

機関番号：18001

研究種目：研究活動スタート支援

研究期間：2009～2010

課題番号：21880039

研究課題名（和文）沈砂池に賦存する未利用リン資源のサトウキビ栽培への有効利用に関する研究

研究課題名（英文）Effective use of unused phosphorus resources stored in sedimentation tanks for sugarcane production

研究代表者

仲村 渠 将 (NAKANDAKARI TAMOTSU)

琉球大学・農学部・助教

研究者番号：70537555

研究成果の概要（和文）：沈砂池の堆積貯留土を使ってサトウキビのポット栽培実験を行った。AM 菌を接種した実験区と接種しない対照区のサトウキビの生育量、収穫量および甘蔗糖度を比較した。その結果、生育量と収穫量には有意な差が認められなかった。甘蔗糖度には有意差が認められ、AM 菌を接種した実験区の方が甘蔗糖度は大きかった。AM 菌の働きによって堆積貯留土に含まれていたリン成分がサトウキビの糖合成に利用されたことが示唆された。

研究成果の概要（英文）：Sugarcane growth experiment was conducted using soil deposited in sedimentation tanks. As a result, the sugar content of sugarcane applied AM fungi was significantly higher than the control sugarcane at the 0.05 probability level. The result suggests that the phosphorus included in the deposit was used to sugar synthesis of sugarcane by the AM fungi action.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2009 年度	1,110,000	333,000	1,443,000
2010 年度	180,000	54,000	234,000
年度			
年度			
年度			
総計	1,290,000	387,000	1,677,000

研究分野：水利環境

科研費の分科・細目：農業工学・農業土木学・農村計画学

キーワード：沈砂池、貯留土、未利用リン資源、菌根菌、サトウキビの甘蔗糖度

1. 研究開始当初の背景

人口増加、BRICs 諸国の食生活の変化に伴う穀物需要の増加およびバイオ燃料の増産などの影響から肥料成分として利用されるリン資源が値上がり傾向にある（農林水産省生産局、肥料価格の現状等について、2008）。そのため、肥料資源の輸入国である日本では施肥コストの削減や未利用リン資源の有効利用が目下の課題となっている。

沖縄県では農地保全や水質保全を目的とした沈砂池などの土砂流出防止対策施設が整備されてきた。サトウキビ栽培を主体とす

る畑地流域に造成された沈砂池での現地観測の結果、沈砂池の土砂流出削減効果は 6 割以上であった（仲村渠ら、沈砂池における浮遊土砂流出に関する現地観測、2007）。また、畑地流域から流出した全リンの約 7 割は懸濁態リンであった（仲村渠ら、沖縄本島の畑地帯流域における浮遊土砂と栄養塩の流出、2007）。一事例ではあるが、リン成分の削減率は約 6 割であった（仲村渠ら、沈砂池での富栄養化成分の流入出と削減に関する現地調査、2009）。リン成分の主な流出形態が懸濁態であるためにリン成分は沈砂池で削減

されやすいと考えられた。以上の研究結果より、沈砂池には土とともにリン成分が貯留されており、沈砂池の堆積貯留土は未利用リン資源であるといえる。

沈砂池の浚渫は容易であるから堆積貯留土に含まれるリン成分を効率よく回収することができる。さらに、浚渫した堆積貯留土を農地に戻せばリン成分を有効に利用することができる。

一般に、リン成分は土粒子と結合したり、あるいは難溶性の沈殿として存在したりするため、作物に利用されにくい。また、沈砂池の堆積貯留土は湛水状況化におかれるために可給態リン酸レベルが低下していると考えられ、そのまま農地に戻しても作物生産性が向上しないことが予想される。したがって、沈砂池の堆積貯留土に含まれるリン成分を有効利用するためには可給態リン酸レベルを増大することが必要になると考えられる。本研究では菌根菌を利用する。

現在、沖縄県では沈砂池の堆積貯留土は農地に戻されておらず、場合によっては土木建設資材や産業廃棄物として処理され、未利用リン資源としては認識されていない。したがって、沈砂池の堆積貯留土を未利用リン資源として有効利用するためには、菌根菌などの利用によって作物栽培に再利用できることを示すことが重要である。

2. 研究の目的

本研究では、沈砂池の堆積貯留土に菌根菌を接種することによる堆積貯留土に含まれる未利用リン成分のサトウキビ栽培への有効利用を実験的に検討する。

3. 研究の方法

(1)供試土

①堆積貯留土の採取方法

当初、沖縄県北部の土地改良区域に設置された大型の沈砂池で堆積貯留土を人力採取する計画であった。採取を試みた結果、立ち入り可能範囲内の堆積貯留土はかなりの浮泥状態であり、十分な量の供試土を作れないことがわかった。そこで、土地改良区域内に多数設置されている小型の沈砂池の堆積貯留土を採取することとした。小型の沈砂池は大型の沈砂池に比べて圃場に近いため、その堆積貯留土には礫分や砂分も豊富に含まれていた。この土地改良区域の土壌は国頭マージである。その土色は赤黄色であるが、採取した堆積貯留土が沈砂池の湛水還元状況下にあった影響で、その一部は還元鉄の黒色を呈していた。

②供試土の作成方法

採取した堆積貯留土約 300kg を持ち帰り、屋外に薄く広げて風乾させた。風乾中に降雨

を受けないように適宜ブルーシートで保護した。風乾後の 10mm ふるい通過土を本研究経費で購入した高圧蒸気滅菌器で滅菌した。滅菌条件を滅菌温度 121℃および滅菌時間 30 分間とした。このようにして作成した 10mm ふるい通過風乾滅菌土を供試土とした。

(2)菌根菌およびサトウキビ

①アーバスキュラー菌根菌(AM 菌)

市販の菌根菌資材(サングリーン株式会社, セラキンコン研究用原体)を用いた。この菌根菌資材には主に *Gigaspora margarita* が含まれている。

②サトウキビ

市販のサトウキビ側枝苗(株式会社サザンプラント)を用いた。品種は Nif 8(農林 8 号)であり、沖縄地方における近年の主要品種である。

(3)実験用ポット苗の作成方法

1/2000 ha ワグ

ネルポットに質量

で 12 kg の供試土

を充填した。ポット

の中央部にサトウ

キビ側枝苗 1 株

を植えた。このとき、

実験区となるもの

には根の周囲

に質量で 100 g の

菌根菌資材を充填した(図 1)。

2010 年 4 月 1

日にポット苗をすべて

作成した。菌根菌資材

を接種した実験区、

接種しない対照区とも

にポット苗を 6 個ずつ

作成した。



図 1: AM 菌の接種状況

(4)供試土のリン成分濃度測定方法

以下の 3 種類のリン成分濃度を測定した。

①供試土の全リン濃度(mg-P · kg⁻¹)

硝酸・過塩素酸分解ーバナドモリブデン酸比色法(土壤養分分析法, pp. 229-232)に従って、供試土の全リン濃度を測定した。

②供試土の水抽出全リン濃度(mg-P · kg⁻¹)

可給態リン酸の水抽出法(土壤環境分析法, pp. 272-273)で得た供試土の水抽出溶液の全リン濃度(mg-P · L⁻¹)を ICP 発光分析計で測定し、その測定値から供試土の水抽出全リン濃度を求めた。

③供試土の水抽出リン酸濃度(mg-PO₄ · kg⁻¹)

上記②で得た水抽出溶液のリン酸濃度(mg-PO₄ · L⁻¹)をイオンクロマトグラフィで測定し、その測定値から供試土の水抽出リン酸濃度を求めた。

(5)サトウキビの生育量, 収穫量および甘蔗糖度の測定

ポット苗作成日から原則的には 4 週間ごと

にサトウキビの生育量を測定した。生育量の測定項目を茎直径、草丈および展開葉数とした。また収穫直後の収穫量を測定した。収穫量の測定項目を茎部の茎長、節数および生質量とした。

収穫後当日中にサトウキビの甘蔗糖度を測定した。測定には近赤外分析計を用いた。この方法は品質取引に使用されている公定法である。

(6)サトウキビの栽培実験期間

栽培実験期間はポット苗を作成した 2010 年 4 月 1 日からサトウキビを収穫した 2011 年 3 月 30 日までとした。生育量測定を 48 週目にあたる 2011 年 3 月 3 日まで実施した。栽培実験期間中、春植え栽培方法に従って管理し、また水分ストレスが生じないように十分にかん水した。

4. 研究成果

(1)供試土のリン成分濃度の結果

①供試土の全リン濃度

供試土の全リン濃度の平均値は $114.1 \text{ mg-P} \cdot \text{kg}^{-1}$ (サンプル数 6) であった。

②供試土の水抽出全リン濃度

供試土の水抽出全リン濃度の平均値は $5.9 \text{ mg-P} \cdot \text{kg}^{-1}$ (サンプル数 5) であった。

③供試土の水抽出リン酸濃度

供試土の水抽出リン酸濃度は定量下限未満であった(サンプル数 5)。本研究では供試土の水抽出リン酸濃度を $0 \text{ mg-PO}_4 \cdot \text{kg}^{-1}$ と判断した。

(2)堆積貯留土に含まれるリン成分の利用に関する考察

上記(1)①の結果により、供試土の材料となった沈砂池の堆積貯留土にはなんらかの形態でリン成分が含まれていることがわかる。また、上記(1)①の供試土の全リン濃度と(1)②の供試土の水抽出全リン濃度との比較から、堆積貯留土については水のみで抽出される全リンはわずかであるといえる。これは、一般的に土壌中のリン成分が難溶性であるためと考えられる。また、上記(1)②の供試土の水抽出全リン濃度と(1)③の供試土の水抽出全リン酸濃度との比較から、水抽出溶液に含まれるリン成分の形態は少なくとも溶存無機リン酸ではないと判断される。すなわち、水抽出溶液中には可給態リン酸はほとんど存在しないと考えられる。

最近、AM 菌はリン肥沃度が低い環境中において難溶性リンの吸収効率を高めることが報告された(平成 22 年度琉球大学農学部生産環境学専攻修士論文発表会講演要旨集, pp. 43-44)。さらに、国頭マージ地帯におけるサトウキビ畑の可給態リン酸(トルオーグ法)は $100 \text{ mg-P}_2\text{O}_5 \cdot \text{kg}^{-1}$ 以上とされている(地力保

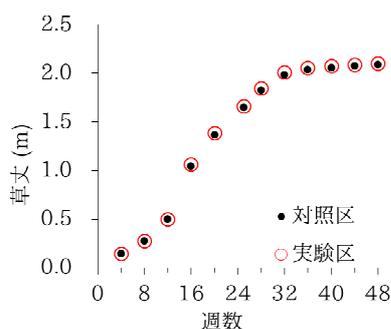


図 2: 草丈の経時変化

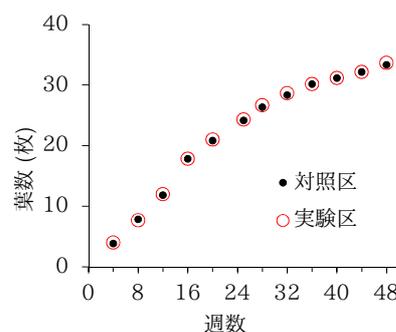


図 3: 葉数の経時変化

全基本調査総合成績書, 沖農試, p. 276, 1979).

以上より、堆積貯留土に主に難溶性の形態で含まれていると思われるリン成分の利用に対する AM 菌の有効性が示唆される。

(3) サトウキビの生育量の結果

実験期間中における草丈と葉数の経時変化を図 2 および図 3 にそれぞれ示した。草丈および節数の増加に応じて茎直径の測定位置を変えたため、茎直径の経時変化を示しにくい。48 週目の茎直径は対照区で 21.80—24.70 mm, 実験区で 21.20—25.05 mm の範囲に分布した。両区の茎直径に有意差は認められなかった。48 週目における生育量は圃場で栽培した場合よりは小さいといえ、ポット栽培環境の影響が認められた。しかし、既往のポット栽培実験結果と比較するとほぼ同じ生育量であると考えられた。両区の草丈と葉数に有意差は認められなかった。

(4)サトウキビの収穫量の結果

①茎長

茎長は対照区で 1.713—1.927 m, 実験区で 1.691—1.956 m の範囲に分布した。両区の茎長に有意差は認められなかった。

②節数

節数は対照区で 23—24 個, 実験区で 23—24 個の範囲に分布した。両区の節数に有意差は認められなかった。

③生質量

生質量は対照区で 586.1—745.8 g, 実験区で 516.6—792.5 g の範囲に分布した。両区

の生質量に有意差は認められなかった。

(5) サトウキビの生育量と収穫量に対する AM 菌の影響

上記(4)および(5)より、サトウキビの生育量と収穫量には対照区と実験区との有意差が認められなかった。このことから、AM 菌の接種は生育量や収穫量に対しては有効ではなかったと考えられる。本研究ではその原因を明らかにしていないため、今後の課題である。

(6) サトウキビの甘蔗糖度の測定結果

サトウキビの甘蔗糖度は対照区で 16.9%~18.7%，実験区で 18.6%~19.3%の範囲に分布した。両区の甘蔗糖度には有意差 ($t=-2.57, df=10, p=0.02789$) が認められ、甘蔗糖度の平均値は AM 菌を接種した実験区の方が大きいと判断された。

(7) サトウキビの甘蔗糖度に対する AM 菌の影響

上記(6)の結果より、AM 菌を接種したサトウキビの甘蔗糖度が大きいことがわかった。AM 菌の接種によってサトウキビのリン成分吸収効率が高まり、糖合成が増大したと思われる。

(8) おわりに

沈砂池の堆積貯留土を用いてサトウキビの栽培実験を行った。その結果、サトウキビを順調に生育させることができた。また、AM 菌の接種によるサトウキビの生育量や収穫量への影響は認められなかったが、甘蔗糖度は AM 菌を接種した方が大きかった。AM 菌によるリン成分の吸収効率の増大が糖合成に関与したことが示唆される。以上のことから、沈砂池の堆積貯留土は未利用リン資源として重要であり、再利用価値があるといえる。

本研究ではサトウキビの汁に含まれる成分分析を研究計画に含めていなかった。しかし、研究期間の終わりになって甘蔗糖度には差が認められることがわかったため、汁の成分分析用のサンプルを急ぎよ保存した。今後、汁の成分分析を独自に進め、AM 菌の接種と汁の成分、とくにリン成分との相関関係を調べる。

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)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

仲村 渠 将 (NAKANDAKARI TAMOTSU)

琉球大学・農学部・助教

研究者番号：70537555

(2) 研究分担者 ()

研究者番号：

(3) 連携研究者 ()

研究者番号：