

ヤシ科植物のバイオテクノロジー —スリランカとインドネシアの事例—

萩田信二郎¹・山口夕²

¹富山県立大学工学部生物工学研究センター 〒939-0398 射水郡小杉町黒河5180

²奈良先端大学院大学遺伝子教育研究センター 〒603-0192 生駒市高山町8916-5

キーワード：バイオテクノロジー，ヤシ科植物，組織培養

Plant Biotechnology of Palms in Sri Lanka and Indonesia

Shinjiro OGITA¹ and Yube YAMAGUCHI²

¹ Biotechnology Research Center, Faculty of Engineering, Toyama Prefectural University

² Research and Education Center for Genetic Information, Nara Institute of Science and Technology

Keywords : biotechnology, palm, tissue culture

1. はじめに

植物は、私たちの生活や地球環境維持のための多くの役割を担っている。その中でヤシ科植物種は、亜熱帯から熱帯地方の湿潤地域から半乾燥地域まで幅広く分布しており、例えばココヤシやアブラヤシは、油料作物として古くから栽培、利用されている。また、サゴヤシやクジャクヤシなど樹幹にデンプンを蓄積するヤシ植物が知られており、主に食用デンプンとして利用されている。私たちはヤシ科植物の持つ食用・工業用原料としてのポテンシャルに着目し、その環境適応能力や有用代謝能力を積極的に利用するために、細胞・組織培養法を用いた大量増殖技術の確立、さらに分子育種技術を応用した有用ヤシの生産技術確立を目指している。ここに、平成14年度日本学術振興会熱帯生物資源研究助成事業「未利用熱帯木本資源の持続可能な開発のための分子育種技術の確立：Application of Molecular Breeding for Sustainable Development

of New Tropical Bio-resources」の一環で行った、スリランカ民主社会主義共和国ならびに、インドネシア共和国におけるヤシ科植物のバイオテクノロジー研究に関する調査情報を報告する。

2. 調査地

本年度の調査は、スリランカ民主社会主義共和国 (Bandirippuwa Estate, Lunuwila) のCoconut Research Institute (以後CRI) ならびに、インドネシア共和国 (Jawa 島, Bogor) のBiotechnology Research Unit for Estate Crops (以後BRUEC) に協力を依頼して行った。なお、CRIにおいては、本研究の対象植物の一つであるクジャクヤシ分布域の自生状況を調査すると共に、近年スリランカの主要産業として発展したココヤシプランテーションにおけるバイオテクノロジー利用の現状について調査した。また、BRUECにおいて最近成功したサゴヤシの組織培養による植物体再生に関する研究成果を視察した。

3. クジャクヤシ (*Caryota urens*) の分布様式および利用

調査地域である Kandy およびその近郊は、西海岸沿いの Colombo からおよそ 116 km 内陸に位置する。海拔 488 m であり、多くの密林に覆われている険しい山々に囲まれる丘陵地帯にある。都市部へ通じる道はわずかしがなく、広く天然林が分布している。CRI から Kandy に向かう幹線道路沿いの平地部は、国営あるいは民間企業管理のココヤシプランテーションが連なっている。プランテーションに隣接した水田、あるいは集落の脇には、稀に 1~数本のクジャクヤシが見受けられた。これらは開花前に樹液採取等の一部が利用され、あるいは未利用のまま放置されているようであった。CRI からおよそ 40 km を過ぎ、山間部に至ると大規模なココヤシプランテーションは見られず、代わりに天然林や畑が多くなる。この周辺では幹線道路沿いからも比較的容易にクジャクヤシの樹形を見かけるようになり、山沿いに自生したクジャクヤシの中には、直径 60 cm を越す程に成長した個体も認められた。大規模な群落として分布しているものや、植栽されているとおぼしき個体は観察できなかったが、山沿いに自生するクジャクヤシは、現在でも地域住民によって利用されているということであった。花序軸から樹液が採取され、juggery (砂糖, あるいは砂糖菓子) や toddy (樹液の発酵飲料: ヤシ酒や酢になる) 等が作られる。また、開花直前に樹幹から採取されるデンブンは現在でも食用・薬用としてマーケット等で売られている。また、幹や葉、繊維等は民芸品の材料、さらに葉は象の餌、葉軸は釣竿等に用いられている。Kandy のごく近郊 (CRI からおよそ 100 km) では開発が進んでおり、幹線沿いにクジャクヤシはほとんど認められなかった。

結果として、調査地域のクジャクヤシは丘陵地帯に多く、高度が上がるにつれて自生・分布していた。現在の分布様式は、プランテーションや市街地として開発された地域 (平地部および Kandy 市街) においてクジャクヤシ等が伐採されたことによって形成されたと考えることが

できる。また、山沿いのものは、平地部のものよりも良好に成長しているようであった。このことから、クジャクヤシの生育にある程度の高地が適している可能性が考えられた。

4. ココヤシ (*Cocos nucifera*) の植物バイオテクノロジー

CRI の Tissue Culture Division (Dr. L. K. Weerakoon) では主に、ココヤシ種子から胚を摘出して直接培養する技術、および植物組織からカルスを誘導して不定胚を形成させた後、植物体再生に至る技術の開発に取り組んでいた (Photos 1-3)。ココヤシの組織培養を行う際、重要なことは 2 点あり、一つは新鮮な材料を供試すること、もう一点は、培養を行う際に植物組織の褐色化を防ぐことである。これは、他のヤシ科植物にも共通する。CRI では、豊富な新鮮材料を用い、ココヤシの基本培養系確立に成功



Photo 1 Tissue culture of *Cocos nucifera*: embryo culture.

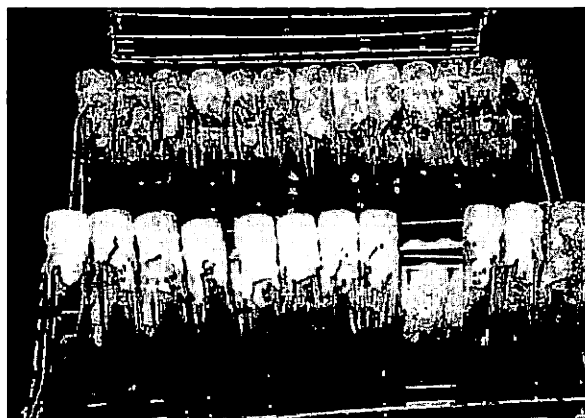


Photo 2 Tissue culture of *Cocos nucifera*: callus induction.

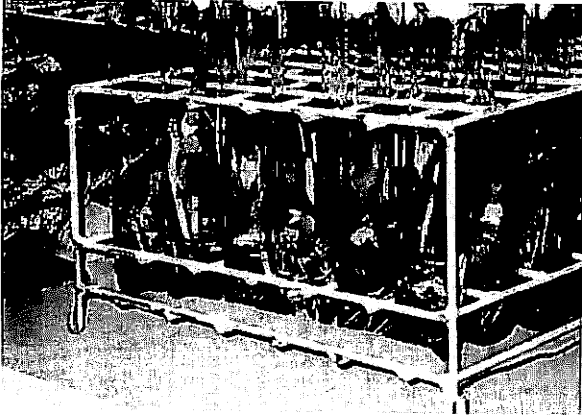


Photo 3 Tissue culture of *Cocos nucifera*: germination.



Photo 5 Tissue culture of *Cocos nucifera*: naturalization in a greenhouse.

している^{1,2)}。植物組織の褐色化は、フェノール性物質の活発な代謝およびその酸化に起因するものと考えられる。ココヤシ胚培養の場合、培地に0.25%の活性炭を添加することによって褐色化を防止し、その後の成長促進に成功している。試験管内に植え付けた胚は、一定期間培養した後順次発芽・発根し始め、無菌幼植物体へと成長する (Photo 4)。その後、グリーンハウス内で順化され (Photo 5)、健全に成長している。またこれら培養苗は、既に野外試験地に定植されており (Photo 6)、生育状況調査が行われていた。

また、最近開発された不定胚培養技術についても、活性炭と植物成長調節物質のオーキシンである2,4-Dを100 μ M添加した培地で未熟胚を2ヶ月間培養することによってカルスを誘導でき、再生植物体を得ることが可能となることを情報として得た。不定胚経由の再生植物体については、現在最初の野外順化作業中であった。

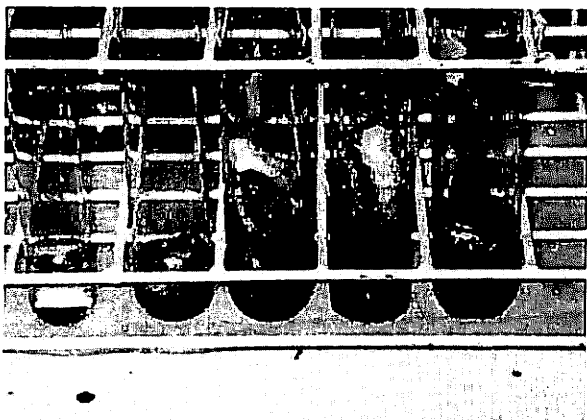


Photo 4 Tissue culture of *Cocos nucifera*: development of seedling.



Photo 6 Tissue culture of *Cocos nucifera*: field planting.

5. サゴヤシ (*Metroxylon sagu*) のバイオテクノロジー

BRUECの Laboratory for Cell Biology and Advanced Micropropagation Systemsでは、サゴヤシを含む有用熱帯植物種 (ゴム, チャ, カカオ等) の組織培養による増殖・育種に関する研究を進めている³⁾。Dr. J. S. Tahardiの研究室においては、以前よりサゴヤシの若いサッカーのShoot tipや胚の組織培養技術 (Photos 7, 8) を確立しており、Photo 9のようにBRUEC内の試験地において野外植栽試験中の他、Sumatera島において胚培養苗を含むサゴヤシプランテーション地区の開発を推進している。現在は、さらに大量増殖が可能となる不定胚培養技術の開発を行っており、植物体再生系を確立したところである⁴⁾。若いサゴヤシサッカーからShoot tipを採取し、活性炭 (0.3%) と植物成長調節物質のオーキシンで

ある2,4-Dを添加した培地でカルスの誘導に成功している。活性炭添加は、前述のココヤシと同様に有効のようである。その後、活性炭と2,4-Dの濃度を低くすることによって、カルスの増殖が促進される。さらに不定胚の形成・発達を経て植物体再生に至る。これらは現在幼植物体としてPhoto 10のように温室内で順化中であった。

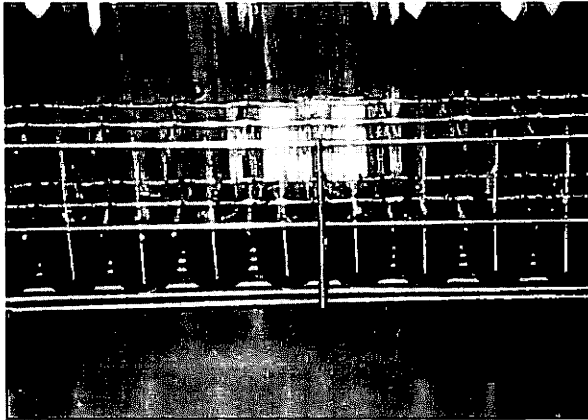


Photo 7 Tissue culture of *Matroxylon sagu*: embryo culture.

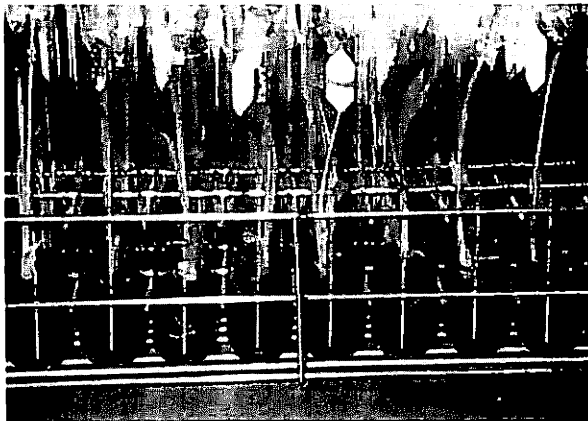


Photo 8 Tissue culture of *Matroxylon sagu*: germination.



Photo 9 Tissue culture of *Matroxylon sagu*: field planting.

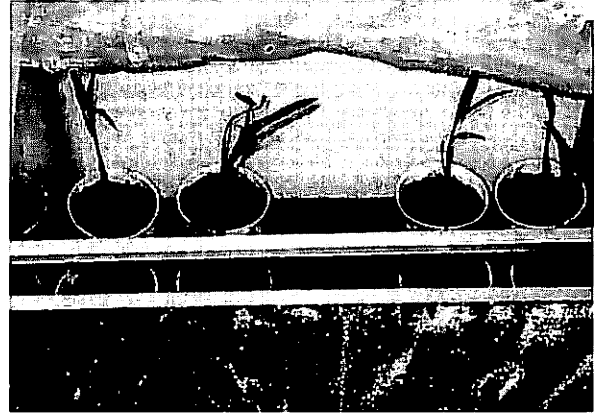


Photo 10 Tissue culture of *Matroxylon sagu*: somatic seedlings.

6. おわりに

今回の調査で得られた情報は、本研究助成事業においてヤシ科植物の組織培養技術開発のために活用され、クジャクヤシの葉を用いたカルス誘導など成果が蓄積されつつある⁵⁾。また、私たちはサゴヤシ、クジャクヤシの葉や培養細胞を用いたGFP遺伝子の一過性発現などに成功している（一部未発表）。今後、私たちの得た知見と、CRIならびにBRUECが蓄積しているヤシ科植物のバイオテクノロジーに関する情報を提供し合い、さらなる研究を推進したい。以下にCRIならびにBRUECの連絡先を示す。末筆ながら、今回の調査でお世話になった両研究所スタッフの皆様に深く感謝の意を表す。

Dr. L. K. Weerakoon

Tissue Culture Division, Coconut Research Institute

Senior Research Officer & Head

E-mail: tcd@cri.lk

Bandirippuwa Estate, Lunuwila, Sri Lanka

Dr. J. S. Tahardi

Laboratory for Cell Biology and

Advanced Micropropagation Systems,

Biotechnology Research Unit for Estate Crops

Principal Research Officer & Head

E-mail: jtahardi@indo.net.id

Bogor 16151, Indonesia

引用文献

- 1) Fernando, W.M.U., L. Perera and R.R.A. Peries
1997 An Overview of Breeding Research in
Coconut - The Sri Lankan Experience: CAB
International: 191-198
- 2) Fernando, S.C. and C.K.A. Gamaage 2000
Abscisic Acid induced Somatic Embryogenesis in
Immature Embryo Explants of Coconut (*Cocos
nucifera L.*): Plant Science 151: 193-198
- 3) Tahardi, J.S. 1994 Development of In Vitro
Technologies for Clonal Propagation of Estate
Crops: Bul. Biotek. Perkebunan 1 (1): 3-9
- 4) Tahardi, J.S., N.F., Sianipar, Riyadi, Imron. 2002
Somatic Embryogenesis in Sago Palm (*Metroxylon
sagu Rottb.*): In New Frontiers of Sago Palm
Studies, Kainuma, K., Okazaki, M., Toyoda, Y.,
Cecil, J.E. (eds): Universal Academy Press, Inc.,
Tokyo: 75-81 (2002)
- 5) 萩田信二郎・山口夕 2003 デンプン蓄積性ヤ
シの分子育種 (第1報) *Caryota urens* 葉からの
カルス誘導: SAGO PALM10 (2): 84-86