

ニンジン・ダイコンに対する有機主体施肥法

誌名	岐阜県農業総合研究センター研究報告 = Bulletin of the Gifu Agricultural Research Center
ISSN	09138757
著者	矢野, 秀治 川瀬, 昭 北嶋, 敏和
巻/号	9号
掲載ページ	p. 28-39
発行年月	1996年3月

ニンジン・ダイコンに対する有機主体施肥法

矢野秀治・川瀬 昭*・北嶋敏和**

A Method of Fertilizer Application of Organic Matter to Carrot and Japanese Radish

Hideji YANO, Akira KAWASE and Toshikazu KITAJIMA

要約：本県の主要露地野菜産地である各務原市（表層多腐植質黒ボク土）の春夏作ニンジン、郡上郡高鷲村（細粒黄色土）の夏ダイコンを対象に、堆肥と有機質肥料の肥効特性、堆肥と有機質肥料を組み合わせた施肥法、有機物連用が土壌及び病虫害に及ぼす影響について検討した結果、1) 堆肥中の無機態、水溶性成分を基肥として利用する。2) 堆肥からは窒素の追肥の効果を期待しない。3) 有機質肥料は最終窒素無機化率が70~80%程度であることを考慮し増肥する。4) 有機質肥料は肥効・虫害の点から追肥での施用は避ける。5) ダイコンでは虫害回避のため堆肥・有機質肥料は前年秋に施用する。ことが判明し、これらに基づき、堆肥・有機質肥料主体の施肥法を策定した。また、有機物の連用は地力富加による減肥及び土壌水分の低下によるニンジンしみ腐病の抑制効果が期待できた。

キーワード：ニンジン、ダイコン、堆肥、有機質肥料、減化学肥料、タネバエ、しみ腐病

緒 言

近年、消費生活の向上や食生活の多様化に伴い、有機農産物に対する消費者ニーズが高まっている。また、化学肥料や農薬の過剰施用は、生産者及び消費者に対する安全性や周辺環境へ及ぼす影響などの観点から、社会的関心が高まっている。

一方、野菜産地は専作化が進み、ややもすれば、化学肥料や農薬に大きく依存した連作が行われがちであり、土壌の劣化や連作障害、薬剤抵抗性病害虫などが発生し、産地の維持が危惧されている。

このような背景から、減化学肥料や減農薬を目指した環境にやさしい農業の実現が強く求められているが、施肥面では化学肥料に代わる堆肥や有機質肥料の使用は肥効の不安定さ、根部障害の発生等により収量、品質が低下するなど種々の問題を抱えている¹⁾。

そこで、本県の主要露地野菜産地である各務原市（表層多腐植質黒ボク土）の春夏作ニンジン、郡上郡高鷲村（細粒黄色土）の夏ダイコンを対象に、①堆肥と有機質肥料の肥効特性 ②堆肥と有機質肥料を組み合わせた施肥法 ③有機物連用が土壌及び病虫害に及ぼす影響について検討したので取りまとめ報告する。

なお、本研究に当たり多大な御協力を頂いた伊奈波農

業改良普及センター、郡上農業改良普及センター、各務原市役所、高鷲村役場、各務原市農業協同組合、おくみの農業協同組合並びに試験研究に御協力頂いた関係各位に対し厚くお礼申し上げます。

材料及び方法

1 堆肥及び有機質肥料の肥効特性（室内試験）

1) 供試土壌：表層多腐植質黒ボク土及び細粒黄色土

2) 供試堆肥：オガクズ豚糞堆肥及びパーク牛糞堆肥
（成分・化学性は表1のとおり）

3) 供試有機質肥料

なたね油粕（N：5%、P₂O₅：2%、K₂O：1%）

蒸製骨粉（N：4%、P₂O₅：20%）

ゼンユーキ（N：5%、P₂O₅：10%）

4) 試験方法

未風乾の作土土壌にオガクズ豚糞堆肥（6t/10a相当）、パーク牛糞堆肥（8t/10a相当）を添加した後、温度を3段階（20、25、30℃）で培養し、経時的に無機態窒素を定量した。

杉原・金野ら²⁾の速度論的方法で無機化特性値（N₀：易分解性有機態窒素量、k：無機化速度定数、E_a：見かけの活性エネルギー、C：定数）を求めた。対象作物の作付期間中（ニンジン：1~6月、ダイコン：5~7月）の地温（畦中央部で測定）と窒素無機化特性値をモデル式（単純型：N = N₀ · (1 - E · X^P

* 現農業技術課 ** 現園芸特産課

表1 供試堆肥の成分・化学性

堆肥の種類	pH	EC mS	水分 %	C/N	無機態N W-P ₂ O ₅ W-K ₂ O			T-N T-P ₂ O ₅ T-K ₂ O		
					kg/現物 t			kg/現物 t		
オガクズ豚糞堆肥	7.5	3.6	57	18.1	2.2	2.1	3.0	8.8	20.8	9.4
	0.5	1.7	9	3.3	0.6	0.9	0.7	1.6	5.4	2.0
パーク牛糞堆肥	7.6	2.4	64	25.1	0.5	0.6	1.8	5.9	4.9	6.2
	0.4	1.3	10	4.7	0.2	0.2	0.6	2.8	2.8	3.3

注) 1 W:水溶性含量 T:全含量 2 上段:平均値、下段:標準偏差
(k・T)+C)に代入して、窒素無機化量を推定

した。

有機質肥料は、N50mg/100g相当量を未風乾土壌に添加後、温度を5段階(10、15、20、25、30℃)で培養し、有機質肥料添加土壌と未添加土壌との無機態窒素の差を求め、無機化率を算出した。

(5) 試験区の構成 試験区の構成は表3のとおりである。

(6) 地力窒素発現様式

各年の施肥前の未風乾土壌について、温度を3段階(20、25、30℃)で培養し、杉原・金野らの速度論的方法により解析した。

2 堆肥と有機質肥料を用いた施肥法(現地試験)

1) ニンジン

- (1) 試験場所 各務原市鶴沼
(2) 土壌条件 表層多腐植質黒ボク土、野々村統
(3) 品種 向陽二号
(4) 耕種概要 耕種概要は表2のとおりである。

2) ダイコン

- (1) 試験場所 郡上郡高鷲村
(2) 土壌条件 細粒黄色土、赤山統
(3) 品種 沢美
(4) 耕種概要 耕種概要は表4のとおりである。
(5) 試験区の構成 試験区の構成は表5のとおりである。
(6) 地力窒素発現様式は1)ニンジンと同様の方法で解析した。

表2 耕種概要(ニンジン)

年度	堆肥基肥施用	播種	追肥	収穫
2	1/22	2/7	4/26, 5/11	5/29
3	1/22	2/7	4/26, 5/11	6/3
4	1/10	1/17	4/17	5/19
5	1/8	1/22		5/26
6	1/13	1/26		6/2

表3 試験区の構成(ニンジン)

試験区	年度	堆肥 (t/10a)	施肥量(kg/10a)			化学肥料N 減肥率(%)
			N	P ₂ O ₅	K ₂ O	
①化学肥料 単用	2~3	0	20[5]	30	20[5]	-
	4~6	0	15	30	20	
②堆肥3t +有機質肥料	2	3	10[3]	25	10[3]	50
	3	3	17(17)[7]	33(33)[3]	12(2)[5]	100
	4	3	11(11)[7]	28(15)[3]	20(2)[5]	100
	5	3	8(8)	16(16)	9	100
	6	3	6.5(6.5)	13(13)	9	100
③堆肥6t	2~4	6	0	21	0	100
	5~6	5	0	0	0	100
④有機質肥料	5~6	0	19(19)	38(38)	20	100

注) 1 有機質肥料: H2~4 なたね油粕、蒸製骨粉 H5~6 ゼンユーキ
2 ()は有機質肥料、[]は追肥分のうち数
3 堆肥はオガクズ豚糞堆肥で元年から連用(成分は表1参照)

結果及び考察

1. 堆肥及び有機質肥料の肥効特性

1) 堆肥の肥効特性

堆肥は地域で入手可能で代表的なものとして、ニンジンにはオガクズ豚糞堆肥、ダイコンにはパーク牛糞堆肥

表 4 耕種概要(ダイコン)

年度	堆肥施用	基肥施用	ボカシ施用	播種	追肥	収穫
元	5/24	5/24	—	5/24	6/28	7/24
2	5/17	5/17	—	5/24	6/29	7/25
3	5/24	5/24	—	5/24	6/26	7/24
4	4/28	5/22	—	5/29	6/30	7/27
5	H4/10/26	①区 ; 5/21 ②③⑤区 ; H4/10/26	④区 ; 5/21	5/24	6/28	7/26
6	H5/10/13	①区 ; 5/19 ②③⑤区 ; H5/10/13	④区 ; 5/19	5/23	6/22	7/26

表 5 試験区の構成(ダイコン)

試験区	年度	堆肥 (t/10a)	施肥量(kg/10a)			化学肥料N 減肥率(%)
			N	P ₂ O ₅	K ₂ O	
①化学肥料 単用	1~6	0	16 [3]	16	16 [3]	—
②堆肥4t+ 有機質肥料	1~3	4	12(12)	11(11)	8(8)	100
	4~6	3	12(12)	24(24)	9	100
③堆肥8t+ 有機質肥料	1~2	8	6	6	1	63
	3	8	9(9)	7(7)	3(3)	100
	4~6	8	9(9)	18(18)	2	100
④ボカシ	5~6	4	12(12)	24(24)	9	100
⑤有機質肥料	4~5	0	22(22)	44(44)	16 [3]	100

- 注) 1 有機質肥料: H 1~3 なたね油粕、蒸製骨粉 H 4~6 センユーキ
 2 ()は有機質肥料、[]は追肥分のうち数
 3 堆肥はパーク牛糞堆肥で元年から連用(成分は表1参照)
 4 ボカシは堆肥と有機質肥料を混合し、屋内で6ヶ月間堆積発行させた。

を用いた。その成分・化学性の平均値は表1に示した。

堆肥の成分のうち無機態N、水溶性P₂O₅、水溶性K₂Oを基肥として利用できると考えた。その成分量(kg/t)は年次変動がやや認められるが、平均するとオガクズ豚糞堆肥でN:2.2、P₂O₅:2.1、K₂O:3.0kg、パーク牛糞堆肥でN:0.5、P₂O₅:0.6、K₂O:1.8kgとなった。なお堆肥の種類に関係なく、図1に示した様に無機態窒素量はECと高い相関(危険率0.1%有意)が認められ、ECから無

機態窒素量の推定が可能と考えられた。

作付期間中に堆肥から無機化する窒素量を恒温培養した堆肥添加土壌と無添加土壌の無機態窒素量の差から推定した。その結果を表6に示した。これによるとオガクズ豚糞堆肥添加土壌と無添加土壌にほとんど差がなかった。またパーク牛糞堆肥添加土壌は無添加土壌よりも逆に少なく、堆肥中の無機態窒素の有機化が推定された。従って作付期間中の堆肥からの無機化窒素量はほとんどなく、追肥の効果は期待できないと考えられた。

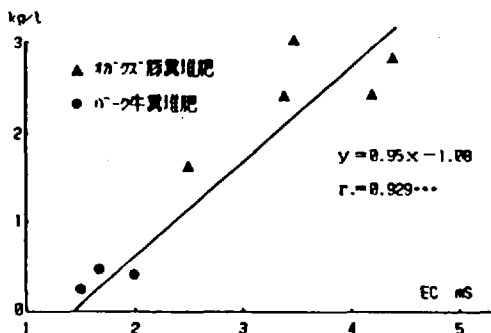


図 1 堆肥中の無機態NとECの関係

表 6 作付期間中の無機化窒素量(3年度)

堆肥	作付期間	堆肥添加の有無	無機化窒素量 (mg/100g)
オガクズ 豚糞 堆肥	1月下旬	有(6t/10a)	3.2
	~	無	3.5
	6月上旬	差	-0.3
パーク 牛糞 堆肥	5月中旬	有(8t/10a)	0.9
	~	無	2.5
	7月下旬	差	-1.6

2) 有機質肥料の肥効特性

有機質肥料は生産量が多く代表的なたね油粕と蒸製骨粉及び両者を混合したゼンユーキを用いた。

有機質肥料の温度別・土壌別窒素無機化率の推移を表7に示した。なたね油粕、蒸製骨粉とも土壌あるいは温度に関係なく最終窒素無機化率は70%程度であった。ゼンユーキは前者に比べて無機化が進み、最終窒素無機化率は80%程度と考えられた。無機化は初期(1~2週間)では温度が高いほど速かったが、4週間以後ほとんど差はなくなった。土壌の種類では黒ボク土の方が黄色土より無機化が速い傾向であった。ニンジン、ダイコンの作付期間中の地温、施肥時期及び表7の窒素無機化率から基肥・追肥の窒素無機化率を推定すると表8の様な結果となった。基肥施用したなたね油粕、蒸製骨粉、ゼンユーキの窒素無機化率はニンジンで70~80%、ダイコンで60~70%程度と推定された。追肥では施用期間が短いことから基肥よりも窒素無機化率が劣り、ニンジンで60~70%、ダイコンで50~65%程度と推定された。

従って、この窒素無機化率を考慮して施肥量をニンジンでは25%、ダイコンでは40%増肥する必要があると考

えられた。また、有機質肥料は肥効率の低さ、また3-2)で述べるタネバエの穿孔害から追肥での施用は避けるのが妥当と考えられた。

2 堆肥と有機質肥料を用いた施肥法

1) 有機物の分解特性に応じた施肥法

1-2)で推定した窒素無機化率を考慮して窒素施肥量を増肥して試験した結果を表9~11、図2, 3に示した。有機質肥料は全量一括施用とし、ダイコンでは平成4年度が播種前施用(以下、春施用とする。)、平成5年度が前年秋施用(以下、秋施用とする。)とした。黄色土(ダイコン)では、有機質肥料区の生育期間中の土壌中無機態窒素量、窒素吸収量、施肥窒素利用率は化学肥料区との間に大きな差はなく、全収量も同等であった。有機質肥料を春施用した平成4年度はタネバエ被害株率が33%と高く、可販収量で化学肥料区に劣った。一方、黒ボク土(ニンジン)では、施用1年目は各項目とも化学肥料区と同等であったが、2年目は有機質肥料区が土壌中無機態窒素量が生育後半で高く推移し、窒素吸収量、施肥窒素利用率、全収量とも化学肥料区を上回った。有

表7 有機質肥料の窒素無機化率の推移

(%)

肥料	温度	黒ボク土								黄色土							
		経				過				経				過			
		7	14	28	49	70	91	112	140	7	14	28	49	70	91	112	140
なたね油粕	10	34	40	61	67	74	-	73	-	25	44	50	57	54	58	-	-
	15	43	49	67	70	73	-	72	-	40	49	51	50	63	62	-	-
	20	52	56	60	62	66	66	69	-	41	51	50	56	63	63	-	-
	25	56	59	64	66	71	72	70	-	43	53	52	57	64	63	-	-
	30	59	61	66	72	72	73	67	-	42	54	54	56	59	59	-	-
蒸製骨粉	10	31	33	50	58	67	-	64	-	15	41	45	52	66	67	-	-
	15	33	36	59	61	73	-	73	-	24	48	49	55	64	68	-	-
	20	46	45	56	57	69	71	67	-	33	49	57	60	65	68	-	-
	25	45	50	54	58	68	71	65	-	33	57	57	64	64	69	-	-
	30	48	50	54	57	60	71	65	-	40	58	60	63	67	68	-	-
ゼンユーキ	20	45	58	72	71	75	-	80	79	36	57	66	-	73	-	74	79
	25	58	65	72	73	75	-	79	79	40	61	68	-	76	-	84	86
	30	62	66	76	77	80	-	85	85	49	63	70	-	79	-	95	96

表8 施用有機質肥料の推定窒素無機化率

作目	施肥	地温 ℃	窒素無機化率 %		
			油粕	骨粉	ゼンユーキ
ニンジン	基肥(120日)	10~25	70	70	80
	追肥(30日)	10~25	60	60	70
ダイコン	基肥(60日)	10~25	60	65	70
	追肥(30日)	15~25	50	55	65

注)施肥の()は施肥から収穫までの日数

表9 収量・品質(ニンジン)

区	5年度			6年度		
	可販収量 kg/10a	A品率 %	タネバエ被害株率 %	可販収量 kg/10a	A品率 %	タネバエ被害株率 %
化学肥料	3405(100)	67.4	0	3810(100)	69.3	0
有機質肥料	3642(107)	69.0	0	5115(134)	48.9	11

表10 収量(ダイコン)

区	4年度			5年度		
	全収量 kg/10a	可販収量 kg/10a	タネバエ被害株率 %	全収量 kg/10a	可販収量 kg/10a	タネバエ被害株率 %
化学肥料	5473(100)	4648(100)	3	5860(100)	5860(100)	0
有機質肥料	5390(98)	4153(89)	33	5890(101)	5890(101)	0

表11 施肥窒素利用率

作目	年 度	区	N旧吸収量 kg/10a	肥料由来量 kg/10a	N施肥量 kg/10a	N利用率 %
ニンジン	5	化学肥料	6.7	3.6	15	24.0
		有機質肥料	7.2	4.1	15.2	27.0
	6	化学肥料	6.9	2.5	15	16.7
		有機質肥料	9.6	5.2	15.2	34.2
ダイコン	4	化学肥料	9.45	7.32	16	45.8
		有機質肥料	9.74	7.61	15.4	49.4
	5	化学肥料	10.67	8.19	16	51.2
		有機質肥料	9.04	6.56	15.4	42.6

注) 1 N施肥量は有機質肥料のN無機化率(ニンジン80%、ダイコン70%)を乗じた有効施肥量

2 肥料由来量 = N吸収量 - 無窒素区N吸収量

有機質肥料区はタネバエが多発した平成6年度は被害株率が11%となり、A品率が低下した。

従って、両土壌とも有機質肥料の作付期間中の窒素無機化率を考慮した施肥量を基肥一括施用することで、化学肥料と同等以上の肥効が得られ、黒ボク土では2年目以降有機質肥料の残効が期待できると考えられた。また、タネバエの被害はダイコンでは秋施用で回避できるが、ニンジンは基肥一括施用しても多発年での被害が懸念された。

2) 堆肥と有機質肥料を用いた施肥法

1及び2-1)の結果に基づき、堆肥と有機質肥料を組み合わせた施肥法について現地試験を行った。なお、タネバエ害回避のため平成5年度以降ニンジンは有機質肥料を基肥一括施用とし、ダイコンは堆肥・有機質肥料を秋施用するとともにボカシ区(堆肥と有機質肥料を混合し6ヶ月間堆積発酵させた)を設置した。この結果を表12、13、図4に示した。

両作物とも堆肥及び有機質肥料により化学肥料を100%代替するとともに、窒素施肥量は地力窒素の増加に

応じて慣行施肥量に比べてニンジンで27~100%、ダイコンで25~44%の減肥としたが、総収量、可販収量とも化学肥料と同等以上に確保できた。また、ニンジンにおける有機質肥料の基肥一括施用及びダイコンにおける秋施用、ボカシ化による収量への影響はみられなかった。化学肥料区に対する収量指数は、ニンジンでは堆肥3t区が連用5年目、堆肥6t区が3年目から、ダイコンでは堆肥8t区が堆肥施用1年目、堆肥4t区は4年目から安定して高くなっており、堆肥連用による増収効果が認められた。

図5、6に作付期間中の地力窒素発現量を示した。地力窒素発現量は全期間を通じて堆肥連用区が化学肥料区より高く推移した。特に根部分が肥大する生育後半にニンジンでは全体量の2/3が、ダイコンは60%が発現し、地力窒素の供給が両作物の窒素吸収特性に合致していることが伺われる。

図7、8に地力窒素発現量の経年変化を示した。黒ボク土(ニンジン)では堆肥3t区は連用5年目から、堆肥6t区は連用3年目から増加し、連用6年目では化学

矢野ら：ニンジン・ダイコンに対する有機主体施肥法

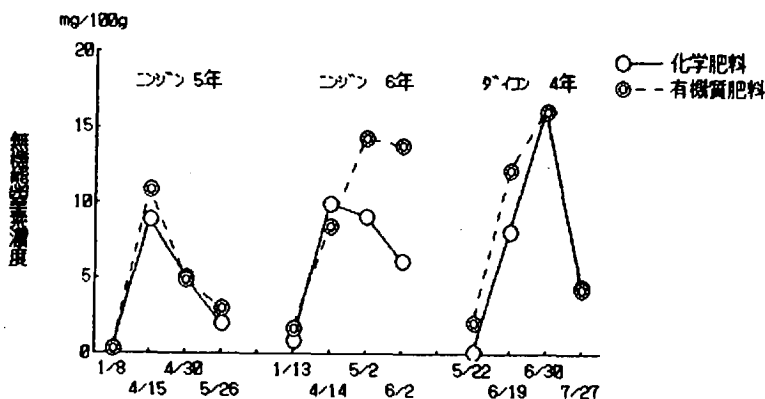


図2 土壤中無機態窒素濃度の推移

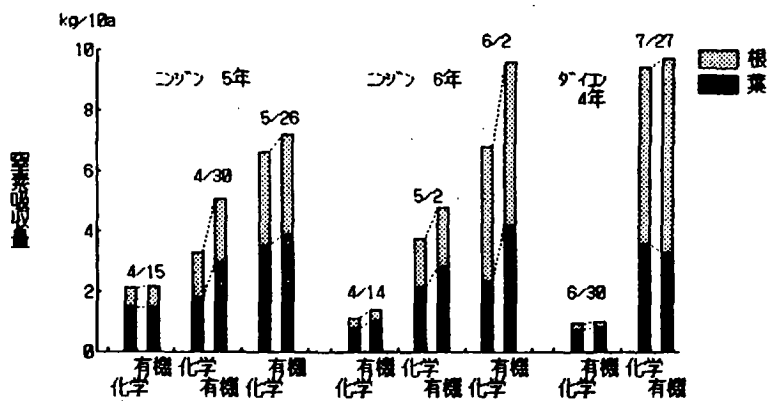


図3 窒素吸収量の推移

表12 ニンジン収量の推移

年	全収量(kg/10a)			可販収量(kg/10a)		
	化学肥料	堆肥 3 t	堆肥 6 t	化学肥料	堆肥 3 t	堆肥 6 t
2	3766(100)	3699(98)	4028(107)	3502(100)	3505(100)	3825(109)
3	3263(100)	3981(122)	4592(141)	2500(100)	3043(122)	4056(162)
4	4686(100)	4669(100)	5284(113)	3994(100)	3960(99)	4943(124)
5	3615(100)	4305(119)	4657(129)	3405(100)	3930(115)	4229(124)
6	3875(100)	4295(111)	5053(130)	3810(100)	4125(108)	4898(129)

注) (): 化学肥料区を100とした指数

表13 ダイコン収量の推移

年	全収量(kg/10a)				可販収量(kg/10a)			
	化学肥料	堆肥 4 t	堆肥 8 t	ボカシ	化学肥料	堆肥 4 t	堆肥 8 t	ボカシ
1	4188(100)	4100(98)	4563(109)	—	4188(100)	4100(98)	4563(109)	—
2	4175(100)	3950(95)	5330(128)	—	4175(100)	3950(95)	5013(120)	—
3	5104(100)	4884(96)	5418(106)	—	3471(100)	3657(105)	3631(105)	—
4	5473(100)	6160(113)	8251(151)	—	4648(100)	4593(99)	6628(143)	—
5	5860(100)	7340(125)	7100(121)	7400(126)	5860(100)	6630(113)	6330(108)	6630(113)
6	5372(100)	6882(128)	7080(132)	5174(96)	5372(100)	6545(122)	6600(123)	4928(92)

注) (): 化学肥料区を100とした指数

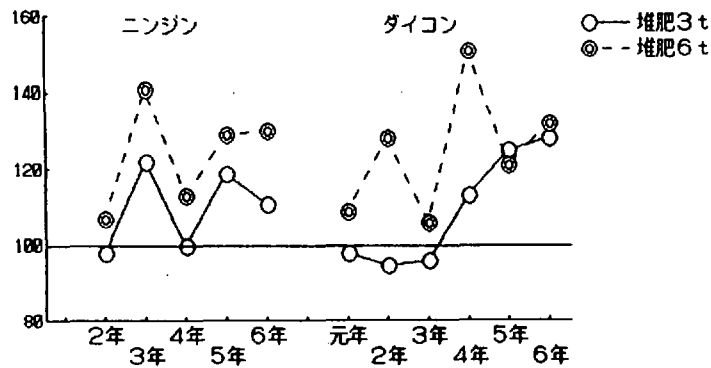


図4 全収量の経年変化(化学肥料区を100とした指数)

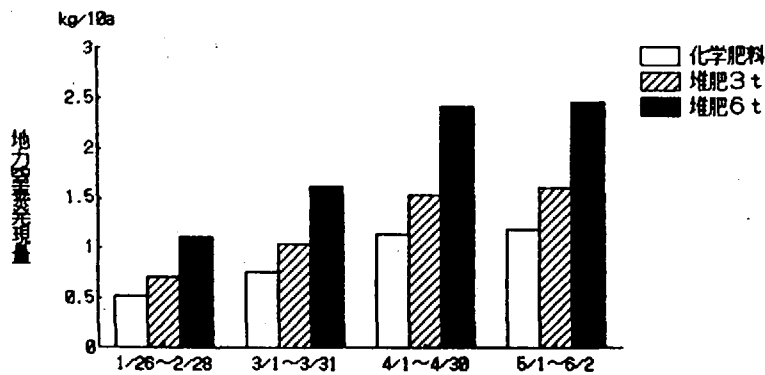


図5 ニンジン作付期間注の推定地力窒素発現量(6年度)

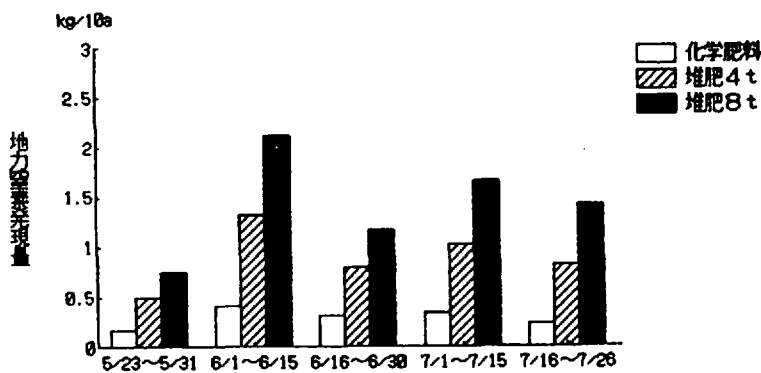


図6 ダイコン作付期間注の推定地力窒素発現量(6年度)

肥料区 (3.6kg/10a) に比べてそれぞれ1.3, 4.0kg/10a 増加した。また、黄色土(ダイコン)では化学肥料区は年々低下しているが、堆肥4t区(4.6kg/10a)は横ばい傾向、堆肥8t区(7.1kg/10a)は増加傾向で、化学肥料区(1.5kg/10a)を大きく上回り、両土壤とも堆肥連用による地力蓄積効果が認められた。

連用6年目における収穫時の施肥窒素利用率を表14に示した。ニンジンでは堆肥3t区が43%、堆肥6t区が54%、化学肥料区が32%、ダイコンでは堆肥4t区が80%、堆肥8t区が81%、化学肥料区が57%であり、両者

とも堆肥連用区で窒素利用率が高まっている。

以上のことから、堆肥、有機質肥料で化学肥料を100%代替しても化学肥料と同等の収量が得られると考えられた。また、ニンジン、ダイコンの肥大に対しては地力窒素の供給がより効率的であり、堆肥連用により地力が富化することで、窒素施肥量の減肥が可能であると考えられた。

以上の結果に基づき、表15, 16のとおり堆肥・有機質肥料主体の施肥基準を策定した。

ニンジンの場合、施肥法Iはオガクズ豚糞堆肥3tと

矢野ら：ニンジン・ダイコンに対する有機主体施肥法

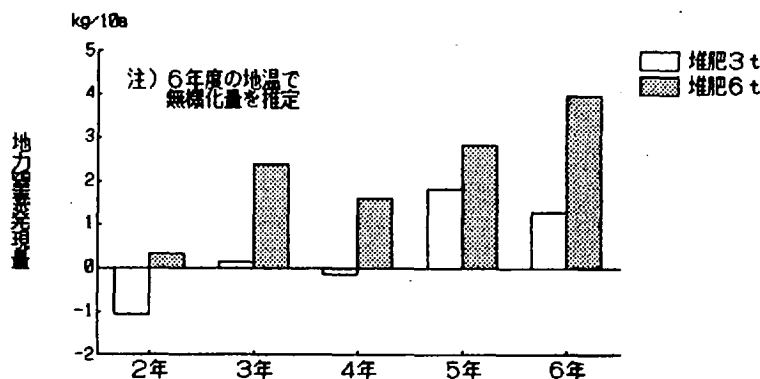


図7 推定地力窒素発現量(化学肥料との差)の推移(ニンジン)

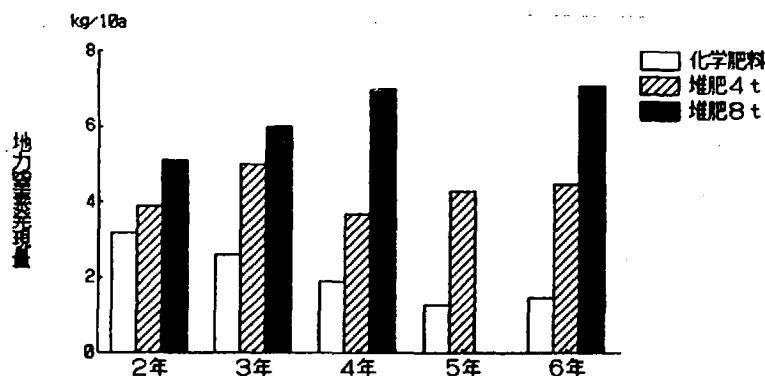


図8 推定地力窒素発現量の推移(ダイコン)

表14 施肥窒素利用率(6年度)

作物	区	N吸収量 A kg/10a	地力N発 現量 B kg/10a	N施肥量 C kg/10a	堆肥N量 D kg/10a	N供給量 E(=B+C+D) kg/10a	N利用率 A/E*100 %
ニン ジン	化学肥料	6.9	6.5	15.0	0	21.5	32.1
	堆肥 3 t	7.6	7.8	5.2	4.8	17.8	42.7
	堆肥 6 t	10.0	10.5	0	8.0	18.5	54.1
ダイ コン	化学肥料	10.6	2.6	16	—	18.6	57.0
	堆肥 4 t	11.6	5.7	8.4	0.4	14.5	80.0
	堆肥 8 t	12.4	8.2	6.3	0.8	15.3	81.0
	ボカシ	9.4	2.6	8.4	0.4	13.9	67.6

注) 1 N施肥量は有効窒素量(堆肥:無機態N+有機質肥料:N量×0.8(0.7))

2 地力N発現量は作土+下層土(下層土からの発現量は2.9(1.1)kg/10a)

有機質肥料を基肥全量施用し、加里を化学肥料により補填する方法で、化学肥料をN、P₂O₅:100%、K₂O:50%減量している。施肥法Ⅱは堆肥6tを基肥全量施用し、りん酸を化学肥料で補填する方法で、化学肥料をN:100%、P₂O₅:50%、K₂O:100%減量している。ダイコンの場合、施肥法Ⅰではパーク牛糞堆肥4tと有機質肥料を基肥全量施用し、加里を化学肥料により補填する方法で、化学肥料をN、P₂O₅:100%、K₂O:50%減量している。施肥法Ⅱでは堆肥8tと有機質肥料を基肥全量施用する

方法で、化学肥料をN、P₂O₅、K₂Oいずれも100%減量している。なお、本基準は慣行栽培から移行する当面5年間程度を想定しており、これ以降は地力窒素の増加に応じて減肥が可能と考えられる。

3 有機物の連用が土壤及び病虫害に及ぼす影響

1) 土壤への影響

表17に試験開始時と堆肥6年連用跡土壌の理化学性を示した。黒ボク土(ニンジン)におけるオガクズ豚糞堆

肥の連年施用では土壤中の可給態N、P₂O₅、置換性CaO、MgOの増加が認められ、特に堆肥6t区で著しかった。また堆肥6t区は粗孔隙が増加し、収穫時の土壌水分は少ない傾向が認められた。

黄色土(ダイコン)では、化学肥料区ではCEC、可

給態Nなど地力が低下するのに対して、堆肥連用区は両者以外にも可給態P₂O₅、置換性塩基の増加が認められ、特に堆肥8t区で著しかった。堆肥連用区は粗孔隙率、有効水分の増加、仮比重の低下等物理性の向上も認められた。

表15 オガクズ豚糞堆肥と有機質肥料によるニンジンの施肥基準(kg/10a)

施肥法	堆肥 t/10a	肥料	基肥			合計			化学肥料減肥率%		
			N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
I	3	有機質肥料 加里肥料	10	20	0	10	20	10	100	100	50
II	6	りん酸肥料	0	15	0	0	15	0	100	50	100
		慣行(参考) 化学肥料	-	-	-	15	30	20	-	-	-

- 注) 1 平坦地黒ボク土における春夏作ニンジンに適用する。
 2 施用する堆肥は屋内堆積した完熟オガクズ豚糞堆肥(オガクズと豚糞の容量比1:1)有機質肥料はゼンユーキ、加里はけい酸加里とする。
 3 堆肥中の水溶性・無機態の成分を基肥として利用するため、堆肥の施用時期は基肥肥料と同時期(播種前約10日とする)。
 4 転換1~2年目は生育状況に応じて化学肥料の追肥を行う。
 5 上記の施肥法は慣行施肥から移行する当初5年間程度の目安である。

表16 バーク牛糞堆肥と有機質肥料によるダイコンの施肥基準(kg/10a)

施肥法	堆肥 t/10a	肥料	基肥			合計			化学肥料減肥率%		
			N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
I	4	有機質肥料 加里肥料	12	24	0	12	24	8	100	100	50
II	8	有機質肥料	9	18	0	9	18	0	100	100	100
		慣行(参考) 化学肥料	-	-	-	16	16	16	-	-	-

- 注) 1 高冷地黄色土における夏作ダイコンに適用する。
 2 堆肥は屋内堆積した完熟バーク牛糞堆肥(バークと牛糞の容量比2:1)有機質肥料はゼンユーキ、加里はけい酸加里とする。
 3 タネバエの被害を回避するため、堆肥、有機質肥料の施用時期は前年秋とし、肥料成分が流亡しないように被覆する。春施用する場合には有機質肥料をポカシ化(堆肥と混合し6ヶ月程度堆積発酵)して施用する。
 4 上記の施肥法は慣行施肥から移行する当初5年間程度の目安である。

表17 試験開始時(元年度)及び6作目(6年度)収穫跡土壌の理化学性

作物	区	pH	CEC me	交換性塩基			av- P ₂ O ₅ mg/100g	av-N	粗孔 隙率 %	仮比 重	有効 水分 %	含水 率 %
				CaO	MgO	K ₂ O						
ニンジン	試験開始時	6.0	42	344	63	88	41	-	-	-	-	
	化学肥料	5.9	43	442	99	58	64	3.7	30.0	0.67	30.5	
	堆肥3t	6.1	45	511	134	80	114	5.4	32.5	0.66	30.1	
	堆肥6t	6.1	48	568	147	59	177	7.9	38.1	0.62	29.6	
ダイコン	試験開始前	6.2	25	220	61	35	19	2.8	-	-	-	
	化学肥料	6.1	20	228	67	29	19	2.3	0.83	0.83	4.1	23.9
	堆肥4t	6.3	30	299	79	48	39	5.3	0.67	0.67	6.3	30.4
	堆肥8t	6.2	33	344	88	75	38	6.2	0.63	0.63	7.0	34.4

2) 病虫害への影響

ニンジンの病虫害ではしみ腐病が最も大きな問題で、その発生は降雨（土壌水分）と気温との関係が大きい^{3, 4)}。平成2～6年度におけるしみ腐病の平均発生率は、化学肥料区7.3%、堆肥3t区6.2%、堆肥6t区2.3%であった。図9にしみ腐病率と土壌水分（収穫時）の関係を示した。平成3、4年度のように土壌水分が高い年はしみ腐病が多発したが、堆肥6t施用区は他区に比べて土壌水分が低く、しみ腐病が抑制される傾向が認められた。また、図10に示したようにしみ腐病は収穫時の土壌水分がある水準（37～38%）を越えると急激に増加する傾向が認められた。このことから、堆肥の多量施用は土壌物理性の改善により土壌水分の低下をもたらし、これがしみ腐病抑制に働いていると推察された。

ニンジン・ダイコンともタネバエの穿孔害は外観品質を低下させ、2-1)で述べたように可販収量またはA品率の低下を招いた。表18に施肥法の違いによるタネバエ被害率を示した。ニンジンの堆肥3t区では、有機質肥料を追肥した平成4年度でタネバエ被害株率が14%と高かったが、全量基肥とした平成5、6年度は被害がみられなかった。また、有機質肥料を施用しない堆肥6t区は各年ともに被害は全くなかった。従って、ニンジン

のタネバエ被害は有機質肥料に起因するが、全量基肥施用とすることで回避できると考えられた。ただし前述したように有機質肥料を多量に施用した場合は多発年での被害の恐れが認められた。ダイコンのタネバエ被害株率は、堆肥または有機質肥料を春施用した区では各年とも化学肥料区を大きく上回った。平成2年度の各区のタネバエ被害度を比較すると、化学肥料区が8、堆肥4t+有機質肥料区が33、堆肥4t+化学肥料区が15、堆肥8t+化学肥料区が22となり、堆肥・有機質肥料の施用量が多いほど被害度が増加した。一方、平成5年度のタネバエ被害度は、春施用した堆肥4t+有機質肥料区で12と高かったが、秋施用した各区及び春施用したボカシ区では化学肥料区との差はほとんどなかった。従って、ダイコンのタネバエの被害は堆肥・有機質肥料ともに関連があり、秋施用またはボカシ化により回避できると考えられた。

総合考察

近年、有機農産物の需要増大に呼応して、農作物の有機栽培が増加している。特に水稲では本県においても郡上郡大和町などでなたね油粕主体による有機栽培が広く行われている。一方、野菜については水稲に比べて施肥

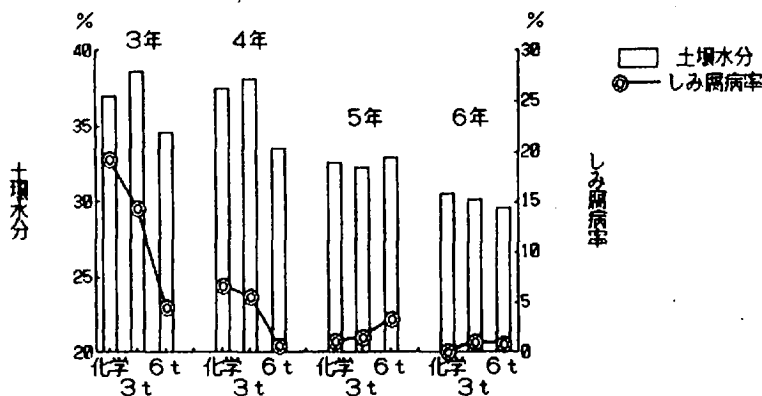


図9 土壌水分(収穫時)としみ腐病率の関係

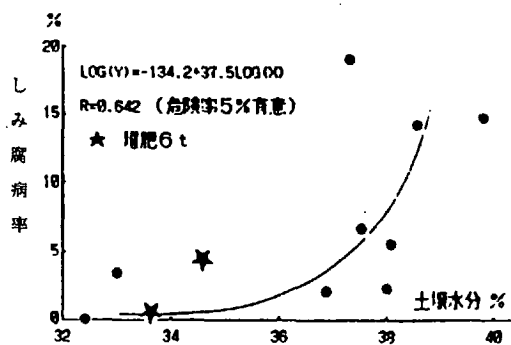


図10 しみ腐病と収穫時の土壌水分量

表18 施肥の違いによるタネバエの被害

作目	年	試験区	タネバエ被害株率 %	タネバエ被害度	堆肥施用有無	堆肥施用時期	有機肥料施用有無	
							基肥	追肥
ニ	4	化学肥料単用	0		×	—	×	×
		堆肥3t+有機	14		○	—	○	○
		堆肥6t	0		○	—	×	×
ジ	5	化学肥料単用	0		×	—	×	×
		堆肥3t+有機	0		○	—	○	×
		堆肥6t	0		○	—	×	×
		有機質肥料単用	0		×	—	○	×
ン	6	化学肥料単用	0		×	—	×	×
		堆肥3t+有機	0		○	—	○	×
		堆肥6t	0		○	—	×	×
		有機質肥料単用	11		×	—	○	×
ダ	2	化学肥料単用	20	8	×	—	×	×
		堆肥4t+有機	65	33	○	春	○	×
		堆肥4t+化学	25	15	○	春	×	×
		堆肥8t+化学	45	22	○	春	×	×
イ	4	化学肥料単用	3	1	×	—	×	×
		堆肥4t+有機	27	5	○	春	○	○
		堆肥8t+有機	30	13	○	春	○	○
		有機質肥料単用	33	12	○	春	○	○
ン	5	化学肥料単用	0	0	×	—	×	×
		堆肥4t+有機	0	0	○	秋	○	×
		堆肥4t+有機	37	12	○	春	○	×
		堆肥8t+有機	4	1	○	秋	○	×
		ボカシ	0	0	○	春	○	×
		有機質肥料単用	0	0	×	秋	○	×

注) タネバエ被害度 = $\frac{\text{少} + 2 \times \text{中} + 3 \times \text{多}}{3 \times \text{調査本数}}$ 左の少、中、多は食害の程度を示す。

量も多く、窒素吸収パターンも複雑であることから主産地における有機栽培への取り組みは極めて少ない。

そこで本県の主要露地野菜であるニンジン、ダイコンを対象にして堆肥と有機質肥料による施肥法を検討した。

従来堆肥は土づくりの一環として施用されており、生産現場ではその肥効については余り考慮されていない⁵⁾。また、有機質肥料は主に品質向上の面から施肥体系の一部として使用頻度は高いが、肥効率の低さから単独施用では十分な収量が確保されないことが多い。更に、根菜類の場合にはタネバエ被害が収益性を大きく低下させることから、有機物利用上の大きな障害となっている¹⁾。

このため、本試験では堆肥、有機質肥料の肥効特性を把握し、その組合せによる施肥法を試験するとともに、タネバエ回避策も検討した。この結果、

1) 堆肥中の無機態、水溶性成分を基肥として利用する。

2) 堆肥からは窒素の追肥の効果を期待しない。

3) 有機質肥料は最終窒素無機化率が70~80%程度であることを考慮し増肥する。

4) 有機質肥料は肥効・害虫の点から追肥での施用は避ける。

5) ダイコンでは害虫回避のため堆肥・有機質肥料は前年秋に施用する。

ことが判明し、これらに基づき、堆肥・有機質肥料主体の施肥基準を策定した。

堆肥中の無機態窒素、水溶性りん酸、水溶性加里は堆肥原料の種類及び配合割合、発酵程度、野積み期間等による変動が大きいため、各地域毎に使用する堆肥の成分分析を行う必要がある。図1で示したようにECと無機態窒素濃度には高い相関が認められるため、ECを測定すれば無機態窒素濃度の推定が可能である。また、最近、開発されつつあるコンパクト・イオンメーターやRQフ

レックスを利用すればりん酸や加里も含めて簡単に測定可能と考えられる。

本施肥法では室内試験の結果から堆肥中の窒素成分は無機態窒素のみが利用可能であり、堆肥施用による追肥効果はないと考えた。実際の圃場試験においても施用1～2年目は地力窒素の発現は堆肥無施用区よりも劣るとともに収量もやや低下しており、転換1～2年目は生育状況に応じた追肥も必要であると考えられた。しかし、連用3～5年目から地力窒素の増加がみられたため、ニンジンでは堆肥または有機質肥料の施用量を減量したところ、化学肥料区と同等以上の収量が得られた。根菜類の窒素吸収量は根が肥大する生育後半に急激に増大する。一方、作付期間中の地力窒素の発現特性を解析した結果、地力窒素はこの時期に全体量の60～80%が発現するため、堆肥連用圃場では地力窒素の追肥の効果が十分期待できると考えられた。実際に試験圃場の無窒素区の窒素吸収量（平成5年度）は、ニンジンでは3 t連用区が6.5kg（化学肥料区6.9kg）、ダイコンでは4 t連用区が10.0kg（化学肥料区10.7kg）で、慣行栽培とほぼ同等であり、連用5～6年後からは施肥窒素の大幅な削減が可能であると考えられる。一般に有機質肥料の窒素肥効率は60～80%とされ、次作以降に残効が認められる場合がある。今回使用した3種類の有機質肥料の肥効率も70～80%と低いため増肥したが、ニンジンでは有機質肥料区において連用2年目の窒素吸収量、全収量が増加したことからその残効が考えられ、有機質肥料を単独施用する場合にも連用による減肥の可能性が示された。

窒素以外ではオガクズ豚糞堆肥を連用した黒ボク土で可給態りん酸の蓄積が認められた。ニンジンでは連用5年目以降りん酸施肥を中止または半減したが、収量に影響はなく、土壌中りん酸は依然増加傾向にあった。従って、りん酸についても堆肥連用による減肥の可能性が示唆された。加里は有機質肥料中の成分が低く、策定した施肥基準においても化学肥料から補給している。しかし、今回使用したパーク牛糞堆肥は堆積発酵後1年間野積みしていたため水溶性加里含量が低かったにもかかわらず、黄色土では土壌中置換性加里が増加したことから、ダイコンでは堆肥連用により加里の減量が期待できると考え

られる。従来、塩類障害回避等の目的で堆肥中の窒素、加里を除去するために使用前に戸外で野積みすることが慣行的に行われている。しかし、近年農地からの肥料成分の流出による環境汚染が懸念されており、今後は環境保全の面からも堆肥中の成分を流出させることなく有効活用する必要があると考えられ、このような高成分の堆肥を使用すれば更に施肥量の減量が可能と考えられる。

根菜類では堆肥施用による根部障害、特にタネバエの多発が問題である。本研究により、ニンジンは有機質肥料が、ダイコンは堆肥、有機質肥料がタネバエ発生の原因と考えられた。その対策としてニンジンは有機質肥料の基肥一括施用が、ダイコンは堆肥、有機質肥料の前年秋施用または半年間のボカシ化による播種前施用が有効であることが明らかとなった。一方、タネバエが多発した平成6年度には、ニンジンでは有機質肥料単用区でその被害が認められた。また、ダイコンでは秋施用を行ったにもかかわらず堆肥8 t区で若干の被害が認められた。従って、堆肥は完熟堆肥を施用し、堆肥、有機質肥料とも多量に施用する場合は、発生予察の利用を含めた防除対策を十分に行う必要があると考えられた。タネバエの発生は有機物の分解の際に生じる誘引物質が原因と推定されるが、本研究でも堆肥・有機質肥料の施肥量、施用時期やボカシ化により発生程度が変動しており、有機物分解のどの過程で誘引されるかは明らかになっていない。今後有機物の分解によるタネバエ発生のメカニズムについての検討が必要である。

引用文献

- 1) 山田偉雄 (1991) タネバエの発生生態と防除. 今月の農業. 4 : 144-148
- 2) 杉原 進・金野隆光 (1986) 土壌中における有機態窒素の無機化の反応速度論的解析法. 農環技研報. 1 : 127-152
- 3) 棚橋一雄 (1993) ニンジンしみ腐病の発生生態と防除. 植物防疫. 47 : 26-30
- 4) 北嶋敏和 (1991) 黒ボク土壌における「にんじん」の効率的施肥. 岐阜県農総研センター研報. 4 : 1-35
- 5) 土壤保全調査事業全国協議会 (1981) 土壤改良と資材 : 109-112