

## 解説

## 水稲不耕起直まき栽培と土壤物理性について

大 森 正\*

労力不足・労賃上昇に伴い、省力化と労力配分の平均化を目的に水稲乾田直まきが全国的に関心を集め、各地で検討が始められたのは昭和36年ごろからであった。しかし、現在一般に行なわれている耕起直まき栽培は気象条件に支配されやすい弱点をもっている。ことに、は種時の不安定な天候は耕起碎土や整地の不整一、ひいては発芽苗立ちの不良を招き、さらに降雨が続けば直まき計画を放棄せざるを得ない事態に追いこまれることも少なくない。

岡山県の直まき栽培の普及経過にも図一1のように、昭和41年までは降水量が多い年にはその面積が停滞気味であった。

だが、昭和43年以降急速に増加しつつあるのは、麦作の急減とともに、水稲直まきの除草、防除、施肥などの体系確立に伴い安定した技術として南部の平坦水田にすっかりとけこんだ栽培として急速に普及したためである。しかし、一方ではこのように降雨条件に左右されやすい直まき栽培の弱点の改善・安定化をはかる有力な方策の一つとして不耕起直まきが注目されてきた。

本栽培法は、福岡<sup>9)</sup>により米麦連続および混播というきわめて省力化された栽培法としての可能性が紹介さ

れ、若林ら<sup>15)</sup>により小麦多株穴まきおよびイタリアンライグラス跡地をねらった現地試験から、一応の見とおしを得たのが岡山県での端緒である。しかし、この栽培法は麦作の省力多収法としての多株穴まき跡や、イタリアンライグラス・ナタネの直まき跡とか休閑田が対象となり、いずれも不耕起状態が前提となる。すなわち、従来の耕起栽培と異なり年間を通じ全く耕起しないで、しかも生産諸資材が常に作土の表面に散布されるので、当然土壤の理化学性の推移、ひいては水稲の生育収量に及ぼす影響に特異な面が現われるであろう。

これらの点を明らかにするため、昭和37年小麦収穫跡から5カ年間、稲麦連続不耕起直まきを行ない、耕起直まき・移植を継続した場合と比較検討した結果のうち<sup>10)11)</sup>、土壤物理性での特異点を主体に二三の知見を加えながら紹介する。

## 1. 不耕起直まき栽培の概要

水田や畑を耕起することの意義の一つは雑草の抑制にあるので、不耕起直まきが成立するには雑草対策の確立が前提条件であり、石灰窒素の殺草性を利用してこれを解決したのが出発点である<sup>7)</sup>。すなわち、二毛田では麦刈り後4~6 kg/aの石灰窒素を田面に散布するとともに、基肥施用をかねる。一毛田では稲収穫後2回ぐらい除草剤を使用して雑草をおさえ、は種の数日前に石灰窒素を散布する。は種は穴まきまたは条まきである。

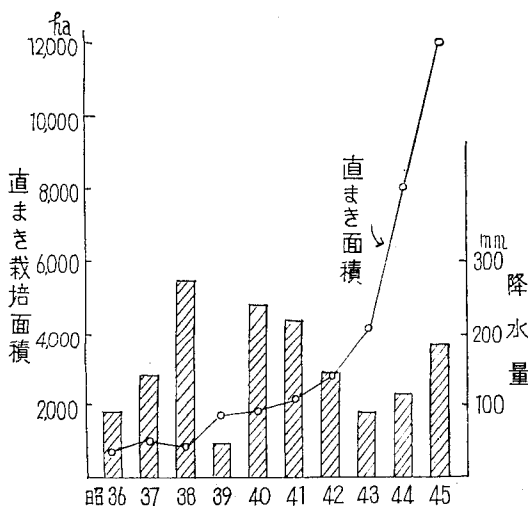
5カ年連続不耕起栽培を行なった岡山農試圃場——すき床層以下に柱状構造がよく発達した灰かつ色土壌粘土質構造マンガ型に属する減水深2~3 cm/日の乾田で、作土の土性はCL——での栽培概要と収量は表一1はのとおりである。5カ年不耕起栽培を継続しても、収量移植に劣らず耕起直まきよりまきった。

## 2. 土壤物理性の推移

耕起、不耕起のちがいににより明らかに影響を認めたのは、作土層が主体であったので、以下作土の物理性に焦点をしぼることとする。

## (1) ち密度と根の分布について

不耕起を続けると、作土が硬くなるといわれるが、その指標として山中式硬度計のよみによりち密度を比較追



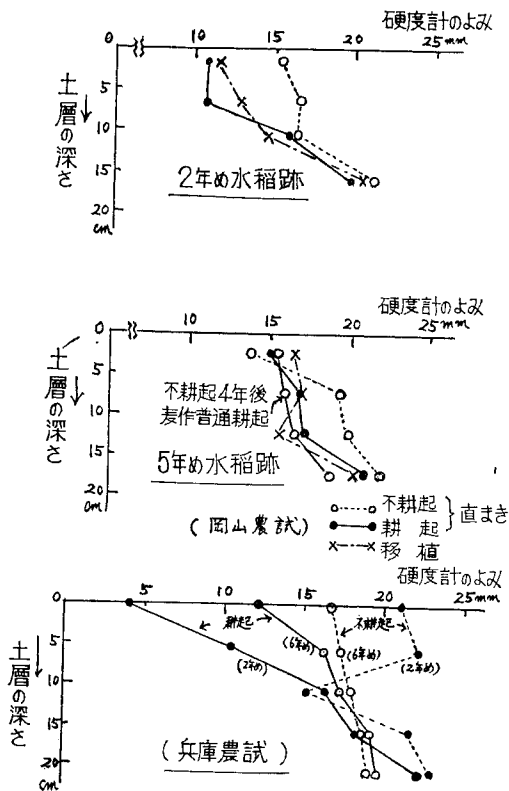
図一1 岡山県における直まき栽培面積と5月の降水量との関係

\* 岡山県立農業試験場 1971.5.31 受理

表一 栽培概要と収量

区分	は種期	は種又は は栽植 密度 株/m <sup>2</sup>	施肥成分量 kg/a			肥料の種類		平均収量 kg/a		備 考
			N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	基 肥	追 肥	わら重	玄米重	
不耕起 直まき	6月7日 ~10日	16.7 ~18.5	1.46 ~1.76	0.7	0.8 ~0.9	石灰窒素 ようりん 塩 加	単肥又は NK化成	77.3	49.2	供試品種キビヨシ 裏作はシラサギ コムギ不耕起は 多株穴まきを継 続し、他の区は 畦立栽培をした 年もある
耕 起 直まき	"	"	1.04 ~1.32	0.7	0.8 ~0.9	"	"	77.1	46.3	
移 植	6月28日	17.4 ~23.1	0.75 ~0.9	0.7	0.8 ~0.9	硫過 塩	安石 加	73.4 (74.6*)	44.8 (49.0*)	

注) \* 移植区は当初から地力が劣っていたので隣接田の最高収量の平均を示す



図一 耕起の有無と土層のち密度

跡した結果を図一に示した。不耕起2年めの水稻跡ですでに表層から10cm以内が明らかにち密化している。しかし、10cm以下では他の栽培とほとんど差がない。

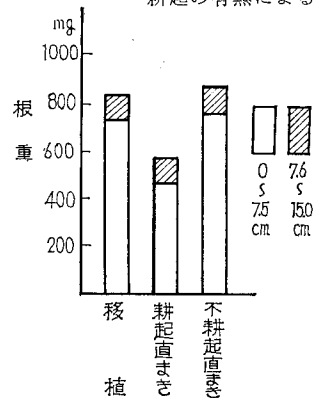
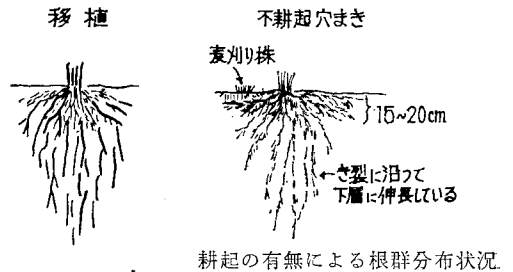
次に5年め水稻跡の状態では、作土表層5cm前後までは不耕起直まきの方がち密度は低く、5~10cm以下になると他の栽培にくらべ明らかにち密度が増大し、すき床近くなると差がほとんどない。ここで表層5cm前後までのち密化が他の栽培より増大していないのは、毎年表層

に施用された有機物(年間たい肥1.5トン/10a)と、後述の表層への根群密集の影響と考えられる。

各地の成績<sup>11), 9), 12), 13)</sup>でも大なり小なり作土層のち密化を指摘しているが、兵庫農試<sup>6)</sup>のように有機物をほとんど補給していない場合でも、継続6年めの表層のちみつ化は2年め以上には増大していない。

作土のち密度増大は、根系の発達制限<sup>14)</sup>とか乾燥時の種作業などに若干の支障をきたす以外は、生育収量への直接影響はほとんど認められなかったし、4年継続後も普通の耕起で容易に他の栽培法なみのち密度に復元している。

なお、注目すべき現象は、移植に対比して根系発達の様相にきわめて特徴のあるちがいが認められたことであ



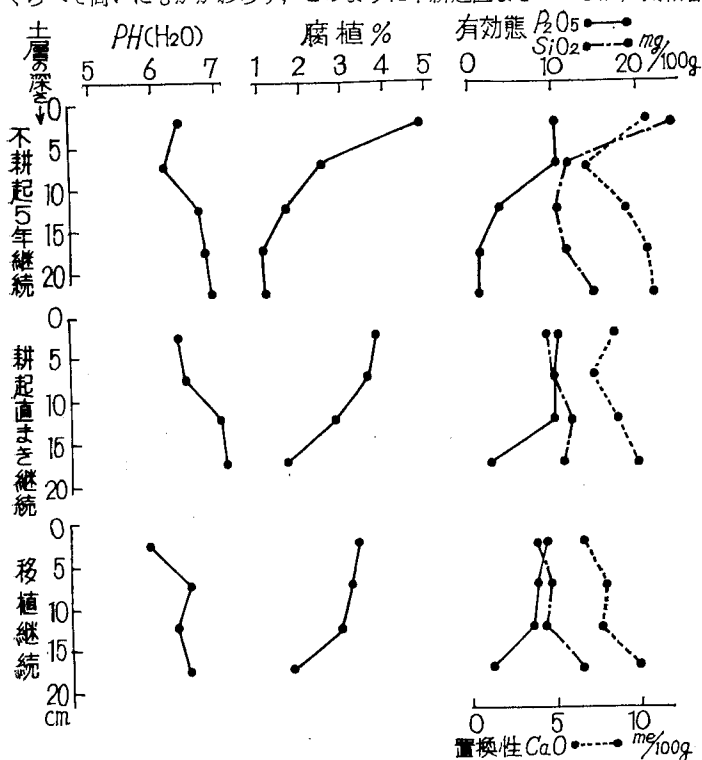
図一 作土層の深度別根量の比較(不耕起3年目)

表一 水稻作期間中の作土層中  $Fe^{++}$  生成量 (mg/乾土100g)

区分	層位 cm	不耕継続 3年目		4年目		5年目	
		7月 6日	7月 27日	7月 5日	7月 28日	7月 11日	8月 1日
不耕起	0~9	5.3	44.4	4.3	29.2	16.1	13.5
直まき	9~15	3.7	15.2	2.8	2.2	6.2	6.2
耕起	0~9	10.3	52.7	5.8	33.6	26.1	31.8
直まき	9~15	7.4	37.5	5.5	21.2	12.9	26.6
移植	0~9	—	—	68.2	—	35.5	68.9
	9~15	—	—	28.2	—	10.6	14.2

る。すなわち、継続3~4年めの収穫期の根群の分布状況を模式的に示し、作土層内の根量<sup>4)</sup>を比較すると図一3のとおりである。移植では比較的太く毛根の少ない根が多いのに対し、不耕起直まきでは地表面から15~20cm以内に根が密集し、特に細根・毛根が多く、単位容積中の根量にはほとんど差がない。20cm以下では、移植よりは細い根が構造のき裂面にのみ沿って伸長している。

前述のように、表層5~10cm以下のち密度が移植にくらべて高いにもかかわらず、このように不耕起直まき



図一 耕起の有無と作土層の化学性

の表層に新しい活性のある根が密集していた原因としては、次の点が考えられる。

1) 表一2の水稻作期間中  $Fe^{++}$  生成量からも明らかのように、土壤の還元化<sup>16)</sup>の進行が他の栽培にくらべ最も緩慢なため、有機酸・硫化水素などの急激な発生がなく、根腐れが少ない。したがって、不耕起直まきは概して秋まさりの生育をたどる場合が多い。

2) 図一4の化学性からも明らかのように、腐植・けい酸・りん酸・石灰などの養分が、継続とともに表層に富化される。これは生産諸資材の表面散布と根群の表層密生が相まった結果である。

(2) 三相分布について

三相分布の推移を図一5に示した。不耕起継続により作土層5~10cm以下の固相容積が若干増大し、前述のち密度と対応している傾向がうかがわれるが、気相容積では大差なく、4年継続後も耕起さえすれば容易にち密度同様に移植なみに還元している。

一方、前作の麦刈り株付近の表層ではきわめて固相容積が低く、孔隙率 ( $V_L + A$ ) が70%にもなり、きわめて膨軟な状態となっているため、前図のようにこの部分に多量の細根・毛根が密生することとなる。

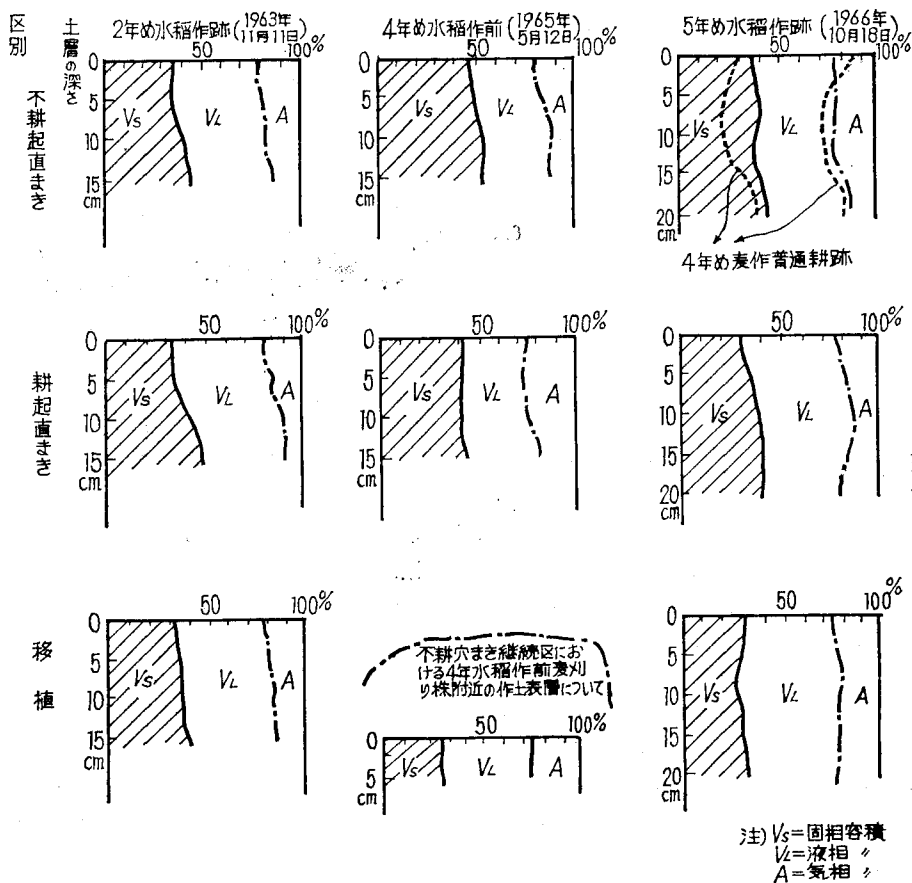
土壤類型別に現地ほ場での三相分布<sup>5)</sup>を表一3に示した。ち密度な増大に伴いいずれも固相容積が増大しているが、気相容積では粘土の多いグライ土壤や灰かつ色土

壤粘土質構造マンガン型では移植より増大し、逆に砂分の多い灰かつ色土壤壤土マンガン型では移植より減少している。すなわち、粘土が少なく砂の多い土壤ほど不耕起継続による作土のち密化に伴い孔げき量が減少する。しかも、このような土壤は養分の溶脱も起り易いので、概して継続による収量減が早く起るので、3~4年めには耕起する必要がある。

(3) 透水性と粒団量について

表一3で明らかなように、いずれの土壤型でも不耕起継続により透水係数 (DIK 透水測定装置による定水位) が増大している。これは移植や耕起直まきのように代がきや耕起碎土が行なわれないで、形成された団粒構造<sup>2)</sup>が年間を通じ破壊されないため、0.5mm以上の粒団量からも明らかである。

この点は、作土の還元化が緩慢で他の栽培にくらべ酸化的に推移することを裏書きし、粘土の多い土壤では有利



図—5 作土層三相分布の推移

表—3 土壤類型および栽培様式別の物理性比較

土 類 壤 型	栽 培 様 式	作土 の 上下	三 相 分 布 (PF 1, 5)%			ち 密 度 mm (硬度計 のよみ)	透 水 係 数 $K \times 10^{-3}$ (am/sec)	粒 団 量 0.5mm 以上 %
			$V_s$	$V_L$	A			
グ 粘 ラ イ 土 壤 型	移 植	上	39.6	47.5	12.9	11.5	9.6	24.7
		下	40.3	49.4	10.3	12.1	1.1	30.9
	耕 起 直 ま き	上	40.3	49.1	10.6	12.1	0.2	37.3
		下	42.8	50.2	7.0	14.7	0.2	41.0
不 耕 起 直 ま き*	上	41.7	45.4	12.9	14.6	4.7	61.6	
	下	41.9	44.6	13.5	15.7	5.7	54.5	
灰 粘 ン か 土 ガ ン つ 質 ン 色 構 型 土 造 壤 マ	移 植	上	44.8	46.5	8.7	19.1	1.6	23.7
		下	42.8	45.9	11.3	19.7	3.1	29.3
	耕 起 直 ま き	上	45.2	46.3	8.5	18.5	2.1	16.2
		下	42.9	42.1	15.0	18.8	4.0	28.2
不 耕 起 直 ま き**	上	41.8	41.8	16.4	17.1	5.2	34.2	
	下	44.0	39.8	16.2	23.4	3.6	38.2	
灰 壤 型 か 土 マ ン 色 ガ ン 土 造 壤 マ	移 植	上	48.5	40.7	10.8	11.7	1.9	9.7
		下	48.3	39.1	12.6	13.3	1.4	32.5
	耕 起 直 ま き	上	47.6	41.9	10.5	12.5	—	7.2
		下	48.0	38.5	13.5	17.6	—	17.5
不 耕 起 直 ま き**	上	53.0	38.7	8.3	18.7	2.4	38.2	
	下	51.5	38.4	10.1	17.1	3.2	41.7	

注) 不耕起は\* 3年継続\*\* 4年継続後

となるが、排水過多の砂質田ではむしろ不利となり易い。なお、このような作土構造の推移は、水稲跡への野菜などの導入に際し、移植田にくらべ耕起時に大塊が少なくきわめて容易に整地覆土ができ、かつ排水もよいので有利であることが認められつつある<sup>8)</sup>。

### 3. むすび

以上、水稲不耕起直まき栽培継続に伴う土壤物理性の推移について述べたが、栽培体系確立のための素材試験での調査できわめて不十分な点が多く、水田作土の構造の生産力的意義の一局面を明らかにしたに過ぎない。すなわち、不耕起栽培継続に伴ない作土のち密度、三相分布、透水性、粒団量などが、移植、耕起直まきとはかなり異なり、養分の表層富化と相まって根系の特異的な発達をもたらすことを明らかにした。土壤類型別には壤土ないしは埴壤土の排水過多でない灰かつ色土壤、灰色土壤、グライ土壤では不耕起栽培を数年間継続しても支障なく、耕起直まきより安定した多収技術と考えられる。

しかし、現段階ではこの栽培法の機械化体系確立が不十分で、限られた地域の普及にとどまっており、むしろ不耕起直まきと普通の耕起直まきの中間的性格をもつ浅耕直まき(作土表層3~5cm耕起)が急速に芽生えつつあるが、この場合の作土の物理性も浅耕部分以下は基本的には本報と同様の傾向をたどるものと考えられる。

本報告は「稲麦不耕起栽培における土壤肥料的研究」のなかで行なったものが主体であり、小野芳郎、川中弘二、坪井勇の各氏の協力によることを付記しておく。

### 参 考 文 献

- 1) 愛知農試(1964)水稲不耕起直播栽培における石灰窒素の肥効試験成績書
- 2) 出井嘉光(1967)水田作土の構造と水稲生育、土壤の物理性、No. 16
- 3) 福岡正信(1962)米麦直播栽培の実際、農及園、Vol. 37
- 4) 人見進他3名(1968)水稲の不耕起直播栽培に関する研究(第1報)、中国農業研究、No. 38
- 5) 平岡正夫他1名(1970)稲麦不耕起栽培における土壤肥料的研究(第3報)、岡山農試臨時報告、No. 65
- 6) 兵庫農試(1968)春夏作試験成績書
- 7) 池畑勇作他2名(1965)石灰窒素施用による水稲不耕起穴播栽培、農業技術、Vol. 20
- 8) 河本泰他(1971)不耕起水田が作物の生産力に及ぼす影響(第2報)、土肥学会関西支部会発表
- 9) 真鍋武夫他2名(1966)不耕起栽培が土地生産力に及ぼす影響、土肥誌要旨集、No. 13
- 10) 大森正他3名(1968)稲麦不耕起栽培における土壤肥料的研究(第1報)、中国農業研究、No. 38
- 11) 大森正他3名(1970)稲麦不耕起栽培における土壤肥料的研究(第1報)(第2報)、岡山農試臨時報告、No. 65
- 12) 佐賀農試(1965)不耕起栽培継続に関する試験成績書
- 13) 滋賀農試(1965)水稲不耕起直播栽培における石灰窒素の肥効試験成績書
- 14) 滝島康夫(1967)水田土壤の硬度と水稲生育、土壤の物理性、No. 16
- 15) 若林確他2名(1963)水稲穴播直播栽培について、中国農業研究、No. 26
- 16) 山中金次郎他3名(1957)土壤のグライ化に関する研究(第1報)、土肥誌 Vol. 28