

パラグアイ農業総合試験場
平成7,8,9年度
適正技術開発研究報告書 vol.2

課題名

長期輪作体系による
持続的畑作栽培技術の開発

平成7年度

ヒマワリ栽培における施肥量と施肥方法に関する試験
アルファルファに対する追肥と改良資材の施用効果に関する試験

平成8年度

ヒマワリ栽培における施肥量と施肥方法に関する試験
粗粒質強酸性土壌畑のヒマワリに対する炭か、ヨリンの施用効果に関する試験
アルファルファに対する追肥と改良資材の施用効果に関する試験播

平成9年度

ヒマワリ栽培における施肥量と施肥方法に関する試験
アルファルファに対する追肥と改良資材の施用効果に関する試験

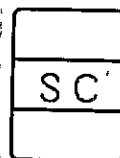
JICA LIBRARY



J 1144707 (5)

平成10年8月

パラグアイ農業総合試験場



長期輪作体系による持続的畑作栽培技術の開発

1. ヒマワリ栽培における施肥量と施肥方法に関する試験

(1) 目的

輪作体系への導入作物として重要な作物であるヒマワリの施肥法について検討する。試験は不耕起播種条件で行うが、ヒマワリは根系が深く、養分吸収に占める下層土の役割も大きいと考えられるので、追肥や作土への肥料混和の効果などについても検討する。

(2) 試験方法

- 1) 試験期間 : 1995年～1997年(1年目)
- 2) 試験場所 : パラグアイ農業総合試験場 輪作体系試験圃場
- 3) 試験区の構成 :

第1表 試験区の構成

試験区名	施肥量 (kg/ha)		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1. 不 無肥料区	0	0	0
2. 耕 窒素減施肥区	30	60	30
3. 起 窒素標準区	60	60	30
4. 播 窒素追肥区	60+30	60	30
5. 種 硝酸増施肥区	60	90	30
6. 窒素硝酸増施肥区	90	90	30
7. 無肥料区	0	0	0
8. 耕 窒素減施肥区	30	60	30
9. 起 窒素標準区	60	60	30
10. 播 窒素追肥区	60+30	60	30
11. 種 硝酸増施肥区	60	90	30
12. 窒素硝酸増施肥区	90	90	30

3) 耕種概要

1区面積 50m² 2連制

- ① 品 種 : DEKALB C-103
- ② 播 種 : 1995年 7月14日
- ③ 施 肥 : 肥料は単肥(硫酸、過磷酸石灰、塩化カリ)を使用し、不耕起播種区は表面散布、耕起播種区は耕起時に施用した。タンカルは使用しない。
- ④ 収 穫 : 1995年11月28日

4) 調査方法

- ① 生育調査、収量調査 : 開花初期の草丈と収穫時の全重、子実重を測定した。
- ② 土壌分析 : 各試験区について播種後 3日目(1995.7.17)、開花後(8.31)、収穫前(11.13)の3回、深さ50cmまで10cm毎の土壌を採取してpH、アンモニア態窒素、硝酸態窒素、可給態リン酸などを測定した。分析方法は次のようである。
 - (a) pH : 風乾土 20gに水50mlを加え30分振とう後の懸濁液についてガラス電極法で測定。
 - (b) 可給態リン酸 (Mehlich-1 法) : 風乾土5gに Mehlich-1 液 (0.025N-H₂SO₄、0.05N-HCl 混液) 50ml を加え30分振とう後濾過する。この濾液について硫酸モリブデン法によりリン酸を測定。
 - (c) アンモニア態窒素及び硝酸態窒素 : 土 30gに10%・KCl100mlを加え1時間振とう後濾過する。この濾液についてコンウェイ微量拡散法によりアンモニア態窒素及び硝酸態窒素を測定。

2025年12月31日

2025年12月31日

2025年12月31日

2025年12月31日

2025年12月31日

2025年12月31日

2025年12月31日

2025年12月31日

2025年12月31日

2025年12月31日

2025年12月31日

2025年12月31日

2025年12月31日

2025年12月31日

2025年12月31日

2025年12月31日

2025年12月31日

2025年12月31日

2025年12月31日

2025年12月31日

2025年12月31日



1144707 (5)

2025年12月31日

2025年12月31日

2025年12月31日

2025年12月31日

2025年12月31日

2025年12月31日

2025年12月31日

2025年12月31日

2025年12月31日

2025年12月31日

2025年12月31日

2025年12月31日

2025年12月31日

2025年12月31日

2025年12月31日

2025年12月31日

2025年12月31日

2025年12月31日

2025年12月31日

2025年12月31日

2025年12月31日

(3) 試験結果

1) 生育及び収量

ヒマワリの生育と収量を第2表に示した。耕起播種区のヒマワリの生育は初期より順調であったが不耕起播種区では発芽が遅れ、その後の生育も不揃いであった。開花初めは耕起播種区は9月11～12日と齊一であったが不耕起播種区は9月16～22日で、開花も長引いた。開花前直後の草丈は不耕起播種区が89～98cmであったのに対し耕起播種区は116～130cmで、約30cm大きかった。生育が最も旺盛であったのは耕起播種、不耕起播種とも窒素・リン酸増施肥区、つまりリン酸増施肥区であって、窒素のみの増施や追肥の効果は見られなかった。

第2表 ヒマワリの生育と収量 (1995年冬作)

試験区名	開花初め (1995. 10. 9)	草丈	全重 (t/ha)	子実重 (t/ha)
1. 不 無肥料区	Set. 22	86.2	7.30	2.87
2. 耕 窒素減施肥区	.16	96.5	7.56	2.98
3. 起 窒素標準区	.18	93.3	7.76	2.83
4. 播 窒素追肥区	.19	85.8	7.97	3.02
5. 種 リン酸増施肥区	.20	83.2	8.57	3.10
6. 窒素・リン酸増施肥区	.18	97.9	8.70	3.13
7. 無肥料区	Set. 11	127.7	7.51	3.06
8. 耕 窒素減施肥区	.11	128.2	7.73	3.17
9. 起 窒素標準区	.12	115.8	8.17	3.04
10. 播 窒素追肥区	.12	120.2	7.92	3.21
11. 種 リン酸増施肥区	.11	126.9	8.42	3.50
12. 窒素・リン酸増施肥区	.12	130.3	9.00	3.58

2) 土壌分析結果

各試験区について播種後3日目(1995. 7. 17)、開花前(8. 31)、収穫前(11. 13)の3回、深さ50cmまで10cm毎の土壌を採取してpH、アンモニア態窒素、硝酸態窒素、可給態リン酸などを測定した。

pH、可給態リン酸測定結果を第3表に示した。pHは表土(0～10cm)が高く、下層土、とくに第2層(10～20cm)が低い傾向がある。これは表層ほど塩基の溶脱が早く酸性化しやすいが、その一方で酸度矯正のためのタンカルの表面散布がおこなわれていたためと考えられる。また不耕起播種区に比較して耕起播種区のpHが低い傾向があるが、これは耕起播種区では耕起作業によって下層の酸性部分が表土に混入したためと考えられる。

可給態リン酸含量は不耕起播種区では常に表土のみ高く、10cm以下の層にはほとんど存在していなかった。耕起播種区の有効態リン酸は播種時から開花期までの期間は20cmまでの層に存在しており、収穫時には消失していた。しかし表層部の有効態リン酸含量にはほとんど差がなかった。

アンモニア態窒素、硝酸態窒素など無機態窒素の測定結果を第4表および第1図に示した。層位別の無機態窒素は可給態リン酸と異なり不耕起播種区でも急速に下層に移行しており収穫期にはほぼ全量が消失していた。アンモニア態窒素と硝酸態窒素の比率をみるとアンモニア態で施用した肥料は施用後3日でその約65%が硝酸態窒素に変化しており、開花期に深さ50cmまでの土層において硝酸態窒素の占める比率は不耕起播種区で73.4%、耕起播種区で81.1%であった。このように本ヒマワリ圃場では硝酸化作用が進行しやすく、これが窒素の流亡を促進しているものと考えられた。

(4) 考察

試験1年目の結果からみると本試験においては耕起、不耕起、それに磷酸施用の影響が大きく現れており、窒素の効果は比較的小さかった。これは大豆跡ヒマワリの場合特に初期生育の促進が重要であり、窒素は前作大豆による土壌窒素の富化、および根粒菌による窒素固定によって補給されているものと考えられた。磷酸増施の効果があられたのは、これによって根粒菌の窒素固定能が向上したためと考えられる。

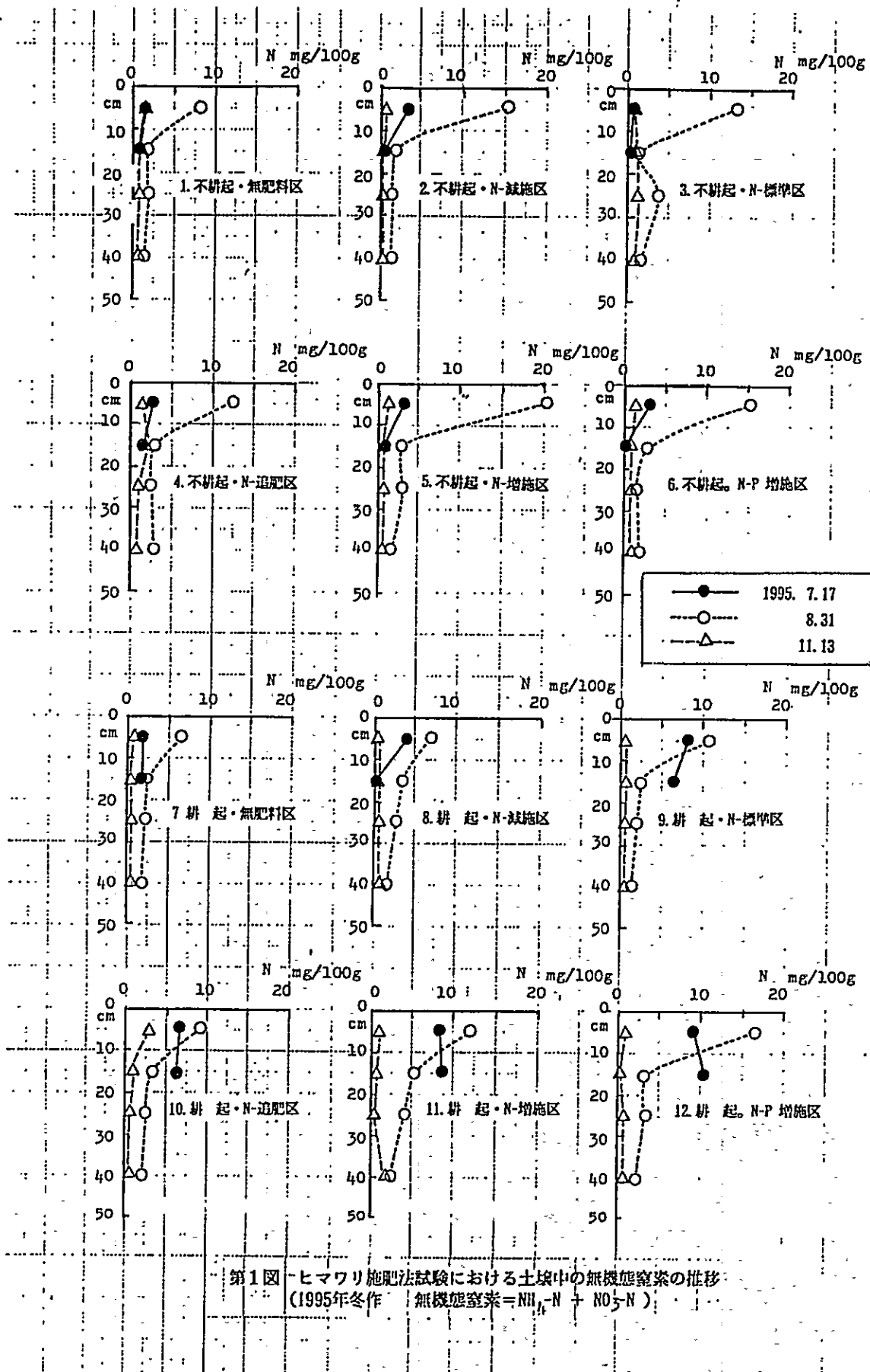
第3表 ヒマワリ施肥法試験における層別土壌のpHならびに有効態磷酸の推移

試験区	層位	pH			有効態磷酸(P ₂ O ₅ mg/100g)			
		測定日 1995. 7. 17	8. 31	11. 13	1995. 7. 17	8. 31	11. 13	
不 耕 起	1. 無肥料区	1. 0~10cm	6.36	6.20	5.37	1.2	1.0	1.0
		2. 10~20	6.23	5.34	5.00	0	0.2	0.1
		3. 20~30	-	5.33	5.20	-	0	0.1
		4. 30~50	-	5.41	5.38	-	0	0.1
	2. N-減施肥区	1. 0~10cm	5.87	5.58	5.53	6.6	24.9	8.4
		2. 10~20	5.93	4.98	4.96	0	0.4	0.3
		3. 20~30	-	5.28	5.35	-	0	0.1
		4. 30~50	-	5.38	5.25	-	0	0.1
	3. 標準区	1. 0~10cm	6.00	6.14	5.74	6.8	18.2	11.4
		2. 10~20	5.37	5.25	5.05	0.7	0.3	0.6
		3. 20~30	-	5.29	5.12	-	0	0.1
		4. 30~50	-	5.19	5.25	-	0	0
播 種 区	4. N-追肥区	1. 0~10cm	6.65	6.20	6.01	7.5	24.1	10.2
		2. 10~20	5.78	5.31	5.13	0.3	0.8	0.4
		3. 20~30	-	5.46	5.17	-	0	0
		4. 30~50	-	5.46	4.96	-	0	0
	5. N-増施肥区	1. 0~10cm	5.69	5.94	5.47	8.5	26.3	4.2
		2. 10~20	5.89	5.33	5.14	0.3	0.2	0.2
		3. 20~30	-	5.45	5.21	-	0	0
		4. 30~50	-	5.64	5.29	-	0	0
	6. N-P-増施肥区	1. 0~10cm	6.11	5.19	5.15	12.1	43.6	19.2
		2. 10~20	6.20	5.27	5.33	0.2	0.3	0.1
		3. 20~30	-	5.49	5.36	-	0	0
		4. 30~50	-	5.74	5.51	-	0	0
耕 起 区	1. 無肥料区	1. 0~10cm	5.88	5.88	6.02	1.2	1.3	1.2
		2. 10~20	5.75	5.76	5.12	0.5	0.3	0.2
		3. 20~30	-	5.60	5.10	-	0	0
		4. 30~50	-	5.66	5.41	-	0	0
	2. N-減施肥区	1. 0~10cm	5.86	5.68	5.50	2.0	3.2	4.9
		2. 10~20	5.93	5.11	5.47	1.1	3.2	0.3
		3. 20~30	-	5.20	5.20	-	0.7	0
		4. 30~50	-	5.36	5.35	-	0	0
	3. N-標準区	1. 0~10cm	5.66	5.89	5.43	2.0	3.1	3.8
		2. 10~20	5.61	5.50	5.25	0.8	1.5	0.6
		3. 20~30	-	5.36	5.50	-	0	0
		4. 30~50	-	5.25	5.42	-	0	0
4. N-追肥区	1. 0~10cm	5.69	5.69	5.38	2.2	3.3	3.0	
	2. 10~20	5.56	5.58	5.40	2.2	1.5	0.6	
	3. 20~30	-	5.33	5.28	-	0	0	
	4. 30~50	-	5.47	5.47	-	0	0	
5. N-増施肥区	1. 0~10cm	5.61	5.50	5.36	2.2	4.2	7.7	
	2. 10~20	5.50	5.09	5.18	4.3	4.2	0.1	
	3. 20~30	-	5.34	5.21	-	0	0.1	
	4. 30~50	-	5.40	5.09	-	0	0	
6. N-P-増施肥区	1. 0~10cm	5.57	5.34	5.15	3.3	3.4	4.7	
	2. 10~20	5.56	5.30	5.00	1.6	5.7	0.8	
	3. 20~30	-	5.30	5.43	-	0	0	
	4. 30~50	-	5.45	5.53	-	0	0	

第4表 ヒマワリ施肥法試験における土壤中の無機態窒素の推移 (ng/100g)

試験区	測定日 層位	1995. 7. 13			1995. 8. 31			1995. 11. 13			
		NH ₄ -N	NO ₃ -N	合計	NH ₄ -N	NO ₃ -N	合計	NH ₄ -N	NO ₃ -N	合計	
不 耕 起 播 種 区	無肥料区	1	0.30	0.90	1.20	1.08	7.19	8.27	0.33	0.69	1.02
		2	0.11	0.33	0.44	0.63	1.05	1.68	0.26	0.08	0.34
		3	-	-	-	1.02	0.75	1.77	0.42	0.00	0.42
		4	-	-	-	0.32	1.02	1.34	0.44	0.00	0.42
	N-減施肥区	1	2.62	1.24	3.86	1.31	13.84	15.15	0.59	0.02	0.61
		2	0.50	0.00	0.50	0.57	1.54	2.11	0.79	0.00	0.79
		3	-	-	-	0.53	1.16	1.69	0.61	0.00	0.61
		4	-	-	-	0.61	0.92	1.53	0.56	0.00	0.56
	N-標準区	1	0.10	0.54	0.64	3.83	9.40	13.23	0.70	0.31	1.01
		2	0.36	0.08	0.44	0.52	0.99	1.51	0.76	0.06	0.82
		3	-	-	-	0.75	2.98	3.73	0.78	0.34	1.12
		4	-	-	-	0.68	1.02	1.70	0.91	0.00	0.91
	N-追肥区	1	1.40	1.30	2.70	2.30	10.30	12.60	0.45	0.83	1.28
		2	0.33	1.06	1.39	0.49	2.23	2.72	0.34	0.14	1.48
		3	-	-	-	0.64	1.65	2.29	0.66	0.31	0.97
		4	-	-	-	1.27	1.38	2.65	0.58	0.11	0.69
N-増施肥区	1	1.29	1.85	3.14	7.31	12.85	20.16	0.65	0.84	1.49	
	2	0.00	0.81	0.81	1.47	1.45	2.92	0.40	0.06	0.46	
	3	-	-	-	1.67	1.34	3.01	0.42	0.17	0.59	
	4	-	-	-	0.82	0.99	1.81	0.42	0.14	0.56	
N-P-増施肥区	1	0.33	2.63	2.96	3.83	11.22	15.05	0.58	0.89	1.47	
	2	0.00	0.15	0.25	0.27	2.56	2.83	0.59	0.33	0.92	
	3	-	-	-	0.47	1.32	1.79	0.89	0.17	1.06	
	4	-	-	-	0.40	1.57	1.97	0.48	0.15	0.63	
不 耕 起 播 種 区	無肥料区	1	0.00	1.77	1.77	1.55	4.85	6.40	0.42	0.06	0.48
		2	0.00	1.64	1.64	0.46	1.59	2.05	0.24	0.00	0.24
		3	-	-	-	0.31	1.93	2.24	0.22	0.11	0.33
		4	-	-	-	0.36	1.38	1.74	0.11	0.02	0.13
	N-減施肥区	1	1.94	2.08	4.02	1.16	5.84	7.00	0.19	0.06	0.25
		2	0.06	0.21	0.27	0.51	2.96	3.47	0.36	0.00	0.36
		3	-	-	-	0.49	2.18	2.67	0.52	0.00	0.52
		4	-	-	-	0.43	1.22	1.65	0.46	0.20	0.66
	N-標準区	1	2.75	5.27	8.02	2.67	7.77	10.44	0.47	0.06	0.53
		2	0.89	5.24	6.13	0.35	1.97	2.32	0.67	0.00	0.67
		3	-	-	-	0.36	1.72	2.08	0.65	0.00	0.65
		4	-	-	-	0.38	1.08	1.46	0.42	0.55	0.97
	N-追肥区	1	2.86	3.66	6.52	1.84	7.22	9.06	1.00	1.00	2.00
		2	2.68	3.76	6.44	0.48	2.48	2.96	0.58	0.00	0.58
		3	-	-	-	0.42	2.00	2.42	0.46	0.00	0.46
		4	-	-	-	0.50	1.65	2.15	0.72	0.00	0.72
N-増施肥区	1	4.73	3.53	8.26	2.50	9.57	12.07	0.75	0.00	0.75	
	2	4.08	4.62	8.70	0.73	4.68	5.41	0.71	0.00	0.71	
	3	-	-	-	0.52	3.82	4.34	0.44	0.00	0.44	
	4	-	-	-	0.44	1.96	2.40	0.64	0.53	1.17	
N-P-増施肥区	1	4.05	5.23	9.28	2.24	14.23	16.47	0.63	0.06	0.69	
	2	2.73	7.86	10.59	1.11	4.10	3.21	0.22	0.06	0.28	
	3	-	-	-	0.59	2.88	3.47	0.57	0.00	0.57	
	4	-	-	-	0.79	1.54	2.33	0.59	0.24	0.83	

層位 1 : 0~10cm、 2 : 10~20cm、 3 : 20~30cm、 4 : 30~50cm



第1図 ヒマワリ施肥法試験における土壌中の無機態窒素の推移
 (1995年冬作 無機態窒素 = $\text{NH}_4\text{-N} + \text{NO}_3\text{-N}$)

2. アルファルファにたいする追肥と改良資材の施用効果に関する試験

(1) 目的

輪作体系にアルファルファを導入した場合の追肥やタンカル、ヨーリンなど土壌改良資材の施用効果を検討する。またアルファルファの栽培を3年とした場合の改良資材の後の作物に及ぼす残効についても検討する。

(2) 試験方法

- 1) 試験期間 : 1995年～1997年(1年目)
 2) 試験場所 : パラグアイ農業総合試験場 輪作体系試験圃場
 3) 試験区の構成 :

第1表 試験区の構成 1区面積 50m² 1区2連制

試験区名	施肥量 (kg/ha)				
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	タンカル	ヨーリン
1. 不耕起・改良資材無施用区	60	60	30	0	0
2. "・タンカル区	60	60	30	2,000	0
3. "・ヨーリン区	60	60	30	0	300
4. "・タンカル・ヨーリン区	60	60	30	2,000	300
5. "・追肥多量区	90	90	30	0	0
6. "・総合区	90	90	30	2,000	300
7. 耕起・改良資材無施用区	60	60	30	0	0
8. "・タンカル区	60	60	30	2,000	0
9. "・ヨーリン区	60	60	30	0	300
10. "・タンカル・ヨーリン区	60	60	30	2,000	300
11. "・追肥多量区	90	90	30	0	0
12. "・総合区	90	90	30	2,000	300

3) 耕種概要

- ① 播種 : 1994年11月30日、試験区 1～6 不耕起播種、試験区 7～12 耕起後播種。
 以後NPKのみ施用して均一栽培
 ② 試験区処理開始日 : 1995年 7月20日、第3回刈り取り後。改良資材、肥料とも表面散布。
 ③ 刈り取り回数 : 年6回。肥料は単肥(硫酸、過磷酸石灰、塩化カリ)で分割して刈取後施用。
 本期の刈取時期 : 1995年 9月13日、11月16日、1996年 1月25日、2月28日の4回。

4) 調査方法

- ① 生育調査、収量調査 : 刈り取り時の草丈、生草重、乾草重。
 ② 土壌分析 : 各試験区について約3ヶ月に隔り別土壌を採取し、pHを測定した。

(3) 試験結果

1) 生育及び収量

これまでに行った4回の刈取調査の結果を第2表、第3表に示した。1回目刈り取りの1995年9月収量は全般的に低く、最高収量は耕起播種・タンカル、ヨーリン区の1.38t/haであった。不耕起播種区のなかで収量が1t/haを超えたのは総合区(1.04t/ha)、タンカル、ヨーリン区(1.01t/ha)であって、多追肥の効果は見られなかった。2回目収量はやや増加し各区とも2t/haを超えたが、3回目収量は再び1t台に低下した。しかし1996年2月に行った4回目刈り取りの収量は2.5～3.4t/haと極めて高かった。以上4回の刈り取りの平均収量は不耕起播種区では総合区、耕起播種区ではタンカル、ヨーリン区であった。また耕起区、不耕起区を比較すると耕起区が11%の増収であった。

第2表 1995年度アルファルファ刈取調査成績 (その1)

試験区名	1995. 9. 13(1回目刈取り)				1995. 11. 16(2回目)				1996. 1. 25 (3回目)			
	草丈 (cm)	生重 (t/ha)	乾草重 (t/ha)	乾物率 (%)	草丈 (cm)	生重 (t/ha)	乾草重 (t/ha)	乾物率 (%)	草丈 (cm)	生重 (t/ha)	乾草重 (t/ha)	乾物率 (%)
1. 不耕起・資材無施用区	45.4	3.10	0.86	27.8	52.5	6.91	1.86	26.9	40.7	3.25	1.15	35.4
2. "・タンカル区	47.9	3.29	0.91	28.5	54.6	9.18	2.52	27.5	40.4	3.06	1.09	35.6
3. "・ヨーリン区	49.0	3.32	0.98	29.5	53.6	7.93	2.20	27.7	39.7	3.08	1.23	36.4
4. "・タン・ヨ区	52.4	3.45	1.01	29.2	53.8	9.67	2.65	27.4	40.0	3.42	1.30	38.0
5. "・追肥多量区	52.5	3.22	0.94	29.3	57.6	9.16	2.42	26.4	37.8	3.33	1.19	35.7
6. "・総合改善区	53.8	3.53	1.04	29.4	53.9	7.27	2.00	27.5	37.5	3.96	1.43	36.1
7. 耕起・資材無施用区	50.1	3.52	0.91	25.9	53.5	7.32	2.02	27.6	41.4	3.41	1.28	37.6
8. "・タンカル区	51.5	3.84	0.97	25.2	56.6	8.39	2.17	25.9	47.0	4.07	1.45	35.7
9. "・ヨーリン区	53.5	3.86	1.16	30.1	59.3	9.32	2.47	26.5	42.2	4.22	1.50	35.7
10. "・タン・ヨ区	54.5	4.72	1.38	29.2	57.1	8.69	2.36	27.2	43.8	4.56	1.52	33.3
11. "・追肥多量区	55.5	3.60	1.04	29.0	56.8	7.84	2.15	27.4	40.5	4.21	1.53	36.3
12. "・総合改善区	56.1	3.74	1.19	31.8	58.0	7.82	2.19	28.0	43.5	4.32	1.43	36.8

第3表 1995年度アルファルファ刈取調査成績 (その2)

試験区名	1996. 2. 28(4回目)				平均			
	草丈 (cm)	生重 (t/ha)	乾草重 (t/ha)	乾物率 (%)	草丈 (cm)	生重 (t/ha)	乾草重 (t/ha)	乾物率 (%)
1. 不耕起・資材無施用区	72.3	10.03	2.65	26.4	52.7	5.82	1.66	28.5
2. "・タンカル区	76.6	8.92	2.46	27.6	54.9	6.11	1.75	28.6
3. "・ヨーリン区	76.0	10.66	2.80	26.3	54.6	6.25	1.80	28.8
4. "・タン・ヨ区	75.6	10.10	2.85	28.2	55.3	6.66	1.95	29.3
5. "・追肥多量区	72.1	9.46	2.51	26.5	55.0	6.29	1.77	28.1
6. "・総合区	77.6	10.02	2.92	28.6	55.7	6.20	1.84	29.7
7. 耕起・資材無施用区	73.7	11.45	2.99	26.1	54.7	6.43	1.80	28.0
8. "・タンカル区	76.8	11.46	2.95	25.7	58.0	6.94	1.89	27.2
9. "・ヨーリン区	72.3	9.99	2.60	26.0	56.8	6.85	1.93	28.2
10. "・タン・ヨ区	75.7	13.40	3.44	25.7	57.8	7.84	2.18	27.8
11. "・追肥多量区	75.7	11.90	3.10	26.0	57.1	6.89	1.96	28.4
12. "・総合区	72.6	11.10	3.09	27.8	57.6	6.75	1.98	29.3

2) 土壌分析結果

本期行った土壌分析の結果を第4、第5表及び第1図に示した。試験開始以来8ヶ月間に4回の土壌pHの測定を行ったが、土壌pHは次第に低下しており、タンカルを施用していない試験区の表土はpH=4.33~4.45の強酸性を示した。pH低下はタンカルを施用した試験区も含め下層土でも起こっており、全土層が酸性化の傾向にあることが知られた。今後置換性成分の分析などを行い、pH低下の原因を明らかにしたい。

第4表 アルファルファ改良資材試験における試験区別の土壌pHの推移

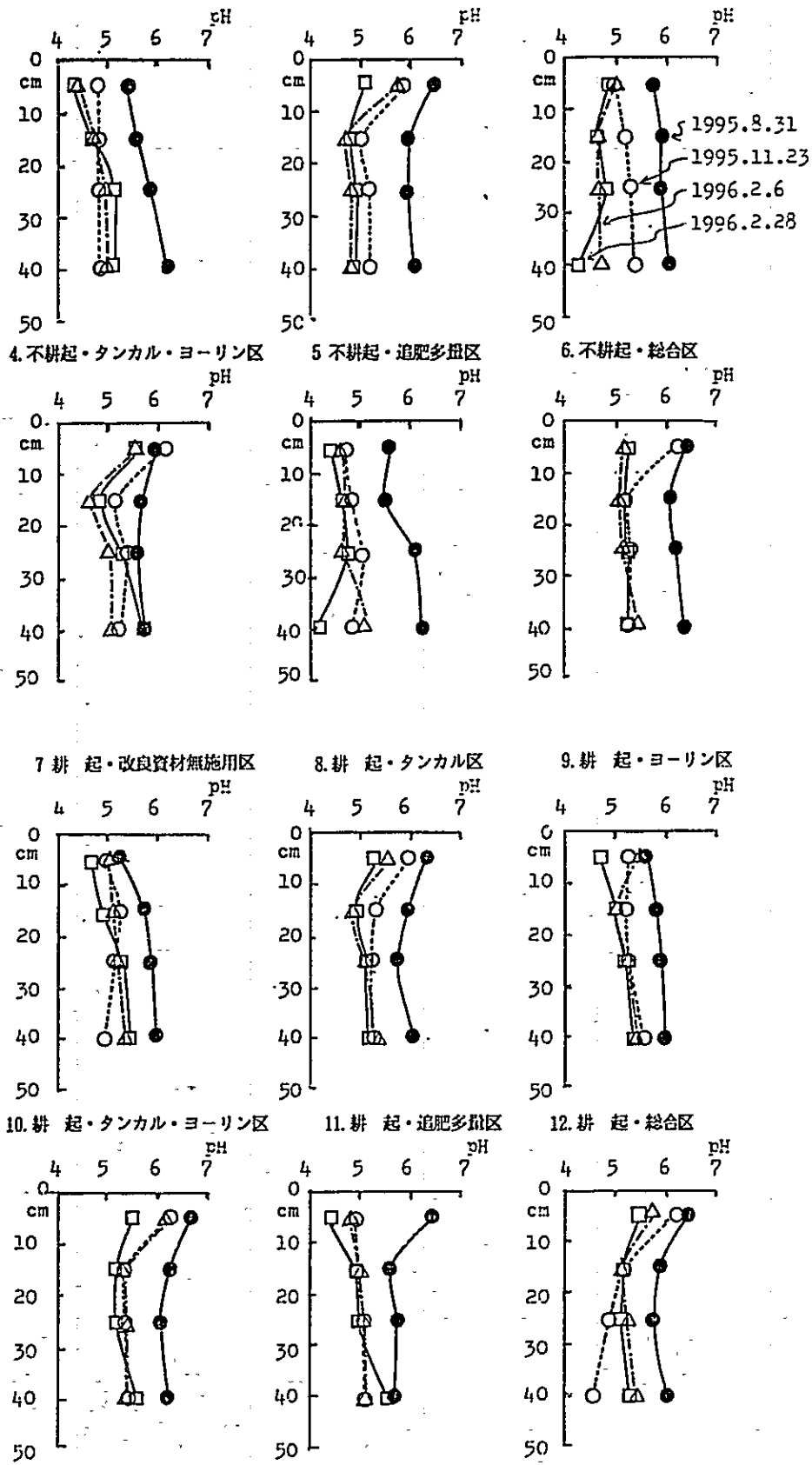
試験区	層位	調査日			
		1995. 8. 31	1995. 11. 23	1996. 2. 6	1996. 3. 19
1. 資材 無施用区	1. 0 ~ 10cm	5.41	4.77	4.48	4.33
	2. 10 ~ 20	5.55	4.85	4.72	4.69
	3. 20 ~ 30	5.81	4.85	4.93	5.17
	4. 30 ~ 50	6.21	4.85	4.94	5.19
2. タンカル区	1. 0 ~ 10cm	6.50	5.85	5.72	5.04
	2. 10 ~ 20	5.91	5.00	4.76	4.78
	3. 20 ~ 30	5.92	5.15	4.83	4.94
	4. 30 ~ 50	6.05	5.19	4.80	4.86
3. ヨーリン区	1. 0 ~ 10cm	5.72	4.93	4.95	4.82
	2. 10 ~ 20	5.91	5.15	4.67	4.60
	3. 20 ~ 30	5.89	5.24	4.67	4.81
	4. 30 ~ 50	6.01	5.32	4.70	4.20
4. タンカル ヨーリン区	1. 0 ~ 10cm	5.93	6.12	5.89	5.58
	2. 10 ~ 20	5.61	5.08	4.68	4.84
	3. 20 ~ 30	5.57	5.43	5.02	5.26
	4. 30 ~ 50	5.75	5.20	5.16	5.80
5. 追肥多量区	1. 0 ~ 10cm	5.54	4.73	4.71	4.37
	2. 10 ~ 20	5.50	4.85	4.70	4.64
	3. 20 ~ 30	6.05	5.04	4.61	4.75
	4. 30 ~ 50	6.18	4.83	5.06	4.18
6. 総合区	1. 0 ~ 10cm	6.48	6.28	5.11	5.36
	2. 10 ~ 20	6.05	5.09	5.05	5.06
	3. 20 ~ 30	6.14	5.26	5.19	5.21
	4. 30 ~ 50	6.38	5.22	5.36	5.20
7. 資材 無施用区	1. 0 ~ 10cm	5.13	5.00	5.06	4.45
	2. 10 ~ 20	5.76	5.27	5.10	4.89
	3. 20 ~ 30	5.82	5.16	5.19	5.26
	4. 30 ~ 50	6.00	4.98	5.38	5.45
8. タンカル区	1. 0 ~ 10cm	6.33	5.99	5.63	5.26
	2. 10 ~ 20	5.97	5.34	4.84	4.92
	3. 20 ~ 30	5.74	5.22	5.11	5.10
	4. 30 ~ 50	6.03	5.27	5.38	5.14
9. ヨーリン区	1. 0 ~ 10cm	5.57	5.25	5.40	4.68
	2. 10 ~ 20	5.80	5.15	5.01	5.00
	3. 20 ~ 30	5.83	5.23	5.20	5.15
	4. 30 ~ 50	6.99	5.55	5.48	5.39
10. タンカル ヨーリン区	1. 0 ~ 10cm	6.68	6.25	6.20	5.50
	2. 10 ~ 20	6.29	5.39	5.39	5.15
	3. 20 ~ 30	6.02	5.34	5.35	5.14
	4. 30 ~ 50	6.18	5.47	5.48	5.68
11. 追肥多量区	1. 0 ~ 10cm	6.45	4.98	4.80	4.45
	2. 10 ~ 20	5.59	5.00	5.01	4.98
	3. 20 ~ 30	5.77	5.15	5.05	4.96
	4. 30 ~ 50	5.91	5.12	5.09	5.18
12. 総合区	1. 0 ~ 10cm	6.39	6.22	5.65	5.45
	2. 10 ~ 20	5.72	5.24	5.22	5.22
	3. 20 ~ 30	6.01	4.90	5.30	5.17
	4. 30 ~ 50	6.38	4.61	5.44	5.38

第5表 アルファルファ改良資材試験の耕起区、不耕起区の土壌pHの平均値

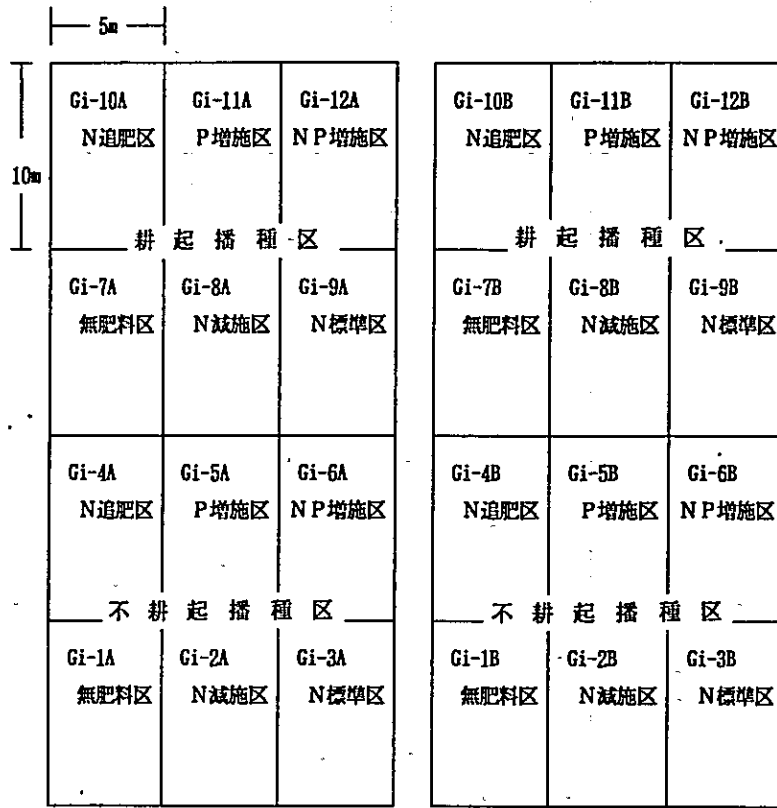
試験区	層位	1995. 8. 31	1995. 11. 23	1996. 2. 6	1996. 3. 19
1. 7. 資材 無施用区	1. 0 ~ 10cm	5.27	4.89	4.77	4.39
	2. 10 ~ 20	5.66	5.01	4.91	4.79
	3. 20 ~ 30	5.81	5.01	5.06	5.22
	4. 30 ~ 50	6.11	4.92	5.16	5.20
2. 8. タンカル区	1. 0 ~ 10cm	6.42	5.92	5.68	5.15
	2. 10 ~ 20	5.94	5.17	4.80	4.85
	3. 20 ~ 30	5.83	5.19	4.97	5.02
	4. 30 ~ 50	6.04	5.23	5.09	5.00
3. 9. ヨーリン区	1. 0 ~ 10cm	5.65	5.09	5.18	4.75
	2. 10 ~ 20	5.86	5.15	4.84	4.80
	3. 20 ~ 30	5.86	5.24	4.94	5.98
	4. 30 ~ 50	6.00	5.44	5.09	4.80
4. 10. タンカル ヨーリン区	1. 0 ~ 10cm	6.31	6.19	6.05	5.54
	2. 10 ~ 20	5.95	5.24	5.04	5.00
	3. 20 ~ 30	5.80	5.39	5.19	5.20
	4. 30 ~ 50	5.97	5.34	5.32	5.74
5. 11. 追肥多量区	1. 0 ~ 10cm	6.00	4.86	4.76	4.41
	2. 10 ~ 20	5.55	4.93	4.86	4.81
	3. 20 ~ 30	5.91	5.10	4.83	4.86
	4. 30 ~ 50	6.05	4.98	5.08	4.68
6. 12. 総合区	1. 0 ~ 10cm	6.44	6.25	5.39	5.41
	2. 10 ~ 20	5.97	5.17	5.19	5.14
	3. 20 ~ 30	5.93	5.08	5.25	5.19
	4. 30 ~ 50	6.20	4.92	5.40	5.29

(3) 考察

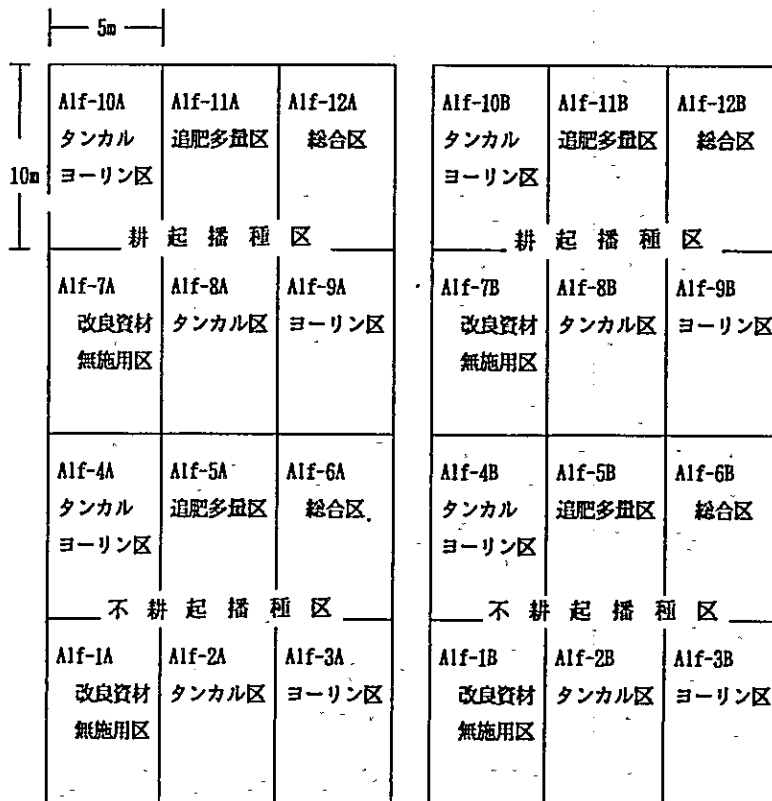
アルファルファの栽培におけるタンカル、ヨーリンの施用効果について検討しているが、タンカルを施用区でもpH低下が起こっており、また50cmの下層のpHも低下している。アルファルファの栽培がとくにpHの低下を促進しているとも考えられるので、現在行っている他の試験結果とも比較しながら検討したい。またpHがこのような低下した条件ではアルファルファの生育に問題があると考えられるので、次年度において改めてタンカル、ヨーリンの施用を行った上試験を継続したい。燐酸についての検討も次年度において実施する予定である。



第1図 アルファルファ改良資材試験における土壌pHの推移



付図1 ヒマワリ施肥法試験試験区配置図 (1995年 7月)



付図2 アルファルファ改良資材試験試験区配置図 (1995年 7月)

平成8年度 適正技術開発研究試験成績

1997年 9月22日 バラグアイ農業総合試験場 土壌班

平成8年度において土壌班が実施した適正技術開発研究は大課題名「長期輪作体系による持続的畑作栽培技術の開発」、試験課題はヒマワリに関するもの2課題、アルファルファに関するもの1課題の3課題である。このうち「2. 強酸性土壌畑ヒマワリにたいする炭カル、ヨーリンの施用試験」は現地試験としてアマンバイ地区において平成8年度の1ヶ年のみ実施したものであり、他の2課題は3年継続試験の2年目の試験としてバラグアイ農業総合試験場内の圃場で実施したものである。

適正技術開発研究 「長期輪作体系による持続的畑作栽培技術の開発」

1. ヒマワリ栽培における施肥量と施肥方法に関する試験

(1) 目的

輪作体系への導入作物として重要な作物であるヒマワリの施肥法について検討する。試験は不耕起播種条件で行うが、ヒマワリは根系が深く、養分吸収に占める下層土の役割も大きいと考えられるので、追肥や作土への肥料混和の効果などについても検討した。前年は耕起播種区、不耕起播種区を設けて試験を行ったが、耕起播種区に比較して不耕起播種区の生育・収量が常に劣ったので本年は耕起播種のみで試験を行った。

(2) 試験方法

- 1) 試験期間 : 1995年～1997年 継続 2年目
- 2) 試験場所 : バラグアイ農業総合試験場 輪作体系試験圃場
- 3) 試験区の構成 :

第1表 試験区の構成

試験区	施肥量 (kg/ha)		
	N	P205	K20
1. 無肥料区	0	0	0
2. 窒素減施肥区	30	60	30
3. 窒素標準区	60	60	30
4. 窒素追肥区	60+30	60	30
5. 磷酸増施肥区	60	90	30
6. 窒素磷酸増施肥区	90	90	30

4) 耕種概要

- ① 品種 : DEKALB G-103
- ② 播種 : 1996年 6月14日 80cm×20cm 点播
- ③ 施肥 : 播種前全区に炭カル 2t/ha 均一施用
肥料は単肥(硫安、過磷酸石灰、塩化カリ)使用
窒素追肥は開花初期(1996. 9. 24) に施用
- ④ 収穫 : 1995年11月11日

4) 調査方法

① 生育調査、収量調査

開花初期の草丈と収穫時の全重、子実重などを測定

② 土壌分析方法

各試験区について播種後20日目からほぼ1ヶ月毎に深さ50cmまで10cm毎の土壌を採取してpH、アンモニア態窒素、硝酸態窒素、可給態リン酸、置換性塩基などを測定した。測定方法は次のようである。

- (a) pH : 風乾土 20gに水50mlを加え30分振とう後の懸濁液についてガラス電極法で測定。
- (b) アンモニア態窒素及び硝酸態窒素 : 湿土 30gに10% KCl 100mlを加え1時間振とう後濾過する。この濾液についてコンウェイ微量拡散法によりアンモニア態窒素、硝酸態窒素を測定。
- (c) 可給態リン酸 : Mehlich-1法。風乾土5gに Mehlich-1 液 (0.025N-H₂SO₄, 0.05N-HCl 混液) 50mlを加え30分振とう後濾過する。この濾液について硫酸モリブデン法によりリン酸を測定。
- (d) 置換性塩基 : Schollenberger法。風乾土5gをpH=7、1N-(NH₄)₂SO₄溶液 50ml で浸出する。これを水で200ml としたのものについて原子吸光分析法によりCaO、MgO、K₂O を測定

(3) 試験結果

1) 生育及び収量

ヒマワリの生育と収量を第2表に示した。本年度のヒマワリの開花初期は9月24日であったが、無肥料区の開花期はこれより2日おくれたのにたいし、窒素リン酸増施肥区では2日早かった。開花期の草丈の平均は127cmで前年とほぼ同一であったが、その後の生育は劣り、全重、子実重とも昨年の2分の1程度であった。最高収量は窒素標準区の0.83t/ha、ついで窒素リン酸増施肥区の0.80t/haで、リン酸のみの増施肥効果は見られなかった。

第2表 1996年度ヒマワリ肥料試験における生育と収量

試験区	開花初期 (月日)	開花期の 草丈(cm)	全重 (t/ha)	莖重 (t/ha)	子実重 (t/ha)	収量指数 (%)
1. 無肥料区	26 Set.	124.8	3.59	2.13	0.55	100
2. 窒素減施肥区	24	126.7	3.92	2.10	0.79	143
3. 窒素標準区	24	125.6	3.77	1.94	0.83	150
4. 窒素追肥区	24	125.7	3.46	1.85	0.68	123
5. リン酸増施肥区	24	129.1	3.44	1.82	0.59	107
6. 窒素リン酸増施肥区	22	132.3	3.76	1.97	0.80	145

2) 土壌分析結果

時期別の土壌分析結果を第3表～第6表に示した。pHについてみると試験開始時にタンカルで酸度矯正を行ったこともあって、全試験区平均で第1層はpH=5.38～6.55 (平均 6.10)、第2層pH=4.64～6.08 (同5.40)、第3層pH=4.73～5.76 (5.37)、第4層pH=4.77～5.84 (5.42) でそれぞれ推移していた。また第2層以下のpHがほぼ同一なことから、表層に混和したタンカルは下層には移動していないのではないかと考えられる。

第3表 1996年度 CETAPARヒマワリ施肥法試験における土壌pHの推移

試験区	層位	pH				
		14 Jun. 96	24 Jun.	22 Jul.	2 Set.	11. Nov.
1. 無肥料区	1	6.49	6.50	6.48	6.19	6.49
	2	5.39	5.70	5.57	5.43	5.70
	3	5.27	5.29	5.52	5.52	5.47
	4	5.18	5.08	5.33	5.17	5.24
2. 窒素減施肥区	1	6.25	6.11	6.19	6.14	5.91
	2	5.70	5.63	5.45	5.54	5.59
	3	5.67	5.60	5.50	5.57	5.45
	4	5.40	5.39	5.28	5.78	5.48
3. 窒素標準区	1	5.97	5.95	5.69	5.93	6.55
	2	5.49	5.41	5.03	4.87	5.44
	3	5.73	5.76	5.39	5.38	5.36
	4	5.74	5.63	5.20	5.68	5.02
4. 窒素追肥区	1	5.97	5.91	5.92	5.58	5.83
	2	5.76	5.62	5.33	5.11	5.22
	3	5.53	5.52	5.12	5.41	5.20
	4	5.51	5.82	4.98	5.61	5.04
5. 磷酸増施肥区	1	6.41	6.42	6.62	6.16	6.53
	2	6.08	5.49	5.50	5.21	5.54
	3	5.60	5.18	5.44	5.36	5.63
	4	5.84	5.21	5.30	5.16	5.54
6. 総合区	1	5.84	5.92	5.59	5.38	6.12
	2	5.64	5.21	4.70	4.64	5.11
	3	5.63	5.65	4.75	5.20	4.78
	4	5.39	5.84	4.86	5.04	4.77

生育期間中の層位別の無機態窒素の消長をみると、施肥区の第1層の場合施肥2日目20mg/100g程度存在した無機態窒素は12日後には約4分の1の5mg/100g程度にまで減少し、42日後には10分の1以下になっていた。またアンモニア態窒素と硝酸態窒素の比率をみると、第1層では施肥2日目には存在する無機態窒素の62%がアンモニア態窒素38%が硝酸態窒素であるがその後硝酸態窒素の比率が増加し、12日後には44%、42日後には72%が硝酸態窒素であった。その後無機態窒素の絶対量が減少するとともに硝酸態窒素の比率も低下し収穫期では17%であった。無肥料区の無機態窒素では播種直後から収穫期まで全体でほぼ1mg/100g、アンモニア態：硝酸態各50%前後で推移していた。窒素の天然供給量については今年の試験で80kg/haと推定しているが、今年も同様な結果であったものと思われる。

以上の結果を総合するとCETAPAR畑土壌の場合、初期の硝酸化成が速やかであるが無施肥でも50cmまでは常に1mg/100g程度の無機態窒素が存在しているおり、これが窒素施肥の効果が現れにくい原因と考えられた。

磷酸についてみると土壌中の可給態磷酸は施用量による差はあるもののほぼ一定濃度で推移していた。全期間の層位別の平均値をみると第1層では無肥料区0.37mg/100g、磷酸60kg区1.05mg/100g、磷酸90kg区2.05mg/100gであったのにたいし第2層それぞれ0.19mg、0.12mg、0.11mg、第3層はいずれも0.05mgと下層ではほとんど差はみられなかった。このようなことからみると磷酸は下層への移動はほとんど無いものの、有機物分解による表土への供給と植物体内の移動によって施肥量としては60kg/haで十分と思われる。

以上述べた土壌分析結果については3年目の試験でさらに検討する予定である。

第4表 1996年度 CETAPARヒマワリ施肥法試験における可給態磷酸の推移

試験区	層位	可給態磷酸 (P205 ng/100g)				
		14 Jun. 96	24 Jun.	22 Jul.	2 Set.	11. Nov.
1. 無肥料区	1	0.31	0.38	0.21	0.24	0.39
	2	0.22	0.17	0.13	0.35	0.10
	3	0.01	0.08	0.04	0	0.10
	4	0	0.09	0.06	0.01	0.12
2. 窒素減施肥区	1	0.36	0.58	2.07	0.72	0.88
	2	0.02	0.15	0.15	0.08	0.15
	3	0	0.09	0.06	0.02	0.09
	4	0	0.09	0.07	0	0.07
3. 窒素標準区	1	0.48	1.82	1.92	1.41	1.17
	2	0.04	0.17	0.14	0.10	0.21
	3	0	0.08	0.05	0	0.09
	4	0	0.06	0.04	0	0.06
4. 窒素追肥区	1	0.48	0.48	1.29	0.99	1.21
	2	0.02	0.15	0.13	0.07	0.23
	3	0.01	0.07	0.07	0.01	0.11
	4	0	0.06	0.03	0	0.09
5. 磷酸増施肥区	1	3.80	1.48	1.80	2.23	2.53
	2	0.05	0.22	0.13	0.06	0.07
	3	0	0.07	0.03	0	0.09
	4	0	0.07	0.05	0	0.10
6. 総合区	1	2.64	1.59	0.67	0.75	1.45
	2	0.01	0.15	0.17	0	0.19
	3	0	0.05	0.07	0	0.16
	4	0	0.03	0	0	0.13

第5表 1996年度 CETAPARヒマワリ施肥法試験における土壌中の無機態窒素の推移 (その1 mg/100g)

試験区	層位	14 Jun. 96			24 Jun.			22 Jul.		
		NH4-N	NO3-N	合量	NH4-N	NO3-N	合量	NH4-N	NO3-N	合量
1. 無肥料区	1	0.25	0.68	0.93	0.32	0.18	0.50	0.29	0.40	0.69
	2	0.27	0.97	1.24	0.38	0.20	0.58	0.37	0.18	0.55
	3	0.59	1.18	1.77	0.35	0.91	1.26	0.45	0.18	0.63
	4	0.40	0.71	1.11	0.31	1.10	1.41	0.56	0	0.56
2. 窒素減施肥区	1	12.75	10.75	23.50	0.88	2.08	2.96	0.37	0.52	0.89
	2	0.40	1.14	1.54	0.41	0.28	0.69	0.45	0.48	0.93
	3	0.52	1.09	1.61	0.21	1.08	1.29	0.56	1.03	1.59
	4	0.69	1.09	1.78	0.40	1.10	1.50	0.56	1.49	2.05
3. 標準区	1	13.88	8.57	22.45	2.02	2.10	4.12	0.39	0.96	1.35
	2	0.21	0.69	0.90	0.30	0.74	1.04	0.25	1.97	2.22
	3	0.18	0.82	1.00	0.23	1.06	1.29	0.38	1.50	1.88
	4	0.26	0.31	0.57	0.21	1.48	1.69	0.45	2.01	2.46
4. 窒素追肥区	1	12.56	7.07	19.63	1.08	3.67	4.75	0.36	1.25	1.61
	2	0.21	0.64	0.85	0.23	0.62	0.85	0.32	1.21	1.53
	3	0.16	1.04	1.20	0.21	1.08	1.39	0.67	1.00	1.67
	4	0.17	0.82	0.99	0.34	1.01	1.35	0.42	1.67	2.09
5. 磷酸増施肥区	1	11.00	5.14	16.14	2.77	2.42	5.19	0.34	1.72	2.06
	2	0.42	0.68	1.10	0.32	0.31	0.63	0.34	0.69	1.03
	3	0.32	1.12	1.44	0.30	0.90	1.20	0.53	0.69	1.22
	4	0.23	0.81	1.04	0.49	1.09	1.58	0.45	0.98	1.43
6. 総合区	1	14.36	7.04	21.40	5.94	1.94	7.88	0.53	1.42	1.95
	2	0.72	1.13	1.85	3.52	1.14	4.66	1.00	2.13	3.13
	3	0.50	1.17	1.67	0.44	0.79	1.23	0.52	1.88	2.40
	4	0.32	0.62	0.94	0.40	1.21	1.61	0.59	2.21	2.80

第6表・1996年度 CETAPARヒマワリ施肥法試験における無機態窒素の推移 (その2 mg/100g)

試験区	層位	2 Set.			11 Nov.		
		NH ₄ -N	NO ₃ -N	合量	NH ₄ -N	NO ₃ -N	合量
1. 無肥料区	1	0.56	0.55	1.11	0.43	0.49	0.92
	2	0.33	0.44	0.77	0.70	0	0.70
	3	0.34	0.27	0.61	0.55	0.23	0.78
	4	0.51	0.23	0.74	0.84	0	0.84
2. 窒素減施肥区	1	0.36	1.39	1.75	0.59	0.17	0.76
	2	0.36	1.03	1.39	0.58	0	0.58
	3	0.55	0.08	0.63	0.46	0.38	0.84
	4	0.39	0.25	0.64	0.72	0.36	1.08
3. 標準区	1	1.16	1.39	2.55	0.56	0.23	0.79
	2	0.50	3.36	3.86	0.43	0.45	0.88
	3	0.97	2.89	3.86	0.35	0.32	0.67
	4	1.51	0.02	1.53	0.61	0.30	0.91
4. 窒素追肥区	1	1.10	0.91	2.01	0.90	0	0.90
	2	0.56	1.74	2.30	0.81	0.17	0.98
	3	0.55	0.82	1.37	0.59	0.35	0.94
	4	0.85	0.15	1.00	0.83	0.09	0.92
5. 磷酸増施肥区	1	0.61	2.34	2.95	0.83	0.02	0.85
	2	0.48	0.96	1.44	0.67	0.25	0.92
	3	0.64	0.21	0.85	0.41	0.11	0.52
	4	0.60	0.91	1.51	0.72	0	0.72
6. 総合区	1	1.16	2.02	3.18	0.64	0.10	0.74
	2	0.56	2.76	3.32	0.56	0.20	0.76
	3	0.61	1.17	2.78	0.58	0	0.58
	4	0.58	1.10	1.68	0.60	0	0.60

2. 粗粒質強酸性土壌畑のヒマワリにたいする炭カル、ヨーリンの施用効果に関する試験

(1) 目的

ヒマワリはパラグアイでは輪作体系への導入作物として重要な作物であり、これまでパラグアイ東北部のアマンバイ地区では広く栽培されていた。しかしその生育はかならずしも良好とはいえず、土壌調査を行った結果、この地区の土壌は一般に粗粒質でヒマワリ生育の不良な圃場は酸性を呈し、可給態磷酸の低い傾向があった。そこでこの地区で炭カルとヨーリンの施用効果に関する現地試験を行うこととしたが、これまでの調査で表土のみの酸度矯正では不十分な圃場もみられたので、炭カルを混和する深さについても検討した。

(2) 試験方法

1) 試験時期 1996年

2) 試験場所 アマンバイ県ベドロ・ファン・カバジェロ市 アマンバイ農業協同組合圃場

3) 試験区の構成

第7表 試験区の構成

試験区	処理の概要
1. 無肥料区	肥料、改良資材とも無施用
2. 三要素区	NPK 施用、改良資材無施用
3. 炭カル 15cm区	NPK・炭カル 2t/ha 15cm 混和
4. 炭カル 30cm区	NPK・炭カル 2t/ha 30cm 混和
5. ヨーリン区	NPK・ヨーリン 300kg/ha 15cm混和
6. 総合区	NPK・炭カル、ヨーリン15cm混和

1 区面積 50㎡ 2 連制

3) 耕種概要

- ① 品 種 : DEXALB G103
- ② 播 種 : 1996 年 5 月 7 日
80cm×20cm 点播
- ③ 施 肥 : N 60、P205 60、K20 30kg/ha
肥料は硫安、過石、塩加使用
- ④ 収 穫 : 1996 年10月15日

4) 調査方法

- ① 生育調査、収量調査
生育中の草丈、葉身長の推移、収穫時の全重、子実重などの測定
- ② 土壌分析
各試験区について播種直後からほぼ1ヶ月毎に深さ50cmまでの土壌を4層にわけて採取し、pH、無機態窒素、可給態リン酸、置換性塩基などを測定した。分析方法は前年度のヒマワリ試験と同一である。

(3) 試験結果

1) 生育及び収量

ヒマワリの生育と収量を第8表に示した。ヒマワリ生育には発芽直後から施肥効果が大きく現れ、播種22日後の調査では莖長、葉身長とも標準区がまさった。播種50日後の調査ではヨーリン区の生育が最も優れ、ついで標準区で、炭カルのみを施用した試験区の生育は劣った。収穫期の生育にも同様な傾向が見られたが、生育は全般に不良であった。また登熟期に入って鳥害を受け収量が低下した。

被害の比較的軽微な部分で行った収量調査によると最高収量は総合区0.95t/ha、次いで炭カル30cm区の0.54t/haで、無肥料区、標準区はいずれも0.2t/haと低収であった。

第8表 アマンバイ現地試験におけるヒマワリの生育・収量

試験区	29 May. 96		3 Jul. 96		収穫期の生育		収量		
	茎長 (cm)	第一葉身 長 (cm)	茎長 (cm)	最大葉身 長(cm)	茎長 (cm)	花径 (cm)	全重 (t/ha)	茎重 (t/ha)	子実重 (t/ha)
1. 無肥料区	7.1	11.8	13.3	9.4	77.2	6.0	1.15	0.67	0.23
2. 標準区	9.1	15.9	24.2	16.2	88.4	7.1	1.82	0.99	0.21
3. 炭カル15cm区	8.5	14.5	16.0	10.6	82.1	7.0	1.37	0.70	0.43
4. 炭カル30cm区	8.2	14.7	18.1	13.1	81.4	7.8	1.81	0.94	0.54
5. ヨーリン区	7.9	14.6	25.3	17.6	92.9	7.8	1.97	1.00	0.35
6. 総合区	8.0	14.1	20.1	13.6	95.2	8.7	2.03	0.88	0.95

2) 土壌分析結果

時期別土壌分析結果を第9表～第12表に示した。pHについてみると無肥料区のpHが異常に高いのでこれを除いてその推移をみると、タンカルを施用した試験区のpHはいずれも高い値で推移しているがヨーリンのみの施用区のpHは急速に低下していた。また層位別のpHをみるとタンカル施用の有無に拘らず、深さ20cmまではpH=5.0以上であるが20cm以下では5.0以下の強酸性となっており、これが全般的な低収につながったものと考えられる。

可給態リン酸含量は10cmまでは1mg以上の値を示すが10cm以下の層位では0.1mg以下で推移しており、リン酸の下層への移動は殆ど見られない。これにたいし無機態窒素は速やかに硝酸態窒素に変化して下層に移動していることが知られ、収穫期には表層より下層の無機態窒素濃度が高い傾向が見られた。

置換性塩基の推移についてみると、Ca、Mg、Kのいずれも生育期間中著しく減少していた。これが下層のpHが5.0以下の強酸性を示す原因と考えられるが、何故置換性塩基がこのように速やかに低下するかについてはさらに検討する必要があるものと思われる。

第9表 アマンバイ・ヒマワリ現地試験における土壌pHおよび可給態磷酸の推移

試験区	層位	pH					可給態磷酸 (P205 ng/100g)				
		8 May. 96	29 May.	3 Jul.	31 Jul.	15 Oct.	8 May.	29 May.	3 Jul.	31 Jul.	15 Oct.
1. 無肥料区	1	6.34	6.00	6.16	5.90	6.55	0.31	0.38	0.21	0.24	0.39
	2	6.70	5.65	5.77	6.49	7.12	0.22	0.17	0.13	0.35	0.15
	3	5.53	5.05	5.60	5.02	5.61	0.01	0.08	0.04	0	0.10
	4	5.23	5.20	5.78	4.88	5.11	0	0.09	0.06	0.01	0.12
2. 標準区	1	5.92	5.56	5.53	5.70	5.18	0.36	0.58	2.07	0.72	0.88
	2	6.25	5.23	5.44	4.85	5.48	0.02	0.15	0.15	0.08	0.15
	3	5.65	4.79	4.80	4.75	5.15	0	0.09	0.06	0.02	0.09
	4	5.54	4.99	4.85	4.79	5.05	0	0.09	0.07	0	0.07
3. 炭カル 15cm区	1	6.64	6.04	6.53	6.30	6.68	0.48	1.82	1.92	1.41	1.17
	2	6.37	5.88	5.36	6.01	5.70	0.04	0.17	0.14	0.10	0.21
	3	5.60	4.96	4.77	4.73	4.80	0	0.08	0.05	0	0.09
	4	5.90	4.63	4.79	4.90	4.58	0	0.06	0.04	0	0.06
4. 炭カル 30cm区	1	6.43	5.87	5.90	6.02	5.57	0.48	0.48	1.29	0.99	1.21
	2	6.26	5.67	5.65	5.35	5.80	0.02	0.15	0.13	0.07	0.23
	3	5.79	5.05	4.89	4.78	5.37	0.01	0.07	0.07	0.01	0.11
	4	4.80	4.63	4.90	4.64	4.81	0	0.06	0.03	0	0.09
5. ヨーリン区	1	5.63	5.24	5.30	5.20	5.02	3.80	1.48	1.80	2.23	2.53
	2	5.98	5.23	4.86	4.98	5.17	0.05	0.22	0.13	0.06	0.07
	3	5.46	4.51	4.37	4.88	4.66	0	0.07	0.03	0	0.09
	4	5.05	4.55	4.84	5.00	4.77	0	0.07	0.05	0	0.10
6. 炭カル ヨーリン区	1	6.45	5.91	5.87	5.77	6.03	2.64	1.59	0.67	0.75	1.45
	2	6.30	4.98	5.25	5.18	5.28	0.01	0.15	0.17	0	0.19
	3	5.26	4.74	4.82	4.78	4.78	0	0.05	0.07	0	0.16
	4	4.95	4.82	4.86	4.90	4.66	0	0.03	0	0	0.13

第10表 アマンバイ・ヒマワリ現地試験における無機態窒素の推移 (その1)

試験区	層位	8 May. 96			29 May.			3 Jul.		
		NO4-N	NO3-N	合量	NO4-N	NO3-N	合量	NO4-N	NO3-N	合量
1. 無肥料区	1	0.32	0.75	1.05	0.27	0.04	0.91	0.01	0.29	0.30
	2	0.35	0.78	1.13	0.21	0.09	0.30	0.23	0.06	0.29
	3	0.40	0.14	0.54	0.28	0.09	0.37	0.62	0.21	0.83
	4	0.69	0.19	0.89	0.22	0.31	0.53	0.23	0.09	0.32
2. 標準区	1	6.23	0.37	6.65	2.28	0.86	3.14	0.45	0.33	0.78
	2	0.57	0.14	0.81	0.56	0.51	1.07	0.24	1.45	1.69
	3	0.53	0.10	0.63	0.33	0.51	0.84	0.36	2.55	2.91
	4	0.44	0.31	0.75	0.32	0.14	0.47	0.35	0.53	0.88
3. 炭カル 15cm区	1	6.32	0.16	0.48	0.99	1.45	2.44	0.28	0.82	1.10
	2	0.17	0.48	0.65	0.18	0.50	0.68	0.16	1.31	1.47
	3	0.25	0.19	0.44	0.16	0.54	0.70	0.27	1.05	1.32
	4	0.19	0.35	0.54	0.06	0.48	0.54	0.32	0.71	1.03
4. 炭カル 30cm区	1	5.53	0.46	5.99	0.35	1.35	1.70	0.27	0.74	1.01
	2	0.22	0.64	0.86	0.56	0.65	1.21	0.26	0.65	0.91
	3	0.18	0.29	0.47	0.08	0.62	0.70	0.24	0.62	0.86
	4	0.28	0.73	1.06	0.06	0.69	0.75	0.26	0.79	1.05
5. ヨーリン区	1	4.58	0.30	4.88	2.40	1.38	3.78	0.17	0.36	0.53
	2	3.91	0.35	4.26	4.13	0.68	4.81	0.55	1.22	1.77
	3	0.20	0.15	0.35	0.44	0.55	0.99	0.36	1.08	1.44
	4	0.32	0.63	0.95	0.33	0.42	0.75	0.87	0.75	1.62
6. 炭カル ヨーリン区	1	5.10	0.19	5.29	1.41	2.81	4.22	0.50	0.33	0.83
	2	0.41	0.32	0.73	2.71	1.04	3.75	0.66	0.93	1.59
	3	0.34	0.13	0.47	0.63	0.50	1.13	0.56	1.03	1.59
	4	0.36	0.53	0.89	0.42	0.57	0.99	0.59	0.23	0.82

第11表 アマンバイ・ヒマワリ現地試験における無機態窒素の推移 (その2)

試験区	層位	31 Jul. 96			15 Oct.		
		NO4-N	NO3-N	合計	NO4-N	NO3-N	合計
1. 無肥料区	1	0.27	0.31	0.58	0.51	0.40	0.91
	2	0.33	0.28	0.61	0.68	0.08	0.76
	3	0.41	0.33	0.74	0.79	0.04	0.83
	4	0.44	0.45	0.89	0.86	0.26	1.12
2. 標準区	1	0.29	0.35	0.64	0.86	2.52	3.38
	2	0.35	0.61	0.96	0.77	0.47	1.14
	3	0.48	0.87	1.35	0.57	0.65	1.22
	4	0.34	0.67	1.01	0.49	0.88	1.37
3. 炭カル 15cm区	1	0.35	0.49	0.84	1.59	0.95	1.54
	2	0.37	0.85	1.22	0.63	0.39	1.02
	3	0.45	0.98	1.43	0.62	1.77	2.39
	4	0.52	0.55	1.07	0.75	0.91	1.66
4. 炭カル 30cm区	1	0.44	0.04	0.48	0.75	1.13	1.88
	2	0.50	0.85	1.35	0.91	0.60	1.51
	3	0.48	0.86	1.34	0.47	0.63	1.10
	4	0.81	0.39	1.20	0.92	0.28	1.20
5. ヨーリン区	1	0.27	0.48	0.75	1.03	1.24	2.27
	2	0.38	0.83	1.21	0.42	0.42	0.84
	3	0.36	0.56	0.92	0.50	1.27	1.77
	4	0.48	0.44	0.93	0.66	0.86	1.52
6. 炭カル ヨーリン区	1	0.33	0.14	0.47	0.83	0.80	1.63
	2	0.37	0.13	0.50	0.57	0	0.57
	3	0.51	1.11	1.62	0.67	0.43	1.10
	4	0.38	0.66	1.04	0.93	1.39	2.32

第12表 アマンバイ・ヒマワリ現地試験における土壌中の置換性成分 (mg/100g)

試験区	層位	CaO		MgO		K2O	
		8 May. 96	15 Oct.	8 May. 96	15 Oct.	8 May. 96	15 Oct.
1. 無肥料区	1	121.1	151.0	11.7	9.4	13.1	13.3
	2	145.4	201.0	13.1	9.0	15.2	10.1
	3	38.6	75.3	5.3	4.3	2.9	5.1
	4	24.8	108.0	5.0	6.3	3.2	8.9
2. 標準区	1	109.0	102.0	10.0	6.4	18.9	7.9
	2	102.6	99.2	9.0	6.1	7.0	6.5
	3	47.2	55.0	5.3	4.4	3.8	5.4
	4	39.2	40.8	6.2	4.1	4.1	4.7
3. 炭カル 15cm区	1	181.1	181.0	10.4	6.9	15.0	8.0
	2	90.8	121.0	7.7	6.2	11.2	2.6
	3	40.1	49.0	4.0	2.7	2.9	3.7
	4	27.6	21.5	3.0	1.3	1.4	2.6
4. 炭カル 30cm区	1	155.5	113.2	10.8	5.4	10.8	9.4
	2	94.8	119.0	11.4	7.5	12.3	8.6
	3	55.6	81.0	5.7	4.4	4.5	5.0
	4	17.6	26.0	3.0	1.4	2.3	1.0
5. ヨーリン区	1	92.0	75.0	10.8	7.1	10.4	6.9
	2	71.6	75.2	7.8	5.5	10.5	1.1
	3	27.3	32.0	3.0	2.8	5.0	3.5
	4	20.4	28.0	3.3	2.0	1.1	2.4
6. 炭カル ヨーリン区	1	178.4	128.0	13.1	7.7	10.5	7.7
	2	92.7	87.0	8.0	4.7	8.0	2.6
	3	13.5	24.0	2.2	1.9	3.7	3.7
	4	10.0	19.0	2.0	1.6	1.0	2.5

3. アルファルファに対する施肥と改良資材の施用効果に関する試験

(1) 目的

長期輪作体系にアルファルファを3年間導入した場合の施肥量と播種前のタンカル、ヨーリンなど土壌改良資材の施用の効果について検討する。

(2) 試験方法

- 1) 試験期間 1995～1997年 継続 2年目
- 2) 試験場所 バラグアイ農業総合試験場内の輪作体系試験圃場
- 3) 試験区の構成

第13表 試験区の構成 1区面積 50㎡ 1区 2連制

試験区	施肥量 (kg/ha)				
	N	P205	K20	炭カル	ヨーリン
1. 不 改良資材無施用区	60	60	30	0	0
2. 耕 炭カル区	60	60	30	2,000×2	0
3. 起 ヨーリン区	60	60	30	0	300
4. 播 炭カル・ヨーリン区	60	60	30	2,000×2	300
5. 種 追肥多量区	90	90	30	0	0
6. 総合区	90	90	30	2,000×2	300
7. 改良資材無施用区	60	60	30	0	0
8. 耕 炭カル区	60	60	30	2,000×2	0
9. 起 ヨーリン区	60	60	30	0	300
10. 播 炭カル・ヨーリン区	60	60	30	2,000×2	300
11. 種 追肥多量区	90	90	30	0	0
12. 総合区	90	90	30	2,000×2	300

4) 耕種概要

- ① 播種 : 1994年11月30日 改良資材無施用で耕起区、不耕起区を設けて播種
耕起区は散播後表面をデスクハローで混和。不耕起区の播種は散播のみ
- ② 試験区処理開始日 : 1995年 7月20日、第3回刈り取り後に改良資材として炭カル2t/ha、ヨーリン300kg/haを表面散布して試験開始。その後改良区においてもpHが低下したため1996年 3月14日再度タンカル2t/ha を表面散布。
- ③ 刈取り回数 : 年8回。追肥は単肥(硫安、過石、塩加)で刈取り毎に分割して施用

5)

- ① アルファルファ : 草丈、生草重、乾草重、乾物率などを測定。
- ② 土壌 : おおむね2ヶ月毎に深さ 50cm までの土壌を ① 0～10cm、② 10～20cm、③ 20～30cm、④ 30～50cmの4層にわけて採取し、pH、無機態窒素、可給態リン酸、置換性塩基等を測定。分析方法はヒマワリ栽培試験と同じ。

(3) 試験結果

1) 生育及び収量

1996年4～9月に行った4回の刈り取りの平均乾草重の最高は、不耕起播種区では総合区の2.04t/ha、耕起播種区では炭カル・ヨーリン区の2.25t/haであった。しかし10月以降アルファルファの生育は極端に不良となり、1996年11月調査では全区平均の乾草重は0.78t/haであった。その後生育はやや回復し刈取毎の全区平均の乾草重は、1996年12月1.38t/ha、1997年1月1.61t/ha、同3月1.23t/haであった。

1年間の乾草重収量がもっとも多かったのは試験区別にみると耕起播種・炭カル・ヨーリン区の17.1t/ha、次いで同・総合区の13.8t/haであった。不耕起播種区では炭カル区13.5t/haが最高で、他に13t/ha以上の収量の区はなかった。

2) 土壌分析結果

土壌分析は同一処理区について耕起区、不耕起区の土壌を混合して行った。試験開始以来の土壌pHの推移を第2表に示した。資材無施用区と追肥区は1996年1月から9月にかけて第1層がpH=5.0以下の強酸性であった。これにたいし炭カルを施用した試験区の第1層はpH=6.0以上で推移していた。ヨーリン区のpHは資材無施用区よりやや高く、ヨーリンにも酸度矯正効果のあることが知られた。また炭カルの下層への効果をみると、10cm以下の土層のpHにはほとんど差がないことから、炭カルの効果はごく表層のみであると考えられた。

第14表 平成8年度アルファルファ改良資材試験刈取調査成績 (その-1)

試験区	1996. 4. 18 (5回目刈取)				1996. 6. 10 (6)				1996. 8. 5 (7)			
	草丈 (cm)	生重 (t/ha)	乾草重 (t/ha)	乾物率 (%)	草丈 (cm)	生重 (t/ha)	乾草重 (t/ha)	乾物率 (%)	草丈 (cm)	生重 (t/ha)	乾草重 (t/ha)	乾物率 (%)
1. 不 資材無施用区	61.5	6.91	1.78	25.8	54.4	5.11	1.27	24.9	51.6	6.84	1.57	23.0
2. 耕 炭カル区	62.9	7.08	1.84	26.0	57.4	6.21	1.56	25.1	51.6	6.87	1.57	22.9
3. 起 ヨーリン区	65.9	6.75	1.80	26.5	54.1	6.62	1.74	26.3	50.1	7.80	1.68	21.3
4. 播 炭カル・ヨ区	62.0	6.97	1.80	25.8	55.1	6.34	1.52	23.0	50.5	8.68	2.04	23.5
5. 種 多肥区	60.4	8.63	2.24	26.0	52.0	6.17	1.61	26.1	48.8	7.28	1.52	20.9
6. 総合区	59.2	7.94	2.18	27.5	55.6	7.24	1.88	26.0	50.2	8.95	1.96	21.9
7. 資材無施用区	65.0	8.09	2.10	26.0	56.5	5.75	1.45	25.2	50.3	7.52	1.83	24.3
8. 耕 炭カル区	68.1	7.97	2.13	26.7	59.5	6.02	1.56	25.9	51.9	5.65	1.33	23.5
9. 起 ヨーリン区	67.6	10.08	2.76	27.4	55.5	7.43	1.85	24.9	46.4	6.39	1.47	23.0
10. 播 炭カル・ヨ区	68.2	8.84	2.32	26.2	61.0	7.62	1.94	25.5	53.2	9.23	2.01	21.8
11. 種 多肥区	64.6	7.99	2.07	25.9	57.5	6.81	1.71	25.1	51.8	6.23	1.40	22.5
12. 総合区	68.3	8.18	2.07	25.3	57.1	7.05	1.79	25.4	55.2	9.80	2.09	21.6

第15表 平成8年度アルファルファ改良資材試験刈取調査成績 (その-2)

試験区	1996. 9. 13 (8)				1996. 11. 4 (9)				1996. 12. 18 (10)				
	草丈 (cm)	生重 (t/ha)	乾草重 (t/ha)	乾物率 (%)	草丈 (cm)	生重 (t/ha)	乾草重 (t/ha)	乾物率 (%)	草丈 (cm)	生重 (t/ha)	乾草重 (t/ha)	乾物率 (%)	
1. 不	資材無施用区	61.1	7.86	2.08	26.5	41.8	2.10	0.62	29.5	52.2	6.37	1.63	25.6
2. 耕	炭カル区	60.6	8.41	2.28	27.1	41.8	2.89	0.84	29.1	53.2	7.02	1.48	21.1
3. 起	ヨ-リン区	59.5	6.90	1.77	25.7	38.4	2.19	0.67	30.6	52.4	4.90	1.26	25.7
4. 播	炭カル・ヨ区	61.8	7.28	2.06	28.3	41.5	2.80	0.82	29.3	50.7	5.36	1.45	27.1
5. 種	追肥多量区	59.7	6.66	1.77	26.6	40.9	2.07	0.59	28.5	52.1	4.17	1.04	24.9
6.	総合区	65.3	8.09	2.14	26.5	41.7	3.51	0.94	26.8	51.6	4.14	1.28	30.9
7.	資材無施用区	59.8	8.13	2.14	26.3	38.7	2.44	0.71	29.1	53.	5.56	1.43	22.7
8. 耕	炭カル区	65.9	7.40	1.84	24.9	39.3	3.49	0.93	26.6	49.9	4.35	1.08	24.8
9. 起	ヨ-リン区	59.9	7.74	1.98	25.6	42.1	3.25	0.89	27.4	52.3	4.60	1.09	23.7
10. 播	炭カル・ヨ区	67.2	10.27	2.73	26.6	46.1	3.39	1.01	30.7	54.1	9.40	2.25	23.9
11. 種	追肥多量区	61.0	6.84	1.75	25.6	40.1	2.47	0.74	30.0	48.2	5.16	1.19	23.1
12.	総合区	67.1	10.45	2.24	21.4	41.8	2.94	0.87	29.6	50.6	5.91	1.38	23.3

第16表 平成8年度アルファルファ改良資材試験刈取調査成績 (その-3)

試験区	1997. 1. 27 (11)				1997. 3. 31 (12)				平均 (1~12)				
	草丈 (cm)	生重 (t/ha)	乾草重 (t/ha)	乾物率 (%)	草丈 (cm)	生重 (t/ha)	乾草重 (t/ha)	乾物率 (%)	草丈 (cm)	生重 (t/ha)	乾草重 (t/ha)	乾物率 (%)	
1. 不	資材無施用区	65.5	4.87	1.43	29.3	58.0	3.45	1.21	35.1	56.0	5.52	1.50	27.2
2. 耕	炭カル区	63.6	7.17	2.34	32.6	60.0	4.17	1.57	37.6	57.4	6.11	1.71	28.0
3. 起	ヨ-リン区	62.1	5.32	1.87	29.7	55.8	2.78	0.92	33.1	56.4	5.80	1.58	27.2
4. 播	炭カル・ヨ区	64.2	4.45	1.55	28.5	53.6	3.37	1.17	34.7	57.0	6.17	1.71	27.7
5. 種	追肥多量区	63.1	3.47	1.07	30.8	51.2	2.80	1.01	36.1	55.5	5.71	1.55	27.1
6.	総合区	69.8	5.02	1.47	29.3	61.5	2.92	1.08	37.0	58.2	6.26	1.74	27.8
7.	資材無施用区	62.4	4.75	1.16	24.4	59.6	2.84	1.09	38.4	57.1	6.00	1.67	26.8
8. 耕	炭カル区	68.3	4.35	1.32	30.3	59.6	2.77	0.74	26.7	60.4	5.99	1.59	26.5
9. 起	ヨ-リン区	69.1	4.56	1.33	29.2	63.0	3.50	1.16	33.1	58.6	6.44	1.75	27.2
10. 播	炭カル・ヨ区	68.3	9.66	2.57	26.6	67.7	6.56	2.29	34.9	61.4	7.89	2.14	27.1
11. 種	追肥多量区	66.6	4.68	1.33	28.4	54.6	2.80	0.94	33.6	58.0	5.98	1.62	27.1
12.	総合区	65.0	6.64	1.82	27.4	63.8	5.49	1.56	28.4	60.5	7.07	1.89	26.7

第17表 アルファルファ改良資材試験における土壌pHの推移（不耕起播種区・耕起播種区の平均）

試験区	層位	1995		1996			1997
		Agosto ~Dec.	Enero ~Mar.	Abril ~Jun.	Julio ~Set.	Oct. ~Dec.	Enero ~Mar.
1. 資材 無施用区	1	5.08	4.62	4.81	4.90	5.15	5.22
	2	5.34	4.89	5.01	5.22	5.15	5.00
	3	5.41	5.21	5.18	5.51	5.34	5.39
	4	5.52	5.30	5.36	5.71	5.44	5.32
2. タンカル区	1	6.17	5.57	5.88	6.50	6.79	6.71
	2	5.56	4.93	5.09	5.34	5.38	5.18
	3	5.51	5.08	5.13	5.37	5.35	5.19
	4	5.64	5.01	5.18	5.39	5.41	5.32
3. ヨーリン区	1	5.37	4.97	5.24	5.49	5.59	5.10
	2	5.51	4.93	5.06	5.43	5.34	5.07
	3	5.55	5.33	5.21	5.54	5.43	5.25
	4	5.72	5.06	5.33	5.74	5.39	5.35
4. タンカル ヨーリン区	1	5.25	5.93	6.17	6.38	6.80	6.62
	2	5.60	5.08	5.27	5.41	5.59	5.67
	3	5.60	5.23	5.41	5.61	5.51	5.39
	4	5.66	5.55	5.57	5.68	5.56	5.48
5. 追肥多量区	1	5.43	4.80	4.63	4.61	5.20	4.79
	2	5.24	4.88	5.03	5.16	5.20	4.93
	3	5.51	4.96	5.28	5.45	5.26	5.33
	4	5.52	4.92	5.16	5.54	5.24	5.26
6. 総合区	1	6.35	5.51	5.60	6.18	6.54	6.48
	2	5.57	5.09	5.12	5.34	5.32	5.21
	3	5.51	5.19	5.19	5.39	5.30	5.26
	4	5.56	5.30	5.33	5.37	5.22	5.32

平成9年度
適正技術開発研究 試験成績書

長期輪作体系による持続的畑作栽培技術の開発

1. ヒマワリ栽培における施肥量と施肥方法に関する試験
2. アルファルファにたいする追肥と改良資材の施用効果に関する試験

1998年3月25日

パラグアイ農業総合試験場 土壌班

平成9年度 適正技術開発研究試験成績

1998年 3月25日 バラグアイ農業総合試験場 土壌班

平成9年度において実施した適正技術開発研究は平成7年度からの継続試験である「ヒマワリ栽培における施肥量と施肥方法に関する試験」および「アルファルファにたいする追肥と改良資材の施用効果に関する試験試験」の2課題である。本年はこれら継続試験の最終年次であるので試験結果の取り纏めを行った。

1. ヒマワリ栽培における施肥量と施肥方法に関する試験

輪作体系への導入作物として重要な作物であるヒマワリの施肥法について3年間同一設計で検討した。試験は1995年は耕起播種、不耕起播種の両圃場を設けて試験を行ったが、不耕起播種区の生育が全般的に劣ったため、平成8年は耕起播種条件でのみ試験した。しかし耕起播種は実際にそぐはないため 1996年は不耕起播種条件で試験を行った。このように播種は年次により耕起播種、不耕起播種の両者、もしくはそのいずれかで実施したが、取り纏めに際しては同一試験区として取り扱った。

1) 試験方法

試験圃場はCETAPAR 内の輪作体系試験圃場である。品種はDEKALB G 103を用い、播種密度は畝幅80cm 株間20cmとした。肥料は各年次とも硫酸、過磷酸石灰、塩化カリの単肥を使用し窒素追肥は開花初期に行った。また試験開始に先立ち全圃場に炭カル2t/ha を散布した。

試験区の構成を第1表に、年次毎の播種期と収穫期を第2表に示した。

第1表 試験区の構成

試験区	施肥量 (kg/ha)		
	N	P2O5	K2O
1. 無肥料区	0	0	0
2. 窒素減施肥区	30	60	30
3. 窒素標準区	60	60	30
4. 窒素追肥区	60+30	60	30
5. 磷酸増施肥区	60	90	30
6. 窒素磷酸増施肥区	90	90	30

第2表 播種期と収穫期

年次	播種期	収穫期
1995	1995. 7. 14	1995. 11. 28
1996	1996. 6. 14	1996. 11. 11
1997	1997. 5. 13	1997. 10. 6

調査はヒマワリについては開花初期の草丈と収穫時の全重、干実重などを測定した。土壌については播種からほぼ1ヶ月毎に深さ50cmまで10cm毎の土壌を採取して pH、アンモニア態窒素、硝酸態窒素、可給態磷酸、置換性塩基などを測定した。測定方法は次のようである。

(a) pH: ガラス電極法 (b) アンモニア態窒素及び硝酸態窒素: コンウェイ微量拡散法

(c) 可給態磷酸: Mehlich-1法 0.025N-H₂SO₄、0.05N HCl 混液で浸出、硫酸モリブデン法により磷酸を測定

(d) 置換性塩基: Schollenberger法で浸出、原子吸光分析法により測定

2) 試験結果

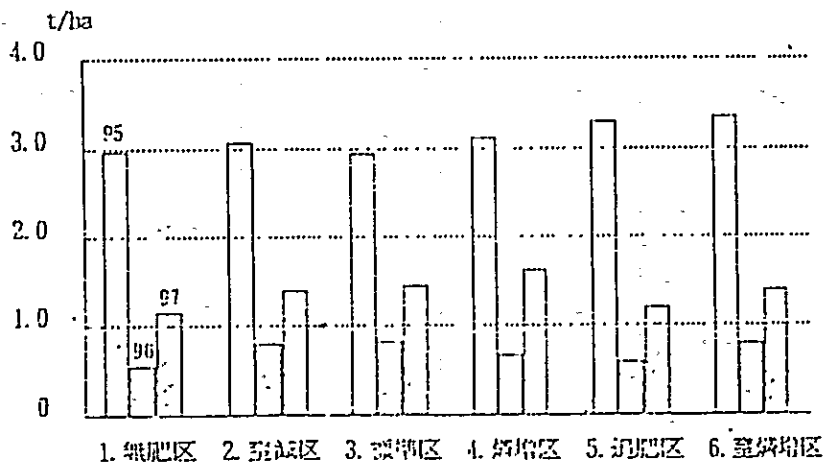
(1) ヒマワリの生育及び収量

1997年度ヒマワリの生育収量これまでの平均収量を第3表、第1図に示した。本年度の標準区の開花始めは8月15日であったが無肥区の開花期はこれより2~3日おくれた。この傾向は昨年と同様であった。収穫期の草丈は平均191cmでこれまでで最も良い生育であった。収穫期の全重は6.41t/ha(無肥料区)~7.30t/ha(窒素磷被増施肥区)で1995年とはほぼ同一水準であったが子実重では最高が窒素追肥区の1.63t/ha、ついで標準区の1.44t/haであった。

3ヶ年の平均収量の最高は窒素磷被増施肥区(1.85t/ha 標準区比106)、次いで窒素追肥区(1.81t/ha、104)で区間差は小さく、有意な差は認められなかった。

第3表 1997年度ヒマワリ施肥法試験における生育収量と前年までの収量

試験区	開花初期	収穫期 草丈(cm)	全重 (t/ha)	茎重 (t/ha)	子実重 (t/ha)	子実重		平均 収量	収量 指数
	(月日)					1995	1996		
1. 無肥料区	18 Agt.	191.7	6.41	4.07	1.14	2.97	0.55	1.55	89
2. 窒素減施肥区	15	196.6	7.03	4.26	1.41	3.08	0.79	1.76	101
3. 窒素標準区	15	184.2	6.84	4.00	1.44	2.94	0.83	1.76	100
4. 窒素追肥区	15	189.6	7.25	4.21	1.63	3.12	0.68	1.81	104
5. 磷被増施肥区	14	190.4	6.66	3.85	1.21	3.30	0.59	1.70	98
6. 窒素磷被増施肥区	13	193.8	7.30	4.55	1.39	3.36	0.80	1.85	106



第1図 ヒマワリ施肥法試験の年次別収量

(2) 土壌分析結果

1997年度に行った時期別の土壌分析結果を第4表~第6表に示した。

第4表 1997年度ヒマワリ施肥法試験土壌の化学的性質 (その1, 1997.6.11 調査)

試 験 区	pH	無機態窒素(mg/100g)			可給態リン酸 (P ₂ O ₅ mg/100g)	置換性陽基 (mg/100g)			
		NO ₄ -N	NO ₃ -N	N-total		C=O	NO ₂	K ₂ O	
1. 無肥区	-1	5.37	0.16	0	0.16	1.97	161.8	15.9	23.5
	-2	5.92	0.14	0.31	0.45	1.16	133.8	13.0	23.7
	-3	5.38	0.32	0.18	0.50	0.36	119.1	14.2	12.3
	-4	5.15	0.67	0	0.67	0.10	114.7	13.5	10.3
2. 窒素施肥区	-1	5.47	0.17	0.14	0.31	2.93	123.5	15.8	25.5
	-2	5.62	0.31	0	0.31	1.59	123.5	15.7	28.0
	-3	5.25	0.30	0.67	0.97	0.17	120.3	17.3	14.2
	-4	5.11	0.44	0.21	0.65	0.12	114.1	18.6	14.7
3. 窒素標準区	-1	5.51	0.36	1.35	1.71	6.68	150.6	16.2	31.7
	-2	5.71	0.43	0.34	0.77	1.81	148.5	18.6	36.1
	-3	5.63	0.46	0.69	0.55	0.24	117.6	15.9	26.0
	-4	5.70	0.30	0.24	0.54	0.11	132.6	17.6	24.3
4. 窒素追肥区	-1	5.14	0.23	0.43	0.66	3.86	118.2	13.9	29.0
	-2	5.20	0.23	0.11	0.34	0.21	106.4	13.8	19.2
	-3	5.48	0.35	0.03	0.38	0.16	122.1	17.3	17.7
	-4	5.59	0.57	0	0.57	0.30	123.5	19.9	19.5
5. 硝酸増施肥区	-1	5.35	0.45	0.19	0.64	3.36	129.4	13.5	18.7
	-2	5.34	0.23	0	0.23	3.34	118.2	15.6	19.1
	-3	5.61	0.52	0	0.52	0.31	128.9	17.9	8.6
	-4	5.56	0.29	0.45	0.74	0.17	138.9	18.9	7.4
6. 窒素硝酸 増施肥区	-1	5.16	0.78	1.37	2.15	2.94	140.8	16.8	24.8
	2	5.21	0.42	0.68	1.10	2.04	134.2	16.2	26.5
	3	5.57	0.33	0.78	1.11	0.22	144.7	19.5	17.6
	4	5.69	0.64	1.50	2.14	0.04	117.4	19.7	16.2

第5表 1997年度ヒマワリ施肥法試験土壌の化学的性質 (その2, 1997.8.6調査)

試 験 区	pH	無機態窒素(mg/100g)			可給態リン酸 (P ₂ O ₅ mg/100g)	置換性陽基 (mg/100g)			
		NO ₄ -N	NO ₃ -N	N-total		C=O	NO ₂	K ₂ O	
1. 無肥区	-1	6.01	0.32	0.44	0.76	3.80	138.2	12.9	17.8
	-2	6.20	0.46	0	0.46	2.00	153.7	13.2	17.3
	-3	5.93	0.57	0.16	0.73	0.33	119.3	13.3	13.6
	-4	5.79	0.45	0.03	0.48	0.22	134.6	16.5	12.0
2. 窒素施肥区	-1	5.43	0.15	0	0.15	5.85	139.0	13.6	24.0
	-2	5.25	0.23	0.32	0.55	1.44	121.6	14.0	18.1
	-3	5.41	0.24	0	0.24	0.20	143.1	19.6	13.3
	-4	5.72	0.32	0.46	0.78	0.47	131.7	20.6	14.3
3. 窒素標準区	-1	5.98	0.09	0	0.09	4.77	126.6	13.5	26.6
	-2	5.84	0.15	0.31	0.46	0.64	117.1	13.2	21.6
	-3	5.86	0.37	0.26	0.63	0.11	129.9	16.1	19.7
	-4	5.91	0.22	0	0.22	0.05	124.9	14.7	18.0
4. 窒素追肥区	-1	5.83	1.68	0	1.68	4.71	116.6	12.6	21.3
	-2	5.45	1.40	0	1.40	0.56	99.5	11.6	19.3
	-3	5.70	0.28	0.32	0.60	0.09	121.6	14.7	19.4
	-4	5.81	0.64	0.13	0.77	0.02	125.0	17.5	18.9
5. 硝酸増施肥区	-1	5.79	0.82	0.02	0.84	4.54	112.4	11.2	17.6
	-2	5.71	0.80	0	0.80	2.34	113.7	10.5	18.0
	-3	5.51	0.42	0.02	0.44	0.22	122.0	13.2	11.3
	-4	5.84	0.33	0.09	0.42	0.01	135.8	15.9	10.2
6. 窒素硝酸 増施肥区	-1	5.92	0.29	0.33	0.62	4.62	131.1	12.8	28.0
	-2	5.53	0.60	0.60	1.20	0.97	117.0	11.2	18.3
	-3	5.64	0.50	0.20	0.70	0.10	130.1	14.9	16.1
	-4	5.87	0.55	0.07	0.57	0	115.3	17.1	10.9

第6表 1997年ヒマワリ施肥法試験土壌の化学的性質 (その3, 1997.10.5 調査)

試験区	pH	無機態窒素 (mg/100g)			可給態磷酸 (P ₂ O ₅ mg/100g)	有機性炭素 (mg/100g)			
		NH ₄ -N	NO ₃ -N	N Total		C ₁₀	C ₁₀₀	C ₂₀	
1. 無肥区	-1	6.03	0.63	0.48	1.01	3.79	143.2	15.6	23.2
	-2	5.58	0.80	0.27	1.07	0.87	124.0	14.8	13.6
	-3	5.21	0.62	0.51	1.23	0.35	110.0	15.6	9.2
	-4	5.22	0.92	0.27	1.19	0.28	104.0	15.2	9.6
2. 窒素減施肥区	-1	5.84	1.20	0.92	2.13	4.97	135.8	14.4	22.0
	-2	5.79	1.05	0.33	1.38	0.96	146.0	16.7	22.8
	-3	5.76	1.49	0.29	1.78	0.32	133.2	18.8	21.2
	-4	5.87	1.00	0.75	1.75	0.24	140.0	23.2	21.2
3. 窒素標準区	-1	5.99	1.60	0.48	2.08	7.59	144.0	13.2	30.0
	-2	5.85	1.17	0	1.17	0.89	130.0	14.0	17.6
	-3	5.71	0.56	0.91	1.47	0.19	138.0	17.6	14.0
	-4	5.80	1.45	0.11	1.56	0.23	150.0	19.6	15.6
4. 窒素追肥区	-1	6.09	0.82	1.28	2.10	5.90	146.0	13.2	25.6
	-2	5.63	1.11	0.27	1.38	1.20	126.0	14.4	18.8
	-3	5.66	1.31	0.06	1.37	0.94	139.2	16.4	18.0
	-4	5.77	1.08	1.08	2.16	0.04	148.8	19.6	19.6
5. 炭酸増施肥区	-1	6.01	1.24	1.24	2.48	6.62	119.2	14.0	24.8
	-2	5.53	0.86	0.52	1.38	0.30	144.0	13.6	14.4
	-3	5.56	1.48	0.73	2.21	0.45	136.0	12.4	14.0
	-4	5.35	1.39	1.09	2.48	0.08	135.2	16.0	12.2
6. 窒素追肥増施肥区	-1	5.79	1.09	1.25	2.34	8.10	119.2	14.8	35.2
	-2	5.15	1.49	0.90	2.39	1.54	124.0	14.0	11.6
	-3	5.44	0.59	0.66	1.25	0.40	124.0	16.8	12.4
	-4	5.38	0.64	0.58	1.22	0.34	132.0	19.2	12.0

(2) 土壌分析結果

1997年度に行った時期別の土壌分析結果を第49表～第52表に示した。pHについてみると播種1ヶ月後の第1層はpH=5.14～5.47 (平均 5.33)、第2層pH=5.20～5.92 (同5.50)、第3層pH=5.25～5.63 (5.49)、第4層pH=5.11～5.70 (5.47)であったが、収穫期の平均では第1層はpH=5.96、第2層pH=5.59、第3層pH=5.56、第4層pH=5.57であった。これから見ると炭カル施用によって第1層のpHは約0.6上昇しているが第2層以下のpHの上昇は見られない。肥料成分をみると無機態窒素では収穫期の無肥料区で第1層1.0mg、同第4層1.3mg、施肥区では第1層2.3mg、同第4層1.9mgが存在しており、いずれも開花期より高い値であった。また収穫期の可給態磷酸の可給態磷酸含量は無肥料区第1層3.8mg、施肥区第1層6.6mgで、これも開花期より高い値であった。

以上1997年に得られた分析結果も含めヒマワリ生育期間中の土壌養分の動きをまとめて第47表に示した。

3) 考察

以上述べたように3ヶ年の試験を通じて施肥の効果は必ずしも明らかでなかった。これまでの試験結果をみると、1995年には ①開花期には無肥料区でも7mg以上あった無機態窒素は収穫期にはほぼ消失していること、②アンモニア態で施用した肥料窒素は施用311日にはその65%が硝酸態となって下層に移動すること、③可給態リン酸に関しては施用されたリン酸は大部分表上にとどまり下層には殆んど存在していないこと、などが明らかになった。また1996年試験からは ①炭カル施用によって第1層のpHは上昇するが第2層以下のpHには殆ど差がないことから、表層に散布された炭カルは1年後においても下層には移動していないこと、②無肥料区の無機態窒素は播種直後から収穫期まで終始1mg/100g程度で推移していること、③窒素の天然供給量は80kg/haと推定されること、などが明らかとなった。これに1997年に得られた分析結果も含めヒマワリ生育期間中の土壌養分の動きをまとめて第7表に示した。

第7表 ヒマワリ施肥法試験における土壌養分の推移

成分	試験区	層位	1995年		1996年		1997年	
			開花期	収穫期	開花期	収穫期	開花期	収穫期
無機態 窒素 (N mg/100g)	無肥料区	-1. 0~10cm	7.34	0.75	1.11	0.92	0.76	1.01
		-2. 10~20	1.87	0.29	0.77	0.70	0.46	1.07
		-3. 20~30	2.00	0.38	0.61	0.70	0.73	1.23
		-4. 30~50	1.54	0.28	0.74	0.84	0.48	1.29
	施肥区	-1. 0~10	13.64	1.15	2.67	0.82	0.81	2.25
		平均 -2. 10~20	2.52	0.74	2.73	0.89	0.97	1.58
		-3. 20~30	2.89	0.74	2.22	0.68	0.59	1.58
		-4. 30~50	2.01	0.76	1.43	0.78	0.50	1.86
可給態 リン酸 (P2O5 mg/100g)	無肥料区	-1. 0~10cm	1.15	1.10	0.24	0.39	3.80	3.79
		-2. 10~20	0.25	0.15	0.35	0.10	2.00	0.87
		-3. 20~30	0	0	0	0.10	0.33	0.35
		-4. 30~50	0	0	0	0.12	0.22	0.28
	施肥区	-1. 0~10	15.38	7.71	1.35	1.59	4.90	6.64
		平均 -2. 10~20	1.81	0.39	0.06	0.18	1.23	2.41
		-3. 20~30	0	0	0	0.11	0.14	0.46
		-4. 30~50	0	0	0	0.10	1.11	0.19

3. アルファルファに対する施肥と改良資材の施用効果

畑作農家が輪作体系に長期間永年牧草を導入する場合は、その牧草は粗飼料として既済可能なものでなければならない。そこで長期輪作体系試験に低温・乾燥に強く、栄養価も高いとして最近南米各地で栽培面積が増加してきたアルファルファを導入することとした。しかしアルファルファは酸性に弱く、土壌不足の場合には正常に生育しないことが知られている。そこでアルファルファを導入した場合の播種前の炭カル、ヨーリンを含む土壌改良資材施用の効果について検討した。

1) 試験方法

試験区の構成を第8表に示した。試験規模は1区面積50㎡、2連制とした。

第8表 アルファルファ改良資材試験 試験区の構成

試験区	肥料・改良資材施用量 (kg/ha)				
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	炭カル	ヨーリン
1. 不 改良資材無施用区	60	60	30	0	0
2. 耕 炭カル区	60	60	30	4,000	0
3. 起 ヨーリン区	60	60	30	0	300
4. 播 炭カル・ヨーリン区	60	60	30	4,000	300
5. 種 追肥多量区	90	90	30	0	0
6. 区 総合区	90	90	30	4,000	300
7. 耕 改良資材無施用区	60	60	30	0	0
8. 起 炭カル区	60	60	30	4,000	0
9. 播 ヨーリン区	60	60	30	0	300
10. 種 炭カル・ヨーリン区	60	60	30	4,000	300
11. 区 追肥多量区	90	90	30	0	0
12. 総合区	90	90	30	4,000	300

試験場所はパラグアイ農業総合試験場内の輪作体系試験圃場で、アルファルファを1994年11月30日に播種した改良資材無施用区である。これに1995年7月20日、第3回刈り取り後に改良資材として炭カル2t/ha、ヨーリン300kg/haを表面散布して試験開始した。その後pHが低下したため、1996年3月14日再度炭カル2t/haを表面散布した。

刈取りはアルファルファ開花期で1995年7月から1997年10月までの期間に14回行った。おおむね年6回の割合である。追肥は甲肥を用い刈取り毎に分割して施用したが、1997年にはいり土壌中の可給態リン酸含量が高まったので、それ以降追肥は行わなかった。

2) 試験結果

(1) アルファルファの生育と収量

試験期間中に行った刈取り調査の乾草量を第9表に示した。

1994年11月に播種したアルファルファの生育は比較的良好で、試験開始後1年間の刈取り毎の平均

乾草量は1.5～2.0t/haであった。しかし播種後2年を経た頃からアルファルファ生育は不良となり、1996年8月以降の平均乾草量は0.8～1.5t/haであった。1997年10月までの14回の全乾草量は、最高が耕起播種・炭カル・ヨーリン区の29.2t/ha、刈取り毎平均2.08t/ha、次いで不耕起播種・炭カル区の23.7t/ha、平均1.69t/ha、耕起播種・総合区のもの23.5t/ha、平均1.68t/haであった。このように炭カル施用の効果は不耕起播種区では認められたが、耕起播種区では不明であった。

第9表 アルファルファ改良資材試験における刈取毎乾草量（その1）

	1995		1996						
	13/Sct.	16/Nov.	25/Enc.	18/Abr.	10/Jun.	5/Agt.	13/Sct.	4/Nov.	18/Dec.
1. 不 資材無施用区	0.86	1.86	1.16	1.78	1.27	1.57	2.08	0.62	1.63
2. 耕 炭カル区	0.91	2.52	1.01	1.84	1.56	1.57	2.28	0.84	1.48
3. 起 ヨーリン区	0.98	2.20	1.28	1.80	1.74	1.68	1.77	0.67	1.26
4. 播 炭カル・ヨ区	1.01	2.65	1.31	1.80	1.52	2.04	2.06	0.82	1.45
5. 種 追肥多量区	0.94	2.42	1.14	2.24	1.61	1.52	1.77	0.59	1.04
6. 総合区	1.04	2.00	1.44	2.18	1.88	1.96	2.14	0.94	1.28
7. 資材無施用区	0.91	2.02	1.28	2.10	1.45	1.83	2.14	0.71	1.43
8. 耕 炭カル区	0.97	2.17	1.45	2.13	1.56	1.33	1.84	0.93	1.08
9. 起 ヨーリン区	1.16	2.47	1.50	2.76	1.85	1.47	1.98	0.89	1.09
10. 播 炭カル・ヨ区	1.38	2.36	1.52	2.32	1.94	2.01	2.73	1.01	2.25
11. 種 追肥多量区	1.04	2.15	1.53	2.07	1.71	1.40	1.75	0.74	1.19
12. 総合区	1.19	2.19	1.43	2.07	1.79	2.09	2.24	0.87	1.38

第10表 アルファルファ改良資材試験における刈取毎乾草量（その2）

	1997					全乾草量	平均
	27/Enc.	31/Mar.	23/Jun.	18/Agt.	6/Oct.		
1. 不 資材無施用区	1.43	1.21	1.24	1.18	1.31	19.2	1.37
2. 耕 炭カル区	2.34	1.57	1.54	1.77	2.41	23.7	1.69
3. 起 ヨーリン区	1.58	0.92	1.15	1.19	1.50	19.4	1.41
4. 播 炭カル・ヨ区	1.55	1.17	1.49	1.89	2.20	23.0	1.64
5. 種 追肥多量区	1.07	1.01	1.17	1.68	1.39	19.6	1.40
6. 総合区	1.47	1.08	1.38	1.80	2.08	21.7	1.55
7. 資材無施用区	1.16	1.09	1.20	1.45	1.52	20.3	1.45
8. 耕 炭カル区	1.32	0.74	1.45	2.60	1.88	21.4	1.53
9. 起 ヨーリン区	1.33	1.16	1.44	1.75	1.79	22.7	1.62
10. 播 炭カル・ヨ区	2.57	2.29	2.05	2.28	2.35	29.2	2.08
11. 種 追肥多量区	1.33	0.94	1.51	1.62	1.32	20.3	1.45
12. 総合区	1.82	1.56	1.32	1.50	2.05	23.5	1.68

(2) 土壌分析結果

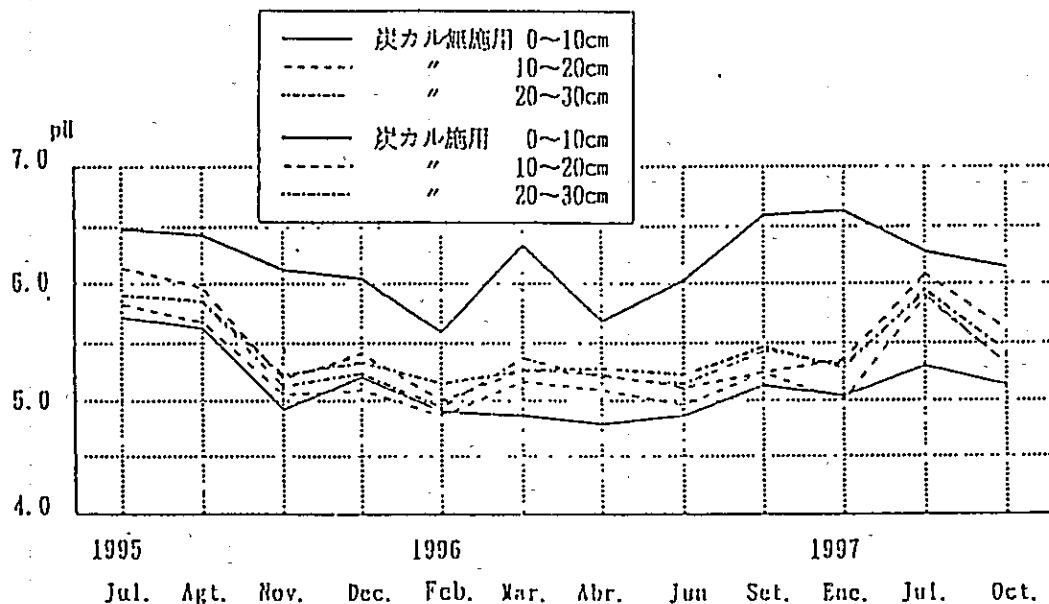
試験開始以来の炭カル施用の有無とpHの関係を同一処理の3区の平均値として第1表、第2図に示した。これによると、炭カル無施用区の第1層のpHは次第に低下し、播種1年以降はpH=5.0前後で推移していた。これにたいし炭カル施用区の第1層では、一時的なpHの低下はあるものの、ほぼpH=6.0以上で推移していた。第2層以下の土層についてみると、炭カル無施用区の第2層の平均はpH=5.27、施用区第2層の平均pH=5.46で、約0.2の差が認められるが、第3層以下では差は極めて小さかった。

第11表 アルファルファ改良資材試験における炭カル施用の有無とpHの関係 その1.

試験区	層位	1995年		1996年						
		7月	8月	11月	12月	2月	3月	4月	7月	9月
炭カル 無施用	1.	5.72	5.64	4.91	5.20	4.90	4.87	4.78	4.87	5.13
	2.	5.84	5.69	5.05	5.09	4.87	5.16	5.08	4.96	5.24
	3.	5.90	5.86	5.12	5.23	4.94	5.36	5.20	5.14	5.43
	4.	6.00	6.19	5.11	5.11	5.12	5.44	5.24	5.27	5.60
炭カル 施用	1.	6.47	6.41	6.12	6.04	5.99	6.32	5.69	6.03	6.58
	2.	6.13	5.96	5.19	5.41	4.99	5.25	5.21	5.10	5.23
	3.	5.92	5.85	5.22	5.33	5.14	5.25	5.28	5.21	5.46
	4.	6.09	6.07	5.16	5.35	5.27	5.43	5.78	5.30	5.56

第12表 アルファルファ改良資材試験におけるpH その2.

試験区	層位	1997年			
		1月	7月	10月	平均
炭カル 無施用	1.	5.04	5.30	5.12	5.12
	2.	5.00	5.90	5.32	5.27
	3.	5.32	5.92	5.32	5.40
	4.	5.31	5.84	5.24	5.46
炭カル 施用	1.	6.62	6.26	6.14	6.22
	2.	5.35	6.08	5.62	5.46
	3.	5.28	5.95	5.43	5.44
	4.	5.37	5.81	5.28	5.54



第2図 アルファルファ改良資材試験における土壌pHの推移

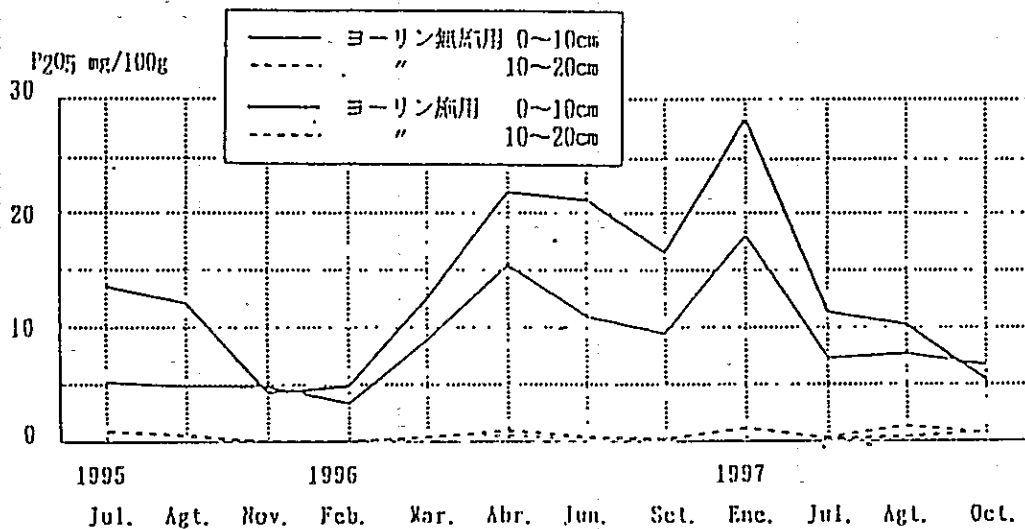
ヨーリン施用の有無と可給態磷酸含量の推移を第13表、第33図で見るとヨーリン無施用区可給態磷酸は第1層では3.4~17.9mg、平均8.5mgで推移しているのに対し、ヨーリン施用区では4.3~22.0mg、平均13.4mgで推移していた。1995年11月ならびに1997年10月の調査において両区可給態磷酸含量に差がみられないのは、刈り取り後追肥を行わなかったためと考えられる。第2層は両区とも平均0.5mgで推移しており、ヨーリン施用による可給態磷酸の増加はみられなかった。

第13表 アルファルファ改良資材試験におけるヨーリン施用と可給態磷酸の関係 (P₂O₅ mg/100g)

試験区	層位	1995年		1996年						
		7月	8月	11月	12月	2月	3月	4月	7月	9月
ヨーリン 無施用	1.	5.25	4.92	4.87	3.39	8.78	15.37	10.97	9.35	17.91
	2.	0.69	0.29	0.06	0.07	0.38	0.51	0.24	0.17	0.85
	3.	0.23	0.09	0.01	0	0	0	0	0	0
	4.	0.20	0.07	0	0	0	0	0	0	0
ヨーリン 施用	1.	13.48	11.95	4.28	4.92	12.35	21.99	21.16	16.46	8.35
	2.	0.86	0.61	0.08	0.09	0.35	0.86	0.35	0.23	1.08
	3.	0.27	0.08	0	0	0	0	0	0	0
	4.	0.22	0.17	0	0	0	0	0	0	0

第14表 アルファルファ改良資材試験における可給態磷濃度 (P₂O₅ mg/100g)

試験区	1997年				平均
	順位	1月	7月	10月	
ヨーリン	1.	7.23	7.71	6.71	8.54
無施用	2.	0.31	1.25	0.74	0.46
平均	3.	0	0.12	0.16	0.05
	4.	0.01	0.04	0.09	0.03
ヨーリン	1.	11.28	10.02	5.40	13.49
施用	2.	0.23	0.34	0.80	0.49
平均	3.	0	0.19	0.14	0.06
	4.	0	0.02	0.44	0.07



第3図 アルファルファ改良資材試験における可給態磷濃度の推移

3) 考察

輪作体系にアルファルファを導入しようとする場合の土壌面からの問題点として、炭カルによる酸度矯正とヨーリン施用の効果について検討したが、両者ともにその施用効果が認められた。また施用方法では、必ずしも鋤込み施用を必要としないことが明らかとなった。これはパラグアイ農業総合試験場圃場の場合、下層は酸性化しにくいいため表土のみの酸度矯正でよいこと、磷酸は植物体内を容易に移行するから表土に十分に存在すれば、下層に鋤込まなくてもよいと考えられる。

アルファルファのような永年牧草の根はつねに下層に伸張し養分を吸収する。パラグアイ農業総合試験場圃場の粘土層は数メートルにも達するから、下層の物理的条件さえ良ければ根域の拡大は容易ではないかと考えられる。前述の輪作体系試験において草地3年区の土壌改善効果が大きかったのはこのような理由によるものと思われる。

