

萬有文庫

第一集一千種

王雲五主編

生物之起源

費鴻年著

商務印書館發行





生物之起源

費鴻年著

百科小叢書

編主五雲王
庫文有萬

種十一集一第

源起之物生

著年鴻費

路山寶海上
館書印務商 者刷印兼行發

埠各及海上
館書印務商 所行發

版初月四年九十國民華中

究必印翻權作著有書此

The Complete Library

Edited by

Y. W. WONG

THE MORPHOLOGY AND PHYSIOLOGY
OF FERTILIZATION

By

FEI HUNG NIEN

THE COMMERCIAL PRESS, LTD.

Shanghai, China

1930

All Rights Reserved

弁言

生物發生的第一步就是受胎，受胎問題是生物學上極重要的一個問題；因爲近年關於這種的研究發表層出不窮，所以受胎的定義也漸有變化。著者去年在國立北京農業大學授近世動物學（即實驗動物學 experimental zoology）時，曾劃一章論受胎問題。現在覺得此種問題亦爲常識上所應當知道，所以將舊稿重加刪改，編成此稿。凡屬過於深奧的，均已刪去，以期容易了解。惟有種種術語，勢難避免，還望閱者原諒。并且匆促付印，遺漏難免，如蒙賜教，尤爲感激。至於本書的題目，係就生物個體發生 (ontogeny) 的起源而論，並非系統發生 (phylogeny) 的起源，尙希閱者注意。

一九二四年七月十日著者識於西湖旅次

生物之起源

目次

弁言

第一章	緒論	一
第二章	受胎研究的歷史	六
第三章	生殖細胞的形態	一四
	(一)卵子的形態(二)精子的形態(三)生殖細胞的起源	
第四章	受胎的形態	二三
	(一)成熟現象(二)體內受胎和體外受胎(三)精子穿入卵內的形態(四)受胎的内部	

目次

現象

第五章 受胎的生理.....三七

(一)生殖細胞的受胎期(二)受胎反應的特徵(三)卵子與精子接合的原因

第六章 受胎的本質.....四九

(一)人工單性生殖(二)異種交配(三)碎卵受胎(Merogony)

第七章 結論.....六〇

生物之起源（一名受胎論）

第一章 緒論

人類社會的最大原動力，不外是自己保存（self-preservation）與種族保存（race preservation）的兩種。生殖作用是種族保存的一個方法，所以研究生殖問題，不獨在生物學上有重大意義，也可算是人類社會的一個中心問題。

生殖作用的關鍵，在於受胎（fertilization）；受了胎，纔能生子，生了子，纔能保存種族，所以受胎問題尤為學者所注重。生物學上沒有一個問題，比受胎更普遍而更複雜，因為受胎是造就第二代個體的起點，也就是世代相傳的樞紐。從一方面看起來，是包括兩性問題的全部；從他方面看起來，又是為發育及遺傳的基礎。所以假使把受胎以前的經過，和受胎以後的結果，詳細研究起來，竟

然是變成了一部生物學的綱要。不過我們現在所要討論的，不是這廣義的受胎問題，而專在受胎當時的各種問題。惟生殖細胞的形態，有不可不先了解的，亦當略述一二。

然則所謂受胎，是什麼樣的現象呢？這就是本書的開篇，也就是本書的總結。簡單說起來，凡屬兩個的生殖體 (gamete) 的單細胞互相結合，就是受胎。從這個定義說起來，受胎確是動植物界普遍的現象。高等動植物有雌雄兩性區別的，固不必說，就是普通以為還沒有雌雄區別的原生物 (Protista)，他的形態上雖沒有雌雄，但是也有兩個體結合 (conjugation) 而生新個體的現象，所以這種現象也可算是受胎。

受胎現象在生物界上，既如此的普遍，究屬有什麼作用呢？這一個問題有種種的見解：有的學者說他是有一種回春 (rejuvenation) 的作用；有的學者說他是重在混合父母傳來的胚質 (germ plasma)，使其發生種種的變異。

什麼叫作他有回春的作用呢？解釋這個問題我們可以從新陳代謝率 (rate of metabolism) 上着想。原來生物發育的時候，新陳代謝率常有變化；發育期愈進，則代謝率愈減。譬如生物的成長，

在出產當初生長率最大，以後逐漸發育，則生長率也次第減小，直至長足之後，則一直到老死為止，不再長大。麥諾脫 (Minot) 曾以數量表示這種的關係，謂兔在受胎後第九至十五日之胎兒，每日平均增加體重七〇四%；若在發育更早的時候，則每日至少增加十倍，即一〇〇〇%；自十五日至二十日則每日僅增加二一二%；出產後第四日則增加一七%；出產後二十三日則僅增六%；出產後二月則僅增重二%；二月半則僅增一%；至出產後二百二十日則已長足不再增加。這種的情形在其他哺乳類及人類亦然。簡單說起來，就是受胎後生長率最大，以後逐漸減少。換句話說，就是生物在胚胎期 (embryonic stage) 中消耗生長力最大，也可說生物的老衰度 (senescence) 在這個時期為最速。

但是老衰並非從受胎當時而起的，實在起於經過受胎之前。因為受胎之前，生殖細胞 (germ cell) 經過了幾多次的分化，(differentiation) (參考第二章第三節) 已完全失其生長力，所以這種生殖細胞至成熟時候，可算是老衰的細胞。但是雌的生殖細胞與雄的生殖細胞，由受胎作用而互相結合之後，他的新陳代謝作用，便頓然增進。一直增到分裂時期，算是新陳代謝最高的一點，從

這最高的一點又漸漸的老衰下去。所以受胎實在是使老衰的細胞重新增進他的活力，因此就可作為回春的一種。

原來回春和老衰的定義，據查爾特 (Child) 說起來：老衰是因分化和堆積而減小種種活動力的現象；回春則回復原來的狀態而使活動力增加。卵子和精子既是經了多次分化，照這個定義說起來，當然是已經到老衰的地步，所以受胎確是給卵子一種的回春力。

受胎的第二種的意見，則謂受胎重在配合父母雙方的性質，原來遺傳學上我們知道生殖細胞中的生殖質或稱胚質 (germ-plasm)，是代表生物個體的種種性質。但是父體與母體往往性質不同，因而胚質也有差異，受胎之後，則胚質互相混合，代代相傳而可得種種的配合，因而可以使個體多得種種的特性，而易於適應種種的環境。

這兩種的意見究屬孰是孰非，尚無定論。馬伯 (Maupas) 研究草履蟲 (Paramecium) 的生殖，知道此蟲常行分裂生殖。但分至數百代之後，則其老衰現象漸著，以是而有二蟲接合的傾向；一旦接合之後，則又活潑異常，又可分裂數百代。所以從這種研究上看起來，草履蟲顯係由受胎可以

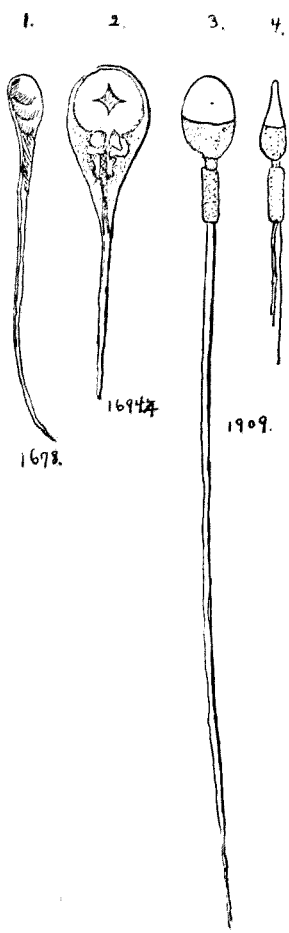
回春。但自吳特魯夫 (Woodruff) 發表他的培養此蟲的結果，謂養至數千代，亦可不起接合現象，惟其核則重新造過：大核先行消滅，而小核再分爲二，造成新的大小兩核。草履蟲經過此種內部變化，又可繼續分裂。從這種發表看起來，則回春現象，可由核的變化代替，而無用受胎。餘如袁寧格斯 (Jennings) 也反對接合可以增加生殖力之說。所以受胎的眞眞性質還是沒有解決。不過近年以來關於兩性及受胎的生理形態的供獻，年有發表，所以不久便有確切的回答。祇要看近來各學術雜誌關於這個論文之多，就可知道受胎問題，在近代生物學上的占什麼位置了。

第二章 受胎研究的歷史

人智未開的時代，一切生殖問題，多作爲神祕的現象，所以當然沒有顧到受胎。到了希臘時代，著名的大哲學家兼科學家亞里士多德（Aristotle）對於各種生物的形態詳加考究，而生殖作用以是也有精細的研究。他的記載雞的發生，最爲精密。經了一千九百餘年，哈維（Harvey）說亞氏的研究雞的發生，微妙盡致，已使我們覺得無再研究之餘地；這一句話，已可表示亞氏對於發生生殖研究的如何完備了。

自亞氏至哈維（一六五一年）時代，受胎問題上沒有進步。亞氏說受胎上女性所供給的爲構成子孫的物質，而男性供給的爲造成子孫的靈魂（anima）。這種玄學的思想，至哈維時代而更盛到了顯微鏡發見之後，一六七七年羅文忽克（Leeuwenhoek）用顯微鏡而發見精子（spermatozoa），在受胎問題上算是一大進步。因此引起學界的注意，而種種議論突然蜂起。如派丁斯

(Palen Patius)之輩，謂在精子內發見人體，見有兩腿兩股以及手及胸部等。羅氏則反對這種的說素，相信解剖種子決不能真見人體。當時尚有法國哈修幹(Nicholas Hartsoeker)氏在一六九



第一圖 人的精子

- 1 Leenwenhoek 氏的圖
- 2 Hartsoecker 原圖
- 3 Retzius 氏圖(平面)
- 4 同上(側面)1850 倍

四年已發見精子，但其論文直到羅氏發表後之第二年(一六七八年)方纔出版。哈修幹也信精子裏面用極薄的皮膜包含一完全的雌的或雄的動物。所以據他說起來，卵子完全為精子營養之用；卵子上面有一小孔，以便精子穿入，精子穿進了一個，便將小孔封蔽，若有兩個精子穿入，則就成雙生子。這種的學說就叫精子論派(spermatist)。

十八世紀之後，思想成熟，種種發表，逐漸增加。其中尤以一七八五年斯巴冷察泥(Spallanza-
ni)的發表關於動植物發育史的研究論文，在受胎問題上最有重要的關係。據他說起來，生殖學說可以分作兩種：一種是說生物的發育是完全機械的；一種說生物是豫先存在於種子裏面，不過是待受胎使其發展。第二種的學說又分兩派：一派說生物豫先存在於卵子裏；一派是說生物豫成於精子內。前者爲卵子論派(Ovist)，後者爲精子論派。

這精子論派與卵子論派的學說，斯氏均十分反對，甚至主張精子在受胎上並無必要；受胎的原動力在於含精子的精液(seminal fluid)而不在精子。可是斯氏雖然抱這種的思想，屢次試驗，總不能證實。

原來斯氏富於觀察與實驗。他是最初發見蛙的受胎是在體外受胎的。並且他又實驗人工的受胎及孵化，開後世各種動物人工孵化的先導，因此他就信精子在受胎上並非是必要。他說精液的受胎作用，在以精液滲入卵內，刺激心的運動，所以一般卵子論者亦信此說而謂卵內早有生物存在。斯氏又想到精液既然可以使卵子受胎，能否用別種物品來代替，以是電通於卵子試其有

無效果。又用種種器官的分泌物，醋，稀酒精，檸檬汁等刺激卵子，雖未得結果，總算是人工單性生殖 (Parthenogenesis) 的開祖。可惜斯氏的學說差誤，所以他的實驗也無人繼續，直經了一世紀之後，方纔人工單性生殖能够得圓滿的結果。

我們講到斯巴冷察尼，總要記憶到他的著名實驗，就是何以精液能够受胎。這種實驗斯氏把含精子的精液用幾重的濾紙濾過，發見濾液不能與卵子受胎。這是完全由於精子在濾紙上面，所以濾液無受胎力；可是斯氏又誤了解釋的方法，說他是因為濾液是濾去了受胎力，所以不能受胎，而沒有顧到精子上去，實在是可惜的。

斯氏之後，在一八二四年勃萊復 (Prevost) 及段麥 (Dumas) 二氏著「生殖新論」(Theory of Reproduction) 發表他們種種的觀察。並且從動物老幼均無生殖能力，以及鳥類在生殖期之外無精子種種事實，而引到精子確係受胎上主要的要素的結論。他們又說精子並非是集合體，而是個體，每一精子穿入卵內，便變成神經系統及胚盤的起點，經了數次的變化，而成胚胎各部的器官。勃萊復等的學說又引起了許多的爭論，有的學者說他們是正確的；有的學者仍舊主

張精液是受胎的原因。而著名的發生學家別高夫 (Bischoff) 則擁護後者的說。不過到了後來別高夫也漸傾信精子是受胎的要素，祇對於精子穿入卵內一說還有多少懷疑。自高立格 (Kölliker) 唱接觸受胎說 (contact theory of fertilization) 之後，別高夫亦附和之。因為當時化學上發見了一種觸媒的學說 (catalyzer theory)，以是就想到精子也許就是觸媒的一種，所以他們說受胎不一定要精子穿入卵內，二者互相融合。祇要精子與卵子相接觸，因他的觸媒作用，就可使卵受胎。這一種的思想，可以算是最初用理化學去解釋受胎。

自從這個時代之後，生物學家就分爲兩派；一派說精子是穿入卵內的；一派說精子祇與卵相接觸。一八四一年賴萊孟 (Lallemand) 則發表了一篇論文說明卵與精子結合的情形最爲詳密。後來休橫 (Schwann) 又發見卵子爲一個的細胞，可是一般學者大多懷疑，直至二十年之後，方纔認爲事實。至於精子這個東西，直到一八四一年高立格從他的發育經過認爲變形的細胞以前，大多當作一種的寄生動物。這兩種的發見也是與受胎問題有莫大的關係。

從此以後凡半世紀，在受胎問題上無甚進步，不過精子穿入卵內之說，逐漸傾信。而別高夫的

接觸說，因既非穿入卵內，精子與卵的物質 (substance) 不能真真的接觸，以是頗受批評；如魏格南 (Wagner) 則批評接觸說不能說明遺傳父母特性的缺點，而一八四〇年白萊 (Barry) 及一八五五年牛報德 (Newport) 又實際的觀察精子的穿入卵內；一八五四年開盤 (Kerber) 的發見卵孔 (micropyle) 爲精子穿入之所，以是接觸說又漸次推翻。不過這種說素也不能稱爲完全，因爲他們祇見卵膜之內，有精子存在，並非看見精子實在的穿入。

自從一八七四年之後，細胞學說漸有萌芽，以是而精子穿入卵內的事實，也漸有明證。一八七三年盤起利 (Bütschli) 在線蟲 (nematode) 的卵內，發見兩個的細胞核，當時沒有什麼解釋，到了翌年奧白哈 (Auerbach) 則又在蠅蟲類 (Rhabditie) (線蟲的一種) 的卵內，發現兩個的細胞核，位於卵之兩端，後來向卵的中心移動，互相融合，然後再起細胞分裂現象。這兩個細胞核究屬從何而來呢？據奧氏的考察，一個是精子的細胞核，一個是卵子的細胞核。這種的事實當時貝乃登 (Van Beneden) 在兔的卵子也有發見，後來更經許爾德衛志 (O. Hertwig) 及福爾 (Hermann Fol) 的研究，而精子與卵子的關係，方纔水落石出，後來更有包佛里 (Boveri) 等相繼研究，以是明白受

胎的主要作用在卵核與精核的結合。而受胎的形態上的研究，遂告一段落。

形態學的研究既已漸有結束，以是而生理學的研究又隨之而起。這種的研究，雖起源於斯巴冷察尼；然直到形態學方面的研究大有進步之後，方見起色。許爾德衛志兄弟 (Oskar Hertwig, Richard Hertwig) 在一八八七年的兩篇研究報告算在近代最主要的研究。其一爲受胎經過上直接的實驗分析；其一爲用各種理化學的方法去代替精子的作用，或簡單稱之爲人工單性生殖 (artificial parthenogenesis)。

人工單性生殖用種種的藥品等，去觀察受胎的原因，也先要明白普通精子使卵受胎的原因，所以分析的研究，最爲緊要。吾們知道受胎的最主要原因，不單是精子的穿入卵內，若卵子尙未長熟的時候，就有成熟的精子穿入，也不能受胎而發育，所以精子與卵子之間，實有一種的反應存在。李利 (Lillie) 稱之曰「受胎反應」 (fertilization reaction)。這種受胎反應，由生物內外種種狀態，而有完全不完全種種階級。欲使其起完全受胎反應，則必需卵與精子內部的一定條件，以及外界的一定條件。因此研究外部狀況對於受胎上的作用，又可貢獻說明受胎本性的一種。許爾德衛

志兄弟的研究即在觀察溫度光線以及其他化學品對於受胎上生何種影響。後來此種研究相繼而起，尚有變更生殖細胞觀察受胎內部狀況的影響的。

研究外界狀態的時候，也有發見變更外界狀態，雖對於卵與精子無害，反有利或抑止受胎反應的。例如羅意勃 (Loeb) 的研究化學伊洪 (ions) 對於受胎的關係，以及李利的研究同一種動物的血液與分泌物對於受胎的抑止作用，均屬近代受胎問題上重要的研究。此外如卵膜的滲透性 (permeability) 等與受胎亦有重要的關係。

至於研究受胎內部狀態則以許氏兄弟及法國戴拉奇 (Delage) 羅意勃、馬安 (Moore) 諸氏最有貢獻，可以分爲三種：一爲卵與精子的成熟程度對於受胎的影響；二爲受胎反應的不回復性 (irreversibility) 的研究；三爲受胎反應的特殊性的研究。這種的研究，後章還要詳細論到，不再贅述。從這種種的研究，我們就對於最初受胎的定義，也漸有變化。近來則關於受胎的分析研究，學者尙正在研究，本書就以最近受胎學說，來介紹於讀者。

第三章 生殖細胞的形態

受胎既屬卵與精子的結合，所以討論受胎的形態及生理之前，當先述卵與精子的形態及其由來。吾們已經知道卵與精子各爲一個的細胞，普通共稱曰生殖細胞 (germ cell)。生殖細胞是從前一代的父母細胞分裂而來。在單細胞的動植物，這個事實最爲明顯，因爲他們的受胎就是把父母的身體互相融合之後再分裂而成子孫。在多細胞的動植物，則其身體上的細胞，常分成兩種，據魏斯孟 (Weismann) 說起來，就是一種是體細胞 (somatic cell)；一種是生殖細胞。前者爲身體上各筋肉、器官的細胞；後者爲造成後代個體用的細胞。不過這兩種細胞，多是同出於前代的生殖細胞，所以並非絕對不同的。他的區別不過在表明生理上的分工。在高等動植物這種生殖細胞常聚集一處而有卵巢 (ovary) 及精巢 (spermary) 的體細胞器官中，爲之營養及保護。生殖細胞就在這種器官裏經種種變化以備受胎。

在發育初期，生殖細胞全體相同，並且與周圍的體細胞不易區別，到了發育漸進，則生殖細胞與體細胞的區別逐漸明瞭。而同時又以兩性的機能的不同，而變成雌雄不同的生殖細胞。雄者變成精子，雌者變成卵子。這種構造上之不同，全由於生理上分工的結果，雌的生殖細胞（即卵子）爲供給胚胎養分，故其體積較大，並含多量的食料（卵黃 yolk）。雄的生殖細胞（即精子）爲易以活動以尋覓卵子，故其體積甚小，且有纖毛。這多是造化之妙。今再分項略述之。

一 卵子的形態

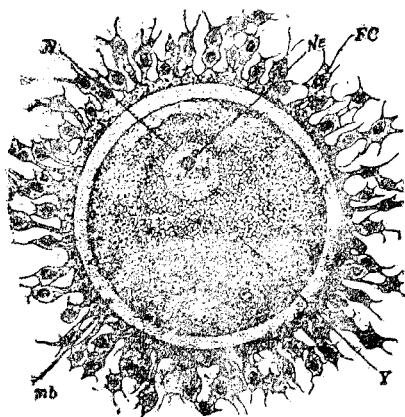
動物之卵子爲一球形細胞，有以一層或數層薄膜包圍者；亦有完全無包圍者。膜上有一小孔稱曰卵孔 (micropyle)，爲精子穿入之用，卵子爲動物體中最大之細胞，中間含一大核，稱曰胚胞 (germinal vesicle)，核中尙有小核，稱曰仁 (nucleolus)。胚胞常在卵之中心，亦有在一側的。中間有網狀的組織，若以一定的染料染色的時候，則核內有一部小粒，最爲顯著，稱曰染色質 (chromatin)。這種染色質在卵子發育的時候常有變化；有時成絲狀，有時成塊狀，亦有時呈棒狀，特稱曰染色體 (chromosome)。

卵核的外面，爲細胞質(cytoplasm)或稱曰卵質(ooplasm)。其中又混以卵黃(Deutoplasm)，呈滷泡的形狀。卵黃體有一定的形狀，兩棲動物及數種魚類的卵黃體，常爲結晶狀，往往有卵黃板的名稱。卵黃常比卵質更重；故如蛙，鳥等的卵黃，常在卵的一端，因而卵的方向普通多有一定。這種卵黃均爲胚胎發育時營養之用，分量由動物的種類而異，因而卵子的大小亦由動物的種類大有參差，普通最大者爲鳥類的卵，最小的爲哺乳類的卵。人類的卵子的直徑爲十分之二厘(mm)。

卵子以卵黃質的多少及分布狀態而分

成等黃卵(isolecithal egg) 端黃卵(telolecithal egg) 及中黃卵(centrolecithal egg)的三類。等黃卵卵黃最少，故卵亦最小；卵黃質則常平均分布。無脊椎動物大多爲此種卵。脊椎動物的哺乳

第二圖 人的卵子



Fc. 卵胞細胞；
Memb. 卵膜；N. 卵核，即胚胞；
Nk. 仁；Y. 卵黃粒；

類卵及人類的卵也屬此類。端黃卵則卵黃量多，故卵質與卵黃常各居卵的一半，以是而卵黃集中的一端，稱曰植物性極 (vegetative pole)；而卵質集中的一端稱曰動物性極 (animal pole)。在平常自然位置的時候，動物性極在上面，而植物性極在下面，卵核則偏在於上面的動物性極。如鳥卵及蛙卵均屬此類。至於中黃卵則卵黃在中心核的周圍而卵質則散布於卵子的表面，此種卵子為節足動物所特有。

卵子外皮 (egg envelope) 除腔腸動物等完全沒有外，其餘有在受胎後發生的（如棘皮動物）；也有產出前已有發生的。普通可分作三類，有稱爲卵膜 (vitelline membrane) 的爲卵所分泌而成；有稱爲包膜 (chorion) 的，則爲母體卵巢所分泌而成；又有稱爲卵殼的，如鳥類的卵則由輸卵管的分泌物造成。

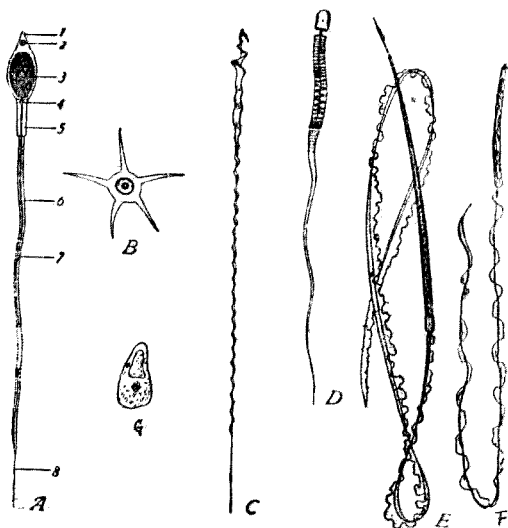
二 精子的形態

精子雖然是在生物學史上爲最初所發見的動物細胞，然他的性質一直經過了二百餘年，方纔明白，我們在上面已經講過高立格氏算是最初確定精子並非是一種的寄生蟲，但是他不過發

見精子也有細胞核的一事，從正確的考據上說起來，實在是一八六五年休佛格 (Schweigger-Seidel) 及聖喬治 (La Valette St. George) 最初證明精子是一個細胞。因為精子非常微小，容積不及卵子的十萬分之一。所以無怪他的起源以及形態，至今尚未完全明瞭。

精子的形狀由動物的種類，而有種種變化。普通為微細的絲條，故實是鞭毛細胞的一種。可分為頭、頸、尾部，其中頭部由細胞核而成，其餘部分則由細胞質而成。頭部的形狀，或細長，卵圓，球圓，鈎狀，螺旋狀種種不一。普通又可分為兩部。前部前端尖銳為受胎

第三圖 各種動物的精子



A. 人類 1. 頭前部 2. 尖端體 3. 頭後部(核)
 4. 中心體 5. 中片 6. 尾基部 7. 軸絲 8. 終端
 9. 蟹 C. 鳥類一種 D. 蛛蟻 E. 蠨蟻的一種 F. 蛔蟲

時便於穿入卵內之用，中間除含有少量細胞質之外又有稱爲尖端體 (apical body, or acrozone)，此處又往往具小逆刺（如第三圖 F）。頭之後部，則因緻密的染色質而成，即爲細胞核相當的部分。頸連於頭的後端，通常不甚顯著，又稱中片 (middle piece)。與頭部密接之處有小點，即中心體 (centrosome)；在受胎的時候，這中心體與頭部必同入卵內。頸之後端即爲尾部，亦可分爲三部：即連結部與主部終端部。連結部 (connecting piece) 爲頸部與尾部相接之處，往往附有輪狀物。從這一部分起至主部爲止，有一直貫細絲，稱曰軸絲 (axial filament)。軸絲的周圍往往附有螺旋狀的細絲。至於尾的主部則由軸絲及極薄的外鞘而成，終端部則無軸絲，僅有外鞘。

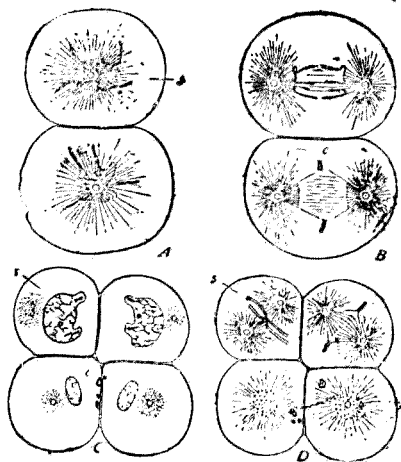
以上所述，均適合於一般的精子；惟線蟲 (nematode) 及節足動物的精子，往往形狀大異，且常不甚活動；例如蛔蟲的精子（第三圖 C）爲圓椎狀，而尖端體常與核同大。節足動物中的馬陸 (julus) 呈兜形或凸鏡形，甲殼類的水蚤 (Daphnia) 呈變形蟲 (amoeba) 狀。此外蝦蛄的精子爲球圓狀等，形狀複雜不勝枚舉。

三 生殖細胞的起源

精子和卵子多起源於所謂原胚細胞 (primordial germ-cell)。這原胚細胞在發育初期，就和體細胞不同，惟無兩性的區別。兩性的決定原因，除了幾種特別事例之外，還是一個未解決的問題。不過從多數的研究上看起來，原胚細胞變雄變雌，別無一定，據多數學者的主張，則外界刺激，可以決定其雌雄（參看拙著兩性論一書），但是我們還沒有權威可以去說性的決定原因究屬是什麼。

大多的原胚細胞由胚表皮 (germinal epithelium) 的一部分細胞而成，例如腔腸動物，則由外皮或內皮的細胞變化而成。在高等動物，則體腔的腹膜層 (peritoneal epithelium) 變形部分，造成原胚細胞。在這種情形，原胚細胞與體細胞不易區別。然其他動物，原胚細胞可以一直到發育初期，就和體細胞有

第四圖 馬蛔蟲 (*Ascaris megalocephala*) 之二細胞及四細胞時代

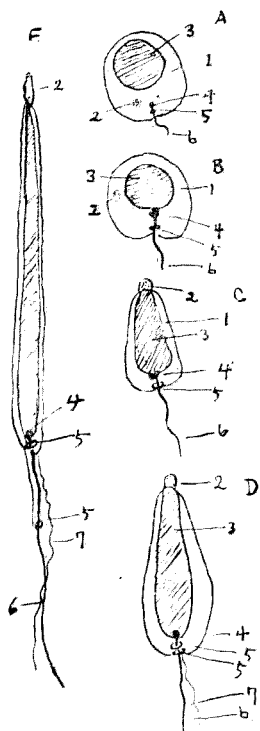


■ 即後來之生殖細胞

區別。例如包佛里的研究蛔蟲，則在受胎後分裂成兩細胞的時候，從體細胞的富於染色質和分裂法不同，就可與胚細胞分別出來。（如第四圖）

這種胚原細胞到了發育期中，卵巢（ovum）或精巢（testis）完全造成之後，即移入卵巢或精巢之中，而稱為卵原細胞（oogonium）或精原細胞（spermatogonium）。至於如何遷移（migration）則尚無完全報告。

第五圖 蠅的精子發生順序



- 1 精子細胞的胞質
- 2 構成精子頭前部者
- 3 核
- 4 近中心體
- 5 遠中心體
- 6 軸絲
- 7 波動膜

卵原細胞經多次分裂繁殖之後，漸次長大而成卵子與非卵子的兩種細胞，非卵子的細胞，為

卵細胞 (follicle cell) (見第二圖) 及營養細胞 (nutritive cell) 前者排列於卵子的上面而形
成卵胞 (egg follicle) 後者爲卵子營養之用。

至於精子的起源，則與卵子的情形相同。惟精原細胞造成絲狀精子間的變化更爲複雜。精原
細胞經幾次分裂之後尚爲普通形狀的細胞 (此時稱曰精子細胞 spermatid) 後來此種細胞的
核漸次伸長而造成精子頭部的後部 (第五圖 C) 中心體則縊成近中心體 (圖中四) (proximal
centrosome) 與遠中心體 (圖中五) (distal centrosome) 二者互相密接而生軸絲，突出細胞之外，
而遠中心體復變成小輪圍繞軸絲成連結部之環狀物。精子的發育史大概如此。

第四章 受胎的形態

研究受胎的形態可以分爲三項：一爲將近受胎時生殖細胞的變化；二爲受胎時精子穿入卵內的狀況；三爲精子穿入卵內後發生的變化。所謂將近受胎前生殖細胞的變化，就是成熟現象 (maturation)，現在即從成熟現象講起。

一 成熟現象

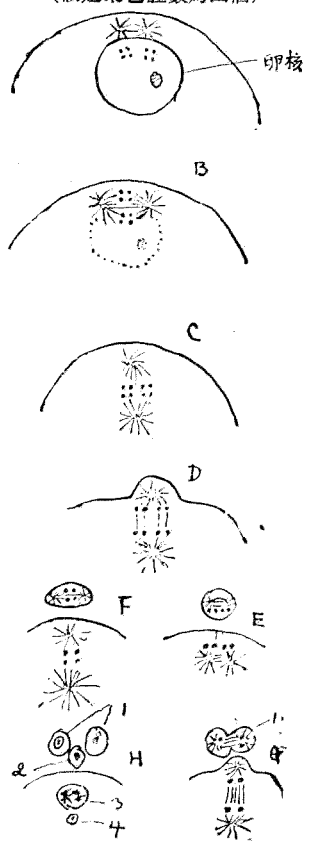
上面已經講過，生殖細胞最初的時候，叫作卵原細胞和精原細胞。這兩種實際上還沒有什麼區別，經幾次分裂之後，尚稱爲卵母細胞 (oocyte) 及精母細胞 (spermatocyte)；這個時候，兩者也無十分區別，惟以後的變化，則二者大不相同。

卵母細胞，因積蓄卵黃，漸次長大；然雖達極大，尚非成熟。此時這個細胞，稱曰第一次卵母細胞 (primary oocyte)。卵母細胞經過成熟現象然後卵子得達受胎之境。成熟現象，有時在卵巢中行

之，也有脫離卵巢，而在產出時行之。

所謂成熟現象者就是卵母細胞放出兩個極體 (polar body) 的現象。原來卵子將近受胎的時候，行兩次不等分裂，第一次分裂的時候，卵核移近卵周，核內的染色體集合一處，每兩個合而為

第六圖 卵子成熟說明模型圖
(假定染色體數為四個)



A. B. C. 為染色體
各分為二造成兩
個四集染色體
C. 卵核消失
D. 第一極體之起
造第一極體之起
點 E. 第一極體
與母細胞分離
F. 第二極體
起點 G. 第二
極體之進行中
H. 成熟之卵
體
內已減少一半
即第一極體
第二極體
1 第一極體
2 第二極體
3 雌原核
4 中心體

一、這種兩個結合而成的染色體，稱為二價染色體 (bivalent chromosome) 而普通的染色體，稱為一價染色體 (univalent chromosome)。二價染色體的主要性質。在兩個染色體中一由父來，一由母

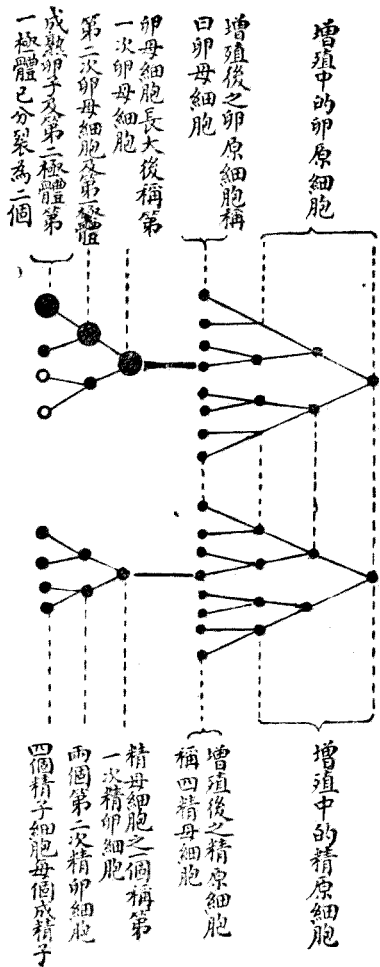
體傳來；這種性質，雖然不易明白，然學者從種種事實上推測，確係如此的。

這樣的二價染色體，復各分散為四個，各集一處，稱曰四集染色體 (tetrad)，每染色體為原來一價染色體之半。故核內全體的染色體數為原有染色體數之兩倍。染色體經了這樣的變化，卵面便生一隆起，而四集染色體之一半分入隆起，不久隆起與卵球縊斷，而變成大小兩個細胞，大者稱為第二次卵母細胞 (secondary oöcyte)，而小者稱為第一極體 (first polar body) (第六圖中1)。

第一次分裂之後，卵球內的一星立即分裂為二，再以一星推出球外。同時染色體也取去一半，又成一小球，稱為第二極體 (second polar body)；而卵子則稱為成熟卵子，成熟現象，即以此告終。

卵細胞經此二次分裂之後，染色體數減少一半；例如有四個染色體的動物，他的生殖細胞，經此二次分裂之後，便減少一半，而成兩個染色體，同時又復造成新的卵核，稱為雌性原核 (female pronucleus)。

精母細胞則也分裂兩次，他的核內染色體，也和卵子一樣減少一半。但是他的分裂與卵母細胞不同者，即卵母細胞為不等分裂，而精母細胞為相等分裂。且卵母細胞的極體漸即消滅而不能



行卵子的功用；而精母細胞則二次分裂之後，成四個精子，這是二者完全不同的地方。現在把他的經過比較起來，正像上列的圖表：

二 體內受胎和體外受胎

動物界中雌雄生殖細胞接觸的方法，種種不一，總之不過是設定一種最適當的狀態，使兩種

生殖細胞容易接近而配偶。惟在多細胞動物，卵子大多靜止不能行動，所以祇有精子是非常活動，並且他的活動，一定要在適宜成分的液體中。像海水適於一般海產動物的活動，並且最簡單的生殖細胞接觸方法就是這種海產動物，他們祇要把精子和卵子放出體外，就可在海水中互相接觸。棘皮動物 (echinoderms) 環形動物 (annelids) 被囊動物 (tunicate) 以及蚌貝之類，大多是用這種方法去受胎。所以特稱爲體外受胎 (external fertilization)。

體外受胎並非限於海產動物，如淡水魚類以及蛙類也多用此法，不過體外受胎究屬不易遇到，所以一個動物所產的卵子，在水中能夠遇到同類動物的精子，而受胎者，究屬少數。吾們研究上，則體外受胎受可以得種種利宜，所以研究受胎問題，大多以海產動物爲材料。

水中動物之外，陸上動物大多行體內可胎 (internal fertilization)，就是卵子在母體內受胎的。行體內受胎的，往往有種種形式的生殖器官，並且有種種生殖行爲。惟生殖細胞雖容易接近，而所生產的卵子，往往不多。關於這種的受胎，不易研究。惟受胎的形態則各種動物差不多均已研究過了。

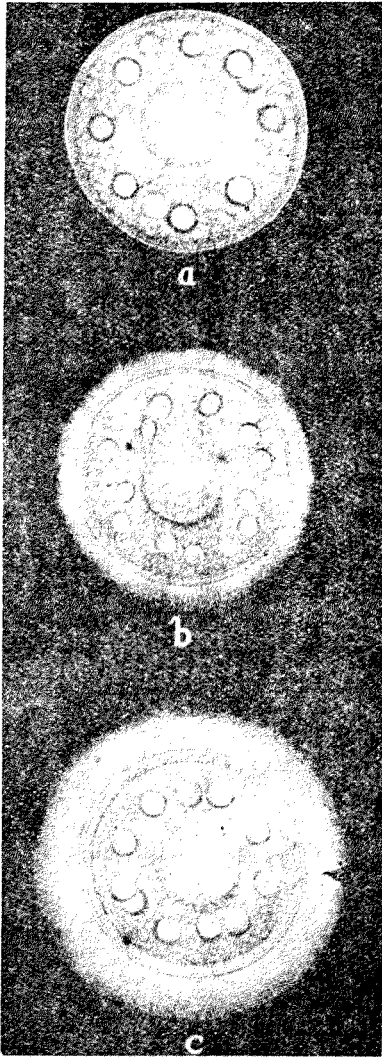
三 精子穿入卵內的形態

在通常配合的時候，精子的數目常比卵子多，所以受胎前一個的卵子，往往被多數的精子包圍起來的。這種精子聚集於卵子周圍的原因，有種種的說素，從前一般的學者用化學趨向性 (chemotaxis) 來說明；就是說卵子分泌一種的物質；這種物質可以吸收精子，使精子趨向到這種物質方面來。但許多的卵子（如棘皮動物及環蟲等）往往周圍有一層膠質層；因此可以使精子黏着在卵的周圍，也未可知。此外也有許多精子，本來有一種聚集的性質，不獨遇到卵子是起這種現象，就是對於別的事物體也是如此。關於這種問題，當於後章再為討論。

精子聚集卵子周圍之後，不久便穿入卵內。實際的最初見到精子穿入卵內的當推福爾 (Fol), 他在一八七六年，觀察海膽知道精子與膠質層接觸之後，漸即穿過此層，與卵面接着，其間約一分或二分鐘。精子的尾部稍稍波動後，不久棄於卵外，而祇有頭部伸長穿入卵內。頭部穿入卵內後，約數分間，尚能見到尾部在卵殼之外；漸即消滅。頭部變成小核，稱為雄性原核 (male pronucleus)，據他說起來，在海星 (Starfish) 的受胎時候，則精子與卵相接觸的地方，卵內的原形質，稍稍向外

隆起，稱曰『受胎圓椎體』(fertilization cone)，似乎為幫助受胎之用。

不過這種的精子穿入卵內，普通多非常迅速不易精細觀察，惟在沙蠶(Nereis)，據李利的研究，則謂自精子與卵接近之後至完全穿過，須五十分鐘左右，所以能詳細觀察其經過。(如第七圖)

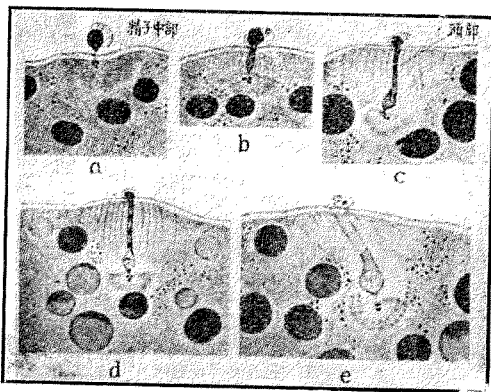


第七圖 沙蠶卵在黑汁中之寫真 a 受胎前的卵子周圍有堅膜中間為卵核 b 受胎後約三分鐘卵的周圍生一膠膜質層 c 受胎後二十分鐘右側見有凹陷為精子穿入後之形態其下即可見圓椎體

沙蠶的卵殼，爲堅硬的卵黃膜，(vitelline membrane) 下面爲一層泡狀表皮(cortical layer)；卵核在卵之中心，原形質中則有多數卵黃球。受胎時候，若精子過多，則羣集卵的四周，經了兩三分鐘之後，則除了一個精子真能受胎之外，其餘的精子被表皮所分泌的一種膠質除去(第七圖B)。同時表皮內面的原形質隆起或圓椎形。和這裏接觸的精子，漸即穿入圓椎體而進卵內(圖C)。此種現象，約歷十五分鐘，而圓椎隆起也即平坦。若自染色的切片看起來，則隆起部的原形質，是一變形的區境。再經三十分鐘，則在卵外祇見尾部，而精子頭部則已進入卵內。

從切片看起來，則精子頭部的變化非常明瞭(如第八圖)並且精子與受精圓椎體同時動作。我們在這種地方就可見到受胎上種種的作用往往起於卵子的一方面

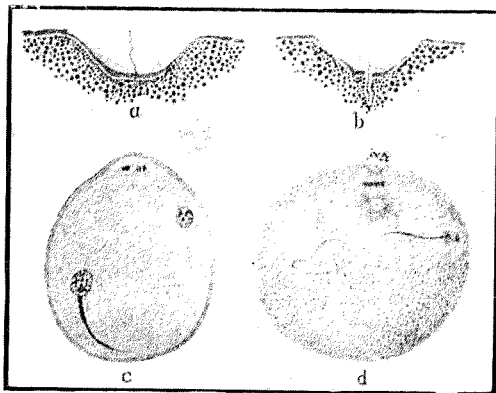
第八圖 沙蠶精子穿入卵內的狀態(切片面)



爲多。圓椎體就是一證。因爲圓椎體可以助精子的穿入而減少卵面的阻力，圓椎體如何而來有種種說素，現在一般的學者多信其由於精子接觸的時候，卵在局部減小表皮張力（surface tension），因而原形質突出而成圓椎。精子乘機由圓椎體部穿入，後來原形質凝固之後，因左右原形質的流動，回復原狀。這種情形不獨沙蠶如此，其他動物大多適用，惟人類則無確切的研究。

在沙蠶，我們可以見到祇有精子的頭部穿入卵內，中部與尾部均棄在卵外。這實在是例外，而其餘動物如線蟲，甲壳動物，軟體動物以及昆蟲兩棲類，哺乳類（第九圖）則大多精子全部穿入卵內。海膽則據多數學者的意見，多謂頭部與中部穿入卵內，而尾部棄於卵外，但中部與尾部，僅有原形質，在受胎上無重大關係，不過是一種運動的機關，

第九圖 多毛蟲類受胎的形態



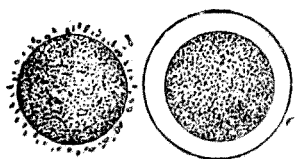
所以或者尾部的穿入，是一種偶然的事情，也未可知。

精子穿入卵內，雖有多數精子羣集，而穿入者常為一個；若卵子在受胎前受傷，或精子過密的時候，也有數個同時穿入的。這種的時候，往往為發生畸形的原因，或因而促其夭折。不過有許多動物原來有多精 (polyspermic) 的性質的，例如爬蟲類鳥類則又當別論。

在精子與卵子接觸，及穿入卵內的時候，卵子的表皮，往往同時起一種的變化，在形態學上，也頗重視，這種變化在沙蠶因穿入甚慢，故其變化起於穿入之前，惟其餘動物大多起於穿入之後，而在人工單性生殖的研究，則尤以模倣此種變化的得失，有關實驗的成功與否，所以學者多頗注重。

原來從表皮的性質上考察起來，表皮的變化，可以影響到細胞的呼吸作用，以及內部水分的蒸發及電解等，簡單說起來，就是與新陳代謝及發育有關係。在沙蠶分泌一種的膠質層，而其他種物也有性質相似的變化。無論那一種動物，凡屬受胎的時候，卵殼（即 vitelline

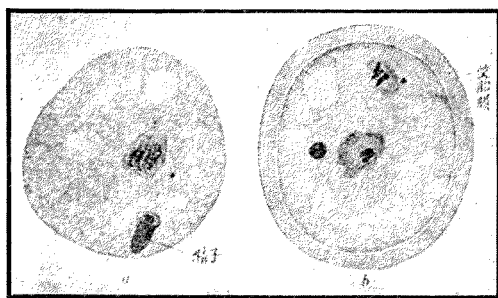
第十圖 海膽的受胎



- 1 受胎時的形態
- 2 受胎後所生之受胎膜

membrane)與表皮之間總新生出一個空間來的，惟其外觀則以有無確定的卵殼而有不同，如脊椎動物，則有卵殼，故受胎之後，卵殼與表皮之間，生一層透明空間，因而如蛙卵等則因各部的輕重，可使卵子在殼內轉動。如海膽之類，則無卵殼，故在受胎後，即發生一透明之層，稱曰受胎膜 (fertilization membrane)。受胎膜為福爾氏最初發見，他以為是精子穿了後防止其餘的精子穿入之用。這種受胎膜究屬是否先存在於卵內，到了受胎時更為張大的呢，還是從卵子分泌而來，現在還不能確切回答，不過前說似乎較為近理。在馬的蛔蟲 (*Ascaris megaloccephala*) 則受胎之後立即生一極厚而富於抵抗力的受胎膜 (如第十一圖) 似乎為防止在宿主的消化器內被胃液溶解之用。所以這種表皮的變化原因，雖未完全明白，一定有生理上的效用，是無可異議的。

第十一圖 蛔蟲的受胎前後的變化



a 受胎前

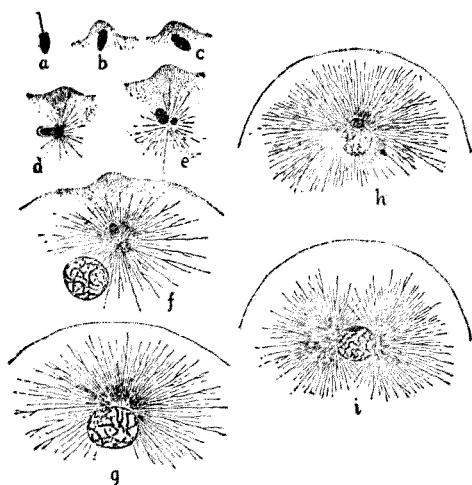
b 受胎後

四 受胎的内部現象

精子穿入卵內之後，卵內的原形質與原核立起變化，惟二者的變化完全不同，故分項略述之：
甲，細胞核，上面已經講過，精

子的頭部穿入卵內之後，其細胞核稱爲雄性原核。這個雄性原核便與雌原核相結合。惟卵子成熟現象有起於受胎之前，也有正在受胎時起成熟現象的；在後面這種情形，雄原核便在卵內稍待，俟卵子的兩次極體放出後，方與雌原核結合。精子進卵核之後，即回轉百八十度；本爲頭頂向內，尾部向

第十二圖 海膽卵的受胎



- a. 精子 b.c. 精子頭及中片(已入卵內)
正在回轉 d. 已回轉一半星形放射之起點
e. 已回轉完畢頭(中片)與頭已分離 f.g. 卵
核與精核接近 h. 兩核結合 i. 將近分裂

外的，轉成尾端向內，頭頂向外。（如第十二圖 e，）這是因爲中心體在頭之後端，如此回轉之後，可使中心體向卵之中心。漸即中心體與精子核分離，而卵內原有之細胞核（已成熟的，即具半數染色體者）與精子核接近，不久融合爲一，而成爲以後細胞分裂之原動力。

乙，精子的其餘構造，精子穿入卵內的時候，常帶入多少原形質的部分，但與細胞胞比較，則觀察其經過及變化，更爲難能，且因動物之種類，而情形不一。例如蛔蟲，則原形質之穿入卵內者其量甚多；（參觀第十一圖 a）餘如沙蠶則原形質量甚少。至於尾部則受胎後即行消滅，故實際上祇有中心體可以觀察。

一般動物的卵子，在精子穿入之後，不久即在精核附近起一星形放射線（第九圖 d 及十二圖，）這個放射以精子頭部基點爲中心點，所以多信爲起因於精子的中片（middle piece）。不久即於放射線之中心發生一小點，稱曰中心體，即爲精子的中心體。中心體經少時候復分爲二，而星形放射亦分爲二，爲卵子以後分裂的原動力，故在發生上也頗重要。

不過中心體及星形放射，不一定是由中片的中心體造成；例如沙蠶假使用求心力先將精子

搖了多少回，再來和卵子受胎，往往祇有頭部穿入，而中片及頭部均棄於卵外，在這種的情形，星形放射似乎起源於頭部的核，而非起源於精子中片的原來中心體。所以這個實驗，可以知道核內也含有中心體的物質。

丙，卵細胞質 卵細胞質，以及其所含的成分，多是母體所傳下來的物質，在決定發育初期的形性，有重大的能力。惟卵原形質的成分，在一定的、新陳代謝之下，亦是一定；因卵核與卵細胞質的互相作用，而卵細胞質內的成分可以隨時變化隨時增加。自從受胎之後則多增加了一個精子的細胞核，因而核與卵細胞質的作用當然亦起變化。這種變化就能引起細胞質內所含的成分也起變化。惟此種研究太涉專門，祇可暫行省略。

以上所述均為受胎內部變化的一端，至於詳細記述，反不易了解，故就其最主要之點論述如此。

第五章 受胎的生理

受胎現象，原來含一定的生物學的，以及生物化學的性質，不過並非是一個簡單的反應，實爲一連續的反應。卵子一經受胎之後，其他的精子不能再入。這個性質，是卵細胞與其他細胞不同的地方。若是神經細胞以及筋肉細胞，則一次行使其作用之後，即可回復原狀，再行使其作用，惟獨卵子則行使其作用之後，不能再行作用。此之謂不回復性 (irreversibility)，爲受胎生理上根本的法則。

一般的生物學家，常以精子穿入卵內，就算受胎，實在精子不入卵內，而祇與卵相接觸，也可受胎，(如沙蠶 *Nereis*)；反之，若卵子不在正常狀態的時候，就算精子穿入，也不能受胎。所以精子穿入卵內，雖是完全受胎上一種的反應。但是受胎不就是精子穿入一事。換句話說起來，就是精子穿入卵內，僅爲受胎的歷程中一個反應。

關於受胎生理上的事項甚多，今姑舉其主要者略述之；餘如單性生殖等，則於後章分述之。

一 生殖細胞的受胎期

生殖細胞祇限於其生存中的一定時間，方能受胎。所以考察其到了如何情形，失去受胎能力，也是受胎生理上一個重要問題。

甲，精子 精子大概在組織變化 (histogenesis) 完成之後，即具受胎的能力。然未熟者，往往無受胎力。成熟之後，精子具受胎力的期間，以動物及其情形而異。若在辜丸及輸精管之內，則一直至射出為止，常靜止而永不失其受胎力。在內部受胎（見前章）的動物，則精子在雌生殖器官內的壽命，也頗有足以研究之點。例如鳥類（雞）則精子在雌體內的壽命可達二三週。哺乳類大抵壽命較短；然蝙蝠則在秋季交尾而延至翌春受胎。有多數的昆蟲，則具受精囊 (seminal receptacle)，用以貯蓄雄的精子，如蟻和蜂，則精子在受精囊中可貯蓄到一年以上，而不失其受胎力。

至於體外受胎的動物，而尤於海產動物，則受胎力和外界狀態有重要關係。據孔恆 (E. J. Cohn) 一九一八年研究海膽 (sea-urchin) 的結果，知受胎力與生活力的保存期，與活動性的虛

弱成反比例。精子和水相混的時候，則濃的時候比稀的時候，能保存生活力更長；因為精子在水中放出碳酸（ CO_2 ），精子濃的時候，則放出碳酸更多。而碳酸可以使精子減小其活動力，因此反可延長其生命。若加稀薄酸類或少許之青酸鉀（ KON ），祇要不死，反可延長其生命，其理正和上述相同。福克斯（Fuchs）更發表精子在海水中的壽命不及精子在同種的卵的分泌液中的壽命。

講到此地，就要發生一個問題，就是精子的受胎，是否完全根據活動力的如何？精子自己有沒有一種別的物质？關於這個問題，又有種種的學說：羅意勃謂精子有一種分解素，先把卵子的表面行一種細胞分解的作用，因此促進卵的發育。但是其斯（Gies）陸盤遜（Robertson）等，則反對這種的見解，所以還沒有確切的回答。

乙，卵子 卵子的受胎力，起於瞬間而失於瞬間。普通在長足之後或成熟之初，具受胎力，不久便即消失。如沙蠶則在卵核破裂前已有受胎力，然其他動物如海膽海星之類，則在卵核破裂時方生受胎力。惟卵子就在更早時期也可使精子穿入，不過不能起受胎反應。許爾德衛志曾以水化氫醇（chloral hydrate）作用於未熟海膽卵之後，也可使精子穿入，惟精子核與卵核不起作用。至於

一般多細胞動物，則普通無此現象。戴拉奇觀察海膽卵雖已成長，然在卵核尚未破裂之前，精子即入卵內，也不起作用，一直至卵核破裂之後，方纔兩個的原核可以互相結合。

這樣看起來，就可知道，卵子的得受胎力，是在瞬間的。至於卵子受胎時期，也是極短。俞司德 (Tues) 研究一種的環蟲 (*Platynereis megalops*)，知道他的受胎，非常迅速，受胎後即產出體外。若用人工受胎方法的時候，則以卵子與精子混雜，即可受胎，惟不可與海水接觸；若受胎前略置於海水中少時，便消失其受胎力，又將卵子洗後，也不能受胎；惟精子則洗後，也不失受胎力。

從俞司德的實驗考察出來，就可知道海水對於這一種動物卵總有一些害處，但是我們知道因了海水未必造一層新膜阻止精子的穿入，所以非假定卵子本來有一種物質，為受胎上所必需的，遇到海水，便要消失不可。因此李利創一種受胎素 (Fertilizin) 的學說，就是假定受胎素這一種物質，為卵受胎上所必需，卵子的不能受胎，即因受胎素尚未造成，或受胎素因他種原因消失之故。此種臆說，尚在討論之中，我們可作為參考，尚不足偏信。

二 受胎反應的特徵

吾們研究受胎的形態，已經知道受胎的主要特點在（一）起表面形態上的變化；（二）受胎之前起成熟現象；（三）雄原核和雌原核相結合。然則受胎在生理上有什麼樣的特徵呢？

甲，酸化率的變化 魏半格 (Warburg) 在一九〇八年至十四年發表數篇的論文。據他說起來，海膽卵受胎後比受胎前消耗酸素率須增加六七倍，並且到一定時期為止，次第增加。據羅意勃和外斯丁 (Wastenys) 的研究（一八一二年——一三三年）則紫海膽 (*Strongylocentrotus purpuratus*) 卵的酸化率，受胎前與受胎後為一與四五之比。然在海星之卵，則無此種變化。並且據這幾位學者的報告，若用人工造了卵膜的時候，酸化率也要增加。

從這種酸化量的研究，就可知道受胎之後新陳代謝力大有增進，這就是受胎的一種特性。

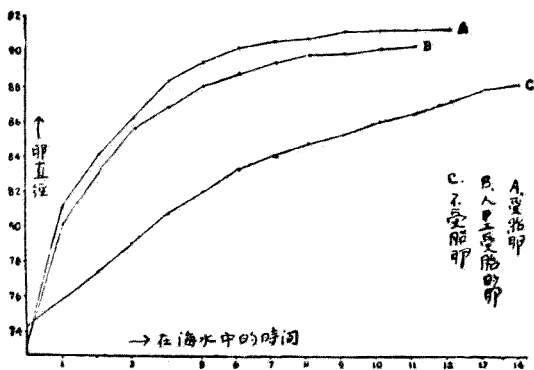
乙，滲透性的變化 原來受胎後卵的酸化率增加一事，從他方面看起來，就是卵膜的對於酸素的滲透性更加增進的一個結果。所以卵子因受胎而起滲透性的變化，是無可否定的。關於這種證據亦有數種：

第一種就是碳酸氣的增加。據李翁 (Lyon) 的研究，受胎後碳酸氣的排泄量突然增加；第二

種的證據爲由卵子放散色素；第三種爲沙蠶的放出膠質以及蛔蟲的造堅韌卵膜等，多是滲透度增加的代表。

格拉修 (Glaser) 詳細研究受胎後卵子重量的增減，知道受胎後常比受胎前減小，且其直徑亦小至十分之一。麥克能登 (McClendon) 則從電氣的傳導力上，去證明受胎後滲透力的增加。不過以上種種總欠妥當。最有力的，當推李利一九一六—一八年的研究報告。他研究一種海膽的卵的滲透壓，將受胎卵和不受胎卵置於高滲透壓的海水，(四十分海水加六十分水) 則經兩三分鐘受胎卵容積特別長大。而兩三分鐘間水量滲入受胎卵的爲 $11 \times 10^5 \mu^3$ ；而不受胎卵爲 $36 \times 10^5 \mu^3$ 約置八分鐘，受胎卵便達平衡狀

第十三圖 海膽卵的吸水量比較



態，惟不受胎卵則更爲緩慢，不及達到平衡狀態而大多夭折。如第十三圖即表示受胎卵與不受胎卵的滲透壓的差異。

丙，物質狀態的變化 受胎之後，往往原形質之物質狀態起一種變化。例如馬的蛔蟲，卵形本多凹凸，受胎變成整齊的球形；反之，沙蠶本有卵殼，受胎後經十餘分鐘，殼形反變不整。餘如海膽之類，也因受胎而生形狀之差異。

關於這個問題，以海爾半恩 (Heilbrunn) 及張盤 (Chambers) 二氏研究最精。海氏用於求心力 (centrifuge) 研究海膽卵黏着力 (viscosity) 的變化，知道未受胎卵用求心力器搖了之後，卵內的重量不同之原形質粒，互相分離，重者沈於卵底，輕者浮於卵面；然在受胎卵則其分離較難，這就是受胎後卵內的原形質比受胎前更加凝結的證據。海氏因此就主張卵質的凝集，是卵子受胎後第一徵候。

三 卵子與精子接合的原因

上面已經講過受胎的根本條件，在卵子與精子的接合，但是何以卵子能和精子接合，以及精

子可否和別的細胞接合等等，多是我們應當發生的問題。研究這種問題，最好用海產動物親自去觀察他的受胎狀況，就可以明白卵與精子接合的原動力在什麼地方。這個問題經多數學者的研究，一致承認精子祇能穿入卵子這個細胞，而不能穿入其他組織的細胞。（例如肌肉細胞及其他器官的細胞。）並且又祇能穿入同種的卵子，而不易穿入他種動物的卵子。這個現象，稱為受胎的特殊性 (specificity of fertilization)，可以暗示我們解決受胎原理上的一個端緒。現在就先從組織的特殊性上講起：

一九一二年高爾半格 (Kohlbrugge) 在發生力學雜誌 (Archiv für Entwicklungsmechnik der Organismen, Bd. 35) 上發表了一篇論文 (“Die Verbreitung der Spermatozoiden im weiblichen Körper und im befruchteten Ei.”) 說他研究鼠、兔、雞、沙魚 (dogfish) 等動物的內部受胎，發見精子可以自由侵入子宮的表皮細胞，並且他說這種精子，或可穿過這層細胞而入下層的結締組織 (connective tissue)。這個報告發表以後，以是頗引起學者的注意。但據沙巴多 (Sobotta) 氏一九一一年的研究發表，則就鼠而論與高氏研究完全相反。因精子在射精之外，

不能自由，且大多不久即死，所以高氏發見精子在表面組織或由於所採用的方法不妥，而誤認表面細胞的收縮後的細胞核爲精子的頭部，也未可知。高氏雖極端的主張精子的核，可以和表皮細胞的核相融合，但是這種說素，未博一般學者的信任。

後來魏爾特斯坦 (Waldstein) 和受克爾 (Eckler) 在一九一三年，又謂兔的交尾時的血液，中發生一種特別的酵素 (ferment)，或因精子受了血液吸收而來。

不過大多的動物，精子多是和卵相互作用，而不能及其他的細胞。這個問題一直沒有引起學者的注意，所以何以不能入他種細胞，還要一個的解釋。例如馬的蛔蟲，其精子通過極長的卵管 (oviduct)，方達子宮而受精，然卵管又多彎曲，且表面有多數的大細胞 (swollen epithelial cell)，何以精子不乘便穿入這種細胞，而一定要長途跋涉到卵管底部的子宮，和卵細胞起受胎作用，照這樣看起來，豈非精子也有選擇力，也有智慧呢？我們在動物心理學裏，往往研究動物的學習心理，教動物走彎曲的路徑，尚且非有相當訓練不能達到目的地，而精子生來從未訓練，何以到能有這種的能力呢？

要解釋這個問題，我們就要想到化學趨向性上去。潘弗（Pfeffer）研究羊齒植物的精子，最初證明精子有此性質。他觀察羊齒的精子在水中作一直線運動的時候，若一近羊齒的雌性器（archegonium），則便改變他的運動方向，而直達雌性器與卵子相結合。後來又知道雌性器含有林檎酸（malic acid）及其鹽類，所以他就用 $\text{O} \cdot \text{O} \cdot \text{O}$ 1%的林檎酸，置於毛細管內，再將毛細管口向着含精子的液面，則精子均向管口運動，而聚集管口，這就是證明極微量的林檎酸，也能吸引精子，約五分至十分鐘，可得數百的精子集於管口。若用林檎酸的鹽類代用，也可得同一結果。後來日本柴田氏繼續研究，於是完全證明。

因為植物既有這種現象，所以一般學者對於動物精子的趨向卵子的現象，也想用同一的原因來說明。我們知道卵內不論什麼地方多可以分泌一種的化學物，這化學物當然對於精子能生一種刺激，而使精子接近卵子。這種臆說，經劉氏（Loew）的研究，知道動物的子宮內膜（Uterus-schleimhaut）的分泌物，就有這種化學的激刺性；不過有時腔內膜（Vaginalschleim）分泌物對於精子的運動，反有不利的時候，所以二者不免有一種矛盾。

不過這樣說起來，你們又要發生一個問題：就是假定說精子的向卵子進行，是由於一種化學趨向性，那麼這個化學物究屬是生殖器官的分泌物呢？（例如上面羊齒及子宮膜等的分泌物顯係生殖器官的分泌物）還是由於卵子自己的分泌物？簡單說起來，這兩樣分泌物性質不同，卵子的分泌物是吸收精子；而生殖器官的分泌物，不過使卵子接近卵體罷了。

關於生殖器官的分泌物，既然已經講過，現在就要講卵子的分泌物了。所謂卵子的分泌物，雖然學者的意見不一。如李利氏則謂卵子的能使精子活動力增加以及精子羣集等，就是有分泌物的緣故。他說用乾的卵子混以海水，也用潘弗的毛細管試驗，將此卵液吸入毛細管，然後放到精子的液面，也可看見精子羣集到管口的現象。李利又引用羅意勃的試驗來證明卵子有分泌物。原來羅氏曾將海膽及海星的精子置於中性 $\frac{1}{2}$ NaCl 的溶液中，則可生存四五日而不能活動，若液中加以卵子少許，則可使精子即刻活動。這種卵子的分泌物的成分，李氏沒有說到，不過他信卵子有一種特別物質去吸引精子，所以他就稱之為『受胎素』。這種理想的物質究屬有無，現在還不能回答。像貝倫 (Bullen) 氏則謂人工使海膽受胎，未見精子被卵吸引，且又沒有發見卵有何種分

分泌物。他從卵巢取出卵子，用海水洗數分鐘，再用毛細管吸取此洗後的液體，將管口置於精子的液面，未見精子聚集管口，（見 Bullen: "Is Chemotaxis a Factor in Fertilization of Egg of Animals?" Jour of Microsp. Science, Bd. 46, 1903）所以究屬何以卵子與精子相吸引，還是未解決的問題。許爾德衛志說『化學物與化學物有親和力 (affinity)，所以生殖細胞與一定生殖細胞，也有親和力。』用親和力來說明其相吸之理，未嘗非一個簡便臆說！

至於異種何以不易受胎，大概由於相互作用的物質不同之故。當於後章雜種上詳為討論。

第六章 受胎的本質

我們已經講過大多數的卵子，非受胎不能發生；一定要精子穿入卵內方能發生。然則精子何以能够使卵發生，而成新生物，則又是應當發生的問題。

原來精子的構造，非常複雜，所以欲從構造上去說明促卵發生的理由，實在是不能的。惟有用既知的理化學的作用去代替活的精子的方法發見之後，方纔可以有解決的曙光。這種發見，就叫做人工單性生殖。

一 人工單性生殖

自然界之中，有一種單性生殖 (parthenogenesis) 的現象，如昆蟲中的蚜蟲，蜜蜂多有不待受胎而能發生的。這種單性生殖已成動物學上著名的事實，可惜還沒有妥當學說去解釋他。至於本無單性生殖性質的動物，而用理化學方法使其發生，不獨在受胎問題上可算一大發見，就在生

物學上也是最有興味的一事。關於這一方面，以羅意勃之『人工單性生殖及受胎論』(Loeb: Artificial Parthenogenesis and Fertilization, 1913)及戴拉奇等的『自然單性生殖與人工單性生殖』(Delage et Goldsmith: La Parthénogénèse naturelle et expérimentale, 1913)二書記載最詳，現在就把其最要數點，略為介紹。

古來以蠶卵曝於日光，使其發生為人工單性生殖的起源，但在近代則以丁考尼老 (Tichomirow) 在一八八八年用稀硫酸使未受胎的線蟲發生，算是最初的研究。後來許爾德衛志 (R. Hertwig) 和馬爾根 (Morgan) 等也研究海膽的人工單性生殖，雖可發育，惟均不久即死。到一九九年羅意勃也發見不受胎卵滲於高滲透壓的海水，(即加淡水的海水) 中二小時，再移入於通常的海水中，則大多能起細胞分裂或成完全的幼蟲。後來又發見海星卵用軟體動物的精子來受精，也能生同一效果。這個實驗，就是證明使卵子發生的精子的作用，也可以用純粹物理化學的作用來代替。

惟關於滲透壓的作用，除了除去卵內水分之外，其餘的作用尚未發見，後來知道海膽及海星

的精子穿入了某種線蟲的卵內，在卵的表面生受胎膜。海盤脫(Herbert)以迷蒙精(chloroform)及克西羅爾(xylol)等作用於受胎卵，也能生這種的膜，一般的學者遂以爲生這種的膜在受胎現象上有重要關係，後來一九〇〇年羅意勃(Loeb)又用脂肪酸(fatty acid)及醚(ether)血清等等的藥品，也可使卵子生受胎，所以主張受胎膜的造成，爲受胎的第一變化，並且因爲以上各種藥品，多是有分離細胞的作用，所以認造受胎膜爲一種表皮分離現象。

據羅意勃的研究，海水五〇立方糵(cc)中加醋酸或其他脂肪酸(十分之一標準溶液)二·六立方糵，將卵置於此液中，十五分乃至三時間，再移入正常海水中，則卵大都生受胎膜；若溫度甚低，則不獨卵起分割，且能自然發育；若在普通室內溫度，則發育至胎子分割時候，即行死亡；而溫度愈高，則其病的傾向愈甚，而死亡亦愈早；這個地方，就可知道人工的使卵子生受胎膜之後，反而有病的傾向，一定要再有一番處理，方纔可以防止這個弊端。

第二種的處理，不外在防止卵內新陳代謝作用的過甚，所以卵子在第一種液體內取出之後，再入高滲透壓或減少酸素或加青酸鉀的海水中，即可使卵子不致死亡。這種海水的製法，係以酪

酸(chromic acid)的1—10標準液二至二·六立方糵(cc)加於五〇立方糵之海水中。卵子浸於此液，經十至十五分鐘後，再浸於高滲透壓海水（五〇立方糵之海水中，加氫化鈉(NaCl)甘蔗糖八立方糵）在攝氏十五度約三十五至六十分間，再浸於通常的海水中，便能發育。

但是這種造受胎膜的原因是什麼呢？關於這個問題，我們據羅意勃的研究說起來，是一種所謂立泡以特(Lipoid)的有機物被化學品溶解之故。原來立泡以特的化學性質，是溶解於高級的脂肪酸，而不溶於低級的脂肪酸，及無機酸。所以卵子浸於低級的脂肪酸，多不能生受胎膜，而祇有浸於高級的脂肪酸，方能生膜，所以卵子的起細胞分離現象，可說是立泡以特的溶解，因為卵的表面，就是立泡以特的石灰化合物。

後來從原形質的化學上看起來，知道原形質內含立泡以特甚多，可以說原形質是立泡以特和蛋白質的混合物亦無不可。所以無論那一種的使立泡以特可以液化的物理的或化學的作用，多可以使細胞起分離作用，而多可以為人工受胎的化學品。

此外如海星的不受胎卵，用機械的攪拌，也可以生受胎膜而發育。關於這種的人工受胎，也是

起源於卵的表面的離解因爲卵的表皮有非常堅韌的，有非常粗鬆，這粗鬆的表面不容用化學品和他作用，祇要攪拌也可以離解而起單性生殖現象。

一九〇七年荷園 (Gyver) 又以血液注射到卵內，也能使蛙卵發育至蝌蚪時代，白戴龍 (Bataillon) 則以針略刺卵子，也能使卵發育，而尤以針上附有白血球塊者，更易成功。羅意勃也行同樣的試驗，而得完全的蛙。(十四圖。) 從這種種的試驗，我們就可知道受胎的根本，未必一定要精子穿入卵內，換句話說精子的使卵發育，也不過是給卵一種的刺激罷了。

二 異種交配

在受胎的特殊性中，我們已經講過受胎是限於同種的動物，但是自從人工受胎的方法發見以來，異種交配也多成功。所謂人工受胎者，與人工單性生殖不同，簡單說起來，實在是人工的使卵



第十四圖 羅意勃用人工單性生殖所長成的蛙

子和精子接近罷了。最易行人工受胎者，就是海膽等的體外受胎動物。其方法即以海膽之殼剝開，壓迫其卵巢以玻璃管吸收其卵子，滴入盛海水的皿內，一方面取雄的海膽以同一方法取精子滴入另一水皿，二者均略爲攪拌之後，各成白色漿液，然後以數滴的精子溶液置入卵溶液內，即可以顯微鏡考察其受胎後的現象。

此外如魚類，也可用相似的方法使其受胎。至於家畜方面，則一九一二年俄國意文諾夫 (Ivanoff) 曾行實驗，頗得相當的成績。他的方法簡單說起來，先以海綿消毒後，(在七十至七十五度之一·%曹達水中) 再以食鹽水洗之，置於發情期之牝馬膻內深處，然後使欲得精子的牡馬，與之交配。交配後將海綿取出榨取精液，再用注射器注入牝馬的子宮內，即可得七八%之受胎率。若據日本佐藤氏的研究，則洗滌海綿時若以五·二五%之葡萄糖液代食鹽水，則精子在體外的生存期更長，並能輸送至他處。這種人工受胎，在異種交配上用之甚多。近來則以同一方法已應用於人類；惟與人倫有關，故實行尙少。

用這種方法而行異種受胎的，以棘皮動物及硬骨魚類最易成功。佛龍 (Vernon) 將海膽七

屬中的十八種，互相雜交，五十六對中得四十九對完全成功，祇有十一對無受胎的形狀。餘如許爾德衛志，杜里舒 (Driesch) 等也行此種研究，知道異科 (family) 以及異目 (ordinal cross) 也可以雜交，不過到了胞胚期或囊胚期為止，大多死亡，而經過完全變化者甚少。

異目交配之外，尚有異綱交配 (interclasses cross)，不過須人工的先將卵子造成能起受胎的狀態，方纔可以受胎。關於這一方面的研究，以海衛登 (Herwerden) 一九一二年及羅意勃 一三一年算最早。羅意勃 發見海膽的卵子 (屬於海膽綱) 可以海星 (屬於蛇尾綱) 來受胎，祇要增加海水的加里性而尤以百立方厘的海水中，加一·二立方厘的苛性加里 (NaOH) 為最佳。如此雜交之後，約半數可發育至幼蟲時期。惟其性質則近於母性。郭貝爾魏修 (Kupelwieer) 用軟體動物及環形的精子，使海膽受胎成功五次；其餘則沒有成功。在硬骨魚一方面，則紐孟 (Newman) 曾行七十八對異種交配，多屬於不同之科或目，而麥克好斯 (Meukhaus) 又記述十八種的雜種，知道他們的受胎難易，完全由種類而不同，然無分類上親緣遠近之關係。

此外在兩棲類方面，潘萊格 在一八八二年已經行種種的雜種。餘是白戴龍 行蟾蜍與青蛙的

雜種，惟多不能經過完全變態而死亡。

講到這個地方，我們又要回到本題討論幾個問題：第一，上面說羅意勃曾加了加里於海水中，可以使異種受胎容易成功；並且增加海水的石灰濃度，又可以使海星的精子穿入海膽的卵內，但是何以能生這個的結果呢？

我們知道精子常在圓椎體突起的地方，穿入卵內，這個突起的地方是表面張力，最小的地方，所以增加加里及石灰，或是使卵的張力減小，而便於精子穿入，亦未可知。

第二，上面說種種的雜種後的卵子，大都到了沒有長成，便多夭折，祇有少數的配合可以把生命維持到發育後期。這種的原因究屬在什麼呢？簡言之，就是因為染色質間化學的或其他種種不一致 (incompatibility) 而來。許爾德衛志曾以頗有興味的實驗，去證明這種說素，其實驗的基礎係用銦 (radium) 傷精子之後再與卵受胎，則其結果祇能使卵發育，而不能遺傳父性。

保拉許 (Paula Hertwig) 說這種的不能遺傳者，由於失了核的作用，因為精子受銦的作用之後，精子雖未死滅，而細胞核已失其作用。所以這種的精子，和人工單性生殖上所用的化學品性

質相當。許爾德衛志證明兩種類不同的蝾螈 (*Triton* ♀ × *Salamandra* ♂) 雜交時候，祇能發育到胞胚期即死；不過若其精子先用強的銹照過之後，反可以使卵完全發育，惟其細胞內染色體，則比普通缺少一半。這就是證明這種的完全發育，是由於「卵」的染色體，而無「精子」方面的染色體。而雜種的反而早死，即由於增加了「異種的」染色體之故。

許氏又以蟾蜍 (*Bufo vulgaris*) 的卵和已經用銹照過的青蛙 (*Rana fusca*) 相配，其結果也能變成普通胚胎，惟細胞內的核與普通不同，常小二分之一，這就是雄核受了銹的作用失其作用，所以祇有雌核在細胞內。然異種的雄核惟其已失作用，所以反可使卵發育。若在這兩種不同的兩棲類交配時候，則因細胞核性質上或化學上的不一致，往往難於結合，反而不能受胎。

III 碎卵受胎 (Merogony)

上面所講的，單性生殖以及許氏的異種交配實驗，多是以卵核為發育的基礎，而精子的核並未入卵內，或祇入卵內而未生作用。然則我可單以精子的核而使其成一幼蟲嗎？卵在受胎上占如此重要位置，而精子豈不能亦占同一的位置嗎？這數端均為吾人當然發生的問題，而亦學者早

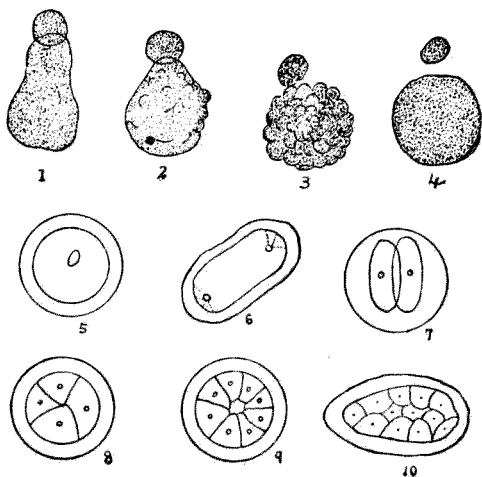
已有明確解釋的。

試以卵的碎片，用精子受胎，則雖卵片內無卵核亦能使卵發育。此種現象雖在自然界中不能發見，然用試驗方法可以證明。拉惠志 (Rawitz) 稱之曰幼卵受胎 (ephebo-genesis) 因其不甚妥當。而包佛里遂又稱之曰「碎卵受胎」(merogony) 其情形與單性生殖相倣，惟其半數染色體的雌核，改成半數染色體的雄核罷了。

關於此種問題的研究，以一八八七年許爾德衛志兄弟為最早。他發見海膽的卵，若破碎成小塊，其無核的一部分亦能如具核的小塊的受胎發育。其後包佛里及馬爾根以及西立格 (Seeliger) 也研究此問題，以及其遺傳上的關係，然其主要研究當以許氏一九一二年的研究為最完美。他以銻照蝶螈的卵子，俟其卵核失其作用，再以精子使其受胎，則可生存至包胚期 (blastula stage)。拉惠志在一九〇一年用他種的方法，研究同一的問題，彼以一種海參 (Holothuria tubulosa) 的卵置於氫化鎂 (magnesium chloride) 四·七%液一五〇立方糝，加硼砂 (borax) 二一%液四五立方糝，加磷酸鈣 (calcium phosphate) 〇·二%五立方糝混海水六〇立方糝的混合液三〇立

方糲中，經二分鐘後，再置於此混合液五
 ○立方糲與海水五百立方糲的混合液
 中，經了這樣處理之後，則卵的一端漸生
 變化而延長，卵核移至卵之一端，然後卵
 再回復原形，而卵核棄於卵外（變化如
 第十五圖1 2 3 4。）若以此無卵核的
 卵與精子接合亦能受胎，可發育至第十
 二細胞時期。（第十五圖10）包佛里則將
 海膽卵的二十分之一小塊，也能使精子
 受胎，惟其性質則全為父性。此外馬爾根
 等均有相似的研究，而結果也大同小異。

第十五圖 海參之人工除去卵核及發育



1, 2, 3, 4 卵核除去

5—10 卵用精子受胎後之發育順序

第七章 結論

總觀上述，我們可以知道，所謂受胎者雖爲卵與精子的結合，然精子使卵發育的因子，也可用別的化學品來代替。並且我們從單性生殖及碎卵受胎上，又知道卵核與精核均在受胎上是非常重要的。在單性生殖，祇有卵核無精核而能發育；在碎卵受胎，則祇有精子核而無卵核，也能發育。所以從前以爲受胎必須精子穿入卵內，而精核與卵核結合方能發育者，到了最近，經種種研究，殊覺定義失之太狹。所以現在祇可說凡屬用精子或其他物品使卵子生受胎膜的現象，均可稱爲受胎，至於精子的穿入與否，則反與本問題無關。

我們在緒論中，曾述及受胎的意義是在回春與遺傳。精子與卵子結合，在遺傳上確是非常重要的。單性生殖的子孫大多性似母體；碎卵受胎的幼蟲體，大多性似父體；即表示受胎與遺傳關係的一端。所以精子的穿入卵內，精核與卵核結合，可算是爲遺傳父母性質而起，並非爲受胎後卵子發

育的原因。

至於何以卵子不受胎不久死滅，而卵子受了胎便能發育長成新的個體呢？關於這個還沒有確當的學說，李利氏所創的受胎說素，謂卵子內本有一種如觸媒的物質，這種物質有了一種精子或其他物品的刺激，便可使其發生效力，因而促進卵的發育。不過這種學說，尚有多少欠妥的地方，現在沒有正式學說的時候，也未嘗不可作一時的臆說。

此外如雌雄決定問題，以及雙生兒問題，雖與受胎亦有密切關係，因篇幅有限，不得不暫時割愛了。

