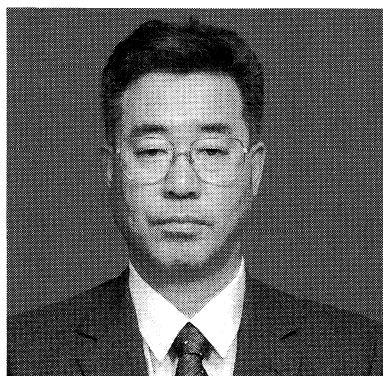


スイカ、メロンの連作障害 に対するネギの混植効果



成田 保三郎 (なりた やすさぶろう)さん

1942年北見市生まれ。1966年新潟大学農学部卒業。同年北海道立北見農業試験場勤務。1980年中央農業試験場、1986年北海道原子力環境センター農業研究科長を経て、1992年から現職。農学博士。

北海道立中央農業試験場
環境化学部 土壤資源科長

成田 保三郎

はじめに

土壌中には多種多様の微生物が生息していて、様々な働きをしている。土壌微生物は有機物が施用されると、それを餌として分解するために活発な働きをする。また、作物が栽培されると、その作物の根の影響で根圏微生物は著しい増殖をみせる。一方、畑状態で作物を連作栽培すると、その作物の生きた根を餌として増殖する土壌病原菌が、年々密度を高めるため連作障害となつて表れる。したがつて、連作障害の対策として耕種的方法のひとつに冒頭述べた有機物を多量に施用し、それを餌として増殖する微生物によつて土壌病原菌の影響を少なくする方法、また、根圏に病原菌に抗菌力をもつ微生物を繁殖させること、すなわち、ここでは根圏で抗菌微生物が増殖するネギを混植することによつて土壌病害を無くする方法について述べる。その前に理解を深めるため、土壌微生物の土壌中での生息数や一般的な作用など、その生息について触れることにする。

一、土壌微生物の大きな働き

土壌中に生息する微生物の数は第1表に示したとおり、北海道の農耕地で行つた調査によると、土壌1グラム当たり $10^7 \sim 10^8$ 個、すなわち千万から億単位の多くの菌が存在していて、通常は耐久態である胞子として生存している。土壌微生物の大きな働きの一つとして収穫後の畑に残つた作物残渣や根、あるいは施用した有機物を好気性、嫌気性の各種微生物が胞子から活性化し分解する。窒素化合物はアンモニア化菌によつてアンモニアイオンとなり、さらに硝酸化菌によつて硝酸イオンとなつて、作物により吸収利用される。土壌中では土壌微生物によつて抗生物質や生理活性物質が生産され、微生物相互の共生作用や寄生作用が行われている。この他にも微生物の増殖を抑制する静菌作用や菌の細胞壁がほかの微生物によつて

第1表 農耕地における微生物数

微生物	数 (1グラム当たり)
好気性細菌	59,200,000
嫌気性細菌	2,790,000
放射菌	4,940,000
糸状菌	323,000

(吉田、坂井、1962)

第2表 根から分泌される有機物の成分

炭水化物	グルコース、クラクトース、ショ糖、キシロース、マルトース、ラムノース、ラムノース、アラビノース、ラフィノース、オリゴ糖
アミノ酸	ロイシン、イソロイシン、バリン、 γ -アミノ酪酸、グルタミン、 α -アラニン、アスパラギン、セリン、グルタミン酸、アスパラギン酸、シスチン、システイン、グリシン、フェニルアラニン、スレオニン、チロシン、リジン、プロリン、メチオニン、トリプトファン、ホモセリン、 β -アラニン、アルギニン
有機物	クエン酸、リンゴ酸、酢酸、プロピオン酸、酪酸、吉草酸、コハク酸、フマル酸、グリコール酸、酒石酸、シュウ酸
酵素活性	ホスファターゼ、インベルターゼ、アミラーゼ、プロテアーゼ、ポリガラクトナーゼ
その他成長促進または抑制物質	ビオチン、チアミン、パントテン酸、ナイアシン、コリン、イノシトール、ピリドキシン、 p -アミノ安息香酸、 α -メチルニコチン酸 その他糸状菌、細菌及び線虫の生育を促進または抑制する未同定物質多数

(ロビラ 1965)

分解され、溶かされる溶菌作用なども行われている。したがって、これらの各種作用が入り乱れて土壤中では微生物のバランスが保たれていることになる。

土壤微生物の生息数は年間を通してみると春と秋に多く、夏はやや少なく推移するが、これは、分解される有機物の量と関係している。土壤を耕起したり砕土すると未分解の有機物が露出され、酸素の供給と相まって微生物数も増えるし、また晴天や降雨などによる土壤の乾湿の変化によっても微生物数は増減する。また、一般的に施肥によっても土壤微生物は増加する。しかし、これら耕起や施肥または気象の変化による程度の土壤微生物の変化が、本項で述べようとする土壤微生物を活用し、土壤病害を抑制することにはならない。土壤微生物を活用するためには、第一に、多量の有機物を施用し、微生物の著しい増殖を促し、それによって土壤病害を抑制しよ

うとする方法が考えられる。

第一に作物を栽培すると、その作物の根面や根圏で根から分泌される糖、アミノ酸、ビタミン、ホルモンなどが分泌されるがそれを餌とする微生物が著しく増殖し、増殖した微生物によって土壤病害を抑制しようとする方法がある。これらについて以下に述べることにする。

二、有機物施用による連作障害の抑制

畑に有機物を施用すると、それを餌にして微生物は著しく増加する。施用した有機物の構成成分量の変化と菌数の増減を第1図に示したが、有機物を施用すると、それを分解する過程でいろいろな微生物が繁殖する。まず最初に最も分解を受け易いでん粉や糖が細菌や糸状菌によって分解を受ける。つぎにセルロース類がセルロース分解菌によって分解され、最後に最も分解を受けにくいリグニンなどがある種の糸状菌(きのこの仲間)によって分解される。

このように有機物は何種類もの微生物によって分解される。有機物施用によって微生物数は第2図に示す通り、多い時には、細菌で 10^4 個、糸状菌で 10^6 個、放線菌で 10^7 個にもなる。

したがって、こうした微生物相の変化を招くことで連作障害をすなわち、その主原因である土壤病害の抑制を狙った試験例があり、それらをまとめた成績によると、有機物の種類によつて土壤病害を軽減するものと逆に助長するものがあり、例えば鶏糞と豚糞の施用はキュウリに割病を軽減するが、ダイコンに萎黄病の発生を助長するなどである。

したがって、有機物施用の土壤病害に対する抑制効果は病害ごとに、その有機物に、抑制効果があるか否かを検討してみる必要がある。スイカ、メロンの連作による土壤病害に対する有機物施用の効果については、可能性のある有機物について試験を実施しその効果を判定しなければならぬ。

第3表 根圏およびこれを取り巻く土壤中の細菌と放線菌数

植物移植後の日数	根 圏 土 壌				非根圏土
	コムギ	エンバク	アルファルファ	エンドウ	
3 日	250	245	255	460	30
6	1,100	240	760	500	30
10	300	244	1,700	750	40
16	510	270	1,760	900	35

(チモニン 1940)

以上、有機物施用による土壤病害の軽減について述べたが、この点についてはこの程度とし、次にネギとの混植について述べることにする。

三、ネギとの混植による連作障害の抑制

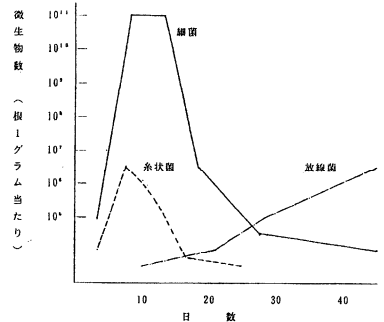
根の近傍で土壤微生物が著しく増殖することと土壤病害との関わりについて述べる。作物の生育中、とくに伸長中の根から土壤中へいろいろな物質が分泌され、それが土壤中に生息する微生物の繁殖を促し、微生物相を変えることになり、その影響として他の作物の根に及ぼす影響は多大である。第2表は植物の根からの浸出液の成分を調べた結果である。

これによると、根からは各種の炭水化物、アミノ酸、有機酸、酸素、成長促進、または抑制物質が分泌されるほか、糸状菌、細菌、

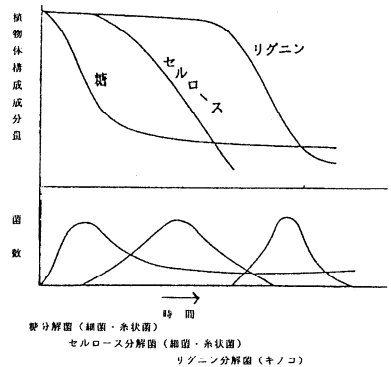
および線虫の生育を促進または抑制する未同定物質などが多数分泌される。これらはいずれも低分子の化合物であつて、根の近傍、すなわち根圏で生息している微生物の繁殖を促すことになる。

その菌数などの程度増えるかを調べた代表例を第3表に示した。それによると、根圏およびそれをとり巻く土壤中の細菌と放線菌は作物によって差異はあるものの非根圏土壤に比べ、たとえば植物移植後一六日目でみると、エンバ

第1図 植物遺体の分解における微生物フロアの推移



第2図 草本類植物の分解と微生物



クで七・七倍、アルファルファで約五〇倍の多きに至っている。これらの差は作物の違いによつて根が多いか少ないか、また作物の根による分泌物の成分と量の違いによるものと考えられる。

いずれにせよ根からの分泌物で増殖した微生物は作物の生長を促進する有益な物質を分泌したり、また、他の微生物、たとえば土壤病害菌の増殖を抑制する抗菌物質を分泌したりする。

したがつて当然、異種作物を混植することにより、混植する作物の根に増える菌が土壤病害菌に抗菌力を持つ場合、病害の軽減を期待できる。ここで述べるネギとの混植は、ネギの根の近傍で著しく増殖する微生物の抗菌作用を利用して、土壤病害を抑制しようとする試みである。

栃木県は昔からユウガオの大産地であつて、その多くは連作ないしはそれに近い短期輪作で栽培されている。それにもかかわらずウリ類の代表的な土壤病害であるつる割病が発生しないため、その原因を栃木県農業試験場の木嶋利男研究員が検討した結果、ユウガオ畑には昔からの伝承技術としてネギが植えられており、ネギの根とその近傍で、つる割病菌に抗菌力を持つシユドモナス・グラジオリ



▲写真1 鉢上げの時にネギを混植する

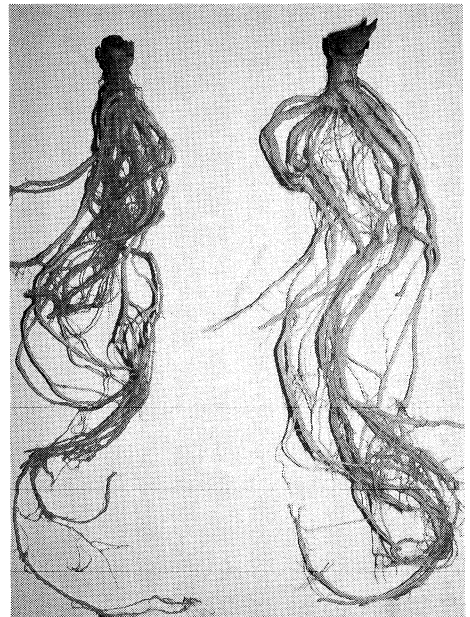


▲写真2 スイカとネギとの混植

菌が繁殖するため両作物の根を交錯させると抗菌作用が起り、つる割病が発生しないことをつぎとめた。同研究員はネギとの混植の効果は、ユウガオのつる割病以外でも認められ、トマトの根腐萎ちよう病、イチゴの萎黄病、キウウリの萎黄病、コンニャクの根腐病など、様々な野菜の土壤障害に効果のあることを明らかにした。

また、同氏はネギとの混植をせずに抗菌性の微生物のみを土壌へ施用しても、その効果は安定しないとしているが、このことは土着あるいは接種した微生物を活用する場合、その菌の生育にふさわしい栄養分を与える必要のあることを物語っており、ネギとの混植の際の栄養分とは、ネギの根から分泌される低分子の有機物のことである。

さて、ここで話をいよいよスイカ、メロンの連作障害に対するネギとの混植による抑制効果に移ることにする。道内における平成三年度のスイカの作付面積は共和町を中心に約七三〇ha、メロンの作付面積は夕張市とそれに次ぐ共和町を大産地として約二、一三〇haある。



▲写真3 スイカの根の無処理と混植の違い

スイカ、メロンの連作栽培による生産性阻害要因を明らかにする必要がある、その実態調査を行った結果、根の褐変症が養分吸収を阻害し、地上部の生育を抑制していることが判明した。根の褐変症からフザリウム・オキシスポラム菌が分離されたこと、およびその接種試験の結果から、スイカ、メロンの連作障害の主原因は本菌による土壤病害であると推定された。

そこで、前述の栃木県におけるユウガオとネギとの混植栽培を参考にして北海道でユウガオと同じウリ科のスイカ、メロンにネギとの混植栽培を導入し、連作障害を解消できるか否かの試験を実施した。具体的方法は、写真1に示したように播種後六〇日以上経過した大きなネギの苗を本圃へ定植する一週間から一〇日前の鉢へ混植し、完全に活着させる。その後の試験によるとネギの苗はスイカ、メロンの鉢上げの時に混植した方が根の伸長が良く本圃での混植効果も高いことが明らかになった。

定植後の生育、収量を第4、5表に示したが、混植は無処理に比

第4表 混植スイカの生育・収量

処 理	ツル長 (cm)		最大葉長 (7月27日, cm)		地上部葉乾物量 (g/2株)		平均1果重 (kg)
	6月25日	7月27日	たて	横	7月2日	8月18日	
無処理	214	371	20.1	20.6	256	875	6.8
混植	222	388	21.5	22.6	316	905	7.2

第5表 混植メロンの生育

処 理	ツル長 (cm)		葉数	地上部葉乾物重 (7月2日, g/2株)		平均1果重 (kg)	糖度
	6月25日	7月27日		6月25日	7月2日		
無処理	146.9	279.5	21.6	110	1.28	14.8	
混植	146.9	282.0	22.9	118	1.32	15.0	

第6表 混植スイカ、メロンの根の褐変症の程度

処 理	スイカ		メロン
	7月2日	8月17日	7月2日
無処理	0.5	2.4	0.3
混植	0.2	1.0	0.1

※ 0 (健全) ~ 5 (枯死)

べ、ツル長、最大葉長、葉数、地上部の葉葉乾物重および一果重など調査項目のすべてにおいて優っていた。根の褐変程度を示した第6表をみると混植は無処理に比べ生育初期から褐変症は軽く、その差はスイカでは生育が進むにつれて大きくなり、写真2に示したとおりネギとの混植で健全になっている。

これはまさにネギの根から分泌される有機物が土壌微生物中の、つる割病菌に対する抗菌力をもつ微生物を増殖させ病害を軽減したためと考えられる。第7、8表にスイカ、メロン両作物の養分含有率、吸収量を示したが、スイカでは各種養分とも含有率、吸収量の両方でネギとの混植によって無処理より高く、メロンでは窒素、カルシウム、マグネシウムの含有率で混植が無処理より低かった。

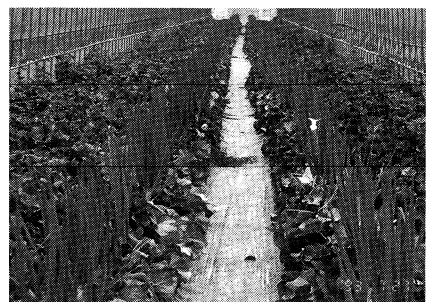
これらの分析結果はネギとの混植でスイカ、メロンの根の褐変症が軽くなり、そのため養分吸収が高まること、およびネギ自身による養分吸収もあることを示しており、混植と合わせて追肥の配慮が必要と思われる。いずれにせよスイカ、メロンの連作による生産性の低下として指摘された、フザリウム・オキシスポラム菌による根の褐変症が

第7表 混植スイカの養分含有率、及び吸収量(7月2日)

処 理	含有率(乾物%)					吸収量(g/2株)				
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
無処理	2.08	0.62	2.75	3.19	0.80	5.32	1.59	7.04	8.17	2.05
混植	2.12	0.67	2.94	3.41	0.80	6.70	2.12	9.29	10.78	2.53

第8表 混植メロンの養分含有率、及び吸収量(7月2日)

処 理	含有率(乾物%)					吸収量(g/2株)				
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
無処理	4.68	0.71	4.17	6.39	2.37	5.15	0.78	4.59	7.03	2.61
混植	2.29	0.80	4.42	3.99	1.79	3.53	1.23	6.81	6.14	2.76



▲写真4 メロンとネギとの混植

養分吸収を阻害し、地上部の生育を悪化させ、強いては収量、品質の低下に至らしめているという実態はネギとの混植でおおむね解消されたと考えられる。スイカおよびメロンとネギとの混植状況を写真3、4に示した。

一般に性的作物の根はつる先まで伸長すると言われている。一方、写真でみられるように一年ネギの根の伸張はスイカやメロンのつる先までは期待できないため、つる先と株元の間にもネギを混植することが考えられ、現実には実施して成果をあげている生産者もいる。

以上の結果からスイカ、メロンに対するネギの混植はネギの根から分泌されるネギに特有の有機物である糖、アミノ酸、ビタミン、ホルモンなどを栄養とする土壌微生物、すなわち、スイカ、メロンのつる割病菌であるフザリウム・オキシスポラム菌に抗菌作用をもつ微生物が根面とその近傍で増殖し、同じ根圏域にあるスイカ、メロンの根の病害を防ぐためスイカ、メロンは健全に育つと考えられた。