

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 14 日現在

機関番号：15301

研究種目：基盤研究(A)

研究期間：2010～2014

課題番号：22248001

研究課題名(和文) モンスーンアジアにおけるダイズの収量ポテンシャル向上戦略

研究課題名(英文) Improvement of Soybean Yield Potential in the Monsoon Asia

研究代表者

齊藤 邦行 (Saitoh, Kuniyuki)

岡山大学・その他の研究科・教授

研究者番号：60153798

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 33,600,000円

研究成果の概要(和文)：ダイズ多収事例として786～595kg/10aが文献で確認され、収量ポテンシャルは著しく高いことがわかった。東北から九州に至る6地点で連絡試験を行った結果、単収は496～229kg/10aで変動した。多収種には、子実肥大期が多照で、LAIが10以上で高い乾物生産を達成する必要がある。全国平均単収を向上させるには、基本技術の励行と倒伏に伴う機械収穫ロスを低減することが不可欠であると結論された。

研究成果の概要(英文)：Bibliographic survey of high-yielding soybean cultivation in Japan revealed that the higher yield potential 786-595 kg/10a were observed. High-yielding trials were practiced at six sites across country, and 496-229 kg/10a were obtained. For the higher yield in soybean, it is essential to achieve the higher dry matter production with more than 10 of LAI under rich solar radiation during seed filling period. To increase the national average of soybean yield, enforcing the basic cultural techniques and decreasing the mechanical harvesting losses mainly caused by lodging are needed.

研究分野：作物学

キーワード：ダイズ 多収事例 収量ポテンシャル 乾物生産 葉面積指数 密植栽培 倒伏抵抗性 機械収穫ロス

## 1. 研究開始当初の背景

ダイズは良質なタンパク質や健康機能性成分に富み、一層の需要の増加が見込まれている。しかし、アジア地域での生産量は停滞し、需要の多くを北南米からの輸入に依存している。わが国を含むモンスーンアジア諸国の収量は、北南米が顕著な増加を示しているのに対し、2 t/ha以下と低迷しており、農家の生産意欲を拒む大きな障害となっている。特に、生育初期の湿害、生育中期の少照・乾燥による莢形成阻害など、モンスーン地域特有の気象条件がこの地域の主要な収量阻害要因となっている(国分ら2003)。

今までに実施された国内のダイズ多収栽培実験において、5t/haを超える事例は全国各地域から報告されており、北南米の多収例(Egli 2008)に劣らない実績を有している(大沼1975, Ishii1980, 島田1988)。すなわち、モンスーン地帯に位置する地域の多収化のヒントは、これら既往の事例に隠されているといえよう。しかし、たとえこのよう多収事例と同様な栽培管理を行っても、年次や場所が変わると同等の多収性を得ることは困難なことが多い。このことは気象や土壌、栽培環境に対するダイズの反応特性が十分に理解されておらず、科学的な根拠に基づく多収栽培技術が確立していないことを示している。

## 2. 研究の目的

本研究では、以下の3つのアプローチからその戦略を呈示する。

- (1) 既存の多収技術を定量的に評価する。国内外の既往の多収事例のデータを収集・整理し、「ダイズ多収事例データベース」(以下「DB」と略記)を構築する。このDBを活用して、主要品種の「生育・収量予測モデル」を地域ごとに作成する。
- (2) 新たに改良すべき形質を抽出する。ダイズ収量を規定する主要な生理的形質である、光合成産物の合成・分配・蓄積、窒素・水の吸収・利用およびシンクの形成の諸能力に注目し、これら形質の遺伝的・栽培的制御が収量ポテンシャル向上に及ぼす影響を、1.で開発した生育・収量予測モデルを用いて評価・検証することにより、今後改良すべき多収形質を明らかにする。
- (3) 上記アプローチを統合し、モンスーンアジア地域における収量ポテンシャル向上戦略を呈示する。

## 3. 研究の方法

- (1) 各地域の多収事例と栽培条件、気象要因

## との関係の解析

過去の多収事例が報告された時の栽培条件、および各国ならびに我が国の各地域試験研究機関で行われている作況試験データ、および各々の実験が実施された当該地域の気象データを利用し、栽培条件や気象要因がダイズの生育および子実収量に及ぼす影響を解析し、この地域においてダイズの多収に必要な環境条件を特定する。

### (2) 発育過程のモデル化

基準品種としてエンレイを供試し、作期を標準播種・早期播種・晩期播種の3作期、栽植密度2水準以上(疎植・中間・密植)で栽培し、出芽期, R1 開花始, R2 開花盛, R3 開花終, R4 莢伸長始, R5 子実肥大始, R6 子実肥大盛, R7 成熟始, R8 成熟期を記述する(この内, R1, R2, R5, R7 は必須)。発育調査結果から、各品種の発育過程を温度と日長の関数としてモデル化する。

### (3) 可能最大収量予測モデルの作成

発育モデル作成の試験で用いた、標準播種、早期播種、晩期播種の3作期、密度要因2水準以上(疎植・中間・密植)の試験区につき、生育調査、部位別乾物調査、葉面積指数、植被率、収量(乾物・子実)を調査する。乾物重(R5, R7)、葉面積指数を基に、成長パラメータを求める。また、生育に伴う日射乾物変換効率(RUE)の推移を求める。3ヵ年3作期、6機関のデータを基に、可能最大収量( $Y_{MAX}$ )を収獲係数(HI)を定数として全乾物生産量から求める。

## 4. 研究成果

- (1) 既存のダイズ多収技術を定量的に評価するため、国内外の既往の多収事例のデータを収集・整理し、「ダイズ多収事例データベース」(以下「DB」と略記)を構築した。このDBを活用して、形態的・生理的要因と土壌・気象要因の相互関係から、事例毎の収量の定量化を行った。その結果10a当たり最高収量は、北海道700kg、東北652kg、関東東海542kg、北陸近畿572kg、中国四国624kg、九州415kgが文献上認められた。これら多収事例を解析したところ、葉面積指数が8~10と高く確保され、子実肥大期の日射量が高い場合に多収が達成されていた。各収量は各地域で主に作付けされている品種で得られており、ダイズでは品種によって多収を達成している事例は認められなかった。

東北から九州に至る連絡試験(品種エンレイ)を行った。作期は普通期・晩期、栽植密度は

標準・(密植)とした。得られた収量(10aあたり)は、宮城325kg、茨城372kg、神奈川189kg、滋賀389kg、岡山448kg、佐賀138kgと、地域によって大きく変動した。いずれの地域でも成熟期(R7)は明確でなく、莢先熟(青立ち)となった。岡山の多収要因は9月の日射量が他地域に比べ多かったため、葉面積指数も8~10と高い値を示した。神奈川と佐賀では、莢数が428~487m<sup>2</sup>と少なく、多収地域では1150~788m<sup>2</sup>と著しく多くなった。エンレイのような夏ダイズを佐賀のような秋ダイズ栽培地帯で栽培した場合の低収要因の解明も必要と考えられた。連絡試験で得られた各地域の生育ステージの暦日から、発育過程を温度と日長の関数としてモデル化した。さらに、日射量、乾物重、植被率から日射乾物変換効率(RUE)を求め、RUEの地域間差を比較した。今後、データの蓄積を図るとともに各地域の可能最大収量(Y<sub>MAX</sub>)は収穫係数(HI)を定数として全乾物生産量から求め、Y<sub>MAX</sub>の地域間差を解明する。Y<sub>MAX</sub>と実際の収量との差を求め、その相違する要因を気象要因、土壌養分、窒素固定活性、土壌水分(乾燥・過湿)、管理方法(播種・収穫)等から解析を行う。その他、連絡試験以外に個別試験を行い、多くの成果が公表された。

(2) 単収の地域性、気象要因との関係を明確にし、過去の多収事例の解析をもとに、単収レベルを向上する上で改善を必要とする栽培技術や品種の生理生態的特性を明らかにした。過去10年間で最も多収であった2001年は、上位5道県と下位5府県の相違には気象以外の要因が関係していると推定された。最も少収であった2004年の単収は6月、9月の降水量と負の直線関係にあったことから梅雨時の降雨は播種期の遅延や湿害と関連して単収に影響し、9月の降雨は台風の接近回数と関連し、倒伏を通じて単収の低下と密接に関係すると考えられた。全国豆類経営改善共励会成績概要を解析したところ、集団に比べ農家の単収レベルは高く、開始後15年間に多収上位5例が記録されている。39年間で低コスト化が最も進み、10a労働時間は5時間を切るようになった。受賞農家の緯度、標高と単収の間には明確な関係はみられず、寒暖、高低いずれの地域からも多収事例がみられた。播種期や収穫期は39年間で10日程度遅くなる傾向にあった。栽植密度は7.1から13.3本/m<sup>2</sup>に密植化した。中耕培土回数は近年の狭畦栽培を除くと、平均で2回程度は行われている。変動は大きいものの有機物は平均で1.4t/10a程度投入されている。アメリカ合衆国の多収事例として1080kg/10a

がミズーリ州で報告されている。これは適品種の選択と早期播種、適度な降雨、高日射、適切な灌漑と病害虫防除によっていた。日本においても786、765kg/10aの記録があり、子実肥大期間の高日射と高い葉面積指数(6-8)によりもたらされていた。多収栽培には基本技術の励行が不可欠で、排水性向上を目的とした土地改良に取り組み、適度な輪換期間で、堆肥や有機物を施用して地力培養に努め、これに適合した施肥体系で、栽培地の気象に応じた適品種を選び、選別した種子を適期に最適な栽植密度で播種し、適度に中耕培土を行い、乾燥時には灌漑が可能で、病害虫防除を徹底し、日射に恵まれ、台風等強風による倒伏が生じなければ、多収はついてくる。多収に向けた莢数増加戦略として、初期の栄養成長促進による節数・花蕾数の増加、開花期から子実肥大期の物質生産促進による結莢率の向上、バイオマス拡大戦略として、播種の早期化と速い出葉速度、高いLAIで良好な受光態勢の維持、莢数増加によりシンク容量を拡大して収穫指数を最適化することが指摘された。

(3) ダイズの収量成立過程における開花数、結莢数を決定する気象条件、生理的要因について明らかにするため、早期・普通期・晩期播種の3作期と疎植・密植の栽植密度2水準で栽培を行い、開花前後の環境条件(日長、気温)ならびに乾物生産が開花数、結莢率に及ぼす影響を調査した。子実収量は普通期密植区を除くと、2010年で最も高かった。莢数は各区とも2010年で最も多くなった。2011年の早期区では普通期区・晩期区に比べ莢数の相違は小さかったが、子実収量は著しく低く、百粒重、結実率も有意に低かった。2012年の子実収量は晩期密植区を除くと、2010年、2011年に比べて低く、普通期疎植区と晩期疎植区では、莢数が有意に低くなった。子実収量と莢数との間には有意な正の相関関係が認められた。全乾物重は2010年が2011年、2012年に比べて高く推移し、2011年と2012年の相違は小さかった。CGRの最大値は2010年で最も高かった。日射乾物変換効率(RUE)は晩期区で高く推移する傾向がみられ、莢数とRUEの間には有意な正の相関関係が認められた。積算受光量は2010年で最も高く、2011年および2012年では同程度となった。播種期が遅くなるほど開花始期は早まり、開花期間は短くなり、開花数は少なくなった。開花の推移は3ヵ年ともに同様の傾向がみられたが、開花数は2010年が最も多く推移し、2011年および

2012年ではほぼ同様に推移した。晩期密植区では開花期間の短縮に伴い、ピーク時の開花数が最も多くなった。以上より、晩期区では生育期間の短縮に伴い高いRUEを示したことから、積算受光量の最も多かった2010年には生育と開花が促進され、R5以降も乾物重の増加が継続して子実収量が高くなったことから、子実収量の増加には生育全般を通じた高い葉面積指数の確保とR5以降の高いCGRが関係することが明らかとなった。

(4) 山陽地域におけるダイズ栽培では、播種適期が梅雨と重なるために、湿害による発芽不良や生育遅延による子実収量の低下が問題とされている。しかし、梅雨明け後に播種を行うと生育期間が短くなることにより子実収量の減少が認められている。そこで本試験では、早晚性の異なる3品種を用いて、栽植密度2水準で栽培を行って、生育収量を調査し、山陽地域における晩播栽培の可能性を検討した。

単位面積当たり子実収量は、両年ともに早生品種に比べ晩生品種で、疎植区に比べ密植区で高くなった。晩生品種フクユタカの密植区では、10a当たり収量が両年ともに400kgを越え、安定した収量を得ることができた。また2014年は2013年に比べ日照時間が短かったにもかかわらず高い収量を得ることができたのは、分枝によって多くの莢数を確保したことによると考えられた。両年を通じて収量と莢数の間には正の相関関係が認められ、フクユタカ>サチユタカ>エンレイの順に多くなる傾向がみられた。両年を通して莢数と平均LAIの間には正の相関関係が認められ、フクユタカの密植区で高く推移したことが、莢数の増加に寄与したと考えられた。

以上より、山陽地域におけるダイズの晩播栽培では、早生品種よりも晩生品種を播種することで栄養成長量を高めることができ、それにより多くの莢数を確保することで、子実収量を安定的に向上できることが明らかとなった。さらに、栽植密度を密植にすることにより単位面積当たりの物質生産量を高め、子実収量をさらに向上することが可能であると推察された。

(5) これまで5年間の研究実績の基づき、共同研究者とアジア地域でダイズ研究を行っているインド、インドネシア、中国、韓国の研究者5名を招き、「モンスーンアジアにおけるダイズの収量ポテンシャル向上に向けた国際シンポジウム (International Symposium on Improvement of Soybean Yield Potential in the Monsoon Asia)」京都大学農学研究科で開催

した。会期は2014年12月1日～12月3日で、第1日目には海外の研究者を中心に7課題、第2日目には国内の研究者を中心に9課題の研究発表を行い、アジア地域におけるダイズの収量性向上戦略について質疑応答を行った。最終日には京都府農林水産技術センター、丹波黒栽培地域のフィールドツアーを実施した。

#### 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計15件)

1. 山根正博・国分牧衛：東北地方におけるダイズ多収農家の多収要因の解析，日本作物学会東北支部会報，57，17-21 (2014) 査読有
2. 島田信二：水田輪作の新しいフレームワークと土壌学・植物栄養学の展開方向 2.水田転換畑ダイズの総合的肥培管理技術への期待，日本土壌肥料学雑誌，84，208-214 (2013) 査読有
3. 島田信二：世界と日本における大豆作の現状と課題 (特集 あらためて見直す大豆・麦)，機械化農業，3141，5-9 (2013) 査読無
4. Isobe K. (6名中1番目): Effects of winter crop species on arbuscular mycorrhizal fungal colonization and subsequent soybean yields, Plant Prod. Sci. 17, 260-267 (2014) 査読有
5. 磯部勝孝 (他6名中1番目) : 関東南部におけるダイズ早播き栽培での収量と莢先熟発生の品種間差，日作紀，83，195-202 (2014) 査読有
6. M.Higo, K.Isobe (他8名，2番目) : Impact of a 5-year winter cover crop rotational system on the molecular diversity of arbuscular mycorrhizal fungi colonizing roots of subsequent soybean, Biology and Fertility of Soils, 50, 913-926 (2014) 査読有
7. Fatichin, S-H. Zheng and S. Arima: "Varietal difference in early vegetative growth during" Plant Production Science 16(1). 77-83 (2013), 査読有
8. Fatichin, S-H. Zheng, K. Narasaki and S. Arima: "Genotypic adaptation of soybean to late sowing in southwestern Japan" Plant Production Science 16(2). 123-130 (2013), 査読有
9. 齊藤邦行・西村公仁子・北原利修: ダイズの倒伏が子実収量に及ぼす影響 - 倒伏防止処理と人為的倒伏処理 -, 日本作物学会紀事, 81(1), 27-32(2012). 査読有
10. 島田信二 (他3名中1番目) : 大豆単収世界記録1081kg/10aの衝撃 - アメリカ合衆国の収量コンテストより -. 農業および園芸. (査読無), 87, 414-420 (2012)
11. 島田信二: "我が国の大豆低収の要因と改善方向" 農村と都市をむすぶ (ISSN0913-6134)

712. 44-51 (2011) 査読無
12. Yushi Ishibashi, Haruka Yamaguchi, Takashi Yuasa, Mari Iwaya-Inoue, Susumu Arima, Shao-Hui Zheng: "Hydrogen peroxide spraying alleviates drought stress in soybean plants" *Journal of Plant Physiology* 168. 1562-1567 (2011) 査読有
13. 磯部勝孝・関野崇子・名倉遼平・松浦里香・井上裕子・橋本千恵・高島徹・野々川香織・前川富也・石井龍一: "関東南部における播種期の違いがダイスの収量と突先熟発生に及ぼす影響" *日本作物学会紀事* 80(4). 408-419 (2011), 査読有
14. K.Isobe, K.Maruyama, S.Nagai, T.Maekawa, G.Mizonobe, R.A.Drijber, R.Ishii: "Arbuscular Mycorrhizal Fungal Community Structure in Soybean Roots: Comparison between Kanagawa and Hokkaido, Japan" *Advances in Microbiology* 1(1). 13-22 (2011), 査読有
15. Tanaka, Y., Fujii, K., Shiraiwa, T.: "Variability of leaf morphology and stomatal conductance in soybean [*Glycine max* (L.) Merr.] cultivars" *Crop Science* 50. 2525-2532 (2010) 査読有

[学会発表](計27件)

1. Kuniyuki Saitoh: "Production Ecological Studies on the Relationships between Differentiation, Flowering, Pod set of Floral Organ, and Seed Yield in Soybean (*Glycine max* (L.) Merr.)" *Int. Symp. of Crop production and Creative Economy, Korean Soc. Crop Sci.* (招待講演). Cheongju, Korea (20150528)
2. 肥後昌男・磯部勝孝・鳥越洋一: "冬作物-ダイズ輪作体系下における共生微生物叢の変化とダイズ生産の関係性, 日本作物学会第239回講演会(20150328) 日本大学生物資源科学部湘南キャンパス
3. 前川富也, 関口哲生, 羽鹿牧太, 高橋浩司, 島田信二, 新良力也: "関東における早播栽培とダイズ品種が生育収量に及ぼす影響" *日本作物学会第238回講演会(20140910)*. 愛媛大学松山市
4. 磯部勝孝・尾崎久美・斎藤光一・鳩谷大地・肥後昌男・鳥越洋一: "ダイズにおける莢先熟発生と木部液中のサイトカイニン量の品種間差, 日本作物学会第238回講演会(20140910)". 愛媛大学松山市
5. Katsunori Isobe: "Soybean yield is affected by previous crops and mycorrhizal fungal colonization under no P fertilizer condition -A Japanese study with applicability to developing regions-, JIRCAS International Symposium 2014 (20141128). 秋葉原コンベンションホール
6. 磯部勝孝・二川航・川邊翔子・肥後昌男・鳥越洋一: "ダイズ品種津久井在来の最適栽植密度と播種期の検討, 日本作物学会関東支部第103回講演会(20141205) 農林水産技術会議事務局筑波事務所
7. Kuniyuki Saitoh: "Morphological and physical traits of soybean related to lodging and their cultivar differences", *China-Japan Workshop on Soybean Yield Physiology, Harbin, China.* (招待講演), (20130827).
8. Shinji Shimada: "Productive soybean cultivation system on drained paddy fields in Japan", *China-Japan Workshop on Soybean Yield Physiology, Harbin, China.* (招待講演), (20130827).
9. 鄭紹輝・牧山繁生・秀島好知・森敬亮: "暖地における秋ダイズ子実収量の制限要因解析-佐賀県における30年間の作況試験から-" *日本作物学会第233回講演会.* (20120330). 東京農工大学, 府中市
10. 磯部勝孝・尾崎久美・野々川香織・鳥越洋一: "播種期および生態型の違いがダイズの莢先熟発生に与える影響" *日本作物学会関東支部第100回講演会.* (20111202). 熊谷文化創造館さくらめいと
11. 齊藤邦行: "ダイズの花芽分化・開花・結莢過程と収量との関係に関する生産生態学的研究" *日本作物学会第233回講演会.* (20120329) 東京農工大学, 府中市
12. 齊藤邦行, 塩崎義隆, 国分牧衛: "我が国におけるダイズ多重事例の解析と収量ポテンシャル向上戦略" *日本作物学会第233回講演会.* (20120330). 東京農工大学, 府中市
13. 塩崎義隆, 片山智子, 齊藤邦行: "ダイズの乾物生産と子実生産に及ぼす播種期と栽植密度の影響-エンレイを用いた場合-" *日本作物学会第233回講演会.* (20120330). 東京農工大学, 府中市
14. 白岩立彦, 本間香貴, 島田信二, 鮫島良次: "ダイズ高収事例における収量と気象要因との関係-簡易モデルを用いた解析-" *日本作物学会第233回講演会.* (20120330). 東京農工大学, 府中市
15. 島田信二, 白岩立彦, 桂圭佑, 島村聡: "ダイズ生産技術の日米対比-なぜ単収がアメリカは増大しているのに日本は停滞しているのか?" *日本作物学会第233回講演会.* (20120330). 東京農工大学, 府中市
16. Tatsuhiko Shiraiwa: "Soybean yield in Japan: agronomical and crop physiological opportunities for improvement" *Int. Symp., Korean Soc. Crop*

Sci. in Commemoration of 50th Anniversary(招待講演). Naju, Jeonnam, Korea (20121010)

17. Katsunori Isobe and Masao Higo: "Effects of wheat or rapeseed cultivation on the spore density and the growth of succeeding soybean" 2012 ASA・CSSA・SSSA International Annual Meeting. Duke Energy Convention Center, Cincinnati, OH, USA (20121021)

18. 前川富也・中野聡史・川崎洋平・島田信二: "北関東地域における播種期と栽植密度がダイズの生育・収量に及ぼす影響" 日本作物学会第 234 回講演会.(20120910). 東北大学仙台市

19. 平塚(野々川)香織, 吉原晶子, 磯部勝孝, 鳥越洋一: "ダイズ花房へのサイトカニン分解阻害剤 CPPU 施与による結莢への影響" 日本作物学会紀事 80 巻(別 1), 404-405. (20110331). 東京農業大学厚木校舎

20. ファティチン, 榎崎耕輔, 有馬進, 鄭紹輝: "北部九州におけるダイズ晩播栽培適性の品種間差" 日本作物学会紀事 80 巻(別 1)324-325 (20110331). 東京農業大学厚木校舎

21. 島田信二: "Problems and its countermeasures of soybean production under climate change" 4th Crop Science Seminar in East Asia 2011. (20110920). 福岡国際会議場, 福岡市(招待講演)

22. Fatichin, Kentaro Taniguchi, Shao-Hui Zheng, Susumu Arima: "Yield and physiological responses to long term drought stress in slow wilting and commercial soybean genotypes" 7th Asian Crop Science Congress. (20110928). Bogor, Indonesia

23. 磯部勝孝, 関野崇子, 名倉遼平, 松浦里香, 平塚香織, 前川富也: "播種期の違いがダイズにおける莢先熟発生に及ぼす影響" 日本作物学会紀事(別号 2)92-93. (20100904). 北海道大学

24. 肥後昌男, 磯部勝孝, 竹山咲, Rhae A, Drijber, 石井龍一: "冬作物の違いによるアーバスキュラー菌根菌の菌密度と菌根形成の変化が後作ダイズの生育・収量に及ぼす影響" 日本作物学会紀事(別号 2)338-339. (20100904). 北海道大学

25. M.Higo, K.Isobe, R.A.Drijber, R.Ishii: "Community Structure of Arbuscular Mycorrhizal Fungi in Roots of Subsequent Soybean after Cultivation of Various winter Crops" American Society of Agronomy. (20101103). Long Beach (CA)

26. 肥後昌男, 山口萌, 竹山咲, 磯部勝孝, 石井龍一: "異なる冬作物の導入によるアーバスキュラー菌根菌の感染率の変化が後作ダ

イズの生育・収量に及ぼす影響" 日本作物学会関東支部会報, 25 巻, 44-45. (20101203). 日本大学生物資源科学部

27. 白岩立彦: "ダイズの青立ち発生の環境的・遺伝的要因" 近中四農研シンポジウム「ダイズの青立ちとその制御の可能性」. (20100928). 福山市生涯学習プラザ

〔図書〕(計 4 件)

1. Kuniyuki Saitoh: "In Soybean Physiology and Biochemistry (H.A.El-Shemy ed.), Effect of Row-Spacing and Planting Density on Podding and Yield Performance of Early Soybean Cultivar "Enrei" with Reference to Raceme Order" In Tech, Rijeka. 275-288 (2011)

2. 島田信二: "作物栽培体系 5 豆類の栽培と利用第 1 章ダイズ 1.3 栽培方法 1.3.1 生理・生態" 朝倉書店, 東京. 29-59 (2012)

3. 齊藤邦行: 2. 豆類, 2)インゲンマメ, 3)ラッカセイ, 今井勝・平沢正編, 作物学, 93-98, 文永堂, 東京.

4. 磯部勝孝: 農業技術大系作物編 第 6 巻 ダイズアズキラッカセイ基本技術編, 「ダイズの播種期を決定する諸要因」農山漁村文化協会, 東京. 104 の 6-17 (2014)

〔その他〕(計 1 件)

研究プロジェクト紹介(岡山大学大学院環境生命科学研究科)

[http://www.gels.okayama-u.ac.jp/up\\_load\\_files/gaiyou/2012/gels\\_gaiyou\\_project\\_jp.pdf](http://www.gels.okayama-u.ac.jp/up_load_files/gaiyou/2012/gels_gaiyou_project_jp.pdf)

## 6. 研究組織

### (1)研究代表者

齊藤 邦行 (SAITOH KUNIYUKI)

岡山大学・大学院環境生命科学研究科・教授  
研究者番号: 6015 3798

### (2)研究分担者

國分 牧衛 (KOKUBUN MAKIE)

東北大学・大学院農学研究科・教授  
研究者番号: 4032 3084

島田 信二 (SHIMADA SHINJI)

独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構・中央農業総合研究センター・領域長  
研究者番号: 30355309

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

鄭 紹輝 (ZHENG SHAO-HUI)

佐賀大学・農学部・教授  
研究者番号: 90253517

磯部 勝孝 (ISOBE KATSUNORI)

日本大学・生物資源科学部・准教授  
研究者番号: 60203072