

## Tone濃度の Factor N 결정에 관한 연구

안 석 출\*, 유 미 옥\*, 오 성 상\*\*  
(\*부산공업대학 \*\*신구전문대학)

### A Study on the Decision Factor N of the Tone Density

Suk-Chul Ahn\*, Mee-Ok Yoo\*, Sung-Sang Oh\*\*

#### Abstract

This paper proposed correction tone density eq. and dot area eq. for predict tone reproduction when dot gain is constant, and these are based on Yule & Nielson's tone density equation.

The experimental results show that proposed coreaction tone density eq. and dot area eq. are useful and valid for predict tone reproduction of a half-tone image.

#### I. 序 論

인쇄공정에서 스크린을 사용하는 목적은 연속계조를 Dot계조로 변환하기 위한 것으로, 1850년대부터 Negre나 Gillot에 의해 연구가 시작되어 오늘날에는 스크린을 사용하지 않고 원고의 농도에 적합한 Dot를 발생시키는 방식이 실용화 되고 있다.

인쇄화상의 Gradation은 Dot면적의 크기, Dot의 간격 그리고 Dot 1개의 잉

크농도에 의해서 구성되어 있으며, 이 농도를 Tone농도라 한다.<sup>1)</sup> Tone농도에 관한 이론은 Tritton & Willson에 의해 발표된 후, Murry & Davies는 잉크의 반사율과 종이의 반사율을 고려한 이론을 발표하였고 이어서 Yule & Nielson은 종이의 성질과 스크린선수에 따라 변화하는 Factor( $n$ )을 고려한 식을 발표하였다. Yule은 Dot Gain이 0인 경우의  $n$ 을 구하기 위해서 인쇄를 하지 않고 필름 원고에 인쇄용지를 증첩시켜서 실험하였고, Beuvac은 현미경을 이용한 기하학적 Dot면적을 구하는 방법으로 실험하였다고 재검토된 바 있다.<sup>2)3)4)5)6)</sup>

Yule의 실험방식에 의하면 측정된 농도값을 그대로 이용하면 많은 오차가 나타나고, Beuvac의 실험방식은 광학적인 Dot Gain이 제외된 상태에서 Yule식을 이용한 것이므로 측정된 데이터를 Yule & Nielson식에 적용한다면 문제점은 남아 있으나 Beuvac의 실험방식은  $n$  값 결정보다는 인쇄과정에서 발생하는 Dot Gain에 관한 연구가 계속 진행되고 있다.<sup>7)</sup>

본 논문에서는 스크린선수와 종이의 특성에 따른 Factor  $n$ 을 구하기 위해서 Yule & Nielson의 Tone농도식과 Murry & Davies식을 보정한 보정Tone 농도식과 보정 Dot면적식을 제안하였고, 실험을 통해서 제안한 이론의 타당성과 유용성을 확인하였다.

## II. 理 論

### 1. 濃度

濃度는 透過濃도와 反射濃도로 구분되며, 투과농도는 시료면에 投射된 빛의 세기와 시료면을 통과한 빛의 세기를 比로 하여 대수를 취한 것이고, 반사농도는 표준백색면으로부터 반사되는 빛의 세기와 시료면에서 반사되는 빛의 세기를 比로 하여 대수를 취한 것으로 정의되어 다음식과 같다.

$$T = \frac{I_t}{I_i} \dots\dots\dots(1)$$

$T$ : Transmission

$I_t$ : Intensity of Transmitted Light

$I_i$ : Intensity of Incident Light

$$D_r = \log_{10} \frac{1}{T} \dots\dots\dots(2)$$

*D<sub>T</sub>: Transmission Density*

$$R = \frac{I_r}{I_{rw}} \dots\dots\dots(3)$$

*R: Reflectance*

*I<sub>r</sub>: Intensity of Light Reflected from Halftone Surface*

*I<sub>rw</sub>: Intensity of Light Reflected from Standard Surface*

$$D_R = \log_{10} \frac{1}{R} \dots\dots\dots(4)$$

*D<sub>R</sub>: Reflection Density*

2. Tone Density

1) F.J.Tritton & E.T.Willson Eq.

인쇄에 의한 화상재현에는 망점면적의 비율에 따라 빛의 흡수량 또는 빛의 반사량이 적당히 조절되어 Gradation이 표현된다. 처음에는 망점의 점유율(이하 망점면적율이라 칭함)이 없는 상태를 0번 그리고 Solid의 상태를 12번으로 표현해 왔으나, 요즈음은 망점면적율을 백분율로 표기한다.

Tone Value는 명암을 나타내는 표현법으로 한 화소에서 망점이 점유하지 않는 부분 즉 빛을 반사 또는 투과하는 면적의 비율로 W.B.Rose가 처음사용하였고, 식(5)와 같다. 단 *Tv*는 Tone Value이다.

$$Tv = 1 - a \dots\dots\dots(5)$$

F.J.Tritton과 E.T.Willson은 1939년에 광학적 농도의 정의를 인쇄물의 망점 제조에 응용하였다. 즉 필름에서 망점 1개의 농도를 무한대 그리고 망점이 없는 투명한 부분의 농도를 0으로 가정하면

$$D_t = \log \frac{1}{1 - a} \dots\dots\dots(6)$$

이 된다. 단 *a*(:Dot Area)는 망점의 면적율, *D<sub>t</sub>*(:Tone Density)는 Tone농도라 하였다.

2) Murry Davies Eq.

식(6)은 이상적인 Tone Density로서 망점영역은 빛을 완전히 흡수하고 여백부는 빛을 완전히 반사한다는 가정에서 성립한다. 그러나 실제의 인쇄용지나 잉크부위에 대한 빛의 반사율과 흡수율이 이상적이지 못하다.

Murry Davies는 망점인쇄물의 반사농도에 관하여 이론값과 실측값을 접근시키기 위해서 잉크의 Solid농도는 실제로 무한대가 아니고 빛이 약간 반사한다. 따라서 잉크부위의 반사율을  $R_i$ 로 하여, 망점면적을  $a$ 에 관해서 모두  $R_i$ 가 해당된다고 하면, (6)식을 보완하면,

$$D_i = \log \frac{1}{1 - a(1 - R_i)} \dots\dots\dots(7)$$

로 된다.

그후 R.Buchdahl은 종이에 관해서도 완전반사체가 아님을 고려하여 종이 자체의 반사율을  $R_p$ , 잉크면의 반사율을  $R_i$ 라 하여 총합 반사율  $R$ 을 구했다.

$$R = (1 - a) R_p + aR_i \dots\dots\dots(8)$$

$R$ : Total Reflectance

$R_p$ : Reflectance of the Paper

$R_i$ : Reflectance of the Inking Area

식(8)을 Dot Area  $a$ 에 대해서 정리하면 식(9), (10)와 같다.

$$a = \frac{1 - \frac{R}{R_p}}{1 - \frac{R_i}{R_p}} \dots\dots\dots(9)$$

$$a = \frac{1 - \beta_R}{1 - \beta_V} \dots\dots\dots(10)$$

$\beta_R$ : Reflection of Solid Area

$\beta_V$ : Reflection of Tone Area

Solid농도를  $D_V$  Tone 농도를  $D_i$ 라 하고 식(4)에 적용시킨 후 Dot Area  $a$ 에 대해서 정리하면 다음과 같이 된다.

$$\beta_R = 10^{-D_i} \dots\dots\dots(11)$$

$$\beta_V = 10^{-D_V} \dots\dots\dots(12)$$

$$a = \frac{1 - 10^{-D_i}}{1 - 10^{-D_V}} \dots\dots\dots(13)$$

식(13)의  $a$ 는 Apparent Dot Area로서 Tone Density  $D_i$ 에 대해 정리하면 식(14)가 되며, 이 식이 Murry Davies의 Tone Density식이다.

$$D_i = \log \frac{1}{1 - a(1 - 10^{-D_V})} \dots\dots\dots(14)$$

3) Yule & Nielson Eq.

Youle와 Nielson은 Murry Davies 식(14)에 의한 계산값은 항상 망점인쇄물의 실측값보다 적은 원인이 종이에 대한 빛의 투과, 종이 내부에서 빛의 확산과 반사 그리고 망점 잉크층뒷면에서의 2차 흡수의 영향등이라는 사실을 알았다. 따라서 스크린선수와 종이에 관한 특성  $n$ 을 다음과 같이 식(13)과 식(14)에 적용하였다.

$$a = \frac{1 - 10^{-\frac{D_t}{n}}}{1 - 10^{-\frac{D_v}{n}}} \dots\dots\dots(15)$$

$$D_t = n \log \frac{1}{1 - a(1 - 10^{-\frac{D_v}{n}})} \dots\dots\dots(16)$$

4) Factor  $n$ 의 意味

$n$ 의 값은 종이의 특성이나 Screen Line수 등의 요인에 따라 변화하는 값이지만, 식(15~16)에서 알 수 있는 바와 같이 Solid농도와 Dot Area 그리고 Tone 농도를 알아야만 Factor  $n$ 을 구할 수 있다.

Factor  $n$ 은 Solid농도가 일정하고 Dot Gain과 Tone농도에 따라 변화하는 경우와 Dot Gain이 일정한 상태에서 Solid농도와 Tone농도값에 따라 변화하는 값으로 구분된다.

3. 보정Tone농도식과 Factor  $n$ 값의 결정

1) 보정 Tone농도

식(16)의 Tone농도는 반사농도계로 측정된 값이고, 식에 의하면 Dot면적이 0인 표준백색면의 반사농도는 0이 되어야 한다. 그러나 실제로 0.04에서 0.06까지의 값이 나타난다. 이 상수를  $D_c$ 라 하고, 보정 Tone농도를  $D_{rev}$ 라 할 때 식(16)은 다음과 같이 된다.

$$\begin{aligned} D_{rev} &= D_t + D_c(1 - a) \\ &= n \log \frac{1}{1 - a(1 - 10^{-\frac{D_v}{n}})} + D_c(1 - a) \dots\dots\dots(17) \end{aligned}$$

2) 보정 Dot면적

인쇄물은 필름원고의 Dot면적에 비해서 평균 18% 정도 증가한다고 보고된 바 있다. 그러나 이 증가율은 Dot면적에 따라 증가율이 다르다. 하이라이트에서 증가폭은 크고 새도우로 가면서 그 증가율이 적어짐은 당연한 것이다. 따라서 가로축에 Dot 면적( $a_i$ )을 두고 세로축에 증가율( $p$ )로 두면

$$p = -sa + C \dots\dots\dots(18)$$

$$a_i = -sa^2 + (C+1)a \dots\dots\dots(19)$$

로 된다. 여기서  $s$ 는 기울기,  $C$ 는 상수이다.

3) Factor  $n$ 값의 결정

Factor  $n$ 값을 결정하기 위해서는 식 (17)에서 알 수 있는 바와 같이 Tone농도, Dot면적, Solid농도 그리고 백색면의 농도값을 알아야 한다. 농도계로 측정 한 값들을 이용하여 Fig. 1의 흐름도로 Factor  $n$ 값을 결정하였다.

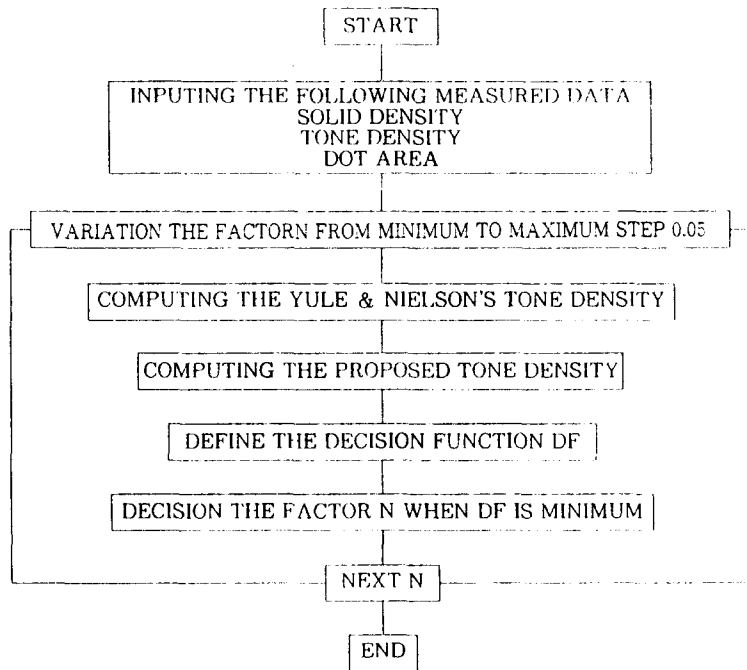


Fig. 1 Flow chart of decision factor N

### Ⅲ. 實驗方法

#### 1. 使用機器 및 材料

##### 1) 使用기기

인쇄기 : HEIDELBERG 단색기(독일)

소부기 : HY8039(영화카메라)

농도계 : MACBATH TR 927(미국)

##### 2) 재 료

원고 : Du Pont Dot Size Comparator A-64094

PLATE:PS Plate(Posi Type EPS:일본)

Paper : Snow White Paper, Art Paper, Simili Paper

Ink : BL 대한잉크

#### 2. 實驗方法

종이의 특성과 스크린 선수에 관계되는 Factor  $n$  값을 결정하기 위해서 Dot Gain이 0인 상태는 인쇄를 하지 않고 필름원고를 표준백색면, 코팅지 그리고 비코팅지위에 증첩시켜 Tone농도를 측정하였다. 그리고 인쇄조건에 따라 변화하는 Dot Gain을 포함한 Factor  $n$  값을 결정하기 위해서 같은 인쇄조건에서 코팅지와 비코팅지에 인쇄압만 변화시켜 인쇄한 인쇄물을 시료로 하여 필요한 값을 측정하였다.

### Ⅳ. 實驗結果 및 考察

#### 1. 網点面積率 測定

필름 원고의 Dot 면적은 투과농도계로 측정한 Tone농도를 Tone면적으로 환산한 값이다. 이하 Table에 표시한 기호는 다음과 같다.

O.Dot:Dot size of original film

Dot:Measured dot size

Me D:Measured Tone Density

N:Factor  $n$

AVE : Average Factor  $n$  For a Screen Line No.

Table 1. Measured Dot Area of Original Film

O.Dot	5	10	15	20	25	30	40	50	60	70	80	90	100
Dot	0.09	0.16	0.21	0.31	0.34	0.44	0.57	0.72	0.77	0.86	0.91	0.99	
150	0.07	0.11	0.13	0.19	0.22	0.30	0.40	0.60	0.67	0.91	1.12	2.10	
Dot	0.09	0.15	0.21	0.29	0.35	0.42	0.53	0.70	0.74	0.84	0.90	0.97	
133	0.07	0.10	0.13	0.18	0.22	0.27	0.36	0.56	0.63	0.83	1.06	1.80	
Dot	0.08	0.15	0.20	0.28	0.32	0.42	0.54	0.67	0.75	0.83	0.89	0.97	
120	0.07	0.10	0.13	0.17	0.20	0.26	0.38	0.51	0.64	0.80	1.02	1.74	
Dot	0.08	0.15	0.19	0.27	0.31	0.40	0.51	0.66	0.74	0.81	0.89	0.96	
110	0.07	0.10	0.12	0.17	0.20	0.25	0.34	0.50	0.61	0.75	1.00	1.53	
Dot	0.08	0.14	0.19	0.27	0.30	0.39	0.51	0.63	0.72	0.79	0.88	0.97	
100	0.07	0.10	0.13	0.17	0.19	0.25	0.34	0.47	0.58	0.71	0.98	1.59	
Dot	0.07	0.13	0.18	0.27	0.30	0.39	0.48	0.63	0.70	0.79	0.87	0.94	
85	0.07	0.10	0.12	0.17	0.18	0.25	0.32	0.46	0.55	0.70	0.92	1.32	
Dot	0.07	0.12	0.17	0.24	0.29	0.37	0.45	0.61	0.66	0.77	0.85	0.95	
65	0.06	0.09	0.11	0.15	0.18	0.23	0.29	0.43	0.50	0.68	0.87	1.35	

Transmission Density of Film Base : 0.02

Transmission Density of Solid : 4.54

Dot Area of Film Base : 0

2. Tone Density測定

Dot Gain이 0인 경우의 Ton Density를 측정하기 위해서 인쇄과정을 거치지 않고 표준백색면, 코팅지 그리고 비코팅지위에 필름원고를 중첩시켜 측정한 Tone농도를 Table 2~Table 5에 표시했다.

Table 2. Reflectance Density Of Original Film on the Standard Surface

150	Dot	0.09	0.16	0.21	0.31	0.34	0.44	0.57	0.72	0.77	0.86	0.91	0.99
	Me D	0.19	0.25	0.30	0.36	0.42	0.51	0.66	0.90	0.95	1.16	1.30	1.42
133	Dot	0.09	0.15	0.21	0.29	0.35	0.42	0.53	0.70	0.74	0.84	0.90	0.97
	Me D	0.19	0.24	0.30	0.35	0.40	0.46	0.60	0.83	0.88	1.05	1.24	1.40
120	Dot	0.08	0.15	0.20	0.28	0.32	0.42	0.54	0.67	0.75	0.83	0.89	0.97
	Me D	0.18	0.23	0.30	0.33	0.37	0.45	0.60	0.77	0.88	1.03	1.17	1.39



10	Dot	0.08	0.15	0.19	0.27	0.31	0.40	0.51	0.66	0.74	0.81	0.89	0.96
	Me D	0.18	0.23	0.26	0.33	0.36	0.43	0.56	0.75	0.83	0.96	1.16	1.36
100	Dot	0.08	0.14	0.19	0.27	0.30	0.39	0.51	0.63	0.72	0.79	0.88	0.97
	Me D	0.17	0.22	0.26	0.33	0.34	0.42	0.54	0.69	0.81	0.92	1.13	1.37
85	Dot	0.07	0.13	0.18	0.27	0.30	0.39	0.48	0.63	0.70	0.79	0.87	0.94
	Me D	0.17	0.21	0.24	0.32	0.34	0.40	0.50	0.67	0.75	0.92	1.11	1.33
65	Dot	0.07	0.12	0.17	0.24	0.29	0.37	0.45	0.61	0.66	0.77	0.85	0.95
	Me D	0.17	0.21	0.23	0.32	0.31	0.38	0.46	0.63	0.69	0.84	1.03	1.28

Reflection Density of Film Base on the Standard Surface : 0.06

Reflection Density of Solid Original Film : 1.45

Table 3. Reflectance Density Of Original Film on the Snow White Surface

150	Dot	0.09	0.16	0.21	0.31	0.34	0.44	0.57	0.72	0.77	0.86	0.91	0.99
	Me D	0.20	0.26	0.30	0.40	0.42	0.54	0.70	0.93	0.98	1.17	1.29	1.44
133	Dot	0.09	0.15	0.21	0.29	0.35	0.42	0.53	0.70	0.74	0.84	0.90	0.97
	Me D	0.20	0.25	0.29	0.37	0.43	0.50	0.64	0.88	0.92	1.10	1.25	1.43
120	Dot	0.08	0.15	0.20	0.28	0.32	0.42	0.54	0.67	0.75	0.83	0.89	0.97
	Me D	0.19	0.25	0.29	0.35	0.40	0.49	0.65	0.80	0.92	1.07	1.22	1.41
110	Dot	0.08	0.15	0.19	0.27	0.31	0.40	0.51	0.66	0.74	0.81	0.89	0.96
	Me D	0.19	0.23	0.27	0.35	0.39	0.46	0.61	0.80	0.89	1.00	1.20	1.38
100	Dot	0.08	0.14	0.19	0.27	0.30	0.39	0.51	0.63	0.72	0.79	0.88	0.97
	Me D	0.19	0.24	0.28	0.35	0.38	0.47	0.58	0.74	0.85	0.96	1.18	1.40
85	Dot	0.07	0.13	0.18	0.27	0.30	0.39	0.48	0.63	0.70	0.79	0.87	0.94
	Me D	0.18	0.23	0.26	0.34	0.35	0.45	0.53	0.72	0.79	0.94	1.12	1.32
65	Dot	0.07	0.12	0.17	0.24	0.29	0.37	0.45	0.61	0.66	0.77	0.85	0.95
	Me D	0.18	0.21	0.24	0.31	0.34	0.41	0.49	0.69	0.72	0.90	1.06	1.31

Reflection Density of Film Base on the Snow White Paper : 0.06

Reflection Density of Solid Original Film : 1.45

**Table 4.** Reflectance Density Of Original Film on the Art Paper

150	Dot	0.09	0.16	0.21	0.31	0.34	0.44	0.57	0.72	0.77	0.86	0.91	0.99
	Me D	0.22	0.29	0.32	0.42	0.45	0.56	0.70	0.94	0.99	1.18	1.29	1.43
133	Dot	0.09	0.15	0.21	0.29	0.35	0.42	0.53	0.70	0.74	0.84	0.90	0.97
	Me D	0.22	0.28	0.35	0.39	0.47	0.52	0.64	0.89	0.94	1.11	1.25	1.42
120	Dot	0.08	0.15	0.20	0.28	0.32	0.42	0.54	0.67	0.75	0.83	0.89	0.97
	Me D	0.21	0.26	0.31	0.37	0.42	0.51	0.66	0.82	0.95	1.07	1.22	1.41
110	Dot	0.08	0.15	0.19	0.27	0.31	0.40	0.51	0.66	0.74	0.81	0.89	0.96
	Me D	0.21	0.27	0.30	0.37	0.40	0.48	0.62	0.80	0.90	1.03	1.20	1.39
100	Dot	0.08	0.14	0.19	0.27	0.30	0.39	0.51	0.63	0.72	0.79	0.88	0.97
	Me D	0.21	0.25	0.29	0.37	0.39	0.47	0.60	0.78	0.87	0.97	1.19	1.40
85	Dot	0.07	0.13	0.18	0.27	0.30	0.39	0.48	0.63	0.70	0.79	0.87	0.94
	Me D	0.21	0.25	0.28	0.35	0.39	0.47	0.56	0.73	0.83	0.96	1.14	1.32
65	Dot	0.07	0.12	0.17	0.24	0.29	0.37	0.45	0.61	0.66	0.77	0.85	0.95
	Me D	0.21	0.25	0.27	0.32	0.36	0.42	0.51	0.69	0.77	0.90	1.09	1.31

Reflection Density of Film Base on the Art : 0.06

Reflection Density of Solid Original Film : 1.45

**Table 5.** Reflectance Density Of Original Film on the Simili Paper

150	Dot	0.09	0.16	0.21	0.31	0.34	0.44	0.57	0.72	0.77	0.86	0.91	0.99
	Me D	0.25	0.32	0.36	0.46	0.51	0.62	0.79	1.04	1.10	1.28	1.35	1.44
133	Dot	0.09	0.15	0.21	0.29	0.35	0.42	0.53	0.70	0.74	0.84	0.90	0.97
	Me D	0.25	0.31	0.35	0.44	0.50	0.57	0.76	0.97	1.05	1.20	1.31	1.43
120	Dot	0.08	0.15	0.20	0.28	0.32	0.42	0.54	0.67	0.75	0.83	0.89	0.97
	Me D	0.23	0.29	0.34	0.42	0.46	0.56	0.75	0.93	1.04	1.19	1.28	1.42
110	Dot	0.08	0.15	0.19	0.27	0.31	0.40	0.51	0.66	0.74	0.81	0.89	0.96
	Me D	0.24	0.29	0.33	0.41	0.44	0.54	0.67	0.91	1.01	1.11	1.27	1.42
100	Dot	0.08	0.14	0.19	0.27	0.30	0.39	0.51	0.63	0.72	0.79	0.88	0.97
	Me D	0.23	0.28	0.34	0.41	0.44	0.53	0.66	0.85	0.94	1.06	1.26	1.43
85	Dot	0.07	0.13	0.18	0.27	0.30	0.39	0.48	0.63	0.70	0.79	0.87	0.94
	Me D	0.23	0.28	0.33	0.41	0.43	0.52	0.61	0.82	0.91	1.05	1.21	1.38

65	Dot	0.07	0.12	0.17	0.24	0.29	0.37	0.45	0.61	0.66	0.77	0.85	0.95
	Me D	0.23	0.27	0.31	0.37	0.41	0.48	0.57	0.75	0.83	1.00	1.15	1.37

Reflection Density of Film Base on the Simili paper : 0.06

Reflection Density of Solid Original Film : 1.45

### 3. Factor $n$ 에 의한 Tone濃度

#### 1) Murry Davies식에 의한 Tone농도

Murry Davies식에 의한 Density의 변화는 식(14)에서와 같이 Solid농도에 의해 변화한다. 실험에 사용한 필름원고의 Solid농도, 코팅지 그리고 비코팅지의 Solid농도값을 반사농도계로 측정한 값은 Table 6이고, 이 값으로 Murry Davies의 Tone농도곡선은 Fig. 2와 같다.

Table 6. Solid Density

Transmission Density of Film	4.54
Reflection Density of Film	1.45
Reflection Density of Coated Paper	1.55
Reflection Density of Uncoated Paper	1.20

Fig. 2는 Table 6의 Solid농도값 변화에 따라 변화하는 Tone농도곡선이며, 위에서부터 Solid농도가 4.54, 1.55, 1.45, 1.20의 순이다.

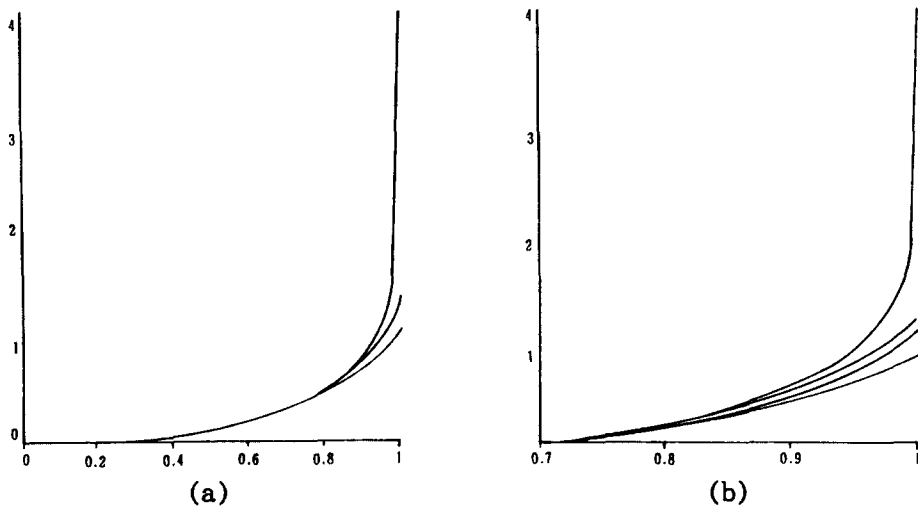


Fig. 2 Murry Davies's Curve for Solid Density

2) Yule & Nielson식에 의한 Tone농도

Yule & Nielson식에 의한 Tone Density의 변화는 식(16)에서와 같이 Solid농도와 Factor  $n$ 에 의해 변화한다. Table 7은 문헌에서 보고된 Factor  $n$ 의 값이고 Fig. 3은 Solid Density가 1.45일때 Table 7의  $n$ 값 변화에 대한 그래프이다.

Table 7. Reported Factor  $n$  by Reference

Ideal Factor	1.0
Coated Paper's Factor	1.3
Uncoated Paper's Factor	2.0, 2.2

Fig. 3은 Yule & Nielson's Eq의 Factor  $n$ 값이 무한대, 2.2, 2.0, 1.3, 1.0의 순서이고,  $n=1$ 인 경우는 Murry Davies's Tone Density와 일치한다.

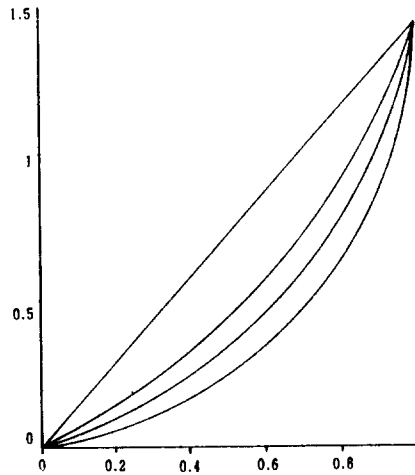


Fig. 3 Ideal Y & Nielson's Density Curve for Factor  $n$

4. 제안한 이론에 의한 Factor  $n$ 의 결정

1) 보정 Tone농도식에 의한  $n$ 값

인쇄과정에서 Film원고의 Dot면적이 전혀 변화없이 피인쇄체에 나타나는 경우는 있을 수 없다. 인쇄과정에서 발생하는 Dot Gain을 0으로 두고, 단지 종이나 사용한 스크린에 관계되는 Factor를 구하기 위해 필름원고를 피인쇄체 위에 올려놓고 측정하였고, Dot면적은 필름원고의 투과농도에서 환산한 값이다.

Table 8. Factor N of Table 2

150	Dot	0.09	0.16	0.21	0.31	0.34	0.44	0.57	0.72	0.77	0.86	0.91	0.99	AVE
	N	3.35	3.40	3.30	2.40	3.20	2.80	2.70	3.01	3.30	6.65	2.10	29.8	2.96
133	Dot	0.09	0.15	0.21	0.29	0.35	0.42	0.53	0.70	0.74	0.84	0.90	0.97	AVE
	N	3.35	3.40	3.30	2.60	2.55	2.40	2.60	2.60	2.40	2.30	3.54	7.65	2.64
120	Dot	0.08	0.15	0.20	0.28	0.32	0.42	0.54	0.67	0.75	0.83	0.89	0.97	AVE
	N	3.35	2.85	3.80	2.40	2.60	2.30	2.45	2.40	2.25	2.30	2.50	4.25	2.60
110	Dot	0.08	0.15	0.19	0.27	0.31	0.40	0.51	0.66	0.74	0.81	0.89	0.96	AVE
	N	3.35	2.85	2.55	2.60	2.40	2.20	2.45	2.35	2.00	2.05	2.35	3.45	2.36
100	Dot	0.08	0.14	0.19	0.27	0.30	0.39	0.51	0.63	0.72	0.79	0.88	0.97	AVE
	N	2.45	2.85	2.55	2.60	2.25	2.20	2.20	2.20	2.10	2.05	2.30	2.65	2.30
85	Dot	0.07	0.13	0.18	0.27	0.30	0.39	0.48	0.63	0.70	0.79	0.87	0.94	AVE
	N	3.30	2.35	2.25	2.40	5.15	1.95	2.10	2.05	1.95	2.05	2.30	3.75	2.25
65	Dot	0.07	0.12	0.17	0.24	0.29	0.37	0.45	0.61	0.66	0.77	0.85	0.95	AVE
	N	3.30	2.75	2.20	3.25	1.90	1.95	2.05	1.95	1.90	1.75	1.95	1.85	2.17

Fig. 4 (a)는 Table 8의 값에서 Screen Line이 150, 120, 100, 65일때의  $n$ 값을 제안한 Tone Density곡선이고 제일 아래쪽 곡선은 Murry Davies's Tone Density곡선이다. 그리고 Fig. 4 (b)는 Screen Line이 100일때의  $n$ 값에 의한 Tone Density곡선과 실측한 Tone Density의 비교이다.

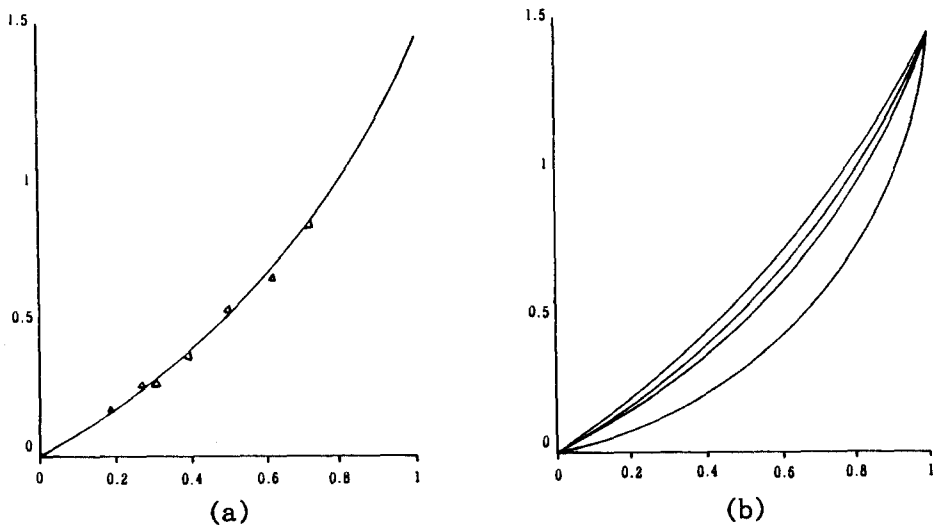


Fig. 4 Tone Density Curver of the Table 8

Table 9. Factor N of Table 3

150	Dot	0.09	0.16	0.21	0.31	0.34	0.44	0.57	0.72	0.77	0.86	0.91	0.99	AVE
	N	4.60	4.05	3.30	3.35	3.20	3.40	3.30	3.65	3.00	3.55	5.30	3.30	3.31
133	Dot	0.09	0.15	0.21	0.29	0.35	0.42	0.53	0.70	0.74	0.84	0.90	0.97	AVE
	N	4.60	4.10	2.90	3.10	3.15	3.10	3.25	3.30	2.90	2.90	3.95	7.15	3.10
120	Dot	0.08	0.15	0.20	0.28	0.32	0.42	0.54	0.67	0.75	0.83	0.89	0.97	AVE
	N	4.75	4.10	3.30	2.85	3.30	2.90	3.15	2.70	2.65	2.75	3.55	7.15	2.98
110	Dot	0.08	0.15	0.19	0.27	0.31	0.40	0.53	0.66	0.74	0.81	0.89	0.06	AVE
	N	4.75	4.10	2.90	3.15	3.05	2.06	3.20	2.90	2.50	2.40	3.00	6.45	2.82
100	Dot	0.08	0.14	0.19	0.27	0.30	0.39	0.51	0.63	0.72	0.79	0.88	0.97	AVE
	N	4.75	4.15	3.35	3.15	3.10	3.00	2.70	2.75	2.45	2.40	3.05	7.15	2.93
85	Dot	0.07	0.13	0.18	0.27	0.30	0.39	0.48	0.63	0.70	0.79	0.87	0.94	AVE
	N	4.95	3.40	2.90	2.85	2.40	2.65	2.40	2.50	2.20	2.20	2.45	3.25	2.56
65	Dot	0.07	0.12	0.17	0.24	0.29	0.37	0.45	0.61	0.66	0.77	0.85	0.95	AVE
	N	4.95	2.75	2.50	2.90	2.40	2.35	2.35	2.50	2.10	2.10	2.15	2.25	2.44

Fig. 5 (a)는 Table 9의 값에서 Screen Line이 150, 120, 100, 65일때의  $n$  값을 제안한 Tone Density 곡선이고 제일 아래쪽 곡선은 Murry Davies's Tone Density곡선이다. 그리고 Fig. 5(b)는 Screen Line이 100일때의  $n$ 값에 의한 Tone Density곡선과 실측한 Tone Density의 비교이다.

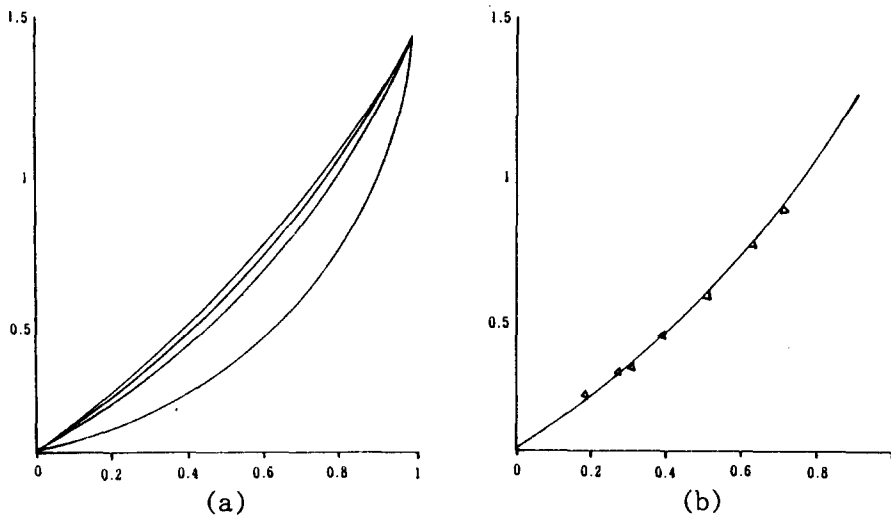


Fig. 5 Tone Density Curve of the Table 9

Table 10. Factor N of Table 4

150	Dot	0.09	0.16	0.21	0.31	0.34	0.44	0.57	0.72	0.77	0.86	0.91	0.99	AVE
	N	2.55	3.40	2.90	2.35	3.20	3.40	3.20	3.65	3.15	3.90	5.30	3.30	3.26
133	Dot	0.09	0.15	0.21	0.29	0.35	0.42	0.53	0.70	0.74	0.84	0.90	0.97	AVE
	N	2.55	3.40	4.35	2.85	3.45	2.90	2.90	3.30	3.05	3.10	3.95	7.15	3.26
120	Dot	0.08	0.15	0.20	0.28	0.32	0.42	0.54	0.67	0.75	0.83	0.89	0.97	AVE
	N	2.45	2.45	2.90	2.60	3.00	2.75	3.00	2.85	2.90	2.60	3.25	7.15	2.86
110	Dot	0.08	0.15	0.19	0.27	0.31	0.40	0.51	0.66	0.74	0.81	0.89	0.96	AVE
	N	2.45	2.85	2.90	2.85	2.80	2.60	3.00	2.80	2.50	2.60	2.80	6.45	2.78
100	Dot	0.08	0.14	0.19	0.27	0.30	0.39	0.51	0.63	0.72	0.79	0.88	0.97	AVE
	N	2.45	2.40	2.55	2.85	2.60	2.65	2.70	3.00	2.55	2.40	2.05	7.15	2.70
85	Dot	0.07	0.13	0.18	0.27	0.30	0.39	0.48	0.63	0.70	0.79	0.87	0.94	AVE
	N	3.30	2.80	2.55	2.40	2.60	2.65	2.55	2.40	2.50	2.30	2.55	3.25	2.88
65	Dot	0.07	0.12	0.17	0.24	0.29	0.37	0.45	0.61	0.66	0.77	0.85	0.95	AVE
	N	3.30	3.40	2.50	2.35	2.20	2.20	2.35	2.30	2.45	2.19	2.50	2.25	3.34

Fig. 6 (a)는 Table 10의 값에서 Screen Line이 150, 120, 100, 65일때의  $n$  값을 제안한 Tone Density곡선이고 제일 아래쪽 곡선은 Murry Davies's Tone Density 곡선이다. 그리고 Fig. 6(b)는 Screen Line이 100일때의  $n$ 값에 의한 Tone Density곡선과 실측한 Tone Density의 비교이다.

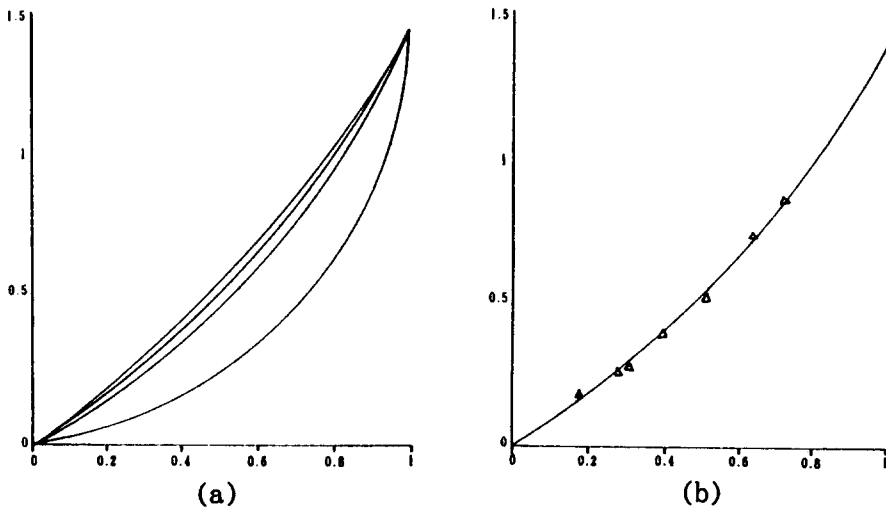


Fig. 6 Tone Density Curve of the Table 10

Table 11. Factor N of Table 5

150	Dot	0.09	0.16	0.21	0.31	0.34	0.44	0.57	0.72	0.77	0.86	0.91	0.99	AVE
	N	4.60	4.90	4.35	4.00	5.15	4.65	5.40	8.75	7.55	25.01	14.60	3.30	5.69
133	Dot	0.09	0.15	0.21	0.29	0.35	0.42	0.53	0.70	0.74	0.84	0.90	0.97	AVE
	N	4.60	5.05	3.75	4.20	4.10	3.80	6.45	5.45	7.35	6.85	11.80	7.15	5.01
120	Dot	0.08	0.15	0.20	0.28	0.32	0.42	0.54	0.67	0.75	0.83	0.89	0.97	AVE
	N	2.45	3.40	3.30	3.80	3.60	3.55	5.10	5.35	5.40	7.75	6.05	7.15	4.30
110	Dot	0.08	0.15	0.19	0.27	0.31	0.40	0.51	0.66	0.74	0.81	0.89	0.96	AVE
	N	3.35	3.40	3.35	3.90	3.35	3.70	3.85	5.15	4.80	4.35	6.05	14.30	4.01
100	Dot	0.08	0.14	0.19	0.27	0.30	0.39	0.51	0.63	0.72	0.79	0.88	0.97	AVE
	N	2.45	2.85	3.85	3.90	3.70	3.75	3.60	4.60	3.45	3.65	7.05	7.15	3.84
85	Dot	0.07	0.13	0.18	0.27	0.30	0.39	0.48	0.63	0.70	0.79	0.87	0.94	AVE
	N	3.30	3.40	3.90	3.90	3.35	3.50	3.20	3.75	3.50	3.40	4.35	18.05	3.59
65	Dot	0.07	0.12	0.17	0.24	0.29	0.37	0.45	0.61	0.66	0.77	0.85	0.95	AVE
	N	3.30	3.40	3.35	3.25	3.09	2.90	3.15	2.85	3.05	3.15	3.30	6.10	3.09

Fig. 7(a)는 Table 11의 값에서 Screen Line이 150, 120, 100, 65일때의  $n$ 을 제안한 Tone Density곡선이고 제일 아래쪽 곡선은 Murry Davies's Tone Density곡선이다. 그리고 Fig. 7(b)는 Screen Line이 100일때의  $n$ 값에 의한 Tone Density곡선과 실측한 Tone Density의 비교이다.

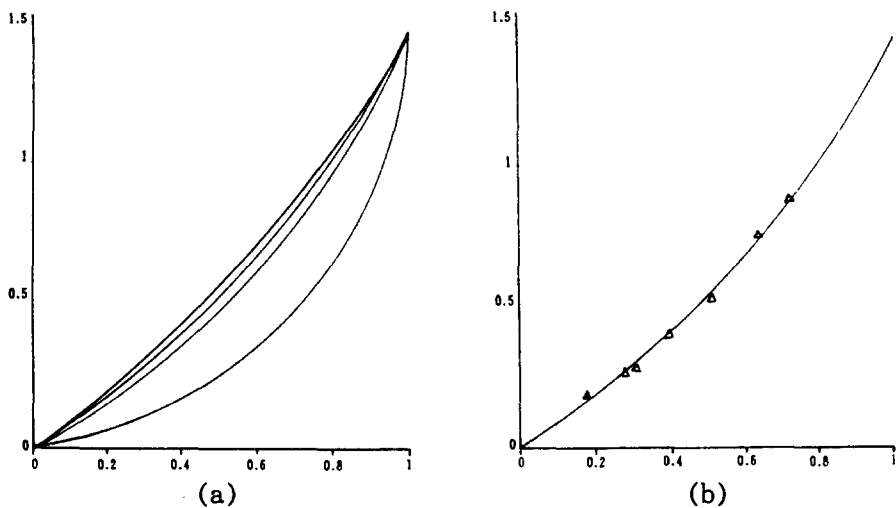


Fig 7. Tone Density Curve of the Table 11



	Ref. Report	Y & N Eq.	Proposed Eq.
Standard Surface		2.9	2.3
Coated Paper	1.3	4.2	2.7
Uncoated Paper	2.2	7.5	3.8

이 Table은 Screen은 100Line만 발췌한 값이고, 여기서 문헌보고의 값과 제안된 값의 차이는 측정장치의 정도에 관한 원인도 있으나 필름베이스 내부의 빛 확산에 관한 요소를 제거하지 않았기 때문이며, 이 요소만 추가하면 보고된 Factor의 값과 거의 일치하리라 사료된다. 그리고 제안된 방식이 기존의 방식보다 정확함을 알 수 있다.

Fig 8 (a)는 Table 12의 값에서 coated paper에서의  $n$ 값이 4.2, 2.7, 1.3의 Tone Density 곡선이고 (b)는 uncoated paper에서의  $n$ 값이 7.5, 3.8, 2.2의 Tone Density 곡선이다.

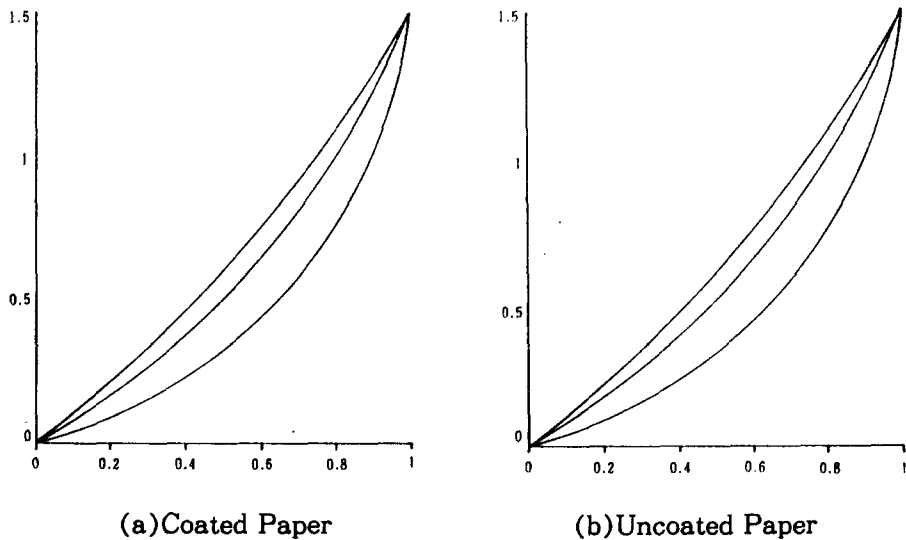


Fig 8. Tone density curve of Murry Davies's and proposed Eq.

2) 제안한 Tone면적에 의한  $n$ 값

Table 13은 실제인쇄한 인쇄물의 Tone Density로부터 기존의 식과 제안한 식에 의해 구한 Factor  $n$ 의 값이다. 이때 인쇄조건은 습수의 PH5.5에 3250rpm의 인쇄속도와 인압 0.53이고 제판의 노출량은 440LUX이다.

Table 13  $n$  Value of the Coreaction Tone Area Eq.

SCREEN LINE	코팅지		비코팅지	
	Y & N식의 N	보정식의 N	Y & N식의 N	보정식의 N
150	6.72	2.85	28.17	17.15
133	4.36	2.45	24.92	5.05
120	3.68	2.36	23.91	4.50
110	3.19	2.30	23.04	5.70
100	3.13	2.20	20.84	3.85
85	2.83	1.80	11.22	3.45
65	2.22	1.60	5.85	2.70

Fig. 9 (a)는 Coated Paper에 인쇄한 인쇄물의 제안한 Tone Density를 나타내고 Fig. 9 (b)는 Uncoated Paper에 인쇄한 인쇄물의 Tone Density를 나타낸다.

Table 13의 값에서 Screen Line이 각각 150, 120, 100, 65일때의  $n$ 값을 제안한 Tone Density곡선이다.

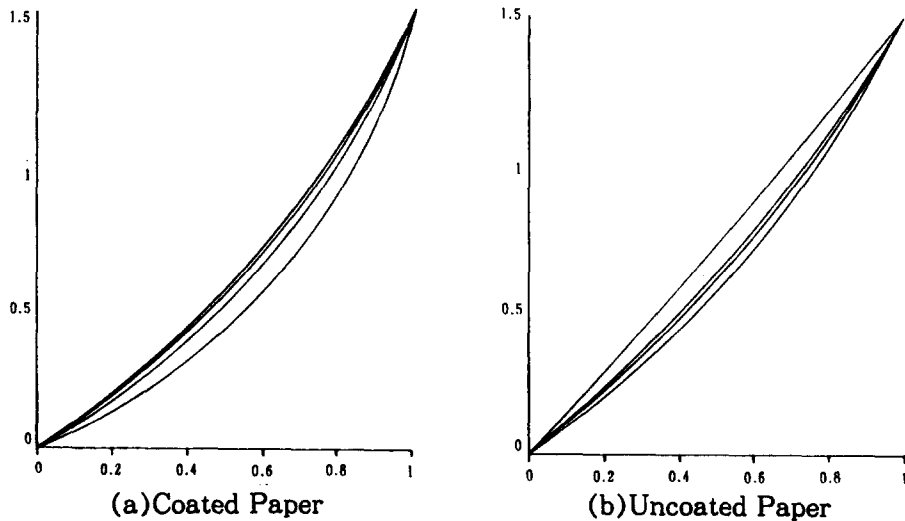


Fig. 9 Tone Density Curve of the Table 13

Fig. 10은 기존의 Tone Density와 제안한 Tone Density를 인쇄용지별로 구분된 그림이다. Dot Gain이 0인 조건인 보고된 종이의 Factor값이 코팅지는 1.3, 비코팅지는 2.0 또는 2.2이므로 제안한 Tone Density가 기존의 것보다 정확함을 알 수 있다.

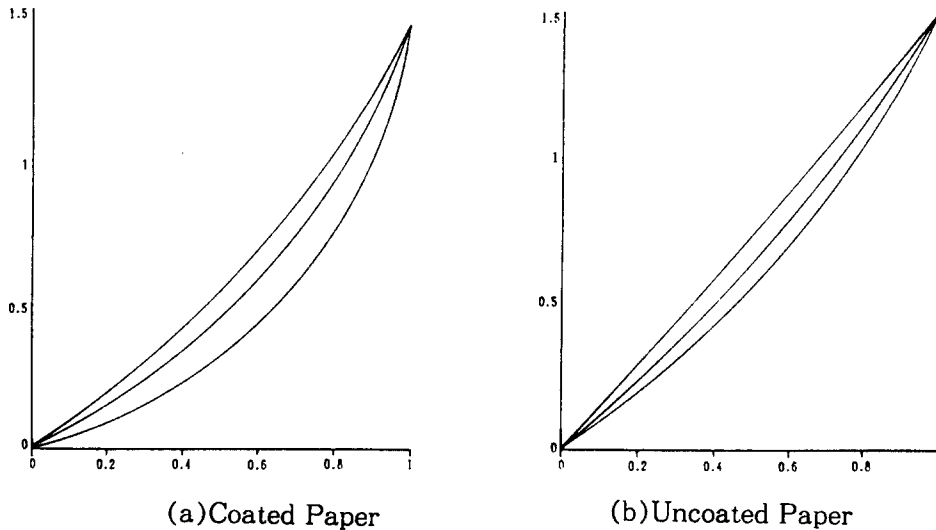


Fig. 10 Tone Density Curve of Y & N's and presented Eq.

## V. 結 論

화상처리 시스템에서 인쇄된 상태의 예측 Tone농도는 중요한 부분이고 Dot면적에 따른 Tone농도는 Yule & Nielson's Eq.을 이용한다. 그러나 농도계로 측정된 농도값을 이 식으로 계산할 때 하이라이트부분의 농도값 오차가 매우 커다는 사실에 이를 해결하기 위해서 보정Tone농도식과 Dot Area식을 제안하였고, 제안된 방식으로 실험한 결과 다음과 같은 사실을 알 수 있었다.

1. 표준백색면 위에서 기존의방식은 2.9, 제안된방식에서는 2.3의 값이 되었고, 이는 필름베이스 내부에 의한 요인이 포함됨을 알았다.
2. 사용한 농도계 최저농도값과 용지자체의 농도값이 하이라이트부에서는 영향이 매우 크므로 보상이 되어야 한다.
3. Dot Gain이 0인 조건의 Factor n은 보고에 의하면 코팅지는 약 1.3, 비코팅지는 약 2.2이므로 기존의 Tone Density보다 제안한 방법이 더 유용함을 알았다.

앞으로의 연구과제는 인쇄과정에서 발생하는 Dot Gain과 기타요인의 데이터를 확립하여 화상처리시스템에서 인쇄되었을 때의 화상을 예측하는 망점에 의한 화상 시뮬레이션을 실용화하는 방향으로 검토되어야 겠다.

## 参 考 文 献

1. 日本印刷學會, “印刷工學便覽” 技報堂, pp.261~pp.268, (1983)
2. 寺田健, “網点と濃度[1].”, JSPS, Vol.68, No. 3, pp.47~pp.54.(1985)
3. 寺田健, “網点と濃度[2].”, JSPS, Vol.68, No. 4, pp.51~pp.57.(1985)
4. 寺田健, “網点と濃度[3].”, JSPS, Vol.68, No. 5, pp.51~pp.58.(1985)
5. 寺田健, “網点と濃度[4].”, JSPS, Vol.68, No. 6, pp.51~pp.59.(1985)
6. 寺田健, “網点と濃度[5].”, JSPS, Vol.68, No. 7, pp.51~pp.57.(1985)
7. 松根 琢 外3名, “Offset 印刷におけるドットゲインとブランケットとの關係” J.JSP, Vol.27, No.3, pp.299~pp.303,(1990)
8. 長谷川 茂, “寫眞製版技術”, 印刷出版研究所, pp.167~pp.185,(1979)
9. 松村武彦, “Offset 印刷における網点の管理法”, JSPS, Vol.66, No.4, pp.23~pp.26, (1983)
10. 奥山 滋, “網点と濃度[ II ], JSPS, Vol.66, No.2, pp.3~pp.7, (1983)
11. 寺田健, “網点と濃度[ I ].”, JSPS, Vol.66, No. 5, pp.9~pp.16.(1985)
12. J.A.C. Yule, “Principles of Color Reproduction.”, John Willy & Sons, pp. 205~pp.232,(1967)
13. 梶 光雄, “印刷畫像工學”, 印刷學會, pp.17~pp. (1988)
14. 市川家康, “紙. インキ. 印刷の科學”, 印刷局朝陽會, pp.292~pp.297, (1975)