

有機質資材の連用による転換畑の土壌変化とタマネギの収量

大塩哲視* · 三好昭宏* · 青山喜典* · 松浦克彦** · 齋藤教子*** · 津高寿和*

要 約

転換畑における堆肥の連用効果について、タマネギ作を対象として11年間にわたって調査した。

- 1 年間3～6 tの堆肥連用により、土壌の孔隙率が増加した。pF 2.7-4.2における保水性も高まったが、3 t連用と6 t連用による体積水分率の増加は同程度であった。
- 2 作物残さ搬出の場合、年間3 tの堆肥連用により土壌腐植は維持され、6 t連用では腐植が増加した。陽イオン交換容量も同様の変化を示した。
- 3 タマネギ作では堆肥連用により収量が安定化した。収量性は3 t連用でまさり、6 t連用では土壌中にリン酸やカリが過剰集積するおそれがあった。

Changes in Soil Properties and the Yield of Onions by Successive Organic Matter Applications to Drained Paddy Fields

Tetsushi OSHIO, Akihiro MRYOSHI, Yoshinori AOYAMA,
Katsuhiko MATSUURA, Noriko SAITO and Toshikazu TSUTAKA

Summary

We researched the effect of successive organic matter applications to drained paddy fields for 11 years on the soil properties and productivity of onions.

- (1) The organic matter applications of 3 - 6 t/10a/year increased the soil porosity. The water retentivity in pF 2.7-4.2 also increased, but the moisture volume percentage was the same between 3 t and 6 t of the organic matter applied.
- (2) With no input of crop residue, the content of soil organic matter was maintained with organic matter applications of 3 t/year, and increased with that of 6 t/year. The CEC also showed a similar change to the organic matter applications.
- (3) The organic matter applications stabilized the yield of onions. For improving the yield, the applications of 3 t/year was better than that of 6 t/year, and the latter showed the possibility of accumulating excess phosphate and potassium in the soil.

キーワード：転換畑，有機質資材，土壌の孔隙率，土壌の保水性，腐植，CEC，タマネギ

緒 言

兵庫県下では年間200万tもの家畜ふん尿が排出されており、そのうちの約150万tは牛ふん尿である('99年2月現在の家畜飼養頭数¹⁾より推計)。家畜ふん尿の一部は堆肥化されて市場流通するが、輸送コストや労力面の問題から、近隣の農地に多量に投入されているのが実

状である。しかし近年、農業が周辺環境、特に水系に及ぼす影響が重大な社会問題とみなされ、家畜ふんの処理は特に重要な課題となっている。また家畜ふん尿のもとである飼料の大部分は国外から輸入されたものであるため、特定地域における堆肥肥の多施用は農用地全体の養分バランスを損なうおそれがある。したがって家畜ふん尿は有機質資材として農業に広域的に活用されるのが望ましく、そのためにはふん尿処理施設等のハード面の整備のほか、コストや労力に見あった施用効果が保証されることも重要である。しかし有機質資材の長期的な効果

1999年8月30日受理

* 中央農業技術センター ** 北部農業技術センター

*** 生活科学研究所

は、その種類、投入量、投入年数、土質、対象作物等により大きく異なる^{2,3)}。そこで当試験ではオガクズ入り牛ふん堆肥を対象とし、その連用が転換畑土壌の理化学性及びタマネギの収量に及ぼす影響を11年間にわたり調査した。作付体系はサツマイモ・タマネギまたはキャベツ・タマネギとした。

材料及び方法

1. 試験場所及び試験区の構成

試験は中央農業技術センター場内の転換畑で行った。土壌型は細粒黄色土（斑紋あり，蓼沼統）造成相であり、表層20cmは沖積水田土壌である。近隣の福崎観測所データによると年間平均気温14.7℃，年間降水量1492mmであった（'87-98の平均値⁴⁾）。作付体系はサツマイモ・タマネギ（'87-92）またはキャベツ・タマネギ（'93-98）とし、全試験期間を通じて湛水せず、作物残さは全て撤出した。試験区は0t区（堆肥無施用），3t区（堆肥毎作1.5t），6t区（同3.0t），無堆肥でリン酸またはカリのみを化学肥料で増施したP増施区，K増施区の計5区を設置した。リン酸，カリの増施割合はタマネギ作及びサツマイモ作100%（倍量），キャベツ作50%とした。試験規模は1区22m²，2連制とした。タマネギ作のみの施肥量を表1に，年間施肥量を表2に，使用したオガクズ入り牛ふん堆肥の成分分析値を表3に，タマネギ作の耕種概要を表4に示した。

表1 タマネギの三要素施肥量（堆肥由来分は除外）

試験区	施肥量 (kg/10a)	使用肥料
①0t区	N 20, P ₂ O ₅ 20, K ₂ O 20	塩加燐安
②3t区	N 20, P ₂ O ₅ 20, K ₂ O 20	〃
③6t区	N 20, P ₂ O ₅ 20, K ₂ O 20	〃
④P増施区	N 20, P ₂ O ₅ 40, K ₂ O 20	〃+過磷酸石灰
⑤K増施区	N 20, P ₂ O ₅ 20, K ₂ O 40	〃+硫酸加里

堆肥施用量：②1.5t/10a，③3.0t/10a，①④⑤無施用
 全区とも炭酸苦土石灰を同量施用（120～150kg/10a）
 三要素の分施割合は全て、基肥：追肥1：追肥2=4：3：3

表2 三要素の年間施肥量（堆肥由来分は除外）

作付体系	試験区	施肥量 (kg/10a/年)
サツマイモ・ タマネギ ('87-92)	①②③	N 30, P ₂ O ₅ 26, K ₂ O 29
	④	N 30, P ₂ O ₅ 52, K ₂ O 29
	⑤	N 30, P ₂ O ₅ 26, K ₂ O 58
キャベツ・ タマネギ ('93-98)	①②③	N 51, P ₂ O ₅ 39, K ₂ O 45
	④	N 51, P ₂ O ₅ 69, K ₂ O 45
	⑤	N 51, P ₂ O ₅ 39, K ₂ O 78

堆肥年間施用量：②3t/10a，③6t/10a，①④⑤無施用
 全区とも炭酸苦土石灰を同量施用（200～300kg/10a/年）

2. 収量調査法及び土壌・作物体の分析測定法

- (1) 収量調査：一定数の株を各試験区より規則的に採取し、その重量と栽植密度より収量を算出した。タマネギ作では各区計100株（1区50株×2連）を採取した。
- (2) 土壌の物理性：仮比重は採土管法（8反復）及び風乾細土容積重測定器（5反復）により、真比重はピクノメーター法により測定した。強熱減量は風乾細土を700℃で2時間加熱し、重量の減少率で表示した。一定pF下における含水比は、細土を用いてアングルロータによる遠心法で測定した。
- (3) 土壌の化学性：土壌試料は収量調査時に株間または条間より15cmの深さまでを採取し、これを2mm篩別の風乾細土として分析に供した。可給態リン酸はトルオーグ法により、交換性カリは1N酢酸アンモニウム（pH 7）で抽出し、炎光光度計により測定した。また陽イオン交換容量（以下CECと呼ぶ）はセミマイクロショールンベルガー法により測定した。全炭素，全窒素含有率（以下TC，TNと呼ぶ）の測定にはNCアナライザー（SUMIGRAPH NC-80 AUTO）を用いたが、この分析に限り1mm篩別の風乾細土を用いた。
- (4) 作物体分析：試料は収量調査時に採取し、ただちに水洗，通風乾燥（70～80℃）したものをボールミルで粉碎し，分析試料とした。これをサリチル硫酸-過酸化水素法により湿式灰化し，Nは水蒸気蒸留法により，Pはバナドモリブデン酸アンモニウム法により，Kは炎光光度計により測定した。

表3 供試堆肥の平均的組成（三要素は肥料成分換算）

水分	56%	C/N比	28.7
乾物組成	N	1.3%	(5.7kg/lt, 現物)
	P ₂ O ₅	1.5%	(6.6kg/lt 〃)
	K ₂ O	2.4%	(10.6kg/lt 〃)

表4 タマネギの耕種概要

供試品種	「淡路中甲黄」	'88-89 '91-92
	「O・K黄」	'90
	「淡路中甲高黄」	'93-96
	「もみじ3号」	'97-98
栽植条件	約18520株/10a 3条植，畝幅135cm，株間12cm	
定植	：11月上旬～12月上旬	
収量調査	：5月下旬～6月中旬	
	*かん水は通常，定植直後のみ実施	

結 果

土壤断面調査及び下層土の分析は1連制で行ったが、その他の図表及び数値は全て2連制の平均値で表示した。また土壤の物理性に関わる数値(表5, 図1~4)は乾土重量あたりで表示し、その他は全て風乾細土重量あたりで表示した。

1. 堆肥の連用が土壤断面と土壤の物理性に及ぼす影響

調査及び土壤試料の採取は試験終了時('98年6月, タマネギ収穫後)に0t区, 3t区, 6t区で行った。土壤断面を図1に示した。6t区では作土が深くなり暗色化したほか、その触感土性は本来の埴壤土(CL)よりも壤土(L)に近くなった。物理性では、堆肥連用にとまなう作土のT-C及び強熱減量の増加と仮比重の低下が認められた。しかし0t区に対する真比重の変化率は6t区でも3%以下であった(表5)。作土の孔隙率はほ場状態で0t区57.0%, 3t区57.8%, 6t区59.9%, 2mm篩別の細土を一定条件下で充填したもので0t区50.5%, 3t区51.6%, 6t区53.6%と、堆肥連用にとまなう増加した(図2)。以下の数値処理には再現性に優れた細土容積重を用いた。作土のpF-含水比を図3に、pF-体積水分率を図4に示した。pF 2.7-4.2の範囲における含水比の平均は、0t区を100とすると3t区で110, 6t区で119であった。また体積水分率では0t区を100とすると3t区で107, 6t区で109であった。

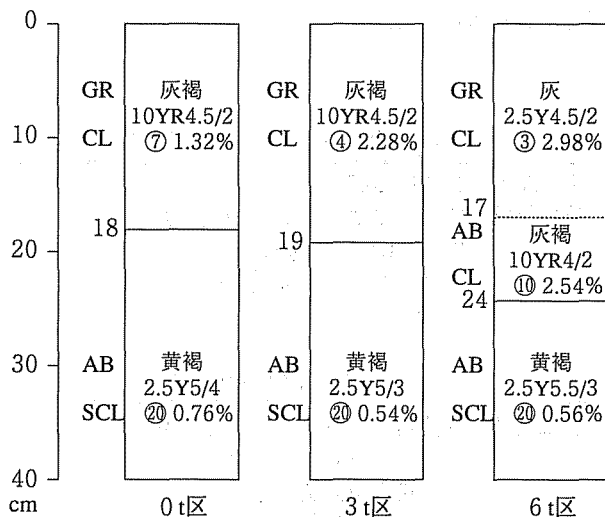


図1 試験終了時の土壤断面

各層位について土色名, JIS表示土色, ち密度(○mm), T-C(%)の順に表示。図の左には層界(cm), 土壤構造(GR:粒状, AB:角塊状)及び土性(CL:埴壤土, SCL:砂質埴壤土)を表示。

下層のT-Cは全て25~40cmにおける数値。

礫含量は全区ともに、

作土:細小円礫あり, 下層土:細小半角礫含む~富む

2. 堆肥の連用が作土の化学性に及ぼす影響

跡地作土の化学性的変化(図5~9及び数値)は、試験開始前の'87年度を除き、全て前後作の跡地を含めた移動平均で表示した。したがって表示期間は'97年度までの10年間である。作付体系の変更を図中に縦線で示した。

(1) 当初1.84%であったT-Cは、'97年度には0t区で1.28%, 3t区で2.14%, 6t区で2.89%となった(図5)。なお試験終了時('98)の下層土(25~40cm)は、全区とも0.8%以下であった(図1)。

表5 作土のT-C, 強熱減量及び比重(試験終了時)

試験区	T-C (%)	強熱減量 (%)	真比重	仮比重
0t区	1.32	4.6	2.52	1.25
3t区	2.28	5.8	2.49	1.20
6t区	2.98	7.1	2.45	1.14

仮比重は細土容積重より算出, 全て乾土あたりで表示

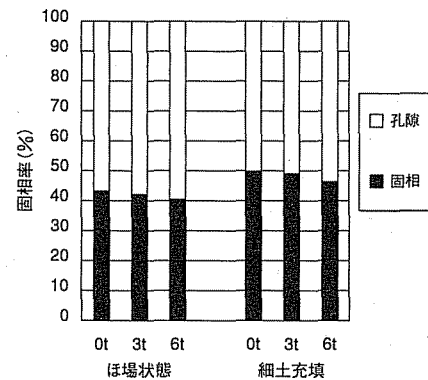


図2 作土の固相・孔隙率(試験終了時)

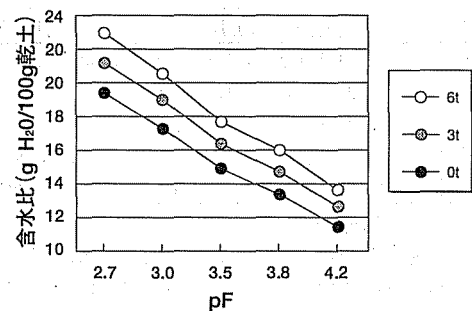


図3 作土のpF-含水比(試験終了時)

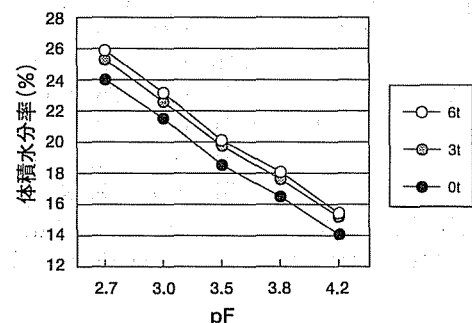


図4 作土のpF-体積水分率(試験終了時)

- (2) 当初 0.181%であった T-N は、'97年度には 0 t 区で 0.139%, 3 t 区で 0.193%, 6 t 区で 0.247%となった (図 6) . なお試験終了時 ('98) の下層土 (25~40cm) は、全区とも 0.07% 以下であった.
- (3) pH (H₂O) は全区とも 5.4~6.6 の範囲で推移した. 全試験期間を通した pH の平均値は 0 t 区 5.9, 3 t 区 6.1, 6 t 区 6.2, P 増施肥区 5.8, K 増施肥区 6.0 であった.
- (4) 当初 11.9me/100g であった CEC は、'97年度には 0 t 区で 11.2me, 3 t 区で 12.6me, 6 t 区で 14.3me となった (図 7) . なお試験終了時 ('98) の下層土 (25~40cm) は、全区とも 8.2me 以下であった.
- (5) 当初 14mg/100g であった可給態リン酸は、'97年度には 0 t 区で 55mg, 3 t 区で 79mg, 6 t 区で 101mg となった. P 増施肥区の可給態リン酸含量は 6 t 区に近い変動を示した (図 8) .

- (6) 当初 22mg/100g であった交換性カリは、キャベツ-タマネギ体系に変更後、堆肥連用にともない急増し、'97年度には 0 t 区で 31mg, 3 t 区で 64mg, 6 t 区で 96mg となった. K 増施肥区の交換性カリ含量は 3 t 区と 6 t 区の中間的な変動を示した (図 9) .

3. 堆肥の連用がタマネギの収量性に及ぼす効果

'90-98年度のタマネギの収量を図10に、0 t 区に対する収量比を表 6 に示した. '98年度を除くと、3 t 区と 6 t 区の収量は常に 0 t 区と同程度またはそれ以上であり、0 t 区に対する平均的な増収率は 10% 以上であった. P 増施肥区でも収量が増加したが、同増収率は 5% であった. K 増施肥区の収量は 0 t 区に近い傾向を示した. またタマネギとキャベツによる平均的な養分搬出量 (養分吸収量) を表 7 に示した. 搬出量は、各試験区について、作物部位別の収量と、その水分・養分含有率の平均値 (欠損値は除外) より概算した. その結果、キャベツ-タマネギ体系における年間養分搬出量は、全区ともほぼ窒素 30kg, リン酸 10kg, カリ 35kg であった.

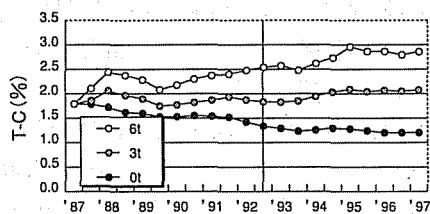


図 5 跡地土壌の T-C

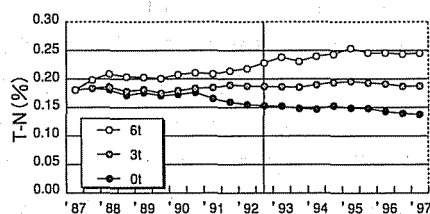


図 6 跡地土壌の T-N

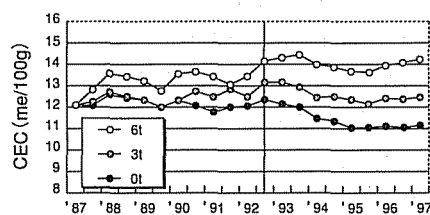


図 7 跡地土壌の CEC

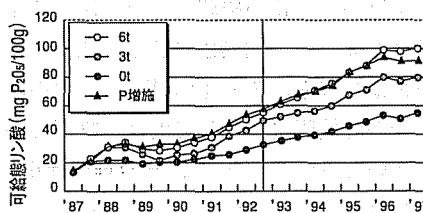


図 8 跡地土壌の可給態リン酸含量

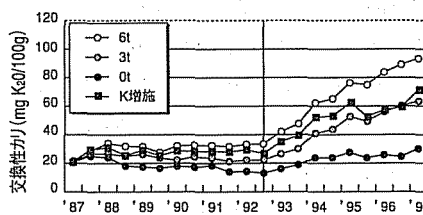


図 9 跡地土壌の交換性カリ含量

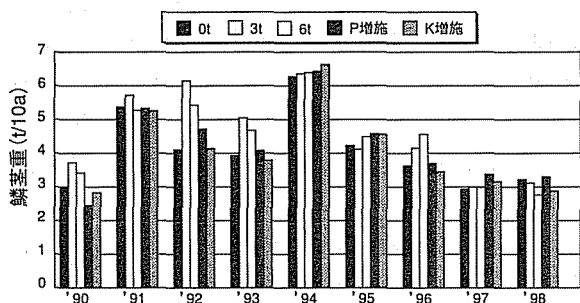


図10 タマネギの収量

表6 タマネギの収量比

試験区	収量比 (%)									
	'90	'91	'92	'93	'94	'95	'96	'97	'98	平均
0 t 区	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
3 t 区	133	106	150	125	101	98	115	104	99	115
6 t 区	122	100	133	116	101	106	125	104	89	111
P 増施肥区	87	101	116	103	103	109	103	121	105	105
K 増施肥区	99	99	103	96	106	109	95	113	92	101

表7 作物による養分搬出量

試験区	養分搬出量 (kg/10a)								
	タマネギ			キャベツ			合計		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
0 t 区	7.8	3.6	11	23	6.3	21	31	10	32
3 t 区	8.3	4.4	13	22	6.0	22	30	10	35
6 t 区	8.0	4.7	13	19	6.1	23	27	11	36
P 増施肥区	8.5	4.8	12	22	6.5	21	30	11	33
K 増施肥区	8.2	4.0	12	22	6.1	25	30	10	37

タマネギは鱗茎部/葉部に、キャベツは結球部/外葉部に分けて分析

考 察

1. 堆肥の連用が土壌断面と土壌の物理性に及ぼす影響

3 t 区の土壌断面には、作土の T-C の増加以外に明確な変化は認められなかった。しかし 6 t 区では作土が深くなったほか、その触感土性も変化し、物理性の顕著な変化が推測された。なお、造成ほ場であるが、表層、下層ともに粘質土壌であった。

土壌の孔隙率、T-C 及び強熱減量は堆肥連用にとまない増加した。作物残さは全て搬出し、炭酸を含む苦土石灰の施用量も全区一律であったことから、堆肥由来の有機物による土壌の膨軟化が確認された。試験開始前の腐植含有率は 3.2% (T-C × 1.72 による近似値) であり、このような腐植含有率が 3 ~ 4 % 以下の非火山灰土では堆肥由来成分が有機膠質物として働き、物理性の改善効果が特に大きいとされている³⁾。また堆肥連用により、真比重の変化は小さいにもかかわらず pF 2.7-4.2 における含水比 (単位乾土重あたりの保水量) が増加した。この pF は通常作物の生長阻害点 ~ 永久しおれ点に相当する。体積水分率 (単位土壌体積あたりの保水量) も増加したが、孔隙率の拡大により 6 t 区では明らかに増加が抑制された。なお含水比の測定には一定重量の細土を用いたため、土柱高は厳密には一律ではない。しかし真比重と仮比重の傾向より、理論上、土柱高及び pF は 6 t 区 > 3 t 区 > 0 t 区であるにもかかわらず、含水比の増加率は非圧密下の土柱体積の増加 (仮比重の逆数の増加) を上まわった。以上の結果から、堆肥連用により乾燥条件下における保水性が高まることが確認された。このように堆肥施用は保水性を高めるとの報告^{5,6)}がある一方で、その過剰施用は土壌を乾燥させることが知られている^{7,8)}。これは孔隙の大きさや量が一定限度を超えると水分の保持・連絡性が低下するためであり、6 t 区でもいずれ (粗) 孔隙の過度の増加により、3 t 区よりも保水性が低下する可能性が考えられた。

2. 堆肥の連用が作土土壌の化学性に及ぼす影響

作土の T-C、T-N の変動より、(作物残さ搬出の) 粘質

な土壌の転換畑で土壌腐植を維持するためには、オガクズ入り牛ふん堆肥を用いた場合、年間 3 t 程度の堆肥連用が必要と考えられた。当初約 12me であった CEC も年間 3 t の堆肥連用により低下が抑止され、6 t 連用では増加した。最終的な CEC × 仮比重は、0 t 区 14.0me、3 t 区 15.1me、6 t 区 16.3me/100cm³ と、単位土壌体積あたりでも保肥力の増加が認められた。次に堆肥連用による肥料成分の増加について検討した。供試した堆肥に含まれるリン酸、カリの総量は、現物 1 t 当たりそれぞれ 6.6kg、10.6kg と推定された。作土量は表層 15cm に限定しても約 180t/10a であり、キャベツ - タマネギ体系時の跡地の養分含有量は、全ての区で可給態リン酸 60~180kg、交換性カリ 25~170kg/10a の範囲にあった。一方、養分搬出量は全区ともリン酸約 10kg、カリ約 35kg/10a/年にとどまった。したがってこの体系時の土壌養分の変化より、年間 6 t の堆肥連用はリン酸年間 30kg、カリ同 33kg の増施 (それぞれ P 増施肥区、K 増施肥区) に相当するか、それ以上であることが確認された。

3. 堆肥の連用がタマネギの収量性に及ぼす効果

サツマイモ、キャベツ作ではいまだ明確な傾向は得られていないが、タマネギ作では堆肥連用により収量が安定化し、概して高収量となった。P 増施肥区の増収の程度は、より可給態リン酸の少ない 3 t 区よりも小さく、K 増施肥区の収量は 0 t 区と同程度であったことから、この効果は堆肥に含まれるリン酸、カリのいずれかの量に起因するものではないと考えられた。また '92-97 年度におけるタマネギ全体の窒素吸収量の平均は、0 t 区 8.3kg、3 t 区 9.0kg、6 t 区 8.7kg、P 増施肥区 9.3kg、K 増施肥区 8.8kg/10a と同程度であり、0 t 区に対する窒素吸収量の比率と同収量比との間の相関係数は 3 t 区 0.82、6 t 区 0.65、P 増施肥区 0.71、K 増施肥区 0.84 (n = 6) と、6 t 区ではむしろ低下した。さらに堆肥の総窒素無機化量の増大が推測される試験後半には顕著な効果が認められなかったこと、6 t 区の収量性は 3 t 区と同等以下であったことなどから、これは堆肥由来窒素の直接的な作用ではないと考えられた。なおオガクズ入り牛ふん堆肥の窒素の放出については、投入 4 年目でも 40% に満たないとの報告がある¹⁰⁾。土壌の化学性がタマネギの生育に及ぼす影響として、リン酸集積 (Trueg P₂O₅ 100~130mg/100g 以上) は倒伏期を早め、鱗茎肥大期間を短縮させるとの報告がある⁹⁾。しかし全試験期間を通して試験区間に明確な倒伏期の変化は認められなかった。また 3 t 区と 6 t 区では、跡地土壌の pH がわずかにタマネギ作の好適 pH とされる 6.1~6.5 に近くなったが⁹⁾、収量差との相関は認められなかった。さらに土壌変化は経時的で

あったのに対し、タマネギ収量に対する堆肥連用の効果には連続性が認められなかった。

次に、この効果の発現に対する気象の影響について調査した。気象データは連続性、安定性を重視し、試験ほ場(標高74m)の西北西約14kmに位置する福崎観測所(同72m)のものを用いた⁴⁾。定植日のずれに比して収穫期のずれは小さかったことから、積算気温及び降水量を、全作付期間(定植日～収量調査前日)及び気温が上昇に転じる2月以降(2月1日～収量調査前日)の2通りについて算出し、検討した。その結果、2月以降の積算気温と6t区/0t区の収量比の間に負の相関が認められた(表8, 9)。品種を越えたこの相関が有意であれば、6t区では、堆肥の分解及び窒素の発現が抑制される低温下で収量性が良い。6t区では試験初期からT-Cの増加が明白であり、試験終了時には孔隙率や作土厚の変化も認められたことから、土壌物理性の変化が地温等の変化を介して同化を促進した可能性が考えられた。ただし3t区では、収量性の良い試験前半には0t区に対するT-Cの差が小さく、上記の相関も低かった。いずれにしても堆肥連用の効果が低い年度は、品種別に見ると全区とも標準以上の収量である傾向にあった。特に品種「淡路中甲黄」及び「淡路中甲高黄」では、供試期間('91-'92, '93-'96)を通じた収量の最大値は全区ともそれぞれ約5.5t, 6.5tと良好であった。したがって当試験における堆肥連用の効果は、増収よりもむしろ減収の軽減であると考えられた。

タマネギの同化量(≒同化能×葉面積)と鱗茎肥大は、25℃以下の適度な気温上昇で促進されるが、窒素過多によって抑制されるとの報告があり¹¹⁾、収量性への窒素の関与は、主として肥大期前の葉面積の確保を介したものと考えられる。堆肥連用効果が特に高い'90-'93年度には3t区と6t区で初期生育の促進が観察されたことから、その効果は土壌の物理性と化学性の相互作用によるものと考えられた。試験後半に3t区で顕著な生育促進や増収が認められなくなったことについては、収量性が6t区≦3t区であったこととの関連が推測された。

結論として、作物残さ搬出の転換畑では腐植含量及び地力が徐々に低下し、土壌の通気性や保水性が低減する可能性もあるが、年間3t程度の堆肥連用によりそれらを回避できることが明らかとなった。また機構は未解明であるが、タマネギの収量は堆肥連用により安定化した。当試験では、年間6tの堆肥連用は土壌を膨軟とし、CECも高めたが、保水性やタマネギの平均的な収量性は3t連用と同等であり、リン酸やカリの集積も懸念された。したがって6t連用にはち密な土壌の初期改良や減肥の可能性が残されるものの、土壌の理化学性と作物の収量性を10年以上の長期にわたって良好に保つためには、オガクズ入り牛ふん堆肥を用いた場合、年間3t程度の連用が現実的であると考えられた。

引用文献

- (1) 1999年度兵庫県畜産統計
- (2) 農林水産研究文献解題 No.15
- (3) 農林水産研究文献解題 No.20
- (4) 兵庫県気象月報
- (5) 山田良三・沖野英男(1991):土壌の水分環境と作物生育(第2報)堆肥連用畑土壌における水分特性と窒素吸収:愛知農試研報23, 281-288
- (6) 山田良三・今泉諒俊・沖野英男(1992):土壌の水分環境におよぼす堆肥およびもみがらくん炭の効果:土肥誌63, 232-236
- (7) 松本泰彦(1980):土壌表面の乾燥に及ぼす豚糞多施用の影響:土肥誌51, 175-178
- (8) 大橋恭一・岡本将宏(1985):おがくず入り牛ふん厩肥連用による野菜収量と土壌水分環境の変動:土肥誌56, 373-377
- (9) 農作物生育環境指標総集 日本土壌協会(1986)
- (10) 有機質資材の複合的利用による畑利用水田野菜生産安定技術の確立 兵庫中農技(1989)
- (11) 加藤徹(1964):タマネギの球の形成肥大および休眠に関する生理学的研究(第3報)球の形成肥大に及ぼす環境要因の影響:園学雑33, 53-61

表8 タマネギ収量比及び積算気温、降水量

	'90	'91	'92	'93	'94	'95	'96	'97	'98
3t/0t比 (%)	133	106	150	125	101	98	115	104	99
6t/0t比 (%)	122	100	133	116	101	106	125	104	89
積算気温A(℃)	1759	1891	1736	1728	1947	1834	1607	1618	1715
積算気温B(℃)	1313	1371	1313	1344	1491	1372	1190	1351	1415
降水量 A(mm)	761	820	596	539	549	703	421	531	614
降水量 B(mm)	644	683	477	377	408	601	338	417	519

表9 タマネギ収量比と気象条件の相関係数

	積算気温		降水量	
	A	B	A	B
3t/0t比	-0.25	-0.48	-0.01	-0.05
6t/0t比	-0.35	-0.72*	-0.25	-0.25

* 5%水準で有意

A:全作付期間 B:2月以降(表8,9)