

発生生物学Ⅱ

(2) 性、配偶子そして受精 (Sex, Gametes and Fertilization)

1) 性の決定

性の分化がどのように起こったのかどのような意味があるのかは、未だに明確な答えは無い。しかし、原生動物のゾウリムシなどでみられる接合が、卵と精子の受精に似ており、性の分化の原始的なものと思われる。

※ 性分化は、C. R. Woese の唱える生物の 3 群（真正細菌、古細菌、そして真核生物）の内、真核生物に認められる。したがって、真核生物の初期に起こったか、その後各生物群で独自に生じたかはわかっていない。また、性分化の意味については、接合や受精によって子孫の遺伝子に多様性を持たせることで、種として急激な環境変化などに対応できる可能性が広がり、存続に有利であるという考えかたもある。

遺伝的な性決定

★ 性染色体の分配による決定

ほ乳類：XX は♀、XY は♂ 雄 ヘテロ型(異型)性決定；人間を含むほ乳類では、Y 染色体上に精巢決定因子があり、Y 染色体がなければ♀になり、Y 染色体があれば X 染色体の数に関係なく♂になる)

鳥類、は虫類、鱗翅類：XX は♂、XY は♀ (雌ヘテロ型性決定) ZZ と ZW で表すことが多い。

★ X 染色体の常染色体(autosome)に対する比率で決定

ショウジョウバエ：XX は♀、XY は♂。ただし、XXY は♀、XO は♂。

センチュウの *C. elegans*：XO ♂、XX 雌雄同体。

★ 染色体の半倍数性決定(haplo-diploid sex determination)

膜翅目 (ミツバチ、コマユバチ)、半翅目 (カイガラムシ、コナジラミ)、

ダニ類、ワムシ類など：半数 (未受精) ♂、倍数 (受精) ♀。

環境による性決定

★ 胚発生の環境による性決定

は虫類 (ワニ、トカゲ、カメ) 胚発生時の温度が適温だと♂♀、適温からはずれると♀だけ、あるいは♂だけ。カメの場合、適温より低いと♂、高いと♀。ミシシッピーワニは逆。

★ 生育環境による性決定

ボネリムシ (ユムシ類) 単独で定着すると♀、雌の体の上に定着すると♂となり♀に寄生する。

★ 異時性雌雄同体 (ホルモンバランスによる)

クマノミ 体が小さい時♂、大きくなると♀。

キュウセン 集団内の雄がいなくなると雌が雄化する。

雌雄同体 (hermaphrodite)

ホヤ類 全て雌雄同体 他に渦虫類、ミミズ、マイマイなど

※ 動物のなかには性が遺伝的でなく、環境で決まったり雌雄同体のものがあったりする。一方、多くの動物が雌雄異個体である。それでは、何故、雌雄が異個体に分かれる必要があったのか。もし偶然に生じたのなら、これだけ多くの動物が雌雄異個体の体制を維持しているのはなぜか？

※ 性が環境で決まる動物にとって、性染色体はどんな意味があるのか？

2) 配偶子

①ある種の動物では、配偶子になれる細胞 (Germ cells) は決められている。

Germ cell は meiosis を行うが、体細胞 (Somatic cells) は mitosis しか出来ない。

Germ cell の細胞系譜 (Germ line) は発生初期に体細胞系譜から分化する。

Germ line の分化

➤ 卵細胞質中の germ plasm を受け継いだ細胞が germ cell になる。

ショウジョウバエの pole plasm、センチュウ *C. elegans* の P-granules など

カエルも germ plasm を受け継いだ細胞が germ cells になるが、決定されるには cell-cell interaction が必要。

※ほ乳類、鳥類には germ plasm はなく、発生初期に cell-cell interaction で決定。

②精子

レーベンフックが 17 世紀後半に

ヒトの精子を見たのが最初。基本的

には頭部、中片、尾部に分かれる。

精子の運動はカルシウムイオンで活性化し、カリウムイオンで抑制される。

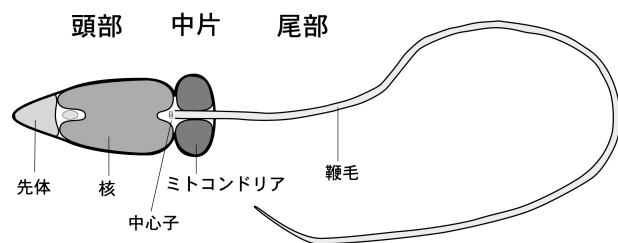
③卵

基本的に細胞膜に包まれた yolk を

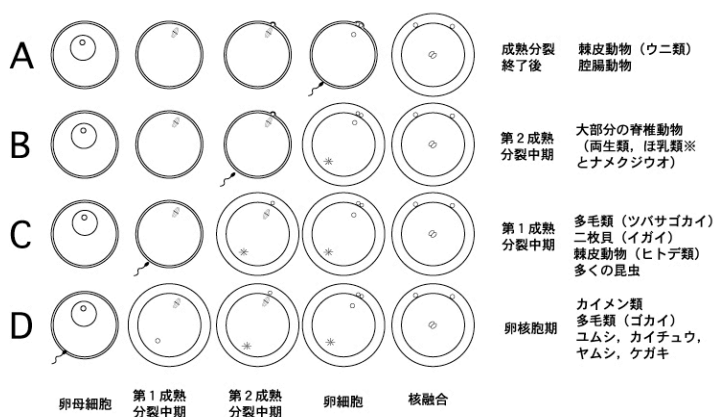
多量に含んだ細胞質，それを覆う

卵膜，そして最外層にゼリー層（ウニ，カエル），あるいは透明層（zona pellucida，ほ乳類）や濾胞細胞層（ホヤ類）がある。

ウニ精子の構造



受精のタイミング



※キツネ、イヌ、ウマは卵細胞期と言う報告あり。

※ 受精

タイミング 動物によって異なる。

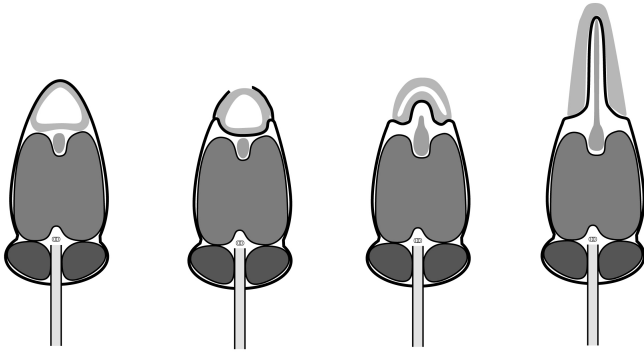
- A) 成熟分裂終了後：ウニ類、腔腸動物
- B) 第 2 成熟分裂中期：大部分の脊椎動物（両生類、ほ乳類）、ナメクジウオ
- C) 第 1 成熟分裂中期：ツバサゴカイ、イガイ、ヒトデ類、多くの昆虫
- D) 卵細胞期：カイメン類、ゴカイ、ユムシ、カイチュウ、ヤムシ、ケガキ

※キツネ、イヌ、ウマは卵細胞期という報告あり

精子の反応

受精には精子の先体反応 (acrosome reaction) が起こる (多くの動物)。

ウニ先体反応

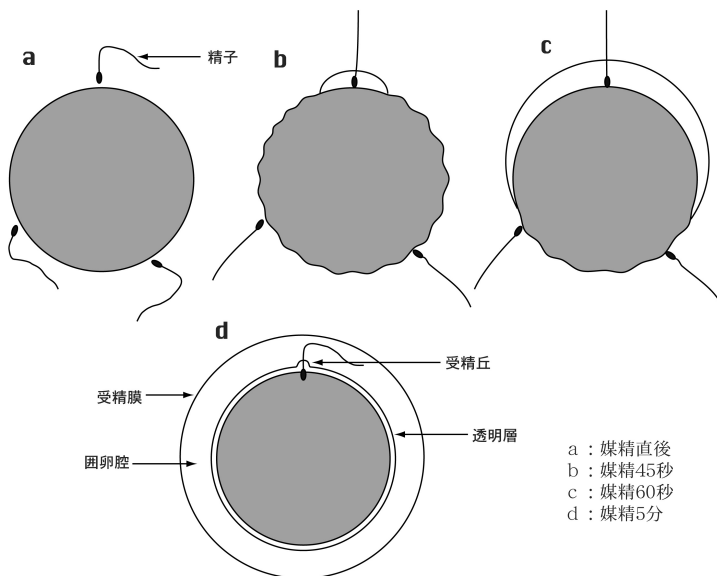


卵の反応

ウニ卵では受精膜の形成が起こる。精子の侵入部より受精波と呼ばれる電氣的刺激が卵表面を伝わり、その刺激により卵細胞質の表層にある cortical granules が放出され卵膜を裏打ちすることで、硬い受精膜が形成される。多精受精を阻止するため。

ホヤ類では、受精によって、卵膜と卵細胞膜の間の囲卵腔が広がる。

ウニ卵の受精



ゼリー層 欠如していると受精しない（カエル，ウニ）。

卵の成熟 ゼリー層の付加などを経て成熟する（カエル）

受精とカルシウムイオン ウニ卵の受精に於けるカルシウムイオンの必要性。ただし，前もってゼリー層の溶液処理で先体反応をさせておくと受精可。

受精後の卵細胞質の再配置

フタスジボヤ： 顕著な cytoplasmic segregation が起こり 6 つの領域に。

メダカ： 油滴が植物極側へ移動し，癒合して大きくなる。

アフリカツメガエル： 精子の侵入箇所の反対側に灰色三日月が出来る。

C. elegans : P-granules が受精後に卵後部に segregate する。