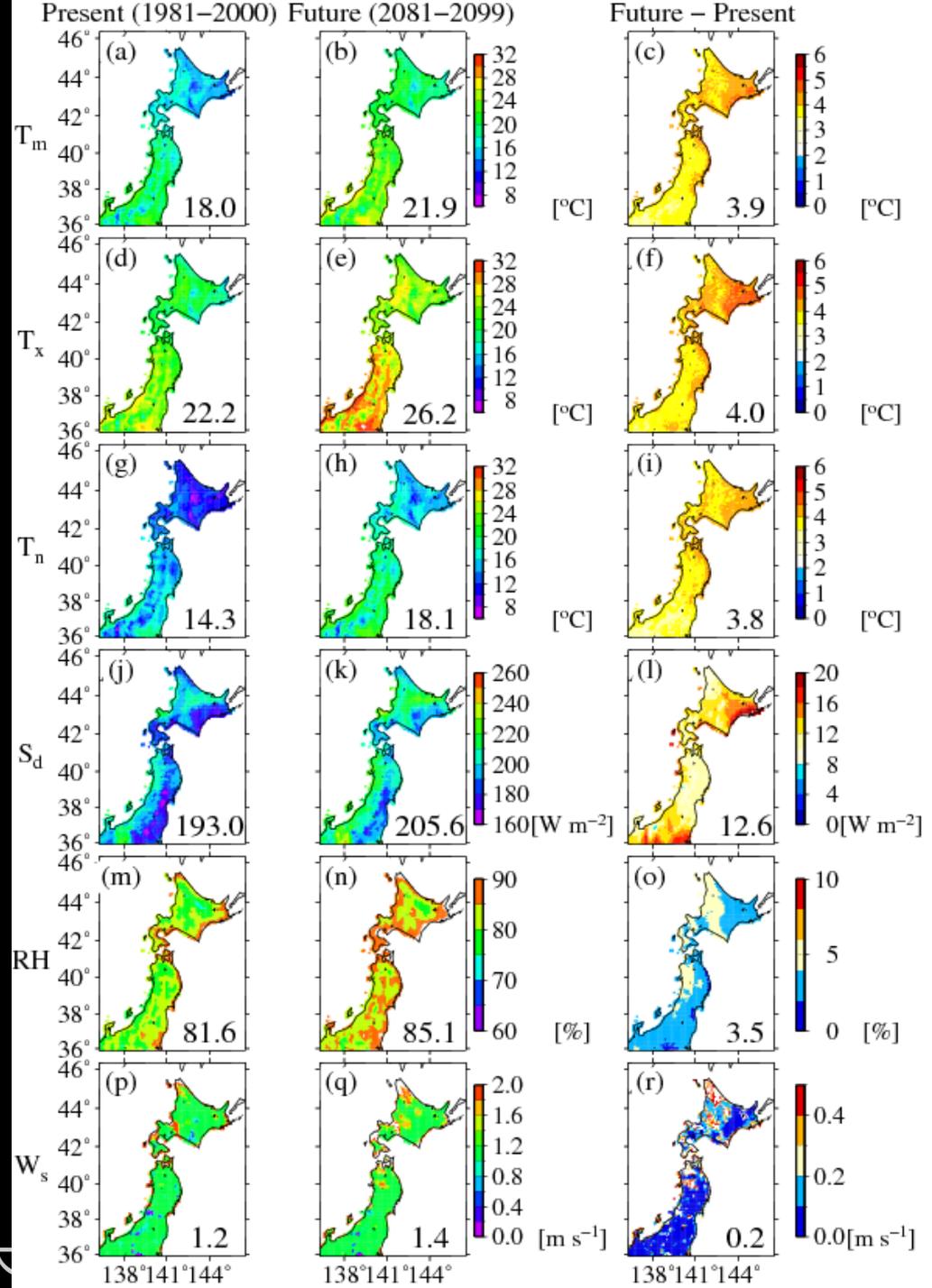
図: 累積分布関数によるバイアス補正の例(仙台)

[手順]

- (a) 1981-2000 JJAの日平均気温(92dy x 20 yr=1840dy)
- (b) MIROC5(現在気候:p)のバイアス
- (c) MIROC5(p) - バイアス (現在気候はAMeDASと一致する)
- (d) MIROC5(将来気候:f)と(b)の誤差分を補正した将来気候

1.AMeDAS、バイアス補正済、現在、3.将来気候の3データを使用

JJA平均の気候値 (MIROC5)



JJA平均の気候値 (MRI-AGCM)

