

GX200プロフェッショナルの開発

—豊かな階調再現を求めて—

The Development of Professional Color Negative Film: The Design of Delicate Gradation

榛葉 悟
山田良隆
感材生産本部
第1開発センター



この写真の内容については
お問い合わせ下さい

Shimba, Satoru
Yamada, Yoshitaka
Development Center Section No. 1
Photo Production Headquarters

Abstract

GX 200 color negative film does more than simply fill the film speed gap between GX 100 and GX 400.

GX 200 film was made specifically for perfect portraiture because it was designed to score high in qualities that were once a trade-off. On one hand, its low contrast of neutral gray produces the delicate highlight-to-shadow gradation in skin tones that is essential to professional results. Yet on the other, it also provides high color saturation and clear, sharp images, qualities that are sacrificed in other films. Together, this means fine tone, vibrant colors, and crisp images.

Essential to GX 200's performance is its new DIR compound. Critical to development was not only the design of the compound itself, but further the DIR's integration with the entire film design system. Our success allowed precise control of interimage effect (IIE) while maintaining high quality in all other aspects of the film.

1

まえがき

今日のカラープリントは、カラー感光材料、処理技術の著しい発展により極めて高品質化されている。取分け需要の多いカラーネガ・ポジ系は、各感材メーカーとも、ここ数年種々のハイテク技術の導入により性能改良がなされ、新製品発表が相次いでいる。

最近のカラー・ネガフィルムは総合的に高画質化され、特に色再現性、鮮鋭性が向上している。得られるカラープリントは色鮮やかでメリハリの効いたものとなっている。この様なプリントはアマチュアユーザーに好意的に受入れられており、その背景にはテレビの様な高輝度画像が日常的なものになっているためと考えられる。

今回我々は、GXシリーズの1つの感材として高画質でありながら、階調描写力が高いGX200プロフェッショナルを開発した。これは従来のISO200感材とは設計思想がまったく異なるものであり、ポートレート写真を主に撮影する感材として開発したものである。即ち、GX100相当の高画質性能を有しながら、ハイライト部からシャドウ部までの優れた階調描写力を有する感材である。以下このGX200の開発上の特徴点について報告する。

2

開発の背景

カラー感光材料における画質は、①階調性、②鮮鋭度、③粒状度、④色に分類される。中でも銀塩写真の最大の魅力は階調再現性にあるとも言える。即ち他の如何なるイメージングシステムも及ばない豊かな階調描写が可能である。階調再現の観点より考えると、モノクロ写真系では印画紙に1～4号といった階調の異なるものがある事や、ネガ現像の時間変化が可能である事などにより、作画意図による階調再現コントロールが可能である。一方、カラープリント系では、ネガ現像は常に同一条件、プリント印画紙についても選択の余地が少なく、カラーバランスは変化できても階調再現の硬いもの、軟らかいものというユーザー選択は現状では難しい。ところが、現実的には被写体の輝度比は千差万別であり作画意図も様々であるから、カラープリントにおける階調再現性の選択には強い要望がある。特に、ポートレートなどの肌の階調再現の美しさが主題となる写真では、ハイライト部のとび、シャドウ部のつぶれは大きな不満となる。この要望に対して最近の感材は全般的な傾向として不十分である。一方この様なポートレート用途には軟調に設定されているプロ用のネガフィルム、ペーパーが提供されている。しかし、プロ用感材は軟調化に伴う鮮鋭性、色再現性の低下が充分補われていないばかりか、最近のアマチュア用感材の画質と比較しても充分とは言えない。

これらの状況より、色鮮やかでメリハリの効いた質感描写力が優れていると同時に階調描写力の豊かなカラー感材の開発が待ち望まれていた。

3

感材設計

3.1 階調設計と基本技術

カラーネガ・ポジ系の階調再現は、Fig.1に示す様に原シーンの輝度分布(I)に対し、カラーネガの特性曲線(II)とカラーペーパーの特性曲線(III)の組合せにより、仕上がりの調子再現曲線(IV)が決定される。調子再現については、人間の視覚特性、撮影時のフレアそして画像評価の心理効果等を考慮して種々のものが提案されている(1、2)。Fig.2には、最近のアマチュア用及びプロ

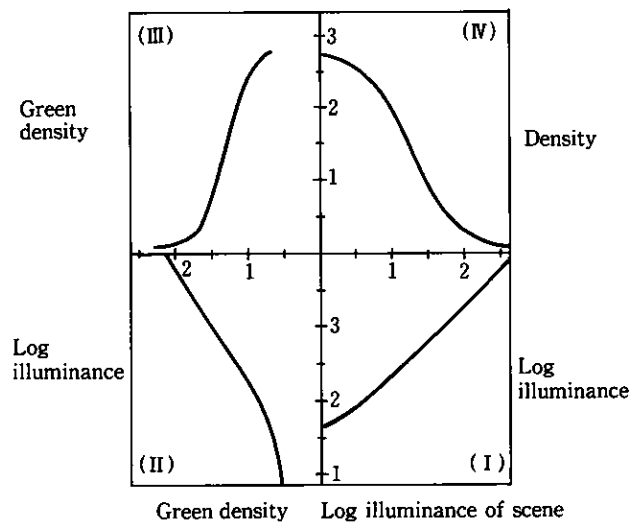


Fig. 1 Objective tone-reproduction diagram for color negative/paper system
 I : Camera
 II : Color negative film
 III : Color negative paper
 IV : Tone-reproduction curve

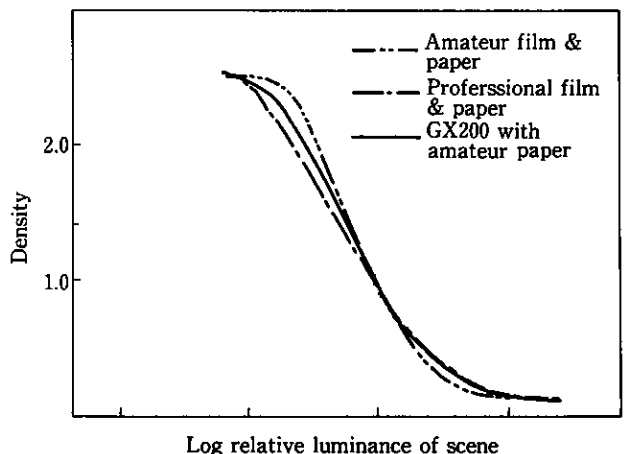


Fig.2 Tone-repsoduction curves

用カラーネガ・ポジ系の調子再現曲線を示した。アマチュア用が非常に硬調である事がわかる。我々はこれらのデータを種々の角度より解析し、その結果としてFig.2中に示す様なGX200・アマチュアネガペーパー系の調子再現曲線を設定した。さらに、グレーバランスを考慮してGX200の写真特性曲線を求めた。Fig.3にはこの様にして設定したGX200の白色光露光で得られる写真特性曲線を実線で示した。加えて、Fig.3中には単色光 (BGR光) 露光で得られる写真特性曲線を破線で示した。これは、カラープリント系において、視覚的に得られる階調再現が、前述のグレー再現における調子再現性に加え、単色光で得られるネガ写真特性によっても大きく影響を受ける事による。そのため、GX200の開発においては、階調再現決定の1つの因子としてこの単色光露光時のネガ写真特性曲線Fig.3を加えて設定した。

この様に設定されたGX200は当然GX100等と比較すると軟調になっているが、単純にはこの事により色再現域の縮小、鮮鋭性の劣化等の画質低下を引き起こす事になる。従って階調描写力を高め同時に画質としてはGX100並みの性能を維持するという、一見相反する性能を達成する事がGX200開発の最大の技術課題となった。そして、その課題達成のため我々は、画質設計シュミレーション

を駆使し技術的検討内容をあきらかにして行った。Table 1には、GX200の性能とその技術内容の関係を示した。この内、(a)多重構造AgX結晶 (MSC)、(b)高速高発色性カップラーの技術はGXシリーズ共通のものであり、詳細はKonica Technical Report Vol.1 に紹介されている。一方、(c)高反応性タイミングDIR化合物、及び(d)インターイメージ効果 (IIEと略す)コントロール技術はGX200における相反する性能を同時に達成するための最重要技術であるので、以下もう少し詳しく報告する。

3.2 精密に制御されたIIE技術

IIEは、最近の感材において広く用いられている技術であり、簡単に表現すれば「現像抑制物質が他層の発色を自層の発色量に応じて抑制する効果」である。Fig.3の点線と破線の関係は、一般的にIIEを写真特性曲線上で示すものである。即ち、白色光露光された時は、BGRの三感色性層でほぼ同時に現像反応が起こり、その現像過程においてこれら三層が互いに他層の現像反応を抑制し合い、その結果として実線で示すニュートラル・グレーの写真特性曲線が得られる。一方単色光露光された場合は、他層からの現像抑制効果が働かないため、破線で示す硬調な写真特性曲線が得られる。Fig.4はGX200と従来のSR200のIIEの大きさを比較したものであり、BGR三感色性層と

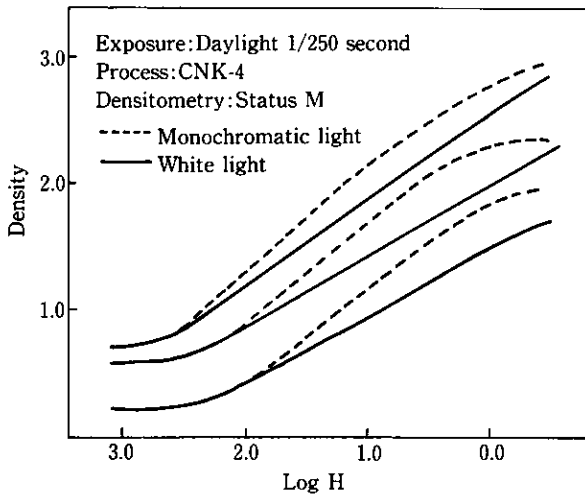


Fig.3 Characteristic curves

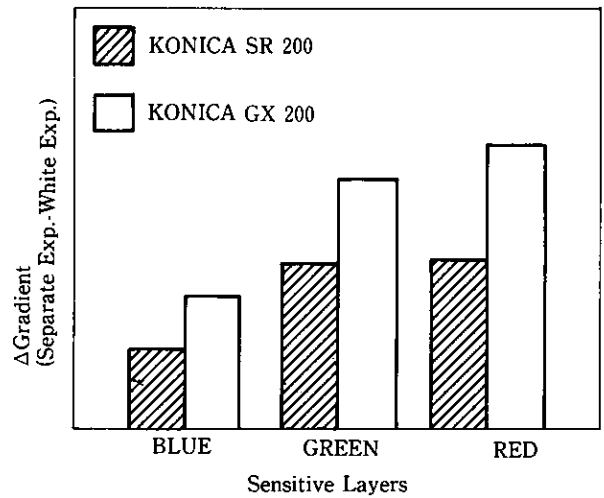


Fig.4 IIE magnitude compared

Table 1 GX200 technologies and their effects on performance

	Gradation	Sharpness	Graininess	Color reproduction
Multi structure Crystals	○	○	◎	
High-speed, high-chromatic couplers		◎	○	
High-reactive, timing DIR compound	○	◎		◎
Inter-image control	◎	◎		◎

も大きくなっている。またFig.5と6は、このIIE技術によりもたらされる向上性能の中で、代表的な色再現域の拡大効果及び、鮮鋭性向上効果を従来のSR200との比較で示した。

ではこのIIEをどの様にしてGX200の中で意図した様に発現させたかと言えば、次の様な感光材料構成因子を一つ一つコントロールし、且つ相互の因子を精密に制御する事により達成されている。

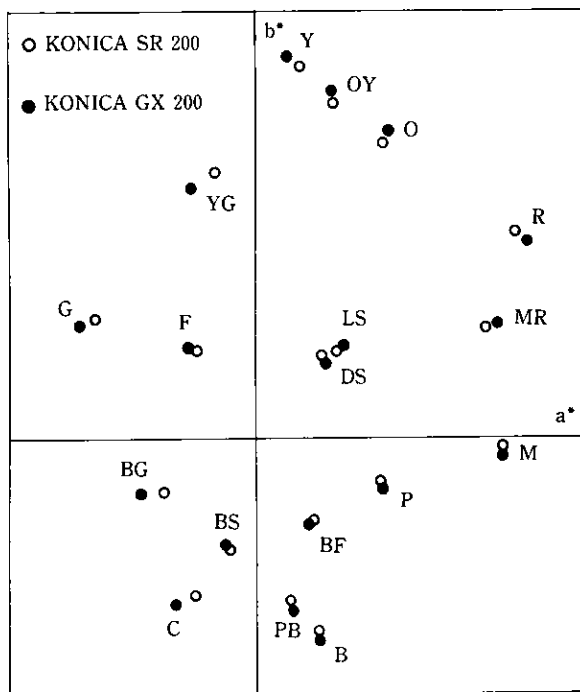


Fig. 5 GX200 color reproduction
Letters indicate colors
Paper:Konica SR paper

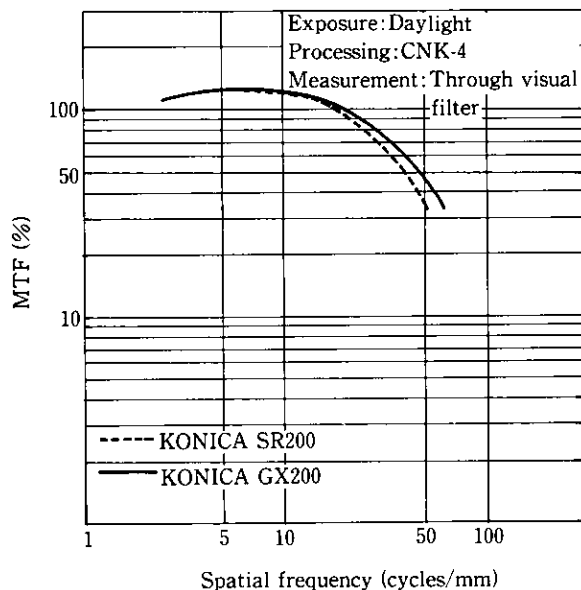


Fig. 6 MTF curves

<IIEに関する主な感材構成因子>

高反応性タイミングDIR化合物の反応性、現像抑制基の抑制性、拡散性；Agxの現像性、被現像抑制性；主発色カプラの反応性、ゼラチン塗膜の性質（膜厚・硬膜度・物質拡散度等）

また当然ではあるが、このIIE技術は、Table 1に示した性能以外にも感材として要求される性能（例えば感度、保存及び処理安定性等）を十分に満足される様設計されている。

では、このIIE技術の中で高反応性タイミング化合物について以下説明する。

3.3 高反応性タイミングDIR化合物

DIR (Development inhibitor-releasing) 化合物は、発色現像時に発色量に対応した量の現像抑制剤を放出する化合物である。GX200で採用している高反応性タイミングDIR化合物は、Fig.7に示す様な構造及び化学反応をする。図中において

- A；高反応性のカプラー母核であり、発色現像過程において、競争反応する主カプラーとの反応速度比較をする事により選択される。
- B；タイミング反応基であり、現像抑制をさせたい層までの拡散時間及びその層のAgXの現像速度等により選択される。
- C；現像抑制基であり、特に本化合物においては、膨張したゼラチン塗膜中を拡散可能なものである。従って、拡散する塗膜性質や、現像抑制する層のAgX性質等により選択される。

以上の様なA・B・C部の選択より、一つの高反応性タイミングDIR化合物の構造を決定している。具体的な現像抑制基部分の選択方法を示すと次の様になる。即ち、一つ

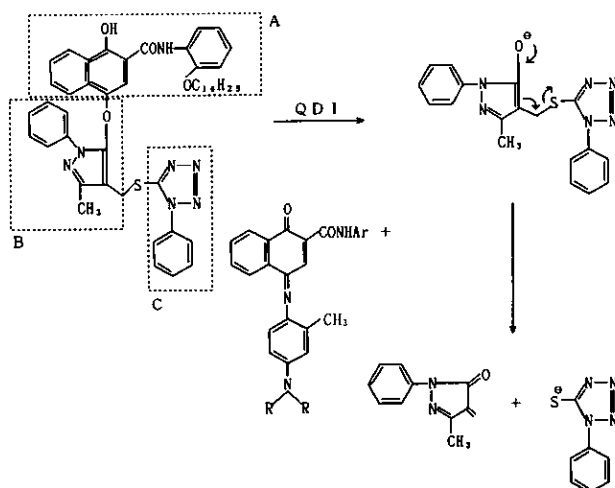


Fig. 7 Typical Timing DIR compound
A: Coupler moiety
B: Timing group
C: Inhibitor

には、「現像抑制力と拡散性」、他方は「後期現像抑制性」となる。Fig.8と9は、その観点より求めた実験データを示した。具体的な実験データの求め方は付記に示した通りである。Fig.8よりわかる様に一般的には現像抑制力と拡散性は相反する。そこで我々は、拡散性のコントロールのために、前述のB部（タイミング反応基）を工夫したり、現像抑制力を補うために、AgXの現像性、被現像抑制性への工夫を行っている。他方、後期現象抑制とは、現像反応が進行しているAgXに対しても現像後期で抑制する力がある抑制剤という意味であり、特に拡散している層でのAgXの現像を抑制する意味からは大切な性能となる。従って、Fig.9に示す様な性能を有する化合物が、特に本高反応性タイミングDIR化合物における現像抑制基部分としては必要である。そして、この様な2つの評価を数百にのぼる化合物について行い最も望ましい化合物を選択していった。

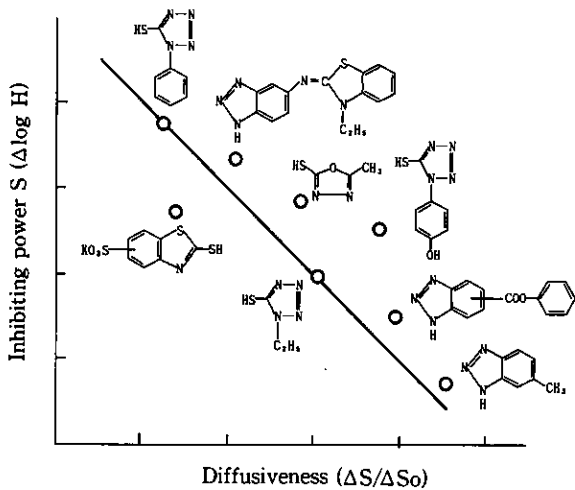


Fig. 8 Diffusiveness vs. inhibiting power

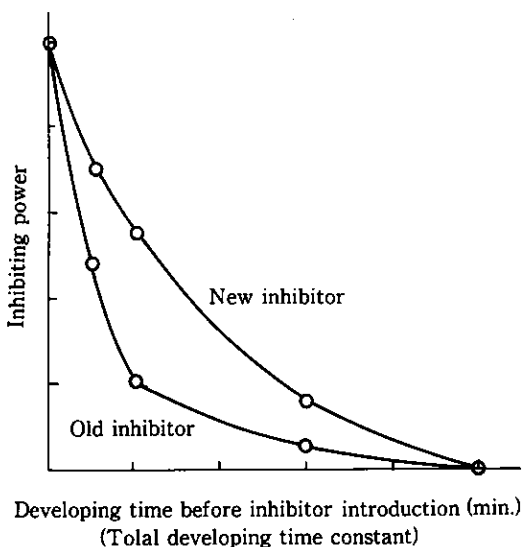


Fig. 9 Inhibiting power late during developing

以上簡単に現像抑制基部分の検討経過を報告したが、同じ様に前述のその他の感材構成因子の検討を行い、IIEコントロール技術の確立あるいはその他GX200に必要な技術確立を行い、感材開発を達成した。

4

まとめ

GX200は、単に感度がISO100と400の間にある感材というのではなく、「ポートレート等の人物撮影を用途とする」という明確な感材コンセプトをもって開発した。これは、これまでの感度系列による感材開発から脱し、ユーザーニーズを大切にされた感材開発思想である。また、そのために我々は、高画質を維持したまま、従来以上の階調描写力を有するための技術検討を行い、GX200の開発を達成した。その結果、発売以来、市場の各方面より好評を博している。

銀塩写真の魅力を最大限に発揮し、高画質、高品質である事に加え、より多くのユーザーニーズを反映させた感材開発が今後益々必要であると考えている。そしてそのための技術課題はまだ多く、今後さらなる技術研鑽が必要であると考えている。

最後に、このGX200プロフェッショナルの開発にあたり、多くの方々に御協力御指導いただきました事に深く感謝致します。

付記

1) 現像抑制力と拡散性の求め方

現像抑制力；Fig.10に示す塗膜試料(a)を作成し、この試料を露光後、発色現像処理をする。現像液には各種現像抑制剤の量を変えて添加したものと、未添加のものを用いた。現像抑制剤を未添加の現像液で処理した際の感度(S_0)と、現像抑制剤を添加した現像液の現像で得られた感度(S)との差(ΔS)を現像抑制力の尺度とする。

拡散性；Fig.10に示す様な2種類の試料を作成し、これを露光・発色現像処理する。現像液には、試料(a)の感度を60%に抑制する量の各種現

Protective layer	Gelatin	Gelatin + unsensitized AgX (0.08 μ m)
Light sensitive Agx layer	AgX (0.50 μ m) + magenta coupler	AgX (0.50 μ m) + magenta coupler
Base		
	Sample A	Sample B

Fig. 10 Experimental film samples

像抑制剤を添加したものと、現像抑制剤を添加していないものを用いた。現像抑制剤未添加の時の試料(a)の感度を S_0 とし、試料(b)の感度を S_0' とし、現像抑制剤添加の時の試料(a)の感度を S_{iv} とし、試料(b)の感度を S_v とすると、

試料(a)の減感度 $\Delta S_0 = S_0' - S_v$

試料(b)の減感度 $\Delta S = S_0 - S_{iv}$

拡散性 $= \Delta S / \Delta S_0$ と表される。

この方法により求めた値を拡散性の尺度とした。

2) 後期現象抑制性

Fig.10の試料(a)を用いて、これを露光した後に、次の様な発色現象処理を行った。

現像液(A) ; 現像抑制剤未添加の現像液

現像液(B) ; 試料の γ を50%に抑制する量の各種現像抑制剤を添加した現像液

$2'30'' = T_A$ (現像液(A)による処理時間) + T_B (現像液(B)による処理時間)

この様にして T_A の時間を変化させた時の γ の変化を現像抑制度とした。

●参考文献

- 1) C.N.Nelson, "Tone and Color Perproduction"(T.H.James "The Theory of the Photographic Process" 4th Ed. P-536,1977. Macmillan Publ Co.,Inc.)
- 2) C.J.Bartleson & E.J.Breneman, "Brightness Reproduction in the Photographic Process" Photogr.Sci.Eng.,11 (4) 254 (1967)
- 3) 小坂橋: "コニカにおけるカラー感材・処理の開発動向,Konica Technical Report Vol.1,P-5(1988)
- 4) 嶋崎、坂本、仲川、居野家、石川; USP-4725529