

飼育下マレーグマにおける 効果的な採食エンリッチメント

須崎菜緒^{*†}・高見一利^{**}・井上康子^{**}・浮瀬百々花^{**}・秋山多江^{***}・松林尚志^{*}

(令和3年11月17日受付/令和4年4月15日受理)

要約：マレーグマ (*Helarctos malayanus*) は、IUCN のレッドリストでは絶滅危惧Ⅱ類 (VU) に指定されている。絶滅危惧種の保全には、生息域内での生態・行動把握に加えて、動物園などでの生息域外保全も重要である。その際、飼育環境を自然生息地に近づけ、動物のもつ野生本来の行動を発現できるエンリッチメントが大切となってくる。しかし、飼育下マレーグマでエンリッチメントが行われている前例は世界でも少なく、国内では行われた報告がない。また過去にマレーグマにおいて効果的とされた採食エンリッチメントは広い放飼場を必要とする。そこで本研究は、飼育下マレーグマにおいて限られた空間で継続的な効果を望める採食エンリッチメントを考案することを目的とした。本研究は2つの実験を甲府市遊亀公園附属動物園 (以下：甲府) と豊橋総合動植物公園 (以下：豊橋) にて行った。実験1はブイ、丸太の2種類のエンリッチメントを設置し、それぞれの効果を検証した。実験2はブイを定期的に移動させることでエンリッチメントの効果持続を試みた。実験1より甲府で平均17.8% (最大27.1%)、豊橋で平均24.3% (最大32.8%) の採食行動の増加と、甲府で平均42.0% (最大72.9%)、豊橋で平均18.2% (最大25.7%) の常同行動の減少が確認できた。ブイ、丸太ともに効果が確認できたことに加え、野生下に類似した行動が発現し、エンリッチメントとして優れていると考えられる。しかし、丸太の効果は一時的なものであった。また、ブイを移動させることによって、エンリッチメントの効果を6ヶ月にわたる5回の調査期間全てで確認できた。さらに、給餌直後に限らず、給餌から最大7時間後の採食が確認できたことから、ブイの効果は1日を通してみられた。よって、ブイを定期的に移動させることで、限られた空間の中で継続的な効果のあるエンリッチメントを考案することができた。

キーワード：マレーグマ, 絶滅危惧種, 生息域外保全, エンリッチメント

はじめに

マレーグマ (*Helarctos malayanus*) は、東南アジア大陸部、スマトラ島、そしてボルネオ島に分布する世界最小のクマである。体長は約150 cm、体色は黒色、もしくは濃い茶色で、体毛は短い。手足は長く、爪も他のクマ科と比べ非常に長い。また、約25 cmの長い舌を持つのが特徴である。漢方薬として高値で取引される熊の胆を目的とした乱獲、ペットとしての違法取引や違法飼育、生息地破壊などにより個体数が減少し、IUCN のレッドリストでは絶滅危惧Ⅱ類 (VU) に指定されている (IUCN 2017)。さらに、熱帯雨林に生息するマレーグマは、採食や休息に樹上を利用する。そのため直接観察が困難であり、他のクマ類に比べて研究が遅れており、生態・行動情報が不足している^{1,2)}。

絶滅危惧種の保全には、生息域内での生態・行動把握に加えて、動物園等で行われる生息域外での飼育繁殖も重要である。しかし、飼育下動物、特に大型哺乳類は常同行動

を多く行うことが知られており、常同行動の出現は飼育下でのストレスの指標ともなっている³⁾。常同行動のような異常行動を減らし、飼育動物の福祉を向上させる手段としてエンリッチメントがある⁴⁾。エンリッチメントには、採食、社会、認知、感覚、そして空間の5種類あり、飼育環境に様々な方法で刺激や変化を与えることで、飼育環境を自然生息地に近づけたり、その動物のもつ野生本来の行動を発現できたりするよう促す。特に、給餌方法に工夫を加える採食エンリッチメントは、複数の研究で行動の種類と採食時間が増加し、常同行動が減少することが検証されている³⁾。飼育下マレーグマでエンリッチメントが行われている前例は世界でも少なく、国内では行われた報告はない。

マレーグマは、野生下では一日の時間の多くを採食とそれに関する行動に費やすことがわかっている²⁾が、飼育下ではエサを探す必要がなく、採食時間が非常に短い。したがって給餌の仕方を工夫することにより採食時間を伸ばすことが重要であるといえる。しかし、多くの場合、採食エ

* 東京農業大学農学研究科バイオセラピー学専攻

** 豊橋総合動植物公園

*** 甲府市遊亀公園附属動物園

† Corresponding author (E-mail: suzakinao@gmail.com)

ンリッチメントの利用は次第に減少し、その効果は長続きしないことがわかっている^{5,6,7)}。

これについてドイツ、ケルン動物園で行われた飼育下マレーグマの採食エンリッチメントに関する先行研究は、餌資源が予測できる環境、つまり飼育下の変化しない環境では、長時間の探索は期待できず、予測不能な環境が採食行動に大きな影響をもたらす、と仮定した⁷⁾。同研究では、640m²の広さの放飼場に、匂いをつけた水を線状に撒くことで道（トレイル）を複数作り、その先に毎日変化するランダムな場所にエサを設置する「セントトレイル」という採食・嗅覚エンリッチメントを用いることで、効果を持続させることに成功している。しかし、このエンリッチメントでは1日に6回程度の給餌を行っていた。また、トレイルを複数作るために十分な広さを必要とする。多くの動物園では放飼場のスペースが限られており、業務内容も逼迫しているのが現状であり、この採食エンリッチメントの再現は困難である。そこで本研究は、飼育下マレーグマにおいて限られた空間で継続的な効果を望める採食エンリッチメントを考案することを目的とした。

材料・方法

(1) 調査地と観察方法

調査は山梨県甲府市、甲府市遊亀公園附属動物園（以下：甲府）と愛知県豊橋市、豊橋総合動植物公園（以下：豊橋）で行われた。甲府ではメス（21歳）とオス（20歳）、2頭のマレーグマが飼育されている。放飼場は広さ約11m²であり、中には鉄製のプラットフォームと水場がある。甲府で飼育されている2頭は昼間同じ放飼場に展示されており、各個体にクマ用ペレット（KS、オリエンタル酵母工業、東京）300g、リンゴ、バナナ、白菜、キャベツ等の果実と野菜1600gを、9:00と16:30の2回給餌している。フィーダーは使用せず、餌は全て撒いている。豊橋はメス（15歳）1頭を飼育している。放飼場は約89m²で、木製プラットフォーム、水場がある。また、草木が生えており、木にはポリタンクに直径約4cmの穴が空いたフィーダーが設置されている。9:00にクマ用ペレット（Mazuri® Wild Carnivore™ Bear-Maintenance Diet, Land O'Lakes, Minnesota）500gのみを、16:30にペレット500g、リンゴ、オレンジ、人参、キャベツ等の果実と野菜1500gを給餌している。朝の給餌時は放飼場に設置されているフィーダーにペレットを約300g入れ、残りは放飼場に撒いている。

各園で飼育されている全てのマレーグマ、計3頭を対象に9:00から16:00（放飼時間から収容時間）までの7時間、目視による直接観察を行った。観察方法は3分ごとにその瞬間の行動を記録する、3分毎瞬間サンプリング法を用いた。エンリッチメント実施前に、通常業務の状態（コントロール）で3日間観察を行った。

(2) エンリッチメント

a) 実験1 採食エンリッチメントの効果検証

マレーグマの生態を活かせる採食エンリッチメントを2

種類考案した。1つ目は漁業用ブイを利用したエンリッチメントである（以下：ブイ）。直径18cmのブイに、クマ用ペレットの大きさに合わせ、直径約2cmの丸い穴を開け、登山用ロープで高さ約1mの位置に吊るすようにして放飼場に設置した（写真1a）。甲府では2つ、豊橋では1つブイを設置し、展示前、各ブイにペレットを約300g入れた。残りの餌は通常業務通り撒いた。マレーグマは、野生下では木に登って蜂の巣を食べたり、長い舌を利用しシロアリなどの昆虫を食べたりする。また、後肢で立つことも知られている⁷⁾。ブイの中にエサを入れることで、マレーグマは前肢を使いブイをもったり、舌を穴に入れてエサを食べたり、ブイを利用するために後肢で立ったりなどし、野生下に類似した行動が発現することが期待される。

2つ目は丸太を利用したエンリッチメントである（以下：丸太）。丸太は動物園内で出た廃材を利用した。直径約30cm、長さ50cmの丸太に、直径2cm、深さ15cm程度の穴をドリルで2つ開け、中にハチミツを流し込んだ（写真1b）。ブイ同様、甲府では2つ、豊橋では1つ設置し、展示前、各丸太にハチミツを約100g入れた。この丸太を利用し長い舌でハチミツを舐めたり、爪で樹皮を剥いだり掘ったりなど、野生下に類似した行動が発現することが期待される。ブイ、丸太は昼間の放飼場にのみ設置した。採食エンリッチメント実施前後では、ハチミツ以外、与えるエサの量、種類、回数は同じである。ハチミツは通常は給餌されていない。ブイ、丸太ともにエサの補充は毎朝行われ、丸太は実験中一度新しいものに交換した。実験は

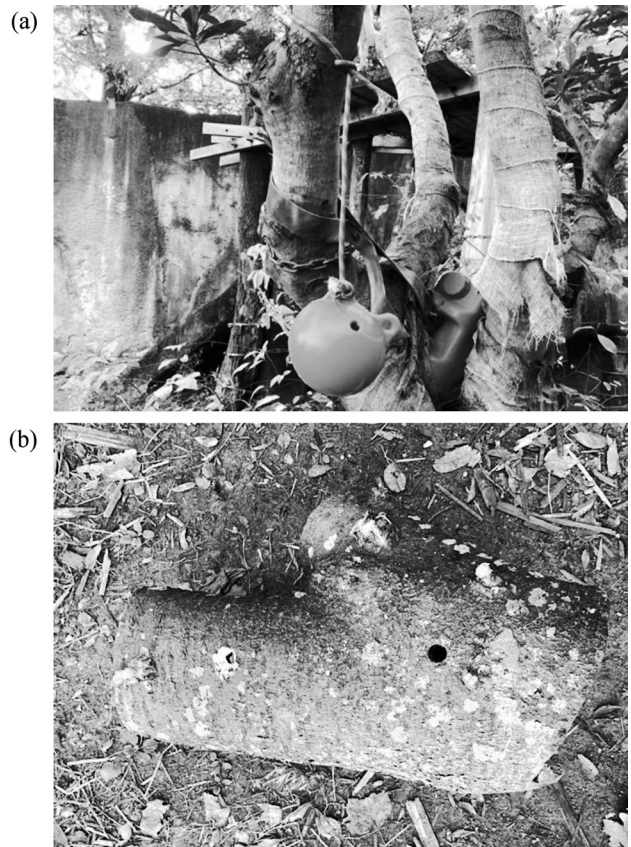


写真1 実験1で使用したエンリッチメント、ブイ (a) と丸太 (b)

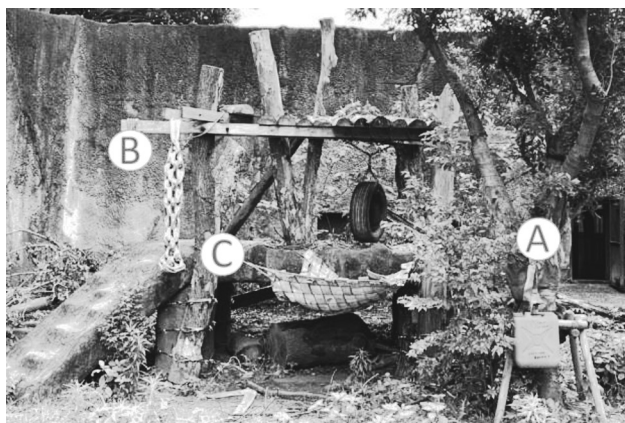


写真2 実験2におけるブイの設置箇所

2020年10月から11月にかけて、各動物園で5日間行われた。

b) 実験2 採食エンリッチメント効果の持続性の検証

Schneiderらは予測不能な環境が採食行動に大きな影響をもたらす、としている⁷⁾。よって、本研究でもエンリッチメントの効果を持続させるために、新しい刺激を与える必要があると考えられる。そこで、エンリッチメントアイテムの設置場所を移動することによる効果の持続性を検証した。

実験2は豊橋総合動植物園で行った。採食エンリッチメントとして取り外しが容易であり、ロープを用いて吊るすことで立体的な空間利用ができることから、実験1のブイを用いた。放飼場に設置場所をA, B, Cの3箇所設け、登山用ロープを用い、いずれか一箇所約1~1.3mの高さに吊るすようにブイを設置した（写真2）。実験2は2021年5月から10月にかけて実施した。1回の調査は3日間、計5期間行った。調査①~③では調査期間ごとA, B, Cの順に、調査④, ⑤では1日ごとA, B, C間でランダムにブイを移動させた。調査日程の詳細は以下の通りであった。

- ①5月7日~9日 ②6月28日~30日
③7月26日~7月28日 ④10月13日~10月15日
⑤10月27日~10月29日

(3) 行動分類

マレーグマの行動は10項目に分類された（表1）。飼育下のクマ類によく見られる、体を大きく左右に振る常同行動は観察対象のマレーグマにおいて確認されず、反復の往復行動のみが観察された。したがって、本研究では同じルートで1往復以上した場合を「常同行動」と定義した。「採食」は実際に食べている時間だけではなく、エサを探す行動、エサを獲得するためにブイ・丸太を利用する行動など、エサを食べるために行う行動全てとした。「その他」は頻度が少なく他の行動に分類されなかった行動で、排便、飲水、入水、遊びなどが含まれる。

(4) データ分析

観察時間9:00から16:00の行動を100%として、観察時間内の各行動の割合を算出した。ウィルコクソンの符号

表1 行動分類

観察項目	定義・状態
常同行動	同じルートで一往復以上歩く行為
採食	エサを食べる、または食べるために行う行為
歩行	移動、またはパターンなく歩く行為
静止	立ち止まっている状態
座る	上半身を起こして座っている状態
立つ	後肢で立つ状態
休息	目を開けて、伏臥位で静止している状態
睡眠	目を閉じて、伏臥位で静止している状態
グルーミング	体や手足を舐める行為
その他	上記には分類されない低頻度の行動 (排泄、飲水、遊び等)

順位和検定（ W ）を用い、実験1におけるコントロールとエンリッチメント実施後の採食行動及び常同行動の割合の差を検証した。

$$W = \sum_{i=1}^{N_r} [\text{sgn}(x_{2,i} - x_{1,i}) \cdot R_i]$$

実験2ではコントロールと調査①~⑤それぞれの採食行動及び常同行動に関し、フリードマン検定（ X_0^2 ）を行った。統計解析にはR Ver 3.6.2を使用した。

$$X_0^2 = \frac{12}{nk(k+1)} \sum_{i=1}^k R_i^2 - 3n(k+1)$$

結 果

(1) 実験1 採食エンリッチメントの効果検証

甲府のコントロールでは2個体とも一日の大半を常同行動が占めていることがわかった。3日間のうち、2日間（10月8日、10月9日）は全観察時間において降雨が確認された。雨天日は常同行動が極端に増加し、最大で一日の84.3%を常同行動が占め、採食時間は5%以下であった（図1）。採食エンリッチメント実施後には平均17.8%（最大27.1%）の採食行動の増加と、平均42.0%（最大72.9%）の常同行動の減少が確認できた。しかし、10月17日は全観察時間において、10月19日は11時から降雨が確認され、晴れの調査日と比べ常同行動が増加した。ウィルコクソンの符号順位和検定を用いた結果、エンリッチメント実施前後の採食行動の割合には雌雄ともに有意差が認められた（ $p < 0.05$ ）。常同行動に関してはエンリッチメント実施前後で有意差は認められなかった。

豊橋のコントロールでは、1日の約4割を常同行動が占め、残りは睡眠やグルーミングに当てられることがわかった。甲府同様、採食時間は3日間とも5%以下であった（図2）。採食エンリッチメント実施後には平均24.3%（最大32.8%）の採食行動の増加と、平均18.2%（最大25.7%）の常同行動の減少が確認できた。ウィルコクソンの符号順位和検定を用いた結果、エンリッチメント実施前後の採食行

動および常同行動の頻度に有意差が認められた ($p<0.05$)。採食時間は最大 35.7% となり、エンリッチメント実施前と比較して大きく増加し、常同行動も約 2 割まで減少した (図 2)。

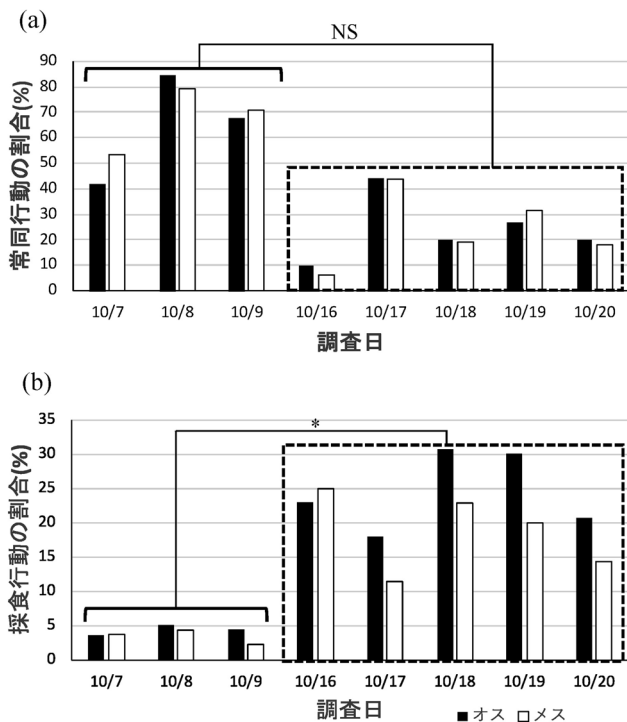


図 1 甲府における常同行動 (a) と採食行動 (b) の割合
枠内はエンリッチメント実施後を示す。
* $p<0.05$, NS: non-significant

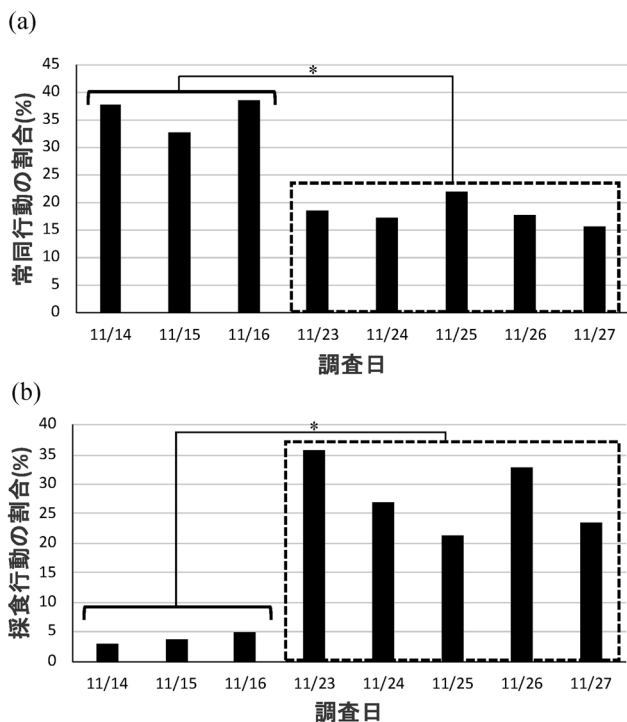


図 2 豊橋における常同行動 (a) と採食行動 (b) の割合
枠内はエンリッチメント実施後を示す。* $p<0.05$

しかし、両園でブイ、丸太共に、日数が経過するにつれ利用時間が減少し、それに伴い採食時間も減少した。マレーグマがブイからエサを全て取り出すのが次第に早くなり、丸太は設置から 2 日間で樹皮がほぼ剥がされ、利用時間が減少した。甲府では 10 月 18 日、豊橋では 11 月 26 日にそれぞれ新しい丸太を設置したところ、再び採食時間の増加が確認された (図 1b, 2b)。

(2) 実験 2 採食エンリッチメント効果の持続性の検証

①～⑤全ての調査期間において、常同行動は 1 日の 20% 以下 (平均 11.4%), 採食行動は 10% から最大 23.6% (平均 14.9%) という結果が得られ (図 3), 常同行動の大幅な減少と採食行動の増加が確認された。フリーマン検定を行った結果、コントロールとの間に、全ての調査期間において採食行動および常同行動の割合に有意差が認められた ($p<0.05$)。さらに、コントロールと比較すると、調査①～⑤全てにおいて座る、休息、睡眠の休息的な行動の増加が確認された。また、歩行、常同行動、採食、など動きのある時間を活動時間とすると、エンリッチメント実施後の活動時間は減少した ($p<0.05$, 表 2)。調査② 6 月 28 日 (ブイ設置箇所: B) では 1 日の常同行動が 0% となった。実験 2 における採食行動、また睡眠の最大割合も同日で記録されている (採食 23.6%, 睡眠 42.9%)。

また実験 1 ではブイと丸太、2 種類の採食エンリッチメントを行い、観察時間中の採食行動の平均は 28.1% であった。ブイのみを提示した実験 2 の採食行動の平均は 11.4% と、実験 1 より採食行動の割合が少ない ($p<0.05$)。しかし、実験 1 と実験 2 の常同行動の割合に有意差は認められなかった (図 3)。エンリッチメント実施前後の採食行動と常同行動の間の相関関係を算出したところ、負の相関が確認された ($r = -0.6$, $p<0.05$)。

1 時間毎の採食時間に着目すると、コントロールでは給餌直後の 9:00～10:00 の 1 時間にもみ採食行動があるのに対し、エンリッチメント設置後は 1 日を通して採食行動を確認することができた。調査④、⑤では調査①～③と比較し、9:00～10:00 で採食行動が多く、1 時間のうち 85% を採食に費やした (図 4)。温湿度、天候と各行動の割合

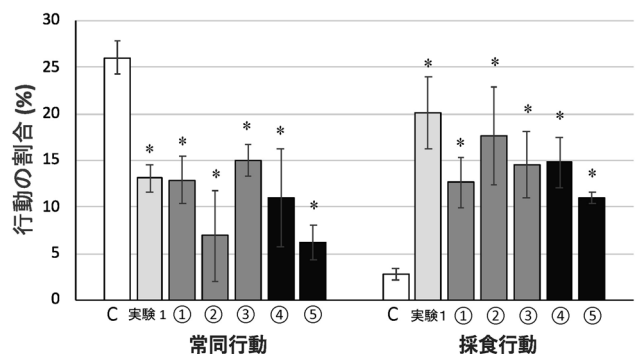


図 3 各調査期間における常同行動と採食行動の平均割合
コントロール (C) と比較し、全ての調査期間において継続的な常同行動の減少と採食行動の増加が確認された。
グラフは平均値 ± 標準偏差で示す。* $p<0.05$

表 2 実験2における各行動の割合 (%)

	コントロール				調査①		調査②		調査③				調査④			調査⑤		
	11月14日	11月15日	11月16日	5月7日	5月8日	5月9日	6月28日	6月29日	6月30日	7月26日	7月27日	7月28日	10月13日	10月14日	10月15日	10月27日	10月28日	10月29日
常同行動	37.9	32.9	38.6	10.7	11.4	16.4	0.0	10.7	10.0	15.0	12.9	17.1	3.6	15.0	14.3	7.1	7.9	3.6
採食	2.9	3.6	5.0	16.4	10.7	10.7	23.6	18.6	10.7	19.3	10.7	13.6	12.1	13.6	18.6	11.4	10.0	11.4
歩行	4.3	1.4	1.4	15.0	4.3	9.3	7.9	7.1	4.3	7.9	12.1	14.3	9.3	8.6	7.9	4.3	4.3	7.1
静止	0.0	0.7	0.7	0.7	2.9	4.3	0.7	1.4	7.9	5.0	4.3	7.1	1.4	3.6	2.1	0.7	3.6	2.1
座る	1.4	2.1	2.1	15.0	16.4	15.7	7.1	10.0	9.3	5.7	9.3	10.7	17.9	7.9	7.9	6.4	12.9	11.4
立つ	0.7	0.0	0.0	0.7	9.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
休息	5.7	2.9	2.1	6.4	0.7	12.9	14.3	10.7	12.1	22.1	7.9	7.9	11.4	5.7	8.6	0.0	5.0	5.0
睡眠	30.7	38.6	32.9	13.6	35.7	30.7	42.9	35.0	35.0	17.9	40.7	28.6	37.1	41.4	37.9	60.0	50.7	50.0
グルーミング	12.9	12.9	11.4	4.3	6.4	0.7	2.9	4.3	8.6	2.1	0.7	0.7	5.0	1.4	1.4	10.0	6.4	10.0
その他	4.3	5.7	6.4	17.9	2.9	0.0	1.4	2.9	2.1	5.7	1.4	0.7	2.9	2.1	2.1	0.7	0.0	0.0

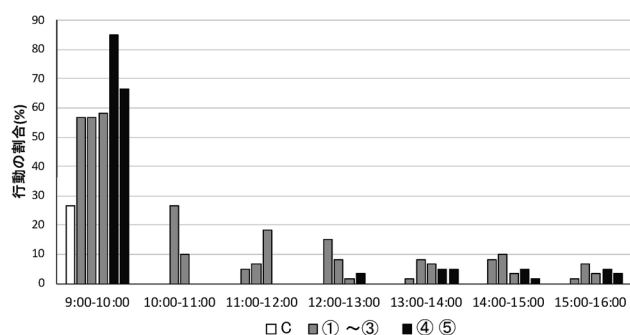


図 4 1 時間毎の採食行動の割合 (%)

観察時間 9:00～16:00 の間、1 時間のうち何%を採食行動に費やしているかを示す。

との関係性は見られなかった。

考 察

実験1の結果より、本研究で用いた採食エンリッチメントがマレーグマの採食行動の増加と常同行動の減少に効果的であるとわかった(図1, 2)。しかし、甲府においてはエンリッチメント実施前後で常同行動の割合に有意差が認められなかった。甲府では調査日に雨天が多く、エンリッチメント実施後も、雨天の場合は常同行動が増加した。このような天候によるデータのばらつきが大きく、有意差が認められなかったものと考えられる。

ブイを利用する際、マレーグマが後肢で直立する姿勢が確認できた。このような姿勢は、飼育下では不足しがちな運動量の増加に繋がると考えられる。また、野生下のマレーグマも同様に後肢で直立し、前肢を使い昆虫や果実を採食する⁹⁾。丸太を設置した際には、樹皮を歯や爪で剥いたり掘ったりする行動が観察できた。野生下のマレーグマでも、木の中のシロアリなどの昆虫を食べようとする際に同様の行動がみられる⁹⁾。したがって、本研究で実施した採食エンリッチメントは野生本来の行動の出現を促すことに繋がり、優れたエンリッチメントであるといえる。

しかし、実験1において、ブイと丸太の利用時間は日数が経過するにつれ減少し、採食時間も減少した(図1b, 2b)。ブイに関して、設置1日目はブイからエサを全て取り出すのに時間を要していたものの、設置5日目にはマレーグマは壁で揺れるブイを支えるなどし、利用方法の学習が観察された。これについて、先行研究で述べていた、エンリッチメントに対する慣れが本研究でも生じているのだと考え

る^{5,6,7)}。よって、固定されたブイの効果は薄れていくと考えられる。丸太は設置直後には大きな反応を示したが、2日間で樹皮がほぼ剥がされた。3日目にはハチミツは舐めるものの、掘ったり噛んだりする行動はほとんど観察されず、その結果、利用時間も減少した。甲府では10月18日、豊橋では11月26日に新しい丸太を設置したところ、再び爪で丸太を掘る等の行動がみられ、反応は上がった(図1b, 2b)。したがって、丸太は設置直後には効果が得られるものの、破壊されやすく、効果は2日程度に留まるエンリッチメントであることがわかった。さらに、丸太は園内から廃材を探さなければいけないこと、ドリルで穴を開けなければいけないこと等の理由から、準備や設置に労力を要する。しかし、野生下のマレーグマに類似する樹皮を歯や爪で剥いたり掘ったりする行動の発現が丸太により促されるため、丸太は集中的に異なる刺激を与えることのできるエンリッチメントとして価値が高いと考えられる。

実験2の結果より、ブイを定期的に移動することで採食行動の増加と常同行動の減少が継続的にみられ、採食エンリッチメントの効果を持続させることができた(図3)。さらに、ブイは設置が容易であることに加え、広いスペースを必要としない。したがって、本研究により、ブイは限られた空間で長期間にわたり効果的なエンリッチメントであることが示唆された。設置箇所Bは斜面にあるためマレーグマは不安定な姿勢でブイを利用し、ブイの中のエサを食べるのに最も時間を要していた。このように、設置箇所(A, B, C)のブイの利用のしやすさの違いが、調査期間により採食行動の割合にばらつきがある原因だと考えられる。

ブイのみを提示した実験2の採食行動(平均11.4%)は、2種類の採食エンリッチメントを実施した実験1の採食行動(平均28.1%)より少ない($p < 0.05$)。しかし、実験1と実験2の常同行動の割合に有意差は認められなかった(図3)。さらには、6月28日(実験2)に常同行動が0%となったが、同日の採食行動は23.6%であり、本研究における最大の採食行動は11月23日(実験1)に記録された35.7%である(表2, 図2b)。これより、採食行動が増加することにより常同行動が減少するとは限らない、ということが示唆される。そこで、エンリッチメント実施前後での採食行動と常同行動の間に相関関係があるか算出したところ、負の相関が確認された($r = -0.6$, $p < 0.05$)。しかし、強い相関関係は認められなかったため、常同行動の増減の原因が採食行動以外にもあることが示唆された。したがって、常同行動をより減少させるには、採食エンリッチメン

ト以外のアプローチも必要である。

歩行、常同行動、採食など動きのある時間を活動時間とすると、コントロールと比べエンリッチメント実施後の活動時間は減少した ($p < 0.05$, 表 2)。これは、ブイの利用により運動量が増加した一方、エネルギー消費量を抑えるために休息や睡眠時間が長くなり、活動時間が減少したと考えることができる。さらに、動物は餌資源を探す際、探索に消費するエネルギーと餌から得られるエネルギーを考慮し獲得エネルギーを最大化させる、「最適採餌理論」という考え方がある。この理論は至ってシンプルであるが、多くの事例に基づいており、動物の様々な行動を説明できると考えられている¹⁰⁾。「餌資源が予測できる環境では長時間の探索は期待できない」という Schneider らの仮説もこの理論に基づくものである⁷⁾。本結果にも「最適採餌理論」を適用すると、ブイの移動により採食時間の増加は継続的に見られたが、獲得エネルギーを最大化させるためにマレーグマはブイを必要以上に利用せず、ブイの利用時間がさらに増加することはないと考えられる。そのため、今後採食時間や活動時間を増やすには、複数のエンリッチメントを同時に提示するなど、さらなる工夫が必要であると考える。

1 時間毎の採食行動の割合に着目すると、コントロールでは採食行動は給餌直後（開園直後）に限られたが、エンリッチメント実施後には採食行動は朝のみならず、給餌から最大 7 時間後にも確認することができた（図 4）。よって本研究のブイは、給餌直後に限らず、1 日を通した効果を期待できる採食エンリッチメントであることが考えられる。さらに、野生下のマレーグマは 1 日を通して採食を行うため²⁾、エンリッチメントを実施することにより、飼育下マレーグマの活動パターンをより野生個体に近づけることができるといえる。また、エンリッチメントの実施により採食行動をより多くの来園者に見てもらうことができ、マレーグマがどのようにして食べるのか等の行動や生態に関する知識の普及に加え、集客の効果も期待できる。

しかし、1 日毎にブイの設置箇所を変更した調査④、⑤では 9:00~10:00 の 1 時間のうち 85% を採食に費やし、その他の時間における採食行動は少なかった（図 4）。調査①~③では、1 日目は 9:00~10:00 の 1 時間で多く採食したが、2、3 日目はブイの中身が多く残っている状態で休息・睡眠に入り、起床してから再びブイの利用がみられた。これより、ブイの設置箇所を変えた直後（新たな設置箇所 1 日目）は給餌直後の利用が多い傾向がみえる。したがって、1 日中エンリッチメントの効果を持続させるには、毎日ブイを移動するのではなく、数日に一度の移動の方が効果的な可能性がある。

本研究で用いたブイは、穴の大きさを給餌したクマ用ベレットのサイズに合わせたため、ベレットは一度に 1、2 粒しか出ない仕組みとなっている。この構造も採食時間の継続的な増加に大きく関与したと考える。しかし、ベレットが出にくいと同時に、中に入れることも時間を要する。マレーグマが利用するベレットの出る穴とは別に、餌を入れるためのキャップなどで開閉できる大きい口を設置するな

どの工夫によって、より設置を効率化できる。また、24 時間の行動量を正確に計測し、常同行動との関連性を見出すために、今後は加速度計等を併用することが必要である。

結 論

本研究により、ブイの中に餌を入れロープで吊るした採食エンリッチメントが、飼育下マレーグマにおける常同行動の減少と採食行動の増加に効果的であることがわかった。また、ブイの設置箇所を定期的に移動させることにより、採食エンリッチメントの効果が持続することがわかった。これより飼育下の環境で新しい刺激を与え続けることの重要性が伺える。さらに、本研究で用いたブイは放飼場の広さを問わない上、作成、設置ともに容易であり、業務内容の大きな負担にはならない。したがって、多くの動物園で再現可能なエンリッチメントである。しかし、本研究は対象個体が非常に少ないことから汎用性を高めるにはさらなる研究が必要である。

謝辞：本研究を行うにあたり、研究依頼を受け入れてくださり、たくさんのご協力とアドバイスをいただいた甲府市遊亀公園附属動物園の平賀利和氏、根津彰氏、小松久氏、藤波浩司氏、長田耕一氏、そして豊橋総合動植物公園の瀧川直史氏、須川敏行氏、丸山さとみ氏、瀧本嵐丸氏、伴和幸氏、丸山俊樹氏に深く感謝し、厚く御礼申し上げます。

また、観察の補助をしていただいた野生動物学研究室の武田菜由子氏、西沙羅氏、野田柊馬氏、エンリッチメント作成の補助をしていただいた野生動物学研究室の国分宏樹氏、照沼あゆみ氏、西川凌平氏、丸山雄太郎氏をはじめとする学生の皆様に深く感謝し、厚く御礼申し上げます。

参考文献

- 1) SERVHEEN C (1999) "Sun bear conservation action plan" Bear : status survey and conservation action plan. IUCN, Gland, Switzerland, pp.219-222
- 2) WONG ST, SERVHEEN C, AMBU L (2004) Home range, movement and activity patterns, bedding sites of Malayan sun bears *Helactros malayanus* in the Rainforest of Borneo. *Biological Conservation* 119 : 169-181
- 3) SAWISGOOD R, SHEPHERDSON DJ (2006) "Environmental enrichment as a strategy for mitigating stereotypes in zoo animals : a literature review and meta-analysis" Stereotypic animal behaviour : fundamentals and application to welfare. CABI Publishing, Oxfordshire England, pp.256-285
- 4) MAPLE T, PERDUE BM (2013) "Environmental enrichment" Zoo animal welfare. Springer, Berlin, pp.95-117
- 5) SWAISGOOD R, WHITE A M, ZHOU X, ZHANG h, ZHANG G, WEI R, HARE V J, TEPPER EM, LINDBURG DG (2001) A quantitative assessment of the efficacy of an environmental enrichment programme for giant pandas. *Animal Behaviour* 61 : 447-457
- 6) MURPHY E, MCSWEENEY F, SMITH R, MCCOMES J (2003) Dynamic changes in reinforcer effectiveness : theoretical, methodological, and practical implications for applied research. *Journal of Applied Behavior Analysis* 36 : 421-438
- 7) SCHNEIDER M, NOGGE G, KOLTER L (2014) Implementing

- unpredictability in feeding enrichment for Malayan sun bears (*Helarctos malaynus*). *Zoo Biology* **33** : 54-62
- 8) PHILLIPPS Q, PHILLIPPS K (2018) Phillipps' field guide to the mammals of Borneo and their ecology ; second edition. John Beaufoy Publishing, Oxford.
- 9) WONG S T, SERVHEEN C, AMBU L (2002) Food habits of Malayan sun bears in lowland tropical forests of Borneo. *Ursus* **13** : 127-136
- 10) PYKE GH, PULLIAM HR, CHARNOV EL (1977) Optimal foraging : a selective review of theory and tests. *Quarterly Review of Biology* **52** : 137-154

Effective Feeding Enrichment for Captive Sun Bears

By

Nao SUZAKI^{*†}, Kazutoshi TAKAMI^{**}, Yasuko INOUE^{**}, Momoka UKISE^{**},
Tae AKIYAMA^{***} and Hisashi MATSUBAYASHI^{*}

(Received November 17, 2021/Accepted April 15, 2022)

Summary : Sun bears (*Helarctos malayanus*), the world's smallest bear, have been listed as vulnerable on the IUCN red list since 2017. For such endangered species, ex-situ conservation plays a vital role, and introducing enrichment in captive environment is important in prompting natural behaviors. However, only a few enrichment studies have been done on this species, and none in Japan. An enrichment proven to be effective for sun bears in a study done in Germany requires big outdoor enclosures that is difficult to recreate in most zoos. This study devises a new feeding enrichment for sun bears, with minimal space and long-lasting effects. Two experiments were done. In experiment 1, a log filled with honey and a buoy with a small hole were placed as a feeding enrichment, and the effects were measured. In experiment 2, to avoid habituation and to achieve prolonged effect, the buoy was moved after each 3-day observation period. The experiment was done in Yuki Park Zoo (Kofu), and Toyohashi Zoo and Botanical Park (Toyohashi). In experiment 1, foraging increased by an average of 17.8% in Kofu, and 24.3% in Toyohashi. Pacing declined by an average of 42.0% in Kofu, and 18.2% in Toyohashi. Both log and buoy were proven to be effective in increasing foraging activity and decreasing pacing. Moreover, in using the enrichment, behaviors such as digging and standing up using both hands to forage was seen, which resembles those seen in wild sun bears. However, the log's effect was temporary. In experiment 2, by moving the buoy, decline of pacing and increase in foraging was seen over time, therefore, achieving prolonged effect. Foraging activity was also seen 7 hours after the enrichment was placed, indicating that this feeding enrichment's effect lasts throughout the day. In conclusion, by moving the buoy regularly, this study developed an effective long-term feeding enrichment within the minimal space.

Key words : Sun bear, endangered species, ex-situ conservation, enrichment

^{*} Department of Agriculture, Faculty of Human and Animal-Plant Relations, Tokyo University of Agriculture

^{**} Toyohashi Zoo and Botanical Park

^{***} Yuki Park Zoo

[†] Corresponding author (E-mail : suzakinao@gmail.com)