

法人番号	131092
プロジェクト番号	S1311025

## 研究進捗状況報告書の概要

### 1 研究プロジェクト

学校法人名	学校法人明治大学	大学名	明治大学
研究プロジェクト名	亜臨界水処理有機液肥による地域内有機資源循環農業システムの構築		
研究観点	研究拠点を形成する研究		

### 2 研究プロジェクトの目的・意義及び計画の概要

都市農業では作物残渣の廃棄が課題であり、近隣に廃棄場所が確保できず、廃棄による悪臭の発生、廃棄残渣から溶脱する硝酸等による地下水汚染などの原因となっている。本研究は、亜臨界水処理により、農業生産に伴う廃棄物に限らず、近隣地域から発生する有機性廃棄物を衛生的に処理し、液肥として農業生産に活用する方法を確立するものであり、都市と連携した循環型農業を推進するものである。

亜臨界水処理(水熱分解)は、高温・高圧下における水分子の活発な活動により、短時間に有機物を溶解、加水分解する方法であり、処理条件によりあらゆる有機物を分解・液化することができる。

本研究においては、地域内から排出される有機性廃棄物を亜臨界水処理し、液肥として農業利用する方法を実用化するために、「亜臨界水処理による有機性廃棄物の有機液肥化技術開発」、「亜臨界水処理有機液肥を用いた地域循環型栽培システムの確立」の二つのテーマに分けて研究を実施する。

最終目標としては、亜臨界水分解による液肥を用いた新たな循環型栽培システムを実証することにより、地域農業のみならず開発途上国の農業への普及を目指す。

### 3 研究プロジェクトの進捗及び成果の概要

#### 1. 亜臨界水処理による有機性廃棄物の有機液肥化技術開発

水熱処理装置の導入により、亜臨界状態での水熱分解による有機性廃棄物の液肥化研究を準実用規模での研究ができ、各種野菜屑の分解特性が明らかにできた。さらに、液肥製造に適した装置の特許申請ができた。しかし、野菜廃棄物は分解過程で有機酸等の作物生育阻害物質が生成されるが、その生成メカニズム解明には至っていない。また、分解時に尿素添加により分解促進の触媒効果があるとともに、植物生育阻害が緩和されることが示唆された。これらの結果から、新たな有害物質除去技術を検討中である。

#### 2. 亜臨界水処理有機液肥を用いた地域循環型栽培システムの確立

植物性廃棄物の水熱分解液(有機液肥)の作物生育阻害効果は①植物根に直接接触すると根の機能を著しく阻害すること、②阻害物質は土壌中で消滅するが、その過程で作物が窒素飢餓(微生物が土壌窒素を菌体に取り込み作物が窒素欠乏になる)が生じるなどのことがわかり、施用方法の工夫で液肥としての利用が可能であることが明らかになった。

また、本技術の実用化を目指し、ゴミ問題と多肥による環境汚染が深刻なフィリピン共和国において行政機関と意見交換したところ本技術に対する期待が大きく、将来的には海外にも技術導入の可能性が期待できると考えられた。



法人番号	131092
プロジェクト番号	S1311025

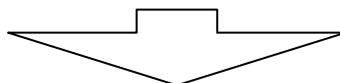
堂本 晶子	三重県農業研究所・研究員	水熱分解処理によるイチゴ培土の作成	亜臨界水処理固形物を利用した普及可能なイチゴの培土を作成
原 正之	三重県農業研究所・研究員	水熱分解処理によるイチゴ培土の作成	亜臨界水処理固形物を利用した普及可能なイチゴの培土を作成
服部 侑	三重県農業研究所・研究員	三重県における亜臨界水処理有機液肥を用いた養液栽培技術の開発	国内普及するため三重県における養液栽培技術を開発
森 芳広	三重県農業研究所・研究員	三重県における亜臨界水処理有機液肥を用いた養液栽培技術の開発	国内普及するため三重県における養液栽培技術を開発
竹本 稔	神奈川県農業技術センター・主任研究員	亜臨界水処理液を用いた土壌還元消毒技術の開発	有機液肥に含まれる有機酸等を利用した土壌還元消毒技術開発
岡本 昌広	神奈川県農業技術センター・主任研究員	亜臨界水処理液を用いた土壌還元消毒技術の開発	有機液肥に含まれる有機酸等を利用した土壌還元消毒技術開発

<研究者の変更状況(研究代表者を含む)>

旧

プロジェクトでの研究課題	所属・職名	研究者氏名	プロジェクトでの役割
亜臨界水分解過程に生じる植物生育阻害物質の評価	農学部・助教	池浦 博美	成分分析により有機性廃棄物の亜臨界水分解特性を評価
三重県における亜臨界水処理有機液肥を用いた養液栽培技術の開発	三重県農業研究所・主幹研究員	北村 八祥	国内普及するため三重県における養液栽培技術を開発する
三重県における亜臨界水処理有機液肥を用いた養液栽培技術の開発	三重県農業研究所・研究員	柘田 泰宏	国内普及するため三重県における養液栽培技術を開発する

(変更の時期:平成 27 年 7 月 1 日)



新

変更前の所属・職名	変更(就任)後の所属・職名	研究者氏名	プロジェクトでの役割
	研究知財戦略機構・研究推進員	鈴木 千夏	亜臨界水処理による作物生育阻害物質の生成メカニズムの解明
研究知財戦略機構・研究推進員	茨城大学農学部・准教授	七夕小百合	各種作物における亜臨界水処理液の障害性の解明と回避技術
	三重県農業研究所・課長	原 正之	亜臨界水処理固形物を利用した普及可能なイチゴの培土を作成
	三重県農業研究所・研究員	服部 侑	国内普及するため三重県における養液栽培技術を開発
	三重県農業研究所・研究員	森 芳広	国内普及するため三重県における養液栽培技術を開発
	神奈川県農業技術センター・主任研究員	竹本 稔	有機液肥に含まれる有機酸等を利用した土壌還元消毒技術開発
	神奈川県農業技術センター・主任研究員	岡本 昌広	有機液肥に含まれる有機酸等を利用した土壌還元消毒技術開発

法人番号	131092
プロジェクト番号	S1311025

## 11 研究進捗状況(※ 5枚以内で作成)

### (1) 研究プロジェクトの目的・意義及び計画の概要

都市農業では作物残渣の廃棄が課題であり、近隣に廃棄場所が確保できず、廃棄による悪臭の発生、廃棄残渣から溶脱する硝酸等による地下水汚染などの原因となっている。本研究は、亜臨界水処理により、農業生産に伴う廃棄物に限らず、近隣地域から発生する有機性廃棄物を衛生的に処理し、液肥として農業生産に活用する方法を確立するものであり、都市と連携した循環型農業を推進するものである。亜臨界水処理(水熱分解)は、高温・高圧下における水分子の活発な活動により、短時間に有機物を溶解、加水分解する方法であり、処理条件によりあらゆる有機物を分解・液化することができる。本研究においては、地域内から排出される有機性廃棄物を亜臨界水処理し、液肥として農業利用する方法を実用化するために、「亜臨界水処理による有機性廃棄物の有機液肥化技術開発」、「亜臨界水処理有機液肥を用いた地域循環型栽培システムの確立」の二つのテーマに分けて研究を実施する。最終目標としては、亜臨界水分解による液肥を用いた新たな循環型栽培システムを実証することにより、地域農業のみならず開発途上国の農業への普及を目指す。

### (2) 研究組織

- ・研究代表者; 玉置雅彦、研究全体(テーマ1、2)の総括
- ・テーマ1(有機性廃棄物の有機液肥化研究) リーダー; 玉置雅彦、研究員6名(PD1名)  
サブリーダー; 藤原俊六郎、研究費雇用PD1名(2014年度~)
- ・テーマ2(有機液肥による地域循環農業研究) リーダー; 伊藤善一、研究員11名  
サブリーダー; 小沢聖、大学雇用PD1名(2014年度)、学生1名
- ・プロジェクトマネージャー; 藤原俊六郎、共同研究機関との連絡調整、各課題の進行管理

### (3) 研究施設・設備等

- ・高温高圧水熱処理装置(有機性廃棄物の液肥化) 40㎡ 使用者5名 使用回数 33回
- ・高速液体クロマトグラフィー(有機酸等の分析) 使用者2名 使用回数 70回
- ・イオンクロマトグラフィー(肥料成分の測定) 使用者2名 使用回数 48回
- ・全有機体炭素計(液肥の炭素・窒素測定) 既存の施設 使用回数 60回

### (4) 進捗状況・研究成果等 ※下記、13及び14に対応する成果には下線及び\*を付すこと。

#### <現在までの進捗状況及び達成度>

#### (テーマ1) 亜臨界水処理による有機性廃棄物の有機液肥化技術開発

##### 1-1 有機性廃棄物の液肥化特性の解明

本事業により黒川農場に導入した「高温高圧水熱処理装置」は、容量200Lの攪拌装置付き分解槽を有し、205℃、1.96MPaまでの水熱分解が可能である(図1)。本装置を用い、黒川農場から排出される圃場廃棄物(野菜屑)の液肥化研究と製造を行った。

##### (1) 適正温度と処理時間

カリフラワー屑15kgを用いて処理温度を160、170、180℃の3段階に設定し、30分間分解した。160℃では分解率57%であり分解が不十分であり、170℃以上にする

ると分解力は向上し60%を超えた。180℃では170℃と比べ分解力とpHには大きな違いは無かったが、EC(電気伝導率)が増加することから、低分子有機物の無機化が進むと考えられた<sup>\*1</sup>。また、処理時間を60分に延長しても分解率に大きな影響はなかった。水熱分解は水の力によるため、乾物量に対する水の比率は分解力に影響するため、原料によっては加水する必要がある。



図1 水熱処理装置の概要

法人番号	131092
プロジェクト番号	S1311025

## (2) 野菜の種類による分解特性

170°C、0.82MPa、分解時間 30 分に固定して種類別に分解特性を検討した結果、野菜の種類によって分解力に違いがあった。有機物分解率はトマト果実、キャベツ、ダイコン屑では 80%以上、イチゴ茎葉とブロッコリー屑では 80%以下であった。このことより、繊維分の多少が分解に影響することと考えられた。また、pHは5程度(4.6~5.2)の酸性であり、分解による酸物質の生成が示唆された。

<達成度及び今後の展開> ; 研究は順調であり、野菜類の分解特性はほぼ把握でき、動物(イノシン)の分解特性も把握した。今後は、生ごみや家畜ふんなど多様な有機性廃棄物について検討する。

### 1-2 水熱分解処理による植物生育阻害物質生成メカニズムの解明

#### (1) 粗繊維含量の異なる資材の検討

水熱分解は繊維含量が分解に影響すると考えられたため、粗繊維量の異なる原料(サトウキビ脱葉、ソラマメ茎葉、チンゲンサイ)を、170°C、30分間水熱分解した。その結果、分解率は繊維含量に反比例することが明らかになった<sup>\*2</sup>。この液化物を用いコマツナによる幼植物検定を行った結果、サトウキビくくソラマメくチンゲンサイで根の生育阻害作用が確認された。この阻害作用には分解過程で発生する有機酸等が関与していることが示唆された(図2)<sup>\*3</sup>。さらに、他の要因も考えられるため、障害の要因を検討中である。

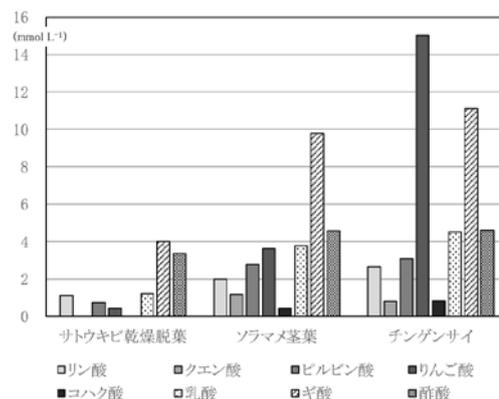


図2 液化物に含まれる有機酸組成

#### (2) 多様な原料についての検討

農場から廃棄される9種類22点の野菜屑を170~200°Cの範囲で水熱処理した。その結果、液化率は57~85%、液化物のpHは4.6~5.9であった<sup>\*1</sup>。また、作物根障害物質として想定される有機酸は、総量で0.07~1.3%、フルフラールは0.1~49.4mg/L、と原料によって含量は大きく異なった。これらの結果を踏まえ、障害要因を総合的に解析中である。

<達成度及び今後の展開> ; 生育阻害物質については未だ明確でないが、有機酸を中心に他の成分を含め絞り込み中である。分析とバイオアッセイを組み合わせた手法で解明可能と思われる。

### 1-3 生育阻害物質の除去技術の開発

作物生育阻害物質は検索中であるが、水熱処理液は有機酸等の有機物を含む<sup>\*12, 13</sup>ため、土壌中で微生物分解を受け、窒素成分が微生物に取り込まれる窒素の有機化が生じる可能性がある。そこでトマト茎葉水熱処理液を用い、異なる窒素量による土壌中の窒素の無機化を測定した結果、窒素濃度の濃いほど分解が速い傾向にあった。無機化は微生物活動<sup>\*14</sup>によるため温度依存性が高く、低温下ではより長期に渡り窒素の有機化が継続する<sup>\*4</sup>ことが明らかになった。

<達成度及び今後の展開> ほぼ計画通りである。土壌微生物により分解することが明らかになったため、凝集剤利用の化学処理と微生物利用の生物処理による生育阻害物質除去技術を検討する。

### 1-4 水熱分解処理による高品質液肥の製造方法確立

#### (1) 処理条件の検討

実験室規模の水熱処理は100mL程度の閉鎖容器で行われることが多く、この方法では冷却まで密閉されているため物質の揮散がほとんどない。しかし、本研究では、実用をめざして200Lの分解槽に高圧ボイラーから高温蒸気を導入して分解し、終了後は直ちに蒸気を抜く方法を用いている。この方法では蒸気中に多量の窒素が含まれ脱気とともに飛散する現象が把握できた。この飛散防止には分解後の冷却が有効であり、高品質の液肥製造のための改良点を明らかにすることができた。

#### (2) 触媒効果の検討

法人番号	131092
プロジェクト番号	S1311025

水熱分解処理時に尿素を触媒として添加することにより、分解が促進されるとともに、液肥の窒素成分を高め pH が上昇することが明らかになった(表1)。このメカニズムの詳細は検討中であるが、作物栽培に適した液肥が製造可能なため、栽培試験は窒素添加液肥を使用した。

表1 尿素添加効果(原料:ラビットフード, 170°C, 0.82MPa, 30分処理)

液肥名	尿素添加	分解率(%)	pH	NH <sub>4</sub> (mg/kg)	NO <sub>2</sub> (mg/kg)	NO <sub>3</sub> (mg/kg)
有機液肥①	無	66.5	4.63	4,435	316	1,347
有機液肥②	有	98.3	8.19	35,928	0	138

<達成度及び今後の展開>; 有機液肥の製造条件はほぼ確立できた。肥料成分の強化と触媒効果が併用できるという予期しない新しい効果が発見され、この効果を解析中である。

## (テーマ2) 亜臨界水処理有機液肥を用いた地域循環型栽培システムの確立

### 2-1 養液土耕による水熱処理有機液肥栽培方式の開発

野菜屑を原料とした液肥は、原料により成分に違いがあるが、常に同一液肥で比較することが重要なため、標準原料として市販ラビットフード(主原料; チモシー)を使用した。これを単独または尿素添加後、水熱分解した「有機液肥」(表1)と市販の液肥「培養液」(大塚液肥)を比較した。

#### (1) 実験作物の選定

赤玉土を充填した 1/2000a ワグネルポットにチンゲンサイ、ホウレンソウ、セロリを定植した。これに、培養液あるいは有機液肥①(表1)を異なる窒素濃度(100mg, 150mg, 200mg/L)に調整し、各液を数日おきに各ポットに

1L 施用した結果、生育は有機液肥で劣ったが、チンゲンサイでは阻害が小さく、有機液肥の濃度に明確に反応した(図3)<sup>\*5</sup>。

#### (2) 尿素添加液肥の効果

尿素添加分解液肥の生育に及ぼす効果を確認す

るためチンゲンサイを同様に栽培し、生育を有機液肥①と②(表1参照)と培養液で比較した。その結果、有機液肥②では生育が培養液より劣るが、有機液肥①より改善され、水熱分解時に尿素添加をすることの効果を実証された。

#### (3) 有機液肥分施に対する生育反応解析および液肥濃度の影響解明

露地圃場(黒ボク土)に、培養液区、有機液肥②(表1参照)区、切替区(途中で培養液から有機液肥②に切替え)の3処理を設け、それぞれに、養液の窒素濃度2段階にした区を組合せ、さらに無施肥区を設けてチンゲンサイの生育を経時的に比較した。その結果、生育は有機液肥区で培養液区より劣るが、有機液肥区で処理開始2週間後から改善され、切替区では切替え後に直ちに抑制され、抑制は窒素が多いと改善された。このことから、高濃度の有機液肥を、定植2週間程度前に施用することで生育の改善が期待できる。また、低濃度有機液肥の多施用が阻害助長したことは、根系に広く液肥が浸透したことで起きたとみられ、果菜のように大きな根系の作物への適用が期待できる<sup>\*6</sup>。

<sup>6</sup>。

#### (4) キュウリへの有機液肥適用条件の解明

果菜類への適用をするため、異なる窒素量で栽培した有機液肥のハウス栽培キュウリの収量に及ぼす特性を解析した。その結果、有機液肥区での、累積収穫果数は培養液区の76%であったが、葉面積あたりの累積収穫果数では同93%であった。このことから、有機液肥での収量低下は葉面積拡

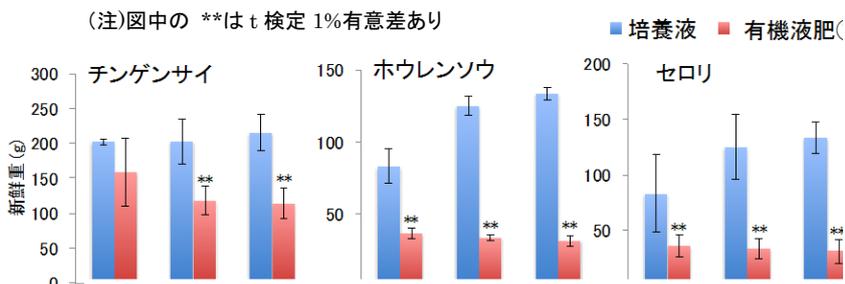


図3 施用溶液の種類と窒素濃度が作物の生育に及ぼす影響

法人番号	131092
プロジェクト番号	S1311025

大抑制によるため、整枝・剪定法の改善で収量を改善できることが示唆された<sup>\*7</sup>。

＜達成度及び今後の展開＞；現在までに栽培に使われたことのない資材のため、非常に多くの栽培試験を実施し特性を明らかにしつつあり、順調に進捗している。作物生育阻害効果は、栽培方法の工夫により回避できるため、作物の種類と施肥時期を変えた栽培試験を実施する。

#### 2-2 培地・無培地方式による水熱処理有機液肥栽培方式の開発

水熱分解有機液肥が作物根に与える影響を明らかにすることを目的とし、培地を使用する方法と培地を使用しない方法によるコマツナの水耕栽培試験を行った。処理は、培養液(市販液肥)：有機液肥の混合比を変えた処理区と、培地の有無を組み合わせた水耕栽培を行った。その結果、根が有機液肥に触れると障害が生じるが、その障害は、根端の成長点や維管束などの組織を破壊していないことが示され、生育阻害作用は、生理作用、すなわち吸水や吸肥に影響したと考えられた。このことより、有機液肥の阻害作用は局所的であり、根が市販液肥に触れる部分があれば生育は回復することが示唆された<sup>\*8</sup>。

＜達成度及び今後の展開＞；現状では養液栽培への適用は困難なため、テーマ1と連携し無害化方法を検討する。また、障害を起こすことを逆手にとり除草効果や土壌消毒(土壌嫌気消毒法)効果を検討するよう研究を加えるなど、内容の一部見直しを行い、有機液肥の新たな用途を開発する。

#### 2-3 水熱分解処理物によるイチゴ培土の作成

食品廃棄物と木材を混合し、180℃、1MPaで処理した物を牛ふん堆肥と混合し、10日間堆積発酵することにより有機酸等を分解した後、赤土、パーライト、籾殻燻炭を混合し、イチゴ培土を製造した<sup>\*9</sup>。この培土は良好な物理的特性を有しており、三重県の植物工場で栽培試験結果、イチゴの生育は市販培土と同等であり、実用化の可能なイチゴ培地が作成できた<sup>\*10</sup>。

＜達成度及び今後の展開＞；想定通り進捗している。市販品に遜色のない培土が完成し、実用規模の試験栽培を実施しており、良い成績を得ている。市販化も検討されている。

#### 2-4 離島及び発展途上国における有機資源循環型農業システムの検討

本研究成果の海外普及の可能性を検討するため、都市のごみ汚染が深刻なフィリピン共和国の現地調査を実施するとともに土壌・水管理局から専門家(Samuel M. Contreras 土壌保全部長ら)を招聘し、国際ワークショップ「亜臨界水処理有機廃棄物の農業利用」を三重県農業研究所で開催した。さらに、他の事業と関連させながら、長崎県対馬における鳥獣害の実情調査と、害獣(イノシシ)の水熱分解による液肥化について検討し、地域循環システムに組み込める可能性のあることを明らかにした<sup>\*11</sup>。

＜達成度及び今後の展開＞；予期以上の進捗であり、今後も技術導入可能な現地調査を実施する。

#### ＜特に優れた研究成果＞

##### 1. 亜臨界水処理による有機性廃棄物の有機液肥化技術開発

水熱処理装置の導入により、亜臨界状態での水熱分解による有機性廃棄物の液肥化研究を準実用規模での研究ができ、各種野菜屑の分解特性が明らかにできた。さらに、液肥製造に適した装置の特許申請ができた。また、水熱分解時に尿素添加をすることにより触媒効果と窒素成分強化の効果がみられるとともに、植物生育阻害緩和効果があるという画期的成果が得られた。

##### 2. 亜臨界水処理有機液肥を用いた地域循環型栽培システムの確立

植物性廃棄物の水熱分解液(有機液肥)の作物生育阻害効果は①植物根に直接接触すると根の機能を著しく阻害すること、②阻害物質は土壌中で消滅するが、その過程で作物が窒素飢餓(微生物が土壌窒素を菌体に取り込み作物が窒素欠乏になる)が生じるなどのことがわかり、施用方法の工夫で液肥としての利用が可能であることが明らかになった。また、本技術は、ゴミ問題と多肥による環境汚染が深刻な国内外の自治体の期待が大きく、将来的には国内だけでなく海外にも技術導入の可能性が期待できる。

#### ＜問題点とその克服方法＞

##### 1. テーマ1 (亜臨界水処理による有機性廃棄物の有機液肥化技術開発)

法人番号	131092
プロジェクト番号	S1311025

作物生育阻害物質の特定に手間取っているが、分析化学的手法とバイオアッセイの併用による研究をすすめており、有機酸を中心に絞られつつある。早急に原因を特定し、凝集剤等による化学処理、担持体を使用した微生物処理により障害を除去する研究をすすめる。

## 2. テーマ2 (亜臨界水処理有機液肥を用いた地域循環型栽培システムの確立)

有機液肥として養液栽培への利用を想定していたが、作物根に及ぼす障害が予想以上に強いいため土耕栽培と養液土耕栽培の栽培技術を確認し、実用化をはかる。さらに、有機液肥は有機酸などが豊富に含まれるため、これを土壤微生物のエサとして利用し、土壤中の作物病原菌を殺す「土壤還元消毒」に利用するなど新たな展開を行う。そのために協力研究機関および担当研究者を強化した。〈研究成果の副次的効果(実用化や特許の申請など研究成果の活用の見直しを含む。)〉

### 1. 特許関係

(1) 共同研究「水熱処理による高タンパク未利用資源の高品質液状肥料化事業」から「液状肥料の製造方法と肥料化システム」特願 2014-119323 (2014/06/10) を出願した。

(2) 水熱分解時の触媒効果の中に新たな知見がみられるためデータを集め特許申請予定。

(3) 有機液肥の活用技術の中に新たな知見がみられるためデータを集め特許申請予定。

### 2. 技術の実用化

(1) 三重県の作成した水熱分解処理物によるイチゴ培土は良好な物理的特性を有しており、栽培試験結果、イチゴの生育は市販培土と同等以上であり、実用化が検討されている。

(2) 国内外の自治体から技術導入の問い合わせがある(14項参照)。

### 〈今後の研究方針〉

「農場」という、大学の中でも生産現場に近い機関が中心になっている研究であるという特徴を強くだし、成果は実用化可能な物をめざし、確立された技術は、マニュアル化し普及をめざす。

(1) テーマ1では、有機液肥の製造原料として作物障害性の強い植物質原料を中心に検討してきたが、イノシシ廃棄物などの動物性廃棄物、生ごみなどの混合廃棄物の有機液肥化研究を行う。植物質資材からの有機酸等障害物除去は化学的手法と微生物手法を組み合わせた除去技術を確認し、作物根が直接液肥に触れる養液栽培に使える液肥を製造する。

(2) テーマ2では、施用法により回避できることが明らかになったので、土壤中における有機液肥の分解様式を把握し、障害を回避可能な栽培技術を検討することにより、実用化可能な栽培体系を確認する。さらに、有機液肥を用いた「土壤還元消毒」技術を確認し、普及を図る。

### 〈今後期待される研究成果〉

(1) テーマ1では、水熱分解時における触媒効果を明らかにし、動物質と植物質資材を混合した、作物障害性の少ない液肥製造方法を確立することが可能と考えられる。また、担持体と微生物を組み合わせた障害物質除去技術を開発する。

(2) テーマ2では、土耕栽培で作物別の栽培試験を繰り返しており、障害を回避する栽培技術を確認し、栽培マニュアルを作成し、普及を図る。さらに、土壤消毒など新たな用途を開発し、国内外の自治体に水熱分解処理による有機性廃棄物処理技術を普及する。

### 〈自己評価の実施結果及び対応状況〉

研究の進捗状況管理はプロジェクトマネージャーが行う。進捗状況は、毎年度、明治大学研究企画推進本部会議に毎年度提出する研究計画のロードマップに従った研究を実施し、研究達成自己評価などにより推進状況をチェックし、プロジェクトマネージャーを中心に農場内会議および研究者会議で適時検討している。研究者相互の連絡はメールで行っている。

### 〈外部(第三者)評価の実施結果及び対応状況〉

外部評価は、学会発表やシンポジウムにおける発表で各課題について専門的に検討しているが、

法人番号	131092
プロジェクト番号	S1311025

総括的には、2016年1月15日に中間検討会を開催し、外部の有識者の評価を受けた。

法人番号	131092
プロジェクト番号	S1311025

12 キーワード(当該研究内容をよく表していると思われるものを8項目以内で記載してください。)

- (1) 亜臨界水 (2) 水熱分解 (3) 有機液肥  
 (4) 有機性廃棄物 (5) 循環型農業 (6) 植物生育阻害物質  
 (7) 養液土耕栽培 (8) 施肥技術

13 研究発表の状況(研究論文等公表状況。印刷中も含む。)

上記、11(4)に記載した研究成果に対応するものには\*を付すこと。

<雑誌論文>

- (1)大池新二郎・七夕小百合・鈴木千夏・小沢聖・藤原俊六郎「水熱分解液肥の作物生育に及ぼす効果と阻害の特性評価」, 生態工学会誌 (審査中)
- (2)鈴木千夏・藤原俊六郎・朽本信彦・玉置雅彦「水熱分解反応を利用した農作物非食用部分の有機液肥化;原料の特性が処理産物に及ぼす影響」\*, 日本土壌肥科学雑誌, 第87巻第3号、P.177-183
- (3)Q. N. M. Tran, H. Mimoto, K. Nakasaki, Inoculation of lactic acid bacterium accelerates organic matter degradation during composting<sup>\*12</sup>, International Biodeterioration Biodegradation, Vol. 104, pp377-383 (2015)
- (4)K. Kuroda, M. Waki, T. Yasuda, Y. Fukumoto, A. Tanaka, K. Nakasaki, Utilization of Bacillus sp. strain TAT105 as a biological additive to reduce ammonia emissions during composting of swine feces, Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry, Vol. 79, pp. 1702-1711 (2015)
- (5)K. Nakasaki, S.H. Kwon, Y. Takemoto, An interesting correlation between methane production rates and archaea cell density during anaerobic digestion with increasing organic loading<sup>\*14</sup>, Biomass and Bioenergy, Vol. 78, pp. 17-24 (2015)
- (6)K. Nakasaki, H. Mimoto, Q. N. M. Tran, A. Oinuma, Composting of food waste subjected to hydrothermal pretreatment and inoculated with Paecilomyces sp. FA13, Bioresource Technology, Vol. 180, pp. 40-46 (2015)  
<http://dx.doi.org/10.1016/j.enzmictec.2015.08.013> (2015)
- (7)H. A. Hoang, M. Abe, K. Nakasaki, A novel colorimetric method for the detection of Escherichia coli using cytochrome c peroxidase-encoding bacteriophage, FEMS Microbiology Letters, Vol. 352, pp. 97103 (2014)
- (8)N.T. Dinh, K. Hatta, S-H. Kwon, A.P. Rollon, K. Nakasaki, Changes in the microbial community during the acclimation stages of the methane fermentation for the treatment of glycerol, Biomass and Bioenergy, Vol. 68, pp. 240-249 (2014)
- (9)Suzuka Ozawa, Hiromi Ikeura, Etsuko Kaimi and Masahiko Tamaki. Selection of the most effective cultivar of genus Zinnia flowers for phytoremediation of oil-contaminated soil. International Journal of Plant & Soil Science. 4(1):pp.61-71 (2014)
- (10)K. Nakasaki, S-H. Kwon, H. Ikeda, Identification of microorganisms in the granules generated during methane fermentation of the syrup wastewater produced while canning fruit, Process Biochemistry, Vol. 48, pp. 912-919 (2013)
- (11)K. Nakasaki, S. Araya, H. Mimoto, Inoculation of Pichia kudriavzevii RB1 degrades the organic acids present in raw compost material and accelerates composting<sup>\*13</sup>,

法人番号	131092
プロジェクト番号	S1311025

Bioresource Technology, Vol. 144, pp. 521-528 (2013)

(参考；投稿準備中のもの)

- (1) 「亜臨界水処理食品廃棄物を用いたイチゴ用培土の開発」<sup>\*9</sup>, 堂本晶子・鈴木邦彦・藤原俊六郎, 日本土壤肥料学雑誌
- (2) 「野菜残渣水熱分解液肥がコマツナの生育に及ぼす影響」<sup>\*8</sup>; 水耕法による栽培, 七夕小百合・岡部勝美・小沢聖・藤原俊六郎, 日本土壤肥料学雑誌

### <図書>

図書名、著者名、出版社名、総ページ数、発行年(西暦)について記入してください(左記の項目が網羅されていれば、項目の順序を入れ替えても可)。また、現在から発表年次順に遡り、通し番号を付してください。

- (1) 藤原俊六郎、「研究最前線 水の力でごみを肥料に」、季刊明治、P40-41 明治大学、2015

### <学会発表>

- (1) 日本土壤肥料学会(関東支部会), 大池新二郎・七夕小百合・小沢聖・藤原俊六郎・玉置雅彦, 「植物残渣水熱分解液肥の施用方法がチンゲンサイの生育に及ぼす影響」, 東洋大板倉キャンパス, 2015. 11. 28
- (2) 農業施設学会, 堂本晶子, 「未利用有機資源の地域循環型栽培システムの構築」<sup>\*10</sup>, 岩手大学, 2015. 09
- (2) 日本土壤肥料学会(京都大会), 鈴木千夏・藤原俊六郎・朽本信彦・玉置雅彦, 「野菜残渣の水熱分解処理により得られた液肥の幼植物へ与える影響」<sup>\*3</sup>, 京都大学, 2015. 09 <sup>\*9</sup>
- (3) 日本土壤肥料学会(京都大会), 七夕小百合・小沢聖・藤原俊六郎, 「野菜残渣水熱分解液肥が作物生育に及ぼす影響(第2報)」<sup>\*6,7</sup>, 京都大学, 2015. 09
- (4) 日本土壤肥料学会(京都大会), 藤原俊六郎・鈴木千夏・七夕小百合・朽本信彦・熱田洋一, 「水熱分解処理による動物性液肥の製造」<sup>\*11</sup>, 京都大学, 2015. 09
- (5) 生態工学会(特別講演), 藤原俊六郎・小沢聖・鈴木千夏・七夕小百合・朽本信彦・玉置正彦, 「水の力でゴミを肥料に」<sup>\*1,5</sup>, 明治大学黒川農場, 2015. 06
- (6) 日本土壤肥料学会(中部支部会), 堂本晶子・服部侑・原正之・藤原俊六郎, 「野菜残渣水熱分解液肥の利用条件の検討」<sup>\*4</sup>, 福井県敦賀市, 2014. 11
- (7) 日本土壤肥料学会(東京大会), 藤原俊六郎・鈴木千夏・朽本信彦・小沢聖・玉置雅彦, 「野菜残渣の水熱分解による液肥化条件の検討」<sup>\*2</sup>, 東京農工大, 2014. 09
- (8) 日本土壤肥料学会(東京大会), 七夕小百合・小沢聖・藤原俊六郎, 「野菜残渣水熱分解液肥が作物生育に及ぼす影響」<sup>\*5,7</sup>, 東京農工大, 2014. 09
- (9) 2nd International Conference on Environmental Science and Technology. Suzuka Ozawa, Hiromi Ikeura and Masahiko Tamaki. Selection of the most effective cultivar of genus Zinnia flowers for phytoremediation of oilcontaminated soil. アンタルヤ(トルコ). 2014. 05
- (10) 園芸学会春季大会, 小澤鈴佳・池浦博美・玉置雅彦, 「由汚染土壌へのパーライト添加が植物の生育および浄化効果に及ぼす影響」, 筑波大学, 2014. 03.

法人番号	131092
プロジェクト番号	S1311025

### ＜研究成果の公開状況＞（上記以外）

シンポジウム・学会等の実施状況、インターネットでの公開状況等

ホームページで公開している場合には、URL を記載してください。

#### ＜既に実施しているもの＞

明治大学ホームページ([http://www.meiji.net/magazine/study/vol38\\_shunrokuro-fujiwara](http://www.meiji.net/magazine/study/vol38_shunrokuro-fujiwara))「研究最前線 水のかでごみを肥料に」、

#### ＜これから実施する予定のもの＞

黒川農場の HP(<http://www.meiji.ac.jp/agri/kurokawa/index.html>) の中で研究の公開を検討する。

### 14 その他の研究成果等

「12 研究発表の状況」で記述した論文、学会発表等以外の研究成果及び企業との連携実績があれば具体的に記入してください。また、上記11(4)に記載した研究成果に対応するものには \* を付してください。

※ 論文や学会発表等になじまない研究である場合は、本欄を充実させること

#### 1. 国内自治体や企業との連携

(1)\*愛知県庁環境部資源循環推進課；共同研究者であるフジムラインベント(株)朽本社長、(株)小榎屋鈴木部長らと愛知県庁を訪問し、鳥獣害対策に亜臨界水処理が使えることを説明した(2014年6月16日)。その結果、「平成26年度愛知県循環型社会形成推進事業」に応募することが決定し、採択された。本事業では、亜臨界水処理によるイノシシ液肥化事業のケーススタディをし、事業化の可能性のあることを示した。

(2)長崎県対馬市役所；共同研究者であるフジムラインベント(株)朽本社長、(株)小榎屋鈴木部長らと対馬市役所を訪問し、財部能成市長、新宮喜仁内農林水産部有害鳥獣対策室長と会談した。対馬市では3,687頭、イノシシ6,298頭(2012年)を捕獲したが、これらの有効活用を市は、大学や企業を含め総合的に検討しており、亜臨界水処理の協力要請を受けた(2013年11月12日)。本件は市がモデル事業の予算化を計画している。

#### 2. 国外自治体や企業との連携

(1)インドネシア国会議員 KARI SANTIKA(SERA)日本事務所代表 森下哲夫、秘書 伊藤京子他が黒川農場に来訪し水熱分解処理の様子を視察し、バリ島のゴミ処理に亜臨界水処理を導入したいとの要望があった(2015年7月16日)

(2)フィリピン共和国サガイ市役所を訪問し、Alfredo D. Maranon Ⅲ市長と会談して明治大学の進める「亜臨界水処理による有機性廃棄物肥料化」研究の概要を紹介し、サガイ市へ導入の可能性について意見交換した。市長は処理時間の速さとランニングコストが安価であることに強い興味を示し、具体的なデータの提出を要請した。

(3)フィリピン共和国バドコロ市役所を訪問し、Ma. Fep. Trespuentes 市長補佐官と会談した。市内のゴミの発生量の説明を受けた後、バドコロ市の廃棄物処理について意見交換した。有機性廃棄物の亜臨界水処理は新技術として関心があり、経済効果を検討したいとのことであった。

(4)フィリピン共和国ビクトリア市の大規模農産会社 Mirasol Development Corporation を訪問し、Ramon Dayrit Peñalosa 社長と面談し、意見交換した。明治大学の実施している亜臨界水処理による蛋白質分解効果に強い興味を示し、亜臨界水処理により羽毛を豚用に飼料化するビジネスを検討したいので、明治大学を訪問したいとのことであった。

国内外自治体や企業との連携、グループ内でのディスカッション、外部研究会での活動概要について、追加資料1～3として添付する。

#### 3. 外部資金の獲得状況

(1)玉置雅彦(主査)；企業共同研究「施設栽培にて生産した野菜の品質調査」、2015年度

法人番号	131092
プロジェクト番号	S1311025

(2) 玉置雅彦 (主査); 企業委託研究「ミトコンドリア活性による植物育成促進装置の開発に関する研究」、2014 年度

(3) 藤原俊六郎 (分担); 愛知県循環型社会形成推進事業「水熱処理による高タンパク未利用資源 (獣害およびその加工残渣) の高品質液状肥料化事業」、愛知県、2014 年

(4) 小沢聖 (主査); 食料生産地域再生のための先端技術展開事業「クラウドを利用した養液土耕栽培支援システムの開発」、復興庁・農水省、2013~2015 年度

(5) 小沢聖 (主査); 攻めの農林水産業の実現に向けた革新的技術緊急展開事業「ハウス土壌除塩のための養液土耕栽培自動制御システムの開発」、生物系特定産業技術支援センター、2014~2015 年度

(6) 岡部勝美; 「NFT によるレタス類栽培に関する研究」、学術研究奨励寄付、2013 年

#### 4. 特許関係

(1) 共同研究「水熱処理による高タンパク未利用資源 (獣害およびその加工残渣) の高品質液状肥料化事業」(藤原俊六郎・朽本信彦・鈴木邦彦・他) から「液状肥料の製造方法と肥料化システム」特願 2014-119323 (2014/06/10) を出願した。

(2) 水熱分解時の触媒効果の中に新たな知見がみられるためデータを集め特許申請予定。

(3) 有機液肥の活用法の中に新たな知見がみられるためデータを集め特許申請予定。

#### 5. 実用化技術

(1) 三重県の作成した水熱分解処理物によるイチゴ培土は良好な物理的特性を有しており、栽培試験結果、イチゴの生育は市販培土と同等以上であり、実用化が検討されている。

### 15 「選定時」に付された留意事項とそれへの対応

#### <「選定時」に付された留意事項>

興味ある課題であり、代表者を中心にどこまで応用的に達成できるかに期待する。実施にあたっては、実用規模に合う技術的問題を解決する必要がある。また、将来の農業応用を見据えての低エネルギーや低コスト化は避けて通れない課題である。

#### <「選定時」に付された留意事項への対応>

付された留意事項に対し、どのような対応策を講じ、また、それにより、どのような成果があがったか等について、詳細に記載してください。

実用規模の試験が可能な高温高圧水熱処理装置を導入していただいたため、実用規模での試験が可能になった。その結果、装置の課題や操作の改良点が明らかになり、従来にない知見が得られ、その結果の一部は特許に結びついた。

実用化のためには、有機液肥の高品質化や栽培試験を数多く積み重ねる必要があるが、当初の目的である実用技術確立のためさらに努力をしてゆく。

経済性やエネルギー問題への対応は、今後検討してゆく課題であるが、既往の成果では含水率の高い有機性廃棄物を燃焼させるエネルギーの半分以下で対応できるとされている。本研究で扱っている野菜屑は高含水率であり、従来の焼却場における燃焼よりは低エネルギーであるという感触を得ている。コストについては必要エネルギーは灯油と電力だけでありランニングコストは比較的安いと考えられるが、装置導入の初期投資は高額になるため、自治体等が補助金で導入する形態を考えている。

法人番号	131092
プロジェクト番号	S1311025

## 16 施設・装置・設備・研究費の支出状況(実績概要)

(千円)

年度・区分	支出額	内 訳						備 考
		法 人 負 担	私 学 助 成	共同研 究機関 負担	受託 研究等	寄付金	その他( )	
平成 25 年度	施設	0						受託研究等・寄付: (独)科学技術振興機構, 農林水産省,民間企業 科研費:1件 515千円
	装置	0						
	設備	48,930	25,995	22,935				
	研究費	21,129	6,013	2,753	12,313	50		
平成 26 年度	施設	0						受託研究等・寄付: (独)日本学術振興会, 農林水産省,民間企業 科研費:1件 1,684千円
	装置	0						
	設備	11,448	4,234	7,214				
	研究費	32,433	7,693	4,857	19,862	21		
平成 27 年度	施設	0						受託研究等・寄付:(独) 日本学術振興会,農林 水産省,民間企業
	装置	0						
	設備	0						
	研究費	36,509	10,108	5,892	20,429	80		
総 額	施設	0	0	0	0	0	0	
	装置	0	0	0	0	0	0	
	設備	60,378	30,229	30,149	0	0	0	
	研究費	90,071	23,814	13,502	0	52,604	151	
総 計	150,449	54,043	43,651	0	52,604	151	0	

法人番号	131092
プロジェクト番号	S1311025

年 度	平成 26 年度		
小 科 目	支 出 額	積 算 内 訳	
		主 な 使 途	金 額
教 育 研 究 経 費 支 出			
消 耗 品 費	5,882	試薬, 実験器具, 研究用品	5,882
光 熱 水 費	0		0
通 信 運 搬 費	12	運搬費	12
印 刷 製 本 費	0		0
旅 費 交 通 費	660	交通費・宿泊費・日当	660
報 酬 ・ 委 託 料	1,044	業務委託費, 支払手数料	1,044
そ の 他	7	修繕費, 賃借料	7
計	7,605		7,605
ア ル バ イ ト 関 係 支 出			
人 件 費 支 出	1,482	アルバイト	1,482
(兼務職員)			
教育研究経費支出	0		
計	1,482		1,482
設 備 関 係 支 出 (1個又は1組の価格が500万円未満のもの)			
教育研究用機器備品	13,019	機器備品	13,019
図 書	0		0
計	13,019		13,019
研 究 ス タ ッ フ 関 係 支 出			
リサーチ・アシスタント			0
ポスト・ドクター	1,892	研究推進員	1,892
研究支援推進経費			
計	1,892		1,892

年 度	平成 27 年度		
小 科 目	支 出 額	積 算 内 訳	
		主 な 使 途	金 額
教 育 研 究 経 費 支 出			
消 耗 品 費	8,960	試薬, 実験器具, 研究用品	8,960
光 熱 水 費	0		0
通 信 運 搬 費	9	郵便費	9
印 刷 製 本 費	0		0
旅 費 交 通 費	466	交通費・宿泊費・日当	466
報 酬 ・ 委 託 料	620	業務委託費, 支払手数料	620
そ の 他	167	修繕費	167
計	10,222		10,222
ア ル バ イ ト 関 係 支 出			
人 件 費 支 出	2,629	アルバイト	2,629
(兼務職員)			
教育研究経費支出			
計	2,629		2,629
設 備 関 係 支 出 (1個又は1組の価格が500万円未満のもの)			
教育研究用機器備品	0		0
図 書	0		0
計	0		0
研 究 ス タ ッ フ 関 係 支 出			
リサーチ・アシスタント	0		0
ポスト・ドクター	3,149	研究推進員	3,149
研究支援推進経費			
計	3,149		3,149

法人番号	131092
プロジェクト番号	S1311025

- 17 施設・装置・設備の整備状況（私学助成を受けたものはすべて記載してください。）  
《施設》（私学助成を受けていないものも含め、使用している施設をすべて記載してください。）（千円）

施設の種類	整備年度	研究施設面積	研究室等数	使用者数	事業経費	補助金額	補助主体
育苗資材室		40㎡		5名			
栽培温室(4棟)		2,472㎡		5名			

※ 私学助成による補助事業として行った新增築により、整備前と比較して増加した面積

0 m<sup>2</sup>

《装置・設備》（私学助成を受けていないものは、主なもののみを記載してください。）（千円）

装置・設備の種類	整備年度	型番	台数	稼働時間数	事業経費	補助金額	補助主体
(研究装置)							
(研究設備)							
高温高圧水熱処理装置一式	平成25年度	(フジムラインベント株式会社)	1	144 h	37,031	18,515	私学助成
高速液体クロマトグラフ一式	平成25年度	Prominence(島津製作所)	1	160 h	6,630	4,420	私学助成
イオンクロマトグラフ一式	平成26年度	HIC-SP/NS(島津製作所)	1	288 h	10,822	7,214	私学助成
全有機体炭素計	平成26年度	TOC-L(島津製作所)	1	240 h			
(情報処理関係設備)							

- 18 研究費の支出状況（千円）

年度	平成	25年度	積算内訳	
小科目	支出額	主な用途	金額	主な内容
教育研究経費支出				
消耗品費	5,894	試薬, 実験器具, 研究用品	5,894	CO2濃度ワイヤレスモニター, 耐スチームシリコンゴム, 低温乾燥器
光熱水費	0		0	
通信運搬費	0		0	
印刷製本費	0		0	
旅費交通費	402	交通費・宿泊費・日当	402	国内(黒川農場, 愛知, 長崎, 三重他)
報酬	176	支払手数料	176	講演謝礼
その他	1,571	修繕費	1,571	黒川農場ホーラー建屋付帯工事, 設置給水設備工事
計	8,043		8,043	
アルバイト関係支出				
人件費支出	723	アルバイト	723	時給950円 年間時間数761時間 実人数6名
(兼務職員)				
教育研究経費支出	0			
計	723		723	
設備関係支出(1個又は1組の価格が500万円未満のもの)				
教育研究用機器備品	48,930	機器備品	48,930	高温高圧水熱処理装置, 高速液体クロマトグラフ
図書	0		0	
計	48,930		48,930	
研究スタッフ関係支出				
リサーチ・アシスタント			0	
ポスト・ドクター			0	
研究支援推進経費				
計	0		0	