

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 11 日現在

機関番号：82111

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2012～2014

課題番号：24580032

研究課題名(和文) 水稲有機栽培における米ぬか散布のコナギ抑草機構の解明

研究課題名(英文) Factors relating to the suppressive effect of rice bran on *Monochoria vaginalis* in organic rice

研究代表者

内野 彰 (Uchino, Akira)

独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構・中央農業総合研究センター生産体系研究領域・上席研究員

研究者番号：20355316

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,300,000円

研究成果の概要(和文)：水稲有機栽培における米ぬか散布によるコナギ抑草効果の機構を解明するため、抑草効果に対する温度や光、コナギ種子の休眠状態の影響、抑草効果と相関を示す土壌表層溶液中のイオン化合物の探索、および相関を示した芳香族カルボン酸のコナギ発芽阻害活性を調べた。その結果、抑草効果は温度と必ずしも相関せず、休眠状態とも明瞭な関係が認められなかった。一方で土壌表層溶液中の3-フェニルプロピオン酸(3PPA)濃度に抑草効果との相関が認められた。しかし3PPAにはコナギ発芽阻害活性があるものの、土壌溶液中の濃度レベルでは阻害活性が無いことが明らかとなった。

研究成果の概要(英文)：Several factors relating to the suppressive effect of rice bran on *Monochoria vaginalis* in organic rice was investigated in order to know the factors to stabilize the suppressive effect in field conditions. Temperature of soil and seed dormancy has no apparent relationship to the suppressive effect. Analysis of soil solution revealed 3-phenylpropionic acid (3PPA) content was high in the soil where rice bran showed high suppressive effect, and 3PPA significantly suppressed seed germination of *M. vaginalis* in germination assay. However, 3PPA at the concentration seen in the field soil did not significantly suppress the seed germination.

研究分野：雑草科学

キーワード：有機農業 コナギ 米ぬか 水稲有機栽培

1. 研究開始当初の背景

水稻有機栽培では雑草防除が一つの大きな課題となっており、特に一年生水田雑草のコナギが優占草種として残ることが多い。有機栽培農家では米ぬか散布による雑草防除がよく知られているが、そのコナギに対する効果は不安定であり、効果を疑問視する農家も多い。一方我々はこれまで、米ぬか散布のコナギ抑制効果が極めて不安定であるものの、散布後の土壌表層溶液の電気伝導度(EC)とコナギの発芽率との間に極めて高い負の相関関係があることを見だし、ECが高くなる条件であれば米ぬかのコナギ抑草効果が安定することを明らかにした(Nozoe et al. 2012、図1)。

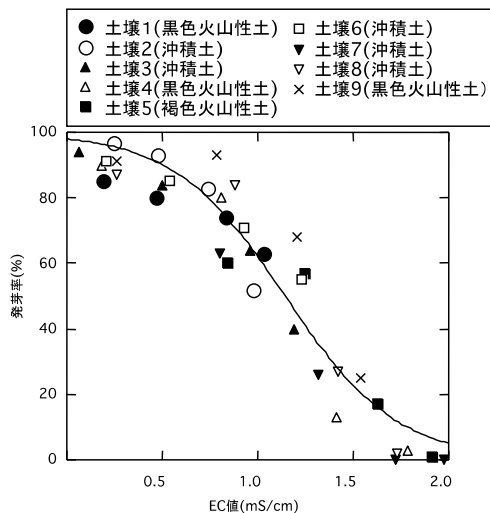


図1 土壌溶液の電気伝導度(EC値)とコナギ発芽率との関係

土壌溶液 EC は溶液のイオン強度に依存して変動する値であり、イオン強度には米ぬかの分解で生成する複数の有機酸の他、二価鉄など無機塩類の濃度も大きな影響を与える。二価鉄イオンについては、コナギが強い耐性を有していることが判明しているが(Nozoe et al. 2009) 土壌 EC と抑草効果との高い相関関係は、これら複数のイオン化合物が複合的にコナギの発芽・生育に影響している可能性を示唆する。また抑草効果が上昇する要因として試験時期や温度、光強度の変化が挙げられ、これら環境要因の他にコナギ種子の休眠状態の変化も考えられる。そこで本研究では、米ぬかの抑草効果について、土壌表層の EC 値を変化させる複合的な物質要因を詳細に解析し、これらによって示唆される抑草機構を解明し、より安定したコナギ抑草効果を得るための条件を明らかにしようとした。

2. 研究の目的

- (1) 光、温度およびコナギ種子の休眠状態が米ぬか抑草効果に与える影響を明らかにする。
- (2) 土壌溶液 EC 値の変動と高い相関を示す土

壌表層溶液中のイオン化合物群を明らかにする。

- (3) 環境要因、コナギ種子の休眠状態、およびイオン化合物群の濃度を試験管内に再現し、米ぬかの抑草機構を検証する。

3. 研究の方法

(1) コナギ種子を埋土種子として保持する水田土壌を各地から採取し、1/5000a ワグネルポットに詰めて屋外に維持し、5月および6月にそれぞれ代かきを行って2日後に米ぬか散布(100kg/10a相当)を行い、米ぬか散布40-50日後に抑草効果を評価する。また別途それぞれの土壌を代かき後30明条件24hにおいてコナギ発芽数を経時的に調査し、その発芽指数からコナギ種子の休眠状態を評価することにより、種子の休眠状態とコナギ抑草効果との関係性を解析する。

コナギ種子を埋土種子として大量に保持する水田土壌を50cm角のコンクリートポットに詰めて屋外に維持し、コナギ種子の休眠状態が自然に近い条件を作る。この土壌を用い、5月および6月にそれぞれ代かき、水稻移植および移植同日に米ぬか散布(100kg/10a相当)を行い、9月に抑草効果を評価する。コンクリートポットには寒冷紗による遮光やビニルハウスにより温度条件を変えた試験区を設け、光や温度の影響を試験時期の影響とともに評価する。

(2) 上記のコンクリートポットおよびワグネルポットにおいて、代かき直後の土壌表層に直径2.5mm(内径1.5mm)、長さ50mmの土壌溶液採取管を設置し、1週間おきに4週間後まで定期的に土壌溶液を採取する。この溶液についてGC-MSで有機酸の種類と濃度を解析し、コナギ抑草効果と高い相関を示す化合物群を同定する。

で同定された化合物群について、土壌表層溶液中の濃度をもとに希釈系列の水溶液を作成し、各水溶液中でコナギ発芽試験を行ってコナギ抑草効果の高い物質を同定する。

(3) 上記で得られた情報を基にコナギ抑草効果を引き起こす機構を推測し、試験管内で物質、環境、種子休眠状態を組み合わせる実際の抑草効果を再現し、推測される抑草機構を検証する。

4. 研究成果

(1) コナギの抑草効果は土壌の種類によって大きく異なったが、同じ土壌でも試験時期が遅くなる程効果が高くなる傾向があった。同じ土壌でコナギ種子の発芽指数の違いと米ぬかの効果を比較したが、その関連性は不明瞭であり、コナギ種子の休眠性の差異が効果に与える影響は不明であった(図2)。

コンクリートポット試験でも試験時期が遅くなる程効果が高くなる傾向があったが、

遮光およびビニルハウスをかけた区でも効果が高い傾向があった。遮光区では温度が低く、必ずしも温度が高いほど効果が高くなる訳では無かった。年次によって降水量によるオーバーフローの量が影響を与えた可能性があったため、その影響も調べたが、明瞭な結果が得られなかった。

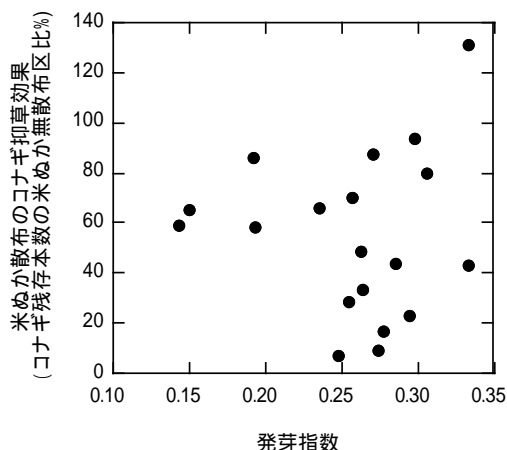


図 2 コナギ種子の発芽指数と米ぬか散布の抑草効果との関係

(2) コナギ抑草効果を示す候補物質として、有機物混入後の土壤中に生成される水稻根阻害物質として報告のある 5 種類の芳香族カルボン酸類 (田中 2002) を解析した。米ぬかの効果が異なる土壤間で土壤表層溶液中の濃度を比較すると米ぬか処理後 2 週間目の 3-フェニルプロピオン酸の濃度に差異が認められ、米ぬか効果の高い土壤に高い濃度で含まれるのが認められた。

コナギの発芽試験系で安定した結果を得るために試験条件を検討した結果、1.5mL チューブの中に 10-20 粒の種子を入れて発芽試験を行うことで、滅菌操作の有無にかかわらず安定した結果を得ることが可能であった。この発芽試験系で 5 種類の芳香族カルボン酸類の発芽抑制効果を比較したところ、3-フェニルプロピオン酸の活性が最も高かったが (図 3) 土壤表層溶液中で認められた濃度レベルでは高い活性が得られなかった。5 種類の芳香族カルボン酸の組み合わせを調べると、ほとんどの組み合わせで相乗効果が認められたことから、単一の化合物ではなく、複数の化合物の相乗効果によってコナギの発芽阻害が起こる可能性が示唆された。

(3) 土壤表層溶液中で認められた濃度で芳香族カルボン酸を混合してコナギ発芽阻害効果を調べたところ、高い発芽阻害効果は認められなかった。このことから更に別の要因が関与する可能性、土壤表層溶液の採取時に田面水などの影響で濃度が薄まっている可能性などが考えられた。

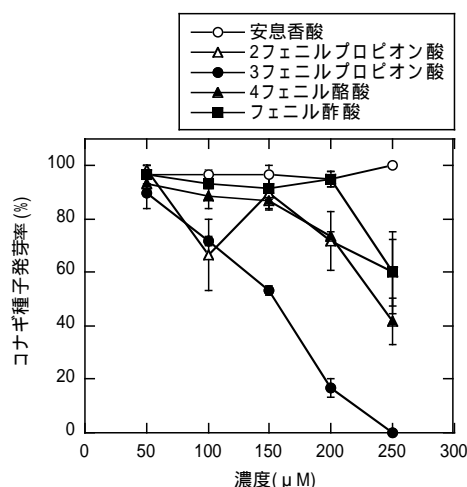


図 3 芳香族カルボン酸類のコナギ発芽阻害活性の比較

<引用文献>

田中福代、水田への麦わら施用に伴う芳香族カルボン酸の生成と水稻の生育抑制機構に関する研究、九州沖縄農業研究センター報告、第 40 号、2002、33-78

Nozoe, T., M. Tachibana, A. Uchino and N. Yokogami, Effects of ferrous iron (Fe) on the germination and root elongation of paddy rice and weeds, Weed Biology and Management, 9 巻、2009、20-26

Nozoe, T., A. Uchino, S. Okawa, S. Yoshida, Y. Kanda and Y. Nakayama, Suppressive effect of rice bran incorporation in paddy soil on germination of *Monochoria vaginalis* and its relationship with electric conductivity, Soil Science and Plant Nutrition, 58 巻、2012、200-205

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[学会発表](計 2 件)

青木 大輔、内野 彰、野副 卓人、田中 福代、三浦 重典、コナギ種子の発芽に及ぼす芳香族カルボン酸の影響、日本雑草学会第 52 回大会講演会、2013 年 4 月 12 日-13 日、京都大学 (京都府京都市)

野副 卓人、内野 彰、三浦 重典、水田土壤に添加した米ぬかがコナギ種子の発芽促進・抑制に及ぼす影響-水中または風乾保存種子の土壤溶液中での発芽試験-、日本雑草学会第 52 回大会講演会、2013 年 4 月 12 日-13 日、京都大学 (京都府京都市)

[その他]
ホームページ等

「機械除草を水稻有機栽培技術マニュアル
5.雑草の抑制技術」
<https://ml-wiki.sys.affrc.go.jp/Organic-Pro/kihon/5>

中央農業総合研究センター 2012 年の成
果情報「米ぬか施用によるコナギ抑草効果に
及ぼす土壌、施用量および作期の影響」
http://www.naro.affrc.go.jp/project/results/laboratory/narc/2012/153b0_01_03.html

6. 研究組織

(1)研究代表者

内野 彰 (UCHINO Akira)
独立行政法人 農業・食品産業技術総合研
究機構・中央農業総合研究センター生産体
系研究領域・上席研究員
研究者番号：20355316

(2)研究協力者

野副 卓人 (NOZOE Takuhito)
独立行政法人 農業・食品産業技術総合研
究機構・中央農業総合研究センター土壌肥
料研究領域・上席研究員
研究者番号：20425581

青木 大輔 (AOKI Daisuke)
独立行政法人 農業・食品産業技術総合研
究機構・中央農業総合研究センター生産体
系研究領域・契約研究員
研究者番号：なし

松岡 宏明 (MATSUOKA Hiroaki)
独立行政法人 農業・食品産業技術総合研
究機構・中央農業総合研究センター生産体
系研究領域・契約研究員
研究者番号：なし

松嶋 賢一 (MATSUSHIMA Ken-ichi)
独立行政法人 農業・食品産業技術総合研
究機構・中央農業総合研究センター生産体
系研究領域・契約研究員
研究者番号：なし