

令和 5 年 5 月 3 日現在

機関番号：14301

研究種目：挑戦的研究（萌芽）

研究期間：2018～2022

課題番号：18K19231

研究課題名（和文）外的環境要因によって発現する心材形成誘導因子の探索

研究課題名（英文）Exploration of factors inducing heartwood formation expressed by external environmental factors

研究代表者

坂本 正弘（Sakamoto, Masahiro）

京都大学・農学研究科・准教授

研究者番号：40303870

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 4,700,000円

研究成果の概要（和文）：前年度においてスギの師管液並びに仮道管液中にペルオキシダーゼ（POX）とプロテインキナーゼ（PK）が存在することが判明した。今年度はこれら遺伝子の中から師管内に存在することが確認されている既報の他の植物のPK及びPOX遺伝子をもとにスギのデータベース検索を行った。スギのデータベースにはPKが1590件、POXが116件登録されていた。検索の結果、PKではCJt095135とCJt115203の2つのPK遺伝子が、POXではCJt022249とCJt027124の2つのPOX遺伝子が見出された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

樹木の心材形成において葉で感知された日長情報や温度センサーなどの情報が樹幹にもたらされ、心材形成の開始シグナルとなっている可能性が高いと考えた。本研究はその心材形成の開始シグナルとなる情報伝達に關与するであろう因子を検索することに意義がある。スギの師管液および仮道管液から分離したタンパクを同定した結果、ペルオキシダーゼとプロテインキナーゼが検出され、スギのデータベースを検索した結果、師管内で発現する可能性の高い遺伝子を見出すことができた。このことはスギの師管を經由した情報伝達の仕組みが心材形成に關与する可能性を示し、その改名に向けて大きな一歩となったと考える。

研究成果の概要（英文）：In the previous year, sap from cedar phloem and parenchyma were concentrated and separated, and the resulting proteins were N-terminally sequenced and identified as peroxidase (POX) and protein kinase (PK). In the current year, a search of the cedar database was conducted based on the previously reported genes that have been detected and found to be present in the phloem or in the phloem sap. A database search was conducted based on the sequences of these genes. The cedar database contained 1590 PKs and 116 POXs. The search revealed two PK genes, CJt095135 and CJt115203, and two POX genes, CJt022249 and CJt027124, in POX.

研究分野：樹木分子生物学

キーワード：心材形成 師管転流 ペルオキシダーゼ プロテインキナーゼ 情報伝達

様式 C-19、F-19-1、Z-19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

木材における心材は、材としての利用上きわめて重要な意味をもつ。心材は死んだ細胞の集団であり、そして心材成分と呼ばれる固有の成分が沈着することによって耐朽性や耐虫性が増す。この心材成分は辺材から移行材、そして移行材から心材へと細胞が移行する段階で生成される。心材成分はスギの場合にはアガサレジノールやセクイリンCなどのノルリグナンなどであり、連携研究者である梅澤らの研究によりケイ皮酸経路に由来する生合成経路が明らかにされている¹⁾。また、共同研究者である高部らのグループによってネムノキやアカシヤマンギウムなどの広葉樹においては、放射柔細胞や軸方向柔細胞内で合成された心材成分が細胞内移動経路と細胞外移動経路によって周辺細胞や細胞外移動経路によって周辺細胞や細胞間隙に拡散することが見出されている²⁾。

心材形成は形成層活動が休止状態になる期間に心材形成がおこなわれる場合が多く、季節性があるという説が有力である。このような季節性は何を意味しているのであろうか。研究代表者である坂本はタケ類の開花現象のメカニズムを解明するために開花関連の遺伝子の調査をおこなってきた。日長条件に応答して開花誘導に至る植物の場合には、葉で発現したFTが師管転流によって茎頂分裂組織に移動し、そこで形成された複合体が花芽形成の遺伝子発現を誘導するスイッチとなる。さらに、近年、FTは花成ばかりでなく、ジャガイモにおいて塊茎の形成のシグナルとなることも明らかとなっており、植物において重要なシグナル因子である可能性が示唆されている³⁾。開花誘導遺伝子は葉で発現した後、茎頂分裂組織へ輸送されるが、心材形成においても季節性が強いことなどから、同じように外的環境に応答して発現するシグナルが存在するのではないか、と考えるに至った。しかし、心材形成においてこのような研究事例はなく、また葉と樹間内での反応の連携についての研究例もない。花成の研究例からも植物は葉で外的環境を感知し、その情報を伝達するシステムをもっていることは明らかである。このことから、心材形成において外的環境要因によって心材の形成が始まるきっかけとなる可能性があることは十分に考えられる。

2. 研究の目的

本研究は、木材の心材形成を引き起こす因子を探索し、心材形成のメカニズムを明らかにすることにある。木材の心材は木材利用上きわめて重要なものであり、樹種によってその色素沈着の様相も異なっており一定ではない。心材は樹木の成長過程の段階で徐々に樹幹の中心部から形成される。心材形成に関する研究は心材成分の生合成や、心材形成段階における組織観察が中心であり、これらの分野で精力的な研究がおこなわれてきた。しかしながら、そもそも心材はなぜ形成されるのか？心材形成を誘導する「きっかけ」となるものは何か？などの疑問に関してはまったく情報はなく、研究対象とすらなっていない。

本研究の目的は、樹木内部で起こる心材形成を誘導する因子が外的環境要因によって発現誘導され、これが「心材形成のきっかけ」となって心材形成が開始される、との大胆な仮説に基づいて心材形成誘導因子を探索することである。このために、師管や仮道管を転流するタンパク質やマイクロRNAなどの誘導因子を見出すことにより、心材形成のきっかけを明らかにするとともに心材形成のメカニズムを解明する第一歩とすることを目的とする。

3. 研究の方法

(1) スギ師管液および仮道管液の採取

京都大学フィールド科学教育研究センターにおいて植栽されているスギを伐採し実験に供した。樹齢約60年のスギを伐採し、地際より140~240cmの幹の部分を試料として用いた。外樹皮を剥がしたのち、内樹皮をはぎとり、細断してフィルター付き遠心管にセットし、1,000×gで30分間遠心した。遠心管の底に集めた液を師管液とした。また、辺材部を遠心管に入る大きさに細断し、同様に遠心することで仮道管液を採取した。

(2) スギ師管液・仮道管液からのタンパク質画分の単離

集めた師管液および仮道管液は12,000×g、30分遠心して上澄を得たのち加熱処理を行った。最後に3kDaの遠心濃縮フィルターを用いて遠心濃縮を行い、膜上層画分とろ液画分に分画した。ペプチド分析はCosmosil 5C18-ARカラムを用いて逆相クロマトで行い、また、ゲル濾過後にオリゴ糖画分を得て順相液クロによってオリゴ糖分析を行った。

(3) RNA抽出および遺伝子解析

採取したスギの葉は直ちにドライアイスにて凍結、液体窒素中で粉末化し、RNAの抽出を試みた。スギなどの樹木の葉には大量のペクチン様物質が含まれているため、通常のRNA抽出法では良好なRNA試料が抽出できなかった。多糖類を多く含む試料からの抽出に適したRNA抽出キット (RNAすいすい: リーズ社製) を使用し抽出を試みたところ、比較的良好的なRNAを得ることができた。

遺伝子解析に用いたスギのゲノム情報は森林総合研究所に掲載される以下のデータベースを利用した。

<https://www.ffpri.affrc.go.jp/database/cjgenome/indexj.html>

4. 研究成果

(1) スギ師管液および仮道管液の糖分析

師管液の膜上層画分をペプチド分析した結果、明瞭なピークが6本見られた。これらのピークをN-末端分析、ESI-MS分析した。仮道管液の膜上層画分からは師管液のような明瞭なピークは確認されず、仮道管液にはペプチドはないと判断した。また、オリゴ糖分析の結果、師管液からは4~12糖に相当するオリゴ糖が、仮道管液からは5~20糖に相当するオリゴ糖が検出された。師管液中に糖が存在することは予測されたが、従来水分通道組織と考えられていた仮道管液からオリゴ糖が見出されたのは新たな発見であると考えている。糖分析を行った結果から、仮道管液にはグルコースやフルクトース、そしてわずかながらスクロースが含まれていることが確認できた。これに対して、師管液にはこれら3種類の糖が多く含まれており、とくにスクロースが多量に存在することが確認された。

(2) スギ師管液中および仮道管液のタンパク質分析

師管液 および仮道管液から得られた膜上画分をさらに透析したのち、SDS-PAGEによって分離した。師管液からは3個、仮道管液からは7個のバンドが検出された。SDS-PAGE後、PDVF膜に転写した後、師管液、仮道管液のタンパク質のうち明瞭なバンドを切り出し、ペプチドのN-末端分析に供した。その結果、師管液からは1種類、仮道管液からは3種類のペプチドに関してN-末端のアミノ酸配列を決定することができた。得られたアミノ酸配列をデータベースで検索した結果、師管液 (PS) から得られたPS50はシトカトウヒやヒノキのペルオキシダーゼと相同性が見られた。また、仮道管液 (XS) から得られたXS20はアブラナ科の外来種であるルベラナズナのNAC-ドメインを含むタンパク質に、XS37はアブラナのプロテインキナーゼドメインを含むタンパク質にそれぞれ相同性が見られた。なお、XS48は読めたアミノ酸配列が短かったためかデータベースにはヒットしなかった。師管液中に細胞壁の木化にも関与するペルオキシダーゼが見出されたことは大変興味深い結果である。ペルオキシダーゼは、通常は過酸化水素の存在下でリグニンモノマーをラジカル化してこれらを重合させることによって高分子のリグニンを形成すると考えられている。細胞壁合成に関わるペルオキシダーゼが師管液に見出されたことは、従来の報告にはなく細胞壁形成においても新たな知見が得られる可能性が高いと考えられる。また、仮道管液にもNACドメイン転写因子が含まれていたことは通導組織形成に関係することとして興味深い。

プロテインキナーゼに関してはシグナル伝達や代謝の調節因子として多くのタンパク質のリン酸化に働く重要な酵素であることが知られている。師管液中にプロテインキナーゼが存在することはすでにイネやキュウリなどの植物の師管液で報告されている。酵素の活性化のためにはカルシウムイオンが必要であることが明らかにされており、光シグナルによってカルシウムイオンを細胞内信号として認識する情報伝達系がある可能性が示唆されている。仮道管液中にプロテインキナーゼが存在するとの報告例はない。また、心材形成の誘導に関連した働きをしているかも現段階では不明であるが、仮道管液中にシグナル伝達に参与するタンパク質であるプロテインキナーゼが含まれていたことは重要な示唆を含んでいると考えられる。

(3) 遺伝子解析

現在、森林総合研究所のスギの遺伝子データベースが利用できることから、ペルオキシダーゼとプロテインキナーゼの遺伝子を検索することとした。スギのデータベースにはペルオキシダーゼが116件、プロテインキナーゼが1590件登録されている。

ペルオキシダーゼに関しては、タバコの茎の師管で発現するNtPOX-P1が報告されている⁴⁾。まず、この配列をもとに類似の配列を持つ植物があるかデータベースを検索したところ、アカシア (ApPOX)、セイヨウミザクラ (PaPOX)、ソメイヨシノ (PyPOX) などのペルオキシダーゼがヒットした。これらの遺伝子は必ずしも師管内で発現しているとは限らないが、NtPOX-P1に近い配列を持つものとして参考にした。これらのアミノ酸配列をアライメントし、相同性の高い領域を選択した。複数の領域で検索を試みた結果、15種類のスギのクローンが師管で発現するペルオキシダーゼに相同性が高いことが判明した。系統樹解析の結果、CJt022249がNtPOX-P1や他の樹木のペルオキシダーゼに相同性が約60%と最も相同性が高く、ついでCJt027124が高かった。これらの結果から、スギの師管においてCJt022249とCJt027124が発現している可能性が高いと予想された (図1)。

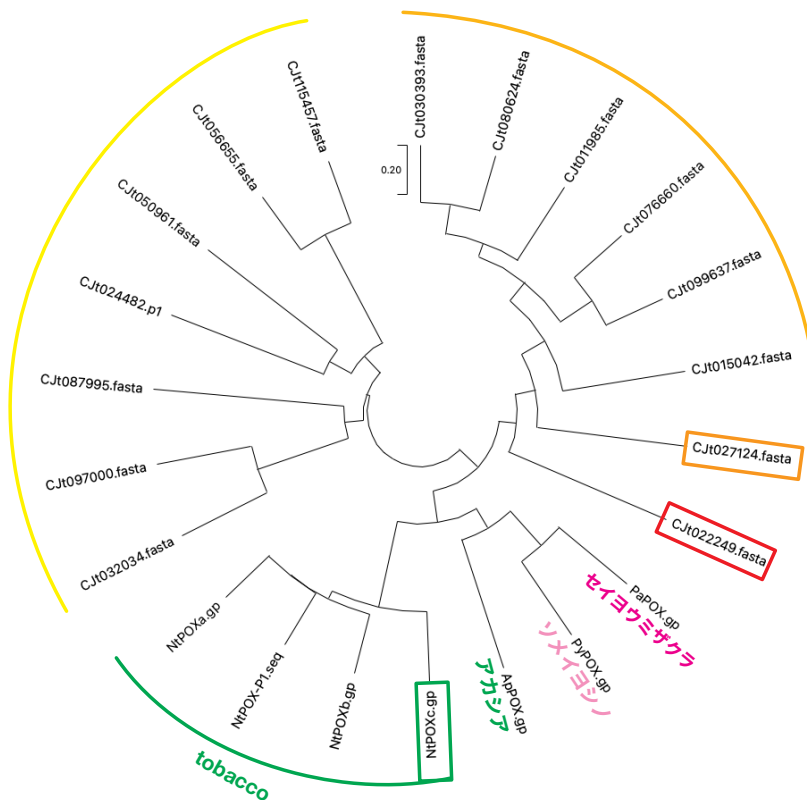


図1 師管で発現するペルオキシダーゼ遺伝子の系統樹
 タバコで確認されているNtPOX-P1をもとにスクリーニングして得られたスギの遺伝子の系統樹

プロテインキナーゼに関しては、キュウリの師管液中にCmCPK1とCmCPK2の2つのプロテインキナーゼが存在することが報告されている⁵⁾。この2つのプロテインキナーゼ遺伝子のアミノ酸配列をもとにデータベース検索を行った結果、コーヒーの葉で発現する2種のプロテインキナーゼ (CaLV5とCaLV8) がヒットした。キュウリとコーヒーの計4種のプロテインキナーゼのアミノ酸配列をアライメントし相同性の高い領域であるKPENFLLVNKをプローブとしてスギのデータベースを検索したところ、CJt095135とCJt115203がヒットした。また、もう少し下流域のSLKAIDFGLSで検索するとさらに複数のプロテインキナーゼがヒットした。CJt095135とCJt115203はキュウリやコーヒーのプロテインキナーゼのプロテインキナーゼと相同性が約80%と高く、この2つのプロテインキナーゼ遺伝子は師管で発現していることが期待された (図2)。

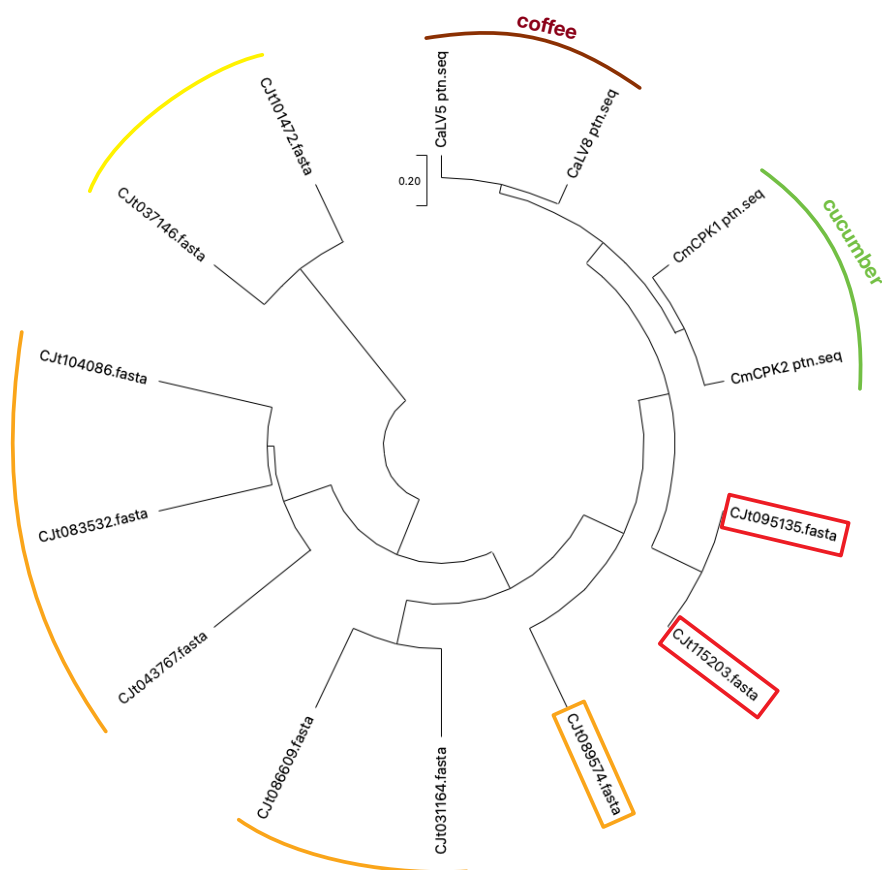


図2 師管で発現するプロテインキナーゼ遺伝子の系統樹
 キュウリで確認されているCmCPK1/2をもとにスクリーニングして得られたスギの遺伝子の系統樹

本研究において師管あるいは仮道管内で存在する可能性の高いペルオキシダーゼとプロテインキナーゼの遺伝子を同定することができた。今後はこれらの遺伝子を中心にその発現部位、発現時期などを特定し、さらにこれらのタンパク質の師管・仮道管内での移動および機能を解析することによって心材形成の開始因子としての可能性を検討する。その機能が明らかになれば心材形成に関する研究の新たな道が拓けることが期待できる。

<引用文献>

- 1) Suzuki, S. *et al.*, Journal of Wood Science (2001) **47**: 476-482
- 2) Zhang, C. *et al.*, IAWA Journal (2009) **30**: 37-48
- 3) Navarro, C. *et al.*, Nature (2011) **478**: 119-122
- 4) de Marco, A. *et al.*, Plant Physiology (1999) **120**: 371-381
- 5) Yoo, B.C. *et al.*, Journal of Biological Chemistry (2002) **277**: 15325-15332

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計14件（うち査読付論文 13件 / うち国際共著 7件 / うちオープンアクセス 6件）

1. 著者名 Hongli Wu, Takehito Nakazawa, Ryota Morimoto, Shivani, Masahiro Sakamoto, Yoichi Honda	4. 巻 147
2. 論文標題 Targeted disruption of hir1 alters the transcriptional expression pattern of putative lignocellulolytic genes in the white-rot fungus <i>Pleurotus ostreatus</i>	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Fungal Genetics and Biology	6. 最初と最後の頁 103507
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.fgb.2020.103507	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 Hongli Wu, Takehito Nakazawa, Haibo Xu, Ruiheng Yang, Dapeng Bao, Moriyuki Kawauchi, Masahiro Sakamoto, Yoichi Honda	4. 巻 105
2. 論文標題 Comparative transcriptional analyses of <i>Pleurotus ostreatus</i> mutants on beech wood and rice straw shed light on substrate-biased gene regulation	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Applied Microbiology and Biotechnology	6. 最初と最後の頁 1175-1190
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s00253-020-11087-9	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 Tatpong Boontawon, Takehito Nakazawa, Masato Horii, Masami Tsuzuki, Moriyuki Kawauchi, Masahiro Sakamoto, Yoichi Honda	4. 巻 154
2. 論文標題 Functional analyses of <i>Pleurotus ostreatus</i> pcc1 and clp1 using CRISPR/Cas9	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Fungal Genetics and Biology	6. 最初と最後の頁 103599
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.fgb.2021.103599	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 Nozomi Okuda, Takehito Nakazawa, Masato Horii, Hongli Wu, Moriyuki Kawauchi, Masahiro Sakamoto and Yoichi Honda	4. 巻 23
2. 論文標題 Overexpressing <i>Pleurotus ostreatus</i> rho1b results in transcriptional upregulation of the putative cellulolytic enzyme-encoding genes observed in ccl1 disruptants	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Environmental Microbiology	6. 最初と最後の頁 7009-7027
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/1462-2920.15786	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 Wu Hongli, Nakazawa Takehito, Takenaka Atsuki, Kodera Rina, Morimoto Ryota, Sakamoto Masahiro, Honda Yoichi	4. 巻 594
2. 論文標題 Transcriptional shifts in delignification defective mutants of the white rot fungus <i>Pleurotus ostreatus</i>	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 FEBS Letters	6. 最初と最後の頁 3182 ~ 3199
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/1873-3468.13890	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 Tishiaki Umezawa, Yuki Tobimatsu, Masaomi Yamamura, Takuji Miyamoto, Taichi Koshihara, Rie Takada, Pui Ying Lam, Shiro Suzuki, Masahiro Sakamoto	4. 巻 1
2. 論文標題 Lignin Metabolic Engineering in Grasses for Primary Lignin Valorization	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Lignin	6. 最初と最後の頁 30-41
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 Wu Hongli, Nakazawa Takehito, Morimoto Ryota, Shivani, Sakamoto Masahiro, Honda Yoichi	4. 巻 147
2. 論文標題 Targeted disruption of <i>hir1</i> alters the transcriptional expression pattern of putative lignocellulolytic genes in the white-rot fungus <i>Pleurotus ostreatus</i>	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Fungal Genetics and Biology	6. 最初と最後の頁 103507 ~ 103507
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.fgb.2020.103507	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 Miyamoto, T., Takada, R., Tobimatsu, Y., Szuki, S., Yamamura, M., Osakabe, K., Osakabe, Y., Sakamoto, M., Umezawa, T.	4. 巻 98
2. 論文標題 OsMYB108 loss-of-function enriches p-coumaroylated and tricetin lignin units in rice cell walls	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Plant Journal	6. 最初と最後の頁 975-987
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/tpj.14290	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 Takeda, Y., Suzuki, S., Tobimatsu, Y., Osakabe, K., Osakabe, Y., Ragamustari, S.K., Sakamoto, M., Umezawa, T.	4. 巻 97
2. 論文標題 Lignin characterization of rice CONIFERALDEHYDE 5-HYDROXYLASE loss-of-function mutants generated with the CRISPR/Cas9 system	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Plant Journal	6. 最初と最後の頁 543-554
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/tpj.14141	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 Martin, A.F., Tobimatsu, Y., Kusumi, R., Matsumoto, N., Miyamoto, T., Lam, P.Y., Yamamura, M., Koshiba, T., Sakamoto, M., Umezawa, T.	4. 巻 9
2. 論文標題 Altered lignocellulose chemical structure and molecular assembly in CINNAMYL ALCOHOL DEHYDROGENASE-deficient rice	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Science Reports	6. 最初と最後の頁 17153
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-019-53156-8	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 Y.Takeda, Y.Tobimatsu, S.D.Karlen, T.Koshiba, S.Suzuki, M.Yamamura, S.Murakami, M.Mukai, T.Hattori, K.Osakabe, J.Ralpf, M.Sakamoto, T.Umezawa	4. 巻 95
2. 論文標題 Downregulation of p-COUMAROYL ESTER 3-HYDROXYLASE in rice leads to altered cell wall structures and improves biomass saccharification	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 The Plant Journal	6. 最初と最後の頁 796-811
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/tpj.13988	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 H.Xu, T.Nakazawa, Y.Zhang, M.Oh, D.Bao, M.Kawauchi, M.Sakamoto, Y.Honda	4. 巻 369
2. 論文標題 Introducing multiple-gene mutations in Pleurotus ostreatus using a polycistronic tRNA and CRISPR guide RNA strategy	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 FEMS Microbiology Letters	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) 10.1093/femsle/fnac102	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 T.Bootawon, T.Nakazawa, Y.J.Choi, H.S.Ro, M.Oh, M.Kawaucxhi, M.Sakamoto, Y.Honda	4. 巻 370
2. 論文標題 Double-gene targetong with preassembled Cas9 ribonucleoprotein for safe genome editing in the edible mushroom Pleurotus ostreatus	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 FEMS Microbiology Letters	6. 最初と最後の頁 1-5
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/femsle/fnad015	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 T.Nakazawa, C.Inoue, R.Morimoto, D.N.Nguyen, D.Bao, M.Kawauchi, M.Sakamoto, Y.Honda	4. 巻 25
2. 論文標題 The lignin-degrading abilities of Gelatoporia subvermispora gat1 and pex1 mutants generated via CRSIPR/Cas9	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Environmental Microbiology	6. 最初と最後の頁 1-16
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/1462-2920.16372	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

〔学会発表〕 計13件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件)

1. 発表者名 荒玉菜摘、吉澤敦、中沢威人、本田与一、坂本正弘
2. 発表標題 花成誘導因子Ehd1ホモログのトウチクにおける研究
3. 学会等名 第38回日本植物バイオテクノロジー学会 (つくば) 大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 樽林 一皓、中沢 威人、山本太一、河内護之、坂本正弘、本田与一
2. 発表標題 ヒラタケにおけるオートファジー関連遺伝子atg9の破壊がリグニン分解系に及ぼす影響の 解析
3. 学会等名 第65回リグニン討論会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 香山 深太、中沢 威人、河内 護之、坂本 正弘、本田 与一
2. 発表標題 ヒラタケにおける木質成分培地上でのHap2依存的なmnp, vpの転写活性化
3. 学会等名 第65回リグニン討論会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 奥田 希実、中沢 威人、香山 深太、河内 護之、坂本 正弘、本田 与一
2. 発表標題 ヒラタケにおけるヒストン H3K36 メチル化レベルの変化が セルロース分解酵素遺伝子群の転写に及ぼす影響
3. 学会等名 第72回日本木材学会大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 越 大志朗、河内 護之、入江 俊一、中沢 威人、坂本 正弘、本田 与一
2. 発表標題 ヒラタケにおける一過性遺伝子発現を利用した マーカーフリーなゲノム編集法の確立
3. 学会等名 第72回日本木材学会大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 木村尚敬、粟野達也、高部圭司、坂本正弘
2. 発表標題 スギの師細胞液および仮道管液に含まれる オリゴ糖, ペプチド, タンパク質の分析
3. 学会等名 日本木材学会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 長谷川智彦、宮本託志、山村正臣、中沢威人、本田与一、梅澤俊明、坂本正弘
2. 発表標題 キシラン側鎖糖転移酵素遺伝子の発現を変化させたイネ形質転換株における 細胞壁成分の解析
3. 学会等名 日本木材学会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 長谷川智彦、宮本託志、山村正臣、中沢威人、本田与一、梅澤俊明、坂本正弘
2. 発表標題 キシラン側鎖糖転移酵素遺伝子の発現を変化させた形質転換イネにおける 細胞壁成分の変化
3. 学会等名 リグニン学会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 長谷川智彦、宮本託志、山村正臣、中沢威人、本田与一、梅澤俊明、坂本正弘
2. 発表標題 キシラン側鎖糖転移酵素遺伝子の発現を変化させたイネ形質転換株における細胞壁成分の解析
3. 学会等名 日本木材学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 中沢威人、井上智香子、森本亮太、徐 海博、坂本正弘、本田与一
2. 発表標題 Ceriporopsis subvermisporaとヒラタケの間におけるgat1およびpex1の単独遺伝子変異がリグニン分解能および木質分解系酵素遺伝子群の転写発現に与える影響の比較解析
3. 学会等名 日本木材学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 長谷川智彦、宮本託志、山村正臣、中沢威人、本田与一、梅澤俊明、坂本正弘
2. 発表標題 イネのGUX, XAT-RNAi抑制株の作成と細胞壁成分の解析
3. 学会等名 日本木材学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 坂本正弘、長谷川智彦、河内護之、中沢威人、本田与一
2. 発表標題 イネ科植物におけるキシラン合成酵素遺伝子の解析
3. 学会等名 日本木材学会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 小深田剛士、山崎風雅、中沢威人、菅野純子、Minji Oh、河内護之、坂本正弘、本田与一
2. 発表標題 トランスクリプトーム解析とCRISPR/Cas9を用いたヒラタケの担子奉仕形成に必須な新規遺伝子の同定
3. 学会等名 日本木材学会
4. 発表年 2023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	高部 圭司 (Takabe Keiji) (70183449)	京都大学・農学研究科・教授 (14301)	

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	粟野 達也 (Awano Tatsuya) (40324660)	京都大学・農学研究科・助教 (14301)	
研究分担者	中沢 威人 (Nakzawa Takehi to) (80608141)	京都大学・農学研究科・助教 (14301)	

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