

令和 2 年 6 月 29 日現在

機関番号：12301

研究種目：基盤研究(C)（特設分野研究）

研究期間：2015～2019

課題番号：15KT0123

研究課題名（和文）陸域有機物の海洋流入増大に備えたリグニン動態追跡用分子マーカーの樹立

研究課題名（英文）Development of a new lignin tracking method leading to understanding and forecasting the inflow of terrestrial organic matter.

研究代表者

大田 ゆかり（Yukari, Ohta）

群馬大学・食健康科学教育研究センター・講師

研究者番号：40399572

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,800,000円

研究成果の概要（和文）：本研究は陸域有機物の流入の現状把握や予測に繋がる新しいリグニン動態追跡手法の基盤構築を目的としている。リグニン関連物質を代謝する単離微生物株に対し、植物バイオマス、その他のモデル基質に対する代謝試験を行った結果、被験株の分類学的位置が離れているにもかかわらず、同活性を持った酵素を利用して代謝を行っていることが示唆された。リグニン断片特異的開裂酵素群を磨砕リグニンに作用させ、基質として認識する部分構造に関する知見を得た。さらに、植物に難分解性を与えるケイヒ酸エステルの生物分解における鍵酵素にも着目し、遺伝子や酵素の解析を行い、酵素によって植物バイオマス成分から遊離される特徴的な分子を検出した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

海域・河川などの水圏において、リグニンから可溶化された分子は、様々な微生物・生物の栄養源として、また別のケースではフェノール性の毒物としても作用することが予想される。本研究で得られたリグニンやリグニンを含む植物バイオマスの微生物代謝様式やその代謝物に関する分子情報は、陸域から流入する有機物の海洋環境へのインパクトに関する現状把握や予測の基盤として重要な知見を提供する。

研究成果の概要（英文）：The purpose of this study is to establish a new lignin tracking method leading to understanding and forecasting the inflow of terrestrial organic matter in the ocean. The isolated microbial strains that metabolize lignin-related substances were tested for metabolism on plant biomass and other model substrates. The results showed that they had similar activity despite the taxonomic position of the test strains being distant. The specific cleavage enzymes for lignin fragments recognized the wide range of substructure as their substrates. Furthermore, we also focused on the key enzymes in the biodegradation of cinnamic acid esters to detect the characteristic molecules released from the plant biomass components by the esterases.

研究分野：応用微生物学

キーワード：植物バイオマス リグニン 芳香族化合物代謝 海洋微生物

1. 研究開始当初の背景

(1) 海洋に流入する陸域由来の有機炭素 (Terrestrial Organic Carbon; TOC) の動態については、長年議論されているにも関わらず[1]、未解明の部分も多い[2]。近年の地球化学的観測に基づく計算では、河川から流入する TOC は年間 0.4-0.5 Gt であり、それに対して海底に堆積する全有機炭素の量は 0.2 Gt と推定される。TOC が海洋中で分解されることは殆ど無いとする仮説[3]は、TOC が水没した環境でリグナイトという状態を経て、やがて石炭の生成へと繋がったという説と共に広く受け入れられてきた。しかしその量について考察した場合、海洋に流入する TOC の少なくとも半分について、流入と堆積の推定速度収支が釣り合っていないことが近年指摘され (図 1) これまでの TOC 循環に関する知見には欠落があることが問題になっている[4]。近年の分析技術の進歩により、海洋中 TOC 量は「可溶性リグニン存在量」に強く相関することが明らかとなった[5]。

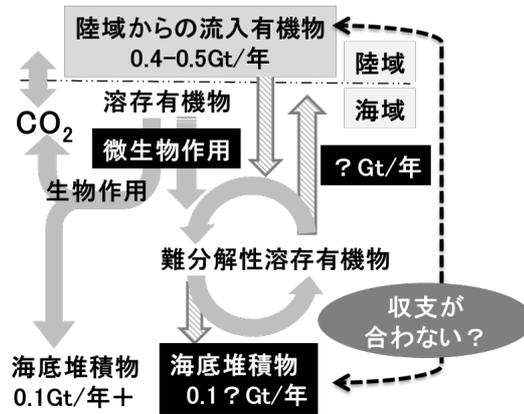


図 1. 海洋での炭素循環に関する現在の知見

(2) リグニンは、地球でセルロースに次いで 2 番目に生産量の多い植物バイオマスであり、海洋流入 TOC の主要成分である。フェノール性芳香族化合物が高度に重合した構造を持つ不溶性の難分解有機物であり、陸上植物に物理化学的強度や微生物分解抵抗性を付与している。地上でリグニン分解の主役を担う担子菌類 (きのこ類) が海域などの水圏では不活性のため、リグニンは分解を受けず底泥として堆積するのみと信じられてきた。北極域やメキシコ湾での顕著なリグニン減少は、光分解や物理化学的分解で説明できる速度を超えており、海域でも微生物代謝による分解が起きていることが強く示唆された[6]。

2. 研究の目的

海域・河川などの水圏において、リグニンが一旦可溶化されれば、様々な微生物・生物の栄養源として、また別のケースではフェノール性の毒物としても作用する。本研究は TOC 流入の海洋環境へのインパクトに関する現状把握や予測に繋がる新しいリグニン動態追跡手法の基盤構築を行うことを目的とする。近年我々は、リグニン内主要結合を分解する微生物やリグニン由来芳香族化合物を代謝する微生物を海域から多数取得し、リグニン分解に関与する微生物の系統解析を行っている [7]。本課題では、これらの単離株における TOC 代謝に特徴的な代謝中間体特定し、これらを「リグニン動態追跡用分子マーカー」として活用するための基盤を得る。

3. 研究の方法

リグニン関連物質を代謝する単離微生物株に対し、木質/草本系バイオマス、その他のモデル基質に対する代謝試験を行う。培養条件は浅海や汽水域を模した条件として好気、深海を模した条件として低酸素環境下で行う。各微生物の代謝物を液体クロマトグラフィー質量分析装置 (LCMS) にて分析する。また検出された代謝パターンを基に単離株の分類系統学的位置を加味し、さらに詳細な代謝試験と代謝物の構造解析を行う。リグニン代謝中間産物の生成プロセスの推定ならびにリグニン動態の追跡用分子マーカーとなり得る分子の選定を行う。

4. 研究成果

(1) 陸域植物バイオマスの分解過程の解析

陸域有機物である植物バイオマスは、熱や光による分解とともに、生物 (主に菌類や細菌) による分解を受ける。水圏での最終分解者として重要な役割を果たす細菌の代謝は、菌類の下流に位置するとされることから、代謝の作用点として部分分解を受けた植物バイオマスに由来する分子に関する知見が必要である。本研究では、植物バイオマスの部分分解過程のモデル系として担子菌栽培後の廃菌床 (おが粉を主成分とする) に加圧熱水を作用させた際に生じる低分子の LCMS 分析ならびに多変量解析 (図 2) を通して、成分変化を特徴付ける分子に関する情報の抽出を試みた。検出された多様な MS イオンのうち、水熱処理に伴い、増加がみられたイオンと精密質量

から算出した組成式から推定される分子構造を図3に例示した。

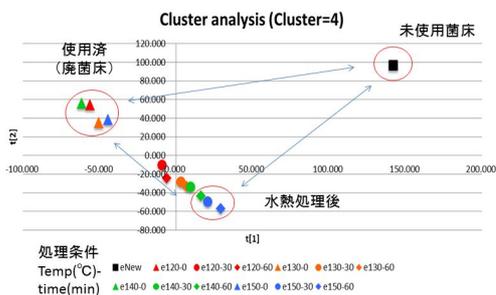


図2. おが粉を主成分とする菌床の LCMS 分析; 担子菌増殖と水熱処理による変化

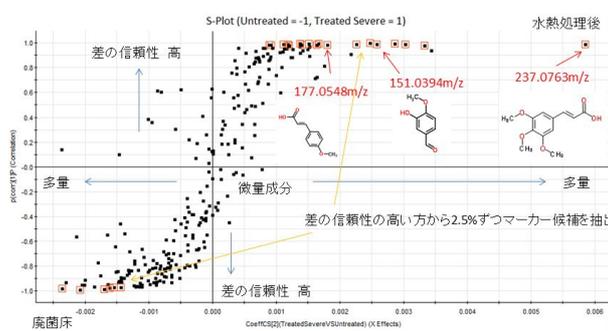


図3. おが粉を主成分とする菌床の水熱処理によって生じた分子の S-plot 検出

(2) リグニン含有植物バイオマス代謝微生物のライブラリー整備

大槌町海底より回収した沈木を分離源として、木粉、イナワラ粉末を懸濁した人工海水培地を用いて細菌を約60株単離した。これらを従前より保有していた菌株群に追加した。分離株は16SrDNA遺伝子の部分配列を解析し、系統学的位置を調査した。

(3) リグニン含有抽出物に対する代謝試験

広葉樹であるユーカリの木粉からギ酸・酢酸混液を用いてリグニン含有画分(フォルマセルリグニン)を抽出した。得られた抽出液を中和後、培養液に添加して単離株を培養した。被験株は(2)の結果に基づき、多様な分類群を含むよう選抜した。培養後の培養上清を LCMS にて解析したところ、共通の MS イオンが検出される場合があった(図4)。このようなケースにおいては、被験株の分類学的位置が離れているにもかかわらず、同様の活性を持った酵素を利用して代謝を行っていることが示唆される。

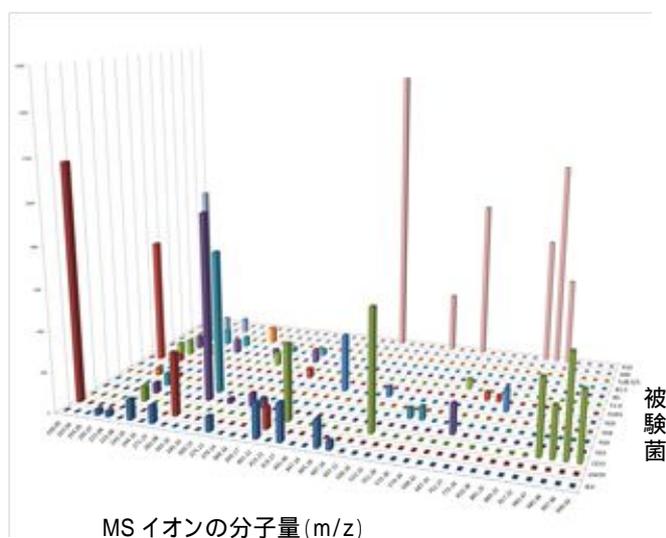


図4. フォルマセルリグニン添加培養で生じた異なる系統分類の細菌による代謝物の LCMS 分析

(4) リグニン分解に寄与する細菌の持つ酵素の反応生成物解析

Sphingomonad と呼ばれるグループの α -proteobacteria 細菌の中にはリグニンの主要結合を特異的に切断する β -etherase システムと呼ばれる酵素群を有する菌が存在する。我々が単離した *Novosphingobium* sp. MBES04 株のゲノム上にコードされる β -etherase を組換え酵素として作成し、ユーカリまたはスギから抽出した磨砕リグニンに作用させ、その反応生成物を LCMS で詳細に解析した。その結果、予想以上に多様な部分構造に作用することが分かった。検出された MS イオンを精査し、その組成推定を行い論文として発表した[8]。

(5) ヘミセルロース分解に寄与する微生物に由来する酵素の反応生成物解析

ケイヒ酸がつくるエステル結合は植物に難分解性を与えており、フェルラ酸エステラーゼ等のケ

イヒ酸エステラーゼを作用させることで、バイオマス分解が加速されることが分かっている。本研究では、ケイヒ酸エステルの生物分解の鍵酵素であるフェルラ酸エステラーゼ活性を持つバクテリアを探索した。フェルラ酸エステラーゼ活性を示す菌株を植物バイオマス抽出物に作用させ、代謝によって生成される分子を LCMS で検出した。また被験菌株のドラフトゲノムを解析し、フェルラ酸エステラーゼ遺伝子や酵素の解析を行った。その結果、これまでタンパク質レベルで機能解析がなされていなかった新規酵素がバイオマス成分の分解に関与していること、その酵素によって植物バイオマス成分から遊離する特徴的な分子について、その分子量や MS 分析におけるフラグメント情報を示すことができた。

<引用文献>

- [1] Hedges et al. (1997) *Org.Geochem* 27, 195
- [2] Tesi et al. (2014) *Geochimica et Cosmochimica Acta* 133, 235
- [3] Lynch (1988) *Concepts and Applications in Microbial Ecology*, eds. pp. 103
- [4] Jiao et al. (2010) *Nat Microbiol* 8, 593
- [5] Benner et al (2005) *Global Biogeochemical Cycles* 19 DOI: 10.1029/2004GB002398
- [6] Goni et al. (1998) *Geochimica et Cosmochimica Acta* 62, 3055
- [7] Ohta et al. (2012) *Open Journal Marine Science*, 2, 177-187
- [8] Ohta et al. (2017) *ChemSusChem*, 10, 425-433

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計9件（うち査読付論文 4件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 4件）

1. 著者名 Allyn H. Maeda, Shinro Nishi, Shun'ichi Ishii, Yasuhiro Shimane, Hideki Kobayashi, Junko Ichikawa, Kanako Kurosawa, Wataru Arai, Hideto Takami, Yukari Ohta	4. 巻 6
2. 論文標題 Complete Genome Sequence of Altererythrobacter sp. Strain B11, an Aromatic Monomer-Degrading Bacterium, Isolated from Deep-Sea Sediment under the Seabed off Kashima, Japan	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Genome Announcements	6. 最初と最後の頁 e00200 ~ 18
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1128/genomeA.00200-18	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 Yukari Ohta, Yasuhiro Shimane, Shinro Nishi, Junko Ichikawa, Kanako Kurosawa, Taishi Tsubouchi, and Shun'ichi Ishii	4. 巻 6
2. 論文標題 Complete Genome Sequence of Sphingobium sp. Strain YG1, a Lignin Model Dimer-Metabolizing Bacterium Isolated from Sediment in Kagoshima Bay, Japan	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Genome Announcements	6. 最初と最後の頁 e00267-18
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1128/genomeA.00267-18	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 Yukari Ohta	4. 巻 2
2. 論文標題 Functional Materials : Producing Functional Chemicals From Wood Lignin Using Marine Bacteria Enzymes	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Convertech International : functional film, paper, foil, and converting technology	6. 最初と最後の頁 66-70
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 大田ゆかり	4. 巻 74
2. 論文標題 リグニンから機能性芳香族モノマーを海洋性バクテリアの酵素で作る	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 バイオインダストリー	6. 最初と最後の頁 328-330
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 Yukari Ohta, Ryoichi Hasegawa, Kanako Kurosawa, Allyn H. Maeda, Toshio Koizumi, Hiroshi Nishimura, Hitomi Okada, Chen Qu, Kaori Saito, Takashi Watanabe, Yuji Hatada	4. 巻 10
2. 論文標題 Enzymatic specific production and chemical functionalization of phenylpropanone platform monomers from lignin	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 ChemSusChem	6. 最初と最後の頁 425-433
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/cssc.201601235	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 大田ゆかり	4. 巻 531
2. 論文標題 海洋性バクテリアの酵素で木材成分のリグニンから機能性化学品	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 コンバーテック	6. 最初と最後の頁 81-85
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 大田ゆかり	4. 巻 第70巻 第12号 (通巻第789号)
2. 論文標題 シリーズ: 大学・官公庁研究機関の研究室紹介 (114)	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 紙パルプ技術協会誌	6. 最初と最後の頁 76-77
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 Yukari Ohta, Shinro Nishi, Ryoichi Hasegawa, Yuji Hatada.	4. 巻 5
2. 論文標題 Combination of six enzymes of a marine Novosphingobium converts the stereoisomers of -0-4 lignin model dimers into the respective monomers	5. 発行年 2015年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 15105
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/srep15105	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 稲垣史生, 大田ゆかり	4. 巻 41
2. 論文標題 海底下の微生物生態系と新規木質バイオマス代謝機能の探索	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 四国紙パルプ協会ニュースレター	6. 最初と最後の頁 1-10
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 -

[学会発表] 計32件 (うち招待講演 16件 / うち国際学会 6件)

1. 発表者名 Yukari Ohta
2. 発表標題 Enzymatic production of functional aromatic compounds from a lignin fraction extracted from non-edible biomass
3. 学会等名 2019 KSBB Fall Meeting and International Symposium (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yukari Ohta, Shun'ichi Ishii, Tohru Yarimizu, Misato Yamada, Hiroshi Nishimura, Takashi Watanabe
2. 発表標題 Identification of the differentially-expressed genes in <i>Novosphingobium</i> sp. MBES04 in response to lignin related compounds
3. 学会等名 1st International Lignin Symposium (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 大田ゆかり
2. 発表標題 海洋微生物のリグニン・芳香族化合物代謝をホワイトバイオへつなぐ - バイオマスから遊離される未同定低分子芳香族代謝物のLCMS分析 -
3. 学会等名 第28回環境化学討論会 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 大田ゆかり
2. 発表標題 海に沈んだ小さな生き物に潜む底力 人の暮らしに役立つ酵素を探す・調べる・使う
3. 学会等名 京都大学・複合原子力科学研究所 先端生命・物質科学 特別講演会 2 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 大田ゆかり
2. 発表標題 海洋性細菌の酵素でリグニンから機能性化学品をつくる
3. 学会等名 グリーン科学技術研究所セミナー (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 大田ゆかり, 西村裕志, 片平正人, 磯崎勝弘, 中村正治
2. 発表標題 ホワイトバイオでつなく ~リグニンから機能性芳香族モノマーへ~
3. 学会等名 第67回 高分子討論会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 大田ゆかり
2. 発表標題 リグニンからフェニルプロパノンモノマーをバイオでつくる
3. 学会等名 エコマテリアル研究会 18 - 2 (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 大田ゆかり
2. 発表標題 海洋微生物からの有用機能の探索とその応用
3. 学会等名 日本農芸化学会2018年度 第3回関東支部例会（招待講演）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 大田ゆかり
2. 発表標題 海の底に玉手箱を探して
3. 学会等名 山口大学微生物研究推進体第10回研究成果発表会（招待講演）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Yukari Ohta
2. 発表標題 Production of aromatic monomers from wood lignin using marine bacterial enzymes: connecting the forest and the ocean with white biotechnology
3. 学会等名 7th symposium of Korean Society for Enzyme Engeneerng（招待講演）（国際学会）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 大田ゆかり
2. 発表標題 海洋微生物を活用したSDGsへの挑戦-海と森をホワイトバイオでつなく-
3. 学会等名 日本農芸化学会2019年大会（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Hiroshi Nishimura, Shizuka Sakon, Misato Yamada, Kazuma Nagata, Takashi Nagata, Masato Katahira, Yukari Ohta, Takashi Watanabe
2. 発表標題 Fractionation and structural analysis of enzyme-treated lignin-carbohydrate complexes
3. 学会等名 Lignobiotech 2018 : 5th Symposium of Biotechnology Applied to Lignocelluloses, Helsinki
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 大田ゆかり
2. 発表標題 海域におけるリグニンの微生物代謝の理解からホワイトバイオへ
3. 学会等名 第19回マリンバイオテクノロジー学会（招待講演）
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 秦田勇二, 大田ゆかり
2. 発表標題 海洋性の酵素で木材の天然リグニンから機能性化学品を生産する方法
3. 学会等名 時代を刷新する会 新エネルギー委員会（招待講演）
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 大田ゆかり
2. 発表標題 深海底につづく細い糸をたどって
3. 学会等名 日本科学未来館サイエンティスト・トーク（招待講演）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 大田ゆかり
2. 発表標題 海洋微生物からの有用機能の探索とその応用
3. 学会等名 日本農芸化学会2018年度（平成30年度）大会（招待講演）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Takashi Watanabe, Hiroshi Nishimura, Chen Qu, Misato Yamada, Shizuka Sakon, Takao Kishimoto, Masaharu Nakamura, Keiko Kondo, Takashi Nagata, Makoto Katahira
2. 発表標題 Structural analysis of lignocellulosic biomass by solution-state NMR for future biorefinery
3. 学会等名 The 8th International Symposium of Advanced Energy Science - Interdisciplinary Approach to Zero Emission Energy- (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 嶋根康弘, 黒澤佳奈子, 市川淳子, 前田亜鈴悠, 布浦拓郎, 山置佑大, 永田崇, 片平正人, 高谷光, 吉田亮太, 中村正治, 磯崎勝弘, 渡辺隆司, 大田ゆかり
2. 発表標題 フラグメント分子軌道法を活用したリグニン -0-4還元開裂酵素の機能改変
3. 学会等名 第62回リグニン討論会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 前田亜鈴悠, 宋晶, 西真郎, 黒澤佳奈子, 市川淳子, 塩谷美夏, 山置佑大, 永田崇, 片平正人, 山田美紗登, 西村裕志, 渡辺隆司, 大田ゆかり
2. 発表標題 Sphingobium sp. YG1由来guaiacylglycerol- -guaiacyl ether - C 位酸化酵素の酵素学的解析と利用
3. 学会等名 第62回リグニン討論会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Shizuka Sakon, Hiroshi Nishimura, Misato Yamada, Yukari Ohta, Keiko Kondo, Yudai Yamaoki, Takashi Nagata, Masato Katahira, Takashi Watanabe
2. 発表標題 Analysis of Lignin-Carbohydrate Complexes in woody biomass by using NMR
3. 学会等名 HSS2017 and 7th ISSH meeting (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 西村裕志, 山田美紗登, 市川淳子, 黒澤佳奈子, 大田ゆかり, 近藤敬子, 山置祐大, 片平正人, 渡辺隆司
2. 発表標題 木材リグニンの 04開裂酵素反応前後の分析
3. 学会等名 第356回生存圏シンポジウム
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 大田ゆかり
2. 発表標題 海洋性細菌によるリグニン分解とその有用利用
3. 学会等名 第57回海中海底工学フォーラム (招待講演)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 大田ゆかり, 前田亜鈴悠, 黒澤佳奈子, 市川淳子, 田角栄二, 井町寛之, 稲垣史生
2. 発表標題 海底下嫌気性微生物群集のリグニン関連モノマー代謝
3. 学会等名 第61回リグニン討論会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 前田亜鈴悠, 西真郎, 坪内泰志, 大田ゆかり
2. 発表標題 海洋環境からのGuaiacylglycerol- β -guaiacyl ether - C 位酸化酵素の探索
3. 学会等名 第61回リグニン討論会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 嶋根康弘, 大田ゆかり, 前田亜鈴悠, 片平正人, 永田崇, 山置祐大, 渡辺隆司
2. 発表標題 海洋性細菌のリグニン分解酵素による木質バイオマス成分変換機構の理解
3. 学会等名 第335回生存圏シンポジウム・生存圏ミッションシンポジウム
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Yukari Ohta, Shinro Nishi, Ryoichi Hasegawa, Yuji Hatada
2. 発表標題 Enzymatic Cascade of a Marine Novosphingobium Cleaving β -O-4 Linkages of a Wood Component, Lignin
3. 学会等名 Extremophiles 2016 (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 西真郎, 前田亜鈴悠, 坪内泰志, 大田ゆかり
2. 発表標題 Sphingobium sp. YG1ゲノムからのC 位ヒドロキシ基酸化能を有すshort-chain dehydrogenase/reductase 遺伝子の探索
3. 学会等名 第11回日本ゲノム微生物学会年会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 大田ゆかり, 黒澤佳奈子, 永田崇, 片平正人, 西村裕志, 渡辺隆司, 長谷川良一, 秦田勇二
2. 発表標題 海洋性Novosphingobium属細菌に由来するリグニンモデル2量体 -O-4結合開裂酵素群の酵素学的解析
3. 学会等名 第60回リグニン討論会
4. 発表年 2015年

1. 発表者名 黒澤佳奈子, 坪内泰志, 秦田勇二, 長谷川良一, 西村裕志, 渡辺隆司, 大田ゆかり
2. 発表標題 リグニンモデル2量体中 -O-4結合を開裂する海洋性Novosphingobium属細菌の木質バイオマス成分代謝
3. 学会等名 第60回リグニン討論会
4. 発表年 2015年

1. 発表者名 西真郎, 黒澤佳奈子, 小林樹和, 坪内泰志, 秦田勇二, 大田ゆかり
2. 発表標題 リグニンモデル2量体中 -O-4結合を開裂する海洋性Novosphingobium属細菌のゲノムおよびトランスクリプトーム解析
3. 学会等名 第60回リグニン討論会
4. 発表年 2015年

1. 発表者名 大田ゆかり
2. 発表標題 海洋由来バクテリアのリグニン分解酵素
3. 学会等名 京都大学化学研究所・附属元素科学国際研究センター典型元素機能化学・化学資源セミナー（招待講演）
4. 発表年 2015年

1. 発表者名 大田ゆかり
2. 発表標題 海洋性バクテリアの陸域バイオマス代謝
3. 学会等名 第43回高知大学アカデミアセミナー バイオマスリファイナリー研究の最前線（招待講演）
4. 発表年 2015年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 大田ゆかり	4. 発行年 2016年
2. 出版社 株式会社エヌ・ティー・エス	5. 総ページ数 312(185-195)
3. 書名 農林水産物由来高機能材料	

〔産業財産権〕

〔その他〕

<p>大田 ゆかり グループリーダー代理が日本農芸化学会 農芸化学女性研究者賞を受賞 http://www.jamstec.go.jp/j/jamstec_news/award/2018.html#20180329</p>

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	秦田 勇二 (Yuji Hatada) (20399562)	埼玉工業大学・工学部・教授 (32410)	

6. 研究組織（つづき）

	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	渡邊 隆司 (Watanabe Takashi) (80201200)	京都大学・生存圏研究所・教授 (14301)	
研究 分 担 者	西村 裕志 (Nishimura Hiroshi) (50553989)	京都大学・生存圏研究所・助教 (14301)	