

生理人類学から見た“あし”

—ヒトは小さな足,長い脚でいかに立つか—

片岡 洵子

人類学の分野では“足”は人類の直立姿勢獲得にまつわって特別重要な課題となっている。日本の人類学は100年を経たのであるが、1991年の人類学会のキネシオロジー分科会の統一テーマは“足—その形態,機能,および進化”⁽¹⁾であり、1990年のシンポジウムのテーマも“足その成長と変異”⁽²⁾であった。科学の目覚ましく発達している今日ではあるが、人類が立つ,立ち続ける,歩くといった最も基本的な事柄にかかわる“足”の機能解剖学的説明は未だなされていないと言っても過言ではない。今年印象に残った発表は、足立和隆氏によるもので、「歩行時の圧力軌跡は従来踏み出しの足踵部から弯曲して足底の外縁をとおり、第5中足骨から屈曲して第1指に抜けると考えられていたが、歩行の圧力線は踏み出しの足踵部から土踏まずを経て母指に抜ける」というものである。このような基本的な事実も今日報告され、それはさらに議論の余地もあることが予測されるのである。四つ足の哺乳動物が生まれてから直ぐに立ち上がることができるのはポルトマン⁽³⁾に言わせれば、ヒトのように生理的早産ではないからだということになるだろうが、四足で立つのと二足で立つのでは力学的効率の差、生理的コントロールの差は大きく、ヒトが一年でやっと立つという能力を獲得するのも理由ありと思われる。

人は立つことで身体をどの様に変えてきたか

このテーマだけで一冊の本もできようが、ここでは骨,筋について概略的に述べてみよう。

(骨)：*四足獣と比べるとヒトの胸は平たい；これは身体の支柱をできるだけ体の中心によせて前頭面の前後のバランスの差を少なく出来た。

(Table 1)

Rate of the number of 3types of muscle fiber in the per sq mm

Muscle name	White		Intermediate		Red	
	N	%	N	%	N	%
M rectus femoris	464 0	67 9	122 5	17 6	98 5	14 5
M vastus lateralis	253 5	61 4	75 3	18 6	80 8	19 9
M vastus medialis	225 5	56 8	74 0	18 2	106 5	26 1
M vastus intermedius	181 0	48 4	77 0	20 6	114 0	30 5
M lat gastrocnemius	229 0	48 3	140 0	29 5	105 0	22 2
M med gastrocnemius	127 0	32 1	127 0	32 1	142 0	35 8
M soleus	63 0	25 7	59 0	24 1	123 0	50 2
M plantaris	179 0	37 6	128 0	26 9	169 0	35 5
M tib posterior	56 0	21 2	79 0	29 9	129 0	48 9

(片岡 未発表)

*脊柱はS字状弯曲；これは運動による椎間衝撃を和らげられる。四足動物の脊柱は山型であるがもしそのままの形で直立になれば、人は跳んだり、踊ったり出来ないであろう。ダンスに限らず運動家には腰障害者が多いが動きのトレーニング法に誤りがある場合が多い。上体を真直ぐにして何度も跳躍し、腰椎に思い切り衝撃を与えているような動きをしていれば障害発生は容易である。

*脊柱が頸椎,胸椎,腰椎と下方に向かうほど大きくなっているのは骨にかかる重力が下方に向かうほど大きくなっているからである。

*踵骨は大きく、力学的にも強い；足根骨の中で最も大きい骨で、距骨の下にあり、立位の時全身の重心がこの骨上に落ちる。体重が100kg以上もあるゴリラのものと比較してもヒトの踵骨は力学的にはより強い。

(筋)：*胸鎖乳突筋は重い頭の位置コントロールするため人にはよく発達している。身体美の表現にも重要な筋である。

*脊柱起立筋は腸筋,最長筋,棘筋の総称で強力な靭帯で取り巻かれている。

*腹筋は人体の自然コルセット。溝おちの剣状突起から恥骨結合までの長い腹直筋には数本の腱画という結合組織性の線維で止められ、外腹斜筋,内腹斜筋,腹横筋など人体コルセットは見事な出来ばえである。

*ヒトの大きな下肢の筋,ヒラメ筋は特徴的。筋線維組成も直立に適応したものであり、人は樹上生活を営むサルと比較するとヒラメ筋は大きく、しかも筋線維組成からみると赤筋線維の比率が高い⁽⁴⁾ (Table 1)。

うまく立っているという指標と結果

1. 重心移動：姿勢,歩行の分析指標として現在最も多く用いられているものである。立位姿勢において、重心線は一般成人は年齢に関係なく踵から47%,加齢とともに前方に移動するといわれる⁽⁵⁾。しかし、健康な若者を比べた結果からは個人特性がかなりあることがわかった。また大きな足の方は揺れが少ない安定型であった。静的動作であれ、動的動作であれ、支持足に重心が垂直に落ちていれば動作は安定する。

2. 筋電図；(Electromyogram)：EMGは姿勢や運動評価に広く用いられており、運動遂行の下手な人は無駄な筋肉を働かせ、巧みな人は必要時にだけ効率的に筋肉を使うという評価法である。姿勢保持やダイナミックな運動時の評価の対象筋群は表面誘導筋電図検出可能な浅層に位置する下肢の一、二関節性筋である。

3. 心拍数,呼吸：これらは運動の技術や巧みさの直接の評価にはならないが、運動を維持することに作用する心負担の評価になる。一時間の拘

束立位姿勢をしたところ、現役のスポーツ選手は立位安静時の初期と終期にあまり差は見られなかった。しかし、運動習慣のないある中年の被検者は心拍数を90-120も上昇させた。また一時間の立位姿勢が保てず、途中で破綻をした人達は破綻時に心拍数、呼吸の急激な降下が見られた。⁽⁷⁾

4. 表情、動き：これらの観察は直接観察法かビデオでとっておく。私は実験ではビデオ、調査では直接観察法を用いている。あるとき、A君、B君の2人の4歳児の長時間拘束直立姿勢保持(10分間)の仕方は対称的であった。A君はリラックスしており、じっと静かに立ち続けることは一分も続かず、あくびをしたり、重心を変えたりと動いてばかりであった。B君はとても緊張して、4歳とは思えないほど行儀よく10分間を立ち続けた。二人のH.R.を比べると、動いたA君はほとんど変わらず、B君は時間経過に伴う上昇が激しかった⁽⁷⁾。B君が動かないで立つとは、同じ下肢筋を働かし続けていることであり、筋疲労による生体負担が大きくなる。A君のように体動が頻繁に現れる場合は働かす筋の交代をしていることになり筋疲労からのがれることになる。

人が直立して姿勢を保ったり、動作したりする時は何時でも足は逃れ様もない負荷を抱えた存在として働かしている。足の動きは神経-筋機能のコントロール、筋線維組成、大きさ等によっても異なる他、他動作の介入、循環機能の強さ等も調節要因、持続要因として作用することがわかる。

ただ立ち続けるだけでも多くの機能的、身体的要因に支えられているのである。

文献

- (1) 岡田守彦他, 1990, 「足—その成長と変異」 J. Anthropol. Soc. Nippon人類誌, 98(1): 49-50
- (2) 足立和隆, 1991, 人類学会 第22回キネシオロジー分科会シンポジウム抄録「足—その形態, 機能, および進化」
- (3) ポルトマン, A. 1961, 人間はどこまで動物か, 岩波新書
- (4) 片岡洵子, 1987, ヒトとカニクイザルの下腿三頭筋および足底筋における筋構築の比較研究, 昭和医学会雑誌47(6)
- (5) 平沢弥一郎, 1979, 日本人の直立能力について, 人類学雑誌87(2), 81-92.
- (6) 片岡洵子, 1986, 青年男子における長時間直立姿勢の研究, 人類学雑誌94, 223
- (7) Kataoka, J., 1983, Collapse of sustained long standing J. Human Ergol., 12: 39-54
- (8) Kataoka, J., 1981, Principal Component Analysis of Spontaneous Physical Movements in Sustained Standing Posture of Children., J. Human Ergol., 10: 61-71