

## ソルガム投入量別の土壌還元消毒による ハウレンソウ萎凋病の防除効果

木矢博之・米田祥二・藤田奈都\*・神川 諭\*

### Efficacy of Anaerobic Soil Disinfestation to control Fusarium Wilt of Spinach Under Different Application Rates of *Sorghum bicor*

KIYA Hiroyuki, YONEDA Hirotsugu, FUJITA Natsu and KAMIKAWA Satoshi

**Key Words:** dilapidation farmland, organic matter

キーワード：荒廃農地，有機物資材

本県中山間地域の施設栽培ハウレンソウの連作圃場では、ハウレンソウ萎凋病 *Fusarium oxysporum* f.sp.*spinaciae* (以下、「フザリウム」という.) による被害が深刻となっている。その対策としてダゾメット等の薬剤による土壌消毒が行われているが、環境負荷の少ない手法の実用化を図る必要がある。生態系への影響が少ない太陽熱消毒は、施設栽培におけるハウス密閉条件では、萎凋病をはじめ多くの土壌伝染性病害防除に有効であるが(小玉・福井, 1982a), 露地での地表面のポリエチレンフィルム被覆と一時的湛水処理による土壌消毒法では地温の上昇程度が少なく、イチゴ萎黄病に対する防除効果は不安定であった(小玉・福井, 1982b)。同様に、本県中山間地域での初夏の太陽熱消毒ではハウス密閉条件であってもその効果は気温等の影響に大きく左右されると考えられる。

一方、土壌還元消毒は、フスマ等の易分解性有機物を用いて圃場を還元状態に維持することで、露地型太陽熱消毒では効果不十分となる地温 30~35°C条件下でも、フザリウムの菌数が低下することを報告されており(新村, 2000), 初夏の中山間地域での活用が期待される。当センターではこれまでに、エンバクやブロッコリー残渣を有機物として用いた土壌還元消毒を検討し、本病に対する防除効果を確認した(安川ら, 2012)。今後、土壌還元消毒の実用化を高めるためには、これら以外の消毒効果のある資材を明らかにする必要がある。

県内の2020年の荒廃農地面積は1,461 haであり、農地の有効利用が課題となっている。筆者らは荒廃

農地の雑草刈取後の作物として、粗放栽培が可能で収量性に優れる、ソルガム (*Sorghum bicolor*) が有望であることを明らかにした(データ省略)。

本研究では、ソルガムを用いた土壌還元消毒を行い、ソルガムの投入量がハウレンソウ萎凋病の防除効果に及ぼす影響を調査した。

### 材料および方法

試験は、奈良県農業研究開発センター大和野菜研究センター(奈良県宇陀市、標高約350 m)で実施した。ソルガムは品種「緑肥ソルゴー」(タキイ種苗(株))を用い、露地圃場に2017年5月9日に10 a当たり4 kgを手押し式播種機(クリーンシーダ, アグリテクノ矢崎(株))で播種した。7月11日に小型フレールモア(HRC663, (株)オーレック)で刈取、粉碎し、ロールベアラー(YRBA7A, ヤンマーホールディングス(株))で収集した。供試圃場は前年にハウレンソウ萎凋病の発生が認められた1.5 aのビニルハウス1棟を用いた。供試圃場に生ソルガムの10 a当たりの投入量により1 t区, 3 t区とし、投入なしの無処理区を設け、1区当たり6 m<sup>2</sup>の3反復とした。7月11日にトラクターですき込み耕耘後、1 t区および3 t区は厚さ0.1 mmのPOフィルム(トーカンエースNHブルー, 東罐興産製)で7月12日に土壌表面を密閉後、表面に水が確認できるまで湛水を行った。土壌表面の密閉処理は、7月12日~8月2日までの21日間とし、処理期間中はハウスサイドを開放した。無

\*現 奈良県食と農の振興部農業水産振興課

本研究は、農林水産業・食品産業科学技術研究推進事業の「中山間の未利用有機性資源を活用した人にも環境にもやさしい土壌消毒技術の実用化(2015~2017年)」により実施した。

処理区は、土壌表面を無被覆とした。ハウレンソウは、8月16日に手押し式播種機を用いて‘スマートアップセブン’ (中原採種場 (株)) を畝幅150 cm, 株間8 cm, 6条植えて播種した。

処理期間中の土壌酸化還元電位は、各処理区に2箇所ずつ白金電極 (EP-200, (株) 藤原製作所) を深さ15 cmの位置に設置し、土壌Eh計 (ポータブル土壌pH/硝酸/Eh計, PRN-41, (株) 藤原製作所) を用いて1~3日おきに測定した。発病度は、9月16日に各区100株を対象に下記の発病指数別に調査した。調査結果から発病度および発病株率を算出した。

調査に用いた発病指数 0: 発病を認めない, 1: 軽微な萎凋を認める, 2: 一部の葉に萎凋を認める, 3: 株全体に萎凋を認める, 4: 枯死。

$$\text{発病度} = \left[ \frac{\sum (\text{発病指数別株数} \times \text{発病指数})}{\text{総調査株数}} \right] \times 100$$

草丈および地上部新鮮重は、9月16日に各区中央部の10株を調査した。

土壌中の病原菌密度は、*Fusarium oxysporum* 用選択培地であるFo-G2培地 (西村, 2008) を用いた土壌希釈平板法によった。ほ場からの試料の採土は、ハウレンソウ収穫後の10月31日に各区の中央部5箇所から深さ10 cm付近の土壌10 gを採取してよく混ぜ合わせて1処理区1点の試料とした。1希釈液につき3反復で行い、25°Cで7日間培養後、生じたコロニー数を計数した。

### 結果および考察

本試験において、ソルガムを有機物資材として3 t/10 a投入した区で、土壌の酸化還元電位が処理2日後には-136 mVに低下し、その後も安定した還元状態となった (第1図)。一方、1 t/10 a投入では、処理4日後で還元状態となったが、3 t区に比べて酸化還元電位が低下せず、酸化還元電位の低下には有機物の多量投入が必要であった (第1図)。

太陽熱利用による施設内の土壌消毒は、熱、有機物施用および湛水によって各種の土壌伝染性病害の防除に有効である。その効果は、土壌温度と処理日数、有機物添加および湛水によることがイチゴ萎凋病を用いて調べられ、35°C~45°C, 2.5~5 w/w%のどんぷん添加で*Fusarium oxysporum* 菌が検出されなくなった。このとき、酸化還元電位は処理開始時から急激に低下し、高温区およびどんぷん添加区では一層

低い値を示した (小玉, 1981; 小玉・福井, 1982a)。

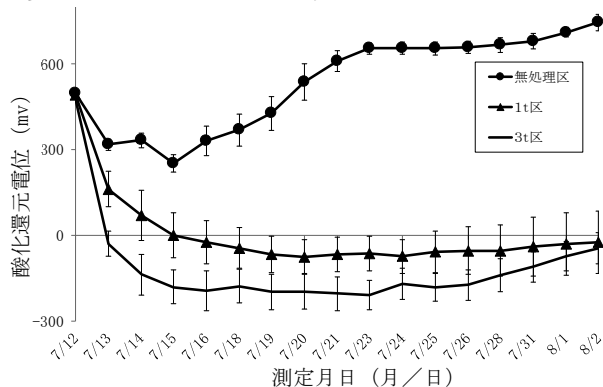
本試験において、萎凋病の発病株率および発病度は、安定した還元状態となった3 t区が最も低くなった (第1表)。地上部新鮮重は、萎凋病の発病株率、発病度が低かった3 t区が最も重く、草丈も最も大きかった。また、収穫後の土壌中の*Fusarium oxysporum* 菌の密度は、無処理区の $2.4 \times 10^3$  cfu/g乾土に対し、1 t区で $7 \times 10^2$  cfu/g乾土, 3 t区で $4 \times 10^2$  cfu/g乾土とソルガムの投入量が多いほど検出菌数が低下した (第2図)。

以上により、ソルガムは、ハウレンソウ萎凋病に対する土壌還元消毒の有機物資材として有効であり、3 t/10 a投入で防除効果が認められた。

土壌還元消毒には微生物増殖のための炭素源として非繊維性炭水化物を多く含む有機物を利用すると消毒効果が高くなるのがレンコン腐敗病で明らかにされており、投入量が増加するほど消毒効果が安定する (出穂ら, 2021)。土壌還元消毒の有機物資材として利用されているフスマは1 t/10 a投入で防除効果があるが (本多ら, 2003)、ソルガムはフスマに比べ非繊維性炭水化物の含有量が少ないことから (出穂ら, 2021)、より多くの投入量が必要であると考えられた。

露地でソルガムを作付けし、ハウレンソウ施設に投入するためには、栽培後に刈取・収集・運搬・散布の作業が必要となる。筆者らはソルガム3 tの刈取・収集に必要な作業時間は、小型フレールモアとロールペーラーを利用することで14.3時間となり、刈払機での手作業の50.4時間に比べて約70%削減できることを明らかにした (データ略)。

荒廃農地が増加する中、粗放的な栽培が可能であるソルガムを有機物資材として作付けすることは、中山間地域の農地の有効活用並びにハウレンソウの生産安定につながるものと考えられる。



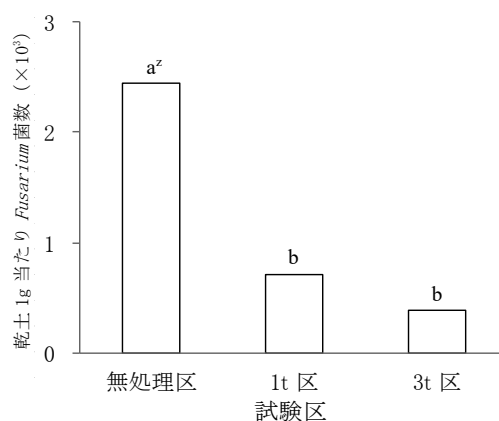
第1図 酸化還元電位の推移  
図中の垂線は標準誤差 (n=3) を示す

第1表 ソルガムを用いた土壤還元消毒がハウレンソウ萎凋病の発病および生育に及ぼす影響<sup>z</sup>

処理区	発病株率 (%)	発病度 <sup>y</sup>	草丈 (cm)	地上部新鮮重 (gFW)
無処理区	39.7 a <sup>x</sup>	19.0 a	19.1 a	16.9 a
1t区	17.3 b	9.4 b	23.2 b	20.1 b
3t区	2.3 c	1.0 c	24.8 b	22.4 b

<sup>z</sup> 調査日：2017年9月16日（播種31日後）<sup>y</sup> 発病度 = (Σ(発病指数別株数×発病指数)) / (総調査株数×4) × 100

発病指数：0 発病を認めない，1 軽微な萎凋を認める，2 一部の葉に萎凋を認める，3 株全体に萎凋を認める，4 枯死

<sup>x</sup> 同列内の同符号間には Tukey の多重検定により 5%水準で有意差がないことを示す第2図 ソルガムを用いた土壤還元消毒後ほ場におけるハウレンソウ栽培後の *Fusarium oxysporum* 菌密度<sup>z</sup> 同符号間には Tukey の多重検定により 5%水準で有意差がないことを示す

## 謝辞

本研究の実施にあたり，貴重なご指導，ご助言をいただいた国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合

研究機構本部の竹原利明氏，西日本農業研究センターの石岡徹氏に深謝の意を表す。

## 引用文献

- 本多範行，竹内将史，西端善丸，福田明美，岡本博．  
土壤還元の促進によるハウレンソウ萎凋病菌の防除．福井農試研報．2003，40，35-42.
- 出穂美和，角田佳則，上木厚子，石岡徹，佐々木一紀，森伸介，青木博幸，竹原利明．レンコン腐敗病の生態解明と土壤還元消毒法による防除．山口農林総技セ研報．2021，12，61-74.
- 小玉孝司．太陽熱利用による施設内の土壤消毒．実用化技術レポート．農林水産技術会議事務局．1981，93，12-27.
- 小玉孝司，福井俊男．ハウス密閉処理による太陽熱土壤消毒法について．V.イチゴ萎凋病防除に対する適用．日本植物病理学会報．1982a，48(5)，570-577.
- 小玉孝司，福井俊男．イチゴ萎黄病に対する露地型太陽熱消毒法の適用．日本植物病理学会報．1982b，48(5)，699-701.
- 西村範夫．PCNB を用いない *Fusarium oxysporum* 用選択培地．植物防疫．2008，62，164-167.
- 新村昭憲．土壤還元消毒．農業技術体系土壤施肥編5 (1)－追録11．農山漁村文化協会，2000，212:6-9.
- 安川人央，中野智彦，森岡 正，黒瀬 真．エンバク野生種，アブラナ科植物を用いた還元土壤消毒によるハウレンソウ萎凋病の防除効果．奈良農総セ研報．2012，43，11-16.