

緑肥作物を活用した野菜栽培 “生産性の向上と環境保全の両立を目指して”

1 はじめに

近年、食の安全・安心に加え、農業分野においても地球温暖化防止の観点から、緑肥作物や堆肥を利用した農地の土壌炭素貯留、また生物多様性保全を目的とした生きもの生息空間の提供など、環境保全効果の高い営農活動が求められるようになっていきます。

平成23年度から農林水産省では、化学肥料・化学合成農薬を5割以上低減する取り組みと合わせて、地球温暖化防止や生物多様性保全に効果の高い営農活動（有機農業を含む）を行っている農業者に対して「環境保全型農業直接支払」（以下、環境直払）を実施、さらに平成27年度からは「農業の有する多面的機能の発揮の促進に関する法律」に基づく安定した制度になりました¹⁾。

これまでに、環境に配慮した水田での緑肥利用を目的に、ヘアリーベッチを活用した水稲^{2) 3)}、大豆栽培について紹介してきました⁴⁾。

平成21年からは、自ら緑肥作物を活用した野菜栽培に取り組むようになり、緑肥作物の特徴と季節ごとの活用事例などについて紹介します。

2 緑肥作物の特徴と効果⁵⁾

1) 緑肥 (green manure) とは

植物の地上部を緑のまま農地にすき込んで腐食させ肥料とするもので、そのために前作で栽培するものを緑肥作物 (green manure crop) といいます。

窒素供給用には、窒素固定に優れたマメ科作物のヘアリーベッチ「寒太郎、藤えもん、まめ助」（以下、「」内は品種名）、クロタラリア「ネマキング、ネマックス、ネマコロリ」などが利用されます。

有機物の大量補給には、地上部収量に優れたイネ科作物のソルガム「つちたろう、グリーンソルゴー」、スーダングラス「ねまへらそう」などが用いられます。

これに対して、堆肥はあらかじめ完熟させた有機物を農地に施用する点で緑肥と異なります。

堆肥は地力維持に安定した効果が得られますが、完熟した良質なものを入手するのが難しく、重量物のため運搬や散布作業に手間がかかります。

緑肥は未熟な有機物をすき込むため、土壌中での微生物のエサが豊富となり、生物相を活性化させる効果があります。資材は緑肥種子だけで大量の有機物を得ることができます。

しかし、緑肥作物は栽培期間とすき込み後の腐熟期間が必要で、その間は野菜が栽培できません。また、細断してすき込み易くするために、フレールモアなどの機械が必要になる場合があります。

2) 特徴と効果

緑肥作物には、窒素供給や有機物の大量補給に加えて、植物寄生性の有害センチュウに対抗性を示し抑制効果のあるイネ科のエンバク「緑肥ハイオーツ、スナイパー」、ライムギ「R-007」、ソルガム「つちたろう」、スーダングラス「ねまへらそう」、マメ科ではクロタラリア「ネマキング、ネマックス、ネマコロリ」、クリムソクローバ「くれない」などがあります。

土壌流亡を防止するために農地の被覆や混作や間作でリビングマルチとして利用されるライムギ「R-007」やクローバ、果樹園の草生栽培で用いられるナギナタガヤやヘアリーベッチなどがあり、カバークロップとも呼ばれます。

緑肥作物は根系が深く、とくに直根系のマメ科の

セスバニア「田助」は、ロータリーなどではとどかない下層部を根で耕す根耕作用があり、土壤物理性の改善に役立ちます。農地の景観美化に代表されるヒマワリ、また防風、ドリフトガード、天敵昆虫の棲家としてのバンカークロップ、蜜源作物にも緑肥作物が利用されています。

近年では、土壤病原菌や有害センチュウを抑制できる薫蒸作物として、アブラナ科のチャガラシ「辛神」の利用があります。

これらの特徴と効果については、文末の「**緑肥作物特性一覧表（雪印種苗、2016）**」を参照ください。

従来の緑肥効果に加えて、新たな機能を有した緑肥作物の利用法が開発され、いずれも化学肥料や農薬の多用に依存しない栽培体系を確立するうえで重要な要素になります。

3) 緑肥作物を選ぶポイント

①緑肥作物を利用できる時期はいつか？

畑が休み緑肥作物を栽培できる時期はいつ頃になるかを考えます。草種によって生育期間は異なりますが、すき込み後の腐熟期間を合わせて春～秋では2～3ヵ月、秋～翌春では4～5ヵ月が必要です。夏場に畑が空いて雑草防除のために何回もロータリーをかける、逆に冬場は空いて作付しないなどの条件が当てはまると緑肥作物を利用できます。

②時期にあった緑肥作物を選ぶ（一般地・暖地の例）

緑肥作物には播種適期があります。ダイコン、ニンジンなどのキタネグサレセンチュウを抑制、ジャガイモそうか病や根こぶ病を軽減できるエンバク「緑肥ハイオーツ」は、春播き・晩夏播き（年内すき込み）・秋播きが可能で、播種後からすき込みまで2ヶ月、腐熟期間は2～3週間です。

サツマイモネコブセンチュウを抑制するエンバク「スナイパー」は、晩夏播きで年内すき込みが可能です。

キタネグサレセンチュウを秋播きで抑制するライムギ「R-007」は、12月まで播種できます。春播きでは抑制効果は見られませんが、出穂が少なく落下種子を抑え、省力的に夏場の雑草管理や土壌流亡防

止が可能になります。

イネ科のソルガム「つちたろう」、スーダングラス「ねまへらそう」は、5月～夏播きで有機物の大量補給とサツマイモネコブセンチュウの抑制が可能で、播種後すき込みまで50～60日、腐熟期間は3～4週間です。

マメ科のクロタラリア「ネマキング、ネマックス」は、5～7月播きで15kg/10aの窒素固定とネコブセンチュウ、ネグサレセンチュウ、ダイズシストセンチュウなどの抑制が可能で、播種後すき込みまで60～80日、腐熟期間は2週間です。

マメ科のヘアリーベッチ「寒太郎、藤えもん、まめ助」は、春播き・秋播きで最大25kg/10aの窒素固定が可能で、アレロパシー作用で一年生雑草の発生を抑制します。

③緑肥作物を利用する目的は何か？

緑肥作物には、窒素供給、有機物の大量補給、有害センチュウ抑制、地表被覆、景観美化などの機能があります。

次作の野菜用肥料を節減またはすべてを緑肥で供給したい、地力維持に大量の有機物を還元したい、有害センチュウや土壌病害を軽減したい、うね間の雑草を抑制したいなど、緑肥作物を利用する目的を明確にします。単独または複数の目的を同時に得ることもできます。

④目的にあった緑肥作物を選ぶ

窒素供給を目的とすると春野菜の前作緑肥としては、マメ科のヘアリーベッチ、秋野菜の前作ではマメ科のクロタラリアになります。大量の有機物補給には、イネ科のソルガムやスーダングラスが適します。

キタネグサレセンチュウの抑制には、エンバク「緑肥ハイオーツ」、ライムギ「R-007」、スーダングラス「ねまへらそう」が適します。

サツマイモネコブセンチュウには、エンバク「スナイパー」、ソルガム「つちたろう」、スーダングラス「ねまへらそう」、クロタラリア「ネマキング、ネマックス、ネマコロリ」が適します。「ネマキン

グ、ネマックス」はセンチュウ抑制効果の幅が最も広い品種です。

同じ草種でも品種によって抑制できる有害センチュウの種類が異なるので、種苗カタログ⁵⁾などで適応性を調べる必要があります。

休閑地やうね間の雑草抑制、表土流亡の防止には、5月播きで出穂しにくいライムギ「R-007」が適します。はじめは地表を覆うリビングマルチとなり、梅雨明けに枯死してからは敷き藁状となりカバークロープとして利用できます。

3 緑肥作物を活用した野菜栽培事例

ここで紹介する伊豆陽なたバイオファームは、静岡県伊豆半島の付け根の中央部に位置し、富士山や箱根を望む田方平野の一端にあります。平成21年に耕作放棄地10aを借り、隣接する遊休農地を借り広げ現在51a、平成24年に全圃場で有機JAS認定を受け、開設当初から化学肥料・農薬不使用で、堆肥や有機肥料も一切使用せず、緑肥だけで露地野菜を栽培しています。

販売先は地元JA直売所3店舗とスーパー2店舗のほか、東京の有機農産物専門店などです。

平成25年に新規就農で農家資格を取得し、有機農業の取組で環境直払を受けています。

本業の有機稲作研究所との兼業ですので、集約的な栽培はできませんが、主な活用事例を紹介します。



写真1 フレールモアーによるヘアリーベッチの細断

1) ヘアリーベッチを活用した春の作付野菜

春の作付野菜は、ジャガイモ、サトイモ、カボチャ、キュウリ、オクラ、ナス、ピーマンなどです。

ジャガイモ、サトイモ、カボチャの作付圃場では、圃場の空く前年の11月初旬にヘアリーベッチを播種（4 kg /10 a）して冬を越します。

ジャガイモの植付けが3月中旬のため、ヘアリーベッチは早生種の「藤えもん、まめ助」を使用します。すき込み量は生草重で約4 t /10 a（窒素固定量約15kg /10 a）に到達する3月上旬にフレールモアーで細断して（写真1）、ロータリーですき込みます（写真2）。ヘアリーベッチ地上部に含まれるカリの成分量は窒素とほぼ同じ15kg、リン酸は2～3 kg程度と少ないですが、土壌分析の結果、有効態リン酸は十分にあるので、無施肥で栽培が可能です（写真3）。収量は毎年2.5～3 t /10 aと安定しています。



写真2 ロータリーによる細断後のすき込み（右から細断前、細断後、すき込み）



写真3 ヘアリーベッチすき込み後のジャガイモの生育

サトイモの作付は5月初旬、カボチャの定植は6月初旬と遅いので、両圃場では晩生種の「寒太郎」を10月末に播種し、サトイモ圃場では生草重で約5 t/10 a（窒素固定量約20kg/10 a）に到達する4月下旬にフレールモアーで細断してロータリーですき込みます。これも無施肥で十分に栽培が可能です。

カボチャ圃場では今年はずき込まないで、うね部分だけを帯状にフレールモアーで細断して地表被覆とし、ビニールマルチを張らずに植付ける予定です。前年は春播きのヘアリーベッチだったので、すき込んでマルチを張りましたが、今年は秋播きヘアリーベッチのため、窒素量が25kg/10 a以上となる見込みです。すき込みでは窒素過多で蔓ぼけする危険があるので、その回避とさらなる省力化を目指してビニールマルチなしの栽培に挑戦します。

うね間のヘアリーベッチはそのまま放置し、6月以降は自然枯死して敷き藁状の被覆となり雑草を抑え、カボチャの蔓が伸びて着果します。

キュウリ、オクラ、ナス、ピーマンの作付はわずかで、3月初旬にヘアリーベッチ早生種の「藤えもん、まめ助」を播種して2ヶ月後の定植前にすき込み、雑草抑制のために黒マルチを張ります。窒素量で20kg/10 a程度となり、無施肥で栽培が可能です。

ヘアリーベッチの炭素率（C/N比）は11程度で、土壌のC/N比と同じです。易分解性で腐熟期間は1週間程度と短いのが特徴です。栄養繁殖の種イモで植付けるジャガイモやサトイモは、アレロパシー作用による種子の発芽阻害の影響を受けないので、すき込み後すぐに植付けても障害はありません。



写真4 クロタラリアすき込み圃場のタマネギ

春播きニンジンも栽培しますが、前作がナバナなので収穫が終わり、菜の花畑になりかけた地上部をフレールモアーで細断してロータリーですき込み、無施肥で栽培します。ニンジンなどの窒素要求度の低い野菜はこれで十分に生育します。

2) クロタラリアを活用した秋の作付野菜

秋の作付野菜は、タマネギ（写真4）、ナバナ（写真5）、秋ジャガイモなどです。

ジャガイモ、春播きニンジン、タマネギの収穫が終わると夏を迎えます。ジャガイモ後は無施肥で夏播きニンジンを栽培しますが、その他は真夏から栽培できる野菜がなく畑が空くので、マメ科のクロタラリア「ネマキング、ネマックス」を播種（7kg/10 a）します。



写真5 クロタラリアすき込み後のナバナの生育（富士山を望む）



写真6 フレールモアーによるクロタラリアの細断

これらの品種は丸葉タイプで、細葉タイプの「ネマコロリ」に比べて茎が空洞で、すき込み易さが特徴です。また、センチュウ抑制効果の幅が広く、15 kg /10 a の窒素固定が可能です。60日程度の栽培期間とし、フレールモアーで細断して（写真6）ロータリーですき込み、2週間程度の腐熟期間を設けて、秋の野菜を作付けます。

ただし、「ネマキング、ネマックス」は「ネマコロリ」に比べて初期生育が遅いので、降雨前に播種し発芽を揃えるようにしています。播種後に乾燥が続くと広葉雑草が先に発芽し、生育が競合するので注意が必要です。

有機JAS栽培のため、タマネギ苗は早めにすき込んだクロタラリア後の圃場の一角で自家育苗しています。

3) その他の緑肥作物の活用

10～15 a 規模の圃場4枚で輪作体系を組んでいますが、ジャガイモの作付頻度が多く、そうか病対策としてジャガイモ前作のマメ科緑肥の前に「ヘイオーツ」を組み入れるようにしています。また、カボチャ後では「スナイパー」を活用してサツマイモネコブセンチュウを抑制し、ダイコン作付前の夏場にはキタネグサレセンチュウ抑制と有機物の大量補給として、スーダングラス「ねまへらそう」を活用しています。

4 おわりに

兼業のため集約的な農業はできませんが、化学肥料と農薬に依存することなく、すべての肥培管理と有機物の補給、有害センチュウを含む土壌病害虫の抑制は、緑肥作物に任せて有機農業を行っています。当ファームの根幹を担う優秀な従業員は『緑肥作物』です。

圃場外から持ち込む堆肥と肥料はないので、その製造や運搬、散布で生じるCO₂の発生がなく、購入費用も労力もかかりません。逆に、緑肥作物が吸収したCO₂を有機物としてすき込むので、農地に貯留する炭素（≒腐植）が増え、地球温暖化防止に貢献できるとともに、地力も向上します。

農地の炭素貯留ポテンシャルは、森林に優るといわれています。世界中で緑肥の利用が広がると地球温暖化は防止できるのかも知れません。

開設以来、肥料費・農薬費の支出はありません。緑肥種子を使うため種苗費はやや多くなりますが、環境直払を受けているので十分に相殺できます。何よりも嬉しいのは、当ファームの成果品である有機農産物を多くの消費者に愛好していただいていることです。これからも緑肥作物の特性を活用しながら、生産性の向上と環境保全の両立を目指していきたいと考えています。

資料

- 1) 農林水産省生産局農業環境対策課（2015）平成27年度環境保全型農業直接支払交付金の概要について。牧草と園芸。63(3)。1-6
- 2) 米倉賢一（2001）水稲作におけるヘアリーベッチ「まめ助」の雑草抑制と緑肥効果。牧草と園芸。49(12)。6-8
- 3) 米倉賢一（2012）ヘアリーベッチ「寒太郎」・「藤えもん」を活用した環境に配慮した水稲栽培。牧草と園芸。60(4)。19-24
- 4) 米倉賢一（2008）ヘアリーベッチの利用で大豆の収量と品質を上げる!!。牧草と園芸。56(6)。15-18
- 5) 雪印種苗株式会社（2014）緑肥物語「都府県版」。1-23

緑肥作物特性一覧表(雪印種苗、2016)

◎…最適 ○…適

用途	品種名	作物名	緑肥タイプ							線虫対策							緑肥の効果							播種量 kg / 10 a	播種期			
			休 閑	後 作	ハ ウ ス	間 作	越 冬 (<small>府県</small>)	越 冬 (<small>道内</small>)	草 生	ネ コ ブ	ネ グ サ レ	ダ イ ズ	有 機 物	窒 素 固 定	塩 類 除 去	土 壤 保 全	透 水 性	防 風 敷 き わ ら	景 観 美 化	北海道	東北・ 高冷地	一般地	西南暖地					
作 物	薫 神	チャガラシ	◎	◎		◎															生種子:1.0 コート: 1.0~1.5	露地:5月、 ハウス: 2~4、8月	5月~6月 8下~9上 (年内利用)	3月~4月 10中~11上	2月~3月 10下~11中			
対 抗 作 物	緑肥ハイオーツ	エンバク 野生種	◎	◎		◎															10~15	4下~6中 7下~8中 8下~9上	4上~6上 8中~9上	3上~5下 8下~9中 10中~11上	2下~5上 8下~9下 10下~11下			
	スナイパー (A19)	エンバク		◎						◎											8~10	取扱無し	取扱無し	8下~9中	9上~9下 9下~10上 (離島)			
	R-007	ライムギ	○			◎	◎	◎													10~15	8下~9上(年内) 9中~下(越冬)	9上~10中	9下~12上	10上~12下			
	くれない	クリムソクローバ	◎			◎															2~3	4下~6中 7下~8上	4上~5上 9上~10上	3上~4上 9中~10中	2下~3下 9下~10下			
暖 地 型 線 虫 対 抗 作 物	つちたろう	ソルガム	◎	◎	◎						◎										5	露地:6~7、 ハウス:5~8月	5下~7下 (露地)	5中~8中 (露地)	5上~9上 (露地)			
	ねまへらそう	スーダングラス	◎	◎	◎						◎	◎									5	露地:6~7、 ハウス:5~8月	5月~7月 (ハウス)	5中~8上 (露地)	5上~8中 (露地)			
	ソイルクリーン	ギニアグラス	◎	◎	◎						◎	◎									条:0.3~0.5 散:1.0~1.5	取扱無し	6下~7上	6上~8上	5中~8中			
	ネマキング	クロタラリア	◎	◎	◎						◎	◎									6~9	取扱無し	7月 (露地)	5下~7中 (ハウス)	5中~7下 (露地)			
	ネマックス		◎	◎	◎						◎	◎									6~9	取扱無し						
	ネマコロリ	◎	◎	◎							◎	◎									6~8	取扱無し	6月~7月 (ハウス)	5中~8中	5上~8上 2下~9下 (沖縄等)			
	アフリカントール	マリーゴールド	◎	◎							◎	◎									◎	0.2~0.5	取扱無し	6上~7上	5下~7上	5上~7中		
粗 大 有 機 物 や 土 づ く り	緑肥用 トウモロコシ	トウモロコシ	◎									◎									7,000~ 10,000粒	5~6月	取扱無し	取扱無し	取扱無し			
	堆肥ソルゴー	ソルガム	◎	◎								◎	◎								2~3	取扱無し	取扱無し	取扱無し	5上~8中 2月~11月 (沖縄)			
	グリーンソルゴー	ソルガム	◎	◎	◎							◎	◎								4~5	取扱無し	5下~7下	5中~8上	5上~8下			
	緑肥用エンバク	エンバク	◎	◎								◎									15~20	7下~8中	4上~6上 8中~9上	3上~5下 8下~9中 10中~11上	2下~5上 8下~9下 10下~11下			
	青葉ミレット	ヒエ	◎										◎								3~4	取扱無し	6上~7上	5中~7中	5中~7下			
	田助	セスバニア	◎										◎	◎	◎						条播:4 散播:5	取扱無し	6中~7中	5下~7下	5上~8中			
水 田 裏 作 や 畑 作 の 土 壌 肥 沃 化	藤えもん	ハアリーベッチ	◎	◎		◎	◎					◎	◎	◎							3~5	5上~6中 7下~8中	4上~5上 9上~10中 (寒太郎)	3上~4上 9中~11上	2中~3下 9下~11下			
	寒太郎		◎	◎		◎	◎						◎	◎	◎													
	まめ助		◎	◎		◎	◎						◎	◎	◎													
	まめゆたか	まめ助:5、 とちゆたか: 3kg混播	◎									◎	◎								8	5上~6中 7下~8下	取扱無し	取扱無し	取扱無し			
ハナミワセ	イタリアンライグラス				◎															4~5	取扱無し	9上~10中	9下~10下	10上~11中 2下~3中				
防 風 ・ ド リ	とちゆたか	エンバク	○	◎		◎	◎														間作:5~8 すき込み: 8~10	4下~6中 7下~8中	4上~6上 8中~9上	3上~5下 8下~9中 10中~11上	2下~5上 8下~9下 10下~11下			
	三尺ソルゴー	ソルガム				◎							◎	◎	◎						条播:1~2 散播:4~5	取扱無し	5下~7下	5中~8上	5上~8下			
景 観 緑 肥	アンジェリア	ハゼリソウ	◎			◎															2~3	5~6月	4上~5中	3上~4下 10下~11中	2下~3中 11中~12上			
	くれない	クリムソクローバ	◎	適内		◎					◎	◎									2~3	4下~6中 7下~8上	4上~5上 9上~10上	3上~4上 9中~10中	2下~3下 9下~10下			
	キカラシ	シロガラシ	◎	適内		◎															2~3	4下~6中 7下~8下	4上~5中	3上~3下 11上~11下	2下~3中 11中~12上			
	サンマリノ	ヒマワリ	◎																		条播:1~1.5 散播:1.5~2	取扱無し	5下~6中	5中~7上	4中~8上			
草 生 栽 培	雪印系 ナギナタガヤ	ナギナタガヤ				◎	◎														2~3	取扱無し	9上~9下	9中~10中	9下~11上			
	藤えもん、 寒太郎、 まめ助	ハアリーベッチ	◎	◎		◎	◎					◎	◎	◎							3~5	取扱無し	4上~5上 9上~10中	3上~4上 9中~11上	2中~3下 9下~11下			
	R-007	ライムギ	○			◎	◎	◎													10~15	取扱無し	5中~6下	5上~6上	3下~5中			