

委託試験成績（平成29年度）

担当機関名 部・室名	山口県農林総合技術センター 農業技術部 土地利用作物研究室・資源循環研究室
実施期間	平成27年度～平成29年度、継続
大課題名	I 大規模水田営農を支える省力・低コスト技術の確立
課題名	緑肥作物の導入と深耕による大豆の安定多収栽培技術の確立
目的	大豆栽培では収量向上が大きな課題であり、大豆の連作により低下する地力や土壌の物理性を維持向上させることは、収量向上の面から重要である。この地力や土壌の物理性の維持向上には、緑肥作物などの有機物の投入が有効である。また、深耕することによる排水性の改善、根域の拡大により、大豆が増収することが示されている。そこで、緑肥作物の導入と深耕が大豆の生育、収量、品質に及ぼす影響を検討し、大豆の持続的な安定栽培法を確立する。
担当者名	村田 資治、中島 勘太
<p>1. 試験場所：山口県農林総合技術センター農業技術部（山口市大内氷上）</p> <p>2. 試験方法</p> <p>平成27年度に行った試験ではイタリアンライグラス区は、ヘアリーベッチ区および緑肥をすき込まない対照区に比べて、土壌の気相率が高く維持され、根粒活性も高く、最も多収であった。しかし、イタリアンライグラス区では地上部および残根量が多く、耕起の作業性が劣るとともに、大豆の初期生育も著しく抑制された。平成28年度には、イネ科の緑肥は残根量の少ないエンバクに変更して行った。大豆の初期生育は抑制することなく、エンバクと深耕を組み合わせた区が総節数、稔実莢数が最も多く、収量は対照区に比べて4%多かった。平成27年度および平成28年度ともに、ヘアリーベッチ区は初期生育が旺盛で、主茎長も長く生育は促進されたものの、収量は対照区と有意差はなかった。本年度も、イネ科の緑肥の比較として年次を重ねた検討を行う。</p> <p>(1) 供試機械名：トラクタ+深耕ロータリ（コバシロータ）</p> <p>(2) 試験条件</p> <p>ア 圃場条件：砂壤土（礫質灰色低地土）</p> <p>イ 緑肥の耕種概要</p> <p>(ア) 緑肥の種類（科、品種名）：エンバク（イネ科、ニューオールマイティ）、ヘアリーベッチ（マメ科、寒太郎）</p> <p>(イ) 播種期：2016年11月22日</p> <p>(ウ) 播種量：エンバク 8kg/10a、ヘアリーベッチ 4kg/10a</p> <p>(エ) 施肥：播種前に圃場全体に炭酸苦土石灰を 100kg/10a 散布 エンバクでは窒素成分量で基肥 3kg/10a 施用、追肥なし</p> <p>(オ) 刈り込み：2017年5月11日（歩行型ハンマーナイフモア）</p> <p>(カ) すき込み：2017年5月18日（深耕ロータリ）</p> <p>ウ 大豆の耕種概要</p> <p>(ア) 供試品種：サチユタカ</p> <p>(イ) 播種期：2017年6月27日</p> <p>(ウ) 播種様式：耕起畦立て同時播種（条間 75 cm、1 畦 1 条）</p>	

- (エ) 栽植密度：24.0 本/m² (1 株 2 本立)
- (オ) 施肥：播種前に 10 a 当たり PK 化成 40kg と炭酸苦土石灰 100kg を圃場全面に散布
- (カ) 中耕培土：2017 年 7 月 21 日
- (キ) 除 草：ラクサー粒剤 (播種後) 6kg/10 a
- (ク) 病虫害防除
 - 種子粉衣 クルーザーMAXX (種子 1kg 当たり 8ml)
 - 9 月 8 日 アミスター20 フロアブル (2000 倍)
 - プレバソンフロアブル (4000 倍)
 - 9 月 20 日 スタークルメイト 10 (1000 倍)

(3) 試験区の構成 (大豆栽培)

- ア 耕土深：深耕区 (30 cm)、慣行区 (15 cm)
- イ 緑肥の種類：エンバク、ヘアリーベッチ、なし (対照)
- ウ 1 区面積、反復：72 m²、3 反復分割区法

3. 試験結果

(1) 気象と生育経過の概要

出芽苗立は良好であった。苗立ち後から 8 月までは高温で推移したが、日照時間は平年並みだった。大豆の生育は良好であった。8~9 月の開花期から着莢期にかけては定期的に降雨があったため、水ストレスは小さかった。9 月の子実肥大初期の日照時間が少なかった。生育ステージごとの日照時間は、平年対比で開花期頃 (8 月中、下旬) 116%、莢伸長期頃 (9 月上中旬) 69%、粒肥大期頃 (9 月下旬~10 月上旬) 101%であった。

(2) 緑肥作物の乾物重および成分 (表 1)

すき込み時のエンバクの地上部乾物重は 709 g/m² で、ヘアリーベッチに比べてわずかに多かった。エンバクの窒素含有率は 0.6% でヘアリーベッチに比べて非常に低かった。結果的にエンバクの窒素すき込み量は 4.5 g/m² で、ヘアリーベッチの 1/4 以下だった。m² 当たり根乾物重は、エンバクが 282 g でヘアリーベッチの約 4 倍だった。C/N 比はエンバクが 67.1 でヘアリーベッチが 11.4 に比べて著しく高かった。

(3) 緑肥作物と作土層の三相分布

開花期頃 (8 月 1 日) と成熟期頃 (10 月 18 日) の作土層の孔隙率は、耕土深にかかわらず対照区に比べてエンバク区、ヘアリーベッチ区で高かった。

(4) 緑肥の土壌中での分解 (図 1)

すき込み後の分解はエンバクの方がヘアリーベッチよりもやや遅かった。いずれもすき込み後 30 日程度で約 60% が分解され、90 日後にはほとんど分解された (図 1)。ただし、C/N 比はエンバクではすき込み後 7 月上旬まで 30 以上だった。ヘアリーベッチでは概ね 10 で一定であった (図 1)。

(5) 着莢始期における大豆の生育と根粒活性 (表 4)

大豆地上部の窒素濃度は緑肥の種類による差はなく、地上部乾物重は対照区と比べてエンバク区で少なかった。根粒の窒素固定活性を示す相対ウレイド値は対照区と比べてヘアリーベッチ区で低かった。耕土深による違いは判然としなかった。

(6) 成熟期の諸形質、収量および収量構成要素に耕土深、緑肥の種類が及ぼす影響 (表 5)

エンバク区とヘアリーベッチ区は、対照区と比べて茎径が太く、分枝数が多かった。エンバク区は主茎長が対照区より短かった。いずれの形質においても耕土深による影響はみられなかった。収量と収量構成要素は、一莢粒数に緑肥の効果があり、エンバク区とヘアリーベッチ区は対照区と比べて一莢粒数が多かった。収量には有意な効果が見られなかったものの、エンバク区とヘアリーベッチ区は対照区と比べて収量が多い傾向だった。耕土深について、深耕区では莢数と百粒重が増加し、収量が高い傾向だった。耕土深と緑肥の組み合わせについてみると、深耕かつ緑肥区収量が最も多かった。

4. 主要成果の具体的データ

表 1. すき込み時の緑肥の乾物重、炭素および窒素含有率

緑肥の種類	地上部 乾物重 (g/m ²)	炭素 含有率 (%)	窒素 含有率 (%)	C/N比	窒素量 (g/m ²)	根乾物重 [†] (g/m ²)
エンバク	709	42.5	0.6	67.1	4.5	282
ヘアリーベッチ	609	37.2	3.3	11.4	19.9	76

†: 各反復1か所から25cm×25cm、深さ15cmの土塊を採取して水洗した後に根を取り出して乾物重を測定した。

表 2. 緑肥の種類と耕土深が作土層の有効水分および孔隙率に及ぼす影響

調査日	緑肥の種類	孔隙率(%)		有効水分(%)	
		慣行	深耕	慣行	深耕
8月1日	対照(なし)	58.7	55.0	7.4	6.6
	エンバク	59.8	58.7	6.6	6.6
	ヘアリーベッチ	59.7	55.5	6.7	5.5
10月18日	対照(なし)	56.7	55.6	7.5	6.8
	エンバク	60.0	58.4	6.3	6.9
	ヘアリーベッチ	59.8	58.2	6.9	6.2

有効水分は pF1.5 と pF2.7 の体積含水率の差から算出した。

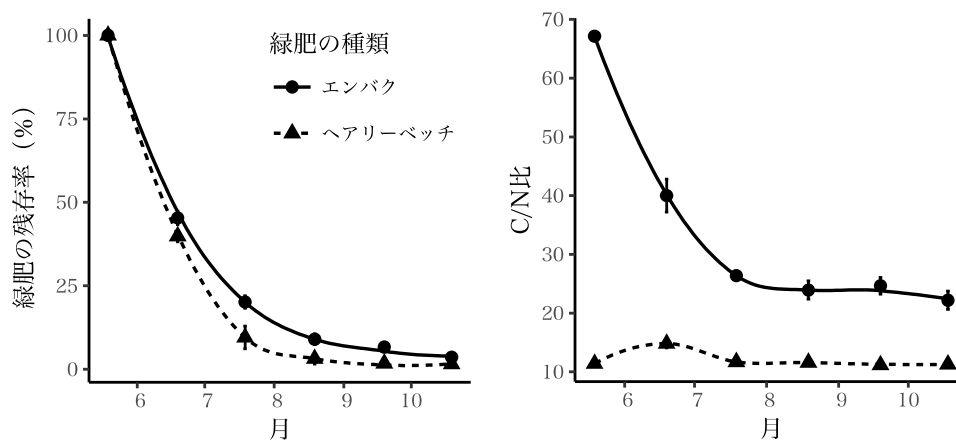


図 1. 緑肥の種類別残存率と C/N 比の推移

残存率は、5/19 に乾物 5g をナイロンメッシュの袋に入れて、圃場に一定期間埋設した後、取り出して乾物重を測定することで算出した。その後、窒素および炭素含有率を調査して C/N 比を算出した。調査は 2~3 反復で行なった。バーは標準誤差、線は平滑化回帰の結果を示す。

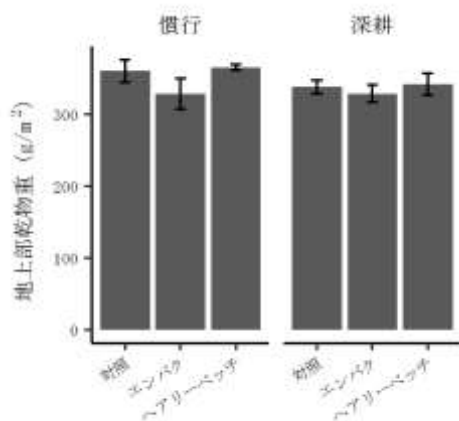


図2. 開花始期(8/8)のダイズ地上部乾物重

バーは標準誤差を示す。

表3. 着莢始期(8/31)のダイズ地上部の窒素濃度と相対ウレイド値

緑肥の種類	窒素濃度(%)		相対ウレイド値(%)	
	慣行	深耕	慣行	深耕
対照(なし)	3.0	2.9	71.4	62.8
エンバク	2.9	3.0	72.0	58.9
ヘアリーベッチ	2.9	2.8	51.7	58.5
耕土深	ns		ns	
緑肥	ns		ns	
交互作用	ns		ns	

相対ウレイド値はダイズを子葉節で切断した後、出液を採取して高橋ら(1996)の方法で測定した。nsは分散分析の結果、5%水準で有意でないことを示す。

表4. 成熟期におけるダイズの諸形質

緑肥の種類	主茎長(cm)		主茎節数		茎径(mm)		分枝数		総節数	
	慣行	深耕	慣行	深耕	慣行	深耕	慣行	深耕	慣行	深耕
対照(なし)	84	83	15.4	15.5	7.7	7.7	3.0	2.7	28.4	26.6
エンバク	81	82	15.0	15.0	8.2	8.4	3.6	3.9	31.1	30.1
ヘアリーベッチ	85	83	15.6	15.1	8.3	8.0	3.8	3.5	30.6	29.1
耕土深	ns		ns		ns		ns		ns	
緑肥	ns		*		*		*		ns	
交互作用	ns		ns		ns		ns		ns	

数値は全て個体あたり。

*, ns: それぞれ 5%水準で有意である、有意でないことを示す。

表5. 成熟期におけるダイズの収量と収量構成要素

緑肥の種類	稔実莢数 (/m²)		一莢粒数		粒数 (/m²)		百粒重 (g)		収量 (g/m²)	
	慣行	深耕	慣行	深耕	慣行	深耕	慣行	深耕	慣行	深耕
対照(なし)	557	620	1.3	1.3	710	794	35.3	35.6	251	283
エンバク	524	604	1.4	1.4	742	839	35.4	36.6	263	308
ヘアリーベッチ	605	605	1.4	1.4	822	827	35.9	36.4	296	302
耕土深	ns		ns		ns		ns		ns	
緑肥	ns		**		ns		ns		ns	
交互作用	ns		ns		ns		ns		ns	

*, ns: それぞれ 5%水準で有意である、有意でないことを示す。

5. 経営評価 (表 6)

経営評価は耕土深慣行かつ緑肥なしを対照として、収量が高かった深耕エンバクと深耕ヘアリーベッチの組み合わせを検討した。

深耕エンバク区は対照区に比べて収量が 57 kg/10 a 高く、10 a 当たり粗収益は 18,183 円高かった。種苗費等により 10 a 当たり経営費を 8,930 円多く要したが、所得は対照区に比べて深耕エンバク区で 9,253 円増であった。

深耕ヘアリーベッチ区は対照区に比べて収量が 51 kg/10 a 多く、10 a 当たり粗収益は 16,269 円高かった。種苗費等により 10 a 当たり経営費を 7,920 円多く要したが、収益は対照区に比べて深耕ヘアリーベッチ区で 8,349 円増であった。

表 6. 経営試算 (円/10a)

項目	対照(耕土深慣行、緑肥なし)	エンバク(深耕)	ヘアリーベッチ(深耕)	備考
粗収益	80,069	98,252	96,338	
売上高	38,403	47,124	46,206	
数量払交付金	41,666	51,128	50,132	
収量(kg/10a)	251	308	302	
入札価格(円/kg)	153	153	153	9,151円/60kg(2016年産)
数量払交付金(円/kg)	166	166	166	9,940円/60kg(2017年産)
経営費(緑肥栽培)				
種苗費	0	2,640	4,140	種子代
肥料費				
炭酸苦土石灰	0	3,780	3,780	緑肥播種前に散布
化成肥料	0	2,510	0	基肥
小計	0	8,930	7,920	
所得	80,069	89,322	88,418	粗収益-経営費
対照との差		9,253	8,349	

6. 利用機械の評価

昨年度と同様、すき込み作業は根量の多いエンバクでも問題なく、30 cmの深耕が行えた。今回も利用した深耕ロータリは作業幅が 1.2mと狭く、作業時間の短縮にはつながらなかった。

7. 成果の普及

なし

8. 考察

昨年度と同様に深耕することで慣行より百粒重が重く、増収する傾向にあった。しかし、昨年度と異なり、深耕区での根粒活性は慣行区よりも高いとは言えなかった。深耕することで根粒活性が改善するよりも、根域の拡大による水ストレスの緩和や養分吸収量の増加が収量に影響しているのかもしれない。

緑肥が大豆の生育に及ぼす影響についてみると、エンバクでは大豆の主茎長、主茎節数および乾物重が小さく、初期生育がやや抑制されたことが示唆された。エンバクでは窒素のすき込み量が少ないことに加えて、すき込み時のC/N比は60以上と高く、窒素競合が生じた可能性がある。一方、成熟期の調査では緑肥区は茎径が太く分枝数が多く、収量構成要素においても、莢数ではなく一莢粒数が増加した。緑肥のすき込みによって土壌の孔隙率は増加し、土壌物理性が改善した。これらのことから、エンバクおよびヘアリーベッチをすき込むことで土壌物理性が改善して開花期以降の生育が良好になると考えられた。

以上のことから、深耕および緑肥をすき込むことで開花期以降の生育が良好となり増収する可能性があることが明らかとなった。耕土深と緑肥の組み合わせについては、昨年度と同様に深耕かつエンバクすき込みの収量が最も高いという結果が得られた。所得も最も高かった。このことから、深耕かつエンバクすき込みの組み合わせにより大豆の安定生産が可能であると推察された。

9. 問題点と次年度の計画

考察で示したように、エンバクでは窒素競合による初期生育の抑制が生じる可能性がある。本研究ではエンバクすき込みから播種まで1か月空いていたこと、追肥しなかったためエンバクすき込み量が少なかったことから、初期生育の抑制程度も穏やかだったと考えられる。生産現場においても緑肥のすき込みから大豆播種までは1か月以上空ける方が良いと考えられる。

10. 参考写真



写真1. 緑肥のすき込み (5月18日)



写真2. 大豆の様子 (7月21日)