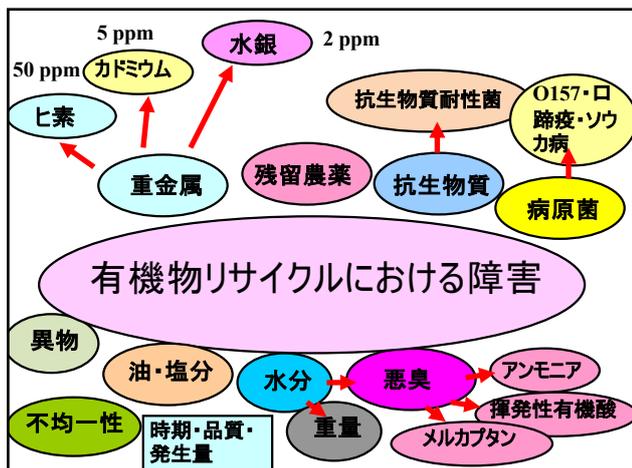
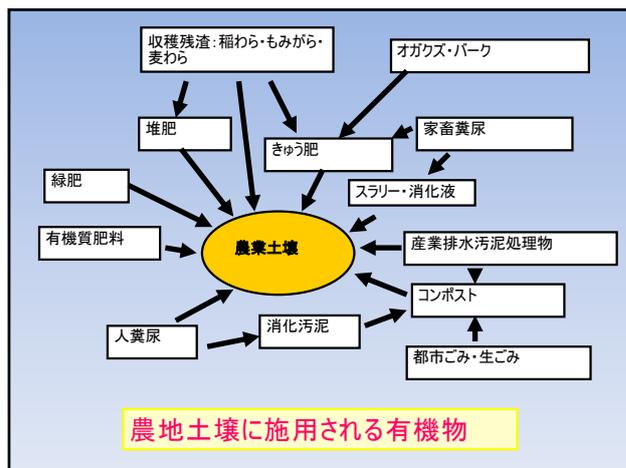


土壌作物栄養学 4

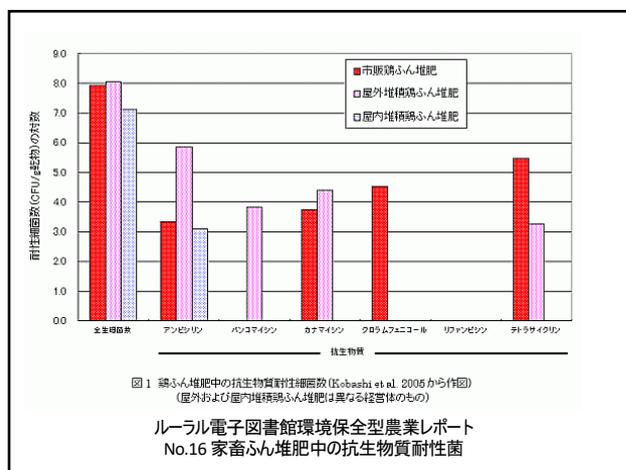
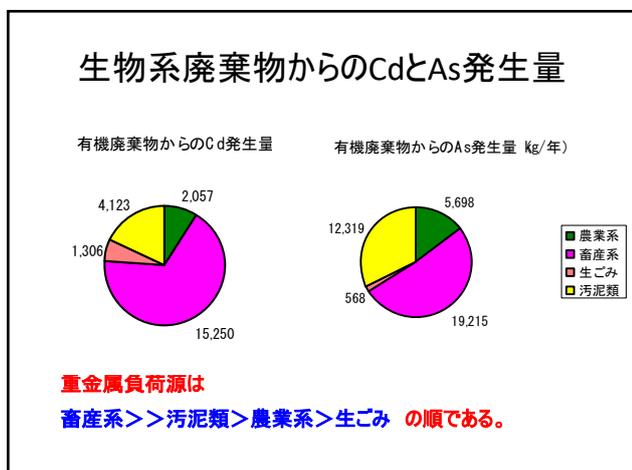
堆肥・厩肥・消化液・緑肥

農地に施用する有機物
製法・特性・効果



コンポストおよび堆肥中の重金属含量 (ppm 平均値)

項目	下水汚泥 コンポスト	堆肥
カドミウムCd	2.79	0.82
ヒ素 As	4.55	2.22
水銀 Hg	1.37	0.11
銅 Cu	184	28
亜鉛 Zn	1109	82



堆肥の発酵温度と耐性菌

- 70°C以上で発酵させれば、抗生物質耐性菌は死滅する。
- 養豚および養鶏経営体の製造した家畜ふん堆肥と、ホームセンターで市販されている家畜(豚、鶏、牛)ふん堆肥の抗生物質耐性細菌数を調べた結果、1例を除いて、抗生物質耐性菌が高レベルで検出された。
- 耐性菌がほとんど検出されなかった例は、鶏ふんを屋内で高温を発生しながら堆肥化したものであった(図1)。この結果から、高温(恐らく70°C前後)が出るほどの堆肥化を行えば、耐性菌をほぼ完全に死滅させることが可能と推定された。

未熟な有機物や堆肥、作物残渣により助長される病害

- 苗立枯病(テンサイ、ピシウム菌)
- ソウカ病、夏疫病、炭そ病(じゃがいも)
- 落葉病、灰色カビ病(あずき、サイトウ)



堆肥化の目的 (1)

- 作業者にとって取り扱いやすいものにする
- 衛生面で安全なものとするとともに雑草の種子等を死滅させる
- 作物にとって安全なものにする

堆肥化の目的 (2)

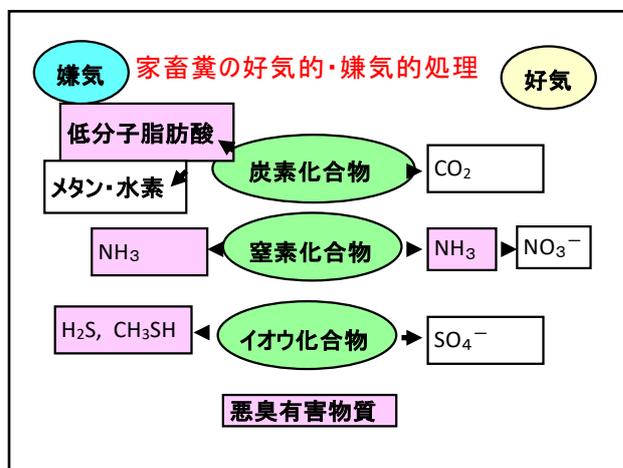
- 病原菌や寄生虫を殺す。
- 雑草の種子を殺す。
- フェノール性物質や低分子有機酸を分解する。

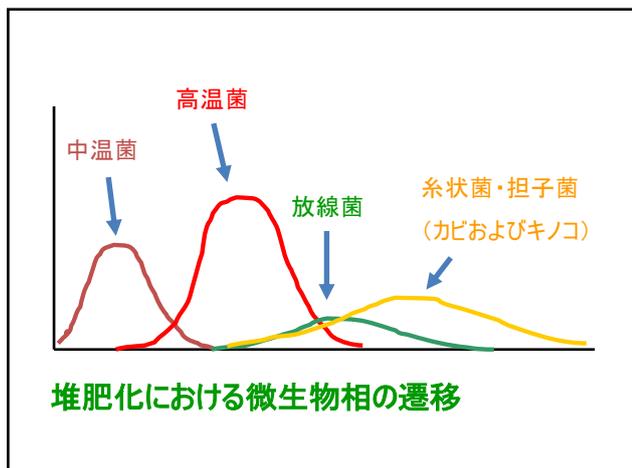
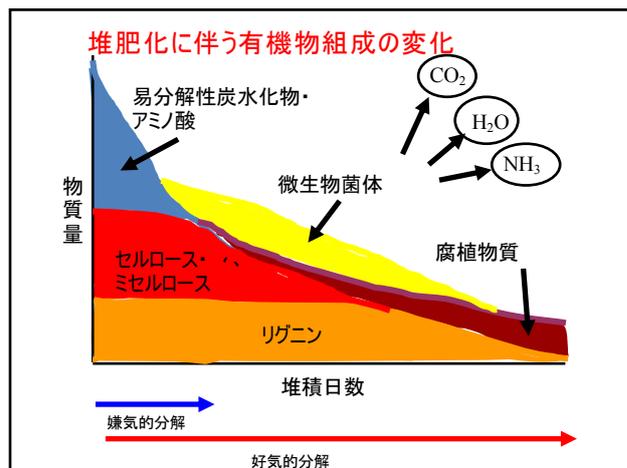
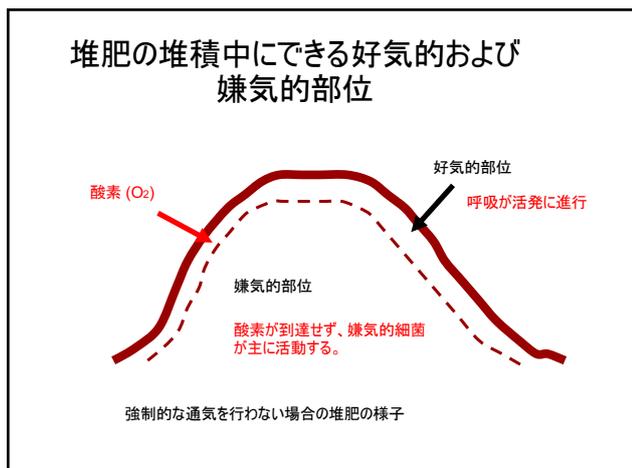
堆肥化の目的 (3)

- 窒素飢餓の回避
- ピシウムによる苗立ち枯れの回避
- 有害物質による害の回避
- 有害生物の死滅
- 衛生病害虫の伝播防止
- 有機酸の生成や土壌の異常還元による生育障害の防止

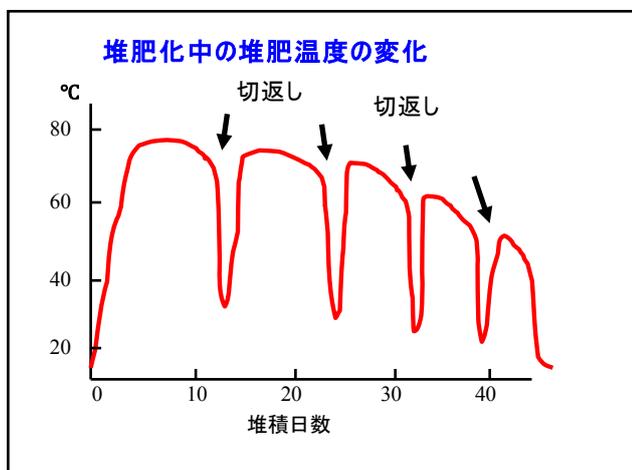
有機農業の技術 土壌微生物と作物

西尾道徳 農文協 2007

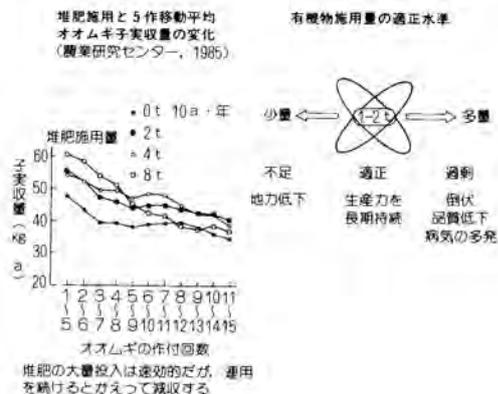




- ### 堆肥の腐熟度判定法
- 1. 温度変化** 高温期を経て堆肥温度が低下。
 - 2. 発芽試験** 小松菜などの発芽と初期生育が阻害されない。
 - 3. 硝酸態窒素の検出** 完熟期には硝酸態窒素が検出される。アンモニアは検出されない。



適正な堆肥施用量



平均的な堆肥に含まれる肥効成分量と減肥可能量 (現物当り)

	窒素 N		リン酸 P ₂ O ₅	カリ K ₂ O
	露地	施設		
含有量 (kg/t)	5	5	5	4
肥効率 (%)	20	40	60	100
減肥可能量 (kg/t)	1	2	3	4

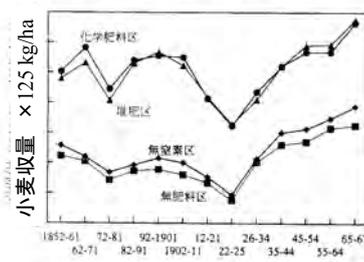
注)
北海道施肥ガイド(2015)からの引用
減肥可能量は単年度施用から運用4年までの場合の推定。
運用年数が長くなると窒素の減肥可能量は多くなる。リン酸とカリの減肥可能量は運用しても変わらない。
あくまで平均的な堆肥に対する推定値であり、個々の堆肥の成分含量は大きくばらついているので、使用する堆肥の品質を把握することが重要。

有機物の連用条件下における安定多収施用量

(農林水産省技術会議事務局, 1985)

試験地域 (土壌)	有機物の種類 (現物窒素%)	作物	施用量 (t/10a)	施用量算出の根拠	平均収率
北海道 (重粘土)	牛ふん堆肥 (0.4~0.6%)	ジャガイモ 1ウモロコシ ナンサイ	連用2t	圃場試験(1, 2, 4t施用)における収量比較	10~20%
北海道 (固ボク土)	牛ふん堆肥 (0.48%)	ナンサイ ジャガイモ コムギ	連用1.5t	圃場試験(1.5t施用)における収量からの推定, 2tでは数年後過剰症	10% 15% 20%
関東 (黒ボク土)	鶏糞堆肥 (0.5%)	オオムギ (サツマイモ)	連用2t	圃場試験(2, 4, 8t)のN無機化放出量の連年変化より推定	20%
九州 (黒ボク土)	牛ふん堆肥 (0.59%)	青飼トウモロコシ イタリアンライグラス	連用 各作2t 年4t	圃場試験(年6t)のN無機化放出量より推定	25% 10%

Rothamsted 長期(>150年) 堆肥・化学肥料連用試験



堆肥と化学肥料の長期連用処理区における秋まき小麦子実収量の終年変化
堆肥区: 35 t ha⁻¹, 化学肥料区: N P K Na Mg 144 35 90 35 35 kg ha⁻¹, Mgは3年に1度施与。無窒素区は化学肥料区のNを除き、他は同様の養分を施与している。1925年までは小麦の連作、1926-1934年の期間は次の休閑システムへの移行期、1935年移行は1年休閑4年連作で栽培。収量は10年間の平均値である。
Rothamsted Experimental Report for 1968中の H.V. Garner, G.V. Dykeの報告

堆肥・化学肥料の長期連用が土壌生物に与える影響

(Russell, 1973)

計測方法	無肥料区	化学肥料区	堆肥区
細菌数			
全細胞数 (10 ⁸ g ⁻¹)	1.6	1.6 <<	2.9
平板法 (10 ⁶ g ⁻¹)	50	47	67
糸状菌数			
菌糸片数 (10 ⁶ g ⁻¹)	0.85	0.94 <	1.01
菌糸長 (m g ⁻¹)	38	41	47
平板法 (10 ⁶ g ⁻¹)	0.16	0.26	0.23
原生動物数			
全動物数 (10 ³ g ⁻¹)	17	48 <<	72
活性動物数 (10 ³ g ⁻¹)	10	40	52

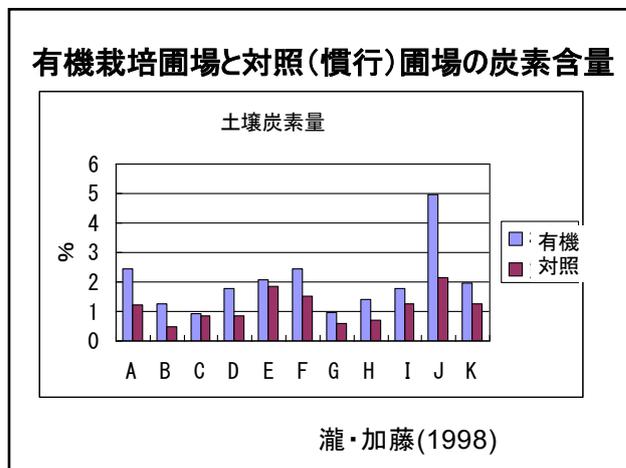
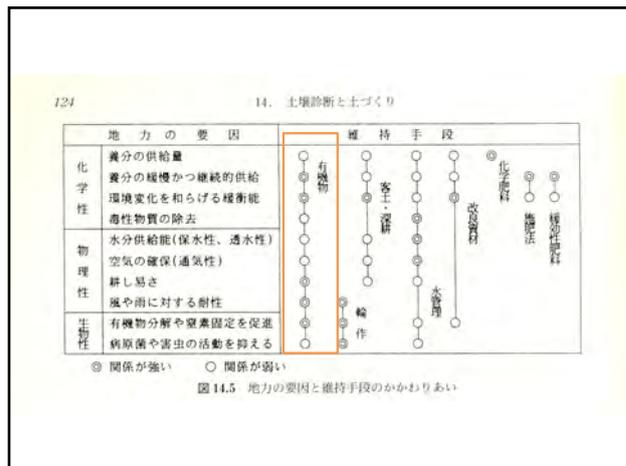
- このデータは、ロザムステッド農試のブロードボーク圃場で堆肥あるいは化学肥料を105年間連用した1948年の1月20日から6月23日まで、月に1度ずつ計測した6回のデータの平均値である。単位: 風乾土1g当たりの数。
- 細菌数と糸状菌数は、P.C.T.Jones, J.E.Mollison および F.A.Skinnerらによる。
- 原生動物のデータは、B.N.Singhによる。

堆肥の施用効果 1 山根 (1981)

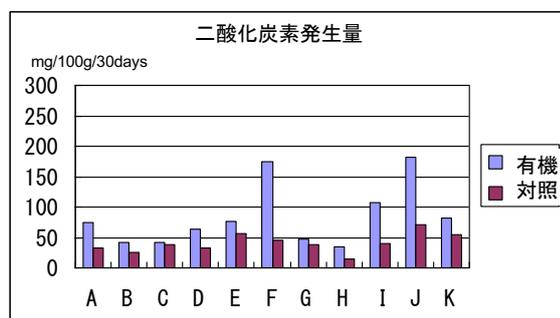
堆肥の働き	働きの詳細	造成地		畑		水田	
		腐植少	腐植多	腐植少	腐植多	腐植少	腐植多
養分として	三要素肥料	○	○	○	○	○	○
	微量要素肥料	○	○	○	○	×	×
	緩効性肥料	○	○	○	○	○	○
	植物ホルモン	○	×	×	×	×	×

堆肥の施用効果 2 山根 (1981)

堆肥の働き	働きの詳細	造成地	畑		水田	
		腐植少	腐植少	腐植多	腐植少	腐植多
安定腐植として	物理性改善	○	○	×	○	×
	陽イオン保持	○	○	×	○	×
	有害物阻止	○	○	×	○	×
	微量元素溶解	○	○	×	○	×
	緩衝物質	○	○	×	○	×
生物(微生物・土壌動物)の給源		○	×	×	×	×

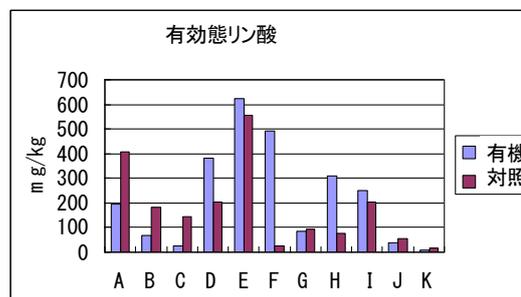


有機栽培圃場と対照（慣行）圃場のCO₂発生量

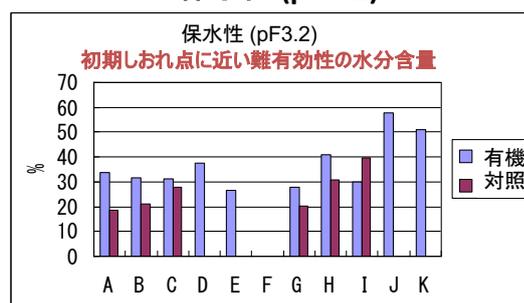


瀧・加藤(1998)

有機栽培圃場と対照（慣行）圃場の有効態リン酸



有機栽培圃場と対照（慣行）圃場の保水性 (pF 3.2)



瀧・加藤(1998)

有機栽培圃場と対照（慣行）圃場の土壌動物数

瀧・加藤(1998)

調査圃場	ミミズ		ヒメミミズ	
	有機	対照	有機	対照
A	994	8	608	48
B	16	16	528	32
C	152	0	592	8
E	32	8	3624	80
F	104	0	96	0

調査圃場	ムカデ・ダンゴムシ		トビムシ・サラガニ	
	有機	対照	有機	対照
A	72	64	13	41
B	64	48	13	2
C	440	0	38	0
E	240	8	23	3
F	184	0	37	8

堆肥の用途（緑農地利用）

- 普通畑作物（ビート・小麦）
- 野菜・果樹・園芸・花卉農家
- 自治体の公園、花壇、緑地
- 工場・企業の緑地
- 水田
- 山林
- たけのこの成長促進
- 芝生の育成

堆肥の用途（非緑農地利用）

- グランド、ゴルフ場、スキー場
- きのご栽培 → 培養残渣を農業利用
- ミミズ、昆虫の養殖 → 培養残渣を農業利用
- 土壌侵食の防止、道路法面の保護
- 廃鉱・荒地の再生
- 脱臭・ガス吸着材
- 畜舎敷料
- 最終処分場覆土
- 発酵熱の利用

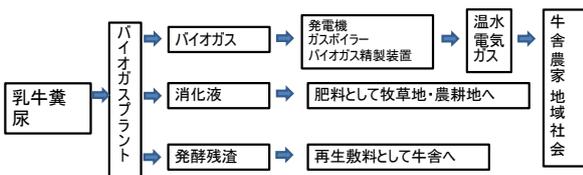
資源化に向けての課題

- 安全な材料を求める。(重金属、塩分、油分、不純物の少ない原料)
- 量の安定確保(原料および生産量)
- 需要の確保と開発
- 単純なプラント
(製造コストの削減・製造技術の単純化・特殊な菌に依存しない)
- 安全な製法を採用する。発酵温度を高め、病原菌、抗生物質耐性菌、雑草種子を除去
- 高品質・高機能なコンポストの製造(病原菌抑制・生育促進)
- 大学・試験場などとの連携

乳牛糞尿のメタン発酵処理の効果

家畜糞尿処理の有用・有望な選択肢

乳牛糞尿のバイオガス処理の流れ



バイオガスプラントの種類

湿式メタン発酵(中温・高温)

フリーストール式牛舎からの糞尿に適している。

乾式メタン発酵(中温・高温)

スタンション式牛舎からの糞尿に適している。

バイオガス生産の効果

温水
電気 の供給
ガス

畜産農家のエネルギー節減

地域・社会へのクリーンな再生エネルギーの供給

メタン発酵消化液利用の効果

化学肥料の代替と節減。
NPKばかりでなく、有機成分の効果が期待できる。
土壌に団粒構造を形成し、物理性を改善する。
生理活性(植物ホルモン)効果。
土壌微生物の栄養源となる。
悪臭の軽減。
病原性微生物の死滅。
雑草種子の死滅。
作業性の改良。
堆肥よりも製造しやすく、散布しやすい。

メタン発酵残渣の利用と効果

再生敷料として牛舎で利用。

麦ワラ、稲ワラ、おがくずなどの購入費用節減。
乳房炎の予防。

農耕地への施用。

肥料成分に富み、窒素飢餓や異常発酵を起こさない。

堆肥の原料。

既に分解されているので、早く堆肥化できる。
他の原料の堆肥化を促進する。

緑肥の利用



緑肥エンバクのすき込み
小麦跡地に栽培

農業における緑肥の利用

- 土壌有機物の増大
- 連作障害の防止
- 土壌物理性(透水性・保水性)の改良
- 窒素固定による養分供給
- 菌根菌の増加
- センチュウの防除
- 過剰養分の吸収
- 有害金属の吸収

緑肥のメリット

- 品質の均一性
- 大面積に容易に導入できる。
- 緑肥の根の効果
- 多量の有機物がすき込まなくても地下に加わる。
- 過剰養分の回収・ファイトレメディエーションなどの効果も期待できる。
- 土壌侵食・風食の防止
- 美しい農村景観への貢献
- 地上部生産物の利用・収入

緑肥利用上の注意点

- それぞれの緑肥作物には特徴がある。
窒素固定能の有無
菌根菌との共生の有無
殺センチュウ能の有無
- 後で栽培する作物に適した緑肥を選ぶ必要がある。
マメ科どうし、イネ科どうしの連作を避ける。
- 雑草化しないように配慮する。

緑肥作物と後作物

緑肥作物と後作物との組み合わせ適性

	緑肥作物	適する後作物	緑肥の主な効果
	エンバク	大豆	根粒着生、菌根菌感染促進、エンバク野生種ではネグサレセンチュウ発生抑制
後作緑肥	ヒマワリ、マメ科	トウモロコシ・タマネギ	無機態窒素の供給、菌根菌感染促進
	シロカラシ、マメ科	テンサイ	無機態窒素の供給
休閒緑肥	マメ科緑肥	秋まき小麦	無機態窒素の供給

北見農試「緑肥作物の特性と畑輪作への導入指針」