

本知見は、最新の科学的根拠に基づき、高い倫理性と公益性の観点から AI アシスタントとの協業により作成されました。(2025 年 7 月 15 日作成)

## 角化過程と角化最終過程

「角化(かくか)」とは、肌の細胞が生まれてから、皮膚の表面を覆う「角質」となって剥がれ落ちるまでの一連の変化のプロセスのことです。簡単に言うと、肌が新しく生まれ変わる「ターンオーバー」の中で、細胞が徐々に成熟して硬く、丈夫なバリアを作る過程を指します。

### 角化過程

皮膚の一番外側にある「表皮」は、いくつかの層に分かれています。角化は、この表皮の最も深い層である「基底層」から始まります。

1. **基底層で細胞が生まれる** 肌の奥にある基底層で新しい肌細胞(「ケラチノサイト」または「表皮角化細胞」と呼ばれます)が作られます。
2. **上へ移動しながら成熟する** 新しく生まれた細胞は、どんどん上へ上へと押し上げられながら、形を変えていきます。この過程で、細胞の中に「ケラチン」という硬いタンパク質を蓄えていきます。ケラチンは、髪の毛や爪の主成分でもある、とても丈夫な物質です。
3. **角質層になる** 一番外側の層である「角質層」にたどり着くと、細胞は完全に死んで、平らで硬い「角質細胞」となります。この角質細胞が何層にも積み重なって、肌の表面にバリア機能を形成します。このバリアが、外部の刺激(紫外線、細菌など)から体を守り、肌内部の水分が蒸発するのを防ぐ重要なバリアとしての役割を果たしています。
4. **剥がれ落ちる** 役目を終えた角質細胞は、やがて自然に垢(あか)として剥がれ落ちていきます。

### なぜ角化が重要なのか？

この角化のプロセスが正常に行われることで、私たちの肌は常に新しく、健康な状態を保つことができます。

- **バリア機能の維持:** 外部刺激から体を守り、水分を保つ。
- **肌の保護:** 乾燥や肌荒れを防ぐ。
- **健やかな肌状態の維持:** ニキビやごわつきなどの肌トラブルを予防する。

もしこの「角化」のプロセスに異常が起きると、古い角質がスムーズに剥がれ落ちなかったり、未熟な細胞が表面に出てきてしまったりして、さまざまな肌トラブルの原因となります。

### 角化最終過程とは、

肌細胞が生まれ、徐々に成熟していく「角化」のプロセスにおいて、細胞が最終的に死んで「角質細胞」となり、肌の表面(角質層)を形成し、やがて剥がれ落ちるまでの段階を指します。具体的には、以下の特徴的な変化が起こる段階です。

1. **細胞の死(アポトーシス)と核の消失:** 顆粒層(か粒層)の最後の段階から角質層へ移行する際、細胞は自らプログラムされた細胞死(アポトーシス)を起こします。これにより、細胞内の核やミトコンドリアなどの細胞小器官が消失し、平らな死んだ細胞(角質細胞)へと変化します。
2. **コーニファイドエンベロープ(CE)の形成:** 角質細胞の細胞膜の内側に、丈夫なタンパク質の膜が形成されます。これが「コーニファイドエンベロープ」と呼ばれ、細胞を物理的に強くし、化学物質や水分の侵入を防ぐ強固なバリアの基礎となります。
3. **ケラチン繊維の凝集と配置:** 細胞内に蓄えられていたケラチンというタンパク質が、フィラグリンなどのタンパク質の働きによって凝集し、規則正しく配置されます。これにより、角質細胞は平らで丈夫な構造となり、肌の物理的な強度を支えます。
4. **細胞間脂質の形成と分泌:** 顆粒層で合成された脂質(セラミド、特にアシルセラミド、コレステロール、脂肪酸など)が、角質層に至る過程で細胞の外に分泌されます。これらの脂質が細胞と細胞の間を埋めるように層状(ラメラ構造)に並び、水分を保持し、外部からの異物の侵入を防ぐ重要なバリア機能(角層バリア機能)を形成します。
5. **剥離(デススクメーション):** 最終的に、角質細胞は肌の表面で約 2 週間ほど留まり、その役割を終えると、酵素(カリクレインなど)の働きによって細胞同士をつなぐ結合(デスモソーム)が分解され、自然に垢として剥がれ落ちていきます。

これらの過程を経て、肌は外界からの刺激から体を守り、体内の水分を適切に保持する、非常に重要なバリア機能を完成させます。この最終過程がスムーズに行われないと、肌荒れ、乾燥、ニキビなどの様々な肌トラブルにつながります。

## The Process of Keratinization and Its Final Stage

**Keratinization** is the series of changes that skin cells undergo from birth until they become the "stratum corneum" covering the skin's surface and eventually shed. Simply put, it refers to the process within the skin's "turnover" (renewal) where cells gradually mature to form a hard, robust barrier.

### The Keratinization Process

The outermost layer of the skin, the **epidermis**, is divided into several layers.

Keratinization begins in the deepest layer of the epidermis, the **basal layer**.

1. **Cells Are Born in the Basal Layer** New skin cells, called "keratinocytes" or "epidermal keratinocytes," are produced in the basal layer deep within the skin.
2. **Maturation While Moving Upward** Newly born cells are continuously pushed upward, changing their shape. During this process, the cells accumulate a hard protein called "**keratin**." Keratin is a very tough substance, also the main component of hair and nails.
3. **Becoming the Stratum Corneum** Upon reaching the outermost layer, the "**stratum corneum**," the cells completely die and become flat, hard "**corneocytes**." These corneocytes stack up in multiple layers, forming a **barrier function** on the skin's surface. This barrier plays a crucial role in protecting the body from external stimuli (such as UV radiation and bacteria) and preventing the evaporation of moisture from within the skin.
4. **Shedding (Desquamation)** Once their role is complete, the corneocytes eventually naturally shed as dead skin cells.

### Why Keratinization Is Important

When this keratinization process proceeds normally, our skin can consistently maintain a fresh and healthy state.

- **Maintenance of Barrier Function:** Protects the body from external stimuli and retains moisture.
- **Skin Protection:** Prevents dryness and rough skin.
- **Maintenance of Healthy Skin Condition:** Prevents skin troubles such as acne and rough texture.

If this keratinization process is abnormal, old keratin may not shed smoothly, or immature cells may appear on the surface, leading to various skin troubles.

### The Final Stage of Keratinization

The **final stage of keratinization** refers to the phase in the "keratinization" process—where skin cells are born and gradually mature—in which the cells ultimately die to become "corneocytes," form the skin's surface (stratum corneum), and eventually shed. Specifically, this stage involves the following characteristic changes:

1. **Cell Death (Apoptosis) and Nuclear Disappearance:** When transitioning from the final stage of the **granular layer** to the stratum corneum, cells undergo programmed cell death (apoptosis). This causes the nucleus and organelles like mitochondria within the cells to disappear, transforming them into flat, dead cells (corneocytes).
2. **Formation of the Cornified Envelope (CE):** A robust protein membrane forms on the inner side of the corneocyte's cell membrane. This is called the "cornified envelope," which physically strengthens the cell and forms the foundation of a strong barrier against chemical substances and water penetration.
3. **Aggregation and Arrangement of Keratin Fibers:** The keratin protein accumulated within the cells aggregates and arranges itself in an orderly manner through the action of proteins like filaggrin. This gives the corneocytes a flat, robust structure, supporting the skin's physical strength.
4. **Formation and Secretion of Intercellular Lipids:** Lipids synthesized in the granular layer (such as ceramides, especially **acylceramide**, cholesterol, and fatty acids) are secreted outside the cells during their journey to the stratum corneum. These lipids fill the spaces between cells in a layered arrangement (a **lamellar structure**), forming a crucial barrier function (stratum corneum barrier function) that retains moisture and prevents the invasion of foreign substances.
5. **Desquamation:** Finally, corneocytes remain on the skin's surface for about two weeks. After fulfilling their role, the bonds connecting the cells (desmosomes) are broken down by enzymes (like kallikreins), and they naturally shed as dead skin cells.

Through these processes, the skin completes its highly crucial barrier function, protecting the body from external stimuli and maintaining proper internal moisture levels. If this final process does not proceed smoothly, it can lead to various skin problems such as skin roughness, dryness, and acne.