

## 日焼け止め・UV ケア化粧品概論

紫外線は、日焼けにとどまらず、細胞障害、DNA の損傷、光老化等のダメージを皮膚に与え、最悪の場合、皮膚がんを発生させることもある。このため、紫外線からの皮膚の保護や、日焼けした後のケアに対する化粧料の役割は大きい。

ここでは、日焼け止め（サンスクリーン）および UV ケア化粧料の種類を記述した後、紫外線防御剤（紫外線散乱剤および紫外線吸収剤）の機能や配合時の留意点、剤型および処方設計について説明する。

### 1. 日焼け止め・UV ケア化粧料の種類<sup>1)</sup>

#### 1・1 日焼け止め化粧品

太陽光線中の A 波紫外線（UVA, 315～400nm）、B 波紫外線（UVB, 280～315nm）の両領域の紫外線をカットし、紫外線による悪影響から肌を守ることを目的としている。

日焼け止めの効果は、SPF は 50+まで、PA は++++までの指標で表示されている。一般的に日焼け止め化粧品は紫外線吸収剤、紫外線散乱剤またはその両方を組み合わせて高い効果を付与しているものが多い。しかし、近年では敏感肌や乳児・子供用として紫外線散乱剤のみを使用した日焼け止め化粧品も販売されるようになってきている。

#### 1・2 サンタン化粧品

紫外線、とくに UVB による紅斑をおこすことなく、均一で美しく日焼けすることを目的とする。したがって、紫外線防御剤はおもに UVB を防御するもので構成され、SPF2～4 の製品が多い。サンタン化粧品は夏の浜辺で使用される場合が多く、使用感はべたつかず、砂の付着が少ない方が好まれる。したがって、処方ではさっぱりとした感触の油分を用いることが好ましい。また、サンタン化粧品において耐水性は重要な機能の一つである。したがって、耐水性向上のための皮膜形成剤を配合することは有効な手段である。

#### 1・3 アフターサンケア化粧品

強い紫外線を浴びた肌は、紅斑をおこし、数日後に遅延型色素沈着を生じる。このときの皮膚の角層の水分量は紫外線を浴びていない部位に比べ低下する。アフターサンケア化粧品は、このような紫外線を浴びた皮膚の手入れをすることを目的としている。紅斑のような紫外線によって一時的におこる炎症には抗炎症剤の配合されたカーミンローションなどの製剤が有効である。また、水分が減少している肌に対しては、保湿効果の高い乳液などが必要となる。

#### 1・4 セルフタンニング化粧品

日焼け止め化粧品でも UV ケア化粧品でもないが、いかにも日焼けしたように皮膚の色を褐色にする化粧品であることから、少し記述する。

セルフタンニング化粧品は、肌に影響を与える紫外線を浴びずに小麦色の肌を作り出すことを目的としている。サンレストタンニングともいう。

外用により皮膚を褐色に変色させる成分としては、グリセリンを発酵して得られるジヒドロキシアセト

ン (DHA) や、エリトルロースなどがよく知られている。この作用は皮膚の上層のみに限定され、角層のタンパク質と化学反応をおこし、褐色となる。適用後、数時間で褐色変化が現れ、角層の剥離が進むにつれて次第に消えていく。

## 2. 有機系紫外線吸収剤と無機系紫外線散乱剤の違い

紫外線防御剤は、有機系紫外線吸収剤と無機系紫外線散乱剤の二つに分けられる (図 1)。紫外線吸収剤は、紫外線のエネルギーをその構造により吸収し、熱や光などのエネルギーに変換して放出することにより、紫外線が皮膚に浸透することを防ぐ。紫外線散乱剤は、皮膚の表面に存在することにより紫外線を反射、散乱させ、紫外線の影響を防ぐ。

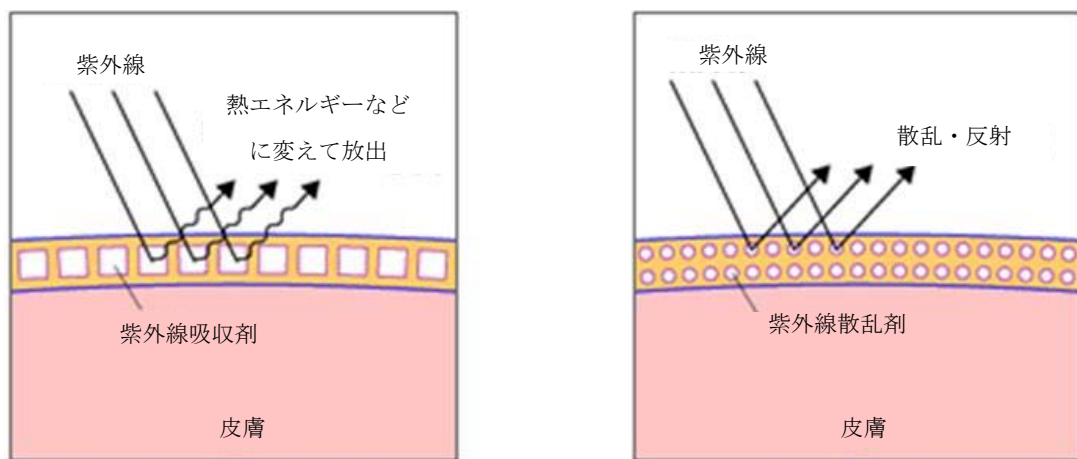


図 1 紫外線吸収剤と紫外線散乱剤の違い

紫外線吸収剤および紫外線散乱剤について、求められる機能や性質について説明する。

まず、紫外線吸収剤に求められる性質は、つぎのとおりである。

- ①毒性がなく、皮膚傷害をおこさず、安全性が高いこと
- ②紫外線吸収効果が高いこと
- ③光、熱によって分解など変化をおこさないこと
- ④基剤と相溶性がよいこと

とくに紫外線吸収剤は、図 2 に示すように、紫外線を吸収することにより励起状態となり、それを熱や蛍光、りん光などのエネルギーとして放出して基底状態に戻る。この励起状態は不安定な状態であるため、紫外線吸収剤分子の一部が光化学反応をおこすことや、分解や処方中の他成分への影響が懸念される。そのため、変化をおこさず、安全性の高い成分である必要がある。

近年では、紫外線を吸収することにより励起状態へと変化した紫外線吸収剤を、すぐに基底状態へと戻す光安定化剤が用いられることがある。光安定化剤を処方に配合することにより、安定で紫外線防御効果の高い製剤が開発されている。

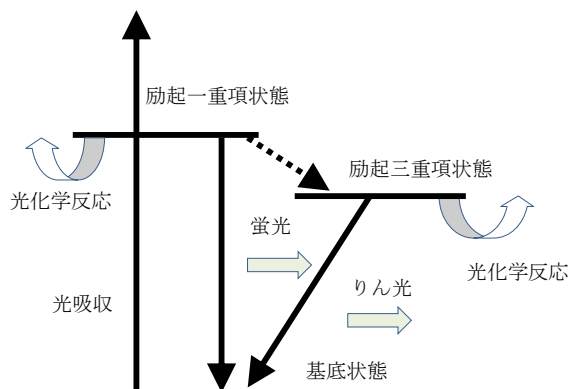


図 2 紫外線吸収剤の紫外線防御の原理

つぎに、紫外線散乱剤に求められる性質を示す。

- ①紫外線散乱効果を十分に発揮すること
- ②透明性が高く、白浮きしないこと
- ③自然な仕上がりになること

代表的な紫外線散乱剤としては微粒子酸化チタンと微粒子酸化亜鉛の二つの粉体があげられる。微粒子酸化チタンはおもに UVB 領域を、微粒子酸化亜鉛はおもに UVA 領域を遮へいする。通常、紫外線散乱剤は一つの粉（1 次粒子）が凝集した状態（分散粒子）で存在している。つまり、この分散粒子径を調節することが紫外線の散乱に非常に重要となる。微粒子酸化チタン、微粒子酸化亜鉛の適切な 1 次粒子径および分散粒子径を示す（図 3、表 1）。

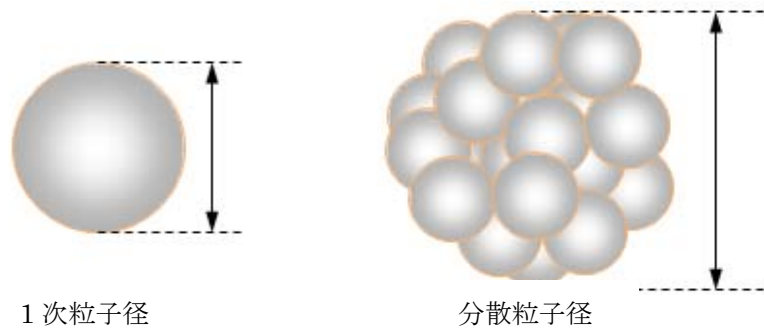


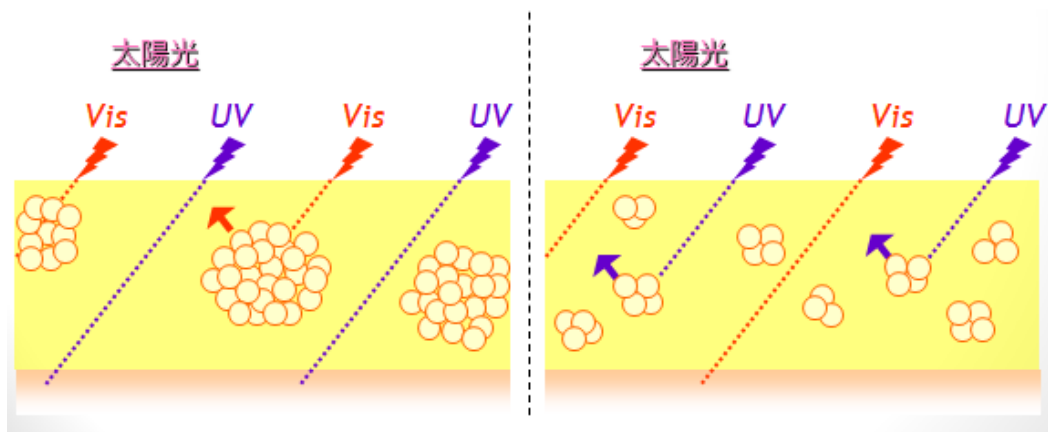
図3 無機系紫外線散乱剤の粒子径

	一次粒子計 (nm)	二次粒子径 (nm)
微粒子酸化チタン分散物	10~15	110~140
微粒子酸化亜鉛分散物	20~30	160~299

表1 微粒子酸化チタンと微粒子酸化亜鉛の最適粒子径

分散粒子径が大きい粉体は、粒子径が大きい状態で存在するため、可視光の波長は散乱するが、紫外線は粉体の間をすり抜けてしまい散乱できない。したがって、カバー力は強いが、紫外線の遮へい能はきわめて低い。

一方、分散粒子径を紫外線のみを遮へいさせ可視光は透過させるように調節することにより、透明性が高く、紫外線を防御できる(図4)。



紫外光波長  $\ll$  分散粒子径  $\leq$  可視光波長  
 可視光 (Vis): 散乱性強い (カバー力)  
 紫外光 (UV): 遮へい性弱い

分散粒子径  $\leq$  紫外光波長 ( $\lambda/2$ )  
 可視光 (Vis): 散乱性弱い (透明性)  
 紫外光 (UV): 遮へい性強い

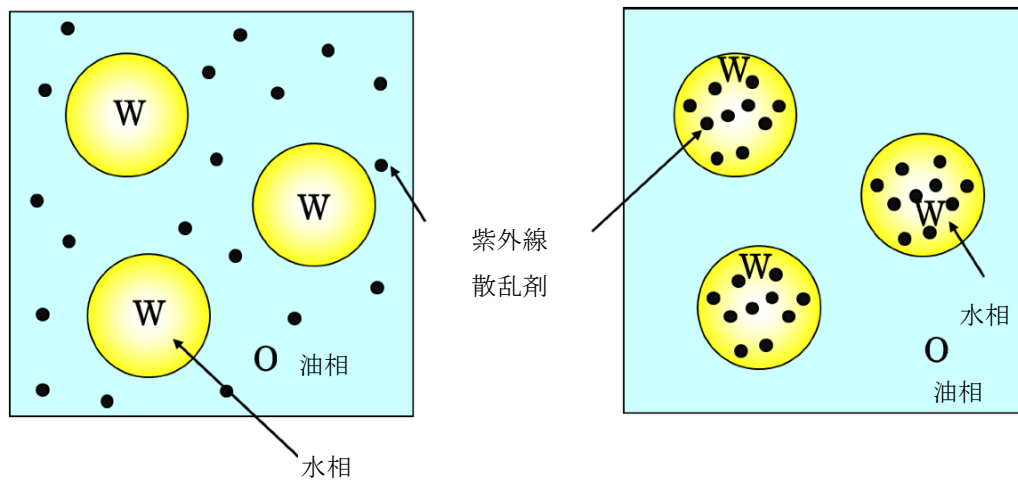
図4 分散粒子径の違いによる紫外光および可視光の散乱力

### 3. 紫外線散乱剤の配合時の留意点

紫外線散乱剤を処方に配合した際の存在位置と特徴を表 2、図 5 および図 6 に示す。

表 2 紫外線防御処方に紫外線散乱剤を添加した際の特徴

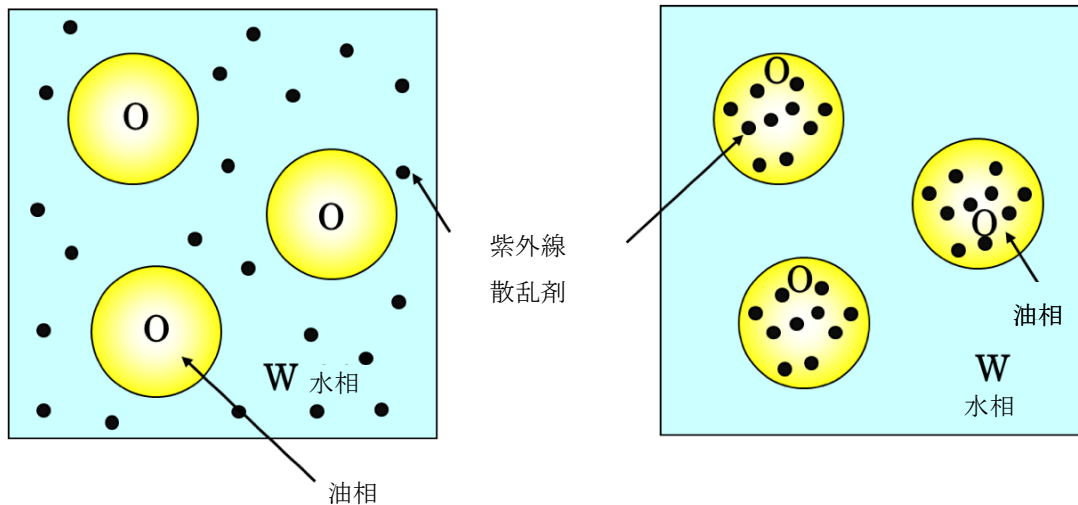
紫外線散乱剤の存在位置	剤型	
	O/W 製剤 内相：油 (O) 外相：水 (W)	W/O 製剤 内相：水 (W) 外相：油 (O)
油相 (O)	○感触が良好 ×高配合が困難 ×製剤化が困難	○感触が良好 (シリコーン油) ○高配合が可能 ○製剤化が容易
水相 (W)	×感触が悪い ○製剤化が容易 ×白浮きしやすい	×感触が悪い ×製剤化が困難 ×安定化が困難



紫外線散乱剤が外相に存在  
油系分散剤を使用

紫外線散乱剤が内相に存在  
水系分散剤を使用

図 5 W/O 製剤への紫外線散乱剤配合時の粉体存在位置



紫外線散乱剤が外相に存在

水系分散剤を使用

紫外線散乱剤が内相に存在

油系分散剤を使用

図6 O/W 製剤への紫外線散乱剤配合時の粉体存在位置

O/W 製剤および W/O 製剤どちらの場合も、外相に紫外線散乱剤を配合することは容易である。しかし、紫外線散乱剤を水相側へ配合すると、塗布時の水分蒸散に伴い粉体のきしみ感が出るため、感触が悪くなる。そのため、表面が疎水化処理された紫外線散乱剤を油相側へ添加する処方が主流となっている。調製の容易さから、高い紫外線防御効果を求める場合は、W/O 製剤が多く、とくに感触の観点からシリコーン油 (Si) を使用した W/Si 製剤が多い。

近年は、みずみずしい使用感の製剤が求められており、O/W 製剤で油相 (内相) に紫外線散乱剤を添加した製剤が増えてきている。しかし、O/W 製剤の油相の比率はある程度限られてしまっているため、その中へ紫外線散乱剤を高濃度配合することは非常に困難である。単純に紫外線散乱剤を添加すると、製剤中で凝集がおき、製剤の不安定化や SPF の低下にも繋がる。

そこで、分散剤を使用し、紫外線散乱剤を安定に油相に分散させる必要がある。この分散剤の働きとしては、十分に疎水化処理されず親水性表面が現れてしまっている紫外線散乱剤の粉体表面に親水基を吸着し、親油基を油相側へと広げることにより、油相への分散を補助している。分散剤の構造としては、油相へ溶解しなければならないため、ポリリシノレイン酸ヘキサグリセリルや、ポリオキシエチレン (5) 硬化ヒマシ油などの親水基が多い親油性界面活性剤がよく用いられる。分散剤の添加が、乳化の際の界面活性剤のバランスに影響を及ぼすことがあるため、製剤化の際には留意する必要がある。また油相には使用する紫外線散乱剤の表面処理剤に応じて、分散しやすい油を選択する必要がある。たとえば、ステアリン酸・水酸化アルミニウム処理されている紫外線散乱剤の場合には、サンスクリーン製剤のおもな基剤として用いられるシリコーン油には分散しにくく凝集しやすい。このような場合には、ある程度粘度が高く高極性のエステル油などが分散しやすい。ただし、粘度の高い油は感触や延びが重いいため、主基材とはせず他の油剤と混合使用した方が望ましい。

処方中で紫外線散乱剤を適切な分散粒子径に調節し、なおかつそれを安定に維持することは非常に難しいので、紫外線散乱剤をあらかじめ油相に分散させ、分散粒子径を適当に調節した分散物の使用が効果的となる。分散剤、分散媒（油）、分散粒子径および紫外線散乱剤が異なるさまざまな分散物が原料として販売されているので、目的の処方に応じた分散物を選択することが重要となる。

また、海外の規制にも留意しなければならない。酸化チタンや酸化亜鉛について、規制の対象となっている国もある。EUにおいては、ナノサイズ(1nm~100nm)の紫外線散乱剤を使用する場合には<nano>の表示が義務付けられている。<sup>(2)</sup>

#### 4. 紫外線吸収剤の配合時の留意点

紫外線吸収剤は、多くが油溶性であるが、いくつかの水溶性の製品も使用されている。油溶性の紫外線吸収剤は、ほかの油に混合してサンオイルとして使用されたり、乳化してクリームや乳液などに製剤化されたりする。また、水溶性の紫外線吸収剤は、耐水性に劣るという欠点はあるが、配合しやすいため、ローション、ジェル、エアゾールなどの水の多い製剤に汎用されている。

紫外線吸収剤は、化粧品基準の別表 4 において使用できる成分および配合上限が管理されており、医薬部外品においても紫外線吸収剤の合計配合量が 10%までに制限されている。また、海外でも国によって規制が異なるため、製剤化にあたっては、これらの規制を順守して処方を設計する必要がある。

固形の紫外線吸収剤（ジエチルアミノヒドロキシベンゾイル安息香酸ヘキシル、ビスエチルヘキシルオキシフェノールメトキシフェニルトリアジンなど）の場合には、液状の油に溶解する必要があるが、使用時の油性感の低減のために、できるだけ溶解性のよい油を使用して、油分量を低く抑える必要がある。溶媒的な役割もかねて、液状の紫外線吸収剤（メトキシケイヒ酸エチルヘキシルなど）を使用している処方例も多い。

また、紫外線吸収剤によって紫外線吸収スペクトルが異なるため、UVA 領域と UVB 領域の両方をカバーできるように、紫外線吸収剤を選択したり、組み合わせたりする必要がある。

紫外線吸収剤は、紫外線によって分解されたり、変色したりする場合があるので、温度だけでなく日光に対する品質の安定性についても、よく確認しておく必要がある。

#### 5. 剤形の種類<sup>1)</sup>

日焼け止め・UV ケア化粧品の剤形としては、エマルジョンタイプ、ローションタイプ、オイルタイプ、ジェルタイプ、エアゾールタイプ、スティックタイプなどがあげられる。基本的にはスキンケア化粧品の剤形に紫外線防御剤を配合している場合が多いが、それぞれの特徴と留意点をつぎにまとめた。

##### (1) エマルジョンタイプ

###### (1) O/W 型

耐水性の面では、W/O 型やオイルタイプの基剤に比べて劣るが、みずみずしい使用感を有し、日中向けの低 SPF から高 SPF 製品までの製剤化が可能である。

(2) W/O 型

使用感や基剤の安定性の面では O/W 型に劣るが、耐水性に優れることから、高 SPF で耐水性が求められるアウトドア用の製品に多く使用されている。また、シリコーン油などの使用感の軽い油分を使用することで、使用感の改善がされている。

(2) ローションタイプ

さらりとした使用感が好まれるが、高い紫外線防御効果を得るために多量の紫外線吸収剤を配合することが必要となるため、製剤化が困難である。また、耐水性も劣る。

(3) オイルタイプ

耐水性は優れるが、使用感がほかの剤形と比べて劣ることから、男性向け化粧品やサンタン化粧品として用いられることが多い。

(4) ジェルタイプ

紫外線の悪影響が一般的に認知されるようになってから、日常的にサンスクリーン製剤を使用する人が増加している。そのため、皮膚に塗布しやすい好感触の水性ジェルタイプの人気がここ数年急上昇してきている。しかし、耐水性は劣る。

(5) スプレータイプ

肌に均一に塗布できることから、近年、市場が伸びてきている剤型の一つとしてあげられる。エアゾールの場合は夏の高温下での使用場面を考慮し、高圧ガス容器としての漏れを注意しなければならない。

(6) スティックタイプ

塗布時ののびが悪いため、身体全体に使用するには適さないが、高い紫外線防御効果が得やすいため、鼻や頬など日焼けしやすい部位の使用に適する。

## 6. 処方設計と処方例

理想的な日焼け止め化粧品の条件としては、

- ①紫外線防御効果が十分にあること
- ②安全性が高いこと
- ③使用感がいいこと
- ④汗や水で落ちないこと（耐水性）
- ⑤衣服に付着しないこと

があげられる。

汗や水で落ちないこと（耐水性）は日焼け止め化粧品として重要な機能の一つである。耐水性を向上させるためには、基剤形態を W/O 型にすることが一般的だが、使用感と基剤の安定性を十分検討する必要がある。



ある。とくに、W/O型の油相部分に、シリコーン油が使用されたいわゆるW/Si型の製剤は、耐水性が高いばかりでなく、使用感も非常に軽い。さらに耐水性を向上させるために、ポリマーやシリコーンレジンといった被膜形成剤の配合も効果的である。

なお、紫外線吸収剤を配合せずに、紫外線散乱剤のみで調製した日焼け止め化粧品は、通称「ノンケミカル」または「ノンケミ」とよばれている。

#### 参考文献

- 1) 光井武夫：“新化粧品学 第2版”，P. 497，南山堂（2001）
- 2) 化粧品法規制研究会：“国際化粧品規制 2015”，薬事日報社，p267（2015）