

産業用 IJ コート紙 “SWORD iJET®”

— 印刷機・インクを問わない Universal Paper を目指して —

1. はじめに

産業用インクジェット、あるいはブロードアクションインクジェットと呼ばれて10年近く経つが、その間世の中はどれくらい変わったのだろうか。印刷方式がオフセットに代表されるコンベンショナル方式からデジタル方式、とりわけインクジェット方式にシフトしていこうと言われて久しい。現状は一体どの程度進み、今後どのように普及していくのであろうか。

この問いに答えるには、ハード、インク、メディアの3つを抜きには語れない。しかし紙幅の関係もあり、本稿ではメディア側に絞る。その開発経緯、生産技術、最新の事例、および今後の展望・課題について「一般講演以上、学会発表未満」的な範囲でできるだけ平易にお話ししていきたい。

2. 産業用インクジェット用紙とは？

インクジェット用紙とは言えば、真先に写真用や年賀状用を思い浮かべる方が多いだろう。また少し業界的になると、ブルーフやポスターなどのワイドフォーマットだろう。しかし、これらグラフィックアーツ分野に使われる、いわゆるインクジェット専用紙と産業用インクジェット用紙は似て非なるもののご理解いただきたい。前者は銀塩写真や高級オフセット印刷物の仕上がりと見紛うほどの品質を求められ—つまり“画質”が優先される。一方、後

者は既存の印刷物商材に利用されるので後加工適性が求められ—つまり“実用性”が優先される。

われわれは産業用インクジェット用紙と呼ばれるには、以下の4つの項目を満たしたものであると定義した。

- (1) 高生産性（低コスト）
- (2) 高速インクジェット適性
- (3) 加工適性
- (4) オフセット紙の風合い

いわゆるインクジェット専用紙の廉価版ではなく、上記4つの定義を満たすためには、“オフセット用紙にインクジェット適性を付与する”というコンセプトが必要で、それに則って完成させたのが“Pore-Arch Technology™”という新技術である。

3. 開発経緯

“Pore-Arch Technology™”によってつくり出された産業用インクジェットコート紙“SWORD iJET®”は、高いインク吸収性と発色性に加えインク定着も良く、後加工にも十分に耐え、風合いも既存のA2オフセットコート紙に近く、さまざまな商材に利用されている。また世界のハードメーカー各社から最良の評価を得ており、とくにKodakのProsper 5000XLによる評価システムPaper Rating Programにおいて最高位のFive-Diamondを、またHPのWeb Press T-seriesでも、新規Media Certification Programの最高位のThree-Starを獲得した。

では、ここに至るまでの道程をお話

ししよう。基本構成のアイデアの原点は10年ほど前に遡り、当時はKodakのVersamarkが全盛の時代で、DMなどで使われる多色フォーム用紙（BF印刷用A2コート紙）をオフセットで事前印刷して、住所・氏名等の可変情報を染料インクで印刷していたわけだが、乾燥とのバランスで速度が上げられないという不満が一部の顧客にあった。そこである処方を実施し、50m/minしか出せなかったものを100m/min以上まで引き上げることに成功した。しかしロットがまとまらず製品化には至らなかったが、この発想は現在の配合にも活かされている。

その数年後、ミヤコシ、大日本スクリーンより相次いでフルカラーインクジェット印刷機が登場し、これを契機に本格的な産業用インクジェットグロスコート紙の開発に着手し始めた。

当時、前者は顔料インクから染料インクへ仕様を変更し、速度も150m/minへと倍増させ、「生産性重視」へと方針を変更したのに対し、後者は顔料インクで「画質重視」を旨とし明確な対立軸（棲み分け）がなされていた。

前者はその結果、既存のトリート紙でフルカラー印刷するには吸収が追いつかなくなり、その対応のために当社は“IJ Form PD”という高速フルカラー印刷に適したトリート紙をただちに開発し、いち早く市場に投入した。このトリート紙については本稿の主旨から外れるので割愛するが、現在国内に出回っているトリート紙の大半は、

オフセットコート紙



インクジェット専用コート紙



- ・インクジェット印刷はきわめて微細なノズルから高速でインクを吐出ししなければならないという本質的な制約のため、非常に低粘度のインクを用いなければならない、また複雑なメンテナンス作業を回避するため、インクの溶剤が少々蒸発してもノズルの閉塞に繋がる固形物を生じないように低粘度のインクを用いなければならない。
- ・低粘度のインクを多量に用いるということは、インクを媒体の内部に取り込まない限りインク滴同士が混合して画像の乱れが生じることを意味し、それだけ媒体には高いインク吸収性が求められる。
- ・インクを吸収する塗層が透明であるほど高い発色効果が得られる。しかし、媒体内部に色材を吸収することは、発色性を低下させる。反面、媒体の表面に残存した色材が媒体表面の質感を変化させない。
- ・とくに光沢の高い媒体では印刷部と非印刷部との質感に差が生じやすく、印刷物の品位が低下する原因になる。

図1 インクジェット印刷比較

この“IJ Form PD”の処方類似したものとなっている。

一方の後者に対して当社は、Truepress Jet520の顔料インクに的を絞ったグロスコートの開発に注力した。紆余曲折の末、最終的には吸収層と光沢層の2層構造とし、光沢層表面のクラックの量で吸収性と光沢等のバランスを取った。その結果、当時としては唯一インクジェット連帳機で印刷できるグロスコート紙が完成したのである。しかし、コスト面でまだ顧客を満足させるレベルにはなく、またTruepressの顔料インクに特化しすぎたばかりに、市場として日本より大きくかつ進んでいる染料インク主体の欧米市場への展開が厳しくなった。さらにその後、相次いで日・欧・米各社が投入してきた連帳機には適合性をもたせられなかった。その結果、思いのほか数量が伸び

ずなかなコストが絞れなかった。

用紙というのは典型的な装置産業で、大量に生産しないとコストに転嫁できない（もちろん安価素材を使うのも重要だが）。そこで印刷機の機種、インクの種類を問わず適合性のある紙—“Universal Paper”をコンセプトにした新たなコート紙開発に着手した。それこそが今日の”SWORD iJET®”に至った経緯なのである。

4. メカニズム

なぜオフセット用紙とインクジェット用紙は共有できないのであろうか？

それに答えるにはまずそれぞれに要求される特性、そしてそこから必要とされる素材・配合へと説明していかねばならない。

オフセット用紙に求められるのはオフセット印刷適性である。それには網

点の再現性、面強度、サイズ性、インキセツ性、印刷光沢などがある。塗工層内部へのオフセットインキの浸透をある程度抑制して、セツ性と印刷光沢のバランスを取っているのである。

言い換えれば、オフセット印刷用紙は「塗層にインキが浸透しにくい構造設計」になっていると言える。その構造は、顔料（カオリン、炭酸カルシウム、有機顔料、酸化チタン等）、接着剤（SBRラテックス、でんぷん等）、着色剤（蛍光増白剤、色顔料・染料）、助剤（耐水化剤、滑剤等）を混合した液を原紙に塗布して繊維を被服するのである。

一方インクジェット専用紙に求められるのはインクジェット印刷適性である。それには着弾したインクのドット径の制御、インク吸収性、インク定着性、発色性などがある。塗工層内部の空隙を多くし、インクの吸収速度と吸収容量を高め、（インク自体がアニオン性なので）塗工層をカチオン化し、インクの定着性を上げているのである。言い換えればインクジェット専用紙は、「塗層にインキが浸透しやすく、かつ保持しやすい構造設計」になっている。その構造は、顔料（シリカ、アルミナ等）、接着剤（PVA、EVA、ウレタン等）、インク定着剤（カチオン性樹脂、多価金属塩等）、着色剤、助剤（分散剤、架橋剤等）を混合した液を原紙に塗布して繊維を被覆するのである。お気づきのようオフセット用紙とは多くの素材が異なっている。また、この素材の差がコスト構造の差にもなっている。

もしオフセット用紙にインクジェットで印刷すれば、インクは吸収されず塗層表面で隣り合うインク滴同士が混じり合って画質が悪化し、発色性も悪く、また乾燥不良を招き、機内や用紙を汚してしまう。一方インクジェット専用紙をオフセット機で印刷すれば、ブランク胴が入るや否や塗工層が剥がれてしまうだろう（図1）。

それほどまでに印刷方式に応じた用紙の設計というのは重要であり、500数十年前にグーテンベルクが活版印刷機を發明して以来、印刷媒体（紙）というのは常にそれに適合するよう改良され続けてきた。オフセットに代表されるコンベンショナル方式から、トナー、インクジェットを問わずデジタル方式に至るまで、「印刷方式（技術）が変われば、印刷用紙も変わる」ことは歴史が証明している。

したがって、産業用インクジェットという新しい技術が登場してきたからには、それに応じた最適な用紙を設計する必要がある。それは漠然とオフセット用紙とインクジェット専用紙の良い所を兼ね備えたモノであることは容易にイメージできるが、現実には多くの問題点をはらんでいる。

真っ先に陥るのは既存のインクジェット専用紙の廉価版である。これはインクジェット適性は通常申し分はないが、搬送性や後加工適性において問題を起しやす。それに何よりも廉価版といっても、オフセット用紙に比べればどんなに安くても3倍以上のコスト構造であろう。これではまったく現実味のない印刷用紙である。

そこで当社はコストを優先し、オフセット用紙+ α 程度のコスト内で連帳機用インクジェット適性が発現すべく、“オフセット用紙にインクジェット適性を付与する”というコンセプトのもと開発を進めてきた。

ポイントは3つ。(1) 顔料設計と(2) 塗層設計、および(3) インク定着剤に集約される。

(1) 塗工層の顔料には六方晶系、菱面体、針状、柱状、六角板状、球状などさまざまな形状がある。その種類、形状、粒子径、粒度分布を最適化することにより、塗工層表面の細孔径や塗工層内の空隙を制御しインク吸収性を高め、また屈折率の制御により、とく

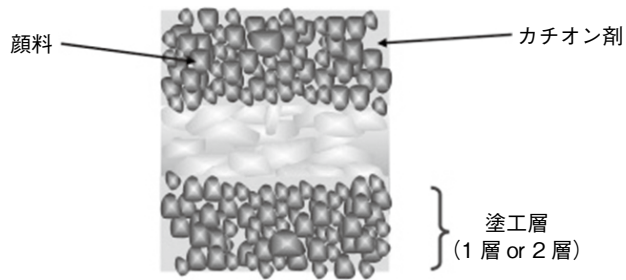


図2 SWORD iJET*4.3の概念図

に染料インクの発色性を向上させ、塗工層表面形状の制御により顔料インクの擦過性向上やインク吸収と光沢感のバランスが取られる。

(2) 塗工層自体は強度があるに越したことはないが、通常その場合接着剤の添加量を増やせば良いわけで、それではせっかく最適化した顔料の効果が薄れ、インクが吸収されなくなってしまう。目安としてはオフセット印刷に耐えうる程度の塗層強度は必要で、接着剤の種類と添加量を制御し、インク吸収性と表面強度とのバランスを取る必要がある。また製本工程において「折り割れ」は重要な項目で、接着剤の制御に加え、塗布量やパルプ種の制御も必要となってくる。

(3) インク定着剤とは文字通りインクを固めて紙面に固着させる薬剤であるが、一般的に染料の定着に効果的なカチオン性樹脂と、顔料の定着に効果的な多価金属塩に大別される。一般的な用紙やインクはアニオン性の素材でできており、カチオン性を帯びた薬剤と反応することによって凝固するわけだが、印刷物としての定着性向上にはこれらのカチオン剤の種類や添加量を制御することは言うに及ばず、製造面からみてもカチオン剤の選択と添加方法は極めて重要である。製造工程でアニオン素材と反応して凝集してしまうと致命的なトラブルに見舞われてしまう。したがって、塗液粘度の調整や塗工操作性に留意しなければならない。

以上3つのポイントに則り、素材の選択を図った。インクジェット専用紙で使われるシリカやアルミナ等の顔料は、屈折率が低いため発色性が良く、超微粒子なため比表面積が大きく吸油量も高いのでインク吸収性が良い反面、非常に素材コストが高い。一方オフセット用紙で使われる炭酸カルシウムやカオリン等の顔料は、素材のコストは安い反面、屈折率が高いため発色性が悪く、吸油量が低いのでインク吸収性が悪い。

そこで安価な炭酸カルシウムやカオリンを最適な状態で粒子設計し、高価なシリカやアルミナを使わずとも高速フルカラーインクジェット適性をもたせることを、開発の中心テーマに掲げた。仔細は特許公報に譲るが、顔料インクでの擦過性と染料インクでの発色性を兼ね備え、かつ高速連帳機に適したインク吸収性と、さらに高光沢な表面をも兼ね備えるためには、いかにして塗層表面の凹凸を調整し、塗層内部の空隙を多くつくり上げるか!?

われわれは数多くの素材のなかから、顔料の種類、形状、粒子径などさまざまな観点でトライ・アンド・エラーを繰り返す、そして3.11の被災を乗り越え、ついには新規で安価な顔料をつくり上げることに成功し、それらを活用して最適な塗工層が設計できる生産技術をも確立することができた。これこそが冒頭に述べた次世代の印刷方式に適合した新技術“Pore-

High-speed inkjet Glossy media

MITSUBISHI

SWORD iJET

- SWORD は刀・剣。
- SWORD のイメージ: "sharpness" "sparkling surface"
→ 画質のシャープさ・発色の良さ・光沢の高さ
- iJET の i のイメージ: "ink" "intellect" "intelligent"
- "integral" (全体を構成する要素として) 不可欠な
- → デジタル印刷システムを構成する必要不可欠な要素。

iJET の "i" には、インクジェットインクのほか、intellect (知性)、intelligent (情報収集力)、integral (不可欠) という意味があり、「デジタル印刷システムを構成する必要不可欠な要素」という多様な思いを込めた

図3 SWORD iJET® シリーズのロゴイメージ

Arch Technology™ である。そしてこの新技術を駆使して世界で初めての“Universal Paper”として世に放ったのが“SWORD iJET®4.3”である(図2、図3)。

5. 市場動向

さて、ここで国内外の産業用インクジェット印刷市場について概観してみよう。

(1) 北米市場

その規模や進展度において抜きん出ているのは北米である。産業用インクジェット用のコート紙の流通も進んでおり、代表的なところでは Appleton Coated と NewPage の2社があげられる。前者は HP の技術を取り込んだ“Utopia IJ Gloss/Dull”を、後者は Kodak と共同開発した“TrueJet Gloss”を上市している。しかしいずれも Web Press T-series や Prosper Press の顔料インクに特化した配合のため扱える顧客が限定されること、また北米の顧客

の多くは染料インク仕様であり、さらに Web Press や Prosper の顧客でさえ、品質に満足しているところが多いことも手伝って、多くの顧客がインクジェット連帳機で扱えるグロスコート紙を渴望している。

ある調査機関の調べでは、産業用インクジェット市場におけるコート紙の占める割合は1割未満で、しかもその多くはマット系と言われている。これは北米市場をもってしてもコート紙の需要が少ないというより、むしろ満足するモノがないためにこの程度のシェアしかないと考えべきだろう。

ちなみに当社が“SWORD iJET®”で北米展開を始めて半年あまり、多くの顧客やハードメーカーへ提供し、ほとんどの顧客から「高発色性」「高画像再現性」「インスタントドライ」「増速」など非常に高い評価をいただいている。またハードメーカーからも、彼らの顧客への提案や販促物作成のために多くの引合いをいただいている。

商材はデジタルの特徴を活かしたダイレクトメール(DM)やトランスプロモ、旅行冊子、出版物への展開が多い。とくに販促系ではすでに高級ブランドでの展開がなされている。

出版系のなかでも教科書への展開は非常に活発だが、北米では NASTA^{*1)} の規約に 800ppi^{*2)} —つまり 1 inch あたり 400 枚の紙が取まるような厚さを規定している—があり、インクジェット用紙でこれに適合しているのは Appleton Coated の Utopia Book IJ 45# のみである。しかし、この銘柄も前述の通り顔料インク仕様なので、多くの北米顧客からは対抗品の登場が渴望されている。

出筋の坪量は、60# (89g/m²) ~ 70# (105g/m²) 前後のチラシ、カタログ、雑誌と、カバーや Post card に使われる 7pt/9pt^{*3)} と称する 200g/m² 前後以上の厚物が多い。また出版分野では 45# (67g/m²) にこだわらず、少しでも軽い坪量帯が好まれる。

*1) NASTA : National Association of State Textbook Administrators

*2) ppi : Page Per Inch

*3) 7point = 0.007inches (178 μm),
9point = 0.009inches (229 μm)

の紙厚を保証した USPS のルール

(2) 欧州市場

規模自体は北米に次ぐ大きな市場で、多国家・多民族・多言語な地域性のため、多品種・小ロットの需要が高く、本来デジタル印刷がもっとも普及しやすい環境ではある。しかし長引く経済の冷込みの前に低価格化が進行し、コート紙を利用したハイエンドな商材の需要が減っている。

一方で、乱立する欧州の製紙会社の多くはすでにトリート紙を品揃えしており、また産業用インクジェットコート紙を扱うメーカーも限られており、トリート紙の市場はきわめて激戦区となっている。

商材は請求書、トランスプロモ、マ

ニュアルなどが主体で、新聞にも力を入れているようだが、普及度はまだハードメーカーの思惑通りにはなっていない模様である。

(3) オセアニア市場

広大なエリアの割には人口が少ないので市場規模としては小さいが、一部の会社ではBPO (Business Process Outsourcing) に力を入れており、海外の請求書も扱っているため思いのほか扱ひ量が多い所がある。また郵政関連企業も扱ひ量が多い。それ以外は市場規模をそのまま反映している。ただしデジタル印刷化は欧米並みに進んでおり、オフセット機を1台も所有していない印刷会社は多い。

商材は、請求書、トランスプロモ、出版分野が主体で、コート紙を使ったDMなどは少なく、まだ発展途上。

オーストラリア国内唯一の製紙会社 Australian Paper は非塗工紙専用メーカーのため非塗工紙に対する5%の関税の壁はあるものの欧米勢の攻勢は少ない。

(4) アジア市場

東アジア諸国に共通するのは価格が最優先で、コート紙を活用した商材もなければフルカラーの仕事自体がまだまだ少ない。しかし導入台数は緩やかではあるが着実に増えてきており、2～

3年後には花開くか。

東南アジアは、さらに2年ほど遅れている印象である。

(5) 日本国内市場

導入台数は多いが、活用される商材の大半は請求書類である。DMへの需要は非常に高いものの、オフセットによる事前印刷の後、可変情報のみ印刷する旧来の商材が大半で、白紙からフルカラー・フルバリアブルはきわめて少ない。これは偏に日本固有の商材——後糊圧着はがき——が足枷となっている。インク吸収を高めるほどUVニスも吸収してしまうので、圧着しても剥離強度が発現しないか弱くなる構造上の問題があるからである。

しかし昨今はやりの「見開き A3 シートメール」の場合、糊付の敷居が低くなり今後もっとも大きな伸びを期待できる商材である。

6. 今後の展望と課題

品質的には、水性インクに対応する薄物紙の開発が急務である。裏抜け、発色、画質、操作性など課題は多いが、これにより雑誌を含む出版分野、新聞分野への波及は計り知れない。

さて、産業用インクジェットの画質はこの数年で劇的に向上してきたとはいえ、いまだオフセットのレベルには

至っていない。しかし巷の印刷商材のすべてが高品位な画質に達しないと使用できないのであろうか。では、なぜそんな高品位な印刷物の使用量が年々減っているのであろう。顧客(発注者)が印刷商材に求めているモノは、本当は何なのだろうか。

「良いモノさえつくれば売れる」という時代は21世紀になって終焉した。実はこれからの時代は「売れる仕組みを創る」コトの方が大事で、どうしたら今あるモノを売るコトができるか考えていかなばならない。オフセットでは絶対にできないデジタル印刷ならではの“創意工夫した仕掛け”を“見える化”することにより、発注者、制作者、供給者すべてにBenefitをもたらせる仕組みを提供することが、これからのメーカーの使命だとわれわれは考えている。

(木村 篤樹)

問合せ先

三菱製紙(株) 洋紙事業部

〒130-0026

東京都墨田区両国 2-10-14

両国シティコア

TEL 03-5600-1462

FAX 03-5600-1468

e-mail mitsubishi_dpm@mpm.co.jp

URL <http://www.mpm.co.jp/>

三菱製紙

八戸工場で新設大判カッターが営業運転を開始

— 仕上設備の効率化投資が完了 —

三菱製紙は、八戸工場において7月より印刷用紙断裁用大判カッター(能力;約5,000t/月)の営業運転を開始した。

八戸工場は東日本大震災で甚大な被害を受けたが、昨年11月に生産設備全般の復興を完了し、あわせて競争力強化に向け仕上設備への効率化投資を実施してきた。

今回の大判カッターはその一環として約11億円を投じ導入された設備で、今年1月に営業運転を開始したPPC用紙仕上ライン(投資金額;約12億円、能力;約3,000t/月)に続くもの。

ちなみに、八戸工場ではPPCを生産ライン2系列(専用カッター2台)で5,000t/月

生産していたが、震災によってカッター1台が使用不能となり生産量が半減。新たなPPC生産ラインの完成で震災前の生産規模に回復させた。

また同社では

① 洋紙事業の復興

② 成長に向けての収益基盤強化

を柱とする「第1次中期経営計画」(2011年度下期～14年度)に現在取り組んでいるが、「仕上設備効率化」は目標達成に向けたテーマの1つとして位置づけられており、今回の大判カッター稼働によってこれが完了したことになる。