

令和 5 年 5 月 19 日現在

機関番号：11501

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2019～2021

課題番号：19H02987

研究課題名(和文) 芽生え～大木への成長を牽引する個体呼吸の根系/地上配分シフト

研究課題名(英文) Scaling of whole root/shoot respiration from seedlings to giant trees

研究代表者

森 茂太 (Shigeta, Mori)

山形大学・農学部・客員教授

研究者番号：60353885

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 13,100,000円

研究成果の概要(和文)：個体呼吸、重量、表面積の根系への配分は芽生え～成木で大きく変動した。特に芽生え期には、種子の貯蔵エネルギーの大半が根系に配分され、個体の水獲得能が強化された。その後、徐々に成木になるにつれ地上部への配分が高まり、個体の炭素獲得能が強化された。こうした個体サイズに応じた根系への配分変化に応じて、個体の水利用効率も変化した。これらの結果は、根系と地上部の関係が非線形のトレードオフにあることに起因していた。両者の関係から、成長初期に根系が成長を加速し、成木になるにつれ根系が地上部成長を抑制し、芽生え～成木で個体成長がS字型に制御されると考えられた。長期的には樹木成長は根系が制御していると結論づけた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

・「根を育てて地上を育てる経験則」のモデル化：林業、農業分野では、植物成長は経験的に【根系発達で地上部の成長を牽引する】ことが知られているが、これを定量化する個体生理学的研究は皆無である。この経験則のモデル化は効率的な育成方法の根本原理となる。・実測による世界初の個体根系/地上の機能・構造のスケールリングモデルとなり、「CO₂収支の林齢シフトモデル、樹木大型化のメカニズム解明、根系発達を牽引する革新成長モデル」などに欠くことのできない情報である。・地上部の生理学的研究に比べて研究の少ない地下に隠れた根系が果たす役割を個体レベルでモデル化できた。

研究成果の概要(英文)：In the seedling to mature tree size range, root and shoot respiration vs. whole-plant fresh mass were modelled by upward-convex and downward-convex trends, respectively. The root fraction in whole-plant respiration, fresh mass and surface area shifted continuously throughout ontogeny, increasing in smaller seedlings during early growth stages and decreasing in larger trees. Our results suggest a gradual shift in allocation priorities of metabolic energy from roots in seedlings to shoots in mature trees, providing insights into how roots contribute to shoot and whole-plant growth during ontogeny. The models of root : shoot ratio in relation to whole-plant physiology could be applied in tree growth modelling, and in linking the different levels of ecological phenomena, from individuals to ecosystems.

研究分野：個体生理学

キーワード：個体呼吸 スケールリング 二酸化炭素収支 森林 根への配分 樹木根系 根系/地上部

1. 研究開始当初の背景

地球温暖化による森林 CO₂ 収支変動の地球規模のマクロな予測研究が数多く進められている。こうした研究の中で遅れた分野は、ミクロの生理とマクロの生態系をつなぐ個体生理学と指摘される(レビン「持続不可能性」2003)。一方、森林生態系の機能と構造の研究は主に地上部分に着目した光合成研究が大半であり、光合成に必要な栄養塩類や水獲得を支える地下部(根系)の個体全体の機能や構造についての研究は極めて少ない。しかし、環境適応や進化の単位である「根と地上部を含む個体レベル」の実測研究は個体群動態などの基盤としてもその重要性は非常に高い。

樹木は芽生え～大木の個体重量で1兆倍もの幅で成長する。この間に、環境が樹木に与える影響は個体サイズに応じて激変する。特に芽生えは環境から受ける影響は大きく、死亡率が高く、耐乾燥性も低く、吸水量の割に光合成が低い(低い水利用効率)。一方で、大木は太い幹に大量の水分を持ち、栄養塩の保持量も多く、芽生えに比べて葉は厚く、光合成能力や環境変動耐性も増加する。さらに、幹や枝内はエネルギーへ転換できる非構造性炭素を多く保持する。以上の様に、大木ほどストレスからの復元力や成長の柔軟性が高まる傾向にあると考えられるが、根系を含む樹木個体全体で芽生え～大木の呼吸・光合成・吸水等の個体生理機能を実測し、そのメカニズムを解明した研究は殆ど無い。

どんな森林生態系も芽生え～大木で構成されており、これらの個体サイズに応じた機能量の変化(スケールング)をモデル化して生態系の機能評価が可能である。これは、累乗式(アロメトリー式)で表現され、生理と生態系をつなぐ理論として世界的な議論があり、本課題では、正確な個体の根系と地上部の関係から成長の制御について検討を行う。



図1. 種子～成木個体の呼吸測定の様子
A) 根系全体を掘り出す。B) 根系全体をチャンバーに密閉する。C) 掘り出した根系の様子。D) 発芽直後種子の呼吸測定。
(Kurosawa, Mori et al., *Annals of Botany*, 2023. より)

2. 研究の目的

根系/地上全体の呼吸配分比の芽生え～大木に沿ったシフトを法則化して、その制御メカニズムを様々なパラメーターから明らかにすることを目的とした。

S字型成長曲線は、芽生え・稚樹期の根系の低コスト急速成長がトリガーとなり地上部成長、個体の水利用効率(飽和光下の個体光合成速度/個体蒸散速度)を徐々に牽引するプロセスに生じることを示す。

3. 研究の方法

個体(地上部・根系)呼吸: 芽生え～成木のサイズに応じたチャンバーに地上部・根系全体を密閉して呼吸速度を測定する。また、画像解析装置を用いてこれら地上部・根系全体の表面積を測定する。

個体光合成・蒸散: ポット植えの芽生え-小型成木のサイズに応じたチャンバーに地上部を短時間密閉して飽和光下での個体光合成の最高速度を評価し、同じ個体の

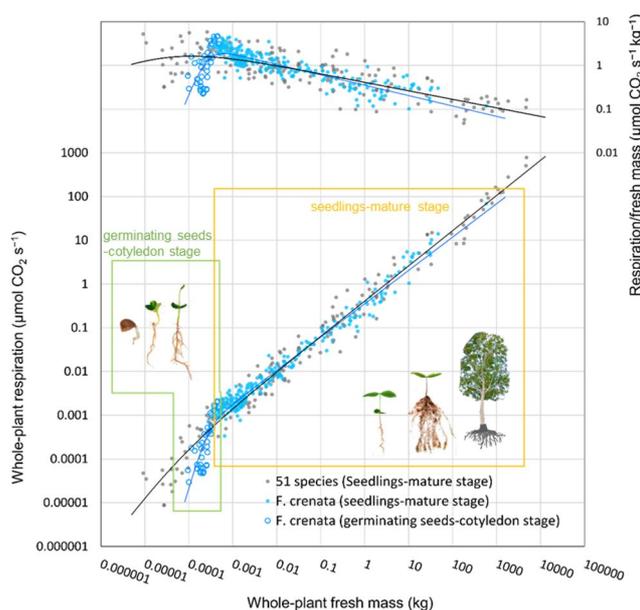


図2. 芽生え～成木個体の呼吸と個体重量の関係

: シベリア～熱帯の樹木(Mori et al. *PNAS*, 2010) ; 国内5産地のブナ(Kurosawa Mori et al., *Annals of Botany*, 2023)。同一温度下の個体呼吸には系統や環境による差は見られなかった。個体呼吸は環境や遺伝子系統にかかわらず概ね一定範囲内に制御される。

重量減少速度を電子天秤で測定して個体蒸散速度を評価する。

4. 研究成果

ブナの芽生え～稚樹の段階では、個体呼吸、地上部呼吸、根系呼吸と個体重量の関係において、産地間の差なかった。気候条件の異なる様々なブナの産地を含むデータセットであっても、個体呼吸、地上部呼吸、根系呼吸は、そのサイズに沿って類似した傾向を示した。従来、呼吸や光合成などの生理学的特性は環境の異なる産地間での違いが検討されてきた。しかし、本研究の個体レベルの生理特性を幅の広い個体サイズのレンジで検討したところ差は見られなかった。これは各サイズレンジで枯死寸前の個体から優勢個体まで網羅的に個体をサンプリングしており、林冠ギャップ形成で枯死寸前の個体でも個体呼吸が復活上昇する現象が頻繁にみられた。このため、個体サイズとともに個体呼吸は揺らぎつつ緩やかに上昇し、産地間の生理的な違いは広いサイズレンジではサイズ依存性に吸収されたと考えた。さらに、これまで測定してきた熱帯からシベリアの様々な種の樹木の個体呼吸もブナ個体呼吸とほぼ同じ範囲にあった(図2)(Mori et al., 2010, Kurosawa, Mori et al., 2023)。

この結果は、単葉レベルの形態や生理機能の種内変異や遺伝子系統の違いとは無関係に、地上部や根系全体の構造や機能の変化は、サイズに依存してある一定範囲に限定されることを示している。これは、地上部や根系呼吸が重力などの物理化学的な制約下にあることが一因と考えられる。地上部と根のエネルギー消費のトレードオフ関係は、陸上植物における個体呼吸のスケーリングの基準値の物理化学的な制御に寄与している可能性がある(図3,4)。このことは、地上部と根の呼吸の種内および種間のスケーリングに関するさらなる調査により検証する必要がある。

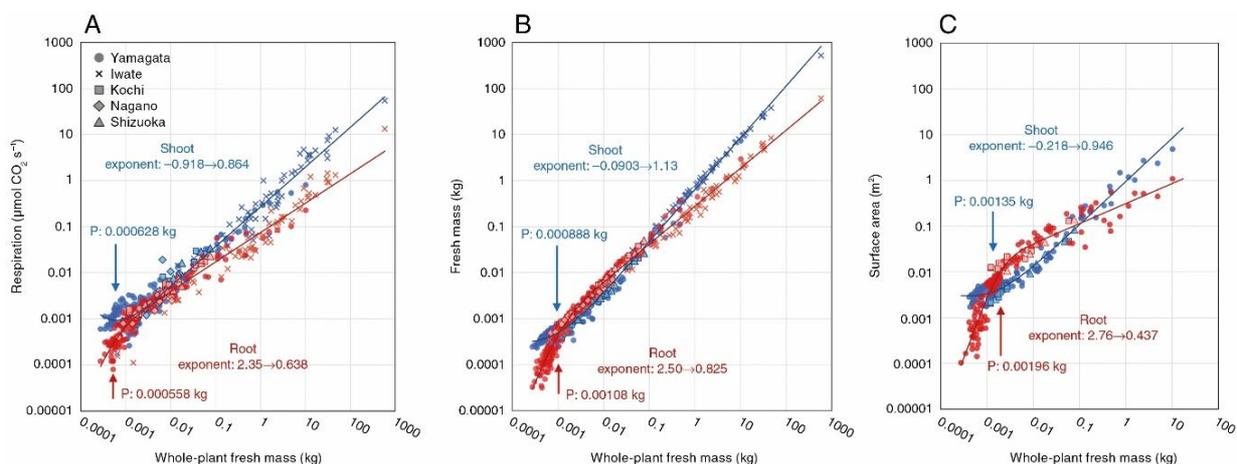


図3. ブナ芽生え～成木個体の、A) 地上部(青)と根系(赤)呼吸-個体重量の関係、B) 地上部と根系重量-個体重量の関係、C) 地上部と根系表面積-個体重量の関係

成長初期、種子(双葉)の貯蔵エネルギーは急速に根へ転流し地上部の呼吸、重量、表面積は低下する。この転流は、根の急速成長を牽引し、本葉展開後に地上部への配分は徐々に高まる。一方で、本葉展開後根系への配分は徐々に低下し、根が地上部の機能を支えきれずに、やがて個体の成長飽和を引き起こすと考えられる。(Kurosawa, Mori et al., *Annals of Botany*, 2023 より)

個体が順調に成長するための根系の寄与は、成長初期には生理的なサポートを含み、成木になると物理的なサポートに移行する可能性があると考えられる。さらに、根とシュートの比率の個体差は、植物全体の構造や機能の変化に加え、個体における水獲得と炭素獲得のバランスの変化を示している(図4)。芽生えから成木に至るまで、個体レベルでの水の取り込みと炭素の取得の能力をみると水履行効率は個体重量が0.1~1kg付近で急上昇した。同時にこの個体サイズ付近では、成長も加速する場合が多い。さらにS字型成長曲線の変曲点(最小サイズと最大サイズ中間点)に相当する。このように成長初期の根系への高配分が、その後の個体の成長を牽引していることが示唆された。この発見は、根を含む森林の炭素収支の時系列的変化を制約する根本的な要因の解明を促進すると考えられる。

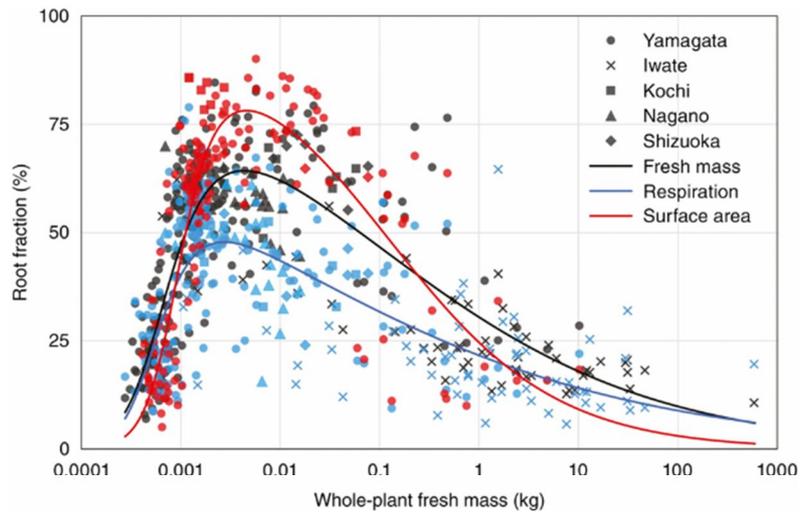


図4. ブナ芽生え～成木個体の呼吸（青）、重量（黒）、表面積（赤）の根系への配分（Kurosawa, Mori et al., *Annals of Botany*, 2023 より）

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計17件（うち査読付論文 16件 / うち国際共著 13件 / うちオープンアクセス 15件）

1. 著者名 Yoko Kurosawa, Shigeta Mori, Mofei Wang, Juan Pedro Ferrio, Keiko Yamaji, Kohei Koyama, Toshikatsu Haruma, Kohei Doyama	4. 巻 36
2. 論文標題 Initial burst of root development with decreasing respiratory carbon cost in <i>Fagus crenata</i> Blume seedlings	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Plant Species Biology	6. 最初と最後の頁 146-156
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/1442-1984.12305	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する
1. 著者名 Mofei Wang, Shigeta Mori, Yoko Kurosawa, Juan Pedro Ferrio, Keiko Yamaji & Kohei Koyama	4. 巻 134
2. 論文標題 Consistent scaling of whole-shoot respiration between Moso bamboo (<i>Phyllostachys pubescens</i>) and trees	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Plant Research	6. 最初と最後の頁 989-997
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s10265-021-01320-5	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する
1. 著者名 Azumi Okamoto, Kohei Koyama, Narayan Bhusal	4. 巻 11
2. 論文標題 Diurnal Change of the Photosynthetic Light-Response Curve of Buckbean (<i>Menyanthes trifoliata</i>), an Emergent Aquatic Plant	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Plants	6. 最初と最後の頁 N/A
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/plants11020174	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する
1. 著者名 Kohei Koyama, Duncan D Smith	4. 巻 mcac043
2. 論文標題 Scaling the leaf length-times-width equation to predict total leaf area of shoots	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Annals of Botany	6. 最初と最後の頁 N/A
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/aob/mcac043	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Doyama K., Yamaji K., Haruma T., Ishida A., Mori S., Kurosawa Y. DOI:	4. 巻 16
2. 論文標題 Zn tolerance in the evergreen shrub, Aucuba japonica, naturally growing at a mine site: cell wall immobilization, aucubin production, and Zn adsorption on fungal mycelia.	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 PLoS One	6. 最初と最後の頁 e0257690
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1371/journal.pone.0257690	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Kawai K., Minagi K., Nakamura T., Saiki S.-T., Yazaki K., Ishida A.	4. 巻 42
2. 論文標題 Parenchyma underlies the interspecific variation of xylem hydraulics and carbon storage across 15 woody species on a subtropical island in Japan.	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Tree Physiology	6. 最初と最後の頁 337-350
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/treephys/tpab100	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Jens Kattge, Shigeta Mori et al.	4. 巻 26
2. 論文標題 TRY plant trait database - enhanced coverage and open access	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Global Change Biology	6. 最初と最後の頁 119, 188
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/gcb.14904	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Hisanori Harayama, Mitsutoshi Kitao, Evgenios Agathokleous, Atsushi Ishida	4. 巻 286
2. 論文標題 Effects of major vein blockage and aquaporin inhibition on leaf hydraulics and stomatal conductance	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Proceedings of the Royal Society B	6. 最初と最後の頁 20190799
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1098/rspb.2019.0799	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 石田厚	4. 巻 89
2. 論文標題 小笠原樹木の水の使い方と乾燥による枯死	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 森林科学	6. 最初と最後の頁 37-44
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	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 山路 恵子, 土山 紘平, 伊藤 汰一, 春間 俊克, 升屋 勇人	4. 巻 66
2. 論文標題 休廃止鉱山における植物の機能とその役割	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 環境資源工学	6. 最初と最後の頁 74-78
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	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 T Kimura, S Fukutani, K Yamaji, M Ikegami, M Yoneda	4. 巻 184
2. 論文標題 EFFECT ON MICROBIAL PRODUCTS ON CAESIUM ELUTION BEHAVIOUR FROM CLAY MINERALS	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Radiation Protection Dosimetry	6. 最初と最後の頁 385-387
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/rpd/ncz080	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Yoko Kurosawa, Shigeta Mori, Mofei Wang, Juan Pedro Ferrio, Tomohiro Nishizono, Keiko Yamaji, Kohei Koyama, Toshikatsu Haruma, Kohei Doyama	4. 巻 131
2. 論文標題 Ontogenetic changes in root and shoot respiration, fresh mass and surface area of Fagus crenata	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Annals of Botany	6. 最初と最後の頁 313-322
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/aob/mcac143	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Daniel Peptenatu, Ion Andronache, Helmut Ahammer, Marko RadulovicJennifer K. Costanza, Herbert F. Jelinek, Antonio Di Ieva, Kohei Koyama et al.	4. 巻 11
2. 論文標題 A new fractal index to classify forest fragmentation and disorder.	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Landscape Ecology	6. 最初と最後の頁 10-20
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s10980-023-01640-y	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Nanako Abe, Kohei Koyama, Azumi Okamoto, Kowa Katayama, Yura Kato, Natsuki Mimura,Shoji Okoshi, Yuki Tanaka	4. 巻 14
2. 論文標題 Seed Mucilage Promotes Dispersal of Plantago asiatica Seeds by Facilitating Attachment to Shoes	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Sustainability	6. 最初と最後の頁 6909
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/su14116909	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Azumi Okamoto, Kohei Koyama	4. 巻 11
2. 論文標題 Diurnal change of the photosynthetic light-response curve of buckbean (<i>Menyanthes trifoliata</i>), an emergent aquatic plant	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Plants	6. 最初と最後の頁 174
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/plants11020174	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Toshikatsu, Haruma ,Kohei, Doyama Xingyan Lu, Takahiko Arima, Toshifumi Igarashi, Shingo Tomiyama, Keiko Yamaji	4. 巻 12
2. 論文標題 Oosporein Produced by Root Endophytic <i>Chaetomium cupreum</i> Promotes the Growth of Host Plant, <i>Miscanthus sinensis</i> , under Aluminum Stress at the Appropriate Concentration	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Plants	6. 最初と最後の頁 36
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/plants12010036	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Kohei Doyama, Toshikatsu Haruma, Shojiro Hishiyama, Atsushi Kato, Hayato Masuya, Keiko Yamaji	4. 巻 206
2. 論文標題 Isoavenaciol and 7-hydroxy-isoavenaciol: Zn-chelating metallophores produced by root-endophytic <i>Pezicula ericae</i> in a Zn-accumulating plant, <i>Aucuba japonica</i>	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Phytochemistry	6. 最初と最後の頁 113547
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.phytochem.2022.113547	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 -

[学会発表] 計21件(うち招待講演 0件/うち国際学会 0件)

1. 発表者名 黒澤陽子、森茂太
2. 発表標題 ブナ属を包括する根系配分(呼吸・重量・表面積)スケーリング
3. 学会等名 第69回日本生態学会大会
4. 発表年 2021年~2022年

1. 発表者名 森茂太、黒澤陽子、王莫非
2. 発表標題 タケ地上部・草本・木本を包括する個体呼吸スケーリング
3. 学会等名 第69回日本生態学会大会
4. 発表年 2021年~2022年

1. 発表者名 土山 紘平、山路 恵子、春間 俊克山
2. 発表標題 鉱跡地に自生するアオキと内生菌 <i>Pezicula ericae</i> の機能
3. 学会等名 第69回日本生態学会大会
4. 発表年 2021年~2022年

1. 発表者名 土山 紘平、山路 恵子、春間 俊克
2. 発表標題 アオキの根に感染する内生菌 <i>Pezicula ericae</i> が産生する化合物の機能
3. 学会等名 第69回日本生態学会大会
4. 発表年 2021年～2022年

1. 発表者名 中本 幸弘、山路 恵子、春間 俊克、土山 紘平、盧 星燕 ¹ 、田中 万也、香西 直文、福山 賢仁、福嶋 繁、小原 義之
2. 発表標題 鉱さいたい積場のヨシにおける重金属元素の蓄積及び鉄ブランク形成へ関与する内生細菌
3. 学会等名 第69回日本生態学会大会
4. 発表年 2021年～2022年

1. 発表者名 谷内 美月、土山 紘平、春間 俊克、山路 恵子
2. 発表標題 鉱山跡地に生育するミゾソバの重金属蓄積能の経時的解析
3. 学会等名 第69回日本生態学会大会
4. 発表年 2021年～2022年

1. 発表者名 小山 耕平、Duncan D. SMITH
2. 発表標題 「葉1枚の面積は長さと同幅に比例する」を枝レベルへ拡張する
3. 学会等名 第69回日本生態学会大会
4. 発表年 2021年～2022年

1. 発表者名 森茂太, 黒澤陽子, 王莫非, 山路恵子, 春間俊克, 土山紘平, 小山耕平
2. 発表標題 林冠ギャップによる林床個体呼吸上昇がもたらす芽生え～大木の呼吸スケーリングの収斂
3. 学会等名 日本生態学会第67回全国大会
4. 発表年 2019年～2020年

1. 発表者名 黒澤陽子, 森茂太, 王莫非, 山路恵子
2. 発表標題 ブナの種子～大木の成長を駆動する個体根系/地上呼吸配分シフト
3. 学会等名 日本生態学会第67回全国大会
4. 発表年 2019年～2020年

1. 発表者名 王莫非, 森茂太, 黒澤陽子, 山路恵子
2. 発表標題 モウソウチク地上部呼吸スケーリングから見る隣接森林への侵入
3. 学会等名 日本生態学会第67回全国大会
4. 発表年 2019年～2020年

1. 発表者名 王莫非, 森茂太, 黒澤陽子
2. 発表標題 モウソウチクの隣接森林への侵入メカニズム
3. 学会等名 第 24 回東北森林科学会大会
4. 発表年 2019年～2020年

1. 発表者名 黒澤陽子, 王莫非, 森茂太
2. 発表標題 根が牽引する地上部の成長：ブナ芽生え～成木へ
3. 学会等名 第 24 回東北森林科学会大会
4. 発表年 2019年～2020年

1. 発表者名 森茂太, 黒澤陽子, 王莫非
2. 発表標題 根が牽引する樹木地上部成長：根系育成による省力化
3. 学会等名 第 24 回東北森林科学会大会
4. 発表年 2019年～2020年

1. 発表者名 森茂太, 黒澤陽子, 王莫非, 山路恵子, 土山紘平, 春間俊克
2. 発表標題 根の呼吸から評価する生態系の健全性：芽生え～大木の実測
3. 学会等名 2019年度資源・素材関係学協会合同秋季大会
4. 発表年 2019年～2020年

1. 発表者名 春間俊克, 山路恵子, 升屋勇人
2. 発表標題 内生菌 <i>Phialocephala fortinii</i> が増強するススキのAI耐性機構
3. 学会等名 日本生態学会第67回全国大会
4. 発表年 2019年～2020年

1. 発表者名 土山紘平, 山路恵子, 春間俊克
2. 発表標題 鉦山跡地に自生するアオキ (<i>Aucuba japonica</i> Thunb.) の重金属耐性機構と内生菌の関与
3. 学会等名 日本生態学会第67回全国大会
4. 発表年 2019年～2020年

1. 発表者名 伊藤 汰一、春間 俊克、土山 紘平、正木 悠聖、山路 恵子
2. 発表標題 鉦山跡地に定着したミネヤナギ(<i>Salix reinii</i> Franch.) における内生菌の関与した重金属耐性機構の解明
3. 学会等名 2019年度資源・素材関係学協会合同秋季大会
4. 発表年 2019年～2020年

1. 発表者名 森茂太, 黒澤陽子, 丸山温, 山路恵子, 石田厚
2. 発表標題 種内変種とされてきたアカイタヤとエゾイタヤを異なる種として検討する理由
3. 学会等名 第70回日本生態学会
4. 発表年 2022年～2023年

1. 発表者名 黒澤陽子, 森茂太, 西園朋広, 山路恵子, 小山耕平, 八木光晴, 春間俊克, 土山紘平
2. 発表標題 陸上植物の根系/地上部呼吸スケーリング –草と木の類似点と相違点–
3. 学会等名 第70回日本生態学会
4. 発表年 2022年～2023年

1. 発表者名 森茂太, 黒澤陽子
2. 発表標題 種内変種とされてきたアカイタヤとエゾイタヤをなぜ別種として再検討すべきか
3. 学会等名 第27回東北森林科学会
4. 発表年 2022年～2023年

1. 発表者名 黒澤陽子, 森茂太
2. 発表標題 根系育成による成長の最適化技術は可能か
3. 学会等名 第27回東北森林科学会
4. 発表年 2022年～2023年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

山形大学研究者情報 森茂太 http://yudb.kj.yamagata-u.ac.jp/html/100000603_ja.html 環境生態化学研究室 山路研究室 https://www.u.tsukuba.ac.jp/~yamaji.keiko.fp/ 小山耕平 researchmap.jp https://researchmap.jp/koyamakoei/ 石田厚HP https://www.ecology.kyoto-u.ac.jp/~atto/Top_JPN.html 山形大学研究者情報 http://yudb.kj.yamagata-u.ac.jp/html/100000603_ja.html 環境生態化学研究室 http://www.envr.tsukuba.ac.jp/~somosomo/yamaji.html 石田厚HP https://www.ecology.kyoto-u.ac.jp/~atto/Top_JPN.html
--

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	山路 恵子 (Yamji Keiko) (00420076)	筑波大学・生命環境系・教授 (12102)	

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
研究分担者	小山 耕平 (Koyma Kouhei) (70709170)	北海道教育大学・教育学部・准教授 (10105)	
研究分担者	石田 厚 (Ishida Atsushi) (60343787)	京都大学・生態学研究センター・教授 (14301)	
研究分担者	吉村 謙一 (Yoshimura Kenichi) (20640717)	山形大学・農学部・准教授 (11501)	

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0件

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