

F-T-003

インクジェット用顔料インクの分散安定性と沈降・凝集・堆積

1. はじめに

インクジェット用のインクに含まれる顔料粒子は、保管期限(Shelf-life)が過ぎると分散状態が悪化し、粒子の沈降や凝集が発生しやすくなります。分散状態が悪くなると性能の低下や、インクジェットボートの詰まりを引き起こし、プリントヘッド洗浄のために印刷を中止する必要があります。ヘッドの動きや手で振ることでサンプルを元の状態に再分散させることはできますが、予め Shelf-life を知っておくことで、このような製品トラブルを未然に防ぐことが可能です。

本稿では、TURBISCAN を用いてインクジェット用インクの顔料配合の違いによる分散安定性を TSI*値で評価します。

2. 原理

TURBISCAN は静的多重光散乱法(Static multi light scattering method、SMLS 法)に基づいています。サンプルに光(波長 880 nm)を照射し、後方散乱光および透過光を 2 つの検出器(BS: 後方散乱、T: 透過)で受光します。両光の信号を得ることで、より広い濃度範囲での測定が可能となります。測定を適切な頻度で繰り返すことで、物理的安定性をモニタリングすることが可能です。後方散乱光は、光子が様々な粒子(または液滴)によって何度も散乱されます(多重散乱)。連続相(n_p)および分散相(n_f)の屈折率が既知である場合、Mie の光散乱理論から、信号強度(BS)および粒子径(d)と濃度(φ)とは以下の関係にあります。

$$\varphi = f(BS, d, n_p, n_f)$$

[詳細情報](#)

3. 実験

赤色顔料または黄色顔料を用いた 2 つのインクサンプルを測定し、顔料による違いを比較しました。測定を 30 分毎、3 日間にわたり実施し、分散状態の経時変化を追いました。測定結果からは沈降、充填状態および相分離に関する情報を読み取ることができます。

4. 結果

生データ

図 1 は赤色顔料インクを測定した結果になります。上のグラフは散乱光の測定結果を、下の絵はサンプルセルを模擬したものになります。縦軸に後方散乱光の変化(測定開始から各測定時間における散乱光の変位量[%])を、横軸にサンプルセルの高さを取り、経時変化を色(青から赤の曲線)で示しています(プロファイル曲線)。プロファイル曲線から、サンプルの分散状態の変化を読み取ることができます。

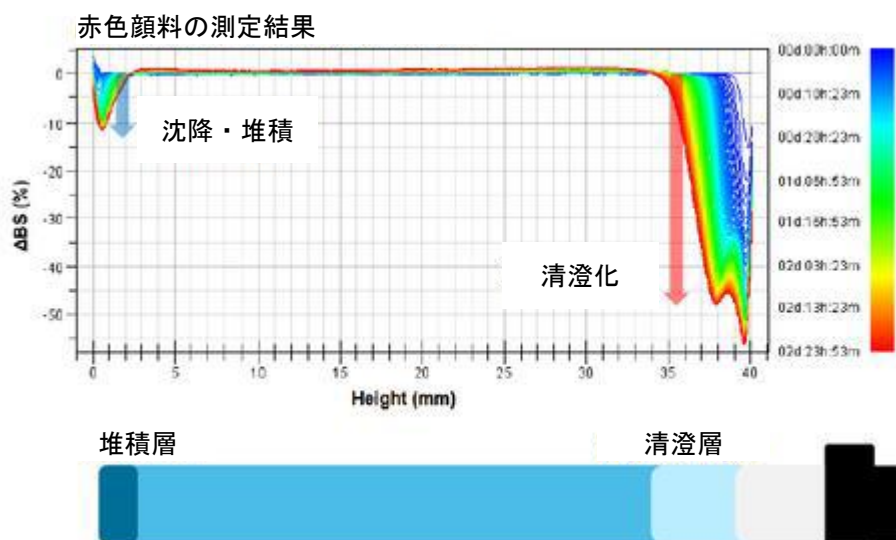


図 1. サンプルセルの高さ方向に対する後方散乱光の経時変化

サンプルセルの上部(グラフの右側)では、BS の減少が見られます。これは粒子が沈み、セル上部の清澄化が進んでいることを示しています。一方、サンプルセルの下部(グラフの左側)でも、BS の減少が見られます。通常、粒子が沈降し清澄化が進むサンプルでは、セル下部の粒子濃度が増加するため BS は増加します。このサンプルでは逆に BS の減少が観察されていることから、粒子の沈降と凝集が同時に進み、セル下部ではサンプルの堆積層が形成されていることが示唆されます。黄色顔料の場合も同様な沈降挙動になります。

このように TURBISCAN は、SMLS と後述する独自の指標(TSI)により、分散状態に相関するサンプルの沈降速度、凝集および分散安定性の良否を数値で判断することが可能です。

サンプルの堆積のモニタリング

サンプルセル下部での後方散乱光の経時変化を追うことで、サンプルの堆積する早さをモニタリングすることができます。この情報は、顔料配合を最適化するために役立ちます。黄色顔料は、散乱光の変化が一定あるため、比較的一様に堆積していることが分かります。赤色顔料は測定開始時、堆積するのにやや時間を要するものの、14 時間後には黄色顔料を上回る早さで堆積しています。

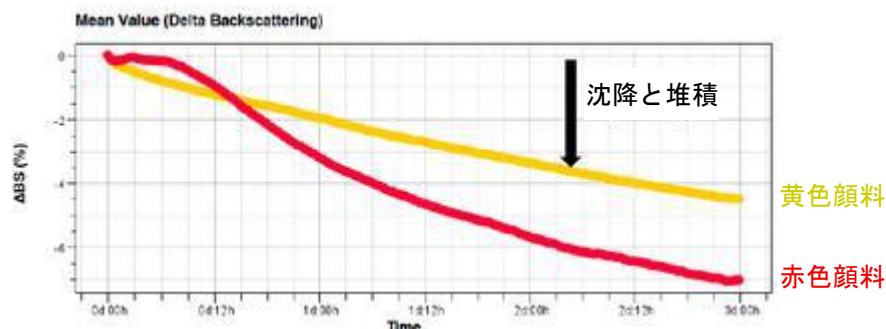


図 2. サンプルセル下部の濃度変化

TSI (TURBISCAN Stability Index)*を使った分散安定性の評価

サンプル間の分散安定性は、TURBISCAN Stability Index (TSI)を用いることで比較評価することが可能です。TSI は TURBISCAN で検出されたすべての変化(沈降、クリーミング、合一など)を総和した独自の指標です。TSI が高いほど、サンプルの安定性が低いことを示します。TSI を使うことにより、サンプルの分散安定性の良否判断や、各サンプル間の比較を容易に行えます。図 3 と表 1 は赤色顔料と黄色顔料の分散安定性を比較した結果です。赤色顔料が黄色顔料より安定性が低いことを確認できます。

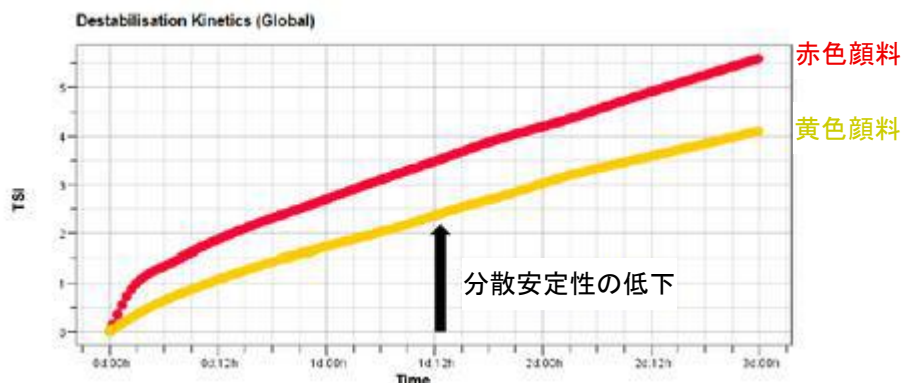


図 3. 各サンプルの TSI の経時変化

表 1. 各サンプルの TSI 一覧

サンプル	TSI			
	2 時間後	1 日後	2 日後	3 日後
黄色顔料	0.2	1.7	3.0	4.1
赤色顔料	0.7	2.7	4.2	5.6

本件の場合、TSI はサンプルの沈降、凝集およびセル下部への堆積傾向に依存します。TSI はサンプルセルの全ての高さ方向の変化から計算されるため、セル下部の後方散乱光のみの情報と比べ、より明確に赤色サンプルの分散安定性の低さを数値化できることが利点です。また表 1 から分かるように、2 時間後の TSI 値から顔料間の安定性の良否を判定することが可能です。分散系の安定性を数時間で良否判定できることは、開発者にとって大きな利点となります。

5. まとめ

TURBISCAN で顔料インクの特性を評価しました。2 つの顔料インクは非常に似た挙動を示しましたが、目視観察だけではどちらがより安定しているかを判別するのは困難でした。沈降速度(堆積層や清澄層のモニタリング)および TSI を用いることで、顔料配合の違いについて数値での比較が可能です。また目視等の従来の方法と比較して、わずか数時間の解析結果から、良否の判定が可能です。

2025/6/18
文責：恩田 真吾