

平成22年2月5日現在

研究種目：基盤研究（B）
 研究期間：2005～2008
 課題番号：17405040
 研究課題名（和文） 絶滅危惧種タマラオの生息数調査と域内保全に関する現地調査
 研究課題名（英文） Field surveys on tamaraw, a critically endangered animal, to estimate its population size and habitat behavior

研究代表者
 金井 幸雄（KANAI YUKIO）
 筑波大学・大学院生命環境科学研究科・教授
 研究者番号：40015871

研究成果の概要：フィリピンミンドロ島イグリット・バコ国立公園タマラオ保護区で同時目視観察による個体群調査を行い、現存するタマラオは約250頭で依然として絶滅の危機にあることを確認するとともに、生息地の植生、タマラオの群れ構成、行動習性等の特徴を明らかにした。また、近年目撃情報が途絶えているアルヤン地区でカメラトラップによるタマラオの撮影に成功し、同地区でのタマラオの生存を実証した。さらに、野外採取糞からタマラオを識別する方法を確立するとともに、ミトコンドリアDNAの塩基配列解析により、現存するタマラオ集団の遺伝的多様性の一端を明らかにするなど、保全対策の構築に必要な基盤情報が得られた。

交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2005年度	3,900,000	0	3,900,000
2006年度	3,300,000	0	3,300,000
2007年度	2,500,000	750,000	3,250,000
2008年度	2,200,000	660,000	2,860,000
年度			
総計	11,900,000	1,410,000	13,310,000

研究分野：畜産学・獣医学

科研費の分科・細目：畜産学・草地学

キーワード：絶滅危惧種、野生動物、域内保全、生存個体数、行動習性、種判別法、遺伝的多様性解析

1. 研究開始当初の背景

(1) タマラオ(Tamaraw)は、フィリピンのミンドロ島にのみ生息する小型の野生水牛(*Bubalus mindorensis*)で、家畜水牛(*Bubalus bubalis*)の直接の祖先種ではないが、その成立に深く関わっていると推測される近縁種の一つである。正確な生息個体数は不明であるが、2003年の国際自然保護連盟

(IUCN)の報告では30～200頭と推定され、絶滅危惧種(Critically Endangered, IA類)に指定されている。

(2) IUCNは、1995年にバンコクでアジア野生牛専門家グループによるワークショップを開き、タマラオの個体数及び生息域評価(Population and Habitat Viability Assessment, PHVA)の緊急性を提言し、フィ

リピン政府はこの提言を受け、1979年に環境・自然資源省 (Department of Environment and Natural Resources, DENR) にタマラオ保全プロジェクト (TCP) を発足させ、本格的な保全に取り組むこととなったが、人的・財政的基盤が十分でなく、個体数は減少の一途を辿っており、国際協力の必要性が叫ばれている。

2. 研究の目的

(1) 本研究では、タマラオの大多数が生息するイグリット・バコ山国立公園 (Mt. Iglit-Baco National Park) を主たる調査地として4年間にわたって実地観察による生息数調査を行うとともに、TCPの2000年調査で少頭数ながらタマラオの生存可能性が示唆されているアルヤン溪谷 (Aruyan-Mapud Valley) とミンドロ島北西部カラビテ山 (Mt. Calavite) の2箇所についても順次調査を行い、ミンドロ島全体におけるタマラオ集団の分布と正確な個体数を推定しようとした。

(2) また、タマラオの行動・食性・繁殖特性等について、その生理生態的に明らかにし、保全・増殖計画の基盤情報を集積することにした。

3. 研究の方法

(1) 生息地の植生調査

タマラオ野生集団の存在が確認されている唯一の保護区であるミンドロ島中央部のイグリット・バコ山国立公園内のタマラオ生息地を訪問し、植生を中心とした環境調査を実施した (2005年度)。

(2) イグリット・バコ山保護区の個体群調査

上記国立公園のタマラオ保護区 (約 16,000 ha) 内の高所に全域をカバーする 16 箇所の観測地点を設置し、2006年～2008年の3年にわたって年1回5日間 (毎年4月22～26日) の同時観察を行い、観察個体の特徴、日時、場所等の情報からダブルカウントを除外し、全個体数を推定した (Multi Vantage Simultaneous Observation Method)。また、観察情報を基に、性別、年齢等を推定し、個体群解析を行った。

(3) 野外採取糞の DNA 分析による種判別法の確立とタマラオ集団の遺伝的多様性に把握

各観察地点の周辺でタマラオのものと思われる新鮮糞を採取し、データベース上にある水牛属および牛属のシトクロム *b* 遺伝子の塩基配列を参考にして、水牛属特異的プライマーとタマラオ特異的プライマーを設計し、野外採取糞から抽出した DNA から種判別が可能かどうかを検証した。また、増幅されたタマラオ由来のシトクロム *b* 遺伝子の塩基配列を解読した。

(4) 内部寄生虫の感染状況調査

野外採取糞を用いて、定法による虫卵検査を実施し、野生下のタマラオ集団での内部寄生虫の感染状況を推定した。

(5) アルヤン地区における野外調査

イグリット・バコ山国立公園の西側に隣接するアルヤン地区では、過去には相当数のタマラオが生息されていたとされるが、焼畑・狩猟採集生活を営む先住民 Mangyan の居住区と重なるため、生息環境の悪化による絶滅が危惧されている。そこで、同地区でのタマラオの生存を検証するため、目視観察 (route censuses) に加え、カメラトラップ法による生存個体の確認を行ったほか、Mangyan への聞き取り調査を実施した (2007年度)。

4. 研究成果

(1) タマラオ生息地の植生について

植生調査は、乾季の半ばである 2006年1月24日～25日に実施した。得られた知見の概要は以下のとおりであり、いずれもタマラオの習性を知る上で、また保護区をつなぐ自然回廊の検討など今後の保全対策を検討する際に必要となる基盤情報が得られた。

- ① タマラオ生息地周辺の植生は、凹地を中心に森林の断片が残っているほかは、イネ科を中心とする草原で構成されている。一部に尾根・山頂を含む山体上半が森林に覆われている場所もあり、人為ないし自然発火の山火事がなければ気候的極相として森林が広い面積を被うことが推察された。一方、タマラオ生息の限界を超えられている標高 1000m を越える高山では地形も急峻になり、谷による回析も進んでいて、森林への回復は困難であろうと推察された。
- ② タマラオの生息域となっている山腹中部以下では傾斜も比較的緩く、草原由来と思われる黒色土壌が被っている。この土壌の上に、現地でタラヒブと呼ばれている *Saccharum spontaneum* (ナンゴクワセオバナ、イネ科サトウキビ属)、コゴンと呼ばれる *Imperata cylindrica* (オオチガヤ、イネ科チガヤ属)、サムサモンと呼ばれる *Themeda triandra* (和名なし、イネ科メガルカヤ属) の3種がそれぞれ優占する三つのタイプの草原が成り立っている。これらはいずれも風散布種子を持つ多年生草本で遷移途中相の種である。断崖のような急傾斜地には *Themeda triandra* しか生育していないが、緩傾斜地ではこれら3種のうち1種が優占する。また、これらがミックスして生育しているところもある (図1)。
- ③ これらの草原がタマラオにとっての主たる採餌場であり、森林が避難場である

ことが推察できる。したがって、草原と森林がモザイク状に配置された植生がタマラオの生息にとって必須である。現在のところ、現地では定期的に火入れが行われているが、これにより草原から森林への遷移が押えられ、結果としてタマラオの生息環境が維持されていることが示唆される。

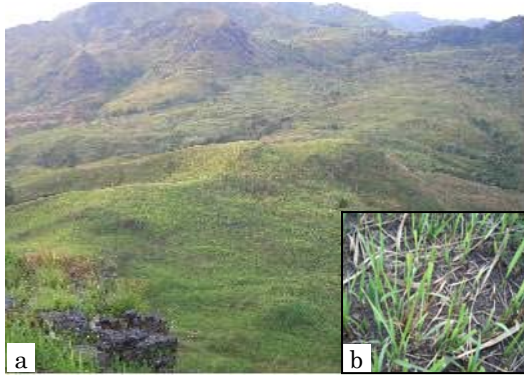


図1. タマラオ生息地の景観(a; コゴンとタラヒブが優占する代表的な植生, b; タマラオの食痕が見られたコゴン)

(2) タマラオ保護区の個体群について

- ① 2006～2008年のイグリット・バコ山保護区におけるタマラオ集団の個体数調査で、それぞれ263頭、239頭、263頭が確認され、3年間を通じて大きな個体数変動はみられなかった(表1)。
- ② 年齢構成別の個体数についてみると、成獣個体(推定5歳以上)は132～162頭、若齢個体(推定1歳～5歳未満)は48～69頭、当歳個体(推定1歳未満)は42～59頭の範囲で推移し、大きな変動はなかった。一方、性比についてみると、成獣オスは51～53頭、成獣メスは79～102頭で、3年間ともに性比に有意な偏りがあった($P < 0.05$)。
- ③ 毎年、約100頭の成獣雌に対し、50頭程度の当歳個体が確認されることから、タマラオは高い繁殖率を維持していることが示唆された。一方、当歳個体数から期待される若齢個体数(当歳個体数の4倍)に比べ、実際の若齢個体数は当歳個体数と同程度であり、このことから、当歳期から若齢期にかけて、何らかの原因で個体数の減少が示唆された。

表1. イグリット・バコ山保護区におけるタマラオの個体数変動

観察年	成獣オス	成獣メス	成獣性別不明	若齢	当歳	合計
2006	53	102	7	52	49	263
2007	53	79	0	48	59	239
2008	51	96	5	69	42	263

成獣; 推定5歳以上、若齢; 推定1-5歳未満、当歳; 推定1歳未満

- ④ タマラオは、単独で行動する個体(全体の5～10%)、小集団を構成して群行動をする個体に大別され、前者は主に成獣オスであった(表2)。一方、全体の92%を占めるタマラオは、2頭から7頭の比較的小さな群れを形成し、その多くは成獣オス1頭、成獣メス1～3頭、幼獣数頭で構成されていた。この結果から、乾季に限って言えば、タマラオは一夫一妻または一夫多妻の繁殖様式をとることが明らかになった。しかしながら、一部に成獣雄のいない群れも観測されたことから、母系集団が基本系で、特定の季節にのみ成獣オスが母系集団に参入する繁殖様式をとる可能性も示唆された。

表2. 単独行動、群れ行動をとるタマラオの個体数、および群れの数

観察年	単独行動をとる個体数	群れを構成する個体数	群れの数
2006	29	235	71
2007	12	227	59
2008	19	244	65

個体数情報はタマラオの絶滅に対する危険性を評価する上で必要不可欠である。本調査から得られた個体数変動、行動特性についての高精度のデータは世界初のものであり、今後この成果を活用してタマラオの現状分析、絶滅危機要因の解析が可能となる。さらに、タマラオ個体群の行動特性に関するデータは、生息域外での保全を考える上で非常に貴重な情報であると同時に、大型草食獣行動のケーススタディとして学術的にも意義のある情報である。

(3) DNA分析による種判別法の確立とタマラオ集団の遺伝的多様性の把握

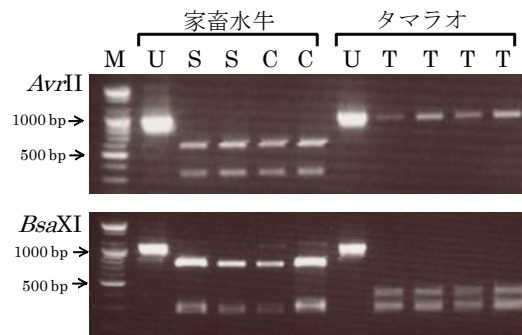


図2 水牛属特異的プライマーペアと2種類の制限酵素を用いたPCR-RFLP産物の2%アガロースゲル電気泳動像。M: 分子マーカー、U: 切断していないPCR産物、S: スワンプ型水牛、C: 交雑水牛、T: タマラオ。

- ① タマラオ特異的プライマーのみでは、近縁種である家畜水牛とタマラオのDNAを完全に区別することができなかったが、

タマラオ-家畜水牛間で塩基置換のある部位に作用する制限酵素を使用することでタマラオと家畜水牛のDNAを完全に判別することができた。これにより、糞DNAからタマラオを判別することが可能となった(図2)。

- ② イグリット・バコ山保護区にて採取したタマラオ糞のシトクロム**b**塩基配列を解読した結果、サンプル間で、塩基置換は認められなかったものの、過去に報告のあるアルヤン渓谷タマラオのシトクロム**b**配列と異なる1塩基置換が認められ、タマラオのシトクロム**b**に多型が存在することが明らかになった。
- ③ ①で確立した種判別法でタマラオと同定された野外採取糞について、ミトコンドリア D-loop の塩基配列を解読した結果、タマラオの同遺伝子には8つのハプロタイプが存在することが明らかとなった。

以上の研究成果から、野外採取糞からタマラオDNAの抽出と増幅が可能であることが示され、これにより糞から抽出したDNAを生態情報獲得に使用することが可能となった。糞は個体に比べ比較的容易に発見できるという点、個体にストレスを与えずに非侵襲的にサンプリングできることから非常に役立つツールであり、今後のタマラオ研究に大きく貢献することが期待される。

- (4) タマラオの内部寄生虫感染状況について
野外採取したタマラオの新鮮糞サンプルを解析した結果、表3のように虫卵が検出された。計27個のサンプルのうち21個のサンプルから虫卵は検出されず、タマラオの生存に影響を及ぼすような重篤感染は認められなかった。

表3. タマラオの内部寄生虫感染状況

サンプル数	検出された虫卵の種類				
	コクシジウム	肝蛭	円虫	回虫	感染なし
2	2	1	1	2	1

- (5) アルヤン地区でのタマラオの生存確認
目視観察では生存個体を確認できなかったが、野草地の食痕、獣道上の糞など、タマラオの生存を裏付ける間接証拠が得られた。また、カメラトラップにより、1頭のオスのタマラオの写真撮影に成功し、小頭数ながらタマラオが現存していることを示す直接証拠が得られた(図3)。
一方、Mangyan とのインタビューから、彼らはタマラオを狩猟の対象とはしていない

いが、Mangyan とタマラオの生活行動圏がかなりの部分で重複し、環境資源に対してお互いが競合関係にあること等が明らかになった。これまでタマラオとMangyanの関係については社会学的な視点から調査報告はあるが、環境資源利用の観点からタマラオとMangyan の関係を調査した例はなく、本調査結果は先住民Mangyan とタマラオの共存を可能とする施策の立案に必要な情報を提供するものとして評価できる。また、本調査結果は、アルヤン地区におけるタマラオの保全は極めて困難であり、早晩、この地域のタマラオは絶滅する可能性が高いことを示しており、実施可能であれば現存する個体を捕獲し、イグリット・バコ国立公園保護区に移送することが望ましい。



図3 カメラトラップで撮影したオスのタマラオ

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 3 件)

- ① Shinya Ishihara, Rommel J. Herrela, Daichi Ijiri, Hisashi Matsubayashi, Miho Hirabayashi, Arnel N. Del Barrio, Rodel M. Boyles, , Ronilo L. Salac, Libertado C. Cruz, Yukio Kanai: Identification of Tamaraw (*Bubalus mindorensis*) from Outdoor-Derived Fecal Samples by PCR-RFLP Analysis of Cytochrome *b* Gene. *Animal Science Journal* (査読有), accepted.
- ② Matsubayashi H, Boyles RM, Salac RL, Del Barrio AN, CRUZ LC, Garcia RA, Ishihara S, Kanai Y. Present status of tamaraw (*Bubalus mindorensis*) in Mt. Aruyan, Mindoro, Philippines. *Tropics* (査読有), 18(4), inpress, 2009.
- ③ Ishihara S, Ishida A, Del Barrio AN, Lapitan RM, Atabay E, Boyles RM, Salac RL, de Leon JL, Eduarte MM, Cruz LC, Kanai Y. Field survey on Tamaraw (*Bubalus mindorensis*) -Present population size and herd behavior in wild. *Italian Journal of Animal*

Science (査読有) 6 (suppl.2):
1249-1251, 2007.

[学会発表] (計 3 件)

- ① 石原慎矢・井尻大地・Boyles RM・Del Barrio AN・Cruz LC・金井幸雄. 絶滅危惧動物タマラオの個体数変動・行動特性の解明と分子生態学的解析. 日本畜産学会第110回大会(2009, 3, 27-29, 日本大学生物資源科学部).
- ② 松林尚志・Boyles RM・Salac RL・Del Barrio AN・Cruz LC・石原慎矢・金井幸雄. 野生水牛タマラオ Tamaraw (*Bubalus mindorensis*) の現状. 日本熱帯生態学会(2008, 6. 20-22, 東京大学).
- ③ 石原慎矢・松林尚志・Boyles RM・Salac RL・Del Barrio AN・Cruz LC・金井幸雄. 絶滅危惧動物タマラオの保全に関する生態学的研究. 日本哺乳類学会 2007 年度大会(2007. 9, 14-17, 東京農工大学農学部).

[図書] (計 1 件)

- ① 松林尚志 「熱帯アジア動物記-フィールド野生動物学入門、187 頁 東海大学出版会, 2009.

6. 研究組織

(1) 研究代表者

金井 幸雄 (KANAI YUKIO)
筑波大学・大学院生命環境科学研究科・教授
研究者番号: 4 0 0 1 5 8 7 1

(2) 研究分担者

藤岡 正博 (FJIOKA MASAHIRO)
筑波大学・大学院生命環境科学研究科・准教授
研究者番号: 7 0 1 8 3 1 0 0
中村 徹 (NAKAMURA TOURU)
筑波大学・大学院生命環境科学研究科・教授
研究者番号: 6 0 0 1 5 8 8 1
高橋 芳幸 (TAKAHASHI YOSHIYUKI)
北海道大学・大学院獣医学研究科・教授
研究者番号: 7 0 1 6 7 4 8 5

(3) 連携研究者

松林 尚志 (MATSUBAYASHI HISASHI)
東京農業大学農学部・特別研究員
研究者番号: 3 0 4 6 8 6 9 9

(4) 研究協力者

石原 慎矢
筑波大学・大学院生命環境科学研究科・博士課程在籍
Cruz Libertado C.
フィリピン農業省・フィリピン水牛センター (PCC)・総所長
Del Barrio Arnel N.

フィリピン水牛センター・Los Banos 支所・支所長

Boyles Rodel M.

フィリピン環境自然資源省・タマラオ保全プログラム・チーム長

Salac Ronilo L.

フィリピン環境自然資源省・第 4 管区・総括管理官