

機関番号：16301

研究種目：基盤研究 (B)

研究期間：2007～2010

課題番号：19405023

研究課題名 (和文) サゴヤシの生育環境と生育特性およびデンプン生産性との関係

研究課題名 (英文) Effects of environmental conditions on growth characteristics and starch productivity in sago palm

研究代表者

吉田 徹志 (YOSHIDA TETSUSHI)

愛媛大学・連合農学研究科・教授

研究者番号：10145112

研究成果の概要 (和文)：サゴヤシは樹幹に多量のデンプンを蓄積し、新たな食料・工業原料・飼料としての利用開発が期待される資源作物である。熱帯低湿地に広がる強酸性・貧栄養土壌においても生育可能であるが、その根系発達や養分吸収特性については明らかでない。本研究では、インドネシアおよびマレーシアの異なる環境条件下でサゴヤシ根系の分布および養分吸収特性を調査し、デンプン生産性との関係を解析した。

研究成果の概要 (英文)：A large amount of starch of sago palm is accumulated in the trunk, and possibly introduced as food ingredient, feeding stuff and industrial materials. Sago palm grows on highly acidic soil and oligotrophic soil widely spread in tropical lowland swamp, but the root development and nutrient absorption have not been studied. In this study, the characteristics of root distribution and nutrient absorption in sago palm were examined in relation to the starch production at different areas in Indonesia and Malaysia.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2007年度	2,600,000	780,000	3,380,000
2008年度	2,200,000	660,000	2,860,000
2009年度	2,200,000	660,000	2,860,000
2010年度	2,100,000	630,000	2,730,000
年度			
総計	9,100,000	2,730,000	11,830,000

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：熱帯作物、サゴヤシ、デンプン、環境保全、根系発達

1. 研究開始当初の背景

サゴヤシは東南アジアからメラネシアの広い地域にわたって分布し、他の作物の生育に適さない不良土壌でも生育可能であり、デンプン生産力が高く (従来の報告例では、乾燥デンプンで 100～500kg/本)、環境変動が予想される 21 世紀において、安定的なデンプン資源作物として注目されるべきである。生産されたデンプンは、一部の地域では現在も主要な主食作物として利用されているが、

今後さらに、主食としての利用以外に、パン、めん類や和洋菓子、水産業製品の食料原料として有望なものと考えられている。また、近年では、その高いデンプン生産力が石油代替エタノール生産の新バイオマス資源や生分解性プラスチック原料として注目され、マレーシア・サラワク州やインドネシア・リアウ州の泥炭質土壌地帯で大規模なプランテーション開発が進行中である。

サゴヤシのデンプン生産性や一般的なデ

ンブン特性に関しては、環境条件や樹齢との関係などについて、かなりの成果が報告されているが、これらの報告は、限られた地域での、限られたサゴヤシの種類に関する調査である。サゴヤシ起源地であるニューギニア島においては、多数の変種が確認されており、デンブンの生産性やデンブン特性についても変異に富むものと推定され、さらにマレーシアまで広く分布するサゴヤシの多様性と生育環境要因との関係について学術的調査研究が望まれるが、これまでは、このような関係を解明するための研究例は極めて少ない。

2. 研究の目的

サゴヤシのデンブン収量の差異は地下部の根の生育やその機能の差異を通して発現するものと考えられる。サゴヤシの根系はサッカーや茎(幹)から発生する多数の不定根と、それから分枝した側根によって形成されるひげ根型根系である。サゴヤシの根系は、巨大な地上部を支え、多量の養水分を供給する役割を果たしており、根系の全体像を明らかにすることは、施肥などの栽培管理を確立する上で重要である。

しかし、サゴヤシは地上部が巨大であることに加えて、その多くが地下水位の高い低湿地で生育するため、根系の調査は困難である。これまでにサゴヤシの根の発達と伸長に関する報告や、根量の土壌による差異が報告されてきたが、いずれも幼植物や幹立ち前の個体に関する報告であり、また、樹齢による差異についての報告があるが、変種の影響が不明瞭であった。さらに根から無機成分の吸収は乾物重およびデンブン生産と密接に関係すると考えられるが、サゴヤシの収穫に至るまでの個体全体の乾物総量および無機成分の吸収総量は明らかではなかった。

そこで本調査では、サゴヤシの根系発達の分布を定量化し、樹齢、地域および変種の間で比較するとともに、これらの中で根の無機成分含有率の差異を明らかにした。また、デンブン生産の基礎となる個体当たりの全乾物重および乾物生産に要する総無機成分吸収量を定量し、その変種間差異を明らかにした。

3. 研究の方法

(1) 根系発達 — 樹齢、地域および変種による比較 —

調査を Jayapura、Ambon、Mukah および Kendari の 4 地域で、それぞれ 2007、2008、2009 および 2010 年に行った。調査個体として、樹幹形成初期の幹立ち後 2 年、樹幹長 2m の個体、および花梗が形成され開花直前の収

穫期の個体を選定した。これらの 4 地域 4 年間で計 23 本を調査した。

根系調査を塹壕法により行った。サンプル個体の採取位置を母樹および吸枝の反対側に設定し、それらから発生する根の影響を避けた。樹幹基部から水平方向へ 0m(樹幹直下)、1m、2m の 3 地点について、深さ 0~90cm までの 0-30cm、30-60cm、60-90cm の 3 層から 30cm×30cm×30cm の土壌ブロックを採取した。各土壌ブロックから根を取り出し、水洗後、余分な水分をふき取り、生重を測定した。また、一部の根のサンプルについて生重を測定した。髓部、葉および根の一部のサンプルについて簡易乾燥機を用い 80℃ で 2 日以上乾燥し、日本に持ち帰り、乾物重を測定し、粉碎した。髓部、葉および根の一部を秤量後、窒素(N)、リン(P)、カリウム(K)、マグネシウム(Mg) およびカルシウム(Ca)を定量した。

(2) 無機成分の総吸収量および分配

Jayapura 近郊スタニ湖畔のサゴヤシ園で調査を行った。調査対象は農家で栽培している 4 変種 Para、Yepha、Pane、Rondo 各 1 本、野生変種の Manno 2 本の計 5 変種 6 個体とした。樹幹をチェーンソーで伐採後、葉の上、中、下位葉の小葉、葉軸および葉柄+葉鞘を採取し、各生重を測定し、それらの平均値に生存葉数を乗じて生存葉全体の重量を推定した。その後、簡易乾燥機で乾燥し、日本に持ち帰り、乾燥機を用いて 60℃ で 2 日間以上乾燥し、乾物重を測定した。樹幹については、4 等分し、それぞれ長さ 50cm の丸太(ログ)を切り出し、生重を測定した。各ログより厚さ 3cm のディスクを切り出し、ディスクから髓部および樹皮の一部を採取し、生重を測定した。その後、簡易乾燥機で乾燥し、日本に持ち帰り、乾燥機を用いて 60℃ で 2 日間以上乾燥し、乾物重を測定した。デンブンは樹幹の上、中および下位の髓部を採取し、ミキサーを用いて抽出した。採取した小葉、葉軸、葉柄+葉鞘、樹皮および髓部の乾物試料を粉碎し、N、P、K、Mg、Ca を測定した。

4. 研究成果

(1)-① 根系発達 — 樹齢、地域および変種による比較 —

サゴヤシ樹の生育とともに、全根乾物重は増加し、幹立ち後の 5 年間の増加が顕著であった。泥炭質土壌より無機質土壌でサゴヤシの生育が良好であることが認められており、全根乾物重は、無機質土壌で顕著に多く、根の枯死割合は土壌環境によって顕著に差異がみられ、無機質土壌では、幹立ち後に表層

の分布割合が高くみられた。これらの結果は両土壌の硬度や肥沃度の差異によるもので、特に、交換性陽イオンや微量元素の差異に起因することを示している。

両土壌環境とも、根量は樹幹直下で多く、サゴヤシ樹の生長とともに増加したが、幹立ち前までは地表を水平方向に伸長し、幹立ち後には垂直方向に伸長する傾向がみられ、細根（直径 2mm 以下）は表層に多く分布し、中、太根（直径 2mm 以上）は深層に集積することが認められた。また、樹幹から 1、2m の位置では、成熟後期に分布割合の減少傾向がみられた。これらの結果より、幹立ち後には水平方向への根系伸長が抑制されることが考えられた。

以上の根系発達の調査結果より、サゴヤシの根系は樹齢の進行に伴い水平方向から垂直方向に相対的に伸長するが、その傾向には変種間差がみられること、また、根重は樹幹形成初期に変種間差、地域間差がみられなかったが、収穫期の Molat と Rotan の変種間で有意に異なり、このことが Mukah と Kendari 間の有意な地域間差を生じさせたと考えられた。

(1)・② 根系発達に伴う無機養分の分配

根の無機成分含有率は樹齢、地域、変種の間で有意な差があり、同様の傾向が髓部、葉でも認められることが示された。また、根の乾物分配が多い表層では深層より N 含有率が高く、P 含有率が低いこと、樹幹基部の 0m では 1m および 2m より K 含有率が高く、P、Ca 含有率が低いことが示された。このような水平・垂直濃度分布には変種間差は認められず、ほぼ変種間で共通の傾向であるものと考えられた。

(2) 無機成分の総吸収量および分配

個体当たりの無機成分含有量は、栽培変種の平均で $K(8091g/palm) > N(2287g/palm) > Ca(1598g/palm) > Mg(745g/palm) > P(656g/palm)$ であり、野生変種より高かった。また、栽培変種間の CV は $P(83\%) > K(78\%) > N(58\%) > Ca(56\%) > Mg(48\%)$ であった。栽植間隔を 10m×10m とすると、ha 当たりの無機成分吸収量は K(809kg/ha)、N(229kg/ha)、Ca(160kg/ha)、Mg(75kg/ha)、P(66kg/ha) と推定された。

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 8 件)

- ① Y. Yamamoto, F. S. Rembon, K. Omori, T. Yoshida, Y. Nitta, Y. B. Pasolon and A. Miyazaki, Growth characteristics and starch productivity of three varieties of sago palm (*Metroxylon sagu* Rottb.) in Southeast Sulawesi, Indonesia, Tropical Agriculture and Development, 査読有、Vol. 54、2010、1-8.
- ② Y. Yamamoto, K. Omori, A. Miyazaki, and T. Yoshida, Changes in the composition and content of sugars in the pith during the growth of sago palm, SAGO PALM, 査読有、Vol.18、2010、41-43.
- ③ F. S. Rembon, Y. Yamamoto and Y. B. Pasolon, Effects of soil types and water regimes on the early growth of sago palm (*Metroxylon sagu* Rottb.) seedlings, SAGO PALM, 査読有、Vol. 18、2010、28-40.
- ④ F. S. Rembon, Y. B. Pasolon and Y. Yamamoto and T. Yoshida, Physicochemical properties of the soils on sago palm (*Metroxylon sagu* Rottb.) growing areas around Kendari, Province of Southeast, Sulawesi, Indonesia, SAGO PALM, 査読有、Vol. 18、2010、6-18.
- ⑤ 山本由徳、地域から世界に向けたバイオ燃料戦略、熱帯農業研究、査読無、3 巻、2010、98-102.
- ⑥ A. F. Irawan, Y. Yamamoto, A. Miyazaki, T. Yoshida and F. S. Jong, Characteristics of suckers from sago palm (*Metroxylon sagu* Rottb.) growth in different soil types in Tebing Tinggi Island, Riau, Indonesia, Tropical Agriculture and Development, 査読有、Vol.53、2009、103-111.
- ⑦ A. F. Irawan, Y. Yamamoto, A. Miyazaki, T. Yoshida and F. S. Jong, Characteristics of sago palm (*Metroxylon sagu* Rottb.) suckers from various mother palm at different growth stages in Tebing Tinggi Island, Riau, Indonesia, Tropical Agriculture and Development, 査読有、Vol.53、2009、1-6.
- ⑧ Y. Yamamoto, P. Hardaning, A. Miyazaki, N. Haska and T. Yoshida, On a sago palm (*Metroxylon sagu* Rottb.) mini-plantation in Bogor, Indonesia, SAGO PALM, 査読有、Vol.15、2007、29-33.

[学会発表] (計 13 件)

- ① 渡邊大介、宮崎 彰、吉田徹志、山本由徳、他 3 名、サゴヤシ(*Metroxylon sagu* Rottb.) の根系発達と地上部生長の関係、

日本熱帯農業学会、2011年3月（開催中止）、明治大学

- ② 宮崎 彰、渡邊大輔、吉田徹志、他5名、樹齢に伴うサゴヤシ根系の発達およびその無機成分含有率の変化、日本熱帯農業学会、2009年10月17日、三重大学
- ③ 宮崎 彰、吉田徹志、他4名、樹齢に伴うサゴヤシ根系の発達 —インドネシア・リアウ州トゥビンティンギ島およびスラウェシ南東部州クンダリの比較—、サゴヤシ学会、2009年6月20日、東京農工大学
- ④ A. F. Irawan、山本由徳、宮崎 彰、吉田徹志、サゴヤシ実生の初期生育期間における多量及び微量養分欠乏への対応、サゴヤシ学会、2009年6月20日、東京農工大学
- ⑤ 宮崎 彰、吉田徹志、山本由徳、他6名、樹齢に伴うサゴヤシの根系発達 —塹壕法による調査—、日本熱帯農業学会、2008年3月29日、玉川大学

図書（計1件）

- ① サゴヤシ学会編 編集委員長 山本由徳、サゴヤシ 21世紀の資源植物、京都大学学術出版会、総ページ数390、2010年

6. 研究組織

(1) 研究代表者

吉田 徹志 (YOSHIDA TETSUSHI)
愛媛大学・連合農学研究科・教授
研究者番号：10145112

(2) 研究分担者

山本 由徳 (YAMAMOTO YOSHINORI)
高知大学・教育研究部自然科学系・教授
研究者番号：00093956

(3) 研究分担者

宮崎 彰 (MIYAZAKI AKIRA)
高知大学・教育研究部自然科学系・准教授
研究者番号：00304668