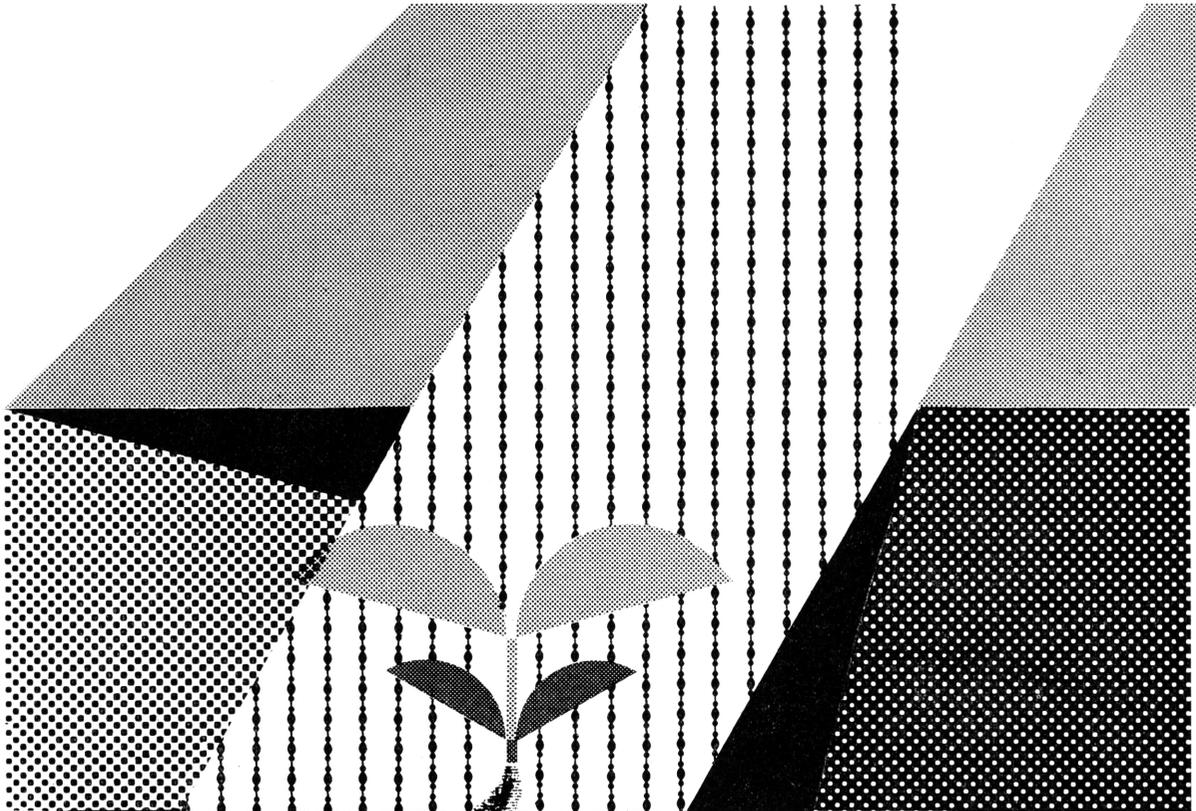


# 農業と科学

1972  
9 特集号

CHISSO-ASAHI FERTILIZER CO., LTD.



## 目次

- 土壤有機物の意義とその代替物 …… (2)  
名古屋大学農学部 熊田 恭一
- 水田土壌における  
有機物に関する研究について …… (5)  
東京大学農学部 和田 秀徳
- 易分解性有機物の集積過程について …… (10)  
九州大学農学部 甲斐昭秀
- 土壤有機物の意義と評価 …… (15)  
全農農業技術センター 酒匂 正雄
- 土壤有機物代替資材とその施用について …… (18)  
静岡県農業試験場 河森 武
- 土壤有機物代替資材とその施用 …… (21)  
愛知県経済連 今川 正

## 9月号訂正箇所

- 10頁 甲斐昭秀 → 甲斐秀昭
- 13頁 右上から17行目 中見出し  
易分解性有機物の体質 → 易分解性有機物の本質
- 11頁 第2表は下記の通り訂正致します

**第2表 稲ワラの分解に伴う易分解性有機物の集積と土壌の粘土の種類**

土壌の粘土の種類	粘土の塩基置換容量 (me/100g粘土)	易分解性有機物の集積率(%)	
		硫安無添加	硫安添加
モンモリン系	6.5~8.3	1.7	4.1~6.6
カオリン系	2.2~3.3	5.4	1.9~7.9
アロフェン系	3.8~4.6	2.3	5.1~8.8
砂	ほとんど0	6.0	2.3

- 13頁 第5表は下記の通り訂正致します

**第5表 易分解性有機物の集積と温度**

土 壤	易分解性有機物の集積率(%)		
	10℃	30℃	43℃
モンモリン系	1.4	13.7	3.5
カオリン系	1.0	11.2	4.5
アロフェン系	6.6	9.3	2.5
砂	4.5	8.7	2.1

- 13頁 第8表は下記の通り訂正致します

**第8表 菌体細胞壁部分の添加による易分解性有機物の集積**

土 壤	易分解性有機物の集積率(%)	
	易分解性炭素	易分解性窒素
モンモリン系	22.1	12.5
カオリン系	20.6	7.0
アロフェン系	19.5	5.9
砂	4.7	2.0
砂+リグニン	—	13.3

# 土 壤 有 機 物 の 意 義 と そ の 代 替 物

名古屋大学農学部

熊 田 恭 一

土壌有機物の意義はいろいろな角度からながめることができるが、ここでは主として物質循環という立場から考えてみることにする。まずはじめに、わが国の自然植生である森林の下にみられる、土壌—森林土壌—の場合をとりあげよう。

樹木は光合成によって炭酸ガスから有機物をつくり、各種の無機養分と水を吸収して生長する。

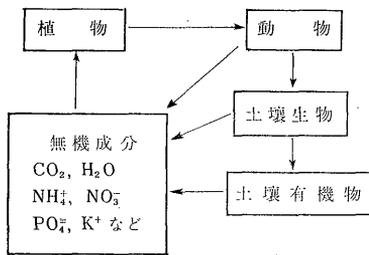
樹木の一部は動物の食糧となる。落葉、落枝や動物の死体は、地上に堆積し、土壌生物によって分解されて、元の無機成分となり、再び樹木に吸収利用される。その間に一部の有機物は土壌有機物として土壌中に集積する。

このような物質循環は生物的小サイクルとよばれ、第1図のように表わされる。

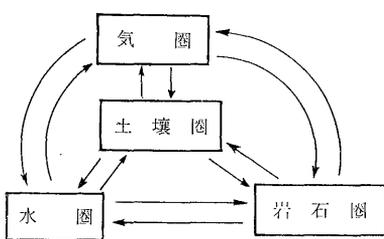
しかしこのサイクルは完全に閉じられたものではなく、循環する元素の一部は、第2図のように、土壌を去って、地球の他の分圏へと移行し、逆にこれらの分圏からも土壌圏へと移行してくる元素がある。このような大規模のサイクルは、地球化学的大サイクルとよばれる。

これら2つのサイクルは、土壌の種類によって著しくその内容を異にしているが、その一例として、わが国の森林土壌のうち最も分布

第1図 生物的小サイクル



第2図 地球化学的大サイクル

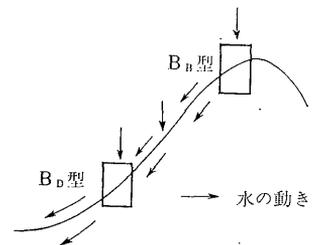


面積の広い褐色森林土の場合について、サイクルの一面を説明しよう。

褐色森林土は、BA型からBF型まで6つの型に区分されているが、これは土壌のもつ水分環境に対応する。前者ほど乾性、後ほど湿性である

第3図で 第3図 褐色森林土Bb型とBd型

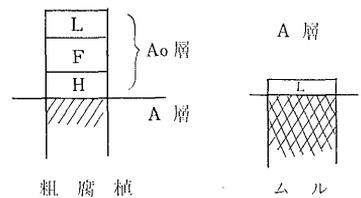
は、山地でBB型とBD型のみられる位置と、水の動きを模式的に示したのである。



前者は山頂付近や尾根すじに、後者は山の斜面下部などに現出する。これらの土壌での有機物の集積形態には著しい相違がある。

第4図の 第4図 粗腐植とムル

ようにBB型ではL層(落葉)、F層(褐色・繊維状)、H層(黒褐色・無



定形)の3層からなるAo層があり、その下のA層の有機物量は少ない。この型を粗腐植型という

BD型では、地上にはL層のみがみられ、その下のA層は厚く、黒褐色を呈して有機物に富みしばしば団粒構造が発達する。これはムル型である

このような土壌有機物の集積型の相違を生んだ理由は、土壌の水分環境にあるとされている。第3図からも容易に理解されるように、BD型では年間を通じて適度な水分が供給保持され、また斜面上部からの養分補給もあるために、生物活動は活潑で、生物遺体の分解も順調に進行する。腐植は粘土と密に混和して、団粒を発達させる。

乾性型では水分に乏しいため生物活性は低く、落葉落枝は地上に堆積するし、養分のA<sub>0</sub>層からの表面流亡も多い。

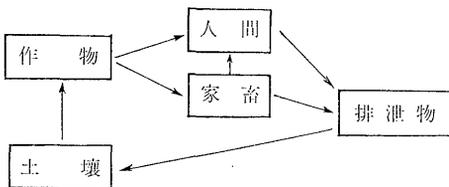
B<sub>D</sub>型はB<sub>B</sub>型に比し、樹木の生育は良好で、精英樹とされる見事な杉の生育はB<sub>D</sub>型にみられるが、B<sub>B</sub>型ではヒノキの生育も不良である。

上述した小サイクルと大サイクルの内容によって、植物の生育が大きく支配されることは、この例から明らかであろう。なお、この例は土壤水分の重要性を示すものである。知灌漑は、作物に直接水を供給することはもちろんであるが、土壤中での物質変化を順調に進めるためにも必要であること、したがって土壤自体への水分供給の重要性も指摘されるのである。

次に農耕地土壤に移る。農業は食糧その他、人間の生活に必要な生物資源を生産し、それを収穫物として圃場から運び出す。そのさい、土壤養分も収穫され、土壤肥沃度は低下する。

肥沃度の低下を防ぎ、より多くの収穫物をうるために、人間は土壤に作物養分を補給する。そこで自然土壤にみられたサイクル以外に、人間の関与するサイクルが新しく加わることになるが、この新しいサイクルの内容は、時代とともに移り変ってきた。

第5図 古い農業での物質循環



かつての古い農業、化学肥料出現以前の農業では、収穫物は人間や家畜の食料となり、その排泄物や収穫残渣は、堆肥・下肥その他として再び農地へ還元された。さらに、山の落葉・落枝もそのまま、あるいは堆肥として農地へ投入された。

このような古い農業では、人間が土壤に新しい物質循環過程をもちこんだことにはなるが、その姿は、自然の生み出したものを再び自然に戻すというもので、生物的小サイクルの規模を大きくした形である。古い農業は、自然界でのサイクルの中に人間がはいりこんで、これをう

まく利用していたといえる。

そこでは物質循環に大きな破綻をきたすことなく、人間は自然と調和していたのである。

化学肥料の出現にはじまる現代農業では、工場生産された多量の化学肥料が施用されるようになった。それによって収穫物の量は著るしく増大し、したがって収穫される養分量も多くなった。また、農産物の移動範囲もひろがっている。

たとえば、かつては村から近隣の町へ運ばれ、そのかわりに、町から村へと下肥の形で逆送されていたものが、現在では遠い農村から大都市へと集中し、さらには海外からの輸入も甚だ多い。収穫残渣や家畜排泄物の農地への還元も少なくなっている。かくして物質の移動は片道交通となり、第6図に示すIやIIのルートは極めて狭くなった

このような状況は、先述の大・小2つのサイクルに深刻な影響を与えるようになってきている。

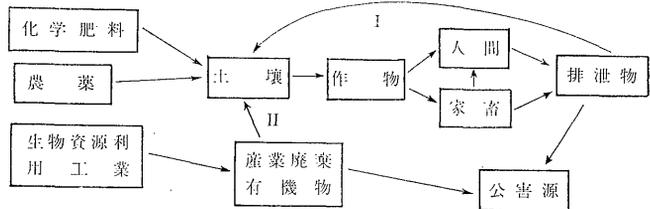
生物的小サイクルについてみると、肥料の主体を占める化学肥料の形態と施肥法の進歩には、まことに目覚ましいものがある。それは作物の増収に著るしい効果を発揮した反面、土壤の悪化をひきおこしている。

かつての老朽化水田での根腐れ、施設栽培にみられる濃度障害・ガス障害、みかんの異常落葉など、過剰な施肥による生育障害は技術的に克服されているが、化学肥料の施用自体が土壤環境の破壊を招来する可能性は、ますます増大してきたとみなければならない。病虫害の多発と農薬の施用によるその防除は、「いたちごっこ」であるとされていることにも注目すべきである。

このような事態は、リービッチにはじまる無機栄養説に立脚した栽培技術、水耕の思想の所産でこれを再検討すべき時期にあるといえよう。

歴史はくりかえすといわれるが、私共はこの辺で、かつての腐植栄養説の現代的な再登場に期待する必要もあると思われる。

第6図 現代農業での物質循環



大サイクルの方はどうであろうか。ここで私共が公害問題に直面していることは明白である。

農地と森林から搬出された有機物は、人間に利用されたのち、元の自然に返されることなく、都市とその周辺に局在化し、水質汚濁の大きな原因となっているのである。

このような状況を見ると、近代文明のひきおこした物質循環の乱れを正常化することが、土壌にとっても、また人間にとっても、是非とも実現されるべきであることは申すまでもない。それは果して、どのようにして実現されるであろうか。

農業技術のうち、土壌肥料分野に限定してみれば、近代の収量増加は、肥料・土壌改良・農薬の3本柱に負うところが大きいであろう。

しかし、植物は、水、空気、養分その他の生育因子があれば生育するという、水耕の思想は、栽培環境としての土壌の否定につながる。

肥料は無機質化学肥料の偏重へ動き、土壌改良も、無機質改良資材による化学性の改良に重点がおかれ、有機物の施用を軽視する傾向が助長されるならば、土壌の物理性の悪化を招き、さらには生物性の悪化をひきおこすことになる。

近年の農薬の多用は、このことを如実に示すものと考えられるが、これは土壌生物相の生活を保障する手段に欠けるところがあったためではなからうか。

実のところ、土壌生物の生活を保障することの具体的な意味やその手段について、私共はほとんど何も語りえない。ただ、現行の化学肥料と農薬の多用が、土壌生物相のバランスをくずしているであろうことは、容易に想像される。

また、土壌の有機物を供給することが、有機物がなければ生きていけない従属栄養性の土壌生物の生活を、保障する1つの不可欠な手段であろうことも十分に考えられる。さらに、有機物は他の無機成分とともに、適正な水分状態の下で、環境としての土壌を良好に維持することに寄与する。

これは、先述の褐色森林土B<sub>D</sub>型の事例からも明らかである。有機物は、植物の生育にとり必須ではないが、作物の生産に不可欠だと云えよう。

一方において、生物資源として利用された有機物の残渣や廃棄物を、合理的に処理する場として、農地が注目されることも当然ではある。ただ

し、このことは、土壌を廃棄有機物の「ゴミステ場」とすることであってはならない。

有機物は土壌にとって望ましい形で還元され、土壌の生産機能の保全と育成に役立つものであるよう、十分に配慮されねばならない。

これまでに展開してきた考え方に立脚するならば、土壌・肥料と農薬は大きな転換期を迎えていることに気付く。

作物を栽培するために、直接作物の生育に寄与するものとして肥料・土壌改良剤・農薬を施用してきたが、それは土壌破壊をひきおこし、人間生活の侵害へいたる道でもあったことを反省し、作物のみならず、土壌にとっても、さらに人間にとっても望ましい形態の資材と、それらが停滞することなく、円滑にサイクルを形成するような方策の確立が必要である。

残念なことに、「望ましい資材の形態」と「円滑なサイクルを形成するための方策」について、現在提示できる資料は極めて少ない。

また、筆者は甚だ漠然と、次のようなことを考えているにすぎない。

従来の資材は、肥料・土壌改良剤・農薬という3本柱のどれかに該当するものとして、少なくとも観念的には別個に扱われてきた。

しかし、おそらくは三位一体的な資材と施用法が望ましいのではなからうか。その中では、現在の化学肥料はその形態を修正することによって、依然として重要な位置を占めるであろう。

同時に、各種の有機物は、そのままの形で、あるいは、例えば堆肥化というプロセスを経たものとして、併用されることであろう。

さらに、複雑な土壌生物相が高い活性を維持することによって、特定の病害虫の異常発生（エルトンのいう生態的爆発）を抑制するよう、土壌条件を整備する資材としての有機物も必要となろう。この有機物は単なる代替物以上のものである。

ところで、有機物問題はこれまで、個々の農家の営農上の問題として、自給肥料あるいは購入生産資材として扱われてきた。

しかし今後この問題は、このような狭い立場だけではなく、長期にわたる土壌の生産機能の保全と育成や、社会地球科学的物質輪廻の一環として、国家的な立場から扱われねばならない。

# 水田土壤における 有機物に関する研究について

東京大学農学部農芸化学科

和田 秀 徳

畑土壤あるいは森林土壤と比べると、水田土壤にはいくつかの特長的な点が認められる。

特長的な点の第1としては、稲作期間に当たる夏期高温時に、水田土壤が湛水状態にあり、水田土壤作土層は水で飽和され、かつ田面水によって作土層と大気との間のガス交換が、著しく阻害されている事実をあげることができる。

このため、基質に富み、微生物活動が旺盛な作土層の大部分は、還元状態に陥り、田面水を介して少量の分子状酸素が到達できる作土層の、表面近くの数mm程度の部位のみが、酸化状態を保持しているに過ぎなくなる。

水田土壤の特長的な第2の点は、地下水位の低い水田土壤において、下層が作土層に比べて微生物活動が弱く、湛水期間中にも、作土層より遙かに酸化的な状態に止まっている事実である。

この場合には、水田に灌漑した水が田面水から作土層へ、作土層から下層へと浸透し、それに伴って、田面水中に溶存している分子状酸素が還元状態にある作土層へ、作土層の土壤溶液中に溶存している物質が、より酸化的な状態にある下層へと移行し、水の浸透により、作土層および下層に新たな反応がひき起こされる。

水田土壤の特長的な第3の点は、水田土壤の大部分が現世の河川のまわり、湖、潟などに堆積した地域に広がっている事実である。

この点からするならば、畑土壤および森林土壤は、主として侵食作用が優越している陸成土壤に属し、水田土壤は、主として堆積作用が優越している水成土壤、ないしは半陸成土壤に属していると云える。

水田土壤のこれらの特長に注目して、日本において多数の研究が行われ、水田土壤に特有の物質変化、微生物活動、断面形態の発達過程などについて、これまでに幾つも成果が得られている。

ここで述べる水田土壤の有機物の話題も、水田土壤のこれらの特長と関連が密接なものに限定することにしたい。

## 水田土壤の有機物の給源と集積様式

畑土壤、森林土壤などのような陸成土壤では、土壤有機物の主要な給源は高等植物であって、その遺体が土壤表面近くに集積する結果、土壤有機物の量は通常、土壤表面近くに偏在している。

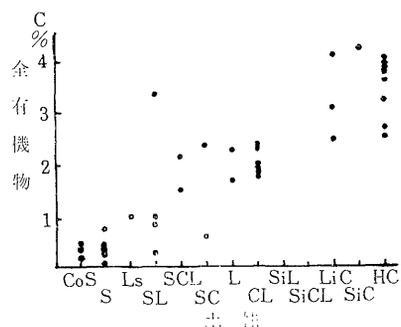
これに対して、水成ないしは半陸成土壤に属す水田土壤では、しばしば土壤有機物の量が、土壤の深さとともに不規則な変動を示している。

この事実は、水田土壤の母材が半陸成ないしは水成の環境の下で堆積している際に、有機物が土砂中に混入したことを意味している。

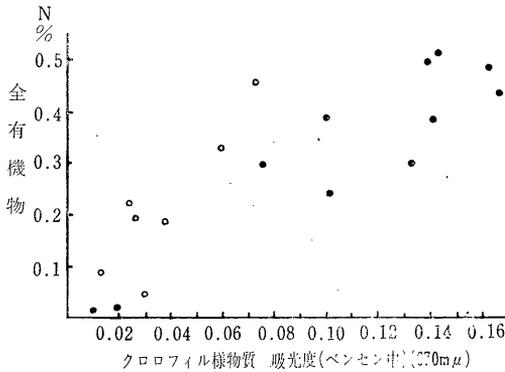
半陸成の環境の下では草などの植物遺体が多量に堆積し、水成の環境の下では、植物性プランクトンが堆積する傾向がある。

たとえば湖底および湖岸の堆積物をしらべると、堆積物は土性が異なる幾つかの層からできており、土性が細かい層には有機物量が多く、土性が粗い層には有機物量が少ないこと、および堆積物の有機物の量とクロロフィルの量とは、ほぼ比例していることが見出された。(第1,2図)

第1図 土性と有機物含量との関係  
(篠ヶ浦地区)



第2図 有機物含量とクロロフィル様物質含量との関係 (霞ヶ浦地区)



● 湖底堆積物, ○ 湖畔土壌

これらの事実、沈降速度のおそい植物性プランクトンの遺体が、粒径の細かい無機質粒子に伴って沈降堆積し易いことに基因していると思われる。

水田土壌の有機物の存在形態

前述したように多くの水田土壌は、陸成土壌に比べて、生成年代が新しく、かつ水に浸されている期間が長いために、土壌に加えられた生物遺体の分解変質、あるいは腐植化の程度が低いと予想される。事実、水田土壌は畑土壌に比べて、一般的に易分解性有機物に富んでいることが知られている。

水田土壌作土層の構成粒子を粒径別に分画すると、400メッシュよりも粗い粒径画分に含まれている有機物は、ほとんどすべて高等植物の遺体の形態で存在していること、およびこの種の有機物は作土層の全有機物量の約30%にも達することが明らかにされた。(第4図)

またこれらの植物遺体は、形が小さいものほど腐植の程度が高く、かつ無機質粒子による汚染の程度が高いことが見出された。(第1表)

さらに400メッシュよりも粒径が細かい画分には、植物性プランクトンの遺体の混入が目立つようになり、2μよりも粒径が細かい画分には、細菌に由来する有機物の寄与が大きいことが、ほぼ確かめられた。

これらの生物遺体は、易分解性有機物に富んでおり、微生物活動ないしは物質変化の拠点になり

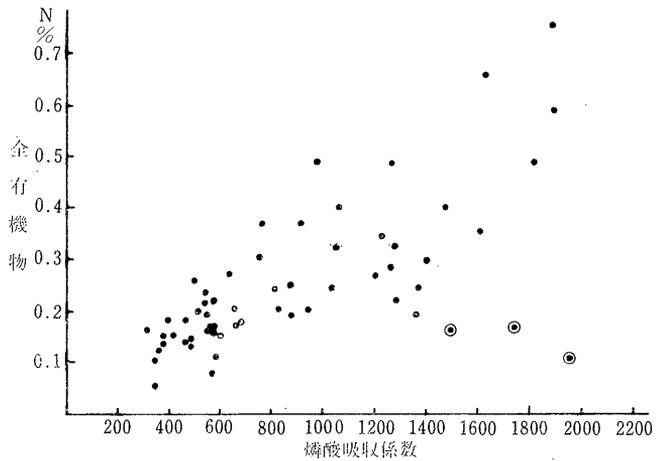
半陸性あるいは水性の下で形成された堆積物を、地下水位を下げ水田として長期間利用している間に、水田土壌の作土層では、水稻の遺体、有機質肥料などの有機物の補給と、微生物分解、溶脱などの有機物の消失との間に、新たなバランスが成立し、土壌の性質に応じた、ほぼ一定の有機物量を維持するようになると予想される。

この種の課題は研究例が少なく不明の点が多いが、土壌の有機物量と磷酸吸収力との間に、広く比例関係が成立していることが見出されている。

(第3図)

なお水田として長期間利用している土壌においても、湛水期間、田面水中に生育した植物性プランクトンの遺体が作土層の表面に沈積し、作土層表面に生育した藻類とともに、この部分の土壌に有機物を供給していることを指摘しておきたい。

第3図 有機物含量と磷酸吸収係数との関係 (全国の水田試験圃場の作土)



● 下流の混入が著しい土壌

うると予想される。

さらに作土層中には、生物遺体がある種の規則性にしたがって分布しており、それによって作土層中での微細部位における微生物活動、物質変化などが規制され、ひいては作土層全体としての性格および機能も影響を受けると推定される。

水田土壌の作土層の粒団をしらべた結果では、大きい粒団の方が、小さい粒団よりも有機物量、遊離鉄量、活性マンガン量、微生物数、易分解性有機物量などが多く、微生物活性が高い傾向が見出された。(第5, 6図)

土壌諸画分の有機物 (長野土壤)

原 土		全炭素	全窒素	C/N	水分
		%	%		%
		1.95	0.20	9.9	4.5
砂 画 分	>30メッシュ	M	0.092		
		D	1.38	21.1	17.0
		H	1.32	18.0	9.2
	30~50メッシュ	M	0.030		
		D	1.59	18.0	13.8
		H	1.66	13.6	8.5
	50~100メッシュ	M	0.014		
		D	1.97	13.2	11.6
		H	1.32	12.0	6.6
	100~200メッシュ	M	0.011		
		D	1.69	12.5	8.4
		H	0.85	11.9	5.0
200~300メッシュ	M	0.029			
	D	0.62	11.6	5.5	
	H	1.07	10.5	5.7	
300~400メッシュ	M				
	D	13.6	11.0	5.3	
	H	6.0	9.4	4.6	
シルト画分		1.59	0.18	8.5	3.6
粘土画分		2.01	0.35	5.7	8.4

M: 鋳物粒子  
D: 腐朽の程度が進んでいない植物遺体  
H: 腐朽の程度が進んでいる植物遺体

これらの事実は、水田土壤の小さい粒団には小形の植物遺体が、大きい粒団には小形の植物遺体だけでなく、大形の植物遺体も閉じ込められており、植物遺体自身および植物遺体からその近くの土壤基質中へしみ出した易分解性有機物を利用して、多数の微生物が生育していることを示していると判断される。

粒団に遊離鉄量、活性マンガン量などが多い事実は、植物遺体のまわりにこれらの物質が濃縮沈着する傾向があることに対応している。

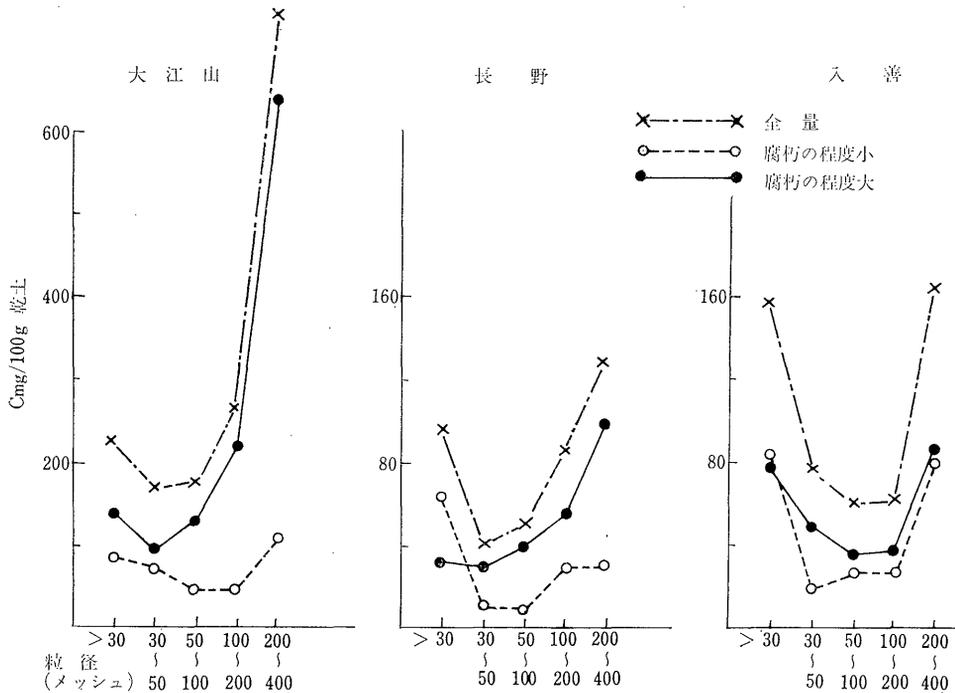
別の見方からするならば、植物遺体はそのまわりに植物遺体圏とも云うべき土壤微細部位を形成し、その部位に含まれている土壤粒子は、互に強く結合されて、粒団としての形態を整えるに至ると考えることもできるであろう。

水田土壤の水溶性有機物とその役割

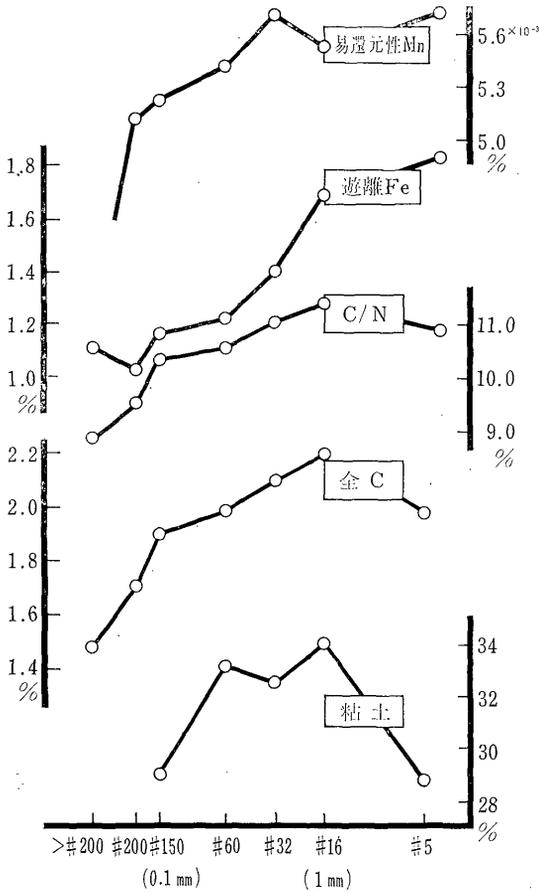
畑土壤に比べて、水田土壤には水溶性有機物が多く含まれていること、水田土壤の排水中には、有機物が存在していることなどは、かなり以前から気付かれていた。

これらの点の解析を進めたところ、水溶性有機

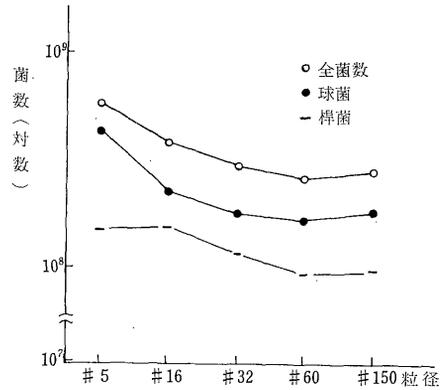
第4図 土壤より分離された植物遺体の有機物量



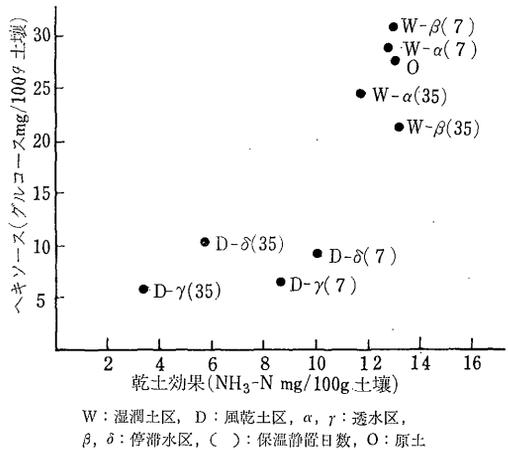
第5図 粒径による耐水性粒団の組成の変動



第6図 風乾耐水性粒団中の細菌数 (長野土壤) 直接法



第7図 保温静置後の土壤の乾土効果と水溶性へキソース含量との関係 (入替土壤)



物の主成分の1つが炭水化物であること、土壤に各種の前処理を加えると水溶性有機物の量が著しく増大すること、土壤の易分解性有機物の量と水溶性有機物の量との間には、ほぼ比例的な関係が成立していることなどが明かになった。(第7図)

これらの事実に基づいて、土壤中には微生物や水が侵入し難いほどに、密にかこまれている微細な孔隙があり、その中に易分解性有機物と、その量にほぼ比例する量の水溶性有機物とが取りこまれていることが推定された。

ところで前述したように、地下水位の低い水田土壤の作土層においては、水溶性有機物が透水によって除去され、その結果、作土層中での物質変化に影響が生じる可能性が考えられる。

この種の作土層に対する透水の効果は、作土層に元来含まれていた易分解性有機物の量によって異なり、易分解性有機物量が多い場合には、水溶

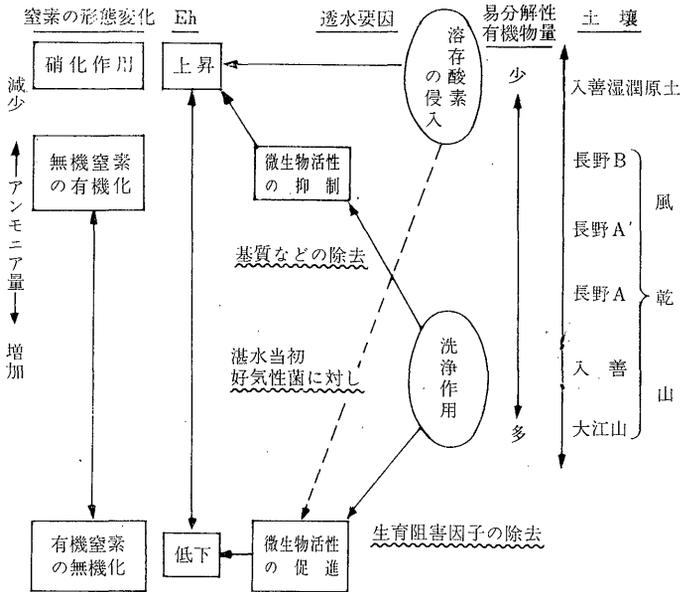
性有機物の除去は、土壤微生物の活性を高め、土壤の還元状態の発達を促進し、これに反して、易分解性有機物の量の少ない場合には、水溶性有機物の除去は、土壤微生物の活性を低め、土壤の還元状態の発達を阻害することが見出された。(第8図)

地下水位の低い水田土壤において、作土層から溶脱してきた物質が下層に達すると、そこで多くの反応を行うことが、以前から認められていた。

その中でも、鉄とマンガンの行動は、作土層からのこれらの成分の溶脱と、作土層の下部での鉄・マンガン集積層の形成とが顕著な現象であったために、多くの研究者の注目を集めるところとなった。

この現象の機構としては、還元状態が発達した作土層で、鉄・マンガンが還元され、水に易溶の

第8図 還元状態の発達と窒素の形態変化に及ぼす透水効果



第1鉄，2価マンガンが生成し，これらが湛水下も酸化状態を保っている下層に達すると，直ちにその場で酸化沈着する過程が想定されていた。

その後，作土から溶脱してきた第1鉄，2価マ

ンガンは，湛水期間に下層で直ちに酸化されることなく，2価陽イオンとして，陽イオン交換座に吸着保持され，落水後酸化沈着する過程が，鉄・マンガン集積層の形成に対して，無視できない役割を果たしていることが確かめられた。

また後者の過程が進行する前提条件の一つは，下層に含まれていた分子状酸素が，あらかじめ浸透水中の水溶性有機物の直接的な作用あるいは，微生物活動を介しての間接的な作用によって，消費されることにあることが確かめられた。

さらに浸透水中の有機物は，鉄・マンガン集積層よりも深い土壌の下層に達し，浸透水の通路に当る孔隙の壁面と反応して，その部位に易分解性有機物を富化させ，微生物数を増加させるとともに，他方，土色を灰色にし，鉄・マンガンを溶解除去することが見出された。

## 易分解性有機物の 集積過程について

九州大学農学部

甲斐昭秀

### 地力の給源としての

#### 易分解性有機物

土壌中には必ず有機物が含まれています。

この土壌の有機物は土壌の物理的、化学的、微生物的諸性質を左右して、土壌の生成作用や植物の生育に、きわめて重要な役割を演じています。

このような有機物の意義については、さきに本誌1月号(1972年)で指摘しました。また、本号の土壌有機物特集の中でも触れられているものと思います。

土壌中の有機物は、いろいろな種類の生きた微生物、それらの死滅した遺体、および死滅した動植物の遺体、さらに、これらの遺体由来する有機物からなっています。

すなわち土壌の有機物は、生きた動植物や微生物と全く同様の組成をもった新鮮なものから、土壌中で微生物によって分解され、変化したものや、土壌中で新しく合成された有機物などから構成されています。

これらの有機物は、土壌微生物によって次第に分解され、最終的には水、炭酸ガス、アンモニア、硝酸などの簡単な無機化合物に変化します。

しかし、ある時間の長さに限って考えると、土壌有機物は、その全部が微生物によって分解されるわけではありません。

たとえば、土壌有機物中に含まれる植物養分として、最も重要な窒素についてみると、日本の耕地土壌中には乾土当り0.1~0.8%、一般には0.2%前後の有機態窒素が含まれていますが、一回の作付期間中に土壌微生物によって分解され、有効化してくる窒素(地力窒素)は、その中のわずかに1~5%にすぎません。

つまり、土壌有機物の大部分は一般に分解され難いのですが、その一部は土壌が乾燥したり、地

温が上昇したり、土壌のpHが変わったり、耕やされたりすると、分解され易くなって、アンモニアや炭酸ガスに変化します。

このように、土壌条件の変化などが契機となって分解が促進される土壌の有機物部分が、天然に供給される植物養分(地力)の給源です。この部分を土壌の易分解性有機物と私達は呼んでいます。

日本で、水陸稲やムギ類について行われた多数の試験結果によると、作物に吸収された窒素のうち、見かけ上、水稲では70~80%、畑作では50%程度が、この地力窒素に依存していることが分ります。(第1表参照)

第1表 作物の地力依存度(%)

作物	窒素	リン酸	カリ
水稲	83	95	96
陸稲	51	84	75
ムギ類	50	69	78

註) 数字は三要素区を100としたときの各要素欠除区の収量指数。全国の現地三要素試験成績の平均値。

易分解性有機物は、動植物や微生物の遺体が、土壌中で微生物によって分解され、化学的变化も加わって腐植化して行く過程で生成集積します。

この易分解性有機物は、土壌中の有機質や無機質のコロイドと複合体を形成して集積されるので、微生物による分解に対し安定化して土壌中に存在するが、前述のように何らかの物理的、化学的作用をうけると、複合体の結合が解けるか、弱まるか、解膠分散して、微生物により分解されるようになると、一般に考えられています。

しかし、易分解性有機物が土壌中に集積される過程や、易分解性有機物の本質については不明なことが多く、今後の研究が期待されます。したがって、ここでは、易分解性有機物の集積と土壌の環境要因との関係について、私どもの最近の研究を中心に、いくつか述べてみたいと思います。

易分解性有機物の集積と

土壌の環境要因

易分解性有機物の集積には、土壌の種類の違いや温度、水分など、種々の環境要因が複雑に影響していると思われます。

このことは、土壌によってそれぞれその中に含まれている有機物の質も量も異なれば、それに由来して発現する地方にも、大きな違いがあることから分ります。

そこで私達は、まず過酸化水素で処理して、土壌中にもともと存在している有機物の大部分を除いた各種の土壌や砂を作り、これに稲ワラ、レンゲなどの植物遺体、種々の微生物菌体や、ゼラチンのような蛋白質を添加し、それらが分解される過程で、土壌や砂の中に生成集積される易分解性有機物の量を、80°Cで乾燥した場合の乾土効果として現われるアンモニア化生成量、あるいは炭酸ガス発生量で測って、易分解性有機物の集積率と、土壌の理化学的諸性質との関係を調べました。その結果は以下の通りです。

i) 有効態窒素含量, 有機態炭素含量, C/N比

易分解性有機物の集積に密接に関係している要因として、微生物に有効な土壌中の窒素含量, 有機態炭素含量および C/N 比があります。(第1図参照)

この図から次のことが考えられます。

土壌中に、微生物に有効な窒素や炭素が多いほど、有機物の分解に伴って土壌中に新たに生成される易分解性有機物も多くなるということです。

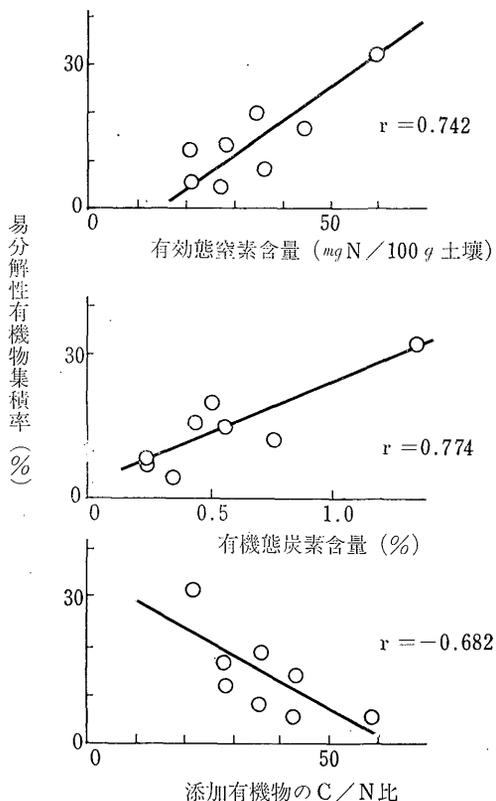
このことは、易分解性有機物が、微生物による有機物分解過程の初期産物、たとえば、微生物菌体やその代謝産物に由来するものと、密接な関係のあることを示唆しています。

ii) 粘土鉱物の種類と量

稲ワラのような、C/N比の大きい植物遺体が分解する場合、アンモニアのような無機態窒素を添加しなければ、砂やカオリン系土壌のように塩基置換容量の小さい土壌の方が、易分解性有機物の集積率は高く、モンモリン系土壌やアロフェン系土壌のように、塩基置換容量の大きい土壌の方が集積率は低くなります。

しかし、無機態窒素を添加しておくと、塩基置

第1図 易分解性有機物の集積率\*と有効態窒素含量, 有機態炭素含量, C/N比



(\*土壌中に集積した有機物の全量中、易分解性部分の占める割合)

換容量の大きい粘土を含む土壌では、易分解性有機物の集積率が高まるのに対し、砂などでは集積率はさほど高まらないか、逆に低くなる場合があります。(第2表)

第2表 稲ワラの分解に伴う易分解性有機物の集積と土壌の粘土の種類

土 壤	易分解性有機物の集積率(%)	
	易分解性炭素	易分解性窒素
モンモリン系	22.1	12.5
カオリン系	20.6	7.0
アロフェン系	19.5	5.9
砂	4.7	2.0
砂+リグニン	-	13.3

また、粘土含量は、集積した易分解性有機物中の窒素と炭素に対し、それぞれ異なった影響を及ぼします。

易分解性炭素の集積についてみますと、粘土含量が10~40%の範囲ではモンモリン系, カオリン系粘土の場合には、粘土含量の影響は認められま

せんが、アロフェン系粘土では、粘土含量の多い土壌ほど、易分解性炭素の集積は量・率とも減少します。

また、易分解性炭素の集積率は、一般にカオリン系粘土が大きく、モンモリン系、アロフェン系粘土の順に小さくなります。

なお、モンモリン系粘土では、粘土含量が10%以下の範囲では、粘土含量の多いほど易分解性炭素の集積も多くなります。

次に、易分解性窒素の集積についてみますと、各粘土とも、粘土含量の増加とともに、その集積率も増加します。

易分解性窒素の集積は、一般にアロフェン系粘土が最も大きく、モンモリン系、カオリン系粘土の順に小さくなります。

これらの結果から、一般的にいえば、粘土の存在は、易分解性有機物の集積にとって有利だろうと思われます。(第3表参照)

第3表 易分解性有機物の集積と  
土壌の粘土含量

土壌の粘土の種類	土壌の粘土含量(%)	易分解性炭素の集積率(%)	易分解性窒素の集積率(%)
モンモリン系	40	6.9	9.9
	20	6.9	10.7
	10	6.2	6.1
	5	5.2	4.7
	1	3.6	2.5
カオリン系	40	9.6	4.8
	20	9.6	4.2
	10	8.4	4.0
アロフェン系	40	3.4	14.1
	20	5.4	9.5
	10	7.4	7.8
砂	0	3.5	3.6

以上のように粘土が易分解性有機物の集積に及ぼす影響は、

- (1) 土壌の孔隙、通気、保水性などの物理的性質を左右する、
- (2) pH緩衝能を増大する、
- (3) 塩基や陰イオンを置換吸着して、土壌溶液中のアンモニウム、カリウム、硝酸などの濃度を支配する、

(4) 有機物の分解に伴って生成される有害物質を吸着除去する、

(5) 有機・粘土複合体を形成する、  
などの作用を通して、影響を及ぼしていると考えられます。

### iii) 土壌溶液中のアンモニウムイオンの

#### 濃度、およびアンモニウムと硝酸の違い

土壌溶液中のアンモニウム濃度が高い場合には、有機態窒素の集積は多く、集積有機物の C/N 比は小さくなるにもかかわらず、その中の易分解性有機物の割合は減少します。また、そのような条件下では、集積した易分解性有機物の分解も阻げられます。

したがって、土壌中にアンモニア態窒素が多い場合には、土壌中の粘土は、生物遺体の分解と、それに伴う易分解性有機物の集積による影響を及ぼしますが、そのような粘土の役割は、土壌溶液中のアンモニア濃度を下げて、微生物の増殖と活性を助ける効果をもつものと考えられます。

(第4表参照)

第4表 易分解性有機物の集積と  
アンモニア態窒素の濃度

土 壤	アンモニア態窒素の濃度 (Nmg/100g土壌)	集積有機物の C/N比	易分解炭素の集積率 (%)	易分解性窒素の集積率 (%)
モンモリン系	5	27.8	0.9	3.2
	20	16.4	2.3	8.1
	60	11.0	2.6	13.0
	120	8.5	3.3	-0.1
	砂	0	30.8	1.5
砂	20	19.6	1.0	0.4
	60	14.8	0.5	-11.2
	120	16.6	-0.1	-18.1

なお、同じ窒素濃度でも、それがアンモニア態でなく硝酸態の場合には、アンモニアのような有害作用はいちじるしく軽減されます。

### iv) 温度、水分

温度が高まると有機物の分解が早まりますが、それに応じて、易分解性有機物の集積率も高くなります。40°C 以上になると、有機物の分解それ自体は、促進される場合と抑制される場合とありますが、易分解性有機物の集積は一般に低下します。(第5表参照)

第5表 易分解性有機物の集積と温度

土壌の粘土の種類	粘土の塩基置換容量 (me/100g粘土)	易分解性有機物の集積率(%)	
		硫安無添加	硫安添加
モンモリン系	6.5~8.3	1.7	4.1~6.6
カオリン系	2.2~3.3	5.4	1.9~7.9
アロフェン系	3.8~4.6	2.3	5.1~8.8
砂	ほとんど0	6.0	2.3

また、有機物の分解は、土壌水分が最大容量の60%附近で最も盛んですが、易分解性有機物の集積も、有機物分解の盛んな水分条件で最も有利です。(第6表参照)

第6表 易分解性有機物の集積と土壌水分

土 壤	土壌の水分含量(最大容量に対する%)			
	40	60	90	120
モンモリン系	11.1	13.7	13.4	13.2
カオリン系	4.7	11.2	11.4	9.1
アロフェン系	7.4	9.3	11.3	10.8
砂	2.8	8.7	8.2	4.5

註) 表中の数字は、易分解性有機物の集積率(%)

v) 植物遺体の種類と量

植物遺体が分解されるのに伴って、土壌中に易分解性有機物が集積しますが、その集積量は、植物の種類や量によって違います。

ゲンゲやクローバーのような窒素含量(蛋白質含量)の高いマメ科の緑肥作物は、土壌中での分解率は高く、直接的な肥料効果は大きいのですが易分解性有機物の集積量は、稲ワラなどに比較するといちじるしく少なく、地力の増強という点では、稲ワラやヨモギなどの野草類に劣ると思われれます。(第7表参照)

緑肥の連用が、かえって地力を減耗させることがあるといわれていますが、その原因については緑肥中あるいはその分解産物に多量に含まれているキレート物質のため、土壌中の易分解性有機物の分解が、促進されるためと考えられます。

なお、一般には土壌中に入る植物遺体の量が多

第7表 植物遺体の化学組成と易分解性有機物の集積

植 物	化学組成(乾物中%)					易分解有機物の集積量 (mgC/100g土壌)
	セルロース	リグニン	粗蛋白	粗脂肪	灰 分	
ゲンゲ	15.1	3.2	30.2	4.2	6.2	3
稲ワラ	33.7	21.1	3.5	0.8	12.3	45
ヨモギ	23.8	20.4	15.4	2.0	7.4	35

いほど、易分解性有機物の集積量は多くなります。また、リグニンやセルロース含量の高い植物遺体の方が、易分解性有機物の集積に効果のあることが認められます。

土壌に稲ワラや堆厩肥を連用しますと、土壌の有機物含量はしだいに高まり、やがてその集積量は上限に達し、それ以後は土壌の有機物含量は高まりません。

易分解性有機物の集積量にも同様に限界があります。土壌の有機物集積量が限界に達した後は、新しく土壌に添加された有機物は、見かけ上すべて分解されてしまうようになります。このような現象は、実際の圃場試験でも認められています。

以上、土壌中で生物遺体が分解されるのに伴って、易分解性有機物が集積する過程に影響を及ぼす、幾つかの環境要因について述べました。

易分解性有機物の体質

さて、ここで、地力の給源と考えられる易分解性有機物の本質は、何かということになりますと先にも述べましたように、今日なおほとんど分かっていません。

ある人は微生物遺体がその一部だと考えています。またある人は、動植物や微生物の遺体や、その分解中間産物に由来する蛋白質やペプチド、アミノ酸などが、土壌中の粘土や腐植と結びついてきた、種々の複合体であろうと考えています。

私どもは、現在、易分解性有機物の本質を明らかにする目的で、いろいろな面から実験を行っていますが、たとえば、土壌中の易分解性有機物の

第8表 菌体細胞壁部分の添加による易分解性有機物の集積

土 壤	易分解性有機物の集積率(%)		
	10°C	30°C	43°C
モンモリン系	1.4	13.7	3.5
カオリン系	1.0	11.2	4.5
アロフェン系	6.6	9.3	2.5
砂	4.5	8.7	2.1

アミノ酸組成を調べてみますと、その中には種々の微生物菌体、とくにその細胞壁を構成しているアミノ酸と、アミノ糖の存在比率の高いことが分りました。

そこで、種々の微生物の細胞壁部分を集めて土壌に加えてみますと、土壌中の

易分解性有機物含量が高まります。

また、その場合、粘土やリグニン、フェノール性化合物が共存しますと、その易分解性有機物の集積量は、さらにいちじるしく増加します。(第8表参照)

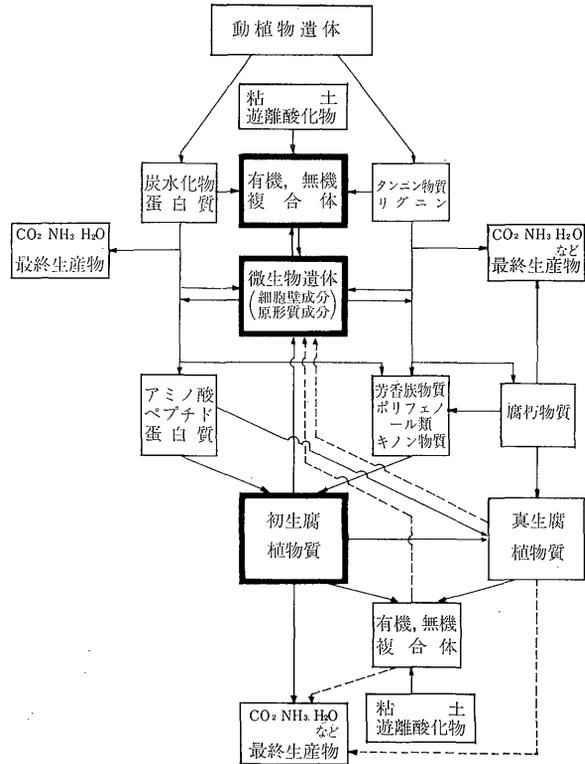
また、微生物菌体の原形質部分は、蛋白質含量は高いのですが、それだけでは、土壌に加えても、易分解性有機物含量は高まりません。

しかし、それに粘土やリグニンなどが加わると、やはり易分解性有機物の集積量が増加します。稲ワラや堆肥などの存在も、同様に効果があります。

生物遺体が土壌中で分解され、腐植化して行く過程について、これまで Kononova 女史や熊田教授などにより、幾つかの模式図が提出されています。

これらの模式図に、上述の実験結果を加味して考えますと、土壌中で、動植物遺体が微生物により分解され腐植化するのに伴って、一方で、地方の給源である易分解性有機物が生成し集積して行く過程は、第2図

第2図 生物遺体の分解と易分解性有機物の集積過程の模式図



注) 太枠で囲んだものは易分解性有機物の主な給源

のように推察されます。

この模式図中に示された諸過程の詳細は、今後の研究により明らかにされることであろう。

# 土 壤 有 機 物 の 意 義 と 評 価

— さゝやかな栽培体験をとおして —

全農農業技術センター

酒 匂 正 雄

## 水稲作について

かって私は栃木県農業試験場で、農林省指定試験の水稲に対する有機物の効果に関する試験に従事した。当時、試験開始後すでに10年以上を経過していたにもかかわらず、化学肥料を併用した場合の堆肥の効果は一向にあらわれず、当時かけ出しの私は、水稲に対して堆肥はきかないものというような先入観をうえつけられてしまった。

それからずっと後年になって、こんどは広島県農業試験場で、農林省の助成事業として全国的にすゝめられた施肥改善合理化事業を分担した。

この事業は、水田の土壌調査と併行して肥料の現地試験がおこなわれ、この現地試験の設計には堆肥区と無堆肥が組みこまれており、水稲に対する堆肥の効果が判定できる仕組みになっていた。

数多くの現地試験を遂行することは、たいへん骨のおれる仕事であったが、この成績でも、堆肥の効果が明瞭にあらわれたものは皆無に近く、当時、堆肥増産をすゝめていた手前、現地の農家にこの成績を説明するのに当惑したことを記憶している。

ちょうどその頃、農林省の指定試験の検討会議の席上で、水稲に対して堆肥が必要であるか否かのフリートークがおこなわれ、大方の意見は堆肥不要論にかたむいた。今から15年ほど前のことで、当時の技術者の内心をのぞかせるものとして興味がふかい。

その頃、堆肥必要論の支えとなっていたものに、当時流行した、水稲の多収穫競技会における堆肥の使われ方をあげることができ

る。この種コンクールの上位入賞田には、例外なく多量の堆肥が投入されていた。理くつはともかく、多収田に堆肥が多投されている以上、堆肥の効果を否定できないというような表現が、

よく用いられた。

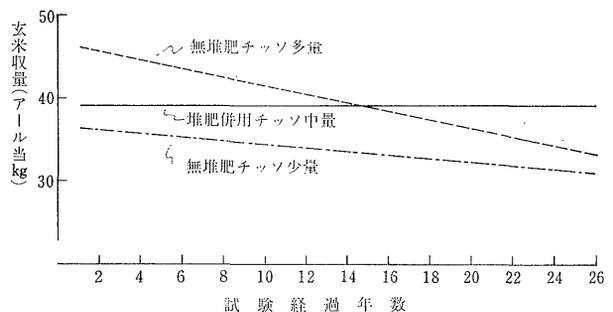
考えてみると、無堆肥という比較対照を欠くこの事例で、たまたま堆肥が使用されていることをあげつらうことには、すこしの（まど）はずれのように思えるが、周到的な水管理によって、考えられる堆肥のマイナス効果を極力回避しようとする、多収田における堆肥の効果を否定する気にはなれない。

さて、私自身の堆肥の効果に対する結論をのべねばならない。

私は広島県農業試験場で、農林省指定試験の水稲に対する燐酸肥料の効果に関する試験を、永年にわたって担当した。

この試験では、堆肥施用の系列と無堆肥の系列が設けられていたが、昭和5年に試験が開始されてから、昭和32年まで、26年間の玄米収量を、直交多項式によって統計処理した結果は、第1図に示すように、堆肥連用による地力維持効果はきわめて明瞭で、このような連用効果は、北は青森県農業試験場、南は熊本県農業試験場の成績でも明らかにされている。

第1図 燐酸試験田における堆肥の連用効果 (広島農試)



施肥量：チッソ多量、中量、少量それぞれ 1.5, 1.125, 0.75kg/a  
リンサン、カリは各区とも 0.75kg/a  
堆肥は表作水稲、裏作ムギともに 75kg/a

この試験田では、堆肥施用の有無は、裸足（はだし）で田圃にはいると、足の裏の感触だけでた

やすく判別できた。

無堆肥区ではザラザラした砂の感触であるのに対して、堆肥区はヌラヌラとすべるような感触である。目に見えないような藻類の繁殖によるものであろう。前者を木綿にたとえるなら、後者はピロードと呼ぶにふさわしかった。

ちかごろ、人手不足や機械化作業がすゝむにつれて稲ワラの焼却がおこなわれ、一部の地方では棚引く煙による公害問題さえおこりつゝあるといわれるが、それよりも、目には見えないような速度で進行するであろう、地力低下が懸念されてならない。

畑作について

水稻に対する堆肥の効果が多少とも疑念をいだく人でも、畑作に対しては、寛容な態度を示される場合が多いようである。

私は現在の職場にうつってから、水稻よりもやさいの試験に従事する方が多くなり、その間、堆肥その他有機物の効果について多少の体験をすることができた。その一例として、3年間6作にわたって連用した堆肥の効果についての成績を第1表に示す。

このデータからは、堆肥の効果を速断できないが、第3作以降では堆肥施用の面目がどうやら保たれている感じで、顕著な効果を期待するには、もうすこし年月を要するに思われる。

第1表 やさいに対する堆肥の肥効 (全農農業技術センター)

第1作 カンラン	第2作 ココア	第3作 タマネギ	第4作 ニンジン	第5作 タマネギ	第6作 カンラン
91	95	102	155	100	107

注：無堆肥区を100とした堆肥区の収量指数

有機物の効果が畑作で高く評価される理由として、次のような事項が指摘できる。

有機物のもつ土壌物理性の改善効果

土壌反応に対する緩衝能の増大と、塩基の供給畑作で欠乏しやすい微量元素の供給効果

さらには、マルチ的効果や、施設園芸における炭酸ガス効果まで言及される場合もあり、これらの効果は、酸化分解が主流となって進行する畑作では、水田のような有機物施用によるマイナス効果の少ないことゝ相まって、ますます高く評価さ

れるゆえんであろう。

これらのうち、とくに土壌物理性の改善効果は最も重視されねばならない。有機物による土壌団粒形成の機構については、主として土壌微生物との関連で説明され、古くは粘土による微生物の吸着現象から、微生物とくにカビの菌糸による土壌粒子の機械的結合や、微生物の分泌するポリサッカライドのような物質による、土壌粒子の接着集合などがあげられ、有機物自体の効果よりも、土壌中における分解過程こそ重要であるとされる。

このような意味では、リグニン化された木材系の廃棄物や泥炭系のもは効果が低いとされ、完熟堆肥よりも未熟堆肥、さらには原料ワラの方が効果的であるとされる。

わが国のやさい栽培には、生ワラ使用のいわゆる土中堆肥の慣行がおこなわれ、平塚市近郊のイチゴ栽培では、細断された生ワラが好んで使用され、農家は透水性をよくするためと称している。

農家の段階では、細かく切られたワラが、土壌中に点在することによる、機械的な透水を考慮しているようであるが、微生物分解による団粒形成効果の方が、大きいのではあるまいか。

なお、イチゴの場合、マルチによる追肥の困難性から、生ワラによるチッソの有機化を意義づけるむきもあるが、私たちがおこなった実験では、第2表に示すように、いくらかの期待がよせられよう。

第2表 有機物併用による併用無機Nの消長 (全農農業技術センター)

期間 処理	1 週	2 週	3 週	5 週
	無処理	16.7	17.3	18.1
堆 肥	16.6	17.0	18.8	21.9
生ワラ	14.9	15.7	16.8	22.9

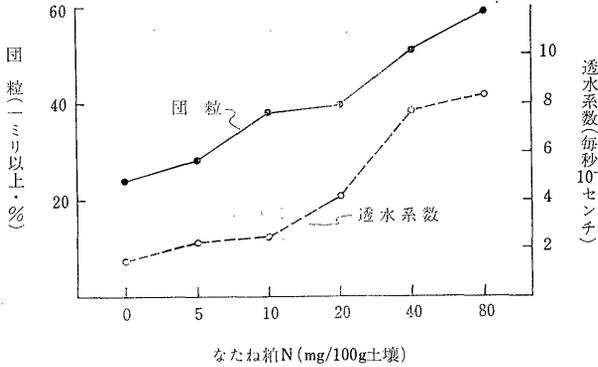
条件：乾土100g当り、硫酸N20mg、堆肥1,000mg、生ワラ500mg、水分50%、25°C、pH6.0

団粒形成を目的とする有機資材としては、易分解性有機物の含量が高いものほど速効的で、かつ形成効果も大きいとされ、よく砂糖や緑肥粉末などが引合いにだされるが、わが国で古くから使用されている油粕や、魚粕などの有機質肥料による効果も、見のがすわけにいかない。

もともと、これら粕類は、安全で緩効的なチッ

ソ肥料という認識で珍重されている面が多いようであるが、やさいに関する限り、そのような認識は正しいものであろうか。

第2図 なたね粕の施用量と土壤の団粒、透水性  
(全農農業技術センター)



条件：全層混合施肥，水分45%，25°C，3週間

メロン、ピーマン、イチゴ、セルリーなど多量の有機質肥料が投与される作物では、障害性を回避するために、施肥後2、3週間を経過してから定植されるのが常識である。私たちの実験では、この間に分解すべきチッソの7、8割はすでに無機化してしまっている。

高価で緩効的な有機チッソを無機チッソにかえて使用していることになり、無機化率の低いことと相まって、単なるチッソ肥料としてみる限り、高く評価できない。

一方、これら粕類の土壤団粒形成効果と、これに伴う透水性の増大効果は、第2図に示すように顕著なものがあり、これら有機質肥料を、微生物に与える炭素源として評価する方が、より妥当性があるように考えられる。

粕類のような有機質肥料の団粒形成効果は、しばしば堆肥と対比されるが、すでに述べたように、粕類の場合にはきわめて速効的で、通常10日程度で最高に達すること、および施用量にもよるが、その形成効果の大きいことで、自ら区別されるべきものと考えられる。

先般、全農連主催で、有機質肥料をどのように考えるべきかについての検討会がおこなわれ、多くの学者や技術者から貴重な意見がのべられたが、会議も終りに近くなって、園芸試験場の佐藤場長が、たいへん謙虚な態度で意見をのべられた。

それはデスクで思索されたものでなく、同氏の永年にわたる栽培体験からの実感としてうけとられ、私は強い共感をおぼえた。

その言葉を記して本稿のむすびとしたい。

「私は一介の百姓にすぎないから、むずかしい理くつはわからない。しかし有機物を与えないで無機肥料ばかりで栽培すると、土がしまって駄目になる。」

# 土 壌 有 機 物 代 替 資 材 と

## その施用について

静岡県農業試験場

河 森 武

堆厩肥の施用が地力の維持増進に効果があり、作物の生育収量あるいは品質の向上に役立つものであるということは、古くからよく知られているところである。

堆厩肥を積極的に施用しなければ、いいものとれないということはわかっていても、最近の農家経営の中では、堆厩肥の生産が行われにくいのが現実である。

私たちが野菜の生産団地について、その肥培管理状態のきき取りをして見て感ずることは、これだけの産地を作りながら、堆厩肥類は野菜の苗床にはかなり施用されているのに、本圃にはその施用量がきわめて少ないということである。

問題は堆厩肥を作る手間がないということであろう。手間がないから堆厩肥を施さない、いかにも現代的な割り切りかたであるが、果してこういう状態を長く続けていいものであろうか。

堆肥が作物の収量や品質の向上のために欠かせないものであれば、これを他の代替品で補い、この経費は作物の増収分の中から支出するようにし、大事な地力の涵養をおろそかにしない—という考えかたができないものであろうか。

また、こうした考えかたで地力の培養をはかっていかないと、いかにいい肥料や農薬が出て来ても、そういう産地は、昔ながらの“産地は移動する”のたとえの中に、埋もれてしまうのではないだろうか。

堆厩肥の代替有機物資材としては、パーク堆肥、コンポスト、オガ屑堆肥、汚泥、ニトロフミン酸塩など数多くの資材が出てくる。ここでこれらのすべてについて書くことは到底できないので、私たちのところで手がけて来たパーク堆肥につい

て、その施用法なり効果なりの概要を申し述べ、大方のご参考に供したいと思う。

### 1. パーク堆肥の効果とその使い方

前述したように、堆厩肥が作られなくなって地力の消耗が大きくなることを心配し、安価に入手でき、しかも、稲わら堆肥と同等以上の効果が期待できる資材の検討を行ってきたが、本県において生産量が多く、望めばいつでも入手できるパーク堆肥について、その施用法と効果について述べてみよう。

堆厩肥類の施用効果については、本誌で別の先生方から詳細な解説がなされるはずであるが、まず土壌の物理的な性質、たとえば透水性、通気性、保水力、土壌の硬さなどについて稲わら堆肥と同等以上の効果が見られている。

土壌の化学的性質についても、たとえばパーク堆肥の中に含まれるチッソが、じわじわ効いてくる緩効的なチッソ供給の効果であるとか、火山灰土壌のように土壌の磷酸固定力が強い場合に、施用した磷酸肥料を、有効態の形で保つ効果があるとかについても、稲わら堆肥と同等以上の効果が見られている。これらの具体的数値については第1表に掲げた。

第1表の数値は、有機物の施用が土壌におよぼす効果のすべてを云いあらわしているものではないが、すくなくとも土壌の理化学性の改善に役立つものであり、また、パーク堆肥は、稲わら堆肥に比べて見劣りがしないばかりか、むしろすぐれた性質を持っていると見る事ができよう。

第1表 土壌の理化学性の比較

処 理	現地状態の三相分布			孔隙率	仮比重	透水係数	密 度	pH (H <sub>2</sub> O)	有効態P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (トルオーグ)
	固 相	液 相	気 相						
無 施 用	51.9 %	23.0 %	25.1 %	48.1 %	1.11	2.37×10 <sup>-3</sup> cm/sec	3.5 kg/cm <sup>3</sup>	6.0	0.8
稲 わ ら 堆 肥	52.4	25.6	22.0	47.6	1.09		2.1	6.3	1.1
パ ー ク 堆 肥	48.3	25.5	26.2	51.7	1.09	6.40×10 <sup>-3</sup>	2.5	6.6	4.8

(注) 土壌の物理性については、安倍川沖積土壌、化学性については富士火山灰土壌の測定値である

このように、土壌の理化学性を改善するすぐれた性質を持っているものでも、それが作物に対する増収なり品質向上にすぐに結びつくというのではなく、作物に対する施用効果は、土壌の条件、作物の種類、施肥量、パーク堆肥の施用量などで異なるものであることはいうまでもない。

一般に地力の低い土壌では、有機物施用の効果が大きく出るものであり、また施設栽培よりも露地栽培のほうが増収効果が出やすく、多肥栽培の場合は有機物の施用量が多くないと、その効果が見えにくいといわれている。

したがって近年栽培面積が増大している施設栽培においては、露地栽培よりも施用量を増してやらないと、期待するような効果は出にくいものと思われる。

第2表 抑制きゅうりの収量 (1区10株当り本数)

処 理	総 収 量		上 物		下 物	上物歩合
	本 数	指 数	本 数	指 数		
無 施 用	293.5	100	275.5	100	18.0	93.9%
パーク堆肥 2トン	354.5	121	331.0	121	23.5	93.5
" 3トン	355.5	121	337.5	121	18.0	94.6

第3表 抑制トマトの収量 (1区20株当り匍)

処 理	総 収 量		大 果		中 果	小 果	その他
	重 量	指 数	重 量	指 数			
無 施 用	55.01	100	6.84	100	21.77	20.54	5.86
パーク堆肥 1トン	56.54	103	7.99	117	25.37	18.98	4.20
" 2トン	58.66	107	11.53	169	24.28	16.95	5.90

第4表 半促成いちこの収量 (10a当りトン)

処 理	総 収 量		大 果		中 果	小 果	奇型果
	重 量	指 数	重 量	指 数			
稲わら堆肥 3トン	2.54	100	0.61	100	1.30	0.46	0.17
パーク堆肥 1.6トン	2.56	101	0.69	113	1.26	0.48	0.13
" 3.2トン	2.65	104	0.78	128	1.24	0.49	0.14

第5表 こかぶの収量 (1区5m<sup>2</sup>当りg)

処 理	総 収 量		上 物		下 物
	重 量	指 数	重 量	指 数	
無 施 用	533	100	360	100	173
パーク堆肥 2トン	993	159	835	232	158
" 6トン	2,828	532	2,555	710	273

第6表 ほうれん草の収量 (10a当りトン)

処 理	総 収 量		上 物		下 物
	重 量	指 数	重 量	指 数	
無 施 用	1.17	100	0.95	100	0.22
パーク堆肥 2トン	1.89	162	1.67	176	0.22
" 6トン	2.23	191	2.68	282	0.15

それでは、実際にパーク堆肥を使う場合には、どの程度の量をどのように施すか、いくつかの例をご紹介します。

第2～6表は、パーク堆肥の施用量について行った試験の成績である。

これらの試験では、パーク堆肥は全面施用して鋤き込んでいるが、パーク堆肥の施用量が多いほど、収量が増加する傾向が認められている。

しかし1作だけの効果についていえば、その経済的な施用量は10アール当り2トンと考えてよいものと思う。

ただ、地力の維持増進という立場で見ると、関東以西のいわゆる暖地では、年間の堆肥施用量が10アール当り2トン以下では、その目的を果すことがむずかしいといわれているので、積極的な地力の増進という点からは、1作目の経済性は或る程度無視しても、これ以上の量を施すことが有効であるかもしれない。

きゅうり、トマト、いちごなどの移植する作物に対して、こかぶ、ほうれん草のように直播する作物は、その発芽の良否が、その後の生育や収量を大きく左右する。

土壌によっては覆土した土壌の表層に被膜が作られ、発芽を著しく不良にすることがある。こうした土壌では堆肥類の施用はきわめて効果的であり、全面施用して鋤き込むか、覆土の代りにすることによって発芽が斉一になり、収量が飛躍的に増加する。第5・6表はこの間の事情を物語っているものである。

堆肥類はその熟度によって、一時に多量を施用すると、その酸酵によって根に障害を与えたり、チッソ飢餓を起したりして収量が低下することがある。

第1図は稲わらとパーク堆肥の効果が、チッソの施用量で違うことを示したものであり、第8表はパーク堆肥を10アール当り2トン施用した場合の、トマトの時期別収量比について示したものである。

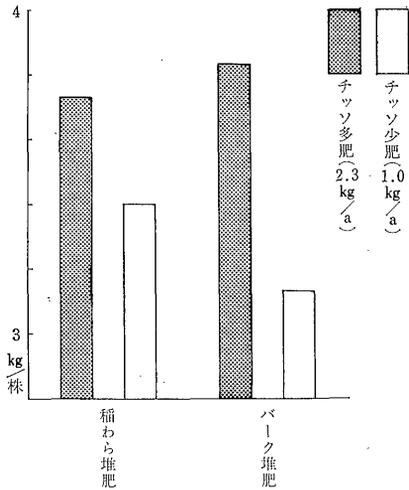
パーク堆肥の施用量によっては、とくに冬作物では、元肥のチッソの施用量を若干多目にする必要がある場合が多い。

早期の出荷量が経済的に問題になるような場合には、生育初期の生長を促すように、元肥のチッ

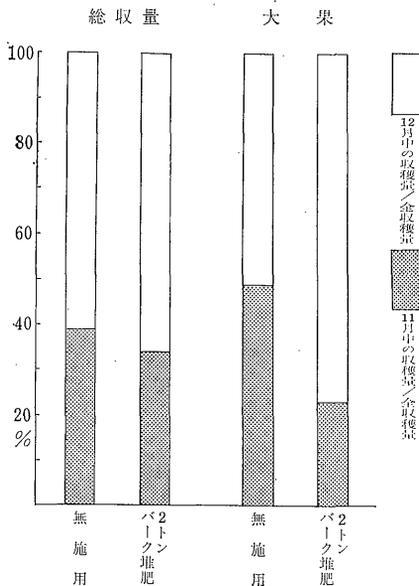
ソの施用量には充分な配慮がほしいものである。  
第7表はパーク堆肥を全面施用して鋤き込んだ

場合と、これを播種溝に層状に施用した場合の比較である。

第1図 チッソ施用量と堆肥の効果



第2図 パーク堆肥の施用によるトマートの時期別収穫比率



第7表 パーク堆肥の施用法と収量

(こかぶ5m<sup>2</sup>当り, ほうれん草10a当り)

処 理	こ か ぶ			ほうれん草	
	個 数	重 量	重量指数	重 量	指 数
パーク堆肥 2トン 全面施用	25.0コ	993g	100	1.89	100
" 播溝施用	4.0	258	26	1.61	85

播種溝施用の場合には、施された部分については、単位面積当りの施用量はきわめて多量になるので、分解産物による根の障害、チッソ飢餓などとともに、場合によっては下層から毛管水の移動を妨げて、乾燥害を与えることもある。

一時に多量のパーク堆肥を施す場合には、全面施用して鋤き込み、土壌とよく混和するようにし、この状態でしばらくの期間をおいてから、作付けするような配慮が必要である。

第8表 生茶収量に対するパーク堆肥の効果

(10a当りトン)

処 理	年間収量		一 番 茶		二 番 茶		三 番 茶	
	重量	指数	重量	指数	重量	指数	重量	指数
無 施 用	2.32	100	0.88	100	0.56	100	0.88	100
パーク堆肥 3トン	2.45	106	0.91	103	0.60	107	0.94	107

なお、茶樹に対する効果については第8表に示した。

茶樹に対しては9月上・中旬の秋肥を施す時期に、10アール当り2~3トンを施用し、秋の深耕をかねて土壌によく鋤き込むようにするか、春・秋の2回に分けて施用するようにする。柑橘については、春肥施用前の1月から2月頃にかけてが施用の適期である。

また、やさいの育苗床に対する施用量は、床土の容積の20~50%がよいとされている。

# 土 壤 有 機 物 代 替 資 材 と そ の 施 用

愛知県経済連農産部技術主管

今 川 正

有機物の施用は水田・畑地いずれの土壤にあっても必要であり、その効果は顕著である。特に基盤整備実施圃場や開畑地においては、熟畑化の実際的手段として疑いないところで、基幹技術となっている。その資材としては堆厩肥が代表的なものであるが、その施用の実態は年々減少の傾向がみられる。これは、労力の流出によって一層拍車がかかっている。

農家にしてみれば、生産に必要な労力をはぶき、散布労力を省力化することができる資源を開発し、確保することが肝要である。

堆厩肥に替るべき有機資材には如何なるものがあるだろうか。

農家の生産体系の中で見出されるものには各種の残渣物(ワラ、麦稈)はその効果、施用上の注意等は大体各県の試験場によって明になっているし、飼料作物の栽培による土壤還元については、これも各県の試験場において研究され、昭和27年～31年には農林省東海近畿農業試験場において堆肥、厩肥、禾本科緑肥、荳科緑肥連用によってその効果を明にしている。なお愛知県農業試験場豊橋分場においては牧草切換による地力増強と生産力について、その試験成績を公表しているなど、かなり参考になるデータには事欠かないところであろう。

人口の都市集中によって都市廃棄物が増加することは論を待たないが、公害問題との関連において、この物の処理は極めて重要な問題である。

現時点において各地都市では塵芥はコンポストとし、下水処理場の汚泥は、天日乾燥品、消化脱水ケーキとして農家への還元が考えられてい

る。現在は極く一部しか利用されているに過ぎない実状である。これが適当に処理され、その施用法が明になれば、極めて優れた有機物資材となろうことは論を待たない。正に一石二鳥の効果があり、その意義は大きい。

豊橋市についてはコンポスト生産とともに、下水汚泥を農業的に利用すべく乾燥、粉碎して衛生的にも安全で、利用し易い形に加工し、これを廉価に払下げて見事に処理問題を解決している。この両者について豊橋経営実験農場在動中取扱った施用法について記述し、識者のご高見を得たい。

## 1. 組 成

豊橋市のコンポスト、汚泥について高橋技師の分析によれば第1表の通りである。

## 2. 施用量, 施用法

有機物を必要とする洪積層の基盤造成畑地において検討した高橋技師の成績は第2表の通りである。試験の内容は毎作0.2t/a 施用する処理区を基準として、毎年0.4t、隔年0.8t、4年分1.6tを一挙に施用する処理を設け、汚泥、コンポストを別々に比較した。その成績によれば(1)当初に施用したものの効果および残効は、施用量の多いものほど大きい、(2)当初に施用したものの効果が大きくあられ、また残効としても、施用時の新しいものの多い方が大きいという2点に集約される。

以上の結果から地力増強的には、大きな効果が期待できることが判明した。然し供試した作物は41年の夏作を除き、殆んどが地上部を収穫するも

第1表 豊橋市のコンポスト、汚泥の分析

項目	T・C %	N %	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> %	K <sub>2</sub> O %	CaO %	MgO %	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	SiO <sub>2</sub> %	C/N
汚 泥	22-23	1.9-2.6	0.9-2.4	0.14-0.24	1.6-2.3	0.5-0.7	3.8-7.7	22-36	10-15
コンポスト	28	1.0-1.3	0.4-0.6	0.90-1.32	7.2	0.8	—	46	25-30
堆 肥	44	2.1	0.53	3.47	—	—	—	—	21

第2表 基盤造成畑地に対する有機物施用試験  
(豊橋経営実験農場 40~43年)

処 理	年 次						
	40年夏	40年冬	41年夏	41年冬	42年夏	42年冬	43年夏
無 有 機 物	624kg 100	25.8kg 100	16.2kg 100	28.6kg 100	65.2kg 100	30.2kg 100	64.7kg 100
コンポスト 毎 作 200kg/a	126	125	132	111	131	127	144
” 毎 年 400 ”	139	125	148	107	130	135	138
” 2年毎 800 ”	129	132	128	112	118	137	146
” 一 拳1,600 ”	156	146	160	121	133	133	131
汚 泥 毎 作 200kg/a	102	150	158	117	120	130	141
” 毎 年 400 ”	146	127	156	113	137	138	134
” 2年毎 800 ”	151	125	133	114	128	143	127
” 一 拳1,600 ”	169	152	154	124	135	127	119
堆 肥 一 拳1,600 ”	168	142	152	117	120	128	114

注：夏作はソルゴー，生草量（41年のみかんじょ），冬作は裸麥子実重（40年のみ小変），指数で示す

のばかりなので，根菜類を供試した場合には如何なる影響を及すであろうかとの疑問があったし，経営的に有利な作物を撰択する可能性もあるので，このことについて検討する必要から，人参を供試してその効果をみた。

(1) 試験の方法

供試圃場 実験農場 G 2 圃場  
 供試作物 第1作 ニンジン  
 播種期 4月5日 0.3L/10a  
           播種68cm×15cm 2条  
 施肥量 全区均一施肥量である (kg/a)  
 収量調査 7月21日

	基 肥	追肥1回	追肥2回	計
窒 素	1.0	0.5	0.5	2.0
燐 酸	1.0	0.5	—	1.5
加 里	1.0	0.5	0.5	2.0

(2) 試験の結果

以上のように生育(草丈)では汚泥，コンポスト共に施用量の多いほど大きく，根重にあっては同

様な傾向がみられるが，汚泥よりもコンポストの方が優れていることがわかる。

等級別にみれば，コンポストの場合はL，M級が多く，汚泥の場合はS級に多く分布している。上根歩合と全く同様な傾向である。

屑根調査の結果は第4表の通りであって，有機物大量投入区は奇形根の発生比率が極めて高く，コンポスト16t区は無処理区の16倍

に達した。汚泥4t以上のものはいずれも4—12倍の範囲を占めた。

この傾向とは反対に腐敗根の発生率は大量投入区ほど減少し，明確な逆傾向を示した。

これは土壤微生物の生棲密度の変化，拮抗現象等によるものと考えられ，病害発生頻度に対し微妙な影響をもたらした結果といえよう。

以上の2点は有機物大量投入の場合，ニンジンのような地下部利用作物の品質，形状に対する影響のあらわれとして特異的なものである。このことから土壤の改良は，一時多量投入が効果的であるのに対して，作物の種類により，方法を考慮する必要を示すものである。

たまたま開拓地において第一作物が品質，形状において問題になることがあるのも，このような事情がもたらすものであろうと推察される。

(3) 第2作目。この場合は高橋技師の成績もあり，子実を収穫する小麦について試験を行ったが，これに先がけて土壤を採集し，施用量の多少

第3表 生育，収量調査成績 (kg/a)

項目 単位別 処理別	草 丈		全 重 kg	根 重 kg	比 %	上 根			計	上根 歩合	同 比
	7月	27日				L	M	S			
	100g<	60-100g				40-60g					
1.無 処 理	24.0	191.4	132.7	100	11.2	23.2	32.7	67.1	51	100	
2.汚 泥 2 t	43.9	177.0	130.3	98	4.4	22.5	32.6	59.4	46	89	
3. ” 4 t	43.7	183.6	136.0	102	6.2	21.6	37.0	64.7	48	97	
4. ” 8 t	47.6	217.1	144.4	109	4.4	40.0	39.4	82.8	57	123	
5. ” 16 t	50.0	225.9	145.2	109	13.5	41.1	28.3	82.8	57	123	
6.コンポスト 2 t	49.3	250.9	187.2	141	29.3	53.7	49.4	132.5	71	198	
7. ” 16 t	51.3	263.7	179.5	135	17.4	51.0	46.9	115.2	64	172	
8.天日汚泥 4 t	44.9	188.8	170.6	129	6.4	55.9	22.0	34.3	49	125	

第4表 屑根調査成績 (2区平均 本/a)

処理法	項目	奇形根		裂根		腐敗根	
		同 比	同 比	同 比	同 比		
1.無 処 理		24	100	387	100	292	100
2.汚 泥 2 t		12	50	280	72	155	53
3. " 4 t		90	379	375	97	149	51
4. " 8 t		179	746	220	57	66	23
5. " 16 t		298	1,242	232	60	-	0
6.コンポスト 2 t		232	967	84	22	12	4
7. " 16 t		381	1,580	48	12	54	18
8.天日汚泥 4 t		107	446	405	105	107	37

第5表 第1作跡の土壌調査成績

処理法	項目	pH (H <sub>2</sub> O)	Y <sub>1</sub>	置換性	
				石灰mg/100g	苦土mg/100g
1.無 処 理		5.63	4.1	79.1	28.0
2.汚 泥 2 t		5.84	1.6	98.0	34.0
3. " 4 t		6.06	0.8	115.2	32.8
4. " 8 t		6.19	0.5	134.1	31.0
5. " 16 t		6.55	0.4	169.8	26.2
6.コンポスト 2 t		6.30	0.4	133.0	30.5
7. " 16 t		6.95	0.2	194.0	26.5
8.天日汚泥 4 t		5.95	1.2	101.5	31.0

がpH, 置換性塩基に如何なる影響をあたえたかについては第5表の通りである。

小麦については次の設計により実施した成績は第6表の通りであって、従来の通念と何等変るものではなかった。

この結果からすればpH, Y<sub>1</sub>, 石灰(置換性)については、投入量に比例して土壤酸度の矯正, 置換性石灰の増加がみられたが、置換性苦土については一定の傾向はみられなかった。

第2作小麦の施肥設計は基肥として苦土石灰 10.0kg/a, 硫加燐安 264号 5.5kgを施して、穂肥(幼穂形成期)にNK化成4号を 2.0kg/a を施用した。

(4) 第3作目は第1作同様の根菜類を撰択し、なお最も品質を重要視する山ごぼうを供試、標準に堆肥区を設けて行った概要は次の通りである。

播種期 9月5日 播種量 0.3kg/a

栽植密度 畦巾60cm 高畦条播

施肥量

基肥 苦土石灰 10kg/a, 硫加燐安 264 3kg/a,

追肥 NK化成4号 4.4kg/a,

9月26日, 10月18日の2回分施した。

収量調査の結果は第7表の通りであった。

この試験は発芽むらと生育の不均一が原因で、区間の変動が大きく、収量に対する効果はみられなかった。

汚泥16t, 堆肥16t(第1年目)のように、多量施用区は岐根歩合が極めて高く、外皮に褐色斑点を生じたりして、品質に対して逆効果をもたらした。

コンポスト2t区は外観上最も良質な山ごぼうが得られた。コンポスト16t区も、良質で大量投入の影響はみられなかった。このことから資材の種類は撰択が痛感される。

(5) コンポストを温室の床上として利用 従来温室床土の作成、取替には多大の労力を要し、良質な床土入手は容易でない。

古くから良質メロン生産地として知られる静岡県磐田、袋井地方は、その背景として高度の技術開発とともに、地域内に生産に適する豊富な水田土壌が存在することも、見逃すことのできないことである。

これに反して渥美地方は水田が少なく、新しい山土が使用されている。山土は瘠はくな酸性土壤で通気、排水、保水力等理化学性がメロンの栽培に不適当な場合が多いので、次のような利点を予

第6表 収量調査成績 (a 当り 2区平均値)

処理法	項目	麦稈重	精麦重	同 比	kg重		千粒重g	同 比
					同 比	同 比		
1.無 処 理		35.6	32.1	100	727.1	100	33.6	100
2.汚 泥 2 t		40.5	38.3	119	736.4	101	35.5	106
3. " 4 t		32.1	34.3	107	736.7	101	35.1	104
4. " 8 t		30.4	34.4	107	729.2	102	36.6	109
5. " 16 t		41.3	40.8	127	741.4	102	36.9	110
6.コンポスト 2 t		37.6	36.7	114	737.3	102	36.7	110
7. " 16 t		38.0	35.2	110	739.6	102	36.9	110
8.天日汚泥 4 t		35.1	32.3	100	745.0	102	35.8	107

第7表 収量調査結果 (a 当り kg 2区平均)

処理法	項目	全重	葉重	根重	上 根 重				同左比率
					大	中	小	計	
1.無 処 理		40.4	10.3	30.1	6.1	15.4	5.5	27.0	100
2.汚 泥 2 t		54.1	15.2	38.9	6.7	21.5	6.0	34.3	127
3. " 4 t		48.6	12.5	36.0	7.3	17.8	6.4	31.5	117
4. " 8 t		60.9	16.7	44.2	4.5	24.4	10.2	39.1	145
5. " 8 t		57.0	17.5	39.3	6.5	21.5	5.1	33.0	122
6.コンポスト 2 t		44.3	12.4	31.9	9.8	15.9	3.8	29.4	109
7. " 16 t		50.0	14.7	35.2	4.8	17.9	8.4	31.1	115
8.天日汚泥 4 t		66.9	18.1	48.7	17.9	21.9	4.8	44.6	165
9.堆 肥 2 t		48.5	13.5	35.1	7.5	20.6	4.2	32.3	119
10. " 16 t		67.8	22.7	45.4	10.9	21.1	4.3	36.3	134

想して、コンポストを床土に取上げ使用した。

- (1) 軽くて取扱えが容易
- (2) 通気性、保水性、排水などの物理性良好
- (3) 塩類集積の害が軽減される
- (4) コンポスト自体に含まれる肥料成分が利用される
- (5) 製造過程で高温処理されるので、当初病害虫の心配が少ない

以上のことから果菜類(メロン)について施肥量、水田土壌との混合率などについて検討したので、その結果について報告したい。

育苗は室内でれき耕育苗で行ったものを定植した。肥料は  $g/m^2$  N40.0g, P40.0g K40.0g を施し、追肥は液肥を使用する計画であったが中止した。

定植後活着良好で、当初は葉色やや淡く順調に経過した。交配期間中の6月8日頃から気温の上昇とともに肥効が急激にあらわれ、葉色濃緑となり、全般に過繁茂の状態を呈した。

第8節—11節における雌花の着生率は高くほぼ80%で、受精率も90%以上の高率であった。

結果節位は9節目が最も多く、果実やや早目に丸くなり、ネットの発現も幾分早く、交配後12日頃一次ネットが発生した

従って果実の肥大も緩慢で、平均果実は831gに過ぎなかった。糖度は13%余で普通ではないかと考えられた。

病害虫としてアブラムシ、ウドン粉病が発生し

たが、生育に影響するようなものではなかったが、キャンカーが激発して10%内外の株は枯死に頻した。なお水田土壌とコンポストの配合割合について行った結果は(第8表)の通りであった。

配合が50%以下では草丈の伸長が抑制され、茎葉重の減少が認められた。

水田土壌単独の場合は初期生育が著るしく抑制された。雌花着生率は75%区が高かった。

蔓割病の発生は水田土壌単独区最高で、コンポスト併用区が低率であった。果実類は大差なく、ネットの発生は生育のおくれた水田土壌区が最も悪く25%、100%区は良好で大差は認められなかった。

糖度についても25%、50%が高かった。

以上のことからコンポストを配合することが、単独よりも取扱いの面、作物生育の面からも良好であると言える。

以上の試作成績は完全とは云えないが、一つの方向を示したものとして価値があると思われる。

汚泥についても果樹に多く利用されているが、好評であることを考えれば、都市廃棄物の農村還元が生産力の増強に役立つことは喜ばしいことであると思う。

第8表 調査成績

項目 区別	生育調査			雌花 着生率	健全 株率 (16株)	果実調査			
	草丈cm 6.10	葉数 6.10	一株茎 葉重g			着果 節位	一果 重量	糖度	ネット
コンポスト 100%	167	24	860	76.8	11	9.1	854	12.6	4.1
" 75%	164	22.8	820	90.8	9	9.2	856	12.9	3.6
" 50%	154	22.6	745	72.0	8	9.6	931	13.0	3.7
" 25%	154	22.5	764	73.3	12	9.5	857	13.0	4.0
" 0%	137	22.2	735	70.5	2	10.7	844	12.3	2.8

あとがき

化学とその可能性…。それにも限界がある…いや、そうではなくて、すべてを化学的に割り切ろうとするのは行き過ぎではないか。今度の特集号を編集していて、そんな感じがしました。

この頃、土壌有機物の問題が、それこそじわじわとにじみ出して来ていることも、こうした背景がないと云えないような気がします。

古くて、常に新しい問題、それがここにあります。(K生)