

# レンジマッチング法

---

多譜調印画紙の正しい使い方

木下 義高

日本リアリズム写真集団品川支部

## 目次

まえがき .....	3
理論編 .....	4
特性曲線と濃度 .....	4
諧調再現の仕組み .....	5
ゾーンシステム .....	6
印画紙の対数露光域と ISO RANGE .....	7
ISO RANGE と号数の関係 .....	8
レンジマッチング法 .....	8
光量 .....	10
測光量の種類 .....	10
実践編 .....	11
必要な機材 .....	11
濃度測定法 .....	11
特性曲線と実効感度 .....	12
実効感度の決定法 .....	12
特性曲線とゾーンスケールを作る .....	13
撮影時の露出の決め方 .....	15
プリント .....	15
一般的な方法 .....	16
ネガにゾーン と がある場合 .....	16
ハイライトだけで決める .....	17
誤差の要因 .....	18

# まえがき

モノクロ写真をやってみたいと思いだした 1999 年の年頭のころ、アダムスのゾーンシステムに関する著作「Camera」「Negative」「Print」の三部作を読みました。掲載されている作品はすばらしいものばかりで、「こんな作品が作れたら・・・」と痛切に思ったものでした。

しかしゾーンシステムは、印画紙のグレードは固定してフィルムの現像時間と現像温度をコントロールし、印画紙の対数露光域にあったフィルムを作る方法です。大判のシートフィルムには最適な方法でも、35ミリのロールフィルムで撮影し、各コマごとにフィルムのコントラストが変わる場合には適用が難しいことが理解できます。

そこで、マルチグレード印画紙を使い、各コマごとの濃度域の変動に対しては、それに最適な対数露光域となるようにフィルターを選択して多諧調印画紙に焼き付ければよいではないか、と考えるようになりました。ゾーンシステムにたいして「レンジマッチング法」ともいうべき方法です。

この方法を適用するには濃度計が必要です。私なりの工夫で、高価な濃度計を使用せずとも、フィルム濃度を測る方法を紹介しています。

この冊子は、まったくモノクロ写真に素人の新人が、乏しい知識を元にして、なんとか満足できるようなモノクロ作品を作れるようになった—その方法をまとめたものです。フィルム濃度と印画紙のISO Rangeという「数値情報」を頼りにして、誰でも一定水準のプリントを作ることができるようになるための方法だと考えております。フィルムの情報を 1:1 で 100% 印画紙に再現するための基本的な技術であり、諧調再現の基本的技術でもあると考えております。

優秀なピアニストでもあったアンセル＝アダムスは、「ネガは楽譜であり、プリントは演奏である」と言っております。私の紹介する方法は、メトロノームを使って楽譜を正確に演奏するための方法と言えるでしょう。この方法に従えば、誰でもネガの情報を正確に引き出すことはできます。もちろん人を感動させる音楽芸術にするにはこれだけでは不十分です。私の方法を使って、ネガの情報を完全に印画紙に再現した作品が必ずしも優れた作品になるわけでもありません。しかし、イメージする作品にするためにはどのように改善すればよいかという方針を得ることができます。

技術的に正確にコントロールできない部分を、「個性的表現」という言葉で曖昧にしていることはないでしょうか。高度な光測定機でもある現在のカメラを駆使しながら、暗室作業は依然として段階露光と経験で済ますことに違和感を持ったことはないでしょうか。芸術的表現の必要性からではなく、露光時間の過不足や印画紙グレードの選択の誤り・フィルム現像の不十分さを、覆い焼き（ドッジング）や焼き込み（バーニング）でカバーしているようなことはないでしょうか。

私がこの冊子で記したことはセンチメートルの分野では既知のことなのかもしれません。しかし、可能な限りいくつかの書籍にもあたってみました。具体的で役に立つ方法を述べている書籍には残念ながら行きあたるできませんでした。しかし、それらの書籍からは多くの有益な知識を得ることができ、この冊子の随所に引用しています。不十分な内容とは承知しながらも、モノクロ写真に興味があり、諧調再現の方法に迷っている方々の参考になれば幸いと著すこととにしました。皆様のご意見とご指摘をお待ちしております。

2000年2月 木下 義高

# 理論編

## 特性曲線と濃度

諧調豊かなプリントを望むのであれば、フィルムと印画紙の特性曲線についての知識が必要です。

特性曲線とは、フィルムあるいは印画紙の面上に照射される光量（正確には像面照度、単位：ルクス・秒）の常用対数を横軸にとり、その光量が与えられたときの濃度（フィルムなら透過濃度、印画紙なら反射濃度）を縦軸にとってプロットしたものです。

濃度とは、照射された光量と透過または反射された光量との比の常用対数ですから、結局、特性曲線は縦軸横軸ともに対数目盛りの「両対数グラフ」であるといえます。

$$\text{濃度} = \text{Log}_{10} \left( \frac{\text{照射された光量}}{\text{透過・反射された光量}} \right)$$

照射された光量が 100 で透過した光が 10 であれば（10 分の 1）濃度は 1.0 です。100 分の 1 なら濃度は 2.0 ということになります。

解説本などで見かける特性曲線が、私たちにとってあまりなじめないのは、横軸が Log H などとなっているからではないでしょうか。H の単位がルクス・秒といわれても、普段そのような測定値を扱っていないのですから。しかし、一眼レフの TTL 露出計が測定しているのはまさにこの像面照度なのです。ただ、測定値がルクス・秒ではなくて EV 値や何段という絞りとシャッター速度の組み合わせで与えられるという違いだけです。

ファインダー内に測光インジケータを表示する一眼レフのカメラが多くなりました。±2 段のもの ±3 段あるいはそれ以上のカメラもありますが、この測光インジケータを特性曲線の横軸に置き換えて考えることができます。1EV (1 段) の露出の過不足は光量の 2 倍または 2 分の 1 の変化になります。ですから特性曲線の横軸に 0.3 間隔で区切りを入れれば、それが 1EV (1 段) ということになります。（Log 2=0.3010）

右図を見てください。TTL 露出計で測光すればインジケータのゼロ点に指標が点灯します。このとき 18% グレーを 18% グレーとしてプリントできるネガができることになります。ネガ濃度としては、（ベース+かぶり濃度）+0.64 程度の濃度になるはずで、これが基準現象の判断にもなります。図では便宜上ベース+かぶり濃度を -6 の位置にプロットしてあります。フィルム上では、-1 段の露出補正をすれば濃度 0.8 付近に、+2 段の露出補正をすれば濃度 1.3 程度に記録されることがわかります。

このように考えれば特性曲線も身近なものに感じられるのではないのでしょうか。

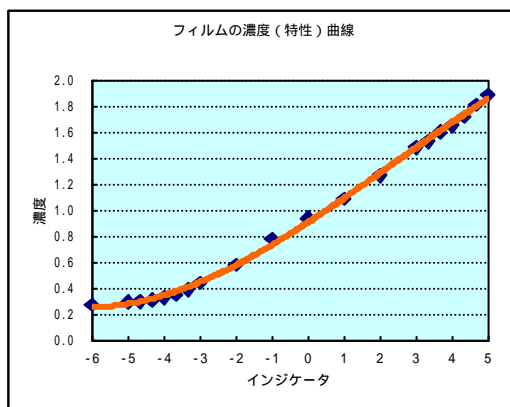


図 1

# 諧調再現の仕組み

深みがありながらも微妙な諧調を有する漆黒、淡い純白の中のわずかなディテール、このようなファインプリントはどのようにすればできるのでしょうか。ここではモノクロ写真における諧調再現の基本的な原理を考えてみます。

一般の被写体において、非常に明るいものと非常に暗いものとの輝度比は 1 : 4098 ( $2^{12}$ ) にもなります。これはカメラの露出計では 12 段に相当します。一方で印画紙の濃度は最高でも 2.5 位で、これは被写体輝度域を 1 : 316 の明るさの比で表現できることを示しています。最高濃度 2.2 程度の印画紙が最も多く出回っており、この場合は 1 : 160 の被写体輝度比しか再現できないことになります。

前ページの図は、コダック T-Max 400 の特性曲線です。モノクロフィルムでは被写体輝度域の 10 段以上が十分記録できることを示しています。(T-MAX Deberopper 1 : 9 希釈現像液で 24 12 分)

発光体と真の暗黒を同時に写すのでない限り、一般的な被写体輝度域を有する被写体は、現在のモノクロフィルムには十分に記録をすることができるとは分かります。

ではどのようにして印画紙の 1:160 程度の再現幅に 1:1000 以上の輝度比が表現できるのでしょうか。

図-2 は、フィルムの特性曲線を左側に、印画紙の特性曲線を+90 度回転させて右側においてプリント再現を理解しやすくした図です。

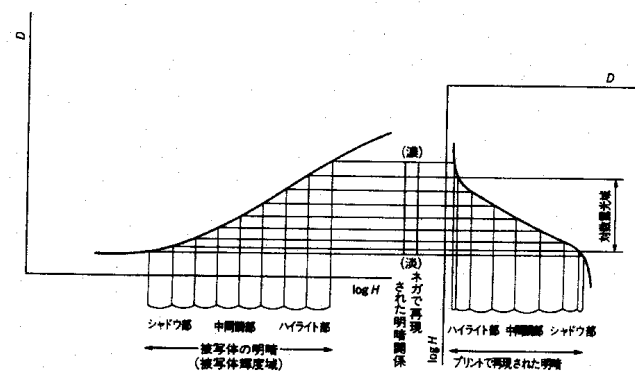
被写体のシャドウ部は、フィルムの特性曲線上の「脚」部に記録されますが、脚部は被写体の明るさの変化に比べてフィルム濃度の変化は小さい。つまりシャドウ部はフィルムには圧縮して記録されます。そしてこのネガに露光されたシャドウ部の画像は、印画紙上では印画紙の特性曲線の「肩」の部分で再現されることとなります。

一方で、被写体のハイライト部は、フィルムの直線部もしくは肩部で記録されますが、印画紙上では「脚」部に圧縮されて再現されることとなります。こうして、ハイライト・シャドウ部が圧縮されて記録されることで、見た目が不自然でない画像として表現できるのです。

また、光源などの高輝度被写体は真っ白く飛んでしまってもよく、シャドウ部もつぶれてもよい部分があります。結果として、被写体輝度域の中のシャドウ部とハイライト部はそれぞれ圧縮されて再現されることとなり、1 : 160 程度の印画紙の再現幅であっても、被写体の 1 : 1024 程度の輝度比を表現できるのです。

フィルムと印画紙のこの特性を理解して、シャドウ部に十分な情報を与えるような露出で撮影し、ハイライト部が再現できるような露光時間と現像条件を管理することによって、被写体輝度域を完全に再現した作品を作ることができます。

フィルムの ISO 感度の設定はシャドウ部を決定するための重要なファクターとなります。モノクロフィルムのラチチュードは広いとはいっても、シャドウ部とハイライト部の完全な再現を考えた場合、リバーサルフィルムほどではないにしても、カラーネガフィルムよりはシビアに露出を決めて撮影しなければなりません。



被写体の明暗関係はネガの足でシャドウ部が圧縮され、さらに印画紙の足でハイライト部が圧縮されるが、中間部は圧縮を受けずに再現される

図10 被写体の明暗とネガ・プリント上での再現

図 2

# ゾーンシステム

アメリカの写真家アンセル＝アダムスは、被写体の明るさと露光量、それが印画紙で再現される濃度との関係に対応させて、1絞りごとの露光量とプリントでの再現濃度をゾーンと名づけました。また、自然界の被写体の輝度域を10ないし11段と考えて、18%グレーの露出値を中心のとし、被写体輝度域に0からまでの「ゾーン」を設定して、撮影時に印画紙で再現されるイメージが予想できるようにしました。

「ゾーンシステム」は、被写体輝度域とフィルムの再現幅、印画紙の再現幅を一致させるために、フィルムの現像条件＝温度を変える方法であり、ロールフィルムでは適用が難しいと思われます。しかも約50年前に考案された方法であり、その当時とはフィルムも印画紙もその他の機材も著しく進歩しています。この冊子では、ゾーンシステムの全体を利用することはせずに、ゾーンスケールの考え方のみを利用することとしました。

Zoon No	インジケータ	説明
0	-5	プリントの完全な黒。ベース濃度+かぶり濃度ではないが、プリントには使われないネガ濃度。
	-4	感度基準点。完全な黒の次のステップで、わずかにトーンはあるものの質感は感じられない。
	-3	質感がかろうじて感じられる濃度。暗い調子、イメージの中でほんのわずかにディテールを必要とする暗部の描写。
	-2	平均的な黒い被写体。十分に質感がわかる暗部。
	-1	平均的な濃い木の葉。濃いグレーの石や風景の中の影の部分。太陽光下の白人ポートレートの影の調子。
	0	反射率18%のグレー。パンクロマチックフィルムで再現される晴天北側の空。日焼けした肌。グレーの石、平均的な雨ざらしの木材。
	1	太陽光や曇り空や人口光での平均的な白人の肌の調子。明るい色の石、日に照らされた風景での雪面上の影、
	2	非常に明るい肌、明るいグレーの被写体、斜光線で照らされる平均的な雪面。
	3	質感のあるわずかな調子の白。雪の質感。白人の肌のハイライト。
	4	純白に近い質感のない白。ゾーンと同様に質感はないがわずかにトーンがある。太陽直射光下の雪。
	5	印画紙のベースの純白。ざらざらとした反射や画面内にある高原。

表 1

ゾーンとカメラのインジケータが対応して理解できるように表を作成してあります。

このようにして、被写体の輝度域をゾーンとして把握して、この基準よりもゾーンの狭い(広い)被写体では現像温度・時間を変更することによって、標準の印画紙にマッチするようなフィルムを現像するのがゾーンシステムの考え方です。

したがって、大判のシートフィルムではシートごとに現像条件を変更させることができますが、われわれが使うような 35ミリのロールフィルムでは、カットごとに現像条件を変えることはできないので、このままでは適用することができません。

## 印画紙の対数露光域と ISO Range

印画紙の「号数」として使われている数値は、客観的に規定されたものではなく、メーカーによって異なります。マルチグレード用のフィルターも「号」表示が多いですが、これでは「科学的システム」には使えません。

そのため ISO では「ISO Range」を規定し、JIS でもそれにならって JIS K 7612-1986 「一般用連続譜調黑白印画紙の ISO スピード及び ISO レンジの求め方」を定めています。

「ISO レンジ」は ISO の規定した方法で求めた印画紙レンジのことであり、印画紙レンジは対数露光域の 100 倍で表すと記されています。図-3 では  $\text{Log } H_S - \text{Log } H_T$  として記されています。

では、この対数露光域 (LER) とは何でしょう。実はこれはネガフィルムのある部分の濃度差に等しくなります。

< 証明 >

引き伸ばし機で、ネガフィルムに照射される光量を  $H_0$  とする。またネガのシャドー部で、印画紙特性曲線の S 点に  $H_S$  の光量を与えることのできるネガの濃度を  $D_S$ 、同様にハイライト部 T 点に  $H_T$  の光量を与えることのできるネガの濃度を  $D_T$  とする。

さて、濃度  $D_S$  を有するネガ上の点から印画紙に露光される光量が  $H_S$  であるから、濃度はそれぞれ

$$D_S = \text{Log} \left( \frac{H_0}{H_S} \right) \quad D_T = \text{Log} \left( \frac{H_0}{H_T} \right)$$

であらわされる。

ネガフィルム上でのハイライトとシャドー部の濃度差  $D_T - D_S$  を考えてみると、

$$D_T - D_S = \text{Log} \left( \frac{H_0}{H_T} \right) - \text{Log} \left( \frac{H_0}{H_S} \right) = \text{Log} \left( \frac{H_0}{H_T} \times \frac{H_S}{H_0} \right) = \text{Log} \left( \frac{H_S}{H_T} \right) = \text{Log} H_S - \text{Log} H_T$$

これは、まさに印画紙の対数露光域の定義になっています。

したがって、現像されたネガフィルム上で、ディテールを持って表現したい被写体のハイライト部と、ディテールを持って表現したい被写体のシャドー部のフィルム濃度差を 100 倍した値に近い ISO Range の印画紙を使い、ハイライト部が印画紙のベース濃度 + 0.04 となる露光時間で露光すれば、シャドー部は最大濃度  $\times 0.9$  にプリントされることとなります。こうして被写体の 10 段以上の光量差を印画紙の対数露光域にぴったりと収めることで、豊かなシャドー部と切れのよいハイライト部が再現できます。

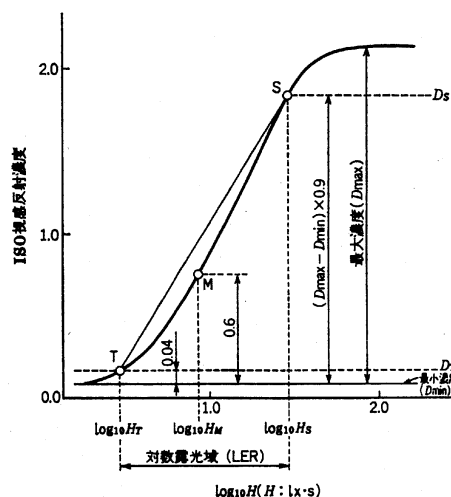


図 3 印画紙の特性曲線

ハイコントラストのネガでは、ゾーンシステムでいうところのゾーンを印画紙のベース濃度+0.04となる露光時間で露光して、印画紙のグレードは、シャドウ部であるゾーンが最大濃度×0.9となるように選択することになります。つまり、(のネガ濃度 - のネガ濃度) × 100のISO Rangeとなる印画紙(フィルター)を選べばよいことになります。

多譜調印画紙を積極的に使用することで、ロールフィルムへの適用が困難であるというゾーンシステムの弱点を克服して、35ミリフィルムを使用してアダムの思想を応用できることになります。

## ISO Range と号数の関係

このようにして、フィルムの濃度域に合致したISO Rangeを決定することができますが、マルチグレード用のフィルターは依然として号数で表示されています。したがって、フィルターを選択するためにはISO Rangeから号数への変換が必要になります。(フィルターを対数露光域かISO rangeで表示してくれば、このような面倒なことはしなくてよいのですが)

ILFORD 印画紙の場合には、メーカーから号数とISO Rangeの対応が明らかにされているので、それを用いて右のグラフを作成することができます。グラフ作成の都合で、「00」号は「-1」と表示されています。

ISO RangeをY、号数をXとすると、この直線は

$$X = -0.0423Y + 6.65$$

と表すことができます。

当然ですが、印画紙のメーカーが変わるとこの式も変わります。自分が使っているメーカーから資料を取り寄せて、換算式かグラフを作成しなければなりません。

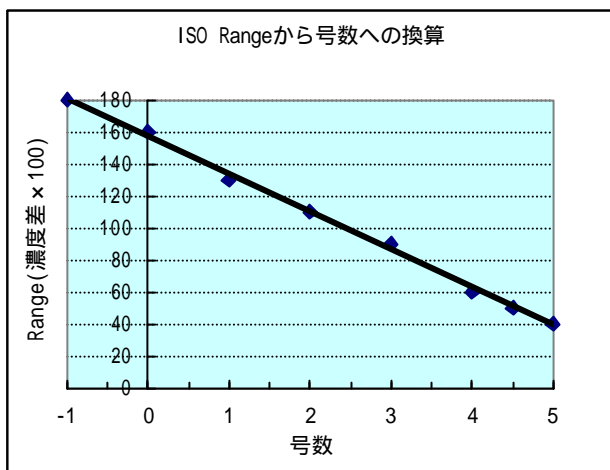


図 4

## レンジマッチング法

ゾーンシステムは、印画紙の号数に合うような濃度域を持ったフィルムを作るという考えのシステムですが、ロールフィルムでは、コマごとに異なるフィルムの濃度域にあった印画紙のISO Range(号数)を選択することで、被写体の輝度域の全体をカバーすることができます。

多譜調印画紙と、多譜調印画紙用フィルターの号数を無段階に変化させることができる「マルチ対応引伸ばし機」を使用すれば、フィルムの濃度域にぴったりとあった対数露光域を持った印画紙に露光することが可能になります。

フィルムのコントラストが硬い・柔らかいに対して、2号、3号と印画紙を経験的に選択してきた従来の方法を「グレードマッチング法」とするならば、この冊子で私が記す方法は、無段階にレンジを変更するという意味で「レンジマッチング法」といえるかもしれません。

ここで再度図-2を登場させて、図-5とあわせて検討してみましょう。(次ページ)



被写体輝度域が狭い場合には、フィルムの特性曲線の脚部からある狭い範囲に記録されます。いわゆる「硬い」ネガができるわけです。したがって多諧調印画紙でフィルターの号数を大きくして、3号とか4号のフィルターでネガの濃度範囲に合致するようにプリントすればよいことになります。

逆に「柔らかい・ねむい」ネガの場合には、ネガに記録された濃度範囲が広いのですから、それに合致するように広いレンジ幅を持ったフィルターを選択してプリントすればよいのです。

また、図-5を見て分るとおり、このときフィルター（号数）を変えても印画紙のハイライト部の濃度はほとんど変化しません。したがって、露光時間はハイライト部を基準にして決定し、シャドウ部をどの程度まで出すかは、フィルターを選択して決定すればよいことになります。

レンジマッチング法の要点をまとめると、

1. ネガ上で、ゾーンスケール としたい部分と、 としたい部分の濃度を測る
2. 両者の濃度差を100倍した値となるISO Rangeから号数を換算し、使用するフィルターを決定する
3. となる部分が印画紙のベース濃度+0.04となる露光時間でプリントすると、ゾーン のシャドウ部は印画紙の最大濃度×0.9の濃度としてプリントされると非常に簡単な方法です。

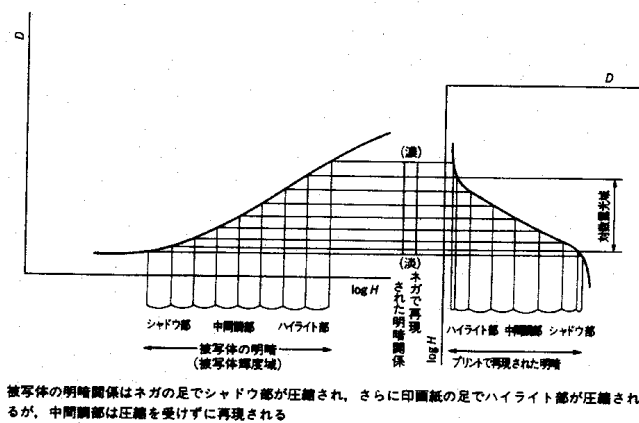


図 2

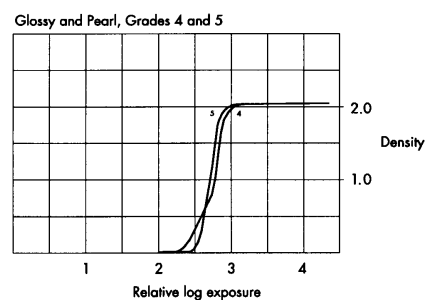
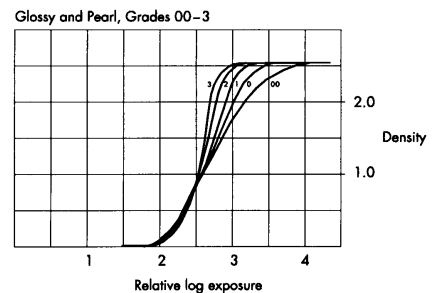


図 5 多諧調印画紙の特性曲線  
(ILFORD MULTIGRADE RC)

# 光量

ここで、光に関する単位をまとめてみました。直接必要になることはないでしょうが、一度整理しておくことも無駄ではないでしょう。

蛍光灯と白熱灯では、同じワット数でも人間の目に感じる明るさは異なる。蛍光灯のほうはより明るく感じるのは周知のことです。その原因は、蛍光灯のほうが目に対する光の有効成分がより多く含まれているからであるといわれています。照明という立場から光量を定義するには、放射エネルギー中の可視波長成分で評価する必要があり、このような観点で「光量」を評価するのが「測光量」です。

## 測光量の種類

「測光量」は、目の分光感度と等価の分光感度を持つ受光素子(光電変換素子)で測光されます。測光量には、光源のサイドから考えることのできる光束・光度と非照射面から見た照度・輝度があります。

1. **光束**(Luminous flux; 単位: lm; ルーメン)  
光の進行方向の「ある面」を単位時間内に通過する光量をいう。
2. **光度**(Luminosity; 単位: cd; カンデラ)  
光源からある方向への単位立体角内に放射される光束をいう。
3. **照度**(illumination intensity; 単位: lx; ルクス =  $\text{lm} / \text{m}^2$ )  
光源によって照射される面上の明るさ(光束密度)をいい、単位面積あたりに入射する光束である。  
被写体面照度: 撮影における被写体面上の明るさのことで、入射光式露出計の測光対象である。  
像面照度: 撮影やプリントの際にフィルムや印画紙上にもたらされる明るさのことである。
4. **輝度**(Luminance; brightness, 単位:  $\text{cd} / \text{m}^2$ )  
光の照射を受けた面は、その光を透過または反射して、それ自体が発光面となる。この発光面のある方向への光度を、その方向から見た見かけの面積で割った光量が輝度である。  
 $\text{Cd} / \text{m}^2$ をニト(nt)、 $\text{cd} / \text{平方センチメートル}$ をスチルブ(sb)ともいう。

# 実践編

## 必要な機材

実践編ではレンジマッチング法に基づいて具体的にプリント法を述べますが、レンジマッチング法を適用するには次の機材が必要です。

### 1. 露光計付タイマー

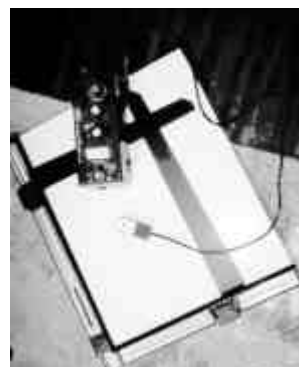
透過濃度計があれば最も良いのですが、市販品でも適当なものが見当たりません。ここでは露光計付タイマーで代用する方法を紹介します。また、入射光式露出計でも代用できます。

### 2. コダック 18%グレーカード

これは、ヨドバシなどで 700 円くらいで販売しています。

### 3. 関数電卓

露光計付タイマーを濃度計として使うのに必要。常用対数の計算ができる機種（関数電卓ならすべて可能なはず）。また、濃度比から露光時間を計算するのに 10 のべき乗計算を行います。



## 濃度測定法

レンジマッチング法ではフィルムの濃度を測ることが必要です。市販の露光計付タイマーと関数電卓を使ってネガの濃度を測る方法を以下に紹介します。この方法は、引伸ばし機で拡大されたネガ画像を、イーゼル上で任意の非常に狭い範囲の濃度を測定できるということと、実際に印画紙に与えられる、キャリア効果も含んだ濃度を測定できるという優れた特徴を持っています。しかも高価な濃度計を購入する必要もありません。

一方で、キャリアレーションを慎重にしないと測定誤差が大きくなるという欠点があります。

### キャリア効果

フィルムの銀粒子によって光が散乱されて、透過光のコントラストが高くなる現象。集散光式の引伸ばし機では無視できない。

1. 濃度測定は真の暗黒の中で行います。暗室電灯は消してください。また、ネガキャリア周辺からの漏洩光も最小になるようにしてください。近くに夜光塗料を使用した時計があっても測定に影響することがあります。
2. 引伸ばし機をセットして、ネガキャリアにはネガを入れないで点灯します。光量が安定するまでしばらくの時間点灯したままにしておきます。
3. 引伸ばしレンズの絞りは通常の F8 程度に設定し、濃度測定中はマルチ用のフィルターはセットしません。

4. キャリアの周囲の縁を使ってピントを合わせます。
5. 最初にキャリブレーションを行います。印画紙を置く位置に露光計付タイマーの露光部を置き、露光計の時間目盛りを適当な時間にして（たとえば 4 秒）、赤と青の LED が同時に点灯するように感度設定ダイヤルを設定します。（この感度調整ダイヤルは、以後動かないように注意する）
6. 測定したいネガをキャリアにセットしてホルダーに入れる。
7. イーゼル上に投影された画像の測定したい部分に露光部を置き、赤と青の LED が同時に点灯するように時間ダイヤルを回して設定します。（仮に 65 秒であったとする）
8. 関数電卓を使って、
$$\text{Log}(65 \div 4) \quad 1.21$$
を計算します。これが測定した部分の透過濃度です。
9. タイマーが 109 秒まで設定できる場合、濃度は約 1.44 まで測定できます。キャリブレーション時の時間を 4 秒ではなく 2 秒に設定すれば 1.74 の濃度まで測定できることになります。

入射光式の露出計でも、受光球をはずして測定素子が露出した状態で使用すれば濃度計として使用できるはずですが、 $-0.3 \text{Log EV}$  を計算すれば相対濃度が測定できるはずですが、残念ながら私は入射光式の露出計を持っていないので確認ができていません。

## 特性曲線と実効感度

### ISO 感度

理論編で述べたように、フィルムの特性曲線において脚部といわれる低バリュー域は被写体のシャドー部の描写に深く関わってきます。このシャドー部を特性曲線上のどこに位置付けるかは、フィルムの ISO 感度をいくつに設定するかで決めることができます。

ISO (JIS) に規定するフィルムの感度は、指定の現像液と現像環境を想定して作成された特性曲線において、最小濃度（ベース濃度+かぶり濃度）から 0.1 濃度が高い点での露光量から求めることができます。これがフィルムに記載されている ISO 感度ですが、この感度は実験室で理想的な条件で求められたものであり、我々が実際のカメラに装填して使うには概して感度が高すぎて使いづらいといえます。そのため、自分の環境に合ったフィルムの実効感度を決定しなくてはならないのです。雑誌や他人の経験から感度 200 がよいとか、あの先生が感度 250 だと言ったとかでは科学的なシステムにはなりません。“あなた”のカメラ・現像条件に合った実効感度を正確に決定しておくことがファインプリントへの近道です。

### 実効感度の決定法

“あなた”が使用しているカメラ（露出計）・フィルム・現像条件に合致した実効感度を測定することは、フィルムの特性曲線で「脚」の部分を決定することであり、特性曲線全体を H 軸（横軸）に沿って平行移動することです。

これは、印画紙上でシャドー部への露出・現像・露光時間を正確に決定するためにも必要です。

実効感度の決定に必要な機材は、18%グレーカード・自分のカメラ（マニュアル測光のできるもの）・使っているフィルム・現像材料・フィルム濃度計です。

ここで一番問題になるのは濃度計です。この冊子では露光計付タイマーを濃度計として使う方法を紹介してありますが、ここではこの方法は使えません。（正確には、集散光式の引き伸ばし機を使っている場合にはキャリエ効果があるので使えないというべきです。散光式なら露光計付タイマーの濃度計で大丈夫です）

一度自分の現像条件に対する実効感度を決めておけば、フィルムや条件を変えない限り測定しなおすことはありません。

富士写真フィルムのデジタル濃度計 FD-101 を使用して濃度測定サービスの依頼に応じることができます。精度は落ちますが、濃度計を使用しなくてもよい方法も以下に述べてあります。



1. 太陽光があたっている時間に（10～14時の間がよい）、カメラに通常良く使用するレンズを装着して、焦点距離の8倍以上の位置に18%グレーカードを置く。
2. スポット測光・部分測光または中央部重点測光にして（評価測光は使わない）、絞りとシャッターはマニュアルモードにする。
3. ISO感度はフィルム指定の感度にする。
4. 18%グレーカードに「照かり」が無いように注意して（英文ですが、カードには光線とカード・カメラのなす角度が説明されています。）、ピントを無限遠に合わせてカードを測光する。このときの絞りとシャッター速度の組み合わせが、18%グレーをグレーとして写す露出である。ファインダー内にインジケータのあるカメラでは指標がインジケータの真中にくる。
5. これよりも4段低い感度が感度基準点となる。（ゾーン）18%グレーカードを測ったときの組み合わせが1/320、10であれば、それよりも4段低い組み合わせは1/1250、20である。この基準点を中心にして、二分の一段もしくは三分の一段ごとに前後に合計5～7個の組み合わせで18%グレーカードを撮影する。同時に未露光の「素抜け」のカットも撮影しておく。
6. このフィルムを、これまで通りの現像条件で現像する。
7. 濃度計で素抜けのコマも含めてすべてのコマの濃度を測定する。
8. 素抜けのコマの濃度+0.1の濃度となるコマを探す。ゾーンのコマがその濃度であれば感度はフィルム指定の設定どおりであるが、たいがいの場合そのようにはならない。たとえばフィルムの指定感度がISO 400だとして、素抜けのコマの濃度が0.3、ゾーンのコマの濃度が0.35、ゾーン+2/3が0.4であれば、感度は2/3段低いので、実効感度はISO 250ということになる。

#### フィルム濃度計が使用できない場合

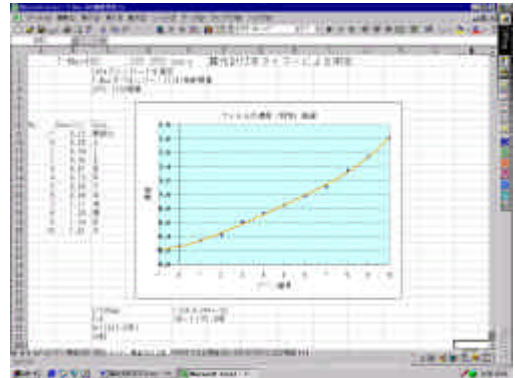
フィルム現像までは同じ手順です。2号印画紙を短時間光に当てて現像し、印画紙の最大濃度を得ておきます。次に、素抜けのコマを使って印画紙を段階露光し、最大濃度となる最短の露光時間を求めます。この最短露光時間ですべてのコマをプリントします。

最大濃度よりも少し明るいプリントを見つけます。このときのゾーンとの差から実効感度を求めることができます。

## 特性曲線とゾーンスケールを作る

こうして設定したフィルムの実効感度をカメラに設定して、いよいよ特性曲線の作成に取り掛かります。このシステムにおいて特性曲線は必ずしも必要ではありません。しかし、一度作成しておくことを推奨します。

1. 測定した実効感度をカメラに設定して、実効感度の測定に使用したのと同じ 18% グレーカードを測定する。この測定したコマがゾーン であり、これよりも-5 段がゾーン0、+5 段がゾーン である。1 段ごとに±5 段露出を変えて、ゾーン0からゾーン までを 11 カット撮影する。未露光のコマも残しておく。
2. このフィルムを実効感度の測定に使用したフィルムと同じ条件で現像する。
3. 素抜けのコマも含めてすべてのコマの濃度を測定する。濃度計は露光計付タイマーを使用する。
4. 右図のようにゾーンごとの濃度値とともにグラフ化するとよい。



次にゾーンスケールを作ります。

1. と のコマを引伸ばし機にそれぞれセットして濃度を測定する。
2. 多諧調印画紙をセットする。フィルターは、<ゾーン の濃度 - ズーン の濃度>の濃度差を 100 倍した値を ISO レンジとし、換算表から設定する。  
この例では、 $1.54 - 0.34 = 1.20$  ISO Range=120, 号数は 1.5 号となる。1.5 号のフィルターを引伸ばし機にセットする。
3. ネガキャリアに のコマを入れて、印画紙の半分を覆った状態で段階露光をする。印画紙を現像して、ごくわずかに濃度がある（正確には印画紙のベース濃度+0.04 となる）露光時間を選ぶ。
4. 次に短時間光に当てた印画紙を現像して、印画紙の最大濃度を得ておく。
5. 素抜けのコマをキャリアにセットして、最大濃度と同じ濃度となる最小の露光時間を求める。
6. フィルターの号数の設定が正しければ、(3)での露光時間と(5)での露光時間は等しくなるはずである。著しく違う場合は、号数の設定が濃度の測定をやり直してみる。
7. 露光時間とフィルターの選択が決定したら、ゾーン 0 から までのすべてのコマをプリントする。
8. ズーン や が真っ黒くつぶれたり、や が白く飛んでしまうようであれば、露光時間やフィルターの選択を変更しながら、4~5 ページのゾーンの説明に合うように、根気よくゾーンスケールを作成する。
9. 下記のような、測定濃度も記入したゾーンスケールを作成する。

ゾーン	0										
濃度	0.26	0.34	0.42	0.61	0.73	0.85	0.98	1.11	1.35	1.54	1.81
ベース	0.22										

カメラ : EOS-3 レンズ : 28 ~ 135mm IS

フィルム : KODAK T-Max 400 現像 : T-Max ディベロッパ 24 13 分 (希釈現像)

印画紙 : ILFORD MULTIGRADE RC

Filter : 1.5 号 (Range 120) 露光時間 : 33 秒

ネガ - 印画紙間距離 : 540mm

引伸ばし機 : Lukey Multi V70

上記のように、作成時の必要なデータとともに記入しておく。

このゾーンスケールは以後のプリントの都度使用することになります。

## 撮影時の露出の決め方

ここではあくまでも、レンジマッチング法でプリントをするために最適な撮影時の露出の決め方ということで。本来なら、露出の決め方は最初に記述するべきですが、レンジマッチング法の概要を理解していただき、そのための露出決定法だということです。

多くの写真家が、モノクロの撮影時にはAEでプログラムモードにして撮影しているようです。「実効感度の決定法」で述べたように、自分のカメラとフィルム・現像システムに合致した実効感度を正確に定めている場合には、AEでプログラムモードにして撮影するのは、大多数の被写体に対しては合理的な判断だといえます。しかし、空のように非常に明るい被写体と重要なシャドー部が同時に画面に収まるようなときにはシャドー部の露出が不足することになります。

露出の最大の失敗は露光不足です。それによりシャドー部では細部が失われ、いかなる処理をしてもどのような巧みな操作をしても回復は望めません。したがって、プリントにとどめたい被写体細部の最暗部を基準にして露出を決定します。

ゾーンスケールの説明で、シャドー部の被写体の質感をわずかでもとどめているのはゾーン であり、最大限に細部が見られるのはゾーン であることを思い出してください。したがって、すくなくとも質感だけは再現したいと望む重要なシャドー部の輝度をゾーン に置くことです。あるいは、シャドー部の細部を克明に描きたいと望むのであればゾーン に置かなければなりません。

実際の撮影時にはカメラのスポット測光を使用します。スポットメーターがあれば最良なのですが、ズームレンズと併用すれば、カメラのスポット測光でも相当細部の輝度を測定することができます。被写体の中の重要なシャドー部をスポット測光で測光します。このままプリントすればこのシャドー部が 18% グレーにプリントされます。これをゾーン に位置付けてプリントしたいのであれば3 段の露出補正をします。ゾーン に位置付けたいのなら-2 段の露出補正です。実行感度の設定とこの「シャドー基準」の露出補正の両方で、シャドー部のフィルムへの記録がカメラ任せの成り行き次第ではなく、完全に保証されます。

ハイライト部は、被写体輝度域の幅に応じて特性曲線上のそれぞれの位置に記録されるでしょう。T-Max のように、ハイライト部の曲線が飽和せずになだらかに延びているようフィルムでは、ハイライト部の記録には気を煩わす必要はありません。（プリント時には大いに注意する必要があります。）

## プリント

さて、いよいよ多諧調印画紙を使って豊かな諧調を持ったプリントを作る方法を説明します。理論編・実践編でこれまでに述べたことを理解してゾーンスケールもできていれば、プリント作業自体は簡単です。

用意するものは、前項で作成した「ゾーンスケール」です。もちろん引伸ばし機やマルチ用フィルターなどは当然用意されていることが前提です。露光計付タイマーも必要ですね。

実際に撮影された被写体の輝度範囲はさまざまですが、ゾーン の濃度が 1.8 以上になることなど稀だと思われまます。多くの被写体はもっと低い濃度範囲に収まっているはずです。（フィルムと現像方法によりますが）

しかし、その被写体輝度域の中でも、視覚的にゾーン やゾーン にしたい部分が存在するでしょう。作成したゾーンスケールはあくまでも基準となるものです。この基準を元にして、フィルムのコマごとに異なる濃度範囲（コントラスト）に応じた Grade(Range)と露光時間を決定するのがレンジマッチング法です。

## 一般的な方法

私も含めて多くの写真家が、モノクロではプログラムモードで撮影しています。したがって被写体輝度域がフィルムの特曲線上のどの位置に記録されるかは、誰にも分かりません。カメラの方向を少し変えただけで露出が変わってしまうこともあります。被写体の輝度域もさまざまです。

つまり、重要だと思ふハイライト部とシャドー部のフィルム濃度は撮影のコマごとに異なることになります。また、写真家がどこをハイライトとして認識するかは、その時々でも異なります。純白の花嫁衣裳を屋外で撮影したものと室内で撮影したものでは、フィルム上での濃度は異なるはずですが、しかし、写真家も写真を見る人も、花嫁衣裳は純白にプリントしたいと思うでしょう。

ゾーン にしたいシャドー部とゾーン にしたいハイライト部の濃度を測定して、それぞれ表のような値を得たとします。

	測定濃度	ゾーンスケールの濃度
ゾーン にしたいシャドー部	0.50	0.61
ゾーン にしたいハイライト部	1.10	1.35

露光時間はハイライト部を基準にして計算します。一定の露光時間でフィルターを変えて露光した場合、多諧調印画紙ではハイライト部の濃度はほとんど変化しなくてシャドー部の濃度が変化します。8ページの図-5を見ても分かるように、印画紙の濃度 1.0 付近までは曲線がほぼ重なり合っています。このためにハイライト基準で露光時間を決める方がよいのです。

基準となるゾーンスケールを作ったときの露光時間が 33 秒だったので、

$$33 \times 10^{(1.10-1.35)} = 18.6$$

がこのネガをプリントするときの露光時間です。

これでハイライト部のプリント濃度が決まりました。シャドー部をどこまで出すかは、Range を変えることで決めます。

ゾーンスケールを作ったときの ISO Range は 120 でした。このネガのコントラストに最適な Range は、

$$120 \times \frac{(1.10 - 0.5)}{(1.35 - 0.61)} = 97.3$$

と近似的に求めることができます。Range 97 は約 2.5 号に相当します。

このネガに対して、2.5 号のフィルターを使用し 18.6 秒で露光をすれば、濃度 0.5 を有するシャドー部が十分な質感を残してプリントでき、濃度 1.10 のハイライト部はごくわずかに質感のある白（質感のある雪、白人の肌のハイライト部）として再現されることでしょう。

## ネガにゾーン と がある場合

プリントしたいネガ上に、ゾーン とゾーン の濃度にプリントしたいと思うエリアが存在する場合は簡単です。

キャリアにネガをセットしてピントを合わせます。絞りはあなたが通常使っている絞り値にします。イーゼル上に投影されたネガ画像から、ゾーンスケールの 同じ濃度にプリントしたい部分と、ゾーン にプリントしたい



部分を決めます。その2箇所の濃度を露光計付タイマーで測定します。測定値が以下の値であったとして説明をします。

	測定値	ゾーンスケール
Zoon	0.45	0.34
Zoon	1.42	1.54

#### フィルターの選択：

2つの測定値からその差を求め100倍した値がISO Range ですから、これを号数に変換します。

$$1.42 - 0.45 = 0.97 \quad 0.97 \times 100 = 97$$

理論編で説明した「Range から号数への換算」グラフを使用して号数を求めると、

約 2.5号

となります。

#### 露光時間の計算：

露光時間はハイライト部（ゾーン）を基準にして計算します。ゾーンスケールを作成したときの露光時間が33秒であったので、以下の式で求めることができます。

$$33 \times 10^{(1.42-1.54)} = 25.0$$

1.42 は 1.54 よりも薄い濃度ですから、同じ濃度にするための露光時間は短くても良いわけです。 $10^{(1.42-1.54)} = 0.76$  ですから基準ゾーンスケールの76%の露光時間でよいということです。このように露光時間は秒単位ではなく「割合」で考えるとよいでしょう。

したがってこのネガは、露光時間25秒、2.5号のフィルターを使用すれば、ハイライトからシャドー部までが十分な諧調を持ってプリントすることができます。

また、基準のゾーンスケールは、ネガ - 印画紙間距離が540mmのときの露光時間です。露光時間は距離の二乗に反比例して増減しますから、次の式で調整してください。距離が720mmの場合です。

$$\begin{aligned} \text{露光時間} &= \text{基準露光時間} \times \left( \frac{\text{ネガ印画紙間距離}}{\text{基準の距離}} \right)^2 \\ &= 25.0 \times \left( \frac{720}{540} \right)^2 = 44.4 \end{aligned}$$

44.4秒ということになります。

## ハイライトだけで決める

例としてゾーンスケールの濃度にプリントしたい部分はあるが、やにプリントしたい部分が判然としないネガを想定してみます。このネガのゾーンにしたい部分の濃度を測るとちょうど1.0であったとします。基準

$$120 \times \frac{1.00}{1.11} = 108$$

となるゾーンスケールでは濃度は1.11でした。そしてゾーンスケールを作成したときのISO Rangeは120、つまりと濃度差が1.20だったわけです。ゾーンが1.0となるときのRangeは、近似的に

と考えることができます。これは号数に換算するとちょうど2.0号ということです。

露光時間も同様に、基準となるゾーンスケールでは33秒だったので、

$$33 \times 10^{(1.0-1.11)} = 25.6$$

25.6 秒の露光時間でよいという結果になりました。

この計算においては、暗黙の了解としてゾーン としたい部分はないけれども濃度 0.34 がゾーン と同じ濃度になると仮定しています。

しかし、ゾーン と を用いた計算に比べて、これらの結果は誤差が大きくなります。理由は、いろいろな因子が「線形」の関係にあると仮定して計算していますが、実際はもっと複雑に変化しています。ですから、あくまでも参考程度に考えて使用してください。

## 誤差の要因

「レンジマッチング法」を紹介してきましたが、計算した結果とプリントした結果が合わないこともあると思います。ここでは、どこにどのように誤差が入り込む可能性があるかを考えてみます。

### 濃度測定による誤差

周囲が明るくて露光計に影響したり、キャリブレーション時に 4 秒という設定が必ずしも正確に設定できないことによる。また LED が安定するまでにも少し時間がかかることがある。これらが複合して濃度測定誤差となる。

### ISO Range の誤差

工業製品である印画紙には製品ロットごとに性能のばらつきが避けられません。ISO Range にしても 95 から 105 までを Range 100 として表示することが許されています。つまり  $\pm 5$  の誤差がありうるということです。

### 露光時間をハイライト基準で計算することによる誤差

多諧調印画紙では「号数」を変化させてもハイライト部の露光時間は変化しない、ということを前提として露光時間を計算しています。しかし、多諧調印画紙の特性曲線を見てもわかるとおり、これは厳密には成立しません。ハイライトよりも少し濃度の高い部分でそれぞれの号数による曲線が交差していますが、ハイライト部では少しずつ曲線が離れています。

このことが露光時間計算の誤差となってきます。しかし、誤差の要因とその傾向がわかっていれば、“経験とカン”を育てることによって誤差を最小にすることが可能になります。こうしたことにこそ“経験とカン”を駆使するべきだといえるでしょう。

### 参考文献

田中 益男著「写真の科学」共立出版

「ファインプリントテクニク」写真工業出版社

Ansel Adams 「The NEGATIVE」「The PRINT」。邦訳版は岩崎美術社

Phil Davis 「Beyond the Zone System」