

研究事業評価調書(平成20年度)

作成年月日	平成20年 4月 23日
主管の機関・科名	工業技術センター ・ 工業材料科、食品・環境科

研究区分	連携プロジェクト研究、特別研究、 経常研究 の別
研究テーマ名	内包成分の放出制御機能を有する環境調和型カプセルの開発

研究の県長期構想等研究との位置づけ

長期構想名※1	※ 構想の中の番号・該当項目等
長崎県長期総合計画	基本方針3：創造的な産業活動を育む、活力ある長崎県づくり 政策2：産業の高度化・高付加価値化の促進 施策2：活力ある商工業の振興 事業計画：新企業創出及び新分野進出、産業構造の高度化・多様化の促進

※ 1：県全体の構想・分野関連の構想の順に書く。

研究の概要

1. 研究開発の概要

※研究計画全体の概要をこの枠内にまとめる。

本県は、バイオマス資源が豊富な地勢にある。しかし、その利活用については十分とは言えないのが現状である。そこで本研究では、木質系廃棄物や食品加工残渣等（以下植物バイオマス）を活用した高分子素材の開発を行う。最終的には、新たに開発した高分子素材を用いて肥料や農薬等を被覆内包し、内包成分の放出速度が制御されたカプセル（以下被覆製剤）としての応用を目指す。

検討ではまず、植物バイオマスを高分子化原料として使用するために液化する。植物バイオマスの液化には、プロセスが比較的簡素な加溶媒分解法を採用し、液化率の向上とプロセス全体の低コスト化に視点をおいた反応条件の探索を行う。

次いで、液化した植物バイオマス（以下液化バイオマス）を用いた高分子素材の合成を試みる。具体的には、ポリオール化合物である液化バイオマスとポリイソシアネート化合物の重付加反応により、植物バイオマス由来のポリウレタン（以下PU）を合成する。PUは、原料種や合成処方によって選択できる分子構造の自由度が大きいため、目的に応じた物性の付与が比較的容易である点が特徴である。従って、植物バイオマスを活用して新規PUを開発することは、植物バイオマス自体の応用範囲を広げることに繋がると考える。

さらに、前述において合成した植物バイオマス由来PUで肥料や農薬などを被覆した被覆製剤への応用検討を行う。とりわけ、内包した成分の放出速度制御の可能性について検証を行う。

検討は、以下の3つのステップを段階的に進める計画である。

1st ステップ；バイオマス液化法の確立

①操作条件の探索、②液化物の後処理法の検討 など

2nd ステップ；液化バイオマスを用いた高分子素材の開発

①液化バイオマスのウレタン化処方の確立 など

3rd ステップ；合成した植物バイオマス由来PUを用いた被覆製剤の開発

① 合成した高分子素材によるモデル化合物の被覆手法の開発、②評価サンプルの試作 など

①. 研究の必要性

1. 背景・目的

※【社会的、経済的情勢から見た必要度】

本県は、間伐材・製材屑等の木質資源や食品加工残渣等の未利用天然資源(植物バイオマス)が豊富な地勢にある。しかし、その利活用については十分とは言えないのが現状である。循環型社会構築の観点から、これらの植物バイオマスを活用した環境調和型材料の開発と利用技術の構築は必要不可欠である。

一方、農業分野では、害虫駆除又は肥料施用において、有効成分の効能が長期間持続される製剤に対する要望が強い。一般に効能を長期間持続させるためには、一度に必要以上の薬剤を散布するか、散布回数を増やす必要がある。前者の場合は、薬害及び残留等による環境汚染、並びに経済性の問題がある。また後者の場合は、散布の手間が掛かるため、省力化が望まれている現状を考えると好ましくない。従って、有効成分の作用濃度と放出速度が制御された製剤の価値は高い。

※【研究開発成果の想定利用者】

- 1) 資源排出業者；有償廃棄や焼却処理されていた廃棄物(資源)を有価物に変換する。
間伐材、製材屑(鋸屑、プレーナー屑等)、建設廃材、食品加工残渣(オカラ等)など
- 2) 農業従事者；応用開発する被覆製剤という形態を以って施肥等に利用する。

※【どのような場所で使われることをも想定しているか】

PUは、原料種や合成処方によって、選択できる分子構造の自由度が大きいため、目的に応じて広範な物性を付与させることが可能である。従って、新規に開発する植物バイオマス由来PUも、被覆製剤以外にフォーム、エラストマー、成形材料、又は接着剤等様々な形態での展開が将来期待できる。

※【どのような目的で使われることを想定しているか】

植物バイオマスの液化技術、液化バイオマスを活用した高分子素材の合成技術は、間伐屑や製材屑等の木質系廃棄物や食品加工残渣の処理費用を軽減する目的で使用される。また、応用検討する被覆製剤は、農業分野では被覆肥料・農薬として使用されることが想定される。さらには、分野を問わず害虫・鳥獣忌避製剤等としての目的で使用されることも想定される。

行政的見地からは、環境と調和した持続可能な社会の実現に資する目的で使用される。

※【緊急性・独自性】

「長崎県バイオマスマスタープラン」において、本県ではバイオマスの炭素換算利活用率を2010年までに81%まで引き上げることを目標としている。その点から、バイオマス、とりわけ賦存量の大きい植物バイオマスの利活用技術を構築することは急務である。

また近年、圃場等から流出した肥料や農薬成分に起因する周辺環境(土壌・水圏)の汚染や富栄養化が深刻化している。とりわけ本県では、地形的要因から、肥料や農薬の流亡先の多くは環境修復能力の低い閉鎖性水域である。よって、肥料や農薬などの流亡を抑制するために、内包成分の放出制御機能を有するカプセル製剤を開発することは緊急の課題である。

2. ニーズについて

※【今利用されている技術・商品には、何が足りないのか】

※ニーズ側の視点にたって書いてください。

現在、間伐屑・製材屑及び食品加工残渣等の多くは、廃棄物として有償廃棄又は焼却処理されているのが現状である。これら廃棄物を有価物に変換できる技術に対する要望は常々多く、本県における潜在的ニーズは非常に高い。

また、応用検討を行う被覆製剤に関しては、肥料に関して言えば、施肥量や施肥頻度を減らすことのできる製剤に対するニーズが高い。しかし、従来商品では内包した肥料成分の放出速度を十分に制御することが難しいことから、必ずしも現場での普及に至っていないのが現状である。

※【想定利用者は、現在どのようなニーズを抱えているか】

前項、2. ニーズについての【今利用されている技術・商品には、何が足りないのか】に記載したとおりである。

3. 県の研究機関で実施する理由

1. 背景・目的の【緊急性・独自性】に記載した現状を踏まえた上で、本研究は、本県の問題・課題を解決するために実施する。よって県の研究機関で実施する必要がある。

②効率性

1. 研究手法の合理性・妥当性について

主要な研究段階と期間、各段階での目標値（定性的、定量的目標値）とその意義

研究項目	活動指標名	期間(年度 ～年度)	目標 値	実績 値	目標値の意義
I. バイオマス液化法の確立					
①操作条件の最適化	反応条件の 数	H.17～18 (H.17) (H.18)	3 (2) (1)	4 (3) (1)	液化助剤を併用しない溶媒系での高液化率処方を検討する。
②液化物の後処理法	混合溶媒の 種類	H.17	4	4	従来法で多用されている溶媒系に代替する安価な溶媒系を探索する。
II. Iで調製した液化バイオマスを用いた高分子素材の開発					
①液化バイオマスのウレタン化手法の確立	合成条件の 数	H.18	4	4	液化バイオマスを用いた新規PUの合成手法を確立する。
III. IIで合成した高分子素材を用いた被覆剤の開発					
①IIで合成した高分子素材によるモデル化合物の被覆手法の開発	被覆条件の 数	H. 19	3	3	肥料成分等のモデル化合物に対し、IIで開発した植物バイオマス由来PUによる被覆を試み、その手法を確立する。
②評価サンプルの試作と評価	評価サンプルの 評価項目の数	H.19	3	3	①の手法をもって評価サンプルを試作し、被覆条件、被覆素材種と内包成分の放出速度の関係を明らかにする。

2. 従来技術・競合技術との比較について

植物バイオマスを高分子素材へ化学的・物理的に改質する試みは、デンプン系バイオマスでは資源作物を利用したポリ乳酸等において商用ベースで実績はある。しかし、本研究でターゲットとする木材等のセルロース系バイオマスに関してはその資源の賦存量に対してあまりにも検討事例が少ないのが現状である。

そのなかでも、①高温高压法による木材の可塑性、②木材のアセチル化やベンジル化等による可塑性が精力的に検討されている。しかし、これらの技術には、素材・材料の可塑性や成型に高温高压を要すうえに、分子構造設計の自由度が小さいので、目的に応じた物性を素材に付与することが難しいという問題がある。これらの従来技術と比較して、本研究で検討する植物バイオマスの液化とPU化による方法には、ポリイソシアネート、鎖延長剤等の原料を任意に選択できるため、用途に応じてセグメント化PUの構造（物性）を自由に変化させやすいという利点がある。従って、これまで硬質成型材料等の限られた形態しか検討されてこなかったセルロース系バイオマスについて、シート、フォーム、RIM成形品、エラストマー、さらには接着剤等の幅広い形態での応用検討が可能になる。

また、このような植物バイオマス由来素材を被覆製剤に応用しようとする試みはこれまで行われていない。従来の被覆製剤では、ポリエチレンなどが被覆膜に使用されているが、内包成分の放出速度が高度に制御された製剤はこれまでなかった。本研究では、種々の化学構造を分子内に持ったセグメント化PUで内包成分の放出制御を試みる。

※研究の実施上、想定される主要なリスクとその対策

PUの合成技術について、県研究機関にはその知見が少ない。これが、研究実施上、研究遅延のリスクとして想定できる。しかし、このリスクを回避するため、PUに関する知見が豊富な長崎大学の協力を受けながら検討を進める。

3. 研究実施体制について

※全体的説明（参画研究機関の意義、県研究機関の弱点等を補う為の他機関との連携や、関係団体・企業等との共同または連携した説明等を書く）

本研究は、PUの合成技術について、長崎大学の協力を受けている。

また、最終年次に可能性検証を実施する被覆製剤について、農業分野での応用展開を意識して、総合農林試験場と情報交換を行っている。併せて同試験場からは、植物バイオマス原料の提供を受けるとともに、本県に多く賦存している未利用植物資源についての情報提供を受けている。

構成機関と主たる役割

4. 予算

研究予算 (千円)	計	研究費					
		人件費	財源				一財
			国庫	県債権	その他		
全体予算	32,532	15,735	16,797				16,797
17年度	15,411	6,411	9,000				9,000
18年度	8,419	4,644	3,775				3,775
19年度	8,702	4,680	4,022				4,022

※：過去の年度は実績、当該年度は現計予算、次年度以降は案

③有効性

1. 期待される成果の得られる見通しについて

植物バイオマスの液化法の開発：低分子量ポリオール等の液化助剤を使用せずに、植物バイオマスを液化することが出来れば、液化処方が確立したと判定する。

液化バイオマスを用いた高分子素材及びその合成法の開発：新たに開発した液化バイオマスを原料に用いて、高分子素材を合成することが出来れば、素材、及び合成法が確立したと判定する。

H.17～18年度；植物バイオマスの液化法確立

H.18年度；液化バイオマスを用いた高分子素材、並びにその合成法確立

H.19年度；開発した高分子素材を用いた被覆製剤の評価サンプル、並びにその調製法確立

最終年度(H19年度)に被覆製剤の評価サンプルを得る見通しである。

2. 成果の概要

H.18年度；液化バイオマスを用いた高分子素材、並びにその合成法を確立した。

H.19年度；開発した高分子素材を用いて被覆製剤(カプセル)サンプルを調製し、その特性を評価した。

その結果、原料配合比によって内包成分の溶出時間を制御できることを確認した。また、液化バイオマス由来高分子素材で被覆したカプセルは、液化バイオマスを使用しないものと比較して、溶出時間の長時間化が図れることを明らかにした。

3. 成果の普及、又は実用化の見通しについて

※【研究開発後の市場導入のステップ段階的に】

1st ステップ；特許出願と権利化、企業との共同研究開始

2nd ステップ；植物バイオマスの液化プロセス及びポリウレタン合成プロセスの技術移転

3rd ステップ；被覆製剤製造プロセスの技術移転

4th ステップ；実用化（企業）

※将来の経済的・社会的効果についても書く

植物バイオマス、とりわけ木本類（林産系バイオマス、建設系バイオマス）に関して言えば、本県における未利用廃棄分（炭素換算37.3千t）を本技術にて資源化することができれば、県内で発生する未利用バイオマス全体（炭素換算67千t）の55.6%を有効活用することが可能となる。これによりバイオマス全体の炭素換算利活用率は87.9%まで向上する。（県目標値：2010年までに活用率81%）

成果項目	成果指標名	期間(年度～年度)	目標数値	実績値	目標値の意義
植物バイオマスの液化法の開発	植物バイオマスの液化法	H.17～18	一式	一式	低分子量ポリオール等の液化助剤を使用しない液化処方を確立する。
液化バイオマスを用いた高分子素材及びその合成法の開発	液化バイオマスを用いた高分子素材及びその合成法	H.17～18	一式	一式	液化バイオマスによるPU化手法を確立する。
高分子素材を用いた被覆製剤製造法の開発	高分子素材を用いた被覆製剤製造法	H.19	一式	一式	開発した高分子素材を用いて、被覆製剤を試作する。

【研究開発の途中で見直した内容】

※年度と研究環境上の変化、途中評価等々からの計画の見直し等の内容

研究評価の概要

種類	自己評価	研究評価委員会
事前	<p>(16年度)</p> <p>評価結果 (評価段階：※数値で)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 必要性 ・ 効率性 ・ 有効性 ・ 総合評価 	<p>(16年度)</p> <p>評価結果 (評価段階：※数値で)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 必要性 ・ 効率性 ・ 有効性 ・ 総合評価
	対応	対応
途中	<p>(17年度)</p> <p>評価結果 (評価段階：※数値で)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 必要性 ・ 効率性 ・ 有効性 ・ 総合評価 	<p>(17年度)</p> <p>評価結果 (評価段階：※数値で)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 必要性 ・ 効率性 ・ 有効性 ・ 総合評価
	対応	対応
事後	<p>(20年度)</p> <p>評価結果 A (評価段階：※数値で)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 必要性 <p>残材、廃材などの木質系バイオマスは、有効な活用策がなく、廃棄物として有償処理されているのが現状である。このような現状から、本県にとって木質系バイオマスの新たな利活用技術の構築は不可欠かつ急務である。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 効率性 <p>工業技術センターを核として、材料の基礎評価は長崎大学と、また、資材の提供や業界動向の調査等は総合農林試験場や企業の協力</p>	<p>(20年度)</p> <p>評価結果 A (評価段階：※数値で)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 必要性 ・ 効率性 ・ 有効性 ・ 総合評価

<p>を得ながら実施した。産学官の連携体制のもとで、各々の強み活かして効率的に研究を実施できた。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・有効性 当初計画のとおり、バイオマスを基材としたポリウレタン樹脂を開発し、この樹脂を用いた被覆カプセルを試作した。このカプセルは、内包成分の放出制御機能を有し、特にバイオマス由来ポリウレタンを使用することでその効果が大きいことが確認できた。 ・総合評価 バイオマスの利活用技術の構築は、事業者ニーズのみならず、本県が掲げる循環型社会構築に係る諸施策にも合致する。本研究事業では、当初計画していたとおり、バイオマスの液化-樹脂化技術構築、および被覆カプセルの試作と評価を実験室レベルで達成した。今後は、本研究で構築した技術を、他用途への展開も視野に入れて、応用化研究、さらには事業化研究へつなげていきたい。 	
<p>対応</p>	<p>対応</p>

■ 総合評価の段階

平成20年度以降

(事前評価)

- S = 積極的に推進すべきである
- A = 概ね妥当である
- B = 計画の再検討が必要である
- C = 不相当であり採択すべきでない

(途中評価)

- S = 計画以上の成果をあげており、継続すべきである
- A = 計画どおり進捗しており、継続することは妥当である
- B = 研究費の減額も含め、研究計画等の大幅な見直しが必要である
- C = 研究を中止すべきである

(事後評価)

- S = 計画以上の成果をあげた
- A = 概ね計画を達成した
- B = 一部に成果があった
- C = 成果が認められなかった

平成19年度以降

(事前評価)

- S = 着実に実施すべき研究
- A = 問題点を解決し、効果的、効率的な実施が求められる研究
- B = 研究内容、計画、推進体制等の見直し求められる研究
- C = 不相当であり採択すべきでない

(途中評価)

- S = 計画を上回る実績を上げており、今後も着実な推進が適当である
- A = 計画達成に向け積極的な推進が必要である

B＝研究計画等の大幅な見直しが必要である

C＝研究費の減額又は停止が適当である

(事後評価)

S＝計画以上の研究の進展があった

A＝計画どおり研究が進展した

B＝計画どおりではなかったが一応の進展があった

C＝十分な進展があったとは言い難い

平成18年度

(事前評価)

1：不適當であり採択すべきでない。

2：大幅な見直しが必要である。

3：一部見直しが必要である。

4：概ね適當であり採択してよい。

5：適當であり是非採択すべきである。

(途中評価)

1：全体的な進捗の遅れ、または今後の成果の可能性も無く、中止すべき。

2：一部を除き、進捗遅れや問題点が多く、大幅な見直しが必要である。

3：一部の進捗遅れ、または問題点があり、一部見直しが必要である。

4：概ね計画どおりであり、このまま推進。

5：計画以上の進捗状況であり、このまま推進。

(事後評価)

1：計画時の成果が達成できておらず、今後の発展性も見込めない。

2：計画時の成果が一部を除き達成できておらず、発展的な課題の検討にあたっては熟慮が必要である。

3：計画時の成果が一部達成できておらず、発展的な課題の検討については注意が必要である。

4：概ね計画時の成果が得られており、必要であれば発展的課題の検討も可。

5：計画時以上の成果が得られており、必要により発展的な課題の推進も可。