X線フィルムの汚染の原因と救済について

広島赤十字病院放射線科 (部長 松浦啓一 技術課長 黒石勝)

小 野 昭 人

(論文受付 38年10月12日)

STUDY ON THE CAUSES AND PREVENTION OF THE STAINS OF X-RAY FILMS

By AKIHITO ONO

Dept. of Radiology

Hiroshima Red Cross Hospital

(Director : Keiichi Matsuura)

Chief of X-ray Technician:

Masaru Kuroishi

(Article received : Oct. 12, 1963)

Summary

The stains of X-ray films proves obstacle to diagnosis on films. Therefore, a film should be kept from stains and if the stains appear on the film, they have to be taken out as soon as possible. The author investigated the cause and the preventive measure of stains on films through many experiments.

From the results the following was concluded:

Most of stains can be taken out effectively by using reduction and intensification of photography.

Some films of which stains were taken out were offered as examples.

緒 言

X線フィルムに生じる汚染は、しばしば写真診断に支障を来し、諸欠点中大きなものであるが、被写体が疾病者であり、また再撮影が可能であっても、その場合X線被曝量が問題となることもあるので、必ず再撮影できるとは限らない、そこでその原因を探究してその発生を未然に防止し、そしてまた不幸にして汚染が発生した場合これをできるだけ救済しなければならない。

実 験

1. 汚染の分類

汚染とみなされるものにも種々あるが、これを原因の面より分類してそれに即した救済対策を考えた。分類名は便宜上付けたので、必ずしも適当ではないかも知れない。

化学的汚染	—黄変色 (透明)
	—黄色カブリ (不透明)
	—白 渣 (白濁)
	—銀カブリ
	—白点黒点
物理的汚染	—現像むら
	—指 紋
	—乾燥むら (ドラインマーク)
	—ケリメン皺
	—膜面剝離
	—寒天様膜面
	—定 着 液
付着 汚染	—砂 粒
	—インク類
	—油 脂 類
	—マゼックインク

- スタンピング
- 靴 跡
- 紙類付着
- フィルム同志の接着
- カビ付着

いわゆるキズは汚染とは言えないが、本論の目的から言って除外することができないし、また厳密に言って付着汚染だけを汚染として取扱うこともできないので本論は、幾分これらを含めて「きたないフィルム」「よごれたフィルム」と言われるもののすべてについて研究を行った結果の報告とする。

- 損 傷
- 熱損傷
 - 機械的損傷

2. 化学的汚染

化学的な原因による汚染は従来の諸家の文献にも多くその除去法もかなり研究されており、救済の結果も非常に良好なものが多い。

イ) 黄変色、(全体に透明な黄色となるもの)

「原因」定着、または水洗の不完全、保存状態の不良など、特に指定の使用枚数を過ぎた定着液や硫黄の分離した定着液を使用すると、後日比較的早期に黄変するとされる。

ロ) 黄色カブリ (やや不透明、部分的)

「原因」現像液による場合が多く、古い液、酸化した液、その他の原因で新しい液でもひどく着色している場合などに発生し、停止液を使用しない場合は特に多く現われる。

ハ) 銀カブリ

「原因」フィルムの表面に真珠色、あるいは金属的な輝きを見せるこの汚染は金属銀とならなかったハロゲン銀が、硫化銀となって付着している。あるいは残存していると考えられている、このようになった場合は、いくら定着液中に浸していても除去されない。

「救済法」以上三例の救済法は、赤血塩法と、漂白再現像法であるが、赤血塩法は手軽にでき、銀カブリなどにはかなり効果があるが、この処方は、本来減力液であるのであまり濃厚な液に長時間浸すと減力してしまう。そのためにはなほだしい汚染には漂白法が適当である。処方は後章に記す。

ニ) 白渣 (全体に白く不透明またはむらとなる)

「原因」硫黄粉、または亜硫酸アルミニウム

硫黄粉(1)酸性固膜液の酸が強過ぎたこと

(2)亜硫酸ソーダの不足、不純

(3)温度が高過ぎたこと (21度以上)

亜硫酸アルミニウム (明ばんの分解したもの)

(1)酸性固膜液中の酸の過少

救済処理をした部分

甚しく汚染された部分

(2)ハイポー液に比し、酸性固膜液の量が少ない場合

(3)現像液を多量に含んだフィルムを、そのまま定着に入れたため、定着液中の酸が早く中和し、明ばんと亜硫酸ソーダは充分残っているのに、酸が不足した場合

「救済法」10%炭酸ソーダ溶液を一滴落し、2～3分後にその跡が付けば、亜硫酸アルミニウムである。5%炭酸ソーダ溶液に浸すと除去完了する。

化学式は

跡がつかなければ、硫黄粉である。これは亜硫酸ソーダ10%溶液をバットに入れ、フィルムを浸したまま火にかけ40℃位に熱して後自然に冷却する。必ず固膜液にて固膜することと記されている。

化学式は

実験の結果は、きわめて良好であるが、おおむね、亜硫酸アルミニウムの場合が多いようである。

3. 物理的汚染

物理的な原因によって生じる汚染の大半は、多少の注意を怠らなければ防止できるものである。しかし一旦発生すれば、その救済は不能の場合が多い、これらの救済法は諸家の文献にも例が少ない。

イ) 白点、黒点

ロ) 現像むら

「原因」白点は定着液、黒点は現像液の飛沫が現像前に付着した場合に生じるが、その他、白点は現像液中の浮遊物が現像進行前に付着したり、気泡が付着した場合に生じ、黒点は感光材料の不良の場合に生じることもある。

現像むら、指紋は説明を必要としない。

「救済法」これらの汚染は、すでに現像が完了してしまふと救済は困難となるが、現像の途中で発見することができれば、ガーゼなどで付着物があれば除去し、かなり黒く現像が進行するまで上げない。現像の初期に発生したものなら、これで、ほとんどわからなくなってしまう。

定着完了後赤血塩法で減力を行なう。現像、定着後発見したむらは、むらのある側の面を知ることができれば脱脂綿に減力液をつけて拭き、その面を落してしまう。その後漂白、再現像法により補力を行なう。

ハ) 乾燥むら (ドラインマーク)

「原因」フィルム面に1つの核がある場合、水分はそ

れを中心として集合し、いわゆる涙痕といわれるむらを生じる。濃厚な定着液を使用し、水洗不十分のまま乾燥させた場合発生する。またぬれたフィルムをシャウカステンなどに付着させて乾燥させた場合は、一見現像むらのように、大きなむらを生じる。これらは乾燥むらである。

「救済法」膜面に、傷が生じないように注意しながら20℃前後の水洗構に、1～2日放置し、自然乾燥を行なう。(乾燥器は絶対不可)

ニ) チリメン皺 (レチキュレーション)

「原因」現像、定着、水洗、各液間に温度差が大きかった場合、または処理液温度が特に高い場合、膜面がゆるむため乾燥後に発生する。

「救済法」乾燥しない間に発見した場合は、フォルマリン硬膜により救済されることもあるが一般に困難である。逆に前法にて膜面をゆるくして自然乾燥をした方が良好な場合もある。

ホ) 膜面剝離

ヘ) 寒天様膜面

「原因」処理液が高温であり、定着液の酸性固膜剤の作用が弱い場合、高温の水洗槽に流水を停止したまま長時間放置した場合などに発生する。膜面全体がいわゆる「ふやけ」た状態になっている。ゼラチン膜とセルローズベースが分離した場合が膜面剝離であり、ゼラチンの結合力が失われ、流動性となりかかったような物を、寒天様膜面と仮称する。これらは固膜を行なうのが常識とされているが、すでにこのようになったフィルムは手指が触れただけで、膜面が流失するので、あまり手のこんだ救済法は不適当である。実験により、自然乾燥させたものの大半は、そのまま固膜したが、稀にはプリスター(膜面が水泡様に球状隆起する。蛙肌ともいわれる)が生じた物もある。結果としては、できればフォルマリンで固膜し、水洗は早目に切り上げ、アルコールに浸した後、低温の室で自然乾燥したものが良好である。膜面剝離した物は線状切痕ができて、その部分が帯状に剝離したりチリメン皺になるが、剝離した切片は、針などで丁寧な復元し、チリメン皺は、生乾きの時に、手指にアルコールをつけて押えると、かなり、救済されるようである。

4. 付着汚染

付着物による汚染は、その原因が、明瞭であるのに比し。一部の物を除きその除去法はかなり困難である。しかしこれらは、本来表面に付着したものであるもので、適切な方法を見出して救済すれば、その大半は成功する。

第2章に分類した付着汚染の項中、定着液、砂粒、紙類などは充分に水洗を行なえば、救済できるので特記しない。また靴跡をフィルムにつけるなどは、もっての外ではあるが広い院内を放射線科より各科外来、手術室、病棟と持ち回る場合など、どこかでこのような汚染を受けて帰る場合も有り得る。これは中性洗剤で良く洗い、自然乾燥を行なう。傷のうち、はなはだしい物はその片膜面全部を苛性ソーダ50%液で除去して、残った片面を補力する。両面ずたずたに踏んでしまったようなフィルムは、如何にしても救済できない。

イ) インク類

「救済法」青インク，漂白再現像法

漂白後 2%無水亜硫酸ソーダ溶液にて充分洗浄した後再現像する。結果は非常に良好である。

○ 赤インク、上記の方法では全く除去されない。工業用アルコール（メチールアルコール）原液を汚染の表面に流した後50%液に浸して洗浄すると比較的良好に除去されるが、非常に除去し難い汚染の1つである。

口) 油脂類

ハ) マジック

「救済法」中性洗剤にて洗えば比較的簡単に除去できる。

二) スタンプインク

「救済法」これは非常に除去し難いが、ベンゼンで良く拭いた後中性洗剤で洗い、漂白再現像法を行なったところ、かなり除去される。特に黒化膜面上は完全に除去されている。

ホ) カビ付着

感光前に発生していたカビによる「むら」は、片膜面除去法より他に救済する方法はないが、仕上り後保存中表面に発生したカビは、2%無水硫酸ソーダ洗浄剤にて洗い再水洗すればかなり除去される。

へ) フィルム同志の接着

「救済法」これは引張ると必ず損傷するので、多少離れる可能性があるものでも絶対引き難すべきでない、そのまま流水された水洗槽に一昼夜位放置すると自然に離反する。離反していなければさらに水洗を続ける。膜面が流失するより以前に必ず離反するはずである。離したフィルムはもはや、長時間の水洗は許されないので2%無水亜硫酸ソーダ洗浄液に浸し接着面のハイポーを駆除し、5分間水洗を行ない自然乾燥を行なう。直射日光下、または乾燥室、乾燥器などは絶対不可であることは、ほとんどの救済法に共通する。

これらフィルム同志が接着する原因は定着液の固膜力

減退による場合が多いのであり、各フィルムの指定処方による定着液ならば、この場合定着能力自体もかなり低下してきているので、われわれはこのような現象が発生する以前に全定着液の交換を行なうようにしている。

5. 損傷

熱損傷，機械的損傷

「救済法」第4章物理的汚染、膜面剝離、寒天様膜面の項に同じ。焼けてしまったフィルムには救済法がないのはもちろんであるが、片面のみ焦げた程度なら、その膜面を50%苛性ソーダ溶液を使用して撤去し、残る片膜面のフィルムを漂白再現像法にて補力する。一見無茶な方法のようにであるが、多少習練すれば比較的簡単にでき他の膜面が損なわれていないものなら好結果を得る。四縁は多少苛性ソーダのため冒される。

6. 処方と作用

救済用諸液の処方は、現象液のそれと同様諸家により多少ずつ差があるが、実際使用する上ではそれ程大きな作用上の差異は認められない。そこで本研究において使用した救済液の処方を%を用いて記す。

イ. 赤血塩法 (ファーマー減力法)

A液 チオ硫酸ソーダ（ハイボー）

10%~50%

B液 フェシアン化カリウム (赤血塩)

1%~10%

このような過程で銀は液中に溶解し減力効果を生じるのであるから、A液の%が大きい程（この範囲内で）減力作用が大であり、また汚染を除去する目的で使用する場合は、A液の%はあまり、大きくない方が使用しやすい。但し処理前のフィルムにハイポーが付着していない限り、A液が0の場合には減力作用は起こらいから、汚染除去効果も望めない。

ロ、漂白再現像法（重クロム酸カリ補力法）

使用液

50%	{	A液	重クロム酸カリ	50%
		B液	濃塩酸	10%~20%

1) $2\text{Ag} + \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + 2\text{HCl} = 2\text{AgCl} + \text{重クロム酸還元生成物}$

このような過程で、金属銀は一旦塩化銀となり再現像されて金属銀となるが、重クロム酸還元生成物が黒化し重畳するので濃度を増す。

1式の過程が終了した後、すなわち漂白後、2%無水亜硫酸ナトリウム溶液で良く洗い不純物を除去して再現像を行なう。

汚染除去の作用は、最後の現像時に、銀イオンが還元すると同時に行なわれるようである。この場合補力作用は不用であるので、黒過ぎれば前法赤血塩法で減力すれば最初の金属銀像に還る。

濃度の不足したフィルムの内、幾分でも膜面に銀像が存する場合は、その部分の補力は可能である。片面撤去したX線フィルムの場合、一面に写っている画像は必ず他の面にも写っているのであるから、残った一面の補力効果は良好である。しかし一方汚染除去の方は、造影剤などで完全に白く抜けた画像の上は、何の作用も起こらないので、この部の除去効果は薄くなる。

ハ フォルマリン固膜法

フォルマリン 5%

(水95%)

フォルマリン固膜法は、各種固膜法中、固膜効果最も強く調製も簡単であるが、常にアルカリ性または中性の状態で使用しなければ効果が少ない。汚染救済処理には、ほとんど膜面の軟化を伴うので、本法を使用することが望ましいが、その場合、フィルムを必ず2%無水亜硫酸ナトリウム洗浄液で洗浄した後固膜処理を行なう。

結 論

この研究において、従来救済不能と思われた汚染でも労を厭わず適正な救済方法を行なえば、かなり救済されることが判った。しかし診療に用いる写真であるから、処理の迅速を必要とするし、救済処理中万一失敗した場合は診断に支障を生じる場合もある。それ故まずこのような処理をしなくてもよい写真を作ることが第一であるのはいうまでもないが、救済方法としても多数ある方法の内から、主としてファーマー減力法と、重クロム酸カリ、漂白現像補力法の二法を取り上げ、常にそれぞれのA、B両液を備えて簡単に確実にまた迅速に救済することを目的として研究した。

汚染の中には、なかなか除去し難いものも多く、特に病院では、いろいろの薬品を使用するので除去困難な場合が多いが、今後それらの薬品の化学的性質から考察して、さらに多くの汚染の除去法を、研究したい考えである。

諸兄の御追試を願い、御批判を得たい。

参 考 文 献

菊池真一 写真化学 共立全書21

アサヒカメラ講座 朝日新聞社

南 実 写真化学 玄光社

富士フィルム資料 写真と技術他

さくらフィルム資料 さくらXレイ写真研究他

本論文の要旨は昭和38年9月22日第5回中国四国合同部会において発表した。

ゾル状造影剤

消化管系レントゲン診断・内服用薬
使い易く、飲み易い液状剤

普及型 150cc×2×10, 300cc×10,
徳用型 150cc×30 600cc×10, 5 L,

バックスモルト

発売元 東京田辺製薬株式会社