

## 動物園における役割の推移を3つの視点でみる

伊藤政顕\*・中里竜二\*\*・川口幸男\*\*

### 動物園の歴史

世界最古の動物園は、1752年に開園したオーストリアのシェーンブルン動物園であり、日本では上野動物園が1882年(明治15年)に開園した。当時はいずれも収集した動物たちを一般に公開した程度で、キリンやゾウとはどんな動物かを見せる、見世物程度であった。現在のように教育施設としての役割を担うようになったのは、博物館法(1951)が制定されてからで、動物園は博物館相当施設として、1レクリエーション、2教育、3動物学の調査研究、4自然保護の4つの目的を掲げた。

前回、これらの目的を成就するために国内の動物園で活躍した3人の著名な園長、古賀忠道、林壽郎、中川志郎の各氏についてその業績の一端を紹介した。

今回は、世界の動物園に大きな影響を及ぼした以下の3点を紹介する。

- I コンラート・ローレンツ、ニコ・ティンバーゲン、カール・フォン・フリッシュの3人が、1973年、ノーベル医学生理学賞を受賞(伊藤政顕)。
- II ジャイアントパンダを中心にみた希少動物の人工授精(中里竜二)。
- III 動物園エンリッチメントとゾウ飼育方法の推移(川口幸男)。

### I コンラート・ローレンツ、ニコ・ティンバーゲン、カール・フォン・フリッシュの3人が、1973年、ノーベル医学生理学賞を受賞

#### 1. はじめに

毎年秋になると、その年のノーベル賞の受賞者がスウェーデン王立アカデミーから発表され世界的に大きな話題になる。ノーベル賞は物理学、化学、医学生理学、文学、平和の5部門にわかれているが、1969年から経済賞が新設された。

ノーベル賞の創設者アルフレッド・ノーベルがダイナマイトの発明者ということもあってか、物理学賞、化学賞が特に注目されるようだが、1973年、コンラート・ローレンツ(オーストリア)、ニコ・ティンバーゲン(オランダ)、カール・フォン・フリッシュ(オーストリア)の3人の研究者が、医学生理学賞を受賞したことは世界中の人々の注目するところとなった。受賞の理由は「動物の個体的・社会的行動の研究」という、実際に生きて活動している哺乳類、鳥類、魚類、昆虫類などが研究対象であり、これまで受賞した多くの研究が、細胞レベルの研究であったり、染色体の研究であったりしたことと大きく異なっていたからだ。この3人の研究者の医学生理学賞の受賞は、動物の研究者はもちろん、動物園人、動物文学者、動物愛好家たちにとって大きなニュースであり、動物学の歴史の中でも記念すべき出来事であった。

#### 3人の経歴と研究はつぎのとおり

##### ニコ・ティンバーゲン

オランダのハーグで生まれ、ライデン大学で生物学を学ぶ。主にカモメ類の行動の調節機構と行動の機能に関する研究。

\* 元(財)東京動物園協会

\*\* 元上野動物園

孵化したばかりのセグロカモメのヒナが、親鳥のくちばしをつつくと、親鳥は餌を吐き出してヒナに与える。親鳥のくちばしの先端には赤い斑点がありこれがヒナを刺激してつかせる行動についてモデルを使って再現した。

カール・フォン・フリッシュ

オーストリアのウィーン生まれ。ウィーン大学で医学を専攻したが途中でドイツのミュンヘン大学に移り、動物学を学ぶ。その後再びウィーン大学に戻り、ウィーン大学卒業。

ミツバチの巣箱内でのコミュニケーションを研究した。働き蜂が餌を見つけると巣に戻り、巣板上で円を描いたり尻を振ったりする。この行動をダンスと呼んだが、まわりにいる他の働き蜂はこの行動から情報を得て、餌をさがしに飛び立って行く。

コンラート・ローレンツ

オーストリア、ウィーン生まれ。ウィーン大学で医学を学んだ後、比較解剖学、心理学、を学ぶ。

ウィーン郊外、ドナウ川近くのアルテンベルクで、コクマルガラス、ハイイロガンなど多くの動物を飼育しながら、比較行動学の研究をおこない、多くの論文を発表する。なかでもハイイロガンのヒナが孵化後まもなく、自分より大きくて動く物を親と見なして追従する行動を「刷り込み」と呼んで特に注目したことは、動物の行動を研究する上で画期的なことで、行動学は大きく発展した。日本でも1982年、日本動物行動学会が創立された。

初代会長 日高敏隆。

## 2. 「刷り込み」とは

ローレンツはハイイロガンのヒナが、孵化直後に自分より大きくて動く物を親と認識する行動を「刷り込み」と呼んだ。この現象は他の鳥類、また哺乳類にも広く見られるが、この現象は孵化直後、あるいは種類によっては2～3日というきわめて短期間のうちにおき、しかも一度親と認識してしまうと修正が効かないこと、またこの認識は一生続くことからふつうの学習とは異なり、脳の中に印刷されてしまうように見えることから、この現象を刷り込みと名づけた。そしてまた、刷り込みは孵化直後に聞い

た音（鳴き声）によっても起きることが知られている。

ウィーン郊外のアルテンベルクでローレンツは、多くのハイイロガンを飼育していたが、人工孵化したヒナを直接育てると、そのヒナたちはローレンツを親と認識してついて歩き、ローレンツが池に入って泳ぐと後に続いて池に入り泳ぎ始めた。このハイイロガンのヒナは、ローレンツを親として刷り込まれたのだ。

ガチョウでも同じような例がある。ガチョウのヒナも親鳥を認識するのは孵化直後のごく限られた時間なので、その時間内にヒナが自分の親ではなく人に出会うと、ヒナは人について歩くようになる。この刷り込みは性的成熟に達しても続き、繁殖期を迎えると他のガチョウではなく人に対して求愛行動をとるようになる。

哺乳類においても同様に、刷り込みが見られる。ヒツジの子が哺乳瓶で育てられると、そのミルクを飲ませた人の後について歩くことは古くから知られている。

このように生まれてすぐに歩ける早成性の種の子は、誕生直後に見た自分より大きくて動く物に対して、ついて歩くようになるので、次のような実験がおこなわれている。

孵卵器によって孵化したマガモのヒナを、マガモの模型といっしょに育てると、この模型について歩くようになるし、ウサギといっしょに育てるとこのウサギについて歩くようになる。また、動物以外の物、ふうせん、ダンボール箱などでも同じような現象が見られる。

## 3. 人工孵化育雛と「刷り込み」

ブンチョウやセキセイインコのヒナを人がさし餌で育てると、人になれていわゆる手乗りになる。このようにペットとして飼育する場合には、可愛い鳥としてもはやされるが、動物園や他の飼育施設で、野生に近い状態で飼育し2代目、3代目と累代飼育して数を増やしたり、また種類によっては野生復帰させることを目的としている場合には大きな問題が起きる。その問題の主な原因は刷り込みだ。そこで動物園や飼育施設では、いくつかの対策を立てている。そのうち主なものはつぎのとおり。

A. 人工孵化育雛をおこなうときにはできるだけ飼育係員が直接かかわることを避ける

- B. 育雛箱に鏡をつけて、自分の姿を映して見せる
- C. 孵卵中の卵やヒナに、親鳥の鳴き声をテープレコーダーで聞かせる

#### (1) 多摩動物公園

1980年の春から夏にかけての繁殖シーズンに、多摩動物公園では、ホオカザリヅル、タンチョウ、マナヅル、ハゴロモヅル、の4種のツルのヒナ合計20羽が孵化した。この中には日本で初めて孵化したホオカザリヅル3羽がいた。また、人工授精で初めて孵化に成功したタンチョウも含まれている。これらのヒナは、すべて採卵し、孵化育雛室で人工孵化、育雛したものだ。このような成果は、ツルや他の鳥類も含め、その人工繁殖の技術が向上した結果と見ることができる。しかし、また新たな問題が起きている。その問題というのは「刷り込み」で育雛の段階で起こってくる。親や同類のヒナたちから隔離されて育てられる結果、大きく育ったツルのヒナたちは、人を親と認識し、他のツルとの同居ができなかったり、性成熟に達しても配偶関係が成立しなかったりする。

多摩動物公園ではツルのヒナを人工育雛する場合、はじめは飼育係員がピンセットで餌をつまんで与えていたが、こうすると飼育係員の手や体がヒナの視野に入ってしまう人がすり込まれてしまうので、現在では次のような方法で餌を与えている。育すう箱の天井から赤鉛筆をひもでつり下げ、その先端が餌鉢すれすれの位置にくるようにしておくと、ヒナはこの鉛筆をつつき、やがてそのすぐ下にある餌をついばむようになる。この給餌を観察した結果、他のものでもぶら下がって動くものなら何にでも興味を示し、つつき行動を誘発させることができることがわかった。

ツルのヒナを1羽だけ育雛箱で育てると、成長してから仲間のヒナと同居できなくなることがある。自然で親に複数のヒナのうちの1羽として育てられるときと違い、自分がツルであることを学習する機会をもつことができないからだ。このような欠陥を避けるには、ヒナをできるだけ早い時期に同種のツルが見える場所に置き、その姿を見せたり、鳴き声を聞かせたりすることが必要とされている。しかし、人工孵化・育雛の場合はこのような条件を満たすことが難しい。そこで多摩動物公園では、育雛箱に鏡を取り付ける方法を考案した。この育雛箱にヒナを

いれると、初めは鏡の中のヒナに対して、くちばしでつつき、翼を広げて威嚇したり、足蹴りをするなど攻撃行動を見せるが、しばらくすると攻撃行動はおさまり、やがて鏡の中のヒナにすりよって休むようになった。このような行動経過から推察すると、ツルのヒナは同腹同士でもかなりの闘争をすることが知られているので、このヒナは鏡の中のヒナを同じ種類のヒナと認識しそのように行動したものと考えられる。

#### (2) 上野動物園

上野動物園では、現在タンチョウ、マナヅル、ホオカザリヅル、オグロヅルの4種のツルを飼育しているが、このなかでも特にオグロヅルの繁殖に力を入れている。オグロヅルは中国の青海省、チベットなどに生息している希少種で、絶滅が心配されている種に指定されている。上野動物園には、2002年8月に北京動物園からオス1羽、メス1羽のペアが来園した。このメスは2004年に2個産卵したが、抱卵中に1個割れてしまったので、残り1個を取り上げ孵卵器に入れて孵化に成功した。このヒナを人工育雛した際にも育雛箱に鏡を置き、親のくちばしに似せて作ったピンセットで餌を与え生育に成功した。その後は、オグロヅルの卵をマナヅルとタンチョウに抱卵させ、仮親に育てさせていたが、2009年の繁殖期には初めてオグロヅル自身による抱卵、育雛に成功した。このようにして、日本国内のオグロヅルは数を増やし2008年12月31日現在、4園館で8羽が飼育されている。

#### (3) サンディエゴ野生動物公園

アメリカのサンディエゴ野生動物公園では、カリフォルニアコンドルの野生復帰を目指して、繁殖をおこなっている。この計画がはじまったのは27年前のことで2009年には、累計150羽目のヒナが孵化している。カリフォルニアコンドルの野生個体は、1980年代には22羽まで減ってしまったので、すべて捕獲し、サンディエゴ野生動物公園をはじめ各地の施設が協力して飼育下繁殖をすすめた。現在総個体数320羽を超え、これまでにその半数以上が、カリフォルニア州、アリゾナ州、及びメキシコ国内に放鳥されている。カリフォルニアコンドルの繁殖は、親鳥が抱卵育雛する場合と人工育雛の両方がおこなわれているが、人工孵化育雛の場合には親鳥をモデ

ルにしたパペットを使用している。

#### 4. 自然界での「刷り込み」

春、日長時間が長くなり、日光が強くなると多くの鳥類は繁殖期を迎える。

ウグイス、シジュウカラなどは樹上で営巣するので、観察するのは容易ではないが、ガン・カモのなかまの多くは、地上で営巣し産卵、抱卵するので注意して見れば、一連の繁殖行動を観察することができる。日本で繁殖するガン・カモで、よく知られているのはカルガモだろう。カルガモは水辺の草の茂みや低木の根元などに、営巣、抱卵するが、ヒナが孵化すると間もなく親鳥はヒナを連れて巣を離れ、水場に移動する。親鳥につれられたヒナたちが一列になって水場に向う様子は、人々の目をたのしませ春の風物詩にもなっている。このような行動は古代から多くの人々の目にふれ、詩に歌われたり、絵に描かれたりしてきたが、「なぜ」孵化したばかりのヒナが親鳥について移動するのは、科学的に説明されなかった。このような行動に注目し科学的に理論付け、刷り込みを明らかにしたのがコンラート・ローレンツの業績であり、この業績によってノーベル賞を受賞したのは、先に述べたとおりだ。ローレンツの業績を最初に日本に紹介した日高敏隆は学生たちに「なぜ」という疑問を持ち続けようと語りかけている。春の雑木林を歩けば、野鳥がさえずり、飛び交い子育てをしている。野鳥たちの行動に注目し、なぜそのように行動するのか観察を続ければ、新たな発見に結びつくに違いない。自然は未だ謎に満ちた世界なのだ。

#### 参考文献

- 1) 黒田長久, 森岡弘之 監修 (1989) : 世界の動物 一分類と飼育, 10. ツル目. 179pp. (財) 東京動物園協会. 東京.
- 2) Lorenz, K. (羽田節子訳, 1984) : ローレンツの世界 ハイイロガンの四季. 日経サイエンス社. 東京.
- 3) Lorenz, K. (日高敏隆訳, 1987) : ソロモンの指輪. 231pp. 早川書房. 東京.
- 4) McFarland, D. (木村武治監訳, 1993) : オックスフォード動物行動学事典. 834pp. どうぶつ社. 東京.
- 5) 永野 知 (2010) : オグロヅルの繁殖作戦. どうぶつと動物園. 62 (1) 28-29.
- 6) 杉田平三, 鈴木新平 (1980) : 鏡とテープとツルのひな. どうぶつと動物園. 32 (8) 262-264.
- 7) Tinbergen, N. (渡辺宗孝, 日高敏隆, 宇野弘之訳, 1955) : 動物のことは. みすず書房. 東京.
- 8) Tinbergen, N. (安部直哉, 齋藤隆史訳, 1975) : セグロカモメの世界. 思索社. 東京.

## II ジャイアントパンダを中心にみた希少動物の人工授精

近年生息地の環境破壊や気候変動、過度の狩猟により、これまでにない速さで野生動物が絶滅したと言われている。最近 400 年間でみると哺乳類は 4.6 年に 1 種、鳥類では 3.8 年に 1 種が絶滅しているのに対し、それ以前では哺乳類は 400 年に 1 種、鳥類で 200 年に 1 種が絶滅したにすぎないと報告されているほどである。

このような情勢の中で、1973 年に調印され、1975 年に発効したワシントン条約（正式名称：絶滅の恐れのある野生動植物の種の国際取引に関する条約）が、わが国でも 1980 年に批准され、これまでのように安易に野生動物を持ち込むことは許されない状況になった。また、社会の趨勢として自然保護運動の高まりもあって、動物園も自然保護の分野での活躍をより一層期待されるようになった。

動物園は飼育・展示する動物をこれまでのように野生に依存するのではなく、永年培ってきた飼育技術を野生動物、特に絶滅の恐れのある希少動物の繁殖に活用し、自然保護に積極的に協力する時代になったといえる。

動物の繁殖を考える場合、繁殖技術の向上、繁殖可能な環境の形成、繁殖可能な個体の移動といった問題点があげられるが、ここでは動物園関係者にとって特に関心が深い繁殖技術、とりわけ最も普遍的な人工授精について、上野動物園で成功したジャイアントパンダ（以下パンダと略す）の例を紹介する。

### 1. 人工授精の歴史

人工授精とは、人工的にオスから採取した精液を、器具を用いてメスの生殖器官内に注入して妊娠させる技術のことで、その起源は 1780 年にイタリ

アのスパンツァンニーがイヌによって実験的に成功したことにさかのぼることができる。さらに、1907年にロシアのイワノフがウマの人工授精の実用化技術を確立してから、家畜の改良手段として本格的に使用されるようになった。1952年にはボルジとロウソンにより、ウシ精液の凍結保存技術が確立されてからは歴史的発展をとげるようになった。現在では国により対象動物はウシ、ウマ、ブタ、ヒツジと異なっているが、もっとも普及しているウシを例にあげると、わが国での普及率は乳牛ではほぼ100%、肉牛でも95%に達している。

このように人工授精は畜産の分野で発達してきたが、動物園で希少動物の繁殖に人工授精を応用して初めて成功したのは、1973年のオオカミにおいてであった。また、凍結精液も現在では積極的に利用されている。これまでに人工授精によって繁殖した種としては、哺乳類ではチンパンジー、ゴリラ、パンダ、ヒョウ、ピューマ、ウンピョウ、チーター、クロアシイタチ、アフリカゾウ、アジアゾウ、シロサイ、クロサイ、ビッグホーン、グアナコなど、鳥類ではキジ類、ツル類などがあげられる。

#### (1) 上野動物園におけるパンダの繁殖

上野動物園では1985年6月27日、1986年6月1日、1988年6月23日と3回にわたり、人工授精によりパンダの繁殖に成功した。第1子のチュチュ(初初、オス)は残念ながら生後43時間で死亡したが、第2子のトントン(童童、メス)、第3子のユウユウ(悠悠、オス)は無事に成長した。

上野動物園のパンダの飼育は、日中国交回復を記念して、中国からカンカン(康康、オス、推定2歳)、ランラン(蘭蘭、メス、推定4歳)の2頭のパンダが贈られた1972年10月28日にさかのぼることができる。1979年9月4日にランランが死亡し、死後胎児が確認された。翌1980年6月30日には後を追うようにカンカンが死亡し、繁殖計画は中断せざるを得なくなったが、それ以来パンダの繁殖は上野動物園の悲願といってもよかった。

1980年1月29日にホアンホアン(歡歡、メス、推定7歳)、1982年11月9日にはフェイフェイ(飛飛、オス、推定15歳)が中国から贈られ、再び繁殖に取り組むことになった。

自然交配が望ましいことはもちろんであるが、当時は自然交配が可能なオスが少ないと言われていた

こと、また、オスのフェイフェイは年齢から考えて繁殖に使用できる期間は残り少ないと推測されたので、自然交配ができない場合には、人工授精を選択肢のひとつとして考え、その準備を進めることにした。

動物園で人工授精を考える場合、動物を飼育する飼育スタッフサイドと人工授精を実施する動物病院の獣医スタッフサイドの協力体制が不可欠であるので、それぞれがどのように取り組んだか両サイドから見ることにする。

#### (2) パンダ飼育班のサイド

##### 1) 発情促進のための同居

メスには来園後1981年、1982年と発情がみられたが、1983年、1984年と発情が認められなかった。そこで、刺激を与えて発情を促すために発情前の同居をおこなった。

この同居は1985年の繁殖では10回、1986年では15回、1988年では5回、いずれも繁殖の前年の秋よりおこなった。いずれの場合も正常な発情に結びついたので、この試みは効果があったと思われる。

##### 2) 発情とペアリング

発情したメスのパンダの行動は一変し、それまでとは異なる徴候が見られるようになる。発情徴候としては、①臭いつけ回数の増加②プールに入るとの体冷やし回数の増加③行動量の増加④外部生殖器の紅潮と腫脹⑤食欲の減退⑥独特の鳴き声(恋鳴きと呼んでいた)の発現⑦プレゼンティングの発現、があげられている。

これらの徴候のうち“臭いつけ”と“体冷やし”については、10時から16時までの総回数をチェックした。他の徴候についてもできるだけ細かく観察し、発情のピークが近いことを示す“恋鳴き”が聞かれるころにペアリングをおこなった。ペアリングの方法は、メスのいるところにオスを誘導しておこなった。ピーク時にはメスに激しい“恋鳴き”、“プレゼンティング”が観察されたが、いずれの場合もメスはオスの接近を嫌い威嚇し、1988年には明らかにメスは発情のピークを迎えているのに、あまり関心を示さず、結局自然交配を断念して、人工授精に踏み切らざるを得なかった。

なお、ペアリング時にはオスとメスで闘争にな

りその分離に大変苦勞するというのであったので、電気ショッカー、竹竿、分離用カーテンなどを用意して万全を期したが、数度使用しただけで、大きなトラブルもなく終了することができた。

### 3) 交配適期の判断

パンダの繁殖は非常にむずかしいといわれているが、それは発情が年に1回で発情持続期間は1～3週間であるが、交配適期は発情後期の僅かに1～2日間に限られ、その判断がきわめて困難な点にあると考えられている。

交配適期を的確に判断することは、パンダ飼育班に課せられた最大の責務であったが、3例とも的確に判断し、人工授精から受胎に結びつけることができた。このような的確な判断は、以前飼育していたカンカンとランランの発情・ペアリング時の経験があって初めて可能であり、当時の飼育関係者の技術の高さとその技術の伝承の重要性が改めて認識された。

増加していた“臭いつけ”回数がやや減少したところで見られる、いわゆる“恋鳴き”、それに続く“プレゼンティング”とこれらの行動を細かく観察することにより、交配適期の把握は十分可能と考えられる。特にプレゼンティングの確認は、交配適期の判断をするうえで重要なポイントになるものと思われた。

尿中のエストロゲン、プレグナンジオールの検査も同時におこなっていたが、適期の判断は一刻を争ったので、結果的には肉眼による観察で判断せざるを得なかった。しかし、後日これらのホルモンの検査からも、肉眼による観察が正しかったことが判明した。

## (3) 動物病院スタッフサイド

### 1) 人工授精の準備

自然交配が万が一うまくゆかなかった場合は、人工授精という考えが当初からあったので、動物病院のスタッフもその準備にとりかかった。

なにしろ当時パンダの人工授精は、中国の北京動物園でも1978年に初めて成功しばかりで、中国以外では、スペインのマドリッド動物園だけが成功しているだけであった。

1983年4月6日上野動物園の獣医師2名が人工授精の研修のために北京動物園へ出張し、5日間滞在して、人工授精に必要な器具、器材と実際に

それらを使用しているところを見学して帰国した。

帰国後これらの器具、器材をそろえることになったが、わが国では家畜用の精液注入器以外は市販されていないことがわかり、これらの器具、器材を製作するのに必要な部品の調達、製作する場合の依頼先の調査に急ぎよ取りかかることになった。結果的にはほとんどは動物病院スタッフが飼育課、工事課職員の協力を得ての手作りになったが、手作りできないものは動物病院スタッフが経理課職員とともに業者の所へ赴き、意図を話し、特別に制作してもらった。

このようにして、電気刺激器、電極棒（フローベ・オスの直腸に挿入して精液を採取するために使用する器具）、採精びん（精液を受け取るびん）、保定台（麻酔をかけたパンダを保定し採精、注入しやすいよう特に制作した木製の台）などが用意された。

さらに人工授精は全身麻酔のもとで行うが、麻酔には危険がつきものなので、できるかぎり短時間で行う必要があった。アメリカクロクマ、ツキノワグマを使用してシミュレーションをおこない、細部までチェックして人工授精に備えた。このシミュレーションは動物病院とパンダ担当班だけでは人員が足りないので、飼育課職員の協力をもとにおこなわれた。

### 2) 人工授精の実施

人工授精の方法は、北京動物園で行われている方法を基本とした。オスとメスをパンダ舎から動物病院へ運び、まずオスに麻酔をしてから、直腸へ電極棒を挿入して電気刺激による電気射精法で精液を採取した。採精量は1985年0.75ml、1986年1.0ml、1988年は2.0mlであった。採取した精液は希釈することなく、ただちにすでに麻酔されているメスに注入された。

採精から精液注入までの所要時間は、1985年では44分、1986年で24分、1988年では46分であった。しかし、パンダ舎を出発してからもどるまでの時間は、1985年と1986年で約4時間、1988年では約6時間30分であったが、ペアリング開始から、パンダ舎に戻ってから完全に麻酔から覚め、安全を確認するまでの時間をふくめるとほぼ一日がかりの作業であった。このようにして行われた人工授精は3例とも受胎に結びつくことができ、妊娠期間はそれぞれ、110日、121日、100

日であった。動物病院スタッフの創意工夫と技術の高さが証明された瞬間であった。

このようにみると、動物園で人工授精を行う場合には、飼育担当班と動物病院の密接な協力体制が必要なのはもちろんであるが、それだけでなく他の課を含めた全園的な取り組みが必要不可欠と思われる。

## 参考文献

- 1) 北京動物園 (1974) : 大熊猫的繁殖及幼獣生長発育的観察. 動物学報, 20 (2) : 139-147.
- 2) Dresser, B.L. (1988) : Cryobiology, Embryo Transfer, and Artificial Insemination in Ex Situ Animal Conservation Programs. *In Biodiversity : 296-308*, Wilson, E.O. (ed), National Academy Press, Washington.
- 3) 本間勝男, 佐川義明, 葛西宣宏 (1977) : ジャイアントパンダの結婚に成功. どうぶつと動物園, 29 (9) : 10-11.
- 4) 石田 戡 (2010) : 日本の動物園. 245pp. 東京大学出版会, 東京.
- 5) 入谷 明 (1992) : 繁殖技術最前線—家畜での成果と野生動物への応用の可能性①—. どうぶつと動物園, 44 (3) : 8-12.
- 6) 入谷 明 (1992) : 繁殖技術最前線—家畜での成果と野生動物への応用の可能性②—. どうぶつと動物園, 44 (6) : 12-17.
- 7) 川端裕人 (2006) : 動物園にできること. 301 pp. 文藝春秋, 東京.
- 8) Kleiman, D. G., Karesh, W. B. and Chu, P. R. (1979) : Behavioural changes associated with oestrus in the Giant Panda *Ailuropoda melanoleuca* with comments on female proceptive behaviour. *Int. Zoo Yb*, 19: 217-223.
- 9) Masui, M., Hiramatsu, H., Nose, N., Nakazato, R., Sagawa, Y., Tajima, H. and Saito, K. (1989) : Successful Artificial Insemination in the Giant Panda (*Ailuropoda melanoleuca*) at Ueno Zoo. *Zoo Biology*, 8: 14-27.
- 10) 増井光子 (1995) : 繁殖 (総論) : *In* 新飼育ハンドブック—動物園編①繁殖・飼料・病気 : 1-4, (社)日本動物園水族館協会, 東京.
- 11) 梶田博司 (1996) : 人工授精. *In* 新編 畜産大事典 : 132-135, 田先威和夫監修, 養賢堂, 東京.
- 12) 村田幸雄 (1999) : 動物園と自然保護. *WWF*, 29 (256) : 2-4.
- 13) 中川志郎 (1973) : カンカンとランランの日記—パンダ飼育この1年の記録. 218 pp. 芸術生活社, 東京.
- 14) 中川志郎 (1975) : 動物園学ことはじめ. 243pp. 玉川大学出版部, 東京.
- 15) 中川志郎 (1989) : 動物園 NOW/ 東京都のズーストック計画のあらまし. どうぶつと動物園, 41 (8) : 10-13.
- 16) 中里竜二, 佐川義明, 田島日出男, 山野辺幹夫, 葛西宣宏, 増井光子, 平松 広, 齋藤和夫, 野瀬修央 (1986) : 上野動物園におけるジャイアントパンダの繁. 動水誌, 28 (1) : 7-15.
- 17) 中里竜二 (1995) : [第二期 ホアンホアンとフェイフェイの時代] —繁殖と仔の成長—. *In* ジャイアントパンダの飼育—上野動物園における20年の記録 : 37-106, 東京都恩賜上野動物園編, (財)東京動物園協会, 東京.
- 18) 成島悦雄 (1988) : 動物園 NOW/ 希少動物を増やすには—人工増殖の方法—. どうぶつと動物園, 40 (9) : 8-11.
- 19) 齋藤和夫 (1995) : [第二期 ホアンホアン・フェイフェイの時代] —人工授精—. *In* ジャイアントパンダの飼育—上野動物園における20年の記録 : 107-115, 東京都恩賜上野動物園編, (財)東京動物園協会, 東京.
- 20) 齋藤 勝 (1999) : 動物園・水族館概論. *In* 新飼育ハンドブック—動物園編3 概論, 分類, 生理 : 1-32, (社)日本動物園水族館協会, 東京.
- 21) 佐川義明 (1995) : [第一期 カンカン・ランランの時代] —発情・ペアリング—. *In* ジャイアントパンダの飼育—上野動物園における20年の記録 : 29-36, 東京都恩賜上野動物園編, (財)東京動物園協会, 東京.
- 22) Schaller, G.B., Hu Junchu, Pan Wenshu and Zhu Jing (熊田清子訳, 1989) : 野生のパンダ. 421pp. どうぶつ社, 東京.
- 23) 田邊興記 (1995) : [第一期 カンカン・ランランの時代] —飼育管理—. *In* ジャイアントパンダの飼育—上野動物園における20年の記録 : 3-28, 東京都恩賜上野動物園編, (財)東京動物園協会, 東京.

### Ⅲ 動物園エンリッチメントとゾウの飼育方法の推移

#### 1. 動物園エンリッチメント

野生動物の生活は、生息地の草木、地面、湿地や川、湖水、池などの全てを有効に利用しているが、常に外敵からの脅威に晒され、幼獣や高齢、病気や怪我をした個体の多くは肉食獣の餌となり、最終的には微生物により分解され土となる。

動物園で飼育する動物たちは長年にわたり、飼育場は野生状態と比べ極端に小さく、衛生面を重視するため床面をコンクリートで仕上げてきた。野生の草食獣や雑食獣の多くは100種類以上の餌を採っており、餌の確保に1日の大半を割いている。群れで生活する動物は、子ども時代の遊びの中で将来必要となる交尾などの繁殖行動、攻撃や降伏の仕方、そして多種類の餌を食べる草食獣や雑食獣は有毒な種類の見分け方などを学んでいく。一方、飼育下では、生きるうえで最大の懸案事項である餌を探す心配がない反面、新たな問題に直面している。ひとつは生活空間が狭小になった結果、運動不足で肥満や過剰する蹄や嘴、皮膚の異常などの症状が出ていることだ。餌の種類が少なくなり、栄養バランスを崩し、ストレスや栄養過多による新たな病気の原因の元を作った。さらに、群れで生活していた種類は、単数や少数で飼育されることで、本来群れ生活で学ぶべき行動、なかでも繁殖に支障をきたす症例が現れている。

このような野生と飼育下の大きなギャップを埋めるべく、各国の動物園は次々と新しい試みを継続的に試行錯誤してきた。すでに1920年頃ロバート・ヤーキス (Robert Yerkes) により野生の霊長類の調査の中で、採食や繁殖以外にも余暇を遊びに費やし、豊かな生活をしていることが報告された。野生動物の調査が進むと、1940年代に動物園の使命についてヘディガー博士らが明確な方向(前号で紹介)を示した。これらを契機に、従来のように単なる見世物ではなく、野生生活と同様な状況を作ることが重要であると認識し始めた。

北米の動物園はいち早くさまざまな試みを行ってきた。1976年、シカゴのブルックフィールド動物園は、ピューマが餌を捕る様子を見せるため、作りもののマーモットを車両に乗せて放飼場内を走らせ、捕らえると肉が上から落ちる仕掛けを作った。

給餌時間が覚えられてしまうと、その時間に入り口で待つようになったため、時間を決めずアトランダムに与えた。すると、今度は何時出てくるか緊張して待つ時間が長くなり、過剰なストレスがかかることが判明し、この方法は中止した。しかし、肉食獣の餌の捕り方を再現する試みとして高い評価をえた。

また、野生のサーバルキャットはキジの仲間などを捕食するとき、飛び上がって捕らえるところが観察されている。その状況を再現するため、1976年、高い場所に肉片を吊るして与えたところ、給餌時間には、その光景を見ようと観客が集まった。

国内では、1987年に多摩動物公園で作ったチンパンジー舎に人工のシロアリの巣をつくり、チンパンジーたちにアリ釣りの様子を再現させた。アリを釣るための小枝を横に置き、巣の中にはアリの代わりにジュースや薄めたハチミツ水を入れたところ、見事成功しエンリッチの成功例として、国内外で高い評価を得た。

1990年代になると、各園共にコンピューターを導入し、情報が瞬時に世界に発信された。また、1995年には北米のワシントン DC の国立動物園が、オランウータン舎の室内から約150m離れた放飼場まで、高さ約11mの空中にロープを張り、このロープを伝わってオランウータンが出るスカイウオークという綱渡りパフォーマンスを見せ、世界中の、関係者に感銘を与えた。この方法は好評で、その後日本でも取り入れ、旭川、多摩、ほか多くの動物園でも規模は小さいがスカイウオークの様子が見られる。彼らの生活圏は通常地上15~25mの樹上だが、時には40m以上のジャングルでも見られる。ボルネオで野生のオランウータンを見る機会に恵まれたが、そこではオランウータンは、はるか彼方に見える程度であり、この展示方法は、彼らの野生の一端を再現するものである。これまで動物園の動物は、間近で見るものという固定観念があったが、現在は野生の本来の姿を再現して見せようという試みが始まっている。給餌の種類もイギリスのハウレット動物園では、ゴリラに与える餌の種類数が121種類というから驚く。国内でも上野動物園では30数種類を与えていたが、これは野生のゴリラの餌が100種類以上と報告されたことからなるべく多種類の食べ物を与えたほうが良いと、判断しているからだ。

この頃から、動物園エンリッチメントが世界の注

目を集め、世界各国でその手法が次々と発表され始めた。すでに2003年オーストラリアで開かれたエンリッチメントに関する世界会議にはポスター展示も含めると約300もの活動が展示、報告されている。いまや飼育している動物全てについてエンリッチメントの方法が考案され、日々世界中に配信されている。

## 2. 国内動物園の展示の推移

20世紀に入ると、テーマパーク方式の新しい展示方法が海外の動物園で発展し国内でも独自のカラーを打ち出している。富山ファミリーパーク(1984年開園)は国内産の動物の保護や見せ方に工夫が見られ、園の中に自然観察路をつくり、さらに自然保護活動や大学と提携、富山県の教育普及活動に参画等々、本来動物園が担うとされてきた目的を果たしている。横浜ズーラシア(1999年開園)の展示ゾーンは、世界の気候帯・地域別に分けて展示し、アジアの熱帯林、日本の山里、アマゾンの密林、アフリカの熱帯雨林などをイメージしているが、亜寒帯の森を再現するため、動物舎の背景にある木々を皆伐し、亜寒帯の松や杉の林に変えて生息域を表現し、動物のみならず、生息環境も合わせて見せる工夫をした。

北海道の旭山動物園は1967年に開園したが、1997年よりリスタートの時代として、ペンギンやアザラシ、サル山などで斬新な見せ方で動物の行動展示で動物園ブームを演出した。国内各地の動物園は独自の工夫を凝らせて新しい動物園作りを目指している。

背景には、動物園エンリッチメントを後押ししている、NPO法人市民Zooネットワーク(2004法人格)の存在も大きい。これまで動物園の運営は、動物園関係者のみで行っていたが、市民Zooネットワークの構成員は、市民から学者まで多様であり、動物園のシンクタンクの一翼を担っている。かれらは、各園の取り組みの紹介やアドバイス、さらに最近ではエンリッチメントの評価などで活躍している。

## 3. ゾウの飼育方法の推移

### (1) 初期の飼育目的

タイやミャンマーの博物館における展示のメインテーマは、一様に皇室と白象及びゾウを使った過去の戦争の展示と、使役ゾウの様子を紹介している。

使役ゾウの歴史は古く、約4,000年前(8,000年前との説もある)と推測され、初期の段階では、儀式の行列に立ちお払いをするような役割や戦争が勃発したとき、槍や刀で武装した戦士が背にまたがり、その周りを歩兵が固める戦車部隊のような役割を果たした。やがて材木の需要が増えてジャングルの中から間引きをした材木を引き出す仕事や、荷物の運搬、農耕などの使役ゾウとして働いた。しかし、現在では、材木を森の中から道路や川岸まで引き出す作業はミャンマーで行われているくらいで、その他の国では少なくなった。

タイにおけるゾウの飼育技術は、タイ北部のクワイ族やスリーンの村など特別な地域の部族がその技を長い間伝承してきた。1989年に森林伐採が禁止されたことにより、それまで使役ゾウとして作業していたゾウと象使いは働き場がなくなった。そこで新しい職場として彼らを雇用したのが、ゾウを使ったレジャー施設で、大きな施設では50～60頭のゾウを所有している。この他にもゾウキャンプと称される10頭前後のゾウの飼育場を設け、いずれも観光客相手にショーや観光客をゾウの背に乗せるライドや記念撮影を行うことで糧を得ている。

原産国の象使いがいつも簡単にゾウを扱うため、多くの人々が見落としている点がある。それは、ウマは約5,000年前に家畜化されたと考えられているが、飼育下のゾウの場合、5代目に当たりますが、などという家畜のような個体はいない。原産国のタイやミャンマーなどにおける使役ゾウは、累代を重ねた家畜ではなく、野生個体を捕らえて馴致調教して使ってきた。現在は野生ゾウの捕獲は禁止されているが、かつての記録によれば、捕獲する個体は完全に離乳した5歳から10歳前後のゾウである。ゾウを使役に使うのは成獣になった15歳くらいからで、子ゾウから飼育すると使役に使うまでに10年間世話をしなければならず、いわば無駄飯を食わせることになる。そこで、家畜化よりコストがかからない馴致や調教技術を確立して現在に至っている。

### (2) 動物園のゾウ

さて、動物園におけるゾウの飼育方法はどうかだろう。原産国では、象使いが一人、又は2人で、ゾウが死ぬまで世話をするのに対し、動物園のゾウ担当飼育員は、ゾウが寿命を全うするまでに、5～20人の担当者が次々と変わる。しかも、週休2日

制度や他の動物の担当も合わせて行い、1日に多くとも数時間しかゾウと接する時間がないのが実情である。人々はタイやインドで飼育しているような、象使いに従順で頭の良いイメージがあり、動物園でも同じという先入観がある。実際には、ゾウに攻撃され飼育員が負傷するケースは、国内はもとより世界中の動物園から報告されている。しかし、やさしいゾウのイメージを損なわないように、外部に対しては控えめに発表するか、伏せて発表しない事例もある。国内で戦後だけでも8人の飼育員の殉職者が出て、この他命は取り留めても負傷者は多い。国内に関わらず原産国の象使いや、海外のゾウによる事故もまた多い。北米の事故調査結果によれば、1976年から1994年まで21人が殉職、1993年には1年間に4人が殉職し、ゾウ飼育員の死亡率は警官や消防士の約6倍強と報告された。動物園の管理者はこの事実を重く受け止め、ゾウの飼育管理を、一般の飼育管理と切り離し、馴致調教に長じたサーカスの会社に委託する動物園やゾウの専門コンサルタントを雇う動物園も多くなっていった。

### (3) 事故防止対策

現在、ゾウの取り扱い方法は概説すると、次の3つに大別される。

- ①直接飼育：原産国で古来より踏襲されている方法で、直接ゾウと接し飼育する。
- ②間接方法：ライオンやクマと同様に、柵や堀を隔てて、飼育員と動物が同じケージに入ることなく飼育する。
- ③準間接飼育：直接飼育と間接飼育する方法は明確なので、中間を準間接飼育とし、飼育員がゾウに攻撃されても負傷しない方法で飼育する。

このうち、直接飼育と準間接飼育の事故防止のために、世界各国の動物園協会：SSP（北米動物園水族館協会・種保存委員会）、EEP（欧州動物園協力機構・種保存委員会）、SSPJ（社団法人日本動物園水族館協会・種保存委員会）及び各国の動物園は、それぞれ独自の「ゾウ取り扱い基準」や「ゾウの飼育マニュアル」を策定し、事故防止に努めている。

#### 1) 安全なゾウ飼育方法の模索

長年の原産国やサーカスのやり方を踏襲するゾウの飼育管理から安全な新しい方法に切り替えようと試みたのは、北米のカリフォルニア州

サンディエゴ動物学協会である。北米の象使いの殉死者が毎年のように起きていたことから、1987年ワイルドアニマルパークの著名なゾウトレーナー、アラン・ルークロフト氏がシャチのトレーナーと相談し、安全な飼育管理方法を模索し始めた。そこで考え出された手法がターゲット・トレーニングである。

ターゲット・トレーニングとは、海獣のシャチやイルカを馴致、調教するとき長い棒の先をターゲットにして、そこにタッチしたら褒める、というのが初期の方法であった。この方法は、ゾウが攻撃しかけても飼育員が負傷することがないように、ゾウと飼育員の間に防護柵を設け、外側からターゲットの棒で指示を与える方法で、プロテクテッド・コンタクトとよばれた。これまで直接飼育の重要な役割と考えられてきた、削蹄、採血、体洗いなどの日常ケアがこの手法でも可能であると実証され、世界的に広まりつつある。EMA(注1)は1992～2001年まで年3回の雑誌に、このコラムを設け、その方法や長短所、疑問点などについて紙上で紹介し、議論と改良を重ねてきた。年に3回、10年間議論をしたのは、それほどこの問題が、ゾウ係員にとっては重要な懸案事項といえる。2001年以降、このコラムはターゲット・トレーニングに変わっている。

(注1. EMA (Elephant Managers Association: 全米ゾウ管理者協会)の前身は、1980年 Elephant Management Workshopであったが、1988年 EMA と改名、動物園関係者、ゾウ研究者、サーカスなどゾウに関する多方面からの人々で構成されている。年3回の情報誌 JEMA (Journal of the Managers Association) 及び Gray Matters という短報も出しており、コンピューター情報が流通するまでは貴重な最新の情報源であった。

### 4. ゾウのエンリッチメント

コンピューターの普及により世界の情報が瞬時に世界中を駆け巡る時代が到来し、世界の最先端を行く考え方や映像を手中に収めることが可能となった。現在、動物園エンリッチメントやウエルフェアが議論の中心になり、一様に以下の点について、各国で競うようにアイデアを出し合っている。

### (1) 群れ飼育の実現

野生の群れは年長のメスが家長となり遊動しているが、群れの最小単位は母と子どもの3～4頭、ふつう10～20頭だが、さらにこれらの群れが合流し、数百頭になることもある。

一方、動物園は長い間、繁殖を念頭に入れた群れ飼育をしてこなかった。しかし、繁殖を望むならば、群れで飼育するのが理想であることは、いまや衆人の一致するところである。ところが、ゾウは長生きで寿命は50～60歳まで生きる。昭和30年代(1955年～1965年)に各動物園で1～2頭導入したゾウがまだ健在で残っている園がある。一方で、新たな導入を試みても、原産国の輸出規制が厳しく容易に輸入できないことや、ゾウ自身のコストやゾウ舎の建築費用が高額になり、さらに安全管理の点からゾウ飼育員の増員が必要となり人件費が高くなるなど諸々の事情があり「群れで飼育する」構想の実現は容易ではない。現在、国内で5頭以上のゾウを飼育しているのは、市原ぞうの国と上野動物園の2園のみである。実際、アジアゾウ8頭を飼育している市原ゾウの国は繁殖に成功し、子どもが元気に育成している。さらに同園では経験豊かなタイの象使いを10人近く雇用し、原産国の飼育法を踏襲していることが成功の原因の一つであろう。同園以外では、上野動物園が5頭飼育しており、そのうちメス1頭をブリーディングローンで、市原ゾウの国、横浜ゾウシア、豊橋動物園と3箇所に出して、今回ようやく豊橋で受胎し、今秋に出産予定である。

これらの状況は原産国以外では、世界各国に共通しており、最近の欧米の飼育傾向を見ると、単数や雌雄が飼えない施設では現在飼育中のゾウが死亡した時点で止める、と発表している。ゾウを飼う場合は、多頭飼育を目指しゾウの繁殖に繋げようと試み、事実そのような動物園では繁殖に成功している。また、人工授精も2000年に成功して以来、欧米で次々と成功して、今では30頭以上が出産をしている。国内では岐阜大学や神戸大学でゾウの研究を続けているが、繁殖に向けて一つの方法として期待したい。

### (2) 飼育施設の改善

群れで飼育するには大きな飼育施設が必要となる。ヨーロッパにおける動物園の広さは上野動物園(16ヘクタール)程度のところも多いのだが、園内の新ゾウ舎に占める割合は広く、エンリッチメント

やプロテクテッド・コンタクトの準備に工夫が見られる。1990年に訪れたミャンマーでゾウの材木を引き出す様子を見学したが、急な斜面では膝を地面について登り降りする。泥浴び、水浴び、土浴び、体こすり、木倒しなど日常生活は変幻自在である。この全てを動物舎に反映することは難しいが、これまでのような全面的なコンクリートの動物舎から脱却の時代に来ている。欧米の新ゾウ舎は野生ゾウの生息地を良く観察しており、それらの環境の再現を目指している。1例をあげれば、室内展示施設が一樣にコンクリート又はウッドデッキであったのが、砂場を作るなどの工夫が見られるようになった。

### (3) 餌の与え方

いずれ欧米の動物園における動向がわが国の動物園界にも反映してくるだろうが、現実の問題として、上記の2点は莫大な予算が伴うので容易に実現できないだろう。そこで現状で実効性があり、しかも即効性のあるエンリッチメントの例をいくつか紹介しよう。

その一つが給餌方法で、さまざまな工夫をしている。野生では100種類以上の多くの草や樹皮、根、果樹を探して食べている。動物園では、放飼場の隅々や木の上に餌を隠し、ゾウが鼻で嗅いで探り当てていくところや、丈夫な小箱に干草を入れて置くと、鼻を器用に使い取り出す様子が見られる工夫をしている。主食の草も一度に与えるのではなく、回数を増やして、少しずつ胃に何か入れるようにする。また、床面に置くのではなく、高い場所に網に入れた乾草を食べる様子を見せる手法も行っている。

この他、園内で剪定した樹木で、毒性のない木々は、観客に投げつけて危険でない限り利用すべきである。動物園動物は栄養価の高い餌が多いので、野生のときに比較すると量的には少量で栄養面では足りる。これらの木の枝は餌としてではなく、小枝を体にのせ、あるいは投げて遊び道具としても利用するだろう。このような簡単なことでもかれらのエンリッチメントとして十分な効果があるだろう。

### (4) 遊具の導入

遊具というのは人間の子どもの見てもお判りのように、同じものでは飽きてしまう。ゾウとて同じで、壊れない頑丈なものを作っても、多くの場合やがて遊ばなくなる。ところが遊び相手も遊具もないとこ

ろに何か入れると、それを固守することがある。たとえば、タイヤが良いだろうと思い、放飼場に入れたところ、すっかり気に入って前足の間にしっかりとはさんで放そうとせず、室内まで持ち込んだゾウがいた。また、20kg程度の小さなタイヤを入れたところ、これも喜んで空中高くほうり上げ背中に落とし、あるいは後ろ足で蹴って遊んだ。ゾウが興にのると観客側までタイヤが飛んでいく恐れがあり中止した。このように見ていくと、ゾウといえども、小枝1本、タオル1枚でも毎日違う物があれば楽しいだろう。

彼らの日常生活は、嗅覚、触覚、視覚、聴覚、味覚などまさに五感を使っているのだから、ジャングルの音を録音したCDを聞かせ、あるいは他の動物の臭いを嗅がせる試みも行っている。これらは充分注意して行わないと、彼らにとって脅威となる場合や、衛生上不適当なことがある。いずれにしても彼らの生活をもっと豊かにすることが狙いである。

ここまでの道のりには、前号で紹介した名園長や、ノーベル賞を受賞したことで多くの人に自然の仕組みを紹介した、コンラート・ローレンツ、ニコ・ティンバーゲン、カール・フォン・フリッシュほか多くの人々の努力を忘れてはならない。現在、希少動物の多くは過去の時代のように野生のものを捕らえてきて動物園で展示することは厳しく規制されている。その結果、人工授精技術の確立はますます重要となっている。さらに、エンリッチメントの充実は動物本来の姿を見せると共に、動物の福祉に寄与するだろう。

## 参考文献

- 1) 浅倉繁春 (1994) : 動物園と私. 42, 168-169. 海游舎, 東京.
- 2) Adler, H.J. (川口幸男監修, 寺田光宏訳 1996) : ハンズオフ, プロテクトドコンタカフリーコンタクト—ゾウ管理における用語上, その他の問題. 海外動物園水族館情報, 9号 : 20-27, (財)東京動物園協会.
- 3) 坂東 元 (2008) : 夢の動物園—旭山動物園の明日—. 199pp. 角川学芸出版, 東京.
- 4) Coe, J. C. and Klein, H. (1986) : The African Savanna Exhibit at Woodland Park Zoo. *Int. Zoo Yb.*, 24/25: 332-339.
- 5) Dickie, L. A. (1994) : Environmental Enrichment in captive Primates: survey and Review: 2. Darwin College, Department of Biological Anthropology and The University of Cambridge.
- 6) Hare, V. J., Worley, K. E. and Hammond, B. ed (2003) : Proceedings of the Fifth International Conference on Environmental Enrichment. 4. The Shape of Enrichment, Inc., Sydney.
- 7) Hosey, G., Melfi, V. and Pankhurst, S. (2009): The benefits of Environmental Enrichment. *In Zoo Animals—behaviour, management and welfare—*: 288-289, Oxford University Press, Oxford.
- 8) 石田 戢 (2010) : 日本の動物園. 131-141. 東京大学出版会, 東京.
- 9) 川端裕人 (1999) : 動物園にできること. 110-120. 文藝春秋, 東京.
- 10) 川口幸男, 大塚和夫 (1983) : 事故の防止—上野動物園ゾウ飼育教本より—. *In 世界の動物分類と飼育* 3, 長鼻目 : 71-87, (財)東京動物園協会, 東京.
- 11) 川口幸男 (2001) : ゾウの生態—とくに飼育下におけるゾウについて. *化石研究会会誌*, 34 (1) : 3-8.
- 12) 川口幸男 (2010) : 心に残る園長の思い出. *鯉淵学園教育研究報告*, 26 : 44-48.
- 13) 川田 健 (1988) : アメリカの動物園で暮らしています. 174 pp. どうぶつ社, 東京.
- 14) 黒鳥英俊 (2006) : 環境エンリッチメント—大型類人猿の環境エンリッチメント—. *畜産の研究*, 60 (1) : 25-37.
- 15) 古賀忠道, 徳川宗敬, 樋口清之監修 (1979) : 博物館学講座 1. 181-190, 雄山閣, 東京.
- 16) 小菅正夫 (2006) : 〈旭山動物園〉革命 (角川one テーマ 21). 180pp. 角川書店, 東京.
- 17) Lair, R. C. (1997) : Gone Astray—The care and management of the Asian Elephant in Domesticity—. 278pp. FAO/RAP Publication. 1997/16, FAO Regional Office for Asia and the Pacific (RAP), Thailand.
- 18) Mallinson, J. J. C., Smith, J. D., Darwent, M. and Carrol, J.B. (サイマル・インターナショナル翻訳部訳, 1996) : スマトラオランウータンの居住施設の設計. 海外動物園水族館情報, 9号 : 28-48, (財)東京動物園協会.

- 19) Markowitz, H. (1982) : Behavioural Enrichment in The Zoo. 210pp. Van Nostrand Reinhold Company, London, Toronto, Melbourne.
- 20) 中川志郎 (1975) : 動物園学ことはじめ (玉川選書). 243 pp. 玉川大学出版部, 東京.
- 21) 落合知美 (2009) : 動物種別エンリッチメント1・アフリカゾウ. News Letter, 26: 8-9, 市民 Zoo ネットワーク.
- 22) 大森山動物園編 (2008) : 大森山動物園情報誌 Communication 75, 動物園シンポジウム特集. 大森山動物園, 秋田.
- 23) Phuangkum, P., Lair, R. C. and Angkawanith, T. (加藤弓子訳, 2006) : アジアゾウ飼育・健康・管理マニュアル. 69-72. アジア産野生生物研究センター, 東京.
- 24) Ruther, D. and Olsen, T. (1993) : Management of the Asian Elephant *Elephas maximus* at Houston Zoological Gardens. Int. Zoo Yb., 32 : 253-257.
- 25) 桜田育夫 (1993) : タイの象. 87. 株式会社めこん, 東京.
- 26) 市民ズーネットワーク (2004) : いま動物園がおもしろい (岩波ブックレット No. 623). 67pp. 岩波書店, 東京.
- 27) Srisawat Chun (野中耕一訳, 1991) : 象と生きるスワイ族—スリンの象村. 39-40. 燦々社, 東京.
- 28) 砂本悦次郎 (1931) : 象 (上). 1151pp. 世尊普賢会出版部, 大阪.
- 29) 山本茂行 (1998) : ファミリーパークの仲間たち. 222pp. 北日本新聞社, 富山.
- 30) 吉原耕一郎 (1983) : わが友ジョーとその一族. 178-181. 朝日新聞社, 東京.
- 31) 若生謙二 (1987) : バイオーム展示とウッドランドパーク動物園. どうぶつと動物園, 39 (12) : 18-23.
- 32) 渡辺守雄ほか (2000) : 動物園というメディア. 278pp. 青弓社, 東京.
- 33) Willemson, M. and Hawkins, M. ed. (2003) : Enrichment Forms & Policy. In A.S.Z.K. Australian Animal Environmental Enrichment Handbook edition 2 :194-223. A.S.Z.K., Healesville.
- 34) どうぶつと動物園. 1970-2010, (財)東京動物園協会.
- 35) Journal of the Elephant Managers Association (JEMA), 1992-2010.