

温暖地における転換畑のダイズに対する有機物施用と窒素 施肥

誌名	日本土壌肥料学雑誌 = Journal of the science of soil and manure, Japan
ISSN	00290610
著者	脇本, 賢三 梶本, 晶子 伊藤, 信
巻/号	58巻3号
掲載ページ	p. 334-342
発行年月	1987年6月

温暖地における転換畑のダイズに対する有機物施用と窒素施肥*

脇本賢三**・梶本晶子**・伊藤 信**

キーワード 暖地, 転換畑のダイズ, 窒素施肥, 有機物施用

1. はじめに

転換畑で栽培されている作物のなかで、ダイズは主要な位置を占めている。しかし、ダイズは窒素施肥による増収効果が見出し難く、施肥することにより栄養生長が過度に促進され、過繁茂、倒伏等により減収することもある。また、一般にダイズの平均収量は低く¹⁾(昭和60年の全国平均は乾燥子実重 171 kg/10a)、そのため収益性は乏しいのが現状であり、大幅に増収するための品種改良や肥培管理技術の確立が強く要望されている。土壌管理の面では、水田を畑地化した場合、土壌の窒素供給力は経年的に低下の方向をたどるが²⁾、ダイズ等のマメ科作物の導入は転換畑の地力維持に有効な手段となっている。

このような情勢のなかで著者らは、夏作にダイズ、冬作にコムギの作付体系での両作物の増収技術の確立について検討してきた。すなわち、転換畑ダイズとコムギに対する適切な窒素の施肥法を明らかにするとともに、地力の維持、増強および連作障害軽減のための一方策として、ムギ稈と堆肥の連用効果を中心に検討した。

本報は、4カ年の圃場試験結果から、転換畑ダイズに対する窒素の施肥法ならびに有機物施用効果について、主として生育、収量面での結果をとりまとめたものであり、養分吸収、土壌の化学性や窒素供給力の推移などの解析は次回で報告する予定である。

2. 試験方法

1) 供試圃場

本試験は中国農試 B2 圃場で行われた。本圃場は1981年の夏作まで水稻を単作し、同年11月よりコムギを作付した。翌年6月からダイズの栽培試験(転換初年目)を開始した。以後、夏作はダイズ、冬作はコムギとした。本圃場は深さ80cmの位置に4m間隔で暗渠が埋設されている。土壌は海成沖積土で、土壌統群は細粒灰色低地土、灰色系、佐賀統である。土性はLiCであり、

* 本報告の一部は昭和61年度日本土壤肥料学会筑波大会において発表した。

** 中国農業試験場(721 福山市西深津町6-12-1)

昭和61年7月1日受理

日本土壤肥料学雑誌 第58巻 第3号 p. 334~342 (1987)

作土層の主な化学性は pH(H₂O) 6.7, 全炭素 1.05%, 全窒素 0.099%, 陽イオン交換容量 11.7 me/100g である。

2) ダイズの栽培条件

供試品種は、近畿中国地域の代表品種であるタマホマレ³⁾とした。試験区は1区面積 23.6m²で、単連制とした。栽培様式は条間 70cm, 株間 20cm で1株2本立てとした。本栽培様式では m² 当たり 7.14 株, 10a 当たり 14,280 本となる。播種は6月下旬、収穫は11月初旬に行った。途中開花期までに1~2回の中耕を行い、培土した。また、着莢期、子実肥大期頃におのおの1回灌水を行った。ダイズ栽培終了後、成熟後期から落ち始めた落葉および落葉柄はそのまま鋤き込みとしたが、昭和60年(転換4年目)のみはすべて圃場から持ち出した。

3) 試験区

試験区は第1表に示したとおりである。

(1) 有機物施用: ムギ稈(前作のコムギ稈を約10cmに切断したもの)および堆肥(イネ藁だけの水積み堆肥)を毎年6月20日頃鋤き込んだ。耕深は13cm程度とした。ムギ稈施用量は10a当たり800kg(風乾物)、堆肥は2t(乾物換算値)とした。

(2) 施肥: 窒素は有機物施用区、無施用区とも基肥として10a当たり0, 2, 4kgの処理(基肥区)、または追肥として5, 10kgの処理(追肥区)とした。基肥は播種溝直下に条施し、追肥は株元に表面施用した。追肥時期は8月初旬(開花期)とした。肥料は基肥、追肥ともに硫酸アンモニウムを使用した。リン酸、カリウムは P₂O₅, K₂O としておのおの10a当たり10kgを全量基肥として播種溝直下に条施した。リン酸は過リン酸石灰、カリウムは塩化加里を使用した。また、炭酸苦土石灰を10a当たり100kg施用した。

4) 調査方法

生育は、8月25日(着莢期)と9月20日(子実肥大期)に、各区から平均的と思われる株を3株抜き取り、地上部乾物重を測定することによって調べた。また、同試料を分析に供した。同時に、同じ抜き取り株について根粒重の調査(株を中心にしてそのまわりの土を約18cmの深さまで採取して根粒を集めた)も行った。主茎

長、分枝数、主茎節数、稔実莢数、稔実莢数率、1 莢粒数および 100 粒重の測定は、成熟期に各区から採取した平均的と思われる株 10 株 (20 本) について行った。また、無作為に試験区中央付近から 40 株 (80 本) を採取し、全重、精子実重、粒度分布等を測定した。精子実重、100 粒重は水分 15% に換算した。茎重、莢重は風乾重 (水分 12% 前後) で表示した。

5) ダイズ栽培期間の気象条件

1982~1985 年のダイズ栽培期間の気象条件を第 2 表に示す。1982 年は平均気温が低く、1984 年は降水量が少なかった。

3. 試験結果

1) 生育および根粒着生量

第 3 表は着莢期および子実肥大期における地上部全重と根粒重を示したものである。表中の数値は 3 年または 4 年間の平均値である。

各生育時期を通してみると、有機物無施用と堆肥 2 t 施用の場合、無窒素区は窒素施用区に比べ子実肥大期まで生育量が少ない傾向を示した。これらに対してムギ稈 800 kg 施用の場合は、着莢期までは無窒素区と窒素施用区間に差が認められるが、子実肥大期には処理区間にほとんど差がみられなくなった。有機物施用の影響を各有機物施用区の平均値で比べると、有機物無施用とムギ稈 800 kg 施用との間には差がなく、堆肥 2 t 施用で大となった。

第 1 表 試験設計

処理区	有機物無施用		ムギ稈 800kg		堆肥 2 t	
	基肥N	追肥N	基肥N	追肥N	基肥N	追肥N
無窒素	0	0	0	0	0	0
基肥 2kg	2	0	2	0	2	0
基肥 4kg	4	0	4	0	4	0
追肥 5kg	0	5	0	5	0	5
追肥 10kg	0	10	0	10	0	10

表中の数字は 10 a 当たりの kg。P₂O₅、K₂O はおのおの 10 a 当たり 10kg を基肥施用。

第 2 表 ダイズ栽培期間の気象条件

月	平均気温 (°C)				降水量 (mm)				日照時間 (h)			
	1982	1983	1984	1985	1982	1983	1984	1985	1982	1983	1984	1985
7	24.6	25.8	27.5	27.2	274	156	81	90	228	252	278	290
8	26.3	29.0	28.6	28.6	66	18	65	35	286	291	313	322
9	21.7	24.3	23.1	24.8	164	197	89	169	198	198	227	228
10	17.1	17.0	16.5	17.8	29	80	56	56	232	217	224	220
平均または積算量	22.4	24.0	23.9	24.6	533	451	291	350	944	958	1042	1060

着莢期の平均根粒重は、有機物無施用の場合、無窒素区に比べて窒素施肥区でいずれも少なく、ムギ稈 800 kg 施用の場合は、無窒素区に比べて基肥処理で多く、追肥処理で少なかった。堆肥 2 t 施用の場合は、無窒素区と基肥処理との間では顕著な差がみられなかった。N 10 kg 追肥区ではいずれも根粒着生が抑制された。

子実肥大期の平均根粒重は、有機物無施用の場合、無窒素区に比べて窒素施肥区でいずれも多くなる傾向を示した。ムギ稈 800 kg 施用の場合もほぼ同様の傾向であった。堆肥 2 t 施用の場合は、無窒素区と基肥区との間

第 3 表 着莢期および子実肥大期における地上部重および根粒重

有機物	N kg/10 a		地上部全重 (kg/10 a)		根粒乾物重 (kg/10 a)	
	基肥	追肥	着莢期	子実肥大期	着莢期	子実肥大期
有機物	0	0	319	726	4.85	4.00
	2	0	373	760	3.00	4.45
	4	0	369	831	3.24	4.62
	0	5	381	784	3.33	5.47
	0	10	348	850	2.88	2.44
	平均		358	790	3.52	4.20
ムギ稈 800kg	0	0	300	790	4.00	3.90
	2	0	348	767	5.31	—
	4	0	391	802	4.74	4.19
	0	5	400	800	3.85	4.10
	0	10	313	768	3.42	3.56
	平均		350	786	4.27	3.94
堆肥 2 t	0	0	383	756	2.94	3.55
	2	0	422	843	3.44	3.29
	4	0	397	796	2.67	3.71
	0	5	370	828	1.60	2.49
	0	10	426	833	2.05	1.78
	平均		400	811	2.54	2.96

表中の数値は転換後 4 年間の平均値、ただし着莢期の地上部重と根粒重は 3 年間の平均値 (転換 2 年目のものを除いた)。

第 4 表 成熟期調査—その 1

有機物	N kg/10 a		全 重 (kg/10 a)	茎 重 (kg/10 a)	莢 重 (kg/10 a)	精子実重 (kg/10 a)					収量指数 (%)	100 粒重 (g)	粒/莢
	基肥	追肥				1982	1983	1984	1985	平均			
有機物 無施用	0	0	746	136	165	442	423	385	528	445	100(100)	30.5	3.27
	2	0	777	158	174	424	499	376	480	445	100(100)	29.3	2.81
	4	0	795	173	166	431	499	373	522	456	102(102)	29.2	2.63
	0	5	788	163	170	428	497	390	505	455	102(102)	29.9	2.80
	0	10	781	158	168	439	488	395	499	455	102(102)	29.1	2.94
	平均			777	158	169	433	481	384	507	451		29.6
ムギ稈 800kg	0	0	765	145	170	433	509	370	489	450	100(101)	28.7	3.12
	2	0	792	152	174	455	507	404	496	466	104(105)	28.2	3.07
	4	0	795	158	177	436	523	373	506	460	102(103)	30.2	2.88
	0	5	801	150	173	471	494	427	519	478	106(107)	29.3	3.18
	0	10	817	143	186	460	557	414	522	488	108(110)	29.0	3.39
	平均			794	150	176	451	518	398	506	468		29.1
堆 肥 2 t	0	0	804	164	174	450	473	441	499	466	100(105)	29.5	2.73
	2	0	826	179	178	437	446	466	527	469	101(105)	29.8	2.73
	4	0	849	186	184	454	465	466	532	479	103(108)	30.7	2.58
	0	5	867	193	180	450	487	440	597	494	106(111)	30.4	2.58
	0	10	852	187	180	448	480	419	594	485	104(109)	29.4	2.59
	平均			840	182	179	448	470	446	550	479		30.0

表中の数字は 4 年間の平均値，ただし精子実重は各作の数値を示した。() 内の数字は有機物無施用区の無窒素を 100 としたときの指数。

第 5 表 成熟期調査—その 2

有機物	N kg/10 a		主茎長 (cm)	1 次 分枝数/莖	主茎節数/莖	稔実莢数/株	稔実莢数率 (%)	1 莢粒数	総粒数/m ²	莖の太さ (mm)
	基肥	追肥								
有機物 無施用	0	0	57.5	3.5	14.0	123	85.5	1.58	1491	7.20
	2	0	65.3	3.5	14.5	129	85.3	1.53	1543	7.72
	4	0	68.0	3.5	14.3	132	84.0	1.48	1566	7.88
	0	5	65.5	3.7	14.5	129	84.0	1.58	1498	7.84
	0	10	63.0	3.8	14.5	136	84.5	1.60	1572	7.83
	平均			63.9	3.6	14.4	130	84.7	1.55	1534
ムギ稈 800kg	0	0	56.8	4.1	13.8	136	85.3	1.55	1582	7.86
	2	0	59.3	3.9	13.8	132	87.3	1.60	1667	7.62
	4	0	63.0	3.7	14.0	132	84.0	1.55	1547	7.83
	0	5	59.0	4.0	13.8	142	84.5	1.58	1642	7.37
	0	10	57.8	4.0	13.3	151	86.5	1.55	1703	7.56
	平均			59.2	3.9	13.7	139	85.5	1.57	1628
堆 肥 2 t	0	0	65.0	3.4	14.3	129	82.8	1.65	1591	7.71
	2	0	68.8	3.6	15.0	131	80.3	1.50	1590	8.14
	4	0	69.8	3.4	14.5	135	84.5	1.58	1570	7.98
	0	5	69.0	3.6	15.3	133	83.8	1.63	1634	8.61
	0	10	65.8	3.9	14.8	139	81.5	1.58	1668	8.13
	平均			67.7	3.6	14.8	133	82.6	1.59	1611

表中の数字は 4 年間の平均値，ただし莖の太さは転換初年目と 4 年目の 2 年間の平均値。

には顕著な差がみられなかった。N 10 kg 追肥区ではいずれの処理区も少なかった。根粒重に対する有機物施用の影響を各有機物施用区の平均値で比べると、着莢期ではムギ稈 800 kg 施用 > 有機物無施用 > 堆肥 2 t 施用の順となり、ムギ稈 800 kg 施用は根粒の着生を促進するが、堆肥 2 t 施用は抑制する効果のあることが知られた。

2) 子実収量および収量構成要素

第4表および第5表は成熟期における収量調査結果を示したものである。数値はいずれも4年間の平均値である。ただし、精子実重は各年の数値も示した。また、第1図に各有機物施用区の年次別子実重を示した。

(1) 精子実重：各有機物処理区ごとに子実収量に対する窒素の施用効果をみると、有機物無施用区では、初年目は施肥区でやや減収、2年目は施肥区で増収、3年目は施肥効果なし、4年目は施肥区でやや減収となった。ムギ稈 800 kg 区では、初年目は基肥区で効果なし、追肥区で増収、2年目は基肥区で効果なし、10 kg 追肥区で顕著に増収、3年目は基肥区で効果なし、追肥区で増収、4年目は基肥区で効果なし、追肥区で増収となった。堆肥 2 t 区では、初年目は施肥効果なし、2年目は基肥区で減収、追肥区でやや増収、3年目は基肥区で増収、追肥区で効果なし、4年目は基肥区で増収、追肥区で顕著に増収となった。これらの結果をみると、施肥効果は年度により一定傾向を示さない場合がある。これは年度ごとに気象条件が異なること、有機物を連用しているため土壌条件も次第に相違してくること、単連制のため数値にバラツキを生ずることなどが作用し合って起こるものではないかと考えられる。窒素の施肥効果は細かくみれば以上のような結果となるが、施肥効果の有無を大きくつかむため4年間の平均値で比較すると次のようになる。

有機物無施用では、無窒素区に比べて N 2 kg 区を除く窒素施肥区で2%の増収となった。基肥処理と追肥処理との間の差はみられなかった。窒素の施用量の間にも差はなかった。ムギ稈 800 kg 施用では、無窒素区に比

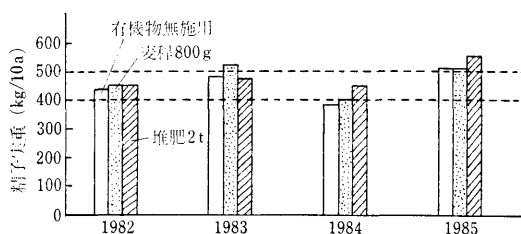
べて基肥処理で2~4%、追肥処理で6~8%増収した。窒素の施用量間の差は両処理とも小さかった。堆肥 2 t 施用では、無窒素区に比べて基肥処理で1~3%、追肥処理で4~6%増収した。窒素の施用量間の差は両処理とも小さかった。以上のように、精子実重は、有機物無施用、施用のいずれにおいても、無窒素区に比べて窒素施肥区で勝った。しかし、有機物無施用では窒素施肥による増収率が小さく、しかも基肥処理と追肥処理との間に差がなかった。これに対し、ムギ稈および堆肥施用区では窒素施肥による増収率が大きく、とくに追肥の効果が大きかった。有機物施用の影響を各有機物施用区の平均値で比べると、堆肥 2 t 施用 > ムギ稈 800 kg 施用 > 有機物無施用の順となり、有機物施用、とくに堆肥施用がダイズの増収にきわめて効果的であることが確認された。

転換初年目からの各有機物施用区の子実重の推移をみると、初年目では有機物施用区の差はほとんどなかった。2年目ではムギ稈 800 kg 施用区で最高となり、3年目、4年目では堆肥 2 t 施用区が最高となった。年次の経過とともに堆肥の増収効果が顕著になることが認められた。

(2) 茎重：有機物無施用とムギ稈 800 kg 施用では、無窒素区に比べて窒素施肥区で大きく、そのなかでも基肥 N 4 kg 施用区が大きかった。また、堆肥 2 t 施用も窒素施肥区で大きく、なかでも追肥処理で大きかった。有機物施用の影響を各有機物施用区の平均値で比べると、堆肥 2 t 施用 > 有機物無施用 > ムギ稈 800 kg 施用の順となり、堆肥 2 t 施用の効果が大きかった。

(3) 主茎長および茎の太さ：主茎長は、有機物施用の有無にかかわらず、無窒素区に比べて窒素施肥区で大きく、そのなかで基肥 4 kg 施用区がとくに大きかった。有機物施用の影響を各有機物施用区の平均値で比べると、堆肥 2 t 施用 > 有機物無施用 > ムギ稈 800 kg 施用の順となり、堆肥施用は主茎長を増大させ、ムギ稈施用は抑制する効果のあることが知られた。茎の太さは窒素施肥との関係でみると一定傾向がみられなかったが、有機物施用区の平均値で比べると、堆肥施用区では大きくなり、ムギ稈施用区と有機物無施用区との間にはほとんど差がみられなかった。

(4) 稔実莢数、総粒数および粒茎比：稔実莢数は、有機物無施用および堆肥 2 t 施用では、無窒素区に比べて窒素施肥区が勝り、窒素施用量の多いほど大きかった。しかし、基肥処理と追肥処理との間に顕著な差はなかった。ムギ稈 800 kg 施用では無窒素区に比べて追肥処理で増加した。有機物施用の影響を各有機物施用の平均値で比べると、ムギ稈 800 kg 施用 > 堆肥 2 t 施用 >



第1図 有機物施用とダイズの年次別収量

第6表 粒 度 分 布

有 機 物	1982			1983			1984			1985		
	大粒	中粒	小粒	大粒	中粒	小粒	大粒	中粒	小粒	大粒	中粒	小粒
有機物無施用	36.8	56.6	6.6	35.8	44.0	20.2	53.8	41.4	4.8	34.2	58.6	7.2
ムギ稈 800kg	36.8	55.6	7.6	30.0	49.8	20.2	37.2	55.2	7.6	35.8	56.6	7.6
堆肥 2t	36.6	55.0	8.4	30.4	48.8	20.8	63.0	33.2	3.8	40.4	53.4	6.2

表中の数字は窒素処理5区の平均値. 大粒 (>7.9 mm), 中粒 (7.9~7.3 mm), 小粒 (<<7.3 mm).

有機物無施用の順となり, ムギ稈施用は稔実莢数を増加させる効果を示した.

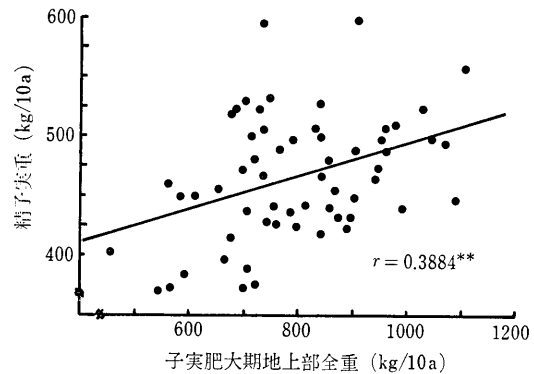
総粒数に対する有機物施用の影響を各有機物施用区の平均値で比べると, ムギ稈 800 kg 施用 > 堆肥 2 t 施用 > 有機物無施用の順となり, 粒莖比はムギ稈 800 kg 施用 > 有機物無施用 > 堆肥 2 t 施用の順となった.

3) 粒度分布

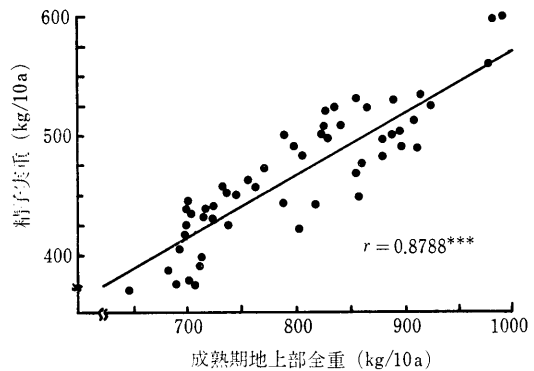
第6表は粒度分布の年次変化を示したものである. 施肥区間に顕著な差も, 一定の傾向も認められなかった. ここでは有機物施用区の平均値で示した. 転換初年目では, 有機物施用の有無にかかわらず粒度分布はほとんど同じであった. 転換2年目ではムギ稈 800 kg 施用と堆肥 2 t 施用とは同じであったが, 有機物無施用では大粒の占める割合が高かった. 転換3年目では堆肥 2 t 施用の大粒割合が一番高く, 次いで有機物無施用, ムギ稈 800 kg 施用の順であった. 転換4年目では有機物無施用とムギ稈 800 kg 施用との間にほとんど差がなく, 堆肥 2 t 施用の大粒割合が最高であった. 以上のように転換初年目では有機物施用が粒度分布に与える影響はほとんどみられなかったが, 連用年数が進むと粒度分布に差がみられるようになり, とくに堆肥連用は転換3年目以降大粒割合を顕著に増加させた.

4. 考 察

子実肥大期および成熟期における地上部重と収量の関係(第2図, 第3図)をみると, 成熟期では高い正の相関を示す. 杉原⁴⁾は, 多収をめざすに当たり, 目やすとして最も重要なものは総重であり, 収量目標を 500 kg とした場合, 総重を 1200 kg にする必要があると述べている. 本試験結果も, ダイズ多収のためには, 肥培管理法等により成熟期の地上部重を高めることの必要性を示唆している. それには, 無窒素栽培よりも適切な量の窒素施肥が勝り, 堆肥連用も有効な手段となる. また, 有機物施用と開花期窒素追肥の併用により成熟期の全重は増加した. 吉田⁵⁾は, 堆肥連用で高い増収効果を見出し, 同時に窒素の施用効果は堆肥連用区において大きいことを指摘している. 本試験においても同様の効果



第2図 子実肥大期地上部重と精子実重との関係



第3図 成熟期地上部全重と精子実重との関係

がみられた. したがって, このような方法で総重を高め高収を得ることも可能と思われる.

ダイズにおける根粒の役割および重要性については, すでに数多く報告されており, ダイズの生育, 収量に対して根粒による固定窒素はきわめて大きな影響を与えていることがうかがわれる⁶⁻⁸⁾. 本試験では, 土壌の理化学性や生物性を改良し, 根粒着生のための良好な土壌環境にする目的で, ムギ稈(全窒素 0.20%)や堆肥の多量投入を行った. その結果, ムギ稈 800 kg 施用は根粒着生を促進し, 堆肥 2 t 施用は抑制した. ダイズ跡地の土壌の物理性(第7表)は, 転換3年目では有機物無施用に比べムギ稈 800 kg および堆肥 2 t 連用で改善されて

第7表 ダイズ跡地土壌の物理性

有機物	層位 (cm)	初 年 目						3 年 目					
		3 相 分 布 (%)				現 地 水 分 含 有 率 (%)	現 地 仮 比 重	3 相 分 布 (%)				現 地 水 分 含 有 率 (%)	現 地 仮 比 重
		固相	液相	気相	孔隙			固相	液相	気相	孔隙		
有機物 無施用	2~7	43.5	36.2	20.3	56.5	21.1	1.130	48.8	38.4	12.8	51.2	15.9	1.268
	10~15	46.9	38.5	14.6	53.1	21.9	1.221	50.9	39.4	9.7	49.1	18.9	1.323
ムギ稈 800kg	2~7	44.1	36.1	19.8	55.9	21.7	1.146	47.9	39.2	12.9	52.1	17.6	1.246
	10~15	47.5	39.9	12.6	52.5	22.6	1.234	47.3	39.3	13.4	52.7	18.4	1.229
堆 肥	2~7	41.5	38.0	20.5	58.5	23.2	1.081	44.8	38.8	16.4	55.2	18.4	1.166
2 t	10~15	44.7	41.2	14.1	55.3	24.5	1.161	47.2	40.6	12.2	52.8	20.2	1.228

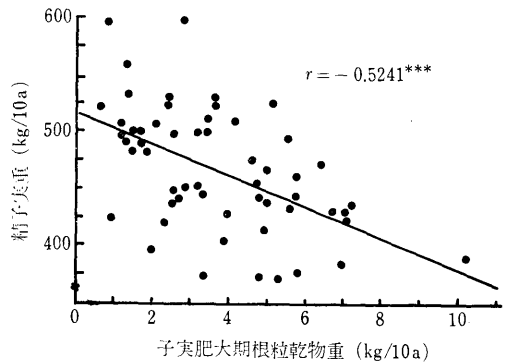
ダイズ収穫後耕起し、コムギを作付した後に土壌を採取。初年目は1月10日、3年目は2月5日に採取。3相分布はpF 1.5における数値。

第8表 ダイズ栽培開始時および跡地の土壌の全窒素含有率

(%)

有 機 物	初年目 始	初年目 跡	2年目 跡	3年目 跡	4年目 始	4年目 跡	5年目 始
有機物無施用	0.115	0.126	0.112	0.104	0.106	0.098	0.118
ムギ稈 800 kg	0.115	0.120	0.126	0.132	0.132	0.109	0.123
堆 肥 2 t	0.115	0.160	0.143	0.160	0.157	0.157	0.162

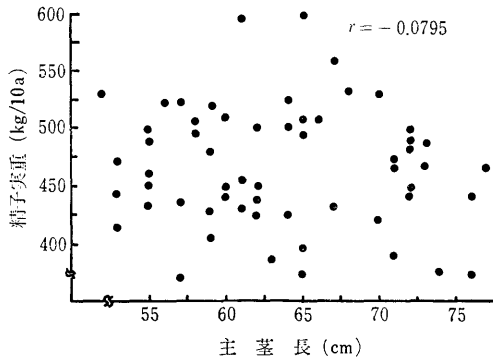
いる。とくに、堆肥の効果が顕著であった。ムギ稈施用による根粒着生の促進は、土壌の物理性の改善に加えて、土壌中でのムギ稈の分解とそれに伴う土壌窒素の量的質的变化によってもたらされたものではないかと推察される。すなわち、有機化に伴って土壌中の遊離窒素量が低下し、このことが根粒着生をより良好にしたのではないと思われる。吉田⁹⁾は、根粒着生に堆肥施用が有効であることを報告しているが、本試験では堆肥施用によってかなり抑制された。この理由としては、堆肥施用量のちがいが大きく影響しているものと推察される。ここで使用した堆肥はイネ藁のみの水積み堆肥（現物全窒素 0.50%）であるが、乾物換算で2 t/10 aの施用なので、おそらく相当量の窒素の放出が初期からあったのではないと思われる。土壌の全窒素含有率の推移（第8表）をみると、堆肥連用で全窒素含有率は顕著に増加している。このことから、土壌からの窒素放出量も増加していることが推察される。また、窒素施肥の効果についてみると、傾向が必ずしも一定していないが、開花期の5~10 kgの追肥で着生が抑制され、そのなかでも10 kg追肥でより強く抑制された。このように有機物の施用や窒素施肥によって根粒着生量が異なってくるが、根粒重と子実収量との関係を見ると、低い負の相関がみられる（第4図）。すなわち、子実肥大期の根粒重が低い場合に、高収事例の多いことを示している。このことは、本試験のような土壌条件においては、根粒着生が抑



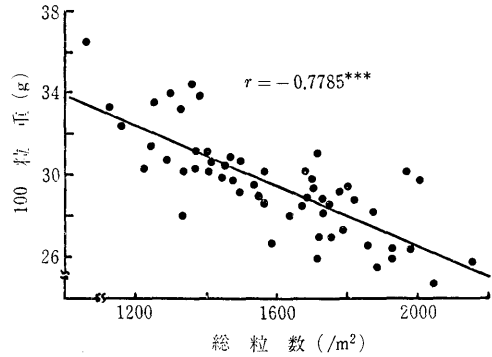
第4図 子実肥大期根粒重と精子実重との関係

制されたとしても、堆肥等の有機物の多量投入による地力増強や開花期の窒素追肥等を積極的に行うことが、ダイズの増収には有利であることをうかがわせる。

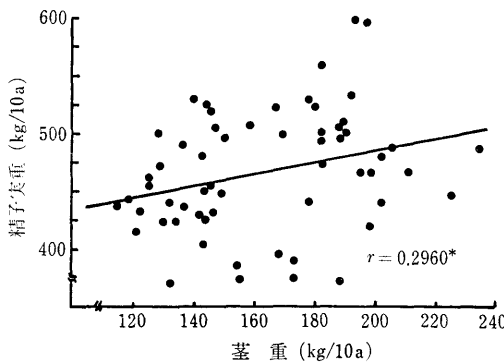
主茎長と子実収量との関係（第5図）をみると、相関がみられない。茎重と子実収量との関係（第6図）ではあまり相関が高くない。100粒重と子実収量との間には高い相関がみられないが（第7図）、総粒数と100粒重との関係（第8図）をみると、高い負の相関がみられる。したがって、多収を得るためには総粒数を多く確保する必要があるが、総粒数を多くすると必然的に100粒重が低下し、ダイズ子実の品質が低下する可能性がある。



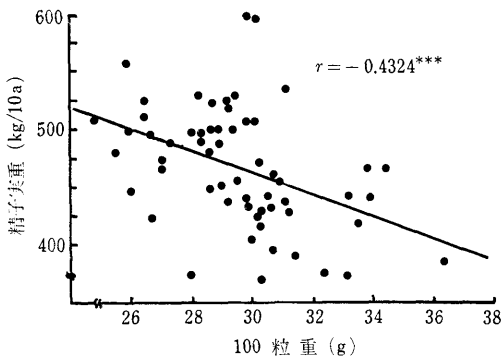
第 5 図 主茎長と精子実重との関係



第 8 図 総粒数と 100 粒重との関係



第 6 図 茎重と精子実重との関係



第 7 図 100 粒重と精子実重との関係

ダイズに対する基肥窒素および追肥窒素の効果については過去に多く検討されており¹⁰⁻¹²⁾、それによると、条件によって効果の程度がかなり異なるように思われる。本試験の結果からは、有機物を施用しない場合には基肥および開花期追肥の効果はほとんど期待できないと判断される。しかし、有機物を施用した場合には、とくに開花期追肥で 5~10% の増収が期待できる。したがって、

開花期追肥技術は、土壌条件次第では安定した増収技術になりうるものと推察される。二見¹³⁾は、開花期追肥の効果が現れる条件の一つとして、初期の生育量が劣る場合をあげている。ダイズを連作し、初期生育が不良になったり、気象条件が悪く初期生育が十分確保されない条件では、基肥あるいは追肥による窒素施肥の効果が大きく現れるであろうことも十分予想される。また、地力増強のために投入した有機物の効果についてみると、ムギ稈施用では堆肥施用ほどの増収効果はみられなかったが、開花期追肥との組合せにより約 10% 増収となった。荻原¹⁴⁾は、ムギ稈およびダイズ残渣の鋤き込みで 5% 増収を得ている。ムギ稈施用はダイズ、コムギ一貫栽培における有効な地力維持増強法で、かつ導入しやすい土壌管理技術と思われる。また近年、堆肥の施用は、その価値を認めながらも、労力的問題で困難となっているが、ダイズの増収には有効な手段であり、とくに連用はより高い増収効果をもたらす。また、転換 3 年目のような収量の低い不良年における収量低下の防止効果も高いように思われる。

第 1 図の子実収量の推移をみると、転換 4 年目は一番収量が高かった。気象条件では、平均気温が高く、日照時間も一番多くなっており、このような好条件により高収になったものと判断される。転換 3 年目は 4 年間の試験のなかで最も収量が低かった。気象条件では、平均気温は他の年度並みであり、日照時間は転換 4 年目と大きく違わなかった。とくに、着莢期から子実肥大期における降水量の不足が莢数の低下を招き、これが低収の最大の原因になっていると推察される。

品質面では、ムギ稈施用により子実の中・小粒割合が増加する事例がみられ、堆肥施用では連用年数の増加とともに大粒化の傾向がみられた。これは着莢期から子実肥大期の降水量の不足に加えて、ムギ稈施用の場合は土

第9表 ダイズ栽培中の土壌の3相分布および水分含有率（1986年）

有機物	層位 (cm)	8月26日					9月29日				
		3相分布(%)				水分含有率 (%)	3相分布(%)				水分含有率 (%)
		固相	液相	気相	孔隙		固相	液相	気相	孔隙	
有機物無施用	2~7	41.0	20.5	38.6	59.0	16.1	42.3	19.4	38.3	57.7	15.0
	10~15	48.8	27.9	23.3	51.2	18.0	40.1	23.1	36.8	59.9	18.1
ムギ稈 800kg	2~7	35.3	19.3	45.4	64.7	17.4	39.7	20.9	39.4	60.3	16.8
	10~15	45.0	27.8	27.3	55.0	19.2	39.4	24.7	35.9	60.6	19.5
堆肥 2t	2~7	34.4	20.7	45.0	65.6	18.8	40.6	31.6	27.8	59.4	23.0
	10~15	43.9	28.2	27.9	56.1	19.8	44.3	34.7	21.0	55.7	23.1

土壌はダイズ栽培途中の畝の部分から採取。

第10表 多収ダイズの諸条件（1985年）

有機物	N kg/10a		全重* (kg/10a)	精子実重 (kg/10a)	総粒数/m ²	100粒重 (g)	稔実莢数/m ²	主茎長 (cm)	N吸収量** (kg/10a)
	基肥	追肥							
有機物無施用	0	0	1130	528	1874	28.2	857	52.2	31.94
	0	5	1079	505	1696	29.8	1014	57.8	31.41
堆肥 2t	0	0	1133	500	1729	28.8	1057	62.4	31.00
	0	5	1308	597	2004	29.8	1200	64.9	35.62

* 落葉を含む。 ** 落葉中のNを含む。

壤水分の低下が助長され、堆肥施用では保水性が増大し水分の供給が順調であったことに関係しているのではないかと推察した。年度は異なるが、転換5年目のダイズ栽培期間における土壌水分を測定してみると（第9表）、有機物無施用に比べて有機物施用で水分含有率は高まり、とくに堆肥施用で顕著であった。測定年度が異なるのでこの結果から有機物施用による土壌水分の変化と粒の肥大との直接的な関係は論じられないが、転換3年目のムギ稈施用に伴う小粒化は本結果から説明し難く、一方堆肥施用による大粒化傾向は土壌水分含有率の増加と深くかかわっているように思われる。したがって、土壌水分の不足するような場合には、灌水等により着莢期や子実肥大期における土壌の水分状態を良好に保ち、着莢数の低下を防止するとともに、粒の肥大を促進させることは、ダイズの多収のみならず品質向上の点でもきわめて有意義なものと推察される。

東北農試でまとめられたダイズ多収事例¹⁵⁾をみると、多収第1位は786 kg/10aであり、5位までが600 kg以上であった。共通的な条件としては、いずれも堆肥が施用されており、またほとんどが転換畑で得られた結果であった。本試験においても、転換4年目の堆肥連用、窒素追肥区において、約600 kgの子実収量が得られた。この例だけをもって子実600 kg水準を得るための条件を規定するのは問題があるが、近畿中国地域平坦地転換

畑において600 kgの子実収量を得た一つの事例として、その諸条件を第10表に示した。全重は1300 kg/10a、総粒数は2000粒/m²、百粒重は30g、N吸収量は36 kg/10aなどとなる。ダイズ子実100 kgを生産するのに窒素は約9 kgを必要とするといわれている。本試験例から計算すると、子実100 kg（水分含有率15%）を得るために6.0 kgの窒素が必要であった。したがって、本試験のダイズは吸収窒素の子実生産効率が高いことがわかる。

ダイズ多収を達成するためには、作期、品種、栽培条件、土壌条件等が複雑に関係すると思われるが、気象条件の影響もまた大きいと考えられる。気象条件を人為的に改善することは現段階では困難であるが、品種改良等による受光態勢の改善や適期灌水による土壌水分の調節などにより、同一日射量、同一降水量であってもより高い収量水準を確保することが可能と思われる。これらの研究は、前述の諸条件との組合せのなかで今後さらに追究していくべき課題と思われる。

5. 要 約

温暖地における転換畑サイズに対する地力増強のためのムギ稈または堆肥連用効果および窒素の施肥法について、主として生育、収量面から検討し、次の結果を得た。

1. 有機物無施用の場合、基肥または開花期追肥窒素の増収効果は期待できず、ムギ稈および堆肥施用下では、基肥および追肥窒素の増収効果がみられた。とくに、開花期追肥による増収割合が高く、堆肥4年連用の追肥区はおよそ 600 kg の子実収量となった。

2. 堆肥施用では連用3年以降顕著な増収効果が確認された。一般に地上部の生育は旺盛となり、また子実の大粒化がみられた。ムギ稈施用では主莖長、莖重が抑制され、また降水量の少ない年度では子実の小粒化がみられた。

3. 有機物無施用に比べ、ムギ稈施用で根粒着生が促進され、堆肥施用では抑制された。また、窒素施肥区では開花期追肥区で抑制された。根粒着生と子実収量との間には負の相関がみられた。

謝 辞 本研究を遂行するにあたり適切なご指導、ご助言を賜りました中国農試環境部土肥1研仁紫宏保前室長ならびに論文のとりまとめにあたり懇切なご教示をいただいた中国農試環境部古畑哲環境部長に厚く感謝します。

文 献

- 1) 農林水産省統計情報部：農林水産 統計 速報 60-269 (作統-20), p. 1~2 (1985)
- 2) 市来秀夫：水田利用再編に関する土壤肥料分野の諸問題 (近畿中国地域), 昭和 53 年度水田利用再編技術問題検討会資料, 農水省編, p. 1~20 (1978)
- 3) 宮川敏男・広川文彦・島田信二：近畿中国地域における大豆栽培の現状, 中国農試 研究資料, 第11号, 1~184 (1982)
- 4) 杉原 進：大豆多収への挑戦(2), 大豆多収のための窒素・栄養, 農業と科学, 276, 1~4 (1979)
- 5) 吉田 堯：大豆作と窒素-AVRDCでの研究成果紹介, 水田単作地帯における転作作物に関する諸問題, 関西土壤肥料協議会講演要旨集, 52, 16~31 (1980)
- 6) 串埜光男・石塚潤爾・赤塚房江：大豆の栄養生理学的研究 (第2報), 根粒の着生が大豆の窒素成分組成に及ぼす影響, 土肥誌, 35, 323~327 (1964)
- 7) 石塚潤爾：北海道の大豆の生育および子実たんぱく質の生成における可溶性窒素成分の栄養生理的意義, 北農試研報, 101, 51~121 (1972)
- 8) 星 忍：ダイズの窒素固定と生育・収量, 根粒の窒素固定, p. 5~33, 博友社, 東京 (1982)
- 9) 吉田重方：ダイズの窒素栄養におよぼす堆肥施用の影響, 日作紀, 48, 17~24 (1979)
- 10) 渡辺 巖：大豆に窒素堆肥は必要か—昭和 54~56 年各県農試の成績概要から—, 農業技術, 37, 491~495 (1982)
- 11) 星 忍・石塚潤爾・仁紫宏保：窒素質肥料の追肥が大豆の生育と子実生産に及ぼす影響, 北農試研報, 122, 13~54 (1978)
- 12) 石井和夫：合理的施肥管理による安定多収技術, 地力維持・連作障害対策新技術, 総合農業研究叢書第2号, 農研センター編, p. 102~115, 農研センター, 筑波 (1984)
- 13) 二見敬三：転換畑大豆の土壤肥培管理, 水田転作大豆栽培における土壤肥培管理の問題点, 昭和 59 年度近畿中国地域農業試験研究現地研究会資料, 14~20 (1984)
- 14) 荻原 漢：水田転作大豆の肥培管理対策, 水田輪作大豆栽培における土壤肥培管理の問題点, 同上, 21~29 (1984)
- 15) 木下 彰：大豆多収への挑戦(1), 大豆多収の科学のために, 農業と科学, 275, 1~4 (1979)