オフセット印刷におけるインキの乾燥

諸星インキ株式会社 下 平 欣 一

Ink-Drying of Offset Printing Process

Kinichi Shimohira

Morohoshi Ink Co., Ltd.

In this paper following articles are briefly reviewed.

- (1) Composition and manufacturing process of offset ink.
- (2) Theoretical mechanism of setting and drying of offset ink.
- (3) New various drying methods of offset ink.
- (4) Deinking of news-prints.

Keywords: Offset ink, Drying, Set, Deinking

1. はじめに

印刷時のトラブルは単独要因で起きることはまれで、いくつかの要因がからみあっているケースが多い。その要因とは用紙、インキ、刷版、湿し水、機械および作業方法などが挙げられるが、トラブルへの影響が大きくまた比較的処置しやすいと見られているのは用紙とインキである。印刷には特定の用紙とインキが使われることもあるが、出版・商業美術印刷のようなオフセット印刷の場合には、多種類の用紙とインキが組み

合わされて使われている。このため用紙もインキもフレキシブルな印刷適性が要求される。印刷作業の能率化と紙面品質の向上に対応するためには印刷用諸資材は個々にすぐれた品質を保つと同時に資材相互間の適応性を考慮しなければならない。用紙とインキの関係はとくに密接である。

オフセット印刷では、ブランケット上のインキが用紙に 10^{-2} ~ 10^{-3} 秒単位で瞬間的に転移し、その後用紙とインキは半永久的に共存することになる。

オフセット印刷における用紙とインキの関係は

図1 インキに関する印刷上のトラブル

(第一ステップ) 印刷機上でのインキの用紙への転移
 (第二ステップ) インキのセットと乾燥
 (第三ステップ) 印刷後加工および保存期間
 に分けられる。印刷上のトラブルを図1に示す。

本稿では問題点の多い乾燥についてインキ面からの

考察を行った。また新聞古紙の脱墨性についても若干
 考察を加えた。

2. オフセットインキの組成と製造法

初期のオフセットインキは着色材として顔料（特別

表 1 オフセットインキ組成

組成	タイプ	蒸発、酸化と重合、浸透型	UV 硬化 型
顔 料		染 料, 顔 料	
ベ ヒ ク ル	樹 脂	ロジン変性フェノール樹脂 アルキッド樹脂 石油樹脂	ポリエステルアクリレート ポリウレタンアクリレート エポキシアクリレート
	植 物 油	桐 油 亜麻仁油	変性油として使用する場合 もあるが通常はなし
	溶 剤	沸点 240~300℃ の軽油	—
	ゲ ル 化 剤	アルミキレート アルミオクテート	アルミアルコレートもある が一般に使用少ない
モ ノ マ ー		—	アクリレート
添 加 剤	ワ ッ ク ス	ポリエチレン	ポリテトラフロロエチレン
	乾 燥 触 媒	金属ドライヤー	増 感 剤
	増 粘 剤	マイクロシリカ、ペントナイト	
	そ の 他	汚れ防止剤等

図 2 オフセットインキ製造工程図

な場合に染料) ベヒクルとして乾性植物油が使用されていた。昭和 30 年代に合成樹脂、乾性植物油、石油溶剤などを配合した樹脂型オフセットインキが開発され現在はこれが主流になっている。初期は金属ドライヤーによる触媒乾燥方式のみであったが、樹脂型インキの開発以後は外部エネルギーを利用した乾燥方式がつつぎに実用化されている。

オフセットインキの組成は乾燥方式によって根本的に異なる。オフセット枚葉インキ、オフセット輪転(オフリンと略称する)と紫外線硬化のUVインキとの組成のちがいを表1に示す。

オフセットインキの製造は3本ロールミル、ビーズミルなどで粉末顔料から練肉する場合と含水顔料からフラッシングする方法がある。インキの練肉工程は顔料の粉碎、ぬれ、分散などの特性に重要な役割を持つ¹⁾⁻³⁾。したがって安定した品質を保持するためには、管理された製造システムの確立が重要である。

練肉後インキの性状を調整して製品とするが、インキは配合組成だけでなく製造工程や充填方法によってもレオロジカルな性質に差違を生じる⁴⁾。

3. オフセットインキの乾燥

オフセット印刷のトラブルを調査すると乾燥に関するものが多い。ヒートセットオフリン印刷の発達にともないトラブルはやや減少してはいるが、なお要注意項目の首位である。乾燥技術を分類すれば金属ドライヤーなど酸化と重合の触媒作用の研究と、熱風、赤外線またはUVなど外部エネルギー導入の研究に分けられる。インキ乾燥方式に適合する印刷方法と原反の関係を表2にまとめた。

インキの乾燥は単一方式で硬化する場合もあるが、二種以上の方式を併合するものもあって乾燥問題は複雑になる。乾燥のトラブルは、セットと乾燥に時間差のある枚葉オフセットや活版印刷に多く、UVのように瞬間乾燥(セット=乾燥)の場合は少ない。

最も問題となる油性の平版インキを中心にオフリンの蒸発乾燥およびUVなど新しい乾燥タイプについて説明する。

3.1 セ ッ ト

植物油使用のインキは常温で乾燥する。このような

表 2 乾燥方式と適合印刷方法、原反

乾 燥 方 式			印 刷 方 式						原 反				
			枚葉 オフ	オフ リン	活版	グラ ビア	フレ キソ	シル ク	薄葉 コート	アン コト 新聞紙	板紙	合成 紙フル ーム	プレ キメ タル
蒸 発	常温又は加熱		○	◎		◎	◎	◎	○	○	○	○	○
浸 透			○	○	○		○	○	○	○	○	○	
酸化、重合	金属ドライヤー		◎	△	◎			△	○	○	○	○	○
	パーオキサイド		△		△				△	△	△		
	赤 外		○	△	△	△		△	○	○	○		○
	Hドライヤー		○						○	○	○	○	
	助 触 媒		△		△				△	△	△	△	
熱 硬 化			○	△					△				○
オーバーコート	水性オーバーコート		○	△					△		○	△	
	UVオーバープリント		○	△					○		○		
マイクロウェーブ						○	○	△			△		
紫外線硬化 (UV)			○	△	○	△	△	○	○	△	○	○	○
エレクトロビーム (E. B)			△	○	△	△	△	○			○	○	○
パウダーセット (樹脂粉)			△		○				○				
Fusion (溶融樹脂の冷却固化)			△	△					△		△	△	
レーザ			△	△	△				△	△	△		
スチームセット					○						○		
Vapo Cure (アミン蒸気の反応固化)			△			△		△	△		△	△	
Gelation (ゲル化による固化)			○								○		

◎ 現在の主流 △ 適合するが実ラインに乗っていないか、単に補助的に使用されているもの
○ 適合 無印 不適合

インキは空気中の酸素を吸収して酸化され重合を起こす。このプロセス以前に紙の毛細管へインキ中の溶剤などが浸透し指触でべたつかなくなる現象を「セット」

図3 印刷経過時間と表面粘度

図4 コート紙への浸透によるインキのセット状態

と呼ぶ。セットと乾燥は混同されやすいが油性枚葉インキの場合、セットは毛細管浸透であり乾燥機構は重合反応である。

セットは印圧で始まり次いでゆっくりと毛細管吸引力に続き酸化と重合へつながる。セットをインキの紙表面での粘度上昇としてとらえれば図3のようになる。

コート紙のセットでは表面粘度が1~2万ポイズに上昇すると言われている。セットは乾燥のプロセスからみれば誘導期間にあり重合が始まりかける段階である。セットを考える時に最も理解しやすいのはコート紙の例で一般に図4のように想定される。コート層の表面には径が小さく吸引力の強い毛細管が並んでいる。インキ成分中の植物油は900~2,000、樹脂は $10^2 \sim 10^5$ 程度の分子量を有し顔料と共に表面に残り溶剤は急速に浸透して行く。

インキの比重と粘度が低いほど浸透速度は早く、樹脂と溶剤の相溶性の低いものほど早くセットする。その他の因子としては

- (1) 用紙表面の毛細管直径
- (2) 単位面積当りの毛細管数
- (3) 顔料粒径と濃度
- (4) ベヒクル成分と粘度
- (5) インキ膜厚
- (6) 温湿度
- (7) 混入した湿し水量

などがあげられる。アンコート紙のセットは乾燥工程の化学反応と併行して進む。なぜならアンコート紙は空隙率が高いので、ベヒクル自体が浸透しコート紙のように選択吸収しないからである。

3.2 乾 燥

オフセットインキの乾燥は、単一機構による乾燥と複合による乾燥がある。前項ではセットと乾燥を区分けしたが、別の見方をすればセットと乾燥は同時に、あるいは連続して起きるもので、セットは乾燥の一部を占めているとみて間違いはない。乾燥には種々の方法が提案されているが、紙面の都合上浸透、酸化と重合、蒸発、紫外線、赤外線に限定して述べたい。

3.2.1 浸透乾燥

浸透乾燥は先に述べたセットの項に属する。したがってメカニズムはセットと変らない。この項ではノンヒートオフリンインキに限定して考察する。

ノンヒートオフリンインキ

新聞オフリン印刷では色刷りをヒートセットにする場合もあるが、大部分はノンヒートである。ノンヒートオフリンインキは蒸発乾燥がなく浸透乾燥が主体で

印刷後ゆるやかな酸化と重合が進行する。ノンヒートの新聞オフリンインキにドライヤーを添加することは極めてまれである。印刷機のローラー上などでインキ皮膜を張ると作業上大きなトラブルにつながるためインキに皮張り防止剤を加えることもある。印刷機上では乾かず紙に転移すると同時に乾燥するインキが理想的であるが印刷環境、コスト、作業性などの制約があるので実現は容易ではない。

最近、低精度平版インキの登場以来、新聞オフリンインキに含まれる鉱油比率は高くなる傾向にあり、機上乾燥はおそく浸透は大きくなっている。

3.2.2 酸化と重合

オフセットインキは浸透について植物油の重合反応を起こし液状分散体が固体膜に変わる。植物油は脂肪酸のトリグリセライド油で次のような構造である。

オフセットインキに使用される植物油は乾性油または半乾性油で不飽和脂肪酸の二重結合が乾燥を支配する。主な植物油の組成を表3に示す。

表3 植物油の組成

植物油		大豆油	亜麻仁油	桐油	オイシカ油
脂肪酸					
飽和	酸	17	10	5	11
オレイン	酸	23	19	8	4
リノール	酸	50	24	4	—
リノレン	酸	10	47	3	—
エレオステアリン	酸	—	—	80	—
リカン	酸	—	—	—	82

これらのグリセライドが空気中の酸素を吸収し重合して皮膜を形成する。共役二重結合の多いほど乾燥が早く桐油、オイシカ油はエレオステアリン酸、リカン酸の共役により速乾性で皮膜が硬く耐水性もよいが反面、印刷機上で乾燥し発熱量が大きくブロッキングの原因になる。二重結合のシス型、トランス型の組み合わせによって脂肪酸の乾燥速度は変わってくる⁵⁾⁶⁾。

植物油の乾燥は

- (1) 二重結合の数
- (2) 共役、非共役であるか
- (3) 二重結合がシス型かトランス型か

で決まる。

植物油の非共役系では活性メチレン基から水素が奪われてヒドロパーオキシドを生成し、共役系では環状パーオキシドを生成すると言われるが植物油の

酸化に関しては、いろいろな説が出されている。

パーオキシド形成後は分解、重合へと進む。非共役系の例を一般式で表わすと次のとおりであり

この間の反応を理解しやすいように模式的に描いたものが図5である。

図5 植物油重合模式

なお酸素が存在しない状態での植物油の熱重合は、ディールス・アルダー反応による6員環の生成である。乾燥後の生成物の分子量は2,000~3,000で、トリグリセライドの分子量は900程度であるからダイマー、トリマーが固体膜を形成していると推定される。

ドライヤーの役割

乾性油でも数日経過しないと皮膜は形成されないが印刷では3~10時間で固化する必要がある。そのため乾燥促進剤として金属ドライヤーと呼ばれる触媒を使用する。ドライヤーは次のように分類される。

- (1) 一次ドライヤー Co, Mn
- (2) 二次ドライヤー Ca, Zn, Sn, Zr, Ce
- (3) フィーダードライヤー⁷⁾ 硼酸コバルト

このうち一次ドライヤーの効果が最もすぐれ、油溶

性にするために脂肪酸塩として使用することが多い。二次ドライヤーは単独では効果がうすいが Co, Mn と併用すれば相乗効果がある。二次ドライヤー以下の単独使用はまれで実際に使用されるドライヤーは Co, Mn と考えて差しつかえない。ドライヤーの機構は植物油のパーオキサイド分解を促進するレッドクス反応である。

Co は誘導期間が短かくパーオキシサイドの分解だけでなく植物油のラジカル生成にも関与する。一方 Mn は誘導期間が長い。Mn は重合反応が開始すると酸化反応は Co より早いとの説もある⁹⁾。またドライヤーは単独で酸素キャリアとしてもはたらく。現在は安全衛生上使用されていないが Pb の酸素キャリア効果は抜群である。1,10-フェナンスロリンは Mn ドライヤーと併用すると著しい効果がある。Co は表面乾燥に有効であるが Mn は内部と表面の両方の乾燥に効果がある。したがって両者の特徴を生かして Mn/

Co が 10/1~5/1 の混合比で用いることが多い。次の項で述べる湿し水の乾燥遅延はドライヤー併用の方がドライヤー単独よりも小範囲にとどまる。

2.2.3 乾燥に与える影響

インキ以外で乾燥に関する要因としては温度、湿度および紙の pH などがあげられる。

- (1) 温度⁹⁾ : 図6は墨インキの例だが温度が上昇すれば乾燥時間はほぼ直線的に短くなる
- (2) 湿度⁹⁾ : Mn ドライヤーを単独使用する場合は湿度40%以上で乾燥は急激に遅くなる
- (3) 紙の pH¹⁰⁾ : 紙の pH が低くければ乾燥は遅くなる。最近印刷物保存の点で中性紙化が提唱されているがこれは乾燥の点でも好ましい。実際に紙の pH が影響するのは一色刷りよりも二色目以降の重ね刷りでインキの浸透がおさえられ

Offset A	Felt side	(1)
"	Wire side	(2)
" B	Felt side	(3)
"	Wire side	(4)
Bond	Both side	(5)
Super	Felt side	(7)
"	Wire side	(8)
Varnish Litho		(9)

図6 乾燥に及ぼす温度の影響

Offset A	Felt side	(1)
"	Wire side	(2)
" B	Felt side	(3)
"	Wire side	(4)
Bond	Felt side	(5)
"	Wire side	(6)
Super	Felt side	(7)
"	Wire side	(8)
Varnish Litho		(9)
Coated	A and B	(10)

図7 乾燥に及ぼす湿度の影響

図 8 紙の pH と相対湿度が乾燥に及ぼす影響

た場合である。pH が 4.5 以下のコート紙では乾燥不良を経験することが多い

- (4) 顔 料：一般的にカーボンブラックは表面積が大きく極性物質を吸着しやすいが、とくに pH の低いカーボンブラックほどドライヤー吸着が大きい。
また顔料に無機酸が残留しているとドライヤーは不活性になる。
乾燥を速くする顔料はカーボンブラック、アルミナ、ファナールカラーなどで、乾燥を早くするものとしては黄鉛、紺青などがある。

またシアニンブルーはキレート剤との組合せ如何で乾燥が早くなる

- (5) 湿し水の pH：表 4 に湿し水の pH とインキ乾燥時間の関係の一例を示す。

表 4 湿し水の pH と墨インキの乾燥時間 (hr)

用 紙	pH7.0	3.8	3.6	3.0	2.0
オフセット用紙	12	16	17	25.5	70
ボ ン ド 紙	15	21	22	32	84

湿し水の酸成分がドライヤーと反応して油不溶性の塩を作ると乾燥がおけると言われている。また著者たちの実験によれば印刷用紙と接触した湿し水が乾燥をおそくした例もあり、フレッシュなインキにくらべ印刷中の壺のインキでは 30~50% 乾燥がおくれた例もある。

一般印刷では湿し水は弱酸性(通常 pH = 5~6) にしてある。これは版面の非画線部を常に酸性液で金属表面を僅かずつ溶解し、その親水性を保たせるためである。しかし新聞オフリン印刷では pH 10~11 のアルカリ湿し水を使用することが多い。アルカリ湿し水の利点の一つは、酸性用紙の場合湿し水が過度の酸性を呈する傾向があり、これを中和する効果をねらったものである。

- (6) 樹 脂：オフセットインキの樹脂はロジン変性フェノール樹脂が主体であるがフェノール樹脂の種類、軟化点および溶解性などが影響をおよぼす。

3.2.4 蒸 発 乾 燥

蒸発乾燥は乾燥方法の原点と言える。印刷インキの中で溶剤系のグラビヤやフレクソ インキは 60~70°C の低温乾燥、またヒートセットオフリンインキは炉内が 200~260°C の高温乾燥であるが、いずれも蒸発乾燥であることには変りはない。この項ではオフリンの

表 5 枚葉とオフリン用インキのベヒクル比較

	枚 葉	オ フ リ ン	差 異
樹 脂	ロジン変性フェノール樹脂 アルキッド樹脂	ロジン変性フェノール樹脂 アルキッド樹脂	オフリンの方が一般に溶解性が高い
植 物 油	アマニ油	アマニ油	一般にオフリンの方が量的に少ない
溶 剤	沸点 280~300°C パラフィン系, ナフテン系, アロマ系	沸点 240~260°C パラフィン系主体	オフリンの方が量的にやや多い
ドライヤー	コバルト, マンガン	な し	オフリン金属ドライヤーを使用することもあり得る

強制乾燥に限定して述べる。

ヒートセットオフリンインキは基本的には枚葉オフセットインキに類似しているが相違点もありその対比を表5に掲げる。

両者の相違点は溶剤の差と考えてよい。枚葉インキのクイックセット化処方、ある種のオフリンインキ例えば耐摩擦性を十分考慮したインキ処方とほとんど類似する。なおクイックセットインキは棒積みを目的として印刷後短時間で溶剤を紙に浸透させ急速に固化するタイプのインキである。

図9 クイックセットインキの乾燥曲線¹¹⁾

ヒートセットオフリンインキ

オフリンインキにはヒートセットとノンヒートの二種類があり、ノンヒートインキは枚葉と同様に浸透および酸化と重合乾燥である。ヒートセットでは熱風による蒸発乾燥が加わる。紙面上の塗膜粘度をモデル的に表現すると図10¹²⁾のようになる。

図10 オフリンの乾燥モデル

ドライヤーおよびクーリングロール通過後、急激に塗膜粘度は上昇しその後の重合で最終塗膜強度が増加する。インキの溶剤蒸発には溶剤の系、樹脂の影響、クラジスクラペイロンの式による空気流通量、顔料の含有量などが関係する。オフリンインキに使用される溶液の特性を表6に掲げる。

溶剤は沸点範囲が10～30℃の幅をもち混合溶剤としての蒸発速度を示すため、単独商品ごとに時間と蒸発率の関係曲線を作っておくと参考になる。樹脂の影響は表7¹²⁾および図11¹³⁾の通りである。

オフリン印刷工程における溶剤の蒸発は蒸気圧によるものではなく、溶剤の沸点が支配し空気流通量の影響が極めて大きい。

溶剤の沸点はその構造によって定まるがベヒクル系

表6 オフリンインキに使用されるソルベント

ソルベント種類	比重	アニリン点	引火点	沸点範囲
パラフィン系 A	0.760	87℃	89℃	219～235℃
パラフィン系 B	0.769	91	113	244～256
*混合系 C	0.840	65	102	237～269
*混合系 D	0.846	68	124	258～285
ナフテン系 E	0.809	80	104	234～260
イソパラフィン系 F	0.804	92	116	254～279

* 注) 混合系は、パラフィン系とナフテン系がほぼ等量混合しているソルベント

表7 蒸発速度に及ぼす樹脂の影響

樹脂	蒸発速度 mg/cm ² ・min, 200℃
フェノール樹脂	3.10
ロジン石けん	2.94
石油樹脂	2.80
重合ロジン	2.45

からの蒸発は粘度、拡散速度、空気接触面積、空気流通による界面境界膜破壊などで支配される。蒸発はベヒクルのオルガノゾルとしての性質（ベヒクルは均一溶解体ではなくコロイド分散体にすぎない）すなわち溶剤と植物油、樹脂相互の分子間力、極性、溶媒和などに関連している。近似した溶剤—溶剤、樹脂—樹脂の分子間力の中で若干の差を生じるような組み合わせが

図 11 蒸発速度に及ぼす樹脂の影響
 A ロジン変性マレイン酸系
 B エステルガム
 C ニトロセルロース
 D 溶剤のみ
 (溶剤) 醋ブチ/エタノール/トルエン
 =30/10/60
 (樹脂) 20%液

図 12 蒸発速度と空気流量との関係
 (トルエンの例)

表 8 乾燥炉の比較

	直 火	併 用	熱 風
紙 出 口 温 度 °C	200	160	143
紙 出 口 水 分 率 %	1.4	3.2	5
乾 燥 炉 長 m	4.8	4.8	2.7

必要である。ヒートセットの加熱には乾燥炉を使用し、この中を印刷紙が通過する。乾燥炉には直火方式、高速熱風方式および両者の併用方式の三つがある。三方式の比較を表 8⁽⁵⁾ に示す。

商業オフリンでは炉内温度 200~260°C、紙面温度 105~130°C であるが省エネルギー、火じわ対策などで低温化がはかられている。

3.2.5 紫外線乾燥

電磁波の利用によるインキ乾燥の方式には紫外線 (UV)、赤外線などがある。紫外線硬化型インキは瞬間乾燥、ノンスキム、省エネルギー、大気汚染防止などにすぐれた性質を示している。

(1) UVインキの成分

UVインキの組成を次に示す。

顔 料
 プレポリマー
 モ ノ マ ー
 増 感 剤 — 光 開 始 剤
 — 光 増 感 剤

油性インキのベヒクルは樹脂、植物油、溶剤から成っているが、UVインキではプレポリマーがこれに相当し、モノマーはベヒクルの一部であると共にレジャーとしての役割りも果たす。ドライヤーには増感剤が相当する。その他ワックス、マイクロシリカなど油性インキと同じ添加剤が使用される。

(2) UVインキの乾燥機構

ランプから放射された紫外線を吸収した増感剤が励起または一部イオン化されてラジカル重合、カチオン重合などの反応で高分子化する。ラジカル反応を示すと次式のようにになる。

(3) UVインキの問題点と将来性

紙への印刷を考えるとUVインキのコストは油性インキの2.5倍~3倍になり、また装置のイニシャルコストも高いために応用はビジネスフォーム、紙器など特殊印刷分野に限られている。今後は金属および特殊原反やパウダーをきらう電子機器関連印刷物などでの伸びが期待される。

表 9 U V 用 ラ ン プ

ラ ン プ	主 波 長	特 徴	用 途
低 圧 水 銀 燈	254 nm	出力密度低い	殺菌灯, 光化学
高 圧 水 銀 燈	365	高 出 力	複写機用, 光化学用, UVキュアー用
超 高 圧 水 銀 燈	436	点 光 源	フェトエッチング用
ク セ ノ ン ラ ン プ	近 赤 外	太陽光に近い	照明用
メタルハライドランプ	金属により異なる		照明用, UVキュアー用
ケ ミ カ ル ラ ン プ	365	低 出 力	UVキュアー (低速用)

印刷適性から見ると初期のUVインキは耐水性、保存安定性に欠けトラブルが多かったが最近では安定している。UVインキが油性インキとの比較で欠点としてあげられるのは、

- ① 温度による粘度変化が大きい
- ② ミスチング
- ③ 膜厚差による硬化速度の差
- ④ プラスチックへの密着不良
- ⑤ 硬化速度と艶の相反性
- ⑥ ブリードによる汚れ

などである。

しかし瞬間乾燥はラミネートや打ち抜きなどヒートセットオフリンでは難しいインライン化を可能にした。輪転印刷はもちろん、枚葉印刷分野における無人化への道を開いたと言える。

図 13 UVインキと油性インキの温度～粘度曲線

3.2.6 赤外線乾燥

UVインキのコスト高から比較的低コストの赤外線乾燥がクローズアップされてきた。赤外は近赤, 中赤, 遠赤に分けられるが印刷に使用されるのは可視光3.5 μ 以下の近赤がほとんどで3.5 μ 以上の遠赤は塗装乾燥などでの分野で使用されることが多い。近赤の特徴としてはスイッチオン・オフの立ち上りが早く、空気中のロス率が低く、印刷用の縮みが少ないなどの長所

がある。

赤外線用インキは油性インキのクイックセット型で溶剤の配合が多くなっている。赤外線吸収剤は一般に着色体が多くその他 $-\text{OH}$ 基, $-\text{NH}_2$ 基も考えられるが実用性にとぼしくその使用例はまれである。熱線の吸収は墨が多く次いで藍, 紅, 黄となり三色かけ合わせの黒は単色の墨インキよりもはるかに低い。

赤外線乾燥はパウダーの減少, 板取り減, 返し時間の短縮などに効果があるが反面紙面温度が40~42°C以上では見当不良を生じるため加熱に限界がある。アメリカでは厚紙で棒積みで成功した例もあるが、インキは極端なクイックセットで艶に欠ける。日本では印刷物に対する艶の必要が厳しいため赤外による完全棒積みは困難をかかえている。

4. インキの脱墨 (デインキング)

先に述べたようにノンヒート新聞オフリンインキや活輪新聞インキの場合、印圧を受けて紙に浸透するのは大部分がベヒクル中の軽い鉱油で、顔料と樹脂ワニス是用紙表面近くの浅い層に止まり、時間と共に繊維に染着して行く。樹脂ワニスを多用している新聞オフリンインキは繊維に堅牢に染着するので耐摩擦性が強くなる。その反面、古紙を再生使用する時に顔料を離脱するデインキング (脱墨) が難しい。今後、固着性の強い乾燥方法が開発されるごとに脱墨性は一段と難しくなると予想される。現在、新聞用紙中の古紙パルプの配合率は30%を越しており、脱墨性は製紙工程での重要な検討課題の一つである。そこでこの問題につき若干ふれてみたい。経験上次のことが観察されている。

- (1) オフリン印刷物の方が活輪より脱墨し難い
- (2) 印刷後の経過時間が長いほど脱墨し難い

その他、アメリカからの輸入古紙は国内の古紙よりもフローテーターでの発泡の程度が小さいことがわかっている。

活輪とオフリンの印刷物について脱墨性の差を調査するため次の試料をテスト的に作り、比較検討した。

- A：未印刷の新聞用紙
 B：高粘度鋳油配合 無樹脂インキの印刷物
 C：石油樹脂配合インキの印刷物
 D：フェノール樹脂配合インキの印刷物
- 試験の結果、脱墨性は高粘度の鋳油を使用したインキが最も良好で次ぎが石油樹脂インキで最も脱墨しに

表 10 脱墨パルプの品質と脱墨性

印刷物……片面オフセット印刷（同一図柄）

A……未印刷紙

W……白色度

B……高粘度鋳油インキ（無樹脂）

b……色差計 b 値

C……石油樹脂インキ

脱墨剤……ネオスコア FW300（東邦化学工業）

D……フェノール樹脂インキ

印刷
7
日
後

試料名	白 色 度 及 び 色 差					発 泡 性	捕 集 性
	未脱墨紙	脱 墨 工 程			完 成		
		フローテーション前	フローテーション後				
A	W	50.6	52.4	52.6	53.9	12.2%	—
	b	7.0	10.7	11.0	11.2		
B	W	42.9	48.6	51.4	53.5	4.8	良
	b	5.6	9.1	10.5	10.5		
C	W	43.1	49.4	51.2	53.5	5.4	中
	b	5.5	9.2	10.4	10.5		
D	W	43.9	49.3	50.1	52.5	6.5	劣
	b	5.5	8.7	10.0	10.1		

上欄と同一試料を 70°C 24 hr 加熱後のテスト

試料名	白 色 度 及 び 色 差				発 泡 性	捕 集 性
		脱 墨 工 程				
		フ ロー テ ー シ ョ ン 前	フ ロー テ ー シ ョ ン 後	完 成		
A	W	52.1	52.7	54.0	13.0%	—
	b	10.6	11.2	11.2		
B	W	49.1	51.2	53.7	5.0	良
	b	9.1	10.5	10.3		
C	W	48.2	50.6	52.9	5.3	中
	b	9.2	10.1	9.8		
D	W	47.6	50.0	51.8	7.1	劣
	b	8.8	9.4	9.3		

（試験データ；東邦化学工業㈱提供）

くいのフェノール樹脂インキであることが確認された。また印刷後時間が経過したのは脱墨性が悪化することがわかる。フローテーションでの泡はインキ中の鉱油の種類に関係する。アメリカのオフリンインキは試料Cに相当するが使用されている鉱油のちがいから日本のオフリン印刷物の方が発泡がはげしいと考えられる。今後は試料Dタイプのインキが多くなると推定されるので脱墨剤の選定がキーポイントになるであろう。

5. オフセットインキの今後の課題

枚葉オフセットの高速化は限界に近づいている。A倍サイズで1.3~1.4万/時の印刷はデリバリサイドの関係で限界とされている。デリバリサイドの合理化すなわち棒積みをも可能とすることが緊急課題になっている。用紙の吸油性も重要であるが水性またはオーバーコーティングによる棒積み化も研究されている。UVインキの枚葉への進出はコスト対策が鍵である。

オフリンの成長は著しく2年以内には枚葉印刷の生産高を越すと予測される。印刷速度も400~500 m/分に上っている。オフリンの欠点としては印刷適性面でミスチング、印刷適性からは上質紙やマットコート紙の印刷が枚葉よりも見劣りすることである。また省エネの観点からオフリンの低温乾燥化(紙面温度100°Cが目標)が重要課題であろう。低温乾燥は省エネの他にも火じわ対策や大気汚染防止に効果がある。

水なし平版としてドライオフインキも有望であるが、高速ロングラン印刷には印刷適性上改善すべき研究課題が多い。

レーザ乾燥法は高エネルギー密度のレーザビームをインキフィルムに瞬間的に照射し、表面のみを速やかに乾燥させるものである。熱風乾燥ではエネルギーのわずか10%のみがインキ乾燥に使用され90%は紙の加熱と水分の蒸発に消費されるから、レーザの方が乾燥効率がよく、火じわや折りじわを発生せず、クーリングも不用などメリットが多い。ただし現在はレーザ発振器が非常に高価で運転コストも高いため、普及には日時を要すると思われる。

またUVオフセットインキに近似したものにBインキがある。これは電子線を照射して瞬時にインキを硬化させるが電子線はエネルギーが非常に強いのでインキ材料の選択幅はUVより広い。EB照射装置もイニシャルコストが高いが逐次伸びて行くと考えられる。すでにボード紙の印刷で一部実用化されており海外ではカルトンボックス、レコードジャケットなどの印刷に用いられている。

6. む す び

インキの乾燥は原反の性質、印刷作業条件および温湿度や通風などの環境によって変動するため解析は複雑である。乾燥状態によっては印刷物として致命的なトラブルを生じる危険性もあるため広範囲の変動に対応できるインキが要望されている。印刷インキの進歩には印刷を広い視野でとらえることが必要であり以前から印刷諸資材との関連性が研究されている。画像工学の目まぐるしい技術革新に対応するためにも、用紙とインキの関係の究明はますます重要になってきている。

本稿ではインキ乾燥を中心にオフセットインキの概略を述べたがこれが印刷インキの理解に役立つならば幸いである。

文 献

- 1) T. C. Patton, "Paint Flow and Pigment Dispersion", John Wiley and Sons Inc., New York
- 2) 小石, 釣谷, "分散技術入門" 日刊工業新聞社
- 3) 北原, 渡辺他, "サスペンションを中心とした分散技術と工業的応用の実際総合資料集" 経営開発センター出版部
- 4) W. Hansen, "The Brit Ink Maker" 8, 141, 1979
- 5) D. Swern, J. E. Coleman, H. B. Knight, G. Ricciuti 他, "J. Am. Chem. Soc.", 75, 3135, 1953
- 6) J. C. Cowan, "Ind. Eng. Chem." 41, 294, 1949
- 7) A. C. Zettlemayer, G. W. Lowers, E. Gamble. "Ind. Eng. Chem." 41, 1501, 1949
- 8) D. A. Berry, C. R. Mueller, "Official Digest", 32, 340, 1960
- 9) G.A.T.F. "What the Lithographer showed know about Ink" 48-50
- 10) R. F. Reed, L. E. Coldwell, R. L. Benemelis "Research Bull" No. 13, LTF, New York 1944
- 11) E. J. Kelly (松本訳) "オフ輪印刷技術 G.A.T.F. 51, 1981
- 12) 旭化成, 硝化綿時報, No. 34, 1956
- 13) A. Voet "Ink and Paper in the printing process Interscience" 1952
- 14) E. G. Shur "Official Digest" 27, 813, 1955
- 15) T. A. Gardner "Am. Ink Maker" 8, 37, 1964