

資 料

機械耕耘による畑深耕の効果

箱 石 正

(東京農大)

中、大型トラクターを基幹とする機械力の導入は、労働生産性の向上を目的とするものであるが、土壌管理の面にも多くの問題を提起し、且その解答を要求している。深耕もその一つである。従来人力乃至畜力で行われて来た深耕は一般に長期にわたる連続的な努力の結果、作土の量を漸進的に増加せしめ、平行して収量も高められて来たものであると考えることが出来る。ところが機械力の導入の結果は一挙に深耕することが可能になり、又従来の観念では深耕とされる様な耕深が普通のものとなり、作物の要求、肥培管理の方法等と無関係に新しい土壌条件が作られた。

その結果は深耕の積極的な効果も大きいが消極的な面も拡大されて来た。

深耕の積極的な面は要約すれば根の活動領域を拡大して養水分に対する土壌の capacity を増大することであり、消極的な面は下層土が養分に貧しく理化学性が不良である場合それを混入することにより作土が瘠薄劣悪化する点である。

同質の作土が量(厚さ)のみを異にして存在する場合は、たとえば第1表の如き結果が得られる。漸進的に下層土の不良性を消去しながら作土の量を増して行つた場合はこれと似た結果が得られるであろう。一方機械力によつて一挙に深耕された場合、新しく得られた作土は混入した鋤床層及下層土の性質によつて異なるが、もとの作土とはかなり性状のちがつたものが作られることになるので、単に耕深と作物の収量の関係でもつて結論づけることは適当でない。深耕は直接には土壌条件に変化を与え、その結果が作物に反映するのであるから、第一には処理の方法(普通耕、深耕、心土耕等)と程度(耕起の深さ、碎土の程度等)の差が土壌条件に如何なる差異を生ずるかを明らかにし、次に土壌条件を構成する個々の要素(例えば大孔隙、有効水分、塩基等の量及垂直分布)についてその変異が作物に如何に反映するかを明らかにしなければならぬ。その結果は土壌断面の調査記載からその土壌における深耕の効果を推察し、又効果的な深耕の方法について指示を与えることが出来る。

第1表 作土の厚さと収量(指数)

(厨川)

作土の厚さ	燕 麦		陸 稻	
	稈 重	子 実 重	稈 重	子 実 重
5 cm	70 *	70 *	112	93
15 cm	100	100	100 **	100 **
30 cm ***	130	118	172	160

* 期間中2回1時的な萎調が認められた。

** 初期生育は5cm区より良好であつたが、中期以降回数1時的萎調を反覆し著しく生育が劣つた。

*** 期間を通じて著しい土壌乾燥は認められなかつた。

東北農試では東北地域における連絡試験として畑深耕の問題をとりあげ東北6県農業試験場と共同で試験を実施中である。こゝにその初年度の結果を揚げ、畑深耕に関する論議に資そうとするものである。

試験の方法及び結果

母機、堆積様式を異にする郡山、最上、豊島、古間木、奥中山の5試験地で普通耕（現在の作土の深さに耕起）深耕（中型ホイルトラクターにより概ね30cmに耕起）深耕土壌改良（同前、耕起の深さに対する中和量の石灰と、10a当100Kgの熔燐を各1/2量を耕起前に残量を碎土前に散布混和）の三処理について各々標肥・多肥、堆肥施用の有無、そ組合わせ、馬鈴薯—小麦—を作付けた。

試験地土壌の処理前の断面及理化学性は第1図及第2表第3表の如くであつた。

郡山：沖積土壌と考えられる。47cm以下は極めてち密であるが、1.2層は膨軟で大孔隙に富み、腐植含量は少く、燐酸吸収係数は低い。1.2層の燐酸は豊富であるが酸性はかなり強く塩基に乏しい。

最上：第3紀層の非固結水成岩を基盤とし、その上に火山灰の影響をうけた堆積物があると考えられる。35cm以下は極めてち密であるが、1.2層は膨軟である。腐植含量多く、燐酸吸収係数は頗る高い、有効態燐酸は著しく乏しい、2層以下は酸性が極めて強く塩基に乏しい。

豊島：洪積層の非固結水成岩を母機とする河成水積物に由来する土壌と考えられるが、表層は火山性の混入物の影響をうけているものと思われる。1層（作土）は膨軟であるが2層はやゝち密であり、犁底盤が形成されていると考えられる。45cm以下は極めてち密である。3層までは腐植含量が多い。

第1図 試験地土壌の断面

郡山	色	土性	礫 (%)	腐植 (%)	ち密度 (mm)	構造
15	7.5YR _{3/2}	LiC	—	(5.4)3	(5.4)H ₁	b1 Gn
30	7.5YR _{3/2}	LiC	—	(4.8)2	(16.4)H ₂	b1 Gn
47	7.5YR _{3/3}	LiC	—	(2.4)2	(19.2)H ₃	b1
60	7.5YR ⁵ / ₂ × 7.5YR ⁴ / ₆	LiC	—	(1.7)1	(26.3)H ₄	Ms
	7.5YR ⁶ / ₂ × 7.5YR ⁶ / ₈	H C	—	(0.8)0	(25.8)H ₄	Ms

最上	色	土性	礫 (%)	腐植 (%)	ち密度 (mm)	構造
17	2.5YR ^{2/2}	SiC	(1.6) oka-1	(18.7)4	(11.4)H ₂	bl Gn
30	2.5YR ^{2/2}	SiC	-	(17.8)4	(21.0)H ₃	bl Gn
35	2.5YR ^{3/3}	SiC	-	(7.3)3	(21.6)H ₃	
	2.5YR ^{6/4}	SiC	-	(1.9)1	(24.1)H ₃	Ms
74	2.5YR ^{6/4}	S L	(72.3) oka } b } 5	(2.2)2		

豊島	色	土性	礫 (%)	腐植 (%)	ち密度 (mm)	構造
16	10.0YR ^{2/2}	SiC	-	(13.3)4	(17.3)H ₂	bl Gn
21	10.0YR ^{3/4}	SiC	-	(13.1)4	(23.7)H ₃	pd
45	10.0YR ^{3/4}	SiC	-	(9.7)3	(21.9)H ₃	Ms
	10.0YR ^{4/4}	H C	-	(1.8)1	(24.0)H ₃	Ms

古間木	色	土性	礫 (%)	腐植 (%)	ち密度 (mm)	構造
15	10.0YR ^{1/1}	S L	-	(9.3)3	(17.0)H ₂	Gn
25	10.0YR ^{1/1}	S L	-	(9.6)3	(20.7)H ₃	Gn
55	10.0YR ^{2/2}	FSL	(5.8) ka'-2	(6.0)3	(19.6)H ₃	Sn
75	10.0YR ^{5/6}	LFS	(9.1) ka'-2	(2.7)2	(24.3)H ₃	
	10.0YR ^{5/6}	FSL	-	(0.8)0	(27.0)H ₄	

奥中山	色	土性	礫 (%)	腐植 (%)	ち密度 (mm)	構造
10	10.0YR ^{3/2}	L	-	(10.3)4	(1.5)H ₁	Gn
16	10.0YR ^{3/2}	L	-	(10.3)4	(22.3)H ₃	pd
27	10.0YR ^{3/4}	LFS	-	(3.1)2	(21.0)H ₃	Ms
	10.0YR ^{4/4}	LFS	-	(2.9)2	(21.8)H ₃	Ms
65	7.5YR ^{4/6}	C L	-	(1.6)1	(18.9)H ₃	Ms
80		C L	-	(0.9)0		Ms

第2表 〔試験地土壤の理学的性質〕

	層位	深さ cm	仮比重	三相分布			PF1.6< の大孔隙%	圃場容水量 vol %	PF3.9 の水分 vol %	有効保水 容 量 (ミリ)
				土	水	空気				
郡山	1	0-15	0.90	34.1	20.5	45.4	17.9	35.0	18.5	24.8
	2	15-30	1.03	38.7	39.9	21.4	17.3	43.6	20.8	34.2
	3	30-47	1.19	43.2	40.7	16.1	8.1			
	4	47-60	1.69	65.5	36.6		0.1			
	5	60-	1.52	59.7	39.3	1.0	2.3			
最上	1	0-17	0.67	27.5	41.7	30.8	18.9	46.3	22.4	40.6
	2	17-30	0.64	25.3	48.0	26.7	9.6	60.0	32.9	35.2
	3	30-35	0.79	30.4	51.7	17.9	7.9			
	4	35-74	1.09	41.2	47.2	11.6	4.2			
豊島	1	0-16	0.83	34.2	48.5	17.2	14.5	52.0	26.9	40.1
	2	16-21	0.82	32.4	52.5	15.2	6.0	58.7	34.2	12.3
	3	21-45	0.82	31.2	49.0	19.8	10.6	56.6	38.5	
	4	45-	1.11	40.7	53.5	6.0	3.4			
古間木	1	0-15	0.72	28.7	42.4	28.9	18.6	37.9	16.6	32.0
	2	15-25	0.80	31.5	48.5	20.0	11.1	51.3	22.4	28.9
	3	25-55	0.62	22.5	47.5	30.0	11.8	54.5	30.1	
	4	55-75	0.54	20.4	46.5	33.1	15.6			
	5	75-	0.62	24.2	55.1	20.8	11.3			
奥中山	1	0-10	0.64	25.4	36.4	38.2	14.4	43.5	19.6	23.9
	2	10-16	0.84	34.6	49.0	16.4	4.6	54.2	22.4	19.1
	3	16-27	0.58	22.0	46.6	31.4	15.4	50.6	31.4	21.1
	4	27-65	0.55	20.2	52.7	27.1	13.5			
	5	65-80	1.07	38.4	49.9	11.7	7.4			
	6	80-	1.25	44.5	45.1	10.5	5.9			

第3表 〔試験地土壌の化学性質〕

	層位	深さ cm	PH (kcl)	置換酸度 y	塩基置換 容量 m.e	置換性 塩基 m.e	塩基飽和度 %	有効態 磷酸 mg	磷酸 吸収係数
郡山	1	0-15	4.1	17.0	31.4	4.75	15.2	114.0	980
	2	15-30	4.2	17.2	29.2	3.72	12.8	118.4	920
最上	1	0-17	4.4	0.9	50.5	20.43	40.5	3.66	1850
	2	17-30	4.1	14.2	48.8	5.27	10.8	1.07	2230
豊島	1	0-16	4.2	12.0	38.2	6.44	16.9	2.06	2130
	2	16-21	4.3	13.9	42.2	6.13	14.5	0.82	1810
	3	21-45	4.2	16.3	39.3	2.89	7.4	0.82	2300
古間木	1	0-15	4.5	2.4	23.9	7.64	32.0	1.37	1910
	2	15-25	4.4	3.5	24.4	6.69	27.4	1.14	2080
	3	25-55	5.1	0.3	15.2	7.61	50.1	0.69	2390
奥中山	1	0-10	5.0	0.6	27.3	8.45	30.9	0.53	1830
	2	10-16	5.1	0.7	30.0	5.84	19.5	1.37	1890
	3	16-27	6.0	0.6	23.1	4.98	21.6	0.34	2110

2層以下は著しく磷酸に欠乏し、また酸性が頗る強く塩基に乏しい。

古間木：火山灰土壌である。2層が僅かにち密であるが他は通気透水性極めて良好である。

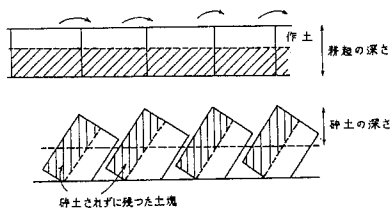
磷酸吸収係数高く有効態磷酸に乏しいが特に3層以下が著しい。酸度はあまり高くないが塩基量が少ない。

奥中山：火山灰土壌である。2層がやゝち密である。酸度は低いが2.3層はPHのわりに塩基量が少く飽和度は低い。磷酸吸収係数は高く有効態磷酸に乏しい。

中型トラクター プラウ ディスクハローの作業システムでは、30cm程度の耕起は容易であるが、碎土は表層10-15cm以下には及ばない。模式的に画くと第2図の如く、作土直下のやゝち密な土壌が碎土の深さより下に大土塊のまま残されるために、この部位はち密な土塊と砕かれた作土が混在し構造が不均一であるだけでなく、化学性も不均一で特に改良資材加用区ではそれが甚だしく遍在することがうかがわれる。普通耕区の作土直下の部位と深耕区のそれに相当する部位の三相分布及大孔隙量は第4表の如くであり、郡山、豊島、奥中山では固相が減じ、孔隙が増加したが他では明瞭でない。

同様に耕起された土層を上下に2分（普通耕では作土と作土直下の部位）して採取した試料について

第2図 (耕起碎土の状態)



しく稀薄となる例が多かった。

改良資材を投入した区はどれも磷酸・塩基ともに増加したが、この程度(熔燐100Kg/10a)では顕著な増加は認められず、土壤改良のためには不足のように思われた。

置換性Ca、Mg及び2.5%醋酸可溶磷酸の量を調べた。これらの値も土壤の反転或いは土塊の碎け方によって異り、採取試料の反覆回数が少ないので明確な結果は得られなかったが大略次の様な傾向が指摘された。

深耕区はCa及Mgの分布が一般に平均化される。従つて表層が塩基に富んでいても下層土のそれが乏しければ深耕の結果表層の塩基は少くなる。

磷酸も塩基と同様の傾向を示し、深耕では表層が著

第4表 [深耕による三相分布、大孔隙の変化]
(普通耕作土直下の部位)

	処 理	土	水	空 気	PF 1.6 以下の 大孔隙量
郡 山	普通耕	34.4	35.8	29.8	18.6
	深 耕	30.0	32.9	37.3	26.2
最 上	普通耕	25.8	50.3	23.8	10.9
	深 耕	26.3	48.2	25.5	12.5
豊 島	普通耕	30.3	55.9	13.9	4.3
	深 耕	28.4	46.6	25.0	14.3
古間木	普通耕	26.7	43.8	29.8	10.9
	深 耕	25.7	45.1	29.3	8.9
奥中山	普通耕	25.9	45.7	28.4	8.6
	深 耕	23.0	42.7	34.2	14.1

馬鈴薯の生育は期間を通じて普通耕と深耕では大差がなく、深耕土壤改良区は他の2処理より良好であった。薯収量を処理群別の平均値の指数で示すと第5表の如くであつて、これらの土壤では改良資材の効果が大きく又堆肥及多肥の効果も高いことが認められたが単なる深耕は効果が認められなかった。

又、石膏ブロック電気抵抗法で作物生育期間中の土壤水分の変化を測定したが、馬鈴薯では何れにおいても深さ40cmでは乾燥が認められなかった。郡山では約2週間の寡雨期間を経て20cmまでが急速に乾燥したが処理間に差はなかった。

豊島では収量の高かつた区が深く且著しく乾いた。古間木、奥中山では表層より次第に乾燥して下層に

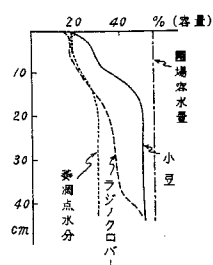
第5表 [馬鈴薯の薯収量指数]

	深耕／普通耕	堆肥／無堆肥	多肥／標肥	土壤改良資材／無
郡山	100	113	109	120
最上	98	103	105	106
豊島	97	106	108	128
古間木	99	113	104	126
奥中山	92	114	110	103

及んだが改良資材の入った区は20cmの乾き始めるのが他の区より早かった。

小麦では1961年は出穂前後より6月中旬に至る間の降水量が極めて少くどの試験地でも乾燥が認められ、表層10cm程度まではしばしば萎凋点水分に達した。又20cmが乾き始めて約10日後に40cmも乾き始め、試験地によつては乾燥の程度はかなり著しかった。而して乾燥して行く傾向及程度に処理間の差は余り明確でなかつた。

以上の結果から、これら5試験地では単なる深耕により作土直下の土層を破碎攪乱し、作土と混合することは、ち密度を減じ孔隙量を増すことになるが、本来それらの土壤断面に示される構造、ち密度の程度ではその意義が乏しく改善の必要性は少い。特に小麦で40cmの深さまで乾燥し、且処理間に差の認められなかつたことは30-40cmまでの土層が機械的な改良を必要とするほど根の展開を妨げる状態でなかつたことを示している。一方塩基、磷酸等に関する下層土の不良要素を作土に混入するため負の効果をもたらすことがあり、これらの不良要素を消去するために加えられた土壤改良資材の効果は大きく、こゝでは深耕はこれらの資材を鋤込む手段としての意義が大きい。改良資材鋤込の結果古間木、奥中山の馬鈴薯で20cmの土壤水分が他の区より早く乾き始めたことはこの部位の水の利用性を高め有効水を多くしたことを意味する。水については降水による補給と作物による消費量とその時期的分布について考慮しなければならない。たとえば牧草は施肥改善により大巾な収量増が期待される反面生育旺盛な5、6月には降雨が少く収量が水に制限される場合が少くない。岩手県九戸地方では5月の降水量は平年で70mm程度であるが1961年は平年値の $\frac{1}{2}$ で4月下旬より6月中旬にかけて著しく乾燥した。



第3図 牧草畑の土壤水分の垂直分布

6月17日に調査したラヂノクロバを主体とした牧草畑の土壤水分垂直分布は第3図の如くであつて牧草畑は表層特に0-15cmが著しく乾いており、1番刈後の生育は追肥が施されたのにもかかわらず極めて貧弱であつた。しかも40cm以下の土壤水分はあまり失われていなかった。つまり0-40cmの有効保水容量が生産を規制していたことになる。下層の水を利用しうる土壤条件を作ること(下層で容量を確保する。)がなければ寡雨年には現在以上の収量は期待出来ない。機械力による深耕と改良資材の鋤込はそのような土壤条件を作る最も有効な手段であると

云い得る。