

平成 21 年 5 月 29 日現在

研究種目：基盤研究（B）
 研究期間：2006～2008
 課題番号：18405040
 研究課題名（和文） 熱帯泥炭湿地域の荒廃地の環境造林技術の開発と炭素吸収量評価
 研究課題名（英文） Environmental Reforestation Techniques and Carbon Sequestration Potential of Restored Forest on Degraded Tropical Peat Swamp
 研究代表者
 小島 克己（KATSUMI KOJIMA）
 東京大学・アジア生物資源環境研究センター・教授
 研究者番号：80211895

研究成果の概要：タイ南部の泥炭湿地域を対象としたフィールド研究を行った。その結果、湛水深が深くなる場所では湿地林構成樹種を用いても通常の造林法では困難であり、湛水順化処理を植栽前に施すことによって苗木の生残率が改善することがわかった。泥炭湿地の環境に適した樹種をいくつか選抜することができた。選抜された樹種の 1 つである *Melaleuca cajuputi* を常時湛水する湿地に植栽した場合、年間 6 tC ha⁻¹ 程度の炭素吸収源となり、泥炭生成速度は 0.6 tC ha⁻¹ 程度になると推定できた。

交付額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2006 年度	5,200,000	1,560,000	6,760,000
2007 年度	4,200,000	1,260,000	5,460,000
2008 年度	3,900,000	1,170,000	5,070,000
総計	13,300,000	3,990,000	17,290,000

研究分野：造林学・樹木生理学

科研費の分科・細目：境界農学・環境農学

キーワード：泥炭土壌、湛水、バイオマス、細根分解速度、*Melaleuca cajuputi*、炭素収支、泥炭生成、タイ

1. 研究開始当初の背景

熱帯アジアの泥炭湿地林は数千年かけて堆積した植物遺体から生成した泥炭上に成立している。泥炭湿地の特徴は、ほぼ周年の湛水環境に加え、貧栄養、低 pH、軟弱な泥炭土壌にある。このような特殊な環境条件下で成立した泥炭湿地林には泥炭湿地特異的に分布する貴重な動植物種も多く、特殊な生態系が形作られている。また、湛水状態にあるため、泥炭中の酸素はほとんどなく、植物遺体の分解速度がきわめて遅いので、泥炭湿地林の落葉落枝や枯死木中の炭素は長期間泥炭中に留まっている。つまり、泥炭湿地林は貴重な動植物種の生息場所というだけでなく、巨大な炭素のシンクとなっている。

東南アジアにはかつて広大な面積の泥炭湿地林が存在していたが、近年の盛んな人間活動によってその面積は激減し、現在も減少の途にある。泥炭湿地林の減少は主に農業開発やその際に行う火入れによる延焼が原因となっている。ある所では、陸生植物の生育に不適な泥炭湿地特有の環境条件によって開発は失敗し、またある所では、大規模排水と土壌改良剤や肥料などの投与によって開発を成功させている。開発後、前者では土地利用が放棄され、山火事頻度が高くなることによる荒廃地化の進行が地域の経済・環境上の問題となっており、後者では、泥炭の分解とそれに伴う大量の二酸化炭素放出が地球規模の環境問題となっている。現在では泥炭

湿地林を育む泥炭地そのものが少なくなっており、泥炭が消失した土地は、泥炭の下層にあったパイライトを含む海成粘土が露出し、pH の非常に低い酸性硫酸塩土壌となる場合が多い。そのような場所では、湛水環境やそれに伴う鉄過剰害、低 pH やそれに伴うアルミニウム害が農業開発や持続的な生物生産を困難なものにしている。生産力の低い荒廃した湿地の土地利用という課題に対して、森林としての利用が一つの選択肢として挙げることができる。しかし、荒廃した湿地の環境は、森林の自然再生をも阻んでいる。

熱帯においても環境修復の目的で徐々に農業放棄地・荒廃地の造林技術が開発されるようになってきたが、湛水した熱帯泥炭湿地においては、未だにほとんど造林データの蓄積がない。近年の開発や土地資源管理は住民参加を基本としており、より多様な土地利用の選択肢が求められている。森林としての利用には、目的に応じて、多様性や特異的な生態系保護のための泥炭湿地林再生、巨大な炭素シンクである泥炭の保護のための環境造林、林産物利用を目的とした経済林造成などが考えられる。これらの要求を満たす造林技術の開発には、合目的な植栽可能樹種の選別だけでなく、持続的な資源管理を行う上で、各種の成長予測と泥炭生成への寄与度の予測が必要となる。

2. 研究の目的

私たちの研究グループは、泥炭湿地と、泥炭が消失した湿地において、土地利用に関する多様な要求に応えることのできる柔軟かつ確実な造林技術の開発を目指している。本研究では、10年以上の国際共同研究の実績のあるタイ南部の泥炭湿地と、その周辺の酸性硫酸塩土壌が分布する地域をフィールドとして、造林時の複合した環境ストレスに対する湿地性樹木の耐性の種間差を明らかにした上で、立地ごとに耐性種を選抜し、熱帯泥炭湿地荒廃地の環境造林技術を開発することを目的とした。さらに、既に植栽されている樹種について、地下部を含めたバイオマス成長と純生産量を推定するとともに落葉落枝の分解速度を測定し、造林による泥炭の減少抑制、再生の可能性を提示することを目的とした。

3. 研究の方法

調査研究は、タイ国南部のソクラー県、ナコンシタマラート県で行った。タイ南部には、広大な面積の泥炭湿地があり、その周囲には泥炭消失後に酸性硫酸塩土壌が地表面に露出した湿地が分布している。かつて湿地には淡水性の原生湿地林が成立していたが、現在では泥炭湿地を含む周辺地域の大部分は人為により他の植生に変化している。泥炭

湿地ではタイ政府の農業開発プロジェクトにより排水工事が行われて農地が造成された。しかし、稲などの作物はほとんど収量を上げられず、現在ではアブラヤシへの転換が図られているが、やはり安定した生産の見通しは立っていない。酸性硫酸塩土壌では、ごく一部で大量の石灰を投入することによって農地化を図っているが、ほとんどの場所で作物生産は行われていない。泥炭湿地とその周辺では農地利用が困難であることから、放置され、頻繁な野火により荒廃地化して草地や裸地になっているところも多くある。本研究では、ナコンシタマラート県の湿地域の泥炭土壌と酸性硫酸塩土壌に設けた試験地を用いた。この地域の年降水量は 2500 mm 前後であるが、雨季と乾季が明瞭で、乾季以外の季節に湿地は湛水環境下にある。泥炭土壌は、湛水環境に加え、貧栄養、低 pH、軟弱な土壌条件が、酸性硫酸塩土壌は湛水環境や低 pH、アルミニウム過剰といった土壌条件が植物の生育の阻害要因として挙げられる。

【造林試験地の設定と環境ストレス耐性種の選抜】

ソクラー県のタイ国王室森林局南部造林研究センターの苗畑において、フトモモ科樹木を中心に、ナラティワート県の原生泥炭湿地林や荒廃した湿地内外からなるべく多くの種の苗を集めて育苗した。そのうちの一部は育苗法の改良のための試験に用いた。ナコンシタマラート県の泥炭土壌に 2005 年に設定した試験地において造林試験を行った。試験地は、農業開発によって開墾された土地に設置している。50 cm 程度泥炭を盛り上げて湛水の頻度と強度を少なくした盛り上げ区 (14 m × 40 m) と 50 cm 程度泥炭を掘り下げて常時湛水状態にした掘り下げ区 (14 m × 38 m) を設けた。当初この両区に、通常の方法で育苗した在来種 11 種 (*Melaleuca cajuputi*, *Alstonia spathulata*, *Bacaurea bracteata*, *Camposperma coriaceum*, *Syzygium pyrifolium*, *S. kunstrelii*, *S. cinereum*, *S. longiflorum*, *S. polyanthum*, *S. obovatum*, *Vatica pauciflora*) の苗木を植栽した。その後は、改良した育苗法で仕立てた、*M. cajuputi* を除く在来種 10 種の苗木を掘り下げ区のみ植栽した。

植栽木の活着、成長および光合成、光化学系の光阻害の程度を測定し、複合した環境ストレスに耐性を持つ種を選抜した。

【育苗法の改良試験】

湛水環境での造林成績をより向上させるため、植栽用苗木に約 4 ヶ月間湛水順化处理を施した後、湛水した湿地に植栽し、その後の生残を調査した。また、順化处理の効果として期待される、湛水環境に適応的な反応として知られる通気組織の発達をみるため、幹下部と主根上部の空隙率を調べた。

苗の安定供給のため、苗畑にて砂の挿し床を設けて挿し木試験を二度にわたって行った。挿し木を行った約 8 ヶ月後に掘り取り、発根状況を観察した。また、山土を詰めたポットに直接挿し木をする試験も行った。挿し木を行った約 5 ヶ月後に発芽状況を観察した。【森林の現存量と純生産量測定】

ナコンシタマラート県の酸性硫酸塩土壌地域の *M. cajuputi* 林および *Hopea odorata* 林(ともに民有林)に設けた試験地において、胸高直径、樹高の毎木調査を行った。*M. cajuputi* 林は 1 年の大半が湛水状態にあり、*H. odorata* 林は雨期のわずかな期間湛水する。*M. cajuputi* については、伐倒調査、根の掘り取り調査をして地下部を含めた相対成長式を作成し、現存量とバイオマス成長の推定を行った。細根量については土壌コアをサンプリングし、土壌コア中の細根量から推定した。

根の脱落量に関しては、年に数回土壌コアをサンプリングするとともに、細根を含まない土壌とメッシュをそのサンプリング穴に埋め戻し、1 年後再びサンプリングし、土壌中の生きた細根量と枯死根量から推定した。

落葉と枯死根の分解速度は、葉、細根を樹木から切り取り、1 mm メッシュ中に入れて試験地に設置し、重量の時系列変化を測定することにより推定した。

落葉落枝量は、林床のリター量を測定し、推定した林齢別葉量と落葉の分解速度から推定した。

これらにより、現存量とバイオマス成長、純生産量を推定するとともに、土壌への炭素蓄積速度を推定した。

【湿地周辺に分布する樹種の湿地における落葉の分解速度の測定】

タイ南部の湿地内外に分布する 14 種 (*Alstonia spathulata*, *Baccaurea bracteata*, *Camposperma coriaceum*, *Garcinia bancana*, *G. cowa*, *M. cajuputi*, *Syzygium cerasiforme*, *S. kunstleri*, *S. longiflorum*, *S. nervosum*, *S. oblatum*, *S. polyanthum*, *S. pyrifolium*, *Vatica pauciflora*) について、葉を樹木から切り取り、1 mm メッシュ中に入れて試験地の常時湛水区に設置し、設置 8 ヶ月後、12 ヶ月後の重量を測定した。林内を想定し、メッシュの上約 50 cm に寒冷紗を張った。分解速度は、残存率 (R) を $R = e^{-kt}$ (t は年) で回帰し、速度係数 *k* を求めた。

4. 研究成果

通常の方法で育苗した在来種 11 種の苗木を用いて泥炭土壌上の盛り上げ区と掘り下げ区で造林試験を行ったが、常時湛水する掘り下げ区では植栽 8 ヶ月後には全個体枯死した。盛り上げ区では植栽約 2 年後に、*A.*

spathulata と *V. pauciflora* は全個体枯死したが、他の 9 種は 20%以上の個体が生残していた。乾期においても湛水状態に保たれるような水位では、雨期には湛水深が 1 m 以上になり、植栽木が強度の湛水ストレス下に置かれることや水没してしまうことによって枯死してしまったと考えられる。また、造林に際して泥炭湿地における複合環境ストレスの中で湛水条件が最も大きな障害になることが考えられる。このことを踏まえ、通常は 1-2 年生の 50 cm 内外の苗木を山出しするところ、2-3 年生の 1 m 内外の苗木を用いることで水没する危険度を減らし、さらに苗畑において苗木に湛水順化处理を行うことで植栽時に受ける湛水ストレスを緩和させる育苗法を用いて造林試験を行った。湛水順化处理中にポット外の水中に根が伸びている個体が多数あったので、苗木の輸送、植栽中に根が傷害を受ける可能性が考えられたが、対照苗に比べて植栽後の顕著な気孔閉鎖が起きた種はなかったので、輸送中に根の受ける傷害は軽微であったと考えられる。湛水処理中の樹高相対成長速度は、*S. pyrifolium* と *C. coriaceum* で湛水処理による増加が、*B. bracteata* と *S. polyanthum* で減少がみられ、その他の種では湛水処理による影響はみられなかった。直径相対成長速度は、全種で湛水処理によって増加する傾向にあった。主根上部から幹下部の空隙率は、地際部近辺で最も大きく、上に行くほど小さくなる傾向があった。*A. spathulata*、*B. bracteata*、*C. coriaceum* は空隙率自体は大きい、湛水順化处理による変化は比較的少なかった。*S. kunstleri*、*S. oblatum*、*S. polyanthum*、*S. pyrifolium*、*V. pauciflora* は地際部付近の空隙率が湛水順化处理によって顕著に増加した。地上 17-20cm の幹の空隙率は、*S. polyanthum*、*V. pauciflora* で増加した。

湛水順化苗は対照苗に比べ、植栽後の光合成速度低下が小さい傾向にあった。植栽後に湛水順化苗、対照苗ともに光合成速度が低下しなかったのは *S. cinereum* と *S. kunstleri*、*S. pyrifolium*、*V. pauciflora* であった。*C. coriaceum* と *S. oblatum*、*S. polyanthum* は植栽 5 日後の光合成速度が、対照苗に比べ湛水順化苗で高かった。気孔コンダクタンスは光合成速度と同様の傾向を示した。単位面積あたりのクロロフィル量、光化学系 II の最大量子収率ともに植栽の前後で大きな変化はなかった。*A. spathulata* の対照苗 3 本と湛水順化苗 1 本、*C. coriaceum* の対照苗 3 本が枯死した以外は植栽 1.5 ヶ月後に全ての苗が生残していた。植栽 4 ヶ月後には、*S. oblatum* と *S. polyanthum* で湛水順化处理による生存個体数への改善効果がみられた。湛水順化苗の光合成速度が植栽後に低下しない種で比較的生存個体が多かったが、樹高が低か

った *C. coriaceum* と *S. pyrifolium* は全て枯死した。 *S. cinereum* と *S. oblatum*、 *S. polyanthum* で植栽 1 年後に半数以上の植栽木が生残しており、湛水順化苗の方が対照苗より生残本数が多かった。また、枯死した *A. spathulata* については、全個体に同湿地に生息する淡水性巻貝が幹を環状に食害した痕がみられた。幹下部と主根上部における空隙率の増加の光合成への密接な寄与はみられなかったが、地際近辺で空隙率が顕著に増加した *Syzygium* 属の 4 種は、いずれも植栽後の光合成速度もしくは気孔コンダクタンスが高く維持されており、湛水順化処理でできた通気組織によって根の機能が維持されていると推察された。

挿し木試験については在来種 13 種の挿し木の発根状況を 8 ヶ月後に観察したところ、絶滅危惧種 2 種を含めた 5 種で発根が認められた。しかし、得苗率は全ての種で 10% 以下と低く、現況の苗畑管理では効果的な挿し木苗の生産はできないと考えられた。挿し床をビニールで覆い、再び同じ 13 種で挿し木試験を行ったが、5 ヶ月後には乾燥枯死しており、全く苗が得られなかった。砂を用いた挿し床では挿し木苗の生産が困難であると判断し、 *S. oblatum* と *S. polyanthum* については、砂より保水性が高い山土を詰めたポットにも挿し木をし、他の苗木と同様の湛水管理をしたところ、5 ヶ月後にはそれぞれ 42%、52% の得苗率で苗が得られた。現況の苗畑管理ではポットに直接挿し木を行うことで挿し木苗を生産できることがわかった。

季節的に湛水する酸性硫酸塩土壌地域に植栽された 10 から 13 年生の *M. cajuputi* 人工林においてバイオマス推定用の相対成長式を作成した。地上部については 15 本、粗根については 12 本のサンプル木から作成した。単木の地上部バイオマス (Ag) と粗根バイオマス (Bg) はそれぞれ $Ag = 0.143 (D^2H)^{0.736}$ 、 $Bg = 0.133 D^{1.81}$ と表すことができた。ここで、D は胸高直径 (cm)、H は樹高 (m) を示す。この式を用いて 2005 年から 2008 年までの各年の林分のバイオマス成長量を推定したところ、 $0.67 \text{ tC ha}^{-1} \text{ y}^{-1}$ から $5.9 \text{ tC ha}^{-1} \text{ y}^{-1}$ の値をとり、年による成長の変動が大きいことがわかった。2002 年から 2008 年までの定期平均成長量は $5.8 \text{ tC ha}^{-1} \text{ y}^{-1}$ であった。また、1995 年植栽時から 2008 年までの 13 年間の平均成長量は $5.8 \text{ tC ha}^{-1} \text{ y}^{-1}$ であった。

細根のバイオマス量は 0.69 tC ha^{-1} であり、季節による傾向は見られなかった。細根量を加味した 13 年生の林分のバイオマス量は地上部 58 tC ha^{-1} 、地下部 18 tC ha^{-1} の全体で 76 tC ha^{-1} であった。細根の純生産量は $0.19 \text{ tC ha}^{-1} \text{ y}^{-1}$ 程度と推定された。また、林床では 13 tC ha^{-1} のリター蓄積がみられた。葉量増

加速度が一定で、葉量とリター供給量が比例関係にあると仮定した場合、同林内で測定した葉の分解速度 ($k=0.55$) から、13 年生の林分のリター供給量は $6.0 \text{ tC ha}^{-1} \text{ y}^{-1}$ と推定された。これらより、13 年生林の地上部、地下部合わせた純生産量は $12 \text{ tC ha}^{-1} \text{ y}^{-1}$ と推定された。林齢毎に推定したリター供給量と葉の分解速度、枯死根供給量 (13 年生で $0.06 \text{ tC ha}^{-1} \text{ y}^{-1}$) と細根の分解速度 ($k=0.12$) から、13 年生の *M. cajuputi* 人工林での泥炭生成速度を推定したところ、泥炭生成速度は $0.6 \text{ tC ha}^{-1} \text{ y}^{-1}$ 程度と推定できた。また、近接する *H. odorata* 林の地上部バイオマスを既報 (Basuki *et al.*, 2009, *Forest Ecology and Management* 257: 1684-1694) の *Hopea* 属樹種の相対成長式から推定したところ、13 年生で 23 tC ha^{-1} であり、林齢 12-13 年の年間の成長量は $3.6 \text{ tC ha}^{-1} \text{ y}^{-1}$ と推定できた。地上部炭素蓄積量が同齢の *M. cajuputi* 林の半分以下と少なかったのは、成長が遅いことに加え、植栽密度が 833 本 ha^{-1} と疎であったことが原因と考えられる。林冠が鬱閉した 13 年生現在では *H. odorata* 林が *M. cajuputi* 林 ($4.3 \text{ tC ha}^{-1} \text{ y}^{-1}$) と遜色ない成長を示すことがわかった。

落葉の分解速度は種によって大きく異なり、 k は 0.27 から 1.84 の値をとった。速度係数 k が小さい (分解速度が遅い) 方から順に、*Syzygium pyrifolium* ($k=0.27$)、*S. cerasiforme* ($k=0.28$)、*S. polyanthum* ($k=0.36$)、*S. kunstleri* ($k=0.39$)、*Vatica pauciflora* ($k=0.39$)、*M. cajuputi* ($k=0.44$)、*S. oblatum* ($k=0.53$)、*Camposperma coriaceum* ($k=0.53$)、*Alstonia spathulata* ($k=0.83$)、*Baccaurea bracteata* ($k=0.91$)、*Garcinia bancana* ($k=0.91$)、*S. nervosum* ($k=1.27$)、*G. cowa* ($k=1.74$)、*S. longiflorum* ($k=1.84$) であった。最も分解速度が速い *S. longiflorum* でも熱帯湿潤林よりも小さい k 値をとっていた。上述の酸性硫酸塩土壌における *M. cajuputi* ($k=0.55$) より葉の分解速度が遅かった 7 種および *M. cajuputi* は造林による泥炭の再生に有効であると考えられる。

【まとめ】

泥炭湿地における樹木の生存に、湛水が最も大きなストレス要因となっており、湛水深が深くなる場所での造林は湿地林構成樹種を用いても通常の造林法では困難であることがわかった。しかし、大きな苗木を用いて、湛水順化処理を植栽前に施すことによって生残の可能性が飛躍的に大きくなること示された。泥炭湿地の環境に適合した樹種として、*M. cajuputi* を筆頭に、*S. oblatum*、*S. polyanthum* が挙げられ、*S. cinereum*、*S. kunstleri*、*S. pyrifolium*、*V. pauciflora*、*C. coriaceum* も可能性がある。また、巻貝の

密度が少ないところでは *A. spathulata* も可能性がある。酸性硫酸塩土壌でも湛水条件が大きく造林成績に影響を及ぼすと考えられるが、湛水頻度が高い場所では *M. cajuputi* が適しており、湛水頻度が低い場所では *H. odorata* も適している。

常時湛水する湿地で *M. cajuputi* を植栽した場合、年間 6 tC ha⁻¹ 程度の炭素吸収源となることが明らかとなった。また、この場合、泥炭生成速度は 0.6 tC ha⁻¹y⁻¹ 程度になると推定できた。今回の葉の分解速度と造林試験結果や過去の造林成績から考えると、*M. cajuputi* に加え、*S. pyrifolium* や *S. polyanthum*、*S. kunstleri*、*V. pauciflora*、*S. oblatum*、*C. coriaceum* などを造林することが、泥炭減少の緩和と泥炭再生に有効であると考えられる。

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2件)

Norisada, M., Kojima, K. *Dipterocarpus obtusifolius* exhibits enhanced photosynthetic capacity at high temperatures. *Photosynthetica* 45: 153-155 (2007) 査読あり

則定真利子, 山ノ下卓, 小島克己. 熱帯荒廃地の環境造林. *熱帯林業* 66: 29-37 (2006) 査読なし

[学会発表](計7件)

Tahara, K., Norisada, M., Yamanoshita, T., Kojima, K., Hasegawa, I., Nuyim, T., Kang, D. J., Vijarnsorn, P. and Sasaki, S. Aluminum and low pH tolerance of tropical trees and their planting performance on acid sulfate soils in Thailand. International Meeting on Bioremediation of Acid Sulfate Soil for Agriculture and Forestry. (Bankok, Thailand. 2007.3.1-4.)

Tahara, K., Imayuki, M., Norisada, M., Yamanoshita, T., Kojima, K., Nuyim, T., Kang, D.-J., Vijarnsorn, P., Hasegawa, I., Sasaki, S. Planting performance of tropical trees on acid sulfate soil and their responses to aluminum and low pH stresses. The Final International Meeting for 21st Century Center of Excellence (COE) Program: Development of New Bioremediation Systems of Acid Sulfate Soil for Agriculture and Forestry. (Fujisawa. 2008.2.29)

山ノ下卓, 則定真利子, Tanit NUYIM, 益守眞也, 小島克己 熱帯泥炭湿地造林における湛水順化処理の効果. 第119回日本森林学会(府中市・東京農工大, 2008.3.27-28)

Nagano, T., Yamanoshita, T., Ishida, T., Norisada, M., Nuyim, T., Vijarnsorn, P., Kojima, K. (2008) Peat conservation and reforestation of degraded tropical peatland: conversion from carbon source to sink. The First Seminar on JSPS AA Science Platform Program : Environmental Restoration and Sustainable Use of Problem Soils (Harbin, China, 2008.7.10-12)

Yamanoshita, T., Norisada, M., Nuyim, T., Kojima, K. (2008) Does flooding pretreatment improve the performance of seedlings planted on degraded peat soils? The First Seminar on JSPS AA Science Platform Program : Environmental Restoration and Sustainable Use of Problem Soils (Harbin, China, 2008.7.10-12)

小島克己 熱帯荒廃地のストレスと環境造林. 公開シンポジウム「環境保全に貢献するスーパー樹木の開発に向けて」(文京区・東京大, 2008.9.29)(招待講演)

小島克己 熱帯荒廃地の環境ストレスと樹木の応答. 第18回バイオテク林木育種研究会(京都市・京都大, 2009.3.28)(招待講演)

[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]

なし

6. 研究組織

(1)研究代表者

小島 克己 (KATSUMI KOJIMA)
東京大学・アジア生物資源環境研究センター・教授

研究者番号: 80211895

(2)連携研究者

丹下 健 (TAKESHI TANGE)
東京大学・大学院農学生命科学研究科・教授
研究者番号: 20179922

益守 眞也 (MASAYA MASUMORI)

東京大学・大学院農学生命科学研究科・講師

研究者番号：50282702

大澤 裕樹 (HIROKI OSAWA)

東京大学・大学院農学生命科学研究科・助教

研究者番号：90401182

(3)研究協力者

則定 真利子 (MARIKO NORISADA)

東京大学・アジア生物資源環境研究センター

・特任講師

山ノ下 卓 (TAKASHI YAMANOSHITA)

東京大学・アジア生物資源環境研究センター

・特任助教

古川原 聡 (SATOSHI KOGAWARA)

(独)森林総合研究所・特別研究員

田原 恒 (KO TAHARA)

(独)森林総合研究所・研究員

Tanit Nuyim (TANIT NUYIM)

タイ国森林局・南部造林研究センター・センター長

・センター長