

判別関数を用いた日本産モグラ属化石の種の推定の一例

横畑 泰志

(1998年10月20日受理)

A Case of Estimation of Species of a Fossil of the Genus *Mogera* from Japan using Discriminant Functions

Yasushi YOKOHATA

Abstract

The following three discriminant functions were made to discriminate a skull specimen of the genus *Mogera* in Japan on its species, with the stepwise method and based on the skull measurements of recent 42 *M. tokudae*, 64 *M. imaizumii* and 243 *M. wogura* in the second year of their life (The abbreviations of the skull measurements are shown in Fig. 1).

$$Y_t = 3732.96R/P + 9607.10B/P + 27675.35I/P + 3102.08C/B + 7397.00M/B + 573.65M/C \\ - 11148.86M/P - 5458.18I/R - 954.54R/M - 4986.37I/M - 4696.36$$

$$Y_i = 3816.38R/P + 9645.10B/P + 27876.81I/P + 3137.38C/B + 7424.54M/B + 580.19M/C \\ - 11186.27M/P - 5684.84I/R - 999.68R/M - 4701.52I/M - 4775.63$$

$$Y_w = 3888.40R/P + 9074.31B/P + 26634.28I/P + 3156.42C/B + 6917.97M/B + 506.19M/C \\ - 10199.06M/P - 5432.74I/R - 866.29R/M - 4481.46I/M - 4603.77$$

In these functions, when the largest Y on the skull specimen is Y_t , Y_i or Y_w , the specimen is discriminated to *M. tokudae*, *M. imaizumii* or *M. wogura*, respectively. Furtherly, more precise discrimination between *M. imaizumii* and *M. wogura* was possible with the following function.

$$Y_{iw} = 369.40/R - 63.11M/C + 228.69R/M - 721.76I/M - 29.50R/C - 46.31R/P - 0.73$$

In these functions, when $Y_{iw} < 0$ or $Y_{iw} > 0$ on the skull specimen, it is discriminated to *M. imaizumii* or *M. wogura*, respectively. A fossil of an upper jaw of *Mogera* spp. of the year in its life obtained from a formation of Pleistocene in Shiroiwa, Inasa-gun, Shizuoka Prefecture, Japan (deposited in National Science Museum, Tokyo, No. PV-08573) was discriminated to *M. wogura* with the four functions ($Y_t = 4505.07$, $Y_i = 4509.55$, $Y_w = 4523.28$, $Y_{iw} = 43.87$). However, the period when this fossil was alive is not exact unfortunately, because it was found in fissure deposits.

キーワード : モグラ属, 判別関数, 化石, 頭骨, 食虫類

Key words : *Mogera* spp., discriminant function, fossil, skull, insectivore

1. はじめに

日本列島には現在7種類のモグラ科動物が分布しており、その中でもモグラ亜科モグラ属 *Mogera* に含まれるサドモグラ *M. tokudae*、アズマモグラ *M. imaizumii*、およびコウベモグラ *M. wogura* の3種が最も地下生活に適応した主要なモグラ類である。この3種については、系統的類縁関係と分布の状況、分布境界域で見られる種間競合の様子などから、それぞれの種が現在の分布を持つに至った生物地理学的過程に関する研究がかなり行われてきた (Abe, 1967, 1985; 阿部, 1961, 1974, 土屋, 1988)。それらによると最も未分化な形態を有し、佐渡島と対岸の越後平野の一部にのみ分布するサドモグラは、現在では山岳地帯を中心に本州の一部にのみ分布するミズラモグラ *Euroscaptor mizura* のような原始的な種から、おそらく佐渡島の独立によって島内に隔離されたものが種分化し、その後時期は不明であるが一時的に佐渡島が本州と接続した際に越後平野に進入したのでであろうとされている。この平野のサドモグラはその後に大陸から進入してきたアズマモグラとの種間競合に曝されており、さらにアズマモグラもさらに後にユーラシア大陸から進入してきたコウベモグラとの種間競合によって西日本の大半の地域から駆逐されたとされている (上記の他, Abe, 1995; 阿部, 1988, 1991, 1998a, b; 横畑, 1998)。しかし、それぞれの種の分化や、種分化の起きた場所以外の現在の分布地域への進入など、個々の過程が起こった年代は、分子遺伝学的な研究 (岡本, 1998 a, b) がある程度行われるようになった現在においても、まだ明らかになってはいない。その原因の一つは、これらの3種が形態学的に極めて類似しており、特にこれまでアズマモグラとコウベモグラが上顎切歯列の形状によってしか区別できなかったため (Abe, 1967, 1995; 阿部ら, 1994; Motokawa and Abe, 1997)、化石の正確な種の同定がほとんどの場合不可能なことである。現在までに青森県、静岡県、山口県など本州の各地からモグラ亜科ないしモグラ属のものとされるかなりの数の化石が出土しており、その多くは "*Mogera wogura*" (当時はアズマモグラの学名と

されていた) と記述されている。しかし、それらは Abe (1967) 以前の、アズマモグラとコウベモグラが同種であるとされることの多かった時期の論文 (長谷川, 1966) やそれに基づく総説 (河村ら, 1989)、二次資料 (Tomida and Sakura, 1991) などであり、正確に日本産モグラ属の化石の種が同定されたことはない。

著者は国立科学博物館地学研究所古生物学研究室に保管されている400点に及ぶ日本産モグラ科モグラ亜科化石を調査し、種の同定に必要な上顎前部の含まれるものを見出した。その種の推定を、現生のモグラ属3種の頭骨計測値に基づいて作出した判別関数を用いて行なったので、その結果を報告する。

2. 材料および方法

国立科学博物館地学研究所古生物学研究室には425点の日本産モグラ亜科の化石が収蔵されている (Tomida and Sakura, 1991)。しかし、その大部分は下顎骨の一部や歯、上腕骨などであり、種の推定が可能であると判断され、その対象とした化石は図1に示す上顎前部1点 (標本番号 PV-

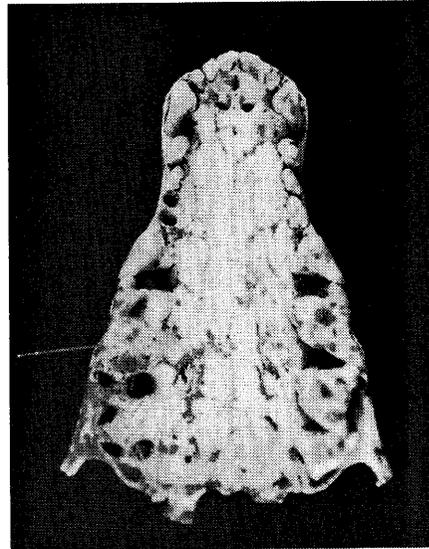


図1. 判別の対象となった静岡県引佐町産 *Mogera* 属上顎部化石 (腹面)
A fossil of upper jaw of genus *Mogera* from Inasa, Shizuoka Prefecture, Japan (Ventral view)

08573)のみであった。Tomida and Sakura (1991)によると、この化石は静岡県引佐郡引佐町の白岩採石場産のもので、更新統竜ヶ石層のれっか堆積物中から出土していた。この地域の化石動物群は、中期～後期洪積世（現在の表現では中期～後期更新世）のものとしてされている（Shikama and Hasegawa, 1958；長谷川, 1966）。この化石について6部位（口蓋長，上顎歯列長，上顎犬歯-第3臼歯間長，上顎臼歯列長，吻部幅，最大臼歯間幅；図2）の計測を行ない，Hoslett and Imaizumi (1966) および横畑 (1994) に基づき上顎臼歯の摩滅の程度によって齢の推定を行なった。

同じ部位について北海道大学農学部，国立科学博物館，比和町立自然科学博物館，大阪市立自然史博物館に収蔵されている同じ齢のサドモグラ42点，アズマモグラ66点，コウベモグラ243点の頭

骨標本上顎部の計測を行ない，判別関数の作出に供した。計測の大半はミットモ社製デジマチックキャリパによって行ない，国立科学博物館収蔵標本の口蓋長の一部はNIKON社製測定顕微鏡MM-11Bによって計測した。どの計測も1/100mmの位まで行なった。判別関数の作出にはSAS Version 5. (SAS Institute, 1985) のソフトウェアを使用し，説明変量には6部位の計測値のうち口蓋長，上顎臼歯列長，吻部幅，最大臼歯間幅の4部位と上顎切歯突出長（歯列長と犬歯-第3臼歯間長の差），上顎犬歯-前臼歯列長（犬歯-第3臼歯間長と上顎臼歯列長の差）から，大きなほうで小さなほうを割って得られる全15通りの相対値を用いて，stepwise法による変数選択を行なった。サドモグラ，アズマモグラ，コウベモグラの3種の計測値をすべて用い，この3種を同時に判別する判別式を作出するとともに，サドモグラを除く2種の計測値のみを用い，アズマモグラとコウベモグラだけを判別する判別式を作り出し，それらの式を用いて上記の上顎部化石の種を推定した。

3. 結果

用いた上顎化石は臼歯列の摩滅状況から，生後1年以上2年以内の個体のものと推定された。その計測値を以下に示す（単位はすべてmm）。

口蓋長 (P)	15.66
上顎歯列長 (i)	16.03
上顎犬歯-第3臼歯間長 (c)	14.94
上顎臼歯列長 (M)	7.10
吻部幅 (R)	5.43
最大臼歯間幅 (B)	9.85
上顎切歯突出長 (i - c ; I)	1.09
上顎犬歯-前臼歯列長 (c - M ; C)	7.84

通常サドモグラ，アズマモグラの2種とコウベモグラの区別に用いられる上顎切歯突出度（上顎切歯突出長/吻部幅）は0.20となった。同じ齢の現生の標本を用いて作出されたこれら3種の判別関数は，

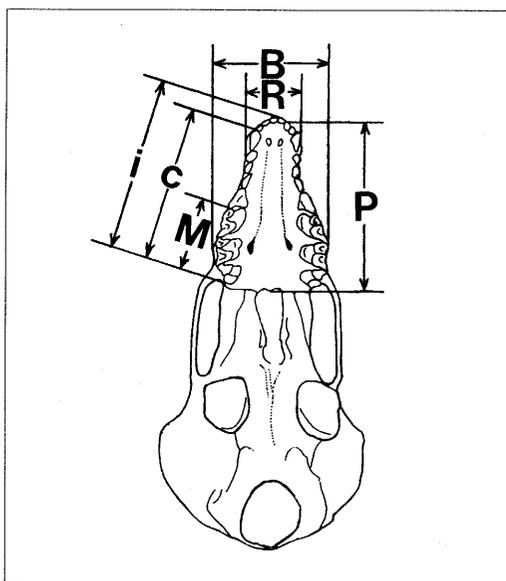


図2. 判別分析に用いたモグラ属頭骨の計測部位（腹面）
Measurements of skull of *Mogera* spp. used for the discriminant analyses (Ventral view)

P : 口蓋長 Palatal length,

i : 上顎歯列長 Length of upper tooth row,

c : 上顎犬歯-第3臼歯間長

Distance between upper canine and third molar,

M : 上顎臼歯列長 length of upper molar row,

R : 吻部幅 Breadth of rostrum,

B : 最大臼歯間幅 Breadth across upper molars

(I : 上顎切歯突出長 (i - c)

Length of projection of upper incisor row,

C : 上顎犬歯-前臼歯列長 (c - M)

Length of upper canine and premolar row)

$$Y_t = 3732.96 R/P + 9607.10 B/P + 27675.351 I/P + 3102.08 C/B + 7397.00 M/B + 573.65 M/C - 11148.86 M/P - 5458.18 I/R - 954.54 R/M - 4986.37 I/M - 4696.36 \dots (1)$$

$$Y_i = 3816.38 R/P + 9645.10 B/P + 27876.81 I/P + 3137.38 C/B + 7424.54 M/B + 580.19 M/C - 11186.27 M/P - 5684.84 I/R - 999.68 R/M - 4701.52 I/M - 4775.63 \dots (2)$$

$$Y_w = 3888.40 R/P + 9074.31 B/P + 26634.28 I/P + 3156.42 C/B + 6917.97 M/B + 506.19 M/C - 10199.06 M/P - 5432.74 I/R - 866.29 R/M - 4481.46 I/M - 4603.77 \dots (3)$$

となった。これらの判別関数において、3つのY値のうちY_t、Y_i、またはY_wが最大になればそれぞれサドモグラ、アズマモグラ、コウベモグラと判別される。用いた現生の標本のこの判別関数による判別結果を表1に示す。これらの判別関数によってサドモグラ42例中15例とアズマモグラ66例中64例、コウベモグラ243例中226例は正しく判別されたが、サドモグラ15例とアズマモグラ2例、コウベモグラ17例は他の種に判別された。

次に、アズマモグラとコウベモグラの2種の判別関数は、

$$Y_{iw} = 369.40 I/R - 63.11 M/C + 228.69 R/M - 721.76 I/M - 29.50 R/C - 46.31 R/P - 0.73 \dots (4)$$

となった。この判別関数において、Y_{iw}が負の値を示せばアズマモグラ、正の値を示せばコウベモグラと判別される。用いた現生の標本のこの判別関数による判別結果を表2に示す。これらの判別関数によってアズマモグラ66例中63例、コウベモグラ243例中229例は正しく判別されたが、アズマモグラ3例とコウベモグラ14例は他の種に判別された。

(1) ~ (4)の判別関数に対象とする上顎化石の計測値を代入したところ、

$$Y_t = 4505.07, Y_i = 4509.55, Y_w = 4523.28, Y_{iw} = 43.87$$

の結果が得られ、この化石はコウベモグラと判別された。コウベモグラという判別結果が示された場合の正解率は99.1% (表1) および98.7% (表2) であるため、この判別はほぼ正しいものと推定される。

4. 考 察

Abe (1967, 1985, 1997) および阿部 (1961, 1974, 1991, 1998a, b) によると、モグラ属の3

表1. 判別関数の作出に用いた現生モグラ属標本の判別関数(1)~(3)による判別結果
Fig. 1. Results of discrimination using the discriminant functions (1) ~ (3) on the recent specimens in genus *Mogera* used to make the functions

判別関数により推定された種	実際の種 Actual species			合計 Total	正解率 (%)
	サドモグラ	アズマモグラ	コウベモグラ		
Results of discrimination					
サドモグラ <i>M. tokudae</i>	27	0	0	27	100.0
アズマモグラ <i>M. imaizumii</i>	15	64	17	96	66.7
コウベモグラ <i>M. wogura</i>	0	2	226	228	99.1
誤判別数/合計 Number of errors/Total (%)	15/42 (35.7)	2/66 (1.5)	17/243 (7.0)	34/351 (9.7)	-

表 2. 判別関数の作出に用いた現生モグラ属標本の判別関数 (4) による判別結果
 Fig. 2. Results of discrimination using the discriminant functions (4) on the recent specimens in genus *Mogera* used to make the function

判別関数により推定された種	実際の種	Actual species	合計	正解率
Results of discrimination	アズマモグラ	コウベモグラ	Total	(%)
アズマモグラ <i>M. imaizumii</i>	63	14	77	81.8
コウベモグラ <i>M. wogura</i>	3	229	232	98.7
誤判別数/合計 Numbers of errors/Total (%)	3/66 (4.5)	14/243 (5.8)	17/309 (5.5)	-

種のモグラの体の大きさには著しい地理的変異が認められ、異なった地域間で比較を行なうと種内ではもとより種間においても計測値の重複は著しい場合が少なくない。また、化石など過去の哺乳動物資料の体の大きさは同じ地域のもでも年代によって異なる場合があり (阿部, 1991), 日本産小型哺乳類の中では早期縄文時代の中中部地方産のアカネズミ *Apodemus speciosus* の臼歯の大きさが現代のものより大きかった (宮尾ら, 1981) などの例が知られている。一方、日本産モグラ属の分類学的検討には、頭骨計測値の相対値がよく用いられており、現生の日本産モグラ属の種の鑑別、特にアズマモグラとコウベモグラの区別には、体の大きさに左右されない上顎切歯列の突出度がよく用いられてきた (Abe, 1967, 1995; 阿部, 1988; Motokawa and Abe, 1997)。肉眼的な種の区別には、上顎切歯列の形状がアズマモグラで前方に突出して逆V字型、コウベモグラでゆるやかに弯曲して逆U字型であることが用いられる (Abe, 1967 などの他, 阿部ら, 1994)。しかしこの形質には明瞭な齢変異が存在し、若齢のコウベモグラはアズマモグラに似た逆V字型の上顎切歯列を持っている場合が多いため、その種間、同種個体間での比較には齢の等しいものを用いることが重要である (Abe, 1967, 1995; 阿部, 1988; Motokawa and Abe, 1997)。また切歯列の形状には齢変異に加えて個体差も存在するため、この2種の正確な鑑別にはある程度経験を要し、慎重に行わなければならない場合もある (櫛橋, 1982)。

今回種の推定の対象とした化石の上顎切歯列の突出度は0.20であり、この数値はコウベモグラの範囲に含まれ、他の2種の値とは異なっていた (Abe, 1967, 1995; 阿部, 1988; Motokawa and Abe, 1997)。しかし、写真を見る限りではこの標本の上顎切歯列の形状はアズマモグラのようにも見えるため (阿部 永氏私信), ここで用いた判別関数に基づく種の推定のような、さらに詳細な分析が必要になった。今回の判別関数の判別精度がアズマモグラと判別される場合を除いてかなり高かった理由には、従来の研究に基づき頭骨計測値の絶対値ではなく相対値を用いたことと、判別対象と同じ齢段階の個体だけを用いたことが考えられる。

アズマモグラという判別結果が出た場合の誤判別率は、他の結果が出た場合よりも高かった。これはこの種が口蓋部の形状でサドモグラよりもコウベモグラに、上顎切歯列の形状でコウベモグラよりもサドモグラに似ており、他の2種の間間的な形態を持った種であるためであろう。また、用いた現生頭骨標本の点数はコウベモグラが最も多かったにも関わらず、サドモグラという判別結果が出た場合の誤判別率が最も低かったのは、この種が日本産モグラ属3種の中で最も独自性の高い形態を持ち、むしろミズラモグラに近いという見解 (Abe, 1967, 1995; 阿部, 1961, 1988, 1991; 吉行, 1986) を支持するものである可能性がある。

なお、今回対象とした化石は上顎部分のみであるため、下顎切歯の数でモグラ属と区別されるミ

ズラモグラ属のものであるという可能性も検討すべきである。しかし、判別の結果はモグラ属3種のうちで最もミズラモグラに近いサドモグラではなく、最もミズラモグラ属との系統的距離のかけ離れたコウベモグラであったこと、過去の日本列島にコウベモグラに似た上顎切歯列の形状を持ったミズラモグラ属の未知の種がいたとはあまり考えられないこと、多数のモグラ属の化石が見出されている同じ地域の地層やれっか堆積物中からミズラモグラ属の下顎化石が記録されていないことから、その可能性を考慮する必要はないと思われる。

一方、現生のモグラ属の種の区別も、上述のように上顎切歯列の形状だけでは困難な場合がある。今回の結果は、アズマモグラという判別結果が出た場合の信頼性に大きな問題が残っているものの、判別関数がある程度そうした場合に役立つことを示している。今回作出した判別関数は生後1年未満や2年以上の個体に用いることはできないが、現生標本を対象とする場合はそれぞれの齢ごとの、さらには雌雄別の判別関数を用いることで、さらに精度を上げることが可能であろう。

この化石の含まれていたれっか堆積物の堆積年代は、前述のように中期または後期更新世と推定されている (Shikama and Hasegawa, 1958; 長谷川, 1966; Tomida and Sakura, 1991)。しかし、中部地方における現在のアズマモグラとコウベモグラの分布境界線は石川県から岐阜県、長野県から静岡県にかけて存在しており (阿部, 1961, 1974, 1991, 1998a, b; Abe, 1967, 1985, 1995)、コウベモグラは環境条件が良好であれば14年間に約3 km, あるいは34年間に最高10数kmといった早い速度でアズマモグラを駆逐して分布域を拡大することがある (阿部, 1974, 1998a; Abe, 1985; 横畑, 1998)。そのため、現在の両種の分布境界域に極めて近い (30km程度しか離れていない) 静岡県伊佐町に、更新世にコウベモグラが生息していたとは考え難い。この点については、この化石が地層を構成する堆積岩の中ではなく、採石場のれっか堆積物から発見されていることから、後の時代に生息していたコウベモグラの遺体が堆積物中に混入して化石化した可能性がある (長谷川善和氏, 私信)。しかし一方で、最近のミトコンド

リアDNAを用いた分子遺伝学的な研究から、日本列島内のコウベモグラにはアズマモグラに匹敵する程度の地域間での遺伝的分化が生じていることが知られつつあり (岡本, 1998a, b)、現在のウルム氷期には対馬および朝鮮海峡が閉鎖されていなかったという見解 (大嶋, 1982, 1990; 大場, 1988) などからも、コウベモグラの日本列島への進入以降の歴史は従来考えられていたよりは長いものと考えられる。今回種の推定を行なった化石は生息年代が不明であるが、今後はさらに種の推定技術の向上をはかり、他の化石資料からの手がかりを増やすと同時に、分子遺伝学や地史学的研究の情報との総合によって、日本産モグラ相の形成過程をさらに明らかにしてゆく必要がある。

謝 辞

貴重な化石標本を利用させていただいた国立科学博物館主任研究員 富田幸光氏、現生モグラ類の頭骨標本を計測させていただき、さらに化石の写真を見てご意見をいただいた元北海道大学農学部教授 阿部 永氏、化石の生息年代に関する情報についてご教示いただいた群馬県立自然史博物館 長谷川善和館長に感謝致します。また、現生標本の計測については以下の方々にもご協力をいただいたので、お礼申し上げます：国立科学博物館 遠藤秀紀研究員、同、小郷智子事務官、大阪市立自然史博物館 樽野博之主任学芸員、比婆科学教育振興会 中村慎吾氏、元比和町立自然科学博物館学芸員 故 湯川 仁氏ならびに比和町町民会館の皆様。なお、この研究の一部は、1996年度文部省科学研究費補助金 (奨励研究A, 課題番号08740664) の援助を受けた。

参 考 文 献

- 阿部 永. 1961. モグラの種に関する二三の問題. 哺乳類科学, 2: 3-8.
- Abe, H. 1967. Classification and biology of Japanese Insectivora (Mammalia) I. Studies on variation and classification. J. Fac. Agr., Hokkaido Univ., 55: 191-265.

- 阿部 永. 1974. 二種のモグラの分布境界線における14年間の変化. 哺乳学誌, 6: 13-23.
- Abe, H. 1985. Changing mole distributions in Japan. In (Kawamichi T., ed.: Contemporary Mammalogy in China and Japan) pp. 108-112. Mammalogical Society of Japan.
- 阿部 永. 1988. 日本産モグラ類の分類と類縁関係. 哺乳類科学, 28: 63-68.
- 阿部 永. 1991. 日本の哺乳類とその変異. (朝日稔・川道武男, 編: 現代の哺乳類学) pp. 1-22. 朝倉書店, 東京.
- Abe, H. 1995. Revision of the Asian moles of the genus *Mogera*. J. Mamm. Soc. Jpn., 20: 51-58.
- 阿部 永. 1998a. 日本各地にモグラを求めて—地域差と種間差の食虫類学—. (比和町立自然科学博物館・比婆科学教育振興会, 編: モグラたち, そして野生動物たちの今は 野生動物の保護をめざす「もぐらサミット」報告書) pp. 15-18. 比和町立自然科学博物館・比婆科学教育振興会, 広島県比和町・庄原市.
- 阿部 永. 1998b. モグラ科の分類・形態. (阿部永・横畑泰志編: 食虫類の自然史) 比婆科学教育振興会, 庄原市, pp.25-58.
- 阿部 永・石井信夫・金子之史・前田喜四雄・三浦慎吾・米田政明. 1994. 日本の哺乳類. 東海大学出版会, 東京, 195pp.
- 長谷川善和. 1966. 日本の第三紀小型哺乳動物化石相について. 化石, 11: 31-40.
- Hoslett, S. A. and Y. -H. Imaizumi. 1966. Age structure of a Japanese mole population. J. Mam. Soc. Jpn., 2: 151-156.
- 河村善也・亀井節夫・樽野博之. 1989. 日本の中後期更新世の哺乳動物相. 第四紀研究, 28: 317-326.
- 楠橋秀晃. 1982. 小豆島におけるモグラ属 (*Mogera*) 2種の採集について. 香川生物, 10: 43-51.
- 宮尾嶽雄・酒井英一・西沢寿晃. 1981. 早期縄文時代長野県栃原岩蔭遺跡出土の哺乳動物. 第2報 アカネズミ下顎大臼歯の大きさ. 歯科基礎誌, 23: 134-140.
- Motokawa, M. and H. Abe. 1997. On the specific names of the Japanese moles of the genus *Mogera* (Insectivora, Talpidae). Mammal Study, 21: 115-123.
- 大場忠道. 1988. 海水準変化に関するコメント. 第四紀研究, 26: 243-250.
- 大嶋和雄. 1982. 最終氷期の最低位海水準について. 第四紀研究, 21: 211-222.
- 大嶋和雄. 1990. 第四紀後期の海峽形成史. 第四紀研究, 29: 193-208.
- 岡本宗裕. 1998a. モグラのきた道—ミトコンドリアDNAからみた日本産モグラの系統進化—. (比和町立自然科学博物館・比婆科学教育振興会, 編: モグラたち, そして野生動物たちの今は 野生動物の保護をめざす「もぐらサミット」報告書) pp. 15-18. 比和町立自然科学博物館・比婆科学教育振興会, 広島県比和町・庄原市.
- 岡本宗裕. 1998b. 日本産モグラは何種か?—ミトコンドリアDNAからみた日本産モグラの系統関係—. (阿部 永・横畑泰志 編: 食虫類の自然史) 比婆科学教育振興会, 庄原市, pp.59-61.
- SAS Institute. 1985. SAS user's guide: Statistics, Version 5 edition. SAS Institute Inc., North Carolina, 956pp.
- Tomida, T. and Sakura, H. 1991. Catalogue of Small Mammal (Insectivora, Lagomorpha, Chiroptera, & Rodentia) Fossil Specimens. National Science Museum, Tokyo, 205pp.
- 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: 49-91.
- 横畑泰志. 1994. 広島県比和町におけるコウベモグラの齢査定法およびその個体群の齢構成. 富山大学教育学部紀要(理科系), 45: 63-74.
- 横畑泰志. 1998. モグラ科動物の生態. (阿部永・横畑泰志 編: 食虫類の自然史) 比婆科学教育振興会, 庄原市, pp.67-187.
- 吉行瑞子. 1986. 体骨格に基づいたサドモグラ *Mogera tokudae* Kuroda, 1940 の系統的地位について. 国立科博専報, 19: 203-213.