

令和 4 年 6 月 12 日現在

機関番号：17102

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2019～2021

課題番号：19H02996

研究課題名(和文) 竹林は地球温暖化を緩和しうるのか? : モウソウチク林の炭素固定量の算定と将来予測

研究課題名(英文) Bamboo forests can be a significant carbon sink?: Carbon cycling in Moso bamboo forests and their future changes

研究代表者

久米 朋宣 (Kume, Tomonori)

九州大学・農学研究院・准教授

研究者番号：30816393

交付決定額(研究期間全体) : (直接経費) 13,400,000円

研究成果の概要(和文) : モウソウチク林(以下、竹林)による温暖化ガスの増加抑制に大きな期待が寄せられている。しかし、地上部と地下部を含めた竹林の炭素固定機能に関するデータの蓄積が圧倒的に不足している。本研究では、申請者らがこれまで取り組んできた野外計測手法を基軸に、1) モウソウチクの分布域を網羅する台湾、福岡、京都の多地点で、モウソウチク林(以下、竹林)の炭素吸収量および放出量の年々変動測定と変動要因の解明、2) 竹林の炭素吸収量および放出量の変動特性を再現する炭素固定量算定モデルの構築、を行う。それにより、日本の竹林炭素固定量の算定と将来予測を行うための基盤を整備する。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究では、これまで明らかでなかったモウソウチク林全体(地上部と地下部)の炭素吸収機能を定量評価した点に学術的意義がある。また、炭素循環の各コンポーネントの環境特性も明らかにし、いくつかのモデルを構築した。将来の温暖化に対する変化予測の基礎情報となる点にも学術的意義がある。また、本研究ではモウソウチク林はそのバイオマス量の少なさに比して、高い炭素固定機能を持つことを定量的に示し、気候変動緩和策を講じるうえで有効な手段となることを示した点に社会的意義がある。

研究成果の概要(英文) : Although people regard Moso bamboo forests as significant carbon sink for mitigate climate changes, still few studies are available for quantifying carbon sequestration ability in Moso bamboo forests. Our study aimed to clarify Moso bamboo carbon cycling including above and belowground processes and main factors determining the components of the carbon cycling based on some-year field observation conducted in several sites covering Taiwan, Fukuoka, and Kyoto sites. As well, we developed simple and mathematical models reproducing carbon cycling in Moso bamboo forests, which are available for quantifying Moso bamboo carbon fixation ability and possible changes in response to climate changes.

研究分野：森林水文学、生態水文学

キーワード：モウソウチク林 炭素循環 水循環 長期観測 モデル

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

近年、温暖化ガス(CO₂など)の増加に起因する地球規模での温暖化が世界的な問題となっており(IPCCAR5 2014)。気候変動緩和策を議論するうえで、森林による炭素固定が重要なオプションの一つとなっている(林業白書 2017)。近年、森林による炭素の吸収と放出のバランスで決まる炭素固定量の大小が、我々が想定していた以上に地球規模の炭素循環において重要な役割を果たしていることが明らかになった(Pan et al. 2011)。数値モデルによる気候変動予測の精度を上げるうえで、森林生態系内の炭素固定に関わるプロセスをモデル上でどう表現するかがキーとなっており、これまでに世界中の様々な森林で炭素固定量が計測されている(Baldocchi et al. 2018)。

現在、東アジアではモウソウチクなどの竹林の急速な拡大が深刻な社会問題となっており(Song et al. 2011)。このまま温暖化傾向が続けば、竹林の生息域がさらに拡大することが予測されている(Takano et al. 2017)。竹林の拡大は、生態系の生物多様性の低下、洪水の助長、水資源の消費など様々な生態系サービスの低下を引き起こす。その一方で、竹林はその旺盛な成長から高い炭素固定機能を持つと思われており、竹林による温暖化ガスの増加抑制に大きな期待が寄せられている(篠原ら 2014)。竹林の拡大に適切に対処するためには、竹林の多面的機能における正と負の両面を科学的根拠に基づき議論し、森林政策に反映させていくことが急務である。

しかし、現状では、竹林の炭素固定量に関するデータの蓄積が圧倒的に不足しており、竹林の炭素固定量はどれくらいなのか、という問いに答えられない状況にある。したがって、日本全域で見たときに竹林は炭素の主要な吸収源となりうるのか、ひいては国策として竹林を温暖化緩和策のオプションとして積極的に利用できるのか、という疑問に答えるためには、野外調査に基づき竹林の炭素固定量をモデル化し、それを日本全域に適用することで、竹林による炭素固定量を広域スケールで算定することが必要不可欠である。

従来、世界中の森林で広く用いられてきた微気象学的方法(フラックス計測)は、平坦地形に一樣に広がる森林を前提にしているため、山地にパッチ状に分布することが多い竹林には適用が難しく、また、巨大タワーの建設等多大なコストもかかることから、地域間の比較も容易ではない。申請者らが10年以上にわたって取り組んできた野外計測手法(樹液流計測、炭素安定同位体比計測、リターバッグ法、チャンバー法)は、地形の影響を受けずに森林の水・炭素循環の要素を計測でき、また、低コストで多地点に展開することが可能である。申請者らのアプローチを利用することで、異なる気候条件下にある様々な竹林の炭素固定に関するデータを蓄積することができ、任意の地点の竹林の炭素固定量を予測する一般モデルの構築が可能となる。

2. 研究の目的

本研究では、日本全域での竹林の炭素固定量を算定し、また、将来の温暖化に伴う炭素固定量の変動予測を行うために、申請者らがこれまで取り組んできた野外計測手法を基軸に、1)モウソウチクの分布域を網羅する13地点で、モウソウチク林(以下、竹林)の炭素吸収量および放出量の年々変動測定と変動要因の解明、2)竹林の炭素吸収量および放出量の変動特性を再現する炭素固定量算定モデルの構築、を行う。それにより、日本全域の竹林炭素固定量の算定と将来予測を行うための基盤を整備する。

3. 研究の方法

樹液流、呼吸量、植物起源揮発性有機ガス(BVOC)に加えて、太陽放射、温度、土壌水分などの環境要因の長期モニタリングを集中的に行っている台湾、福岡、京都の3地点の竹林をメインサイトとした。その他の10地点は、一部の観測項目の空間変動特性を明らかにするためのサブサイトとした。メインサイト(3地点)で樹液流計測を継続実施し、林分蒸散量を算定する。同時に炭素安定同位体($\delta^{13}C$)のサンプリングを年3回(春、夏、秋)実施する。 $\delta^{13}C$ から求まる水利用効率と林分蒸散量の積から炭素吸収量を算定できる。また、 $\delta^{13}C$ はサブサイト(10地点)でもサンプリングし、水利用効率の空間変動およびその要因を明らかにすることを予定していたが、新型コロナウイルスの拡大防止に伴う行動制限のため実施できなかった。土壌に堆積するリター(落葉落枝)の分解速度を算定するためのリターバッグ法をメイン(3地点)およびサブサイト(10地点)で年1回実施した。呼吸量は、チャンバー法により、根・幹・枝・葉で年4回(春、夏、秋、冬)測定する。植物起源揮発性有機ガス(BVOC)は、チャンバー法により年4回実施する。呼吸量およびBVOCの測定は、メインサイト(3地点)において行う。

炭素吸収量算定モデルを構築するために、計測された蒸散量、リターの分解速度、並びに幹の呼吸速度、BVOC(主に、イソプレン)放出速度は、太陽放射(光合成有効放射量)・温度・土壌水分などの環境データによりモデル化する。また、本研究による竹林炭素吸収モデルの簡略化の妥当性を検討するために、竹林固有の葉の寿命や稔期の年変動を考慮した竹林動態モデルの構築も併せて行った。また、新型コロナウイルスの感染拡大防止による行動規制により、広域でのサンプリングが一部できなかったため、既往のデータセットや文献値を収集し、竹林の炭素吸収機能の定量評価も併せて行った。

4. 研究成果

(1) 竹林炭素循環のコンポーネントの計測とモデル化

・BVOCの放出特性

コアサイトの一つである台湾大学演習林内において、モウソウチクのイソプレン放出強度を他のタケ12種と比較したところ、モウソウチクは5-20 nmol/m²/s というかなり大きな値を示し、タケ類の中でも主要なBVOC放出種であることが確認できた。次に、イソプレン放出速度を、光環境(PPFD)コントロール下のもと、毎月計測したところ、PPFDの増加に伴いイソプレン放出速度は増加すること、そしてPPFDを基準化したときのイソプレン放出速度の季節変化は、温度に対応することが分かった(低温下で低いイソプレン放出速度を示した)。既存のモデル(G93)をモウソウチクに適用すると、23°Cより低い環境下で、かなりの過大評価をすることが分かり、モウソウチク固有のモデルパラメーターを選択する必要があることを明らかにした。

環境条件がイソプレン放出速度に与える影響を評価するのに加えて、葉の形態とイソプレン放出速度(環境条件を基準化(PPFD=1000μmol/m²/s1)、気温=30°C)した時の放出速度)の関係を理解することも重要である。葉面積あたりの重量LMAは、葉の生理生態特性を理解するうえで重要なパラメーターの一つであるが、低いLMAを持つ葉からのイソプレン放出速度基準値が明らかではなかったため、今回、低いLMA(=28-48 g/m²)を持つ九州大学福岡演習林内のモウソウチク林において、イソプレン放出速度基準値の計測を行った。その結果、葉面積単位のイソプレン放出速度基準値は、LMAと強い正の相関を示した。また、既往の研究で行われた計測値を用いて検討した結果、サイトや稈の年齢によらず、イソプレン放出速度基準値は、LMAと強い正の相関を示すことが示された。LMAが、イソプレン放出速度の変動を説明する重要なパラメーターであることを明らかにした。

・稈呼吸の日変化

幹表面(タケの場合は稈表面)から放出されるCO₂(幹または稈呼吸)が、炭素循環において重要な役割を持つことは知られているものの、タケの稈呼吸の特性はあまり調べられていない。そこで、まず森林総合研究所関西支所内のモウソウチク林(京都)において稈呼吸の日変化を明らかにし、その日変化における環境要因である温度、生理生態要因である稈の年齢や稈内を流れる樹液流の影響を、それぞれ検討した。

当年に発生した稈(当年稈)、昨年以前に発生した稈のうち比較的新しい稈(若い稈)、昨年以前に発生した稈のうち比較的古い稈(古い稈)をそれぞれ複数選定し、30分毎の稈呼吸速度を計測したところ、当年稈の稈呼吸速度が、若い稈や古い稈より明らかに大きく、明瞭な日変化を示すことが分かった。また、稈サイズが大きいと稈呼吸速度も大きくなる傾向があった。当年稈の稈呼吸速度の日変化は、気温と時計回りのヒステリシスを持った。一方、若い稈と古い稈の稈呼吸速度は、気温と反時計回りのヒステリシスを持った。これらのヒステリシスには、樹液流速の変動が影響していた。稈呼吸の温度反応特性(Q₁₀)は、若い稈や古い稈より、当年稈で大きかった。以上のことから、稈の年齢は、稈呼吸速度の大小と温度反応特性両方に影響することが分かり、稈の年齢構成を理解することが、稈呼吸速度の外挿において重要になることを明らかにした。

・リター分解特性の地理的分布

気候、土壌特性、林分特性が、モウソウチク林の初期リター分解のプロセスに与える影響を、ティーバッグ法を用いて検討した。計測は、日本と台湾の13サイトで実施した。その結果、ティーバッグ法により評価される分解特性(初期分解速度k、長期蓄積能s)は、気候の影響を強く受けることが分かった。特に、温度と降水がkに与える影響には、交互作用が見られた(温かいサイトでは、降水の増加でkが増加するが、寒いサイトでは降水量の変化はほとんど影響しなかった)。土壌の影響はほとんど見られず、林分特性では間接的な影響が見られた。以上のことから、モウソウチク林のリター分解特性は、主に気候によって制御されており、林分構造の違いはリター投入量を変化させ、間接的にリター分解に作用することが示された。

(2) 竹林の炭素吸収機能評価に関わるモデルの構築

・蒸散モデル

台湾大学実験林内、九州大学福岡演習林、並びに京都亀岡のモウソウチク林(4サイト)において取得された樹液流計測データを利用して、林分蒸散量推定モデルを構築した。林分構造(密度、葉面積指数)によらず、気象データ(雨、日射量、気温、湿度)を入力とし、共通の植物生理学的パラメーターを持つ簡易モデルにより、4サイトの林分蒸散量を推定することができた。これは、管理されていないモウソウチク林では、古い稈により密度が増大するものの、古い稈は林分あたりの蒸散量にほとんど貢献していないことによって説明される。ここで得られた林分蒸散量に、炭素安定同位体比より求まる水利用効率を掛け合わせることで、林分あたりの炭素吸収量の算定が可能となった。本研究期間中に、葉の炭素安定同位体比の個体間変動及び個体内の季節変動を計測することができたので、林分あたりの炭素吸収量算定に必要な炭素安定同位体比のサンプリング戦略も今後検討する予定である。

・竹林動態モデル

モウソウチク林の炭素吸収機能を明らかにするうえで、新稈生産の2年周期メカニズムを検討することは重要である。既往研究の長期観察により、この新稈生産の豊作・不作が2年周期で現れるという現象は、葉の寿命が2年であり、1年目(活性の高い若い葉)と2年目(活性の低い古い葉)の葉量の林分全体での割合が、何らかの理由により不均衡になることで生じると考えられてきた(既往の仮説)。しかし、2年周期が消失する期間もあり、既往の仮説が2年周期のメカニズムを説明できているのか、疑問の余地がある。そこで、本研究では、モウソウチク固有の特性(葉の寿命が2年、稈の年齢構成の年変動)を考慮した竹林動態モデルを構築し、所謂新稈の2年周期を打ち消す要因の数理的な検討を行った。その結果、1)豊作年の新稈によってもたらされる光合成同化産物が、潜在的には不作となる翌年の新稈生産を増加させ、不作を緩和しうること、2)活性の低い2年目の葉も、林分合計でみると相応の光合成同化産物を生産し、潜在的には不作となる年の新稈生産を十分行える可能性があること、3)地下部の炭素蓄積が増加すると、それが新稈生産のバッファとして機能し、2年周期を緩和しうること、が解析的に示された。これらのことは、安定的にモウソウチク林の炭素吸収機能を発揮させるための重要な知見となる。

(3) 竹林の炭素吸収機能の総合評価

新型コロナウイルスの感染拡大防止の影響により、サンプリングを多地点で行うことが困難であったため、本研究では計画を変更し、モウソウチク林の炭素吸収機能に関わる既往の文献値を幅広く収集することで代替した。

森林の生産力を示す純一次生産量(NPP)と森林の炭素固定のシンク・ソースを示す純生態系生産量(NEP)を、グローバルデータベース(Luyssaert et al. 2007, Luyssaert 2009)及び既往の論文(Li et al. 2006, Yan et al. 2006; Huang et al. 2007, Yang et al. 2007, Ma et al. 2008, Xiao et al. 2010, Chen et al. 2011a, Tan et al. 2011, Tang et al. 2015, Chen et al. 2016, Song et al. 2017)より収集した。NPPに関しては247サイト、NEPに関しては256サイトのデータが収集でき、熱帯性湿潤気候、熱帯性半乾燥気候、亜熱帯性気候、温帯性湿潤気候、温帯性半乾燥気候、地中海性気候、亜寒帯性湿潤気候、亜寒帯性半乾燥気候をカバーすることができた。

モウソウチク林は、他の森林生態系と比較して、地上部のバイオマスが小さいにも関わらず、グローバルデータセットの上限値(熱帯林や亜熱帯林)と同等のNPPとNEPを示すことが分かった。これらの結果は、数ある森林生態系の中で、モウソウチク林が炭素吸収源として、高い潜在能力を持つことの証左であり、モウソウチク林を活用した炭素隔離手法の検討は、温暖化緩和策を検討するうえで有効な一手となるであろうと結論づけられる。

<引用文献>

- Baldocchi DD et al. 2018 Inter-annual variability of net and gross ecosystem carbon fluxes: A review. *Agric For Meteorol* 249:520-533.
- Chen D et al.(2011a) Subtropical plantations are large carbon sinks: Evidence from two monoculture plantations in South China. *Agric For Meteorol* 151:1214-1225.
- Chen TH et al. (2016b) The trend of growth characteristics of Moso bamboo (*Phyllostachys pubescens*) forests under an unmanaged condition in Central Taiwan. *Taiwan. J For Sci* 31:75-87
- Huang M et al.(2007) The ecosystem carbon accumulation after conversion of grasslands to pine plantations in subtropical red soil of South China. *Tellus B* 59:439-448.
- Li ZJ et al.(2006) Silicon's organic pool and biological cycle in moso bamboo community of Wuyishan Biosphere Reserve. *J Zhejiang Univ Sci B* 7:849-857.
- Luyssaert S et al.(2007) CO2 balance of boreal, temperate, and tropical forests derived from a global database. *Glob Change Biol* 13:2509-2537.
- Luyssaert S et al. (2009) Global Forest Ecosystem Structure and Function Data for Carbon Balance Research. Data set. Available on-line [<http://daac.ornl.gov/>] from Oak Ridge National Laboratory Distributed Active Archive Center, Oak Ridge, Tennessee, USA
- Ma Z et al. (2008) Observation and modeling of NPP for *Pinus elliottii* plantation in subtropical China. *Sci China Ser D Earth Sci* 51:955-965.
- Pan Y et al. (2011) A large and persistent carbon sink in the world's forests. *Science* 333:988-993.
- 篠原ら (2014) モウソウチク林の拡大が林地の公益的機能に与える影響:総合的理解に向けて. *日本森林学会誌* 96:351-361.
- Song X et al. (2011) Carbon sequestration by Chinese bamboo forests and their ecological benefits: assessment of potential, problems, and future challenges. *Environ Rev* 19:418-428.
- Song QN et al. (2017) Accessing the impacts of bamboo expansion on NPP and N cycling in evergreen broadleaved forest in subtropical China. *Sci Rep* 7:40383.
- Takano et al. (2017) Detecting latitudinal and altitudinal expansion of invasive bamboo *Phyllostachys edulis* and *Phyllostachys bambusoides* (Poaceae) in Japan to project potential habitats under 1.5°C-4.0°C global warming. *Ecol Evol* 7, 9848-9859.
- Tan ZH et al. (2011) An old-growth subtropical Asian evergreen forest as a large carbon sink. *Atmos Environ* 45:1548-1554.

- Tang X et al. (2015) Soil respiration and carbon balance in a Moso bamboo (*Phyllostachys heterocycla* (Carr.) Mitford cv. *Pubescens*) forest in subtropical China. *iFor Biogeosci For* 8:606–614.
- Xiao FM et al. (2010) Estimation of the carbon balance in Moso Bamboo and Chinese Fir plantation ecosystem. *Sci Silvae Sin* 46:59–65.
- Yan J et al.(2006) Estimates of soil respiration and net primary production of three forests at different succession stages in South China. *Glob Change Biol* 12:810–821.
- Yang YS et al. (2007) Soil respiration and carbon balance in a subtropical native forest and two managed plantations. *Plant Ecol* 193:71–84.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計7件（うち査読付論文 6件／うち国際共著 2件／うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Chang Tingwei, Kume Tomonori, Okumura Motonori, Kosugi Yoshiko	4. 巻 211
2. 論文標題 Characteristics of isoprene emission from moso bamboo leaves in a forest in central Taiwan	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Atmospheric Environment	6. 最初と最後の頁 288 ~ 295
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.atmosenv.2019.05.026	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する
1. 著者名 Komatsu H, Kume T.	4. 巻 585
2. 論文標題 Modeling of evapotranspiration changes with forest management practices: a genealogical review.	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Hydrology	6. 最初と最後の頁 124835
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.jhydrol.2020.124835	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Kawakami Erika, Ataka Mioko, Kume Tomonori, Shimono Kohei, Harada Masayoshi, Hishi Takuo, Katayama Ayumi	4. 巻 17
2. 論文標題 Root exudation in a sloping Moso bamboo forest in relation to fine root biomass and traits	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 PLOS ONE	6. 最初と最後の頁 266131-266131
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1371/journal.pone.0266131	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Uchida Eiko M., Katayama Ayumi, Yasuda Yuko, Enoki Tsutomu, Otsuki Kyoichi, Koga Shinya, Utsumi Yasuhiro	4. 巻 5
2. 論文標題 Age-Related Changes in Culm Respiration of Phyllostachys pubescens Culms With Their Anatomical and Morphological Traits	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Frontiers in Forests and Global Change	6. 最初と最後の頁 XX
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.3389/ffgc.2022.868732	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Nagano Nao, Kume Tomonori, Utsumi Yasuhiro, Tashiro Naoaki, Otsuki Kyoichi, Chiwa Masaaki	4. 巻 3
2. 論文標題 Negligible Response of Transpiration to Late-Summer Nitrogen Fertilization in Japanese Oak (<i>Quercus crispula</i>)	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Nitrogen	6. 最初と最後の頁 76 ~ 89
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/nitrogen3010006	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Chang T-W, Kosugi Y, Kume T, Katayama A, Okumura M, Chang KH.	4. 巻 78(1)
2. 論文標題 Dependance of isoprene emission flux on leaf mass per area of <i>Phyllostachys pubescens</i> (moso bamboo).	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Agricultural Meteorology	6. 最初と最後の頁 1-7
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2480/agrmet.D-21-00030	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Shimono K, Katayama A, Kume T, Enoki T, Chiwa M, Hishi T.	4. 巻 27(1)
2. 論文標題 Different responses of net primary production allocation and nitrogen use efficiency along a slope between a Moso bamboo and Japanese cedar forests.	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Forest Research	6. 最初と最後の頁 28-35.
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/13416979.2021.1965280	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計18件（うち招待講演 1件／うち国際学会 3件）

1. 発表者名 奥村智恵・小杉緑子
2. 発表標題 気候変動が植生の揮発性炭化水素放出に及ぼす影響
3. 学会等名 日本農業気象学会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Tomonori KUME, SJ LIN, IH CHEN, Sophie LAPLACE, WL LIANG
2. 発表標題 Culm age impact on transpiration estimates in a Moso bamboo forest, central Taiwan
3. 学会等名 日本生態学会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 川上えりか, 安宅未央子, 久米朋宣, 下野皓平, 片山歩美
2. 発表標題 モウソウチク林における根滲出物放出量 - 斜面位置と根形態に着目して -
3. 学会等名 日本生態学会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Orrego M, A Katayama, M Hasegawa, T Enoki.
2. 発表標題 The role of culm debris and soil biota on leaf litter decomposition in Moso bamboo stands.
3. 学会等名 日本生態学会 岡山 (オンライン)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Kume T, SJ Lin, IH Chen, Sophie Laplace, WL Liang.
2. 発表標題 Culm age impact on transpiration estimates in a Moso bamboo forest, central Taiwan.
3. 学会等名 日本森林学会, 東京
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 長野菜穂, 智和正明, 久米朋宣, 内海泰弘, 田代直明, 大槻恭一.
2. 発表標題 大気窒素沈着量増加と下層植生衰退に対する樹木蒸散の応答.
3. 学会等名 日本森林学会, 東京
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 植田多聞, 小林慧人, 久米朋宣, 大橋瑞江.
2. 発表標題 淡路島の竹林におけるリターの動態の解明
3. 学会等名 日本森林学会, 東京
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 遠藤いず貴, 久米朋宣, 仲畑了, 片山歩美, 大橋瑞江.
2. 発表標題 根の時空間的動態パターンの推定に必要なスキャナー画像の取得地点数の解析.
3. 学会等名 日本森林学会, 東京
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Chang TW, Kume T, Katayama A, Okumura M, Jiao L, Chen S, Kosugi Y.
2. 発表標題 Effects of hillslope position on isoprene emission in an abandoned Moso bamboo (<i>Phyllostachys pubescens</i>) forest.
3. 学会等名 AGU General Meeting 2020 Online (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Chang TW, Okumura M, Chang KH, Kume T, Jiao LJ, Chen SY, Xu DK, Liu ZN, Kosugi Y.
2. 発表標題 Comparison of Seasonal Response of Isoprene Emission from Understory Type Bamboo and Canopy Type Bamboo Species.
3. 学会等名 EGU General Meeting 2020 Online (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 松本達也, 久米朋宣, 阿部隼人, 片山歩美
2. 発表標題 スキャナー法を用いたモウソウチク林の根系動態
3. 学会等名 日本森林学会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Kume T, Lin MY, Lin PH, Laplace S, Hsieh IF.
2. 発表標題 Carbon cycling in Moso bamboo forests.
3. 学会等名 日本森林学会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 鶴田健二, 久米朋宣, 奥村智慧.
2. 発表標題 管理モウソウチク林における葉のフェノロジーと稈齡が蒸散に及ぼす影響
3. 学会等名 日本森林学会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 大橋瑞江, 小林慧人, 久米朋宣.
2. 発表標題 淡路島のモウソウチク林の土壤圏における炭素動態の解明
3. 学会等名 日本生態学会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 片山歩美, 安宅未央子, 高梨聡, 久米朋宣.
2. 発表標題 モウソウチク稈CO2放出の日変化 温度と樹液流速の影響
3. 学会等名 日本生態学会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 長野菜穂, 智和正明, 久米朋宣, 内海泰弘, 田代直明, 大槻恭一
2. 発表標題 下層植生消滅下での大気窒素沈着に対する樹木の蒸散の応答
3. 学会等名 日本生態学会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 片山歩美・久米朋宣
2. 発表標題 森林環境パラメータの計測法
3. 学会等名 個体群生態学会, 滋賀
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Kume T.
2. 発表標題 Inter-annual variations in carbon balance in Moso bamboo forests.
3. 学会等名 The 3rd International Symposium on Carbon Cycling, Sequestration and Emission Reduction in Agricultural and Forest Ecosystems, Zhejiang Agricultural and Forest University (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	榎木 勉 (Enoki Tsutomu) (10305188)	九州大学・農学研究院・准教授 (17102)	
研究分担者	奥村 智憲 (Okumura Motonori) (20649636)	地方独立行政法人大阪府立環境農林水産総合研究所(環境研究部、食と農の研究部及び水産研究部)・その他部局等・主査 (84410)	
研究分担者	大橋 瑞江 (Ohashi Mizue) (30453153)	兵庫県立大学・環境人間学部・教授 (24506)	
研究分担者	市橋 隆白 (Ichihashi Ryuji) (60594984)	九州大学・農学研究院・准教授 (17102)	
研究分担者	高梨 聡 (Takanashi Satoru) (90423011)	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 等 (82105)	

6. 研究組織（つづき）

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究協力者	鶴田 健二 (Tsuruta Kenji)	滋賀県琵琶湖環境科学研究センター	
研究協力者	片山 歩美 (Katayama Ayumi)	九州大学	
研究協力者	遠藤 いず貴 (Endo Izuki)	兵庫県立大学	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計1件

国際研究集会 Workshop on interection between forest and atmosphere in East Asia	開催年 2020年～2020年
--	--------------------

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関		
その他の国・地域	国立台湾大学森林環境及び資源学系		