蔬菜類の生育・収量に及ぼす深耕処理の影響

太田 一*・児玉敏夫・渡辺和之

(農林省農事試験場畑作部)

H. OHTA, T. KODAMA and K. WATANABE :

The effect of deep plowing on growth and yield of vegetable crops

Summary

1. Influences of deep plowing on growth and yield of several vegetable crops and effects of subsoil condition which counteracts the favorable effect of deep plowing were investigated on vegetable crops comparing with some cereals and forage crops, in order to know their adaptability to the cropping systems under deep plowing.

2. The studies were performed in the field of volcanic ash soil. The crops investigated were tomato, cucumber, pumpkin, Chinese cabbage, Welsh onion, Japanese radish, taro, sweet potato, soybean, upland rice, corn, and barnyard millet.

3. It was recognized that deep plowing had an favorable effect on growth and yield of most vegetable crops and it was more effective with heavy application of fertilizers. The raw subsoil was unfavorable to growth and yield of cereals and forage crops, but most vegetable crops with heavy fertilization were not so sensitive to the inhibition caused by subsoil. Moreover, most vegetable crops showed excellent growth and yield on the subsoil which was improved by exposing to frost action in winter and by heavy application of fertilizers.

4. In pot-cultur the growth of most vegetable

crops was inhibited in the poor subsoil, but it was vigorous in the fertile subsoil with heavy fertilization. Some of them showed rather better growth in subsoil than in topsoil with the same amount of fertilizers.

5. It was made clear that the crops which gained high yields under deep plowing were not so affected by poor nutritive condition of subsoil and the yields of vegetable crops did not decrease remarkably in the raw subsoil when it was heavily fertilized.

6. Moreover, it was suggested that the sensitivity for Al toxicity and deficiency of nutritive elements, especially of phosphorous, was concerned with the adaptability of crops for subsoil conditions.

7. After all, it was concluded that most of vegetable crops showed a good result under deep plowing because their roots developed well and the absorption of nutrients became active in response to good soil aeration after deep plowing, and also unfavorable conditions of raw subsoil could be overcome by the heavy application of fertilizers. It was also made clear that they were adapted to the cropping systems under deep plowing.

I. 緒 言

深耕の重要性は、古くより説かれている⁽³⁰⁾ところであるが、近時、大型トラクターの導入にともなつて、深耕処理問題が改めて取り上げられている。我々は、深耕を地力増進の一手段として考え、深く耕起することによつて、土壤深層まで、改良物を投入して、畑土壤を積極的に改善し、深耕多収獲農法を確立しようとして研究を進めている。しかし、既往の試験成績、実態調査結果など^(13,20,23)より、深耕効果の現われ方は、土壤、気象などの環境条件によつて差異があり、作物の種類、品種

および栽培法によつても異なることが考えられる。

蔬菜栽培地では、従来から種々な方法で深耕処理が行なわれ、蔬菜類に対する深耕効果は、単に増収効果だけでなく、考朽化畑の改善対策、忌地性の軽減、土壤病虫害の防除、根菜の品質の向上など、種々の面から、有効であるといわれている。各県農試^(17,19,27,28,35)などでも、各種の蔬菜について、深耕試験が行なわれ、トマト、キュウリ、ハクサイ、サントウサイ、カンラン、ダイコン、ニンジン、ゴボウなどについて、その効果が認められているが、深耕効果について、蔬菜の種類間差異を比較検討した結果は見当たらない。我々は深耕畑を効果的に利用できるように作付体系を確立する資料を得るため、深耕効果の作物間差異を明らかにする目的をもつて、蔬菜を含めて10数種の作物について1960年から1961年に

本研究の一部は園芸学会 1961 年度春季大会において発表。

* 現在群馬県農業試験場木崎蔬菜試験地

1962 年 9 月 18 日受理

かけて深耕処理の影響を比較検討し、多肥栽培される蔬菜類は概して深耕適応性が高いことを明らかにした。試験は、1960年には圃場において、各作物の深耕適応性について、1961年には、ポットを用いて、深耕効果に大きく影響する下層土適応性について行なわれたので、ここでは両年の結果を合わせて報告する。

II. 試験 I. 深耕処理に対する蔬菜類の適応性について

耕耘の直接的影響として、土壌物理性の改良効果が期待されるが、その反面、深耕によつて表土に混入される下層土の影響も考慮しなければならない。火山灰土の下層土は、有効成分が少なく、磷酸の吸収力も大きく、活性アルミニウムの溶出などもあつて、植生に悪影響を与えることが知られている。しかし、この不良下層土も、一旦肥培されるならば、相当、生産力が高まることを、我々⁽¹⁵⁾は既に明らかにしている。また、深耕によつて、単に土層の配列を変えるのみでなく、深耕に際して、改良物料を投入して、肥沃な作土を厚くすることが我々の狙いであり、深耕プラス肥沃化処理によつて、深耕効果が充分に発揮されるものと考えている。そこで、深耕処理と深耕肥沃化処理とを分けて、表土区と、下層土区において、作物比較を行なつた。

A. 材料および方法

第1表 供試圃場の特性(畑作部畑土壌肥料研究室)

項 目	pH (KCl)	置換性 石灰 mg	有効磷 酸 mg	磷酸吸 収係数	T-N %	T-C %	土 性	緻密度*	透湿度*
表 土 畑									
0~20 cm	5.5	176	35.4	580	0.245	0.274	S.L	15	50.0
20~40	4.8	237	11.0	1100	0.197	0.213	S.L	17	37.0
下層土畑									
0~20	6.2	280	tr.	2070	0.145	0.126	L.	19	27.0
20~40	6.1	274	tr.	2440	0.103	0.093	L.	25	5.6

備考 * 山中式測定器による

第2表 作物の種類・品種と栽培方法

種 類	品 種 名	播種期	播種場所	苗の大きさ	定植期	畦 幅	株 間	1区 栽植株数	収穫終
ト マ ト	福 寿 2 号	2. 23	温 床	10 葉	5. 4	90 cm	37 cm	8 株	8. 20
キ ュ ウ リ	霜 知 ら ず	6. 7	冷 床	1 葉	6. 23	150	55	3	9. 20
カ ボ チ ャ	白 菊 座	4. 26	冷 床	2 葉	5. 18	150	55	3	8. 31
ネ ギ	石 倉	3. 31	冷 床	4 葉	7. 14	80	9	32	11. 28
ハ ク サ イ	松 島 新 2 号	8. 25	本 畑	—	—	70	30	10	11. 16
ダ イ コ ン	理 想	8. 25	本 畑	—	—	70	20	12	11. 24
サ ト イ モ	土 垂	4. 29	ビニールマルチ 催 芽	出来 2 cm	5. 6	90	37	8	11. 1
カ ン シ ョ	沖 縄 100 号	3. 25	ビニール冷床	7~8 節	5. 25	70	30	10	10. 20
ダ イ ズ	農 林 2 号	5. 25	本 畑	—	—	70	20	14	9. 25
リ ク ト ウ	ハタサンゴク	5. 13	本 畑	—	—	70	6	50	10. 5
ヒ エ	稗 枳 木 1 号	5. 25	本 畑	—	—	70	6	50	9. 21
青刈 トウモロコシ	交 1 号	5. 13	本 畑	—	—	70	15	20	7. 27

1960年に、農事試験場畑作部内の火山灰土畑(第1表参照)に下記の要領で、5処理区を設けた。

(1)表土標準区—火山灰土畑を、小型トラクターで12 cm 耕起し標準区とした。(2)表土深耕区—単なる深耕の影響を知るため、同じ畑を大型トラクターで25 cm 耕起した後、人力で45 cm まで混層耕した。(3)表土改良区—深耕プラス肥沃化処理による表土の改良効果を知るため、同じ畑を、大型トラクターで25 cm 耕起した後、人力で45 cm まで深耕し、1区2.25 m²当たり混土堆肥25 kg, 硫安 100 g, 過石 100 g, 熔燐 400 g, 硫加 200 g, 消石灰 250 gを全層に混合した。(4)下層土標準区—肥培されない生の下層土の影響を知るため、表土を、ブルドーザで約50 cmの厚さに全層除去して下層土を露出させた畑を、12 cm 耕起した。(5)下層土改良区—下層土の深耕肥沃化処理による改良効果を知るため、冬期間、地表にさらして風化させた下層土を、下層土標準区と同じ畑に、45 cmの深さにつめて、混土堆肥25 kg, 硫安 250 g, 過石 100 g, 熔燐 400 g, 硫加 200 gを全層に混合した。

処理区は、1区150 cm×150 cm (2.25 m²)とし、表土改良区、下層土改良区には、深さ18 cmの木枠を設置し、3連制とした。

供試作物の品種と栽培の概要は、第2表と第3表に示

第1図 土壌の3相分布に及ぼす処理の影響
備考 処理後14日に調査

第2図 通気性、透水性の比較
備考 8月12日降雨後測定
山中式土壌通気透水測定器による

第3表 施肥量 (1区当たり)

作物	硫安	過石	熔磷	硫加	石灰	堆肥
トマ	270 ^g	135 ^g	135 ^g	79 ^g	270 ^g	5600 ^g
キュウ	114	180	—	68	180	5600
カボチ	68	90	—	46	180	4500
ネギ	158	175	—	45	180	5600
ハクサイ	169	169	—	57	180	4500
ダイコン	136	136	—	40	180	3400
サトイモ	91	45	45	45	180	2700
カンショ	34	34	—	45	90	1800
ダイズ	9	68	—	14	90	1130
リクトウ	68	101	—	23	—	2250
ヒエ	56	79	—	34	—	1800
青刈トウモロコシ	86	68	—	18	180	2250

す通りである。

B. 結果

深耕処理の土壌物理性に及ぼす影響は、第1図、第2図および第4表に示す通りである。

深耕処理によつて、孔隙率を増し、透水、通気性が良好になり、深層の気相が増加することが認められた。このことは、下層土改良区で著しく、深耕効果の1要因として、土壌の通気が良好になることがあげられる。しかし、土壌水分は、深耕処理区で、かえつて少なくなる傾向があり、表土深耕区で、リクトウ、サトイモなどが乾燥害を受けやすいことを観察した。

各処理の各種作物に及ぼす影響を総括すると、第3図のようである。

第4表 処理別、深さ別の土壌水分の比較 (乾土%)

深さ	表・標区	表・深区	表・改区	下・標区	下・改区
5cm	24.7%	21.6%	23.5%	70.2%	72.1%
15	24.5	21.8	24.5	86.9	73.8
25	24.0	23.0	25.1	91.7	68.8
35	31.5	30.1	37.2	95.4	62.4

備考 調査月日 8月13日

この図は、各作物の利用部分の収量を、表土標準を100とし、それに対する増収あるいは、減収率で示したものである。処理の影響は、作物の種類によつて非常に異なることが認められ、概していえば、蔬菜は一般に表土標準区に比して表土深耕区で増収し、表土改良区でさらに増収し、下層土標準区では減収するが、下層土改良区では相当の増収を示す。これに反して、普通作物はいずれの処理区でも表土標準区より減収する傾向を示した。各作物の生育・収量に及ぼす処理の影響を示せば、第5表の通りである。

ただ単に、深層まで耕起した影響(以下“単なる深耕”と云う)を、表土深耕区についてみると、第4図-Aに示したように、蔬菜類と普通作物とで、非常に影響の受け方が異なることが明らかである。単なる深耕によつて、リクトウ、ダイズなどは、生育がやや劣り、減収の傾向を示したが、ダイコンは地上部の生育が良好になり、根の太さ、長さを増して著しく増収し、キュウリは8月中

第3図 作物の収量に及ぼす処理の影響

備考 収量比率=(各処理区/表土標準区-1)×100 * 第5表参照のこと

第5表 作物の生育・収量に及ぼす深耕処理の影響

項目		処理区					項目		処理区				
作物		表・標区	表・深区	表・改区	下・標区	下・改区	作物		表・標区	表・深区	表・改区	下・標区	下・改区
** 1. トマト	莖長 (cm)	129	134	145	100	140	6. ダイコン	葉数 (g)	34	41	44	39	42
	葉長 (cm)	30	31	31	25	30		最大根長 (cm)	355	473	447	217	484
	最大根重 (g)	30	32	37	26	37		根重 (g)	51	57	58	47	50
	初期果重 (g)	761	880	1057	533	1164	7. サトイモ	葉数 (g)	972	1431	1301	1037	1597
	中期果重 (g)	6.9	7.7	8.6	4.8	9.9		最大地上部重 (g)	6.6	7.3	7.6	4.4	8.6
	後期果重 (g)	1210	1106	1145	710	1033		総芋重 (g)	97	85	94	57	95
2. キュウリ	葉数 (g)	10.2	8.8	9.6	6.6	9.6	8. カンショ	分枝数 (g)	542	505	774	189	975
	初期果重 (g)	627	1145	1021	610	847		総芋重 (g)	996	953	1017	437	1146
	中期果重 (g)	6.3	10.2	9.3	7.1	8.0		総芋重 (g)	821	787	794	338	939
	後期果重 (g)	8.0	7.2	7.7	5.8	7.1	9. ダイズ	最大節長 (cm)	251	237	299	115	206
	初期果重 (g)	858	717	759	548	537		分枝数 (g)	58	58	67	43	54
	中期果重 (g)	7.6	6.7	5.9	5.0	5.7		分枝重 (g)	23	18	26	7	17
3. カボチャ	葉数 (g)	1201	1610	2451	920	1691	10. リクトウ	総芋重 (g)	1077	982	1415	242	913
	初期果重 (g)	10.7	15.8	20.0	9.0	14.2		分枝重 (g)	1470	1417	1786	499	1275
	後期果重 (g)	270	1023	1863	463	1274	11. ヒエ	茎長 (cm)	70	75	70	54	63
	初期果重 (g)	2.5	8.7	14.9	4.5	10.4		分枝数 (cm)	16	16	16	15	16
	中期果重 (g)	63	65	90	29	56		分枝重 (g)	4.4	4.2	4.2	3.5	4.6
	後期果重 (g)	13	13	15	10	12	12. 青刈トウモロコシ	総粒重 (g)	35	32	36	19	27
4. ネギ	葉数 (g)	3230	3239	4789	588	3355		分枝重 (g)	92	74	91	27	76
	初期果重 (g)	3.1	3.5	4.0	0.9	3.5		稈重 (cm)	72	69	76	65	77
	中期果重 (g)	47	48	49	49	48	11. ヒエ	分枝重 (g)	404	414	521	296	544
	初期果重 (g)	30	29	30	29	29		分枝重 (g)	327	289	207	256	367
	中期果重 (g)	1.9	1.7	2.0	1.9	1.8		稈重 (cm)	202	205	203	153	199
	後期果重 (g)	261	308	297	330	318		分枝重 (g)	1966	2312	2079	795	2048
5. ハクサイ	葉数 (g)	1842	2254	2720	1997	3042	12. 青刈トウモロコシ	分枝重 (g)	378	381	263	184	385
	初期果重 (g)	1072	1270	1631	1088	2115		稈重 (cm)	294	306	295	185	241
	中期果重 (g)	47	48	49	49	48		分枝重 (g)	1037	1200	1422	355	884
	初期果重 (g)	30	29	30	29	29	11. ヒエ	稈重 (cm)	202	205	203	153	199
	中期果重 (g)	1.9	1.7	2.0	1.9	1.8		分枝重 (g)	1966	2312	2079	795	2048
	後期果重 (g)	261	308	297	330	318		稈重 (cm)	294	306	295	185	241

備考 生育調査はトマト (7月6日) キュウリ (7月9日) カボチャ (6月22日) は生育中のもの, その他の作物はいずれも収穫期における調査結果である。* 印は, 第5図に利用部分の収量として図示した項目である。リクトウ, ヒエは 1m² 当たりの収量, その他はすべて 1株当たりの収量で示した。** 番号は第4図, 第5図○印中のもの。

深耕プラス肥沃化処理の影響を、表土改良区についてみると、第3図-B, 第5表に示す通りである。いずれの作物も、深耕肥沃化処理によつて生育が旺盛になつたが、利用部分の収量は作物によつてまちまちな反応を示した。リクトウ、ダイズ、ヒエなどの穀実生産を目的とするものでは、茎葉の生育が良好になつた割に、子実収量が向上せず、一方青刈トウモロコシのような茎葉利用のものでは肥沃化効果が大きいことを認めた。

これに対して、蔬菜類は、ハクサイなどの葉菜類は勿論のこと、果菜、根葉も肥沃化にともなつて増収を示し、とりわけキュウリの増収が著しかった。ダイコンは根重は増加したが、裂根、す入りが多かつた。また、トマトに尻腐果の多発することを認めた。

肥培されない下層土の影響は、下層土標準区の結果によつて示される。第3図-C, 第5表で明らかなように、この区で、多くの作物の生育・収量が低下したが、蔬菜類の多くは比較的減収度が少なく、ネギ、ハクサイ、ダイコンなどは、全く減収しなかつた。

この不良下層土を、冬期間、地上にさらして風化させ堆肥および化学肥料を多用して改良した結果を下層土改良区についてみると、第3図-D, 第5表に示した通りである。下層土標準区に比して、いずれの作物も生育・収量が向上し、改良効果が著しかったが、ダイズ、カンショ、青刈トウモロコシ、ヒエなどは、表土標準区に及ばなかつたのに反し、蔬菜類の多くは非常に旺盛な生育を示して、多収をあげ、とりわけ、ダイコン、ハクサイなどはこの区で全処理中最高収量を示した。

以上の結果、深耕処理によつて、多少土壌水分が減少する傾向はあつたが、孔隙率をまし、土壌通気性を中心とする物理性が改善され、この影響によつて作物根の深層への発達、養分吸収が活発化し、通気要求度の高い蔬菜類、とりわけ、ダイコン、ハクサイ、キュウリ、トマトなどが良い成績を示したと考えられた。

しかし、ここで注目すべきは、このような物理性の改良効果のある反面、瘠薄な下層土の混入によつて、植生が悪影響をこうむることである。

この下層土による減収度と、表土深耕区の収量割合の間には、第4図に示されるように相関関係があり、下層土によつて減収しにくい作物ほど、深耕効果が高いと云う傾向が認められた。これから、深耕効果には下層土の影響が働き、作物の深耕適応性には下層土適応性が関係することが判明した。

この種の下層土の悪影響は、肥培が充分に行なわれるならば消去できるものと考えられる。そこで、各作物の肥培の程度を、施肥倍率（施肥量/吸収量、ただし、吸収

第4図 深耕処理と下層土の関係
備考 ○印中の番号は、第5表参照のこと

第5図 下層土の影響と施肥倍率
備考 ○印中の番号は第5表参照のこと

* 第3図備考参照

量は既往の資料より算出した)を、目安としてとり、下層土による減収度と対比させると、第5図のようになり、多肥栽培された作物ほど下層土の悪影響を受けにくいことが明らかにされた。

従つて、蔬菜類の多くは肥培管理が行きとどいていたので、下層土の悪影響を回避し、深耕処理によつて改善された土壌通気性に敏感に感応し、深耕区で成績が良好になつたものと考えられた。なお、ここでは各作物に適した施肥方法がとつてあるので、この成績にあらわれた下層土適応性は、肥培の程度が関係しているところの云わば、「みかけの適応性」であり、「真の下層土適応性」については、同一施肥条件で検討すべきことが考えられた。

深耕肥沃化効果は、特に蔬菜類で高いことを認めたがこれは蔬菜類が、比較的高い肥料濃度に好適する特性を有することと、穀実利用の作物とは異なり、収穫期まで養分吸収が漸増する特性を有することに原因すると考えられ

る。下層土の深耕肥沃化効果が蔬菜類で特に著しく、ダイコン、ハクサイなどが表土改良区より増収したことは、注目すべき事実である。これは、蔬菜の肥沃条件に対する生態的特性にもよるが、一方、肥沃化処理と共に深耕して下層土を風化させることにより、土壌の物理性が良好になり、根群の発達、養水分の吸収に好影響を与えたためと思われる。このことから改良された下層土は、表土に混入されることによつて、客土的效果をあらわし、老朽化畑などでは良い結果が期待されるが、この点は今後の研究問題であろう。

III. 試験2. 蔬菜類の下層土適応性について

前試験において、深耕効果には各作物の下層土適応性が密接に関係していることが明らかになつたが、この下層土適応性には作物の栽培法一特に肥培管理の程度一および吸肥特性の相違が関係していることが考えられたので、この点を明らかにするために、1961年に、共通の施肥条件下における各蔬菜類の下層土適応性を検討した。

別途に、この種の下層土では、Alの溶出が多く、Alの吸収の難易も下層土適応性に関係すると考えられたので、アルミノン法によつて各蔬菜のAlの吸収程度を調査した。

A. 材料および方法

実験1 1/5000a ワグナーポットに、火山灰土の表土と下層土をつめ、各作物とも共通の施肥量で、少肥区(窒素、磷酸、加里各1.5g、消石灰2.5g)、多肥区(窒素、磷酸、加里各1.5g、消石灰7.5g)をもうけ、トマ

第6表 作物の乾物重に及ぼす処理の影響

作物	項目 処理	全乾物重(1株当たり)				施肥効果		下層土の影響	
		下層土 少肥区	下層土 多肥区	表土 少肥区	表土 多肥区	下層土 少肥区	表土 多肥区	少肥区	多肥区
1. *	ト マ ト	0.79 ^g	2.04 ^g	1.41 ^g	3.14 ^g	158%	123%	-44%	-35%
2.	キュウリ	4.88	10.47	5.81	7.19	114	24	-16	46
3.	カボチャ	5.56	11.41	7.94	9.42	105	19	-30	21
4.	ネギ	0.71	1.04	1.18	—	47	—	-40	—
5.	ハクサイ	2.33	5.65	3.84	4.23	158	10	-39	34
6.	ダイコン	3.12	4.40	3.46	4.37	41	26	-10	1
7.	ニンジン	5.02	4.56	4.17	4.29	-9	3	20	6
8.	カンショ	9.17	9.40	11.93	13.32	3	17	-23	-29
9.	リクトウ	1.29	2.45	1.64	2.26	90	38	-21	9
10.	トウモロコシ	5.09	10.57	14.53	17.84	108	23	-65	-41
11.	モロコシ	0.38	1.91	6.74	9.27	403	38	-94	-79
12.	ヒエ	5.94	9.07	9.11	14.17	53	56	-35	-36

備考 施肥効果=(多肥区/少肥区-1)×100

下層土の影響=(下層土区/表土区-1)×100

* 番号は、第6図および7図 ○印中のもの

ト、キュウリ、カボチャ、ハクサイ、ダイコン、ネギ、ニンジン、カンショ、リクトウ、トウモロコシ、モロコシ、ヒエの13作物を供試した。1処理1ポットの2区制、作物の種類を主試験区とし、土壌の種類および施肥量を副試験区とする分割試験法によつて、ガラス室内に配置した。カンショのみ、7月8日に挿苗し、その他の作物は、7月6日にポットに直播し、8月14日(ただしネギ、ニンジンは10月9日)に抜き取り、生体重、乾物重を測定した。

実験2 予め木箱で砂耕した2~4葉の幼苗を用い、N/1000の塩化アルミニウムの溶液中に3日間、水耕した後アルミノン反応によつて、根部の着色程度を比色観察および検鏡した。

B. 結果

各作物の乾物重について、下層土の影響、施肥の効果をとまとめると、第6表のようになった。概して、少肥条件下では、下層土区は生育が劣り、乾物重の減少がみられるが、下層土の施肥効果は表土区に優り、多肥条件下では、下層土の悪影響が軽減され、蔬菜類の中には表土多肥区より、下層土多肥区で乾物重の増加を示すものがあることを認めた。

この結果に基づいて、共通施肥条件下における各種作物の下層土適応性について図示すれば第6図のようになり作物の下層土適応性は、施肥条件によつて異なり、施肥量と関連して、次のように分類されることが明らかとなつた。

1) 施肥量の多少にかかわらず下層土の影響が一定

第6図 下層土の作物に及ぼす影響

備考 ○印中の番号は、第6表参照のこと
 が悪くなったもの—トマト、ネギ、カンショ、トウモロコシ、ヒユ、モロコシ。

2) 施肥量の多少によつて、下層土の影響が異なり、少肥では下層土の悪影響がみられたが、多肥ではかえつて表土より生育の良くなったもの—キュウリ、カボチャ、ハクサイ、リクトウ。

下層土は著しく、養分的に瘠薄であるので、作物の吸肥特性が下層土適応性に関連すると考えられる。乾物重について、多肥に対する少肥による減収率と、表土に対する下層土による減収率との関係を見ると、第7図に示

第7図 作物の肥料反応と下層土の影響

備考 ○印中の番号は第6表参照のこと
 のポットについて、孔隙量を調べたところ、表土区 76.4 下層土区 81.3 (Vol. %) で、下層土の孔隙量の多いことが認められ、これが下層多肥区の生育の良さの一因として考えられた。

実験2 検鏡の結果、アルミノン反応は根の皮層部においてのみ認められ、中心柱は着色していなかった。第7表に示すように、その着色度には作物間に顕著な差異があり、リクトウ、トウモロコシでは、ほとんど無着色、ネギは表皮の一部のみ淡紅色を呈し、その他の蔬菜は、中心柱をのこしていずれも紅色に着色したが、ダイコン、ハクサイのように淡いものと、カボチャ、キュウリのよ

の傾向を示したものの。

a) 下層土で生育が悪くならないもの—ダイコン、ニンジン。

b) 下層土で生育

第7表 アルミノン反応

作物	反応度
ト マ ト	++++
キ ャ ウ リ	++++
カ ボ チ ャ	++++
ネ ギ	+
ハ ク サ イ	++
ダイ コ ン	++
ニ ン ジ ン	++
ダ イ ズ	++++
リ ク ト ウ	±
トウモロコシ	±

うに濃く着色するもののあることを認めた。この結果、Alの吸収特性は、作物によつて異なることが明らかになったが、幼植物検定による作物比較の可否および Al による生育阻害との結びつきなどの検討が不十分で、これらの点は今後に残された問題である。

IV. 考 察

深耕処理の影響の現われ方は、作物の種類によつて異なるが、蔬菜類の多くは単なる深耕によつても、生育・収量が向上し、肥沃化処理が加えられた場合には、さらに性能を発揮し、深耕肥沃化処理に対して、すぐれた適応性を示すことが明らかにされた。

深耕処理の影響として、耕起によつて、土壌の3相分布が変化し、孔隙量が増加し、特に深層の気相の増加が目目され、土壌の通気条件が良好になることが認められた。土壌通気の増加は、根の伸長、養水分の吸収を活性化し、植生に好影響を与えることが知られている^(1,9)。一般に蔬菜類の根は、土壌通気に敏感であるといわれているが^(18,34)、ダイコン、ハクサイ、キュウリ、トマトなど、位田⁽⁷⁻⁹⁾らによつて通気要求度の高いと認められた種類について、とりわけ深耕区で成績の良い傾向が認められ、土壌通気に対する感応度が、深耕適応性に関係していることがうかがわれた。

しかし、深耕にともなつて、有効成分の少ない、磷酸吸収係数の大きい下層土の混入があり、このために、有効成分の欠乏をきたし、施肥量が少ない場合には、作物はその恵まれた土壌の物理性を利用できず、かえつて減収することが考えられる。深耕に際して不良下層土の悪影響の大きいことは、実態調査⁽²⁰⁾の結果からも数多くの事例として明らかにされており、我々は既に別途の試験^(14,16)によつて、この点を確認していたが、本試験においても第4図に示したように、深耕効果には、下層土の影響が密接に関連し、作物の下層土適応性から、深耕効果の作物間差異が或る程度説明できることが明らかにされた。

下層土の悪影響は肥培が充分に行なわれるならば消去され、第5図に示したように、圃場試験の結果、多肥栽培されていた種類が、下層土の悪影響を回避し、下層土適応性が比較的高いことが認められた。この場合の下層土適応性には肥培管理方法に関連し、云わば見かけの適

応性であり、真の下層土適応性はこれと多少異なることが考えられ、この点を確かめるためにポット試験を行なった。その結果、蔬菜類の多くは施肥に敏感で、肥培されない下層土では生育が阻害されやすいが、多肥にすると下層土の悪影響が軽減され、土壌通気的面からは下層土がむしろ植生に好影響を与える場合のあることが認められた。

以上から、蔬菜類はダイコンのように少肥条件下でも下層土の悪影響をうけない特性を示すものもあるが、その他の多くは多肥栽培されたために、下層土の悪影響を回避し、見かけの下層土適応性を示したものであることが判明した。ポット試験から、真の下層土適応性は高くないと認められたトマト、ネギなどが、圃場条件下では下層土の悪影響をうけなかつたのは、深溝に化学肥料、堆肥を集中施用すると云う集約な肥培管理がとられたことに原因し、下層土に比較的適応すると認められたカボチャが、圃場の下層土標準区で著しく減収したのは、少肥にすぎたことによると考えられる。

真の下層土適応性には、作物の吸肥特性が関係すると考えられるが、このことは、第7図に示したように、ポット試験の結果から明らかで、施肥に敏感な種類ほど肥培されない下層土による生育阻害の著しいことが認められた。3要素の中、いずれについての吸肥特性が最も影響するかは、本試験の段階では明らかにできなかった。しかし、我々^(6,16,21)は下層土の悪影響は、磷酸欠乏によるところが大きいことをすでに明らかにしており、磷酸欠乏に鈍感な作物は、下層土の悪影響をうけにくいことが考えられる。著者の一人⁽⁶⁾は、ダイズ品種について、磷酸に鈍感な品種が下層土適応性の高いことを認め、景山ら⁽¹²⁾はダイコンがキュウリ、トマトなどに比べて、磷酸要求度の低いことを明らかにしており、これらの特性が下層土適応性に関係していることは想像にかたくない。これに関連して、磷酸吸収については、生育初期の吸収が支配的^(3,10,26)で、育苗中の磷酸吸収が重要なことが知られている。トマト、ネギなどが、圃場条件下では下層土の阻害をあまり受けなかつた一因として、集約な肥培管理の行なわれたこと以外に、充分に肥培された苗を移植したことによって磷酸欠乏を回避したこともあげられるであろう。

以上、主として肥培管理面から考察したが、この種の下層土ではばん土性が高く、特に根圏土壌では、施肥や炭酸ガスの影響で pH の低下がみられ Al の溶出が多いので^(8,22,24,29)、この影響も考慮せねばならない。Al の生育阻害についてはその直接加害の外、土壌磷酸のみならず、作物体内磷酸との結合によつて磷酸欠乏を起こすこ

とが知られている^(25,31,32)。アルミノン反応によつて、Al の吸収程度に作物間差異があり、蔬菜の中では、ネギ、ダイコン、ハクサイなどの幼苗は Al を吸収しにくいことを認めたが、幼植物検定による作物比較の可否、Al 吸収程度と Al による生育阻害度との相関などの検討はまだ不十分である。しかし、位田⁽¹⁰⁾は数種蔬菜を供試して、Al による生育阻害を観察し、ダイコンが最も Al の害の少ないことを認め、FORMAN⁽⁵⁾ にも、ラディッシュは、ビート、レタスなどに比較して、Al に鈍感なことを明らかにしており、本試験において、ダイコンが、少肥条件でも下層土によつて生育があまり阻害されなかつた事実と考え合わせると興味深い。また、著者らの一人⁽⁶⁾はダイズ品種の Al 吸収程度を比較し、Al を吸収しにくい品種が下層土適応性が高いことを認めており、下層土適応性に、Al の吸収特性も関係することが想像される。しかし、まだ不明の点が多く、作物の磷酸吸収特性と共に、Al 吸収特性は下層土適応性、ひいては深耕適応性との関連において考究すべきであろう。

このように、火山灰土の下層土は不良性を帯びているが、いずれの要因も肥培管理によつて改良できるものである。下層土の緻密度が、酸素の拡散を不良にし、根の伸長をさまたげるという報告⁽²⁾もあるが、一旦耕起されて緻密な状態を打ちこわされた下層土は、通気および透水性が良好で、物理性の面からは、植生に好適した土壌といえる。下層土改良区の結果が示すように、不良下層土も深耕処理によつて改良するならば、表土を改良した場合よりも、通気要求度の高い蔬菜類の生育・収量には好影響を与える場合があり、この点に深耕効果の一つの要因を認めることができる。表土改良区の結果に示されたように、深耕プラス肥沃化効果の大きいことも蔬菜類の特徴である。これは蔬菜類が比較的高い肥料濃度に好適する^(18,34)ことおよび養分吸収の型が、穀実利用の作物と異なり、茎葉および未熟果利用の蔬菜類は収穫期まで養分吸収が漸増する特性を有する⁽³⁴⁾ことなどに起因すると考えられる。

なお、深耕によつて膨軟化された土壌の植生に及ぼす影響は、土壌空気量だけでなく、土壌水分量、土壌硬度などの要因からも考慮すべきであろう。本試験においては深耕処理区は、かえつて乾燥しやすく、サトイモ、リクトウ、生育初期のキュウリなどは、深耕区で乾燥害をうけたことを認めた。しかし深耕処理の土壌水分に及ぼす影響についての検討はまだ不十分であり、土壌硬度の植生に及ぼす直接的影響についても知見が少なく、これらの要因と蔬菜の生育・収量との関係は今後の検討にまつべき点が多い。

結局、蔬菜類の多くは、多肥適応性が高く、その特性上、肥培管理が集約化されていたので、深耕によつて混入する瘠薄な下層土の悪影響を回避し、一方、深耕によつて改善された通気条件に敏感に反応して、根群の発達、養水分の吸収が活発化し、始めて、その多肥条件が有効に働いて、深耕効果が著しく現われたものと考えられ、適宜に種類を選ぶならば、深耕畑の利用上、蔬菜類は有利であることが明らかとなつた。

本試験では、リクトウ、ダイズなどの普通作物は、深耕処理によつて増収しにくい傾向を認めたが、別途の試験から⁽²¹⁾、これらの作物も、品種の選択、耕種法の改善によつて深耕畑で増収が認められている。蔬菜類も、深耕処理にともなつて、品種を選び、栽培法を改善するならばさらに能率の良い栽培を行なうことができるであろう。

V. 摘 要

1. 深耕畑における作付体系確立の資料を得る目的をもつて、深耕処理によつて変化した土壌条件が、蔬菜の生育・収量に及ぼす影響と深耕の際、問題となる下層土に対する蔬菜類の適応性を、普通作物と対比して検討した。

2. 1960 年は、火山灰土畑に、表土標準区、表土深耕区、表土改良区、下層土標準区、下層土標準区、下層土改良区を設け、トマト、キュウリ、カボチャ、ダイコン、サトイモ、ハクサイ、ネギおよび普通作物、飼料作物などを供試し、1961 年には、ポットに火山灰土畑の表土と下層土をつめ、各作物とも共通の施肥条件として、下層土適応性を前年と同様な作物について比較した。

3. 蔬菜類の多くは、普通作物より深耕効果が高く、表土深耕区でダイコン、キュウリ、トマト、ハクサイなどは特に多収を示し、肥沃化効果も高く、表土改良区で良好な成績を示した。下層土の影響で多くの作物の生育・収量は低下したが、蔬菜類の減収度は一般に小さく、ネギ、ダイコン、ハクサイは下層土標準区で全く減収せず、下層土改良区で蔬菜類の多くは旺盛に生育し多収となり、ダイコン、ハクサイは、この区で最高収量を示した。

4. 深耕処理によつて、土壌の孔隙量が増加し、通気、透水性が良好になり、深層の気相の増加が注目された。この点一般に通気に敏感だといわれる蔬菜類、とりわけトマト、キュウリ、ダイコン、ハクサイなどが有利であることが考えられた。

5. しかし、深耕によつて混入される瘠薄な下層土の悪影響が認められ、下層土区で減収程度の少ない蔬菜が深耕区で成績が良い傾向が認められ、作物の下層土適応性から、深耕効果の作物間差異が、或る程度説明できることが明らかされた。

6. 下層土適応性に関して、ポット試験を行なつた結果、ダイコンのように少肥条件下でも、下層土の悪影響をうけないものもあつたが、蔬菜類の多くは施肥に敏感で、肥培されない下層土では生育が阻害されやすいが、多肥にするとその悪影響が軽減され、土壌通気の面からは、キュウリ、カボチャ、ハクサイなどのように、下層土が、むしろ植生に好影響を及ぼす場合のあることが明らかにされた。

7. 以上から、蔬菜類の多くは、肥培管理が行きとどいていたので、下層土の悪影響を回避し、深耕区で成績が良かったと考えられた。

8. その他、下層土適応性には、作物の吸肥特性の差異、活性 Al の吸収程度なども関係することを考察した。

9. その他、深耕によつて土壌水分が減少する場合もあり、キュウリの初期生育、サトイモなどは乾燥害をうけることを認めた。

10. 結局、蔬菜類は多肥適応性が高く、その特性上、肥培管理が集約されていたので、瘠薄な下層土の悪影響を回避し、一方、深耕によつて改善された通気条件に敏感に反応し、根の伸長、養水分吸収が活発化して、その多肥条件が有効に働いて深耕効果が著しかつたものと考えられ、深耕畑の利用上、蔬菜類の多くは有利であることが明らかになつた。

参 考 文 献

1. 青木茂一. 1953. 土壌通気と植生の諸問題 (1). 農及園. 28. (4): 475—478, (5): 585—587.
2. BERTRAND, A. R. and H. KOHNKE, 1957. Subsoil condition and their effects on oxygen supply and the growth of corn roots. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 21. 135—140.
3. ブラック (原田訳). 1957. 作物と土壌. 朝倉書店.
4. 江口庸雄. 1939. 蔬菜園芸. 地球出版社.
5. FORMAN, T. and E. BASIL. 1927. The relative aluminum tolerance of crop plant. Soil Sci. 24: 63—173.
6. 福井重郎・太田 一. 1959. 深蔭栽培における大豆品種の適応性に関する研究. 日作紀. 27(4): 446—447.
7. 位田藤久太郎. 1953. 蔬菜の根の生理に関する研究 (第1報). 園学雑. 21 (4): 207—202.
8. ————. 1956. ———— (第4報). 園学雑. 25 (2): 85—93.
9. ————・小川幸持・新井和夫. 1957. ———— (第5報). 26 (3): 171—177.
10. ————. 1961. 蔬菜の施肥と土壌. 朝倉書店.
11. 石井和夫. 1962. 火山灰土壌の深耕とその効果. (3) 農業技術. 17: 61—63.

12. 景山美葵陽・新井和夫. 1962. 蔬菜の磷酸施肥に関する研究 (第2報). 園試報 A 1 : 197—233.
13. 児玉敏夫. 1960. 畑深耕について. 関東東山農試畑作部.
14. ———・鈴木信治・芦沢利彰. 1959. 畑深耕に関する研究 (第1報). 日作紀. 27 (3) : 375—376.
15. ———・———. 1961. ——— (第2報). 日作紀. 29 (3) : 379—381.
16. ———・白井恵治・渡辺和之. 1962. ——— (第5報). 昭和37年春季作物学会において発表.
17. 長野農試 (桔梗ヶ原). 1958, 1959. 昭和32および33年度蔬菜試験成績.
18. 西村周一・杉山直儀編. 1959. 蔬菜園芸講座 (第1巻) 朝倉書店.
19. 農林省振興局研究部編. 1951—1955. 蔬菜花卉試験年報.
20. 農林省関東東山農試機械化栽培班. 1958. 関東東山地域における畑深耕に関する実態調査.
21. 農林省農試畑作部付体系第2研究室. 1962. 昭和36年度深耕試験成績書.
22. 農林省農試畑作部畑土壌肥料研究室. 昭和36年度試験研究成績.
23. 農林水産技術会議. 1960. 深耕心土混層耕に関する既往の試験成績概要.
24. ———. 1960. 畑土壌の生産力に関する研究協議会経過概要並びに調査研究成績報告.
25. PIERRE, W. H. and A. D. STUART. 1933. Soluble aluminum studies. IV. Soil Sci. 36 : 211—226.
26. ROBERTSON, W. K., P. M. SMITH, A. J. OHLROGE and D. M. KINEH. 1954. Phosphorus utilization by corn as affected by placement and nitrogen and potassium fertilization. Soil Sci. 77 : 219—226.
27. 埼玉農試 (越ヶ谷). 1959, 1960. 昭和33および34年度蔬菜試験成績書.
28. 静岡農試. 1960. 昭和34年度蔬菜連作障害対策試験成績書.
29. 鈴木達彦・永井政雄・石井和夫. 1960. 畑深耕に関する研究 (第4報). 土肥誌要旨. 6.
30. 東畑精一・盛永俊太郎監修. 1953. 日本農業発達史 (第1巻) : 448—461. 中央公論社.
31. WRIGHT, K. E. 1948. Internal precipitation of phosphorus in relation to aluminum toxicity. Plant Physiol. 18 : 709—712.
32. ——— and B. A. DONHUE. 1953. Aluminum toxicity studies with radioactive phosphorus. Plant Physiol. 28 : 675—680.
33. 山崎肯哉. 1954. 蔬菜園の耕起と施肥. 農及園. 29 (5) : 635—636.
34. ———. 1960. 蔬菜の肥培. 地球出版社.
35. 山梨農試 (八ヶ岳). 1960, 1961. 昭和34および35年度蔬菜試験成績書.

抄 録

リンゴの早期落果の原因

Bonn 付近の Klein-Altendorf 試験場で 1961 年に 8 年生の Goldparmäne, Ingrid Marie, Glockenapfel などの品種に著しい早期落果 (June drop) が起こつたので、その際落下した果実と樹上に残つた果実 (対照) の、果実ならびに種子の発育程度の差を調べ、さらに種子中の生長物質の含有量をも検討し落果の原因をさぐるうとした。

落下した果実は対照区より小さく、軽く、種子数は幾分少ない程度だが (種子数 : 果実あたり 3 品種平均で対照 6.3 に対し落果 5.3), その大部分は外観的に死んでいるように判断された。このような種子中には胚は全くないか、比較的小さいが、その外側の組織は多少とも正常であつた。リンゴの種子組織は一般に卵細胞が受精しないと発育しないので落果中の種子も大部分は受精したはずだが、何らかの外部的原因により発育の非常に早い時期に胚が死んだが、発育を停止したのではないかと推定している。そして開花期直後の著しい低温が原因ではないかとしている。

また品種間差も著しく Goldparmäne 種の方が Ingrid

Marie 種よりも落果実の種子数、重さなどがまきり、果実を生き残らせるのに必要な最低種子数が異なると思われる。さらに台木の影響もあり、両品種とも弱勢台の M K 区の落果実の種子の発育は強勢の M V よりも劣り、落果防止に必要な種子の肥大能力が枝の勢力によりある程度左右されたと考えた。

種子中の生長物質はエーテル抽出し、ペーパークロマトグラフにかけ、コムギの Koleoptilzylinder Test によつて定量したが、落果実の種子中には対照区に比べ Indol-3-essigsäure Äthylester (IES-AE) が少なく、Indol-3-acetylasparaginsäure (IAAS) の多いことがわかつた。この IAAS の増加は早期落果の原因というよりむしろ落果実の発育低下の指標と考えられ、IES-AE が果実の落果を支配する本来の種子生長物質に直接的な関係をもつのではないかと推定している。(岩田正利)

RAUSSEDORF-BARGEN, G. V. 1962. Zur Ursache des Junifruchtfalles beim Apfel. Gartenbauwiss. 9 : 183-192.