

堆肥連用畑土壌における土壌酵素活性

誌名	愛知県農業総合試験場研究報告 = Research bulletin of the Aichi-ken Agricultural Research Center
ISSN	03887995
著者	山田, 良三 沖野, 英男
巻/号	21号
掲載ページ	p. 273-280
発行年月	1989年11月

堆肥連用畑土壌における土壌酵素活性

セルラーゼ、プロテアーゼ及びフォスファターゼ活性と基質含量について

山田良三*・沖野英男*

緒 言

堆肥等有機物の施用は土壌の化学的な肥沃度を高めるとともに、有機物は微生物活動の主要なエネルギー源となる。そして、土壌中における物質代謝には各種の土壌酵素が関与しており、この土壌酵素は主に、微生物及び作物根から分泌されたり、生物の死後土壌へ供給される遊離酵素として存在している^{*)}。したがって有機物施用と酵素活性には微生物活動を通じて密接な関係があるものと思われる。

また、土壌は均一ではなく、特に根圏部は土壌と作物根が直接接する場であり、土壌からの養分及び水分の吸収、根からの有機物の放出などにより相互に影響を及ぼしあっているため、この部位は土壌微生物活動にとっても非根圏部位とは性格を異にすると考えられる。

本研究は有機物の主要な部分を占めるセルロース及びそれに由来する多糖類を加水分解するセルラーゼ、グルコシド化合物の加水分解に関与する β -グルコシダーゼ並びにタンパク窒素素をアミノ酸に加水分解し、窒素代謝に重要な役割を果たしているプロテアーゼ、りん酸結合を加水分解して無機りん酸を遊離する際に作用するフォスフォジエステラーゼ、フォスフォモノエステラーゼの5種類の土壌酵素について、堆肥連用畑土壌の根圏、非根圏土壌における酵素活性と、それに対応する基質含量を検討し、有機物の施用効果を土壌酵素の面から明らかにしようとしたものである。

なお、本試験を実施するにあたり九州農業試験場土壌微生物研究室長早野恒一博士にご教示いただきました。

ここに感謝の意を表します。

材料及び方法

1 供試土壌

中粗粒灰色低地土(FSL)、細粒黄色土(LiC)、及び多

腐植質黒ボク土(CL)の3種類の土壌をライシメータ(90×90cm、深さ80cm)に充填し、化学肥料単用(対照)、稲わら堆肥1t(乾物)/10a、同3t、おがくず入り豚ふん堆肥(以後家畜ふん堆肥)3tを年1回、5年連用した土壌を供試した。

栽培作物はハクサイ(12作目)で、昭和63年9月16日には種し、平成元年1月9日に収穫した(4個体/区)。施肥量は元肥としてN20kg/10a、P₂O₅10kg、K₂O15kg園芸化成で、追肥としてN、K₂Oとも10kg/10aをNK化成で施用した。

2 土壌の採取方法

ハクサイ収穫後、残った根に土壌をつけた状態で抜き取り、かるく振って土壌を落とし、残りの土壌をビニール袋中で強く振り、根圏土壌とした。採取量は1株当たり15~20g程度である。非根圏土壌は同じ区内で作物根の影響が少ないと思われる株間から採取した。

2mmのふるいを2~3回通して有機物残渣を注意深く残り除き分析に供した。直ちに実験できない場合は5℃で分析日まで保存した。

3 酵素活性の測定法

(1) セルラーゼ

30ml容のふた付きガラス管に土壌5gを入れ、静菌剤としてトルエン0.2ml添加し、15分間静置した。基質として0.25%カルボキシルメチルセルロース(CMC)/酢酸緩衝液(pH5.0)を15ml添加し、40℃で40時間インキュベートした。遠心分離(2000g×15分)した後、上澄液1mlを試験管に取りSOMOGYI-NELSON法⁵⁾で還元糖を定量した。別に基質を加えないで土壌のみインキュベートしたのについて同様の操作を行い、この値を差し引いたものを酵素活性とした。酵素量は乾土1g当たり、1分間に1nano moleのグルコースを生成する力価を1ミリ単位(1mU)として表示した。

(2) β -グルコシダーゼ

HAYANOの方法¹⁾に準じて以下のように測定した。土壤0.5gを試験管に取り、トルエン0.1mlを加え、15分間静置後、蒸留水0.9ml、MCLLVANIC緩衝液(pH4.8)¹²⁾1.5ml及び基質として0.05Mパラニトロフェニル- β -D-グルコシド0.6mlを順に加えた。次いでホモミキサーでかく拌振とうした後、30℃の恒温水槽で1時間インキュベートした。エタノール6mlを加えて酵素反応を停止させ、遠心分離(2000g×20分)後、上澄液2mlに1Mトリスアミノメタン2mlを加え、遊離したP-ニトロフェノールを発色させ400nmの吸光度を測定した。別に土壤を加えないものと、基質を加えないものについて同様に操作し、ブランク値として差し引き β -グルコシダーゼ活性とした。

(3) プロテアーゼ

LADDら¹⁷⁾の方法に準じて以下のように測定した。土壤1gを試験管に取り、トルエン0.1mlを加え15分間静置後、基質として 10^{-3} MのN-ベンジルオキシカルボニル-L-フェニルアラニル-L-ロイシン(0.1Mトリス塩酸緩衝液pH8.1)2ml及び蒸留水を1.8ml加え、ホモミキサーでかく拌した。次いで30℃の恒温水槽で1時間インキュベートし、水中で急冷後5N塩酸0.2mlを加えて酵素反応を停止させた。遠心分離(2000g×15分)後、上澄液2mlを試験管に取り、ニンヒドリン試薬を加え、15分間沸騰浴に保ち、冷却後50%エタノール溶液(V/V)3mlを加えてかく拌し、570nmにおける吸光度を測定した。

土壤を加えないものと、基質を加えないものについても同様に操作しブランク値として差し引いた。

酵素活性は基質からのロイシン遊離量をmUで表示した。

(4) フォスフォジエステラーゼ

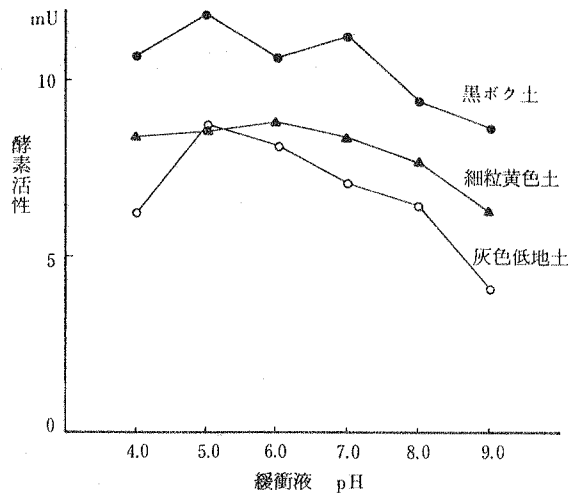
石井・早野の方法¹⁸⁾によって以下のように測定した。

土壤0.5gを試験管に取り、トルエンを0.1ml加えて15分間静置後、蒸留水1.4ml、トリスマレイト緩衝液0.6mlを加えた。基質として 3×10^{-2} Mピス(4-ニトロフェニル)りん酸1mlを加えてかく拌振とうし、30℃の恒温水槽中で1時間インキュベートした。遊離したパラニトロフェノール量は β -グルコシダーゼの場合と同様に算出した。

本酵素は土壤によって活性の最適pHが異なるため、供試土壤についてあらかじめ緩衝液のpHを変えて測定した。第1図に示したように灰色低地土、黒ボク土はpH5.0で最も活性が高く、細粒黄色土はpH6.0次いでpH5.0であったが差が小さいので、以後の測定にはpH5.0に調製した緩衝液を用いた。

(5) フォスフォモノエステラーゼ

フォスフォジエステラーゼと同一条件で測定したが、



第1図 フォスフォジエステラーゼ活性に及ぼす pH の影響

基質はパラニトロフェニルりん酸2ナトリウム/MUB緩衝液pH6.5を用い、インキュベート温度は37℃とした。

それぞれの酵素活性は3~5連、ブランク値は2連を測定した。

4 基質含量の測定法

(1) 熱水抽出炭素

土壤10gを200mlの三角フラスコに入れ、蒸留水100mlを加え、冷却管をつけてホットプレート(110℃)上で2時間加熱した。その後直ちに冷却し、ろ過した。ろ液をアンスロンで発色^{15,16)}させ、グルコースを標準物質として炭素を定量した。

(2) 熱水抽出窒素

上記熱水抽出液中の無機態窒素をコンウェイの微量拡散法¹⁹⁾により定量した。

(3) 熱水抽出及び水溶性りん酸

上記熱水抽出液中のりん酸を常法により定量した。別に、土壤5gを100mlの振とうびんに入れ、蒸留水50mlを加え、30℃で1時間振とうした。ろ液について同様にりん酸を定量し、水溶性りん酸とした。

試験結果及び考察

1 土壤の理化学性

土壤酵素活性測定に供したハクサイ跡地土壤の理化学性を第1表に示した。炭素含量は各土壤とも堆肥施用量の増加に伴って増大し、増加量は稲わら堆肥1t区が0.2~0.4%、同3t区が1.0~2.4%、家畜ふん堆肥区が1.2~2.7%であった。土壤別では黒ボク土での増加が最も大きく次いで細粒黄色土、灰色低地土の順で

あった。この炭素含量の増加に伴いCECについても稲わら堆肥1t区で1.4~2.3me、同3t区で3.2~8.9me、家畜ふん堆肥3t区で6.0~13.9me各対照区に比較して増大した。

また、有効態りん酸は家畜ふん堆肥連用による蓄積が著しく246~322mg/100gにまで達した。

2 ハクサイ収量及び成分濃度

ハクサイ収量及び成分濃度は第2表に示したとおりである。収量に及ぼす堆肥の効果は細粒黄色土が最も大きく対照区(5.09kg)に対して30~61%増収した。黒ボク土では6.06kgに対して28~50%、灰色低地土では7.39kgに対して稲わら堆肥1t区を除いて14~25%増収した。

腐植含量が少なく、他の化学的肥沃度の低い細粒黄色土では堆肥等有機物の施用が作物の生育にとって重要であることを示唆している。

作物体中の成分濃度と土壌中における各成分含量との関係についてはCa($\gamma = 0.673^*$)、Mg($\gamma = 0.674^*$)のみ相関が認められた。N、 P_2O_5 、Kについては土壌中の各成分含量に関係なくほぼ同程度であり、吸収量は生育量に対応していた。

3 土壌酵素活性

(1) セルラーゼ

第2図に各土壌の根圏、非根圏土壌におけるセルラーゼ活性及び熱水抽出炭素含量を示した。図から明らかな

第1表 供試跡地土壌の理化学性(乾土当たり)

土壌	処 理 t(乾物)/10a	pH (H ₂ O)	T-C %	T-N %	C/N	CEC me	Ex・Cation			りん酸 吸収係数	Truog P ₂ O ₅ mg
							CaO mg	MgO mg	K ₂ O mg		
灰色低地土	対 照	4.7	0.75	0.078	9.6	11.9	140	35	52.8	260	110.9
	稲わら堆肥 1	5.2	1.15	0.106	10.8	13.3	180	32	54.1	300	120.1
	同 3	5.7	1.78	0.159	11.2	15.1	307	44	104.7	310	156.2
	家畜ふん堆肥 3	5.1	1.96	0.195	10.1	17.9	234	45	104.7	320	280.3
細粒黄色土	対 照	5.5	0.32	0.046	7.0	9.1	173	28	27.7	400	89.4
	稲わら堆肥 1	5.3	0.70	0.075	9.3	11.4	219	42	45.1	550	75.4
	同 3	6.3	1.99	0.160	12.4	14.7	369	60	74.3	490	121.2
	家畜ふん堆肥 3	5.2	2.06	0.189	10.9	16.3	263	52	115.7	460	322.3
黒ボク土	対 照	4.9	7.43	0.289	25.4	42.8	327	52	58.3	1,840	45.6
	稲わら堆肥 1	5.1	7.61	0.381	20.0	46.8	531	79	112.7	1,820	44.5
	同 3	5.6	9.80	0.461	21.3	49.8	804	139	146.7	1,850	48.6
	家畜ふん堆肥 3	5.1	10.11	0.505	20.0	50.2	669	119	162.7	1,870	245.9

第2表 ハクサイ収量及び成分濃度(乾物当たり)

土壌	処 理 t(乾物)/10a	収 量 1 区		成 分 濃 度				
		生 重 kg	乾 重 g	N %	P ₂ O ₅ %	K %	Ca %	Mg %
灰色低地土	対 照	7.39 (100)	359 (100)	3.36	1.42	6.68	0.67	0.19
	稲わら堆肥 1	6.80 (92)	360 (100)	3.42	1.51	7.24	1.08	0.24
	同 3	8.42 (114)	382 (106)	3.36	1.59	6.92	1.63	0.30
	家畜ふん堆肥 3	9.21 (125)	427 (119)	3.58	1.77	7.27	1.50	0.31
細粒黄色土	対 照	5.09 (100)	214 (100)	3.58	1.71	8.12	1.78	0.31
	稲わら堆肥 1	6.61 (130)	300 (140)	3.40	1.87	7.42	1.50	0.26
	同 3	8.20 (161)	348 (163)	3.16	1.62	6.44	1.42	0.29
	家畜ふん堆肥 3	7.54 (148)	306 (143)	3.46	1.66	8.02	1.41	0.38
黒ボク土	対 照	6.06 (100)	316 (100)	3.60	1.46	7.61	1.53	0.37
	稲わら堆肥 1	7.94 (131)	389 (123)	3.34	1.39	7.49	1.51	0.33
	同 3	9.11 (150)	401 (127)	3.72	1.76	7.79	2.39	0.39
	家畜ふん堆肥 3	7.74 (128)	348 (110)	3.34	1.85	7.31	1.57	0.39

()内は各対照区に対する%

ように、各土壌とも全活性に占めるブランク値が大きく、根圏土壌で48～82%、非根圏土壌では39～96%を占めていた。特に黒ボク土の非根圏土壌では90%以上と大きかった。したがってこのような場合はブランク値を差し引かないで全活性を評価する方がより適当であると考えられる。全活性についてみると、各対照区では灰色低地土が最も大きく、次いで細粒黄色土>黒ボク土であった。

堆肥施用にともない活性は増大するが、稲わら堆肥と家畜ふん堆肥の比較では、家畜ふん堆肥施用の方が活性が高まる傾向が認められた。

根圏、非根圏土壌における活性は、黒ボク土では根圏土壌の方が大きくなる傾向が認められたが、他の土壌では明らかではなかった。

次に、セルラーゼの基質となりうる熱水抽出炭素含量は、各土壌とも堆肥施用にともなって増加しており、その程度は腐植に富む黒ボク土が最も多く、灰色低地土>細粒黄色土であった。黒ボク土と他の土壌の腐植含量には約10～20倍の差があるが、熱水抽出炭素含量では1.4～1.8倍とその差は小さく、黒ボク土に含まれる腐植は難分解性であることがうかがわれる。したがって熱水抽出炭素含量の増加はほぼ堆肥からの持ち込み量に対応しているものと考えられる。

また、熱水抽出炭素含量は、根圏土壌の方が非根圏土壌より少ない傾向が認められた。根圏部は微生物活動がより活発である⁽⁹⁾ことから、作物根から分泌されたり、微生物から放出される基質量が非根圏部より多くても、エネルギー源として取り込まれてしまう結果であると推察された。

(2) β -グルコシダーゼ

土壌の β -グルコシダーゼは植物遺体などから土壌へ供給されるさまざまな β -グルコシドを加水分解し、生じたグルコースは微生物のエネルギー源となるが、一方では地毒素の前駆物質と考えられているフェノール性の β -グルコシドも加水分解するために、生じたフェノール性物質は植物根のかわ変化を引き起こすものとして植物病理学的観点からも研究⁽⁹⁾が進められている。

本試験に供した土壌は12作作付後のものであるが、イネ科牧草類と葉菜類を組み合わせた作付体系をとっており、現在のところ上記根のかわ変化を引き起こすような連作に起因する障害は認められていない。

第3図に示したように β -グルコシダーゼ活性は、稲わら堆肥施用量の増加にともなって高くなるが、家畜ふん堆肥施用ではそれほど活性を高めず各対照区と同程度であった。セルラーゼ活性が家畜ふん堆肥>稲わら堆肥であったことからすると、堆肥中成分の違いが関係しているものと考えられる。

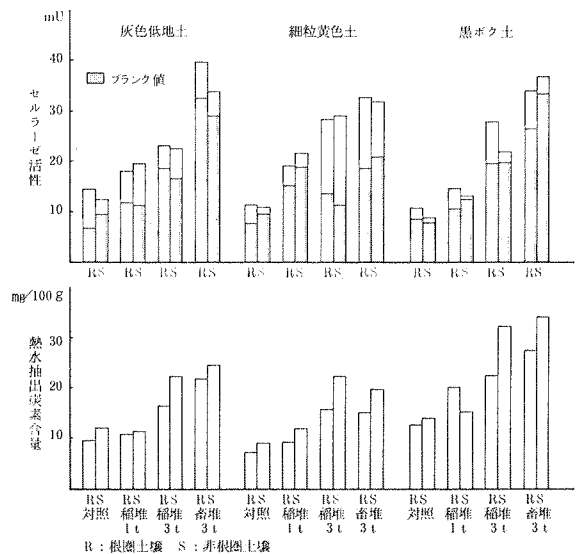
根圏、非根圏土壌における活性の差は黒ボク土で明らかに認められ、根圏土壌の方が高く、その程度は稲わら堆肥施用量に対応していた。

(3) プロテアーゼ

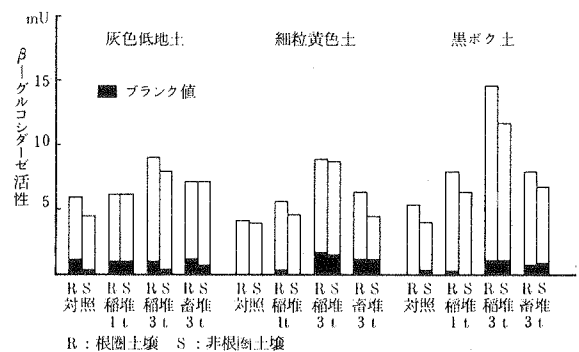
各土壌の堆肥施用によるプロテアーゼ活性と熱水抽出窒素含量を第4図に示した。

図から明らかなように、プロテアーゼ活性はセルラーゼ活性と同様にブランク値が大きい。すなわち天然の基質に由来する活性が大きいといえる。タンパク態窒素が⁽¹³⁾無機化する過程で重要な役割を果たしている本酵素は作物生育と密接な関係にあり、その活性の評価は人工基質(N-ベンジルオキシカルボニル-L-フェニルアラニル-L-ロイシン)添加による活性と土壌由来の基質による活性をあわせてみるのが、その土壌のもつ生産力を予測する場合にはより適当と考えられる。

ブランク値を加えた全酵素活性は各土壌とも堆肥施用の影響が明らかに認められ、施用量に対応して根圏、非



第2図 セルラーゼ活性と熱水抽出炭素含量



第3図 β -グルコシダーゼ活性

根圏土壌とも活性が高まった。

本酵素活性は根圏効果 (R/S) が細粒黄色土及び黒ボク土において顕著に認められ、各 2.4、2.3 倍であった。しかし、灰色低地土では 1.4 倍と低かった。そして根圏効果は堆肥施用により低下する傾向にあり、稲わら堆肥 1 t 区は 1.1~1.8 倍、同 3 t 区は 1.2~1.4 倍、家畜ふん堆肥 3 t 区は 1.2~1.3 倍であった。

プロテアーゼ活性は、他の土壌酵素と異なり、根の存在によって増加する割合が小さく、微生物由来のものが多くとされている¹⁴⁾。非根圏土壌においても堆肥施用による微生物菌体の持ち込み、あるいは基質含量が増加するため微生物活動の活発化が起こり、その結果として堆肥施用土壌では根圏効果が低下するものと考えられる。

熱水抽出窒素含量についてみると、各土壌とも堆肥施用により増加しているが、根圏土壌と非根圏土壌の比較では明らかに非根圏土壌での増加が大きい。根圏と非根圏土壌における窒素含量の差の大きさが作物生育量とは直接結びつかないものの、土壌中における窒素の挙動について興味深い示唆を与えている。窒素代謝の速度、量の検討は今後の課題としたい。

(4) フォスファターゼ

オリゴヌクレオチドのジエステルりん酸結合を加水分解するフォスフォジエステラーゼと生じたモノヌクレオチドのりん酸エステルから無機りん酸を遊離する過程に作用するフォスフォモノエステラーゼ活性及び土壌中のりん酸含量との関係を第 5 図に示した。

フォスフォジエステラーゼ活性は植物根に由来する部分が大きいとされている¹⁵⁾ ように、根圏土壌の方が高

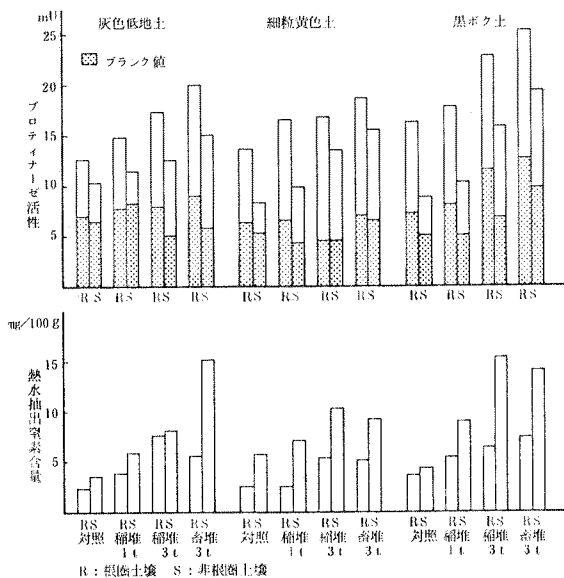
い傾向が認められた。そして、土壌中のりん酸 (熱水抽出 P_2O_5 、水溶性 P_2O_5) 含量は活性の高い根圏土壌で低くなっており、熱水抽出窒素の場合と同様な挙動を示した。黒ボク土についてはりん酸の固定力が強いいため、その差は明らかでなかった。

また、活性に及ぼす堆肥の影響は、稲わら堆肥と家畜ふん堆肥では異なり、りん酸を多量に含有する家畜ふん堆肥施用土壌では活性が却って低下する傾向が認められた。

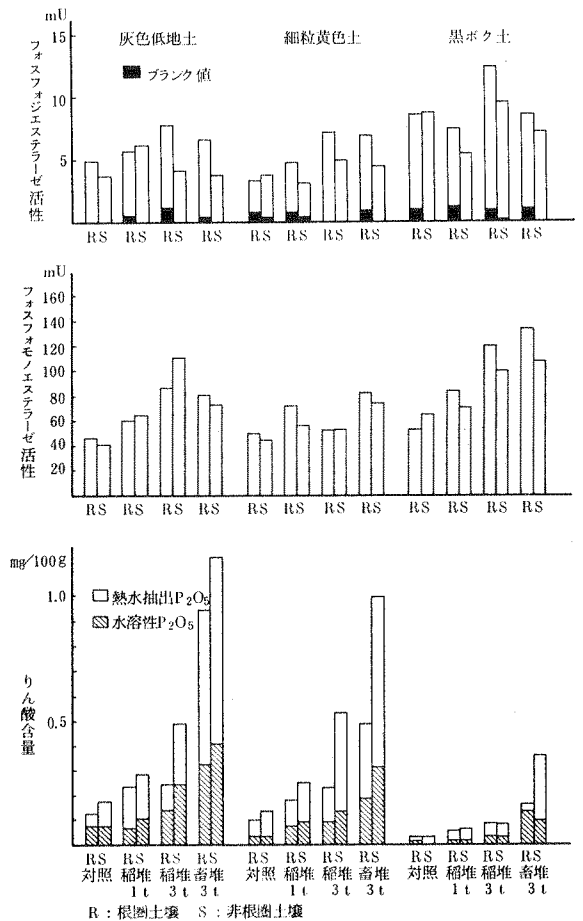
吉倉がりん酸多施用区ではフォスファターゼ活性がしばしば低くなると報告している¹⁴⁾ ように、土壌中のりん酸濃度が一定レベル以上になるとフィードバック阻害がおきるものと考えられる。

フォスフォモノエステラーゼ活性は先行して働くフォスフォジエステラーゼ活性が根圏で 2.6~11.4 mU、非根圏土壌で 2.7~9.3 mU であるのに対して、各 46~133 mU、41~111 mU と高い活性を示した。

稲わら堆肥施用に対応した活性の増大は灰色低地土及



第 4 図 プロティナーゼ活性と熱水抽出窒素含量



第 5 図 フォスファターゼ活性と土壌中のりん酸含量

第3表 根圏土壤の酵素活性、基質含量間の相関行列

項目	β -グルコ シダーゼ	プロティナーゼ	フォスフォ モノエステラーゼ	フォスフォ ジエステラーゼ	熱水抽出C	熱水抽出N	水溶性P	熱水抽出P
セルラーゼ	0.318	0.767**	0.635*	0.410	0.692*	0.632*	0.803**	0.726**
β -グルコ シダーゼ		0.464	0.625*	0.859*	0.639*	0.636*	-0.149	-0.175
プロティナーゼ			0.574	0.558	0.743**	0.677*	0.377	0.297
P-モノエステ ラーゼ				0.430	0.754**	0.690*	0.281	0.141
P-ジエステ ラーゼ					0.702**	0.659*	-0.046	-0.082
熱水抽出C						0.840**	0.342	0.227
熱水抽出N							0.340	0.198
水溶性P								0.954**

* 5%水準で有意 ** 1%水準で有意

第4表 非根圏土壤の酵素活性、基質含量間の相関行列

項目	β -グルコ シダーゼ	プロティナーゼ	フォスフォ モノエステラーゼ	フォスフォ ジエステラーゼ	熱水抽出C	熱水抽出N	水溶性P	熱水抽出P
セルラーゼ	0.251	0.922**	0.485	-0.067	0.720**	0.752**	0.680*	0.739**
β -グルコ シダーゼ		0.540	0.576	0.386	0.671*	0.679*	-0.032	-0.123
プロティナーゼ			0.608*	0.198	0.850**	0.854**	0.562	0.608*
P-モノエステ ラーゼ				0.401	0.791**	0.618*	0.196	0.116
P-ジエステ ラーゼ					0.454	0.276	-0.448	-0.404
熱水抽出C						0.885**	0.253	0.261
熱水抽出N							0.379	0.387
水溶性P								0.963**

* 5%水準で有意 ** 1%水準で有意

び黒ボク土では認められたが細粒黄色土では明らかでなかった。また、根圏、非根圏土壤における活性の差は土壤の種類により異なり、単に植物根分布の違いからは説明できなかった。

4 土壤酵素活性、基質含量間の相関

第3表、第4表に各土壤酵素活性と基質含量の関係を示した。セルラーゼ活性とプロテアーゼ活性には根圏、非根圏土壤とも高い正の相関が認められた($\gamma=0.767^{**}$ 、 0.922^{**})。土壤中における代謝が正常であれば、これら有機物の分解に作用する酵素は同様に働くことを示している。

熱水抽出炭素及び窒素はセルラーゼやプロテアーゼ活性と相関が高いのは当然であるが他の酵素とも相関が認められた。微生物活動と密接な関係にある土壤酵素活性は、エネルギー源としての基質を通じて間接的に結びついているからであろう。

フォスフォジエステラーゼ活性は、非根圏土壤において水溶性りん酸、熱水抽出りん酸濃度と負の関係にある傾向を示した。基質となる有機態りん酸は堆肥施用により増加すると考えられるため、本酵素活性の場合は、土

壌中の無機りん酸濃度が制限因子となっていることを裏づけている。このことから土壤中の適正なりん酸含量については、酵素活性阻害の面からも検討する必要があるであろう。

以上、各酵素活性と基質含量について述べたが、酵素活性の評価は、作物収量に及ぼす効果が最も重要であると考えられる。本実験では性格の異なる3種類の土壤を供試しているため、土壤間の要因の差の方が処理の差よりも大きく、単に酵素活性のみからは直接収量とは結びつかなかった。しかし、同じ土壤間の比較では、土壤の肥沃度と関係の深いセルラーゼ、プロテアーゼ活性と収量には密接な関係が認められた。

有機農法が各方面で取り上げられている現在、有機物の持つ多面的な機能を解明する手段として、土壤中の物質代謝と密接な関係にある土壤酵素の研究は意義のあるものと考えられる。

摘 要

堆肥を連用した3種類の土壤(灰色低地土、細粒黄色

土、黒ボク土) について、12作目ハクサイ跡地土壌の各種土壌酵素活性と基質含量を測定した。その結果次の知見が得られた。

1 セルラーゼ活性は各土壌とも堆肥施用により高まった。熱水抽出炭素含量も堆肥施用に対応して増加した。

堆肥3 t区では根圏土壌の方が非根圏土壌より明らかに熱水抽出炭素含量が少なかった。

2 プロテアーゼ活性は対照区において根圏効果が顕著に認められたが、堆肥施用により低下した。熱水抽出窒素含量は、根による吸収の結果、根圏土壌の方が少なかった。

3 β -グルコシダーゼ活性は家畜ふん堆肥より稲わら堆肥施用により高まる傾向が認められた。

4 フォスフォジエステラーゼ活性は、りん酸含量の多い家畜ふん堆肥施用により却って低下する傾向が認められた。

土壌中のりん酸含量(水溶性、熱水抽出)は、熱水抽出炭素や窒素と同様に根圏土壌の方が少なかった。

また、フォスフォモノエステラーゼ活性は、先行して働くフォスフォジエステラーゼ活性に比較して10~20倍の高い活性を示した。

5 セルラーゼ活性とプロティナーゼ活性には高い相関が認められた。

熱水抽出炭素及び窒素はセルラーゼやプロテアーゼ以外の酵素とも高い相関が認められた。これらの基質は微生物活動のエネルギー源として間接的に他の酵素とも結びあって作用していることが推察された。

引用文献

- HAYANO, K., 1973, A Method for Determination of β -Glucosidase Activity in Soil, Soil Sci., Plant Nutr, 19, 103~108.
- 早野恒一, 1978, トマト栽培施設圃場の土壌酵素活性について, 土肥誌, 49, 2, 158~162.
- ら, 1983, トマト育苗床土のプロティナーゼ、フォスファターゼおよびグリコシダーゼ活性について, 土肥誌, 54, 4, 331~334.
- , 1989, 土壌酵素測定法とその応用, 土水研究会資料No 5, 農環研, P.9~24.
- 福井作蔵, 1969, 還元糖の定量法, 東京大学出版会, 東京, P.10~20, 47~54.
- 石井忠雄・早野恒一, 1974, 土壌のフォスフォジエステラーゼ活性の測定法.
- LADD, J. N. and BUTLER, J. H. A., 1972, Short-term Assays of Soil Proteolytic Enzyme Activities Using Proteins and Dipeptide Derivatives as Substrates, Soil Biol Biochem, 4, 19~30.
- , 1978, Origin and Range of Enzymes in Soil, SOIL ENZYMES, Academic Press London, P.52~60.
- 大村裕顕, 1980, トマト施設栽培における土壌酵素活性, 栃木県研報, 26, 79~84.
- 嶋田典司, 1986, 土壌標準分析・測定法, 博友社, 東京, P.110~114.
- 立川涼, 1966, 土壌および液体試料中の有機物の迅速定量法ならびに糖類に関する二、三の定量法, 土肥誌, 37, 28~33.
- 湯不二夫, 水島昭二, 1984, 生化学ハンドブック, 丸善, 東京, P.474~484.
- 山田良三ら, 1985, 堆肥連用土壌におけるセルラーゼ活性及びプロティナーゼ活性について, 愛知農総試研報17, 126~132.
- 吉倉惇一郎, 1984, りん酸含量を異にする土壌におけるりん酸の無機化に関与する土壌酵素活性について, 近畿中国農研, 67, 24~28.

Soil Enzyme Activities in Three Kinds of Soils with Successive Application of Organic Matter

Relationship between soil enzyme activities (cellrase, β -glucosidase, protease and phosphatase) and natural substrate content

Ryozou YAMADA and Hideo OKINO

Summary

Using three kinds of soil (Gray Lowland soil, fine textured Yellow soil and Andosol) with successive application of organic matter, the authors measured five kinds of soil enzyme activities and natural substrate contents in soil where chinese cabbages (the twelfth crop) were cultivated.

The results are summarized as follows;

1. It was recognized that cellrase activities and hot water soluble carbon contents (heat treated at 110°C) increased as the organic matter application increased.

In the plot treated by organic matter (3 t /10a), hot water soluble nitrogen contents of rhizosphere soil were clearly less than those of non-rhizosphere soil.

2. It was clearly recognized that the rhizosphere effect (R/S) of protease activity at control plot was higher than that of treated plot, but it was decreased by organic matter application. Resulting from absorption by roots, hot water soluble nitrogen contents of rhizosphere soil were less than those of non-rhizosphere soil

3. β -glucosidase activity was apt to increase more by ricestrow compost than by sawdust compost mixed with pig experiment application.

4. Phosphodiesterase activity was apt to decrease by application of saw dust compost mixed with pig experiment contained much phosphoric acid.

Phosphomonoesterase activity showed 10-20 times high activity compared with phosphodiesterase activity.

5. Cellrase activities correlated highly with protease activities.

Hot water soluble carbon and nitrogen extracted from soil correlated highly with cellrase and protease activities.

It seemed those natural substrates which combined with the other enzyme indirectly, acted on the microorganic metabolism.