

平成 30 年 6 月 12 日現在

機関番号：82105

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2015～2017

課題番号：15K07488

研究課題名(和文)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

研究課題名(英文) Evaluation of proper planting environment for teak (*Tectona grandis*) plantation in unsuitable climate zone

研究代表者

米田 令仁 (Reiji, Yoneda)

国立研究開発法人森林研究・整備機構・森林総合研究所・主任研究員

研究者番号：00435588

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,800,000円

研究成果の概要(和文)：これまでチーク(*Tectona grandis*)植林に不適とされてきた半島マレーシアにおいて植栽されたチークの個体サイズや材密度を調べた。これまでに報告されているタイのチーク人工林の結果と比較すると、今回の調査林分の平均胸高直径、平均樹高、優勢木の樹高は、タイの平均値に近い値であった。また、材密度もタイで報告されている範囲であった。このことから、植栽不適地とされてきたマレーシアでも、タイのチーク人工林と同程度の直径成長や樹高成長、材密度が期待できると考えられた。

研究成果の概要(英文)：Growth characteristics (tree height and stem diameter) and wood density were measured on various teak (*Tectona grandis*) plantations in Peninsular Malaysia where is estimated as unsuitable climate zone for teak growth. A total of six teak plantations (from 14 to 46 years old) were selected from six States in Peninsular Malaysia. Mean stem diameter at breast height (DBH), mean tree heights, and the dominant tree height in the study site (DTH) varied from 18.0 to 26.4 cm, from 12.0 to 21.2m, and from 16.9 to 27.3m, respectively. These values were within the range of those in Thailand. Wood density of study sites was 0.52 to 0.59g cm⁻³ and the values were also similar in Thailand. These results indicated that growth characteristics and wood density of teak plantations in Peninsular Malay was comparable to those in Thailand despite there were different climate characteristics.

研究分野：森林生態

キーワード：湿潤熱帯 直径成長 樹高成長 材密度 形状比

1. 研究開始当初の背景

チーク (*Tectona grandis*) は、世界三大銘木の1つに数えられるほど材質が優れ、家具用材や建築用材として広く使用されるため、東南アジア、南アジア、中南米、アフリカなど、世界の熱帯地域に広く植栽されている。天然の分布域は東南アジアからインドにかけての熱帯季節林地域であり、植栽に適した気候は平均年降水量が 1250 - 1300mm y^{-1} 、月降水量 40mm 以下の乾期が 3 - 6 ヶ月、年平均気温が 22 - 26 と言われている(1)。そのため、高温で明瞭な乾期がない半島マレーシアでは、タイ国境に近い地域を除き、チーク植栽に不向きであると信じられてきた。しかし、乾期が明瞭でないタイ南部でも気候に関係なくチークの植栽の可能性があると指摘されており、Krishnapillay は半島マレーシアで植栽したチークが良好な初期成長を示すことから、乾期がない半島マレーシアでもチークの成長量が下がることはないと言っている(2)。しかし、その裏付けとなる植栽後長期間に渡るチークの成長データは示されておらず、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。

2. 研究の目的

本研究では半島マレーシアの異なる地域のチーク人工林でチークの成長や材密度を調べ、ほぼ同齢のタイのチーク人工林の既存データと比較することで、乾期が無いマレーシア半島部がチークの植栽不適地なのかどうかについて検討をおこなった。植栽されたチークの材特性や成長量と気象及び土壌環境を比較することで、チークの材質を考慮した植栽適地の判定技術を確立することを目的とする。

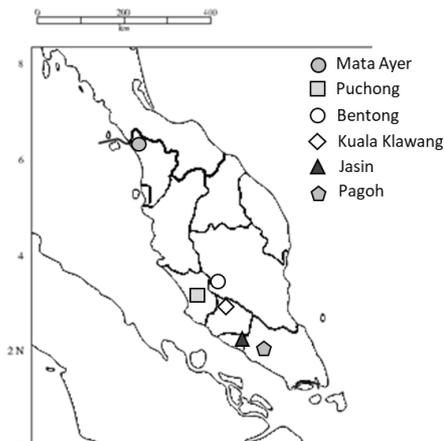


図 1. 試験地の位置

3. 研究の方法

本研究は半島マレーシアの 6 カ所のチーク人工林でおこなった(図 1)。これらの平均気温は 26.6 ~ 27.5 度、年降水量は 1993 ~ 2438mm で気温の違いはあまりないが年間降雨量は林分によって異なっていた(表 1)。Mata Ayer を除く 5 カ所では月毎の降雨量に違いはないが、Mata Ayer のみ 12 月から 2 月にかけて降雨量が少なく、1 月と 2 月では月降水量が 50mm 以下であった。

表 1. 各試験地の平均気温と年降水量

試験地	平均気温()	年降水量(mm)
Mata Ayer	27.3	2036
Puchong	27.0	2438
Bentong	27.5	2419
Kuala Klawang	26.6	1993
Jasin	27.1	1993
Pagoh	26.9	2338

*Climate-Data.org 発表データ。Mata Ayer の値は近隣の町 Kangar、Kuala Klawang の値は近隣の町 Titi の値を参照

Perlis 州 Mata Ayer 森林保護区のチーク林はマレーシア森林研究所 (FRIM) の試験区で、本調査では 1979 年に植栽された林分を選んだ。Selangor 州のチーク林は Puchong 地区に 2002 年に植栽されたチーク林を選んだ。Bentong と Kuala Klawang はマレーシア森林局が管理する人工林で、それぞれ林齢 27 年、46 年であった。Malacca 州の Jasin、Johor 州の Pagoh は 1997 年に植栽されたチーク林で調査をおこなった(表 2)。

表 2. 各試験地の林齢、植栽間隔、調査区面積

試験地	林齢(年)	植栽間隔	調査区面積(m ²)
Mata Ayer	36	4m X 4m	1600
Puchong	14	6m X 9m	1600
Bentong	27	3m X 3m	200
Kuala Klawang	46	3m X 3m	200
Jasin	18	4m X 6m	600
Pagoh	18	2.4m X 2.4m	150

調査をおこなった 6 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。Puchong、Bentong 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た(表 2)。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(Diameter at breast height; DBH, 1.3m)を測定し、Vertex(Hagalof 製)を用いて樹高を測定した。材の採取は幹の DBH において、コア直径 5.15mm の成長錘(インクリメントボア; Mattson, Sweden)を用い、幹の中心に向けて直径の約 3 ~ 9 割(平均 60.1%)の長さで採取した。採取試料は、直径、長さ、生重を測定後、80 度に設定したオープンで乾重が安定するまで乾燥させ全乾質量を測定し、材密度を求めた。また、Mata Ayer と Pagoh の材密度は小川(3)のデータを用いた。

4. 研究成果

(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 3 に示す。6 林分の平均 DBH は 18.0cm (Puchong) から 26.4cm (Kuala Klawang)、平均樹高は 12.0m (Puchong) から 21.2m (Mata Ayer) となった。Yoneda らがタイでおこなった調査では、林齢 20 年前後のチーク人工林では平均 DBH は 8.3cm

から 20.8cm であることから (4)、ほぼ同齡の Jasin や Pagoh のチーク林はタイの同齡のチーク人工林に比べ比較的 DBH が大きいと考えられる。また同様に平均樹高を比較すると、林齡 20 年前後のタイの林分では 6.5m から 19.3m であることから (4)、今回の結果はタイの同齡林のなかで中間程度の樹高であると言える。

表3. 各試験地の平均 DBH、平均樹高、DTH

試験地	平均DBH (cm)	平均樹高(m)	DTH (m)
Mata Ayer	26.3±0.9	21.2±0.6	27.3
Puchong	18.0±0.9	12.0±0.6	16.9
Bentong	18.5±2.7	13.8±1.4	20.0
Kuala Klawang	26.4±1.6	21.1±0.9	26.3
Jasin	23.6±1.7	14.4±0.8	18.4
Pagoh	20.4±0.7	13.6±0.4	17.2

平均樹高のデータは、梢端枯れ個体や他の植栽木に被圧され極端に成長の悪い個体のデータも含むが、今回調査したチーク林は間伐が実施されていない人工林のため、間伐をおこなっているタイに比べ平均樹高が低くなった可能性がある。そこで、林分の上位 10% の優勢木の樹高 (Dominant Tree Height; DTH) を求め、タイの DTH (5) と比較した。その結果、今回の 6 林分の DTH は 16.9 ~ 27.3m で (表 3)、タイの DTH と遜色なく、約 25 年生以上に限れば高い部類と考えられた (図 2)。

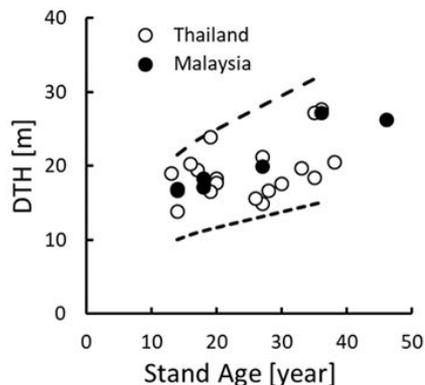


図2. 本研究とタイ国内のチーク人工林における林齡と上層樹高の関係。点線は東北タイの収穫予想表による DTH の範囲 (5)

(2) 材密度

材密度データの無い Kuala Klawang を除く 5 林分の材密度は 0.52 から 0.59 g cm⁻³ で、Puchong と Bentong 間では有意差があったが、その他の調査地間の有意差はなかった (図 3)。一般的にチークの全乾密度は約 0.55g cm⁻³ で、今回の値はタイ人工林の値の範囲内にある。一方、林齡と平均材密度の関係は有意ではなかった (p=0.07)。他の研究では林齡が高いほど材密度が高くなるが、本研究では林齡が高い Mata Ayer で材密度のばらつきが大きく (図 3)、林齡との関係が無くなった一因と考えられた。一方、インドのチーク人工林では、成長速度が材密度に

影響したことから、個体による成長速度の違いが Mata Ayer の材密度のばらつきの要因かもしれない。

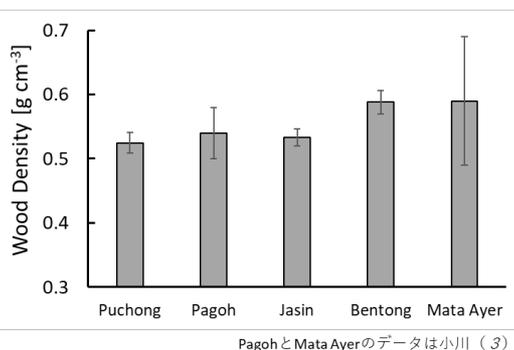


図3. 各試験地の幹の材密度

(3) 幹の形状比

半島マレーシアの 6 林分では、タイの林分と比較して直径成長がやや大きく、樹高は同じ程度となるため、形状比 (樹高 / 幹の直径比; H/D 比) が小さかった (図 4)。一般的に立木密度が低下すれば直径成長が促進され形状比が低下する。Pagoh を除く 5 林分については、植栽間隔がタイと比べて広く立木密度が低くなったことが、低い形状比の一因と考えられる。また、Puchong は道路沿いであったため光環境が良く、直径成長が促進され形状比が低下した可能性も考えられた。しかし、Pagoh は高密度に植栽され間伐も行われていないにもかかわらず、低い形状比であったがその要因は不明であった。

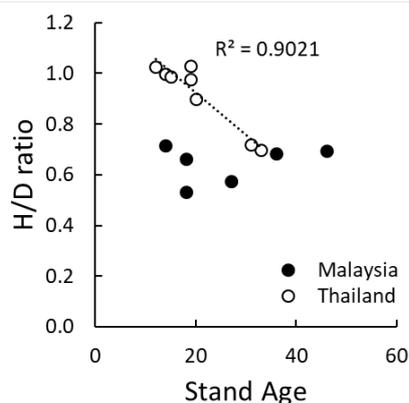


図4. 林齡と幹の形状比 (H/D 比) の関係

以上から、調査した 6 林分のチークは、タイのチークより形状比は小さいが、成長には大きな違いはなく、材密度も変わらないことが明らかになった。半島マレーシアでは、初期成長だけでなく中長期成長もタイと遜色なく、収穫可能なサイズまで十分な成長が見込まれた。したがって明確な乾期を持たない半島マレーシアが、単純にチークの植栽不適地であるとは言えないことが示された。本研究は半島マレーシアの林齡 14 ~ 46 年のチーク人工林の成長量と材密度を示しており、同様の研究はないことから、マレーシア国内におけるチーク植林の見直しも期待できる。

本研究では成長量の小さい林分でデータをとることができなかったことから、土壌条件も取り入れた植栽適地判定にまで至ることができなかった。今後、植栽不適地のデータを集積し、植栽適地、不適地が生じる生態学的な要因をチークの生理機構を含めて明らかにする必要があると考える。

<引用文献>

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.

Krishnapillay, B. (2000) Silviculture and management of teak plantations. Unasylva 51:14-21.

小川智子(2016)チーク植林木の成長に影響を及ぼす環境要因に関する研究. 2015年度高知大学大学院総合人間自然科学研究科農学専攻修士論文, 45 pp.

Yoneda, R., Himmapan, W., Tedsorn, N., Vacharangkura, T., Noda, I. (2017) Development of allometric equation to estimate biomass and carbon stock in young teak plantations in Thailand. JIRCAS Working Report 85: 1-10.

Ishibashi, S., Sakai, M., Noda, I., Vacharangkura, 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.

5. 主な発表論文等

[雑誌論文](計2件)

米田令仁、田中憲蔵、市栄智明、Mohamad Azani Alias, Nor Zaidi Jusoh, Amir Saaiffudin Kassim, Ahmad Zuhaidi Yahya, 半島マレーシアの6地点に植栽されたチークの成長と材密度、関東森林研究、査読有、69(1)、2018、印刷中

米田令仁、田中憲蔵、市栄智明、Mohamad Azani Alias、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、関東森林研究、査読有、68(1)、2017、pp. 37-40

[学会発表](計5件)

米田令仁、田中憲蔵、市栄智明、Mohamad Azani Alias, Nor Zaidi Jusoh, Amir Saaiffudin Kassim, Ahmad Zuhaidi Yahya, 半島マレーシアの6地点に植栽されたチークの成長と材密度、第7回関東森林学会大会、2017年

米田令仁、田中憲蔵、市栄智明、Mohamad Azani Alias、Amir Saaiffudin Kassim, Ahmad Zuhaidi Yahya, 半島マレー

シアの5地点のチーク人工林における成長と幹の形状比、第27回日本熱帯生態学会大会、2017年

米田令仁、田中憲蔵、市栄智明、Mohamad Azani Alias, 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、第6回関東森林学会大会、2016年

米田令仁、Woraphun Himmapan、タイ国内における若齢チーク林におけるバイオマス拡大係数、第26回日本熱帯生態学会大会、2016年

米田令仁、Woraphun Himmapan、野田巖、タイ南部スラタニー県におけるチークの現存量、第127回日本森林学会大会、2016年

[図書](計0件)

[産業財産権]

出願状況(計0件)

取得状況(計0件)

[その他]

6. 研究組織

(1)研究代表者

米田 令仁(YONEDA, Reiji)

国立研究開発法人森林研究・整備機構・森林総合研究所・主任研究員

研究者番号:00435588

(2)研究分担者

田中 憲蔵(TANAKA, Kenzo)

国立研究開発法人森林研究・整備機構・森林総合研究所・主任研究員

研究者番号:30414486