

# 長期無施肥無農薬栽培水稻における 収量および収穫指数の経年変化

多田光史<sup>123\*</sup>・小林正幸<sup>3</sup>・森誠<sup>3</sup>・本間香貴<sup>4</sup>・白岩立彦<sup>1</sup>

<sup>1</sup>京都大学大学院農学研究科

<sup>2</sup>日本学術振興会

<sup>3</sup>NPO無施肥無農薬栽培調査研究会

<sup>4</sup>東北大学大学院農学研究科

イネ収量は化学肥料・農薬の多量施用、  
技術改良などにより急増。



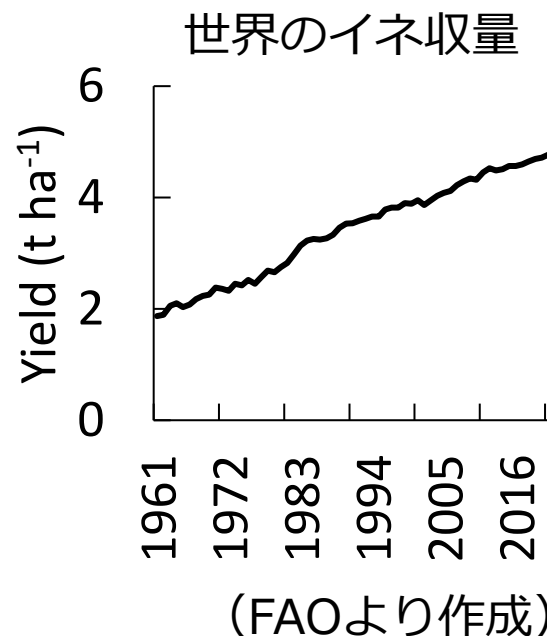
環境・人間の健康に深刻な影響  
(Sharma&Singhvi, 2017)。

環境負荷のため持続性は不安視  
(Fageria et al., 2003)。



低投入・無投入が望ましい。

持続性の評価には長期的な実験データが必要  
(Johnston & Poulton, 2018)。



水田稲作は日本において3000年前には実施（藤原、1998）。  
灌漑水は養分を供給し、連作を可能にする（鳥山、1996）。  
化学肥料が一般に使用されていない**時代・地域**における収量は $2 \text{ t ha}^{-1}$ 未満と低水準（Horie, 2015; 白岩、2008）。



**現代・先進国**での長期にわたる無投入栽培に関する報告例はほとんどみられない。



現在でも長期に**無施肥無農薬栽培（無施肥栽培）**を行う事例が存在。

農薬・化学肥料のほか堆肥も含めた人為的な投入を行わず土そのものを生かす農法（Okada, 1984）

NPO無施肥無農薬栽培調査研究会により無施肥栽培継続圃場の収量データが長年蓄積されてきた。



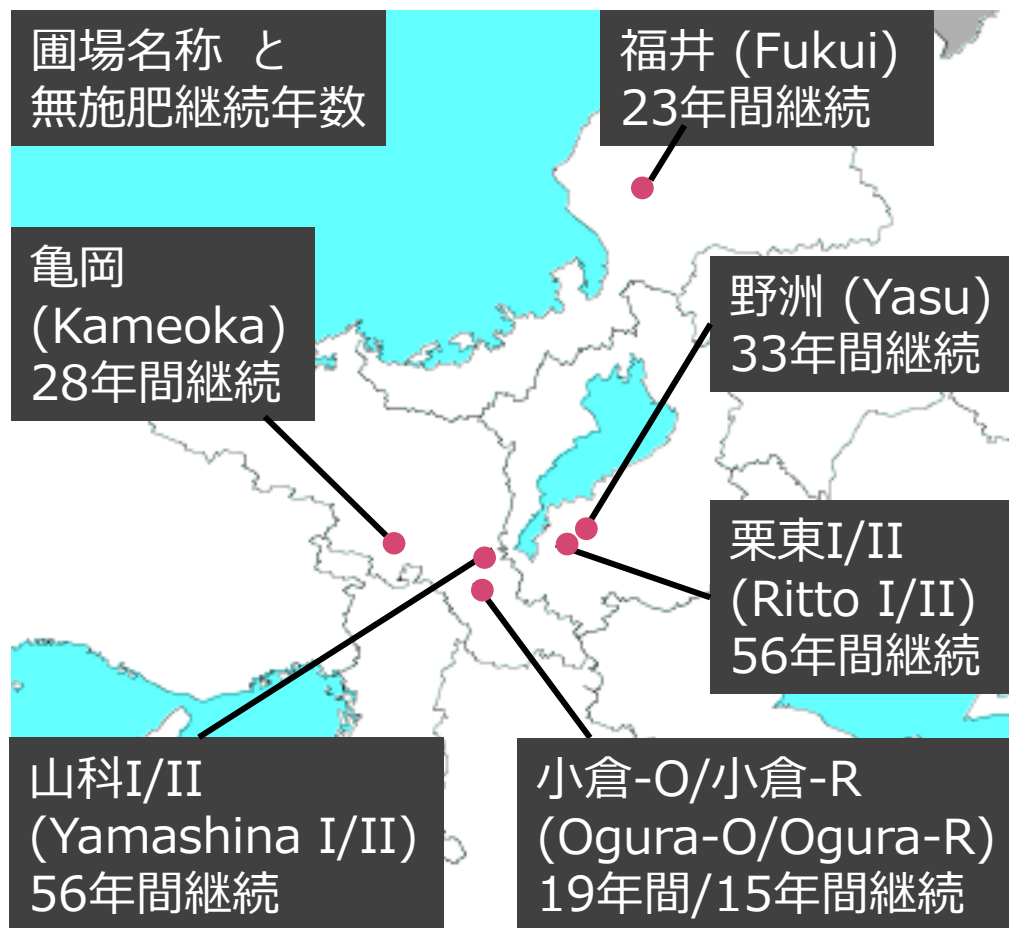
本研究の目的

長期無施肥栽培における収量推移を記述し、生産性と持続性を評価する



15～56年間に亘り無施肥栽培が実施された9圃場（京都・滋賀・福井）における調査結果を報告。

# 圃場と供試品種



栗東I/II、山科II、小倉-R：**‘ベニアサヒ’**（晩）

山科I：**‘農林16号’**（晩）

野洲：**‘新羽二重糯’**（中）

亀岡：**‘ベニアサヒ’**、**‘新羽二重糯’**、**‘秋の詩’**（中）、**‘コシヒカリ’**（早）

福井：**‘コシヒカリ’**

小倉-O：**‘ヒノヒカリ’**（晩）、**‘ベニアサヒ’**

無施肥栽培の開始は1951～2007年

# 小倉-R/小倉-Oについて

栗東I/II  
(1951~2006年)



表層15 cmの土壌を  
運搬し移設

小倉  
(2003~2006年)



畑地化

小倉-R

小倉-O

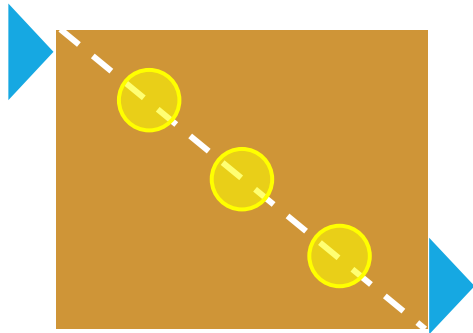
2006年

2007年



## 坪刈収量

3 m<sup>2</sup>ずつ植物体採取



小倉-O (2003~2007年)  
と亀岡は5か所で実施

風乾



玄米重とバイオマス  
測定



収穫指数 (HI)  
算出

HIの算出は1995年から実施

## 全刈収量

1985年以降順々に測定開始

## 長期無施肥栽培の水稻収量推移

全刈収量 vs 坪刈収量

収量の経年変化

収穫指数の経年変化

## 無施肥栽培の生産性・持続可能性

栗東 vs 小倉-R

栗東 vs 山科

過去・途上国 vs 現代日本



## 長期無施肥栽培の水稻収量推移

全刈収量 vs 坪刈収量

収量の経年変化

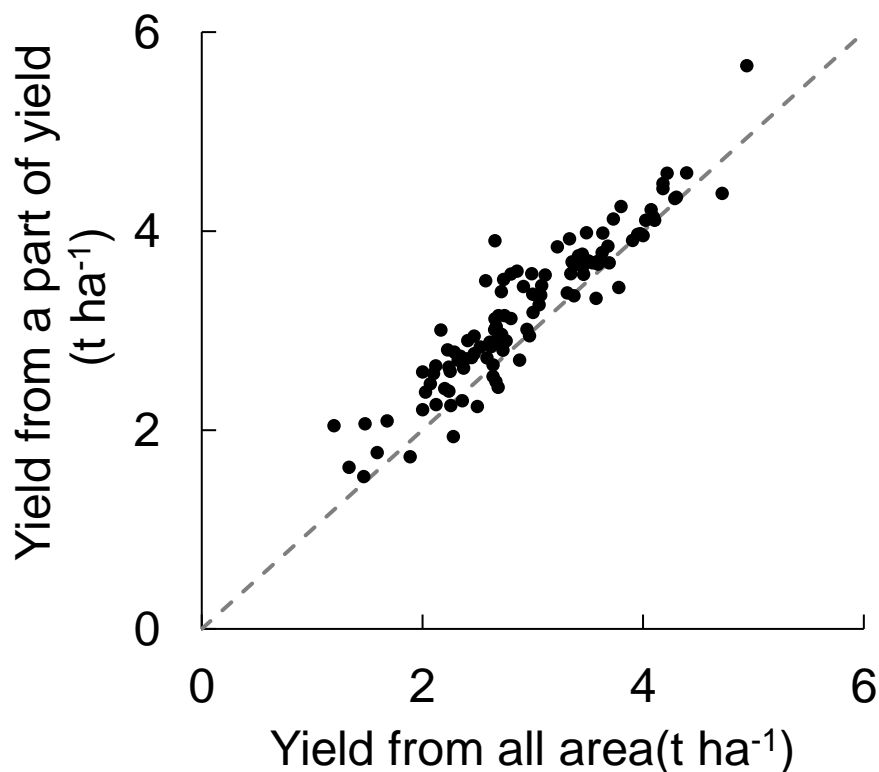
収穫指数の経年変化

## 無施肥栽培の生産性・持続可能性

栗東 vs 小倉-R

栗東 vs 山科

過去・途上国 vs 現代日本



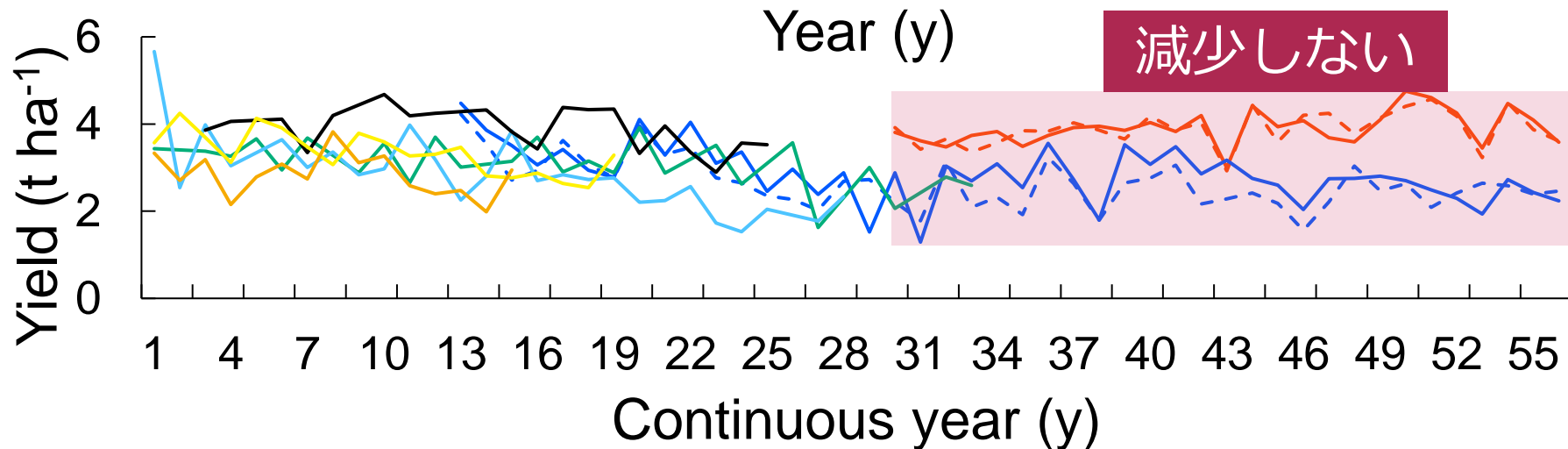
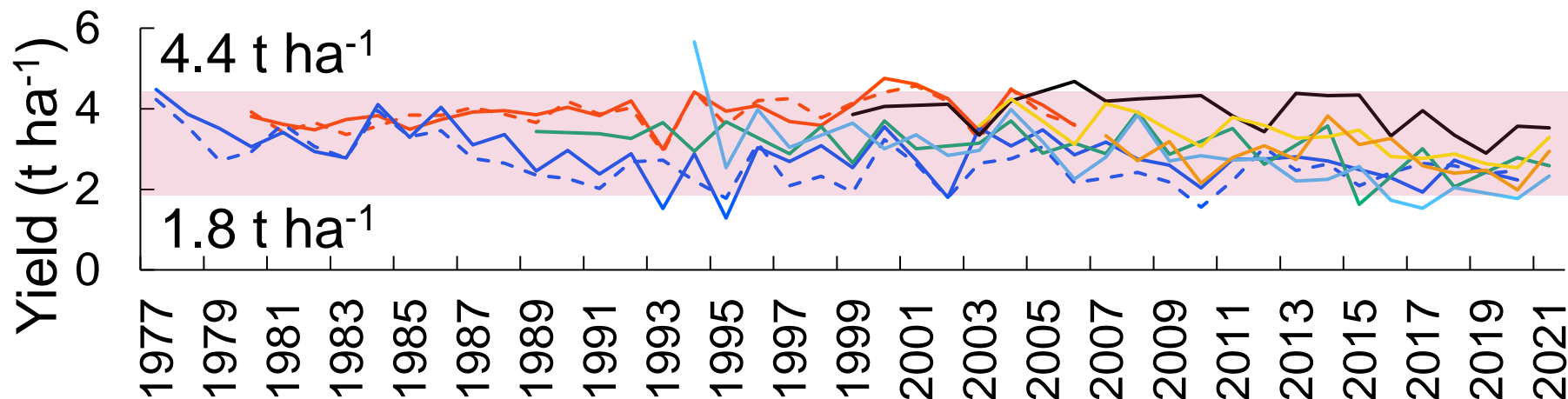
坪刈収量と全刈収量とが概ね一致。



本報告における坪刈調査の信頼性を証明。

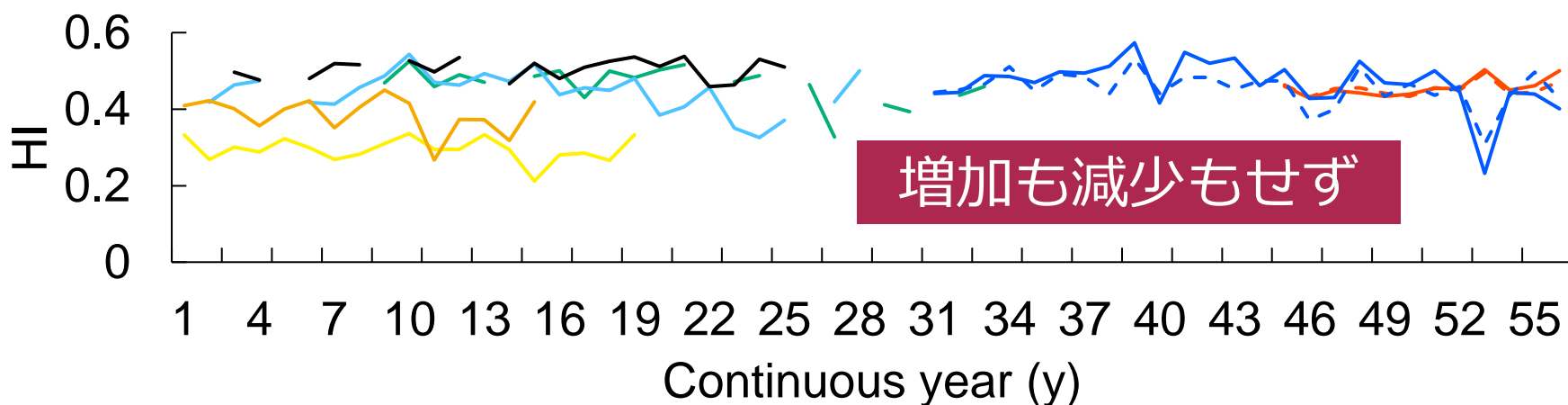
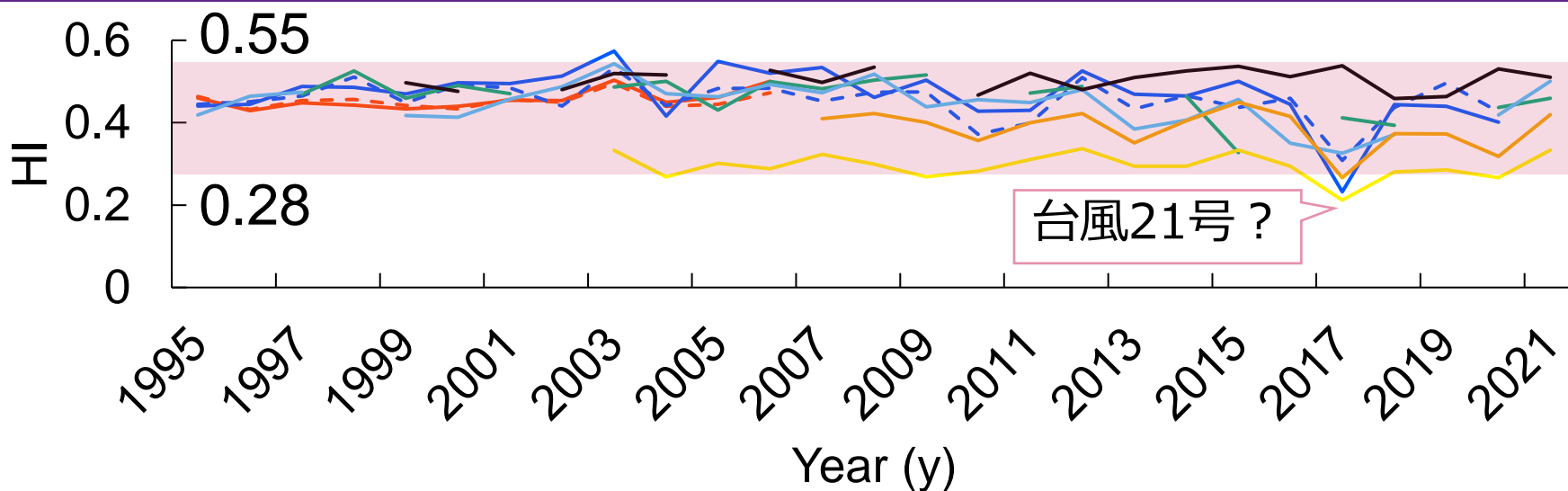
圃場全体の生産性が均一であることが示唆された。

# 収量の経年変化



- Ritto I
- - - Ritto II
- Yamashina I
- - - Yamashina II
- Yasu
- Kameoka
- Fukui
- Ogura-O
- Ogura-R

# 収穫指数の経年変化



- Ritto I
- - - Ritto II
- Yamashina I
- - - Yamashina II
- Yasu
- Kameoka
- Fukui
- Ogura-O
- Ogura-R

## 長期無施肥栽培の水稻収量推移

- 全刈収量vs坪刈収量 ▶ **坪刈〇、圃場内の生産性均一**
- 収量の経年変化 ▶ **1.8~4.4 t ha<sup>-1</sup>、30年以降減少せず**
- 収穫指数の経年変化 ▶ **0.28~0.55、増加も減少もせず**

## 無施肥栽培の生産性・持続可能性

- 栗東 vs 小倉-R
- 栗東 vs 山科
- 過去・途上国 vs 現代日本

## 長期無施肥栽培の水稻収量推移

- 全刈収量vs坪刈収量 ▶ 坪刈〇、圃場内の生産性均一
- 収量の経年変化 ▶  $1.8\sim 4.4\text{ t ha}^{-1}$ 、30年以降減少せず
- 収穫指数の経年変化 ▶  $0.28\sim 0.55$ 、増加も減少もせず

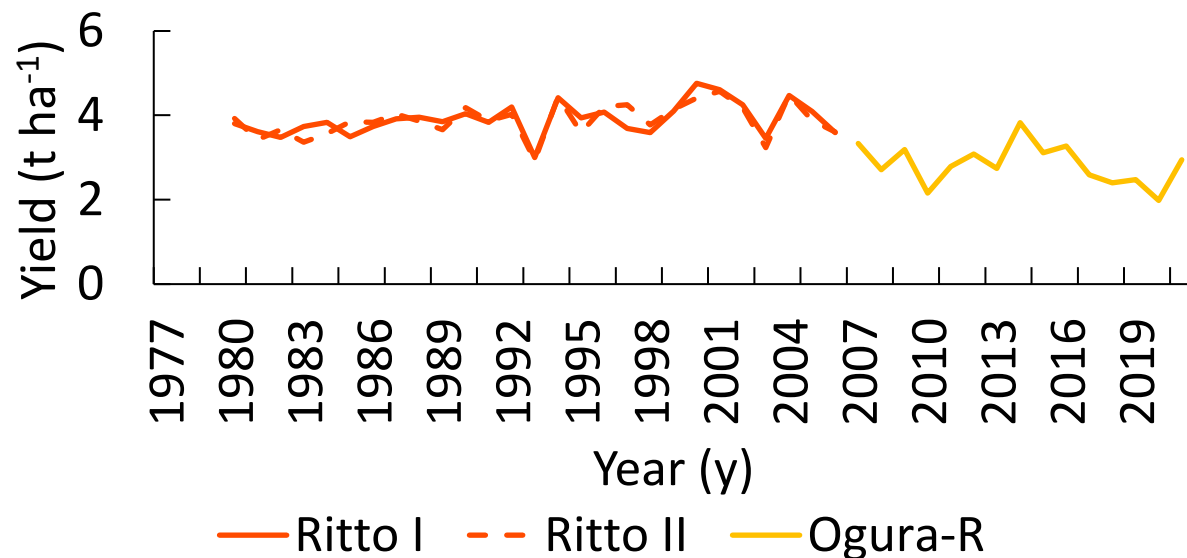
## 無施肥栽培の生産性・持続可能性

栗東 vs 小倉-R

栗東 vs 山科

過去・途上国 vs 現代日本

# 栗東と小倉-Rの違い



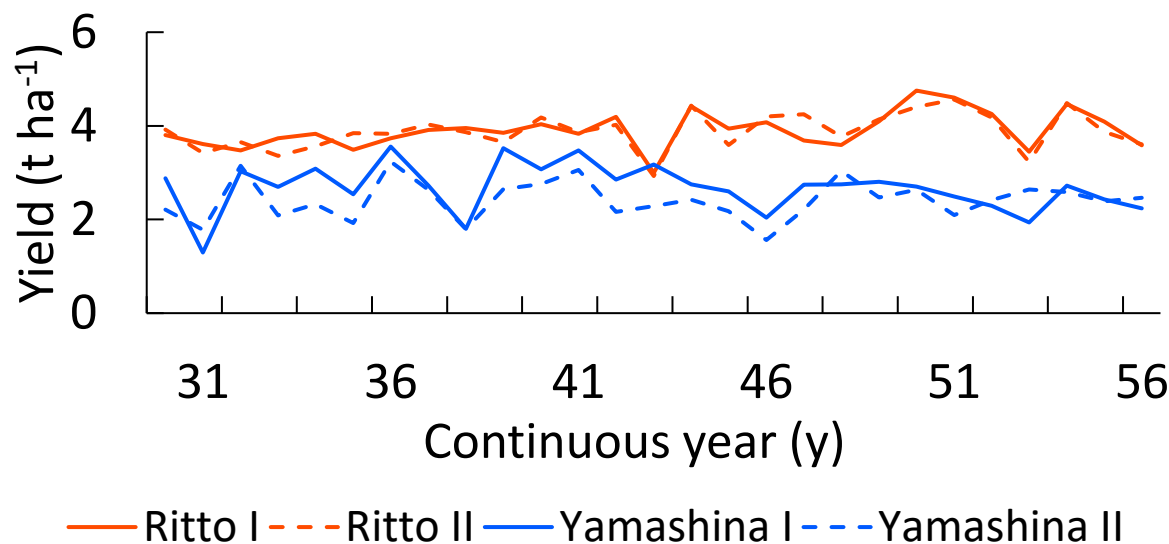
同一の表土で  
栽培されたが  
収量レベルが  
異なっていた

小倉-Rの灌漑水中の窒素含量がかなり低い ( $1.0 \text{ mg L}^{-1}$ 未満) が、排水中の濃度とほぼ等しかった (多田羅ら、2016)。

栗東I/IIの多量の灌漑水 (長谷川ら、1979) が影響する？

灌漑水中の窒素含量が高ければ高収量に繋がるかもしれない。

# 無施肥継続30年以降の 収量レベル



栗東と山科の  
収量レベルは  
異なっていた

栗東I/IIの灌漑水中のアンモニア態窒素は年間 $1.4 \text{ g m}^{-2}$ であり、東南アジアの無施肥圃場と同等 (Okumura et al., 2002)。

栗東I/IIにおいて、獲得した窒素のうち少なくとも63%は土壌由来と考えられる (Okumura et al., 2002)。

山科I/IIは周辺が住宅地のため日照条件が良いとは言えない。



# 江戸・明治初期の収量 発展途上国の収量

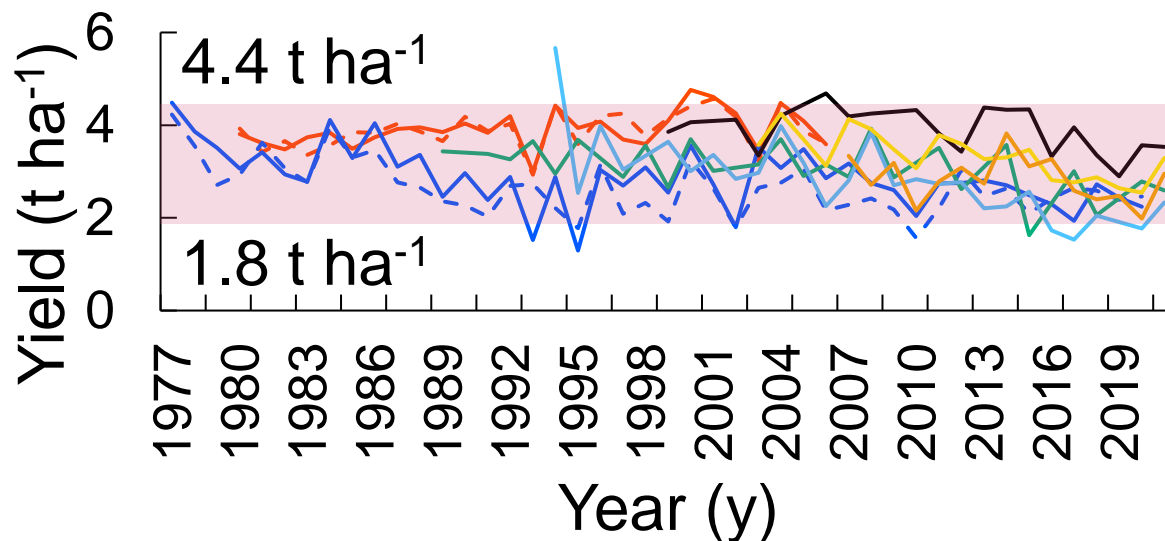
江戸時代：約2 t ha<sup>-1</sup> (稲村、###)

明治初期：1.5~1.8 t ha<sup>-1</sup> (加藤、1968)

タイ東北部：2 t ha<sup>-1</sup>未満

(Kuroda & Miyagawa, 1987; Homma & Horie, 2007)

サハラ以南：約2 t ha<sup>-1</sup> (Tsujiimoto et al., 2019)



本報告における  
無施肥水稻収量  
は上記より比較  
的高かった

**品種改良**によりHIが向上（伊藤、1975；竹田、1984）。  
※ベニアサヒは古い品種だがHI高かった（最大0.54、平均0.42）。



日本では**苗床育苗**と**機械耕耘**が生産性を向上  
（Horie et al., 2005）。



発展途上国の米生産における制限要因

- ・ **環境要因**：干ばつ、洪水、痩土、雑草害、病虫害  
（Balasubramanian et al., 2007）
  - ・ **人的資源**：教育・習慣等（Ye et al., 2022）
- ➡日本において、ほぼ問題になりにくい。



## 長期無施肥栽培の水稻収量推移

- 全刈収量vs坪刈収量 ▶ 坪刈〇、圃場内の生産性均一
- 収量の経年変化 ▶  $1.8\sim 4.4\text{ t ha}^{-1}$ 、30年以降減少せず
- 収穫指数の経年変化 ▶  $0.28\sim 0.55$ 、増加も減少もせず

## 無施肥栽培の生産性・持続可能性

- 栗東vs小倉-R ▶ **灌漑水が影響する？**
- 栗東vs山科 ▶ **長期継続は可能**
- 過去・途上国vs現代日本 ▶ **品種・技術・人的資源の関与**

無施肥無農薬栽培にみられる無投入農業は、農業生産性が過去に戻ることを意味しない。



さらに現代の科学技術を用いた管理の改善により、生産性の向上効果も期待できる。



本研究で報告されたデータは、水稻生産の持続性を検討する一助となり得る。



Thank you for your attention!