

2. 蒸気処理

1) 技術の概要

蒸気処理は、高熱の水蒸気を地表面に噴射し、地表面に落ちている雑草種子を防除する技術です。地表面温度が100℃近くまで上昇すると、地表面にある雑草イネ種子のほとんどは死滅します。このため、蒸気処理を行った圃場における翌年の発生は、主に前年以前から土中にある古い種子由来になり、その密度は大幅に減少します(酒井ら 2012)。

地表面を加熱する手段には、水蒸気のほか、熱水や火炎があります。熱水処理で地表面を十分加熱するためには、大量の熱湯と燃料が必要になり、コストが増大します。火炎処理は、水を積載しないので、より簡易な装備で処理できますが、雑草種子には熱が伝わりにくく、火炎の危険性も高くなります。一方、蒸気処理では、高温の水蒸気が地表面に到達した瞬間に冷やされて水となり、非常に大きな熱(凝縮潜熱)が発生するため、火炎よりも効率的に、雑草種子の死滅に必要な温度範囲の熱が伝わります。

2) 必要な資材・機材・条件等

(1) 使用機械

蒸気処理には、自走式蒸気処理防除機(形式 JJ7)(図 1)を用います。JJ7 は、クローラ型の圃場運搬機に水タンク(容量 700 L)とボイラ(伝熱面積 3.5 m²)を搭載し、車体後部に蒸気フードを装着しています。JJ7 の走行には、運搬機走行用の軽油、発電機用のガソリン、ボイラ加熱用の灯油の 3 つの燃料が必要です。必要な燃料を充填した JJ7 を処理圃場の近辺に運び、ポンプで用水等を水タンクに給水します。給水した水をボイラで加熱し、過熱水蒸気(最高 370℃)を発生させます。この過熱水蒸気を、蒸気フード内のインジェクタから噴出しながら走行します。適切な速度で走行することで、地表面が瞬間的に 100℃近くまで加熱されます。蒸気処理による加熱は瞬間的で地表面に限られるため、土中の生物相への影響はほとんどありません。

(2) 使用時期・走行速度

蒸気処理に適する時期は、雑草イネの当年産種子が地表面に落ちている「栽培イネ収穫後～耕起前」です。収穫後に不耕起のままであれば、翌春の処理も可能です。乾籾を用いた試験では、蒸気処理により地表面の温度 90℃以上を 5～6 秒以上持続すると、概ね 91%以上の雑草イネ種子が死滅しました(図 2)。低速での走行により、わら残渣のある条件でも安定し

た効果を得られます（図2、図3）。処理当日の気温などを勘案して、効果を得られる処理温度となるよう、現場での走行速度を調節します。

（3）作業時間・燃料費

JJ7の作業時間は、走行速度(1.0 km/h)で約60分/10 aであり、1日に60 a～1 ha処理できます。また、連続走行時間は2時間です。ボイラは10 aあたり灯油50～60 L、水350 Lを消費し、10 aあたりの燃料費は約5,000円(2019年1月時点の灯油料金により算出)です。使用する水は、水道水の他、用水路等の用水を汲み上げて利用することもできます。

（4）機械の操作・レンタル費用

JJ7の操作にボイラ取り扱い資格は不要で、クローラ型の農業機械の操作に慣れた方であれば、簡単な講習で操作ができます。JJ7をレンタルする場合、初日費用は11万円(オペレーター日当、操作講習、初日燃料費含む)で、これに別途、機械の搬送費とオペレーターの交通費を要します。2日目以降、ユーザー自身が操作する場合、燃料費は自己負担となりますが、レンタル料は無料です。JJ7を購入する場合は受注生産となり、製作に約6か月を要します。予定価格は1,500万円です。(2019年1月時点、詳細は問い合わせ先に照会)

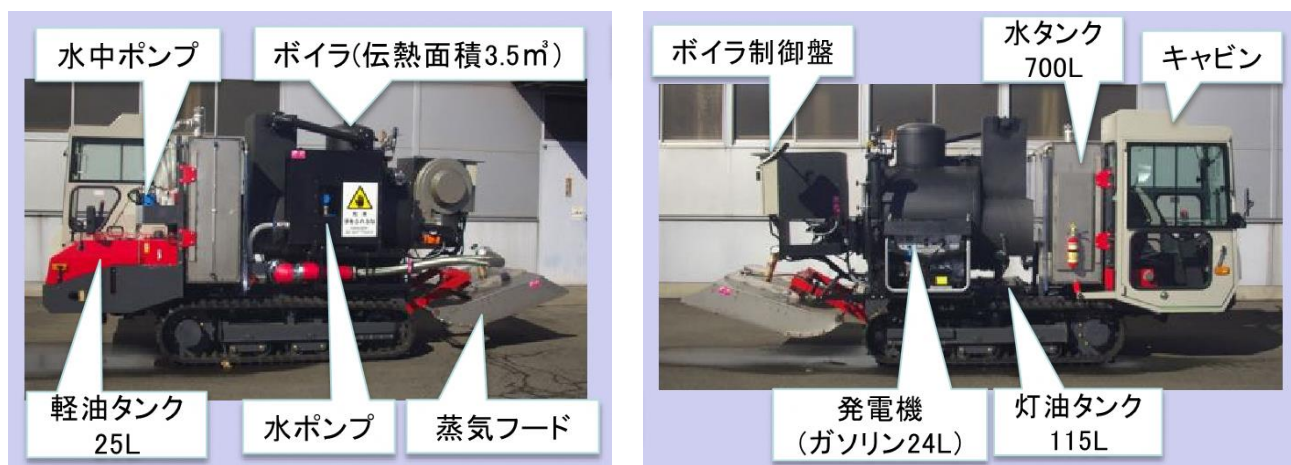


図1 蒸気処理防除機(JJ7)

問い合わせ先：(株)丸文製作所メンテナンス窓口 Tel：0120-471-978（平日8:00～17:00）
Webサイト <http://www.marubun-s.co.jp>

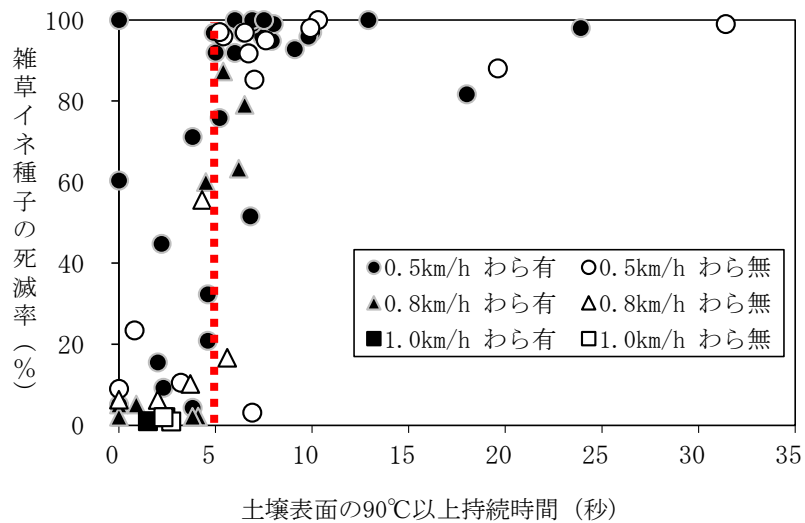


図2 蒸気処理による土壌表面の高温持続時間と雑草イネ種子の死滅率 (2018年、茨城農研)

- 1) 供試材料：現地圃場で立毛採集した当年産雑草イネ種子。
- 2) 試験時期：2017年11月13～14日、2018年10月23～24日
- 3) 試験方法：乾粒100粒を入れた金網袋を、わら残渣の上またはわら残渣と土壌表面の間に設置して蒸気を当てた。各処理3反復。
- 4) 死滅率調査：処理後に回収した種子を、ベンレートT水和剤20及びジベレリンによる種子消毒及び休眠打破後、湿らせた濾紙上に並べ、30℃14日間静置した。未発芽種子のうち、押し潰し法で潰れた種子及びTTC検定で染色されなかった種子を死滅種子と判断し、死滅率を算出した。
- 5) 赤破線は土壌表面の90℃以上持続時間5秒を示す。

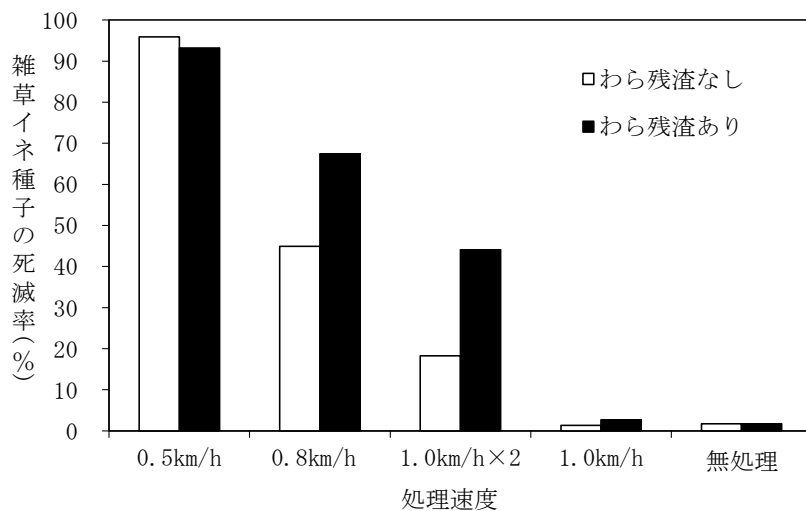


図3 蒸気処理防除機の処理速度と雑草イネ種子の死滅率(茨城農研2017年)

- 1) 供試材料：図2と同様
- 2) 試験時期：2017年11月13～14日
- 3) 試験方法：図2と同様。処理速度による10aあたり処理時間は、0.5km/hで約2時間、0.8km/hで約75分、1.0km/hで約60分。
- 4) 死滅率調査：図2と同様

3) 期待される効果

雑草イネの発生圃場で水稲収穫後の秋期に蒸気処理を行った場合、翌年の水稲作での雑草イネの密度が無処理の約3%に減少しました(表1)。本マニュアルに紹介した個別技術のう

ちでは、単独の防除効果が最も高く、他の技術と組み合わせることでさらに高い効果を期待できます。

表1 蒸気処理による翌作の雑草イネ防除効果

| 試験場所 | 長野県 | 茨城県 |
|--|--------------------|--------------------|
| 処理時期 | 2011年11月 | 2016年9月 |
| 処理速度(km/h) | 0.7 ^{注1)} | 0.5 ^{注2)} |
| 翌年調査時期 | 2012年7月 | 2017年5月 |
| 無処理区 ^{注3)} 発生量(本/m ²) | 6.8 | 170~182 |
| 蒸気処理区発生量(本/m ²) | 0.2 | 4~6 |
| 対無処理区比 | 2.9% | 2.4~3.3% |

注1)旧型の蒸気処理防除機(JJ-5.0)を使用

注2)蒸気処理防除機(JJ7)を使用

注3)茨城県の無処理区は2016年の蒸気処理において、処理前日の降雪により蒸気処理の効果を得られず石灰窒素散布のみとなった区。無処理区と見なした。

4) 注意点 (変動条件等)

(1) 効果の範囲

蒸気処理による加熱は瞬間的で地表面に限られます。そのため、土中にある前年度以前の種子や、オモダカやクログワイなどの塊茎には効果を期待できません。

(2) 地表面の条件

処理時の気温が5℃程度以上であれば、蒸気処理により、死滅効果を得られる温度まで地表面を加熱できます。低温で霜や積雪がある場合や、温度に関係なく降雨等により地表面が滞水している状態では地表面の温度上昇が妨げられ、効果を発揮できません。

(3) 稲わらなど残渣の影響

通常の場合では、稲わら残渣による影響はなく、処理速度に応じた効果が得られます(図3)。ただし、わら残渣が高水分の場合、同じ処理速度でも土壌表面の高温持続時間が短くなる傾向があります(図4)。

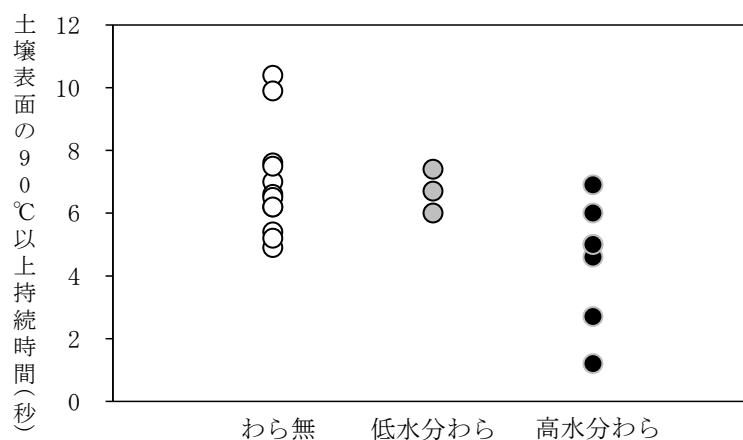


図4 蒸気処理防除機の処理速度と雑草イネ種子の死滅率(2018年、茨城農研)

1) 試験期間：2016年8~11月、2017年7~10月

2) 蒸気処理防除機の処理速度0.5km/hのデータを使用した。

3) 低水分わらは、わら水分32%。高水分わらは、わら水分50%以上。

4) 蒸気処理時のわら残渣の厚みは2~7cm。

5) 参考文献等

- ・酒井ら 2012. 蒸気除草機処理による地温上昇と雑草イネ種子の発芽への影響. 北陸作物学会報 47 : 40~43
- ・浅井ら 2015. 雑草種子を駆除し翌年の雑草を大幅に減らす自走式蒸気処理防除機. 農研機構研究成果情報 農研機構 HP :
(http://www.naro.affrc.go.jp/project/results/laboratory/tarc/2015/15_049.html)
- ・西村ら 2015. 耕地雑草の埋土種子を駆除対象とした蒸気処理技術の開発. 関東雑草研究会報 26 : 14-21

6) 蒸気処理防除機 JJ7 の問い合わせ先

(株) 丸文製作所メンテナンス窓口 Tel : 0120-471-978 (平日 8:00~17:00)

Web サイト <http://www.marubun-s.co.jp>