

一個の分化した細胞から個体は出来るか

渡 辺 敦 光

筑 豊 博 物 第 45 号 (平成12年12月) 別 刷

Reprinted from NATURIIHISTORICA CHIKUHOANA No.45

December 2000

一個の分化した細胞から個体は出来るか

渡辺 敦光

広島大学原医研環境変異

〒734-8553 広島市南区霞 1-2-3

Can one differentiated cell develop to a whole body?

Hiromitsu WATANABE

Department of Environment and Mutation, Research Institute
for Radiation Biology and Medicine, Hiroshima University,
1-2-3 Kasumi, Minami-ku, Hiroshima, 734-8553, Japan

はじめに

1970年本誌に細胞培養という一文を書いて以来もう30年になります。その折り一個の細胞から個体が出来るのではという考えを述べました。クローン羊が出来た時やっと出来たかと思いましたが。それから5年がすでに経過しました。今回はこのクローン技術と幹細胞について述べたいと思います。

1. カエルの実験

トノサマガエルの仲間の未受精卵をガラス針で突き刺して単為生殖の様に付活化しておき、その後除核を行います。次に比較的発生が進んだ胚をバラバラにし、1個の細胞をその直径より小さな内径を持つマイクロピペットで吸い上げますと細胞の表面は破れますが核は無傷です。これを卵の中に差し込みます。後期胞胚から取った核を入れた卵の大多数は正常に発生します。しかし囊胚後期の内胚葉細胞から取った核を移植しますと内胚葉性の構造は正常に発生しますが、外胚葉性の構造は一部が欠損します。生殖細胞を移植しますと正常に発生します。この事は発生のある時期の核は個体発生の過程で分化するすべての能力を持っている事を示しています。この研究はすでに1952年にイギリスの研究者により発表されました。

その後1962年には、イギリスの別の研究グループがトノサマガエルの仲間より少し下等なアフリカツメガエルを用いて同様な実験を行いました。アフリカツメガエルでは神経胚期以後でも移植後正常なオタマジャクシにまで発生します。又オタマジャクシの腸の核を卵に移植しますと分裂の異常なものも生じますが、後期のオタマジャクシまで正常に発生したものは1.5%にも達しました。分裂の異常なものから核を取り、第2代移植を行いますとそれから正常なオタマジャクシまで発生するものも出来ます。この結果は宿主の腸の細胞のうち少なくとも7%は正常なオタマジャクシを発生させる能力を持っている事になります。すなわち組織形成を完了し完全に分化した腸の細胞でさえ驚くべき事に発生に必要なすべての遺伝情報を備えていることを示しています。

この様にイギリスはすでに40年前から成体や胎児の体細胞を基にしたクローン個体の作製に関する研究が脈々と行われていました。この様な研究がドリーちゃんの研究へと進んでいきました。

2. クローン羊の誕生

発生の過程で、心筋細胞に変わる細胞は、水晶体に分化しつつある細胞と異なった遺伝子の発現が必要です。発生の段階では細胞が目的に合わせて異なる DNA を再プログラムする際に一種の仮死状態が必要ではないかと考えられています。発生の途中や癌細胞の様に DNA が細胞分裂に備えて活発にコピーされている間は、遺伝子の一部を活性化したり不活性化したりする必要はないわけです。しかし細胞が特殊な細胞に分化する際、その DNA の大半を覆うタンパク質の配列が手直しされているのではと考えられています。一般には肝細胞や脳細胞の様な分化した細胞は遺伝子の約 10% が基本的に細胞の機能に必要なものですので、夫々の分化した細胞を維持する特殊な機能を持つ遺伝子しか発現していないので、他の遺伝子は使用されていないと考えられています。即ち分化した細胞ではある遺伝子のスイッチが ON となり、使われていない遺伝子が OFF となっています。この ON・OFF の機能をしているのが特殊な蛋白質と考えられています。最近癌細胞でも遺伝子の変異したのではなく調節が変化したもの過ぎない（エピジェネティックな変化）という考え方もでています。

細胞が自己の防御メカニズムを持ち、増殖するのは「愚かなこと」だと判断したとき仮死状態 (G_0 、ギャップ 0) に入ります。イギリスのロスリン研究所のウィルムット達はクローニングを行う上で、細胞の DNA を卵に加える最も適した時期はその細胞の DNA が休んでいる G_0 期であろうと考えました。実験の結果驚くべき事に分化している胎児の皮膚細胞を栄養不足にして G_0 期に入らせて、卵に移植しますと遺伝情報を受け取り胚盤胞の段階まで発生したことです。

初期胚からの細胞、研究室で短期間育てたあとで栄養不足にして G_0 を誘導した胚細胞と研究室で分化した栄養不足の胚細胞を用いてクローニングの実験を行いました。その結果、細胞は胚から直接取ったものであろうと、もはや胚細胞に似つかぬまで発生が進んだものであろうとその差の違いは重要ではありませんで、細胞を G_0 期に置くことが最も重要であることが判明しました。

最終的にキャンベルとウィルムットは代理母に移植できる 14 個の羊の胚を作りました。そのうち 6 個は初期胚のクローン、1 個は短期間培養し、形態が変わっている初期胚からのクローン、そして残りの 7 個は培養し平らになり分化し、皮膚細胞のように見える胚細胞を用いました。すべてのクローンに胚を提供したのは白い巻き毛のウェルシュ・マウンテン種の羊で、代理母は顔が黒く、毛がふわふわしていて体格はマウンテン種より大きいブラックフェイス種を用いました。実験が成功しますと代理母の形質を示さないで遺伝上の親のウェルシュ・マウンテン種に似た子羊が誕生するはずで。

14 匹の妊娠中 5 個のクローンの発生が進行しました。1995 年 7 月に 5 匹の子羊が産まれました。2 匹は誕生から数分後に死亡、1 匹はウェルシュ・マウンテン種の子羊に普通に生じる先天異常で心臓に穴があいて 10 日後に死亡しました。生き残った 2 匹は分化した細胞のクローンでした。すなわちクローン羊が誕生したことになります。その結果を世界的に権威のある英国の科学週刊誌 *ネイチャー* の 1996 年 3 月 7 日号に掲載され世界の注目を浴びました。

すなわち 6 歳の羊の乳腺細胞を培養し G_0 期に持って行き核を取り除いていた卵子と融合させて代理母へ移植し、その結果羊が生まれました。乳腺細胞を提供した雌羊にとって一卵生の双子にあたります。つまり 6 年遅れて誕生した一卵生双生児と言うことになります。ウィルムット達はジョークが大好きですので、巨乳で知られる歌手 *ドリー・パートン* にちなんで「ドリー」という名前を付けたとされています。

最近ドリーの核は乳腺細胞ですが、卵の中にあるミトコンドリアの DNA は卵細胞由来なので、核の DNA とミトコンドリアの DNA の異なるキメラの羊であることも判明しました。

更に、染色体の末端にあるテロメアと呼ばれる塩基配列があり、これが年齢と共に短くなることが知られています。ドリーのテロメアを調べてみますと、同じ年齢の普通の羊に比べますと、テロメアが短いことが判明しました。すなわちこの事は生物が年を取っていけばいる程、細胞分裂の起こる回数は多くなるからテロメアは短くなり、その結果羊の乳腺細胞から取られた細胞のテロメアの長さは最初からある程度短かったと考えられています。不可能ですがこれを仮に不妊治療でこの様な技術が用いられたと仮定しますと、生まれてきた赤ちゃんがすでに親と歳が同じ年になるわけです。

哺乳類においては、従来、この手法によるクローン個体の作製は困難とされ、一般には初期胚細胞核を基にした作製手法が用いられてきました。成体の体細胞核を基にしたクローン個体作製手法は、既に形質を知られた個体とほぼ同一の遺伝子型を有する別の個体の作製を可能にするという点では、初期胚細胞を基にした作製手法とは完全に異なるものです。

3. その他のクローン動物

羊のドリー以降、クローンマウス、クローン羊、クローンヤギ、クローン牛、が作り出されてきました。今年になって豚も可能となりました。これらのすべての研究は雌の動物の DNA もしくは胚の DNA がもとになっていました。

ハワイ大学の柳町教授らはマウスの卵巣にある卵丘細胞の核を卵母細胞に導入して、健康で生殖能力のあるクローンマウス 22 匹を誕生させました。最初に生まれたものは Cumulina (クムリナ) と名付けられました。又先生達は恒久的に G₀ 期にある神経細胞や精巣のセルトリ細胞の核でも同様な実験を行いました。成功したのは卵丘細胞の核のみでした。このマウスは見た目でも完全に正常で、子供を作ることが出来ますが、クローン誕生率は低く、実験で着床した胚は 1/40~1/80 という率でした。この成果はクローン作製を成功させるための技術的、生物学的な要因を解明する道を開きました。分化した細胞から移植した核が卵の細胞質によってどのようにしてプログラムが手直しされ、いかにして生体のあらゆる種類の細胞がもう一度出来上がっていくのかという大きな疑問に今後取り組むことが出来るようになりました。更に最近このマウスを 6 代まで調べましたが、テロメアの長さはドリーと異なり変化しなかったと報告されています。若い時期の動物を使用したためかも知れませんし、動物種が異なることでこの様なことが生じたのかは不明ですので今後の研究の結果が楽しみです。

その後柳町教授らは体毛が茶色いマウス雄の尾部結合組織細胞の繊維芽細胞 (fibroblast、この英語名からマウスの名前がフィブロ君となった) を採取し、あらかじめ卵核を取り除いておいたマウスの卵子細胞に繊維芽細胞の核を注入しました。(このマウスの卵子はホルモン刺激を受けて「過剰排卵」機能にある雌マウスから取られたもので、これはヒトの体外受精で用いられる方法です。) この核移植から数時間後 2~8 個の細胞になった胚を代理母のマウスの卵管か子宮に移植しました。しかし、この実験でのクローニングの成功率は DNA を交換した卵子のうち代理母に移植できるまで分裂したのは全体の半数で、出産までこぎつけたのは移植した 274 個の胚の内、僅か 3 個で、その繁殖力を持つまでに成長した雄マウスはフィブロ君だけでした。このように死亡率の高いのは、移植された核が移植先で完全に機能していないのではないかと考えられています。この実験ではいずれの性のゲノムについても卵子、精子や胚ではなく皮膚のような

生体組織を冷凍にして保存し、その後これらの細胞を用いてクローン動物が出来ることを始めて示しました。

10月5日の読売新聞には父の皮膚細胞を基に作った体細胞クローン牛から採取した精子で繁殖した子牛1頭の出産に世界で始めて成功した事が報告されています。

4. ES 細胞

ES細胞とは受精卵が個体へと発生するごく初期の段階に存在する細胞で、別名胚性幹細胞と言います。英語では Embryonic stem cell と言いますが、その頭文字を取って ES 細胞と言います。1981年にマウスから作られましたが、1998年ヒトでも作ることが出来るようになりました。ほ乳類では、ミンク、ハムスター、ブタ、マーモセット、アカゲザルなどの動物において樹立が報告されています。ヒトの場合、ES細胞は受精後5~7日目の胚盤胞を壊して内部の細胞を培養することにより樹立されています。

又EG細胞とは「胚性生殖幹細胞」などと訳されますが、将来精子や卵になる細胞（始原生殖細胞）から樹立される細胞で、ES細胞とほぼ同じ性質をもつことがマウスの実験で知られています。ヒトの場合、EG細胞は妊娠5~9週の死亡胎児から始原生殖細胞を取り出して、ES細胞と同様に培養することにより樹立されました。胎生初期の中絶胎児を集めることにより、このような研究も可能なわけです。ある意味ではこのような胎児は（不謹慎な言い方かも知れませんが）金なる木ではと思います。

これは胎児のもとになる細胞、あるいは胚を作る細胞を母なる細胞とし、試験管の中で形が変わるだけでなく、変形化することなく成長することが出来ます。条件しだいではあらゆる身体組織や臓器をつくる細胞に分化、増殖する能力を持っています。すなわち無限に試験管の中で増えて、その1個から全体を再生出来る万能細胞なのです。ここではES細胞とEG細胞を総称して「胚性幹細胞」単にES細胞と呼ぶ事にします。

ES細胞の性質としては、1) 神経や皮膚に分化する外胚葉、筋肉、骨や生殖細胞などに分化する中胚葉、消化管などに分化する内胚葉の三胚葉いずれへも分化することができる性質を持っています。2) 通常の細胞は一定の回数分裂するとそれ以上は分裂しなくなりますが何度でも分裂できる性質（不死性）を保持しています。3) ガン細胞や、他の不死化した細胞においては分裂に伴って染色体の数が通常の数から増減することが多いのに比べても染色体数に異常がなく、通常の体細胞と同数である状態を維持しています。4) 特殊の酵素の活性が高いことなどのES細胞特有の分子生物学的な特徴等を共通に持っています。ES細胞が受精卵と異なるのは、ES細胞の核の除核卵への核移植や胚への導入を行わない限り、ES細胞のみでは個体に発生することはない点です。

クローン技術とES細胞技術と、今ヒトのゲノム計画で得られた情報を組み合わせますと、人間の細胞と遺伝子にかかわる現象や機構が一層明らかになります。その結果、私達の健康や生活の質を変えることはもちろん、生命体としての人間の在り方までを変える力を持っています。

動物の胚性幹細胞は培養細胞として増殖、維持させることが可能であることや、キメラ胚の形成を通じて次世代へ子孫を残すことが可能ですので、遺伝子操作された個体を作り出す際に遺伝子操作を施す細胞として適しています。このため、動物の胚性幹細胞に対して遺伝子操作を行うための研究が多数行われており、各種の研究分野で非常に有用な研究材料として利用されています。

マウスの場合には多くのES細胞が確立し今までこの細胞に様々な遺伝子を加えたり、ノック

クアウトした細胞をマウスの胚盤腔に入れてやりますと、キメラのマウスが出来るようになりました。この様な方法を利用して、遺伝子の機能の解析が行われています。しかし、マウス以外の動物ではこの方法はうまく行っていません。

生殖細胞系でもキメラマウスが出来るようになりました。このキメラになりますと、2種類の胚細胞が各々個別に増殖しながら一匹の個体に成長していきます。組織や臓器を作る細胞がモザイクの様に2種類が1つの個体に同時に出現します。即ち1個のES細胞は1匹のマウスと同価値を持っている事となります。マウスではES細胞より血液、血管、骨、心臓の筋肉、ある種の神経細胞を試験管の中で作り出す事が可能となっています。

ヒトのES細胞も同様な操作を行えば白血病治療のための造血細胞やパーキンソン病治療のための神経伝達物質を分泌する細胞等の移植用の部品を作ることが可能です。技術が進歩しますと臓器を作る事も可能です。例えばあるES細胞に心臓作りの素を振り掛けてやりますと心臓が出来、肝臓作りの素を振り掛ける事で肝臓を作り、移植用の臓器が必要になりますと患者の注文に応じ制作を開始するとか、ある傷んだ臓器の機能を回復させるための補修材としてSFの世界でしか考えられないことが可能となるわけです。

5. 倫理的な問題

クローン研究は、これまで主に畜産分野において、育種理論に基づいて生産性のより高い品種を作り出すという課題の下で発展してきました。それはすぐれた経済形質を持つ動物の効率的生産等のための画期的な技術として評価されています。その成果は実用化されているのみならず、学術面、応用面においても大きな意義を持っています。

一方、哺乳類におけるクローン個体作製手法の進展は、ヒトへの応用を容易に想起させるものとして、新たな問題を提起しています。とりわけ、ドリーの作製の成功は、家畜の育種・改良上画期的な貢献をもたらす反面、その手法がヒトへと応用されれば、現存するヒトと同一の遺伝子を持つ新しいヒト個体の創造さえ可能であることを示唆していますのでクローン研究に係る最近の報告が、大きな社会的関心を引き起こしたのもこのためです。更にクローン技術が私たちの生活を向上させ、私達を救ってくれる真の科学的進歩をもたらす事も事実です。

例えば、生きた薬品工場の役割をになう動物の製造に利用できます。優秀な乳牛のクローンを作る事、絶滅の危機に瀕している動物や、絶滅した動物のクローンを生き帰らせ、増殖させることも可能となります。蛇足ですがマンモスを生き返らせることが出来ないかという研究も進行している様です。

医学分野では骨髓細胞を作ったり、腎臓や肝臓の様な臓器は一寸と困難ですが器官の表面にヒトの蛋白を持つような豚のクローンを作り、それからヒトに移植できるようになるかも知れません。でも最近、異種移植を行った場合にウイルスの感染が問題になっています。なにはともあれ憶測に基づいた恐怖にとらわれず利益を考えるべきかも知れません。

ヒトのクローン作成の可能性もあるわけです。基本的には人もクローン作成が可能な他の哺乳類と変わることはありません。いつか同性愛の女性も自分の子供を持てる事も可能になるかも知れません。

ヒトのクローン作成の科学的倫理的な正当化とはいったい何なのか、どんなにコストがかかっても、ヒトが自分の遺伝子を持つ子孫を得る「権利」を社会が許すようになればヒトクローンの作成も容認されますが、最も重要な法的および倫理的な基準は作り出された生命の「人間の尊厳

あるべき」と考えています。

人のクローンに対する各国の対応は「ヒトのクローン再生は認められない」と言うことに尽きます。我が国に於いても文部省学術審議会が「人間に対するクローン技術応用について科学研究補助金の交付を認めない」と1997年3月に決定しました。農林水産省では体細胞を利用したクローニングを家畜に応用する研究を自粛する様にしています。通商産業省では人の細胞を利用したクローン研究に条件つきで研究者を分配するように科学技術会議に提案しています。科学技術会議は1998年4月のクローン技術による人間の複製、培養この技術を応用して臓器移植利用に特定のヒトの臓器をつくることは禁止しています。科学技術会議においては「ライフサイエンスに関する研究開発基本計画について」の審議においてクローン技術に関わる問題を採り上げることとし、1997年7月にはそれら検討結果を答申としてとりまとめて、以下の様な答申を行っています。クローン技術を用いた動物のクローン個体の作製や個体を産み出さないヒト細胞の培養等については、「畜産、科学研究、希少種の保護、医薬品の製造等において大きな意義を有する一方で、人間の倫理の問題等に直接触れるものでないことから適宜推進することとすべき」としています。一方、「同技術を用いたヒト個体の作製」については、「現在、我が国を含む多くの国において…社会的に容認されていないと考えられ、さらには、人為的な手段により特定の遺伝的性質を持つヒト個体を選択的に産み出し、人間としての人格を作り出そうとする点等で人間の尊厳にかかわる種々の倫理的問題を内包していると考えられること、また、作製される生物個体にかかわる科学面、安全面等の基本的な知見も十分に蓄積されていないことから、これを実施しないこととすべきである」としています。

生命倫理委員会は1999年11月に、同小委員会としての「クローン技術に関する基本的な考え方について」を公表しました。この報告においても「クローン技術の人個体産生への適用については…人間の尊厳の確保の観点から問題がある」との考えをより明確に打ち出しています。即ち1). 動植物の育種と同様、クローン技術の特色である予見可能性を用いて、特定の目的の達成のために、特定の性質を持った人を意図的に作り出そうとするものであり（人間の育種）、また、如何なる者が用いるにせよ、人間を特定の目的の達成のための手段、道具と見なすものである（人間の手段化・道具化）ため、そのようなことを容認する社会は、人間の個人としての自由な意志・生存が尊重される社会とは言えないこと（個人の尊重される権利の侵害）。2). 遺伝的形質が予め決定されている無性生殖であり、男女両性の関わり合いの中、子供の遺伝的形質が偶然的に定められるという、人間の命の創造に関して日本人が共有する基本認識から著しく逸脱するものであること（人間の尊厳の基礎をなす人間の生殖の在り方に関する社会的認識からの大きな逸脱）。3). クローン技術を、不妊治療等のため生殖医療に使用し得る技術と捉えた場合であっても、その人個体の産生への適用は、上記のような、人間の育種、手段化・道具化との側面を否定し得ない上、日本人が共有する人間の生殖の基本認識をも大きく侵すものであること。4). クローン技術を医療以外の目的に便宜的に用いる場合（一般人が、自分の遺伝子を将来に残したいと願う場合）には、上記にも増して、人間の育種、手段化・道具化との側面を否定し得ない上、日本人が共有する人間の生殖の基本認識をも大きく侵すものであること。の4点を挙げています。また、「クローン技術の人個体の産生への適用についての規制」については、「規制の対象」として、「現在の科学的知見では、人の胚は、母体への胚移植の過程を経なければ、出生、成長する可能性がないことから」、「人クローン胚の母体への胚移植を禁止の対象とすることが適切である」としています。

2000年1月には中国において移植用の細胞、組織等の作成を目指してヒトの体細胞の核を用いたクローン胚作成を行ったとの報道が行われました。核移植技術により作成されるクローン胚については、核の初期化と胚性幹細胞の樹立技術とを組み合わせることにより、免疫拒絶を起こさない細胞や組織を得ることが可能になると考えられています。ただし、マウスにおいては筋肉の幹細胞から血液幹細胞への転換が成功していますので、この核移植の方法が免疫拒絶を起こさない細胞や組織を得る唯一の方法というわけではないことも明らかになっています。

日本の科学技術会議生命倫理委員会ヒト胚研究小委員会は2000年3月に「ヒト胚幹細胞を中心とした胚研究に関する基本的考え方」が提出されました。それによりますと、ヒト胚性幹細胞を中心とするヒト胚研究について一部了承しています。「ヒト胚の研究利用としてヒト胚は人の生命の萌芽として倫理的に尊重されるべきである。生命の萌芽としてのヒト胚にどの程度の保護を与えるかについては、個々人の生命観により様々な考え方がある。しかしながら、ヒト胚を生命の誕生ではなく研究に利用し、滅失する行為は、倫理的な面から極めて慎重に行うべきことについては論を待たない。重要な成果を産み出す研究であっても、人の生命の萌芽として尊重すべき点を考慮した上で妥当と認められる場合にのみ、その実施が許容され得ると考えられる。」と述べています。更に体外受精による不妊治療で余った受精卵を使う研究を国などによる審査を含めた一定のガイドラインを決めそれにそって認めると言うことが詳しく述べられています。ヒトのES細胞を用いて医薬品の効果の判定、毒性試験の応用も考えられます。反面①人の胚等から樹立する必要があること。②ガン細胞と同様に無限に増殖する性質を持っているので腫瘍を引き起こす可能性があること。③全能性を持っていることから使い方によっては増殖細胞に分化する可能性があり、ES細胞の遺伝子が次世代に伝わる可能性があること。④ES細胞に遺伝子操作を加えたものを増殖細胞に分化させる核移植などの方法で人に対する遺伝子操作につながるものより使用に至っては慎重な取り扱いが必要であることが述べてあります。又ヒト胚の研究利用は、多くの医科学上の可能性に道を開くものである、一方、人の生命の萌芽を操作するという点で人の尊厳に抵触しかねないとの危惧もあります。また、体外受精の結果得られ、使用されずに廃棄されるヒト胚が存在することも事実です。このようにヒト胚の位置づけについて考慮し、人の生命をその萌芽の段階から尊重しつつ、生物学、再生医学、生殖学等に関する研究が倫理的に適切に実施されることを保証するために、ヒトの胚を研究利用することが許されるのか、許される場合にはどのような目的と条件においてどこまで許されるのかについて、遵守すべき事項を含めて検討してあります。平成12年11月30日の衆議院で「クローン技術規制法」が可決されました。これにより「クローン技術及び集合技術により作成される胚のヒト又は動物の体内への移植を禁止すると共にクローン技術等により作成された胚の適正な取り扱いを確保するための措置」を定め又罰則として「違反した研究者等には10年以下の懲役もしくは1000万円以下の罰金を科す。また違反者が所属する研究機関などにも罰金を科す」と決定されました。

この様にヒトの胚幹細胞の研究は色々な面で歯止めがかかっています。日本では墮胎された胎児は自由に手に入りますので、その気になれば簡単に研究が出来るはずですが、国での規制が研究を妨げ、外国で開発された特許を購入しなければなりません。再生医療の発展にも妨げになるかも知れません。アメリカでは一時規制されていたのですが1998年に「研究でヒト胚細胞を傷つける事に対するモラルコストより、研究の成果をもたらす社会的利益の方が重みがある」ということで政策変更が行われ、1999年には「胚を作る研究は公的資金の援助は行わないが胚を使う研究には解禁する」という運用に変えられました。

人類においては、これまでの遺伝学、脳科学、心理学などの研究から、必ずしも遺伝子型のみが、人格の全てを決定するものではないことが明らかにされています。人格という複雑な形質については、同一の遺伝子組成をもつ一卵生双生児の研究から、特にその発達過程について、遺伝要因と環境要因及びその交互作用が働いていること、すなわち遺伝子型だけではなく環境の影響もまた大きいことが示唆されています。したがって、ヒトのクローン個体の作製についても、これにより全く同一の人格が複製されるかのような、過度の懸念は不要であると考えられています。即ち遺伝的に同一でも性格は同じでは無いと言うことを強調しておきます。言い換えますとクローン人間は必ずしも生きている人間のコピーとは言えません。いつか遠い将来クローン人間の作成が可能になるかも知れないと多くの人は認めている事を付け加えて置きます。

おわりに

今後先ず自分の細胞の一部を取り、核を除いた卵の中に入れ、発生を進行させ、そこからES細胞を取り出し、培養すれば色々な可能性が生まれて来ます。しかしそれが良いことか悪いことか分かりません。未だ簡単に1個の細胞から個体を作るクローン技術は不完全ですが、これまでの結果は分化した細胞でも個体発生に必要な全ての遺伝子を持っている事を示しています。カエルの実験では腎臓腫瘍の細胞を移植してもオタマジャクシになると言う報告や、マウスの場合奇形種の細胞を卵の中に入れるとマウスが出来ることも知られていますので、腫瘍細胞ですら発生に必要な遺伝子をすべて持っていてスイッチのON・OFFで調節の異常が生じたので癌化したとも考えられます。環境を変えることにより異常なスイッチがOFFとなり正常になりうると言う事実は今後の癌研究に新しい道が開けるのではと期待されます。卵と言う環境とG₀というドナー細胞の条件、未だ完全には解明されていませんが、今後の研究で分化調節の解明の糸口になるのではと考えています。

謝 辞

ワープロの労を取って下さった濱田仁美嬢にお礼申し上げます。

参考文献

- Wilmut, I., 他 Nature, 385, 810-813, 1997. (ドリーが発表された論文)
ジーナ・コラーター (中俣恵知子訳) 「クローン羊ドリー」 アスキー社, 1998.
リー・M・シルバー (東江一紀他訳) 「複製されるヒト」 翔泳社, 1998.
大拙博 「ES細胞 万能細胞への夢と禁忌」 文春新書, 2000.
ローリー・B・アンドルーズ (持月弘子) 「ヒト・クローン無法地帯」 紀伊国屋書店, 2000.

<http://www.nature.com/nature/> クローン羊の掲載されたNatureのHP 色々な情報はNatureから引用しました。

<http://www.natureasia.com/japan/sciencenews/bionews/index.html.ja> Natureからの解説記事

以下日本のクローン技術並びにヒト胚性幹細胞についての日本政府のHP、一部のHPには用語の解説も行われている。

<http://www.sta.go.jp/shimon/cst/rinri/clo00215.html> クローン技術による人個体の産生等について (科学技術会議生命倫理委員会 平成11年12月21日)

<http://www.monbu.go.jp/singi/gaksin/00000212/> 「大学等におけるクローン研究について(報告)」(学術審議会特定研究領域推進分科会バイオサイエンス部会 平成10年7月3日)

http://www.sta.go.jp/shimon/cst/rinri/clo91227_1.html 「クローン技術による人個体の産生等に関する基本的考え方」(科学技術会議生命倫理委員会クローン小委員会 平成11年11月17日)

<http://www.sta.go.jp/shimon/cst/rinri/ken00313.html> 「ヒト胚性幹細胞を中心としたヒト胚研究について」(科学技術会議生命倫理委員会 平成12年3月13日)

<http://www.sta.go.jp/shimon/cst/rinri/kihon00306.html> 「ヒト胚性幹細胞を中心としたヒト胚研究に関する基本的考え方」(科学技術会議生命倫理委員会ヒト胚研究小委員会 平成12年3月6日)