

10章 討論

筋線維はいくつかのタイプに分類されるが、そのタイプにより収縮特性が異なることなどから、筋線維組成はスポーツパフォーマンスに影響をおよぼすと考えられている (Gollnick et al. 1972)。これまで、筋線維組成の遺伝的影響に関して双生児を用いた横断的検討はいくつか行われてきたが (Bouchard et al. 1986, Komi et al. 1977, Lortie et al. 1986)、横断的検討はある表現型の環境の影響の受けにくさの度合いを示しているだけであり、厳密には遺伝的な影響を反映しているわけではない。したがって、遺伝的な影響を詳細に検討するためには横断的検討よりも世代間を見る縦断的検討が望ましいといえるが、ヒトの場合実験的制約が多く非常に困難である。

このような観点から、実験Iでは腓腹筋外側頭深層部の%type II線維の高いラットの選択交配とランダム交配を行った。その結果、選択交配群の%type II線維は世代を追って増加していったが、対照群では変化は見られなかった。これは、筋線維組成の親から子への遺伝性が存在することを示す結果である。また、この時の実現の遺伝率として0.29という値を得た。これは、親の集団のばらつきのうちの29%が子の集団に影響をおよぼすということを示している。これまで報告されている量的形質についての実現の遺伝率の範囲は0.1-0.7程度となっている (Cohan et al. 1989, Dijken and scharloo 1979, Singh and Pandey 1993, Weber 1990, Yoong and Wong 1988)。このことから、筋線維組成の実現の遺伝率は比較的低いのではないかと考えられる。しかしながら、育種においては一般に実現の遺伝率が0.2以上あれば選択交配法を用いることから (Hartl 1987)、選択交配の効果は十分にあったと考えられ、以降の実験においてこの交

配実験によって得られたラットを用いたことは妥当であると言える。

実験Iでは腓腹筋で選択交配を行い、腓腹筋の%type II線維は増加したが、この時にヒラメ筋の%type II線維も増加していった。この結果は、ヒラメ筋と腓腹筋の筋線維組成の決定には関連性があることを示唆するものである。そこで実験IIでは、実験Iの選択交配によって得られたFFDR群とランダム交配によって得られたcontrol群の間で腓腹筋以外の筋においても筋線維組成に差が生じているのかを調べた。その結果、選択に用いられた腓腹筋以外に、ヒラメ筋、中間広筋、長内転筋、上腕二頭筋においてもFFDR群がより速筋タイプの筋線維組成となっていた。一方、足底筋、長指伸筋、腹直筋、横隔膜、長掌筋では筋線維組成の有意な差は認められなかった。筋線維組成に差がみられた筋群とみられなかった筋群を比較すると、筋の部位は無関係なように見える。差がみられなかった筋群は概して%type II線維が高い。これらのもともと%type II線維が高い筋では、速筋方向への遺伝的適応範囲がほとんど残っておらず、選択交配の影響を受けにくかったのではないかと考えられる。

筋線維組成は非常に個人差が大きいことが知られている (Gollnick et al. 1972)。この個人差がどのように生じるのかについて検討することは、スポーツ科学の分野にとって意義あることであると思われる。筋線維組成は甲状腺ホルモン (Ianuzzo et al. 1977)、神経性の因子 (Dhoot and Perry 1983, Girlanda et al. 1982)、発育 (Elder and Kakulas 1993)、活動量 (Wernig et al. 1990) などの様々な要因の影響を受けており、筋線維組成の個人差はこれらの因子によって生み出されている可能性がある。よって、筋線維組成の差を生じさせるメカニズムを明らかにするためには、筋線維組成の異なる個体においてこれらの因子の差を調べる必要性がある。しかし、ヒトを用いてこの様な実験を行うことは技術的お

よび倫理的制約が多く困難であるため、動物実験に頼らざるを得ない。そこで実験III以降では、筋線維組成の個体差がどのように生じているのかについて、FFDR群とcontrol群を比較することにより検討した。FFDR群とcontrol群の比較を筋線維組成の個体差の実験モデルとしたことは本研究の特色の一つであると言える。

実験IIIでは発育にともなう変化を追った。ラットの骨格筋は出生時点では分化を終了しておらず、分化が完了するのはおよそ3週齢である (Rubinstein and Kelly 1981)。しかし、3週齢の時点ではFFDR群とcontrol群の間に有意な差は認められず、差が生じたのは9週齢以降であった。おそらく、FFDR群とcontrol群の筋線維組成の差が筋線維の分化終了後の発育にともなう変化の差によって生じるように遺伝的にプログラムされているのではないかと推測される。

実験IV, V, VIでは、どのような因子が筋線維組成の個体差を生じさせているのかを探るため、自発的活動量 (実験IV)、甲状腺ホルモン (実験V)、神経性の因子 (実験VI) について検討した。その結果、自発的活動量と甲状腺ホルモン濃度は無関係であることが明らかとなった。一方、神経性の因子については、除神経によって神経性の因子の影響を排除して筋線維組成と筋線維数の変化を調べたところ、筋線維組成の差はtype II線維の数が多いことによって生じており、またこの違いは神経性の因子の影響に遺伝的な違いが存在していることにより引き起こされていることを示唆する結果が得られた。

このように、本実験では選択交配法により筋線維組成に親から子への遺伝的影響が存在し、その影響は他の筋にもおよんでいたことが明らかとなった。また、遺伝的に生じた筋線維組成の差は発育にともなって生じて行くことや、type I線維の数には差はなくtype II線維の数が多いこと

によって生じており，その筋線維数の差は神経性の因子の影響によるものであることが示された．これらの知見はすべてラットを用いたものである．しかし，近年では発育にともなう筋線維組成の変化や，脊髄損傷による神経性の因子の減少による筋線維組成の変化がヒトにおいても観察されている（Andersen et al. 1996, Elder and Kakulas 1993）．また，ヒトでは筋線維数の個人差が非常に大きいことが知られている（Etemadi and Hosseini 1968, MacDougall et al. 1984）．これらの知見は，ヒトにおいても本研究で得られた結果と同様の現象が起きている可能性を示すものである．