

CDUの土壤病害抑制効果について (その2)

2. CDUの病害抑制効果に関する基礎試験結果 (1)

2-1 はじめに (CDUと微生物)

水に溶解易く、微生物の生成するウレアーゼにより急速に分解される尿素をアセトアルデヒドと反応させて、溶けにくく、ウレアーゼの作用を受けず、微生物により急速に分解されない形態に製造したものがCDUであって、その緩効性は、水に溶けた状態でも尿素に比較して微生物分解がより緩慢であること、造粒により更に難溶性に製品化していること、更には分解菌により菌体内にとり込まれ有機態窒素として土壤有機物の代謝サイクルに入りその再無機化に時間がかかることに起因するものである。

CDUを分解する微生物としては、CDUそのものを直接分解する菌と酸性条件下で化学的な加水分解を受けて生成する加水分解生成物 OMHP (2-oxo-4-methyl-6-hydroxyhexahydropyrimidine) を分解する菌とに大別できる。この両化合物についてそれぞれを唯一のC源として分解し生育できる分解菌についての現在までの研究成果によると、いずれも *Pseudomonas* と *coryneform bacteria* (*Corynebacterium* 又は *Arthrobacter*) が単離されている。

この両菌種は土壤中や根圏に普遍的に生棲する代表的な土壤細菌であり、両者とも種々の合成化合物の分解能力の高い菌種として知られているし、また前章で述べた様に生物的防除でも重要な働きをしており、抗生物質や溶菌酵素を生成する菌種としても知られている。

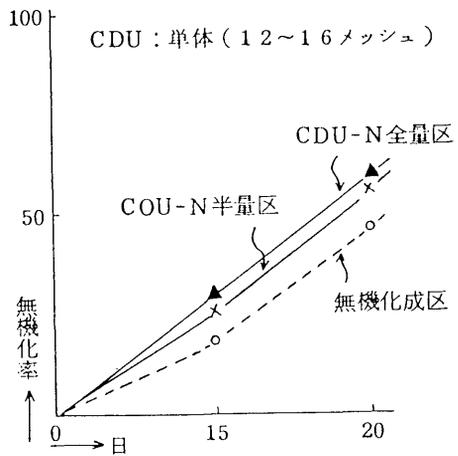
つぎに、CDUを連用することによりこれらの分解菌が増加しCDUの分解が速くなること、いわゆる“なれ現象”あるいは“Enrichment効果”も起ることが認められた。この現象について種々の検討を行った結果、CDU未施用土壤に初めてCDUを施用した場合と2回目に施用した場合にはこの加速はかなり顕著であるが、2回目以上になるとその差は小さくなること、10年以上連続してCDUを施用している連用土壤に於てもCDUの緩効性の本質に影響する程の“なれ現象”は認められないことにより、実際の土壤中ではCDU分解菌が無制限に増殖して定着することは考えられないとの結論に達している。

ここでは例としてCDUを4作連続して施用した圃場土壤にCDU単体を添加したインキュベーション実験の

結果を図-1に示したが、CDU未施用土壤に対して確かにCDU施用土壤では無機化の加速がみられるが、30日後に於て20%~30%の増加であり、CDUの緩効性の本質に影響を受ける程の加速はみられていない。一方、CDU施用に伴なう微生物変動の1例は表-9に示しているが、施肥10日後に細菌の増加ピークがあり、その後は次第に減少して45日後には硝安区の1.4倍に落着いている。この細菌の変動がCDUの特徴であり、連用により無制限に分解速度が加速されないことの要因となっていると思われる。また、病害菌に対する抑制作用はこの初期の増加した細菌によるものと推定される。

なお、この現象はCDUのみならず他の緩効性肥料についても認められているものであって、現実の緩効性肥料製品はこれらの現象をも考慮に入れて肥料粒を大きくするか、造粒過程で難溶性にするとかの工夫をこらして実際の圃場で適度な分解速度が得られる様に改良を重ねているものである。

図-1 CDUを4作連用した圃場土壤に於ける CDUの無機化



2-2 CDU施用による土壤微生物フロアの変化

CDUの施用により細菌が増加し、糸状菌が減少することは既に神奈川園試はじめいくつかの報告で認められている。そして、竹下、鈴木らは糸状菌に対する細菌の比、即ちB/F値が高い土壤では *Fusarium* による根の病気が少ないとの相関を示し、B/F値が土壤病害の1つの指標となるとした。

ここでは過去10年間に当研で行なった土壤の微生物分析のうちで、実際の圃場条件下でCDU肥料と他の対照肥料の肥効試験が行なわれた場合の測定値をまとめてみた。細菌数と糸状菌数およびB/F値を表-1に示した。この測定土壤20点は、地域も各地にまたがり、対照土壤も作物も、サンプリング時期もまちまちであるが、同じ土壤NoのCDU区と他区は同一圃場条件下で試験さ

表一 1 化学肥料, CDU及び有機質肥料施肥土壤に於ける細菌と糸状菌数及び細菌/糸状菌 (B/F) 値

土壤No.	細菌(×10 ⁷ /乾土1g)			糸状菌(×10 ⁵ /乾土1g)			B / F 値		
	化学肥料区	CDU区	有機質肥料区	化学肥料区	CDU区	有機質肥料区	化学肥料区	CDU区	有機質肥料区
1	7.2	13.0	12.0	1.1	0.9	1.4	650	1,440	860
2	11.2	15.0	11.2	1.4	1.2	1.7	800	1,250	660
3	1.0	8.5	7.5	1.1	1.0	0.7	90	850	1,070
4	1.2	8.3	7.6	1.0	0.4	1.5	120	2,100	510
5	1.0	9.2	8.7	1.0	0.9	1.1	100	1,020	790
6	1.5	7.7	9.8	1.0	1.0	1.1	150	770	890
平均	3.9	10.3	9.5	1.1	0.9	1.3	318	1,238	797
7	9.7	11.3		0.7	0.3		1,400	3,770	
8	5.3	11.1		1.1	0.9		480	1,230	
9	4.7	10.0		1.1	0.9		430	1,110	
10	0.9	9.3		0.1	0.2		900	4,650	
11	1.8	4.7		0.2	0.2		900	2,350	
12	9.8	11.9		1.2	1.0		820	1,190	
13	9.5	14.0		1.0	0.4		950	3,500	
14	3.3	12.1		1.0	1.2		330	1,010	
15	9.6	14.3		1.1	1.1		870	1,300	
16	6.8	14.8		0.8	0.3		850	4,930	
17	6.1	11.3		0.5	0.3		1,200	3,770	
18	3.0	7.2		0.2	0.1		1,500	7,200	
19	1.0	3.2		0.3	0.1		330	3,200	
20	10.8	11.7		1.2	1.0		900	1,170	
平均	5.9	10.5		0.8	0.6		847	2,884	

れたもので施肥前は同一土壤条件である。CDU区で用いられた製品は約80%がCDU化成(T-Nに対しCDU-N50%あるいは70%入りがほとんど)であり、他はCDU単体である。

表一1よりCDU施肥土壤では化学肥料区に比較してすべての土壤で細菌が多く、糸状菌は細菌ほどの差はないが、やや少なくなっている。

一方、有機質肥料区では細菌も増加するが糸状菌も増加している。そしてB/F値をとってみると、CDU区では対応する他の2区に較べてNO3土壤を除くすべての土壤でも高くなっており、B/Fに5倍以上の差の生じた土壤が数多くみられる。

このことにより、CDUには他の肥料(一般の化学肥料や有機質肥料)に比較して相対的に糸状菌を増加させることなく、細菌を特異的に増加させる効果を有することが広い範囲の土壤で確認できた。

2-3 フザリウム菌に対する抑制作用

抑制のメカニズムに関する基礎試験

代表的な土壤病害菌として *Fusarium oxysporum* を選り主としてフラスコ実験によりその抑制のメカニズムについて現在追求中であり、ここでは今までに得られた結果の一部を紹介する。

〔試験一〕 CDU施用土壤を接種源としたCDU分解菌培養液の *F. oxysporum* に対する抗菌性

(試験方法) 10年間にわたりCDU単体と燐加安を連用してきた土壤を接種源とし、CDU 1,000ppmを含む無機培地 1,000ml に土壤 0.1g を添加し、28℃で一定期間振とう培養した液を分解菌培養液とし、培養液そ

のまま、あるいは1/10に希釈した液を用いて2種の *Fusarium* 菌についてカップ法により抗菌性を判定した。

(結果) 表一2に示した。この結果より、CDU連用土壤にCDUを施用すれば、無機肥料連用土壤に較べて非常に高い *F. oxysporum* に対する抗菌性が存在することが認められた。この抗菌力はCDU連用土そのものの水抽出液中には存在しないこと(表一3)より、再度CDUを土壤に施用することにより活性化する性質のものであることが判る。

次に、この抗菌力がどこに存在するかを知る為、CDU連用土壤を接種した培養液を細菌を通さないフィルター(ザイツ濾過、東洋濾紙No. 85SB)で濾過して無菌液の抗菌力を調べた結果(表一4)、濾過液には全く抗菌力は存在しないことが確認された。このことより、抗菌力は培養濾過液中に水溶性のものとして生産され存在するものではなく、濾過されないもの、

表一2 CDU連用土壤を接種源とした培養液の抗菌性

病原菌名	接種土壌源	培養液濃度	
		培 × 1	液 × 1/10
ツルワレリ根菌 <i>F. oxysporum f. cucumerinum</i>	CDU連用区	○	○
	燐加安連用区	×	×
イオウ病菌 <i>F. oxysporum f. rapahani</i>	CDU連用区	○	○
	燐加安連用区	×	×

○ 抑制力あり, × 抑制力なし

恐らくは微生物菌体 (CDUの分解に関する微生物) と推定される。従って、その抗菌力は *Fusarium* 菌体と CDU 分解菌が直接接触することにより顕在化するものと思われる。

表一3 CDU連用土壌水抽出液の抗菌性

病原菌名	CDU連用土壌よりの土壌抽出液	
	無処理液	滅菌伊過液
キュウリのツルワレ病菌	×	×

表一4 CDU培養液より菌体除去液の抗菌性

病原菌名	CDU連用土壌を接種源とした培養液	
	無処理液	滅菌伊過液 (菌体除去)
キュウリのツルワレ病菌	○	×

〔試験一2〕 CDU非連用土壌を接種源としたCDU分解菌培養液の糸状菌に対する抗菌性

(試験方法) CDUの施用来歴のない土壌をCDUおよび硫安溶液でそれぞれ1週間好気的に環流させた土壌を接種源として前項と同様にして抗菌性を測定した。

(結果) 表一5に示した。この結果より、CDU非連用土壌にあってもCDUを施用することにより抗菌性は比較的短期間に発現すること、この抗菌性は *F. oxysporum* に対するのみではなく、他の糸状菌 (この場合は非病原性) にも効果のあるものであって、かなり広範囲な糸状菌に対して作用するものであると推定される。

表一5 CDU非連用土壌を接種源とした培養液の抗菌性

糸状菌名	CDU区		硫安区	
	×1	×1/10	×1	×1/10
キュウリのツルワレ病菌	○	○	×	×
水稲培土よりの糸状菌非病原性(A)	○	○	×	×
# (B)	○	○	×	×

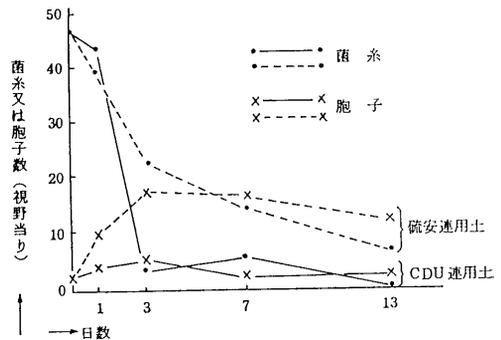
〔試験一3〕 CDU連用土壌中に於ける *Fusarium* 菌系および胞子の抑制と細菌の増加

(試験方法) CDUおよび硫安連用土壌を小型ポットに入れ、CDU (粉末) および硫安を各々添加したのち (N-0.1g/土壌1kg), *F. oxysporum* f. *cucumerinum* の菌系を均一に付着させたスライドグラスを垂直に挿入し、経時的に取り出し、染色後検鏡し、残存している菌系および生成した胞子を計測した。また、スライドグラスの1部は表面を滅菌水で洗い、細菌数を計測した。

(結果) 図一2には菌系および胞子の、表一6には細菌の変動を示した。CDU連用土壌では硫安区に較べて菌系の溶解が速やかであり、そして硫安区では菌系の

溶解について胞子が増加するのに対し、CDU区では胞子の生成、増加がほとんどみられなかった。また、CDU区の菌系の溶解が急速に起る3日後にはスライドグラス上に細菌が顕著に増加しており (硫安区に対し約30倍)、それ以後も細菌の集積が認められた。このことより、CDUの施用により増加した細菌が、胞子の生成する時間的余裕を与えない程の短期間に菌系を溶解させたものと推定される。この胞子数の減少が病原菌密度を低下させ、次第に土壌を健全なものに戻していくものと思われる。

図一2 CDU及び硫安連用土壌に添加したフサリウム菌系の変化



表一6 CDU及び硫安連用土壌に挿入したフサリウム菌系付着スライドグラス上の細菌数

連用土壌	スライドグラス上の細菌数 (×10 ⁶ /枚)		
	3日数	7	13
硫 安	2.6	2.7	6.1
CDU	75.0	31.2	21.8

〔試験一4〕 キュウリのツルワレ病に対するCDUの抑制効果 (ポット試験)

(試験方法) フスマ培地で培養した *F. oxysporum* f. *cucumerinum* を非汚染土壌 (黒色火山灰) に添加した汚染土壌を用い、N-P₂O₅-K₂Oを10ml当り25kgの割合で添加してキュウリを播種してポット栽培試験を行った。

(結果) 表一7に示したが、硫安区で74%の発病に対し、CDU区で16%と著しい発病の抑制がみられ、前項までに示したフラスコ実験に於ける拮抗性が栽培条件下でも発揮されることが確認できた。

表一7 キュウリのツルワレ病に対するCDUの抑制効果

肥料区処理	菌系侵入株 / 総株数		発病%	
硫安区	7/10	8/11	8/10	74
CDU区	2/12	1/10	2/10	16

期間: 56年4月2日~5月4日 (温室)