

モグラ類、特にヒミズ亜科(ヒメヒミズ、ヒミズ)の 染色体よりみた進化の道筋

著者	浜田 俊
雑誌名	静岡地学
巻	66
ページ	14-20
発行年	1992-10-30
出版者	静岡県地学会
URL	http://doi.org/10.14945/00025340

モグラ類、特にヒミズ亜科(ヒメヒミズ、ヒミズ)の染色体よりみた進化の道筋

浜 田 俊*

1 はじめに

食虫類は、単孔類・有袋類を除く哺乳類共通の祖先として、中生代白亜紀に出現した、現生有胎盤類中最も原始的な動物である。日本列島は第三紀中新世以降、地殻変動によって大陸から分断され、第四紀の大規模な気候変動(氷期・間氷期の繰り返し)に伴う海面変動の影響を受け、中国大陸とは陸橋を通じ陸上生物の移動が可能な時代と、海峡に隔てられ陸上生物の移動が阻まれた時代があった。このような各種陸上生物の地峡を通じた移動と海峡による隔離により、日本列島の陸上生物相が次第に形成されてきた。

三ヶ日人(縄文人の祖先型)で知られる引佐郡三ヶ日町只木石灰岩の溶食洞からは、化石化した更新世人骨(腰骨片、頭骨片)、アオモリゾウ・オオツノジカ・ヒョウ・オオカミなどの大型哺乳類の化石骨とともに、アズマモグラ・ホンシュウヒミズ・ジネズミなどの化石骨が報告されており、ビュルム氷期(第四氷期)WI/WII 亜間氷期の動物相の一端をうかがうことができる。

2 モグラ類の仲間と分布

日本における食虫類は、トガリネズミ科・モグラ科の2科に大別される(表1)。モグラ科のうち、ヒミズ亜科についてみると、ヒメヒミズ(図1)が、本州・四国・九州の高山帯、亜高山帯の狭い範囲に分布している。これに対し、ヒミズ(図2)は、本州・四国・九州およびその属島の低地帯の広い範囲に分布している。両種は形態的に類似している。ヒメヒミズが低地に生息していないのは、ヒミズに駆逐されたことによると思われる。

モグラ亜科は、ミズラモグラが高山帯に、サドモグラが佐渡島・新潟に、アズマモグラが東日本の低地帯、四国・九州および西日本の高地帯に分布している。コウベモグラは西日本・四国・九州および属島に生息し、アズマモグラを駆逐しながら東進している。特に富士山～箱根を境にして、東にアズマモグラが西にコウベモグラが住み分けをしている(図3)。

3 染色体をみる

故木原均博士の「地球の歴史は地層に、生物の歴史は染色体に書かれている」という言葉がある。生物は細胞の集まりによって構成されている。この細胞の中には核が存在し、この核中には、細胞分裂時に顕微鏡で観察すると、ひも状の「染色体」を見ることができる。染色体には遺伝物質が含まれており、子孫に遺伝情報を正しく伝える重要な役割をする。

周知のように染色体は、生物の種類によってその数・型は一定である。従って同一種であれば同一

*沼津学園高等学校

表1 Talpidae of Japan (IMAIZUMI, 1970 (43,44))

Family	Subfamily	Genus	Species	Subspecies
Talpidae モグラ科	Scalopininae ヒミズ亜科	<i>Dymecodon</i> ヒメヒミズ属	<i>D. pilirostris</i> ヒメヒミズ	
			<i>Urotrichus</i> ヒミズ属	<i>U. talpoides</i> ヒミズ
				<i>U. t. adversus</i> ツシマヒミズ
				<i>U. t. centralis</i> シコクヒミズ
				<i>U. t. hondonis</i> ホンシュウヒミズ
			<i>U. t. minutus</i> オキヒミズ	
		<i>U. t. talpoides-hondonis</i>		
	Talpininae モグラ亜科	<i>Euroscaptor</i> ミズラモグラ属	<i>E. mizura</i> ミズラモグラ	<i>E. m. mizura</i> フジミズラモグラ
				<i>E. m. hiwaensis</i> ヒワミズラモグラ
			<i>E. m. ohtai</i> シナノミズラモグラ	
		<i>Mogera</i> ニホンモグラ属	<i>M. tokudae</i> サドモグラ	
			<i>M. minor</i> コモグラ	
			<i>M. wogura</i> ニホンモグラ	<i>M. w. wogura</i> アズマモグラ
				<i>M. w. kanai</i> ヤクシマモグラ
		<i>M. k. kobeae</i> コウベモグラ	<i>M. k. kiusiuana</i> キュウシュウモグラ	
	<i>M. coreana</i> チョウセンモグラ			



図1 ヒミズ (ホンシュウヒミズ) 平地から山地帯にかけて、耕作地から森林の中まで広く棲息している。一般にモグラと混同されることが多い。モグラよりずっと小型で、尾が比較的長く、前足の幅が狭い。上顎第一門歯は細長く先端が鋭く尖る。食虫類のなかでは最も普通種で採集もしやすい。日本特産種。



図2 ヒメヒミズ 原始的なモグラで、山地帯の岩場などのヒミズが棲息しにくい場所に多い。平地に多いヒミズに似ているが、尾が長いことや、上顎第一門歯が小さく先端が靴べら状になっていることで見分けられる。日本特産種。

a) 培養の手順

肺・腎臓などの細胞を細かくほぐし、それらをプラスチックシャーレにまき、イーグルの MEM 培養液と、牛の胎児血清を培養液としてシャーレの中に入れる。尾組織の場合には、皮を剥ぎ取り骨を小さく切り、シャーレの中に入れて乾かし、培養液を静かに注ぎ、5%炭酸ガス恒温器内で1週間培養する。

b) 染色体標本作製の手順

標本作製前日に培養液を交換する。①このシャーレの中にコルセミド（細胞分裂時紡錘糸形成を抑制する作用がある）を2滴加え、15分間恒温器内に放置する（コルセミドの量が多かったり、処理時間が長かったりすると染色体は凝縮する）。②シャーレ内の培養液を遠沈管に取る。細胞を剥離するために少量のトリプシン（0.05%）溶液を加え5分間放置する。③ピペットで細胞を剥がし、遠沈管に集め5分間1200回転で遠沈して上澄液を捨てる。④低張液（1%クエン酸ソーダー水溶液）を2～3 ml 加え、ピペットで静かに攪拌し15分間放置する。⑤固定液（エチルアルコール3：酢酸1）を8 ml 加え静かに攪拌する。⑥5分間1200回転で遠沈し、上澄液を捨てる。⑦固定液5 ml を加え攪拌し再度遠沈し、上澄液を捨てた後固定液を少量（0.5～1 ml）加え、冷やしたスライドガラスの中央に2～3滴滴下し自然乾燥させ、これを25倍に希釈したギムサ液で染色する。後述の方法によって分染したプレパラートを、ミニコピーフィルムを使って高倍率（×100油浸レンズ）で写真撮影をする。写真の染色体を切り取り同型、同大の染色体（相同染色体）に識別し並べる（図4・表2）。



図4 染色体の形態区分

表2 染色体の形態

紡錘糸付着点 (動原体部)の区分	低張処理による 染色体の呼び方
A：先端部付近	アクロセントリック染色体 (端部着糸染色体)
ST： 先端よりやや中部より	サブテロセントリック染色体 (亜末端着糸染色体)
SM： 中部よりやや先端より	サブメタセントリック染色体 (亜中部着糸染色体)
M：中部	メタセントリック染色体 (中部着糸染色体)

A：アクロセントリック ST：サブテロセントリック
SM：サブメタセントリック M：メタセントリック

c) 分染法

普通染色だけで相同染色体を正確に同定することは困難である。そこで手だてとして染色体を染め分けるバンド染色法を応用している。バンドパターンは個々の相同染色体対で特有であるため、染色体に変化が起きているものでも、その由来を追跡することが可能である。

(i) Gバンド染色法

塩類溶液やタンパク質分解酵素の水溶液に、プレパラートを一定時間浸してからギムサ染色すると、濃淡な横縞に染め分けることができる。これをGバンドと呼んでいる。染色体に転座・逆位・挿入などの再配列が生じた場合、Gバンドパターンからそれらの再配列を追跡できるので、Gバンドパター

ンを比較する場合、二者の間にどれだけ相同性が見られるかを分析する。一般に用いられるトリプシン処理法、尿素処理法を紹介する。

※トリプシン処理法

①プレパラートをトリプシン溶液(0.025%)に15~30秒間浸す。②プレパラートをPB(リン酸緩衝液)に10秒間浸し、トリプシンを洗い流す。③ギムザ染色液に浸し10分間染色する。④プレパラートを水洗いして自然乾燥させる。

※尿素処理法

①プレパラートを尿素(18gをPB 50 mlに溶かす)溶液に2~5秒間浸す。②プレパラートを水洗いし尿素液を洗い流す。さらにPBに10秒間浸す。③ギムザ染色液に5分間浸し染色する。④水洗い後自然乾燥させる。

(ロ) Cバンド染色法

異質染色質(ヘテロクロマチン)を選択的に染め分ける方法で、動原体付近や、先端部が濃染される部分をCバンドと呼んでいる。種によっては濃染されにくいものもある。ヘテロクロマチンは量的変異を生じやすいので、Cバンドで比較する場合は二者がどれだけ異なっているかという点で分析する。Cバンドの手順は①自然乾燥したプレパラートを0.2 Nの塩酸中に30分間浸す。②水洗いし55°Cに温めた5%水酸化バリウム水溶液に2~3分間浸す。③水洗い後55°Cに温めた2×SSC(0.3 M食塩、0.03 Mクエン酸ソーダ)に30分間浸す。④水洗い後30分間ギムザ染色する。

(ハ) その他の染色法

Ag・NOR染色：仁と呼ばれる、核のなかの小体をつくる部位を特異的に染める方法で、硝酸銀処理を行い、光をあてて感光させると、仁形成部位が黒く染まる。

Q染色法：キナクリン・マスタードやキナクリン・ハイドロクロライドなどの蛍光色素で染色体を染め、蛍光顕微鏡で観察する方法で、強い蛍光を発する横縞(Qバンド)と暗い部分とに分けられる。

6 モグラ類の染色体

富士山周辺で採集したヒメヒミズ科(ヒメヒミズ、ヒミズ)の染色体を観察してみると、両種共に $2n=34$ であった。しかも非常に類似した核型を示している。ヒメヒミズの核型は、常染色体が大小のメタセントリック20個・サブメタセントリック6個・サブテロセントリック6個から構成されており、性染色体ではX染色体が中型のメタセントリック、Y染色体は微小な点状染色体からなっていた(図5)。ヒミズの核型は、常染色体が大小のメタセントリック20個・サブメタセントリック8個・サブテロセントリック4個からなり、性染色体はヒメヒミズのそれらと同一であった(図6)。

両種での大きな違いは、常染色体の第14番目の染色体で、腕比を調べてみるとヒメヒミズでは4.8、ヒミズは2.0の指数を示し、前者はサブテロセントリック、後者はサブメタセントリックと識別できた。形態的にもよく似ている両種の染色体の相異は何に起因しているのかを調べるため、Cバンド・Gバンド染色法で比較した(図7A・7B・8A・8B)。モグラの染色体については、今までに調査されている種すべての染色体は $2n=36$ である(土屋1985)。

コウベモグラについてみると、常染色体は中小型のメタセントリック12個、サブメタセントリック

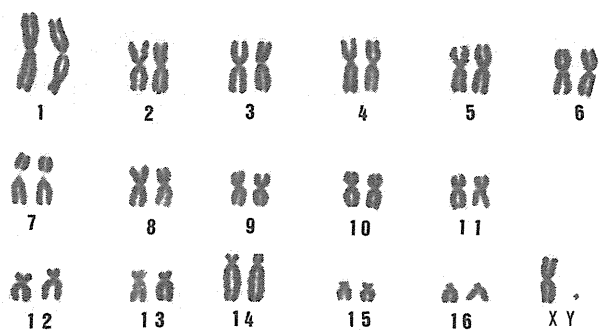


図5 ヒメヒミズの核型 (雄)

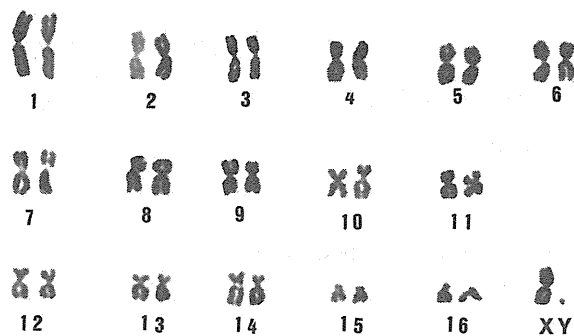


図6 ヒミズの核型 (雄)

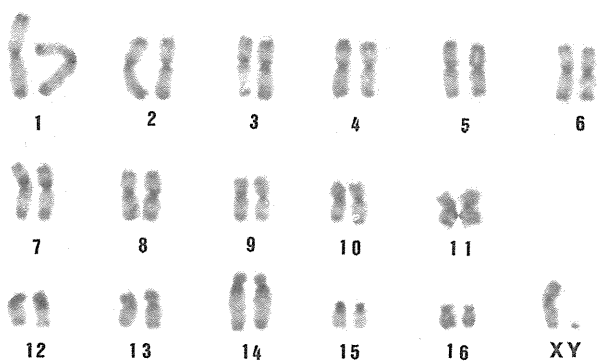


図7 A ヒメヒミズCバンド (雄)

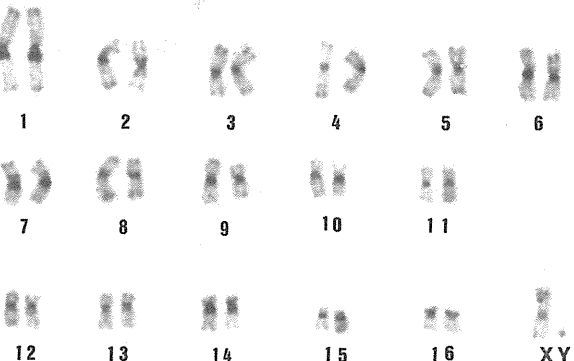


図7 B ヒミズCバンド (雄)

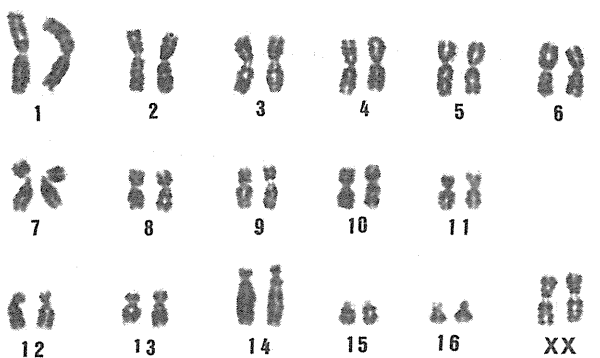


図8 A ヒメヒミズGバンド (雌)



図8 B ヒミズGバンド (雄)

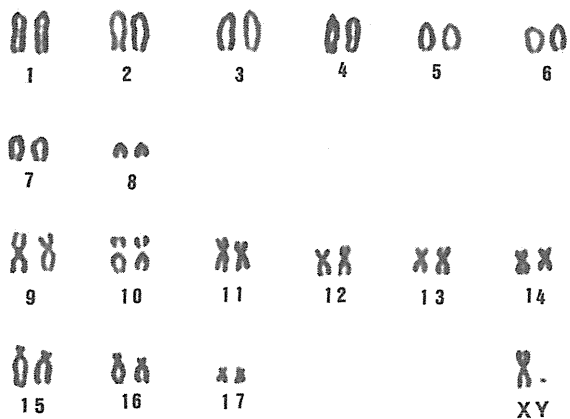


図9 A コウベモグラの核型 (雄)

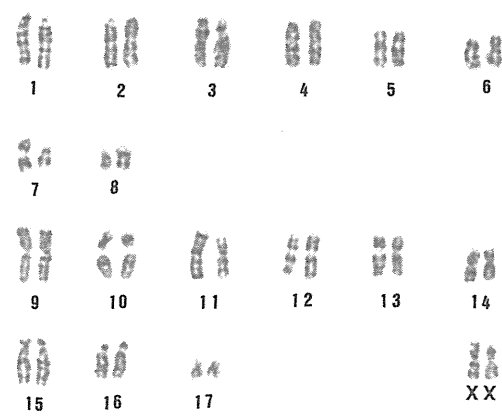


図9 B コウベモグラGバンド (雌)

2個、サブテロセントリック4個、および中小型のアクロセントリック16個からなり、性染色体のうちX染色体は中型のメタセントリック、Y染色体は微小な点状染色体であった（浜田、吉田未発表、図9A・9B）。

7 染色体からみた類縁関係

ヒミズ亜科の染色体は両種共に $2n=34$ であり、ヒメヒミズ、ヒミズの第14染色体に大きな差が認められる。この差をGバンドパターンで比較してみると、ヒメヒミズの第14染色体に逆位と欠失が生じ、ヒミズの第14染色体に変化したと示唆できる。このことは、歯数の変化、すなわちヒメヒミズは38本、ヒミズは36本と減少する。進化した種は歯数などにも減少傾向がある（今泉1975）。

広域にわたって調査した土屋（1990）は、九州のヒミズとヒメヒミズの核型が類似していることを報告している。このことは、まずヒミズ亜科の共通の祖先種が1対のサブテロセントリック染色体を保有し、ヒメヒミズとヒミズが分化し、その後、ヒメヒミズに類似した核型をもつ西南日本に分布するヒミズから、サブメタセントリック染色体を保有する東日本のヒミズが分化したと推定される。原田正史私信では、ヒミズ内で逆位が起きていることを指摘している。これらのことから種の進化を核型だけで論ずることは難しい問題である。今後は分子生物学のレベルから追究していく必要がある。

参考文献

- 今泉吉典（1966）：動物分類。第一法規，136—142。
- 今泉吉典（1970）：日本哺乳動物図説（上巻）。新思潮社。
- 今泉吉典（1975）：日本の哺乳類，特異な動物相をめぐって。アニマ(22)，58～61。
- 今泉吉典（1977）：日本哺乳動物相。自然科学と博物館。
- 浜田俊・吉田俊秀（1980）：食虫類の核学的研究 I，ヒメヒミズおよびホンシュウヒミズ（モグラ科の核比較）。染色体II—20，585～590。
- 浜田 俊（1982）：染色体からみたモグラ類の分化と進化。動物と自然12(10)。
- 土屋公幸（1985）：食虫類染色体の数と形態。近藤恭司監修スunks 51～67，学会出版センター東京。
- 土屋公幸（1988）：日本産モグラ科の染色体による分類。哺乳類科学28(1)，49～61。
- 土屋公幸（1990）：日本のモグラ類の系統と進化。採集と飼育，52(9)，378～380。