

半島マレーシアの4地点に植栽されたチークの成長の比較

Comparison of growth on planted teak among four sites in Peninsula Malaysia

米田令仁^{*1}・田中憲蔵^{*2}・市栄智明^{*3}・Mohamad Azani Alias^{*4}
 Reiji YONEDA^{*1}, Tanaka KENZO^{*2}, Tomoaki ICHIE^{*3} and Mohamad Azani ALIAS^{*4}

* 1 森林総合研究所四国支所

Shikoku Research Center, Forestry and Forest Products Research Institute, Kochi 780-8077

* 2 森林総合研究所植物生態領域

Department of Forest Ecology, Forestry and Forest Products Research Institute, Tsukuba 305-8687

* 3 高知大学農林海洋科学部

Faculty of Agriculture and Marine Science, Kochi University, Nankoku, Kochi 783-8502

* 4 マレーシアプトラ大学林学部

Faculty of Forestry, Universiti Putra Malaysia, Selangor 43400, Malaysia

要旨: 材質が優れていることから、熱帯地域において広く植栽されているチーク (*Tectona grandis*) は、雨期、乾期が明瞭なタイ、ミャンマー、ラオスで植栽されているが、降雨に季節性の無い湿潤熱帯気候であるマレーシアでは一般的に植栽に適していないと言われている。本研究では半島マレーシアにおいて植栽されたチーク人工林で毎木調査をおこない、これまでにタイで報告されてきたほぼ同齢のチーク人工林研究の結果と比較した。調査はマレーシア半島部の Perlis 州 (36 年生)、Selangor 州 (14 年生)、Malacca 州 (18 年生)、Johor 州 (18 年生) においておこなった。それぞれの林分の平均胸高直径 (DBH)、平均樹高、林冠の上層高 (DTH) をタイでおこなわれてきた研究と比較した結果、平均 DBH、平均樹高、DTH のいずれも、ほぼ同齢のタイのチーク人工林の林分の値の範囲内にあった。このことから、植栽不適地とされているマレーシアにおいても、成長量はタイと変わらないと考えられた。

キーワード: 湿潤熱帯、胸高直径、樹高、上層樹高、マレーシア

Abstract: Teak (*Tectona grandis*) which has high quality timber, has been mainly planted in tropical monsoon region. It has been known that humid tropics regions are not suitable for teak plantation. But there were few study to confirm the growth performance of teak trees in humid tropic. In this study, tree growth on teak trees planted in Peninsula Malaysia was compared with teak growth data in Thailand. Four teak plantations were selected in Perlis, Selangor, Malacca and Johor States in Peninsula Malaysia. The stand ages of these plantation were 36, 14, 18 and 18 years, respectively. Mean stem diameter at breast height (DBH), mean tree height, and dominant tree height of the stand (DTH) of these stands showed the values within the range of data in Thailand. This results indicated that tree growth on teak plantation in Malaysia might be similar with that in Thailand. Site condition might be more important factor than climate factor on teak growth in Malaysia.

Keywords: humid tropics, DBH, tree height, dominant tree height, Malaysia

I はじめに

チーク (*Tectona grandis*) は東南アジアからインドにかけて、熱帯季節林に分布する落葉高木種で、材質が優れていることから家具材や建築材として広く使用され、植林も多く行われている。チークは東南アジア、南アジア、アフリカ、中南米と広く植栽されているが、植栽に適した気候は平均年降雨量: 1250–1300mm y⁻¹、乾期 (月降雨量 40mm 以下) 3–6 月、年平均気温: 22–26°C と言われている (I)。そのためチークは東南アジアでは、雨期、乾期が明瞭なタイ、ミャン

マー、ラオスにおいて植栽されている。一般的に降水量に季節性の無い湿潤熱帯気候であるタイ南部からマレーシアでは、植栽されたチークの成長は芳しくなく、植栽に適していないと言われている。そのためマレーシアではタイ国境に近く、1月、2月に降雨量が少ない Perlis 州において、マレーシア森林研究所 (FRIM) が主体となってチークの植栽と、植栽後の苗の成長などに関して研究をおこなっている (I, 8)。しかし、Tanaka らは気候に関係なくタイ南部でもチークの植栽の可能性があると述べている (9) 他に、Krishnapillay は乾

期がないマレーシアでもチークの成長量が下がることはないと考えしている(6)。しかし Krishnapillay の報告では裏付けとなる湿潤熱帯気候区に植栽されたチークの成長データを示しておらず、マレー半島南部に植栽されたチークの成長速度やその変化要因はわかっていない。

マレーシアではチークの植栽は不向きと言われているが、高速道路を管理する Plus Expressway Berhad (PLUS)によって、タイ国境に近い Perlis 州からシンガポール国境に近い Johor 州にかけて高速道路沿いにチークが植栽されており、高速道路沿いのチークに関しても研究が実施されている(13)。しかし、この研究では間伐の効果を調べた研究であり、他の林分と成長を比較したものでない。

本研究では半島マレーシアにおいて植栽されたチーク人工林において毎木調査をおこない、ほぼ同齢のタイのチーク人工林のデータと比較し、半島マレーシアに植栽されているチークの成長を明らかにする。

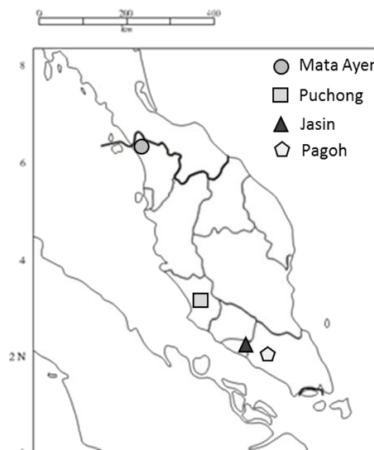


図-1. 調査をおこなった4地点
Fig.1. Location of research sites

II 方法

1. 調査地 本研究は半島マレーシアの Perlis 州の Mata Ayer 森林保護区, Selangor 州の Puchong, Malacca 州の Jasin, Johor 州の Pagoh のチーク人工林においておこなった(図-1)。Perlis 州 Mata Ayer 森林保護区のチーク林は FRIM によって各種試験のために長い期間植栽され、その後も管理されている。本調査では植栽されたチーク林の中から、1979 年に植栽された林分を選んだ。Selangor 州のチーク林は首都 Kuala Lumpur の郊外の Puchong 地区の道路沿いに 2002 年に植栽されたチーク林を選んだ。Malacca 州の Jasin, Johor 州の Pagoh は高速道路を管理する PLUS によって、高速道路沿いに 1997 年に植栽されたチーク林でおこなった。

これら4地点の年平均気温はいずれも約 27 度を示し、年

間の変動は少ない。年間降雨量は、これら4地点は約 2000 ~2400mm を示し、Puchong, Jasin, Pagoh では降雨量が多い月、少ない月があるが、年間を通して雨が降り、月の降雨量が 100mm を下回ることはない。一方、Mata Ayer では 12 月、1月、2月は降雨量が少なく、月の降雨量が約 40mm になる。

2. 調査項目 調査をおこなった4地点では植栽環境が異なるため、それぞれ異なる面積で調査区を設定した。Mata Ayer では 40m×40m, Pagoh では 10m×15m, Puchong と Jasin では道路沿いの植栽であったため、できるだけ道路から離れるように設定し、それぞれ 10m×160m, 10m×60m とした(表-1)。調査区内のチークについて、本数を確認し、巻尺を用いて幹の胸高直径 (DBH) を測定し、Vertex (Hagalof 製)を用いて樹高を測定した。

表-1. 各調査区の概況

Table1. Research sites in Malaysia

Site	Age	Planting spacing	Plot Size	n
Mata Ayer, Perlis	36	4m X 4m	40m X 40m	64
Puchong, Selangor	14	6m X 9m	10m X 160m	36
Jasin, Malacca	18	4m X 6m	10m X 60m	29
Pagoh, Johor	18	2.4m X 2.4m	10m X 15m	30

III 結果と考察

1. 幹の胸高直径および樹高 幹の DBH および樹高の測定結果を表-2に示す。平均 DBH は Mata Ayer では 26.3 ± 0.9cm, Puchong では 18.0 ± 0.9cm, Jasin では 23.6 ± 1.7cm, Pagoh では 20.4 ± 0.7cm あった。また平均樹高は Mata Ayer では 21.2 ± 0.6m, Puchong では 12.0 ± 0.6m, Jasin では 14.4 ± 0.8m, Pagoh では 13.6 ± 0.4m であった。

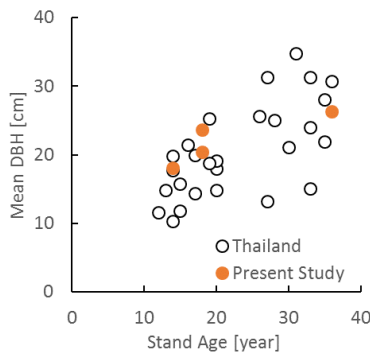
表-2. 各調査区の平均 DBH と平均樹高

Table 2. Mean DBH and mean tree height of each site

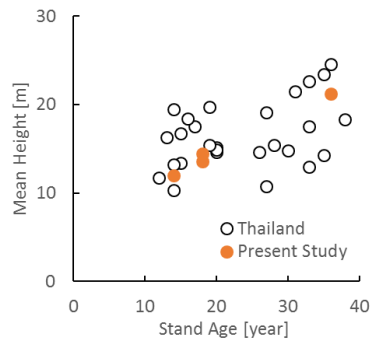
Site	Stand Age	Mean DBH [cm]	Mean Height [m]
Mata Ayer, Perlis	36	26.3 ± 0.9	21.2 ± 0.6
Puchong, Selangor	14	18.0 ± 0.9	12.0 ± 0.6
Jasin, Malacca	18	23.6 ± 1.7	14.4 ± 0.8
Pagoh, Johor	18	20.4 ± 0.7	13.6 ± 0.4

これまでにマレーシア国内でおこなわれたチーク人工林の調査では、Zuhaidi Yahya らが Pagoh で 2009 年におこなった調査では、植栽12年後のチークの平均 DBH は 14.6cm, 平均樹高は 13.9m, であった(13)。また、Hashim が Mata Ayer でおこなったチークの植栽試験では、植栽9年後には平均 DBH は約 15cm, 平均樹高は約 12m であった(1)。本研究をおこなった Pagoh や Mata Ayer は、Zuhaidi Yahya ら(13)や Hashim(1)が調査をおこなった林分、個体ではないが、それぞれの成長の傾向を見ることができる。Mata Ayer

の植栽9年後のチークの平均 DBH, 平均樹高よりも今回の調査結果のほうが高い値を示した(1)。それに対して Zuhaidi Yahya らが Pagoh でおこなった植栽 12 年後の調査結果に対して, 今回の調査の結果, 平均 DBH は今回のほうが高い値を示しているが, 平均樹高に関しては植栽 12 年後の平均樹高と変わらないという結果になったことから, 樹高成長が芳しくなかった可能性がある。Watanabe らは降雨量データを用いて乾燥がチークの地上部の成長に影響すると言っている(10)。しかし, 今回の結果では, Pagoh の降雨量は 2300mm y⁻¹ で, 乾期もないことから, 降雨量が少ないとは言えない。そのため, 降雨量よりも土壌の保水性などが影響していると考えられる。Hashim らが Mata Ayer でおこなったチークの植栽試験では土壌の保水性の低さによるチーク苗の枯死について言及していることから(1), 土壌の保水性がチークの成長に影響していると考えられる。



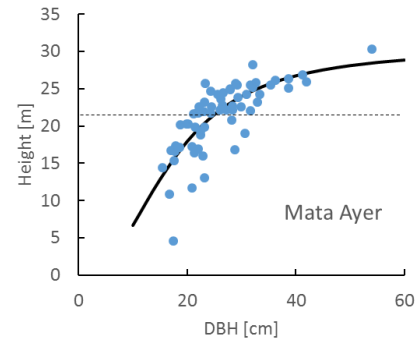
図一2. 本研究とタイ国内のチーク人工林の林齢と平均 DBH の関係。
Fig.2. Relation between stand age and mean DBH on teak plantation in Thailand and present study.



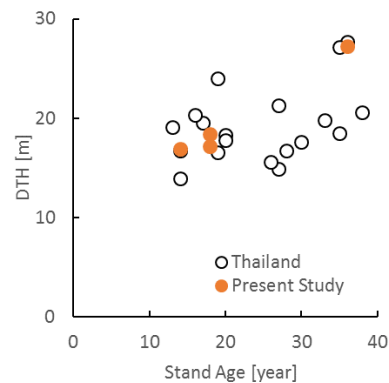
図一3. 本研究とタイ国内のチーク人工林の林齢と平均樹高の関係。
Fig.3. Relation between stand age and mean tree height on teak plantation in Thailand and present study.

2. タイのチーク人工林研究との比較 今回の結果をタイ国内のほぼ同林齢のチーク人工林の研究例(2, 3, 12)と比較すると, 林齢に対する平均 DBH および平均樹高はタイ国内のチーク人工林の範囲内であった(図一2, 図一3)。

平均樹高は小径木の樹高も含むため, 小径木が多い場合, 平均樹高は実際の林分の林冠高よりも低くなる。実際の林分の林冠高を明らかにするにはそれぞれの林分の林冠高を D-H の関係から求めることができる(5, 7)。今回の4地点の林冠高を D-H 曲線から求めると, Mata Ayer では約 28m, Puchong, Jasin, Pagoh では約 17m を示し, 平均樹高よりも高い値を示した(図一4)。しかし, これまでタイでおこなわれた研究例では林分の高さの評価は平均樹高を用いることが多いため, 今回の結果と比較することができない。



図一4. Mata Ayer における DBH-樹高の関係。点線は平均樹高。
Fig.4. Relation between DBH and tree height in Mata Ayer Plot. Dotted line means mean tree height in the plot.



図一5. 本研究とタイ国内のチーク人工林の林齢と DTH の関係
Fig.5. Relation between stand age and DTH on teak plantation in Thailand and present study.

タイ国内ではチークの収穫予想表作成のために, 広域で毎木調査がおこなわれている(3)。そこでは, 林冠高の評価を上層樹高(Dominant Tree Height ;DTH)であらわしている。そのため, 本研究の結果とタイ国内のチーク人工林のデータと比較するために, 本研究において各林分の DTH を求めた。本研究では, DTH は各林分の上位 10%の樹高データから求めた。各林分の DTH は Mata Ayer では 27.3m, Puchong では 16.9m, Jasin では 18.4m, Pagoh では 17.2m であった。本研究の4林分の DTH と Ishibashi らが東北タイ

の調査から求めている DTH(3)について、林齢との関係を図-5に示す。林齢に対するDTHは平均樹高の結果と同じ傾向を示し、マレーシア国内の4地点のDTHはタイ国内のDTHの範囲内であった。これらの結果から、半島マレーシアに植栽されているチークの成長はDBH、樹高ともにタイ国内に植栽されているチークの成長の範囲内にあり、タイに比べて成長が悪いとは言えない。

タイでは、タイ王室森林局、タイ林業公社、民間企業だけでなく、一般の農家もチーク造林をおこなってきており、チークの天然分布である北部、西部だけでなく、東北タイにも植栽している。そのため、チーク植栽に不向きな場所に植栽されていることも多く、成長の幅は広い。そのため、今回の調査結果はタイ国内のチークの成長の幅の中にはいると考えられる。

IV まとめ

年間を通して降雨がある半島マレーシアはチークの植栽に不向きと言われてきたが、タイ国内で実施されているチーク人工林の成長の範囲内におさまるものであった。今回の調査ではマレーシア国内に植栽されているチークは成長という点に関するタイのチークと変わりがないと考えられる。そのため、立地条件などがあえば、半島マレーシアにおいてもチーク植栽が可能である可能性があると考えられた。

しかし、チークを植栽する理由は良質な材が得られることである。Kaosa-ardはチークから良質な材をとるためには3-5か月の乾期があるほうがよいと言っている(4)。そのことから、マレーシア国内のチークについて、材の採集をおこない、タイに植栽されているチークの材質を比較し、成長だけでなく、材の質も調べることでマレーシア国内でのチーク植林の可能性を総合的に判断する必要があると考える。

本研究は日本学術振興会、科学研究費補助金プロジェクト「異なる気候帯に植栽されたチークの材質の変化と植栽適地の判定」のもとでおこなった。

引用文献

- (1) HASHIM, M.N. (2003) Growth of teak (*Tectona grandis*) on lateritic soil at Mata Ayer Forest Reserve, Perlis. *J. Trop. For Sci.* **15**: 190-198.
- (2) HIRATSUKA, M., VIRIYABUNCHA, C., PEAWSA-AD, K., JANMAHASATIEN, S., SATO, A., NAKAYAMA, Y., MATSUNAMI, C., OSUMI, Y., MORIKAWA, Y. (2005) Tree biomass and soil carbon in 17- and 22-year-old stands of teak (*Tectona grandis* L.f.) in northern Thailand. *TROPICS* **14**: 377-382.
- (3) ISHIBASHI, S., SAKAI, M., NODA, I.,

- VACHARANGKRA, T., KRONGKITSIRI, V., KAMOLPANIT, D., HIMMAPAN, W. (2010) Yield prediction table on *Tectona grandis* (teak) in Northeast Thailand. [Revised edition] RFD-JIRCAS Joint Research Project. 16pp.
- (4) KAOSA-ARD, A. (1989) Teak (*Tectona grandis* Linn. f.) Its natural distribution and related factors. *Nat. Hist. Bull. Siam Soc.* **29**: 55-74.
- (5) KIRA, T., and OGAWA, H. (1971) Assessment of primary production in tropical and equatorial forests. In P. Duvingneaud (ed.) Productivity of forest ecosystem. Proc. Brussels Sympo. 1969, 309-321. UNESCO, Paris
- (6) KRISHNAPILLAY, B. (2000) Silviculture and management of teak plantations. *Unasylyva* **51**: 14-21.
- (7) OGAWA, H., YODA, K., OGINO, K., and KIRA, T. (1965) Comparative ecological studies on three main types of forest vegetation in Thailand II. Plant biomass. *Nat. Life Southeast Asia* **4**: 49-80.
- (8) SANDRASEGRAN, K. (1969) A general volume table for *Tectona grandis* Linn. F (teak) grown in North-West Malaysia. *Malay. For.* **32**: 187-199.
- (9) TANAKA, N., HAMAZAKI, T., VACHARANGKURA, T. (1998) Distribution and site requirements of teak. *JARQ* **32**: 65-77.
- (10) WATANABE, Y., MASUNAGA, T., OWUSU-SEKYERE, E., MOHAMAD MORO, B., IDOWU OLADELE, O., WAKATSUKI, T. (2009) Evaluation of growth and carbon storage as influenced by soil chemical properties and moisture on teak (*Tectona grandis*) in Ashanti region, Ghana. *J. Food. Agr. Env.* **7**: 640-645.
- (11) WEBB, D.B., WOOD, P. SMITH, J. HENMAN, G. (1984) A guide to species selection for tropical and sub-tropical plantation. In *Tropical forestry papers* No. 15. Commonwealth Forestry Institute, Univ. of Oxford. 256pp.
- (12) YONEDA, R., HIMMAPAN, W., TEDSORN, N., VACHARANGKURA, T., NODA, I. (2017) Development of an allometric equation to estimate biomass and carbon stock in young teak plantations in Thailand. *JIRCAS Working Report.* **85**: 1-10.
- (13) ZUHAIID YAHYA, A., AMIR SAAIFFUDIN, K., HASHIM, M.N. (2011) Growth response and yield of plantation growth teak (*Tectona grandis*) after low thinning treatments at Pagoh, Peninsula Malaysia. *J. Trop. For. Sci.* **23**: 453-459.