電子写真用トナーの特性制御と高機能化

Quality Control and Advancement of Function on the Toner Technology

清水 淳

Jun Shimizu

Key Words : Pulverized toner, Chemical toner, Oilless, Electrophotography process

1. はじめに

当初、複写機に用いられてきた電子写真技術は、デジタル技術の進展と共にプリンタ、ファックスに広く用いられるようになり、マシンの価格低下と共にこれらの機器はオフィスで広く用いられるようになってきている。現在、モノクロに関してはほとんど電子写真方式の機器が用いられているのが現状である。一方、フルカラーに関しては、コンビニで簡単にカラーコピーがとれる程、複写機が広く使われるようになってきている。又、プリンタに関しても、パーソナルの分野ではインクジェット方式が広く用いられているものの、オフィスではスピード、ランニングコスト、画像保存性等の点から電子写真方式が徐々に用いられるようになってきている。今後の技術革新によるマシン価格、ランニングコストの低下により、更に広く使用されると思われる。

これら複写機、プリンタ等の“インク”であるトナーについては、マシンの省エネルギー化、高画質化等の取り組みに対応して低温定着、小粒径化等の更なる高機能化が求められている。特に、フルカラーの複写機、プリンタは、マシンの低コスト化、省メンテナンスの観点から定着時にローラーに塗布されるオイルの低減、更には完全オイルレス化が要求されている。

そこで、トナーに対してはそれを可能にする高機能化が求められており、近年様々な方法で可能となってきている。

この報文では、これらのトナーの高機能化に対して最近の取り組みを紹介し、その中でも最近盛んに議論されている重合法トナーと粉砕法トナーの比較について述べたいと思う。今までは、重合法トナーの開発者が両トナーを比較した文献、発表は数多く見られるが、今回は粉砕法トナーの開発者の立場から見た両トナーの検討を行ってみる。更に、最近相次いで上市された完全オイルレスのフルカラープリンタ用トナーの紹介、粉砕トナーにおけるオイルレストナーの設計についても述べたいと思う^{1,2)}。

2. 電子写真プロセスについて

図1は電子写真プロセスを示したものである。まずは各プロセスに関する説明、最近の動向について述べる。

(1) 帯電

感光体を一様に正又は負に帯電する。帯電方式はコロナ帯電に代表される非接触帯電法と接触帯電法に分類される。一般に用いられる負帯電有機感光体使用の

図1 電子写真プロセス

2001年4月16日受付
花王株式会社化学品研究所第4研究室
(〒640-8580 和歌山市湊1334) TEL 073-426-8557

< 著者紹介 >

1985年大阪大学大学院工学研究科プロセス工学専攻修了。同年花王株式会社入社。入社以来電子写真用現像剤の開発に携わる。最近では粉砕法フルカラートナーの開発に注力。

小型プリンタにおいては、オゾンの発生を低減させるために接触帯電法が広く用いられているが、最近では徐々にオゾン発生が少ない正帯電有機感光体も用いられている。

(2) 露 光

光導電現象を利用して感光体の表面に電荷のパターンを形成するプロセスであり、アナログの複写機では画像部以外に光を照射して帯電電荷を除去したポジ潜像となるが、プリンタでは、逆に画像部のみ帯電電荷を除去したネガ残像となる。最近では、複写機でも画像パターンをいったんメモリーに蓄積し、画像部のみ帯電電荷を除去するといういわゆるデジタル方式が広く用いられるようになってきている。

(3) 現 像

トナーを帯電させ、上記潜像に静電的に付着させて可視像とするプロセス。帯電方式により二成分方式（キャリアと攪拌させることにより帯電させる方式。高速機に適している。）と一成分方式（ブレード等との摩擦により帯電させる方式。小型マシンに適している。）に分かれる。近年、小型のプリンタ、ファックス、特に小型フルカラープリンタでは非磁性一成分方式が広く用いられるようになってきている。

(4) 転 写

感光体表面に形成された可視像を静電気力及び粘着力で記録紙に移動させるプロセス。近年の高画質化の要求、クリーナーレス化等への対応に対しましてますます高転写効率が要求されている。

(5) 定 着

圧力及び熱エネルギーにより記録紙に永久的に固着させるプロセス。装置の簡便さの点から熱ローラーによる定着方式が一般的に使用されている。最近のマシンの省エネルギー化に対応して更なる低温定着性が求められている。又、従来フルカラーのマシンでは、トナーを十分に溶融させなければいけないため、一般的に定着ローラーへのオイル塗布が行われていたが、近年、マシンの省メンテナンスの観点からオイルレス化が要求されてきており、これを達成したマシンも数種発売されている。

(6) クリーニング

記録紙への転写では全てのトナーを転写させることができないため、感光体に残留したトナーを除去する必要がある、その工程をクリーニングプロセスと称する。小型マシンでは簡略化のため、クリーナーレス方式を用いることが増えてきている。

3. 電子写真の最近の動向

電子写真方式は複写機、プリンタ等に用いられているが、それぞれの分野での最近の動向を下記に示す。

(1) 複 写 機

・アナログからデジタルへの置き換え

複写機は最近急激にデジタル化されており、新製品についてはほとんどデジタル複写機となっている。このデジタル化により、低速機はファックス、プリンタとの複合機へシフトしており、これらの機器の境界が徐々に無くなりつつある。

・フルカラー化

フルカラー複写機も徐々に普及しており、最近ではコンビニにフルカラー複写機があるのが当たり前となってきている。又、小型のフルカラープリンタにスキャナーを搭載して低価格の複写機として発売されるなど、カラーの分野でもプリンタとの境界が無くなりつつある。

(2) 小型プリンタ

・低価格、高速化

パーソナルではインクジェット方式のプリンタが広く用いられているが、オフィスで用いられているモノクロプリンタはほとんどが電子写真方式である。マシン価格が急激に低下し、開発メーカーも淘汰されたが、まだ現在でもマシン価格の低下は続いており、米国では200ドル程度のページプリンタが発売されるようになってきている。又、最近ネットワークに組み込まれるプリンタが増えてきているため、高速化の流れが加速している。

・フルカラー化

複写機同様マシンのフルカラー化も徐々に進んでおり、最近ではテレビコマーシャルも盛んにされるなど認知度は高まっている。マシンの価格低下のスピードはモノクロ以上に早く、その価格低下により普及に加速がつきつつある。速度においても、中間転写方式が主流であったものが、最近ではタンデム方式のマシンが増えており、特に速度においてインクジェット方式のプリンタと差別化を計るようになってきている。

(3) 軽 印 刷

・低部数の印刷物の電子写真への置き換え

電子写真の高画質化、高速化により、低部数の印刷物を電子写真へ置き換えるという動きが盛んになってきている。現在では製本化のシステムが付属された高速プリンタが発売されるなど、オンデマンド市場の形成がなされている。

4. トナーに要求される特性

前記マシンの最近の動向に伴い、トナーに対してもますます高機能化が求められており、下記のような種々の特性が要求されている。

(1) 低温定着性

マシンの高速化、省エネルギー化に対して更なる低温定着性が要求されている。詳しくは後述するが、従来からポリエステル樹脂が低温定着性に有利と言われていたが、更に樹脂設計を工夫したり、低温定着を補助する添加物の検討が盛んになされている。又、重合トナーにおいても、カプセル化による低温定着の検討も行われている。

(2) 高画質対応

プリンタというのは複写物では無く、原稿となるため、従来から高画質化は求められていた。特にオンデマンドプリントにおいては、印刷に匹敵するような高画質が求められている。この要求に対して、トナー粒径はますます小粒径になってきており、又、均一なドット再現のために帯電の均一性、高転写性が求められている。更に小型プリンタにおいては、高画質に対して有利な非磁性一成分方式が広く用いられるようになってきており、この現像方式に対応した高耐久性も要求特性の一つとなってきた。

(3) フルカラー化

フルカラーに対しては印刷機を意識した高速機分野だけでなく、インクジェットと対抗する小型プリンタの分野でも高画質化が要求されており、モノクロプリンタと違った色再現性も要求特性の一つである。そのため、モノクロプリンタ以上の高画質化対応が必要となっている。又、最近プレゼンテーションにおいてはプロジェクタが徐々に使用されるようになってきているものの、まだOHP透明性確保の要求が根強く残っている。更に、特に小型フルカラープリンタにおいては、マシンコスト、ランニングコストの急激な低下に対応するトナーの低コスト化、及びオイルレス対応が強く要望されている。

5. トナーの設計

以上のような動向に対応した最近のトナーの設計動向、トピックスについて述べたいと思う。

(1) 樹脂

トナーのベースである樹脂としては、従来からスチレン・アクリル共重合体が広く使用されてきており、高分子量/低分子量のブレンド等により低温定着性向

図2 一般的なポリエステル樹脂の分子量分布

上の検討がなされてきた。更に、ポリエステル樹脂は紙との親和性が高く、比較的分子量分布が広い樹脂であるため（図2）低温定着性に有利である。元来、ポリエステル樹脂はモノマーの価格差のためスチレンアクリル樹脂より値段が高く、特殊用途でのみ使用されてきた。しかし、最近ではモノマーの価格差が縮まり、複写機のデジタル化及びページプリンタの普及により負帯電トナーの需要が高まった（ポリエステル樹脂は負に帯電しやすく、負帯電トナーの設計が容易である）等の点により、ポリエステル樹脂が広く使用されるようになった。又、カラートナーにおいては、顔料の分散性が良好であり、耐久性が優れている（カラートナーに使用される低分子量樹脂の場合、スチレン・アクリル系樹脂では脆くなり、十分な耐久性を確保できない）等の点により、ほとんどのトナーにポリエステル樹脂が用いられている。これらの要因により、今後ますますポリエステル樹脂の需要が拡大していくと思われる。

(2) 顔料

従来から黒トナー用の顔料としてはカーボンブラック、フルカラー用としては印刷に使用されている一般的な顔料が広く用いられてきた（マゼンタ用顔料のみ、色再現域の拡大のためキナクリドン系顔料（Pigment Red 122）が一部使用されている）。ところが、ドイツのブルーエンジェルマーク取得基準の変更に伴い、イエロー用顔料としてジスアゾ系顔料（Pigment Yellow 17等）が使用できなくなり、最近のマシンではジスアゾ系以外的高级顔料が使用される傾向にある。又、最近カーボンブラック使用トナーを用いた場合にも取得が見送られる可能性があり（実際は数年猶予される見込み）、カーボンブラックに変わる黒顔料を検討する動きも見られる。

(3) 電荷調整剤

従来からクロム系錯体が広く使用されてきたが、最近では環境性を考慮して脱クロムの動きが盛んである。

又、新規物質探索の動きも盛んであるが、最近では商品化にあたって日本、欧米だけでなく、他の国の登録も要求されるようになってきており、その登録費用も莫大となるため新規な電荷調整剤がなかなか製品化されないのが実状である。

(4) ワックス

特に最近では、カラートナーのオイルレス対応によりワックスの重要性が増してきている。後述するが、カラートナーのオイルレス化に対しては低融点のワックスを多量に添加し、ワックスの分散粒径を制御する必要があるため、その種類の検討が精力的になされている。

(5) 表面処理剤

小型プリンタで広く使用されつつある非磁性一成分現象方式対応のトナーにおいては、その特性制御を表面処理剤で行うことが多く、その重要性は高まっている。以前と比較して添加する表面処理剤の種類も増え、添加量もかなり増加している。又、黒トナーと比較して、カラートナーはカーボンブラックを使用していないので高抵抗となるため、表面処理剤により抵抗を制御することも多い。

6. 粉砕法／重合法トナーの製造法比較

かなり長く研究開発が行われてきた重合法トナーであるが、数年前に実用化され、さらにフルカラートナーにおいても製品化されるに至り、最近話題になることが多くなってきた。又、重合法トナーは高機能化という意味でも非常に興味深いトナーでもあるため、両トナーの比較を行ってみたいと思う。今まで重合法トナーの開発者が両トナーを比較した文献、発表は数多く見られるが、今回は粉砕法トナーの開発者の立場から見た両トナーの検討を行ってみる。

(1) 粉砕法トナーの製造工程について

図3に粉砕法トナーの製造工程を示す。一般に原料の予備混合、混練り、冷却、粉砕・分級、表面処理の各工程を経て製造される。トナーの性能に影響を及ぼす項目としては、予備混合、混練り工程における内添物の分散、粉砕・分級工程における粒度分布が挙げられるが、最近では特に表面処理工程における表面処理剤のトナーへの付着状態も重要視されるようになってきた。又、粉砕法トナーにおいては、特に粉砕工程において強い衝撃力が必要であり、トナーの小粒径化には多大なコストがかかるとされてきた。しかし、最近粉砕機の技術革新により以前より小粒径化は容易になってきている。但し、現在のところ粒径としては $5\mu\text{m}$

図3 粉砕トナーの製造工程

図4 重合法トナーの製造工程

程度が限界と考えられる。

(2) 重合法トナーの製造工程について

図4に代表的な重合法である乳化重合法と懸濁重合法の製造工程を示す。

・乳化重合法^{3,4)}

乳化剤(界面活性剤)を含有する水中にモノマーを混合乳化させ、水溶性開始剤により重合させる製造法。サブミクロンの粒径の粒子が得られるため、トナーとして使用できる粒径まで粒子を凝集させる必要があり、その凝集の工程で着色剤、帯電制御剤を取り込ませる。粒度分布は比較的単分散となるが、問題点としては残留する界面活性剤の汚染が挙げられる。界面活性剤はトナーの帯電に悪影響を与える場合が多いため、帯電性に悪影響を与えない界面活性剤の開発が、完全除去する必要がある。又、最も小粒径トナーに適した製造法であり、理論的には $1, 2\mu\text{m}$ のトナーも製造可能である。

・懸濁重合法^{5,6)}

開始剤を含有するモノマーを、攪拌等による機械的剪断力により水中に懸濁させ、重合させる製造法。従って、顔料、帯電制御剤等はモノマーに分散させておけばよい。この重合法の特徴として、完全に球形の粒子が得られるということが挙げられる。従来からこの球形のために、感光体に残留したトナーのクリーニングが非常に難しいという欠点が挙げられており、その解決のために形状の異形化、クリーニング助剤等の検討がなされてきたが、上市された重合法トナー使用マシンはクリーナーレスの小型プリンタが主流となって

おり、重合法トナーの高転写効率を生かした設計となっている。又、小粒径化に対しては、現在のところ $5\mu\text{m}$ 程度が限界ではないかと考えられる。

その他、分散重合法^{7,8)}、界面重合法等^{9,10)}があるが、現在のところ実用化はなされていない。

(3) 両製造法の比較

両製造法の一番の大きな違いは、粉碎工程があるか無いかという点である。重合法では粉碎工程が必要無く、又、最近では技術革新により分級工程も必要無い程度まで粒度分布のシャープ化が達成されているため、製造コスト的には粉碎法より安いと言われている。しかし、重合法トナーでは水処理施設が必要であり、それらを含めたトータルコストを考えた場合、大差無いのではないと思われる。しかし、重合法では、 $1, 2\mu\text{m}$ 程度の小粒径トナーも製造できるとされており、特に小粒子になる程製造コスト的には有利とされている。但し、そのような小粒径トナーを使用できるプロセスが実用化されておらず、又、小粒径になればなる程乾燥コストが上昇するため、技術的／價格的にこのような小粒径トナーが実用化できるかどうかは今後の技術革新によると思われる。又、重合法の場合、色替えが非常に難しいと考えられるため、フルカラートナーを製造する場合には色ごとの製造設備が必要であり、更に、少量多品種トナーの製造には向いてないと考えられる。

7. 粉碎法／重合法トナーの特性比較

粉碎法／重合法両トナーをその特性面から比較を行ってみる。更に、高画質に有利だと言われている重合トナーに対して、粉碎トナーでの高画質化技術の紹介を行いたいと思う。

(1) 小粒径化

図5に、トナーの粒径を変えた時の印字におけるドット再現性の变化を示す。このように、小粒径トナーの方がドットの再現性、飛び散り共に良好になる傾向にある。前述のように、特に小粒径化に対しては重合法トナーの方が有利になると考えられる。

(2) 高画質化

図6に、重合トナーと粉碎トナーを用いた時の印字におけるドット再現性の比較を示す。このように重合トナーを用いて印字した場合、粉碎トナーを用いた時と比較してドット再現性が良好になる傾向にある。この原因としては下記要因が挙げられる。

・形 状

特に懸濁重合法により製造されたトナーは球形とな

図5 トナーの粒径を変えた時のドット再現性比較

図6 粉碎トナーと重合トナー使用時のドット再現性比較

り、帯電性が均一となるため現象での画像再現性が良好になると考えられる。しかし、懸濁重合トナーの製造においては、低粘度のモノマー中に内添物の分散を行わなくてはならないため、粉碎トナーと比較して分散性が悪化する傾向がある。従って、帯電性の均一性に対する球の効果が現れるためには、かなり分散性を良好にする必要がある。

又、重合トナーは球であり、感光体と点で接触するため感光体－トナー間の付着力が小さくなり、転写性が良好になる傾向にある。画質に対する形状の効果としては、帯電の均一性よりも転写性向上の効果が大きいと考えられる。

・表面抵抗

図7 シリカ添加量に対する画像欠陥依存性

モノクロの重合トナーは粉砕トナーと比較してカーボンブラックの分散性が悪く、特に表面の抵抗が高いと考えられる。そのため、転写効率が高くなる可能性がある。

・粉砕トナーの高画質化

以上のように、重合トナーを使用して印字した場合に高画質が得られるのは、転写性が良好になるためであると考えられる。そこで、ここでは粉砕トナーにおいて高転写効率を得るための手法について解説する^{11, 12)}。

一般的にローラー転写では、感光体にトナーが押しつけられ、且つトナー間の凝集力も大きくなるために、文字抜けが発生しやすくなる。又、転写時に文字の周りにトナーが飛び散るため、転写時の画質劣化はこの二つの因子が原因と考えられる。そこで、この二つの指針により画像欠陥について評価を行った。

図7に、シリカ添加量に対する画像欠陥の依存性を示す。明らかに、シリカ添加量を増量することにより文字抜けは改善されるが、逆に飛び散りが多くなることがわかる。この原因としては、シリカ添加量が増えるにつれ、トナー粒子間及びトナーと転写媒体間の付着力が減少するために文字抜けの発生は抑えられるが、トナーの流動性が過剰となるために、層厚の高いラインやドット部のエッジトナーが飛び散りやすくなるためであると考えられる。

図8は、添加するシリカの粒径に対する同様な画像欠陥の依存性を示している。このように粒径の大きなシリカを添加することにより、トナーの流動性を適正領域に保ち、飛び散りを抑え、トナー粒子間にスペーサーが存在するために、トナー粒子間の付着力が減少して文字抜けの発生を抑えることができる。

現実には、これらのようなシリカ粒径だけでなく、シリカの疎水化処理剤、他の導電性を有する表面処理剤、樹脂微粒子等を併用することにより、帯電性を含めて高画質の達成が可能となる。

図8 シリカ粒径に対する画像欠陥依存性

図9 表面処理を最適化した粉砕トナー使用時のドット再現性

図9は、表面処理剤を適正化した粉砕トナーのドット再現性を示している。このように、粉砕トナーにおいても表面処理を検討することにより、重合トナーに匹敵する高画質を得ることができる。

(3) 低温定着性

既に述べたように、マシンの省エネルギー化、高速化に対応するために、更なる低温定着性が要求されている。粉砕トナー、重合トナーそれぞれの低温定着性向上検討について述べる。

・粉砕トナー

ポリエステル樹脂がスチレン・アクリル系樹脂と比較して低温定着性に対して有利ということは既に述べたとおりであるが、最近では更に定着性を向上させるために、低分子量／高分子量のブレンド¹³⁾、スチレン・アクリル系樹脂との複合系樹脂の検討、低融点ワックス等の定着性向上剤を混練り時に添加する等の試みもなされている¹⁴⁾。

・重合トナー

一般的に、ガラス転移点 (T_g) の低い樹脂を使用すると定着性が良好になる傾向にあるが、逆にトナーの保存性が悪化する傾向にある。表面処理剤を多量添加することにより保存性を改良することも可能であるが、それでもこの改良には限界があり、又、 T_g の低下に伴いトナーの耐久性が悪化する傾向にある。そこ

図10 カプセルトナー

で図10のように、低 T_g のコアの周りを高 T_g のシェルで覆ったカプセルトナーの検討がなされている。このようなカプセルトナーでは、高 T_g のシェルによりトナーの保存性、耐久性を確保しつつ、定着時に低 T_g のコアがしみだすため低温定着性の達成が可能である。しかし、耐久性に対してはコアの影響も受けやすく、コアの T_g を低くすると耐久性が悪化する傾向にある。又、プリント画像の保存性が問題になることもあるため、思い切った定着性の向上も難しいのが現状である。

8. オイルレストナーの実際

フルカラートナーは良好な色再現のために溶融時にトナー同士が混ざり合う必要があり、又、グロス及びOHP透明性を確保するために低分子量で狭い分子量分布の樹脂を使用する必要がある。一般的に黒トナーに使用している樹脂は、高分子量成分により定着時の耐オフセット性を確保しているが、フルカラー用の樹脂を使用すると耐オフセット性が確保できない。そこで、定着ローラーにシリコンオイル等を塗布することにより、定着ローラーとの間に離型性をもたせ、耐オフセット性を確保している。前述したように、小型フルカラープリンタの低価格化の流れが加速しているため、特に定着面からはこのオイル低減、更には完全オイルレス化が求められている。

このような要求特性に対して、近年相次いで完全オイルレスのマシンが発売されている。そこで、トナー面から見たその技術について説明を行いたいと思う。

図11に、最近発売された完全オイルレスのマシン及び使用されているトナーの特徴、トナー断面のTEMを示した。

一般的に完全オイルレスを達成するためには、トナー中に多量のワックスを含有させる必要があり、3機種用のトナー共、通常の黒トナーと比較してかなりの量のワックスを含有している。しかし、ワックスを高含有させた場合、樹脂とワックスは非相溶であるた

マシン	現像方法	手法	TEM
キャノン (CLS LBP2160)	1成分	カプセルトナー化 樹脂分子量分布広い	
富士ゼロックス (DocuPrint C620)	2成分 トリクル	WAX 高濃度含有	
沖データ (MICROLINE3010c)	1成分	WAX 高濃度 /高分散	

図11 最近上市された完全オイルレスマシンに使用のトナー比較

図12 CLS LBP2160用トナーの樹脂分子量分布

めに均一な分散が難しく、非相溶界面での破碎によるトナーの耐久性の低下を招く。3機種用トナー共それぞれの方法にてそれを解決している。

(1) キャノン CLS LBP2160

多量のワックスをトナー内部に内包させたカプセルトナーであり、離型性と耐久性を両立している。図12に、その樹脂成分の分子量分布を示すが、このように通常のカラートナーと比較して極めて高分子量であり、分子量分布の広いものとなっている。従って、このトナーは光沢の低いビジネスカラーを狙ったものである。

(2) 富士ゼロックス Docuprint C620

低融点のワックスを高含有し、比較的高分散した粉碎トナーであるが、ワックスの分散粒径は $1\mu\text{m}$ 程度であり、下記 (3) 用トナーと比較して分散粒径は少し大きくなっている。このマシンは2成分現像方式を採用しており、耐久という意味では余裕があると考えられるが、最近小型プリンタにて多く用いられている非磁性一成分の現像方式で用いた場合は、トナーへかかるシェアが強く、耐久性が不足すると考えられる。

図13 混練りのシェアを変えた時のワックス分散性比較

(3) 沖データ Microline 3010C

上記 Docuprint C620 用トナーと同様に、低融点ワックスを高含有／高分散したトナーであるが、同トナーと比較して更にワックスが高分散されており、TEM による観察ではほとんどドメインが確認できない位分散粒径が細かくなっている。これは、現像方法としてトナーに非常にシェアがかかる非磁性一成分現像方式を用いているためであると考えられる。しかし、後述のように、ワックスの分散粒径が細かくなりすぎると、定着時にワックスの“しみだし”が間に合わず、特に高速時の耐オフセット性確保が難しくなってくる。従って、このようなトナーを設計する場合、高度なワックス分散粒径制御技術が必要となってくる。

9. 粉碎トナーにおけるオイルレストナーの設計

前述のように、トナーには更なる高機能化が求められており、近年次々と完全オイルレスのマシンが発売されている。このフルカラートナーのオイルレス化には、低融点のワックスを多量に含有させる必要があるが、特に非磁性一成分のようなトナーにシェアがかかる現像方式では耐久性が問題となり、高度なワックス分散粒径の制御が必要である。そこで、ここでは粉碎トナーにおけるオイルレストナーの設計について述べたいと思う¹⁵⁾。

図13に、粉碎トナー製造において、混練り時のシェアを変えた時のワックス分散粒径変化を示す。樹脂としては、フルカラートナーで一般的に用いられている低軟化点で分子量の狭いポリエステル樹脂、ワックスはポリプロピレンワックスを用い、3%添加して試行を行った。

図14は、この分散粒径を変えたトナーにおいて、ワックスの分散粒径に対する定着時の高温オフセット発生温度、及び耐久性を示している。なお、耐久性は市販の非磁性一成分方式の現像槽を用い、空回しを行

図14 ワックス分散粒径と定着性、耐久性

った時に縦すじが発生するまでの時間で評価した。

このように、ワックスの分散粒径が大きくなると耐オフセット性は良好になる。これは、分散粒径が大きい方が定着時のワックスの“しみだし”が早く、定着ローラーとの離型性が良好になるためであると考えられる。しかし、分散粒径が大きいと耐久性が低下する。これは、ワックス／樹脂非相溶界面での破碎によるものであると考えられる。従って、定着特性と耐久性を両立させるためには、ワックスの分散粒径制御が非常に重要となってくる。

又、オイルレストナーの設計には、ワックスの添加量と種類も非常に重要である。同一混練りで比較すると、ワックスの添加量の増量により分散粒径は大きくなる傾向にあり、又、種類を変えると、樹脂との相溶性が変化するため、分散粒径も変化する。従って、ワックスの融点、種類、添加量、及び分散粒径を考慮してトナーを設計する必要がある。

10. まとめ

以上、トナーの高機能化に対して、粉碎トナー／重合トナーの比較及びオイルレストナーについて述べてきた。

近年、高画質化、オイルレス化等トナーに対してはさまざまな高機能化が求められており、重合／粉碎トナーそれぞれ確実に進歩している。しかし、それぞれ

のトナーにメリット、デメリットがあり、今後どちらのトナーが主流になるかは現在のところまだわからないのが現状である。

又、特にフルカラープリンタにおけるオイルレス化の流れは必須であり、今後発売されるプリンタはほとんどがオイルレス方式になると考えられる。

引用文献

- 1) 清水：第50回日本画像学会技術講習会， p. 1 (2000)
- 2) 清水：技術情報協会編 “電子写真用トナーの設計・開発と特性制御技術” (2000)
- 3) 特開昭 63-186253
- 4) 林，神山，菊池，辻田：Japan Hardcopy'94 論文集， p. 81 (1994)
- 5) 特開平 6-332257
- 6) 重森，斎藤，菊池，今井：Japan Hardcopy'94 論文集， p. 85 (1994)
- 7) 特開昭 61-18966
- 8) 特開昭 63-304002
- 9) 特開昭 57-179860
- 10) 特開昭 61-56352
- 11) 丸田：第44回電子写真学会講習会， p. 25 (1997)
- 12) Sata, S., E. Shirai, J. Shimizu and M. Maruta: Proceeding of NIP13: International Conference on Digital Printing Technologies p. 149 (1997)
- 13) 丸田：第49回日本画像学会講習会， p. 110 (2000)
- 14) Kawaji, H., J. Shimizu and S. Omatsu; Proceeding of NIP13: International Conference on Digital Printing Technologies p. 109 (1997)
- 15) Eida, A. and J. Shimizu; Proceeding of NIP16: International Conference on Digital Printing Technologies p. 618 (2000)

投稿にあたってのご注意

原稿の提出についてつぎの事項を特にご注意ください。

1) 提出部数について

3部提出・・・研究論文，技術論文，寄書

2部提出・・・総説，解説，技術資料，海外報告などの一般原稿

2) キーワードの記載について

アブストラクトの下へ記載・・・研究論文，技術論文，寄書

原稿の1ページの最初に記載・・・総説，解説，技術資料

キーワードは冠詞，前置詞を含めないでください。元素記号，化合物等の

略語はフルスペリングで示してください。

3) 引用文献の書き方について

References には，各々表題も記入してください。