

令和 6 年 6 月 21 日現在

機関番号：14303

研究種目：基盤研究(B)（一般）

研究期間：2019～2022

課題番号：19H04281

研究課題名（和文）都市樹木における環境適性診断法の確立：アクアポリンによる気孔応答評価の導入

研究課題名（英文）Establishment of an environmental suitability diagnosis method for urban trees: Introduction of stomatal response assessment using aquaporins

研究代表者

富田 祐子（半場祐子）（Hanba, Yuko, T.）

京都工芸繊維大学・応用生物学系・教授

研究者番号：90314666

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 8,300,000円

研究成果の概要（和文）：京都市を中心とした調査により、主要な都市樹木であるヒラドツツジやソメイヨシノでは、窒素酸化物などの大気汚染に対して光合成機能が低下すること、またこの光合成機能の低下には、気孔の応答よりも生化学的な応答が強く関係していることが示された。また、シロイヌナズナのアクアポリンAtTIP2;2変異体で高湿度下での気孔閉鎖の程度が低下したことから、AtTIP2;2の欠損により気孔の閉鎖応答が阻害されていることが示唆された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

葉の炭素安定同位体の値を利用して、都市部に植栽されている街路樹の光合成機能の歴史的な変化を日本において初めて明らかにすることができた。また、日本の都市部における大気汚染レベルの顕著な改善が、街路樹の光合成機能向上につながっている、という、環境政策的にも重要な成果を得ることができた。

研究成果の概要（英文）：Research conducted mainly in Kyoto City has shown that photosynthetic function is reduced in the major urban trees *R. pulchrum* and *P. yedoensis* in response to air pollution such as nitrogen oxides, and that biochemical rather than stomatal responses are more strongly related to this reduction in photosynthetic function. The degree of stomatal closure under high humidity was reduced in the *Arabidopsis* aquaporin AtTIP2;2 mutant, suggesting that the stomatal closure response is inhibited by the loss of AtTIP2;2.

研究分野：植物生理生態学

キーワード：光合成 大気汚染 街路樹 気孔 炭素安定同位体比 ヒラドツツジ 交通量 窒素酸化物

1. 研究開始当初の背景

都市の生活環境の悪化は世界的な問題である。工業化・都市化に伴うヒートアイランド化が進行し、大気汚染は中国・インド等の新興工業国だけでなく先進工業国でも依然として深刻である。ヒートアイランド化を緩和し、大気汚染物質の減少に資するために都市樹木が果たす役割は国内/国外を問わずきわめて大きい。都市樹木は、大気汚染物質の吸収や捕捉、高温化抑制、二酸化炭素吸収など多くの効用をもち、都市の良好な生活環境維持に重要な役割を果たしている。しかし、日本国内の都市樹木においては、夏季にますます強い熱ストレスがかかっている。記録的な猛暑であった2018年の夏には京都市内で街路樹の枯死が報じられた。既存の都市樹木の樹種の中には、急激に進行する都市環境の変化に対して対応しきれない種が出てきている。光合成は都市樹木の生長や生存、樹冠形成の鍵となる生理的なはたらきであるため、光合成活性の維持はその樹木の環境適性に直結する。しかし、国内外を問わず、都市樹木の選定には植栽経験や樹形や花の美しさ・管理の容易さが優先され、都市樹木における機能性の本質ともいえる光合成活性の維持という観点についてはほとんど考慮されていない(Kagotani et al. 2010、Kiyomizu et al. 2018)。国内で都市樹木管理に適用されている「4ランク評価法」(科学技術庁資源調査会)は樹勢などの外観で活力度を判断する評価法であるため、ストレスの悪影響が進行し外観に影響が現れた段階でようやく評価可能となる。都市樹木の機能を適切に維持していくためには、分子生物学・植物生理学的な知見に基づいた光合成活性の診断技術が求められている。このような技術があれば、各樹種のストレス対応を診断し適切な樹種・品種を選択できると同時に、現場においてはストレスの兆候を早い段階で捉えることが可能になる。

樹木を含む多くの植物について、「葉の気孔応答」は光合成活性や蒸散の制御因子であり、大気汚染や乾燥等の環境ストレスに対する一連の応答の中で最も早い段階で変化が生じる。シロイヌナズナなどのモデル植物を用いた最近の研究により、気孔応答の鍵の一つは、輸送体タンパク質「アクアポリン」であることが明らかになってきた(Gronzin et al. 2015)。アクアポリンは水輸送を担い、植物の気孔の開閉は、孔辺細胞への水輸送によって維持される。そのため、樹木におけるアクアポリンを介した気孔応答過程が解明されれば、都市樹木の光合成過程にかかっているストレスを、外観の変化が生じる以前の段階から評価できる、新しい適性診断法として利用できる可能性が高い。しかし、野外環境の樹木における「アクアポリン」遺伝子の働きについては未解明である。モデル植物で得られた結果を野外における実際の樹木応答に結びつけ、都市樹木を対象とした気孔応答やその遺伝的背景について明らかにする必要がある。

2. 研究の目的

都市環境における都市樹木の適性診断を行うためには、光合成活性と関連が深く、早い段階でストレスの兆候を捉える新たな指標が必要である。本研究では、都市樹木における、分子生物学・植物生理学的な知見に基づいた葉の気孔の調節機構を明らかにする。そして、「葉の気孔応答」に基づいた都市樹木の新たな機能性判別方法を確立することを目的とする。気孔応答に関わる遺伝的・分子生物学的なメカニズムとして、細胞膜輸送体である「アクアポリン」のはたらきを解明する。

3. 研究の方法

(1) 都市樹木の気孔応答データベース作成

環境適性判別を行うための基礎として、主要な都市樹木20種を対象に、屋外実測により都市の環境ストレスに対する光合成活性・気孔応答データベースを作成する。

(1-1) 屋外実測による気孔応答データベース作成

都市樹木に対する都市環境ストレスとして「大気汚染」に着目し、主要な都市樹木の樹種について、高木から10種、低木から10種を選定し、大気汚染レベルが異なる2カ所の調査地で、大気汚染物質濃度を実測するとともに、気孔応答の実地調査を行う。このうち高木と低木6種については近縁2種×3セットとなるよう種を選定する。

(1-2) 乾燥ストレス負荷試験による気孔応答データベース

都市環境ストレスとして「土壌水分ストレス」に注目し、(1)と同じ樹種を用いて苗木の栽培実験と土壌水分ストレス負荷試験により、気孔応答の判定を行う。

(1-3) 遺伝子の網羅的解析

上記20種について、公共データベースに公開済みのRNA-seqデータがあるものについてはqRT-PCRプライマーをデザインし、アクアポリン遺伝子群の挙動をqRT-PCRで調べる。公開データが無い種についてはRNA-seqを実施してqRT-PCRのための配列情報を取得し、同様の実験を行う。

(2) 気孔応答の鍵となるアクアポリンの同定

モデル植物であるシロイヌナズナを用いて、高い水輸送活性を有し気孔応答の鍵となるアクアポリンの分子種を同定する。併せてストレス負荷によるアクアポリン遺伝子の発現量解析と光合成応答解析を行い、樹木において都市環境への適応度の鍵となるアクアポリンの分子種を同定する。(1)のデータベースと統合することで、都市環境ストレスへの応答が迅速・強力である品種の選抜に資する。

(2-1) アクアポリンの水透過性解析

モデル植物であるシロイヌナズナを実験材料とし、10種類のアクアポリン遺伝子を破壊した変異体(ノックアウト)から得られたプロトプラストを用いて、これらのアクアポリン分子種の水輸送能力を明らかにする。

(2-2) 乾燥ストレス負荷試験

都市ストレスへの適性が高い種であるイチヨウ、ストレス遺伝子の解析が進んでいるモデル樹木であるポプラ、およびシロイヌナズナの変異体を用いて、土壌および大気乾燥ストレス負荷試験を行い、アクアポリン遺伝子の発現量解析を行う。

(2-3) 遺伝子組換えポプラの作出と解析

(2-1)で明らかにされた水輸送能力が高いアクアポリン遺伝子を組み込んだ発現ベクター(コンストラクト)を作成する。このコンストラクトを導入した組換え樹木を作成し(馬場)樹木における気孔応答にアクアポリンが果たす役割を解明する。

(3)(1)のデータベースと(2)の遺伝的解析を統合することで、都市樹木の光合成活性を評価し、アクアポリンを介した気孔応答評価に基づいた適性診断法を確立する。都市環境への適応度の鍵となるアクアポリンを同定し、植栽環境に適切なストレス応答特性を示す樹木種の選抜に資する判定手法を提案する。

4. 研究成果

(1) 都市樹木の光合成・気孔応答調査 都市樹木に対する都市環境ストレスとして「大気汚染」に着目し、主要な都市樹木の樹種について2020年度は高木のイチヨウ、ソメイヨシノとトウカエデを選定し、大気汚染レベルが異なる4カ所の調査地で、2020年7月~12月にかけて光合成能力および気孔応答の実地調査を行った。イチヨウの光合成速度は交通量が多い調査地で低い傾向にあった。一方、ソメイヨシノについては、交通量が多い調査地ほど気孔開度が小さく、水利用効率が高い傾向にあることが明らかになった。

都市樹木に対する都市環境ストレスとして「大気汚染」に着目し、2021年度は低木のヒラドツツジとシャリンバイを選定し、大気汚染レベルが異なる4カ所の調査地で、2021年6月~8月にかけて光合成能力・気孔応答・葉面の汚染度合いの実地調査を行った。ヒラドツツジでは交通量が高い調査地ほど光合成速度が低い傾向にあったが、シャリンバイではそのような傾向はみられなかった。気孔応答については、どちらの種でも調査地間の差は明瞭ではなかった。ヒラドツツジ・シャリンバイともに交通量が多い調査地で葉面の汚染度合いは高かった。

交通量は経済状況を反映することに着目し、窒素酸化物の濃度がCOVID-19による経済の停滞を反映しているかどうか、またその変化が樹木の気候応答や光合成機能に関係があるかを解析した。COVID-19の影響を受けた2020年と2021年は、2019以前のトレンドから予想されるよりもやや低い窒素酸化物濃度であり、経済の停滞を反映していると考えられた。しかし、炭素安定同位体比および光合成速度の解析により、ヒラドツツジおよびソメイヨシノについては、COVID-19による窒素酸化物濃度の低下は光合成機能にほとんど影響していなかったことが明らかになった。

(2) ストレス負荷実験による気孔応答調査 2019年度の実験で、塩ストレス耐性が高いことが判明したマルバシャリンバイを対象を絞り、塩ストレスが現れる塩処理濃度を明らかにすること、また光合成速度が低下するメカニズムを解明するための実験を行った。150mMの塩濃度溶液で処理したマルバシャリンバイで気孔開度の低下と光合成速度低下が同時に観察されたこと、また葉内の塩類濃度がマルバシャリンバイでは低かったことから、マルバシャリンバイには葉内への塩類蓄積を抑制する何らかのメカニズムが存在すること、また光合成速度低下には気孔開度の低下が強く関与していることが確認された。

低木のマルバシャリンバイへの塩ストレス負荷実験と、高木のイチヨウへの過湿ストレス負荷実験を実施した。マルバシャリンバイについては、塩ストレス処理後の回復段階で光合成機能に強いストレスがかかること、またストレス応答の閾値が100mMと150mMの間に存在することが示唆された。イチヨウについては、2週間の高湿度負荷により気孔開度の減少や光合成速度の低下が見られたものの、明瞭な差ではなかった。

高木のイチヨウへの過湿ストレス負荷実験を実施した。2週間にわたって高湿度負荷を与え、その後1週間の回復期間を設定した。その結果、高湿度負荷がかかっている期間には気孔開度の減少や光合成速度の低下はほとんど見られなかったが、その後の回復期間に、気孔が十分に開かないこと、また気孔の応答速度が低下していることが明らかになった。さらに遺伝子解析を行ったところ、回復期間にストレス関連の遺伝子が多く抽出されたことから、高湿度で馴化した後の低

湿度環境がストレスとなる可能性が示された。

(3) 気孔応答の鍵となる可能性があるアクアポリンの水透過活性 シロイヌナズナの液胞膜アクアポリン AtTIP2;2 が植物細胞においても水輸送を担っていることを証明するために、tip2;2 変異体の葉肉細胞プロトプラストを用いて浸透水透過係数 Pf を測定した。その結果、野生型より tip2;2 変異体の Pf が低い傾向が得られた。さらに抗 TIP2;2 抗体を用いたウエスタンブロット解析により、2 週齢のシロイヌナズナ野生型では約 18kD のタンパク質が検出され、tip2;2 変異体では全く検出されないことを確認した。

水透過能力があることが確認されたシロイヌナズナの液胞膜アクアポリン AtTIP2;2 ノックアウト変異体 (tip2;2 変異体) の種子を栽培し、高湿度負荷実験を行なって気孔応答を調査した。tip2;2 変異体では高湿度下で気孔閉鎖の程度が低下することが確認されたことから、AtTIP2;2 の欠損により気孔の閉鎖応答が阻害されていることが示唆された。

水透過能力があることが確認されたシロイヌナズナの液胞膜アクアポリン AtTIP2;2 ノックアウト変異体 (tip2;2 変異体) の種子を栽培して実験を行う予定であったが、グロースチャンバの故障により栽培が遅れ、実験を計画通り実施することができなかった。

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 1件 / うちオープンアクセス 3件）

1. 著者名 半場祐子, 松浦拓海, 岡本輝介, 松本真由, 清水啓史, 山岸彩, 木下智光, Luisa Kumpsh, 久米篤	4. 巻 vol18 no.6
2. 論文標題 葉の炭素安定同位体比を用いた街路樹の光合成機能評価 大気汚染による影響	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 アグリバイオ	6. 最初と最後の頁 71-73
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 FUJII S., NISHIDA K., AKITSU T.K., KUME A., HANBA Y.T.	4. 巻 61
2. 論文標題 Variation in leaf mesophyll anatomy of fern species imposes significant effects on leaf gas exchange, light capture, and leaf hydraulic conductance	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Photosynthetica	6. 最初と最後の頁 222 ~ 232
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.32615/ps.2023.017	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 Hanba Yuko T, Nishida Keisuke, Tsutsui Yuuri, Matsumoto Mayu, Yasui Yutarou, Sizhe Yang, Matsuura Takumi, Kawaguchi Akitsu Tomoko, Kume Atsushi	4. 巻 131
2. 論文標題 Leaf optical properties and photosynthesis of fern species with a wide range of divergence time in relation to mesophyll anatomy	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Annals of Botany	6. 最初と最後の頁 437 ~ 450
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/aob/mcad025	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 Mizuki Inoue, Sango Yoshiharu, Ishida Kiyoshi, Hanba Yuko T., Chiwa Masaaki, Uehara Yoshitoshi, Kume Atsushi	4. 巻 17
2. 論文標題 Effects of sex and soil water chemistry on leaf morphology and physiology of <i>Myrica gale</i> var. <i>tomentosa</i>	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 PLOS ONE	6. 最初と最後の頁 01 ~ 5
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1371/journal.pone.0275024	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 Matsumoto Mayu, Kiyomizu Takashi, Yamagishi Saya, Kinoshita Tomomitsu, Kumpitsch Luisa, Kume Atsushi, Hanba Yuko T.	4. 巻 25
2. 論文標題 Responses of photosynthesis and long-term water use efficiency to ambient air pollution in urban roadside trees	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Urban Ecosystems	6. 最初と最後の頁 1029 ~ 1042
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s11252-022-01212-z	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 Baba Kei'ichi, Kurita Yuko, Mimura Tetsuro	4. 巻 13
2. 論文標題 Experimental Study of Intra-Ring Anatomical Variation in Populus alba L. with Respect to Changes in Temperature and Day-Length Conditions	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Forests	6. 最初と最後の頁 1151 ~ 1151
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/f13071151	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 Kurita Yuko, Kanno Satomi, Sugita Ryohei, Hirose Atsushi, Ohnishi Miwa, Tezuka Ayumi, Deguchi Ayumi, Ishizaki Kimitsune, Fukaki Hidehiro, Baba Kei'ichi, Nagano Atsushi J., Tanoi Keitaro, Nakanishi Tomoko M., Mimura Tetsuro	4. 巻 45
2. 論文標題 Visualization of phosphorus re translocation and phosphate transporter expression profiles in a shortened annual cycle system of poplar	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Plant, Cell & Environment	6. 最初と最後の頁 1749 ~ 1764
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/pce.14319	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 Atsushi Kume, Mao Fujimoto, Nobuya Mizoue, Hideharu Honoki, Haruki Nakajima, Megumi Ishida	4. 巻 267
2. 論文標題 Impact of reduced ozone concentration on the mountain forests of Mt. Tateyama, Japan	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Environmental Pollution	6. 最初と最後の頁 115407
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.envpol.2020.115407	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 Katsuyama, Y., Doi, M., Shioya, S., Hane, S., Yoshioka, M., Date, S., Miyahara, C., Ogawa, T., Takada, R., Okumura, H., Ikusawa, R., Kitajima, S., Oda, K., Sato, K., Tanaka, Y., Tezuka, T., Mino, M.	4. 巻 776
2. 論文標題 The role of chaperone complex HSP90-SGT1-RAR1 as the associated machinery for hybrid inviability between <i>Nicotiana glauca</i> Domin and <i>N. tabacum</i> L.	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Gene	6. 最初と最後の頁 145443
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.gene.2021.145443	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 Savadogo, E.H., Shiomu, Y., Yasuda, J., Akino, T., Yamaguchi, M., Yoshida, H., Umegawachi, T., Tanaka, R., Suong, D.N.A., Miura, K., Yazaki, K., Kitajima, S.	4. 巻 253
2. 論文標題 Gene expression of PLAT and ATS3 proteins increases plant resistance to insects	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Planta	6. 最初と最後の頁 37
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s00425-020-03530-y	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 Koeduka, T., Ueyama, Y., Kitajima, S., Ohnishi, T., Matsui, K.	4. 巻 252
2. 論文標題 Molecular cloning and characterization of UDP-glucose: Volatile benzenoid/phenylpropanoid glucosyltransferase in petunia flowers	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Plant Physiology	6. 最初と最後の頁 153245
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jplph.2020.153245	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 Shoko Tsuji, Toru Nakashizuka, Koichiro Kuraji, Atsushi Kume, and Yuko T. Hanba	4. 巻 34
2. 論文標題 Sensitivity of stomatal conductance to vapor pressure deficit and its dependence on leaf water relations and wood anatomy in nine canopy tree species in a Malaysian wet tropical rainforest	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Trees	6. 最初と最後の頁 1299-1311
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s00468-020-01998-5	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 Tomomitsu Kinoshita, Atsushi Kume, and Yuko T. Hanba	4. 巻 35
2. 論文標題 Seasonal variations in photosynthetic functions of the urban landscape tree species <i>Gingko biloba</i> : photoperiod is a key trait	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Trees	6. 最初と最後の頁 273-285
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s00468-020-02033-3	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 Hiroki Horike, Tomomitsu Kinoshita, Atsushi Kume, and Yuko T. Hanba	4. 巻 in press
2. 論文標題 Responses of leaf photosynthetic traits, water use efficiency, and water relations in five urban shrub tree species under drought stress and recovery	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Trees	6. 最初と最後の頁 in press
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s00468-021-02083-1	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 Atsushi Kume, Hiroyuki Kamachi, Yusuke Onoda, Yuko T. Hanba, Yuji Hiwatashi, Ichirou Karahara, Tomomichi Fujita	4. 巻 in press
2. 論文標題 How plants grow under gravity conditions besides 1 g: Perspectives from hypergravity and space experiments that employ bryophytes as a model organism	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Plant Molecular Biology	6. 最初と最後の頁 in press
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s11103-021-01146-8	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 Yonemura Seiichiro, Kodama Naomi, Taniguchi Yojiro, Ikawa Hiroki, Adachi Shunsuke, Hanba Yuko T.	4. 巻 132
2. 論文標題 A high-performance system of multiple gas-exchange chambers with a laser spectrometer to estimate leaf photosynthesis, stomatal conductance, and mesophyll conductance	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Plant Research	6. 最初と最後の頁 705 ~ 718
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s10265-019-01127-5	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 Sasaki Keisuke, Ida Yuuki, Kitajima Sakihito, Kawazu Tetsu, Hibino Takashi, Hanba Yuko T.	4. 巻 9
2. 論文標題 Overexpressing the HD-Zip class II transcription factor EctHB1 from Eucalyptus camaldulensis increased the leaf photosynthesis and drought tolerance of Eucalyptus	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 14121
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-019-50610-5	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 -

[学会発表] 計28件(うち招待講演 4件/うち国際学会 4件)

1. 発表者名 Atsushi Kume, Yuko T Hanba
2. 発表標題 Dynamics of nitric oxide derived from automobile exhaust gas and ecophysiological properties of roadside trees
3. 学会等名 ACID RAIN 2020 10th International Conference on Acid Deposition
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 半場祐子, 松浦拓海, 岡本輝介, 松本真由, 清水啓史, 山岸彩, LUISAKumpsh, 久米篤
2. 発表標題 COVID19による産業活動停滞が街路樹の光合成機能に与える影響
3. 学会等名 日本生態学会第71回全国大会
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 藤村風歌, 半場祐子
2. 発表標題 夜間LED照明が高木街路樹イチョウの光合成機能と成長に与える影響
3. 学会等名 日本生態学会第71回全国大会
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 半場 祐子, 松浦 拓海, 岡本 輝介, 松本 真由, 清水 啓史, 山岸 彩, 木下 智光, Luisa Kumpsh, 久米 篤
2. 発表標題 街路樹の炭素安定同位体比から人間活動の影響を診断する COVID19による産業活動の停滞と回復の影響
3. 学会等名 第13回同位体環境学シンポジウム
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 藤村 風歌, 半場 祐子
2. 発表標題 夜間都市照明が高木街路樹イチョウ・カエデの光合成機能と成長の季節変化に与える影響
3. 学会等名 日本植物学会第87回大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 半場 祐子, 筒井 悠里, 堀家 広樹, 久米 篤, 前田 耕治
2. 発表標題 都市樹木の光合成機能評価—高い適性を持つ樹種の探索
3. 学会等名 日本植物学会第87回大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 半場祐子, 松本真由, 清水啓史, 山岸彩, 木下智光, Luisa Kumpsh, 久米篤
2. 発表標題 都市における環境ストレスに対する樹木の光合成応答
3. 学会等名 第13回日本光合成学会年会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 安井祐太郎, 半場祐子
2. 発表標題 冠水ストレスに対するイネの光合成応答及び葉肉コンダクタンスへの影響
3. 学会等名 日本生態学会第70回全国大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 岡本耀介, 半場祐子, 馬場啓一
2. 発表標題 冠水ストレスに対するポプラの光合成・形態応答の評価
3. 学会等名 日本生態学会第70回全国大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 松浦拓海, 半場祐子
2. 発表標題 大気湿度環境の変化がイチヨウの光合成機能に及ぼす影響
3. 学会等名 日本生態学会第70回全国大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Mayu Matsumoto, Takashi Kiyomizu, Saya Yamagishi, Tomomitsu Kinoshita, Luisa Kumpitsch, Atsushi Kume, Yuko T. Hanba
2. 発表標題 Evaluation of photosynthesis and long-term water use efficiency to air pollution stress for urban roadside trees in Kyoto city
3. 学会等名 The 12th Conference of International Consortium of Landscape and Ecological Engineering (ICLEEE 2022) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 半場祐子, 松浦拓海, 富田麟太郎, 山岸彩, 奈良久美
2. 発表標題 大気中の水蒸気量に対する葉の気孔応答にアクアポリンが与える影響
3. 学会等名 日本植物学会第86回大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Mayu Matsumoto, Takashi Kiyomizu, Saya Yamagishi, Tomomitsu Kinoshita, Luisa Kumpitsch, Atsushi Kume, Yuko T. Hanba
2. 発表標題 Evaluation of photosynthesis and long-term water use efficiency to air pollution stress for urban roadside trees in Kyoto city
3. 学会等名 INTECOL 2022 (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Yuko T. Hanba, Kaori Takemura, Sakihito Kitajima, Maki Yokoi, Akihisa Shinozawa, Ayuko Maeda, Yuichiro Yasuda, Naoya Sakaguchi, Ryuji Kameishi, Hiroyuki Kamachi, Atsushi Kume, Ichirou Karahara, Yoichi Sakata, Tomomichi Fujita
2. 発表標題 First contact to gravity : earliest land plants bryophytes adapt to increase in gravity via enhancements of photosynthesis and expression of AP2/ERF transcription factors
3. 学会等名 18th International Congress on Photosynthesis (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 北島佐紀人
2. 発表標題 A Small Talk on Plant Anti-Insect ATS3 and PLAT Proteins and Transient Gene Expression in Radish Sprouts.
3. 学会等名 3 rd JAPAN-ASEAN Seminar 2022 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 北島佐紀人
2. 発表標題 植物の乳液成分を手掛かりに新規な抗昆虫タンパク質を探す
3. 学会等名 第22回農薬バイオサイエンス研究会（招待講演）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 馬場啓一；栗田悠子；永野 惇；三村徹郎
2. 発表標題 気象器を用いたギンドロにおける成長の日長応答
3. 学会等名 第73回日本木材学会大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 栗田 悠子；鹿島 誠；馬場 啓一；石崎 公庸；小林 奈通子；田野井 慶太郎；三村 徹郎；永野 惇
2. 発表標題 野外ポプラにおける葉位ごとの季節的なシンク - ソース推移の解明
3. 学会等名 第64回日本植物生理学会年会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 本廣夕佳、土井李里夏、松本朋子、菊地淳、桑形恒男、半場祐子、奈良久美
2. 発表標題 シロイヌナズナの葉のメタボロームに対する液胞膜型アクアポリンTIP2;2遺伝子の変異の影響
3. 学会等名 第64回日本植物生理学会年会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 山成由佳子、中原由揮、藤本緋菜、本廣夕佳、桑形恒男、半場祐子、且原真木、奈良久美
2. 発表標題 シロイヌナズナの液胞膜型アクアポリンTIP2;2の機能解析
3. 学会等名 第62回日本植物生理学会年会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 馬場啓一、栗田悠子、永野 惇、三村徹郎
2. 発表標題 短縮周年系で育成したポプラの木部構造と遺伝子発現の関係
3. 学会等名 日本植物学会第84回大会 2020年9月20日
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 久米 篤
2. 発表標題 森林モニタリングから環境変動影響を評価することは何故難しいのか
3. 学会等名 第132回日本森林学会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 久米 篤、清水啓史・山岸 彩・半場祐子
2. 発表標題 自動車排気ガス由来の一酸化窒素と道路周辺樹木の生理活性変化
3. 学会等名 第131回日本森林学会大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 半場 祐子、木下 智光、松本 真由、安田 柚里
2. 発表標題 炭素安定同位体による植物の環境応答評価
3. 学会等名 同位体環境学シンポジウム
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 安田柚里, 久米篤, 森耀久, 蒲池浩之, 藤田知道, 半場祐子
2. 発表標題 ヒメツリガネゴケ変異体(CDKA)の過重力応答
3. 学会等名 日本植物学会第83回大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 松本真由、山田悦、前田耕治、半場祐子
2. 発表標題 京都市内において交通量の違いが街路樹の光合成機能に与える影響
3. 学会等名 日本植物学会第83回大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 山岸 彩, 北島 佐紀人, 半場 祐子
2. 発表標題 VPD の変化に対するユーカリの光合成応答にアクアポリンが果たす役割
3. 学会等名 第66回日本生態学会大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 堀家 広樹, 半場 祐子
2. 発表標題 "乾燥条件下における中低木街路樹の生理学的応答の比較 "
3. 学会等名 第66回日本生態学会大会
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計3件

1. 著者名 半場祐子	4. 発行年 2023年
2. 出版社 総合地球環境学研究所	5. 総ページ数 4
3. 書名 同位体環境学がえがく世界 (担当:分担執筆, 範囲:街路樹の炭素安定同位体比からCOVID19による産業活動停滞の影響検出を試みる)	

1. 著者名 半場祐子	4. 発行年 2020年
2. 出版社 共立出版	5. 総ページ数 264
3. 書名 木本植物の生理生態 第8章 安定同位体から見た森林樹木	

1. 著者名 久米篤	4. 発行年 2020年
2. 出版社 共立出版	5. 総ページ数 264
3. 書名 木本植物の生理生態 第11.2章	

〔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	馬場 啓一 (Baba Keiichi) (20238223)	京都大学・生存圏研究所・助教 (14301)	
研究分担者	久米 篤 (Kume Atsushi) (20325492)	九州大学・農学研究院・教授 (17102)	
研究分担者	奈良 久美 (Nara Kumi) (30322663)	奈良女子大学・自然科学系・准教授 (14602)	
研究分担者	北島 佐紀人 (Kitajima Sakihito) (70283653)	京都工芸繊維大学・応用生物学系・准教授 (14303)	

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