

ミニ特集：アスパラガス連作障害対策

アスパラガス連作障害の対策技術「湛水太陽熱処理法」

佐賀県農業試験研究センター 田川 愛
 農研機構 野菜茶業研究所 柳 井 洋 介

はじめに

我が国有数のアスパラガス産地である佐賀県は、2012年の作付面積が126 ha、出荷量が2,550 t、10 a当たり収量が2,200 kgである(農林水産省, 2014)。佐賀県では、雨除けによる半促成長期どり栽培が主たる作型であり、1988年ころから導入されている。現在、県内の多くの産地で20年以上栽培されているが、アスパラガスは永年作物であるため、株の老化(=収量の低下)が顕在化している。収量を回復させるためには、株の更新が有効であるが、一般に、アスパラガスを栽培したところに再度アスパラガスを定植すると、いや地現象(連作障害)が発生し、生育不良となる。しかし、連作障害を回避するためにハウスを移転して新植するには費用や立地上の問題があることから、同じハウス内で改植せざるを得ない生産者がほとんどである。そのため、改植時に生育不良となる場合が多く(図-1)、連作障害を心配して改植が進まず、産地全体の生産性低下が強く懸念される。

アスパラガスの連作障害の主因は、立枯病や株腐病等の土壤病害ならびにアレロパシー作用であると言われていいる。また、堆肥や肥料の連年施用による肥料成分の土壤中への集積が、植物体の養水分吸収に影響を与える、または病原性微生物の増殖を促す等も連作障害の遠因として指摘されている。産地においては、連作障害の諸要因を網羅的かつ低コストに除去できることが望ましい。そこで佐賀県農業試験研究センターでは、アスパラガス連作障害の回避技術として、土壤消毒に用いられる太陽熱処理と圃場の除塩に用いられる湛水灌漑を組合せた「湛水太陽熱処理」を開発し、その効果を検証してきた(田川ら, 2014)。本稿では、湛水太陽熱処理の作業手順と留意点、有効性ならびに効果のメカニズムについて概説する。

I 湛水太陽熱処理の手順

湛水太陽熱処理の工程を図-2に示す。まず、収穫終了後に土壌を耕起・均平化し、雨除けハウスの内周を畦畔板で囲い、土壌の熱伝導性を高めるため湛水灌漑を3回行う(図-3)。その後、ただちに地面をビニールで全面被覆し、ハウスを閉め込んで7~9月の間に約2か月間太陽熱処理を行う。さらに、ビニールを除去する前に再び湛水灌漑を3回行い、処理の終了とする。

II 湛水太陽熱処理の留意点

これまで、アスパラガスの改植前には、根株を圃場から持ち出すことが推奨されてきたが、湛水太陽熱処理を



図-1 同一生産者の16年株(上)と改植後4年株(下)

Soil Treatment by the Repeated Flood Irrigation after the Solar Heat Disinfection : to Tackle the Replanting Problem of Asparagus (*Asparagus officinalis* L.). By Ai TAGAWA and Yosuke YANAI

(キーワード: 改植, アレロパシー, 立枯病, 湛水灌漑)

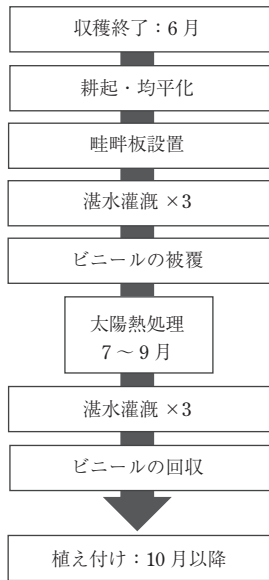


図-2 湛水太陽熱処理の流れ



図-3 湛水灌溉の様子

実施する場合、根株の回収は必要ない。アスパラガスの根株は、土壤中に $1 \sim 3 \text{ t} \cdot 10 \text{ a}^{-1}$ 程度存在すると言われ、これを圃場外へ持ち出す重労働が省略できるため、湛水太陽熱処理は従来の連作障害回避技術と比べ省力的な技術と言える。

湛水太陽熱処理は、あらかじめ圃場で問題となっていた土壤伝染性の病害に関して効果は認められるものの、処理後に圃場外から持ち込まれた病害に対する効用は期待できない。このため、処理終了後、畦畔板を撤去する

際は、未処理部分である畦畔板の外側の土が内側に混入しないように注意する必要がある。

湛水灌溉に関しては、圃場の近くに利用できる水路がない場合、灌水チューブによるかけ流しも可能である。その場合、均一な洗浄効果を得るために、圃場内全体に水が行き渡るよう水圧を調整する必要がある。

なお、灌水量については、土壤に応じて変える必要がある。今回の現地実証試験では $150 \text{ t} \cdot 10 \text{ a}^{-1} \cdot \text{日}^{-1}$ とした。これは、アスパラガスの主要根群域（ $15 \sim 30 \text{ cm}$ 深）の土壤空隙を1回洗うのに必要な水量に相当し、3回の湛水灌溉で3回圃場を洗うこととなる。黄色土のように孔隙が少ない土ではこの水量で問題ないと考えられるが、黒ボク土のように孔隙の多い土では、3回の湛水灌溉で3回圃場を洗うためには、1回の灌水量を増やす必要がある。現段階では、黒ボク土の場合は少なくとも $200 \text{ t} \cdot 10 \text{ a}^{-1} \cdot \text{日}^{-1}$ は必要と試算される。

湛水太陽熱処理でアレロパシー作用が十分に軽減されているか否かは、湛水太陽熱処理後の土に播種したレタスの発芽勢を確認することができる。もし発芽勢があまり思わしくない場合は、湛水灌溉（もしくはチューブ灌水）の工程を追加実施することをお勧めしたい。

III 処理の有効性

現地実証試験は、アスパラガスを長年栽培し、生育不良や収量低下が生じた佐賀県内の3箇所の一般生産者圃場で実施した。以下では、これらの圃場をそれぞれが立地する自治体の名称（基山，多久，太良）で表す。湛水太陽熱処理は、前述した手順で実施し、その後アスパラガスを定植した。

湛水太陽熱処理の有効性を処理直後に確認するため、処理前後の土壤を直径 7.5 cm のポリポットに充てんしてアスパラガス幼苗の生育を観察した。移植後30日目には地下部新鮮重が処理前の土壤では $0.9 \sim 1.1 \text{ g}$ であったのに対し、処理後の土壤では $1.4 \sim 1.6 \text{ g}$ と有意に増加した（図-4）。この結果から、湛水太陽熱処理がアスパラガスの連作障害要因の除去に有効であったことが示唆された。

追って現地で実際に改植したアスパラガスの生育、収量について調査した。多久では、改植後に想定していた連作障害とは異なる病害が発生したため生育を調査するには至らなかったが、基山と太良では、順調な生育を見ることができた。収量は、2011年10月7日に改植した基山での値を例示すると、2012年5～10月は $120 \text{ kg} \cdot 10 \text{ a}^{-1}$ と新植地（佐賀県農業試験研究センター内に同時期に定植）の84%、2013年1～10月は $460 \text{ kg} \cdot$

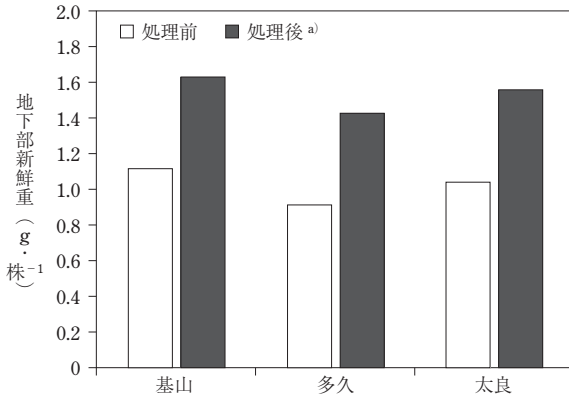


図-4 湛水太陽熱処理前後の土壌におけるアスパラガス幼苗の生育 (移植後30日目, n = 2)
a) 0.1%水準で有意差あり。

10 a⁻¹と新植地の108%となり、湛水太陽熱処理で連作障害を回避できることが実証された。

IV 効果のメカニズム

「湛水太陽熱処理」は、太陽熱処理による地温上昇で病原性微生物の菌密度を低下させると同時にアスパラガス残さの分解を促し、残さから土壌中に放出されたアレロパシー物質を湛水灌漑により作土から除去する。この過程で、一部の肥料成分も作土から減少する。ここでは、前述の3箇所の圃場において実測した湛水太陽熱処理期間中の地温と、湛水太陽熱処理の前後に採取した土壌(15~30 cm深)における立枯病(*Fusarium oxysporum*)の菌密度・土壌のアレロパシー活性・肥料成分の量の分析に基づいて湛水太陽熱処理の効果を確認した。詳細は田川ら(2014)を参照されたい。

1 地温上昇

アスパラガスの主要根群域の下端である30 cm深の地温(平均値, 最小値~最大値)は、基山で37.4℃(24.0~42.5℃), 多久で35.6℃(25.4~42.9℃), 太良で37.5℃(25.7~43.9℃)であった。*F. oxysporum*の死滅の目安となる地温40℃に達した時間は基山, 多久, 太良でそれぞれ529, 284, 679時間であり、基山と太良については小玉・福井(1982)が示す死滅目標値である336時間を越えたことが確認できた(表-1)。

2 *F. oxysporum* 菌密度の低下

土壌中の*F. oxysporum*の菌密度を測定したところ、湛水太陽熱処理前には基山, 多久および太良において、それぞれ 7.8×10^3 , 3.0×10^4 および 8.2×10^4 CFU・g⁻¹であったが、処理後の土壌ではいずれの圃場においても検出限界以下にまで低下した。多久では、地温が*F.*

表-1 湛水太陽熱処理期間中 a) の地温

	深度 (cm)	現地圃場		
		基山	多久	太良
最高地温 (℃)	0	76.6	72.4	87.3
	15	49.3	50.0	50.8
	30	42.5	42.9	43.9
	45	39.3	39.9	41.1
平均地温 (℃)	0	41.7	37.6	42.7
	15	39.7	36.9	39.4
	30	37.4	35.6	37.5
	45	35.7	34.5	36.0
最低地温 (℃)	0	23.7	20.6	22.3
	15	24.3	23.9	22.9
	30	24.0	25.4	25.7
	45	26.7	27.6	27.5
40℃以上積算時間 (h) ^{b)}	0	673	578	739
	15	838	570	886
	30	529	284	679
	45	0	0	23

(田川ら(2014)から改変)

a) 2011年に実施; 基山: 7月7日~9月12日, 多久: 7月28日~10月12日, 太良: 7月14日~9月19日。

b) 下線は処理が有効であったと判断されることを表す。

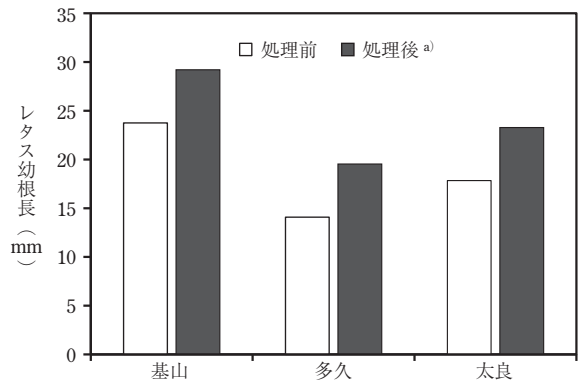


図-5 湛水太陽熱処理前後の土壌におけるアレロパシー活性のレタス幼根を用いた検定 (n = 3)

a) 0.1%水準で有意差あり。

*oxysporum*の死滅目標値に達しなかったが、菌密度が十分に低下していた。これは、太陽熱処理期間中に糖蜜を用いた還元消毒を並行実施したためであると考えられる。

3 アレロパシー活性の低下

サンドイッチ法によりレタス幼根の伸長をアレロパシー活性の指標として測定した。レタス幼根長は、湛水太陽熱処理前の土壌では14.1~23.8 mmであったのに対し、処理後の土壌では20.7~29.0 mmと有意に長くな

表-2 湛水太陽熱処理前後の土壌（15～30 cm 深）の化学性

現地圃場	土壌採取	pH (H ₂ O)	EC (1:5) dS・m ⁻¹	NH ₄ -N ^{a)} mg・kg ⁻¹	NO ₃ -N ^{a)} mg・kg ⁻¹	トルオーグリン酸 ^{a)} mg P ₂ O ₅ ・kg ⁻¹	交換性陽イオン ^{a)}			CEC ^{a)}	塩基飽和度 (%)
							Ca	Mg	K		
							cmolc・kg ⁻¹				
基山	処理前	5.6	0.35	30	210	2992	17.1	3.1	1.5	23.8	91
	処理後	6.1	0.14	70	40	2784	16.8	2.9	1.5	24.4	86
多久	処理前	5.3	0.57	30	212	1933	16.4	3.7	1.9	27.5	80
	処理後	6.8	0.28	47	45	1427	15.6	4.8	1.8	27.5	81
太良	処理前	5.6	0.96	60	430	2462	22.7	3.4	3.0	30.2	96
	処理後	6.4	0.17	30	30	1941	21.2	3.7	2.0	29.7	90
		** b)	•	ns	*	•	ns	ns	ns	ns	ns

(田川ら (2014) から抜粋)

a) 乾土当たり. b) **: 1%水準で有意差あり, * : 5%水準で有意差あり, • : 10%水準で有意差あり, ns : 10%水準で有意差なし.

った。この結果から、湛水太陽熱処理による土壌のアレロパシー活性の低下が示された (図-5)。

4 肥料成分の除去

土壌pH (H₂O) は処理の前後で5.3～5.6から6.1～6.8へ上昇し、EC (1:5土壌浸出液法) は0.35～0.96 dS・m⁻¹から0.14～0.28 dS・m⁻¹へ低下した。NO₃-Nは210～430 mg・kg⁻¹から30～45 mg・kg⁻¹に低下した。トルオーグリン酸は208～521 mg・kg⁻¹減少した。NH₄-Nは湛水太陽熱処理の効果として、一定の傾向は認められなかった。交換性陽イオン量は、Ca²⁺、Mg²⁺、K⁺のいずれも処理前後で有意な変化は見られなかった。塩基飽和度は処理前後で大きく変わらず81～90%であった (表-2)。

湛水太陽熱処理による土壌中NO₃-Nの低下はEC測定で迅速に確認することができる可能性が高いが、NO₃-Nの低下とアスパラガスの連作障害回避との関係については今のところ明らかではない。

おわりに

湛水太陽熱処理は、アスパラガスの雨除けによる半促成長期どり栽培における改植で有効性が確認され、佐賀県内をはじめ、雨除け栽培の産地である西南暖地で改植技術としての活用が期待される。一方、露地栽培においては太陽熱処理の工程で地温上昇を十分に確保できるか、また湛水灌漑を実施するにあたり水源と圃場均平を確保できるかが、湛水太陽熱処理の適用に際し問題となり、さらなる工夫を要する。少なくとも雨除け栽培の産地においては、湛水太陽熱処理のさらなる簡略化が普及に向けて重要であろう。

引用文献

- 1) 小玉孝司・福井俊男 (1982): 日植病報 48: 570～577.
- 2) 農林水産省 (2014): 平成24年度 野菜生産出荷統計, 農林水産省 大臣官房統計部 編, 一般財団法人農林統計協会, 東京, p. 77.
- 3) 田川 愛ら (2014): 園学研 13: 221～227.

農林水産省プレスリリース (26.9.16～10.15)

農林水産省プレスリリースから、病害虫関連の情報を紹介します。

<http://www.maff.go.jp/j/press/syouan> の後にそれぞれ該当のアドレスを追加してご覧下さい。

◆「平成26年度 病害虫発生予報第7号」の発表について (9/18) /syokubo/140918.html