

写真的方法による天体の等光度曲線の作成

大 脇 直 明*, 水 野 孝 雄*, 小 野 正 裕**

1. はじめに

通常、天体写真ネガの等濃度（光度）曲線（以下コントラと略す）は、このための特別な機械を用いるか、あるいはマイクロフォトメータでネガ像を多数の走査線で切る操作で作られる。しかしいずれも高価な機械が必要で、誰でもいつでもできるわけではない。ところがこれらと全く異なり写真的にコントラを作る方法がある。これは極めて安価かつ容易で、アマチュアでも行える方法であるし、しかも注意深く行えば天文学にも十分役に立つものである。ただ欠点は手間と時間がかかることである。

写真的方法は古くから知られていたが、天文学への応用は極めて少なかった。筆者らの知るかぎりでは、1963年にリヒター等がM31の測光に用いたのが最も有名で、その後、1966年にホッジ等が、1969年にブレイド等がいずれもこの方法の精度の研究を行い、さらに1972年にはクリンケがNGC 520の測光に応用している。これらの研究ではいずれもこの方法の有効性が認められている。そこで筆者らは写真的方法についていくつかの実験を行い、実行上有効と思われる手順や精度などについて調べた。その結果この方法は天文学に十分応用でき、信頼性のあるものであることが認められた。写真的方法は、我が国では香西洋樹氏や宮島一彦氏等の方々が研究されており、それぞれその有効性を認めておられる。

2. サバチェ効果の応用

写真的方法にもいろいろある。(1) サンドウィッチ法。ネガとポジを重ねるものでホッジやクリンケ等が行ったのはこの方法である。(2) コントラが直ちに現われる特殊なフィルムを用いる方法。このようなフィルムにはアグファのコントラ・プロフェッショナル・プランフィルムがある。(3) サバチェ効果を利用する方法。これは特別なフィルムを要しないこと、サンドウィッチ法に比し手順はやや面倒だが仕上がりがよいことなどの利点がある。前記のリヒターその他及び香西氏・宮島氏もこの方法を採用しておられ、筆者らも専らこの方法を考察した。

サバチェ効果は1850年フランスのサバチェによって発見された。現像中のネガに光を当て、さらに現像を続行するとネガ像とポジ像が混ざり、画像の輪郭にコント

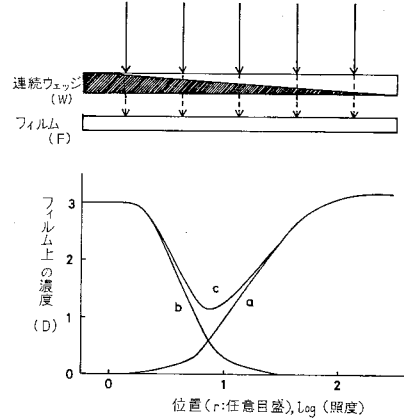


図 1

アがあらわれる現象である。この原因はいまだ明確になっていないようだが、一般には次のように説明されている。今、フィルム F 上に濃度変化が直線的なウエッジ W をおき、強さ一様な光を W を通して F にあてたとする。そうすると現像中にあらわれる F 上の濃度分布は図1の曲線 a のようになる。(a はこのフィルムの特曲線にほかならない。) これを現像中にさらに露光すると a とは逆の b のような濃度分布が F 上加えられ、 a と合成されて最終的に c のような濃度分布が生じ、その谷がコントラとして現れるというのである。問題は b なる新たな濃度分布が現われる原因で、これについては光学的及び化学的原因などがあげられている。これだけの説明では、フィルムに写されるべき濃度分布が場所的に連続的变化をしている場合のみサバチェ効果が現われるように思われるが、筆者らは実験により完全に不透明なものでフィルムの一部を被ってサバチェの操作を行った場合にも(図2)フィルム上で露光された部分とされない部分との境界にコントラが現われることを認めた。この結果、サバチェ効果は一種の写真的イラジェーションに起因するものと推論した。これは藤波重次氏の著書に述べられてあることと一致するようと思われる。

3. 操作の概要

サバチェ効果は芸術写真によく応用されているようである。筆者らはこの方面から情報を得、これを基礎として天文学上の目的に合うよう工夫した。そもそも基本的には原板(アルバム左ページ写真 a) を別のフィルムに焼きつけ、その現像過程でサバチェ効果を起こさせればよいのである。この際、原板も焼付けのフィルムも高コ

* 東京学芸大学 ** 小金井市立第三小学校
N. Owaki, T. Mizuno and M. Ono: Photographic
Equidensitometry of Celestial Bodies.

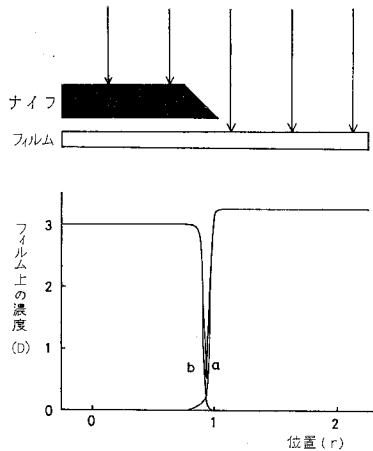


図 2

ントラストのものがよく、そうでないと出来上りのコントラストは太くなる。筆者らはこのフィルムとしてフジリスオルソフィルム(タイプ VO・100)を、現像液としてフジハイリソールを選び $\gamma \sim 20$ を得た(現像は原液使用, 20°Cで通常3分間)。また原板が高コントラストでないときはこの種のフィルムへの焼付けを繰返して高コントラストのものを作り、これにサバチェ効果を起こさせる。アルバム左ページの写真でこの一連の操作を示す。特に写真dのサバチェ効果を起こさせる操作の一例を簡単に記すと: 写真c→dの密着焼きが5~10秒(照度5lx)の場合、まず約3分間現像、ついで30lxの光で現像液内のフィルムに2~4秒当て更に現像をコントラストが現われるまで続行する(約2~4分)というものである。コントラストの出方はフィルムの裏から見た方がわかりやすい。これらの数値はあくまでも一例で実際には各人の試行や経験でそれぞれのマニュアルが作られるものであろう。

4. サバチェ効果で求めたコントラスト

第一に求められたコントラストの形や位置の精度が問題となる。これを左右する要因は種々考えられるが、中でも

各段階の光のあて方と現像の一様性である。実験によれば通常の注意を払えば現出するコントラストに対応する濃度の標準偏差は ± 0.02 のオーダーであることが認められた。故にコントラストの形状・位置の誤差はこれをその場所の濃度傾斜で割ったものとなる。一般に濃度傾斜が小さくなるとコントラストが太くなり、写真粒子による凹凸も目立ってくる。サバチェ法によるコントラストを他の方法で得られたものと比較した結果の一つをアルバム右ページに示した。

5. むすび

サバチェ効果は写真的現象の一つだから一見不安定のようにみえるが、実際にテストや実験をしたところ天文学への使用に十分耐えることがわかった。銀河系外星雲をはじめ、彗星・太陽黒点・惑星・ガス星雲など応用範囲は極めて広いと思われる。ガス星雲のように比較的光度分布がゆるやかなものでも割によいコントラストが得られるものである。なお連続ウェッジも同時に上述の操作を行うと、コントラストに対応する原板の濃度をよみとることができる。その例をもアルバムに示した。普通はコントラストに相当する濃度は原板をマイクロフォトメータで測定して目盛りづけをするのだが、これは簡便法である。この簡便法の有効性も検討に値するであろう。

筆者らの操作のマニュアルや留意点及び精度検討の詳細は別の報告書(東京学芸大学紀要1976年)に述べた。なお写真的コントラスト作成法に関する写真学的論文は外国には多く、参考書で最も有名なものにLau & KrugのEquidensitometry (Focal Press, London, 1968)があり、いろいろな手法が紹介されていて面白い。我が国では参考書は少なく、筆者らの知る限りで前記藤波重次氏の「高等写真技術」(共立全書, 1974)が成書としてある。いずれにせよ写真的方法はそれなりの価値があると思われるので、さらに精度等の研究や手法の改良が促進され、広く利用されることを望んでいる次第である。

1977年1月の太陽黒点 (g, f) (東京天文台)

1	—, —	6	7, 60	11	4, 10	16	—, —	21	2, 7	26	—, —
2	7, 90	7	4, 31	12	3, 21	17	3, 15	22	2, 18	27	5, 32
3	9, 82	8	4, 19	13	4, 24	18	—, —	23	4, 24	28	—, —
4	7, 56	9	5, 10	14	3, 23	19	1, 3	24	4, 26	29	6, 49
5	10, 76	10	3, 5	15	4, 21	20	1, 2	25	3, 23	30	8, 75
										31	10, 120

(相対数月平均値: 59.6)

昭和53年3月20日 発行人 〒181 東京都三鷹市東京天文台内 社団法人 日本天文学会
 印刷発行 印刷所 〒112 東京都文京区水道2-7-5 啓文堂 松本印刷
 定価 300円 発行所 〒181 東京都三鷹市東京天文台内 社団法人 日本天文学会
 電話 武蔵野 31局 (0422-31) 1359 振替口座 東京 6-13592