

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 16 日現在

機関番号：82105

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2013～2015

課題番号：25440247

研究課題名(和文) 熱帯林における哺乳類の色覚：鮮明な毛色の機能と弁別能力

研究課題名(英文) Colour vision of mammals in tropical forest: ecological meanings of conspicuous pelage colour

研究代表者

田村 典子(林典子)(Tamura, Noriko)

国立研究開発法人 森林総合研究所・多摩森林科学園・チーム長

研究者番号：20222127

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,400,000円

研究成果の概要(和文)：哺乳類の体毛は一般に地味な茶褐色である。しかし、東南アジアに生息するフィンレイソンリスは、白色、黒色、赤色などの目立つ色彩である。毛色の生態的意味として、同種内の社会的シグナル、近縁種との識別シグナルとして働いている可能性の2点を検証した。体毛を採取し、体重、性別、季節変化および加齢変化を調査した。その結果、体色は個体差が認められたが、これら要因との関連性は無く、毛色が社会的状況で機能する可能性は低いことが示唆された。飼育環境下で色識別試験を行なったところ、同所的に生息する近縁種2種の毛色に対してフィンレイソンリスの黒、白、橙色が識別可能であり、体色が種識別に機能する可能性が示唆された。

研究成果の概要(英文)：Finlayson's squirrel, *Callosciurus finlaysonii*, is distributed in lowland forests throughout South-East Asia. Its pelage colour is conspicuous red, black and white. To understand the ecological meaning of the pelage coloration, we measured and compared across different seasons, ages, body weight and sexes. The color characteristics of the pelages did not differ between the sexes, ages, body weight and seasons, which indicate that the unusual pelage colour cannot be explained as social signals. Colour vision tests revealed that *C. finlaysonii* can discriminate the colour of conspecific white, black, and red pelages from the colour of sympatric other species, which indicate that the pelage colour could be useful clues for species recognition.

研究分野：生物学

キーワード：毛色多型 色覚認知 *Callosciurus finlaysonii* 熱帯林 同種認識

1. 研究開始当初の背景

哺乳類の色覚に関する研究は、その多くが生理学的な分野あるいは遺伝学的な分野で行われている。野生動物が自然環境のもとで、どのような色覚利用をしているのかについての研究は少ない。本研究は、これまで調査されてこなかった熱帯林における哺乳類の色覚利用の可能性を探るものである。熱帯林は多様な動植物の生息の場であり、生物間相互作用が複雑で多岐にわたっている。種子散布や花粉媒介など動物を利用する植物種も多く、その多くは色彩によって動物を誘引するため、鮮やかな色彩を持つものが多い。熱帯の哺乳類、とくに昼行性の種では、冷温帯域に比べて、色覚を発達させる生態学的利点があることが予想される。人間を含む霊長類の色覚についての研究は多く、その多くが三色型色覚であると言われている。したがって、赤、緑、青の3色を識別可能である。一方、そのほかの哺乳類についての色覚研究は少ない。げっ歯目リス科は哺乳類の中では珍しく昼行性であるため、色覚利用が予想される。しかし、熱帯林においてリスの色覚の詳細な研究はまだおこなわれていない。

今回研究する熱帯林のフィンレイソンリス (*Callosciurus finlaysonii*) は毛色が、赤、白、黒と非常に鮮やかで、しかも、地域や個体によって毛色に多型がある。通常哺乳類の毛色は茶褐色であることが多く、それは隠蔽色として機能するとされている。哺乳類ではまれなフィンレイソンリスの目立つ毛色の生態学的な意義について、本種の色覚利用とともに検討する必要がある。

2. 研究の目的

東南アジアの低地林に生息するフィンレイソンリスの目立つ毛色の生態的な意義を明らかにするために、(1) 目立つ毛色が同種の社会関係の中で順位や繁殖などのシグナルとして機能しているかどうか、(2) 同所的に生息する近縁種との間で種判別の機能を果たす可能性があるかどうか、という2つの機能を検証する。

3. 研究の方法

(1) タイの4地域でフィンレイソンリスを捕獲し、毛の採取、性別、体重記録後、個体識別の耳タグを付けて放逐する。18か月後に再度捕獲を試み、毛を採取する。毛は実験室において測色計で色の3要素(明度、彩度、色相)を数値化する。毛色の特性と、性別、体重、年齢、季節との関係を解析することにより、毛色が社会的なシグナルとして意味を持っているかどうか検討する。

(2) 実験下で6個体のフィンレイソンリスについて、色識別実験を行なった。同種の毛色として、黒、赤、白の3色、同じ地域に生息する近縁種 *C. erythraeus* の茶褐色および *C. caniceps* の橙色を計測値に基づいて作成した。正解色を選ぶと報酬の餌を得られる実

験装置を用い、それぞれの色の組み合わせで10回ずつの学習試験を行ない、判別可能な組み合わせを明らかにすることによって、毛色が種判別の手掛かりとなりうるかどうかを検証した。

4. 研究成果

(1) 目立つ毛色が同種内の社会的シグナルとなる可能性について

タイ中部の低地林4カ所で、合計158個体のフィンレイソンリスを捕獲し、体毛の特性を計測した。4個体群はそれぞれ赤、黒、白灰、白色と異なる毛色をしていた(図1)が、個体群内には若干の個体差が認められた。毛色の個体差は体重との相関はなく、年齢によって同方向に変化することはなく、性別による違いは認められなかった。また、雨季と乾季によって、毛色が異なる地域もあったが、全ての個体群で共通する変化は無かった(表1)。以上より、毛色が同種個体群の中で、順位関係や繁殖力などの社会的シグナルとして機能している可能性は低いと考えられた。

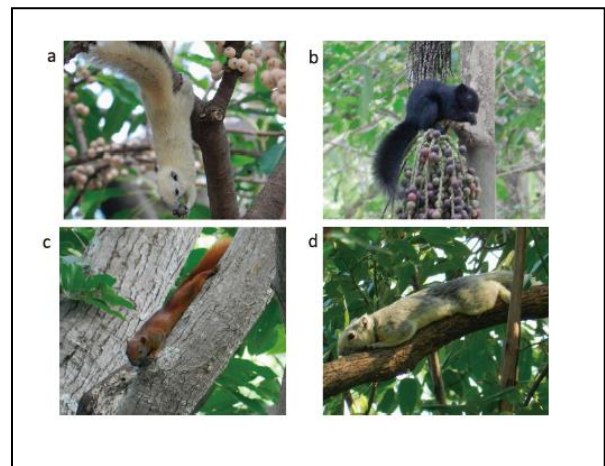


図1: フィンレイソンリスの目立つ毛色

表1. フィンレイソンリス4個体群の体毛の測定値(明度、彩度、色相). 性別ごとに乾季と雨季の平均値を示す。

Locality	Color type	Sex	Season	No. captured squirrels	No. measured squirrels	L (lightness)		C (chroma)		H (hue)	
						Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD
No. 1 (Khai Sichaeng)	Ivory white	Female	Dry	9	9	66.47 [±]	4.98	17.73	2.36	88.46	1.71
			Rainy	6	6	74.03 [±]	2.65	19.65	0.80	89.32	1.99
			Male	12	11	63.98 [±]	2.93	18.25	2.45	88.96	1.49
		Male	Dry	12	12	71.72 [±]	3.95	20.40	3.15	88.56	3.28
			Rainy	17	12	15.85	1.60	1.41	0.68	-	-
			Male	11	6	14.60 [±]	2.06	1.67	0.58	-	-
No. 2 (Chao Khoo)	Black	Female	Dry	8	5	19.31	5.17	1.84	0.53	-	-
			Rainy	11	6	14.60 [±]	2.06	1.67	0.58	-	-
			Male	2	2	19.32 [±]	0.52	1.61	0.10	-	-
		Male	Dry	13	7	25.55	6.04	13.58	4.50	49.01	5.05
			Rainy	9	9	39.00	6.16	13.71	4.82	45.36	9.07
			Male	4	4	25.59	9.96	15.36	5.72	50.80	12.55
No. 3 (Kao Ang Runan)	Red brown	Female	Dry	3	3	21.85	8.54	16.68	4.32	46.19	5.31
			Rainy	11	9	32.48	4.40	14.23	2.72	47.63	3.90
			Male	7	6	30.55	5.37	17.41	3.28	51.14	5.09
		Male	Dry	7	7	35.97	4.90	15.22	3.15	50.70	5.97
			Rainy	6	6	31.81	3.75	18.12	4.01	52.76	3.08
			Female	25	19	34.44	10.74	4.98	2.35	79.71	7.96
No. 4 (Sih Lumka)	Greyish white	Female	Dry	14	14	36.43	10.57	7.35	5.72	50.80	12.55
			Rainy	13	11	40.53	11.72	6.46	3.74	79.80	13.06
			Male	5	5	39.60	9.65	5.81	3.56	72.23	16.14
		Male	Dry	13	11	40.53	11.72	6.46	3.74	79.80	13.06
			Rainy	5	5	39.60	9.65	5.81	3.56	72.23	16.14
			Female	25	19	34.44	10.74	4.98	2.35	79.71	7.96

*. P < 0.05, **. P < 0.01

(2) 目立つ毛色が、異種間で種認識の手がかりとなる可能性について

6 個体のフィンレイソンリスを用いて飼育環境下で色の識別試験を行なった (図 2)。フィンレイソンリスの毛色である黒、赤、白を正解色とし、別種 *C. erythraeus* の茶褐色を不正解色とした場合、全ての個体が白、黒については識別可能となったが、赤色と茶褐色は識別ができず、二色型色覚であることが明らかになった (図 3)。別種 *C. caniceps* の橙色を不正解にした場合、白、黒、赤とすべての色で識別が可能であった。茶褐色の *C. erythraeus* と赤色のフィンレイソンリスは交雑している可能性が高く、両種は遺伝的に同種であると考えられた。*C. caniceps* はフィンレイソンリスと明確な別種であった (図 4)。白、黒、橙などの目立つ色は、同所的に生息する近縁種の間で種認識の手掛かりとなりうる色であることが明らかになった。



図 3 : 色識別実験の様子

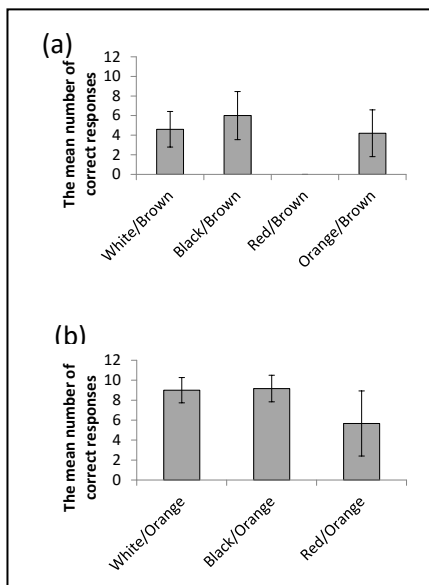


図 2 : 6 個体の色識別実験結果における平均正解数 (a) 不正解色を茶色、正解色は黒、白、赤、橙とした。(b) 不正解色は橙色、正解色は黒、白、赤とした。

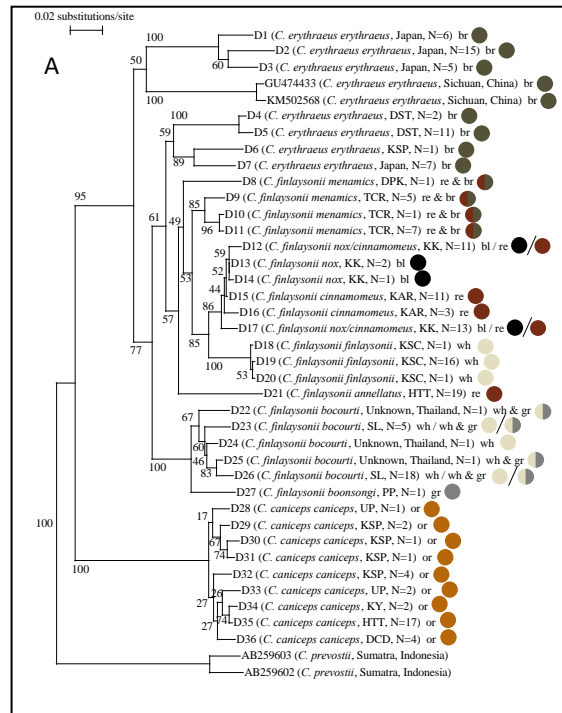


図 4 : mt-DNA d-loop 領域解析による 3 種 *C. finlaysonii*, *C. erythraeus*, *C. caniceps* の遺伝的関係
丸印の色はそれぞれの種、亜種の毛色を示す。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 2 件)

① Tamura, N., Fujii, Y., Bonnkhaw, P. and B. Kanchanasaka (2015) Colour vision and food selection of *Callosciurus finlaysonii* (Sciuridae) in tropical seasonal forests. *Journal of tropical Ecology* 31: 449-457 (査読有)

② Kanchanasaka, B., Boonkhaw, P., Hirankrias K., Prayoon, U. and N. Tamura (2014) Color variation of *Finlayson's* squirrel among populations and individuals in central Thailand. *Mammal Study* 39: 237-244 (査読有)

[学会発表] (計 3 件)

① Noriko Tamura, Yukiko Fujii, Phadet Boonkeow, & Budsabong Kanchanasaka (2015) Color vision and species recognition of *Callosciurus finlaysonii*. 7th International Colloquium on Arboreal Squirrels. P49. (2015.06.04, Finnish Museum of Natural History, Helsinki)

② 田村典子, 藤井友紀子、カンチャナサカ・ブザボン. 熱帯リス類の色覚とその生態的意味(1) 同種認識の可能性. 日本哺乳類学

会 2014 年度大会講演要旨 p109 (2014. 09. 05
京都大学)

③田村典子. フィンレイソンの毛色多
型とそれに伴う行動の違い. 日本哺乳類学
会 2013 年度大会要旨集 p109 (2013. 09. 07,
岡山理科大学)

[その他]

ホームページ等

森林総合研究所研究最前線「果実の食べころ
を見分けるリスの色覚」

[https://www.ffpri.affrc.go.jp/research/
saizensen/2015/20150819-01.html](https://www.ffpri.affrc.go.jp/research/saizensen/2015/20150819-01.html)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

田村 典子 (Noriko Tamura)

国立研究開発法人森林総合研究所多摩森
林科学園 チーム長

研究者番号 : 20222127