

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 6 月 29 日現在

機関番号：18001

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2014～2016

課題番号：26450024

研究課題名(和文) 沖縄における耕作放棄地での省力的かつ安定的高収ソバ栽培技術の確立

研究課題名(英文) Establishment of low input and stable high-yield cropping system of buckwheat utilized abandoned cultivation area in Okinawa.

研究代表者

鬼頭 誠 (Kitou, Makoto)

琉球大学・農学部・教授

研究者番号：50252797

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,000,000円

研究成果の概要(和文)：耕作放棄地を利用した沖縄でのソバ栽培が行われている沖縄島北部に分布する赤色土は、施肥リンが鉄型リンとして固定され可給態リンは少ない。この土壤に鉄型リンなど難溶性リンを吸収可能な間作作物として緑肥やラッカセイを栽培し、リン肥沃度の改善とソバの高収栽培の可能性を調査した。間作の緑肥としてはリン吸収能の高い*Crotalaria brevidens*と*C. pallida*で*C. juncea*よりも緑肥効果が強く示された。また、ソバと緑肥のいずれも不耕起栽培で生育量が高まり、経年的にこの影響が高まった。ラッカセイは鉄型リンも吸収するため収穫残渣の施用でソバの収量が高まった。

研究成果の概要(英文)： Buckwheat cultivation has been strated in the northern part of Okinawa Island. Red soil distributed In these area, was acid soil and low phosphorus fertility in order to fertilized phosphate were fixed to iron type phosphorus. Cultivation of green manure legume and ground nut as an intercropping for buckwheat capable of improvement of phosphorus fertility and possibility of high yield cultivation of buckwheat were investigated. *Crotalaria brevidens* and *C. pallid* were higher efficiency as a green manure than commercially *C. juncea* and *C. spectabilis*. Both buckwheat and green manure were grown in notillage cultivation, and this effect increased over the years. Since ground nut can absorb iron type phosphorus, the yield of buckwheat has increased due to the application of harvest residue ground nut.

研究分野：作物栄養学

キーワード：ソバ 緑肥 ラッカセイ 耕作放棄地 鉄型リン アルミニウム型リン 不耕起栽培 酸性土壌

1. 研究開始当初の背景

沖縄でのソバ栽培は、沖縄島北部で耕作放棄地の解消のために始められ、作付け面積も順調に拡大してきている。そこでのソバ栽培は、2月から3月に播種し、4月から5月に収穫する春ソバと10月から11月に播種し、12月から1月に収穫する秋ソバであり、5月から10月の梅雨時期と台風襲来時期は無作付けになっている。

沖縄島北部の土壌は主に酸性赤色土が分布しており、耐酸性に優れているソバは十分に栽培が可能であるが、春ソバでは平均的には降水量が多い2月から3月に透水性不良による生産性の低下が起こる。また、赤色土は可給態リンが少なく、難溶性の鉄型リンが主体になっており、施肥リンの多くも鉄型リンに固定される特徴があり、リン肥沃度が低い。そのためリン施肥は不可欠になっている。

また、5月から10月は無作付け状態になっており、雑草が繁茂するだけでなく、耕作放棄地のほとんどが急傾斜地にあることから多降雨時には土壌流亡が懸念される。

2. 研究の目的

本研究はこのような現状を改善し、ソバの持続的な栽培を行うために行った。すなわち、無作付け時の夏季に間作作物を栽培することで、透水性の不良とリンを中心とした土壌の肥沃度の向上によるソバの安定的高収栽培を実現するとともに、雑草の制御や土壌流亡の防止を検討した。

3. 研究の方法

ソバ間作作物として低リン耐性のある緑肥の検索を行い、せよう効果を調査した。また、間作にラッカセイが栽培可能かを調査し、ラッカセイを間作にした際のソバの減肥栽培の可能性を調査した。さらに、ソバのリン栄養について何妖精リンの利用を中心に調査した。その他に、沖縄でのソバ栽培に適した品種の選抜を行うとともに間作緑肥の茎部が肥料効果が低いことから、茎部の利用について繊維減としての可能性を調査した。

4. 研究成果

間作作物としては夏季に省力的な栽培が可能であり、酸性土壌で良好な生育を示す緑肥の検索を行い試験に供試した。

緑肥としては既にセสบニア属植物がリン肥沃度の低い土壌で良好な生育を示すことを明らかにしているが、外来植物であるためセสบニア属植物の雑草化の可能性について環境リスク評価として種子生産能を調査するとともに、沖縄の赤色土でのリン吸収特性を調査した。その結果、セสบニア・キャンナビーナは日長13時間以上の栄養生長期途中から開花、莢形成が行われ、完熟した発芽能力のある種子を生産したが、セสบニア・ロストラータは日長12時間程度の9月下旬に開花するだけで、ソバ間作期間に緑肥としての栽培時には種子生産は行われなことが明らかになった。また、2種セสบニア属植物の難溶性リンが主体の赤色土およ

び黒ボク土を用いた試験で、ロストラータはキャンナビーナより生育量とリン吸収量が高く、リン肥沃度の向上を目的とした緑肥として有望であることが示された。

クロタリア属植物についても間作としても可能性を調査した。先行研究でソロタリア属植物の中で市販されている種(*C. juncea*)よりリン吸収量の高く、種子生産能の低い2種(*C. pallida*と*C. brevidens*)を見出しており、これらと市販されている種の比較を行った。その結果、*C. pallida*と*C. brevidens*は、低リン環境下で*C. juncea*よりリン吸収量が高いことが明らかになった。また、これらを難溶性リンが主体の土壌で無施肥で圃場栽培した場合、生育量は*C. juncea*が最も高かったが、N吸収量は*C. pallida*も同程度に高く、低リン環境下で十分な窒素固定を行うことが可能なリン吸収があったと思われた。

さらに、間作作物として緑肥と異なり収穫可能な食用作物としてラッカセイの栽培可能性を調査した。ラッカセイは土壌を被覆し、雑草防除や土壌流亡の軽減効果があることに加え、干ばつ抵抗性や台風などの強風にも耐えること、難溶性リンの吸収能力のあることが知られている。難溶性リンの吸収についての詳細な調査を行うとともに、ソバの間作期間での収穫の可能性を調査した。その結果、8品種のラッカセイのうち、小粒子のジャワ13号、大粒子の千葉半立、ナカテユカカは間作期間に収穫可能であり、間作作物として利用できることが明らかになった。また、収量が少ないが、茎葉部生育量が旺盛で緑肥効果が高いと考えられるタラポも栽培の可能性はあると考えられた。

以上の結果を踏まえて、大型プランターに沖縄島に広く分布する赤色土の心土を充填し、緑肥としてセสบニア、クロタリアを間作として栽培し、それらを耕起に伴いすき込み施用する区(CT区)と不耕起で表面施用をする区(NT区)を準備し、秋ソバの生育と収量を経年効果も調査するために継続した試験を行った。また、春ソバと秋ソバを化学肥料区と有機質肥料区で栽培し、両区の間作としてラッカセイを無施肥栽培する試験も行った。

その結果、緑肥を間作することで秋ソバの施肥量は大幅に削減できることが示され、緑肥の中では*C. brevidens*で最も効果が高く、次いで*C. pallida*、*C. juncea*で効果的であった。しかし、セสบニア・ロストラータはクロタリア属植物に比べて効果が低く、リン栄養の改善よりも窒素肥料の代替効果が強いことが示された。また、耕起・施用方法の違いによる間作緑肥の効果は、試験開始1年目ではCT区で高かったが、2年目以降はNT区で効果が強く示され、根系が浅い土層に分布するソバにとっては表層に有機物が局在する不耕起栽培が有効である可能性が示された。

なお、ラッカセイを無施肥で間作した場合、春ソバの残存施肥と土壌の難溶性リンの利用により、十分な収量が得られた。沖縄でのラッカセイの収穫期は夏季であり、栄養成長が続いている時期であるため、収穫期の茎葉も緑色が強く、収穫残渣の施用による肥料効果が期待できる。本試験では有機質肥料として牛フン堆肥を用いたため有機質肥料だけではリン欠乏によりソバの収量が低下すると報告されている。しかし、ラッカセイ茎葉の施用により、窒素だけでなくリンも多く放出され、後作の秋ソバの生育量と収量は有機質肥料区でも化学肥料機と同程度に高まった。ただし、ラッカセイ茎葉部の生育量が小さいナカテユタカではその効果が弱くなる傾向も明らかになった。本試験はプランターでの試験であり、草型がコンパクトなジャワ13号とナカテユタカを試験に用いた。千葉半立など地上部生育量も大きい品種を用いた圃場での試験を行う必要がある。沖縄でのソバの間作としてラッカセイは収穫物も得られるため有望と考えられた。

以上の試験結果から間作作物の利用は、秋ソバの大幅な減肥栽培の可能性が示され、経年効果による春ソバの減肥栽培にも繋がること示された。なお、ここまでの成果は関連学会で発表を行っている。また、現在関連する学術誌に2方の投稿を予定している状況である。

また、これらの試験の過程でソバの難溶性リンの吸収についての知見も得られたため、ソバのリン栄養について調査を行った。また、沖縄島北部だけでなく、宮古島においてもさとうきびの間作としてソバの栽培も始まっており、酸性の赤色土に加えて宮古島に分布する中性の暗赤色土を含めた土壌での試験を行った。

試験に用いた土壌は、沖縄島北部の赤色土と南部の暗赤色土および熊本県合志市の九州沖縄能研センター内の黒ボク土である。赤色土と暗赤色土はいずれも無機リンの主体は鉄型リンであり、有効態リンは検出されない土壌であった。また、鉄型リンは赤色土より暗赤色土で2倍以上多く含まれていた。黒ボク土も有効態リンは検出されない程度であり、無機リンの主体はアルミニウム型であった。これら土壌に標準的な窒素-リン酸-カリウムを4g-8g-6g/m²相当量の施肥を行い、上記試験と同様のプランターで春ソバを栽培した。茎葉部生育量、子実収量とも黒ボク土で高く、次いで暗赤色土、赤色土の順で低下した。特に赤色土では黒ボク土に比べて有意に低下した。この結果を踏まえ、黒ボク土と同じ火山灰性土壌であり、リン酸吸収係数が高く施肥リンのほとんどがアルミニウム型リンとして固定される赤玉土を用いリン施肥量を赤玉土のリン酸吸収係数の10%から0%(リン酸無施肥)まで6段階のリン施肥区を設けて栽培試験を行った。なお、窒素とカリウムはすべての処理区に十分量施肥した。茎

葉部生育量、葉面積、側枝数は施肥量の増加に伴い高まったが、根部生育量は、無施肥区では著しく小さかったが、それ以外では施肥量の低下に伴い増大した。また、子実収量はリン酸吸収係数の10%区よりリン酸施肥量を1/20に低下した処理区までは低下しない異が明らかになった。さらに、パーミキュライトに窒素-リン酸-カリウム以外の必須要素を十分吸着させ窒素とカリウムは尿素と硫酸カリウム、リンは過リン酸石灰で標準区、1/2区、1/4区およびリン無施肥区の4水準および水溶性リンがなくなるまで十分に洗浄した試葉のリン酸アルミニウムとリン酸鉄を標準区と同量施肥してソバを栽培した。リン無施肥区では地上部、地下部生育量、葉面積、側枝数、子実収量とも著しく低かったが、過リン酸石灰を施肥した区では1/4区で根部生育量が高まり、地上部生育量と子実収量の増大に結びついていた。また、アルミニウム型リン区では過リン酸石灰区と同程度生育量と収量が認められた、アルミニウム型リンをソバが吸収していることが推察された。しかし、鉄型リン酸区では生育量、収量ともリン無施肥区よりは高まっていたが、大きく低下し、ソバは鉄型リンも利用可能であるが、アルミニウム型リンよりは利用率が低いと考えられた。

これらの結果から、難溶性リンの内鉄型リンの比率が高い沖縄の赤色土や暗赤色土でアルミニウム型リンの比率の高い黒ボク土よりソバの生育量と収量が低下したと思われる。しかし、鉄型リンの含有率が極めて高い暗赤色土では利用率は低いものの黒ボク土に近い生育量と収量を示したと考えられる。

ソバのリン栄養特性については、ほとんど調査報告がない現状である。本課題の計画になかったが、ソバのリン栄養特性は試験の遂行過程で上記のことが明らかになり、今年度関連学会で発表を行い、速やかな論文の投稿を計画している。

本課題では、沖縄での栽培品種の検討と沖縄で栽培したソバの品質について調査を計画していた。そのための試験は圃場での秋ソバ栽培時期に行った。

3カ年の研究期間中2カ年は、強風や長雨などの影響もあり、十分な成果は得られなかったが、8品種のソバの収量構成要素を調査し、特に主茎花房数と1000粒重に着目して品種の検討を行い、現在沖縄で栽培されているサチズミより収量性の高い宮崎大粒が有望であると考えられる結果が得られた。なお、今後も調査を継続する必要があるが、宮崎大粒は倒伏抵抗性がサチズミより高く、子実の脱粒性も低いため天候不良による収量の低下を回避することも考えられた。しかし、サチズミより栽培期間が2週間程度長いいため現行の沖縄での2期作栽培の春ソバに栽培可能かも合わせて調査が残された。

また、本課題では耕作放棄地での作物栽培

を食糧生産以外の多面的な利用についても検討することにしてきた。上記した間作作物としての緑肥とラッカセイ栽培による多面的利用を中心に試験を行った。

間作として栽培した緑肥の中で繊維作物としても知られているクロタリヤ属は地上 50cm 程度までの茎部は木化しており、土壌中での分解性が低いため肥料効果は少ない。そのため、緑肥として栽培したクロタリヤ属植物、特に *C. juncea* と *C. pallida* の茎部を繊維原料としての利用可能性を調査した。両植物とも圃場において栽培密度を変えて栽培した場合、密植条件で繊維抽出量が高まり、地上から 50cm までの茎部から 100g/m² 程度の繊維が得られた。これら茎部を除いた場合でも両植物とも 70g/m² 程度の窒素を還元できることにより、緑肥としても効果も極めて高いことが明らかになった。繊維の利用に関しては、今後伝統工芸品への利用も含め検討を続ける予定である。

また、間作作物としてのラッカセイについては、発酵食品である味噌の原料としての利用を検討し試作を試みた。現段階ではラッカセイを原料にした味噌の機能性は調査していないが、今後ラッカセイなど大豆以外の豆を利用した味噌の機能性についても詳細な調査を計画している。

繊維や発酵食品の原料としての利用は関係業界だけでなく、教育、観光なども含めて今後新たなプロジェクトで試験を継続する計画である。

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0件)

[学会発表](計5件)

1. 鬼頭 誠・玉城杏奈・高橋奈津子・弥永 錬. 沖縄でのソバに適したマメ科緑肥の検索. 238 回日本作物学会(愛媛大学 愛媛県松山市). 2014 年 9 月 10 日
2. 鬼頭 誠・中谷敬子. 沖縄における 2 種セバニア属植物の種子生産能. 54 回日本雑草学会(秋田県立大学 秋田県秋田市) 2015 年 4 月 19 日
3. 高野凌輔・鬼頭 誠. 沖縄中北部の赤黄色土に栽培したソバのリン吸収特性. 240 回日本作物学会(信州大学 長野県長野市). 2015 年 9 月 6 日
4. 鬼頭 誠・山城美代・高野凌輔. 数種の沖縄土壌と黒ボク土でのソバの生育量および

収量の比較. 242 回日本作物学会(龍谷大学 滋賀県瀬田市). 2016 年 9 月 11 日

5. 鬼頭 誠・大田 渚・東本よう子. 沖縄各種土壌でのラッカセイの生育および収量とリン酸施肥量の関係. 日本土壌肥料学会(佐賀大学 佐賀県佐賀市). 2016 年 9 月 20 日
[図書](計0件)

[産業財産権]

出願状況(計0件)

名称:
発明者:
権利者:
種類:
番号:
出願年月日:
国内外の別:

取得状況(計0件)

名称:
発明者:
権利者:
種類:
番号:
取得年月日:
国内外の別:

[その他]
ホームページ等
なし

6. 研究組織

(1) 研究代表者

鬼頭 誠 (KITOU Makoto)
琉球大学・農学部・教授
研究者番号: 50252797

(2) 研究分担者

道山 弘康 (MICHİYAMA Hiroyasu)
名城大学・農学部・教授
研究者番号: 50167665

研究分担者

金城 一俊 (KINJO Kazutoshi)
琉球大学・農学部・准教授
研究者番号: 30582035

(3) 連携研究者

内藤重之 (NAITHO Shigeyuki)
琉球大学・農学部・教授
研究者番号: 30333397

連携研究者

原 貴洋 (HARA Takahiro)
九州沖縄農研センター・主任研究員
研究者番号： 40355657

連携研究者

鈴木達郎 (SUZUKU Tataro)
九州沖縄農研センター・主任研究員
研究者番号： 00469842

(4)研究協力者
なし