JIS 原案「紙及び板紙の拡散照明方式による白色度 (ISO 白色度) 試験方法」について

紙パルプ技術協会 紙パルプ試験規格委員会

JIS draft “Testing Method for Diffuse Blue Reflectance Factor (ISO Brightness) of Paper and Paperboard”

Testing Standards Committee, JAPAN TAPPI

To determine the brightness of paper, the Hunter reflectometer has been widely accepted in Japan. However, the Hunter is not so popular in the other countries as in Japan.

JAPAN TAPPI prepared a JIS draft in which a new testing method for diffuse blue reflectance factor (ISO Brightness) of paper and paperboard is described. The present paper deals with the content of this draft as well as the background with which this draft was made.

Keywords : Brightness, ISO Brightness, Reflectance Factor, Optical Measurement, Optical Instruments, Calibration, Standards

1. はじめに

我が国では白色度の試験方法としてハンター白色度試験方法が広く用いられている。しかし、この方法は海外ではほとんど使われていない。紙パルプ技術協会の紙パルプ試験規格委員会では、白色度に関して海外規格と整合性のある規格が我が国にも必要であると判断し、「紙及び板紙の拡散照明方式による白色度 (ISO 白色度) 試験方法」を JIS 原案として審議してきた。

本原案は、現在制定されているハンター白色度試験方法 (JIS P 8123 紙及びパルプのハンター白色度試験方法) とは独立した新しい白色度試験方法として利用されることを期待している。白色度試験方法の統一は今後の課題であろう。

本原案の解説には、制定の経緯をはじめハンター白色度試験方法との比較等が述べられている。ここでは、これらと重複しないように審議中の資料を用いて原案の成立経過等について述べる。本原案に対し、関係者のご意見が同えれば幸いである。

本稿は紙パルプ試験規格委員会委員 吉田芳夫 (王子製紙(株)中央研究所) が執筆した。

2. 海外規格と JIS 原案

拡散照明・0 度受光方式の白色度試験方法の海外規格として ISO 2469-1977, ISO 2470-1977, TAPPI T 525 om-86, SCAN-G 1 : 75 及び SCAN-P 3 : 75 等を参考にした。これら海外規格のうち測光器に関する内容を整理して表 1 及び図 1 に示す。海外規格間には若干の違いが見られ、JIS 原案にどの規格を採用するかを審議された。以下に審議内容及び審議結果を示す。

2.1 測光器の幾何学的特性

1) 全開口部の面積

ISO 2469 及び TAPPI T 525 は全開口部の面積が積分球全面積の 10%未満である。SCAN-G 1 は 7.5%未満である。光トラップ部分の面積を含めない開口部の面積が 10%未満では少し大きすぎるとの専門家の意見があり、JIS 原案では 7.5%未満を採用した。

2) 受光光線束の制限

ISO 2469 及び TAPPI T 525 の受光光線束の制限は、その中心線に対して 4 度未満の光線である。SCAN-G 1 は 3.5 ± 0.2 度である。JIS 原案では ISO 2469 の 4 度未満を採用した。

2.2 測光器の光源

光源としてはハロゲンランプ又はキセノンランプが

表 1 測光器に関する海外規格の比較

規 格 名	ISO 2469-1977 ISO 2470-1977	SCAN G 1 : 75 SCAN P 3 : 75	SCAN G 1 : 61 (IE) SCAN P 3 : 62 (IE)	TAPPI T 525 om 86	TAPPI T 525 hm 85 (IE)	JIS 原案	参考 1 STFI の測定条件	参考 2 TAPPI T 452 om 87
1. 幾何学特性								
積分球寸法 直径	規定なし	150 mm	150 mm	150 mm	150 mm	150 mm	150 mm	45 度・0 度方式
光沢トランプ 半角	15.5±0.5 度	15±0.5 度	トランプなし	15.5±0.5 度	トランプなし	15.5±0.5 度	16.0 度	
全開口部の面積	<10%	<7.5%	<7.5%	<10%	<7.5%	<7.5%	6.6%	
試料開口部の直径	規定なし	34.0±0.5 mm	34.0±0.5 mm	<35 mm	34.0±0.5 mm	<35 mm	34 mm	
測光する試料の直径	>30 mm	about 30 mm	about 30 mm	>30 mm	about 30 mm	>30 mm	32 mm	
受光光線束の制限	<4 度	3.5±0.2 度	3.5±0.2 度	<4 度	3.5±0.2 度	<4 度	0.54 度	
2. 基 準	絶対反射率	絶対反射率	MgO 100%	絶対反射率	MgO 100%	絶対反射率	絶対反射率	MgO 100%
3. 光 源	規定なし	白熱灯	白熱灯	規定なし	規定なし	規定なし	キセノンランプ	色温度 3000 度 K
4. 測定値の直線性	<0.3%	<0.3%	<0.3%	<0.1%	<0.3%	<0.1%	<0.1%	
5. 分光特性								
有効波長	457±0.5 nm	457.0±0.5 nm (37 nm)	457.0±0.5 nm (41 nm)	457±0.5 nm 44±1.0 nm	457.0±0.5 nm (41 nm)	457.0±0.5 nm (44 nm)	457.0±0.5 nm (37 nm)	457.0±0.5 nm (44 nm)
半幅	規定なし	0.1	0.2	規定なし	0.2	—	SCAN P3 : 75 に 同じ。但し、 520 nm は 0.1	—
相対分光分布関数								
380 nm								—
390		0.2	0.8		0.8	—		—
400		0.9	2.3		2.3	1.0		1.0
410		3.2	6.2		6.2	6.7		6.7
420		9.3	14.3		14.3	18.2		18.2
430		21.8	28.6		28.6	34.5		34.5
440		46.7	51.8		51.8	57.6		57.6
450		81.9	79.5		79.5	82.5		82.5
457		—	100.0		100.0	—		—
460		100.0	—		—	100.0		100.0
470		81.2	91.5		91.5	88.7		88.7
480		36.0	51.0		51.0	53.1		53.1
490		7.0	14.6		14.6	20.3		20.3
500		0.5	1.5		1.5	5.6		5.6
>500	<0.5	<1.5	<1.5		—	0.3 (510 nm)	0.1 (520 nm)	0.3 (510 nm)

図 1 測光器の分光特性

一般の測光器に使われている。光源が問題となるのは蛍光染料を含む試料を測定するときである。これについては、JIS 原案の 1.適用範囲の備考及び解説に述べてある。

光源については SCAN-G 1 が白熱灯(タングステンランプ)に相当する相対分光分布の光を試料へ照明することを規定している。JIS 原案でも光源を規定する方向で検討したが、光源については、ランプの種類だけを規定しても蛍光染料を含む試料の場合は、試料への照明光量も規定しなければ意味がないと考え ISO 2469 と同様に光源は規定しなかった。

2.3 測定の直線性

TAPPI T 525 は測光における直線性が 0.1%未満であるが、他の規格は 0.3%未満である。現在の測光器の製造技術を考えれば 0.1%未満は可能と考え、JIS 原案では 0.1%未満を採用した。

2.4 測光器の分光特性

分光特性を示す相対分光分布関数及び半値幅が海外規格の間で異なっている。本件に関して、ISO のワーキンググループの一員であるスウェーデン紙パルプ研究所(略称:STFI)の Dr. J. A. Bristow へ問合わせたところ、次の回答が得られたので紹介する。この回答から分光特性の変遷が良く分かることと思う。JIS 原案では半値幅が 44 nm になる TAPPI T 452 の相対分光分布関数を採用した。

<問合わせの要旨>

STFI では白色度のキャリブレーションサービスを実施しているが、白色度を分光反射率から計算する際

に SCAN-P 3:75 の相対分光分布関数を使っている。このため、半値幅は 37 nm になり ISO 2470 の半値幅である 44 nm に合致していない。もし、TAPPI T 452 の相対分光分布関数を使えば半値幅は 44 nm になり、ISO 2470 の半値幅である 44 nm に合致する。なぜ、STFI では TAPPI T 452 の相対分光分布関数を使わないのか?

<回答の要旨>

あなたが指摘された事項は以前から分かっていた。

カルツァイス社のエルレホ(注:JIS 原案の特性 a に相当する測光器)の分光特性は SCAN-P 3:62 に示されている。SCAN-P 3:75 で、基準が MgO から完全拡散反射面(絶対反射率)に改定されるに伴い、分光特性が若干変わりその半値幅は 37 nm になった。

ISO 2469 はエルレホをモデルに規格化したもので、SCAN-P 3:75 の相対分光分布関数から得られる分光特性をもとに有効波長と半値幅だけを規定した。しかし、出版の際に手違いがあってエルレホの半値幅である 37 nm の代わりに 44 nm の値で公にされてしまった。

データカラー社がエルレホ 2000(注:JIS 原案の特性 b に相当する測光器)を開発する際に測光器の分光特性について相談を受けた。我々はこの測光器の分光特性がエルレホと同じになるように SCAN-P 3:75 の相対分光分布関数を使うことを推薦した。

1986 年の ISO ワーキンググループでは私は、ISO 2470 の半値幅を 44 nm から 37 nm に変更すべきであることを指摘した。しかしここに新しい問題が発生した。

それはテクニダイン社が ISO 2470 に適合した半値幅 44 nm のマイクロ TB-1 C 型測光器 (注: JIS 原案の特性 a に相当する測光器) を開発したことである。半値幅が 37 nm であるカールツァイス社のエルレホが製造中止になったこともあって、ISO 2470 の半値幅を 44 nm から 37 nm に変更する理由が薄れてきた。

以上の状況から、私は次の ISO ワーキンググループで半値幅 44 nm になる TAPPI T 452 の相対分光分布関数値を ISO 2470 に採用することを提案する積りである。もし提案が通ればエルレホ 2000 はソフトを変更しなければならない。しかし幸いなことにこれはそれ程難しいことではないだろう。

SCAN-P 3: 75 と TAPPI T 452 の相対分光分布関数を使って白色度を計算すると、両者の差は約 0.2% になる。この 0.2% の差は明らかに有意の差である。

3. キャリブレーション

測光器の目盛定めには世界共通の標準面が必要である。ISO 2469 では reference standard として次の 3 つのレベルを定めている。

レベル 1: 完全拡散反射面。

レベル 2: 完全拡散反射面を 1 として、ISO が認めた standardizing laboratory が反射率を定めた白色面。authorized laboratory の測光器の目盛定め用に用いられる。

レベル 3: レベル 2 を基準として、ISO が認めた authorized laboratory が反射率を測定した白色面。一般の測光器の目盛定め用に用いられる。

我が国では、レベル 3 のキャリブレーションサービスは実施されていないが、外国では行われている。以下にキャリブレーションサービス及び硫酸バリウムの標準白色面について述べる。

1) STFI のキャリブレーションサービス

STFI は 1986 年から ISO レベル 3 のキャリブレーションサービスを実施している。白色面は紙 (SCAN Tabs) で出来ており、エルレホ 2000 で測定したデータ (400 nm~700 nm における 20 nm ごとの分光反射率, C 光源 2 度視野及び D 65 光源 10 度視野における XYZ 並びに R_x R_y R_z , 白色度 R_{457}) がついて来る (表 2 参照)。この白色面を用いて測光器の目盛定めを行い、日常使用している常用標準板を測定し常用標準板を管理することが出来る。1 回の料金は SEK 720 である。

2) IPC*¹ のキャリブレーションサービス

IPC は 45 度照明/0 度受光 (TAPPI brightness 用) 及び拡散照明/0 度受光 (ISO brightness 用) の 2 種類のキャリブレーションサービスを実施している。

TAPPI brightness 用白色面は 2 枚のオパールガラスと 5 組 (白色度レベル 50%~90%) の紙 (IPC Tabs)

表 2 STFI の SCAN Tabs の表紙 (上) と添付データ (下) の例

ABSOLUTE CALIBRATION VALUES

REFERENCE STANDARD OF LEVEL 3

400nm	85.01	560nm	93.46
420nm	87.07	580nm	93.88
440nm	88.42	600nm	94.30
460nm	89.50	620nm	94.71
480nm	90.48	640nm	94.98
500nm	91.33	660nm	95.22
520nm	92.16	680nm	95.42
540nm	92.78	700nm	95.62

calibration check values

C/2	X	91.27	R _x	94.05
	Y	93.14	R _y	93.14
	Z	105.40	R _z	89.15
			R ₄₅₇	89.29
D65/10	X	88.20	R _x	93.96
	Y	92.93	R _y	92.93
	Z	95.50	R _z	89.00

Issued by STFI, Stockholm, Sweden
JUN 1989

で構成されており、テクニダイン社の S-4 型測光器で測定した白色度がついている。1 回の料金は \$ 90.00 である。

ISO brightness 用の白色面は 5 組（白色度レベル 50%~90%）の紙（IPC Tabs）で構成されており、テクニダイン社の TB-1 C（又はマイクロ TB-1 C）型測光器で測定した白色度がついている。1 回の料金は \$ 80.00 である。

*1：IPC：現在の紙科学技術研究所（Institute of Paper Science and Technology, Inc.）

3) PAPRICAN*2 のキャリブレーションサービス
PAPRICAN は ISO レベル 3 のキャリブレーションサービスを実施している。白色面はタイル製（CPPA Tiles）である。PAPRICAN は、この白色面を Transfer Standards として貸し出している。1 回の料金は \$ 160 で、使用後は PAPRICAN へ返送する。サービスを受ける際には、測光器の機種（例えば、エルレホ 2000、マイクロ TB-1 C など）を指定する必要がある、その機種に必要なデータが白色面について来る。

PAPRICAN では、この他に常用標準板も提供している（1 枚 \$ 200）。

*2：PAPRICAN：Pulp and Paper Research Institute of Canada, 別称 PPRIC

4) 硫酸バリウム粉末の成型物

ドイツ国立物理工学研究所（PTB）が分光反射率を目盛定めした硫酸バリウム粉末が市販されている。この粉末を専用の成型機で成型する。この成型物（レベル 2 に相当）を用いて測光器の目盛定めを行うことが出来る。

4. おわりに

紙及び板紙の拡散照明方式による白色度（ISO 白色度）試験方法について、JIS 原案及びその成立経過等について述べた。この白色度試験方法が JIS に制定され、製紙業界に広く普及することを願っているが、はじめにも述べた通り、本原案に対し、関係者のご意見が伺えれば幸いである。