

オフセット印刷物の光沢の検討

写真学科

内藤 郁夫・米川 靖彦

Studies of Gloss Appearance of Printed Matter

Ikuo Naito, and Yasuhiko Yonekawa

Abstract

To study the printed surface, gloss of the solid area was investigated. Gloss of three kinds of papers, which were printed black ink for off-set printing, were measured by an aid of a goniogloss meter with a hand-made slit (angular aperture: 1.8). In the series of cast coated papers printed, the minimum specular gloss (Gs) was obtained in the sample printed the amount of 0.1 to 0.3gm⁻² of ink. The Gs increased rapidly with increasing of the printed ink until 2.0gm⁻². The maximum value was obtained in the sample with ca. 6.0gm⁻². Half band widths of gloss ($\theta_{1/2}$) were also measured. The $\theta_{1/2}$ is almost in inverse proportion with the Gs value. The missing dot in the sample printed small amount of ink was also discussed by an aid of an image analyzing apparatus.

緒言

オフセット印刷物の品質を決定する因子が多々報告されている。¹⁻⁵⁾そこで列挙される主な要因には(1)階調再現性, (2)色再現性, (3)濃度, (4)光沢, (5)均一性, (6)鮮性等である。これらの中で光沢は「ツヤ」とも言われる重要な因子である。このため, 一般印刷物では光沢を上げるために「ニス引き」と言う工程まで増して品質向上が画られている。

反射光は, あらゆる方向に反射する拡散反射成分と, 入射角と等しい角度に反射する正反射成分とに分類される(図1)。いわゆる物体x-3の反射光であり, 物体色を構成する。後者にも拡散反射光が含まれるが, 主に表面反射光であり, 無彩色である。表面反射成分だけを測定する事は困難なため, 鏡面反射成分として測定される。印刷面では平滑性に大きく依存する。

印刷後のインキ表面は材料(紙とインキ等)と

インキ転移(印刷版式, インキ移量, 湿し水, 印圧, 乾燥方式等)と大きく影響される。高光沢印刷物の作製のためには, 平滑な印刷面の形成が不可欠である。墨インキでベタ印刷されたサンプルの表面状態を光沢より考察した。本報告では, インキ移転量の影響を中心に報告する。

実 験

1. サンプル作製

印刷用紙として上質紙(十條製紙金王70.5kg/1000 sheets), アート紙(山陽国策パルプSKコート紙110kg/1000 sheets), キャストコート紙(日本加工製紙クリスタルコート紙110kg/1000 sheets)を使用した。墨インキには東華色素工業ニューベストワンプロセスLL, M, Hを使用した[タック値: 15.3(H), 9.9(M), 5.1(LL) at 30.0°C]。明製作所製RI-1型テスターを使用しインキ移転を行なった。また, 100mm×100mmの磨きガラス板(レザーク製B270)にインキのトル

エン溶液をスピんキャストして平滑インキ面を作製した（インキ量：4.9mg）。裏面にも高濃度インキ溶液をキャストした。

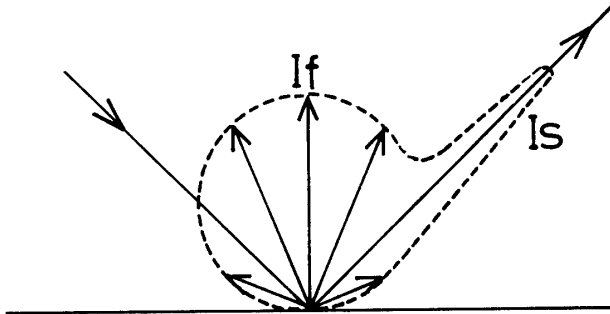


Fig. 1. Model of reflection If: diffuse reflection, Is: specular reflection. Dotted line shows a polar curve.

2. 測定

変角光沢値はスガ試験機製デジタル変角光沢計 UGV-5D に自作スリットを組み合わせて測定した。反射濃度の測定にはマクベス反射濃度計 RD-918 型を使用した。サンプルの分光反射率は日本分光 UVIDEC 430B 型とオオツカ電子製 IMAC 7000 型を使用して測定した。インキ移転量の少ない場合、日本アビオニクス製画像解析装置 Excel II 型⁶⁾とニコン実体顕微鏡 SMZ-2T を使用してインキ着肉面の不均一性を測定した。

結果および考察

1. 測定法

印刷面の微細な凹凸を検討するにはスリットの開口角の狭い状態での変角測定が必要である。しかし、測定光量が極端に減少すると、S/N が低下する。このため、適当なスリットを選択する必要がある。3種類のスリットを自作した。受光子の前にスリットを設置し、光沢計の標準板を使用してスリットの開口角を0.5° 0.8° 2.4°と測定した（図2）。

JIS 規格⁷⁾では、印刷物の光沢測定には入射角（＝受光角）75°が、塗装物の測定には60°が使用される。一方、拡散反射率の測定には45°（入射

角）が用いられる。これにより、3種類の角度 [45°, 60°, 75°] における鏡面光沢度 (Gs)

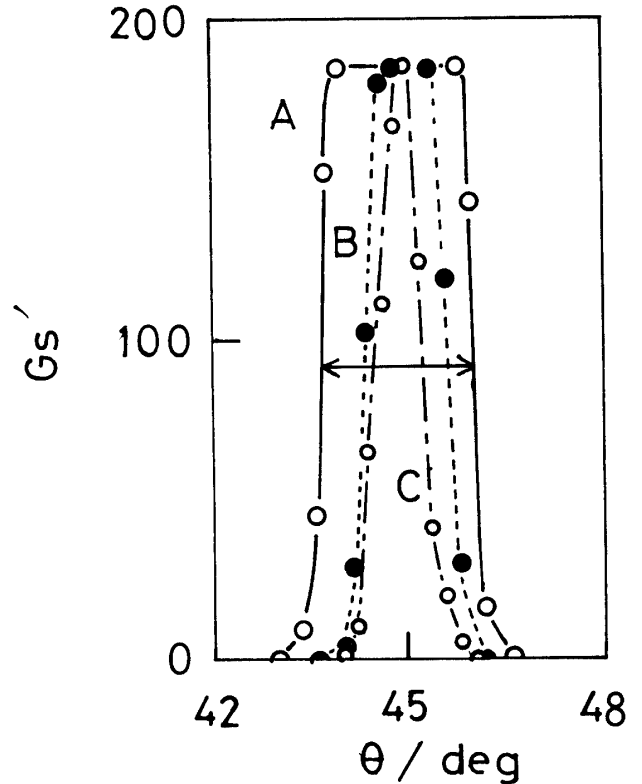


Fig. 2. Gonio-measurements of reflection intensity The angular apertures were measured by using the standard reflection guide.

と移転インキ量 (y) との関係性を測定した。Gs変化は、全ての測定角で一貫した。これにより、最もGsの高い入射角45°での測定⁸⁾を以て降になった。

2. 印刷用紙の変角反射率

上質紙、アート紙、キャストコート紙の変角反射率を測定した（図3；受光角＝45°の場合Gs）。Gsは上質紙<アート紙<キャストコート紙の順に大きくなる。しかし、その近傍での反射光量はGsと一致しない。これにより、Gsの1/2における角度（半値角： $\theta_{1/2}$ ）も散乱状態のパラメーターとして測定した [$\theta_{1/2}=5.0^\circ$ （キャストコート紙）， 7.1° （アート紙）]。しかし、上質紙では散乱光が強く、 $\theta_{1/2}$ が測定できなかった。

3. インキ転移量の影響

3 種類の印刷用紙に RI テスターを用いてインキを移転した (H ink)。Gs は用紙の製造方法や印刷方向の影響を受けると予想される。これにより用紙製造方向により印刷, 同方向より測定し

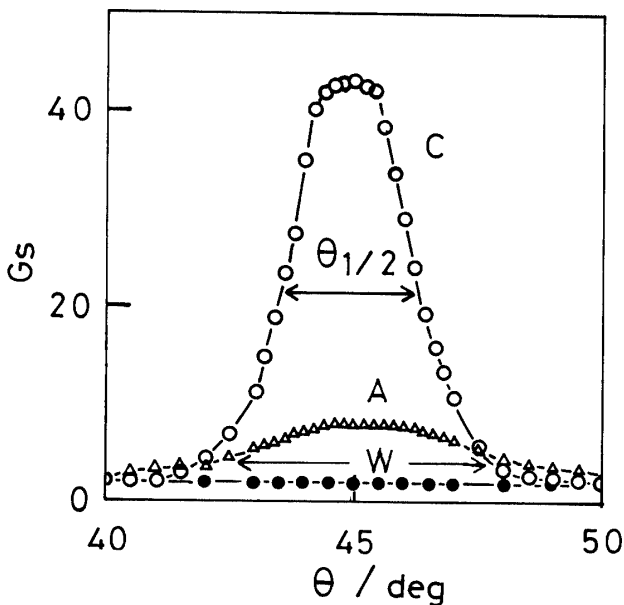


Fig. 3. Goniogloss of the papers C: cast corted paper, A: art paper, and W: woodfree paper.

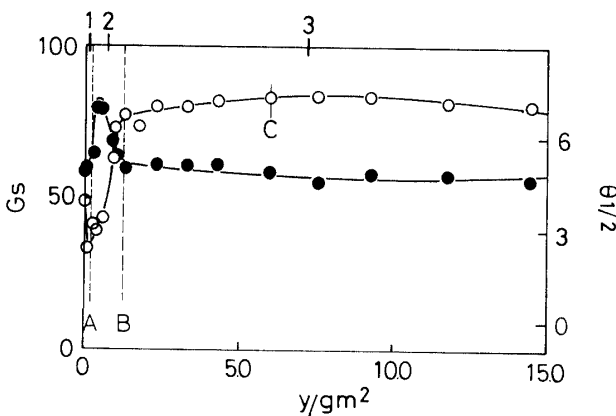


Fig. 4. Changes of Gs and $\theta_{1/2}$ in the amount of ink printed C: cast corted paper, A: art paper, and W: woodfree paper.

た。図 4 に Gs を y に対しプロットした。キャストコート紙での Gs は, 用紙の値より一旦減少し, $y = ca. 0.2 \text{ g m}^{-2}$ で最低値となる。以降 Gs は $y =$

$ca. 2.0 \text{ g m}^{-2}$ まで急激に増加する。さらに Gs は増加し, $y = 6.0 \text{ g m}^{-2}$ で最大値となった。それ以上の y では逆に Gs が減少した。アート紙でも, Gs は用紙の値より一旦減少し, $y = ca. 0.1 \text{ g m}^{-2}$ を境に逆に増加した。一方, 上質紙では, y にかかわらず Gs はあまり変化しない。これにより, キンキ面の Gs も用紙の表面状態に大きく依存する⁹⁾。以降の測定にはキャストコート紙を使用した。

図 4 にキャストコート紙のサンプルの $\theta_{1/2}$ も y に対しプロットした。 $\theta_{1/2}$ も紙の値より $y = ca. 0.1 \text{ g m}^{-2}$ まで増加した。以降減少し, $y = 6 \text{ g m}^{-2}$ で最小値となった。 $\theta_{1/2}$ 最大値における y は Gs 最低値での値と一致し, $\theta_{1/2}$ は Gs とほぼ反比例する事が明らかである。

用紙の製造方法・印刷方向・測定方向の Gs におよぼす影響についても検討した。 $y > 1.0 \text{ g m}^{-2}$ では, これらの影響を受けない。 $y = ca. 0.2 \text{ g m}^{-2}$ (Gs は最低) 付近では, 印刷方向より測定した Gs が, その直角方向からの測定値より最大でも約 20% 小さい値である。一方, 用紙の製造方向の影響はあまり受けなかった。これより, 以降の検討では印刷方向からの測定値を用いて測定結果を検討した。

4. インキタックと印圧の影響

タック値の異なる 3 種類のインキを使用してインキ転移を行なった (図 4-a, b)。いずれのインキを使用しても, Gs は紙の値より一旦減少し, 以降回復する。 $y > 2 \text{ g m}^{-2}$ でほぼ一定値に到達する。この変化は $\theta_{1/2}$ の変化からも明らかである。タック値の高いインキでは, 少量の y でも Gs の最低値が現れる。またタックが低い程 Gs の最低値と回復した後の Gs が低い。

印圧を 3 段階変えてインキ転移を行ない, $y < 1.0 \text{ g m}^{-2}$ でのサンプルの Gs と $\theta_{1/2}$ とを測定した (図 5)。Gs の最低値と $\theta_{1/2}$ の最大値は印圧を変えてもほれぞれほぼ一定であった。しかし, Gs の最低値の現れる y は, 印圧の上昇に従がい減少した。

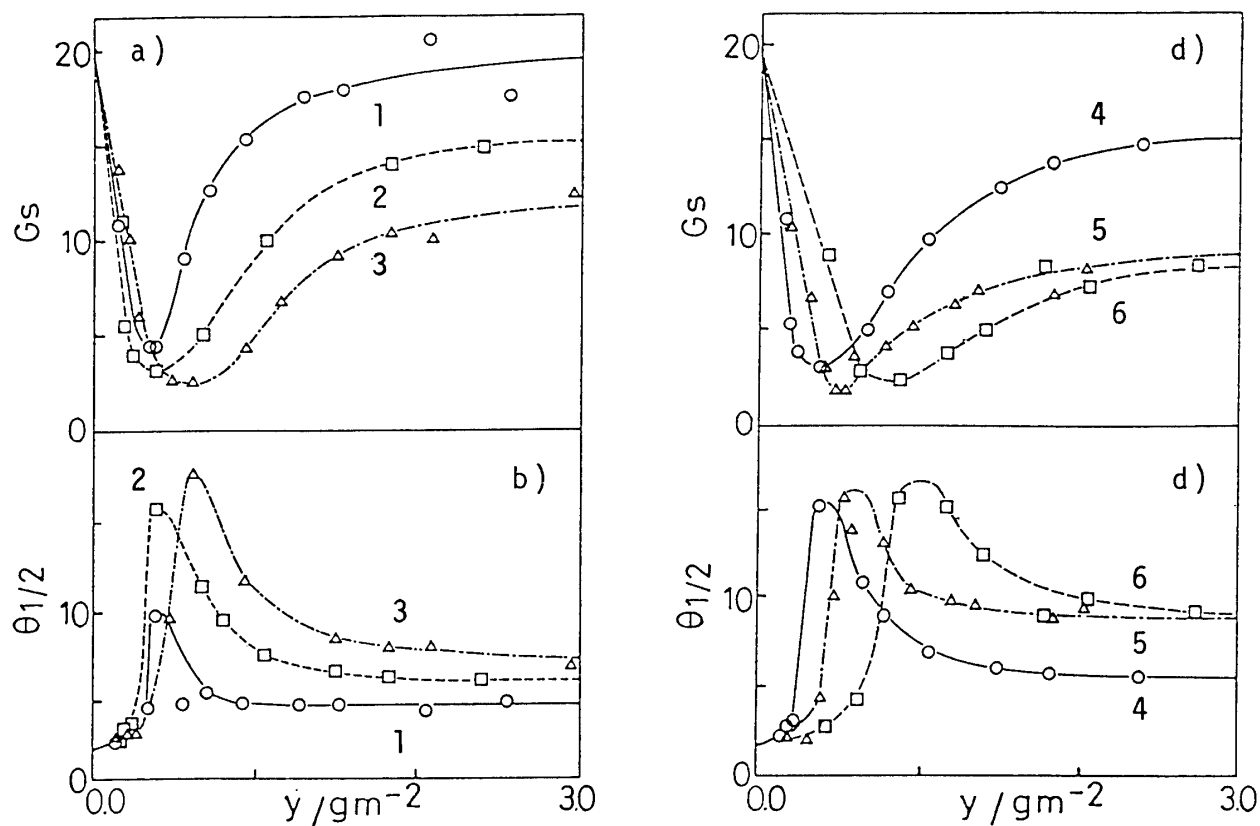


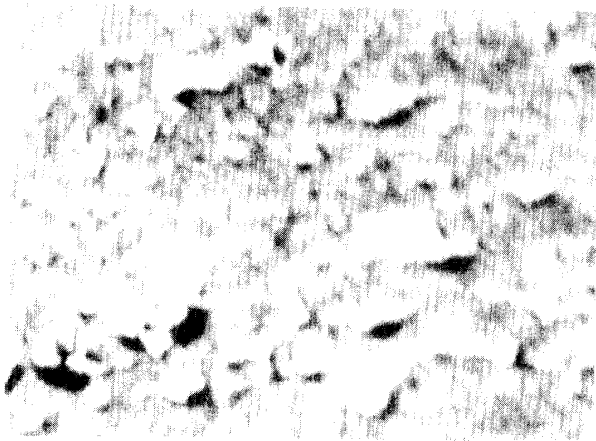
Fig. 5. Effects of Hardness of ink (a, b) and printing Pressure (c, d) on G_s (a, c) and $\theta_{1/2}$ (b, d). paper: Cast-corted paper.

1 : H-ink, high pressure, 2 : M-ink, high pressure, 3 : LL-ink, high pressure,
 4 : M-ink, high pressure, 5 : M-ink, middle pressure, 6 : M-ink, low pressure.

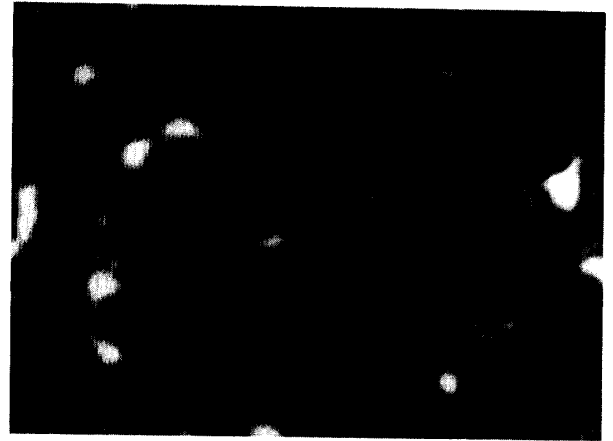
5. 印刷面の観測

図6に画像解析装置で観測した $y=0\sim 0.2\text{ g m}^{-2}$ の典型的なサンプルの写真を示す (タック : M, 印圧 : M)。 $y < \text{ca. } 0.2\text{ g m}^{-2}$ のサンプルではインキ転移が不均一となりヌケが多く発生する。また写真1と2との比較より明らかな様に、転移量の増加によりインキ皮膜は厚くなるがヌケの数

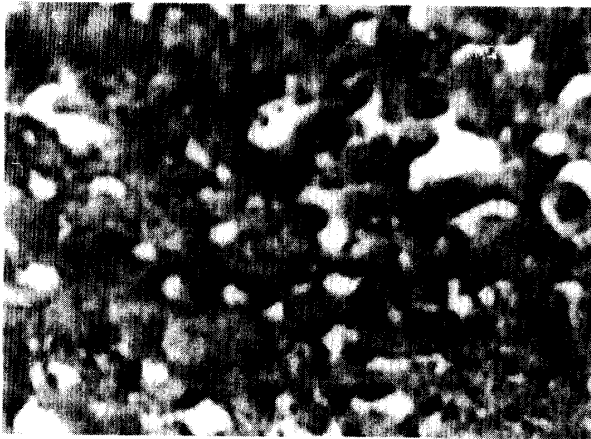
はあまり変化しない。 $y=0.4\text{ g m}^{-2}$ のサンプル (G_s の最低値)では、むしろヌケは少なくなる。また $y \approx \text{ca. } 2\text{ g m}^{-2}$ まで G_s は急激に回復するが、 $y > 1\text{ g m}^{-2}$ ではヌケが発生しない。これにより、ヌケの数と G_s とは直接比例しない事が明らかである。



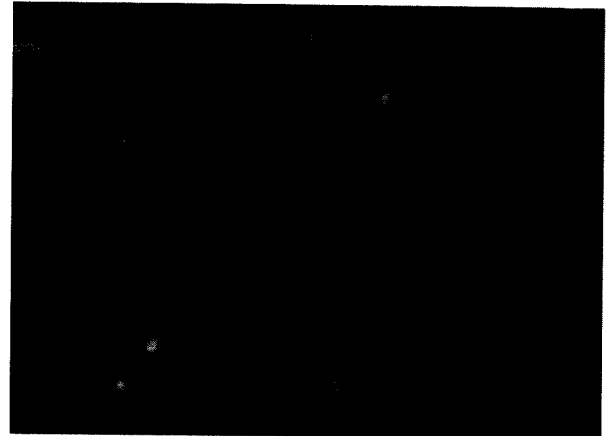
1) 0.039 g m^{-2}



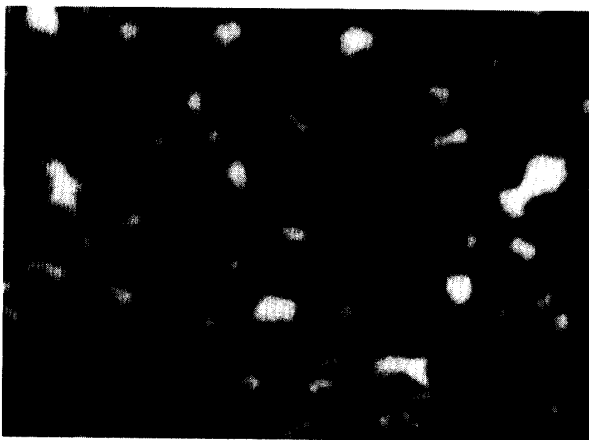
4) 0.590 g m^{-2}



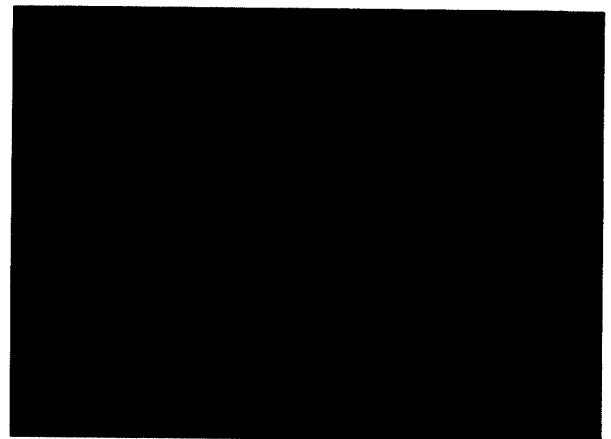
2) 0.297 g m^{-2}



5) 0.908 g m^{-2}



3) 0.411 g m^{-2}



6) 1.315 g m^{-2}

Fig. 6. Photographs of the printed surface Amount of ink printed: 0.04 (1), 0.30 (2), 0.41 (3), 0.59 (4), 0.91 (5), and 1.32 g m⁻² (6).

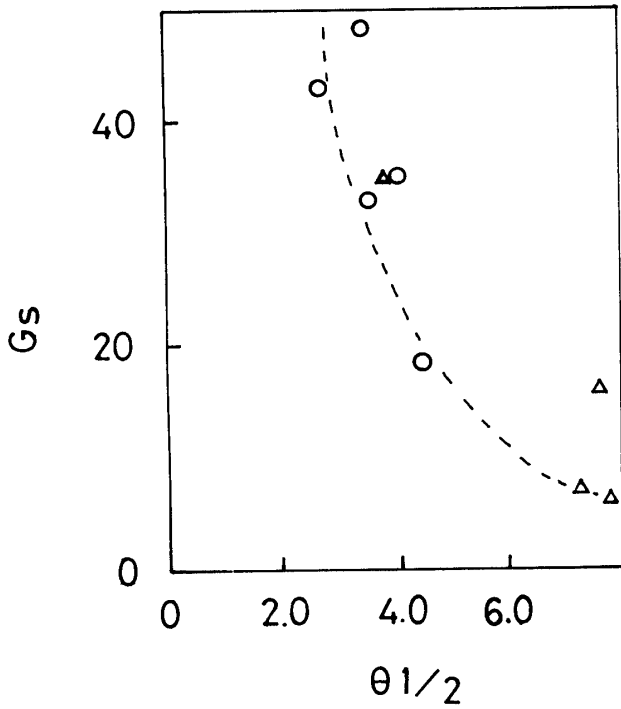


Fig. 7. Plots of G_s vs. $\theta_{1/2}$

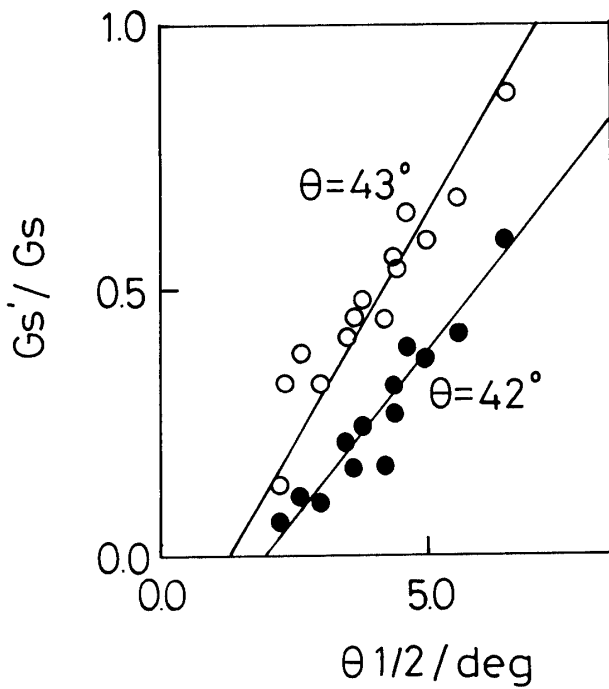


Fig. 8. Plots of (G_s'/G_s) vs. $\theta_{1/2}$ Measured at 42° (1) and 43° (2).

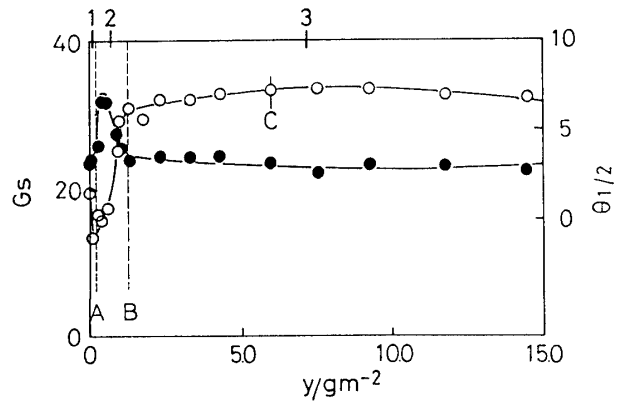


Fig. 9. Partition of the printed surface by the amount of ink

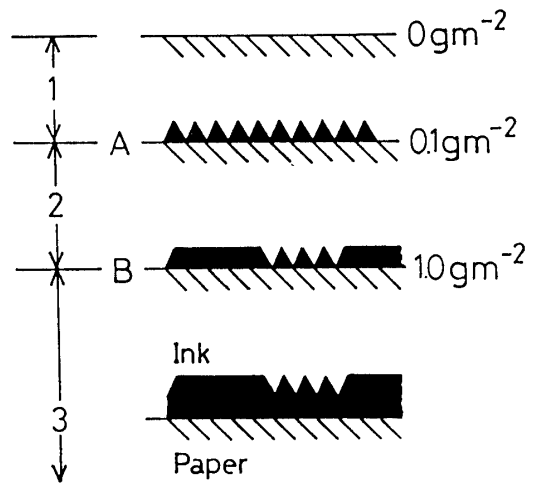


Fig. 10. Models of printed surface

6. インキ面の平滑性

図7に G_s と $\theta_{1/2}$ との関係プロットした。 G_s は $\theta_{1/2}$ とほぼ反比例していた。しかし、このグラフより平滑面での値を外装する事は困難であり、まして印刷法で平滑面を作製する事も不可能である。Y分光視感度近似による 45° 入射- 45° 受光方式での磨きガラスの反射率を7.9%と測定した。¹¹⁾ このガラスの G_s ($95.2; \theta_{1/2}=0.7$) を基準にガラス上にスピコートしたインキ膜 ($G_s = 38.8; \theta_{1/2}=1.2^\circ$) と $y=6.0 \text{ g m}^{-2}$ の印刷サンプル (最も G_s の高いサンプル, $G_s=20.5; \theta_{1/2}=2.0^\circ$) の表面反射率をそれぞれ、3.2%, 1.7%と評価した。ガラス板とそのキャストしたサンプル

ルでは $\theta_{1/2}$ が異なるので明確でないが、印刷物では約 40% 程度の平滑面を持つと推論した。

$\theta_{1/2}$ を測定するには $1^\circ/5$ 刻み以上の精度での測定を必要とし、大変煩雑である。簡便な $\theta_{1/2}$ の評価法も検討した。もし $\theta_{1/2}$ が大きければ、その近傍の角度での反射光量 (G_s') も多い。使用したスリットの開口角の 2 倍以上離れた角度での G_s' を測定し、 G_s との比 (G_s'/G_s) を $\theta_{1/2}$ に対しプロットした。42° で測定した比も 43° での比もともに良い直線関係で示される (図 8)。これより、 G_s'/G_s で $\theta_{1/2}$ が評価できる事が明らかとなった。

7. 印刷面モデル

インキ転移状態のモデルを考察した。y による G_s や $\theta_{1/2}$ の変化より明らかな様に、印刷面は 3 つの状態に分割できる (図 9)。また、その表面状態のモデルを図 10 に示した。

区間 1 は転移量 $0 \sim \text{ca. } 0.2 \text{ g m}^{-2}$ (点 A) であり、インキが用紙に不均一に転移し、 G_s は紙の値より最低値まで減少する。印刷されるインキも用紙の凸部に粒子として転移し、その粒子サイズは y に依存すると推論できる。用紙の大きい凹部を除き、A 点では粒子状インキの表面パッキングが完成した点と考えられ、この点は印圧やインキタックにより変化する。表面のインキが粒子状態でパッキングされるため、散乱光強度が最も高い。

区間 2 は転移量 $\text{ca. } 0.2 \text{ g m}^{-2} \sim \text{ca. } 2.0 \text{ g m}^{-2}$ (点 B) であり、円錐状に付着したインキ粒子が転移量の増加に従い均一平面を形成していく。B 点は、諸転移条件で決まる平滑面と粗面との一定割合が完成した点と推論される。事実、A 点まで観測されたインキ面の盛り上りは観測されなくなり、比較的大きいヌケも急速に消滅する。このため、 G_s は B 点まで急速に向上する。

区間 3 は $\text{ca. } 2.0 \text{ g m}^{-2}$ (点 B) 以上のインキ転移量の領域である。平滑面を形成するのに充分量のインキが転移しているが、用紙のベヒクル吸収速度、緩和速度、セット乾燥速度⁹⁾ 等種々の転移条件により必しも良好な平滑面にはならな

い。このため、明確な G_s や $\theta_{1/2}$ の変化は観測できず、ほぼ一定となった。本研究では、 $\text{ca. } 6.0 \text{ g m}^{-2}$ (点 C) で G_s は最大となった。

ま と め

光沢は印刷物の品質を決定する重要な項目であるが、印刷材料、転移条件等多くの要因に複雑に影響されるためあまり検討されていなかった。本研究では、印刷インキ皮膜の表面状態と共に高光沢印刷物作製についての知見を得るため、鏡面光沢を検討した。

光沢値はインキ転移量により大きく変化する。この変化はインキ転移において、粒子が転移するとうまく説明できる。少量の y においては、粒子の紙表面での密度により G_s は一旦減少し、以降増加して一定値となる。 G_s の最低値において、ほぼ紙表面全面がインキ粒子でパックされた状態であると推論できる。表面の荒さのパラメーターである $\theta_{1/2}$ の変化と直接観測の結果も上記例定を支持していた。

$\theta_{1/2}$ は印刷面の平滑性を検討するための重要な因子である。この値を G_s'/G_s を用いて評価する簡単な評価法を明確にした。しかし、凹凸サイズや分布との関係は今後の課題として残った。

光沢値はインキ転移量により大きく変化する。安定に高光沢印刷物を作製するには、1) 平面性の高い用紙や高タック値のインキの使用、2) 高い印圧での印刷、3) 充分量のインキの転移が必要である。特に、用紙の表面状態は光沢の支配因子と言っても過言でない。

最後にこの研究に有意義な議論を戴いた木下教授と一部御協力戴いたハイデルベルグ PMT の堤誠一氏と江口靖志氏に深謝致します。

文 献

- 1) International Bulletin for the Printing and Applied Trades, No.80 (1958).
- 2) A.C.Zettlemoyer, J.M.Fetsko, and W.C.Waler, TAPPI, 36, 161A (1953).

- 3) G.W.Jorgensen, LTF Res. Prog.,34, (1955),36, (1956).
- 4) R.Buchdahl, M.F.Polglase, and H.C. Schwalbe, Paper Trade J.,122, 41 (1946).
- 5) 市川家康著「改訂紙. インキ. 印刷の科学」印刷局朝陽会(東京)(1969) p273.
- 6) 内藤郁夫,九州産業大学芸術学部研究報告23, 105 (1992).
- 7) JIS Z8741
- 8) 西川一茂,紙パ技協誌, 40, 46 (1986).
- 9) 太田節三,紙パ技協誌, 15, 28 (1961).
- 10) 石田良照,高尾道生,印刷雑誌, 58, 5 (1975).
- 11) フロネルの式では $n=1.523$ のガラスの 45° 入射における反射率は 5.0% と算出できるが,ガラス裏面の影響や,測定装置上での問題より認められる値である。