

サゴヤシの澱粉生産性に関する調査研究

—パプアニューギニアにおける1調査事例—

下田博之*・斉藤邦行*¹・A. P. パワー*²

* 前・東京農工大学 〒359 埼玉県所沢市久米1901(自宅)

*¹ 岡山大学農学部 〒700 岡山県岡山市津島中1-1-1

*² Chervon Niugini Pty Ltd., P.O. Box 342, Port Moresby, Papua New Guinea

要約 サゴヤシの澱粉生産性に関与する要因のうち、1) 幹立ち後収穫期(花器形成開始期)までの年数、2) 樹齢別・樹高別の澱粉含有量について、Papua New Guinea, Sepik州での調査事例を基に検討考察した。1981年にサッカーを移植したサゴヤシ苗の追跡調査から、調査地のサゴヤシは移植されたサッカーが幹立ち後、速い株で10年、遅い株では16年後に収穫期を迎えることが確認された。また髄中の澱粉は、幹立ちの2.5-3年後から幹の基部より蓄積を開始し、次第に頂部に向かって蓄積して、8年後には最頂部を除いて樹高別の含有率はほぼ一定となることを認めた。

キーワード サゴヤシ、澱粉含有量、幹立ち後年数、パプアニューギニア

Investigation Studies on the Starch Productivity of Sago Palm: A Case Study in Sepik Basin, Papua New Guinea

Hiroyuki Shimoda*, Kuniyuki Saitoh*¹ and A.P. Power*²

* Tokyo University of Agriculture and Technology, Fuchu, Tokyo 183, Japan

*¹ Faculty of Agriculture, University of Okayama, Tsushimanaka, Okayama 700, Japan

*² Chervon Niugini Pty Ltd., P.O. Box 342, Port Moresby, Papua New Guinea

Abstract The duration of trunk growth stage (after the completion of rosette stage until the initiation of flowering), and starch accumulation in different trunk age and different trunk height of sago palm were investigated in Sepik basin, Papua New Guinea, in 1992.

The major findings are as follows.

1) Based on the observation of seedlings transplanted in 1981, it was ascertained that the duration of trunk growth stage was 10 years in the earliest variety and 16 years in the latest variety.

2) In two and half or three years after the initiation of trunking, starch accumulation initiated from the basement of trunk, and succeeded its accumulation to the upper part for the following approximately 5 years. After then, the starch content ratio reached almost a plateau inside the trunk except the uppermost part.

Key words: Sago palm, Starch content, Trunk stage duration, Papua New Guinea

はしがき

筆者らは1982-1985年の間、Papua New GuineaのSepik川下流域のサゴヤシ林の自然環境、サゴヤシの変種群と生育相、澱粉含有量などの調査を行ってきたが(下田ら1990, 1992a, 1992b)、1992年に日本学術振興会熱帯生物資源研究基金から研究助成を得て再度現地を訪れ、その後のサゴヤシ林の状況を調査し、いくつかの新たな知見を得たので、その一部をここに報告する。

調査の目的

今回の調査では、従来の調査の追跡ならびに補完調査を主目的として、以下の調査を行った。

1) サゴヤシの1樹幹に蓄積される澱粉の量に関与する要因には、生育地の土壌、変種または品種の違い、管理の有無や管理の集約度などがあげられる。そして、その単位面積当たり収量に関与する要因は、栽植本数と年間収穫幹数、苗の植え付け後収穫までの年数などである。

1982年から1985年までの澱粉収量調査における収穫(調査)幹の「収穫まで年数」については、すべて住民の推定によらざるを得なかった。幸い現地で調査を開始した前年の1981年に、現地人が35株のサッカー苗を移植した小サゴヤシ園があり、その後の生育状況を追跡調査してきた(下田ら1992b)。その後7年経過した時点での生育状況を調査し、あわせて1985、1986年に著者の1人であるPowerが、それ以前の草地に新たにサッカー苗を移植した園も観察して、この地域のサゴヤシの移植から収穫までの年数を推定した。

2) 幹当り澱粉収量については、すでに多くの調査例があるが、その中で樹齢により幹・髄中の澱粉含有量がどのように変化するかについては、なお調査例を増やすことが必要である。そこで、今回の調査もこの点に焦点をおいて行った。

調査地ならびに調査法

1. 調査地

調査地は、Papua New Guinea 国の East Sepik 州下流域の Towey 村周辺のサゴヤシ林である(図1, 2)。

2. 調査方法

幹立ち状況については、現場での観察と現地住民の経験による判断をもとに行った。

澱粉抽出法と粗澱粉量の測定は、切り倒した幹の樹皮を剥ぎ、1.0 m ないし 1.5 m の高さごとに輪切りに切断して、断面から所定の部位の髄を土壌サンプラー (100 cc) で採取した。それを現地の室内に持ち帰って小型電動ミキサーで粉碎し、200 メッシュのふるいで濾過し、濾液を1晩静置した後上澄み液を捨て、沈澱した粗澱粉を採取し、風乾したものを日本に持ち帰った。それを105°Cで2昼夜再乾燥した後に粗澱粉量を測定し、その他必要な成分分析を行った。

調査結果と考察

1. サッカー移植後幹立ち・収穫までの年数について

(1) Imbuando 村のサゴヤシ林調査

調査移植林は1981年に村人が、野生のサゴヤシと樹木が混生した広い混交林の一部をスポット的に、澱粉多収の変種だけで構成するサゴヤシ林にするため全面伐開し、その空地に35株のサッカーを植え付けたものである。植え付け後は特に管理もせず、収穫期に達するのを待った。このような形態のサゴヤシ林が散在するのが、この地域の特徴である。著者らは、このようなサゴヤシ林を半栽培のサゴヤシ林と呼んでいる。当初はその区画が明確であったものが、今回の調査では境界が明確でなくなり、

個別の調査に支障をきたした。これは、移植苗が大きく生長したことと、植え付け前に切り倒した野生のサゴヤシ種の中に再生した株などがあって、これまで調査を続けてきた株で、その変種名も明確に識別できる株は19株に過ぎなかった。

前回までの調査で、最も生長の速い株で移植後4年で幹立ちに達するが、6年後もお口ゼット期におかれた株もあり、個体間変異の大きいことが明らかになった。

今回の調査対象になった移植11年後の19株についての調査結果は表1の通りである。すでに収穫された幹を

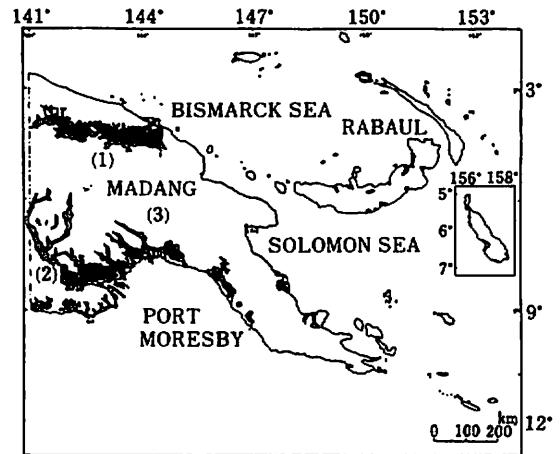


Fig. 1. Major distribution of poorly drained and swampy alluvial areas in PNG (by P. Bleeker¹⁾)

Notes: major rivers: (1) Sepik, (2) Fly, (3) Kikori.

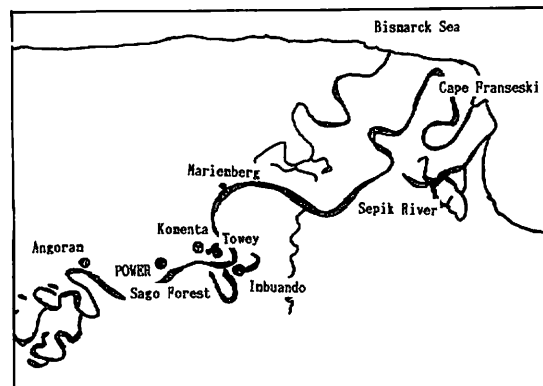


Fig. 2. Sepik River basin and location of the survey point.

持つ株は3株で、その内の2株は Makapun (短い刺のある変種で、この地域には他の変種に比して少ない)と呼ばれる変種であった。Makapun は、移植後1年目から他の2変種に比較して生長の速いことが知られていたが、収穫期(住民は通常、幹の高さ、頂部にある10数枚の葉の傾き状態などから花器形成が始まったと判断し、それ以後開花までの間に収穫する)に達するの最も速い変種で、サッカー移植後で10-11年、幹立ち後で5-6年で収穫期に達することが観察された。

未だ収穫期に達した幹を持たない株では、その内の9株が今後1-2年後(サッカー移植後12-13年)で収穫期を迎えると推定された。それよりもさらに遅れて、最も遅いものでは5年後(移植後16年)までの間に、ようやく収穫幹を得られると予想される株も6株あり、ここでも個体差の大きいことが明らかとなった。

結論的には、本地域のサゴヤシは、最も速い株でサッカー移植後10年、遅い株で16年で収穫期を迎えると考えられる。この年数については、Flach and Schuling (1989) が作成したサゴヤシの生長モデルで、幹立ち後花器形成期までのトランク期は4年から20年の大きな変異があり、平均で6年と想定している。この想定でみると、本地域(Sepik 下流域と考えてもよからう)の変種は、やや晩生種に属すといえる。ただし、本調査林は移植後住民による管理がほとんど行われていない。すなわち、今回の調査時に邪魔になる株周辺の伐採を行ったものの、前回の調査時からの過去5年間には何らの管理作業も行われなかったと推定される。これらのことも、収穫までの年数を長くしていると考えられ、さらにその他の環境諸条件も加わっているため、この早晩が遺伝性によるものか環境要因によるものかはさらに今後の検討課題である。

(2) Tony Power 氏所有のサゴヤシ林調査

1985年および1986年にサッカーを移植した Power (共同研究者)のサゴヤシ林約1haについて、その幹立ち状況を調査した。この林は Sepik 川岸から数百mの距離にあり、以前は草地で、10年に1度程度の頻度で、河川の氾濫水を地上に受ける所である。著者らと村人の判断では、前記の Imbuando 村調査林に比較して肥沃な土であると推定された。植えられた変種はトゲ長種の Anum, Ketro (下田ら1992a)であった。両種は共に植物体全体に長い刺を有し外観が類似しているため、村人でも時に識別を誤ることもある。澱粉の蓄積量が多く、Ketro は樹齢の若いうちから幹内に澱粉が蓄積するといわれている。本地域では最も多くみられる変種である。調査林の管理は特に行っていないので、株周辺は大小の草木で覆

われていた。

著者の1人の Power の今まで行ってきた観察では、移植した1haの林のほとんどの株が活着し、4-5年後で幹立ちする個体が見え始め、その後現在まで順調に生育を続けている。今回の観察では、林内の約80%の株にこの後3-4年以内に花芽形成期に達する幹が存在すると観察された。このことから、肥沃な土地に移植されたサッカーのうち、早い幹では移植後10年から11年で収穫適期に達する状態になるものと推察された。

2. サゴヤシの澱粉含有量、収量について

すでにサゴヤシ幹の髄中の澱粉含有量、幹当たり澱粉収量については、多くの調査事例がある。筆者らが Sepik 流域のサゴヤシ林について調査した結果から、次のようなことが認められている(下田一部未発表)。

- 1) 野生種は栽培種に比して、澱粉含有率ならびに収量がきわめて低い。
- 2) 栽培種の中の変種間に含有率、収量ともに差がある。
- 3) 同一の変種間でも樹齢により含有率に差があり、幹立ち後一定年数を経るまではきわめて少なく、その後急に増加してほぼ一定のまま推移する。その間、幹長の増加とともに澱粉の収量は増加する。
- 4) 生育土壌条件のうち、河川の岸辺や低地で常時湛水状態の場所に生育したサゴヤシは含有率が少ない。
- 5) 幹の位置(地上部の高さ)で含有率に差があり、一般に基部と頂部に少ない傾向がある。
- 6) 同じ含有率の場合には、髄積の大きいほど収量が高いことになる。幹長よりも幹径の大きい方が、髄積を大きくするのに有利であるのは当然である。さらに、収穫の際の伐倒作業で、幹長の小さいものは周辺のサゴヤシを痛めることが少なく、このことから幹長よりも幹径の大きい方が有利である。

しかし、これらの特徴については現在までの調査本数が多くないこと、および個体間変動が激しいことなどから、一般化するにいたっていない。

そこで、今回の調査においても、異なる樹齢の3本のサゴヤシを伐倒して、幹中の澱粉含有率を樹間の位置別に測定し、これをもとに幹当たり収量を推定した(表2-1, 2, 3)。なお、樹齢、ならびに幹中の澱粉の採取可能な高さ(澱粉含有率を測定するために髄をサンプリングした高さの上限)は、村人の判断にしたがった。

(1) 幹立ち後約2.5年経過の幹(変種名: Ketro, 生育地: Imbuando)

村の周辺の野生サゴヤシ林の中に散在する、半栽培状

Table 1 Trunk stage of sago palm after planting suckers in 1981 (number of trunks in each clump)

Variety (clump)	Harvested	will harvest within		just initiate to form trunk
		2 years	5 years	
Anum (1)		1		
(2)			1	
(3)		1	3	
Ketro (1)			1	
(2)		1	3	
(3)		1		
(4)	1		2	
(5)			1	1
(6)		1	2	
(7)				2
(8)		1	2	
(9)			2	
(10)			1	
(11)			2	1
(12)		1	2	
Makapun (1)	1		3	
(2)		1	2	
(3)		1	2	
(4)	1		2	
Years after planting	10-11	12-13	14-16	

Note: observed in 1992, in Imbuando village.

態(その広さは 10-20a)のサゴヤシ林の中から選んで供試した。3 本中で最も樹齢の若いサゴヤシである。住民が、澱粉が蓄積していると推定して利用する高さまでを調査ログとしたが、それは 4.5 m の高さまでであった。髄径は 34.5-40.5 cm で、他の調査で対象としたすべての個体の中で、このサゴヤシの髄径は最小であった。

基部より 1.5 m の高さ別に切断したログの中心部から採取した髄中の澱粉含有率は、基部ほど高い値を示し、頂部にいくほど低かった。4.5 m より高い位置の幹中の含有率は基部の約 1/4 となった。幹全容積は、髄径の大小と幹長によって決定されるが、澱粉採取した髄の全容積は 500 l と少なく、全澱粉収量は 74.6 kg に過ぎなかった。しかし、樹齢が移植後 6.5 年ないし 7.5 年で、基部から 3 m 程度の高さまで、高樹齢の幹と変わらない高含有量を有することを確認できた。

(2) 幹立ち後約 4 年経過の幹 (変種名: Ketro, 生育地: Imbuando)

Table 2-1 Size, volume and starch content of pith in different age of sago palm — 2.5 years after trunk formation (estimated)

Trunk height (m)	Log length (m)	Pith diameter (cm)	Pith volume (l)	Starch content (g/l)	Starch yeild (kg)
4.8					
	0.3		12.0*	57.5	0.7
4.5		40.5			
	1.5		179.2	92.0	16.5
3.0		37.5			
	1.5		152.7	157.4	24.0
1.5		34.5			
	1.5		156.9	212.6	33.4
0 (base)		38.5			
Total	4.8		500.8		74.6

*The number shows the pith volume between 4.5 m to 4.8 m of trunk height. Others show the volume of 1.5 m trunk in each height.

Table 2-2 Size, volume and starch content of pith in different age of sago palm — 4 years after trunk formation (estimated)

Trunk height (m)	Log length (m)	Pith diameter (cm)	Pith volume (l)	Starch content (g/l)	Starch yeild (kg)
5.0					
	0.5		56.7	73.4	4.2
4.5		38.0			
	1.5		212.8	82.3	17.5
3.0		47.0			
	1.5		243.9	144.4	35.2
1.5		44.0			
	1.5		300.4	227.1	68.2
0 (base)		57.0			
Total	5.0		813.8		125.1

前者と同じ、半栽培のサゴヤシ林の中の 1 個体である。調査した全幹長は 5 m で、基部より各 1.5 m 長のログに切断して計測した。髄径は基部が大きく中間部はほぼ等しく上部は特に小さくなったが、澱粉含有率は基部ほど高く、頂部にいくにしたがって著しく低下した。したがって、澱粉収量もこれと同じく、基部に多く、頂部になるにしたがって著しく減少する傾向を示し、幹全体の収量は 125 kg となった。(1) の調査幹(同一変種)と比較し

Table 2-3 Size, volume and starch content of pith in different age of sago palm — 8 years after trunk formation (estimated)

Trunk height (m)	Log length (m)	Pith diameter (cm)	Pith volume (l)	Starch content (g/l)	Starch yeild (kg)
14		32.0			
	1.0		88.1	62.6	5.5
13		35.0			
	1.0		97.6	68.2	6.7
12		35.5			
	1.0		99.0	104.8	10.4
11		35.5			
	1.0		124.1	154.2	19.1
10		44.0			
	1.0		166.2	193.6	32.2
9		48.0			
	1.0		190.5	212.2	40.4
8		50.5			
	1.0		196.3	213.5	41.9
7		49.5			
	1.0		182.8	204.5	37.4
6		47.0			
	1.0		168.0	201.3	33.8
5		45.5			
	1.0		159.0	193.2	30.7
4		44.5			
	1.0		150.3	196.8	29.6
3		43.0			
	1.0		141.9	204.1	29.0
2		42.0			
	1.0		135.3	191.5	25.9
1		41.0			
	1.0		135.3	185.4	25.1
0 (base)		42.0			
Total	14.0		2034.4		367.7

て樹齢が約1.5年多く経過しており、澱粉含有率はほとんど変わらないが、髓径が大きかったので髓積が増加し収量が167%となった。

(3) 幹立ち後約8年経過の幹(変種名: Anum, 生育地: Komenta)

Imbuando 村から川を越えた隣部落の混交林の中にある、10数株がまとまって生育しているサゴヤシ群落の中から開花中の個体を選んで調査した。住民が通常、収穫適期と考えるものである。幹長が14 mに達し、髓径も10

mの高さまでは41-50 cmの範囲ではほぼ一定しており、さらに澱粉含有率も10 mの高さまでは185-205 g/lの範囲ではほぼ等しかった。10 m以上の頂部では、髓径も35 cm以下になり、澱粉含有率も大きく減少し、上部ほど小さくなった。全幹中の澱粉収量は367.7 kgを示した。

以上、従来の調査(下田ら1986)に加えて、今回行った3本のサゴ幹の調査から、樹齢の若い幹と開花期に達した幹とを比較して澱粉蓄積経過を推測すると、幹立ち後2.5-3年で幹の基部より澱粉蓄積を開始し、漸次上部に向かって蓄積していく。したがって、若齢期には基部が澱粉含有率は多く、上部にいくほど少ないという分布を示す。しかし、樹齢が進むにしたがって幹中の澱粉含有率は頂部を除いて差がなくなり、均一に分布するようになると推定された。

山本ら(1994)がMalaysiaのSarawak州において最近調査した結果においても、樹齢6-8年(下田註:ロゼット期を4年とすると、幹立ち後2-4年)までは基部の方が澱粉含有率が高く上部ほど低いが、樹齢が10年以上(下田註:幹立ち後6年以上)になると差がほとんどなくなることを認めており、本調査結果とほぼ一致している。

一方、幹径は幹立ち後漸次増加して、4年目頃には最大に達し、その後は一定の幹径で上部に伸長して行くものと考えられた。

謝辞

本調査を行うにあたり、研究助成をいただいた日本学術振興会熱帯生物資源研究基金、ならびに調査に協力いただいた東京農工大学農学部学生・永江哲也君にたいして厚くお礼申し上げる。

引用文献

- Flach, M. and D. L. Schuling 1989 Revival of an ancient starch crop; A review of the agronomy of the sago palm. *Agroforestry Systems*, 7: 259-281.
- 下田博之, A. P. パワー, 山下博史, 永田博 1986 パプアニューギニアにおけるサゴヤシ林の澱粉生産性と其の改良に関する調査研究. 2. 樹齢と澱粉蓄積量との関係. 熱帯農業学会第59回講演会要旨集12-13.
- 下田博之, A. P. パワー 1990 パプアニューギニア, 東セピック州のサゴヤシ林の実態とその澱粉生産性に関する調査研究. 第1報 調査地の概要とサゴヤシ林の自然環境. *熱帯農業* 34: 292-301.
- 下田博之, A. P. パワー 1992a パプアニューギニア, 東セピック州のサゴヤシ林の実態とその澱粉生産性に関する調査研究. 第2報 サゴヤシの変種とその分布状況. *熱帯農業* 36: 227-233.

下田博之, A. P. パワー 1992b パプアニューギニア, 東セビック州のサゴヤシ林の実態とその澱粉生産性に関する調査研究. 第3報 サゴヤシの生育相 (1), 熱帯農業 36: 242-250.

山本由徳, 吉田徹志, 後藤雄佐, L. Hilary, F. S. Jong, 前田和美 1994 サラワクにおけるサゴヤシの栽培生理的研究. 第3報 髓断面の澱粉含有量の位置的差異 熱帯農業 38 Extra issue 1: 35-36.