

機関番号：14301

研究種目：基盤研究（B）

研究期間：2008～2010

課題番号：20405021

研究課題名（和文）ダイズ単収の日米地域差の拡大要因に関する作物学的調査

研究課題名（英文）A study on the crop ecological and agronomical factors that cause growing yield gap between Japanese and US soybean production

研究代表者

白岩 立彦（SHIRAIWA TATSUHIKO）

京都大学・大学院農学研究科・教授

研究者番号：30154363

研究成果の概要（和文）：日米ダイズ産地の間で拡大しつつある単位面積当たり収量（単収）の差異の要因を、品種、気象および栽培条件の3つの側面から解析し、以下のことが明らかになった。米国主要産地の気象生産力は日射量の差異により日本に比べて明らかに高いが、近年の増収傾向には他の技術要因が寄与している。米国品種の収量性は日本品種よりも高く、収量差には収穫指数よりも乾物生産効率の差異が寄与している。一因として米国品種は個葉ガス交換能と気孔密度が高い。中西部では改良品種の導入効果が、中南部および南部では灌漑をはじめとする栽培技術による生産の安定化が、それぞれの増収に対して大きく寄与してきた。

研究成果の概要（英文）：The factors for the growing yield gap between Japanese and US soybean production were analyzed in reference to meteorological resources, genetic potential of cultivars and development of crop management technologies. Meteorologically determined yield limit in USA was higher in USA than in Japan by higher solar radiation, while the trend of yield increase in USA was attributed to technological development. US cultivars showed consistently greater yield than Japanese ones and the difference was resulted from different dry matter productivity. The US cvs. exhibited high leaf stomatal conductance to gas exchange as compared to Japanese cvs. and this seemed a reason for the greater dry matter productivity in the US cvs.. Based on the field surveys, it was considered that the contribution of genetic improvement was relatively greater in the midwest region, which the contribution of crop management was greater in the midsouth and south regions.

交付決定額

（金額単位：円）

| | 直接経費 | 間接経費 | 合計 |
|--------|------------|-----------|------------|
| 2008年度 | 3,900,000 | 1,170,000 | 5,070,000 |
| 2009年度 | 3,100,000 | 930,000 | 4,030,000 |
| 2010年度 | 3,000,000 | 900,000 | 3,900,000 |
| 年度 | | | |
| 総計 | 10,000,000 | 3,000,000 | 13,000,000 |

研究分野：農学

科研費の分科・細目：農学・作物学・雑草学

キーワード：ダイズ、収量、気象、多収性、栽培技術

1. 研究開始当初の背景

(1) 国内産ダイズの単収は低迷しており、

過去 30 年間に順調に生産性を向上させている米国のダイズ産地との間で、ともに先進国

農業でありながら顕著な対照をみせている。しかし、その要因に関する系統的な調査は行われていない。

(2) 栽培品種の収量ポテンシャルに関して、日米品種を比較した例は限られるが、研究代表者らは、日米の栽培品種を京都市で比較し、米国産品種の収量と乾物生産性に明瞭な優位性をみとめた (Shiraiwa ら 2004, 八木ら 2005)。同様の米国品種を用いた秋田県での比較では、転換畑と普通畑のうち前者において米国産品種の優位性がみられた (島田ら, 2004)。

気象要因についてみると、米国の主要ダイズ産地である中西部の夏季日射量は、京都のそれに比べておよそ 20% 高い (NREL, USA)。そして、日本および米国の各ダイズ多収事例を対象にした分析において、それぞれの単収の年次変動が温度と日射環境によってよく説明された (Spaeth et al. 1987, Cooper 2003)。

栽培条件については、わが国では出芽不良、湿害、干ばつ、病虫害および倒伏などが、米国では干ばつや病虫害が重要な減収要因になっている。しかし、これらの問題が最も軽微な北海道地域でも単収の水準は米国のそれに及ばない。一方、米国では除草剤耐性品種の普及にともなう雑草管理の強化、狭畦・密植栽培による植被率の早期確保、トウモロコシなどの残渣鋤き込みによる土壌肥沃土の維持・増進などが増収要因として挙げられている (Heatherly and Elmore 2004)。

2. 研究の目的

背景でのべた知見や指摘は、品種、気象、栽培技術のいずれもが、ダイズ単収の地域間差と経年推移に関係することを示唆する。しかし、米国内における単収増加における主要因について米国研究者間でも見解が一致しておらず、日米間差の拡大要因はさらに不明瞭となっている。

本研究は作物の生産性の地域差関わる諸要因を、収量性の遺伝的ポテンシャルの差異、温度、日射、降雨といった気象要素に依存する気象生産力および土壌環境とその管理を含む栽培条件の差異のそれぞれの面から調査し、これらの要因がどのように生産性の日米地域差に寄与しているかを量的に明らかにすることで、日本のダイズ生産の多収化に向けた中長期的な技術課題の明確化することを目的とした。

3. 研究の方法

(1) 気象生産力の日米地域差

米国 Illinois 州 Champaign 郡 (作付面積約 10 万 ha)、Arkansas 州 Arkansas 郡 (同約 7.5 万 ha)、北海道 (同約 2 万 ha)、滋賀県 (同約 0.4 万 ha) の 1980 年～2008 年の収

量統計と耕種暦日資料、ならびに Urbana 市、Stuttgart 市、札幌市および彦根市の気象データを収集した。次式により各地域の気象的上限収量 (Y_{max}) を地域・年次ごとに算出した。

$$Y_{max} = HI \cdot \sum_{n=1}^d [RUE \cdot \{1 - \exp(-k \cdot LAI)\} \cdot S_n]$$

ただし、HI は収穫指数、RUE は日射利用効率、d は生育日数、k は群落吸光係数、LAI は葉面積指数、 S_n は日々の日射量

HI および k はそれぞれ 0.5 と 0.6、RUE は出芽後子実肥大前と子実肥大期のそれぞれについて、米国 2 地域は 1.0 および 0.7 g/MJ、日本 2 地域は 1.1 および 0.77 g/MJ とした。生育期間は、過去 13～18 年間の記録から出芽期と黄葉期の平均値を求め、両者の間を有効生育期間とした。LAI の推移は基準温度を 8℃ とする有効積算温度のロジック関数で与えた。

(2) 日米栽培品種間における収量および乾物生産性の差異の解析

京都大学 (高槻市)、酪農学園大学 (札幌市)、アーカンソー大学 (フェイエットビル市) およびイリノイ大学 (アーバナ市) において、日米の代表的な栽培品種の生育収量を比較した。

京都大学 (京都市) において、日米の新品種を含む計 58 のダイズ品種の、子実肥大初期における上位葉を対象に、個葉のガス交換能と密接な関係を示す上位葉の気孔密度ならびに関連形質を調査した。

(3) 米国におけるダイズ生産技術の動向に関する実態調査

イリノイ大学、ミズーリ大学デルタ研究センター、アーカンソー大学イネ研究普及センター、USDA-ARS デルタ地域研究センター、ミシシッピ州立大学デルタ研究・普及センター、ルイジアナ州立大学を訪問し、米国における圃場・作物管理の動向について資料収集を行なった。

4. 研究成果

(1) 有効生育期間 (播種から黄葉期) の降雨量は、滋賀が多く Arkansas が少なく、気温は Arkansas が高く北海道が低く、日射量は米国の 2 地域が日本の 2 地域よりも 30% 以上多かった。

Y_{max} の最近 5 年間の値は、Champaign では 7.0/ha、Arkansas では 7.5t/ha 前後、北海道では 4.9t/ha、滋賀では 6.0/ha であった (図 1)。Champaign を除く 3 地域で、 Y_{max} は主に日射量の変化による漸増傾向を示した。年々の変動も第 1 に日射量の寡多に

依存するが、滋賀を除く3地域では、5～6月の最高気温とも有意な正の相関を示した。

実収量 (Yac) の最近5年間の平均値は、Champaign (3.6t/ha), Arkansas 灌漑圃場 (3.0t/ha), 北海道 (2.3t/ha), Arkansas 非灌漑圃場 (2.0t/ha), 滋賀 (1.6t/ha) の順に大きかった (図1). 約30年間に Yac は全地域で増加傾向を示したが、その程度は米国の2地域 (20～37kg/ha/yr) が日本の2地域 (12.5, 0.9kg/ha/yr) よりも大きかった。

Yac/Ymax は、Champaign (51%, 最近5年間の平均), 北海道 (45%), Arkansas 灌漑圃場 (39%), 同非灌漑圃場と滋賀 (約25%) の順に大きかった (図2). 米国2地域の Yac/Ymax の推移には、0.23～0.50%/yr の増加傾向があったが、国内ではそのような傾向はなかった。

以上より、米国における高収量には高い日射量が関係するが、近年の増収には、灌漑、品種改良などの技術要因が寄与していることがわかった。

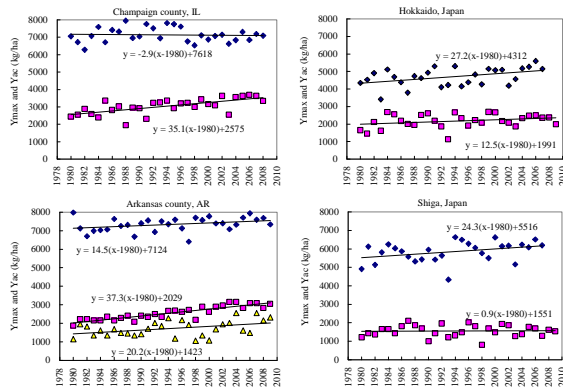


図1 イリノイ州シャンペン郡, 北海道, アーカンソー州アーカンソー郡, 滋賀県における気象的上限収量 (Ymax, ◆), 実収量 (Yac, ■) の推移. アーカンソー群についてのみ灌漑 (■) と非灌漑 (△) 別の統計が存在するので、それを区別して示した。

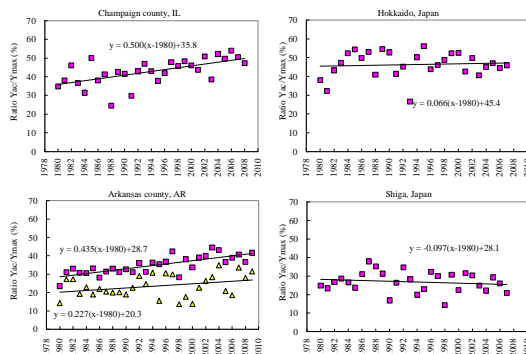


図2 イリノイ州シャンペン郡, 北海道, アーカンソー州アーカンソー郡および滋賀県における Yac/Ymax 比の推移。

(2) 米国品種の収量は、どの試験地においても日本品種のそれを上回り、収量差には収穫指数よりも乾物生産量の寄与が大きかった (表1)。

表1. 日米4ヶ所で行った日米品種比較試験 (2008年, 2009年)

| | 2008 | | | 2009 | | | |
|---------------------|-------------|--------------|-------------|-------------|--------------|-------------|-------------|
| | Takatsuki | Fayetteville | Ebetsu | Takatsuki | Fayetteville | Sapporo | Illinois |
| <i>Japanese cv.</i> | | | | | | | |
| Suzukari | 3.90 | | 4.65 | 3.64 | | 4.51 | 2.85 |
| Enrei | 4.24 | 1.52 | | 3.93 | 3.23 | | 2.86 |
| Suzuyutaka | 4.41 | | 3.20 | 4.13 | | 3.09 | 2.68 |
| Tachinagaha | 4.25 | 2.46 | | 3.10 | 3.44 | | |
| Sachiyutaka | 3.79 | | | 4.16 | 3.60 | | |
| Tamahomare | 4.60 | 2.67 | | 3.44 | 3.48 | | |
| Toyomusume | 3.51 | | 4.10 | | | 3.28 | |
| Yuzuru | 2.01 | | 3.49 | | | 4.32 | 2.12 |
| <i>US cv.</i> | | | | | | | |
| Athow | 4.53 | | 4.05 | 5.07 | | 4.87 | 3.88 |
| Omaha | 5.27 | | 3.97 | 5.91 | | 4.35 | 4.25 |
| Manokin | 4.62 | | | 5.23 | 4.70 | | |
| LD003309 | | | | 5.06 | | 3.13 | 4.66 |
| 5002T | 5.24 | | | 4.69 | 5.73 | | |
| UA-4805 | 4.78 | | | 5.15 | 4.44 | | |
| Osage | 4.49 | | | 5.19 | 4.72 | | |
| 5601T | 4.92 | | | 5.50 | 5.32 | | |
| Ozark | | | | 5.19 | 4.23 | | |
| Hutcheson | 5.12 | | | 5.03 | 4.85 | | |
| Jack | | | 3.59 | | | 4.04 | 4.11 |
| Williams 82 | | | 4.44 | | | 4.20 | 3.95 |
| Armor5.3 | | 4.97 | | | | | |
| P95m80 | | 4.42 | | | | | |
| <i>Jpn. mean</i> | <i>3.84</i> | <i>2.22</i> | <i>3.86</i> | <i>3.73</i> | <i>3.44</i> | <i>3.80</i> | <i>2.63</i> |
| <i>US. mean</i> | <i>4.87</i> | <i>4.69</i> | <i>4.01</i> | <i>5.20</i> | <i>4.86</i> | <i>4.12</i> | <i>4.17</i> |

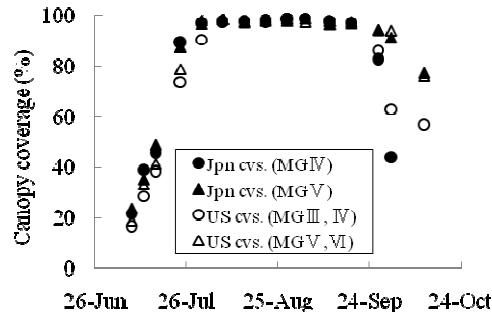


図3. 日米品種比較試験における群落植被率の推移 (2009年高槻)

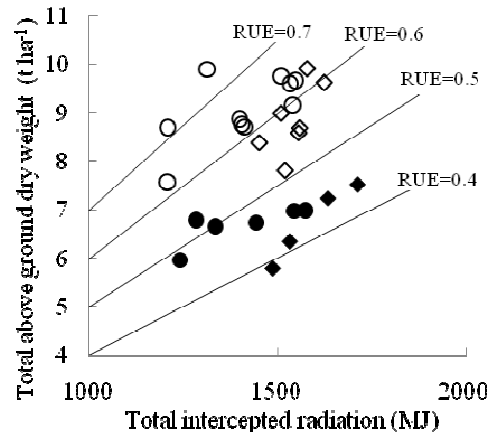


図4. 群落の積算受光量と乾物生産量との関係。●日本品種 (高槻市で栽培)、○米国品種 (高槻)、◆日本品種

高槻と Fayetteville において中生品種を試験して行った連絡試験から乾物生産特性について解析した。乾物生産量は米国品種が日本品種を上回った。生育期間受光率は、生育初期は日本品種が米国品種を上回ったが、群落が発達するにつれて両者の差異はみられなくなった。このため日米品種間における積算受光量の差は小さく成熟期における地上部全乾物重の日米品種間差は積算受光量よ

りも RUE に起因していることがわかった。2009 年に高槻において生育時期別の乾物生産を解析したところ、RUE の日米品種間差異には子実肥大期間の乾物生産力が関係していると考えられた。以上より、日本の西南暖地で栽培可能な品種の収量性は日本品種に比べ米国品種で高いこと、およびそれには RUE が関わるということがわかった。

新旧の日米品種を含む 58 品種の上位葉気孔密度 (Nstoma) には、147.5 から 334.4 個 mm² までの変異があった(図 5)。Nstoma は面積あたり表皮細胞数と密接な正相関を示し、表皮細胞数に対する気孔分化頻度 (Stomatal Index) の品種間差は小さかった。気孔を形成する孔辺細胞長 (Lg) には 17.8 から 26.3 μm までの変異が存在し、Nstoma と負の相関を示した。しかし両者の関係性にはばらつきが観察され、Lg と独立的に Nstoma を改変する余地はあるものと推察された。これらの形態性質は気孔分化頻度を除いて年次間で有意に相関し、その品種間差は環境による変動に対し安定的であると考えられた。気孔におけるガス拡散経路に基づき、形態によって決まる気孔コンダクタンスの理論的ポテンシャル (gp) を Nstoma と Lg から導いた。gp は、米国品種が日本品種と比べて明らかに高く、しかも圃場で実測した gmax と密接な相関を示した。米国品種の高い乾物生産性には、このような個葉の構造、とくに高い気孔密度による高い gp が要因の一つとして寄与していると考えられた。

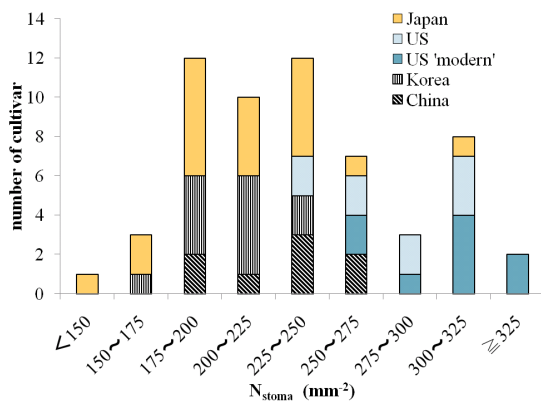


図 5. 日米品種を含む計 58 品種における子実肥大初期上位葉の気孔密度。

(3) 2008 年、2009 年および 2010 年に米国ダイズ作地帯の現地視察を行い、近年の圃場・作物管理技術の動向を調査し、圃場・作物管理の面から米国における多収化要因を考察した。

ダイズの生産地帯は、南北にアイオワ州、イリノイ州をはじめとするコーンベルトと

呼ばれる中西部、アーカンソー州を中心とする中南部およびミシシッピ以南の南部およびサウスカロライナなどの東部に大別できる(表 2)。中西部のダイズ作はトウモロコシ-ダイズ輪作、中南部以南はワタ、イネ、トウモロコシなどの輪作が主であり、中南部に対して南部のダイズ生産は、早期栽培が主流を占めつつある、湿害対策が重要であるなどの特色がみられる。主要栽培品種は、北から南に向かうにしたがって熟期型 (MG) を表す数字の小さいものから大きいもの変

表 2 米国におけるダイズ栽培の概要

| | 中西部 | | 中南部 | | 南部 |
|-------------|------------|----------------------------|---------|----------|---------------|
| | 早期栽培 | 慣行(単作) | 慣行(2モ作) | 慣行(2モ作) | 早期栽培 |
| 品種の熟期型 (MG) | II~IV | III~IV | V~VI | V~VI | IV |
| 播種期 | 5月 | 4月 | 5月 | 6月 | 4月 |
| 収穫期 | 9~10月 | 8月 | 9月 | 10月 | 8月 |
| 作付体系 | トウモロコシとの輪作 | イネ、ワタ、トウモロコシ、コムギ、ソルガムなどの輪作 | | | トウモロコシ、ワタ、コムギ |
| 灌漑 | 天水栽培 | 灌漑面積が増加 | | 灌漑面積が増加 | |
| 栽培様式 | 慣行、狭条 | 慣行、狭条、畦上・複条 | | 慣行、畦上・複条 | |

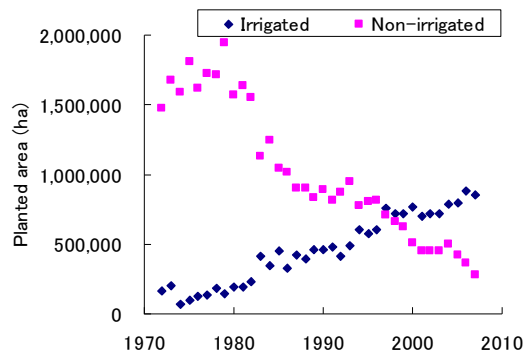


図 6 アーカンソー州における灌漑・非灌漑別ダイズ作付面積の推移 (USDA-NASS 公開データから作成) わる。

グリホサート抵抗性品種は、その普及が始まった 1996 年からわずか 4 年目に全ダイズ作付面積の 50% に達し、2007 年以降は 90% 以上を占めている。地域によらずどの圃場でも雑草がよく防除おり、グリホサートを用いた雑草防除の効果は顕著である。しかし、グリホサートの使用が拡大するにつれて、抵抗性雑草の発生が問題になってきている。抵抗性作物が栽培されはじめてから 15 年間に、グリホサート抵抗性雑草として発見された植物数は指数関数的に増加し、その傾向は今後もつづくものと予測されている。このため、抵抗性雑草が増加する中、グリホサートの使用回数は増える傾向にあり、さらにグリホサート以外の代替技術の必要性も指摘されている。特に 2009 年に登場したグリホシネート抵抗性品種の導入が注目され、加えて選択

性除草剤や土壌処理剤や耕種適防除を補助技術として復活させることや輪作の実施などである。

図6に示すように、アーカンソー州では過去40年間にダイズ灌漑栽培が着実に増加し、現在では3分の2以上を占めるにいたっている。ミズーリ州では、ダイズとワタ圃場のおよそ50%、トウモロコシ圃場の約80%が灌漑されている。同州のダイズ単収の統計が灌漑圃場と非灌漑圃場を別にして公表されているが、前者は後者よりも平均47%高く(最近5年間平均)、かつ安定している。このことより、中南部における灌漑面積の増加が、この地域の単収増加に大きく寄与したことは明らかである。

ミシシッピデルタには膨大な地下水が深層(Sparta帯水層)および浅層(Alluvial帯水層)に存在し、灌漑は主に浅い方の帯水層から地下水を汲み上げて行われる。散布方法はセンターピボット方式と畦間灌漑方式に大別される。

センターピボットは、送水パイプの全長が平均して約120mあり、中心に井戸と強力なポンプを有する大掛かりな設備である。設置コストが大きいため、利用の効率化が図られている。その一つは可動式システムである。特定の圃場に固定して使用するのではなく作付けに応じて圃場間の移動が容易になるよう工夫されている。これは徐々に普及が進んでおり、ミズーリ州ではおよそ4000機のセンターピボットがあるがその5分の1が可動式となっている。またセンターピボットでは、圃場の外形が通常方形であるのに対して、散水装置が描く円の内側しか灌水されない。散水装置のアームが折れ曲がりかつ伸縮することによって圃場の隅まで灌水が行き渡る装置がある。GPS情報と連動して制御する装置が販売されている。

一方、畦間灌漑は大掛かりな装置が必要ないので比較的導入しやすい。とくに圃場の枕地に井戸水ポンプに接続した使い捨てのプラスチックホース(直径約40cmのポリパイプ)をダイズの生育途中に据え、畦間を正確にねらって穴を開けることで給水する方法が普及している。ただし、ほとんどの圃場の長さが200mを超えるため、圃場全体にわたる送水に時間がかかる上に、畦間の前方では灌水の過剰が、後方では不足が生じる。このため、水利用量当たりでみた灌漑効率はセンターピボットよりも劣っている。

この問題の改善策として、精密な緩傾斜づくりとサージ灌漑がある。前者では、通水を促すために圃場の均平を十分に行った上で約0.1度の傾斜を精密につける。レーザーレベラーが重要な役割を果たし、委託作業として行われる。サージ装置は、灌漑ホースを真中で左右に分けて数時間ごとに片側のみ送

水することにより、流量を増すことで畦末端への到達を速くする。本装置は、後述の灌漑施肥にも用いられる。センターピボットと比較して畦間灌漑では設備コストが小さい。しかし、畦間灌漑では灌水作業にかかる労働と、レーザーレベリングの委託に経費がかかっているという。

灌漑スケジュールを必要に応じて立てることは、水利用量当たりの効率向上に重要である。Purcellら(2003)によれば中南部では6月から8月までの約3ヶ月の間1週間当たりの蒸発散量がおよそ50mmであるのに対して、平均降水量は20mm~10mm程度となる。この間の気象的な水収支を、チャートとして毎日参照可能にし、灌水の必要度あるいは今後必要となる予想時期がわかるようにする、あるいは自身の圃場特性を加味した水収支のモデル計算を可能にするソフトをウェブ上で提供するなど、灌漑スケジュールの支援が行われている。

米国中南部では、慣行のダイズの作型としてダイズ単作(full season)およびダイズ-コムギとの2毛作があり、それぞれダイズは5月および6月期を中心に播種される。このうち2毛作は、コムギの収益性が良好でないため近年は減少傾向にあるという。これに対して、3月後半から4月播種の早期栽培が導入されており、それは増加傾向にある。その目的は、莢形成から子実肥大前半にかけての重要な収量形成時期にダイズが夏期とくに8月の強い干ばつに遭遇するのを回避することである。米国の中南部および南部では、従来感光性の強い熟期型(MG)VI以上の品種が用いられてきたが、早期栽培では早生品種であるIVあるいは“Early IV”の品種が新たに用いられている。このように品種選択との組み合わせで進められた早期栽培は、ESPS(Early Season Production System)と呼ばれ、ミシシッピ州などの南部地域ではさらに増加し主要作型になりつつある。ESPSは、当地域でのダイズ生産の安定化に大きく貢献したとされている。

条間を慣行の76cmに対して38cmに狭くする狭条栽培は、生育前期における受光率の増大による乾物生産促進と雑草抑制が利点とされ、多くの場合増収効果がある。

ミシシッピデルタでは、また気象によっては中西部でも、湿害は重要な生産阻害要因となる。一方夏季は、蒸発散量が降水量を上回り干ばつが発生する。湿害と干ばつが時期を変えて同じ地域・年次に発生する状況は、日本の転換畑ダイズ作と共通するが、乾燥の程度では、米国の多くのダイズ栽培地帯で日本のそれを上回ると思われる。

生育前期の湿害を回避し、夏季の乾燥時の畦間灌漑を可能にするための作畦栽培が、中南部から南部のダイズ作地帯に広く普及し

た. 100cm (40in) 間隔で 10~25cm (4~10in) 畦上げし, 畦あたり 2 条 (平均 50cm 幅) とするやり方が典型的である. 圃場の排水条件に応じて播種床を広く低くする場合もある. なお, 100cm 畦が選択されるのは, ワタ収穫機械の規格に合っており, ワタとダイズで共通の播種機を使えるという利点にもよっている. また南部では, サトウキビ栽培に合わせて 2 m 幅の畦が作られることもある. 中南部や南部では中西部に比べて, 不耕起栽培が少なくなるが, 上述のような作畦栽培が多いことが関係している.

土壌診断にもとづく施肥量調整が現在一般に奨励されているが, これは 1990 年代を通じて普及が進んだものである. 現在はさらに Site specific management (圃場情報にもとづく局所管理) の普及が行われている.

以上のように, 米国における近年の増収には, 除草剤耐性ダイズを用いた雑草防除, 灌漑面積の増加, 作期と品種熟期の組合せの変化 (早期栽培化), 栽植様式の変化 (狭条化と畦上栽培) および合理的施肥管理が寄与してきた. そして, 中西部では改良品種の導入効果が, 中南部および南部では栽培技術による生産の安定化が, それぞれの増収に対して相対的に大きく寄与してきたと考えられた.

5. 主な発表論文等

(研究代表者, 研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 3 件)

- ① 白岩立彦・桂圭佑・島田信二・川崎洋平・村田資治・本間香貴・義平大樹・田中朋之・田中佑. ダイズ単収の日米地域差の拡大要因に関する作物学的調査—視察報告 (第 2 回) 米国における圃場・作物管理—. 作物研究 56 (印刷中) (2011). 査読有.
- ② Tanaka, Y., Fujii, K., Shiraiwa, T. Variability of leaf morphology and stomatal conductance in soybean [*Glycine max* (L.) Merr.] cultivars. Crop Sci. 50: 2525-2532 (2010). 査読有.
- ③ 桂圭佑・義平大樹・本間香貴・L. C. Purcell・田中朋之・白岩立彦. ダイズ単収の日米地域差の拡大要因に関する作物学的調査—. 米国における視察報告 (第 1 回). 作物研究 54: 149-154 (2010). 査読有.

[学会発表] 計 (3) 件

- ① 義平大樹 (他 4 名). 異なる栽植密度条件下の分枝特性における日米ダイズ品種間の比較. 第 230 回日本作物学会講演会, 2011 年 3 月 31 日東京農業大学. 日

本作物学会紀事別号 231 : 54-55.

- ② 川崎洋平ら (他 6 名). ダイズの収量および乾物生産性における日米品種間差異—暖地における比較—. 第 230 回日本作物学会講演会, 2010 年 9 月 5 日, 北海道大学農学部. 日本作物学会紀事別号 230 : 342-343.
- ③ 義平大樹ら (他 2 名). ダイズの収量および乾物生産性における日米品種間差異—北海道中央部における比較—. 第 230 回日本作物学会講演会, 2010 年 9 月 5 日, 北海道大学農学部. 日本作物学会紀事別号 230 : 342-343.

6. 研究組織

(1) 研究代表者

白岩 立彦 (SHIRAIWA TATSUHIKO)
京都大学・大学院農学研究科・教授
研究者番号 : 30154363

(2) 研究分担者

義平 大樹 (YOSHIHIRA TAIKI)
酪農学園大学・酪農学部・教授
研究者番号 : 50240346
田中 朋之 (TANAKA TOMOYUKI)
京都大学・大学院農学研究科・准教授
研究者番号 : 50224473
本間 香貴 (HOMMA KOKI)
京都大学・大学院農学研究科・助教
研究者番号 : 60397560
桂 圭佑 (KATSURA KEISUKE)
京都大学・大学院農学研究科・助教
研究者番号 : 20432338

(3) 連携研究者

()

研究者番号 :