

4) 土壤物理性変化

土壤物理性の変化をみると表5に示すように冬作物栽培後の場合には心土で田畑輪換によって物理性が改善されたが、表土ではむしろ対照区より不良な傾向があり、夏作物後には対照区より4年輪換区で不良であった。このような田畑輪換による乾燥亀裂によって水分蒸発を促進したためと考えられた。そして、大豆を栽培した畑輪換区間には5年畑輪換によって物理性が不良になった。したがって、連続畑輪換よりは一定な期間に田畑輪換すると土壤物理性は良くなると思う。

表5 土壤物理性変化

(埴壤土)

土壤	輪換形態	硬度 (mm)		容積重 (g/cm ³)		気相 (%)		孔隙率 (%)	
		表土	心土	表土	心土	表土	心土	表土	心土
冬作物 後	対照区 (PPPP)	11.9	20.4	1.06	1.39	36.7	14.3	60.1	47.7
	1年輪換 (UPUP)	12.5	19.1	1.12	1.30	35.0	21.9	58.0	51.3
	3年輪換 (UUUP)	14.1	19.5	1.11	1.23	34.9	24.2	58.4	54.5
	2年輪換 (UUPU)	13.4	17.4	1.11	1.32	36.9	22.2	58.6	50.7
	4年輪換 (UUUU)	14.4	16.8	1.11	1.27	36.1	25.3	59.2	52.5
夏作物 後	対照区 (PPPPP)	20.5	20.4	1.30	1.40	19.6	11.1	51.0	47.4
	4年輪換 (UUUUP)	23.7	21.9	1.36	1.42	21.8	16.4	48.7	46.8
	1年輪換 (UPUPU)	13.4	17.8	1.13	1.21	35.4	26.9	57.7	54.4
	2年輪換 (UUPUU)	14.5	19.4	1.14	1.27	36.6	25.1	57.2	52.3
	3年輪換 (UUUPU)	14.4	20.6	1.12	1.27	36.3	23.2	57.9	52.3
	5年輪換 (UUUUU)	19.6	21.6	1.18	1.27	34.5	25.1	55.7	52.5

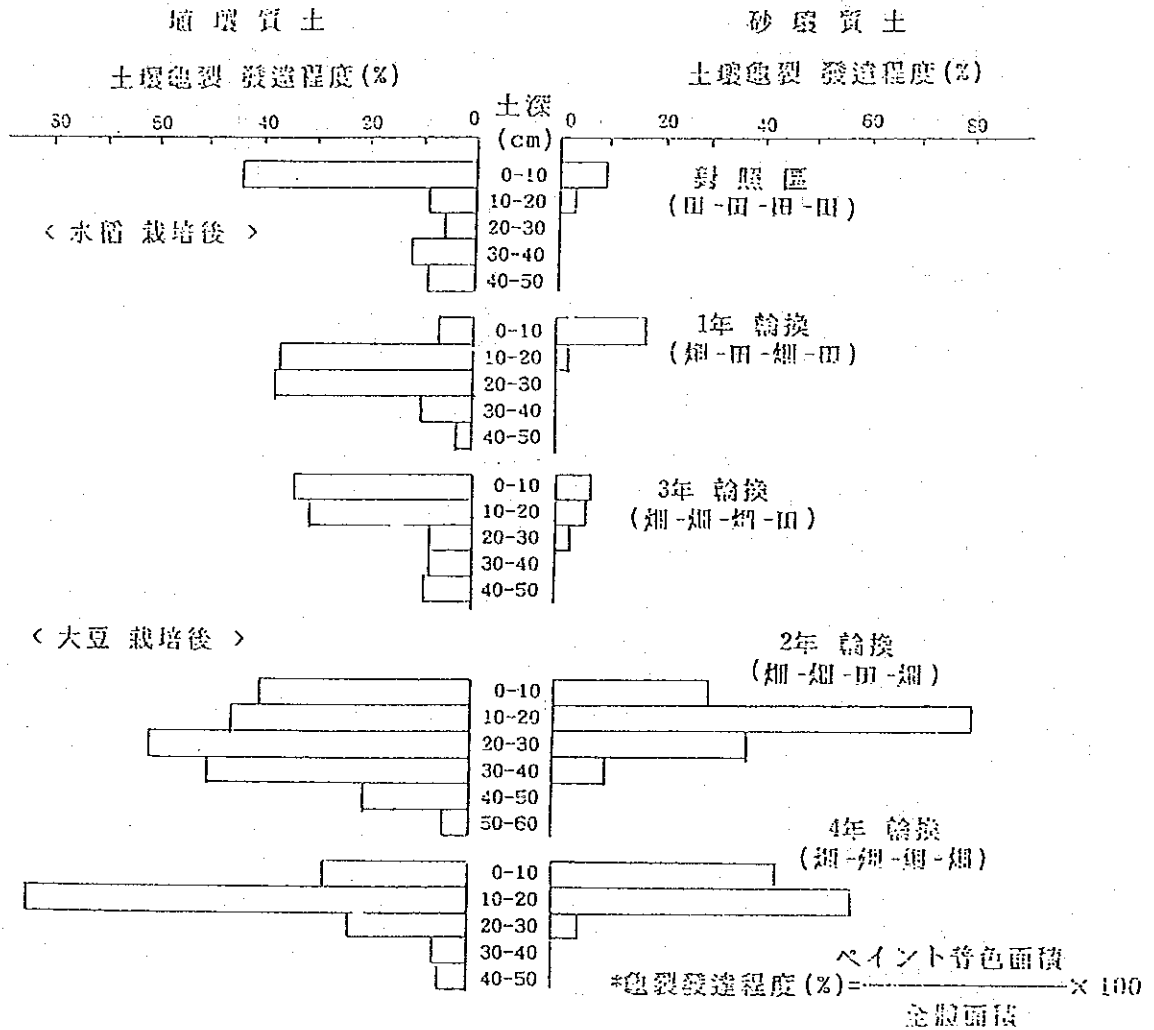
P：水田状態(水稻栽培)

U：田状態(大豆栽培)

5) 土壤亀裂の発達程度

白色水性ペイントを利用して、田畑輪換によって土壤断面の亀裂及び構造発達程度を調査した結果は図2に示すように、2つの土壤共に畑輪換によって表面の粒団化が促進し、心土まで亀裂が発達したが、その発達の程度は粗粒質な砂壤土より粘土含量が多い埴壤土で明らかになった。輪換形態間には2つの土壤共に連続田である対照区より輪換田でよかった。また、大豆を栽培した畑輪換区では4年連続畑輪換区より2年間田畑輪換を実施した区で亀裂発達がよかった。富士岡、佐藤によると粘土含量が高い水田では亀裂発達が多く土壤水分の蒸発促進の効果が大きいと報告した。Hasegawaは畑輪換後の土壤構造変化で表土は粒状構

造発達、心土は柱状構造発達と収縮による乾燥亀裂の発達によって水分移動を促進させると報告した。



されることがわかった。大久保は直径1.0cm以下の土塊の含有率が70%以上であると作物の発芽と生育に支障がなく、輪換年数の経過ほど碎土率は向上されるし、金谷、倉田は2cm以下の土塊が60%以上になって3cm以上の土塊が少ないほど良くなると報告した。また、姜等は圃場水分含量が20-40%範囲でロータリ2回後に細条播処理で碎土率が高く、土壌硬度とも正の相関であると報告したこともある。したがって、粘土含量が高く碎土率の問題がある土壌ではロータリ機械の選択と方法及び圃場水分含量に留意する必要がある。

表6 圃場碎土率変化

作物	輪換形態	水分率 (%)	粒径別碎土率 (%)		
			9.5mm以下	9.5-38.7mm	38.7mm以上
田	田-田-田-田	21.1	39.7	45.5	14.8
	畑-田-畑-田	16.5	64.2	30.8	5.0
	畑-畑-畑-田	16.4	64.5	29.1	6.4
畑	畑-畑-田-畑	15.8	68.3	31.7	0
	畑-畑-畑-畑	15.1	59.5	29.3	11.2

且つ、大麦栽培地で播種当時に4mm以下の碎土率と大麦m²当り基数とは高度の有意な正の相関関係があった(図3)。金谷と倉田等は水稻乾田直播栽培時の碎土率(土塊径2cm以下)が60%以上である場合出芽率は50-70%であり、大麦と大豆ではそれぞれ80%と90%であったと報告した。

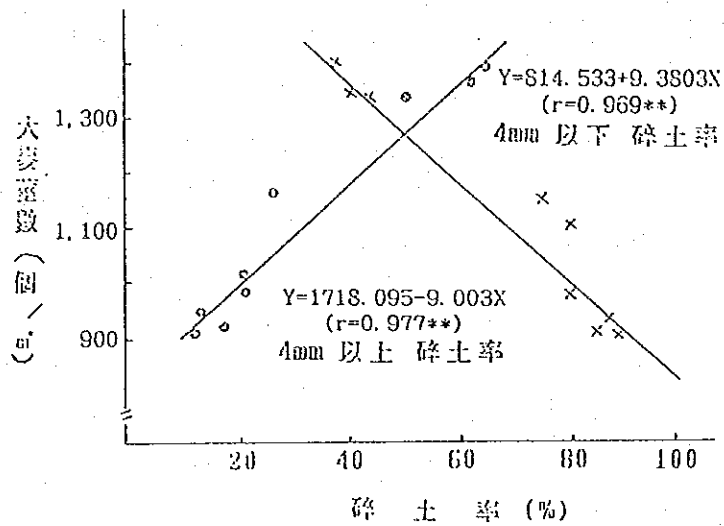


図3 碎土率と大麦㎡当りの莖数との関係

7) 土壤化学性変化

作付体系間の土壤化学性変化は2つの土壤共に大麦後作より玉ねぎ後作でpH、OM、Ca、SiO₂等は低く、P₂O₅、可給態窒素含量は高かった。そして、水稻後作より大豆で有機物、P₂O₅、SiO₂含量等が高かった(表7)

表7 作付体系間の土壤化学性変化

土 壤	作 付 体 系	pH (1:5)	O.M (%)	Av. P ₂ O ₅ - ppm -	Av. SiO ₂	Ca - me/100g -	K	Av. N. (me/100g)	
砂壤土	水稻	大麦	5.52	1.38	114	83	4.51	0.26	3.44
		玉ねぎ	5.23	1.27	137	85	4.17	0.90	4.07
	大豆	大麦	5.61	1.57	110	119	5.40	0.19	3.62
		玉ねぎ	5.33	1.49	157	111	4.72	0.59	3.72
埴壤土	水稻	大麦	5.38	2.67	96	135	4.47	0.53	7.30
		玉ねぎ	5.19	2.68	129	115	3.91	0.83	8.00
	大豆	大麦	5.35	2.78	128	131	4.76	0.51	6.73
		玉ねぎ	5.26	2.56	130	123	4.15	0.69	7.12

輪換形態別の土壌化学性変化は土壌間に相反した結果であったが、砂壌土の場合対照区に比べて輪換期間が長くなるほど pH、Ca、Mg 含量は高く、K 含量は低かった。また、埴壌土では P₂O₅ は高く、Mg、K は低く、その他成分などは一定な傾向がなかった。このような結果は土壌間に地力の差異があるため将来綿密に再検討すべきである(表 8)。

表 8 輪換形態別の土壌化学性変化

(大麦栽培後)

土 壤	輪換形態	pH (1:5)	O.M (%)	Av. P ₂ O ₅	Ex. Cations (me/100g)		
					Ca	Mg	K
砂壌土	田田田田田	5.19	1.59	140	3.00	0.63	0.36
	畑畑畑畑畑	5.55	1.43	125	3.80	0.78	0.34
	畑畑田畑畑	5.66	1.43	122	4.67	1.10	0.32
	畑畑畑畑畑	6.16	1.68	123	6.56	1.58	0.26
埴壌土	田田田田田	5.41	2.57	46	4.87	1.60	0.72
	畑畑畑畑畑	5.46	2.93	101	4.75	1.34	0.55
	畑畑田畑畑	5.36	2.71	127	4.47	1.30	0.60
	畑畑畑畑畑	5.39	2.78	156	5.08	1.27	0.47

施肥水準間の土壌化学性変化(図 4)は施肥量が少ないほど pH、Ca 含量は高く、減肥と無肥を実施した後 3 作期以前までは一定な傾向がなく、以後から有効磷酸、有効珪酸、Ca、Mg 含量等が標準施肥より顕著に減少した。

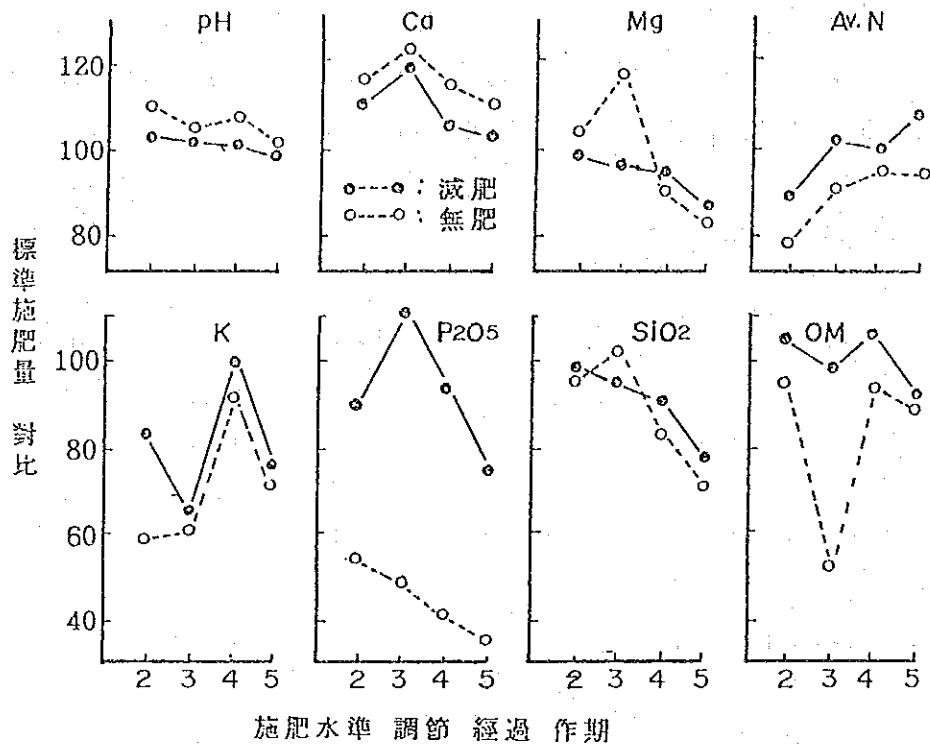


図4 施肥水準間の土壌化学性変化

8) 土質力学性の変化

① 畑転換した後に水田復元時の円錐貫入抵抗変化

畑輪換期間が相違した水田土壌で円錐貫入抵抗を比較してみると図5に示すように、砂壤土では0-15cmの作土層に輪換期間の差異はなかったが、土深20-30cm付近では連続田で最も高く、1年輪換区で低く2、3年輪換区では差がなかった。金等も微砂質壤土で同じ結果を報告したが、日本で報告した低湿重粘土の成績とは相反した。したがって、畑輪換による耕盤破碎は地下水位、土性、優占粘土鉱物等によって差異があると考えられる。且つ、多田によると土壌地耐力は表層土の場合に土壤水分含量と密接な関係があり、下層土では下の地層に影響を受けると報告した。

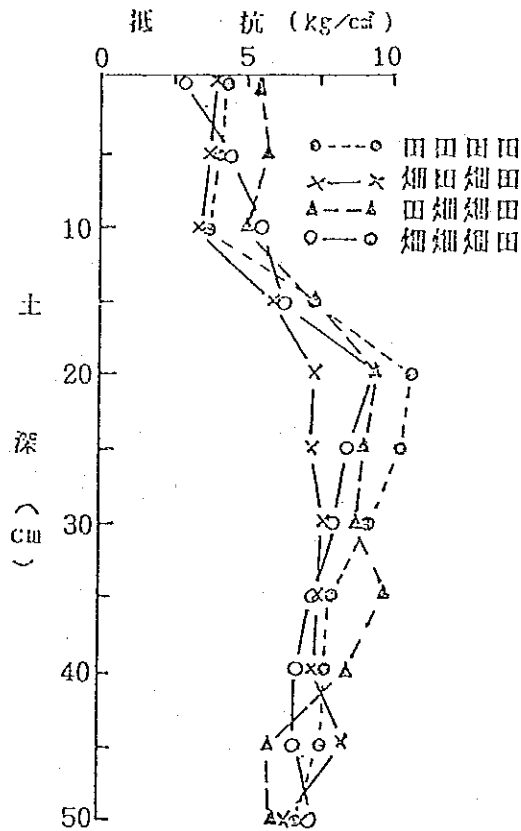


図5 畑転換後に田復元時の円錐貫入抵抗変化(砂壤土)

且つ、埴壤土で山中式の硬度計で同じ時期に測定した輪換年数別の土壌硬度変化は、表9に示すように硬度に最も大きい影響をあたえる土壌水分含量は連続田より輪換田で顕著に低く、土壌硬度も全土層共に連続田より輪換田で、また、輪換期間が長くなるほど高かった。このような輪換区の熟畑化によって土壌水分の消失程度が高いことを意味する。佐藤、湯村は低湿重粘土で畑輪換した場合、心土層の円錐貫入抵抗が高くなると報告し、小林は畑輪換すると乾燥亀裂が発達して gley 層が低くなって緻密度が高くなると報告した。このように細粒質の輪換田の硬度が増加するのは土壌の乾燥と亀裂発達によって水分の蒸発量が多かったため乾土が促進されたためである。佐藤は粘質水田土壌の cone 指数が乾湿の反復により増大したと報告した。したがって、将来に田畑輪換及び畑転換地において土性間、土深別の硬度及び水分変化様相が違うことが予想された場合には更に深く調べて適切な土壌管理及び最適耕耘方法を解明すべきである。

表9 田畑輪換時の土深別土壤硬度及び水分含量変化(埴壤土)

土 深 (cm)	田-田-田-田		畑-田-畑-田		畑-畑-畑-田	
	硬 度 (mm)	水 分 (%)	硬 度 (mm)	水 分 (%)	硬 度 (mm)	水 分 (%)
0-10	17.9	26.5	22.2	17.1	23.4	18.0
10-20	22.4	25.1	23.8	17.7	24.8	19.9
20-30	24.7	23.7	24.7	18.1	26.1	19.1

且つ、土壤水分は硬度変化に大きい影響をあたえるため、土壤硬度と水分含量の間の関係を見ると、図6に示すように高度の有意性がある負の相関であった。したがって、連続田より輪換区で硬度が高いのは前述したように土壤亀裂等による乾燥促進で硬度が高くなった。趙等も土壤硬度は土壤が微細になり、水分が少なくなるほど増加すると報告した。

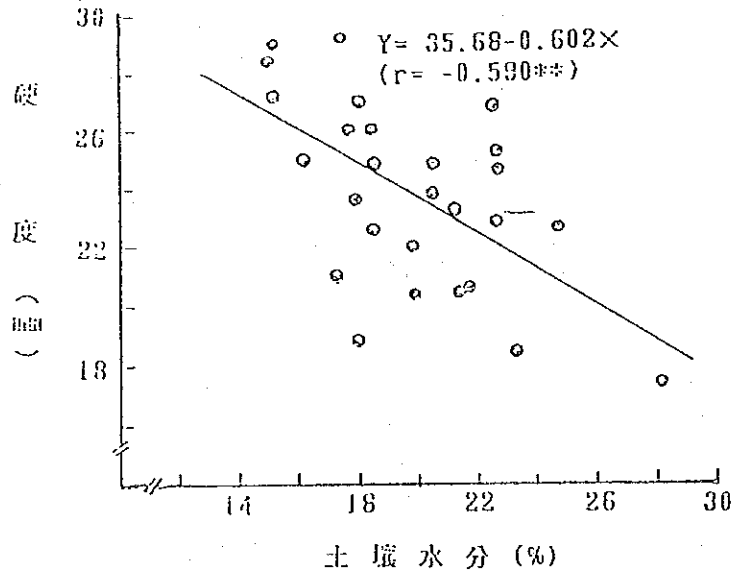


図6 土壤硬度と水分含量間の関係

② 畑輪換年数別円錐貫入抵抗の変化

畑輪換年数別の円錐貫入抵抗の変化を図7でみると、0-15cmまでは1年輪換区で若干高い傾向であったが顕著な差異はなかった。そして、土深15-30cm附近では輪換年数に関係せず、全処理区で共に高かったが、これは機械耕耘に伴う耕盤層が形成されたためである。金谷、倉田も畑輪換により土深15-35cmの下層土の硬度は大きく変化しなかったと報告したことにあり、三浦は畑輪換の1年目に10-15cmの部分が4 kg/cm²であったが、畑輪換の7年目には約4.5kg/cm²で畑輪換の期間が長いほど貫入抵抗が若干増大する傾向を示し、

その下層からは大きな変化はみられなかったと報告した。

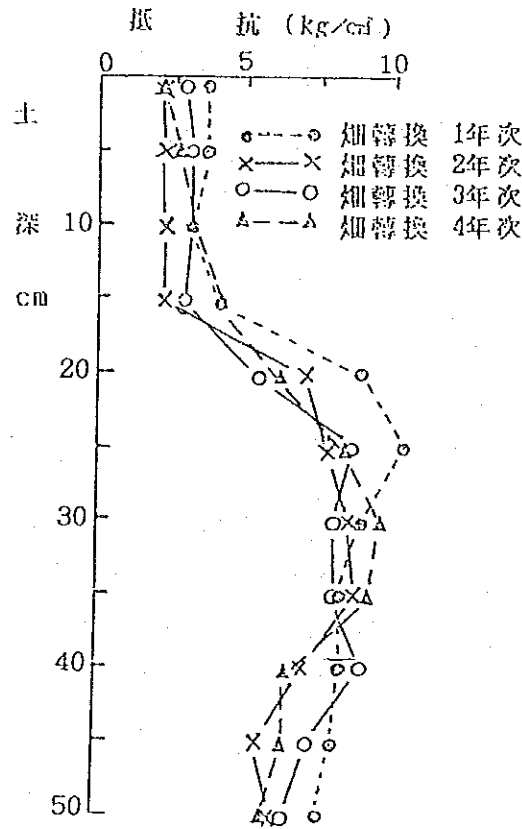


図7 畑輪換年数別円錐貫入抵抗変化

③ 剪断及び摩擦抵抗の変化

畑輪換した後に田復元時に表土の剪断及び摩擦抵抗は表10に示すように剪断抵抗は土性に関係せず、垂直圧が $0.4-0.6\text{kg/cm}^2$ であった時には処理区間の差異が最も明らかであった。土性別にみると埴壤土は連続田に比べて3年輪換区で剪断抵抗が減少し、輪換期間が長くなるほど耕耘性が改善された。しかし、垂直圧が 0.8kg/cm^2 以上に増加するとむしろ輪換区の剪断抵抗が若干増加する傾向であった。且つ、砂壤土は埴壤土とは反対に垂直圧に関係せず田畑輪換区の抵抗が若干増加する傾向であった。

農機械車輪のすべる程度と関連がある摩擦抵抗では細粒質な埴壤土では処理間と輪換形態間に大きな変化はみられなかったが、粗粒質な砂壤土では連続田より復元田で、また輪換期間が長くなるほど 0.8kg/cm^2 以下の垂直圧で若干高く、機械効率が改善した。

表10 田畑輪換時剪断及び摩擦抵抗の変化

土壌	荷重(kg/cm ²) 輪換形態	剪断抵抗(kg/cm ²)					摩擦抵抗(kg/cm ²)				
		0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0
埴壤土	田田田田	0.45	0.60	0.79	0.91	1.00	0.12	0.20	0.27	0.35	0.43
	畑畑畑畑	0.38	0.61	0.85	1.00	1.07	0.12	0.19	0.25	0.33	0.42
	畑畑畑田	0.37	0.52	0.66	0.98	1.09	0.12	0.17	0.30	0.34	0.42
砂壤土	田田田田	0.44	0.59	0.69	0.81	0.90	0.11	0.18	0.24	0.31	0.39
	畑畑畑田	0.44	0.63	0.72	0.81	0.90	0.12	0.18	0.24	0.30	0.38
	畑畑畑田	0.45	0.68	0.80	0.88	0.98	0.13	0.19	0.26	0.32	0.38

畑輪換期間間の表土の剪断及び摩擦抵抗の変化は表11に示した。剪断抵抗は畑輪換年数が長くなるほど埴壤土は増加する傾向であったが、砂壤土では3年目だけ増加し、4年目では3年目より減少した。そして、土壌間では3年輪換まで砂壤土が埴壤土より抵抗が高かった。これは粒団構造の発達程度や構造発達層の厚さ、熟畑化指数等と関連し、もっと深く研究すべき課題であると考えられた。且つ、摩擦抵抗も畑輪換期間が長くなるほど2つの土壌共に若干増加する傾向であったが大きい差異はなく、砂壤土でもっと明らかな傾向であった。

表11 畑輪換期間別土質力学性の変化

土壌	荷重(kg/cm ²) 畑輪換期間	剪断抵抗(kg/cm ²)					摩擦抵抗(kg/cm ²)				
		0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0
埴壤土	畑	0.20	0.31	0.47	0.59	0.70	0.12	0.19	0.28	0.36	0.44
	畑畑	0.26	0.38	0.49	0.61	0.76	0.15	0.21	0.30	0.39	0.44
	畑畑畑	0.21	0.46	0.54	0.69	0.87	0.14	0.22	0.31	0.37	0.45
	畑畑畑畑	0.24	0.46	0.77	0.95	0.15	0.13	0.21	0.28	0.38	0.44
砂壤土	畑	0.31	0.42	0.54	0.67	0.79	0.13	0.18	0.27	0.33	0.39
	畑畑	0.41	0.55	0.65	0.75	0.86	0.13	0.22	0.28	0.36	0.43
	畑畑畑	0.44	0.62	0.73	0.84	0.97	0.13	0.19	0.26	0.34	0.42
	畑畑畑畑	0.33	0.48	0.60	0.71	0.84	0.12	0.20	0.28	0.36	0.43

9) 土壌微生物相の変化

冬作物後の土壤微生物相の変化をみると、表12に示すように水田状態より畑状態で、2年輪換より4年連続畑転換区で真菌と放射菌の密度が高かったが、細菌密度は低く B/F 比と B/A 比も同じ傾向であった。

表12 冬作物後の土壤微生物相変化 (埴壤土)

区 分		真 菌	細 菌	放射菌	B/F	B/A
		— ×10 ⁶ cell/g. soil —				
田	対照区(連続田)	9.7	535.4	4.6	55.2	116.4
	1年輪換(畑田畑田)	6.9	354.3	8.5	51.3	41.7
	3年輪換(畑畑畑田)	7.6	679.2	4.5	89.4	150.9
畑	2年輪換(畑畑田畑)	10.1	284.6	7.5	28.2	37.9
	4年輪換(畑畑畑畑)	14.7	207.4	8.4	14.1	24.7

土壤中の線虫密度は水田状態より畑状態で、1年輪換区より3年輪換区で、心土より表土で各々高い傾向であった(表13)。

表13 線虫密度変化 (単位：線虫数/g、土壤)

土壤	土深	水 稻 栽 培 後			大 豆 栽 培 後			
		田田田	畑畑田		畑田畑		畑畑畑	
		大麦-水稻	大麦-水稻	玉ねぎ-水稻	大麦-大豆	玉ねぎ-大豆	大麦-大豆	玉ねぎ-大豆
砂壤土	表土	0.7	0.8	1.2	0.6	1.1	1.9	1.5
	心土	0.3	0.9	0.2	0.6	0.4	1.3	2.0
埴壤土	表土	1.7	0.8	1.2	0.8	1.0	1.7	1.5
	心土	0.2	0.2	0.4	0.5	0.4	1.0	1.4

且つ、土壤条件別に土壤中に細菌と線虫の分布程度を調査した結果、前者は施肥水準間、後者は珪酸含量と各々正の相関関係であった。土壤微生物の分布は土壤中の Ca、Mg 及び pH 等の土壤化学性と密接な関係があると報告してあるが、本成績には統計的な有意性はなかった(表14)。

表14 土壤特性と細菌及び線虫との関係

区 分	施肥水準×細菌		Av. SiO ₂ ×線虫	
	砂壤土	埴壤土	砂壤土	埴壤土
相関係数 (r=)	0.649**	0.723**	0.534*	0.507*

10) 作物別生育及び収量

① 水稻生育

田畑輪換形態及び施肥水準別の水稻生育をみると、表15に示すように対照区に比べて田畑輪換区で全般的に生育が良く、輪換期間が3、4年に長くなるほど一般生育は明らかな差異がなかったが稈長が大きく、穂数が多い傾向であった。施肥水準別に収量構成要素をみると標準施肥区より減肥区で稈長、穂数、穂当粒数等は減少したが登熟率と千粒重は増大する傾向で日本の報告と類似した。倒伏発生は栽培年度の気象条件によって多少の差異があったため、3年輪換時は気象条件が良好で倒伏が発生しなかったが、2年と4年輪換時には標準施肥区で倒伏が甚だしく、収量減少の原因になった。

表15 輪換形態によって施肥水準別水稻生育

輪換形態	施肥水準 (%)	稈長 (cm)	穂数 (個/株)	穂当粒数 (個)	登熟率 (%)	千粒重 (g)	倒伏 (0-9)
対照区	標準	84.7	15.3	80	82.1	27.4	0
	減肥	78.4	13.3	76	82.1	27.6	0
	無肥	64.7	10.6	66	82.2	27.3	0
1年輪換	標準	83.2	15.2	90	79.5	26.6	0
	減肥	83.2	14.7	88	82.2	26.7	0
	無肥	67.8	10.3	77	84.8	28.0	0
2年輪換	標準	86.1	14.4	88	89.9	28.3	3
	減肥	83.7	13.2	88	90.4	29.2	1
	無肥	67.7	10.3	79	89.3	27.2	0
3年輪換	標準	88.1	15.9	88	75.0	26.4	0
	減肥	80.3	15.6	83	80.3	26.8	0
	無肥	68.4	13.6	79	82.8	27.6	0
4年輪換	標準	91.0	19.2	90	77.6	27.3	9
	減肥	87.2	16.7	83	81.8	27.7	4
	無肥	76.3	14.3	73	82.2	27.4	0

② 水稻収量

輪換形態別水稻収量をみると表16に示すように対照区より輪換区で高く、砂壤土は3年目、埴壤土は2年目で最高の収量をみられたが、輪換期間の間には一定の傾向はなかった。これは栽培年度の気象条件と生育環境等の影響のためであろう。大久保は輪換2、3年に最高の収量になり、それ以後は低くなると報告した。

作付体系間には大麦後作より玉ねぎ後作で収量が高かった。これは玉ねぎ施肥量が大麦施肥量より多く、肥料利用率が高いためである。施肥水準別にみると田畑輪換時には標準施肥区より50%減肥区で収量が高い傾向であったが、これは肥料残効と乾土効果等による養分利用率の増大に標準施肥区で倒伏及び病虫害発生が極甚であり収量が減少した。高井、友広等は重粘土輪換田の水稻施肥技術で基肥を多くするほど穂数は増加したが耐倒伏性、登熟率、千粒重等が減少するため窒素供給力の過多を考慮して基肥窒素は施用せず、追肥中心の施肥体系がより有効であると報告した。土壌間では砂壤土より埴壤土で収量が低かったが、これは地力差異のためであろうと思う。

表16 田畑輪換時の作付体系及び施肥水準別水稻収量

(白米 kg/10 a)

輪換形態	施肥水準 (%)	砂 壤 土			埴 壤 土		
		大麦-水稻	玉ねぎ-水稻	平均(指数)	大麦-水稻	玉ねぎ-水稻	平均(指数)
対 照 区	標準	490	—	—	460	—	—
	減肥	450	—	—	386	—	—
	無肥	378	—	—	264	—	—
	平均	439(100)	—	—	370(100)	—	—
1 年 輪 換	標準	508	508	508	496	504	500
	減肥	404	482	443	458	461	460
	無肥	356	381	369	263	314	289
	平均	423	457	440(100)	406	426	416(112)
2 年 輪 換	標準	490	513	502	551	578	565
	減肥	498	509	504	574	546	560
	無肥	441	439	440	305	351	328
	平均	476	487	482(110)	477	492	485(131)
3 年 輪 換	標準	594	601	598	484	465	475
	減肥	465	532	499	451	432	442
	無肥	372	374	373	318	323	321
	平均	477	502	490(112)	418	407	413(112)
4 年 輪 換	標準	451	439	445	493	499	496
	減肥	531	530	531	514	531	523
	無肥	426	428	427	436	339	388
	平均	469	466	468(107)	481	456	469(127)

③ 畑輪換期間及び施肥水準別の大豆収量

田畑輪換して大豆を栽培した結果をみると表17に示すように、畑輪換期間が長くなるほど減収する傾向で砂壤土は4年目から、埴壤土は3年目から減収割合が大きくなった。本松は大豆を連作すると収量が減少し、2年連作時より10%、3年連作時は20%程度減収したが、土壤間には年度含量が低い土壤が高い土壤より大きい傾向であり、灰色低地土の場合には2年連作による減収は敢えて見えなかったと報告した。本試験の砂壤土は大豆栽培期間中に地下水位が高く、頻発した乾湿と過湿状態になって灰色低地土と類似したため、

植壤土より連作障害が多少軽減したと考えられる。施肥水準間の大豆収量は一定の傾向はなかったが、大豆は一般に施肥より土壌物理性等に影響される程度が大きく、他作物に比べて施肥効果が低いことが普通である。作付体系の間には大麦栽培後より玉ねぎ栽培後に収量が低い傾向であった。

表17 大豆収量

(kg/10 a)

土壌	施肥水準	1年輪換		2年輪換		3年輪換		4年輪換	
		大麦-大豆	玉ねぎ-大豆	大麦-大豆	玉ねぎ-大豆	大麦-大豆	玉ねぎ-大豆	大麦-大豆	玉ねぎ-大豆
砂 壤 土	標準	262	246	291	248	232	227	207	152
	減肥	250	209	256	249	226	219	227	191
	無肥	230	231	182	199	246	225	149	182
	平均 (指数)	247 (100)	229 (93)	243 (98)	232 (95)	235 (95)	224 (91)	194 (79)	175 (71)
植 壤 土	標準	259	253	266	195	217	211	207	192
	減肥	248	257	271	235	239	212	134	139
	無肥	263	246	239	230	232	222	130	152
	平均 (指数)	257 (100)	252 (98)	259 (101)	220 (86)	229 (89)	215 (84)	157 (61)	161 (63)

④ 大麦生育及び収量

大麦生育及び収量変化は表18に示すように、出穂期は対照区に比べて輪換区で2-3日程度早く、施肥水準間では標準施肥や無肥区より減肥区で1日程度早かった。稈長とm²当穂数は対照区より輪換区で、また、輪換期間が長くなるほど良く、特に、水稻-大麦より大豆-大麦作付で顕著に高かった。これは柳等が報告した内容と一致した。このような稈長とm²当穂数の増加は播種当時の碎土率と乾土効果等による窒素吸収力の増大に起因され、倒伏が発生し収量減少の原因として作用したと判断された。本松も田を畑で輪換したときは小麦の播種量を20%程度減らすのが良好であると報告した。

倒伏発生は大豆-大麦区では輪換期間の間に関係なく倒伏がひどかったが、水稻-大麦の作付体系の対照区や輪換区では標準施肥しても倒伏発生はほとんどなかった。したがって、大豆-大麦区では必ず適正量の減肥が必要とすべきであった。本松も大豆後の小麦は水稻後の小麦より減肥する必要があると報告した。収量は対照区に比べて輪換区で増収され特に、大豆-大麦区は減肥区で増収率が高かったが、水稻-大麦区では標準施肥区で収

量が高かったが、これは水稻栽培後より大豆栽培後の碎土率、土壤物理性等のすべての土壤条件が良好となり、生育過剰による倒伏が発生したことに起因した。このような結果を総合すると田を畑転換して利用する場合には大麦の播種量と施肥量を適正量に減少する必要性があった。

表18 大麦生育及び収量

作付体系	輪換形態	施肥水準	出穂期 (月/日)	稈長 (cm)	穂数 (個/m ²)	穂当粒数 (個)	倒伏 (0-9)	収量 (kg/10 a)
水稻 ↓ 大麦	対照区	標準	4.22	95.3	516	53.8	0	477 (100)
		減肥	4.21	84.8	404	52.4	0	450 (94)
		無肥	4.25	53.8	279	43.9	0	106 (22)
	1年輪換	標準	4.21	99.1	533	56.3	1	605 (127)
		減肥	4.19	92.8	503	57.6	0	466 (98)
		無肥	4.19	53.3	331	35.3	0	162 (34)
	3年輪換	標準	4.20	98.4	597	52.7	1	697 (146)
		減肥	4.20	96.4	442	59.0	0	641 (134)
		無肥	4.20	56.1	365	35.1	0	171 (36)
大豆 ↓ 大麦	2年輪換	標準	4.20	100.8	622	54.5	7	514 (108)
		減肥	4.19	99.1	510	57.2	2	618 (130)
		無肥	4.20	65.5	353	38.8	0	206 (43)
	4年輪換	標準	4.19	102.0	650	55.7	8	547 (115)
		減肥	4.18	96.9	634	56.9	3	687 (144)
		無肥	4.18	74.9	430	53.7	0	399 (84)

且つ、倒伏が減収の要因に作用した標準施肥区を除外したそれぞれ処理別の減肥区と無肥区の大麦収量と土壤化学性間の相関関係をみると表19に示すように有効磷酸含量、有機物、可給態窒素量、碎土率等と正の相関関係であり、Na含量とは負の相関関係が認められた。

表19 大麦収量と土壤化学性間の相関関係

Av. P ₂ O ₅	O.M	可給態窒素	Na	Mg	碎土率
0.890**	0.685*	0.642*	-0.756*	-0.541	0.688*

⑤ 輪換形態及び施肥水準別玉ねぎ収量

玉ねぎの収量は表20に示すように砂壌土より埴壌土で収量が高く、砂壌土は1年目より2-4年輪換時の収量が高かったが、埴壌土は畑転換期間の間に明らかな差異がなく、施肥水準間にも2つの土壌共に収量差異がなかった。

表20 玉ねぎ収量 (kg/10a)

輪換期間	砂 壌 土				埴 壌 土			
	標準施肥	50%減肥	無肥	平均(指数)	標準施肥	50%減肥	無肥	平均(指数)
1年目	1,499	1,582	2,189	1,756(100)	3,037	3,959	3,649	3,548(100)
2年目	3,952	3,474	3,261	3,526(203)	3,641	3,579	3,445	3,555(100)
3年目	1,999	2,451	2,102	2,184(124)	3,754	3,885	3,274	3,638(103)
4年目	4,699	5,514	4,124	4,779(272)	3,665	3,710	3,282	3,552(100)

玉ねぎ収量と土壤理化学性との相関関係は表21に示すように碎土率、可給態窒素量と高い正の相関関係が認められ、気相率と有効珪酸含量とも正の相関関係であった。

表21 玉ねぎ収量と土壤理化学性間の相関

土 深	碎土率	水分率	気相率	可給態窒素	Av. SiO ₂
表 土	0.870*	-0.695*	0.445	0.703**	0.456
心 土	-	-0.395	0.655*	0.683**	0.490*

以上のような結果を総合すると田畑輪換時は肥料残効と乾土効果等による養分過剰を勘案して施肥量を調節してこそ作物の安定生産と生産費節減、土壤環境汚染防止等が期待できる。

⑥ 作物別適正減肥率

田畑輪換時に作物別適正減肥率を推定した結果は表22に示すように施肥水準と作物別の収量間の2次回帰式による推定した最大収量目標時の減肥率は水稻10-20%、大豆50%、大麦40%、玉ねぎ30-40%水準であり、施肥水準別の経済性には所得を基準とした最大の経済的な減肥率は水稻20-30%、大豆60%、大麦40%、玉ねぎ50-60%水準であった。

表22 田畑輪換時に作物別の適正減肥比率の推定 (%)

区 分	埴 壤 土				砂 壤 土			
	水稻	大豆	大麦	玉ねぎ	水稻	大豆	大麦	玉ねぎ
最大生産的減肥率	26	49	37	48	15	—	39	36
最大経済的減肥率	28	59	40	58	20	—	43	66

(4) 摘 要

本試験は密陽地域の扇状地で階段田である漆谷埴壤土と平坦地に分布している江西砂壤土で田畑輪換形態別に作付体系と施肥水準を異にして'88-'92年(5年間)にわたって田畑輪換試験を遂行した結果である。

- 1) 田畑輪換時の水中沈定容積変化は対照区より輪換区で、田より畑で低く、畑土壌化指数は3年輪換区で最も高かった。
- 2) 塑性限界と pF1.8含水比は対照区より輪換区で高かった。
- 3) 田畑輪換に伴う土壌の灰色化程度は田利用に比べて畑輪換で灰色度が低くなったが、2年輪換後に再び畑で復元すると砂壤土では高かった。
- 4) 冬作物栽培後の土壌物理性変化は対照区より、田畑輪換区の表土で少し不良であったが、心土では良好であった。そして、夏作物栽培後には対照区より4年輪換区で不良であった。
- 5) 土壌の亀裂発達は粗粒質の砂壤質土より粘土含量が多い埴壤質土で亀裂の発達が良好し、輪換形態間には2つ土壌とも連続水田より復元水田で良好であった。また大豆を栽培した輪換畑では4年連続畑転換区より2年間の田畑輪換を実施した区で亀裂の発達が良好であった。
- 6) 夏作物試験後の圃場碎土率は連続田より復元田で高く、大豆を栽培した畑では4年連続畑状態より2年輪換を実施した区で高かった。且つ、冬作物播種時4mm以下の土塊の碎土率は大麦の㎡当り基数と正の相関関係であった。
- 7) 作付体系間の土壌化学性変化は2つ土壌共に大麦後作より玉ねぎ後作でpH、OM、Ca、SiO含量等は減少し、P₂O₅、K、可給態窒素量は増加する傾向であった。
- 8) 施肥水準間の土壌化学性変化は施肥量が減少するとpH、Ca含量は高く、減肥と無肥を実施した後3作期以前までは一定の傾向がなく、以後から有効リン酸、有効珪酸、Ca、Mg含量等が標準施肥より顕著に減少された。
- 9) 輪換期間別の復元田の円錐貫入抵抗は砂壤土の場合20cm附近で連続田より低かったが、山中式硬度で測定した埴壤土では反対の傾向であった。

- 10) 畑輪換期間に伴う円錐貫入抵抗変化は表土の場合1年輪換で若干高かったが、2年輪換区では低く、輪換期間の間には明らかな差異がなかった。
- 11) 田輪換期間に伴う復元田で剪断抵抗は垂直圧0.4-0.6kg/cm²時に処理間の差異が明らかで、埴壤土は3年輪換区で改善効果が明瞭であったが、砂壤土はむしろ復元田で抵抗が若干高かった。摩擦抵抗は埴壤土の場合処理間の差異がなかったが、砂壤土では復元田で若干高かった。
- 12) 畑輪換期間別の剪断及び摩擦抵抗は2つ土壌共に1年輪換より輪換期間が長くなるほど増加する傾向であるが、砂壤土の4年輪換時は3年輪換よりむしろ減少する傾向であった。
- 13) 土壌微生物は田状態より畑状態で真菌密度が高かったが、細菌密度とB/F比、B/A比は低かった。
- 14) 土壌中の線虫密度は水田状態より畑状態で、1年輪換区より3年輪換区で、心土より表土で各々高い傾向であった。
- 15) 水稻の生育は対照区より輪換区で良好し、作付体系の間には大麦栽培後作より玉ねぎ栽培後作の水稻収量が高かった。また、輪換区の標準施肥区は倒伏のため50%減肥区に比べ減収した。
- 16) 畑輪換期間別大豆収量は大豆連作期間が長くなるほど減収する傾向であり、特に砂壤土は4年目、埴壤土は3年目で顕著であった。
- 17) 大麦収量は田畑輪換区でm²当たり穂数が多く、出穂期も早く、収量も増収した。また、輪換区の標準施肥区は倒伏のため50%減肥区より収量が減少した。
- 18) 大麦収量と土壌理化学性との相関関係は有効磷酸、有機物、可給態窒素量、碎土率等とは正の相関関係、Na含量とは負の相関関係であった。
- 19) 玉ねぎ収量変化は砂壤土より埴壤土で収量が高く、畑輪換期間及び施肥水準の間には明らかに収量の差異はなかった。
- 20) 玉ねぎ収量と土壌理化学性との相関は碎土率、可給態窒素量とは高い正の相関関係であり、土壌水分とは負の相関関係であった。
- 21) 田畑輪換時の作物別の適正減肥率は最大の収量性を表す減肥率は水稻10-20%、大豆50%、大麦40%、玉ねぎ30-40%水準であった。経済的な減肥率は水稻20-30%、大豆60%、大麦40%、玉ねぎ50-60%水準であると推定された。

<文献省略>

5. 水田輪換地の最適耕耘方法に関する研究

実施機関：農業機械化研究所

担当者：尹眞河、張裕燮、李雲龍、鄭斗浩

(1) 緒言

わが国の一般的な耕耘方法は、秋または初春にプラウ耕耘をしてからロータリで碎土耕耘をし、そしてしろかきをする3～4段階に区分される。このような耕耘方法は耕耘に所要される投下エネルギーが多いので、耕耘投下エネルギー所要が小さく、土壌物理性の改良効果が大きくなる新しい耕耘方法の開発が要求されている。耕耘作業は一般的に作物の生育と適当な深さの播種床を物理的な方法で造成することと、土壌物理性の改善による土壌の通気性と保水力増大、作物の切り株、堆肥、雑草などの破碎埋没、土のかたまりの破碎、乾土効果及び作土深拡大などを目的とする作業である。最近、水田を畑に利用する面積が漸次ふえていく趨勢にあるため、水田土壌を改善して畑作物の栽培にあたる土壌環境を造成できるよう、排水性、土壌孔隙率を高め、耕盤層を破碎できる最適耕耘方法を究明すること、また土壌や作物栽培に大きい影響をおよぼすことなく、単位面積当の投下労働力を最少化できる研究が緊急に要請されている。従って、本試験はトラクターとその附属作業機を組み合わせた耕耘作業方法を利用して最適耕耘方法を究明し、また耕耘作業機の効率的な運営を検討するために行なったものである。

(2) 材料及び方法

試験場所は慶南の密陽の微砂質壤土である水田輪換地で次のような耕耘作業機と耕耘方法を利用した。供試作物は豆(短茎豆)でその収量を調べた。

1) 処理内容

- (a) 耕耘機用の犁+ロータリ
- (b) 耕耘機用のロータリ
- (c) トラクターのプラウ+ロータリ
- (d) トラクターのロータリ
- (e) 心土破碎+ロータリ
- (f) 無耕耘

2) 供試機種

- (a) 耕耘機(ディーゼル 8 ps ND80E/DT85E)
 - 犁 : 一連両用式 DP-100
 - ロータリ : 側方駆動形 R60

(b) トラクター(ディーゼル35ps 4WD、金星)

○ 犁 : 3連両用式

○ ロータリ : 側方駆動式

(c) 心土破碎機 : 農業機械化研究所の開発機種

(3) 試験結果及び考察

1) 供試土壌の粒度分布

試験を実施した供試土壌は慶南密陽にある水田輪換地の土壌であり、供試土壌の土性は表1でみるとおり、土深0~10cmでは沈泥の含量が38.4%の壤土であり、土深10~20cmでは沈泥の含量が46.6%の微砂質の埴壤土であった。

表1 供試土壌の土性

土 深	砂	沈 泥	粘 土	土 性
0~10cm	5.12	38.4	10.4	L
10~20cm	41.3	46.6	12.1	SiL

2) 処理別耕耘作業の所要時間

1989年から1991年までの3年にわたる処理別耕耘作業の所要時間は表2に示すように、トラクターのロータリ区が51.0分/10aで最も少なく、その次はトラクターの心土破碎機区、トラクターのプラウ+ロータリ区、耕耘機用の犁+ロータリ区、耕耘機用の犁+ロータリ区は366.6分/10aで最も多く要した。

表2 処理別累積の耕耘作業の所要時間('89~'91) (分/10a)

区 分	耕 耘 機		ト ラ ク タ ー			無耕耘
	犁+ロータリ	ロータリ	プラウ+ロータリ	ロータリ	心土破碎	
'89	122.2	54.5	42.2	17.0	43.2	—
'90	244.4	109.0	84.8	34.0	60.2	—
'91	366.6	163.5	127.2	51.0	103.4	—
指数	100	44.6	34.7	13.9	28.2	—

3) 耕耘方法別土壌物理性の変化

耕耘処理前の土壌物理性は表3に示すように、土深0～10cmである表土の仮比重は1.21g/ccであり、土深10～20cmである心土の仮比重は1.32g/ccであった。表土と心土の空隙率は各々54.6%、50.3%あった。

1年中、土壌の仮比重と空隙率の変化様相を見ると表4、5、6で見られる通り。春期の耕耘前の土壌仮比重は約1.14～1.35g/ccであり、空隙率は49.0～57.1%の範囲であるが、耕耘碎土作業による仮比重は小さくなり、土壌3相中液相と気相が占める比重は大きく増加するが、その反面に固相が減少した。空隙率は大きく増加し、また仮比重は約0.81～1.07g/cc、空隙率は59.7～69.5%の範囲に止まる。作物栽培期間中、土壌は人や降雨などで固くなることにより、更に土壌の仮比重は大きくなり、空隙率は小さくなり、仮比重は1.23～1.39g/cc、空隙率は48.0～53.9%で最も悪化される。しかし、冬と春の凍結と融解などによって仮比重はある程度小さくなり、空隙率は大きくなる。

年度別耕耘前の土壌仮比重は表4で見ると通り、'90年には心土破碎+ロータリ区が、'91年度には耕耘機の犁+ロータリ区及びトラクターのプラウ+ロータリ区が最も小さく現れた。空隙率の場合は上記と同じ傾向が見られたが、処理区間では一定の傾向が現れなかった。

耕耘直後の土壌仮比重は、表5に示すように、'89年にはトラクターのプラウ+ロータリ区、'90年と'91年にはトラクターのロータリ区が一番小さかった。空隙率は'89年に耕耘機のロータリ区が'90年と'91年度にはトラクターのロータリ区が最も高く現れ、トラクター区がその他のものよりよい結果であった。しかし、トラクターのプラウ+ロータリ区は耕耘作業のためにトラクターが圃場に2回入って作業するため、トラクターの踏圧により土壌物理性が相対的に悪くなることがあると思われる。

収穫後の土壌仮比重と空隙率は表6で見ると通り、仮比重と空隙率はすべて'89年には耕耘機のロータリ区が、'90年には耕耘機用の犁+ロータリ区が、'91年には無耕耘区が耕耘方法中最も小さく現れるなど、処理間に一定の傾向を見ることができなかった。そして、土深別土壌仮比重と空隙率などの土壌物理性は土深に比べて表土部分が最も良くなった。

表3 耕耘処理前の土壌物理性(1年次)

土 深 (cm)	水分含量 (% d.b)	仮比重 (g/cc)	3 相 (%)			空隙率 (%)
			固 相	液 相	気 相	
10	24.6	1.21	45.5	30.1	24.5	54.6
20	28.6	1.32	49.6	37.5	12.8	50.3

表4 年度別耕耘前の土壌の仮比重と空隙率の変化

区 分			耕 耘 機		ト ラ ク タ ー			無耕耘
			犁+ロータリ	ロータリ	プラウ+ロータリ	ロータリ	心土破碎機	
仮比重 g/cc	'89	表土	1.21	1.21	1.21	1.21	1.21	1.21
		心土	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.31
	'90	表土	1.20	1.21	1.18	1.22	1.17	1.25
		心土	1.29	1.35	1.30	1.30	1.29	1.30
	'91	表土	1.14	1.16	1.16	1.24	1.23	1.24
		心土	1.25	1.24	1.23	1.26	1.28	1.29
孔隙率 %	'89	表土	54.6	54.6	54.6	54.6	54.6	54.6
		心土	50.3	50.3	50.3	50.3	50.3	50.3
	'90	表土	54.9	54.5	55.3	53.8	55.6	52.9
		心土	51.4	49.0	51.1	51.0	51.2	49.0
	'91	表土	57.1	56.1	56.0	53.1	53.6	53.1
		心土	52.7	53.0	53.7	52.5	51.6	51.4

表5 年度別耕耘直後の土壌仮比重と空隙率の変化

区 分			耕 耘 機		ト ラ ク タ ー			備 考
			犁+ロータリ	ロータリ	プラウ+ロータリ	ロータリ	心土破碎機	
仮比重 g/cc	'89	表土	0.91	0.83	0.85	0.88	0.85	
		心土	0.93	0.85	0.98	0.94	0.90	
	'90	表土	0.84	0.86	0.84	0.83	0.85	
		心土	0.92	0.88	0.96	0.87	0.93	
	'91	表土	0.88	0.91	0.90	0.81	0.82	
		心土	1.07	1.05	0.99	0.90	1.05	
孔隙率 %	'89	表土	65.6	68.6	67.9	66.8	68.0	
		心土	64.8	67.9	63.2	64.7	66.1	
	'90	表土	68.3	67.5	68.2	68.8	68.1	
		心土	65.3	66.8	63.7	67.2	64.9	
	'91	表土	66.8	65.7	66.0	69.5	69.0	
		心土	59.7	60.3	62.7	66.0	60.3	

表6 年度別収穫後の土壌仮比重と孔隙率

区 分			耕 耘 機		ト ラ ク タ ー			無耕耘
			犁+ロータリ	ロータリ	プラウ+ロータリ	ロータリ	心土破碎機	
仮 比 重 g / cc	'89	表土	1.28	1.25	1.34	1.23	1.30	1.30
		心土	1.31	1.33	1.38	1.39	1.34	1.29
	'90	表土	1.32	1.35	1.34	1.31	1.34	1.29
		心土	1.31	1.33	1.33	1.33	1.32	1.36
	'91	表土	1.29	1.26	1.28	1.22	1.25	1.24
		心土	1.35	1.38	1.33	1.31	1.37	1.26
孔 隙 率 %	'89	表土	51.5	52.8	49.6	53.4	50.8	51.1
		心土	50.6	49.8	48.0	47.6	49.4	51.3
	'90	表土	50.4	49.1	49.6	50.6	49.4	51.3
		心土	50.7	49.6	49.8	49.9	50.3	48.7
	'91	表土	51.5	52.6	51.6	53.9	53.0	53.2
		心土	49.1	47.8	49.9	50.6	48.1	52.4

4) 耕耘方法別豆の生育と収量

1次年度の豆の生育と収量を見ると表7のように茎長は38.8~46.9cmあり、収量は180.1~240.8kg/10aの範囲であり、無耕耘区、トラクターのロータリ区、トラクターの心土破碎+ロータリ区、トラクターのプラウ+ロータリ区、耕耘機ロータリ区、耕耘機の犁+ロータリ区などの順に現れた。そして、統計分析した結果、トラクターのプラウ+ロータリ区及びトラクターのロータリ区とそのほかの耕耘方法間には5%有意水準差が認められた。

2次年度における耕耘方法別大豆の収量はトラクターのロータリ区が227.7kg/10aで最も多く、耕耘機の犁+ロータリ区が196.3kg/10aで最も少なかった。それ以外の処理区はトラクターのプラウ+ロータリ区、無耕耘区、心土破碎+ロータリ区、耕耘機のロータリ順に現れたが、統計分析結果は5%水準で処理間には有意性がなかった。

3次年度において大豆の収量はトラクターのロータリ区が219.9kg/10aで一番多く、その次はトラクターのプラウ+ロータリ、無耕耘、耕耘機のロータリ、トラクターの心土破碎機+ロータリ、耕耘機の犁+ロータリ区順であった。これを統計分析した結果、トラクターのプラウ+ロータリ区及びトラクターのロータリ区とそのほかの耕耘方法間には5%水準で有意差が認められた。

一方、トラクターの心土破碎の結果は高く現れなかったが、これは供試土壌が砂の含量が

比較的多い砂質の壤土で心土破碎の効果が小さく、また長い間維持されなかったことによると思われる。

表7 耕耘方法別生育と収量

区 分		耕 耘 機		ト ラ ク タ ー			無耕耘
		犁+ロータリ	ロータリ	プラウ+ロータリ	ロータリ	心土破碎機	
茎 長 (cm)	'89	39.9	46.6	42.6	49.2	40.8	42.1
	'90	28.8	31.3	30.0	32.3	33.1	28.5
	'91	38.8	39.6	46.9	45.1	40.7	43.5
個体乾物重 (g)	'89	12.3	18.3	16.6	21.8	12.6	16.6
	'90	13.1	11.5	12.0	12.2	13.9	13.3
	'91	11.8	13.3	18.9	19.2	15.8	11.1
個体当粒数 (粒)	'89	39.4	50.2	46.1	58.9	37.3	47.5
	'90	45.3	45.3	48.3	43.9	49.1	53.5
	'91	30.4	33.0	49.5	50.0	41.9	28.8
収 量 (kg/10 a)	'89	180.1b	198.9ab	221.0ab	37.0ab	224.7ab	240.8a
	'90	196.3a	216.0a	197.6a	27.7a	214.3b	214.0a
	'91	137.2b	140.2b	194.8a	19.9a	138.9a	151.1b

(4) 摘 要

- 1) 耕耘方法別の耕耘作業の所要時間は耕耘機の犁+ロータリ区の366.6時間/10aに比べて、トラクターのロータリ区は51.0時間/10aで最も少なく、約86%の時間が節減された。次はトラクターの心土破碎機、トラクターのプラウ+ロータリ区、耕耘機のロータリ区の順に少なかった。
- 2) 耕耘方法別土壌の仮比重と空隙率などの土壌物理性は処理前後別に一定の傾向が見えず、土深別には土深に比べて表土部分の改良効果が大きく現れた。
- 3) 3年次において大豆の収量はトラクターのロータリ区とトラクターのプラウ+ロータリ区が各々219.9kg/10a、194.8kg/10aで収量が多く、5%水準で有意性が認められた。
- 4) トラクターの心土破碎とロータリ区はそのほかの処理区に比べて心土破碎の効果が少ない。これは供試土壌が砂の含量が比較的多い砂質壤土に破碎効果が少なかったことと思われる。

<文献省略>

6. トラクター複合耕耘作業機の開発

遂行機関：農業機械化研究所

担当者：朴雨豊、李雲龍、金鍾求、朱景魯、鄭斗浩

(1) 緒言

最近、水田に水稻のかわりに野菜、果樹、花卉などを栽培する農家が増えている。'93年度末、水田から畑への転換面積は15,909haで、'85年の4,417haに比べて8年間に3.6倍が増加した。URの妥結に前後して野菜類、果樹、花卉などの高所得作物を栽培するため、水田から畑への面積は更に加速化すると見られる。しかし、水田から畑に転換して利用するときには排水性と碎土性の問題が解決されないといけない。従って、水田輪換地の排水性及び碎土性と投下エネルギー減少のためのトラクター用の複合耕耘作業機を開発する必要がある。

土壤の排水性の増大方法には暗渠排水の設置、または、もぐら暗渠あるいは深土破碎作業の方法が提示されているが、暗渠排水の場合は所要経費が高く、もぐら暗渠と深土破碎作業は所要動力が多くかかり、大型トラクターを利用しなければならない問題点がある。

ロータリ耕耘作業は正回転時、ロータリ刀の回転力がトラクターの進行方向への推進力をもって、トラクターの進行低下率がマイナスになるのが一般的である。従って、この推進力を利用すると、中型トラクターに心土破碎機の附着が可能と思われる。心土破碎、プラウ耕耘、ロータリ碎土耕耘の2～3回作業を心土破碎、ロータリ碎土耕耘を同時にして、1～2回作業で耕耘作業の完了ができることと同時に土壤の物理性の改良効果が期待される。本研究ではこのような期待効果を得るため、ロータリの後方に心土破碎の刀を附着した複合耕耘作業機を開発しようと試みたものである。

(2) 材料及び方法

1) 製作試験

トラクター用複合耕耘作業機はトラクターロータリ後方に心土破碎機を附着してロータリ耕耘と同時に心土破碎が可能ないように製作した。心土破碎機は1条と2条を附着できるようにかける装置を3個設置した。またロータリの耕耘深さは10～12cm、深土破碎深さは35～40cmまで調節が可能ないように設計された。

2) 性能試験

- (a) 供試機：試作機(複合耕耘作業機：トラクターロータリ+心土破碎機)
- (b) 供試トラクター：47PS(大同2WD)、ロータリ側方駆動型(R-60)
- (c) 供試圃場：水田(埴壤土)

(d) 処理内容

- (ア) トラクターロータリ
- (イ) 複合耕耘作業機(トラクターロータリ+心土破碎機1、2条)
- (ウ) 心土破碎深さ(30~40cm)
- (エ) トラクター走行速度(1、2、3段)
- (オ) レーキスクリン(30、40、50mm)

(e) 主要調査項目

- (ア) 土壌の物理性(硬度、3相、水分含量、孔隙率、仮比重など)
- (イ) トラクターPTO軸とRPMとトルク、燃料消耗量、すべり率
- (ウ) 心土破碎程度
- (エ) 碎土率

3) 試験方法

土壌物理性の測定において、土壌硬度はコーンタイプ土壌硬度計(SR-2)で、土壌3相はポータブルの土壌3相計(DIK-112)とオープン法を並行して利用し、作業前後に水分含量、孔隙率、仮比重などを調査した。

トラクターPTO軸の所要動力はRPMトルクメータ(ONOSOKI TS-100)をトラクターPTO軸に装着して測定し、燃料消耗量は容積式流量計(ONOSOKI FP-214)をトラクターの燃料管に連結して調査した。

すべり率は作業中トラクターの車輪の10回転時の走向距離を無負荷時の10回転時の走向距離の比で計算した。

心土破碎の状態は作業後の深さ50cm程度の断面をスコップで切開した後、透明なアクリル板に土壌の亀裂状態を複写して調べた。

碎土率の測定は $0.707 \times 0.707 (0.5\text{m}^2)$ の面積と深さ12~13cm内の碎土された土の塊を20mm間隔の6段階に分類して、重さを測定した。

作業性能は次のような公式を利用した。

$$\text{作業性能 PF} = \frac{(L \ell - 4a^2) + (\ell + 2a) \cdot T \cdot V}{60V \cdot a \cdot W}$$

PF: 作業性能(分/10a) V: 走行速度(m/sec) W: 耕幅(m)

L: 圃場長辺の長さ(m) ℓ : 圃場短辺の長さ(m)

a: 未耕耘幅(m) T: 平均回行時間(sec)

(3) 試験結果及び考察

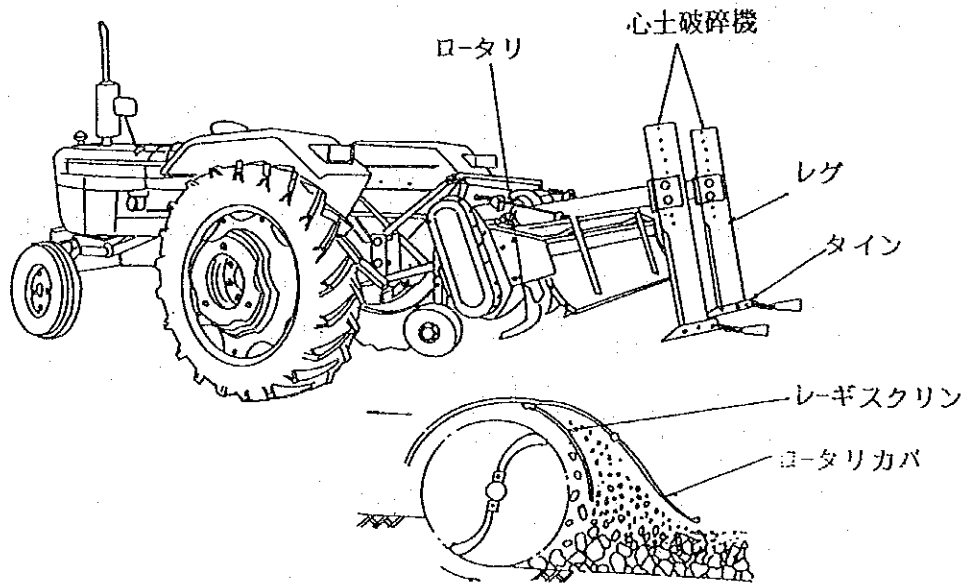
1) 製作試験

① 試作機製作

試作機はロータリ+心土破碎の一貫作業型で耕耘碎土の深さ10~12cm、心土破碎深さ35~40cm、そして心土破碎機の1、2条を附着することができるように製作し、碎土効果をも高めるために、ロータリ後カバー内に50mm間隔でレーキスクリンを附着した。

② 試作機構造及び諸元

(a) 構造



(b) 諸元

トラクターロータリを除外した心土破碎機とレーキスクリンの諸元は次の表1に示すように、レグの長さ1000mm、幅130mm、厚さ15mmとし、タインの幅は先端12mm、後端70mmそしてチップの角度は $23^{\circ(6)}$ とし、レーキスクリン間隔は30、40、50mmに各々製作して試験を実施した。

表1 複合耕耘作業機の諸元

ロータリ			レグ (mm)			タイン (mm)		
型式	幅(cm)	刀の型式	長さ	幅	厚さ	高さ	幅	tip rake angle(°)
R-160	165	L形刀	1,000	130	15	12	先端：12 後端：70	23

③ 圃場試験の結果

a) 供試土壌の物理性

試験を実施した供試土壌は表2に示すように、農業機械化研究所の試験圃場の水田で、土性は埴壤土であり、20~40cm深さでの土壌硬度は平均21.8kg/cm²、土壌水分31.2%であった。土壌3相は試験前に固相57.0%、液相42.6%、気相0.6%で排水が良くない条件であった。

表2 供試土壌の物理性

土壌深さ (cm)	硬度 (kg/cm ²)	含水率 (%, d.b.)	土壌3相 (%)			備 考
			固 相	液 相	気 相	
0~10	2.0	34.0	49.7	46.4	3.9	土性：埴壤土
10~20	7.5	31.0	56.8	43.0	1.6	
20~30	25.0	27.7	56.9	42.3	1.1	
30~40	18.5	34.7	57.0	42.9	0.1	
平均	21.8	31.2	57.0	42.6	0.6	平均値：20~40cm深さ

b) 作業性能及び所要労力

あ) 作業性能

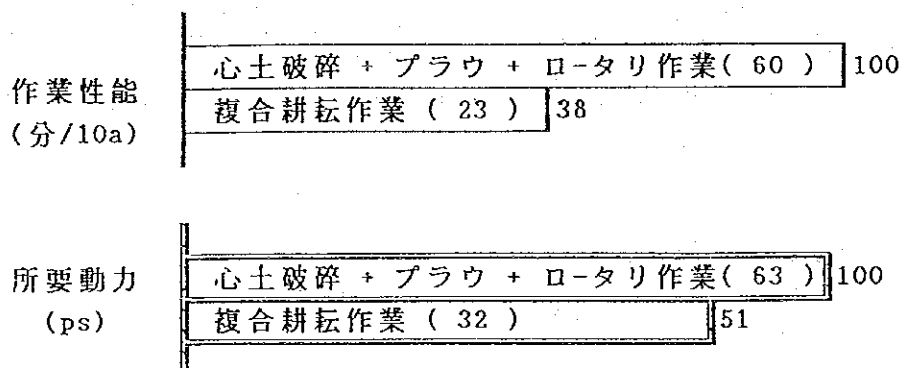
複合耕耘作業機は心土破碎機を1条附着する時、心土破碎深さ40cm、トラクターの速度1.25m/secまで作業が可能で、心土破碎機の2条を附着する時には心土破碎の深さ35cm、トラクター速度0.77m/secまで作業が可能になった。

作業性能はトラクター2段ロータリ作業に10a当18.5分で複合耕耘(心土破碎機1、2条)の心土破碎深さ35cm作業での19.7~21.3分/10aより能率的であったが、心土破

碎作業での22分/10a とロータリ耕耘の碎土作業での18.5分/10a よりは、複合耕耘の2条作業と心土破碎深さ35cmでの21.3分/10a のように能率的であった。

い) 所要動力

所要動力はロータリ耕深13~15cmの時14.7~20ps であり、ロータリ耕深12cmと心土破碎(1条)深さ30、35、40cmの複合耕耘では25.2~30.0ps が所要された。心土破碎機2条の附着時には26.9~31.7ps で、李等が試験した心土破碎機(1条40cm深さ)での約30ps より有利であった。また、心土破碎、プラウ、ロータリ碎土作業を各々合わせた所要動力と比べると、土性によっていくらか違うが、複合耕耘の所要動力は上記の個別作業の51%以下になると思われる。



う) 燃料消耗量(投下エネルギー)

燃料消耗量は作業速度が速いほど多く、一般のロータリ耕耘での2.5~2.7ℓ/10a に比べて、複合耕耘作業が3.4~5.7ℓ/10a で多かった。心土破碎後のプラウ、ロータリ耕耘碎土の個別作業に消耗される燃料消耗量7~8ℓ/10a より複合耕耘作業が経済的であると判断される。

え) すべり率

ロータリ耕耘作業時にはマイナスすべり率が現れた。これはロータリの耕耘の刀の回転方向がトラクターの進行方向と同じであって押す力の影響で判断され、複合耕耘作業時にはすべり率が小さくなかったことも、ロータリの推進力の影響と思われる。従って、心土破碎機の単独作業よりはロータリ後方に心土破碎機を附着して複合耕耘することで所要動力を節減させることができると思われる。

表3 処理別作業性能と燃料消費量及びすべり率

	心土破碎 (cm)	走行速度 段 (m/sec)	PTOトルク (kg. m)	PTO軸回転 (rpm)	所要馬力 (PS)	作業性能 分/10 a	燃料消費 ℓ/10 a	すべり率 (%)
ロータリ 耕耘	13~15	1段(0.60)	17.7	595	14.7	22.3	2.71	-1
		2段(0.74)	18.9	587	15.4	18.5	2.47	-3
		3段(1.72)	24.9	576	20.0	9.3	1.46	-4
ロータリ + 心土破碎機 1条	30	1段(0.53)	30.4	595	25.2	24.9	3.11	1
		2段(0.70)	33.2	587	27.2	19.4	2.59	1
		3段(1.70)	35.3	609	30.0	9.3	1.46	3
	35	1段(0.53)	31.7	593	26.2	24.9	3.44	4
		2段(0.69)	33.6	568	26.6	19.7	3.32	4
		3段(1.52)	37.5	570	29.8	10.2	1.85	3
	40	1段(0.51)	35.4	566	28.0	25.8	3.43	5
		2段(0.65)	34.5	560	27.0	20.8	3.64	4
		3段(1.25)	37.1	550	28.5	11.9	2.10	4
ロータリ + 心土破碎機 2条	30	1段(0.50)	33.3	587	27.3	26.3	4.25	4
		2段(0.70)	34.9	585	28.5	19.4	3.40	3
		3段(1.18)	35.4	544	26.9	12.4	2.40	2
	35	1段(0.51)	34.6	578	27.9	25.8	5.16	6
		2段(0.63)	35.2	568	28.4	21.3	4.65	7
		3段(0.77)	36.1	569	28.7	17.9	3.88	4
	40	1段(0.48)	39.0	566	30.8	27.3	5.69	12
		2段(0.58)	40.6	560	31.7	23.0	5.48	11
		3段 —	—	—	—	—	—	—

*ロータリ耕深は12~14cm、心土破碎間隔は75cm(條間)

お) 作業程度

心土破碎の断面は次の写真に見られるように、破碎の刀を基準として羽の型で破碎され、破碎の半径は表4のように約35cmであった。

○心土破碎の断面

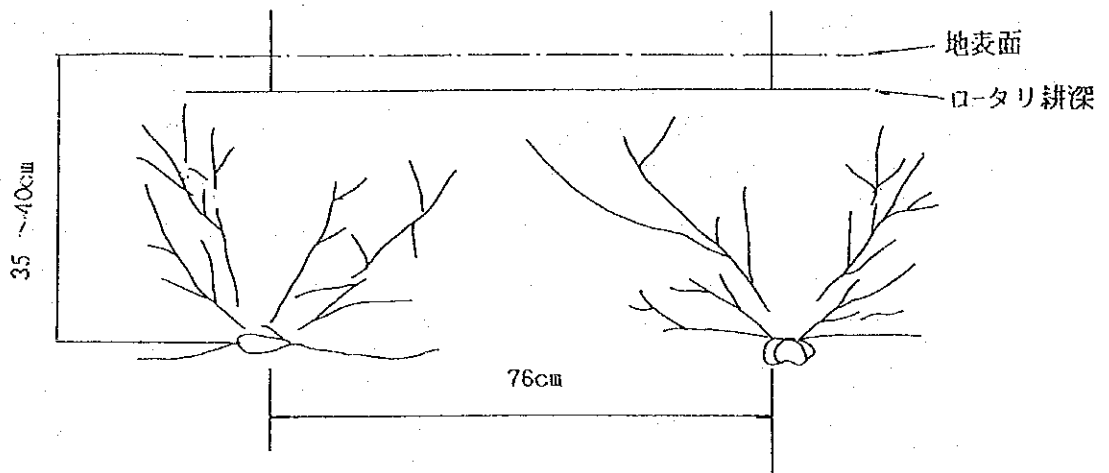


表4 心土破碎の作業程度

ロータリ耕深 (cm)	心土破碎の深さ (cm)	破碎間隔 (cm)	破碎半径 (cm)
10~14	35~40	1条: 165、2条: 76~90	35

5) 心土破碎による土壌の物理性変化

心土破碎による土壌の物理性変化は孔隙率が4.7%大きくなり、土壌3相では気相が7.9%増加し、複合耕耘は排水性を増大させることができると判断される。

表5 心土破碎による土壌物理性の変化

土壌物理性		作業前	作業後	備考
仮比重 (g/cc)		1.9	1.3	平均土壌硬度は20~40cm
孔隙率 (%)		41.5	46.2	
硬度 (kg/cm ²)		21.8	13.7	
3相	固相 (%)	57.0	51.6	
	液相 (%)	42.6	40.0	
	気相 (%)	0.5	8.4	

6) レーキスクリン間隔別の碎土率

碎土性の増大のために、ロータリ後方の内にレーキスクリンを附着して試験した結果、レ

レーキスクリンを未附着した一般のロータリ(1段)の耕耘後と、複合耕耘(1段)後の土塊直径分布は20mm未満が50%内外で差異がなかった。これは水田輪換地の土壌における土壌の排水及び碎土が作物の生育に影響が及ばない碎土率として、土塊直径20mm以下の比率60%にはたりなかった。

表6 レーキスクリンの間隔別の碎土率

スクリン間隔	トラクタ速度 (m/sec)	土塊直径分布 (%)					
		0~20	20~40	40~60	60~80	80~100	100mm以上
(一般ロータリ) スクリン未着	1段 (0.60)	59.0	7.0	6.2	3.8	4.1	19.5
	2段 (0.74)	51.0	11.0	4.8	4.8	3.8	24.7
	3段 (1.27)	50.0	5.6	7.2	3.1	2.1	32.0
30mm	1段 (0.53)	48.0	9.4	2.9	4.3	0.4	35.0
	2段 (0.71)	34.0	5.1	9.2	2.5	6.9	42.7
	3段 (1.25)	41.6	11.0	—	—	8.3	39.2
40mm	1段 (0.52)	59.0	8.0	6.6	12.4	0.7	13.3
	2段 (0.70)	49.0	10.4	13.5	5.5	7.1	15.0
	3段 (1.25)	25.0	10.5	6.3	15.2	11.9	30.8
50mm	1段 (0.54)	44.0	8.7	10.1	5.6	1.2	30.2
	2段 (0.71)	41.0	6.0	6.1	1.5	6.1	39.8
	3段 (1.26)	36.6	6.4	2.4	1.4	9.5	43.7

*心土破碎機の耕深：35cm

(4) 摘 要

- 1) トラクターロータリの後方に心土破碎機を附着して、ロータリ耕耘と同時に心土破碎1、2条の作業が可能のように、そして碎土率の増大のため、ロータリ刀とロータリ後方カーバとの間に50mm間隔のレーキスクリンを附着して試作機を製作した。
- 2) 試作機は一般の畑と水田土壌での心土破碎間隔を76~90cmとし、ロータリ耕深12~14cm、心土破碎深さ35~40cmの範囲で0.45m/secの速度に同時作業を可能にした。
- 3) 所要馬力とトラクターのすべり率はロータリ耕耘で各々14.7~20psと1~4%、ロータリ+心土破碎機1条で25.2~30.0psと1~3%、ロータリ+心土破碎機2条で26.9~31.7psと2~12%であり、心土破碎機附着の場合、2条は1条より所要馬力の変化

幅が小さく、ロータリ耕耘よりは所要馬力が大きいがプラウ耕耘とロータリ碎土耕耘を分離して作業するよりは、ロータリ耕耘と心土破碎を同時にする作業が省力に有利であると判断された。

- 4) 燃料消費量はロータリ耕耘とロータリ+心土破碎機 1 (2) 条が各々 2.5~2.7 ℓ/10a、2.6~3.4 ℓ/10a、3.4~5.7 ℓ/10a で複合耕耘時が多かった。
- 5) 正回転のロータリの場合、ロータリ後方へのレーキスクリンを附着するのは土壌破碎に大きい効果はなかった。
- 6) 複合耕耘による土壌物理性の変化で、孔隙率は約 5 % 増加して、作物生育に効果があると期待され、この効果の究明が必要と思われる。

<文献省略>

III. 輪換耕地における作付体系及び良質多収技術の確立

1. 中部地方における水田作付体系設定

遂行機関：作物試験場

担当者：金静逸、吳龍飛、李宗基、李敬熙

(1) 緒言

韓国は気候的に温帯モンスーン地帯に属し、立地的に古代から水田作が発達して、狭い国土面積に扶養人口が増加するに伴い、食糧生産を主とする米・麦中心の単純な作付方式が最近までも採択されてきた。

史記によると新羅時代、水陸兼種すなわち水田裏作が実施されたと考えられ、1910年代より食糧自給生産を目的に、南部地方から水稲後作として大麦、小麦および裸麦等に対する品種選抜および栽培法改善に関する試験研究を実施し、また、1960年代以後産業の高度成長とともに、農業全般にはおそれるほどに発展を果たした。したがって、水田作付体系に関する研究の重要性が一層高く認識されて、1970年度から本格的に研究が始まった。

一方、日本では米穀の生産調整対策として、1970年度から水稲作の休耕が試図されて、このころから飼料作物を導入した田畑輪換栽培が勧奨され、酪農経営農家が圧倒的に増加した。以後1976年からは食糧作物の自給率向上のため、水田のより効率的利用に重点をおくようになった。

最近、わが国の水田輪換栽培の類型をみると、都市近郊は施設園芸を始め大変多様な作目が水稲前後作形態に栽培されて、農業所得が大きく向上できたと思う。水田の高度利用と作付体系は極めて複合的であり、変動要因が多いので労働力がなにより所要されることは周知の事実である。水田の汎用化の問題はなによりも緊急の課題である。一方糧穀の1人当年間消費をみると、米が1970年度136kgから1980年度約132kg、1992年度には114kgほどで継続減少しているが、小麦、とうもろこし、大豆等は次々と増加されつつある。

韓国の総水田面積(約130万 ha)中、中部地域に分布されている水田(約49万 ha)で、田畑輪換栽培適地として認定される面積は15万 haで、30%を占めているが、耕地の利用率は大きく低くなっており、休耕地が増加している。このような水田耕地の利用率向上のため、田畑輪換耕地に適合する作目選定と作付体系を検討し、今後、水田を畑に輪換栽培するとき食糧自給率向上と、水田地力増進および保全に寄与度が大きく高まることを確信し、本試験研究は、1989年から5か年間、韓・日農業共同研究課題で、作物試験場(水原)水稲栽培圃場で遂行された。

(2) 材料および方法

本試験は水原に位置する農村振興庁作物試験場試験圃場で1989年から1993年(5か年間)まで田畑輪換試験を表1のような作付様式で実施した。

試験土壌は排水良好な砂質壤土である。輪換畑供試作物はイネ、ハトムギ、ダイズ、トウモロコシである。イネは薬培養で育成した whajinbyoe を、ハトムギは日本導入種愛媛品種、ダイズは早熟多収性である長葉 kong、トウモロコシは食用 GCB70 と青刈飼料用である水原19であった。

表1 処理内容

輪換形態	1年次 (’89)	2年次 (’90)	3年次 (’91)	4年次 (’92)	5年次 (’93)
連作 (イネ)	——	——	——	——	——
隔年輪換 (イネーハトムギ)	——	-----	——	-----	——
2年輪換 (イネーハトムギ)	——	-----	-----	——	——
3年輪換 (イネーハトムギ)	——	-----	-----	-----	——
隔年輪換 (イネートウモロコシ)	——	—△—	——	—△—	——
2年輪換 (イネートウモロコシ)	——	—△—	—△—	——	——
3年輪換 (イネートウモロコシ)	——	—△—	—△—	—△—	——
隔年輪換 (イネーダイズ)	——	—●—	——	—●—	——
2年輪換 (イネーダイズ)	——	—●—	—●—	——	——
3年輪換 (イネーダイズ)	——	—●—	—●—	—●—	——

——：イネ、-----：ハトムギ、—△—：トウモロコシ、—●—：ダイズ

栽培法としてイネは5月29日～6月1日頃に栽植距離30×14cmで、中苗機械移植した。

施肥量は $N-P_2O_5-K_2O$ として 11-7-8 kg/10a とした。ハトムギは 5 月 10 日から 19 日までに 1 株 2 本として 60×10cm 点播した。施肥量は 12-8-8 kg/10a ($N-P_2O_5-K_2O$) とした。トウモロコシは 5 月 10 日から 19 日までに 1 株 1 本として 60×25cm 点播した。施肥量は 15-13-13kg/10a ($N-P_2O_5-K_2O$) とした。ダイズは 5 月 10 日～19 日以内に、施肥量は 4-7-6 kg/10a ($N-P_2O_5-K_2O$) として 1 株 2 本で、60×15cm 点播で播種した。その他各作物別栽培は、標準耕種法に準じて、試験区設置は単区制で実施した。主要調査項目として、毎年試験前後に土壌分析を農業技術研究所土壌化学分析に準じて、各作物別生育および収量形質は農村振興庁標準調査基準に準じて行なった。

(3) 試験結果および考察

イネ収量をみると(表 2)イネ連作区 501kg/10a に比較して、畑作物輪換区別には 9-11%、田畑輪換年限別に比較すると、イネ連作より 6-11% がそれぞれ増収した。また輪換畑作物はダイズを栽培した区が、さらに作付類型別にみると田-畑隔年方法が最も望ましかった。

表 2 輪換畑作物に伴うイネ収量

(累年：玄米 kg/10 a)

区 分	イ ネ (ハトムギ輪換)	イ ネ (トウモロコシ輪換)	イ ネ (ダイズ輪換)	平 均	指 数
隔年輪換	552	556	566	558	111
2 年輪換	534	523	538	532	106
3 年輪換	549	560	562	557	111
平 均	545	546	555	549	—
指数(%)	109	109	111	110	

* 対比：イネ連作区 501kg/10 a

表 3 輪換畑作物の収量

(単位：kg/10 a)

輪換形態	ハトムギ	トウモロコシ		ダイズ
		食 用	飼 料 用	
隔年輪換	259 *	4,977 *	4,528	296 *
2 年輪換	244	5,833	5,087	257
3 年輪換	238	6,750	4,639	238
平 均	247	5,853	4,751	264

* 各作物 2 か年('90、'92) 平均値である

輪換作目に対する利用面を要約すると、ハトムギは穀類中蛋白質(Prolamin約65%)および脂肪質を最も多く含有している作物で、滋養強壯剤としても広く知られている。また、飼料価でみると外皮を粉砕して養鶏用配合飼料に少量混合した時理想的な飼料ができる。一方、青草で利用する場合、養豚飼料資源として有望である。さらに、牛の疾病治療にも子実(TDN、約59%)を給与することによって大きな効果があるという報告がある。本試験では、子実収量247kg/10aをあげており、水田を畑に輪作するとき比較的良好に適應する作物である。トウモロコシは排水が良好でない土壤条件では、生育が不振であり、収量を大きく期待するには難しい作物である。表2と同様に食用に穂数5,853個、飼料用青刈約4.8t/10aを収穫し、やや低調な傾向であった。しかし、利用面でみると反芻家畜に有利な粗成分が多く、ことに青刈 Silage 調製で、可消化養分総量が60%以上もでき、家畜の嗜好性が優秀な作物である。グイズはよく知られているように、地上部窒素の約74%を固定して硝酸態化合物として利用でき、これを換算すると10a当窒素約16kgに達し、ここで後作に異なる作物を栽培するとき約3.3kgの窒素を供給するようになるという。このように生物的窒素固定だけでなく総乾物生産の還元率が30~40%で還元物中約30%が落葉であり、分解が比較的容易な有機質として土壤物理、化学性を改善する役割を果たす。青刈り(開花期)として家畜が利用する可消化養分含量は乾物の約62%ができる。

輪換田別玄米品位を表4からみると、イネ連作に比べて輪換区が完全米は12-19%低下し、青米は2倍ほど高まった。白米のAlkali崩壊度およびAmilose含量は処理間に大きい差異がみられず、Mg/K当量比は輪換区でやや低い傾向がみられた。

表4 輪換田別米の品質

(単位：%)

前歴作目	玄米品位(%)					アルカリ崩壊度	アミロス含量	Mg/K当量比
	完全米	青米	死米	乳白米	変色米			
イネ連作	84.0	11.1	0.7	0.9	3.4	5.6	20.03	1.23
ハトムギ輪換	65.1	29.6	1.0	0.8	3.5	5.7	19.96	1.19
トウモロコシ輪換	72.3	24.3	0.8	0.6	2.0	5.6	19.96	1.19
グイズ輪換	69.0	27.9	0.7	0.6	1.8	5.5	20.20	1.19

イネ収量構成要素をみると表5のようにイネ連作区に比べて、輪換区で面積当穂数、1穂穎花数、登熟比率、すべてが高くみられ、玄米千粒重は輪換区ですべてに低い結果がみられた。

表5 輪換田別イネ収量構成要素

輪換形態	収量 (kg/10 a)	穂数 (個/m ²)	1穂穎花数 (個)	登熟比率 (%)	玄米千粒重 (g)
イネ連作	501	379	78.9	81.1	20.2
ハトムギ輪換	545	381	87.4	88.6	18.9
トウモロコシ輪換	546	398	85.4	87.9	18.5
ダイズ輪換	555	408	88.2	88.3	18.7

年度別雑草発生変化を表6でみると、イネ連作は年次間変化が小さく、平均130本/m²であったが、輪換区では著しい減少を示した。すなわち、田畑輪換栽培による雑草発生軽減効果は明らかであった。

表6 年次別雑草発生変化

(単位：本数/m²)

輪換形態	1989年	1990年	1991年	1992年	1993年	平均
連作(イネ)	133	142	133	145	98	130
隔年輪換	—	— (67)	51	— (47)	48	50
2年輪換	—	—	— (325)	11	37	24
3年輪換	—	—	—	— (216)	40	40

()：輪換畑雑草発生量である

輪換作目別所得を比較してみると(表7)イネ連作に比べて、食用トウモロコシ輪換区で、約6%所得が高いが、流通過程は考慮されるべきことであり、一般的に輪換栽培区の所得は低い値を示した。

表7 所得比較

輪換形態	水 稻		畑 作 物		所得平均 (千 won)	指 数 (%)
	収 量 (kg/10 a)	所 得 (千 won)	収 量 (kg/10 a)	所 得 (千 won)		
連作(イネ)	501	564	—	—	564	100
輪換(イネ+ハトムギ)	545	613	247	453	533	92
輪換(イネ+トウモロコシ)	546	614	5,833	583	599	106
	—	—	4,751	179	397	70
輪換(イネ+ダイズ)	555	625	264	306	466	83

所 得：イネ、白米価'92年1,223won/kg(玄白比率92%適用)

畑作物：ハトムギ1,834won/kg、ダイズ1,160won/kg市中価

トウモロコシ：食用100won/個、飼料用：TDN、178.3won/kg(TDN、21.1%)各々適用した。

輪換形態別水田土壌の無機成分をイネ連作区と比較してみると、有機物含量は隔年輪換区でやや上昇し、2年、3年輪換後水稲栽培区ではイネ連作と同じであった。

一方、有効珪酸成分は輪換するので減少し、逆に有効磷酸成分含量は、すべて輪換区で蓄積量が著しく高く、また輪換年限が長いほど上昇した。これは畑作物栽培時の施肥による影響が大きいのと考えられた。また、置換性陽イオン中 Ca は処理間に別に変化がなかったが、Mg、K はイネ連作に比べて輪換栽培水田で減少した(表8、9)。

表8 輪換形態別土壌無機成分

輪換形態	pH	OM (%)	有効磷酸 (ppm)	有効珪酸 (ppm)	Ex. Cations(me/100g)		
					Ca	Mg	K
連作(イネ)	6.3	2.3	92.0	82.7	4.9	1.41	0.28
隔年輪換	6.0	2.9	94.2	61.7	5.4	1.01	0.27
2年輪換	5.9	2.3	123.8	51.0	4.9	0.82	0.24
3年輪換	6.1	2.3	145.2	50.3	4.9	0.83	0.18

表9 輪換作目別土壌無機成分

輪換形態	pH	OM (%)	有効リン酸 (ppm)	有効珪酸 (ppm)	Ex. Cations(me/100g)		
					Ca	Mg	K
連作(イネ)	6.3	2.3	92.0	82.7	4.9	1.41	0.28
ハトムギ輪換	6.1	2.7	120.2	59.8	5.3	0.90	0.20
トウモロコシ輪換	6.0	2.4	127.4	52.2	5.0	0.91	0.25
ダイズ輪換	6.0	2.4	115.7	50.9	4.9	0.86	0.25

水田を畑に隔年、2年また3年間輪換した後水田土壌の物理性変化をみると、仮比重や孔隙率は大きく影響がなかったが、土壌三相で気相は水田、畑状態すべてがイネ連作より著しく向上できた(表10)。

表10 3年輪換後作付類型別土壌物理性変化

輪換形態	土層区分	仮比重 (g/cm ³)	孔隙率 (%)	三相 (%)		
				固相	液相	気相
イネ連作 (田田田田)	表土	1.32	50.1	49.9	46.1	4.0
	深土	1.37	48.3	51.8	45.1	3.2
隔年輪換 (田畑田畑)	表土	1.39	47.8	52.4	43.0	4.8
	深土	1.53	42.8	57.7	39.7	3.1
2年輪換 (田畑畑田)	表土	1.26	52.5	47.5	46.3	6.2
	深土	1.29	51.4	48.7	44.9	6.5
3年輪換 (田畑畑畑)	表土	1.33	49.9	50.2	37.9	12.0
	深土	1.35	49.2	50.8	39.0	10.2

(4) 摘 要

中部地方で田畑輪換栽培するとき適合する作目選定と水田の作付体系を検討するため、5年間('89-'93)韓・日農業共同研究課題として、作物試験場イネ栽培試験水田で畑作物(ハトムギ、トウモロコシ、ダイズ)を、イネ(花珍稻)との作付類型を隔年、2年、3年輪換形態として各作目別標準耕種方法に準じて栽培し作目別収量、米質および水田土壌に及ぼす影響を知るために、単区制で実施した結果は次のようである。

1) イネ収量はイネ連作区(501kg/10a)に比べて、輪換区で約10%増収でき、輪換畑作物別とし

てはダイズが最も高かった。さらに輪換年限間には隔年輪換が最も望ましかった。

- 2) 輪換年限別畑作物収量で、ハトムギとダイズは隔年輪換区が最も多収であり、トウモロコシは食用、飼料用すべて2～3年輪換区が増収した。
- 3) 米の品質はイネ連作に比べて輪換栽培水田で完全米は減少し、青米は相対的に2倍以上多く、Mg/K当量比はやや低下した。
- 4) イネ収量構成要素で、玄米千粒重は輪換栽培区でイネ連作より低下し、その他要因などは大きく高まった。
- 5) 水田雑草発生状況は、イネ連作に比べて輪換栽培するので明らかに減少した。
- 6) 年平均10a当所得は食用トウモロコシ区がやや高かった。
- 7) 土壌無機成分含量は、イネ連作に比べて輪換栽培区で有効珪酸は低下し、磷酸成分は明らかに上昇した。置換性陽イオンはCaは変化がなく、Mg、Kは輪換期間が長いほど減少する傾向であった。
- 8) 輪換3年後土壌三相で気相はイネ連作より輪換栽培区で著しく向上した。

<文献省略>

2. 南部地域における水田作付体系設定試験

遂行機関：湖南作物試験場

担当者：李廷準、吳永鎮、李俊熙、沈利星、張榮宣、申萬均

(1) 緒言

国民食生活の変化に伴うわが国主食の米の消費量は減少趨勢を現しており、農産物貿易の自由化と国際化に伴う農業与件の変化は、米麦主の農業から脱皮して他の作目の導入を要求している。

一方、主穀の米、裸麦を除外した糧穀は自給水準に大きく及ばず毎年輸入量が多くなり、大豆の場合'80年度は417千 M/T から'92年度には1,304千 M/T を輸入しており、主要飼料用穀物のとうもろこしは'80年度に1,967千 M/T、小麦は7 M/T から、'92年度にはとうもろこし4,696千 M/T、小麦は1,865千 M/T として輸入量が大きく増加した。耕地利用率は、'65年度158%から'80年度125%と減少しており、'92年度には108%で毎年減少する傾向を示している。

農耕地利用率向上のため田畑輪換に関する研究は正に重要な課題として台頭している。

しかし、数千年の米作中心の農業背景を持つわが国農民の田畑輪換に対する認識の転換はまだ熟しておらず、これに関する研究は未着手の状態である。一般的に田畑輪換は連作障害回避、地力増進及び病虫害と雑草の減少等により、作物収量が増加した報告もあるが、田畑輪換耕地は既存畑と土壌構造及び排水条件等により、作物生育および雑草分布様相も異なり、田畑輪換耕地に適する作物選択及び作付体系様式の樹立に重要な問題がある。

過去80年代初の水田作付体系は水稻作を中心に麦類、調味野菜類、豆類および雑穀類、飼料作物順位に栽培し、畑の作付体系は麦類を中心に豆類、さつまいも、調味野菜、特用作物の順に栽培した。しかし、80年代後半からの麦類及び豆類の比率が大きく減少した。逆に野菜、特用作物を導入した作付体系が大きく増加して収益性が高い作物を中心に変化している。水田に適合する作付体系確立のための研究は間歇的に実施してあるものの、地域によって合理的な作付様式及び作物の安定生産のための研究が必要で、これに関する研究及び生産性の高い品種の育成等を継続的に検討する必要がある。本研究はこのような現実に対応して韓・日共同事業の計画に南部地域田に水稻及び大豆、裸麦、鳩麦、I.R.等を組合わせた田畑輪換による水田高度利用と、主要作物の安全性に適合する作付体系を確立するため5年間試験を実施したので、その結果を報告する。

(2) 材料及び方法

本試験は1989年から1993年まで5か年にわたって全北裡里市に所在する湖南作物試験場内の

水田圃場において実施した。供試土壌は水田(全北統)の上に赤土(禮山統)として80mm補土した土壌である。また5か年間の処理内容は表1のように水稲単作区(慣行)を対比する水稲+麦類区等9処理に設置。作付体系別供試作物は夏作物に水稲(雲峰稲)、大豆(八達大豆)、鳩麦(愛媛種)であり、冬作物では麦(Nulssalbori)、Italianrygrass(Tetra florom)等であった。各作物別栽培法は表2に示した通りであって、水稲、大豆、裸麦は種実を鳩麦と Ryegrass は乾草収量を調査した。試験区配置は単区性で区当75m²を設置し実施した。その他生育及び収量調査は農村振興庁農事試験研究調査基準の方法によった。

表1 作付体系別処理内容

作付体系	作付様式				
	'89	'90	'91	'92	'93
1. 水稲単作区(慣行)	水稲	水稲	水稲	水稲	水稲
2. 水稲+麦類(慣行)	水稲+裸麦	水稲+裸麦	水稲+裸麦	水稲+裸麦	水稲
3. 大豆隔年栽培区	水稲	豆類+裸麦	水稲	豆類+裸麦	水稲
4. 大豆2年連作区	水稲	水稲	豆類+裸麦	豆類+裸麦	水稲
5. 大豆3年連作区	水稲	豆類+裸麦	豆類+裸麦	豆類+裸麦	水稲
6. 水稲+飼料作物(慣行)	水稲+I.R.	水稲+I.R.	水稲+I.R.	水稲+I.R.	水稲
7. 飼料作物隔年栽培区	水稲	鳩麦+I.R.	水稲	鳩麦+I.R.	水稲
8. 飼料作物2年連作区	水稲	水稲	鳩麦+I.R.	鳩麦+I.R.	水稲
9. 飼料作物3年連作区	水稲	鳩麦+I.R.	鳩麦+I.R.	鳩麦+I.R.	水稲

* I.R. ; Italian ryegrass

表2 作物別栽培法

作物別	栽培様式	播種(移植期)	栽植密度	施肥量 (N-P ₂ O ₅ -K ₂ O)
		月日	cm	kg/10 a
水稲	単作	4.25(5.25±1)	30×15	15-9-11
	2毛作	5.30(6.27±2)	30×15	"
豆類	単作	5.12±3	30×15	4-7-6
	2毛作	6.16±3	30×10	"
鳩麦	単作	5.10±2	40条播	18-9-9
	2毛作	6.13±3	"	"
裸麦	畑裏作	10.23±2	120×90	15-10-8
	田作	10.23±2	40×18	"
Rye grass	畑裏作	9.28±3	立毛中散播	30-15-15
	田作	10.1±8	全面散播	"

(3) 試験結果

1) 年次別作付体系による作物収量

① 水稻の収量

作付体系別5か年間水稻の平均収量は表3のように、毎年5月下旬に田植した水稻単作区465kg/10aに比べて、毎年6月下旬に移植した飼料作物3年連作区では14%、大豆2年連作区、飼料作物2年連作区では6%、大豆3年連作区、水稻+麦類区では8%程度減収し、大豆隔年栽培区、飼料作物隔年栽培区では各々13%、15%程度減収がみられ、水稻単作区に比べて全処理において収量が減収する傾向である。これは二毛作区の田植が前作物である裸麦、Italian ryegrass 収穫跡に行なわれるため、この地域田植適期より7~10日程度遅くなることと、鳩麦、裸麦、Italian ryegrass等の根部等収穫後残存物の副産有機物が水稻の初期生育に影響を及ぼすことが考えられる。しかし、毎年6月下旬に田植した水稻+麦類区に比べて、飼料作物3年連作区が3%程度の増収がみられ、その他全作付体系では同じか、類似な収量が得られ、作付体系間に大きな違いがなかった。このような結果でみると作付体系による収量の変化より、田植期の違いによる収量変化が大きくなったと考えられた。

表3 年次的作付体系による白米の生産量差異

(単位: kg/10 a)

作付体系	'89	'90	'91	'92	'93	平均	指数 ¹⁾	指数 ²⁾
水稻単作区(慣行)	454	451	446	488	488	465	100	110
水稻+麦類(慣行)	454	440	351	466	424	427	92	100
大豆隔年栽培区	454	—	348	—	400	401	87	98
大豆2年連作区	454	453	—	—	405	437	94	100
大豆3年連作区	454	—	—	—	411	434	92	99
水稻+飼料作物(慣行)	454	442	326	451	432	421	90	98
飼料作物隔年栽培区	454	—	335	—	391	393	85	96
飼料作物2年連作区	454	449	—	—	397	433	94	99
飼料作物3年連作区	454	—	—	—	448	451	96	103

L.S.D(5%) — — — — — 36.8

C.V(%) — — — — — 5.0

1) 水稻単作区基準

2) 水稻+麦類(慣行)基準

② 裸麦および大豆の収量

田畑輪換作付体系の中で裸麦の収量を表4に示した。水稲+麦類(慣行)区の平均収量361kg/10aに比べて、大豆隔年栽培区が7%、大豆2年連作区が26%、大豆3年連作区が17%増収を示し、田畑輪換栽培で大豆+裸麦の作付様式は隔年や3年連作栽培より2年連作区は共に2年間隔で田畑輪換する体系に収量の増収傾向があった。また、大豆の収量は表4に示した通り、大豆隔年栽培区の平均収量291kg/10aに比べて、大豆2年連作区においては16%、大豆3年連作区においては27%程度収量が減少し、田畑輪換期間が長いほど減少する傾向であった。

表4 年次の作付体系による裸麦および大豆の収量差異 (単位: kg/10a)

作付体系	作物	'89	'90	'91	'92	'93	平均	指数
水稲+麦類(慣行)	裸麦	—	311	322	420	390	361	100
	大豆	—	—	—	—	—	—	—
大豆隔年栽培区	裸麦	—	—	345	—	424	385	107
	大豆	—	269	—	312	—	291	100
大豆2年連作区	裸麦	—	—	—	459	448	454	126
	大豆	—	—	241	249	—	245	84
大豆3年連作区	裸麦	—	—	339	473	467	423	117
	大豆	—	265	150	222	—	212	73

③ Italian ryegrass および鳩麦の乾草収量

Italian ryegrassの乾草収量を表5で見ると、水稲+飼料作物(慣行)区1,200kg/10aに比べて、飼料作物隔年栽培区においては17%、飼料作物2年連作区においては18%増収し、飼料作物3年連作区においては25%増収がみられ、田畑輪換で畑状態が長いほど収量が増加する傾向であった。また、鳩麦の乾草は表5で示した通り、'90~'92年まで3年間の平均乾草収量を示し、飼料作物の隔年栽培区1,524kg/10aに比べて、飼料作物2年連作区では24%程度収量が減少しており、飼料作物3年連作区では36%減少し、田畑輪換後鳩麦の連作期間が長いほど生育の進行に伴う低下がみられた。

表5 年次的作付体系による Italianryegrass および鳩麦の乾草収量差異 (単位: kg/10 a)

作付体系	作物	'89	'90	'91	'92	'93	平均	指数
水稲+飼料作物(慣行)	I.R.	—	1,048	1,276	1,274	1,202	1,200	100
	鳩麦	—	—	—	—	—	—	—
飼料作物隔年栽培区	I.R.	—	—	1,576	—	1,219	1,398	117
	鳩麦	—	1,111	—	1,936	—	—	100
飼料作物2年連作区	I.R.	—	—	—	1,481	1,357	1,419	118
	鳩麦	—	—	1,294	1,028	—	—	76
飼料作物3年連作区	I.R.	—	—	1,650	1,552	1,293	1,498	125
	鳩麦	—	1,081	927	999	—	—	66

2) 土壌化学性の変化

田畑輪換作付体系別試験前後収穫後、表土の化学性は表6に示した通り、pHが試験前5.0に比べ、すべての作付体系で5.5~5.9程度に大変高く、有機物含量は試験前分析結果がすべて高く、作付体系間の差異が認められた。有効りん酸含量も作付体系間に大きな違いはなく、試験前に比べて全体的に増加する傾向を示し、特に水稲+麦類(慣行)区においては111.6 ppmと他の作付体系に比べて最も高かった。そして、塩素や置換性陽ion K^+ 、 Ca^{++} 、 Mg^{++} 中 K^+ 、 Ca^{++} はすべての処理で増加傾向を示し、 Mg^{++} 含量は同様に少し高くなり、C.E.C.の変化は作付体系間に大きな相違は認められなかったが、比較的高いのは作付体系中で水稲+麦類(慣行)区であった。

表6 作付体系別試験前後土壌化学性の変化

作付体系	年度	pH (1:5)	O.M. (%)	P ₂ O ₅ (ppm)	Ex. Cat.(me/100g)			CEC (me/100g)
					K	Ca	Mg	
1. 水稲単作区(慣行)	'89	5.0	6.0	15	0.15	1.21	1.65	8.61
	'93	5.5	1.13	60.09	0.93	6.39	1.54	9.35
2. 水稲+麦類(慣行)	'89	5.0	0.6	15	0.15	1.21	1.65	8.61
	'93	5.9	1.34	111.64	0.90	7.27	1.90	10.45
3. 大豆隔年栽培区	'89	5.0	0.6	15	0.15	1.21	1.65	8.61
	'93	5.9	1.21	47.73	0.94	6.05	1.86	9.38
4. 大豆2年連作区	'89	5.0	0.6	15	0.15	1.21	1.65	8.61
	'93	5.7	1.13	60.00	0.76	4.78	1.55	7.61
5. 大豆3年連作区	'89	5.0	0.6	15	0.15	1.21	1.65	8.61
	'93	5.5	1.34	37.72	0.82	5.40	1.63	8.38
6. 水稲+飼料作物(慣行)	'89	5.0	0.6	15	0.15	1.21	1.65	8.61
	'93	5.7	1.23	71.98	0.62	6.62	2.00	9.73
7. 飼料作物隔年栽培区	'89	5.0	0.6	15	0.15	1.21	1.65	8.61
	'93	5.6	1.23	70.38	0.64	5.70	1.97	8.63
8. 飼料作物2年連作区	'89	5.0	0.6	15	0.15	1.21	1.65	8.61
	'93	5.5	1.06	56.84	0.62	4.66	1.66	7.43
9. 飼料作物3年連作区	'89	5.0	0.6	15	0.15	1.21	1.65	8.61
	'93	5.5	1.11	25.33	0.65	4.84	1.72	8.03

3) 土壌物理性の変化

田畑輪換別試験前後における土壌物理性の変化は表7に示した通り、試験前に比べて表土および心土の容積密度および孔隙率は、作付体系間に大差なくすべて改善。表土の物理性は心土に比べて改善の効果が高い傾向があった。3相の分布は試験前に比べ作付体系間に大差なく、固相および液相は少なく気相は増加する傾向を示し、田畑輪換により土壌の物理性が改善することが認められた。

表7 作付体系別試験前後土壤物理性の変化

作付体系	年度	区分	容積密度	孔隙率	固相	液相	気相
			g/m ³	%			
1. 水稲単作区(慣行)	'89	表土	1,392	47.8	52.2	42.7	5.1
		心土	1,453	45.4	54.6	41.8	3.6
	'93	表土	1,228	54.0	46.0	31.0	23.0
		心土	1,337	50.0	50.0	38.0	12.0
2. 水稲+麦類(慣行)	'89	表土	1,392	47.8	52.2	42.7	5.1
		心土	1,453	45.4	54.6	41.8	3.6
	'93	表土	1,226	54.0	46.0	29.0	25.0
		心土	1,307	51.0	49.0	35.0	16.0
3. 大豆隔年栽培区	'89	表土	1,392	47.8	52.2	42.7	5.1
		心土	1,453	45.4	54.6	41.8	3.6
	'93	表土	1,240	53.0	47.0	33.0	20.0
		心土	1,289	51.0	49.0	36.0	15.0
4. 大豆2年連作区	'89	表土	1,392	47.8	52.2	42.7	5.1
		心土	1,453	45.4	54.6	41.8	3.6
	'93	表土	1,262	52.0	48.0	31.0	21.0
		心土	1,357	49.0	51.0	35.0	14.0
5. 大豆3年連作区	'89	表土	1,392	47.8	52.2	42.7	5.1
		心土	1,453	45.4	54.6	41.8	3.6
	'93	表土	1,235	53.0	47.0	29.0	24.0
		心土	1,375	48.0	52.0	34.0	14.0
6. 水稲+飼料作物(慣行)	'89	表土	1,392	47.8	52.2	42.7	5.1
		心土	1,453	45.4	54.6	41.8	3.6
	'93	表土	1,226	54.0	46.0	31.0	23.0
		心土	1,282	52.0	48.0	34.0	18.0
7. 飼料作物隔年栽培区	'89	表土	1,392	47.8	52.2	42.7	5.1
		心土	1,453	45.4	54.6	41.8	3.6
	'93	表土	1,222	54.0	46.0	33.0	21.0
		心土	1,329	50.0	50.0	37.0	13.0
8. 飼料作物2年連作区	'89	表土	1,392	47.8	52.2	42.7	5.1
		心土	1,453	45.4	54.6	41.8	3.6
	'93	表土	1,259	52.0	48.0	29.0	23.0
		心土	1,439	46.0	54.0	36.0	10.0
9. 飼料作物3年連作区	'89	表土	1,392	47.8	52.2	42.7	5.1
		心土	1,453	45.4	54.6	41.8	3.6
	'93	表土	1,201	55.0	45.0	25.0	30.0
		心土	1,419	46.0	54.0	31.0	15.0

4) 作付体系別平均収益と所得

作付様式による5か年間の平均収益と所得は表8に示した通り、5か年間の平均粗収入をみると、水稲単作区610千 W/10a に比べて最も高い作付体系は、水稲+麦類区が807千 W/10a で、一番低い体系は飼料作物隔年栽培区で553千 W/10a であった。

そして、平均所得面からも同じ傾向で水稲単作区439千 W/10a に比べて、水稲+麦類(慣行)区では28%、水稲+飼料作物(慣行)区、大豆2年連作区では各々20%、5%程度所得が高く、飼料作物隔年栽培区では9%、飼料作物2年連作区、飼料作物3年連作区では各々6%、7%程度減少し、飼料作物を栽培した作付体系が全体的に所得が減少する傾向があった。

表8 田畑輪換作付体系別5か年平均所得比較('89~'93) (単位:千 won/10a)

作付体系	粗収入	経営費	所得	指数
1. 作付単作区(慣行)	610	171	439	100
2. 水稲+麦類(慣行)	807	245	562	128
3. 大豆隔年栽培区	598	171	427	97
4. 大豆2年連作区	636	174	462	105
5. 大豆3年連作区	614	171	443	101
6. 水稲+飼料作物(慣行)	776	249	527	120
7. 飼料作物隔年栽培区	553	173	399	91
8. 飼料作物2年連作区	585	172	413	94
9. 飼料作物3年連作区	580	173	407	93

* 水稲、裸麦、大豆は'90~'92農畜産物標準所得基準、Italian ryegrass は'89農林水産統計年報基準、鳩麦は'90畜産物生産と研究の国内外動向基準(とうもろこし適用)

(4) 考 察

1) 年次的作付体系による作物収量

① 水稲の収量

水稲の生育と収量に影響を及ぼす要因では移植期、気象、品種、病虫害等、土壌物理的
要因では土性、透水性、硬度、作土深、孔隙率等が考えられる。以上の諸要因と収量との
関係を究明する研究は多く報告されている。

本試験において作付体系別5か年水稲平均収量(表3)をみると、5月中旬に移植した水
稲単作区に比べて、6月中旬に移植したすべての処理で収量が減少したのは移植期の違い
によると考えられた。しかし6月中旬に移植した作付体系中飼料作物3年連作区が収量で

最も高く現れ、水稻の前作物の鳩麦、Italian ryegrass の収穫後、根および残存物に依る有機物が年次的に蓄積し土壤物理性が改善されて、養分吸収量が高いことも確認され、金等の報告は同様な結論を認めている。水稻の収量に及ぼす影響の中、移植期の違いが他の諸要因より収量変化に大きな影響を及ぼすことを示している。

② 裸麦および大豆の収量

裸麦の4か年間の平均収量(表4)をみると、水稻+裸麦(慣行)区に比べて大豆隔年栽培区が7%、大豆の2年連作区、大豆の3年連作区が各々26%、17%を増収し、田畑輪換に依り収量が増加する傾向を示し、大豆+裸麦体系では2年間隔に輪作することが有望であるとされている。松村は大豆+裸麦体系において、輪換年数は作物生産の推移安定多収のため、施肥管理に対する検討、新品種育成および栽培法の確立が必要であるとした。

大豆について播種期および栽植密度の違いによる収量等その他形質の反応は数多く報告されている。權等は播種期の差異は収量に影響を及ぼし遅まきに比べて、早まきの収量が高いと報告された。本試験において大豆3か年間の平均収量(表4)を見ると、大豆隔年区に比べて大豆2年連作区、大豆3年連作区で各々16%、27%収量が減少したが、この要因は大豆隔年区で5月中旬に播種が終り大豆2年、3年連作区では6月中旬に播種して、播種時期の違いに依り収量が減少したと考えられ、權等の報告と一致する傾向であった。そして、大豆2年連作区より大豆3年連作区で収量がなお減少して、大豆連作期間が長いほど収量減少幅に大きく影響するのは金等の報告と一致した。

③ Italian ryegrass および鳩麦の乾草収量

国民所得が向上と共に食生活が改善されて、畜産物の需要量は毎年急に激増加し、家畜飼育頭数も増加して、良質粗飼料の供給が必要であるが、現在農家の家畜飼養形態は低質粗飼料のイネわらを主に外国から輸入する濃厚粗飼料に依存している実情であり、良質粗飼料の生産技術体系を確立するための基礎資料を得るため、田畑輪換耕地に主要な飼料作物のItalian ryegrass と鳩麦を栽培した。

Italian ryegrass の乾草収量(表5)は、毎年水稻+Italian ryegrass を栽培した水稻+飼料作物(慣行)区に比べて、飼料作物の隔年栽培区は17%、飼料作物2年連作区、飼料作物3年連作区においては各々18%、25%増収を示し、田畑輪換期間が長いほど収量が増加する傾向であった。

2) 土壤化学性の変化

田畑輪換栽培時土壤の化学成分変化は作付様式の違いと、施肥管理および栽培作物の根と、刈取後の残存物の土壤中還元により変化して、牧草栽培で土壤の有機物含量が増加するとの報告がある。一方田畑輪換期間が長くなると、土壤有機物含量が減少するとの報告もある。

本試験の作付体系別試験前後収穫期表土の化学性(表7)をみれば、pHは試験前5.0に比べて、すべて作付体系中の5.5~5.9範囲に高くなる傾向を現し、有機物含量と作付体系間に違いがなく、諸遊等の報告と類似する傾向であった。有効りん酸含量は水稲単作区と隔年栽培区に比べて大豆+裸麦、鳩麦+Italian ryegrassを3年連作した体系から低い傾向を現し、水稲+麦類(慣行)区では111.6ppmと他の処理に比べて最も高く、置換性陽ionK⁺、Ca⁺⁺、Mg⁺⁺が試験前に比べて全作付体系で高くなる傾向を示し、金等の報告と類似した結果を現出したが、鄭等の報告とは異なった。これは土壤の違いに基因することと考えられるが、土壤特性による検討が必要である。C.E.Cの変化は作付体系間においては大きな違いはなかったが、比較的高い作付体系は水稲+麦類(慣行)区であった。

3) 土壤物理性の変化

一般的に田畑輪換栽培時土壤特性変化および作物生育の状態は土壤の母材、土性、排水条件、作付形態、畑栽培年数等により異なることがあり、田畑輪換による土壤物理性に関する報告は多く発表されている。朴等の報告によると土壤物理性は、夏作物より冬作物栽培では良好になる傾向を示し、処理間には毎年水田で利用した耕地よりも、畑作輪換した耕地が物理性改善効果があると述べている。本試験において土壤物理性の変化(表6)をみると試験前に比べて表土および心土の物理性はすべて改善されたが、表土の物理性は心土に比べて改善効果が高い傾向であった。そして三相の分布も試験前に比べて作付体系間に大きな違いがなく、固相および液相は小さくなり、気相の比率が増加する傾向を示し、金等の報告と類似した結果を得、田畑輪換により土壤物理性が改善することが認められた。

4) 作付体系別平均収益と所得

わが国で実施している作付体系類型別水田での推定所得面から水稲作を中心にスイカ、ハクサイ、タマネギ、イチゴ、ダイコン等の所得が高く現れる野菜を導入した作付様式から高い所得が得られることを知っているが、野菜の貯蔵は困難で腐敗しやすく過剰生産で不安定である。そのために本試験では所得は少なくとも比較的安定で、主要作物の自給度の向上、農耕地高度利用の側面から検討された。本試験からの作付体系別5か年間の平均収益と所得(表8)から粗収入面に最も高い体系は水稲+麦類(慣行)区であり、一番低い体系は飼料作物隔年栽培区であった。このような傾向は5か年間平均所得と同じ傾向を示し、毎年水稲を栽培した作付体系が飼料作物を中心に栽培する作付体系に比べて所得が上がっている。これは水稲の単位面積当所得、飼料作物および他の作物に比べて高く形成されており、飼料作物は市場性がなく相対的には所得も低い傾向を示したためである。

以上のように5か年平均所得面からみる時、水稲+麦類(慣行)区は水稲+飼料作物(慣行)区が外の作付体系に比べて有望になったことは、米の消費量減少趨勢および水稲栽培以外の

作物への転換が要求する現実において、大豆の2年連作区(大豆+裸麦)のように2年間隔に輪作する体系が最も望ましく、安定多収穫のためには施肥管理に対する検討が最も必要だと考えられる。

(5) 摘 要

本試験は南部地域において田畑輪換による農耕地の高度利用と作付体系による主要の作物の安全生産による作付様式を究明するため、1989年から1993年まで5か年間圃場試験を遂行した結果を要約すると次の通りである。

- 1) 水稻の収量は水稻の単作区(慣行)に比べて全処理区で減収を示したが、比較的減収が小さく、作付体系は飼料作物の3年連作区>飼料作物の2年連作区=大豆の2年連作区>大豆の3年連作区=水稻+麦類(慣行)>大豆の隔年区>飼料作物の隔年栽培区順であった。
- 2) 大豆と鳩麦の収量は隔年栽培に比べて、連作期間が長いほど減収する傾向であった。
- 3) 裸麦の収量は水稻+麦類(慣行)に比べて、大豆の隔年栽培区が7%、大豆の2年、3年連作区から各々26%、17%増収された。
- 4) Italian ryegrassの乾草収量は水稻+飼料作物(慣行)に比べて、飼料作物の隔年栽培区は17%、飼料作物の2年、3年連作区では各々18、25%増収して畑状態が長いほど収量が高く現れた。
- 5) 土壌物理性の変化は全処理区で物理性が改善されて、心土に比べて表土の物理性が良好になったが、作付体系間に大きな違いは現れなかった。
- 6) 土壌化学性の変化はpH、O.M.、 P_2O の含量は試験前に比べて全体的に高く、特に水稻の単作区に比べて水稻+麦類区で最も高かった。そして置換性陽ion含量中 K^+ 、 Ca^{++} は試験前に比べて高くなり、 Mg^{++} 含量は同様に高い傾向を現した。
- 7) 作付体系別5か年の平均所得を示す水稻単作区(慣行)439千W/10aに比べて、水稻+麦類(慣行)区、水稻+飼料作物(慣行)区および大豆の2年連作区が各々28、20、5%増加し、大豆の隔年栽培区、大豆の3年連作区は水稻の単作区と同じであり、飼料作物栽培区は6~9%程度所得が減少した。

<文献省略>

3. 田畑輪換土壌における作付体系と作物生産力

実施機関：麦類研究所

担当者：張映熙、李春雨、延圭復、姜煥華

(1) 緒 言

わが国の農業は古い歴史の流れの中で、水田農業を中心とする水稻(イネ)の高い生産性と水田耕地利用率の向上により発展し、また、安定化となった。

しかし、1970年代の統一イネ品種および栽培技術の普及により、コメの増産が1980年代に10年連続して豊作となり、生産量増加、消費の減少にしたがい構造的な生産過剰が慢性化し、コメの在庫量が累積され、貯蔵管理に苦悶する反面、小麦、コメ、トウモロコシの飼料穀物などの畑作物は安い海外からの農産物輸入におされ、自給率が毎年減少している実情である。

したがって、コメの計画的生産調節が可能となると同時に水田の耕地高度利用のため、田畑輪換により自給率向上の必要性が高い畑作物増産を期して、農家所得増大に寄与することが現実的に要望されている。

そのためコメ生産量の調節を前提とし、水田に麦類(小麦、ライ麦)とマメを導入した輪作体系を確立する。コメの安全な生産と畑作物を増産できる中部地方で水田を水稻単作で利用している灌排水施設が完備された整理地区を対象に試験を行った。

田畑輪換地帯で水田の高度利用技術の開発では、水稻以外の作物導入とそれら作物の高生産栽培技術の確立が問題視されている。

主要作物の麦類とマメの作付体系を水田に導入することが注目され、冬季作物の麦類と夏作物のマメを組合わせた二毛作体系を畑転換水田に導入する場合、年数によって作物生産力にどのように影響し、田畑輪換土壌でのこれら麦類の作付体系が土壌の理化学性変化および雑草発生に与える影響を水稻単作区と比べて検討したところ、いくつかの成績が得られたので、ここに報告する次第である。

(2) 材料および方法

1) 供試作物および品種

水稻(五台イネ)、大麦(オルポリ)、小麦(グルミル)、ライ麦(シンギホミル)、大豆(黄金グイズ)

2) 処理内容および栽培法

表1 水田畑輪換作付体系の処理内容

輪換体系	処理番号	1年次 (’87-’88)	2年次 (’88-’89)	3年次 (’89-’90)	4年次 (’90-’91)
畑3作後水稲	2	大麦+大豆	大麦+大豆	大麦+大豆	大麦+大豆
	3	小麦+大豆	小麦+大豆	小麦+大豆	小麦+大豆
	4	胡麦+大豆	胡麦+大豆	胡麦+大豆	胡麦+大豆
畑3作後水稲	5	大麦+大豆	大麦+大豆	大麦+大豆	大麦+大豆
	6	小麦+大豆	小麦+大豆	小麦+大豆	小麦+大豆
	7	胡麦+大豆	胡麦+大豆	胡麦+大豆	胡麦+大豆
畑3作後水稲	8	大麦+大豆	大麦+大豆	大麦+大豆	大麦+大豆
	9	小麦+大豆	小麦+大豆	小麦+大豆	小麦+大豆
	10	胡麦+大豆	胡麦+大豆	胡麦+大豆	胡麦+大豆
水稲単作	1	水稲	水稲	水稲	水稲

表2 作物別播種量および栽培法

作物	播種量 (kg/10a)	畦幅×播幅 (cm)	施肥量(kg/10a) N-P ₂ O ₅ -K ₂ O ₅
水稲	4	30×14	11-7-8
オオムギ	13	20×5	15.6-11.7-9.1
コムギ	13	20×5	〃
ライムギ	20	20×5	〃
大豆	10	60×10	4-7-6

3) 試験区配置：大面積単反復

(3) 試験結果

1) 試験前の土壌分析

冬作別麦類栽培直前の土壌(’90年10月採取)の化学分析値を表3によれば、水稲単作区に比べ、水田畑輪作体系区で磷酸含量がやや多い傾向を示し、PACは水稲単作区が水田転換区に比べてMg、Na含量が多い傾向で、その他イオン量は互いに似た傾向を示した。

表3 冬作物播種前の土壌化学性(90年10月)

輪作体系	処理 番号	OM (%)	P ₂ O ₅ (ppm)	PAC (mg/100 g)	置換性陽イオン(me/100 g)			
					K	Ca	Mg	Na
水稲単作	1	1.59	109	170	0.34	5.41	1.44	0.15
畑3作後水稲	2	1.43	114	146	0.36	4.69	1.12	0.08
	3	1.72	135	122	0.55	5.10	0.83	0.11
	4	1.58	114	207	0.31	5.22	1.31	0.08
畑5作後水稲	5	1.55	135	122	0.41	4.62	1.11	0.06
	6	1.72	144	109	0.46	4.13	1.03	0.07
	7	1.56	120	170	0.20	4.66	1.13	0.07
畑7作後水稲	8	1.46	126	97	0.36	4.34	1.05	0.04
	9	1.27	117	73	0.47	4.08	1.04	0.05
	10	1.55	137	48	0.20	4.33	1.00	0.07

夏作物の水稲は大豆の試験前土壌の分析結果を表4によると、水稲単作区が水田輪作区に比べ、磷酸含量がやや低く、陽イオン置換容量は水稲単作区はMg、Naが輪作区に比べ低い傾向であり、その他のイオン含量は一定の傾向は示さなかった。

表4 夏作物播種前土壌化学性(91年6月)

輪作体系	処理 番号	OM (%)	P ₂ O ₅ (ppm)	PAC (mg/100 g)	置換性陽イオン(me/100 g)			
					K	Ca	Mg	Na
水稲単作	1	1.45	90	327	0.29	5.12	1.31	0.15
畑3作後水稲	2	1.78	129	338	0.40	5.09	1.31	0.10
	3	1.88	138	349	0.49	5.06	1.40	0.09
	4	1.67	111	349	0.16	5.39	1.23	0.10
畑5作後水稲	5	1.81	147	316	0.59	4.11	1.07	0.08
	6	1.93	158	371	0.50	4.31	1.15	0.07
	7	1.60	119	376	0.11	4.72	1.15	0.11
畑7作後水稲	8	1.48	157	272	0.29	4.43	1.27	0.10
	9	1.91	176	262	0.40	4.31	1.31	0.07
	10	1.69	155	333	0.18	4.00	1.23	0.07

2) 土壌物理性の変化

作物体系別土壌の空隙率は表5に示すように、輪作体系で前作物が水田状態の場合より畑状態で栽培した時、表土か心土で空隙率が高くなる結果が見られ、神田らも冬作物栽培の差異は土壌有機物の蓄積量を代えるばかりでなく、その蓄積量の増加により土壌物理性の改良効果があるということで、本試験でも空隙率が高く作物生育に有利な土壌条件と分かった。

また、輪作体系別土壌の水の透水移動速度を調査した結果、表6のように前作物が水稲栽培を行なった畑3作後水稲区に比べ、前作物が継続して畑状態で栽培した水田5作後水稲区が作土内の水の透水移動速度が極めて速くて、作土土壌の物理性条件が良いことが分かった。

表5 輪換作付体系別土壌孔隙率

土壌深度	作付体系			
	大麦+小麦	大麦+大豆	小麦+水稲	胡麦+大豆
0-5	47	50	52	53
6-10	44	46	45	50

表6 輪換作付体系別透水速度

輪換体系 前作物	畑3作後 水稲 水稲	畑5作後 水稲 大豆
透 水 速 度	7.15	16.2

3) 作物生育および収量

① 麦類収量

水田、畑輪作体系で大麦の収量は表7を見れば4か年平均収量は畑3作後水稲区に比べ、水田5作後水稲区の方が13%、水田7作後水稲区が9%増収となり、水田輪作体系での大麦+大豆栽培は4か年間の成績を見ると、輪換畑下では田作物を5作してから水稲栽培する輪作体系が望ましい。これは松村の大豆+小麦体系においての輪作の場合年数と作物生産の推移によって明らかにしたように、大豆と小麦の安定した多収のためには施肥管理に対する検討が要求される。

表7 水田輪作体系による大麦収量(1988-1991)

輪作体系	収 量 (kg/10 a)				
	1988	1989	1990	1991	平均(指数)
畑3作後水稻	395	424	359	645	456(100)
畑5作後水稻	425	435	559	650	517(113)
畑7作後水稻	421	380	490	695	497(109)

小麦収量の4か年の平均を表8で見ると、畑3作後水稻区に比べ、畑5作後の水稻区との収量が同じで畑7作後の水稻区は6%減収する結果が見られた。特に小麦の穀実収量は作付体系上の後作の水稻およびマメ栽培関係で小麦の成熟期以前に収穫した結果で、小麦の生育がよければよいほど収量が落ち、中北部地域では小麦+大豆の作付体系は熟期関係で不可能なものと思われた。

表8 水田輪作体系による小麦の収量(1988-1991)

輪作体系	収 量 (kg/10 a)				
	1988	1989	1990	1991	平均(指数)
畑3作後水稻	756	751	459	564	633(100)
畑5作後水稻	731	703	546	511	623(98)
畑7作後水稻	667	611	521	521	588(93)

粗飼料用のライ麦の収量を表9において見ると、出穂後7日に収穫する生体重は畑3作後水稻区に比べ、畑5作後水稻区においては24%、畑7作後区水稻区においては26%増収して、乾物重収量においては畑3作後水稻に比べ、畑7作後水稻区は17%も増収した。

表9 水田輪作体系による青刈り用のライ麦収量(1988-1991)

輪作体系		収 量 (kg/10 a)				
		1988	1989	1990	1991	平均(指数)
畑3作後水稲	生草重	4,303	4,471	3,091	4,483	4,087(100)
	乾物重	1,066	1,102	710	1,127	1,004(100)
畑5作後水稲	生草重	4,794	4,471	6,697	4,292	5,064(124)
	乾物重	1,105	1,043	1,115	1,132	1,099(109)
畑7作後水稲	生草重	4,618	4,353	6,706	4,933	5,153(126)
	乾物重	1,149	1,125	1,204	1,229	1,177(117)

*刈取時期：出穂後7日

② 水稲収量

水田畑輪作体系別の水稲収量を表10によれば水稲の単作区に比べ、作付体系の麦類+大豆の中で小麦+大豆体系を除く大麦+大豆、ライ麦+大豆体系に輪換畑下で栽培して、後作の水稲栽培は適期田植えとなるばかりでなく、土壌窒素の肥沃化により増収された。しかし、小麦栽培区は成熟期が遅くなり、土壌窒素の肥沃化によりさらに田植えが遅れるので水稲の収量減少が多かった。

表10 輪作体系による水稲の収量(1988-1991)

作付体系	処理番号	収 量 (kg/10 a)					
		'88	'89	'90	'91	平均	指数*
オオムギ+マメ	2	—	666	—	593	629	112
	5	—	—	597	—	597	92
	3	—	—	—	660	600	104
コムギ+マメ	3	—	567	—	496	531	95
	6	—	—	526	—	526	81
	9	—	—	—	544	544	94
シンギライムギ+マメ	4	—	719	—	611	665	118
	7	—	—	663	—	663	102
	10	—	—	—	644	644	111
水稲単作	1	585	545	652	579	590	100

*オオムギ+マメ作付体系対比

③ マメの収量

輪作体系別のマメの収量は表11で明らかなように収量の差異がほとんどなく、前の作物である大麦および小麦栽培区はマメ収量が類似しているが、ライ小麦栽培区は増収されることと思われ、大麦の場合と同じく輪作体系は輪作田下で大麦またはライ小麦+大豆の体系で3-5作して栽培する方が望ましいが、施肥試験が検討されるべきである。

表11 輪作体系によるマメの収量(1988-1991)

作付体系	処理番号	収 量 (kg/10 a)					
		'88	'89	'90	'91	平均	指数*
オオムギ+マメ	2	336	—	157	—	246	100
	5	339	270	—	239	282	100
	3	341	260	220	—	273	100
コムギ+マメ	3	342	—	141	—	241	98
	6	309	289	—	291	296	105
	9	345	266	168	—	259	95
シンギライムギ+マメ	4	410	—	229	—	319	130
	7	412	266	—	228	302	107
	10	410	265	251	—	308	113

*オオムギ+マメ作付体系対比

4) 窒素吸収量

水稻の植物体の器官別吸収量を調査した結果は表12と同じく水稻単作区に比べ、畑5作後水稻が茎葉とか穂に窒素吸収量が23~35%ほど多かったし、窒素の移行率は多少劣る傾向だった。

表12 水稻植物体の窒素吸収量(g/m²)

輪換体系	処理番号	葉+くき	穂	植物体全体	移行率(%)
畑5作水稻	5	7.34	7.76	15.10(128)	51
	6	9.04	6.89	15.94(135)	43
	7	6.92	7.82	14.74(125)	53
	平均	7.77	7.49	15.26(129)	49
水稻単作		4.93	6.89	11.82(100)	58

() : 水稻単作対比

5) 雑草発生量

輪作体系別麦類の栽培圃場での麦種間の雑草発生量は表13に示す通りで、輪換体系別発生量は大きな差異はないが、発生雑草は多少の差異を示し、麦種間には発生量の差異が大きく、ライ小麦の栽培区の方が雑草発生量が最も少なかった。このライ小麦が長桿で地面光遮断によって雑草発生が少なくなると考えられる。

表13 冬作物の栽培地に発生する雑草本数および乾物重(1990年)

輪換体系	処理番号	本数 (個/m ²)	乾物重 (g/m ²)	発生草種
畑3作後水稻	2	71	25.7	スズメノテッポウ、アカザ、キカシグサ
	3	79	20.5	スズメノテッポウ、アカザ、キカシグサ
	4	31	4.9	スズメノテッポウ
畑5作後水稻	5	71	28.0	スズメノテッポウ、ノミノフスマ、ナズナ
	6	94	21.8	スズメノテッポウ、ノミノフスマ、ナズナ
	7	36	6.1	スズメノテッポウ、ノミノフスマ、ナズナ

しかしながら、6作目の大豆圃場で雑草発生量を表14で見ると、畑3作後水稻区の大麦後作区は莎草科の草種が多く発生する反面、畑7作後水稻区の大麦後作区は禾本科の草種が極めて多く発生した。大麦および小麦後作区よりライ小麦後作区は雑草発生が極めて少なかった。

表14 夏作物の栽培地に発生した草種および乾物重(1990年)

輪換体系	処理番号	乾物重 (g/m ²)			
		禾本科	広葉	莎草科	全体
畑3作後水稻	2	5.8	3.6	11.4	20.8
	3	1.1	2.0	1.6	4.7
	4	1.1	1.9	2.8	5.8
畑7作後水稻	5	52.0	2.2	6.3	60.5
	6	11.1	2.3	0.6	14.0
	7	0.6	1.7	0.6	2.9

6) 輪作体系別年間の所得および純利益

輪作体系別年間の所得および純利益は表15と同様であった。所得額を見ると水稲単作区の年間所得額421,998W/10aに比べ、輪作体系の大麦栽培区が最も多くて24~29%ほど所得が増加され、小麦栽培区は水稲単作区と同様で、ライ小麦栽培区では10~20%増額となった。

また、純利益の場合は水稲単作区の年間純利益243,726W/10aに比べ、輪作体系の大麦区は45~61%増額されて、小麦区では畑5作後水稲区が10%増額となっただけで、その他の輪作体系では7~11%減額となり、ライ小麦の場合は30~36%も増額された。

以上のように輪作体系の中で畑5作後水稲区の大麦を導入した作付体系と畑7作後水稲区のライ小麦を導入した作付体系が最も有利だった。

表15 輪作体系による平均所得および純収益(1988-1991)

輪換体系	処理番号	所得 (円/10a)	指数 (%)	純収益 (円/10a)	指数 (%)
畑3作後水稲	2	535,833	127	53,799	145
	3	416,638	99	215,807	89
	4	508,395	120	329,123	135
畑5作後水稲	5	544,391	129	392,035	161
	6	438,962	104	267,809	110
	7	466,005	110	316,411	130
畑7作後水稲	8	524,811	124	372,455	153
	9	396,609	94	225,456	93
	10	480,899	114	331,305	136
水稲単作	1	421,998	100	243,726	100

注：水稲、大豆は'90年取買価(1等)適用、大麦は'91年取買価(1等)適用、小麦は一般市中価適用(320W/kg当)、ライ麦乾草はイネわら売買価適用(150W/kg)、経費は'90年農畜産物標準所得基準、生産費は'90農産物統計年報基準

(4) 摘 要

コメの生産量の調節と田作物の増産を目的とし、水田を畑状態に作り冬作物の大麦、小麦あるいは青刈り用のライ麦を夏作物にはマメを作付体系にし、3、5あるいは7作を栽培した後、イネを栽培する後作体系の試験結果を要約すると次のようである。

1) 土壌の燐酸含量は水稲単作に比べ輪換栽培区が高かった。

- 2) 土壌空隙率は前の作物が水稲より麦類かマメなどの栽培区が高かった。
- 3) 大麦または青刈り用のライ麦の収量は畑3作後水稲栽培区の方が5作または7作後水稲栽培区より多かった。
- 4) 水稲収量は水稲単作に比べ畑3作、5作または7作後水稲栽培区で前の作物を大麦または青刈り用ライ麦栽培の時増収したが、小麦は水稲田植えが遅くなり減収した。
- 5) マメの収量は畑3作または5作後水稲栽培区で、前の作物を大麦または青刈り用ライ麦の方が小麦を栽培した区より収量が多かった。
- 6) 水稲体内の窒素含量は水稲単作区に比べ、輪作体系区の方が高い傾向を示した。
- 7) 雑草の発生量は冬雑草は大麦、小麦より青刈り用ライ麦栽培区において発生が少なくなつて、マメ畑で発生した夏雑草は畑3作後水稲栽培区より畑5作後水稲栽培区が発生が少なかった。
- 8) 10a 当年間所得は水稲単作の422千円に比べ、輪作体系によって導入区は24~29%、青刈り用ライ麦は10~20%増加し、小麦栽培区は同様であった。

以上の結果を見ても畑5作後水稲栽培区の中で大麦と大豆を栽培する輪作体系の方が所得が最も多くて有利な作付体系だった。

<文献省略>

4. 田畑輪換作付体系における省力機械化栽培法の研究

実施機関：作物試験場

担当者：尹儀炳、李春雨、朴文雄

(1) 緒 言

コメの生産量調節を前提に水田において麦類と大豆を導入した田畑輪作体系を確立するに当り、土地利用率を高めながら生産性向上を図るために麦類収穫後の大豆播種、または、大豆収穫後の麦類を播種する時の労働競合の解消および畑作物栽培を通じて農家所得の増大を果たすために1992年から2年間において最新農機械を利用し、省力機械化の栽培体系を検討し確立するために本試験を試みたので、その成果をまとめた(1年次試験後2年次は圃場を変更した)。

(2) 材料および方法

1) 供試作物(品種)

イネ(五台稲)、大麦(オルボリ)、大豆(黄金ダイズ)

2) 供試機械の種類

供試機械は表1に示したように播種はトラクターおよびその附着用の細条播種機、収穫は汎用コンバインを使用した。処理内容は表2に示した通りである。

表1 供試機種

区 分	機 種	備 考
イ ネ 収 穫	汎用 Combine	
オ オ ム ギ 播 種 オ オ ム ギ 収 穫	U-H8A 汎用 Combine	Niplo イネ兼用
大 豆 播 種 大 豆 収 穫	U-H8A	Niplo

表2 処理内容

処理内容	1年次	2年次
輪換体系	(’92)	(’93)
畑3作後イネ イネ単作	オオムギ+大豆 イネ	オオムギ+大豆 イネ

* 1年次オオムギ後作大豆およびイネは圃場管理転換のため一時中断

(3) 試験結果および考察

1) 試験前の圃場の化学的特性は表3同様である。pH6.4、有機物0.66%、有効リン酸70ppm、リン酸吸収係数は1,102mg/100gであった。

表3 試験前土壌の化学的性質(’91年10月オオムギ播種前試料採取)

pH	O.M (%)	有効リン酸 (ppm)	リン酸吸収係数 (mg/100g)	塩基置換用量 (me/100g)
6.4	0.66	70	1,102	13.4

2) 省力機械化の作業所要時間

本試験に利用した機械化の体系は表4に示す通りである。慣行の作付体系は人の手による施肥、播種は耕耘機に附着する細条播種機により、収穫は自脱型3条コンバインによって行った。そして乾燥は太陽乾燥により、精選は農家に普及された精選機を利用する体系である。

これに比べ、省力機械化体系は施肥および播種はトラクターに附着する肥料散布機ならびに細条播種機によって行い、収穫は汎用コンバインにより、乾燥と精選は穀物乾燥機を利用した。

大麦の作業段階別10a当2年間試験の平均作業所要時間の節減効果を慣行に比較して見れば、施肥時間に慣行の人力42分に比べ95.3%の省力化になった。

播種は慣行の68分に比べてトラクター附着の細条播種機は24分で65%くらい節減された。

収穫時間は自脱型3条コンバインの41分に比べて、汎用コンバインは17分の所要となり、作業所要時間は59%節減となった。

表4 省力機械化栽培による作業所要時間比較(オオムギ)

作業名	省力機械化			作業機種	慣行	
	作業所要時間 (分/10a)				作業所要時間 (分/10a)	作業機種
	'92	'93	平均			
施肥	2	2	2	施肥散布機	42	人力
播種	25	22	24	トラクター附着細条播機	68	耕耘機畦立広散播
収穫	23	10	17	汎用コンバイン	41*	自脱型(3条)コンバイン
乾燥	91	91	91	穀物乾燥機	436	天日乾燥
精選	0	0	0		169	精選機
計	141	125	134 (38)			

() : 慣行対比 *大単位細条播栽培団地収穫時間

表5のように収穫作業で自脱型3条コンバインは運転員と補助員が必要となるが、汎用コンバインは運転員一人で収穫作業が可能なので、農村労働力の不足な現実に省力効果が大きい。また、汎用コンバインはいくつかの部品を交替すれば麦類、イネおよび大豆収穫の可能な多目的用という利点もあった。しかし、脱穀方法は自脱型は穂の部位のみ脱穀されるのに比べて、汎用コンバインは全個体の投入式で切断部位の全体が脱穀部へ入りこむので、収穫時期を自脱型に比べて5-7日程度遅らせると円満な作業が可能となる。

大麦を穀物乾燥機により乾燥させると91分の所要で、自然乾燥の436分に比べて79%省力効果になった。また、自然乾燥機に精選するのに169分が所要されるが、穀物乾燥機は乾燥と同時に精選することになるので省力効果となった。

表5 コンバイン機種別作業所要人力

機種	収 穫		運 搬		計
	運 転	補助(人/台)	運 転	補 助	
自脱型(3条)コンバイン	1	1	1	1	4
汎用コンバイン	1	0	1	0	2

3) 大麦収穫および損失率と収穫時間

大麦収穫時の自脱型(3条)コンバインと、汎用コンバインの性能を比較して見れば、収穫時間は出穂後35日、40日収穫区ともに汎用コンバインの方が自脱型コンバインに比べて作業時間が79%節減されたし、機種別の損失率は自脱型コンバインの方が汎用コンバインに比べて4.5-9.0%ほど高かった。

表6 大麦収量および損失率と収穫時間比較(1993年)

収穫時期	収穫機種	精穀収量 (kg/10a)	屑粒率 (%)	損失率 (%)	1000粒重(g)		収穫時間 (分/10a)
					収量	損失	
出穂後35日	自脱型コンバイン	262	3.1	9.9	34.8	33.2	52.2(100)
	汎用コンバイン	263	3.9	0.9	35.0	34.8	11.2(21)
出穂後40日	自脱型コンバイン	272	2.6	5.5	35.2	32.4	43.8(100)
	汎用コンバイン	280	3.1	1.0	34.8	34.6	9.0(21)

4) 大麦の収量および収量構成要素

大麦の'93年度生育状況は穂数が m^2 当645本、一穂粒数43個、千粒重が35.1gであり、精穀収量は10a当272kgであった。

表7 大麦の収量および収量構成要素

年度	穂期 (月・日)	稈長 (cm)	穂数 (本/ m^2)	一穂粒数 (個)	1000粒重 (g)	精穀収量 (kg/10a)
1992	4.30	82	734	41	29.9	358
1993	5.7	88	645	43	35.1	272

5) イネの生育および収量

今年の気象条件は水稻(イネ)の生育期間の間は低温であったが、イネの10a当正稈収量は平年の収量より高い779kgであり、汎用コンバインの収穫作業は15分が所要され、損失率は2.5%であった。

表8 イネの生育および収量

年 度	移植日 (月・日)	出穂期 (月・日)	草 長 (cm)	稈 長 (cm)	1株当穂数 (個)	1穂粒数 (個)	正収収量 (kg/10 a)	汎用コンバイン	
								損失率 (%)	収穫時間
1993	6.1	8.14	110.3	88	17	107	779	2.5	15

6) 大豆の生育および収量

大麦後作の大豆の10a 当収量は327kgであった。

表9 大豆生育および収量

播 種 日 (月・日)	茎 長 (cm)	分 枝 数 (個)	主茎節数 (個)	莢 数 (個/株当)	収 量 (kg/10 a)
6.14	55	7.4	13	35	327

(4) 摘 要

- 1) 汎用コンバインを利用し大麦を収穫すると、所要時間は10a 当17分で自脱型コンバインの41分に比べて59%の労力が節減された。
- 2) 機種別の損失率は出穂後35日の方が、40日収穫に比べて高かったし、汎用コンバインに比べて自脱型コンバインの方が4.5~9%ほど高くなった。
- 3) イネの収量は気象条件がよくなかったが、平年収量より高い正収779kg/10a であり、汎用コンバインの収穫時間は10a 当15分であり、損失率は2.5%であった。
- 4) 大豆の収量は10a 当327kg/10a であった。

<文献省略>

5. 田畑輪換耕地における飼料作物作付体系試験

遂行機関：畜産試験場

担当者：楊鍾成、陳鉉周、韓興傳、林根發

(1) 緒 言

水田農業は生産基盤としての潜在力が高い。過去食糧事情が悪かった時期には、水稻後作で麦類などの食糧作物を栽培し、糧穀自給生産のための重要資源として利用されてきたが、最近では花卉や施設園芸などの経済作物の栽培で農家所得に高く寄与している。

しかし、近來農村人口の都市集中と高齢化により、農村労働力は質的、量的にどんどん低下し、水田の効率的利用が制限され、休耕田の面積が継続増加している。

このような社会与件の変化により、休耕農地を粗飼料生産基盤として活用するのは土地の効率的利用と、粗飼料の自給のためにも意義が高い。特に、耕地がよく整理されている場合は灌排水が容易で農路もよく整備され、粗飼料の安定生産がはかられ、播種、栽培、収穫および調製利用に至るまですべての作業を機械化し、粗飼料生産費を節減できる。

本試験は休耕水田で粗飼料を安定的かつ多収穫生産のため、多収性でありながら適応性の高い作物および品種を選抜し、多収種作付体系の確立を図るため1989年から畜産試験場試験水田で実施した。

(2) 材料および方法

〈試験1〉 田畑輪換耕地の適正作物および品種の選抜

- 1) 供試土壌：微砂質壤土
- 2) 供試作物および品種

栽培時期	作物名	品 種
春栽培	Forage Oats Westwolds Italian ryegrass Forage Rape	Cayuse 他9品種 Tetrone 他8品種 Akela 他5品種
夏栽培 〃	Corn Sorghum×Sudangrass hybrid	水原19号他10品種 Pioneer988他12品種
秋播栽培	Forage Oats	Cayuse 他6品種

3) 栽培方法

作物名	播種量 (kg/10 a)	播種法	施肥量(kg/10 a)		
			N	P	K
春播燕麦	10	30cm 細条播	20	10	10
秋播燕麦	10	"	20	10	10
Westwolds Italian ryegrass	4	"	20	10	10
Forage Rape	2	20cm 細播種	20	10	10
Silage Corn	—	60cm×20cm 点播	20	15	15
Sorghum×sudangrass	4	50cm 条播	30	15	15

4) 試験区配置：作物別乱塊法 3 反復

<試験 2> 田畑輪換耕地の多収穫作付体系の選抜

- 1) 供試土壌：微砂質壤土
- 2) 供試作物：Rye、Oats、Corn、Sorghum×Sudangrass hybrid、Pearl millet、Rice
- 3) 処理内容

番号	作付体系	栽培期間	畑으로轉換
1	Rye-Corn	} (4年) →	Rice 栽培(1年)
2	Rye-Sorghum×Sudangrass		
3	Rye-Pearl millet		
4	Oats-Sorghum×Sudangrass-Oats		
5	Oats-Pearl millet-Oats	} 継続	
6	Rice 継続栽培		

4) 栽培方法

作物別	播種量 (kg/10 a)	播種法	施肥量(kg/10 a)		
			N	P	K
Rye	15	30cm 細条播	20	10	10
Oats	10	"	20	10	10
Corn	—	60cm×20cm 点播	20	15	15
Sorghum×Sudangrass	4	50cm 条播	30	15	15
Perl millet	2	"	30	15	15
Rice	—	30cm×12cm	11	7	8

5) 試験区配置：単区制(区当50m²)

(3) 試験結果

〈試験1〉 田畑輪換耕地の適正作物および品種選抜

1) 春栽培

① 燕麦

○生育の特性

品 種	草長(cm) '89-'93年	出穂期(月, 日)			湿害※ '92年	倒伏(%) '93年
		'91年	'92年	'93年		
Cayuse	83	5.25	—	6.11	4	7
前 進	92	5.25	—	—	4	—
燕麦5号	104	5.25	—	6.10	2	72
燕麦7号	99	5.20	5.24	6.2	3	83
Foothill	93	—	—	6.11	2	70
Early80	88	5.18	—	—	4	—
Early90	94	5.19	5.25	5.28	—	20
Hayade	85	5.19	5.25	5.25	4	5
三節燕麦	102	5.25	—	6.9	3	72

※1—無、2—小、3—中、4—多、5—甚

○生草収量

品 種	生 草 重 (kg/10 a)						
	'89年	'90年	'91年	'92年	'93年	平 均	指 数
Cayuse	6,450	4,185	2,972	2,133	5,500	4,248	100
前 進	4,854	4,241	3,097	3,133	—	3,831	90
燕麦 5 号	—	4,593	3,639	3,711	6,467	4,603	108
燕麦 7 号	6,800	4,556	3,403	3,356	6,017	4,826	114
Foothill	—	—	—	3,667	7,067	5,367	126
Early80	3,850	2,907	2,361	2,022	4,150	3,058	72
Early90	—	3,555	2,486	—	—	3,021	71
Hayade	—	—	2,417	2,222	4,283	2,974	70
三節燕麦	—	—	3,916	3,289	6,917	4,707	111
LSD : 0.05		626.5	736.08	597.06	571.69	632.83	
CV (%)		6.81	13.94	11.59	5.57	9.48	

○乾物収量

品 種	乾 物 重 (kg/10 a)						
	'89年	'90年	'91年	'92年	'93年	平 均	指 数
Cayuse	664	611	437	335	984	606	100
前 進	544	560	442	513	—	515	85
燕麦 5 号	—	566	499	548	1,170	696	115
燕麦 7 号	802	557	553	544	1,081	708	117
Foothill	—	—	—	523	1,317	920	152
Early80	554	521	516	397	933	584	97
Early90	—	467	560	—	—	514	85
Hayade	—	—	556	441	958	652	108
三節燕麦	—	—	558	485	1,237	760	125
LSD : 0.05	—	74.3	111.17	93.75	128.25	101.87	
CV (%)	—	7.15	12.71	11.31	6.57	9.44	

○一般粗成分含量(乾物基準)

(%)

品 種	年 度	粗蛋白質	粗脂肪	NFE	粗繊維	粗灰分
Cayuse	'90	21.07	5.51	32.01	27.58	12.83
	'93	20.70	4.40	38.40	26.40	10.10
	平均	20.89	4.96	35.21	26.99	11.47
前 進	'90	21.53	5.62	31.16	26.14	10.55
燕麦7号	'90	18.05	3.86	35.37	29.45	13.27
Foothill	'93	20.05	4.30	36.30	27.50	11.40
Early80	'90	15.26	4.28	39.52	30.51	10.43
Early90	'90	14.24	3.77	44.56	28.61	8.82
三節燕麦	'93	21.60	4.40	36.40	26.90	10.70

春播燕麦の畑土壌栽培の累年成績で、草長は Hayade が85cm で一番短く、燕麦5号が104cm で長くなった。収量は標準品種の Cayuse より Foothill、燕麦7号、三節燕麦が生草重11~26%、乾物重17~52%それぞれ増収され、この中で Foothill が生草重5,367kg/10a、乾物重920kg/10a で一番多かった。

一般粗成分の含量では粗蛋白質は三節燕麦が21.6%で最も高く、早生種の Early80および90が14~15%で一番低かった。粗繊維の含量に品種の間の差異がなかったが、Early80が30.51%で一番高くなった。

② Westwolds および Italian ryegrass

○生育特性

品 種	草 長 (cm)	出 穂 期 (月、日)		
		'89年	'90年	'92年
Tetrone	71	—	—	—
Andy	81	5.25	—	5.30
Early K-11	89	5.20	—	5.22
Monza	84	5.25	5.28	5.26
Terrero	79	5.25	5.28	5.25
Aubade	92	5.25	5.28	5.25
Wase Yutaka	92	5.25	5.28	—
Billiken	95	5.25	5.28	—
Dalita	50	—	—	—

○生草収量

品 種	生 草 重 (kg/10 a)					
	'89年	'90年	'91年	'92年	平 均	指 数
Tetrone	—	—	3,097	3,352	3,225	100
Andy	5,143	—	3,681	4,167	4,330	134
Early K-11	4,500	—	3,028	4,027	3,527	109
Monza	6,031	4,963	3,597	3,241	4,458	138
Terrero	5,375	4,962	3,458	2,870	4,166	128
Aubade	5,000	5,204	3,889	—	4,698	146
Wase Yutaka	5,528	4,370	—	—	4,949	153
Billiken	5,056	4,963	—	—	5,010	155
Dalita	—	—	—	2,963	2,963	92
LSD : 0.05	—	626.5	614.4	613.54	618.15	
CV(%)	—	6.81	10.2	9.81	8.94	

○乾物収量

品 種	乾 物 重 (kg/10 a)					
	'89年	'90年	'91年	'92年	平 均	指 数
Tetrone	—	—	428	376	402	100
Andy	499	—	450	409	453	113
Early K-11	486	—	444	536	490	122
Monza	579	566	479	405	507	126
Terrero	527	557	440	346	467	116
Aubade	525	551	496	—	524	130
Wase Yutaka	691	560	—	—	626	156
Billiken	526	521	—	—	523	130
Dalita	—	—	—	358	358	89
LSD : 0.05	—	74.3	107.8	74.4	85.5	
CV(%)	—	7.15	13.0	10.1	10.08	

Westwolds および Italian ryegrass の品種別の草長は Billiken が95cm で一番長くなったのに対して、Dalita は一番短く、その他の品種は70~92cm の水準であった。出穂期は年度によって差異があったが、Early K-11が4~5日早く成熟する品種であった。

収量についても年次別差異があって、生草収量は Billiken と Wase Yutaka が標準品種

○一般粗成分('90年)

(乾物基準%)

品 種	粗蛋白質	粗脂肪	NFE	粗繊維	粗灰分
耐寒油菜	18.87	5.84	36.12	23.53	15.64
Bar Bn 7137	17.32	5.52	38.87	21.92	16.67
青刈単交4号	16.28	4.91	42.88	21.93	14.00
青刈単交5号	24.03	6.84	32.96	18.07	18.46

草長は耐寒油菜、Bar Bn7137が77cmで一番長く、収量もBar Bn 7137が生草重6,888 kg/10a、乾物重は537kg/10aで各々24%、12%増収された。

'92年の多収性品種の中で一般粗成分含量の粗蛋白質では青刈単交が24.03%、粗繊維では耐寒油菜が23.53%で一番多かった。

④ 秋播燕麦

(a) 生育特性

品 種	草長(cm) '91-'93年	'91年		'93年 倒 伏
		倒伏※	出穂期	
Cayuse	93	2	—	—
Foothill	101	4	—	—
Hayade	102	1	10.23	—
Early80	103	1	10.28	—
三節燕麦	101	4	—	2
燕麦5号	102	2	—	—
燕麦7号	100	1	11.4	2

※倒伏：1—無、2—小、3—中、4—多、5—甚

(b) 生草収量

品 種	生 草 重 (kg/10 a)				
	'91年	'92年	'93年	平 均	指 数
Cayuse	4,467	6,356	3,537	4,787	100
Foothill	5,233	7,037	5,111	5,794	121
Hayade	4,733	6,007	3,880	4,873	102
Early80	4,483	5,459	4,306	4,749	99
三節燕麦	4,667	6,648	5,111	5,475	114
燕麦 5 号	5,233	6,600	4,222	5,352	112
燕麦 7 号	4,800	6,438	4,519	5,252	110

LSD : 0.05 846.33 590.91 825.6 754.28

CV(%) 9.90 5.22 10.59 8.57

(c) 乾物収量

品 種	乾 物 重 (kg/10 a)				
	'91年	'92年	'93年	平 均	指 数
Cayuse	682	634	438	585	100
Foothill	775	689	629	698	119
Hayade	898	541	502	647	111
Early80	829	561	577	656	112
三節燕麦	798	660	594	684	117
燕麦 5 号	728	616	521	622	106
燕麦 7 号	788	608	537	644	110

LSD : 0.05 177.40 62.08 107.5 115.66

CV(%) 12.70 5.67 11.14 9.84

草長は Early80が103cm で一番長くて、収量は Foothillが標準品種の Cayuse に比べ生草重5,794kg/10a、乾物重698kg/10a で各々21%、19%増収され、一番多収性の品種であった。

2) 夏栽培

① Silage Corn

○草長および生草収量

品 種	草 長 (cm)	生 草 重 (kg/10 a)				
		'91年	'92年	'93年	平 均	指 数
水原19号	302	5,435	9,352	9,718	8,168	100
広安玉	297	5,602	9,278	10,563	8,481	104
DK 698	297	5,769	9,000	—	7,384	90
DK 729	316	6,769	10,223	10,926	9,306	114
P. 3160	297	7,019	8,268	—	7,643	94
横城玉	296	—	9,120	8,444	8,782	108
晋州玉	290	—	8,703	—	8,703	107
P. 3282	271	—	8,222	9,570	8,896	109
Comet 80	236	—	5,389	—	5,389	66
Hit 85	262	—	6,556	—	6,556	80
Linda	271	—	6,945	—	6,945	85

LSD : 0.05 1,124.9 940.81 191.8 752.3
 CV(%) 99.77 6.67 6.4 37.61

○乾物収量

品 種	穂重比率 ('92-'93年)	乾 物 重 (kg/10 a)				
		'91年	'92年	'93年	平 均	指 数
水原19号	42	1,845	2,190	1,970	2,002	100
広安玉	45	1,736	1,882	2,058	1,892	95
DK 698	—	1,738	1,831	—	1,784	89
DK 729	45	2,384	2,508	2,354	2,415	121
P. 3160	—	2,191	1,792	—	1,991	99
横城玉	48	—	2,065	1,706	1,886	94
晋州玉	—	—	1,848	—	1,848	92
P. 3282	45	—	1,768	1,973	1,871	93
Comet 80	—	—	1,249	—	1,249	62
Hit 85	—	—	1,350	—	1,350	67
Linda	—	—	1,374	—	1,374	69

LSD : 0.05 468.9 279.33 203.0 317.08
 CV(%) 12.59 9.08 5.4 9.02

○一般粗成分('90年)

(乾物基準%)

品 種	粗蛋白質	粗脂肪	NFE	粗繊維	粗灰分
水原19号	10.6	2.8	58.6	21.7	6.3
横城玉	9.6	3.3	63.1	18.6	5.4
広安玉	9.9	3.1	62.3	19.3	5.4
DK 729	9.8	2.9	60.3	21.4	5.6
P. 3282	11.7	2.8	55.4	23.2	6.9

収量は標準品種の水原19号に比べ導入品種のDK729が生草重3,906kg/10aで14%、乾物重2,415kg/10aで21%増収されて、穂重比率も45%で水原19号より高かった。'93多収性の品種のうち一般粗成分はP. 3282が粗蛋白質11.7%、粗繊維23.2%で一番高かった。

② Sorghum×Sudangrass hybrid

○草長および生草収量

品 種	草長※ (cm)	生 草 重 (kg/10 a)				
		'91年	'92年	'93年	平均 ('92-'93)	指 数
GW 9110G	252	—	11,978	11,256	11,617	100
Pioneer 931	256	8,604	—	10,378	10,378	89
Pioneer 988	236	9,393	12,689	12,967	12,828	110
FP 4	230	7,889	12,866	11,243	12,055	104
FP 5	237	8,604	12,289	—	12,289	106
ST 6E	239	9,259	12,078	—	12,078	104
Kowcandy	245	—	11,878	11,719	11,790	102
Rancher D. S	243	—	11,645	10,667	11,156	96
S. 1435	245	—	8,856	11,008	9,932	85
Evergeen	246	—	—	10,196	10,196	88

LSD : 0.05

810.5

1,164.79

1,420.5

1,131.93

CV (%)

6.82

5.64

7.3

6.59

※ 1次収穫時草長

○乾物収量

品 種	乾 物 重 (kg/10 a)				
	'91年	'92年	'93年	平 均 ('92-'93)	指 数
GW 9110G	—	2,129	1,649	1,889	100
Pioneer 931	1,311	—	1,587	1,587	84
Pioneer 988	1,567	2,096	1,900	1,998	106
FP 4	1,259	1,997	1,480	1,739	92
FP 5	1,302	2,105	—	2,105	111
ST 6E	1,573	2,171	—	2,171	115
Kowcandy	—	2,094	1,708	1,901	101
Rancher D. S	—	2,048	1,449	1,749	95
S. 1435	—	1,367	1,433	1,400	74
Evergeen	—	—	1,355	1,355	72
LSD : 0.05	197.6	237.09	173.2	202.63	
CV (%)	10.64	6.76	6.3	7.90	

○一般粗成分('90年)

(乾物基準%)

品 種	粗蛋白質	粗脂肪	NFE	粗繊維	粗灰分
GW 9110G	10.8	2.5	48.4	29.3	9.0
P. 988	10.3	3.1	47.4	29.9	9.3
Kowcandy	9.4	2.9	50.6	29.0	8.1
P. 931	9.6	2.9	47.9	30.1	9.5

Sorghum×Sudangrass hybrid の年次別の累年成績は、1次収穫時草長は P.931が256 cm で一番長かった。収量は Pioneer988、GW9110G および Kowcandy が多収性の品種であり、そのうち'92年から2年間の平均成績では Pioneer988が生草重12,828kg/10a、乾物重1,998kg/10a で一番多かった。

〈試験3〉 田畑輪換耕地の多収穫作付体系選抜

1) 作付体系別収量

① 生草収量

作付体系	生草重 (kg/10a)						平均 ('91-'93)	指教
	'89年	'90年	'91年	'92年	'93年			
Rye	—	5,800	4,783	6,117	5,417	5,439		
Corn	3,383	4,731	6,953	8,569	—	7,761		
計						13,200	100	
Rye	—	5,233	5,017	5,633	5,250	5,300		
Sorghum×Sudangrass	5,460	6,196	8,456	11,750	—	10,103		
計						15,403	117	
Rye	—	5,300	4,717	5,650	5,567	5,311		
Pearl millet	6,400	5,539	5,589	9,450	—	7,520		
計						12,831	97	
Oats	—	—	2,444	6,083	5,400	4,642		
Sorghum×Sudangrass	—	—	5,927	6,267	—	6,097		
Oats	—	—	4,850	5,963	—	4,407		
計						16,146	122	
Oats	—	—	2,639	5,750	4,550	4,313		
Pearl millet	—	—	8,720	7,467	—	8,094		
Oats	—	—	5,233	5,407	—	5,320		
計						17,727	134	

② 乾物収量

作 付 体 系	乾 物 重 (kg/10a)						
	'89年	'90年	'91年	'92年	'93年	平 均 ('91-'93)	指教
Rye	—	1,148	980	1,592	1,116	1,229	
Corn	961	1,403	1,837	2,058	—	1,948	
計						3,177	100
Rye	—	1,036	989	1,422	1,060	1,157	
Sorghum×Sudangrass	1,676	1,083	1,470	2,468	—	1,969	
計						3,126	98
Rye	—	1,049	1,010	1,388	1,134	1,177	
Pearl millet	1,530	1,176	1,392	1,617	—	1,505	
計						2,682	84
Oats	—	—	408	739	721	623	
Sorghum×Sudangrass	—	—	1,400	1,591	—	1,496	
Oats	—	—	626	616	—	621	
計						2,740	86
Oats	—	—	389	719	617	575	
Pearl millet	—	—	2,302	1,500	—	1,901	
Oats	—	—	743	541	—	642	
計						3,118	98

③ TDN 収量 ('91-'93平均)

作付体系	播種期 (月日)	最終収穫 期(月日)	生草量 (kg/10a)	乾物量 (kg/10a)	指数	TDN 収量 (kg/10a)	指数
Rye	9.10	5.4	5,439	1,229		810	
Corn	5.7	8.20	7,761	1,948		1,402	
計			13,200	3,177	100	2,212	100
Rye	9.10	5.10	5,300	1,157		762	
Sorghum×Sudan	5.15	8.30	10,103	1,969		1,248	
計			15,403	3,126	98	2,010	91
Rye	9.10	5.10	5,311	1,177		775	
Pearl millet	5.15	8.30	7,520	1,505		945	
計			12,831	2,682	84	1,720	78
Oats	3.10	5.30	4,642	623		408	
Sorghum×Sudan	6.5	8.20	6,097	1,496		948	
Oats	8.30	11.10	5,407	621		407	
計			16,146	2,740	86	1,763	80
Oats	3.10	5.30	4,313	575		377	
Pearl millet	6.5	8.20	8,094	1,901		1,194	
Oats	8.30	11.10	5,320	642		421	
計			17,727	3,118	98	1,992	90

作付体系別の累年成績から生草量は Oats-Pearl millet-Oats 組合せが17,727kg/10a、乾物量は Rye-Corn 組合せが3,177kg/10a で高い結果を示した。作付組合せの品種別収量で冬作物の小麦は小麦-Corn 組合せで生草量5,439kg/10a、乾物量1,229kg/10a と多収性が見られ、夏作物は Rye-Sorghum×Sudangrass 組合せで Sorghum×Sudangrass が生草量10,103kg/10a、乾物量1,969kg/10a で多収性を見られた。また、燕麦の収量で生草量は Oats-Sorghum×Sudangrass-Oats 組合せで秋播燕麦が5,407kg/10a と一番多い水準であって、乾物量は Oats-Pearl millet-Oats 組合せで秋播燕麦が642kg/10a で一番多くなった。

3) 飼料作物栽培後水稻収量

作 付 組 合 せ		草 長 (cm)	葉 重 (kg/10a)	正 租 重 (kg/10a)	指 数	稔 実 率 (%)	千 粒 重 (g)
胡麦-Corn-水稻		93	888	678	114	91	22
胡麦-Sorghum-Sudan-水稻		91	915	750	126	93	21
胡麦-Pearl millet-水稻		93	750	616	104	93	22
燕麦-Sorghum-Sudan-燕麦-水稻		85	805	660	111	93	22
燕麦-Pearl millet-燕麦-水稻		91	793	688	116	90	23
水稻継続栽培	'91年	82	627	523	—	91	23
	'92年	102	728	636	—	95	25
	'93年	80	698	622	—	96	23
	平均	88	684	594	100	94	24

飼料作物の収穫後水稻を栽培した結果、草長は水稻継続栽培に比べ、小麦-Corn-水稻、小麦-Pearl millet-水稻栽培で93cmと一番長くなり、作付体系別の水稻収量は水稻の継続栽培より4～26%増加され、特に小麦-Sorghum×Sudangrass組合せが正租重750kg/10aで26%増収した。

4) 土壌成分変化

作 付 組 合 せ	pH (1:5)	OM (%)	AV. P205 (ppm)	Exch. Cation (me/100g)		
				Ca	Mg	K
試験前土壌	6.5	2.2	20	6.49	1.60	0.13
胡麦-Corn-水稻	6.4	1.9	110	6.70	1.17	0.16
胡麦-Sorghum×Sudan-水稻	6.6	2.6	120	7.25	1.28	0.34
胡麦-Pearl millet-水稻	6.2	2.2	113	6.75	1.26	0.18
燕麦-Sorghum×Sudan-燕麦-水稻	6.1	2.1	143	6.40	1.26	0.14
燕麦-Pearl millet-燕麦-水稻	6.2	1.9	132	6.05	1.36	0.19
水稻継続栽培	6.5	2.0	61	6.20	1.28	0.26

飼料作物を栽培後の土壌の化学的特性はpHと有機物含量は変化があまりなかったが、有効リン酸は試験前20ppmから水稻継続栽培では61ppmまで多少増加されたに対して、飼料作物を4年間栽培した後水稻を栽培した作付組合せでは110-143ppmまで大きく増加した。特

に燕麦—Sorghum×Sudangrass—燕麦—水稻組合せで一番高く現れた。

置換性陽 ion に対する Ca、K は作付組合せ間に多少差異があり、小麦—Sorghum×Sudangrass—水稻組合せで各々7.25、0.34me/100g と高く現れた。しかしその他の組合せでは大きな差異がなかった。

(4) 考 察

〈試験1〉 田畑輪換耕地適正作物および品種選抜

1) 燕 麦

奨励品種として推薦された導入品種 Cayuse を標準品種とし、国内育成品種および導入品種を水田土壌で春播、秋播として栽培した結果、春播の燕麦の出穂期は Early90、Early80 および Hayade がそれぞれ5月18日、19日と示し、Cayuse、Foothill および燕麦5号は6月10日、11日出穂で、中晩生種であった。秋播燕麦の出穂期は Hayade および Early80 が、各々10月23日、28日となり、早生品種であったのに対して、Cayuse、Foothill および三節燕麦などは出穂ができなかった。燕麦の累年収量を見ると春播栽培時の標準品種 Cayuse に比べ、燕麦5号、燕麦7号、Foothill および三節燕麦はすべての生草重、乾物重が高くなり、そのうち Foothill が生草重26%、52%増収された。秋播栽培にも春播栽培と同じ傾向で Foothill が生草重21%、乾物重19%増収を示し春播、秋播燕麦で多収性の品種のような結果が現れた。

2) Westwolds および Italian ryegrass

春播水田裏作で Westwolds および Italian ryegrass を栽培した結果、品種の間に草長が長いほど生草および乾物収量が多い傾向を示し、標準品種 Tertone と比べ Monza、Aubade、Wase Yutaka および Billiken などが多収性の品種であった。

生草重は Billiken が5,010kg/10a で55%増収し、乾物重は Wase Yutaka が626kg/10a で56%増収された。Monza は4年間の試験期間中高い収量を維持し、年次間生育条件に関係なく安定した収量を示した。

3) Forage Rape

国内の育成品種および導入品種を供試して、春播水田裏作で栽培した結果、多収性品種はそれ以外の品種草長は Bar Bn7137と、耐寒油菜が77cm で一番高かった。

収量では奨励品種の Akela に比べ初期生育が早く Bar Bn7137が生草重24%、乾物重12%増収する多収性品種であった。

4) Silage Corn

水原19号の他4個の品種を供試した結果、草長は DK729が316cm で最も長く、P.3282が一番短くなり、出穂期は水原19号、横城玉が早かった。収量では国内の育成品種の水原19号に

比べ、導入品種のDK729は生草重9,306kg/10a、乾物重2,415kg/10aで各々14%、21%増収された多収性の品種であって、穂重比率も45%の高い水準を示し、田畑輪換耕地畑転換の水田土壌でエナージ飼料として価値が優秀であった。

5) Sorghum×Sudangrass hybrid

水田土壌の栽培 Sorghum×Sudangrass hybrid 類の累年成績で1次収穫時の草長は Pioneer931が256cmで一番長く、1992年から1993年まで2年間の収量はP.988が標準品種のGW911OGに比べ、草長重10%、乾物重6%まで増収する多収性の品種であった。

〈試験2〉 田畑輪換耕地の多収穫作付体系の選抜

田畑輪換耕地に適する飼料作物の作付体系を究明するために、中部地方の主な作付体系である小麦-Cornのほか4個組合せを供試し試験した結果、'91~'93年の間の平均成績では生草重はOats-Pearl millet-Oats組合せが17,727kg/10aで一番多いのに対して、乾物重はRye-Corn組合せが3,177kg/10aで最も多かった。

飼料作物の収穫後水稻を栽培した結果、水稻の玄米重は水稻継続栽培594kg/10aより4~26%増収されて、そのうち小麦-Sorghum×Sudangrass-水稻組合せが玄米重750kg/10aで26%増収され高い収量が現れ、田畑輪換耕地の飼料作物栽培後で転換時、水稻の生産性は一定に維持された。

(5) 摘 要

休耕田を粗飼料の生産基盤として利用するにあたり、多収性であり、適応性が高い飼料作物の選抜と多収穫の栽培法を究明するために遂行した田畑輪換耕地の飼料作物の品種選抜および作付体系の試験結果を要約すると次のようであった。

(試験1)

- 1) 燕麦の収量は春播および秋播栽培でFoothillが一番多収性があり、秋播栽培より春播栽培で収量が高く現れた。
- 2) 春播栽培したWestwoldsおよびItalian ryegrassの収量は生草重でBillikenが5,010kg/10a、乾物重では品種Wase Yutakaが626kg/10aで一番高かった。
- 3) 春播栽培 Forage Rape 収量で生草重は1991年の指導事業に反映された Bar Bn7137が一番多収であったのに対し、乾物重は耐寒油菜が559kg/10aで一番高い水準を示した。
- 4) Silage用Cornの収量は導入品種DK729が国内育成品種である水源19号に比べ生草が14%、乾物が21%増収する多収性品種であった。
- 5) Sorghum×Sudangrass hybridの収量はP.988とKowcandy品種が優秀であった。

(試験 2)

- 1) 田畑輪換作付体系の飼料作物を栽培後、土壌の化学的特性は pH と有機物含量の変化はなかったが、有効リン酸は水稻継続栽培に比べ高かった。
- 2) 作付体系別収量では Oats-Pearl millet-Oats 組合せが一番高かったが、1991年から1993年までの乾物収量と TDN 収量では小麦-Corn が高い水準を示した。
- 3) 飼料作物収穫後水稻を栽培した結果、10a 当玄米重は小麦-Sorghum×Sudangrass-水稻組合せが750kg で水稻継続栽培に比べ21%増収された。

<文献省略>

6. (1) 水田転換畑における大豆栽培技術究明試験

(2) 生育時期別湿害が大豆の生育及び収量に及ぼす影響

遂行機関：作物試験場

担当者：崔庚鎮、金旭漢、柳龍煥、洪殷憲、金奭東

(1) 緒言

最近 UR 協商妥結によって米輸入量が漸進的に拡大する展望である。従って遊休田増加が予想できることに従い、休耕田で水稻に代替できる作物では、比較的湿害によくたえられる大豆の栽培が有利である。日本の自給できる大豆生産量の相当部分が水田で生産するという点でみて、今から韓国大豆も水田での栽培面積が拡大できることと考える。

水田は土壌が肥沃で平坦で水の管理が容易であるが、地下水位が高く水田において大豆を栽培する場合、畑で湿害を受けない程度の降雨下でも湿害を受けないとはいえない。湿害は継続する降雨による土壌内養分の溶脱と、根からの中間代謝物質の溶出が激化し、養分不足現象を起こさせるとか、地下水位が高く土壌内の気相が水分で満たされることで、根圏および根での O_2 不足、 CO_2 過多、ethylene 発生等の stress が起こることと、これによって植物体が二次的に代謝過程で毒性を示すとか、養分欠乏現象が現れるという。

N. R. Bishnoi と H. N. Krishnamoorthy は浸水になると葉面積が減少し、葉緑素含量および光合成率が低下し、気孔抵抗は増加するという。D. M. Oosterhuis 等も湿害時光合成と気孔抵抗に対する反応は品種によって異なるが、 R_2 時期が V_4 時期に比べその影響が大きいという。

地下水位と関連がある田畑輪換栽培面を見ると韓国と日本は米の生産性が高く、栽培面積も拡大したゆえに、最近では自給を超過する実情に反し、畑作物の栽培生産は大きく減少している。平坦であって肥沃で水の利用が便利な田の弾力的利用増大面を漸次考慮中であるが、このような観点で水田を畑輪換時水稻の後作大豆の栽培に関する研究が多く報告されている。

従って、本研究は湿害の恐れが高く水田で大豆を栽培する場合、収量減少を最少化するための適正栽培法を究明し、湿害の恐れが高い營養生長期と開花期の湿害様相を明らかにしようとした。

(2) 材料および方法

<試験 1> 水田転換畑における大豆栽培技術究明試験

1) 適正省力播種方法および栽培密度究明試験

— 供試品種：短葉大豆

— 処理内容

播種方法	栽植密度 (本/10a)	試験区配置
慣行	16,000	処理別単区制
散播畦立覆土	22,000	
高畦機械播種	33,000	
平畦機械播種		

—播種期：6月19日

—施肥量：N-P-K=4-7-6kg/10a

2) 中耕培土が大豆の生育および収量に及ぼす影響

—供試品種：黄金大豆、無限大豆

—処理内容

処 理	中 耕 (月日)		培 土 (月日)	
	6.29	7.10	6.29	7.10
慣行(人力点播)	○	○		
早期培土1回			○	
普通期培土1回				○
培土2回(早期+普通期)			○	○

—播種期：6月2日

—施肥量：N-P-K=4-7-6kg/10a

—試験区配置：品種別処理別単区性

〈試験2〉 生育時期別湿害が大豆の生育および収量に及ぼす影響

—供試品種：黄金大豆等10品種

—処理内容

処 理 時 期	処 理 時 間	備 考	試験区配置
対 照 区 幼苗期(本葉2~3葉期) 開花期(R ₂ stage)	適湿維持 15日処理	処理期間のうち地下水位 を pot 内地表以下10cm に維持	2 要因 3 反復

(3) 試験結果

1) 水田転換畑大豆の適定栽植密度および培土方法

短葉大豆を供試し、播種方法別大豆の生育状況を調査した結果は表1で見ると、播種方法に関係なく、栽植密度を増加させるほど茎長と葉面積指数は増加し、茎長の増加に従い、第1分枝の発生節位も高くなった。だが栽植密度が増加するほど分枝数と茎太は減少し、主茎節数も栽植密度の増加に伴い減少する傾向であるが、播種方法によって各々異なる傾向を示した。

表1 播種方法と栽植密度による生育状況

播種方法	栽植密度 (個体/10a)	茎長 (cm)	主茎節数 (節)	分枝数 (個)	茎太 (mm)	葉面積指数 (m ² /m ²)	第1分枝 発生節位
散播畦立覆土	16,000	69.3	14.9	3.5	8.8	1.94	2.7
	22,000	69.7	15.0	3.3	8.0	2.37	2.8
	33,000	72.2	15.2	2.5	6.4	3.03	4.8
	平均	70.4	15.0	3.1	7.7	2.45	3.4
高畦機械播種	16,000	58.6	13.8	4.0	8.2	4.60	2.1
	22,000	67.1	14.9	3.8	8.1	3.06	2.9
	33,000	67.8	15.0	2.7	5.9	3.09	4.7
	平均	64.5	14.3	3.5	7.4	2.58	3.2
平畦機械播種	16,000	60.6	15.1	3.8	9.2	2.03	3.0
	22,000	75.1	15.1	2.9	7.9	2.56	3.9
	33,000	74.4	15.2	1.9	6.3	3.19	3.6
	平均	70.0	15.1	2.9	7.8	2.59	3.5
人力点播(慣行)	16,000	66.1	15.1	4.3	7.3	1.66	2.8
	22,000	66.9	15.1	4.3	8.5	2.53	3.1
	33,000	71.3	15.0	2.8	7.0	2.81	4.2
	平均	68.1	15.1	3.8	7.6	2.33	3.4

表2 播種方法と栽植密度に従う収量構成要素および収量

播種方法	栽植密度 (個体/10a)	莢数 (個/m ²)	100粒重 (gr)	収量 (kg/10a)	収量指数
散播畦立覆土	16,000	1,560.2	12.2	261	(100)
	22,000	1,620.1	11.8	271	(104)
	33,000	1,775.4	12.2	297	(114)
	平均	1,651.9	12.1	276	127
高畦機械播種	16,000	1,631.0	11.6	261	(100)
	22,000	1,562.4	12.9	250	(96)
	33,000	1,706.1	12.7	273	(105)
	平均	1,633.2	12.4	261	120
平畦機械播種	16,000	1,298.8	11.7	198	(100)
	22,000	1,521.8	12.6	232	(117)
	33,000	1,600.5	12.4	244	(123)
	平均	1,473.7	12.2	225	104
人力点播(慣行)	16,000	1,357.8	12.2	203	(100)
	22,000	1,491.4	12.5	223	(110)
	33,000	1,498.2	12.3	224	(110)
	平均	1,449.1	12.3	217	100

L. S. D. (0.05)

0.6 20.0

(0.01)

0.5 32.4

また、播種方法と栽植密度に伴う大豆の収量構成要素および収量の変化は表2のようにm²当莢数は高畦機械播種を除外したすべての播種方法で栽植密度が増加するほど増加したが、播種方法による有意的差異は認められなかった。播種方法別栽植密度による収量反応もm²当莢数のような傾向を示している。高畦機械播種を除けば、密植するほど増収し、平均的にまで散播畦立覆土と高畦機械播種が慣行栽培により、各々27%、20%増収し、播種方法に従う有意的差異が認められた。従って、転換田における大豆栽培は畑での標準栽植密度よりもっと密植するのが増収することを示している。適正栽植密度に関してはさらに研究を進めていくほうが望ましい。また、散播畦立覆土や高畦機械播種が増収したことは、播種方法によって排水路が形成されていると、地表面より相対的に高い位置に播種でき、湿害が多少回避できたと判断する。

表3 培土処理別大豆品種等の生育および収量

品 種	処 理 内 容	茎 長 (cm)	茎 太 (mm)	地上部 乾物重 (g/個体)	莢 数 (個/個体)	100粒重 (g)	収 量 (kg/10a)	指 数
黄金 大豆	慣行 (中耕2回)	60.0	7.4	26.7	37.7	22.1	197	100
	早期培土 1回	56.6	7.7	28.8	38.4	24.3	224	114
	普通期培土 1回	54.3	2.9	37.1	43.5	24.3	257	130
	培土 2回	53.1	7.8	49.2	43.8	25.2	263	134
無限 大豆	慣行 (中耕2回)	90.1	7.8	27.3	52.7	17.9	258	100
	早期培土 1回	96.6	8.1	34.7	53.9	18.3	273	106
	普通期培土 1回	92.4	9.2	38.5	54.3	19.7	307	119
	培土 2回	87.8	9.3	40.6	54.8	19.0	308	119

転換田における黄金大豆と無限大豆を供試し、'90～'91年において、培土処理試験を行った結果は表3に見るように培土処理に依る大豆の生育は慣行に比べ茎太、地上部乾物重、株当莢数、100粒重が大きく増加し、収量が品種に従って6～34%増収でき、培土処理の効果が著しかったと思う。また、培土処理時期および回数別にみると黄金大豆と無限大豆すべて早期培土1回処理より、普通期培土1回または早期と普通期に各々1回ずつ培土すると生育は大きく向上し、収量面では黄金大豆は慣行対比30～34%、無限大豆は慣行対比19%増収したが、普通期に1回培土することと、早期および普通期に各々1回ずつ培土するのとは著しい差異がなく、培土処理は普通期に1回だけ処理するほうが効果的であると考えられる。また、培土処理後莢肥大期に調査した各処理別土壌の物理的性質を調査した結果は表4で見ると、培土処理によって土壌の孔隙率が向上し、気相の比率が顕著に増加した土壌中の気相の比率増加は好気性根瘤の生育を良好にし、収量増収に影響を及ぼしたと判断する。

表4 処理別土壌の物理的性質

処 理	孔隙率 (%)	固 相 (%)	液 相 (%)	気 相 (%)	仮比重 (g/cm ³)
無 培 土	49.7	51.9	25.3	22.8	1.38
早 期 培 土	55.5	44.4	21.5	34.2	1.18
普 通 期 培 土	57.0	43.0	21.2	35.8	1.14
培 土 2 回	47.4	42.6	19.7	37.7	1.31

* 調査時期：9月15日 (莢肥大期)

2) 生育時期別湿害が大豆の生育および収量に及ぼす影響

栄養生長期に15日間湿害処理した後、供試品種等の茎長は表5で見ると、湿害処理直後の茎長は無処理より有意に減少し、収穫期茎長も無処理より有意に減少した。平均的に見ると、湿害処理期間中では無処理より5.1cm減少した茎長が収穫期にも5.2cm減少したことを表して、湿害処理が終わると茎長は正常的に生育することと見えた。

表5 栄養生長期湿害処理15日後茎長の変化 (cm)

品 種	処 理 後 直 後			収 穫 期		
	対照(A)	処理(B)	(B/A)%	対照(C)	処理(D)	(D/C)%
長寿大豆	42.2	37.2	88.2	95.3	81.0	85.0
太光大豆	34.2	28.7	83.9	58.8	47.3	80.4
水原155号	44.5	34.5	77.5	64.3	59.5	92.5
釜光大豆	41.2	35.7	86.7	75.3	70.0	93.0
八達大豆	34.8	28.0	80.5	41.7	40.7	97.6
Kunolkomg	31.7	28.5	89.9	32.3	31.0	96.0
Hill 大豆	42.0	40.7	96.9	83.3	75.3	90.4
Williams	36.3	30.3	83.5	79.0	74.7	94.6
白川大豆	34.3	31.3	91.3	50.7	50.7	100.0
黄金大豆	35.3	33.7	95.5	57.0	56.0	98.2
平 均	37.7	32.8	87.0	63.8	58.6	91.8
LSD(5%)	処理(T)	**			**	
	品種(C)	**			**	
	T×C	ns			ns	

栄養生長期の湿害処理は葉面積の増大を大きく抑制させるが、湿害処理と同時に発生が始まった第5本葉中の中央に位置した葉の葉面積増大様相を調査した結果は図1で見ると、湿害処理下においても最大葉面積に到達する期間は無処理と似ているが、最大葉面積増加率が3.1cm²/dayのように、無処理(6.8cm²/day)の折半以下に減少し、葉生長が終了した葉面積も無処理の47%水準に大きく減少でき、湿害による地下部の根系発達低下に従い、単位葉面積の増加速度は大きく減少するように表れ、地下部で発生した湿害はすぐ地上部形質に影響が及んで、地上部生育にも大きく関与したと推定できた。

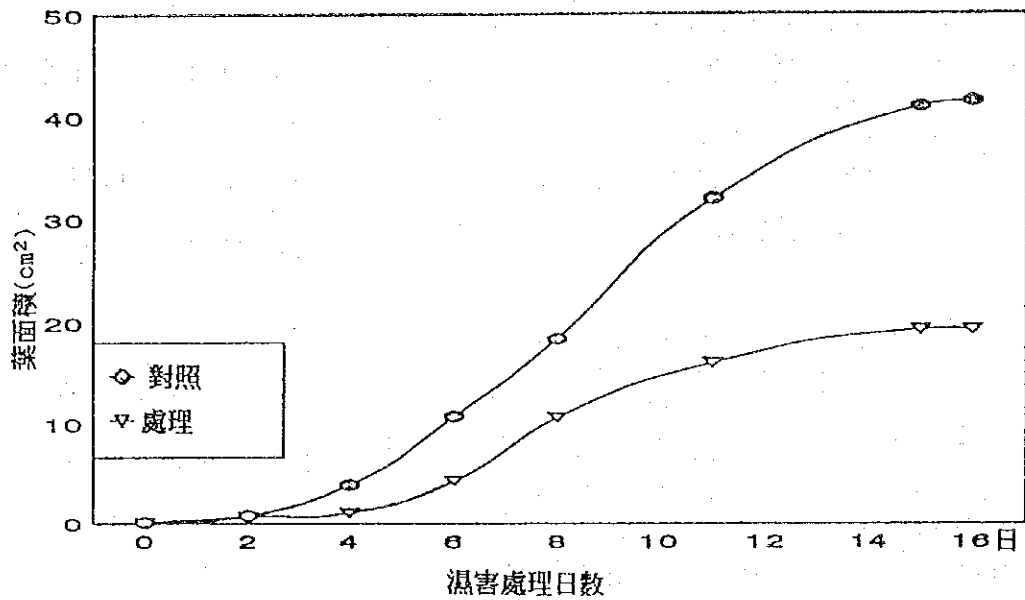


図1 湿害処理期間中第5本葉の中央葉の葉面積増加様相

表6 營養生長期および開花期湿害処理日数に従う top/root ratio 変化

生育時期	品 種	湿 害 処 理 期 間 (日)								
		5			10			15		
		対照 (C)	処理 (T)	T/C (%)	対照 (C)	処理 (T)	T/C (%)	対照 (C)	処理 (T)	T/C (%)
營 養 生長期	長寿大豆	2.74	3.20	116.8	2.51	2.84	113.1	2.51	2.66	105.9
	太光大豆	2.09	2.90	138.8	2.60	2.81	108.1	2.17	2.18	100.5
	水原155号	2.96	3.07	103.7	2.75	3.25	118.2	2.48	2.48	100.0
	釜光大豆	2.94	3.12	106.1	2.42	3.39	140.1	2.26	2.50	110.6
	平均	2.68	3.07	114.6	2.57	3.07	119.5	2.36	2.45	103.8
開花期	長寿大豆	3.94	4.22	107.1	4.56	4.85	106.3	4.65	5.64	121.3
	太光大豆	3.39	3.75	110.6	4.25	4.43	104.2	4.22	4.71	111.6
	水原155号	4.10	4.56	111.2	4.17	5.06	121.3	4.87	5.25	107.8
	釜光大豆	3.97	4.15	104.5	4.26	4.82	113.1	4.61	4.70	101.9
	平均	3.85	4.17	108.3	4.31	4.79	111.1	4.47	5.08	113.6
營 養 生長期	処理 (T)		**			**			ns	
	対照 (C)		**			**			**	
	T×C		ns			ns			ns	
開花期	処理 (T)		**			**			*	
	対照 (C)		*			ns			ns	
	T×C		ns			ns			ns	

表6は長寿大豆等4品種を供試し、湿害処理後5日間隔に調査し、湿害処理による地下部の生長抑制が地上部の生長に及ぼす影響を top/root ratio で示したもので、top/root ratio は營養生長期と開花期とは様相が異なり、營養生長期の場合湿害初期の地下部の生長鈍化によって、top/root ratio が増加する中で処理10日後から漸次減少し、15日間の処理では地上部生育が著しく低下し、無処理と似合う傾向を示した。従って、營養生長期の場合は湿害によって根の生育が抑制されて、その結果によって top/root ratio が増加する途中処理期間の持続に伴い、結局地上部生育も並行し、抑制する結果を表している。これは湿害は地下部生育をまず阻害させて、その後阻害した地下部生育影響が地上部で表現できることと判断した。だが、開花期処理は地上部生育がある程度完成した状態で、処理期間の持続による地下部の継続的な生育減少で、top/root ratio も継続増加したが、このような結果は Source と Sink の不均衡的な状態を招来するものと考えられる。

表7 湿害処理15日後根瘤乾物重の変化 (g/個体)

品 種	營 養 生 長 期			開 花 期		
	対照(A)	処理(B)	B/A(%)	対照(A)	処理(B)	B/A(%)
長寿大豆	1.23	0.82	70.7	6.13	3.09	50.4
太光大豆	1.00	0.75	75.0	6.41	2.76	43.1
水原155号	0.99	0.86	86.9	7.11	2.95	41.5
釜光大豆	1.00	0.71	71.0	6.84	3.32	48.5
八達大豆	0.93	0.60	64.5	2.58	0.69	26.7
Kunolkong	1.38	0.83	60.1	1.97	0.32	16.2
Hill 大豆	1.05	0.46	43.8	5.83	2.54	43.6
Williams	0.96	0.72	75.0	2.66	1.36	51.1
白川大豆	1.47	0.71	48.3	6.44	5.26	81.7
黄金大豆	1.39	0.73	52.5	7.22	4.10	56.8
平 均	1.14	0.72	63.2	5.32	2.64	49.6
LSD (5%)	処理(T)	**			**	
	品種(C)	*			**	
	T×C	*			ns	

表7は各生育時期別湿害処理に従う品種別根瘤乾物重の変化を表したもので、両時期すべて湿害処理による根瘤乾物重が無処理より大きく減少し、高度の有意的差異を示した。湿害

による根瘤の減少程度は根瘤の生育および活力が最も旺盛な開花期に大きかった。

無処理に対する比率で見ると、栄養生長期湿害処理によっては、水原155号の根瘤乾物重が無処理の86.9%で最も大きく、開花期湿害処理では白川大豆が無処理の81.7%水準で比較的湿害に強かったが、八達大豆と Kunolkong は各々無処理の26.7%、16.2%のように大きく減少した。

長寿大豆等4品種を供試し、各生育時期別湿害持続期間別に上位3番目葉の葉緑素濃度減少とその回復程度を図2で見ると、各生育時期において処理期間が長くなるほど、無処理との葉緑素含量差異が大きくなり、回復期間や処理期間に比例し長くなる傾向であった。だが栄養生長期には処理期間を15日にしても処理終了後2週間が経つと無処理と同じ程度に葉緑素含量が回復してきたが、開花期処理時には処理期間が長くなることにより、無処理の水準に回復できないように現れた。葉緑素含量と光合成速度とは、高度の正の相関関係があると考えられる時、開花期の湿害は葉の光合成能力低下による炭水化物の生殖生長への転流は勿論、根瘤への供給量も減少し、栄養生長期の湿害よりは生殖生長に不利な影響を及ぼすことと判断できた。

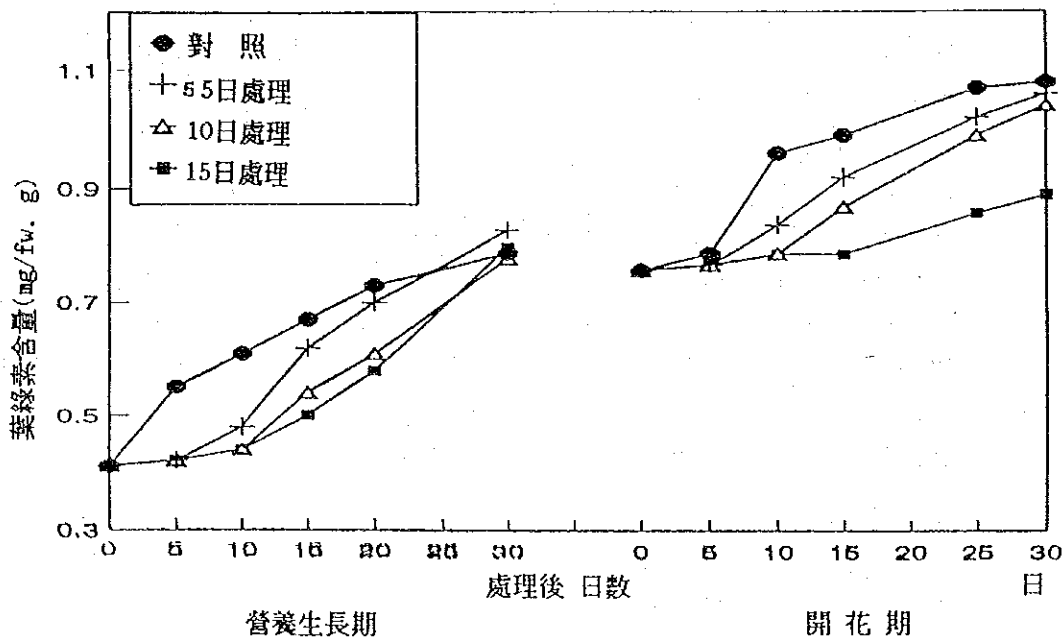


図2 營養生長期および開花期の湿害処理日数による葉緑素含量の変化

營養生長期および開花期に15日間湿害処理した後、成熟期に調査した各品種等の莢数は表8で見ると、營養生長期湿害処理によって平均莢数は無処理の89.0%水準であった。品

種別では長寿大豆と白川大豆は莢数の減少が見えなかった。Kunolkong、Hill大豆等は各々無処理の77.7%、78.5%のように大きく減少した。また、開花期湿害処理ではすべての品種で莢数が大きく減少し、平均的に見て無処理の64.2%に過ぎない。八達大豆が無処理の80.8%のように莢数の減少が比較的少ない品種に見えた。

表8 生育時期別湿害処理15日後莢数の変化 (個/個体)

品 種	対照(A)	營養生長期		開 花 期	
		処理(B)	B/A(%)	処理(C)	C/A(%)
長寿大豆	180.0	181.3	100.7	109.5	60.8
太光大豆	197.5	166.5	84.3	135.8	68.8
水原155号	136.0	132.0	97.1	67.8	49.9
釜光大豆	278.3	257.3	92.5	153.8	55.3
八達大豆	138.3	114.3	82.6	111.7	80.8
Kunolkong	39.0	30.3	77.7	22.7	58.2
Hill大豆	381.3	299.3	78.5	263.0	69.0
Williams	114.3	109.3	95.6	83.3	71.0
白川大豆	281.0	282.0	100.4	174.0	61.9
黄金大豆	148.7	120.0	80.7	93.7	63.0
平 均	189.4	169.3	89.0	121.5	64.2
LSD (5%)	処理(T)		**		**
	品種(C)		**		**
	T×C		ns		**

さらに湿害処理に従う100粒重の変化は表9で見ると、両時期すべて無処理の95-96%水準で、比較的湿害による減少が少なく、品種別に見ると營養生長期には長寿大豆、水原155号、Hill大豆等の減少が大きく、開花期湿害によっては八達大豆、Hill大豆、Williams等の減少が大きく表れた。

表9 生育時期別の湿害処理15日後100粒重の変化 (g)

品 種	対照(A)	營養生長期		開 花 期	
		処理(B)	B/A(%)	処理(C)	C/A(%)
長寿大豆	23.40	20.84	89.1	22.97	98.2
太光大豆	23.82	22.85	96.0	22.64	95.1
水原155号	32.27	28.02	86.8	32.36	100.3
釜光大豆	15.46	15.60	100.9	16.67	100.9
八達大豆	16.13	15.98	99.1	11.86	73.5
Kunolkong	30.28	32.40	107.0	30.40	100.4
Hill 大豆	13.48	11.82	87.7	11.16	82.8
Williams	18.21	17.14	94.1	13.59	74.6
白川大豆	17.01	16.37	96.2	16.33	96.0
黄金大豆	24.09	24.36	101.1	28.53	118.4
平 均	21.42	20.54	95.9	20.65	96.4
LSD (5%)	処理(T)		*		*
	品種(C)		**		**
	T×C		**		**

營養生長期および開花期において15日間湿害処理した後、収穫後に調査した種実収量は表10で見るとように湿害処理によって両時期すべて種実重が大きく減少したが、開花期湿害処理による減少が最も大きく、品種の平均で見ると無処理の58.7%に過ぎなかった。また營養生長期湿害処理によって種実収量の減少が比較的少なく、耐湿性で認定できる品種は長寿大豆、水原155号、Williams等で無処理の84.4%—86.4%水準である。開花期湿害処理によっては、太光大豆が無処理の75.7%で供試品種中比較的湿害に強い品種であった。

營養生長期および開花期に長寿大豆等4品種を供試し、5、10、15日間湿害処理した後、成熟期において種実収量を調査した結果は図3で見るとように、両時期みんな湿害処理期間が長くなるほど収量は減少し、營養生長期には15日処理によって無処理の81.3%であったが、開花期には15日処理によって60.9%水準に大きく減少した。また、5日間の湿害処理でも營養生長期の場合無処理の95.3%水準だが、開花期には81.5%水準に大きく減少し、開花期には短い期間の湿害も収量減少に大きく影響を及ぼした。

表10 生育時期別湿害処理15日後収量の変化 (g/個体)

品 種	対照(A)	營養生長期		開 花 期	
		処理(B)	B/A(%)	処理(C)	C/A(%)
長寿大豆	85.75	74.07	86.4	49.78	58.1
太光大豆	77.76	54.94	70.7	58.85	75.7
水原155号	80.28	67.83	84.5	41.15	51.3
釜光大豆	91.39	75.50	82.6	54.35	59.5
八達大豆	45.99	39.32	85.5	24.67	53.6
Kunolkong	24.61	19.51	79.3	12.01	48.8
Hill 大豆	88.81	54.09	60.9	58.11	65.4
Williams	45.41	38.33	84.4	24.41	53.8
白川大豆	90.38	72.03	79.7	52.88	58.5
黄金大豆	72.18	53.99	74.8	44.81	62.1
平 均	70.25	54.96	78.9	42.10	58.7
LSD (5%)	処理(T)		**		**
	品種(C)		**		**
	T×C		ns		ns

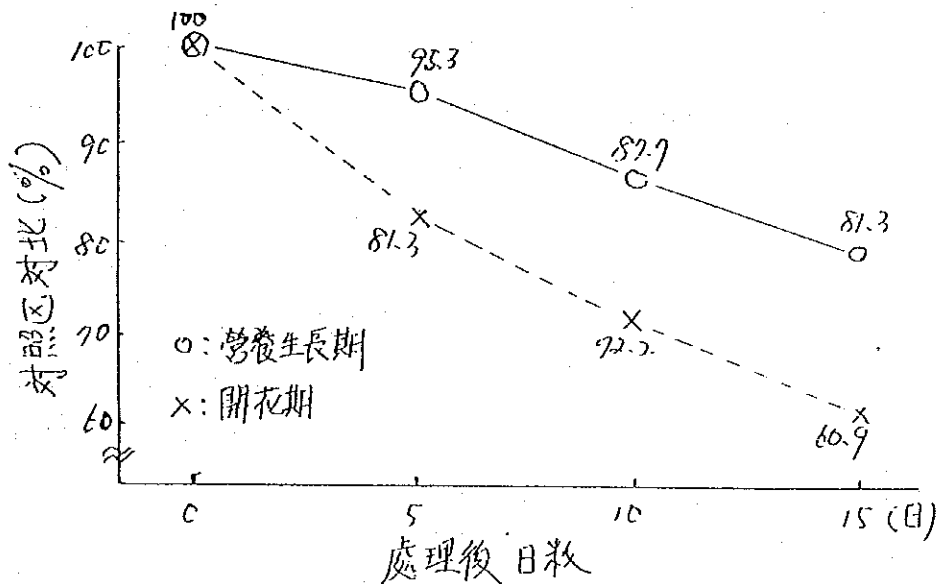


図3 營養生長期および開花期の湿害処理期間に従う収量の変化

表11は營養生長期および開花期湿害処理後、供試品種等の成熟期を調査したもので、營養