色彩講座 (第VIII講)

UDC 655.3.024:535.6

(色材, 58 [5] 293-301. 1985)

印刷と色彩

一 見 敏 男*

1. 印刷と印刷インキ

1.1 印刷インキの機能

印刷インキは印刷に使用される色材で、原稿の色を多量に再現することが最も主要な機能である。

印刷物の出来ばえを「印刷効果」と呼んでいるが、その主体は原稿の画線の色再現性にある。この色再現は、後述するようにさまざまな方法で行われる。またそのためには、それぞれ適応した印刷インキの使用が必要である。

色に次いで、印刷効果を左右する機能は光沢である。印刷皮膜の膜面の平滑性が光沢の度を左右するとともに、光の正反射、乱反射の度合いはインキの発色性にも影響し、明度、彩度、場合によって色相にまで変化をもたらすものである。

また、印刷物がどんなに美しく仕上っても、用途に応じた耐性が伴わなければ、印刷物として役立たぬばかりでなく、大きなクレームを発生させることになる。とくに戸外で直射日光や風雨にさらされるポスターや、包装印刷物などに配慮が必要である。

このほか、視覚への訴求以外の特殊な効果が求められる場合も多くなっている。

「印刷効果」と同時に、印刷インキにはもう一つ、「印刷適性」という機能が要求される。印刷機の上で適切に作用して、満足な印刷効果を発揮させるための諸機能であり、次のような内容からなる。

まず、印刷機のインキつばからインキ出しローラ、移しローラ、ならしローラ、練りローラによって分布、転移され、ゴムブランケット面を経て紙その他の面に印圧によって画線を形成するための流動性である。インキの

タイプや印刷の版式によって、粘度、降伏価、揺変性などさまざまな流動性が適切な範囲に入っていることが必要となる。

次に、平版印刷では平面の版上に水と油性のインキがバランスを保って画線を形成するしくみとなっているため、平版適性と呼ばれる性能が要求される。これが十分でないと、インキに水が乳化して流動性の劣化を生じたり、各種のよごれが発生することになる。

第三に、印刷インキは印刷機械の上ではできるだけ長時間乾燥せず、紙その他の被印刷体に移った後はできるだけ急速に乾燥しなければならないという相反する機能が必要であり、このためにビヒクル組成にさまざまな工夫がこらされる。

これら各種の「印刷適性」が十分に機能してはじめて、必要な「印刷効果」が得られることになる。色材には、各種の絵具や、塗料、プラスチック着色剤などがあるが、印刷インキは「印刷適性」と「印刷効果」という特殊な機能を保持する点で、これらの色材と異なっている。たとえば、組成的によく似た塗料と、印刷インキは次のような面で相違している。

(1) 印刷インキの役割は、前述のように原稿の画線を、それからつくった版を媒介として多量に複製することにある。塗料は直接に物体の表面へ刷毛やスプレーで塗布され、下地の保護と美化を達成するために使われる。

(2) 従って印刷物は、印刷機による大きさの限界があり、最大でも A4 倍判 (119 cm×168 cm) というサイ

昭和 60.1.9 受理
Printing and Color
Toshio ICHIMI

* 東洋インキ製造株式会社
東京都中央区京橋 2-3-13 (〒104)

〔氏名〕 いちみ としお
〔現職〕 東洋インキ製造(株)理事
〔趣味〕 カード奇術 〔経歴〕 昭和20年東洋インキ製造入社、印刷インキ部長、印刷システム担当部長等を経て現在に至る。

ズになるが、塗装物は小さな工芸品から大きな建造物や船舶などまで限界がない。

(3) 物体の表面へ形成される皮膜の厚さが全く異なっており、平版インキだとせいぜい1~2ミクロンといううすさだが、塗料の膜は下塗りからはじめて何回も(漆ぬりなど何十回にもなるものもある)塗られるので、その膜厚はミリ以上になる場合もある。従って使用量も比較にならぬちがいが生ずることになる。

(4) 印刷インキはこのようにうすい膜で色再現を行うので塗料よりもずっと高度の着色力が必要となる。

(5) 塗料は不透明な色が主体であり、下地を被覆することが目的の場合が多い。重ねて塗るのもムラをなくして均一にすると、膜面を強固にして下地を保護するのが目的である。一方、印刷インキは透明色が主体であり、下地となる紙の白を色再現の要素として活用するとともに、重ね刷による二次色の形成が、インキ単独の色に劣らぬ重要な役割を果たすものである。また、後述のごとく、プロセス印刷では、網点による減法混色と加法混色との組合せが、豊富な色再現を可能とするはたらきをするものである。

1.2 印刷インキの種類

印刷インキは、その組成や使用方法、使用目的によってさまざまな分類される。たとえば、

(1) 版式による分類

凸版インキ、平版インキ、凹版インキ、孔版インキ

(2) 版材による分類

ゴム凸版インキ、樹脂版インキ、コロタイプインキ、銅版インキ、ほか

(3) 印圧方式による分類

平圧機用インキ、円圧機用インキ、輪転機用インキ

(4) 印刷機のタイプによる分類

枚葉機用インキ、ウェブ機用インキ、多色機用インキ、単色機用インキ、事務印刷機用インキ、ほか

(5) 特殊な印刷方式による分類

水なし平版用インキ、エマリソインキ、ダイリソインキ、ほか

(6) 被印刷体による分類

紙用インキ、ブリキ板用インキ、セロハン用インキ、プラスチック用インキ、布用インキ、ほか

(7) 用途による分類

新聞インキ、紙器用インキ、製袋用インキ、事務伝票用インキ、建材用インキ、ほか

(8) 色による分類

黄インキ、墨インキ、蛍光インキ、金銀インキ、ほか

(9) 色再現法による分類

レギュラーインキ、指定色インキ、プロセスインキ

(10) 光沢による分類

グロスインキ、マットインキ

(11) 耐性による分類

耐光性インキ、耐アルカリ性インキ、ほか

(12) 特殊機能による分類

安全インキ、OCRインキ、転写捺染インキ、ほか

(13) ビヒクル組成による分類

オイルインキ、ソルベントインキ、水性インキ、ほか

(14) 乾燥形式による分類

ヒートセットインキ、UVインキ、ほか

このように多様なインキの分類のそれぞれが、印刷物の色再現性と密接な関わりを持っているのである。一例として(1)の版式による分類との関係を述べてみると次のようになる。

凸版によりカラー印刷を行う方式を特に原色版と呼んでおり、高級な美術印刷に利用される。原色版印刷では画像を再現する網点の周囲に、印圧によるインキのはみ出しが発生し、いわゆるマージナルゾーンのふちどり効果が得られるため、印刷画面がシャープで力強い印刷効果を示すものとなる。その反面では、ソフトな原稿の場合も硬い調子となってしまう。

これに対し、最近では紙の印刷の主体となっている平版印刷方式ならば、平面の版を使用するためマージナルゾーンの発生はなく、全体としてソフトな効果が得られるし、凸版のように色が不要な場合でも最小点を入れねばならぬために発色の濁りが生ずることもないので、澄んだ明るい色調が示されるのが特徴となる。

凹版方式の代表であるグラビアでは、一般に版の深淺による色再現を行うので、深みとコクのある印刷効果が得られる。しかし、インキは最もやわらかな流動性のものであるため、着肉量の厚さと相まって文字の再現性や白スキ部分の鮮明さは失われやすい。

孔版方式ではスクリーン印刷が代表的であり、最も厚い皮膜が得られるため、塗料に近くなり、下地を被覆する不透明インキで単純な画像を印刷するのが主体となっているが、最近では、網点を使った孔版の多色印刷も行われるようになってきた。

このように版式によるちがいをとどめても、印刷物の色とインキの種類は切りはなせぬ関連を示すもののなのである。

2. 印刷の色再現

2.1 レギュラーインキによる色再現

レギュラーインキとは、各インキメーカーが自社の技

術に基づいて設定している標準インキで、各社とも30～50色程度を一つのシリーズとしてまとめ、商品名、ニックネームなどをつけて一冊の見本帳にしている。パッケージやチラシなど、比較的簡単なデザインの原稿を印刷する場合に、この見本帳の中から色を選定し、そのインキでズバリ色再現を行うやりかたである。レギュラーインキは、各メーカーとも大量生産方式により製造するので、品質管理も行きとどき、常備在庫による入手の容易性や価格などの面でも使用者にとって便利な方法である。

2.2 混合色インキによる色再現

デザインの多様化から、色の選定は標準インキの50色程度ではとても間にあわぬものとなっている。特に標準インキは高彩度の原色が主体となっているので、中間色を使いたい場合に全く欠如している。そこで一般には、印刷所で手持ちのレギュラーインキを適当に混合して所要の色出しを行う方法がとられており、この作業を色合せ（カラーマッチング）と呼んでいる。

求める色を出すためには、どのインキをどのような比率で混合すれば良いかを示す手引として、主要なインキメーカーでは数百色の中間色を含むカラーファインダー類を発行しており、記載されている混合処方参考をすれば、その前後の色への修正を含めてかなりの色数の色合せが容易に行えることになる。同時に、カラーファインダー類の色票には番号が付されているので、この番号での色指定なども可能である。

2.3 指定色インキによる色再現

特別な色のデザインを多量または長期にわたって使用したい場合や、印刷所で色出しがしにくい場合、耐光性その他の耐性が必要な場合などに、直接インキメーカーに指定色の作製を依頼する。指定色とも特練色とも呼ばれる。オーダーメイドであるから、レギュラーインキや混合色インキよりも納期がかかるし価格も高くなる。しかし量がまとまって長期間継続する場合は、このような問題はなくなる。

2.4 プロセスインキによる色再現

以上はいずれも、原稿の色に合致したインキを選定あるいは調色して、一度でその色を刷りあげる方法である。したがって、原稿デザインに3色が使われていれば、3色のインキを使って印刷されることになる。

しかし最近では、原稿としてカラー写真のや絵画のように豊富な階調の色を含むものが多く使われるようになってきた。これを個々の色のインキで刷りわけるとは実際上不可能であり、インキによる色合せではなく、プロセス製版という方式によって、黄、紅、藍、墨の4色

のインキでどんな色数の階調原稿でも刷り上げてしまうやりかたが一般的となってきた。カタログ、カレンダー、ポスターなどの商業印刷物、雑誌や書籍などの出版印刷物、紙器や軟包装フィルム袋など各種の包装印刷物のように広範な色刷り印刷物が、この方法でつくられるようになってきている。

3. プロセス印刷

3.1 プロセス印刷のしくみ

プロセス製版の工程はまず、カラーフィルムや絵画、デザインなどの色原稿を、赤、緑、青紫のフィルターで白黒フィルムにとりわけ「色分解」からはじまる。図-1にこれらフィルターの分光透過率曲線を示す。

このフィルターの色と補色関係にある原稿の色が、フィルターによりさえぎられて白黒フィルムに黒色としてとり分けられることになる。この関係は、

赤フィルターによる分解→藍（シアン）版

緑フィルターによる分解→紅（マゼンタ）版

青紫フィルターによる分解→黄（エロー）版となる。

カラー原稿には、色とともに濃淡の階調が含まれている。これはコンタクトスクリーン、あるいはコンピュータによる転換で図-2のような網点（あみてん）という小点の面積の大小に置きかえられて表現される。

- a. コダックラツテンフィルター 25 A (赤)
 b. " 58 (緑)
 c. " 47 B (青紫)

図-1 色分解用フィルターの分光透過率曲線

図-2 網点

図-3 プロセス印刷の発色

プロセス印刷の版は、色分解と、網点への濃淡の転換という二つのしくみの組合せでつくられる。

網点は一般の印刷物で1インチの間に133個の点があり、並ぶ微細なものであり、3色の版が重ね刷りにされることで減法混色により次のような発色をする。

紅+黄→赤

藍+黄→緑

紅+藍→青紫

紅+黄+藍→黒

個々の網点が重なりあっている部分では、このように減法混色による二次色、三次色を形成するが、微小な網点から反射される各色光は図-3のように、加法混色をおこしながら目に入ってくることになる。プロセス印刷では、一次色の黄、紅、藍、二次色の赤、緑、青紫、三次色の黒の合計7色だけではなく、網点の大小による加法混色の効果が加わることによって豊富で微妙な色調が目を感じとられることになるのである。

実際にはプロセス印刷では黄、紅、藍の3色のインキのほかに、黒色の墨インキが使用される。文字などの黒色を3色の色インキの重ねで出すことは無意味だし、画像の部分でもトラッピングといって3色をうまく重ねることは問題が多いので、この部分を下色除去という製版上の手法で除いて墨インキ1色で置きかえることが行われている。3色の色インキを重ねるよりコスト面でもずっと有利になることはいうまでもない。

3.2 プロセスインキの色特性

一般に使用されているプロセスインキの分光反射率曲線を図-4に示す。これから CIE 表色系(色彩講座第3

図-4 プロセスインキの分光反射率曲線

表-1 プロセスインキの CIE 表色値

	主波長 λ_d nm	純度 P_e %	明度 Y %
紅インキ	500 C	56.7	20.6
藍インキ	482	60.0	33.7
黄インキ	572	78.0	83.7

表-2 プロセスインキの濃度値

	青紫 フィルター	緑フィルター	赤フィルター
紅インキ	0.53	1.20	0.14
藍インキ	0.14	0.53	1.23
黄インキ	1.10	0.07	0.03

講その1参照)への計算を行うと、表-1のような表色値が得られる。また、図-1に示したフィルターを使用して、濃度値を測定してみると、表-2のような結果が得られる。

ここで濃度値とは、フィルターを通したときの反射率から次式で計算して得られるものである。

$$\text{濃度} = \log_{10} \frac{100}{x} \quad x \text{ は反射率\%の数値}$$

従って、反射率と濃度値の関係は次のようになる。

(反射率%)	(濃度)
100	0.00
50	0.30
20	0.69
10	1.00
6	1.22
4	1.40
3	1.52
1	2.00
0.1	3.00

図-5 理想的なプロセスインキの分光反射率曲線

表-3 理想的なプロセスインキの濃度値

	青紫 フィルター	緑フィルター	赤フィルター
紅インキ	0	2.00	0
藍インキ	0	0	2.00
黄インキ	2.00	0	0

いま、理想的なプロセスインキを仮定してみると、その分光反射率曲線は図-5 のようになり、表-2 に相当する濃度値は表-3 のようになる。

アメリカの GATF (Graphic Arts Technical Foundation) では、この濃度値を使って、理想的なプロセスインキの色と、実際のプロセスインキの色とのズレを判定して色特性の評価を行う方法を考案し、印刷分野で広く使用されている。この方法は次のような計算で行われる¹⁾。

図-4 のプロセス紅インキの濃度値は表-2 から

フィルター 青紫 緑 赤
濃度 0.53 1.20 0.14

となっている。このうち一番低い濃度値に L (Low), 一番高い値に H (High), 中間の値に M (Middle) の記号をふると、この場合は

0.53(M) 1.20(H) 0.14(L)

となる。これらの数値を次の3つの数式に入れて計算を行う。

- ① 色相誤差 $= \frac{M-L}{H-L} \times 100(\%)$
 $= \frac{0.53-0.14}{1.20-0.14} \times 100 = 36.8\%$
- ② 濁り $= \frac{L}{H} \times 100(\%) = \frac{0.14}{1.20} \times 100 = 11.7\%$
- ③ 効率 $= \left(1 - \frac{L+M}{2H}\right) \times 100(\%)$
 $= \left(1 - \frac{0.14+0.53}{2 \times 1.20}\right) \times 100 = 72.1\%$

この3つの数値が、この紅インキのプロセスカラーとしての水準を示すものとなる。

仮定的な理想のプロセスインキ紅の濃度値は表-3 か

表-4 プロセスインキの GATF 評価値

	色相誤差%	濁り %	効率 %
紅インキ	36.8	11.7	72.1
藍インキ	33.0	11.4	74.4
黄インキ	3.7	2.7	96.5

ら L と M はともに 0, H は 2.00 となっている (ここで H の濃度値は、理想的なプロセスインキでも膜面での白色光の反射がどうしても加わるため、完全な吸収は行われないから、仮に反射率を 1% として濃度値を 2.00 とした。これは 1.5 にしても 3.00 にしても、次式の計算では同じことになる)。これを式に入れると、

$$\text{色相誤差} = \frac{0-0}{2.00-0} \times 100(\%) = 0\%$$

$$\text{濁り} = \frac{0}{2.00} \times 100(\%) = 0\%$$

$$\text{効率} = \left(1 - \frac{0+0}{2 \times 2.00}\right) \times 100 = 100\%$$

となる。すなわち、理想的なインキでは色相誤差と濁りが 0, 効率が 100 となる。従って実際のインキは、①, ②, ③の計算値のうち、色相誤差と濁りが 0 に近いほど、また効率は 100 に近いほど優れたプロセスインキであるという判定ができることになる。

図-4 の黄、藍インキについても表-1 の値をつかって計算してみると、このプロセスインキのセットの評価値は表-4 のようにまとめられる。3色の間では、黄インキが最も理想に近く、優れた色特性を持っており、紅と藍は類似しているが、総合点の効率ではやや藍の方が勝っていることがわかる。もちろん何種類かのプロセスインキのセットについて、同じ色の間の優劣を評価することも容易に行えることはいうまでもない。

プロセスインキの3原色ばかりでなく、これを重ね合わせた二次色についても、濃度測定を行えば同様な評価ができる。ただし、この場合の計算値は、色相誤差は 100 に近いものほど良好になるし、効率の数値は無意味なものとなる。

GATF では、色相誤差と濁りをプロットするための円形のチャート Color Circle の名称で発表している。これを図-6 に示す。これに、理想的なプロセスインキおよび実際のプロセスインキの一次色と二次色の計算値を書きこんでみると図-7 のようになり、理想的なインキの正六角形に対するゆがみの程度で、視覚的な評価が容易に行えるようになる。

プロセスインキの色特性を左右するものは、いうまでもなく使用されている顔料の種類と品質水準である。一

図-6 GATF カラーサークル

般にプロセスインキ用顔料としては次のような有機顔料が使われる。

- 黄 ジスアゾエロー
- 紅 ファナールローズ
- 藍 フタロシアニンブルー

特にファナールローズ系のマゼンタ顔料は、色特性の

優れたものをつくろうとすると高価になる。このためインキのコストにかなりの差をもたらすことになり、使用に限度が生ずるので、一般に使用されているプロセスインキの色は図-4のようなものとなっている。また、どんなに高級な顔料を使ったとしても、図-5のような完全な反射率曲線をもったインキを得ることは不可能であり、図-7のような正六角形の色特性というものはあくまでも仮定的なものにすぎない。

3.3 プロセス印刷の色再現の限界

プロセス印刷では4色のインキを、網点として重ねることで原稿の色再現を行うわけであるが、これによってすべての色が完全に再現されるわけではなく、本質的に大きな限界がある。

たとえば、絵画を原稿として色再現する場合を考えてみよう。絵画に色材として使われている絵具の顔料には、その含有量（あるいは希釈のしかた）や膜厚によって、その発色に、塊色（Mass Tone、絵具をきわめて厚く塗った場合の色）、上色（Top Tone、やや厚めに塗ったときの色）、底色（Uner Tone、きわめて薄い膜で塗った場合や、油や水で希釈したときの色）のちがいが生ずる。たとえば、フタロシアニンブルーの塊色はほとんど黒であるが、上色は赤みのブルーとなり、底色は緑みのブルーとなる。特に、透明な有機顔料ほどこの差が顕著にあらわれるものである。

画家やデザイナーは、絵具を厚塗りにしたり、薄塗りにしたり、希釈したりして、これらの発色性のちがいを利用し、無限の濃淡の階調と、色調の変化を使いわけることができる。

図-7 カラーサークルへのプロット

一方、プロセス印刷では、この差を単に網点の面積の大小だけで再現し、その色は全く同一のものである。視覚的に濃淡のちがいを感じているだけにすぎず、上色、底色というような豊富な色調のひろがりには再現し得ない。

また、きれいなオレンジ色の絵具の画面を、黄インキのベタ刷に、紅の網点を重ねて再現しても、くすんだきたない色しかつくり出せない。高彩度の原色ばかりでなく、ピンクのような低彩度の色についても、網点による印刷では濃い紅インキをそのまま小さな面積の点として表現するため、どうしても低明度の色となってしまう。このような限界の存在は、プロセス印刷の本質的な宿命であり、原稿の色を忠実に再現したい場合には他の手段の導入が必要となる。それは、4色のプロセス印刷では再現できない色を、特色インキとして追加して印刷する方法である。

一般のプロセス印刷で行われているのは、特に人物の肌色などが重要な原稿の場合に、「うす赤」を追加するやりかたである。また、空や水の色が重要な場合は「うす青」が追加される。

そのほか、高級な商業ポスターや美術印刷では色数が8色から10以上に及ぶ場合もある。また、パール、蛍光、金銀など特殊な色が組み合わされることも多い。

4. 印刷条件と色

4.1 刷り順と色

同じプロセスインキを使っても、どの順で色を重ねるかによって、微妙な発色のちがいが生ずる。その理由は二つある。

その第一は、インキの透明度の差である。プロセスインキは重ね刷りによって色再現を行うものであるから、できるだけ透明になるようにつくられているが、色によって透明性にはいくぶんその差がある。同じ有機顔料を使っても、ドライ顔料からインキをつくるか、ウェットケーキからフラッシング法でインキ化するかによっても、でき上るインキの透明性にはかなりの差が生ずる。しかし、顔料は染料とちがって本質的に不溶性の粒子であり、完全な透明性は得られない。このため、4色をどの順序に印刷するかによって、二次色の発色に差が生ずることになる。

第二に、多色機によるウェット印刷では、「トラッピング」の良否の問題が発生する。先刷りインキがぬれている上へ次刷りのインキが重ねられる場合の乗りかたの良否をトラッピングと呼んでおり、インキの粘弾性や界面的な性質のちがいがこれに影響をもたらす。特に印刷が

高速になるほど、トラッピングの状況に変化がおりやすい。第1色のインキは紙面の急速なビヒクル浸透によるタックの上昇があるため、第2色の乗りは比較的良好に行われるが、第3色、第4色になるほどこの効果は期待できず、トラッピングに問題がおりやすくなる。このため前述したように3色が異なる部分は下色除去によって製版工程で除いてしまい、墨でおきかえることが行われている。また、ビヒクルの浸透がないプラスチックフィルムやメタルフォイルなどへの印刷では、特にトラッピング不良が発生しやすい。

4.2 被印刷体の種類と色

印刷技術の進歩によって、被印刷体は紙ばかりでなく、プラスチック、メタルフォイル、金属板、布、建材、その他すべての物体に印刷されるようになってきた。これらはその表面の有孔性が異なるため、前述のトラッピングの良否に影響するばかりでなく、ビヒクル浸透による光沢の差も発色に関係するし、その物自体の色もインキの発色に影響することになる。たとえばアート紙と上質紙、ザラ紙では、白紙であっても発色は全くちがってくるし、段ボール紙やクラフト紙などの場合は紙の褐色がさらに大きな影響をあたえるようになる。

GATFでは、紙の表面の平滑性による光沢の差と、吸油性の差とがインキの発色に影響することを「紙面効率 PSE 値 (Paper Surface Efficiency)」としてとらえている。

$$PSE = \frac{(100 - A) + PG}{2}$$

ここでAは、Absorptivityの略で、紙面の吸油性の度を示し、ビヒクルに油性の染料で着色した「K & N インキ」という特殊なインキを紙に塗布、2分間放置後ぬぐいにとって紙面のよごれを反射率でとらえ、

$$A = 1 - \frac{1}{3} (100 - K \text{ \& N インキでの反射率\%値})$$

で数値化したものである。

また、PGはPaper Glossの略で、グロスメータで測った紙面の光沢値である。

この式で計算される値が、3.2で述べた色相誤差や濁り、効率などの値との間に良好な相関関係を示すと報告している²⁾。

4.3 インキ転移量と色

印刷機の種類や印圧のかかりかたによって、同一の紙でもインキの転移量にはかなりの差が生ずる。たとえば、Cozzensらは、さまざまな印刷速度と印圧でのノート紙へのインキ転移量の変化について報告しており、その一例を図-8に示す³⁾。

この図からも明らかなように、印刷速度が上昇するほ

図-8 印刷速度、印圧とインキ転移量の関係

表-5 プロセス黄インキの転移量と発色

	主波長 $\lambda_a\%$	純度 $P_e\%$	明度 $Y\%$
転移量小	570	68	87
転移量大	588	88	60

どインキ転移量は低下し、印圧が増すほどインキ転移量も増加する。またこの図でインキ1は275ポイズ、インキ3は400ポイズの粘度であり、低粘度のインキの方が転移量が多いことを示している。

ジスアゾエローを顔料とするプロセス黄インキの転移量の差による発色のちがいを表-5に示す。転移量が多くなるほど、主波長が赤みに移行するとともに、純度が上昇し、明度が低下する。膜厚が増えるほど、色光の選択的な吸収が増え、白紙面での白色光の反射が減ることになるからである。

印刷能率の向上のため、印刷機は速度は年々上昇しており、印圧は逆に低下して網点の精度向上が図られているが、これはインキ転移量の低下を意味している。このため印刷インキは、より高濃度、高光沢、低粘度のものとなる傾向があり、これを達成するための顔料、ビヒクル、分散技術等のレベルアップがインキ研究の重要なテーマとなっている。

4.4 後加工、使用条件と色

ビニール引き、ラミネーション、コーティング、ヒートシール、ワックス加工、成型など多数の後加工の種類

に応じて、十分な耐性をもった色の選定を行わねばならない。また、使用条件（戸外での耐光性、レトルト食品の耐煮沸性など）も配慮しないと、変色、退色、マイグレーション（色が他の面へ移行して汚染する事故）、ブリード（色の溶出）などのクレームが発生することになる。単にデザイン面の美しさからだけで色を選定しても、用途に応じた耐性によっては、いくぶんの色の修正や変更が必要となることも多い。特に食品関係の包装印刷物では、1973年10月より印刷インキ工業会でネガティブリストによる原材料の自主規制が行われるようになっており、それまで広く使われていたクロムエローなどが使用できなくなっている。これらを他の材料で置き換えることによってインキの色面では幾分のちがいを了承しなければならない場合も多い。

5. 特殊な印刷物と色

5.1 POS バーコード

食品や雑貨の軟包装、紙器などの印刷物に、しま馬模様のバーコードが組みこまれたものが多くなっている。スーパーのレジなどでの精算能率の向上のため導入されたシステムで、世界的に行われており、わが国では通産省がこれを指導している。

バーの幅の大小の組み合わせを光学的に読みとる方式となっており、基本的にはヘリウムネオンレーザー光（波長633ナノメートルの赤色光）が使用され、場合によってはラテン26の赤色フィルターを使った赤色透過光も利用される。

従って、バーコードの色としては白地に黒色バーが望ましいが、赤色光のもとで白地と同様な反射率を示す色はどれでも下地として使えるし、黒と同様な反射率を示す色はどれでもバーの色として使えることになる。両者の間の必要なコントラストの限度は、JISでPCS値(Print Contrast Signal)として規定されており、これを保持することが必要である⁴⁾。

$$PCS = \frac{R_L - R_D}{R_L}$$

R_L …下地の色の反射率

R_D …バーの色の反射率

赤色のレーザー光または赤色光のもとで白地と同様な反射率を示す色とは、600～700ナノメートルの領域で高い分光反射率曲線をもつ赤、橙、黄などであり、これらの色はいずれも白と全く同じに下地として使用することができる。

一方、600～700ナノメートルの領域で低い反射率曲線をもつ紫、紺藍、藍、青、青緑などは、黒と全く同じに

バーコード用の色として使用することができる。

白地に赤のバーコード、青地に黒のバーコードを印刷した場合、人間の視感にはそれぞれ十分に認識できるが、赤色光の下では前者は全体的に白、後者は全体的に黒となって感じられ、バーコードとして必要なコントラストは得られず、役に立たなくなる。このようにバーコードの色は、視感的なセンスでデザインを作成したのでは全く機能を果たさない場合があることに注意しなければならない。

5.2 OCR インキ

OCR (Optical Character Recognition) も POS バーコードと同様に、光学的に文字を認知する装置を利用して、伝票やカードの読み取りや分類を行うシステムである。

ただし、読み取りに使用する光の波長が装置によってさまざまであるので、これに対応した色の選定が必要となる。

たとえば、図-9 の分光反射率曲線は、Aは紙の白、Bは赤色、Cは黒色のインキの色を示している。人間の視感はこの全く別の3種の色として認識するが、もし赤外部における反射を特別な装置で認識させると、赤色のインキは紙の白と同一になってしまい、黒インキとの間にだけ差を認めることになるが、もし青紫の波長域の光で認識させれば、赤インキは黒と全く同じになってしまい、白との間の差だけを認めることになる。

このように、識別のために使われる光の波長によってOCRの目的で機能する色と、読みとれなくなる色(ドロップアウトカラーと呼ばれる)とが異なり、それぞれがうまく使い分けられてOCRの印刷物が作成される。

5.3 その他の特殊インキ

色に関係する特殊インキには、その他にさまざまな種類のものがある。たとえば、

安全インキ：小切手に使用、改ざん作用に対して発色

図-9 OCR の原理

したり退色したりするものがある。

蛍光インキ：紫外線を吸収して短波長の色光として再放射することで光揮性のある色彩効果を示す。洗剤の紙箱、ポスター等を使用。

液晶インキ：温度の変化や加圧などで分子の配列が変化し、色が変わる。

フォトクロミックインキ：日光や紫外線にあたると発色または変色し、暗所に置くとともにもどるフォトクロミズムの物質を使用したインキ。

その他、数多くの特殊インキが考案されており、学習帳やクイズの解答欄の印刷、ゲーム類やギミック（簡単なおもちゃ）、プレゼント品などにアイデアに富んだ利用が行われている。

文 献

- 1) GATF : Research Progress, No. 81 (1969)
- 2) GATF : Research Progress, No. 60 (1962); 印刷学会論文集, 8, 22 (1965) に抄訳あり
- 3) W. H. Banks : "paper in the printing processes", p. 4, Pergamon Press., (1967)
- 4) JIS B 9550 (1978) 「共通商品コード用バーコードシンボル」