

Title	偽色X線撮影法に関する基礎的研究 第2編 単一原板に対する偽色効果の判定基準の検討
Author(s)	松村, 昭三
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1960, 20(3), p. 541-546
Version Type	VoR
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/16789">https://hdl.handle.net/11094/16789</a>
rights	
Note	

*Osaka University Knowledge Archive : OUKA*

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

# 偽色 X 線撮影法に関する基礎的研究

## (第2編) 単一原板に対する偽色効果の判定基準の検討

大阪医科大学放射線医学教室 (主任 赤木弘昭教授)

(指導 福田正教授 京都大学)

松 村 昭 三

(昭和35年3月10日受付)

### I 緒 言

現在カラー感光材料製造及び処理面の管理上導入される為の色濃度測定法には、実用上十分に厳密を期し得る測定方式が供されており、表色体系においても、Munsell 及び C I E の二大表色系に代表される基準系が存在して、十分に正しく色彩の分類を規定して、かかる色彩学における基礎的資料の集積は定量的な色彩管理面における著るしい便宜を提供するに至っている。しかしながら肉眼による認知及び識別能に資するような計画的色彩管理法を量的に取扱い可能とするような一定の尺度は未だ完成されておらない現状であつて、これが有効な偽色 X 線撮影技法の導入を妨げている一つの原因と思惟される。色彩生理学の面においても解明の未だ充分ならざる分野が多く、色感覚器官についても、未だ若干の仮説が行われている現状であり、それに加うるに色彩覚特有の順応現象や対比効果等による偏差の存在も少からず厳密な処理を困難としている。従つて現在迄諸種工業面において実現されている色彩調節法や色彩標識手段もその大多数が経験的な所産であつて、之等をそのまま偽色 X 線撮影法に利用することについては尙疑問があると考えられる。

著者は上記の如き困難に対処せんとして、第1編において、減色加色法の三原色をそれぞれその表現する特徴を異にする原板に配して、重合させたときの総合特性を各原色濃度の関聯より再構成的に検討を行つた結果を行つた結果について報告したが、一旦取扱う対象を日常において用いら

れる頻度の最も多い単一の原板に限定した場合は、同一の方式をもつてしては多色像を得ることは不可能である。従つて、この場合の偽色効果は、原板から反転操作によつて得られた補助原板を使用して、二種の原板を異つた色彩に調製した上で重合させ、そこに種々の色濃度配合が生ずるのを利用した。且つ現在の X 線診断はその殆どが、原板をそのまま観察器により透過光を介して、検査することによりなされて、その理由としては技法の単純化と有利なコントラスト状態を撰んで観察できる事等が挙げられていて、偽色 X 線写真と雖、その例外でない。

よつて測定資料としては発色現象法を行つて得られた透明色原板\* を用いて単一原板における対照度の変化如何とフィルター効果について観察し、次いで資料を重合させることによつて生じた偽色段階を日本化学規格による標準色表と対照することによつて、適当な色配合を得るための目安について検索を行つた。

### II 実験方法

#### (1) 原板の製作

実験に用いた原板は X レイフィルムにアルミニウム段階を撮影し、現像を行つて得られた光楔である。(図1)

処理条件は次の通りである。

フィルム: Fuji X-ray film New type

増感紙: 極光 F S

撮影条件: 60kVp 8 mAs

現像: 20°C 4' Fuji 指定

\* カラー印画紙を使用すれば前編同様分解露光法によ処理ができる。

図1 原板濃度特性

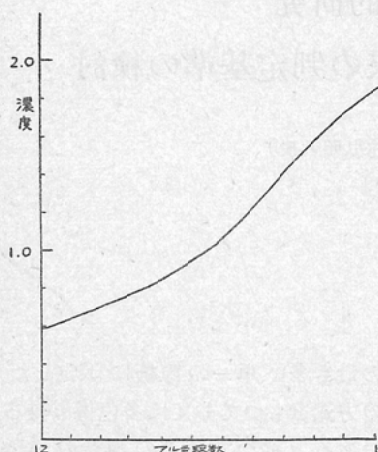


表1 原板処理順序

処理順序	時間	温度
1. 漂白	10'	20°C
2. 水洗	5'	18~20°C
3. 露光	4'	
4. 発色現像	10' 前後	20°C
5. 停止	2'	20°C
6. 水洗	5'	18~20°C
7. 漂白	5'	18~20°C
8. 水洗	1'	18~20°C
9. 定着	5'	18~20°C
10. 水洗	20'	18~20°C

補助原板については、実際に当つて、反転操作を行うときには、処理条件により濃度特性上や、偏差を生ずることが考えられるので、基礎実験には、上記の原板をそのまま、黒化段階を逆にした状態で用いた。

### (2) 発色現像操作

発色現像は乳剤中の潜像を金属銀に現像すると同時に色素を生成する方式であつて、現在のカラー感光材料の発色処理は殆どがこれによつてゐる。たゞし本実験にはすでにX線写真として出来上つてゐるものを用いるので、一旦漂白操作を行つて後、発色現像を行い処理液中の発色剤（カプラー）と現像主薬の酸化生成物とを反応せしめて、色素を生成せしめるのである。処理順序及び

表2 処理液処分

- 発色現像液
    - 第I液
      - ジエチルパラミン硫酸塩 2g
      - 無水亜硫酸ソーダ 3g
      - 水 500cc
    - 第II液
      - 無水炭酸ソーダ 20g
      - 水 500cc
    - 第III液
      - メタノール 40cc
      - 発色剤\* 0.05mol
  - 停止液
    - 氷醋酸 10cc
    - 無水醋酸ソーダ 20g
    - 亜硫酸ソーダ 1g
    - 水加えて 1000g
  - 漂白液
    - 赤血塩 50g
    - ブロムカリ 15g
    - 水加えて 1000cc
  - 定着液
    - 結晶ハイポ 200g
    - 亜硫酸リーダ 5g
    - 水加えて 1000cc
- \* シアン o-Hydroxydiphenyl  
イエロー Acetoacetanilide  
マゼンタ 1-Phenyl-3-methyl-5-pyrazolon

処理液処方を表1及び表2に掲げた。

### III 実験結果及び考察

発色現像処理において他の条件を一定とし、現像時間を変更した場合の色濃度特性を視察すると使用した発色剤により現像時間に伴う濃度特性の変化が一様に進行しないのが分る。

(図2~4)よつて特定の特性を有するものを資料として抽出する場合に一元的処理を行うことは困難である。但し現像時間10'の色原板が比較的揃つた特性を具えている為、今回の実験には之等を資料として用いた。

#### (1) 単一色原板の対照度について

Tri-color density を測定してほゞ揃つた特性を持つ原板について Luminous density を測定すると各原色毎にかなり著明な特性差を生ずるのが認められる。即ちマゼンタ及び黄原板はその濃度値、 $\gamma$ 共に低下の度が大で就中黄原板において甚だしい。シアン原板においては黒白原板に比

図2 発色現像時間と色濃度特性(1)—シアン—

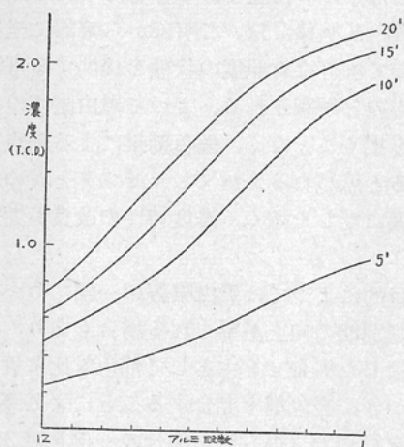


図4 発色現像時間と色濃度特性(3)—マゼンタ—

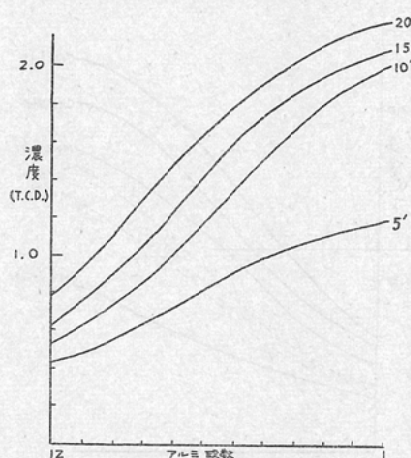


図3 発色現像時間と色濃度特性(2)—イエロー—

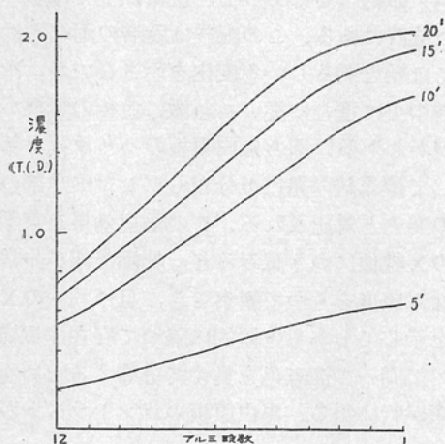
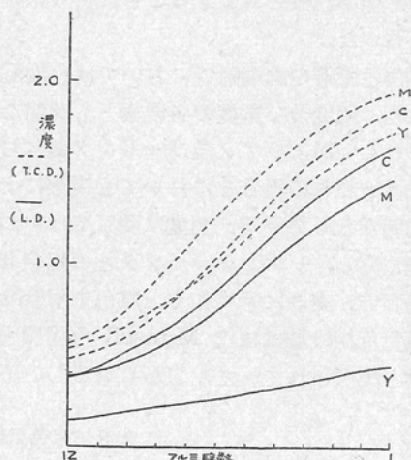


図5 Tri-color density と Luminous density の関係



し低濃度部の対照度の向上が観察された。(図5) によつてシアンに発色させた際は、そのみの段階にても良好な階調を保つことが予想され、一方偽色写真に黄単色の段階が生ずることは避けるべきであると考えられる。

(2) フィルター効果について

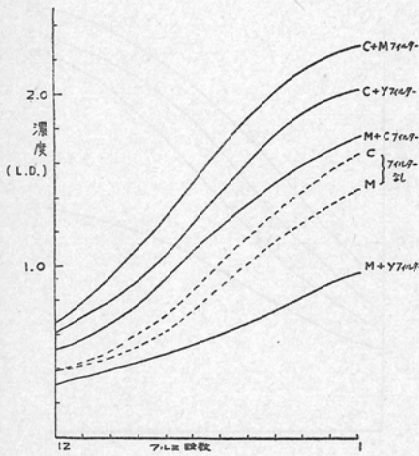
黄原板を除いた他の原板に同じく減色混合三原色のフィルターを重ねた場合の濃度特性の変化を調べた結果は図6の如くであつて、使用フィルターはオリエンタル Type B である。先づシアン原板はマゼンタ及び黄いづれのフィルターによつても濃度及び対照度の増大を来す。マゼンタ原板はシアンフィルターとの組合せではやゝ濃度の

増加を来すも、黄フィルターとの組合せではかえつて Luminous density の低下を来す。以上の二実験の結果は Blake 等<sup>1)</sup>、宮永<sup>9)</sup>等の得た成績ともほぼ一致しており、偽色X線撮影技法において重要な事実であると考えられる。

(3) 色原板組合せによる偽色像の検討について

各色原板の濃度段階を正逆一組として重合させた場合生ずる偽色効果の検討については、原板のハイライト部にも高い色濃度が配置される場合も生ずるので、色濃度測定法によつてその総合効果

図6 フィルターによる特性変化



を窺うにはやゝ困難さがある。よつて得られた偽色段階を標準色表と対照することにより系統的に検索を行つた。

先ず偽色段階の両端附近においては色度記号上では色相、明度及び彩度の各要素とも著明な変化はみられないが、シアン及びマゼンタ側における色変化はいづれの組合せにおいても視察によつて比較的判然としている。明度に関してはいづれも黄色側に高く、シアンとマゼンタとの組合せでは大差がない。表3に示す如く、原色を組合せた場合の偽色色相段階はほぼ Munsell 色相環上の順に整然と配置されていて、しかも著るしい不連続

性を示さないのが特徴であると考えられる。この事実は偽色X線像において明部から暗部に至る間にわたつて均等な対照度の状態を提供する可能性を示すものと解釈される。よつて黑白原板の有する特性を損うことなく、偽色効果による利点を期待できると思われる。たゞしマゼンタと黄の組合せは前編に記した如く、濃度特性の改良が期待できない。

検査目的によつては黑白原板の一部について撰択的に判別能の向上が望まれる場合もあり、この目的に適した組合せを主として補色対比に近い色配合につき、発色剤を混合することにより実験的に検索を行つた。得られた配合の一例を表3に掲げた。これは3-17-7(赤橙色)と11-16-6(緑色)の組合せであつて、色相環上では殆ど相対した位置にある。この配置は段階の両端附近においては殆ど著るしい色変化を示さないが、次第に段階中央に進むに従い、急激に色相の転換がおこるのがわかる。即ち黑白原板のハイライト部に相当して橙系統の発色が分布し、シャドウ部の緑系統の発色と対比される。この偽色効果を実際に四肢のX線像につき試みると、骨緻密部が非常に鮮明な対照度をもつて観察でき、且つ同一のX線吸収を示してしかも位置的に隔つて存在する構造はすべて同一の注意色を具えて分布するため有利に検索が行い得る。黑白原板のコントラストが高

表3 原色原板の重合によつて得られた偽色段階

	Yellow ▼	Cyan ▼	Magenta ▼	3-17-7 ▼
1.	7 -18- 5	15 -14- 7	24-15 - 6	2 -15 - 8.5
2.	7 -18- 6	15.5-15- 7	23-12 - 6	2.5-15 - 8
3.	6 -17- 5	15 -15- 5	24-12 - 7	2.5-15 - 8
4.	3 -18- 4	14 -16- 6	21-18 - 2	3 -17 - 7
5.	4 -17- 5	14 -13- 5	20-17 - 2.5	4 -16.5- 7
6.	3 -17- 7	14 -15- 6	21-17.5- 1	7.5-17 - 4
7.	2.5-15- 8	13 -14- 5	21-17 - 2.5	10 -18 - 5
8.	2 -18- 6	12 -16- 6	21-12 - 2.5	10 -18 - 5
9.	1 -16- 5	11.5-17- 5.5	18-14 - 5	9.5-17 - 4.5
10.	1 -17- 7	11 -16- 6	18-12 - 5	10 -16 - 4
11.	24 -15- 6	10 -18- 5	17-11 - 5	10 -16 - 4
12.	24 -14- 8	9.5-17- 4.5	17-16 - 4	11 -16 - 6
	Magenta ▲	Yellow ▲	Cyan ▲	11 -16 - 6 ▲

いと、さらに対比効果は強調されるが、色相飛躍が甚だしくなり、一部にディテール表現の欠除を来すおそれも生ずるから、目的によつて適切な偽色効果を勘案する要がある。

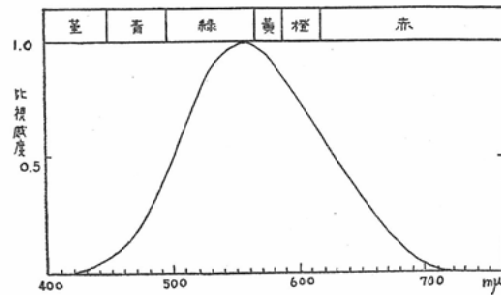
以上の実験結果を要約し、技法論的見地よりさらにやゝ考按を加えると、

1. 原板の濃度補足及びコントラストの向上をのみ期待する場合は、単色偽色効果を導入することによつて有効な結果を簡単に得られる。これには実験結果からシアン系統がよく、着色には発色現像法もよいが、定量的に色相や濃度を厳密に管理する要がないときは適当な調色法（鉄調色法等）を用いると容易に処理ができる。

適切なフィルター効果を加味すれば、さらに有利な特性を得られるが、これの具体化の手段としては実際にフィルターを用いる外、観察器の光源の色の調節やフィルムベースを着色する等であるが、流通性を考慮するとフィルム自体にフィルター層を内蔵し、簡単な調色により偽色原板を得られるようにすれば最もよい。

2. 多色偽色効果の導入を行うときは、有効な配色を考慮すると同時にそれが検査目的に合致するや否やも検討しなければならない。著者の多色発色法による配色による偽色効果の如何を色彩に対する視感度の面より考察すると、図7の如く人間の光の波長に対する比視感度は550～570m $\mu$ に最大となりその前後はいずれも可視波長限界に向い低下している。とくに短波長側における下降勾配が大である。さて560m $\mu$ 前後の黄色成分の大である部分は視感度の変化も比較的少く、且つ最も明るく感ずる部分であり、この附近に分布する色段階において、有効なコントラストや濃度補足を得難かつた実験結果を肯定するものと考えられる。最も急激な視感度変化を示すのは490～530m $\mu$ 、590～660m $\mu$ の領域であつて、減色混合法三原色の配合による偽色効果は、この波長域に相当した段階となり、しかもほぼ比視感度曲線の値と平行するので、原色の有する高い彩度と相まつて多くの場合に好結果を得るものと思われる。但し黄とマゼンタの組合せは曲線勾配の小さな

図7 標準比視感度曲線



る部分もかなり包含されるため、適当なフィルター効果を併用するのが望ましく、シアンとマゼンタの組合せは直接に比視感度曲線図上では連続的に扱えないが、標準色表との対比結果ではかなりよい特性が認められた。

比視感度曲線の両側の勾配の大なる部の色をそれぞれ視感度値に適當なる隔差をもつて配すれば補色対比となつて色相及び明るさに著しい対比効果を生ずる。

この場合の配色例については前述した。

以上の如き実験結果からみて、実際面への応用に際して偽色X線撮影技法の備うべき条件としては、ある程度の調整に対する寛容域を有していることが必要であると推察され、同時に能率的に処理がなされることが要求される。迅速な処理を可能とする為には直接X線曝射によつて直ちに目的を達する一次的手段が望ましいが、現在迄具体的な記載のされている直接的偽色X線撮影法<sup>2)4)11)</sup>はいづれも螢光物質とカラー感光材料の組合せによつていて、螢光物質の発光特性をいかなる程度適合目的に処理できるかという疑問の外、感光材料の感度の問題やさらには經濟上の疑義も存して、広く実用に供するには未だ無欠の方式とはいえない。他方間接的手段としては、カラー変換の能率的な利点や、コントラスト調節の容易な点等からテレビジョン回路を利用した電気信号による方式が<sup>7)8)</sup>採り上げられているが、解像力の問題と特殊な装置を要する点から、早急な普及は望み得ないと思われる。

畢竟、一部の教育用資料としての技法を除け

ば、現在迄相当数の報告があるにも拘らず、殆ど完成に近づいておらぬ実状であり、ここにおいて著者の考案せる再構成的方法も一般に導入するには全く満足のものとは言い得ぬとしても、発色制御の比較的容易に行える点や、分解露光方式によれば簡易な処理により偽色X線像を得ることの出来る点等の特徴として挙げ得ると思う。

### V 結 語

1. 単一原板に偽色効果を導入する法として、主として原色による再構成的技法につき記述し、併せて単色発色を行つた場合の濃度特性上の変化とフィルター効果について、及び多色発色を行つた場合の有効な偽色計画の目安につき検討を行つた結果について論じた。

2. 基礎的実験から得られた成績に基き、有効な偽色X線撮影技法のあり方と私考される点及びかかる要求を満す上に現在迄の撮影技法の包蔵する困難性について述べ、併せて著者の考案せる方式の特徴について觸れた。

稿を終るに臨み、終始御懇篤なる御指導、御校閲を賜つた京都大学医学部福田教授に深甚の謝意を表します。又御教示、御助言を頂いた本学赤木教授に厚く御礼申上ると共に、本研究遂行上御協力頂いた幸野技師外教室員

各位に感謝します。

本論文の要旨は日本医学放射線学会第18回総会、日本医学放射線学会第12回中四国、第67回関西合同部会及び大阪医科大学医学会第19回及び21回総会において発表した。

付記：印刷による偽色X線像のニエアンス再現の限界につき、検討を加えた結果、現状において尚不充分との結論に達したので、今回は掲載を見合せた。著者

### 文 献

- 1) Blake, R.K. et al.: The X-ray Technician, 27: 19, 1955. — 2) Blais, J.M. and Schwerin, A.K.: The Focal Spot, 11: 2, 1954. — 3) Bonann, L.J.: Am. J. Roentgenol., 79: 333, 1958. — 4) Bryce, A.: Brit. J. Radiol. 28: 552, 1955. — 5) Donovan, G.E.: Lancet, 260: 832, 1951. — 6) Dowdy, A.H. and Bonann, L.J.: Am. J. Roentgenol., 70: 581, 1953. — 7) Fisher, J.F. and Gershon-Cohen, J.: Am. J. Roentgenol., 79: 342, 1952. — 8) Gershon-Cohen J. and Fisher, J.F.: Radiology, 70: 390, 1958. — 9) 宮永一郎, 他: 日本放射線技術学会誌12: 40, 1956. — 10) Pirkey, E.L. et al.: Radiology, 57: 81, 1951. — 11) 高橋信次他: 日本医学放射線学会誌, 12: 27, 1952. — 12) 保積英次: 写真のセンチメートル共立出版社, 1958.

## Experimental Studies on the Simulated Color Radiography

By

Shozo Matsumura

Department of Radiology, Osaka Medical College

(Chief: Prof. Hiroaki Akagi)

Director: Prof. Masashi Fukuda (Kyoto University)

Chief purpose of this experiment was to get some suggestions on quantitatively controlled device of simulated color radiography which hitherto has been rather neglected.

1) Fractional exposure method through proper monochromatic filters was introduced for synthesize the informations of films which delivering different details respectively. Tripack color material with paper base was adopted for this purpose.

2) Simulated color radiograph preparation from the single film was tried by silver image replacement with appropriate coloring matter formed from the combination of diethylparamine salt and color couplers.

3) Adequate disposal of the regulating factors was colordensitometrically pursued and effectual planning of simulated color radiography was briefly discussed.