— 昭和 44 年度島村賞受賞講演 —

ラット卵子の形態的研究, 特に卵子の成熟について

石 橋 功

(千葉大学園芸学部)

家畜の増殖改良は雌雄双方の能力向上によって図られることは論を俟たないが、その基礎的探究は生殖細胞である精子および卵子の生理学的特質を把握することにあると考えられる。生殖細胞としての卵子を追究することは、受精生理の解明、卵子の移植等の応用部面への発展のために不可欠のことであるが、精子の研究に比べれば、卵子のそれは未だしの感が深い。1958 年、ラットの未受精卵子が殆ど普遍的に分割する事実遭遇し、その形態学的にみた機構を追究し、未受精卵子の成熟、退化等運命に関する基礎的事項を明らかにした。さらに第 2 極体の形成は、通常精子侵入後にとりあげられるが、人工的にもこれを形成させることができる。人工的に第 2 極体を形成させた卵子は受精し得ないであろうと THIBAUT (1949) は推測したが、その後 AUSTIN and BRADEN (1954) によって、受精し得ると考えられるに至ったが、その証明は不十分である。故に筆者は、人工的に各種の処置を行なって第 2 極体を形成させて、その機構を明らかにすると共に、その後の受精と発育についても検討し、受精における第 2 極体形成の意義について考察を加えた。

I. ラット卵子の成熟とその運命

1. 卵子の成熟と排卵¹⁻⁴⁾

哺乳動物の卵子は胎生期に盛んに分裂増殖を繰返し、遂に出生前後の時期に第 1 卵母細胞となって休止する。すなわち、prophase I は 4 つの時期に細別されるが、pachytene stage を経て、diplotene の遅い stage に達して休止する。この休止した状態を特に dictyotene とよぶが、これは性成熟期までつづく。ODOR (1955) によれば、ラット卵子は発情開始と共に再び成熟分裂を開始して、4~5 時間後 late telophase I, 7~8 時間で metaphase II に達し、排卵は 9~10 時間で行なわれる。

Morphological studies of the rat ova with special reference to the maturation division of oocytes.

ISHIBASHI, Isao (Faculty of Horticulture, Chiba University, Matsudo 271)

Jap. J. Animal Reprod. 15 (1), 1969.

午前 0 時から 10 時までの 10 時間を暗く、以後の 14 時間を明るくした人工昼夜の条件下にラットを飼育して、夜の開始後 8~9 $\frac{1}{2}$, 9 $\frac{1}{2}$ ~10 $\frac{1}{2}$ 時間における排卵数をしらべた結果、9.4, 10.4 個で午前 8 時にはほぼ完了しており、暗黒開始後 6~8 時間に排卵が行なわれるという説と一致した。この結果から、排卵予定時刻を午前 8 時とし、その 12 時間前(陰垢像 I 期の日の午後 8 時)に HCG 25 I.U. を筋注して、10 (暗黒開始後 6 時間)~16 時間(同 12 時間)後に屠殺して、排卵数をしらべると共に、卵巣を組織切片として卵子成熟の様相を観察した。その結果、HCG 注射後 12 時間(暗黒開始後 8 時間)でほぼ成熟を完了して排卵に至ることがわかった。また排卵予定前 12 時間に HCG 50 I.U. を、さらに 54 時間前(陰垢像 IV 期の日の午後 2 時)に PMS 50 I.U. を投与して、過排卵ラット卵子の成熟と排卵を検討した結果、HCG 注射後 12 時間では自然排卵数に近い数が排卵され、14~16 時間で排卵数は増し、18 時間で 46.9 個となる。一方卵巣内では、HCG 注射後 12~14 時間で発育を開始した卵子の大部分は metaphase II に達する。このことから、過排卵卵子の成熟と排卵は多数の卵子が成熟するために、自然または HCG 単独処置の場合より 4~6 時間遅れて完了するものと考えられる。また過排卵における不正常卵子の割合は 1.23~1.25% で極めて低率であった。さらに卵巣内卵子を観察するとき、染色体の分散した卵子、多核の卵子、分割卵子、第 1 極体を有する退化卵子等種々の状態のものがみられ、卵子の退化はどのような発育 stage からでもおこり、その数は過排卵処置の場合より HCG 単独処置の場合に多く、時期的には排卵の前後に多い傾向がみられた。

牛卵子の成熟の様相もほぼラット同様であって、無処置、過排卵処置牛いずれの場合においても、発情初期には 10 mm 以上の卵胞内卵子が metaphase I に達し、発情後期に anaphase I, telophase I, metaphase II へとすすむことが明らかとなった。

またラット卵子の第 1 極体は排卵後間もない時期に fragmentation を行なって消失するであろうと考えられているが、排卵前 1~2 時間から排卵後 50~51 時間の

間に観察した筆者の結果では、90%内外の卵子が第1極体を保有した。しかしながら、排卵後の卵子の第1極体は、小さく形態的に変化しており、観察しにくい状態のものが多かった。

2. 卵子の分割^{5,6)}

哺乳動物の未受精卵子が分割する事実は、多くの研究者により報告されているが、それらは偶然の機会に、あるいは他の目的の実験の途次発見されたものであり、従って高い比率ではなかった。卵管内卵子の分割が相当高い比率でおこることを報告しているのは AUSTIN (1949) のラット, CHANG (1950, 1957) のフェレットについての報告である。AUSTIN (1949) は成熟ラットにおいて 33%, 未成熟ラットの誘起排卵において 47%の **fragmenting ova** を観察し、誘起排卵において分割がより多くおこることを報告している。しかしながらこの報告は排卵後の時間的経過との関連において観察されたものではなかった。筆者はたまたまラット卵子の生理についての研究中、非常に高い率で分割がおこることに気づき、排卵後の時間的経過との関連において観察した結果、Table 1 に示すように、排卵後 26 時間以後分割卵子が観察され、50 時間以後殆ど普遍的に分割がおこることを観察した。さらにこれらの事実が個体差に基づくものであるか否かを検討するため、同一個体の左側卵管を排卵後 24 時間で、右側を 30 時間で採取して観察するとき、分割卵子の割合は 14.7% から 58.1% へすすむこと、および排卵後 30 時間における **pseudo-normal ova** の割合は、

分割卵子の 16% 程度であることも明らかとなった。

以上のことから、分割は排卵後の時間的経過に伴っておこることは明白であるので、その形態学的にみた機構を明らかにするため、排卵後の種々の時間に殺し組織学的方法によって検討した結果、Table 2 のような成績を得た。すなわち **metaphase II** は排卵後 24~30 時間つづき、その後染色体の分散、多核の形成がおこり、分割へとすすむが、これらの進行は特に排卵後 30~36 時間において急速のようである。また分割卵子のすべての割球には、染色体の分散によって生じた“核”の数と配置は一定しないが、それらのすべてに“核”を有するように観察された。時には中心に小さい“核”の集合した大きい“核”や、休止核を有する卵子もみ受けられ、一般に“核”の染色性は排卵後の経過時間のすすむにつれて弱まるようである。これらの事実から、ラットにおける未受精卵子の分割は退化過程におけるものであり、排卵後の経過時間に伴って、紡錘糸の形成へすすむことなく、染色体の分散によって“核”が形成され、つづいて分割へとすすむ直接分割 **immediate cleavage** の方法によっておこることが明らかとなった。そして染色体の分散によって生じた“核”は卵原形質の分割に関与するであろうと考えられる。故に CHARLTON (1917), MANN (1924), SMITH (1925), AUSTIN (1949) をはじめとする多くの研究者が、分割した割球は形成した“核”とは関係がないため、整、不整の割球のあるものは“核”を含み、あるものは含まぬとする分割または **fragmentation**

Table 1. Cleavage of unfertilized ova of rat

Hours before (-) or after ovulation (hrs.)	No. examined		Number of ova at various "cell-stages"														% of cleaved ova
	Rats	Ova	1	2	3	4	5	6	7	8	10	12	14	16~20	22~30	Morula	
(-) 1~ 2	4	33	33														0
6~ 7	10	97	97														0
16~17	10	75	75														0
26~27	10	74	62	6	2	4											16
37~38	10	81	17	3	4	7	5	14	8	7	10	4	2				79
50~51	10	80	4	4	10	14	10	12	3	8	6	4	3	1	2	5	95
62~63	4	35 ¹⁾		1	2	4	3	8	4	5	5	2			1		100
74~75	4	34 ²⁾		2	2	5	2	6	2	4	5	2	1	1		2	100
86~87	4	36 ³⁾		9	2	5	1	7		5	5	3	1	1			100
Total	66	551	288	22	22	39	21	47	17	29	31	15	7	3	3	7	--

Remarks: 1) 22 from oviducts and 13 from uterus.

2) 3 from oviducts and 31 from uterus.

3) 3 from oviducts and 33 from uterus.

Table 2. Cytological observations on degenerating unfertilized ova of rat at various periods after ovulation

Interval between ovulation and killing (hrs)	No. examined		No. of degenerating ova observed			
	Rats	Ova	At metaphase	With scattered chromosomes	With 2 or more "nuclei"	Cleaved
6	2	20	20			0
12	2	12	12			0
18	4	28	28			0
24	6	38	29	6	2	1
30	9	59	4	18	10	27
36	5	29		3	5	21
42	2	16		1	2	13
48	2	13			1	12
54	2	11			1	10
60	2	13			1	12
Total	36	239	93	28	22	96

の解釈には賛成し難い。さらにこのような分割は卵管内卵子だけではなく、卵巣内卵子の退化の場合にも同様におこるものと考えられる。また Dziuk (1960) は後に豚の卵子に分割が殆ど普遍的におこることを報告しているが、豚やラットの卵子にはグリコーゲンの多量を含む (ISHIDA, 1952, 1954) が故に、生化学的にはグリコーゲンが分割に関与するかもしれぬ。

3. 最終的運命⁷⁾

未受精卵子の最終的運命に関しては諸説あり、この問題を検討した結果、ラット未受精卵子はおよそ排卵後 70 時間前後に子宮に入り、次期排卵時に子宮内貯溜液の消失と共に、腔を経て体外へ排泄されるものと考えられた。このことは、卵管の下部か子宮に至ると卵子は分解して溶解するか、或いは食菌細胞によって分解、吸収されるという諸説とは異なり、BLANDAU (1943) の見解とほぼ一致した結果であった。

II. 第 2 極体形成の機構

1. 各種処置による第 2 極体の形成

THIBAUT (1947) は麻酔剤により、AUSTIN & BRADEN (1954) は麻酔剤および冷刺激によって、種々な程度に第 2 極体を形成させ得ることを明らかにしたが、nembutal の腹腔内注射では低く、熱刺激や精子浮遊液の卵巣嚢内注射では殆ど形成しなかったことを報告している。筆者は各種処置を行なって第 2 極体が形成されるか否かを検した。結果の概要は Table 3 の通りであった。各種溶液で 37°C に保存するとき、約 1 時間後 58.0 ~

81.9% の卵子が第 2 極体を形成し、ether, 1% ravonal を $\frac{1}{4}$ 分間、ice を $1 \sim 1\frac{1}{2}$ 分間直接卵管に適用することによって、1 時間後 93% 以上の高率で第 2 極体を形成した。また各種溶液を子宮内に注入することによっても、4 時間以後 31.8 ~ 77.4% の種々の程度に第 2 極体を形成させることができた。さらに ravonal の濃度を 0.5, 0.4, 0.3% とし、 $\frac{1}{4}$ 分間卵管に適用するとき、 $1\frac{1}{2}$, $1\frac{3}{4}$, 2 時間後、83.8, 67.3, 48.9% の卵子が第 2 極体を形成し、同様に 3 ~ 4°C または 5 ~ 6°C の冷却水を卵管に 1 分間処置するとき、 $1\frac{1}{2}$, $1\frac{3}{4}$ 時間後 96.0 および 88.4% の卵子に第 2 極体の形成をみた。これらのことから、第 2 極体の形成には各種の物理的、化学的刺激が必要であり、刺激の強さと与え方が、第 2 極体の形成に要する時間と割合に密接な関係を有することがわかった。

2. 第 2 極体形成後の卵子の分割⁸⁾

第 2 極体形成後の卵子の染色体は凝縮しているが、その後間もなく分散がおこることは、ラット、マウス、フェレット等の卵子に各種の処置を行なった場合について報告されているが、これらの報告は断片的であり、時間的経過との関連が明らかでない。よって筆者は冷刺激、ラボナール、冷却水の処置を行なって、処置後種々の時間における卵子の細胞学的状態を観察した。その結果、3 時間以後に染色体の分散がみられ、冷刺激の処置後 9 時間では殆どの卵子に ravonal および冷却水の処置後 9 ~ 11 時間では 49 ~ 81% および 32 ~ 42% の卵子に染色体の分散がみられたが、処置の方法やラットの個体間でも相当の差違があるように観察された。

Table 3. Influence of various treatments on induction of second polar body

Treatments	Hours for induction of second polar body	% of ova with second polar body
Incubated at 37°C in the solution of: Tyrode, Ringer, serum or sperm extract 2000 V.U.M. or 4000 V.U.M. Sprase	1 hr. 1 hr.	79.1 ~ 81.9 % 64.0 or 58.0
Applied to the oviducts: Ether, 1 % ravalon for $\frac{1}{4}$ min. or cold shock (ice) for 1 to $1\frac{1}{2}$ mins. 0.5, 0.4 or 0.3 % ravalon for $\frac{1}{4}$ min. 3~4°C or 5~6°C of cold watar for 1 min.	1 hr. $1\frac{1}{2}$, $1\frac{3}{4}$ or 2 hrs. $1\frac{1}{2}$ or $1\frac{3}{4}$ hrs.	93.0 ~ 96.5 83.2, 67.3 or 48.9 96.0 or 88.4
Injected into the uterus: 0.85 % NaCl, rat sperm extract, rabbit sperm or rabbit sperm serum 5000 V.U.M. Sprase or 5 % glucose solution Rat serum or cock sperm	4 hrs. or over 4 hrs. or over 4 hrs. or over	68.8 ~ 77.4 57.5 or 56.7 36.3 or 31.8

また 0.4% ravalon および冷刺激を与えて、処置後の卵子の分割の問題を検討した結果、処置後 27 ~ 29 時間 (排卵後 30 時間) における分割卵子の割合は 41~43% であるが、処置後 35~37 時間 (排卵後 38~39 時間) では 58~72% の卵子が分割して、最高 10 細胞期まですすむことが明らかとなった。

以上のことから、その処置が適当であれば、ラット卵子は相当時間にわたって metaphase II よりも 1 歩すすんだ状態で生存するが、結局は染色体の分散を招来して、退化過程としての分割へすすむことがわかる。BRADEN & AUSTIN (1954) はマウス卵子に熱刺激を与えた場合に、染色体の内部への移動が起こり、同時に極体様細胞を形成して引続いて分割をおこることを観察し、このような現象に対して特殊な取扱いをし、**immediate-cleavage** なる呼称を与えた。しかしながらこのような現象は、処置時にみられる特有のものでなく、自然にも時々観察される現象であり、元来ラット卵子の分割は、直接分割 **immediate cleavage** の機構によっておこることは前述した通りである。また各種の処置が分割の現象を促進するという従来の考え方にも疑義があることがわかった。

III. 第 2 極体形成後の受精と発育

人工的に第 2 極体を形成させた卵子は受精し得ないであろうと THIBAULT (1949) は推測し、AUSTIN & BRADEN

(1954) は受精し得ると報告した。しかしながら、受精率や前核形成に至る卵子の比率は低く、しかもその証明の方法において不十分であり、前核形成以後の階梯は一切不明である。よって筆者は各種の処置を行なって人工的に第 2 極体を形成させた後に交配し、受精と発育、さらに出産に至るか否かをも検討した。

1. 受精⁸⁾

各種の処置を行なった後に交配し、精子侵入の階梯を検討した結果は Table 4 の通りであった。すなわち、無処置の交配後 5 時間および 6 時間における精子侵入率は 58.3 および 79.2% であり、処置したものでは 57.2 および 71.5% で両者の間に著しい差はなかった。しかしながら、無処置の 5 時間および 6 時間における第 2 極体を有する卵子は、精子侵入卵子の 20.5% (18/88 卵子) および 63.2% (36/57 卵子) で、時間の経過に伴ってその比率が増大しているのに対し、処置ラットの場合は精子侵入卵子の 80.9% (161/199 卵子) および 85% (79/93 卵子) であって、交配後 5 時間と 6 時間との間に殆ど差がなく、第 2 極体を保有する卵子の大部分は第 2 極体形成後精子が侵入していることがわかる。また第 2 極体の形成は、通常精子頭部が卵原形質内に入り、膨大変化した時期に行なわれるが、この精子侵入部位と第 2 極体の関係を見ると、無処置では第 2 極体をもつ卵子の 80.4% (45/56 卵子) がこの状態にあるのに対し、処置したものでは 18.6% (71/381 卵子) で、無侵入の 37% を含

Table 4. Number of ova with and without second polar body in rats copulated after treatment for second polar body formation

Treatments		Interval between treatment (or ovulation) and copulation	No. examined		No. of sperm-penetrated ova**							
					5 hours after copulation				6 hours after copulation			
			Rats*	Ova	Second polar body		Total	% of sperm penetrated ova	Second polar body		Total	% of sperm penetrated ova
					Absent	Present			Adsent	Present		
No treatment	hrs.											
	(2 $\frac{1}{2}$ ~ 4)	$\frac{11}{12}$	107	$\frac{41}{73}$	$\frac{4}{5}$	$\frac{45}{78}$	57.7	$\frac{14}{18}$	$\frac{10}{11}$	$\frac{24}{29}$	82.8	
	(5 ~ 6)	$\frac{11}{11}$	116	$\frac{29}{59}$	$\frac{14}{14}$	$\frac{43}{73}$	58.9	$\frac{7}{17}$	$\frac{26}{26}$	$\frac{33}{43}$	76.7	
	Total	$\frac{22}{23}$	223	$\frac{70}{132}$	$\frac{18}{19}$	$\frac{88}{151}$	58.3	$\frac{21}{35}$	$\frac{36}{37}$	$\frac{57}{72}$	79.2	
Treatment for second polar body formation	Cold water (3~4°C)	$1\frac{1}{2}$ ~ 3	$\frac{10}{14}$	102	$\frac{4}{9}$	$\frac{34}{62}$	$\frac{38}{71}$	53.5	$\frac{1}{2}$	$\frac{21}{29}$	$\frac{22}{31}$	71.0
		(2 $\frac{1}{2}$ ~ 4)										
	0.4% ravonal	$1\frac{3}{4}$ ~ 3	$\frac{10}{15}$	95	$\frac{9}{22}$	$\frac{25}{45}$	$\frac{34}{67}$	50.7	$\frac{4}{7}$	$\frac{14}{21}$	$\frac{18}{28}$	64.3
		(2 $\frac{1}{2}$ ~ 4)										
	Cold shock (ice)	$\frac{1}{2}$ ~ $\frac{3}{4}$	$\frac{14}{17}$	150	$\frac{5}{10}$	$\frac{56}{98}$	$\frac{61}{108}$	56.5	$\frac{3}{4}$	$\frac{28}{38}$	$\frac{31}{42}$	73.8
		(2 ~ 4)										
0.85% NaCl	$\frac{4}{5}$ ~ $\frac{5}{6}$	$\frac{13}{20}$	131	$\frac{20}{33}$	$\frac{46}{69}$	$\frac{66}{102}$	64.7	$\frac{6}{8}$	$\frac{16}{21}$	$\frac{22}{29}$	75.9	
		(5 ~ 6)										
Total		$\frac{47}{66}$	478	$\frac{38}{74}$	$\frac{161}{274}$	$\frac{199}{348}$	57.2	$\frac{14}{21}$	$\frac{79}{109}$	$\frac{93}{130}$	71.5	
Total or Average		$\frac{69}{89}$	701	.	.	$\frac{287}{499}$	57.5	.	.	$\frac{150}{202}$	74.3	

Remarks: * No. of rats which formed second polar body after treatment and which were fertilized/
No. of rats examined.

** No. of sperm-penetrated ova/No. of ova examined.

む 81.4% (310/381 卵子) がこの階梯に達しないものであった。

また同一個体を用いて冷却水処置を行なって交配し、左側は交配後 3 時間、または結紮して 24 時間で観察し、右側は結紮しないで 24 時間で観察したところ、左側から得られた卵子の 85 ~ 90% は、無侵入であるにもかかわらず第 2 極体を有し、右側の卵子は種々の状態の前核の階梯にあった。これらのことから、第 2 極体形成後交配しても、卵子は受精し、前核形成へすすみ得るものと考えられる。

2. 発育と出産⁸⁾

受精した後の卵子の発育を、交配後 48, 72, 96 時間で検した結果は Table 5 の通りであった。すなわち、

無処置の場合の交配後 48, 72, 96 時間における分割卵子の割合は 85.7, 82.8, 87.4% であり、正常発育卵子は 83.7, 82.1, 86.6% であった。これに対し、処置ラットの分割卵子の割合は 72.3, 69.1, 70 ~ 75.5%, 正常発育卵子の割合は 64.4, 44.3, 22.6 ~ 38.8% であり、処置した場合の分割卵子の割合は僅かに劣り、正常発育卵子の割合は時間経過と共に相当低くなっているが、前核形成後分割して発育し得るものと考えられる。

さらに 3~4°C の冷却水、0.3% および 0.4% ravonal 処置を行なって交配し、8 ~ 10 日後着床を検したところ、22/35, 9/15, 14/23 匹に着床がみられ、平均着床数は 3.1, 6.2, 5.4 個であった。また 3~4°C の冷却水、0.4% ravonal、冷刺激の処置を行なって交配した

Table 5. Cleavage stages of fertilized ova in rats copulated before or after cold water (3~4°C) treatment

Interval between Treatment (or ovulation) and copulation		Hours after copulation	Treatment	No.** examined RatsOva		No. of ova at various stages*														
						Unfertilized ova	Fertilized ova											Total		
							1-cell stage	Normally developing ova										Fertilized ova		Normally developing ova
							2-cell stage	3-cell stage	4-cell stage	5-cell stage	6-cell stage	8-cell stage	16-cell stage	Morula stage	Blastula stage	No. of ova	%	No. of ova	%	
hrs.	hrs.	48 ¹⁾ *	No treat- ment	5 6	49	7	1 (1)	30 (21)	8 (5)	3 (2)						42 (29)	85.7	41	83.7	
1½~3 (2½~4)		48 ¹⁾ *	Cold water	10 13	101	28	8 (5)	48 (33)	8 (4)	9 (7)						73 (49)	72.3	65	64.4	
			72 ²⁾ *	No treat- ment	7 7	64	11 (6)		1 (1)	39 (31)	2 (2)	6 (4)	5 (4)			53 (42)	82.8	52	81.2	
		Cold water		10 12	97	30 (15)	15 (8)	9 (3)	37 (18)	3 (1)	3 (1)				67 (33)	69.1	43	44.3		
		96 ³⁾ *	No treat- ment	12 13	127	16								1	12	98	111	87.4	110	86.6
			Cold water	20 23 (14)	199 (141)	59 (35)	13 (7)	5 (3)	29 (20)	4 (2)	14 (10)	21 (16)	9 (3)	3 (3)	42 (42)	140 (106)	70.4 (75.2)	45 (45)	22.6 (31.9)	
		(1½~2½)	¾-1½	96 ³⁾ *	Cold water	10 12 (8)	98 (81)	24 (18)	7 (3)	7 (3)	8 (7)		1	8 (7)	5 (5)	8 (8)	30 (30)	74 (63)	75.5 (77.8)	38 (38)

Remarks: * The figures in parentheses indicate:

1) No. of ova with sperm tail.

2) No. of uterine ova.

3) No. or % of ova in rats possessed the normally developing ova.

** No. of fertilized rats/No. of rats examined.

場合の出産は 12/20, 10/15, 4/10 匹のラットにみられ、平均出産数は 3.3, 5.3, 2.0 であった。これらの成績は、無処置のラットにおいて 14/15 匹に平均 9.1 個の着床, 55/59 匹に平均 10.9 匹の出産がみられるのに比べれば相当低いが、第 2 極体形成後に受精した卵子も發育して着床、出産に至ることができるものと考えられる。

IV. むすび

雄の生殖細胞である精子の成熟は単純かつ明確であり、常に等分裂によって別個の細胞をつくりつつ数を増し、精母細胞から精子となるが、雌の生殖細胞である卵子のそれは、成熟の階梯において不平等分裂を行なっ

て、一方は極体となって成熟を遂げる。すなわち、第 1 成熟分裂において減数分裂を行なって第 1 極体を形成し、第 2 成熟分裂において精子の助けをかりて第 2 極体を形成した後卵子となる。しかしラットにおいては、上述したように種々の処置によって人工的に第 2 極体を形成させ得ることから、第 2 極体の形成は卵子の成熟分裂の完成であって、かかる過程を辿らせるためには諸種の物理的、化学的刺激が必要であると考えられる。故に精子は卵子の第 2 成熟分裂の完成と倍数体の形成とを引続いて行なわせることのできる最も有効適切な刺激の一因子ではあろうが、その存在は必須の要件ではないと考えられる。もし第 2 極体の形成が、受精ならびに発生の一

階段としてのみ存在するのであれば、上記のような各種の処置によって高率に第2極体を形成することは難しいであろうし、成熟分裂の完成と新しい倍数体の形成とを分離しては、卵子が発育することは至難であろう。さらに未受精卵子が分割する事実をみると、受精した卵子が分割して発育する現象は、卵子の有する本来の性質によるものであって、受精によって始めて獲得するものではないとも見得る。故に受精における精子の果たす役割の主たるものは、新しい遺伝物質を含んだ染色体を搬入して倍数体を形成させ、以後の発育を順調にさせるために重要な寄与をなすものであって、受精の本質的意義もこの点にあるのではなからうかと推測される。またラットの未受精卵子の分割は殆ど普遍的におこり、その機構は直接分割とも称すべきものであるが、それは常に退化過程におけるものであり、さらに家兎で可能な第2極体抑制による倍数体形成の方法は、ラットでは逆に第2極体を形成させるので、ラットにおける自然ならびに人工的単為発生の可能性は、現在のところ存在しないであろうと考えられる。

終わりに臨み、本研究の遂行に当たって懇切な指導と助言を賜った、元千葉大学園芸学部教授加藤浩先生に対し、衷心より厚く感謝する。また本研究の端緒となった卵子の分割の観察は、東京大学農学部で行なったもの

であり、以後も引続いて指導と検討を戴いた元同大学教授星冬四郎ならびに西田司一両先生に謹んで感謝の意を表する。

V 本研究の発表論文

- 1) 過排卵ラット卵子の形態的研究 I. 性腺刺激ホルモン投与後の成熟ラットの排卵数について. 本誌, **12**, 127~132, 1967.
- 2) 同上 II. 性腺刺激ホルモン投与後の卵子の成熟と排卵時期について. 本誌, **13**, 109~114, 1967.
- 3) 牛卵子の成熟分裂 I. 無処置牛卵子の成熟分裂. 本誌, **10**, 139~141, 1965.
- 4) 同上 II. 過排卵処置牛卵子の成熟分裂. 本誌, **10**, 142~147, 1965.
- 5) 白鼠の未受精卵子の分割について. 日畜会報, **30** 212~218, 1959.
- 6) ラット未受精卵子の分割, 特に細胞学的観察. 日畜会報, **32**, 291~298, 1961.
- 7) ラット未受精卵子の最終的運命について. 日畜会報, **32**, 339~343, 1962.
- 8) ラット卵子の第2極体形成後の受精と発育について. 千葉大学園芸学部学術報告, No. **9**, 1~57, 1961.