

2 緑肥作物の利用

土壌を肥沃化する目的で栽培され、腐熟させずに土壌にすき込まれる作物を緑肥作物という。

緑肥作物の利用は古く、ヨーロッパではクローバーをすき込んだ後、小麦が栽培されていた。アメリカではトウモロコシ栽培にアルファルファやダイズが緑肥として利用されていた。本邦でも、畑地ではアカクローバー、ライ麦等、水田ではレンゲやソルガムが利用されてきた経緯がある。しかし、換金性の無い緑肥作物への関心は低いものであった。近年、土づくりの取り組みが各地で進められており、緑肥作物もその一つとして導入されてきている。

その効果は単なる粗大有機物としての機能だけではなく、有害線虫類の抑制、施設栽培土壌の塩類除去、病害・雑草防除等の土壌改良効果をもつことが明らかとなってきている。

(1) 緑肥作物の種類と特徴

緑肥作物には多くの種類があり、イネ科（エンバク野生種、ソルガム、イタリアンライグラス、ギニアグラス）とマメ科（ヘアリーベッチ、アカクローバー、クロタラリア、レンゲ、セสบニア）を主体にキク科（マリーゴールド ヒマワリ）やアブラナ科（シロカラシ）等が様々な用途で利用されている。表VI-2-(2)-1に緑肥作物の効果と選定の目安を示す。

アカクローバー、エンバク野生種、ヘアリーベッチなどの炭素率が10～20のものは土壌中での分解が早く、ソルガム、クロタラリア、トウモロコシなどの炭素率の高いものでは遅い。

ア 代表的な緑肥作物の特徴

(ア) エンバク野生種

短期間で有機物のすき込みを目的とする場合に適している。ニンジン、ダイコンのネグサレ、線虫抑制効果に優れている。

播種期：春まき 4月下旬～6月中旬、夏まき 8月上旬～9月上旬 年2作可能

播種量：10～15kg/10a（散播）、施肥量：N、P、K各5kg/10a

すき込み時期：栽培60日前後、草丈80cmから出穂始が適期

鋤込み後の腐熟期間：3～4週間

(イ) ソルガム

有機物生産量が極めて高く、ハウス土壌の塩類除去に適している。

播種期：6月上旬～7月下旬、播種量：4～5kg/10a（散播）、施肥量：K 0～8kg/10a

すき込み時期：草丈1.5～2.0mが適期

鋤込み後の腐熟期間：3～4週間以上

(ウ) ヘアリーベッチ

雑草の発生を抑制、根粒菌の窒素固定により土壌を肥沃化

播種期：春まき 4月上旬～5月上旬、秋まき 8月上旬～9月上旬

播種量：3～5kg/10a（散播）、施肥量：N 0～4kg/10a、P、K各5kg/10a

すき込み時期：草丈30～40cmあるいは自然枯死後（すき込まなくても分解する。）

(エ) レンゲ

水田裏作の緑肥として用いられており、地力の増強効果の他、景観美化としての効果をもつ。

播種期：9月上旬～10月上旬 播種量：2～3kg/10a（散播）、施肥量：特に必要ない。

すき込み時期：水田では代かき20日前を目安に行う。

(2) 緑肥作物のアレロパシーの利用

畑地および水田で利用されている緑肥作物は、粗大有機物としての機能、有害センチュウ類の抑制、施設栽培土壌の塩類除去等の効果を期待されている。またそれに加えて、緑肥作物には病害や雑草を抑制するアレロパシー作用（他感作用）を利用するという考えがある。

ア アレロパシーとは

植物のアレロパシーは、「植物が放出する化学物質が他の生物に阻害的あるいは促進的な何らかの作用を及ぼす現象」を意味する。アレロパシーの作用経路は次の4つあると提唱されている：1) 葉から雨、露あるいは霧によって浸出される（leaching）、2) 代謝産物が揮発性物質として放出される（volatilization）、3) 植物体の残渣（litter）、4) 根から分泌する物質（exudation）。そして特に3) はさらに

①落葉から物質が浸出される場合

②落葉や腐葉が分解して他感物質に変化する場合

③残根やちぎれた根が分解する場合の3つに分けられている。

イ 代表的は緑肥作物のアレロパシー作用

(ア) イネ科：ムギ類およびその他イネ科のアレロパシー

本来、ムギ類は雑草との競争が激しい畑状態で栽培するために比較的強いアレロパシー活性をもっている。表VI-2-(3)-1は、プラントボックス法という手法でムギ類のアレロパシー活性を検定した結果である。エンバク近縁種のアレロパシー活性が最も強い。エンバクの抑草作用によるアレロパシー候補物質として、クマリン類のスコポレチンが報告されており、また、センチュウ抵抗性植物でもある。現在では緑肥作物として市販されている。

寒地型牧草においては、ペレニアルライグラスおよびトールフェスクが最も雑草抑制に対してアレロパシー活性が強いと報告されている。

(イ) マメ科

レンゲ、ヘアリーベッチのようなマメ科緑肥作物を秋に播種して、春先の雑草発生を抑制しようとする技術がある。これは、イネの移植前に入水してこれらのマメ科を枯らし、それを腐敗させ、どろどろの黒いあく汁を発生させて、それによって雑草を抑制させるという方法である。腐敗・発酵の結果、生成する酪酸やプロピオン酸などの低分子有機酸類や分解物が雑草抑制作用をもつと考えられている。また近年では、ヘアリーベッチからシアナミド（石灰窒素）が同定され、これは抑草作用でのアレロパシー活性の第一候補物質と考えられているが、メタンや硫化水素の発生もあることから注意する。

クロタラリア（和名たぬきまめ）は、特にネコブセンチュウの抑制に有効であるという報告があり、クロタラリアの体内成分としてモノクロタリンのようなアルカロイド（ピロリジジナルカロイド）が報告されている。

ルーサンの残渣を土壌中にすき込むと難防除雑草のチガヤの発芽・生育を顕著に抑制したとの報告がある。ルーサンのアレロパシー候補物質としては、canavanineと medicagenic acidを報告している。

(ウ) キク科：マリーゴールドおよびヒマワリ

マリーゴールドを栽培するとネグサレセンチュウ防除に効果が高いことが知られている。また、マリーゴールドは、オンシツコナジラミ、ヤガ、ミナミキイロアザミウマなどの害虫を防ぐ効果もあるといわれている。アレロパシー物質としては、 α -テルチエチルという殺センチュウ物質が含まれていることが報告されている。また、アレロパシー物質は同定されていないが、マリーゴールドの地上部をすき込むことによって雑草を抑制できるとの報告もある。

また、ヒマワリは緑肥作物であり、雑草の生育を妨げる作用のある作物である制圧作物でもある。特にポーランドではヒマワリのアレロパシーを大いに利用している。それゆえ、2つの面からのヒマワリの利用は効果が高いと考えられる。ヒマワリのアレロパシー候補物質としては、heliangineおよびchlorogenic acidなどのフェノール性物質が報告されている。

以上のように緑肥作物の多くは抑草や殺センチュウ作用を示すアレロパシー物質を含んでおり、そのようなもの作物は緑肥効果とアレロパシー効果の二面性を同時に利用することが可能である。

表 VI-2-(2)-1 緑肥作物の効果と選定の目安

物理性の改善	団粒構造の形態
	緑肥による粗大な有機物のすき込みは土壤中の孔隙率を増加させ、土壌粒子の単粒を団粒化する。 (全てに共通、特にトウモロコシ、ソルゴー、エンバク野生種)
化学性の改善	透水性の改善
	深根性のマメ科作物を主体に、緑肥の根は土壌に深く進入し、排水性を改善する。 (アカクロパー、セスバニア、シロカラシ)
生物性の改善	保肥力の増大
	土壌にすき込まれた有機物は微生物に分解されて、腐植を形成する。腐植は肥料成分のプラスイオンを吸着し、その流亡を防ぐ。(全てに共通、特にソルゴー、トウモロコシ、エンバク野生種、シロカラシ)
	クリーニングクロープ
	ハウスの過剰塩類を緑肥に吸収させ除去する。 (ソルゴー、ギニアグラス)
環境保全	空中窒素固定
	マメ科の緑肥作物は根に根粒が着生し、植物が利用できない空中窒素を固定する。 (アカクロパー、セスバニア、レンゲ、ヘアリーベッチ、クロタラリア)
	豊富な土壌微生物相の形成
	作物の根はムシゲルを放出する。このムシゲルをえさとして豊富な微生物群が増殖する。(全てに共通) また、マメ科緑肥、ヒマワリ、トウモロコシは内生菌根菌と共生し、後作のリン酸吸収能を高める。
環境保全	土壌病害の軽減
	異なった科の緑肥栽培(イネ科作物にマメ科緑肥を導入)は連作を輪作体系化し、有用微生物を増殖、土壌病害の軽減につながる。
	有害線虫の抑制
	ダイコン、ニンジン、ゴボウ等で問題になるキタネグサレ線虫の抑制 (エンバク野生種、ギニアグラス、マリーゴールド) トマト、キュウリ等で問題になるサツマイモネコブ線虫を抑制 (クロタラリア、ギニアグラス)
環境保全	雑草抑制
	アレロパシーによる雑草抑制効果(ヘアリーベッチ)
環境保全	景観美化
	土壌の流亡を防ぐとともに、美しい花は景観美化につながる。 (シロカラシ、レンゲ、クリムソンクローパー、ヒマワリ)

出典：橘爪 (1995) の表を一部改変)

(3) 利用上の注意

ア 緑肥作物は輪作への導入の他、様々な作型や条件に応じた品種群が種苗会社から販売されている。利用目的に合ったものを選択することが肝要である。

イ ヒマワリについては、バーテシリウムに抵抗性の品種を利用する。

ウ すき込み時期と後作までの期間

すき込み時期はマメ科では開花期前、イネ科では出穂前が適している。出穂後のイネ科では炭素率が高くなり、分解に時間がかかる。分解を促進させるためには石灰窒素等を施用し、炭素率を低下させる。

すき込み作業はロータリー耕が一般的で、有機物量が多い場合は数回の耕起を行なう。すき込み後の腐熟期間は20～30日とする。すき込み後の緑肥作物が分解し始めると、糖類を分解するピシウム属菌を主体とした微生物が増加する。また、フェノール性酸等の有害物質が生じる。そのため、腐熟期間が短いと発芽、生育障害を生じる。マメ科の緑肥ではこの障害が発生しやすいので注意する。

エ 緑肥作物の中にはセンチュウ抵抗性が報告されているが、個々の作物でセンチュウ抵抗性には選択性があるので十分留意する必要がある。例えば、マリーゴールドはネグサレセンチュウ以外のセンチュウにはあまり効果がないなどである。

表 VI-2-(3)-1 アレロパシー活性の検定

学名	和名	P B
<i>Avena sterilis</i>	エンバク近縁種	12
<i>Triticum polonicum</i>	ポーランドコムギ	13
<i>Avena barbata</i>	エンバク近縁種	18
<i>Triticum compactum</i>	クラブコムギ	19
<i>Triticum sp. x Secale sp.</i>	ライコムギ	23
<i>Avena sativa</i>	エンバク	29
<i>Secale cereale</i>	ライムギ	29
<i>Setaria italica</i>	アワ	30
<i>Triticum aestivum</i>	コムギ	32
<i>Hordeum unlgare</i>	オオムギ	38
<i>Sorghum bicolor</i>	ソルガム	42
<i>Festuca arundinacea</i>	トールフェスク	45
<i>Pennisetum glaucum</i>	トウジンビエ	54
<i>Poa pratensis</i>	ナガハグサ	60
<i>Zea mays</i>	トウモロコシ	60
<i>Echinochloa utilis</i>	ヒエ	62
<i>Lolium perenne</i>	ホソムギ	64
<i>Paspalum notatum</i>	バヒアグラム	73
<i>Lolium multiflorum</i>	ネズミムギ	74
<i>Phleum pratense</i>	チモシー	96

注 1) P B : プラントボックス法 (レタスで検定)

2) 数字が小さいほど阻害が大

3) 下線はムギ類

出典 : 藤井 (2000)