

岡山理科大学理学部動物学科における動物資源

Animal Bio-Resources in the Department of Zoology, Faculty of Science,
Okayama University of Science

城ヶ原 貴通

Takamichi Jogahara

岡山理科大学理学部動物学科

Department of Zoology, Faculty of Science, Okayama University of Science

1992年のブラジルサミットにおいて生物多様性条約が採択され、1) 生態系の保全(外来種の排除を含む)、2) 資源の持続的利用、3) 遺伝資源からの利益の衡平な配分を国際的に取り組むことが決まった。その後、日本国内においても、種の保存法(1992年)、動物愛護法(2000年)、鳥獣保護法(2002年)、カルタヘナ法(2004年)、外来生物法(2004年)、感染症法(2004年)、生物多様性基本法(2009年)が制定、改正、改訂された。そして、2010年10月に開催された生物多様性条約第10回締約国会議(COP10)において、名古屋議定書が採択され、遺伝資源の利用により生じた利益を公正かつ衡平に配分することにより、生物多様性の保全と持続可能な利用に貢献することが明文化され、その国際的取り決めがなされた。名古屋議定書の適用範囲は、議定書の発効以降であり、派生物は含まないとされているが、今後、ますます遺伝資源の重要性についての認識が高まるとともに、国際的な資源獲得競争の激しさが増していくことが予測される。2014年1月時点において、29カ国が批准、欧州議会およびEU環境相理事会の各代表が規則案について暫定的な合意に達している。名古屋議定書は、「50ヶ国が批准後、90日後に発効する」と明記されており2014年秋に開催されるCOP12において第1回名古屋議定書締約国会議(MOP1)が開催される可能性が濃厚とみられている。

生物の多様性という野生生物の保全にその焦点が絞られている印象が強いかもしれない。しかし、生物多様性条約を概観してみると、「生物の多様性」とは、「すべての生物(…生息又は生育の場のいかなを問わない。)の間の変異性をいうものとし、種内の多様性、種間の多様性及び生態系の多様性を含む。」とされている。また、「遺伝資源の提供国」の定義中に「…野生種の個体群であるか飼育種又は栽培種の個体群であるかを問わない…中

略…遺伝資源(自国が原産国であるかないかを問わない。)…」と明記した上で、「飼育種又は栽培種」については「人がその必要を満たすため進化の過程に影響を与えた種をいう。」(育種された品種、遺伝子改変生物の全てを指す)と定義付けまでなされている。前述の通り、リオサミット以降、本邦においても生物多様性基本法が制定され、それに伴い、種の保存法、動物愛護法、鳥獣保護法、外来生物法などが制定、改定された。また、生物多様性条約の理念に基づき、2003年にカルタヘナ議定書が発効され、本邦においても2004年にカルタヘナ法が制定された。そして、2010年に名古屋で開催されたMOP5/COP10において、遺伝子改変生物により生じた損害の責任と救済(名古屋・クアラルンプール補足議定書)、遺伝資源の利用で生じた利益を衡平に配分(名古屋議定書)について採択された。

なぜ実験動物学と生物多様性条約が関係しているのだろうか。まず、前述したように、遺伝資源は「野生種の個体群であるか飼育種又は栽培種の個体群であるかを問わない」「人がその必要を満たすため進化の過程に影響を与えた種をいう。」とされている。飼育種には家庭動物、畜産動物、実験動物、展示動物などがあり、遺伝子改変動物などについても含まれる。また、上述の通り、現在の実験動物学を取り巻く数々の国内法は、その多くが生物多様性条約に基づき制定された生物多様性基本法の下におかれているということである(感染症予防法を除く)。また、名古屋議定書では、以下のような用語が定義されている。

「遺伝資源の利用」とは、バイオテクノロジーの応用を通じたものも含め、遺伝資源の遺伝的及び/又は生化学的な構成に関する研究及び開発の行為をいう。

「バイオテクノロジー」とは、物又は方法を特定の用途のために作り出し又は改変するため、生物システム、生物又はその派生物を利

用する応用技術をいう。

「派生物」とは、遺伝子の発現や生物、遺伝資源の代謝を通して自然に発生する化合物を指し、遺伝機能も持たないものも含む（化学合成物などは含まれない）

ここでも改めて、これまで作出した遺伝子改変動物、各種ライブラリーなどそのほとんどのものが生物多様性条約の適応範囲に含まれることが理解できる。また、カルタヘナ議定書に基づく、名古屋・クアラルンプール補足議定書では、遺伝子改変生物の移動により移動先の国で生じた損害の責任と救済を各国の政府が製造・輸出入業者を特定して原状回復や賠償を求めることができるようになった。上記2つの議定書を踏まえ、近いうちに生物多様性条約に関連した実験動物学領域の新たな国内法が制定される。このように、実験動物学を考える上で、生物多様性条約無くして

語ることはできないのである。

本邦では、National Bio-Resources Project (NBRP) が2010年時点で世界最高水準に到達するということが戦略的整備が進められ、現在は30のプロジェクトにより651万種類以上の生物遺伝資源が蓄積されている (<http://www.nbrp.jp/>; 2015年7月2日現在)。NBRPでは、生物遺伝資源のうち、国が戦略的に整備することが重要なものについて体系的な収集・保存・提供等を行うための体勢を整備することを目的としており、まさにいつでも、どこでも、だれでも、永続的に利用可能な生物遺伝資源が整備され、その生物遺伝資源は本邦のライフサイエンスの根幹をなすものとなることが予想される。

生物多様性を考慮した上で実験動物学を語るとき、1980年代までの新規実験動物の探索を抜きに語ることはできない。スunks、ス

表1. 哺乳綱目別種数一覧 (Wilson and Reeder 2005; 本川ほか 2006 改)

目	科	属	種
単孔目	2	3	5
オポッサム目	1	17	87
少丘歯目	1	3	6
ミクロビオテリウム目	1	1	1
フクロモグラ形目	1	1	2
フクロネコ形目	3	22	71
バンディクート目	3	8	21
双前歯目	11	39	143
アフリカトガリネズミ形目	2	19	51
ハネジネズミ目	1	4	15
管歯目	1	1	1
イワダヌキ目	1	3	4
長鼻目	1	2	3
海牛目	2	3	5
被甲目	1	9	21
有毛目	4	5	10
登木目	2	5	20
皮翼目	1	2	2
霊長目	15	69	376
兎形目	3	13	92
ハリネズミ形目	1	10	24
トガリネズミ形目	4	45	428
翼手目	18	202	116
鱗甲目	1	1	8
食肉目	15	126	286
奇蹄目	3	6	17
偶蹄目	10	89	240
鯨目	11	40	84
齧歯目	33	481	2277
計	153	1229	4416

ナネズミ、各種ハムスター、各種ハタネズミなどその分類群は多岐に及んでいる。この時代は、遺伝子組み換え技術など現在のマウス研究の主流である技術が開発されていなかったことが新規実験動物の開発への強い動機付けとなっていたことも背景にはあるであろう。しかし、多くの技術が開発された今なおマウスでは明らかにできない研究は、多数存在している。スunksを例に挙げれば、嘔吐研究はその最も有名な研究分野である。ではなぜ、マウス・ラット以外の実験動物が重要なのであろうか。表1に哺乳綱の目別種数一覧を示す。哺乳類全体では、29目、153科、1229属、5416種が知られており (Wilson and Reeder, 2005)、全世界の様々な生態学的地位へと適応

放散を遂げており、形態学的、生理学的、遺伝学的にそれぞれに特徴を有している。齧歯目は、全分類群中最多の種数を誇っている。

これは、齧歯目が全世界的に様々な生態的地位へと適応放散を遂げている事実である。

一方、哺乳類の系統発生的関係 (Bininda-Emonds et al. 2007) を図1に示す。図1より解るように、齧歯類はかなり早い段階で他の哺乳類とは分岐しており、齧歯類は哺乳類全体では系統発生的には1つなのである。このことから、齧歯目動物は、哺乳類全体を概観できる動物とは限らないし、その分岐後に獲得あるいは消失した形質も多数存在している。歯の研究分野に絞れば、マウス・ラットは、上下左右切歯各1本、大臼歯

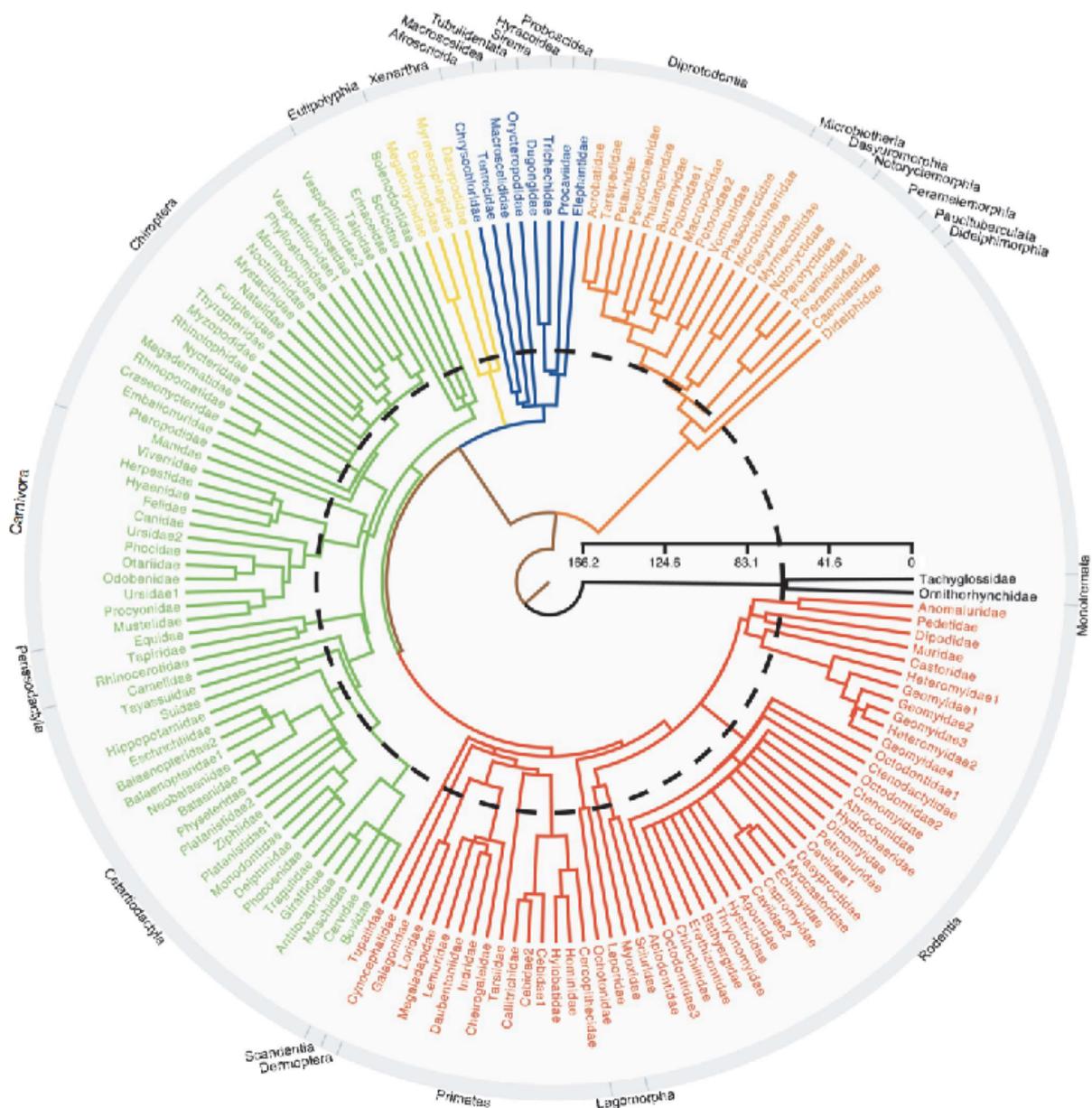


図1. 哺乳類の系統関係 (Bininda-Emonds et al. 2007)

各 3 本であり、犬歯、小臼歯を消失しているばかりでなく、切歯は一生涯成長し続ける常生歯であり、哺乳類の中でもかなり特殊化した特徴を持っている。(これは、歯の発生・再生研究において最も大きな問題の一つである。)このような問題に直面したとき、他の動物種にその解決を求めるのは至極自然なことである。先人の研究者が新規実験動物の開発に多大な労力を裂いたのは、まさにこのためである。マウス・ラットでは明らかにできない事象を他の動物を用いて検証しようとしたのである。その中心的人物の一人であった近藤恭司氏は、「スンクス 実験動物としての食虫目トガリネズミ科動物の生物学」において、以下のように述べている (近藤 2005)。

「齧歯目にマウス、ラット、モルモットなどの実験動物があって、それぞれの特性に応じて飼養され、また齧歯目は比較動物学的幅を

持って論じうる形をなしている。食虫目についても、1 種類の実験動物では単眼視のそしりをまぬがれない。第 2、第 3 の食虫目動物の実験動物化が行われてはじめて比較動物学的視点の発展が達せられよう。」

比較生物学の問いは、「系統発生 (進化) を考慮した研究」である。実験動物学においても、この「進化を考慮した」発想が重要である。マウス・ラットの実験結果を医学領域へ外挿する際、ネズミとヒトは違うことを必ず念頭に置いている。それは、本来、系統発生 (進化) 的発想にその基礎を置いているからである。また、マウス・ラットなど既存の実験動物が持っていない特徴がヒトにあったとする。ところが、全く系統発生的に異なる動物がその形質を持っているとしよう。その場合、その形質に着目すれば、その動物はマウス・ラットよりも遙かに優れた実験動物 (モ

表 2. スンクスの原産地別体サイズ (陳ほか 2005)

Origin		Sex	Body weight (g)	Total length (mm)	Tail length (mm)
Group 1					
Bangladesh	(L)	M	135.3	290	104
		F	82.0	251	91
Bangladesh	(W)	M	147.3	276	97
		F	81.7	246	88
West Bengal	(W)	M	177.0	—	—
		F	103.0	—	—
Group 2					
Sri Lanka	(L)	M	72.9	239	98
		F	49.6	210	82
Sri Lanka	(W)	M	81.9	245	92
		F	60.0	218	78
Group 3					
Malaya	(W)	M	50.0	—	—
		F	45.0	—	—
Nagasaki	(L)	M	52.9	209	79
		F	34.2	191	74
Okinawa Is.	(L)	M	50.5	—	—
		F	33.8	—	—
Fujian, China	(W)	M	—	205	79
		F	—	202	78
Group 4					
Guam	(L)	M	44.0	199	64
		F	26.0	171	58
Madagascar	(L)	M	47.7	196	62
		F	29.1	172	55
Tarama Is.	(L)	M	43.5	192	72
		F	29.0	174	66

L: 実験室系統, W: 野生個体群.

デル動物)となることが期待されるのである。

このような発想は、ただ単に比較するという発想ではなく、動物の進化を考慮した系統発生学的概念を念頭に置くことで容易に理解することができるのである。このことから、ライフサイエンスの研究には、哺乳類(あるいは対象種)の多様性、普遍性、歴史(進化)性を考慮した多角的なアプローチが求められる。現在、NBRPの対象となっている哺乳類は、マウス、ラットおよびニホンザルのみである。

しかし、本邦には、この他にも多くのバイオリソースは存在している。また、その対象を野生動物にまで広げた場合、日本産陸生哺乳類は120種以上、海棲哺乳類まで含めると170種が生息している(Ohdachi et al. 2009)。これは、本邦が世界に誇る重要なバイオリソースであり、名古屋議定書の発効以降、国内の既存のバイオリソースの重要性が再認識されていくであろう。このことから、既存の生物資源は、我が国の貴重な生物遺伝資源として捉え、国として保護していくことが本邦の生物遺伝資源の多様性保全にとって重要であり、実験動物学のさらなる発展にとって欠かすことのできないものである。しかし、それと同時に、既存の生物遺伝資源を多国間で有意義に活用できるような体制作りも同時に望まれる。

岡山理科大学理学部動物学科では、NBRPの対象範囲外のリソースを中心とした哺乳類を維持・育成している。現在、哺乳類リソースは、2目10種33系統(NBRP預託済マウス・ラット含む)を維持しており、この他に現在育成中のものもある。また、リソースの範囲は、生きた動物のみを対象にするのではなく、野生動物標本などのリソースについても収集活動を開始しており、野生動物標本についても収集・作製・保存を行っている。本講演において紹介した岡山理科大学理学部動物学科で維持・育成・収集・保存をしている、哺乳類リソースを以下に紹介する。

食虫目 (Insectivora = Eulipotyphla)

スunks

学名: *Suncus murinus*

標準和名: ジャコウネズミ

英名: house musk shrew

1973年より日本国内は長崎に始まり、南西諸島、沖縄島、沖縄諸島におよび、国外では、インドネシア、バングラディッシュ、スリランカ、ネパール等にて捕獲調査、系統化が行われた。(織田・城ヶ原 2011) 本種は、原産

地の個体群ごとに変異が大きく(表2)、それぞれの原産地ごとに複数の系統が育成されてきた。

系統: NAG

起源: 長崎県長崎市茂木

採集: 1973年および1975年

体重: ♂52.9g、♀34.2g (Group3)

特徴: スunksの最初の実験室系統

上顎第三切歯欠如

野生個体群は絶滅? (浦田, 2000)

系統: KAT

起源: ネパール、カトマンズ

採集: 1991年3月

体重: ♂94.8g、♀56.0g (Group2)

特徴: スunks標準系統

繁殖能力が非常に高く、維持管理が容易

系統: SK

起源: スリランカとKATの交雑群

採集: 1984年11-12月(スリランカ)

体重: ♂72.9g、♀49.6g (Group2)

特徴: 異数染色体系統

染色体数: インド南部、スリランカ 2n=30

マレー半島 2n=35-40

その他個体群 2n=40

系統: KAT-s

起源: SK

体重: ♂94.8g、♀56.0g (Group2)

特徴: 精巣萎縮(SK由来)系統

系統: BK

起源: バングラディッシュとKATの交雑群

採集: 1983年9-11月(バングラディッシュ)

体重: ♂135.3、♀82.0g (Group1)

特徴: 最大サイズの系統

波毛(kc)の突然変異体起源系統

系統: EDS (early-onset diabetes in suncus)

起源: バングラディッシュ

採集: 1983年9-11月(バングラディッシュ)

体重: ♂135.3、♀82.0g (Group1)

特徴: 早期糖尿病発症系統

系統: BK^{ocao} (oculo-cutaneous albinism
Okinawa)

起源: 沖縄島

採集: 2002年9月

特徴: MATPの一塩基置換によるアルビノ様系

統（一般的なアルビノであるチロシナーゼの突然変異ではない）

食虫目で初めてアルビノ様原因遺伝子を特定

系統：TESS (tester in suncus)

起源：沖縄島、ジャワ島、多良間島、NAG

特徴：red-eyed dilution (rd: 赤色眼淡毛色、沖縄島)

cream coat-color (cr: クリーム毛色、ジャワ島)

curly hair (ch: 巻き毛、多良間島)

sucrase deficient (suc: スクララーゼ活性欠損 NAG)

パルバ

学名：*Cryptotis parva*

標準和名：ヒメコミトガリネズミ

英名：least shrew

体重：3-6.5 g

1966年に捕獲された32個体を起源として育成された (Mock and Conaway, 1976) トガリネズミ亜科唯一の飼育繁殖個体群。2006年5月に Kirksville College of Osteopathic Medicine (KCOM) より譲り受け、現在、我が国で唯一岡山理科大学理学部動物学科でのみ維持繁殖を行っている。

齧歯目 (Rodentia)

トゲマウス

学名：*Acomys cahirinus*

標準和名：カイロトゲマウス

英名：Cairo spiny mouse, Northeast African spiny mouse

体重：♂23.09g、♀18.63g

起源：1998年宮崎医科大学附属動物実験施設（現：宮崎大学）より導入

特徴：全身を針状毛で覆われている。

早生性であり、出生時に既に被毛、開眼、耳介の起立、耳孔の開口が認められる。小脳についても、出生時に既にマウスの生後1週齢と同程度。

同属 *Acomys* の別種において再生能が確認され、本種においても注目されている。

ロシアハネズミ

学名：*Microtus rossiaemeridionalis*

(*Microtus levis*)

標準和名：ロシアハタネズミ

英名：Russian vole (East European vole)

体重：♂36.59g、♀24.04g

起源：1995年にロシア、サンクトペテルブル

ク地方にて捕獲。

2000年にロシア科学アカデミーより導入

特徴：Microtus 属には60種以上含まれるが、本種は、性格が比較的温順で飼育が容易。複胃構造を有しており、低血糖動物である。Microtus 属の中にはVFA発酵を行う種も存在しており、複胃動物のモデルとして期待。

トリトンハムスター

学名：*Tscherskia triton*

標準和名：キヌゲネズミ

英名：Greater long-tailed hamster

体重：110-174g

起源：1991年中国

特徴：草食獣モデル動物、光周性を示す季節繁殖モデル

アフリカヤマネ

学名：*Graphiurus murinus*

標準和名：アフリカヤマネ

英名：Forest African dormouse

体重：18-30g

特徴：昆虫食性の齧歯類であり、無盲腸動物である。近年に導入したばかりであり、今後、様々な特性について検討を行っていく。

スナネズミ

学名：*Meriones unguiculatus*

標準和名：スナネズミ

英名：Mongolian jird (gerbil)

起源：1976年和歌山医科大学

引用文献

陳 自艶・城ヶ原貴通・織田銃一. 2005. 中国福建省におけるジャコウネズミ *Suncus murinus* の捕獲調査ならびに生息調査. Special Publication of Nagoya Society of Mammalogists 7: 44-48.

Bininda-Emonds, O.R.P., Cardillo, M., Jones, K.E., MacPhee, R.D.E., Beck, R.M.D., Grenyer, R., Price, S.A., Vos, R.A., Gittleman, J.L. and Purvis, A. 2007. The delayed rise of present-day mammals. Nature 446: 507-512.

近藤恭司. 1985. 実験動物の概念と実験動物化. スククス-実験動物としての食虫目トガリネズミ科動物の生物学 (織田銃一・鬼頭純三・太田克明・磯村源三、編). pp1-7. 学会出版センター, 東京.

- 織田銃一・城ヶ原貴通. 2011. スンクスの地域集団由来系統とミュータント. スンクスの生物学 (織田銃一・東家一雄・宮木孝昌、編). pp. 79-83. 学会出版センター、東京.
- Ohdachi, S.D., Ishibashi, Y., Iwasa, M. A. and Saito, T (eds.). 2009. The wild mammals of Japan. Shoukadoh, Tokyo, pp. 544.
- Mock, O.B. and Conaway, C.H. 1976. Reproduction of the least shrew (*Cryptotis parva*) in captivity. In (Antikatzides, T., Erichsen, S. and Spiegel A. eds.) The Laboratory Animal in the Study of Reproduction. pp. 59-74. Gustav Fischer Verlag, New York.
- 本川雅治・下稲葉さやか・鈴木 聡. 2006. 日本産哺乳類の最近の分類体系-阿部 (2005) と Wilson and Reeder (2005) の比較-. 哺乳類科学 46:181-191.
- Wilson, D. E. and Reeder, D. M. (eds.). 2005. Mammal Species of the World. 3rd ed. The Johns Hopkins University Press, Baltimore, 2142pp.