

## 土壤病害抑止型土壤

小 倉 寛 典

(高知大学農学部)

畑作栽培において無視することの出来ない病害の1つに土壤病害がある。本病害は、土壤中での病原菌の生存が長期にわたること、および随時使用可能な有効な薬剤がないために防除が困難である。しかし、土壤病害の発生をほ場ごとの単位でなく、広い視野で眺めると、ある病害では発病の激しい地域あるいは土壤処理を試みたにもかかわらず病原菌が容易に再定着する地域と、連作によっても病害の拡大しないあるいは病害の発生が殆んど認められない地域が存在する。極端な場合には両地域は隣接して存在する。土壤病害の発生し難い地域の存在は分化型寄生菌である *Fusarium* について観察調査されたが、現在では未分化型寄生菌である *Rhizoctonia*, *Pythium*, *Phytophthora* についても知られている。この現象は土壤の種類によるものとして、この土壤を土壤病害抑止型土壤(Suppressive soil)と呼び、土壤病害助長型土壤(Conducive soil)と対比している。Baker and Cook (1974)は、抑止型土壤とは病原菌が感受性植物の所在を感知しても病害の伸展は抑制されるような土壤であると定義している。以下に抑止型土壤についてのいくつかの例を示す。

実例1. バナナパナマ病(Stover, 1962)

*Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*の腐生的生存はアルカリ性重粘土壤よりも酸性砂質土壤の方が有利である。この両土壤に養分を添加すると、養分の種類によっては活性の増大が認められるが、多少の例外を除いては砂壤土の方が本菌の活性を増大させた(第1表, 第2表)。重粘土壤に多く存在するモンモリロナイトはカオリナイトに比べて塩基置換容量が大きく、土壤pH保持が容易であり、特定微生物の生存に有利である。

実例2. キュウリ, トマト, ダイコンのフザリウム病(駒田, 1976)

*F. oxysporum* f. sp. *cucumerinum*, f. sp. *lycopersici*, f. sp. *raphani* は黒色火山灰土壤よりも褐色火山灰土壤で生残りが大きい。両土壤は1次鉱物組成は同じであるが、前者には腐植が多く、両土壤の生物性に差異が認められる。とくに放線菌数、根圏での細菌の増加率などは抑止型土壤で優れている。また、CO<sub>2</sub>の発生も多く、拡散はおそい(第3表)。この土壤では菌糸の溶菌は早く、厚膜胞子の形成は少ない。以上の条件を総合すると、抑止型土壤では厚膜胞子は根圏にありながらCO<sub>2</sub>により発芽阻害を受けやすく、発芽した菌糸も放線菌により溶菌されやすいため厚膜胞子への転換を阻止されると考えられる。

実例3. サツマイモつる割病(Smith and Snyder, 1972)

カリフォルニアにおいても *Fusarium* 病抑止型地域が助長型地域と隣接して存在する。両地域においてサツマイモつる割病菌の検出されない地区に同菌を混入してサツマイモを栽培すると、被害は抑止型土壤では少ない。さらに抑止型地域内でも既耕地の被害は未耕地よりも少ない。これらのことは、土壤

### 1) Suppressive soil.

By Hirosuke OGURA

Proc. Assoc. Plant Protec. Shikoku, No. 20: 1~6 (1985)

第1表 2種の土壤に埋没したスライドガラス上における *F. oxysporum* f. sp. *cubense* の孢子形成と菌糸伸長の比較(Stover, 1962)

	loamの試料				sandy loamの試料								
	1	2	3	4	1	2	3	4	5	6	7	8	9
孢子形成	3	9	0	5	21	25	22	28	19	16	21	28	23
菌糸伸長	17	18	5	14	27	29	19	26	30	21	27	26	28

数値は0～10までの評点で、3回の実験の合計値、スライドガラスを41日間それぞれの土壤に埋没してのち1%のグルタミン酸を加えて測定。

の違いにより罹病度がちがうだけでなく、抑止現象は作物が異っても成り立つこと、また、抑止力は耕地化により増進することが分る。さらに、病原型 *Fusarium* は抑止型土壤中では厚膜孢子の発芽に影響があるが、腐生型 *Fusarium* は発芽阻害を受け難いこと、助長型土壤では両菌株とも発芽率は同程度であること、また、養分を添加すると、その量に応じて抑止型土壤であっても病原型 *Fusarium* でも発芽しやすくなることなどが判明した。この抑止型土壤中では *Arthrobacter* sp. が増加し、*Fusarium* の菌糸の周囲に集っていると報じられた。

実例4. メロンつる割病(Wensley and Mckeen, 1963)

メロン栽培歴の類似する2ヶ所の土壤で、病害の発生を調査すると、砂壤土はつねに壤土よりも被害が大きいことがカナダで報告されている。*F. oxysporum* f. sp. *melonis* の比較は、根圏では発病の程度と相関があり、それ故壤土は抑止型土壤と考えられたが、根圏以外では病原菌数はむしろ抑止型土壤に多く、作付前には抑止型の存否を知り得ず、両土壤の発病の差異は病原菌数以外の要因によると考えられる。この研究についてのその後の展開については知る機会を得ていない。

以上の諸例から、抑止型土壤の成因には土壤鉱物組成、土壤腐植、土壤微生物相構成という一連の関係がその伏線を成している。そして、抑止型土壤の成立は長期にわたって形造られたもので、土壤微生物を主因とする諸要因の複合効果であろう。その機能は地域により、研究者により必ずしも一致した見解は得られていないが、病原菌を含めてある範囲の微生物あるいは微生物群を特異的に長期にわたって抑制するものである。第1図は抑止型土壤に関する報告を模式的に要約したものである。

第2表 種々の炭素源あるいは窒素源を2種の土壤に加えた場合の *F. oxysporum* f. sp. *cubense* の孢子形成に及ぼす影響の比較<sup>a)</sup>(Stover, 1962)

	loam	dark sandy loam
N 源		
tryptophane	23.0	294.8
glutamic acid	12.2	91.2
glycine	21.3	51.5
peptone	10.0	25.0
leucine	15.7	4.1
arginine	3.1	5.5
cysteine	2.1	2.1
asparagine	3.0	3.3
cystine	0.1	1.1
histidine	1.4	1.1
tyrosine	1.8	0.0
methionine	1.0	0.0
lysine	0.4	0.1
C 源		
sucrose	9	82
glucose	6	58
levulose	5	53
d-sorbitol	1	12
maltose	4	10
tryptose	0	5
lactose	0	0

a) 処理48時間後に測定、1,000倍の希釈平板上のコロニー数で、水を加えた対照区より増加した分を表す。

第3表 ダイコンの根圏土壌と非根圏土壌との微生物密度およびCO<sub>2</sub>生成量についての2種土壌の比較(駒田, 1976)

土 壤	炭酸ガス生成量 <sup>a)</sup>	微生物の密度 <sup>b)</sup>		
		細菌 (×10 <sup>5</sup> )	放線菌 (×10 <sup>6</sup> )	糸状菌 (×10 <sup>4</sup> )
赤土				
非根圏(N)	0.47	40.5	23.8	17.9
根 圏(R)	2.05	1,029.0	21.3	21.1
R/N	5.4	25.4	0.9	1.2
黒ボク				
非根圏(N)	0.41	58.6	42.4	22.0
根 圏(R)	3.70	4,101.0	31.8	16.2
R/N	8.3	70.0	0.8	0.7

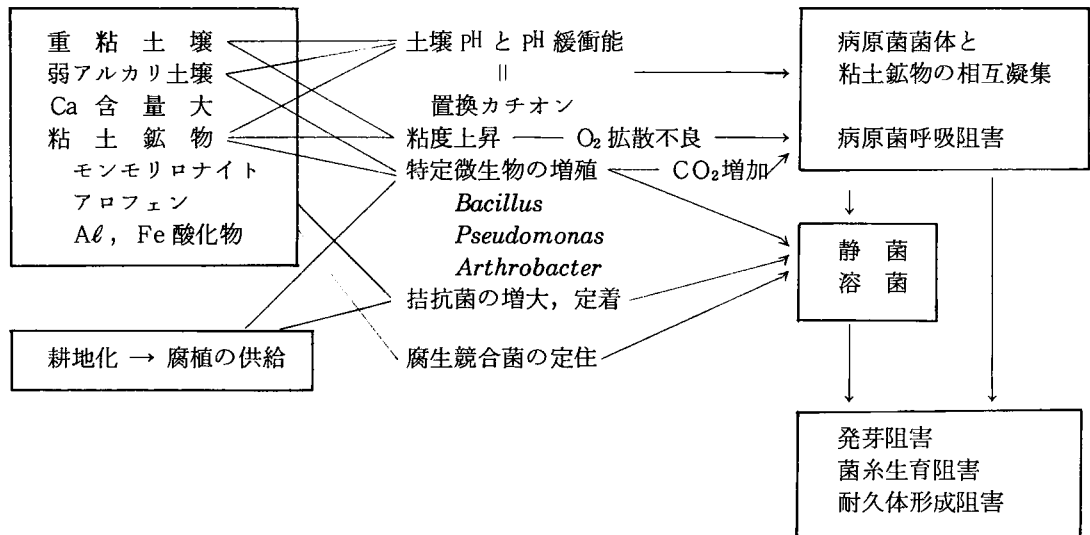
a) 乾土 10 ml 当りの生成量略. b) 乾土 1 g 当り菌数.

矢印は必ずしもすでに解明された事実のみを表わしていない。今後の検討で修正される点もあることを了承して頂きたい。

この図に示されるように土壌は安定した系を供給する。そこに特定の微生物群が定着する。さらに農耕技術が加わることにより微生物群の特異化が促進されるが、その微生物系が定着することにより病原菌に対する特異型土壌が形成される。その土壌の作用が病原菌に不利に働く場合には病原菌に衰退をもたらす抑止型土壌になると思われる。

土壌の病害抑止現象の1つとして病害の衰退(Decline)がある。これは土壌本来の示す抑止作用ではなく、最初の作付では発病のはげしい土壌で同じ作物を連作することにより発病が次第に低下する現象

抑止型土壌特性



第1図 抑止型土壌の機能

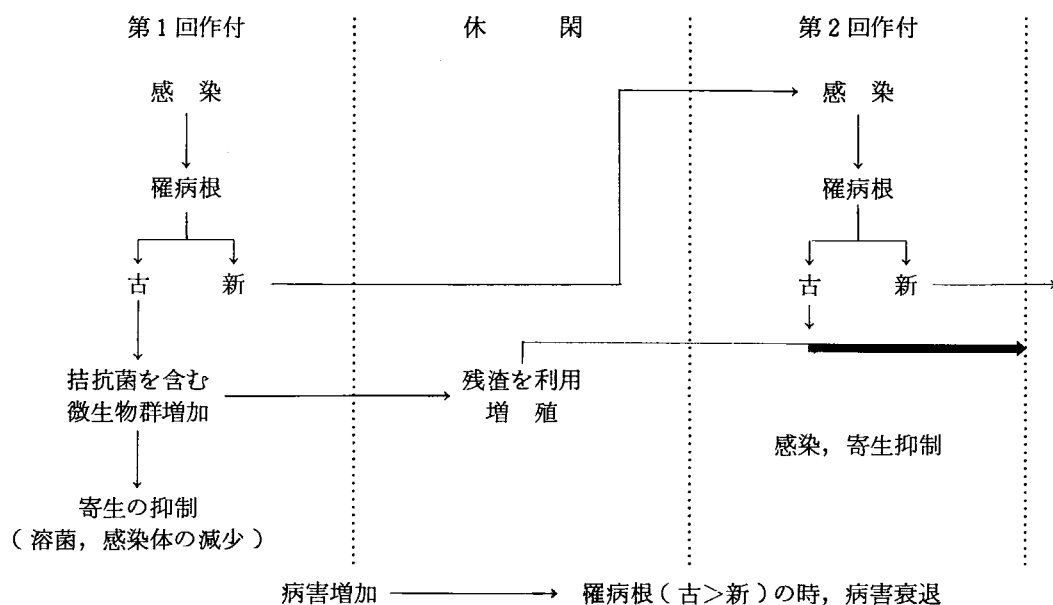
を云う。この現象は土壤を殺菌することにより消滅するので、その成因は抑止型土壤の成因と同じく土壤中の微生物によると考えられる。Gerlagh(1968)はムギの立枯病の衰退は4作に生じ、病原菌密度の低下は特異的拮抗菌の増加と関連することを示した(第4表)。Vojinovic(1973)はムギ立枯病菌の衰退をつぎのように説明した。この病原菌は新しい罹病根を利用して休閑期を過ごし、次作のムギを侵す。罹病根のうち、古いものは残渣として拮抗菌を含めて一般土壤微生物に利用され、その結果、溶菌や感染菌糸の減少により病原菌の寄生を阻害する。休閑期には微生物相は残渣を利用して強化され、次期の作付による罹病根の増加によりこの傾向はさらに強められる。このように作付回数増加とともに古い罹病根の利用の機会が新しい罹病根の利用を上廻ることにより病原菌の抑制が賦活を上廻る(第2図)。

Hornby(1979)はコムギ立枯病の衰退について、作物を単作することにより特異的拮抗菌が根面、根圏あるいは宿主残渣に増殖し、寄生相や腐生相における病原菌を攻撃、作物の連作による土壤中の窒素の形態や土壤pHが病原菌に不利な環境を提供、非病原寄生菌の増加、他菌やウィルスによる寄生など病原菌に不利な条件を指摘し、抑止型土壤の成因について検討すべき事項を想定した(第3図)。

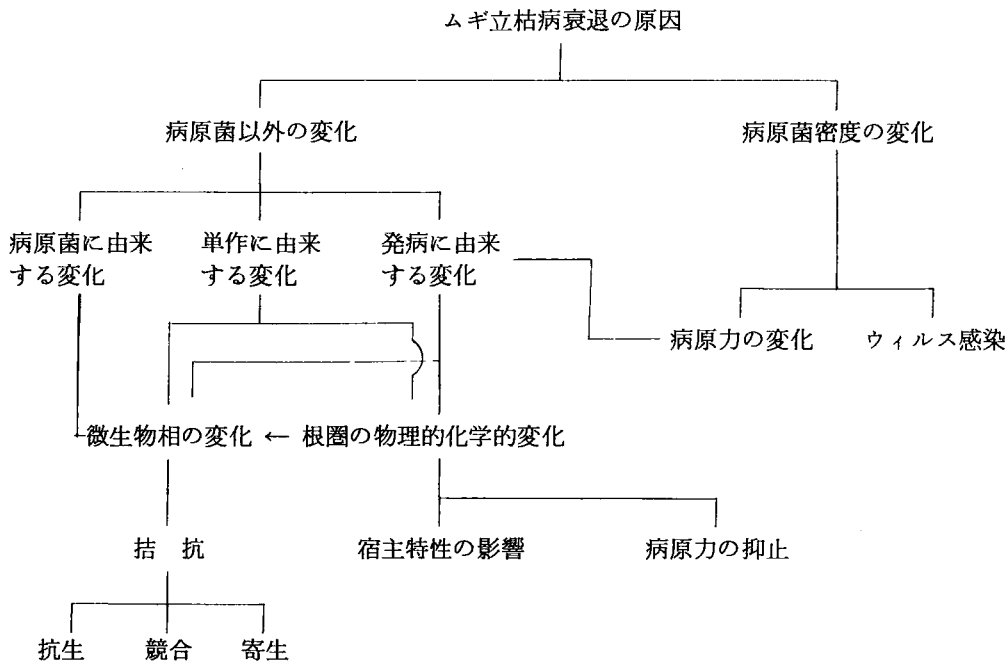
近年、抑止型土壤の機構解明の手段として拮抗微生物群の動向が検討されている(Rovira, 1982)。

第4表 コムギ立枯病の衰退(Gerlagh, 1968)

	第2回作付	休 閑	第3回作付	休 閑	第4回作付
立 枯 病 発 生	++	-	+++	-	++
↓					
病 原 菌 量	++	+	+++	+	++
↓					
特 異 的 拮 抗 菌	+	+	++	++	+++



第2図 ムギ立枯病の衰退 (Vojinovic, 1973)



第3図 コムギ立枯病衰退の各要因の関係 (Hornby, 1979)

*Bacillus, Pseudomonas, Arthrobacter, Agrobacterium, Dactylella, Fusarium, Trichoderma* などである。1930年代から1940年代にも拮抗菌による病害防除の試みがなされた。近年の研究は土壌という素材の中でのバイオマス、その構成員としての拮抗菌の行動に視点が置かれている。

土壌のもつ発病抑止の機作は現在まだ不明の点が多い。病原菌の賦活から耐久体の再形成に至るまでの栄養の消費とその場に生活する植物からの直接的あるいは間接的な栄養の補給との平衡が病原菌の生存を維持するが、その各々の場を病原菌と共有するそれぞれの微生物群の生活が病原菌の活性を抑制する方向に作用する場合には、そして、その抑制が反覆して起る場合には、その土壌は抑止的であると考えてよいであろう。

## 引 用 文 献

- Baker, K. F. and R. J. Cook (1974) Biological control of plant pathogens. W. H. Freeman, San Francisco. pp 433.
- Gerlagh, M. (1968) Neth. J. Plant Pathol., 74, Suppl. 2. pp.94.
- Hornby, D. (1979) in B. Schippers and W. Gams, eds. Soil borne plant pathogens. pp.133 - 156, Academic Press, London.
- 駒田 旦(1976) 東近農試研報. 29 : 132 - 269.
- Rovira, A. D. (1982) in R. W. Schneider, eds. Suppressive soil and plant disease. : 23 - 33, Am. Phytopathol. Soc., St. Paul.
- Smith, S. N. and W. C. Snyder (1972) Phytopathology, 62 : 273 - 277.
- Stover, R. H. (1962) Phytopathol. Paper No. 4. pp. 117, Commonwealth Mycol. Inst., England.

Vojinovic, A. (1973) EPPO Bull., 9 : 91–101.

Wensley, R.H. and C.D. Mckeen (1963) Can. J. Microbiol., 9 : 237 – 249.