印刷インキと色 (2)

東洋インキ製造株式会社 一見敏男

Printing Inks and Color

Toshio Ichimi

Toyo Ink Mfg. Co., Ltd.

1. 色の本質と分光反射率曲線

前回、印刷インキを構成する色材成分としての顔料について述べたので、その主要な機能としての「色」の諸問題を今回はとりあげてみたい。言うまでもなく印刷インキの色は、それに照射される照明光の中の、色光スペクトルに対して、顔料類が、その化学構造や物理的な性状（粒子の大きさ、屈折率など）に応じた選択的な吸収・反射を行なうことによって生れるものである。

太陽光も、蛍光灯などの照明灯も、その光は無色に見えるが、プリズムなどで分解してみると、紫から赤にわたる数多くの色光が含まれていることがわかる。これを波長の順にならべてみると、次のようになる。これらの集まりが、白色光を形成しているわけである。

波長 380~450 nm	紫色光	青紫色	白色光
450~500	青色光		
500~570	綠色光	綠色光	
570~590	黃色光		
590~610	橙色光	赤色光	
610~760	赤色光		

紫色光より短い波長の光が紫外線であり、赤色光より長い波長の光が赤外線である。ともに色はないが、印刷インキと重要な関係があり、紫外線硬化型UVインキ、蛍光インキ、赤外線乾燥インキ、OCRインキなどの特殊インキに、その性能がうまく利用される。

一般には、上記の波長の数字を簡略に整理して、

波長 400~500 nm	青紫色光
500~600	緑色光
600~700	赤色光

のように、400 nm から 700 nm までの範囲で、端数はつけないでとり扱っている。これら各波長の光が、

顔料によってどのような選択的な吸収をうけるものかは、分光反射率曲線で表現される。分光反射率曲線（又は分光曲線）は、スペクトロフォトメーター（分光光度計）とよばれる装置で正確に測定され、横軸が各波長、縦軸が反射率を示す。

たとえば、赤色顔料の代表的な例として、カーミン 6 B と、レーキレッド C の場合をとりあげてみよう。これらはそれぞれ、次のような基本構造をもった顔料であり、類似した色の系統であることを示している。

しかし、部分部分における僅かな違いが、同じ赤系の色の中でも若干の差をもたらし、カーミン 6 B は青味のある紅系の色、レーキレッド C は黄味のある金赤系の色を生ずる。これらの分光曲線をとってみると、図 1、2 のようになる。両者とも赤色光の部分をして反射しているが、厳密に見ると後者では橙色の光が加わっていることがわかる。また、カーミン 6 B は、青紫部の色光の反射が加わって、青味をおびた紅系の赤となっていることを示している。このように、分光曲線によって、われわれは色の微妙な差も正確にとらえることができる。

さらに、分光曲線に対して、複雑な積分計算を行なうことによって、それぞれの色を三次元の座標上の位置としてとらえ、色度図とよばれる図表上にプロットすることもできるし、これに基いて、主波長（色相）、明度、純度（彩度）の三属性値に換算することもできる。図 3 は、色度図の一つである CIE 色度図におけ

図 1 カーミン 6 B

図 2 レーキレッド C

る各種の色の位置を示したものである。

2. インキによる色再現

原稿（カラーフィルムや、油画、デザインなど）を、印刷物としてインキによる色再現を行なう場合に次のような幾通りもの方法がある。

2.1 標準インキの使用

各インキメーカーともそれぞれ自社の標準インキのシリーズを設定している。ふつう数十色をセットとして見本帳がつくられており、大量生産による品質の一定性とコスト面でのダウンが得られるものであるし、各社ともいわば看板のインキとして設定するわけであるから、品質水準もまた一番すぐれたものである。従って、通常の印刷作業には、この標準インキが最も一般的に使用される。

図 3 CIE 色度図

2.2 特殊インキ（指定色インキ）の使用

標準インキの色は数が限られているので、その中に望ましい色がない場合は、インキメーカーに特別に注文して、指定の色をつくらせることになる。タバコのパッケージのインキなどがこの例である。量がまとまったり、継続して使われる場合は、標準インキ同様に量産のメリットが得られるが、少量だとコスト高になるし、特練りの時間も必要となる。

2.3 カラーファインダーの使用

2.1 と 2.2 の中間的な形として、カラーファインダーの使用がある。これは、標準インキの混合によって、数百色の中間色をつくり出すもので、色見本に混合処方が記載してあるので、印刷所で容易に色出しをすることができるし、多数の色のインキを貯えておく必要もなくなる。

2.4 プロセスインキの使用

紙器印刷などのベタものでは、2.1～2.3 に述べたどれかの形で、必要な色ずばりが印刷される。たとえば図 4 は、フタロシアニングリーン顔料によるインキの分光曲線で、パッケージなどへのグリーンの印刷にそのまま 1 色でずばりの色が出せることになる。

ところが、1 枚の画面の中に含まれている色の数が多くなったり、写真のような濃淡の階調が必要な場合は、部分ごとに別の色で刷りわけていたのでは大変な仕事になる。現に明治 37 年に兵庫県で刷られた孔雀明王像は、木版で実に 1,360 度刷りのものである。これではとても、現在の作業の能率にはそぐわないので、4 色のプロセス印刷が行なわれ、複雑微妙なトーンを再現することになる。

図 5, 6, 7 はそれぞれ、プロセスインキの基本色で

図4 グリーンの色

図5 プロセスインキ・マゼンタ

あるマゼンタ、シアン、イエローの分光曲線を示したものである。青紫・緑・赤の三つに区分した波長域のうち、それぞれ2カ所を反射し、1カ所を吸収していることがわかる。インキ中に使われている顔料が、そのような形の選択吸収を行なうわけである。

プロセス印刷では、マゼンタ、シアン、イエローの3色を1次色と呼んでおり、これらを2色重ね合わせると2次色ができあがる。たとえば、シアンとイエローを重ねると、図8のように、白色光のうちの青紫色光は、イエローの顔料によって吸収され、また、赤色光は、シアンの顔料によって吸収されるため、両者の重ね部分は、共通して反射される色光の緑だけとなり、図4のグリーンインキの場合と同じような色が得られることになる。同様にして、マゼンタとシアンの重ねでは、共通して反射する青紫色が得られるし、マゼンタとイエローの重ねでは共通して反射する赤色が得られることになる。

シアン+イエロー→グリーン

マゼンタ+シアン→ブルーバイオレット

マゼンタ+イエロー→レッド

図9はカーボンブラックによる墨インキの黒色を示したものであり、スペクトルの各波長域のすべてにわたって吸収が行なわれている色であることがわかる。プロセスの3色を重ね合わせると、色光の赤色部分はシアンインキの顔料によって吸収され、緑色部分はマゼンタインキの顔料によって吸収され、青紫部分はイエローインキの顔料によって吸収されるので、結局すべての色光域が吸収されてしまい、図10のような形で図9と同じ黒色が得られることになる。実際のプロセス印刷では、細い文字などをわざわざ3色の重ねで黒とするより、墨インキ1色で黒を出した方が容易で

図6 プロセスインキ・シアン

図7 プロセスインキ・イエロー

図 8 シアンとイエローの重ねによるグリーンの発色

図 10 プロセス3色の重ねによる黒

図 9 黒 色

図 11 アミ点面積と濃度階調

あるし、3色インキの重ねはインキの乗りかた（トラッピング）になかなか問題があるので、画像部分についても、3色が重なる部分は下色除去といってとり除いてしまい、墨インキで印刷するという製版的な手法がとられている。

2.5 プロセスインキ+追加工の使用

プロセスインキは上述のように、マゼンタ、シアン、イエローの3色と墨（ブラック）を使用し、二次色のレッド、グリーン、バイオレットをあわせて計7色が紙上に印刷されることになる。しかし、これだけではとても原稿に含まれている複雑で微妙な色の階調を再現できないので、それぞれの色ごとに、アミ点という手法を組み合わせ、濃度の階調をうみ出すことができる。インキが附着するアミ点部分の面積をパーセントで表わすと（ベタ部分は100パーセント、

紙の白地とインキ部分とが半分ずつのところが50パーセント）、アミ点によって再現される濃度の階調は図11のような曲線となる。

画家は、えのぐを油やトランスペアレントメジウムで自由にうすめて、うすい色をつくり出す。また、インキによる再現でも、2.2の特練インキの場合は、濃色のインキをメジウムやニスでうすめて、任意の淡色をつくり出すことができる。たとえば、シアンのインキをうすめると図12のような色になる。しかし、プロセス印刷では、淡色部分は単にアミ点面積が小さくなるだけで再現され、インキの色自体はもとのままの濃い色であり、紙の白地の中での面積が小さいため眼にうすい色として感じとられるだけに過ぎない。従って、本質的には、両者は別の色だということになる。このため、肌色とか、微妙なソフトトーンの再現など

図 12 プロセス・シアン (A) と、その淡色 (B)

にはどうしても、プロセスカラー以外に、淡色を追加してやらねばならぬことになる。もちろんこれは、それだけの通しの増となり、印刷経費がかさむことになるが、高級のプロセス印刷では淡赤、淡藍などの追加をはじめ、原稿に応じた特色の追加が行なわれる。

また、ポスターやカレンダーなどで、写真諧調の部分のほかに、ベタの部分などがかなりの面積で含まれる場合は、そこをアミ点の重ねで再現するよりも、特練り色でずばりと刷った方がきれいにあがるので、淡色の使用とはちがった意味での追加色の使用が行なわれることになる。これらの組合わせにより、カレンダーやポスターでは、5色刷、6色刷から十数色刷などが実際に用いられている。プロセスの仕組みでは、はじめから再現不可能な金、銀、パール、蛍光インキなどが追加色として使われる場合もこの例に含まれる。

3. プロセスインキの濃度

墨インキは、図 9 のように、照射される光の大部分を均一に吸収することによって、墨色を生ずる。そこで、照射光を 100 とした場合に、どの程度の吸収が行なわれ、どの程度の反射光があるかを測ることによって黒さを表現することができることになる。反射光を x とした場合に、濃度は次式で表わされる (図 13)。

$$\text{濃度 } D = \log \frac{100}{x}$$

この式でさまざまな反射率の場合を計算してみると次のようになる。

反射率 (x) が 10% のとき	→	濃度	1.00
5	→		1.30
3	→		1.52

図 13 反射濃度

図 14 プロセスインキの濃度

1	→	2.00
0.1	→	3.00

実際の印刷物では、印刷面からの白色光の反射がどうしても数パーセント加わるので、通常の印刷濃度は 1.30 とか 1.50 とかいった程度の数値となる。数字が大きいほど、黒さが大であることは言うまでもない。

プロセスの色インキの場合には、色フィルターを使って、インキの色を黒としてとらえ、濃度値で表現できる。図 14 のように、マゼンタ (紅) インキの場合はグリーンフィルターをかけると、インキによって緑色光が吸収され、グリーンフィルターは緑色光以外を通さずに吸収するので結果は黒となり、濃度値として表現ができることになる。同じ様にして、シアンのインキに対しては赤色のフィルターをかけ、イエローのインキに対しては青紫色のフィルターをかけることにより、それぞれの色の濃度がとらえられる。図 5, 6, 7 でみれば、フィルターによって反射率の高い山の部分がカットされ、谷の部分の反射が、黒さとしてとらえられることを意味している。濃度値は、使用する濃度計の種類や、それに使われているフィルターの種類などによって同じ印刷物でも若干異なってくるし、紙や印刷条件がちがっても、もちろん値は大きく変化する。(次号に続く)