

## 火山灰土の物理性と生産力

増 島 博\*

わが国の畑面積 240 万 ha 中、その約 60% の 140 万 ha は火山灰土とされている。この中には新しい風化の進んでいないもの、洪積期に降った灰でかなり風化を受け粒度もこまかくなったもの、また多量の有機物を集積して、黒ボクと呼ばれるものなどいろいろのタイプがある。しかし、ある程度の風化を受けた火山灰土は、その物理性において多くの共通点をもっている。まず軽しようであるということ。すなわち、容積重が小さく、孔げき率が大きい。多量の膨潤水を含み、大きな保水性を呈する。表一は関東都県と長野、山梨、静岡各県の地力保全基本調査による畑土壌統の代表地点について、風積の火山灰土とその他の土壌統に分けて三相の分布を比較したものである。火山灰土は非火山灰土にくらべて明らかに固相率が小さく、液相率、気相率が大きいといえる。構造的には強固な二次粒子を作っているが、二次粒子間の結合力は弱く、マクロの構造単位は風乾によって容易にくだける。このような性格は火山灰土の粘土の主体をなすアロフェンによってもたらされるといわれるが、火山灰土特有の多量の有機物の集積もその傾向を一層助長している。このような物理的特徴は断面の特徴として垂直的にかなりの深さまで均一に現われている場合もあるが、わずかの深さの間に性状の異なる火山灰を何層にもたい積して、有効土層一作物の根の入る深さを制限している場合が多い。

このような火山灰土の物理的性質はそれ自体直接に、

表一 火山灰土と非火山灰土の三相分布

	作 土 層			第 2 層		
	気相	液相	固相	気相	液相	固相
火山灰土	38.5	35.9	25.6	33.8	43.3	23.0
非火山灰土	31.5	29.7	38.8	25.8	32.1	42.1
差の有意性	**	**	**	**	**	**

(注) 標本数 火山灰土作土層 106 第2層 102  
 非火山灰土作土層 145 第2層 134  
 差の有意性 \*\* : P = 0.01

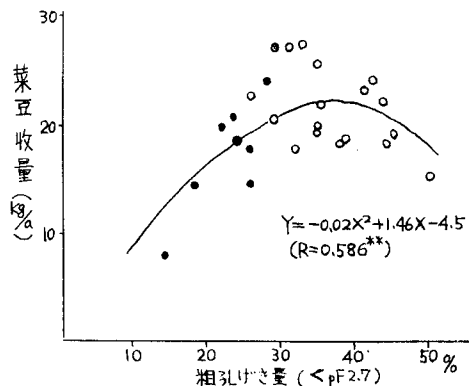
あるいは土の化学的状態を通じて間接に、そこに栽培される作物の生育を規制する。たとえば、有効水の少ないことは直接作物に影響を与えるだろうし、容積重の小さいことは根に接触する養分濃度が低いという点を通じて間接的に影響するであろう。ここでは主として、土から作物への水供給の面から火山灰土の生産力を論議する。

### 1. 火山灰土の物理性と生産力に関する調査結果

このような火山灰土の物理性が実際の圃場で、作物の生育収量にどのような影響を及ぼしているか？ この問題について、かつて北海道農試<sup>5)10)</sup>で筆者もその一部を分担して行なった十勝火山灰地における調査結果について考察してみよう。

#### (1) 粗孔げき量と収量

調査した場所は帯広市南方の段丘上に分布する火山灰地の約 2,000ha の限られた範囲内で、この地区の菜豆作付畑について、作土の粗孔げき量と菜豆の収量の関係をしらべた。その結果は図一に示した通りで、粗孔げき量のある範囲で収量は最大となり、粗孔げき量がそれより多くても少なくても収量は低下する。このうち黒丸で示した地点は、いわゆる湿性型と呼ばれ、有機物の集積の多い土壤に属する畑である。白丸で示した地点は乾性型であって 50~100cm の深さにレキ層が出現する。



図一 粗孔げき量と菜豆収量(十勝)

\* 農林省農事試験場

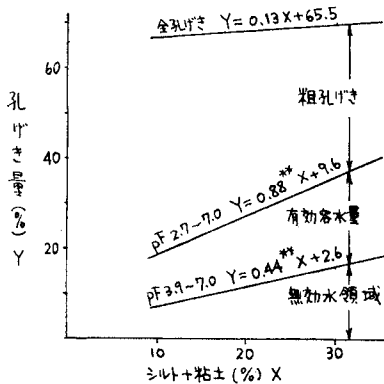


図-2 十勝火山灰土における粒度と各孔径フラクションとの関係



図-4 標本市町村

湿性型に属する畑での粗孔径きの少ないことによる低収は根への通気の不足、低地温などの影響—いわゆる湿害と考えられる。乾燥型の畑で粗孔径きが多くなると収量が下るのは、粗孔径きそのものの過剰の害は考えられない。粗孔径きの過剰にともなう有効容水量の不足、水の下降運動にともなう養分の溶脱などが生産に影響したと考えられる。後者の影響については、菜豆生育期間中

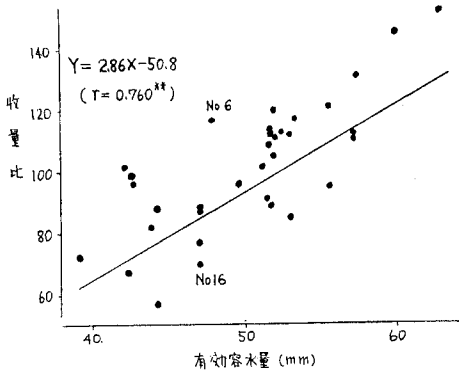


図-3 有効容水量と収量(十勝)

の土壤分析結果からは裏付けがえられず判然としない。前者については、この地区では粗孔径き量、有効容水量、膨潤水量と土の粒度との間に図-2の関係がえられ、その植生に及ぼす影響は十分考えられる。

(2) 有効容水量と収量

そこで最適粗孔径き量(図-1から pF 2.7 相当の孔径き量で30%附近と考えられる)以上の粗孔径き量を有する畑について、土の深さ30cmまでの有効容水量と菜豆収量との関係をみた。土の深さを

30cmに限ったのはこの地区での断面観察の結果、菜豆根の大部分の分布は30cm以内であったことによる。この関係が図-3であって、収量は平均を100とした指数で示した。収量と有効容水量は明らかな正の相関を示している。回帰から大きくはずれのものについては、それぞれその理由が認められる。たとえば No. 16 の畑は風食を受け表土がうすくなり、作土のリン酸吸収係数も高く、作物体は

Mg 欠乏の症状を示していた。これに反し、No. 6 の畑は逆に飛土のたい積した畑で有効土層が厚く、リン酸吸収係数は低く、硝酸化成菌の菌数も多かった。またレキ層までの浅い畑は回帰線の下に出る傾向があり、レキ層までの深い畑は根域下部からの水の補給を予想させた。これらの調査年には、作物体に明白なかん害の徴候は全くみられなかった。それにもかかわらず、有効容水量と収量が正の相関を示したことは、その潜在的な水不足があると考えられる。

北海道の火山灰土では粗孔径きが少なく湿害の出る例は少なく、土壤の水分供給力が生産を支配する場合の方が多いと考えられる。

(3) 火山灰土における降雨の生産への寄与

土壤への水の供給はほとんど降雨によるものであるが、前節の仮定が正しければ、火山灰土では降雨量は生産にプラスの要因となるはずである。

そこで北海道内に主として畑地が火山灰土壌からなる市町村37、非火山灰土壌からなる市町村37をえらび、気象条件と菜豆収量の関係をみた。市町村のえらび方は

表-2 降水量、平均気温と菜豆収量との関係

年次	土 壤 別	菜豆収量 平 均	7. 8 月 降 水 量 平 均	7. 8 月 平 均 気 温	収量-降水量 相 関 係 数 (A)	収量-気温 相 関 係 数 (B)
		kg/10 a	mm	°C		
1960~ 1963 平 均	火山灰土	142(18)	320(14)	20.0(4)	0.592**	0.179
	非火山灰土	133(17)	284(20)	20.0(4)	-0.509**	0.240
少雨年 (1961)	火山灰土	152(20)	205(33)	20.5(4)	0.502**	0.198
	非火山灰土	153(24)	210(37)	21.0(4)	-0.408*	0.221
多雨水 (1962)	火山灰土	121(29)	518(19)	19.4(6)	0.447**	0.089
	非火山灰土	99(21)	442(22)	19.2(5)	-0.530**	0.252

(注) ( ) 内は変異係数 %  
(A): 収量・降水量から気温の影響をのぞいた偏相関係数  
(B): 収量・気温から降水量の影響をのぞいた偏相関係数

菜豆作付面積 10ha 以上、気象庁指定の観測所をもつものとし、火山灰土と非火山灰土の区分は瀬尾ら<sup>3)</sup>の調査結果によった。その分布は図一4に示した。菜豆収量は農林省統計調査事務所発表

表一5 関東火山灰土における陸稲に対するかんがいの効果(鴻巣)

年	無かんがい区に対するかんがい区の収量指数	7月中旬~8月下旬降水量 (mm)	かん水量 (mm)	無かんがい区最低土壌水分 (%)	左起日 (月日)
1954	98	152	120	29.2	8. 29
1955	119	286	150	23.8	8. 3
1956	465	136	150	21.6	8. 14
1957	102	207	180	28.6	8. 30

のもの、気象要因としては菜豆の生育後期の7、8月の平均気温と降水量(気象庁:全国気象旬報による)を用いた。1960~1963年の4カ年のデータを整理すると表一2のようになる。

火山灰土では各年とも収量と降水量の間に正の相関があり、降水は明らかに収量にプラスに働いているが、非火山灰土では両者の間の相関は負になり、降水は収量にマイナスに働くことを示している。このようなきわめて大雑把な分け方でも火山灰土では明らかに水供給が作物生産の支配的要因であることを示す結果がえられた。

II 火山灰土の物理性改良を目的とした栽培試験例

上にのべたように、火山灰土では作物への水供給の円滑化が、生産を増すためのカギとなる場が多い。直接に、あるいは間接にそのような効果をねらった栽培試験は各地で数多く行なわれている。ここでは、その中で比較的土の物理的条件が明らかになっている試験例を引用して考察してみよう。

(1) 畑かんがい

直接に土の物理性改良をねらったものではないが、火山灰土において水供給が生産の支配的要因であるならば、直接作物に水を供給する畑かんがいは当然効果があるはずである。

西潟ら<sup>9)</sup>が十勝の乾燥型火山灰土において、かんがい

表一3 十勝火山灰土におけるかんがいの効果

年	無かんがい区を100とする収量指数			
	春播小麦	驚鈴薯	大豆	チモシー
少雨年	113	109	89	112
多雨年	99	98	91	114

表一4 普通畑と牧草畑の孔げき分布

	pF				全孔げき量
	<1.6 (%)	1.6-2.7	2.7-3.9	3.9-7.0	
普通畑	27.4	11.5	8.6	20.9	68.4
牧草畑	9.0	3.6	14.1	35.0	61.7

を行なった成績は表一3の通りである。

かんがいは5日間に20mmを原則とし、降雨のあった場合はその分を差し引いて行なわれている。表一3によると、少雨年には大豆をのぞいてかんがいの効果が認められるが、多雨年には牧草畑にのみ効果があった。この原因は作物的な蒸散量の差とともに牧草畑の構造的ちがいによるものと考えられる。

筆者がこの試験に使われた圃場に隣接する普通畑と牧草畑(3年目)の孔げき分布を測定した結果は表一4の通りで、牧草畑は普通畑にくらべて固相率が増大し、それにともない pF 3.9 以上の土粒子に拘束された水分量も増大するが、pF 2.7~3.9の部分も増大し、pF 2.7 以下相当の粗孔げき量が減少している。この土壤では、ほぼ pF 2.7 付近の状態でかん水を行なった場合、かん水 24 後時間で作土の水分は元のレベルにもどることが認められており、5日の間隔の給水では pF 2.7~3.9 の範囲の貯留水量がかなり植生に影響を与えたと考えられる。すなわち牧草畑では粗孔げき→細孔げきの転化によって、かん水の有効利用が促進されたと考えられる。

表一5は関東火山灰土(立川ローム)におけるかんがい試験の例<sup>10)</sup>であるが、明らかにかん害を受けた年(1956年)以外ではかんがいの効果はあまり大きくない。

粗孔げき量が大きく、透水の良好な火山灰土では、降水、かん水の有効利用の面から、孔げきの細化手段が必要となってくる。

(2) 圧密

孔げき細化の方法として圧密が考えられる。三好<sup>11)</sup>は両麓火山灰土のわく試験で、通常の固相率20%のものを26%まで圧密して小麦を栽培し、表一6の結果をえた。

圧密区は表土の深さを標準区と一致させたもの(圧密

表一6 両麓火山灰土における圧密の効果(わく試験)

区	固相率 (%)	充てん土量 (kg)	深さ (cm)	小麦穂重 (g)	総重 (g)	作物体中 SiO <sub>2</sub> 濃度 (%)
標準	20	56	30	182	440	5.2
圧密1	26	74	30	236	534	6.3
圧密2	26	56	23	210	456	5.7

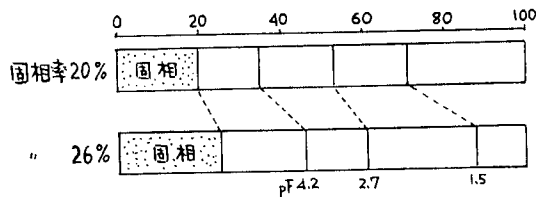


図-5 両総火山灰土の圧密による孔げき大きさ分布の変化  
1) と、土量を一致させたもの(圧密2)の2区が設けられているが、いずれも収量は標準区より高くなっている。収穫物中の SiO<sub>2</sub> 濃度は作物体の吸水量にはほぼ比例する考えると、この濃度の高い圧密区は作物体を利用された水量も多いと考えられる。この試験における土の孔げき分布は図-5の通りで、圧密により pF 1.5 以下の粗孔げきが減少し、細孔げき、とくに pF 1.5~2.7 の部分が増大し、水分伝導が改善されたことが認められている。三好はさらにこの結果を圃場試験に適用し、500kg のコンクリートローラーを用いて圧密を行ない

表-7 両総火山灰土における圧密の効果(圃場)

耕庄	深密	24+	24-	15+	15-
小麦子実重		34.3	33.5	37.3	34.0
同茎葉重		38.9	36.0	40.6	38.4
固相率	(cm)	(%)			
	0-5	26.4	20.7	26.6	19.6
	5-10	26.7	21.6	26.6	20.7
	10-15	24.3	22.6	25.0	21.7
	15-20	22.2	22.4	21.9	22.8
	20-25	21.6	21.9	21.9	21.9

表-7の結果をえている。鎌田ら<sup>9)</sup>は桔梗ヶ原火山灰土において、トラクタ踏圧が作物に及ぼす影響をみているが、畦間踏圧によって、とうもろこし、大根などの収量がやや低下した。(無踏圧区にくらべ3~5%の低下)この圃場における土壌断面中の孔げき分布は、踏圧によって固相率は増し、pF 1.5以下の粗孔げきは減少しているが、pF 4.2以上の膨潤水も固相率にもなって増大し、有効容水量はむしろ低下している。

このように火山灰土に対する圧密の効果はどこでも同様にあられるものではない。おそらく圧密が孔げきの大きさ分布をかえる機作は、荷重による土壤粒団の破壊の程度に関係するものであろう。

(3) 不耕

火山灰土の低生産の要因がその固相率の小さいことに起因し、固相率を増すような処理は、有効容水量の増大、水伝導の改善などの効果があるとすれば、耕起作業は火山灰土に対し、固相率や毛管伝導の面で悪い影響を及ぼすと考えられる。むしろ不耕起はそれらの悪影響を回避し、労働生産性の上からも好ましい栽培法というこ

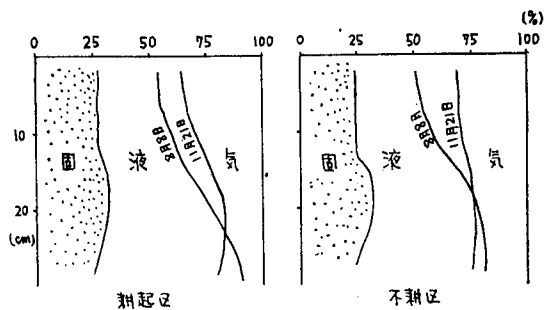


図-6 都城火山灰土における不耕の三相分布への影響  
となる。

草野ら<sup>4)</sup>は都城火山灰土において、不耕起および鎮圧の処理を行なったところ、甘しょ収量で耕起区100に対し、不耕区106、鎮圧区98の成績をえた。土の三相分布は図-6の通りで、不耕区の固相率は対照区と大差なかった。この試験で火山灰土において耕起によって減少した固相率は意外に早く元にもどり(降雨によって)、耕起区が不耕区に対し低い固相率を保っているのは耕起後から最初の降雨までのわずかの期間だけであることが明らかになった。

(4) 深耕, 混層耕

かつて火山灰土の生産力増強の手段として深耕がとり上げられ、全国各地で多くの試験が行なわれた。その深耕のねらいの一つとして有効土層を拡大して土から作物への水供給を増す効果が期待された。

北海道農試<sup>10)</sup>では十勝乾燥型火山灰土において、普通耕12cmの耕深に対し24cmの深耕を行なって表-8の結

表-8 十勝火山灰土における深耕の効果

区	初年目 デントコーン生草重 (kg/10a)	2年目 馬鈴薯薯重	3年目 菜豆子実重
普通耕	4461	3361	186
深耕	4661	3447	213

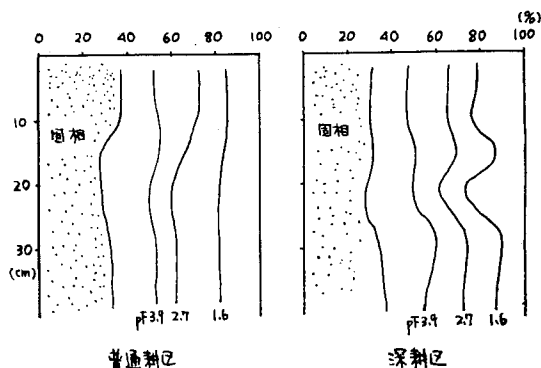


図-7 十勝火山灰土における深耕の孔げき分布への影響

果をえた。

各年次各作物とも、深耕区は普通耕区にくらべ若干収量が増しているが、菜豆をのぞいて特に顕著な効果とはいえない。土の孔げきの断面分布は図-7に示す通りで、深耕は明らかに粗孔げきをまし、pF 2.7~3.9の有効含水量は深耕区の表層ではむしろ減少し、普通耕の心土に相当する深耕区の深さでややましているが、深耕によってとくに植生に有利な条件は生れなかつたと見られる。

石井<sup>1)</sup>が関東火山灰土(立川ローム)の圃場で行なった混層耕の結果もほぼ同様なもので、作物収量にはほとんど影響ないか、むしろ混層区でやや減収した。孔げき分布では、混層耕によって粗孔げきが著るしく増大した。夏季最も乾燥したときの有効水の残留分(図-8の斜線部分)は表層では混層区が多く、かつ下層まで均等に水の利用が行なわれている様相が見えているが、混層耕によって有効含水量自体が減少しているの、植生には大きな影響を及ぼしなかつたと考えられる。

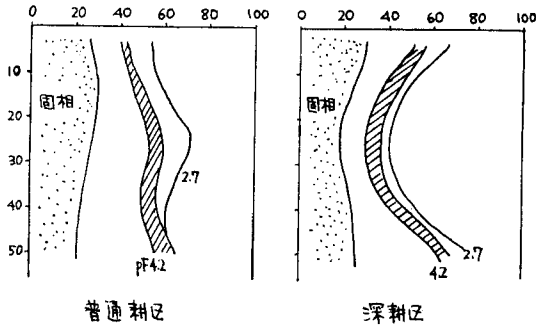


図-8 関東火山灰土における深耕の孔げき分布への影響  
表-9 岩手火山灰土の混層耕の効果

	普通耕	45cm混層耕	75cm混層耕
小麦子実重	(kg/a) 19	30	33
馬鈴薯薯重	194	356	388
根域中の有効含水量	(mm) 14	52	87

混層耕が劇的な効果をあげるのは、根の侵入を全くゆるぎない程極端に物理性不良の層が比較的浅い所に出現する場合である。

岩手農試と東北農試<sup>11)</sup>は作土直下にスコリア層のある岩手火山灰土でスコリア層を含めた混層耕の試験を行なった。作物の収量に対する効果は表-9に示すとおり著るしいものがあつた。

この生産性の改善は、土の孔げき性の改変に基づくことが認められている。土の断面中の孔げき分布は図-9に示した通りで、全孔げき量においては普通耕区も混層耕区も大差ないが、普通耕区では作土とその下のコーク

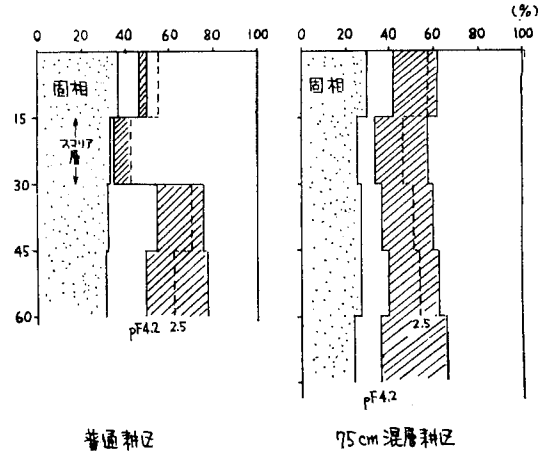


図-9 岩手火山灰土における混層耕の孔げき分布への影響  
ス状のスコリア層で粗孔げき量が大きく、毛管孔げき一有効含水量は少ない。夏季最も乾燥したとき土層に残っている有効水量(図中斜線の部分)はスコリア層の下ではかなり貯留されているが、この部分へは根が及ばず、またスコリア層によって上昇移動をさまたげられているので、根域に補給されることもなく、いわば死蔵されている。これに反し、混層耕区では孔げきの分布は全層一様となり、根の分布も確実に耕起深さに対応しており、乾燥時の残留有効水も根域全層にわたって、比較的低 pF の有効度の高い状態に保たれている。

### III む す び

ここに紹介した結果のように、火山灰土では土壤の水分供給力が生産を規制する物理的要因となっている場合が多い。土壤の水分供給力を豊かにするような土壤の改良法には、これといった一定の方式はない。スコリア層を含む土壤のように根の伸長に対し機械的な抵抗の大きい場合には、その層を破ることによって、明らかに有効土層を拡大しており、改良の方法も効果も明瞭である。しかし、中粒質の土層の深い火山灰土における生産に対する物理的障害というものは、むしろ潜在的であつて、栽培試験を行なつても問題の解析が十分できない。この原因は化学的要因の消去が不十分であることにもよるが、その土壤本来の物理的条件の測定が不十分なために、試験設計自体に誤りがある場合が意外に多いと考えられる。

今後、関東以南の火山灰土の畑地には、畑作水稻——そ菜の作付体系がかなり発展するすう勢にある。これには畑かんがい前提となるが、農業用水の前途は工業用水との競合が解決したとしても、なお問題がのこる。

三宅<sup>12)</sup>の試算によると、わが国で現在農業用として利

用されている水は年間約600億トンで、国民1人1日の陸産動物蛋白摂取量は10gである。20年後にこの蛋白摂取量を諸外国の水準に近づけ20gにふやすとすると、人口増を計算に入れ、海産蛋白の増産は大して望めないとなると、農業用水1140億トンを要する。これに工業用水を含めた上水道用水310億トンをたし、1450億トンが20年後の必要量となるが、これは利用可能の降水量ぎりぎりの線である。

したがって今後、火山灰土の生産要因としての物理性の研究の方向は、降水、かんがい水の有効利用ということが当面の課題となるであろうが、そこには、この問題を通して、水田、畑の区別のない新しい農業形態を可能にする未来があるように思われる。

#### 文 献

- 1) 石井和夫：農業技術 16 552 (1961)
- 2) 長谷川新一ほか：農事試験場研究報告 (6) 81 (1964)
- 3) 北海道農試：北海道土性調査報告 (1) (1951)
- 4) 九州農試畑作部土壌改良研究室：試験研究成績書 (1963)
- 5) 増島博・森哲郎：北海道農試い報 (79) 30 (1962)
- 6) 三宅泰雄：朝日ジャーナル 17 (28) 96 (1965)
- 7) 三好洋：千葉農試特別報告 (2) (1966)
- 8) 長野農試桔梗ヶ原分場：土壌肥料試験成績書 (1963, 1964)
- 9) 西潟高一ほか：北海道農試い報 (72) 92 (1957)
- 10) 農林水産技術会議：畑土壌の生産力に関する研究 (別冊) (1962)
- 11) 島田晃雄：東北農業研究 (1) 104 (1958)

#### 〔討論〕

(和田稔・宮崎農試) 宮崎県の42年の干バツでは、火山灰土地帯は非火山灰の地帯にくらべて干バツの程度が軽かった。10mm以下の降雨量が50日以上続いた状態で下層土のpFは3以下の場合が多かった。これをどう考えるか。

(木下彰・北農試) 火山灰土壌の耐乾性が大きいのは下層土が水のタンクになっているためと思う。

(三好洋・千葉農試) 土壌の単位容積もしくは単位重量の孔隙量、含水量、水分状態が作物根への水分供給力を支配することは論をまたない。しかし、土壌水分の伝導の良否はこれと同等以上の影響をもつと考えられる。両総火山灰土壌とこれよりも沖積的な土壌であるちばまつちの裸地における比較<sup>12)</sup>では、かん水後の土壌水分張力の上昇は明らかに火山灰土壌の方が早い。この傾向は土壌の表部ほどいちじるしく、下層ではその変化の差は明らかではない。見かけの水分消失量も火山灰土壌の表層がいちじるしく大きいにもかかわらず、下層ではその差小さい。これは表部の水分消失にともなう下部からの水分補給が火山灰土壌で小さいからにほかならない。初期

の畑かん試験でかん水のみやすを10~20cmの深さのpF値が2.5に達したときとしたが、かん水がおくれて収量低下を招いたことがあった。じつはそのとき0~10cmのpF値は3.2をこえていたのである。この知見からも火山灰土壌の生産力を作物への水供給の面から論ずるには土壌水分伝導の良否がかなりの重要性をもってとり上げられなければならない。水分伝導を良好にするためには、粗孔隙の細化が必要であるが、その方法としては、今のところ砂客入がもっとも有利で永続的と思われる。(草野秀・九州農試) 増島氏は、北海道の7, 8月の降水量のデータをもって「火山灰土では降水量は生産にプラスの要因となる」と述べているが、わが国では、北海道と中央高原地域だけが他の地域と異って7, 8月の降水量より蒸発散量が上まわる傾向が認められている<sup>13)</sup>。これらの地域では、7, 8月の降水量の間に正の相関があるのが当然であり、むしろ非火山灰土で負の相関を示す理由がわからない。南九州の火山灰地帯では、70年来の干バツといわれた42年の甘しょ生産量において、干害のでない程度に降水のあった地域では、平年より1~2割増収している。一般には南九州では降水が多いため、土壌中の諸成分、施肥成分の流亡がはげしく、地力の維持増進が困難である。降水量の多少と生産の関係は大変微妙なものと思う。

(三好洋) 有効含水量という語は作物栽培の面から見て不満足である。増島氏はしばしばpF 2.7以下の孔げき量を問題にしており、椎名<sup>14)</sup>もpF 2.7以上になると作物に悪影響があるとのべている。私<sup>15)</sup>も有効含水量領域の高pFにおける作物生育の良好でないことを確認し、作物生育に良好な水分状態の限界を毛管連絡切断点水分、pF 2.8~2.9附近にあることをたしかめた。この限界点がpF 2.7~3.0の間にあることは私の知見の範囲内では一致しているものと思われる。よって圃場含水量とこの点との間の含水量を有効含水量(圃場含水量-萎凋点水分量)に対して何らかの呼名をつけてとりあげることが栽培指導上に便利であろう。

(鎌田嘉好・長野農試) 桔梗ヶ原火山灰土でトラクタ車輪による踏圧(圧縮)の影響を検討した(図-10, 図-11)。pF 2.0をこの土壌の圃場含水量の近似値とし、pF 2.0~3.2を最も有効化しやすい水分、pF 3.8を有効化の限界水分値と一応考えた場合、固相率とこれらとの間には、かなり明確な関係がみられる。すなわち、pF 2.0時の水分量は、固相率30%前後までは、その増加に伴い増加するが固相率がこれを超えると、むしろ極めて徐々に減少する。pF 3.2および3.8は、それぞれ固相率の増大に伴って直線的に増大するが、両者の勾配はpF 3.2>

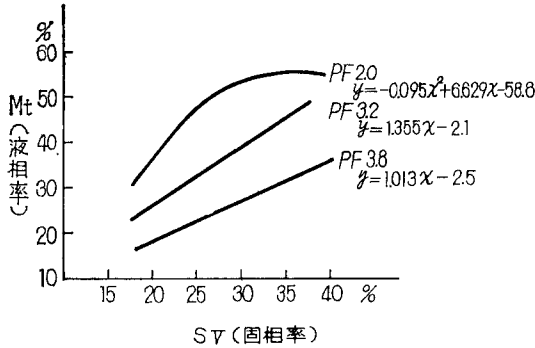


図-10 Sv-Mvの関係

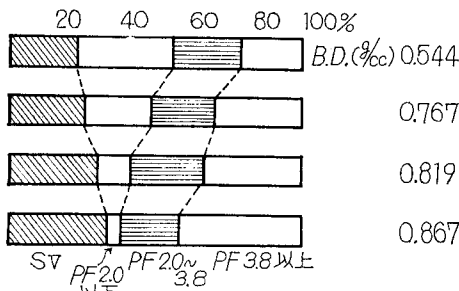


図-11 圧密と孔げきの変化

3.8である。実際的には pF 2.0~3.2の水分量は固相率 25~30%では大差ないが、20%以下および30%以上では明かに減少する。勿論 pF 3.2~3.8の水分は、比較的移動し難いが、植物根が直接その位置に接した場合に有効に利用されるものと思われる。従って有効水を pF 2.0~3.8 とすれば、圧密と水分量との関係は、かなり強度の圧密でも有効であると考えられる。しかし畑かんがいの諸報告にみられるように、作物生産の立場から正常生育には、かなり低いエネルギーの水が必要であることからすれば圧密にも一定の限度があると考えられる。また圧密には必ず、硬度、透水性の変化といった条件も伴うが、硬度 22~23mm (山中式)、透水係数  $10^{-3}$ 、pF 2.0時の気相が最低10%を一応の限度とすれば、これらを満足しうる固相率は25~30%と見なすことができる。この数値は中~細粒質火山灰土では、それほど大差はないものと思われる。従って、圧密の程度はもちろん、耕耘の意義、また深耕・混層耕の必要の有無も、この観点よりみることは当然必要である。この土壤物理の目標を、実際の圃場でのどのようにして造成するかということであるが、多くの中細粒質の土層の深い火山灰土では、不耕起あるいは表層攪拌だけで得られる場合が多い。また実際大型機械で行なっている場合には、プラウ耕では導入時の土壤水分が極端に高くない場合 (pF 2.2~2.3 以上) であれば問題はない。ロータリー耕では、乾燥時では膨軟にすぎ

る (固相率20%前後) こともあるので、ローラー鎮圧が必要である。このように土壤の化学性をも考慮した上でそれぞれ実際の耕耘法と関連づけながら、上記目標の物理性の獲得に留意するのが耕耘の意義ともいえる。

(小原秀雄・鹿児島農試) 混層耕の影響の作物の種類によって大きく異なり、下層土の影響もまた大きい。一般に混層耕によって保水力が減少しているが、これは土壌量の減少に関係すると考えてよい。

(八幡敏雄・東大農) 混層耕した畑で生産力が必ずしも高くない一つの原因は微生物にあるように思う。物理性の改変が微生物の環境の変化を通じて生産力に影響している点を今後あわせて研究して行く必要があると思う。

(増島博) 和田氏と三好氏の知見は全く相反しているように見えるが、これは恐らく宮崎と千葉の火山灰土の特性のちがいに基づくものであろう。宮崎の場合下層土の固相率は尚総火山灰土の下層より若干大きく (図-6, 表-7)、水分伝導が良好で、木下氏のいわれるタンク効果がでたものと考えられる。

根域中の pF 値が 2.7~3.0 以上に上昇した場合、水の流動は困難になり<sup>10)</sup>、作物の吸水に見合うだけの水の伝導による根域外から根域内への補給は期待できない。鎌田氏の指摘通り、有効水領域中 pF 3 以上の高pFの水は根がそこに接してはじめて有効となると考えられる。火山灰土ではこの高 pF 領域の水の分布が比較的多く、同化は阻害されても決定的干害は受けにくいといわれる火山灰土の耐乾性はこの辺にもあると考えられる。

また、草野氏のいわれるように余分の降水は養分の流亡ばかりでなく、日照の減少によっても同化を制限する。表-2で非火山灰土で収量と降水量の負の相関の中には、とくに多雨年において、非火山灰土の粗孔げきの少ないことによる湿害のほか、日照の要因も含まれている。

水利用の面から、生産性の向上には根域の拡大が何としても必要と考えられる。根のはり方には作物的な特性もあるが、一般に水平方向の拡大は栽植密度によって制約されるので、垂直方向への拡大がはかられることになる。そのため必然的に深耕がとり上げられることになる。岩手火山灰のスコリア、南九州のボラのように機械的に根の伸長をはばんでいる場合には、これらの層を破る処理は著るしい効果をあげる<sup>11)18)</sup>。しかし、このような例はむしろ特別で、一般には下層土の化学性に問題のある場合が多い。火山灰土では弱酸可溶のアルミニウムの含量と水中沈定容積の間には正の相関があり<sup>17)</sup>、土壤中の陽荷電の多いことと固相率の小さいこととの間の因果

関係を思わせる。陽荷電の多い下層土を混層耕すると、小原氏のいわれる様に土壌量の減少ともなう保水力の減少がおこり、化学的にも、物理的にも、また微生物的にも不良な作土を作ることになる。

耕うんの意義は物理的には作物の生育期間を通じて、その根に十分な水と空気を供給するという土の機能を助けることであって、習慣的に土に農具を接触させることによって good tilth が作られるという錯覚はすてなければならぬ。その意味で、不耕栽培は施肥法の改良によって見直す余地があるように思える。

## 文 献

- 12) 三好洋：土肥誌 36 11~14 (1965)
- 13) 日本農業気象学会：農業気象新典，養賢堂 (1954)
- 14) 椎名乾治：農業土木試験場報告 (11) 155~ (1962)
- 15) 三好洋：千葉農試研究報告 5 45~55 (1964)
- 16) 長田昇：農土研別刷 (7) 48~52 (1963)
- 17) 高橋達児：九州農試報 10 205~246 (1964)
- 18) 松下研二郎他：鹿兒島農試研究報告 220~242 (1960)

(引用文献に関する図は原図および原報中の数値に基づいて著者が作図した。)

## 第10回 十周年記念シンポジウム

日 時 昭和43年11月22日(金) 9:30 ~ 17:00

場 所 東京大学農学部 403号室

## I 記念講演

土壌物理研究の現状と将来	米 田 茂 男 (岡山大)
土壌の物理性と土地生産性	山 田 忍 (専修大)

## II シンポジウム「最近の研究の進歩」

土壌物理の測定手段について	土 井 淳 多 (東 大)
土壌中の水の運動について	田 淵 俊 雄 (東 大)
土壌構造について	木 定
土壌の力学的挙動	東 山 勇 (山 大)
赤黄色土の物理性と有機物	湯 村 義 男 (東海近畿農試)