

おが屑堆肥の有効利用(第2報)

土壌中の有機物含量の差異と裸地・マルチ栽培 が早生タマネギの生育・収量に及ぼす影響

黒島忠司・*山田真也

Influence of organic matters in soil and
polyethylene film mulching on the growth
and the yield of early onion

Tadashi Kuroshima and Shinya Yamada

はじめに

前報¹²⁾では、おが屑堆肥の連用が各種露地野菜の生育、収量に及ぼす影響について報告した。その後、ひきつづきおが屑堆肥の連用試験を重ねていると、栽培様式の差異、すなわち裸地とマルチ栽培とではその連用効果に大きな差異（未発表）がみられた。そこで粘質土壌と砂質土壌（排水＋深耕処理条件下）を供試し、土壌中の有機物含量の差異と裸地栽培・マルチ栽培の関係について、早生タマネギを用いて検討した。

この試験の遂行にあたりご指導頂いた当試験場阿部泰典次長に対して、ここに記して深く感謝の意を表する。

I 土壌中の有機物含量の差異と マルチ効果

試験方法

1 圃場条件

粘質土壌：1969年の圃場整備後、海砂を厚さ2 cm客土し、その後3年間水稲を栽培したのち、露地野菜を中心とした作物に対しておが屑堆肥連用圃場である。

砂質土壌：1969年の圃場整備時に厚さ約50 cmの粘質土壌を取り除き、その跡地に吉野川下流の砂壤土を客土した。1作水稲栽培後、厚さ5～7 cm

の海砂を入れて土壌と混和し、花木の育苗を行っていた圃場である。その後粘質土壌と並行しておが屑堆肥連用試験に供した。3年半（野菜7作）の試験で一応の成果¹²⁾が得られた。次に排水＋深耕処理条件下でのおが屑堆肥連用試験実施中の圃場である。この排水＋深耕の土壌処理方法は表土約12～15 cmを取り除いた後、トレンチャーを使用して75 cm間隔で幅15 cm、深さ45 cmの溝を掘った後40 cmの深さに樹皮（主として米国松の樹皮を大きさ1～4 cmに粉碎したもの）を入れ、その上に土壌を返し、再び表土に戻す施工方法である。この圃場の浸透水除去のためにトレンチャーの溝に直交する形で、エアネット（多孔質の塩化ビニールパイプ）を上記と同じ深さで5 m間隔に埋設した。本試験は施工後約1年経過した条件で行った。

粘質土壌、砂質土壌とも、各露地野菜に対して標準施肥体系を採ってきた土壌で、土壌中の有機物含量の少ない土壌をL土壌、有機物含量が中程度の土壌をM土壌、有機物含量の多い土壌をH土壌とし、減肥施肥（標準施肥の3/4）体系を採ってきた土壌をそれぞれに対応して、l, m, h土壌として、これらの供試土壌の理化学性は第1表に、供試土壌のおが屑堆肥連用の経過を第2表に示した。

* 阿南地方病害虫防除所（前農業試験場）

第1表 供試土壌の理化学性

			T - C %	T - N %	pH(KCl)	有効態 P ₂ O ₅ mg/100g乾土	置 換 性 me/100g乾土		
							CaO	MgO	K ₂ O
粘質土壌 (CL)	標肥系列	L土壌	1.09	0.126	3.9	35	4.07	1.85	0.51
		M土壌	2.91	0.219	4.6	64	6.10	2.50	0.81
		H土壌	5.60	0.337	5.4	160	8.85	3.30	1.19
	減肥系列	l土壌	1.19	0.115	4.0	37	4.71	2.00	0.27
		m土壌	3.26	0.238	5.5	104	7.43	2.70	0.74
		h土壌	5.87	0.396	5.9	177	9.75	3.30	1.06
砂質土壌 (SL)	標肥系列	L土壌	0.94	0.087	4.9	38	3.75	1.35	0.34
		M土壌	1.72	0.134	4.3	40	4.28	1.85	0.55
		H土壌	3.12	0.219	5.0	78	5.25	1.90	0.79
	減肥系列	l土壌	0.87	0.079	5.0	40	4.07	1.75	0.32
		m土壌	1.78	0.136	5.1	56	4.57	2.05	0.44
		h土壌	3.19	0.227	5.6	97	5.43	2.25	0.72

第2表 各土壌におけるおが屑堆肥施用量の経過

(t/10a)

	1974	1975		1976		1977		1978		累 計 堆肥総量
	第1作 冬 作	第2作 夏 作	第3作 冬 作	第4作 夏 作	第5作 冬 作	第6作 夏 作	第7作 冬 作	第8作 夏 作	第9作 冬 作	
L, l土壌	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M, m土壌	3	3	3	3	3	3	3	3	3	27
H, h土壌	15	15	15	15	0	0	10	10	10	90

2 試験区の構成

粘質土壌、砂質土壌において、土壌中の有機物含量の違う土壌、すなわち標準施肥体系のL, M, H土壌と減肥体系のl, m, h土壌を供試土壌とし、それぞれの土壌に裸地栽培と黒色ポリエチレンフィルム（以下マルチとする）栽培を組入れて、試験区（第3表）

第3表 粘質土壌、砂質土壌における試験区

		試 験 区
標肥系列	裸地栽培	L土壌
	裸地栽培	M土壌
	裸地栽培	H土壌
	マルチ栽培	L土壌
	マルチ栽培	M土壌
	マルチ栽培	H土壌
減肥系列	裸地栽培	l土壌
	裸地栽培	m土壌
	裸地栽培	h土壌
	マルチ栽培	l土壌
	マルチ栽培	m土壌
	マルチ栽培	h土壌

を設定した。マルチ栽培の施肥量は裸地栽培の $\frac{1}{2}$ で全て元肥とした。各試験区の施肥方法を第4表に示した。

3 耕種概要

供試品種として貝塚極早生を用い、1978年9月1日には種した。本圃には苦土石灰を10月26日に150 kg/10a 施用し、その上にL, l土壌では土壌の酸性低下が激しかったので、余分に150kg/10a 施用した。元肥、おが屑堆肥を翌日施用し、その後耕耘、畝立てを行い、マルチ栽培は厚さ0.02mm、幅150cmのマルチを使用した。11月9日に畝幅150cm、株間11cmの4条植えの栽植密度で定植した。

なお裸地栽培は元肥にCDU（16-8-12）とよ

うりんを、追肥にNK化成（16-0-16）を用いた。マルチ栽培は上記の肥料を用いて、全量を元肥施用した。

第4表 粘質土壌、砂質土壌における試験区の施肥方法

(kg/10a)

	栽培様式	元 肥 (11月2日)			追 肥 (2月10日)			追 肥 (3月10日)			三要素合計		
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
標肥系列	裸地栽培	10	12	7.5	6	0	6	6	0	6	22	12	19.5
	マルチ栽培	15	8.2	13.3	0	0	0	0	0	0	15	8.2	13.3
減肥系列	裸地栽培	6.8	8.2	5.1	4.1	0	4.1	4.1	0	4.1	15	8.2	13.3
	マルチ栽培	10	5.5	8.9	0	0	0	0	0	0	10	5.5	8.9

4 土壌の採取と分析方法

分析土壌は作物収穫後、株と株の中間地点で表土約2cmの土壌を除き、その下の作土層(3~9cmの土壌)を5ヵ所採取しよく混合して、風乾後に分析試料とした。

分析方法はpH(H₂O)・EC(乾土:水=1:2)、pH(KCl)(乾土:1NKCl=1:2.5)の割合で測定し、その他の成分は常法に従って測定した。

試験結果および考察

1 粘質土壌における土壌中の有機物含量の差異と生育・収量

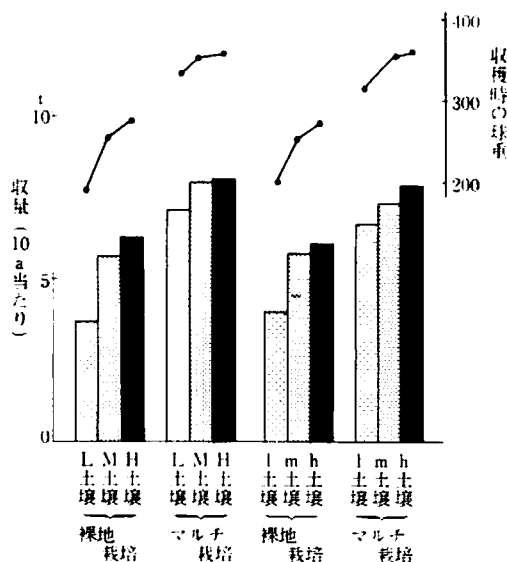
この土壌における生育調査を第5表に示し、収量と収穫時の球重を第1図に示した。

標肥系列・裸地栽培:定植後2月頃まで、タマネギの生育はほとんど停滞し、土壌間の生育差はみられなかったが、3月になり、気温の上昇とともに生育は徐々に旺盛になり、4月9日の生育調査では、土壌中の有機物含量が多くなるにつれて生体重が重く、葉数も多く、球の肥大も早かった。特にH土壌はL土壌に比べて生体重で2倍以上、球径で60%以上にもなった。このような生育差も、生育が進むにつれて少なくなったが、それでも土壌中の有機物含量が多いほど生育がよく、H土壌はL土壌より生体重、球重で50%以上重かった。

以上のような傾向を受けて、土壌中の有機物含量の多いものほど収量も多く、収穫時の球重(140個前後の平均)も重かった。L土壌におけるタマネギは球の揃いが悪くH土壌のものに比べて35%の減収になり、収穫時の球重も38%軽かった。

標肥系列・マルチ栽培:前項同様、土壌中の有機物含量が多くなるにつれて、生育は優り、4月ではM・H土壌はL土壌に比べて生体重で20%以上も重く、草丈も長かったが、5月では生体重、球重ともに数%優れた程度で生育が進むにつれて著しく生育差が少なくなった。

このように最終的には収量差が非常に少なくなったが、しかしそのなかで傾向をみると、収量はH土壌が最も多く、次いでM、L土壌と土壌中の有機物含量が多いほど増収した。M土壌とH土壌



第1図 粘質土壌における土壌中の有機物含量の差異、マルチ栽培とタマネギの収量、球重

第5表 粘質土壌における土壌中の有機物の差異、マルチ栽培と早生タマネギの生育

			4 月 9 日 (15株平均)					5 月 9 日 (15株平均)				
			生体重	同左指数	草丈	葉数	球径	生体重	同左指数	球重	球径	球高
標肥系列	裸地栽培	L土壌	107 ^g	100	60.4 ^{cm}	6.6 ^枚	2.5 ^{cm}	278 ^g	100	178 ^g	5.9 ^{cm}	7.7 ^{cm}
		M土壌	191	179	72.5	6.7	3.5	436	157	284	6.3	9.4
		H土壌	245	229	72.1	7.2	4.1	440	158	294	6.2	9.6
	マルチ栽培	L土壌	254	100	74.7	7.5	4.3	489	100	325	6.9	10.0
		M土壌	317	125	82.6	7.8	4.9	495	101	331	6.9	10.1
		H土壌	304	120	76.6	7.4	4.7	504	103	341	7.0	10.1
減肥系列	裸地栽培	L土壌	131	100	67.0	6.7	2.8	317	100	201	5.8	8.3
		M土壌	214	163	70.3	6.9	3.7	426	134	271	6.2	9.3
		H土壌	244	186	74.0	7.2	3.8	447	141	286	6.2	9.6
	マルチ栽培	L土壌	223	100	73.2	7.8	4.2	437	100	300	7.0	9.5
		M土壌	298	128	75.5	7.4	4.9	493	113	331	6.9	9.8
		H土壌	306	137	73.5	7.3	4.8	507	114	334	7.0	9.9

ではほとんど収量差がなく、わずかにH土壤が収量、収穫時の球重で優った。

減肥系列・裸地栽培：この場合も土壌中の有機物含量が多いほど生育がよく、4月ではh土壤がl土壤より生体重で90%重く、草丈で10%以上も優った。5月にも生体重、球重で40%以上も重かった。収穫時における収量は、その生育差を受けて、土壌中の有機物含量が多いほど増収し、収穫時の球重も重かった。h土壤はl土壤より、ほぼ生育調査結果同様、収量と球重で約50%優った。

減肥系列・マルチ栽培：標肥系列同様、マルチ栽培によって、タマネギの生育が旺盛になり、土壌間差は少なかった。しかし土壌中の有機物含量が多いほど生育が良く、4月から5月へと生育が進むにつれて、生育差は少ないながら処理間の差はみられた。また同じマルチ栽培でも、減肥系列は標肥系列より有機物含量の差異による生育差が大きかった。この生育から、収量も、h土壤が最も多く、次いでm土壤であった。収穫時の球重も、土壌中の有機物が多いほど重く、h土壤はl土壤より10%以上も重かった。

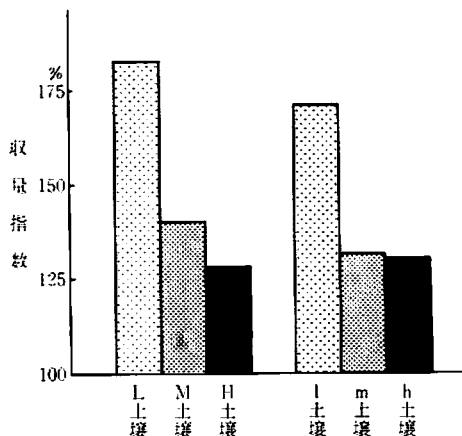
以上の結果から、裸地栽培では土壌中の有機物含量が多くなるにつれて生育が旺盛になり増収し、収穫時の球重も重かった。l土壤はM、H土壤に比べて生育、収量ともに非常に劣り、しかも収穫した球（50g以上の球重）の揃いも悪かった。マルチ栽培でも土壌中の有機物含量が多いほど生育が良く、増収したが、その生育差、収量差は裸地栽培に比べて、少なかった。特に標肥系列のM土壤はH土壤とほぼ同収量となり、収穫時の球重もほぼ同じであった。

2 粘質土壌における裸地栽培とマルチ栽培の比較

標肥系列、減肥系列における裸地栽培とマルチ栽培の比較を第2図に示した。この図でみられるように各土壌とも25%以上のマルチ効果を示し、その増収効果は土壌中の有機物含量の少ないほど高かった。特に標肥系列のL土壤ではマルチ栽培によって83%も増収した。4、5月の生育調査（第5表）でもみられたように、早生タマネギではマルチ栽培によって初期生育を旺盛にする⁶⁾ことが増収につながるものと推察される。

マルチ栽培は裸地栽培より、全施肥量の%で裁

培し、その結果を比較したが、全ての処理区で増収した。したがってマルチ栽培では裸地栽培より33%以上の施肥量節約になるものと思われた。



第2図 粘質土壌における各土壌のマルチ効果(マルチ/裸地)

3 砂質土壌における土壌中の有機物含量の差異と生育・収量

この土壌における生育調査を第6表に示し、収量と収穫時の球重を第3図に示した。

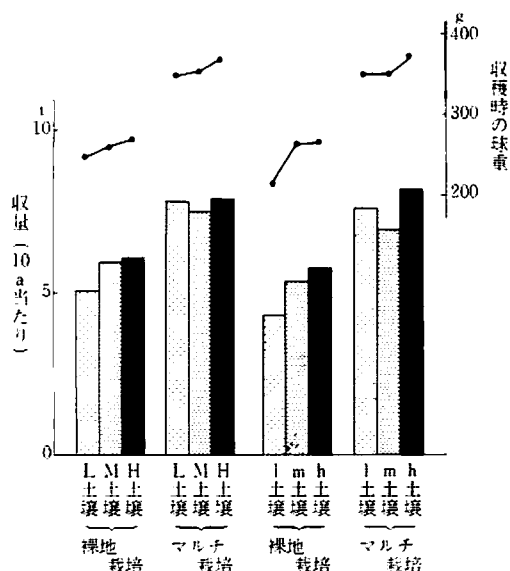
標肥系列・裸地栽培：定植後2月中旬まで、タマネギの生育はほとんど停滞し、土壌間の生育差はみられなかったが、その後気温の上昇とともに生育が旺盛になり、4月9日では、M土壤が最も生育が良く、次いでH土壤であり、L土壤は劣った。その生育差も生育が進むにつれて非常に少なくなった。すなわち、M土壤はL土壤より4月では生体重で32%も重かったが、5月ではほぼ同じ生育を示した。

収量では土壌中の有機物含量が多くなるにつれて増収し、収穫時の球重も重かった。H土壤はL土壤より収量で15%増収し、球重で10%優った。M土壤の生育は最も良かったが、収量ではH土壤よりわずかに劣った。

標肥系列・マルチ栽培：4月の調査ではM土壤の生育は最も良かったが、5月になるとその生育差は全くなり、L、M、H土壤とも非常に生育が良かった。この傾向を受けて土壌間の収量差もほとんどなく、わずかにH土壤が優った程度である。しかし収穫時の球重では、わずかながら土壌中の有機物含量が多いほど重い傾向を示した。

第6表 砂質土壌における土壌中の有機物含量の差異、マルチ栽培と早生タマネギの生育

			4 月 9 日 (15株平均)					5 月 9 日 (15株平均)				
			生体重	同左指数	草丈	葉数	球径	生体重	同左指数	球重	球径	球高
標肥 系列	裸地栽培	L土壌	197 ^g	100	71.1 ^{cm}	7.5 ^枚	3.9 ^{cm}	440 ^g	100	256 ^g	9.2 ^{cm}	6.3 ^{cm}
		M土壌	260	132	74.0	7.8	4.4	446	101	303	9.9	6.5
		H土壌	247	125	72.7	7.7	4.6	442	100	282	9.9	6.5
	マルチ栽培	L土壌	265	100	76.6	7.8	4.4	490	100	336	9.9	7.0
		M土壌	305	115	78.6	7.9	4.7	489	100	327	9.8	7.0
		H土壌	270	102	75.7	7.5	4.8	478	98	337	9.9	6.9
減肥 系列	裸地栽培	L土壌	179	100	66.7	7.5	3.4	340	100	228	8.5	6.2
		m土壌	257	144	73.9	7.8	4.7	437	129	290	9.4	6.5
		h土壌	310	173	77.1	8.1	4.9	467	137	286	9.4	6.6
	マルチ栽培	L土壌	265	100	77.2	7.4	4.4	486	100	334	9.9	7.1
		m土壌	272	103	74.1	7.4	4.5	491	101	342	9.7	7.2
		h土壌	332	125	76.8	7.8	5.2	537	110	362	10.1	7.3



第3図 砂質土壌における土壌中の有機物含量の差異、マルチ栽培とタマネギの収量、球重

減肥系列・裸地栽培：生育が旺盛になった4月には土壌中の有機物含量が多いほど生育が良く、h土壌はl土壌より生体重で73%、草丈で13%、球径で44%も優った。生育の進んだ5月にもほぼ4月と同様の生育結果であったが、その生育差は少なくなった。収量も土壌中の有機物含量が多いほど増収し、また収穫時の球重も優った。h土壌はm土壌より4月の生体重で17%優っていたが、5月には生体重で7%増程度になったように、生育が進むにつれてその生育差がなくなり、収量、

収穫時の球重ではわずか1%の差に留まった。

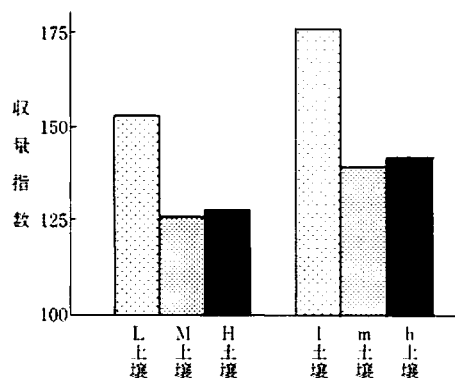
減肥系列・マルチ栽培：マルチ栽培によってタマネギの生育が旺盛になり、h土壌はm、l土壌より生育で優り、それも調査時期の早いほどその生育差が大きかった。l、m土壌のタマネギはほとんど同じ生育を示した。収量ではh土壌が最も多く、次いでl土壌であり、収穫時の球重もh土壌が最も重かった。

以上の結果から、裸地栽培の場合、l、m、h土壌間では土壌中の有機物含量の多くなるにつれて、生育が旺盛になり増収し、また収穫時の球重も重くなった。L、M、H土壌間では、生育でM土壌がH土壌より優ったが、収量、収穫時の球重において土壌中の有機物含量が多いほど増収し、球重も重い傾向を示した。しかしM土壌とH土壌の差は非常に少なかった。マルチ栽培ではタマネギの生育が非常に旺盛になったことから、土壌中の有機物含量と生育、収量において、一定の傾向が認められなかった。しかし土壌中の有機物含量が最も多いH土壌（又はh土壌）は他の土壌より収量も多く、収穫時の球重も重かった。そうしたなかで標肥系列の球重は土壌中の有機物含量が多くなるにつれて重かった。

4 砂質土壌における裸地栽培とマルチ栽培の比較

粘質土壌同様に比較した結果を第4図に示した。マルチによる増収効果はいずれの場合も25%以上示し、特に土壌中の有機物含量の少ない土壌では

50%以上の増収を示した。また減肥系列は標肥系列よりマルチの効果が高かった。収量からみるとこの砂質土壌でもマルチ栽培によって33%以上の施肥量が節減できるものと思われた。



第4図 砂質土壌における各土壌のマルチ効果 (マルチ/裸地)

5 各土壌における跡地土壌の化学性と葉色

タマネギ栽培跡地土壌の化学性と葉色について、粘質土壌における結果を第7表に、砂質土壌におけるそれを第8表に示した。

粘質土壌：L、l土壌には他の土壌より、余分に苦土石灰を150kg/10a施用したので、pHがM又はm土壌より中性に近い土壌もあったが、裸地栽培、マルチ栽培ともに、土壌中の有機物含量が多くなるにつれて、pHは中性に近い傾向を示し、リ

ン酸、カリ、石灰、苦土含量は多く、特にHとh土壌のリン酸含量が178~196mg/土100gと非常に多かった。マルチ栽培は裸地栽培よりECが高く、リン酸をはじめ土壌養分がわずかに高い傾向を示した。また収穫時の葉色において、マルチ栽培は裸地栽培とほとんど変らない葉色を示したことから、マルチ栽培は裸地栽培より施肥量が33%以上可能であるように思われた。

砂質土壌：粘質土壌同様、土壌中の有機物含量が多いほど土壌中の養分が多く、またマルチ栽培は裸地栽培よりECが高かった。減肥系列は標肥系列より全体に葉色が淡かった。

タマネギに対するリン酸について、二兄ら³⁾は有効態りん酸と収量の間に極めて高い相関を認め、収量が最大になるときの有効態リン酸含量を106mg/土100gと推定している。景山ら⁹⁾、吉村²²⁾はタマネギの初期生育を良好にし、増収するためにはリン酸が最も重要であるとしている。そこで筆者らは標肥系列、減肥系列を合せたなかで収量とリン酸含量の関係について検討した結果(n=6)、粘質土壌の裸地栽培は5%水準で相関が認められ(r=0.808)、マルチ栽培ではそれが認められなかった。マルチ栽培の3土壌の収量が裸地栽培の3土壌のものよりはるかに優った。したがってタマネギの生育、収量に及ぼす影響は栽培様式が異なると土壌中の養分含量より水分による影響¹⁰⁾¹⁷⁾¹⁸⁾が大きいものと思われた。

第7表 粘質土壌における土壌中の有機物含量の差異、マルチ栽培による跡地土壌の化学性と葉色

			EC mS/cm	pH (H ₂ O)	pH (KCl)	P ₂ O ₅ mg/100g乾土	K ₂ O mg/100g乾土	CaO mg/100g乾土	MgO mg/100g乾土	葉色(5月8日)
標肥系列	裸地栽培	L土壌	0.46	5.6	5.4	30	11.4	148	40	緑 色
		M土壌	0.45	5.8	5.5	66	33.0	210	45	微淡緑色
		H土壌	0.61	6.2	6.0	187	75.0	283	74	緑 色
	マルチ栽培	L土壌	0.54	6.3	5.8	38	11.3	163	43	微淡緑色
		M土壌	0.56	6.3	5.7	52	34.7	216	56	緑 色
		H土壌	0.84	6.5	6.1	196	64.8	261	74	緑 色
減肥系列	裸地栽培	l土壌	0.36	6.2	6.0	39	11.0	156	41	少し淡緑色
		m土壌	0.51	6.2	6.0	70	32.0	223	52	少し淡緑色
		h土壌	0.56	6.5	6.3	182	67.9	260	77	微淡緑色
	マルチ栽培	l土壌	0.31	6.7	6.1	41	11.1	155	41	少し淡緑色
		m土壌	0.55	6.5	6.1	76	35.8	233	58	少し淡緑色
		h土壌	0.71	6.6	6.2	178	63.2	259	72	緑 色

第8表 砂質土壌における土壌中の有機物含量の差異、マルチ栽培による跡地土壌の化学性と葉色

			EC mS/cm	pH (H ₂ O)	pH (KCl)	P ₂ O ₅ mg/100g乾土	K ₂ O mg/100g乾土	CaO mg/100g乾土	MgO mg/100g乾土	葉色(5月8日)
標肥 系列	裸地栽培	L土壌	0.47	6.6	6.3	42	9.0	140	34	少し淡緑色
		M土壌	0.50	6.5	6.1	49	14.8	166	46	緑色
		H土壌	0.48	6.2	5.9	85	43.2	186	52	緑色
	マルチ栽培	L土壌	0.80	6.6	6.2	51	12.0	147	38	緑色
		M土壌	0.81	6.2	5.8	50	25.7	163	39	緑色
		H土壌	0.83	6.7	6.2	64	40.3	183	46	緑色
減肥 系列	裸地栽培	l土壌	0.14	6.8	6.5	39	7.3	146	30	微～緑色
		m土壌	0.35	6.8	6.3	45	14.4	160	38	少し淡緑色
		h土壌	0.42	6.5	6.1	93	36.5	181	46	微～緑色
	マルチ栽培	l土壌	0.61	6.7	6.2	50	11.1	153	33	少し淡緑色
		m土壌	0.83	6.6	6.1	48	12.9	158	38	少し淡緑色
		h土壌	0.66	6.7	6.2	89	36.1	190	45	微緑色

II 粘質土壌における有機物含量の差異とマルチ栽培条件下の土壌水分変化、地温変化

試験方法

1 圃場条件

粘質土壌におけるおが屑堆肥連用圃場で1981年に実施した。試験圃場の有機物含量はIの試験以降おが屑堆肥を全く、施用していないためにほぼ大差ない条件とみなし、試験を実施した。

2 試験区の構成

Iの試験とほぼ同一土壌のため、I試験のl, m, h土壌(減肥系列)をl', m', h'土壌とし、それぞれの土壌に裸地栽培とマルチ栽培を組入れた。

3 耕種概要

はやどり黄を供試品種として用い、8月30日には種した。本圃の元肥として裸地栽培、マルチ栽培ともにCDU(16-8-12)を93.8kg/10a施用し、耕耘、畝立てを行った。マルチ栽培では11月4日に厚さ0.02mm、幅150cmの黒マルチを行い、裸地栽培、マルチ栽培ともに定植を11月5日に行った。栽植密度は前試験と同様であり、また裸地栽培、マルチ栽培とも追肥を施用しなかった。

4 土壌水分張力・地温の測定

土壌水分張力(以下pFとする)は直管式テンシオメーターを用いて、タマネギの条間および株間の中間地点で、深さ15cmのところで測定した。測

定時間は午前9時頃であった。地温は1週間巻きの自記地温計を用いて、pF測定場所と同様の地点、同じ深さで測定した。

試験結果および考察

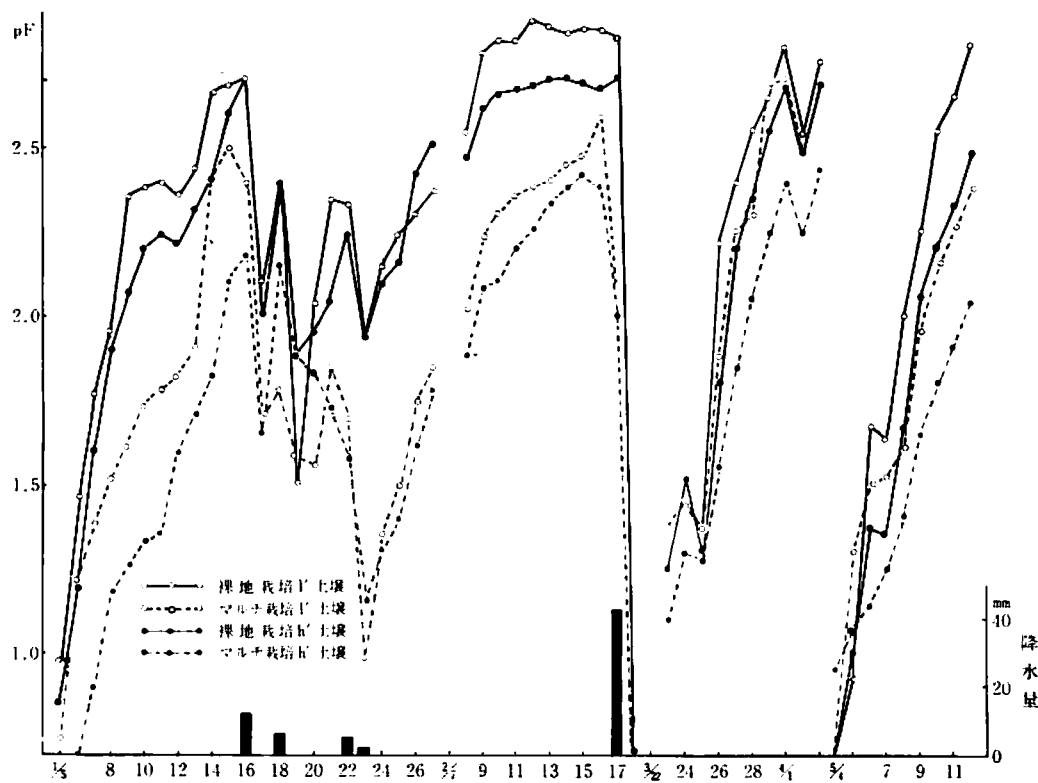
pFの変化: 代表的なpFの変化を第5図に示し、測定期間中でのpF高低別日数を第9表に示した。

裸地栽培では、タマネギの生育がほとんど停滞している期間(11月～2月中旬頃まで)は晴天日が続くにつれてpF値は高くなり、l'土壌はh'土壌より高pF値を示した。pFの出現日数でもh'm'l'土壌と土壌中の有機物含量が少ないほどpF値2.5以上の出現日数は多かったが、pF値1.5未満の出現日数は3土壌ともほとんど変わらなかった。土壌中の有機物含量の多いh'土壌のpF値は晴天が続いても上昇が緩慢であり、タマネギの蒸散量の少ない時期、すなわち11～2月中旬のタマネギ生育停滞期と5月上旬の収穫期には、l'土壌とのpF値の差が大きかったが、タマネギの蒸散量の多い時期、すなわち3～4月中は3.4日に1回降雨日があり、1日あたり降水量が2.7mmもあったことも反映して、pF値の変動が大きく、またl'土壌とh'土壌とのpF差もみられなかった。しかしpF2.5以上の出現日数ではl'土壌がh'土壌より多かった。なお11～2月と5月の収穫期までにおいては4.9日に1回の降雨日で、1日あたり1.98mmであった(当農試調査)。

マルチ栽培でもほぼ同様の傾向、すなわちh'

土壌は1'土壌より晴天が続いても、pF値の上昇が緩慢であり、pF値2.5以上の出現日数も少なかった。第5図でみられるように、マルチ栽培での1'土壌とh'土壌のpF値差は裸地栽培のpF値差より小さく、またマルチ栽培の3土壌は裸地栽培の3土壌より、pF 2.5以上の出現日数が少なかった。これらのことから、マルチ栽培は土表面か

らの土壌水分蒸散を防ぐ効果¹⁵⁾があり、タマネギの生育に十分な土壌水分の保持に役立ったものと思われる。マルチ栽培のh'土壌は処理区の中で最もpF値の上昇が緩慢であり、タマネギの蒸散量の多い3～4月でも他の処理区に比べて低いpF値で経過した。



第5図 粘質土壌における土壌中の有機物含量の差異、マルチ栽培と土壌中の水分張力変化

第9表 粘質土壌における土壌中の有機物含量の差異、マルチ栽培と土壌水分張力の高低別出現日数

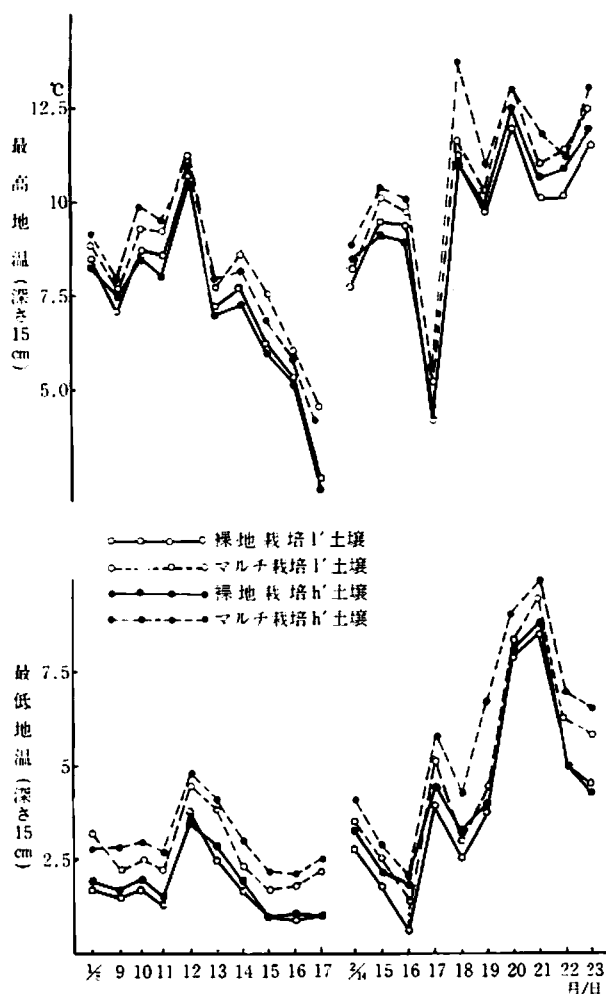
期 間		12月23日～1月31日					2月1日～3月31日					4月1日～5月12日					測定期間中の合計日数				
		1.0 以上	1.5 以上	2.0 以上	2.5 以上		1.0 以上	1.5 以上	2.0 以上	2.5 以上		1.0 以上	1.5 以上	2.0 以上	2.5 以上		1.0 以上	1.5 以上	2.0 以上	2.5 以上	
pH 値		1.0 未満	1.5 未満	2.0 未満	2.5 未満		1.0 未満	1.5 未満	2.0 未満	2.5 未満		1.0 未満	1.5 未満	2.0 未満	2.5 未満		1.0 未満	1.5 未満	2.0 未満	2.5 未満	
裸地栽培	1' 土壌	1	2	3	13	9	5	5	5	4	16	3	1	1	5	12	9	8	9	22	37
	m' 土壌	1	2	5	13	7	5	6	5	5	14	3	1	1	7	10	9	9	11	25	31
	h' 土壌	1	3	6	12	6	5	5	7	4	14	3	1	3	9	6	9	9	16	25	26
マルチ栽培	1' 土壌	2	7	17	2	0	8	9	3	11	4	2	1	5	5	9	12	17	25	18	13
	m' 土壌	3	9	14	2	0	8	9	6	9	3	3	1	4	8	6	14	19	24	19	9
	h' 土壌	4	8	13	3	0	9	8	7	11	0	3	2	5	10	2	16	18	25	24	2

注 1) 欠測日のあるために、出現日数が各期間の合計日数より少ない。

2) 1'試験土壌と同じ土壌であるが、試験年次が異なる。

3) pFを測定した深さは15cmであった。

地温の変化：第6図および第10表に示したように、裸地栽培ではh'土壤はl'土壤より最低地温の高い日がやや多く、地温の最低平均で0.0~0.3℃高かった。マルチ栽培でもh'土壤はl'土壤より最低地温の高い日が多く、地温の最低平均でも高い場合が多かった。マルチ栽培の3土壤は裸地栽培の3土壤より地温の最高、最低ともに高く経過することが多かった。筆者らの測定地点は深さ15cmであるが、林⁷⁾の報告によると深さ5、10、15cmの地温では、15cmが最も最高と最低の差が少ないことから、タマネギの根が多い深さ10cmのところで測定していると各処理間にもっと大きな地温差が生じたのではないかと考えられた。



第6図 粘質土壤における土壤中の有機物含量の差異、マルチ栽培と地温変化

第10表 粘質土壤における土壤中の有機物含量の差異、マルチ栽培と地温の最高・最低平均

		1月8日~19日		2月3日~13日		2月14日~23日	
		最高	最低	最高	最低	最高	最低
裸地栽培	l'土壤	6.8	1.5	7.1	2.7	9.6	4.3
	m'土壤	6.7	1.6	7.5	2.6	9.9	4.4
	h'土壤	6.7	1.6	7.3	2.7	9.8	4.6
マルチ栽培	l'土壤	7.7	2.5	8.6	3.2	10.5	5.2
	m'土壤	7.6	2.8	8.7	3.1	11.0	5.4
	h'土壤	8.0	2.7	8.5	3.0	11.0	5.9

地温を測定した深さは15cmである。

生育・収量：第11表に示したように、裸地栽培では土壤中の有機物含有量が多くなるにつれて生育が良く、収量もh'土壤が最も多く球の肥大もよく、次いでm'土壤、l'土壤の順になった。マルチ栽培も裸地栽培同様傾向の生育・収量を示したが、その収量差は裸地栽培より少なかった。また土壤毎にマルチの効果を見ると、l'土壤で108%、m'土壤で73%、h'土壤で30%増収し、この試験でも土壤中の有機物含有量が少ないほど、マルチによる増収効果は大きかった。本試験の裸地栽培で追肥を施用しなかったために1の試験よりマルチ効果(2)5/19/20/21)が高くなった。

第11表 粘質土壤における土壤中の有機物含量の差異、マルチ栽培と早生タマネギの生育、収量

		生育調査 (3月10日15株平均)				収量調査 (5月12日)	
		生体重	球重	球高	球径	総収量	収の種球時重
裸地栽培	l'土壤	199	166	6.8	4.8	3.03	150
	m'土壤	223	190	7.4	5.0	3.86	184
	h'土壤	321	258	8.7	5.3	5.23	241
マルチ栽培	l'土壤	376	311	9.0	5.6	6.32	301
	m'土壤	379	312	9.2	5.5	6.64	306
	h'土壤	363	329	9.3	5.8	7.06	336

Ⅲ 砂質土壌におけるマルチ栽培、おが屑堆肥の施用による pF・地温変化

試験方法

1 圃場条件

この圃場は砂質土壌をⅠの試験と同様排水＋深耕の土壌処理（1976年）をして、おが屑堆肥を10t/10aの2回連用した後、全くおが屑堆肥を施用していない土壌であり、排水が良く、野菜の生育も非常によい土壌になった。この試験は1981年に実施し、土壌の理化学性を第12表に示した。

第12表 供試土壌の理化学性

土 壌	土 性	T-C %	T-N %	pH (KCl)	有効態 P ₂ O ₅ mg/100g乾土	置 換 性 me-/100g乾土		
						CaO	MgO	K ₂ O
砂質土壌	SL	1.52	0.131	5.2	30	4.56	1.85	0.29

2 試験区の構成

裸地栽培、マルチ栽培ではおが屑堆肥無施用区とおが屑堆肥5t/10a 施用区を設けて実施した。なおここで供試したおが屑堆肥はよく発酵したものを屋外で1年間腐熟させたものであった。

3 耕種概要とpF、地温の測定

Ⅱの試験と全く同様に実施した。

試験結果および考察

pFの変化：代表的なpFの変化は第7図に示し、測定期間中のpF 高低別出現日数は第13表に示した。

裸地栽培において、おが屑堆肥施用区は無施用

区に比べて高いpF値を示し、晴天日が続くとその差が著しかった。このような高pF値を示した期間は1月7日～3月11日までであり、特に1月の期間は著しかった。3月中旬以降は前述したように降雨日が多かったこと、タマネギの蒸散量が多いこと、地温の上昇によるおが屑堆肥の分解が促進されたことなどがあいまって、おが屑堆肥施用による明らかな高pF値はみられなかった。5月の収穫期には、晴天日が続いたにもかかわらず、おが屑堆肥施用区は無施用区とほぼ同様なpF値を示し、おが屑堆肥の分解がかなり進行していることをうかがわせた。

pFの高低別出現日数をみてはば前述のとおりで、pF 2.5以上の出現日数は全期間ともおが屑堆肥施用区が無施用区より多く、またpF 2.0以上の出現日数もおが屑堆肥

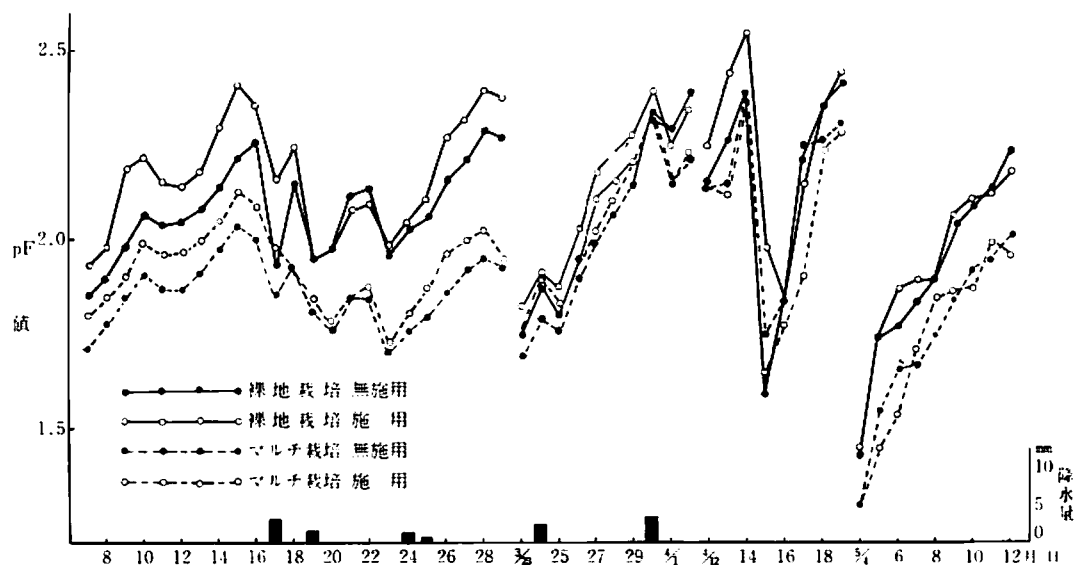
施用区が無施用区より1月7日～3月31日の期間ではやや多かったが、4月以降はほぼ同日数であった。pF 1.5未満の出現日数は3月30日までがおが屑堆肥施用区が無施用区より少なく、その後は変らなかった。

マルチ栽培の場合もほぼ同様でおが屑堆肥施用区は無施用区より高いpF値を示し、特に施用後の2か月間は3、4か月よりその差が大きかった。4月中旬から裸地栽培同様、おが屑堆肥施用の有無によるpF変化はほとんどみられなかった。マルチ栽培ではpF 2.0以上を示すことが少なかったが、pFの高低別出現日数ではおが屑堆肥の

第13表 砂質土壌におけるマルチ栽培、おが屑堆肥の施用と土壌水分張力の高低別出現日数

期 間		1月7日～30日				2月1日～3月30日				4月1日～5月12日				測定期間中の合計日数			
pF 値		1.0以上	1.5以上	2.0以上	2.5以上	1.0以上	1.5以上	2.0以上	2.5以上	1.0以上	1.5以上	2.0以上	2.5以上	1.0以上	1.5以上	2.0以上	2.5以上
		1.5未満	2.0未満	2.5未満		1.5未満	2.0未満	2.5未満		1.5未満	2.0未満	2.5未満		1.5未満	2.0未満	2.5未満	
裸地栽培	無施用区	0	6	14	0	2	14	17	2	2	6	14	1	4	26	45	3
	おが屑堆肥区	0	4	16	0	3	9	20	3	2	6	12	3	5	19	48	6
マルチ栽培	無施用区	0	18	2	0	4	21	10	0	2	9	12	0	6	48	24	0
	おが屑堆肥区	0	14	6	0	3	16	16	0	2	10	10	1	5	40	32	1

注 1) 欠測日のあるために出現日数が各期間の合計日数より少ない。
2) pFを測定した深さは15cmであった。

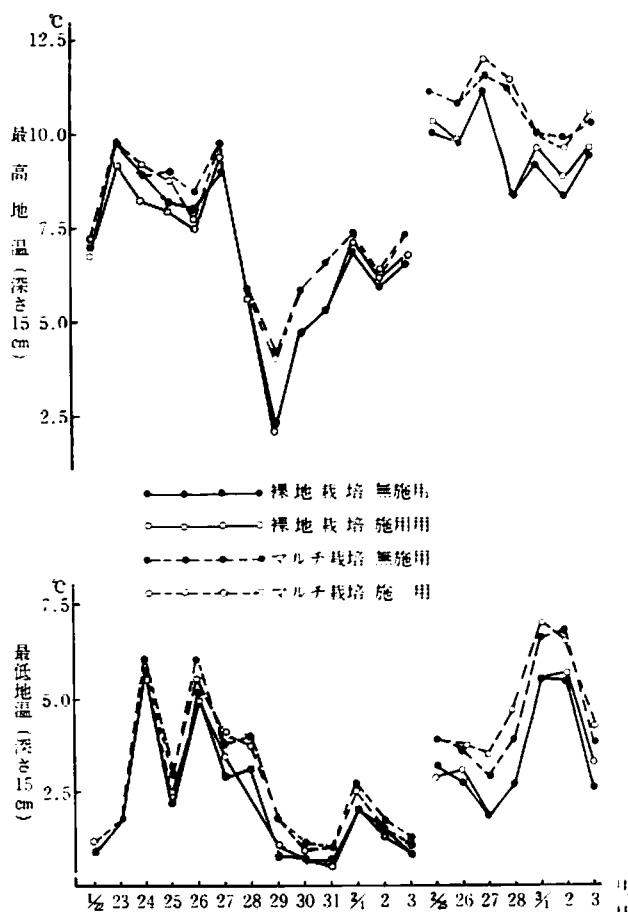


第7図 砂質土壌におけるマルチ栽培，おが屑堆肥の施用と土壌中の水分張力変化

施用によって高pH値を示し，土壌が乾きやすかった。マルチ栽培のおが屑堆肥無施用区・施用区は，裸地栽培の両区よりやや低いpH値を示し，またpH 2.0以上の出現日数も非常に少なかった。

ここで用いたおが屑堆肥は前述したようによく腐熟したものを用いたが，施用後4か月間やや高いpH値で経過し，その後は無施用とほぼ同一pH値で経過した。一般に普及しているおが屑堆肥はこの4か月より長い間高pH値で経過するものと推測される。筆者ら¹²はおが屑堆肥連用試験の中で第1作目のホウレンソウ，第4作目のスイートコーンで少し発芽不揃が生じたこと，尾形¹⁶もおが屑堆肥の施用にあたっては乾燥に注意するように述べている。これらのことから，おが屑堆肥の腐熟が進んでいないものほど施用後，長期間高pH値で経過し，よく腐熟しているものほど施用後の高pH値期間が短いものと推察される。

地温の変化：第8図および第14表に示したように，おが屑堆肥の施用によって裸地栽培，マルチ栽培ともに最高，最低地温がやや高い傾向を示し，また地温の最高・最低平均とも高い場合が多かった。



第8図 砂質土壌におけるマルチ栽培，おが屑堆肥の施用と地温変化

第14表 砂質土壌におけるマルチ栽培，おが屑堆肥の施用と地温の最高・最低平均

		1月22日～2月2日		2月25日～3月2日	
		最高	最低	最高	最低
裸地栽培	無施用区	6.7℃	2.2℃	9.5℃	3.4℃
	おが屑堆肥区	6.8	2.2	9.7	3.6
マルチ栽培	無施用区	7.4	2.6	10.7	4.5
	おが屑堆肥区	7.5	2.7	10.8	4.7

地温を測定した深さは15cmであった。

マルチ栽培のおが屑堆肥無施用区と施用区は裸地栽培の両区より地温の最高，最低ともに0.4～1.2℃高く経過した。

生育・収量：第15表の生育と収量調査からみると，裸地栽培，マルチ栽培ともおが屑堆肥の施用によって生育は旺盛になり，生体重が重く，球の肥大もよく，増収し，収穫時の球重も重かった。おが屑堆肥施用による増収率をみると，裸地栽培では23%であるのに比べてマルチ栽培で3%にとどまり，裸地栽培でのおが屑堆肥施用はより効果が高かった。一方，マルチによる増収効果をみると無施用区では78%，施用区で49%増収し，おが屑堆肥を施用しない条件がマルチ効果を高めた。

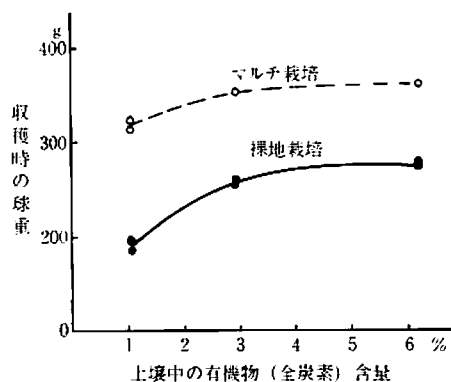
本試験，Ⅰの試験の裸地栽培（施肥窒素量15kg/10a）でも，タマネギの生育過程で窒素飢餓症状⁴⁾（施肥窒素30kg/10a条件下）が全く観察されなかったことから，おが屑堆肥施用による窒素飢餓症状は堆肥の熟度の違いによるものと思われた。

第15表 砂質土壌におけるマルチ栽培，おが屑堆肥の施用と早生タマネギの生育，収量

		生育調査（5月10日，13株平均）				収量調査（5月12日）	
		生体重	球重	球高	球径	総収量	収穫時の球重
裸地栽培	無施用区	284 ^g	205 ^g	8.1 ^{cm}	5.1 ^{cm}	3.93 ^{kg}	189 ^g
	おが屑堆肥区	301	236	8.3	5.2	4.85	230
マルチ栽培	無施用区	380	316	9.3	5.7	7.01	320
	おが屑堆肥区	394	336	9.4	5.8	7.21	345

総合考察

土壌中の有機物含量の差異と早生タマネギの生育，収量において，粘質土壌では裸地，マルチ栽培ともに土壌中の有機物含量が多くなるにつれて生育が旺盛になり，球の肥大もよく増収した。特



第9図 粘質土壌における土壌中の有機物含量の差異，マルチ栽培と収穫時の球重

L, l 土壌, M, m 土壌, H, h 土壌の球重を示した。

に第9図にみられるように裸地栽培はマルチ栽培よりその関係が深かった。

砂質土壌（排水＋深耕処理条件下）でも，裸地栽培の場合，土壌中の有機物含量の多い方が旺盛な生育傾向を示し，収穫時には有機物含量が多いほど球の発育も良く増収した。しかし粘質土壌に比べると土壌中の有機物含量による収量差は少なかった。マルチ栽培の場合，土壌中の有機物が多いM土壌（又はh土壌）で最も収量が多く，次いでL土壌（又はl土壌），M土壌（又はm土壌）

の順になり，土壌中の有機物含量と収量には一定傾向が認められなかった。この原因は①粘質土壌でみられたようにマルチ栽培は裸地栽培より収量差が現われにくかったこと，②排水＋深耕の土壌処理後約1年目であり，その影響が全処理に作用

したこと，③この土壌のpFは粘質土壌に比べて変化が少なく，栽培期間中ほとんど1.7～2.3の間で経過したこと（第5，7図）などが考えられる。

このように，土壌中の有機物含量とタマネギの収量との関係は裸地栽培がマルチ栽培より深く，特に下層土を排水＋深耕処理しなかった粘質土壌

で顕著に現われた。

土壌中の有機物含量と水分変化をみると、土壌中の有機物含量が多いほど、晴天日が続いてもpF値の上昇は緩慢であり、pF値2.0又は2.5以上の出現日数も少なく、この傾向はマルチ栽培が裸地栽培より著しかった。マルチ栽培での3土壌は裸地栽培の3土壌より明らかにpF変化が少なく、pF値2.0又は2.5以上の出現日数も少なかった。タマネギの収量もマルチ栽培の3土壌が裸地栽培のものより明らかに増収したことから、土壌中の水分変化を少なくすることはタマネギの生育に良い条件¹⁰⁾¹⁷⁾¹⁸⁾をもたらすものと推察される。

土壌中の有機物含量の差異とマルチ効果について、マルチ栽培すると地温の上昇、水分保持、施肥の省力化などの効果¹⁴⁾¹⁵⁾をはじめ、肥料の流亡防止²⁾⁵⁾¹⁹⁾²⁰⁾²¹⁾、土壌構造の悪化防止¹⁶⁾、土壌溶液濃度の一定保持¹⁹⁾、作物の無機成分吸収量の増加や施肥の利用効率向上²¹⁾、土壌養分の有効効果¹⁾などの効果や初期生育を速やかにして乾物量を大きくする効果⁶⁾があるとされている。本試験の粘質土壌、砂質土壌でもマルチ栽培によって25～85%増収し、マルチによる効果は高かった。しかしその増収効果は同じ土壌でも土壌中の有機物含量が異なると非常に異なった。すなわち粘質土壌では土壌中の有機物含量が少ない場合にはマルチの効果は大きく、有機物含量の多いほど小さくなった。これはマルチが肥沃度の維持に有効である⁸⁾¹¹⁾¹³⁾と述べていることと一致する。砂質土壌でも25%以上のマルチ効果を示し、土壌中の有機物含量が少ない土壌では50%以上を示したが、M、H土壌間ではほとんどマルチ効果に差がなくわずかにH土壌が優った。その原因はわからないが、排水+深耕による影響によってM、H土壌の差がなくなったものと推察される。

粘質土壌のマルチ栽培におけるL土壌は裸地栽培のH土壌より土壌養分が少なくてもはるかに増収し、また水分変化が少なく、pF 2.0以上の出現日数も少なかった。このことからタマネギの生育、収量には土壌水分¹⁰⁾¹⁷⁾¹⁸⁾が土壌養分より大きな影響を与えるものと推測される。

おが屑堆肥5 t/10aの施用効果をみると、裸地栽培では23%増収したが、マルチ栽培では3%の増収に留まった。これはおが屑堆肥の増収効果が

マルチ栽培による増収効果によって相殺されたのではないかと考えられる。

以上の結果から、土壌中の有機物含量の少ない土壌ほど、マルチ栽培様式を取り入れた方が早生タマネギの生育を旺盛にし、増収効果を高めるが、土壌中の有機物含量の多い土壌にマルチした場合には及ばなかった。したがって野菜栽培では積極的にマルチ栽培を採り入れることも得策であるが、マルチ栽培できない作付体系もあることから、土壌中の有機物含量を多くすることが重要である。一方おが屑堆肥の施用効果は裸地栽培で大きく、マルチ栽培で小さかったことから、その他の有機物施用試験でも裸地、マルチ栽培様式によって効果の評価が異なるものと推測された。

摘 要

おが屑堆肥連用試験のなかで、早生タマネギを使って、土壌中の有機物含量の差異と生育・収量、黒ポリフィルムマルチ効果などについて、検討した。粘質土壌、砂質土壌（下層土を排水+深耕処理した1年目の土壌）を供試土壌とし、おが屑堆肥を4.5年間、全く施用していない土壌、平均3 t/10a連用した土壌、平均10 t/10a連用した土壌を用いた。

- 1 粘質土壌では裸地栽培、マルチ栽培ともに土壌中の有機物含量の多い土壌ほど、早生タマネギの生育が旺盛で、球の肥大もよく、収量も多かった。特に裸地栽培はマルチ栽培より土壌中の有機物含量と収量との関係が深かった。
- 2 排水+深耕処理した砂質土壌において裸地栽培では土壌中の有機物含量が多いほど、収量、球重で優る傾向を示したが、マルチ栽培では認められなかった。
- 3 マルチ栽培によっていずれの土壌も増収し、25～85%の収量増となった。粘質土壌では土壌中の有機物含量の少ないほど、マルチによる増収効果は高く、砂質土壌でも土壌中の有機物含量の少ない土壌が最も高かった。
- 4 土壌中の有機物含量の多い土壌ほど土壌中の水分変化が少なく、高pF値の出現日数も少なかった。その水分変化はマルチ栽培の場合が裸地栽培より非常に少なかった。

- 5 おが屑堆肥の施用効果は裸地栽培で高く、マルチ栽培では低く、マルチの有無によっておが屑堆肥の施用効果が異なった。

文 献

- 1) 有沢道雄・武井昭夫・早川岩夫(1975)：ポリエチレンマルチが土壤養分の有効化に及ぼす影響。愛知農総試研報 B(7)：78-85.
- 2) ———・———・———・嶋田永生(1976)：露地野菜の省力施肥に関する研究(第4報)。肥料形態及びポリマルチの有無が野菜の生育に及ぼす影響。愛知農総試研報 B(8)：28-33.
- 3) 二見敬三・今井太磨雄・藤井浩(1979)：タマネギに対する土壤有機態リン酸含量の影響。兵庫農総七研報(28)：5-16.
- 4) 早川岩夫・有沢道雄・武井昭夫(1976)：野菜に対するおが屑混合家畜ふん堆肥の利用に関する研究(第1報)豚ふんコンポストの施用量がタマネギの生育・収量に及ぼす影響。愛知農総試研報 B(8)：23-27.
- 5) ———・武井昭夫・嶋田永生(1974)：露地野菜の省力施肥に関する研究(第3報)肥料形態、量及びポリマルチの有無がスイカの生育に及ぼす影響。愛知農総試研報 B(6)：31-35.
- 6) 林英明(1973)：早掘りサトイモの栽培法に関する研究(第1報)Ⅰ 早掘り用品種の選定Ⅱ ほう芽ならびに初期生育についてⅢ マルチ栽培ならびに無マルチ栽培における生育過程と特徴。神奈川農総研報(113)：1-10.
- 7) ———(1974)：早掘りサトイモの栽培法に関する研究(第2報)。マルチ栽培について。神奈川農総研報(114)：11-20.
- 8) 市来秀夫・田上三夫・草野秀(1973)：南九州火山灰畑土壤の肥沃度増進に対する燐酸資材およびプラスチックマルチの効果。九州農試報告16(4)：649-668.
- 9) 景山美葵陽・石原正雄・賀根・西村周一(1958)：そ菜のりん酸施肥に関する研究 たまねぎの生育に及ぼすりん酸の効果について。農技研報 E(7)：87-105.
- 10) 川出武夫・小島昌弘・木下隆雄・穂積清之・東駿次(1970)：土壤水分の差とそ菜の生育に関する研究(第1報)。土壤水分の差異が秋冬作そ菜の生育に及ぼす影響。東海近畿農試研報(20)：15-40.
- 11) 黒島忠司(1978)：地力増強のためのおが屑堆肥(3)。農及園, 53(8)：1007-1010.
- 12) ———・井内晃・福岡省二(1979)：おが屑堆肥の有効利用(第1報)野菜に対するおが屑堆肥の連用効果。徳島農試研報(17)：5-19.
- 13) 草野秀, 市来秀夫, 田上三夫(1969)：南九州畑土壤の肥沃度の増進とマルチ効果。農業技術, 24(1)：32-34.
- 14) マルチ栽培研究会(1971)：マルチ栽培試験研究成績集録Ⅲ 野菜・花き・果樹編(昭和25~45年度)。マルチ栽培研究会.
- 15) 小浜節雄(1979)：第8部門。畑地。草地および園地土壤の肥沃度 2. 被覆土壤の肥沃度 1) ポリマルチ栽培土壤の肥沃度(徳永美浩・石井和夫・速水昭彦編)。土肥誌, 50(5)：444-445.
- 16) 尾形保(1976)：家畜排泄物の土地還元利用(2)。畜産の研究, 30(2)：271-274.
- 17) 坂上行雄・水沼豊(1968)：作物の干ばつと養分吸収に関する研究(第4報) 玉ねぎの生育と無機養分吸収に及ぼす土壤水分の影響。土肥誌, 39(8)：375-378.
- 18) 佐藤靖臣・阿部泰典・藤井文明(1957)：土性及び土壤管理が早生玉葱の肥大に及ぼす影響について。徳島農試研報(3)：19-22.
- 19) 嶋田永生・武井昭夫(1965)：そ菜類の窒素肥料に関する基礎的研究(第1報)そ菜畑の土壤溶液について。愛知園試研報(3)：49-64.
- 20) ———・———・早川岩夫(1972)：露地そ菜の省力施肥に関する研究(第1報)肥料形態、量およびポリマルチの有無がカンラン、レタスの生育に及ぼす影響。愛知農総研報 B(4)：40-46.
- 21) ———・———・———(1973)：露地そ菜の省力施肥に関する研究(第2報)。肥料形態、量およびマルチの有無がパレイショ、スイートコーンの生育に及ぼす影響。愛知農総試研報 B(5)：15-23.
- 22) 吉村修一(1967)：タマネギに対する合理的施肥法(1)。農及園, 42(11)：1667-1670.