

禾本科植物の花粉の人工発芽試験について

原田, 淳
九州大学農学部

<https://doi.org/10.15017/21590>

出版情報：九州大学農学部学藝雑誌. 19 (4), pp.429-443, 1962-07. 九州大学農学部
バージョン：
権利関係：



禾本科植物の花粉の人工発芽試験について

原 田 淳

On the artificial germination experiment of Gramineae pollen

Atsushi Harada

禾本科植物には極めて多数の重要作物が包含されている。従つてこれらの植物の花粉に關して実施された人工発芽研究も可成多数見られる。Hansgirg (1897) はチグサの花粉を水で培養し発芽させたと報告しているが、然し発芽率は記載されていない。Lidforss (1899) は水或は種々の糖類及び化学物質の溶液で禾本科に属する数種の植物の花粉を培養したが、発芽花粉を全く認めることが出来なかつた。Jost (1904) も種々の化学物質、柱頭の生汁、柱頭又は葉片の煮汁、或は柱頭の切片を置いた寒天発芽床で花粉を培養したがこれも不成功に終つた。然し Jost (1904) の別の報告ではスライドガラス上に置いた発芽床の周辺部(ガラス上)にひ散付着した花粉の中に発芽したものを認めたという。彼はこの条件で発芽花粉を得た理由をガラス上にぎょう結した水分が極めて少量であつたために花粉が適当水分量を吸収しえたからであらうと説明した。彼は更に糖溶液で煮た葉片を発芽床とし一層積極的な吸水調節を行つたところ、禾本科に属する数種の植物の花粉が発芽を示した。その後、Pfundt (1909) も吸水調節を主条件とした培養法を採用し、蔗糖寒天夫々各段階の濃度の発芽床を使用してカモガヤ、ドクムギ、ライムギ及びトオモロコシの花粉を夫々 20~30% 発芽させ、又、佐々木 (1919) も同法によりオオムギを 12.3%、イネを 1.1%、トオモロコシを 4.9%、又 Andronescu (1915) 及び Knowlton (1922) も同様トオモロコシの花粉を 20~62% 発芽させた。つづいて田畑等 (1929) は 1.0% 寒天に蔗糖を加えた発芽床に供試花粉を置床し、これをカバーガラスでおおい、オオムギの花粉につき 12.6%、イネの花粉につき 64.5~68.7%、コムギの花粉につき 35.5%、ヒエの花粉につき 86.5%、更にトオモロコシの花粉につき 49.7~62.6% の発芽率を得た。

後藤 (1931) は同一濃度の発芽床で各プレパレート毎に発芽率の著しく異なる理由を調査した結果、これが、使用したスライドガラスからの溶出成分の相異によることを確認したし、彼は又、Martin (1913) の実験に於けるムラサキツメクサの花粉が空中湿度の高いほど良好な発芽成績を示したという事実を参考とし、トオモロコシの花粉を塩化カルシウムによつて乾燥させ、これを寒天発芽床上に置き花粉に積極的な吸水を行かせたところ効果が示され 95.0% という高い発芽成績を得た。彼は又同様の方法でイネの花粉についても 84.7% の発芽成績を得ている。中山 (1934) はイネの新鮮な花粉を葯から直接に他物で触れずに発芽床上に散布し、10~12% 蔗糖 1.0% 寒天発芽床上に於いて 74.4~75.9% の発芽成績を得た。更にそれ以後の報告では、山田及び榎本 (1954) がイネの花粉でくずのりを用いた発芽床に於いて得た 80%、沢田 (1958) がイネの花粉の中に多量に含まれているア

ラニン及びセリン等のアミノ酸を添加した1.0%寒天発芽床に於いて得た81.8%の発芽成績等が見られる。

以上の様にイネ及びトオモロコシの花粉に関する記録が多く、それらについて良好な発芽成績が可成多数報告されているが、然しコムギ、オオムギの花粉の発芽記録は極めて少なく、而も良好な成績は皆無であつた。然し著者は1954年以來自己の創案した薄層ゼラチン発芽床を用いコムギ(1956)トオモロコシ(1958)の花粉では最高100%の発芽率さえも得た。本論文では上記植物以外の禾本科植物について実施した同発芽床による発芽試験の結果を報告する。

本研究の遂行に當つて終始御助言を賜つた九大教授永松士巳先生及び広島大学名誉教授福田八十橋先生に深甚の謝意を表す。

材料及び方法

本実験には次の4種の植物の花粉を供試した。それらの植物は次の通りである。

オオムギ	“裸神力”
イネ	“農林18号”
ヒエ	“在来種”
トオモロコシ	“在来種”

発芽床として用いた材料は次の通りである。

蒸溜水	
蔗糖	：大阪・片山製薬株式会社製
ゼラチン	：滋賀・野洲化学工業株式会社製
	“黄色ゼラチン” pH 6.8
	“灰色ゼラチン” pH 7.0
同上	：大阪・石津製薬株式会社製
	“石津ゼラチン” pH 7.2
同上	：宮城・宮城製薬株式会社製
	“宮城ゼラチン” pH 6.4

野洲化学工業株式会社製ゼラチンはその色によつて2種に区別される。1は黄色で他は灰色である。ゼラチンは夫々各製造会社名又は色名を付して呼称した。但しこの研究では黄色ゼラチンを主発芽床として用いたので特に他のゼラチンと比較使用した時の外は単にゼラチンと記した。

本実験に於いては先づ黄色ゼラチン発芽床を用い、この発芽床によつて良好な発芽成績を得ない時に石津、灰色或は宮城ゼラチンを使用した。この様にして各花粉に対し夫々最も適するゼラチンにつき最適濃度を求め、次に発芽に最も適する発芽床の厚さ及び培養室の湿度を求めた。

発芽床の厚さは“顕微鏡測定法”(1960)、即ちスライドガラスに於いて、発芽床上ガラス上面位置に花粉を置き両者の高さの差を顕微鏡のミクロスクリヤーの目盛を読む方法によつて測定した。

湿室は直径9cm、高さ1.8cmのベトリ皿を用い、この中の湿度は直径11cmの濾紙を種々の広さの切片とし、これらに夫々1ccの水を与えたものによつて調節した。

温度同濃度に於いて花粉を培養した。その結果は Tab. 2 の通りである。即ちオオムギの花粉は厚さ 15 μ の発芽床に於いて最もよく発芽し、発芽率は 42.9%，その際の吐出花粉は 28.3%であつた。トオモロコシの花粉は厚さ 20 μ の発芽床に於いて 32.8%の発芽を示し、吐出花粉は 22.6%，イネの花粉は厚さ 15 μ の発芽床に於いて 48.5%の発芽を示し、吐出花粉は 27.0%，ヒエの花粉は厚さ 15 μ に於いて 77.1%の発芽を示し、吐出花粉は 4.1%であつた。以上の発芽成績は、前表 (Tab. 1) に示されたものよりも良好であつた。吐出花粉は発芽床の厚さのうすい程多数見られ、厚さの増すにしたがつて減少した。而も、吐出花粉の減少は必ずしも発芽率の上昇とは伴つていなかった。

iii) 次に直径 11 cm の円型ろ紙をそのまま、或はそれを 1/2, 1/4, 1/8 及び 1/16 の各段階の広さに切り面積をせばめた合計六段階の広さのろ紙をペトリ皿の中に置き、夫々に 1 cc の水を含ませた。この様にして調整された各段階の湿度に於いて、前表 (Tab. 1 及び 2) に於いて判明した各種花粉を夫々に最も適した濃度と厚さの発芽床で培養した。その結果は Tab. 3 の通りである。即ちオオムギ、トオモロコシ及びヒエの各花粉は何れも 1/4 ろ紙に於いて最も良く、ヒエは 100%，オオムギは 97.5%の発芽成績を示した。この様に成績は著しく改善され湿度調整の効果が顕著に表われたが、他方、トオモロコシでは 33.8%の発芽率を示したに過ぎず湿度調整の効果は全く認められなかつた。イネの花粉は 1/2 ろ紙で 72.8%の発芽成績を示し、可成改善されたとはいえ満足される程高くなかつた。

Table 3. Germination ratios of Gramineae pollen (on gelatin layers) in the humidity kept by various width of wet filter paper ($r=55$ mm) with 1 cc water at the room temperature.

Plants	Medium concentration		Thickness of medium (μ)	Paper	Width of wet filter paper ($r=55$ mm)					
	Sucrose (%)	Gelatin (%)			1	1/2	1/4	1/8	1/16	
<i>Hordeum vulgare</i> L. (Hadaka shinriki)	0	5	15	20	Germ.	68.3	82.9	97.5	92.6	79.2
					Burst.	12.2	7.2	0	0	0
<i>Zea Mays</i> L. (Local variety)	0	35	20	28	"	11.8	15.6	33.8	18.1	7.2
					"	42.7	33.7	28.5	13.3	1.8
<i>Oryza sativa</i> L. (Norin No. 18)	10	3.5	15	27	"	49.1	72.8	65.0	45.5	20.6
					"	20.0	18.7	9.4	0	0
<i>Panicum crusgalli</i> L. (Local variety)	30	3	15	22	"	96.8	99.1	100.0	26.2	83.3
					"	32.6	28.2	42.8	0	0

iv) 以上の実験 (ii, iii) によつて判明した最適培養条件、即ち適切な厚さの発芽床及び湿度に於いて、各段階の濃度の蔗糖黄色ゼラチン発芽床で各種花粉を培養した。その結果は Tab. 4a, b, c, d の通りである。即ちオオムギ (Tab. 4a) の花粉は 5% 及び 20%ゼラチンの夫々に 5~20% 蔗糖を加えた発芽床に於いて極めて良好な発芽成績を示した。最高発芽成績は 5% 蔗糖 5%ゼラチン発芽床に於ける 99.7% であつた。

トオモロコシ (Tab. 4b) の花粉は蔗糖を含まぬ発芽床では 25~60%ゼラチンで発芽したが、然し最高発芽率は 30.6% (35%ゼラチンに於いて) に過ぎなかつた。蔗糖ゼラチン発芽床に於いても、試験濃度全般にわたつて発芽を示し、20% 蔗糖 60%ゼラチン発芽

Table 4a. Germination ratios of the pollen grains of *Hordeum vulgare* L. on the 15 μ thick layer of gelatin in the moist chamber by 1/4 wet filter paper with 1 cc water at 20°C on Apr. 30.

Concentration of gelatin (%)	Concentration of sucrose (%)							
	0	5	10	20	30	40	50	60
5	99.3%	99.7	98.5	91.1	65.3	66.5	21.8	16.6
10	69.4	52.6	42.3	31.3	16.0	8.7	5.1	8.7
20	85.0	85.0	85.7	77.9	43.5	35.1	15.3	6.0
30	68.7	62.5	45.8	18.3	7.0	0	0	0
40	14.0	8.9	5.8	7.8	0	0	0	0
50	0	6.0	2.0	0	0	0	0	0

Table 4b. Germination ratios of the pollen grains of *Zea Mays* L. on the 20 μ thick layer of gelatin in the moist chamber by 1/4 wet filter paper with 1 cc water at 28°C on July 15.

Concentration of gelatin (%)	Concentration of sucrose (%)									
	0	10	20	25	30	35	40	50	60	
10	0 %	16.3	9.1	5.3	3.1	2.8	2.5	4.2	0	
20	0	13.6	8.7	20.3	10.6	6.1	7.5	5.1	1.3	
25	3.8	11.2	20.5	6.1	18.9	16.3	6.2	5.2	2.6	
30	6.1	10.7	18.3	7.5	15.3	8.3	15.7	4.0	0	
35	30.6	11.5	10.8	12.7	4.5	3.6	10.1	7.8	2.1	
40	16.3	10.5	21.3	20.1	24.5	8.6	19.3	8.1	2.8	
50	18.9	18.2	8.6	3.1	8.7	5.6	9.3	4.7	6.1	
60	17.6	20.3	32.7	4.6	18.4	4.7	8.7	11.6	6.5	
70	0	0	3.1	12.3	22.5	16.7	3.9	2.1	1.0	

床では最高発芽率の 32.7 % を示したが、然しこの発芽成績からは前の実験 (Tabs. 1, 2, 3) に示された成績に比して何ら向上を認め得なかつた。

イネ (Tab. 4c) の花粉は蔗糖を含まぬ 1~7 % ゼラチン発芽床に於いて特によく発芽し、最高発芽率は 82.7 % (5 % ゼラチンに於いて) であつた。他方、蔗糖を含む発芽床では蔗糖を含まぬ発芽床に於けるより稍々不良な成績を示し、最高発芽率は 69.0 % (10 % 蔗糖 3.5 % ゼラチンに於いて) であつた。

Table 4c. Germination ratios of the pollen grains of *Oryza sativa* L. on the 15 μ thick layer of gelatin in the moist chamber by 1/2 wet filter paper with 1 cc water at 26°C on Sept. 15.

Concentration of gelatin (%)	Concentration of sucrose (%)							
	0	10	20	30	40	50	60	
1	18.0%	24.5	16.3	7.5	2.3	0	0	
2	44.1	37.4	21.7	24.3	16.0	8.1	1.9	
3.5	73.9	69.0	52.6	34.4	25.3	17.8	3.2	
5	82.7	48.5	26.1	18.8	23.6	12.6	7.3	
7	43.3	38.6	21.1	12.3	4.8	0.5	0.1	

ヒエ (Tab. 4d) の花粉の示す最高発芽率は、蔗糖を含まぬ発芽床に於いて 90.6 % (3 % ゼラチンに於いて)、蔗糖を含む発芽床では 98.6 % (30 % 蔗糖 30 % ゼラチンに於いて) であつた。

v) 以上の試験結果に於いて、オオムギ及びヒエの花粉の示した発芽成績は何れも極め

Table 4d. Germination ratios of *Panicum crusgalli* L. on the 15 μ thick layer of gelatin in the moist chamber by 1/4 wet filter paper with 1 cc water at 21°C on Oct. 26.

Concentration of gelatin (%)	Concentration of sucrose (%)				
	0	10	20	30	40
3	90.6%	87.3	96.0	98.6	92.1
5	41.3	68.5	50.3	60.4	48.9
10	32.6	38.3	46.2	31.3	29.8
20	17.5	43.9	75.8	23.4	19.6
30	13.3	52.6	81.3	42.7	21.2
40	7.7	29.1	43.7	19.4	10.6

で良好であつたが、然しトオモロコシ及びイネの花粉の発芽成績はそれほど良好ではなかつた。そこでこれらの花粉を他の石津、灰色或は宮城ゼラチン発芽床で培養した。発芽床の厚さ及び培養湿度は既に黄色ゼラチン発芽床 (Tabs. 2, 3) に於いて判明した通りの、夫々の花粉に最も適する度合に調整した。その結果は Tab. 5a, b, c, d の通りであつた。即ちトオモロコシの花粉は蔗糖を含まない石津ゼラチン (Tab. 5a) 30~35% の濃度に於いて 100% の発芽率を示した。この結果にくらべて蔗糖を含む発芽床に於ける発芽成績の方は著しく不良であつた。

Table 5a. Germination ratios of the pollen grains of *Zea Mays* L. on the 20 μ thick layer of Ishizu-gelatin at 28°C on July 18.

Concentration of gelatin (%)	Concentration of sucrose (%)							
	0	10	20	25	30	35	40	50
25	80.9%	16.5	12.3	8.6	4.9	3.3	18.1	18.5
30	100	13.2	4.8	4.5	7.9	9.3	7.3	2.6
35	100	21.5	11.2	9.6	13.1	7.6	3.3	1.2
40	48.5	4.8	9.7	12.3	6.2	6.5	4.5	1.9

灰色ゼラチン (Tab. 5b) でもトオモロコシの花粉は蔗糖を含まぬ 35% の濃度に於いて 96.8% の高い発芽率を示した。他方、蔗糖を含む発芽床では最高 72.3% の発芽率を示し、蔗糖を含まぬ発芽床に於けるほどには良くなかつた。然し両発芽床に於ける発芽成績の差は石津ゼラチンに於けるほど顕著ではなかつた。

Table 5b. Germination ratios of the pollen grains of *Zea Mays* L. on the 20 μ thick layer of Gray-gelatin at 28°C on July 15.

Concentration of gelatin (%)	Concentration of sucrose (%)							
	0	10	20	25	30	35	40	50
25	28.9%	25.6	18.6	21.3	25.7	32.6	18.2	23.6
30	46.3	24.4	33.3	23.8	27.6	21.5	17.9	25.2
35	96.8	14.5	19.9	39.4	35.8	72.3	43.3	16.7
40	68.9	45.9	29.2	40.5	22.2	17.1	6.1	10.5

宮城ゼラチン (Tab. 5c) に於けるトオモロコシの花粉は最高発芽率さえ 20.5% (20% 蔗糖 30% ゼラチンに於いて) に過ぎず、他のどのゼラチンよりも発芽床としては不適当であつた。

Table 5c. Germination ratios of the pollen grains of *Zea Mays* L. on the 20 μ thick layer of Miyagi-gelatin at 28°C on July 15.

Concentration of gelatin (%)	Concentration of sucrose (%)					
	0	10	20	30	40	50
25	0.8%	7.1	5.0	2.1	0.3	0
30	2.5	6.2	20.5	8.9	2.6	4.2
35	0	2.7	12.6	4.8	0.9	2.3
40	0.2	0	9.2	7.4	0.1	0.1

イネの花粉を灰色ゼラチン (Tab. 5d) 発芽床に散布し、温度調節器による 22°C と室温の 25°C に於いて培養した結果、22°C に於いては、蔗糖を含みぬ発芽床 (4%ゼラチン) に於いて最高 69.0%，蔗糖を含む発芽床 (10%蔗糖 4%ゼラチン) に於いて最高 42.0% の発芽率を得た。他方、25°C に於いては、蔗糖を含みぬ発芽床 (3%ゼラチン) に於いて、最高 92.7% の発芽率を得た。

Table 5d. Germination ratios of the pollen grains of *Oryza sativa* L. on the 20 μ thick layer of Gray-gelatin at two grades of temperature on Sept. 20.

Temp. (°C)	Concentration of gelatin (%)	Concentration of sucrose (%)						
		0	10	20	30	40	50	60
22	1	12.8	7.0	11.3	6.2	3.0	0	0
	2	19.2	23.5	15.7	18.1	11.5	9.2	3.8
	3	48.5	36.8	31.2	18.0	16.2	11.7	8.0
	4	69.0	42.0	29.7	31.4	23.6	19.5	11.9
	5	28.8	32.2	16.3	15.8	7.7	2.3	4.0
25	1	26.1	13.5	15.9	9.8	11.1	6.5	0.8
	2	59.3	73.4	49.0	38.5	26.2	22.7	10.6
	3	92.7	98.1	87.5	65.9	48.8	40.5	16.4
	4	87.7	99.2	96.8	73.5	50.3	32.0	17.9
	5	43.3	38.3	29.3	31.7	18.2	12.5	7.6

実験 2. 発芽床の濃度と花粉の拡大度

オオムギの花粉 (直径約 38 μ) を黄色及び灰色の両ゼラチンで培養したところ各段階の濃度の発芽床に於いて花粉は略々大中小の 3 段階の大きさに区分出来た。この各段階の大きさの花粉群につき夫々直径を測定し培養濃度との関係を示すと Tab. 6a, b の通りとなつた。オオムギ (Tab. 6a) は、黄色ゼラチン発芽床に於いて、20°C では直径 42~49 μ (5%ゼラチン) の花粉が最高 (97.3%) の発芽率を示し、44~52 μ (10%ゼラチン) の花粉が次に位した。他方、25°C では、直径 40~51 μ (5%ゼラチン) の花粉が最高の発芽率を示し、40~52 μ (10%ゼラチン) の花粉の発芽成績がその次に位した。以上の拡大度は 20°C に於いて 97.3% の高い発芽率を示した際の花粉の拡大度と略々等しいにかかわらず発芽率はそれよりも格段に低かつた。又 20°C では 5%及び 10%ゼラチン発芽床上の花粉はしぼんでいたが 25°C では同濃度に於いて細粒状の原形質を吐出した花粉、或は中心部に原形質塊、その周縁に透明層の存在する花粉が見られ、更に 40%以上の濃度では粘ちよう大塊をなす吐出原形質が認められた。又両温度に於いて共に発芽床濃度が高くなるほど花粉の拡大度が大きくなつては、25°C に於いては 20°C に於けるより同一濃度に見られる花粉の大小差が大きしいし、又 50%以上の濃度に於ける濃度の上昇に対する拡大度の低

Table 6a. The diameter and the states of the pollen grains of *Hordeum vulgare* L. on the thin layer media of various concentrations of various gelatin.

Concent. of gelatin (%)	Yellow gelatin						Gray gelatin		
	Diam.	20°C Germ.	State	Diam.	25°C Germ.	State	Diam.	20°C Germ.	State
5	42 ^μ	99.3	Shrink.* pollen	40 ^μ	34.3	Granul.* plasma	40 ^μ	3.2	Granul.* plasma
	45			45			42		
	49			51			50		
10	44	98.8	"	40	33.3	"	40	12.0	"
	50			43			42		
	52			52			50		
20	44	85.0		40	8.0		40	36.0	"
	50			42			42		
	54			42			50		
30	44	68.7		45	7.5		40	29.7	
	50			49			45		
	58			50			50		
40	52	14.0		50	0	Solid* plasma	55	10.3	Granul.* tube
	55			58			60		
	61			62			68		
50	39	0		45	0	Viscos* plasma	40	7.5	
	45			48			42		
	49			52			58		
60	38	0		42	0	Solid* plasma	40	20.0	
	40			45			45		
	42			50			60		

* Shape of pollen plasma.

下はゆるやかであつた。

他方、20°C に於ける 40% 以下の濃度の灰色ゼラチン発芽床では 25°C、5~10% 黄色ゼラチン発芽床上に於けると同様の細粒状原形質を吐出した花粉が見られた。前者の発芽最適ゼラチン濃度は 20% であり、後者の発芽最適ゼラチン濃度は 5% であつた。又 50% 以上の濃度に於ける花粉拡大度の低下は前者が後者より一層ゆるやかであつた。

Tab. 6b に示す 7 月に生産されたトオモロコシの花粉の石津ゼラチンに於ける花粉直径は 86.7~112.5 μ (25~40% ゼラチンに於いて) のものが 100% の発芽率を示した。25% 及び 40% ゼラチンの双方に於いて 120 μ をこえる拡大度の著しく大きい花粉が見られそれらは何れも全く発芽を示さなかつた。他方、9 月に生産された花粉では、黄色ゼラチンに於いて直径 101.2 μ (30% ゼラチンに於いて) の大きさのものが最高の発芽率 (94.4%) を示した。この花粉の直径は上記石津ゼラチンに於いて 100% の発芽率を示した花粉直径の大きさの範囲内にあるが、然し発芽率はそれよりも劣つていた。上記の石津、黄色ゼラチン夫々に於いて何れも濃度の高まるにつれて拡大度も大きくなつたが、前者では各段階の夫々の濃度に於ける花粉拡大度の差及び濃度差による花粉拡大度の差が後者よりも大であつた。又前者ではちよう菱花粉は皆無であり、大塊状原形質を吐出した花粉は 40% ゼラチン発芽床に於いてわずか認められたが、後者でちよう菱花粉は 30~35% ゼラチン発芽

Table 6b. The size and germination of the pollen grains of *Zea Mays* L. on the thin layer media of various concentration of various gelatin.

Gelatin	Concent. of Gelatin	Pollen size	Diam.	Ratio of pollen grain number	Germ. ratio	Total germ. State ratio
Ishizu-gelatin (Jul. 18, 28°C)	25 %	Small	86.7 ^μ	36.7 %	100 %	% 80.9
		Middle	102.3	44.2	100	
		Large	120.6	19.1	0	
	30	S	91.9	42.5	100	100
M		101.3	51.7	100		
L		109.5	5.7	100		
35	S	88.2	37.3	100	100	
	M	101.0	52.9	100		
	L	112.5	9.7	100		
40	S	89.0	27.5	100	48.5 Viscos plasma*	
	M	100.8	21.0	100		
	L	125.1	51.5	0		
Yellow Yasu-gelatin (Sept. 20, 22°C)	10	S	72.1	48.5	0	12.5 Granul. plasma*
		M	90.5	23.1	54.1	
		L	121.3	28.5	0	
	20	S	81.0	23.7	52.4	34.7
		M	92.2	45.5	44.8	
		L	111.5	27.3	0	
	25	S	95.2	41.7	77.9	68.3
		M	98.6	37.3	92.8	
		L	101.0	21.0	5.7	
	30	S	95.0	46.7	82.2	87.9 Shrink. pollen*
		L	98.2	46.2	92.4	
		M	101.2	7.2	94.4	
35	S	98.4	41.7	41.5	40.6 Shrink. pollen*	
	L	101.5	46.7	49.5		
	M	110.2	11.5	0		
40	S	106.5	53.1	76.1	41.2 Solid plasma*	
	L	113.7	36.9	2.2		
	M	120.1	10.0	0		
50	S	111.8	52.6	24.3	12.7 Viscos plasma*	
	L	120.6	36.8	0		
	M	135.0	10.5	0		
60	S	110.2	53.3	1.5	0.8 Solid plasma*	
	L	133.5	26.7	0		
	M	150.7	20.0	0		

* Shape of pollen plasma.

床で見られ、他方大塊状原形質を吐出した花粉は 40~60 %ゼラチン発芽床に於いて見られた。

実験3. 花粉の発芽過程

トオモロコシの花粉を蔗糖を含めぬか又は 10, 30, 60 %の各段階の蔗糖を含んだ 30 %黄色ゼラチン発芽床をスライドガラス上に夫々 20 μ の厚さにぬつた発芽床上に散布して小

Table 7. The variation of diameter and state of the pollen grains of *Zea Mays* L. in the medium layer (on the thinner lay of 0~60% sucrose-30% gelatin) on Oct. 28.

Concentration of sucrose	10 min.	20	30	60	90	120	150	180	Germination ratio (360 min.)
0%	80 μ (Shrink proboscis)	98	112	125	124	125 (Germination)	125 (Plasmoptysis)	125	48.5%
10	80 (Shrink proboscis)	105	105	105	105	105 (Germination)	105	105	92.6
30	81 (Shrink proboscis)	94	112	114	115	117 (Germination)	116 (Plasmoptysis)	117	79.3
60	80 (Shrink proboscis)	88	104	118	128	135 (Plasmoptysis)	142	142	1.2

湿室 (1960) 中顕微鏡下で直接観察を行った。この観察は 180 分間に 8 回行い、その都度花粉の直径を測定した。その結果は Tab. 7 の如くである。各発芽床に於ける花粉の直径は置床後 10 分に於いて 80~81 μ で何れもしぼみが認められた。20 分では 10% 蔗糖発芽床に於けるものが最大 (105 μ)、60% 蔗糖発芽床に於けるものが最小 (88 μ) で、他の発芽床に於ける花粉の多くは吻を出していた。30 分では 10% 蔗糖に於ける花粉は全く拡大していなかったが、他の発芽床に於ける花粉は何れも拡大しており、特に蔗糖を含まぬ発芽床 (112 μ) に於ける花粉の直径は前回最大であつた 10% 蔗糖に於けるものより大きくなつた。10% 蔗糖発芽床に於ける花粉は 20 分以後は全く拡大を示していなかったが、蔗糖を含まぬ発芽床では 60 分、30% 蔗糖発芽床では 120 分迄、60% 蔗糖発芽床に於いては 150 分迄拡大をつづけた。花粉の拡大度は 60 分経過した時には、蔗糖を含まぬ発芽床に於けるものが最大で、125 μ であつたが、90 分では 60% 蔗糖に於けるものが最も大きくなり、128 μ となつた。120 分経過した時もやはりこの発芽床に於ける花粉が最も大きく 142 μ であつた。

以上によればどの花粉も拡大速度がゆるやかになり或は停止した後発芽をはじめているが、最も早く (20 分) 拡大を停止し而も最も拡大度の小さい (105 μ) 10% 蔗糖発芽床に於ける花粉が最高発芽率 (92.6%) を示した。

実験 4. 湿室の湿度

湿したろ紙の広さによつて調節した各段階の湿度及び塩化ナトリウム溶液の濃度によつて調節した各段階の湿度の両湿室に於いて花粉を培養し、夫々に示された発芽率を対比し、湿度の明らかな塩化ナトリウム溶液濃度を以つてろ紙の広さによつて調節した湿度を推定した。即ちヒエの花粉をその最も適する 15 μ の厚さの 30% 蔗糖 3% ゼラチン発芽床に散布し、両種の湿室に於いて培養した結果、夫々は Tab. 8 の如き発芽成績を示した。塩化ナトリウム溶液の湿室に於いては 0.02 モルに於ける発芽率が最高であり、他方ろ紙の広さによる湿室に於いては 1/4 ろ紙に於ける発芽率が最高であつた。両種の湿室に於ける発芽率によれば塩化ナトリウム 0.02 モル溶液と 1/2~1/4 ろ紙に於ける発芽率が略々等しく、ろ紙 1 枚に於ける発芽率は塩化ナトリウム 0.02 モルに於ける発芽率と単なる水に於けるそ

Table 8. Germination of the pollen grains of *Panicum crusgalli* L. var. *frumentaceum* Trin. in the moist chamber by NaCl solution and wet filter paper: on the thin layer of 3% gelatin at 22°C.

Mol NaCl per litter solution	1.00	0.67	0.50	0.40	0.25	0.11	0.07	0.05	0.04	0.03	0.02	0.00
Germination ratio (%)	0	14.3	18.0	22.3	36.5	35.8	49.7	75.3	87.5	97.3	72.8	
Width of wet filter paper	1	1/2	1/4	1/8	1/16							
Germination ratio (%)	87.3	96.8	100	76.2	62.5							

れとの中間に位し、又 1/8 ろ紙に於ける発芽率は 0.04 モル溶液に於ける発芽率と略々等しく、1/16 ろ紙に於ける発芽率は 0.04 モル及び 0.05 モル溶液による発芽率との中間値を示した。

論 議

トオモロコシの花粉が発芽する際に示す形態変化はナタネ(1960)の花粉に於けるそれと全く同様で、はじめ急速微度の拡張を示しその後暫らく静止状態を保ち、やがて発芽をはじめ、即ち花粉は人工的操作によつて発芽する場合にこの様な変化を示すが、同様の変化は既に天然で人工発芽困難とされている花粉(Watanabe 1955)に於いても、又人工発芽床で容易に発芽する花粉(岩波 1953)に於いても観察されている。従つて各種花粉が発芽する際には夫々必ず示す過程であると認めて差支えあるまい、故に人工発芽の容易とされる花粉が水或は一定濃度の溶液に於いてさえも発芽しうるのは、それらの花粉が自力で調節吸水しうる能力を有し上記の変化過程をとり得るからであらう。他方、人工発芽困難な花粉が低濃度培地で全く発芽し得ないのは自力調節能が低く、従つて外的条件による吸水調節が必要とされるものと思われる。

発芽困難な花粉に於ける発芽直前の原形質の形態は中央に原形質塊が存在しその周縁部に広い透明層が見られる。これに対し発芽床濃度が低すぎるため吐出した原形質は小粒状をなし、又反対に高すぎるため吐出した原形質は粘ちような大塊状をなす。この様な結果を示すのは、急速に而も過度の吸水を行つた時ゾル化原形質量が過多となり、従つてぼう圧が過大となり、このために原形質膜が破裂し而も原形質が急激に圧より解放されるからであらう。或は吸水速度がゆるやかすぎ而も吸水量が極めて小ならば原形質がゾル化するほどの水分にめぐまれず、水分は原形質内に滲じゆんしこれがつづけられぼう圧過大となるからであらう。従つて花粉原形質が順調なゾル化を行うためには可成急速に吸水し而も適当水分量を得ることが必要であり、若しこの条件がかなえられるならば、花粉管が発芽孔より発伸する時も過激な圧力が加えられることなく、而もゾル状をなす原形質は流動(岩波 1954)しつつ花粉管の伸長をつづけるにちがいない。

人工発芽困難とされた各種花粉を人工発芽床によつて発芽試験した結果では、寒天ゼラチン共に薄層(10~40 μ)発芽床を用いた方が好成績を示し、而も両者の中ゼラチン発芽床の方が格段にすぐれた成績を示した。但しこの様な好成績は、市販のゼラチンが製品の種別によつてその組成及び精製度を異にするので、各種花粉夫々に対し最も適する品質のも

のを選択し、その濃度、厚さ及び培養湿室の湿度を適度に調整使用した結果得られたものであつて、この様な培養法によつて著者は既にコムギ (1955)、トオモロコシ (1958) の花粉についてすぐれた発芽成績をあげている。花粉は上述した通り培養濃度が低すぎても高すぎても吐出し、過不足のない適量の水分が与えられなければ発芽出来ない。従つて適切な水度の発芽床が用いられねばならぬが、更に例え適切な水度の発芽床でもそれが薄層であつてはじめて効力を発するものであり、而も同水度の発芽床を用いてもそれが厚層 (40 μ 以上の厚さ) では花粉は吸水困難なため発芽し得ない (1955, 1955)。他方、湿室に入れられた薄層発芽床でははじめその表層部に水滴がぎょう集し、その後これが消失して発芽床は膨じゆんする (1955)。即ちこの発芽床ははじめ給水量が多いが、間もなく急速に減退すると考えてよい。発芽床上に於けるこの様な水分の消長が、上記の如く置床当初急速微度のぼう張をなしそのままの形態を保つ中に発芽を開始する花粉の吸水機構と合致するものとする。

上記した発芽床の機能は、使用される膠質の種別によつて異なる事実からして、それを構成する物質の品質及び分量等によつて異なるはずである。即ち膠質の差異は花粉と発芽床との双方間に行われる水分与奪に關係する発芽床粒子と水分との結合力及び発芽床に於ける自由水の量、湿室にはん入した発芽床上に於ける当初表層上水滴内溶質の濃度に關係する発芽床の溶解度、粘度及び表面張力等の物理的条件に差異を生ずるにちがいない。又湿室にはん入された発芽床が水分を空中から補給する限り (Walter 1931) 発芽床に於ける水分の消長に湿室内湿度が關係することはいうまでもない。

摘 要

1. 本実験には禾本科に屬する四植物の花粉を供試した。
2. 発芽床に用いる膠質物質の選択、発芽床の厚さの調整、湿室の湿度調節が適切であれば、どの花粉も良好な発芽成績を示しうる。
3. 湿室 (直径 9 cm, 高さ 1.8 cm のベトリ皿) に於ける湿度は 1 cc の水を含ませた直径 11 cm のろ紙をそのまま、1/2 又は 1/4 の切片とし、これをベトリ皿の中に置き調節した。
4. 発芽床膠質物質は黄色、灰色、石津又は宮城各ゼラチンの中から選択使用した。
5. オオムギ (裸神力) の花粉は 25°C に於いて 1/4 ろ紙による湿室で、厚さ 15 μ の 5% 蔗糖 5% 黄色ゼラチン発芽床に於いて最もよく発芽した。
6. イネ (農林 18 号) の花粉は 25°C に於いて 1/2 ろ紙による湿室で厚さ 15 μ の 10% 蔗糖 4% 灰色ゼラチン発芽床に於いて最もよく発芽した。
7. ヒエ (在来種) の花粉は 21°C に於いて 1/4 ろ紙による湿室で厚さ 15 μ の 30% 蔗糖 3% 黄色ゼラチン発芽床に於いて最もよく発芽した。
8. トオモロコシ (在来種) の花粉は 28°C に於いて 1/4 ろ紙による湿室で、厚さ 20 μ の 5~40% 蔗糖 25~30% 黄色ゼラチン発芽床に於いて最もよく発芽した。
9. 各種花粉について得られた最高発芽率は次の通りであつた。

オオムギ (神祿力)	99.7 %
イネ (農林 18 号)	99.2 %
ヒエ (在来種)	98.6 %
トオモロコシ (在来種)	100 %

10. 発芽床が高張である程、即ち吸水がゆるやかに行われるほど花粉はより大きくぼう張する。

11. 花粉が発芽床上で急速に拡張し、しばらく経過して後発芽しはじめた。大きく拡張した花粉群よりむしろ小さく拡張した花粉群の方が高い発芽率を示した。

12. 花粉原形質は急速な吸水を行うと外縁部からゾル化する。その時もし吸水量が適当であれば花粉は発芽しうるが然し、吸水量が超過すると花粉内のぼう圧が過大となり花粉は吐出する。他方吸水速度が余りにゆるやかすぎると原形質はゾル化出来ない。この場合も原形質はぼうじゅんし、この様な吸水速度がつづけられても花粉は吐出する。

13. 湿室に於いてろ紙 (直径 11 cm) の 1/2 又は 1/4 切片による湿度は略々 0.02 モル NaCl 溶液による湿度に相当する。

文 献

- Gotoh, K. 1931. Physiological researches on pollen. Mem. Fac. Sci. & Agr. Taihoku Imp. Univ. 3: 61-198.
- Iwanami, Y. 1953. Physiological researches on pollen. 2. On the protoplasmic streaming in the pollen. (in Japanese) Bot. Mag. Tokyo 68: 49-54.
- Jost, L. 1904. Zur Physiologie der Pollens. Ber. Deutsche Bot. Ges. 23: 504-515.
- Knowlton, H. E. 1922. Studies in pollen with special reference to longevity. Cornell Univ. Agr. Exp. Sta. Mem. 52: 751-793.
- Kubo, A. 1955. On the germination of the pollen grains of Ericaceae. Jap. Jour. Bot. 15: 15-27.
- . 1955. Successful artificial method of germination of Compositae pollen. Jour. Sci. Hiroshima Univ. 7: 23-44.
- . 1956. On the artificial pollen grain germination of Gramineae. 1. *Triticum vulgare* L. Jour. Sci. Hiroshima Univ. vol. 7: 103-118.
- . 1958. On the artificial pollen grain germination of *Zea Mays* L. Bot. Mag. Tokyo 71: 841-842.
- . 1960. On the germination of pollen grain of *Brassica napus* L. Bot. Mag. Tokyo 73: 453-457.
- Martin, J. A. 1913. The physiology of the pollen of *Trifolium pratense*. Bot. Mag. 56: 112-126.
- Nakayama, R. 1934. On the artificial germination of rice pollen. (in Japanese) Agr. Hort. 9: 1917-1926.
- Pfundt, M. 1909. Der Einfluss der Luftfeuchtigkeit auf die Lebensdauer des Blütenstaubes. Jahrb. Wiss. Bot. 47.
- Sasaki, T. 1919. Upon the pollen germination of cultivated plants. (in Japanese) Jour. Agr. Soc. 207: 921-998.
- Sawada, Y. 1958. Physiological and morphological studies on the pollen grain. (in Japanese) Bot. Mag. Tokyo 71: 218-223.
- Tabata, K., Kikuchi, R. & Sasaki, J. 1929. On the germinating test of the pollen grains of cereals with some nutrient medium. (in Japanese) Proc. Crop Sci. Soc. Japan 1: 64-76.

Walter, H. 1931. Die Hydratur der Pflanze. Jena.

Watanabe, K. 1955. Studies on the germination of grass pollen 1. Liquid exudation of the pollen on the stigma before germination. Bot. Mag. Tokyo 66: 49-54.

Yamada, I. 1955. Germination of rice pollen. Proc. Crop. Sci. Soc. Japan 23: 61-62.

Summary

1. The pollen grains of four plants belonging to Gramineae were used in this experiment.

2. When the selection of the sort of colloidal substance as medium, the adjustment of the thickness of the medium layer and the humidity in a moist chamber were suitable, pollen grains germinated well.

3. The humidity in the moist chamber (petri dish of 9 cm in diameter and 1.8 cm in height) was regulated by one, half or a quarter sheet of the filter paper (11 cm in diameter) contained 1 cc water.

4. Colloidal substance used as medium was selected from "yellow, gray, Ishizu and Miyagi" gelatin.

5. The pollen grain of *Hordeum vulgare* L. "Hadakashinriki" germinated best on the 15 μ thick medium of 5% yellow gelatin contained 5% sucrose in the moist chamber by a quarter sheet of a filter paper at 25°C.

6. The pollen grain of *Oryza sativa* L. "Norin No. 18" germinated best on the 15 μ thick medium of 4% gray gelatin contained 10% sucrose in the moist chamber by a half sheet of a filter paper at 25°C.

7. The pollen grain of *Panicum crusgalli* L. "Local variety" germinated best on the 15 μ thick medium 3% yellow gelatin contained 30% sucrose in the moist chamber by a quarter sheet of a filter paper at 21°C.

8. The pollen grain of *Zea Mays* L. "Local variety" germinated best on the 20 μ thick medium 25~30% yellow gelatin contained 5~40% sucrose in the moist chamber by a quarter sheet of a filter paper at 28°C.

9. The best germination ratio shown in each pollen grain is as follows.

<i>Hordeum vulgare</i> L. "Hadakashinriki"	99.7 %
<i>Oryza sativa</i> L. "Norin No. 18"	99.2 %
<i>Panicum crusgalli</i> L. "Local variety"	98.6 %
<i>Zea Mays</i> L. "Local variety"	100 %

10. The more hypertonic the medium was, that is, the slower the water absorption of pollen grains was, the more the pollen grains expanded.

11. The pollen grains expanded rapidly on a medium layer, and after some rest time, they began to germinate. The pollen grains which expanded a little germinated in high percentages rather than ones expanded much.

12. The plasma in the pollen grain change to the sol state from the outside of it by sucking the water rapidly. Then, if the amount of sucked water is suitable the pollen grain can germinate. But, if it is over the swelling pressure in the pollen grain become over too, and the pollen grain plasmoptyses. On the other hand, if suction speed is too slow the plasma can not change to the sol state. On that occasion, it swells and the pollen grain plasmoptyse in continuing such a suction speed.

13. The humidity by a half or a quarter sheet of a filter paper (11 cm in diameter) in the moist chamber is equivalent to it by about 0.02 mol NaCl solution.