

化粧品の感触・仕上がり改良剤としての窒化ホウ素粉末

(1986年～現在)

Key-words: 窒化ホウ素、化粧品、感触改良、なめらか、すべり

窒化ホウ素粉末 SHP[®]シリーズは川崎製鉄株式会社（現 JFE スチール株式会社）と株式会社資生堂との共同開発で誕生した化粧品原料である。化粧品原料に適用される窒化ホウ素は六方晶窒化ホウ素粉末（h-BN）であり、白色の板状粉体である。B と N が交互に共有結合的に形成した六員環が積み重なった層状構造であり、黒鉛と類似した構造を有している。従来、窒化ホウ素は天然に存在しない人工セラミックスとされてきたが、化粧品用途に使用される六方晶窒化ホウ素と結晶構造は異なるものの窒化ホウ素は自然界に存在することがわかっている。窒化ホウ素粉末は化粧品の感触のなめらかさ・フィット感の向上、べたつき感の低減等の使用性の改善、自然なツヤ、シミ・そばかす等の欠点のカバー、美しい肌色などの仕上がりを与える目的で使用される。パウダーファンデーション等の固形状だけでなく液状剤型でも感触・見た目の改善効果がみられ、今後の採用増加が期待される。

1. 製品適用分野

六方晶窒化ホウ素粉末はパウダーファンデーションをはじめとするメイクアップ化粧品や美容液などのスキンケア製品に適用される化粧品原料である。化粧品の感触のなめらかさ・フィット感の向上、べたつき感の低減等の使用性の改善、自然なツヤ、シミ・そばかす等の欠点のカバー、美しい肌色などの仕上がりを与える目的で使用される。

2. 適用分野の背景

メイクアップ化粧品の代表的なものとしてパウダーファンデーションがある。パウダーファンデーションは見た目の効果として、しみ、あざ、そばかすといった肌の欠点を隠し、肌の色むらや質感を均一に整えるために使用される。また塗布する時、塗布後の感触について「肌に溶け込むようななめらか

さ」「密着感」「フィット感の良さ」が求められる。

窒化ホウ素粉末はなめらかな伸び、隠ぺい力、密着感などの化粧品用粉末に求められる特性をバランスよく保有する粉末として川崎製鉄株式会社（現 JFE スチール株式会社）と株式会社資生堂との共同開発により実用化された化粧品原料である（図1）¹⁾。現在では、日本製の化粧品だけでなく、フランス製など海外の化粧品にも配合され、世界中に広まっている。

表1に各種化粧品原料の官能評価を示す。化粧品では種々の粉体が使用されるが、他の代表的な板状粉体と比較して窒化ホウ素はなめらかですべりがよく、カバーパーに優れ、適度なツヤ・光沢をもつ。また、すべりのよい球状粉未と比較して窒化ホウ素粉末は付着力に優れ、カバーパーに優れる粒状の酸化チタンと比較して感触が良好である。



図1 窒化ホウ素粉末 SHP[®]シリーズ

SHP[®]シリーズは世界で初めて化粧品向けに開発された窒化ホウ素粉末。30年以上にわたる信頼と実績を得た化粧品原料¹⁾。

表1 各種化粧品原料の官能評価

	形状	なめらか	すべり	カバーフ	ツヤ・光沢	付着力
窒化ホウ素 (h-BN)	板状	◎	◎	やや○	○	○～◎
タルク	板状	△	○	×	やや△	△
セリサイト	板状	○	○	×	やや○	○
合成マイカ	板状	△～◎	○	×	適度△～◎	○～◎
マイカ	板状	△	△	×	○～◎	○
パール剤	板状	△	△	×～○	○	△～○
球状シリカ	球状	×	○	×	×	×
球状ナイロン	球状	○	○～◎	×	×	×
シリコーンエラストマー	球状	◎	○	×	×	×
酸化チタン	粒状	×	×	○	×	○

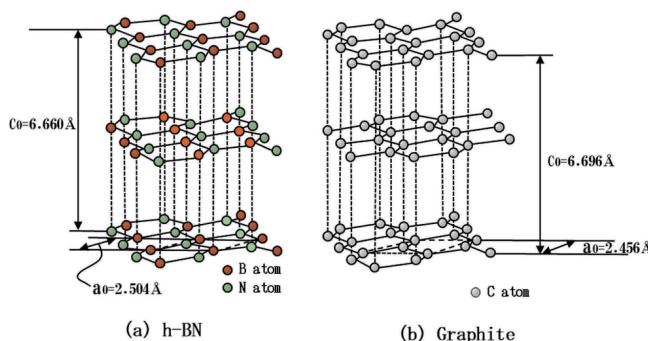


図2 六方晶窒化ホウ素(h-BN)と黒鉛の結晶構造

六方晶窒化ホウ素は黒鉛と類似した六方晶の結晶構造を持つ。BとNは交互に重なる。

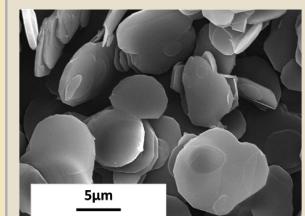


図3 窒化ホウ素粉末(SHP®-3)の電顕写真

板状で端面は丸い、または、結晶面の12角形の端面が確認できる。

3. セラミックスの特徴

化粧品原料に適用される窒化ホウ素は六方晶窒化ホウ素粉末(h-BN)であり、白色の板状粉体である。**図2**に示すように、BとNが交互に共有結合的に形成した六員環が積み重なった層状構造であり、黒鉛と類似した構造を有している。そのためWhite Graphiteとも呼ばれ、黒鉛に似た性質として潤滑性、熱伝導性、耐薬品性および還元雰囲気での熱的安定性に優れている。また、その焼結体は旋盤などにより容易に加工できる。

従来、窒化ホウ素は天然に存在しない人工セラミックスとされてきたが、立方晶窒化ホウ素(c-BN)の天然類似体であるQingsongite(チンソンガイト)がチベット南部の鉱床から産出されたクロム鉄鉱により確認され、国際鉱物学連合(IMA)の鉱物リストに登録されている。化粧品用途に使用される六方晶窒化ホウ素と結晶構造は異なるものの窒化ホウ素は自然界に存在することがわかっている²⁾。

h-BNの結晶構造上の特徴は、六員環の二次元構成物内の結合が共有結合的で強固であることに対して、層間の結合は弱いVan der Waals結合という異

方性にある。結晶粒が平板上であることや、その性質として潤滑性能を有することはこうした結晶の異方性に起因するものである。

4. 製品

図3に示すように六方晶窒化ホウ素粉末は、白色の扁平な板状の粉体であり、焼成後には粒子端面は丸い、または、結晶面の12角形の端面が確認できる。アスペクト比(粒径/厚み)は粒径によるが8～25程度である。

化粧品に配合される窒化ホウ素粉末は高純度に精製処理が施されるため、医薬部外品原料規格2021の適合品は医薬部外品へ配合ができる。

また窒化ホウ素粉末は比較的吸油量が高く、粉自体の白色度が高く、油になじんでも白色度変化が小さい。そのため、化粧崩れの防止にも貢献する原料である。窒化ホウ素粉末の屈折率は1.74³⁾であり、油より若干高い屈折率をもつ。油に分散しても肌になじみやすい自然な白さを保つことができるため、乳液タイプの製品など油を多く含む化粧料に配合したときにも、BNの自然な白さが発揮される。

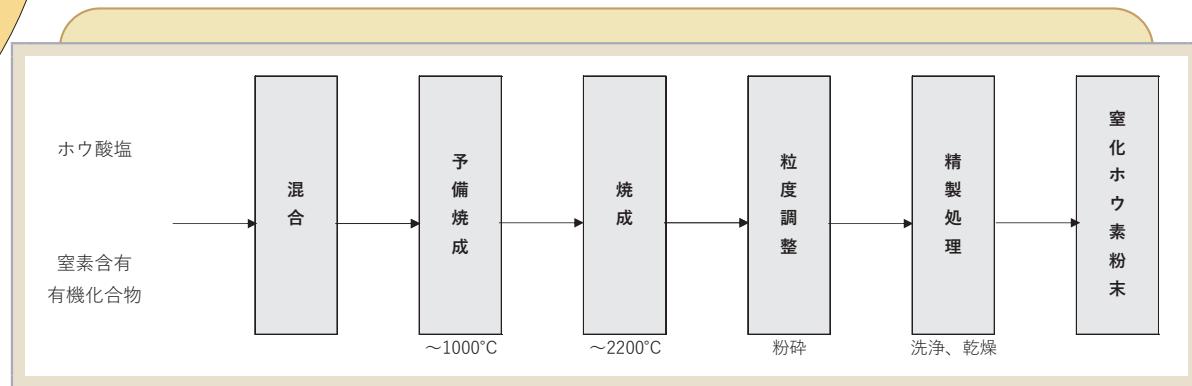


図4 製造プロセス

ホウ酸塩と窒素含有有機化合物を2度高温焼成、粒度調整、粉碎による精製処理して化粧品向け窒化ホウ素粉末を得る。

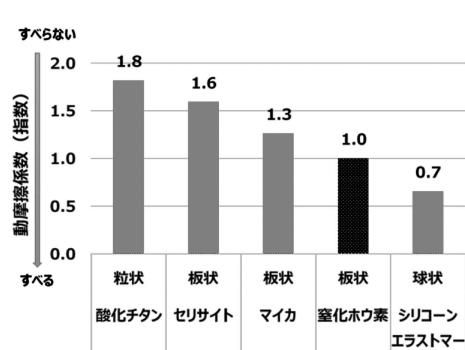


図5 体質顔料の動摩擦係数比較（指数）

5. 製法

六方晶窒化ホウ素粉末 (h-BN) の製法を図4に示す。h-BNの製法として工業的に行われている方法としては、ホウ酸 (H_3BO_3) あるいはホウ砂 ($Na_2B_4O_7$) などのホウ酸塩をアンモニア中、もしくは、尿素 ($(NH_2)_2CO$) などの窒素含有の有機化合物とともに加熱してB-N結合を生成するものがある。弊社で採用している製造法は予備焼成と焼成の2工程に大別される。予備焼成では1000 °C以下の NH_3 あるいは N_2 中の熱処理により、結晶化度の低いBNが合成される。この段階ではホウ素酸化物等の不純物成分が多く含まれる状態である。得られたBNを結晶化工程の熱処理で結晶化度の高いh-BNに上げる。低温度では層の重なり方が不規則な乱層構造となっているが、高温度になるに従って粒成長が起こり、規則性の高い六方晶となる。焼成温度を変えることで純度および粒径を制御することが可能であり、種々の特性を持つh-BNが得られる。焼成工程のうち、粉碎処理による粒度調整、洗浄工程による不純物（非晶質のホウ素酸化物など）の溶解・除去が行われ、化粧品に適した高純度なh-BNが得られる。

注1 すでに動いている物体に働く摩擦力と垂直抗力の比で $\mu k = F/N$ (F : 摩擦力, N : 垂直抗力) の式で表される。動摩擦係数が小さいほどすべりが良いことを示す。

注2 皮膚表面にみられる細かい溝を「皮溝(ひこう)」、皮溝に囲まれた高く持ち上がっている部分を「皮丘(ひきゅう)」と呼ぶ。

6. 製品性能・スペック

6.1 なめらかな感触とフィット感

窒化ホウ素粉末はなめらかさに優れるだけでなく、柔らかな感触で肌にフィットし、のび広がる性質を持つ。粉でありながらクリームのような感触があると評価されるものもある。図5に示すように粒子のすべり性を示す動摩擦係数^{注1)}は、同じ板状粉体のセリサイトやマイカと比較して低く、すべりが良い。シリコーンエラストマー等の球状粉体は、窒化ホウ素粉末よりもさらに動摩擦係数が低くすべりが良いが、付着力に劣る。一方、窒化ホウ素粉末は肌に密着しながら伸び広がる性質を持つ。図6に人工皮革に塗布した窒化ホウ素粉末とタルクの比較を示す。人工皮革に塗布した場合、窒化ホウ素粉末は皮膚表面の凸凹である皮溝(ひこう)と皮丘(ひきゅう)^{注2)}に並ぶように塗布されている様子が確認できる。

6.2 窒化ホウ素の液状・クリーム状剤型への配合への期待

乳液に窒化ホウ素粉末を処方し、化粧品研究を実施する21社にアンケートを実施した結果を図7に示す。塗布感触、伸び・肌なじみの改善、塗布後の

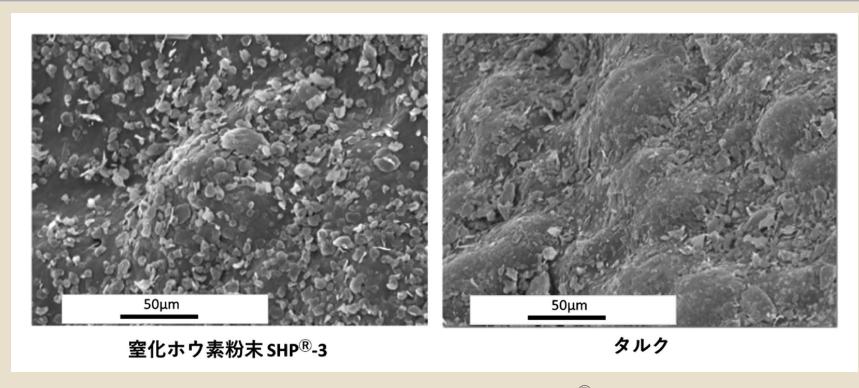


図6 人工皮革に塗布した塗化ホウ素粉末 (SHP®-3) とタルクの比較

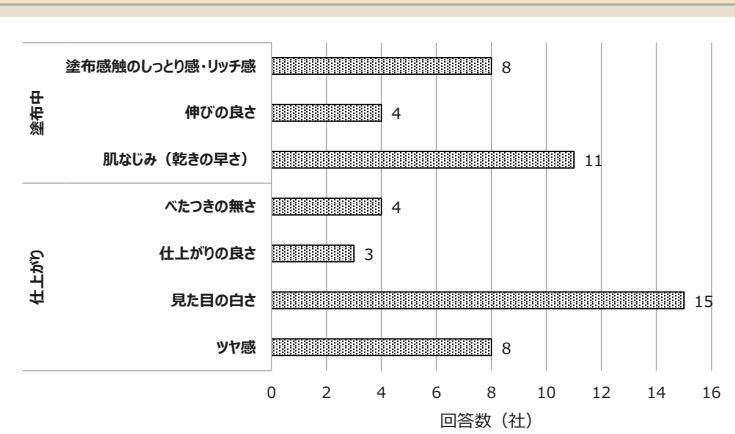


図7 塗化ホウ素 SHP®-6 5%配合乳液の化粧品研究員感触アンケート結果

液状剤型の乳液でも塗化ホウ素配合による塗布時、塗布後の感触改善と仕上がりの改善効果があることがわかった。

べたつき感の軽減、見た目の白さ、ツヤの改善がみられ、液状の化粧品への配合でも感触、見た目の改善効果があることを確認した。スキンケア製品や化粧下地といった液状やクリーム状剤型への採用の増加が今後期待される。

7. 現在・将来展望

塗化ホウ素粉末は、メイクアップ製剤に感触や仕上がりの改良剤として今では世界中に広まり、体质顔料として多くの化粧品に配合されてきた。近年では、スキンケア製剤に美白の効果感を高めることが出来る原料としても使用されるようになっている。

化粧品業界では自然由来指數、不純物規制、マイクロプラスチック規制などが強化されているが、塗化ホウ素はこれらをクリアできるものであり、今後

も合成改良検討を継続できると考える。化粧品に配合したときの使用性、仕上がりの更なる向上、複合化による肌の改善効果、肌の保護効果等の機能性の向上が期待されている。

文 献

- 1) 船橋敏彦、小板橋寿光、内村良治、越田孝久、吉田昭茂、小笠原武司、川鉄技報, 24, 135-141 (1992).
- 2) Larissa F. Dobrzhinetskaya, Richard Wirth, Jingsui Yang, Harry W. Green, Ian D. Hutton, Peter K. Weber and Edward S. Grew, Journal American Mineralogist, 99, 764-772 (2014).
- 3) 早川 修、中平兼司、椿淳一郎、J. Ceram. Soc. Japan, 103, 500-505 (1995).

[連絡先] 中川 ゆみ (なかがわ ゆみ)
JFEミネラル株式会社 機能素材事業部 BN
商品技術部 化粧品室
〒712-8513 岡山県倉敷市水島川崎通1丁目1
番地 (水島合金鉄事業部構内)