

## 転換畑の麦跡大豆晩播栽培における 砕土条件及び栽植様式に関する研究

前波健二郎・太田 章・久保野実\*・小林俊一

### I 緒 言

水田利用再編対策は国の重要な施策として展開され、転作作物として麦、大豆等の生産が奨励されているが、これが定着のためには稲作に劣らぬ収益の確保が必要であるため、麦-大豆の輪作体系が普及に移されている。

転換畑の麦跡大豆晩播栽培では麦収穫後の麦稈すき込みによる砕土条件が大きな問題となっている。砕土条件と大豆の発芽及び初期生育については西入ら<sup>1)</sup>、茨城農試<sup>2)</sup>等の報告があるが、麦稈すき込み等についての検討はなされていない。

栽植様式については、畑での知見は得られているが、転換畑の麦跡晩播栽培における報告は少ない。

そこで、筆者らは転換畑における晩播大豆の生産安定をはかるため、砕土条件及び栽植様式に関する試験を実施し、いくつかの知見を得たので報告する。

本試験は農水省から総合助成試験費を受け「土壌型別転換畑における排水技術と大豆の多収技術の確立試験」の課題名で1979年から1981年の3か年にわたり実施したうちの一部をとりまとめたものである。

### II 砕土条件と発芽初期生育に関する試験

転換畑における麦跡晩播大豆の発芽初期生育を高める砕土条件について麦稈すき込みの有無及び耕深との関連を組合せて検討した。

#### 1. 試験方法

##### 1) 稲跡の転換初年目ほ場における砕土について

供試ほ場は栃木農試本場内水田ほ場で土壌統群は、厚層多腐植質多湿黒ボク土及び中粗粒灰色低地土、灰褐色系である。両土壌とも水稲作付跡のほ場である。灰色低地土は前年秋に1回ロータリ耕うんを行った。試験はロータリ耕うん回数1~4回の4段階で行った。耕うんピッチは各10cmである。試験は1980年に実施した。

##### 2) 麦跡の転換初年目ほ場及び2年目ほ場における砕土について

供試品種はタチスズナリである。供試ほ場は栃木農試本場内水田ほ場で土壌統群は中粗粒灰色低地土、灰褐色系である。水稲-麦作付跡及びその後大豆-麦作付跡ほ場である。栽植密度は $m^2$ 当たり16.7株(畦幅60cm, 株間10cm, 1本立)である。施肥はa当たり窒素0.2kg, リン酸0.7kg, カリ0.7kgを全面施用した。試験区の構成は、耕深8~9cm及び12~13cmの2段階、麦稈すき込みの有無及びロータリ耕うん回数(1979年は2回及び3回, 1980年は1~3回)で行った。は種は、1979年は6月21日, 1980年は6月18日に手まきで行った。1区面積は16 $m^2$ として2反復で実施した。麦稈は1979年はa当たり48kg, 1980年は50kgをすき込んだ。

##### 3) 麦稈すき込み量について

供試品種はタチスズナリである。供試ほ場は栃木農試本場内水田ほ場で土壌統群は厚層多腐植質多湿黒ボク土であり、転換3年目(麦跡)ほ場である。試験区の構成は、耕うん回数1, 2, 3回の3段階、麦稈量0, a当たり20kg, 40kg, 60kgの4段階及び麦稈の平均切断長9.3cm及び16.6cmの2段階で行った。耕うんピッチは各10cmで行った。は種はトラクタけん引型は

\*現在、小山農業改良普及所

栃木県農業試験場研究報告第28号

種機（真空式、は種溝切ディスク型）で1981年6月30日に行った。

2. 試験結果

1) 稲跡の転換初年目は場における碎土について

土塊の分布は第1表のとおりである。厚層多腐植質多湿黒ボク土では、耕うん回数を増すが直径4 cm以上の土塊割合が減少したが、耕うん回数4回でも碎土率（直径2 cm以下の土塊割合）は59.1%であった。中粗粒灰色低地土、灰褐色系では、前年秋に行った耕うんも含めて、耕うん回数3回で54.4%、4回で74.4%であった。

第1表 土塊の分布（1980）

土壌統群	耕うん回数	土塊の分布%			
		1 cm以下	1~2	計	2 cm以上
厚層多腐植質多湿黒ボク土	1	10.8	12.1	22.9	77.1
	2	17.8	25.3	43.1	56.9
	3	23.8	31.5	55.3	44.7
	4	27.5	31.6	59.1	40.9
中粗粒灰色低地土、灰褐色系	2	17.7	14.3	32.0	68.0
	3	33.8	20.6	54.4	45.6
	4	46.2	28.2	74.4	25.5
	5	68.6	26.3	94.9	5.1

注1. 中粗粒灰色低地土、灰褐色系の耕うん回数は秋耕を含む。

2. 土塊の分布は生土重量比。

第2表 土塊の分布（1979）

耕深	麦稈の有無	耕うん回数	土塊の分布%			
			1 cm以下	1~2	計	2 cm以上
浅	無	2	56.2	23.8	80.0	20.0
	有	2	53.5	22.6	76.1	23.9
		3	54.4	25.4	79.8	20.2
深	有	2	52.2	20.6	72.8	27.2
		3	67.1	19.8	86.9	13.1

注. 耕深：浅8~9 cm 深12~13 cm

2) 麦跡の転換初年目は場及び2年目は場における碎土について

初年目麦跡は場における土塊の分布は第2表のとおりである。麦稈をすき込んでいないほ場では耕うん回数2回で碎土率は80.0%であった。また、耕深が深いと碎土率はわずかに減少した。

転換2年目麦跡ほ場での土塊の分布及び大豆の生育は第3表のとおりである。耕うん回数を増すと碎土率は増加した。また、麦稈をすき込まない場合、耕うん回数1回で碎土率は67.4%であった。耕深が深く麦稈をすき込んだ場合、耕うん回数1回で碎土率が特に低下した。発芽率は90.5~98.5%と良好であり、区間に明らかな差はなかった。6月30日調査では、耕うん回

第3表 土塊の分布及び生育収量（1980）

耕深	麦稈の有無	耕うん回数	碎土率%	発芽率%	6月30日			7月22日		子実重 kg/a
					乾物重 g/m <sup>2</sup>			T/R比	T/R比	
					地上部	地下部	計			
浅	無	1	67.4	94.0	3.15	0.42	3.57	7.50	7.16	21.1
		2	89.0	90.5	3.62	0.52	4.14	6.96	5.73	20.2
	有	1	75.2	93.3	2.72	0.42	3.14	6.48	6.85	21.8
		2	80.9	97.0	3.20	0.55	3.75	5.82	7.49	22.4
		3	93.1	97.5	3.07	0.63	3.70	4.87	5.47	22.8
深	有	1	57.8	94.0	3.08	0.43	3.51	7.16	5.95	22.7
		2	76.8	94.5	3.32	0.52	3.84	6.38	6.22	21.2
		3	92.0	98.5	3.17	0.63	3.80	5.03	5.90	20.2

数1回で乾物重がやや軽い傾向が認められた。また、T/R比は耕うん回数が増すにしたがい減少した。しかし、7月22日調査では乾物重、T/R比とも区間差は認められなかった。子実重も区間差は認められなかった。

3) 麦稈すき込み量について

碎土率及び大豆の生育は第4表のとおりである。碎土率は全般に高かったが、耕うん回数1回で切断長が長く、麦稈すき込み量60kg区で53.8%と低かった。麦稈の埋没率は処理間に明らかな差は認められなかった。1m間の発芽数は碎土率53.8%の区で8.5本と低かった他は、処理間に差は認められなかった。7月31日の草丈は処理間に明らかな差はなかった。

第4表 碎土率及び大豆の生育 (1981)

耕 う ん 回 数	麦 稈 の 切 断 長	麦 稈 量 kg/a	碎 土 率 %	麦 稈 の 埋 没 率 %	1 m 間 発 芽 数 本	7月31日 の草丈 cm
1		0	83.2	-	12.0	58.0
	短	20	74.6	72.1	11.7	58.6
		40	79.0	75.7	11.9	58.1
	60	20	76.5	80.2	12.1	55.4
		40	76.1	80.0	11.9	54.2
	60	73.1	73.3	11.6	56.1	
2		0	84.3	-	12.1	57.1
	短	20	82.5	88.5	11.4	58.2
		40	94.1	78.5	13.0	56.4
	60	20	83.4	83.8	11.8	54.6
		40	78.7	87.1	12.4	56.5
	60	78.8	88.5	12.3	55.9	
3		0	82.3	-	12.0	55.9
	短	20	81.8	87.2	11.9	52.2
		40	80.0	90.5	11.7	50.9
	60	20	81.7	81.8	11.5	55.0
		40	80.0	80.5	11.5	57.7
	60	86.3	82.9	12.2	49.7	
	60	81.5	88.9	12.7	51.8	

注. 1m間は種粒数(理論値)は11.8粒。

3. 考 察

西入ら<sup>9)</sup>は碎土率57.5~83.7%の範囲では、土塊分布と地上部生育、根系分布及び収量との間に明瞭な関係は認められなかったと報告しているが、本試験でも手まきでは碎土率が57.8~93.1%の範囲で発芽率及び生育収量に差は認められなかった。

機械は種の場合、茨城農試<sup>1)</sup>では碎土率60%以上で出芽が良好であったと報告している。本試験でも碎土率53.8%の場合、1m間発芽本数が低下したが、73.1%以上では発芽は良好であり、碎土率は60%程度必要と推察された。

60%程度の碎土率を確保するためには、対象区として実施した転換初年目水稻跡の場合は本試験の結果4回の耕うんが必要であったが、麦跡では作土が膨軟になっているため、本試験の結果から、麦稈の有無を問わず通常1回の耕うんでよい成績が得られた。ただし、転換初年目と耕深を12~13cm程度に深くした場合及び麦稈重がa当たり60kgで切断長が長い場合は碎土率が低下するので2回の耕うんが必要と考えられる。

III 栽植様式に関する試験

転換畑における麦跡晩播大豆の収量向上をはかるため栽植密度及び栽植様式について検討した。

1. 試験方法

供試品種はタチスズナリである。供試畑は栃木農試本場内水田は場で土壌統群は中粗粒灰色低地土、灰褐色系である。1978年秋から二条大麦-大豆の体系で3年間作付した。施肥は、a当たり窒素0.2kg、リン酸0.7kg、カリ0.7kgとした。試験区の構成は第5表のとおりである。1区面積は16m<sup>2</sup>で2反復とした。は種は、1979年6月21日、1980年6月18日、1981年6月24日に行った。1株2粒は種して、間引後1株1本立とした。

栃木県農業試験場研究報告第28号

2. 試験結果

1) 気象概況

1979年は、全般に高温に経過した。日照はほぼ平年並であった。降水量は少なめに経過したが9月下旬は台風等により長雨があった。

1980年は6月下旬から8月下旬にかけて低温・多雨・日照に経過した。

1981年は7月は比較的高温に経過したが、登熟期間は平年並からやや低めに経過した。

2) 地上部乾物重及び葉面積指数について

地上部乾物重及び葉面積指数の推移は第6表のとおりである。乾物重は7月下旬から急激に増加した。各時期とも密植で重い傾向であった。また、同じ栽植密度間では畦幅の狭い方がわずかに重い傾向だった。

葉面積指数は8月下旬にほぼ最大となった。各時期とも密植で大きかった。同じ栽植密度間では畦幅の狭い方がわずかに大きい傾向があっ

第5表 試験区の構成

畦幅(cm) \ 株間(cm)	20	13.4	10	7.5	6.7	5	3.3	2.5
90	5.6*	8.3*	—	—	16.7*	—	33.3*	—
60	8.3	—	16.7	22.2	—	33.3	—	66.7*
30	16.7	—	33.3	—	—	66.7	—	—

注. ※は1980~1981年の2ヶ年実施。単位 株/㎡

第6表 地上部乾物重及び葉面積指数の推移 (1980)

畦幅 × 株間 cm × cm	栽植 密度 株/㎡	地上部乾物重 g/㎡				葉面積指数		
		7月22日	8月5日	8月27日	9月10日	8月5日	8月27日	9月10日
90 × 20	5.6	19	71	222	368	1.23	2.70	2.50
90 × 6.7	16.7	46	157	277	498	2.49	3.43	3.89
60 × 10	16.7	51	117	355	482	2.23	4.38	3.66
30 × 20	16.7	60	143	397	562	2.41	4.89	4.21
30 × 5	66.7	158	260	441	760	4.63	5.43	6.17

第7表 成熟期調査

畦幅 × 株間 cm × cm	栽植 密度 株/㎡	主 茎 長 cm	茎 の 太 さ mm	主 茎 節 数 節	一 分 枝 次 数 本/株	稔 実 数 コ/㎡	一 莢 粒 数 粒	子 実 重 kg/a	比 較 比 率 %	百 粒 重 g
90 × 20	5.6	58	9.6	14.1	5.7	440	1.86	17.7	85	23.1
90 × 13.4	8.3	67	8.5	13.9	4.8	721	1.85	20.3	98	23.2
90 × 6.7	16.7	78	7.3	13.7	3.8	627	1.73	19.8	95	22.5
90 × 3.3	33.3	93	5.2	12.7	3.1	748	1.75	19.1	92	22.4
60 × 20	8.3	64	8.5	14.1	5.2	548	1.79	19.5	94	23.7
60 × 10	16.7	79	7.6	13.8	3.9	646	1.76	20.8	100	23.2
60 × 7.5	22.2	79	6.8	13.3	3.4	728	1.72	20.6	99	23.4
60 × 5	33.3	95	6.2	13.4	2.8	764	1.75	20.4	98	22.6
60 × 2.5	66.7	100	5.0	12.9	2.4	884	1.75	18.4	88	22.0
30 × 20	16.7	70	7.5	14.1	4.1	701	1.75	21.8	105	22.7
30 × 10	33.3	91	6.2	13.6	2.6	791	1.75	21.8	105	23.1
30 × 5	66.7	107	4.3	12.6	1.3	723	1.64	19.2	92	22.0

注. 1980年と1981年の2ヶ年の平均値。

た。

8月27日の葉面積指数と乾物重との間に相関が認められた(第1図)。

3) 成熟期における主要形質及び収量について

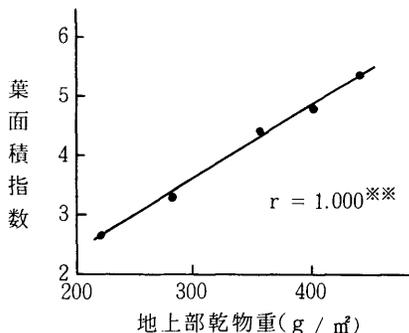
成熟期調査の結果は第7表のとおりである。

主茎長は、栽植密度が増すにしたがい長くなった。また、同じ栽植密度間では畦幅の狭い方がやや短かった。

茎の太さは、栽植密度が増すにしたがい細くなった。また、畦幅90cmで16.7株/㎡以上の区は畦幅60cm及び30cmより細くなった。

倒伏程度は、栽植密度が増すにしたがい増加した(第2図)。畦幅による差は明らかでなかった。また、茎の太さ/主茎長と倒伏程度との関係は第3図のとおりであり高い相関が認められた。

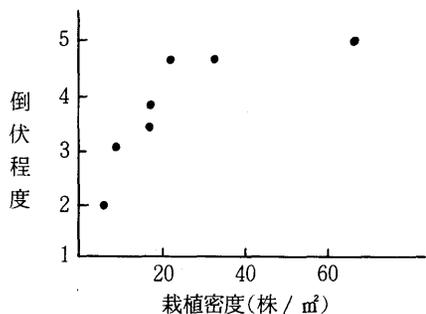
次に主要形質についてみると、栽植密度を増すことにより、個体当たりの主茎節数、一次分



第1図 地上部乾物重と葉面積指数 (1980)

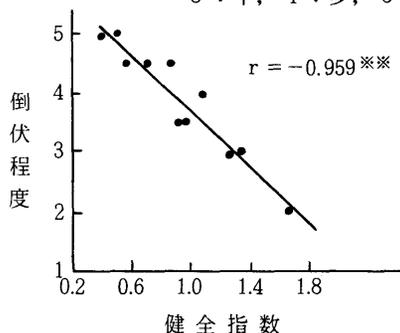
注. 8月27日調査

枝数は減少しているが、㎡当たり稔実莢数は増加し収量構成に有利に作用しているが、一莢粒数、百粒重が減少傾向にあるため密植の効果は相殺され、子実重は、全体では16.7~33.3株/㎡(畦幅30cm, 株間10~20cm)がやや多収であった。また、畦幅90cmでは8.3株が、畦幅60cm及び30cmでは16.7~33.3株がやや多収であった。同一栽植密度での畦幅による差異は、主茎節数、



第2図 栽植密度と倒伏程度 (1980, 1981)

注. 倒伏程度 0:無, 1:微, 2:少, 3:中, 4:多, 5:甚



第3図 健全指数と倒伏程度 (1980, 1981)

注. 健全指数 =  $\frac{\text{茎の太さ}}{\text{主茎長}} \times 100$

第8表 開花数, 結莢数及び結莢率 (1981)

畦幅×株間 cm cm	栽植 密度 株/㎡	開 花 数				結 莢 数				結 莢 率 %		
		コ/株	コ/㎡	割合 % 主茎 分枝		コ/株	コ/㎡	割合 % 主茎 分枝		計	主茎	分枝
60 × 20	8.3	130.9	1,086	21	79	72.9	605	25	75	56	68	53
60 × 10	16.7	78.3	1,268	35	65	38.7	627	43	57	49	59	44
60 × 5	33.3	50.2	1,571	55	45	21.8	682	46	54	43	36	52
30 × 5	66.7	42.1	2,442	59	41	10.5	609	34	66	25	15	39

㎡当たり稔実莢数、百粒重、子実重は畦幅の狭い方がやや多く、一次分枝数は㎡当たり16.7株以下では畦幅の狭い方が多かったが、33.3株以上では畦幅の広い方が多い傾向だった。

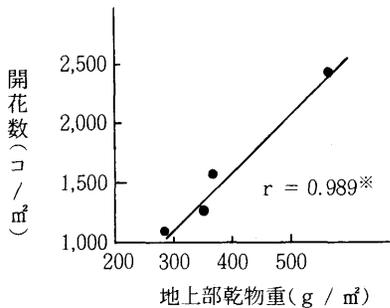
4) 開花数及び結莢数について

開花数及び結莢数は第8表のとおりである。開花数は、株当たりでは栽植密度が増すにしたがい減少したが、㎡当たりでは増加した。開花数は栽植密度が増すにしたがい主茎の割合が高くなった。なお、開花数は開花期の地上部乾物重と相関が認められた(第4図)。

結莢率は、栽植密度が増すにしたがい減少した。減少する割合は、分枝よりも主茎で顕著であった。結莢率は開花期から3週間の乾物増加量と相関が認められた。また、倒伏との相関も認められた(第5～6図)。

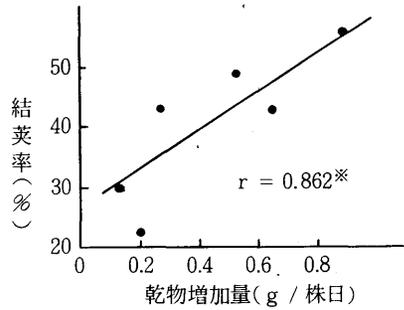
株当たり結莢数は、栽植密度が増すにしたがい減少した。減少割合は開花数より大きかった。㎡当たり結莢数は33.3株/㎡でやや多かった他は、栽植密度による差はなかった。結莢数は、全区とも主茎より分枝で多かった。㎡当たり33.3株までは栽植密度が増すにしたがい主茎の割合が境増加したが、66.7株では主茎の割合が減少した。

収量構成要素の年次間変動は第9表のとおりである。開花数、結莢率、稔実莢数は年次によるふれが比較的大きいが一莢粒数及び百粒重は小さかった。



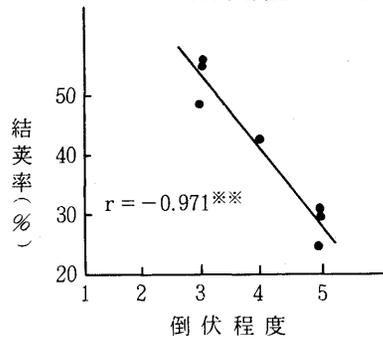
第4図 地上部乾物重と開花数 (1981)

注. 地上部乾物重は8月12日調査



第5図 乾物増加量と結莢率 (1980, 1981)

注. 乾物増加量は、1980年8月5日～27日(22日間) 1981年8月12日～9月4日(23日間)



第6図 倒伏程度と結莢率 (1980, 1981)

3. 考 察

大庭ら<sup>6)</sup>は、個体当たり開花数及び結莢数が栽植密度を増すと減少し、特に分枝で顕著であったと報告している。本試験でも開花数は主茎では栽植密度を増してもほとんど減少しないが、分枝では特に下位分枝で減少した。また、田尻ら<sup>7)</sup>は終花期の生体重と相関があるとしたが、本試験でもほぼ同様な結果が得られた。

結莢率は、株当たりの開花期から3週間の乾物増加量及び倒伏程度と相関が認められた。また、大庭ら<sup>6)</sup>は開花後30日間の日照時間と相関があるとしたが本試験でも同様な傾向が認められたことから、結莢率は開花後20～30日間の個体の生育増加量及び受光条件が関係していると考えられる。

結莢数は、主茎では栽植密度が増すと全般に減少したが、分枝では主茎の6節以下及び9節以上につく分枝で顕著な減少が認められた。㎡

第9表 収量構成要素の年次間変動

年次	開花期から	開 花 数	結 莢 率	稔 実 莢 数	一 莢 粒 数	百 粒 重	子 実 重
	30日間の日照時間 h						
1979	173	1,756	47	820	1.81	24.3	29.3
1980	103	1,398	43	608	1.76	23.2	19.0
1981	147	1,268	48	627	1.83	23.2	22.6

注. 畦幅60cm×株間10cm (16.7株/㎡)の数字.

当たりでは33.3株/㎡まではわずかに増加したがさらに栽植密度を増すと倒伏等のため結莢数が減少したと考えられる.

畑における晩播栽培での栽植密度について桐原ら<sup>4)</sup>は6月10~20日は種で㎡当たり30株, 川島ら<sup>2)</sup>は7月上旬は種で20~25株が適正とした. 転換畑では生育がおう盛になる傾向がある(第10表)が, 本試験では16.7~33.3株で収量が比較的高く, 畑とほぼ同様な結果であった. 8.3株程度の疎植では㎡当たり開花数が不足のため, 結莢率は高まるが, ㎡当たり莢数が少なくやや低収になったと考えられる.

「健全指数」(茎の太さ/主茎長)と倒伏は相関が高いと報告されており<sup>8)</sup>, 本試験でも倒伏程度は栽植密度及び「健全指数」と相関が認められた. したがって, ㎡当たり66.7株程度の密植では個体の形質が劣化し早期に倒伏するため結莢率が減少しやや低収となったと考えられる.

栽植様式については, 同一密度の場合, 遠井ら<sup>9)</sup>は畦幅30~60cmの範囲では影響は少ないと報告している. 川島ら<sup>3)</sup>は㎡当たり15~30株の範囲で50cm畦が25cm畦より多収であったとし, 桐原ら<sup>4)</sup>は45cm畦が60cm畦に比較してまさる傾

向だったとしている. 本試験では, 畦幅の狭い方がわずかに多収の傾向であった. 畦幅の狭い方が乾物重やや重く, そのため開花数がやや多くなり, 結莢数が増加したためと推察される.

90cm畦では株間13.4cm (㎡当たり8.3株)で, 60cm畦では株間10~5cm (同16.7~33.3株)で, 30cm畦では株間20~10cm (同16.7~33.3株)でやや多収の傾向であり, 畦幅が広い場合は栽植密度が低い段階でやや多収であった. これは株間による影響が大きいと考えられるが本試験では明らかにできなかったため今後検討を要する.

## V 摘 要

転換畑における麦跡大豆について安定栽培法を確立するため碎土条件及び栽植様式に関する試験を実施した.

1. 碎土率(直径2cm以下の土塊割合)が約60%以上あると発芽及び生育収量は良好であった.
2. 碎土率60%を確保するのに必要なロータリ回数は, 稲跡転換初年目ほ場では4回であった. また, 麦跡ほ場では通常1回であったが, 転換初年目, 耕深を深くした場合及び麦稈量多く麦稈の切断長が長い場合は2回であった.
3. 栽植密度が増すにしたがい単位面積当たりの開花数は増加したが, 結莢数は同程度がわずかに増加した程度であった.
4. 最も子実重の高かった栽植密度は, 16.7~33.3株/㎡(畦幅30cm, 株間10~20cm)であった.
5. 同じ栽植密度間では, 畦幅が狭いほど

第10表 生育収量の転換畑及び畑の比較

供試 ほ場	主茎 長 cm	主茎 節数 節	一次 分枝 数 本/株	子実 重 kg/a	比較 比率 %	百粒 重 g
転換畑	79	14.1	4.1	23.6	121	23.6
畑	69	14.3	3.7	19.5	100	21.6

注. 1979~81年の3ヶ年の平均値.  
60×10 (16.7株/㎡)の値.

栃木県農業試験場研究報告第28号

主茎長が短く、やや多収の傾向が認められた。

本試験の遂行にあたり、終始ご助言をいただいた奥山作物部長に深く感謝いたします。

引用文献

1. 茨城農試(1978) 水田の土壌型別透水性改善の施工方法と転換作物の生産安定に関する試験成績書: 45~47
2. 川島良一・御子柴公人・丸山宣重・荻原英雄(1966) 長野農試研報29: 32-37
3. 川島良一・外6名(1966) 長野農試研報29: 38~41
4. 桐原三好・高島彰(1964) 茨城農試研報6: 43-51
5. 西入恵二(1976) 東北農試研究速報20: 7~13
6. 大庭寅雄・大泉久一・工藤壮六・上田邦彦(1961) 日作紀30: 68-71
7. 田尻竜彦・立野寿之(1952) 中国四国農試報告1: 26-34
8. 栃木農試黒磯分場(1981) 水田転作物に関する夏作試験成績書: 1-15
9. 遠井忠一・鈴木英男・郷間俊雄(1964) 栃木農試研報8: 11-14

Studies on Harrowing Conditions and Planting Patterns in  
Late-Seeding Soybean Plant on Rotational Upland Fields  
Kenjiro MAENAMI, Akira OTA, Minoru KUBONO and Shunichi KOBAYASHI

Summary

In order to establish the method of stable cultivation in late-seeding soybean plant on rotational upland fields, harrowing conditions and planting patterns were examined.

1. Emergence and growth of soybean plant were favorable in such fields that the percentage of soil clods below 2cm in diameter was higher than 60%.
2. In order to obtain the harrowing condition mentioned above, four times of rotary tilling were necessary on the primary upland fields after rice cropping. On the contrary, such a harrowing condition was achieved by only one time of tilling on rotational upland fields after barley cropping, though two times of tilling were necessary when deep tillage was required or a large quantity of long barley straws was applied.
3. The number of flowers increased with the increase of planting density, but the number of pods did not change.
4. Planting density to obtain the highest grain yield was 16.7~33.3 hills per square meter (30cm row width and 10~20cm intrarow spacing).
5. If the planting density was constant, the length of main stems became shorter and the grain yield increased a little as the row width became narrower.