

畑作における深耕問題

西 瀧 高

(北海道農試)

深耕の意義

深耕の目的は耕土の深さを機械的に増大し、潜在地力の活用と、作物生育領域の拡大によつて、作物収量の増加を計ろうとするものと解される。畑土壌の低位生産性は、主として土壌理化学性の不良に由来するものが多く、その生産阻害要因矯正の一手段として耕土改良の意義が認められている。また多肥集約を本質とするわが国農業においての生産力は、既に限界に近くなり、これが打開の途を耕土の縦への拡がり求めようとするに至り、さらに農業機械化の進展は必然的に深耕の形を取ることに成り、土壌管理も自から趣を異にするに至つた。このような理由から深耕の問題は広く各地において主要な課題として取りあげられ、その成果は耕土改良事業として実際に活用されている。深耕に関する研究の歴史は北海道を除いてはそれ程古いものではない。北海道では重粘土、火山灰土、泥炭土等の特殊土壌の分布が広く、気候の苛烈さによる生産の不安定を助長している事実もあつて、生産の向上と安定を耕土の改良によつて達成しようとして、各種の試験が大正末期、昭和初頭から数多く行われて来た。

在来農法においては長年に亘り同一手段によつて農作業が行われるため、耕土の深さはほぼ一定となり且つ比較的浅くなつてゐるのが通例である。これを他の何等かの手段によつて耕土を深くすることを深耕と呼んでいるものである。従つて深耕と云つてもその内容あるいは程度は必ずしも同一のものとは云えないもので、耕土改良の目的によつて性格の異なつた作業があり、それぞれ異つた名称が附されている。即ち作土・心土の性状に大差がなく土層が連続的に堆積しており、犁底盤の破壊あるいは緊密なる下層土の膨軟を主目的にしている場合には、単なる“深耕”によつてその目的が達せられる。下層土の風化が進まずその性状が不良のため、心土の混入によつて生産が著るしく阻害されるような場合（重粘強酸性土）には、先づ心土を耕起攪拌して風化を促進し、然る後漸次深耕を行う“心土耕”があり、また同じ目的のためSubsoilerを使用する“心土破碎”が行われることもある。また性状の全く異なる土層が幾重にも重なり合つている場合（火山灰土）、これ等の層を混和して性状の均一化を計ろうとして“混層耕”が行われるが、この場合でも下層土の性状が著るしく不良なる場合には才一段階として“心土混層耕”が実施される。また下層に肥沃な土層の存在している時には、大型機械により“転倒客土”と呼ばれる天地返し形を取るものもある。これ等の諸作業の全部が深耕という概念で一括することが出来るもので、作業の内容を示す必要のある時に、それぞれの名称を附すればよいものであらう。

深耕の効果

従来数多く行われた深耕試験の結果を見ると、著るしい効果の認められている例も多いが、その反面必ずしも多収になつてゐない場合も少くはない。元々深耕は機械的に深く耕起し、土壌の物理性を良好ならしめ、下層土の風化を促進し根の養分吸収領域を大ならしめることを目的としたものであるが、深耕により土壌有機物の分解消耗が促がされ、養分供給の不均衡がおこることも予想されるので、深耕の効果は土壌の種類、施肥管理の適否、作物の種類、品種等各種の条件によつてそ

のあらわれ方に差を生じたものと思われる。深耕の効果を土壤の種類別に見ると、生産阻害要因が

才1表 土壤別地域別に見た深耕の効果

収量割合	北海道地域 沖積土、火山灰土、重粘土			東北 地域	関東 地域	東海 地域	九州
	140%以上	5	10	5	4	3	—
120~140%	11	18	9	12	9	4	14
100~120%	29	37	5	39	61	20	97
80~100%	11	13	—	14	35	12	82
80%以下	9	1	—	1	5	1	12

(農林省水産技術会議大田作推進会議資料No. 4. No. 5
より作成)

性が生産の挙らない才一の原因となつているので、土層を混和し均一化することによつてその欠陥が改善され、作物の生育に好影響を与えることになる。併し物理性の改善とともに深耕によつて混和される下層土の性状によつて、土壤改良資材の使用、適切なる施肥管理等が同時に行われなければ、その効果の万全を期することは困難となる。才2表、才3表に示す如く強酸性重粘土壤におい

才2表 重粘地における深耕の効果例

処 理 区 別	燕 麦		馬 鈴 薯	
	反収(俵)	比率	反収(俵)	比率
才1区 普通耕, 作土酸性矯正. 慣行肥料	3.7	100	21.2	100
才2区 " " 標準肥料	4.1	111	25.7	121
才3区 普通耕. 心土耕 " "	4.4	119	25.9	122
才4区 " 作土. 心土酸性矯正 "	4.5	122	27.8	131
才5区 深耕 作土酸性矯正 "	4.6	124	28.7	135
才6区 深耕. 心土耕. 作土. 心土. 酸性矯正 "	4.8	130	31.5	149

昭和10~11年, 天塩, 幌延村, 才3紀頁岩, 重粘土壤

才3表 火山灰地における深耕の効果. 例

1年目甜菜収量及比率(反当斤)

区 別	共通肥料	共通肥料+堆肥	共通肥料+堆肥+磷酸
10cm耕	4451(100)	4337(98)	4564(103)
20cm耕	3087(69)	5228(117)	5434(122)
30cm耕	3863(87)	4716(106)	5511(124)

2年目燕麦収量及比率(甜菜跡地)

10cm耕	27.3(100)	29.1(107)	31.8(117)
20cm耕	27.3(100)	37.3(134)	43.6(160)
30cm耕	29.1(107)	42.7(157)	49.1(180)

甜菜 N. 1.5^x P₂O₅ 1.6^x K₂O 2.5^x 堆肥 1000^x 磷酸 6.0^x
燕麦 N. 1.0^x P₂O₅ 2.0^x K₂O 1.0^x 各区 20cm 耕起, 均一栽培。

昭和11年~12年, 十勝幕別町, 火山灰土

主として土壤の理化学性にあるような場合に顕著にあらわれているようである。重粘土では微細粒子が緊密に堆積し、通気透水が著しく不良で、このことが作物生育を不良ならしめているものであるが、深耕によつてかかる不良条件が除かれるため、例外なく効果を示したものである。また火山灰土においては土層の不均一性と瘠薄

では深耕と作土心土の酸性矯正が行われることによつて効果は著しく高まり、火山灰土においては堆肥の加用及び磷酸の増施によつて収量の増加が得られしかも翌年に至つてもなお深耕施肥の効果の持続していることが認められる。

才4表は畑地心土耕が土壤の物理性に及ぼす影響についての例を示したが、心土耕によつて才2層の土壤に対する変化が認められる。比較的大規模の調査によつて土壤硬度、滲透速度等は才才に原土の状態に近づきつつあることが知られ、約4年にして対照区と殆んど等しくなつていた。心土耕によつて土壤の物理性がどのように変化す

才4表 深耕による土壤物理性の変化

才4表-1 土性

			心土耕			
			28年	29年	30年	31年
才1層	表層	埴土	CL	L	L	C
才2層	心土耕層	"	C	C	CL	L
才3層	下層	埴壤土	C	CL	SL	L

才4表-2 土壤の物理性

	層位	含水率(%)		密度 (cm ³)				容水率(%)		含水率容水率		空気率(%)	
		春	秋	湿		乾		春	秋	春	秋	春	秋
				春	秋	春	秋						
普通耕	1	19	29	0.97	1.14	0.78	0.80	49	59	39	49	50	35
	2	30	34	1.19	1.27	0.83	0.83	55	61	55	56	24	24
	3	28	30	1.54	1.41	1.11	0.98	47	52	60	58	16	22
心土耕 -28年-	1	21	28	1.06	1.25	0.82	0.91	55	53	38	53	45	29
	2	33	32	1.06	1.36	0.71	0.93	47	53	70	60	36	19
	3	21	21	1.77	1.74	1.39	1.38	36	40	58	53	13	15
心土耕 -29年-	1	25	33	1.14	1.04	0.85	0.70	55	62	46	53	38	38
	2	23	33	1.13	1.26	0.76	0.85	55	56	60	59	33	16
	3	25	25	1.56	1.53	1.17	1.15	45	45	56	56	18	20
心土耕 -30年-	1	30	40	0.99	1.08	0.69	0.65	57	65	53	62	42	31
	2	38	43	1.20	1.14	0.74	0.65	62	59	61	73	24	25
	3	36	20	1.44	1.67	0.92	1.34	37	37	97	54	10	22
心土耕 -31年-	1	47	29	1.16	1.12	0.61	0.79	68	61	69	48	21	36
	2	39	30	1.13	1.31	0.68	0.92	75	52	52	58	28	24
	3	30	38	1.47	1.27	1.02	0.79	47	60	64	63	18	23

才4表-3 団粒構造%

	才1層			才2層		
	1.0mm以上	1.0~0.1mm	0.1mm以下	1.0mm以上	1.0~0.1mm	0.1mm以下
	普通耕	27	46	27	41	44
心土耕(28年)	26	38	36	67	20	13
(29年)	27	40	33	45	38	17
(30年)	28	42	30	53	36	11
(31年)	77	17	6	84	13	3

るかは、およその見当がついたが、それが化学性にどんな関係があるか。作物の生育に如何に影響するか等の点が明らかにならなければ、低位生産性の原因を明確に把握し、適切な改良方法を生み出すことは困難となろう。また効果の持続性についても当初の状態と

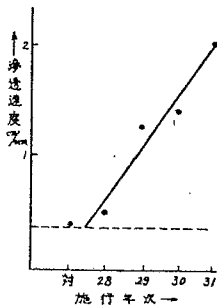
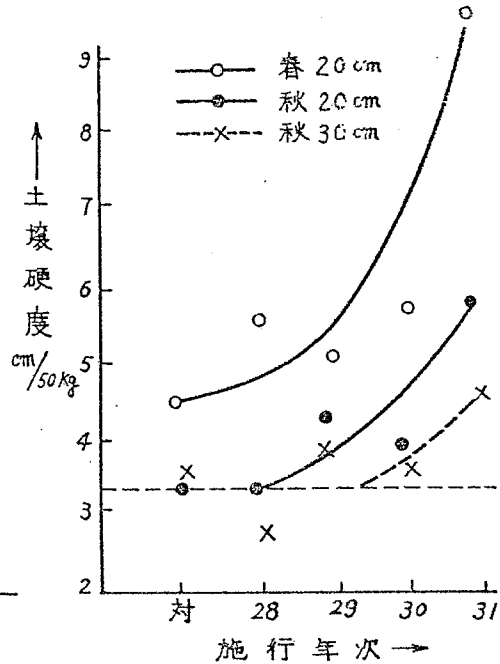
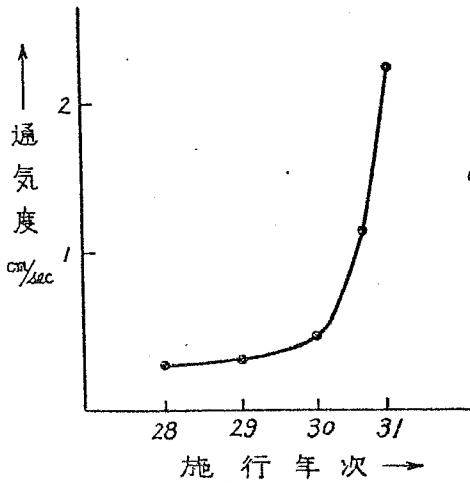
改良後の状態がそれぞれ因となり果となつて変化を続けるものであろうから、この過程の分析がなければ解決は困難であろう。

次に才1表に示された各地の成績から、深耕の効果に

ついでに地

域性を論ずることは、試験成績が充分でないので誤りをおかすおそれもあるが、現在集積された資料のみについて見ると、深耕の効果は北海道においては土壤別にも作物別にも顕著に見られるもので、東北地域、関東地域がこれについて、東海、九州地域が一般に劣つていることが認められ、

寒地から暖地に至るに従い次第に効果があらわれ難くなるという傾向が見られる。かかる結果の得られたのは深耕試験に際して適切な土壤管理が考慮されなかつたためか、あるいは気候的条件の影響が大きく、深耕の効果に地域的な差異を生じたものであるかは今後の重要な研究問題であらう。



才4表-4 地温℃ (10h~18h)

深さ	普通耕	28年	29年	30年	31年
10cm	19.8	20.5	21.3	21.9	20.4
20cm	18.7	19.3	20.6	19.8	19.1

深耕を行つた場合作物の種類によつて、効果の出やすいものと出にくいものがある。多く

江別市西野幌台丘地

普通耕は6寸馬耕，心土耕はトラクター耕表土6寸心土4寸各28, 29, 30, 31年に心土耕を行いその後普通耕を続けた。調査は31年春秋。(昭和31年度，農業物理部試験成績)

の試験結果から全国的に見て，青刈飼料，甜菜，馬鈴薯，麦類，陸稻，等

は効果をあげやすい作物であり，大豆，甘藷等は効果の少ない場合が多くなつてゐる。これ等の作物といつても品種の特性による差異があり，また土壤管理の適否によつても差を生ずることは当然考えられる。

深耕の効果は終局的には栽培した作物の収量の多少によつて判定されることになる。経営経済的の観点からすれば当然作物収量の増大をもたらすものが才一義的に考えられなければならない。従つて農家の圃場において実際に深耕を行う場合には，収量の最も上りやすく，深耕に適応する作物を作付して，収量(収益)を高めることが深耕の有利性を明確にする方法で，普通耕に比して何程の増収が得られたか，安定した多収性がどの程度続くものかを見なければならぬ。事実北海道においては深耕直後にはデントコーン，馬鈴薯，甜菜等適応性の高いものを作付し，莖葉の繁茂抑揚が著るしいが倒伏による減収のおそれある麦類，子実収量の高まらない萱類の作付を避けるように指導されている。要は深耕後の土壤条件を最も有利に利用し得る作物の導入を行い，有機物の授与，

施肥管理の適正等によつて心土の改善がすすむにつれてそれに適した作物を取り入れるようにすることが有効な方法であろう。

次に経済的の見地をはなれて見るならば、深耕によつて子実の収量は高まらなくても、莖葉の繁茂伸張が示されるということは別の見方をすれば、深耕の効果があがつていると見ることが出来るのではあるまいか。即ち深養生長が促進され栄養体の生育量が大きくなることは、その後の子実収量の増大の可能性を示しているものといえよう。実際には必ずしも期待の如くにはならない場合が多いが、これは栄養体の増大を子実生産に結び付けるための条件が充分に解明されてないためであると考えられる。従つてこの点については基礎的研究の推進によつて解明さるべき重要な問題であるが、一面従来試験において単なる深耕では減収となりやすい大豆も、心土の改良が行われるならば相当の多収が得られるという試験例、あるいは深耕と下層施肥によつて増収の得られた例等が、問題解明の一つの手がかりとなるものであろう。

深耕に対する2.3の考察

深耕によつてオ一に最も大きな変化を受けるのは土層の配列であり、土壤の膨軟化である。深耕は主として機械的手段によつて土壤物理性の改善を目指しているものであるが、土地生産性阻害要因を見出し、これを除去矯正することがオ一に必要である。土壤中において如何なる部分がどのような状況において生産に影響しているかの判定は、土壤断面の調査によつて大凡そは可能な筈であるし、またこれを可能ならしめなければならない。土壤基本調査の重要性が強調される一面はかかる点にあるものと云えよう。比較的浅い部位に盤層その他不良土層の存在する場合とか、重粘微細な粒子が緊密に堆積し通気透水が著るしく不良になつている場合とか、噴出源、噴出時を異にして、性質の著るしく異つた土壤の疊積しているような場合には、生産阻害の要因が明瞭であり深耕の効果がしやすい条件を具えているものであるが、実際に深耕を行つて見ると全く効果の見られない例が多い。かかる事例を見ると深耕による下層土混入の悪影響が急激にあらわれている場合が極めて多い。一般的に見て下層土には性状の不良のものの存在している例が多い。各種不良性改善に関しては既に多くの試験が行われその対策も明らかにされているが、心土改良の有無適否が深耕における根本問題と云うことが出来る。従つて深耕の実施にあつては土壤の種類土層の配列状態に応じて如何なる施工をなすか（心土耕・混層耕等）、何れの部位までの耕起が必要か等が検討され、その上に土壤の改良方法、適作物の選考等の試験が行われ、広範囲に適用出来る深耕地における適切な農法が明らかにされるものである。なお深耕に関する試験成績の記載に当つては常に施工地の土層断面を附することを提唱したい。（単に耕深を示しただけでは、その深さが如何なる意義を有しているかが不明の場合が多いからである。）

以上深耕によつて土壤水分系の変化が大きく取りあげられる。深耕は人為的に土壤を膨軟ならしめるのであるから、当然土壤三相分布に変化を来たし、孔隙の分布もまた変り特に粗孔隙量の増加を来たしている。透水係数も従つて増加し、有効水量も深耕によつて増加することも知られている。水の保持力の増大する一方、毛管水の上昇がたち切られるため、旱魃に際し陸稲の旱害を被る例も報告されている。土壤水分の変化の間接的影響として地温の変化があり、深耕により地温の上昇が見られるのが通例であるが、寒冷地においては水分保持の増大により地温上昇を妨げ、作物生育に悪影響を及ぼす場合もある。また火山灰土の如く元々透水性の大きな土壤においては、深耕による

透水度の増加に伴い養分溶脱の傾向が助長されることも考えられ、窒素、加里の作物体内の含有率が低くなつたり、作物栽培に当り各種要素の多投によつて収量があがる等の事実がこれを裏書きしているものと思われる。土壤水分系の変化はある土壤においては有利な条件を与える反面、他の種の土壤には不利な条件となつていることもある。従つて各種の土壤において系統的に水分系の変化を作物生育との関連において明らかにし、常に多収となるような合理的な水分管理の方式を作りあげることが必要である。

深耕によつて作物が多収となつた場合の地力の推移を明らかにすることが必要である。深耕の効果の一つとして潜在地力の活用があげられている。深く耕起し土壤を攪拌、膨軟化することによつて、有効態窒素の増加が一般に認められているが、このことは土壤中の有機物の分解が促進されていることを示すもので、このようにして有効化された養分が作物に吸収利用され、生育量の増大となつてあらわれているものと考えられている。北海道における試験例によると、深耕区の収量は常に普通耕区より高いが、年次の経過に伴い収量低下の速度が大きくなることが明らかにされている。このように見ると深耕によつて地力増進を計ろうとすることは必ずしも当を得ないものであつて、むしろ地力減耗的な技術であるように見られる。深耕によつて予期されたような結果の得られない原因が、深耕によつて水分の移動が激しくなり、肥料養分の流亡が著るしくなるためによるものか、作物の生育が促進されるため養分の消耗が著るしいためか、従つて肥料の増施によつてかかる現象を改善することが出来るものかどうか、現在なお不明のまま残されている点を明らかにされるならば、深耕に際してその効果が十分に発揮されるような土壤管理の方法も見出されるであろう。一方土壤有機物の分解消耗に対しこれが補給は不可欠のものとされているが、所謂地力維持のためと考えられている有機物が如何なる役割をなしているものであるか、例えば主として土壤物理性の改善・保持のために働いているものであるか、あるいは主として作物に対する養分供給に意義があるのか等、有機物施用についての本質的な面を明らかにすることが必要で、これによつて深耕時に施用すべき有機物の種類、施用量、施用法等が考えられることにならう。地力の本質についての論議は兎も角として、深耕によつて作物生育に対して好ましい環境が作りあげられるもので、これに土壤化学性の改善、合理的な水分管理、適切な施肥等が行われるならば、永続的に高水準の収量を維持することも可能となるであろう。結局深耕を地力増進技術たらしめるか、地力消耗技術たらしめるかはその後の管理によつて決定さるべきもので、深耕自体は地力増進の可能性を附与するものであるを云えよう。

次に考えられることはトラクター利用にもなつて生ずる各種の問題であろう。従来畜力、人力による耕起は10~15 cm程度にすぎなかつたものであつたが、大型の機械導入によりその耕深を増大せしめることが出来る。深耕の実施にあつては土層の構成状態によつて適切な耕深、方法が一応決定されるが、同時に使用すべき機械の種類も決定されるものである。また機械利用に際してその能力を規正するものは土壤の性状と関連して、その土壤に含まれている水分の状態である。各種土壤において機械の能率を最高度に発揮せしむるための土壤条件、特に適正なる水分含有率を明らかにすることが先づ必要で、かかる要望は重粘地土壤において最も大なるものがある。さらに土壤の混和の程度と関連して、有機物施用法、化学肥料あるいは土壤改良資材の施用法等が問題となるであろう。またトラクターの使用による耕盤の形成とこれが作物に対する影響とこの対策等機

械利用にあつての問題点も少くはない。

む す び

以上主として深耕の問題を土壤肥料の面から考察したものであるが、深耕の効果は数多くの要因が綜合された結果示されるものであるから、土壤、気候、作物さらに機械の種類、使用の形態等によつて、類似の環境においてもあらわれる結果は必ずしも一様ではない。深耕によつて増収の効果を収めようとするならば、耕起方法、土壤の性質に対応した施肥量、施肥法、作物の種類あるいは品種の選定等各般に亘つての研究が必要であり、しかも小面積の試験では、大規模の圃場において見られる実際の様相とはしばしば異なることも知られているので、この種の土地改良試験は広い面積を用いて実施することが望ましいものである。さらに土壤の種類と深耕の関係、深耕効果の発現に対する地域性の問題等を明らかにするため、幅広く行われた現地試験の成績を集積し、深耕に関する諸問題を學納的に解明する等の方法も取らなければならないものと考えられる。