

医療用写真処理システムの環境適性と 利便性の向上への取り組み

Development of environment-friendly and convenient processing system for medical imaging

三 鷲 剛* 塚 田 和 也* 山 下 裕 史*
Mitsubishi, Tsuyoshi Tsukada, Kazuya Yamashita, Hirobumi

Konica's new environment-friendly rapid processing system has been developed to cut processing time from 45 to 30 seconds and to reduce chemical replenishment without degradation of image quality. This system is a new film processing system which consists of tableted chemicals and new chemical mixer. It provides innovatively easy and safe operation in chemical mixing.

Reported here is the technologies that make new system which consists of new films and new processing chemicals.

1 はじめに

最近の医療用写真処理システムの市場ニーズは診断画像の画質向上とともに、作業の利便性および自然環境に対する適性の向上がクローズアップされている。このような背景からコニカは、1988年世界初の45秒処理システムSRX-501を発売、さらに作業性を向上し処理液の補充量を半減した処理システムSRX-503を1993年に発売し、市場ニーズに適合した処理システムを提供してきた。一方、1996年写真処理廃液の海洋投棄が禁止されるなど特に近年では世界的に地球環境保全・保護の意識が高まり、更に「地球に優しい」、「クリーンな」処理システムの必要性が強くなってきた。また、医療診断技術の高度化、多様化に伴い、診断画像をより速く、より簡単に出力できる「便利な」「人に優しい」システムが今後の処理システムの条件となってきた。

このようなニーズに対して、「地球に優しい」「人に優しい」処理システムを追求しフィルム、処理剤、自動現像機一体となって開発を進め、業界で唯一30秒処理と低補充を同時に実現した処理システムSRX-701を製品化した。

さらに処理剤の調液作業は、多量の現像液、定着液を扱うため「重い」「臭い」「危険」「保管に場所をとる」「ボトルの廃棄物が出る」といった煩わしさを伴う。これに対し我々は、プラスチックボトルフリー化、エリソルビン酸現像主薬の採用、更には「軽い・簡単・きれい」のコンセプトのもとに処理剤の錠剤化に取り組み中型自動現像機用TCX-201システムに引き続いて、大型自動現像機用錠剤システムTCX-701を製品化した。

今回は、これら「地球に優しい」「人に優しい」システムを達成した感材技術、処理剤技術について報告する。

2 システムの考え方

SRX-701システムやTCX-701システムは、現像液、定着液の廃液量が大幅に低減されている。

Table 1 Advantages of new processing systems
4ツ500枚/週使用施設の場合

	従来液剤システム	新液剤システム	錠剤システム
(自動現像機) (処理剤)	SRX-503	SRX-701	TCX-701
	SR-DFN	DF71-30	TC-DF701
処理時間(sec.)	45	30	30
キット重量(kg)	12.9	8.1	2.2
廃液量(l/月)	106	56	56
廃包材容量(l/月)	114	75	7.2
キット形態	現定別カートリッジ	一体型カートリッジ	錠剤カートリッジ

その廃液量、補充量の低減の場合には次のような問題がある。

- (1) 現像活性度の低下（現像抑制物蓄積、処理による主薬消費量増大、空気酸化）
- (2) 定着速度の低下（銀、ハロゲンイオン濃度増加）
- (3) 定着液に対する現像液の持ち込み比率の増大による、乾燥性の劣化

一方、TCX-701システムは、液剤処理剤での要求性能に加え、錠剤の硬度、溶解性などの性能が新たに要求される。

これらの性能に対して感材、処理剤、自動現像機の技術開発を行い、上記システムを製品化した。

システム専用フィルムは、粒子技術、バインダー技術、帯電防止技術などの開発により処理性を向上し、30秒、低補充、エリソルビン酸現像主薬、錠剤処理剤（TCケミカル）といった従来と異なる様々な処理に対しても安定な画像形成を可能にした。また、有機溶剤の削減や、安

* 感材開発統括部 第二開発センター

全な架橋素材の採用等、素材面での環境適性も向上した。処理剤は、現像活性、保恒性向上技術、現像銀画像色調向上技術、定着性改良技術、バッファ性向上技術などにより迅速低補充処理を可能にした。さらにはエリソルビン酸現像主薬技術、錠剤化技術開発により低補充錠剤化システムを完成させた。

次に、低補充化、錠剤化を達成した個々の技術について説明する。

3 低補充、迅速処理に適した医療用フィルムの基盤技術

30秒迅速処理ができるSRX-701システムや、錠剤化システムTCX-701システムでも従来の45秒処理と同等の写真性能と画質を達成することができるフィルム(SR-G、SR-H、SR-L、SRES-C、SRES-G、SRES-M、LP670など)を開発した。

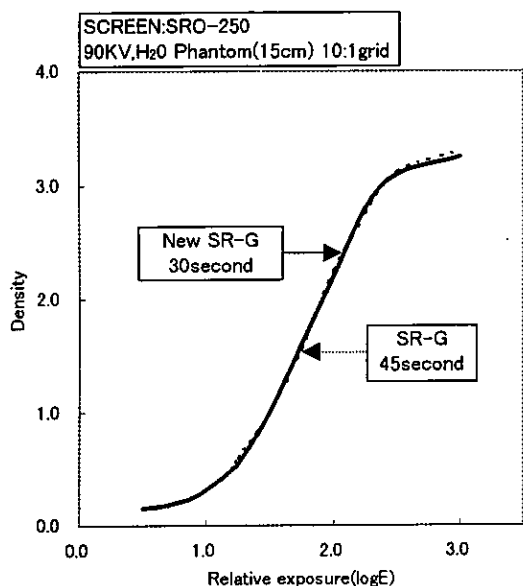


Fig. 1 Characteristic curves of New SR-G in a 30-second system (TC-DF701,TCX-701) and SR-G in a 45-second system

低補充化、迅速処理性能のために、次のような基盤技術開発を行い各製品に応用した。2種類の無機微粒子を合わせて用いることにより、乳剤層を高弾性化するHEB (Highly Elastic Binder) 技術を開発し、薄膜化しても従来と同等の耐圧性を達成しながら、処理性と乾燥性を向上させた。さらにフィルム表面は、水溶性高分子材料と界面活性剤の最適化により処理液の濡れ性、浸透性を均一にし処理性能を安定化させることができた。また、ゼラチンを早く強く架橋させ、環境安全性がより向上した新しい硬膜剤(カルボキシ活性型硬膜剤)を選択することにより膜の強度を向上させ、同時に乾燥性も向上することができた。さらに、補充を減らした時に、フィルム

から溶出する活性剤などでスラッジ汚染などが起きないようにするために、帯電防止剤などの界面活性剤を大幅に減量し、新規の金属酸化物による透明帯電防止層との相乗効果により搬送装置などでのスタックマーク発生を防止している。

ハロゲン化銀粒子は従来より小粒径化、低濃度化して、迅速処理(30秒)、低補充処理に適したハロゲン化銀粒子技術(HCCM:Highly-Controlled Carrier Micrystals)を開発し、各製品へ応用した。HCCMは、新規な化学増感及び結晶構造の最適化により小粒径でありながら、高感度で圧力耐性も優れている。HCCMの開発によりハロゲン化銀の低減、低濃度化が可能になり、迅速処理、低補充化が達成できた。

これらの技術により、下記のように、省銀やゼラチンの使用量を減らすことができ省資源化を進めている。また、生産段階での有機溶媒なども大幅に削減して生産時の環境への配慮も行ってきた。製品の生産からユーザーが廃棄する時までの環境、安全性を考えた医療用フィルムの技術開発を今後も継続していきたい。

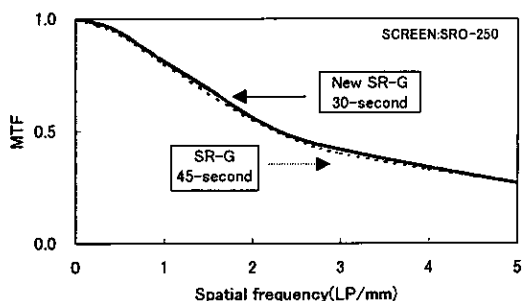


Fig. 2 MTF characteristics of New SR-G in a 30-second system (TC-DF71,TCX-701) and SR-G in a 45-second system

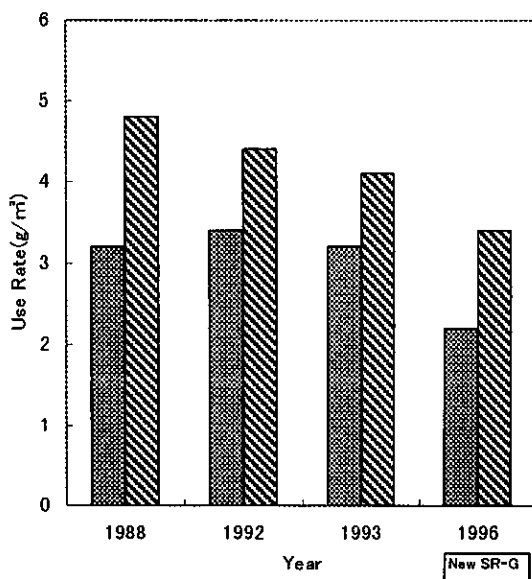


Fig. 3 Reduction on use rate of Gelatin and Ag

4 環境適性及び利便性を向上したケミカルの開発

4.1 迅速 (30 秒処理) ・低補充化技術

我々は低補充・30 秒処理を業界で初めて両立した SRX-701 システムを発売し、さらにエリソルビン酸現像主薬化、錠剤化した TCX-701 システムを発表したがここでは専用処理剤 DF71-30、TC-DF701 に用いた迅速・低補充化処理剤技術について述べる。

現像の迅速化技術については、現像 pH アップと、迅速処理に有効な補助現像主薬ピラゾリドンを高濃度化して現像液を活性化し処方設計する事により 30 秒処理適性を付与した。同時に、この活性化された現像液の耐酸化性能を向上する技術として新規保恒剤を導入し現像主薬を安定化することにより迅速処理 (従来約 66%) でかつ低補充化 (従来約 66%) しても pH 変動の少なく安定な現像処方を実現した。

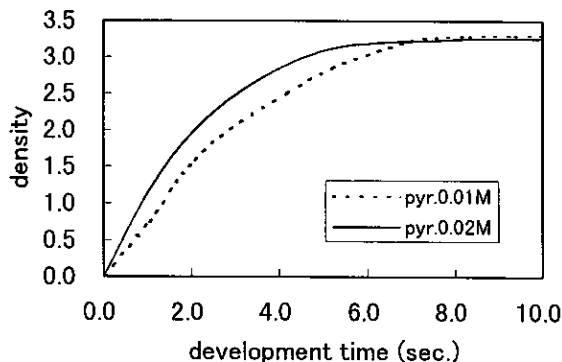


Fig. 4 Effect of pyrazolidone on development speed

定着に関して、低補充化されると定着液は銀イオン、ハロゲンイオン濃度の増大及びフィルムにより持ち込まれる現像液成分の増大により定着性が劣化する。また、混入する現像液のアルカリ成分が増大するため定着液 pH が上昇し乾燥性も劣化する。

定着性改良技術としては、現像液中にカリウムイオンが多いと定着速度が低下してしまうので、現像液のカリウムの一部をナトリウムに置き換える手段をとり定着性を向上させた。その他、定着性向上のために定着温度及び自動現像機の攪拌流速を上げる手段を併用することで、最終的に補充量を低減 (従来約 44%) し迅速処理しても定着性を維持することができた。

低補充 30 秒処理で乾燥性を維持するには定着液のバッファ能力を上げランニング平衡時の pH を低く抑える必要がある。また、30 秒処理を達成するために自動現像機の乾燥能力を上げているが、このような急速乾燥に対しても仕上がったフィルムの乾燥画質も維持しなければならない。これら乾燥性、乾燥画質の課題に対して、アルミ硬膜を効かせたり pH を下げることは有効であるが、定着性、残色、濃縮キット保存性等の性能が劣化する。

ここでは、バッファ能力を高めた上でアルミ硬膜剤、pH 等の処方因子をバランス良く設計することにより他の諸性能を維持しながら乾燥性、乾燥画質を向上した。この高バッファ能力の定着液はランニング平衡時の pH が 4.9 と、低補充でありながら低 pH を維持しているため、30 秒処理においても乾燥性が良く乾燥画質も美しく仕上がっている。

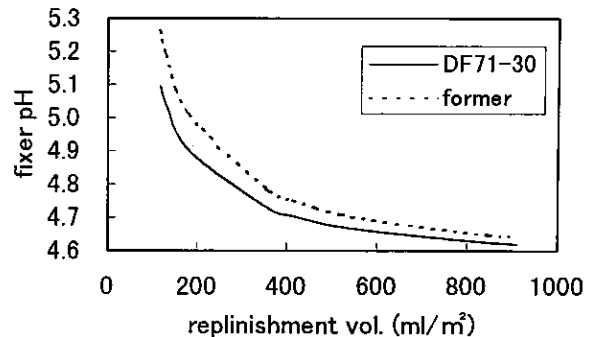


Fig. 5 Relation between replenishment vol. and fixer pH

4.2 錠剤化ケミカル

処理剤の錠剤化に際しては粉発生の無い高い硬度、良好な溶解性、長期保存性が求められる。TC-DF701 では低補充化に際しての塩濃度 UP による析出等の問題が出ない様に非常に水溶性の高いバインダーを用いて造粒、打錠成形することで粉発生の問題無い高い硬度を持たせた錠剤を得ている。

更に、TC-DF1 で採用した錠剤溶解促進技術を適用し錠剤サイズの適正化を図ることにより良好な溶解性を実現した。

Table 2 Specification of TC Processing Chemicals

TC-DF701	TD-701 (現像剤)	TF-701 (定着剤)
硬度 (kg)	≥ 4.0	≥ 4.0
粉発分量	Negligible	Negligible
溶解時間 (分/枚)	≤ 1.7	≤ 1.7

4.2.1 超迅速化技術

錠剤化を検討する中でハイドロキノン除去し安全性の高いエリソルビン酸主薬を採用し更なる環境適性を向上した。

エリソルビン酸は HQ に対し高い還元力特性と酸化反応に伴って酸発生量が多いという特性を有することから処理疲労、酸化疲労に伴う主薬消費量増加と現像液 pH 低下が大きく現像活性の低下が生じる。このような課題に対し現像 pH と炭酸イオン濃度をエリソルビン酸酸化分解と pH 変動を抑制し安定な現像性を得られる様に設

計することで解決してきた。))

超迅速処理化の主な課題は単に現像剤活性を上げるとこのエリソルビン酸主薬の特性が障害となり酸化疲労を大きく促進し現像活性変動を拡大するため、現像安定性を損なわずに現像活性向上を図ることであった。

TD-701では現像液中の沃度イオン濃度を最適にコントロールすることによりエリソルビン酸主薬現像剤で大幅な現像促進を付与しDry to Dry 30秒処理を実現した。(Fig. 6)

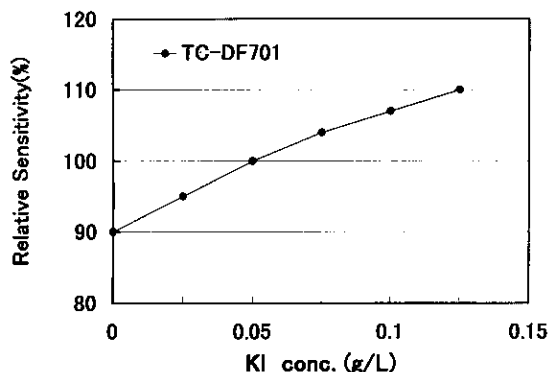
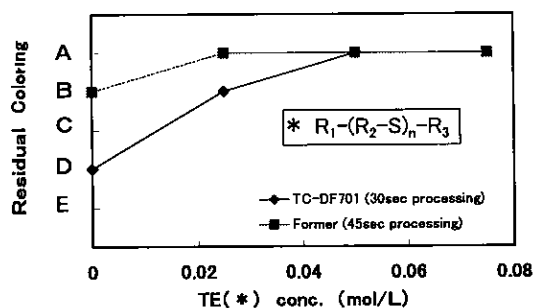


Fig. 6 Development Accelation by KI

又、超迅速化による現像・定着時間短縮に伴い処理液中で十分に溶出しきれなかった増感色素が処理済フィルムに残存する問題が生じる。特にエリソルビン酸主薬現像剤を用いる処理では亜硫酸濃度が低く色素分解性が低下するため問題は大きくなる。

TC-DF701では定着剤(TF-701)にチオエーテル化合物: TE (*)を新規に採用することにより増感色素残りを改善している。(Fig. 7)



Residual coloring was divided classified into five classes, according image coloring

- A: No Residual color produced
- B: A few residual color produced
- C: Some residual color produced, practically applicable
- D: Fairly many residual color produced, but it is narrowly within the limit of practical application
- E: Many residual color produced and it is not practically applicable

Fig. 7 Effects of TE on Residual Coloring

4. 2. 2 銀色調改良技術

TD-701ではFig. 8に示す水溶性メルカプト化合物: MTAA (*)を新規に採用して現像銀色調を改善している。現像銀の色調は感光材料中で安定剤として従来から用いられているテトラザインデン化合物の現像処理時の現像液中への溶出・蓄積が主因となることを見出し、低補充化により更に蓄積量が増大し色調劣化(黄色化)する問題が生じた。

そこで、現像銀に対しテトラザインデン化合物と競い競争吸着するか、もしくは水溶性の高い銀イオン錯体を形成しつつ溶解物理現像の銀イオン供給源として作用させる銀フィラメントコントロールの観点で探索した結果MTAA量を最適化することにより低補充・超迅速処理化においても銀色調の黒調化を達成した。(Fig. 8)

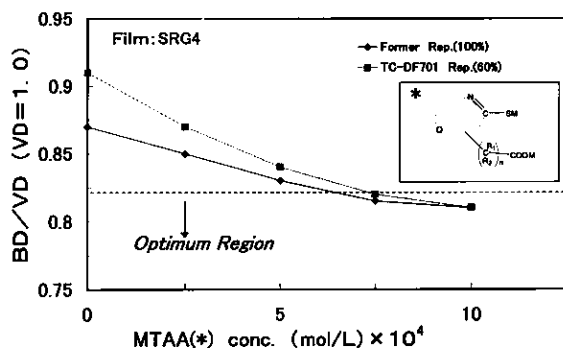


Fig. 8 Effects of MTAA on Silver Image Tone

5 まとめ

低廃液化・超迅速化・錠剤ケミカル化全てを満たしたシステム開発に取り組み、地球環境規模での環境適性向上、お客様の作業環境のクリーン化及び利便性の向上を実現した。今後、培った技術を更に発展させることにより、環境保全を追求し、より広く医療業界に貢献していきたい。

●参考文献

- 1) 山口 尚: Konica Tech. Rep., 10, 25 (1997)