

敷わらに寄生する数種植物病原菌と 堆肥化によるそれらの不活化

金 磯 泰 雄

Fungal plant pathogens ~~colonizing~~
colonizing mulching straw
and their inactivation by composting

Yasuo KANAISO

はじめに

稲わらや麦わらは古くから畑作物の敷わらとして利用されたり、良質な有機質資材として堆肥化されて水田や畑地に施用されてきた。近年コンバインの普及等から敷草としてのわらが不足しがちとなり、またおが屑堆肥などの進出によって堆肥化される量も少なくなったが、それでもなお貴重な有機質資材であることには変りはない。特にハウスでは地力維持の目的で切りわらを直接あるいは敷草として使用した後そのまま鋤込む農家がしばしば見受けられる。その上稲わら等の吸湿性が施設内の環境調節に利用でき、特に好湿性病害の防除に有効とした(金磯・山本^{7,8)})ことからトマトなどの施設栽培では利用が進んでいる。

腐熟していない切りわら等の施用では生育初期に生ずる窒素飢餓が何よりも問題であるが、水稻で大森・坪井¹³⁾、坂井¹⁴⁾等が、また野菜類で鈴木・福川¹⁵⁾、柳井¹⁹⁾等が窒素質肥料の併用で支障がなく、施用しても問題はないとしている。ところが未分解有機物であるわらを鋤込んだ場合の病害発生への影響については、駒田¹⁰⁾も指摘するように、未だ不明な点が多く、特に敷草として利用したわらについては植物病原菌の着生等が懸念される。何故なら小倉¹²⁾が稲わらを用いて土壤中から数種の病原菌を捕捉したように、筆者もまた敷草として利用した稲わらや麦わらからそれらを分離し、病原性を認めた。現在までのところ露地において白絹病が敷わらした部分で局地的に発生しているのを観察した程度だが、わらが培地となって特定の土壤病原菌の密度を高めるおそれは十分ある。したがってそれらを鋤込む場合には寄生している

病原菌の無毒化が必要で、小玉ら⁹⁾が報告している太陽熱利用の土壤消毒に使用できれば利用価値は高い。しかしその実施に当っては時期的な制約が大きいため他の処理方法の検討が必要と考え、古くからイネいもち病菌やコムギ条斑病菌を無毒化する^{5,11)}とされている堆肥化による病原菌の不活化を試みた。

本試験の遂行に当っては堆肥の製造過程で当農試作物科ならびに花き科の諸氏にお世話になった。ここに深謝する。

材料および方法

1 敷わらからの糸状菌の検出

ハウス内に施用した稲わら、露地で用いた稲わらと麦わらおよび特定の堆肥を連用した土壤に敷いた稲わらからそれぞれ糸状菌を分離した。連用に用いた堆肥は稲わら堆肥およびおが屑堆肥で、それぞれ10a 当り5t、2tを破壊土に3年間で4回、各計20t、8tを施用した。いずれのわらも次亜塩素酸ナトリウム50倍液で表面殺菌した後100ppm 硫酸ストレプトマイシン添加PSAあるいは乳酸酸性PSA (pH5.0) 培地に置き、26℃の温度下で培養後適宜観察した。

2 堆肥の製造方法

カッターで長さを20cm程度に切断したわらに、水あるいは化成肥料を加えながら足で踏み固め、積み上げて堆肥を作った。それらの種類、量および作成年月日等は第1表に示した。積み上げの作業は多量製造では4~5日を要するが表示の開始月日は最初に積み始めた月日とした。また堆積終了日は混入した糸状菌の培地(後述)を取り出し

第1表 堆肥の製造方法

堆肥の種類	製造場所	わらの量 (栽培面積a)	堆積期間		切り返し月日	その他
			開始月日	終了月日		
稲わら	堆肥舎	多(80)	年月日 1981.1.12	年月日 1981.5.12	なし	
〃	〃	〃(100)	1982.1.8	1982.5.16	〃	
〃	〃	少(30)	1981.11.10	1982.5.20	1982.1.20	切り返し後も堆肥舎
〃	〃	〃(40)	1982.12.7	1983.5.15	1983.2.9	〃
〃	露地	〃(30)	1980.9.10	1981.1.9	1980.11.12	切り返し後は堆肥舎
〃	〃	〃(40)	1981.12.13	1982.6.13	1982.2.16	切り返し後も露地
麦わら	堆肥舎	多(120)	1980.8.28	1980.11.25	なし	
〃	〃	〃(100)	1982.8.24	1982.12.8	〃	

た月日とした。化成肥料は硫安あるいは尿素をわら約400kg(10a当りの産出量)につき、15~20kg施用した。

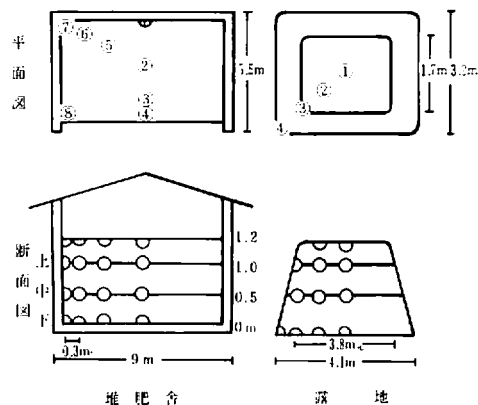
3 供試菌とそれらの堆肥への混入

第2表に示したような8種類の植物病原菌を供

第2表 供試した病原菌

学名	病原菌名	分離作物	対象堆肥
<i>Sclerotium rolfsii</i> Curzi	白絹病菌	インゲン	イネ・ムギ
<i>Sclerotinia sclerotiorum</i> (Libert) de Bary	菌核病菌	ピーマン	〃
<i>Rhizoctonia solani</i> Kühn	苗立熱病菌	ダイコン	〃
<i>Fusarium oxysporum</i> Schlechtendahl f. sp. <i>raphani</i> Kendrick et Snyder	萎黄病菌	〃	〃
<i>Pellicularia oryzae</i> (Shirai) S. Ito	紋枯病菌	イネ	イネ
<i>Gibberella fujikuroi</i> (Sawada) Wollenweber	馬鹿苗病菌	〃	〃
<i>Corticium gramineum</i> Ikata et Y. Matsuura	株腐病菌	ムギ	ムギ
<i>Gibberella zeae</i> Petch	赤かび病菌	〃	〃

試した。上記4種類の糸状菌は敷わらからしばしば分離される野菜類の重要な土壌病原菌である。また下記4種類の病原菌はそれぞれの作物が生育期間中に圃場で罹病する可能性が高いため、わらへの寄生が十分考えられるものである。したがって上記4種類については稲わら、麦わら両堆肥でそれらの不活化を検討し、下記4種類については寄生作物の堆肥で検討するものとした。各菌ともふすま稲わら(粃がらを含む)あるいはふすま麦わら(同)培地により、それぞれの適温下で1~2か月間培養した。菌核あるいは厚膜胞子の形成を確認後、各培地10mlを寒冷紗で包んでビニタイでとめ、



第1図 病原菌の混入場所

わらの堆積過程を通して第1図の場所へ混入した。堆積処理を終えた菌核およびわらの細片あるいは粃がらは、昇汞-アルコールで表面殺菌後100ppm硫酸ストレプトマイシン添加PSA培地へ置いた。各菌の生育適温下で菌糸の伸長を経時的に観察するとともに、必要に応じて検鏡しながら生死を判定した。

4 堆肥の温度および水分の測定

温度の測定には長さ30cmおよび1mの水銀棒状温度計を用い、表層から30cmの深さまでは5cmごとに、それから60cmの深さまでは10cmごとに挿入して毎日10時前後に読みとった。またブルドン管式自記地中温度計で0, 10, 20, 30cmの深さの温度を記録するとともに、バイメタル式温度計で気温も測定した。

水分の測定は表層から10cmごとに40cmの深さまでエアブル式テンションメーターで、また60, 80cmは寺田式テンションメーターで測定した。毎日9時前後に読みとり調査するとともに肉眼観察

も実施した。

結果および考察

1 敷わらから検出される糸状菌

トマト、キュウリのビニルハウス（畦上および畦間）に使用した稲わらおよび露地のスイカ、カボチャに用いた麦わらから分離した主な糸状菌は第3表に示した。その結果は小倉¹²⁾が稲わらに

第3表 敷わらから分離した主な糸状菌

稲わら (ハウス)	麦わら (露地)
<i>Fusarium oxysporum</i>	<i>Fusarium oxysporum</i>
<i>F. solani</i>	<i>F. solani</i>
<i>Rhizoctonia solani</i>	<i>Rhizoctonia solani</i>
<i>Pythium</i> spp.	<i>Pythium</i> spp.
<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	<i>Sclerotium rolfsii</i>
<i>Verticillium</i> spp.	<i>Rhizopus</i> spp.

上記以外でいずれからも多数分離される糸状菌

<i>Chaetomium</i>	<i>Aspergillus</i>	<i>Trichoderma</i>
<i>Penicillium</i>	<i>Alternaria</i>	<i>Nigrospora</i>
<i>Mucor</i>	(いずれも spp.)	

よって捕捉したものにほとんど含まれており、大きな差はみられなかった。しかし露地では *Sclerotium rolfsii* や *Rhizopus* spp. が検出されることが多く、これは露地で用いた敷わらをそのままハウスに使用するのが好ましくないことを意味した。そのうち *S. rolfsii* は盛夏期に多くみられるが、*Rhizopus* spp. はスイカやカボチャの敷わらから梅雨期を中心に多く検出されるなど季節によって変動した。これについては栽培作物や周辺圃場における病害発生との関連も考えられるので、機会をみて詳しく調査してみたい。一方、ハウス内の稲わらからは *Sclerotinia sclerotiorum* や *Verticillium* spp. がしばしば分離され、ハウス間差が大きくみられたこともあった。これについては作付してきた作物の種類等の影響が考えられた。なお稲わらは麦わらよりも早く糸状菌を捕捉したが、同じハウスでの両者の比較では着生する糸状菌の種類に差はほとんど見られなかった。この原因としては稲わらが麦わらよりも水分を吸湿しやすいため土壌微生物が早く着生できることが考えられる。したがって糸状菌着生の早晚は土壌水分や降雨との関連が深く、ハウスでは灌水方法や灌水量

等の影響も大きいものと思われる。

過去に連用した堆肥の種類によって検出される糸状菌が影響を受ける場合もみられた。すなわち第4表に示したようにおが屑堆肥の連用土壌から

第4表 堆肥連用土壌からの主な糸状菌の捕捉率(%)

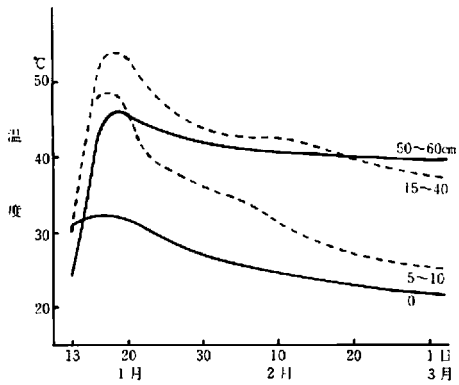
堆肥の種類	<i>Trichoderma</i>	<i>Chaetomium</i>	<i>Rhizoctonia</i>	<i>Pythium</i>	Other <i>Phycomycetes</i>
稲わら堆肥	21.4	52.2	2.5	6.2	32.8
おが屑堆肥	49.0	68.6	1.8	8.6	25.4
無施用	20.3	40.0	2.3	7.4	15.7

は *Trichoderma* 菌が稲わら堆肥連用区や堆肥無施用区よりも著しく多く捕捉される場合があった。これは筆者ら⁶⁾がおが屑堆肥の製造過程で混入した糞がらあるいは発酵過程で死滅した土壌病原菌の菌核から同菌を高率に検出した結果と関係しているものと思われる。ただ現在までのところ同菌はイネの箱育苗で苗立枯病を生ずるものの、野菜類では貯蔵病害を除いて病害を生ずることは少ない。むしろ古く WEINBLING¹⁸⁾が触れているように同菌は *Rhizoctonia* 菌に拮抗的に作用して発病を抑制する可能性さえ考えられる。このことは着生する糸状菌によっては敷わらとして用いたわらを鋤込んでも病害発生につながらない場合のあることを示唆する。しかしいずれの区からも *Pythium* 菌や *Rhizoctonia* 菌が常時分離されることは、未分解有機物であるわらがそれらの培地となって病害蔓延を助長するおそれが十分考えられる¹⁰⁾ため、施用にあたっては堆肥化等により腐熟を促すとともに、病原菌の不活化を図った方が無難と思われる。

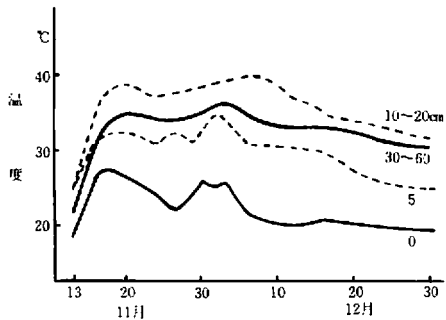
2 堆肥の製造過程における病原菌の不活化

1) 堆肥の発酵温度の推移

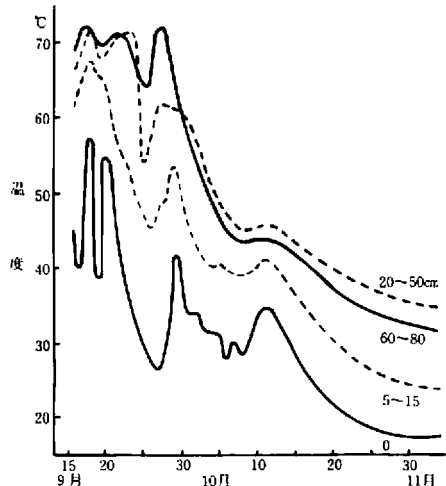
1982年に堆肥舎内で稲わら堆肥を多量製造した場合の発酵温度の推移は第2図に示した。積み上げ時から頻りに灌水を繰り返したためか温度は15~40cmの深さで12日間50℃を越えただけであまり上らなかった。この結果は同じ堆肥舎内で前年の1981年に多量の稲わら堆肥を製造した場合あるいは1980年と1982年に多量の麦わら堆肥を製造した場合も同様であった。これに対して少量の稲わら堆肥を露地で一次発酵させ、その後堆肥舎で二次発酵させた場合をそれぞれ第3、第4図に示した。露地の一次発酵では積み上げ2~3日後直ちに20



第2図 堆肥舎における稲わら堆肥の深さ別発酵温度の経時的変化 (一次発酵)



第3図 切り返し後の稲わら堆肥における深さ別発酵温度の経時的変化 (二次発酵-堆肥舎)



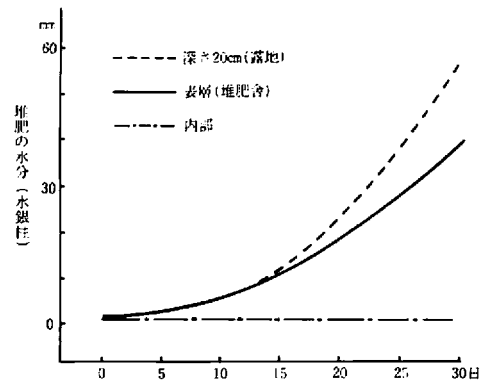
第4図 露地における稲わら堆肥の深さ別発酵温度の経時的変化 (一次発酵)

～80cmの深さで70℃前後にも上り、他の場所でも前述の堆肥舎の場合より高く推移した。ただ露地では測定温度は高いが表層から10～20cm位の深さまではわらに発酵等による変化がほとんど認めら

れなく、腐熟の程度は堆肥舎に比べるとほとんど進んでいなかった。したがって露地の一次発酵における昇温は内部の発酵熱に由来しているものと考えられた。また第3図に示したように切り返しを兼ねて堆肥舎に入れて積み上げても温度はあまり上らなかった。このことは二次発酵におけるわらの腐熟の進行が一次発酵に比べるとかなり遅いことを推察させる。

2) 堆肥中の水分の変化

テンションメーターによる堆肥製造中の水分の変化は、第5図に示したように堆肥舎では表層部に限り、また露地では20cmの深さまで認められた。すなわち堆肥舎ではコンクリート壁や木枠と接し



第5図 灌水後の堆肥水分の経時的変化 (一次発酵)

ている部分や上部表面などの表層部(2～3cm)にのみ乾燥が認められるに過ぎず、肉眼観察でも同様であった。これに対して露地で堆積発酵させた場合には20cm位の深さでも図のように乾燥してゆくの認められ、表層部の乾燥は特に著しかった。したがって露地で堆積した場合には外層部分が発酵しにくいいため十分踏圧してわらを湿らせるとともに、表層から10～20cm程度までの未発酵部分は切り返し時に中へ混入するなどして十分に腐熟を図った方がよいと思われる。また堆積中のわらは一度乾かすと水をはじくようになるので、積み上げ後しばらくの間は続けて灌水して乾かさないように管理した方がよい。

3) 堆肥中の菌の生存

堆肥舎で多量に稲わら、麦わらを堆積し、切り返しをしなかった場合の菌の生死の結果は第5表に示した。稲わらでは兩年ともコンクリート壁あ

第5表 堆積後の病原菌の生死

混入場所	稲 わら				麦 わら			
	1981		1982		1980		1982	
	Sr	R S F	Sr P S Gf		Sr R S F	C R S Gz		
表面	1	++	-	++		+	+	+
	2	+	+			++		++
	3	++						+
	4	+	++	++		+	+	++
	5	+	+		+			+
	6		+	+				
	7	+	+	++		+	+	++
	8	+++		+	+	+++		++
上	1					+		
	2		++	+	+			
	3							
	4	++		+	+	+		
	5							
	6							
	7	+	++	+		+++		
	8					+++		++
中	1	+	-			+	++	
	2							
	3							
	4		++	+		+++		
	5					+		
	6							
	7	+	+					+
	8	+	+					+
下	1	+	+				+	
	2							
	3			+				
	4	-	+					
	5		+					
	6							
	7	+				+	+	
	8	+	+					

Sr: Sclerotium R: Rhizoctonia S: Sclerotinia
 F: Fusarium P: Pollicularia Gf: Gibberella fugikudoii
 C: Corticium Gz: Gibberella zeae

るいは木棒に接している部分で病原菌の生存が認められたが、1981年では内部でも生存がみられるなど著しく多く生存がみられた。この両年における堆肥中の温度推移は1982年の結果のみを第2図に示したが、温度の項でも触れたように両年における温度差はほとんどなかった。したがって安部¹⁾、田上¹⁶⁾、TOGASHI¹⁷⁾が述べている温度による減菌とは考え難く、同年における減菌程度の差は積み上げ後1か月間の灌水方法の差によるものと考えられた。すなわち1981年は積み上げ時には十分灌水したがその後半月ほどそのままにしたため、表層部での乾燥がその時点に肉眼でも明瞭に認められた。これに対して1982年は3～4日以後も3回にわたって灌水を繰り返したため前年ほどの乾燥は認められず、表層でもかなりよく腐熟していた。また1981年の場合に生存のみられた場所ではくるんだ寒冷紗の内外へ菌糸が伸びている場合もみられた

が1982年にはほとんど認められなく、両年の生存菌数の差は灌水方法の相異、すなわち腐熟程度の差に負うものと思われた。同様な結果は麦わらでもみられ、積み上げ後早めに表面が乾いた1980年では2～3度灌水を繰り返した1982年よりも多くの生存菌が認められた。これに関係して鋤方・河合⁵⁾は小麦条斑病菌は25～40℃の間では乾燥状態で生存期間が長く、特に温度が高い場合にその傾向が強いとされた。その理由として湿った状態では細菌がよく繁殖して同菌に拮抗的に働くからとしている。また萩原・竹内^{2,3)}によれば萎黄病菌に罹病したダイコンの堆肥化では、病原菌の死滅に対して温度ばかりでなく嫌氣的条件の影響が大きいとしている。これらは本試験の結果と一致し、積み上げ後の頻繁な灌水が堆肥内部を嫌氣的条件とするとともに、細菌の活動を促進しているものと考えられた。これは1981年の稲わらおよび1980年の麦わら堆肥内部での病原菌の生存あるいは外部で生存菌数が多くなった結果の裏付けともなっている。これらのことから切り返さない堆肥では温度はそれほど上らなくとも腐熟が十分進むまで乾かさなことが肝要で、特に表記病原菌に汚染が考えられる場合には十分な注意が必要であろう。

堆肥舎内で30～40 a分の稲わらを積み上げ、切り返しを行なったところ、上記大量製造の場合と

第6表 一次発酵後の堆肥表面における生存菌と切り返し後中へ混入して二次発酵した場合のそれらの生死(堆肥舎)

混入場所	二次(表面)	一 次				二 次			
		Sr	R	S	F	Sr	R	S	F
1	表面	+	+	+	+	+	+	+	+
2	中	+	-	+	-	+	-	+	-
4	表面	+	-	+	+	+	-	+	-
5	中	+	+	-	-	+	+	-	-
7	表面	+	+	+	+	+	+	+	-
8	中	+	+	+	-	+	+	+	-

注) 上、中、下層にも一部生存菌あり
 Sr: Sclerotium R: Rhizoctonia S: Sclerotinia
 F: Fusarium

比較して一次の発酵温度がやや高く、60℃以上に上った場所も多かった。TOGASHI¹⁷⁾によれば50℃10分間で大部分の植物病原菌が死滅することから、内部での生存菌は少なかった。しかし表面では第6表に示したようにならぬ多くの生存が認められ

た。そこで切り返し時にそれらの中へ混入したところほとんど死滅したが、再度表面へ置いたものでは多くの生存を認めた。しかしこの二次発酵の温度は第3図に示したように最も高い10~20cmの深さの部分でも40℃しか上らず、30cmより深いところでは35℃程度であった。この原因として一次で十分発酵していたことおよび切り返し後の灌水が影響したものとされた。したがって二次での減菌効果は萩原・竹内⁸⁾の嫌気的条件によることが大きいものと推察された。

露地に堆積して一次発酵を終え、切り返しを兼ねて堆肥舎へ入れる方法もしばしば見受けられる。この一次発酵では第4図に示したように、堆肥舎で大量に製造した場合の第2図の発酵温度に比べて著しく高くなった。すなわち20cmより深い部分では70℃を越える日が7~14日見られ、5~15cmでも67℃位まで上り、表層でも3~4日間50℃以上上った。したがってTOGASHI¹⁷⁾に従えば生存菌はほとんどないことが考えられた。しかし第7表のように表面を中心に生存菌がかなり認められ、

第7表 堆積後の病原菌の生死 (切り返しを実施)

混入場所		一次 (露地)				二次 (堆肥舎)			
		Sr	R	S	F	Sr	R	S	F
表面	1	+	+	+	+	+	+	+	+
	2	+	+	+	+	+	+	+	+
上	1	-	-	-	-	-	-	-	-
	2	-	+	-	-	-	-	-	-
中	3	+	+	+	+	+	+	+	+
	1	-	-	-	-	-	-	-	-
下	2	-	-	-	-	-	-	-	-
	3	+	+	+	+	+	-	-	-
	4	+	+	+	+	+	+	+	+

Sr: *Sclerotium* R: *Rhizoctonia*
S: *Sclerotinia* F: *Fusarium*

堆肥の場所にもよるが20cm位まではその可能性があった。この原因としては露地の場合頻りに灌水しても表面付近は風や日照によりすぐ乾いて発酵し難いため、病原菌の減菌には不利な条件となることが考えられる。これらのことから表層から20cm位までの乾いた部分での50~60℃の昇温は内部の発酵熱に由来しており、その場所では湿熱発酵していないため減菌が不十分になりやすく、温度のみによる病原菌の生死の判定が危険であることが

判明した。なおこの場合も二次発酵中へ混入すると表層部を除いてかなり病原菌は死滅した。

堆肥舎で大量に堆積した場合における上部表層部分を除いた稲わら・麦わら堆肥内部での病原菌の生存率を第8表に示した。それによると菌核を

第8表 堆積後の菌核あるいはわら付着菌糸の生存率

病原菌名	稲わら		麦わら		1980		1982	
	菌核	わら	菌核	わら	菌核	わら	菌核	わら
Sr	24.3	0	3.7	0	9.0	4.0	0	0
R	10.9	0	4.7	0	4.3	2.0	4.8	1.9
S	6.7	0	1.3	0	5.2	2.5	0	0
F(G)	27.3	8.2	0	0	8.8	4.2	0	0

注) Fは菌核でなく根がらを供試

Sr: *Sclerotium* (*Corticium*) R: *Rhizoctonia*
S: *Sclerotinia* F: *Fusarium* (*Gibberella*, *Gibberella*)

形成する上記3菌ではいずれも菌核でかなりの生存率が認められるものの、わら付着の菌糸 (小さな菌核を含む場合もある) の生存は稲わらではみられなく、また麦わらでも半分程度であった。この理由は菌核が耐久器官であるからであろう。これに対して *Fusarium* 菌ではわら付着の場合より根がら付着のもの生存率が高く、この理由としては根がらがわらよりも吸湿性が劣る^{7,8)}ため、湿熱発酵し難いからと思われる。

総括

敷草として用いた稲わらや麦わらから土壤病害等を引き起す数種の植物病原菌を検出した。このことはそれらをそのまま鋤き込むと病原菌の培地となって病害蔓延を助長するおそれがあることを示唆した。したがって施用に当ってはそれらを不活性化するのが無難と考えた。ところが焼却とか加熱という手段では資源の再利用という点でやや問題が残る。また家畜の飼料としても筆者ら⁶⁾が報告しているように生存可能な病原菌が存在して十分とはいえない。そこで古くは栗林¹¹⁾がイネいもち病菌を混入して、また最近では YUEN and RAABE²⁰⁾や萩原・竹内^{2,3)}が野菜類の罹病残渣等の堆肥化で報告しているように堆肥化による敷わら付着の土壤病原菌等の不活化を試みた。その結果供試菌の大部分は堆肥化の過程で死滅するものの、一

部は生き残ることが判明した。この場合生存菌は堆肥舎よりも露地で堆積して堆肥の温度が高い場合に多いため、病原菌の滅菌には温度以外の他の要因の影響も大きいことが推察された。そこで混入場所別に生存菌をみると堆肥舎ではコンクリート壁や木枠に接するかあるいは露地で外気にさらされている外側部分のいわゆる表層部に集中しており、堆肥内部での局所的な菌の生存は堆積後灌水が遅れて乾かした場合に多かった。これらのことは乾燥が菌の生存を助けていることを示唆しており、鏝方・河合⁵⁾が指摘する嫌氣的条件あるいは細菌の繁殖等の要因が稲わらあるいは麦わら堆肥製造時の滅菌に大きく影響していることが判明した。したがって堆肥化による植物病原菌の不活化ではTogashi¹⁷⁾が指摘しているような温度条件だけでなく、湿熱発酵を促す水分状態も考慮に入れなければならない。ただカブにおいて林ら⁴⁾が温度だけで根こぶ病菌の滅菌の可能性を示唆しているように、水分の多い野菜残液では温度条件が満たされればよいかもしれない。

以上の結果から稲わらあるいは麦わらの堆肥化により植物病原菌の不活性化を図る場合は堆肥を積み上げた後1か月間位は追灌水を繰り返して乾かさないようにするのが肝要と思われた。また露地の外層部分のものでは生存菌が多いことから切り返して二次発酵にもっていく必要がある。

摘 要

ハウス内あるいは露地の敷草として使用した稲わらあるいは麦わらから検出される糸状菌および堆肥化の過程における数種植物病原菌の生存の有無について検討した。

- 1 ハウス内施用した稲わらからは *Sclerotinia sclerotiorum* や *Verticillium* 属菌が、また露地の麦わらからは *Sclerotium rolfsii* や *Rhizopus* 属菌など多数の植物病原菌を含む糸状菌を検出した。
- 2 敷わらから検出される糸状菌は過去に施用した堆肥の影響がみられ、おが屑堆肥の連用土壌の敷わらからは、稲わら堆肥の連用土壌や堆肥無施用土壌よりも多くの *Trichoderma* 属菌を認めた。
- 3 堆肥中に混入した植物病原菌は堆肥舎、露地

の製造場所を問わず、いずれも表層部や底部で生存菌が認められた。しかし堆肥舎での生存菌のほとんどがコンクリート面や木枠に接しているごく表層部に限られるのに対し、露地では表層から20cm位の深さでもなお生存菌を確認した。表層部での生存形態はいろいろあるが内部では菌核形体の生存率が高かった。また *Fusarium* 菌ではわら付着の場合よりわら付着の菌体で生存率が高かった。

- 4 堆肥の温度は表面及び内部ともに露地で製造する方が高くほとんどの場所で70℃にも上ったが、堆肥舎では50℃付近までしか上らない場合があった。したがって病原菌の不活化には70℃もの発酵温度の昇温は不必要でかなり低くてよかった。
- 5 わらの腐熟程度と病原菌の生存との関連は深く認められた。堆肥舎ではコンクリートや木枠に接している部分までほぼ腐熟していたが、露地では10cm位までは元のままで変化してなく、そこから20cmまでは腐熟程度が不十分であった。また堆肥舎では乾かさないう灌水を繰り返すと腐熟程度が進み生存菌が少なくなった。
- 6 堆肥は積み上げ以後表層部から内部へ向けて漸次乾燥した。しかし堆積場所によって乾燥程度が異なり、堆肥舎ではコンクリート壁や木枠の接触面だけが乾くに過ぎないが、露地では表層から20cm位まで乾燥が認められた。
- 7 以上の結果から、ハウスや露地で使用した敷わらには数種植物病原菌が寄生していたが、堆肥化によってほぼ不活化された。その場合病原菌の滅菌には積み上げ後1か月間位は乾かさなことが重要で、4～5日に一回は十分灌水して腐熟を促進した方がよい。また露地に堆積すると外側部分で未腐熟の場所が多く、切り返して二次発酵を実施するのが無難であろう。

引用文献

- 1) 安部卓爾・桂崎一・河野又四(1959)：植物病学の立場からみた都市塵介の衛生学的処理に関する実験。関西病虫研報, (2)：17～22.
- 2) 萩原廣・竹内昭士郎(1982)：罹病残液の好氣的または嫌氣的発酵処理によるダイコン萎黄病菌の不活化。日植病報, 48(5)：688～690.
- 3) 萩原廣・竹内昭士郎(1983)：罹病残液の嫌氣

- 的発酵によるダイコン萎黄病菌の不活化に対する発酵時温度の影響. 日植病報, 49(5): 713~715.
- 4) 林宣夫・贅田裕行・中島春彦(1980): キャベツ根こぶ病被害根の堆肥化による熱処理効果. 関東病虫研報, (27): 60~61.
- 5) 鑄方末彦・河合一郎(1937): 小麦条斑病に関する研究. 岡山農試臨時報告, (41): 86~92.
- 6) 金磯泰雄・酒井勇夫(1981): おが屑堆肥の施用と土壤病害(第1報) おが屑堆肥に混入する主要土壤病原菌の動き. 四国植防研究, (16): 37~42.
- 7) 金磯泰雄・山本勉(1981): 稲わら施用がハウス内の環境ならびに病害の発生に及ぼす影響. 徳島農試研報, (19): 21~30.
- 8) 金磯泰雄・山本勉(1982): ハウス内稲わら施用におけるわらの吸湿条件ならびに作物の生育, 収量と2, 3病害の発生に及ぼす影響. 徳島農試研報, (20): 6~14.
- 9) 小玉孝司・福井俊男(1979): 太陽熱とハウス密閉処理による土壤消毒法について. I. 土壤伝染性病病原菌の死滅条件の設定とハウス密閉処理による土壤温度の変化. 奈良農試研報, (10): 71~82.
- 10) 駒田旦(1984): 有機物と土壤病害. 土と微生物, (26): 13~20.
- 11) 栗林教術(1928): 稲熱病菌の越年及第一次発病の原因と其防除に関する研究. 日植病報, 2(2): 99~117.
- 12) 小倉寛典(1979): 土壤中の残渣をめぐっての土壤病原菌の腐生競合. 土と微生物, (21): 11~18.
- 13) 大森正・坪井勇(1970): 土壌中における稲わらの分解過程, 水田における稲・麦わらの施用法に関する研究. 中国地域共同研究成果集録, (5): 116~118.
- 14) 坂井弘(1970): 稲わらの分解に及ぼす窒素添加の影響, 水田における稲・麦わらの施用法に関する研究. 中国地域共同研究成果集録, (5): 123~125.
- 15) 鈴木喜代志・福川利玄(1973): ハウスキュウリに対する稲わら施用の効果. 農及園, 48(4): 573~576.
- 16) 田上俊太郎・重永知明・家入章(1983): ショウガ根茎腐敗病の発生と防除対策. 熊本農試研報, (8): 19~32.
- 17) TOGASHI, K. (1949): Biological characters of plant pathogens temperature relations. Meibundo, 478).
- 18) WEINDLING, R. (1932): *Trichoderma lignorum* as a parasite of other soil fungi. Phytopath., 22: 837-845.
- 19) 柳井利夫(1973): N・ワラ併用条件がハウス土壌のNの動行およびハウス果菜類の生育, 収量におよぼす影響. 土と微生物, (14): 8~18.
- 20) YUEN G. Y. and R. D. RAABE (1979): Eradication of fungal plant pathogens by aerobic composting. Phytopath., 69: 922.

Summary

A study was carried out to clarify the types of fungi colonizing both rice and wheat straw applied for mulching in the greenhouse or open field and whether types of plant pathogens remained active throughout the composting process.

1. Many kinds of fungi were isolated from mulching straw, some of which were pathogenic to vegetable crops, such as *Sclerotinia sclerotiorum* and *Verticillium* spp. detected from rice straw applied in the greenhouse and *Sclerotium rolfsii* and *Rhizopus* spp. from wheat straw applied in the open field.

2. The effect of compost applied successively for 3 years was observed on the kind of fungi from mulching straw. A greater proportion of *Trichoderma* spp. was isolated from straw mulched on soil to which a compost consisting of cattle excreta and saw dust was applied successively than from that on either soil to which a compost consisting of rice straw was similarly applied or one to which compost was never applied.

3. Causal fungi living in compost piled up in a heap were observed only on the surface of the concrete or the wood framing the heap. However, in the field, they were observed up to a depth of 10 or 20 cm from the surface of the compost. Regarding the viability of fungal organs, sclerotia were much more common than mycelia colonizing straw and husks. The ratio of survival of *Fusarium oxysporum* was therefore higher in mycelia colonizing husks than that colonizing the straw of rice.

4. Temperature in compost piled with rice straw in the open field reached 70°C or above over a period of 7-14 days except at the surface only, while that piled with rice or wheat straw in a heap rose to only 50°C or above 10-14 days throughout the composting process. It was therefore suggested that sufficient inactivation of causal fungi during the composting process could be achieved by a temperature as low as 50°C.

5. The degree of putrescence of compost after fermentation was closely related to the viability of fungi. That of compost piled in a heap was sufficiently promoted except at the surface only but that of compost piled in the open field resembled the appearance of straw before piling up to a depth of 10 cm and was not sufficiently promoted at depths between 10 and 20 cm. The viability of fungi after fermentation in a compost heap was reduced by watering successively to keep the compost wet over a period of a month after piling up.

6. Changes in moisture content during the composting process measured by tensiometer were only slight at the surface. In the case of piling in the open field compost began to dry out after 5 days, finally drying to a depth of 20 cm from the surface. By contrast, compost piled in a heap only became dry on the surface of the concrete or wood framing the heap.

7. From the above results, it was suggested that fungal plant pathogens isolated from mulchig straw hardly survived throughout the compost fermentation process, and keeping the moisture of the compost high by wetting was most important for inactivating fungi by composting.