

二期作バレイショ栽培に適した
緑肥（カバークロープ）栽培マニュアル



はじめに

多くのバレイショ圃場では、そうか病の発生を抑えるために堆きゅう肥と石灰類の施用が控えられており、その結果、地力の低下と強酸性化が進み、バレイショの収量と品質の低下が懸念されています。

また、本県のバレイショの作型は、春作は1月前後植付け5月前後収穫、秋作は9月植付け12月収穫で、6～7月の梅雨期は裸地状態となるため大雨による貴重な表土が流亡し、地力低下の要因となるとともに、流亡した土壌は河川や海洋の水質汚濁と富栄養化など生態系への悪影響や環境負荷の一要因となることが指摘されています。

緑肥（カバークロープ）栽培は、春作バレイショ終了後の梅雨期に実施することにより、土壌流亡を抑制し、土づくり効果も高い技術ではありますが、「適期播種作業・すき込み作業が困難」、「そうか病の多発が心配」などの理由により、バレイショ圃場での緑肥導入率は低いのが現状です。

このため、「畑地からの土壌流亡防止技術の開発」を戦略プロジェクト研究課題とし、バレイショ圃場に適した緑肥の選定、緑肥播種作業の省力化技術の開発や、そうか病への影響調査などに取り組み、生産現場への緑肥普及に役立ててもらうために、その研究成果を中心にまとめたものです。

本マニュアルが緑肥を推進する指導者や生産者に幅広く活用され、バレイショの生産性向上や環境保全型農業の推進に貢献できれば幸いです。

作成に当たり、御協力いただいた関係機関と農業者の方々、技術的指導や情報を提供していただいた雪印種苗株式会社に深く謝意を表します。

平成25年3月

長崎県農林技術開発センター

目 次

◇緑肥（カバークロープ）の効果	1
◇緑肥の栽培方法	2
◇推奨草種：バレイショ畑で推奨したい特徴をもった草種	
エンバク野生種	4
スーダングラス	5
ヒエ（ミレット）	6
クロタラリア（スペクタビルス）	7
ヒマワリ	8
◇適応草種：バレイショ畑に適応して栽培できる草種	
ソルゴー、クロタラリア（ジュンシア）	9
セสบニア・エビスグサ	10
◇試験結果	
強酸性適応性・多湿適応性	11
土壌を被覆する程度	12
生育特性	13
腐熟特性（窒素供給効果）	14
次作の秋作バレイショへの影響	15
土壌病害への影響	16
土壌の地力向上・環境負荷軽減	17
土壌流亡抑制効果	18
収穫同時播種装置（ホリマキくん）	19
耕うん同時播種装置	20
緑肥導入による経済効果	21
◇カバークロープ（緑肥）栽培特性総表	22

◇緑肥（カバークロープ）の効果

○土壌流亡抑制効果

- ・梅雨時期などの、強度の降雨が多い時期に、緑肥（カバークロープ）を栽培することで、土壌に直接強い雨粒がぶつからないようにし、土壌表面を流れる水の勢いを弱めるなどの効果により、傾斜地などで作土の流亡を軽減できる。



○土壌物理性への改善効果

- ・緑肥を栽培することで、伸長した根が分解すると空隙(空洞)ができ、そこがバイパスとなり排水性の向上につながる。セスバニアなどの直根性のマメ科植物が代表例である。
- ・鋤き込んだ植物体が腐植化し、土壌がフカフカの膨軟状態となり、保水性が向上するとともに、バレイショ収穫時の土落ちが良くなり、作業性が向上する。

○土壌化学性への改善効果

- ・鋤き込んだ緑肥は1カ月程度で容易に分解するものと、分解しにくいものに分けられる。その難分解物質が、土壌中に腐植として残り、アンモニア態窒素やカリウム、カルシウム等のミネラルなどの作物の生育に必要な養分を保持する力（保肥力）を向上させる。分解の早い有機物を鋤き込むことで、肥料成分の利用率を向上させ、生産力の向上や施肥量の削減につながることを期待できる。
- ・マメ科では、特有の菌の働きにより、空中にある窒素を土壌中に固定化させることで、土壌中の地力窒素が増強でき、窒素の減肥栽培も可能となる。

○土壌生物性への改善効果

- ・鋤き込んだ緑肥の分解や根から分泌される養分（ムシゲル）が土壌中の微生物群のえさとなり、豊富な微生物群を形成していく。
- ・バレイショではナス科植物以外の緑肥を栽培することで微生物群が多様化し、連作障害や土壌病害の被害軽減につながる。
- ・緑肥の種類によっては、障害を与えるセンチュウの密度を低減させることができる。

○景観の美化効果

- ・ヒマワリやクロタラリアなど、美しい花を咲かせる緑肥は地域の環境美化に寄与



でき、イメージアップにもつながる。

◇緑肥の栽培方法

播種の方法

- 機械があれば条播も可能であるが、一般的に肥料や農薬の散粒機を用いた散播を行うことで、正確な量をムラなく、短時間で播種できる。
- 覆土は、種子の水分吸収を安定化させるために必要な作業である。方法は色々あるが、ロータリーによる浅がけが一般的となる。
- 一般的に覆土の厚さは種子の大きさの3～5倍であるが、機械の能力等から3～5 cmの深さが目安となる。
- 鎮圧は初期生育を高める観点から、望ましい作業であるが、省略しても大きな支障はない。
- 春作バレイショ後の緑肥栽培はバレイショ収穫と緑肥播種の時期が競合することから、収穫同時播種装置〈→P23〉や耕うん同時播種装置〈→P22〉の利用を労力解消の面からも推奨する。



散粒機を用いた緑肥播種



収穫同時播種装置
(ホリマキくん)



耕うん同時播種装置

鋤き込みの方法

- 一般的にフレールモア等を使って細断した後、鋤き込み量を減らすために水分を飛ばし、乾燥させて鋤き込む方法が良い。特に草量が多く土壌中での分解が遅いソルゴーなどの緑肥については、腐熟期間を短くするためにも細断する必要がある。
- モアなどの機械がなく細断作業が不可能な場合、ムギ類やクロタリア-スペクタビルス-、エビスグサといった茎葉が柔らかく、土壌中での分解が早い草種はロータリー耕などで鋤き込むことが可能である。



フレールモアでソルゴーを細断している様子



歩行型ハンマーカッターモアで細断している様子



ロータリー耕でエンバク野生種を鋤き込んでいる様子。

腐熟期間

- 緑肥を鋤き込んだあとは、土壌中の微生物により分解させるまでの腐熟期間が必要がある。緑肥の分解速度は構成成分により異なり、糖類、セルロース、リグニンの順に分解されやすい。このため、鋤き込みから次作の作付までの期間は、一部の分解が早い草種以外は、夏場で4週間程度設けることが必要である。
- 窒素の割合が低く、炭素と窒素の比率（C/N比）が高いスーダングラス、ヒエ、ソルゴーなどの緑肥は、分解初期に土壌中の窒素を取り込むため、特に十分な腐熟期間を確保や窒素肥料の補給を行わないと窒素飢餓を招く恐れがある。
- 発芽不良を引き起こすピシウム菌などの病原菌は、鋤き込み後2～3週間まで急増するため、作物によっては注意が必要である。

— 推奨草種 —

*推奨草種とは、29種類の緑肥の中から選定した、特にバレイショ畑に適する草種

エンバク野生種（ムギ類）

早期播種は必要だが、鋤き込みも容易で土壌中での分解も早い



<特徴と栽培上の注意点>

- 初期生育・土壌被覆速度も早く、土壌流亡抑制効果が高い。
- ムギ類の特徴である暑さに弱いため、播種が遅れると分けつ数が減少し、草量が確保できない。そのためにも5月上旬までの播種が必須である。
- 播種量は8～10kg/10aで、乾物草量で290kg/10a程度が確保できる。
- 通常は無施肥で栽培が可能であるが、基盤整備直後などの地力がない圃場では窒素3～5kgを施肥する。
- 5月播種では出穂するものの子実は結実しないため、雑草化することはない。
- 栽培開始60日ぐらい（草丈80～100cm）の出穂始めが、鋤き込みの一般的目安となるが、梅雨時期は土壌流亡抑制の面から鋤き込みはさける。
- 梅雨後半からの高温状態になると葉先から黄化していき、生長が止まるため、梅雨明け以降が鋤き込みの目安時期となる。
- ロータリーでの鋤き込みも可能であり、比較的分解が早いため、腐熟期間は3週間程度でいい。
- 品種によってキタネグサレセンチュウの被害を軽減する。

栽培時期

4月		5月		6月		7月		8月	
中	下	上	中	下	上	中	下	上	中

バレイショ収穫

播種期

鋤きこみ期

スーダングラス（イネ科）

生育旺盛で栽培しやすく、
土づくり効果が望める



<特徴と栽培上の注意点>

- 生育が比較的早く、土壌流亡抑制効果も高い・
- 播種量は5kg/10a であるが、栽培期間が十分確保できる場合は3kg/10a でも可能である。
- 夏期、高温でも生育が旺盛で、病害などの各種障害にも比較的強く、乾物量で600kg/10a 以上が確保され、土づくり対策としては効果的である。
- 通常は無施肥で栽培が可能であるが、基盤整備直後などの地力がない圃場では窒素3～5kgを施肥する。
- 草量が多いため、鋤き込み作業はフレールモアで細断し、その後乾燥させ、ロータリーで鋤き込む。
- C/N比が36と比較的高く、土壌中での分解が遅いため、4週間以上の腐熟期間を設ける必要があり、また、次作植え付けまでに最低3回以上の耕うんが望ましい。
- 夏場の高温条件にも強いことから、次作の作付時期までに余裕があり、鋤き込み時期を遅くまで設定できる圃場であれば播種は8月中旬まで可能である。
- キタネグサレセンチュウの密度を減らし、後作物のセンチュウ被害を抑える。

栽培時期

4月		5月		6月		7月		8月	
中	下	上	中	下	上	中	下	上	中

バレイショ収穫

播種期

鋤きこみ期

ヒエ（ミレット）（イネ科）

耐湿性で梅雨期の栽培に適し、生育も旺盛で土づくり効果が高い



＜特徴と栽培上の注意点＞

- 発芽数が多く、生育が早く、土壌被覆能力が非常に高いため、各種緑肥の中でも土壌流亡を抑制する効果が非常に高い。
- 播種量は 3kg/10a 程度である。種子が 2～3mm と小さく、軽いため、風が強い日などの播種には注意を要する。
- 多湿条件下で生育が旺盛で、湛水条件でも栽培が可能であることから、排水不良畑や梅雨時期での草種としては栽培しやすい。
- 草丈は 1.5～2m となり、乾物収量も 700kg/10a 以上と多く、土づくり効果が高い。
- 草量が多いため、鋤き込み作業はフレールモアで細断し、その後乾燥させ、ロータリーで鋤き込む。また鋤き込み量が多く、分解も遅い草種なので、植え付けまでに最低 3 回以上の耕うんが望ましい。
- 品種によってはキタネグサレやナミイシユクなどの有害センチュウに効果がある。

栽培時期

4月	5月	6月	7月	8月
中	下	上	中	下
上	中	下	上	中

バレイショ収穫

播種期

鋤きこみ期



出穂の状況
この状態になるまでに鋤き込む方がよい。

クロタラリア-スペクタビリス- (マメ科)

鋤き込み作業が容易で、減肥栽培を可能とする



湿害の状況

＜特徴と栽培上の注意点＞

- 5 月上～中旬は温度不足もあり、生育が緩慢であるが、梅雨明け後の高温条件で生育が急激に進む。草量を得るためには開花時期まで栽培する必要がある。
- pH が低かったり、排水が悪く、湛水するような畑では生育障害が生じやすい。
- マメ科植物で茎の中心が空洞であり、開花期までは茎葉が柔らかい。
- 円状の葉であり、土壌を被覆する能力は高いが、初期生育が遅いことや茎が一本立ちであるため、イネ科草種に比べ土壌流亡を抑制する効果は低い。
- 播種 65～85 日後の開花期が鋤き込みの目安となる。
- 鋤き込みが容易でロータリー耕でも鋤き込み可能である。
- 土壌中での分解が早いため、2～3 週間程度の腐熟期間で次作の栽培が可能である。
- 根粒菌を着生して窒素固定を行い、植物体自体の窒素含有率が高いことから、肥料的効果が望め、窒素で 1～2kg/10a の減肥が期待できる。
- 黄色い花が咲き、景観作物としての活用も望まれる。
- ネコブセンチュウ、ネグサレセンチュウなど多様なセンチュウに抑制効果を持っている。



茎の中は空洞で柔らかい

栽培時期

4月		5月		6月		7月		8月	
中	下	上	中	下	上	中	下	上	中

バレイショ収穫

播種期

鋤きこみ期

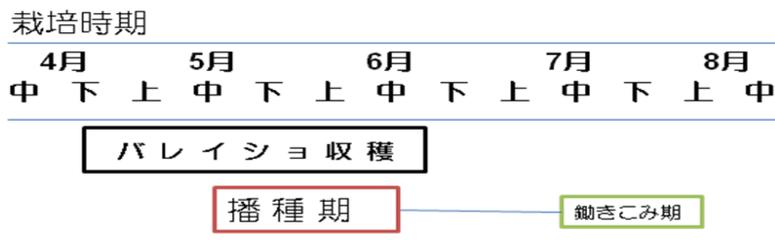
ヒマワリ（キク科）

強酸性土壌や湿潤条件に強く、土づくり効果も見込め、景観美化にも貢献できる



<特徴と栽培上の注意点>

- 土壌の強酸性条件でも良好に生育し、耐湿性もあり、栽培しやすい草種である。
- 緑肥用で一般的に市販されている草種は草丈 1m 程度で乾物量は400kg/10a 程度である。
- 播種後 75 日程度で開花となるが、梅雨時期の開花を避けるうえで5月中旬以降が播種適期とする。
- 初期生育が旺盛で、土壌被覆速度が早い。しかし、立毛本数が少ないため土壌流亡抑制効果はイネ科草種に比べ劣る。
- 景観形成作物として代表的な草種である。
- 景観を楽しみつつ、土壌の地力向上を狙うには、花が咲き終わったところに速やかに鋤き込むことが望ましい。鋤き込みが遅れると、木質化が進行し、C/N比の上昇により土壌での分解が遅くなったり、種子の充実により雑草化が懸念される。
- ヒマワリを栽培することで AM 菌*密度が高まり、次作のリン酸の養分吸収に好影響を与える。



*AM 菌（アーバスキュラー菌根菌）：植物からエネルギー源をもらい、土壌中のリン酸を植物に効率的に供給する、共生関係の糸状菌

— 適応草種 —

*適応草種とは、推奨草種に次いで、バレイショ畑に適する緑肥

ソルガム（イネ科）

- 緑肥として代表的な草種であり、初期生育が良好でスーダングラスやヒエ同様草量が極めて多く、土づくりに効果がある。
- 土壌流亡抑制効果も高い。
- 品種の違いによって、草丈や生育量、センチウの効果等が異なりため、各圃場にあった選定が必要である。
- 多湿条件下が続くと紫斑点病等の障害が生じる。
- 草量が多く、ロータリーでの鋤き込みは困難である。フレールモア等での細断・乾燥・耕うん作業が妥当である。また、分解を促進するために次作の作付までに3回以上の耕うんが望ましい。

栽培時期

4月		5月		6月		7月		8月	
中	下	上	中	下	上	中	下	上	中
バレイショ収穫									
播種期					鋤きこみ期				

バレイショ収穫

播種期

鋤きこみ期



クロタラリア・ジェンシアー（マメ科）

- 土壌pHが低いと生育が悪くなる。
- クロタラリア種の中で立生の種類であり、草丈は80cm、草量200kg/10a程度である。
- 酸性障害や湿害を生じやすい（スルクビルよりは強い）。
- 黄色の花が咲き、景観作物としても期待できる。
- 鋤き込みが遅れると茎が非常に硬くなり、作業が困難となることから、開花後一週間以内に鋤き込む方が望ましい。
- サツマイモネコブセンチウ密度を減少させるマメ科草種である。

栽培時期

4月		5月		6月		7月		8月	
中	下	上	中	下	上	中	下	上	中
バレイショ収穫									
播種期					鋤きこみ期				

バレイショ収穫

播種期

鋤きこみ期



酸性障害
上部葉が退色しており、
白斑点が生じる

セスバニア（マメ科）



- マメ科の中では耐湿性にすぐれ、排水不良畑でも栽培可能な草種である。
- 空気中の窒素を固定化できることで、地力を高めたり、根が1 m以上伸びるので排水性の向上が図れる。
- 播種量は4～5kg/10aである。
- マメ科草種の中では乾物収量が300kg/10aと多く、茎も硬いことから、鋤き込み時はモアでの細断を組み入れる方が望ましい。
- 開花期以降、茎が非常に硬くなるため、鋤き込み時期には注意が必要である。

栽培時期

4月	5月	6月	7月	8月
中	下	上	中	下
上	中	下	上	中

バレイショ収穫

播種期

鋤きこみ期

エビスグサ（マメ科）



- 草丈は高さ1m程度、直根性であり、ロータリー耕などで生じた耕盤を破砕し、排水性を向上させる。
- 茎葉は非常に柔らかいため、ロータリー耕での鋤き込みも可能である。
- 5月中～下旬までは地温不足で初期生育が緩慢であることから、雑草との競合で劣ったり、梅雨時期の土壌流亡の抑制効果も低い。
- C/N比が低く、土壌中の分解も容易で、空気中の窒素を固定化できることで、地力を高めたり、1～2kgの減肥栽培が可能である。

- マメ科の中では多湿条件にも強い草種である。
- 高温で生育が進むため、8月上旬まで栽培可能でないとまとまった草量を得られない。
- キタネグサレやナミイシユクなどの有害センチュウに効果がある。

栽培時期

4月	5月	6月	7月	8月
中	下	上	中	下
上	中	下	上	中

バレイショ収穫

播種期

鋤きこみ期

◇試験結果

本試験結果は、バレイショ畑からの土壌流亡を抑制する効果があり、生産圃場に導入可能な緑肥の選定において、明らかにした成果や結果を記載したものである。

○強酸性適応性

- 春バレイショ後作に栽培できる主な緑肥草種の中で、pH(H₂O)4.5の強酸性土壌でも初期生育が低下しなかったのは、エンバク野生種などのムギ類、ヒマワリである。しかし、pH4.2になるとすべての草種で生育不良となる。
- pH4.5以下の極端な強酸性土壌では酸度矯正が望ましいが、その場合での石灰資材の投入は、バレイショ作付前より、緑肥播種前に実施する方が緑肥の生長やそうか病への影響を考えると妥当である。

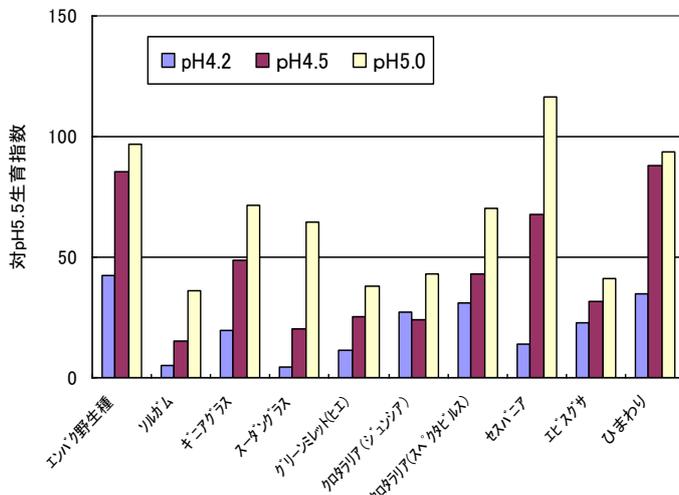
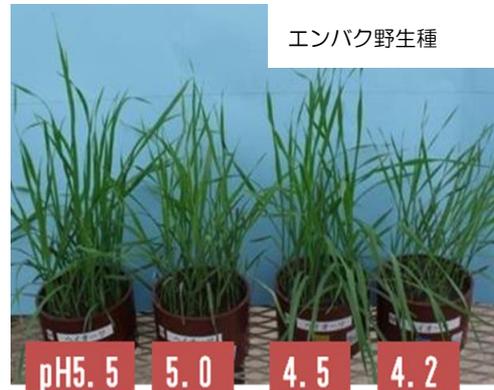


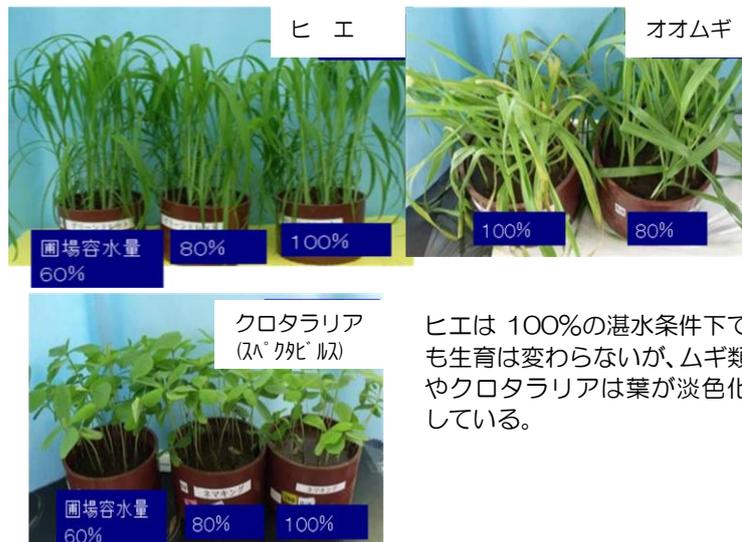
図1 pH5.0の茎葉重を100とした場合の各pH条件下での生育指数



エンバク野生種はpHの違いにあまり影響を受けてないが、クロタラリアは酸性化することで生育が悪くなる。

○多湿適応性

多湿条件下でも生育良好なのは、ヒエとヒマワリである。次ぐのがスダングラスとソルゴーである。同じイネ科でもムギ類は多湿に非常に弱い。マメ科の中ではクロタラリア類は弱い、エビスグサやセスバニアは比較的強い方である。



ヒエは100%の湛水条件下でも生育は変わらないが、ムギ類やクロタラリアは葉が淡色化している。

○ 土壌を被覆する程度

圃場の表土をより早く、すきまなく植物で覆ってしまう能力が高い草種は土壌流亡や雑草を抑制する効果が高いといわれている。そこで、地上から垂直に写真撮影を行い、植物と土壌の面積割合を画像解析で評価し、緑肥の被覆状況を調査した。

その結果、生育初期の土壌を被覆する速度はエンバク野生種、ヒエ、ひまわりが高く、次いでスーダングラスやソルゴーなどである。

クロタリア類、エビスグサ等のマメ科草種は初期生育時が5月中であると生育適温より低くなるため、生育が伸び悩み、その結果、被覆する速度が遅くなる。

生育期間中で最も土壌を被覆する率が高いのは、ソルゴー、ヒエ、スーダングラス、ひまわりであり、これは生育量（→p16）と比例する。（図2. 3）

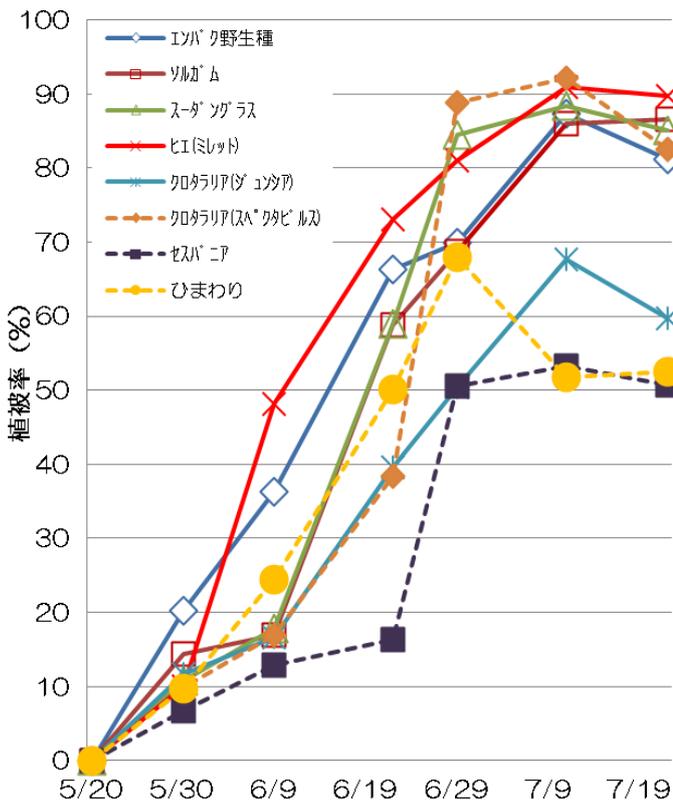


図2 各緑肥の土壌被覆率

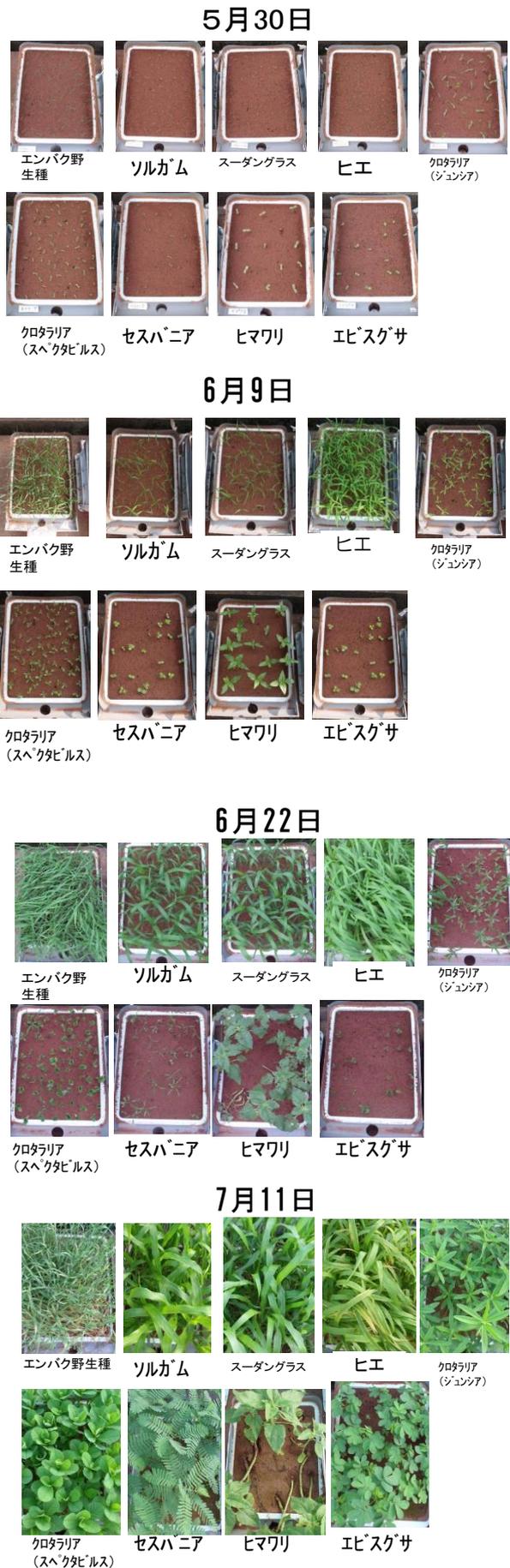


図3 各緑肥の時期別被覆状況推移

○生育特性

エンバク野生種は播種量が多く、ヒエは種子が小さいため、播種量が少なくても生長する茎数は多くなる。ヒマワリは播種量や種子が大きいこともあり立毛数は少なくなる（表1）。



図4 株跡の状況（白点が株）

強酸性土壌条件下では、草種にもよるが各々の生育量は低下する。

草丈ではスーダングラスやヒエといったイネ科草種は150cm以上で乾物収量も大きくなり、土壌物理性の改善効果は高い。一方、エンバク野生種やマメ科草種は草丈100cm以下で、乾物重も少ないことから鋤き込み作業が容易となる（表2）。

表2 強酸性土壌条件下での各緑肥の生育量

草種名	草丈 (cm)		乾物収量 (kg/10a)		還元炭素量* (kg/10a)	
	最小	最大	最小	最大	最小	最大
エンバク野生種	77	87	291	293	118	119
スーダングラス	125	149	500	863	203	351
ヒエ(シット)	125	167	724	807	287	320
クロタリリア(S)	31	56	88	436	35	174
ヒマワリ	89	116	351	405	138	159
ソルガム	80	146	438	521	184	219
クロタリリア(D)	61	96	44	326	18	133
セバコ	71	79	170	414	68	166
ビスガサ	39	48	212	310	85	125

*還元炭素量=乾物収量×各緑肥の炭素含有率

牛ふん堆肥を炭素率20%で考えると

0.5t投入で、炭素還元量=500kg/10a×20%=100kg/10aとなる

牛ふん堆肥500kg/10aなみの腐植の量を確保するのであれば、約250kg/10aの乾物収量が必要である。

ヒエは6月17日播種でも280kg/10aの乾物重が見込める。

クロタリリアは比較的高い温度を要求するため播種日が遅くても生育量の差は小さい（図5）。

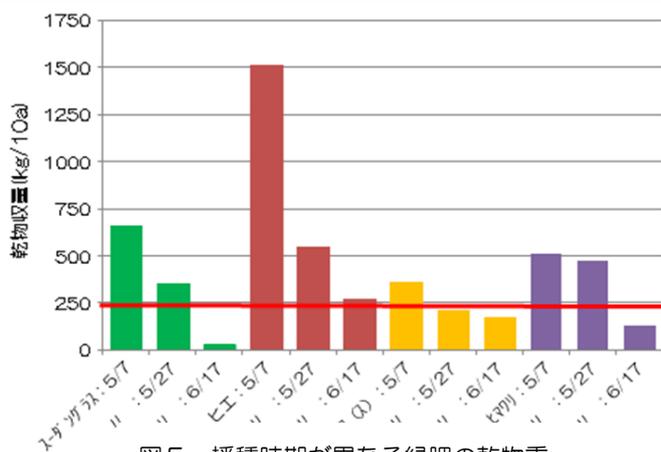


図5 播種時期が異なる緑肥の乾物重

(全区 8/1刈取条件)

○腐熟特性（窒素供給効果）

栽培土壌中の緑肥の窒素分解の推移において、ヒエの窒素分解が8月20日にマイナスとなっているのは、緑肥の分解に窒素を取り込んでいるためであり、その後は緩やかに分解している。

一方、エンバク野生種やクロタラリア、エビスグサなどは1カ月程度で急激に分解していることから肥料養分として期待できることがわかる（図6）。

室内培養条件下で窒素の無機化量を評価してみると、麦類であるエンバク野生種、マメ科であるクロタラリア、エビスグサは土壌すきこみに伴い、窒素の放出が生じており、次作バレイショへの減肥効果が期待できる。

しかし、ソルガム、ギニアグラス、ヒエといった生育旺盛なイネ科草種は窒素の取り込みによる有機化がおり、このことは作付するために施した肥料を腐熟に使い、次作植物の方への肥料分が不足する（窒素飢餓）可能性を示している（図7）。

各緑肥草種の全炭素含量は39~42%であり、草種による差は小さいが、全窒素含量は草種によって異なりクロタラリア類、エビスグサのマメ科は2.6%程度と他の草種に比べ高く、同じマメ科でもセスバニアはやや低い（表3）。

表3 各緑肥草種の全炭素・全窒素含量

	T-C	T-N	C/N		T-C	T-N	C/N	
	%	%			%	%		
エンバク野生種	40.5	1.54	26.3	マ メ 科	クロタラリア(グニツア)	40.7	2.61	15.6
イ ソルガム	42.1	1.06	39.9		クロタラリア(クワビリ)	39.8	2.60	15.3
ネ スーダングラス	40.7	1.14	35.6		セスバニア	40.2	2.23	18.1
科 ギニアグラス	42.0	1.30	32.4		エビスグサ	40.3	2.69	15.0
ヒエ(ミレット)	39.6	1.24	32.0		切 ヒマワリ	39.2	1.57	24.9

*)2010, 2011年の平均値(ギニアグラスのみ2010年)

分解においてC/N比が小さい草種（エンバク野生種、マメ科）では腐熟期間を2~3週間に短くでき、逆に鋤き込み草量が多いイネ科草種は1カ月以上の腐熟期間や複数回のロータリー耕が必要である。

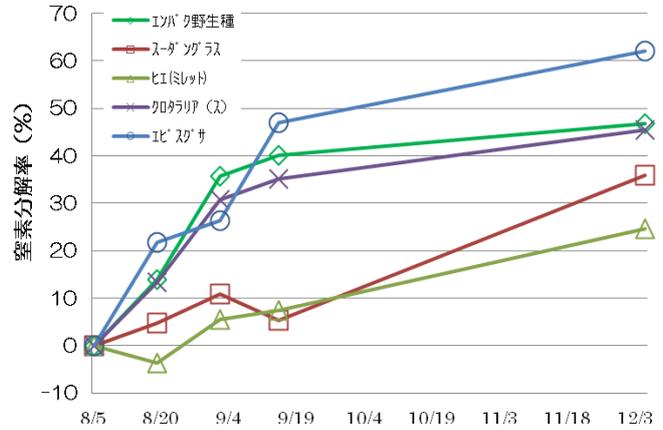


図6 土壌中での鋤き込みによる緑肥の窒素分解状況

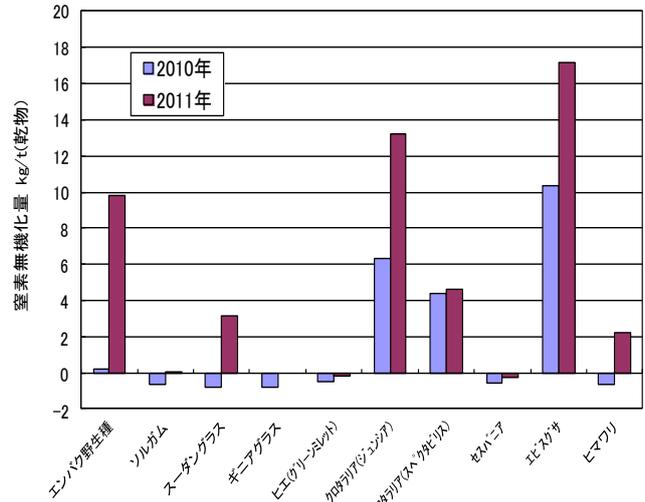


図7 畑状態保温静置化での緑肥草種の窒素無機化量 (30℃、30日)

○次作の秋作バレイショへの影響

緑肥鋤き込み後に秋作バレイショを栽培した結果、いずれの草種も緑肥を栽培することで、上いも重が向上する。緑肥を作付した区の中で、スーダングラスやヒエなどイネ科草種を中心に、緑肥の乾物収量が高い区ほど上いも重が多収傾向である（図8）。

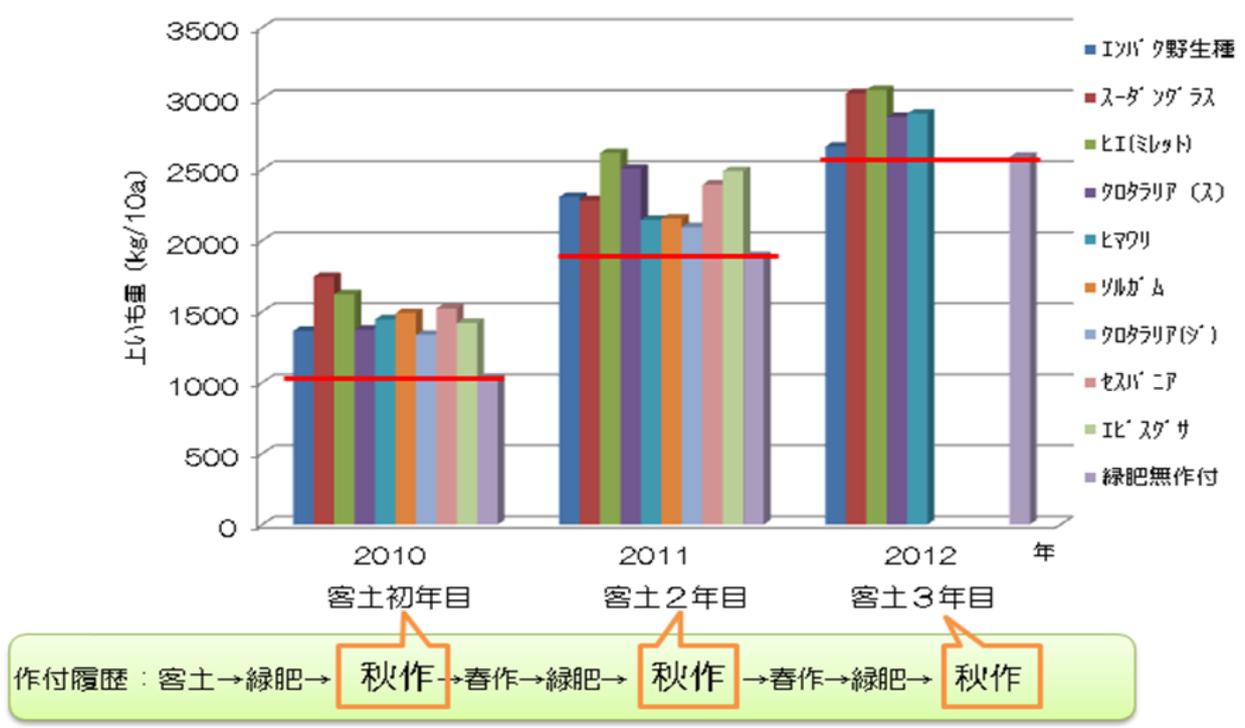


図8 緑肥鋤き込み後に作付した秋作バレイショの収量

本試験は、赤土の客土直後から実施した結果であるが、バレイショの上いも重は作付を重ねることで土づくりが進み、向上する。その中でも、初年目が緑肥による増収効果が高いことから、客土や基盤整備後には1年目に緑肥を栽培することが望ましい。

○土壤病害への影響

緑肥の根や根の周辺土壌では多種の微生物が増殖する。裸地条件では夏季の高温乾燥により土壌微生物数は減少するが、緑肥の根圏では微生物数は維持されている。このため、草種により異なるが青枯病やそうか病の発生は増加する場合がある。

青枯病菌で強度に汚染された圃場で行った試験では、青枯病の発病を助長する傾向を示す草種もあったが、ギニアグラスとクロタラリア・ジュンシアでは裸地と同じ程度の発生にとどまった(図9)。

そうか病菌汚染圃場に緑肥を栽培した試験では、炭素率が高く腐熟が遅いイネ科の草種や鋤き込み量が多い草種で後作の秋作バレイショの発病が増加する傾向はあるものの、健全塊茎の収量には影響しなかった(図10)。未熟有機物はそうか病の発生を助長するため、緑肥の利用に当たっては、バレイショ作付け前までに十分な腐熟期間を設けることが必要である。

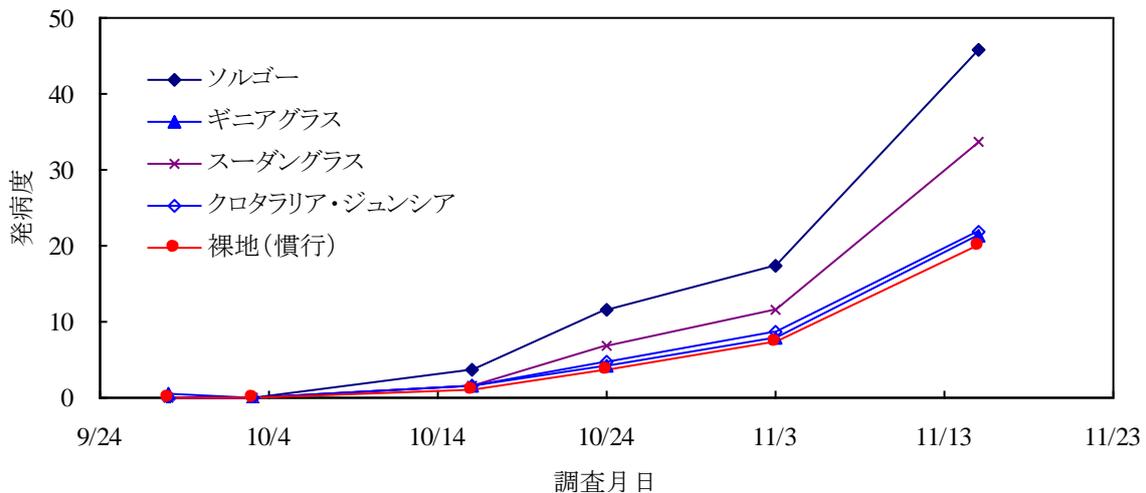


図9 汚染圃場における緑肥栽培が秋作のジャガイモ青枯病の発病に及ぼす影響

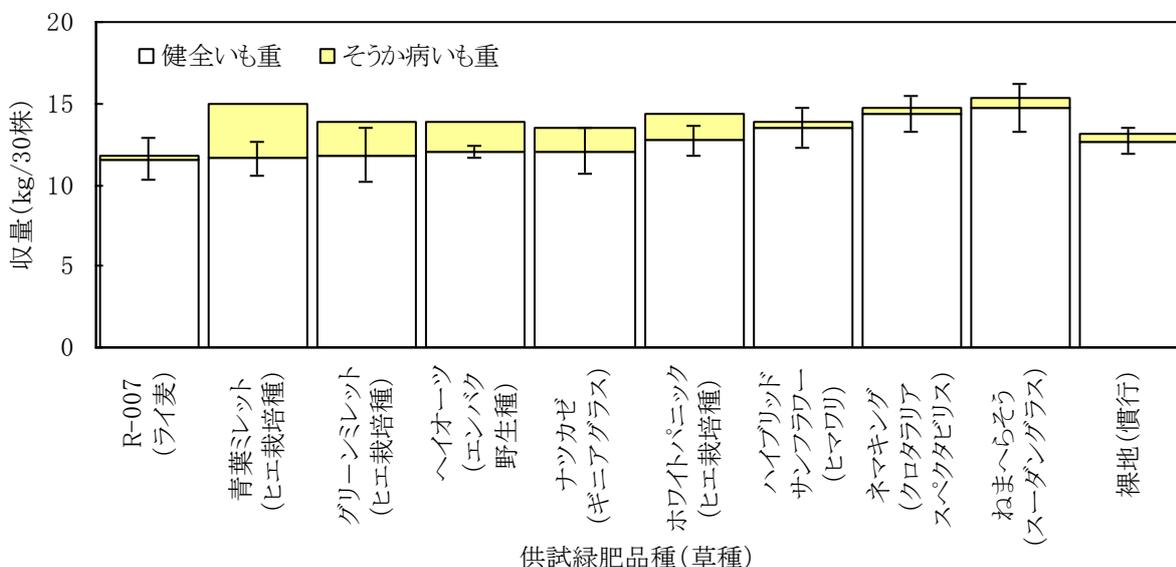


図10 そうか病汚染圃場における緑肥栽培が秋作バレイショ収量に及ぼす影響
エラーバーは標準誤差 ハイオーツは細断前に枯死 R-007は生育不良

○土壤の地力向上

土壤の地力評価の対象となる全炭素含量（≡腐植）は緑肥無栽培と比較して緑肥を栽培することで高くなる。

鋤き込み草量が多いヒエやスーダングラスなどは土づくり効果が期待できる（図 11）。

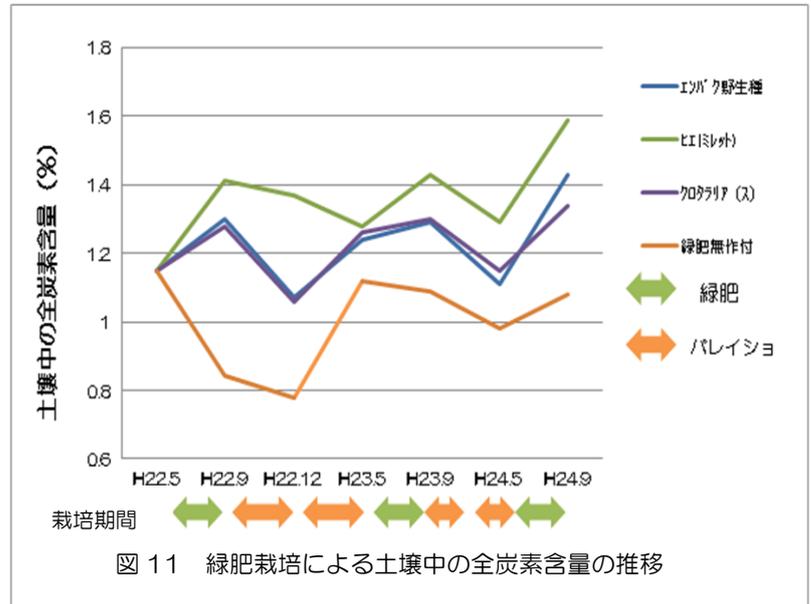


図 11 緑肥栽培による土壤中の全炭素含量の推移

○環境負荷軽減

農耕地において施用された肥料成分が、降雨により下層に溶脱し、地下水の汚染原因となっている可能性がある。土壤溶液中の硝酸態窒素濃度は、春バレイシヨ栽培跡の裸地状態では7月以降、深さ50cm および 100cm で緑肥を栽培すると1 ppm 以下で推移する（図 12）。

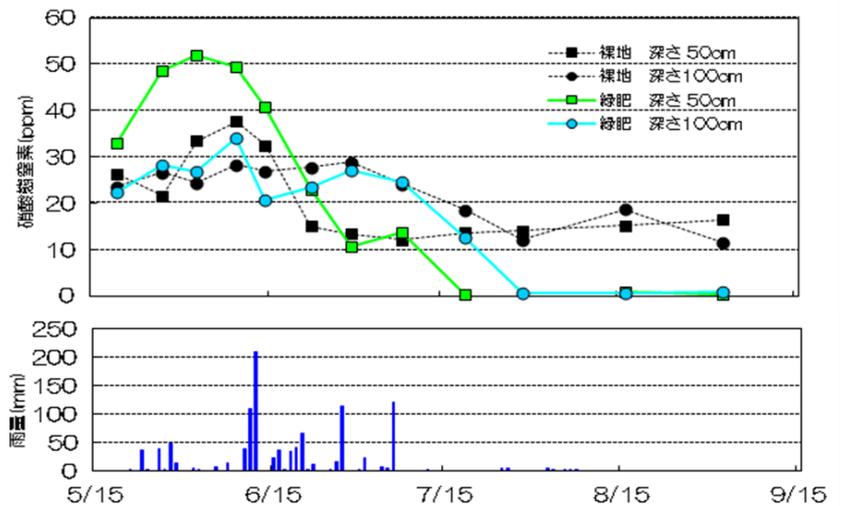


図 12 緑肥栽培中の土壤溶液中の硝酸態窒素濃度と日雨量の推移

緑肥栽培跡地土壤の硝酸態窒素は、深さ1mまでの土壤全層において低下する。（図 13）。

以上のことから、春作バレイシヨ収穫後に緑肥を作付することで、緑肥が余分に残った肥料分を吸収し、その結果、窒素の下層への溶脱を防止でき、環境への負荷を軽減できる。

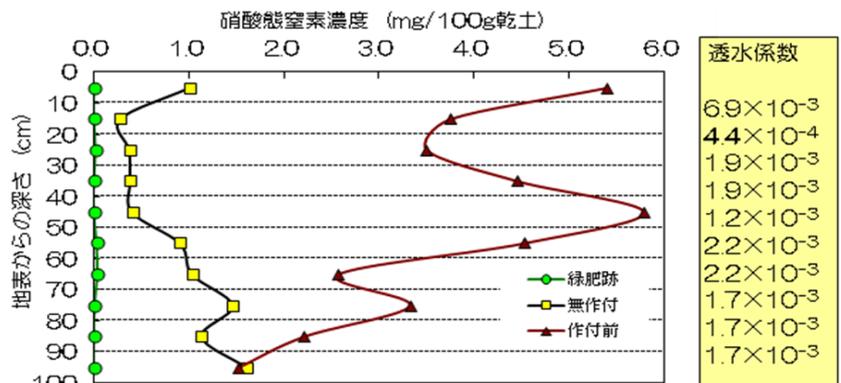


図 13 緑肥栽培前後の深さ別の土壤中硝酸態窒素濃度の変化
2011/8/8 調査

○土壤流亡抑制効果

土壤流亡を抑制する効果が高い草種を選ぶ特徴として、早く地表面を覆う生長の早いもの、播種数が多く発芽率が高いもの、地際の株が分けつなどで大きくなるようなもの、地表面に根が多く張るものなどがあげられる。

傾斜4°の枠試験の結果から、いずれの緑肥草種も土壤流亡を抑制する効果が認められるが、エンバク野生種、ヒエ（ミレット）などイネ科草種が特に効果が高く、裸地

である無栽培と比較して土壤流亡量を1割程度に抑制できる（図14、15）。

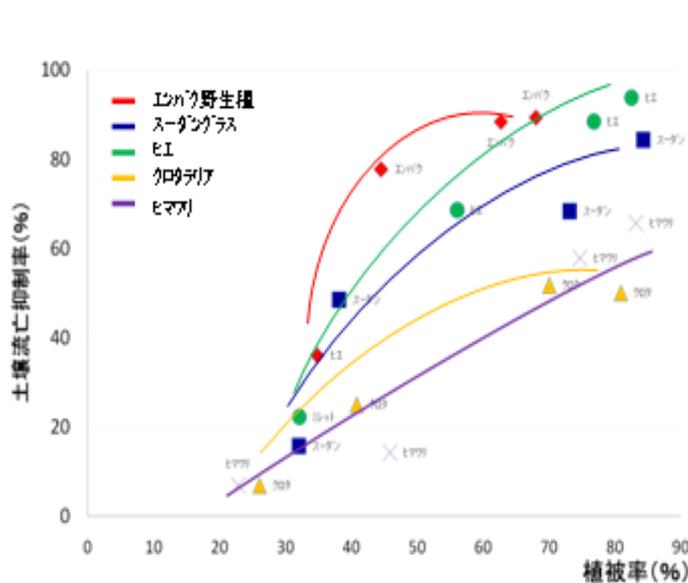


図14 草種の違いによる植被率と土壤流亡との関係 (2012)

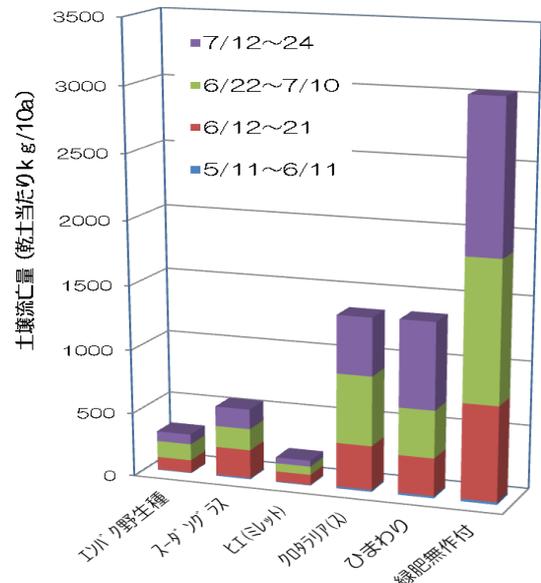


図15 緑肥草種と土壤流亡量の関係 (2012)



エン麦野生種



ヒエ



ヒマワリ



クロタリヤ (ハクタビル)

各緑肥の株元の状況であるが、エンバク野生種やヒエなどのイネ科草種は分けつにより地際部の株の面積が大きくなる

○収穫同時播種装置（ホリマキくん）

春作バレイショ収穫時期は緑肥の播種作業と競合することが、緑肥の普及や適期播種の障害となっている。

そこで、バレイショ収穫と同時に緑肥の播種ができる装置「ホリマキくん」を田中工機(株)の協力の下開発した(写真)。本装置は、バレイショの収穫機に取り付けるもので、ホッパー内の種子が収穫機の前進と連動して排出され、拡散されるとともに土壌と混和される構造である。通常の緑肥播種作業と同等の生育である(図16)。

作業時間は110分/10aで、慣行体系の収穫、播種、耕うんの合計作業時間(173分/10a)と比較して、64%に省力化できる(表4)。



収穫同時播種装置を用いたバレイショ収穫と緑肥播種の作業

草種名:エソバの野生種 播種日:11/15

区名	身長(cm)	穂数本(2/2)
収穫同時播種	37.0±3.3	70.9
慣行(播種後耕うん)	37.8±1.9	70.0



図16 収穫同時播種装置用いた時の緑肥の生育

表4 収穫同時播種体系の作業時間

	作業時間 (hr/10a)		備考
収穫同時播種体系	109.7	収穫同時播種:109.7	
慣行体系	172.7	収穫:108.0、播種:20.8、耕うん:43.9	

注)2011年春作における諫早湾干拓地での調査

<注意点>

- マメ科やヒマワリなどでは、バレイショ茎葉残さの置場や茎葉持ち出しのための運搬車の踏圧により、発芽後では茎が損傷しやすいので、バレイショ茎葉の持ち出しはカバークロップの発芽前までに済ませることが望ましい。
- 本開発装置は種子径2.5mm~10mm、播種量3kg/10a以上のカバークロップ種子で、土壌条件が赤黄色土、黒ボク土で対応できる。ただし、土壌水分が高い条件での作業を行うと、種子が土壌と均等に攪拌されない場合がある。また、タイヤの滑りによる走行速度低下から、既定の播種量より多くなる場合があるため、種子排出量調整も必要となる。

* 2013年3月より販売開始

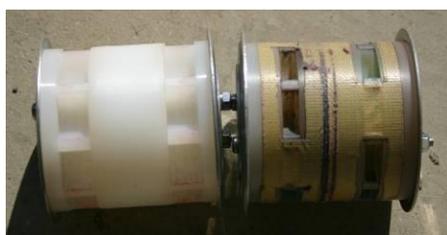
耕うん同時播種装置（フロント型施肥機の活用事例）

1. 耕うん同時播種

収穫同時播種装置が使えない場合、フロント型施肥機で耕うん同時播種が可能である。通常播種より耕うん作業が1回減らせるので、作業時間は35分/10a短縮できる。発芽に及ぼす影響はなく、茎数は通常播種と差はない（図17）。施肥機なので使用時はロール部の溝を塞いで播種量を調整する。



耕うん同時播種の様子



ロール部を塞いだ状態(右)

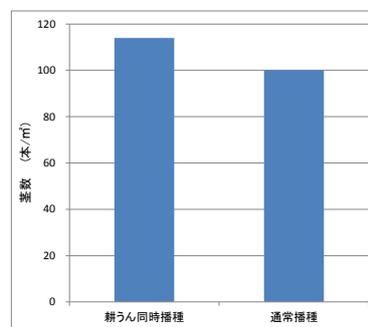


図17 収穫時の茎数の比較

2. 播種可能な緑肥の草種

今回検討した緑肥の中で表の草種が播種可能である。

表5 播種可能な草種

草種	播種量	播種可能最低量	播種可否	備考
	kg/10a	kg/10a		
ソルガム	4	4	○	
エンバク	6	3	○	
クロタリヤ	9	5.3	○	
セスバニア	5	5	○	
エビスグサ	4	5	△	
ギニアグラス	1.5	3.2	×	種子が小さい。
トウモロコシ	2	7.6	×	種子が大きい。
ひまわり	0.6	6.4	×	種子が大きい。

※ この表は「タインヨーDS65F」を使用し、スピード約0.1m/秒での試算である。

※ 施肥機の種類やスピードによって異なるので、注意が必要

3. 施肥も同時に

前作の残肥が少なく初期生育が期待できない場合、排出口を交差させることで、播種と同時に施肥も可能。収量に大きな差は無いが、若干の播きムラが発生する（図18）。



耕うん同時播種施肥の様子



播きムラの様子

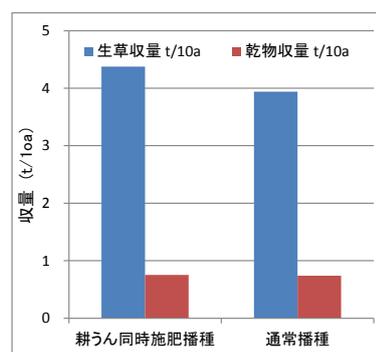


図18 緑肥の収量結果

○緑肥導入による経済効果

経 費

緑肥種子代：3,000～7,000円/10a

* 雲仙市や諫早湾調整池調整池周辺地域では緑肥種子の購入補助の事業を実施している
(2012年現在)

利 益

◎収量の向上

1割の増収が期待されることから秋作平均収量 2,500kg/10a から算出すると

$$250\text{kg}/10\text{a} \times \text{市場単価 } 129\text{円}/\text{kg} = 32,250\text{円}$$

◎減肥の可能性 (マメ科草種を用いた場合)

窒素で換算すると約2kgの減肥が望めることから、硫酸肥料に換算すると

$$\text{窒素 } 2\text{kg} / 0.21 (\text{硫酸の保証成分}) \times 65\text{円} (\text{硫酸 kg 当たり}) = 620\text{円}$$

◎土壌流亡の抑制

4° 傾斜での枠試験の条件でおこなった成果から
梅雨時期の緑肥無作付区の土壌流亡量は 3t/10a
乾土 1t 当たりの客土費用はおおよそ 2,400円

エンバク野生種やヒエなどの緑肥を栽培することで9割の土壌流亡を抑制することから

$$\text{土壌流亡量 } 3\text{t} \times 9\text{割} \times 2,400\text{円} = 6,480\text{円}$$

降雨により流亡する土壌は農業者の長年の努力で作りに上げている表層の土壌であり、
客土した新土では生産性が低下することから、上記以上の経費損出をまぬがれる。

緑肥（カバークロープ）作物特性総表

科名	草種名	播種量 kg/10a	二期作バレイシ ヨ栽培体系に適 した播種期	酸性土壌適応性	多湿適応性	土壌の植被効果	土づくり効果	鋤き込み作業性	肥料的効果	腐熟しやすい	土壌流亡抑制
イネ ムギ	エンバク野生種	8~10	4月下旬~5月上旬	◎	△	◎	○	○	○	○	◎
イネ	スーダングラス	3~5	5月中旬~6月上旬	○	○	○	◎	×	×	×	○
イネ	ヒエ（ミレット）	3	5月中旬~6月中旬	△	◎	◎	◎	×	×	×	◎
マメ	クロタリヤ-スベクタビルス-	5~6	5月中旬~6月上旬	○△	△	△	△○	○	◎	○	△
キク	ヒマワリ	4	5月中旬~6月上旬	◎	○	○	○	△	△	△	△
イネ	ソルガム	3~5	4月下旬~6月上旬	△	○	○	◎	×	×	×	○
マメ	クロタリヤ-ジュンシア-	6	5月中旬~6月上旬	△	△	△	△○	△	◎	○	△
マメ	セสบانيا	4~5	5月中旬~6月上旬	◎	○	△	△○	△	△	△	△
マメ	エビスグサ	3~4	5月下旬~6月上旬	△	○	△	△	◎	◎	○	△

○強酸性（pH4.5以下）圃場でも対応できる草種（耐酸性の草種）

：エンバク野生種、ヒマワリ、セสบانيا

○排水不良圃場に適する草種（耐湿性の草種）

：ヒエ（ミレット）

○土壌の流亡抑制効果が高い草種

：エンバク野生種、ヒエ（ミレット）

○鋤き込み作業が容易な草種

：エンバク野生種、クロタリヤ-スベクタビルス-、エビスグサ

○減化学肥料が可能な草種

：クロタリヤ類、エビスグサなどまめ科草種

○播種時期が遅れ、梅雨時期の播種となった時の草種

：ヒエ（ミレット）

本マニュアルの試験に使用した緑肥の品種等は以下のものである。

草種名	品種名	草種名	品種名	草種名	品種名
エンバク野生種	ハイオーツ	クロタリヤ -スベクタビルス-	ネマキング	クロタリヤ -ジュンシア-	ネマコロリ
スーダングラス	ねまへらそう	ヒマワリ	ハイブリッドサ ンフラワー	セสบانيا	ロストアラー タ
ヒエ(ミレット)	グリーンミレ ット	ソルガム	元気ソルゴー	エビスグサ	エビスグサ

連絡先：長崎県農林技術開発センター 馬鈴薯研究室 TEL.0957-36-0043