

イチゴ施設栽培ほ場の土壌管理と土壌酵素活性*

大村 裕顕・赤木 博・小熊 純一**

I 緒 言

畑作物を連作した場合、輪作に比べ収量が不安定になることは、一般的に知られている事象である。その原因は、解明されたわけではないが、連作によって土壌環境が単相化することがひとつの要因になると考えられている。異なった種の作物が作付されることによって、土壌からの養分の収奪、根から土壌への物質供給系が単純化せず、非連続になり、土壌は複相系となる。

土壌中で生活を営んでいる微生物群は、極めて多様である。しかし、土壌環境の変化を受け易いのも土壌微生物であり、ほ場の植物根やその管理等の影響を受け活動量が大きく変化しうる^{2,10,19}。微生物や植物由来の酵素群が土壌中で活性をもち、土壌の物質代謝に関与していることが知られており、また、各種酵素の活性比の相違等が、作物の生産に影響していることが判明しつつある^{1,8,13}。

イチゴ栽培は、土地利用の制約や固定型施設の増加等によって連作ほ場が多くなっている。その結果、連作を原因とする作柄不安定が増えてきている。イチゴ栽培については、安定多収を求めて、ウィルスフリー苗の導入⁶⁾、有機質肥料施用、土壌消毒等さまざまな対策が行われている。しかし、連作条件下では、収量低減に対し、十分な対策とはならず、土壌環境をできるだけ輪作ほ場の環境に近似させることによ

って、生産性の維持向上を図る目的で試験を実施した。

イチゴについては、連輪作による土壌の生化学的变化と収量等との関係について実施した研究は皆無である。また、この問題は、土壌の有機物の評価に大きくかかわって重要な課題である。

II 試験方法

1. 土壌及びほ場

供試土壌は、火山灰の影響を受けた細粒質灰色低地土であり、リン酸吸収係数がやや大きく(第1表)、ほ場は、1973年まで水田で74年秋以降イチゴ栽培ほ場に供されている。ほ場は、土壌病害が多発したため試験開始時(1980年6月)にクロロピクリン剤を用い、全面に土壌消毒を行った。

2. 供試品種及び作型等

イチゴの品種はダナーを用いた。作型は、電照半促成栽培である。1981年4月13日親株を定植し、8月15日子苗を採取し、苗床へ仮植し、10月25日に成苗を本ほへ定植した。5℃以下の気温が350時間経過後12月27日に保温(最低気温5℃)と電照(16時間連続照明)とを開始した。収穫期間は、1982年2月15日から5月15日であった。本ほの施肥量は、a当たりN・P₂O₅・K₂O 2kg(CDU化成70%・リン硝安加里30%)であり、全量基肥とし全面全層へ施用した。

3. ほ場の管理内容と試験区

イチゴ休閑期(6~10月)に行った管理は、第2表に示した。イチゴ休閑期には、水稻、裸地、キャベツ、ソルガムを栽培し地上部鋤込と搬出

*本報告の概要は、昭和57年9月の土壌肥科学会関東支部会で発表した。

** 現栃木県真岡農業改良普及所。

栃木県農業試験場研究報告第31号

処理を行い、イチゴ作に対しては、それらの処理を2分し、堆肥無施用と施用の両系列を設定した。堆肥施用系列(6~10区)には、イチゴ定植前(10月12日)に堆肥をa当たり600kg施用した。堆肥は、肥育牛の敷料物に使用されたおがくずに容量比で約20%のムギわらを加え、腐熟させたおがくず堆肥である。その特性を第3表に示した。

実験規模は、裸地区とキャベツ区が9m²、他区は18m²とし、2連制とした。

4. 分析方法

全炭素と全窒素はC-Nコーダ(柳本MT-500型)を用い、助燃剤には酸化第二銅¹⁸⁾を使用し測定した。アンモニア態窒素は、水蒸気蒸留法³⁾、硝酸態窒素は、イオン電極メータ(ORION-701型)を用い定量した。土壌粗タンパク質量は、和田らの方法を用いた²⁰⁾。ニ

ンヒドリン陽性画分は、湿潤土1gにトリス塩酸緩衝液(0.1M, pH 8.1)⁵⁾を6ml加え60分間振とう後5MHClを0.4ml加え、5分間振とう抽出し、ニンヒドリン試薬陽性画分を比色定量し、ロイシン相当量に換算した。プロテアーゼは、LADD & BUTLERの方法¹²⁾、L-グルタミンナーゼは、OMURAらの方法¹⁵⁾、β-アセチルグルコサミニダーゼは、金沢・高井の方法¹¹⁾、ホスホジエステラーゼは、石井・早野の方法⁹⁾を用いて、測定した。ホスホモノエステラーゼは、ホスホジエステラーゼ測定法に準じ、基質と緩衝液のpHを変え測定した。β-グルコシダーゼは、HAYANOの方法を用い測定した⁷⁾。

5. 測定材料の取扱い

イチゴの収量調査は、平均的に生育した部分10株を選び行った。土壌の分析は、表層約1cm

第1表 供試土壌の理化学性

層位	pH H ₂ O	T-C %	T-N %	C /N	置換性塩基* CaO MgO K ₂ O	リン酸吸 収係数	粘土 %	土性
I	6.0	3.30	0.28	11.8	183 32 15	1126	18.9	L
II	6.8	2.17	0.17	12.8	393 53 25	1067	17.6	L

* mg/100g乾土

第2表 試験区の内容

No	イチゴ休 閑期の作物	堆肥*	休閑期のほ場管理内容
1	水稲	無	は種 ⁵ / ₂₅ , 定植 ⁵ / ₂₅ , 収穫 ⁵ / ₂₅ , 施肥量0.5kg/a
2	裸地	〃	休閑期無管理(除草のみ行った)
3	キャベツ	〃	は種 ⁶ / ₁₅ , 定植 ⁶ / ₁₀ , 収穫 ⁶ / ₂₅ , 施肥量2.0kg/a
4	ソルガム	〃	〃 ⁶ / ₁₅ , ⁸ / ₂₂ に地上部を刈り, ほ場外へ搬出, 施肥量0
5	ソルガム	〃	〃 ⁶ / ₁₅ , ⁸ / ₂₂ に全量ほ場へすき込み(約600kg/a生重), 施肥量0
6	水稲	有	1区と同一処理
7	裸地	〃	2 〃
8	キャベツ	〃	3 〃
9	ソリガム	〃	4 〃
10	ソルガム	〃	5 〃

* イチゴ作に無・有, 休閑期には全区堆肥無施用。

イチゴ施設栽培ほ場の土壌管理と土壌酵素活性

を除去し、作土層全層から採取し、φ 2 mmのふるいを通し、湿潤試料と風乾試料とに分け、湿潤試料については4℃以下で、風乾試料については、室温で保存した。無機態窒素、ニンヒドリン陽性画分、土壌酵素活性の測定は、湿潤試料を用いて試料採取後1カ月以内に行った。それ以外の分析は、風乾試料を用いて行った。なお、土壌試料の採取は、イチゴ収穫前半期（3月13日）に行った。

第3表 供試おがくず堆肥の性質

PH	T-C	T-N	C	P ₂ O ₅	K ₂ O	EC	水分
H ₂ O	%	%	N	%	%	1:10	%
7.4	38.9	1.90	23.0	1.90	1.83	6.7	64

III 試験結果

土壌の化学性は、第4表に示したとおり、全炭素及び全窒素が堆肥施用系列(6~10区)で増加した。しかし、無機態窒素に関しては、堆肥施用や休閑期の管理の影響が少なかった。ソルガムすき込み(5・10区)は、全炭素含量を増加させる傾向がみとめられたが、土壌の化学性に対しては、イチゴ休閑期の管理の影響が小さかった。

第4表 イチゴ収穫初期土壌の化学性

No	PH	T-C	T-N	C	NH ₄ -N	NO ₃ -N
	H ₂ O	%	%	N	mg/100g	mg/100g
1	5.9	3.45	0.25	13.8	0.62	11.4
2	5.7	3.36	0.24	14.0	0.77	10.0
3	5.8	3.35	0.26	12.9	0.38	6.8
4	5.4	3.38	0.28	13.7	1.15	19.0
5	5.3	3.92	0.25	15.7	1.17	21.5
平均	5.6	3.49	0.26	14.0	0.82	13.7
6	6.0	4.32	0.34	12.7	1.06	8.9
7	6.0	4.22	0.32	13.2	0.79	7.0
8	5.9	4.50	0.35	12.9	0.88	16.9
9	5.8	4.34	0.39	11.1	1.19	14.8
10	5.8	4.60	0.37	12.4	1.04	12.9
平均	5.9	4.40	0.35	12.5	0.99	12.1

しかし、土壌酵素によって無機態となる前駆物質である粗タンパクやニンヒドリン陽性画分量は、ソルガムすき込みで増加した。また、ニンヒドリン陽性画分量は、イネ科栽培区で増加したことは明らかであった。堆肥施用は、更に、それらの物質を増加させた。第5表にそれらの結果を示した。

第5表 土壌の粗タンパク、ニンヒドリン陽性画分量

No	粗タンパク mg/g	ニンヒドリン陽性画分* mg/100g
1	7.5	2.52
2	7.6	1.64
3	5.9	1.76
4	6.3	1.97
5	7.9	2.20
平均	7.0	2.02
6	6.9	3.37
7	7.9	2.71
8	9.4	3.22
9	9.7	4.02
10	10.4	5.10
平均	8.9	3.67

*ロイシン換算量

土壌酵素活性は、堆肥施用系列で高くなり、休閑期の土壌管理からは、ソルガム栽培によって活性が高まる傾向であり、キャベツの栽培は、むしろ活性が低下する傾向がみられ、裸地管理より低くなる場合が多かった。水稻区は、L-グルタミナーゼ及びホスホモノエステラーゼ活性が低下したが他の活性は高まった(第6表)。

イチゴの収量は、堆肥施用系列の裸地区及び無施用の水稻区が多かった。堆肥施用系列では、各区の収量が近似したが無施用系列では、差異が大きかった。堆肥無施用系列のキャベツ区は、収量が極端に少なかったが、堆肥施用系列の裸地区の収量が相対的に多く、休閑期の土壌管理が、必ずしも直接的に収量へ反映したわけではなかった。

第6表 土壤酵素活性及びイチゴ収量

No.	プロテ アーゼ	L-グルタ ミナーゼ	β -アセチル グルコサミ ニダーゼ	ホスホジ エステ ラーゼ	ホスホモノ エステ ラーゼ	β -グルコ シダーゼ	収 量
1	4.4(217) *	62(69)*	1.5(169) *	7.2(164) *	15 (83) *	4.0(167) *	2.85(127) **
2	2.0(100)	90(100)	0.9(100)	4.4(100)	18 (100)	2.4(100)	2.24(100)
3	1.9(95)	60(67)	0.7(75)	4.3(98)	15 (85)	2.9(119)	1.77(79)
4	3.7(183)	102(113)	1.2(139)	5.2(118)	21 (118)	4.5(188)	2.43(108)
5	4.5(221)	80(89)	1.9(218)	7.5(170)	26 (143)	5.8(242)	2.22(99)
6	6.5(105)	103(83)	2.3(127)	8.0(108)	18 (92)	7.9(171)	2.44(85)
7	6.1(100)	124(100)	1.8(100)	7.4(100)	20 (100)	4.6(100)	2.86(100)
8	5.6(92)	112(90)	2.0(109)	6.4(86)	21 (104)	5.1(111)	2.35(82)
9	5.4(89)	141(114)	2.0(111)	8.6(116)	24 (120)	6.3(136)	2.55(89)
10	7.2(117)	181(146)	3.7(206)	10.7(145)	30 (152)	8.8(190)	2.68(94)

* 裸地区に対する活性比

** 裸地区に対する収量比

IV 考 察

イチゴ休閑期の土壤管理とイチゴ作に対する堆肥施用が、イチゴの収量へ及ぼす影響について、土壤の諸性質の変化の内、特に生物的側面を中心にし研究を行った。同時に土壤化学性の変化を調査した。

イチゴ収穫期の土壤の化学性は第4表に示すように、変動はあるが休閑期の裸地及びキャベツ区では、pH、T-C、T-N及びNH₄-Nがソルガム栽培グループと内容が、やや異なっていた。ソルガムグループは、T-C、T-N及びNH₄-Nが増加傾向であり、pHは低くなった。NO₃-Nは、各処理間の変異が大きかったが、裸地区が少ない傾向で、ソルガムグループは多く、水稻区ではやや多かった。しかしキャベツ区では、堆肥施用の有無で異なり傾向を特定できなかった。休閑期の施肥量はこの区が最多であったにもかかわらず、無堆肥のキャベツ区のNO₃-N含量が最少であった原因については、不明である。また、無堆肥キャベツ区は、T-C、NH₄-Nも裸地区より少なく、他の区と性質を異にした。pHは、堆肥施用によって

高く、施用した堆肥の量が多いため、堆肥のpHの影響を直接受けたと考えられる。ソルガムグループのpHの低下傾向は、休閑期の管理の影響とするより、むしろ土壤のNO₃-N含量が多かったことが原因と考えられる。

土壤中のT-C、T-Nは、土壤管理の影響を受けたが、両者に及ぼした影響は堆肥の有無の方が強かった。休閑期に作付された作物由来のCやNが土壤へ付加されるため、それらが消耗方向へ傾斜する裸地管理より増加したが、作物の生体は、土壤中で分解が速く、土壤での残存率が低い。したがって、土壤への化学的影響は、長期間持続することは少ない。これに反して、堆肥は、易分解成分が分解減少しており、ほ場へ施用された後、長く土壤へ影響を及ぼす。更に、堆肥中には、多種の微生物が生息しており、それらの遺体をとおして、含窒素化合物の供給源となる。

土壤中のNH₄-Nは、その供給量と硝化能との関数関係にある。供給系には、無機態として施用された部分と土壤中の含窒素有機化合物由来のふたつの種類がある。畑土壤の硝化作用は条件が極端な場合を除いて強く、急速に硝酸に

イチゴ施設栽培ほ場の土壌管理と土壌酵素活性

変換することが知られている。施肥から数カ月過た収穫初期では、化成肥料施肥成分の $\text{NH}_4\text{-N}$ を直接定量することは考えられない。この時点での $\text{NH}_4\text{-N}$ は、有機画分由来の部分が多くを占めていると考えられる。土壌の $\text{NH}_4\text{-N}$ は、堆肥の影響を受ける傾向が認められたが、休閑期の土壌管理の相違がより大きく影響した。その影響が著しい処理区は、ソルガム栽培グループである。ソルガムは、残根や生体由来の易分解炭素を多く含んでいる。土壌に生息する微生物群はそれらの易分解炭素を生体構成々分やエネルギー源として利用している。微生物が増加する際、土壌中の各種の形態の窒素を取り込み生体有機化合物を合成し、合成された化合物は微生物のターンオーバーによって、再び生体外へ戻る。その一部は無機化され $\text{NH}_4\text{-N}$ となり、土壌に吸着されたり、硝化されたり、直接植物へ移行したりして消費される。一方、微生物遺体は、また、微生物が効率的に利用できる基質でもあり、再び菌体の構成々分となる。土壌中の $\text{NH}_4\text{-N}$ は、このような N 循環を回転しており、その土壌中での存在量は、循環系中の N プール量、土壌の N 代謝速度、土壌の $\text{NH}_4\text{-N}$ 吸着能、植物の $\text{NH}_4\text{-N}$ 吸収速度等さまざまな要因の影響を受けて決定される。ソルガムグループで $\text{NH}_4\text{-N}$ が多かった理由は、次のように考察できる。すなわち、休閑期の管理の各処理では、ソルガムグループの乾物生産量が最も多く、したがって、残根や地上部のほ場還元によって易分解炭素の供給が多く、土壌中で N 代謝が活発になった結果であろう。同じイネ科作物の水稲区で無堆肥の場合、裸地管理区より $\text{NH}_4\text{-N}$ が減少し、キャベツ区も減少した。水稲の生育収量は不良であり、キャベツ区の収量も少なかった。当然、残根量等からの新鮮有機物の供給量が少ないことが予想される。有機 N 施用が少ない場合、有機物の付加が発端となって、土壌中の易分解性成分の消耗量が増え

ることは、プライミング効果として知られており、それらを原因にして、無堆肥系列の水稲区やキャベツ区の $\text{NH}_4\text{-N}$ 供給に恒常的に関与する N プール量減少を推定する。

土壌の窒素は、無機、有機のさまざまな形態を繰返しながら逐次土壌の系外へ離脱する。土壌には無機窒素の前段として、タンパク態やアミノ酸態等の窒素が存在する。それらの有機態窒素は、直接あるいは間接的に土壌酵素の基質となり、酵素作用によって分解され $\text{NH}_4\text{-N}$ となる。土壌管理や堆肥施用と易分解窒素との関連を調べるために、土壌の粗タンパク及びニンヒドリン陽性画分量を測定した。タンパク態窒素は、プロテアーゼによって低分子のアミノ酸となり、アミノ酸は、グルタミンナーゼやアスパラギナーゼの作用で $\text{NH}_4\text{-N}$ となる一連の連鎖が成立している。第 5 表には、土壌の粗タンパク量とニンヒドリン陽性画分量とを示した。粗タンパク量は、a 当たり 60 から 100 kg 存在しており、堆肥施用の影響を受けたが、休閑期のソルガム栽培と堆肥施用の重複によってその量が増加した。低分子のタンパク、アミノ酸等は、ニンヒドリン陽性画分として評価できる。ニンヒドリン陽性画分は、粗タンパク量と比べ堆肥施用に大きく影響され、しかも休閑期の管理の影響も受けた。裸地区では堆肥施用の有無にかかわらずニンヒドリン陽性画分量が少なかった。ニンヒドリン陽性画分の測定には、緩衝液による抽出法を用いているため、土壌と比較的ゆるく結合している画分あるいは土壌溶液に存在する画分を定量していると想定される。したがって、土壌アミノ酸等の内わずかな部分を測定している可能性がある。部分的な評価であるのかも知れないが、同一土壌の測定値は、ほ場管理や堆肥等有機物施用の相違による土壌のアミノ酸量の変化を反映すると考えられる。ニンヒドリン陽性画分量は、第 7 表に示したように土壌酵素活性との相関性が大きく、しかも、イチゴ

栃木県農業試験場研究報告第31号

収量に關与している可能性がみられた(第8表). 土壤ニンヒドリン陽性画分については, トマト栽培は場での収量, 火山灰の水稻栽培は場での生育量との相関性が大きく(未発表), 今後の土壤肥よく度の評価の重要な課題となる. 一方, その分析方法については, 確立していないため, 土壤種が異った場合にも適応でき, しかも本研究で用いたような簡便な方法を開發する必要がある.

土壤で有機画分と無機画分との中間に關与して, 有機画分を加水分解し無機物を生成する反応を担う生体外の土壤酵素は, 土壤中の生態的プロセスを反映している. 同時に土壤の有機画分の無機化に対し主要な役割を演じており, 土壤酵素活性は, 土壤中における物質代謝の原因であり結果であるという両側面をもっている. しかし, 土壤酵素の作用で供給される無機成分量は, 土壤中の基質量を考えると少ないと推定

できる. その供給量は少量であるが, 恒常的である. すなわち, 土壤酵素による無機成分の供給量は, 遅効的肥料と同じような効果を示している. イチゴ栽培には, 有機質肥料が多く施用されて収量の安定化を図っており, 恒常的に供給される無機成分は生産安定に影響する側面が大きいのかも知れない. 土壤酵素活性とイチゴ収量との相関性は, 恒常的な養分供給能と大きく關連していると推定できる.

土壤酵素活性は, L-グルタミンナーゼ活性を除いて, 土壤管理の影響を受けた. その影響の割合は無堆肥系列で著しく, 堆肥施用系列では裸地区の活性が高く他区の活性が同じような割合で上昇しないため, 相対的比率は低下した. L-グルタミンナーゼ活性は, 他の酵素活性と性質を異にし, 土壤管理による一定傾向が認められなかった. L-グルタミンナーゼ活性の測定法は, GALSTYAN, A. S. & SAAKYAN, E. G.

第7表 土壤酵素活性と土壤化学性, 収量との相関々係

酵素活性	T-C	T-N	粗タンパク	ニンヒドリン陽画分	収量
プロテアーゼ	0.909 **	0.785 **	0.642 *	0.847 **	0.752 *
L-グルタミンナーゼ	0.822 **	0.832 **	0.737 *	0.856 **	0.629
β -アセチルグルコサミニダーゼ	0.830 **	0.705 *	0.752 *	0.915 **	0.588
ホスホジエステラーゼ	0.760 *	0.698 *	0.729 *	0.907 **	0.667 *
ホスホモノエステラーゼ	0.675 *	0.517	0.731 *	0.661 *	0.365
β -グルコシダーゼ	0.758 *	0.726 *	0.563	0.862 **	0.472

* 5%水準で有意 (df 8 : r 0.632)
 ** 1% " (df 8 : r 0.765)

第8表 堆肥施用が土壤酵素活性, 化学性, 収量への寄与割合

堆肥	プロテアーゼ	L-グルタミンナーゼ	β -アセチルグルコサミニダーゼ	ホスホジエステラーゼ	ホスホモノエステラーゼ	β -グルコシダーゼ	粗タンパク質	ニンヒドリン陽性画分	T-C	T-N	イチゴ収量
無	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
有	187	168	189	144	119	166	126	182	126	135	112

* イチゴ作に対し 600kg/a 施用した.
 ** 堆肥無施用系列の平均値を 100とした.

イチゴ施設栽培は場の土壌管理と土壌酵素活性

によって1973年に報告されているが⁴⁾、その方法を用いた測定値は必ずしも正確な値を得られなかった。本研究のL-グルタミンナーゼの値は、筆者らとその測定法の再検討を行う過程で測定しているため、不確定な部分がある。L-グルタミンナーゼ活性と土壌条件等との詳細な関係については、新たな分析法¹⁵⁾による測定例が少なく解析できなかった。

キャベツ区は、他の土壌管理区と比べ土壌酵素活性が低く、裸地区よりも低下する場合があり、高いにしてもソルガムや水稻グループより著しく低かった。この傾向は、土壌酵素活性だけでなく、土壌の各種成分についても同じような傾向を示していた。キャベツ栽培は、イチゴ休閑期の土壌管理法としては適切ではなかった。種類が違う作物を導入し、適正な管理を行うことによって、土壌は、化学的及び生化学的諸条件が変わり、収量が安定することは連輪作の研究から良く知られている¹⁾。休閑期にキャベツを栽培した区でイチゴが低収になった主因についての詳細は不明であるが、キャベツ区の土壌は酵素活性(第6表)や特に堆肥無施用系列の化学性(第4表)及び易分解有機画分量(第5表)の数値から、イチゴ休閑のキャベツ栽培は、裸地管理以上に土壌を消耗し、イチゴの低収をもたらしたものと考えられる。

土壌酵素活性は、堆肥施用をしない場合、休閑期の土壌管理の影響を大きく受けたが、イチゴ作に対する堆肥施用の影響は更に大きく、休閑期の差を近接した(第6表)。堆肥の有無と土壌酵素活性や土壌化学性等との関係を第8表に示した。L-グルタミンナーゼ活性、T-C、T-Nは休閑期の管理の影響をほとんど受けていない。しかし、堆肥施用は、L-グルタミンナーゼやT-C、T-N等にも大きく影響を及ぼした。堆肥には、多様の微生物とその遺体、易分解性有機物と難分解性有機物、さまざまな化学物質が含まれており、それらの物質が、土壌や

作物に対するインパクトは非常に大きいと思われる。特に、追肥がほとんど行われていないイチゴ栽培では、遅効的作用の強い堆肥の影響は更に強く表われる可能性がある。第8表に示すとおり、堆肥施用は、無施用と比べ土壌酵素活性、土壌化学性等を全体的に増大し、イチゴ収量を増加した。

第7表には酵素活性と土壌の化学性及び収量との相関関係を示した。土壌酵素活性は、土壌の化学的組成との関連性が強く表れていた。T-CやT-Nとの相関も認められたが、最も強い相関性が示されたのは、ニンヒドリン陽性画分であった。ニンヒドリン陽性画分は、酵素基質として、また、同時に基質は酵素活性に対し誘導因子ともなり、無機成分供給を活発にすることが考えられる。第7表のとおり、休閑期の土壌管理や堆肥施用と土壌酵素活性とは正の相関関係が認められ、土壌の変化があったことが第4・5・6表からもうかがえる。

第7表から土壌酵素活性と収量との間に有意性が認められたものは、プロテアーゼ活性とホスホジエステラーゼ活性であった。プロテアーゼやホスホジエステラーゼは、L-グルタミンナーゼやホスホジエステラーゼを律則し、土壌中でN中でN・P無機化の系を支配している。

第9表には、イチゴ収量を平均以上と未満に区分し、前者を十、後者を一としてその比を示した。イチゴ収量が平均未満の区の土壌酵素活性を100とした結果、収量が平均以上であった区の平均土壌酵素活性は、いずれも高かった。

作物の収量性は、単一の要因で決定されることはない。土壌環境はもちろんのこと、ハウス内の温度や光、病害虫防除、適切な管理などさまざまな要因が反映される。したがって、土壌中における無機態や有機態の養分の変化や土壌酵素活性のみを視点にして収量性を論じることは危険である。り病した褐変根の土壌への混入程度によっては、 β -グルコシダーゼ活性は、

第9表 イチゴ収量と土壤酵素活性との相対比

収量*	プロテ アーゼ	L-グルタ ミナーゼ	β -アセチル グルコサミ ニダーゼ	ホスホジ エステラーゼ	ホスホモノ エステラーゼ	β -グルコ シダーゼ
-	100 **	100	100	100	100	100
+	167	137	169	151	106	152

*-：平均収量未滿，+：平均収量以上。

**平均収量未滿の区の活性値の平均を 100とした。

収量に負要因になることもある^{14,17)}。

しかし、本研究では、平均収量より増収した場合土壤酵素活性が高く、収量に対して正の要因として作用した。一方、イネ科作物の栽培や堆肥の施用は、土壤酵素活性を高めた。

V 摘 要

イチゴ休閑期(夏季)の土壤管理及びイチゴ作に対する堆肥施用が、イチゴ収量や土壤酵素活性等に及ぼす影響について調べた結果は、以下のように要約される。

1. 休閑期のソルガムや水稻栽培は、土壤中のニンヒドリン陽性画分、 $\text{NH}_4\text{-N}$ を増加し、ソルガム鋤込み区では粗タンパク量がやや増加した。イネ科作物栽培区では、土壤酵素活性が高まり、裸地区に対する比は、無堆肥系列の値が大きかった。しかし、キャベツ栽培区は、土壤酵素活性が低く、堆肥施用の有無にも関係なく裸地区の活性と同じかそれ以下であった。

2. 堆肥施用によって土壤中の粗タンパクやニンヒドリン陽性画分が増加し、T-CやT-Nの無機成分も増加した。

3. 堆肥施用は、土壤酵素活性を全体的に高めたが、NやCの加水分解に關与する(プロテアーゼ、L-グルタミナーゼ、 β -アセチルグルコサミニダーゼ、 β -グルコシダーゼ)酵素活性をより高め、有機リン化合物を加水分解する酵素活性(ホスホジエステラーゼ、ホスホモノエステラーゼ)に対する影響は、やや少なかった。また、堆肥施用によって、休閑期の

土壤管理の影響の割合が減衰した。

4. 休閑期の土壤管理及びイチゴ収量との関係は判然としない面があったが、堆肥施用によって増収した。

5. イチゴ収量とプロテアーゼ活性、ホスホジエステラーゼ活性とは、5%レベルで正の相関がみられ、他の土壤酵素活性も、収量性に対し負要因とはならなかった。また、多収した区の土壤酵素活性は、高い活性を示した。

6. 土壤酵素活性は、土壤中のT-CやT-N粗タンパク量、ニンヒドリン陽性画分量など土壤有機物と高い相関々係が認められた。

謝 辞

本研究を進めるにあたって終始助言をいただきました栃木農試土壤肥料部長中野政行(現栃木農試栃木分場長)、同栃木分場野菜特作部長川里 宏(現栃木農試野菜部長)、本文の執筆に多くの助言をいただきました農業環境技術研究所の早野恒一博士、農林水産技術会議の都留信也博士に心から謝意を表します。

本研究は、総合助成費によって行った。

引用文献

1. BECK, T : *Trans. Int. Symp., Prague. Humus et Planta*, VI, 407 ~ 414 (1975)
2. BLAGOVESHCHENSKAYA, Z. K. and DANCHENKO, N. A : *Soviet Soill Sci*, 6, 569~575 (1974)

イチゴ施設栽培ほ場の土壌管理と土壌酵素活性

3. 土壌養分測定法委員会編：土壌養分分析法183~186, 養賢堂 (1970)
4. GALSTYAN, A. S. and SAAKYAN, E, G : *Soviet Soil Sci.*, 5, 335~337(1973)
5. GOMORI, G. : *Methods in Enzymology*, Vol. 1, ed. by S. P. COLOWICK and N. O. KAPLAN, *Academic Prese, New York*, 138~146 (1955)
6. 橋本光司・吉野正義：植物防疫, 31, 145~150 (1977)
7. HAYANO, K. : *Soil Sci. Plant Nutr.*, 19, 103~108 (1973)
8. 早野恒一：日土肥誌, 49, 158~162(1978).
9. 石井忠雄・早野恒一：日土肥誌, 45, 505~508 (1974)
10. 石沢修一：微生物と植物生育, 植物をめぐる微生物的環境32~83, 博友社 (1977)
11. 金沢晋二郎・高井康雄：日土肥誌, 47, 329~332 (1976)
12. LADD, J. N. and BUTLER, J. H. A. : *Soil Biol. Biochem.*, 4, 19~30 (1972)
13. 大村裕顕・早野恒一：日土肥誌, 50, 291~296 (1979)
14. 大村裕顕：栃木農試研報, 26, 79~84 (1980)
15. OMURA, H., SATO, F., HAYANO, K. *Soil Sic. Plant Nutr.*, 29(3)295~303 (1983).
16. 沢田守男・岩田久史・森 健治郎・加藤虎治：愛知県農総試研報, A 10, 127~136 (1978)
17. SHERROD, L. L. and DOMSCH, K. H. : *Soil Biol. Biochem.*, 3, 197~201 (1970)
18. 竹迫 紘・伊達 昇：日土肥誌, 49, 158~162 (1978)
19. 竹下純則・加藤邦彦・鈴木達彦：土と微生物, 19, 19~28 (1977)
20. 和田秀徳・金沢晋二郎・高井康雄：日土肥誌, 42, 109~117 (1971)

Hydrolytic Enzyme Activities in Strawberry Greenhouse
Fields under Different Soil Management.

Hiroaki OHMURA, Hiroshi AKAGI, Junichi OGUMA

Summary

The present paper deals with the effects of different soil management during fallow period on strawberry yield and soil enzyme activities at harvesting time. The results are summarized as follows:

Ninhydrine positive substances, crude protein and $\text{NH}_4\text{-N}$ in soils were increased by the cultivation of sorghum or paddy rice. The soil enzyme activities were enhanced by their cultivation but not by the cultivation of cabbage.

The application of sawdust compost in soils raised soil enzyme activities higher for protease, L- glutaminase, β - acetylglucosaminidase and β - glucosidase (taking part in the hydrolysis of organic N or C) than for phosphodiesterase and phosphomonoesterase (ditto of organic P). The influences of the soil management during fallow period were weakened by the application of the sawdust compost in soils.

The strawberry yield was increased by the application of the sawdust compost and correlated with the activities of protease and phosphodiesterase in soils. Further, the other soil enzyme activities were generally raised in the high- yield plots.

The soil enzyme activities were highly correlated with soil organic matter such as T - C, T - N crude protein and ninhydrine positive substances.