

イチゴの促成型栽培における土地生産力の保全に関する研究 (第1報)

ハウス密閉による高温処理と土壤理化学性の変化

北川 芳雄・水田 昌宏・若山 譲*

Studies on the Conservation of Productivity of the Soils in the Long-term Culture of Strawberry by Forcing Type. 1.

The movements of the physical and chemical conditions and the treatment of the closed vinyl house on midsummer.

Yoshio KITAGAWA, Masahiro MIZUTA and Yuzuru WAKAYAMA

緒 言

奈良県のイチゴ産地において、ここ7~8年前からイチゴの生産力や品質が低下し、その原因究明と対策が切望されてきた。イチゴの生産性低下は、イチゴ萎黄病をはじめ各種の病害虫によるもの、土壤の理化学性の悪化によるもの、および肥培管理の不適正が主な原因となっている。そこで、その対策としてウイルス・フリー株の育成や薬剤による土壤消毒が行われ、また一方では、稲わらなどの有機物施用による土壤改良や施肥の減量による施肥改善が行われている。しかし、一つの対策を個々に行っても効果は少なく、連作による生産力や品質の低下を防止することはできない。そこで総合的な対策が必要になってくる。

近年、奈良県で開発したハウス密閉処理による土壤消毒法は、従来から行われている土壤環境改善についての対策を組み合わせた技術で、薬剤や蒸気による土壤消毒にくらべて生態的、経済的な方法であり、奈良県をはじめ全国各地においてその成果をあげている。そこで、当該においてハウス密閉高温処理によるイチゴ促成型栽培の土地生産力の保全を目的とし、有機物の種類や施用量を変えて行った実験結果から、土壤理化学性の変化について2,3の知見が得られたので報告する。

I ハウス密閉処理による土壤の理化学性の変化

実験材料および方法

本実験は有機物施用方法の違いがハウス密閉処理期間

* 広島県農業試験場土壤肥料部

中に土壤の理化学性に及ぼす影響を知るため、以下の実験を農業試験場内のビニールハウス(間口10m, 奥行40m, 2連棟) 800 m²において、1976年と1977年に実施した。実験は1区 9.6 m², 2連棟の規模で実施した。その処理内容は第1表のとおりである。1区は有機物無施用、

第1表 有機物の処理内容
(10aあたりの生重トン)

投入有機物	処 理 区 No							
	1	2	3	4	5	6	7	8
稲 わ ら	—	1	1	1	1	1	1	1
青刈トウモロコシ	—	—	10	10	10	10	—	—
熟成おがくず	—	—	7	17	(7X17)	8	(7)	

* () 1976年だけ施用し残効区とした
ハウス密閉期間 7月18日~8月9日
湛水処理期間 7月18日~7月23日
ハウス被覆ビニール除去日 8月10日

1区以外の各区は稲わら1tを施用。3,4,5,6,7,8区の各区に青刈トウモロコシ、おのおの10tを併用施用した。更に熟成おがくずを3区に7t, 4区に17t, 7区に8tを1976年と1977年に連年施用し、5区に7t, 6区に17t, 8区に7tを1976年にのみ施用し、単年度施用区とした。投入有機物の特性は第2表に示した。熟成おがく

第2表 投入有機物の特性
(乾物あたりの%)

有 機 物	T-C	T-N	C/N	乾物率
稲 わ ら	39.7%	0.64%	62.0	86.7%
青刈トウモロコシ	39.6	1.51	26.2	14.7
熟成おがくず	48.4	0.23	210	29.9

ずは、炭素率が30になるように生おがくず 1 m³あたり、乾燥鶏糞を20kgと尿素を 2.7 kg添加して、1か月に1回の切り返しを行い、約3か月間堆積醗酵させたものである。

熟成おがくず施用区には、トウモロコシ播種前の5月10日に現物で各投入量を施用し、12馬力の大型耕耘機で均一にすき込んだ。

青刈トウモロコシ施用区には、5月15日に長交 227号を用いて、10aあたり10kgの種子量を条播した。基肥に速効性化成肥料(12-12-16)を用いて窒素成分で10aあたり10kgを施用してハウスで約60日間栽培した。そのトウモロコシを生草重で10aあたり10t相当量を立毛のまま、大型耕耘機で7月14日にすき込んだ。

ハウス密閉による土壌の高温処理は以下のように実施した。有機物無施用の1区を除いて各々トウモロコシ、おがくずの処理をした後各区に共通に稲わらを約5cmの長さに動力カッターで切り、10aあたり1tを全面に施用した。次に石灰窒素を10aあたり100kgを稲わらの上に施用し、大型耕耘機で土壌によく混和した。その後、土壌の表面積を多くして熱の伝導をよくするために畦(巾60~70cm、高さ約30cm)をたて、透明の古ビニールで完全にマルチングした。熱の伝導をよくして下層まで熱をゆきわたらせるため、ポンプで水を入れて畦間全体を湛水状態にした。湛水後すぐにハウスを密閉し、1977年7月18日から8月9日までの23日間、ハウスを密閉し土壌の高温処理を行った。

ハウス土壌の高温処理前の理化学性は第3表に示した。土壌採取は、ハウス密閉高温処理前(7月16日)と密閉

第3表 供試土壌の理化学性

pH		T-C	T-N	C/N	CEC
H ₂ O	KCl	置換性塩基		有効態	りん酸
CaO	MgO	K ₂ O		P ₂ O ₅	吸収係数
6.40	5.60	1.24%	0.12%	10.33	10.3me
196mg	49mg	23.5mg		23.7mg	510

開始日から2日、3日、4日、5日、6日、8日、11日、15日、18日目とした。

分析および測定法は以下のように実施した。土壌の温度、酸化還元電位については、午前9時に、ハウス内でDM-38型Ehメーター(木屋製)を用いて、畦の表層から10cmのところ各区10地点を測定した。pHは、各区の生土壌20gに5倍量の蒸溜水を加え振とうして30分

間放置した後、pHメーターを用いて測定した。無機態窒素は、生土壌20gに対して10%塩化カリウム溶液100mlを加え、振とう機で30分間振とうし、水蒸気蒸溜法によりアンモニア態窒素と硝酸態窒素について測定した。

実験結果および考察

ハウスの密閉期間中の土壌温度の推移状況を第4表に、酸化還元電位(Eh₇)の推移を第5表に示した。無機態窒素の推移は第6表に示した。なお、当該における1977年のハウス密閉期間中の水平日射量の変化を第1図に示した。

第4表 土壌の温度変化 (1977) (°C)

月/日	処 理 区 No							
	1	2	3	4	5	6	7	8
7/19	34.5	35.0	38.0	37.0	38.0	38.0	38.0	38.0
7/20	36.5	37.0	41.0	38.0	38.0	38.5	38.0	38.0
7/21	39.0	40.0	41.0	40.0	39.0	40.0	39.0	39.0
7/22	39.5	40.0	41.1	41.0	41.0	40.5	41.0	40.0
7/23	41.0	43.0	44.0	43.0	44.0	43.0	45.0	42.0
7/25	43.0	44.0	46.0	45.0	48.0	45.5	47.0	45.0
7/28	43.0	43.0	46.0	44.5	45.0	45.0	45.0	45.0
8/1	43.0	44.0	46.0	46.0	44.0	45.0	44.0	44.0

* 各処理区とも表層から10cmのところ測定した。

1977年の水平日射量は1973年~1977年の5年間の平均値にくらべて7月下旬から8月上旬にかけて低い値で推移しており、水平日射量の低い年であった。

土壌の温度は1区、2区を除く各区は、畦間の湛水が落水した6日目より45°Cに上昇した。有機物施用の各区は有機物無施用の1区にくらべ2~4°C高く推移した。このことは、有機物施用により土壌の粗孔隙が増加し、熱の伝導が容易になったためと考えられる。

pHは有機物無施用の1区にくらべ有機物施用の各区は高く、6.7~7.9の値を示した。これは第6表に示されているように施用有機物の分解にともなって発生したアンモニア態窒素と石灰窒素を施用したためと考えられる。

Eh₇は、有機物無施用の1区と稲わら施用の2区を除く各区において、ハウスの密閉後2日目で低くなった。そして、有機物の施用と湛水処理したことにより、すみやかに土壌の還元化がおこった。とくに有機物多量施用

第5表 土壤の酸化還元電位の変化

(1977年)

月/日		処 理 区 No							
		1	2	3	4	5	6	7	8
7/19	pH	6.51	6.94	7.31	6.83	7.15	7.40	7.88	7.42
	Eh ₇	+292	+286	+309	+127	+308	+202	+328	+295
7/20	pH	6.80	7.58	7.30	7.58	7.22	7.40	7.52	7.50
	Eh ₇	+314	+357	+275	+ 90	+180	+170	+294	+217
7/21	pH	7.10	6.88	6.98	6.32	7.30	7.30	7.22	7.20
	Eh ₇	+376	+310	+195	+ 15	+187	+125	+231	+235
7/22	pH	6.82	7.60	7.55	7.40	7.05	7.90	7.90	7.70
	Eh ₇	+393	+361	+264	+ 84	+103	+133	+213	+180
7/23	pH	6.20	7.00	7.70	7.42	7.35	7.95	7.70	7.70
	Eh ₇	+311	+305	+250	+ 50	+267	+223	+287	+121
7/25	pH	6.90	6.95	7.65	7.70	7.82	7.80	7.80	7.60
	Eh ₇	+398	+278	+344	+138	+350	+154	+225	+337
7/28	pH	6.20	7.05	7.35	7.90	7.65	7.60	7.30	7.35
	Eh ₇	+398	+308	+318	+ 87	+358	+103	+307	+338
8/1	pH	6.20	6.70	7.32	7.60	7.35	7.90	7.70	7.75
	Eh ₇	+377	+312	+312	+138	+351	+132	+390	+369

*pH (H₂O) (1:5) で測定した。

Eh₇ (pH 7.0) mv 各処理区とも表層から10cmのところ測定した。

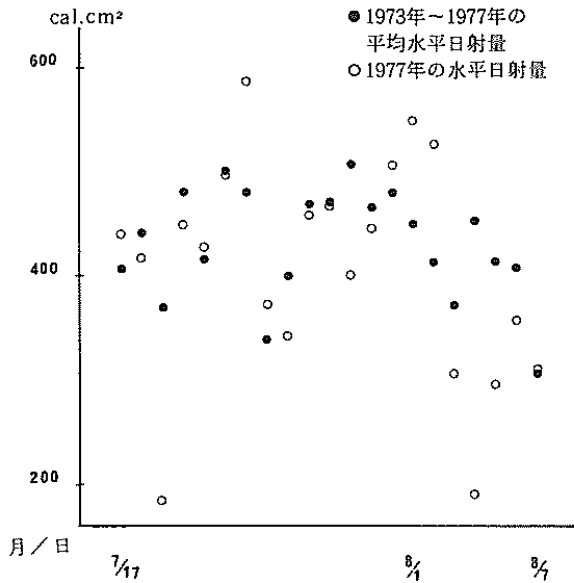
第6表 土壤の無機態窒素の変化

(乾土100gあたりのmg-N) (1977年)

月/日		処 理 区 No							
		1	2	3	4	5	6	7	8
7/16	NH ₄ -N	0.92	8.44	6.84	5.46	8.17	10.02	11.66	6.77
	NO ₃ -N	1.21	10.69	6.51	6.37	10.40	13.21	9.03	12.26
7/21	NH ₄ -N	1.02	11.41	15.49	11.26	16.44	26.08	14.44	12.12
	NO ₃ -N	1.37	1.77	3.66	4.42	0.67	0.45	2.53	1.32
7/28	NH ₄ -N	2.96	8.72	13.96	14.19	18.82	15.04	14.09	14.25
	NO ₃ -N	0.77	0.33	1.11	1.17	0.43	1.93	2.08	3.04
8/4	NH ₄ -N	2.89	8.63	16.27	10.48	27.52	6.01	10.51	13.85
	NO ₃ -N	1.49	1.28	0.23	0.66	0.77	2.83	1.80	6.14
9/3	NH ₄ -N	0.95	4.31	5.54	3.29	2.76	1.20	6.03	1.51
	NO ₃ -N	3.41	4.76	3.38	7.16	9.46	4.73	5.44	6.34

の4区では最も低く、ハウス密閉期間中も低い値で推移した。ハウス内の湛水が自然に落水してくると、それともなって Eh₇は高くなり、4区、6区を除いた各区はハウス密閉前の Eh₇にもどった。

無機態窒素含有量は第6表で明らかなように、無施用の1区にくらべて、有機物と石灰窒素施用の各区は高く推移した。硝酸態窒素は、ハウス密閉初期の自然落水にともなって流亡したため低くなり、その後の密閉期



第1図 1977年の水平日射量の変化

間でも低い値で経過した。それにひきかえてアンモニア態窒素は有機物と石灰窒素を施用したため高い値で推移した。

II ハウス密閉処理による窒素の動向

実験材料および方法

実験1 窒素の揮散

本実験はハウス密閉高温処理において、有機物と石灰窒素を施用した場合に揮散損失する窒素の形態と損失量を知るため、以下の実験を室内にて実施した。

試験は、500ml容広口ビン(培養器)を用いて各処理を2連製の規模で実施した。処理内容は第7表のとおり無窒素、稲わら、石灰窒素、石灰窒素+稲わら、石灰窒素+トウモロコシ、石灰窒素+稲わら+トウモロコシの計6処理区を設けた。

供試土壌の理化学性は第8表に示した。供試有機物の稲わら、トウモロコシはIの実験で使用したものを室内で風乾し、それを粉砕機で2mmの大きさに粉砕したものをを用いた。供試石灰窒素は重窒素ラベル石灰窒素(15N A tom% 10.30, T-N % 21.07)を用いた。

窒素の測定法は、井田ら³⁾の揮散態窒素の測定法に準じ、以下の実験を実施した。

供試土壌に有機物と重窒素ラベル石灰窒素を加えて土

壤によく混和した。それを500ml容の培養器に入れて各処理とも最大容水量の60%となるように土壌水分を補正した。培養器内には、二酸化窒素ガス(NO₂)、アンモニアガス(NH₃)を吸収させるために、1規定硫酸溶液と1規定苛性ソーダ溶液をおのおの小さい容器に入れて置いた。なお使用した培養器の装置は第2図に示した。培養器内の室気は21% O₂含有ヘリウムガス(培養ガス)で置換した。それを45℃に調整した定温器中に入れて15日間インキュベーションを行った。

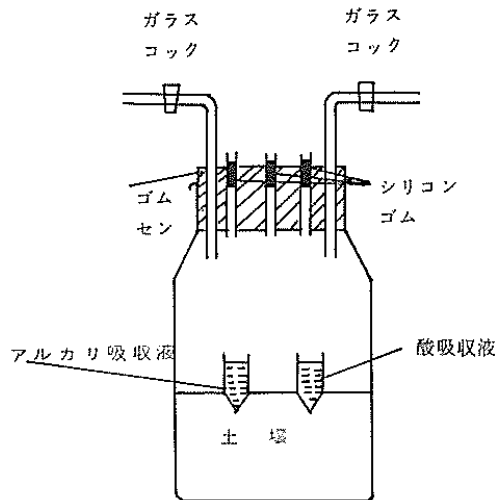
第7表 有機物の処理内容 (単位 g)

	土壌	石灰窒素(¹⁵ N)	稲わら	トウモロコシ
無 処 理	300	—	—	—
石 灰 窒 素	300	0.3	—	—
稲 わ ら	300	—	6.0	—
石 灰 窒 素 稲 わ ら	300	0.3	6.0	—
石 灰 窒 素 トウモロコシ	300	0.3	—	6.0
石 灰 窒 素 *稲 わ ら トウモロコシ	300	0.3	6.0	6.0

* 跡地土壌だけの分析測定とした。

第8表 供試土壌の理化学性

pH	T-C	T-N	C/N	置換性塩基			CEC
				CaO	MgO	K ₂ O	
7.0	0.49%	0.05%	9.8	297mg	24mg	7.2mg	9.0me



第2図 培養装置

揮散態窒素の測定は培養開始日から3日、6日、9日、12日、15日目とし、3日目ごとに培養ガスと酸、アルカリ吸収溶液の交換を行った。揮散態窒素の測定は、窒素ガス(N₂)、酸化二窒素ガス(N₂O)についてはガスクロマトグラフィーを用いて測定しNO₂、NH₃は培養器内においた酸、アルカリ吸収溶液を水蒸気蒸溜法で測定した。なおガスクロマトグラフィーは以下の条件で実施した。

機種：島津GC-4A
 カラム：長さ150cm、内径3mm、デュアルカラム
 充填剤：モレキュラシーブ5A(60~80 mesh)
 活性炭(60~80 mesh)
 カラム温度：50℃
 ディテクター温度：60℃
 キャリアーガス：ヘリウムガス1.0kg/cm³
 検出器：TCD
 レンジ：N₂ 4mV
 N₂O 1mV

跡地土壌は以下のように実施した。全窒素は15日間培養後の生土壌をよく混和してから、生重で20gをサリチル硫酸法で分解し、水蒸気蒸溜法で測定した。また同様にサリチル硫酸法で分解し水蒸気蒸溜したものをグレイダニッシュ濃縮器を用いて濃縮し、重窒素(¹⁵N)発光分析法⁵⁾により石灰窒素由来の全窒素を測定した。無機態窒素は、生土壌100gに対して10%塩化カリウム溶液100mlを加え、振とう機で30分間振とうし、水蒸気蒸溜法で測定した。また全窒素と同様に水蒸気蒸溜したものを重窒素発光分析法により石灰窒素由来の無機態窒素を測定した。

実験2 窒素の溶脱

本実験はハウス密閉高温処理において、施肥した石灰窒素のハウス土壌中での残存量を検討するために、農業試験場内のハウスにおいて以下の実験を実施した。

試験規模および処理内容は、細土500gに重窒素ラベル石灰窒素(¹⁵N A tom% 10.3, T-N% 21.07)を0.5g(10aあたり100kg相当量)をよく混和した。それをゴース布袋に入れて、Iの実験で使用したハウスの畦の表層から20cmの位置に埋め、ハウス密閉高温処理を7月18日から8月9日まで実施した。

供試土壌の理化学性については第9表に示した。土壌の採取は、ハウス密閉処理の終了する被覆ビニール除去前(8月7日)とイチゴの基肥前(8月30日)に実施した。

第9表 供試土壌の理化学性

pH	T-C	T-N	C/N	置換性塩基			CEC
				CaO	MgO	K ₂ O	
5.82	0.94%	0.106%	8.87	240mg	36mg	35mg	10.9me

跡地土壌の分析は、実験Iと同様の処理操作で、サリチル硫酸法で分解し水蒸気蒸溜法で全窒素を測定した。

また同様に跡地土壌中の石灰窒素由来の全窒素、無機態窒素を重窒素発光分析法により測定した。

実験結果および考察

実験1

窒素の揮散状況は第10表に、跡地土壌の分析結果は第11表に示した。

土壌から揮散損失する窒素(N₂、N₂O、NH₃、NO₂)量をガスクロマトグラフィー法で測定すると、N₂がほとんどであり、NH₃、NO₂がわずかに認められた。しかし、どの処理区においてもN₂Oは認められなかった。15日間の培養期間に揮散した窒素量は約14~23mgN(乾土300g相当量)であった。これは全土壌窒素量に対して7~9%であった。揮散態窒素量は全窒素の高い処理区ほど多く、石灰窒素と有機物を組み合わせた区は培養初期に多い傾向を示した。このことは、有機物施用と窒素の添加により各処理土壌での微生物が増加し、その微生物活性度が揮散態窒素の発生量に関与していると考えられる。

第11表の跡地土壌の分析結果で明らかなように、土壌pHは、無処理(無窒素)にくらべ各処理区は7以上の値を示した。特に石灰窒素だけの区では8.1と高かった。

無機態窒素は無処理と稲わら単用の処理区を除いてアンモニア態窒素が発現しており、トウモロコシを組合せた処理区では4~6mgN(乾土100g相当量)高い値を示した。これは稲わらにくらべ、トウモロコシが易分解性有機物であるためと考えられる。しかし、硝酸態窒素については硝酸化成菌が高温により抑制されたため、どの処理区も低い値を示した。

15日間培養後の(¹⁵N)石灰窒素の土壌中の残存率を第3図に示した。

石灰窒素単用区の残存率は64%であった。石灰窒素と稲わら、トウモロコシを組合せた処理区では57~70%で

第10表 窒素の揮散状況

	処理区	揮散態窒素	処理日数					mg-N/容器 合計	
			3	6	9	12	15		
窒素の揮散量	無窒素	N ₂	2.20	2.61	3.51	2.65	2.75	13.72	13.72
		N ₂ O	0	0	0	0	0	0	
		NH ₃	0	0	0	0	0	0	
		NO ₂	0	0	0	0	0	0	
	稲わら	N ₂	3.89	2.58	3.39	2.87	3.90	16.63	16.81
		N ₂ O	0	0	0	0	0	0	
		NH ₃	0	0.04	0.06	0	0.08	0.18	
		NO ₂	0	0	0	0	0	0	
	石灰窒素	N ₂	2.79	3.32	4.08	2.83	2.62	15.64	16.22
		N ₂ O	0	0	0	0	0	0	
		NH ₃	0.04	0.16	0.10	0.16	0.06	0.52	
		NO ₂	0.03	0.03	0	0	0	0.06	
石灰窒素 + 稲わら	N ₂	4.10	6.05	3.29	3.34	2.34	19.12	19.67	
	N ₂ O	0	0	0	0	0	0		
	NH ₃	0.03	0.14	0.20	0.04	0.08	0.49		
	NO ₂	0.06	0	0	0	0	0.06		
石灰窒素 + トウモロコシ	N ₂	5.67	7.61	2.63	3.39	3.48	22.78	23.24	
	N ₂ O	0	0	0	0	0	0		
	NH ₃	0	0.20	0.10	0.10	0.06	0.46		
	NO ₂	0	0	0	0	0	0		

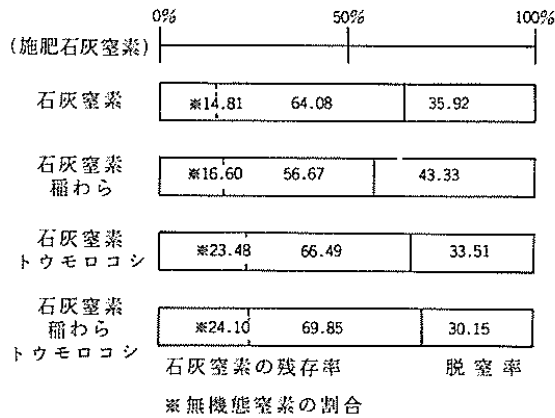
第11表 跡地土壌の分析結果と施肥窒素の収支 (乾土 300 g あたりのmg-N)

	処理前土壌		跡地土壌				揮散態窒素	未回収窒素%	※(1)
	全窒素	全窒素	無機態窒素		pH(H ₂ O)	石灰窒素(¹⁵ N) 残存率%			
			NH ₄ -N	NO ₃ -N					
無処理	150.6	134.0	0.51	2.04	6.70	—	13.69	1.93	9.09
稲わら	189.0	165.8	1.02	Tra.	7.07	—	16.81	3.38	8.89
石灰窒素	213.8	189.7	14.19	1.62	8.12	64.08	16.22	3.68	7.58
石灰窒素 + 稲わら	252.2	223.7	23.88	1.29	7.18	56.67	19.67	3.50	7.80
石灰窒素 + トウモロコシ	304.5	278.2	34.83	Tra.	7.60	66.49	23.24	1.00	7.63
石灰窒素 + 稲わら + トウモロコシ	342.9	308.7	45.75	0.63	7.58	69.85	—	—	—

(注) ※(1) 全土壌中窒素に対する揮散態窒素の割合

あった。また石灰窒素由来の無機態窒素は、石灰窒素処理区で15%であった。石灰窒素と有機物を組合せた処理区では17~24%で、石灰窒素単用処理区にくらべて2~9%増加していた。このことは、トウモロコシのような

易分解性の有機物は石灰窒素の分解に相乗的に働いていると考えられる。

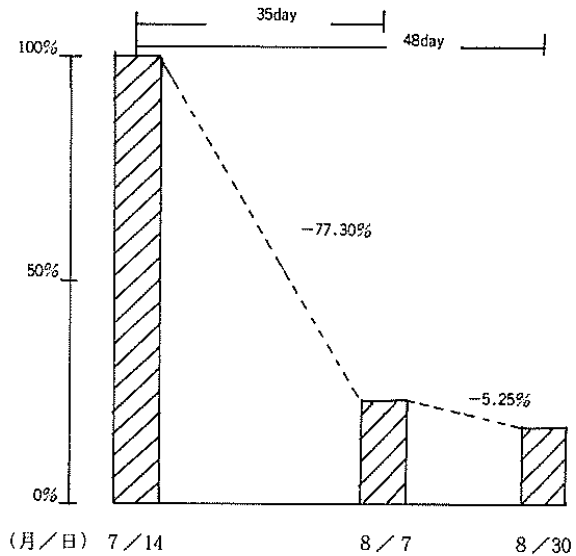


第3図 施肥石灰窒素の残存率と脱窒率

実験2

土壌の分析結果を第12表に、土壌中の石灰窒素 (^{15}N) の分析結果を第13表に示した。施肥石灰窒素 (^{15}N) の残存率を第4図に示した。

土壌に石灰窒素を施用してハウス密閉高温処理を行うと、ハウス被覆ビニール除去までの施肥石灰窒素の残存率は約23%であった。そしてイチゴの基肥前(8月30日)の残存率は約17%であった。このことは、ハウス密閉処理では初期に湛水しても一週間後には自然落水の過程をとっているため、揮散以外に、溶脱、流亡作用を伴って損失したと考えられる。



第4図 施肥石灰窒素 (^{15}N) の残存率

総合考察

密閉ハウス内の土壌温度について、小玉ら⁷⁾は高日射年次と低日射年次の温度差の大きいことを指摘し、低日射年次では耕土全層が45°Cに達することがなく、40°C前後で土壌の温度が推移しているため、ハウスの保温性を高める補助手段が必要であると述べている。本実験では青刈トウモロコシ、熟成おがくずの有機物施用した各区

第12表 跡地土壌の分析結果 (乾土100gあたりのmg-N)

	処理前土壌		跡地土壌			
	全窒素	全窒素	無機態窒素		pH(H ₂ O)	水分%
			NH ₄ -N	NO ₃ -N		
8月7日	127.5	110.4	5.6	0.6	7.28	20.0
8月30日	127.5	98.7	7.4	0.4	6.90	17.4

第13表 土壌中の石灰窒素 (^{15}N) の分析結果

	35日目 (8月7日)	48日目 (8月30日)
全土壌中 ^{15}N excess%	0.43	0.37
全土壌中の石灰窒素残存率%	3.75	2.88
施肥石灰窒素の残存率%(T-N)	22.70	17.45
無機態窒素の残存率%	1.21	0.24

は、土壤の孔隙が増加し、熱の伝導がよく、有機物無施用にくらべて3~4℃高い値で推移した。このことから有機物施用はハウス内土壤の保温性を高める補助手段として効果の高い結果を得た。

土壤 Eh₇は、ハウスを密閉してから2日目で1区、2区を除く各区で低くなり、有機物施用と灌水処理をすることにより、すみやかに土壤の還元化がおこった。特に有機物多量施用の4区では畦の表層から10cmの位置で最低値+15mV (ハウス密閉から4日目)であった。そしてハウスの被覆ビニール除去時に各区の土壤断面を観察すると、有機物無施用の1区を除く各区は15~20cm以下の層で青灰色の還元層になっていた。小玉ら⁷⁾は土壤の Eh の低下した条件下では、40℃以下の低温度域においても、植物病原菌の低減がみられ、Eh の低下は菌数の低減に有効に作用していると報告している。このことから有機物施用と石灰窒素施用は、土壤温度の上昇と還元化を助長し、各種の病原菌に対して相乗的に殺菌効果を示したものと考えられる。また小玉ら⁸⁾は土壤中の窒素の動向に因する土壤微生物(アンモニア酸化細菌、亜硝酸酸化細菌)は、ハウス密閉高温処理により菌数の減少が顕著で、とくにアンモニア酸化細菌の還元が抑制される傾向が認められた。一方亜硝酸酸化細菌はハウスの開放後13日目には還元が認められたと報告している。本実験の無機態窒素の測定結果においても、有機物無施用の1区を除いた各区は、ハウス密閉後4日目でアンモニア態窒素の生成集積を認めた。そしてハウス開放後アンモニア態窒素は減少し、硝酸態窒素が増加する一致した結果をえた。このことから、従来から行われてきた蒸気消毒やクロロピクリンなどの薬剤による土壤消毒にくらべて、ハウス密閉処理による土壤消毒法は、硝酸化細菌などの有用菌の還元がはやく、より生態的な方法であることがうかがえる。

広瀬ら^{1,2)}は、有機態窒素の無機化過程は有機物の炭素率が10以下では、土壤に添加後直ちに無機化が起り、10~20では、始めの短期間に有機化過程が行われ、ついで有機態窒素の無機化が開始された。そして、それ以上の炭素率になると無機化過程の転換は遅くなると述べている。また小川ら⁹⁾は、長い期間でみた場合、有機化と無機化の境界は炭素率が20近くであると報告している。

本実験に供試した有機物の炭素率は、青刈トウモロコシで約26、稲わらで62、熟成おがくずで210であった。このことから、稲わらと熟成おがくずの無機化過程の転換はかなり遅いと考えられる。

45℃の温度で15日間培養した土壤では、稲わら処理の

場合、無機化はほとんど認められず、初期から窒素の有機化がおこっていた。しかし、青刈トウモロコシと石灰窒素を組合せた処理では、石灰窒素単用処理の無機態窒素含量よりも2~3 mg 高い値を示した。これは石灰窒素による窒素の添加と高温において、トウモロコシの易分解性有機物の分解が促進されたものと考えられる。このことは本実験のハウス内土壤の無機態窒素含量の結果とも一致しており、ハウス密閉初期には石灰窒素由来の無機態窒素と青刈トウモロコシの易分解性有機物の分解にともなう無機態窒素が放出されたと考えられる。

一方、熟成おがくず連年施用の3区、4区にくらべ単年度施用の5区、6区の無機態窒素含量は高い値を示した。このことは熟成おがくずのように炭素率が極めて高く、リグニンなどの難分解性のものは、初期から少しづつ有機化がおこり、他から放出された無機態窒素を有機化していると考えられる。また5区、6区のように1年以上経過した単年度施用のものは、土壤中での分解が進み窒素が放出してきたものと思われる。

土壤からの脱窒について、井田ら⁴⁾は14日間の培養期間中に発生する揮散態窒素は、酸素が存在しない場合の嫌氣的条件下では施肥窒素の70%に達し、また酸素が存在する酸化的条件下で、pH が高く土壤水分も多い時には施肥窒素の20~25%が揮散したと報告している。また前田ら⁹⁾は、圃場条件に近いポット試験で、¹⁵Nトレーサ法を用いて施用した窒素肥料の行方を調べ、作物の吸収が55%、土壤の有機化が15~20%、回収不能が25~30%と報告している。高井ら¹⁰⁾は、水田土壌作土における硝化脱窒過程の硝化菌、脱窒菌の消長を追跡し、灌水初期から中期にかけて全層での易分解性有機物の分解が活発におこり、これと対応して脱窒菌の急激な増殖が示されたと報告している。本実験では、15日間培養後の石灰窒素の残存率は57~70%であった。また石灰窒素由来の無機態窒素は、15~24%であった。ここで回収不能量を脱窒量とみなすと施肥石灰窒素に対する揮散態窒素の割合は30~43%となる。有機物施用による土壤 Eh の低下、有機物分解にともなうアンモニア態窒素の発生と石灰窒素施用にともなう pH 上昇、高温の条件下で脱窒過程は、初期から起ったと考えられる。

脱窒作用と土壤からの溶脱、流亡作用を伴った実験2の結果では、ハウス内土壤における石灰窒素の残存率はハウスを密閉してから35日目で23%、48日目で17%であった。また石灰窒素由来の無機態窒素は35日目で1.2%、48日目で0.2%と少なかった。このことはハウス密閉期間中に施肥石灰窒素の77%が脱窒、溶脱作用をうけ、ハ

ウス開放後は約6%が脱窒，溶脱で減少した。そして48日目の無機態窒素が少ないことから，残りの17%は土壤中に有機化されて残存していると考えられる。

摘 要

イチゴの促成型長期栽培における土地生産力の保全を目的として，有機物投入による短期地力培養とハウス密閉処理による土壤消毒を行い，ハウス密閉期間中における土壤の理化学性と施肥窒素の動向について検討した結果は次のとおりである。

1. 密閉ハウス内土壤の温度は，密閉後4日目まで40℃に上昇し，6日目より45℃以上になった。
青刈トウモロコシ，熟成おがくずの有機物施用の各区は有機物無施用にくらべて3～4℃高い値で経過した。
2. 土壤 pH は，有機物無施用にくらべ有機物施用の各区は高く，6.7～7.9の値を示した。
3. 土壤 Eh_7 は，ハウスを密閉してから2日目で低い値を示し，有機物多量施用区ではハウス密閉期間中低い値で推移した。
4. アンモニア態窒素は，有機物無施用にくらべ有機物施用区で全体的に高い値を示した。硝酸態窒素は，密閉期間中低い値を示したがハウスの開放後硝酸化成が行われて高くなった。
5. 45℃の温度条件下において，有機物と石灰窒素を施用した場合に揮散損失する窒素の形態は主に N_2 であり， N_2O は認められなかった。そして揮散態窒素の発生量は培養器中で約14～23mg N(乾土300g相当量)であった。
6. 有機物と石灰窒素を施用し，15日間培養試験した結果，施肥石灰窒素の揮散率は30～43%であった。
7. 石灰窒素を施肥してハウス密閉処理を行うと，35日間で施肥窒素の77%が揮散損失，溶脱した。そしてハウスの開放後の石灰窒素の損失量は5%と少なかった。

引用文献

1. 広瀬春郎 1973. 各種有機物遺体の畑状態における無機化について. 土肥誌 44: 157-163
2. ——— 1973. 稲わらおよび稲わら堆肥の分解とアンモニア態窒素の有機化過程. 土肥誌 44: 211-216.
3. 井田明・森哲郎 1970. 鉍質畑土壌における窒素の行動に関する研究. 第2報 揮散態窒素の測定法. 東海近畿農試研報 19: 110-116.
4. ———・——— 1971. 鉍質畑土壌における窒素の行動に関する研究. 第3報 施肥窒素の揮散に及ぼす肥料の形態，土壤 pH，土壤水分の影響. 東海近畿農試研報 21: 135-149.
5. 狩野広美・米山忠克・熊沢喜久雄 1974. 発光分光分析法による重窒素の定量について. 土肥誌 45: 549-559.
6. 小玉孝司 1979. 太陽熱利用によるハウス土壤消毒(2). 農および園 54: 277-281.
7. ———・福井俊男 1979. 太陽熱とハウス密閉処理による土壤消毒法について 1. 土壤伝染性病原菌の死滅条件の設定とハウス密閉処理による土壤温度の変化. 奈良農試研報 10: 71-82.
8. 小川和夫 1969. 鉍質畑地土壌における地力要因の解析的研究. 東海近畿農試研報 18: 192-352.
9. 前田乾一・鬼鞍豊 1976. 水稻ポット試験における水管理と施肥窒素収支の関係. 土肥誌 47: 99-105.
10. 高井康雄・上原洋一 1973. 水田土壤作土表層部における硝化脱窒過程に関する研究. 第1報 湛水状態下長野土壤各層別の酸化還元状態の変動，窒素の形態変化および硝化菌，脱窒菌の消長. 土肥誌 44: 463-470.

Summary

For the purpose of the conservation of productivity of soil on the long-term culture by forcing type of a strawberry, studies were made on the effects of organic matters to be applied to soil amendment in the closed vinyl house against soil-borne disease. As a consequence, the physical and chemical conditions of the soil were clarified. The obtained results were summarized as follows:

1. The soil temperature of the closed vinyl house rose to 40°C on the 4th day and was 45°C higher than on the 6th day after the vinyl house was completely closed. In comparison with the case with non-application of organic matters, the soil temperature was 3 ~ 4°C higher, when soiling corn and sawdust manure of organic matters were applied.

2. When organic matters were applied the pH of soil was higher than that when not applied, and it was shown between 6.7 and 7.9.

3. On the 2nd day after the vinyl house was completely closed, the Eh₇ of soil fell, and when organic matters were applied in great quantity, it turned out to be low while the house remained closed.

4. So far as the contents of ammonium nitrogen were concerned, they generally grew much larger in quantity in application than in non-application. The nitrified nitrogen on the soil was scarce, but when the house was opened some nitrified nitrogen was observed because of nitrification.

5. When an attempt was made to investigate the degree of gaseous nitrogen losses caused by denitrification from the soil under the application of organic matters and calcium cyanamid at 45°C, the chief gaseous nitrogen form was N₂ but N₂O was not observed. The concentration of gaseous nitrogen losses was about 14 ~ 23 mgN in the culture apparatus (N-mg/300 g dry soil).

6. When the calcium cyanamid (¹⁵N) was applied to the soil together with organic matters was incubated for 15 days at 45°C, the denitrification rate of calcium cyanamid in the soil was between 30 and 43 percent.

7. When the calcium cyanamid (¹⁵N) was applied only to the soil in the closed vinyl house without any plant in midsummer, 77 percent of nitrogen fertilization was denitrified and flowed out on the 35th day, and 5 percent was denitrified and flowed out on the 13th day after the vinyl house was opened.