

世界に先駆けたデジタル・アナログ両用カラー感材の実現

—レーザー露光から大伸ばしまで可能にしたプロ用ペーパーの設計と技術—

Design concept and technologies of new professional color paper, which is adaptable to both digital printers with laser exposure and analogue printers for enlargement

三好正信* 村上修二*
Miyoshi, Masanobu Murakami, Shuji

In the professional photographic industry, alternative color papers with different contrasts are generally needed, namely low contrast papers for portrait use and high contrast papers for commercial use. Konica Color Paper Professional HC ("HC paper" for short) was designed and developed as a professional color paper for high-contrast color print use. In addition to basic characteristics as a high contrast paper, HC paper possesses various distinctive advantages, such as superb whiteness, higher maximum density, dual compatibility with analogue printers and digital printers, and richer highlight gradation combined with high contrast of middle and shadow areas. Design concept and new technologies of HC paper are reported

1 はじめに

プロフェッショナル写真市場は、一般にポートレート写真と商業写真に大別される。¹⁾ いずれも市場規模こそアマチュア写真市場ほど大きくはないが、貴重な写真画像を高画質で残す、産業の発展に寄与する等の社会的使命、及びそれ故の高収益性等の点で、極めて重要な位置付けにある。

今回、上記プロ写真市場に対し、新たにコニカカラーペーパープロフェッショナルHC（以下「HCペーパー」と略記する）を開発、導入した。

HCペーパーは上記の商業写真に適した基本特性を有する、いわゆる硬調タイプのカラーペーパーである。しかしながら、硬調であると同時にポートレートにも適する軟調なハイライト再現性、及びデジタルプリント・アナログプリントの両方に適する特性等、ユニークな特性を有している。以下に、HCペーパーの設計の考え方、及び導入技術について述べる。

2 HCペーパーの設計

2.1 プロフェッショナル写真市場とその動向

プロフェッショナル市場は、スタジオ写真、婚礼写真、学校写真等のポートレート（営業写真）分野、及び商業（商業写真）分野に大別される。¹⁾

上記プロフェッショナル写真市場においては、ポートレート写真用には一般的に比較的コントラストの低いペーパーが用いられ、一方、展示写真等の大サイズ写真の多い商業用写真では、コントラストの高いカラー

ペーパーが用いられる。

商業写真の作成は、一般的に Fig.1 に示される手順に沿って行われる。撮影の方法、各種中間処理の方法、及びプリントの方法等の違いにより、Fig.1 の A～E で示した各方法に分類される。従来は、リバーサルフィルムで撮影し、インターネガを介して銀塩カラーペーパーにプリントする方法（B法）がもっとも一般的であったが、近年はデジタル技術の発展により、画像をデジタル化し、画像処理を経てプリントが作成されること（C～E法）が多くなってきた。商業写真ではその性質上、好みのデザインや画質に仕上げるために画像と文字の複合化や画像編集等の頻度が高く、この場合デジタル化による画像処理が非常に有用となる。このようなデジタル化比率の上昇に伴い、プリント工程においても、次第に直接デジタル出力されるケースが増えてきた。

プリント工程で直接デジタル出力を行う場合、現時点で最も一般的な方法は、銀塩カラーペーパーに大型レーザープリンタを用いて出力する方法、及び大型インクジェットプリンタで出力する方法である。どちらの方法が有利かは、用途や技術進歩の度合いにも依存するが、現時点では銀塩カラーペーパーへの出力は、画質、コスト、及び生産性の点で有利だとされている。

2.2 コマーシャル用カラーペーパーの基本特性

HCペーパーは上記の商業写真用途のカラーペーパーとして、以下の基本特性を有すると設計した。

- 1) 大伸ばし、大サイズのプリント作成に適した高い感度、硬調な階調特性、及び低照度長露光適性
- 2) プロ写真市場で用いられているプロフェッショナル用カラーネガフィルム、インターネガフィルム

*コンシューマーイメージング事業本部 第一開発センター

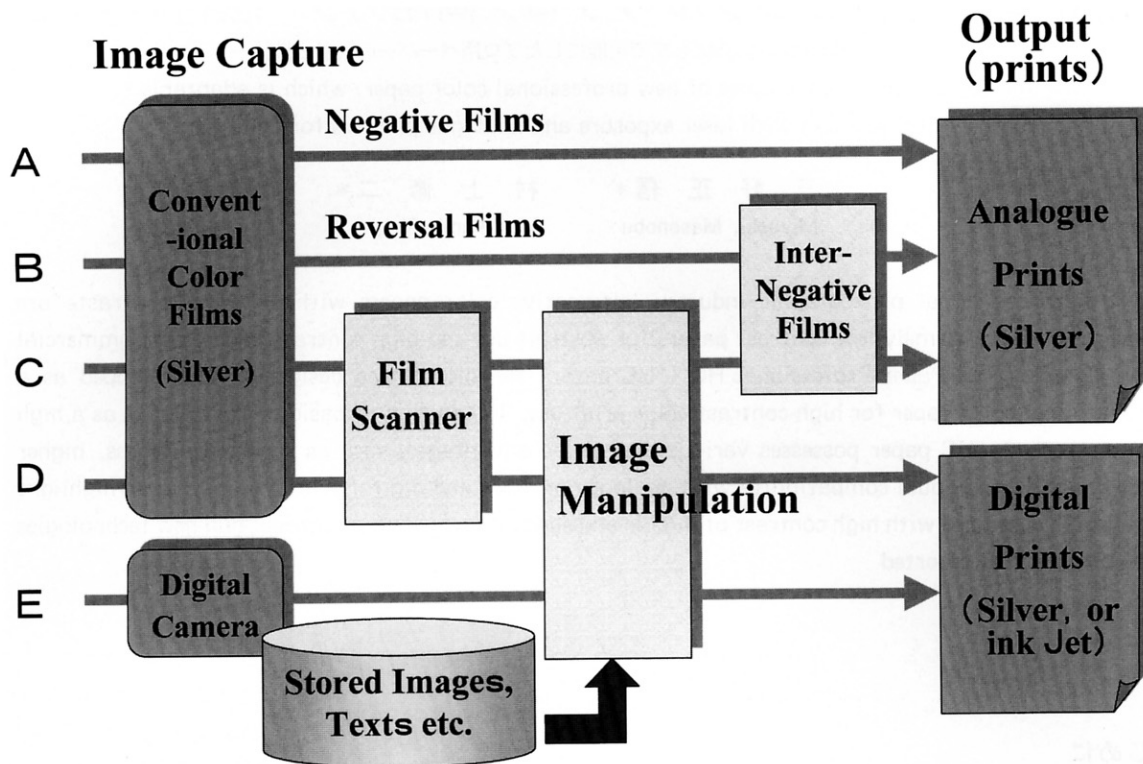


Fig.1 Typical Procedures of Commercial Photography

に適した階調、階調バランス

- 3) 忠実で飽和度の高い色再現性、最高レベルの鮮鋭性
- 4) 直接デジタル出力に対応したレーザープリンタ適性

2.3 HCペーパーの特長

コマーシャル写真市場におけるニーズ動向も踏まえ、前記の基本特性に加え、HCペーパーは下記のユニークな特長を付与する設計とした。

- 1) 最高の濃度再現域
優れた白地と最高の最大濃度。
- 2) デジタル・アナログ両用特性
レーザー露光から、アナログ大伸ばしプリントまで一種のペーパーで対応可能。
- 3) ポートレート用途適性
ハイコントラストでありながら、軟調なハイライト階調。ポートレートの中でも比較的ハイコントラストが好まれる用途に最適な設計。

上記特長により、HCペーパーはプロフェッショナル写真市場における様々な用途に対応でき、しかも何れの用途でも最高の品質が得られる設計とした。

3 HCペーパーの技術

3.1 デジタル・アナログ両用特性

上記のHCペーパーの特長の内、最も特徴的なものがデジタル・アナログ両用特性である。以下これについて詳細に説明する。ここで言うデジタル・アナログ両用特性とは、具体的には、レーザー露光や高照度LED露光等で要求される高照度超短時間露光から、アナログ大伸ばしで要求される低照度長時間露光まで、安定して高画質が得られる特性の事である。

Fig.2に示すように、代表的なデジタル露光装置であるレーザー露光の場合、 10^{-7} ~ 10^{-6} 秒の超短時間露光が一般的であり、逆に従来のネガフィルムを用いた大サイズのアナログプリントでは、露光時間が100秒を越えることも珍しくない。従ってデジタル・アナログ両用特性を付与するためには、この数十億倍もの露光時間範囲において、安定して高画質が得られる特性が必要となる。

3.2 デジタル露光とハロゲン化乳剤の感光特性

ハロゲン化銀乳剤の感光過程は、一般的に以下の様に考えられている。即ち、1) 光吸収による光電子と正孔の発生、2) 光電子の電子トラップへの捕獲(電子過程)、及び3) 捕獲された電子と格子間銀イオンの結合(イオン過程)、が繰り返えされ、現像可能な大きさの銀核、即ち潜像が形成される。

Printers / Papers	Exposure Time (sec)						
	1 μ		1/100	1/10	1	10	100
Printers	<div style="text-align: center;"> Small size Middle size Large size </div>						
Analogue Printer (Optical Printer)							
Digital Laser Printer							
Color papers	<div style="text-align: center;"> Analogue print (amateur) Analogue print (professional) Digital print Konica Color Paper Professional HC </div>						

Fig.2 Exposure Time Corresponding to the Application of Color Prints

上記潜像形成過程において、いわゆる相反則不軌と呼ばれる潜像形成の不効率が生じる現象が知られている。

相反則不軌には、低照度長時間露光の場合に生じる低照度不軌、及び高照度短時間露光の場合に生じる高照度不軌がある。一般に低照度露光では不安定な亜潜像を生成し易いために潜像形成の非効率化が生じ（低照度不軌）、逆に高照度露光では潜像分散によって潜像核形成の非効率が生じる（高照度不軌）と考えられている。²⁾

レーザー露光の様な高照度露光を行う場合、一般的なカラーペーパーでは上記の高照度不軌によって Fig.3 に示すような問題を生じる。即ち、数十ミリ秒～数秒の中等度の照度で得られる特性曲線（curve A）に対し、高照度露光では大幅な軟調化（curve B）や最大濃度の低下（curve C）を生じる。何れの場合も、デジタルプリントにおいて十分な発色濃度が得られず、写真品質を著しく損なうことになる。

上記の高照度不軌の改善には、電子トラップや正孔トラップをハロゲン化銀粒子の内部や表面に効果的に組み込む必要があり、イリジウム錯体等の遷移金属錯体をドーブする方法、化学増感法の工夫等が有効であることが知られている。しかしながら、十分な高照度不軌の改良を図ろうとすると、一般に低照度不軌特性の劣化、潜像安定性の劣化、感度低下、及びカブリ増加等、他の写真性能の劣化を引き起こしてしまう。このため 10^{-7} ～ 10^{-6} 秒の高照度露光から 100 秒を超える低照度露光まで好ましい写真特性を発揮するハロゲン化乳剤を得るには、新た

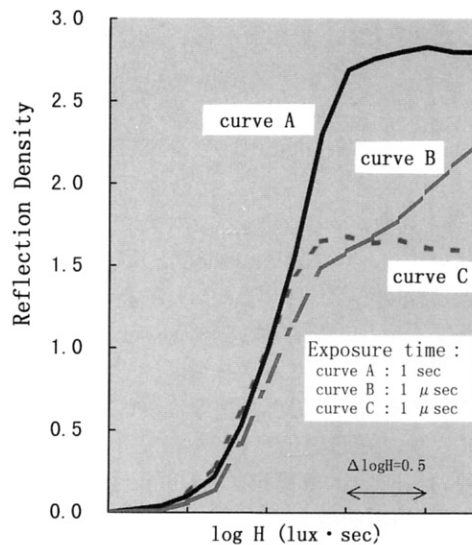


Fig.3 Typical problems caused by high intensity exposure (curve B and curve C)

な技術開発が必要であった。

3.3 HCペーパーの乳剤技術とその特性

HCペーパーでは、先に開発した一般用カラーペーパー（コニカカラー-QAペーパータイプA7）³⁾の技術を更に発展させ、新たなハロゲン化銀乳剤技術（以下「HC乳剤」

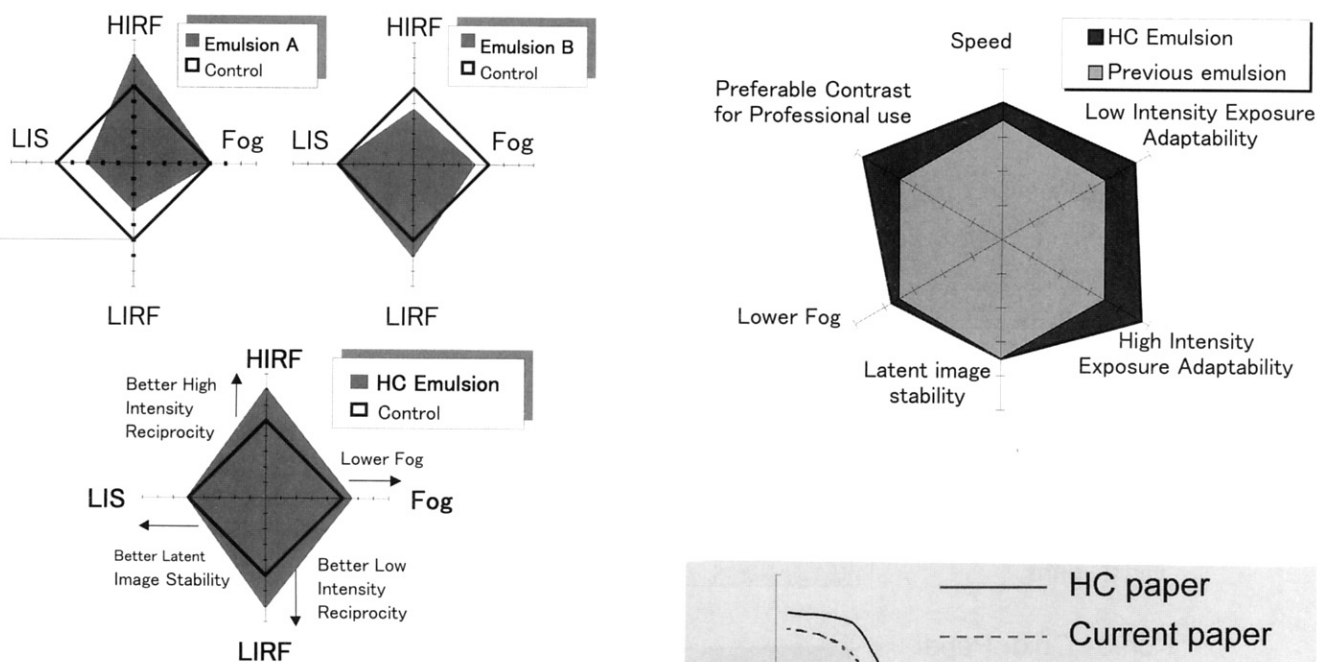


Fig.4 Trade-off in emulsion characteristics, which were overcome by HC Emulsion.

と呼ぶ)を開発し上記の課題を解決した。HC乳剤では、電子トラップの形成位置とその準位を精密に制御したハロゲン化銀粒子技術、及び新たなカブリ抑制技術等により、上記の高照度不軌と他の写真特性の取り合いを解決した。

例えば、Fig.4に示すように、従来技術では高照度不軌の改良と、潜像安定性、低照度不軌、及びカブリ等が取り合いとなるケース (Fig.4の Emulsion A、Emulsion B) が一般的である。これに対し、HC乳剤 (Fig.4中央下の HC Emulsion)では、上記の取り合い現象が新規技術で克服されている。

上記HC乳剤の採用により、Fig.5に示すように、潜像安定性の劣化がなく、低カブリ、高感度、及びプロ用ペーパーに適した階調特性等、他の好ましい写真性能を付与しつつ、高照度不軌と低照度不軌を同時に向上させた。

更に、先に開発したコニカカラー QA ペーパータイプ A 7の特長でもある白地や色再現性等の優れた特性を継承することにより、前記のHCペーパーの設計目標を実現した。Fig.6には、アナログ露光プリント条件におけるHCペーパーの調子再現曲線を示した。従来の典型的な商業用カラーペーパー (波線)と比較し、HCペーパーの調子再現曲線 (実線)は、高い最高濃度と低い最低濃度 (即ち、より広い濃度再現域)を有している。更に、硬調な主階調と軟調なハイライトを併せ持つユニークな特性も実現されている。

5 まとめ

HCペーパーは、従来のプロ用ハイコントラストペーパーとしての高画質化に加え、「アナログ・デジタル両用」、

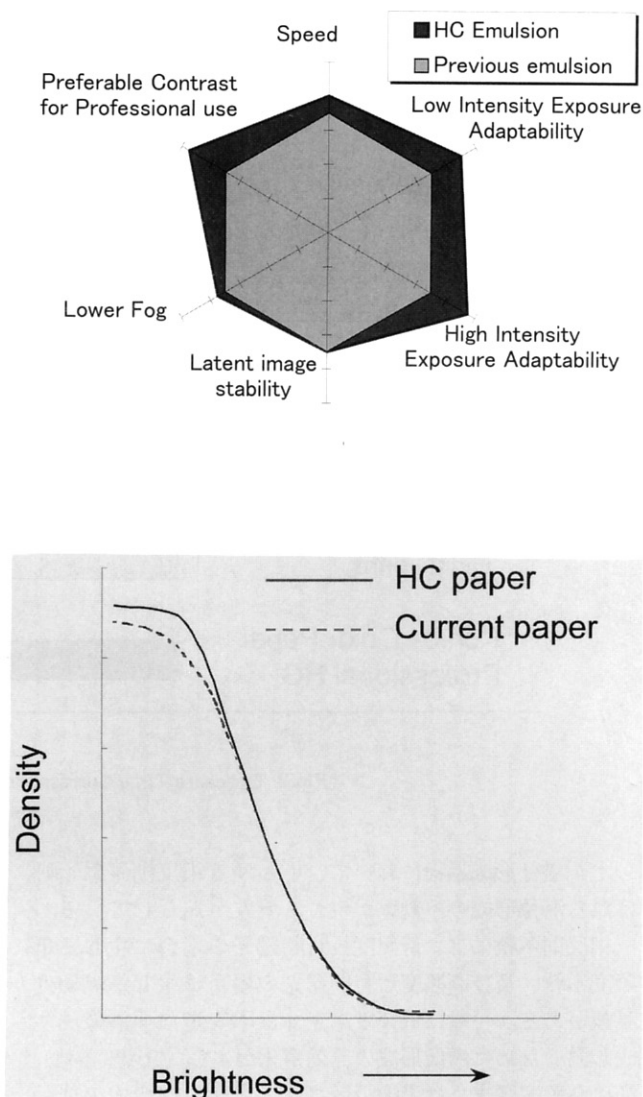


Fig.6 Tone reproduction curve from HC Paper compared with a typical current color paper for commercial use

及び「ハイコントラストでポートレート用途にも適する」という新たなコンセプトを付与して開発した。

これにより、従来のプロ用写真市場、及び伸長著しいデジタルプリント市場の両方において、銀塩ペーパーのメリットを活かした新たな展開が期待される。

●参考文献

- 1) 谷口寛編：フォトマーケット臨時増刊号，第19巻 第240号，フォトマーケット(株)，1998，P.124 等
- 2) Tadaaki Tani:Photographic Sensitivity, Oxford University Press, New York,1995,Chapter 4.
- 3) 三好正信：Konica Tech. Rep., 11, 37(1998).