

青森県弘前地区におけるイチョウ花粉の形成過程

— 小孢子母細胞から成熟花粉までの形成過程の進行と

その同一雄花内での同調性について —

梶原 淳¹⁾・田中 清²⁾

弘前大学理学部生物学科 〒036 弘前市文京町3

Pollen Formation in *Ginkgo biloba* in Hirosaki Area, Aomori Prefecture
— On the Course of Pollen Formation from Microspore
Mother Cell and Its Synchronism in a Male Flower —

Atsusi KAJIWARA and Kiyoshi TANAKA

Department of Biology, Faculty of Science, Hirosaki University
3 Bunkyo-cho, Hirosaki, 036 Japan

(1990年10月3日受理)

雄性配偶体中に多数のせん毛を有する精子を形成するイチョウ⁽¹⁾の花粉形成過程や、その後の花粉発芽発達過程については多くの報告がある (Hirase⁽²⁾ など)。われわれの研究室においても1977年以来、主として花粉の無菌培養により培地上での精子形成を試み、^(3,4) 中心細胞 (体細胞, Body cell) は培養21日目、2つの精細胞 (Male cell) は42日目で形成され、らせん状の生毛体 (Blepharoplast) は44日目で認められるなど、自然の場合よりは勿論のこと、Tulecke⁽⁵⁾ や Rohr⁽⁶⁾ などの培養の結果よりかなり短時間で配偶体の発達が進行し得ることをみた。その場合、主として成熟花粉が用いられたが、将来、花粉形

成までの間の種々のステージからの培養の必要性をも考慮し、これまで報告の見られない弘前地区での小孢子母細胞から成熟花粉までの各ステージの進行時期を明らかにするとともに、一つの雄花上でのそれらの同調性を調査することにした。

[材料と方法] 弘前市内の弘前大学構内にある雄株から、雄花を4月中旬から5月中旬にわたって連日採取した。雄花は、1室からなる花粉のうを2つ有する雄ずいを多数穂状につけているが、数個の短枝から平均的な大きさの雄花をいくつか採取した。採取した雄花は、直ちにカルノア液 (アルコール6 : クロロホルム3 : 氷酢酸1) で1-3時間固定後、60%アルコールに移し、約1時間後に70%アルコールに移して4-5°Cで密封貯蔵した。

小孢子母細胞から始まる各分裂ステージの進行およびその同調性の調査については、雄花を先端部、中央部、基部の3部分に分け、各部のほぼ中央から2つの雄

¹⁾現所属：新薬開発研究所・岩見沢研究所

〒069-03 岩見沢市上幌向町559-13

²⁾現所属：尚絅女学院短期大学、一般教育科

〒981-12 名取市ゆりが丘4-10-1

ずい (A および B) をとり、そこにつく合計4つの花粉のうを別々にスライド上にとって押しつぶし、染色液として酢酸オルセインを用いて行なった。1つの花粉のうについて100-150個の細胞を調べた。

同様の調査を1987年と1988年の2回行った。この2回の間で、ステージの進行の速さが、主として気温の違いによって異なっていたほかは、同様の結果が得られたので、ここでは1988年の結果のみを表に示すことにした。

[結果] 表1-12は、1988年、減数分裂が始まった4月13日から開花の始まった5月14日までの調査結果の一部で、採取年月日、採取した雄花の長さ (mm)、調査した2つの雄ずい (A および B) を採取した部位、それぞれの2つの花粉のうの長さ (mm)、1つ1つの花粉のうの中に認められた分裂ステージの頻度 (%) を示したものである。

これらの表から、次のことが認められよう。

(1) 小孢子母細胞から小孢子形成までの減数分裂でも、その後の花粉形成に至る3回の体細胞分裂でも、

表1 同一雄花内各部位の雄ずいにおける分裂ステージの頻度 (%)

採取年月日		1988年4月13日*											
雄花の長さ(mm)		3.99											
雄ずいの位置		先端部				中央部				基部			
花粉のうの長さ(mm)		A		B		A		B		A		B	
		0.79	0.75	0.72	0.91	1.09	1.15	1.03	1.08	1.45	1.63	1.51	1.56
分 裂 ス テ ー ジ	小孢子母細胞	64	13	43	37	57	34	24	16	51	55	43	43
	細糸期	36	87	51	53	38	59	73	77	42	40	56	54
	接合糸期			6	10	5	6	3	5	5	2		2
	太糸期						1		2	2	3	1	1

* 4月12日まで、減数分裂を始めている小孢子母細胞は認められなかった。

表2 同一雄花内各部位の雄ずいにおける分裂ステージの頻度 (%)

採取年月日		1988年4月17日											
雄花の長さ(mm)		5.19											
雄ずいの位置		先端部				中央部				基部			
花粉のうの長さ(mm)		A		B		A		B		A		B	
		1.20	1.15	1.33	1.43	1.27	1.21	1.32	1.16	1.44	1.28	1.45	1.27
分 裂 ス テ ー ジ	小孢子母細胞	31	20	18	2	10	5	15	4	16	16	24	2
	細糸期	65	79	77	98	89	89	83	87	75	84	76	84
	接合糸期	4	1	5		1	6	2	9	9			14

表3 同一雄花内各部位の雄ずいにおける分裂ステージの頻度 (%)

採取年月日		1988年4月19日											
雄花の長さ(mm)		6.76											
雄ずいの位置		先端部				中央部				基部			
花粉のうの長さ(mm)		A		B		A		B		A		B	
		1.33	1.26	0.91	0.92	1.43	1.51	1.51	1.47	1.87	1.91	2.02	2.05
分 裂 ス テ ー ジ	小孢子母細胞	1	18	35						10	12	4	7
	細糸期	8	26	28	43					36	39	46	41
	接合糸期	35	34	27	44		7		4	37	46	46	45
	太糸期	29	17	9	12	5	8	4	7	15	3	4	5
	複糸期	15	4	1	1	9	12	8	12	2			2
	移動期	10	1			11	10	7	10				
	中期—I	1				41	49	39	26				
	後期—I	1				8	1	4	8				
	終期—I					11	8	18	21				
	分裂間期					15	5	20	12				

表4 同一雄花内各部位の雄ずいにおける分裂ステージの頻度 (%)

採取年月日		1988年4月21日											
雄花の長さ(mm)		7.13											
雄ずいの位置		先端部				中央部				基部			
花粉のうの長さ(mm)		A		B		A		B		A		B	
		1.21	1.15	1.05	1.21	1.81	1.57	1.82	1.81	2.23	1.81	2.05	1.93
分 裂 ス テ ー ジ	小孢子母細胞	5		2	3								
	細糸期	39	18	35	30								
	接合糸期	27	13	36	24								
	太糸期	22	29	17	21								
	複糸期	6	25	9	19								
	移動期	1	8	1	3						2	1	2
	中期—I		7			3		1		1	8	4	7
	後期—I										1		1
	終期—I					1	1				7	1	4
	分裂間期					14	13	5	2	13	46	50	33
	前期—II					11	4	4	4	21	23	14	31
	中期—II					8	12	4	3	12	6	7	8
	後期—II					11	9	4	6	9	6	3	3
	終期—II					21	19	9	12	16		10	8
四分子					31	42	73	73	28	1	10	3	

表5 同一雄花内各部位の雄ずいにおける分裂ステージの頻度 (%)

採取年月日		1988年4月23日												
雄花の長さ(mm)		7.25												
雄ずいの位置		先端部				中央部				基部				
花粉のうの長さ(mm)		A		B		A		B		A		B		
		1.03	0.99	1.15	1.10	1.67	1.49	1.51	1.62	1.87	2.07	1.93	2.01	
分 裂 ス テ ー ジ	接合糸期												1	
	太糸期												1	
	複糸期				1									
	移動期		1											
	中期-I	6	4								1			
	後期-I	1	2									1		
	終期-I	3	1	1	1									
	分裂間期	36	35	13	8						6	1		2
	前期-II	6	13	5	3						5	2	1	1
	中期-II	10	10	2	6		2				2	1	2	
	後期-II	8	8	3	4			1			3			1
	終期-II	20	14	4	12		2	2	1	14	11	1	3	
	四分子	10	12	71	66	86	92	97	99	67	77	88	93	
	小孢子					14	4			2	5	8		

表6 同一雄花内各部位の雄ずいにおける分裂ステージの頻度 (%)

採取年月日		1988年4月25日												
雄花の長さ(mm)		7.25												
雄ずいの位置		先端部				中央部				基部				
花粉のうの長さ(mm)		A		B		A		B		A		B		
		1.11	1.14	1.14	1.24	1.53	1.56	1.69	1.56	2.05	2.17	2.03	1.72	
分 裂 ス テ ー ジ	細糸期			1	3	3							1	
	接合糸期			1	9	3							1	
	太糸期	2	3	10	3								2	
	複糸期	3	2	15	7						1	7		
	移動期	6	6	13	11						2	6		
	中期-I	13	19	33	31	1	2	2	3	6	18			
	後期-I	4	4	3	6					2	1	4		
	終期-I	5	9	4	13			1		5	10			
	分裂間期	46	40	5	18	3	13	6	2	56	41	4	4	
	前期-II	18	14	5	4	6	6	4	3	16	8	3	3	
	中期-II	3	1		1	7	8	8	4	6	1	2	1	
	後期-II					8	7	8	5	6	1	3	1	
	終期-II					15	10	14	7			7	3	
	四分子					60	54	57	74	1		81	88	

1つの花粉のうちでさえも、分裂の同調性は認められなかった。すなわち、減数分裂においては第1分裂から第2分裂にわたってばらついており、また、その後の花粉形成の体細胞分裂においても、一細胞期から二細胞期、あるいは二細胞期から四細胞期にわたってばらついている。ただ、小胞子の時期ならびに開花直前の成熟花粉の時期については、少なくとも1つの花粉のうちではそろう傾向が認められ、減数分裂中の細胞

と小胞子以後の体細胞分裂中の細胞が同一花粉のうちに混在することはなかった。

弘前における各ステージの時期については、小胞子母細胞の減数分裂開始が4月中旬前半(1988年は13日、1987年は15日)、小胞子の時期は4月下旬から5月始め(1988年は4月29日-5月3日、1987年は4月23日-4月30日)、開花(成熟花粉の形成)は5月の10日前後(1988年は14日、1987年は10日)で

表7 同一雄花内各部位の雄ずいにおける分裂ステージの頻度(%)

採取年月日		1988年4月27日											
雄花の長さ(mm)		8.21											
雄ずいの位置		先端部				中央部				基部			
花粉のうの長さ(mm)		A		B		A		B		A		B	
		1.50	1.33	1.01	1.20	1.99	2.16	1.75	1.85	2.52	2.36	2.07	2.31
分 裂 ス テ ー ジ	分裂間期												
	前期-I												
	中期-I			1		1							
	後期-I							1					
	終期-I												
	四分子					6	2			1	3	2	
	小胞子	100	100	99	100	94	97	99	99	97	98	100	97

表8 同一雄花内各部位の雄ずいにおける分裂ステージの頻度(%)

採取年月日		1988年5月4日*											
雄花の長さ(mm)		13.86											
雄ずいの位置		先端部				中央部				基部			
花粉のうの長さ(mm)		A		B		A		B		A		B	
		2.43	2.14	1.93	2.29	2.71	2.86	2.29	3.00	2.34	2.87	3.14	3.00
分 裂 ス テ ー ジ	小胞子	60	47	77	86	75	44	41	46	62	41	58	78
	前期	19	15	14	7	12	33	33	20	29	18	27	17
	中期	2	8	4	2	4	7	6	10	5	10	2	1
	後期	3	6	1	1	2	1	3	3	1	1	5	1
	終期	7	8	2	1	4	5	5	5	2	7	3	1
		二細胞期	9	16	2	3	3	10	12	16	1	23	5

* 4月29-5月3日の間は、全て小胞子だけが観察された。

表9 同一雄花内各部位の雄ずいにおける分裂ステージの頻度 (%)

採取年月日		1988年5月6日											
雄花の長さ(mm)		20.43											
雄ずいの位置		先端部				中央部				基部			
花粉のうの長さ(mm)		A		B		A		B		A		B	
		1.43	1.24	1.57	1.43	2.57	2.61	2.43	2.50	3.00	3.14	3.17	3.43
分 裂 ス テ ー ジ	小孢子	43	22	17	4								
	前期	46	68	49	52	11	12	7	12	2	2	7	3
	中期	6	5	20	29	15	16	14	13	5	5	3	12
	後期			3	2	2	2	3	5	3	2		5
	終期			3	6	17	1	9	11	7	3	3	9
	二細胞期	5	5	8	7	52	49	56	52	68	78	84	64
	前期					3	17	8	5	13	8	2	7
	中期						3	3	2	2	2	1	
	後期												
	終期												
	三細胞期												

表10 同一雄花内各部位の雄ずいにおける分裂ステージの頻度 (%)

採取年月日		1988年5月8日											
雄花の長さ(mm)		19.71											
雄ずいの位置		先端部				中央部				基部			
花粉のうの長さ(mm)		A		B		A		B		A		B	
		0.77	0.68	1.73	1.74	2.60	2.70	2.50	2.57	3.14	2.71	3.29	3.11
分 裂 ス テ ー ジ	小孢子												
	前期			2									
	中期	2	9	1	1								
	後期	1	3	1	2								
	終期	7	2	7	4								
	二細胞期	77	70	57	57	35	5	8	4	2	3	36	2
	前期	11	12	14	25	24	4	7	2	18	19	31	16
	中期	2	2	15	8	15	4	4	1	27	24	12	18
	後期			4	2	3	1	3	1	6	5		3
	終期			1	1	6	6	8	6	9	14	2	12
	三細胞期					17	49	37	42	34	30	18	36
	前期						22	17	21	4	5	1	12
	中期						6	7	11				1
	後期						2	2	2				
終期						1	3	4					
四細胞期*							4	6					

* 未熟花粉粒

表 11 同一雄花内各部位の雄ずいにおける分裂ステージの頻度 (%)

採取年月日		1988年5月10日											
雄花の長さ(mm)		22.14											
雄ずいの位置		先端部				中央部				基部			
花粉のうの長さ(mm)		A		B		A		B		A		B	
		1.64	1.71	1.91	1.86	2.57	2.71	2.61	2.46	3.00	2.64	3.03	3.14
分 裂 ス テ ー ジ	小孢子												
	前期		5	15	25								
	中期		21	13	17	3			2				
	後期		3	2	3				1				
	終期		8	4	13	3	3		1				
	二細胞期	12	41	44	22	44	19	9	6	3	2	2	2
	前期	12	16	15	16	19	10	13	12	3	10	2	3
	中期	16	6	7	4	4	8	13	18	12	17	4	2
	後期	3				1	3	3	3	2	2	1	
	終期	16				6	6	20	13	11	16	8	6
	三細胞期	22				17	40	32	39	58	37	41	50
	前期	17				3	11	10	5	9	11	14	17
	中期	2								2	5	15	7
	後期											2	1
終期											5	5	
四細胞期*											6	7	

* 未熟花粉粒

表 12 同一雄花内各部位の雄ずいにおける分裂ステージの頻度 (%)

採取年月日		1988年5月12日											
雄花の長さ(mm)		26.29											
雄ずいの位置		先端部				中央部				基部			
花粉のうの長さ(mm)		A		B		A		B		A		B	
		1.93	1.64	2.06	2.25	3.14	3.29	2.76	2.81	3.21	3.34	3.57	3.54
分 裂 ス テ ー ジ	三細胞期												
	前期												
	中期	2	1	1	1	1					1		
	後期												
	終期	4			2	1			1	2	1	1	
四細胞期*	94	99	99	97	98	100	100	99	98	98	99	100	

* 未熟花粉粒; 開花(成熟花粉粒)は5月14日にはじめて認められた。

あった。

(2) 1つの雄花上での雄ずいの位置と分裂の進行についてみると、減数分裂の過程においては、中央部の雄ずいで進行が早く、先端部で最も遅かったが、小孢子以後の分裂過程では中央部と基部ではほぼ同様であった。花粉のうの長さは、1つの雄花の先端部の雄ずいで短く基部に行くにしたがって長い傾向があるから、分裂の進行は必ずしも花粉のうの長さとは平行しないことを意味している。ただ、1つの雄花のほぼ同じ部位の雄ずいの花粉のうの長さは、例外はあるが、ほぼ同様で、しかもその中の分裂の進行状態もほぼ同様であった。

このように、イチョウにおいては同一花内では勿論のこと、1つの花粉のう内でさえ、分裂の同調は見られず、小孢子母細胞から花粉形成に至るまでの間の一定のステージからの培養には、このままでは使用できない。ただ、小孢子の時期が1週間と比較的長く、しかも、少なくとも1つの花粉のう内でそろう時期が得られるので、小孢子の時期からの培養が可能ともみられるが、小孢子から花粉形成までの分裂の進行のばらつきから見ると、同じ小孢子の時期でも質的にはかなりばらついている可能性がある。同一ステージからの培養といえるかどうか疑問である。事実、形成されたばかりの小孢子は、外壁が薄く、次第に厚くなっ

てくるが、その外壁の薄い小孢子と外壁が厚くなった小孢子を培養したところ、後者のみで核分裂が起こり多核細胞が得られている。⁽³⁾

引用文献

- (1) 平瀬作五郎：いてふノ精虫ニツイテ。植物学雑誌 10, 325-328 (1896).
- (2) Hirase, S.: Etudes sur la Fécondation et l'Embryogénie du *Ginkgo biloba*. Jour. Coll. Sci. Imp. Univ. Tokyo 12, 103-149 (1898).
- (3) 田中 清・前田曜子：イチョウにおける小孢子、花粉の培養について。日本植物学会第43回大会研究発表記録 81 (1978).
- (4) 中嶋敏祐：イチョウ雄性配偶体の発達過程に関する研究—*In vitro*での発達について。弘前大学大学院理学研究科昭和62年度修士学位論文第166号 (1988).
- (5) Tulecke, W.: The pollen of *Ginkgo biloba*: *In vitro* culture and tissue formation. Amer. Jour. Bot. 44, 602-608 (1957).
- (6) Rohr, R.: Développement *in vitro* du pollen de *Ginkgo biloba* L. Cytologia 45, 481-495 (1980).