テーマ資料

(色材, 61 [8] 438-446. 1988)

プラスチックパウダーの化粧品への応用

中 村 直 生*

1. はじめに

最近の産業界において、合成樹脂類が担う役割の大きさについては今さらいうまでもないであろう。プラスチック（可塑物）という名が示すように優れた成形性、また同一のモノマーから重合条件の変化により多種の異なる重合物が得られるという利便性等が発展の原点であったようだ。さらに近年では自動車、船舶、機械等かつては金属の独壇場であった分野にまで、長年の研究成果による耐久性の向上や軽量であることを武器に、その進出は目覚ましいばかりである。

さて今回のテーマであるが、「プラスチック」ではなく「プラスチックパウダー」と題されることから「パウダー」の持つ意味が自らクローズアップされてくる。加えて本文では「化粧品」という枠も加味する必要がある。化粧品分野におけるパウダー類の利用は多種多様にわたり、その目的とするところも異なってくるが概ね表-1、表-2 のように整理されるであろう¹⁾。最近では表-2 以外の新しい粉体利用の仕方として、肌の質感改良や化粧映え向上のためのマイカ、パール剤や光の乱反射を利用して小ジワ、毛穴等の形態トラブルを隠す²⁾ メークアップ素材としての高分子被覆粉体³⁾、さらには製造工程中での粉体の流動性向上を狙ったシリカ微粒子の例もみられ、その範囲も非常に広大化している。

プラスチックパウダー類もそれ自身がプラスチックであるということで特別な利用目的が存在するというわけではなく、化粧品に利用されている一般的な粉体類と同様に考えて差し支えないものと思える。利用方法に関しては目的に応じて単独で、あるいは他の粉体と複合化され、またさらに他の粉体類と混合される場合もあり様々

である。

もちろん化粧品原料として備えていなければならない条件も他の化粧品用粉体と同様で安全性、安定性、使用性の良さ等は不可欠な要素であるが、特にプラスチックパウダーの場合残存モノマー量には注意が必要である。残存モノマー量は変質、異臭の原因となるばかりでなく安全性面においても重要な問題となるからである。さらに重合時に使用する重合開始剤、界面活性剤、溶媒類についても化粧品としての使用を十分意識した範囲で選択される必要がある。

化粧品原料としての樹脂類はその種類も非常に多くみられるが⁴⁾、その大部分は皮膜形成剤として使用されるタイプであり粉体として直接化粧品に配合されているものはモノマー種からみれば意外に少ない。その中にはポリエチレン粉末、ナイロン粉末、PMMA粉末、PMMAと他の物質との共重合体粉末等が最も一般的な化粧品用プラスチックパウダーといえそうである。ただし、モノマー種としては少数であっても粒子形状の多様化、他の粉体との複合化等の手段によって非常にバラエティーに富んだユニークな機能を持した粉体が数多くみられ、化粧品の付加価値に対して大きく寄与している事実も見逃せない。

2. プラスチックパウダーの特徴

2.1 形 状

化粧品用粉体の主役である鉱物由来粉体のデメリットの1つとして、その粒子の形状にあまり自由度が無いことが挙げられる。粉体粒子の形状は粉体の流動性、付着

〔氏名〕 なかむら なおき
〔現職〕 ポーラ化成工業(株)開発研究部
〔趣味〕 フライフィッシング、バレーボール
〔経歴〕 昭和50年東京農工大学農学部卒業、ポーラ化成工業(株)入社後、基礎開発研究部を経て現職に至る。

昭和 63. 4. 21 受理

Application of Plastic Powder Materials for Cosmetics

Naoki NAKAMURA

* ポーラ化成工業株式会社 静岡研究所
静岡市弥生町 648 (〒420)

表-1 化粧品での粉体利用

分 類	状 態	製 品 の タ イ プ
ルース粉末状 ケーキ (プレスト) 粉末状	数種の粉体の混合 粉体混合物のプレス成形品	ベビーパウダー, ボディーパウダー, フェイスパウダー ケーキ状チークカラー, ケーキ状アイカラー, パウダリーファンデーション
油相分散系	油性成分中に粉体を分散 (オイルゲルタイプ)	リップカラー, 油性ファンデーション, アイペンシル
水相分散系	水中に粉体を分散	粉体入りローション, メイクアップベース
溶剤分散系	有機溶剤中に粉体を分散	ネイルエナメル
乳化分散系	乳化物中に粉体を分散	ファンデーション, メイクアップベース

表-2 化粧品における粉体利用の目的

目 的	効 果	使用される粉体の例
被 覆	肌の色調トラブル (シミ, ソバカス etc) を隠す, あるいは目立たなくする	二酸化チタン, 亜鉛華
UV カット	粉体粒子の散乱効果を利用し紫外線を遮断する	微粒子二酸化チタン, 微粒子酸化亜鉛
着 色	主にメイクアップ品の着色	各色の有色顔料
吸 収	汗や皮脂といった分泌物の吸収	タルク粉末をはじめとする各種体質顔料
感 触	肌上でのなめらかな広がり	ナイロン球状粉体, シリカ球状粉体

性, 成形性等化粧品製造に関する基本的な性質に大きく影響するのみでなく使用時の感触, 化粧仕上り, 化粧の持続性等様々な品質項目を左右するものである。これらに対し鉱物粉体の場合は粉碎, 分級による粒度調節や他物質による表面処理といった手段で対応することが一般的であり, 粒子形状そのものを変化させるような場合は少ない。ヘキカイ粉碎法によるアスペクト比の調節⁵⁾や, 長時間粉碎による不定形化, 球形化等がその例である。一方プラスチックパウダーの場合, その粒子形状に対する随意性は鉱物由来粉体に比較して非常に高いという利点を持っていることは事実である。しかし, 実際化粧品分野においては,それほど多くの粒子形状が使用されているわけではない。扁平状, 繊維状, 多角塊状等が一部見られるが, 何といても化粧品原料としてのプラスチックパウダーで圧倒的に多くみられる形状は球状もしくは擬似球状の類である。一般的に化粧品原料として利用される粉体の粒子形状はその由来の多くが鉱物であることから薄い板状のものが大部分を占めている。球状粒子は板状粒子と比較すると粉体の諸性質において大きく異なった部分がいくつか存在し, この存在が化粧品配合への価値を高めているといえる。たとえば球状粉体を配合することで化粧品を肌へ塗布する際ののびのなめらかさ, ポイントメイク料をブラシで塗布する際のぼかしやすさ等を大きく改善することが可能であるし, 製造工程中の混合粉体の流動性を向上できることも大きな利点

である。さらに粒子面に板状粒子のような正反射面を持たないため, 拡散反射型の光反射パターンを示し, 落ちついた化粧仕上りを演出できるといった視覚への効果も期待できる。こうした理由から近年, 化粧品への球状粒子の配合が盛況となってきたが, 金属ケイ酸塩の一部, シリカ粉末⁶⁾の一部を除いて無機素材による球状粉体はあまり例が無く, 多くの場合プラスチックパウダーが用いられている。その理由は先述したプラスチックパウダーの形状に対する随意性に負うものであるが, 特に粒子を製造する際に乳化重合, 懸濁重合等の簡単な手段によって球形化が可能であることが一番の利点である。これらの手段においては乳化や重合時の諸条件を変化させることで粒度の調節がある程度可能であり, 非効率な分級を行わずとも目的とする粒子径を比較的シャープな粒度分布で得ることもでき, コストメリットの面からも重要である。また粒子の表面構造, 内部構造のコントロールもある程度可能となり, 単一のモノマーから種々のバラエティーを持った球状粉体を生み出せることもプラスチックパウダーならではの魅力であろう。逆に注意を要するのはプラスチックパウダーの場合, 球状粉体と一口にいてもその性質が大きく変化する場合があることだ。図-1 は安息角を縦軸, 崩潰角を横軸にとって各粉体の測定値をプロットした結果で⁷⁾, モノマー種の違いによる流動特性を示している。図中破線で囲まれたⅠ, Ⅱ, Ⅲの領域で示したように粉体の形状と材質によって

Fig. 1. 安息角と崩潰角の関係図

Fig. 2. 球状ナイロンパウダー

いくつかの群が形成されている。ここで第Ⅰ群は各種無機物質由来の球状粒子及び球状アクリルパウダー、第Ⅱ群は球状ナイロン粉末、球状ポリエチレンパウダー等が含まれ、第Ⅲ群はタルク、カオリン等板状粉体の群である。この中で球状プラスチックパウダーは主に第Ⅰ群に属するグループと第Ⅱ群に属するグループに分類され、

粉体のもつ流動特性にかなり隔りのあることがわかる。これは化粧品をフォーミュレートする際には便利な点であり、第Ⅰ群に属するタイプは肌上でのこがるようななめらかさを、第Ⅱ群に属するタイプはしっとりとした感触を各々訴求することに適しており、これらと第Ⅲ群に属する一般的な鉱物由来の化粧品用粉体との3者で肌上での化粧品の使用感を調節することが可能である。

図-2 は最近化粧品用プラスチックパウダーとしてはポピュラーになってきたナイロン球状粒子の SEM 写真である。粒径 $5\mu\sim 10\mu$ 程度の比較的揃った粒度分布を持ち、形状は図のようにほぼ球状を呈しており、表面は細孔もほとんど見られず平滑に近い状態である。少量の配合により肌上でのこがるようななめらかな広がりを与えることが可能で、特にパフによって肌に塗布するタイプのケーキ類によく配合されている。

図-3、図-4、図-5 は各々不定形塊状、球状、円板状の異なる3形状のポリエチレンパウダーである。同一の物質でありながら、このように種々の形状が得られることで各々異なった機能を追求できることもプラスチックパウダーの大きな利点の1つである。

2.2 複合化

プラスチックパウダーがその形状の随意性の高いことと並んで特徴とするところに他の粉体との複合化が挙げられる。プラスチックパウダーに限らず化粧品用粉体の中には紫外線カット、被覆力、赤外線カット⁸⁾、着色力、薬効等種々の機能を追求したいいわゆる機能性粉体と呼ば

Fig. 3. ポリエチレンパウダー (不定形塊状)

Fig. 4. ポリエチレンパウダー (球状)

Fig. 5. ポリエチレンパウダー (円板状)

れる種類の粉体が多く存在する。しかし、これらの粉体の欠点の1つの機能を深く追求するため、他の多くの性質を犠牲にしている場合が多いことである。例示するならば微粒子酸化チタンは非常に優れた紫外線カット力を持っているが、配合した化粧品を肌に塗布する際のびが重くなるといった問題である。一方、化粧品は一般的に何らかの機能を追求しつつも、ユーザーに“気持良

く使ってもらう”ことも重要な要素であり、機能一辺倒の製品は特殊なタイプのものを除いてあまり喜ばれないことが多い。つまり魅力ある機能を持ちながら化粧品としてのバランス上、配合が不可能であったり、その機能を十分発揮できるほどの量を配合できなかったりする粉体が存在するわけである。複合化はこの問題を解決するための有効な手段であり、2種以上の成分の各々の特徴を生かしたハイブリッド粉体を開発することで、機能性粉体を効果的に化粧品へ配合してゆかんとするものである。プラスチックパウダーの場合も単独での利用に留まらず、他の粉体、特に無機粉体とのハイブリッドとして使用されている例が多く見られる。プラスチックパウダーの場合、複合化の手法としては大きく2つのタイプに分類される。1つは重合過程において他の粉体を存在させておく方法で、重合体の網状構造の中に他の微粉体が散在しているようなタイプや、他の粉体を核としてその表面に重合物を成長させたようなタイプの複合粉体が期待できる。もう1つはいわゆるメカノケミカルな方法によるものである。この方法では、一般的に相対的に大きな粒径を持つ母粒子の周囲に、相対的に小さな粒径の子粒子を付着結合させたタイプが多い。プラスチックパウダーは普通、母粒子として使用され、その周囲に二酸化チタンやシリカといった無機粉体を付着結合せしめたものが多くみられる。方法としては母粒子と子粒子を自動乳鉢あるいは遠心ボールミル中で混合するといった物理的なもので、母粒子同士、子粒子同士、あるいは母粒子と子粒子相互間での摩擦が起り、その結果として粒子が帯電し付着結合を起すものと考えられる。この方法は単にプラスチックパウダーの表面改質法としても考えられ、一般的に水系への分散性に劣るプラスチックパウダーの表面を無機粉体でコートし、分散性向上を計るのはよく用いる手段である。以下にプラスチックパウダーの複合化に関して数例を挙げてみた。

2.2.1 酸化チタン内包多孔質アクリルビーズ⁹⁾

多孔質の球状アクリル粉体中に微粒子二酸化チタンが散在した複合粉体であり図-6のような外観を示す。この複合粉体の特徴は紫外線カット力を持つと同時に肌上をころがるようななめらかな感触を訴求できることにある。この複合粉体の製法は図-7に示したように、乳化重合時に微粒子二酸化チタンを粒子中に取り込むタイプのもので、プラスチックパウダー特有の製法ともいえる。

2.2.2 サンカットパウダー¹⁰⁾

サンカットパウダーは球状ポリエチレン粉末の外側に酸化鉄によって着色された微粒子二酸化チタンを付着結

Fig. 6. 酸化チタン内包多孔質アクリルビーズ

Fig. 7. 酸化チタン内包多孔質アクリルビーズの製法

合したもので、図-8 にその粒子形状を示す。複合化の期待効果としては酸化チタン内包多孔質アクリルビーズと同様であるが、製法的にはメカノケミカル的方法を用いている点異なる。この複合化は微粒子二酸化チタン

Fig. 8. サンカットパウダー

Fig. 9. サンカットパウダーの官能特性

ののびの重さを改良するという面だけでなく、逆にポリエチレンビーズの性質を改良するための表面処理と考えることもできる。図-9 は化粧品の観点からの官能評価結果例であるが、サンカットパウダーが各項目において無処理のポリエチレンビーズに比較してかなり改善されている様子がわかる。

2.2.3 アクリル被覆タルク³⁾

前述のように化粧品用粉体の多くは板状粒子のため光正反射面を持っている。この正反射の特性をさらに強調した1つの例がパール顔料である。しかしあまり強い正反射面を持つ粉体は肌の凹凸の明暗の差を強調するため、シワや毛穴といった形態トラブルを目立たせる傾向にある。逆に拡散反射型の粉体を用い、肌の凹凸の明暗の差を減ずることによって、この形態トラブルを目立た

Fig. 10. アクリル被覆タルク(左), 無処理タルク(右) なくするメークアップが可能である(ソフトフォーカス効果)²⁾。このソフトフォーカス化粧用原料として、正反射面を持つタルクの表面に PMMA の微粒子を“ツヤ消し剤”としてコートしたものがこのアクリル被覆タルク(図-10)である。図中右側がアクリル被覆されたタルクであるが表面一面に細粒子が散在している様子がわかる。図-11 はアクリル被覆タルク及び無処理タルクの光反射パターンを示したものである。左側のアクリル被覆タルクでは右側の無処理品の持つ正反射のピークが消失し、より拡散反射型へ近づいていることがわかる。このようにプラスチックパウダーとの複合化によって従来の粉体とは異なったメーク効果の演出を狙った例もみられる。

3. 応 用 例

3.1 中空多孔質アクリルビーズ^{11,12)}

中空多孔質アクリルビーズは多孔質化したアクリルビーズを中空化したもので、図-12、図-13 に各々光顕、SEM の写真を示す。図-12 からは屈折率の変化によ

Fig. 12. 中空多孔質アクリルビーズ

Fig. 13. 中空多孔質アクリルビーズ

て中空部の存在が、図-13 からは表面の多孔性が確認できる。この粉体の特徴は非常に流動性に優れていることで、安息角等の測定値も現存する化粧品用粉体中ではほ

Fig. 11. アクリル被覆タルクの光反射パターン

Fig. 14. 中空多孔質アクリルビーズの製法

ば最小値を示している。このため感触改良はもとより化粧品製造工程での流動性向上, さらに高い吸油性を利用した夏用の吸汗, 吸皮脂パウダー等, その応用面も非常に多岐にわたっている。最近では中空部に香料を浸透させ徐放性を狙ったものや, 中空部に保湿効果のある成分

Fig. 15. 油相と水相の混合比の影響

を浸透させたりする例もみられる。製法は図-14 に示すように W/O/W の多重エマルジョンによる乳化重合を利用したものであるが, ここで興味深いことは乳化重合の諸条件を変化させることにより粉体の表面状態を変化させることが可能なことで, このこともプラスチックパウダーならではの特徴といえる。図-15, 図-16, 図-17 にその例を示した。各々油相と水相の混合比の変化, 重合開始剤の変化, 油相用乳化剤の変化によって粉体表面の細孔の密度や大きさ, 表面の凹凸の様子が変化し, 多くのバリエーションを生んでいることがわかる。これらの

Fig. 16. 重合開始剤の影響

Fig. 17. 油相用乳化剤の影響

Fig. 18. 軟質マイクロカプセル

表面状態は粉体の吸油量，流動性等に大きく影響を与えるため，粉体の化粧品への配合目的をよく考慮した上で条件を設定してゆかねばならない。

3.2 軟質マイクロカプセル^{13,14)}

ここで紹介する軟質マイクロカプセルは，PMMA の外殻を持ちその内側に各種オイルやビタミン類を内包したもので，約 10 数ミクロンの平均粒径を持った擬似球状粒子（図-18）である。また製法は図-19 に示すように懸濁重合法を用いている。軟質カプセルの一番の利点は化粧品製造工程中の機械力に耐え，かつ肌上に塗布する際に弱い力で外殻が破壊し，内包された成分が十分その機能を発揮できることにある。また商品の長期貯蔵中にカプセル中の内包物の漏出を防止しなければならないことも考え合えると，カプセル外殻の膜厚，強度，密封性等が非常に重要となり，これらをいかにコントロールできるかが製法中の各条件設定の鍵となってくる。化粧品への応用例は現在ではまだ少数ではあるが，不安定物質の安定化配合，感触のドラスティックな変化等，数多くの利点が考えられることから，今後の製法技術の向上

Fig. 19. 軟質マイクロカプセルの製法

と共に利用される頻度も増加するものと予測される。

4. おわりに

本文ではプラスチックパウダーの化粧品への応用に関して特に最近の話題を中心に取り上げてみた。このためプラスチックパウダーが今迄こういった経緯をもって化

粧品に関与してきたかという歴史的側面については触れるまでに至らなかった。しかし考えてみれば、プラスチックそのものの歴史にしたところで非常に浅いものであるといえる。特に化粧品分野においては、プラスチックパウダーの本格的な利用はまだ始まったばかりである。そういう面では今後さらに研究開発も拡大され、それにつれて多種多様な個性あるプラスチックパウダーが次々と登場してくることが期待される。

参考文献

- 1) 光井武夫, 奈良道子: 粉体(丸善), 957 (1979)
- 2) 中村直生, 高須賀豊, 高塚 勇: JSCCJ., 21, No. 2, 119 (1987)
- 3) 特開昭 61-69708
- 4) 日本汎用化粧品原料集, 日本化粧品工業連合会編 (1985)
- 5) 特開昭 57-14518
- 6) 特開昭 56-68604
- 7) 坂本宗寛, 高須賀豊, 堀野政章: 粉体と工業, 19, No. 11, 30 (1987)
- 8) 特開昭 63-15861
- 9) 特開昭 57-120514
- 10) 特開昭 61-257907
- 11) 特開昭 59-193901
- 12) 特開昭 60-184004
- 13) 特開昭 59-73510
- 14) 特開昭 60-224609