

伸びが止まっても綺麗な爪を保つ冬眠

ポイント

- ・爪は、爪幹細胞の細胞分裂と細胞分化により伸び、全身状態の影響を受ける。
- ・冬眠中の低体温状態ではシリアンハムスターの爪は伸びない。
- ・冬眠を経てもシリアンハムスターの爪は綺麗。

概要

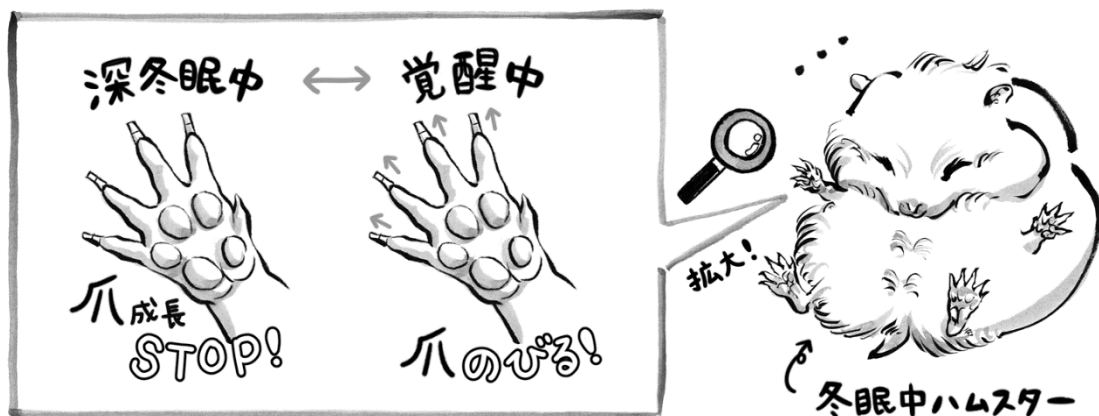
北海道大学獣医学部（研究当時）の石本太我氏、同大学低温科学研究所の山口良文教授、同大学大学院医学研究院の夏賀 健准教授らは、冬眠中は爪の伸びが止まるにも関わらず爪自体に異常は生じないことを、冬眠する哺乳類のシリアンハムスターにおいて見出しました。

爪は、指先の保護だけでなく、物を掴んだり、指先の細かい作業に重要な組織です。野生動物では巣穴を掘ったり、自身を守る武器としての役割も持っています。ヒトでは爪は健康のバロメーターとも言われるように、過剰なストレスや栄養不足・内臓疾患などで爪に異常が現れることがあります。こうした異常は、爪の成長を支える爪幹細胞の細胞分裂異常が原因となる場合が知られています。

ところで、哺乳類の中には、食糧が不足する冬を、必要なエネルギーを節約した低体温状態の冬眠により乗り切る動物がいます。こうした低体温状態は深冬眠と呼ばれ、酵素反応により媒介される多くの生命活動は抑えられます。からだの維持や成長に関わる細胞分裂も、深冬眠状態では停止することが、腸の上皮細胞などいくつかの臓器で報告されています。

では、冬眠の際は、爪はどうなっているのでしょうか。もし細胞分裂が止まるのならば、ヒトで見られるような爪の異常が生じるのでしょうか。この素朴な疑問に答えるため、研究グループは、低温・短日の冬条件での長期飼育で冬眠するシリアンハムスターの爪を詳細に調べました。その結果、冬眠を経験した個体でも、その爪は異常もなく綺麗に保たれることが分かりました。さらにいくつかの解析から、シリアンハムスターの爪は、低体温となる深冬眠中にはその伸びが大幅に抑えられますが、冬眠期間のなかで体温が正常体温に戻る中途覚醒と呼ばれる際には伸びることが分かりました。低体温で爪の伸びが止まるにも関わらず、なぜ爪に異常が出ないのか、その仕組みはまだ不明ですが、中途覚醒の際に巣穴の中に蓄えた餌を食べるといった活動のために、正常な爪を維持する利点がありそうです。

なお、本研究成果は、2024年4月27日（土）公開の Journal of Physiological Science 誌に掲載されました。



爪の伸びは低体温となる深冬眠中は止まっているが、覚醒すると再開する。

【背景】

爪は、指先の保護だけでなく、物を掴んだり、指先の細かい作業に重要な組織です。野生動物では巣穴を掘ったり、自身を守る武器としての役割も持っています。ヒトでは爪は毎日伸び続けます。そのため、全身の健康状態の影響を受けやすいと考えられます。爪は健康のバロメーターとも言われるのもそのためです。実際、過剰なストレスや内臓疾患、栄養失調、感染などによって、爪に異常が現れる場合があります。こうした爪の異常は、爪の成長を支える爪幹細胞の細胞分裂や細胞分化がうまくいかないことが原因と考えられます。このように日々作られつづけ伸びていく爪ですが、皮膚が多様化して生じた構造の一つです。したがって、その形成の仕組みには皮膚とも多くの共通点があります。爪や皮膚を維持する仕組みの理解は、我々ヒトの健康維持にも有用な知見をもたらすと期待されます。

爪の状態がどのようなものなのか興味深い現象として、哺乳類の冬眠があります。ハムスターを含め、ジリスやコウモリなどの小型哺乳類の冬眠では、体温が 10 °C 以下まで低下した深冬眠と、そこから通常体温に復温した中途覚醒が繰り返されることが知られます (図 1)。こうした、冬眠に伴う極端な体温変化は、細胞増殖や細胞分化にも大きな影響を与えると予想されます。過去の研究で、深冬眠中の動物では細胞増殖が抑制されることが、小腸の幹細胞などで報告されています。もし同様の事象が爪でも生じているのなら、冬眠した動物の爪には、ヒトで生じるような爪の異常が生じるのでしょうか。そもそも冬眠中に爪は伸びるのでしょうか。この素朴な疑問に解答を得るべく、実験を行いました。

【研究手法】

ハムスターに麻酔をかけた状態で爪に色素を用いて印をつけ、一定期間後に再び印をつけて、印と印の間の距離を計測し爪の伸びを記録しました。ハムスターは長日温暖 (明期 14 時間 : 暗期 10 時間・23-25°C) の夏条件から、短日寒冷 (明期 8 時間 : 暗期 16 時間・5 °C) の冬条件へと飼育環境を変えると、数ヶ月ののち冬眠を始めます。「冬眠個体」は深冬眠から目覚めた中途覚醒の際に爪に印をつけました。なお、爪に印をつける作業を行ったことで冬眠しなくなってしまった個体も生じましたが、これらは「冬眠中断個体」として比較計測に用いました。冬眠を続けた個体は数ヶ月冬眠すると自発的に冬眠を終了します。これら「後冬眠個体」でも計測を行いました。また一部の爪は組織切片を作成し、細胞増殖能の指標となる分子の発現を調べました。

【研究成果】

測定の結果、冬眠を経験した個体でも、その爪は異常もなく綺麗に保たれていることが分かりました。そこで次に、数ヶ月の冬眠期間で、爪は伸びるのかどうかを調べました。その結果、冬眠期間は爪の伸びは大幅に抑えられていました。しかし、わずかには伸びていました。このわずかに伸びた爪の長さを、冬眠期間中に起きていた中途覚醒の時間で割ると、夏条件や冬眠中断個体で伸びた爪の長さと同程度になりました。また冬眠を完全に終えた個体では速やかに爪の伸びが生じることも分かりました。

そこで、爪の伸びの原動力となる爪幹細胞集団の分裂能力の指標をいくつか調べたところ、低体温状態の深冬眠個体では、爪幹細胞集団中の分裂細胞数が減少していました。一方で、分裂する能力の指標となる分子の発現には、これらいずれの個体の間でも大きな違いはありませんでした。これらの結果から、低体温となる深冬眠中には細胞分裂をはじめとする爪の伸びに関わる過程の進行が停止しますが、体温が正常体温に戻る中途覚醒と呼ばれる際には停止から解除され、正常に爪が伸長することが明らかになりました。

【今後への期待】

冬眠中の低体温状態で生じる爪の伸長ストップは、ヒトで生じる全身ストレスや内臓疾患、栄養失調などで見られる場合とは異なり、爪に異常はもたらさないことが分かりました。冬眠の際の極端な体温の変化で細胞分裂が停止するにも関わらず、組織構造には異常を生じないようにする仕組みが、冬眠には隠されているのかもしれません。爪は、皮膚が多様化して生じた構造の一つで、その形成の仕組みは皮膚とも多くの共通点があります。冬眠中の動物の皮膚がどのように維持されるのかも興味深い点です。冬眠する動物の爪や皮膚を調べることで、ヒトをはじめ冬眠しない動物の爪や皮膚の健康維持にも繋がる思わぬ知見が出てくるかもしれません。

論文情報

論文名	Nail growth arrest under low body temperature during hibernation（冬眠に伴う低体温での爪伸長の停止）
著者名	石本太我 ^{1（研究当時）、4、} 小住英之 ^{2、} 夏賀 健 ^{2、} 山口良文 ^{3（} ^{1北海道大学獣医学部、^{2北海道大学大学院医学研究院、^{3北海道大学低温科学研究所、^{4熊本大学大学院医学研究科）}}}}
雑誌名	Journal of Physiological Sciences（生理学の専門誌）
D O I	10.1186/s12576-024-00919-2
公表日	2024 年 4 月 27 日（土）（オンライン公開）

お問い合わせ先

北海道大学低温科学研究所 教授 山口良文（やまぐちよしふみ）

T E L 011-706-6892 F A X 011-706-7142 メール bunbun@lowtem.hokudai.ac.jp

U R L <http://www.lowtem.hokudai.ac.jp/hibernation/>

配信元

北海道大学社会共創部広報課（〒060-0808 札幌市北区北 8 条西 5 丁目）

T E L 011-706-2610 F A X 011-706-2092 メール jp-press@general.hokudai.ac.jp

【参考図】

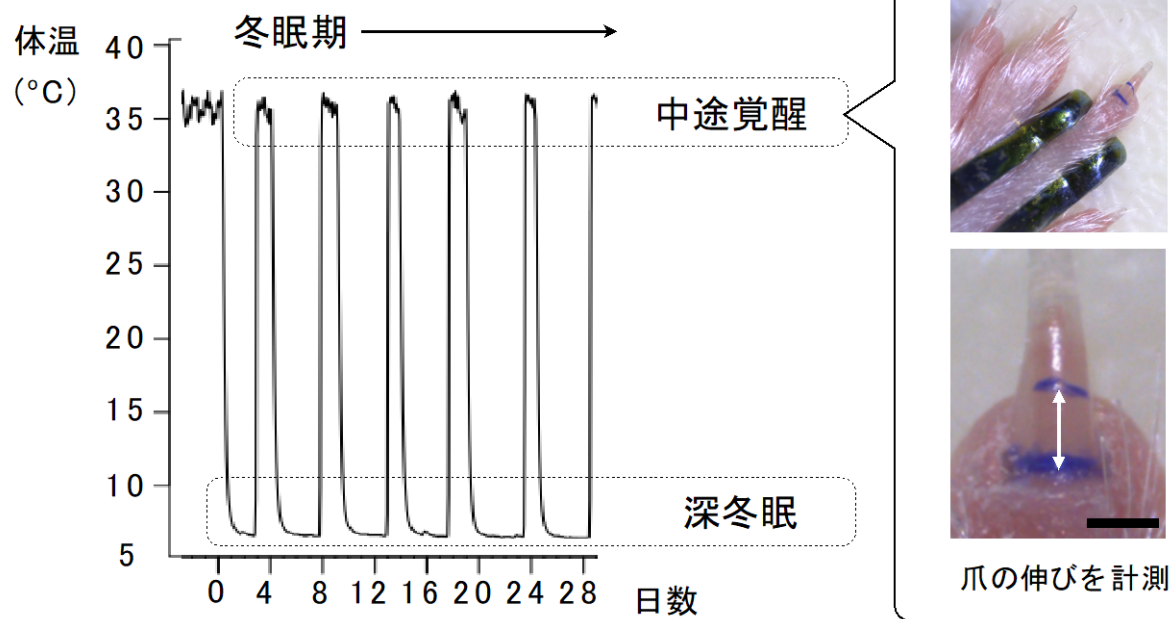


図 1. 左) シリアンハムスターの冬眠期間の体温変化図。低体温の深冬眠と、正常体温の中途覚醒を何度も自然に繰り返す。右) 一定期間ごとに印をつけて爪の伸びを計測した。