

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 9 月 7 日現在

機関番号：32658

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2013～2016

課題番号：25450028

研究課題名(和文) 熱帯・亜熱帯島嶼におけるヤムイモの種苗生産に関する研究

研究課題名(英文) Study on seed tuber production system on yam using vine propagation for adopting tropical and subtropical islands

研究代表者

菊野 日出彦 (KIKUNO, HIDEHIKO)

東京農業大学・国際食料情報学部・准教授

研究者番号：50638608

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,200,000円

研究成果の概要(和文)：ヤムイモはアフリカなどイモ食文化圏で重要な主食の一つであるが、その増殖率は穀類と比較すると非常に低いため増産や規模拡大が必要な場合、翌年の種イモの需要に全く対応できない。本研究では、亜熱帯島嶼の特殊な自然条件下である沖縄の宮古島で、日本国内外で利用可能なヤムイモ(ダイジョ)の大量種苗生産法の基礎技術の確立を行った。

挿し木苗の育成に適した環境条件(長日条件)を明らかにし、挿し木苗の機械移植が初めて実証した。挿し木苗と種イモ由来の植物体の生育比較を同一条件下で5品種を用いて行ったところ、それぞれの品種で同様の生育を示した。このことから挿し木苗を育種の品種選抜に利用できることが明らかとなった。

研究成果の概要(英文)：Yam is major staple food in West Africa, South Pacific islands or Caribbean islands, while in Japan or Southeast Asia yam is popular as a vegetable or processed foods. Planting materials of yam is tuber setts or whole tubers. But the multiplication rate is low compared with cereals so that it is difficult to rapidly increase production of yam if farmers want to expand planting area.

Appropriate culture condition for vine cutting of yam was cleared. For vine cutting, shoot formation will be enhanced under long day length. Depend on medium and varieties, the growth of vine cutting were varied. Mechanized vine propagation was verified for seed tuber production of yam. Comparing the growth of plants from vine cutting and mini-setts was carried out under same growth condition with manipulation of dormancy of tuber and growth of seedling. Both plants within each variety showed similar growth. This result showed plant from vine cutting can use for evaluation of varieties under yam breeding.

研究分野：熱帯作物、作物生理生態学

キーワード：ヤムイモ ダイジョ 挿し木繁殖 熱帯・亜熱帯島嶼

1. 研究開始当初の背景

ヤムイモはアフリカなどイモ食文化圏における重要な主食の一つであるが、その増殖率は低いため増産や規模拡大が必要となっても、翌年の種イモの需要に全く対応できないのが実情である。申請者はナイジェリアにある CGIAR の国際熱帯農業研究所(IITA)でヤムイモの挿し木による大量増殖技術の開発と確立に努め、その技術はビル&メリンダゲイツ財団支援の「Yam Improvement for Income and Food Security in West Africa」プロジェクトで西アフリカ各国の試験場に対する技術移転が既に始まっており、今後の更なる技術改良と普及が内外で期待されていた。

日本において、熱帯産のヤムイモに関する研究は、東京農業大学や鹿児島大学のグループが 15 年以上にわたって南太平洋島嶼から導入したヤムイモのダイジョについて研究を行っており、多くの実績があった。

申請者は、本研究申請時に東京農業大学の宮古亜熱帯農場の教員として採用され、IITA で研究してきたヤムイモの生理・生態学的研究や繁殖技術の研究を更に発展させ、島嶼環境という特殊な土壌や自然環境を考慮したヤムイモの安定した増殖・栽培方法の開発に携われる状況であった。

2. 研究の目的

ヤムイモは熱帯・亜熱帯のイモ食文化圏では重要な主食の一つであるが、その増殖率は低いため増産や規模拡大が必要となった場合、翌年の種イモの需要に対応できないのが実情である。本研究は、台風常襲・アルカリ土壌といった宮古島という亜熱帯島嶼の特殊な自然条件下で、沖縄ばかりでなくヤムイモを主食とする南太平洋・カリブ海島嶼国においても利用可能なヤムイモの大量種苗生産の基礎技術の確立を行うことを目的とする。具体的には、(1)挿し木苗の育成に適した環境条件の選抜、(2)挿し木苗を利用した種イモ・食用イモの栽培方法の確立、および(3)組織培養を利用した健全種苗の生産体制の確立の3つを柱として実施し、(1)挿し木法による種イモ生産のプロトコール、(2)挿し木苗の機械移植システムのプロトタイプの完成、そして(3)組織培養を利用した健全種苗の安定生産と遺伝資源の *in vitro* による保存の確立を目指す。

3. 研究の方法

研究課題は(1)挿し木苗の育成に適した環境条件の選抜、(2)挿し木苗を利用した種イモ・食用イモの栽培方法の確立、および(3)組織培養を利用した健全種苗の生産体制の確立の3つの課題を柱として実施した。具体的には研究方法は下記に示した。

(1)挿し木苗の育成に適した環境条件の選抜:

①挿し穂の採取時期の違いについて検討を

行った。4月に種イモの植え付けを行い長日条件下の6月頃と短日条件下の9月頃に挿し木を行い、得られた挿し木苗の生育について調査をした。試験は平成25および26年に実施した。

②熱帯・亜熱帯島嶼地域で利用可能な挿し穂の発根を促進する培地資材を選抜した。宮古島の心土、バーミキュライト、ココピート、もみ殻燻炭などの資材を単品または混合で混ぜた培地を作成し、試験に供した。試験は平成25および26年に実施した。

③ダイジョ80系統の品種間差異について挿し木繁殖を行い、生存率やその後の苗の生育について評価した。試験は平成25年に行った。

④ダイジョ (*D. alata* L.) の種イモと挿し木苗由来の植物体における生育特性の解析を平成27年度に実施した。供試材料はダイジョ5系統を用いた。種イモ由来の植物体と挿し木由来の植物体を同じ栽培条件下、特に同じ日長条件下で栽培するために、種イモの低温保存による休眠の抑制や高温処理による休眠打破を行い、種イモ由来の苗と挿し木由来の苗を同時期に育苗し、生育量・生育期間を揃えた。試験はポット試験とし、試験区は、それぞれ新しいシュートを有する挿し木苗および種イモ由来の苗のそれぞれに対照区(極少量の堆肥を含んだ低肥沃土壌区)と施肥区(極少量の堆肥と処理として窒素肥料を施した区)を設け、計4処理区とした。処理としての施肥は、尿素を用いて窒素 15 kg/10a-1 を定植後60日目(8月24日)および120日目(10月24日)の2回に分けて施用した。調査は生育調査および収量調査を行った。

(2) 挿し木苗を利用した種イモ・食用イモの栽培方法の確立:

平成25年度に挿し木苗育成の基礎情報(培地など)が得られたことから、平成26年度に得られた挿し木苗を野菜苗の移植機を用いて圃場に移植を行い、実証試験を行った。挿し木苗は生分解性のペーパーポットを利用した。活着率や収量調査を行った。

(3) 組織培養を利用した健全種苗の生産体制の確立:

保存品種全て(約150系統)の *in vivo* 植物体からの組織培養体の育成を平成26年度から平成28年まで継続して行った。また、生長点培養法の確立を平成27年度に実施した。

(その他):

ヤムイモ遺伝資源の収集・最新情報の交換や最終年度にナイジェリアの IITA を訪問し、今後当該研究が国際機関との連携や共同研究に繋がることを目指すことを目的に研究

成果についてセミナーを計画した。また、成果発表として国際学会での成果発表を検討した。

4. 研究成果

(1) 挿し木苗の育成に適した環境条件の選抜：

実験①および②では、挿し木繁殖に用いる培地の選定を行ってきた。本実験において、生存率は2013年の6月挿し木ではバーミキュライト培地の生存率が最も低く、これまでの報告と異なった。また、9月の挿し木では生存率は処理区間で差が見られなかったため、結果の違いは挿し木を行う時期の影響が考えられた。しかし、2014年7月と9月の挿し木では生存率は品種および培地の種類に影響を受けなかったことから、挿し木を行う時期も関係していたと考えられた。ヤムイモの挿し木を行う際、挿し穂の採取時期が挿し木苗の生育に影響を及ぼしており、本実験での挿し穂の採取時期は生存率には影響しなかったが、2013年および2014年ともに6月もしくは7月と9月ではシュート形成率が大きく異なり、9月挿し木ではほとんどシュートは形成されなかったことから、親植物の年齢がシュート形成に関与していることが認められた。

実験③では、茎長と塊茎生体重の間には正の相関が見られ、地上部生長量の大きい品種を選抜すれば収量性の高い品種が得られることが示唆された。品種間においては、ばらつきが大きく、供試品種に多様性があることが示唆された。その中で特徴的なものをAからDの4つのグループに分けた。Aは葉数が少なく、塊茎生体重も小さいもの、Bは葉数が多く、塊茎生体重も大きいもの、Cは葉数が多いものの塊茎生体重は小さいもの、そして、Dでは葉数は少ないが、塊茎生体重は大きいものに分類した。AとBのグループは葉と塊茎生体重が比例して生育するタイプであり、特にBは生長量の大きい早生品種の可能性が考えられた。また、Cグループは葉数が多いのに対し塊茎生体重は大きくないことから、晩生品種の可能性が考えられた。一方、Dグループは葉数が少ないのに対し塊茎生体重が大きいことから早生品種かつ高い生産能力を保持している品種である可能性が示唆された。ヤムイモの品種間差異に関する研究は複数報告されているが、80もの品種を用いて挿し木繁殖で差異を検討したものはこれまでない。本研究の結果から、挿し木繁殖法は品種の検定に利用が可能と推察された。

実験④では、各系統内における種イモ由来の植物体と挿し木苗由来の植物体の生育の差異を比較した。対照区の低肥沃土壌下では、系統によって地上部生育に差はあるものの塊茎数、塊茎生体重および塊茎乾物重はすべての系統において種イモ由来と挿し木苗由来の植物体の間に差はみられなかった。一方、施肥区内では種イモと挿し木苗由来の植物

体との間に系統によって生育の差が見られた。種イモと挿し木由来の植物体のそれぞれについて窒素施用の影響について検証したところ極少量の堆肥を含んだ低肥沃土壌区（対照区）とその低肥沃土壌に窒素（尿素）を施用した施肥区との間に、ほとんどの系統において地上部および地下部の生育に差はなく、窒素施用の明瞭な効果は認められなかった。

各形質における種イモと挿し木苗由来の植物体との相関関係をみたところ、SPAD値、塊茎生体重および塊茎乾物重について対照区内で高い相関関係が認められた。対照区（低肥沃土壌条件下）における挿し木苗由来の植物体の生育は種イモ由来の植物体と同程度であったことから、挿し木苗はそのような条件下（堆肥などによる最低限の施肥条件下）では種イモと同等に品種の評価、特に農業形質で最も重要な塊茎収量の評価に利用できる可能性が示唆された。また、種イモ由来の植物体から得られる塊茎と同等の塊茎を挿し木苗由来の植物体は生産することから、挿し木苗は品種の安定的な大量増殖に利用できることが確認された。

(2) 挿し木苗を利用した種イモ・食用イモの栽培方法の確立：

ダイジョの生産を拡大するためには生産の機械化が不可欠である。ナガイモなどでは機械化栽培がすでに行われている（オホーツク網走農業共同組合、HP）。本実験では、2014年7月28日に挿し木を行い、挿し木後40日目に圃場に移植した。移植には移植機操作者と苗を機械にセットする者、および苗を渡す者の3名が必要であるが、人力移植の1/5の速さで移植出来ることが判った。

本実験では、7月下旬に挿し木を行ったことから、挿し木を移植した9月上旬には挿し穂の生育段階が茎葉伸長期から塊茎の肥大成長期に切り替わったと推察された。従って、挿し穂が塊茎の肥大成長期に切り替わる前の茎葉伸長期に挿し木をすることにより、挿し木苗の地上部の生育を促し、地下部塊茎の肥大生長を促進すると考えられる。

今後収量を増加させるには挿し木苗の茎葉伸長期に挿し木を行うことやペーパーポットのサイズの拡大を行うことにより、機械化移植による挿し木苗の大量種苗生産は十分に可能であると推察された。なお、挿し木苗の機械化移植の実証試験は世界初のものである。

(3) 組織培養を利用した健全種苗の生産体制の確立：

保存品種全て（約150系統）の*in vivo*植物体からの組織培養体の育成を平成26年度から平成28年まで継続して行った。また、生長点培養法の確立を平成27年度に実施した。

(その他)：

ヤムイモ遺伝資源の収集・最新情報の交換として、ヤムイモ遺伝資源を保存している鹿児島大学、国際農林水産業研究センター(石垣島)より遺伝資源の移譲を行った。

農大宮古亜熱帯農場を、ヤムイモを研究している日本内外の大学や研究機関、民間等が利用できるヤムイモ遺伝資源の保存拠点化に繋げることを行った。

平成 27 年度 7 月から 8 月にナイジェリアの IITA を訪問し、今後当該研究が国際機関との連携や共同研究に繋がることを目指すことを目的に研究成果についてセミナーを行った。平成 27 年度および 1 年延長後の平成 28 年度に成果発表として国際学会である東南アジア国際農業学会 (ISSAAS) で成果発表を行った。

平成 26 年度にフィジーからの研修生 (別予算) に対し On the Job 形式で挿し木繁殖技術について研修を行った。帰国後フィジーの離島 (ガウ島) で挿し木の実証試験を行い、成功した。南太平洋島嶼での利用の可能性が実証された。

また、平成 28 年度 3 月に日本熱帯農業学会で学会奨励賞を、本研究課題の挿し木繁殖法を用いた「熱帯産ヤムイモ (*Dioscorea* spp.) の休眠制御を利用したオフシーズン栽培に関する研究」で受賞した。

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 5 件)

- ① H. Shiwachi, H. Kikuno, J. Ohata, Y. Kikuchi and K. Irie
Growth of water yam (*Dioscorea alata* L.) under alkaline soil condition
Tropical Agriculture and Development, 査読有, 59 No 2, 2015, 76-82
- ② H. Kikuno, H. Shiwachi, Y. Hasegawa, J. Ohata and R. Asiedu
Effect of nitrogen application on off-season yam cropping after lowland rice in a derived savanna zone in Nigeria
Tropical Agriculture and Development, 査読有, 59 No 3, 2015, 146-153
- ③ R. Matsumoto, H. Kikuno, O.S. Akoroda, A.J. Lopez-Montes and H. Shiwachi
Growth and productivity of tubers originated from vine cuttings-Mini-seed tuber in yams (*Dioscorea* spp.)
Tropical Agriculture and Development, 査読有, 59 No 4, 2015, 207-211
- ④ A. Q. Rezaei, H. Kikuno, K. Sugiyama,

P. J. Park, M. Onjo and H. Shiwachi
Effect of nitrogen fertilizer on growth of the Lesser yam (*Dioscorea esculenta* L.)

Tropical Agriculture and Development, 査読有, 60 No 3, 2016, 185-190

- ⑤ K. Takada, H. Kikuno, P.K. Babil, K. Irie and H. Shiwachi
Water yam (*Dioscorea alata* L.) is able to grow in low fertile soil conditions
Tropical Agriculture and Development, 査読有, 61 No 1, 2017, 8-14

[学会発表] (計 7 件)

- ① K. Takada, H. Kikuno, M. Ikenaga, M. Sakai, M. Onjo, B. J. Park, P.K. Babil and H. Shiwachi, Study on biological nitrogen fixation associated with water yam (*Dioscorea alata* L.)
ISSAAS 2015 November 07-09, Tokyo Nodai (Tokyo Setagaya)
- ② M. Matsumoto, H. Kikuno, A. Lopez-Montes, B. Gueye, M. Onjo, B. J. Park, P.K. Babil and H. Shiwachi
Characterization of artificial-polyploid plants on white guinea yam (*Dioscorea rotundata* Poir.)
ISSAAS 2015 November 07-09, Tokyo Nodai (Tokyo Setagaya)
- ③ H. Kikuno, S. Mizuno and H. Shiwachi, Study on vine propagation for seed tuber production of water yam (*Dioscorea alata* L.)
ISSAAS 2015 November 07-09, Tokyo Nodai (Tokyo Setagaya)
- ④ A. Q. Rezaei, H. Kikuno, K. Sugiyama, P. Babil, B. J. Park, M. Onjo, and H. Shiwachi, Effect of nitrogen fertilizer on growth of the lesser yam (*Dioscorea esculenta* L.) 日本熱帯農業学会第 119 回講演会
2016 年 3 月 23~24 日, 明治大学農学部・東京
- ⑤ 高田花奈子・菊野日出彦・池永誠・境雅夫・遠城道雄・朴炳宰・B. Pachakkil・志和地弘信
ダイジョに内生する窒素固定細菌に関する研究 日本熱帯農業学会第 119 回講演会
2016 年 3 月 23~24 日, 明治大学農学部・東京

()

⑥ N. Miwa, H. Kikuno and H. Shiwachi,
Evaluation of the growth of water yam
(*Dioscora alata* L.) plants cultured by
seed tuber and vine cutting
ISSAAS, 2016 November 5-7 Vietnam
National University of Agriculture
(Hanoi, Vietnam)

⑦ 菊野日出彦 熱帯産ヤマイモ (*Dioscorea*
spp.) の休眠制御を利用したオフシーズ
ン栽培に関する研究、日本熱帯農業学会、
日本大学 (神奈川県、藤沢市)、学会奨励
賞

[図書] (計 件)

[産業財産権]

○出願状況 (計 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 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

① H. Kikuno, Current trends in yam
research at the Tokyo University of
Agriculture focus on results from
Miyako-jima, Okinawa
IITA Western Africa Seminar Series,
2015 July 29 IITA (Ibadan Nigeria)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

菊野日出彦 (KIKUNO Hidehiko)
東京農業大学・国際食料情報学部・宮古亜熱
帯農場・准教授
研究者番号：50638608

(2) 研究分担者

研究者番号：

(3) 連携研究者

志和地弘信 (SHIWACHI Hironobu)
東京農業大学・国際食料情報学部・国際農業
開発学科・教授
研究者番号：40385505

(4) 研究協力者

松本亮 (MATSUMOTO Ryo)
IITA: International Institute of Tropical
Agriculture (国際熱帯農業研究所)・研究開
発部 (R4D)
研究員