

黒ボク土における作土層の深さが作物収量と 土壤の理化学性に及ぼす影響

加藤哲郎*¹・米田和夫*²

Effects of Cultivated Soil Depth on Vegetable Crops Yield and
Physico-chemical Properties in Andsol Farm

Tetsuo KATO*¹ and Kazuo YONEDA*²

*¹ Tokyo Metropolitan Agriculture Experimental Station

*² College of Bioresource Sciences, Nihon University

Abstract

1. The effect of combination of cultivated soil depth and amount of fertilizer on vegetable crops yield and soil

The experiments had two levels of fertilizers, standard and 1.5 times the standard, and three levels of cultivated soil depth, 15 cm, 25 cm and 40 cm.

1) The yield of broccoli (*Brassica oleracea* L.) was larger in the deep cultivated soil plots, but yield was decreased in the 1.5 times fertilizer plot.

2) The yield of Komatsuna (*Brassica rapa* L.) in the deep cultivated soil plot with the standard fertilizer was greater than 1.5 times fertilizer plot.

3) In the 1.5 times fertilizer plots, leaching of CaO and MgO was high, pH of soil was low, and the EC was high.

4) Available P was lower in the deep cultivated soil regardless of the amount of fertilizers.

6) In cultivated soil depth of 15 cm and 25 cm, It was suggested that standard fertilization quantity was too many.

2. The effect of combination of cultivated soil depth and a low amount of fertilizer on vegetable crops yield and soil.

The experiments had two levels of fertilizers, standard and 0.8 times the standard, and three levels of cultivated soil depth, 15 cm, 25 cm and 40 cm.

1) Cucumber (*Cucumis sativus* L.) was increased the yield from the 0.8 times level in the shallow cultivated soil plots, but the yield in the deep cultivated soil was higher in the standard fertilizer.

2) The yield of broccoli in the 0.8 times fertilizer plot was larger in the shallow cultivated soil plots, and did not differ much in the deep cultivated soil plot.

3) The EC value did not differ much in the cucumber experiments, but they were clearly higher in the 0.8 times fertilizer plots in broccoli.

4) Available P, pH and the bases tended to be higher in the shallow cultivated soil plots.

5) Available P and the bases were low in the 0.8 times fertilizer plots, but they tend to be accumulated in the standard fertilizer plots.

¹ 東京都農業試験場

² 日本大学生物資源科学部

キーワード: 作物収量, 黒ボク土の理化学性, 作土層の深さ, 施肥量

Key words : amount of fertilizer application, cultivated soil depth, physico-chemical properties of andosol, yield of vegetable crops

1. はじめに

東京都内の農耕地の調査・分析を行ったところ、野菜畑で問題になったのは、作土の浅層化と多肥に由来する養分の蓄積がみられたことであった(都農試, 1978, 1979~1998)。特に、作付け回数とロータリー耕耘回数の多い野菜畑では、耕盤が形成され、作土層が浅くなり、農作物に影響の出ていることは、多くの農家が認めることである(農水省, 1996, 1979)。また多肥による養分過剰も農作物に害を与えることがひろく知られている(鈴木, 1987)。

そこでこの作土層の深さを人為的に変え、作土層の深さが作物や土壌の理化学性に与える影響について調べた。また現実にも多肥栽培が行われていることを考慮し、作土層の深さと多肥を組み合わせて、作土層の浅い場合の多肥が作物ならびに土壌に与える影響について検討した。

さらに耕盤の形成によって作土層が浅くなると土壌中の水の動きが制限されることから標準的な施肥であっても、養分の蓄積がおこる可能性がある。作土層の深さと減肥を組み合わせて、作土層が浅くなった場合の施肥のあり方についても考察したものである。

本実験では、1992年から1993年まで作土層の深さと標準施肥・多肥との組み合わせについて、1996年に作土層の深さと標準施肥・減肥との組み合わせについて、同一の実験区を用いた連用実験として行った。

2. 実験方法

1) 作土層の深さと標準施肥・多肥との組み合わせ (第1実験)

(1) 作土層の作り方と土壌条件

本実験では作土層を15 cm, 25 cm, 40 cmの3水準とした。栽培圃場は、腐植層が35 cm程度の表層腐植質黒ボク土であり、40 cm区は淡色黒ボク土(一般的にいう赤土)と腐植土が混ざり合っている形になるため、各区が同じ条件になるように地表面から約50 cmにあたる部分までを深耕機およびスコップを用い耕耘混和した。その後約15 cmと25 cmの深さにあたる表土を一度取り去り、露出した面を上から突き固め、山中式硬度計で厚さが10 cm以上にわたって硬度20 mm以上になるように耕盤を作った。さらに一度取り除いておいた土壌を埋め戻し、作土が15 cm, 25 cmになるようにした。40 cm区においては耕耘した状態のままにした。各区とも実験ごとに耕

盤を作ることなく、毎作前にそれぞれ15 cm, 25 cm, 40 cmまでロータリー耕耘機とスコップで耕耘した。作土層は再度作成せず、継続して作付けた。

(2) 実験条件(実験区の設定)

15 cm・標準施肥区, 25 cm・標準施肥区, 40 cm・標準施肥区, 15 cm・多肥区, 25 cm・多肥区と40 cm・多肥区の計6区を設けた。なお標準施肥区は東京における標準施肥量とし、多肥は標準施肥量の50%増とした。

(3) 供試作物, 栽培規模と栽培密度

1992年は秋作としてブロッコリー(緑嶺, サカタのタネ)を1993年は秋作としてコマツナ(寅次郎, トキタ種苗)を供試した。1992年春作はチンゲンサイを供試したが、病虫害の被害の影響が大きかったために除外した。1993年春作は無作付けであった。1区当たり5.6 m²とし、ブロッコリーは各区21株定植した。コマツナは全面散播方式であった。

(4) 栽培期間(定植期または播種期から収穫期まで)

ブロッコリーは9月10日に定植し、12月6日から12月17日までの間収穫をした。コマツナは10月27日に播種し、12月21日に収穫をした。

(5) 施肥条件

堆肥は1990年に1 ha当たり牛フンバーク堆肥10 tを一度施用し、その後は施用せずに、1991年までは、1992年からの実験と同様の施肥量を各区に施用し、コマツナとチンゲンサイを春・秋に栽培し、実験は1992年から開始した。石灰質資材は苦土入り炭酸カルシウム(苦土石灰)を毎作ごとに1 ha当たり2 t施用した。

施肥量は、N: P₂O₅: K₂O成分(kg/ha)として、標準施肥区のブロッコリーが200:200:200, コマツナが150:150:150, 多肥区のブロッコリーが300:300:300, コマツナが225:225:225となるように、施肥方法は高度化成肥料を全面に散布し、それぞれの深さまで耕耘混入した。

実際の肥料としては、ブロッコリーの標準施肥の各区に化成42号(14:14:14)を元肥で600 g, 追肥で200 gずつ施用。多肥の各区に化成42号を元肥で900 g, 追肥で300 gずつ施用した。

コマツナの施肥は元肥のみで、標準施肥の各区に化成42号を600 gずつ、多肥の各区に化成42号を900 gずつ施用した。

2) 作土層の深さと標準施肥・減肥との組み合わせ (第2実験)

(1) 実験畑の条件

第1実験で使用した畑を、1994年、1995年の2年間、施肥量を標準施肥量として、作付け前に作土層にあわせて耕転深度で耕転し、キュウリ、チンゲンサイ、ブロッコリー、コマツナの栽培を行った後、1996年から第2実験を開始した。

(2) 実験条件 (実験区の設定)

15 cm・標準施肥区、25 cm・標準施肥区、40 cm・標準施肥区、15 cm・減肥区、25 cm・減肥区と40 cm・減肥区の計6区を設けた。2年間を経て、肥料分の影響は減少したものと考えられるが、前実験の標準施肥区を減肥区に、多肥区を標準施肥区とし、多肥区から減肥区への急激な変化は避けるようにした。

なお標準施肥は東京における標準施肥量を使用した。減肥は標準施肥量の20%減とした。

(3) 供試作物、実験規模と栽植密度

1996年の春作としてキュウリ(南極2号、トキワ種苗)を、1996年の秋作としてブロッコリー(しげもり、協和種苗)を供試した。1区当たり5.6 m²とし、キュウリは各区12株定植、ブロッコリーは各区21株定植した。

(4) 栽培期間 (定植期または播種期から収穫期まで)

キュウリは5月8日に定植し、5月29日から7月24までの間収穫をした。ブロッコリーは9月20日に定植し、11月15日から12月8日までの間収穫をした。

(5) 施肥条件

石灰質資材は苦土石灰を毎作ごとに1 ha当たり2 t施用した。耕転前に全面散布し、15 cm、25 cm、40 cmまでロータリー耕転機を用いて耕転混入した。

施肥量は、N:P₂O₅:K₂O成分(kg/ha)として、標準施肥区のキュウリが250:300:250、ブロッコリーが200:200:200で、減肥区のキュウリが200:240:200、ブロッコリーが160:160:160となるように、高度化成肥料と硫酸、過石、硫加を組み合わせる施用した。

実際の肥料としては、キュウリの標準施肥の各区に元肥として、化成42号を600 g、過石を494 g、追肥で硫酸133 g、硫加56 gずつ各2回施用。減肥の各区は元肥として化成42号を480 g、過石を395 g、追肥で硫酸107 g、硫加45 gずつ各2回施用した。

ブロッコリーは、標準施肥の各区に化成42号を元肥で600 g、追肥で200 gずつ施用。減肥の各区に化成42号を元肥で480 g、追肥で160 gずつ施用した。

3) 土壌採取・試料調整方法・分析値表示方法(鬼鞍, 1986; 前田, 1986 a)

化学分析用の土壌の採取は、0~15 cmの深さで、各実験区から3点ずつ採取し、それを均一に混ぜ合わせた。その後風乾し、2 mmの篩を通した後、分析用試料とした。また、pH(H₂O)、pH(KCl)、電気伝導度(EC)は

風乾土壌を用いて分析した後そのまま表示し、全炭素(T-C)、全窒素(T-N)、陽イオン交換容量(CEC)、可給態りん酸(P₂O₅)、交換性石灰(CaO)、交換性苦土(MgO)、交換性カリ(K₂O)は、風乾土壌を用いて分析した後水分ファクターを掛け合わせて乾土当たりで表示した。

4) 分析方法

(1) 三相分布(固相、液相、気相)、仮比重(丹原・美園, 1972 b) 100 mL採土管に圃場で深さ5~10 cmの間から生土を3連で採取し、実験室において電子天秤で生土重を測定した後、実容積計(大起理化製)を用いて実容積(固相+液相)を測定した。その後さらに通風乾燥機により、100℃で24時間乾燥し、乾燥土重を測定し、固相、液相、気相、仮比重を求めた。

(2) pH(H₂O)(森・嶋田, 1970; 伊達, 1986 a) 土壌: 純水=1:2.5で1時間振とう後 pHメーター(DKK製)により測定した。

(3) pH(KCl)(森・嶋田, 1970; 伊達, 1986 a) 土壌: 1 N塩化カリウム液=1:2.5の比率で1時間振とう後、pHメーター(DKK製)により測定した。

(4) 電気伝導度(EC)(藤沼ら, 1970; 伊達, 1986 b) 土壌: 純水=1:5で1時間振とう後 ECメーター(DKK製)により測定した。

(5) 全炭素(T-C)、全窒素(T-N)(田辺・蘭, 1970, 東, 1986) CNコーダー法, CNコーダー(柳本製, ヤナコ MT-500型)により測定した。

(6) 陽イオン交換容量(CEC)(鎌田, 1986 a; 蔵本ら, 1970 a) ショウレンベレガー法(pH7・1N酢酸アンモニウム液抽出)、ホルモル法(0.1 N水酸化ナトリウム液滴定)により測定した。

(7) 可給態りん酸(P₂O₅)(南條, 1986; 関谷, 1970) トルオーグリン酸分析法、分光光度計(島津製, UV-1100型)により測定した。

(8) 交換性石灰(CaO)(鎌田, 1986 b; 蔵本ら, 1970 b)、交換性苦土(MgO)(鎌田, 1986 b; 蔵本ら, 1970 b)、交換性カリ(K₂O)(鎌田, 1986 b; 三須・宮里, 1970) CEC分析時にショウレンベレガー法で抽出した液を原子吸光度計(日立製, Z-4000型)により測定した。

(9) 土壌の化学性分析はそれぞれ2連で行い平均化した。両者に5%以上の差が生じた場合には、再度2連で分析を繰り返した。

3. 結果および考察

1) 作土層の深さと標準施肥・多肥との組み合わせが作物収量と土壌に及ぼす影響
東京都の標準施肥区と多肥区(1.5倍量)との間で作物

表-1 ブロッコリー収集調査成績 (1992年秋作)

Table 1 Yield of broccoli in autumn, 1992

処理区		花蕾重		外葉・茎重 kg/ha	地上部重		最大草丈 cm
作土層の深さ cm	施肥重	kg/ha	指数		kg/ha	指数	
15	標準	7,984 c	64	43,879 d	51,863 c	72	58.0 de
25		9,034 bc	73	45,788 cd	54,822 c	76	61.0 cd
40		12,409 a	100	59,640 a	72,049 a	100	67.2 ab
15	多肥	7,395 c	60	45,829 c	53,224 c	74	56.9 e
25		8,351 c	67	52,309 b	60,660 b	84	63.9 bc
40		10,571 b	85	63,416 a	73,987 a	102	68.3 a

花蕾は15cmの長さで採取し、最大草丈は地表面から葉を上へ伸ばした先までの高さとした。指数は40cm・標準施肥区を100とした。列内で異なるアルファベットはDuncan's multiple range testにより5%水準で有為差があることを示す。

表-2 コマツナ収量調査成績 (1993年秋作)

Table 2 Yield of Komatsuna in autumn, 1993

処理区		地上部重		葉長 cm	葉色 SPAD値	地上部水分 %
作土層の深さ cm	施肥量	kg/ha	指数			
15	標準	10,471 b	71	12.0 ab	50.3	88.4
25		12,571 ab	86	12.3 a	49.9	88.7
40		14,657 a	100	12.6 a	51.1	89.2
15	多肥	9,214 b	63	11.6 ab	50.9	88.4
25		11,000 ab	75	10.9 b	50.2	88.8
40		13,143 a	90	12.9 a	50.3	89.2

指数は40cm・標準施肥区を100とした。

列内で異なるアルファベットはDuncan's multiple range testにより5%水準で有為差があることを示す。

生産を比較すると、1992年のブロッコリー花蕾重では、耕耘深度が浅くなるほど収量が減少した。多肥区では、標準施肥区に比較して収量が減少する傾向がみられた。40cm区で特に減少程度が大きく有意差がみられた(表1)。またブロッコリー外葉・茎重では、花蕾重と同様に、耕耘深度が浅くなるほど収量が減少した。多肥区では、標準施肥区に比較して、花蕾重とは逆に、収量が増加していた。25cm区で特に増加程度が大きく有意差がみられた。ブロッコリー地上部重では、重量のうち占める割合の高い外葉・茎重の影響を受け、耕耘深度が浅くなるほど収量が減少した。多肥区では、標準施肥区に比較して、25cm区で特に増加程度が大きく有意差がみられた。

1993年のコマツナ地上部重では、耕耘深度が浅くなるほど収量が減少した。多肥区では、標準施肥区に比較し

て収量が減少する傾向がみられたが、有意差は認められなかった(表2)。コマツナの葉長では、耕耘深度が深いほど長くなる傾向がみられたが、顕著な差ではなかった。多肥区では、標準施肥区に比較して、耕耘深度が浅い場合には、長さが短くなる傾向がみられた。葉色では、耕耘深度および施肥量の違いによる顕著な差はなかった。作物体地上部の水分含量は40cm区で他の区よりもやや高くなる傾向もみられたが、顕著な差は認められなかった。

ブロッコリー跡地土壌(0~15cm)の理化学性をみる(表3)と、三相分布に大きな差はなかったが、40cm区でやや気相の高くなる傾向にあった。多肥の仮比重が多少高めであった。標準施肥に比較して多肥の方では、交換性CaOとMgOの溶脱が大きく、pHも低下していた。また多肥区の中では、作土層の深いほどCaOや

表-3 ブロッコリー跡地土壌理化学性分析値 (1992 年秋作, 0~15 cm)

Table 3 Analytic value of soil physico-chemical retentivity of a former site of cultivation in broccoli in autumn, 1992 (0~15 cm)

処理区		三相分布 %			仮比重 g/ml	pH		EC dS/m	可給態りん酸 g/kg
作土層の深さ cm	施肥量	固相	液相	気相		H ₂ O	KCL		
15	標準	22.3	36.3	41.4	0.59	6.52	5.68	0.159	0.31
25		22.1	39.1	38.8	0.58	6.61	5.77	0.114	0.26
40		23.3	35.9	40.8	0.58	6.52	5.80	0.223	0.19
15	多肥	23.6	39.8	36.6	0.61	6.31	5.60	0.289	0.40
25		23.5	40.1	36.4	0.61	6.16	5.41	0.335	0.33
40		22.7	34.3	43.0	0.59	5.64	5.09	0.270	0.27

処理区		陽イオン 交換容量 cmol(+)/kg	交換性塩基 10 ⁻³ kg/kg			石灰 飽和度 %	塩基 飽和度 %	全炭素 g/kg	全窒素 g/kg	C/N
作土層の深さ cm	施肥量		CaO	MgO	K ₂ O					
15	標準	38.0	6.70	1.65	0.39	62.8	86.8	53	4.4	12.1
25		39.2	6.80	1.62	0.34	61.9	84.4	55	4.6	11.9
40		37.6	6.35	1.52	0.42	60.3	83.5	50	4.1	12.2
15	多肥	39.1	4.76	1.16	0.32	43.4	60.1	54	4.6	11.6
25		40.3	4.61	1.15	0.34	40.8	57.1	55	4.7	11.7
40		35.2	3.32	0.62	0.32	33.7	44.6	52	4.4	11.7

MgOの含有量が少なく、石灰飽和度や塩基飽和度が低くなっていた。ECは多肥の区が全体に高かった。しかし異なる耕耘深度間に大きな差異はなかった。施肥したりん酸分はそのままでは土壤中を移動しにくく、耕耘によって土壤中に混入されるため、標準施肥・多肥とも作土層の深い区ほど可給態りん酸の含有量は低下した。

これらにより、作土層が浅い場合には可給態りん酸や交換性CaO、MgOなどの養分集積のおこっていることが認められた。しかしT-NやT-Cは区間の差が少なかった。

コマツナの跡地土壌(0~15cm)をみる(表4)と、三相分布のうちの固相や仮比重に大きな差はないものの40cm区で、液相がやや低下し、気相が上昇している傾向がみられた。化学性については、多肥区でECや可給態りん酸が高くなっていた。特に作土層の浅い区ほどこれらの値が高い傾向がみられ、コマツナ跡地でも浅い作土層では養分集積がおきていた。CECは通常粘土鉱物や有機物含量、りん酸含量の影響を受けやすいが、ここでは可給態りん酸と比較的似た傾向にあった。交換性のCaOやMgOは多肥区で溶脱が激しいことから低下が著しく、また多肥区では、耕耘深度が大きいほど低く

なっていた。T-CやT-Nは作土層の浅い区ほど高い傾向がみられたが、C/N比には顕著な差は認められなかった。

以上より、ブロッコリーでは作土層の深さが花蕾部の収量に大きく影響することが明らかになった。そのため栽培を行う上では耕盤を形成しないような管理を行うこと、具体的には過度の高速ロータリー耕耘を避け、時々プラウによる耕耘を行うこと、深耕を行うことなどが求められる。また多肥すると、花蕾部の収量は減収した。そのため多肥栽培を避けることも重要であると判断された。また作土層が浅い場合は、根が十分に伸びきれないこと、さらに耕盤によって土壤中の水や空気の流れが悪くなったことなどが減収の原因と考えられた。またコマツナにおいても浅い作土層と多肥は収量を低下させることが認められた。コマツナに関しても作土層が浅い場合には、ブロッコリーでみられたような要因が根圏部に生じ、減収につながったものと考えられた。また浅い耕盤があるとそれ以上の下層部に養分が入っていかないため、養分濃度が高くなるのが推察されるので、作土層の深さに合ったような施肥量にする管理が必要であると考えられた。15cm・25cm区では標準施肥区の施肥量

表-4 コマツナ跡地土壌理化学的分析値 (1993 年秋作, 0~15 cm)

Table 4 Analytic value of soil physico-chemical retentivity of a former site of cultivation in Komatsuna in autumn, 1993 (0~15 cm)

処理区		三相分布 %			仮比重 g/ml	pH		EC dS/m	可給態りん酸 g/kg
作土層の深さ cm	施肥量	固相	液相	気相		H ₂ O	KCL		
15	標準	22.8	36.6	40.6	0.61	6.74	6.13	0.215	0.44
25		23.0	36.4	40.6	0.60	6.76	6.22	0.153	0.34
40		22.5	34.5	43.1	0.60	6.92	6.30	0.152	0.27
15	多肥	22.0	35.6	42.4	0.58	6.04	5.55	0.323	0.60
25		22.3	36.6	41.1	0.59	6.47	5.90	0.237	0.50
40		21.0	33.7	45.3	0.56	5.82	5.46	0.235	0.32

処理区		陽イオン 交換容量 cmol(+)/kg	交換性塩基 10 ⁻³ kg/kg			石灰 飽和度 %	塩基 飽和度 %	全炭素 g/kg	全窒素 g/kg	C/N
作土層の深さ cm	施肥量		CaO	MgO	K ₂ O					
15	標準	44.0	6.81	1.33	0.68	55.3	73.5	54	4.5	12.1
25		43.1	6.79	1.20	0.49	56.3	72.6	55	4.6	11.9
40		41.9	6.81	1.24	0.83	58.0	75.2	49	4.1	12.2
15	多肥	42.9	4.56	0.79	0.73	38.0	51.2	53	4.6	11.6
25		43.8	5.91	1.03	0.48	48.8	64.2	55	4.7	11.7
40		40.1	3.89	0.62	0.71	34.6	44.8	51	4.3	11.7

でも多く、養分集積による作物の生育抑制の可能性があった。コマツナで40 cm 区が多肥区の収量が減少した要因は、同一の畑での連用実験であることから、蓄積養分が大きくなり、収量減少が発生したと考えられた。

第1実験の結果、東京都の標準施肥量でも、作土層が浅い場合には、根群域が制限されることに加えて養分集積による作物生産への影響が考えられることから、第2実験では標準施肥量より少ない施肥量で作物生産を検討することとした。

2) 作土層の深さと標準施肥・減肥との組み合わせが作物収量と土壌に及ぼす影響

標準施肥区と減肥区を比較すると、1996年のキュウリでは、耕耘深度が浅くなるほど収量が減少した。作土層の浅い15 cm 区では減肥によって収量が増加したが、40 cm 区では標準施肥区の方の収量が増大した(表5)。

1996年のブロッコリー花蕾重では、減肥した3区と40 cm 区の標準施肥区の収量には差がなかった。ブロッコリー全体重は、それぞれの耕耘深度で減肥区が大きくなり、減肥によって収量が増加した(表6)。

この結果、キュウリの40 cm 区以外では、減肥によって、収量は向上した。したがって作土層が浅い場合は、

表-5 キュウリ収量調査成績 (1996 年春作)

Table 5 Yield of cucumber in spring, 1996

処理区		果実重			総本数 本/m ²
作土層の深さ cm	施肥量	kg/ha	指数	g/本	
15	標準	77,540	68	79.9	97.0
25		93,240	82	88.0	106.0
40		113,500	100	89.8	124.0
15	減肥	85,870	76	85.9	100.0
25		91,580	81	84.4	108.5
40		96,860	85	86.9	111.5

指数は果実重 (kg/ha) について、40 cm・標準施肥区を100とした。

果実重は統計処理せず、指数で示した。

減肥は有効な措置であることが示唆された。

キュウリの跡地土壌 (0~15 cm) の理化学性をみる(表7)と、標準施肥区の40 cm 区でやや気相が高かったが、全体的には三相分布や仮比重に顕著な差はみられなかった。ECはキュウリでは、養分吸収がよいこともあ

表-6 ブロッコリー収集調査成績 (1996 年秋作)

Table 6 Yield of broccoli in autumn, 1996

処理区		花 蕾			外葉・茎重 kg/ha	地上部重		最大草丈 cm
作土層の深さ cm	施肥重	重・kg/ha	指数	幅・cm		kg/ha	指数	
15	標準	9,735 b	91	12.4 ab	61,166 b	70,901 bc	85	75.8 b
25		10,125 ab	94	12.9 a	60,874 b	70,999 bc	85	78.0 ab
40		10,744 a	100	12.1 ab	72,634 ab	83,378 ab	100	81.9 a
15	減肥	11,546 a	107	12.3 ab	67,106 ab	78,652 b	94	76.3 b
25		11,299 a	105	11.7 b	62,625 b	73,924 b	89	76.3 b
40		11,393 a	106	12.4 ab	76,935 a	88,328 a	106	79.0 ab

花蕾は 15 cm の長さで採取し、最大草丈は地表面から葉を上へ伸ばした先までの高さとした。指数は 40 cm ・標準施肥区を 100 とした。列内で異なるアルファベットは Duncan's multiple range test により 5% 水準で有為差があることを示す。

表-7 キュウリ跡土壌理化学性分析値 (1996 年春作, 0~15 cm)

Table 7 Analytic value of soil physico-chemical retentivity of a former site of cultivation in cucumber in spring, 1996 (0~15 cm)

処理区		三相分布 %			仮比重 g/ml	pH		EC dS/m	可給態りん酸 g/kg
作土層の深さ cm	施肥量	固相	液相	気相		H ₂ O	KCL		
15	標準	24.2	31.8	43.8	0.64	7.16	6.37	0.146	0.63
25		23.3	34.3	42.4	0.62	7.12	6.36	0.125	0.48
40		23.3	30.9	45.8	0.62	7.00	6.26	0.136	0.31
15	減肥	23.2	31.9	44.9	0.62	6.71	6.00	0.116	0.62
25		22.2	33.8	44.0	0.58	6.69	5.99	0.142	0.51
40		24.1	33.5	42.4	0.63	6.41	5.71	0.151	0.40

処理区		陽イオン 交換容量 cmol(+)/kg	交換性塩基 10 ⁻³ kg/kg			石灰 飽和度 %	塩基 飽和度 %	全炭素 g/kg	全窒素 g/kg	C/N
作土層の深さ cm	施肥量		CaO	MgO	K ₂ O					
15	標準	44.0	6.81	1.77	0.80	55.1	80.7	55	5.0	11.0
25		44.5	6.44	1.52	0.60	51.6	71.6	53	4.8	11.1
40		39.9	6.01	1.26	0.65	53.7	74.7	47	4.2	11.2
15	減肥	41.7	5.35	1.41	0.44	45.7	66.5	53	4.7	11.2
25		40.7	4.50	1.08	0.41	39.5	57.1	52	4.7	11.0
40		40.0	4.04	0.94	0.38	37.9	54.1	50	4.4	11.2

り、特に大きな差はなかった。pH や可給態りん酸、塩基分は作土層が浅いほど高い傾向にあった。減肥区では、可給態りん酸や塩基分は低くなり、標準施肥区では蓄積傾向がみられた。

ブロッコリーの跡地土壌 (0~15 cm) の理化学性をみる (表 8) と、減肥区の 15 cm 区で気相が高かったもの

の、標準施肥区の 15 cm 区では、気相が小さくなるなど全体的に表層の三相分布の値にはばらつきが大きかった。化学性では、EC 値は減肥区が低くなっていた。可給態りん酸、塩基分や CEC は作土層が浅いほど高い傾向にあり、特に可給態りん酸の蓄積が激しくなっていた。

キュウリ、ブロッコリーとも C/N 比に顕著な区間差

表-8 ブロッコリー跡地土壌理化学性分析値 (1996年秋作, 0~15cm)

Table 8 Analytic value of soil physico-chemical retentivity of a former site of cultivation in broccoli in autumn, 1996 (0~15 cm)

処理区		三相分布 %			假比重 g/ml	pH		EC dS/m	可給態りん酸 g/kg
作土層の深さ cm	施肥量	固相	液相	気相		H ₂ O	KCL		
15	標準	22.1	28.5	49.4	0.59	6.41	5.77	0.661	1.10
25		20.7	26.5	52.8	0.58	6.60	5.91	0.464	0.56
40		20.9	26.7	52.4	0.53	6.54	5.90	0.643	0.62
15	減肥	21.0	21.9	57.1	0.57	6.41	5.69	0.451	0.90
25		20.7	26.6	52.7	0.57	6.29	5.54	0.422	0.51
40		21.2	23.5	55.3	0.57	5.85	5.17	0.472	0.59

処理区		陽イオン 交換容量 cmol(+)/kg	交換性塩基 10 ⁻³ kg/kg			石灰 飽和度 %	塩基 飽和度 %	全炭素 g/kg	全窒素 g/kg	C/N
作土層の深さ cm	施肥量		CaO	MgO	K ₂ O					
15	標準	48.6	5.52	1.50	0.95	40.5	60.2	54	4.9	11.0
25		46.7	5.51	1.40	0.61	42.1	60.0	54	4.7	11.5
40		43.5	4.65	1.52	0.64	38.1	58.7	49	4.1	12.0
15	減肥	46.8	4.61	1.61	0.51	35.1	54.7	53	4.6	11.5
25		43.4	3.97	1.34	0.41	32.6	50.2	54	4.7	11.5
40		41.0	3.66	0.97	0.42	31.9	46.0	51	4.3	11.9

はみられなかったが、T-CとT-Nは作土層が浅いほど高い傾向がみられた(表7, 8)。

以上より、作土層が浅くなるほど、作物収量は低下することが認められた。キュウリでは、深耕して根が十分に伸びられるのであれば、現行の施肥量が適当であり、減肥する必要はなく、作土層が浅い場合には、現行の施肥量を減らすような栽培管理を行ったほうがよいと考えられた。またブロッコリーにおいては、第1実験では地上部全体重および花蕾重とも多肥の影響が少ないのに対して、第2実験では減肥の効果認められている。多肥して窒素分が過剰になると茎葉が大きくなり、花蕾重の小さくなることが知られている(鈴木, 1987; 矢崎, 1994)が、第1実験の多肥区で地上部全体が同程度であるのに花蕾重が減少した要因は、このような肥料反応に起因すると考えられた。第2実験では減肥効果が認められたのは、窒素分が過剰から適正化し、花蕾の生育が進んだためと推察された。これらからブロッコリー栽培では、作土層の浅い場合には、土壌中への肥料分の蓄積によって作物収量が低下することから、20%程度の減肥を行った方が良好な生産をもたらすものと考えられた。したがって今後の土壌診断や土壌管理においては、これまでの化学性分析に加え、作土層に対する考慮も導入して

判断する必要があると考えられた。

摘 要

1. 作土層の深さと標準施肥・多肥との組み合わせが作物収量と土壌の理化学性に及ぼす影響
 - 1) ブロッコリー花蕾重では、耕耘深度が浅くなるほど収量が減少した。東京都の標準施肥量の区と1.5倍区との間で作物生産を比較すると、1.5倍区でブロッコリー花蕾重の収量が減少する傾向がみられた。40cm区で特に減少程度が大きく有意差がみられた。
 - 2) コマツナでは、40cm・標準施肥区で収量が大きかった。
 - 3) 多肥ではCaOとMgOの溶脱が大きく、pHも低下した。ECは多肥で高かった。
 - 4) 可給態りん酸は標準施肥・多肥とも作土層の深いほど含有量は低下した。
 - 5) 15cm・25cm区では標準施肥区の施肥量でも多い可能性が認められた。
2. 作土層の深さと標準施肥・減肥との組み合わせが作物収量と土壌に及ぼす影響
 - 1) キュウリでは、作土層の浅い15cm区では減肥が有効であったが、40cm区は標準施肥で収量が増大し

た。

2) ブロッコリー花蕾重では、減肥した3区と40 cm・標準施肥区の収量には差がなく、浅い作土層の状態で継続して栽培を行う場合には、時期をみて減肥した方が、増収につながる事が示唆された。

3) EC値はキュウリの区では、特に大きな差はなかったが、ブロッコリーの区では、明らかに減肥区で低くなった。

4) pHや可給態りん酸、塩基分は作土層が浅いほど高い傾向にあった。

5) 減肥区では、可給態りん酸や塩基分は低くなっていたが、標準施肥では蓄積傾向にあった。

引用文献

- 伊達 昇 (1986 a) : pH, 土壌標準分析・測定法, 日本土壤肥料学会監修, 土壌標準分析・測定法委員会編, 博友社, 東京, p.70~71.
- 伊達 昇 (1986 b) : 電気伝導率 (EC), 土壌標準分析・測定法, 日本土壤肥料学会監修, 土壌標準分析・測定法委員会編, 博友社, 東京, p.74~76.
- 東 俊雄 (1986) : 有機炭素, 土壌標準分析・測定法, 日本土壤肥料学会監修, 土壌標準分析・測定法委員会編, 博友社, 東京, p.77~85.
- 藤沼善亮・木下 彰・橋田茂和 (1970) : 塩類濃度, 土壌養分分析法, 土壌養分測定法委員会編, 養賢堂, 東京, p.45~50.
- 鎌田春海 (1986 a) : 陽イオン交換容量 (CEC), 土壌標準分析・測定法, 日本土壤肥料学会監修, 土壌標準分析・測定法委員会編, 博友社, 東京, p.150~154.
- 鎌田春海 (1986 b) : 陽イオン (Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , Na^+), 土壌標準分析・測定法, 日本土壤肥料学会監修, 土壌標準分析・測定法委員会編, 博友社, 東京, p.155~160.
- 蔵本正義・小菅伸郎・高橋和司 (1970 a) : 塩基置換容量・全置換性塩基・塩基飽和度, 土壌養分分析法, 土壌養分測定法委員会編, 養賢堂, 東京, p.33~44.
- 蔵本正義・小菅伸郎・高橋和司・横田志朗 (1970 b) : カルシウム・マグネシウム, 土壌養分分析法, 土壌養分測定法委員会編, 養賢堂, 東京, p.281~296.
- 前田乾一 (1986 a) : 水分, 土壌標準分析・測定法, 日本土壤肥料学会監修, 土壌標準分析・測定法委員会編, 博友社, 東京, p.8~10.
- 前田乾一 (1986 b) : 三相分布・容積重, 土壌標準分析・測定法, 日本土壤肥料学会監修, 土壌標準分析・測定法委員会編, 博友社, 東京, p.10~14.
- 三須 昇・宮里 恵 (1970) : カリウム, 土壌養分分析法, 土壌養分測定法委員会編, 養賢堂, 東京, p.258~277.
- 森 信行・嶋田永生 (1970) : 酸度, 土壌養分分析法, 土壌養分測定法委員会編, 養賢堂, 東京, p.29~32.
- 南條正巳 (1986) : 可給態りん酸, 土壌標準分析・測定法, 日本土壤肥料学会監修, 土壌標準分析・測定法委員会編, 博友社, 東京, p.127~130.
- 農水省農産園芸局農産課監修 (1979) : 日本の耕地土壌の実態と対策, 土壌保全調査事業全国協議会, 東京, p.36~55, p.75~96.
- 農水省農産園芸局農産課監修 (1996) : 土壌改良と資材, 土壌保全調査事業全国協議会, 東京, p.1~25, p.26~51.
- 鬼鞍 豊 (1986) : 試料調製, 土壌標準分析・測定法, 日本土壤肥料学会監修, 土壌標準分析・測定法委員会編, 博友社, 東京, p.5~6.
- 鈴木 皓 (1987) : 施肥の方法, 植物栄養土壌肥料大事典, 高井康雄・早瀬達郎・熊沢喜久雄編, 養賢堂, 東京, p.539~542.
- 東京都農業試験場 (1978) : 東京都農耕地土壌の基本的性格と生産力特性, 地力保全基本調査総合成績書, 東京, p.1~32, p.215~301, p.302~310.
- 東京都農業試験場 (1979~1996) : 土壌保全調査抄録, 東京農業試験場成績書, 東京.
- 丹原一寛・美園 繁 (1972 a) : 実容積法, 土壌物理性測定法, 土壌物理性測定法委員会編, 養賢堂, 東京, p.1~24.
- 丹原一寛・美園 繁 (1972 b) : 土壌の3相, 土壌物理性測定法, 土壌物理性測定法委員会編, 養賢堂, 東京, p.24~52.
- 田辺市郎・蘭 道生 (1970) : 炭素窒素同時分析法, 土壌養分分析法, 土壌養分測定法委員会編, 養賢堂, 東京, p.139~147.
- 関谷宏三 (1970) : りん酸の比色定量法, 土壌養分分析法, 土壌養分測定法委員会編, 養賢堂, 東京, p.225~229.
- 矢崎仁也 (1994) : 作物の養分過剰と対策, 土壌・植物栄養・環境事典, 松坂泰明・栗原 淳監修, 博友社, 東京, p.215~216.

受稿年月日: 1999年9月22日

受理年月日: 2000年8月7日