

大型機械による踏圧と畑作物の生育

鎌田 嘉孝*

1. はじめに

近年大型機械のは場への導入が頻繁となるにつれて、従来の作業体系の場合と異なって、問題化しつつあるものに、大型機械の車輪による土壤踏圧がある。したがって、機械導入と土壤物理性との関連の中でも、この土壤踏圧の内容の解明は重要な課題の一つと考えられる。さらに易耕性 (Soil tilth) について考えるに当たっても、その定義については、わが国でもすでに米田⁽¹⁾・木下⁽²⁾が詳細にのべているように、種々の論議があるが、農業技術的立場よりすれば、単に耕し易い物理的条件のみならず、その場に作付けられる作物の生育に好適な物理的条件をも重視したい。しかしこの点の究明はまだ端緒にいたばかりであり、ここにのべる踏圧と作物生育との関係についても、現在までに火山灰土で、現象的に観察したものであること、および現在各地で行なわれている試験とは必ずしも統一の見解に達していない点もあるといった限定されたものであることをお断りして、以下に御報告する。

2. 導入条件と踏圧層の生成

機械導入による踏圧層の生成を考えるに当たっては、いつ・どこに・どのように形成されるかが問題である。この点については、既に一部報告⁽³⁾⁽⁴⁾⁽⁵⁾⁽⁶⁾したので、多くはふれないが、簡単に表示すると、第1～3表のとおりである。

第1表 耕耘法と土壤の物理性 (2年4作ほ場)

耕耘法	層厚 (cm)	土壤三相			硬度 (mm)	透水係数 (cm/sec)
		固相	液相	気相		
小型ティラー ～かご車	2～7	25.3	38.9	35.8	11.6	4.3×10^{-3}
	10～15	26.4	44.2	29.4	15.8	4.3×10^{-3}
	20～25	25.0	45.5	29.5	17.3	1.5×10^{-2}
	30～35	27.1	44.0	28.9	17.6	8.2×10^{-3}
40～45	25.3	47.6	27.1	18.1	1.4×10^{-2}	
プラウ～ディスク	2～7	26.5	44.0	29.5	11.6	6.3×10^{-3}
	10～15	29.3	48.4	22.3	21.9	3.5×10^{-3}
クハロー～ツーツ	20～25	30.7	50.3	19.0	21.3	2.5×10^{-3}
	30～35	31.4	53.5	15.1	18.3	6.7×10^{-3}
スハロー	40～45	25.7	50.3	24.0	18.1	1.0×10^{-2}

*長野県農試桔梗ヶ原分場

第2表 耕耘時の踏圧層の内容

	中層踏圧層	下層踏圧層
圧縮されやすい水分	pF 2前後	
位置	10～20cm(黒色土層)	30～40/漸移層～ cm(黄褐色土層)
容積重 (g/cm ³)	0.78～0.85	0.68～0.77
気相	10～15%	10～15%
硬度	mm	20～23
	kg/cm ²	9.44～17.68
貫入抵抗*	高	低
透水係数*	低	高

*中層と下層の比較

第3表 畦間踏圧と土壤の物理性

処 理	位置 cm	容積重 (g/cm ³)	全孔隙 %	PF 2.0時			硬度 mm	透水係数 cm/sec
				固相	液相	気相		
畦間無鎮圧区	0～5	0.703	72.7	27.3	49.1	23.6	17.4	1.2×10^{-2}
	5～10	0.717	72.2	27.8	50.1	22.1	19.2	2.6×10^{-3}
	10～15	0.771	70.1	29.9	57.1	13.0	20.5	9.5×10^{-4}
	15～20	0.746	71.0	29.0	55.2	15.8	19.0	1.6×10^{-3}
畦間鎮圧区	0～5	0.854	66.8	33.2	51.3	15.5	27.0	5.2×10^{-4}
	5～10	0.841	67.4	32.6	50.4	17.0	26.0	7.8×10^{-4}
	10～15	0.803	68.8	31.2	53.3	15.5	23.2	8.0×10^{-4}
	15～20	0.789	69.4	30.6	52.4	17.0	21.1	1.2×10^{-3}

すなわち、踏圧層の種類としては、

- (1)表層踏圧: 草地における管理・刈取時に、ほぼ全面に形成する。
 - (2)畦間踏圧: 表層からの踏圧であるが、普通作物・そ菜の主として管理作業時に、特定の畦間に形成する。
 - (3)中層踏圧: 砕土・整地時に、ほぼ全面に近い形で形成するが、次作の耕起によって消滅し、また作業機種によっては形成しない。
 - (4)下層踏圧: プラウによる耕起時に、スキ床面下に、全面～全面に近い形で形成し、ある程度累積される。
- とくに、(3)・(4)はプラウ～ディスクハロー (～ツーツスハロー) の作業工程によって形成されるが、いずれの踏圧層も根圏域内に生成されるのが普通である。したがって、踏圧層の形成は、作業機種・作業工程によるが、踏圧の程度は、導入時の土壤水分・導入回数との関連が深

く、これは個別の作業機種、作業内容から、作業体系・作付体系までの広範な影響を受けることを示すものである。

3. 踏圧と作物の生育

普通作物を対象とした場合、従来少なくとも表層30cm以内に緻密な層が存在することは、一応不利と考えられている。Page & Bodmanによれば、緻密な層（微細間ゲキの増加）の植生への影響を次のように解析している。

- ①根の伸長・肥大に対する抵抗力の増加
- ②根に必要なO₂の減少
- ③土壌水分の移動が困難となり、根への有効水分の減少

そこで、上記の点に留意しながら、以下に試験例をあげる。

〔試験Ⅰ〕耕耘法と作物の収量

小型ティラー耕を対照とし、これとボトムブラウ～ディスクハロー～ツースハローの工程（ブラウ耕）で耕起し、中・下層に踏圧層を形成させた場合の各種作物の収量は第4表のとおりである。もちろん両耕耘法の差異は、単に踏圧層の有無のみならず、耕深・土層肥沃度の差異もあるが、小麦、ハクサイ、タマネギでは、なんら障害はみられず、収量的にも優るとも劣らぬ結果を示した。ただ大根については、根重は優るが、中層踏圧層（地表下10～15cm）の生成によって、クビレを生じ、品質の低下がみられる。この程度の踏圧では、既述の範囲（第1表参照）をこえてはおらず、それほど極端な品質低下ではなかった。

第4表 耕耘法と作物生育 (百分比)

区名	年次・種類 項目	37年秋作		37年冬作		38年秋作	
		ダイコン	ハクサイ	タマネギ	コムネギ	ダイコン	ハクサイ
		根重総重比	根重総重比	球重総重比	球重総重比	根重総重比	根重総重比
対照耕区	標肥	100	100	100	100	100	100
	増肥	91	91	93	116	98	111
ブラウ耕区	標肥	112	111	109	122	102	98
	増肥	108	106	106	114	88	105

〔試験2〕踏圧と作物の生育・収量

1964年に、無鎮圧区（ボトムブラウ～大型ロータリー砕土）、鎮圧区（ボトムブラウで25cmに耕起後、その鋤床をブラウ装着のまま連続6回鎮圧）および鎮圧後心土破砕区（鎮圧区と同様に鎮圧後、さらに深さ40cm、間隔30cmにサブソイラーをかけた）を設け、とうもろこし、大豆および大根（2品種）を供試した。

本試験の場合、鎮圧操作上の欠かんとして、ブラウ耕起溝の踏圧は、土壌がくづれるため、6回行なっても、それほど極端にはしまらなかったことと、心土破砕区は、間隔を細くしたために、かえて10～15cmの層間がやや緻密となったことである。これらのことは、容積重、三相分布・硬度・透水係数に明瞭にみとめられた。各作物の生育・収量は下表に示すとおりである。

第5表 踏圧と作物の生育収量

トウモロコシ									
処 理	生 育			収 量 kg/10a			立重	同左	%
	稈長 cm	穂長	穂重	稈重	心重	子実重			
無鎮圧区	277.0	18.8	4.9	1,871	127	769.3	100	761	
鎮 圧 区	272.0	18.3	4.8	1,564	114	665.0	86	758	
鎮圧心土破砕区	285.0	19.6	5.0	1,936	125	792.1	103	758	
ダイズ									
処 理	生 育			収 量 kg/10a			立重	100粒重	g
	茎長	分枝数	総節数	莢重	莢重	子実重			
無鎮圧区	67.2	5.9	50.4	142.2	119.8	232.2	100	692	26.0
鎮 圧 区	62.7	6.1	52.3	135.9	126.6	237.0	102	694	23.2
鎮圧心土破砕区	64.9	6.0	56.3	134.4	131.3	243.8	105	693	24.5
ダイコン									
品種	処 理	生 育			収 量 kg/10a			変形根	(本)
		葉長	根長	根重	葉重	根重	同左		
宮	無鎮圧区	44.7	38.3	5.6	1,749	3,633	100	0	
	鎮 圧 区	40.1	38.3	6.1	1,991	4,366	120	0	
	鎮圧心土破砕区	44.2	38.3	5.9	2,008	4,191	115	0	
大	無鎮圧区	48.2	26.1	7.0	3,368	4,203	100	0	
	鎮 圧 区	45.7	26.7	7.1	3,326	4,583	109	714	
蔵	鎮圧心土破砕区	46.6	27.1	6.8	3,471	4,587	109	476	

トウモロコシ：11葉期頃までの生育は、無鎮圧区が草丈がやや優ったが、その後鎮圧区は依然やや劣ったが、心土破砕区は回復し、収かく期では無鎮圧区より幾分優った。収量も、心土破砕区≧無鎮圧区>鎮圧区の順であった。（鎮圧区の収量低下が、かなり顕著であるが、生育経過ならびに観察からはその影響は軽微であり、測定誤差の介入によるものと思われる）

ダイズ：生育初期では、無鎮圧区>心土破砕区・鎮圧区であったが、収かく期では、茎長では依然無鎮圧区が優ったが、分枝数・総節数・完全莢数はむしろ心土破砕区・鎮圧区で優った。収量は莢重では無鎮圧区がやや優ったが、子実重では顕著な差ではないが、心土破砕区・鎮圧区>無鎮圧区の順であった。

ダイコン：比較的地上部に抽出し易い宮重と抽出し難

い大蔵の2品種を供試した。両品種とも葉長は、無鎮圧区 > 心土破砕区 > 鎮圧区の順を示したが、根長・根径では、ほとんど差はなかった。宮重では地上抽出根長が鎮圧区でやや長い傾向がうかがわれた。根重は両品種とも、心土破砕区および鎮圧区は無鎮圧区に優っており、また前二者間では差はなかった。しかし地上抽出根長の小さい大蔵では、変形根数が心土破砕区・鎮圧区に多かったが、商品価値を著しく低下させるほどではなかった。

なお1959～60年に当場で行なわれた別の試験⁷⁾でも、トウモロコシ・ダイズ・陸稲・長ニンジン⁸⁾を供試した結果は、トウモロコシ・ダイズ・陸稲では影響は無～僅少であったが、長ニンジンでは岐根・変形根の発生がきわめて多く、品質の低下が著しかった。この場合の土壌の物理的諸性質は既述の試験と同様の範囲内であった。

〔試験3〕 参考 沖積土における踏圧と作物の生育

火山灰土における〔試験2〕と、ほぼ同一設計で沖積

第6表 沖積土における踏圧と作物生育

	トウモロコシ								
	8月5日			収 かく 期 (kg/a)					
	稈長 cm	莖数	生重 g	稈長 cm	莖数	稈重	子実重	立重 g	100粒 重
無鎮圧区	194	3.0	1,140	224	2.1	36.3	36.2	727.0	
鎮 圧 区	162	1.0	640	196	1.4	22.3	41.6	726.5	

	ダイズ								
	8月5日			収 かく 期 (kg/a)					
	草丈 cm	全葉数	生重 g	莖長 cm	総節数	莖重	子実重	100粒 重	100粒 重
無鎮圧区	74	53	107	68	35.9	12.7	24.2	20.9	
鎮 圧 区	54	31	52	54	25.1	8.5	17.7	19.3	

	ダイコン						
	葉長 cm	葉 数	根 長 cm	葉 重 kg	根 重 kg	根歩合 %	
	無鎮圧区	43	22.2	27.8	379	463	21.5
鎮 圧 区	32	22.4	23.9	206	331	35.0	

土壌で行った結果⁸⁾を参考的に表示すると第6表のとおりである。

これによると、土壌の物理性の面でも、火山灰土におけるよりも、もっと強調された形で現われている。すなわち、鎮圧後の固相は50%以上、気相は4%以下になっており、

硬度も25～26mm、コーン支持力も10kg/cm²以上に達している。このような踏圧層の出現は、いづれの作物にも、直接的に、間接的に影響をおよぼしたのであるが、とくにダイコンとダイズの生育収量に強く現われるが、トウモロコシでは、初期生育では劣るが、収かく期では

生育収量ともに優る傾向を示した。ダイコンでは品質の低下のみならず、根長・根径も減少し、収量が低下したものである。

〔試験4〕 畦間踏圧と作物の生育

主として管理作業によって形成される畦間踏圧の影響を、トウモロコシ・ダイズ・長ニンジン・レタス・大根について検討した結果は第7表のとおりである。

第7表 畦間踏圧と作物の生育収量

処 理	トウモロコシ									
	生 育			収 量 kg/10a						
	稈長 cm	穂長 cm	穂差 cm	稈重	芯重	子実重	同左 %	立重 g	100粒 重	100粒 重
畦間無鎮圧	219.0	18.4	4.9	912.7	128.1	776.5	100	76	5	
畦間鎮圧区*	207.0	17.3	4.7	830.7	129.1	740.5	100	75	3	

処 理	ダイズ									
	生 育			収 量 kg/10a						
	莖長 cm	分枝 数	総節 数	莖重	莖重	子実重	同左 %	立重 g	100粒 重	100粒 重
畦間無鎮圧区	96.9	5.7	46.5	250	123	280	100	687	27.4	
畦間鎮圧区*	98.0	5.3	48.2	247	157	281	100	684	28.6	

処 理	レタス									
	結 球 株 (kg/10a)							不結 球		
	結球 重	平均 球重	外葉 重	株重	平均 株重	結球 重比	球重	球重	球重	球重
畦間無鎮圧区	1,730	0.479	1,342	3,072	0.851	100	194	3,266		
畦間鎮圧区*	1,168	0.356	1,036	2,204	0.671	68	332	2,536		

処 理	長ニンジン											
	正 常 根							分岐根			全収かく物	
	本数	根重	根重 比	本数	根重	本数	総根重	総根重 比	総根重	総根重 比		
畦間無鎮圧区	9,190	1,466	100	2,238	387	11,428	1,853	100				
畦間鎮圧区*	8,460	1,345	92	2,698	547	11,428	1,890	102				

ダイコン kg/10a

処 理	生 育											
	正 常 根			分岐根			総収かく物					
	葉長 cm	葉数 cm	根長 cm	根重 cm	葉重	根重	根重 比	葉重	根重	総葉重	総根重	
畦間無鎮圧区	39.9	29.1	34.0	5.0	1,398	1,679	100	650	570	2,264	2,366	100
畦間鎮圧区*	37.9	27.0	34.3	4.9	1,569	1,987	118	362	371	2,033	2,427	103

*畦間鎮圧区は3時期に分け8—4—8計20回、各畦間を大型トラクタの車輪で踏圧した。

トウモロコシ：草丈、稈長は踏圧により明らかに低下するが、生育初期ほど顕著である。また稈重・子実重・立重もわずかではあるが、低下の傾向を示した。

ダイズ：全生育期間を通じて、各形質にはほとんど差はみられなく、茎重・子実重・百粒重でも差はみられなかった。

レタス：踏圧によって結球数は減少し、不結球数の増大がみられた。これに伴い結球重の低下が著しかったが、これは踏圧操作の際、生葉の破損が甚しく、このため生育不良、生育遅延をきたしたところによる大きいものと思われる。

長ニンジン：踏圧により葉長はやや低下の傾向を示したが、正常根の根長・根径は逆にやや優った。しかし正常根の根数・根重はやや低下の傾向を示し、分岐根も幾分多かった。

ダイコン（みの早生）：葉長・葉数に幾分踏圧の影響がみられたが、根重ではむしろ優った。

踏圧と作物生育との関係については以上の経過であるが、他に各地の火山灰土で行われた試験については、北農試畑作物部⁹⁾では、7回畦間踏圧した場合、菜豆・大豆では根量は明かに減少するが、収量には差はみられず、てん菜ではやや低下の傾向を示した。てん菜の場合12回踏圧すると、その後カルチペータを導入しても回復しないことをみとめている。農事試畑作物部¹⁰⁾では、踏圧と施肥位置あるいは肥沃度とは強い関連があり、これらの如何によって障害出現の有無・度合が異なるとしている。

茨城農試¹¹⁾では、作土下の踏圧によって、甘しょ、大豆・大根は明かに劣り、陸稲・落花生では、ほとんど影響がないとしている。しかも甘しょでは、株際を踏圧しても、かなり影響があることをみとめた。川延¹²⁾も、大根では畦間踏圧は影響なしとしている。

以上の諸結果よりみれば、火山灰土では、作物への影響は根菜類に大きく、その他の一般作物ではそれほど大きくはないのではないかと推察される。

4. 踏圧と易耕性との関連

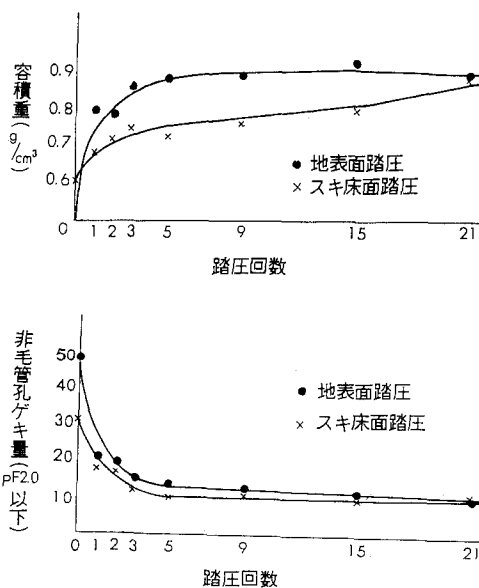
既述のように、踏圧と作物生育との関係は①根に対する抵抗②酸素供給③有効水分の3因子が考えられ、これらの因子は、ある面では同時の、あるいは表裏の密接な関係をもちつつ作物に働きかけるのであるが、このうち、どれが支配的要因となるかは、土壌の種類・肥沃度・気象条件などによって異なることが予想される。ともあれ、一般的には、踏圧を現象的には容積重の増大とみなし、植生との関係では通気(aeration)と機械的抵抗(soil strength)の両面より追究されつつあるようである。

(1) 通気について

土壌空気中のO₂濃度と各種作物の生育との関係につい

ては多数の報告があるが、Gill & Miller¹³⁾は、通常10%以上を必要とするが、根が機械的障害がない場合には1%でも生育は可能としている。Chang & Loomis¹⁴⁾は1~2%を限界としている。農事試畑作物部¹⁰⁾では、O₂を1.5%に維持した場合、その影響の受け方は作物の種類・器官によって異なるとしており、とくに甘しょ・ダイコンなどの塊根・根部に影響を受けやすいとしている。位田¹⁵⁾はキュウリは土壌中のO₂が20%までは多いほど生育が良いが、ナスは20%より10%が良く、トマトでは10%と20%で大差がないとし、さらにトマト・インゲン・キュウリ・ダイコン・ばれいしょなどは通気の効果が高くミツバ・サトイモ等は通気が不良でも生育することをみとめている。野本¹⁶⁾らは、 α -ナフチルアミンによる根の酸化力を測定し、ヒエ・陸稲>アワ・甘しょ>ばれいしょ・ダイズ・大小麦の順としている。

非毛管孔ゲキ量と生育については、Kopecky¹⁷⁾はスーダングラス6~10%、小麦・エン麦10~15%、大麦・てん菜15~20%とし、Baver¹⁸⁾はビートでは3%になると、根の50%は根グサレを起すという。既述のように、火山灰土での耕耘時における踏圧でも、ほ場含水量時(pF≒2.0として)の気相は10~15%以上を維持しており、生育の外観的観察からも、とくに障害を受けたとも思われぬ。また連続踏圧回数が21回の場合でも、車輪接地面より10cm間はpF 2以下の孔隙は10%以下となり問題があるが、10cm以下では10%以上を維持しており、あまり問題はないのではなからうか。



第1図 連続踏圧回数と容積重・非毛管孔ゲキ量

山本⁹⁾は土壌物理性改良の目途として、は場含水量時の気相15%以上としているが、上記の結果と併せて推察すると、火山灰土では、pF2.0時に保有する気相(非毛管孔隙とみなして)が10%前後が最低の線ではなからうかと思われる。一方、Lemon & Erickson¹⁰⁾は、根の表面は水の被膜で覆われており、O₂は水に溶け難い点に留意し、絶対的O₂%よりも、O₂の供給速度としてのO₂ diffusion rateを重視しており、Stolzy¹¹⁾らやLetey¹²⁾らは、根の伸長とO₂ diffusion rateとの関係について、 $20 \times 10^{-8} \text{ g} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{min}^{-1}$ を限界とし、最適を40としている。

いづれにしろ、火山灰土では機械踏圧と通気については、なお今後検討を要するが、概して、無視しえないまでも、問題となるケースは比較的少ないものと推察される。

(2) 機械的抵抗について

容積重と strength (ペネトロメータによる測定)とあるが、両者を切離すことはなかなかむづかしい。根の伸長や収量と容積重や strength が、ともに強い相関を示すことは phillips¹³⁾やScott¹⁴⁾らが見とめている。一方 Taylor¹⁵⁾らは、同一容積重でも水分条件によって Strength は異なり、しかも容積重が高いほど僅かの水分変動によって Strength の変動も大きいことを明かにしており、植生との関連も、踏圧層の位置が浅いほど、乾燥年で、栽植密度の高い作物で被害が著しいとしている。そして一応の限界として、棉については約 23kg/cm²で根の生育遅延を、約 30kg/cm²では生育停止するとしている。長崎¹⁶⁾らは、大根では 6 kg/cm²で生育が停止したり、変形根を生ずるが、レーブでは何等異常がないとしている。上述の試験結果でも、大根では 5~6 kg/cm²でも変形根や分岐根が出現する場合のあることを観察している。

一般的には、山中式硬度計で24~25mm以上では根の伸長が阻害されるとされているが、表層土では水分の変動が激しく、硬度計でもペネトロメータでもそのよみは測定時期によってかなり変動する。従って、作物への影響は、どの位置が、どの水分時に、どの位の抵抗を示したかが問題になるのではなからうか。

(3) 有効水分について

踏圧と水分供給については未検討であり、触れることはできないが、美園¹⁷⁾は土壌の圧縮によってpF1.7~3.0の孔隙の増加を招来し、これによって有効水分量の増大をみとめ、山本¹⁸⁾は、表層30cm以内の有効保水量(pF 2~3) 52mm以上を目途としている。現在までの測定結果では、踏圧による固相の増大は、液相の増大をもたら

し、保有水分量は増加する。

踏圧と孔ゲキについては一部検討されているが¹⁹⁾、連続踏圧後の孔ゲキ分布の変化は第8表に示すとおりで、踏圧回数の少いうちは pF2.0~3.8 の孔ゲキ量は増加するが、さらに踏圧回数を増すと、pF2.0~3.8 の孔ゲキは減少し、pF3.8以上の孔ゲキが増加するようである。従って、ある限度をこえた踏圧は、水分エネルギー

第8表 踏圧回数と孔ゲキ分布

踏圧回数	層厚 cm	孔ゲキ量(V%)			対全孔ゲキ比(%)		
		<pF 2.0	pF2.0 ~3.8	pF 3.8<	pF 2.0>	pF2.0 ~3.8	pF 3.8<
0	0~10	45.0	19.1	17.4	55.2	23.4	21.3
	10~15	37.6	22.0	20.4	47.0	27.5	25.5
	15~20	24.0	20.1	30.8	32.0	26.8	41.0
1	0~10	16.4	25.4	28.2	23.4	36.3	40.3
	10~15	20.4	23.6	27.5	28.5	33.0	38.5
	15~20	22.8	16.8	33.3	31.3	23.0	47.5
9	0~10	8.4	25.8	31.9	12.7	39.0	48.3
	10~15	16.3	26.1	28.3	23.1	36.9	40.0
	15~20	25.7	19.3	30.5	34.0	25.6	40.4
15	0~10	7.7	23.3	33.4	12.0	36.2	51.9
	10~15	18.5	24.9	27.8	25.9	35.0	39.1
	15~20	23.7	18.5	31.8	32.0	25.0	43.0

的にも、量的にも不利になることが予測されるのであるが、今後さらに検討を要する。

5. 総括

以上火山灰土における大型機械導入による土壌踏圧と作物生育との関係について、ここ数年間にえられた成績をのべてきたが、元来火山灰土壌は粗しょうで、孔ゲキが多いという性質をもっているため、踏圧の被害も、耕耘時・畦間踏圧を含めて、主として根菜類に現われやすく、その他の作物には影響は比較的少ないようである。すなわち、ダイコン・ニンジン、テン菜・甘しょ・ばれいしょにやや強く、小麦・トウモロコシ・菜豆・ダイズ・陸稻・落花生・ハクサイ・レタスなどでは出にくいように思われる。しかし同じ根菜であっても、てん菜・大根・人参など直根性のものといふ類とでは、その形態的特徴よりみて、踏圧の影響の受け方には自ら差異があるのではなからうか。

また易耕性との関連でみるならば、まず通気の点では、よほど極端な圧縮を行わない限りは、非毛管孔ゲキ量(pF2.0以下として)が10%以下に低下することは少ない。畦間踏圧によっても車輪接地面より10cmまでは、通気性からも、機械的抵抗の面でも障害的に作用すると思われるが、10cm以下では、非毛管孔ゲキは10~15%

を維持している。これよりすれば、火山灰土では通気性の面では、きわめて有利な条件にあると思われる。とすれば、根に対する抵抗力としての Soil strength が強く浮び上がってくるが、Soil strength は同一容積重でも、土壌水分含量によってかなり変異する。当地方では、地表下 30cm 前後の層位でも、作付下でかなり水分変化がみられ、これが硬度計やコーンペネトロメータの示度に著しく変化を与えている。このことよりすれば、植生との関連については、作付期間中の、どの時期の、どの水分時の「硬度」や「コーン支持力」を規準にすべきかが問題であるが、いずれにしろ、根の伸長・肥大に際し、その活動を維持し、しかもそれほどエネルギーを要せずして吸収しうる最低の土壌水分条件下での「硬度」「コーン支持力」が問題ではなからうかと思われる。

さらに、根の貫入または根量と収かく目標物との関係は、必ずしも一致しない場合のあることは、しばしば観察されることである。

このことは根量と同時に、根の機能的面の検討の必要性を示唆するものであろう。しかも、作物の各器官に与える土壌の物理的環境についての検討も必要であり、これには作物の生育段階とその生理生態的特性の把握との関連で解明されねばならないであろう。

引用文献

1. 米田茂男：土壌の物理性 No. 2 (1960)
2. 木下 彰：土壌の物理性 No.13 (1965)
3. 鎌田 ち：日土肥誌講要 No.10 (1964)
4. 同上：日土肥誌講要 No.11 (1965)
5. 同上：農業技術 20, 7 (1965)
6. 長野県農試桔梗ヶ原分場：土壌肥料試験成績書(昭和38, 39年度)
7. 長野県農試：長野県農業試験場研究集報第5号(1962)
8. 長野県農試：低位生産地調査事業成績書(昭和38, 39年度)
9. 北農試畑作物部土壌改良研究室：試験研究成績書(昭和38, 39年度)
10. 農事試験畑作物部土壌肥料研究室：試験研究成績書(昭和38, 39年度)
11. 茨城県農試：関東東山土壌肥料ブロック会議資料(昭和38, 39年度)
12. 川延謹造：農園38, 11 (1964)
13. W.R.Gill,R.E.Miller: Soil sci. soc. Amer. proc.20(1957)
14. Chang. Loomis: L.Dペーパー, 土壌物理学(野口, 稲田訳)より
15. 農事試験畑作物部作付体系第2研究室：試験研究成績書(昭和38年度)
16. 位田慶久太郎：土壌の物理性No.8 (1963)
17. 野本ち：日土肥誌 20, (1950)
18. Kopecky: Proc. 1st Intern. Congr. Soil sci. 1 (1927)
19. 山本 毅：昭和39年度土壌肥料中央会議報告
20. E.R.Lemon,A.E.Erickson: Soil sci. Amer.proc. 16 (1952)
21. L.H.Stolzyら: soil sci. Amer. proc. 25 (1961)
22. J.Leteyら: soil sci 91 (1961)
23. R.E.phillipsら: Agr. Jonr. 54, (1962)
24. T.W.scottら: Agr. Jonr. 56 (1964)
25. H.M.Taylorら: Soil sci 96 (1963)
26. 長崎ら: 土壌の物理性 No.9 (1963)
27. 美園 繁: 日土肥誌 53 (2, 8, 9, 10) (1963)