

各種有機資材の連用における土壤埋理化学性の変化 (第1報)

おがくず堆肥の連年施用について

北川 芳雄・若山 譲・田中 康隆・水田 昌宏

Physical and Chemical Changes of Soil by the Successive Application of Several Organic Matters . I

Successive application of sawdust manure of organic matters

Yoshio KITAGAWA, Yuzuru WAKAYAMA, Yasutaka TANAKA and Masahiro MIZUTA

緒

言

実験材料および方法

農耕地への有機物施用は古くより地力維持のための最も基本的な技術とされ、農家では堆肥やきゅう肥の生産と施用に多くの労働力を費らし農耕地に還元してきた。しかし、近年の農業生産現場では省力化、機械化が進んで堆肥生産も少なく、地力維持に寄与するべき良質の有機質資材が不足している。これらの対策として各種産業から排出される廃棄物の再利用が望まれ、有機物資材としての活用方法が検討されているが、施用量や施用効果について未知の部分が残されている。

著者らは既報⁴⁾において、施設土壌で難分解性の有機物資材を投入するときは、青刈作物と併用することが短期間での地力培養および作物の生産安定のために有効な手段であることを明らかにした。本報では、その難分解性の木質堆肥の連年施用が土壤の埋理化学性に及ぼす影響を短するために、稲わら、クローバ、青刈トウモロコシの各有機質資材の施用と対比しながら検討し、2、3の知見を得たので報告する。

本実験は、有機質資材の連年施用が土壤の埋理化学性に及ぼす影響を知るために、農業試験場内のは場(灰色低地土、清武統)で1975年に開始した。実験規模は、1区4㎡(2m×2mのコンクリート枠試験)で実施した。その処理内容は第1表に示したとおり、稲わらで2水準、おがくず堆肥で4水準、クローバで1水準、青刈トウモロコシ1水準の各処理区および無施用区を設けた。

また、1978年からは施設において、稲わら2tを3年間連用した土壌(稲わら6t区)、おがくず堆肥17tを単年度施用した土壌(おがくず17t区)、おがくず堆肥17tを3年間連用した土壌(おがくず51t区)および無施用の4土壌⁴⁾(以下残効区と略記)を持ち出して処理に加え、計13処理区を設けた。

使用した有機質資材の特性は、第2表に示したとおりである。なお、おがくず堆肥は、生おがくず1㎡あたり、乾燥鶏糞を20kgと尿素2.7kg添加して、約3か月間野積堆積したもの(以下おがくずと略記)を用いた。稲わら

第1表 有機物の処理内容

(10aあたり生重トン)

投入有機物	処 理 区 No												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
稲わら	0	1	3							0	6		
おがくず堆肥	0			1	3	5	7			0		17	51
クローバ	0							2		0			
青刈トウモロコシ	0								4	0			

注) No 10~13の土壌は、1976年から1978年の3年間施設において各有機物施用した土壌を選びだし、1979年度から有機物の残効区として4処理区を設けた。稲わら6tは、2tを3年間連用。また、※は1976年のみ施用し、1977年、1978年は無施用、※※は、17tを3年間施用した。

第2表 投入有機物の特性

有機物	(乾物あたりの%)			
	T-C %	T-N %	C/N	乾物率 %
稲わら	41.4	0.70	59.1	85.6
おがくず堆肥	48.0	0.21	228.6	28.8
青刈トウモロコシ	39.8	1.72	23.1	14.2
クローバ	45.8	3.84	11.9	13.5

およびおがくずは、各年とも7月初旬に作土層(0~12 cm)に施用した。青刈トウモロコシは、4月中旬に基肥として高度化成肥料(16-10-14)を窒素成分で10 aあたり5 kgを施肥したのち、長交227号を条播(種子量は6 kg/10 a)した。約60日間栽培し、生産された生草の10 aあたり約4 t相当量を動力カッターで5 cm程度に切り、作土層にすき込んだ。また、クローバは、4月中旬に10 aあたり1 kgの種子量を散播したのち、約60日間栽培し、生産された生草を10 aあたり1 t相当量すき込んだ。

供試土壤の埋理化学性は第3表に示した。なお、1975年から1980年の5か年間は、有機質資材を施用し、裸地条件下で維持管理した。1981年から有機物の施用効果等を調べるために、カンラン(春ひかり7号)、ニンジン(エリート5寸)、ハウレンソウ(アトラス)の3作物を栽培した。その栽培概要は、第4表に示したとおりである。

第3表 供試土壤の埋理化学性

pH	T-C %	T-N %	CEC me	CaO mg	MgO mg	K ₂ O mg	有効態 リン酸 mg
5.92	0.70	0.082	9.10	137	220	175	22.7

第4表 作物の栽培概要

年 度	1980年	1981年	1982年
供試作物	カンラン	ニンジン	ハウレンソウ
品 種	春ひかり7号	エリート5寸	アトラス
施肥量 N	30.0	20.0	15.0
P	26.2	13.0	9.4
(kg/10a)	K	28.7	13.1
植付月日	10月28日	11月9日	10月3日
栽培期間	80年10月 81年4月	81年11月 82年5月	82年10月 -12月

土壤採取は、毎年、有機資材施用前の4月上旬に行い、以下に述べる方法で土壤分析を行った。

全窒素はケルダール法、全炭素はCNコーダーを用いて測定した。腐植組成の抽出は、コノノバの腐植組成の迅速測定法⁵⁾に準じて行った。抽出液中の各有機炭素含量は、チューリン法により測定した。置換性塩基は、原子吸光法により測定した。塩基置換容量(CEC)はセミマイクロ Schollenberger 法により測定した。可給態窒素量は、畑条件(最大容水量の60%水分)で30°C、4週間の培養を行い、生成した無機態窒素量を測定した。

土壤の三相分布は、現地採取した出土について、実容積測定法で測定し、ついで底部吸水により飽和含水量とした後、砂柱法でPF1.5に水分調整して液相率および粗孔隙率を測定した。

耐水性団粒は、生土を含水量が塑性限界以下になるまで室内で風乾したのち、孔径8 mmのふるいで篩別した。ふるい上に残った土塊は、軽く指先で砕き、すべて8 mmのふるいを通して、さらに4.76 mm(4メッシュ)のふるいで篩別し、4.76 mm以下の土壤は除去した。それらをまとめて、さらに風乾したものについて水中篩別法で測定した。

土壤の微生物相は、細菌および放線菌はアルブミン寒天培地、糸状菌はローズベンガル寒天培地を使用して、希釈平板法によって測定した。

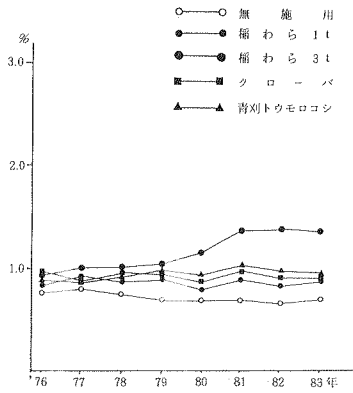
実験結果

(1) 土壤の化学性について

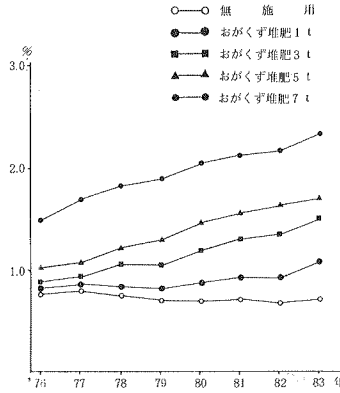
土壤 pH の経時変化は、クローバおよび青刈トウモロコシ施用の各区で低く推移した。とくにクローバ区の pH は、4.9~5.6の低い範囲で推移した。その他、おがくず堆肥および稲わらの各区の pH は、5.1~6.4の範囲で推移し、無施用区と差がなかった。また、おがくず、稲わらでは、施用量による著しい pH 差は認められなかった。

稲わら、クローバ、青刈トウモロコシおよび無施用区の全炭素量の年次変化は、第1図に示したとおりである。無施用区では、年ごとに緩やかな減少が認められた。稲わら3 t区は、全炭素の漸増を認めたものの稲わら1 t、クローバ、青刈トウモロコシの各区では、年次の増減幅が小さく、一定の累積を認めなかった。

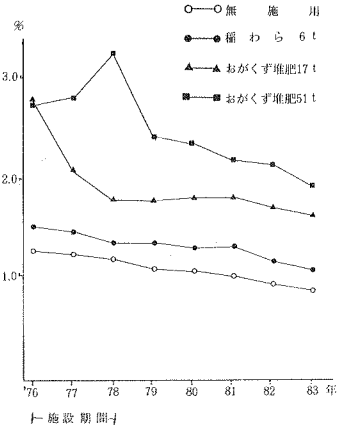
おがくず連用土壌における全炭素量の変化は、第2図に示したとおりである。全炭素は、おがくず施用により、年ごとに増加するとともに施用量に比例して高くなった。



第1図 有機質資材の連用と全炭素含量の推移



第2図 おがくず堆地の連用と全炭素含量の推移



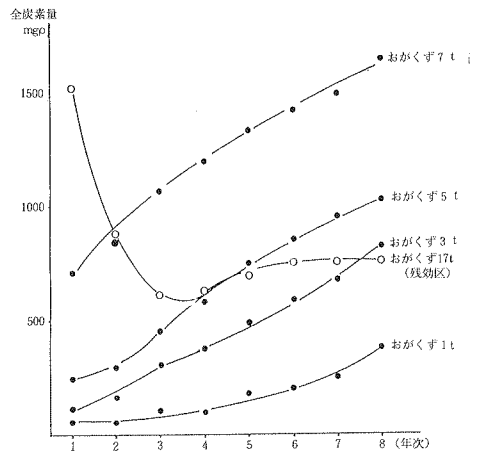
第3図 有機質資材の残効区における全炭素の推移

その全炭素の増加量は、土壌100あたり1t区で20~40mg、3t区で40~110mg、5t区で90~180mg、7t区で120~280mgの範囲であった。

これら連用区における土壌の全炭素量の変化は、おがくず7t、おがくず5t、おがくず3t、稲わら3t、青刈トウモロコシ、クローバ・おがくず1t、稲わら1t、無施用区の順で、とくにおがくず7t、5tで高かった。また、おがくず3t、1tでは、稲わらの3t、1tと同じような炭素量の変化を示した。

残効区土壌の全炭素量の変化は第3図に示したとおりである。なお、1976~1978年の3か年間の全炭素量は、施設条件下における値である。無施用および稲わら6t区では、施用後一定の傾向で漸減した。おがくず17t区は、施用後1年目から3年目にかけて、全炭素量が100gあたり600mg~220mgの範囲で低下したものの本試験に組み入れた4年目以降は1.7~1.8%の範囲で安定した。おがくず51t区では、3か年間の資材の連用により、全炭素量が3.2%まで上昇し、4年目以後減少に転じた。その減少は、4年目で700mgと著しく、以後は120mg~60mgの低下であった。しかし、資材施用後における残効の持続は、おがくずの多量区で明らかに高く、全炭素量の推移は、おがくず51t、おがくず17t、稲わら6t、無施用区の順であった。

おがくず連用の区と残効における全炭素量の変化は、第4図に示したとおりである。なお、各区の全炭素量は、無施用区の値を差し引いて示した。残効区では、年次の経過にともなって無施用との差が大きくなった。残効区のおがくず17tの全炭素量と各連用区的全炭素量は、7t区で2年目、5t区で4年目、3t区で7年目にそれぞれ近似した値を示し、おがくず資材の全炭素の残存は、



第4図 おがくずの残効と各連用土壌の全炭素量の変化 (注) 全炭素量の値は、連用区および残効区とも無施用の含量を差し引いて示した。

年次を経過しても全搬に高いことが認められた。また、稲わらの連用と残効の関係では、稲わら資材の残存が低いため、このような関係は認められなかった。

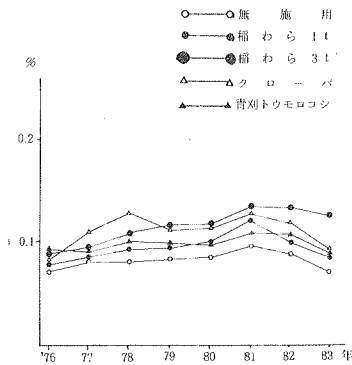
稲わら、クローバ、青刈トウモロコシおよび無施用区的全炭素量の年次変化は、第5図に示したとおりである。無施用区は、裸地期間(1976~1980年)で穏やかな増加を示したものの1981年以後は作物の栽培によりその値は減少に転じた。稲わら区では、資材の連年施用により増加がみられた。その増加量は、稲わら1tより稲わら3tで高い傾向を示し、100gあたり3t区:8mg~12mg、1t区:4mg~8mgの範囲であった。一方、青刈トウモロコシ区は、資材施用後1年目で増加がみられたもののその後は増減幅が小さかった。また、クローバ区では、

1～3年目にかけて増加がみられ、その後は0.1～0.13%の範囲を維持した。しかし、稲わら、青刈トウモロコシおよびクローバの各区は、無施用区と同様で作物の栽培により減少に転じた。

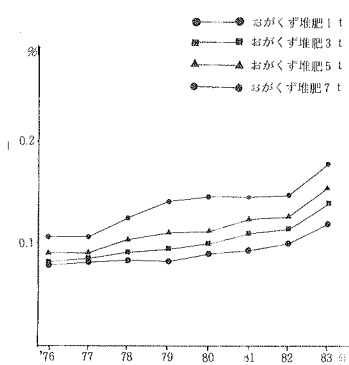
おがくず連用区的全窒素量の変化は、第6図に示したとおりである。おがくず区では、年ごとに緩やかな増加がみられ、その増加量は、7t区:14～30mg, 5t区:8～28mg, 3t区:4～26mg, 1t区:2～14mgの範囲であった。また、おがくず施用の各区では、1981年以後も

漸増傾向を示し、前記の稲わら、クローバ、青刈トウモロコシ区のように、作物の栽培による全窒素量の減少は認めなかった。

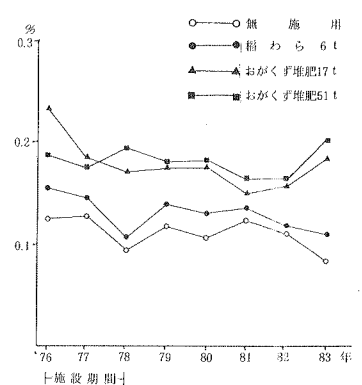
これら連用区における全窒素量の推移は、おがくず7t、稲わら3t、クローバ・おがくず5t、おがくず3t、稲わら1t、青刈トウモロコシ、おがくず1t、無施用区の順で、とくに、おがくず7t、稲わら3tのように多量連用区で高かった。



第5図 有機質資材の連用と全窒素含量の推移



第6図 おがくず堆肥の連用と全窒素含量の推移



第7図 有機質資材の残効区における全窒素の推移

第5表 有機質資材の連用と土壤C/N比の変化

処 理 区	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	年度
無 施 用	9.4	9.5	9.0	8.3	8.1	7.3	7.6	9.4	
稲 わ ら 1 t	10.8	10.7	9.4	9.4	7.8	7.2	8.2	9.8	
〃 3 t	10.4	10.6	9.6	9.8	9.7	10.0	10.2	10.6	
お が く ず 堆 肥 1 t	10.3	10.5	10.0	9.8	9.9	9.9	9.1	9.0	
〃 3 t	10.5	10.9	11.2	11.6	11.6	11.5	11.7	10.7	
〃 5 t	11.1	11.6	11.7	11.4	12.8	12.6	12.8	11.0	
〃 7 t	13.7	14.8	14.4	13.4	14.0	14.5	14.6	13.4	
ク ロ ー バ 2 t	9.6	8.2	7.4	8.3	7.6	7.4	7.7	9.6	
青刈トウモロコシ 4 t	9.4	9.4	9.0	9.8	9.6	9.5	8.9	10.2	
※ 無 施 用	10.0	9.5	11.8	9.2	10.0	8.2	7.6	9.9	
※ 稲 わ ら 6 t	10.4	10.0	12.6	9.6	10.0	9.7	9.8	9.8	
※ お が く ず 堆 肥 17 t	11.9	11.2	10.4	10.1	10.2	10.8	10.8	8.8	
※ お が く ず 堆 肥 51 t	14.5	15.9	16.7	13.2	12.8	13.0	12.7	9.8	

注) ※ 有機質資材の残効区土壤

第6表 土壌のC/N比と可給態窒素量

(1983年)

処 理 区	pH	全炭素 %	全窒素 %	C/N比	可給態 窒素量 mg N	無機態 窒素量 mg N
無 施 用	6.02	0.729	0.070	10.41	4.48	0.45
稲 わ ら 1t	6.28	0.981	0.085	11.54	5.63	0.51
“ “ 3t	6.40	1.841	0.124	14.85	5.77	0.67
おがくず堆肥 1t	6.20	1.109	0.105	10.56	4.53	0.44
“ “ 3t	6.30	1.490	0.137	10.88	3.67	0.47
“ “ 5t	6.48	2.193	0.147	14.93	3.16	0.47
“ “ 7t	6.48	2.944	0.186	15.83	2.32	0.60
クローバ 2t	5.22	0.964	0.091	10.60	1.82	0.53
青刈トウモロコシ 4t	5.80	0.989	0.088	11.24	6.49	0.34
無 施 用	6.42	0.910	0.086	10.58	4.29	0.49
稲 わ ら 6t	6.46	1.031	0.088	11.72	5.45	0.46
おがくず堆肥 17t	6.92	1.696	0.154	11.01	7.87	0.38
おがくず堆肥 51t	6.62	1.817	0.143	12.71	6.44	0.44

注) 有機質資材施用後1か月目の土壌。

第7表 土壌中の腐植物質含量とその特性

(1980年)

管 理 区	腐植物質 C抽出%	腐植物質 mg C	腐植酸 mg C	フルボ酸 mg C	K600値	$\Delta\log K$	腐植物質 mg N	腐植物質 N抽出%
無 施 用	49.3	333	148	185	0.079	0.846	56.0	65.9
稲 わ ら 1t	46.7	374	150	224	0.079	0.868	63.3	62.7
稲 わ ら 3t	41.1	483	227	256	0.075	0.938	76.2	64.0
おがくず堆肥 1t	41.5	372	146	226	0.075	0.812	62.7	66.0
“ “ 3t	35.7	426	180	246	0.075	0.812	69.4	70.1
“ “ 5t	29.9	501	214	287	0.067	0.934	71.4	64.1
“ “ 7t	21.0	543	259	284	0.058	0.038	80.1	54.1
クローバ 2t	44.6	422	166	256	0.075	0.885	73.4	63.8
青刈トウモロコシ 4t	46.6	394	157	237	0.071	0.879	63.3	63.9
無 施 用	37.3	391	160	231	0.071	0.927	63.8	62.5
稲 わ ら 6t	35.2	452	202	250	0.067	0.954	71.1	54.7
おがくず堆肥 17t	29.9	600	337	263	0.084	0.956	79.5	43.0
おがくず堆肥 51t	23.9	563	310	250	0.083	0.997	80.6	44.8

注) C抽出%は、全炭素含量に対する腐植物質の含量割合。N抽出%は、全窒素含量に対する腐植物質中のN含量割合。

第8表 土壤の三相分布

(1982年)

処 理 区	現 地 土 壤			(p F 1.5 条件)		容積重 g
	固相%	液相%	気相%	液相%	気相%	
無 施 用	48.9	29.9	21.2	31.6	19.5	135.9
稲 わ ら 1t	40.1	26.0	33.9	27.9	31.0	114.6
” 3t	36.4	26.9	36.7	28.3	35.3	103.9
おがくず堆肥 1t	46.9	29.7	23.4	30.2	22.9	132.3
” 3t	41.2	28.6	30.2	30.2	28.6	115.9
” 5t	41.0	31.9	27.1	32.9	26.1	113.4
” 7t	38.2	36.8	25.0	36.9	24.9	105.7
ク ロ ー バ 2t	42.1	27.8	30.1	30.2	27.7	118.0
青刈トウモロコシ 4t	42.5	21.9	35.6	27.0	30.5	117.8
無 施 用	46.0	26.8	27.2	29.3	24.7	128.4
稲 わ ら 6t	44.5	26.9	28.6	28.7	26.8	125.4
おがくず堆肥 17t	41.2	28.0	30.8	29.7	29.1	116.1
おがくず堆肥 51t	39.8	29.2	31.0	32.4	27.8	109.7

第9表 土壤の団粒組成

(1982年)

処 理 区	4.76~	2.0~	1.0~	0.5~	0.25~	0.1~
	2.0mm	1.0mm	0.5mm	0.25mm	0.1mm	mm以下
無 施 用	4.39	13.51	4.64	12.65	17.90	46.91
稲 わ ら 1t	6.92	12.29	14.93	21.89	11.35	32.64
” 3t	4.98	12.69	8.37	20.41	15.22	38.33
おがくず堆肥 1t	12.56	13.50	18.20	16.65	6.16	32.93
” 3t	6.58	4.70	14.84	23.67	11.77	38.44
” 5t	8.07	14.00	21.72	20.14	8.17	27.90
” 7t	20.83	29.10	16.23	9.95	3.42	20.47
ク ロ ー バ 2t	9.62	8.28	9.45	15.46	14.03	43.16
青刈トウモロコシ 4t	11.15	9.31	10.78	17.07	14.70	36.99
無 施 用	4.53	4.78	7.43	17.10	21.24	44.92
稲 わ ら 6t	2.86	7.06	7.47	19.39	19.23	43.99
おがくず堆肥 17t	2.61	5.40	13.67	26.01	15.80	36.51
おがくず堆肥 51t	3.03	5.40	16.46	25.43	9.90	39.78

作物の栽培結果における収量指数は、第11図に示したとおりである。カンランの結球重は、おがくず1t、3tおよびクローバの各区で13~20%増加した。また、おがくず区では、施用量により収量指数にバラツキがみられ、7t、5t区より1t、3t区で高い傾向を示した。

残効区は、おがくず17tで8%、稲わら6tで4%、それぞれ増収したのに対しおがくず51tでは増収が認められなかった。

根菜のニンジンでは、根重が稲わら区で40~52%、おがくず施用の各区で32~79%、それぞれ増加し、処理間比較では、稲わら区で3t、1t、おがくず区で7t、3t、5t、1tの傾向であった。しかし、おがくず7t区では、収量指数が著しく高かったものの岐根、裂根が認められ品質的に劣った。一方、残効区においては、稲わら6tでマイナス14%と低かったのに対し、おがくず17tで9%、51tで23%、それぞれ増加した。

残効区における全窒素量の変化は、第7図に示したとおりである。稲わら6tおよび無施用区では、施設期間(1976~1978年の3か年間)の3年目に著しい低下がみられたものの本試験に組み入れた4年目以後その窒素量は、安定に維持された。しかし、作物栽培のため1981年以後は漸減した。おがくず17t区では、施用後3か月間、著しい減少がみられたが以後は0.16~0.18%の範囲で安定した。また、おがくず51t区は、3か年間(1976~1978年)の連用により0.19%まで上昇し、以後は0.17~0.21%の範囲で推移した。おがくず17t区と51t区の処理比較では、施用後1年目から2年目にかけて連用の51t区より単年度施用の17t区で全窒素が高い傾向がみられたものの3年目以後は逆転した。そして、年ごとに施用量による差が小さくなり、類似の傾向で推移した。

各有機質資材の連用土壌におけるC/N比の変化は、第5表に示したとおりである。C/N比は、処理間差が明らかであった。即ち、おがくず区のC/N比は、7t区:13~14, 5t区:11~13, 3t区:10~12, 1t区:9~10の範囲で推移し、施用量が多くなるに伴ってC/N比は高くなった。また、残効区のおがくず17tは、施用後11.9から漸減し、10~10.8の範囲で安定したのに対し、おがくず51tでは16.7区の高い値から年ごとに減少傾向を示した。その他の各資材区のC/N比は、稲わら:9~11, 青刈トウモロコシ:9~10, クローバ:7~10の範囲で推移した。

資材施用後、1か月目の土壌のC/N比および可給態窒素は、第6表に示したとおりである。土壌C/N比は、資材施用直後のため、稲わらで3tで14.8, おがくず5tで14.9, おがくず7tで15.8と多量施用の各区でさらに高い値を示した。しかし、おがくず1tおよび3t区では、10.6~10.8と無施用区と大差なかった。

可給態窒素量は、無施用に比してクローバ区で7mg, 青刈トウモロコシ区で2mg, それぞれ増加した。しかし、おがくず区では、施用量の増加にともなって、可給態窒素量は、1~2mg低下した。残効区は、稲わら6tで1mg, おがくず17tで3mg, おがくず51tで2mg, それぞれ高い値を示したのに対し無機態窒素量の処理間差は判断しなかった。

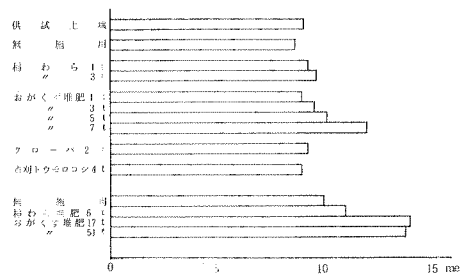
土壌中の腐植物質(腐植酸+フルボ酸)含量と腐植物質の抽出割合は、第7表に示したとおりである。腐植物質は、有機資材の施用により、腐植酸およびフルボ酸含量が共に増加した。

腐植酸含量は、おがくず3t, 5t, 7tおよび稲わら3tの多量施用区で、無施用区に比して22~75%高い値を示し、残効区は、稲わら6tで26%, おがくず17tで110%, おがくず51tで93%, それぞれ高い値を示した。

また、クローバ、青刈トウモロコシの各区では、腐植酸の増加傾向が認められたものの値は小さかった。

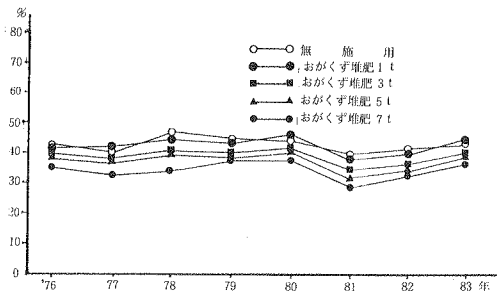
フルボ酸含量は、各有機資材施用区で、無施用に比して20~55%高かった。とくに、おがくず連用の5t区で287mg, 7t区で284mgの高い値を示した。また、残効区は、稲わら6t区で250mg, おがくず17t区で263mg, おがくず51t区で250mgの高い値を示したものの処理間差は小さかった。フルボ酸/腐植酸比は、資材連用区で1.1~1.5の範囲であったのに対し残効区では0.8~1.2の値を示し、腐植物質中のフルボ酸割合が低い傾向が認められた。

腐植物質の窒素含量は、無施用区で土壌100gあたり56mgの値であった。有機資材施用区では12~43%増の63~80mgの値を示し、とくに、おがくず7t, 稲わら3t, クローバの各区で高かった。また、残効区では、稲わら区よりおがくず区で明らかに高かった。しかし、全窒素量に対する割合は、多量施用区で低い傾向がみられ、おがくず7t区で54%, 残効区の17tで43%, 51tで43%の値であった。また、全炭素量に対する割合においても同様の傾向がみられ、5t, 7t区および残効区の17t, 51t区では、20~30%の低い値であった。これら腐植酸の相対色度(RF相当値)および色調係数($\Delta \log k$ 値)は、おがくず5t, 7t区および残効区の17t, 51t区で、RF相当値が低く、 $\Delta \log k$ 値は、他の資材に比して高い傾向が認められた。即ち、おがくず区では、腐植酸含量が増加したものの資材の腐熟化および腐植化が、他の資材に比して遅延していることが認められた。

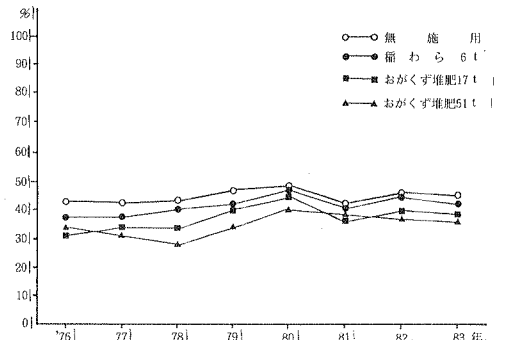


第8図 有機質資材の連用と土壌のCEC値

資材の連用土壌における塩基置換容量(CEC)を第8図に示した。CEC値は、実験開始前土壌に比べて無施用区で低下が認められたのに対し、各施用区では維持または上昇した。とくに、おがくず区では、施用量の増加にともなって、1~3.3me上昇した。また、おがくず残効区の17t, 51tでは、無施用に比して4me高い値を示した。置換性塩基は、無施用に比して、稲わら、おが



第9図 おがくず堆肥の連年施用と固相率の経時変化



第10図 有機質資材の残効区における固相率の経時変化

くずの各区で石灰および加里含量の増加が認められ、とくに稲わらの連用により加里含量が18~40 mg増加した。しかし、クローバ、青刈トウモロコシの各区では無施用との差が判然としなかった。

(2) 土壤の物理性について

おがくず資材の連用土壤における固相率の経時変化は、第9図に示したとおりである。おがくず連用区の固相率は、施用量の増加にともなって29~46%の値を示し、7t、5t、3t、1tの順で低く推移した。しかし、おがくず1t区の年次変動は、無施用区との差が判然とせず、おがくず3t以上の施用では、無施用に比し、明らかに固相率の低下が認められた。

残効区における固相率の年次変化は、第10図に示した。稲わら6t区では、連用した3年間(1976~1978年)以後も無施用に比し明らかに低い値で推移したが年ごとにその差が小さくなった。おがくず17t、51t区では、施用量による差が顕著で、17t区は、31~44%の範囲で推移したのに対し51t区では、29~41%の低い範囲で推移した。しかし、年ごとにこれらの処理間差も小さくなった。

pF 1.5 条件下における三相分布は、第8表に示した。液相率は、おがくず、クローバの各区で高く、稲わら、青刈トウモロコシの各区で低い傾向を示した。また、おがくず区では、施用量の増加により、その液相率は高くなる傾向が認められた。逆に気相率(粗孔隙率)は、稲わらおよび青刈トウモロコシの各区で高く、おがくず区では低かった。

土壤の容積重は、有機資材施用区で104~132 gの値を示し、とくに稲わら3t、おがくず7tの多量施用区で低い値を示した。

これら三相分布の結果から、有機質資材の施用による土壤孔隙率の増加は、稲わら3t、おがくず7t、稲わら1t、おがくず5t、おがくず3t、青刈トウモロコシ・クローバ、おがくず1tの順であった。また、残効区では、明らかに処理差がみられ、おがくず51t、おがくず17tの各区で高かった。

団粒組成(耐水性団粒)は、第9表に示したとおり、どの施用区も2mm以下の団粒割合が20%以下と全般に低い値を示した。無施用では、0.25mm以下の割合が高く、土壤の細粒化傾向が認められたのに対し有機資材施用では、1.0~0.5mmおよび0.5~0.25mmの割合が高かった。おがくず区は、施用量による差が認められ、5t、7tの多量施用区では2.1~1.0mmの団粒割合が高く、土壤の団粒化傾向が認められた。

(3) 土壤微生物相について

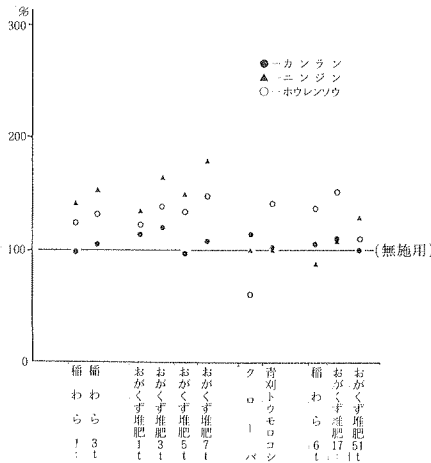
土壤微生物相の推移は、第10表に示したとおりである。糸状菌数および細菌数は、稲わら、クローバおよび青刈トウモロコシの各区で高い傾向がみられたのに対しおがくず区では低い傾向であった。放線菌数は、無施用に比して有機物施用区で増加傾向が認められた。また、おがくず連用区では、これらの土壤微生物菌数が低かったため、施用量間差が判然としなかった。

おがくず連用区では、糸状菌および細菌数とも他の資材区に比して低い傾向がみられたのに対し、残効区の17tおよび51t区では、無施用、稲わら6tの各区と糸状菌数において大差がみられず、細菌数は年ごとに緩やかな増加傾向を示した。

(4) 栽培作物の生育・収量について

第10表 有機物の連年施用と土壤微生物相の推移

処 理 区	1979年		1981年			1983年		
	糸状菌 ×10 ³	細菌 ×10 ⁶	糸状菌 ×10 ³	細菌 ×10 ⁶	放線菌 ×10 ⁶	糸状菌 ×10 ⁴	細菌 ×10 ⁶	放線菌 ×10 ⁶
無 施 用	1 2.0	1 2.2	1 7.4	1 4.8	1.5	5.3	1 0.7	1.7
稲 わ ら 1 t	2 2.5	1 4.0	6 0.2	1 0 9.4	3.5	4.3	2 2.0	5.7
“ “ 3 t	4 2.0	1 7.2	1 0 7.1	6 0.2	7.7	1 3.7	3 0.3	7.0
お が く ず 堆 肥 1 t	1 7.5	8.2	2 5.7	3 1.2	1.9	2.7	1 2.3	4.3
“ “ 3 t	1 2.0	7.4	2 0.1	3 0.2	2.6	6.0	9.3	3.7
“ “ 5 t	4.3	5.6	2 1.3	2 1.8	2.9	9.7	1 6.7	5.0
“ “ 7 t	1 2.2	6.6	1 8.9	3 6.9	4.8	1 4.3	1 3.3	7.3
ク ロ ー バ 2 t	1 3.2	8.4	6 1.5	2 4.9	2.1	1 8.3	2 0.0	7.0
青刈トウモロコシ 4 t	5 7.0	1 3.8	4 4.7	2 1.1	4.4	1 9.0	2 5.7	5.3
無 施 用	5.4	6.2	2 8.1	3 9.4	2.8	6.0	1 7.3	4.0
稲 わ ら 6 t	4.7	6.2	2 2.6	1 1.2.7	2.6	4.7	1 7.7	3.3
お が く ず 堆 肥 17 t	1 5.1	1 2.2	1 2.4	3 4.5	2.1	4.7	1 5.3	3.0
お が く ず 堆 肥 51 t	8.2	1 9.6	2 4.1	7 1.1	9.3	5.0	2 1.3	2.7



第11図 有機質資材の施用と作物の収量指数

注) 各施用区の収量指数は、無施用区の収量を100として示した。なお、カンランの結球重は、800g/1株であった。ニンジンの根重は0.86t/10a、ハウレンソウの地上部重は、1.11t/10aであった。

ハウレンソウの地上部重は、土壌 pH が低かったために初期生育から劣ったクローバ区を除いて、稲わら、おがくず、青刈トウモロコシの各区で 20~46% 増の高い値であった。そして、資材の施用量が多いほど増加がみられ、その傾向はニンジンの場合と同様であった。しかし、残効区ではニンジンと異なり、稲わら 6 t で 37%、おがくず 17 t で 51% の増加であった。

3 作物の栽培から有機質資材の連用効果をみた結果、作物間では、ニンジン、ハウレンソウ、カンランの順で、とくにニンジン、ハウレンソウで施用効果が認められたのに対しカンランでは小さかった。また、残効区では、ハウレンソウ、カンラン、ニンジンの順で、連用区と残効区とでは、作物に対する施用効果が異なった。

一方、各処理間比較では、おがくず 3 t、おがくず 7 t、稲わら 3 t、おがくず 17 t (残効)、おがくず 1 t、稲わら 1 t、おがくず 51 t (残効)、おがくず 5 t、青刈トウモロコシ、稲わら 6 t (残効)、クローバの傾向がみられ、おがくず 3 t では、3 作物とも収量指数が高かった。資材の作物に対する施用効果は、稲わら、おがくずの各資材で大きく、易分解性有機物のクローバ、青刈トウモロコシの各資材では判然としなかった。

考 察

有機質資材の C/N 比と炭素および窒素分解の相対的關係について、志賀ら⁶⁾は、C/N 比 10 以下では窒素分解が、それ以上では炭素分解が上回るとしている。同時に、有機物の分解の特徴として、稲わら (C/N 比が 50 を越えるもの) では、第 1 年目に炭素は急激に分解するが、窒素は第 1 年目から周囲より取り込まれ、2 年目になって放出されること、また、おがくず (C/N 比が 200 を越えるもの) は、炭素の分解が遅くても相当量の窒素の取り込みがあり、放出に転ずるのに年月を要すると述

べている。本実験に供試した各有機資材のC/N比は、クローバで12、青刈トウモロコシで23、稲わらで59およびおがくず堆肥で228であった。このことからクローバ、青刈トウモロコシでは、炭素分解が早く、C/N比の高いおがくず堆肥では、これらの分解が遅れものと考えられる。

各連用土壌の全炭素量の変化では、クローバ、青刈トウモロコシの各区では、年次の増減幅が小さく、一定の累積傾向はみられなかったのに対しおがくず、稲わらの各区では施用量に比例して増加した。とくにおがくず区の7t~3t区で高かった。このことから、おがくず堆肥は、窒素添加して堆肥化したものの、土壤中での分解は他の資材に比して遅延し、炭素の累積がみられたものと考えられた。

一方、おがくず堆肥残効の17t区では、施用後1年目から3年目にかけて全炭素量が低下し、4年目以後は変動幅が小さく、安定した。51t区では、3か年の資材の連用により、全炭素量が3.2%まで上昇したものの4年目以後の減少は、17t区と類似の傾向を示した。また、既報⁴⁾の施設条件下におけるおがくず堆肥の施用結果においても、施用後3年目で土壌から無機態窒素の放出が確認された。これらのことから、おがくずのように難分解性の資材では、窒素の固定型から放出型への変化は、少なくとも施用後3年程度を要するものと推測された。

各連用土壌の全窒素量の変化では、資材間では、クローバ、稲わら、青刈トウモロコシ、おがくずの順であった。即ち、おがくず堆肥の窒素含量が0.2%と低く、窒素の取り込みが小さいため、おがくずでは、他の処理区に比して低かったものと考えられた。また、稲わら、青刈トウモロコシ、クローバの各区の全窒素量は、作物の栽培により減少傾向を示したのに対しおがくず区は安定していた。このことは、稲わら、青刈トウモロコシ、クローバ施用区の腐植物質は、質的に分解されて低下しやすく、おがくず施用区では、腐植の形態として他の資材と異なるものと推察された。

施用有機物の腐植化について、腐植物質(腐植酸とフルボ酸)の相対比較をした結果、腐植酸含量は、おがくず3t~7tで22~75%、稲わら3t区で53%、それぞれ増加がみられた。クローバ、青刈トウモロコシの各区でも腐植酸含量の増加がみられたもののその値は小さかった。また、残効区の腐植酸含量は、無施用に比し、おがくず17t、51t区で93%~110%増の高い値を示し、おがくずの連用と残効の比較では、残効区>連用区の傾向がみられた。このことから、おがくずは、残効区で資材の腐熟化が進み、腐植酸含量が漸増するものの、クローバ、青刈トウモロコシの各区では、炭素分解が比較的早

く進むため、腐植としての集積が小さいものと推察された。

フルボ酸含量は、各資材区で明らかに増加し、稲わら区は、3t>1t、おがくず区では、5t、7t>1t~3t、の傾向を示し、各区とも施用量の増加によりフルボ酸の増加が認められた。

高橋ら^{8,9)}は、各種有機物資材の特性として、施肥の有無の影響も大きいがおがくず、もみがら施用の腐植酸含量は、第1作跡地より第5作跡地で増大した。しかし、稲わら、ソルガム茎葉では、逆の関係であった。また、5作目跡でカンショ茎葉は、特異的に腐植酸のRF相当値が高く、 $\Delta \log k$ 値が低い傾向を示し、ダイコン葉がこれに次いだ。これに対しておがくず、もみからはRF相当値が低く、 $\Delta \log k$ 値は高い傾向を示し、腐植化が遅れていたと報告している。本実験でも、腐植酸の相対色度(RF相当値)および色調係数($\Delta \log k$)は、おがくず5t、7t区で、RF相当値が低く、 $\Delta \log k$ 値は高い傾向を示した。即ち、おがくず区では、多量連用により、腐植酸およびフルボ酸含量が増加するものの資材の腐熟化および腐植物質の腐植化が他の資材に比して遅延していることが確認された。

樋口ら^{2,3)}は、有機物の構成物と生物性の関係について検討し、有機物の構成成分であるリグニンは、土壤微生物の攻撃を受けにくく、フェノール性化合物を含み、これらの物質が微生物の増殖や活性を抑制する。リグニンを土壌施用した場合、土壤微生物菌数、とくに細菌数が対照区より低かったと報告している。本実験では、糸状菌数および細菌数が稲わら、青刈トウモロコシ、クローバの各施用区で高い傾向を示したのに対し、おがくず施用区で土壤微生物数は全般に低かった。しかし、残効区においては、稲わら区とおがくず区の処理間では、糸状菌数において大差がみられなく、細菌数は、年ごとに緩やかな増加傾向を示した。このことから、おがくず資材は、施用当初には微生物による分解を受けにくいものの年次の経過とともに分解が進むものと推察された。

おがくず資材の施用と作物の栽培について、吉田¹⁰⁾は、おがくず堆肥には水可溶性の生育阻害物質が含有されており、発根や根の伸張が抑制されるとし、大橋ら⁷⁾は、おがくず入り牛ふん堆肥を0~8t施用し、ダイコン、ハクサイを10作栽培した。その結果、おがくず堆肥1tの連用では収量にはほとんど効果が認められず、2~4t施用で効果があり、多量施用(8t)連用では収量が不安定であったと報告している。また、早川ら¹⁾は、おがくず混合豚ふん(1:1)で4t以上の多量施用の場合、タマネギに窒素飢餓による収量の低下が起こると報告している。

本実験においても、おがくずの多量 (5 t, 7 t) 施用により、栽培初期に軽い窒素の取り込みが認められ、また、土壤の可給態窒素量の測定結果からも確認された。作物の栽培結果では、根の酸素要求量が高いとされるホウレンソウでは、資材の多量施用ほど増収が認められ、おがくず 3 t ~ 7 t および稲わら 3 t 区で高かった。ニンジンの栽培においても同様の傾向であった。資材の連用効果は、稲わら、おがくずの各資材で大きく、易分解性のクローバ、青刈トウモロコシ資材で小さかった。また、ニンジンでは、おがくず 7 t で、岐根、裂根がみられ品質に劣った。これら作物の栽培結果から、おがくず資材の連年施用量としては、10 a あたり 3 t 施用が適量と考えられた。

有機質資材を土壤孔隙率の増加からみた場合、その施用効果は、おがくず 7 t、稲わら 3 t の連用区で、とくに高かった。しかし、残効区では、年ごとに処理間差も小さくなり、これらの効果は、クローバ、青刈トウモロコシの各区と同程度で低かった。一方、作物の収量は、おがくず、稲わらの多量施用区で高かったことから、増収は、土壤の孔隙率の改善による影響が大きいものと推察された。しかし、これら改善が小さかった残効区で比較的安定した収量が得られたことから、おがくずの残効による土壤養分の累積、塩基置換容量等の増加による養分保持効果も大きいものと考えられた。

本実験結果では、おがくず施用区的全炭素量および全窒素量の累積は、稲わら区と同程度であった。しかし、おがくずは微生物による分解が受けにくく、資材の腐熟化および腐植化は、稲わらに比して遅延していることが確認された。また、おがくずの残効区では、施用後の年次経過とともに腐植の増加、土壤微生物菌数の復元が認められた。土壤の全窒素量の推移では、稲わら、青刈トウモロコシ、クローバの各区で、作物の栽培による減少が認められたのに対し、おがくず区では、変化が小さく、安定していた。これら全炭素量および全窒素量の維持、その内容の評価については、さらに検討が必要と考えられた。

摘 要

難分解性であるおがくず堆肥の連年施用が土壤の理化学性に及ぼす影響を知るために、稲わら、クローバ、青刈トウモロコシの各有機質資材の施用と対比して検討した。

1. おがくず堆肥の連用により、土壤の全炭素量は年ごとに増加が認められ、その増加量は、おがくずの施用

量に比例して高くなった。

2. おがくず堆肥の残効 (17 t, 51 t) 区では、資材施用後 1 年目から 3 年目にかけて全炭素量が 100 g あたり 700 mg ~ 120 mg と著しく低下したものの 4 年目以後その炭素量の値は安定した。
3. 土壤の全窒素量は、各資材の連用により、増加傾向を示した。とくに、おがくずの残効区は、0.16 ~ 0.21 % の範囲で安定的に推移した。
4. 稲わら、青刈トウモロコシ、クローバの各土壌中の全窒素量は、作物の栽培により減少を示したがおがくず区では、これらの変化がなかった。
5. おがくず区では、可給態窒素量がクローバ、青刈トウモロコシの各区よりも少なく、しかも、C/N比が高くなる程低い値を示した。
6. 土壌中の腐植物質は、有機物の施用により、いずれも増加したが、とくに多量施用区の稲わら 3 t、おがくず 5 t、おがくず 7 t では、含量が著しく増加した。
7. おがくず施用土壌の固相率は、無施用に比して 2 ~ 12 % の低下した。また、おがくず 3 t 以上では、土壤の孔隙率が 58 ~ 62 % の範囲で推移した。
8. 土壌中の糸状菌数は、稲わら、クローバ、青刈トウモロコシの各区で高く、細菌数はおがくず区で低かった。
9. おがくず 3 t 施用によって、カンラン 20 %、ニンジンで 62 %、ホウレンソウで 38 %、それぞれ増収した。しかし、7 t 施用の場合、ニンジンで岐根、裂根により品質が低下した。
10. おがくず堆肥の連年施用では、稲わらと同程度の全炭素量および全窒素量が富化された。

引用文献

1. 早川岩夫・有沢道雄・武井昭夫 1976. 野菜に対するおがくず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. 愛知農総試報告 B. 8: 23—27.
2. 樋口太重・栗原淳 1978. 有機物の形態と施肥窒素の行動に関する研究. 第 3 報 有機物構成化合物およびその組合せ施用と硫酸窒素の有機化. 土肥誌 49: 475—481.
3. 樋口太重・栗原淳 1978. 有機物の形態と施肥窒素の行動に関する研究. 第 4 報 木質資材の分解性と硫酸窒素の有機化. 土肥誌 49: 482—490.
4. 北川芳雄・水田昌宏・若山譲 1980. イチゴの促成

- 型栽培における土地生産力の保全に関する研究.
第2報 各種有機物施用がハウス土壤の理化学性に及ぼす影響. 奈良農試研報 49: 48—58.
5. コノノワ, M. M 著 菅野一郎・久馬一剛・徳留昭一・有村玄洋共訳 1966. 土壤有機物. 新科学文献刊行会: 191—196.
 6. 農林水産省農業研究センター編 1985. 農耕地における有機物施用技術: 8—28.
 7. 大橋恭一・岡本将宏・西川吉和・西沢良一・中田均・勝木依正 1982. 露地畑におけるおがくず入り牛ふん堆肥連用効果. 第1報 10作跡地土壤の理化学性および野菜の収量・養分吸収量. 滋賀農試研報 24: 87—97.
 8. 高橋和司・河合伸二 1983. 鈹質畑土壤に及ぼす影響からみた各種有機物資材の特性. 第4報 特性の異なる各種有機物の施用効果比較. 愛知農総試研報 15: 541—552.
 9. 高橋和司・河合伸二 1983. 鈹質畑土壤に及ぼす影響からみた各種有機物資材の特性. 第5報 ガラス繊維ろ紙法による各種有機物の分解. 愛知農総試研報 15: 553—561.
 10. 吉田重方 1975. オガクズ堆肥施与による作物の生育障害とその発生原因. 農および園 50: 295—300.

Summary

Studies were made on the effects of various organic matter by the successive application of sawdust manure, as compared with the application of straw, clover and soiling corn.

1. By the successive application of sawdust manure, the total carbon content in the soil showed an increase annually, and that increase was mainly attributed to the increase in the application of sawdust manure.
2. Although the total carbon content in the soil of the remaining sawdust manure decreased remarkably in the range from 700 mg to 200 mg during the first three years, it remained almost unchanged after the fourth year.
3. The total nitrogen content in the soil increase over a long period of time by the application of various kinds organic matter every year. In particular, the remaining sawdust manure was changed in the range from 0.16 to 0.21%.
4. Although the total nitrogen content in the soil of the application of rice straw, clover and soiling corn became lower by the cultivation, that of sawdust manure remained unchanged.
5. The available nitrogen content in the soil of sawdust manure was less than that of clover and soiling, corn, and showed a tendency to lower in accordance with the rise in the carbon-nitrogen ratio.
6. In such cases where various kinds of organic matter had been applied to the soil, the humic substance of soil became much richer. The content of humic and fuvic acid in the soil, in which 3-tons of rice straw, were applied, 5-tons of sawdust manure and 7-tons of sawdust manure became higher to a remarkably extent.
7. When various types of organic matter were applied, the solid phase ratio was 2-12% lower than when they were not applied. The porosity of soil on which the above 3-tons of sawdust manure were applied to it changed in the range from 58% to 62%.
8. By the application of rice straw, clover and soiling corn, fungi was seen as increasing in the soil, and the amount of bacteria was lowered due to the application of the sawdust manure.
9. When the 3-tons of sawdust manure were applied, the yield of cabbage was increased by 20%, carrots by 62%, and spinach by 38%. The quality of the carrots was lowered as a result of the application of 7-tons of sawdust manure.
10. By successive application of sawdust manure, the content of total carbon and total nitrogen in the soil was enrich and the rate of increase was the same as the rice straw applied to the soil.