

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 19 日現在

機関番号：12601

研究種目：基盤研究(B)

研究期間：2012～2014

課題番号：24405031

研究課題名(和文) タイ国チーク人工林における間伐が水循環、炭素循環に与える影響の研究

研究課題名(英文) Effects of thinning on water and carbon cycle in a Teak plantation in Thailand

研究代表者

鈴木 雅一 (Suzuki, Masakazu)

東京大学・農学生命科学研究科・教授

研究者番号：10144346

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 13,500,000円

研究成果の概要(和文)：タイ国北部のチーク人工林において、間伐を行う処理区と対照区を設け、間伐が水循環、と炭素循環に与える影響を調べた。調査したチーク林は、ほぼ平坦な地形に植栽された約40年生のチーク林の130m×200mの区画である。これを4分割し、その一つを2013年3月に本数密度30%、もう一つを2014年3月に本数密度50%の間伐を行った。

チーク人工林を含む落葉性熱帯季節林は、降雨の季節性と乾季の落葉の影響で林床日射量が大きい時期があり、地温、土壌呼吸量が大きい季節変化を示す。間伐前および間伐しない対照区と間伐区における林内外気象環境を対比するとともに、地温、土壌呼吸、樹冠遮断量の変化を対比した。

研究成果の概要(英文)：In order to evaluate effects of thinning on water and carbon cycle, hydro-meteorological observation have been conducted in a Teak plantation in northern Thailand (18°25' N, 99°43' E). Study Site is situated in a nearly flat and even aged teak plantation with a mostly homogeneous canopy structure. Thinning operation was carried out in March 2013 and March 2014. Comparative observation of soil temperature, soil respiration, canopy interception between thinning plot and control plot and before and after thinning were conducted together with micrometeorological observation.

研究分野：森林水文学

キーワード：熱帯季節林 間伐 水収支 炭素収支 チーク林 タイ国

### 1. 研究開始当初の背景

チークは、タイ、インド、ミャンマーなどの熱帯季節林に生育する落葉樹で、木材生産を目的とした人工林がアフリカ、南アメリカなどにも広く存在している。タイ北部では、1970年頃に盛んに造林され、その多くが成長途上である。研究代表者は、1990年代後半より地球規模の気候に与える森林研究のために、天然林であるボルネオ島の熱帯雨林、タイの丘陵性常緑林とチーク人工林で、水・エネルギー循環の研究を開始し、観測を継続してきた。

東南アジア熱帯の人工林を対象として間伐の影響を把握する重要性は、1) 炭素吸収源の見地から熱帯地域における大規模植林が検討されているが、間伐が水循環・炭素循環に与える影響の調査がされていないこと、2) 日本の人工林は、手入れの遅れが指摘され、下層植生の衰退、表面浸食の発生などが憂慮され、間伐の影響の解析が進められており、異なる気候下の人工林を対象に我国の森林整備の技術を一般化、国際化するのに不可欠だからである。

### 2. 研究の目的

タイ国北部のチーク人工林において、強度を変えた間伐を行う間伐区と対照区を設け、間伐に伴う水・エネルギー・炭素循環観測を行い、その影響を現地観測によって評価する。同時に、森林成長量、蓄積量変化を測定し、間伐が木材生産を含む多面的機能に与える影響を評価する。

本研究の特色は、2000年から気象・水文観測と展葉・落葉の季節性が継続的に調査され事前調査データが豊富にあるチーク人工林を対象に、樹木本数の調整を行い、現地観測記録を収集するところにある。また、間伐前の条件において長期間の蒸発散促進記録が蓄積されているが、更に解析を要する項目があり、既往観測記録の再解析も重要である。

間伐が水・エネルギー・炭素循環に与える影響は、樹木の伐採後ただちに变化する現象と樹木の生育密度が変わった後の成長過程で現れる長期的現象がある。調査計画の全体は、長期の現象までを視野に入れて立案しているが、間伐の実施と間伐によって直ちに生ずる現象に焦点を絞って、観測、解析を行う。

### 3. 研究の方法

調査地は、タイ国ランパン県ランパン近郊(18°25'N, 99°43'E)のほぼ平坦な地形に1968年に植栽されたチーク人工林である。2012年の樹木密度は約450本/haであった。

#### [間伐処理]

既に樹木の位置、幹の胸高直径、樹高が計測されている間伐の試験区(130m×200m)を4区画に区分し、2013年3月に立木密度30%間伐をする。また、2014年3月に立木密度50%間伐をする。

間伐影響調査は、これら2区について、2

つの無間伐区(450本/ha)と1)一般気象、2)樹木に関する調査、3)林内微気象の変化、4)水循環の変化、5)炭素循環の変化などについて対比を行う。

### 4. 研究成果

本研究では、間伐区の設定、間伐前の観測の実施、2003年3月と2004年3月の間伐実施、間伐後の観測実施が順調に進められた。(1)間伐

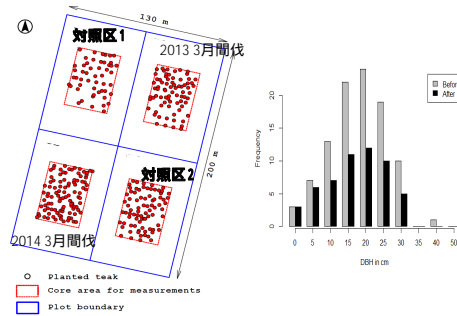


図1 間伐区概要

図2 2014年間伐の直径別本数の変化

図1の4区画のうち、1区画で2013年に立木密度429本/haを286本/haへと30%間伐した。また、もう1区画を2014年3月に立木密度566本/haから286本/haへと50%間伐した。

#### (気象記録と水収支)

調査地における間伐前の気象記録を整理し、水収支を把握した。年平均気温(2001年から2010年)は、25.4℃で、2006年から2012年の平均年降水量は1415.5mm、平均年蒸発散量は1154.6mmである。蒸発散量は、樹冠からの蒸散量792.1mm、林床面蒸発量256.6mm、樹冠遮断量105.9mmから構成されることがわかった。林床面蒸発量はチークが落葉している乾季に主に生じている。

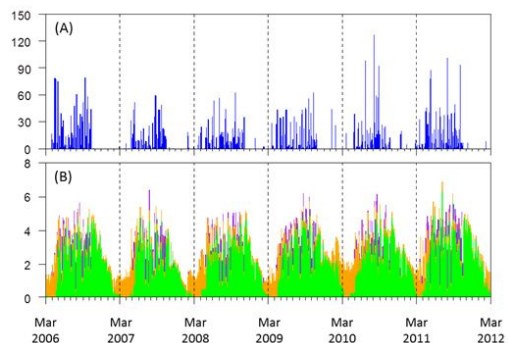


図3 2006年～2012年の降水量(A)、蒸発散量(B)の季節変化

図3に示される東南アジアの熱帯季節林における複数年にわたる蒸発散量季節変化、年々変動は、新規性の高い成果である。また、樹冠遮断量等についても既往観測記録の再

解析が進められ、論文公表がなされた。

(林内日射)

間伐前後の林内日射は、2014年3月の間伐について、図4のように変化した。間伐後に林床(地上1.5m)に到達する日射は増加し、その影響は年末まで継続している。林内日射量の空間分布についても、間伐区、対照区ともに詳細な観測がなされた。

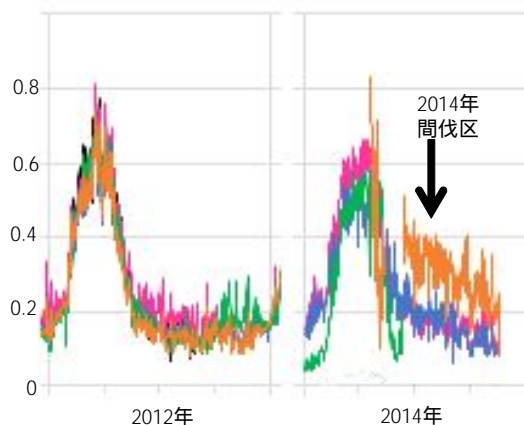


図4 間伐前後の樹冠上日射に対する林内日射の比  
2014年間伐区は、林内日射が増加している。

(地温)

1cm深、60cm深の年平均地温はそれぞれ24.9、25.0°であるが、落葉期間中は1cm深の地温が林床への直達日射のために高くなる。

間伐は、着葉期の葉量低下と落葉期の樹幹の影の減少をもたらす、林床日射量を増加させるので、地温上昇をもたらすと予測されていた。2013年と2014年の間伐区において、間伐は落葉期に行われ、展葉開始とともに対照区に比べて地温の上昇が検出されている。

しかし、間伐後に間伐した根株からの萌芽の旺盛な発生、下層植生の繁茂、着葉期の林内日射の空間的不均一性の影響があり、地温上昇量の定量的評価は現在作業中となっている。

(土壌呼吸量)

調査地の土壌呼吸量は、既往研究により9.01~10.17 tC/ha/yearと推定されており、土壌水分と地温の季節変化の影響を受けて雨季に高く、乾季の土壌水分低下時に低くなる明瞭な季節性がある。間伐に伴う土壌呼吸量の変化を検出する各プロットに多点の測定点を設けた観測を実施した。

しかし、土壌呼吸量観測値の空間的な変動は地温、土壌水分よりもさらに大きく、現在のところ土壌呼吸量への間伐の影響は明瞭ではない。

(その他の項目)

チーク林間伐が蒸発散量、樹冠遮断量、炭素吸収量に与える影響については、現在解析中である。これらは、観測記録は成功裡に収集することができたが、観測項目が多岐にわたるとともに、大気-地表面のガス交換モデルを通じた解釈が不可欠なためである。

## 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 5件)

Igarashi Y, Tanaka N, Tanaka K, Yoshifuji N, Sato T, Tantasirin C, Suzuki M, Seasonality of water and carbon dioxide exchanges at a teak plantation in northern Thailand, *Ecohydrology*, 査読有、6、2013、134-141  
DOI: 10.1002/eco.284

Kume T, Tanaka N, Yoshifuji N, Tantasirin C, Igarashi Y, Suzuki M, Hashimoto S, Soil respiration in response to year-to-year variations in rainfall in a tropical seasonal forest in northern Thailand., *Ecohydrology*, 査読有、6、2013、134-141  
DOI: 10.1002/eco.1253

Yoshifuji N, Igarashi Y, Tanaka N, Tanaka K, Sato T, Tantasirin C, Suzuki M, Inter-annual variation in the response of leaf-out onset to soil moisture increase in a teak plantation in northern Thailand, *International Journal of Biometeorology*, 査読有、58、2014、1-5  
DOI: 10.1007/s00484-013-0784-2

Igarashi Y, Kumagai T, Yoshifuji N, Sato T, Tanaka N, Tanaka K, Suzuki M, Tantasirin C, Environmental control of canopy stomatal conductance in a tropical deciduous forest in northern Thailand, *Agricultural and Forest Meteorology*, 査読有、202、2015、1-10  
DOI: 10.1016/j.agrformet.2014.11.013

Tanaka N, Levia D, Igarashi Y, Nanko K, Yoshifuji N, Tanaka K, Tantasirin C, Suzuki M, Kumagai T, Throughfall under a Teak plantation in Thailand: a multifactorial analysis on the effects of canopy phenology and meteorological conditions, *International Journal of Biometeorology*, 査読有、2015、印刷中  
DOI: 10.1007/s00484-014-0926-1

[学会発表](計 9件)

Igarashi Y, Sato T, Tanaka N, Tanaka K,

Yoshifuji N, Suzuki M, Estimate of six-year evapotranspiration over a teak plantation in northern Thailand, 3rd International Conference on Forests and Water in a Changing Environment, Fukuoka Institute of Technology, Fukuoka, 2012年9月19日

五十嵐康記・熊谷朝臣・鈴木雅一、タイ北部・熱帯落葉林における大気-森林間での水・炭素交換～10年間の長期観測からわかったこと～、第124回日本森林学会大会、岩手大学、2013年3月26日

佐藤貴紀、鈴木雅一、田中延亮、田中克典、五十嵐康記、吉藤奈津子、Tantasirin C、チークとスギを対象とした染色実験と熱消散法による樹液流計測の結果の比較、水文・水資源学会 2013年度研究発表会、神戸大学、2013年9月25日

白木克繁、田中延亮、Tantasirin C、鈴木雅一、タイ北部熱帯常緑林流域の水収支および流出特性、第125回日本森林学会、大宮ソニックシティ、2014年3月27日

佐藤貴紀、鈴木雅一、田中延亮、田中克典、五十嵐康記、吉藤奈津子、Tantasirin C、チーク人工林の樹液流動季節変化の個体ごとのばらつき、水文・水資源学会 2014年度研究発表会、宮崎グリーンズフィア(宮崎市)、2014年9月25日

山田麗、田中延亮、鈴木雅一、吉藤奈津子、落葉性熱帯季節林における土壌水分変化に対する土壌呼吸とフェノロジーの応答、水文・水資源学会 2014年度研究発表会、宮崎グリーンズフィア(宮崎市)、2014年9月25日

Igarashi Y, Katl G, Kumagai T, Yoshifuji N, Sato T, Tanaka N, Tanaka K, Fujinami H, Tantasirin C, Suzuki M, Separating physical and biological controls on evapotranspiration fluctuations in a teak plantation subjected to monsoonal rainfall, AGU Fall Meeting, サンフランシスコ(米国)、2014年12月18日

Tanaka N, Levia D, Igarashi Y, Nanko K, Yoshifuji N, Tanaka K, Tantasirin C, Suzuki M, Kumagai T, Throughfall under a teak plantation in Thailand: a multifactorial analysis on the effects of canopy phenology and meteorological conditions, サンフランシスコ(米国)、2014年12月16日

吉藤奈津子、五十嵐康記、鎌倉真衣、松尾菜緒子、佐藤貴紀、田中延亮、田中克典、Tantasirin C、鈴木雅一、

〔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〕  
ホームページ等

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

鈴木雅一 (SUZUKI, Masakazu)  
東京大学・農学生命科学研究科・教授  
研究者番号: 10144346

### (2) 研究分担者

大手信人 (OHTA Nobuhito)  
京都大学・情報学研究科・教授  
研究者番号: 10233199

田中延亮 (TANAKA Nobuaki)  
東京大学・農学生命科学研究科・助教  
研究者番号: 10323479

### (3) 連携研究者

なし