

mtDNA のチトクローム *b* 領域の塩基配列からみた 沖縄島と奄美大島のマンガースの類縁関係

関口 恵史^{1,4}, 井上 文英², 上田 智之³, 小倉 剛⁴, 川島 由次⁴

¹琉球大学医学部解剖学第二講座

²琉球大学医学部生化学第一講座

³琉球大学医学部附属動物実験施設

⁴琉球大学農学部亜熱帯動物学講座

緒 言

マンガースは、広義には食肉目、マンガース科 (17属37種) に属する哺乳類の総称で、アフリカから西アジア、中央アジア、東南アジアにかけて分布している (Corbet and Hill, 1986). このうち沖縄島に棲息する種 (*Herpestes* sp.) は、1910年に毒蛇であるハブ (*Trimeresurus flavoviridis*) やネズミ類の駆除を目的として、英領印度、カルカッタ地方より東京帝国大学の渡瀬庄三郎により沖縄島へ移入された (著者不明, 1910). 沖縄島では、はじめ13頭から17頭のマンガースが南部地域を中心に放獣されたが (小倉ほか, 1998), 現在では島のほぼ全域に定着している (藤枝, 1980; 阿部, 1994). 一方、奄美大島 (鹿児島県) では、1979年頃からマンガースが目撃され始め、同島中北部の名瀬市を中心に分布域が拡大している (阿部, 1991, 1996). 奄美大島のマンガースは沖縄島より持ち込まれた可能性が高いとされているが (阿部, 1991, 1993), 移入時の経緯や目的は明らかではない。

沖縄島に移入されたマンガースは、移入当時は *Herpestes mungo* あるいは *Herpestes griseus* (渡瀬, 1911), その後はインドマンガース (*Herpestes edwardsii*) (藤枝, 1980; 宮城, 1984; 環境庁, 1983) として扱われてきたが、近年では、外部形態と頭蓋骨の計測結果からジャワマンガース (*Herpestes javanicus*) であるとされている (阿部, 1991, 1993; 小倉ほか, 1998; 永山ほか, 印刷中). 奄美大島のマンガースについても阿部 (1991, 1993) はジャワマンガース (*Herpestes javanicus*) ではないかと述べており、両島のマンガースは形態学的見地より同種であると思われる。しかしながら、遺伝的特性の比較による両地域のマンガースの分類学的検討はこれまで行われていない。そこで本研究ではミトコンドリア DNA (mtDNA) の塩基配列を比較し、沖縄島と奄美大島のマンガースの分類学的検討を行うことにした。

材料と方法

検討には、沖縄島の西原町で捕獲された雄2頭 (体重 704 g, 758 g) と奄美大島の大和村で捕獲された雄2頭 (体重 785 g, 773 g) を用いた。それぞれの個体について、ベントバルビタールナト

リウム (40 mg/kg) による深麻酔の後、腹大動脈から EDTA 存在下で採血を行った。得られた血液サンプルを遠心分離し、白血球分画より mtDNA Extractor WB Kit (和光純工業株式会社) を用いて mtDNA を抽出した。こうして得られた mtDNA のうちのチトクローム *b* 領域を PCR (Polymerase Chain Reaction) 法により増幅した。増幅に用いたプライマーは、ファイリマングース (*Herpestes auropunctatus*) の同領域の塩基配列 (Accession No. X94926, Ledje and Arnason, 1996) をもとに設計し、H 5'-CATCCGCAAATCACACCCAC-3', および L 5'-GGGC TTAATATGTGGTGGGG-3' とした。PCR 産物をクローニングキット (TOPO TA Cloning Kit, Invitrogen USA) を用いてクローニングした。

各個体につき、2つのクローンの塩基配列を解読した。塩基配列の解読は LIC-DNA アナリシスシステム (Li-COR USA) によって、Thermo Sequence Cycle Sequencing Kit US78500 (Pharmacia USA) を用いて行った。得られた塩基配列に、ファイリマングース (Ledje and Arnason, 1996) の塩基配列を加えてアラインメントを作成した。

また、沖縄島に移入されたマングースの原産地 (著者不明, 1910; 岸田, 1927) を含む、インドマラヤ地域のマングースについては、Corbet and Hill (1992) による分類学的記載がある。Corbet and Hill (1992) は、それまでのファイリマングース (*Herpestes auropunctatus*; 英名, Small Indian mongoose) とジャワマングース (*Herpestes javanicus*; 英名, Javan mongoose) の2種 (Corbet and Hill, 1986) を一括してジャワマングース (*Herpestes javanicus*; 英名, Small Asian mongoose) と分類している。分類学的検討にあたっては、Ledje and Arnason (1996) から引用したファイリマングース (*Herpestes auropunctatus*) を Corbet and Hill (1992) に従い、ジャワマングース (*Herpestes javanicus*) と扱うことにした。

結 果

沖縄島 (Okinawa-1 および Okinawa-2 とした) と奄美大島 (Amami-1 および Amami-2 とした) のマングースの mtDNA チトクローム *b* 領域における752塩基の配列を図1に、また塩基配列の変異率 (相違塩基数/752×100 [%]) を表1に示した。沖縄島のマングースの塩基配列を比較すると、Okinawa-1 と Okinawa-2 の間には1塩基のみの変異がみられた。奄美大島のマングース Amami-1 と Amami-2 は全く同じ配列であった。沖縄島と奄美大島の塩基配列を比較すると、Okinawa-2 と Amami-1 および Amami-2 の間には塩基配列の変異はなく、Okinawa-1 と Amami-1 および Amami-2 の間には1塩基のみの変異がみられた。ジャワマングース (Ledje and Arnason, 1996) と Okinawa-1 との間には9塩基に変異がみられた。ジャワマングース (Ledje and Arnason, 1996) と Okinawa-2, Amami-1 および Amami-2 との間には8塩基に変異がみられた。

表1. mtDNA cytochrome *b* 領域の変異率 (%)

個 体	Okinawa-1	Okinawa-2	Amami-1	Amami-2	<i>H. javanicus</i> ¹⁾
Okinawa-1	—				
Okinawa-2	0.13	—			
Amami-1	0.13	0.00	—		
Amami-2	0.13	0.00	0.00	—	
<i>H. javanicus</i> ¹⁾	1.20	1.06	1.06	1.06	—

¹⁾ Ledje and Arnason (1996) より

	10	20	30	40	50	60
Okinawa-1	TCATTA	AAAT	CGTCAACGAA	TCATTCATTG	ATCTCCCCGC	CCCATCTAAC
Okinawa-2	.....	.....	.....	.....	.....	.....
Amami-1	.....	.....	.....	.....	.....	.....
Amami-2	.....	.....	.....	.....	.....	.....
<u>H.javanicus</u>	.....	.....	.....	.....	.....	.....
	70	80	90	100	110	120
Okinawa-1	GATGAAACTT	TGGCTCCCTT	TTAGGAGTGT	GCCTTATTCT	ACAGATCCTA	ACAGGCCTAT
Okinawa-2	.....	.....	.....	.....	.....	.....
Amami-1	.....	.....	.....	.....	.....	.....
Amami-2	.....	.....	.....	.....	.....	.....
<u>H.javanicus</u>	.....	.....	.....	.....	.....	.....
	130	140	150	160	170	180
Okinawa-1	TTCTAGCTAT	ACACTACACA	TCAGACACAT	CAACTGCCTT	TTCATCAGTA	ACCCACATTT
Okinawa-2	.....	.....	.....	.....	.....	.....
Amami-1	.....	.....	.....	.....	.....	.....
Amami-2	.....	.....	.....	.....	.....	.....
<u>H.javanicus</u>	.....	.....	.....	.....	.....	.....
	190	200	210	220	230	240
Okinawa-1	GCCGCGACGT	CAACTACGGC	TGAATCATTG	GATATATACA	CGCTAACGGA	GCCTCCATAT
Okinawa-2	.....	.....	.....	.....	.....	.....
Amami-1	.....	.....	.....	.....	.....	.....
Amami-2	.....	.....	.....	.....	.....	.....
<u>H.javanicus</u>	.....	.....	.....	.....	.....	.....
	250	260	270	280	290	300
Okinawa-1	TCTTTATCTG	CCTATTCATA	CACGTAGGAC	GAGGCATATA	CTATGGCTCT	TATACATTCA
Okinawa-2	.....	.....	.....	.....	.....	.....
Amami-1	.....	.....	.....	.....	.....	.....
Amami-2	.....	.....	.....	.....	.....	.....
<u>H.javanicus</u>	.....	.....	.....	.....	.....	.....
	310	320	330	340	350	360
Okinawa-1	TAGAAACATG	AAATATCGGA	ATTCTCCTAT	TATTCACAGT	AATAGCAAAT	GCATTCATAG
Okinawa-2	.....	.....	.....	.....	.....	.....
Amami-1	.....	.....	.....	.....	.....	.....
Amami-2	.....	.....	.....	.....	.....	.....
<u>H.javanicus</u>	.....	.....	.....	.....	.....	.....
	370	380	390	400	410	420
Okinawa-1	GTTACGTA	ACTGAGGT	CAAATATCAT	TCTGAGGAGC	CACAGTTATC	ACTAATCTAC
Okinawa-2	.....	.....	.....	.....	.....	.....
Amami-1	.....	.....	.....	.....	.....	.....
Amami-2	.....	.....	.....	.....	.....	.....
<u>H.javanicus</u>	.....	.....	.....	.....	.....	.....
	430	440	450	460	470	480
Okinawa-1	TATCAGCAAT	CCCCTACATC	GGAACTAACC	TAGTAGAATG	AATCTGAGGC	GGATTCTCAG
Okinawa-2	.....	.....	.....	.....	.....	.....
Amami-1	.....	.....	.....	.....	.....	.....
Amami-2	.....	.....	.....	.....	.....	.....
<u>H.javanicus</u>	.....	.....	.....	.....	.....	.....
	490	500	510	520	530	540
Okinawa-1	TAGACAAAGC	CACCCCTAAC	GGATTCTTGG	CATTCCACTT	CATCCTACCA	TTCATTATCT
Okinawa-2	.....	.....	.....	.....	.....	.....
Amami-1	.....	.....	.....	.....	.....	.....
Amami-2	.....	.....	.....	.....	.....	.....
<u>H.javanicus</u>	.....	.....	.....	.....	.....	.....
	550	560	570	580	590	600
Okinawa-1	CAGCCCTCGC	AGCAGTACAC	CTCCTATTTC	TACATGAAAC	AGGATCTAAC	AACCCCTCAG
Okinawa-2	.....	.....	.....	.....	.....	.....
Amami-1	.....	.....	.....	.....	.....	.....
Amami-2	.....	.....	.....	.....	.....	.....
<u>H.javanicus</u>	.....	.....	.....	.....	.....	.....
	610	620	630	640	650	660
Okinawa-1	GAATCTCATC	AGACTCAGAC	AAAATTCCAC	TTCACCCCTA	CTATACAATC	AAAGACATCC
Okinawa-2	.....	.....	.....	.....	.....	.....
Amami-1	.....	.....	.....	.....	.....	.....
Amami-2	.....	.....	.....	.....	.....	.....
<u>H.javanicus</u>	.....	.....	.....	.....	.....	.....
	670	680	690	700	710	720
Okinawa-1	TAGGACTCCT	AATTATACTC	ATAATACTCA	TAATACTAGT	CCTATTCTCA	CCAGACCTTC
Okinawa-2	.....	.....	.....	.....	.....	.....
Amami-1	.....	.....	.....	.....	.....	.....
Amami-2	.....	.....	.....	.....	.....	.....
<u>H.javanicus</u>	.....	.....	.....	.....	.....	.....
	730	740	750	752		
Okinawa-1	TAGGAGACCC	AGACA	ACTAC	ACCC	CAGCCA	AC
Okinawa-2	.....	.....	.....	.....	.....	.....
Amami-1	.....	.....	.....	.....	.....	.....
Amami-2	.....	.....	.....	.....	.....	.....
<u>H.javanicus</u>	.....	.....	.....	.....	.....	.....

図1. 沖縄島と奄美大島のマングースならびに *Herpestes javanicus* (Ledje and Arnason, 1996) の mtDNA チトクローム b 領域の塩基配列。図中の黒点は Okinawa-1 の塩基配列と同じであることを示す。

本研究によって得られた塩基配列を DDBJ (DNA Data Bank of Japan) に登録した; Okinawa-1, AB050128 ; Okinawa-2, AB050129 ; Amami-1, AB050130 ; Amami-2, AB050131.

考 察

食肉目のチトクローム *b* 領域については、ニホンイタチ (*Mustela itatsi*) で 0.8% (Masuda and Yoshida, 1994), コヨーテ (*Canis latrans*) では 0.9~1.3%, タイリクオオカミ (*Canis lupus*) では 0.3~0.5% (Wayne and Jenks, 1991) の種内変異があることが報告されている。これらの食肉目における種内の変異率を考慮すると、沖縄島および奄美大島のマングースと Ledje and Arnason (1996) が分析したジャワマングース (*Herpestes javanicus*) 間の変異率は 1.06~1.20% と種内変異程度である。したがって、沖縄島と奄美大島のマングースはジャワマングースである可能性が高いと考えられた。また、Corbet and Hill (1992) によると、ジャワマングースはイラン、イラク、パキスタン、北インドから中国南部とマレー半島にかけて、ハイナン島、ジャワ島に分布している。沖縄島のマングースの原産地は、英領印度カルカッタ (著者不明, 1910) あるいはガンジス川河口の三角州 (岸田, 1927) とされているが、これらの原産地は、Corbet and Hill (1992) によるジャワマングースの分布域に含まれる。したがって、本研究における沖縄島に移入されたマングースがジャワマングースである可能性が高いという見解は、ジャワマングースの地理的分布の側面からみて、妥当であると考えられた。この結果は、形態学的な観点から、沖縄島と奄美大島のマングースはジャワマングースであるとした阿部 (1991, 1993), 小倉ほか (1998) の見解を、解析例数が少ないながらも遺伝的特性の観点から支持するものである。

Pocock (1941) はジャワマングース (*Herpestes javanicus*) を地域別に 3 亜種に分類している。Pocock (1941) の記載によると、これらの 3 亜種のうち、*H. j. auropunctatus* は北インド、アッサム、マニプール、ベンガルおよびガンジス川南方からオリッサ州のチルカ湖にかけて、*H. j. pallipes* は北西インドのタール砂漠からメソポタミアに、*H. j. birmanicus* はビルマ南部に生息している。地理的な分布域から判断すれば、沖縄島のマングースの原産地が英領印度カルカッタ (著者不明, 1910) あるいはガンジス川河口の三角州 (岸田, 1927) と記載されていることから、沖縄島へ移入されたマングースは Pocock (1941) に記載されている *H. j. auropunctatus* に該当すると考えられた。

また、沖縄島と奄美大島のマングースならびにジャワマングース (Ledje and Arnason, 1996) における変異率 (1.06~1.20%) と食肉目における変異率を比較した場合は同程度であったのに対して、沖縄島と奄美大島の両島におけるマングースの変異率 (0~0.13%) および両島間の変異率 (0~0.13%) の各変異率は食肉目の変異率に比べてかなり低くなっている。したがって、沖縄島と奄美大島のマングースが同種である可能性はさらに高いと考えられた。この結果は、形態学的な比較に基づいて出された、沖縄島と奄美大島のマングースが同一種であるとの見解 (阿部, 1991, 1993) を、さらに沖縄島のマングースが奄美大島へ移入されたという推察 (阿部, 1991, 1993) を解析例数が少ないながらも遺伝的特性の観点から支持するものである。

本研究において研究対象としたエジプトマングース属 (*Herpestes* sp.) のうち、沖縄島のマングースの原産地を含むインドマラヤ地域には、今回検討したジャワマングース (*Herpestes javanicus*) の他に 7 種のマングース (Corbet and Hill, 1992) が知られている。本研究では、ジャワマングース以外の種との比較検討ができず、他のエジプトマングース属のマングースと沖縄島および奄美大島のマングースとの系統的遠近関係は不明であった。今後、沖縄島と奄美大島のマングース

スの種の帰属をより明らかにするためには、ジャワマンガースの近縁種、すなわち同属種などの複数の候補種を含めた相対的な類縁関係を吟味する必要があると考えられた。

謝 辞

奄美大島において、マンガースの捕獲にご協力いただいた、財団法人自然環境研究センターの石井信夫博士に心から感謝申し上げます。また、沖縄島と奄美大島のマンガースの、頭骨による分類結果を発表前に提供して下さいました琉球大学農学部亜熱帯動物学講座の永山泰彦研究生に厚く御礼申し上げます。

引用文献

- 阿部慎太郎. 1991. 奄美大島に定着したマンガースの分類. チリモス, 2: 1-16.
- 阿部慎太郎. 1993. 奄美大島および沖縄島に定着したマンガースの分類学的検討. チリモス, 4: 59-71.
- 阿部慎太郎. 1994. 沖縄島の移入マンガースの現状—沖縄島・奄美大島の在来種保護のためのマンガース防除策を考える—. チリモス, 5: 34-43.
- 阿部慎太郎. 1996. マンゴース. (日高敏隆監修: 日本動物大百科 2) pp. 138-139. 平凡社, 東京.
- 著者不明. 1910. マンゴース輸入記録. 動物学雑誌, 22: 359.
- Corbet, G. B. and J. E. Hill. 1986. A World List of Mammalian Species. 2nd ed., Facts on File Publications, New York, 254 pp.
- Corbet, G. B. and J. E. Hill. 1992. The Mammals of Indomalayan Region: A Systematic Review. Oxford University Press, New York, 488 pp.
- 藤枝則夫. 1980. 沖縄島におけるマンガース *Herpestes edwardsii* E. GEOFFROY の分散と現状についての一考察. 琉球大学理学部生物学科課題研究論文集, 5: 256-316.
- 環境庁. 1993. 日本産野生生物目録—本邦産野生生物の種の現状—(脊椎動物編). 財団法人自然環境研究センター, 東京, 80 pp.
- 岸田. 1927. マンゴースノ食性調査成績. 農林省畜産局鳥獣調査報告 No. 4, pp. 79-120.
- Ledje, C. and U. Arnason. 1996. Phylogenetic analysis of complete cytochrome *b* genes of order Carnivora with particular emphasis on the Caniformia. J. Mol. Evol., 42: 135-144.
- Masuda, R. and M. C. Yoshida. 1994. Nucleotide sequence variation of cytochrome *b* genes in three species of weasels *Mustela itatsi*, *Mustela sibirica* and *Mustela nivalis*, detected by imported PCR product-direct sequencing technique. J. Mammal. Soc. Japan, 19: 33-43.
- 宮城邦治. 1984. *Herpestes edwardsii* GEOFFROY インドマンガース. 南西諸島とその自然保護その I. WWF Japan 科学委員会編, pp. 134-135.
- 永山泰彦・小倉 剛・川島由次. 2001. 沖縄島と奄美大島に棲息するジャワマンガース (*Herpestes javanicus*) の頭骨計量計測に基づいた種の統計学的検証. 哺乳類科学, 印刷中.
- 小倉 剛・坂下光洋・川島由次. 1998. 沖縄島に棲息するマンガースの外部形態による分類. 哺乳類科学, 38: 259-270.
- Pocock, R. I. 1941. The Founa of British India Including Ceylon & Burma. Mammalia, Vol. II. 2nd ed., Taylor and Fracis, London, 503 pp.
- 渡瀬庄三郎. 1911. 波名喜島の「マンガース」繁殖す. 動物学雑誌, 23: 109-110.
- Wayne, R. K. and S. M. Jenks. 1991. Mitochondrial DNA analysis implying extensive hybridization of the endangered red wolf *Canis rufus*. Nature, 351: 565-568.

受理日：2000年12月6日

Keishi Sekiguchi, Fumihide Inoue, Tomoyuki Ueda, Go Ogura and Yoshitsugu Kawashima: Genealogical relationship between introduced mongooses in Okinawa and Amamiyohsima Islands, Ryukyu Archipelago, inferred from sequences of mtDNA cytochrome *b* gene.

著者：関口恵史，〒903-0215 沖縄県中頭郡西原町字上原207番地，琉球大学医学部解剖学第二講座

井上文英，〒903-0215 沖縄県中頭郡西原町字上原207番地，琉球大学医学部生化学第一講座

上田智之，〒903-0215 沖縄県中頭郡西原町字上原207番地，琉球大学医学部附属動物実験施設

小倉 剛・川島由次，〒903-0213 沖縄県中頭郡西原町字千原1番地，琉球大学農学部亜熱帯動物学講座