

調査研究報告書

ヒトの歩行における 姿勢と力学的諸計測値との関係

遠藤 萬里（東京大学）

1994

財団法人 姿勢研究所

はじめに

直立二足歩行様式は、ヒトのみにみられ、脊柱が地面に対して直立した状態で、二脚のみを使用して行なわれる歩行様式のことである。したがって「直立二足歩行を行なう動物」は、生物学におけるヒトの定義として広く受け入れられている。ほとんどの鳥類やある種の恐竜も二足歩行を行なうが、脊柱は地面に対して傾斜しているので、直立二足歩行とは呼べない。

直立二足歩行はヒトの進化の過程において、手の使用、脳の大型化というヒトのもっとも重要な特性と密接に関係している。人類学の分野では、数百万年前のヒトの祖先と思われる化石に関して、この個体が生前、直立二足歩行を行っていた証拠となるような形態的特徴を捜し出そうという研究が行なわれている。また、ヒトの進化の過程上の化石の形態から、現代人におけるほぼ最適化された直立二足歩行へいたる直立二足歩行の発達に関しても考察を試みようという研究も行なわれている。しかし現在のところ、化石の形態と機能との関係が十分に解明されていないため、これらの研究もすべて、化石の機能的な点に関しては十分に考察を行なっているとはいえず、単に化石の形態の差異を比較しただけのものになってしまい、ヒトの祖先の直立二足歩行を詳細に再現するまでにはいたっていない。

化石の形態と直立二足歩行との関係を解明しようとする場合、現生のヒトの発育過程、また老化過程における歩行の力学的、運動学的な解析も重要である。この解析によってヒトの直立二足歩行様式の獲得と発達という点に関する示唆が得られる。このような研究における力学的な解析には、床反力計がもっぱら用いられている。

今日まで、ヒトの幼児の歩行と成人の歩行とを、力学的あるいは運動学的な観点から比較した研究がいくつか行なわれている。それらの研究によると、ヒトの歩行様式は身体の発育、あるいは加齢によって変化し、特に6歳以下の幼児の歩行については、成人とは異なった歩行の特徴がみられるということが明らかになった。たとえば遠藤・木村(1972)は、19カ月から8歳の幼児6名について床反力と重心点加速度を測定したが、3歳以下の幼児の歩行は不安定で、垂直方向および左右方向に大きな外力が生じ、また左右方向の力積は大きく、この傾向は年齢の高い幼児でも観察されたと述べている。また、諏佐・遠藤(1988)は、床反力と身体各部の角度の解析から、幼児歩行の成人歩行との違いを示し、幼児歩行におけるこれらの測定値は、サルを二足歩行させたときの測定値に似ており、幼児歩行は身体の成長と発達により、徐々に成人型の歩行様式に移行すると述べている。一方、BECKら(1981)は、年齢が11カ月から14歳の

正常な子供51名を対象に、歩行速度や歩幅、歩調、立脚期および遊脚期の時間、床反力を測定し、歩行様式は速度と年齢に依存しており、時間と距離の測定値の変化は身長と関係が深いと述べた。さらにFORSSBERG(1985)は、対象を2カ月までの新生児、6～12カ月の幼児、10～18カ月の幼児の3段階に分け、脚の動きや筋電図、床反力を測定した。その結果、新生児期および次の段階である支持歩行期では、ヒト特有の"plantigrade (蹠行性：足の裏全体を地面につけた歩行)"が見られず、歩行周期の間で股関節および膝関節は過度に屈曲し、成人歩行で見られる膝関節と足関節の協調作用は失われており、独立歩行期では、幼児歩行様式は徐々に"plantigrade pattern (蹠行性パターン)"へ向かって移行することを示した。そしてこの移行は神経系の発達過程と並行していると結論づけた。

このように、身体の成長に伴う形態的な変化あるいは神経系の発達による機能的な変化は、歩行運動にも大きな変化をおよぼすということが明らかになった。しかし、幼児の歩行様式の特徴を単に幼児の形態的・機能的未熟さに直結して説明することには問題がある。それは幼児の歩行時の姿勢が成人の姿勢とは異なっており、単に姿勢の違いのみが、幼児歩行において観察される力学的な特徴、すなわち床反力の特徴における成人との差異に直接反映されているのではないかと考えられるからである。

このことは実際、本研究の予備調査で行なった3カ月にわたる幼児の歩行観察において、二足歩行ができるようになったばかりの幼児では、歩行時に上体がやや前傾し、膝を常に屈曲させているという、成人の歩行には普通みられない特徴が共通して一般的にみられるということが明らかになったことから、十分に予想されることである。そこで本研究では、歩行時の姿勢が歩行特性に及ぼす影響を調べるため、さまざまな姿勢の歩行において床反力を測定する実験を行ない、この測定値と歩行姿勢との関係に関して考察を行なった。実験に際し、幼児に成人と同様の姿勢で歩かせることは実際には不可能であるため、本研究では成人に各種の歩行姿勢をとらせ、測定を行なった。