

生物学の目で運動を見る「運動生理学」の魅力 —現在、そして遠い未来にむけて—

武政 徹

人間総合科学研究科助教授

筋の運動生理学の目指すところ

運動生理学は「運動の負荷あるいは除負荷が体の構造と機能にどのように変化を引き起こすのか」を研究する学問領域である。体育科学系では同じ領域に脳・神経、ホルモン、呼吸循環のそれぞれの専門教員がいるが、私は筋の運動生理学を担当している。

ウエイトトレーニングを行うと筋は肥大し、持久的トレーニングをすると筋の有酸素能力は向上（＝遅筋化）する。それぞれどのようなメカニズムで変化が起きるのかを分子、細胞、組織、個体のレベルで解析するのが主な仕事である。昨今、この分野の研究の進展は目を見張るものがあり、マウスの遺伝子の一部を改変することで、トレーニングなしでも筋が肥大したり、遅筋化したりすることがわかってきた。また2004年には「筋肉モリモリ」の遺伝子を持つヒトについての報告もあり、遺伝子ドーピングにも関連して大変話題になった。

私の研究室における研究目標は「筋の肥大や遅筋化を分子レベルで解析し、アスリートを含めたトレーニング愛好家に対して、目的にかなったトレーニング法を提案するための基礎固めを行うこと」である。また、運動をしないことによる筋の萎縮についても興味を持って研究を行っている。筋萎縮に関するシグナル経路も最近報告が出はじめている。こちらの研究目標は「筋萎縮を分子レベルで解析し、ギブス固定や高齢者の寝たきりによる筋萎縮を抑制するための運動プログラムや創薬のための基礎的知見を提案すること」である。

研究室のメンバーは人間総合科学研究科・体育科学専攻の大学院生、それに体育専門学群と生物学類からの卒研究生である。生物の学生は総合科目などで私が話した内容に興味を持って来てくれたようだが、この全学のフレッシュマンに向けて情報を発信する制度はすばらしい。また、窓口になっ

ていただいた生物科学系の先生方に大変感謝している。さらに、筋の可塑性を分子レベルで理解するため、生物科学系、システム情報工学系、基礎医学系の先生方との共同研究も進めている。連携大学院の教員となっている理化学研究所の研究者と仕事をする機会にも恵まれた。以上のことは総合大学ならではの共同作業であり、筑波大学で学際的研究ができることに感謝している。

生物学者が体育の先生に？

「専門は何ですか？」という質問には、「分子細胞生物学を基盤とした運動生理学です」と答えることにしている。私は現在、体育科学系に所属し、学群、修士課程、博士課程の運動生理学の講義、実験、演習などを担当する傍ら、体育専門学群の学生にパワーリフティング（ベンチプレス、スクワット、デッドリフト）を教えたり、夏に館山の研修所で行われる臨海実習では、遠泳やスキндаイビングを指導したりする。通年で行われている大学院体育の「水泳」もお手伝いしている。

1980年に筑波大学第2学群生物学類に入学した年、私はひょんな事からパワーリフティング&ボディビルディング部に所属し、ウエイトトレーニングに没頭した。トレーニングした箇所がやった分だけ肥大することが楽しく、不思議だった。当時、この興

味が私のライフワークになるとは思いもよらなかった。

虚弱体質だった私が、学類生の時履修した一般体育・水泳の授業で「生涯スポーツの大切さ」を教わり、「何をするにも体が資本であり、そのためには今からきちんとメンテナンスしなければならない」ことを認識した。週3回の屋内プール学内開放は私の生活のペースメーカーとなり、生物科学研究科の大学院生の時、週間スケジュール作りはこの水泳の時間を真っ先に確保することから始まった。大学院生時代、そして学位取得の後、生物科学系の助手として働いているときも、一般体育の授業にお手伝いとして出続け（当時TAという制度はなかった）、気がつけば「12年もの間、水泳の授業に出続けた殊勝な人」として、体育センターでも有名になっていた。

その後、日本医科大学解剖学第一講座助手として7年間の修行をしたときも、日本医科大学の水泳部とボディビル部の部員たちとの練習は欠かさなかった。ウエイトトレーニングと水泳は生涯スポーツとしては最高の組み合わせであると確信している。

「運動習慣」は筑波大学に入学したときから私のアイデンティティーの一つとなり、「運動と筋の研究を行いたい」と思い始めた頃、2000年度の人事で、筑波大の体育に採用された。その時、私がかつて所属し

ていたパワーリフティング&ボディビルディング部の顧問をお引き受けすることとなった。今の学生に学生時代の私が重なって見え、感慨無量であった。

そして現在は大学院生達と、生物学と体育科学とを融合させた「分子細胞生物学を基盤とした運動生理学」の研究を行っている。人間総合科学研究科・体育科学専攻とスポーツ医学専攻の合同で2002年度から採択された21世紀COEプログラム「健康スポーツ科学研究の推進」においては、その事業推進担当者として「目的に応じた運動プログラム作り」に貢献するべく、研究にいそしんでいる。

今年は戌年一イヌからもらったヒントー

この原稿はお正月休みにしたためたものだが、連日、犬の絵の付いた年賀状が届いている。我が家も戸建て住宅に引っ越したのを期に、念願の犬を2年ほど前から飼っている。キースホンドというオランダ原産、長毛種の中型犬である。「人なつこく、愛情深く、穏和な性格、という犬種の性格が初心者向きかな」と選んだのだが、まさにその通り、主人に従順で、心を癒してくれる犬である。帰宅するたびに飛びついて喜んでくれ、就寝するまで後追いつするしぐさは、永遠の幼児がいるようで、反抗期間近のヒトの子供を持つ親としては実に愛くる

しい。

しかし、すべての犬がそういう性格かというところでもないらしい。週末、犬を連れて万博記念公園まで犬友達に会いに出かける。飼い主達が御自慢のむすこ・むすめ(?)達の話に花を咲かせている間、犬たちはその周りを元気に飛び回って遊んでいる。興味深いのは犬種による性格の違いである。レトリバー達は文字通り、飼い主が投げたボールやフリスビーを喜々として運ぶのに夢中である。一方、テリアは体が小さくても怖いもの知らず、自尊心と独立心が強く、一人で好き勝手に公園の探索に出かけてしまう。牧羊犬たちは遊び相手の動きに敏感で、追いかけてこが大好きだ。一方、キースホンドはオランダのはしけに乗って、荷物番や船乗りのコンパニオンとして働いていた犬種である。ほとんどの間、私の動きに注意を払い、他の犬にはあまり興味がない。

イヌという動物は、歴史をひもとくと1万5千年ほど前、オオカミと共通の祖先の哺乳類がヒトを慕ってその集団の中に入り込んだことで派生したものとされている。ヒトはいろいろな目的のためにたくさんの犬種を作り上げてきた。遺伝子工学は日進月歩で発展してきており、これまで多数の遺伝子組み換え生物を作り出してきたが、そんなテクニックのなかった数千年以上も

前から、ヒトはイヌという種を多様に変化させてきたのは驚くべき事である。育種の目的を遂げるために体の大きさ（体重 1 Kg から 90 Kg まで）や毛の質（無毛のものからモップのような毛を持つものまで）はもちろんのこと、身体能力（時速 60 Km で走ったり、重い荷物を長時間引っ張ったり）や気質（注意深い、自信満々な、独立心の強い、けんかっ早い、など）までを思いのままに変えることができたのは神業としか思えない。人類の英知に脱帽である。

究極の運動処方

「遺伝子をオンにする」という言葉をよく耳にするようになった。現在、人為的に遺伝子に改変を加え、特定の遺伝子を常にオンにしたり、オフにしたりすることができる。これらの技術を使うと、少なくとも動物実験レベルでは、トレーニングなくして筋を肥大させたり、遅筋化させたりすることが可能になっている。これらの変異は見せかけだけのものではなく、個体から摘出した筋は大きな収縮力を発揮したり、高い疲労耐性を示したりする。これはこれですばらしい成果だが、このような表現型の変異は所詮「よいものを持っている」というだけで、個体がそれを「活用」できなければ宝の持ち腐れである。アスリートなら使いこなせても、運動嫌いの人には何の役

にも立たない。

究極の運動処方は、万人に対して「運動しよう」とする意識を引き起こす「運動がしたくなる遺伝子」をオンにすることだと考えている。それさえできれば、あとは目的に応じたトレーニング法をいくらかでも用意できる。筋の肥大や遅筋化は、組織の適応現象としてあとから自然についてくるものである。でも「運動がしたくなる遺伝子」なんてあるのだろうか？

イヌの場合、犬種によって、「注意深い」、「自信満々な」、「独立心の強い」、「けんかっ早い」というような気質までもが世代を超えて固定されている以上、気質を規定する遺伝子はあるのかもしれない。おそらくそれは情報のインプットとそれに対する反応に関わるいくつかの遺伝子の複合的な作業によるものと思われる。ならば、元気に飛び回らせている「運動がしたくなる遺伝子」もあってよい気がする。こちらはさらに多数の遺伝子が関わる複雑なシグナルの連鎖であろう。近い将来、不活動による筋萎縮も遺伝子を操作することで緩和される可能性も出てきたが、これは対症療法にすぎない。日本の将来に寝たきり老人予備軍を増やさないためには、「運動がしたくなる遺伝子」をオンにするような刺激が必要になるだろう。生活習慣病を予防し、健康寿命が延びれば、医療費の負担も減ることは明

白である。「こたつで丸くなる」遺伝子ではなく「喜び庭駆け回る」遺伝子に魅力を感じ、いつの日にか「運動がしたくなる遺伝子」の一端でも探り当てることを夢見ている。

(たけまさ とおる／運動生理学)