

# 緑肥作物と根の役割

雪印種苗(株) 北海道研究農場

主席研究員 橋爪 健

## はじめに

夏播き緑肥の播種時期を迎えたが、今回は緑肥作物の根の役割と微生物との関係について、作物ごとに振りかえってみたいと思います。緑肥と言うと、どうしても不足する有機物の確保が目的となり、地上部に目が集中しがちですが、最近は土壤病害の抑制や線虫の対抗作物として、また、菌根菌やマメ科作物の根粒菌による地力対策として、むしろ、この根の役割が着目されています。

## 1 根の役割

緑肥の根の割合は特にイネ科作物で多く、乾物では地上部の約2割弱で、すき込まれた後の有機物としての役割も大きいと思います。作物の根は体を支え、土壤から養分や水分を吸収する重要な役割がありますが、土壤中の微生物とも大きく関わっています。即ち、根から放出されるムシゲル（糖類の一種）は微生物の食事となり、これを増殖させ、逆に微生物は根を通じて植物ホルモンを形成する役割を持ちます。有機栽培の果実が日保ちや色が良かつたりするのは、この根圈微生物が

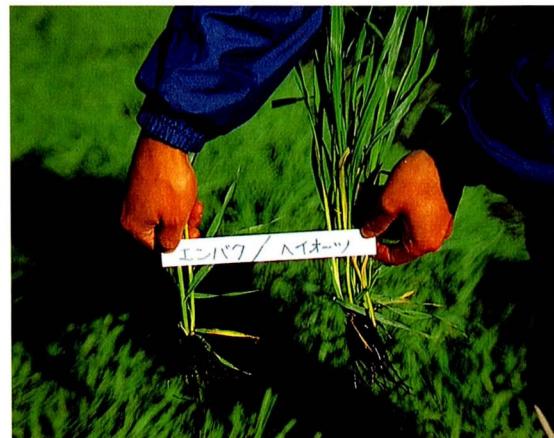


写真1 根張りの豊富なハイオーツ

豊富に繁殖し、これらホルモンを生成しているからです。肥沃な土というものはこの微生物の数ではなく、種類の多さを意味し、これを微生物の多様性と言います。この微生物を増やすには作物の連作をやめ、多くの種類の作物を栽培し、それにあった微生物を増やしていくのが一番なのです。緑肥はこの「輪作体系」の一作物としても役立ちますが、土にすき込まれた後は有機物としてこれらのエサとなり、増殖にも役立ちます。

牧草と園芸・平成12年(2000)7月号 目次

第48巻第7号(通巻569号)



カワミドリ  
自然環境緑化用

□府県向・秋播き牧草優良品種	表②
□緑肥作物と根の役割	橋爪 健 1
■都市地域の緑肥作物による環境保全型農業の展開	関口 賢司 6
□牛ふん尿処理に関する当社商品のご紹介	西 春彦 9
■ホウレンソウ「フィーリング125」	
产地優良事例…福岡県みい農協	山手 秀吉 14
□ウィンターオーバーシーディングのご紹介	表③
□伝説は神話となった「アクレモ」	表④

表1 1 mm 以上の耐水性団粒の割合と前作物との関係 (E.J.Russel)

前作物の種類と年数	古い牧場	古い耕地	2年クローバー 1年稲	2年稲 1年クローバー	3年稲 クローバー	3年 アルファルファ	6年
団粒構造(%)	79	4	17	27	9	35	20

表2 各種牧草栽培後の犁底盤の硬さ (田村, 火山灰土壤)

作物	アカクローバ クローバー	ラジン クローバー	スイート クローバー	アルサイク クローバー	アルファルファ	チモシー	チモシー・アカ クローバ混種	ダイズ
1年目	58	78	46	74	51	97	51	124
2年目	29	65	33	50	41	73	41	112

注：播種前を 100 とした。

## 2 土壤を団粒化するイネ科緑肥作物

これらの微生物が住むには当然住居が必要で、水や空気の供給も必要となってきます。一般の連作圃場では土壤の粒子が細かく、壊れやすいため単粒化し、土が気密化して、どうしても空気や水の割合が少なくなってしまいます。これをフカフカの土にするには一つ一つの土を団粒化し、ジャガイモでいえば男爵薯のような粒子の積み重ねが大切になります。これが期待できるのはイネ科作物の豊富な根群で、表1に示すようにルートマットが発達した古い牧場の跡地（イネ科牧草）では、79 % もの団粒構造が認められています。ヘイオーツは緑肥の中では最も根群が発達した作物の一つで、その量は緑肥用エンバクを明らかに上回ります。また、タマネギ後作緑肥のライムギ：キタミノリは越冬に備えるために、地上部以上に地下部が生育するために、その合計収量は緑肥用エンバク対比で 165 % と、夏～秋口の緑肥の中では最多収作物です（北見市、1997）。

## 3 土壤の排水性を改善するマメ科緑肥作物

まめ助やアカクローバに代表されるマメ科緑肥作物は深根性で、根粒菌が空中窒素を固定するために、翌年の窒素減肥が期待できます。根粒菌はマメ科作物とは共生関係があり、植物から養分をもらう代わりに、空気中の窒素を固定し、マメ科作物に供給します。そのため、マメ科緑肥は炭素率が 15 % 弱と特に低く分解が早いため、翌年には窒素で 6～8 kg/10 a の減肥が期待できます。

アカクローバの根は 50 cm 以上も土壤中に入り、深土（下層土）の排水性や透水性を改善します。

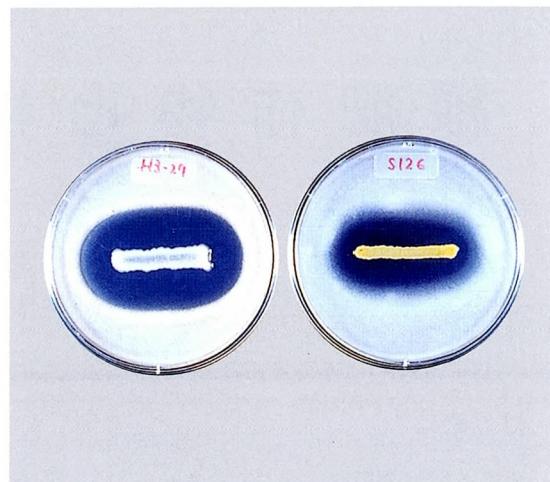


写真2 ヘイオーツ跡地土壤より見出されたアズキ落葉病拮抗菌（北大 小林先生提供）

プラウで 30 cm 耕起しても、その下の 20 cm は耕起されず、ここで分解した根の跡が穴となり、排水溝として役立つわけです。表2に示すように、深根性のアカクローバやスイートクローバを栽培した2年目の土壤では、犁底盤が播種前に比べ、29, 33 % も柔らかくなっています。アブラナ科のキカラシも深根性の作物で、この効果が期待できます。転換畑や土壤の排水性が悪いと貴重な表土が降雨で流亡したり、後作の根張りが悪くなり、低収の原因になりますので、土壤の排水性を改善する緑肥作物の導入が有効です。

## 4 菌根菌が着生するヒマワリ

土壤中のVA菌根菌はイネ科・マメ科作物・ヒマワリ等に着生し、リン酸の有効利用に役立ちます。菌根菌は根に着生するカビの一種で、作物から養分をもらう代わりに、菌糸が伸びて根から遠い（作物の根が利用できない）リン酸を吸い、根の中のう状体に蓄えます。これを宿主の作物が利用し、リン酸の有効利用が図れます。注意点としては、①後作にビート・ダイコンやソバ等の菌根菌が利用できない作物を栽培すると、折角の効果が期待できないので、後作はこれを利用できる麦類・豆類やスイートコーンにする。②ヒマワリが特に騒がれていますが、菌根菌はヘイオーツやまめ助のようなマメ科やイネ科緑肥作物にも十分に着生する。③特にヒマワリは花畑としてはきれ

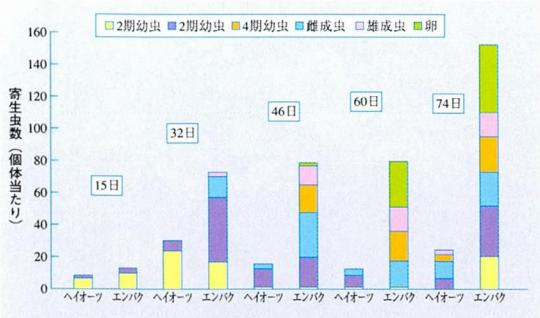


図2 ヘイオーツと緑肥用エンパクにおけるキタネグサレセンチュウの発育比較

表3 ヘイオーツ栽培後の春ダイコンの被害程度の比較(中央農試, 1991)

処理	春播き緑肥→夏ダイコン				夏播き緑肥→春ダイコン			
	線虫密度		商品化率		線虫密度		商品化率	
	頭/土25g	%	ネグサレ指數		頭/土25g	%	ネグサレ指數	
ヘイオーツ	5.0	11	47.5	100 %	5.7	19	12.5	100 %
緑肥用エンパク	47.7	108	97.5	0	23.0	77	57.5	70
マリーゴールド	5.3	15	42.5	100	2.3	6	17.5	100
トウモロコシ	38.6	52	100.0	0	27.3	133	52.5	80
緑肥無栽培区	16.5	33	60.0	60	22.3	119	67.5	60

\* : 栽培前の線虫密度に対する比率を示す。

いですが、菌核病やバーティシリウム病の土壌病害にはむしろ弱く、後作に豆類やジャガイモを栽培する場合には注意を要する、等々です。この菌核病のまん延防止には、ヒマワリが子実を形成する前（菌核が形成される前）のすき込みがポイントで、また、バーティシリウム病には抵抗性品種の栽培しかないのが現状です。

## 5 キタネグサレセンチュウを減らすヘイオーツ

エンパクの野生種：ヘイオーツはキタネグサレセンチュウの対抗作物として、北海道の奨励事項として普及しています。このキタネグサレセンチュウはどこの圃場でも見られる線虫で、現在栽培されている野菜や畑作4品でも、ビートが減らす傾向にある他は、全て増殖作物です。緑肥作物の中でもヘイオーツしか減らすものは認められないのが現状で、最も普及していると思われる緑肥用エンパクは増殖作物です。今、十勝・北見地方の畑作地帯に野菜が普及していますが、ダイコン・ニンジン・ゴボウ・ナガイモ等の根菜類はいずれも線虫の被害が甚だしく、非農薬的防除法としてヘイオーツの積極的普及が図られています。

ではなぜヘイオーツがキタネグサレセンチュウ

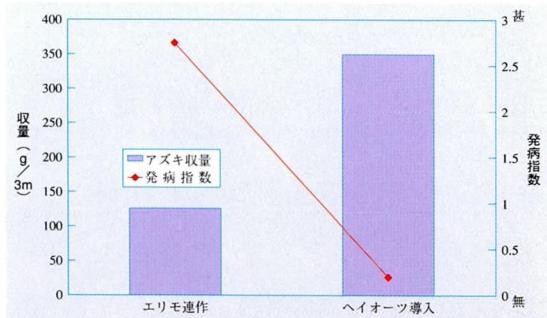


図3 ヘイオーツ導入によるアズキ収量と発病指数の変化 (帯広市大正試験圃場、小林、1997)

を減らすのでしょうか？当社では小型ポットでヘイオーツとエンパクを生育させ、これに第2期幼虫（卵から孵化した幼虫）を接種し、その推移を観察しました（図2）。その結果、エンパクでは根に侵入した線虫が雌成虫にまで発育し、多くの卵が見られました（根内で産卵して増殖させる）。表3には圃場試験の結果を示しましたが、このエンパクを畑にすき込むと線虫の卵をばら撒くようなもので、後作のダイコンは被害が大きく、商品化率も春播きでは0になっています。

一方、ヘイオーツの根にも線虫は侵入するのですが、その線虫の発育は明らかに抑えられ、74日目で雌成虫がわずかに認められましたが、卵は認められませんでした（図2）。つまり、根に線虫が侵入すると、何らかの線虫の生育阻害物質が発現し、線虫の発育を抑制し、最後には殺してしまうと思われます。この線虫を積極的に捕獲するにも根張りの良さが必須条件です。注意点としては①線虫は雑草があるとこれに侵入して増殖するため、雑草のないきれいな畑を作ること、②栽培期間は春なら60日前後、夏播きならこれより若干短い50日位で効果が認められ、③その抑制効果は当初頭数の約10%で、ダイコンの場合には2作までは効果が持続します。

ヘイオーツはイネ科作物のため、ニンジンやゴボウのキタネコブセンチュウの非寄主作物です。そのため、ヘイオーツを栽培すると土壌中のキタネコブセンチュウは餓死し、これも明らかに減ります。このようにヘイオーツの根には線虫を殺す役割もあるのです。

## 6 アズキ落葉病を減らすヘイオーツ



写真3 落葉病菌汚染土壤でのヘイオーツの抑制効果（ヘイオーツ播種後、左：1週間目にアズキを播種 右：4週間目にアズキを播種）

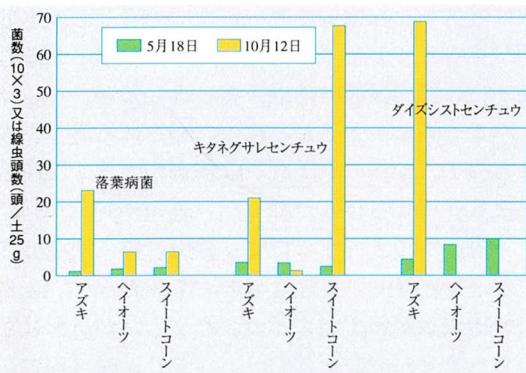


図4 ヘイオーツ栽培後のアズキ落葉病菌と各種線虫の推移  
(雪印、土幌町、1999)

北海道大学の小林教授の研究室では、ヘイオーツを栽培すると、アズキ落葉病の発病程度が明らかに軽くなる事が明らかにされました。この発病軽減の機作として、豊富な根圏が多くの種類の微生物を増やしているのが原因と考えられます。帯広市の現地試験の結果では、ヘイオーツ導入区では落葉病の発病指数は低く、350 kg/10 a のアズキ収量が確保されています(図3)。また、それの中に落葉病菌に対する拮抗性の細菌が4種類、放線菌で13種類も見つかっているのが興味が深い所です。

当社では昨年、北海道大学と現地の農業改良普及センターの協力のもとで、土幌町に現地試験圃場を設けました。その結果、ヘイオーツを栽培するとキタネグサレセンチュウが明らかに少なくなり、落葉病菌もアズキ栽培区の25%前後にまで低

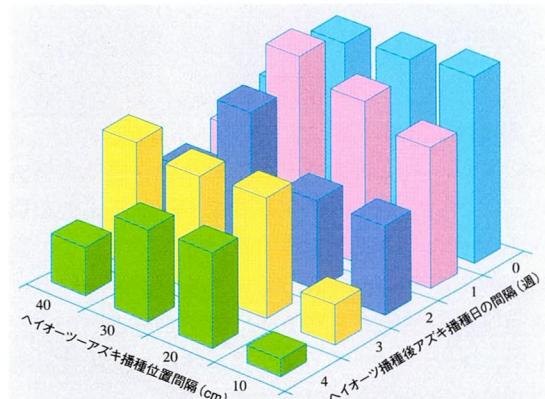


図5 ヘイオーツの根圏効果とアズキ落葉病の感染程度

下しています(図4)。対照のスイートコーンではキタネグサレセンチュウが69頭にも増えましたが(ヘイオーツ：1頭)，落葉病菌も減っています。一方、アズキ栽培区では落葉病の発病を助長するダイズシストセンチュウが明らかに増殖し、落葉病菌も明らかに増えている事がわかりました。今年はこの畑にアズキを栽培して、その抑制効果を確認する予定です。

当社の技術研究所では、ヘイオーツの根圏効果によるアズキ落葉病の抑制効果を比較しました。まず、浅い育苗箱に落葉病の汚染土壤を詰め、その端にヘイオーツを播種し、根が横に伸びるようにしました(写真3)。次いで、これから10cm間隔でアズキを播種します。ヘイオーツとアズキを同時に播種すると(ヘイオーツの根が伸張しない時)，どの畠のアズキも殆ど落葉病に罹病しました。

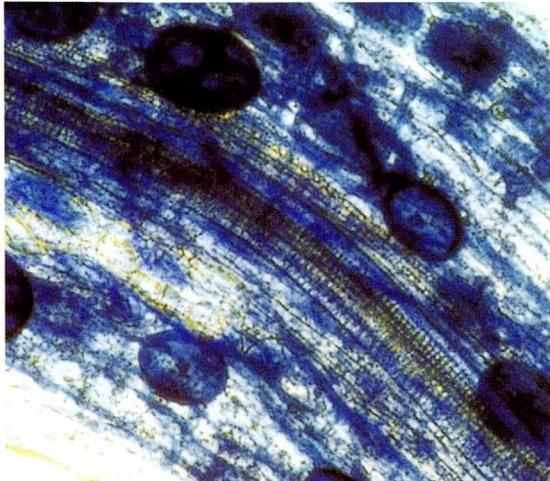


写真4 ヒマワリの根に共生した菌根菌  
(北農試 唐澤氏提供)

しかし、ヘイオーツとアズキの播種時期が離れる程、また、アズキとの距離が近くなる程（ヘイオーツの根圈が発達する程）、土壤中の菌量が少なくなり、感染程度が低くなりました（図5）。これはヘイオーツの根圈が土壤中の微生物相に影響を与え、結果的に落葉病を抑えたと考えられますが、詳細については現在さらに検討中です。

## 7 地下部（根）から見た最適綠肥作物の選定

多量の有機物をすき込み（5～600 kg/10 a）、土壤の物理性を改善し、団粒構造を期待したり、有害線虫や土壤病害を減らすにはヘイオーツが最適です。特に、綠肥用エンバクよりも根量がはるかに多く、キタネグサレセンチュウを退治できるのは着目できると思います。夏播きで多収を得るには8月中旬までの播種がポイントで、10 a当たり肥料は硫安を1袋施用、播種量は10～15 kg（散播又は密条播）です。

また、タマネギ後作を対象として、8月下旬以降に播種する場合には、ヘイオーツ以上にライムギ：キタミノリが最適です。早期播種が大原則（9月上旬が限界）で、播種量は20 kg/10 a、不耕起栽培も検討して頂ければ幸いです。線虫抑制効果は期待できませんが、この時期の播種でも地上部と合わせると2～300 kg/10 aの有機物が確保できます。翌年の窒素減肥や小麦の後作にイネ科同士



写真5 地力増進に「まめゆたか」

の連作を嫌われる場合には、ベッヂ類のまめ助かキカラシが最適です。まめ助はアズキ粒大の根粒菌が着生し、空中窒素を固定するため、翌年の窒素：6～8 kg/10 aの減肥が期待できます。このまめ助：5 kgと直立性のエンバク：とちゆたか3 kg/10 aを混播したまめゆたかが最近好評です（写真5）。まめ助のつるがとちゆたかにうまく絡まり、草姿が立性になるため、すき込みが楽になる事、収量的にも多収になり、8月中旬でも播種できる事が大きな利点です。

## おわりに

今回は綠肥作物の根に着目して、品種を紹介致しました。作物の根は地上部以上に重要な働きをしており、土壤微生物との関わりも見逃せません。健全で豊かな農業を行うためにも、これらの点に再度着目して頂き、最適な品種を選定して頂ければ幸いに思います。現地でご不明な点があれば農場までご連絡して頂ければ幸いです。

T E L : 01238-4-2121 担当：橋爪、高橋（穀）

E-Mail : Ken.Hashizume@snowseed.co.jp

## 謝辞

今回の士幌町の現地試験や技術研究所の研究は農林水産省先端技術開発センター(STAFF)の補助事業の一環として実施しました。実施に当たっては北海道大学の小林教授、近藤助教授のご指導や現地の農業改良普及センターのご協力を頂きました。ここに深く感謝の意を表します。