

【終了_環境4】

調 査 研 究 名	廃棄物の循環利用に関する研究
研究者名（所属） ※ 〇印：研究代表者	○板垣成泰、中村和宏、古賀敬興、藤川和浩、安武大輔（廃棄物課）、石橋融子
本 庁 関 係 部 ・ 課	循環型社会推進課
調 査 研 究 期 間	令和3年度－5年度（3年間）
調 査 研 究 種 目	1. ☐ 行政研究 ☐ 課題研究 ☐ 共同研究（共同機関名： ） ☒ 受託研究（委託機関名：福岡県リサイクル総合研究事業化センター ） 2. ☐ 基礎研究 ☐ 応用研究 ☒ 開発研究 3. ☐ 重点研究
福岡県総合計画	基本方向：誰もが住み慣れたところで働き、長く元気に暮らし、子どもを安心して産み育てることができる 中項目：快適な環境の維持、保全 小項目：循環型社会の推進
ワンヘルス実践6つの柱	柱3 「環境保護」大気・水・土壤環境保全対策
福岡県環境総合ビジョン（第五次福岡県環境総合基本計画）※環境関係のみ	柱 ：循環型社会の推進 テーマ：資源循環利用の推進
外部研究資金	☒ 採択（福岡県リサイクル総合研究事業化センター共同研究プロジェクト及び研究会） ☐ 申請予定（ ） ☐ 予定なし
キ ー ワ ー ド	① 産業廃棄物 ②機能性物質 ③無害化 ④食品残渣 ⑤リサイクル
研 究 の 概 要	
1）調査研究の目的及び必要性 最終処分場の残余年数は産廃処分場で20年及び一廃処分場で23年（令和4年度現在）と逼迫している。これまで企業で3Rが取り組まれてきたが、いまだ有用な資源を利用できずに廃棄している現状がある。その理由の一つに、一企業で成分分析を行うには、分析費用が高額であること、分析に人手をかけられないこと及び未知の物質について民間の分析機関が分析を受けてくれないことなど、分析に関する問題が考えられる。そのため、高い分析技術を保有する機関が参加することで、循環利用の研究を促進できると考えられる。本研究は、廃棄されている資源の循環利用促進のため、当研究所の分析力を活かし、リサイクル製品の安全性の確保を行うこと及び機能性物質など成分分析を行うことで製品の機能性向上を図ることを目的とする。本研究により、事業化に有利な、付加価値が高い、より上位のリサイクルへの展開が期待できる。	
2）調査研究の概要 資源循環に関する研究として、福岡県リサイクル総合研究事業化センターの共同研究プロジェクト2題及び研究会1題に参加した。安全性試験、機能性の評価及び含有成分の変化について分析を行った。	
① 「バイオマス発電所焼却灰有効利用プロジェクト」：木質バイオマス発電により発生する焼却灰（飛灰）及び産業廃棄物である鶏糞を用いて、溶出試験における重金属類の濃度を環境基準以下にすることで、農業資材にリサイクルする技術開発を行った。保環研は安全性の試験を担当した。	
② 「廃棄キノコ抽出物による植物由来ヒト型セラミド製造プロジェクト」：食品廃棄物（柚子の搾り粕：柚子粕）からフリーセラミドを製造する技術開発を行った。保環研は、LC/MS/MSを用いて、柚子粕から製造した機能性物質であるフリーセラミドの分析を担当した。	
③ 「糖含有廃棄物を活用した農業用土壌還元消毒技術の開発研究会」：施設園芸用の土壌病害対策として散布される土壌還元剤である糖蜜又は低濃度エタノールの代替品として、廃シロップ又は規格外の飴の食品廃棄物を活用する技術開発を行った。保環研は、廃シロップ中のエタノール及び酢酸を分析し、それらの濃度の経日変化を調べることで廃シロップの保存期限を確認した。	
3）調査研究の達成度及び得られた成果（できるだけ数値化してください。）	
① 飛灰に鶏糞を混合した肥料を試作し、溶出試験を行った結果、重金属類の溶出濃度が環境基準以下になることを確認した。低減したメカニズムについて、鶏糞の添加でpH及び酸化還元電位が下がり、クロムの形態が六価から三価になったこと及び重金属類を吸着除去できるハイドロタルサイト又は重金属類を固化できるエトリンガイドが生成し、溶出しにくくなったことが考えられた。特殊肥料として届出し、実証試験で長期の安全性を確認後、製品化した。また、本技術について特許1件を取得した。	
② 柚子粕と廃棄キノコを用いて、柚子粕由来のフリーセラミドの製造に成功した。製造した各種フリーセラミドについて、 m/z と保持時間の相関関係並びに水酸基(OH)の数、不飽和結合の数及び脂肪酸のアルキル鎖長等の組成が保持時間に与える影響を明らかにし、LC/MS/MSの分析結果から組成を判別することができた。本技術について学会発表（セラミド研究会）1件及び論文発表（保環研年報）1件を行った。	
③ 実証試験において、廃シロップ及び規格外の飴は、土壌還元剤として利用可能であることが分かった。廃シロップのリサイクルに際し、1ppmまでの低濃度エタノール含有の水試料について、前処理無しに直接GC/MSに導入する	

分析方法を開発した。また、冷蔵保存（5℃）及び常温保存（平均24℃）での廃シロップ中の糖分解物であるエタノール及び酢酸の濃度変化を追跡した結果、各温度条件下での保存期限を明らかにした。
4）県民の健康の保持又は環境の保全への貢献 廃棄物若しくは未利用の資源を有効利用する技術開発を行うことで、廃棄物の資源循環を推進することができた。また、いずれの研究も事業化を目指した企業との共同研究であるため、実現性及び持続性の高い資源循環が期待され、環境の保全への貢献に繋がると考えられる。
5）調査研究結果の独創性、新規性 ① 土壌汚染対策として洗浄又は浄化用薬剤を注入することなく、鶏糞と普通肥料を用いることで焼却灰中の六価クロム、セレン等の重金属類の溶出濃度を土壌環境基準以下にできた。それにより、これまで埋立て処分されていたバイオマス発電由来の焼却灰が特殊肥料として利用できるようになった。 ② これまで廃棄されていた食品廃棄物（柚子粕）から機能性物質であるフリーセラミドを製造できるようになった。また、機能性を評価するために必要となるフリーセラミド種の組成の判別には、これまでTOF/MSで行われていたが、汎用性のあるLC/MS/MSで組成を判別できるようになった。 ③ これまで廃棄されていた廃シロップ及び規格外の飴を土壌還元剤として利用できるようになった。また、これまで分析法がなかった廃シロップ中の低濃度エタノールについて、前処理無しにGC/MS/MSで分析する方法を開発した。
6）成果の活用状況（技術移転・活用の可能性） ① バイオマス発電からでる焼却灰に鶏糞等を加えることで特殊肥料として登録し、製品化できた。しかし、国外の市場調査を実施した結果、窒素・リン酸・カリウムの含有量が少なかったこと、また、pHが高い等の理由からニーズが得られず、事業化から撤退した。 ② 柚子粕フリーセラミドとして回収される量は微量であるが、フリーセラミドは肌質改善の機能性物質で知られており、付加価値が高く、上位のリサイクルへの展開が可能となった。なお、柚子粕由来フリーセラミドの試作品（サプリメント、味噌汁等）を作成したが、事業化については未定である。また、本研究から、他の食品廃棄物についても応用可能と考えられる。 ③ 廃シロップ及び規格外の飴の還元消毒効果、並びに廃シロップの保存期間が明らかになり、製品化の目途が立った。実際に農家に使用してもらうため、廃シロップ等の提供方法の検討及び使用マニュアルの作成を継続して行っている。
7）当該調査研究課題に関する発表等 ① 行政に対する情報提供 ・福岡県庁循環型社会推進課ブリーフィング発表「世界初！キノコの酵素と廃棄農産物から天然ヒト型セラミドを製造する技術開発～福岡県リサイクル総合研究事業化センターの共同研究成果～」（令和4年5月） ② 県民への情報提供（保環研ニュース・年報・新聞報道等） ・NEWSWEEK日本版プレスリリース「世界初 廃棄される農産物から、キノコの酵素を利用して天然ヒト型セラミドを生産する技術を開発」（令和4年5月） ・日本経済新聞電子版NIKKEI CAMPAS 「世界初 廃棄される農産物から、キノコの酵素を利用して天然ヒト型セラミドを生産する技術を開発」（令和4年5月） ・令和4年度福岡県リサイクル総合研究事業化センター研究成果発表会（令和4年7月） ・読売新聞25面「廃棄物から天然保湿成分 新技術、商品化に挑む」（令和4年9月） ・展示会エコテクノ2023 ポスター展示「廃棄物の循環利用に関する研究」（令和5年7月） ・令和5年度福岡県リサイクル総合研究事業化センター研究成果発表会（令和5年7月） ・展示会エコテクノ2023 ポスター展示「廃棄物の循環利用に関する研究」（令和6年7月） ・令和6年度福岡県リサイクル総合研究事業化センター研究成果発表会（令和6年7月） ・福岡県保健環境研究所年報 令和5年度（掲載予定） ③ 学会誌掲載、学会発表 【学会誌掲載】 ・廃棄キノコを利用した柚子ヒト型セラミドの開発：宮鍋征克、FOOD STYLE 2022 11月号, 306, 45～49(令和4年度)。 【学会発表】 ・LC/MS/MSを用いた廃棄農産物由来のセラミド分析方法の検討について：板垣成泰、中村和宏、飛石和大、中西加奈子、真鍋祐樹、菅原達也、宮鍋征克：第15回セラミド研究会学術集会第16回スフィンゴセラピィ研究会(令和4年度) ・廃棄キノコを利用した植物由来フリーセラミドの素材化：石田美由紀、開忍、宮鍋征克、今井博之、板垣成泰、植木達朗、真鍋祐樹、菅原達也、第15回セラミド研究会学術集会第16回スフィンゴセラピィ研究会(令和4年度) ・廃棄キノコを利用した植物由来フリーセラミドの素材化：石田美由紀、開忍、宮鍋征克、今井博之、板垣成泰、植木達朗、真鍋祐樹、菅原達也、日本食品科学工学会第70回記念大会（令和5年度） ・廃棄キノコを利用した植物由来フリーセラミドの素材化：石田美由紀、宮鍋征克、今井博之、板垣成泰、植木達朗、真鍋祐樹、菅原達也、第61回日本油化学会年会（令和5年度） ④ その他（学会賞の受賞、特許出願） ・特許第7169601号 発明の名称「焼却灰の無害化方法と再生肥料の生産方法」（令和4年11月）

8) 研究経費（年度毎に下記区分により記載のこと） ・令和3年度： バイオマス焼却灰：外部研究費【332 千円：福岡県リサイクル総合研究事業化センター共同研究プロジェクト】 ・令和4年度 バイオマス焼却灰：外部研究費【102 千円：福岡県リサイクル総合研究事業化センター共同研究プロジェクト】 ・令和5年度 糖含有廃棄物：外部研究費【150 千円：福岡県リサイクル総合研究事業化センター研究会】
9) 従事時間数（年度毎の従事時間数を事務概要調書を参考に記載のこと） 令和3年度：400時間、 令和4年度：200時間、 令和5年度：200時間
10) 備考（研究を実施する上で問題・障害となった事項等があれば記載のこと。） 特になし