電子写真のテレビジョンへの利用

株式会社東京放送 須 山 英 三

テレビ番組のタイトルの送出には、テロップやスライドが用いられている。その作成に、従来の銀塩写真に代って、非銀塩材料を用いた電子写真法が利用されている。液体现像法を用いると、均一な色をバックにしたカラー文字テロップやスライドが作成できる。その代表的な作成法であるエクタイトル法とパナコピー法について解説する。

1. ま え が き

わが国では、テレビの放送開始以来、文字タイトルやデザインタイトルの多くは、テロップカードによって放送されている。

白黒テレビの時代には、テレビタイトルのほとんどが手書きで行われ、後に写真植字システムが採用されるようになった。

テレビがカラー化されても、白黒テロップによる文字のスーパー処理が行われて来たが、カラー文字タイトルは相変わらず手書きで行わざるを得ないので、デザイン上の手間や制作上の制約などがあって、デザイナーには大きな負担がかかっている。

ここで、テレビのタイトルデザインにカラー電子写真法を応用し、タイトルデザインの装置による迅速化と、デザインの内容の向上の試みが行われて来たので、その応用例について述べる。

2. テレビの文字タイトル

テレビに必要な文字情報の組立てには、近年デジタルキャラクタージェネレーターの開発が進み、スポーツ番組に使用される文字や数字のスーパーなどがすでに実用化されている。また選挙速報に見られるような、漢字、数字のディスプレイ技術も応用されており、デジタル回路による文字情報システムの活用が増加しつつある。

しかし、印刷の活字に多くの書体が用意されているように、テレビタイトルにも番組の内容に合ったいろいろの書体が必要であり、1画面を構成する文字は、字の大きさ、間隔も一定でなく、異なった書体を組合せること

もある。そのため、デジタルキャラクタージェネレーターでそれらをカバーするには大量の記憶容量が必要になる。最近、LSIの開発が進み、メモリー単価の軽減が進んでいるので、近い将来、相当の量の文字情報を記憶することも可能になるだろう。

いずれにせよ、デザインのすべてが機械化されても、コストと時間の面で両立することは困難であろう。したがって、コンピューター等を包含した文字情報作成装置は、ある条件下における処理であり、これから先、多くのテレビ局においてもテレビタイトルはテロップで放送する必要が残るであろう。その意味から、電子写真法の応用によってテレビタイトルデザインの新しい分野が開けることを考えて、ひとつの開発が行われて来た。

3. 電 子 写 真 法

電子写真法には、大別して2つの方法がある。ゼロックスに代表されるような普通紙に文字を転写する方法(間接法)と、酸化亜鉛を含む感光紙に直接画像形成を行う方法(直接式)である。

前者は、現在コピー装置に広く用いられている方法で、文字等の線を出すものに適するが、均一な濃度を広い面積にわたって出すことがうまくできない。

東京放送、阪田商会、およびニック工業の3社は、カラーテレビタイトルの作成のために後者の直接法¹⁾により酸化亜鉛を用いた感光紙を用いてカラータイトルを作成する方法を研究して、テレビタイトル作成に必要な装置および材料の作製を行った。この方法をエクタイトル法という²⁾。

エクタイトル法は、液体现像法を用いて1回の現像で1色を出す方法で、これをくり返して多色の着色タイトルを作るものである。

このほかに、今後実用化の方向のひとつに、3原色の

"An Application of Electrophotography to Television" by Eizo Suyama (Tokyo Broadcasting System Inc., Tokyo)

顔料を絶縁性の薄層中に分散させ、高電場下で光照射し、1回の露光でカラー像を得られる光電気泳動法があることが報告されている³⁾。

4. エクタイトル法の手順

(1) 原画として白黒フィルムを用意する 密着の場合にはトレーシングペーパーのような半透明の紙に書かれたデザインでもよい。この白黒で表現されたフィルムを用いて希望する色を着色する。画像は原画に対してポジ像を形成する。すなわち、黒の部分に着色が行われる。

(2) 酸化亜鉛を塗布した感光紙をセットする。

(3) 暗室中（プロマイド用セーフライト）で、チャージャーにより帯電させる（約10秒）。

(4) 露光 感光紙表面に原画フィルムを通して光を与え、非着色部分の電荷を放電させる。

(a) 密着素材 原寸大の原稿の場合は、感光紙上にフィルムを重ねて、上にオーバーレイフィルムを乗せ、素材が感光紙に密着するようにして露光する（約5秒）。

(b) 引伸し素材 1kWの光源を用いた引伸し機で、普通の引伸し作業同様に露光する（約2秒）。

(c) (a),(b)を組合せて二重露光する場合もある。

(5) 現像 均一なカラー濃度（面べた）を得るために液体现像を行う。まず、ステンレス製皿に深さ約1cmに顔料を含んだトナーを分散させておく。露光済みの感光紙を感光面を下にして入れ、約30秒、手で振動する。特定の色に対しては簡単な自動現像機も利用できる。

(6) 洗滌 トナーに用いる分散液を別の皿に入れておき、約10秒、感光紙表面の余分のトナーを除去する。

(7) 乾燥 熱風をドライヤー等でかけて乾燥する。

(8) 色を重ねる場合は、(1)～(7)をくり返す。

(9) 仕上げ 最後にスプレーをかけて表面を保護する。

この工程は、2～3分で終了する。

5. エクタイトル法の方法

(1) トナー

着色に用いるトナーには、シアン(C)、マゼンタ(M)、黄(Y)、黒の4種がある。普通の電子写真法では、カラーズライドを3色分解してC、M、Yの3色について露光・現像処理を3回行う。

エクタイトル法ではC、M、Yの3原色トナーを液体混合して、希望する色のトナーを種々作り、1回ずつデザインに応じて着色することを基本としている。これはデ

ザイナーが絵具を混合して色を作っていくことと同じである。

使用するトナーの分散液は石油系有機溶媒で、低揮発性である。トナーに含まれる顔料の粒径は約0.1ミクロンである。

(2) 感光紙⁴⁾

(a) アルミベース感光紙 エクタイトル法で使用する感光紙は、表面に酸化亜鉛を塗布したものである。普通のコピー用の感光紙は白の部分が多く、文字になる部分の占める面積がわずかであるので、むらや汚点がそれほど問題にならないが、テレビ用の感光紙は、色の部分が多いのが通常である。そのため、むらのない着色を行うために、コピー用の感光紙とくらべて塗布の精度が高くなければならない。

エクタイトル用感光紙の構成は次の通りである。

(a.1) 光導電性半導体であるZnOと結着樹脂となる感光層（厚さ10ミクロン）。

(a.2) 光が当たったときに電荷を逃がす導電層としてのアルミニウム（厚さ10ミクロン）。

(a.3) 支持体となる基紙 テロップ用の紙厚の基準は0.3～0.4mmである。そのため、普通電子写真用のものより厚手のものを使用している。

このアルミベース感光紙は、色を重ねるために何回も現像作業をくり返しても位置ずれを起こさぬよう、伸縮が少なくなければならない。

また、アルミベース感光紙をテレビ放送に使用する場合は、テロップ送出し装置のスーパー用の自動セットアップ切換えなどに近接接点リレーを使用していると、テロップカードホルダーに取付けてある検出用アルミ箔と同じ効果があり、カラータイトルも、スーパーに自動切換えされることがある。この場合は、このようなモード切換えシステムを変更しなければならない。カード吸着式のテロップ装置の場合は、金属箔による近接接点リレー切替方式を使用しないので問題ない。

感光紙の原紙のサイズは110×170mmと280×400mmの2種が用意されている。

(b) ノン・アルミベース感光紙 (a)のアルミベースが前記のような使用上の制約があるので、アルミの代りにアクリル系合成樹脂を主体とする導電層を塗布したもの。導電層が合成樹脂であるため、アルミベース感光紙よりは湿度の影響を受け易い。白色度は前者より良いが、現像のくり返しに対しては伸縮が多いために位置ずれが起き易いので、多色の着色には不向きである。

6. エクタイトル装置

エクタイトルの装置は、チャージャーとバキュームお

よび密着用と引伸し用の露光装置より成っている。

(1) チャージャー

チャージャーは、感光紙表面に負の電荷を均一に与えるもので、直流発生装置により 5,000~7,000 V の電圧で帯電させる。チャージャーの下面には、タングステンワイヤーが張られていて、ユニット全体が左右に一定の走度で走査される。

(2) バキュームユニット

バキュームユニットは、感光紙を平面にするため、アルミニウム盤に小孔をあけ、下から吸引している。

チャージユニットが走査するとき、感光紙とタングステンワイヤーの間隔を一定にする。

(3) 露光装置

露光装置は、密着原稿用で左右から電球で均一に照射するものと、引伸し用の引伸し装置の2つで成り立っている。また、どちらかの光源を選択するスイッチと、露光時間をコントロールするタイマーがある。

このほかに付属の設備として、ステンレス製皿数枚やメスシリンダー、ピペット等の計量器、乾燥機、セーフライトが必要である。

7. エクタイトル法の処理

エクタイトル法と普通写真との大きな違いは、電荷のチャージにより感光化されることにある。また、一度光を与えた感光紙も、再び暗中でもどしてチャージすれば使用できる。また、一度着色処理が行われた感光紙も、チャージすれば感光化され、別のパターンと別の色をその上に乗せることができる。こうして多重着色が行われる。これは顔料粒子が小さく、半透明になっているので、層を形成しても減色混合が行われているためである。この点は、銀塩写真に見られるように一度の露光が色を決定し、再露光、再使用ができないこととまったく違った電子写真の特徴である。

また最近、カラーフィルムや印画紙の現像処理が高温処理になり、以前より処理時間が短縮されたとはいえ、秒の単位ではない。

エクタイトル法では、約 30 秒の現像で充分で、それ以上現像液の中に置いても感光紙の残留電荷以上にトナーは付着しない。そのため銀塩写真に見られるような現像オーバーの現象は起こらない。さらに、現像液の組成の変化や温度が特性曲線に影響があるのと異なり、事務室程度の温度で作業ができる。

むしろ、チャージが行われた後の露光から現像工程に入るまでの時間が長くなると、感光紙表面の電荷が減衰し、トナーの付着量が少なく、色濃度の低下が生じる。それゆえ、チャージしてから現像液に入れるまでの時間

はなるべく短い方が良く、だいたい3分以内が望ましい。エクタイトル法の現像には、ステンレス製の皿を用いる。約 20×30 cm の皿に約 300 ml のトナーを入れる。このトナーは濃縮トナー (30 ml入り) を分散液で 1 %に希釈したものである。この濃度もだいたい良く、2 %にしたから着色濃度が変化するものではない。

このトナーの中に、露光を与えた感光紙を表面を下にして入れる。このとき感光紙とステンレス製皿の間に感光紙に垂直な電界ができ、その中間にある逆電荷を持ったトナーが、感光紙表面に平均に付着する。分散媒体である有機溶媒中の顔料は、分散中に電荷を帯びて液体中に懸濁していて、感光紙表面の負の残留電荷を持っている静電潜像に向かって移動して付着する。この現象は電気泳動といわれているものである⁴⁾。

感光紙表面を下にして現像すると、均一なカラー像が得られるが、上にするとエッジ効果のある画像が得られる。

顔料の付着すなわち現像の進行は、約 10 秒でほとんど飽和状態になり、約 30 秒で完了する。

感光紙を現像液から取り出し、リンスした後すぐに表面をこすると画像は破壊される。顔料粒子は、分散液が蒸発してしまうまでは、きわめて僅かな付着力で感光紙表面に乗っているにすぎない。一度乾燥すれば、強くこすらない限り画像は破壊されない。これは顔料粒子のまわりの樹脂成分によって感光紙表面に定着しているためであって、単に顔料粒子が乗っている状態とちがうためである。しかし、乾燥後の表面はマット状であり、表面に触れると光沢が変わるので、表面保護のために透明プラスチックスプレーをかける。一度スプレーをかけると、電子写真感光紙の特性は消滅する。

銀塩写真の場合、カラー写真用印画紙と白黒用印画紙はまったく別のものであり、現像方法も異なるが、エクタイトル法では、使用するトナーがカラー用の C, M, Y か黒トナーかのちがいで、用いる感光紙と処理方法は同じである。

エクタイトル法では、カラー写真のような調子再現を目的としないため、最適カラーバランスを得るためのカラータイミングの必要性がなく、デザイナーがポスターカラーで色の調合をして着色すると同様にデザインする。

この電子写真法を用いて調子再現を行う場合は、印刷で行うような網点 (スクリーン) による 3 色分解ボジを使用すればできるが、コストや処理手順などの点からテレビ局での作業には不適なので、現在は採用していない。たとえテレビ局で実施するにしても、調子再現のためのカラータイミングは、多年の経験と熟練が必要で、

デザイナーが装置を使いながらタイミングするのは、作業効率の点からも望ましいものではない。

8. タイトルデザイン技法⁶⁾

エクタイトル法をテレビタイトル作成に応用すると、いろいろな特徴のあるデザインができる。例えば、文字のまわりに縁取りをしたり、ぼかし効果を出すことである。ネガフィルム素材からレジストレーションピンを用いて密着ポジを作り、その1対のフィルムを用いて画面または文字のネガの黒の部分とポジの黒の部分に別の色をはめ込む。またその一部をさらに加工して文字ごとに色を変えたりする。着色する色はC, M, Yのトナーの混合比を変えて希望の色を作って着色する。背景にもいろいろなデザイン模様を用いて着色する。こうして、着色する色の変化とデザインに用いる素材の組合せから、デザイナーが自ら装置を操作して創造的なデザインをして行く。

テレビタイトルデザインの領域では、デザイナーは毎日の作業の中で新しい番組に対して、新しいデザインを要求され、その中に、みずからの創造性を発揮している。エクタイトル法はその創造領域の拡大のためのひとつの道具としての役割を果たすものである。

9. 電子写真法による写植機

エクタイトル法でタイトルを作成するには、まず白黒の原画フィルムを作成することが必要である。そして、その内容が写植文字である場合には、一度写植機で作ったネガ（透明ベースに黒文字）から、ポジ（黒ベースに白文字）を作らなければならない。通常この処理には半日～1日を要することは、作業上のひとつの問題であった。

すなわち、電子写真の処理が早くても、素材の作成に時間がかかっては、メリットは減少する。

そこで、フィルムを介せず、直接電子写真感光紙に写植文字を印字できないかと考えた。エクタイトル法の装置が実用化されて後、1978年に写真植字機に電子写真のチャージャーと自動現像装置を組合せたものを試作した。

この装置には写真植字に用いているタングステン電球では、電子写真に必要な光量が得られないので、ストロボフラッシュを利用している。

この試作機によると、感光紙のセット後、チャージ印字-現像-乾燥まで約2分である。この中で、印字には約1分を当てているが、印字に5分位かけても、電荷の減衰による濃度の低下は認められなかった。

実際に放送に利用されている写植テロップの内容は、

字体、活字の大きさ、間隔がいろいろ変り、オペレーターが短時間に印字できないものが多い。そのため、電子写真写植機では、比較的単純なテロップに限られることになる。しかし近年、写真植字機にもミニコンを組込み、印字を自動化したものが販売されるようになっていく。このような写植機と電子写真を組合せによって文字タイトルテロップの作成が迅速になるだろう。

10. 電子写真によるスライドの作成⁶⁾

九州松下電器では、電子写真法を利用したスライド作成装置“カラー・バナコピー”を販売している。この装置は、原画をスライドにコピーすることを目的としていて、その対象もグラフや線画からカラーズライドを作るためのものである。この装置は、明室中で、処理できるようになっていて、C, M, Yの3色トナーを用いて、3色分解して、露光-現像-乾燥を3回自動処理して、減色混合の色を再現する方式である。

この装置に用いる“カラー・バナコピー・フィルム”は、ポリエステルフィルムに透明導電支持体として金属膜を蒸着し、その上にブROM化ポリNビニールカルバゾールを主剤とした感光層を塗布している。この方式は複写を目的としているので、パンクロマチック特性を持っている。

処理時間約2分で、50×50 mmのマウントされたスライドができる。

米国のテレビ局では、こうしたカラーズライドが多く用いられているが、日本ではその数は少なく、テロップの方が多く用いられている。

スライドはサイズが小さく取扱い簡単な面もあるが、ごみや指紋が付きやすく、テレビの画面ではそれが拡大されて見にくくなるため、注意しなければならない。

11. む す び

テレビの画像記録は、フィルム録画から始まり、磁気録画へと進んだ。近年、磁性材料やビデオテープレコーダーの技術が進歩して、記録密度が上り、小型化されても、良い画質の記録ができるようになった。そのため、ニュース取材は、ほとんどがフィルムからVTRに変わり、フィルム取材が減少している。

しかし、テレビのような動く画像の記録の進歩に対して、静止画像の記録の技術は遅れている。電子写真法は、リモートセンシングのような静止画の記録として応用される面もあるが、ここではテレビタイトルの作成に応用した。電子写真の顔料粒子は0.1ミクロンのオーダーであるため、銀塩写真よりもずっと高解像度である。顔料粒子はフィルムに用いられている染料よりもずっと退

色性が良いので、長期保存に適している。

カラーの静止画を作る方法のうちに、この電子写真法は最も短時間に着色できる方法のひとつであろう。しかし、液体现像法は電気泳動に必要な電荷を持った顔料を懸濁させることに高度の技術が必要である。

現時点で、いままで述べて来た電子写真法の湿式方式と、他に試みられている乾式の方式との優劣を決めるのは早計である。

しかし、今後も引き続き電子写真に用いられるトナーや感光紙の開発が進めば、銀塩写真に代って、さらに迅速に高品質のカラータイトルを作成することになり、単にテレビ局だけでなく、他の分野での利用も展開されるだろう。

(昭和55年1月10日受付)

〔参 考 文 献〕

1) 坂田ほか：画像の科学（写真工業別冊），写真工業出版，

222, p. 103

- 2) 吉川ほか：電子写真を使ったカラーテロップ作成法，光フィルム技術資料，20（1975）
- 3) 小門宏：非銀塩感材，テレビ誌，27，11（1973）60
- 4) 山本，三代川：エクタイトルペーパーの開発について，映画テレビ技術誌，316（1978）23
- 5) R. M. シュファート，井上英一訳：電子写真，共立出版，p. 22
- 6) 吉川ほか：電子写真法によるカラーテロップの作成法，放送技術，28，9（1975）89
- 7) 中野顕：暗室不要のカラーズライド作成機「カラー・パナコピー」について，テレビ学会技術報告，OPT-89（1978）29
- 8) 須山，長谷川：電子写真法によるカラーテロップの作成法，映画テレビ技術誌，268（1974）35
- 9) 吉川ほか：電子写真技術を使ったカラーテロップ作成法，テレビ全大（1975）167
- 10) 吉川，須山：電子写真法によるカラーテロップの作成法，民放技術報告会，12（1975）77

電子光学

裏 克己 著

電子ビームは電子顕微鏡，テレビ用撮像管受像管，マイクロ波用真空管，あるいは加速器などに昔から使われ，その基礎理論としての電子光学は，光学との相似性も幸して，1940年代に急速に完成されて一種の古典的体系となり，これに関する名著がいくつか欧米で出版されていた。

ところが，時代の進行とともに，電子ビーム装置が従来のフィールドにおいても，また新しい応用，たとえば材料の微細加工や検査などにおいても，地道に発展を続けてきたため，理論的にも，実際的にも，これまでの著書のみでは，電子ビームに関する知識の総体を概括するのに不便になってきた。もちろん，この間いろいろな観点から新しい分野について紹介はなされてきているが，それでも電子光学の現在について総括的な知識を与えてくれる著書は，特に邦書において，少なかったのである。

本書は，著者が大学院で行った講義をもとにして，電子光学の現在の全分野の再構成を行ったもので，電子ビーム装置をこれから知ろうとする人にとって最適の能率的な入門書となるものである。同時に，これまでこの分野の仕事をしてきた研究者や技術者が知識を確実にし深めて行くための伴侶としても有用なものと思う。各章ごとに演習問題とその略解とがあり，問題の本質を知るための助けになる。

内容は1～3章に基礎概念，4～5章が基本素子である軸対称電子レンズ，6～7章が空間電荷および速度分散とその効果，8章がビーム径と，最近の手法であるエミッタンス概念，9～13章は四重極レンズ，偏向，プリズム作用，電子銃，およびイオン電子銃などの具体的デバイス，14章は最近の話題であるパルスビーム関係，15章は変分法に基づく軌道解析論となっている。

デバイスならびにその製造にかかわる方々に一読をおすすめる。

紹介 小楠千早（NHK）

共立出版(株)刊（54年12月1日発行），共立全書 228，A5版，256頁，定価1,900円