

委託試験成績（平成 27 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 27～29 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を維持向上させることは、収量向上の面から重要である。地力の維持向上には、緑肥作物などの有機物の投入が有効である。また、深耕することで排水性の改善と根域が拡大し、大豆が増収することが示されている。そこで、緑肥作物と深耕の組み合わせが大豆の生育、収量、品質に及ぼす影響を検討し、持続的な大豆の安定多収栽培法を確立する。
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>(1) 供試機械名：トラクタ（EG65）＋スタブルカルチ（MSC5FRK）</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）：イタリアンライグラス（イネ科、タチムシャ）、ヘアリーベッチ（マメ科、まめ助）</p> <p>(イ) 播種期：2014 年 10 月 17 日</p> <p>(ウ) 播種量：3kg/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 イタリアンライグラスにおいては、窒素分量で基肥では 8kg/10 a、追肥（2 月 25 日）では 3kg/10 a を施用</p> <p>(オ) 刈り込み：2015 年 4 月 24 日（歩行型ハンマーナイフモア）</p> <p>(カ) すき込み：2015 年 5 月 8 日（スタブルカルチ）</p> <p>ウ ダイズの耕種概要</p> <p>(ア) 供試品種：サチユタカ</p> <p>(イ) 播種期：2015 年 6 月 22 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) 播種量：4.9kg/10a（1 株 2 本立）</p> <p>(オ) 施肥：播種前に 10 a あたり PK 化成 40kg と炭酸苦土石灰 100kg を圃場全面に散布</p> <p>(カ) 中耕培土：2015 年 7 月 24 日</p> <p>(キ) 除草：ラクサー粒剤（播種後）6kg/10 a</p> <p>(ク) 病虫害防除</p> <p>種子粉衣（クルーザーMAXX（種子 1kg あたり 8ml）） 8 月 19 日（プレバソンフロアブル 5（4000 倍）） 9 月 2 日（スミチオン乳剤（1000 倍）、ゲッター水和剤（1000 倍）、バリダシン液剤（500 倍））</p>	

9月18日（スタークル液剤10（1000倍）、ノーモルト乳剤（2000倍））

（3）試験区の構成（大豆栽培）

ア 耕土深：深耕区（26 cm）、慣行区（14 cm）

イ 緑肥の種類：イタリアンライグラス、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

播種から7月5半旬までの気温は平年に比べて低く、日照時間は少なく推移した。開花期前後の7月6半旬から8月3半旬までは高温で経過したものの、開花盛期から粒肥大期にあたる8月4半旬から9月4半旬までは平年に比べて低温で、日照時間は少なく推移した。また、8月25日に襲来した台風の影響で倒伏が著しく大きくなり、着莢は不良であった。

（2）緑肥作物の乾物重および成分

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、イタリアンライグラスで多かった。窒素含有率はイタリアンライグラス0.84%、ヘアリーベッチ2.53%であり、10aあたり窒素すき込み量は同8.0kg、同9.0kgで、ヘアリーベッチが多かった（表1）。

CN比はヘアリーベッチが17に対して、イタリアンライグラスが49で著しく高かった（表1）。

m²あたり根乾物重は、イタリアンライグラスがヘアリーベッチの約7倍の889gであった（表1）。

（3）緑肥作物と作土層の三相分布

開花期頃（8月7日）における作土層の三相分布については、ヘアリーベッチ区および対照区に比べてイタリアンライグラス区の固相率および液相率が低く、気相率が高かった。また、収穫期頃には各区ともに気相率は低下したが、開花期と同様にイタリアンライグラス区で最も気相率が高い状態が維持されていた（表2）。

（4）緑肥の土壌中での分解

緑肥の土壌中での分解は、イタリアンライグラスとヘアリーベッチに大きな差はなく推移した。緑肥の分解はすき込み後30日程度で約50%進み、その後はゆっくりとなり、成熟期における緑肥の残存率は約10%であった（図1、参考）。

（5）耕土深、緑肥の種類と生育、根粒活性

初期生育、莢伸長期頃の出液速度および根粒活性は、深耕区と慣行区に差はなかった（表3）。

イタリアンライグラス区は、初期の葉色（SPAD値）が最も淡く、主茎長が最も短かった。また、ヘアリーベッチ区は対照区に比べて、初期の葉色が濃く、主茎長がやや長い傾向があった。

出液速度は緑肥の種類による差はなかった（表3）。

根粒活性の指標である相対ウレイド値は、イタリアンライグラス区で最も高く、対照区、ヘアリーベッチ区の順に低かった（表3）。

(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

成熟期の生育、収量および収量構成要素は、深耕区と慣行区に差はなかった(表4)。

主茎長および主茎節数は、イタリアンライグラス区でヘアリーベッチ区および対照区に比べて、短く、少なかった(表4)

穂実莢数および一莢粒数には有意差はなかったものの、 m^2 あたり粒数がイタリアンライグラス区で、ヘアリーベッチ区および対照区に比べて多く、収量はイタリアンライグラス区で有意に多かった。また、深耕とイタリアンライグラスの組み合わせの収量が、全区で最も多かった(表4)。

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、CN比、窒素量および根乾物重

緑肥	地上部乾物重 (g/m ²)	炭素含有率 (%)	窒素含有率 (%)	CN比	窒素量 (kg/10a)	根乾物重 (g/m ²)
イタリアンライグラス	955	41.1	0.84	49	8.0	889
ヘアリーベッチ	355	42.0	2.53	17	9.0	120

根乾物重は25cm×25cm×15cmのブロック状に土を掘りとった。

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

調査日	緑肥	固相 (%)	液相 (%)	気相 (%)	有効水分 (%)	孔隙率 (%)
8月7日	イタリアンライグラス	32.6	30.7	36.7	8.2	67.5
	ヘアリーベッチ	39.4	34.8	25.8	9.6	60.6
	対照(なし)	41.7	34.5	23.8	9.1	58.3
10月27日	イタリアンライグラス	40.3	35.9	23.8	8.9	59.7
	ヘアリーベッチ	43.6	37.0	19.4	9.2	56.4
	対照(なし)	44.9	38.1	17.0	9.2	55.1

慣行区。pF1.5で測定。

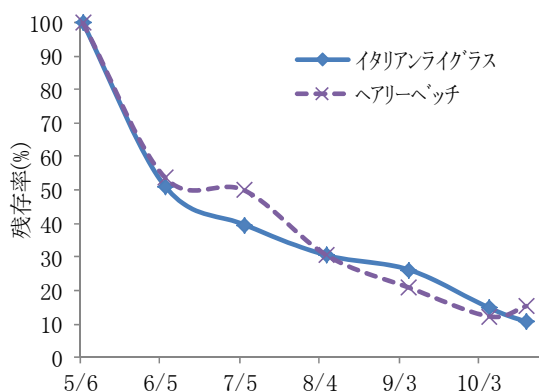
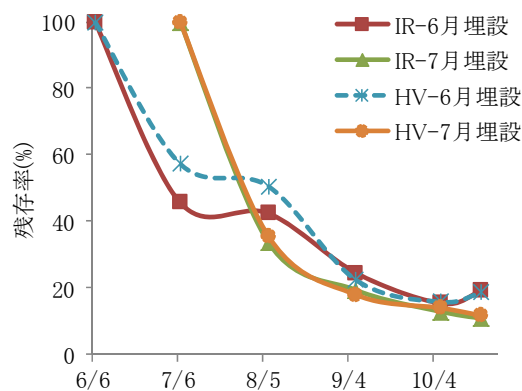


図1 緑肥の種類が残存率の推移に及ぼす影響

残存率は、5月8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。



参考) 緑肥の種類と埋設時期が緑肥残存率に及ぼす影響

IRはイタリアンライグラス、HVはヘアリーベッチを示す。6月埋設は6月8日、7月埋設は7月8日に図1と同様の方法で緑肥を埋設した。

表3 耕起および緑肥の種類がSPAD値、開花期の生育、出液速度、根粒活性に及ぼす影響

耕起	緑肥の種類	SPAD値			開花期(8月7日)				出液速度 (g/時/株)	窒素(ppm)			相対ウレイド値 (%)
		7/10	7/16	7/25	主茎長 (cm)	茎径 (mm)	乾物重 (g/m ²)	SPAD値		硝酸態	アミノ酸態	ウレイド態	
深耕	イタリアライグラス	25.3	35.3	37.2	39	6.10	102	42.8	1.19	227	128	664	65.1
	ヘアリーベッチ	31.7	37.9	38.2	46	6.49	134	43.2	1.04	454	90	568	51.5
	対照(なし)	30.2	36.3	37.8	45	6.52	125	44.0	0.86	365	67	484	51.5
慣行	イタリアライグラス	25.6	34.0	37.3	39	6.16	95	42.9	0.83	231	117	600	63.5
	ヘアリーベッチ	31.9	37.1	38.1	44	6.28	116	43.2	0.99	406	57	385	43.8
	対照(なし)	30.0	36.0	37.0	45	6.53	116	43.5	1.12	284	99	525	57.9
平均値	深耕	29.0	36.5	37.7	43	6.37	120	43.3	1.03	349	95	572	56.0
	慣行	29.2	35.7	37.5	43	6.32	109	43.2	0.98	307	91	503	55.1
	イタリアライグラス	25.4b	34.6c	37.2	39	6.13	98	42.8	1.01	229	122	632	64.3
	ヘアリーベッチ	31.8a	37.5a	38.2	45	6.38	125	43.2	1.02	430	73	476	47.7
	対照(なし)	30.1a	36.2b	37.4	45	6.53	121	43.7	0.99	325	83	504	54.7
分散分析	耕土深(A)	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
	緑肥(B)	**	**	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。出液速度は6株について、森田・阿部(1999)の方法で9月2日の午前中に測定。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2日に出液を採取し、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。SPAD値の異なる英文字間にはTukeyの多重比較により危険率5%水準で有意差があることを示す。

表4 耕起および緑肥の種類が主茎長、主茎節数、総節数、1次分枝数、穂実莢数、収量および収量構成要素に及ぼす影響

耕起	緑肥の種類	成熟期	倒伏程度	主茎長	主茎節数	総節数	分枝数	穂実莢数	収量	同左比率	一莢粒数	m ² 当たりの粒数	百粒重	外観品質
		(月/日)	(0-5)	(cm)	(節)	(節/m ²)	(本/m ²)	(莢/m ²)	(kg/10a)	(%)		(/m ²)	(g)	
深耕	イタリアライグラス	10/27	3.3	53	14.3	635	65.1	683	381	114	1.53	1086	36.6	3.3
	ヘアリーベッチ	10/28	3.3	58	14.9	669	66.2	692	327	98	1.30	944	36.4	3.2
	対照(なし)	10/28	3.3	59	15.3	695	70.0	687	333	100	1.35	978	36.0	3.3
慣行	イタリアライグラス	10/28	3.3	52	14.3	659	68.4	664	352	107	1.46	1022	36.3	3.3
	ヘアリーベッチ	10/28	3.3	60	15.1	668	65.4	603	325	98	1.51	948	35.9	3.3
	対照(なし)	10/27	3.2	57	15.2	709	70.8	676	330	100	1.34	955	36.4	3.2
平均値	深耕	10/28	3.3	56	14.8	666	67.1	687	347	103	1.39	1003	36.3	3.3
	慣行	10/28	3.3	56	14.9	679	68.2	648	335	100	1.44	975	36.2	3.3
	イタリアライグラス	10/27	3.3	52	14.3	647	66.7	673	366	110	1.49	1054	36.4	3.3
	ヘアリーベッチ	10/28	3.3	59	15.0	668	65.8	647	326	98	1.41	946	36.1	3.3
	対照(なし)	10/28	3.3	58	15.2	702	70.4	682	332	100	1.35	967	36.2	3.3
分散分析	耕土深(A)	-	ns	ns	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	-

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、4が2等相当である。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。

5. 経営評価

イタリアンライグラス区は対照区に比べて 34kg/10 a 増収したことから、10 a あたり粗収量は約 15,820 円高かった。しかし、10 a あたり経営費が約 14,080 円多く、所得は対照区に比べて約 1,740 円増であった。

ヘアリーベッチ区は収量が対照区に比べて、6kg/10 a 減収したことから、10 a あたり粗収量は約 2,790 円低かった。また、10 a あたり経営費が約 5,250 円要したことから、収益は対照区に比べて約 8,050 円減であった。

区	表5 経営試算			(円/10a)
	イタリアン ライグラス	ヘアリー ベッチ	対照(なし)	備考
粗収益	170,282	151,672	154,463	
売上高	95,984	85,494	87,067	
数量払交付金	74,298	66,178	67,396	
収量(kg/10a)	366	326	332	深耕区と慣行区の平均値
販売価格(円/kg)	262	262	262	2014年産山口県産サチユ タカ入札価格
数量払交付金(円/kg)	203	203	203	1等区分12,170円/60kg
経営費(緑肥栽培)				
種苗費	3,126	2,721	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	8,423	0	0	基肥、追肥
小計	14,082	5,254	0	
所得	156,200	146,418	154,463	粗収益-経営費
対照との差	1,737	-8,046		

6. 利用機械の評価

ヘアリーベッチ区におけるスタブルカルチの作業速度は速く、作業性に優れた。一方、イタリアンライグラス区では残根量が多く、スタブルカルチの爪の間に土が根鉢ごと引き上げられたことから、作業性は著しく劣った。

7. 成果の普及

なし

8. 考察

スタブルカルチの作業性は、ヘアリーベッチ区では作業速度も速く優れたものの、イタリアンライグラス区では残根量が多く著しく劣ることが観察された。このため、イタリアンライグラスなどの残根量が多い緑肥での耕起作業時には、事前にロータリ耕で根系を切断しておくなどの対策が必要である。

深耕により根域が拡大し収量の増加をねらったが、出液速度は慣行と差はなく、生育、収量および収量構成要素に及ぼす耕土深の影響はなかった。スタブルカルチは爪部分のみを耕起する部分耕であることから、深耕の効果が小さかったと推察される。

大豆の生育に及ぼす緑肥の種類の影響については、ヘアリーベッチ区では初期生育が旺盛で、主茎長も長く生育の促進効果が認められた。しかしながら、収量は対照区と有意差はなかった。ヘアリーベッチ区では生育後半の根粒活性が対照区よりも低いことから、収量が増加しなかったと考えられる。一方、イタリアンライグラス区の収量はヘアリーベッチ区および対照区に比べて、㎡あたり粒数が多い傾向があり、最も多収であった。イタリアンライグラス区は地上部のすき込み量が多く、土壌の気相率が高く維持され、根粒活性も阻害されることがなく、生育後半の大豆への窒素供給量が高まったことが収量増に結び付いたものと推察される。しかし、イタリアンライグラス区では初期生育が著しく抑制されるのが観察された。イタリアンライグラスはCN比が高く、地上部だけでなく残根量も多かったため、窒素飢餓が生じたものと考えられ、イネ科の緑肥についてはさらに種類の検討が必要である。

9. 問題点と次年度の計画

(1) 問題点

イタリアンライグラスは残根量が多く、すき込み作業が劣り、大豆の初期生育は阻害された。

(2) 次年度の計画

イネ科の緑肥作物はイタリアンライグラスからエンバクに変更し、耕起は全面耕起が可能な深耕ロータで行う。

10. 参考写真



写真1 緑肥の生育状況 (4月7日)



写真2 緑肥のすき込み (5月8日)



写真3 緑肥のすき込み (5月8日)



写真4 中耕培土 (7月24日)



写真5 大豆の生育状況 (8月26日)
前日の台風により大豆は著しく倒伏