

|          |          |
|----------|----------|
| 法人番号     | 131092   |
| プロジェクト番号 | S1311025 |

**平成25年度～平成29年度「私立大学戦略的研究基盤形成支援事業」  
研究成果報告書概要**

- 1 学校法人名 学校法人明治大学      2 大学名 明治大学
- 3 研究組織名 環境保全型農業研究所
- 4 プロジェクト所在地 黒川農場(神奈川県川崎市麻生区黒川 2060-1)
- 5 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
- 6 研究観点 研究拠点を形成する研究

## 7 研究代表者

| 研究代表者名 | 所属部局名 | 職名 |
|--------|-------|----|
| 玉置 雅彦  | 農学部   | 教授 |

- 8 プロジェクト参加研究者数
- 16
- 名

- 9 該当審査区分
- 生物・医歯

## 10 研究プロジェクトに参加する主な研究者

| 研究者名               | 所属・職名              | プロジェクトでの研究課題                     | プロジェクトでの役割                   |
|--------------------|--------------------|----------------------------------|------------------------------|
| 玉置 雅彦              | 農学部・教授             | マイクロバブル等を活用した液肥の保存方法             | 研究代表者、テーマ1リーダー<br>液肥保存技術開発   |
| 伊藤 善一              | 農学部・専任講師           | 培地方式による有機液肥栽培方式の開発               | テーマ2リーダー<br>培地方式養液栽培技術開発     |
| 藤原 俊六郎             | 農場・特任教授            | 有機性液肥の効率的製造技術の開発                 | プロジェクトマネージャー<br>有機液肥製造技術開発   |
| 小沢 聖               | 農場・特任教授            | 養液土耕による有機液肥栽培方式の開発               | テーマ2サブリーダー<br>養液土耕栽培技術の開発    |
| 佐倉 朗夫              | 農場・特任教授            | 亜臨界水処理有機液肥を利用した農業システムの経済性評価      | 本システムの実用性を評価し<br>普及の可能性を検討する |
| 甲斐 隆光              | 農場・特任講師            | 無培地方式による有機液肥栽培方式の開発              | NFT 型の養液栽培利用技術の開発            |
| 蛭木 朋子              | 研究知財戦略機構・研究推進員     | 土耕による有機液肥栽培方式の開発                 | 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  |
| (共同研究機関等)<br>中崎 清彦 | 東京工業大学<br>大学院・教授   | 亜臨界水処理による有機酸等の発生メカニズムの解明         | 亜臨界水分解メカニズムの解明における技術支援       |
| 七夕 小百合             | 茨城大学農学部・准教授        | 亜臨界水処理により生成する作物生育阻害要因の解明         | 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  |
| 鈴木 邦彦              | (株)小樹屋・部長          | 亜臨界水処理有機液肥の品質及び市場性評価             | 亜臨界水分解液肥を実用製品として流通させる方法の検討   |
| 朽本 信彦              | フジムラインベント(株)・社長    | 亜臨界水処理利用有機液肥製造装置の開発              | 現状の装置をもとに有機液肥製造に適した処理装置を開発   |
| 後藤 慎吉              | 国際農林水産研究センター・主任研究員 | 石垣島における亜臨界水処理有機液肥を用いた養液土耕栽培技術の開発 | 離島や開発途上国における亜臨界水処理液肥の製造技術開発  |

|          |          |
|----------|----------|
| 法人番号     | 131092   |
| プロジェクト番号 | S1311025 |

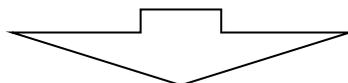
|       |                    |                             |                              |
|-------|--------------------|-----------------------------|------------------------------|
| 堂本 晶子 | 三重県農業研究所・研究員       | 水熱分解処理物利用イチゴ培土作成と液肥の土壌中での分解 | 水熱分解物の高度利用技術の開発              |
| 原 正之  | 三重県農業研究所・課長        | 水熱分解液肥の土壌中における分解特性の検討       | 水熱分解液肥の特性解明                  |
| 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 |
| 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 | 鈴木 千夏 | 液肥の有効利用のために作物生育阻害物質の検索を行う  |
| 無培地方式による有機液肥栽培方式の開発            | 農場・特任教授        | 岡部 勝美 | NFT 型の養液栽培利用技術の開発          |

(変更の時期:平成 28 年 4 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 | 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 |
|                | 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 |
|                | 農場・特任講師            | 甲斐 隆光 | NFT 型の養液栽培利用技術の開発            |
| 研究知財戦略機構・研究推進員 | 農場・特任講師            | 蜷木 朋子 | 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  |

|          |          |
|----------|----------|
| 法人番号     | 131092   |
| プロジェクト番号 | S1311025 |

## 11 研究の概要(※ 項目全体を10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  
プロジェクトマネージャーと協力し全体の調整を行う。
- ・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  
サブリーダー;藤原俊六郎、研究費雇用 PD1名(2014年度~2015年度)、学生1名
- ・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10名  
サブリーダー;小沢聖、大学雇用 PD1名(2014年度~2017年度)、学生3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、各課題の進行管理を実施。
- ・共同研究機関との調整;年2回開催された全体会議には共同研究機関研究者全員が参加した。また、適時、プロジェクトマネージャーが共同研究を訪問し、調整を行った。

### (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 m<sup>3</sup> 使用者5名 使用回数 56回 使用時間 390h
- ・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 78回 使用時間 約800h
- ・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 90回 使用時間 約900h
- ・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 71回 使用時間 約550h

### (4) 研究成果の概要 ※下記、13及び14に対応する成果には下線及び\*を付すこと。

#### (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亜臨界水液肥製造装置「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、200°C、1.2MPaまでの水熱分解が可能である(図1)。本装置を用い、圃場廃棄物(野菜屑)の液肥化特性を検討した。装置は高温高圧水蒸気の導入により、容器内の温度制御は行ったが、圧力は飽和水蒸気圧の条件で運転した。なお、本研究では、亜臨界水領域でもやや低い温度と圧力下の加水分解領域で分解処理したため、「水熱分解」という表現を用いた。

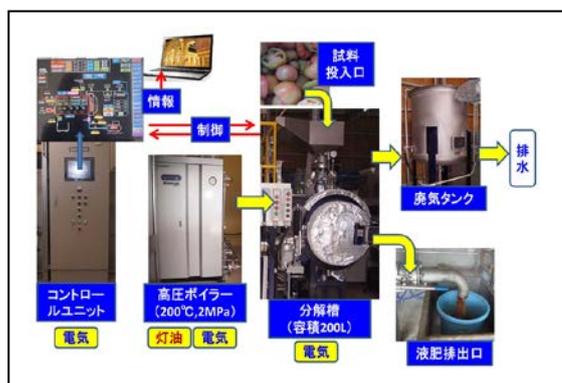


図1 水熱処理装置の概要

|          |          |
|----------|----------|
| 法人番号     | 131092   |
| プロジェクト番号 | S1311025 |

## (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 160～180℃ において、30 分間分解した。160℃では 57%であり分解が不十分であったが、170℃以上になると分解率は向上し 60%を超え、pH も低下した。180℃では分解率は大きく変化しないが、EC が増加することから、この間に低分子有機物の無機化がすすむと考えられた(図 2)。また、処理時間を 60 分にしても分解には大きな変化はなかったが、加水効果は認められ、固液比を高めると分解が促進される傾向がみられた。

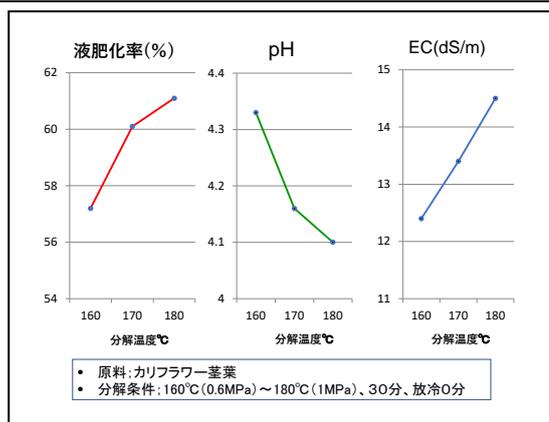


図 2 処理温度が分解に及ぼす影響

## (2) 野菜の種類による分解特性

170℃,0.8MPa、分解時間 30 分に固定して種類別分解特性を検討した。野菜の種類によって分解に違いがあり、ダイコン、キャベツ、トマト果実では 80%以上、カリフラワーやトマト茎葉では 60%以下であった。また、pH は 4 程度と低く、酸物質の生成が示唆された。

表 1 野菜屑の分解特性(処理条件:170℃, 0.8MPa, 30 分間)

| 試料名      | 原料含水率 | 原料処理量 | 液肥化率 | 液肥 pH | 液肥 EC     |
|----------|-------|-------|------|-------|-----------|
| ダイコン全体   | 87%   | 15kg  | 86%  | 3.9   | 6.4 dS/m  |
| キャベツ外葉   | 72%   | 24kg  | 85%  | 4.1   | 12.0 dS/m |
| トマト果実    | 90%   | 18kg  | 85%  | 3.8   | 6.9 dS/m  |
| カリフラワー茎葉 | 80%   | 15kg  | 60%  | 4.2   | 13.4 dS/m |
| トマト茎葉    | 88%   | 10kg  | 49%  | 4.9   | 9.2 dS/m  |

## 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

水熱分解は繊維分の多少が分解を左右すると考えられたため、粗繊維量(NDF 量)の異なる原料、サトウキビ脱葉(NDF96%)、ソラマメ茎葉(62%)、ゲンサイ(29%)を用い、乾物:水=1:20 に調整し、170℃、0.7MPa、30 分間水熱分解した。その結果、炭素及び窒素の液化率は NFD 量に反比例し、繊維含量が分解に影響することが明らかになった。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。障害の強いチンゲンサイには有機酸などが多く含まれており、植物根に対する障害には分解過程で発生する有機酸が関与していることが示唆された。

## (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℃、0.7～1.2MPa、30 分間で水熱分解した。その結果、液化率は 57～85%、液化物の pH は 3.4～5.6、EC は 4～16dS/m であった。また、作物根障害物質として想定される有機酸は、クエン酸、ピルビン酸、リンゴ酸、こはく酸、乳酸、ギ酸、酢酸が検出され、総量は 0.2～1.2%と原料によって大きく異なった。

野菜屑等から製造した 45 種類の液肥を用い、コマツナを用いた幼植物検定を行い、根の生育に及ぼす影響と有機酸含量を調査した結果、有機酸総量との相関が強くみられ、(図 3)有機酸の中では酢酸が最も強く影響していることが明らかになった。

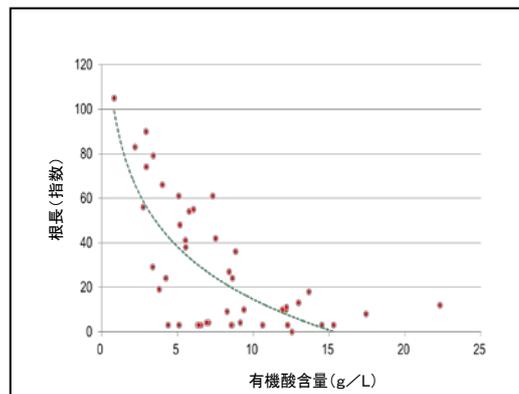


図 3 有機酸含量が根長に及ぼす影響

|          |          |
|----------|----------|
| 法人番号     | 131092   |
| プロジェクト番号 | S1311025 |

### 1-3 生育阻害物質の除去技術の開発

水熱分解液肥の作物生育阻害作用は、①生育阻害物質による障害、②有機液肥分解に伴う窒素飢餓、の二つの要因がある。生育阻害物質の主因は有機酸であることがわかり、微生物分解による障害除去を試みたが、液肥を希釈すれば微生物は生育するが高濃度液肥では微生物が増殖しなかった。他の要因である「窒素飢餓」は、液肥に含まれる有機酸等の有機物が土壤中で急激に微生物分解を受け、土壤中の窒素成分、微生物に取り込まれ作物が窒素不足になる現象である。

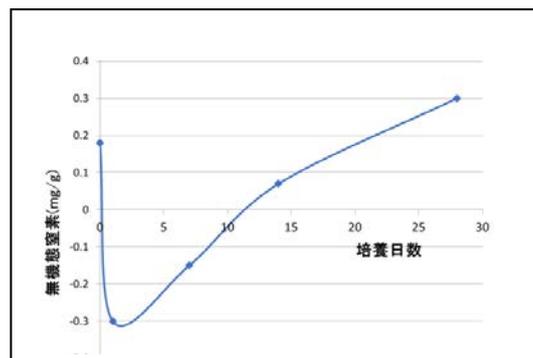


図 4 土壤施用後の無機態窒素推移 (30°C)

水熱分解液肥を土壤に混合し、30°Cで培養したところ、有機物分解微生物の急激な増殖に伴う窒素の有機化がみられ、約 10 日間で回復した(図 4)。この変化は微生物活動によるため、温度依存性が高く、急激な分解は、夏季は 1 週間で終了するが、冬季では 2 週間以上を必要とする。

作物生育阻害要因である有機酸は土壤中で分解し、その間に窒素の有機化が生じるが、一定期間後に回復するため、液肥は土壤施用後一定期間を経過すれば無害化されることが明らかになった。

### 1-4 水熱分解処理による高品質液肥の製造方法確立

#### (1) 放冷時間の検討

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。本装置では、高圧ボイラーから発生する高温蒸気を 200L の分解槽に導入し、分解終了後は直ちに蒸気を抜く方法を用いている。200°Cの飽和蒸気圧で分解した直後に蒸気を排出すると多量の水蒸気が排出される。このときの蒸気に含まれる成分を調査した結果、蒸気中に多量のアンモニアが含まれ、脱気により飛散することが明らかになった。このアンモニアの飛散を防止するためには分解後の冷却時間が必要であると考えられたため、装置停止後の放冷時間と成分回収を解析した結果、20 分以上の放冷により窒素とリン酸成分の多くが回収されることが明らかになった。

#### (2) 尿素添加効果の検討

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、尿素が分解して生成したアンモニアが触媒として有機物分解を促進するとともに、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。しかし多量に尿素を添加するとリン酸成分の消失が起こり、適正な尿素添加の水準があることがわかった。この結果は特許(特願 2017-150228)に結びついた。尿素添加は液肥の窒素濃度を高めるとともに有機酸の害を軽減する効果もあり、作物栽培には適した液肥が製造可能なため、栽培試験用液肥には窒素添加液肥を使用した。

### 1-5 有機液肥の長期保存方法の検討

170~180°Cで水熱分解した液肥は pH が低いため、室温のまま放置すると原液の状態では、夏季は 2 か月、冬季は半年放置しても成分的にはほとんど変化はないが、貯蔵原液を顕微鏡で観察すると乳酸菌様の菌が多数みられる。原液を希釈すると 1 か月以内に空気に触れる面に菌の増殖が認められるため、貯蔵は原液のまま、できるだけ温度の低い環境に置くことが必要である。

また、200°C(2MPa)で水熱分解すると、遊離糖や遊離アミノ酸が有機酸に変化して減少する。糖やアミノ酸の減少は、貯蔵中の微生物増殖を抑制するため、200°Cで処理したものは、原液状態では常温で 1 年間の保存に耐えることができる。このため、有機物に富む有機液肥を製造するときは 170°C程度、長期保存する場合は 200°Cで分解処理すれば良いことが明らかになった。

|          |          |
|----------|----------|
| 法人番号     | 131092   |
| プロジェクト番号 | S1311025 |

### 1-6 有機液肥製造に適した水熱分解装置の開発

水熱分解後の排蒸気のエネルギー回収と飛散物質回収の目的で、現状の機械を改良した二段階分解槽を有した新装置の提案をした(特願 2014-119323)。

5年間の研究により得られた有機性廃棄物の液肥化研究結果をとりまとめ、「液肥製造マニュアル」を作成した。

### 1-7 水熱分解処理液肥の市場性・経済性の評価

有機性廃棄物の多くは、焼却処理されている。高水分の有機物を燃焼させるためには多大なエネルギーを必要とする。水熱分解は高温高圧下で処理するため設備投資が必要であるが、水を使って分解するため高水分の処理には適している。試験機(分解槽 200L 容)と実用機(分解槽 10 m<sup>3</sup>容)の運転に関わる光熱水道費の経費を表 2 に示した。大規模で連続運転を前提にすれば 1kg の有機性廃棄物処理に数円のランニングコストですむことになり、焼却処理に十分対応できる。

また、燃焼では酸化反応のためほとんどの炭素は二酸化炭素として大気中に拡散するが、水熱反応は加水分解が主となるため二酸化炭素の発生量は少ない。また、水熱分解中に発生した二酸化炭素は炭酸イオンとして液中に存在する可能性もあるため、必要エネルギーが少ないことと相まって二酸化炭素の発生抑制に大きく寄与する。

表 2 水熱分解装置運転に要する経費(施設償却及び人件費は除外)

| 処理装置               | 試験機(200L 容)170°C60 分処理 |            | 実用機(10,000L 容)170°C120 分処理 |            |
|--------------------|------------------------|------------|----------------------------|------------|
| 処理量(1 処理当)         | 50kg                   |            | 2,500kg                    |            |
| 電力(kW)             | 3.3kW                  | 56 円       | 82kW                       | 1,321 円    |
| 水(m <sup>3</sup> ) | 0.05 m <sup>3</sup>    | 20 円       | 0.95 m <sup>3</sup>        | 483 円      |
| 燃料(L)              | 4.5L(灯油)               | 338 円      | 68L(A 重油)                  | 3,899 円    |
| 経費(円)              | 414 円                  | (8.3 円/kg) | 5,703 円                    | (2.3 円/kg) |

## (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 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)に尿素添加した水熱分解液肥(以下、「有機液肥」)を使用した。対照として市販の液肥(大塚液肥 1, 2 号混合、以下「培養液」)を比較した。

#### (1) 作物の感受性検討

有機液肥は作物生育に障害を及ぼすが、その効果をチンゲンサイ、ホウレンソウ、セロリについて検討した。赤玉土を充填した 1/2000a ワグネルポットに作物を定植し、有機液肥と培養液を異なる窒素濃度に調整した液を数日おきに

各ポットに 1L 施用した。その結果、有機液肥は作物生育を阻害するが、その傾向はセロリ>ホウレンソウ>チンゲンサイであり作物による感受性の違いがみられた(図 5)。

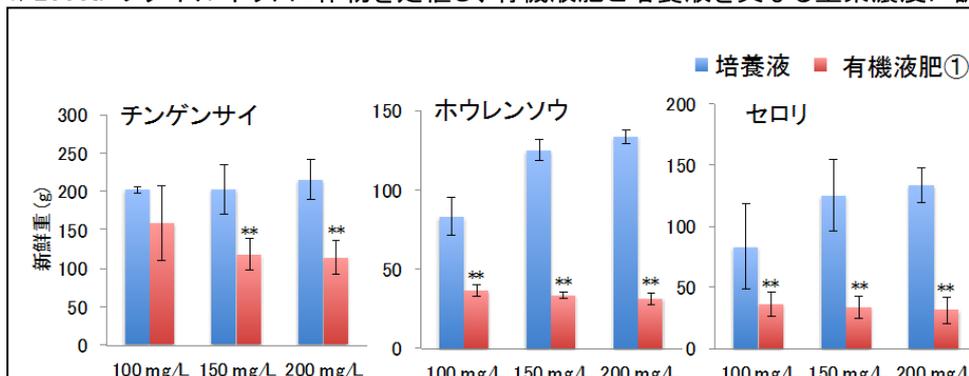


図 4 異なる液肥の窒素濃度が異なる作物の生育に及ぼす影響

|          |          |
|----------|----------|
| 法人番号     | 131092   |
| プロジェクト番号 | S1311025 |

## (2) チンゲンサイにおける障害軽減技術

黒川農場露地圃場において各種作物を栽培し、有機液肥は、作物生育阻害要素を有するが栽培前に土壤施肥すれば阻害要素が軽減されることが明らかになったため、チンゲンサイによりその条件を詳細に検討した。

有機液肥をチンゲンサイ苗の定植前 21 日前と 1 日前に施肥し、土壤中での無害化を検討するとともに、マルチ資材を 2 種類で定植前の地温を変え、その影響を併せて解析した。定植 21 日前に施肥することにより改善した。この結果、液肥の生育を阻害要素は、有機液肥を定植 21 日前に施肥すると生長阻害が軽減され、その程度は、地温の高い透明マルチ(C)で白マルチ(W)より大きかった(図 5)。このことから、障害軽減のためには地温が重要であり、地温の高い時期に定植 21 日前(積算温度 299°C 以上)に施肥することで、実用的な利用が可能であることが明らかになった。

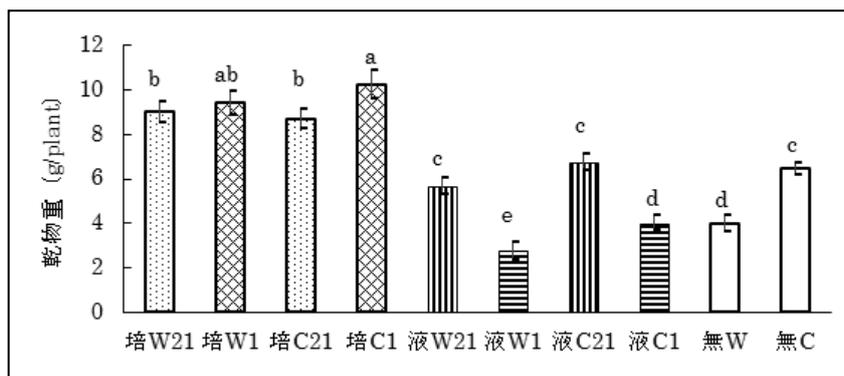


図 5 施肥時期、被覆資材の違いがチンゲンサイ生育に及ぼす影響

## (3) 露地レタス栽培試験

根の発達を観察する透明アクリル板を設置した露地圃場でレタスを栽培し、定植2週間前に液肥と化学肥料(N 尿素、P 過石)を、株の両側に混ざらないように仕切板で分けて施肥し、肥料の違いが根の発達に及ぼす影響を解析した。根は、有機液肥施肥層に多く、化学肥料施肥では肥料を避けた深い層に多くみられた。作物体と土壤の分析結果から、有機液肥は化学肥料に比べ、窒素とリン酸の吸収が優れており、肥料吸収効率の優れた肥料であることがわかった。

## 2-2 養液土耕方式による水熱処理有機液肥栽培方式の開発

### (1) 施設キュウリ栽培試験

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。養液土耕栽培で低濃度の水熱分解液肥を定植1週間後以降に供給することで被害は軽減されることが明らかになっている。また、水熱分解液肥がキュウリの収量を抑制する原因は、子蔓の葉面積と収量低下であった。そこで、定植2週間後から水熱分解液肥を供給し、慣行の子蔓2節摘芯を、3節摘芯とし、収量の改善効果を、培養液と比較した。子蔓2節摘芯では、葉面積、収量とも培養液肥で優れたが、子蔓3節摘芯では、水熱分解液肥と培養液との差はなく、培養液の子蔓2節摘芯と同等以上の葉面積、収量が得られた。このことから、葉面積を増やす栽培管理で、水熱分解液肥の欠点を補えるといえた。また、本実験では、養液土耕支援システム Zero-agri を用い、このシステムが水熱分解液肥で有効に利用できることを証明した。

### (2) 施設トマト栽培試験

キュウリの後作としてハウストマトにより、水熱分解液肥と培養液の比較栽培試験を実施した。定植後根が活着してから水熱分解液肥を点滴施肥することにより、障害なく生育した。また、水熱分解液肥は有機物を含むものの、養液土耕システム(Zero-agri)に目詰まりはなく、安定した栽培ができています。また、培養液(化学肥料)に比べ土壤残留成分も少ない。これらの結果から、養液土耕用としては優れた肥料であることが明らかになった。

|          |          |
|----------|----------|
| 法人番号     | 131092   |
| プロジェクト番号 | S1311025 |

### (3) 隔離床栽培

水熱分解液肥による作物生育は、湛液水耕栽培では成功しなかったが、養液土耕栽培では成功した。この差の原因と境界条件を明確にするため、ココピートと赤玉土を用いて隔離床の培地組成を変え、カツオ菜とセロリで生育反応を比較した。土壌の多い培地で熱水分解液肥の生育抑制が減少し、培地容積の50%ほどを土壌にすることで、熱水分解液肥で隔離床栽培が可能であることを確認した。また、水熱分解液肥に弱いセロリを栽培したところ、十分根が張った後、水熱分解液肥を使用すれば、障害なく生育することがわかった。今後、微生物活性との関係で研究を深化できる期待がある。

#### 2-3 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

水熱処理物(液化物)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しない方法による水耕栽培試験を行った。

コマツナを播種 14 日後に 1/5000 a ワグネルポットに移植し、水耕栽培を行った。処理は、培養液:有機液肥を①10:0, ②9:1, ③7:3, ④5:5, ⑤0:10で混合した5処理区で検討した。その結果、有機液肥の割合が上がるほど生育が阻害され、水耕栽培では、土耕栽培よりも液肥の阻害作用が大きいことが示された。栽培方法を変えた方法で検討した結果、有機液肥による阻害は、根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。すなわち、液肥の阻害作用は局所的であり、根が培養液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。



図 6 液肥により障害を受けた根

#### 2-4 水熱分解液肥の水稲栽培への適用

有機液肥を水稲栽培に活用する手法を確立するために、施用の「時期」と「量」を検討した。ポット栽培において水熱分解液肥の施肥時期を検討し、水田圃場(茨城大農場)において施肥量の検討を行った。

ポット試験では入水時及び入水 3 日後に田水面に施肥したところ、作物が強い阻害効果を受け、有機液肥の水口施用は適さないことが明らかになった。圃場試験では入水 21 日前に、窒素成分で化学肥料と同等及び 4 倍量の施肥をして作物生育を調査した。入水 21 日前にあらかじめ施肥すると障害なく生育するが、化学肥料と比べ窒素の肥効率が劣り、化学肥料の約 60%であることがわかった。

#### 2-5 水熱分解有機液肥の土壌における挙動

水熱分解液肥を施肥したときの土壌中における窒素及びリン酸の形態変化を培養法により検討した。このときの微生物活性を評価するために、ATP 測定によるバイオマスリンの測定を実施した。水熱分解液肥に窒素含量は原料により大きく異なるとともに、無機化率も原料により大きな違いがあったが、無機化率は C/N 比により決まることが明らかになった。また水熱分解液肥のリン成分は土壌中で可吸態リンに変化して 7 日目にはほぼ土壌吸着されるが、ATP 活性を測定したところ、5 日目に最大となり、約 2 週間で安定化することが明らかになった。

#### 2-6 水熱分解処理物によるイチゴ培土の作成

水熱分解処理物(食品廃棄物と木質の混合分解物)を含むイチゴ用培土は易分解性有機物を多く含むため、貯蔵時にカビ(*Aspergillus fumigatus*)が生える欠点があった。このため、堆肥をブレンドして、堆肥に含まれる微生物の分解力でカビを抑制する技術を開発し、製品を試作した。

堆肥は牛ふん堆肥の、堆積 1 日から 90 日まで腐熟程度の異なるものを供試したが、いずれを混合しても

|          |          |
|----------|----------|
| 法人番号     | 131092   |
| プロジェクト番号 | S1311025 |

カビの発生による培土の撥水性は認められなかった。それらの堆肥を混合したイチゴ培土を使用して栽培試験を実施した結果、生育は良好であり、市販培地にはやや劣るが、実用性のある培土が製造できた。

#### 2-7 水熱分解物による土壌還元消毒法の開発

土壌に1%程度のエタノール溶液等を畑地に散布し、土壌を還元状態にして土壌消毒する方法がある。野菜残渣の水熱分解物は、高水分であるとともに低分子の有機物が多く含まれているため、ダイコン、キャベツ、ラビットフード等の水熱処理液を用いて土壌還元消毒効果を、室内実験及び圃場実験で検討した。室内実験結果、ラビットフード及びキャベツ処理液では、病害抑止、硝化抑制効果が認められたが、ダイコン処理液では効果が認められなかった。水熱処理物による土壌還元処理については、原料や処理法により効果が異なることが示唆された。

このうち、効果の認められたラビットフード処理液及びキャベツ処理液を用い、圃場試験を実施した結果、ラビットフード処理液で効果が認められた。また、これらの土壌還元消毒効果の判定指標として、T-C や COD、BOD の適応性を検討したが、土壌還元消毒効果とこれらの値の間に関係は認められなかった。

#### 2-8 都市近郊有機資源循環型農業システムの検討

栽培マニュアルを作成した。

#### 2-9 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

##### (1) 国際ワークショップの開催

本研究成果の海外普及の可能性を検討するため、2014年3月9-14日、都市のごみ汚染と施肥による水質汚染が深刻なフィリピン共和国の土壌・水管理局から専門家2人(Samuel M. Contreras 土壌保全部長、Teresita S. Sandoval 技師)を招聘し、三重県農業研究所において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」を開催した。

##### (2) 離島および途上国の有機性廃棄物処理調査

2015年2月2日～4日、石垣市の石垣島精糖(株)及び国際農林水産業研究センター熱帯島嶼研究拠点を訪問し、サトウキビによる砂糖生産過程で排出される廃棄物の調査を行った。

2015年2月22日～25日、フィリピン共和国農業省土壌・水管理局 Samuel M. Contreras 土壌保全部長らの案内によりフィリピン共和国 ネグロス島サガイ市およびバコロド市における有機性廃棄物の排出と処理状況を調査した。サガイ市では市長と会見し、提案システムの有意性を説明し、理解を得た。

さらに、他の事業と関連させ、長崎県対馬における鳥獣害の実情調査と、害獣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。

#### <優れた成果が上がった点>

##### 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)

有機性廃棄物の水熱分解については、小規模なバイアル試験が多かったが、本事業で小型水熱処理装置が導入でき、準実用規模での研究ができた。このことにより、従来知られていなかった養分の揮散等の現象が明らかになり、液肥製造に適した装置の特許申請(特願 2014-119323)に結びついた。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実用化に結びつく画期的成果が得られ、特許申請を行った(特願 2017-150228)。

また、本装置の使用により、野菜屑や生ごみの最適液肥化条件が確立でき、実用化への足掛かりを得た。その成果は「液肥製造マニュアル」としてまとめられた。水熱分解液肥は作物根に対し強い障害性を示すことがあるが、その主因は有機酸であること、土壌微生物により分解が可能であること、などの新しい知見が得られ、テーマ2へ繋ぐことができ、テーマ間の連携も図られた。

|          |          |
|----------|----------|
| 法人番号     | 131092   |
| プロジェクト番号 | S1311025 |

## 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)

水熱分解により有機液肥が出来るとの報告はあるが、その液肥で栽培に成功した事例はみられず、水熱分解液肥の作物生育阻害効果は①有機酸による根の機能阻害、②有機酸は土壤中で微生物分解されるが、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を明らかにした。

露地畑及びポット栽培において数多くの栽培試験を繰り返した結果、作物により障害の感受性が異なること、施用後積算温度 299℃を超えた時点で作物を定植すれば障害なく栽培可能なこと、窒素とリン酸の作物吸収特性が化学肥料よりも優れていること、施用方法によっては根張りが良くなりマメ科作物では根粒菌が増大することなどの肥料としての優れた特性が明らかになった。

施設栽培の果菜類においては、果実当たりの葉数を増加させる仕立て方の工夫により障害を軽減できること、肥料の吸収効率が良いため、土壌残留性が少なく環境保全型の肥料であることが明らかになった。また、養液土耕には適した肥料であり、明治大学農場の開発した養液土耕 Zero-agri との相性が良く、養液土耕用有機液肥としての実用化が可能である。

### <課題となった点>

#### 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)

水熱分解液肥は有機酸等の阻害物質を含むとともに、水蒸気を用いて分解するため、希釈され肥料成分が少なく、肥料として販売するには課題がある。液肥として販売するためには、安価な濃縮技術と有機酸除去技術を開発することが必要である。また、200℃2MPa 程度では繊維分の分解力が弱く分解残渣が10~30%で出るが、その肥料化技術を開発する必要がある。

省資源及びコスト面などの社会的・経済的検討が十分に行われていないため、新しい技術の普及にあたっては、これらの解析が不可欠である。

#### 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)

土耕栽培及び養液土耕栽培の液肥としては利用可能なことを明らかにしたが、植物質主体の資材で検討したため、動物質の水熱分解液肥についての栽培試験を行うことが必要である。

また、本研究で、窒素とリン酸の作物吸収特性が化学肥料よりも良くなること、施用方法によっては根が活性化することなど新しい現象が発見された。これらの理論的解析が必要である。

### <自己評価の実施結果と対応状況>

研究テーマが2課題あり、全体の調整は研究代表者が、進行管理は研究代表者と相談しながらプロジェクトマネージャーが行った。個別研究の実施については、サブリーダー(テーマ1;藤原、テーマ2;小沢)が研究内容の調整と管理を行った。共同研究機関との調整はサブリーダーが行ったが、その結果は、プロジェクトマネージャーに報告された。テーマ別に行われている打ち合わせ会には可能な限りプロジェクトマネージャーが参加するなどして、全体の調整を行った。また、チーム別検討会や全体検討会の概要はプロジェクトマネージャーが報告書を作成し、全プロジェクト員にメールで送るなど、相互連携に努めた。

打ち合わせの回数は表に示した。また、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、その内容と論議された内容は、全てプロジェクトマネージャーに報告されている。

毎年2回、チーム員全員が集まる全体会として、中間検討会及び成果検討会を実施した。全体会では、それぞれの課題を全員で検討し、適時、外部委員を招いて意見を聞き、それに基づいて研究方向を修正した。主な修正点としては、作物根に直接接触すると根の障害が著しいため、根に直接接触する養液栽培を中止し、水田への利用や土壌還元消毒への利用など、新たな課題に変更した。

本研究は実用化を目的としたものであり、そのための「液肥製造マニュアル」、「栽培マニュアル」が完成し、初期の目的を達成することができた。しかしながら、経済面での評価が十分に行えなかったことは課題として残った。この点は技術普及を図りながら詰めてゆきたい。

|          |          |
|----------|----------|
| 法人番号     | 131092   |
| プロジェクト番号 | S1311025 |

| 検討会の種類 | 2014 年度 | 2015 年度 | 2016 年度 | 2017 年度 | 合計   |
|--------|---------|---------|---------|---------|------|
| グループ内  | 5 回     | 2 回     | 5 回     | 3 回     | 15 回 |
| 全体検討会  | 2 回     | 2 回     | 2 回     | 2 回     | 8 回  |
| 外部検討会  | 4 回     | 2 回     | 3 回     | 2 回     | 11 回 |

#### <外部(第三者)評価の実施結果と対応状況>

全体会の場合において外部委員を招集し、その都度意見を聞いたが、それ以外に中間検討会を2016年1月15日に黒川農場において開催した。評価委員としては、亜臨界水処理からは豊橋技術科学大大門教授、廃棄物の農業利用からは明治大加藤専任講師と神奈川県井上技師、行政からは川崎市須賀職員を招いて意見を聞いた。水熱処理条件と有機酸の関係、根に及ぼす影響の解析、土壌施用後の微生物変化などについて研究の必要があるとの意見があり、それらの研究にも対応することとした。また、行政からは、現段階は研究段階であり、すぐには行政施策に取り込めないとの意見があった。

また、2018年1月11日の全体検討会では、コンサルタントや企業(ユーグレナ社)の参加があり、以下の意見があった。全体的に興味ある現象が多く見られるが、理論的説明が行われていないので、個々の現象を解明する研究の積み重ねが必要である。参加企業からは、亜臨界水処理研究の全体像が理解できた。今後連携を強めたいとの意見があった。さらに、①岐阜県で有害鳥獣対策のプロジェクト化の動きがあり、その処理として亜臨界水処理が注目されている、②青森県においても魚粕の処理以外に、鳥獣対策として同様の動きがある、③モンゴル国において、ヒツジの廃棄物処理で亜臨界水処理が期待されており、具体的計画が進行中である、などの情報が報告された。

学会発表においては多くの研究者から意見を聞いた。水熱分解液肥の製造については経済性や省資源についての質問や意見が多く、栽培については根張りの向上とその原因について強い興味を示す意見が多かった。これらの意見は各研究の改善に活かされるよう努力した。

#### <研究期間終了後の展望>

水熱分解液肥には従来にない、窒素やリン酸の吸収率の向上、根の成長促進効果などがあることがわかったため、これらの解明研究、水熱分解時の未分解有機物(固体)の肥料化研究など派生した研究を、外部資金を得て継続実施する。また、有害鳥獣の処理に対する期待が大きく、その対応研究も実施する予定である。

さらに、本研究は実用化を目指した研究であるため、本研究成果である「液肥化マニュアル」と「栽培マニュアル」を公開し、国内外の自治体や企業、団体に対して、水熱分解処理による有機性廃棄物処理技術の普及を図る。現在(2018年4月)、複数の国内自治体や企業から打診があり一部は共同研究が実施されている。さらに、国外(モンゴル、中国)からの問い合わせもある。これらに対しても自治体や企業と連携し、事業化を進める。

#### <研究成果の副次的効果>

市販されている有機液肥は発酵処理により製造されるため、菌体や微細な粒子が多く存在し、養液土耕システムに用いるシリンダーやノズルに目詰まりをするため、有機液肥の実用化には至らなかった。しかし、本研究に於いて、明治大学農場の開発した養液土耕システム Zero-agri と極めて相性が良いことがわかり、水熱分解装置と Zero-agri を連携させたシステムとして普及してゆく予定である。

|          |          |
|----------|----------|
| 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. テーマ1

- (1) 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>, *Bioresource Technology*, Vol.144,pp.521-528 (2013)
- (2) 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)
- (3) 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)
- (4) 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)
- (5) S. Ozawa, H. Ikeura, E. Kaimi and M. 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)
- (6) 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)
- (7) 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)
- (8) 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)
- (9) 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)
- (10) 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, *日本土壤肥料学雑誌*, 87(3),177-183(2016)
- (11) H. Ikeura, S. Ozawa and M. Tamaki Varietal Differences in *Zinnia hybrida* for remediation in

|          |          |
|----------|----------|
| 法人番号     | 131092   |
| プロジェクト番号 | S1311025 |

oil-contaminated soil. Journal of International Scientific Publications. 10:265–272. (2016)

(12) 玉置雅彦・池浦博美, マイクロバブル・ナノバブルの農業への活用・その可能性. 農業 12:19–29 (2016)

(13) H. Ikeura, F. Takahashi, M. Sato, M. Tamaki, Effect of different microbubble generation methods on growth of Japanese mustard spinach. Journal of Plant Nutrition. 40(1):115–127(2017)

(14) 藤原俊六郎, 水熱分解(亜臨界水処理)による有機性廃棄物の液肥化 その1 水熱分解液肥の特性, 月刊廃棄物, 43(4), 30–33(2017)

(15) 藤原俊六郎, 水熱分解(亜臨界水処理)による有機性廃棄物の液肥化 その2 水熱分解液肥の作物栽培への利用, 月刊廃棄物, 43(5), 26–29(2017)

## 2. テーマ2

(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, 29(1), 1–10(2017)

(2) S.Fujiwara, Recycling of organic resources in suburban agriculture, Soils of Japan (in press)

(3) 堂本晶子・原正之・吉田誠・藤原俊六郎, 食品廃棄物水熱分解物を用いたイチゴ用培土の開発, 土肥誌 (in press)

(4) 蜷木朋子・小沢 聖・七夕小百合・藤原俊六郎, 水熱分解液肥がレタス根の伸長に及ぼす影響, 土肥誌(投稿中)

(5) 七夕小百合・岡部勝美・蜷木朋子・小沢 聖・藤原 俊六郎, コマツナ養液栽培における水熱分解液肥が生育に及ぼす影響, 土肥誌(投稿中)

## <図書>

(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, 明治大学, p.40–41(2015)

(2) 岡本昌弘・竹本稔, 平成 27 年度試験研究成績書 生産環境, 神奈川県農業技術センター, p166–171(2016.3)

(3) 岡本昌弘・竹本稔, 平成 28 年度試験研究成績書 生産環境, 神奈川県農業技術センター, p15–20 (2017.3)

## <学会発表>

### 1. テーマ1

(1) 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.

(2) 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

(3) 日本土壌肥料学会(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」\*2, 東京農工大, 2014.09

(4) 日本土壌肥料学会(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」, 京都大学, 2015.09

(5) 日本土壌肥料学会(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」, 京都大学, 2015.09

(6) 日本土壌肥料学会(佐賀大会), 藤原俊六郎・鈴木千夏・蜷木朋子・竹迫紘・小沢聖, 「水熱分解によ

|          |          |
|----------|----------|
| 法人番号     | 131092   |
| プロジェクト番号 | S1311025 |

る各種野菜屑の液肥化条件」, 佐賀大学, 2016.09

- (7) 第 5 回 日本マイクロ・ナノバブル学会, 延命直紀・三田誠・川端鋭憲・池浦博美・玉置雅彦, 「オゾンマイクロバブル処理が植物 2 種の生育に異なる影響を及ぼす要因の解析」, 2016.12
- (8) 日本土壌肥料学会(仙台大会), 藤原俊六郎・蜷木 朋子・朽本信彦・吉田誠・小沢聖, 「水熱分解液肥の成分特性」, 東北大学, 2017.09

## 2. テーマ2

- (1) 日本土壌肥料学会(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
- (2) 日本土壌肥料学会(中部大会), 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
- (3) 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」, 岩手大学, 2015.09
- (4) 日本土壌肥料学会(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)」, 京都大学, 2015.09
- (5) 日本土壌肥料学会(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
- (6) 日本土壌肥料学会(佐賀大会), 蜷木朋子・小沢聖・竹迫紘・藤原俊六郎, 「水熱分解液肥のリン酸肥料としての効果」, 佐賀大学, 2016.09
- (7) 日本土壌肥料学会中部支部会(名古屋市), 堂本晶子・原正之・小沢聖・藤原俊六郎, 「野菜残渣水熱分解液肥の利用条件の検討(第 2 報)」, 名古屋大学, 2017.03
- (8) 日本土壌肥料学会(仙台大会), 蜷木朋子・小沢聖・七夕小百合・藤原俊六郎, 「水熱分解液肥の窒素、リン酸の効果」, 東北大学, 2017.09
- (9) 日本土壌肥料学会(仙台大会), 七夕小百合・岡部勝美・蜷木朋子・小沢聖・藤原俊六郎, 「水熱分解液肥がコマツナの生育に及ぼす影響」, 東北大学, 2017.09
- (10) 日本土壌肥料学会(中部支部大会), 堂本晶子・原正之・小沢聖・藤原俊六郎, 「野菜残渣水熱分解液肥の利用条件の検討(第 3 報)」, 富山市, 2017.10
- (11) 日本土壌肥料学会(関東支部会), 若林万由香・蜷木朋子・藤原俊六郎・玉置雅彦, 「水熱分解液肥の土壌中における窒素の変化」, 日本大学, 2017.11
- (12) 日本土壌肥料学会(関東支部会), 土田直希・蜷木朋子・小沢聖・藤原俊六郎・七夕小百合, 「水熱分解液肥がイネの生育及び収量に及ぼす影響」, 日本大学, 2017.11

|          |          |
|----------|----------|
| 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

##### <既に実施しているもの>

##### 1. 国内シンポジウム等

- (1) 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」, 明治大学黒川農場, 2015.06
- (2) アグリビジネス新技術説明会, 藤原俊六郎, 「水熱分解技術で有機性廃棄物から作物栽培用液体料をつくる」, 科学技術振興機構, 2017.11
- (3) 日本土壌肥料学会(関東支部会), 藤原俊六郎, 「都市近郊農業における有機資源リサイクル」, 日本大学, 2017.11
- (4) 茨城大共同研究報告会, 七夕小百合, 「水熱分解液肥の紹介」, 茨城大, 2018.3.7

##### 2. 国際シンポジウム及び研究会

- (1) K.Ozawa, Liquid fertilizer subcritical water produced from agricultural and animal waste, Workshop on Joint project “Recycling-based agricultural production system in upland farming areas of Northern China”, 2016.03.02
- (2) H. Ikeura, S. Ozawa and M. Tamaki. Varietal Differences in Zinnia hybrida for remediation in oil-contaminated soil. 25th International Conference Ecology & Safety. Conference Program. P5. ブルガス(ブルガリア). 2016.06.25.
- (3) 小沢聖; ウランバートルにおける有機性廃棄物の利用、モンゴル国連携環境シンポジウム、札幌市、2016.07.25～29
- (4) 藤原俊六郎; 有機性廃棄物の農業利用、中日土壌肥料技術交流会、安徽省農業科学院(合肥市)、2016.10.09
- (5) 藤原俊六郎; 「明治大学の取り組む研究(水熱分解の利用)」、中日交流シンポジウム、西南林業大学生態旅游学院(昆明市)2016.10.12

##### 3. ホームページなど

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 水の力でごみを肥料に」、

##### 4. 特許

- (1) 藤原俊六郎・小島嘉富・大門浩之・長谷川克久・熱田洋一・鈴木邦彦・朽本信彦, 「液状肥料の製造方法と肥料化システム」(特願 2014-119323), 2014年6月10日
- (2) 藤原俊六郎・小沢聖・朽本信彦・長谷川克久・鈴木邦彦・小島将揮, 「液肥の製造方法」(特願 2017-150228), 2017年8月2日

##### <これから実施する予定のもの>

- (1) 成果の論文化; テーマ1、テーマ2ともに多くの研究データが集積しているが論文化していないものが多いため論文化に努める。
- (2) マニュアルの普及; 液肥製造マニュアルと栽培マニュアルが作成された。この成果の普及のために市販雑誌等の媒体を通じた公表を積極的に行う。

|          |          |
|----------|----------|
| 法人番号     | 131092   |
| プロジェクト番号 | S1311025 |

## 14 その他の研究成果等

### 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)小柵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)。その結果、「平成26年度愛知県循環型社会形成推進事業」に採択された。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)小柵屋鈴木部長らと対馬市役所を訪問し、財部能成市長と会談した。対馬市では3,687頭、イノシシ6,298頭(2012年)を捕獲したが、これらの有効活用について市は、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)。
- (3) その他 2018年3月までに14社から、有機性廃棄物の水熱分解による液肥化技術の導入についての相談と視察があった。

### 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)日本事務所代表ら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導入を検討した(2015年7月)
- (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、水熱分解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た。(2016年2月)
- (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。有機性廃棄物の水熱分解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。(2016年2月)
- (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。水熱分解処理による蛋白質分解効果に強い興味を示し、飼料化を検討したいとのことであった。(2016年2月)
- (5) マハムイジャン・アーリー社長(中国新疆)ら3名が黒川農場の水熱分解装置を視察し、水熱分解処理液肥の農業利用の可能性について検討した。(2017年1月)
- (6) PRECOM Co.Ltd President Munkhzaya BAATARJAVら3名が黒川農場の水熱分解装置を視察し、モンゴルにおけるヒツジ加工残渣の処理の可能性について検討した。(2017年6月)

### 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
- (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

|          |          |
|----------|----------|
| 法人番号     | 131092   |
| プロジェクト番号 | S1311025 |

## 15 「選定時」及び「中間評価時」に付された留意事項及び対応

## &lt;「選定時」に付された留意事項&gt;

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。

## &lt;「選定時」に付された留意事項への対応&gt;

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。

## &lt;「中間評価時」に付された留意事項&gt;

## &lt;「中間評価時」に付された留意事項への対応&gt;

|          |          |
|----------|----------|
| 法人番号     | 131092   |
| プロジェクト番号 | S1311025 |

| 年度・区分          | 支出額     | 内 訳        |            |                  |           |        |           | 備 考  |
|----------------|---------|------------|------------|------------------|-----------|--------|-----------|--|
|                |         | 法 人<br>負 担 | 私 学<br>助 成 | 共同研<br>究機関<br>負担 | 受託<br>研究等 | 寄付金    | その他(研究助成) |  |
| 平成<br>25<br>年度 | 施設      | 0          |            |                  |           |        |           | 受託研究等・寄付:<br>(独)科学技術振興機構,<br>農林水産省,民間企業<br>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<br>26<br>年度 | 施設      | 0          |            |                  |           |        |           | 受託研究等・寄付:<br>(独)日本学術振興会,<br>農林水産省,民間企業<br>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<br>27<br>年度 | 施設      | 0          |            |                  |           |        |           | 受託研究等・寄付:(独)<br>日本学術振興会,農林<br>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     |           |  |
| 平成<br>28<br>年度 | 施設      | 0          |            |                  |           |        |           | 受託研究等・寄付:(独)<br>日本学術振興会,(独)<br>国際協力機構,(独)情<br>報処理推進機構,民間企<br>業<br>科研費:1件 1,500千円       |
|                | 装置      | 0          |            |                  |           |        |           |  |
|                | 設備      | 0          |            |                  |           |        |           |  |
|                | 研究費     | 22,373     | 9,436      | 5,310            | 5,943     | 5      | 1,679     |  |
| 平成<br>29<br>年度 | 施設      | 0          |            |                  |           |        |           | 受託研究等・寄付:(独)<br>日本学術振興会,(独)<br>国際協力機構,(国研)<br>農業・食品産業技術総<br>合研究機構,民間企業<br>科研費:1件 700千円 |
|                | 装置      | 0          |            |                  |           |        |           |  |
|                | 設備      | 0          |            |                  |           |        |           |  |
|                | 研究費     | 20,501     | 9,600      | 5,137            | 5,764     |        |           |  |
| 総<br>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     | 132,945    | 42,850     | 23,949           | 0         | 64,311 | 156       | 1,679  |
| 総 計            | 193,323 | 73,079     | 54,098     | 0                | 64,311    | 156    | 1,679     |  |

法人番号

131092

17

《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)

| 施設名称     | 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・設備の名称      | 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)        |        |                   |    | h     |        |        |      |
| (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  | 390 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  | 800 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  | 900 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  | 550 h |        |        |      |
| (情報処理関係設備)    |        |                   |    | h     |        |        |      |
|               |        |                   |    | h     |        |        |      |
|               |        |                   |    | h     |        |        |      |
|               |        |                   |    | h     |        |        |      |
|               |        |                   |    | h     |        |        |      |

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濃度ワイヤレステラコガー、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  | 黒川農場ホワイ建屋付帯工事、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<br>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      |                                   |

|      |        |
|------|--------|
| 法人番号 | 131092 |
|------|--------|

| 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        |                | 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

| 年 度                               | 平成 28 年度 |                |       |  |
|-----------------------------------|----------|----------------|-------|--|
| 小 科 目                             | 支 出 額    | 積 算 内 訳        |       |  |
|                                   |          | 主 な 使 途        | 金 額   | 主 な 内 容  |
| 教 育 研 究 経 費 支 出                   |          |                |       |  |
| 消 耗 品 費                           | 6,594    | 試薬, 実験器具, 研究用品 | 6,594 | 顕微鏡, PHメーター  |
| 光 熱 水 費                           | 0        |                | 0     |  |
| 通 信 運 搬 費                         | 13       | 郵便費            | 13    | 試料送付, 試験用サンプル送付  |
| 印 刷 製 本 費                         | 34       |                | 34    | 論文別刷   |
| 旅 費 交 通 費                         | 786      | 交通費・宿泊費・日当     | 786   | 海外(中国), 国内(黒川農場, 北海道, 沖縄, 三重他)   |
| 報 酬 ・ 委 託 料                       | 551      | 業務委託費, 支払手数料   | 551   | ホワ性能検査料, 油焚ホワ-法定点検費一式  |
| そ の 他                             | 149      | 修繕費            | 149   | 純水装置修理作業一式, 全有機炭素計修理作業一式   |
| 計                                 | 8,127    |                | 8,127 |  |
| ア ル バ イ ト 関 係 支 出                 |          |                |       |  |
| 人件費支出                             | 3,208    | アルバイト          | 3,208 | 時給950円 年間時間数1430時間<br>時給1100円 年間時間数436.8時間<br>時給1300円 年間時間数927.3時間<br>実人数11名 |
| (兼務職員)                            |          |                |       |  |
| 教育研究経費支出                          |          |                |       |  |
| 計                                 | 3,208    |                | 3,208 |  |
| 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                       |          |                |       |  |
| ポスト・ドクター                          | 2,760    | ポスト・ドクター       | 2,760 | 学内1人   |
| 研究支援推進経費                          | 651      | 研究支援者・研究推進員    | 651   | 学内3人   |
| 計                                 | 3,411    |                | 3,411 |  |

| 年 度                               | 平成 29 年度 |                |       |  |
|-----------------------------------|----------|----------------|-------|--|
| 小 科 目                             | 支 出 額    | 積 算 内 訳        |       |  |
|                                   |          | 主 な 使 途        | 金 額   | 主 な 内 容  |
| 教 育 研 究 経 費 支 出                   |          |                |       |  |
| 消 耗 品 費                           | 6,186    | 試薬, 実験器具, 研究用品 | 6,186 | 空気清浄機, ノートPC   |
| 光 熱 水 費                           | 0        |                | 0     |  |
| 通 信 運 搬 費                         | 32       | 郵便費            | 32    | 試料送付, 試験用サンプル送付  |
| 印 刷 製 本 費                         | 0        |                | 0     |  |
| 旅 費 交 通 費                         | 820      | 交通費・宿泊費・日当     | 820   | 国内(黒川農場, 富山, 沖縄, 愛知他)  |
| 報 酬 ・ 委 託 料                       | 626      | 業務委託費, 支払手数料   | 626   | ホワ性能検査料, 油焚ホワ-法定点検費一式  |
| そ の 他                             | 106      | 修繕費            | 106   | カーテン装置部品交換, 温室加温器  |
| 計                                 | 7,770    |                | 7,770 |  |
| ア ル バ イ ト 関 係 支 出                 |          |                |       |  |
| 人件費支出                             | 4,207    | アルバイト          | 4,207 | 時給950円 年間時間数709.5時間<br>時給1000円 年間時間数749時間<br>時給1100円 年間時間数816.8時間<br>時給1300円 年間時間数1353.3時間<br>実人数10名 |
| (兼務職員)                            |          |                |       |  |
| 教育研究経費支出                          |          |                |       |  |
| 計                                 | 4,207    |                | 4,207 |  |
| 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                         |          |                |       |  |
| 図 書                               |          |                |       |  |
| 計                                 | 0        |                | 0     |  |
| 研 究 ス タ ッ フ 関 係 支 出               |          |                |       |  |
| リサーチ・アシスタント                       |          |                |       |  |
| ポスト・ドクター                          | 2,760    | ポスト・ドクター       | 2,760 | 学内1人   |
| 研究支援推進経費                          |          |                |       |  |
| 計                                 | 2,760    |                | 2,760 |  |