

記者発表（資料配布）

月日(曜日)	担当機関	連絡先	発表者(担当課長)	その他の配布先
4月18日(木) (10:00)	公益財団法人 ひょうご科学技術協会	(079)287-1212	播磨産業技術支援センター 審議役 有年 雅敏	

(公財)ひょうご科学技術協会の千川純一参与が 放射光利用研究で「遺伝子と無関係の無機型の毛髪成長」を解明

千川純一 公益財団法人ひょうご科学技術協会参与・兵庫県立大学名誉教授は、2003年から長年にわたり大型放射光施設SPring-8などの放射光を用いた毛髪に含まれる元素の研究を進めてきましたが、このたび、毛髪が遺伝子とは無関係に無機物質のように成長することを明らかにした研究成果を論文発表しました。

この成果は結晶成長に関する国際ジャーナルPCGCM(Progress of Crystal Growth and Characterization of Materials)(Free access : 1977年創刊)に掲載されています。

【発表概要】

1 発表のポイント

(1) 「毛髪は遺伝子と無関係に無機物質のように成長する」

毛髪の元素を毛根から先端へ分析した結果、毛根の毛球内は液体であり、固液界面は毛球と毛幹の間の毛母細胞にあって、無機物質の結晶成長と同じように元素の偏析が毛球で起こっていました。すなわち、生体の中で成長する毛髪ですが、細胞分裂ではなく無機物質と同様のメカニズムで遺伝子と無関係に成長していることがわかりました。

(2) 「毛髪には細胞のイオンチャネルの開閉の影響が現れる」

遺伝子と無関係に無機物質のように成長することにより、細胞におけるイオンチャネルの開閉の影響の履歴が毛幹(毛髪)に現れる理由が理解できます。

2 発表内容

別紙のとおり

3 発表の意義

千川参与は、従来(2003年)より放射光を用いた毛髪の元素分析の研究を行っており、人間の細胞のカルシウム(Ca)イオンチャネルの開閉が、ガンの発生と成長に密接に関係していて、毛髪の元素分析でガン発生の予知と早期発見ができるなどを発表しています。今回の論文は、その裏付けをしたものです。

生体物質は、すべて遺伝子情報によって形成されるとする生物学に対して新しいメカニズムを提示した論文です。

4 発表雑誌

雑誌名: Progress of Crystal Growth and Characterization of Materials (PCGCM)
論文タイトル: "Hair growth at a solid-liquid interface as a protein crystal without cell division" 「細胞分裂によらない蛋白結晶の固液界面を持つ毛髪成長」
著者: J. Chikawa, M. Bandou, K. Tabuchi, K. Tani, H. Saji, and Y. Takasaki
DOI番号: <https://doi.org/10.1016/j.pcrysgrow.2019.04.002>

【問い合わせ先】

公益財団法人ひょうご科学技術協会 播磨産業技術支援センター 千川

〒670-8505 兵庫県姫路市下寺町43番地(姫路商工会議所本館2階)

電話: (079)287-1212 FAX: (079)287-1220

毛髪は遺伝子と無関係に無機物質のように成長する

金髪や黒髪など毛髪の色は色素産生細胞の遺伝子によるが、毛根(毛球)では遺伝子が発現せず、毛髪成長は遺伝子によらないことがわかった。

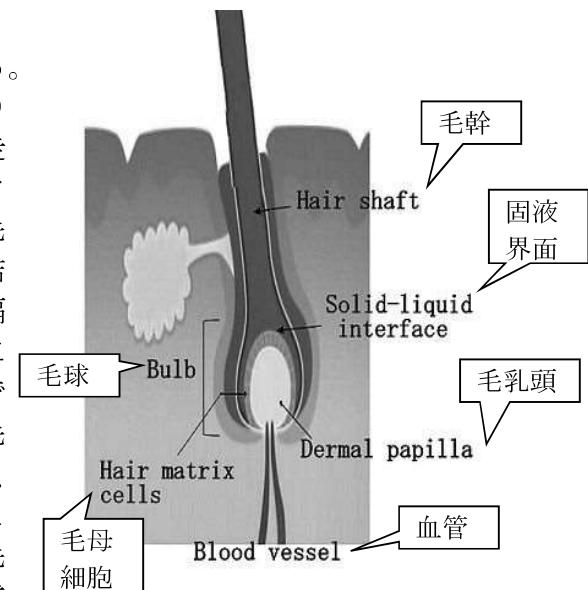
すべての生物はDNA遺伝子情報によって作られている。遺伝子の総体ゲノムは、線虫では約19,000の遺伝子があり、それよりはるかに大きく細胞数も多いショウジョウバエは14,000ほどの遺伝子しか持っていない。ヒトゲノムの遺伝子は、25,000～30,000と言われており、ショウジョウバエの2倍程度である。それで人体を形成するには、遺伝子数が不足で、遺伝子を何度も使う「使いまわし」(注1)で説明してきた。

今回、毛髪の元素を毛根から先端へ分析した結果、毛根の毛球内は液体であり、固液界面は毛球と毛幹の間の毛母細胞にあって、無機物質の結晶成長と同様の元素の偏析が毛球で起こっていた。即ち、典型的な生体の成長であると考えられている毛髪の成長は、遺伝子と無関係の無機型であった。血液から作られる物質は沢山あり、それらは無機型で成長し、遺伝子の不足は無機成長のメカニズムで補足されていることがわかった。

毛髪は、ケラチン蛋白分子が並んだ蛋白結晶である。毛根の膨らんだ毛球(bulb)から、毛幹(hair shaft)が成長する。細く収束したX線ビームを成長方向に走査して、硫黄、カリウム、カルシウム、ストロンチウムなどの元素の分布を測定すると、毛鞘に包まれた毛球内は液体であり(抜くと固化する)、無機物質の結晶成長と同様に固液界面で元素濃度が急変する「偏析」(注2)が起こっていた。この偏析が毛髪の場合には毛球(毛乳頭)で起こり、成長中の毛球内は液体であることが分かる。偏析は毛幹の元素量が血液から毛根への元素の流入量と等しくなるように起こるので、毛髪の元素濃度は血液の元素濃度から計算できる。この結果は、無機の固化現象と全く同じことが生体の毛髪でも起こっているという重要な発見であり、毛髪成長は従来考えられてきた毛母細胞の細胞分裂の増殖によるのではないことを示す。即ち、毛髪成長は、毛球内の液体が毛母細胞に入って、毛幹との境界で固化が連続的に進行して毛幹が成長している。成長の駆動力は化学ポテンシャル(温度勾配など)で、その勾配は皮膚表面にほぼ垂直であって、毛母細胞が毛球を包んで存在しても、毛幹は外に向かって成長する。これにより、細胞分裂より遙かに速く、瞬間に起こるイオンチャンネルの開閉の影響が毛幹に現れる理由が理解できる。

今回の論文には、細胞のカルシウムレベルを保持するため、カルシウムイオンの出入り(濃度変化)をコントロールするカルシウムイオンチャンネルの開閉が頻繁に起こり、毛幹のカルシウム濃度が激しく変動している様子も示されている。

千川純一参与は、従来(2003年)より放射光を用いた毛髪の元素分析の研究を行っており、毛髪の太さに関係なく正確に元素濃度を測定する方法を開発するとともに、細胞のカルシウムイオンチャンネルの開閉がガンの発生と成長に密接に関係しており、毛髪の元素分析でガンの発生の前兆と早期発見ができるなどを以前に発表している(注3)。今回の論文は、その裏付けをしたものである。今後、東京都のがん登録事業に従事している共著者の田渕健医師とともに実用化に向けての課題を検討しているところである。



(次ページに脚注)

- 注1) 「選択的スプライシング」と呼ばれる機構により、一つの遺伝子情報から複数の異なるタンパク質が作られる。「選択的スプライシング」は生物の複雑性が増すにつれて頻繁に起こるとされている。
- 注2) 例えば半導体シリコン結晶はシリコンの融液に種結晶を接触させてから引き上げて結晶を成長させる。このとき、添加元素量と成長した結晶の元素量が等しくなるように、添加した元素が固液界面の融液側に偏析して、成長する結晶の元素濃度が定常的に一定に維持される。
- 注3) J. Chikawa et al, “A correlation of breast cancer and calcium levels in hair analyzed by X-ray fluorescence”, Journal of X-Ray Sciece and Technology 22(2014) 587–603 (Open Access)
J. Chikawa et al, “Concentration homeostasis and elements in hair and dried serum observed by X-ray fluorescence analysis using synchrotron radiation”, Journal of X-Ray Sciece and Technology 22(2014) 471–491 (Open Access)