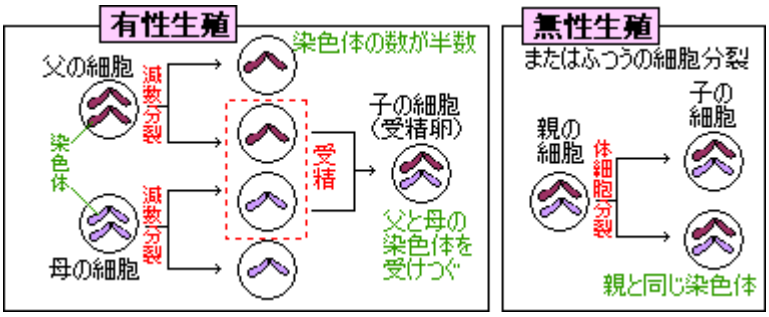
RISMI 勉強会 2017 年 1 月　生態学入門　6「性の進化」

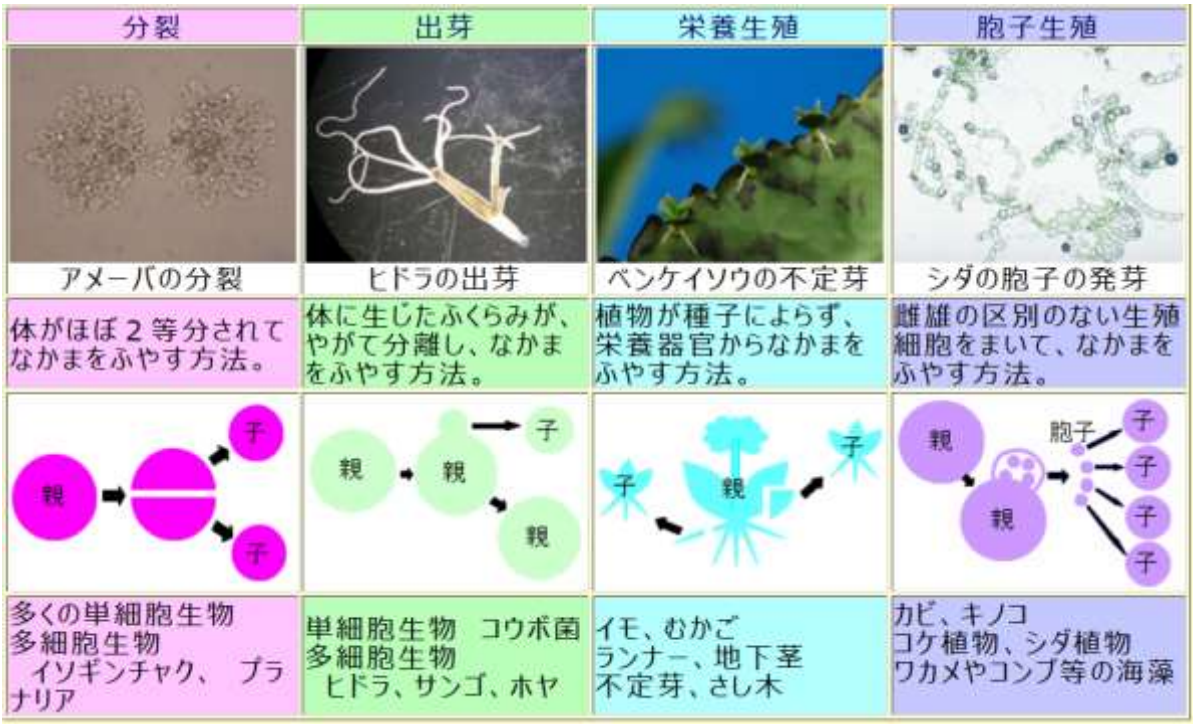
生物は次世代を残すために生殖を行うが、その方法は有性生殖と無性生殖に大別される。有性生殖が 2 つの親を必要とするのに対し、無性生殖は 1 つの親で足りるので、もし子を産む親の産子数が同一なら、無性生殖の方が 2 倍の繁殖能力をもつことになる。にもかかわらずほとんどの生物は有性生殖を行うか、有性生殖と無性生殖の両方を行うように進化している。



生物の増え方と進化 http://www.max.hi-ho.ne.jp/lylle/seishoku1.html

無性生殖

無性生殖は、親の体の一部を分離して新たな個体をつくる生殖法。生殖細胞をつくるコストも、配偶相手を探す労力や時間のコストも必要としないことが大きな利点。遺伝子の組み換えを行わないので、親と子は遺伝的にクローンとなるため、遺伝的に均質となり、同じ環境ストレスに対して同じ生理反応しか取れず、全滅リスクが高いことがデメリット。

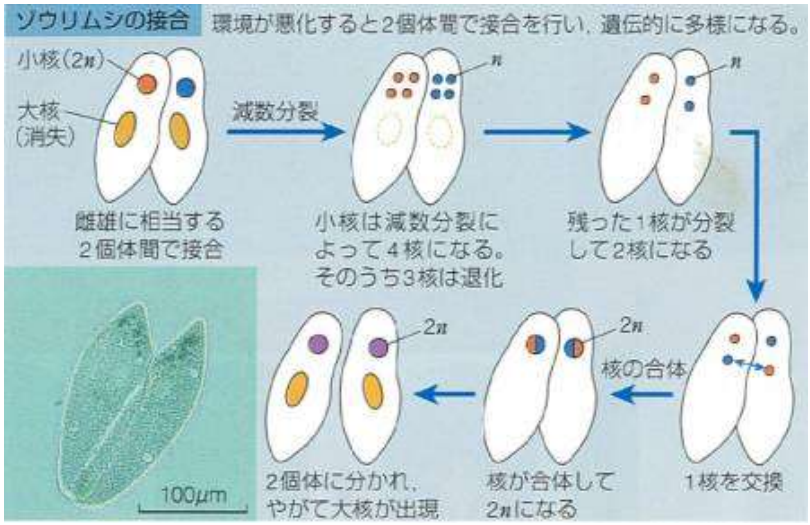


あすなろ学習塾 http://gakusyu.shizuoka-c.ed.jp/science/chuugaku/seibutu/ikimononohuekata/huekata5/huekata501.html

性と生殖

どのようにして「性」が発生し、進化したのかについてはよくわかっていないが、個体間の遺伝子の交換が性の本質であると言える。

性の原始的な形態と考えられる原生生物の場合、性と生殖は結びついてない。例としてゾウリムシの場合、無性生殖の一形態である分裂によって生殖を行っているが、たまに２個体があらかじめ減数分裂によって増やしておいた小核の片方を交換し合う接合と言われる一種の「性」を営む。接合によって個体間の遺伝子組み替えが行われる点では有性生殖と同じであるが、接合によって個体数も世代も変わらないので、生殖ではない。生殖はあくまでも分裂による無性生殖として行われる。



「視覚でとらえるフォトサイエンス生物図録」数研出版

有性生殖

有性生殖は、遺伝子を交換することによって新たな個体を生産する生殖方法で、必ずしも雌雄が存在することを前提としていない。外観上、雌雄の区別なく、同形配偶子をつくって接合することで生殖を行うものもあるが、多くの場合は雌雄（あるいは雄性・雌性）の２種類の性を発達させている。

性が３種類以上ない理由は、生産できる配偶子の大きさと数のトレードオフの関係から説明されている。すなわち卵のような大きい配偶子だと、貯蔵する栄養を増やすことができるため生存率を上げられる一方、生産できる数が減ってしまう。精子のような小さな配偶子だと、生産数を多くすることができる一方、蓄えられる栄養が少ないため生存率が落ちてしまう。中間サイズだと生産数も生存率も中途半端になってしまうので、大型化か小型化のどちらかに収斂され、結果的に２種類の性に落ち着いた、と考えられている。

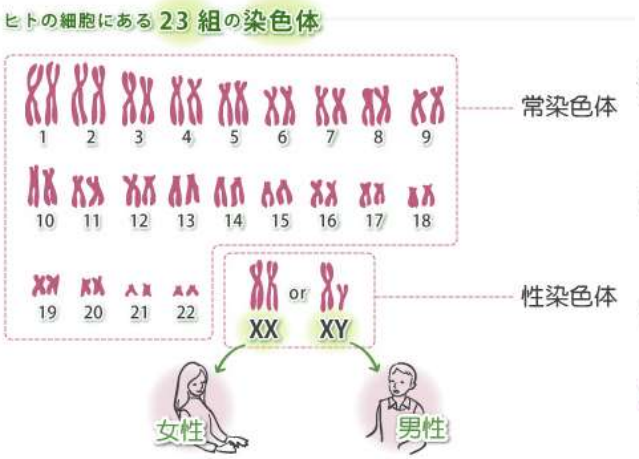
有性生殖のメリット　―　遺伝的多様性の維持・向上

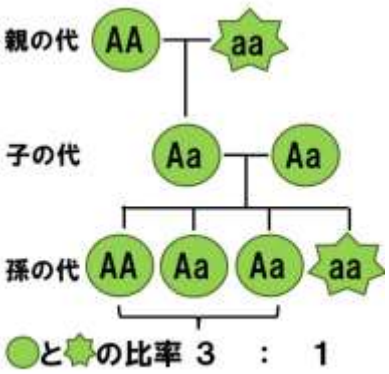
- 環境変化への対応：遺伝的多様性が高いと、環境が変化してもストレス耐性の高い個体が残る可能性が高くなる。
- 寄生者や病原体等への対応：一般に寄生者や病原体は世代交代が早く、その分、自然選択・人為選択による集団の遺伝組成の変化速度や突然変異による進化速度が速い。有性生殖によって遺伝的多様性を高めることで、寄生者や病原体への抵抗力を高めることができる。
- 有害遺伝子の希釈：突然変異には、環境への適応などといった方向性はなく、ランダムである。そのためほとんどの突然変異は生物の存在にとって有害である。無性生殖のみだと有害遺伝子が蓄積し、その集団が絶滅するリスクが高くなる。

自家受精・近親交配のデメリット

自家受精は、他個体と遺伝子を交換せずに、自らが生産した雄性配偶子と雌性配偶子で遺伝子を交換する（組み替える）ものである。植物や雌雄同体の動物の一部で見られる生殖法で、配偶相手を必要としない点でメリットがあるが、遺伝的多様性を著しく下げることがデメリットである。

遺伝子は、染色体というたばの形で細胞核内に存在するが、多くの生物では同等の染色体が２つでひと組となっている。染色体数が変わらないまま配偶子を接合させると、世代ごとに染色体数が倍加してしまうので、染色体を半分に減らして配偶子をつくる。これが減数分裂である。





一つの染色体の遺伝型がＡとＢの組み合わせであったとすると、親の世代の遺伝型はAB となる。これが自家受精すると配偶子はＡとＢの２種類ができるので、それらの組み合わせの結果、次世代の遺伝型はAA：AB：BB＝1：2：1＝25%：50%：25%となる。

AB の次世代の遺伝型		
	A	B
A	AA	AB
B	AB	BB

赤は配偶子、青は子の遺伝型。

これらの３タイプがそれぞれ自家受精をすると、次々世代では AA：AB：BB＝6：4：6＝37.5%：25%：37.5%となり、AB 型は少数派になる。さらにもう一世代、自家受精を繰り返すと AA：AB：BB＝28：8：28＝43.75%：12.5%：43.75%というぐあいに、代を重ねるごとに AB 型が半減し、10 回の自家受精では 0.98%にまで低下する。遺伝型の多様性が低下すると、有害遺伝子の蓄積も強くなってしまう。

AA の次世代			AB①の次世代			AB②の次世代			BB の次世代		
	A	A		A	B		A	B		B	B
A	AA	AA	A	AA	AB	A	AA	AB	B	BB	BB
A	AA	AA	B	AB	BB	B	AB	BB	B	BB	BB

有性生殖であっても、血縁個体で交配を重ねた場合には同様の効果が生じるため、多くの生物では自家受精を防ぐような生理機構、近親交配を防ぐような社会システムが進化している（そうできなかった種は淘汰されたとも考えられる）。

図の出典
（中段左）東京女子医科大学・遺伝子の変異 http://www.twmu.ac.jp/IMG/about-gene/mutation-gene.html
（中段右）廣末医院・医療の歴史(30) メンデルの遺伝法則 http://www.suehiro-iin.com/arekore/sp/2013/08/30.html