

# 超深耕による畑土壌の改良と

## その維持管理

北海道農業試験場企画連絡室

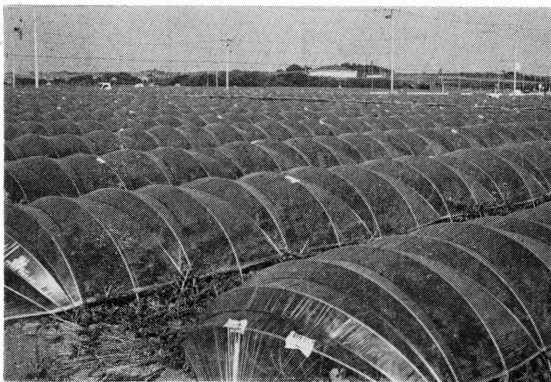
主任研究官 吉野昭夫

(前愛知農総試豊橋農業技術  
センター畑地土壌研究室長)

### 1. 超深耕の背景

鈳質土壌(赤黄色土)は、東海地方から関西、中国地方にひろく分布し、四国、九州北部にもかなりの分布がみられる。愛知県東南部に位置する豊橋、渥美地域一帯は、温暖な気候条件並びに京浜、京阪神の2大消費地にも至便であるなど立地条件に恵まれているところから、ここにわが国でも有数の施設園芸及び露地野菜生産団地が形成されている(写真-3)。これらの作物生産を支える土壌は、他の有力産地が主に黒ボク土あるいは灰色低地土であるのに対して、本地域の畑面積の約75%が鈳質土壌で、この点が他の野菜産地と大きく異なっている点の一つである。

写真-3 渥美半島における露地スイカの栽培状況



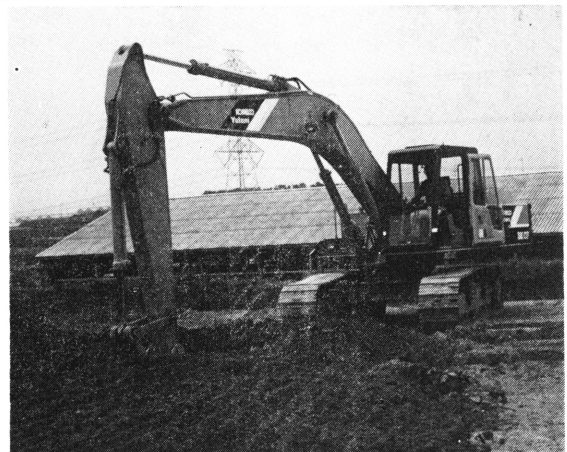
鈳質土壌は、堆積様式がち密なため固相率が大きく、また、強粘質であるため排水性が極めて悪い。さらに、腐植含量並びに保水力に乏しいなど黒ボク土や灰色低地土に比較して、理化学的特性は諸々の面で劣っている。中でも、下層土はち密、強粘質で土壌の物理性は極めて劣悪である。そのため、この下層土の不良な物理性が梅雨などの多雨期には作物の湿害を助長し、また、は種期

並びに定植期においては、停滞水のため農作業機が降雨後なかなか畑に入れずに作業適期を逃す原因となっている。一方、下層土がち密であるため根群域が浅層、狭少化しやすく、これに土壌自体の保水力の乏しさも加わって干ばつにかかりやすくなる。さらに、近年、大型機械の導入により作土下の耕盤形成を促し、下層土の劣悪な物理的条件をより助長する原因となっている。

### 2. 超深耕に対する基本的な考え方

「超深耕」とは、従来の深耕を一步進めた土壌改良法で、深さ1mから時には数mを一挙に掘り起こして作土下の不透水層を破壊し、排水性を確保する耕法である。このように、超深耕は、耕起深度を如何にするかということではなく下層土の透水性と土性を中心とする物理的条件を改善する耕法である。

写真-1 バックホーによる超深耕



超深耕の工法と機械は、バックホー(ユンボ)、ブルドーザー、レーキドーザ、及びオーガなどであるが、露地畑においては、耕起深度が調節できるなど作業性の面からバックホーが多く用いられ

ている(写真-1)。

3. 超深耕畑の特性と作物の生育・収量

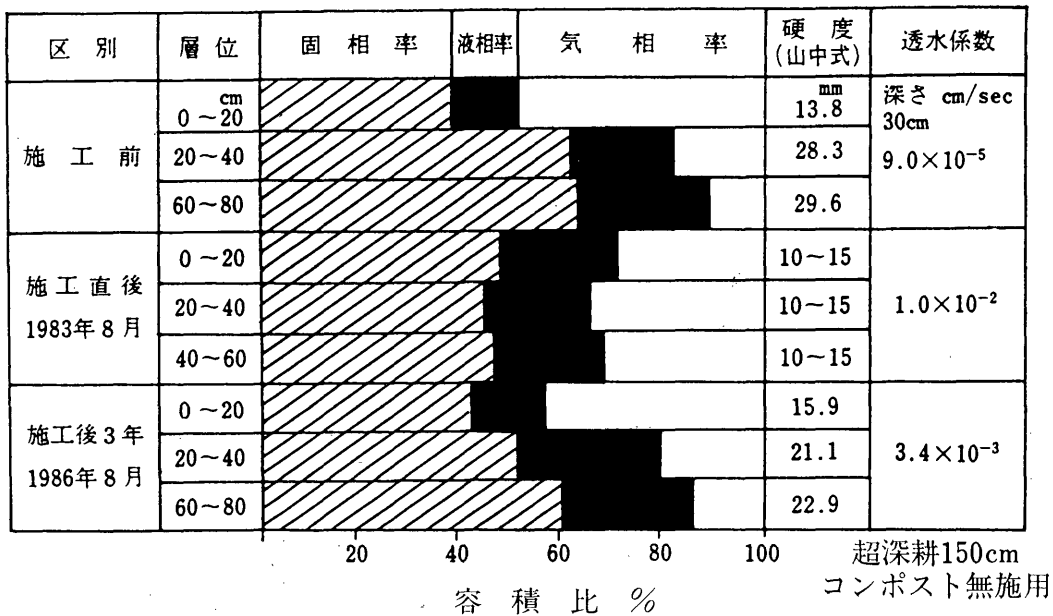
1) 土壌の物理性, 土性及び化学性

超深耕施工前, 施工直後及び3ヶ年経過後の三相分布, 硬度, 及び現場透水係数を第1図に示した。施工前には, 20cm以下の層において固相率が60%以上, 逆に気相率は20%以下と低く, 硬度(山中式)も28mm以上と硬かった。また, 現場透水係数も $10^{-5}$ cm/sec. のオーダーを示し, 作土下の層は極めて密で愛知県の土壌診断基準に程遠かった。しかし, このような土壌でも超深耕を行うことによって, 下層まで固相率の減少, 気相率の増加が認められ, 理想的な三相分布に近くなった。三相分布の変化にともなって, 土壌硬度も下層まで10~15mmと低い値を示し, 施工前に比べて著しく膨軟になった。従って, 現場透水係数も

$10^{-2}$ cm/sec. のオーダーと大きくなり, 透水性が良くなることが伺えた。また, 超深耕後3ヶ年を経過しても, 施工前に比べて作土下の固相率, 硬度及び現場透水係数の各項目とも明らかに差異が認められ, 改善効果が継続していることが伺えた。

渥美半島の東部地域は, 下層に砂に富んだ渥美累層が存在している畑作地帯がある。この地帯のほ場では, 作土の粘質な土壌と作土下の砂質土壌を混合して作土の土性を改良するために超深耕を実施している。もともと超深耕は, この地帯で土性を排水の良いものに改善しようという試みから始まったものであり, 現在でも土性を改善する目的で超深耕を実施する農家も多い。第1表に超深耕前と超深耕後における粒径組成の変化を示した。超深耕前は, 粘土が36.0%と強粘性を示して

第1図 超深耕による三相分布, 硬度, 透水係数の推移



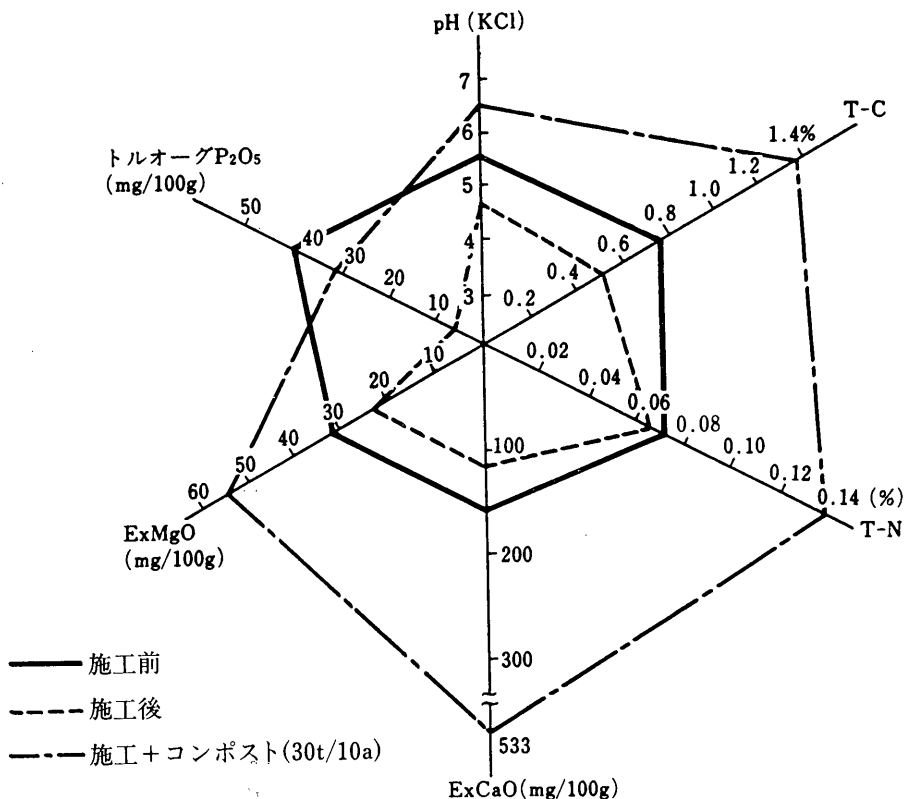
第1表 超深耕前と超深耕後の土壌粒径組成

処 理	層位(cm)	粒 径 組 成 (%)					土 性
		粗 砂	細 砂	砂(合計)	シルト	粘 土	
深 耕 前	0~27	18.4	30.8	49.2	14.8	36.0	強 粘 質
	27~190	15.7	45.9	61.6	12.2	36.2	"
	190~300	26.0	67.1	93.1	3.4	3.5	砂 質
深 耕 後	0~15	31.8	50.0	81.8	8.0	10.2	壤 質
	50~65	15.4	55.8	71.2	10.6	18.2	粘 質
	100~115	24.2	43.3	67.5	12.1	20.4	"

いたが、超深耕後は粘土が10.2%に減少し、代わって粗砂+細砂が80%以上に増え壤質な土壤となった。作土の化学性は、超深耕の耕法によって異なる。即ち、作土と下層土の混入割合が化学性に大きく影響を与える。ブルドーザなどを利用した

リッパー耕の場合は、あまり作土と下層土を攪乱しないため土壤の化学性は殆ど変化がない。しかし、当地域で多く行われているバックホーによる混層耕の場合は、掘削した深度までの土壤が全層に混合されるため、土壤の性質は施工前と異な

第2図 超深耕施工に伴う化学性の変化(作土)



ったものとなる。概して作土の化学性は、化学的に劣悪な下層土が混和されるためほとんどの項目で悪化した(第2図)。特に、有効態リン酸(トルオーグP<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)の低下が著しかった。さらに、土壤溶液への栄養塩類の溶出などを併発するため、有機物資材の施用による作土層の保水力、保肥力の強化が不可欠である。また、施用する肥料の種類と施用量は、有機物施用区の場合では普通化成肥料の慣行施用量でよいが、有機物無施用の場合では緩効性肥料(LPコート、ロング等)を用い

第2表 作物別にみた収量指数

作物	普通耕		超深耕*			備考 (作付回数)
	0	2.5**	0	2.5**	30***	
ダイコン	100	120	172	180	163	秋作1
ハクサイ	100	131	127	133	136	秋作2
スイートコーン	100	114	108	125	128	春作2 夏作2
ソルガム	100	198	176	242	285	夏作2
レタス	100	138	76	108	122	秋作3 春作2
ブロッコリー	100	110	92	99	115	春作2
カリフラワー	100	100	95	103	117	秋作2
キャベツ	100	102	95	98	107	秋作2

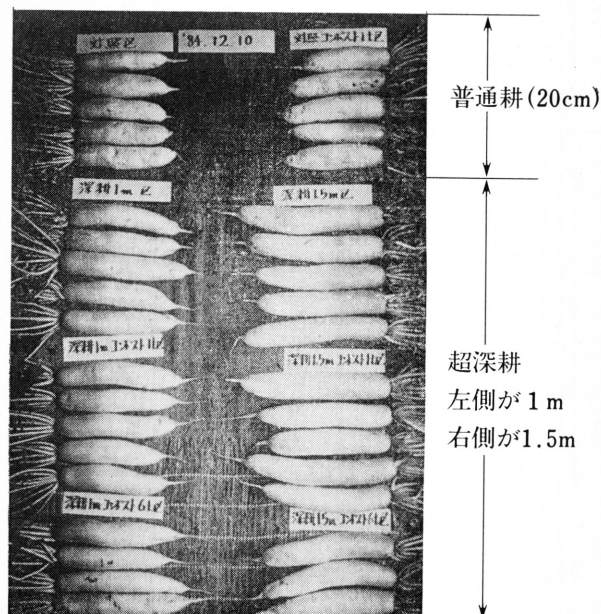
\* 超深耕区の収量指数は、超深耕100cm区と150cm区の平均値  
 \*\* 2.5区 普通耕区は、年2回作付け前に2.5t/10aずつ、深さ20cmまで施用(以下同じ)  
 超深耕区は、初作のみ深さ40~50cmまで5.0t/10a施用。2作目以降、年2回作付け前に2.5t/10aずつ施用(以下同じ)  
 \*\*\* 30区 超深耕施工時にのみ30t/10aを深さ40~50cmまで施用(以下同じ)

ることが大切である。無機・有機資材の施用は、作土の各養分をかなり富化させ超深耕にともなう作土の悪化を緩和した(第2図)。

## 2) 作物の収量

第2表は、超深耕畑と普通畑(無施工畑)に有機物資材の施用の有無を組み合わせる8作、延べ20作を3ヶ年にわたって当地域の慣行施肥量で栽培し、その収量調査結果を示したものである。ダイコン、ハクサイ、スイートコーン並びにソルガムの各作物においては超深耕を行うだけで増収効果があるのに対して、キャベツ、カリフラワー、ブロッコリー並びにレタスにおいてはかえって減収することがあった。概して、超深耕による増収が顕著な作物は、直播による栽培が主流で、比較的根群域が深い作物である。従って、超深耕によって下層土まで物理性が改善されて根群域が深くなったことが、これらの作物の増収につながったものと考察された。一方、超深耕のみでは増収効果が低いか、時にはかえって減収する作物は主に定植栽培となっている。これらの作物では、定植直後は下層土の物理性の改善効果より作土の化学性が強く影響し、レタスのように根群域が比較的狭い作物においては、超深耕による物理性の改善効果より作土の肥沃度の低下を招くという短所がより強く作用し、減収を招いたと考えられた。しかし、超深耕施工+有機物施用の両区は、ほとんどの作物で対照区(普通耕, コンポスト0t)の収量指数に比較して高くなった。このことから超深耕畑への有機物資材の施用は、超深耕の施工だけでは減収する作物を増収させ、安定的な収量確保に効果があると考えられた。理由は、前述のように有機物資材の施用が超深耕施工にともなう肥沃度の低下を緩和した(第2図)ことによると思われた。有機物資材の施用方法としては、毎作1t/10a(乾物換算, 以下同じ)の連用より、施工時に深さ40cm~50cmの中層位まで12t/10aを一挙に多量施用した方がほとんどの作物で増収する傾向にあった。このことから、超深耕の施工は不透水層を掘削して排水性の確保など物理性を改善すると同時に、40~50cmの中層位まで無機並びに有機の土壤改良資材を施用して化学性の改良を行って、はじめて超深耕による土壤改良を行った

写真-2 ダイコンの生育比較



と考えるのが妥当であろう。

## 3) 野菜の品質

下層まで土壌が膨軟になり、通気性や排水性が改善されたことによりダイコンでは尻ぼそりや曲がりやすくなり、肌つやが良くなるなど高品質のものが得られるようになった(写真-2)。スイカにおいても、排水性が向上するため水のコントロールが容易となり価格の良いL級~M級以上の収量割合が増大し、また、糖度の向上もみられた。

## 4) 土壤病害, その他

超深耕が土壤病害の発生に及ぼす影響は、病害の種類により異なる。概して、土壤水分の高いことが発病に関係するような病気(ダイコンの横しま症など)及び病原菌が地表近くに存在するときのみ発病し易い病気(疫病など)には超深耕の効果は高い。しかし、土壤の深いところでも棲息可能な病原菌による病気(ダイコン萎黄病など)には効果が低い。一般的には、超深耕の施工は病害の抑制に効果が期待できないと考えるのが妥当であろう。また、病害の蔓延を防ぐ意味から超深耕の施工に当たってはどのような病害が発生しているかを事前に調査し、あらかじめ土壤消毒などの対策を講じておく事が大切である。

超深耕は、雑草の防除に関してもその効果が大



きい。バックホーによる超深耕を施工することによって、雑草の全発生数は超深耕前の約55%に減少するとともに、雑草の発生に関与する0~20cmの表層部分の種子密度の減少は著しく、超深耕施工前の2.5%となった。

次に、経費の問題であるが、超深耕実施事例227件の調査によると、その経費は10aあたり4万円台から18万円に及んでいる。このような価格差が生まれる理由として、耕起深度の深さによる違いに加えて機械の運搬経費などの関与が考えられる。およそバックホーで10aを1m耕起した場合、10万円前後である。

4. 超深耕効果の持続性

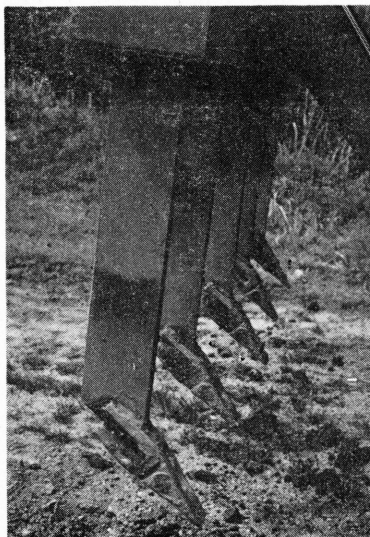
土壌の物理環境管理と作物の栽培ということ

写真-4 レーキドーザによるリッパー耕

(幅50cm, 深さ50cm, 2本に改良すれば農耕用トラクターで牽引可能)



写真-5 リッパー耕の刀の部分



第3表 超深耕施工後の土壌硬度の変化とリッパー耕の影響

層位 (cm)	超深耕施工後の変化			
	施工前	施工直後	4年後	同左+リッパー耕
0~20	16	12	16	16
20~40	26	12	25	13
40~60	25	13	21	16
60~80	25	12	16	15

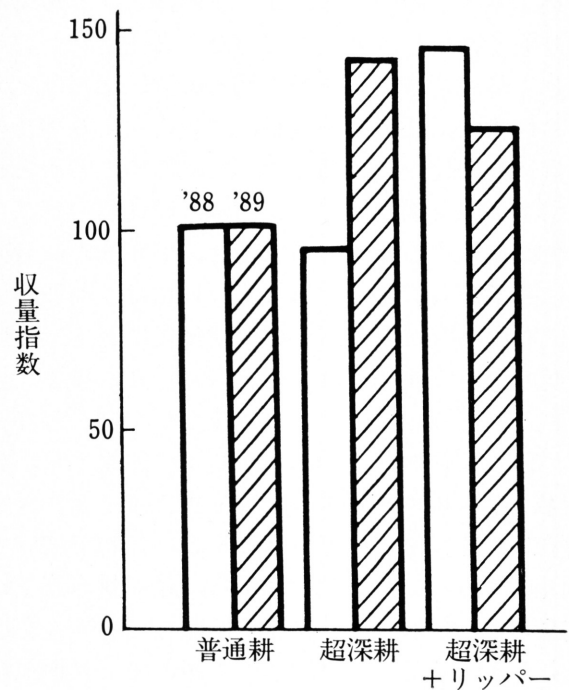
注 硬度測定：山中式、単位：mm

第4表 リッパー耕が透水性に及ぼす影響

試 験 区	現場インテーク定数		侵入度 (mm/hr)
	c	n	
普通耕 <sup>1)</sup>	0.2	0.86	5
超深耕施工直後 <sup>2)</sup>			420
超深耕施工4年 <sup>1)</sup>	4.7	0.80	271
同上+リッパー耕 <sup>1)</sup>	66.5	0.81	1,314

注 1) シリンダーインテーク・レート法、1988年スイカ作後測定  
2) Auger-hole法、1985年施工後測定

第3図 耕起方法とスイカの収量



6月中旬~7月中旬までの降水量：1988年 68mm、1989年 289mm (平年 222mm)

は、超深耕効果の持続性をいかに長く維持するかがいちばん大切になる。超深耕の効果は、前述したようにいろいろあるが超深耕を行う主目的は排水性の向上と根の伸張など下層土の透水性及び保水性の改善である。そこで、超深耕効果の持続性を排水性の改善効果に限定して考えると、排水性に対して効果の無くなる理由は作土層の下に耕盤が再び形成されるためである。従来、耕盤が再形成されて効果がなくなると再度バックホーで掘削する方法がとられていた。しかし、この方法は再度超深耕を行うわけであるから経費や時間がかかり、さらに、下層に礫があるときは礫が混入したり、せっきく塾畑化した作土が再びその化学性を劣化させたりする。そこで、レーキドーザによりリッパー耕（写真—4・5）を行って作土下の耕盤を破壊したところ土壌硬度、透水性等が改善され、十分その効果を回復することができた（第3・4表）。スイカの収量は、果実肥大期に干ばつ傾向に見舞われた年（1988）には、普通耕及び超深耕区においては葉の萎れが見られ生育が抑制されたのに対して、超深耕＋リッパー耕区は根群域が拡大されたことにより順調に生育し増収した。また、多雨傾向年（1989）においては超深耕だけの区においても増収しているところから、排水性の改善効果は根群域の拡大効果より持続性があるものと考えられる（第3図）。

## 5. 超深耕施工上の留意点

超深耕は、鈰質畑土壌において野菜の高収益安定生産ならびに高品質を目指す上で極めて有効な手段である。しかし、超深耕の施工が不相当だと超深耕の特性を活かしきれず、思ったほど効果が挙がらなかったり、かえって収量の低下を招くことがある。そこで以下に超深耕施工上の留意点を示す。

- 1) 試掘りを行って不良土層の成因や特性、その出現位置と厚さ、地下水の高さ及び下層土の性状等を把握して耕起方法や耕起深度を決める。
- 2) 耕起方法としては、1 m以内のところに排水不良の原因となる不透水層が存在する場合は、ほ場全面にわたって全層を混合する混層耕法を、1 m以上深いところに不透水層が存在する場合は、不透水層を打破するようにバックホーのアームの可動範囲内（4 m×5 m）に1個（10 a 当たり約50個）の割合で逆円錐形のスポットを掘り、その後1 m以内をほ場全面にわたって混層する。
- 3) ほ場の一部に病気が発生しているときには、全面に拡散する恐れがあるので必ず防除をしてから行うことが大切である。
- 4) 混層耕の場合、作土の肥沃度が低下するので深耕ロータリーなどで中層位（40～50cm）まで有機・無機の土壌改良資材を施用する。
- 5) リッパー耕導入後は、透水性が良好となるためハクサイ等にほう素欠乏症が発生する地帯においては、BMようりんの施用が必要である。

