

Environmental enrichment: why it is important for zoo animals

環境エンリッチメント：なぜ動物園の動物にとって大切か

Georgia MASON Ph.D. Professor, Animal Sciences Department, University of Guelph
ジョージア・メイソン グエルフ大学 動物科学学部 教授



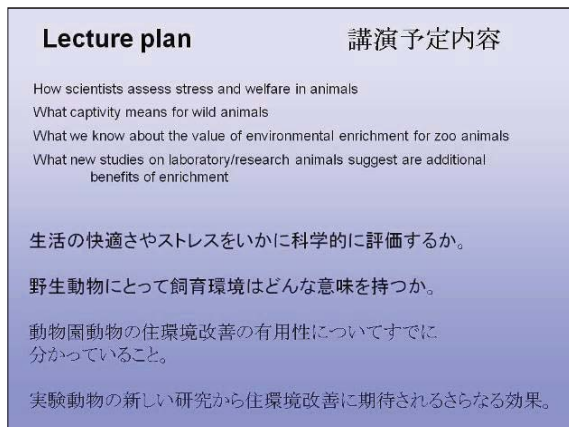
本日は皆様方にお目にかかれて光栄に存じております。本日の講演ですが、四つトピックがございます。

まず第1点目ですが、科学者がいかに動物の生活の快適さやストレスを評価するかということです。これは心と頭の両方を使っていたきたい

ものです。そして、飼育環境というのは野生動物にとってどんな意味を持つのでしょうか。そして、園動物の環境エンリッチメントの有効性について、既にわかっていることは何でしょうか。実験動物の新しい研究から、環境エンリッチメントに期待されるさらなる効果についてお話し申し上げます。【スライド2】



【スライド1】

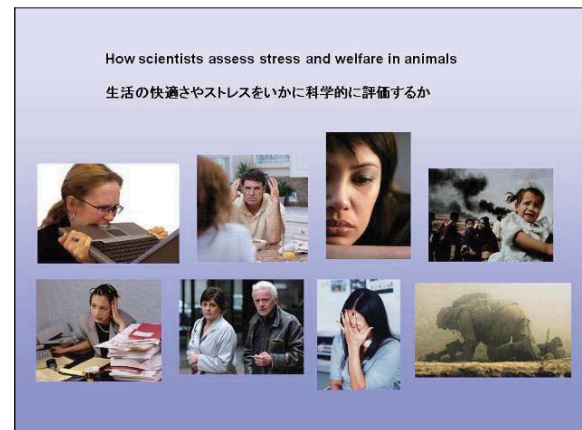


【スライド2】

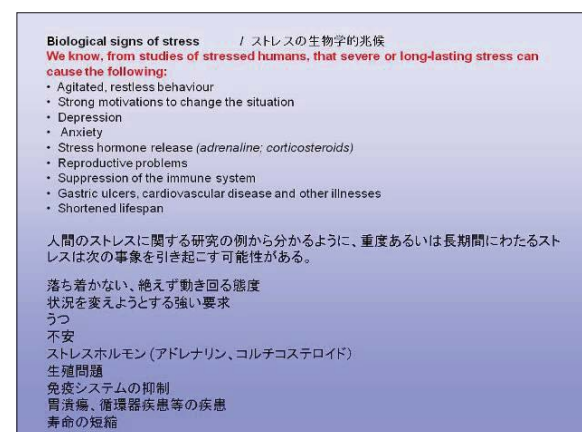
それでは、まず、いかにして科学的に動物の福祉、ウェルフェアについて評価しているのでしょうかということについてお話ししたいと思います。私のような者がストレスを評価する際には、主に人がどのようにストレスを

抱えるかというところの視点から始めます。例えば仕事で大変な日々を送っている人々、そしてストレスを抱えた日々を常に送っている人々、議論をしている人々、そして関係づくりに問題を抱えている人々、そして泣いている、あるいは抑うつ症状を抱えている、落ち込んでいて、非常に驚いている、怖がっている、恐れを常に抱えている人々、このような人々、福祉の状態が悪いわけです。体に変化が起こりますね。ホルモンの分泌、あるいは免疫システム、あるいは行動さえも変わっていきます。これが動物にも当てはまるわけです。

【スライド3】【スライド4】



【スライド3】



【スライド4】

典型的には、落ちつかない、絶えず動き回る態度をしますし、非常にその状況を変えようとする強い欲求、つまり何かの状態から逃げたいと思ったりします。うつ、不安、そしてストレスホルモンが分泌されます。例えば、アドレナリンであるとかコルチコステロイドが分泌され

ます。生殖問題もあります。不妊症、そして子供の死亡などがありますね。免疫システムの抑制もあります。そして、非常に高い率でもって胃潰瘍であったり、循環器等疾患を抱えますし、寿命の短縮もあります。これは常に動物にも当てはまります。ここで二つばかり焦点を当てて話しを掘り下げていきたいと思います。【スライド5】



まず初めに、落ちつかない、絶えず動き回る態度です。人がストレスを抱えますと、ツメをかんだり、あるいは動き回ったり、貧乏揺すりのように上下に揺らしたりしますね。臨床の現場でも自閉症や、あるいはそういったストレスの多い状況を起こされると、常同行動と言いましてまして異常な行動をいたします。左側ですが、自閉症の子供です。手を揺らしています。これが繰り返して起こる常同行動であります。これがサルにも見られます。非常に幼齢でもってお母さんから離されて、変な行動をしている。これが、ストレス下に置かれたサルの常同行動となるわけです。【スライド6】

より深く掘り下げてみたいのがストレスホルモンです。つまり、アドナリン、コルチコステロイド等々の分泌です。ここでは腎臓があります。腎臓の上には副腎皮質というものがあります。驚きますと副腎皮質ホルモンが刺激を受けて分泌されるわけです。【スライド7】

では、ここで野生動物にとって飼育環境とはどんな意味を持つのでしょうか。悪い面、そしていい面があります。大事な点ですが、野生動物にとって飼育下に置かれることにはプラスの面もあるということです。安全ですし、食糧も確保できます。ところが、マイナスの面といったしましては退屈であったり、身体的に制限を受けるなどの点があります。利点と不利な点、どのようにバランスをとっているのでしょうか。

野生の生活というのは非常に厳しいです。水を探す、食べ物を探す、そして、この小さな鳥ですけれども、数分ごとに虫を探して補食しなければいけない。雪の中でもそうですね。そして、このキツネは砂漠の中で水を探しています。非常に厳しい生活です。多くの動物というのは、人間から見られていると、飼育下に置かれていま

Biological signs of stress / ストレスの生物学的兆候
We know, from studies of stressed humans, that severe or long-lasting stress can cause the following:

- Agitated, restless behaviour
- Strong motivations to change the situation
- Depression
- Anxiety
- Stress hormone release (adrenaline; corticosteroids)
- Reproductive problems
- Suppression of the immune system
- Gastric ulcers, cardiovascular disease and other illnesses
- Shortened lifespan

人間のストレスに関する研究の例から分かるように、重度あるいは長期間にわたるストレスは次の事象を引き起こす可能性がある。

落ち着かない、絶えず動き回る態度
 状況を変えようとする強い要求
 うつ
 不安
 ストレスホルモン(アドレナリン、コルチコステロイド)
 生殖問題
 免疫システムの抑制
 胃潰瘍、循環器疾患等の疾患
 寿命の短縮

【スライド5】

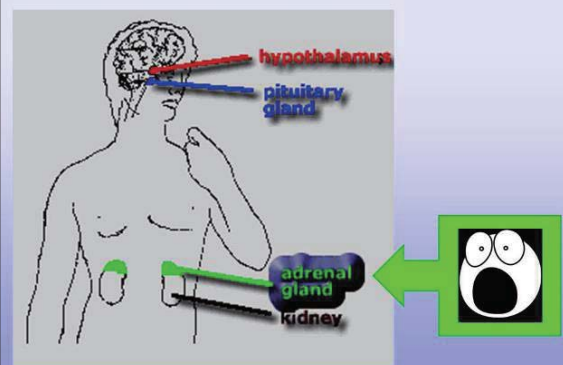
Stereotypic behaviour in human clinical conditions (e.g. autism), plus in experimentally manipulated animals, is caused by dysfunction in specific regions of the brain

人間の臨床状態(自閉症など)や実験的に操作された動物にみられる常同行動は脳の特定箇所の機能障害から発生する。



http://alinsite.iguide.com/Series_On_Stimming/Series_On_Stimming.html

【スライド6】



【スライド7】



Searching for food and water, avoiding disease, rivals and predators: Life in the wild is harsh...

水と食べ物を探し、病気やライバル、捕食者から逃れながらの野生生活はたやすいものではない。

【スライド8】

すと、安全であり、そしてえさもいつでも与えられます。ペットだけではないですね、野生の種でも同じです。

【スライド 8】

Some species do seem to thrive in zoos ...
動物園での生活にうまく適応している種族たち



e.g. grizzly bears
- negligible abnormal behaviour,
easy breeding, and excellent
infant survivorship
グリズリー・ベア
異常行動はほとんど見られな
い。繁殖が容易で出生児の
生存率も非常に高い。

【スライド 9】



【スライド 10】

この事例ですが、非常にうまく飼育下で適応しているものにグリズリーベアがあります。動物園で異常行動がほとんど見られませんが、繁殖が非常に良好ですし、出生児の生存率も非常に高いです。動物園の飼育下で非常に満足した生活を送っております。ほかにもそういった種があります。オリックスがその一つですね。サルもその一つです。ワオキツネザルですか、そして、ドブネズミもそうですね。ですが、これがすべてではないということは、悲しいですが事実です。動物の中で、飼育下に置かれていると異常な行動を起こす動物たちもいます。では、ここでどんな問題があるのでしょうか。どのように解決すればいいのでしょうか。

【スライド 9】 【スライド 10】

常同行動ですけど、非常に繰り返して行われる異常な行動です。自閉症の子供と似ていますね。ここではクマがペーシングをしています、常同歩行ですね。このゾウですけども、同じ行動を何回も繰り返しています。足を同じところに置いて、そして回っていますね。このような常同歩行というのが問題なんです。そして、

種の中には非常に高頻度に常同行動があるものもあります。その事例の1つがキリンであり、80%のキリンが常同行動を見せます。舌で遊んだり、繰り返して壁をなめる行為といったことが見られます。

【スライド 11】 【スライド 12】

Traditional 'stereotypies': repetitive, unvarying and with no apparent goal or function
従来の「常同行動」: 繰り返し、明確な目的や働きを伴わない不変的な行動。



【スライド 11】

In some species, stereotypic behaviours are very prevalent

- In zoo-housed giraffes, c. 80% animals 'tongue-play' or repeatedly lick walls

常同行動が高頻度に見られる種族

- 動物園で飼育されているキリンの約80%に舌遊びや繰り返す壁なめ行為が見られる。



【スライド 12】

Zoo elephants: many reasons for concern
動物園の象に関する問題

| Stereotypic behaviour | 常同行動 |
|---|--|
|  |  |
| Lameness and skin diseases | 歩行障害と皮膚病 |
| Infanticide | 幼児殺害 |
| Infertility | 不妊 |
| Premature death | 成熟前の死亡 |



【スライド 13】

ほかの種でも常同行動はあります。また、ほかの問題もあります。例えばゾウですけども、いろいろな理由があって常同行動、あるいは動物の福祉の観点から懸念があります。これは同じゾウですね。揺れているという常同行動もあります。そして、後でまた、これに関する解決も見せていきたいと思いますが、ゾウは跛行であるとか皮膚疾患であるとか、自分たちの子供を殺してしまっ

たりとか、あるいは不妊であるとか、成熟前に死亡してしまうといったこともあります。飼育下のアジアゾウというのは、野生状態にあるよりも50パーセント生存率が低いのです。【スライド13】

チーターも動物園で問題を抱えやすい種になります。例えばストレスホルモンを多く出してしまいうんです。非常に高いストレスを出してしまう、野生に比べて出してしまうのがチーターなんです。副腎肥大が起こってしまうんです。ですから副腎を、動物園のチーターと野生のもの比べてみると、大体3倍の大きさになっています。ストレスホルモンがたくさん分泌されるということです。胃の問題、胃炎とか胃潰瘍になりやすいということが言われています。

また、動物園での繁殖の問題があります。繁殖したとしても、非常に新生児の死亡率が高く、野生のものに比べてみると、アフリカの繁殖センターのものは死亡率が2倍であると言われています。

しかし、悪いことだけでもないんです。どうすれば動物を飼育環境へ適応させるかということ、これは種によっても違いますし、飼育下で誕生したのか、野生から飼育下に置かれたのかということによっても違いますし、動物園のありようによっても変わってきます。そこで、例をお示しいたしまして、その動物の福祉の問題にどうやって対応していけばいいのかという解決策を示したいと思います。

これは動物園によるバリエーションの例ですが、このチーターというのは死亡率が非常に高い、乳幼児の死亡率が高いわけです。しかし、動物園によって違って、最初の6カ月で17%の動物園もあれば、乳幼児の44%が死亡してしまう動物園もあるわけです。つまり動物園によっては正しくやっているし、やり方が間違っているところもあるということです。また、種によってもいろいろ違います。ある種では非常にうまくいくのに、ほかの種ではうまくいかないというのがあります。

【スライド14～17】



Zoo-housed cheetahs...have:

- adrenal hypertrophy
- faecal cortisol levels c. triple that of free-living wild animals
- a high incidence of gastritis not seen in the wild

動物園のチーターは...

- 副腎肥大がある。
- 糞便中のコルチゾールが野生のものに比べて約3倍含まれる。
- 野生では見られない高い胃炎の発生率

【スライド14】

Zoo-housed cheetahs...have:

- adrenal hypertrophy
- faecal cortisol levels c. triple that of free-living wild animals
- a high incidence of gastritis not seen in the wild
- poor breeding success (e.g. infant mortality rates c. twice that seen in breeding centres)

動物園のチーターは...

- 副腎肥大がある。
- 糞便中のコルチゾールが野生のものに比べて約3倍含まれる。
- 野生では見られない高い胃炎の発生率
- 繁殖成功率が低い (繁殖センターで生まれたものに比べて約2倍の死亡率)

【スライド15】

How animals adapt to captivity is variable: it depends on the species, on whether it was born in captivity, and what the zoo is like

飼育環境への適応のしかたは動物によって異なる。種の違いや飼育下で誕生したか、動物園のあり様によって左右される。

【スライド16】

Variation between zoos: an example

Cheetah infant mortality varies between zoos, from 17% to 44%

動物園間の違い

チーターの出生後の死亡率では飼育場所(動物園)の違いにより大きな差がある。(生後6ヶ月の間で17%~44%)

【スライド17】

Captive carnivore welfare: the bottom row typically thrives, but the top row typically has poor welfare

肉食動物の福祉。下段はうまく適応している種族、上段はそうでないもの。

Clouded leopard
ウンピョウ

Cape hunting dog
ケープ・ハンティング・ドッグ

Arctic fox
ホッキョクギツネ

Polar bear
シロクマ

Snow leopard
ユキヒョウ

Swift fox
スウィフトギツネ

American mink
アメリカミンク

Brown (grizzly) bear
ヒグマ(グリズリー)

【スライド 18】

We can use the variation between species, and the variation between zoos, to identify the origin of welfare problems

異種間や動物園による生活環境問題の違いを比較することでそれらの原因を明らかにすることが出来る。

【スライド 19】

この下の方ですが、下の列にあるのは、飼育下でかなりうまく適応するもの、上の方はうまく適応できないものです。つまり、うまくいかないのは赤ちゃんも生存しないし、行動もうまくできないし、健康上の問題を抱えやすいわけなんです。この上の種というのは非常に異常行動につながりやすいし、ストレスも抱えやすい種ということになります。ですから、科学的に種の違いによる相違や、動物園による相違を客観的に判断して、それによって福祉を考えていくというのが重要になってきます。【スライド 18】【スライド 19】

Across Carnivore species, being large and naturally wide-ranging predicts time spent in stereotypic pacing when captive

肉食動物全般において、体の大きさ、行動圏の広さが飼育下に置かれたときの常同ペーシング発生率に比例していることが分かる。

常同行動発生率

Stereotypy frequency (% obs)

Minimum home range size (log sq. km)

AM = mink
AF = arctic fox
L = lion
PB = polar bear

AM = ミンク
AF = ホッキョクギツネ
L = ライオン
PB = シロクマ

【スライド 20】

これは一つの例ですが、肉食動物を見ていきますと、種によってかなりいろいろ異なっています。このグラフ

を見ていただきますと、それぞれの点が異なった種をあらわしています。常同行動、異常行動がどれくらい出てきたかということを見ています。そして、野生のもの比べてどれだけ違うかということを見ています。野生の中であまり動かないもの、例えばミンクとか北極ギツネになりますと、動物園にいてもあまり異常行動を起こさないけれども、通常、野生のときに移動範囲が大きいものは、異常行動を動物園で起こしやすいということがわかっています。【スライド 20】

Natural ranging also predicts levels of captive infant mortality

自然での行動圏の広さは飼育下での出生児の死亡率にも比例している。

飼育下出生児死亡率

Captive infant mortality (% births)

Minimum home range size (log sq. km)

AM = mink
AF = arctic fox
L = lion
PB = polar bear

AM = ミンク
AF = ホッキョクギツネ
L = ライオン
PB = シロクマ

【スライド 21】

Median polar bear range = 79,500km²
Minimum range = 1204km²

シロクマの平均行動範囲 = 79,500km²
最小行動範囲 = 1204km²

Cf. median zoo enc. size = 950m²

動物園の平均ケージサイズ = 950m²

【スライド 22】

また、自然の行動というもの、それをリスクファクターとして見た場合に、出生児の死亡率にどれだけ影響を与えるかということを見ています。飼育下での出生児の死亡率、あまり移動範囲が大きいものは出生児の死亡率も低いですし、移動範囲が大きいものは、やはり飼育下で死亡しやすいということがわかります。【スライド 21】

ホッキョクマを見てみますと、かなり野生と飼育下で行動が変わってきます。ホッキョクマの場合、かなり行動範囲が大きいんですね。大体、8万平方キロメートルぐらいの行動範囲です。しかし、最小の行動範囲のホッキョクマであっても、1,200平方キロメートルぐらい動くわけ。これを動物園のサイズと比べますと、せいぜい数千平方キロメートルぐらいしかないわけでありますから、実際の行動範囲の100万分の1ぐらいし

か行動範囲がないという動物園もあるわけです。

こうしますと、やはり動物の福祉の問題には大きな要因となりえます。特に福祉の間での、種の違いということをお話ししてきました。同じ種の中でも、動物園によってどれくらい違うのか、比較的良好なところと悪いところはどうかということを示します。【スライド 22】

これはキャシー・コルステットとジミー・ブラウンがホノルル動物園、それからワシントン動物園で観察したのですが、多くの動物園でクロサイの調査をいたしました。そして、コルチコステロイドがどれくらい出ているのか、これはストレスホルモンなのですが、その量を動物園ごとに比較をしました。動物園によってコルチコステロイドの分泌量が高いのか低いのかを予測する要因といたしまして、展示場のフェンスの長さを見ています。これは見物者の人たちが、この赤い線の外から見ているわけですね。ですから、ほとんどフェンスの外側からしか見ることができない。しかし、見物者に囲まれてしまっている状態ですので、クロサイのストレスも非常に高くなります。【スライド 23 ~ 25】

これはマイアミ動物園なのですが、見物者はここだけ、この一部のところからしか見られないんですね。あとのところはかなりプライベートな、つまり動物が人から逃れられるわけなんです。こういった場合には、クロサイのストレスもかなり低いということがわかっています。動物園によってもこれだけ違いがあるということですので、動物の福祉にどういう状況だと悪い影響があるのかということがわかると思います。【スライド 26】



この種、これはウンピョウですけども、これも動物園ごとでの比較をいたしました。隠れる場所があるところ、特に高いところに隠れることができると、つまり一般の人から隠れることができるような施設を持った動物園ですと、コルチゾールの分泌が少ないということがわかります。つまり、隠れる場所があるかないかということで、ストレスホルモンの分泌が変わってくるというこ

Corticosteroids (stress hormones)
in black rhinos in different zoos

動物園のクロサイのコルチコステロイド
(ストレスホルモン)

【スライド 23】

% enclosure perimeter with public access predicts average corticosteroid (stress hormone) output of the animals

見学者が通行する檻の周囲の長さの割合によって動物のコルチコステロイド(ストレスホルモン)分泌量を予測できる。

【スライド 24】

Public nearly surrounds enclosure
見学者が檻を囲むように通るパターン

【スライド 25】

Little access by public
見学場所が非常に限られたパターン

Public viewing area
見学者エリア

【スライド 26】

となんです。



行動範囲が広い動物の方が福祉の問題を抱えやすいということ。それから、人目につかないところにある方がストレスを感じにくいということですので、自然から隔離された状態の中で、どういふ影響が動物にあるのかということを考えなければいけません。そしてまた、福祉が良いところ、悪いところというのを、自然から隔離された状態でも比較していくことが重要です。上野先生がおっしゃいましたけれども、新奇新器物を与えるということ、そして環境とインタラクションとれるような環境にするということが非常に重要です。【スライド 27 ~ 29】

Raised hiding places and being away from the public caused reduced cortisol output in clouded leopards

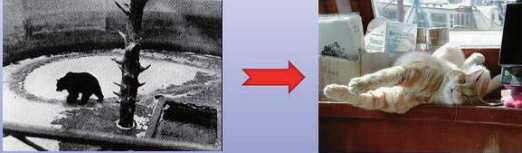
高さのある隠れた目につかない所ではウンピョウのコルチゾール分泌が減少した。



【スライド 27】

【スライド 28】



【スライド 29】

Lecture plan 講演予定内容

How scientists assess stress and welfare in animals
 What captivity means for wild animals
What we know about the value of environmental enrichment for zoo animals
 What new studies on laboratory/research animals suggest are additional benefits of enrichment


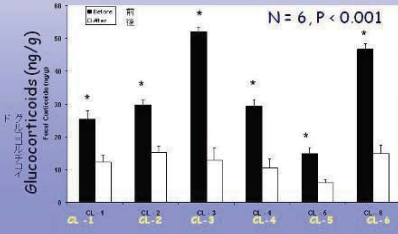
生活の快適さやストレスをいかに科学的に評価するか。
 野生動物にとって飼育環境はどんな意味を持つか。
 動物園動物の住環境改善の有用性についてすでに分かっていること。
 実験動物の新しい研究から住環境改善に期待されるさらなる効果。

【スライド 30】

では、ここからいかに環境エンリッチメントが動物にとって大事なのかということについてデータをお見せいたします。動物園の事例ですが、ほかの種も用いたいと思います。と言いますのも、非常にこれまで研究が進んでいる種があるからです。【スライド 30】

Experimental test:
change of the number of hiding places

隠れ場所の数の違いによる実験的テスト

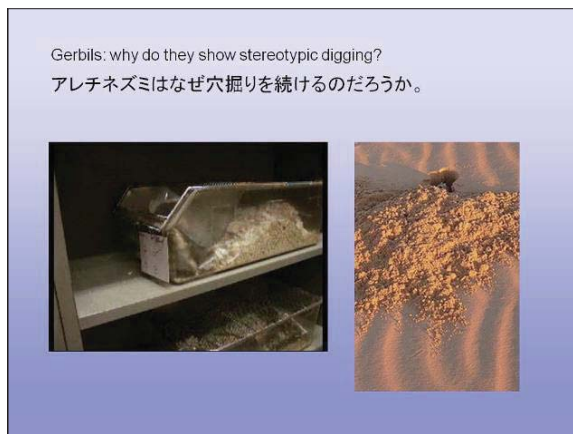



| Enclosure | Before (ng/g) | After (ng/g) |
|-----------|---------------|--------------|
| CL 1 | ~25 | ~15 |
| CL 2 | ~30 | ~18 |
| CL 3 | ~55 | ~15 |
| CL 4 | ~30 | ~15 |
| CL 5 | ~15 | ~10 |
| CL 6 | ~50 | ~15 |

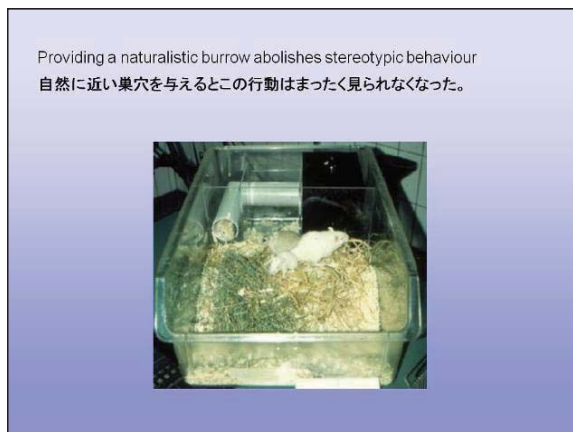
【スライド 31】

では、このスライドですが、先ほど、いろいろな動物園間の比較で、たくさん隠れる場所があるとリラックスできるということを言いました。隠れる場所がないとストレスが高くなります。これによりまして、この種の囲いをつくり、隠れるところをつくるということが良いということがわかっております。

これは、実験をしたブルックフィールド動物園の結果です。ここではそれぞれの棒ですが、六つの結果が出ております。これがストレスホルモンのレベルですね。黒い棒ですが、ストレスホルモンが環境エンリッチメントの前のもので、白いものですが、環境エンリッチメントの後です。囲いを高くした結果です。それぞれこのウンピョウに関する、六つの動物園の結果ですけれども、隠れ場所をつくりますと、ストレスホルモンのレベルが下がってます。50%以上下がっておりますね、これがストレスホルモンがいかに変わるかということのよい事例だと思います。【スライド 31】



【スライド 32】



【スライド 33】

では、異常行動はどうでしょうか。ここでは常同行動ですが、荒地ネズミ、ジャービルです。このケージの隅に行って、穴掘りを続けてます。なぜなのでしょう、これはとめられないのでしょうか、環境エンリッチメントでうまくいくのでしょうか。このジャービル、荒地ネズミですが、砂漠にいますともちろん穴を掘ります。ここでは小さいジャービルが見えるかと思えます。小さな目が見えますね。砂漠の熱から逃げるために穴掘りを続けるわけです。【スライド 32】

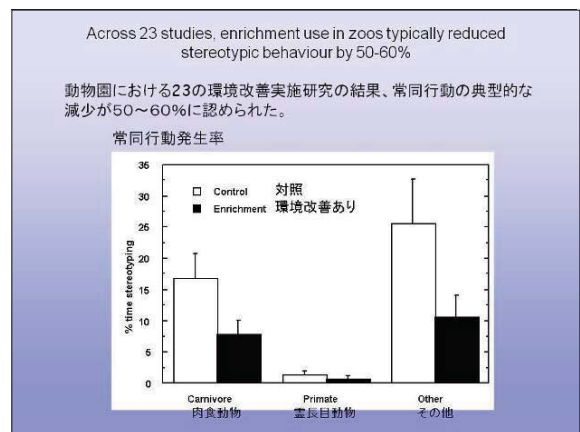
では、トンネルを掘った後、どうなるのでしょうか。巣穴を掘って、そこで夜間に寝て、そして子供をつくるわけです。実験室のケージの中ですと、このような巣穴を与えます。そして、このようにトンネルを掘っていきます。そして、安心感を保つためにこのようなトンネルを、向こう側に巣穴をつくるということで、常同行動が回避できたという結果があります。上野先生も先ほどおっしゃいましたが、いつも動物に自然の刺激が必要なわけではなく、人工的な刺激でも良いんですね。自然と同じような感覚を与えれば良いです。この事例からもその点はわかるかと思えます。【スライド 33】

馬というのは社会的なつながりを求めます、心があるんですね。馬だけで孤立させていきましたと、たくさんの

常同行動が出てきます。ほかの馬を見ると、常同行動が軽減されます。鏡であっても、この常同行動は軽減できるんですね。本当の自然の刺激だけではなくて、何かトリックを与えて、ほかの馬を見せるということでも常同行動が軽減できる、これが環境エンリッチメントです。人工的に自然の生活を模倣するということで、常同行動が変化するんです。【スライド 34】



【スライド 34】



【スライド 35】

動物園におきまして、この環境エンリッチメントの研究の結果、良いということがわかりました。23の研究が動物園、世界じゅうで行われまして、このデータですけれども、環境エンリッチメントを与えすと常同行動が典型的には50%減少するということでした。肉食動物、霊長目、そしてほかの種であっても、動物園においてはこういった環境エンリッチメントが非常によい戦略であるということがわかります。常同行動だけではなく、ほかのプラスの面もエンリッチメントにはあるということです。【スライド 35】

これは中国のウーロンセンターでの研究です。ここのパンダのブリーディングセンターですが、たくさんの方がいます。繁殖の問題ですね。そして、大きな戦略を考えて、環境エンリッチメントを始めました。囲いの再設計をしたり、そして新しい新奇物を与えたり、そして飼料地区の増量をしたりしました。これはうまくいった

んですね、たくさん子供が生まれました。これがそうです。おもちゃみたいですけども、本当の子パンダですよ。そして、常同行動もこのエンリッチメントの結果、減ったということが言われております。

野生由来の動物、そして飼育下由来の動物、両方ともに環境エンリッチメントの効果があるわけです。慢性的なストレスを大幅に防止し、異常な行動を減少させることがわかっています。恐れということから回避できるわけですね、これは人と同じです。そして、必要な行動をとらせるということ、モチベーションを保たせているということ、そして野生と同じような状態のモチベーションを与えるということです。動物園の飼育員も、このことをわかっている者は多いと思います。【スライド 36】

次ですけれども、私の講演の最後になりますが。ここでは特に環境エンリッチメントは実践的に使えるということをお願いしたいと思います。動物の福祉だけではなくて、環境エンリッチメントは実践的にもプラスの面があり大事だと。そして、コストをかけるだけの有用性があるということをお願いしたいと思います。

【スライド 36】 【スライド 37】

Enrichment (novel objects) plus enclosure redesign plus more dietary bamboo... triggered many successful panda births in Wolong Centre, China

N grew from 25 to 80 in a few years


These enrichments also reduced stereotypic behaviour

エンリッチメント(新奇物)や囲いの再設計、飼料竹の増量

これらを取り入れると中国のWolongセンターで多くのパンダが誕生した。

出生数は数年で25から80に増加した。

さらに常同行動も軽減した。



【スライド 36】

To summarise:
Environmental enrichment prevents/reduces chronic stress and abnormal behaviour
...by allowing escape/shelter
or ... by allowing animal to meet 'behavioural needs'

環境改善の福祉的利点

逃げ場所や隠れ場所を与えること、または行動要求をかなえてやることによって慢性的なストレスを大幅に防止または減少させることができる。

【スライド 37】

Enriched environments generally cause laboratory rodents to have lower levels of stress

実験用のげっ歯動物では環境の改善が不安やストレスレベルを下げると一般的に認められている。



【スライド 38】



Environmental enrichment also improves animals' abilities to cope with stress and disease

環境の改善は動物がストレスや病に対応する能力を高める。

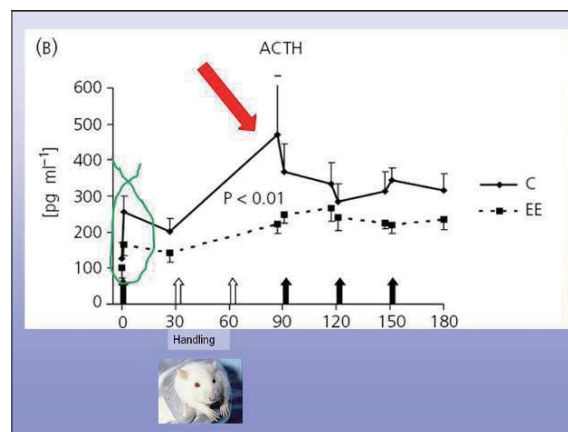
【スライド 39】

E.g. environmental enrichment ('EE') reduces the corticosteroid response to handling in rats, compared to non-enriched control ('C') rats

ラットでは環境の改善('EE')はそれのない対照('C')に比べて繰り返し触られることに対するストレスホルモン(コルチコステロイド)の減少が見られた。

【スライド 40】



【スライド 41】

ではまず、実験室の動物ですけれども、実践的なプラスの手法が環境エンリッチメントにあるということがわかってます。つまり、動物園の動物だけではなく、実験動物でもプラスの効果があるということがわかってます。

では、ここでは実験用のげっ歯類、これをご説明していきたいと思います。

マウスですけれども、これを使った実験です。私が博士課程の学生の際にはミンクを研究対象としていました。げっ歯類ですけれども、環境エンリッチメントとしていろいろな視点があります。このような退屈なケージを与える。そして幾つかのエンリッチメント、そして大きな楽しいおもちゃ等々を与えたケージもありますね。ラットとかマウス、このようなげっ歯類ですが、動物園の動物と同じように、環境のエンリッチメントというのはストレスを軽減させます、そして異常な行動も軽減いたします。これ、新しい発見ではないです。ほかの結果というのも研究からわかっております。まず何よりも環境エンリッチメントというもので、動物園の動物だけではなく、実験動物もストレスや病気に対する能抵抗力が高まるということがわかってます。ストレス耐性がつくということです。この事例を申し上げたいと思います。

ストレスに作用する力もありますし、疾病に対応する力も高まってまいります。解決しなければならない問題に強いということですね。【スライド 38 ~ 40】

初めの事例ですけれども、多くの事例がありますが、実験室のげっ歯類において、環境の改善、エンリッチメントによって急性のストレスに耐性がつくということです。

ストレスを受けると大きなエンリッチメントのケージ、あるいは小さい退屈なケージの値が要るといところで対比されます。ストレスヤーが与えられます。

げっ歯動物というのは、もちろんストレスを嫌うわけですが、このグラフ、ストレスホルモンのグラフです。副腎から出るものですね。このラインがそうです。この波線ですけれども、大きなエンリッチメントのケージのものです。退屈なケージと、そしてエンリッチメントのケージのラインが違います。解決しなければならない問題がない場合、この二つの線というのは、優位な差はないはずですが、ですけれども、ハンドルをつかまなければいけないという問題を与えられた場合、コントロール群のものは大きなストレスを抱えます。ところが、エンリッチメントされたものはそうではないです。ストレスを与えられても気にしないということでもあります。同じような事例がたくさんあります。【スライド 41】

Enrichment and disease resistance:

Research on mice shows that environmental enrichment ... slows the rate of progression of many neurological diseases

e.g. Huntingdon's disease, epilepsy, Alzheimer's disease

And aids wound healing...
...and improves immune function!

ネズミの研究では環境改善は...

多くの神経系の病気の進行速度を遅める。

ハンチントン病、てんかん、アルツハイマー病など

傷の回復を助け...
...さらに免疫機能を改善する。

【スライド 42】

では、疾患に関する耐性です。たくさん事例がこれでもあります。

例えば、実験用のげっ歯類ですけれども、人の疾患を使って、例えばハンチントン病であるとかてんかん、アルツハイマー病などの研究をいたします。環境エンリッチメントの環境下にあるものは疾病に対する抵抗力が高くなります。こういったハンチントン病、てんかん、アルツハイマー病に対する病の回復を助けますし、免疫改善もいたします。そして、創傷でさえ、傷でさえ早く治ってしまいます。ですから、外科的手術を受けたりした場合にも回復が早いわけです。そして、ほかの研究ではげっ歯動物は長寿であるということもわかっております。これが環境エンリッチメントにある場合の差異です。

【スライド 42】

例えば、雄のネズミと雌のネズミの関係を見ますと、研究の中で、脳卒中を抱えたネズミの場合、雄のネズミで、雌のネズミからの接触を受けた方が麻痺からの回復が早いということがわかっています。これが証拠ということで、げっ歯類であっても、より疾病からの回復が早いということがわかっています。エンリッチメントのもとにある動物の方が疾病から回復が早いですし、また人間にとりましても早い段階で、その疾病の兆候を見ることができるとわかります。成長してからよりも、早い時期に疾病を見つけた方が治しやすいわけです。エンリッチメントによって何か疾患があるという場合に、その率を下げるすることができます。【スライド 43 ~ 45】

ここでも一つ例ですが、ハンチントン病のネズミの例です。エンリッチメントをやめてしまいますと、何かおかしいという兆候が出てくるわけですね。つまり、エンリッチメントの程度が非常に疾病に大きな影響を与えることがわかります。もちろん、人間にとりましても、動物をよく見て、早い時期に疾病の兆候を見ることができるといことで、非常に良いサインになります。

【スライド 46】

E.g. social contact from females enhances the recovery from stroke in male mice

雄ネズミでは好みの雌ネズミからの接触をうけると脳卒中による麻痺の回復が促進する。



【スライド 43】

Enrichment-use is potentially a very sensitive way of detecting ill health...

環境改善は今後動物の健康障害を発見する精度の高い方法として期待されている。

【スライド 44】

Enrichment-use is potentially a very sensitive way of detecting ill health...

環境改善は今後動物の健康障害を発見する精度の高い方法として期待されている。

Enrichment use is likely to decline in animals with disease or illness

環境改善を導入することで動物の病気や疾患の減少が期待できる。

【スライド 45】

For example, in mice with Huntington's Disease, declines in enrichment-use are an early sign of the disease

ハンチントン病のネズミでは病気の初期の兆候として環境改善設備の使用頻度減少がみられる。



【スライド46】

In laboratory mice, a decline in burrowing behaviour can also indicate prion-disease at its earliest stages

実験用ネズミでは穴掘り行為が減った場合初期のプリオン病である可能性があることが分かった。



【スライド 47】

プリオン病がある場合、例えば、穴掘り行為がかなり早い時期に減ってしまったというネズミの場合には、つまり自然の行動をとれなくなってしまった場合には、プリオン病である可能性が非常に高いということで、これもやはりエンリッチメントを使って、疾病を早い段階で見つけるという例です。【スライド 47】

Enriched environments also improve brain function

Increases branching of the nerve cells, increase brain weight, and increases learning abilities of the animal

環境改善は脳機能の改善にも効果がある。

神経細胞の分岐、脳重量を増加させ、動物の学習能力を向上させる。



【スライド 48】

もう一つ、この環境エンリッチメント、やはりラット、マウスを使ったもので、環境のエンリッチメントによって脳の機能も改善することがわかっています。脳の重量を増加させますし、学習能力を向上させるということもわかっています。解剖学的に見ましても、非常に脳の構造が変わっているということがわかります。神経細胞の分岐が変わっていますし、脳の重量がふえています。エンリッチメントがない場合には脳も小さいですし、余り活発に動かないということがわかっています。そして、学習能力も低いことがわかっています。【スライド 48】

最後の例になりますけれども、これは私の実験室で行いました。博士課程の大学院生のマリヤデアスと一緒にやったんですけれども、環境のエンリッチメントによって、動物をもう一つの性の動物に対して魅力的にできるのかどうかということを見ています。動物園で出会わせたときにどういう問題が起こるのかということを見ています。

Enrichment & mate choice in mink
 ミンクにおける環境改善とパートナーの選択



Do females prefer to mate with 'low stress' males from enriched environments?

メスは良い環境で暮らす「ストレスの少ない」オスをパートナーとしてより好むだろうか。

【スライド 49】

Females were all given a choice between two males
 メスはそれぞれ2匹のオスからの選択を与えられた。




【スライド 51】

Home cages – small and bare
 ホームケージ
 小さく、最小限の設備。

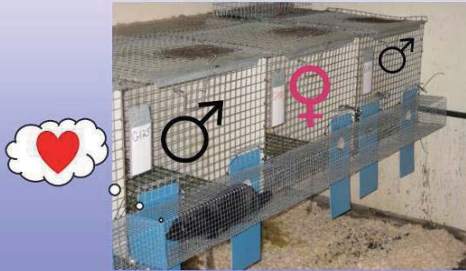
Enriched compartments:
 reached by half the mink
 contain flowing water, toys and
 objects to chew

エンリッチメントを施した区分けした小部屋
 ミンクの数は約半数。流れる水やおもちゃ、齧るための道具が備わっている。



【スライド 50】

Females were all given a choice between two males
 メスはそれぞれ2匹のオスからの選択を与えられた。



【スライド 52】

例えば、雌の動物がよりストレスの低い雄の方を好むのかどうかということを見ています。その方がより遺伝的にもいいし、よりよい父親になり得るということ、雌の動物が、これはミンクなんですけれども、感じるのかどうかということを見ています。【スライド 49】

この実験をするために、二つの環境にミンクを置きました。一つの環境では、これはホームケージという非常に小さな、全く何にもエンリッチメントがないところに入れた場合です。七つの小さなケージがあります。これは非常に標準的な環境と言えらると思います。半分のミンクには、上まで上がることができるクライミングタワーを与えています。このクライミングタワーを通っていきますと、非常に豊かなエンリッチされているコンパートメントになります。玩具もありますし、新奇物もありますし、流水もありますし、泳ぐこともできますし、非常におもしろい興味深いものがいっぱいあります。したがって、半分のミンクはケージから逃れて、エンリッチされたケージで楽しい生活を送ることができるわけです。【スライド 50】

そして、雌に選択権を与えました。二つの環境の雄のどちらを選ぶのかと、これは雌のケージなんですが、この小さなトンネルの中に雌が入っていくんですね。このトンネルでどちらの雄も訪ねることができるように

They preferred to mate with the males from enriched environments!
 その結果メスたちは良い環境で暮らすオスをより好むことが分かった。



| Environment | Number of Matings |
|-------------|-------------------|
| enriched | ~28 |
| home | ~15 |

【スライド 53】

しています。ここに小さな穴がありまして、雌が雄を訪ねたいという場合にここから入っていくことができるんです。雄はケージから出ることができないんです。ですから、雄は雌を待っているしかないわけなんです。雌が標準的なところにいる雄を選ぶのか、もしくはエンリッチされ、タワーがあって、刺激がいろいろある部屋に入ることができる雄を選ぶのかどうかと。どちらを選ぶのでしょうか。【スライド 51】

非常に信頼に足るものとして、雌はエンリッチメントされた環境の雄を選びました。交配の数を比べています。エンリッチメントされた環境の雄、それから標準的な環境の雄を比べています。ですから、環境エンリッチされ

た動物の方が、異性にとっても非常に魅力的であるということがわかります。

これは実験のげっ歯類ですけれども、環境エンリッチメントによってストレスを下げ、常同行動を減らすことができるということがわかりますし、また、動物が適応する、そして実際的にまだきっちり測定したわけではありませんけれど、動物園という環境の中でも得るものがあるということがわかります。

【スライド 52】 【スライド 53】

To conclude :
In zoo animals, we know that environmental enrichment can:

Reduce stereotypic behaviour
Improve reproductive success
-As well as allowing them to display natural behaviours

結論
動物園の動物において環境改善は以下に効果が認められた。
繁殖成功率の向上
動物の自然に即した行動の呈示

【スライド 54】

動物園の動物にとりまして、環境エンリッチメントというのは常同行動を減らすことができますし、乳幼児の生存率を高めることができます。自然の動物に比べても、よい環境を与えることができます。

また、ミンクやラットといった研究用の動物にとりましても、環境エンリッチメントによってストレス、そして病気に対する抵抗力が上がっていきますし、また、認知能力も改善します。

また、人間にとりましても、病気を早い段階で見つけることができるということですので、非常に有益ですよね。そして、多くの動物はエンリッチメントされた環境に置かれている方が異性の動物から非常に魅力的だと考えられるということがわかります。 【スライド 54】

以上です。どうもありがとうございました。

○上野吉一

ありがとうございました。何か質問があれば、ぜひ聞いておきたいということがあれば、特に。どのようなことでもどうぞ。

○質問者

非常にすばらしいおもしろいレクチャー、ありがとうございました。アブストラクト、抄録読みましたけれども、補食動物と、そしてプレイが非常に似てると書いてありました。日本の動物園では、計画としてホッキョクグマの囲いを考えているところですね。ガラスの壁があって、窓があって、そしてそれでふさいでしまうところがあるということでしたけれども、これについて御意見ありますか。

○ジョージア・メイソン

少なくともフェレットのようなものですね、小さな猫です。ライオンとかトラとか、そういったものと同じようにストレスがあるというのは驚くべきことではないです。シールドというのは、ホッキョクグマのとなりになると問題です。問題は、ホッキョクグマにとって、遊ぶのを見るのがいいのかどうかということです。これは刺激的かもしれませんが、でも、フラストレーションがたまるかもしれません。

つまりキャンディーのストアの中にキャンディーがあって、でも、それが食べられないということです。そこにシールがあって、そして決して食べられない状態です。ストレスがあるかもしれません。私の直感ではよい考えではないような気がいたします。

○上野吉一

ほかに、どうぞ。

○質問者

実験で動物のケースで、リッチエンバイラメントが与えられた動物は、異性に対してより魅力的になるということですけど、これは人間に対しても同じようなことが言えるのでしょうか。

○ジョージア・メイソン

人間にとっても本当ですよ、そのとおりです。答えはイエスです。

特に、女性というのは資源というのが重要なんです。お金が重要なんですよね、男性そのものより。ですから、すべての哺乳類にとりまして、女性はテリトリー、遺伝

子がいい、そしてストレスに抵抗性が高い、病気がない、大きくて強い、つまりエンリッチメントされた環境、ストレスのない環境。例えばこういう常同行動しないということの方が、より魅力的なんです。人間のデータというのがありますよ。ほかの種もありますし。

○質問者

より異性を引きつけるために、どういう環境に自分をさらしたらいいでしょうか。何かアドバイスをください。

○ジョージア・メイソン

わかりません。あなたが判断なさったらいいと思います。私もそうですけれども。

○質問者

ステレオタイプの行動について、非常におもしろいいろいろな発表を聞かせていただいたんですけど。動物が飼育下にいた場合に、発現できない行動の転移として出すペーシングだとかの一般的なステレオタイプの行動と、環境を変えても、それがまだ、いわゆる癖が残ってしまうタイプの、そのまま残り続けたときのステレオタイプの行動とは、構造が違うということはあるのかどうかをちょっと伺いたいんですけど。

○ジョージア・メイソン

非常にいい質問ですね。データをお見せいたしました。動物が環境エンリッチメントの環境下にあるときには、その常同歩行が減りますけれども、半分になりますけれども、なくなるということはないです。ただ、ぶざまな感じがしないということです。エンリッチメントは十分ではなくても、あるいは遅きに資しても、動物の脳に対して何か変化を与えますが、それが遅い場合には全くなくなるということはないんです。ですので、その環境エンリッチメントは初期の段階で、常同行動が固定される前に、環境エンリッチメントされた環境下にさらすことが必要になるかと思います。それでよろしいでしょうか。

○上野吉一

それじゃあ、まだ質問あると思いますが、とりあえず、ここで一たん終わりにして、次の発表に移りたいと思います。

次は、それじゃあ、まず拍手をお願いします。

それでは、次は上野動物園の堀さんにお話ししたいと思います。

準備してる間に、簡単に堀さんの御略歴を話しますと、堀さんは飼育担当としてパンダの飼育にかかわってこられました。きょうの御発表もパンダに関するエンリッチメントということで、現在は飼育係長という立場で、飼育員の監督する側に回って、現場の仕事というよりは管理する側に回られたということですが、そういった実際にかかわってきたことについてのお話をさせていただくということになります。