

令和 2 年 9 月 9 日現在

機関番号：46307

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2017～2019

課題番号：17K07628

研究課題名(和文) 水田におけるマメ科緑肥と有機質肥料による環境負荷軽減型雑草防除技術の構築

研究課題名(英文) Establishment of environmental load reduction type weed control technology using legume green manure and organic fertilizers in paddy field

研究代表者

杉本 秀樹 (Sugimoto, Hideki)

松山短期大学・商科・教授(移行)

研究者番号：40112255

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,700,000円

研究成果の概要(和文)：水田においてマメ科緑肥であるホワイトクローバーをすき込み、有機質肥料のナタネ油かすと米ぬかを混合して田面に施用すると、雑草の発生が劇的に抑制され水稻収量が増加することを明らかにした。本栽培法の概要は、前年秋にホワイトクローバーの種子を播種し(2g/m<sup>2</sup>)これを水稻移植前にすき込む、移植後にナタネ油かすと米ぬか(窒素成分でそれぞれ4g、2g/m<sup>2</sup>)を田面に散布する。その結果、クローバーすき込み無・無施肥区に比べ雑草の発生は実に95%減少し、収量は65%増加した。化学肥料と除草剤を使う慣行栽培との比較でも、収量は慣行栽培とほぼ等しいことも確認した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

水稻有機栽培の普及を妨げている最大のネックとなっているのが雑草防除である。除草剤を用いない水稻栽培ではアイガモ農法、再生紙や不織布の利用など種々試みられているが、雑草抑制効果や取り扱いの困難さ、コストの関係から普及に至っていないのが現状である。本研究では、マメ科緑肥のホワイトクローバーのすき込みとナタネ油かす・米ぬかの混合肥料の散布という化学肥料や除草剤を使うことのない方法でこれを解決できることを示した。食の安全・安心の確保や環境負荷軽減に有効でしかも低コストかつ誰でも容易に取り組むことのできる水稻有機栽培技術として、我が国だけでなくアジア地域の水田地帯においても普及可能と考える。

研究成果の概要(英文)：Weed control is the biggest bottleneck to the spread of organic rice cultivation. In paddy rice cultivation that does not use herbicides, various attempts have been made such as duck farming methods and the use of recycled paper, but they have not yet spread because of insufficient weed control effects, difficult handling, and high costs.

In this study we showed that incorporation with white clover, which is a leguminous crop before transplanting rice, and application of organic fertilizer rapeseed oil cake and rice bran on the surface of paddy field after transplanting dramatically suppresses the occurrence of weeds and increases rice yield. It is a rice paddy organic cultivation technology that is effective for ensuring food safety and security and reducing the environmental burden, at low cost, and that anyone can easily tackle. We believe that this cultivation method can be spread not only in Japan but also in the paddy fields of the Asian region.

研究分野：作物学

キーワード：水稻 有機栽培 雑草対策 マメ科緑肥 米ぬか ナタネ油かす

## 1. 研究開始当初の背景

食の安全・安心の確保や環境負荷軽減に有効な有機農法への取り組みは、水稲栽培においても行われている。しかし、需要の高まりにもかかわらず有機農法で生産されるコメは全生産量の0.11%に過ぎない。これは、有機農法が慣行法にくらべ反収が約10%程度低いこともあるが、最大のネックは雑草防除が困難なことによるもので、水稲有機栽培の普及にはこの対策が最も重要な課題である。除草剤を用いない水稲栽培ではアイガモ農法、再生紙や不織布の利用など種々試みられているが、雑草抑制効果や取り扱いの困難さ、コストの関係から普及に至っていないのが現状である。

## 2. 研究の目的

本研究では、水田においてマメ科緑肥作物であるホワイトクローバー（根粒を着生して空中窒素を有効に利用）をすき込み、有機質肥料のナタネ油かすと米ぬかを混合して田面に散布した場合における雑草抑制効果と水稲収量に及ぼす影響について検討する。

## 3. 研究の方法

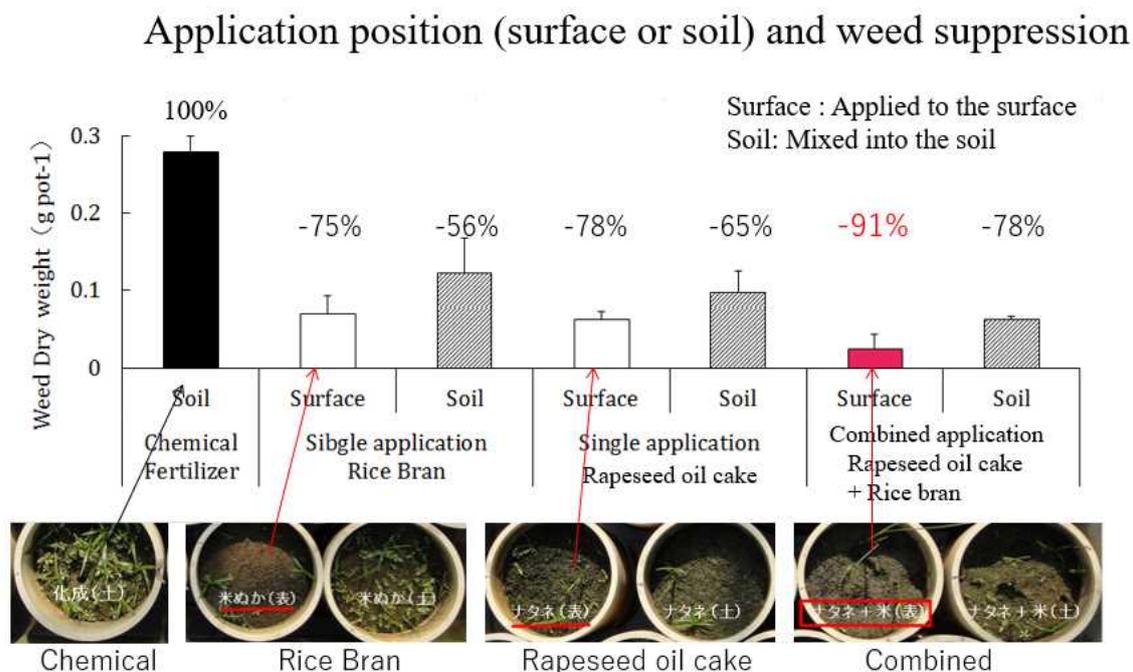
本栽培法の概要は、①前年秋にホワイトクローバーの種子(2g/m<sup>2</sup>)を播種し、これを水稲移植前にすき込む、②移植後にナタネ油かすと米ぬかの混合肥料を田面に散布する(土壤に混合するより田面に散布する方が雑草抑制効果有効大、**第1図**)。

## 4. 研究成果

ホワイトクローバーすき込み無・無施肥区(緑肥・施肥なし)に比べ雑草の発生は実に95%減少し、水稲収量は65%増加した(**第1表**、**第2表**)。本栽培法による収量は、化学肥料と除草剤を使用する慣行栽培とほぼ等しいことも確認した。本栽培法は、化学肥料、除草剤を使用することなく、専用の農業機械も必要としない環境負荷軽減型雑草防除技術である。

最終年度の2019年8月には、台湾・高雄で開催されたアジア生産性機構（APO、加盟21カ国・地域）の年次総会に招待され本研究内容について講演し、多くの共感を得た。本研究により、食の安全・安心の確保や環境負荷軽減に有効でしかも低コストでかつ誰でも容易に取り組むことのできる水稲有機栽培技術を構築することができた。本栽培法は、我が国だけでなく広くアジア地域の水田地帯においても普及可能な技術と考える。

第1図 有機質肥料の施肥位置と雑草乾物重の関係（化成肥料・土中施用区との比較）



雑草乾物重は、何れの場合も表面施用 (Surface) の方が少ない。  
 ナタネ油かすと米ぬかを混合して土壌表面に散布する方法が最も抑制効果は高く、雑草乾物重は91%も減少した。

第1表、第2表

ホワイトクローバーすき込みおよび米ぬか・ナタネ油かす混合肥料散布の有無が水稻収量と雑草発生(収穫時における雑草乾物重)に及ぼす影響

第1表 ホワイトクローバーすき込みの有無と米ぬか・ナタネ油かす混合肥料の施用が収量構成要素と雑草乾物重(収穫時)に及ぼす影響(水田A, 除草剤なし).

| 処理区                 | 米ぬか ナタネ   |     | 穂数<br>/株 | 粒数<br>/穂 | 粒数<br>/㎡ | 登熟歩合<br>% | 千粒重<br>g | 精籾重(収量) |     | 雑草乾物重 |     |
|---------------------|-----------|-----|----------|----------|----------|-----------|----------|---------|-----|-------|-----|
|                     | 施用窒素(g/㎡) |     |          |          |          |           |          | g/㎡     | 同左% | g/㎡   | 同左% |
| クローバー<br>無          | 無施肥       | -   | 14       | 76       | 17354    | 92        | 26       | 424     | 100 | 28.4  | 100 |
|                     | 基肥N8      | 基N2 | 15       | 96       | 23628    | 87        | 27       | 559     | 132 | 6.5   | 34  |
| クローバー<br>有          | 無施肥       | -   | 18       | 110      | 33486    | 71        | 26       | 625     | 147 | 5.3   | 11  |
|                     | 基肥N8      | 基N2 | 18       | 104      | 31423    | 84        | 28       | 724     | 170 | 0.3   | 3   |
| クローバー<br>施肥<br>交互作用 |           |     | **       | **       | **       | *         | *        | **      | *   | **    | *   |

第2表 ホワイトクローバーすき込みの有無と米ぬか・ナタネ油かす混合肥料の施用が収量構成要素と雑草乾物重(収穫時)に及ぼす影響(水田B, 除草剤なし).

| 処理区                 | 米ぬか ナタネ       |     | 穂数<br>/株 | 粒数<br>/穂 | 粒数<br>/㎡ | 登熟歩合<br>% | 千粒重<br>g | 精籾重(収量) |     | 雑草乾物重 |     |
|---------------------|---------------|-----|----------|----------|----------|-----------|----------|---------|-----|-------|-----|
|                     | 施用窒素(g/㎡)     |     |          |          |          |           |          | g/㎡     | 同左% | g/㎡   | 同左% |
| クローバー<br>無          | 無施肥           | -   | 11       | 71       | 13264    | 75        | 27       | 269     | 100 | 40.5  | 100 |
|                     | 基肥N6          | 基N2 | 14       | 78       | 17975    | 76        | 28       | 377     | 140 | 21.7  | 54  |
|                     | 基肥N3+<br>追肥N3 | 基N2 | 14       | 75       | 17255    | 77        | 28       | 370     | 138 | 25.8  | 64  |
| クローバー<br>有          | 無施肥           | -   | 17       | 72       | 19974    | 74        | 26       | 389     | 145 | 7.2   | 18  |
|                     | 基肥N6          | 基N2 | 20       | 69       | 22500    | 74        | 26       | 435     | 162 | 1.6   | 4   |
|                     | 基肥N3+<br>追肥N3 | 基N2 | 19       | 70       | 21810    | 75        | 26       | 425     | 158 | 4.7   | 12  |
| クローバー<br>施肥<br>交互作用 |               |     | **       | **       | **       | *         | *        | **      | *   | **    | **  |

第1表、第2表の解説(研究結果の詳細) クローバー無・無施肥区との比較

1. ホワイトクローバーをすき込むだけで(クローバー有・無施肥区)

収量は45~47%増加し、雑草は11~18%まで減少した(第1表、第2表)。

2. ホワイトクローバーをすき込みナタネ油かすと米ぬかの混合肥料を散布すると(クローバー有・基肥区)

収量は62~70%増加し、雑草は3~4%まで減少した(第1表、第2表)。

施肥は、基肥重点の方が増収効果ならびに雑草抑制効果ともに勝った(第2表)。

本栽培法においては、移植後に肥料効果が早く発揮されるような施用法が、増収効果ならびに雑草抑制効果いずれにとっても有利である。

マメ科緑肥作物ホワイトクローバー、有機質肥料ナタネ油かすと米ぬか

### White clover (*Trifolium repens* L.)

Leguminous plants fix nitrogen in the air by root nodules, and grow using fixed nitrogen.

By the incorporation of white clover, nitrogen is supplied to the soil, and soil is fertilized.

As a result, **chemical fertilizers are no longer needed.**

The use of legumes (white clover, crimson clover, hairy vetch, chinese milk vetch, etc.) are **environmentally friendly.**



### Rapeseed oil cake and rice bran

Rapeseed oil cake and rice bran are often used as **alternatives to chemical fertilizers** in organic farming.

Rice bran is also used for the purpose of weed suppression in paddy rice cultivation in Japan.

After all, both are **cheap** and **easy to handle.**



Rapeseed oil cake, Rice bran

## 結論

### Conclusions

#### By Incorporation with White Clover

1. Yield of paddy rice increased.
2. Weeds were significantly decreased.
3. The above effects were enhanced by the combined application of rapeseed oil cake and rice bran.
4. It is desirable to be able to exert fertilizer effect as soon as possible after transplantation, both for increasing yield and controlling weeds.

Rapeseed oil cake and rice bran are **cheap and easy to handle.**

Moreover, soil can be **fertile** by white clover incorporation.

Therefore, this technology is likely to be adopted at paddy rice production sites not only in Japan but also in **Asia.**

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 1件/うち国際共著 1件/うちオープンアクセス 1件）

|  |                       |
|--|-----------------------|
| 1. 著者名<br>杉本秀樹・越智由紀恵・浅木直美・諸隈正裕・加藤尚・荒木卓哉・シェイク タンヴィー・ル ホセイン  | 4. 巻<br>88            |
| 2. 論文標題<br>クラゲチップと米ぬかの肥料効果と抑草効果を利用した水稲栽培   | 5. 発行年<br>2019年       |
| 3. 雑誌名<br>日作紀  | 6. 最初と最後の頁<br>246-252 |
| 掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子）<br><a href="https://doi.org/10.1626/jcs.88.246">https://doi.org/10.1626/jcs.88.246</a> | 査読の有無<br>有            |
| オープンアクセス<br>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<br>該当する          |

〔学会発表〕 計7件（うち招待講演 1件/うち国際学会 3件）

|  |
|--|
| 1. 発表者名<br>Hideki Sugimoto   |
| 2. 発表標題<br>Rice Cultivation with Innovative Biofertilizer and Biopesticide Methods in Japan -Special reference to weed control in paddy fields-            |
| 3. 学会等名<br>4th International Conference on Biofertilizers and Biopesticides: Integrated Pest Management. Asian Productivity Organization : APO（招待講演）（国際学会） |
| 4. 発表年<br>2019年  |

|   |
|---|
| 1. 発表者名<br>Hideki Sugimoto, Takuya Araki, Masahiro Morokuma and Shaikh Tanveer Hossain  |
| 2. 発表標題<br>Combined Application of Oil Cake and Rice Bran Reduced the Number of Weeds and Increased the Yield of Paddy Rice in a Paddy Field Incorporated with White Clover |
| 3. 学会等名<br>Proceedings of 9-th Asian Crop Science Society（国際学会）   |
| 4. 発表年<br>2017年   |

|  |
|--|
| 1. 発表者名<br>諸隈正裕，東江栄，豊田正範                       |
| 2. 発表標題<br>代かき後におけるナタネ油粕の施用が水稲収量および雑草の生育に及ぼす影響 |
| 3. 学会等名<br>日本作物学会第245回講演会要旨集                   |
| 4. 発表年<br>2017年                                |

|  |
|--|
| 1. 発表者名<br>浦岡将太, 鍋浦高弘, 諸隈正裕, 東江栄, 豊田正範, 杉本秀樹 |
| 2. 発表標題<br>有機質資材の追肥が有機栽培水稻の収量に及ぼす影響          |
| 3. 学会等名<br>日本作物学会四国支部会報                      |
| 4. 発表年<br>2018年                              |

|  |
|--|
| 1. 発表者名<br>H. Sugimoto, Y. Ochi, N. Asagi, M. Morokuma, T. Araki, S. T. Hossain            |
| 2. 発表標題<br>Jellyfish Chips as a Weed Controller and Fertilizer for Organic Rice Production |
| 3. 学会等名<br>Proceedings of IFABL, 2019, Bangkok, Thailand (国際学会)                            |
| 4. 発表年<br>2019年  |

|  |
|--|
| 1. 発表者名<br>森安美月、鍋浦高弘、諸隈政裕・豊田政範・杉本秀樹            |
| 2. 発表標題<br>移植時期及び鉄資材施用が有機栽培水稻の収量及び収量構成要素に及ぼす影響 |
| 3. 学会等名<br>日本作物学会四国支部会報                        |
| 4. 発表年<br>2019年                                |

|   |
|---|
| 1. 発表者名<br>辻太智, 鍋浦高弘, 諸隈正裕, 豊田正範, 野村美加, 見城貴志, 横山正 |
| 2. 発表標題<br>パチルスバイオ肥料が慣行及び有機栽培コシヒカリの生育及び収量に及ぼす影響   |
| 3. 学会等名<br>日本作物学会                                 |
| 4. 発表年<br>2020年                                   |

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

|           | 氏名<br>(ローマ字氏名)<br>(研究者番号)                          | 所属研究機関・部局・職<br>(機関番号)            | 備考 |
|-----------|--|----------------------------------|----|
| 研究<br>分担者 | 荒木 卓哉<br><br>(Araki Takuya)<br><br>(10363326)      | 愛媛大学・農学研究科・教授<br><br><br>(16301) |    |
| 研究<br>分担者 | 諸隈 正裕<br><br>(Morokuma Masahiro)<br><br>(50284352) | 香川大学・農学部・准教授<br><br><br>(16201)  |    |