

雌雄役割分化史

生物	単細胞生物	多細胞生物	脊椎動物	哺乳類	猿 (原猿・真猿・類人猿)	人類				
年代(億年)	46 44 38 35 20 12	10 6.0 5.5	5.5 4.8 4.5 4.2 3.6 2.5	2.2 0.65	0.55 0.35 0.24	0.05				
主な出来事	地球誕生 海洋誕生 生命誕生 光合成生物の誕生	真核生物の誕生 有性生殖の原型	始原多細胞生物 エディアカラ動物群 カンブリア大爆発	脊椎動物の登場 魚類の登場 植物が上陸 初期両生類の登場 爬虫類の登場 恐竜の登場	原哺乳類の登場 恐竜の絶滅	原猿の登場 真猿の登場 類人猿の登場 人類登場				
外圧	宇宙線 地磁気形成 酸素の驚異	大陸形成季節変動 酸素濃度上昇 全球凍結	造山運動大河 生存競争激化 オゾン層形成・植物上陸	外敵圧力 寒冷化	樹上逃避 食料限界まで繁殖 同類競争圧力(猿集団同士の競争)	樹上機能喪失(カタワのサル) 極限的な生存圧力				
雌雄分化の段階	分裂・接合	殖産分化	精卵分化	躯体分化	役割分化の塗り重ね					
安定と変異	単純分裂 有糸分裂 接合・減数分裂	生殖細胞(精・卵) 体細胞	卵子(安定・保存) 精子(変異・運動)	メス 安定+生殖 オス 変異+闘争	胎内保育と産後保護 淘汰促進のための性闘争本能強化	雄淘汰の帰結としての首雄集中婚 内雌外雄の集団編成	本能限界 ↓ 共認機能の獲得 ↓ 雌雄解脫共認	雌の性収束と肉体改造 闘争集団の形成 序列原理で統合	観念機能の獲得 ↓ 知能進化	性収束と充足回路の発達 観念の組み替えによる外圧適応
生殖様式の変遷	無性生殖が基本/一部有性生殖	有性生殖が基本/一部無性生殖	ほぼ有性生殖のみ/一部無性生殖(単為生殖)	有性生殖のみ						
	雌雄同体	雌雄同体と雌雄異体の併存		雌雄異体						

■性の起源

単細胞生物の接合

○原核生物(大腸菌)の接合
原核単細胞生物は単純分裂で増殖するが、部分接合により遺伝子を交換するものも登場。



○真核生物(クラミドモナス)
日常は単純分裂し、環境が悪化すると細胞が合体(接合)し減数分裂。その際に型の異なるマイナス型とプラス型が接合し、精卵分化の原型と考えられている。



■有性生殖の登場

有糸分裂と減数分裂

複雑な構造を獲得した真核生物は、正確に遺伝子を複製する有糸分裂機構を獲得。また細胞同士が合体(接合)して遺伝子を交換する、減数分裂の仕組みを獲得。

○有糸分裂

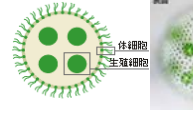


○合体(接合)と減数分裂による遺伝子の組み換え




■殖産分化と初期多細胞生物の登場

○ボルボックス(生殖細胞と体細胞の分化)



ボルボックスは、直径0.5ミリの球体で、約2000個の小さな体細胞が表面に一層に並び、その内側に16個の大きな生殖細胞がある。体細胞の2本のべん毛の運動が統合され、水をかいて泳ぐ。

○カイメン(原始的な多細胞生物)




細かい網目状の繊維骨格で袋状の躯体を形成。内側の鞭毛細胞(襟細胞)が水流をつくり、躯体の孔から微生物等を捕食。体内(中腔内)にはアメーバ細胞が存在し、襟細胞から食物を通じて送られてきた栄養源を受け取る。有性生殖、無性生殖の双方を行う。神経細胞の無い唯一の動物。

○殖産分化と寿命

殖産分化した多細胞生物では、生殖細胞は受け継がれるが、体細胞には分裂限界があり寿命=個体の死が登場。体細胞は不死性(テロメラーゼ)を捨て、仕事機能を高めた。一方で有性生殖によって変異を次世代に組み込み進化を促進した。
<http://www.biologica-jnet/blog/2010/10/001028.html>

■精子と卵子の分化

○同型配偶子接合→異型配偶子接合→精卵接合への進化

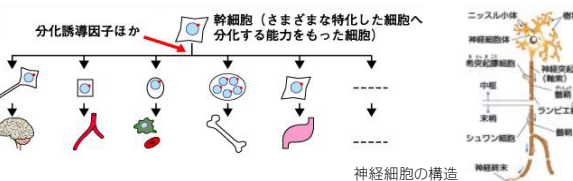


※図版引用元:『視覚でとらえるフォサイエンス生物図録』

○精子/卵子の特徴

精子は運動機能、卵子は栄養を蓄える機能に役割分化。受精過程と発生過程の両方に適応的な形態へ。さらに精卵分化の本質は変異配偶子と安定配偶子への分化と言える。精子自身の変異性に加えて、精子中心体が変異を伝達している可能性がある。
<http://www.biologica-jnet/blog/2010/11/001052.html>

■体細胞系列の高度化と脳神経系(脊椎動物の誕生と進化)



幹細胞(さまざまな特化した細胞へ分化する能力をもった細胞)

殖産分化(保存と仕事の分化)が多細胞化の起点。種の保存上負担の大きい生殖を専門に分離し、体細胞系列の高度な機能分化が可能となったことにより、約5.5億年前のカンブリア期に一気に多様な生物群が登場した。特に動物群は動いて栄養を摂るしかない⇒摂取機能の高度化⇒種間圧力上昇⇒摂取機能の高度化⇒種間圧力上昇...という循環的な外圧上昇構造が進化を促進、さらに統合機能としての脳神経系を発達させた脊椎動物が登場する。


○初期の脊椎動物、脊椎動物

ピカイア 約5億年前(古生代カンブリア中期)の海に棲息していた原始脊椎動物の一種。澄江動物群の一つであり、既知で最古の魚類である。


ミロクンミンギア 約5億2400万年前(古生代カンブリア前期中期)の海に生息していた脊椎動物の一種。澄江動物群の一つであり、既知で最古の魚類である。

■オスとメスはどのように決まるのか?


オスとメスの性決定様式の進化過程は、おおむね同体型→性転換型→孵化時環境決定型→遺伝子決定型の順に見られる。基本的に雌雄の性を固定化する方向での進化である。魚類までは同体型、性転換型が存在し、魚類や爬虫類には環境決定型が存在するが、哺乳類(概ねXY型)および鳥類(概ねZW型)は遺伝子決定型である。




同体型



性転換型



孵化時環境決定型



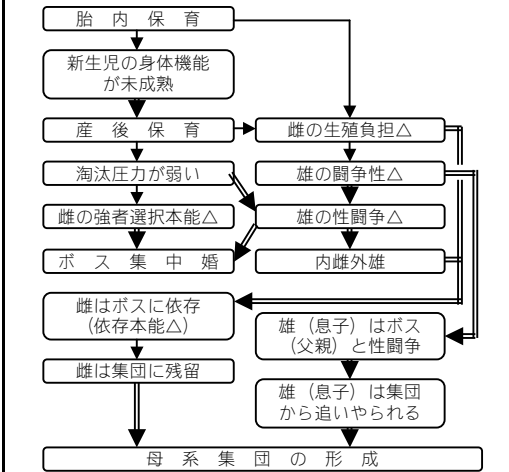
雌雄同体魚マンダリンロブ・キリフィッシュ。体長5cm。両性生殖腺を持ち、脊椎動物では唯一自家受精を行う。

性転換魚オキナワベニハゼ。体長2~30cm。群れ内の個体の体格差により雄⇄雌の両方向に性転換する。

温度依存型性決定のカミツキガメ。孵化時の温度28度前後でオス化し、低温または高温でメス化する。

■哺乳類の本能と雌雄分化

弱者であった哺乳類は、胎生保育機能の獲得によって寒冷適応が可能となった。一方で、幼生期の淘汰圧力が弱くなるため、進化の必要性から成体時の性闘争本能を強化している。



胎内保育

新生児の身体機能が未成熟

産後保育

淘汰圧力が弱い

淘汰促進のための性闘争本能強化

母系集団の形成

雌の生殖負担△

雄の競争性△

雄の性闘争△

内雌外雄

雄(息子)はボス(父親)と性闘争

雄(息子)は集団から追いやられる

母系集団の形成

■哺乳類の婚嫁様式と集団形態

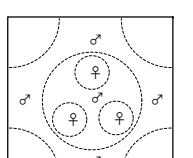
外圧の違いにより集団形態の違いが見られ、外敵闘争(や自然環境)が厳しいと雌雄で集団を形成し、外敵闘争に対して優位であれば、集団ではなく単独生活を営む傾向にある。

- ◆雌雄単独生活型:ネコ科(ライオン以外)、ヒョウ。外敵闘争において敵なし(ヒョウも土中生活のため)。そのため集団で身を守る必要がなく、雄・雌とも単独生活が可能。
- ◆母系集団+雄別居型:ウサギ、マウングラ。雄雌ともに外敵闘争において敵なし。雌と子供は母系集団を形成し、雄は単独生活が若雄集団を作る。
- ◆単雄複雌型:ネズミ、ウマ。外敵から身を守るために、縄張りを守る雄(ボス)と数匹の雌と子供で集団を形成する(ボス集中婚)。
- ◆複雄複雌型:カンガルー、狼。カンガルーは外敵圧力(大型肉食有袋類)狼は環境外圧(寒冷化)から雄雌子供一体の集団を形成していると考えられる。

■原猿・真猿・類人猿の集団構成の特徴

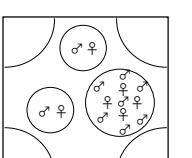
単独生活型(0頭)

- ・複数のメスの縄張りを一頭のオスの縄張り中包含
- ・一夫多妻性(首雄集中婚)
- ・同類同士は排他的



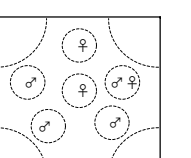
ベア型(新世界猿)

- ・ベア型、複雄複雌型など多様な集団を構成
- ・母系・父系集団の両方が存在



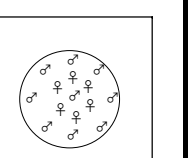
単独生活型(1頭-2頭)

- ・主に単独生活1~2頭
- ・発情期又は母子のペア以外は集団をつくらない



共同体(極限時代)

- ・30人程度の単一集団
- ・首雄集中婚
- ・笑顔とスキンシップによるコミュニケーション



■猿~人間の雌雄の特徴

原猿

- ・夜行性
- ・繁殖期は季節性
- ・雌の発情期間は短い(数時間~3日程度)
- ・発情期間中、雄は激しい性闘争
- ・雌の性成熟は7~18ヶ月程度
- ・1回の出産で1~3子

真猿

- ・昼行性
- ・繁殖期は季節性と通年繁殖が混在
- ・雌の発情期間は10日程度
- ・チンパンジーやボノボは発情期間に雌の性膨脹が見られる
- ・性器が赤づく
- ・雌は発情期や月経周期に性膨脹が見られる
- ・雌の性成熟は1~4.5年程度
- ・1回の出産で1~2子

類人猿

- ・昼行性
- ・通年繁殖が基本
- ・チンパンジーの発情期間は10日程度
- ・チンパンジーやボノボは発情期間に雌の性膨脹が見られる
- ・乳房の発達
- ・雌の性成熟は5~8年程度
- ・1回の出産で1子

人類

- ・発情期がなくなる
- ・雌の性膨脹は見られない
- ・脳の男女化
- ・ドミナントなど神経伝達物質の増加と快感回路の発達(A10神経)

