

## 2 | チンパンジーの自己治療行動と人類の医療行為の進化

およそ1世紀近く前、タンザニアの呪術医バブ・カルンデが、流行性赤痢と思われる疾患に苦しんでいた村人の命を救う有効な治療法を発見した。彼は、似たような病気にかかっていたヤマアラシが、トンゲ族の間ではムレンゲレレという名で知られている植物の根を摂取するのを見て、その薬理的効果に気がついたのである。それまでバブ・カルンデも村人たちもムレンゲレレが有毒であることを知っていたので、それを食べることは避けてきた。バブ自身が試してみても、ヤマアラシの例も参照しながら、村人にその病気にかかった時ムレンゲレレを使用するようながしたのである。トンゲ族はその後今日に至るまでムレンゲレレの根を薬として使用している。現在、村の長老かつ病気の治療者として尊敬されているバブの孫であるモハメディ・セイフ・カルンデは、ムレンゲレレを淋病や梅毒の治療にも用いている。

バブと比べれば、現代の科学者たちは動物の自己治療行動や医療への応用研究に関しては、遅れをとっていると言わざるを得ない。しかし近年、動物の自己治療行動、即ち動物生薬学を支持する一連の科学的な蓄積があった<sup>[1]</sup>。

1987年の病気のチンパンジー観察<sup>[2]</sup>を皮切りに、モハメディと私は野生のチンパンジーがどのように寄生虫に対処するのか、またチンパンジーの行動が私たちに何を示唆しているのかを理解するため、共同研究を行ってきた。

植物の二次代謝産物は、栄養とか成長や繁殖には無用なものであり、捕食動物である昆虫や哺乳類から植物自身の身を守るために進化してきたものである。動物の採食行動を研究する生態学者が、食物内の二次代謝産物に動物がどのように対処するかに注目している一方で<sup>[3, 4]</sup>、我々の基本的な前提は、動物が植物の二次代謝産物を自らの治療に利用しているということである。広義の展望として我々は、動物たちの中で認められる自己治療行動の進化的な流れをつきとめること、そしてまた実際こうした生薬の知識を人類の医療行動に役立てることに関心を持っている<sup>[2, 5]</sup>。

動物によって摂取される植物の大部分は、数多くの二次代謝産物を含んでいる。ジョーンズ<sup>[6]</sup>は、現在人類によって使用されている生薬や調合薬は、もともと私たち霊長類の祖先の食事の中に含まれていた非栄養性化合物と置き換わったも

のだと述べている。この観点から考えると、かつて食物が提供していたであろう薬効に関する手掛かりを得るためには、アフリカの大型類人猿、さらには全ての霊長類によって実際に摂取されている非栄養成分の品目について詳しく調査する必要がある。

人間社会においても、食物と薬の違いが、常に明らかなわけではない。「医食同源」という日本の格言があるように、世界中で使用されている伝統的な香辛料、調味料、野菜などは、抗癌物質や、抗酸化作用、抗菌作用、抗ウイルス作用、抗寄生虫作用等をもった重要な物質の供給源でもあった<sup>[4]</sup>。エトキン、ナイジェリアの農耕民族であるハウサ族の食用植物の30%は薬としても使用されていることを発見した。さらにマラリアの治療に使用されている植物種の89%は、食事にも利用されていた。こうしたことからエトキンとロス、ハウサ族の食物の多くは最初から栽培されていたわけではなくて、もとは薬として使用された植物に起源するのではないかと述べている。

動物の自己治療を解明する際の難しい問題の一つは、(a) 栄養的価値があり、かつ二次代謝産物が豊富な植物を摂取して、間接的に薬効が生じた場合と、(b) 限定された特別な状況において、直接的に薬として摂取された場合の区別である。大型類人猿の観察からは、特定の品目が自己治療のため直接摂取されているということについて、明白な証拠が得られている。これから述べるチンパンジーの行動は腸内の線虫や条虫の活動を抑えるか、胃腸障害を軽減するか、もしくはその両方に寄与するというものだと、私は考えている。ヒトとチンパンジーの系統発生的な近さからして、似たような症状に対しては類似した薬用植物の利用が考えられる<sup>[7]</sup>。

大型類人猿から原人、及び現代人における医療行動の進化は、現代医療の成立にとって重要な意味合いをもつ。本稿では、アフリカの大型類人猿における寄生虫防圧にかかわる自己治療行動を再検討しながら、人間社会における薬用植物利用の進化を検討し、自然植物の生成物がどのように現代医療に役立つかを考察したい。

## ■大型類人猿の自己治療行動及び寄生虫感染

大型類人猿の自己治療行動として二つのタイプ、すなわち「苦味のある植物の

髓をしがむ行動」と「葉飲み込み行動」が、アフリカ全域にわたる10カ所で記録されている。詳しい観察はタンザニアのマハレとゴンベ、及びウガンダのキバレの3地域で行われた(図1)。調査地は、標高の低い熱帯林や湿地林から、標高の高い山地林にまで及び、地理的、生態学的、そして気候上の相異は大きい。このような大きく異なる環境で、葉飲み込み行動や苦い髓をしがむ行動が生じていることは、大型類人猿が大陸の他の場所においても同様の行動をとっている可能性があることを示唆している。

寄生虫は動物の行動や繁殖に影響を及ぼす様々な疾患を引き起こす可能性がある。寄生虫感染症における宿主への影響、及び宿主の反応は、明らかに、長い進化の産物である<sup>[4]</sup>。もし全ての動物において、寄生虫に対するただ一つの防御手段も進化していなかったとすれば、それは驚くに値する。長期に渡る調査から、マハレのチンパンジーは多種の寄生虫に感染していることが明らかになっている<sup>[8]</sup>。発見された寄生虫種は、線虫類の3種、サル糞線虫(*Strongyloides fuelleborni*)、ヒト鞭虫(*Trichuris trichiura*)、ブラジル腸結節虫(*Oesophagostomum*

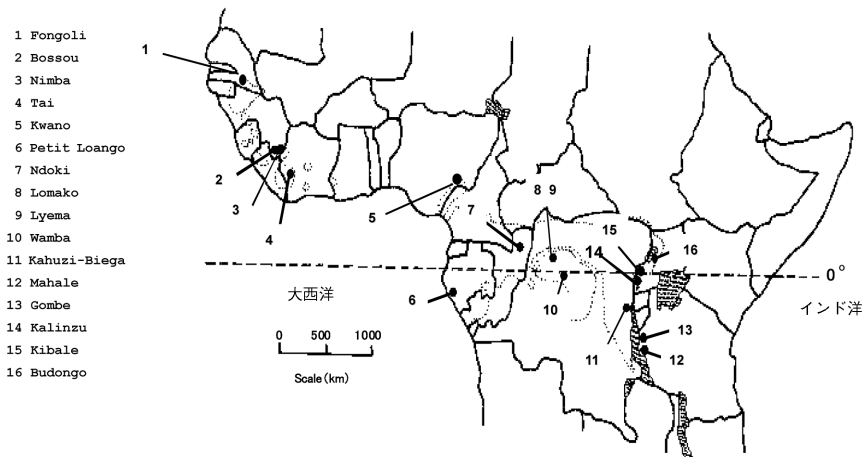


図1 葉の飲み込み行動及び苦味のある植物の髓をしがむ行動が報告された、アフリカの大型類人猿の調査地。点で示された地域は、現在の全般的なアフリカ大型類人猿の分布を表している：チンパンジー (*Pan troglodytes verus* 西アフリカチンパンジー, 1, 2, 3; *P. t. troglodytes* 中央チンパンジー, 4, 5; *P. t. schweinfurthi* 東チンパンジー, 9, 10, 11, 12, 13)；ボノボ (*P. paniscus*, 6, 7, 8)；ニシローランドゴリラ (*Gorilla gorilla graueri*, 9)。ハフマンによる(1997)。新しいデータとして、4, 6, 7が、Y. Takenoshita, J. Dupain, B. Fruth, G. Hohmannによって、追加されている。

*stephanostomum*), 1種の吸虫, 槍刀状吸虫 (*Dicrocoelium lancealumnanana*), 3種の原虫類, 大腸アメーバ (*Entamoeba coli*), 小型アメーバ (*Endolimax nana*), ヨードアメーバ (*Iodamoeba buetschlii*), および鞭毛虫の1種, ランブル鞭毛虫 (*Giardia lamblia*) である。

ブラジル腸結節虫による感染は, 他のどの寄生虫種の感染よりも著しく頻繁に, 苦味のある植物髄をしがむ行動と葉飲み込み行動に関連していた(15例の内14例, 93%)。マハレの観察では, ブラジル腸結節虫は, 自己治療行動を促す唯一の寄生虫である。この寄生線虫類は発育の段階で, 腸壁内に結節を作りそこに潜り込むことから, 腸結節虫と呼ばれていて, 齧歯類, ブタ, 反芻動物, 霊長類, ヒトの大腸基部に巣くう寄生虫である(図2)。様々な種がゴリラやチンパンジー, 時にはヒトにも認められる<sup>[4,9]</sup>。このような腸結節虫の一部は, 家畜や霊長類にとって極めて病原性が強い。類人猿における各種腸結節虫類の感染は, 食欲不振, 体重減少, 腸炎, 下痢, 貧血, 意欲喪失から虫垂炎様の激痛まで, 中度から重度の症状が認められている。本寄生虫類によってもたらされる畜産業における経済損失や, ヒトの健康に対する危険性から, その生物学及び防圧について多くの研究がなされてきた<sup>[4,9]</sup>。

## ■ 苦い植物髄をしがむ行動の生態学

詳細な化学的分析と行動観察, 特に病気だと思われたマハレのチンパンジーの寄生虫学的な調査から, 苦味のある植物の髄をしがむ行動には薬理効果があるということが示唆された<sup>[2,9,10]</sup>。実際に寄生虫に冒されているチンパンジーが, 人間の伝統的な生薬としても利用されている *Vernonia amygdalina* (キク科の草本類でショウジョウハグマ属のヨモギに似た植物) を摂取した後に, 健康を快復したことが観察されたのである。

*V. amygdalina* は, サハラ以南のアフリカ熱帯地域に自生している<sup>[11]</sup>。他の同属種の髄をしがむ行動については, ゴンベ (*V. colorata*)<sup>[12]</sup>, ヒラリ (Janette Wallis, 私信), 及びカフジ・ビエガ (*V. hochstetteri*)<sup>[4]</sup>で観察された。コートジボアールのタイ調査地では, ツユクサ科の植物およびヤシ科の植物の苦味を伴う髄をしがむ行動が観察されている。

チンパンジーが *V. amygdalina* の茎から髄を摂取する場合, 丁寧に外皮と葉

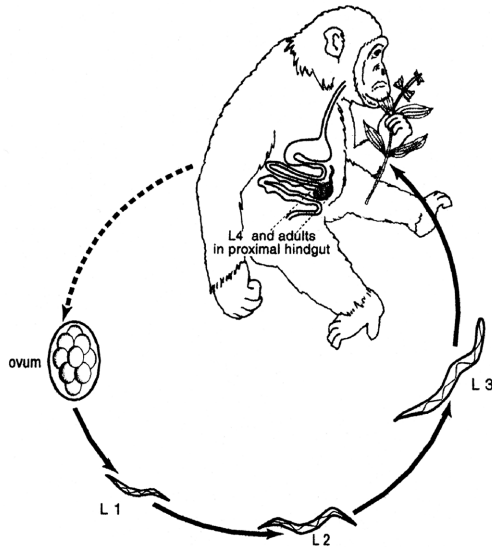


図2 チンパンジーにおいて例示された腸結節虫の一般的な生活環。卵は、16～32細胞期に産卵される。糞便中で、卵は急速に第一期のラブジチス型幼虫に発育し、最適な条件下で、わずか24時間で孵化する。幼虫はバクテリアを摂取し、孵化後24時間以内に脱皮し、第二期幼虫となる。孵化後3～4日以内に第二期幼虫は脱皮し、感染型である第三期幼虫になる。第三期幼虫は、第二期幼虫段階時における保護的な外皮に留まり、悪条件の環境下（例として暑さや、乾期における乾燥状態）において休眠状態で、長期間生存することができる。感染は、宿主が採食する植物上における、フィラリア型第三期幼虫の摂取によって発生する。摂取後、第三期幼虫は盲腸へ移動し、そこで摂取後およそ3日以内に脱鞘する。第三期幼虫はその後、腸壁において粘膜に侵入し、個々の幼虫の周囲に、各々の結節の形成を促進する。結節内において、幼虫は第四期幼虫に発達し、最終的には未成熟虫として、後腸腔内に戻る。腸腔内に戻ると、幼虫は脱皮し、成虫となる。雌は、感染後およそ1ヶ月で繁殖を始め、産卵する。

を取り除いて、露出した髓をしがんで、その汁を飲む。髓からは、非常に苦い汁と、繊維質の残余物が得られる（図3a, 4a, 4b）。一度に摂取される髓の量は比較的少量で、長さは5～120cm、幅は1cm程度である。摂取に要する時間は、1分未満から、8分ほどかかることがある。この植物の苦い髓をしがんでいる個体の近くにいたチンパンジーの成獣は髓の摂取に興味を示さないが、幼獣は病気の母親が捨てた髓を味見することが時折観察されている。したがって集団の個体は、若いころからこうした植物を利用する状況に身を置いているのだと考えられる。



図3 自己治療行動。(a) ブラジル腸結節虫に感染している成獣の雄JIが *V. amygdalina* の苦い髓をしがんでいる。(b) 成獣の雌LDが *Aspilia mossambicensis* の葉を飲み込んでいる。(c,e,f) 走査電子顕微鏡写真(SEM)により、類人猿によって丸ごと飲み込まれる葉の表面に、剛毛が密生している特徴を、それぞれの植物の写真と共に示している(それぞれ、*Aneilema aquinoctiale* (ツユクサ科)、*Trema orientalis* (ウラジロエノキ、ニレ科)、及び *Lippia plicata* (クマツヅラ科))。(d) このブラジル腸結節虫の成虫(およそ2.5cm)は、他の20匹の成虫に加え、50枚の折り重なる葉と共に糞便中に排出されたものである。写真：Michael A.Huffman. SEM：Thushara Chandrasiri.



図 4 (a) *Vernonia amygdalina*, (b) その苦い葉, (c) その葉から作られるンドレ, 西アフリカの伝統料理。  
写真: (a, b) Michael A. Huffman ;  
(c) 小清水弘一

マハレでは, *V. amygdalina* の利用は乾期である終わりである 6 月と 10 月を除く, 全ての月において観察されているが<sup>[4]</sup>, なかでも 11 月~1 月の雨季にもっとも多く見られる。

#### ■ 寄生虫感染に対する苦い髓摂取の影響

一般的に, チンパンジー個体が *V. amygdalina* の苦い髓をしがんでいる時は, その個体は下痢や意欲喪失, 体重減少および線虫感染などの健康障害を起こしている。詳細が報告された二つの事例では, その個体が苦い髓をしがんだ 20~24 時間後に, 症状が回復している<sup>[2, 10]</sup>。そのうちの一例では, 感染しているブラジル腸結節虫の糞便 1 g 中の寄生虫卵数 (EPG) を測定したところ, 寄生虫卵数は 20 時間で 130 個から 15 個にまで減少していた。同時期に観察された, 同じ寄生虫に感染していてもその植物の髓をしがむことがなかった他の 7 個体では, EPG の減少は記録されず, むしろ時間とともに増加していた。虫卵数の増加は,

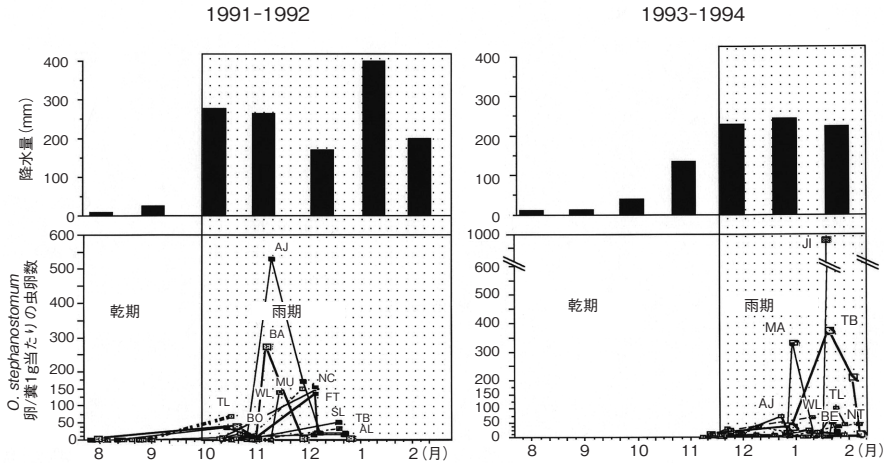


図5 マハレのチンパンジーにおける腸結節虫の感染レベルの季節的変動。感染は年間を通して認められるが、西タンザニアのチンパンジーにおける再感染は、主に雨季に生じる。再感染は、個々の糞便1g当たりの虫卵数（EPG）の著しい増加によって示され、雨季の始まりからおよそ1～2ヵ月後に生じる。この時期は1ヵ月間の寄生虫の潜伏期に相当する。潜伏していた虫の幼虫の発育が始まり、その後雨季が始まると、湿度や気温の上昇という外部環境が、卵や幼虫の急速な発育にとって最適になる。雨季の初めの著しく高いEPGレベルは、その湿潤環境の下での感染型第三期幼虫の、宿主への侵入が増加することによって引き起こされると考えられる。

全般的に雨季の初めに本寄生虫種の再感染が増加することを現わしている(図5)。Vernoniaの苦い髓の摂取は、腸結節虫の卵の発生率に影響し、胃腸の不調を軽減するものと思われる。

### ■ 苦い髓の薬理的効果に対する植物化学的・民族治療的証明

V. amygdalinaの利用におけるチンパンジーと人間との類似性は、苦い髓の摂取が寄生虫防圧に有効であることを強く支持するものである。また植物の選び方における共通の基準にかかわる興味深い見解を導き出した<sup>[7]</sup>。様々なアフリカの民族集団において、V. amygdalinaからつくられた調合薬が、マラリア熱、住血吸虫症、アメーバ赤痢、その他の様々な腸内寄生虫症や腹痛の治療のために処方されている<sup>[7, 11, 13, 20]</sup>。マハレのトンゲ族は、この植物を、腸内寄生虫、下痢、



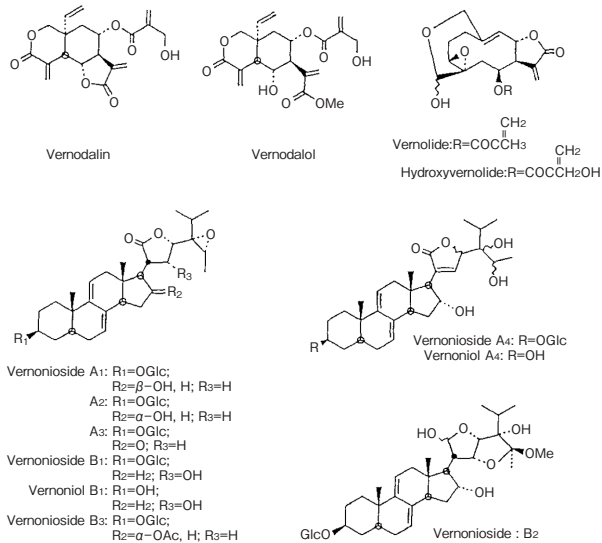


図6 ステロイド配糖体（上列）およびセスキテルペン・ラクトン（下列）化合物。マハラ国立公園で採集されたヴェルノニア・アミグダリナの葉、茎、髄、および根の部分から分離された。

及び胃腸障害の治療に利用している。ウガンダの農民は、飼育しているブタの腸内寄生虫を駆除するために、同植物の若枝や葉を与えている。多くの苦味のある *Vernonia* 種が、アフリカ、アメリカ、およびアジアで見つかっており、寄生虫感染を含む胃腸障害に対する幅広い民族の伝統的治療としての利用が知られている。インドでは、類似の *V. anthelmintila* (サニギク、この学名は駆虫薬を意味する) が寄生虫疾患の伝統的治療に用いられている。

チンパンジーによって利用されたマハレの *V. amygdalina* の植物化学分析は、二種類の生物活性代謝産物の存在を明らかにした(図6)。多数のセスキテルペン・ラクトン、13種類の新しいスチグマスタン型ステロイド配糖体、及びステロイド配糖体より遊離したアグリコン分離されたものである<sup>[4, 14-16]</sup>。*V. amygdalina* に存在するセスキテルペン・ラクトンは、*V. colorata* や他の多数の *Vernonia* 属にも認められている。これらの植物は、駆虫作用、抗アメーバ作用、抗癌作用、抗生剤としての特性がよく知られている<sup>[4, 14, 16]</sup>。葉から抽出された粗メタノールは免疫抑制作用と、癌細胞発達の初期過程を阻害する。

細胞障害性のあるセスキテルペン・ラクトンは、マハレのチンパンジーが通常

は食べない葉や外皮に最も多く含まれていることがわかった。西アフリカの家畜ヤギで時々観察されるように、ある野生の植物の葉が生で大量に摂取されると、致死的な結果をもたらすことを考えると、このことはとても興味深い。家畜が避けられないような植物をチンパンジーが避けていることは、植物の二次代謝産物やその有効な利用法に関するチンパンジーの知識が、より高度で、洗練されたレベルであることを示唆している。西アフリカの人々は毒性が少ない栽培植物の葉を苦味や毒性を減らすため水に数回浸し、肉とともに料理をして、強壯食として食べる。この料理はカメルーンではンドレと呼ばれている（図4c）。その枝には注目すべき抗細菌特性があり、噛むための棒、有名なアフリカの「歯ブラシ」として、広く利用されている。

植物にもっとも多く含まれる、ステロイド配糖体（ヴェルノニオシドB1）及びセスキテルペン・ラクトン（ヴェルノダリン）の抗住血吸虫作用の生体外試験において、成虫の活動や雌成虫の産卵能力が著しく抑制されることが明らかになった<sup>[15]</sup>。この発見は、マハレの雌成獣チンパンジーが、*V. amygdalina*の髓を摂取した後腸結節虫の産卵数が減少した観察結果と一致する<sup>[10]</sup>。セスキテルペン・ラクトンは、生体外で、著しい抗マラリア作用を示したが、ステロイド配糖体のそれは、セスキテルペン・ラクトンより弱かった<sup>[5]</sup>。

ゴンベ、カフジ・ビエガ、及びタイにおいて、チンパンジーが苦い髓を摂取するいくつかの植物も、多くの民族の伝統的治療に使われる薬理学的特性があることが知られている。*V. colorata*や*V. amygdalina*は民族の伝統的治療の点から考えると、その薬理的特性は同じである<sup>[3]</sup>。*V. hochsteteri*には、花および葉と同様に、髓にもアルカロイドが含まれる<sup>[4]</sup>。*Paliasota hirsuta*と*Eremospath macrocarpa*は西アフリカにおいて、胃腸障害や痙攣、性病の治療に、また、消毒剤や鎮痛剤として使用されている<sup>[4]</sup>。前種の殺貝（巻き貝）作用も、報告されている<sup>[4]</sup>。

## ■葉飲み込み行動

葉飲み込み行動は、まずゴンベ及びマハレのチンパンジーにおいて観察された<sup>[17]</sup>。ゴンベ、マハレ両調査地で、チンパンジーの糞の中に*Aspilia mossambiensis*（キク科）、*A. plurista*、*A. rudis*の折り重なった未消化の葉が観察された。この

ことは葉飲み込み行動に栄養的な価値はなく、おそらくチンパンジーが高度な葉草利用法を知っているであろうことを示唆している<sup>[4]</sup>。他の調査地の研究者もそれぞれに類人猿の特異な食性について調査し始め、現在、34種以上に及ぶ植物の葉飲み込み行動が、アフリカ全域の大型類人猿の13調査地で観察されている<sup>[1]</sup>。

様々な種類の植物が利用されるが（草本、つる植物、灌木、木）、全ての植物に共通する特徴は剛毛が密生すること、そして表面が粗い葉だということである（図3c, 3e, 3f）。チンパンジーは葉先の半分を口にゆっくりと運びながら、一つずつ舌と口蓋で折り曲げ、丸飲みする（図3b）。一回あたり1～56枚の葉を飲み込む。

マハレとゴンベでは、チンパンジーの直接観察と糞解析による葉飲み込み行動の継時的データがあるが、この行動自体は極めて稀な行動である。*Aspilia*種の平均利用率は、69.0時間に一回（1242時間で18回）から、102.6時間に一回（1026時間で10回）である<sup>[1, 17]</sup>。

ゴンベ、マハレ双方において、飲み込むのに適した葉は一年中入手できるが、マハレでは雨季（11月から5月）の初めの利用がいちばん多く、1月と2月の利用頻度が最高で、他の月の10～12倍である<sup>[17]</sup>。

マハレでの4ヵ月間の観察では、葉飲み込み行動があった全ての事例の83%で、線虫感染が証明された（12例の内10例）<sup>[18]</sup>。複数種の寄生虫混合感染が一般的だったが、ブラジル腸結節虫（78%）が最もよく葉飲み込み行動に関係しており、サル糞線虫（56%）、ヒト鞭虫（33%）がそれにつづく。これらの線虫の感染に関連した症状（下痢、倦怠感、腹痛）が、葉を飲み込んだ8頭のチンパンジー中7頭で確認されている<sup>[1, 18]</sup>。

#### ■葉飲み込み行動の寄生虫感染量への影響とその排出機序

各々の個体から収集し詳細に検査した254の糞便標本の内、ブラジル腸結節虫の虫体が認められたのは、わずか4%だった（図3d）。糞便中に虫体が認められたのは、倦怠感及び下痢の症状を示したチンパンジーに限られる。1993～1994年において虫体が認められた9糞便標本の内6標本には、*A. mossambicensis*、ウラジロエノキ、あるいは*Aneilema aequinoctiale*の未消化の葉が残されていた。糞便中に葉と腸結節虫双方が観察される確率は統計的に有意だった。平均すると

糞便ごとに10匹の寄生虫が20枚の葉とともに検出され、葉飲み込み行動によって葉1枚につき寄生虫0.54匹が排出されたことになる<sup>[19]</sup>。このことは葉飲み込み行動と腸結節虫排出の間には強い因果関係があることを示唆している<sup>[18]</sup>。排出された虫は、全て生きていて活動的だったので、上述の植物には化学的な殺虫作用はないと思われる。

野生のチンパンジーに寄生している、ブラジル腸結節虫の総数に関するデータはないが、トーゴやガーナの農村部で生活している人々における類似種 *O. bifurcum* に関する報告では、平均で一人に96匹の虫体が寄生していることを示している<sup>[4]</sup>。先に算出した虫体と葉の排出の割合から推定すると、チンパンジーは雨期に寄生虫を駆除するために少なくとも176枚の葉を飲み込むか、もしくは現在の10倍程度の量の葉を利用しなければならないことになる。ある事例では、当該個体が飲み込んだ実際の葉の枚数は、5～55枚であった。このことは、連日あるいは何週にも渡って、チンパンジーによって繰り返し行なわれる葉の飲み込み行動が、寄生している虫体数全体に大きな影響を与え得る可能性があることを強く示唆するものであり、多くのチンパンジー個体において雨季の後にブラジル腸結節虫の卵数が減少することの説明がつく(図5)。

腸において観察された生理学的な反応は、葉を飲み込んだ後、およそ6時間で全ての葉が排出されるというものだった<sup>[19]</sup>。腸結節虫の生活環の詳細を考えると(図2)、葉の飲み込みは、おそらく少なくとも三つの機序で線虫の感染を防圧している：(1)成虫の分離と排出を引き起こすこと、(2)一部体内に侵入した感染型の第三期幼虫が、脱鞘して粘膜に侵入できるようになる前に排出すること、(3)未熟な第四期幼虫を腸管腔内で発生させることにより、結節形成を軽減させること、である<sup>[19]</sup>。

マハレでは、時折、葉飲み込み行動と苦い髓をしがむ行動が、同じ日に同じ個体において見られることがある。この二つの行動は、ブラジル腸結節虫の感染レベルの低下に対して、相乗的に作用する可能性が高い。苦い髓をしがむ行動と同じく、マハレにおける葉飲み込み行動は、ブラジル腸結節虫にのみ作用をすると思われる。本種の成虫は、大腸粘膜に口腔で吸着することにより、自身を固定し寄生している。この固定は恒久的なものではなく、餌や交尾相手を探して大腸内を移動する。しかしながら、サル糞線虫(2mm)とヒト鞭虫(30～40mm)は、ブラジル腸結節虫よりも小さく、小腸や盲腸の粘膜内に体を挿入して寄生するの

で、前2種寄生虫は葉による物理的な除去作用を受けにくい。

繁殖に関わる成虫は同宿主には再感染しないので、再感染が最も起こりそうな時期に、もしもチンパンジーが定期的に寄生虫数を減少させることができれば、線虫感染のコントロールが可能になるという仮説が提示できる。マハレでは、ブラジル腸結節虫の再感染が最も発生する時期（雨季の開始後、12月あるいは1月頃）と、チンパンジーが頻繁に葉を飲み込み、苦い髓をしがむ時期とが、ちょうど一致している。

キバレにおいてランガム<sup>[4]</sup>は、腸内の未消化の葉は、条虫の片節排出の可能性も高めることを見出した。21ヵ月の調査期間中、糞便中に未消化の葉は認められたが、葉と条虫が共に認められたのはわずか33%であった。糞便内に条虫を含まない大量の葉が検出されたことにより、片節の排出は葉の飲み込みによる直接的な作用ではない可能性があることが示唆される。ランガム<sup>[20]</sup>は、キバレで観察された葉の飲み込み行動は、条虫感染が原因の腹痛によって促され、葉の飲み込みによって、腹痛が緩和する可能性があることを示している。このことから考えると、片節が排出されるかどうかにかかわらず、チンパンジーは、腸内の条虫の寄生により生じた不快症状に反応したということになる。寄生虫感染による苦痛を緩和させることは、苦い髓をしがむ行動および葉飲み込み行動をおこさせる重要な刺激であると思われる。

## ■チンパンジーの自己治療行動の習得と従来の人間社会における医療の発展

アフリカ大型類人猿によって個別に習得される自己治療行動の研究は、興味深い課題である。自己治療が伝承的な行動であるとするれば、どのような行動から始まったか、また、どのように個体が薬用植物を摂取するようになったかについて、未解決の問題を残している。極論として、動物は病気の時に、適切な植物を選択する生来の性質もっている可能性があり、その場合、伝承の役割は、地域的に限定される（すなわち、経験のない個体は、他の個体が利用した植物種に注意を向ける）<sup>[12]</sup>。しかしながら、葉の飲み込みや苦味のある髓の咀嚼行動で、摂取される植物の種類だけではなく、効果的に取り入れるために摂取する植物の部位や摂取方法も、解明されるべき問題である。チンパンジーは、保守的な傾向が強い採食習性であることを前提とすると<sup>[4]</sup>、新しい食物を無作為に選択することは、と

りわけ病気の場合には、あまり生じないと思われる。おそらく、極度に食物が不足した時、新しい食物の摂取を経験し、病気で空腹状態の類人猿の健康がその新しい植物の摂取によって回復したために、その食物と健康回復の関係が理解され、それによって新しい伝承的な行動が始まったと考えられる。

味覚と胃腸疾患の間における選択的な関連性は、哺乳類間の味覚嫌悪学習の原理として、広く受け入れられている<sup>[4]</sup>。食物嫌悪における学習の機序は、様々な動物種において十分に立証されている<sup>[4]</sup>。逆の過程における適応的な意義、すなわち、健康状態の改善と、薬効を備えた新しい植物摂取の関連づけが可能なことは、自明の事実であると思われるが、その学習機序については、ほとんど注目されていなかった。この分野の研究の進展が望まれる。

ヒト以外の霊長類においても、重要な利益がもたらされる行動が、他個体の経験を通じて学習され、時間とともにその行動が完全に自身のものになっていくという、社会的学習が認められるのである。もし健康に良い行動についての有効性が認識されれば、最初はゆっくりと、その後、最年少の個体にまで伝わる頃には速さを増していき、おそらく集団全体にその行動が広がると思われる。この段階では、単に母親の採食や行動のレパートリーの一部として次世代に伝わっていくのだと考えられる。マハレやその他の場所において、個体が最初に自己治療行動に触れる機会は若齢の時である。その時点では若い個体は病気ではなく、通常は、病気である母親の行動を観察することによる<sup>[12]</sup>。若いチンパンジーが、注意深くこのような行動を観察し、その後すぐに自分でその行動を実施する様子が、幾度も認められている<sup>[2, 12]</sup>。このような生物学的及び心理学的な過程が、ヒト以外の霊長類において伝承行動の中核をなしており、ジョーンズ<sup>[6]</sup>が論ずるように、医療における人間の文化的慣習の生物学的な根源であると考えられる。

## ■類人猿から人間へ

アフリカの大型類人猿における寄生虫感染症や胃腸障害に対応した植物選択の著しい類似性や、人間にも共通する病気治療法は、医療の進化を考える上で非常に興味深い。ヒト科の祖先による採食植物の選択は、現生類人猿と人類、その両方に類似していたことであろう。採食行動や食物についての化石による直接的な証拠はないけれども、初期の人類が少なくとも現存する類人猿に見られる程度の

自己治療行動を示していたという仮説は、理にかなっているように思われる。

植物の味や香り、質感によって、薬としての特性を認識するというような基礎が、私たち霊長類の進化の中で深い起源をもっているように思われる。医療の進展においても主要な転換点は、初期人類における言語の発生であると考えられる。言語の発生により、人々は植物の特性についての詳細な見聞や、病気に対する効果について共有し、伝えることが可能になった。人類の歴史における別の主要な事象は、食物の調理や無毒化の技術の導入であり、この技術によって人々は、食物として多くの植物を利用することが可能となった。ジョーンズ<sup>[6]</sup>は、植物の無毒化技術の導入によって、植物の二次代謝産物が日々の食物から消失したために、人類にとって植物の二次代謝産物に対する依存が高まる転機となったと論じている。簡単に言うと、食事から一面では病気予防薬としての特性をもつ植物の二次代謝産物を除去したがために、その特性によって阻止することが可能であった特定の疾患を増加させた可能性があるということである。この技術の開発により、人間は一部の植物を特に薬として活用し、また別の植物を「薬膳」として用いるようになったと思われる。さらに、茹でる、蒸す、蒸発させる、濃縮するなどの火を用いた技術や、その他の方法によって、植物由来の有益な二次代謝産物を抽出し、この物質を様々な形で使用することが可能になった。

現在の高度な医療技術は、狩猟採集生活から定住生活による農作物や家畜に依存する生活方法への変化によってひきおこされた、多くの新しい種類の病気やストレスへの対応として生まれてきたものだと考えられる。初期人類における薬の処方技術は、今よりも簡素であったと考えられるが、それは高度な技術がなかったからではない。むしろ、単純で数少ない病気が存在し、ストレスもより少なかったためではないだろうか。現在はさらに、世界的な人口の増加により、病気がよりかんたんに人から人へと感染するようになり、より強い病原性が作り出されている。現代医療の技術向上のおかげで、年々多くの人々の命が救われ、寿命も延びている。しかし、技術の向上は食生活の変化や生活におけるストレスを増幅させることにもつながり、国家が治療のために大金を費やす現代病の罹患率をますます高めている。

## ■今後の方向性

およそ1世紀前のバブ・カルンデが行ったような、動物の自己治療や民族の伝統医療の研究は、将来的な薬物供給源について重要な進展をもたらすものと思われる。自然界の植物生成物を動物が利用する様式について詳細に調査することは、例えば、家畜や人間に感染する寄生虫の薬剤耐性率を抑制し低下させることについて、実行可能な新しい知見を提供する可能性がある。現代医療に効果的であることが示された伝統医療を評価し、統合するための精力的な活動が、多くのアフリカ国家において進行中である。アフリカや他の各地における共同研究者たちは、このような試みの重要性および緊急性を認識している。我々が行っている、さまざまな宿主とその寄生虫種とそれに対する植物由来化合物の働きについての多方面からのアプローチは、こうした目的達成のためには不可欠なものである。同時に、私たちは、土地固有の植物素材から生じる全ての新しい発見において、個人や地域、国における知的財産権保存の重要性も認識している。この研究の一つの目的は、得られた研究成果を、地域の医療や家畜管理システムに導入し、地域で入手される植物を適切に、全ての人々のために使用できるようにすることである。

最近になってモハメディは、エイズ患者を治療するために、ムレンゲレレを用いる伝統的な治療師が、マハレの東部に存在するという情報を得ている。モハメディは、自分自身が患者に使用してみたことがないので、有効性を確証することはできないとも述べている。この論文の準備しながら、私は共同研究者と共に、ムレンゲレレの根の特性に関する分析を行っていた。私たちは皆、霊長類の祖先から進化史上の知恵や、伝統医療の財産を受け取る必要があると思う。アフリカは、人類発祥の地であり、現代医療の進展における出発地点でもある。アフリカ大陸は、世界の将来において果たすべき、極めて重要な役割を担っている。

本文は2001年英文でBioScienceに出版されたものの訳文である。出典の詳細は文献4を参照されたい。

[1] Huffman, M.A. (1997) Current evidence of self-medication in primates: A multidisciplinary perspective. Yearbook of Physical Anthropology, 40: 171-200.

[2] Huffman, M.A. and Seifu, M. (1989) Observations on the illness and consumption of a possibly medicinal plant, *Vernonia amygdalina* (Del.), by a wild chimpanzee in the Mahale



- Mountains National Park, Tanzania. *Primates*, 30: 51-63.
- [3] Freeland, W.F. and Janzen, D.H. (1974) Strategies in herbivory by mammals: The role of plant secondary compounds. *American Naturalist*, 108: 269-289.
- [4] Glander, K.E. (1975) Habitat description and resource utilization: A preliminary report on mantled howler monkey ecology. Pages 37-57 in Tuttle, R.H., ed. *Socioecology and Psychology of Primates*. The Hague: Mouton Press.
- [5] Ohigashi, H., et al. (1994) Toward the chemical ecology of medicinal plant use in chimpanzees: The case of *Vernonia amygdalina* Del., a plant used by wild chimpanzees possibly for parasite-related diseases. *Journal of Chemical Ecology*, 20: 541-553.
- [6] Johns, T. (1990) *With Bitter Herbs They Shall Eat It*. Tucson: University of Arizona Press.
- [7] Huffman, M.A., Koshimizu, K. and Ohigashi, H. (1996a) Ethnobotany and zoopharmacognosy of *Vernonia amygdalina*, a medicinal plant used by humans and chimpanzees. Pages 351-360 in Caligari PDS, Hind, D.J.N., eds. *Compositae: Biology and Utilization*, Vol. 2. Kew (UK) : Royal Botanical Gardens.
- [8] Huffman, M.A., Gotoh, S., Turner, L.A., Hamai, M. and Yoshida, K. (1997) Seasonal trends in intestinal nematode infection and medicinal plant use among chimpanzees in the Mahale Mountains, Tanzania. *Primates*, 38: 111-125.
- [9] Polderman, A.M. and Blotkamp, J. (1995) *Oesophagostomum* infections in humans. *Parasitology Today*, 11: 451-456.
- [10] Huffman, M.A., Gotoh, S., Izutsu, D., Koshimizu, K. and Kalunde, M.S. (1993) Further observations on the use of *Vernonia amygdalina* by a wild chimpanzee, its possible effect on parasite load, and its phytochemistry. *African Study Monographs*, 14: 227-240.
- [11] Watt, J.M. and Breyer-Brandwijk, M.G. (1962) *The Medicinal and Poisonous Plants of Southern and East Africa*. Edinburgh (UK) : E. and S. Livingstone.
- [12] Huffman, M.A. and Wrangham, R.W. (1994) The diversity of medicinal plant use by chimpanzees in the wild. Pages 129-148 in Wrangham, R.W., McGrew, W.C., deWaal, F.B., Heltne, P.G., eds. *Chimpanzee Cultures*. Cambridge (MA) : Harvard University Press.
- [13] Burkill, H.M. (1985) *The Useful Plants of West Tropical Africa*, Vol. 1. 2nd ed. Kew (UK): Royal Botanical Gardens.
- [14] Jisaka, M., Kawanaka M, Sugiyama H, Takegawa K, Huffman, M.A., Ohigashi H, Koshimizu K. (1992a) Antischistosomal activities of sesquiterpene lactones and steroid glucosides from *Vernonia amygdalina*, possibly used by wild chimpanzees against parasite-related diseases. *Bioscience, Biotechnology and Biochemistry*, 56: 845-846.
- [15] Jisaka, M., et al. (1992b) Bitter steroid glucosides, vernoniosides A1, A2, and A3 and related B1 from a possible medicinal plant, *Vernonia amygdalina*, used by wild chimpanzees. *Tetrahedron*, 48: 625-632.
- [16] Jisaka, M., Ohigashi, H., Takegawa, K., Huffman, M.A. and Koshimizu, K. (1993b) Antitumor and antimicrobial activities of bitter sesquiterpene lactones of *Vernonia amygdalina*, a possible medicinal plant used by wild chimpanzees. *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry*, 57: 833-834.
- [17] Wrangham, R.W. and Nishida, T. (1983) *Aspilia* spp. leaves: A puzzle in the feeding behavior of wild chimpanzees. *Primates*, 24: 276-282.
- [18] Huffman, M.A., Page, J.E., Sukhdeo, M.V.K, Gotoh, S., Kalunde, M.S., Chandrasiri, T., Towers, G.H.N. (1996b) Leaf-swallowing by chimpanzees: A behavioral adaptation for the control of strongyle nematode infections. *International Journal of Primatology*, 17: 475-503.
- [19] Huffman, M.A. and Caton, J.M. Self-induced increase of gut motility and the control of parasite infections in wild chimpanzees. *International Journal of Primatology*, Forthcoming.
- [20] Wrangham, R.W. (1995) Relationship of chimpanzee leaf-swallowing to a tapeworm infection. *American Journal of Physical Primatology*, 37: 297-303.