

機械化多収のための畑土壌基盤の改良について

山 本 毅

(東 北 農 試)

1. ま え が き

限られた面積で収入増を図るためには経営的に労働生産性の向上を図ると共に土地生産性の積極的向上を図らなければその目的は達成出来ない。近年農業構造改善事業の進展と共に耕地の集団化、栽培法の機械化は必然的に盛んに行なわれるようになり、肥培管理も単一化の方向に進むことが予想される。従つて従来の篤農的肥培管理による個人差は縮少し、気象条件、土壌条件の差が作物の収量に大きく影響するものと考えられる。気象条件の影響は作物の種類、品種の選択と栽培法の改善に俟つて大きい。土壌条件については投資による基盤改良とそれに合つた耕種法の改善に負うところが極めて大きい。水田作については古くから研究も進み基盤造成についても多額の投資が行なわれて戦中戦後の米不足を解消してきたが、畑作については生産物の不安定さと相俟つて基盤造成のための投資もあまり行なわれず、土地生産性は未だに低く、極めて不利な条件にある。最近省力多収を目標に大型トラクターの導入が行なわれているが作物の収量は必ずしも上昇せず、むしろ一時的には収量低下の傾向が多い。ここに筆者らの行なつてきた試験から土地生産性についての考え方、改良対策等について2、3紹介し、討論の素材を提供する。

2. 作物がよく育つための土壌条件

作物がよく育つためには作物の根の分布する範囲の土壌に充分な空気と水と養分がなければならない。作物根は呼吸作用を行なうがそのためには酸素が必要であり、土壌通気がよくなければならない。又作物が利用する水を有効水といふ、土がどれだけの有効水を保ち得るかを示すのに有効保水容量で表わす。これらの空気と有効水は土壌構造の良否によつて左右される。土壌構造には単粒構造と団粒構造があり土の粒子の単粒、団粒の多少によつて分けられる。植生には粗孔隙の多い団粒構造の方がよい結果を示す。それは粗孔隙 (PF 1.5以下) がないと降水やかんがい水を急速に土層内に吸収することが出来ず毛管孔隙が一時水で飽和され、土は空気不足となつて作物根の呼吸作用を妨げ湿害の原因となる。又地表面が乾き始めると連続した毛管張力により土層内の水は急速に失われ、早く乾魃を受けるようになるからである

筆者らは東北6県畑深耕連絡試験の結果から表層30cm以内の物理的条件として PF 1.6以下の大孔隙5%以上、土壌三相分布のうち気相の容積15%以上、ちみつ度を計る硬度計のよみ24以下、有効保水容量(圃場容水量 $\sim PF$ 3.9の容水量)50mm以上の各条件が充たされれば東北地方の平年並の気象条件下では植生には物理的障害性認められず、特に土壌構造の改良の必要性はないものと考えられ、これらの条件より悪い土層が存在する場合に、耕起破碎及び団粒化を図り物理的条件を改善する必要があることを認めた。

次に作物の養分は根から窒素、リン酸、加里、石灰、苦土、硫黄、鉄、マンガン、銅、亜鉛、モリブデン、硼素等を吸収し、呼吸作用同化作用によつてとり入れた酸素、炭素、水素と共に植物体を造成する。従つてこれら必須養分が土壌中に過不足なく存在し、作物の必要な時期に必要な量だけ供給されることが望ましいわけである。しかし畑土壌は母材の違いにより養分の供給能、保持能、固定力及びその機構も異なる。又気象条件も局所的に差があり土壌中、けるこれら養分の行動も異なると共に作物の種類により養分吸収の特性も異なる。これらの要素を施肥でカバーし施設の不足を堆肥で補なつて生産を上げてきているわけである。しかし機械化に伴ない施肥の単一化が進むことを考えると、これら土壌条件も生産的特性の最大公約数的条件にまで改善される必要がある。

3. 畑土壌の種類と作物生産からみた土壌条件

我が国の畑土壌約230万haは大別して火山性土壌(約60%)、非火山性洪積土壌、扇状崩積地及び残積性傾斜地土壌、海岸砂丘、及び沖積土壌に分類せられるが、一般に火山性土壌は腐植含量多く、粘土は非晶質のアロフエンに由来し、りん酸の固定が強く、塩基置換容量は大きい。塩基飽和度低いものも多く、容積重小で孔隙多く、透水性良好で保水容量も大きい。非火山性洪積土壌は一般に腐植含量少なく、粘土はハロイサイトを主とする1:1型鉱物が多く、りん酸固定力は弱いものも多く、塩基置換容量は小で容積重大きく保水量は小さい。扇状崩積地及び残積性傾斜地土壌は、粘土鉱物は母岩の影響を受けて1:1型鉱物から2:1型鉱物までいろいろあり、りん酸固定、塩基の含量も母岩によりまちまちである。沖積土壌は畑地としての利用は少ないが一般にりん酸固

定力は弱く、容積重大で肥沃度は高いものが多い。このように畑土壌にはいろいろあるが我々が作物生産と関連づけて調査した結果から特に密植して多収をあげた圃場

の土壌条件のうちで、密植をしても多収をあげ得なかつた土壌と顕著な差のある項目を示せば第1表の通りである。

第1表 土壌別容積100cc当りCa, Mg, P₂O₅含量比較

土壌別	種別	容積重 (g)	Ca (m.e)	Mg (m.e)	Ca/Mg	塩基飽和度 (%)	有効態P ₂ O ₅ (mg)
火山性土壌	古間木	72	4.3	0.20	21	29	1.6
	五戸	72	11.5	0.15	76	53	5.3
	豊島	83	6.1	0.72	8	28	5.8
	最上	67	9.7	0.54	17	37	5.5
火山性土壌混入 沖積土壌	岩手	94	20.5	0.49	41	71	8.1
	山形	85	12.2	1.35	9	52	31.3
沖積土壌	宮城	110	20.5	1.40	14	99	33.8
	郡山	110	13.2	1.60	8	77	4.0
	藤沢	90	15.1	2.20	6	96	8.2

即ちこれら土壌のうち山形土壌と宮城土壌は大豆で6石/10a以上の生産をあげたことのある土壌であり、藤沢土壌は小麦で7石/10a以上の生産をあげた土壌である。これら驚異的多収をあげた土壌の共通因子を求めると、物理的条件では前掲の如き阻害要因がなく、塩基飽和度は高く(50%以上)、置換性塩基のうち、石灰と苦土の当量比が6~10前後にあり、有効態りん酸も10mg/100g以上存在するような条件が必要のようである。これに対し、火山性の各地土壌は大豆を密植多肥しても3石/10a以上の生産は難しく、岩手、郡山土壌はその中間の生産を示した。即ち物理的条件は良好でも、土壌実績が少ないこと、塩基飽和度が低いこと、石灰、苦土の当量比が大きいこと、有効態りん酸含量が低いことこれらの一つ或は二つ以上の要因が多収を阻んでいる要因と考えられる。これらの要因は現在の技術で改善可能であり、たとえ経済ベースにのるか否かにかゝっているといえる。

4. 土壌改良並びに残効について

我々は積極的に多収を上げるための方法を見出さんとして厨川火山性土壌において、りん酸及び塩基の富化の試験を、又畑深耕の意義を解析するため東北6県農試と共同で連絡試験を実施してきたが、その概要について述べれば次の通りである。

1. 厨川火山性土壌における土壌改良並びにその残効
改良資材とりん酸の施用量は第2表の通りで表土10cmのりん酸吸収係数相当量(容積重を考慮して)基準としてその1%, 2.5%, 5%, 10%, 20%相当のりん酸施用とし、これを熔りん、過石の現物比4:1の割合に配合し、随伴する副成分の石灰、苦土を塩基として考慮し、塩基飽和度80%相当になるような石膏で補正した。熔りん、過石を4:1で配合したのは資材としてのPHを土壌の等電点PHよりやや高い処(土壌の等電点PHは5.1、資材のPHは5.9)に矯正すると共に石灰と苦土のバランスをとるためである。これらの資材はその半量を耕起前

全面に撒布し、プラウで反転耕起し、残り半量を再び全面に撒布し、ハローで整地混入した。

第2表 改良資材とりん酸の施用量(Kg/10a)

事項 試験区名	改良資材		りん酸施用量			投入され たりん酸 合計 (成分)
	りん酸 (成分)	石膏 (現物)	小麦	とうも ろこし	馬鈴薯	
1 標準区	—	—	16	2	15	33
2 標準+石灰 添加区	—	625	16	2	15	33
3 りん酸吸 収係数の 1%りん 酸添加区	14	566	2	2	2	20
4 同2.5% 添加区	35	477	2	2	2	41
5 同5% 添加区	70	354	2	2	2	76
6 同10% 添加区	140	104	2	2	2	146
7 同20% 添加区	280	—	2	2	2	286

このような処理は第1作についてのみ行ない第2作以降はその残効を検するため処理は行なわず肥料としてのりん酸も初期生育確保のため毎作2Kg/10a施用とした。第1作小麦、第2作青刈とうもろこし、第3作馬鈴薯を供試して効果を検すると共に改良資材の分布状態、りん酸の形態変化等を調査した。収量結果のみ第3表に示す。即ち第1作小麦においてはりん酸吸収係数の5%相当量施用区が最高を示したが第2作、第3作においては10%相当量施用区が最高を示し改良資材の効果は2年経過後も認められる。土壌分析の結果からも2年前施用した改良資材の影響は置換性塩基(石灰、苦土)の増大にみられ、しかも石膏の形態で施用した石灰は2年間で溶脱したが、熔りんとして投入された石灰、苦土は施用量に比例して残存していることが認められ、又形態別りん酸ではCa型、Al型、Fe型とも施用量に比例して残存し相互に一定の相関が認められる。

第3表 作物収量の比較 (Kg/10a 及び指数)

処 理	事 項	第1作 小麦		第2作青刈とうもろこし		第3作 馬鈴薯	
		子 実 重	指 数	生 草 重	指 数	い も 重	指 数
1	標 準 区	346	100	3400	100	4652	100
2	標準+石灰加用区	404	117	3400	100	4827	103
3	りん酸吸収係数の 1%りん酸添加区	381	110	3760	111	3173	68
4	同 2.5 % 添加区	405	117	4040	119	3607	75
5	同 5 % 添加区	436	126	3930	115	4617	99
6	同 10 % 添加区	404	117	4480	132	4817	103
7	同 20 % 添加区	388	112	4320	127	4602	99

たゞCa型P₂O₅は施用直後(2週間後)に比し2年経過後は多量施用区において低下する傾向認められるが植物体は分析値以上の吸収を示し、有効態りん酸は必ずしも現在の定量法によるCa型P₂O₅のみではないことがうかざわれ、火山性土壌における有効態りん酸の定量法について更に検討を要するところである。

2. 東北6県畑深耕連絡試験

畑深耕の意義については既に東北農業試験場研究速報第1号で報告したが、下層土の物理的条件の不良な場合には単なる深耕でも効果が期待されるが、物理的条件が

良好な場合にはむしろ下層土の化学性の不良な土壌が表層に混入することにより収量は一時的に低下する場合が多い。しかしこのような土壌でも前記のようなりん酸と塩基を富化し、バランスをとることにより収量は著しく増大する。即ち、各土壌を厨川に集め同一気象条件で、同一品種を用いてポット試験を行なった処第4表に示す如く増収割合は17%から3倍の収量増を示し、低収量土壌程その効果は大きく、標準区では各土壌間に1.8倍から2.4倍の開きがある土壌でも改良することにより土壌間の収量差は著しく縮小されることが明らかである。

第4表 ポット試験における改良資材の添加量 (gr/pot) と収量 (gr/pot) 比較

土 壤	処 理	改良資材の添加量現物 gr/pot				収 量 gr/pot				
		作 土		心 土		稈 重	穂 重	穂 重 指 数		
		熔りん	過 石	熔りん	過 石			P/標	各土壌/豊	島
郡 山	標 準	2.5	—	2.5	—	20.9	27.2	100	222	90
	P 多 量	17.9	4.24	21.4	5.03	27.5	33.5	123	—	
最 上	標 準	2.5	—	2.5	—	22.7	29.6	100	242	94
	P 多 量	28.8	6.78	30.2	7.10	31.0	34.8	117	—	
豊 島	標 準	2.5	—	2.5	—	8.3	12.2	100	100	100
	P 多 量	35.7	7.28	41.8	8.48	32.9	37.0	304	—	
奥 中 山	標 準	2.5	—	2.5	—	17.2	23.4	100	191	82
	P 多 量	24.9	5.88	25.8	6.06	29.5	30.6	130	—	
古 間 木	標 準	2.5	—	2.5	—	16.1	22.4	100	183	92
	P 多 量	24.9	5.88	27.1	6.37	32.7	34.1	152	—	

現地試験においては馬鈴薯を供給して行なつたが同様な方法で土壌改良を行なつた区は開花期、終花期の茎長とも著しく大で生育は初期より優り生育末期に至るも茎葉は緑色を呈し、全乾物生産量は著しく、塊茎収量も全般的に30~80%の増収を示し、低収地域を高収地域の水準にまで引き上げ得る可能性を見出した。これら改良区の試験跡地土壌の分析結果のうち主なる項目を示せば第5表の通りである。

即ち原土では塩基飽和度19~45%であつたものが30~53%に引き上げられ、Ca/Mgの当量比も7~58と開きが大きかつたものが4~14の間に収斂し、有効態りん酸も顕著に増大していることが認められた。

第5表 土壌改良区跡地の主なる化学性

種 別 試験地	置換性塩基 me		Ca/Mg	塩 基 飽 和 度 %	有効態りん酸 mg
	Ca	Mg			
古 間 木	12.2	1.6	7	53	16.1
奥 中 山	16.4	1.8	9	53	6.1
豊 島	7.9	1.7	4	30	16.5
最 上	16.2	1.1	14	43	17.5
愛 子	13.1	2.5	5	55	22.0
郡 山	7.1	1.5	5	42	10.8

5. 結 論

以上の如く現在の技術の段階でも畑土壌の生産力は積

極的なりん酸及び塩基の富化とそのバランスの矯正により低収地域を高収地域の水準にまで引きあげ得ることは可能であり高収地域は更に耕種法の改善と品種の適正化により一層増収の可能性はあるものと考えられる。こゝには生産に関連した土壌の物理的条件と養分のうち多量要素について述べたが、安定多収のためには更に土壌水分の調節と微量要素の補給が必要となる。これら土壌基

盤の改良も大型トラクターの利用を得て始めて実現可能であり、トラクターの利用は省力ばかりでなく改良資材投入のための最も有効な手段であることを云い得る。

今後に残された問題としては更に有効な改良法の確立と計画生産のための各肥沃段階に応じた各作物の耕種基準の確立及び経済的可能性の確立にあると思考される。

栽培の理論(法則性)と技術革新

栗 原 浩

(東 北 農 試)

1. 栽培の理論の必要性

農林省ではさきに農業基本法に基づいて国会に対し「昭和37年度の農業動向」を報告し、農業従事者と他産業従事者の生活水準の開きが、なお縮小するに至らないことを指摘した。すなわち農業には一層企業性格が要請される。とくに畑作物は貿易の自由化に伴い海外市場との競争に立たされ、したがって生産の計画化と反収の飛躍的向上を考えなければならず、こゝに栽培は旧来の経験や感をこえ理論(法則性)を必要とする。

2. 技術の考え方

農業の生産に関与する要因は、自然環境(気象及び土壌条件=生産力の基盤)、作物(又は品種)、栽培法、労働手段、経営経済条件などがある。このうち前3者は、労働対象となるものであり、自然の客観的な合則的認識にもとづいて、これを意識的に適用する自然科学的技術概念の立場をとる農業生産の技術である。本報文は、この立場から論旨を進めることにする。(技術にはこれに加え、労働手段を対象とし、経済的技術概念の立場からの農業労働の技術及びこれら二者の立場を統一的にみる農業経営の技術がある)。

さて、畑作の技術には、個別作物を対象とするものと作物の組合せ(例えば作付体系)を対象とするものがある。前者はある作物の栽培法であり、後者は前後作に関連する栽培及び作付体系による土壌生産力の維持、病害虫害の軽減回避などが含まれる。したがって栽培の理論は、個別及び組合せそれぞれを対象とするものに分けられる。

3. 農業生産の特異性

第1表にみるように、農業にみられる有機生産におい

ては工業とことなり作物(又は品種)が環境すなわち生産力の基盤(気象及び土壌条件)に経時的に反応して目的物を生産する。したがって環境がことなる場合、作物の生長反応はことなり、農業生産の技術は画一的でなく地域性をもたなければならない。これが第1点である。

有機生産のもう一つの特徴は、作物が器官(量)と機能(質)をもち、両者は不可分的であることである。いずれの作物も表にみるように、その収量は、量と質との辯証法的発展の産物とみなされる(第1表:乾物生産、収量構成要素の項参照)。これが第2点。

栽培技術はしたがって、作物の生育過程における量的及び質的形質を、その環境下に合則的に適用される手段と解される。

4. 栽培理論の適用と計画

栽培理論の適用には、まず第1に技術の効果(規制度)を考え、第2に栽培目的、生産時期及び収量目標を立て、これに応じ計画栽培を行う。

技術の効果 技術の効果の大きさは、その技術が主として関係する要因に類別して考えると、すべて地球の進化の過程に対応し、気象条件に関連する技術>土壌条件同左>作物(又は品種)耕種条件の序列にあるものといえる。前の2つは、生産力の基盤であり、残りのものは狭義の栽培法であつて、いかに生産力の基盤が優先して重要であるかが推定できる。また狭義の栽培技術の効果も進化の過程(こゝでは作物自体の系統発生過程)に対応し、品種>播種期>施肥法>栽植密度>その他の管理の序列にあるものと考えられる。

これらのことを少しく敷衍する。たとえば気象条件を温床やビニールトンネルで克服しそさいの生産力は著るしく向上した。たゞし東北の畑作では、なお気象条件を利用する場合が多く、品種、播種期はこれに該当する技