

Ⅳ－５ 非穀物系バイオマストナー

(採用機種：モノクロデジタル高速複合機 MX-M623/753)

有好 智、前澤 宜宏、芝井 康博

シャープ株式会社 ドキュメントソリューション事業本部 サプライ事業部

１．はじめに

近年、様々な分野において、地球環境に配慮した取り組みがなされる中、シャープでは全社を挙げて、企業ビジョンである、「エコ・ポジティブ カンパニー」の実現に向けて、環境負荷低減の取り組みを強化している。

複写機、プリンターの分野においても、定着エネルギーや待機電力の削減などの省エネルギー対策によるCO₂排出量削減や、将来的には枯渇するであろう石油資源の代替品として、一部の成型部品やトナー用樹脂を植物由来原料からなるバイオマス樹脂に置き換える取り組みがされている。2002年にPLA（ポリ乳酸）の商業生産が開始されて以来、2005年にリコー社が複写機のマニュアルポケットにPLA/PC系樹脂を採用したのを始め、2007年7月に富士ゼロックス社が植物由来成分を30%以上含むつつ、難燃性と耐衝撃性を兼ね備えた樹脂を開発、2009年7月にはキヤノン社が植物由来樹脂を外装部品に採用するなど、製品への採用がなされている。これらは複写機の成型部品などであったが、2009年11月にはリコー社が植物由来樹脂を使用したトナーを搭載した複合機を発表するなど、各社が開発を進める中で、シャープは2010年6月に食料需要と競合しない非穀物系植物由来樹脂を25%以上含み、業界初のBPマーク（バイオマスプラマーク）を取得したMycros トナーEP™を開発し、モノクロデジタル高速複合機MX-M623/753に搭載した。

２．MX-M623/753 製品概要

MX-M623/753は、Mycros トナーEP™の搭載以外にも、ウォームアップタイムの大幅短縮などにより、消費電力を従来機比約50%削減するなど、環境負荷を大幅に

低減している。

Mycros トナーEP™を搭載したモノクロ高速複合機の外観をFig. 1、環境技術をTable. 1、製品仕様をTable. 2に記載した。



Fig. 1 MX-M623/753

Table. 1 環境技術

①Mycros トナーEPの環境技術	
・非穀物系バイオマストナーにより、食料需要と競合することなく、CO ₂ 排出量の増加を抑制	
・トナーとして初めて、BPマークを取得	
②MX-M753/M623本体も含めた環境技術	
・ウォームアップタイムの短縮、節電ボタンの搭載により消費電力約50%削減	
・FAX待機時消費電力1W以下	
・国際エネルギースタープログラムに適合	
・エコマーク認定基準に適合	
・欧州RoHS規制に対応	
・グリーン購入法基準に適合	
・プラズマクラスター技術搭載可能(オプション)	

Table. 2 製品仕様

形 名	MX-M623	MX-M753
複 写 方 式	レーザー静電複写方式	
解 像 度	コピー	600dpi×600dpi
	プリンター	1200dpi×1200dpi
連 続 複 写 速 度	62枚/分(A4ヨコ)	75枚/分(A4ヨコ)
複 写 サ イ ズ	A3、B4、A4、B5	
ウォームアップタイム	30秒以下	
ファーストコピータイム	4.0秒	3.5秒
電 源	AC100V (50Hz/60Hz共通)	
消 費 電 力	最大約1.45kW	
寸法(幅×奥行×高さ)	751×683×1213mm	
本 体 重 量	約191kg	

3. バイオマス

バイオマスとは、生物資源 (bio) の量 (mass) を表す概念で、「再生可能な生物由来の有機性資源で化石資源を除いたもの」¹⁾ と定義されている。バイオマスは昔から燃料として、利用されていたが、近年においては、これらを原材料として使用し、樹脂などの化学製品に作り変える取り組みが積極的に行われている。

バイオマスを含む製品を焼却すると、石油由来の製品と同様にCO₂を発生するが、バイオマス由来のCO₂は元々、大気中に存在していたCO₂を植物が吸収し、光合成により、体内に取り込んだものであるため、大気中のCO₂の総量は変わらない。これはカーボンニュートラル (Fig. 2) と呼ばれる。石油に代表される化石資源の消費による大気中のCO₂の増加が地球温暖化に影響を与えたとも考えられており、バイオマスの利用は温室効果ガスであるCO₂の排出量削減に貢献する地球環境に配慮した取り組みである。トナーはリサイクルがしにくく、コピーをした後、焼却処分される場合が多いため、トナーにバイオマスを用いることはカーボンニュートラルの観点から、CO₂排出量削減に非常に有用であると言える。

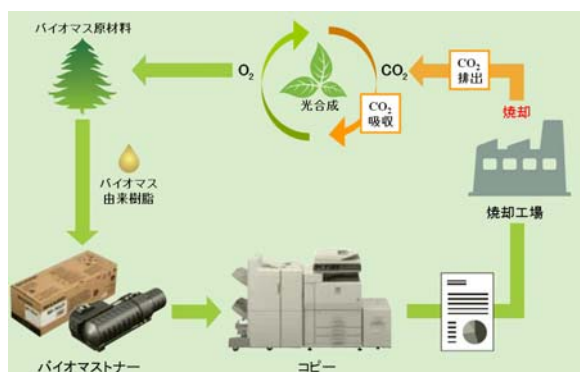


Fig. 2 カーボンニュートラル

4. 非穀物材料

昨今の世界情勢において、石油などの化石資源に代わる燃料として、バイオ燃料が注目されているが、これらの原料はトウモロコシなどの穀物が主流であり、工業的に大量生産されるにあたり、需要と供給のバランスが崩れ、穀物の価格を高騰させるなど、世界経済

に影響を及ぼしたことは記憶に新しい。バイオマス樹脂として幅広い分野で普及しているポリ乳酸樹脂もトウモロコシやサトウキビ由来の原料から製造されており、穀物市場の動向に価格が左右されてしまう。穀物をバイオ製品へ利用することによる食料事情への影響は諸説があるが、シャープは穀物を原料とするバイオマスの使用は十分に考慮される必要があると考え、非穀物のバイオマスから製造された樹脂を使用したトナーの開発に取り組んだ。

非穀物材料には、木材、天然繊維、微生物により生産された材料、高分子などがあるが、Mycros トナーEP™の結着樹脂はロジン（松脂）を原材料としたポリエステル樹脂を採用している。ロジンは松脂（まつやに）とも書き、文字通り、天然の松から取れる脂の事であり、紙のサイズ剤、接着剤やインクの原料として、広く使用されている。採取する方法により、ガムロジン、トールロジン、ウッドロジンの3つに分類されるが、それぞれ天然物を精製したもので、主成分であるアビエチン酸の比率が異なる。Fig. 3 にアビエチン酸の化学式を記載した。

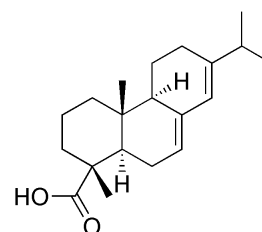


Fig. 3 アビエチン酸の構造式

ポリエステル樹脂は、酸とアルコールをモノマーとして、縮重合させた樹脂であり、モノマーの選択によって、樹脂の特性は大きく異なるが、ロジンをモノマーに使用した樹脂は、その構造から、骨格的に剛直で強いことが推測される。

5. Mycros トナーEP™の開発

トナーは結着樹脂中に色材、離型剤、帯電制御剤といった添加剤を分散させたコア粒子と外添剤から構成されていて、構成材料の約80%は結着樹脂である。結着樹脂は、トナーの定着性、保存性、耐久性、帯電性

といった特性を満足する為に様々な物性を要求され、樹脂を構成するモノマー種、組成比、分子量などの最適化により、所望の物性に調整される。

Mycros トナーEP™は、トナー中のバイオマス比率25%以上を目標とした為、樹脂中に一定量以上のロジン含有量が必要であり、ロジン由来のバイオマス樹脂の調整幅が狭いが、保存性の指標であるガラス転移温度T_gは、従来樹脂と同等の性能を確保した。軟化温度T_mは従来トナーよりも高くなったが、これは保存性や定着性の両立の為、トナー材料の配合処方を調整した結果である。また、定着性については、樹脂骨格的に剛直で堅いロジン由来のバイオマス樹脂の調整だけでなく、バイオマス樹脂以外の結着樹脂に柔軟で弾性の高い樹脂を使用し、他のトナー材料の配合処方を最適化することにより、トナー全体として、粘性と弾性のバランスを確保し、従来トナー同等の定着幅を確保した。Table. 3 にMycros トナーEP™の物性を、Table. 4 に定着性の評価結果を記載した。

Table. 3 トナー物性

	弊社従来トナー	Mycros トナーEP
バイオマス比率	0wt%	25wt%以上
ガラス転移温度	61℃	60℃
軟化温度	125℃	132℃

Table. 4 定着性

	樹脂		定 着 幅					
			140℃	150℃	160℃	170℃	～	250℃
試作トナー	ロジン由来バイオマス樹脂		NG	OK	OK	NG	NG	NG
Mycros トナー EP™	ロジン由来バイオマス樹脂	樹脂A	NG	NG	OK	OK	OK	OK
従来トナー	樹脂B	樹脂C	NG	NG	OK	OK	OK	OK

ロジン由来のバイオマス樹脂のみで作製した試作トナーでは、高温部でオフセットが発生し、定着幅が狭いが、Mycros トナーEP™では、バイオマス樹脂以外の結着樹脂Aの添加により、高温部の定着性が改善し、従来トナーと同等の定着幅を確保することができた。

また、一般的なバイオマス樹脂は生分解性が特徴であるが、複写機は低温低湿から高温高湿など、様々な

環境において使用される為、ポリ乳酸のような生分解性樹脂をトナー用結着樹脂として使用すると、高温高湿環境において、樹脂の加水分解を引き起こし、環境安定性が劣化する要因となる。Mycros トナーEP™のバイオマス樹脂は耐加水分解性に優れ、トナーの環境安定性も良好であった。耐加水分解性は樹脂を温度 80℃、相対湿度 85%の高温高湿環境に暴露し、暴露時間に対する樹脂の重量平均分子量 Mw を測定した。評価結果をFig. 4 に記載した。

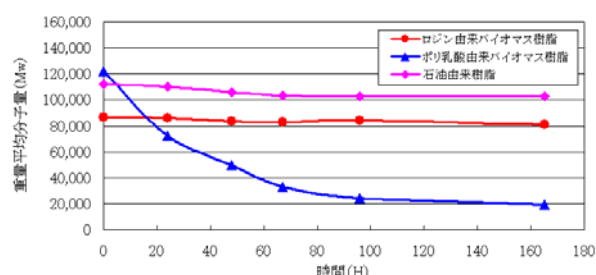


Fig. 4 バイオマス樹脂の加水分解促進試験

ポリエステル樹脂は高温高湿環境下では、若干の加水分解が起こる。生分解性を有するポリ乳酸を使用したバイオマス樹脂の Mw が著しく減少しているのに対して、ロジン由来のバイオマス樹脂は石油由来のトナー用樹脂と同等で、Mw の減少はほとんどなかった。樹脂の加水分解による物性への影響を Table. 5 に記載した。

Table. 5 加水分解促進試験による樹脂物性への影響

	物性項目	加水分解試験		変化率
		初期	80℃85%×24H	
ロジン由来バイオマス樹脂	ガラス転移温度	60℃	58℃	96%
	軟化温度	107℃	104℃	95%
ポリ乳酸由来バイオマス樹脂	ガラス転移温度	57℃	48℃	85%
	軟化温度	110℃	80℃	73%
石油由来樹脂	ガラス転移温度	64℃	60℃	95%
	軟化温度	100℃	96℃	96%

樹脂が加水分解するとガラス転移温度、軟化温度ともに減少し、保存性や定着性への影響が懸念されるが、ロジン由来のバイオマス樹脂は高温高湿環境下においても分解することがなく、樹脂物性を維持することができた。

Mycros トナーEP™は、トナーとしては初めてBPマー

ク（バイオマスプラマーク）を取得した。（Fig. 5）



Fig. 5 バイオマスプラマーク

BP マークとは、1989 年に設立された民間の任意団体日本バイオプラスチック協会（JBPA）が認定するシンボルマークのことで、バイオマスプラスチック（原料として再生可能な有機資源由来の物質を含み、化学的又は生物学的に合成することにより得られる高分子材料）を構成成分として含み、製品中のバイオマス比率が 25.0%以上、協会指定の使用禁止物質を含まない、バイオマスプラスチック製品に与えられる。2011 年 2 月 1 日現在、150 の製品が登録されている。

また、製品中のバイオマス比率は、製品中に含まれる炭素中の放射性炭素¹⁴Cを定量することにより、同定することができる。放射性炭素¹⁴Cの定量は、米国材料試験規格ASTM-D6866 Model-B が一般的に用いられている。

Mycros トナーEP™は、上記の試験によりバイオマス比率を測定し、最終的にトナー中のバイオマス比率 25%以上、トナー材料組成比からの理論値通りのバイオマス比率を含有していることを確認した。

6. まとめ

以上のように、MX-M623/M753 は非穀物系バイオマス樹脂を一定基準以上含有したトナーを搭載することにより、枯渇資源である石油を節約し、CO₂排出量を抑制し、環境先進企業として、地球環境負荷低減に貢献することができた。

今後ともこれらの技術開発を継続し、地球環境保全の取り組みに貢献していきたい。

参考文献

- 1) バイオマス・ニッポン総合戦略本文 農林水産省
バイオマス・ニッポン 2002 年 12 月

禁 無 断 転 載

2010 年度「ビジネス機器関連技術調査報告書」“Ⅳ—5”部

発行 2011 年 5 月

社団法人 ビジネス機械・情報システム産業協会（JBMIA）

技術委員会 技術調査小委員会

〒105-0003 東京都港区西新橋三丁目 25 番 33 号 NP 御成門ビル

電話 03-5472-1101(代表) / FAX 03-5472-2511