

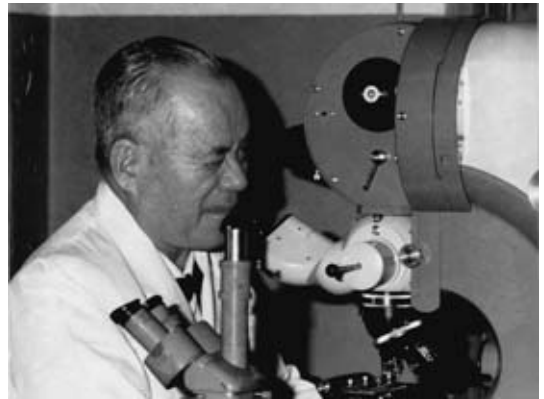
追悼 スキンドファイバーと名取の階段

東京慈恵会医科大学 生理学第一
馬詰 良樹

細胞膜除去骨格筋線維標本、いわゆる名取のスキンドファイバーが創製されたのは終戦後まもなくの1949年のことでした。生命の最小構成単位たる細胞をさらに分割すれば、生理学が対象とすべき生命の営みは不可逆的に失われる、と戦前からの生理学界では強く信じられていたそうですから、筋細胞膜を剥ぎ取って筋細胞の収縮という生命の営みを調べようとは大胆でした。ホジキン、A. ハクスレーの神経興奮の論文が出たのが1952年、ワトソン、クリックのDNA二重螺旋モデルが発表されたのが1953年、両ハクスレーの滑走説が1954年ですから、まさに新しい生理科学の幕開けを告げたとはいえましょう。

苗床

1912年(明治45年)東京に生まれた名取禮二は、ハイゼンベルクの不確定性原理(1927)をはじめとした量子力学が多くの話題を呼んだ時代に、物理学に深い関心を寄せながら育ちました。対象の位置を正確に知ろうとすればするほどのその運動の履歴がわからなくなるという量子力学の認識が、それまでの決定論の古典力学の期待に大きな衝撃を与えていました。生命体もまた分析の挙句に元素にまで分割したら生命を担っていた履歴は完全に失われますから、生命の分析的研究にはおのずから限界があり、その限界は生命の最小単位としての細胞であろうと考えられていたのです(Niels Bohr, 1933)。生命は生命体という場の中で部分と部分の相互作用が実現する統合機能であるという全機性の考え(橋田邦彦, 1932)に、名取が師事した浦本政三郎教授も、そして名取自身も強く捉えられました。呼吸中枢や興奮伝播の研究を経て、筋研究に魅力を見出した名取は単一



筋線維細胞を対象に、収縮の基本となる粘弾性を調べてはその解釈に悩み、隔靴搔痒の感にさいなまれました。

動機

大戦を経て戦後の研究資源の乏しい環境で名取はまず、細胞という生命の分析限度を大きく打ち破り、すりつぶした筋肉を注射器から射出して作った糸状構造物の収縮を見ていたようです。しかし、その収縮がどれだけ生きた筋肉の収縮を反映するものかという疑問を全機性の立場から感じ、今度は細胞の分割で不可逆に損なわれる生命の所見に細心の注意を払いながら、一段階ずつ分解を慎重に進めることにしました。その手ははじめが、細胞膜の除去だったのです。

いざ骨格筋細胞の細胞膜を剥ぎ取ろうとしますと、傷ついた細胞膜部分から不可逆な持続性収縮(拘縮)が起こり筋細胞質は弛緩せずにやがて崩壊していきます。どんな溶液中で細胞膜を剥ぎ取れば、この不可逆な拘縮を起さずに済むものかと、名取は等張塩化カリウム液などのさまざまな人工

細胞内液を試しました。江橋節郎博士の精緻な実験が収縮の引き金をカルシウムイオンと特定するよりずっと前のことでしたから、等張塩化カリウム液といえども混入するカルシウムイオンによる不可逆な拘縮を抑えられませんでした。カルシウムが筋小胞体に限局しているとはわからずに、筋細胞内には結構な濃度のカルシウムが一様分布していると思われていましたから、むしろカルシウムイオンがあるほうが生理的な細胞内液に近いとさえ考えていたようです。

創製

失敗を繰り返すうちに、名取は細胞内液と混和しない液体中で筋細胞膜を剥離すれば、本来の細胞内液を漏出させずに維持できるのでうまくいけばしまいか、とひらめきました。水と油がはじきあう関係を利用して、手元にあった機械油の中で細胞膜を剥いでみようというのです。当時の生理学では、いかにして生体内での状態を損なわずに細胞を取り出してその生命の営みを調べるかを目指していましたから、その考え方に照らすと機械油に浸漬するとはこれまた大胆な発想でしたが、この目論見は大成功でした。名取の油中スキンドファイバーです。その後名取は機械油でなく流動パラフィンを好んで使いました。

成果

こうして完成したスキンドファイバーは多くの筋細胞の特徴を保存していました。まず、カルシウムを含む微量の溶液をファイバーににじませると、その部分が可逆的に収縮、弛緩しました。確かにこのファイバーは正常に収縮・弛緩する能力を保存していることが確かめられました。

さらに驚いたことに電気刺激に対して伝播性の収縮で応答しました。膜興奮を担うはずの細胞膜はもう剥ぎ取られているのに、です。しかも細胞を電気刺激したときは逆の陽極側から収縮が起こり、あたかも細胞内から刺激しているように見えました。これは細胞外環境を細胞内に閉じ込んだような細胞内膜系の存在を示しており、この細胞内膜系は今日では横行小管・筋小胞体に相当すると考えられます。

スキンドファイバーはこのほかにも生きた筋線

維を見ていただけではわからなかった顕著な特徴を示しました。それは生きた筋線維と違って生体長の三倍近くに引き伸ばしても切れることなく、しかも離せばまたほぼ元の長さに戻るしなやかな弾性です。生きた筋線維では、細胞膜やその周りの結合組織がわずかの伸展ですぐに弾性限界を迎え、不均一な断裂を起こして筋線維自体を切ってしまう。これに対してスキンドファイバーはきれいな筋節横紋構造を維持したまま何度でも伸び縮みをしました。骨格筋の筋節が太いフィラメントと細いフィラメントの格子が入れ子になってできているとわかったとき、名取はそこに両フィラメント格子をつなぐ弾性構造があることを予言しました。その後、この弾性構造を担っているものが、長さ一ミクロンにも達しようという巨大なたんぱく質コネクチン/タイチンがつくる第三の筋フィラメントであることが、丸山工作博士・木村澄子博士らの努力によって突き止められました。

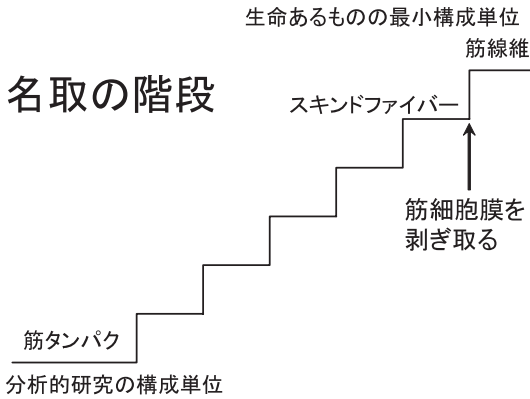
スキンドファイバーは細胞内外を明確に仕切る細胞膜を持ちませんから、細胞内液環境をかなり自由に制御できます。この特徴が収縮装置、細胞内膜系を対象とした多くの生理・薬理学研究を可能にしました。

名取の階段

スキンドファイバー後の生命科学においては遺伝子やタンパクの工学、あるいは一分子生理学が見事な隆盛を示し、分析的な研究が大きな成功を収めています。名取は生命活動の分割限界は細胞であるという呪縛を自ら解き放ちながら、分析のための分割がその各段階において、生命の営みの肝心な部分を不可逆に損ない得ることへの畏れを失わない立場を保ちました。

分割された生命体を調べてその部分の和として徐々に統一体としての生命の理解に近づこうとする生化学や生物物理学の研究者と、分割で思いがけず損なわれる生命の本質を見逃さないように細心の注意を払いながら一段一段慎重に生命体を分割していく生理学研究者との、暗黙の企画研究を意識していたようです。このことを名取は階段の中ほどで落ち合うことを約して、階段の下から上る者と上から下る者の関係ととらえる図のような

名取の階段



階段で表現しています。

名取は細胞の側から自ら降りた一段の重みを慎重に確かめながら、階段の上のことも考えていました。名取が師事した浦本政三郎教授時代からの人体を対象とした研究を継承し、体力医学の発展に努めたのです。

学長・理事長として大学の運営にかかわるようになってからも、名取は時間を見つけては半日ほど、自らのアイデアに基づいて自らの手で実験を楽しみました。実験の後には自ら実験器具をきれいに洗いました。名取の記録によると1994年6月15日の午後、調製したスキンドファイバーを装置に取り付けることができなくなったことをきっかけに実験を諦めたそうです。名取は実験を諦めた後もいろいろな実験のアイデアを、何かのお祝いに贈られたワープロを器用に操っては記録していました。しかし自らの手で実験しないで考えるだけでは進捗がなく、ずいぶんもどかしく思っていたようです。ファイバーをつけるころはお手伝いしますからと生理学教室の教室員が何度か提案しましたが、結局実験することはありませんでした。毎日同じ姿を見せるとは限らない自然と自らの手で接し、生命活動の場を感じ取ることが名取には欠かせない実験の要素であったのだと思います。

宴席で名取はよく実験がうまくいったら酒を飲みなさい、うまくいかなかったら酒を飲みなさい、と諧謔的に生理学教室員を諭しました。実験で得られた結果の体系化を急いで、自然の姿を自らの

体系に合わせて歪めてしまう危険をおかさないようにという大切な教訓でした。自らの考えに大きな幅を持たせて自然・生命・人に接することの大切さを伝えようとしていたようです。

名取は実験のアイデアのほかにもいろいろな文章をワープロで打っていました（名取禮二撰集：康寧を求めて、2003）。保存を忘れてワープロの電源を切ってしまい、せっかく打った文書が失われることもしばしばだったようですが、「また打つから良いのだ」と、まったく意に介さぬ風でした。そんな名取のやさしさと大きさが、人気の秘訣でした。

2006年11月20日午前9時前、見事に生き切った名取禮二は静かに息を引き取りました。94歳でした。（名取先生、ありがとうございました。）

名取 禮二 関連年表

1912	明治 45	1月2日 東京に生まれる。
1923	大正 12	関東大震災
1929	昭和 4	獨逸学協会中学校卒業
1933	昭和 6	Niels Bohrの「光と生命 Licht und Leben」が刊行される。
1936	昭和 11	東京慈恵会医科大学卒業 同大助手として浦本政三郎教授に師事。
1939	昭和 14	東京慈恵会医科大学講師
1940	昭和 15	日本生理学会評議員
1941	昭和 16	医学博士の学位を授与される。
1942	昭和 17	鉄道省勤労科学研究所勤務 鉄道医（東京慈恵会医科大学講師兼任） 鉄道連結手の疲労検査法の開発。
1944	昭和 19	叙従六位
1945	昭和 20	鉄道医を辞め東京慈恵会医科大学助教授になる。 終戦
1949	昭和 24	3月 ガマ蛙の縫工筋を使ってスキンドファイバーの作成に成功。 京都で開かれた第26回生理学

- 会大会でスキンドファイバーを
発表。
同年6月 東京慈恵会医科大学
教授に就任（第一生理学講座担
当）。
日本体力医学会設立の世話役を
務める。
- 1951 昭和 26 日本生理学会常任理事
電 顕 で Andersson-Cedergren
らが筋細胞内膜系(横行小管系)
を示す。
- 1952 昭和 27 「筋生理の集い」を始める。
Hodgkin, Huxley 活動電位の
発生機構の解明。
- 1954 昭和 29 スキンドファイバーに関する一
連の論文を Jikeikai Medical
Journal に発表
- 1959 昭和 34 カルシウムが収縮を起こすこと
を江橋が突き止める。
- 1966 昭和 41 日本生理学会常任幹事
- 1973 昭和 48 紫綬褒章を受ける。
- 1975 昭和 50 学校法人慈恵大学学長（～1982
年）・理事長（～1993年）にな
る。
丸山が筋弾性たんぱく質コネク
チンを生化学的に取り出すこと
に成功。
- 1977 昭和 52 朝日賞を受賞。
東京慈恵会医科大学教授を辞
し、名誉教授の称号を与えられ
る。
- 1981 昭和 56 学士院賞受賞。文化功労者とし
て顕彰される。
岡崎国立共同研究機構生理学研
究所評議員
- 1982 昭和 57 日本生理学会特別会員，日本体
力医学会名誉会員，日本宇宙航
空環境医学会名誉会員，東京慈
恵会医科大学名誉学長
- 1984 昭和 59 国立遺伝学研究所評議員
- 1986 昭和 61 文化勲章受章。
- 1987 昭和 62 日本体力医学会名誉会長
- 1988 昭和 63 日本学士院会員になる。
- 1992 平成 4 勲一等瑞宝章を受章。
- 2006 平成 18 11月20日 大腸がんのため逝
去。叙従三位