

委託試験成績（平成 28 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～29 年度
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	池尻 明彦、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>前年は緑肥作物としてイタリアンライグラスおよびヘアリーベッチを供試し、緑肥作物のすき込みにスタブルカルチを用いて試験を行った。イタリアンライグラス区では土壌の孔隙率が高く、根粒活性が高く維持され、ヘアリーベッチ区および対照区に比べて増収した。しかし、イタリアンライグラス区は根量が多くスタブルカルチでのすき込みが困難で、窒素競合により大豆の初期生育が抑制された。本年度はイネ科の緑肥作物をエンバク、すき込みを深耕ロータリに代えて、土壌の物理性ならびに大豆の生育、収量に及ぼす影響を検討する。</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：2015 年 11 月 13 日</p> <p>(ウ) 播種量：4kg/10 a</p> <p>(エ) 施肥：播種前に圃場全体に炭酸苦土石灰を 100kg/10 a 散布 エンバクでは窒素成分量で基肥 4kg/10 a、追肥（3 月 2 日）3kg/10 a を施用</p> <p>(オ) 刈り込み：2016 年 4 月 26 日（歩行型ハンマーナイフモア）</p> <p>(カ) すき込み：2016 年 5 月 13 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：2016 年 7 月 4 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> <p>(エ) 栽植密度：17.5 本/m²（1 株 2 本立）</p> <p>(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</p>	

(カ) 中耕培土：2016年7月27日

(キ) 除草：ラクサー粒剤（播種後）6kg/10a

(ク) 病虫害防除

種子粉衣 クルーザーMAXX（種子1kg当たり8ml）

8月26日 ノーモルトフロアブル（2000倍）

9月2日 スタークルメイト10（1000倍）、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18日 スミチオン乳剤（1000倍）、アミスター20フロアブル（2000倍）

(3) 試験区の構成（大豆栽培）

ア 耕土深：深耕区（30cm）、慣行区（15cm）

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：72m²、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。梅雨明け（7月18日）以降8月5半旬までは高温、多日照気象で経過し、大豆の生育は良好であった。8月6半旬から10月1半旬までは曇雨天日が多く、日照時間は短かった。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）111%、莢伸長期頃（9月上中旬）54%、粒肥大期頃（9月下旬～10月上旬）57%であった。

(2) 緑肥作物の乾物重および成分（表1）

緑肥刈取り時の地上部乾物重はヘアリーベッチに比べて、エンバクで多かった。窒素含有率はエンバク0.93%、ヘアリーベッチ4.13%であった。10a当たり窒素すき込み量は同10.9kg、同20.0kgで、ヘアリーベッチが多かった。m²当たり根乾物重は、エンバクがヘアリーベッチの約6倍の393gであった。

C/N比はヘアリーベッチが10に対して、エンバクが46で著しく高かった。

(3) 緑肥作物と作土層の三相分布

開花期頃（8月8日）における作土層の三相分布についてみると、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固相率が低く、孔隙率は高かった。また、深耕区が慣行区に比べて固相率が低く、孔隙率が高い傾向があった（表2）。一方、成熟期頃（10月21日）には、深耕区ではエンバク区、ヘアリーベッチ区、対照区の順に固相率が低く、孔隙率は高かったものの、慣行区では緑肥による差はなかった（表3）。エンバク区では他の区に比べて、降雨後に土壌表面の乾燥が早いことが観察された。

(4) 緑肥の土壌中での分解

緑肥のすき込み後の分解速度は、緑肥の種類による大きな差はなかった。緑肥の分解はすき込み後30日程度で約70～80%進み、その後緩やかになった（図1）。

C/N比はエンバクでは7月1日にかけて急激に約20まで低下し、その後はほぼ一定になった。ヘアリーベッチでは概ね10で一定であった（図2）。

(5) 耕土深、緑肥の種類と生育、根粒活性（表4）

大豆のSPAD値は耕土深、緑肥の種類による差はなかった。

最大繁茂期における生育は、分枝数がヘアリーベッチ区でエンバク区、対照区に比べて多かったことを除き、耕土深および緑肥の種類による差はなかった。

相対ウレイド値は、耕土深では慣行区に比べて深耕区で高かった。また、緑肥の種類では対照区で最も高く、ヘアリーベッチ、エンバクの順に低かった。

(6) 耕土深、緑肥の種類と成熟期の生育、収量および収量構成要素 (表 5)

主茎長は耕土深による差はなかった。一方、緑肥の種類ではヘアリーベッチ区でエンバク区および対照区に比べて長かった。

稔実莢数は耕土深による差はなかったものの、深耕区で百粒重が重い傾向があり、収量は慣行区に比べて深耕区で重かった。緑肥の種類では稔実莢数および百粒重に差はなく、収量にも差はなかった。また、耕土深と緑肥の組み合わせの効果についてみると、深耕とエンバク区で、総節数、稔実莢数が最も多く、収量は慣行と対照区に比べて 4%多かった。

4. 主要成果の具体的データ

表1 緑肥刈取り時の地上部乾物重、炭素含有率、窒素含有率、C/N比、窒素量および根乾物重

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 (kg/10a)	根乾物重 (g/m ²)
エンバク	1,175	43.0	0.93	46	10.9	393
ヘアリーベッチ	484	43.3	4.13	10	20.0	65

根乾物重は25cm×25cm×15cmのブロック状に土を掘りとった。

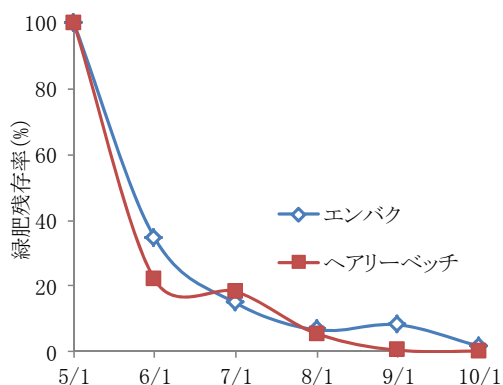


図1 緑肥の種類別残存率の推移

残存率は、5月13日に乾物5gをナイロンメッシュの袋に充填し、圃場に一定期間埋設した後、取り出し乾物重を測定し、元の重さに対する割合で示した。

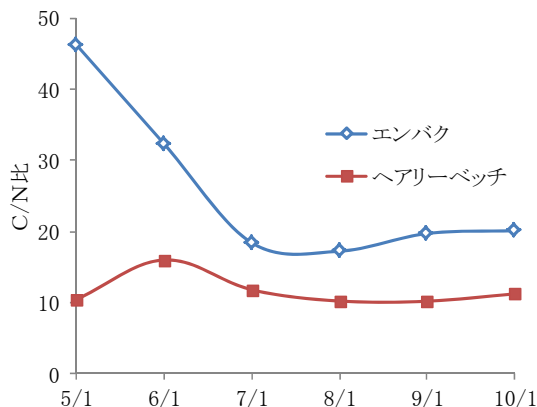


図2 緑肥の種類別C/N比の推移

表2 緑肥の種類が作土層の三相分布、有効水分および孔隙率に及ぼす影響(8月8日調査)

耕土深	緑肥の種類	pF1.5(%)			pF2.7(%)			有効水分 (%)	孔隙率 (%)
		固相 (%)	液相 (%)	気相 (%)	固相 (%)	液相 (%)	気相 (%)		
深耕	エンバク	38.0	32.6	29.4	38.0	24.8	37.1	7.8	62.0
	ヘアリーベッチ	39.4	32.1	28.4	39.4	24.1	36.4	8.0	60.6
	対照(なし)	43.8	34.3	21.9	43.8	25.5	30.7	8.8	56.2
慣行	エンバク	39.1	32.9	27.9	39.1	24.6	36.3	8.4	60.9
	ヘアリーベッチ	41.1	34.0	24.9	41.1	25.1	33.8	8.8	58.9
	対照(なし)	44.3	35.9	19.8	44.3	26.5	29.2	9.4	55.7

表3 緑肥の種類が作土層の三相分布、有効水分および
孔隙率に及ぼす影響(10月21日調査)

耕土深	緑肥の種類	pF1.5(%)			pF2.7(%)			有効水分 (%)	孔隙率 (%)
		固相 (%)	液相 (%)	気相 (%)	固相 (%)	液相 (%)	気相 (%)		
深耕	エンバク	39.1	31.3	29.6	39.1	28.4	32.5	2.8	60.9
	ヘアリーベッチ	43.2	33.6	23.1	43.2	30.6	26.1	3.0	56.8
	対照(なし)	45.9	34.0	20.1	45.9	30.8	23.3	3.2	54.1
慣行	エンバク	42.4	32.3	25.3	42.4	29.1	28.5	3.2	57.6
	ヘアリーベッチ	42.3	32.3	25.4	42.3	28.3	29.3	4.0	57.7
	対照(なし)	42.5	30.3	27.2	42.5	26.5	31.0	3.8	57.5

表4 耕起および緑肥の種類がSPAD値、最大繁茂期の生育、根粒活性に及ぼす影響

耕土深	緑肥の種類	SPAD値			最大繁茂期(8月22日)				根粒活性			相対ウレイド値 (%)
		8/2	8/9	8/17	主茎長 (cm)	分枝数 (本/株)	乾物重 (g/m ²)	窒素吸収量 (g/m ²)	窒素(ppm)			
									硝酸態	アミノ酸態	ウレイド態	
深耕	エンバク	40.2	40.9	45.2	53	2.4	385	12.7	256	48	497	61.9
	ヘアリーベッチ	40.6	42.0	46.2	54	2.7	390	12.6	205	61	525	66.1
	対照(なし)	40.4	41.8	44.9	51	2.2	340	10.9	211	66	574	67.3
慣行	エンバク	40.4	41.8	45.1	53	2.6	385	12.9	307	64	436	54.0
	ヘアリーベッチ	39.5	42.1	43.6	53	3.2	387	12.5	279	58	415	55.2
	対照(なし)	40.1	41.0	45.3	54	2.6	394	12.8	232	55	501	63.5
平均値	深耕	40.4	41.6	45.4	53	2.4	372	12.1	224	59	532	65.1
	慣行	40.0	41.6	44.7	53	2.8	389	12.7	273	59	451	57.6
	エンバク	40.3	41.3	45.2	53	2.5	385	12.8	281	56	467	58.0
	ヘアリーベッチ	40.1	42.0	44.9	53	3.0	389	12.5	242	60	470	60.7
	対照(なし)	40.3	41.4	45.1	53	2.4	367	11.8	222	60	537	65.4
分散分析	耕土深(A)	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	**	ns	**	**
	緑肥(B)	ns	ns	ns	ns	*	ns	ns	*	ns	*	*
	(A)×(B)	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

SPAD値は展開第2葉をSPAD-502で測定。硝酸態窒素、アミノ酸態窒素、ウレイド態窒素および相対ウレイド値は9月1日に抽出液を採取し、相対ウレイド法(高橋1996)により解析した。分散分析の*は5%水準、**は1%水準でそれぞれ有意差があることを、nsは有意差がないことを示す(表5同様)。

表5 耕起および緑肥の種類が主茎長、主茎節数、総節数、
稔実莢数、収量および収量構成要素に及ぼす影響

耕土深	緑肥の種類	成熟期	倒伏程度	主茎長	主茎節数	総節数	稔実莢数	収量	同左比率	百粒重	外観品質
		(月/日)	(0-5)	(cm)	(節)	(節/m ²)	(莢/m ²)	(kg/10a)	(%)	(g)	
深耕	エンバク	11/3	0.1	52	13.1	673	711	427	104	38.4	3.0
	ヘアリーベッチ	11/3	0.1	56	13.3	638	668	412	100	38.8	3.0
	対照(なし)	11/2	0.1	53	13.2	615	654	418	101	37.7	3.0
慣行	エンバク	11/2	0.1	53	13.0	644	684	406	99	37.3	3.0
	ヘアリーベッチ	11/2	0.2	55	13.4	631	697	398	97	37.9	3.0
	対照(なし)	11/3	0.1	54	13.2	632	672	412	100	37.7	3.0
平均値	深耕	11/3	0.1	54	13.2	642	678	419	103	38.3	3.0
	慣行	11/2	0.1	54	13.2	636	684	405	100	37.6	3.0
	エンバク	11/3	0.1	53	13.1	658	698	417	100	37.8	3.0
	ヘアリーベッチ	11/2	0.1	55	13.3	634	683	405	98	38.3	3.0
	対照(なし)	11/2	0.1	53	13.2	623	663	415	100	37.7	3.0
分散分析	耕土深(A)	-	ns	ns	ns	ns	ns	**	-	ns	ns
	緑肥(B)	-	ns	*	ns	ns	ns	ns	-	ns	ns
	(A)×(B)	-	ns	ns	ns	ns	ns	ns	-	ns	ns

倒伏程度は0(無)~5(甚)の6段階で成熟期に調査。収量と百粒重は7.3mmの丸目篩で選別後、著しい被害粒を取り除き水分15%に換算して求めた。外観品質は1~3が1等相当。

5. 経営評価（表6）

経営評価は緑肥作物の種類について、深耕区と慣行区の平均値を用いて行った。

収量はエンバク区が対照区に比べて2kg/10a高く、10a当たり粗収益は768円高かった。一方、種苗費等により10a当たり経営費が10,408円を多く要したことから、所得は対照区に比べてエンバク区で9,640円減であった。

収量はヘアリーベッチ区が対照区に比べて10kg/10a低く、10a当たり粗収益は3,840円低かった。また、種苗費等により10a当たり経営費が6,673円を要したことから、収益は対照区に比べてヘアリーベッチ区で10,513円減であった。

表6 経営試算 (円/10a)

項目	エンバク	ヘアリー ベッチ	対照(なし)	備考
粗収益	160,128	155,520	159,360	
売上高	75,477	73,305	75,115	
数量払交付金	84,651	82,215	84,245	
収量(kg/10a)	417	405	415	深耕区と慣行区の平均値
入札価格(円/kg)	181	181	181	2015年産入札価格10,870円/60kg
数量払交付金(円/kg)	203	203	203	12,170円/60kg
経営費(緑肥栽培)				
種苗費	2,640	4,140	0	種子代
肥料費				
炭酸苦土石灰	2,533	2,533	0	緑肥播種前に散布
化成肥料	5,235	0	0	基肥、追肥
小計	10,408	6,673	0	
所得	149,720	148,847	159,360	粗収益-経営費
対照との差	-9,640	-10,513		

経営試算は耕土深における深耕区と慣行区の平均値。

1) 売上高は入札価格(普通大豆(大粒))、数量払交付金は品質区分の1等の交付金単価をそれぞれ収量に乗じて求めた。

2) 種苗費は種子代として、エンバク660円/kg、ヘアリーベッチ1,035円/kg。

3) 肥料費はエンバクで基肥と追肥でそれぞれ、3,187円/10a、2,048円/10a。

4) 炭酸苦土石灰は緑肥の播種前に100kg/10aを散布。

6. 利用機械の評価

すき込み作業は根量の多いエンバクでも問題なく、30cmの深耕が行えた。一方、今回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

深耕することで慣行より百粒重が重く、増収することが明らかになった。深耕区では土壌の孔隙率が高かったため、根域が拡大し、慣行に比べて根粒活性が高かったことが百粒重の増大した要因であると推察される。

緑肥についてみると、本年はイネ科の緑肥をイタリアンライグラスからエンバクに代えることで、大豆播種時にはC/N比が20程度まで低下し、前年発生した窒素競合による大豆の初期生育の抑制はなかった。また、緑肥の種類にかかわらず、すき込みにより、土壌物理性の改善効果が認められた。しかし、根粒活性は対照区に比べて緑肥のすき込み区

で低く、増収にはつながらなかった。一般に、過剰な窒素の投入により根粒形成・活性が抑制されることから、緑肥由来の窒素により根粒形成が阻害された可能性がある。表 4 に示すようにこの根粒活性の阻害を抑えるには深耕が有効であり、収量は深耕とエンバクの組合せが最も多かった。このことから、緑肥作物（エンバク）の導入と深耕と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

本年度は結莢率、一莢粒数に影響する開花後期から粒肥大期の日照時間が短く、降水量も多い気象条件が、大豆の生育、収量に大きく影響を及ぼしたと考えられることから、次年度も緑肥と深耕の組合せについて検討する必要がある。

10. 参考写真



写真1 緑肥の刈り取り（4月26日）



写真2 緑肥のすき込み（5月13日）



写真3 大豆の生育（8月2日）



写真4 大豆の生育（9月20日）