

# アスパラガス廃棄根株等の有機物施用による キタネグサレセンチュウの密度低減効果

(独)農研機構 野菜茶業研究所 浦上敦子

## はじめに

グリーンアスパラガスは、調理の手軽さや癖のない食味等から安定した国内需要があり、これに支えられる形で市場価格も安定している。アスパラガスは鮮度低下が著しい野菜ということもあって、国産品は輸入品と同等から2倍程度の高価格で取引されているが、10～3月は国内栽培の端境期にあたり、オーストラリアやメキシコ、タイ等からの輸入品が市場を占めている。群馬県で始まった伏せ込み促成栽培法（以下「伏せ込み」と記載）は、この時期に国産のグリーンアスパラガスを生産するために開発された。伏せ込みとは、1～2年間露地圃場で栽培した株を11～12月に掘り上げ、茎葉を切除した根株を温床に伏せ込んで、萌芽してきた若茎（若い芽）を収穫する栽培法である（図-1）。3～4か月後に根中の養分が減少して、萌芽する若茎の茎径が小さくなり商品価値がなくなった段階で、収穫・栽培を終了し、残った根株（約1.8 t/10 a）は廃棄される。栽培期間が約10年間続く通常の露地栽培とは、大きく異なる栽培法である。

伏せ込みには低温による根株の休眠打破が必要とされ、また冬場の農閑期に現金収入が得られることから、東北地方を中心に近年栽培面積が増加している。一方で、毎年廃棄される根株は処理費用がかさむこともあって圃場の隅に放置されることも多く（図-2）、その処理が問題となってきている。

アスパラガスは、キタネグサレセンチュウ (*Pratylenchus penetrans*) をはじめ、キタネコブセンチュウ (*Meloidogyne hapla*)、ミナミネグサレセンチュウ (*Pratylenchus coffeae*)、ユミハリセンチュウ (*Trichodorus* sp.) の非寄主植物として知られている（佐野，1992）。ダイコンやニンジン、ゴボウ等の根菜類やレタスなど多くの野菜類を加害するキタネグサレセンチュウは多犯性の線虫で、雑草でもよく増殖する。対抗植物としてマリーゴールドが有名だが（大林，1989）、

商品作物ではないため普及には問題もある。アスパラガスはこのキタネグサレセンチュウの数少ない非寄主作物で、栽培により密度が低下することが報告されており（近岡ら，1982）、根内にはキタネグサレセンチュウに対し殺線虫活性をもつアスパラガス酸が存在する（TAKASUGI et al., 1975）。そこで筆者らは、伏せ込み後、多量に廃棄される根株をキタネグサレセンチュウ汚染圃場に施用することで、耕種の防除に利用することを考えた。



図-1 萌芽開始時期の伏せ込み促成栽培床



図-2 圃場の脇に廃棄された伏せ込み促成栽培終了後のアスパラガスの根株

Effect of Organic Amendments with Waste Asparagus Rootstock on the Population of *Pratylenchus penetrans*. By Atsuko URAGAMI

(キーワード：アスパラガス，キタネグサレセンチュウ，伏せ込み促成栽培，有機物，レタス)

## I キタネグサレセンチュウに対する有機物施用の効果 (これまでの研究事例)

キタネグサレセンチュウに限らず、植物寄生性線虫に対する堆きゅう肥を中心とする有機物の施用効果に関した研究事例は数多く、変動は大きいが一応の効果は認められるとされている (中園, 1992)。キタネグサレセンチュウに対する有機物の施用効果については、神奈川県の大イコン栽培において近岡ら (1971) および大林 (1989) が詳しく検討し、報告している。

近岡ら (1971) によれば、1 t/10 a の堆肥、2 t/10 a のキャベツ外葉や 1, 3, 5 t/10 a の稲わら堆肥を3年間連用して線虫密度への影響を調査した結果、即効性の密度低下作用は判然としなかった。資材によっては被害がやや低下する傾向が認められたものがあったが、キタネグサレセンチュウ密度の低下はブロック間の差が大きく、明らかではなかったとしている。

大林 (1989) の報告では、1 t/10 a の数種の堆肥施用で無堆肥区に比べ密度が低下する傾向が認められたが、その効果は殺線虫剤に比べ小さかった。一方、殺線虫剤と堆肥との併用について2年間試験した結果、対照の殺線虫剤単独施用区では翌年の被害度が大きく上昇したのに比べ、併用区では2年目の被害度の上昇割合が小さかった。この結果から、有機物資材の施用を、大イコンのキタネグサレセンチュウの増殖を抑制するための補助的防除手段と位置付けた。

なお、筆者らの行った圃場試験では、9.7 t/10 a という多量のおがくず牛ふん堆肥を施用したキャベツ連作試験区で、化成肥料区に比べキタネグサレセンチュウ密度が低く推移するという結果が得られている (浦上ら, 2005)。

Okamoto (2010) は、有機物施用による線虫密度抑制メカニズムに関する総論の中で、有機物施用による有害線虫抑制現象は、①有機物内に存在した内生の殺線虫物質の土壤中への放出、②有機物分解過程でのアンモニアや脂肪酸のような殺線虫物質の生成、③拮抗微生物の増殖や導入、④植物の耐性・抵抗性増加、⑤線虫に不適な土壌物理性の変化等の複合したメカニズムによって、引き起こされているとした。そのうえで、有機物による線虫抑制は補完的なもので、抑制程度が不安定で有機物の種類や土壌条件に依存するという問題点があるため、抑制メカニズムを解明して条件設定し、効果を高める必要があると述べている。また、有機物施用は、単独では殺線虫剤や燻蒸剤のような効果はないが、抵抗性品種や太陽熱消毒など他の手法との組合せで効果が上がるとしている。

このように、有機物施用によるキタネグサレセンチュウ密度抑制作用については、結果が一定ではなく、アスパラガスのすき込みに関する報告はない。そこで、アスパラガス伏せ込み栽培終了後の根株のすき込みがキタネグサレセンチュウ密度とその後レタス栽培に与える影響について試験を行った (浦上ら, 2009)。

## II アスパラガス廃棄根すき込みによるキタネグサレセンチュウ密度抑制

### 1 アスパラガス廃棄根すき込みがキタネグサレセンチュウ密度に及ぼす影響

2006年4月25日に、11 kg/m<sup>2</sup>の伏せ込み促成栽培終了後の廃棄根株を、茨城県つくば市の野菜茶業研究所つくば研究拠点の試験圃場にすき込んだ (図-3)。また、5月9日から4か月間、透明ポリエチレンシートで処理区をマルチする太陽熱処理区を設けた。試験はすべて3ブロックの乱塊法で行った。その結果、無処理区に対するキタネグサレセンチュウ密度の割合は、すき込み前の88%からすき込み44日後には28%へと低下したが、すき込み処理区ではより低い線虫密度で推移し、秋作レタス定植時 (9月13日) のすき込み区の線虫密度は無処理区の16%だった。

2007年3月12日に同一処理区に続けてレタスを定植した際の線虫密度は、前年秋作の定植時と比べると各区とも高くなってはいたが、すき込み区と太陽熱処理区の線虫密度は無処理区に比べて有意に低かった。

2007年5月8日には、5.5 kg/m<sup>2</sup>または11 kg/m<sup>2</sup>の根株をキタネグサレセンチュウ密度の高い汚染圃場にすき込んだ。また、6月22日から9月9日まで透明ポリ



図-3 野菜茶業研究所内試験圃場での根株すき込みの様子

表-1 2006～07年圃場試験のキタネグサレセンチュウ密度（浦上ら，2009より改変）

処理	2006年				2007年	
	4月25日 根株すき込み	6月8日 すき込み44日後	7月5日 すき込み70日後	8月18日 すき込み113日後	9月13日 すき込み139日後 秋レタス定植	3月12日 すき込み320日後 春レタス定植
無処理	104 ± 24 a	54 ± 1 a	29 ± 15 a	24 ± 7 a	48 ± 11 a	193 ± 49 a
11 kg/m <sup>2</sup> 根株	91 ± 23 a (88)	15 ± 4 b (28)	15 ± 4 a (52)	6 ± 2 a (25)	8 ± 4 b (16)	61 ± 19 b (32)
太陽熱	137 ± 28 a (132)	—	15 ± 3 a (52)	—	2 ± 1 c (3)	61 ± 7 b (32)

土の後は SE (n = 3) を表す。同じ英文字間には Tukey 法により 5%水準で有意差なし。括弧内の数値は無処理に対する割合を表す。

表-2 2007～08年圃場試験のキタネグサレセンチュウ密度（浦上ら，2009より改変）

処理	2007年				2008年	
	5月8日 根株すき込み	6月5日 すき込み27日後	7月3日 すき込み56日後	8月2日 すき込み86日後	9月10日 すき込み124日後 秋レタス定植	3月25日 すき込み321日後 春レタス定植
無処理	832 ± 245 a	1001 ± 354 a	522 ± 160 a	285 ± 91 a	337 ± 92 a	149 ± 39 ab
5.5 kg/m <sup>2</sup> 根株	702 ± 314 a (84)	235 ± 61 b (23)	200 ± 41 ab (38)	85 ± 21 ab (30)	106 ± 12 b (31)	169 ± 49 a (113)
11 kg/m <sup>2</sup> 根株	608 ± 233 a (73)	112 ± 21 b (11)	119 ± 38 b (23)	56 ± 21 b (20)	71 ± 9 b (21)	66 ± 9 bc (44)
太陽熱	661 ± 257 a (79)	328 ± 82 b (33)	61 ± 16 b (12)	56 ± 12 b (20)	0.3 ± 0.2 c (1)	18 ± 1 c (12)

土の後は SE (n = 3) を表す。同じ英文字間には Tukey 法により 5%水準で有意差なし。括弧内の数値は無処理に対する割合を表す。

エチレンシートでマルチし、太陽熱処理区とした。その結果、線虫密度の割合はそれぞれ 84%（すき込み時）から 23%（27日後）に、および 73%から 11%に低下した（表-2）。前年の試験と同様に、秋作レタス定植時（9月10日）にも明らかに効果が認められ、線虫密度は無処理区の 31%および 21%だった。太陽熱処理区では、処理期間の経過とともに線虫密度が低下し、レタス定植時にはほぼ 0 になった。2008年3月25日の春作レタス定植時における線虫密度は、前年の秋作レタス定植時に比べて、5.5 kg/m<sup>2</sup> すき込み区と太陽熱処理区で増加し、11 kg/m<sup>2</sup> すき込み区では同等、無処理区では減少した。この結果、無処理区と 5.5 kg/m<sup>2</sup> すき込み区が同等、11 kg/m<sup>2</sup> すき込み区が無処理区の 44%、太陽熱処理区が 12%だった。

本試験結果より、アスバラガス伏せ込み促成栽培終了後の根株を土壤に混入することで、キタネグサレセンチュウ密度が減少することが確認され、圃場条件下でキタネグサレセンチュウ密度を低減できることが示唆された。

## 2 アスバラガス根株のすき込みが土壤の理化学性に及ぼす影響

2006年の土壤 pH は、11 kg/m<sup>2</sup> すき込み区で 44 日後は一時的に低下したが、すき込み 113 日後には無処理区と同程度まで上昇した（図-4）。土壤の EC（電気伝導度）はすき込み 44 日後一時的に上昇し、すき込み

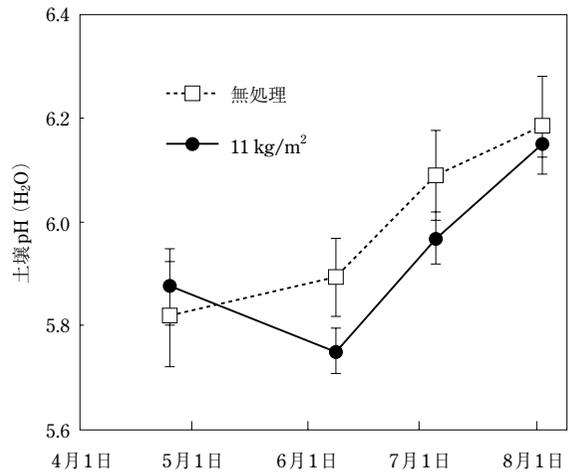


図-4 2006年試験圃場の土壤 pH（浦上ら，2009より改変）

113 日後には無処理区と同程度まで低下した（図-5）。

2007年5月の 11 kg/m<sup>2</sup> すき込み直前と秋作レタス定植前の 8月に土壤の全窒素および全炭素含有量を測定した。その結果、すき込み区では全窒素、全炭素含有量ともにわずかに増加したが、無処理区との間に有意差は認められなかった。太陽熱処理区では、8月の全窒素および全炭素含有量は、ともに他の処理区に比べ有意に低か

った(データ省略)。

### III すき込み圃場でのレタス栽培

キタネグサレセンチュウはレタスに被害を及ぼし、生育初期における土壌 20 g 当たりの線虫数と収穫期における結球サイズの間には、ある程度の負の相関が認められている(宮田・遠藤, 1989)。そこで、アスパラガス根株すき込み後の圃場にレタスを栽培した。

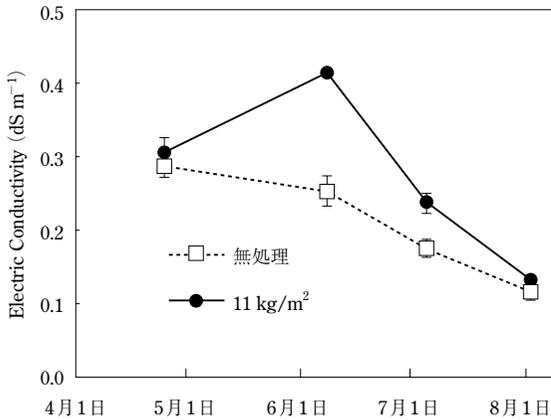


図-5 2006年試験圃場の土壌 EC (浦上ら, 2009より改変)

2006年の秋作レタスにおける結球重および地上部重は、すき込み区で無処理区のそれぞれ 119%および 118%であり、地上部重はすき込み区で無処理区より有意に高かった(表-3)。2007年3月から連作した春作レタスの結球重および地上部重は、すき込み区で無処理区の 212%および 204%で、太陽熱処理区と同様に無処理区を大きく上回った。

2007年の秋作レタスにおける収量は、11 kg/m² すき込み区が無処理区のそれぞれ 206%および 176%、5.5 kg/m² すき込み区が 156%および 148%と優れ、いずれも無処理区に対して有意差が認められた(表-4)。2008年2月から連作した春作レタスにおける結球重および地上部重は、5.5 kg/m² すき込み区では無処理区のそれぞれ 109%および 108%で無処理区と同等、11 kg/m² すき込み区では 136%および 126%で両者とも有意に高かった。

2007年の秋作レタス栽培における、定植時の線虫密度と収穫時の結球重および地上部重との間の決定係数は、それぞれ  $R^2 = 0.599$  ( $n = 12$ ) および  $R^2 = 0.636$  ( $n = 12$ ) であり、このときのみ有意な負の相関関係が認められた。しかしながら、傾向としては他のレタス作でも、定植時の線虫密度の低い処理で収量が高く、密度が高い処理で収量が低かった。本試験のレタス収穫は、

表-3 2006年と07年のレタス収穫調査結果(浦上ら, 2009より改変)

処理	2006年秋レタス		2007年春レタス	
	結球重 (g)	地上部重 (g)	結球重 (g)	地上部重 (g)
無処理	236 ± 30 b	468 ± 49 b	209 ± 40 b	321 ± 61 c
11 kg/m² 根株	282 ± 7 b (119)	550 ± 28 a (118)	444 ± 13 a (212)	656 ± 25 a (204)
太陽熱	309 ± 64 a (131)	570 ± 100 a (122)	388 ± 23 a (186)	546 ± 23 b (170)

±の後は SE ( $n = 3$ ) を表す。同じ英文字間には Tukey 法により 5%水準で有意差なし。括弧内の数値は無処理に対する割合を表す。

表-4 2007年と08年のレタス収穫調査結果(浦上ら, 2009より改変)

処理	2007年秋レタス		2008年春レタス	
	結球重 (g)	地上部重 (g)	結球重 (g)	地上部重 (g)
無処理	140 ± 10 d	306 ± 18 c	453 ± 25 c	709 ± 48 c
11 kg/m² 根株	288 ± 23 b (206)	540 ± 40 a (176)	615 ± 62 b (136)	895 ± 79 b (126)
5.5 kg/m² 根株	219 ± 13 c (156)	452 ± 10 b (148)	493 ± 71 c (109)	769 ± 73 bc (108)
太陽熱	356 ± 60 a (254)	592 ± 80 a (193)	674 ± 80 a (149)	1062 ± 86 a (150)

±の後は SE ( $n = 3$ ) を表す。同じ英文字間には Tukey 法により 5%水準で有意差なし。括弧内の数値は無処理に対する割合を表す。

最も生育の進んだ太陽熱処理区の収穫時期に行った。宮田・遠藤（1989）によれば、レタスではネグサレセンチュウの加害により生育が遅延することが知られている。したがってキタネグサレセンチュウ密度の高い処理区では、低密度の処理区に比べて生育が遅れ、結果として収量が減少したと考えられた。すき込まれた根株の窒素源としての側面については、慣行の施肥を行っていること、すき込みを行わず土壤中の全窒素含量が減少した太陽熱処理区で最もレタス収量が高かったこと、今回供試品種とした‘パトリオット’は施肥窒素への反応が比較的鈍いマック系品種に属するとされること等の理由から、レタスに対する生育促進効果はほとんどなかったと考えられ、アスパラガス廃棄根株のすき込みによるキタネグサレセンチュウ密度の低下が収量増加の主たる要因と考えられた。

### おわりに

岩手県農業研究センター県北農業研究所では、伏せ込みの特徴である、定植後1～2年での株の掘り上げを利用して、株養成とレタス栽培を交互に行うことにより、キタネグサレセンチュウ密度を低く保つ輪作体系を構築中である。これまでアスパラガスの栽培は10年近く続くこともあって、主要な植物寄生性線虫の非寄主作物でありながら輪作体系に組み込むことは難しかったが、伏せ込み用の養成畑であれば1、2年で栽培が終了するた

め、輪作が容易になる。輪作に加えて、高密度圃場部位にアスパラガス廃棄根株をすき込むことによって、密度を低く保つ手法を検討している。キタネグサレセンチュウなどに対するアスパラガスの輪作とすき込みによる耕種的防除法の研究は、やはり伏せ込み栽培の盛んな地域である福島県農業総合センター会津地域研究所でも、会津坂下町立川地区のゴボウを対象として行われている。

今後は、すき込み時期、すき込み量等の検討がさらに必要である。現在筆者は、新たな農林水産政策を推進する実用技術開発事業「寒冷地特性を活用し国産アスパラガスの周年供給を実現する高収益生産システムの確立」において岩手県農業研究センター県北農業研究所とともに研究を継続中である。この研究の成果が岩手県をはじめとするアスパラガス伏せ込み栽培地域で活用されることを願っている。

### 引用文献

- 1) 近岡一郎ら（1971）：神奈川県農業試験研究機関共同研究報告 2: 150.
- 2) ———ら（1982）：日本線虫研究会誌 11: 19～23.
- 3) 宮田将秀・遠藤尚美（1989）：北日本病虫研報 40: 200.
- 4) 中園和年（1992）：線虫研究の歩み 日本線虫研究会創立20周年記念誌、日本線虫研究会、つくば、p. 258～261.
- 5) 大林延夫（1989）：神奈川県園芸試験場研究報告 39: 1～90.
- 6) OKA, Y. (2010): Applied Soil Ecology 44: 101～115.
- 7) 佐野善一（1992）：線虫研究の歩み 日本線虫研究会創立20周年記念誌、日本線虫研究会、つくば、p. 253～257.
- 8) TAKASUGI, M. et al. (1975): Chemistry Letters 4: 43～44.
- 9) 浦上敦子ら（2005）：園学雑 74（別2）: 474.
- 10) ———ら（2009）：日本線虫学会誌 39: 23～30.

### （新しく登録された農薬27ページからの続き）

アトラジン：27.8%、S-メトラクロール：26.4%  
 とうもろこし：一年生雑草  
 飼料用とうもろこし：一年生雑草  
 ソルガム：一年生雑草  
 ●デスメディファム・フェンメディファム・S-メトラクロール乳剤  
 22820：ベタダイヤS乳剤（北海三共）11/10  
 デスメディファム：2.3%、フェンメディファム：10.0%、S-メトラクロール：7.5%  
 てんさい（移植栽培）：一年生雑草  
 ●イマゾスルフロン・フェントラザミド・プロモブチド粒剤 ※既製剤（新規参入）  
 22828：マクダス1キログ粒剤（日本グリーンアンドガーデン）11/24  
 イマゾスルフロン：0.90%、フェントラザミド：3.0%  
 プロモブチド：9.0%  
 移植水稲：水田一年生雑草、マツバイ、ホタルイ、ウリカワ、ミズガヤツリ（北海道を除く）、ヘラオモダカ（北海道、東北）、ヒルムシロ、セリ、シズイ（東北）、クログワイ（東北、関東・東山・東海、近畿・中国・四国）、コウキヤガラ（関東・東山・東海）、アオミドロ・藻類による表層はく離  
 直播水稲：水田一年生雑草、マツバイ、ホタルイ、ウリカワ、

ミズガヤツリ、セリ

### 〔植物成長調整剤〕

- ウニコナゾールP複合肥料 ※既製剤（新規参入）  
 22829：ダブルショット18（日本グリーンアンドガーデン）11/25  
 ウニコナゾールP：0.0040%  
 水稲：節間短縮による倒伏軽減  
 22830：ダブルショット20W（日本グリーンアンドガーデン）11/25  
 ウニコナゾールP：0.0030%  
 水稲：節間短縮による倒伏軽減  
 22831：ダブルショット27（日本グリーンアンドガーデン）11/25  
 ウニコナゾールP：0.0040%  
 水稲：節間短縮による倒伏軽減  
 ●1-メチルシクロプロペンくん蒸剤  
 22804：スマートフレッシュくん蒸剤（ローム・アンド・ハース・ジャパン）11/09  
 1-メチルシクロプロペン：3.3%  
 りんご（倉庫等施設内）：収穫果実の熟期抑制  
 なし（倉庫等施設内）：収穫果実の熟期抑制  
 かき（倉庫等施設内）：収穫果実の熟期抑制