

실험 렌즈의 特性에 관한 研究

康 炫 德 · 盧 在 浩* · 吳 盛 祥**

釜山藝術學校 廣告創作科

* 釜山工業大學校 印刷工學科

** 新丘專門大學 印刷科

A Study on the Characteristics of a Hand-made Lens

Hyeon-Deok Kang · Jae-Ho Roh* · Sung-Sang Oh**

Dept. of Creative Advertising, Pusan Institute of the Arts

* Dept. of Graphic Arts Engineering, Pusan National Univ. of Technology

** Dept. of Graphic Arts, Singu Junior College

Abstract

Today, regarded as a science in photography, the role of the lens and sensitizer is important.

In this research, we manufactured a simple test lens with a various diaphragm which is based on the general purpose lens, and measured the quantity of light and flare. The objective of this study is to figure out the characteristics of our test lens and maximize its usefulness.

The results showed that (1) The quantity of light through the lens was not constant. (2) As for flare, its value was constant. (3) Our lens had the characteristics of the soft lens and (4) It had much chromatic aberration.

Therefore, We found that a hand-made lens is to acquire visual image such as the effects of a specialized lens.

I. 序 論

사진이 과학이라고 불리워지고 있는 오늘날 공학적 분야로서 렌즈나 감광 재료가 갖는 역할은 크다. 그리고, 렌즈도 크로즈업 렌즈(close-up lens)나 소프트 렌즈(soft lens) 등 특수한 렌즈도 많이 발달되어 있다.^{1)~2)}

본 연구에서는 4×5 인치의 뷰카메라(view camera)를 준비하여 일반 렌즈로 간단한 실험 렌즈를 만들고, 이 렌즈의 특성을 알기 위해 다음과 같은 실험을 행하였다. 즉, 크로즈업 렌즈를 준비하여 이들 렌즈의 구성에 따라 렌즈 시스템을 만들고 원형의 조리개를 제작한다. 그리고, 이 렌즈의 특성을 알기 위하여 광량과 플레어를 측정한다.

광량(quantity of light)은 필름 면에 닿는 빛의 양으로서 중심 부분과 주변 부분이 조리개에 따라 어떻게 변화되어 가는가를 고찰하며, 플레어(flare)는 렌즈 면에 입사되는 빛이 렌즈의 경통 부분이나 몸체 내부에 반사되어 화상이 흐려지는 현상으로서, 이것도 조리개의 값에 따라 필름 면의 크기를 계측하여 분석한다.³⁾

본 연구는 이 실험 렌즈의 새로운 이미지의 화상을 얻어내고 동시에 이 렌즈의 이용적 가치를 얻기 위한 것이 목적이다. 그리고, 실험에서 얻은 측정치는 알기 쉽게 표나 그래프로 나타내어 그 특징을 비교 검토하였다.

II. 實 驗

1. 렌즈의 제작

본 실험에서 사용한 카메라는 4×5 인치의 뷰카메라(TOYO-FIELD 45A)이며, 렌즈로서는 코팔 No.3 셔터(copal No.3 shutter)에 경통(lens barrel) 부분을 제작하여 그 전면과 후면에 크로즈업 렌즈를 부착한 형태를 취하였다.

전면에 사용하는 크로즈업 렌즈(external close-up lens : No.1)의 렌즈 구경은 62mm, 후면에 사용하는 크로즈업 렌즈(internal close-up lens : No.2)의 구경은 49mm이며 필터(filter)를 부착하였다. 따라서, 전체적인 렌즈의 조합은 코팔 No.3 셔터의 전면과 후면에 크로즈업 렌즈(close-up lens) No.1과 No.2를 연결하여 장초점으로 제작하였다.

제작한 이 실험 렌즈는 피사체와의 거리를 무한대에 맞추었을 때 렌즈의 제2 주점과 필름 면 사이의 거리 즉 초점 거리가 전체적으로 200mm가 됨을 알 수 있다.

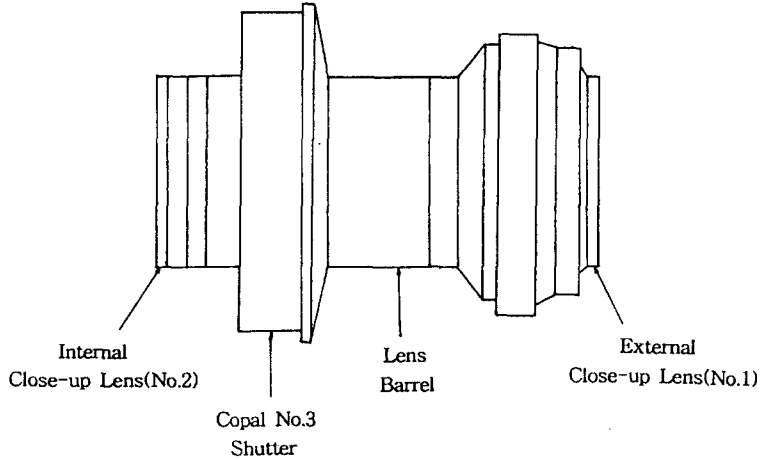


Fig. 1. Cross section of the test lens

2. 조리개의 제작

본 실험에서 사용하고자 하는 조리개는 코팔 No. 3 셔터에 내장되어 있는 렌즈 셔터(lens shutter)와 전면에 사용하는 조리개와 후면에 사용하는 조리개이다.

이 조리개를 제작하기 위해서는 조리개의 면적을 알아야 하며, 이를 구하기 위해서는 렌즈의 초점 거리 f 를 그 렌즈의 유효 구경 d 로 나눈 값이 된다. 즉 공식으로 나타내면 다음과 같다.⁴⁾

$$F \text{ 값} = \frac{f}{d} \dots\dots\dots ①$$

이 공식에서 F 치에 대한 조리개의 직경을 구하기 위해서는 ②의 식을 이용한다.

$$d = \frac{f}{F \text{ 값}} \dots\dots\dots ②$$

d : 조리개의 직경

f : 렌즈의 초점 거리

F : 조리개 값

본 실험에서 사용하는 렌즈는 코팔 No. 3의 내장 셔터와, 전·후면 크로즈업 렌즈(No. 1 + No. 2)로 전체적으로 초점 거리 200mm(No. 1 + No. 3 + No. 2)가 되는 렌즈가 된다. 그러므

4 한국인쇄학회지 제 13 권 제 1 호 1995.

로 각각의 F값에 따른 직경 d는 다음과 같다.

F3.5의 직경	$d = 200 / 3.5 = 57.14(\text{mm})$
F 4 의 직경	$d = 200 / 4 = 50.00(\text{mm})$
F5.6의 직경	$d = 200 / 5.6 = 35.71(\text{mm})$
F 8 의 직경	$d = 200 / 8 = 25.00(\text{mm})$
F 11의 직경	$d = 200 / 11 = 18.18(\text{mm})$
F 16의 직경	$d = 200 / 16 = 12.50(\text{mm})$
F 22의 직경	$d = 200 / 22 = 9.09(\text{mm})$
F 32의 직경	$d = 200 / 32 = 6.25(\text{mm})$
F 64의 직경	$d = 200 / 64 = 3.13(\text{mm})$

이상의 계산 결과에서 검은 켈트지에 각각 조리개의 면적을 계산하여 구멍을 뚫어 원형 조리개를 제작한다. 그러나, 계산 결과 후면의 크로즈업 렌즈의 구경이 49mm이므로 조리개의 직경이 이보다 적은 F5.6에서 F32까지만 제작한다.

3. 광량의 측정

(1) 측정 목적

이 렌즈 실험에 필요한 특성 중의 하나는 필름 면에 닿는 광량을 측정하는 것이다.

즉, 클로즈업 렌즈를 구성한 실험 렌즈가 갖는 특징으로서, 필름 면에 닿는 빛은 어떻게 되어 있는가, 그리고 그 주변 광량의 조리개 값에 대한 변화를 측정하여 이 실험 렌즈의 특성을 알 수 있도록 하였다.

광량의 측정은 균일한 반사 면을 갖는 반사판을 사용하고, 각 렌즈의 조리개를 전면과 후면에 부착하여 중심 광량과 주변 광량을 비교한다. 또한 시판되고 있는 렌즈(Nikkor 200mm)와 어떠한 차이가 있는지를 비교하여 이 렌즈의 특징을 파악한다.

(2) 중심 광량과 주변 광량

영상의 선예도나 밝기는 화면의 중심 부분이 최상이며, 주변 부분으로 갈수록 상의 선예도가 나빠지며 밝기가 감소한다. 렌즈의 수차와는 별도의 문제이나 화면의 주변에서의 밝기가 감소

하는 것을 주변 감광이라고 한다. 즉 화면의 중심에 해당하는 가장 밝은 광량을 중심 광량 (central quantity of light), 화면의 주변 부분의 밝기가 감소되는 것을 주변 광량(fringe quantity of light)이라 한다.⁵⁾

또한 화면의 주변 부분에서 렌즈를 비스듬히 보게 되면 입사광의 두께도 감소됨과 동시에 주변 부분이 가리워지는 현상(vignetting)도 생기게 된다. 게다가 렌즈에서의 거리가 멀어짐에 따라서 결상 광선이 화면을 비스듬히 비추게 되는 등 주변 부분의 영상은 중심 부분에 비해 어둡게 된다.⁶⁾

(3) 광량의 측정

가. 사용 기재

- ① 4×5 인치 뷰카메라 TOYO-FIELD 45A
- ② 실험 렌즈 f 200mm
- ③ 시판 렌즈 Nikkor f 200mm
- ④ 노출계(반사판용·부스터용) Minolta Flash Meter IV
- ⑤ 반사판 흰색 켈트지(90% 반사율)
- ⑥ 부스터 Minolta Booster III
- ⑦ 트레이싱 페이퍼 핀트 그래스면 부착용(75% 투과율)
- ⑧ 조명(2등) 100V-500W
- ⑨ 삼각대 Gitzo Cremaillere Co., LTD.
- ⑩ 릴리즈 King auto stop
- ⑪ 조리개 검은색 켈트지(4.5% 반사율)

나. 측정 방법

- ① 벽에 반사판을 고정한다.
- ② 반사 면에 동일한 휘도를 가지도록 조명한다.
- ③ 4×5 인치 뷰카메라를 설치한다.
- ④ 카메라의 핀트 그래스 면에 트레이싱 페이퍼를 붙인다.
- ⑤ 측정 부분에 여분의 빛이 닿지 않도록 실내 조명을 끄고 계측한다.

부스터로 광량을 측정하는 부분은 다음 Fig. 2와 같이 중심 광량은 ③번의 한 부분이며, 주변 광량은 좌상①·우상②·좌하④·우하⑤번의 4부분으로 전부 5부분의 광량을 측정한다.

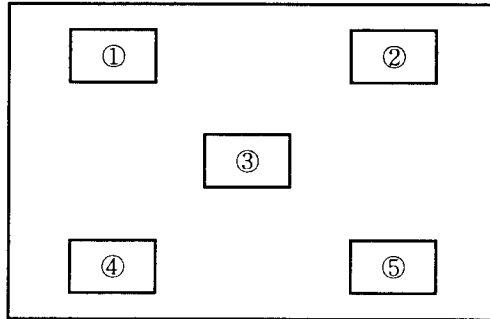


Fig. 2. Measuring position of the focus screen

다. 부스터의 사용 방법

- ① 부스터를 노출계의 코넥터에 연결한다.
- ② 노출계와 부스터의 스위치를 올린다.
- ③ 부스터의 감도 변환 눈금을 L로 하고 반사식 수광부로 반사판의 조도를 측정한다.
- ④ 렌즈의 조리개를 5.6으로 고정한다.
- ⑤ 핀포인트 수광부를 부스터에 연결한다.
- ⑥ 핀포인트 수광부를 핀트 그래스 면에 대어 측정하여, 그 값이 반사판의 측정치와 일치되도록 부스터의 감도 변환 눈금을 맞춘다.
- ⑦ 핀트 그래스면에 핀포인트 수광부를 갖다 대어 측정한다.

본 실험에서는 반사판의 EV치를 7.0으로 고정하여, 앞에서 설명한 측정 부분의 ①에서 ⑤까지를 순서대로 핀포인트 수광부를 밀착시켜서 노출계의 측광 버튼을 눌러 메터의 눈금을 읽는다.⁷⁾

4. 플레어의 측정

(1) 플레어(flare)

렌즈에 입사되는 빛이 렌즈 면이나 경통 부분 및 몸체 내부에서 반사되면 필름 면 전체에 부형계 이상한 모양의 상이 생기게 된다. 이러한 빛을 플레어라고 한다.

플레어는 화면 전체에 나타나기도 하고 부분적으로 나타나기도 하지만, 부분적으로는 렌즈의 표면에 의한 반사나 렌즈의 결합 요소에 따라서, 화면 전체에 생기는 플레어는 강한 빛이 렌즈를 통해 들어와 카메라 내부의 결합에 따라 생기는 빛의 반사와 산란이 주 원인이며, 렌즈의 경

통 부분 혹은 조리개 날개 등에 영향이 있는 경우도 있다.⁸⁾

(2) 플레어의 영향

필름 면에 산란된 빛은 극히 일부라 하더라도 그 사진의 콘트라스트를 현저히 떨어뜨린다. 예를 들면, 피사체가 50 : 1이라는 밝기의 범위를 갖는다고 가정하고, 렌즈에 플레어가 생기지 않는다면 상은 원래의 피사체와 같은 밝기가 되며, 동시에 가장 어두운 부분을 1유닛(unit)라고 하면 가장 밝은 부분은 50유닛이 된다. 그러나, 1유닛의 플레어가 생긴다면 상 전체에 어두운 부분은 2유닛이 되고 밝은 부분은 51유닛이 된다. 즉, 콘트라스트는 50 : 1에서 50 : 2로 결국 25 : 1로 저하되는 결과가 된다. 그러므로, 1유닛의 플레어가 생긴다 하여도 콘트라스트는 반으로 저하된다는 것을 알 수 있으며, 사진 화상에 나쁜 영향의 원인이 되는 것이다.

(3) 플레어의 측정

가. 사용 기재

- ① 4×5 인치 뷰카메라 TOYO-FIELD 45A
- ② 실험 렌즈 f 200mm
- ③ 시판 렌즈 Nikkor f 200mm
- ④ 노출계(반사판용·부스터용) Minolta Flash Meter IV
- ⑤ 차트 5mm의 구멍
- ⑥ 부스터 Minolta Booster III
- ⑦ 트레이싱 페이퍼 핀트 그래스먼 부착용(75% 투과율)
- ⑧ 조명(2등) 100V-20W(5개)
- ⑨ 삼각대 Gitzo Cremailere Co., LTD.
- ⑩ 릴리즈 King auto stop
- ⑪ 조리개 검은색 쉘트지(4.5% 반사율)
- ⑫ 필름 Kodak Plus-X
- ⑬ 현상액 및 현상 도구 등

나. 측정 방법

두꺼운 종이 상자 2개를 나란히 붙이고, 검은 쉘트지에 광량을 측정한 부분과 같이 펀치(punch)로 직경 5mm의 구멍을 뚫어 차트를 만든다. 그리고, 쉘트지에 트레이싱 페이퍼를 붙여

상자의 가운데에 고정시키고, 한 쪽편 상자에는 5개의 전구를 넣어 조명을 비추도록 하여 아래와 같은 방법으로 측정한다.

- ① 부스터로 노출을 계측한다.
- ② 카메라를 세팅하여 차트용 박스에 10Cm의 테이프를 붙이고 핀트 그래스 면에 1Cm가 되도록 거리를 맞춘다.
- ③ 실험 렌즈로 내장 조리개·전면 조리개·후면 조리개로 촬영을 한다.
- ④ 필름을 현상하여 필름상의 점의 직경을 측정한다.

Ⅲ. 結果 및 考察

1. 광 량

조리개의 제작에 있어서는 실험 렌즈나 시판 렌즈의 각 F치에 의한 노출을 비교하여 보았는데, 소수점 이하 부분이 약간 차이가 있을 뿐 거의 같은 노출치를 나타내었다. 이는 조리개의 제작에 있어서 소수점 이하는 무시되었기 때문에 오차가 있으리라 보며 제작에 있어서도 정밀하지 못한 점에 원인이 있으리라 본다.

광량의 측정에 대해서는 그 측정 데이터를 렌즈 별로 Table 1, 2, 3에 나타내었고, 이것을 각각의 측정 부분과 조리개에 따른 평균 광량을 Figure 3, 4, 5, 6, 7, 8로 나타내었다.

Table 1. Quantity of light by the external close-up lens(No.1)

Diaphragm \ Measure position	left up values	right up values	center values	left down values	rightdown values
F 5.6	9.5	9.8	10.6	9.5	9.8
F 8	8.7	9.3	9.7	8.8	9.0
F 11	8.3	8.8	9.0	8.2	8.5
F 16	8.1	8.6	8.7	8.0	8.4
F 22	8.0	8.2	8.5	8.2	8.3
F 32	8.1	8.1	8.3	8.2	8.1

Table 2. Quantity of light by the internal close-up lens(No.2)

Diaphragm \ Measure position	left up values	right up values	center values	left down values	rightdown values
F 5.6	9.0	8.7	10.5	9.1	9.2
F 8	8.0	8.0	9.1	8.0	8.1
F 11	7.6	7.9	8.5	7.2	7.6
F 16	7.4	7.2	8.4	7.2	7.3
F 22	7.3	7.1	8.3	7.2	7.1
F 32	7.3	7.0	8.2	7.1	7.0

Table 3. Quantity of light by the copal lens(No.3)

Diaphragm \ Measure position	left up values	right up values	center values	left down values	rightdown values
F 5.6	10.1	10.1	10.9	10.1	10.2
F 8	9.6	9.4	9.7	9.6	9.2
F 11	9.1	8.8	8.9	8.9	8.9
F 16	8.5	8.2	8.7	8.3	8.1
F 22	8.1	7.7	8.4	7.9	7.4
F 32	7.7	7.3	8.0	7.7	7.2

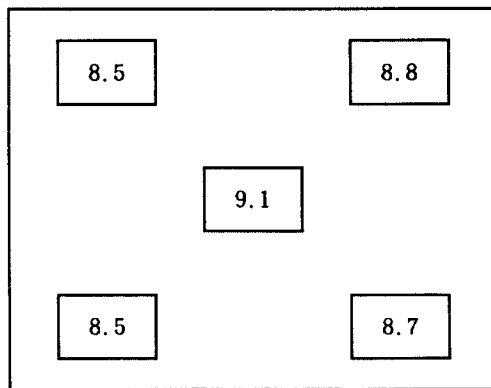


Fig. 3. Average quantity of light by the external close-up lens

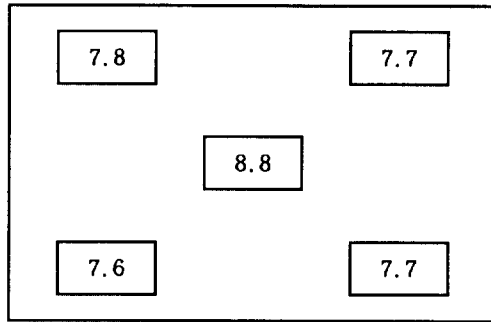


Fig. 4. Average quantity of light by the internal close-up lens

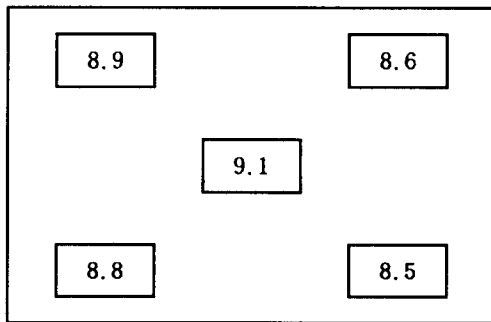


Fig. 5. Average quantity of light by the copal lens

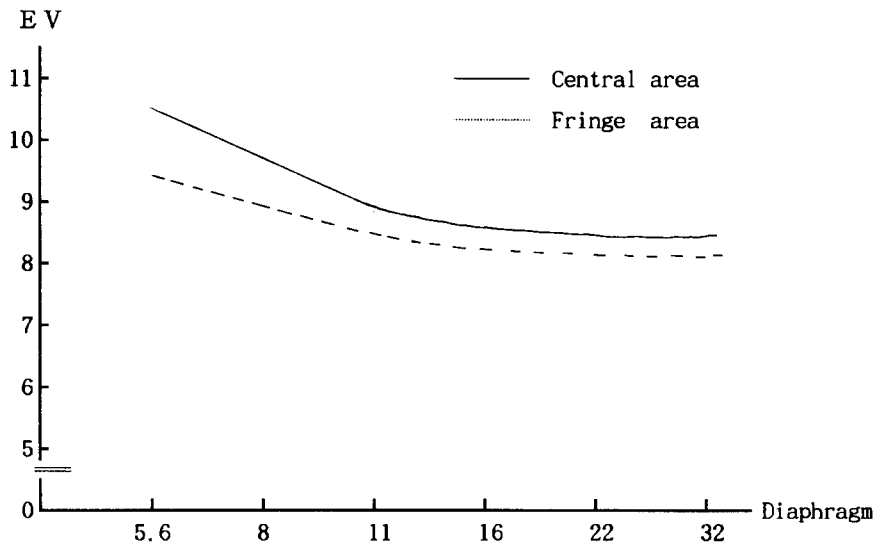


Fig. 7. Average quantity of light by the internal close-up lens

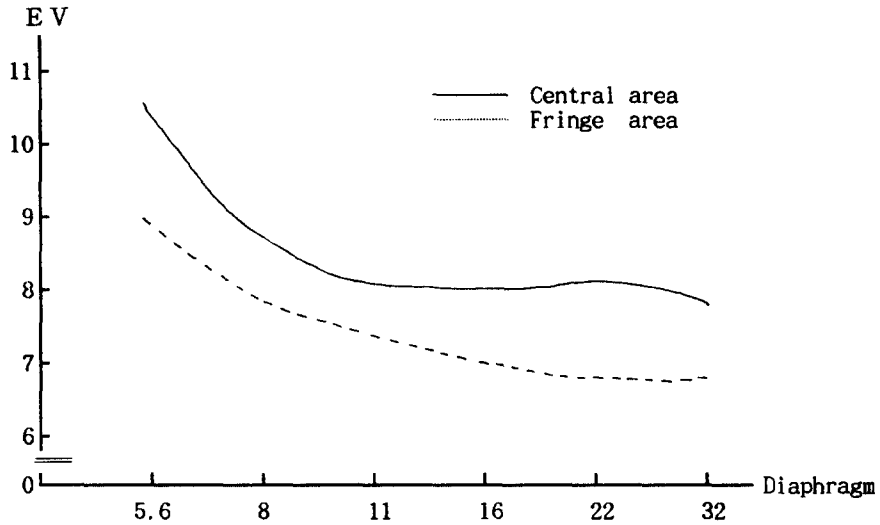


Fig. 7. Average quantity of light by the internal close-up lens

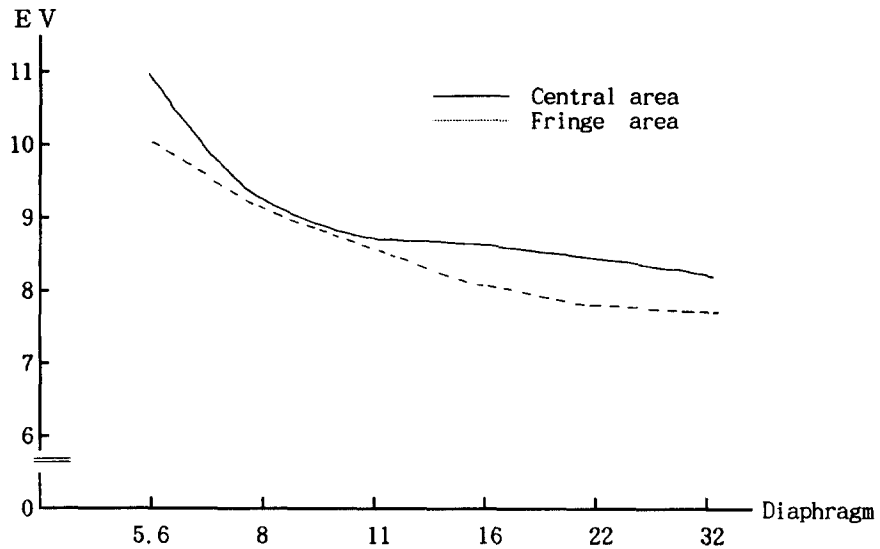


Fig. 8. Average quantity of light by the copal lens

광량은 전면 크로즈업 렌즈(No.1)에서 코팔 No.3 셔터를 통하여 후면 크로즈업 렌즈(No.2)로 들어오기 때문에, 전체적으로 후면 렌즈가 중심 광량이 평균 EV치 0.3 정도 떨어진다는 것을 알 수 있다. 그리고, 중심 광량과 주변 광량은 조리개를 조여줄수록 중심과 주변 광량의 차이가 적은 것이 일반적이지만, 본 실험 렌즈에서는 전면 크로즈업 렌즈가 F22 정도로 조여야 겨우

광량의 차이가 0.2 정도이다. 또 후면 렌즈나 코팔 No.3 서터는 조리개를 조여주어도 그 차이가 크며, 동시에 중심 광량과의 편차가 심하게 나타나 빛이 광축을 중심으로 균일하게 들어오지 못하고 렌즈 면에서 산란 및 굴절되어 들어온다는 것을 알 수 있다.

이것은 주변 광량이 초점 거리와 큰 관계가 있다고 본다. 일반적으로 초점 거리가 짧아지면 그 차이가 크다고 되어 있어, 역시 크로즈업 렌즈를 사용한 경우에도 같은 양상이 나타난다고 판단된다.

2. 플레어

플레어의 측정에 있어서 핀트 그래스 면에 차트의 구멍이 5mm 이내로 투영되게 하는 거리는 대개 150cm 정도의 거리가 된다. 그러므로, 차트를 잘 조명하여 필름 면에 여분의 빛이 닿지 않도록 후드(hood)를 만들어 촬영을 하였다. 촬영은 F5.6에서 F16까지로 하였고 1/2초에서 4초까지 노출을 주었다.

플레어의 측정 데이터는 렌즈 별로 Table 4, 5, 6에 나타내었고, 이것을 각각의 측정 부분과 조리개에 따른 평균 플레어를 Figure 9, 10, 11, 12, 13, 14에 나타내었다.

Table 4. Flare by the external close-up lens(No.1)

Diaphragm \ Measure position	left up values	right up values	center values	left down values	rightdown values
F 5.6	1.0	1.0	1.1	1.0	1.1
F 8	0.9	1.1	1.1	1.0	1.0
F 11	1.0	0.9	1.1	1.0	1.0
F 16	1.0	0.9	1.0	1.0	1.0

Table 5. Flare by the internal close-up lens(No.2)

Diaphragm \ Measure position	left up values	right up values	center values	left down values	rightdown values
F 5.6	1.7	1.6	1.3	1.5	1.5
F 8	1.4	1.2	1.2	1.3	1.4
F 11	1.2	1.2	1.1	1.3	1.2
F 16	1.1	1.0	1.1	1.1	1.2

Table 6. Flare by the copal lens(No.3)

Measure position Diaphragm	left up values	right up values	center values	left down values	rightdown values
F 5.6	1.7	1.6	1.3	1.5	1.5
F 8	1.4	1.2	1.2	1.3	1.4
F 11	1.2	1.2	1.1	1.3	1.2
F 16	1.1	1.0	1.1	1.1	1.2

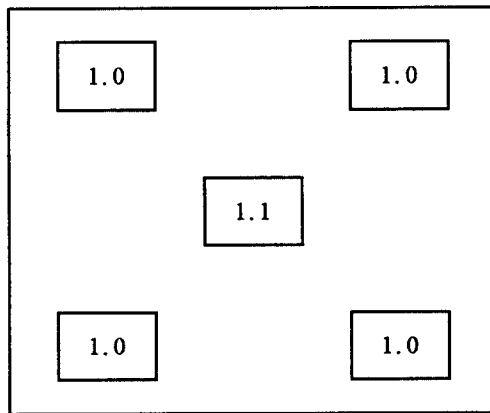


Fig. 9. Average flare by the external close-up lens

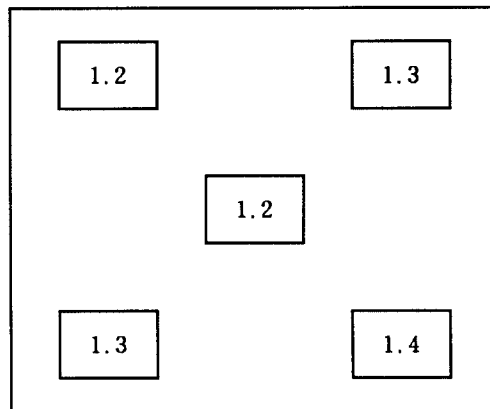


Fig. 10. Average flare by the internal close-up lens

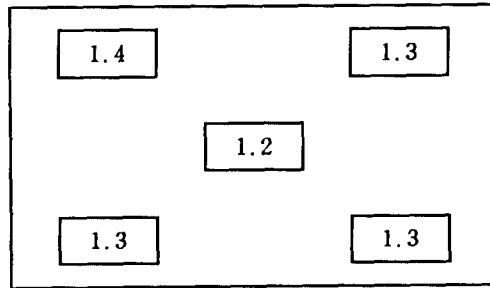


Fig. 11. Average flare by the copal lens

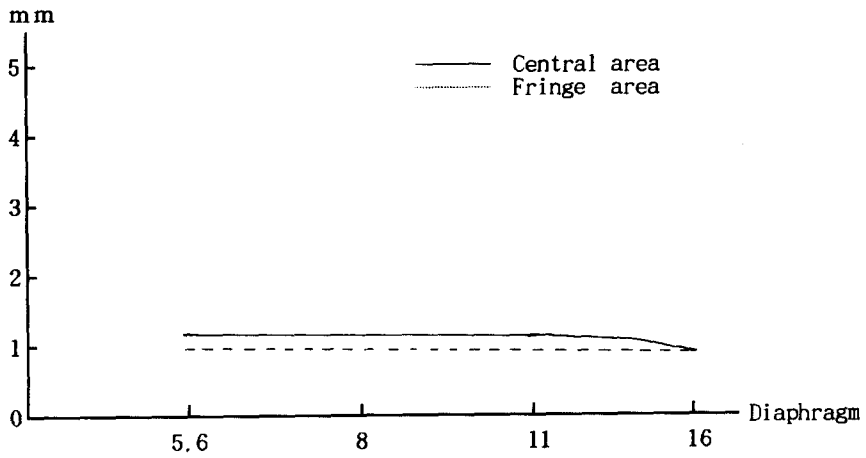


Fig. 12. Average flare by the external close-up lens

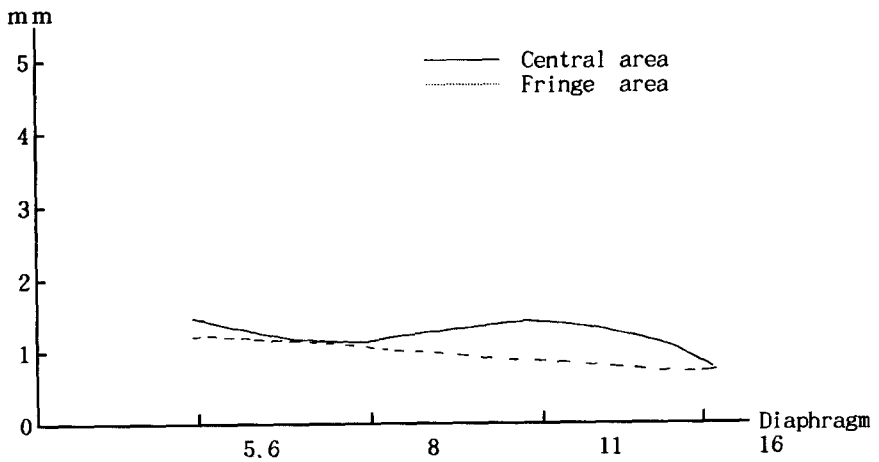


Fig. 13. Average flare by the internal close-up lens

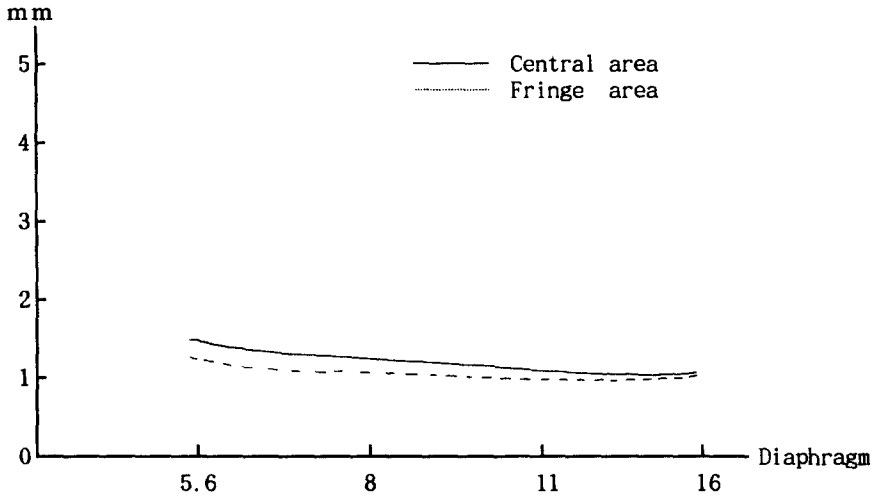


Fig. 14. Average flare by the copal lens

플레어는 전반적으로 큰 편차없이 균일한 값을 나타내었다. 전면 렌즈(No.1)보다는 후면의 크로즈업 렌즈(No.2)가 플레어 현상이 많이 일어나며, 내장 셔터(No.3)도 전면 크로즈업 렌즈보다 플레어가 크게 나타났다. 그리고, 전면 크로즈업 렌즈는 조리개에 따라서 중심과 주변 부분의 플레어가 거의 일정한 분포를 보이며, 내장 셔터는 조리개를 조여줄수록 플레어의 정도가 줄어든다는 것을 알 수 있다. 또한 중심 부분과 주변 부분에 있어서는 내장 셔터(No.3)의 F5.6에서 그 수치가 가장 크게 나타났다.

작품 제작에 있어서는 소프트 렌즈(soft lens)와 같은 화상이 얻어진다는 것도 알았다.

IV. 結 論

실험 렌즈는 코팔 No.3 셔터에 전면과 후면의 크로즈업 렌즈를 연결하여 초점 거리 200mm(No.1+No.3+No.2)의 렌즈를 제작하였다. 이들 렌즈에 원형 조리개를 부착하여 각 조리개에 따라 광량과 플레어 현상이 어떻게 변화되어 가는가를 고찰하였다. 그 결과

- ① 광량은 전체적으로 편차가 심하게 나타나며, 후면 크로즈업 렌즈의 EV치가 가장 낮게 나타났다.
- ② 중심 광량과 주변 광량은 조리개를 조여주어도 광량의 차이가 줄어들지 않는다. 이는 입

사광에 대한 보정이 잘 이루어지지 않고 있음을 알 수 있다.

- ③ 시판 렌즈의 광량은 EV치가 균일한 분포를 보이며, 특히 F11부터는 중심과 주변 부분의 차이가 거의 없다.
- ④ 플레어는 각 렌즈가 전반적으로 큰 편차없이 중심 부분과 주변 부분이 균일한 값을 나타낸다.
- ⑤ 전면 크로즈업 렌즈(No.1)가 플레어가 제일 작게 나타나며(F16), 내장 셔터(No.3)의 F5.6에서 플레어 현상이 심하게 나타났다.
- ⑥ 작품 제작에 있어서는 전체적으로 색수차를 많이 나타내며, 소프트 렌즈의 특성을 갖는 것을 알았다.

이상의 실험에서 비교적 간단한 렌즈의 조합으로 특수한 효과를 얻을 수 있다는 것을 알 수 있다. 이는 결상 화면의 선예도나 선명도가 떨어지는 것이지만, 이 렌즈의 특성을 잘 살린다면 작품적으로 유용하게 활용할 수 있으리라 본다.

參 考 文 獻

- 1) 유경선, 사진·어떻게 찍을 것인가?, 미진사, 서울, pp.41~46(1993)
- 2) 康炫德, “실험 렌즈에 의한 作品 製作과 그 特性에 관한 研究”, 韓國 寫協誌, Vol. 180, No. 6, p. 49(1995)
- 3) 康炫德, “실험 렌즈에 의한 作品 製作과 그 特性에 관한 研究”, 韓國 寫協誌, Vol. 180, No. 6, pp. 54~55(1995)
- 4) 康炫德, “실험 렌즈에 의한 作品 製作과 그 特性에 관한 研究”, 韓國 寫協誌, Vol. 180, No. 6, pp. 51~52(1995)
- 5) 神山 雅英, 寫眞家のための光學, 槓書店, 東京, pp. 7~8(1980)
- 6) Life Library of Photography, Special Problems, Revised Edition, Time-Life Books Inc., New York, p. 118(1981)
- 7) 康炫德, “실험 렌즈에 의한 作品 製作과 그 特性에 관한 研究”, 韓國 寫協誌, Vol. 180, No. 6, pp. 54~55(1995)
- 8) Life Library of Photography, Special Problems, Revised Edition, Time-Life Books Inc., New York, p. 54(1981)