

医療用デュープ感材SR-DUPの開発

Development of Medical Duplicating Film SR-DUP

三 觥 剛* 小 野 耕 治*
Mitsuhashi, Tsuyoshi Ono, Koji

In addition to the many types of SR-film already on the market, a new medical duplicating film, SR-DUP, has been developed. The SR-DUP film is a direct-positive one in the SR-system—a super rapid forty-five second processing system. In general, medical duplicating film is useful for such purposes as filing, consultation, medical education, and the research of diagnostic images, necessitating the accurate reproduction of original images. Accordingly, SR-DUP film has a contrast and exposure latitude designed for high-fidelity reproduction, made possible through our new mono-dispersed iridium-doped direct-positive emulsion technology and high ortho mono-dispersed grain (HMG) technology. The forty-five second processing capability of SR-DUP film is achieved through thin layer technology, hardening technology, and other previously established technologies within the SR-system.

1 はじめに

コニカでは、45秒・超迅速処理SRシステムを1988年3月に発売して以来、直接X線撮影用オルソフィルム各タイプに加え、間接X線撮影用フィルム、イメージングフィルムなど、医療現場のニーズに応えた45秒処理可能なSRフィルムを開発してきた。

今までのSRフィルムの開発はすべてネガ感材であったが、今回は直接ポジ感材である医療用デュープフィルムSR-DUPを開発したので、その特徴、技術について紹介する。

2 医療用デュープ感材の市場背景

医療用デュープフィルムは、オリジナルフィルムの医用診断画像を複製するために用いられる画像記録用フィルムである。ここでいうオリジナルフィルムとは、医用画像診断で用いられる直接X線撮影フィルムからCT、MRI、US、DSAなどの画像を記録するイメージングフィルムなどのすべてのフィルムが対象となる。フィルムの複製は、患者の病院間での移動により各病院毎にフィルム保存する場合、診断が複数の診療科にまたがり複数枚の画像が同時に必要になる場合、研究用として貸し出す場合、また医療訴訟の際の証拠として用いる場合などに行われている。

3 医療用デュープ感材に必要とされる性能

医療用デュープフィルムは、直接、間接X線写真やCT、MRI、US、DSA、RIなどの各種医用診断においては、わずかな濃度差領域の認識から疾病を診断する場合が少な

* 感材生産本部 第二開発センター

くないため、調子再現性が最も重要視される。そのために最低濃度を低くし、特性曲線の脚部から中・高濃度までのコントラストが1.00となる性能が必要である。また、胸部写真のような濃度域の広い画像、CT、MRIなどのバック濃度が高い画像を複製するために、十分に高い最高濃度を有する必要がある。

一方、最近の医療現場では、超迅速（45秒）処理の普及により、デュープフィルムにも超迅速処理適性を持たせることが望まれていた。

4 SR-DUPの技術

調子再現性の向上のための新規直接ポジ単分散乳剤技術及び、超迅速処理化の技術を開発した。

4.1 新規直接ポジ単分散乳剤

通常、医療用デュープ感材は、カブリ破壊型乳剤による直接ポジ法を応用して設計されており、ネガ像と同じ現像処理によりポジ像を得ることができる。カブリ破壊型乳剤とは、予め粒子表面に形成したカブリ核が、露光によって破壊される効果を利用するものである。その機構は、露光によってホールと光電子が発生し、ホールが粒子表面に拡散して、表面カブリ核を破壊すると考えられている (Fig.1)。一方、電子はホールと再結合し、表面カブリ核破壊の効率を低下させるが、ハロゲン化銀粒子に電子トラップを形成することにより再結合を防止できる。その電子トラップの方法により、(a) ハロゲン化銀粒子内部に金属イオンをドーブした内部トラップ型乳剤、(b) 減感色素等による表面トラップ型乳剤、の2つのタイプに分けられる。

医用デュープ感材SR-DUPでは、当社のオルソ感材で培ってきたHMG (High-ortho Mono-dispersed Grain)

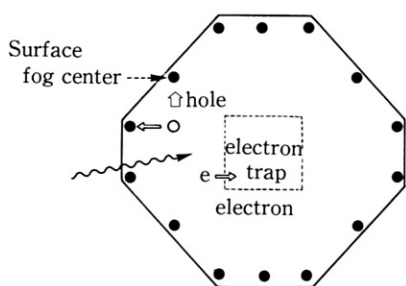


Fig. 1 The roles of a hole and electron in a direct-positive silver halide grain

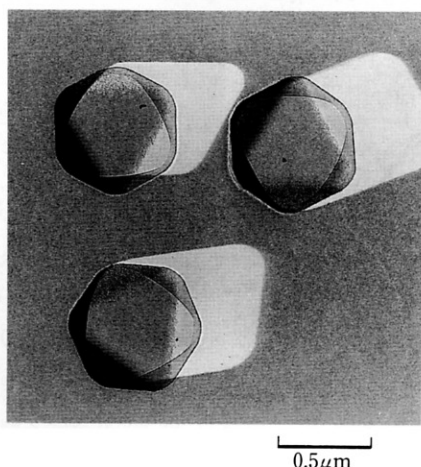


Fig. 2 Electron micrograph of new direct-positive mono-dispersed grains

技術¹⁾を応用する事により、理想的な直接ポジ単分散乳剤（上記 (a) の内部トラップ型乳剤、Fig.2）を設計した。HMG技術の内容を簡単に述べると、①粒子の結晶成長を精密に制御することにより均一な粒径と規則正しい結晶構造を持つハロゲン化銀粒子の調製技術②均一な形状と性質を活かした化学増感、分光増感技術③異なる単分散粒子を組み合わせ、写真特性を計算により予測し設計する技術から成り立っている。

まず、①ハロゲン化銀乳剤調製技術により均質な粒子を得た。すなわち、露光時の粒子表面での潜像形成反応を防ぐためにイリジウム錯塩を、電子トラップ剤としてドーピングを行った。錯塩のドーピング量は、 $1 \times 10^{-6} \sim 1 \times 10^{-3} \text{ mol/Ag mol}$ のなかで最適量を粒径の異なる乳剤ごとに、決めてドーピングし、ドーピングする位置（粒子表面からの距離）を最適化することにより、低Fog、高感度の粒子を設計した (Fig.3)。また、粒子形成時のpHとAg電位をコントロールし、内部構造、金属錯体のドーピング位置、粒子の晶癖を揃えることを可能にした。これらより、処理依存性が少ない直接ポジ単分散ハロゲン化銀粒子の調製技術を開発した。従来の直接ポジ多分散乳剤ではこのように均一な品質の粒子を設計することは不可能であった。

次に②により、均質な形状、性質を生かしたカブリ核形成方法を開発した。経時による特性曲線の変動のない高感度感材を得るためには、空気酸化等により破壊されないカブリ核を予め形成することが重要である。そこで各乳剤（粒子）ごとに最適なカブリ核を形成するために、従来から知られている金化合物と還元剤との併用²⁾³⁾によるカブリ（銀）核形成の制御を最適化する新しいカブリ熟成法を確立した (Fig.4)。SR-DUPでは省銀のために小粒子化を行ったが、その際の感度低下はこの技術で解決した。

さらに③として、単分散乳剤によるデューブ感材の特性曲線の設計を行った。単分散粒子は、内部構造、金属ドーブまで粒子間で一様にできているため、粒径と感度の間に非常によい相関が得られている。従来の直接ポジ多分散乳剤を用いてミックスする方法では、実際に試作しなければわからなかった特性曲線が、感度の異なる単分散粒子の組み合わせにより、シミュレーションを行うことで実際の特性曲線を設計する事が可能になった。これにより、低濃度部から高濃度部まで直線性を有する、医療用デューブフィルムとして理想的な特性曲線を設計した (Fig.5)。

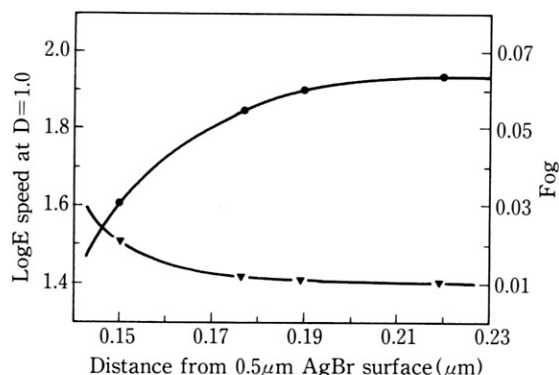


Fig. 3 Dependences of speed and fog on the distance between the iridium doping site and surface

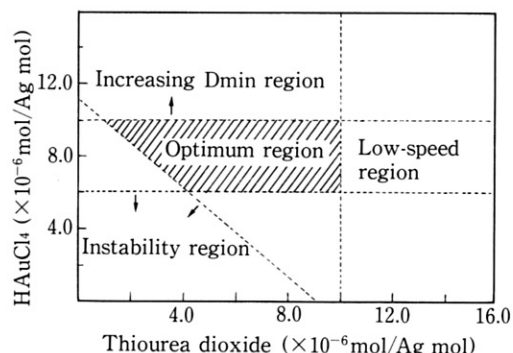


Fig. 4 Optimal combination of thiourea dioxide and HAuCl_4 during the second ripening

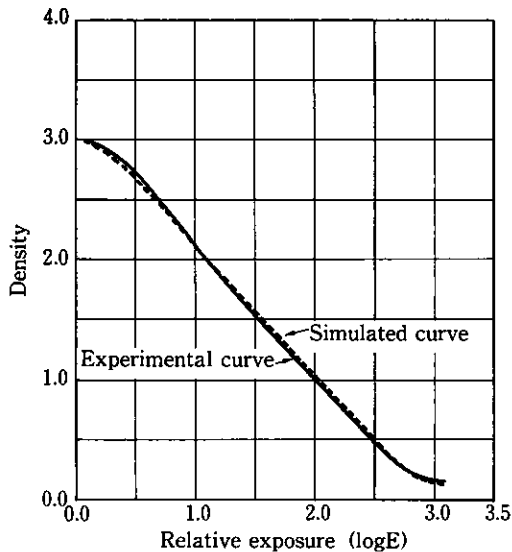


Fig. 5 Simulated and experimental curves for emulsion mixtures

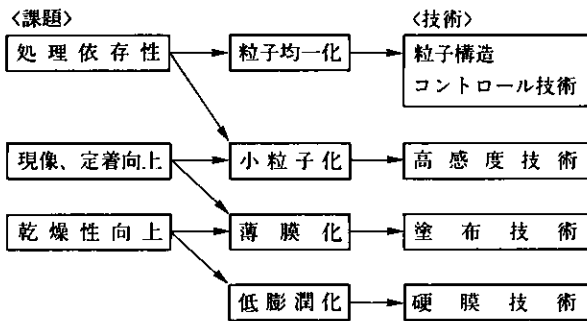


Fig. 6 Subjects and technologies for 45sec processing

4.2 超迅速処理適性

超迅速処理適性を付与するためには、Fig.6に示す課題を解決する必要がある。処理依存性については、前述4.1の直接ポジ単分散乳剤での粒子の均一化、小粒子化により、処理性の向上を達成している。さらに、乾燥性向上は、従来品と比べて30%の薄膜化と、硬膜度を上げる事による低膨潤化により達成した。

5 SR-DUPの特性と性能

5.1 画像再現性

最高濃度をより高くし、長い直線部を有するコントラスト：1.00の特性曲線を設計し、調子再現性を向上させた。これにより、広い濃度域をもつ胸部画像からCT、MRI画像などのオリジナルフィルムがもつ情報も忠実に再現ができるようになった。

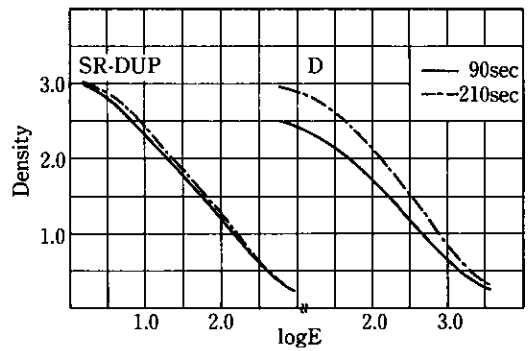


Fig. 7(a) Characteristic curves of SR-DUP and D for different processing times

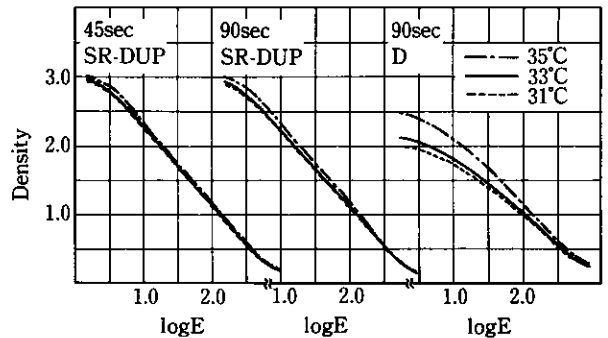


Fig. 7(b) Characteristic curves of SR-DUP and D at 31°C, 33°C, and 35°C developing temperatures for 45-second and 90-second processings

5.2 超迅速処理性 (SR化)

Fig.7 (a), (b) に示すようにSR-DUPは、45秒処理から3分半処理まで、ほとんど同じ特性を得ることができ、処理温度依存性も従来品Dに比較して小さい。これにより、市場でのさまざまな現像処理条件に対して、一定のデュープ性能を提供することが可能となった。また、45秒処理後の残留銀、残留ハイポの値も長期保存可能なレベルにある。さらにSR-DUPの完成により、SRフィルムのラインアップができ、フィルム品種による処理時間の切り替えの煩わしさを軽減した。

6 まとめ

SR-DUPは、超迅速処理適性を有し、優れたデュープ特性を持った医療用デュープ感材である。このSR-DUPが国内外の医用診断分野で貢献することを期待する。

●参考文献

- 1) 岩田正俊, 本田凡, 川崎幹男: Konica Tech.Rep., 1, 20 (1988)
- 2) 特公昭46-40900
- 3) E.Moisar, et al.: J.Photogr.Sci., 22, 121 (1974)