

解 説

東海・中部地域における土層改良
—超深耕を中心として—

吉野 昭 夫

Subsoil Improvement by Ultra-Deep Tillage
in the Central Part of Main Land, Japan.

Akio Yoshino

Hokkaido National Agricultural Experiment Station

(Soil Phys. Cond. Plant Growth, Jpn, 70, 67-72, 1994)

1. はじめに

土層改良の目的は、各種土壌の生産阻害要因を改善して、作物にとって好適な土壌条件を策出することである。真弓(1986)は、土壌の生産阻害別要因を①表土の理化学的性質に阻害要因、②下層の土壌断面に物理的・化学的に劣悪な土層が介在、③土地全体が過湿または過乾、の場合として大別している。土層改良の対象としては、②と③が主たるものであろうし、その方法として広く普及しているのは深耕である。深耕の種類としては(真弓1986)、①混層耕法、②反転客土耕法、③改良反転客土耕法、④耕盤破碎耕法、⑤心土破碎耕法、⑥深耕耕法(耕起深が40cmまで)、⑦超深耕耕法(40cm以上の耕起深)等々である。また、用いられている機械は、耕耘的機械として、①混層耕プラウ(ボトム型)、②反転客土耕プラウ(ディスク型)、③改良反転客土耕プラウ(三段混層耕プラウ)、④深耕プラウ、⑤深耕ロータリ、⑥深耕スクリーベータ、⑦深耕トレンチャー、⑧心土耕プラウ、等々、さらに、土木的機械として、①ブルドーザ、②レーキドーザ、③バックホー(ユンボ)等々が使用されたい。

ここでは、東海・中部地域における土層改良の実施例の概要及び愛知県渥美半島を中心に普及している超深耕について紹介する。

2. 東海・中部地域における土層改良の実施例

東海・中部地域における営農上の特徴は、畑作・野菜畑・樹園地が多く、また、これらの生産基盤となっている土壌は、鈳質土壌の比率が高いということである。そこで、先般、豊橋で開催された「鈳質土壌の改良と高品質作物生産」に関するシンポジウム資料(農研センター北海道農業試験場

1993)により、土層改良耕法とその効果に関する幾つかの事例を以下に紹介すと次の通りである。

1) 中粗粒黄色土造成圃における二十世紀ナシの果肉硬化症発生防止対策(山口農試環境部)。溝状深耕・放射状深耕と暗渠、炭カル・ようりん、牛糞オガクズ堆肥を組み合わせた総合改善区は、根群分布が広がり、特に細根数が増加した。そのため、石ナシ果(水分が少なく石のように硬いナシ果)の発生が減少した。

2) 細粒黄色土を対象に露地トマトの品質に及ぼす深耕(ユンボで60-80cm耕起)、有機物、無機改良資材(三重農技セ環境部)。無深耕区では、すじ腐れ、不良果及び裂果が多かった。また、アスパラガスを供試作物として、隔畦に畝間部分を27cm、深さ50cmにトレンチャー深耕を実施した結果、有機物深層混合により根系が深く分布した。しかし、トレンチャー末端を圃場外排水路に連結させないと、トレンチャー内に雨水が溜まる。このことは、大変重要な事実で、深耕を施工したときは必ず水はけの水みちをつけることが大切である。

3) 細粒黄色土造成圃の水収支特性(岡山農試化学部)。地表下50cmの土層について、土壌の過湿時を避けて盛土により均平化造成を行ったところ、粘土含量40~50%の重粘土にもかかわらず排水性は極めて良好となった。このことは、過湿時に土壌をねり返したり、重機器で圧密、不透水層を形成させてしまうと、その後いくら有機物の施用、あるいは暗渠排水等を施工しても、その効果は見られないことを示唆している。即ち、造成時(施工時)における圃場の水分状態が、効果発現の決定的な規制要因となる。

4) 黄色土地域の水田転換圃を含むバラ園土壌の実態調査(静岡農試化学部)。黄色土地域は、土壌が締まり

キーワード: 土層改良、超深耕、畑土壌、透水性改善、根圏域拡大、

易いので、深耕と有機物の投入により物理性の改善を図るとともに、改植時に多量の有機物を混合して深耕し、下層土の透水性を良好にすることが必要であると結論された。

3. 超深耕の背景

鈣質土壌（赤黄色土）は、東海地方から関西、中国地方に広く分布し、四国、九州北部にもかなりの分布がみられる。全耕地面積は37万haを超え、南西日本では畑・樹園地面積の25%を占めている。鈣質土壌は、堆積様式がちなため固相率が大きく、かつ、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、狭少化し易く、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易くなる。そのため、作物の生産性を増大し、安定させるためには、下層土の改良、中でも、透水性を如何に向上させるかが決定的に重要である。

4. 超深耕に対する基本的な考え方

「超深耕」とは（吉野1992）、従来の深耕を一步進めた土層改良法で、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、浅層地下水層につなげて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作土層の土性を中心とする物理的条件を改善する耕法である。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。

5. 超深耕畑の土壌理化学特性と作物の生育・収量

1) 土壌の物理性及び化学性

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図-1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以上と著しく高かった。また、現場透水係数も 10^{-5} のオーダーを示し、作土下の層は極めてち密であった。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と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。また、三相組成の変化にともなって、土壌硬度も下層まで10~15mmに低下し、施工前に比べて土壌構造が発達し（写真-1）著しく膨軟になった。さ

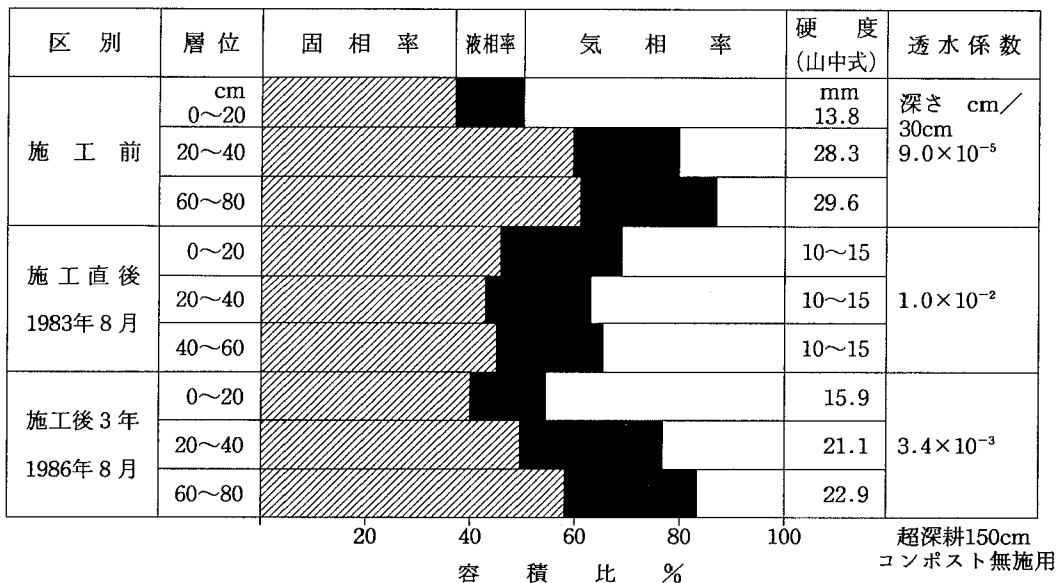


図-1 超深耕による三相分布、硬度及び透水係数の推移

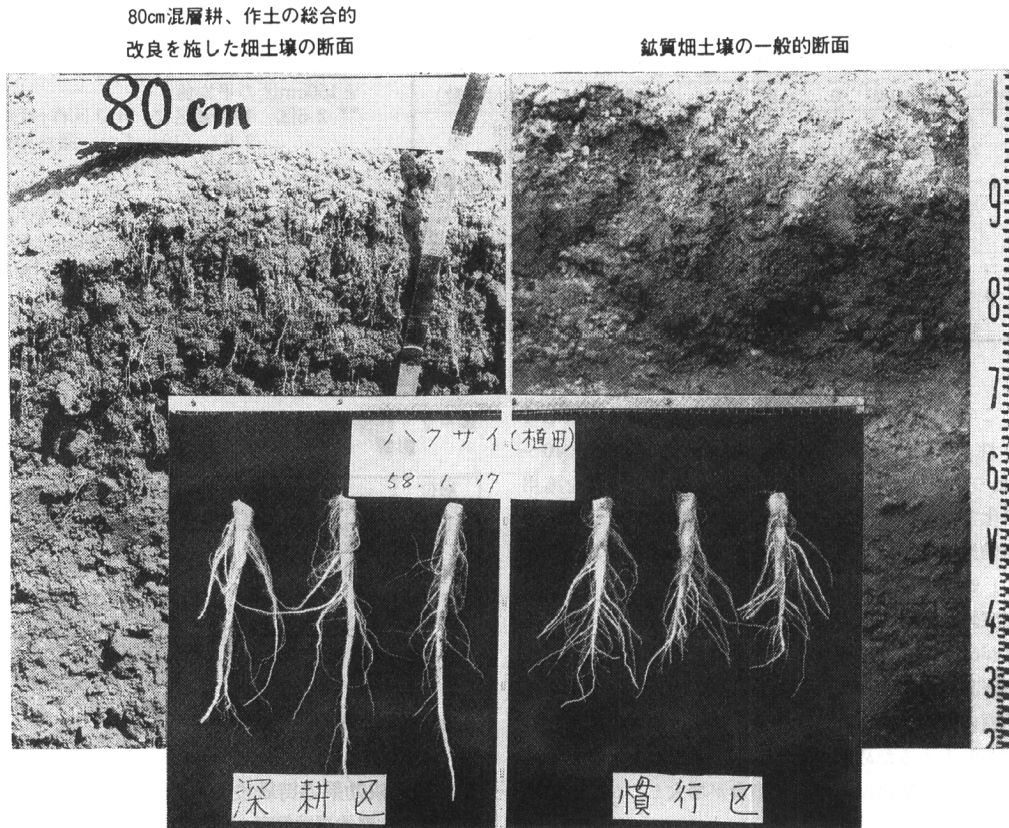


写真-1 超深耕による土壌構造の発達状況とハクサイの根の生育状況

らに、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、改善効果が持続していることがうかがえた。

作土の化学性は、超深耕耕法の種類や土壌各層位の肥沃度レベルによって異なる。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壌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壌が全層に混合されるため、土壌の性質は施工前と異なったものとなる。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。特に、有効態リン酸（トルオーグ P_2O_5 ）の低下が著しかった。

一方、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。この地帯のは場では、作土の粘質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地域もある。

2) 作物の収量

表-1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、スイートコーン及び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、ブロッコリー及びレタスにおいてはむしろ減収することがあった。全般的に、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（写真-1）、これらの作物の増収につながったものと考察された。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。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

表-1 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)

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の中層位まで無機及び有機の土壌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壌改良効果が期待できるものと考えるのが妥当であろう。

3) 野菜の品質

超深耕施行畑では下層まで土壌が膨軟で、通気性や排水性が改善された結果ダイコンでは尻ぼそりや曲がり等の規格品外の割合が少なくなり、肌つやが良くなるなど高品質のものが得られた。また、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、かつ、糖度の向上もみられた。

4) 土壌病害、その他

超深耕が土壌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、土壌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、土壌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。そのため、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、あらかじめ土壌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18万円に及んでおる。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

表-2 超深耕施工後の土壌硬度の変化とリッパー耕の影響

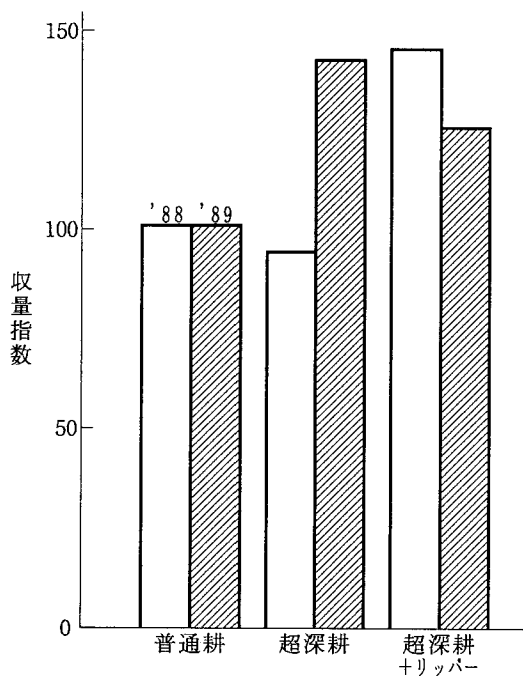
層位 (cm)	超深耕施工後の変化			
	施工前	施工直後	4年後	同左+リッパー耕
0~20	16	12	16	16
20~40	26	12	25	13
40~60	25	13	21	16
60~80	25	12	16	15

注 硬度測定：山中式、単位：mm

1m耕起した場合、10万円前後である。

6. 超深耕効果の持続性

土壌の物理的環境管理と作物の栽培ということでは、超深耕効果の持続性をいかに長く維持するかが最も大切になる。超深耕の効果は、前述したように多様にわたるが、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(表-2)。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、せっか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、超深耕施工後4年目の圃場を供試し、レーキドーザによりリッパー耕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。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(図-2)。



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

図-2 耕起方法とスイカの収量

7. 超深耕施工上の留意点

鈳質畑土壌において超深耕による効果が期待できる土壌条件は、下層に砂質の土壌があって混層耕によって土性が改善される地帯、あるいは地表下2mか3mの所に砂礫層の不圧浅層地下水層があると理想的である。しかし、超深耕の施工が不適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、1m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、は場全面にわたって全層を混合する混層耕法を、1m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（4m×5m）に1個（10a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1m以内をは場全面にわたって混層する。

3) は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

が必須条件である。

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は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。また、有機物の施用量が少ない場合は、コーティング肥料等緩効性の肥料を使用する。

引用文献

- 1) 真弓洋一（1986）：土層改良，農業技術体系，土壌施肥編5：畑243-246。
- 2) 農業研究センター（1993）：シンポジウム資料-鈳質土壌の改良と高品質作物生産，p 104，農業研究センター，つくば。
- 3) 吉野昭夫（1992）：超深耕による畑土壌の改良，農業技術体系，土壌施肥編5：畑152/1/1-6

（受稿年月日 1994年4月26日）