

二条オオムギの出芽性に関する作物学的研究 第3報 出芽と土壌抵抗

田中丸 重美

作物の種子が発芽してその幼芽を伸ばし土壌を押し除けて出芽する過程において、幼芽の伸長力の大小がその幼芽の出芽能力に大きく関与する。

ところで、幼芽が土中を伸長する時に土壌から受ける抵抗の大きさは、土壌の状態や幼芽の形態などによって変化すると考えられるので、幼芽がどれくらいの抵抗を土壌から受けるかは、出芽の良否に大きく影響するものと思われる。

例えば、同一の土壌条件下において、同一の伸長力を持つ幼芽であっても、幼芽の先端の形状が尖っている方が、先端が平たく鈍い形状のものより土壌から受ける抵抗が小さくなり、より出芽しやすいであろう。また、幼芽がより細い方が抵抗が少なく出芽能力が高いであろう。あるいは、土中で根が伸長する際には根端より溢液液を出し周囲の土壌を膨軟にし抵抗を小さくしながら伸長することが知られているが⁶⁾、もし幼芽の先端から溢液をする作物があれば、これもまた土壌からの抵抗を弱めるので出芽にとって有利であろう。

このような、土中での幼芽の伸長に伴う土壌からの抵抗は幼芽の形状や機能によって違うと考えられる。

本報では、二条オオムギの出芽と土壌抵抗の関係を、数種のイネ科およびマメ科作物との比較から明らかにすると共に、幼芽の形態についての知見を得る目的で実験を行った。

材料および方法

1. 幼芽の貫通力

イネ科作物は二条オオムギ(品種:成城17号以下同じ)とトウモロコシ(ポップコーン池部1号)を、マメ科作物はダイズ(オリヒメ)、アズキ(大納言)、エンドウ(乙姫)、リョクトウ(ブドウマメ)を用いた。

供試土壌は、前報¹⁰⁾と同様で、含水量12.8%に調整して用いた。

土塊の作成には、外径120mm、内径96mm、深さ90mmの鋳物の円筒形鉄容器を使用した。この容器は中心線より2つに分離でき作成した土塊を取り易くしている。前述した土壌をこの容器に詰め、上部から均一に加圧・圧縮して任意の硬度の円盤状の土塊を作成した。土塊の硬度は0.01, 0.05, 0.1, 0.3, 0.6kg/cm³であり、土塊の厚さは約7.5mmであった。

実験は、内寸32×26×13cmのバットを用い、まず約5cmの厚さに硬度0.3kg/cm³にな

るように播種床を作成した。そこへ、25℃で24時間催芽させた種子を播種し、2.5cm 覆土した。できるだけ土壌を鎮圧しないようにして土壌表面を均平にした後、播種した種子の真上に土塊の円盤の中心がくるようにして置き、さらに約2cm 覆土を行い、播種床面から約5cmの厚さになるようにした。対照区では中間に土塊を置かず、播種後直ちに約5cmの覆土を行った。実験期間中は土壌水分の変動を防ぐため、バットをビニールフィルムで覆った。実験は23~25℃の恒温室内で行い、出芽調査は播種後3日目より24時間毎に行った。播種後8日目に覆土を除いて発芽粒数を調査した。各作物とも1区6~8粒を供試し、2回の反復の平均をして出芽率を求めた。

2. 幼芽の太さ、比伸長力と出芽

供試した作物品種は、Table 1 に示した。

伸長力の測定は、前報¹¹⁾と同じ方法で行った。各作物とも幼芽長5cmの伸長力をもとめた。

幼芽の太さは、幼芽長5cmの時の基部から2cmの部位の横断切片を作成し、顕微鏡下で長径短径を測定し、幼芽断面の形状により円または楕円として、幼芽の断面積を計算して求めた。

覆土の鎮圧程度を異にする土壌からの出芽の実験結果は、前報¹⁰⁾の結果を用いた。

Table 1. Crop materials used in this experiment.

Crop	Variety
Two-rowed barley	Seijo 17
Six-rowed barley (normal)	Haganemugi
Naked barley (uzu)	Ehimehadaka 1
Wheat	Shirasagikomugi
Rye	Petkuzer
Oat	Hyuga-kairyoubaku
Sorghum	Wheatland
Maize (dent corn)	Unknown
Meize (pop corn)	Ikebe 1
Paddy rice (japonica)	Reiho
Paddy rice (indica)	Hatishail
Upland rice (japonica)	Norin 21

3. 幼芽の外部形態

供試した材料は Table 4 に示す二条オオムギ44品種であった。

鞘葉の最大伸長量：幼芽の育成には、前報¹⁰⁾と同じ土壌を内径10cmの塩化ビニール製ポットにつめ播種後覆土を8cm行い、播種後暗黒にした20℃の恒温器内で10日間生育させた後、恒温器からとりだし、鞘葉長を測定した。測定時点で全ての鞘葉の伸長はほぼ停止しており、第一葉が鞘葉を突き破って抽出していた。1品種10本の鞘葉長を測定し、平均値を示した。

幼芽の太さ：伸長量の実験と同じく塩化ビニール製のポットに播種し、覆土を3cm行った後、20℃の恒温室内で生育させ、3cmに伸長したときに、幼芽基部から1cmおよび幼芽先端より1cmの部位で、横断切片を作成し、幼芽の断面積を求めた。

なお、風乾種子の100粒重および成熟期の稈長も計測した。

実 験 結 果

1. 幼芽の貫通力

幼芽が土中を伸長していく際には、幼芽がその伸長力をもってしても押し除けられない程大きな土塊に遭遇した時には、幼芽はその土塊を貫かなければ出芽できない。そこで土塊を貫通する能力（貫通力）の大きな幼芽ほど出芽に有利であると考えられる。ここでは、幼芽の形態の異なるマメ科およびイネ科作物を用い、どの程度の硬度の土塊を幼芽が貫通して出芽できるかを目安として、幼芽の貫通力、および土壌抵抗と出芽の関係について明らかにし、二条オオムギの土壌抵抗排除能力を他の作物との比較から明確にしようと試みた。

各作物の幼芽の伸長力（幼芽長3cm）および各硬度の土塊（厚さ7.5mm）を貫通して出芽した幼芽の割合をTable 2に示した。

Table 2. Seeding emergence through different hardness of soil plate and strength of plumule elongation in some crops.

Crop	Strength of plumule elongation * (gf)	Emergence rate (%)					
		Hardness of soil desk (kg/cm ³)					
		0	0.01	0.05	0.1	0.3	0.6
Two rowed barley	36±10.1	100	100	100	50	0	0
Maize	59± 6.7	100	100	100	100	17	0
Soybean	85± 9.8	100	100	100	67	0	0
Azuki bean	70± 7.9	100	100	100	33	0	0
Pea	53± 6.1	100	100	50	50	0	0
Mung bean	78±11.1	100	100	100	75	0	0

* Measurement was done under non-compacted covering soil with 3cm length plumules at 20 C.

供試した作物の中で土塊を貫通する力の最も強かったのはトウモロコシで、0.1kg/cm³区の出芽率は100%を示し、他のどの作物も出芽しえなかった0.3kg/cm³の硬度の土塊をも貫通して出芽するものも17%あった。

二条オオムギ、ダイズ、アズキ、リョクトウの幼芽の貫通力はトウモロコシに較べると劣っていた。これらの作物の幼芽は、0.05kg/cm³区ではすべて出芽したが、0.1kg/cm³区での出芽率はそれぞれ50, 67, 33, 75%であった。また、0.3kg/cm³区では出芽するものがなかった。エンドウは0.05kg/cm³区、0.1kg/cm³区とも出芽率が50%であって、貫通力が弱いのではないかと考えられた。

ところで、幼芽の伸長力と貫通力との間には相関は見られなかった。たとえば、二条オオムギの幼芽の伸長力は約36gfとここで供試した他のどの作物より小さいにもかかわらず、貫通力はアズキより大でエンドウと同程度であった。また、トウモロコシの伸長力は約59gfであり、エンドウの約53gfと同程度であるのにその貫通力はエンドウに較べて著しく大

きかった。

一般にイネ科作物の出芽器官は鞘葉および中茎であり、幼芽の先端にある鞘葉は、ほぼ円錐状に尖っている。一方、マメ科作物には下胚軸を伸長させ子葉を地上に押し上げて出芽する epigeal 型の種(ダイズ、リョクトウなど)と、上胚軸を伸長させ子葉を地中に残したまま出芽する hypogeal 型の種(アズキ、エンドウなど)がある⁷⁾。

ここで供試したマメ科作物では、epigeal 型作物の方が hypogeal 型作物に比べて伸長力、貫通力とも大きな傾向がみられた。このような伸長力の差異は下胚軸と上胚軸との組織形態的差異によるものではないかと思われるが、本実験ではこの点は明らかでなかった。

ところでマメ科作物の両タイプともその先端の形状はイネ科作物に較べると丸く、土壌から受ける抵抗が大きいのと思われる。特に、epigeal 型では幼芽全体からみてかなり大きな子葉を引き上げなければ出芽できないので、幼芽が土壌から受ける抵抗が最も大きいと考えられる。

ここでの実験ではイネ科作物の方がマメ科作物よりも、同等の伸長力のものなら貫通力に優れる傾向がみられた。この差は、両者の幼芽の形態、特に幼芽の先端の形状の違いによって、幼芽が土壌から受ける抵抗の差から生じたものであろう。

2. 幼芽の太さ、比伸長力と出芽

幼芽が土壌から受ける抵抗は幼芽の太さによっても変化すると考えられる。一般にある物体が流体の中を進むときには、その物体が流体から受ける抵抗は物体の断面積に比例して大きくなる。幼芽が土中を伸長する場合にも同様に、幼芽の太さが大きいほど土壌から受ける抵抗は大きくなる。従って、同一の伸長力をもつ幼芽でも幼芽が太いほど土壌から受ける抵抗が大きく、より出芽しにくいことになる。

ここでは、イネ科各種作物の幼芽の太さ、伸長力および覆土の鎮圧程度と出芽の関係について実験を行い、幼芽の太さと土壌抵抗排除能力の関係について考察した。

Table 3. Relation between rate of seedling emergence, area of cross section of plumule and strength of plumule elongation in some cereals.

Crop	Emergence rate (%)				Area of cross section (A) (mm ²)	Strength of plumule elongation (B) (gf)	Plumule elongation pressure (B/A) (gf/mm ²)
	Hardness of covering soil (kg/cm ³)						
	0	0.05	0.2	0.3			
Two-rowed barley	100	100	73	53	2.2	59	26.8
Naked barley (uzu)	100	100	62	25	3.3	61	18.5
Wheat	100	87	75	21	2.1	84	40.0
Rye	100	100	90	33	2.0	47	23.5
Oat	100	98	93	90	1.7	56	32.9
Maize (pop corn)	100	100	100	100	4.3	157	36.5
Maize (dent corn)	100	100	100	100	5.9	220	36.9
Sorghum	100	100	100	96	1.2	54	45.0
Paddy rice (japonica)	100	100	45	10	1.7	16	9.4
Upland rice (japonica)	100	90	33	0	1.8	19	10.6
Paddy rice (indica)	98	92	91	93	1.4	45	32.1

各作物の鎮圧程度の異なる覆土からの出芽率と幼芽の伸長力および幼芽の太さを Table 3. に示した。

前報¹⁰⁾で述べたように、強く鎮圧した覆土からの出芽の様相から出芽力がもっとも強い作物は、トウモロコシ、ソルガム、インド型水稻、エンバクであり、ついで二条オオムギ、ライムギ、コムギ、ハダカムギ、があり、日本型水稻および陸稲が最も小さいと考えられた。

ところで、供試した作物の間では、出芽能力は必ずしも伸長力に比例的でない点では、本報 1. の結果と同様であった。先に述べたように、幼芽が伸長する際に土壌から受ける抵抗は幼芽の太さに比例する。そこで、同じ伸長力をもつ幼芽でも出芽力に強弱のある原因は、幼芽の断面積に差があるためといえる。幼芽の単位断面積当たりの伸長力は、土壌の抵抗に対する幼芽の反発力を示すと考えた。単位断面積当たりの伸長力を比伸長力と呼ぶことにする。

各作物の $0.3\text{kg}/\text{cm}^3$ 区および $0.2\text{kg}/\text{cm}^3$ 区での出芽率と比伸長力の間には、有意な相関がみられ (Fig. 1) 相関係数はそれぞれ 0.86 、 0.76 であり、比伸長力の大きな作物ほど鎮圧下からの出芽率が大きかった。なお、ムギ類の中ではコムギの比伸長力が比較的大きいにもかかわらず出芽率が劣る原因はここでは不明であった。コムギを除いて相関係数を再計算すると、 $0.3\text{kg}/\text{cm}^3$ 区、 $0.2\text{kg}/\text{cm}^3$ 区についてそれぞれ 0.96 、 0.93 となり、いずれも 0.1% 水準で有意な相関であった。このように、比伸長力と出芽率の関係から幼芽の太さは幼芽が土壌から受ける抵抗を決定する重要な要素であるといえよう。

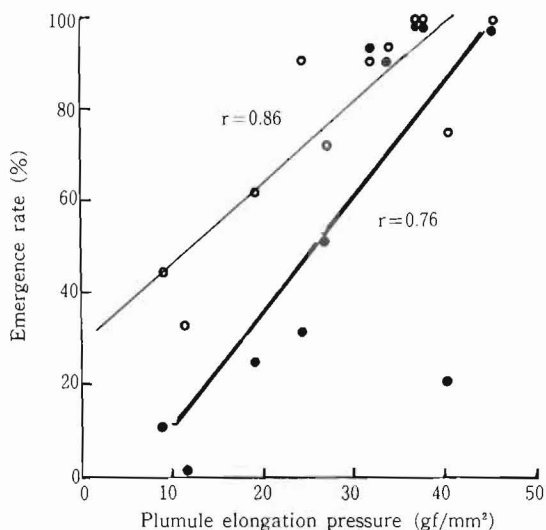


Fig. 1. correlation between rate of seedling emergence and plumule elongation pressure.

○, — : $0.2\text{kg}/\text{cm}^3$
●, — : $0.3\text{kg}/\text{cm}^3$

3. 幼芽の外部形態

土壌からの抵抗を決定する要因は、幼芽の先端の形状と幼芽の太さとに分けることがで

Table 4. Seedling characteristics of varieties of two-rowed barley.

Varieties	100 seed weight (g)	Area of cross section (mm ²)		Length of coleoptile (mm)	Calm length (cm)	ratio (A/B)
		Top (A)	Bottom (B)			
Tochikei 144	3.52	1.76	1.65	94	92	1.07
Haruna nijo	3.56	1.57	1.53	96	95	1.03
Satuki nijo	3.62	1.40	1.14	92	99	1.23
Kurakei 3088	3.64	1.22	1.02	89	85	1.20
Conquest	3.66	1.43	1.37	88	99	1.04
Miho golden	3.66	1.51	1.43	76	87	1.06
Beacon	3.72	1.83	1.68	85	86	1.09
Amagi nijo	3.72	1.53	1.49	87	102	1.03
Nosu nijo 1	3.74	1.31	1.25	105	97	1.05
Aichi wase 13	3.78	1.57	1.48	107	114	1.06
Tochikei 120	3.78	1.56	1.56	90	93	1.00
Betzes	3.84	1.70	1.50	93	104	1.13
Seijo 17	3.84	1.49	1.46	82	99	1.02
Akagi nijo	3.86	1.72	1.51	99	91	1.14
Waxy Betzes	3.86	1.68	1.52	89	103	1.11
Azuma golden	3.88	1.60	1.40	84	90	1.14
Bido	3.90	1.95	1.71	72	88	1.14
Carina	3.92	1.81	1.67	68	89	1.08
Kanto nijo 19	3.92	1.53	1.38	98	110	1.11
Maris Offer	3.92	1.54	1.51	77	97	1.02
Riso 1508	3.96	1.66	1.63	78	87	1.02
Amsel	4.00	2.07	1.77	74	89	1.17
Taikei A60	4.00	1.71	1.46	82	82	1.17
Kanto nakate golden	4.04	1.77	1.61	102	99	1.10
Ko A	4.06	1.75	1.71	108	104	1.02
Asahi 19	4.08	1.53	1.52	106	108	1.01
Tochikei 103	4.08	1.53	1.49	98	71	1.03
Nirasaki nijo 9	4.10	1.81	1.51	82	89	1.20
Tochikei 28	4.12	1.68	1.58	97	99	1.06
Taikei A64	4.16	1.35	1.30	104	72	1.04
Nijo motimugi	4.18	1.63	1.63	109	120	1.00
New golden	4.22	1.73	1.57	105	101	1.10
Hakata 2	4.24	1.74	1.60	102	91	1.09
Cripper	4.30	1.77	1.50	95	87	1.18
Kirin choku 1	4.30	1.70	1.63	105	106	1.04
Fuji nijo II	4.36	1.73	1.65	92	95	1.05
Tochigi goldenmelon	4.42	1.72	1.55	119	117	1.11
Hydra	4.56	1.85	1.62	84	101	1.14
Igri	4.56	2.24	1.85	83	91	1.21
Weeah	4.58	1.60	1.55	94	89	1.03
Dampier	4.72	1.96	1.93	102	78	1.02
Sonja	4.74	1.98	1.66	87	106	1.19
Malta	4.76	1.65	1.64	85	104	1.01
Taikei R661	4.78	1.72	1.67	95	99	1.03

きる。先にも述べたとおり幼芽の先端の形状が鋭く尖っているもののほど、また幼芽の太さが細いものほど、土壌から受ける抵抗は小さいと考えられる。

ここでは、二条オオムギ44品種を使用して幼芽の形態おもに幼芽の太さについて計測し、鞘葉長、粒重、稈長などとの関係を調べた。

Table 4. に各品種の100粒重、幼芽の先端部および基部の太さ、最大鞘葉伸長量、稈長および先端部と基部の太さの比を示した。

前報¹⁾で示したごとく、二条オオムギの幼芽は先端部より基部で細く、伸長力の限界点では基部の屈曲が生じるため基部の太さや強度が問題となる。これを幼芽の受ける土壌抵抗の面から考えると、基部の太さが同じなら先端部の太さが細い方が土壌から受ける抵抗が小さく出芽に有利であろう。

幼芽の先端部の太さの変動幅は $1.22\text{mm}^2 \sim 2.24\text{mm}^2$ と基部の太さの変動の幅 ($1.02\text{mm}^2 \sim 1.93\text{mm}^2$) より大きく、ここで供試したすべての品種で先端部の太さが基部よりも等しいか大きかった。基部の太さに対する先端部の太さの割合は1.00~1.23の間にあったが、1.10未満のものが30品種あり、割合の分布は全体として小さな方に偏っていた。

ここでは、先端部と基部の太さについて大づかみな計測を行ったが、実際の場面ではごく先端の尖り方も土壌抵抗の大小に関与すると考えられるが、この点については今後の課題であろう。

Table 5 に各形質の相関を示す。正の有意な相関が認められるのは、100粒重と幼芽の基部および先端部の太さの間、鞘葉長と稈長の間であった。また、負の有意な相関関係は、鞘葉長と幼芽基部の太さ、稈長と幼芽基部の太さとの間で認められた。

Table 5. Correlation between some seedling characteristics of two-rowed barley.

	Coleoptile length	Area of cross section (top)	Area of cross section (bottom)	Calm length
100seed weight	0.152 ^{ns}	0.460**	0.505***	0.096 ^{ns}
Coleoptile length		-0.406**	-0.264 ^{ns}	0.453**
Area of cross section (top)			0.879***	-0.323*
Area of cross section (bottom)				-0.212 ^{ns}

*, **, ***, Correlation is significant in level of 5%, 1% and 0.1% respectively.
ns, Correlation is not significant.

これらの結果から、1) 粒重の大きい品種ほど幼芽が太い、2) 大きな粒重の品種の鞘葉の伸長量は必ずしも大きくない、3) 鞘葉長の大きな品種は稈長も長い、4) 幼芽長が長い品種は基部の太さが細い、などの事実が明らかになった。

前報¹⁾で述べたように、幼芽の太さと伸長力には強い比例関係があるので、幼芽が太いことは、必ずしも不利な条件ではない。重粘な土壌からの出芽を考えた場合、鞘葉の伸長の絶対量よりも伸長力の大きさを取った方が有利であろう。その観点からすると粒重の大きな品種が出芽にとっては、望ましい。

考 察

本報では二条オオムギの出芽と土壌抵抗との関係を明確にする目的で、実験を行った。

幼芽が土壌から受ける抵抗の大小は幼芽の太さ、形状などによって決まると考えられる。

まず、イネ科およびマメ科の数種作物の貫通力と幼芽の伸長力を測定して、二条オオムギとの比較を試みた。その結果、同じ伸長力を持つ作物でもイネ科作物の方がマメ科作物よりも貫通力が強く、出芽能力が大きかった。このことは、幼芽先端の形状がとがっている二条オオムギの様なイネ科作物がマメ科作物より土壌から受ける抵抗が小さく、土壌抵抗を排除する能力の高いことを示していると考えられた。

幼芽の土壌貫通力を測定した例としては次のような報告がある。Frelich et al. (1973)²⁾は6種のイネ科牧草を使用して蠟製の疑似クラストを使用した貫通力の試験を行った。クラスト強度の増加につれて出芽は抑制された。同時に培地の浸透圧と出芽の関係についても検討したところ、出芽に対する影響はクラスト有無のほうが、水分の多少より大きいという結果を得ている。さらに、貫通力の種間差を認め、粒重の大きいほど貫通力が大きいことを明らかにした。また、Arndt (1965)¹⁾は円柱が土中から出るのに要する力(重さ)を測定して土壌の抵抗とし、より太い幼芽をつくるものが土壌を貫通する力が強いことを示した。

このように、粒重が大きく幼芽の太い種ほど貫通力が大きいのは、前報¹⁾でみた様に、粒重が大きく幼芽が太いほど幼芽の伸長力が大きい為であろう。これらの例では、幼芽の形状の似た種を供試したので、幼芽の土壌抵抗の受け方に違いがほとんどなかったためと考えられる。

しかし、本実験では同一レベルの伸長力を持った作物でも貫通力に差があることが明らかであり、その原因は各種作物の幼芽によってそれぞれ土中を伸長中に土壌から受ける抵抗に差異が存在することにあると推察された。

イネ科数種作物の覆土を鎮圧した条件での出芽能力と幼芽の比伸長力との間に強い相関がみられることを示し、幼芽の太さが土壌抵抗の大小を決定する一つの要素であることを明らかにした。

ここで、供試したイネ科作物の中では、コムギは幼芽の比伸長力が比較的大きかったにもかかわらず、鎮圧下での出芽率がやや低かった。これは、上記の要因以外に、例えば幼芽からの溢液量や、幼芽の先端の形状が土壌抵抗を排除する能力の決定に関与しているためと考えられたが、詳細は明らかでなかった。

マメ科作物では種子重当りの伸長力は上胚軸伸長型作物より、下胚軸伸長型作物の方が大きい。胚軸の断面積当りの伸長力も、上胚軸伸長型作物よりも下胚軸伸長型作物が大きい。下胚軸伸長型の中ではダイズ、ツルマメ、リョクトウは他の下胚軸伸長型作物より小さい(Inouye et al. 1979)⁴⁾。上胚軸伸長型作物と下胚軸伸長型作物の比伸長力の差異はおそらく、下胚軸伸長型作物では比較的大きな子葉を地上に持上げる為により大きな伸長力を発揮するような淘汰圧が選抜の過程で働いた結果であろう。言い換えると、下胚軸伸長型のマメ科作物は伸長力を大きくする方向で出芽器官を発達させ、上胚軸伸長型のマメ科作物は幼芽の形態を細くし土壌から受ける抵抗を小さくする戦略を選んだのであろう。

イネ科作物では出芽器官として幼芽の先端にキャップ状の鞘葉をもつが、これも土壌の抵抗を減少させる機能を持ち出芽に重要な役割を果たしていると考えられる。

二条オオムギ44品種を用いて、幼芽の太さおよび鞘葉の最大伸長量と100粒重、稈長などの形質との関係を見た。

各形質の相関をみると幼芽の太さと粒重の間には有意な正の相関がみられた。粒重の大きな種子は幼芽が太く、伸長力が大きいであろう。しかし、粒重の大きな品種必ずしも鞘葉長が大きくはなかった。

鞘葉長の長い品種は稈長も長かった。農業形質としての稈長、穂長は正の相関がみられることが知られており、穂型と鞘葉長との相関も知られている(高橋1948)⁸⁾。

オオムギについて、高橋(1948)⁸⁾は多数の品種の交雑結果から、穂型の並・渦性の遺伝子を見つけ、この遺伝子と鞘葉長の長短の遺伝子が連動していることをみいだした。そしてこの渦性遺伝子の地理的分布をみると、極東の品種だけにみられ、他の地域にはなく、渦性は日本などでの高温、肥沃な土地への適応であろうとしている。

ところで、二条オオムギの実用品種には渦性はない。多くの品種の比較から二条種は六条種よりも穂長が長く、1穂当りの小穂数が多く、粒重が大きいことが明らかになっている(Inst. Agric. Biol. Sci. 1983)⁹⁾。また、二、六条同質遺伝子系統の二条の蛋白含量はつねに高く¹⁰⁾、その理由は二条化によるシンク容量の減少によって登熟初期の蛋白の蓄積が大きいからであるとされている(安田・守屋 1984¹²⁾)。

このように、二条オオムギは六条にくらべ大粒で蛋白が多くなる傾向があるので、出芽器官である鞘葉はより太く伸長力もより大きくなると考えられる。

鞘葉長と幼芽の太さの間には有意な負の相関がみられた。鞘葉が長く細い品種は乾燥して軽鬆な土地への深播きに適し、逆の鞘葉が短く太い品種は重粘な土壤に適している。

最大鞘葉長の大きい品種は深播きに耐える性質を持っており、ここで供試した品種の最大鞘葉長は119mmから72mmの変動幅を示した。乾燥地の農業では土壤水分確保のため深播きが普通であるので、鞘葉長の大きな品種が望ましい。

前報¹¹⁾で述べたように、幼芽の太さと伸長力には強い比例関係があるので、幼芽が太いことは、必ずしも不利な条件ではない。重粘な土壤からの出芽を考えた場合、鞘葉の伸長の絶対量よりも伸長力の大きさを取った方が有利であろう。その観点からすると重粘な土壤の水田転換畑では粒重の大きな品種が出芽の面では有利である。

なお、先端部の太さと基部の太さの比と各形質の間には有意な相関は認められなかった。

井之上・伊藤(1969)³⁾は作物幼芽の出芽能力は「幼芽の抽出力」、「幼芽の出芽抵抗排除係数」、「幼芽の伸長の速さ」に分解できるとし、出芽抵抗排除係数は幼芽の形態および生理的特性(溢液など)によって決まるとしている。本報でも、幼芽が土壤から受ける抵抗を考慮に入れて、伸長力と幼芽の太さおよび出芽の良否との関係について検討した。その結果、比伸長力の大きいものほど出芽に有利であること、すなわち同程度の伸長力なら幼芽が細いほど抵抗が小さいことを明らかにした。また、二条オオムギ品種の幼芽の形態についても若干触れた。しかし、出芽抵抗排除係数に深く関与すると考えられる極く先端の形状や、溢液現象などについてはここでは、明確にできなかった。出芽性をより正確にとらえるには、これらの点についての具体的な数値化が必要と考えられるが、これは今後の重要な課題である。

摘 要

1. 二条オオムギを含むイネ科およびマメ科の数種作物の貫通力と幼芽の伸長力を測定し

て、両者の関係を検討した。その結果、同じ伸長力を持つ作物でもイネ科作物の方がマメ科作物よりも貫通力が強かった。このことは、幼芽先端の形状がとがっている二条オオムギの様なイネ科作物のほうがマメ科作物より土壌から受ける抵抗が小さいためだと考えられた。

2. イネ科数種作物で鎮圧下からの出芽率と比伸長力との間には高い正の相関が認められた。

3. 二条オオムギ44品種を用いて、幼芽の太さおよび鞘葉の最大伸長量と粒重、稈長などの形質との関係をみた。各形質の相関をみると幼芽の太さと粒重の間には有意な正の相関がみられた。しかし、粒重の大きな品種が必ずしも鞘葉長が大きくなかった。

引用文献

1. Arndt, W. 1965. The impedance of soil seals and the force of emerging seedlings. *Aust. J. Soil Res.* 3: 55-68.
2. Frelich, J. R., Jensen, E. H. and Gifford, R. O. 1973. Effect of crust rigidity and osmotic potential on emergence of six grass species. *Agron. J.* 65: 26-29
3. 井之上準・伊藤健次, 1969. 作物の出芽に関する研究。—イネ科数種作物の幼芽の抽出力と出芽能力との関係について—。日作紀 38: 38-42.
4. Inouye, J., Tanakamaru, S. and Hibi, K. 1979. Elongation force of seedlings of leguminous crops. *Crop Sci.* 19: 599-602.
5. Institute for Agricultural and Biological Sciences 1983. Catalogue of barley germplasm preserved in Okayama University. pp. 218.
6. Kislev, M., Korach, E. and Negbi, M. 1979. Mechanisms of root penetration of seeds germinating on the soil surface. *Ann. Bot.* 43: 87-92.
7. 高橋成人, 1976. 種子の発芽。: 作物—その形態と機能—上巻, 20-41. 北条, 星川編 農業技術協会 東京
8. 高橋隆平, 1948. 大麦品種の分類と地理的分布に関する研究(第3報) 芽鞘の長さの遺伝とその育種の意義。日作紀 18: 44-47.
9. 高橋隆平・林二郎・守屋勇, 1975. 二・六条品種間交雑による大麦育種に関する研究 I. 二条および六条遺伝子の農業形質に及ぼす影響。育雑 25: 334-342.
10. 田中丸重美, 1990. 二条オオムギの出芽性に関する作物学的研究第1報。農学研究 62: 63-80.
11. 田中丸重美, 1990. 二条オオムギの出芽性に関する作物学的研究第2報。農学研究 62: 81-93.
12. 安田正三・守屋勇, 1984. オオムギの二・六条性と粗蛋白含量。日作紀 53: 163-168.

Agronomic Studies on Seedling Emergence of Two-Rowed Barley.

III. Soil resistance and seedling emergence.

Shigemi TANAKAMARU

Summary

Two gramineous crops (two-rowed barley and maize) and four leguminous crops (soybean, azuki bean, pea and mung bean) were seeded below a soil desk of hardness 0, 0.01, 0.05, 0.1, 0.3 and 0.6 kg/cm³ (Table 2). Seedling emergence of maize through 0.1kg/cm³ was better than that of pea, although their strength of plumule elongation was nearly equal. These data suggest that the plumule of gramineous crops has smaller soil resistance than that of leguminous crops because the former has a sharper tip than the latter.

A high correlation exists between emergence rate from compacted covering soil (soil hardness 0.2 and 0.3 kg/cm³) and plumule elongation pressure (e.g. strength of plumule elongation per base area of plumule) among some gramineous crops (Table 3 and Fig. 1).

Some seedling characteristics of 44 varieties of two-rowed barley were measured. Seed weight and plumule thickness (area of cross section 1 cm from the top and 1 cm from the base of plumule) were highly correlated, but seed weight and plumule length were not correlated (Table 4, 5).