

平成 21 年 5 月 31 日現在

研究種目：基盤研究 (C)
 研究期間：2005～2008
 課題番号：17580055
 研究課題名 (和文) 亜熱帯域におけるマメ科植物をカバークロープとして利用した土壌流亡防止に関する研究
 研究課題名 (英文) Studies on the control of erosion using cover crop legume in subtropical resion
 研究代表者
 鬼頭 誠 (KITOU MAKOTO)
 国立大学法人 琉球大学・農学部・准教授
 研究者番号：50252797

研究成果の概要：

耐酸性、特に低リン耐性が強く、亜熱帯域での生育量も大きいカバークロープとして利用可能なマメ科植物として冬季にはヘアリーベッチが、夏季にはシカクマメおよびラッカセイが有望であることを明らかにした。なお、シカクマメやラッカセイは食用作物としても有望であり、食料事情の悪い熱帯域の国や地域における収穫残渣の有機物としての施用による土壌肥沃度の向上も可能なマメ科植物であることが示された。

交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2005 年度	2,500,000	0	2,500,000
2006 年度	500,000	0	500,000
2007 年度	500,000	150,000	650,000
2008 年度	500,000	150,000	650,000
年度			
総計	4,000,000	300,000	4,300,000

研究分野：農学

科研費の分科・細目：農芸化学・植物栄養学・土壌学

キーワード：低リン耐性、根粒菌、ヘアリーベッチ、ムクナ、シカクマメ、ラッカセイ、エロージョン

1. 研究開始当初の背景

熱帯および亜熱帯域では、土壌に施用した有機物の分解が早く有機物含有率の低下から土壌の団粒構造の発達が不十分であり、エロージョンによる作土層の流亡が起りやすくなっている。とくに沖縄地域では台風シーズンを中心に、多降雨時の作土層の流亡は作物生産上の損失だけでなく、海洋に多量の土壌

が流れ込み環境保全の観点からも問題になっている。

2. 研究の目的

亜熱帯域に属する沖縄におけるエロージョンの軽減策として、土壌有機物含有率を高め、かつ土壌を被覆するカバークロープの効果を検討する。

カバークロップの生育量、窒素固定能、各種養分吸収量の推移および土壌被覆状況、さらには土壌に還元した際の各種養分放出量や土壌流亡軽減効果を明らかにすることは、沖縄におけるカバークロップの利用に関する基礎的知見を得られるだけでなく、沖縄と同様に亜熱帯域に属する国々における作物の生産性向上のための土壌改良や土壌流亡の軽減にも大きく貢献しうるものであり、極めて有意義なものである。

3. 研究の方法

① 低リン耐性マメ科植物の検索

リン酸が不可給態のアルミニウム型で固定される特徴がある赤玉土にリン酸施肥量を異にしてリン酸欠乏区とリン酸適正区を設け、各種マメ科植物を栽培して生育反応から低リン耐性マメ科植物の検索を行った。

② カバークロップとしての利用可能マメ科植物の選抜

低リン耐性が強いと考えられたマメ科植物のうち、土壌を被覆する特徴のある匍匐性のマメ科植物を用い、カバークロップとして圃場を中心に栽培し、被覆率および生育量を調査した。なお、用いた圃場は沖縄に分布する酸性からアルカリ性の土壌である。

③ エロージョン防止効果

カバークロップとして有望と考えられた数種マメ科植物を選び、人為的に傾斜をつけた圃場において栽培し、表面流去水量と流亡土壌量を調査した。

④ 優良根粒菌の選抜

沖縄に分布する各種土壌から数種マメ科植物の優良根粒菌の単離を行った。特に、ラッカセイ根粒菌については感染する根粒菌を酸生成菌とアルカリ生成菌に分けて分離した。

4. 研究成果

① 低リン耐性植物の選抜

冬作のマメ科植物としてヘアリーベッチの他、レンゲ、スズメノエンドウ、カラスノエンドウおよび4種クローバ(ホワイトクローバ、レッドクローバ、ピンククローバ、クリームソクローバ)の8種の低リン耐性を調査した結果、ヘアリーベッチとクリームソクローバで低リン耐性が最も強かった。

夏作のマメ科植物は、ダイズ、シカクマメ、ムクナ、ササゲ、リョクトウ、セスバニア、6種のクロタラリアおよび7品種のラッカセイの低リン耐性を調査した。その結果、セスバニア、ムクナ、シカクマメおよびラッカセ

イ6品種で低リン耐性が強く、クロタラリアは6種とも低リン耐性が弱かった。また、ラッカセイやムクナなど種子が大きく、種子中に比較的少量のリンを含んでするものは、初期生育時のリン要求量を種子に依存が可能であり、低リン耐性の検定を行う場合に栽培期間を長くする必要もあることも明らかになり、今後のさらに詳細な低リン耐性の調査が必要であると考えられた。

これらの試験結果を踏まえ、以下のカバークロップとしての生育量等の試験では、冬作物としてヘアリーベッチ、夏作物としてシカクマメとムクナおよびラッカセイを中心に行った。

② 数種マメ科植物のカバークロップとしての生育量、各種成分吸収量および被覆率

②-1. ヘアリーベッチ

冬季においてもエロージョンの防止だけでなく、亜熱帯域では雑草防除が重要であり、冬季のカバークロップも必要である。冬作物として低リン耐性だけでなく、温帯域では生育量も高いとされており、本試験で亜熱帯域におけるヘアリーベッチの生育量等を調査した。その結果、亜熱帯域におけるヘアリーベッチの生育量は、10月から12月まで播種時期を変えた場合にも冬季におけるカバークロップとしての土壌被覆率、雑草防除能が高く、2月から4月に栽培を終了した後、緑肥としての養分供給能も十分でありカバークロップとして有効であることがポット試験および圃場試験の結果から明らかになった。また、傾斜圃場を用いヘアリーベッチを栽培した場合には、ヘアリーベッチが土壌を被覆した後の流出土壌量は著しく低下し、エロージョン防止能も高いことが明らかになった。さらに、沖縄に分布する各種土壌でのヘアリーベッチの生育量には有意な差が生じることはなく、酸性からアルカリ性までの土壌での利用可能性が示された。しかし、ヘアリーベッチはCN比が低く、速やかに分解をするため、後作物の窒素要求量の少ない生育初期に緑肥としてのヘアリーベッチが無機化し、後作物が吸収できない部分が溶脱する恐れもある。今後、ヘアリーベッチ施用後の後作物の生育量、窒素の動態などを詳細に調査する必要性があると考えられる。

②-2. シカクマメ

シカクマメは熱帯から亜熱帯の広い地域で若莢を野菜として利用するために栽培されている食用作物である。本試験では、シカクマメが蔓性であり、生育量が旺盛であることを利用してカバークロップとしての利用可能性を既にカバークロップとして利用されているムクナと比較して調査した。

シカクマメはムクナと同程度以上の被覆率を長期間維持し、カバークロップとして雑草防除やエロージョン防止に有効であり、か

つ、カバークロップとして栽培した場合にもダイズ並みの子実収量が得られるだけでなく、緑肥としてもムクナ以上の窒素、リン酸を供給可能であることが明らかになった。しかし、沖縄に分布する赤色土(国頭マージ)での生育量はムクナとは異なり、著しく低下することが圃場試験の結果から明らかになった。その原因に赤色土では、土壌硬度が高く根の伸長が悪く、有効態リン酸も低いことからリン酸欠乏になったことがポット試験の結果から考えられた。なお、シカクマメは5月に播種した場合、初期生育が極めて遅く、土壌を被覆してエロージョン防止能を発揮する間に3ヶ月を要した。今後、初期生育が遅いことを考慮した播種時期や播種密度など詳細な調査を行うとともに、カバークロップや緑肥以外に本来の食用作物としての収量も高くできるような作付について検討し、実際のエロージョン防止能について調査を行う必要はあるが、シカクマメは今後有望なマメ科植物であるといえる。

②-3. ラッカセイ

ラッカセイは世界各地で栽培されている重要な作物であり、耐乾性、耐暑性、耐酸性に優れているマメ科作物である。本試験ではシカクマメと同様に、子実生産が可能なカバークロップや緑肥としての利用性を7品種のラッカセイを用いて調査した。

用いたラッカセイのうち匍匐型のものは千葉43号、サウススイートランナーおよびオキナワサンの3品種であり、カバークロップとして利用性が高いと考えられた。また、匍匐性でない品種も播種密度を高めることでカバークロップとして利用可能と思われる。そのため、草型にかかわらず酸性土壌における作物生育の制限因子であるリン酸欠乏に対する生育反応を調査した。その結果、オキナワサンでは低リン耐性がやや弱かったが、いずれも強い耐性を示した。しかし、ラッカセイ種子には多量のリンが含まれており、栽培期間の長いラッカセイの低リン耐性にはさらなる調査が必要である。また、亜熱帯域の沖縄では南方系とされる品種だけでなく、温帯域用に育種された品種も含め生育量は大きかったが、子実生産量は秋季から冬季にかけての気温が高く、茎葉過繁茂状態になり温帯域でのものに比べて低下する傾向が見られた。なお、ラッカセイをカバークロップとして傾斜圃場に5月に播種して栽培したときには、ラッカセイが土壌を被覆した8月以降にエロージョン防止効果が認められ、カバークロップとしての有効性が明らかであった。

シカクマメと同様にラッカセイも、子実生産量も高く維持しつつ、カバークロップや緑肥としての高い効果が得られるような作付を検討することで、エロージョンだけでなく

土壌の肥沃度の増進にも有益な作物として今後さらに調査を継続する必要があるマメ科植物と考えられる。

③ 沖縄土壌からの根粒菌の単離

沖縄には様々な土壌が存在している。それら土壌から根粒菌を単離した報告はあまり多くない。本試験では、シカクマメとラッカセイの根粒菌を中心に単離を試みた。

シカクマメの根粒菌は、酸性の赤色土(国頭マージ)からは単離できず、中性の暗赤色土(島尻マージ)、アルカリ性の灰色台地土からのみであった。この原因にはシカクマメの根粒菌がアルカリ生産菌であるためとも思われるが、供試した土壌を増やしてさらに調査をする必要がある。また、根粒菌が単離できなかった土壌におけるシカクマメの生育が著しく低下した原因に、土壌の物理性と化学性だけでなく、根粒菌密度が極めて低かったこともその一因として考えられる。

ラッカセイの根粒菌はこれまでアルカリ生成菌とされてきたが、琉球列島の沖縄島、久米島、宮古島、石垣島の各種土壌から単離した根粒菌はアルカリ生成菌だけでなく、酸生成菌も多くラッカセイと根粒菌の宿主特異性の弱いことが示された。また、これら単離した根粒菌の感染能や窒素固定能については今後調査を行うが、酸生成菌が多く単離されたことから耐酸性根粒菌が得られる可能性を秘めていると考える。

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 8 件)

- ① Fajri Anugroho, Makoto Kitou, Fujio Nagumo, Kazutoshi Kinjo, and Yoshihiro Tokashiki. Growth, Nitrogen Fixation and Nutrient Uptake of Hairy Vetch as A Cover Crop in Subtropical Region. Weed Biology and Management. 9. 63-71 (2009) 査読有
- ② Zougmore, R., Nagumo, F. and Hoshikawa, A. Nutrient uptakes and maize productivity as affected by tillage system and cover crops in a subtropical climate at Ishigaki, Okinawa, Japan. (2006) Soil Science and Plant Nutrition. 52. 509-518 (2006) 査読有
- ③ Nagumo, F., Issaka, R. N. and Hoshikawa, A. Effects of tillage practices combined with mucuna fallow on soil erosion and water dynamics on Ishigaki Island, Japan. Soil Science and Plant Nutrition. 52. 676-685 (2006) 査読有

- ④ Fajri Anugroho, Makoto Kitou, Fujio Nagumo, Kazutoshi Kinjyo, and Yoshihiro Tokashiki : Effect of Sowing Date on the Growth of Hairy Vetch (*Vicia villosa* Roth) as a Cover Crop Influenced Weed Biomass and Soil Chemical Properties in Subtropical Region. *Weed Biology and Management*. (in press) 査読有
- ⑤ 鬼頭誠・松岡寛之・近藤葉子・内田直次 : 赤玉土を用いた数種マメ科植物の低リン耐性の比較とセスバニアの低リン耐性に及ぼす根系発達の影響. *日本土壤肥料学雑誌* (投稿中) 査読有
- ⑥ 鬼頭誠・ファジリ アヌグロホ・山下登志雄・小橋川範一 : カバークロップとしてのシカクマメの利用可能性. *熱帯農業研究*. (投稿中) 査読有
- ⑦ Fajri Anugroho, Makoto Kitou, Norikazu Kobashigawa : Growth and Nutrient Uptake of Winged bean (*Psophocarpus tetragonolobus* L.) and Velvet bean (*Mucuna pruriens* L.) as Green Manure Legume in Subtropical Region. *Plant Production Science*. (submitting) 査読有
- ⑧ Fajri Anugroho, Makoto Kitou, G.Y. Jayasinghe, Kazutoshi Kinjyo, Fujio Nagumo : Potential of Hairy Vetch and Clover Plants as Green Manure in Subtropical Okinawa. *Soil Science and Plant Nutrition* (submitting) 査読有
- [学会発表] (計 14 件)
- ① ファジリ アヌグロホ・鬼頭誠・南雲不二男・小橋川範一 : 沖縄におけるカバークロップとしてのシカクマメの利用可能性. 第226回日本作物学会・神戸大会, *日本作物学会紀事*, 77, 別号2, 86-87 (2008/9/24-25)
- ② Fajri ANUGROHO・Makoto KITOU・Fujio NAGUMO : Growth of Hairy vetch in four kinds of OKINAWA Soil and its Acid tolerance. *日本土壤肥料学会愛知大会講演要旨集*, 54, 137 (2008/9/11)
- ③ Fajri Anugroho and Makoto Kitou: Effect of Sowing Time on the Plant Growth and Soil Chemical Properties of Field-grown Hairy Vetch as A Cover Crop. The 47nd Meeting (Utunoniya), *Journal of Weed Science and Technology*, 53 (Supplement), 75 (2008/4/18-20)
- ④ Fajri ANUGROHO, Makoto KITOU, Fujio NAGUMO, Yoshihiro TOKASHIKI: Biomass and Nutrient Uptake of Hairy Vetch and Clover Plant in Subtropical Region. The 224nd Meeting (Kanazawa), *Japanese Journal of Crop Science*, 76 (Extra issue 2), 82-83 (2007/9/26-27)
- ⑤ 橋口沙耶香・ベルガラ レオン リセッテ・ファジリ アヌグロホ・鬼頭誠: 沖縄におけるカバークロップとしてのラッカセイの利用可能性. 第224回日本作物学会・金沢大会, *日本作物学会紀事*, 76, 別号2, 80-81 (2007/9/26-27)
- ⑥ Fajri ANUGROHO, Makoto KITOU: Growth and Nutrient Uptake of Narrowleaf Vetch and Tiny Vetch in Subtropical Region (Okinawa). The 46nd Meeting (Okinawa), *Journal of Weed Science and Technology*, 52 (Supplement), 244-245 (2007/4/14-15)
- ⑦ Fajri ANUGROHO, Toshio YAMASHITA, Makoto KITOU, Sayaka HASHIGUCHI: Potential Utilization as a Cover Crop of Winged Bean. The 46nd Meeting (Okinawa), *Journal of Weed Science and Technology*, 52 (Supplement), 242-243 (2007/4/14-15)
- ⑧ Fujio Nagumo, Roland Nuhu Issaka, Robert Zougmore, Akira Hoshikawa: An integrated monitoring system to assess the effects of a cropping system on soil and water management: Application to zero-tillage farming system. *African Soil Science Society International conference: Impacts of climate change, global trade, urbanization and biotechnology on land use in Africa* (2007/1/7-13)
- ⑨ Fajri ANUGROHO, Makoto KITOU, Fujio NAGUMO, Yoshihiro TOKASHIKI: Growth and Nutrient Uptake of Hairy Vetch (*Vicia villosa* Roth) as Affected by different Sowing Times and Growth Stages in Subtropical region (Okinawa). The 222nd Meeting (Kagawa), *Japanese Journal of Crop Science*, 75 (Extraissue2), 216-217 (2006/10/28-29)
- ⑩ 南雲不二男・ローランドイサカ・ロバートズグモール・干川明: 熱帯の低投入型農業における生産性向上を目指して: マメ科カバークロップを組み込んだ不耕起メイズ栽培は土、水、肥料を節約. *日本土壤肥料学会秋田大会* (2006/9/5)
- ⑪ Fajri Anugroho, Sayaka Hashiguchi, Fujio Nagumo, Makoto Kitou: Physiological and ecological studies on the growth of green manure legumes, - Selection of legume plants on low P tolerance -. *日本土壤肥料学会九州支部春季例会(宮崎)講演要旨集* (2006/5/11)
- ⑫ Fajri Anugrofo, Makoto Kitou, Fujio Nagumo, Yoshihiro Tokashiki: Growth and

Nitrogen Fixing Activity of Hairy Vetch in Subtropical Region. Abstracts of The Annual Meeting (Shimane), Japanese Society of Soil Science and Plant Nutrition, 51, 139 (2005/9/6-8)

- ⑬ Zougmore R, Nagumo F and Hoshikawa A. : Intercropping cowpea and maize for soil surface cover, soil water and fertility improvement under island subtropical climate in Japan. 日本土壤肥料学会講演要旨集 51 p128. (2005)
- ⑭ 南雲不二男, Roland NR, 干川明: カバークロープとしてハッシュウマメを用いたソルガム不耕起栽培: 土壌侵食、水分動態およびソルガム収量などに及ぼす効果. 日本土壤肥料学会講演要旨集 51 p128. (2005)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

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

(2) 研究分担者

南雲 不二男 (NAGUMO FUJIO)
国際農林水産業研究センター・主任研究員
研究者番号 20399372

(3) 連携研究者