

ダイズの多収化をめぐる

白岩立彦

1982年4月 滋賀県立短期大学農業部助手
1996年4月 滋賀県立大学環境科学部助手
1998年2月 京都大学に転出
2024年3月 京都大学定年退職
現在 認定NPO無施肥無農薬栽培調査研究会理事長

1

ダイズはどんな作物？



大豆 産地別大豆品種

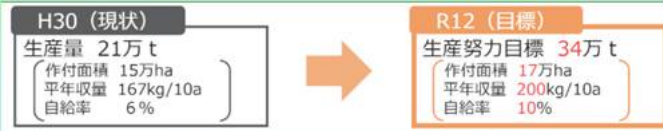
* 利用法に応じて多様な品種が存在

* 根粒での共生的窒素固定

出所: 上の写真は、北海道立総合研究機構、中央農業試験場、鴻坂扶美子氏提供。

下の写真はスズマル、クラカケ: 豆平HP (<http://mamehei.com/?mode=cate&cbid=798683&csid=0>), タマフクラ: 健康通販ドットコムHP (差し替え予定), 他: 日本豆類基金協会 1991. 北海道における豆類の品種. 北海道共同組合通信社。

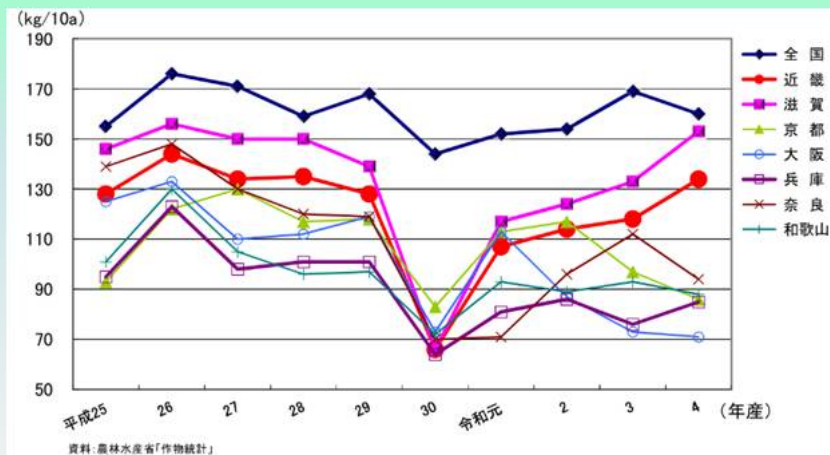
求められるダイズの多収化



農水省HP 2024年5月 大豆をめぐる事情、より

3

伸び悩むダイズ収量



近畿農政局HP 近畿のダイズ、より

4

日本ではダイズの多収化は起こっていない？

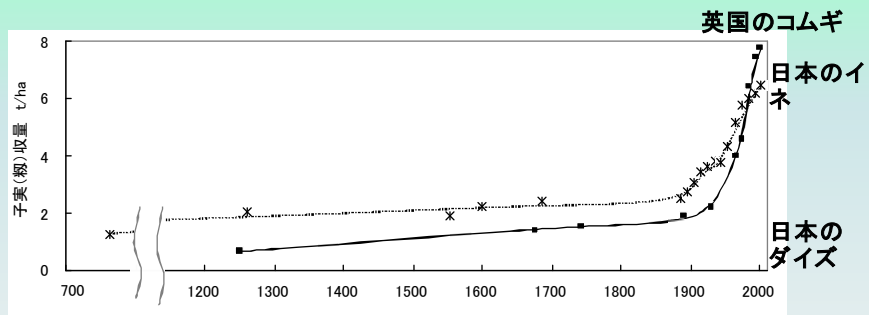


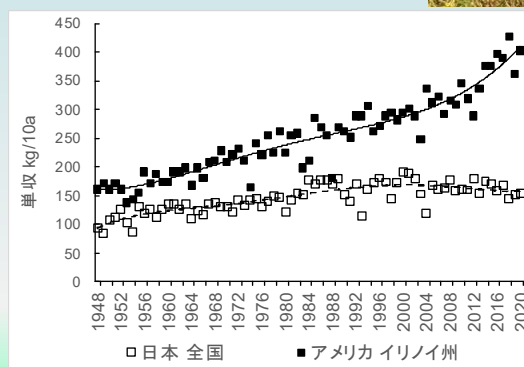
図1 英国のコムギおよび日本のイネ収量の変遷

稲村(2001), 森本(1999), Joan Thirsk(1985), 作物統計, FAO statisticsをもとに作図.

(白岩2007より)

5

米国のダイズ収量は高く、今も増収傾向

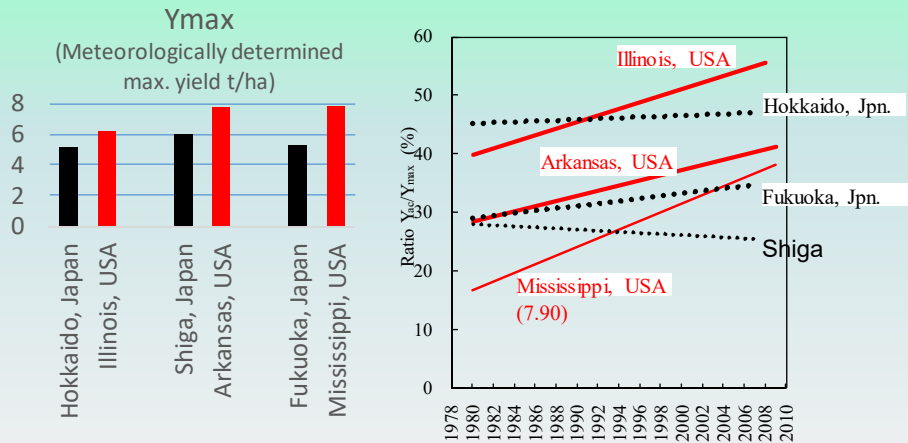


6

収量の日米格差の要因

気象的上限収量の違い、および実収量/上限収量(技術係数)

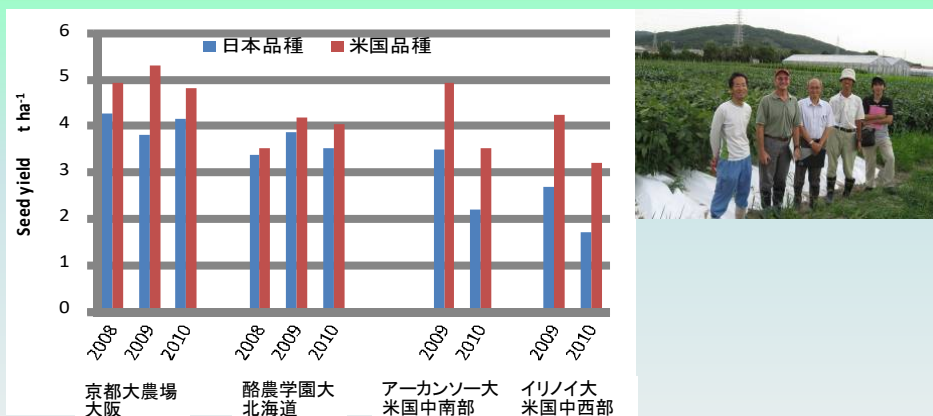
(Shiraiwa 2012)



Ymax、それぞれの場所と年次の気象条件から推定される最大収量
Ratio Y_{ac}/Y_{max} 、Ymaxに対する地域平均単収の割合

7

品種の収量ポテンシャルは米国品種 > 日本品種



日本品種と米国品種を、暖地(京大、アーカンソー大)と寒地(酪農学園大、イリノイ大)それぞれで、6~10品種ずつ比較してみた。
米国品種は、日本品種よりも8~41%(平均24%)収量が高かった。

国内の栽培品種は、旧品種に比べると収量が改良されている

子実収量

エンレイ > 赤莢
 タチナガハ > みずくぐり



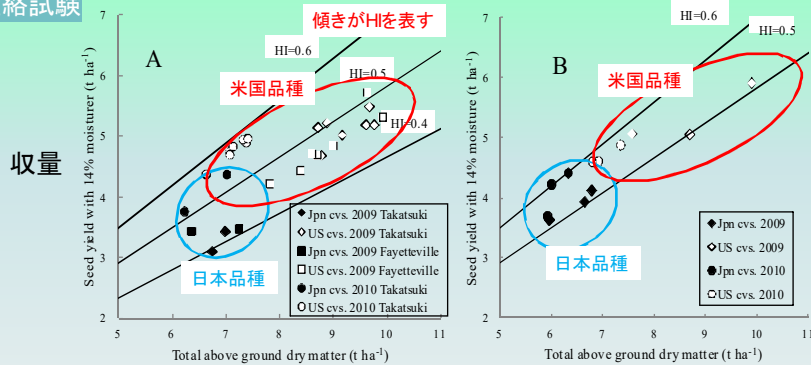
米国産品種はさらに多収化

9

米国産ダイズ品種の多収性要因

$$\text{収量} = \text{乾物重} \times \text{収穫指数(HI)}$$

連絡試験



地上部乾物重(成熟期)

地上部乾物重(成熟期)

中生品種比較

早生品種比較

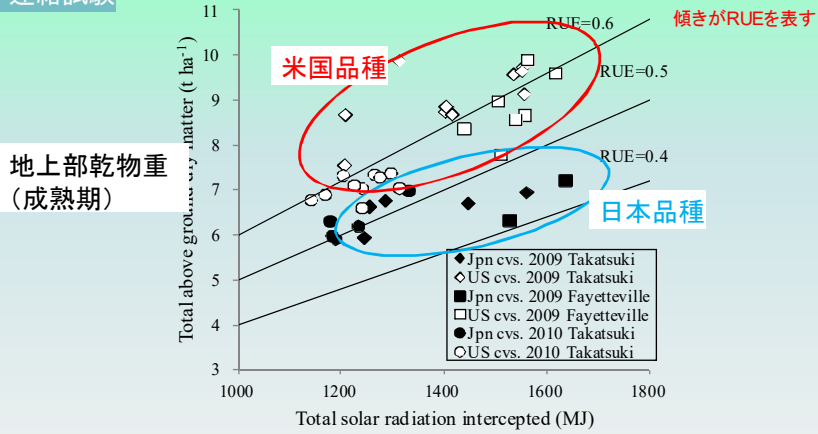
高槻2か年とフェイエットビル単年の3環境での中生品種比較(左図)、および高槻における早生品種2か年の比較(右図)の結果

米国品種の高い収量は、成熟期の地上部乾物重と密接に関係していた。

(Kawasaki et al. 2016, PPSより)

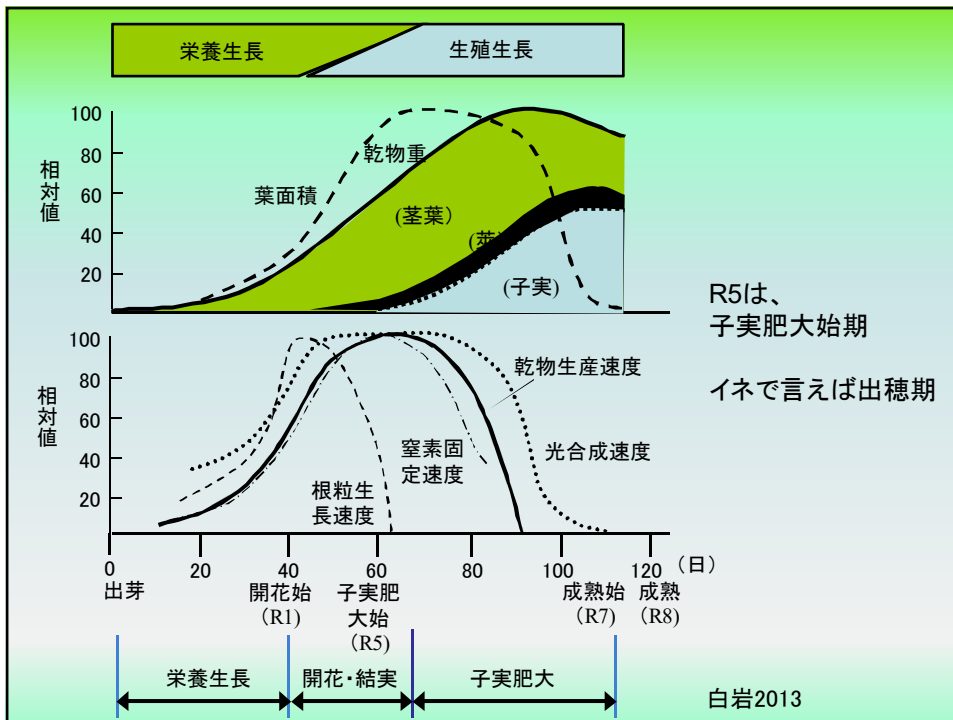
乾物生産量 = 受光量 × RUE

連絡試験



高槻・フェイエットビル間での品種比較を通して、地上部乾物生産の品種群間差には、**群落の受光量よりも日射利用効率の違いの方が強く相関していた。**
(Kawasaki et al. 2016)

11



4つの品種比較試験における期間別CGRと子実収量との相関関係 (Shiraiwa et al 2004)

	Correlation coefficient		
	R5-20d ~ R5	R5 ~ R5+20d	R5+15d ~ R5+30d
1989 Kusatsu	0.97**	0.94*	no data
1991 Azuchi	-0.01	0.97**	0.85
2000 Kyoto	0.31	0.68*	-0.59
2002 Kyoto	no data	0.74*	no data

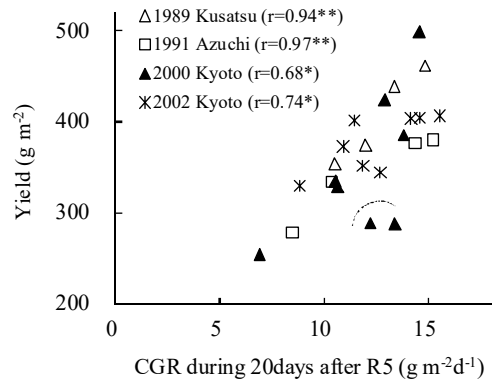
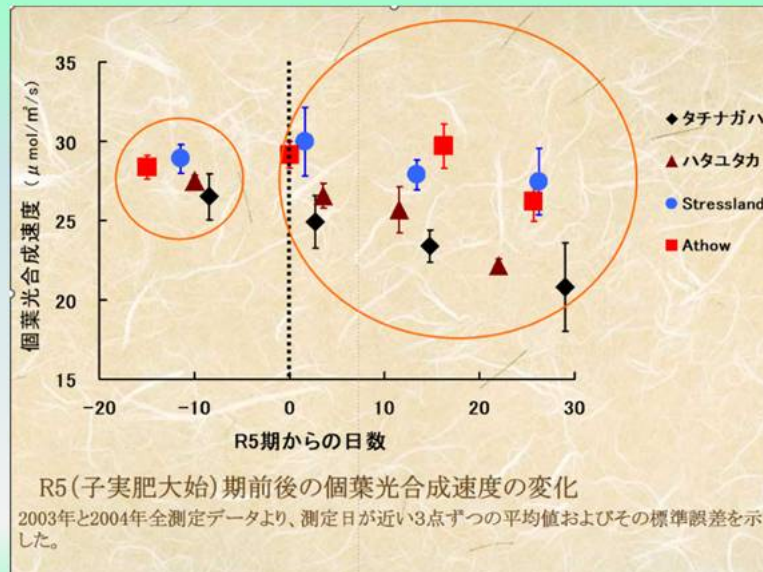


図3. 子実肥大前期のCGRと収量との関係
図中の点線部分は、顕著な青立ちを示した例 (Shiraiwa et al. 2004より)。

13

個葉光合成の推移にみられる日米品種間差異(八木2005)



群落の乾物生産能の要因解析 (中島梓2006)

米国品種 Stressland

日本品種 タチナガハ

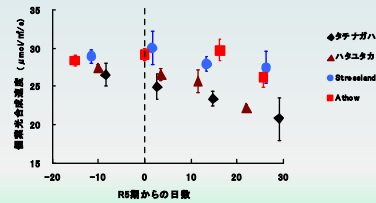


タチナガハ Stressland

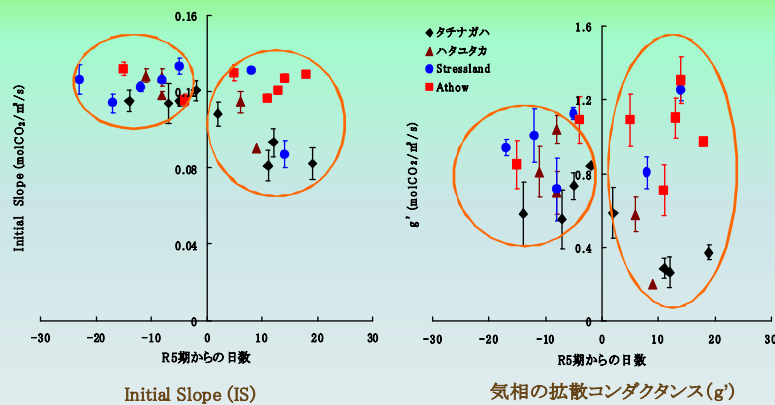
$$P_{cday} = \sum_0^{DL} (P_c)$$

品種特性値
 日々の LAI
 k
 日々の Pmax

$$P_c = \frac{P_{max}}{k} \cdot 1n \left[\frac{\{(1-m)P_{max} + k \cdot b \cdot I_0\}}{\{(1-m)P_{max} + k \cdot b \cdot I_0 \cdot e^{-k \cdot LAI}\}} \right]$$



光合成速度を決める2つの要素、気候コンダクタンスと葉内活性

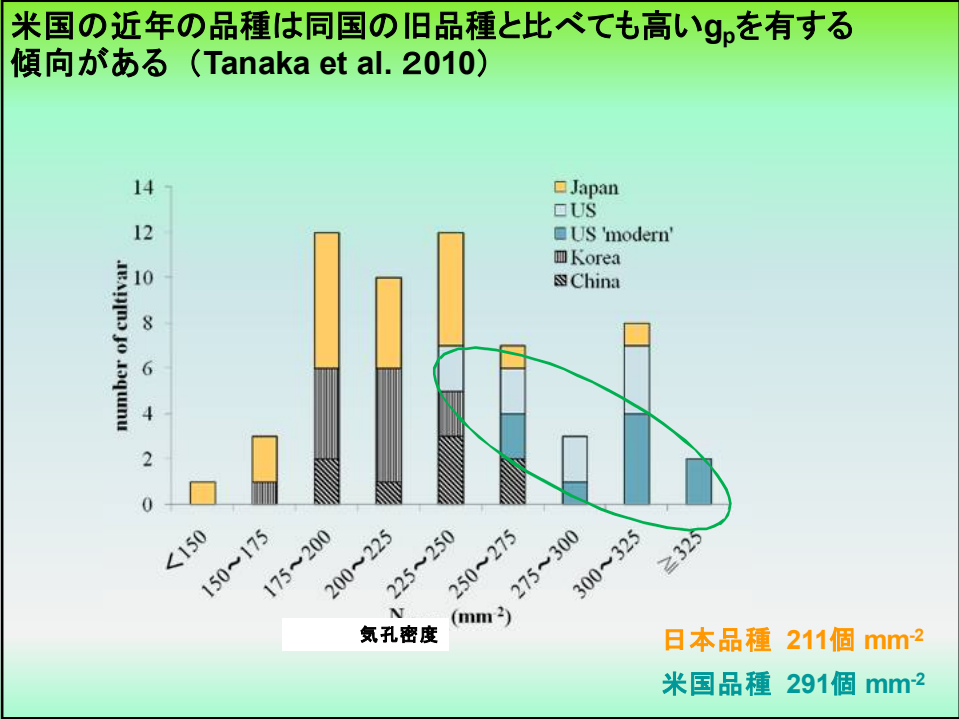


個葉光合成に関わる葉肉活性(左)とガスコンダクタンスの日米品種間差異 (八木ら2005)



Tanaka et al 2010, 2009, 2010

茎伸育性と光合成速度、茎伸育性が葉の形態形質とガスコンダクタンスに及ぼす効果、葉の形態形質の日米品種間差異



作物の蒸散活性の測定 多収品種の選抜と特性解明に利用

高光合成能力→高乾物生産力の品種を得たい。
 群落表面温度測定による、光合成能力の圃場評価

13/08/13
 13:52:05
 (120)
 36.0

群落表面 温度高い 群落表面 温度低い
 ↓
 群落蒸散 速度低い 群落蒸散 速度高い

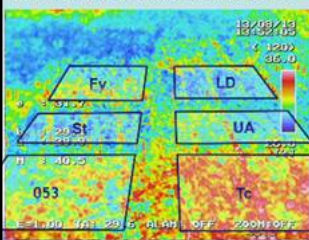
ThermoGear G100
 日本アビオニクス

2. 収量ポテンシャルの日米品種間差異と要因

米国産品種は、乾物生産能が高く、HIが安定的
米国などの、近年の収量性の向上には、光合成能の改良がともなってきた。

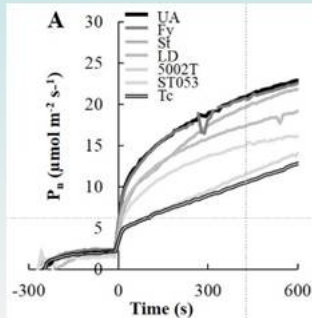
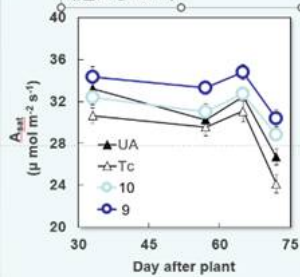
ダイズの個葉光合成能の研究は、田中佑氏らが、さらなる高光合成品種の探索と遺伝要因、さらに群落内外で光環境が変動する中で弱光条件から強光条件に移った後の光合成速度の増加の速さなど、活発に展開。

群落表面温度測定による、光合成能力の評価



中島慶一郎2014、修士論文より)

近年の米国品種よりもさらに
光合成能が高い系統が存在
(迫田ら2014)



光合成誘導に明らかな品種間差異が存在
(Soleら2016)

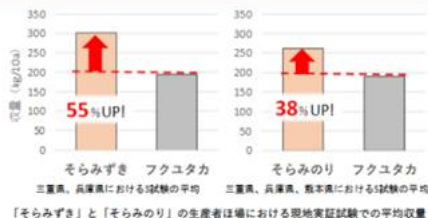
農研機 https://www.naro.go.jp/publicity_report/press/laboratory/nics/160417.html

農研機構において日
本品種と米国品種と
の交配から育成され
た高収量品種

多い莢数
難裂莢性
耐倒伏性
葉焼病抵抗性



SIP3 サブ課題(A) 植物性タンパク質(大豆)の育種基盤構築と栽培技術確立 (2023~2027)



三重県現地実証ほ場



熊本県育成地ほ場

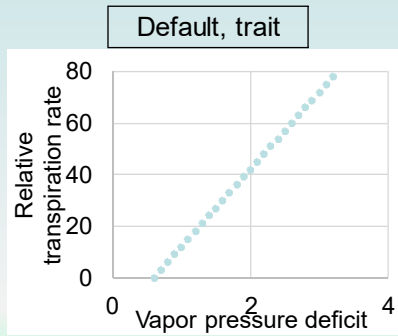
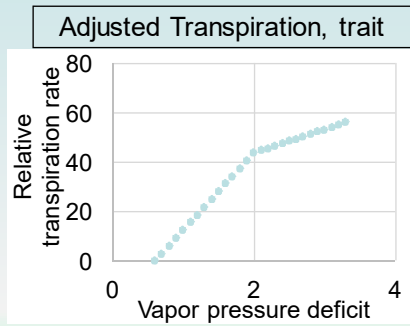
干ばつは最大の生産阻害要因

灌水の効果

(2010年7月21日米国アーカンソー州)

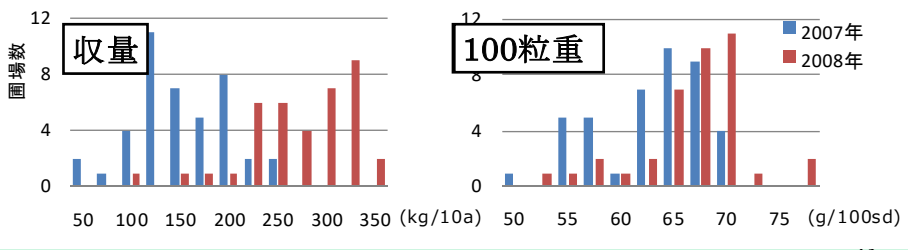


作物生育予測モデルによる解析 品種特性2、蒸散調節



3. ダイズ収量の変動 その1 生育初期の湿害

丹波地方の“丹波黒”の収量・品質には著しい、圃場間・年次間変異が存在する(御子柴ら、2009)



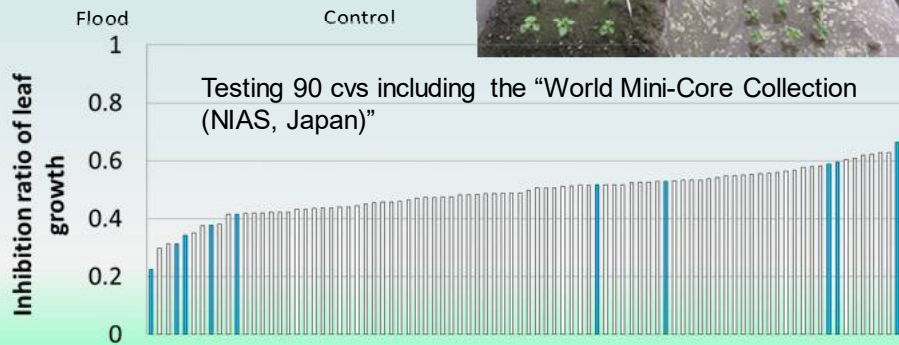
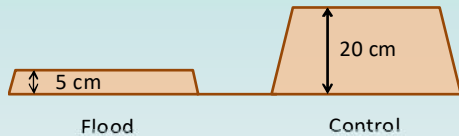
水田転換畑では排水が十分でない上に播種期が梅雨にあたるが多いため、冠水害や湿害が大きな問題になっている。



- 冠水害・湿害による苗立ち・初期生育不良
- (1) 急激な吸水による子葉の物理的な破壊
 - (2) 低酸素状態がもたらす生理的障害
 - (3) 微生物の感染、とくに卵菌類
 - (4) 土膜(クラスト)形成による土壌硬化



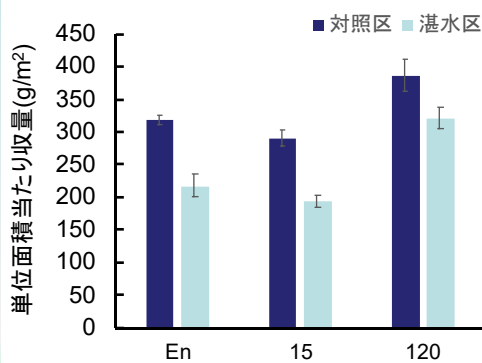
世界のダイズミニコアコレクションの湛水による生長阻害評価
(原田、修士論文)



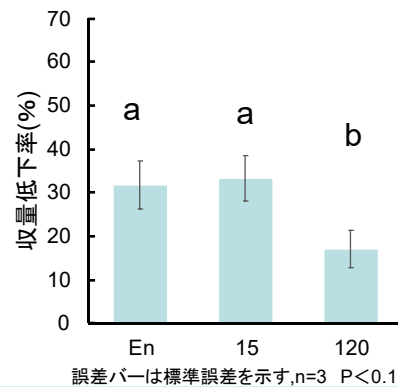
湛水処理後の乾物生産と収量の低下率で品種間差があった。
(米田、修士論文)



単位面積当たりの子実収量



子実収量の低下率



土壤水管理について—米国のダイズ栽培から—

1m幅の畦上2条栽培

初期の湿害を回避し、乾燥時の灌漑を可能にするねらいで普及.



Osceola, AR 100719 (100cm bed, 2row, 16pl/m)



2010年は6月多雨により中西部で湿害多発



—インドネシアのダイズ栽培から—



Ghulamahdi and Sagala, 2009
Bogor Agricultural University



Ghulamahdi and Sagala, 2009
Bogor Agricultural University

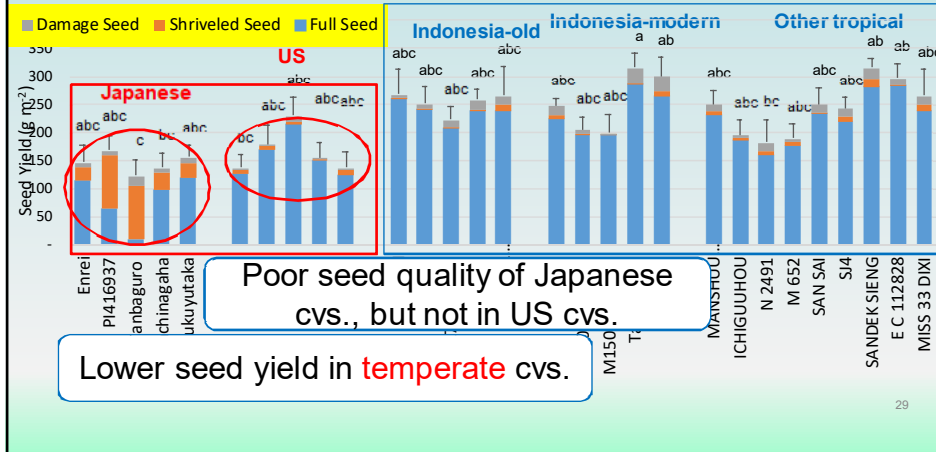


Ghulamahdi and Sagala, 2009
Bogor Agricultural University

インドネシア南スマトラでの飽水栽培
(ボゴール農科大学実験圃場、Munif教授提供)



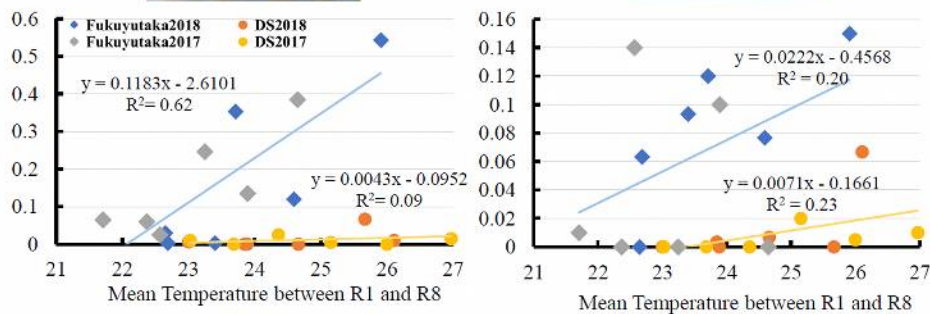
Seed Yield Performance



29

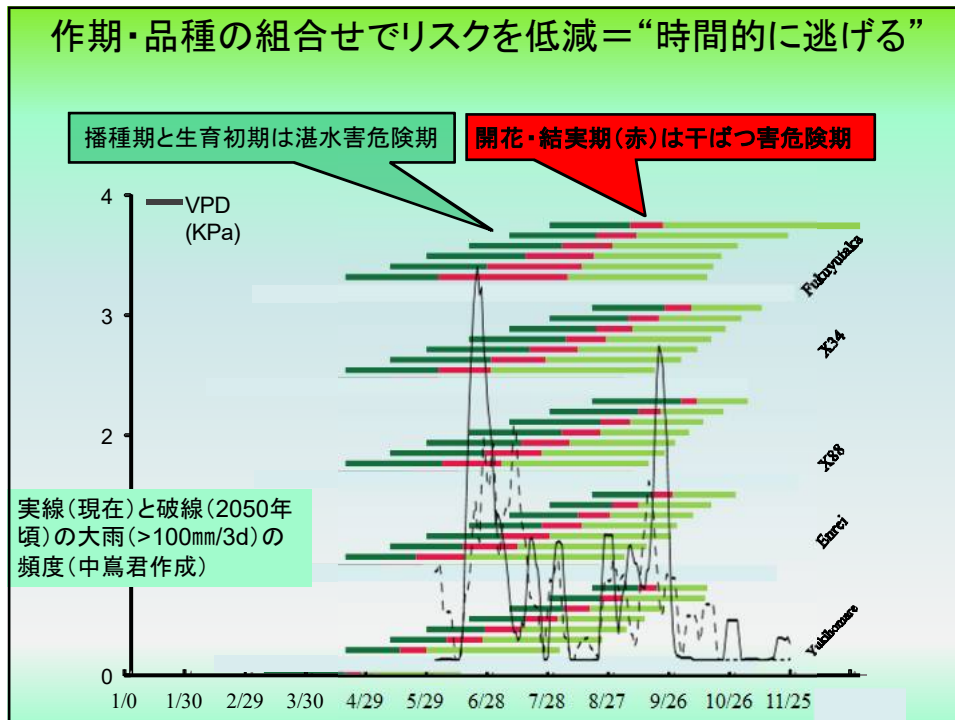
高温環境下での外観品質低下は、品種により異なる

品質低下は、種子としての発芽力、および初期の傷発生にも影響する。
1~2°Cの気温上昇でも品質の不安定化要因になる。



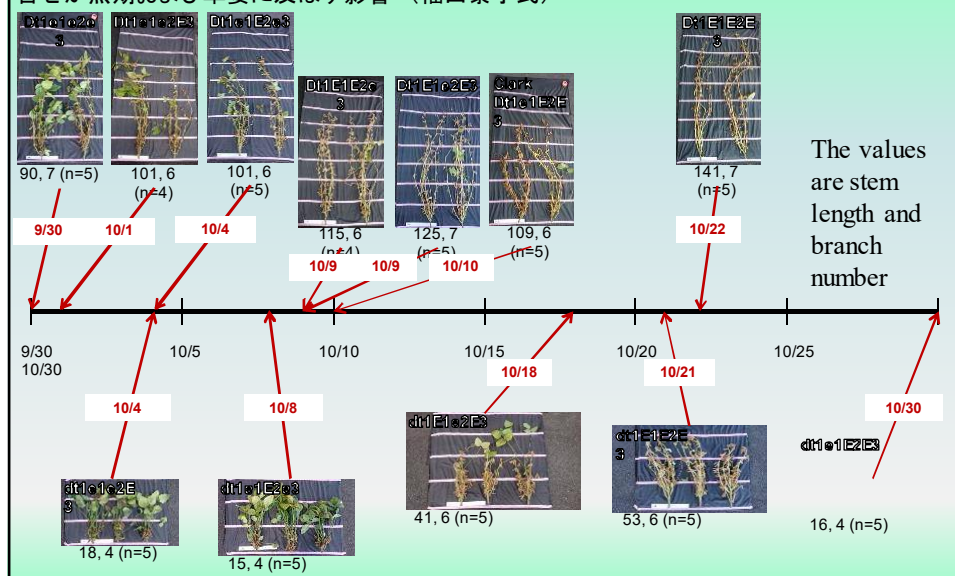
30

作期・品種の組合せでリスクを低減＝“時間的に逃げる”



収量の一義的支配要因としての发育特性

Dt1座(上段無限型、下段有限)とE1,E2,E3座(左から右に向かって晩生型)の遺伝子型組合せが熟期および草姿に及ぼす影響 (福田泰子氏)



ゾーニングと高畦栽培 = 空間的に逃げる




米国アーカンソー州の早期播種・高畦栽培(2010年7月撮影)



中国黒竜江省での多収モデル農場(2013年8月撮影)





インドネシア南スマトラでの飽水栽培(ボゴール農科大学実験圃場、Munif教授提供)



2010年は6月多雨によりイリノイ州で湿害多発、しかし

その年の平均単収は346kg/10a



播種期が柔軟にかえられる発育特性と生産体制が喫緊の課題

Illinois,2010 0718

栽培技術の組立て・階層性
(栗原浩1988「風土と環境」, 農文協, より)

凡技術

作付体系
作物選択
品種選択
作期の設定

風土を仕組む



個別技術

土壌管理
播種
栽植密度
施肥, 灌漑など

作物に関わる

共同研究・研究協力

本間香貴、田中佑、中崎鉄也、田中朋之、中川博視、桂圭佑、田中千尋、福田泰子、谷吉和貴
國分牧衛、齊藤邦行、島田信二、義平大樹、磯部勝孝、鄭昭輝、前川富也
長谷川利拡、熊谷悦士、由田宏一、葭田隆治、石本政男、加藤信、山崎諒

Larry C. Purcell, Jeffery D. Ray, Randy L. Nelson, Shu Zhenjing, Woo Sun-Hee, 李昆志、Lubis Iskandar
谷口真一、田中良典、岡本一浩

(直接指導教員として共同研究をした学生諸君)

酒井綾子、高進吾、鈴木辰徳、齋藤和樹、渡津瑛子、上野徳之、望月篤、外山毅、浅井英利、坂下誠、八木美典、
辻本泰弘、坂下誠、八木美典、故宮武(佐藤)順子、河津梓、松山治樹、藤井健一朗、川崎洋平、Custodio Tacarindua、
赤松悠作、故中島慶一郎、Andy Saryoko、吉藤昭紀、Rajen Bajain、向西直登、羽根沙苗、Falid Ahmad Wali、
原田達也、Idowu Olusegun、Lin Taiyu、長崎祐一、岡本裕樹、満田幸司、多田光史、加藤もも、倉知巧、Lu Yang、
Zhang Yujia、正田愛奈

研究支援

和田亮一、岡本憲茂、中村久郎、川崎庄三、芝原務、植田儀一郎、村井一郎、澤農園、グリーンファーム揖西、徳力望、
遠山三郎、黒瀬修、滋賀県立短期大学(当時)、滋賀県農業試験場(当時)、滋賀県立大学