水稲直播栽培における出芽に関する研究

第1報 出芽するまでの幼芽の伸長生長

井之上 準・片山 佃

(九州大学農学部)

緒 言

水稲移植栽培の苗代では、苗立ちは特別の場合を除けば一般に良好である。これは、播種後の覆土を行なう場合があつても通常きわめて薄いためと、更に各種の管理が行き届くからである。これに対して直播栽培では、播種後かなり厚い覆土が施され、あるいは深い湛水が行なわれることが多いので、幼芽が地表面または水面上へ出るまでの幼芽の伸長（以後これを出芽と呼ぶ）の遅速、整否、良否などが、直播栽培の成功と失敗の分岐点となることを、著者らはしばしば見聞してきた。よく考えてみると、この出芽に関する環境因子ははなはだ雑多であるらしく、また、乾田直播と湛水直播の場合とでは、かなり異なることが考えられる。

著者らは、おもに乾田直播栽培における出芽の問題について研究を行なつていたので、本報では土中における幼芽の伸長、およびそれに及ぼす一・二の土壤条件の影響について行なつた実験結果の一部を報告する。なお、この一連の研究は一部、農林水産技術会議の補助金によつてなされている。

実験材料および方法

実験は、1964年に主として学内のファイトロンで、一部は網室内で行ない、特記する場合の外は、主として次ぎのような方法を用いた。

ポットは、直径10cm、高さ12cmのブリキ製で、底に直径0.5cmの孔を2.5cm隔てて2個穿つたものである。

播種床は、1cm×1cmの篩を通した無肥料の砂質水田土壌（以下1cm×1cmの土壌と呼ぶ）を、サランの網を敷いた上記ポットに、深さ6cmになるように詰めた。覆土後の鎮圧は行なわなかつた。

供試品種は、稈長が中位で当地方に広く栽培されているホウヨクおよびアリアケを主に用い、比較のために、稈長が高い農林18号と雄町、および稈長が低い農林15号と分けつ稲を用いた。

種子は比重選後、風乾した粳を用い、播種はピンセットで胚を上方へ向けて、ほぼ1cm×1cmの間隔に1粒ずつなされた。

土壤硬度の測定には山中式土壤硬度計を用い、土壤水分の測定は、10gの土壌を105℃で24時間乾燥して減量を水分とする方法²⁾によつた。実験のほとんどは2区制の1回反復で、1区は14本であつた。

実験結果および考察

[1] 予備実験

苗立ちの揃いは、乾田直播で覆土が厚い場合には、かなり乱されることが多いといわれている。機械まきにおいては、普通に起こる覆土の厚さは3～5cm位とされているが、この程度の覆土においても、個々の幼芽の伸長にあまりばらつきを生じないような覆土粒子の組成をみつけるために、次ぎのような予備実験を行なつた。

深さ11cm、縦14cm横29cmのポリエチレン製のバットに、1cm×1cmの土壌を硬度約0.03kg/cm³の堅さに詰め、アリアケの種子を等間隔にバット当り50粒播種した。覆土は、粒子の大きさを第1表に示したように区分し、それぞれの厚さを3cmと5cmの2区とし、覆土後の鎮圧は行なわなかつた。温度は30℃で、灌水は朝夕2回、播種床の水分含量をほぼ圃場含水量に保つように行なわれた。第1表-1、2にその結果を示す。

第1表-1：覆土の厚さ3cmの場合、この実験の範囲内においては、覆土粒子の大きさは細かい方が出芽には好適のようである。ほとんど全区、播種後9日目には出芽率90%に達したが、個体間の生育の揃いは、出芽率の高い区ほど良好であつた。

第1表-2：覆土の厚さ5cmの場合、覆土粒子の大きさの出芽に及ぼす影響は覆土3cmの場合よりも著しかつた。すなわち、播種後8日目には、1cm×1cm以下の土粒のみの区では出芽率80%を越えていたのに、1cm×1cm以上の土粒を含む覆土の区ではほとんどが出芽率60%にみたなかつた。なお、播種後2週間目の出芽率は、1cm×1cm以下の土粒のみの覆土区では90%以上、1cm×1cm以上の土粒を含む覆土区では1区を除いて70%以下であつた。特に、2cm×2cm以上の土塊を40%以上含んだ覆土区では極端に出芽率が劣つた。しかしながら、各区間の発芽率にはほとんど差はみられなかつたので、発芽後、土塊のためにその後の生育が妨げられていることがわかつた。

以上の結果より、以後の本実験では、覆土粒子の大きさは、1cm×1cmより細かく0.5cm×0.5cmより粗い土粒、0.5cm×0.5cmより細かい土粒、およびこの両者を約1対2の割合で含む土粒（1cm×1cmの土壌）の3種類を用いた。

[2] 覆土の厚さと幼芽の伸長

1cm×1cmの土壌を用い、播種床の堅さは機械耕

* 昭和39年10月6日受理

第1表 出芽に及ぼす覆土粒子の影響

— 1) 覆土 3 cm

(アリアケ 30°C)

覆土粒子の組成 (%)					出芽累計 (%)					
3cm×3cm 2cm×2cm	2cm×2cm 1cm×1cm	1cm×1cm V	1cm×1cm 0.5cm×0.5cm	0.5cm×0.5cm V	播	種	後	日	数	
5	6	7	8	9	12					
100					20	56	68	76	76	84
80		20			12	58	78	88	88	88
60		40			12	54	78	84	86	90
40		60			10	68	84	86	90	92
20		80			12	72	82	82	88	90
	100				2	46	72	84	92	98
	80	20			2	38	76	84	86	96
	60	40			2	48	78	88	92	98
	40	60			0	68	78	86	86	90
	20	80			8	74	90	92	92	94
		100			26	82	98	98	98	98
			100		8	68	90	94	98	98
				100	28	92	98	98	98	98

— 2) 覆土 5 cm

覆土粒子の組成 (%)					出芽累計 (%)					
3cm×3cm 2cm×2cm	2cm×2cm 1cm×1cm	1cm×1cm V	1cm×1cm 0.5cm×0.5cm	0.5cm×0.5cm V	播	種	後	日	数	
6	7	8	9	10	14					
100					12	32	42	46	62	70
80		20			2	18	30	36	40	46
60		40			2	8	12	16	26	34
40		60			0	16	22	28	34	36
20		80			0	10	42	50	66	66
	100				2	18	40	46	56	66
	80	20			0	2	12	22	44	46
	60	40			0	36	64	70	80	80
	40	60			0	32	56	58	66	66
	20	80			0	10	22	32	56	60
		100			66	92	98	98	98	98
			100		2	60	82	86	90	92
				100	60	90	96	96	96	96

耘一整地後の土の堅さにほぼ第1しいといわれている硬度約0.03kg/cm¹⁾とし、水分含量はほぼ圃場容水量に等しくした。試験区は、覆土の厚さ0.2, 1, 3, 5, 7 cmの5区の外に、1区暗黒区を設けた。暗黒区は0.2 cm 覆土し、黒ビニールで暗黒状態とした(播種床より黒ビニールまでは6 cm)。品種はアリアケ、温度は30°Cであつた(第1図、第2図、第3図)。

第1図：鞘葉全長は覆土の厚さに比例し、暗黒区のそれは覆土0.2cmと1cm区のほぼ中間の長さであつた。種子根の伸長は、播種後3日目まではほとんど差

が認められなかつたが、5日目には、0.2, 1, 3cm覆土区など覆土が割合に少ない区においてその多い区より幾分長く、鞘葉全長とは逆の関係がみられた。

第2図：幼芽の伸長は、播種後3日目までは覆土の多少にかかわらずほとんど差がなかつたが、4日目にはやや差異が生じ、5日目にはかなり差がはつきり現われた。この幼芽の伸長は、0.2cm覆土区を除いて第1図の種子根の伸長と同様の傾向を示し、1cm覆土区が最も伸長速度は速く、3cm区と暗黒区はほぼ同様、5cm, 7cm区はそれらより遅かつた。

第1図 覆土の厚さと鞘葉および種子根の伸長
(アリアケ, 30°C)

第2図 覆土の厚さと幼芽の伸長
(アリアケ, 30°C)

第3図: 次に、播種後鞘葉から第1葉が抽出するまでの日数 (図中の矢印で示す) をみると、0.2cm区が最も早く3日、暗黒区、1cm、3cm区が4日、5cm、7cm区は最も遅く5日を要し、0.2cm区を除き、幼芽の伸長速度の速い区では鞘葉からの第1葉の抽出

第3図 覆土の厚さと鞘葉からの本葉の抽出
(アリアケ, 30°C)

が早いことがわかる。このように、鞘葉は地上に抽出していないにかかわらず、3cm 覆土区では播種後4日目に第1葉が鞘葉から抽出し、5cm、7cm 覆土区では共に1日遅れ5日目に第1葉が抽出したことは、地表面近くにはそれより深い所より、より多量の酸素が存在するためであろう。なお、0.2cm 覆土区では、第1葉の抽出は他の区より明らかに早いにかかわらず、幼芽の伸長速度は遅かった。

〔3〕 覆土粒子の細粗および温度と幼芽の伸長

覆土の多少は、土壌中での幼芽の伸長生長の速度および鞘葉からの第1葉の抽出する時期に影響することが認められたが、この原因は、幼芽を取り巻く土壌中の酸素量の多少または酸素の地上空気との交流の難易ではないかと考えて、次ぎの実験を行なった。播種床は〔2〕の場合と同様として、覆土を5cmとし、覆土粒子の大きさを、1cm×1cmより細かく0.5cm×0.5cmより粗い土粒区 (以下覆土粒子の粗い区とする) と0.5cm×0.5cmより細かい土粒区 (以下覆土粒子の細かい区とする) とし、比較区として覆土の代りに黒ビニールを覆った暗黒区を設けた。品種は、アリアケ、ハウヨク、農林18号、農林15号、雄町、分けつ稲を用い、また温度を、30°C、25°C、20°Cおよび15

第4図 温度と幼芽幼根の伸長 (アリアケ, 覆土5cm)

第5図 品種と幼芽幼根の伸長 (覆土 5cm, 30°C)

°C の4区分とした。実験結果では、品種間にほとんど差はなく、なお、15°C の場合は出芽不揃いのためにこれらを保留し、アリアケの30°、25°、20°C の結果(第4図)、およびハウヨク、雄町、農林15号の30°C の結果(第5図)を示す。

第4図：幼芽の伸長速度は、30°C、25°C、20°C の順に速かった。すなわち、その程度は、播種後5日目に30°C 区では出芽期に近かったが、25°C 区の幼芽はようやく1cm 強に達した状態で、20°C 区の幼芽はまだ1cm にも達していなかった。覆土粒子の影響では、幼芽の伸長速度はいずれの温度においても暗黒区、覆土粒子の粗い区、細かい区の順に速かった。しかし、播種後出芽までの日数(暗黒区では幼芽が5cm に達する日数)を温度別にみれば、30°C では5~6日、25°C では暗黒区と覆土粒子の粗い区は7~8日、細かい区では9日を要した。20°C では前2者の10~11日にに対し後者は12日で、温度が低い場合は覆土粒子の細かい区が出芽はほぼ1日遅延した。種子根の伸長速度は地上部の伸長に比しかなり乱れがみえるが、大づかみにみると、幼芽の伸長の場合と同様で各温度区とも暗黒区と覆土粒子の粗い区はほぼ同様、覆土粒子の細かい区ではやや遅かった。

第5図：3品種間における幼芽の伸長速度に及ぼす温度の影響は、第4図に示したアリアケの場合とほとんど同様の傾向がみられたので、図には30°C の結果のみを示した。この図より明らかなように、この実験の範囲内では、幼芽の伸長速度は根長の高低にはあまり関係ないものと思われる。

[4] 播種床の硬度と幼芽の伸長

前実験と同様の観点から、播種床を異にし、また、水位を変

えることにより間接的に根圏土壤中の酸素量およびその交流の難易を異にしてその影響を調査した。硬度の違った播種床の作成には、乾燥土壌（水分含量約16%）の異なった量を一定の体積になるまでつき固めた。その硬度は、14.5, 1.0および0.08kg/cm³を示した。これらはその後、最小容水量を保つようにポットの底から給水した結果、それぞれ硬度は、0.4, 0.08 および 0.00kg/cm³ となつた。覆土の厚さは5 cm とし、覆土粒子の大きさを、1 cm×1 cm より細かく 0.5 cm×0.5 cm より粗い区と、0.5 cm×0.5 cm より細かい区と 2 区とした。水位を異にする実験で用いた「水位高」とはほぼ最大容水量、「水位低」とはほぼ最小容水量、「水位中」とはほぼ両区の間の中の水状態としたものである。なお、播種床の硬度を異にする実験は網室内（平均気温約23℃）で、水位を異にする実験はファイトトロン30℃で行なつた。品種は共にアリアケとホウヨクであつたが同様の結果を示したので、第6図、第7図にはアリアケの結果を示す。

第6図：播種床の硬度の違いは、覆土粒子の細粗にかかわらず幼芽の伸長に影響した。すなわち、0.00kg/cm³の区では播種後6～7日目に覆土粒子の粗い区が、7～8日目に細かい区が出芽したのに対し、播種床の堅い0.08 kg/cm³、0.4kg/cm³ 両区では覆土粒子の粗い区は7～8日目、細かい区では8～9日目と、0.00kg/cm³ 区にそれぞれ約1日遅れて出芽した。このような傾向は、種子根の伸長にもはつきり現われた。

第7図：幼芽の伸長に及ぼす土壌の水分含量および播種床の硬度の影響は、覆土粒子

第6図 播種床の硬度と幼芽幼根の伸長
(アリアケ、覆土5 cm, 網室内, 変温, 平均気温約23℃)

第7図 播種床の硬度および水分含量（高・中・低）と幼芽幼根の伸長
(アリアケ、覆土5 cm, 30℃)

が粗い場合よりも細かい場合においてかなり明瞭に現われた。すなわち、幼芽の伸長に及ぼす影響をまず播種床の硬度についてみれば、土壌水分含量の多い場合においては硬い方がやや良いようである。一方、播種床の水分含量の多少についてみれば、この実験の範囲内では、水分含量は少ないほど幼芽の伸長速度は速く、播種床の硬度がやわらかい場合は水分含量が多い順に出芽は約1日ずつ遅れた。しかしながら、このような条件下でも、覆土粒子の粗い区ではこの傾向は顕著にみられなかった。また、種子根の伸長において

も、幼芽の伸長に及ぼしたと同様の影響が同様の傾向でみられた。

引用文献

1. 川延謹造・星川清親・高島好文 1963. 乾田直播における水稻の苗立ちの良否と幼植物の形態について 日作紀 31: 267—271
2. 山中金次郎 1957. 土壌の物理測定法, 戸刈義次他編, 作物試験法, 農業技術協会, 121—136.

Studies on the Emergence of Rice Seedlings in the Direct-Sowing Culture.

1. On the elongation of plumule through soils after germination.

Jun INOUE and Tsukuda KATAYAMA

(Faculty of Agriculture, Kyushu University, Fukuoka)

Summary

In order to make clear the process of the emergence of plumule in the direct-sowing on dry fields, elongation of plumule through soils after germination was studied.

1) The rate of emergence of plumule decreased with the increase of seeding depth of soil covering. In the case of 5 cm-seeding-depth, the more the amount of larger clods, the more the number of plumules perished under ground.

2) The growth of the plumule of 3 cm-seeding-depth plot and that of darkness was more rapid than those of 5 cm- and 7 cm-seeding-depth plots. In this case, somewhat positive correlation exists between the time of the emergence of leaves from coleoptile and the growth of the plumule.

3) The elongation of plumule was affected by temperature. In the plot of 5 cm-depth of seeding, the number of days from seeding to emergence of plumules at 30°C, 25°C and 20°C were 5-6, 8-9, and 11-12 days respectively.

4) The elongation of plumule was also affected by the hardened texture of the seed bed. When the soil covering was conducted with larger clods, the degree of the inhibitive effects of soil moisture content (130-100 per cent soil moisture content of field moisture capacity) on the emergence was decreased.