

# 深耕と水稲生育

山 沢 新 吾\*

## はしがき

深耕\*\*は水稲生育および増収に対し、生産力的な必要条件である。各種耕うん機械の使用によって、その目的を達成しなければならない。筆者は、水稲の生育収量に対する深耕の効果、耕法、耕うん機械、耕うん作業性能等につき農業機械の立場より考察検討し、討議の資料に供するものである。

### 1. 水稲高位生産と深耕の役割

水稲の増収をはかるには、耕地の排水、客土、有機物多用、深耕という一連の技術的施策が望まれる。目的とする増収をはかるには、まず、理想的な土壌を造成することである。その条件とは、壤土、埴壤土であり、かつ、心土層も良好であること、耕土層を含めた有効土層が厚く、水稲生育に適度の透水性を有すること、土壌中に多量の有機物と養分を保蓄すること等である。このうち、深耕は水稲高位生産に寄与する水稲根環境改善の一手段<sup>1)</sup>であって、根系の活動範囲を拡大し、溶脱成分を還元し、養分豊度の維持増進等によって、根と茎葉の健全な生育を確保し、増収を期するものである。したがって、深耕方法や、濃厚肥料の適正施用、土壌透水性改善のための心土破碎、土壌の乾燥等により、さらに、生育期間中の健全な根の発達と維持をはかる管理等の総合的改善によって、初めて高位生産の目的を達することができる。

### 2. 地力の増進と耕深

水稲の環境要素のうち、土壌的要素としては、地力増強が多収の先決問題である。このためには、前述した理想的な土壌を造ることから出発しなければならない。一般に水稲の増収に対しては、地力依存が約 $\frac{2}{3}$ で、肥料その他の栽培技術依存が約 $\frac{1}{3}$ といわれている。深耕が水稲の生育に対し第一義的に効果である点は、養分の天然供給量の増大、順調な生育、肥料濃度の改善、保肥力の増大、根茎比の適正化等である。土層は耕土、硬盤、心土に分けられるが、多収を望む水田としては、硬盤の厚さ

6～9 cmを含めて、その部分まで耕土化し、耕土18cmあればほぼ適当である。

さらに、心土が深く肥沃なことも多収の要件であり、その深さは30cm以上が望ましいようである。富民協会が行った集団地多収穫競技会で1～10位の圃場の耕深は15～40cmで玄米反収750～1,000kgの成果をあげており、そのほとんどが耕土の深いところである。また、1949～1956年にわたり実施された朝日新聞社主催の米作日本一表彰会<sup>2)</sup>で各地の首位を得たものの出品田の耕深は20cmが最も多かった。また、この深さ程度は、多収穫において倒伏を防ぐことから適当のようである。このように、多収をあげた水田の調査をみると、いずれも耕土が深い。

耕土を重量的にみると<sup>3)</sup>、乾土で10a当り約1cmとみなされるので、耕深12cmを18cmにするには約60tonの耕土を増すことになり、量的にも決して少ないものではない。これらの土量を能率的に耕うんするためには、強馬力のトラクタや、深耕用耕うん機具の開発利用が注目される。

### 3 深耕による増収効果

深耕は増収の第1要件ではあるが、それとともに、施肥法、品種、栽培管理等が総合的に改良されることによって、はじめて能率の高い栽培技術が確立され、増収の期待が得られることになる。深耕に対しては、能率的な深耕可能の耕うん機械を使うか、または、深耕の耕法を行うとともに与えられた耕土の処理として、適正な代かき作業を行なうこと等、量、質の改善に注目しなければならない。

深耕多肥による収量試験について、全国農試の結果<sup>4)</sup>より深耕の効果を見ると、北関東、北陸以北では16.6～20cmが多く、それ以南では20cm以上において増収している。20cm耕は増収上からみて与えるべき耕深と考えてよからう。

また、鴻巣農試<sup>5)</sup>で行った9cm耕と30cm耕および熊本農試で行った9、15、21cm耕の収量結果においても、9cm耕に対し30cm耕が、湿潤土に対し風乾土が、また、増収の発現は15cm耕が2年目で高位収量を確保できる等適度の耕深が必要である。

佐賀県農林部が現地圃場について行った深耕試験<sup>6)</sup>で

\* 東京教育大学農学部

\*\* 耕土13cm以下を浅耕とし、それ以上を深耕とする。

は、土性によってその発現程度が異なるようで、粘土型では10~14cmが高く、壤土型では14~16cmが、砂土型では16cm以上の耕深が増収効果をあげ、これ以下または以上の事例は少ない。

以上の試験に照しても、水稻の増収を耕深から考えると、概括して耕深 18~21cm 程度が望ましく考えられる。これとともに、十分に土地条件を調べた上で決めるとともに、その後の作付体系や、肥培管理をも含めて検討しなければ増収の効果を期することはできない。

4. 耕深増加の耕法

深耕は土壌づくりの基となる作業であって、各種の耕うん機械の選択、使用によってその目的が達せられる。しかし、これらの耕法の違いによって、作業手段の性能の違い、耕土の構造や配列を変えることとなり、これにもとづく土壌の理化学的性状の変化が稲の生育や収量にまで影響を及ぼすものと考えられる。

耕深増加の耕法には、単独耕法として、反転耕、攪碎耕、混層耕(天地返し耕)、心土耕、復合耕法として、反転耕+心土耕、反転耕+混層耕、攪碎耕+心土耕等がある。

(1) 反転耕 すき、プラウによる水田耕起の方法で、土壌に対し耕起、反転、放てき等の作用を殆んど同時に行うものである。反転耕の効果は、雑草の発生を抑制し老朽化を防止することで、このため、すきやプラウの改良の重点が反転性能を向上することに注がれている。

(2) 攪碎耕 駆動型耕うん機、ロータベータ等による耕うん作業で耕起、碎土が同時に行なわれ、耕土は攪碎破砕される。一般に駆動耕うんでは、耕深の増加に伴って所要動力はほぼ直線的に増大する。この耕法による深耕の達成はおのずと限度があり、普通は耕土層の耕うんである。

(3) 混層耕 反転耕と同様な機種による耕法であるが、耕土、硬盤、心土の層にわたり深耕、反転を行う。混層耕は土層の吟味が必要で、一般に地表近くに不良土層が良好な土層と混在しているなど、理化学的な土層配列が悪い場合に行う耕法である。水田の場合あまり行なわれないが、一度に目的とする耕深に達するには、中、大型トラクタにて混層耕プラウをけん引して行う。

(4) 心土耕 心土犁、心土プラウ、Uドーザ型心土破砕機、振動式心土破砕機等により心土層を破砕、膨軟にして耕土層をあまり混合させない耕法である。心土耕は深耕の一方法であり、下層土が不良な性状の水田や重粘土、硬盤のある水田で積極的に行いうる深耕技術である。

(5) 反転耕と混層耕 一般に反転耕は耕土層の範囲で

あるが、乗用トラクタ用犁、深耕プラウ、混層耕プラウ等を用いれば、さらに、硬盤、心土層等を反転混層することができる。

(6) 反転耕と心土耕 後随型心土プラウ(犁)や側耕型心土プラウ(犁)等により行う耕法で、心土耕の行われる割合は耕深の約3割程度である。この耕法によれば、心土層が破砕され、膨軟になった心土の上に耕土が反転されるため、心土層も除々に耕土化される。

(7) 攪碎耕と心土耕 ロータリ耕とUドーザ型心土破砕機、ロータリ耕と振動式心土破砕機等により耕土を細砕し、心土を粗砕し、土層断面の構造を土の配列の点で特長づけた耕法である。

5. 深耕と水田耕うん機械

けん引、駆動方式に分けて耕深と関連する特質事項を示すと表1となる。

(1) すき 単用犁はすき先およびすきへらが犁身の下部に固定し、れき土の反転方向が一方だけに限られるすきである。双用犁は犁体の転向によってすき先とすきへらとが同時に向きを変えて平面耕を行うのに適する。2段耕犁は単用犁、双用犁共に本犁の前方に副犁を取付け、1回掛けで耕土を上下2段に同時にすき起す作業をするものである。小型トラクタ用犁は2輪トラクタに連

表一 深耕と水田用耕うん機械

I けん引型 耕うん 機械	1	(1) 単用犁…畦立耕、畦崩し耕、深耕に適する。 (2) 双用犁…平面耕、けん引抵抗少なく深耕しやすい。 (3) 2段耕犁…耕深単用で15cm、双用で14cm。 (4) トラクタ用犁…耕深小型トラクタ用犁12.6~14.2cm、中大型トラクタ用犁20~30cm。 (5) トラクタ用心土破砕機付犁…往耕プラウ、すき、復耕心土破砕機耕土12cm、心土10cm。
	2	(1) ボトムプラウ…耕深15~18cm、中大型トラクタ20~30cm (2) 深耕プラウ…耕深30cm以上、16''~18''直装型プラウ (3) 混層耕プラウ…耕深50~90cm、20''以上の一連プラウ (4) 心土プラウ…30cm、心土耕の深さ5~15cm、15PSは作土15~20cm、心土3~5cm (5) ディスクプラウ…24''~26''で耕深15~24cm
	3	サブソイラー…心土耕用18~85PSで30~70cm
	4	Uドーザ型心土破砕機…心土耕用30cm程度
II 駆動型 耕うん 機械	1	ロータリ型…一般に耕深12cm程度、遅い速度で16cm、耕転爪の回転半径16~19cm
	2	クランク型…ロータリ、クランク、スクリュウ型のうち深耕に適する。
	3	スクリュウ型…20cm程度まで、深耕用スクリュウ刃最大30cm
	4	テイラー型…浅耕、碎土目的用
	5	ロータベータ…20cm内外、硬くても15cm、10~70PSで12~18cm
	6	振動式心土破砕機…心土耕用耕深25~30cm、所要馬力15~20%軽減

結使用できる。各部の構造を改造したすきで、水田耕起用として省力深耕上実用価値が高い。しかし、それでも表一1のごとく浅耕である。すきの比抵抗は耕深11~12cmが最小となる関係にあり、最もよい性能を発揮する。小型トラクタ用心土破砕器付犁は本犁に心土破砕刃を装着し、1行程ですき、プラウを2行程で心土破砕器を作用させる耕法で、表一1のごとく小型トラクタで大型トラクタなみの深耕ができる。

(2) プラウ 撥土板プラウ プラウ耕において一度耕起したれき土が後戻りしないためには  $\alpha=45^\circ$  ( $\alpha$ : 前のれき土の表面と耕起面の垂線とのなす角) 程度がよいとされる。したがって、14" プラウの耕深は25cm程度が適当とされる。プラウの標準耕深は1枚のボットの刃幅の約60%である。深耕プラウ=一般に30cm以上深耕できるプラウをいう。構造は大きな撥土板、長い地側板、大きな前れき輪および円板コルタを備える特殊プラウである。心土プラウ=作土と心土とを混合しないで、別々に耕起し、膨軟にして土壌改良に用いられる。撥土板の下方に心土破砕刃が取付けてあり、耕起と同時に下層土に対する心土破砕耕が実施できる。その構造として、後随型、側溝型がある。表土耕と心土耕のけん引抵抗の割合は1:1で、心土比抵抗は植土0.9kg/cm<sup>2</sup>、植壊土0.6kg/cm<sup>2</sup>が標準である。混層耕プラウ=超深耕プラウに属し、刃幅に対する撥土板が比較的大きくかつ高い。20"以上の一連プラウが一般に使用される。ディスクプラウ=回転しながら土壌を切断、破砕、反転する円板、円板をフレームに取付けている支持腕(ブラケット)、円板に附着する土をかき落とす作用を行なうスクレーパがその主要部である。この円板に円板角、傾斜角を与え回転により土壌を切断、破砕、反転する機構のものである。

(2) サブソイラー(心土犁) 表土と心土との反転、混合をさせ、心土の部分のみを破砕し膨軟化して下層土の性状をよくする心土耕である。構造は破砕刃、支持刃、フレームからなっている。

(4) Uドーザ型心土破砕機<sup>7)</sup> 小型トラクタのヒッチ部にU字型にブレード刃を取付け、鋭利なすき先により小馬力で表面下30cm程度に心土耕を行うものである。硬い土壌を耕うんする場合でも、20cm位の深耕はできる。なお、ロータリ耕と併用すると、車輪軸に働く無用の力を有効なけん引力として活用でき、しかも、土壌構造上から適切な状態を与えることができる。

(5) 駆動型耕うん機 ロータリ型=耕うん部は水平回転軸に10~20本位の耕うん爪をら旋状または千鳥状に配列し、これを200~300r.p.mで回転させるもので、機

体の前進速度と爪軸の回転速度とによって、任意の土塊を切削破砕することができる。耕うん爪には普通爪、なた爪、巴爪等があり、現在なた爪の使用が最も多い。クランク型=水平のクランク軸に4~10本の連接棒とその先端に耕うん刃を装着し、支持棒によってその運動を拘束する機構である。スクリュウ型=機体の後部に2本または4本の垂直回転軸を有し、この軸の下方にら旋刃をとりつけ各軸が一対づつそれぞれ内側に250~300r.p.mで回転するもので、機体の前進と共に土を切削攪拌するものである。

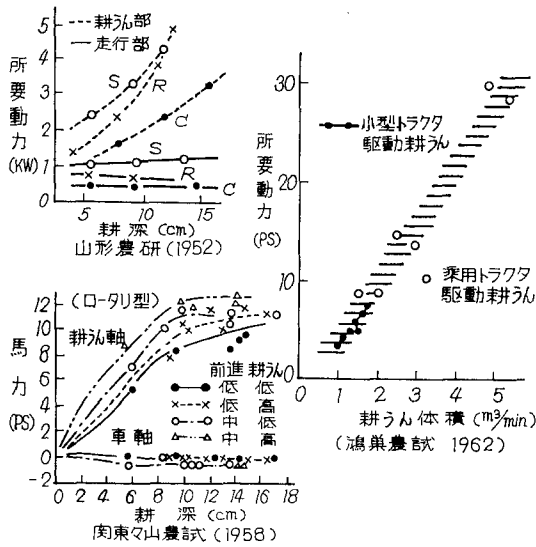
ティラー型 小型トラクタの走行車軸と耕うん砕土軸とを共用した1本の水平駆動軸に耕うん用ロータとして爪車、なたロータ、花型ロータ等を装着し、前進車輪の役目を兼ね、抵抗棒、馬鉄などの抵抗操作の調節によって耕深を加減するものである。

ロータペータ 乗用トラクタのPTOより動力をとり、トラクタに直装した大型ロータリである。普通180r.p.m前後の回転によって駆動する。使用後の地表面が比較的均平となり能率的であるので、わが国でもかなり広く使用されている。

振動式心土破砕機<sup>9)</sup> 手塚、遠藤両氏が鴻巣農試において開発したもので、直柱ノミ先型心土犁を前後方向に振動させるため、偏心カムの回転駆動によって、そのけん引抵抗を軽減し、深耕性能の向上をはかるものである。適当な振動数、振巾により約20~40の車軸トルクの軽減ができるし、心土耕後ロータリ耕を行うと所要動力が15~20%軽減できる。

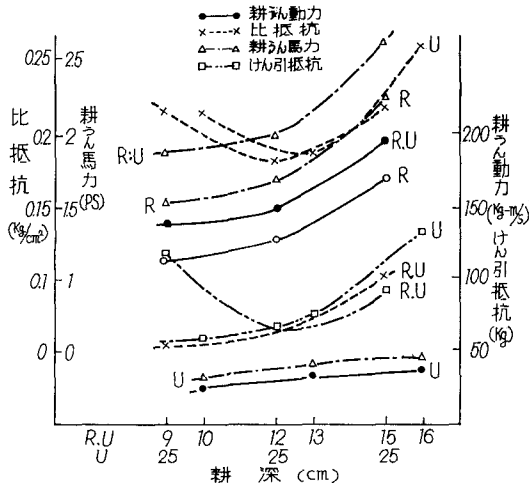
## 6 深耕からみた水田用耕うん機械の特性

(1) 駆動型耕うん機による攪碎耕 型式別に耕うん部と走行部とを分けて測定した耕深と所要動力との関係<sup>10)</sup>は図-1のようにロータリ型は耕深が大きいほど所要動力の増加割合が大きい。スクリュウ型はロータリ型について大きい。クランク型は最小で、深耕性能はすぐれている。ロータリ型における耕うんピッチと所要動力との関係は、耕うん軸を高速回転する場合に所要動力は大きくなり、耕うん軸の回転は同一でも走行速度を増すと所要動力は大きくなる。したがって、同一馬力でも深耕を行うには、耕うん軸の回転数を低くし、走行速度を遅くすることである。耕うん体積と所要動力との関係<sup>10)</sup>は小型、大型トラクタを通じ、ある幅をもって大体直線的に増大する傾向を示す。畜力耕と比較した駆動型の砕土性能は高いが、反転が劣る。耕土全層にわたって直径1~2cmのややとがった土粒が分布し、その間隙はあまりよく練られない。特に下層ではその分布率の差がはなは



図一 耕うん機械の特性

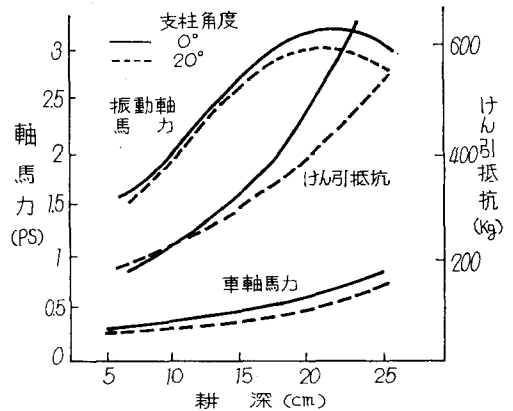
だしく下層までも十分に砕土され土粒が細かしくなっている。耕起法による土壌構造の差異は水稻の生育に影響するところが多い。その要因は、耕土層の酸化還元状態の差異で、耕うん機耕はシロカキ直後酸化状態にあるが、生育中期以後は還元状態となりその持続が長い。また、耕土層のNH<sub>3</sub>-Hの分布と消長は、比較的上層に多く、下層に少ない。したがって、茎数、草丈は旺盛であるが、登熟に不足を生じ、生育が衰える傾向を示す。また、耕うん機耕は砕土性能がよく田面は比較的軟くなるため、深植となり分けつを阻害する。雑草の発生は反転不十分のため多く、透水性が高く漏水しやすい傾向を示す。



図二 耕深と耕うん特性

(2) Uドーザ型心土破砕機とロータリ耕併用の耕うん特性 Uドーザ型心土破砕機とロータリ耕を併用すると車輪軸に働くロータリ耕うん時のマイナスのトルクと搭載機関の余裕馬力をけん引馬力として有効に利用して心土層をブレードで破砕し、同時に耕土層のロータリ耕うんにより省力深耕が可能となる。ロータリ耕(R)およびUドーザ耕(U)に対し、R、U耕の耕うん性能を示すと図一2となり、ロータリ耕深(DR)12cm付近から比抵抗は急増する。すなわち、R耕深が占める割合が増すにしたがって耕うん動力も増加する。軽壤土水田における適正耕深はDu=25cmの場合DR=12~13cmが適当と思われる。けん引力の点からみて適正な耕深は、Du=25~30cmの場合、DR=12~13cm、すなわち、全耕深の約半分をR耕とする場合が耕うん特性上合理的と推量される。またR耕とU耕併用におけるけん引馬力<sup>11)</sup>(DR=13cm)は18~20cm耕深において約0.3PSほど少ない特性が認められる。R、U耕の砕土性能は深耕を可能とすると同時にR耕がやや細くなる状態を呈し、砕土性からもR、U耕は適当な耕法と考えられる。

(3) 振動式心土破砕機の負荷性能<sup>12)</sup> 歩行用トラクタにおいてはクランク軸馬力はチゼル角20°において最小となり、チゼル巾の増加とともに増大する傾向を示す。また、チゼル角度と膨土断面積は10°, 20°は小さいが、30°, 40°は角度の増加とともに増す。乗用トラクタにおける耕深と軸馬力との関係は図-3のように、耕深の増加とともに車軸馬力は増加し、振動軸馬力も増加するが、耕深20cm程度より軽減する結果となる。支柱角度はいずれも20°の場合が軽減される。支柱角度0°の場合は耕深が増加するほどけん引抵抗の増加割合は大きくなる傾向にあり、比抵抗は支柱角度の影響が少なく、15cm程度の場合が大となる。このような特性を生かして、深



図三 耕深と軸馬力、けん引抵抗(手塚、遠藤)

耕用心土耕として今後の開発普及が望まれる。

7 耕うん機械による耕うん作業

(1) 駆動型耕うん機による耕うん作業<sup>12)</sup>

タン水前耕うん, タン水後シロカキ法 耕起はゴム車輪または鉄車輪を装着して, ロータリ耕ではなた爪で大体耕深12cm程度に耕起する。耕深を増したり, 土塊を細かくするには耕起2回以上行うこともあるが, 耕うん回数を増すと一般に減収する。増収するのは耕深が深かったり, 潜在Nの発現が多くなったり高まったりするためである。シロカキ回数を増すと深植になりやすく, 土壌が還元になる。肥料は混合によって土壌に吸着される。また, 漏水が少なくなる。これらの点を考慮して, どの程度にシロカキすべきかをそれぞれの水田の特性について決定すべきである。

攪碎耕の生育収量 小土塊が多くなることにより土壌中の有機態Nが早くNH<sub>3</sub>-Nになり土壌が還元となる。そのため分けつ期幼穂形成期に生育が旺盛となるが, その時期以後土壌の還元による根の機能障害により生育がおとろえる傾向がある。攪碎耕で収量の多い場合は小土塊による生育の障害程度が軽く, 穂数が多い場合である。

(2) うないがき法 (タン水後2~4回攪碎耕を行う方法)の生育, 収量<sup>12)</sup> 耕うん前の土壌がある程度細かく砕かれやすい状態でないと耕深が浅くなり耕うんのむらが生ずる。耕土内の土塊分布は反転耕と乾田攪碎耕との中間的な状態である。初期生育がやや旺盛であるが, 幼穂形成期頃から生育がおとろえ, 普通の耕うん機耕より穂数や顕花数が減少する傾向がある。

(3) ティラー型耕うん機による耕うん作業 すきによる反転耕法またはロータリ, ロータによる攪碎耕を行う。耕起は小馬力の場合は浅耕になりやすいが, 馬力の大きいものは畜力犁耕と同じ程度の深さに耕起できる。砕土はかごロータ, 花型ロータ, ロータリ等を取付けて行う。ティラー犁耕の収量をロータリ耕と畜力犁耕と比較すると表一2のようである。

(4) 乗用トラクタによる深耕作業<sup>12)13)</sup> 普通はボトムプラウで行うが, 耕深おむね20cm以上を耕起するためには, 中, 大型トラクタが必要である。反転効果は高いが砕土および均平に多くの労力がかかる。反転耕法による耕土上下層の有効成分を混和する効果が高く, 水稻の増収に役立つ。深耕田の水稻は一般に初期生育がやや劣るが, 中期以後の生育がまさる。したがって, 顕花数が多くなり, 増収するが, 生育後期に登熟不良, 病虫害, 倒伏等による被害を受けることがあるので, 土壌お

表一2 ティラー型耕うん機と他の耕法との収量比較

試験場所	区別	10a当玄米重(kg)	耕深(cm)
岡山山農試 鴻巣水田 (1956)	ティラー犁耕	454	
	ロータリ耕	446	
	畜力犁耕	452	
同上2毛作田 (1957)	ティラー犁耕	452	
	ロータリ耕	456	
	畜力犁耕	428	
同上レンゲ跡地	ティラー犁耕	540	9.9
	ロータリ耕	570	13.4
	畜力犁耕 (2段耕)	570	16.4
岐阜農試	ティラー犁耕	461	15.5
	スクリュウ耕	498	16.4
	畜力犁耕	494	18.2

よび気象条件と肥培管理法をうまく組合せる必要がある。

(5) 心土耕法による深耕作業<sup>14)</sup> 心土が破碎をくりかえすことによって次第に耕土化され, 漸進的な深耕法として有効な方法である。耕深はトラクタの馬力と心土破碎装置などにより異なるが, 15PS程度のトラクタでプラウと心土破碎犁とを同時にけん引する場合は, 耕土層15~20cm, 心土層3~5cm破碎することができる。また馬力の小さいトラクタでは耕起と心土破碎を分けて2行程で行うことがある。心土耕の効果は土壌の孔隙が増大し, 透水性が良好となる。地温が上昇し, NH<sub>4</sub>-Nの生成もさかんととなり, 肥料の下層への移動により土壌の還元がさまたげられ, 根の生理によい影響を与える。生育的には, 生育初期は茎数が少ないが, 中期以後は心土層深く根が伸長し, 生育は旺盛となり有効茎歩合が高く穂数も多く, 吸収量がまさり増収となる。

8 乗用トラクタ用犁による耕うん整地, 収量試験

乗用トラクタ用犁として, 1区2連犁, 2区2段耕犁 3区2連心土犁および4区ロータリ型とを対比し, 深耕, 中高処理, 砕土性, 均平性, 収量性等につき行った実験結果のうち収量性を述べると, 2, 3区は4区よりそれぞれ15%, 11.5%の増収率を示した。この要因は, 深耕による耕うん体積の増加が根群の伸長拡大をうながし, 反転効果による地力増進およびシロカキ過程において刃車型砕土機を用いることにより, 耕土層の上下層を分離攪碎することによって生じた良好な土塊配列等によるものと考えられる。すなわち, 土壌構造の機能をはたすには深耕と共にシロカキ機による土壌構造の配列に注目し処理しなければならない。

### 9 耕うん、代かき土塊の大きさと生育収量

深耕とともに耕土層の物理的性状は収量に影響することが大きい。収量増加をはかるための土塊の大きさ決定につき行った実験結果<sup>10)</sup>を要約すると、耕土を二層に分け、上層代かき層を6cmとし、下層砕土層を12cmとし、下層の土塊の大きさ区分を、単粒、0.5cm以下、0.5~1cm、1~2cm、2~4cm、4~8cmとし、精粒重を求めると図-4となり、単粒区に比し、埴壤土は0.5~1cm土塊の増収率が25%、軽壤土は1~2cm土塊で28%を示し、土塊の構造性を吟味することにより増収することが認められる。なお、団粒状態と収量の結果からも上述の土塊がそれぞれ団粒量が多く、精粒重の多い関係が認められ、団粒構造が水稲の増収要因であることが明らかとなる。

したがって、深耕の量的増加と相まって耕土層の土壌処理を耕うん、砕土、シロカキの作業過程において十分吟味検討しつつ実施することが必要である。

### 結 び

深耕と水稲生育特に増収との関連を農業機械の立場より試験事例を含めて論説した。深耕の意義および増収効果を述べ、深耕の程度を18~21cmが適当であることを明らかにし、深耕対策として各種機械的手段と深耕法による耕うん作業およびシロカキ処理の程度につき論じた。

水稲の増収は深耕のみで解決するものではなく、深耕対策とそれに対応する各種の作業技術、栽培管理技術等と両々相まってはじめて深耕の効果を高次に発揮することができる。したがって、耕うん、砕土、シロカキ、均平を含めた土壌処理を終局的には水稲の生育環境としてのよい土壌作りとすることである。

### 参 考 文 献

- 1) 井出嘉光：稲作総合改善集約事業の研究資料(1)、農林省農政局、1966、86~87
- 2) 朝日新聞社：米作日本一表彰受賞者の稲作技術
- 3) 手塚右門：小型トラクタによる水田の上づくり 機械化農業、1561、17
- 4) 竜野得三、向井三雄：試験成績から見た水田深耕の効果、農業技術、10(3)、1955
- 4) 同上：水田深耕の効果に関する研究のとりまとめ、関東々山農試報、5、1954
- 5) 菅原友太：水田の技術と経営、1956、177
- 6) 松尾憲一：水稲の収量と土壌断面の二、三の性質との関連、土壌の物理性、15、1966、6
- 7) 山中勇、山沢新吾、湯沢昭太郎：ロータリ耕とBulldeeper耕とを組合せた耕うん方式について、農機学会講演要旨、1962、59
- 8) 手塚右門、遠藤俊三：振動式心土破砕機に関する研究(1~2)、農機誌、24(1~2)、1962、21~24、49~52
- 9) 同上：乗用トラクタ用振動式心土破砕機に関する試験、1961年試験成績、1962、農事試験場農機具部、31~40
- 10) 庄司英吉：農学機械学概論、養賢堂、1964、183~184
- 11) 中馬 豊：Bulldeeperによる水田深耕に関する研究、農機誌、23(2)、1961、63~67
- 12) 泉清一：水稲の機械化栽培法、養賢堂、1963、20~23、35、36~38
- 13) 泉清一：水田農作業の理論と実際、農文協、1958、174~179
- 14) 常松榮、吉田富穂、松居勝広、池内義則：心土破砕機の利用拡張に関する研究(1~15)、農機誌、1962~1964、24(1)~26(1)
- 15) 山沢新吾：乗用刃車型代かき機の整地性能に関する研究、農機学会講演要旨、1963、24
- 16) 山沢新吾：代かき土塊の大きさと粒団の構造性に関する研究、農機誌22(1)、1960、11~16