

施設栽培における 連作障害の新知見

神奈川県園芸試験場環境科

竹 下 純 則

施設の装置化にともなうハウス構造も次第に耐久的な施設となり、今日ではガラス温室を利用した企業的な野菜栽培も行なわれているが、このような条件下では少品目・多量生産の方式がとられるため、同一品目の連作になりやすい。

従来、野菜の連作障害は早くから認識され、一定の休閉期や輪作などによって耕種的な回避策がとられていたが、施設栽培では土地の集約的な利用面から、連作が強いられている。今日、連作によって生育、収量が低下する要因には次のような条件が考えられている。

- ① 病原菌…… { 土壤伝染性病害, ウィルスなど }
- ② センチュウ… { 加害作物の種類が多く, 施設内では冬季でも被害がみられ, センチュウが病害を誘発する例が多い。 }
- ③ 土壤物理性の変化…… { すき床の形成, 耐水性団粒のはかき, 有機物不足による単粒化, 保水, 排水性の不良。 }
- ④ 土壤化学性の悪化…… { 酸性化, 塩類集積, 土壤養分の不均衡, 要素欠乏 }
- ⑤ いや地…… { 根の排出物による毒素, 作物遺体からの毒素, 土壤毒素 }
- ⑥ 土壤微生物相の変化… { 有用微生物の減少にともなう微生物相の単相化 }

これらのうち、③と④に対しては、今日までの土壤肥料部間での研究成果によって、十分な対応策が確立されている。①と②も、土壤消毒などによって一応の対策技術はあるが完全とは言えない。

⑤と⑥については病害との関連が深い、土壤理化学の問題に比較して研究歴も浅く、近年になって研究がはじまったばかりである。

当該においても48年以来、農技研微生物研究室のご指導のもとに、施設栽培の連作問題にとりくんでいるが、本稿では、いや地と微生物関係を中心に、連作障害への知見を述べてみたい。

いや地

同一種、または近縁の作物を連作した場合におこる収量低下現象であり、作物の根または遺体からの毒素が原因と考えられている。これに対する筆者等の行った実験でも、前作の根が次の作物の生育を阻害する現象がみられた。(表-1)

つまり、トマトを10年間連作している土壤をポットに入れ、トマトの根を埋設し、蒸気消毒した区と、しない区を設け、トマトの苗を定植した結果、消毒した区は、トマトの根を混入しても苗の生育は阻害されなかったが、無消毒区は全体に生育が低下し、トマトの根の混入量が多いほど苗の生育が阻害された。

また、この時のトマト苗の根圏には、蒸気消毒区では糸状菌が少なく細菌が優勢となり、無消毒区で苗の生育が低下した区では、苗の根圏に、細菌よりも糸状菌が多くみられた。しかし、無消毒区でも根を混入しない区では、糸状菌よりも細菌が多かった。

また、別な実験で、水耕のトマト苗に対し、根または土壤からの抽出液を処理すると、全体的に生育が低下するが、トマト苗に対しては、トマトの根の抽出液、または、トマトを栽培している土壤からの抽出液処理が最も生育を阻害した。(表-2)

さらに別の実験で、トマトの苗1本あたりに対し生根1gからとった抽出液を処理して、14日目で生育が低下することから、根にはかなりの生育阻害物質があると思われる。(写真-1)これらの実験で処理した抽出液は、すべて細菌ろ過器でろ過した液を、培養液に添加しているため、病害による生育低下とは考えられない。

これらの実験でも明らかなように、トマトの連作障害は、前作の残根に由来する毒素も原因していると考えら

表-1 トマト連作土壤における消毒の有無と根の処理がトマトの苗の生育および根圏微生物相に及ぼす影響

供試土壤	消毒の有無	根の処理量	定植時の苗	定植後18日	定植後26日	処理後49日		根の微生物※	
						草丈	最大葉長	細菌	糸状菌
トマト連作土壤	有	なし	3.5cm	8.0cm	9.5cm	30.3cm	19.0cm	38	3
	"	1年分	3.5	8.4	10.0	31.3	19.5	52	5
	"	3年分	3.1	8.1	10.0	31.3	18.3	42	3
	無	同上	2.8	7.8	7.9	28.5	16.2	77	7
	"		3.2	8.4	9.4	25.0	15.8	23	34
	"		3.0	7.8	10.5	21.2	13.3	22	29

* 根の直接検鏡による100視野中の菌糸または菌座の出現ひん度 土耕 1区13ポット

れ、また、この毒素は熱処理で解毒されると思われる。

微生物相の変化

土壌病害発生との関連性が大きく、連作による土壌理化学的悪化が、捕食性のセンチュウや拮抗菌などを減少させ、土壌微生物相が単相化するため、寄生性の病害虫密度が高くなると考えられている。

農技研、鈴木氏等は、植物根と微生物の相互作用に関する研究から、作物の根圏に糸状菌が優勢になると生育が阻害され、健全に生育している作物の根圏では、細菌が優勢を示す現象を報告しているが、筆者等も生育障害と微生物相との関連調査で同じような結果を得た。

写真 トマト苗に対するトマト根の抽出液処理と苗の生育



水耕、1ポットあたり生根1gを摩擦し、滅菌水で抽出後、細菌ろ過器を通して処理した。処理後14日目の生育状態。

表一3はその成績であるが、当场で昭和42年から施設栽培での施肥量、肥料の種類、有機物の施用試験を行なっているハウス内で、49年の抑制栽培のキュウリに“つるわれ症”が発生し、それぞれの処理区で枯死株割合が異なる現象がみられたため、平板稀釈法で根圏微生物相を調査した結果、枯死株率の最も多かった多肥区の根圏では細菌がいちじるしく少なく、糸状菌が優勢となり、他に比較して、硝酸化菌の減少が特徴的であった。

枯死株割合の最も少ないCDU単体の連用区では、根圏に糸状菌よりも細菌が優勢となり、糸状菌1に対し細菌が4000以上を示している。また、他の区でも、糸状菌に対して細菌が少ないと、枯死株割合が高くなっている。

これらの結果を微生物の面から考察すると、多肥による塩類濃度の上

表一2 トマト苗に対する各々の水抽出液添加処理と苗の生育

処 理 区	処理後	処理後	処理後	生育比	根および培養液中の細菌	
	6 日	11 日	13 日		1g/生根	1ml/液
無 処 理	9.1cm	26.8cm	32.8cm	100	286×10 ⁵	97×10 ⁴
キュウリの新根抽出液	7.9	27.3	30.3	92	252	289
古根 "	8.9	23.8	31.0	95	368	219
トマトの新根 "	8.4	21.5	27.2	83	794	302
古根 "	8.4	21.3	26.5	81	95	198
キュウリ作土壌浸出液	9.4	25.7	31.3	95	240	198
トマト作土壌 "	8.3	22.5	28.8	88	794	398
水道の水						2.3

根は乳鉢で摩擦し、滅菌水で抽出、土壌は滅菌水で懸濁液とし、ろ紙でろ過 } 細菌ろ過器でろ過後、培養液に添加。水耕1区4ポット

昇と pH の低下が細菌を死滅させ、根圏に拮抗性的の微生物が減少したため、キュウリの根がフザリウム菌に犯されたと考えられ、他方、枯死株割合の少ない区では細菌が多く、さらにCDU単体区は、長年の連用によって

土壌中に細菌が増加している(本誌1970年11号に掲載)ため、細菌による根圏の保護効果があったのではないかと考えられる。

しかし、連作による土壌微生物の単相化が、病害を誘発しているとするれば、根圏微生物相を多様化し、病原性をもたない微生物で根圏を保護することは、連作障害対策の手段であり、従来からとられている一定の休閑期や輪作体系、堆肥の施用などは、微生物的にみると、土壌微生物の多様化と微生物による根圏の保

護効果ではないかと考えられる。

植物根と微生物の間には共生、寄生の関係があり、根から分泌する物質などによって、その植物に特異な微生物相がつくられ、これが連作問題につながることや、畑地の連作では細菌が減少し、放せん菌や糸状菌が増加する現象が明らかにされている折、連作問題に対する微生物的な面の研究を一層充実する必要がある。

表一3 土壌処理の相違が、キュウリの生理障害(つる割れ症)発生と、根圏微生物相に及ぼす影響

土 壤 処 理	キュウリの枯死株割合	細菌 ×10 ⁶	糸状菌 ×10 ³	放せん菌 ×10 ³	アンモニア酸化菌 ×10 ³	亜硝酸酸化菌 ×10 ³	細菌/糸状菌比
多 肥	100%	11	209	0	9	02	0.052
少 肥	63	207	106	6	2,162	35	1.952
中 肥	86	183	164	4	317	21	1.115
CDU単体施肥	16	285	68	10	439	67	4.191
ワラ500kg施用	63	248	132	8	451	142	1.878
" 1000kg施用	40	343	117	9	2,110	15	2.931

土耕、ハウス内、キュウリは49年8月1日は種、9月下旬頃よりつる割れ症発生。前作はトマト、キュウリは8回の輪作。