

目次	<特集：緑肥作物を考える>	<営農技術情報>
	緑肥作物の導入効果……………1	セルリーのチューブかん水による減化学農業栽培と
	緑肥跡地の施肥管理……………4	土壌診断に基づく窒素施肥反応……………13
	露地野菜栽培における	<試験研究の現場から>
	クリーニングクロープとしての後作緑肥……………6	平成21年度 ホクレン野菜類・花き品種展示会……………15
	土壌病虫害防除への緑肥の利用……………8	
	道内で利用されている緑肥作物品種の紹介……………12	

## 特集 緑肥作物を考える

近頃、食料自給率向上、環境保全、家畜糞尿処理、食料の安全性などが様々な面で話題となっています。この中であまり目立たないが、北海道では緑肥が重要な役割を果たしています。

すなわち、緑肥は「土づくり」だけではなく、土壌病虫害の防除や休閑地の被覆などに深くかかわっています。

そこで、今回の特集では緑肥の機能、使い方、最近の活用実態などをご紹介します。

## 緑肥作物の導入効果

【道立中央農業試験場 栽培環境科 科長 小野寺 政行】

緑肥作物には有機物や肥料成分の補給に加えて、病虫害や雑草の抑制、菌根菌などの有用微生物の増加、土壌浸食防止、環境負荷軽減などの多面的効果が期待されます(表1)。これは、有機物としてのすき込み効果とともに、作付けに伴う土壌生物性の変化や土壌表面の被覆と根張りなどの多様な機能によるものです。

表1 緑肥作物の多面的効果

項目	内容	
すき込み効果	①土壌物理性改善	有機物含量の増加による容積重の低下、分解過程における団粒構造の形成と安定化 これらによる易耕性・碎土性の改善、保水性の向上 土壌腐植の生成に伴う塩基交換容量(CEC)の増加 土壌生物相の多様化、微生物活性の向上 窒素、リン酸、カリ、石灰、苦土、微量元素などを作土、下層土から吸い上げて供給 マメ科緑肥による窒素固定
	②土壌化学性改善	
	③土壌生物性改善	
	④肥料成分供給	
作付け効果	①土壌物理性改善	深根性作物の根張りによる透水性の改善 秋～春における被覆作物(カバークロープ)の作付け 残存窒素の吸収による硝酸態窒素の地下水汚染防止など 施設園芸におけるクリーニングクロープの導入 土壌病原菌・線虫密度の低下、菌根菌などの有用微生物の増加 被覆効果、他感作用(アレロパシー) 農村景観の向上など
	②土壌の侵食防止	
	③養分の流亡防止	
	④塩類集積対策	
	⑤生物性の改善	
	⑥雑草抑制	
	⑦その他	

### 1 肥料効果

緑肥作物は窒素やカリ含量が高く、土壌中で分解するとこれらの養分が放出され、後作物に吸収利用されます。一般に、すき込み初年目の後作物による緑肥窒素の利用率は、緑肥のC/N比(炭素率)が10~15の場合で30~45%、15~20の場合で20~30%、20~25の場合で10~20%程度で、窒素肥料効果は炭素率の低い緑肥作物ほど大きいです(詳細は次の節で述べる)。

緑肥作物別にみると、マメ科緑肥は炭素率が10~20と安定して低く、窒素施肥をあまり必要としない上、根粒菌との共生により空中窒素を固定するので、後作物の窒素供給源として極めて有益です。

非マメ科緑肥のイネ科やアブラナ科などは、生育期間や窒素の過不足などにより炭素率の変動が大きく、窒素の肥料効果は比較的小さいです。ただし、肥沃度の高い土壌や残存窒素の多い土壌で栽培した緑肥作物は炭素率が低く、肥料効果が期待できます。この場合には硝酸態窒素の水系への流亡抑制にも有益です。

なお、リン酸については、ひまわりやマメ科緑肥等の導入による菌根菌感染率の増加、アブラナ科緑肥等による難溶性リン酸の可溶化などに伴う供給量の増加

名称の由来 英語で農業を意味する「アグリ」と港を意味している「ポート」を組み合わせ、営農情報を船に例え、この情報誌が情報発信基地としての役割を担いたいという思いを込めて命名しました。

が期待できます。また、カリや微量要素等については、根の伸長により下層土から吸い上げた養分を後作物に供給する効果も期待できます。

## 2 土壤理化学性の改善

土壤の腐植含量や窒素肥沃度、塩基交換容量(CEC)などは、C/N比の高いイネ科緑肥やリグニンの比較的多いアカクロバなどを多量にすき込むと増加します(表2)。ただし、3~4年に1度導入する緑肥作物のみで有機物水準や窒素肥沃度を維持・増進させることは困難であり、麦稈などの併用が望まれます。交換性塩基については、カリ含量が増加する一方、石灰含量の低下がみられます。これは、土壤の中で緑肥作物の分解に伴って硝酸が増加し、これと結合した石灰が溶解するためと考えられますので、塩基バランスに留意する必要があります。

一方、緑肥作物の分解は麦稈やたい肥よりも速やかであるため、すき込み後の持続効果は小さいものの、小麦跡地で麦稈と併用したり、C/N比の比較的高いものを多量にすき込んだ場合には耐水性団粒が増加し、易耕性や碎土性が高まります(表3)。また、根張りによっても土壤が膨軟になり、透水性、保水性を改善します。

また、生育期間の長い休閒緑肥等の場合には、根張りによる下層土の物理性改善も期待できます。特に、重粘性土壤や耕盤層の存在する土壤では、とうもろこしのような深根性で、貫通力の大きい作物を導入すると効果的です。

表2 緑肥すき込みが土壤の化学性に及ぼす影響

供試緑肥			pH (H <sub>2</sub> O)	全炭素 (%)	全窒素 (%)	可給態 窒素 (mg/100g)	有効態 リン酸 (mg/100g)	CEC (meq/100g)	交換性塩基 (mg/100g)		
作物名	乾物重 (kg/10a)	C/N比							カリ	石灰	苦土
アカクロバ	729	21.6	-0.1	0.24	0.02	1.4	0.4	1.6	5	-4	2
えん麦	704	25.1	0.1	0.18	0.02	1.7	1.5	1.4	16	5	-2
えん麦	347	17.6	-0.1	0.09	0.01	0.8	0.4	0.6	4	-17	-2
レバナ	728	13.6	0.1	0.13	0.01	1.1	1.0	1.4	24	-11	0
レバナ	230	12.6	-0.1	0.01	0.01	0.3	-0.2	0.5	0	-9	1

注1) 表中の数字は無緑肥区との差

注2) 3土壤(多腐植質黒ボク土、淡色黒ボク土、灰色台地土)の平均値、昭和58年11月すき込み、昭和60年5月調査

表3 小麦収穫後の有機物管理が土壤の物理性に及ぼす影響

処理内容	容積重 (g/100mL)	三相分布(pF1.5,%)			団粒分布	
		固相	液相	気相	粒径0.1mm 以上(%)	安定度 (100-崩落率%)
麦稈搬出	73.5	29.9	57.0	13.1	72.1	57.3
麦稈全量すき込み	73.0	29.9	56.2	13.9	74.0	54.0
麦稈+緑肥レバナ	71.1	28.8	56.7	14.5	78.1	66.5

注) すき込み翌年6月10日調査。北見農試圃場(多腐植質黒ボク土)

## 3 生物性の改善

特定の緑肥作物には、土壤病原菌や有害線虫の減少、菌根菌のような有用微生物の増加効果が認められています。例えば、ネグサレセンチュウについてはえん麦野生種やマリーゴールドなど、ダイズシストセンチュウについてはアカクロバなどで効果が確認されています。また、菌根菌についてはひまわりやマメ科緑肥の導入が効果的とされています。

## 4 雑草抑制

緑肥作物による雑草抑制は、①地表面の被覆による太陽光の遮断(被覆効果)、②根から分泌される抑草成分や茎葉中に含まれる抑草成分(他感作用=アレロパシー)等によるものです。

ヘアリーベッチは草量が多く匍匐性であるため、立性植物よりも遮光力が強く、また枯れるとじゅうたん状になるため被覆効果が大きいとされています。

一方、他感作用については、ヘアリーベッチ、ライ

表4 緑肥導入地の雑草発生量

緑肥作物	平成12年				平成13年			
	越冬前の 緑肥	雑草			越冬前の 緑肥	雑草		
		ハコベ	その他	計		ハコベ	その他	計
ひまわり	204	68.0	3.1	71.1(100)	124	9.9	33.9	43.8(100)
ヘアリーベッチ	204	20.5	2.4	22.9( 32)	75	15.1	35.8	50.9(116)
シロカラシ	375	33.9	3.0	36.9( 52)	267	36.0	14.0	50.0(114)
えん麦	420	26.8	2.1	28.9( 41)	370	8.4	13.4	21.8( 50)

注1) 北見農試圃場(後作は大豆、とうもろこし、不耕起栽培)

注2) 緑肥：前年8月17~18日播種、雑草：6月15日調査。

単位は緑肥、雑草とも乾物重(kg/10a)

麦、えん麦等が比較的高い活性を示すことが認められています(表4)。

ただし、ヘアリーベッチは生育期間が短いと生育量確保が難しく、かつ生育不良の場合にはむしろ雑草を助長することにもなりかねないので注意が必要です。ちなみに、府県で雑草抑制効果が認められるヘアリーベッチの地上部乾物重は300~800kg/10a程度です。

## 5 環境保全

緑肥作物の環境保全における効果は、①農村景観の形成、②土壤浸食防止、③養分流亡防止、④塩類集積改善の4つに大別され、それぞれに効果の期待される緑肥作物があります。

### 1) 農村景観の形成

農村景観の形成にはシロカラシ(黄)をはじめ、ひまわり(黄)、クリムソンクローバ(深紅)、ハゼリソ

ウ（紫）、マリーゴールド（黄～橙）など、カラフルで綺麗な花の咲く緑肥作物が最適です。

休閒緑肥としてこれらを春まきする場合は、気象条件の良い時期に栽培されるため、いずれも花が咲き景観形成に有効です。しかし、種子の形成後にすき込んだ場合は、野良ばえや病害（ひまわり菌核病）が問題となります。そのため、品種にもよりますが、シロカラシでは開花後10～20日以内、ひまわりでは同1～2週間以内、ハゼリソウでは同20～30日以内にすき込み、野良ばえや病害を防ぎます。

一方、後作緑肥として導入する場合は、向寒期に栽培されることから、耐冷性の弱いひまわりでは早生品種の導入と早期播種が望まれます。なお、ひまわりでは最低気温2℃で霜害（しおれ）、氷点下で凍害（枯死）が発生しますが、アブラナ科のシロカラシは発芽が早く、また寒さに強いことから開花しやすく、景観緑肥に適します。

## 2) 土壌浸食防止

休閒地などで表土を裸地のまま長期間風雨にさらすと団粒崩壊に伴う土壌の飛散や侵食の被害が生じます。とりわけ、軽しような火山性土壌や融雪水の多い地域の圃場では被害が大きくなります。このような土壌浸食に対しては、地表面に密生し、作土の保持に優れるカバークロープ（被覆作物）の導入が有効です。アカクローバなどのマメ科緑肥、イタリアンライグラスやライ麦などの越冬性のイネ科緑肥がこれに該当します。とりわけ、ライ麦は越冬後の生育が早いことから、早春の融雪水による土壌浸食の防止に効果があります。

## 3) 養分流亡防止

北海道では9月から翌年の4月にかけての降水量が蒸散量を上回ります。そのため、硝酸態窒素などの無機養分が土壌水の地下浸透に伴い地下水や河川に流亡し、水質汚染を招く危険性があります。対策としては、後作緑肥や冬期の被覆作物の栽培を通じ、栽培跡地の残存養分を吸収させ、再び土壌表層に還元する方法があります。マメ科以外の緑肥作物は、必要な窒素を土壌中の窒素に依存しているので、前作跡地の窒素分の流亡防止に有効です。ただし、後作緑肥では生育量を十分確保することが重要であり、耐冷性の強い緑肥作物の導入と早期播種が望まれます。

## 4) 塩類集積回避

ハウス土壌では窒素をはじめ各種塩類の集積とそれに伴う養分バランスの悪化が問題となります。とりわけ、周年利用ハウスでは、冬期間もビニールを被覆しているため、このような問題が顕著です。対策としては、養分吸収量の多いひまわり、ソルガム、とうもろこし、シロカラシなどの緑肥作物をクリーニングクロープとして導入し、無肥料栽培後青刈りして搬出する方法が有効です。なお、対抗植物の中には、線虫害の抑制効果に加えて、クリーニングクロープとしての役割を發揮するもの（ギニアグラス、マリーゴールドなど）もあります。

以上のように、緑肥作物には多面的効果が期待されますが、緑肥作物の種類によっては、前述のプラス効果の他に、特定の病害虫の密度を増加させるマイナス効果を持ち合わせている作物もあります。したがって、緑肥作物の多面的効果を生かすためには、後作物を考慮した緑肥作物の選定が重要となります。参考までに、表5には各種緑肥作物の多面的効果と後作物の適否を示します。

表5 緑肥作物別の多面的効果と後作物の適否

科目	作物名	作付タイプ				効果							後作物の適否		
		前作	後作	休閒	ハウス	有機物供給	窒素供給効果	物理性改善	塩類集積改善効果	生物性の改善			菌根菌	適作物	不適作物
										センチウ					
										キタネグサレ	キタネコブ	サツマイモネコブ			
イ	えん麦	○	◎	○		◎	○	○	○	×	◎	×	○	豆類 ばれいしょ	小麦 根菜類
	えん麦野生種	○	◎	◎		◎	○	○	○	◎	◎	○	○	豆類、てんさい ばれいしょ 根菜類	小麦
	ライ麦		○			○	○	○	○	×	◎	×	○	豆類 とうもろこし たまねぎ	小麦 根菜類
	イタリアンライグラス		○	○		○	○	○	○	×	◎	×	○	豆類 てんさい	
	とうもろこし			◎		◎	◎	◎	×	◎	×	◎	◎	豆類、小麦 たまねぎ	てんさい ばれいしょ 根菜類
	ソルガム			◎	◎	◎	◎	◎	×	◎	○	○	○	豆類、小麦 ねぎ類 スイカ、メロン	
	ギニアグラス				◎	◎		◎	◎	○	◎	○	○	果菜類	
マ	アカクローバ			◎		○	◎	○		×	×	×	◎	秋まき小麦 てんさい 野菜類	根菜類
	グムシクローバ			◎		◎	◎			×	×	×	◎	てんさい ばれいしょ とうもろこし 小麦、たまねぎ	
メ	ヘアリーベッチ	○	◎	○		◎	◎			×	×	×	◎		
ア ブ ラ ナ	シロカラシ		◎	◎		○	○	○	○	×	×	×		てんさい ばれいしょ 小麦、菜豆	アブラナ 科野菜、 根菜類
	なたね	○	○	◎		○	○	○	○	×	×	×			
そ の 他	マリーゴールド	◎	○	◎		○	○	○		◎	○△	○△		根菜類	
	ひまわり		◎	◎	○	◎	○		×	×	×	◎	◎	とうもろこし 小麦、たまねぎ	根菜類

注1)「北海道緑肥作物等栽培利用指針 改訂版 平成16年 道農政部」より引用、一部改変。  
注2) ◎：非常に効果がある、○：効果がある、×：センチウを増やす。



# 緑肥跡地の施肥管理

【道立中央農業試験場 栽培環境科 科長 小野寺 政行】

緑肥作物は一般に窒素やカリ含量が高いため、後作物に対して適切な減肥を実施しなければ、これらの養分が過剰となり、てんさいの糖分やばれいしょのでんぷん価などの品質低下や、硝酸態窒素汚染を助長することがあります。したがって、緑肥作物の有効利用を図るためには、緑肥の肥料成分を評価し、それに基づく適切な減肥対応が重要となります。

## 1 窒素

### 1) 緑肥のC/N比(炭素率)と窒素の放出

緑肥作物は一般に窒素やカリ含量が高く、土壤中にすき込むことで分解し、これらの養分が放出され、後作物に吸収利用されます。緑肥作物の分解に伴う窒素の放出は、すき込み時のC/N比によって大きく異なり、C/N比の低いものほど速やかで放出量も多くなります。このことから窒素の放出は図1に示すように概ね3タイプに区分され、これに対応した窒素施肥管理が必要となります。

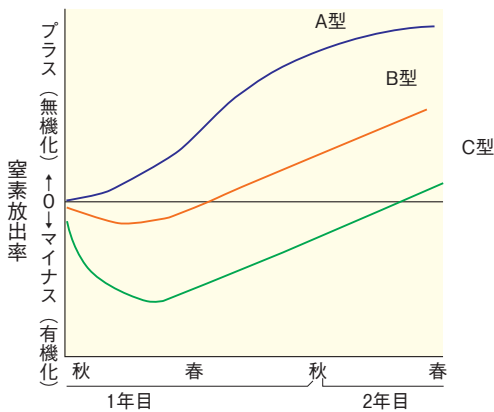


図1 緑肥すき込み土壌の窒素放出型の模式図

#### (1) A型 (C/N比 20以下)

すき込み初年目の春から窒素の放出が認められ、夏にかけて一層活発化します。後作物に対する窒素施肥量は、緑肥作物に含まれる窒素に対応させて減肥します。各種のマメ科緑肥や後作緑肥として導入したアブラナ科、イネ科(出穂前)などの緑肥作物が該当します。

#### (2) B型 (C/N比 20~40)

すき込み直後は窒素の有機化量が無機化量を上回るため春先から窒素を放出しませんが、地温の上がる夏以降徐々に放出します。このため、後作物に対する窒素施肥量の増減は僅かです。休閒緑肥として導入したイネ科、ひまわり、マリーゴ

ルドや、後作緑肥でも比較的生育期間の長いイネ科などが該当します。

#### (3) C型 (C/N比 40以上)

すき込み後長期間にわたり窒素の有機化が続き、窒素放出は2年目以降となります。すき込み初年目は窒素飢餓が懸念されるため後作物の窒素施肥量は多めにします。休閒作物として長期に栽培したイネ科などが該当します。

### 2) 緑肥すき込み圃場における後作物の窒素減肥可能量

緑肥すき込み時のC/N比に基づく窒素利用率(図2)

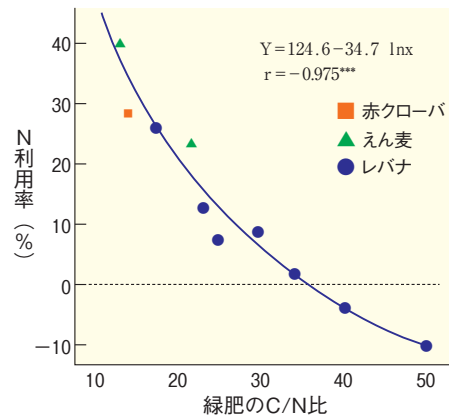


図2 緑肥のC/N比と窒素利用率との関係

表1 緑肥すき込み条件に対応した後作物の窒素減肥可能量

緑肥作物	標準的乾物重 (kg/10a)	すき込み時 C/N比	窒素飢餓の有無	窒素放出時期	窒素減肥可能量 (kg/10a)
えん麦(休閒)	500~700	20~30	無~有	翌年春又は夏~	0~4
えん麦(後作)	400~800	15~25	無	翌年春又は夏~	0~4
えん麦野生種(前作・休閒)	500~800	20~30	無~有	翌年春又は夏~	0~4
えん麦野生種(後作)	400~600	15~25	無	翌年春又は夏~	0~4
とうもろこし(秋まき小麦前作)	600~900	20~30	無	翌年春又は夏~	0~4
とうもろこし(休閒)	800~1200	30~35	有	翌年夏~	0
とうもろこし(ハウス休閒)	600~1200	20~35	無~有	翌年春~	0~4
ソルガム(秋まき小麦前作)	600~800	20~30	無~有	翌年春又は夏~	0~4
ソルガム(休閒)	800~1400	30~45	有	翌年夏~	0
ソルガム(ハウス休閒)	400~1400	20~40	無	翌年春~	0~4
アカローバ(秋まき小麦前作)	300~550	11~15	無	翌年春~	5~6
アカローバ(休閒)	400~700	13~16	無	翌年春~	6~8
アカローバ(間作)	120~300	10~13	無	翌年春~	2~4
ヘアリーベッチ(前作・休閒)	150~300	10~15	無	翌年春~	3~5
ヘアリーベッチ(後作)	150~300	10~15	無	翌年春~	3~5
シロカラシ(前作・休閒)	400~600	15~25	無	当年秋又は翌年春~	2~5
シロカラシ(後作)	350~550	12~20	無	翌年春~	4~6
マリーゴールド(前作)	150~400	10~20	無	当年夏~	2~3
マリーゴールド(休閒)	500~1100	25~40	無~有	翌年夏~	0
マリーゴールド(後作)	150~400	10~20	無	翌年春~	2~3
ひまわり(休閒)	500~1300	20~40	無~有	翌年春又は夏~	0
ひまわり(後作)	100~500	15~20	無	翌年春~	2~4

注)「北海道緑肥作物等栽培利用指針 改訂版 平成16年 道農政部」より引用、一部改変。

と標準的乾物重から算出される緑肥すき込み条件に対応した後作物の窒素減肥可能量を表1に示します。ここに示す最大減肥可能量は、てんさい等の生育期間の長い作物を対象にした減肥量です。したがって、生育期間の短い後作物に対しては、緑肥窒素が化学肥料より緩効的であることから、これよりも少ない減肥量となります。なお、化学肥料の施肥量が計算上ゼロとなる場合には、初期生育を確保する観点から、播種時にスターター窒素を施用することが望まれます。

### 3) 緑肥を麦類跡地に導入した場合の後作物の窒素減肥対応

畑作地帯では、緑肥作物を麦類の間作または後作に導入する場合があります。麦類跡地ではC/N比の極めて高い麦稈が一部又は全部残存するため、後作物に対する窒素施肥は緑肥だけでなく麦稈も考慮する必要があります。一般にコンバイン収穫跡では、刈株として200kg/10a程度が残存し、また全量すき込みの場合は800kg/10a程度の麦稈がすき込まれます。麦類の間作および後作に導入する緑肥作物に求められる役割は、麦稈の分解促進と窒素飢餓の防止です。麦稈の分解促進はC/N比の低い緑肥ほど大きく、C/N比が20以上の緑肥作物ではその効果がほとんど認められません。また、窒素飢餓を防止するためには、麦稈・緑肥混合物のC/N比を30以下に調整することが必要となります。このため、緑肥の乾物重が麦稈と同程度の場合はC/N比20以下、麦稈の半量程度の場合はC/N比15以下のものをすき込む必要があります(表2)。なお、緑肥作物を小麦跡地に導入した場合の後作物の窒素減肥可能量は表3に示した通りです。

表2 麦類収穫地での窒素飢餓防止のための緑肥のC/N比の目安

麦稈の種類	麦稈・緑肥(乾物重比)に対応した緑肥のC/N比		
	1:1	2:1	4:1
春まき小麦	20.0以下	15.0以下	10.0以下
秋まき小麦	17.5以下	12.5以下	8.0以下

注) 春まき小麦のC/N比は60、秋まき小麦のC/N比は100

表3 緑肥を小麦跡地に導入した場合の後作物の窒素減肥可能量

麦稈処理(すき込み量)	緑肥のC/N比	緑肥の乾物重別の窒素減肥可能量(kg/10a)			
		200kg/10a	400kg/10a	600kg/10a	800kg/10a
撤出(200kg/10a)	10	3.5	8.0	13.0	—
	15	1.5	3.5	6.0	8.5
	20	0.0	1.5	2.5	3.5
全量すき込み(800kg/10a)	10	1.0	5.0	9.0	—
	15	0.0	1.5	3.5	—
	20	0.0	0.0	1.0	—

注)「北海道緑肥作物等栽培利用指針 改訂版 平成16年 道農政部」より引用。

## 2 カリ

緑肥作物のカリ吸収量は10~30kg/10a程度と多く、このうち80%が化学肥料相当量とみなされます。後作物に対するカリ減肥対応は、表4に示すように土壌のカリ肥沃度(交換性カリ含量)に基づいて決定します。

土壌診断区分に対応した各種緑肥の後作物に対するカリ減肥可能量は表5の通りです。なお、緑肥100kg(乾物)当たりのカリ含有量の目安は、ひまわり3kg、えん麦4kg、シロカラシとヘアリーベッチが5kg程度です。

表4 緑肥すき込みに伴う後作物へのカリ減肥対応

土壌診断区分	交換性カリ(mg/100g)	施肥対応
基準値以下	15未満	緑肥に含まれるカリは減肥しない
基準値	15以上~30未満	緑肥へのカリ施用量の80%を評価して減肥する
基準値以上	30以上	緑肥に含まれるカリの80%を評価して減肥する

注1)「北海道緑肥作物等栽培利用指針 改訂版 平成16年 道農政部」より引用、一部改変。  
注2) 後作物にてんさい・ばれいしょを栽培する場合は交換性カリが土壌診断基準値内であっても緑肥に含まれるカリの80%を減肥する。  
この理由はカリ過剰による品質低下が懸念されるためである。

表5 緑肥すき込み後の後作物のカリ減肥可能量

緑肥作物	標準的乾物重(kg/10a)	土壌診断区分に対応したカリ減肥可能量(kg/10a)	
		基準値	基準値以上
えん麦(休閒・後作)	400~800	0~4	10~20
えん麦野生種(前作・休閒・後作)	400~800	0~4	10~20
とうもろこし(秋まき小麦前作・休閒)	600~1200	0~10	15~25
ソルガム(秋まき小麦前作・休閒)	600~1400	0~8	18~28
アカクロバ(秋まき小麦前作・休閒)	300~700	0~4	8~14
アカクロバ(間作)	120~300	0	4~8
ヘアリーベッチ(前作・休閒・後作)	150~300	0~4	6~10
シロカラシ(前作・休閒・後作)	350~600	0~6	10~20
マリーゴールド(前作・後作)	150~400	0~4	—
マリーゴールド(休閒)	500~1100	0~6	—
ひまわり(休閒)	500~1300	0~8	20~30
ひまわり(後作)	100~500	0~8	6~14

注1)「北海道緑肥作物等栽培利用指針 改訂版 平成16年 道農政部」より引用、一部改変。

## 3 リン酸・微量元素

リン酸や亜鉛・ホウ素等の微量元素は緑肥作物のすき込みにより、作土の含量が増加します。しかし、リン酸は有効態リン酸の増加量がわずかであり、微量元素は緑肥栽培時に施用されないため、後作物栽培時にはこれらの要素の減肥は対象としません。

## 露地野菜畑におけるクリーニングクロープとしての後作緑肥

【道立中央農業試験場 環境保全部 土壤生態科長 中辻 敏朗】

## 1 はじめに

葉茎菜類を中心とする露地野菜畑では、全般に畑作物に比べて窒素施肥量の多い品目が頻りに栽培されるうえ、収穫残渣も圃場に還元(すき込み)されることが一般的です。そのため、野菜が吸収しきれなかった施肥由来の残存窒素や収穫残渣の分解で生成する窒素などにより、土壤中の無機態窒素(主に硝酸性窒素)が富化され、浸透水とともに下方へ浸透(溶脱)して地下水を汚染するリスクが大きいことが指摘されています。

このような露地野菜畑における窒素溶脱の低減策としては、①土壤診断に基づく減肥、②肥効調節型肥料の利用や作条施肥の導入などの窒素施肥改善、③施用した堆肥から発現する窒素肥効の適正な評価と過剰な堆肥施用の抑制、などの技術がすでに提案されています。ここでは、緑肥作物のクリーニングクロープ(土壤に過剰に集積した肥料成分等の吸収を目的として栽培される作物)としての機能を活用した新しい対策技術について紹介します。

## 2 露地野菜畑における窒素負荷・溶脱の実態

道央の露地野菜畑で収穫跡地土壤に残存する硝酸性窒素量と野菜残渣による窒素還元量の実態を調査した結果を表1に示しました。跡地土壤の残存硝酸性窒素量(0~100cm土層)と残渣による窒素還元量の平均値は、それぞれ21kg/10a(範囲5~38)、11kg/10a(同5~23)で、これらを合わせた圃場残存窒素は33kg/10a(同14~57)と多量でした(表1)。また、表には示しませんが、残存硝酸性窒素は土壤の表層だけでなく深さ1mまでの土層全体にほぼ均一に分布し、長年の野菜主体の作付けによる土壤への窒素蓄積が推察され

表1 露地野菜畑における土壤残存硝酸性窒素量および野菜残渣による窒素還元量の実態 (単位: kg/10a)

調査地	生産者	作付野菜	土壤残存硝酸性窒素量 <sup>1)</sup> (①)	野菜残渣による還元量		圃場残存窒素 (①+②)
				乾物	窒素(②)	
A	a	キャベツ	31	297	9	40
		キャベツ	17	236	11	28
B	b	キャベツ	17	245	9	26
		キャベツ	5	347	12	17
	c	キャベツ	7	299	7	14
		キャベツ	9	324	9	18
C	d	キャベツ	38	301	13	51
		ブロッコリー	34	431	23	57
	e	ブロッコリー	35	258	12	47
ブロッコリー		16	455	16	32	
f	g	ブロッコリー	16	455	16	32
		キャベツ	—	247	5	—
平均 ± 標準偏差			21 ± 13	313 ± 73	11 ± 5	33 ± 15
範囲			5 ~ 38	236 ~ 455	5 ~ 23	14 ~ 57

1) 野菜収穫後(残渣すき込み前), 0~100 cm土層

ました。

このような圃場を野菜の収穫後に裸地のままで管理すると窒素溶脱の危険性があります。たとえば、窒素多肥(22kg/10a)で土壤に多量の窒素が残存するような栽培条件のタマネギ畑の暗きよからは、硝酸性窒素濃度が7~19mg/Lの排水(飲用水の環境基準は10mg/L)が流出し、年間の窒素溶脱量は施肥量の13~22%に達したとの報告があります。

## 3 クリーニングクロープとしての後作緑肥の効果

緑肥の導入効果としては、これまで主に、①土壤理化学性や生物性の改善、②土壤病害の軽減や有害線虫の抑制、③雑草の抑制、④農村景観形成や土壤浸食防止、など多面的な効果が挙げられてきました。

一方、後作緑肥を栽培してそれを圃場へすき込むことは、土壤に残存した硝酸性窒素を緑肥に吸収させ、溶脱しにくい有機態窒素の形態に変換して土壤に還元することでもあります。したがって、このようなクリーニングクロープとしての機能を次作物での窒素減肥と組み合わせれば、溶脱しやすい土壤残存硝酸性窒素は減少し、溶脱の危険性は低減します。あわせて、前述のような緑肥の多面的な効果も期待できます。

実際、道央地域の露地野菜畑では、野菜の後作に緑肥を栽培している生産者が多くみられます。表2には、キャベツまたはブロッコリーの収穫跡地に後作緑肥(えん麦野生種)を栽培した事例について、緑肥の生育量と緑肥すき込み前の土壤残存硝酸性窒素を示しました。緑肥の乾物重は平均310~340kg/10a程度、窒素吸収量は平均9kg/10aで、緑肥の導入によって土壤の残存硝酸性窒素も減少し、硝酸汚染軽減効果が認められています。データは表示しませんが、緑肥すき込み後の晩秋や翌年春の土壤浸透水中の硝酸性窒素濃度も緑肥の導入で低下し、地下水への窒素負荷も

表2 露地野菜畑収穫跡地における緑肥の生育と後作緑肥導入による土壤残存硝酸性窒素の削減効果

調査地		緑肥の生育 <sup>1)</sup> (えん麦野生種)			緑肥すき込み前の土壤残存硝酸性窒素 <sup>2)</sup>	
		生育期間(日)	乾物重(kg/10a)	窒素吸収量(kg/10a)	緑肥あり(kg/10a)	緑肥なし(kg/10a)
A (4筆)	最小	52	61	4	4	20
	最大	73	700	12	34	49
	平均	63	337	9	17	36
B (10筆)	最小	35	25	1	4	10
	最大	78	639	16	32	31
	平均	55	313	9	15	22

1) 前作はキャベツまたはブロッコリー(8~9月収穫)で、緑肥は無窒素栽培。

2) 0~100cm土層



軽減されていました。ただし、後作緑肥の播種期が遅くなって生育期間を十分確保できないと窒素吸収量も少なくなる（表2）ため、クリーニングクロープとしての機能は低下します。

#### 4 条件に応じた適切な後作緑肥の選択

そこで、図1に示したフローを活用し、緑肥の播種期や圃場状態、輪作体系等に応じて、緑肥作物を適正に選択することが重要です。すなわち、緑肥の播種期が早く生育期間の積算温度を十分確保できる場合（900℃程度）には、窒素吸収量が多く炭素率も低い（つまり、緑肥の吸収した窒素が次年度の作物に速やかに供給される）シロカラシやひまわりが適します。一方、播種期が遅く積算温度を十分確保できない場合（600～900℃程度）は、低温においても窒素吸収量が比較的多いイネ科緑肥（えん麦、えん麦野生種、ライ麦）が適しますが、なかでも線虫害対策の観点からはえん麦野生種が好ましいでしょう。積算温度が600℃に達しない場合は、いずれの緑肥作物でも窒素吸収量はわずかなので緑肥導入のメリットは大きくありません。

なお、硝酸汚染軽減のための緑肥栽培には窒素施肥は不要です。

また、表3には、後作緑肥の地帯別、播種期別の生育量と窒素吸収量の目安、また翌年の次作物における窒素減肥対応についてまとめました。前述したように、後作緑肥の導入は、土壤残存硝酸性窒素をいったん回収して溶脱しにくい有機態窒素に変換することなので、硝酸汚染軽減には翌年の作物栽培において窒素減肥を行うことが必須となります。図1や表3を参考に、後作緑肥を上手に利用して、環境に優しい野菜作りにチャレンジしてみたいはいかがでしょうか。

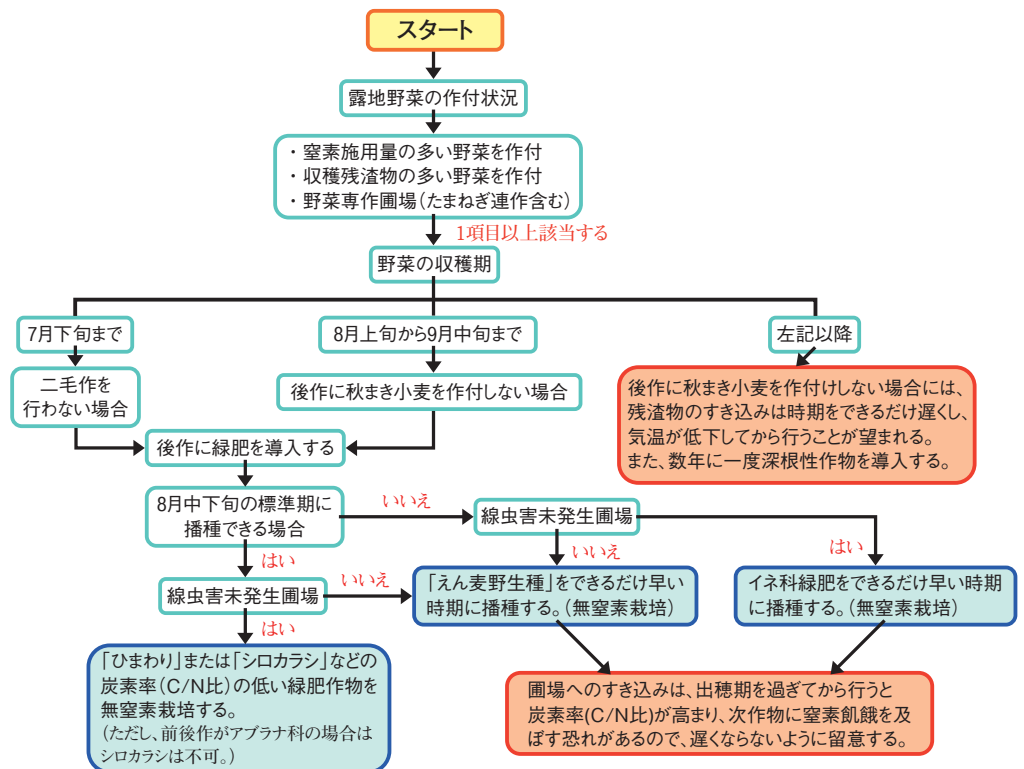


図1 露地野菜畑における硝酸汚染軽減のための後作緑肥の導入指針

表3 無窒素栽培による後作緑肥の播種期別生育量と窒素吸収量の目安および次作物での対応

緑肥作物	地帯	晩限(月/旬)		栽培期間 積算温度 (℃)	乾物 生産量 (kg/10a)	窒素 吸収量 (kg/10a)	炭素率 (C/N比)	窒素飢餓 の有無	窒素放出 時期	次作の窒素 減肥可能量 (kg/10a)
		播種	生育							
シロカラシ ・ ひまわり	A	8/中	10/上	900～	300～	8～13	12～20	無	翌年春～	3～5
	B	8/中～下	10/中							
	C	8/下	10/下							
イネ科緑肥 (えん麦、えん 麦野生種、ラ イ麦など)	A	8/中	10/上	600～900	100～350	4～7	10～20	無	翌年春～	0～3
	B	8/中～下	10/中							
	C	8/下	10/下							
	A	8/下	10/上							
	B	8/下～9/上	10/中							
C	9/中	10/下								

注1) A地帯は後志中部、胆振東部、上川南部・北部、十勝北部、網走の一部の地区を示す。  
 B地帯は渡島北部、後志北部、石狩全域、空知全域、上川中部、十勝中部、網走の一部の地区を示す。  
 C地帯は渡島南部、檜山全域、胆振西部、日高中部、留萌中部の地区を示す。  
 その他の地区については近隣の地区を参考とする。  
 注2) 生育晩限は最低気温が2.0℃未満となる最初の時期を示す。播種晩限はその時期から遡った積算温度に対応した時期を示す。  
 注3) 播種時期が遅い場合は、緑肥作物の生育が小さいので、すき込み時期を可能な限り遅らせるのが望ましいが、粘質土壌で降雨の影響によりすき込めない場合には、無理に行わず翌年春にすき込む。  
 注4) 線虫害発生圃場ではえん麦野生種が適す。

# 土壌病害虫防除への緑肥の利用

【道立中央農業試験場 生産環境部 副部長 田中 文夫】  
【道立道南農業試験場 技術普及部 次長 水越 亨】

## I はじめに

緑肥の利用には多面的なメリットがあり、おもなものに土壌を肥沃にする効果や理化学性の改善、環境保全などのほか、土壌病害虫の被害抑止があります。広大な土地面積を利用して農業を営む北海道では、緑肥の利用は大変有効な土壌病害虫対策であり、減農薬の観点からも推奨されます。ここでは土壌病害や有害線虫の発生抑止に有効な緑肥の利用法について解説します。

## II 病害防除への緑肥の利用

土壌病害とは土壌を媒介して伝染する病害のことであり、発生ほ場では作物収穫後の土壌中に罹病作物の残さがあり、病原菌も一緒に土壌中に生存して翌年以降の伝染源となります。土壌病原菌の中で、土壌中で腐生的な生活ができ、寄主植物が無くても長期間生存できるものを土壌生息菌といい、ピシウム菌、リゾクトニア菌、菌核病菌、パーティシリウム菌、青枯病菌、軟腐病菌、ジャガイモそうか病菌・粉状そうか病菌などがこれにあたります。これに対し、寄主植物が無いと数年しか生存できないものを根系生息菌といい、フザリウム病菌、アブラナ科根こぶ病菌、イネ科作物立枯病菌、コムギ眼紋病菌、紋羽病菌などがあります。

### 1) 緑肥栽培と土壌伝染性病害の発生

緑肥作物に寄生する土壌伝染性病害の中には一般作物にも寄生する共通病害が多いので注意が必要です。例えばイネ科の緑肥作物には麦類の条斑病・立枯病・

眼紋病が発生し、アブラナ科では根こぶ病・パーティシリウム菌・フザリウム病菌による各種の病害、マメ科・ひまわりなどでは菌核病などの寄主範囲の広い病害が問題となります。特にここでは多犯性（多くの作物を侵す性質）の病害であるパーティシリウム菌に対する作物ごとの感受性程度を表1に示します。

さらに、C/N比の低い未熟な緑肥をすき込んだ直後にはピシウム菌やリゾクトニア菌が一時的に増殖して、後作作物に発芽障害がみられたり、各種作物の苗立枯病やレタスのリゾクトニア病、きゅうりつる割病などの被害が助長されることがあります。ただし、早めにすき込んで十分に分解が進む場合は一般に障害は回避されます。

### 2) 土壌病害に有効な緑肥の種類と特性

以下に近年確認された土壌病害の抑制を示す事例を示します。

- (1) とうもろこしの栽培は、小豆の落葉病及びメロンえそ斑点病の発生軽減に効果を示します。この発病軽減機作はとうもろこし根圏での菌量低下に起因します。
- (2) えん麦野生種「ヘイオーツ」の栽培は、小豆の落葉病の発生増加を抑制します。その発病抑制機作は拮抗性細菌の増加による菌量低下によるものとされています。休閒緑肥としてだけでなく、小麦の後作緑肥（8月中旬までに播種）としても同様な効果が認められています。さらにアブラナ科作物の根こぶ病に対し、「おとり作物」として病原菌密度を増加させない、低密度に維持するという効果が認めら

表1 北海道のばれいしょから分離された *Verticillium dahliae* に対する作物ごとの感受性程度

感受性程度	作物区分
	畑・緑肥作物
i) 感受性が高く北海道内で発生が認められた作物	ばれいしょ、ひまわり
ii) 感受性が高い作物	<u>大豆</u>
iii) 感受性が中程度の作物	小豆、菜豆、てんさい、そば、さつまいも
iv) 感受性が低い作物	ペルコ
v) 非寄主作物	小麦、大麦、えん麦、トウモロコシ、ソルガム、ヘアリーベッチ、アカクローバ、ハゼリソウ

注) 作物名に下線が引いてあるものは我が国で発生が確認されているが北海道では確認されていないもの。



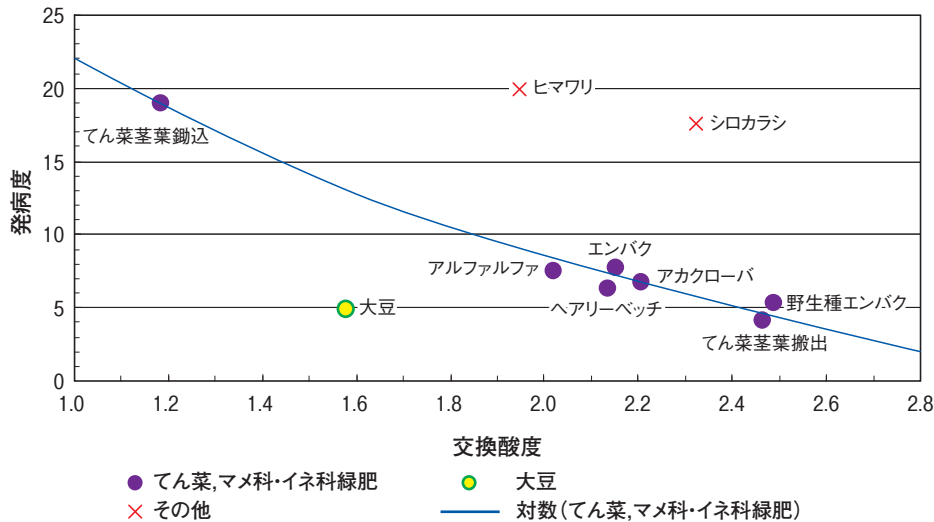


図1 休閒緑肥等の作付が後作馬鈴しょ植付前の交換酸度およびそうか病発病度に及ぼす影響 (無底枠, 調製時の交換酸度は1.5) (鈴木・志賀, 2001)

れています。この作用機作は根毛に病原菌を感染させて死滅させることによるとされ、キャベツ・葉ダイコンで有効とされています (岩手県北農業研究所・東北農業研究センター)。

(3) イネ科緑肥 (えん麦・えん麦野生種等) の栽培は、ジャガイモそうか病の発生に対して休閒緑肥及び後作緑肥のいずれでも低減効果を示し、マメ科緑肥 (ヘアリーベッチ等) では、休閒緑肥で効果が認められています (図1)。

(4) アカクローバをメロンの前作に栽培するとえそ斑点病の発生を軽減させる効果があります。

(5) ねぎの根圏では植物病原糸状菌の生育を拮抗阻害するパークホルデリア属細菌が増殖するとされています。

一般に土壤伝染病害防除に対する緑肥・有機物施用の効果は、多発してからでは不十分で、輪作等の併用により菌密度が低い条件で認められる場合が多いので、輪作の中に組み込むことで菌密度を低下させておくことが重要です。

### 3) 土壤病害を増加させる緑肥

シロカラシはばれいしょの前作として栽培してすき込むと、そうか病の発生を助長することが認められているので発生ほ場では注意します。またシロカラシ及びナタネでは根こぶ病の発生を助長する恐れがあるため、前作又は後作にアブラナ科野菜の作付けは避けた方が良いです。

さらに、ひまわりは半身萎凋病の寄主作物であることから、発生ほ場では栽培を避けるか、抵抗性品種を利用します。一方、菌核病が発生した場合、後作には菌核病の被害を受ける豆類、ばれいしょ、野菜類の栽培は避ける必要があります。

## Ⅲ 線虫害防除への緑肥(対抗植物)の利用

土壌中には、膨大な数の線虫が生息していますが、その大部分は土壌を肥沃にする役割を果たす自由生活性線虫です。他方、線虫の中には植物に寄生する線虫がいます。植物寄生性線虫は、作物の生育を阻害し、収量や品質を低下させることから有害線虫と呼ばれ、作物を安定生産する上で大きな障害です。緑肥を栽培して鋤込むと自由生活性線虫の密度は高まり、土壌中の微生物相は豊かになります。線虫を捕食する小動物も増えることから、有害線虫の密度も高まりにくくなります。

一方、緑肥の中には栽培すると根の周りにいる有害線虫の密度をより積極的に低下させる種類があり、「対抗植物」と呼ばれます。対抗植物を栽培しても土壌中の微生物相には悪影響を及ぼさないので、有害線虫対策として非常に有効です。ただし、一種類の対抗植物で全ての種類の有害線虫を防除できる訳ではありません。線虫の種類によっては逆に密度を高めてしまう場合があります。この項では、有害線虫に有効な対抗植物の種類と特性、利用にあたっての留意点を紹介します。

### 1) 道内で問題となる有害線虫の種類

(1) ネグサレセンチュウ 道内には低温適応性で加害性の強いキタネグサレセンチュウ (図2) が優占して分布します。本種はイネ科を含めて多くの作物や雑草に寄生するため、輪作しても密度は低下しません。このため対抗植物を利用して密度を低下させることが必要になります。対抗植物としてえん麦野生種やマリーゴールドが有効です。緑肥用えん麦は逆に本種の密度を高めるので注意が必要です。



図2 キタネグサレセンチュウ雌成虫

(2) ネコブセンチュウ 道内にはキタネコブセンチュウとサツマイモネコブセンチュウの2種類が分布します。有効な対抗植物は異なるので、こぶの形状などで種類を把握しておくことが必要です。

キタネコブセンチュウは低温適応性の線虫で、道内では露地やハウスなどに広く分布します。多くの作物や雑草に寄生しますが、イネ科植物には寄生しないので、イネ科の緑肥や作物を組み入れた輪作体系が有効です。

サツマイモネコブセンチュウは暖地に分布する高温適応性の線虫です。作物や花きなどの寄生苗で持ち込まれ、道内では加温ハウスでのみ発生します。本種の寄主植物はイネ科を含めて非常に広いので、対抗植物を選択する際にも注意が必要です。有効な対抗植物は、ギニアグラス「ナツカゼ」「ソイルクリーン」、ソルガム「つちたろう」です。

(3) シストセンチュウ 道内で作物に被害を与える種類は、ダイズシスト、クローバシスト、ジャガイモシストセンチュウです。ここでは対抗植物の研究が進んでいるダイズシストセンチュウについて述べます。本種の幼虫は、マメ科植物の根から滲出されるふ化促進物質を感知してふ化し、根に侵入します。しかし、クローバ類では幼虫が寄生しても成虫まで発育できないので密度が低下します。えん麦野生種やマリーゴールドの根には幼虫は侵入しないので、直接的な密度低減効果はありませんが、最近の研究では非寄主作物を栽培すると線虫密度の低下程度が従来考えられていたよりもかなり大きいことが判明しました。本線虫の被害が多発している地域では豆類が過作されている場合が多いので、非寄主作物や緑肥を組み入れた輪作体系にすることが最も重要です。

## 2) 代表的な対抗植物の種類と特性

農業試験場で密度抑制効果を確認した対抗植物の種類は表2のとおりです。

(1) えん麦野生種 北海道で利用されている代表的な対抗植物です。キタネグサレセンチュウやキタネコブセンチュウに有効ですが、サツマイモネコブセンチュウには効果が劣ります。えん麦野生種は、初期生育が旺盛で除草を要しないことや、乾物収量が高く緑肥作物としても優れるなど多くの利点があります。播種量は雑草の繁茂を防ぐため10～15kg/10aとします。秋まき小麦の収穫後に栽培する場合には、すき込み時の生草重を3t/10a以上確保する必要があります。

(2) マリーゴールド 線虫被害を抑制する代表的なキク科の対抗植物で、道南の七飯町での取り組みが有名です。ネグサレセンチュウに顕著な密度低減効果を示しますが、抑制程度は品種によって異なります。草丈約1mのアフリカン種「アフリカントール」や、草丈30cm前後のフレンチ種「セントール」などが有効です。初期生育は劣るので苗の移植や中耕など雑草対策が必要です。

(3) クローバ類 ダイズシストセンチュウの対抗植物として、多年生のアカクローバや一年生のクリムソクローバが知られています。ただし、クローバ類はネコブセンチュウやネグサレセンチュウの密度を高めるので、栽培跡地に被害を受けやすい根菜類などを作付けする場合は線虫密度に注意し、密度によってはえん麦野生種を栽培します。

(4) 暖地型の対抗植物 暖地ではネコブセンチュウの被害が大きいので、イネ科のギニアグラスやマメ科のクロタラリアなどが対抗植物として利用されています。道内でもハウス内であれば生育に問題はありませんが、露地では生育が劣るので注意が必要です。ギニアグラスは種子の発芽率が低いので、発芽率向上のためにジベレリン浸漬処理が有効です。クロタラリアはネグサレセンチュウ密度を高めることや、生育中にハダニ類やオンシツコナジラミが発生する場合がありますので注意してください。

(5) 対抗植物利用上の注意点 鋤込み時期が遅れると茎葉が硬化して腐熟分解が不良となります。特にハウスでは後作の生育が抑制される場合があります。鋤込み時期が遅れないよう留意し、腐熟期間を十分に確保してください。腐熟分解を早めるため、茎葉をチョッパーやロータリーで細断してから鋤込みます。ギニアグラスは、茎葉を搬出することで除塩効果の高いクリーニングクロップとしての役割も発揮します。

対抗植物を利用する場合には、問題となる有害線虫の種類を事前に把握しておくことが必要です。また、線虫の種類への識別には専門的な知識が必要とされる部分もあるので、関係機関と良く相談してください。

表2 道内における緑肥の線虫抑制効果に関する試験成績一覧

緑肥作物名	品 種 名	線虫の種類				道内での試験事例
		M.h.	M.i.	P.p.	H.g.	
えん麦野生種	ハイオーツ サイアー	○	(△)	○(○) ○		中H3・南H6・十H14/15 北見H15
マリーゴールド	アフリカントール セントール	○		○ (○)		中H3・十H14/15 南H6
ギニアグラス	ナツカゼ ソイルクリーン		(○) (○)	○ △○		中H3・南H6 南H10・十H14/15
ソルガム	つちたろう カウパウ		(○)	(×) ×		南H10 北見H15
クロタリア	ネマコロリ ネマキング		(○)	(×) ×		南H6 十H14/15
アカクローバ	サッポロ 緑肥用・メジウム			×	○ ○	十S28・北農研H9 北見H15, 北農研H21
クリムソクローバ	くれない			×		十H15
ハブソウ	ハブエース			○		十H15
ステビア	—		(○)	(×)		南H6
シロカラシ	キカラシ			×		十H14/15, 北見H15
ひまわり	りん蔵			×		十H14/15, 北見H15
ハゼリソウ	えぞ紫・アンジェリア			×		十H14/15
ミックスフラワー	花便り			×		十H14

注1 線虫種類は、M.h.;キタネコブセンチュウ, M.i.;サツマイモネコブセンチュウ, P.p.;キタネグサレセンチュウ, H.g.;ダイズシストセンチュウ

注2 ( )はハウス内, それ以外は露地での試験事例。

注3 農業試験会議成績以外の個々の報告については省略した。

注4 ○; 減らす, △; 不十分, ×; 増やす, 空欄; 成績が無い

### 3) 有害線虫を増加させる緑肥

キク科のヒマワリ、アブラナ科のシロカラシ、マメ科のベッチ類、ハゼリソウ科のハゼリソウなどは、栽培すると逆にネグサレセンチュウやネコブセンチュウの密度を高めてしまいます。利用場面に注意してください。

## IV 現在研究されている緑肥について

土壌病害については現在、アブラナ科植物残渣の鋤込み効果の一つに作用機作として注目されている、グルコシレートという殺菌物質を多量に放出するとされるチャガラシとクレオメを中心とした「燻蒸作物」の効果を検証中です。既に試験的にはてんさいの根腐病、ばれいしょの黒あざ病、トマトの青枯病などで効果が認められています。岩手県ではハウレンソウの萎凋病にチャガラシの鋤込みと土壌還元消毒を組み合わせた防除を推奨しています。

有害線虫対策では、ジャガイモシストセンチュウに対して密度低減効果をもつトマト野生種が開発され、密度抑制効果が検証されています。また、近年民間種

苗会社ではキタネグサレセンチュウに対して密度低減効果をもつライムギ類の選抜が進められています。いずれも今後の成果に注目して頂きたいと思います。

## V おわりに

土壌病害虫の被害が多発している圃場では、同一作物が過作されている場合が多いのが実態です。土壌病害虫のまん延防止のためには、非寄主作物を含めた輪作体系が基本ですが、栽培する作目を増やすことは容易ではありません。その点、緑肥の利用は輪作体系の中に組み込んで、土壌病害虫のまん延防止を図ることができる有益な方法です。緑肥の栽培はコストはかかるが収益はあがらないため敬遠されがちです。しかし、土壌病害虫がまん延した場合のデメリットを考えれば、緑肥を利用して土壌病害虫の発生を抑え、同時に地力を維持向上させることは有益な投資といえます。

土壌病害虫対策として緑肥を利用する場合には、緑肥としての特性も考慮し、関係機関と良く相談して効果的な活用を図ってください。なお、各々の緑肥の栽培法については、北海道農政庁が出版した「北海道緑肥作物等栽培利用指針(改訂版)」を参照してください。



# 道内で利用されている緑肥作物品種の紹介

## 1 えん麦野生種「サイアー」

えん麦野生種はカタネグサレセンチュウを抑制する効果があり、根菜類、ばれいしょ、豆類などの前作として栽培すると、これら農作物のセンチュウによる被害を低減することができます。

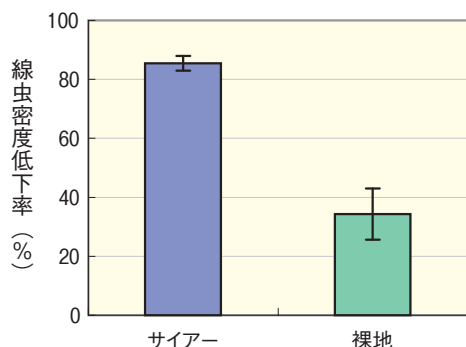


図1 緑肥作物のカタネグサレセンチュウ密度低減効果  
(北海道農業研究センター根圏域研究チーム 2009年)

緑肥作物のカタネグサレセンチュウ密度低減効果(図1)からもわかるように、えん麦野生種を栽培することで、積極的な密度低減が図られ、自然減(裸地)よりも大幅に線虫密度が低下します。



えん麦野生種「サイアー」

## 2 ヘアリーベッチ「まめ屋」

マメ科植物で窒素固定を行うほかC/N比が低いことから、鋤込み後の分解が速く、窒素の放出が速やかであることから、ヘアリーベッチは最も窒素供給能力が高い緑肥作物です。また、ひまわりに次いで後作物へのVA菌根菌感染率を高める効果があります。雑草抑制効果もあり、緑肥を作付けした後に不耕起で大豆とうもろこしを栽培した圃場では、ヘアリーベッチは機械除

草と同等かそれ以上に雑草の発生が抑制されました。ヘアリーベッチは、生育量が不十分だとその効果が低くなる可能性があります。生育期間が短くなる場合は、えん麦やひまわりと混播して収量確保を目指します。ヘアリーベッチは春播きでは生育量が少ないため、秋小麦の後作利用が最適です。翌年の後作には、窒素要求量の多いてんさいや、VA菌根菌共生作物で増収効果が期待できるとうもろこし、ねぎ類が適します。

## 3 ひまわり「春りん蔵」「花りん蔵」「夏りん蔵」

ひまわりに2010年より新品种「花りん蔵」が登場します。既存の極早生「夏りん蔵」、中生「春りん蔵(春播き専用)」の間に開花する早生種です。春播きでそれぞれ開花におおよそ1週間の差があります。開花から鋤込みまでの期間はおおよそ1週間ですので同時に播種すると3週間開花が楽しめます。秋播き小麦の後作としては道東では、開花までの日数が短い「夏りん蔵」が適し8月20日頃までに播種すれば10月中に開花します。「花りん蔵」は道央南であればお盆前までに播種すると10月中に開花します。なお、ひまわりはバーティシリウム萎凋病や菌核病が発生する恐れがあります。「花りん蔵」、「春りん蔵」はバーティシリウム萎凋病抵抗性品種ですが、ダイコンなどの感受性野菜を作付けする場合はばれいしょ連作圃場では作付けを極力避けます。菌核病が発生した場合は、後作にばれいしょや豆類の栽培は避けます。



ひまわり「花りん蔵」

## 4 これからの展望

緑肥作物は生物資材であるため、化学肥料などと異なり生育量によって有機物量やその他緑肥としての効果(線虫抑制効果、雑草抑制効果など)が変わり、適正な栽培が重要です。ホクレンでは栽培方法について確認試験や新たな利用方法を探索するとともに、栽培技術の普及啓蒙に力を注いでいます。また線虫抑制効果のある新たな緑肥作物の探索を行っており、北海道のクリーン農業に今後も寄与すべく取り組んでいます。

【ホクレン 単味飼料種子課】

# セルリーのチューブかん水による 減化学農薬栽培と土壌診断に基づく窒素施肥対応

【道立道南農業試験場 研究部 栽培環境科 富沢 ゆい子】

## はじめに

セルリーは施肥量、かん水量、薬剤防除回数がともに多い作物ですが、道内の主産地の実態調査によれば次のような栽培上の問題点が指摘されています。

- ①ハウス栽培では、頭上からシャワー状にかん水する「頭上かん水」が主要病害である斑点病や軟腐病の発生を助長している可能性があり、薬剤の散布回数を増やすだけでは発生を抑えきれない。
- ②慣行の窒素施肥量がセルリーの窒素吸収量（20kg/10a前後）の約2倍以上と多いうえ、長年の連作によって多量の窒素が土壌に蓄積している。

そこで、これらの問題点を解決し、減化学農薬・減化学肥料栽培を実現するため、チューブかん水栽培法、チューブかん水栽培における減化学農薬栽培技術、土壌診断に基づく施肥対応技術を開発したので紹介します。なお、本試験はハウス栽培を対象としました。

## チューブかん水栽培法(写真)

チューブかん水の試験区として、1回当たりかん水量を圃場容水量FC（pF1.5相当の水分量）に達する量、およびその3/4量とした、チューブFC区、チューブ3/4区を設定しました。かん水開始点は生育中盤の葉かき作業までpF2.0、それ以降pF2.3としました。

試験の結果、調製重（外葉を除いた1株重）、総かん水量からみて、無加温促成作型ではチューブ3/4区、抑制作型ではチューブFC区が適切なチューブかん水法と判断されました（表1）。

ただし、チューブかん水区では頭上かん水区に比べて調製重がやや小さく、石灰欠乏症の発生もやや多い場合があります。これは、生育初期のセルリー株元の土壌水分不足が影響していたと推察されたので、こ



写真 セルリーのチューブかん水栽培

れらの問題への対処法を含むチューブかん水栽培法をまとめました（表2）。

また、本試験でのかん水チューブの設置法(図1-①)ではセルリー株元の土壌水分が不足しやすいと考えられたので、株元の土壌水分を高く維持できるような設置法の改良案を示しました（図1-②、③）。

表1 かん水栽培試験におけるセルリー調製重および総かん水量

作 型	かん水処理区	調製重	総かん水量
無加温促成 (2007,2008年平均)	チューブ3/4	92	89
	チューブFC	93	125
	頭上(対照)	(1262)	(292)
抑制 (2006~2008年平均)	チューブ3/4	91	80
	チューブFC	98	143
	頭上(対照)	(1442)	(321)

調製重(g/株)と総かん水量(L/m<sup>2</sup>)は対照区を100とした時の比(%)で示した。括弧内は実数。

表2 セルリーのチューブかん水栽培法

設置方法	必要物品:かん水チューブ(横ピッチ株元散水型。散水面を下にして1畝おきに設置)、pFメーター(地下10cm設置・1ハウス2本以上)、かん水メーター			
かん水方法		無加温促成作型	抑制作型	両作型共通
	定植後2週間	株元もしくは頭上かん水を併用して十分にかん水する(期間内の総かん水量の上限は50L/m <sup>2</sup> 程度)		定植1ヶ月後までは、株元が乾く場合や高温時には、十分量の株元かん水を行う。
	定植2週間後~葉掻きまで	pF2.0で圃場容水量 <sup>注</sup> の3/4量までかん水	pF2.0で圃場容水量までかん水	
	葉掻き~収穫まで	pF2.3で圃場容水量の3/4量までかん水	pF2.3で圃場容水量までかん水	
石灰欠対策	土壌診断に基づく窒素施肥対応(表5)、土壌中の塩基バランス適正化、加里過剰対策(施肥対応および堆肥の多投入防止)を行う。			
追肥	チューブを通して液肥で施用するか、緩効性肥料を用いて基肥で施用する。			

注) 圃場容水量はpF1.5時の水分量。

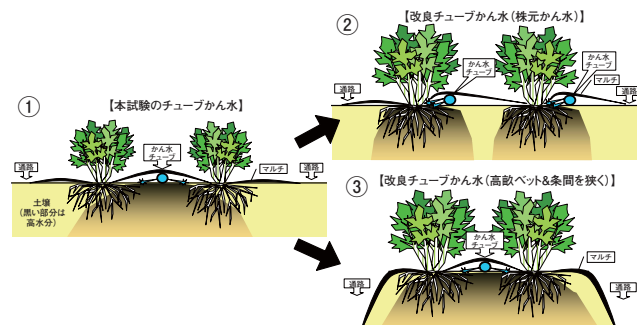


図1 かん水チューブ設置方法の改良案

## 減化学農薬栽培技術

### ■チューブかん水による病害抑制効果

チューブかん水栽培を導入することで各種病害（斑点病、軟腐病）の発生が減少したことから、チューブかん水栽培は耕種的防除法と位置づけられました（データ省略）。



表3 セルリーの斑点病・軟腐病に対する薬剤の効果と利用法

薬 剤	斑点病		軟腐病		効率的な利用法
	登録 <sup>1)</sup>	効果 <sup>2)</sup>	登録	効果	
カスガマイシン・銅水和剤	○	◎	○	◎	葉掻直後と収穫2週間前に基幹薬剤として散布
ポリカーバメート水和剤	○	◎	○	○	定植直後に基幹薬剤として散布
アジキストロピン水和剤	○	◎	×	NT	葉掻後の斑点病のスケジュール散布に利用
TPN水和剤F	○	○	×	NT	斑点病の臨機防除剤として利用(特に育苗期や葉掻前)
ノニルフェノールスルホン酸銅水和剤	○	○	○	◎	葉掻後のスケジュール散布や臨機防除に利用
銅(塩基性硫酸銅)水和剤	×	×	○	○	軟腐病の臨機防除剤として利用(汚れに注意)
オキシソニック酸水和剤	×	NT	○	○	軟腐病の臨機防除剤として利用
非病原性エルビニア カロトボ-ラ水和剤	×	NT	○	△	腐敗病には効果がないので使用を避ける
チオファネートメチル水和剤	○	×	×	NT	耐性菌が発生しているので使用を避ける

1) ○:登録有、×:登録なし、軟腐病に効果のある薬剤で腐敗病に対しても効果が期待できるものがあった  
 2) ◎:効果が高い(チューブかん水では斑点病に14日間隔散布でも効果がある)、○:効果がある、△:効果が不安定、×:効果がない、NT:未検討

表4 チューブかん水栽培におけるセルリーの斑点病と軟腐病に対する減化学農薬栽培技術

耕種の防除	・チューブかん水は頭上かん水に比べ、病害に対し発病抑制効果がある。	殺菌剤の使用回数 <sup>注)</sup>						
		無加温促成作型			抑制作型			
生物的防除	・非病原性エルビニア カロトボ-ラ水和剤は腐敗病には効果がないので使用を避ける。	基幹	臨機	合計	基幹	臨機	合計	
化学的防除の効率化(チューブかん水栽培)								
育苗期	・斑点病が多発しないように管理する。初発後散布でも対応できる。 ・軟腐病に対する散布は必要ない。		1			1		
定植直後	・斑点病と軟腐病に効果が高い薬剤(ポリカバネト水和剤)を選択して散布する。	1			1			
定植～葉掻	・斑点病に対して中心葉に病斑が生じないことを目標に薬剤を散布する。 ・軟腐病に対して気象状況を考慮して臨機に散布する。		1		1	1		
葉掻直後	・斑点病・軟腐病に対して効果が高い薬剤(カスガマイシン・銅水和剤)を選択して散布する。	(1)			(1)			
葉掻～収穫2週間前	・斑点病に対する薬剤の特徴を考慮してスケジュール的に散布する。 ・軟腐病に対して気象状況を考慮して臨機に散布する。	1	(1)		2	(1)		
収穫2週間前	・斑点病・軟腐病に対して効果が高い薬剤(カスガマイシン・銅水和剤)を選択して散布する。	(1)			(1)			
収穫2週間前～収穫	・軟腐病に効果のある薬剤(ノニルフェノールスルホン酸銅水和剤)を気象状況を考慮して臨機に散布する。		1			1		
注) 薬剤の使用回数で( )内はYES! clean でカウントしない薬剤		YES! cleanカウント回数	2	3	5	4	3	7
薬剤の選択は表3を参照		現行のYES! clean使用基準	6	1	7	9	0	9
殺虫剤・除草剤・植調剤は含まない		慣行回数	9	0	9	12	0	12

■チューブかん水と効率的な薬剤散布の組み合わせ

斑点病に対しては薬剤ごとに防除効果が異なり、チューブかん水栽培では卓効薬剤は14日間隔散布でも効果が認められました。チオファネートメチル水和剤は高度耐性菌が発生しており効果はありませんでした(表3)。また、細菌性病害として軟腐病と腐敗病が混発していました。

軟腐病に対しても薬剤ごとに効果が異なり(表3)、腐敗病(未登録ではあるが)に対しても効果が期待できるものがありました。

この他に、チューブかん水栽培において、複数病害への同時防除、斑点病での経済的被害許容水準(発病度で25)、定植時や葉掻時の薬剤散布の必要性、栽培期間を通した効率的な薬剤散布方法を明らかにし、病害に対する減化学農薬栽培技術を作成しました(表4)。

の窒素吸収量は合計窒素供給量(総窒素施用量<sup>(※注)</sup> + 土壌窒素供給量)と密接に関連しました。

以上の結果から、土壌窒素供給量に対応した総窒素施用量と、化学肥料窒素施用量の上・下限値を設定しました(表5)。

※注: 総窒素施用量は化学肥料窒素と有機物由来窒素(堆肥、有機質肥料等)の合計量

表5 土壌窒素供給量に対応した総窒素施用量の算出方法

作型	想定される収量レベル (上段:調製重) (下段:規格内収量 <sup>注1)</sup>	セルリー窒素 吸収量目標値 (kg/10a)	総窒素施用量 <sup>注2)</sup> (kg/10a)
無加温 促成	(1,000~1,800g/株) (5~9t/10a)	19	66 - 土壌窒素 供給量 <sup>注3)</sup>
抑制	(1,000~1,600g/株) (5~8t/10a)	20	48 - 土壌窒素 供給量 <sup>注3)</sup>

注1) 栽培密度は5,000株/10a。  
 注2) このうち化学肥料窒素施用量(kg/10a)は、無加温促成作型では上限値を35、下限値を10とし、抑制作型では上限値を30、下限値を10とする。  
 注3) 無加温促成作型は0~20cm土層の熱水抽出性窒素含量(kg/10a)、抑制作型は0~20cm土層の熱水抽出性窒素と硝酸態窒素の合計量(kg/10a)。

土壌診断に基づく窒素施肥対応技術

土壌窒素肥沃度の異なる圃場で化学肥料窒素用量試験を実施し、調製重と窒素吸収量との関係等を検討しました。

その結果、十分な調製重を得るためには、堆肥等の有機物を施用して土壌窒素肥沃度を高めるとともに、化学肥料窒素施用量を適正範囲とすることが重要でした。

また、調製重は窒素吸収量と正比例関係にあり、そ

留意事項

虫害に対しては北海道平成18年度指導参考事項「セルリーの肥培管理・病害虫防除の実態と改善方向」を遵守し、アシグロハモグリバエ発生地では、北海道平成21年度普及推進事項「てんさいのアシグロハモグリバエ防除対策」を参照して対策を講じます。また、初期生育を確保できるようなかん水チューブの設置方法に留意します。



9月3日から10日まで（土日を除く）の6日間、ホクレン長沼研究農場において、ホクレン種苗課と同研究所園芸作物開発課の共催で「野菜類・花き品種展示会」を開催しました。この取り組みは、新品種や特徴があり販売面でアピールできる品種を中心に紹介し、生産振興に役立てることを主目的として開催しています。今回はその模様をご紹介します。

## 1. 全体を通して

この取り組みは野菜類では平成15年から、花きでは12年からスタートし、本年度でそれぞれ7、10回目となりました。

例年8月上旬に実施している野菜類の展示会を9月に移行し、初めて花きとの合同開催としました。初日の3日は一般参加のできる『オープンデー』としたほか、ホクレン岩見沢支所施設資材課と協力し、施設園芸用資材類なども展示しました。

来場者は664名を数え、昨年度の398名と比較して大きく増加しました。中でも農協及び生産者の来場件数は347名と大きく増加しました。生産者からは「同時開催になったのは助かる。品目が多く、来年の作付けの参考になった」との声が聞かれました。

## 2. 展示内容

### (1) 野菜類

展示品目は、玉ねぎ、人参、スイートコーン、だいこん、ブロッコリー、はくさい、キャベツ、かぼちゃ、ミニ・中玉トマトにカラーピーマンを加えた計10品目で、ホクレンが開発した品種や食味や外観に特徴がある品種を中心に展示しました。

各品目の展示ほ場では、品種特性、耐病性、栽培方法や収穫作業性などの説明を行いました。来場者は収穫物を直接手に取り、注意深く観察されていました。



写真1 展示風景(野菜類)

ミニ・中玉トマトでは、各メーカー44品種の栽培状況を公開したほか、栽培試験（低段密植、成戻し<sup>※</sup>）

の展示も行いました。来場者からは多品種を一同に見られる良い機会との意見が寄せられました。



写真2 カラーピーマン展示風景

また、新品種の開発状況や試験内容についても詳しく説明することができました。品種によって適した土壌や栽培方法が異なることが多いのが実状です。ここでは、産地の状況を詳しくお聞きし、その内容に応じて品種特性を説明しました。品目担当者にとっても有意義な意見交換につながりました。

市場関係者やユーザーに対しては、産地評価が高く、食味など品質面で優れる品種を中心に説明し、理解を深めていただきました。特に、かぼちゃやミニ及び中玉トマトなどの食味重視の品目では試食する場面が多く見られ、関心の高さがうかがえました。

※「低段密植」：密植にし、第一あるいは第二花房までを収穫する方法。

※「成戻し」：主枝の第三花房より上の脇芽を分枝として伸ばし、分枝の第一花房、第二花房からも収穫する方法。

### (2) 花き



写真3 展示風景(花き)

ハウス内の展示ほ場では、7種苗メーカーのトルコギキョウ計80品種やオリエンタル系ユリ23品種の展示も行いました。また、ホクレンで開発したスターチス・シヌアータのオリジナル品種や育成段階の品種もご覧いただきました。

生産者からは、メーカー各社の品種を一同に比較できるほ場が道内には他にないため、今後も継続して開催してほしいとの声が寄せられました。

### 3. おわりに

今後は得られたご意見を参考にして、より充実した研究開発を行うよう努力してまいります。また、展示会期間中だけではなく、視察も随時受け入れていきますのでご活用くだされば幸いです。

最後に、展示会で紹介したホクレンオリジナルを中心とした品種について特性一覧を表に示します。試作用種子のご要望などについては各農協またはホクレン種苗課までお問い合わせ願います。

品目	品種	主要な品種特性
玉ねぎ	しゅうたろう <b>収多郎</b>	●球形はやや扁平で肥大性に優れた極早生種。 ●肉質が軟らかくジューシー。 ●根張りが強い為、根切り時期に注意する。 種子僅少
	そうじろう <b>早次郎</b> (北見交38号)	●肥大性に優れた極早生種。 ●乾腐病抵抗性に優れる。 ●球形は地球型で外観品質に優れる。 種子僅少
スイートコーン	みらいじゅーしー <b>味来 14</b>	●発芽、初期生育が「味来 390」よりも大幅に改善され栽培し易い。 ●熟期は、「味来 390」よりも2日ほど早い早生種。 ●食味は良好でジューシー。
	<b>ピクニックコーン</b>	●皮付穂重 250g 程度、穂長 15cm 程度のミニ。 ●甘さ軟らかさともに他の強甘味品種に優る。 ●株間 20~25cm の密植栽培が可能。
だいこん	ばんちゅうがすみ <b>晩抽夏澄</b>	●赤芯症、黒芯症などの高温障害や軟腐病の発生が少ない。 ●吸い込み性が強く根形が安定しており曲がりが少ない。 ●夏系品種としては抽苔が遅い。
	<b>H464</b>	●根先の肥大が良好で揃いに優れる。 ●内部の緑化が発生しづらい。 ●葉はやや小さめで、軟腐病に比較的強い。
はくさい	こうき <b>黄妃</b> (H781)	●70日タイプ。9月以降に収穫する作型に適する。 ●べと病や軟腐病に対する耐病性に優れるほか、ゴマ症に強い傾向にある。 ●葉数タイプのため巻きがきれいで黄芯は鮮やか。 ●ネコブ病抵抗性 (CR)。
	<b>H764</b>	●播種後 65~70日 で 900g 程度になるミニはくさい。 ●抽苔が遅く、石灰欠乏症 (縁腐れ症) などの生理障害の発生が少ない。 ●軟腐病の発生が比較的少ない。
キャベツ	すずなみ <b>涼波</b>	●石灰欠乏症の発生が少ないサワー系品種。 ●裂球が遅く、収量性が高い。 ●尻部の凹凸が少なく腐敗の発生も少ない。 ●播種後 83日 程度で収穫できる中早生品種。
	さわひめ <b>佐和姫</b>	●石灰欠乏症の発生が少ない純サワー系品種。 ●食味に優れる。 ●播種後 77日 程度で収穫できる早生品種。
ブロッコリー	<b>スターラウンド</b>	●高温条件下の栽培でも花柄の急激な伸長が少なくドーム状になり易い。 ●キャットアイの発生が比較的遅い。 ●不整形花蕾の発生が少ない。
かぼちゃ	<b>くりふぶき</b>	●果形は扁平で、果重は 1.7kg 程度になる。 ●果肉は濃黄色で、強粉質。 ●総収量は 1.5t/10a、着果は 2.8 個/株 (3本仕立) 程度。 ※長沼研究農場試験結果
人参	しょうさい <b>翔彩</b>	●早期肥大性に優れ、播種後 100日 弱から収穫が可能。 ●早蒔きをしても尻つまりが良く、根先まで太く仕上がる。 ●形状や根色の揃い性に優れる。
スターチス・シヌアータ	そううん <b>蒼雲</b>	●ガク色は青紫色で発色良好。 ●ブラシ形状は非常に良好。大きさもあり、ボリュームがある。 ●灰色かび病の発生は少ない。

【農業総合研究所 園芸作物開発課 中村 慎一】

#### お知らせ

「あぐりぽーと」は、直接購読方式となっており、生産者の皆様にダイレクトメールでお届けしております。年間の購読料 (6 回発行) は 1200 円です。なお、農協によっては一括申込みして皆様に配布する場合 (購読料は年間 420 円) がありますのでご確認ください。

- 本誌に対するご意見、ご要望、購読申込みは下記まで
- 札幌市中央局私書箱 167 号 ホクレン「あぐりぽーと」編集事務局
- FAX 011-242-5047

当編集事務局 (ホクレン営農・環境マネジメント課) で所有しております購読者の皆様の個人情報に関しましては、厳正なる管理の上、本誌の発送のみに使用させていただきます。  
個人情報に関するお問合せ先: ホクレン営農・環境マネジメント課  
「あぐりぽーと」編集事務局 TEL011-232-6105