

ボルネオ島における塩場と野生哺乳類の関係

松 林 尚 志

哺乳類にとって必要不可欠な「塩」

動物にとってナトリウム（塩）は、細胞内外の浸透圧維持や神経伝達、筋収縮などにとって不可欠であり、その有無は死活問題である。肉食性の動物の場合は獲物からナトリウムを摂取することができるものの、植食性の動物の場合は植物以外から積極的にナトリウムを得る必要がある。とりわけ熱帯雨林はその名のとおり降水量が多く侵食が激しいため、他の地域と比べても土壌中の栄養塩類に乏しい。さらに、海から離れた内陸部は、沿岸部に比べてより深刻なナトリウム不足に陥っていることが予想される。それでは一体、内陸部の熱帯雨林に生息する植食性の哺乳類は、どのようにして不足するナトリウムを得ているのであろうか。

実は、森の中にはナトリウムをはじめとするミネラル類に富んだ環境がある。そこは塩場（塩なめ場）と呼ばれ、特定の湧水あるいは土壌を指す。南米アマゾンでは「サラオ」と呼ばれる塩場が知られており、バクヤシカ、ペッカーリーなどの有蹄類をはじめとする野生動物がよく訪れるという。また、塩場は野生動物にとって、ミネラル類の摂取の場としてだけでなく、解毒の場としての意義がある。これは、植物中に含まれるアルカロイド類は動物にとっては有毒であるため、粘土質土壌の塩場で土を食べ、粘土粒子に毒を吸着し体外へ排出することで解毒するという仕組みである。ミネラル類の摂取やアルカロイド類の解毒、いずれの場合も、塩場は野生動物の

生理機能を維持するうえで大事であることが分かる。そのため私は、以前から熱帯雨林に生息する哺乳類と塩場の関係に興味があり、「東南アジアにも塩場があるのか、あるとしたらどんな場所なのか、どんな動物がどのように利用しているのか」調べてみたいと思っていた。そして今から10年前の2003年、私はボルネオ島北部のマレーシア・サバ州で野生哺乳類による塩場の利用実態について調べる機会に恵まれた。

マレーシア・サバ州の森林

ボルネオ島において、マレーシア・サバ州は森林率が約6割と比較的高い。その内訳は、Permanent Reserved Forests (PRF) が88%、公園局が管轄する公園や野生生物局が管轄する野生生物サンクチュアリが7%、そして木材プランテーションが5%である (Sabah Forestry Department 2010)。非常に大きな割合を占めるPRFはさらに7つに分類されているが、木材利用という機能面から分けた場合、木材利用を行う森は全体の8割、一方、木材利用を行わない森は2割を占める。したがって、多くの野生動物は木材利用を行う森に分布しているため、これらの森の管理が適切に行われるか否かによって野生動物の将来が大きく左右されることは明らかである。そのような状況の中、サバ州森林局は、持続的な森林利用を行うモデル林としてデラマコット商業林において森林管理のあり方を模索していた。

デラマコット商業林（総面積 55,000 ヘクタール；

以下、デラマコット)は、サバ州のほぼ中央、キナバタンガン川の上流域に位置し、熱帯雨林で初めて国際的な森林認証機関の森林管理協議会 (Forest Stewardship Council, FSC) から認証された天然林の商業林である。そこでは植生や土壌を考慮した森林管理は実践していたものの、動物に関しては不十分であり、野生動物を考慮した森林管理が求められていた。当時、デラマコットでは動物に関する情報は少なく、特に哺乳類については大型希少種のバンテン (野生ウシ)、オランウータン、アジアゾウ、マレーグマ、そしてウンピョウなどの目撃情報がある程度だった。FSC 認証林では、希少種が利用する地域は保護区として管理する義務がある。具体的にどのような環境を保護区にすれば良いのか、そこで着目したのが塩場だった。

塩場 (塩なめ場)

まず私は、デラマコットのスタッフや周辺集落に住む村人に動物が集まる場所がないか聞いて歩いた。すると、現地言葉 (スンガイ語) でタガイ (Tagai) と呼ばれる湧水に大型のシカ、サンバーがよく来るらしい。現場に連れて行って欲しいと頼むが、そこが狩場になっているため、なかなか場所を教えてもらえない。たいていの場合、「あのタガイは遠いから無理だ」などと言われるのがおちだった。しかし、1年の半年以上をデラマコットで生活しているうちにスタッフや村人の対応も変わり、タガイに関する詳細な情報を教えてくれるようになっていった。初めて連れて行ってもらった塩場は、洗面器ほどの一見ただの小さな水溜りだった (写真1)。辺りにはサンバーやヒゲイノシシの足跡、アジアゾウの糞などが残されており、その場所が特殊であることを物語っていた。タガイはデラマコットの特定の場所に集中するのではなく散在して存在し、そこには大きな岩が複数あり、近くを小川が流れるといった特徴があった。

タガイが塩場であるかどうかを確かめるため、タガイの水とコントロールとしてタガイに近い小川の水のミネラル類濃度を調べた結果、タガイの水は小



写真 1 デラマコットの塩場

川の水と比べてミネラル類の濃度が有意に高く、塩場であることを確認した。当初はミネラル分析やpHなどで塩場の判断をしていたが、タガイの水を加熱すると白い結晶がすぐに析出してくることが分かり、塩場の簡易判別法として利用した。それでは、一体どんな動物がこの場所を訪れるのであろうか。私は自動撮影カメラという動物が発する熱を感知すると自動でシャッターを切るカメラを塩場に設置して、訪問者を調べた。自動撮影カメラは種同定に加えて撮影日時も記録するため、いつ訪問して、どのくらい滞在したかも知ることができる。当時、自動撮影カメラは既に様々な地域で活用されはじめていたがケモノ道での利用が主で、塩場を対象とした報告例はなかった。

塩場で確認された野生哺乳類

4ヵ所の塩場を対象として自動撮影カメラによる定点観測を行った結果、中大型哺乳類 28 種類を確認した (Matsubayashi *et al.* 2007)。この種数は、デラマコットでこれまでに確認された中大型哺乳類 40 種の 7 割に相当する。全種が塩場を利用しているわけではないが、少なくとも塩場周辺の種多様性が高いことは明らかであった。撮影頻度は種によって大きく偏り、調査地では普通種である大型のシカのサンバーやヒゲイノシシ (写真2) が著しく高



写真 2-1 サンバー



写真 2-2 ヒゲイノシシ



写真 3-1 バンテンの成獣オス



写真 3-2 オランウータンの親子



写真 3-3 アジアゾウの親子

かったが、同時にオランウータンや野生ウシのバンテン、アジアゾウ（写真3）などの絶滅危惧種も塩場訪問上位種に入り、個体数密度だけでなく種のミネラル要求量の高さも反映した結果であることを示していた。食性別に見ると、当初は植食性哺乳類に偏って観察されると予想したが、ジャコウネコ類などの雑食性やベンガルヤマネコなどの肉食性の割合も高かった。肉食動物にはボルネオ島最大のネコ科

であるウンピョウも含まれた。希少種のウンピョウの撮影頻度は低いですが塩場周辺のケモノ道で足跡も確認している。塩場を訪問する上位種のサンバーやヒゲイノシシはコドモを連れて、あるいはネコ程の体サイズのマメジカや中型犬サイズのホテルジカもよく訪問することを考えると、ウンピョウが塩場周辺を狩場として利用していることは想像に難くない。何より、塩場は我々人間がシカやイノシシの狩場とし



写真 4 フランジオス

て昔から利用してきた環境でもある。

結果の中で何より驚いたのは、樹上性のオランウータンが高い頻度で塩場を訪問することだった。オランウータンによる塩場利用に関する論文は、過去にサバ州で最初にオランウータンの生態調査を行った Mackinnon (1974) が報告しているが、今回私が調べた湧水タイプの塩場での水飲みではなく、石灰岩土壌の土食いに関するものである。また、鈴木 (2003) は東カリマンタンでオランウータンが湧水を利用することを報告しているものの、そこが塩場であることや利用の頻度については示していない。私は哺乳類の中でも特に有蹄類に興味があったので、調査当初は情報が極めて少ないバンテンの群れサイズや群れ構成を塩場で把握することを念頭に置いていた。そのため、オランウータンの結果については全くの想定外で、これまで何故きちんと報告されていなかったのか不思議に思った。おそらく、霊長類を対象とする研究者は、地上性哺乳類を対象とする研究者のように自動撮影カメラをあまり利用せず個体を直接観察する方法を取るため、オランウータンに警戒されていたのではないだろうか。また、このような高い利用頻度はデラマコットのオランウータン集団に限られたものではないかという指摘があった。そこで、デラマコットのオランウータン集団とは遺伝的にも交流がないと考えられる集団

が生息する、キナバタンガン川をはさんでデラマコットの対岸に位置するマルア商業林でも調査を実施したところ、デラマコットと同様の結果が得られた。この結果から、サバ州においては、オランウータンによる高い塩場利用が特別な行動ではないことを示すことができた (松林 2009)。

オランウータンの塩場利用

意外にもオランウータンが塩場にやってくるのが分かった。それでは、オランウータンは塩場をどのように利用しているのだろうか。複数のオランウータンが同一の塩場を利用していることは明らかであるが、写真からは判別が難しい。そこで、頬が膨隆して体の大きな「フランジオス (写真4)」、子供を連れた「子連れメス」、頬が膨隆していないアンフランジオスや若い個体などを含む「その他」の3つのクラスに分けて、クラスごとの訪問割合、行動内容、滞在時間、そして訪問時刻などを調べた。フランジオスは地上利用が多く、子連れメスは地上の捕食者を警戒することが報告されているため、予想では、フランジオスに大きく偏るだろうと考えた。

写真を解析した結果、オランウータンは、1) 全てのクラスが塩場を利用し、その割合は、フランジオス 30%、子連れメス 17%、その他 53%であったこと、2) クラスにより塩場での滞在時間や行動が異なること、3) 複数個体での同時利用も行うことが判明し、さらに4) 塩場での子連れメスとアンフランジオスとの交尾行動を確認した。

まず、3つのクラスの利用割合について、大半を占めると思われた「フランジオス」による利用は、予想に反して3割にとどまり、アンフランジオスや若い個体を含む「その他」が全体の半数以上を占めた。ほとんど利用しないと思われた「子連れメス」についても予想に反して2割近い値を示した。結局、全てのクラスが塩場をよく利用しているということが明らかになった。次いで、各クラスの滞在時間や行動について見ると、「フランジオス」は背中を見せたまま、ゆっくりと水を飲んで休むことを繰り返す姿が観察され、滞在時間が3つのクラスの

中で最も長く1時間を超える場合もあった。その一方で、「その他」は落ち着きがなく、水を飲んで顔を上げ周囲を見渡しては水を飲むことを繰り返す、滞在時間も数分と短かった。「子連れメス」は、「その他」と同様に周囲の様子を伺いながら、水を飲んでいった。「フレンジオス」以外のクラスの高い警戒心について、オランウータンの研究者に聞いたところ、捕食者に対してというだけでなく、むしろ「フレンジオス」に対するものであろうということだった。また、複数個体での同時利用については、例えば、子連れメス2組の4頭、あるいは子連れメスが若い個体を伴って3頭で訪問する姿を確認した。最も衝撃的だったのは、塩場の大きな岩の上で子連れメスと成熟オスが交尾をしている姿を確認したことである。そのオスのフレンジは未発達の状態であったものの、フレンジオス同様に体サイズが大きかった。塩場でのフレンジオスの長い滞在時間は、ミネラル類の摂取量が他のクラスに比べて高いというだけでなく、メスの訪問を期待している可能性も考えられた。この結果は、オランウータンにとって塩場は、ミネラル摂取といった生理的な意義に限らず、雌雄間のコミュニケーションサイトとしての社会的な意義もあることを示している (Matsubayashi *et al.* 2011)。

塩場とオランウータンの分布の関係

塩場でのカメラトラップによるモニタリングの結果、オランウータンが塩場をよく利用することが初めて明らかになった。次に気になったのは、塩場の分布がオランウータンの分布（行動）にも影響しているのではないかということだった。これはアフリカのサバンナにおいて、ミネラル源が野生動物の分布に影響を与えることが報告されていたからである (McNaughton 1988)。熱帯雨林はサバンナと大きく異なり、障害物が多いうえ分解が速いため、動物を直接観察することや糞を利用して間接的に調べることは至難の業である。しかし、オランウータンは異なる。オランウータンは毎日、樹上にネスト（寝床）を作るため、ネストの分布を調べることで、オ

ランウータンの分布を間接的に知ることができる。さらにヘリコプターを使うことで、広域でのネストセンサスが可能である。この場合、真新しいネストは葉が緑色のため周囲と区別が付きにくいものの、少し時間が経過したものは茶色い枝葉の塊となるため、容易に見つけることができる。デラマコットでは、もともと伐採の影響の指標にオランウータンのネストを利用しており、ヘリコプターによるネストセンサスを年に2回実施していた。しかし、設置したラインごとにネスト数をカウントする程度だったため、本調査ではライン数を増やしてGPSでネスト位置を記録することにした。ここからの研究は、森林生態、モデル解析、リモートセンシング等の専門の異なる研究者と協力して調査・解析を行った。

小型ヘリコプターが、地図にひかれた真っ直ぐなラインに沿って林冠近くをゆっくり飛び、左右の後部座席に座った私ともう一人が、窓から見えたネストを確認する度にその位置データをGPSで記録した。その結果を地図上に展開してみると、予想通りネストの分布に明らかな偏りが見られた。そこで次に、その偏りが何の影響によるものなのかを把握するため、森林バイオマスや標高、河川や塩場からの距離といった自然環境要因、ならびに幹線道路や集落、アブラヤシプランテーションなどからの距離といった人為的な環境要因との相関性について決定木モデルを使って調べた。その結果、ネストは、自然環境要因では塩場に近く比較的標高が高いところ（尾根周辺で比較的森林バイオマスが高い）に多く、人為的環境要因では幹線道路やアブラヤシプランテーションから遠いところに多いことが分かった。このことから、塩場がオランウータンの行動に影響を与える要因の一つであることが明らかになった (Takyu *et al.* 2012)。

熱帯商業林における重点保護区としての塩場

ボルネオ島における野生哺乳類と塩場の関係を調べた結果、塩場周辺の種多様性が高いこと、バンテンやオランウータン、アジアゾウなどの希少種が利用していること、特にオランウータンにとって、ミ

ネラル摂取といった生理的な意義に限らず、雌雄間のコミュニケーションサイトとしての社会的な意義もあると考えられること、さらに、その行動にも影響を与えていることなど、塩場が重要な機能を有していることが明らかになった。これまで、地域住民しか知らなかった塩場の重要性を科学的に明らかにしていったことで、サバ州森林局も動き出し、2008年から塩場周辺環境での伐採を中止し、重点保護区とすることを森林管理に採用するようになった。そして、これはドラマコットに限ったことではなく、今では他の商業林においても実施されている。また、ある商業林では野生動物のモニタリングサイトとして人工の塩場を設置しているところもある。人工塩場については賛否両論があるが、野生ウシのバンテンをはじめとする希少種の繁殖状況などを把握するモニタリングサイトとしての利用価値は高いと考えられる。

ところで、塩場の水を利用するのは野生動物だけではない。人間にとって塩場は、動物を狩る場所としてだけでなく、大事なミネラル源でもあった。特に塩を入手するのが困難だった時代、塩場の水を使っていたという。ある日、その場所に連れて行ってもらった機会に恵まれた。そこは道から少し離れた開けた場所で、周辺にはアジアゾウの糞がいくつも転がっていた。湧水部分には土砂の流入を防ぐ中空の鉄木が打ち込まれており、中をのぞくと気泡がポコポコと上がってくるのが見えた。昔の人は竹の水筒に塩場の水を入れて持ち帰り、料理をする際に、そのままの状態あるいは加熱して残った結晶を利用していったという。

正直なところ、調査当初は森林管理への応用とい

うことよりも個人的な好奇心の方が強かった。しかし、調査を進めるに従って地域住民の知識や知恵の重要性を再認識し、それらが森林管理の上でも有意義な情報であること、それを研究者が科学的に示すことの大切さを実感した。その地域の情報は地域住民が一番良く知っている。我々研究者は、地域住民の知識や知恵に耳を傾けながら調査を進め、その成果を地域に還元する努力が必要なのであろう。

【参考文献】 1) Mackinnon J (1974) The behaviour and ecology of wild orang-utans (*Pongo pygmaeus*). *Animal Behaviour* 22 : 3-74. 2) Matsubayashi, H., Lagan, P., Majalap, N., Tangah, J., Sukor J.R.A. and Kitayama, K. (2007) Importance of natural licks for the mammals in Bornean inland tropical rain forests. *Ecological Research* 22 (5) : 742-748. 3) Matsubayashi, H., Ahmad, A.H., Wakamatsu, N., Nakazono, E., Takyu, M., Majalap, N., Lagan, P. and Sukor, J.R.A. (2011) Natural-licks use by orangutans and conservation of their habitats in Bornean tropical production forest. *Raffles Bulletin of Zoology* 59 (1) : 109-115. 4) McNaughton, S.J. (1988) Mineral nutrition and spatial concentrations of African ungulates. *Nature* 334 : 343-345. 5) Sabah Forestry Department (2010) Fact sheets of Forest Reserves in Sabah. 6) Takyu, M., Matsubayashi, H., Wakamatsu, N., Nakazono, E., Lagan, P. and Kitayama, K. (2012) Guidelines for establishing conservation areas in sustainable forest management : Developing models to understand habitat suitability for orangutans. pp. 113-128. [IN : KITAYAMA, K. (Ed.) Co-benefits of Sustainable Forestry : Ecological Studies of a Certified Bornean Rain Forest] Springer. 7) 鈴木 晃 (2003) オランウータンの不思議社会 岩波ジュニア新書. 8) 松林尚志 (2009) 熱帯アジア動物記 東海大学出版会.