

調査研究・技術開発助成事業完了報告書

平成 24年 3月 31日

(財) 海洋博覧会記念公園管理財団  
理事長 殿

氏名 国立大学法人琉球大学  
学長 岩政 輝男 印  
住所 沖縄県中頭郡西原町字千原1



調査研究・技術開発助成事業の完了報告について

(財) 海洋博覧会記念公園管理財団調査研究・技術開発助成事業実施要領第14条の規定に基づき、調査研究・技術開発助成事業成果報告書及び支出実績報告書を別添のとおり提出します。

記

1. 調査研究・技術開発の実施内容及び成果に関する報告書

- (1) 調査研究・技術開発事業名
- (2) 実施内容及び成果（要約400字程度）
- (3) 今後予想される効果（400字程度）
- (4) 本研究により作成した報告書（印刷物3部）

2. 支出実績報告書

※ 支出実績報告書には支払明細書（領収書等の写し）を添付すること。

## 1. 調査研究・技術開発の実施内容及び成果に関する報告書

- (1) 調査研究・技術開発事業名
- (2) 実施内容及び成果（要約400字程度）
- (3) 今後予想される効果（400字程度）
- (4) 本研究により作成した報告(印刷物3部)

### (1) 調査研究・技術開発事業名

カバークロップを用いた沖縄における赤土流出防止と土壤肥沃度の向上に関する技術開発

### (2) 実施内容及び成果

#### 1. シカクマメと直立型植物の混作

これまでの試験により、シカクマメは被覆率が高く、主に葉部のバイオマスが大きいことで赤土流出を防止することが明らかになっている。しかし、初期生育が遅く初期に除草が必要なことや低リン酸肥沃度土壤での生育の低下が問題として残されていた。本年度はシカクマメと直立型で初期生育の早いヒマワリとデントコーンをシカクマメの支柱として混作し、初期の除草効果やそれら植物に感染した菌根菌のシカクマメへの感染によるリン栄養の改善を試みた。ただし、本試験では台風によるヒマワリの枯死やデントコーンの倒伏に会い十分な目的は果たせなかつたが、デントコーンを支柱として栽培したシカクマメの生育量は地生え栽培と同程度であったが、若莢収量は通常の支柱栽培と同程度に高まり、直立型植物との混作は十分効果的であることが示された。

また、5月に強く降雨のほとんどない台風が沖縄に近づくことは少なく、本試験でヒマワリの枯死の原因である塩害は通常想定していない。そのため、ヒマワリとの混作も十分効果が期待できるため今後の検討する意義は大きいと判断される。

#### 2. 各種土壤の耕起法の違いによる数種ラッカセイの生育と収量

ラッカセイは地中に莢を形成するため土壤硬度が高い場合の収量が懸念される。沖縄には物理性や化学性など問題の多い土壤がほとんどであり、特に、有機物の不足による土壤硬度の改善が必要である。本試験では沖縄各種土壤を用い、数年来不耕起栽培を続けていた圃場でラッカセイを不耕起栽培し、耕起栽培したものと比較した。その結果、国頭マージでは不耕起栽培でラッカセイの生育および収量が耕起区に比べて高まることやジャーガルはラッカセイ栽培に不向きなことが明らかになった。カバークロップとしてラッカセイ栽培をする場合、耕起をせずに不耕起栽培も十分可能なことが示され、赤土流出の防止や土壤肥沃度の向上にも効果が期待でき、沖縄中北部や八重山諸島を中心に広く分布する国頭マージでの作付体系に加えることを検討する価値があることが明らかになった。

また、台風による被害がほとんどないことも本試験で示され、沖縄の夏期における主要な作物として利用を検討すべきと判断した。

#### 3. 久高島の耕作放棄地におけるヘアリーベッチの効果

久高島は地割り制度の残る特殊な地域であり、離島とすることもあり耕作放棄地が点在する状況である。過去の試験成果も含め本試験で得られた成果を利用し、久高島における耕作放棄地の農耕地としての活用を省力的栽培で行いつつある。本試験では放棄された圃場の雑草防除を目的にヘアリーベッチを不耕起で散播し、チガヤなどの侵入雑草の防除に効果が確認できた。

### (3) 今後予想される効果

カバークロップの利用は、沖縄県に10%程度あるとされる未利用農耕地の土壌被覆によるエロージョン防止、雑草防除、有機物の供給による土壌肥沃度の維持向上に役立つだけでなく、景観の保全にも効果的である。これらは、未利用農耕地を農耕地として再度農耕地として利用する際に不可欠なことであることは勿論のこと、赤土流出による海洋汚染の防止に極めて意義あることである。

また、シカクマメやラッカセイなどの食用作物をカバークロップとして利用することは、農作物生産以外の赤土を緑で覆うことによる景観保全、生物育成による情操教育、食用作物の調理、特に伝統食品であるジーマーミー豆腐の調理などを通した食育、未利用農耕地と赤土流出の関係などによる環境教育に結びつく可能性がある。さらに、これらは沖縄の気候風土を中心とした観光だけでなく、アグリツーリズム、グリーンツーリズムおよびエコツーリズムなど多様化する観光に様々な形で結びつく可能性がある。

ただし、沖縄では台風による被害の少ない作物を選定することも重要である。カバークロップとしても有望なシカクマメやラッカセイは台風による被害が少なく、特にラッカセイは塩害や強風に対して強い耐性を持っており有望である。ラッカセイを取り入れた省力的栽培方法として不耕起栽培も可能であることが明らかになっており、耕作放棄地を中心としたラッカセイを取り入れた作付体系の構築が急がれる。

今後、省力的栽培方法による作付体系の構築と収穫物の加工食品としての利用など収益性も検討していく必要がある。

#### (4) 本研究により作成した報告(印刷物3部)

土壤流亡の防止にはカバークロップによる土壤表面の被覆が極めて効果的であることは過去の試験結果から明らかになっている。しかし、梅雨時期や台風時期を中心とした多降雨時に土壤の被覆を十分にするための各種カバークロップの播種時期や沖縄に分布する各種土壤におけるカバークロップの生育量など検討すべき課題が残されていた。

また、カバークロップとして土壤を被覆する能力の高い植物は蔓性植物など匍匐型の植物が有効であるが、これら植物の中で食料や飼料などとして利用可能な植物のカバークロップとして活用が可能であれば有用であり、食用作物や資源植物を中心とした省力的栽培方法の検討を行ってきた。

さらに、沖縄には耕作放棄地が多く存在し、特に中北部の酸性土壌である国頭マージ分布地域でその面積が大きい。耕作放棄地は農耕地として利用するには労力や収益性など様々な理由で放棄された経緯があるが、景観上の問題だけでなく、沖縄の生態系に悪影響を及ぼしかねないためその利活用が言われ続けている。しかし、耕作放棄地を持続的利用法を十分検討せずに、安易に耕耘し作物栽培を行った場合、再度放棄される可能性が高く、その際に土壤流亡の危険性が高まることも懸念される。そのため耕作放棄地における省力的で収益性の高い作物生産を検討する必要がある。なお、沖縄の気候に適した収益性の高い作物が容易に見いだせるとは限らず、教育や観光など単なる農業生産物以外の利活用も含めた利用のあり方も検討する必要がある。

以上の観点から、本試験では以下の項目について試験および調査を行った。

#### 1. シカクマメの直立型植物の混作による支柱栽培

シカクマメは被覆能が高く夏期から冬季まで緑葉による被覆が可能であり、子実の収穫も可能なためカバークロップとして有効な作物と考えている。しかし、初期生育が遅く、生育初期の除草が必要なこと、沖縄に広く分布している酸性の国頭マージではリン欠乏になりやすいことも明らかにしてきた。

そのため生育初期の雑草防除と低リン肥沃度土壤での菌根菌を活用した栽培は有効と考えられる。前年の試験では、ヒマワリ栽培土壤で菌根菌の胞子数は増加し、ヒマワリと混作することで、国頭マージでのシカクマメの生育および収量は著しく高まった。混作の効果としては菌根菌の感染によるリン栄養の改善だけでなく、直立型のヒマワリとの混作によりヒマワリの茎を支柱としてシカクマメが生育することによる受光体制の改善効果もあったと考えられた。

本試験では、シカクマメとヒマワリの混作(以下、ヒマワリ混作区)だけでなく、ヒマワリと同様に直立型の草型であるデントコーンとの混作(以下、デントコーン混作区)によるシカクマメの生育量と収量を支柱立て栽培(以下、支柱区)および地生え栽培(以下、地生え区)と比較して調査することを試みた。しかし、5月の降雨のほとんどない台風による海水の飛沫のため塩害がみられ、当初の目的を十分に果たすことはできなかった。写真

1には塩害を受けた植物の状況を示す。その後、ヒマワリは完全に枯死したが、デントコーンとシカクマメは緑葉部が枯れ上がったが再生した。したがって、当初の目的とは異なるが、デントコーンとシカクマメの混作の可能性を検討した。なお、本試験では塩害に対してシカクマメは再生能が高いことも明らかになった。

シカクマメと混作したデントコーンの生育および収量はデントコーン単作区と比較して若干低下するものの有意な差異は認められなかった。(図1)

また、シカクマメの生育は支柱区で高く、デントコーン混作区と地生え区は同程度であった。(図2)デントコーン混作区で生育量が高まらなかった理由には、8月の台風で収穫後のデントコーンがほぼ倒れ、支柱として機能しなかったため受光体制の改善が弱かったことが考えられる。しかし、シカクマメの若莢収量は支柱区とデントコーン混作区でほぼ同程度であり、若干の受光体制の改善で若莢収量は著しく増大することが明らかになった。(図3)

本年の試験は台風による被害が大きく当初の目的を十分に達成できなかつたが、直立型植物を支柱としてシカクマメを栽培することで初期の雑草防除効果もあり、シカクマメのカバークロップとしての生育収量が高まる可能性は示された。今後、ヒマワリとの混作による菌根菌の感染効果などさらに詳細な調査が残されている。

## 2. 各種土壤の耕起法の違いによる数種ラッカセイの生育と収量

この試験は石垣市にある国際農林業研究センター内の沖縄各種土壤(黄色土[国頭マージ]、赤色土[国頭マージ]、暗赤色土[島尻マージ]、灰色台地土[ジャーガル])を充填した枠圃場を利用して行った。本試験は過去において沖縄各種土壤でのカバークロップの生育量を調査してきた圃場であり、2009年のラッカセイ栽培からは不耕起栽培試験を開始し、2010年はヘアリーベッチの後。ヒマワリとシカクマメの混作を行った。その後、2011年はヒマワリとラッカセイの混作を行った。なお、不耕起栽培と同様の作付を行つた耕起区およびヒマワリのみを栽培しマメ科作物を栽培しなかつた耕起区-マメ科区も設け、各種土壤での耕起法の違いによるカバークロップの生育量と土壤の理化学性の推移および土壤動物のミミズの生態を調査した。

不耕起栽培を続けたことにより土壤の全炭素および全窒素含有率は耕起区に比べて高く推移し(図4-5)、不耕起栽培では前作の収穫残渣が地表面にあるため、収穫残渣を耕起により攪拌して土壤中に混和した場合より微生物分解が遅くなるためと考えられる。沖縄のように冬季においても微生物活性が低下しない亜熱帯地域では、耕起栽培圃場に有機物を施用しても土壤有機物の集積がほとんど起こらず、土壤有機物が集積する程度にまで有機物を多量に施用した場合には窒素、カリウムなどの肥料成分の過剰害や農耕地からの溶出する肥料成分による環境汚染にもなりかねないが、不耕起栽培では分解の遅延による有機物の集積が起こり、土壤の物理性や化学性を改善することが考えられる。

しかし、不耕起栽培では土壤表面付近を中心に土壤硬度が高まり、作物の生育、特に根系発達が不十分になることも考えられる。そのため各種作物生育に及ぼす不耕起栽培の試験を長期にわたり継続することが必要になってくる。

本試験では不耕起栽培開始3年目であり、土壤の有機物集積は徐々に認められるが、必ずしも不耕起栽培圃場として安定しているとは考えられない。しかし、不耕起栽培によるラッカセイの生育および収量には特筆すべき結果が見られた。なお、混作を行ったヒマワリは石垣市を襲った5月の台風による倒伏がみられ明確な結果は得られなかつた。

各種土壤におけるラッカセイの生育量は、いずれの土壤とも耕起区に比べて不耕起区で高まる傾向が見られ、土壤別では灰色台地土と黄色土で生育量が高まり、赤色土と暗赤色土は同程度であった(図5)。

一方、ラッカセイの収量は土壤の種類や耕起法により顕著な差異が認められた。酸性土壤の国頭マージである黄色土と赤色土では不耕起区で収量が高まり、中性の暗赤色土とアルカリ性の暗赤色土では耕起区で収量が高まつた(図6)。この違いは土壤の化学性によるものよりも物理的特徴が異なることが考えられる。すなわち、暗赤色土と灰色台地土は緻密な土壤であり乾燥時の土壤硬度は著しく高まるため、不耕起区では地下部の生長が制限されたことが考えられる。

また、土壤別の収量は灰色台地土で著しく低く、酸性の黄色土と赤色土で良好であった。灰色台地土は多の3種土壤に比べて植物、特にマメ科作物で要求性の高い有効態リン酸と交換性カルシウム含有量が極めて高く、生育が高まることが考えられ、本試験でも生育量は若干高まつた。しかし、栄養状態が良く、ラッカセイの栄養生長から生殖生長への移行が遅れたことが収量の低下に関わっていると考える。

なお、本試験では各種土壤の耕起法の違いによるミミズ数の調査も行った。土壤の種類による違いは明確ではなかったが、不耕起栽培によりミミズ数は顕著に増加した(図7)。ミミズと作物生育の関係については多くの知見があり、糞塊による土壤の物理性の改善、ミミズ腸内細菌による窒素固定やリンの可給化などが報告されている。しかし、沖縄の農耕地におけるミミズの生態はほとんど知られておらず、その機能についても不明な点が多い。また、写真3に示すミミズや残根の分解による土壤孔隙(ライブポア)の機能についても今後照査すべき価値あるものと考えている。さらに、不耕起栽培により菌根菌の胞子数が増大するとの知見もあり、不耕起栽培によるリン酸肥沃度の改善効果についても今後詳細な検討が残されている。

このように、沖縄各種土壤におけるラッカセイの収量に及ぼす耕起法の影響については、土壤の化学性や物理性さらには生物性について今後も詳細な調査が必要であるが、様々の作物の生育が低下するとされている赤色土においてラッカセイは不耕起栽培により収量が高まるることは明らかになった。

### 3. 久高島の耕作放棄地におけるヘアリーベッチの効果

琉球王朝時代から特別な島と存在し、観光客も多く訪れている。また、久高島は地割り制度が残る地域であり、耕作放棄地も虫食い的に発生し、景観的にも問題と考えている。そこで地割り圃場の1区画の放棄地を利用し、過去の研究成果に以上に示した成果も取り入れて久高島の耕作放棄地における省力的栽培試験を実施した。

本試験では数年前から耕作放棄地となり、チガヤ、アワユキセンダングサなどの各種雑草が侵入している圃場を利用した。試験は省力的栽培を目的としているため耕耘をせず、不耕起栽培を基本にとし、栽培管理が容易なカバークロップの栽培を中心に行うこととした。なお、本試験は放棄地の除草と土壌肥沃度の改善を目的に秋季からヘアリーベッチの栽培したところである。

写真4にヘアリーベッチの生育状況と雑草発生状況を示す。草刈り機による除草後、ヘアリーベッチを散播しただけであるが、チガヤ、アワユキセンダングサなどの雑草をほぼ抑制した。今後、ヘアリーベッチの生育量や雑草発生量を調査し、カバークロップであるハッショウマメ、シカクマメ、ラッカセイなどの不耕起栽培を取り入れた子実の収穫が可能であり、加工食品としての利用も視野に入れた調査と研究を継続する予定である。

#### 4. 景観保全と教育・観光資源としての利用可能性

##### 4-1. 未利用農耕地の新たな価値を創造する

未利用農耕地として放棄されている土地は、人手がない場合や営農に適さない等、なんらかの理由で放棄されているという面があり、解決しようとしてもなかなか難しいのが現状である。しかしながら、未利用農耕地は単独に存在するのではなく、地域の生活の中に存在しているのであり、地域に住む人々全体の多様な関わりの中で活用する、という視点で新たな価値を創出していくことで活路が見えてくると思われる。これは、暮らしの価値を経済性にのみ求めるのではなく、農村に都市では得られない豊かな自然や文化、伝統、生活が存在していること自体が、お金で買うことのできない価値としての「誇り」を生み出していくことに気づくプロセスともいえる。この価値観は、その集落で暮らすことの意味を提示することでもあり、集落内外で共有していくことが必要となる。

##### 4-2. 農作業体験を主とした民泊事業の導入

###### (1) 民泊における農作業体験

一般的に民泊とは、農家（漁家）の家に泊まり、生活体験（農業・漁業体験）をするもので、旅館業法の適用を受けず、体験料として対価の受け渡しが発生するプログラムのことをいう。日本では主に修学旅行生を対象としたプログラムとして、近年、民泊を取り入れる学校が増加の傾向にあり、沖縄においても同様な傾向がみられる。それは、図8に示されるように、宿泊先に「民泊」を加える傾向が表れ始めてきていることから伺え、今後の伸びが期待されている観光メニューである。沖縄を訪れる修学旅行生数は、2010年入域観光客数（5,855,100人）のうち、7%（438,194人）と1割に満たないものの、単月の割合で見ると、中学生が最も集中する5月には13%、高校生の集中する10月、11月、12月に関しては、それぞれ16%、17%、16%になることから、修学旅行は、一般の観光客が少なくなるオフシーズンの底上げの役目を果たしているといえる。なお、2012年1月現在、沖縄県内における民泊の取り組みは、11地域（東村、本部町、金武町、読谷村、南城市、伊平屋村、伊是名村、伊江村、うるま市津堅島、宮古島市、石垣市）の12の窓口に

及んでいる。また、通常、民泊はそれを提供する側に経済効果をもたらすが、提供する側にとって民泊は生業ではなく副収入であることが前提である。

民泊における農作業体験は、その時期に農家が行っていることを体験するものであり、種蒔きから作物の手入れ、収穫はもちろん、草取りや水撒きまで、受け入れ農家によって様々な作業が用意されている。「このような体験でもいいのだろうか」と半信半疑の農家も多いが、関東や関西の都市部を中心に来県する修学旅行生にとって、何もかもが初めての体験であり、自分たちが日常食べている作物の生産場所であることが作業を身近な存在にしている。また、民泊においては農産物の加工や夕食づくりをはじめとした料理体験が必ず盛り込まれており、食について改めて意識を高め、自然の恩恵や「食」に関わる人々の様々な活動への感謝の念や理解を深める食育としての体験活動の要素が強いことも明らかになっている。

### （2）土に触れ、学ぶ場を創出する農作業体験

民泊における農作業すべてに共通しているのは、直接土に触れる行為であり、それが豊かな感受性や自己表現の能力を育てる体験に繋がっていることが確認できた。修学旅行に民泊を取り入れたいとする学校の動機は、「生徒たちの温かい心を、体験的行事を通して育てたい」、「日常できないような体験をすることにより、考える力、表現する力を育てていきたい」といったことが中心であり、民泊体験後は、生徒と先生のコミュニケーションが取りやすくなり、学校が変わったとの事例や、生徒たちに大きな変化があったという学校は少なくない（2010年、『民家体験泊の産業化による地域振興』沖縄県伊江村）。たった1泊2日の滞在でも、色々な事情を抱えた生徒たちの心を開かせる民泊に、学校の先生から「1年つきあってようやく心開いたのに、民泊ではどのような事を行っているのか」という驚きの声もある。沖縄コンベンションビューローの『平成22年度沖縄修学旅行動向調査報告書』によると、今後ニーズが高まる修学旅行の内容として、「自然に触れる・学ぶ」、「人間関係、ふれあいを学ぶ」がトップであることから、民泊における農作業体験の教育力が高く、未利用農耕地を耕作地とともに、このような民泊での農作業体験の場所として、有効利用していくことが十分に期待できる。

### （3）受け入れ農家の活性化—民泊の副次的効果

民泊の効果は、提供する側にも様々な面で表れることが明らかになった。それは、受け入れ農家の家族間の仲が良くなるという点である。受入れにあたっては、しぜんと家族間で役割分担を行うようになるため、必然的に会話が増え、これまで夫婦間の仲が悪かった家庭が良くなったり、嫁と姑の仲が良くなつたと話す家庭が少くないことが聞き取り調査により明らかになつた。また、「良い意味で沖縄時間が無くなっている」ということも前向きな意見として効果にあげられる。つまり、民泊の受け入れを始めてから、時間にルーズだった人々が時間をきちんと守るようになったということであり、民泊の副次的効果の多面性が確認された。

以上のように、民泊は多様な都市農村交流を促進させるツールの一つだけでなく、未利用農耕地の利用と合わせて農業の多面的機能の発揮に寄与することが明らかになった。

#### 4-3. 環境教育の場としての利用

農作業体験の環境教育的位置づけは、①自然とふれあう直接体験の場を作り、②地域の農業または農村の生活及び文化に関する知識を学ぶ機会を提供する点にある。さらには、③農用地その他の農業資源について学ぶことも可能であり、④特に沖縄においては赤土流失の問題を多面的に取り上げることが考えられる。

また現在、日本でも未利用農耕地が貴重な動植物の生息地として機能していることが知られている。そのため、未利用農耕地をビオトープとして利用するなど「生きもの」の視点から積極的に管理していくことも期待される。

#### 4-4. 生態的管理と景観保全

生物多様性の保全の視点から未利用農耕地の利用を考えた場合、農地の周辺に緑地帯を作ったり、花が咲く植物を植えたりすることも有効な利用方法である。これは同時に、耕作景観を作り上げ、その土地の自然環境と人間が巧みに共生した風土的景観としての農村・集落景観を保全することにも繋がっていくことが期待できる。



ヒマワリの塩害の様子



デントコーンの塩害の様子



シカクマメの塩害の様子

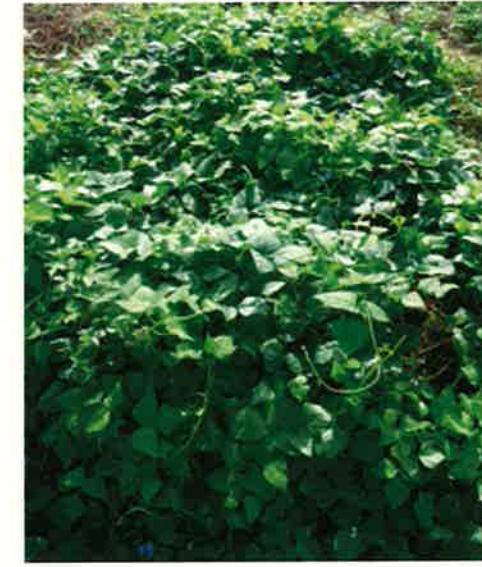
写真1 栽培植物の台風後の被害状況



支柱区



デントコーン混作区



地生え区

写真2 生育量調査時のシカクマメ生育状況

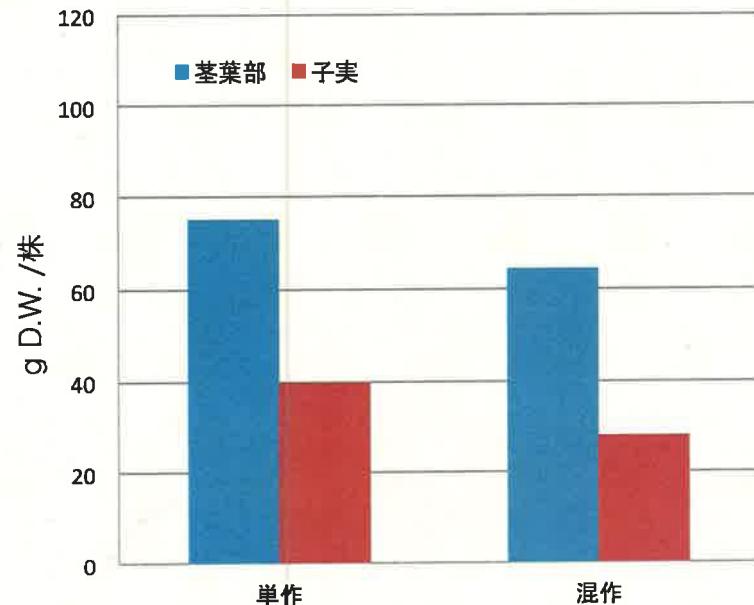


図1 デントコーンの生育量および収量(g/株)

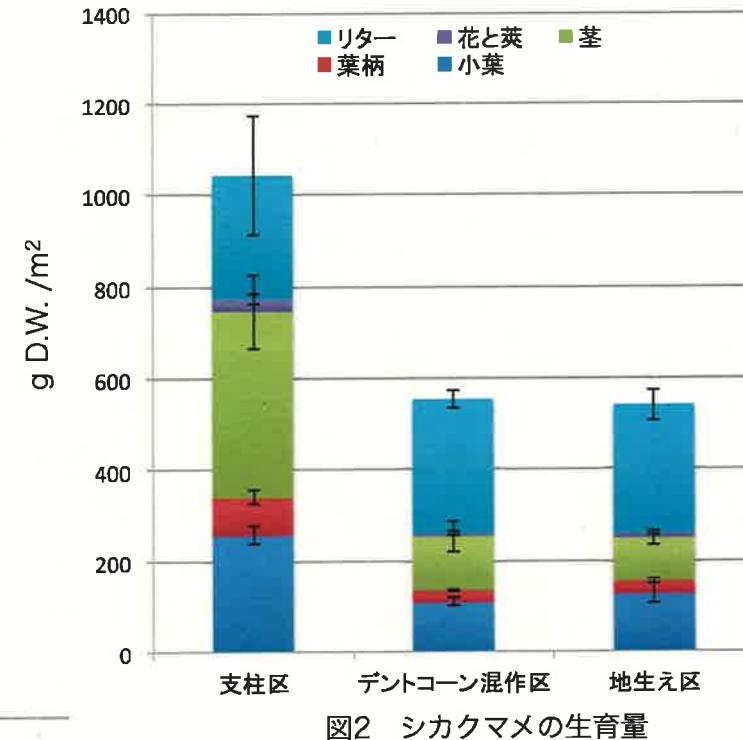


図2 シカクマメの生育量

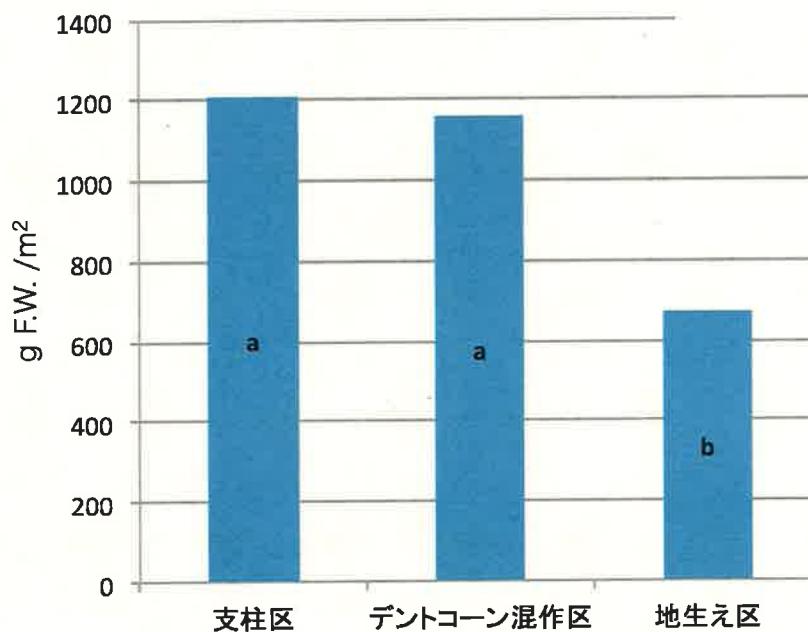


図3. シカクマメの若莢収量



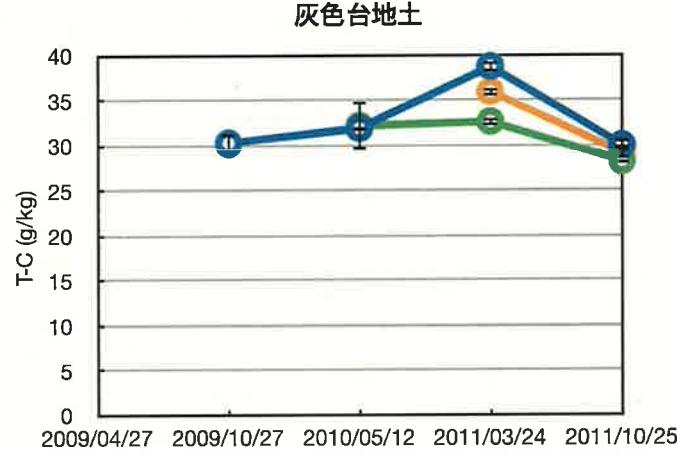
● 黄色土・不耕起 ● 黄色土・耕起+マメ ● 黄色土・耕起



● 赤色土・不耕起 ● 赤色土・耕起+マメ ● 赤色土・耕起



● 暗赤色土・不耕起 ● 暗赤色土・耕起+マメ ● 暗赤色土・耕起



● 灰色台地土・不耕起 ● 灰色台地土・耕起+マメ ● 灰色台地土・耕起

図4. 沖縄各種土壤の耕起法の違いによる全炭素含有率の推移

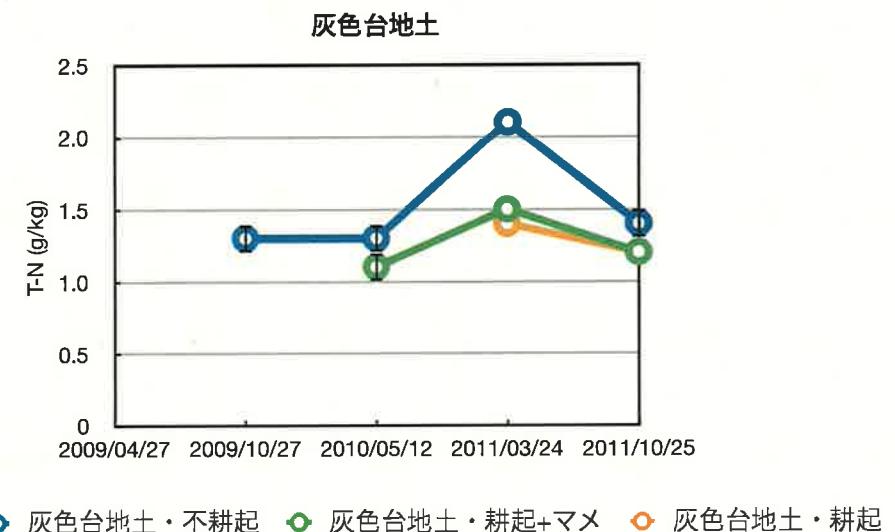
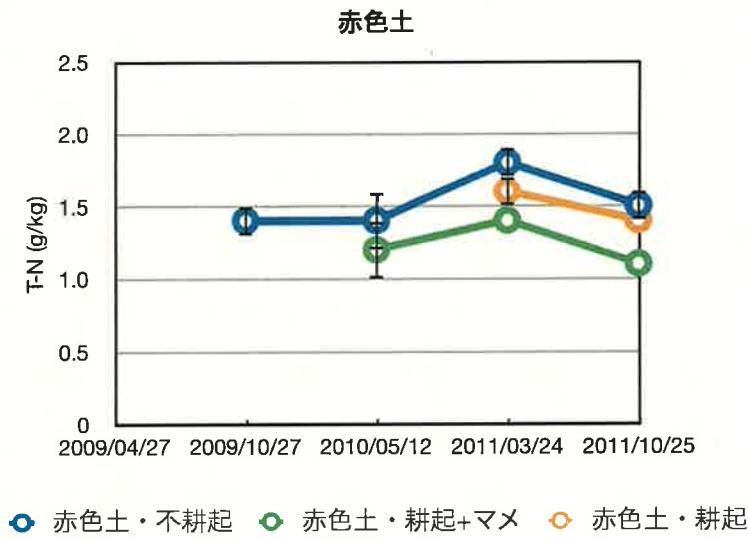
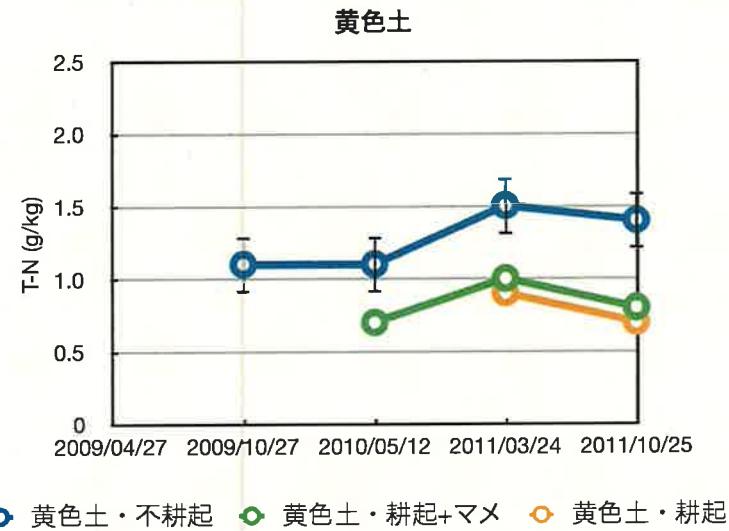


図5. 沖縄各種土壤の耕起法の違いによる全窒素含有率の推移

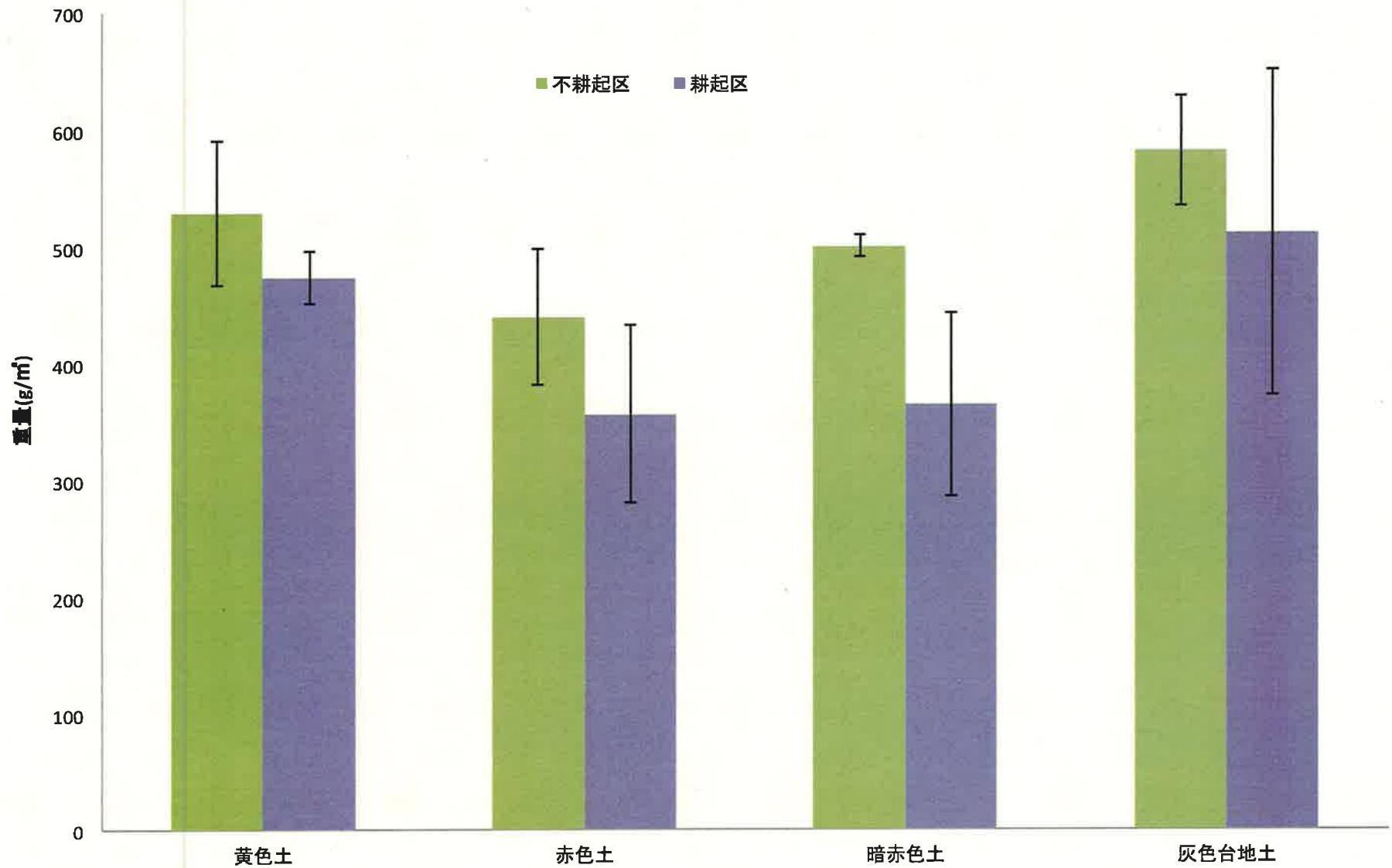


図5. 沖縄各種土壤の耕起法の違いによるラッカセイの地上部生育量

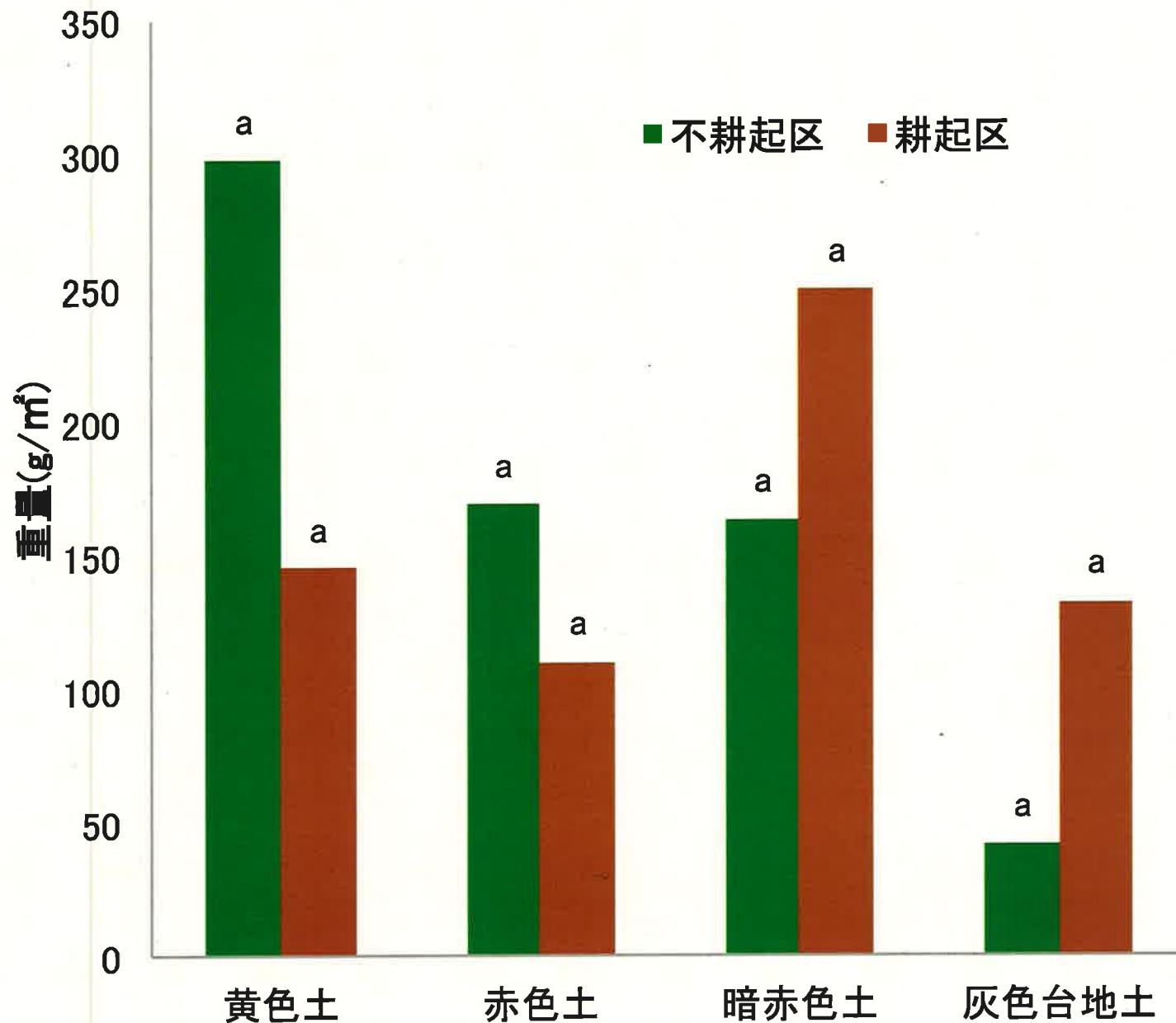


図6. 沖縄各種土壤の耕起法の違いによるラッカセイの子実収量

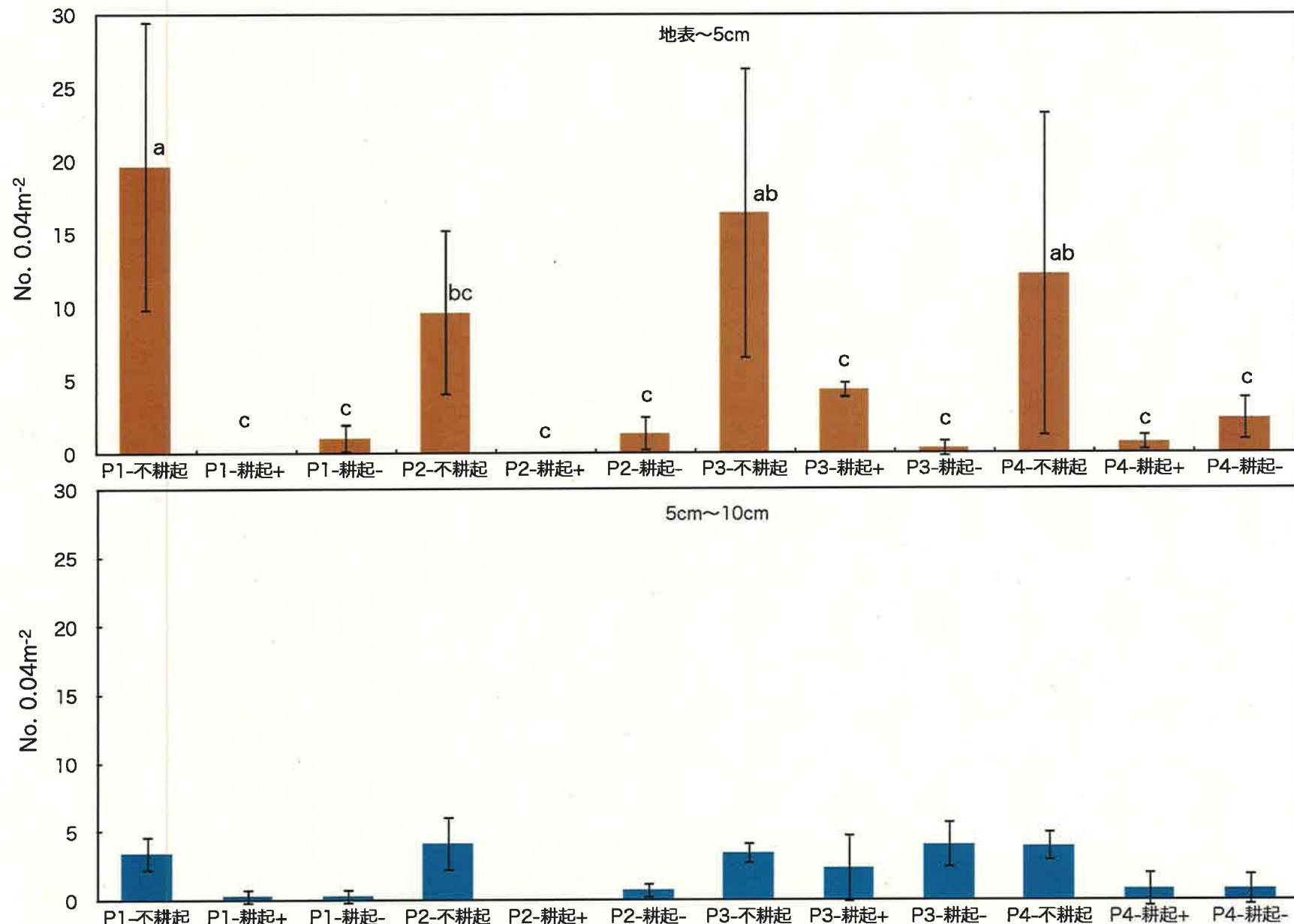


図7 各種土壤のミミズ数に及ぼす耕起法の影響

地表~5cm



5cm~10cm



写真3 ミミズによるライブポア



試験開始前の耕作放棄地の様子



除草後の様子  
(11月19日)



除草後約3週間目の様子



1月4日の状況



再生したチガヤとヘアリーベッチの生育状況

写真4-1 久高島の耕作放棄地の再生試験の状況



2月8日の状況

(ほぼヘアリーベッチが被覆しているが、一部にチガヤやアワユキセンダングサもみられる)



ヘアリーベッチ栽培圃場



隣接する耕作放棄地

3月9日の状況

写真4-2 久高島の耕作放棄地の再生試験の状況

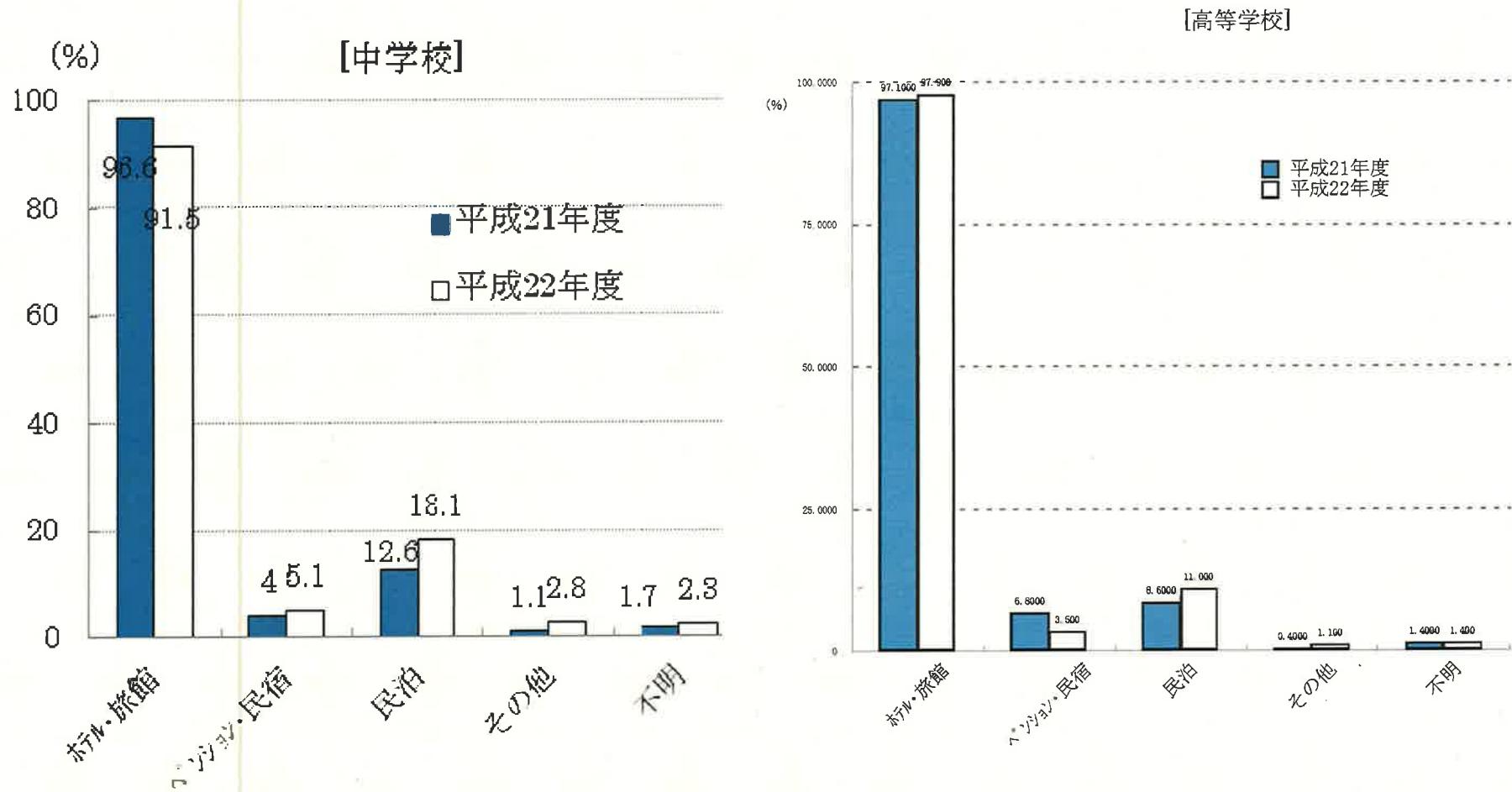


図8. 修学旅行の学校別宿泊先

出所 『平成22年度沖縄修学旅行動向調査報告書』沖縄コンベンションビューローより作成

沖縄料理体験の様子



出所：NPO島尻体験ネットワークwebサイト

さとうきび修学体験の様子



出所：さるかの会合同会社webサイト

写真5 農作業体験の様子