실험 렌즈의 光量과 解像力 測定

康 炫 德
釜山藝術學校 廣告創作科, 釜山 608-020
(1996년 2월 27일 받음, 1996년 5월 18일 최종 수정본 받음)

A Study on the Measurement of Quantity of Light and Resolving Power of a Hand-made Lens

Hyeon-Deok Kang
Dept. of Creative Advertising, Pusan Institute of the Arts
Pusan 608-020
(Received 27 February 1996, in final 18 May 1996)

Abstract

In the today, regarded as a science in photography, the role of the lens and sensitizer is important. In this research, we manufactured a hand-made lens which is based on the general purpose lens, and made a diaphragm. We measured the quantity of light and resolving power, and take pictures with it. The purpose of this research is to figure out the characteristics of our hand-made lens and maximize its usefulness.

The result showed that (1)quantity of light and resolving power through hand-made lens are distributed constant. (2)Our lens had the characteristics of a soft lens and (3)it had much chromatic abberation.

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

1. 서 론

광학 렌즈(optical lens)는 인간의 눈과 똑같은 존재로서 사진기의 가장 중요한 부분이다. 과거에는 렌즈 없이도 사진을 찍었으나(pinhole camera), 노출 시간과 선예도(sharpness)에 문제가 있었기 때문에 결국 재현 능력이 뛰어난 렌즈가 만들어지게 되었다.[1] 그러나, 현재의 렌즈에는 아직 수차(abberation)를 제거해야 할 문제가 남아 있으나, 선예도와 렌즈의 밝기는 고도로 발달되어 있기 때문에 인간의 눈에 잘 보이지 않는 것도 렌즈는 있는 그대로 표현해 낸다. 또 필름 감도와 감광 재료도 발달되어 있으며, 특수한 목적과 효과를 내기 위하여 크로즈업 렌즈(close-up lens)와 소프트 포카스 렌즈(soft focus lens) 등도 개발되었다.[2]

본 연구에서는 일반 볼록 렌즈를 이용하여 간단한 렌즈의 시스템을 만들어, 이 렌즈가 어떠한 화상을 나타내는지 그 특성을 알아보기 위하여 조리개(diaphragm)를 제작하여 거기에 따른 광량과 해상력을 측정하고, 일반 시판 렌즈와 그 특성을 비교 검토한다.

광량(quantity of light)은 필름 면에 닿는 빛의 양으로서 중심 부분과 주변 부분이 조리개에 따라 어떻게 변화되어 가는가를 고찰하며,[3] 해상력(resolving power)은 렌즈나 감광 재료의 표현 능력으로서, 조리개의 값에 따라 필름 면에 나타나는 수치를 측정하여 분석한다. 또한 이 렌즈로 실제 촬영을 하여 어떠한 화상이 얻어지고, 어떻게 묘사되는가를 알아보기로 한다.

2. 실 험

1. 실험 렌즈의 제작

카메라(camera)의 렌즈는 여러 종류의 광학 유리를 몇 군의 렌즈로 결합시켜 만드는 것이 일반적이다. 그러나 본 실험에서는 기본적인 단 렌즈라도 상을 어느 정도 선명하게 재현시킬 수 있는지 그 성능을 조사하기 위하여 카메라의 액세서리를 이용하여 양면 볼록 렌즈 1장으로 구성하고, 카메라는 35mm 일안 리플렉스 카메라(Minolta-XD)를 사용하였다.

(1) 사용 기재

① 볼록 렌즈 ..... f 100mm(ϕ 50)

② 렌즈 홀더 ..... Kenko (ϕ 43~49)

③ 코넥터 ..... Minolta

④ 컴팩트 벨로즈 ..... Minolta

⑤ 필터 ..... Skylight 1B (ϕ 49)

이상의 재료를 준비하여 다음과 같은 순서로 35mm 카메라용 렌즈를 제작한다.

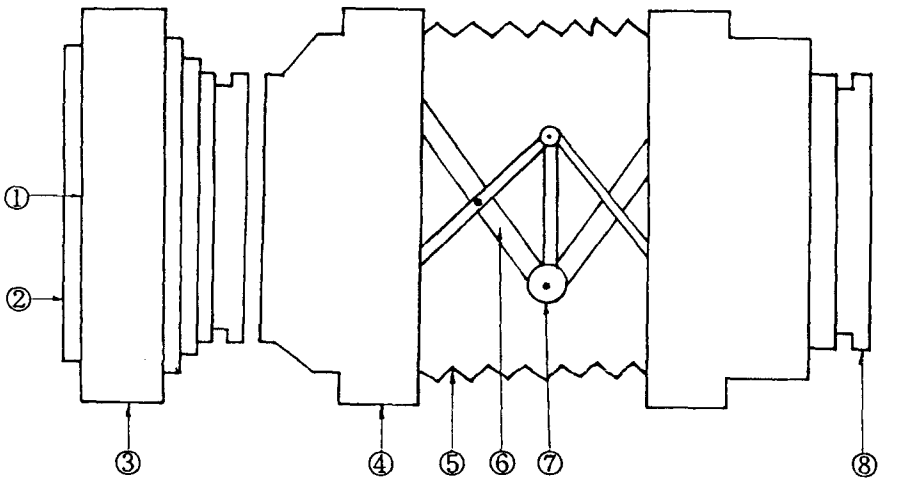
(2) 제작 순서

① 렌즈 홀더에 렌즈를 맞추어 넣는다.

② 렌즈 홀더를 벨로즈와 렌즈 마운트가 붙어 있는 코넥터에 연결한다.

③ 렌즈에 필터를 끼운다.

④ 만들어진 렌즈를 카메라 마운트에 연결한다.



① 볼록 렌즈(f100mm, ϕ 50) ② 필터(skylight 1B, ϕ 49) ③ 렌즈 홀더
④ 코넥터 ⑤ 컴팩트 벨로즈 ⑥ 팬터 그래프 ⑦ 초점 고정 보튼 ⑧ 렌즈 마운트

Fig 1. Cross section of the hand-made lens

2. 조리개의 제작

(1) 원형 조리개

렌즈의 조리개를 나타낼 때는 F의 수치를 이용한다. F치는 렌즈의 초점 거리(focal length) f를 그 렌즈의 유효 구경(effective aperture) d로 나눈 값이다. 즉, 공식으로 나타내면 다음과 같다.[4)~5)]

$$F\text{ 치} = \frac{f}{d} \quad \cdots\cdots \text{①}$$

이 공식에서 F치에 의한 조리개의 직경을 구하기 위해서는 다음의 식을 이용한다.

$$d = \frac{f}{F\text{치}} \quad \cdots\cdots ②$$

d : 조리개의 직경
f : 렌즈의 초점 거리
F : 조리개 치

본 실험에서 사용하는 렌즈는 초점을 무한대에 맞추었을 때 초점 거리가 100mm가 되므로 각각의 F치에 따른 직경 d는 다음과 같다.

F1.4의 직경	d = 71.43(mm)
F 2 의 직경	d = 50.00(mm)
F2.8의 직경	d = 35.71(mm)
F 4 의 직경	d = 25.00(mm)
F5.6의 직경	d = 17.86(mm)
F 8 의 직경	d = 12.50(mm)
F 11의 직경	d = 9.09(mm)
F 16의 직경	d = 6.25(mm)

이상의 계산 결과에서 검은 켄트지에 구멍을 뚫어 원형 조리개(round shape diaphragm)를 제작한다. 그러나, 계산 결과 F1.4와 F2는 실험 렌즈의 직경보다 크기 때문에 조리개 치가 4 이상인 시판 렌즈와 비교하기 위해 F4에서 F16까지만 제작하였다. 또 실험 렌즈의 직경이 50mm이고 사용한 필터의 구경이 49mm이므로 종이의 직경을 49mm로 하였다.

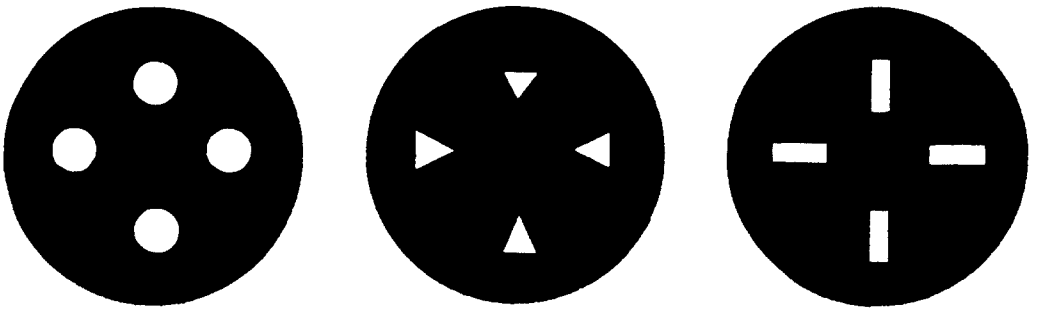
(2) 변형 조리개

조리개를 통하여 들어오는 빛의 양은 조리개의 구경이 일정하다면 그 형태가 달라도 노광량에는 변화가 없다. 이 원리를 이용하여 원형 조리개의 면적을 계산하여 그것을 기본으로 하여 변형 조리개(modification diaphragm)를 제작한다.

Table 1. F-values and square measure of round shape diaphragm

F-Values	Square measure(mm^2)
4	490.62
5.6	250.39
8	122.65
11	64.86
16	30.66

위의 계산으로 변형 조리개는 같은 면적이라면 여러 가지 형태의 조리개를 만들 수 있다. 따라서 본 실험에서 F치는 중간의 F8로 고정하고 그 면적에 따라 3종류의 변형 조리개를 만든다. 만드는 방법은 원형 조리개와 같으나 원형과 삼각형 및 사각형의 형태로 F8의 면적 122.65(mm^2)으로 등분하여 만든다. 제작한 변형 조리개를 나타내면 다음의 Fig. 2와 같다.



A B c

Fig 2. Types of modification diaphragm

3. 광량의 측정

(1) 중심 광량과 주변 광량

영상의 선예도나 밝기는 화면의 중심 부분이 최상이며, 주변 부분으로 갈수록 상이 나빠지며 밝기가 감소한다. 렌즈의 수차와는 별도의 문제이나 화면의 주변 부분에 있어서의 밝기가 감소하는 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.[6]

또한 화면의 주변 부분에서 렌즈를 비스듬히 보게 되면 입사 광의 두께도 감소됨과 동

시에 주변 부분이 가려지는 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.[7]

본 실험 렌즈의 특징으로서, 감광 재료에 닿는 빛의 양은 어떻게 되어 가는가, 그리고 그 중심과 주변 광량이 각각의 조리개에 대해서 어떻게 변화되어 가는가를 측정하였다.

광량의 측정은 균일한 반사 면을 갖는 반사 판을 사용하였으며, 렌즈에 각각의 조리개를 부착하여 중심 광량과 주변 광량을 측정하였다. 또한 시판되고 있는 렌즈(Rokkor f 100mm)와 어떠한 차이가 있는지를 비교하여 이 렌즈의 특징을 파악하였다.

(2) 사용 기재 및 측정 방법

가. 사용 기재

① 35mm SLR 카메라 ..... Minolta-XD
② 실험 렌즈 ..... f 100mm(ϕ 50)
③ 시판 렌즈 ..... Minolta Auto, Rokkor f 100mm(ϕ 55)
④ 노출계(반사판용) ..... Minolta Auto Meter II
⑤ 노출계(부스터용) ..... Sekonic Auto Meter
⑥ 반사판 ..... 흰색 켄트지(89.00% 반사율)
⑦ 부스터 ..... Minolta 4SR 44/4G13
⑧ 트레이싱 페이퍼 ..... 핀트 그래스면 부착용(74.13% 투과율)
⑨ 조명(2등) ..... RDS 125V-1Kw
⑩ 삼각대 ..... Gitzo Cremaillere Co., LTD.
⑪ 릴리즈 ..... King auto stop
⑫ 원형·변형 조리개 ..... 검은 색 켄트지(4.36% 반사율)

나. 측정 방법

① 벽에 반사율 89.00%의 반사 판을 고정한다.
② 조명을 측면에 설치하여 반사 판을 균일하게 조사한다. 본 실험에서는 노출계를 사용하여 EV(electronic value)치를 7.0으로 고정한다.
③ 카메라를 삼각대에 고정하고 릴리즈를 셔터 버튼에 연결한다.
④ 카메라의 뒤 뚜껑을 열고 포컬 플랜 셔터(focal plane shutter) 면에 트레이싱 페이퍼를 붙인다.
⑤ 카메라의 핀트 그래스 면에 여분의 빛이 닿지 않도록 실내 조명을 끄고 계측한다.

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

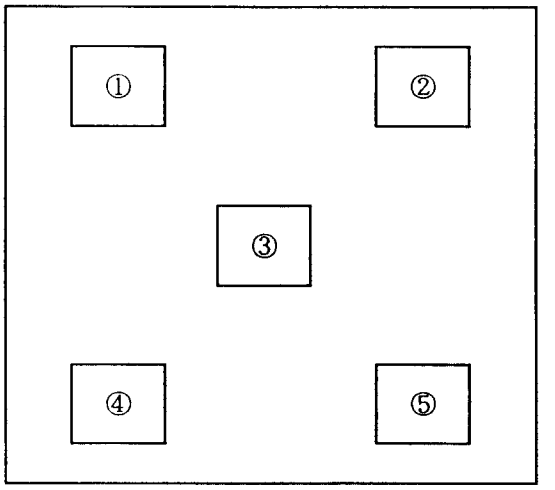


Fig 3. Measuring positions of focal plane shutter

4. 해상력의 측정

(1) 해상력

해상력은 광량과 마찬가지로 렌즈가 갖는 특성 중의 하나이다. 흔히 렌즈의 성능을 말할 때 화상의 표현 능력을 나타내는 것이 해상력이다. 가장 이상적으로 상을 맺기 위해 수차 등을 보정하는 것도 결국은 충실한 영상 재현과 묘사성을 높이기 위해서이다. 따라서, 해상력의 측정은 렌즈의 성능 평가상 중요한 체크 포인트가 된다.

이 방법에는 여러 가지가 있으나 적당한 테스트 챠트(test chart)를 이용하여 촬영한다. 그 네가(negative film)상에서 인식되는 선의 수 혹은 선을 식별할 수 있는 부분까지의 수치를 조사하여 그 수치를 해상력으로 한다. 따라서, 그 한계의 수치가 그 렌즈의 해상력이 되는 것이다. 그러나 해상력은 극히 그 한계치 만을 나타내는 것이기 때문에 극단적으로 말하면, 조금 흐릿하여도 수치 10을 읽을 수 있는 렌즈나, 확실하고 선명하게 10을 읽는 렌즈도 수치상으로는 같은 성능을 갖는다고 생각하게 된다. 또한 해상력의 한계치가 명확하지 않는 경우도 있다. 예를 들어, 한계치 10의 앞인 8~9까지는 높은 해상력을 갖다가 급격하게 한계점에 달하는 경우와 2~3에서 부터 흐릿하게 보이면서 겨우 수치 10에 달하는 렌즈도 있기 때문이다.[8]

(2) 사용 기재 및 측정 방법

가. 사용 기재

① 해상력 차트 ..... 일본 사진기 광학 기기 검사 협회

② 35mm SLR 카메라 ..... Minolta-XD

③ 실험 렌즈 ..... f 100mm(ϕ 50)
④ 시판 렌즈 ..... Minolta Auto, Rokkor f 100mm(ϕ 55)
⑤ 노출계(챠트용) ..... Minolta Auto Meter II
⑥ 조명(2등) ..... RDS 125V-1Kw
⑦ 삼각대 ..... Gitzo Cremaillere Co., LTD.
⑧ 릴리즈 ..... King auto stop
⑨ 원형·변형 조리개 ..... 검은 색 켄트지(4.36% 반사율)
⑩ 흑백 필름 ..... Fuji Neopan F(ISO 32)
⑪ 현상액 ..... Kodak Microdol-X
⑫ 정착액 ..... Kodak Fixer
⑬ 현미경 ..... Microscope KZ-Model No.800713

나. 챠트의 제작

해상력의 측정은 챠트를 촬영하는 것으로 한다. 해상력 챠트는 일본 사진기 광학 기기 검사 협회에 의한 오리지널 챠트를 기초로 하여 만든다. 이것은 오리지널 챠트를 제판 카메라로 촬영하여 그 리스 필름(lith film)의 네가를 기초로 밀착 인화를 하고, 전지 크기의 판넬에 다음 그림과 같이 10개 장소에 붙여서 해상력 챠트로 한다.

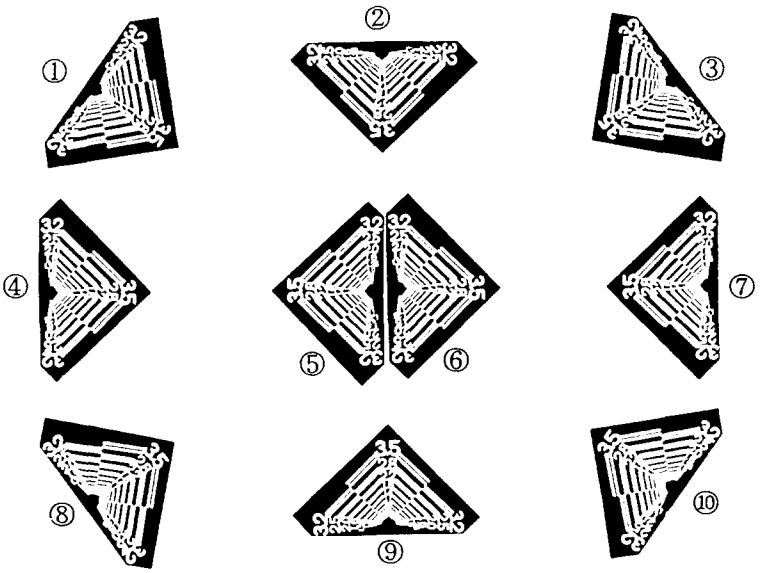


Fig 4. Charts of measurement for resolving power

다. 챠트의 촬영

해상력 챠트의 촬영은 앞에서의 광량 측정과 같이 실내 스튜디오에서 행한다. 촬영의 순서는 다음과 같다.

① 벽에 해상력 챠트를 붙인다.

② 조명을 준비하여 챠트를 균일하게 조사한다. 본 실험에서는 노출계를 사용하여 EV치를 9.0으로 고정한다.

③ 카메라에 필름을 넣는다.

④ 카메라를 삼각대에 설치하고 릴리즈를 셔터 버튼에 연결한다.

⑤ 실내 등을 끄고 조리개를 바꾸어 가며 각 5매씩 촬영한다.

라. 측정 방법

해상력 챠트를 촬영하여 측정하는 부분은 Fig. 4와 같이 10개의 부분으로 나누어서 측정하였다. 측정의 방법은 밝은 장소에서 현미경을 사용하고, 그 배율은 대안 렌즈가 10배, 대물 렌즈는 5배로 하였다. 이 측정은 사람의 보는 눈에 따라서 약간의 차이가 있을지 모르나, 본 실험에서는 확실히 구별되기까지의 수치를 읽어 측정하였다.

측정의 순서는 Fig. 4에서와 같이 좌측 위를 ①번으로 하여, 우측 아래의 ⑩번까지 10개의 부분이다.

3. 결과 및 고찰

1. 광 량

우선 조리개를 만든 결과를 비교하기 위하여 카메라에 시판 렌즈와 실험 렌즈를 바꾸어 가며 각 F치에 의한 노출을 비교하여 보았다. 그 결과, 노출치가 전부 같았으나 원형 조리개 16은 반단계 정도 부족이며, 변형 조리개도 거의 반단계 부족이었다. 이것은 조리개 면적의 산출에 있어서 소수점 이하는 무시하였기 때문에 약간의 오차가 있으며, 제작상 정밀하지 못한 점에 원인이 있으리라 본다.

Table 2. Light quantities of each positions by hand-made lens

Measure position / Diaphragm	left up values	right up values	center values	left down values	right down values
No Lens	10.1	10.1	10.5	10.1	10.1
No Diaphragm	10.3	10.2	10.4	10.3	10.2
F 4	8.9	9.0	9.2	9.0	8.9
F 5. 6	8.0	8.0	8.2	8.1	8.0
F 8	7.2	7.2	7.4	7.2	7.1
F 11	6.2	6.2	6.3	6.2	6.2
F 16	4.7	4.8	4.9	4.7	4.8
Mod. Diaphragm A	7.0	6.9	7.1	7.0	6.9
Mod. Diaphragm B	7.1	7.0	7.2	7.1	7.0
Mod. Diaphragm C	7.2	7.1	7.1	7.1	7.2

cf) Mod. : modification

광량 측정의 데이타 Table 2와 Table 3에서 보는 바와 같이 실험 렌즈나 시판 렌즈의 조리개에 대한 광량치는 거의 동일한 분포를 보이나 시판 렌즈의 F16의 값이 약간 크게 나타났다. 그리고, 실험 렌즈와 시판 렌즈를 비교하면, 시판 렌즈는 내장 렌즈 셔터를 이용하기 때문에 빛의 직진 원리로 빛이 렌즈 면에서 굴절되어 조리개로 들어온다. 그러므로, Fig. 5와 Fig. 6에서처럼 실험 렌즈보다 평균 EV치가 1.0정도 낮은 수치가 나온다. 또 실험 렌즈에 있어서 렌즈 없이 중심 광량이 10.5로 제일 많지만, 역시 렌즈 중심으로 빛이 모여지지 않기 때문에 주변 광량은 적어진다.

또한 Fig. 7의 시판 렌즈에 있어서는 중심과 주변의 평균이 거의 차이가 없으나 Fig. 8에서처럼 시판 렌즈와 변형 조리개의 경우는 광량의 차가 0.2이상 나는 것을 알 수 있다.

Table 3. Light quantities of each positions by general lens

Measure position / Diaphragm	left up values	right up values	center values	left down values	right down values
F 4	8.7	8.7	8.9	8.8	8.7
F 5. 6	8.1	8.1	8.1	8.0	8.0
F 8	7.0	7.1	7.1	7.0	7.0
F 11	6.0	6.0	6.1	6.1	6.0
F 16	5.3	5.2	5.3	5.2	5.2
F 22	4.3	4.3	4.3	4.2	4.2
F 32	3.6	3.7	3.6	3.7	3.7
Mod. Diaphragm A	6.5	6.5	6.8	6.6	6.6
Mod. Diaphragm B	6.8	6.7	7.0	6.8	6.7
Mod. Diaphragm C	6.7	6.6	6.9	6.8	6.7

• cf) Mod. : modification

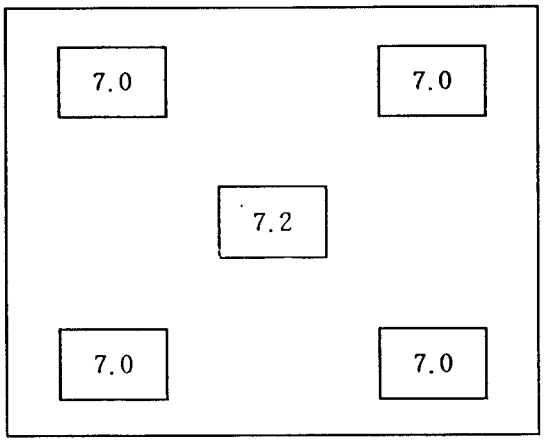


Fig 5. Average values of quantity of light by hand-made lens and round shape diaphragm

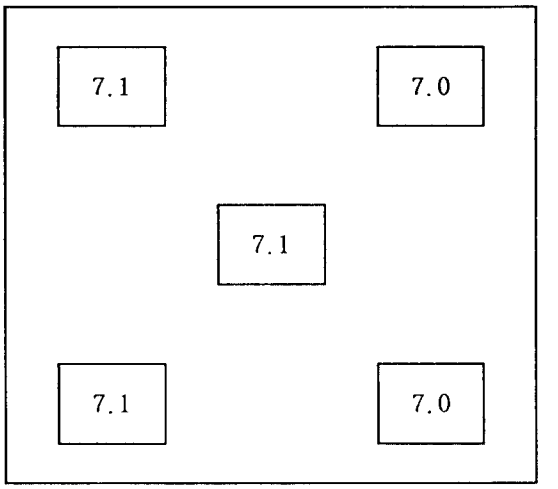


Fig 6. Average values of quantity of light by hand-made lens and modification diaphragm

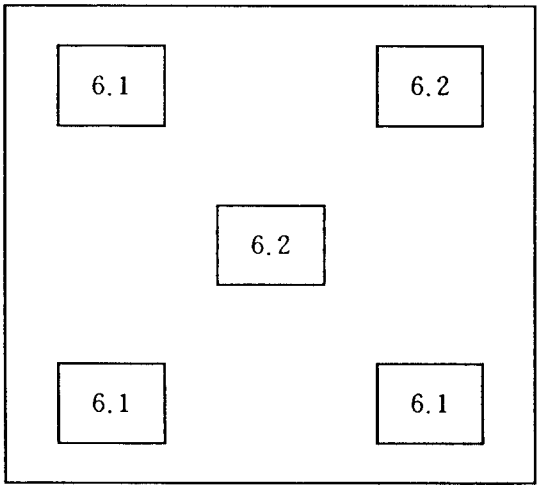


Fig 7. Average values of quantity of light by general lens

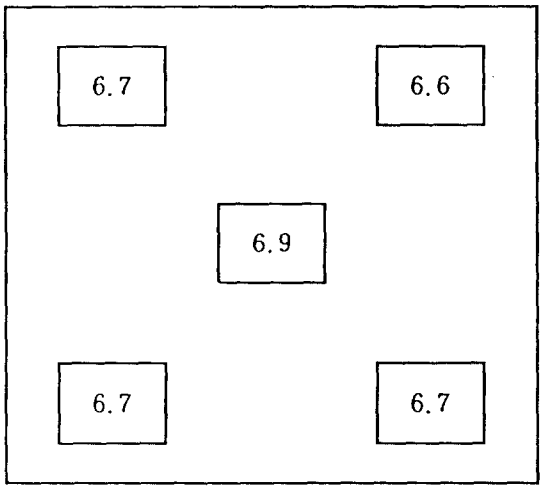


Fig 8. Average values of quantity of light by general lens and modification diaphragm

그리고, 중심 광량과 주변 광량에 대해서는 Fig. 9와 Fig. 10과 같이 중심보다 주변이 떨어진다는 것을 알 수 있다. 또한 조리개를 조여줄수록 중심과 주변 광량의 차가 적은 것이 일반적이지만 본 실험에 있어서는 조리개 값에 따라서 즉 실험 렌즈는 F8까지 EV치의 차가 0.2이며, 시판 렌즈는 F16에서 EV치의 차가 0.1의 차이를 보이다가 F22에서 같은 수치를 나타낸다. 그러나, F32의 중심 광량이 주변 광량보다도 적은 것이 이상한 점으로 지적된다.

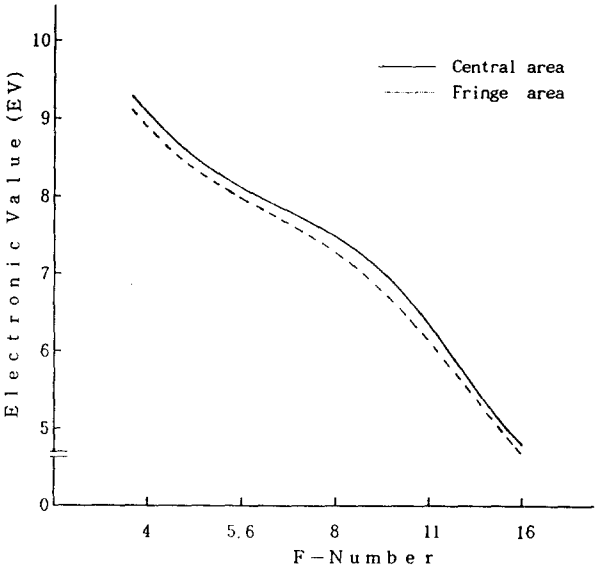


Fig 9. Quantity of light of central and fringe area by hand-made lens and round shape diaphragm

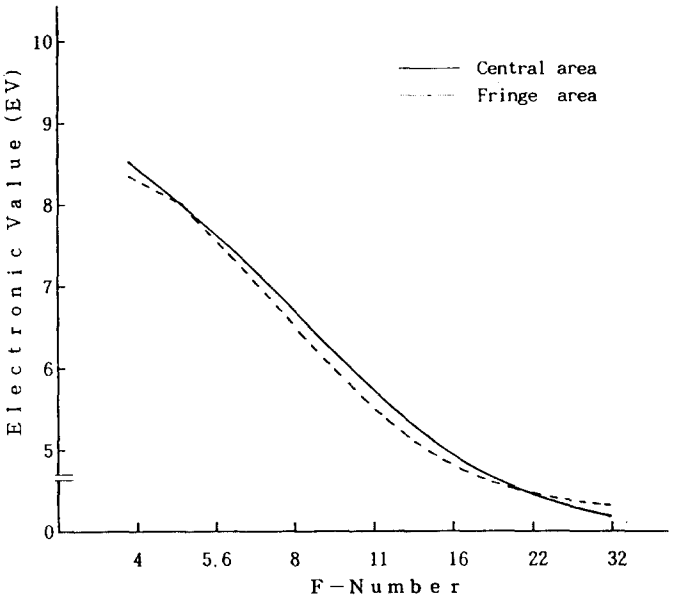


Fig 10. Quantity of light of central and fringe area by general lens

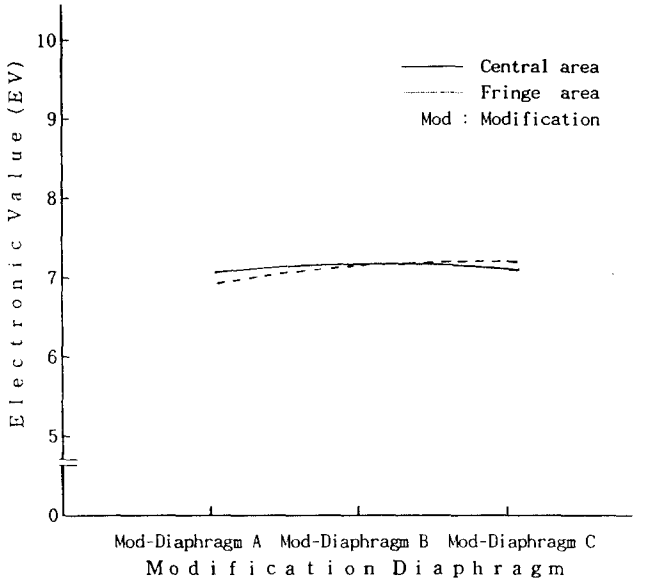


Fig 11. Quantity of light of central and fringe area by hand-made lens and modification diaphragm

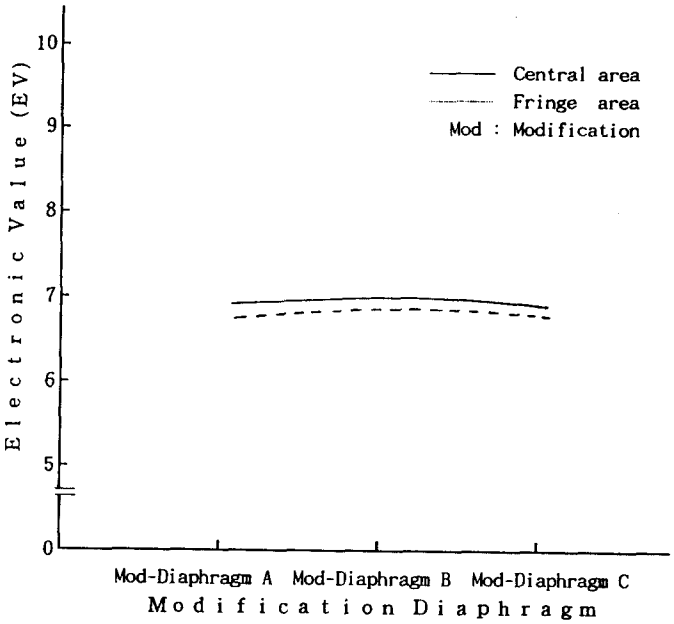


Fig 12. Quantity of light of central and fringe area by general lens and modifiation diaphragm

F8의 변형 조리개에 있어서는 중심과 주변 광량의 차이가 Fig. 11과 Fig. 12에서와 같이 주변 광량이 다소 떨어진다는 것을 알 수 있는데, 실험 렌즈는 최대 0.1의 차이를 보이나 시판 렌즈에서는 최대 0.3의 차이가 있다. 또한 원형 조리개 F8과의 광량을 비교하면 시판 렌즈와 실험 렌즈 모두 원형 조리개보다 EV치가 0.3 정도 떨어진다. 이것은 원형 조리개와 같이 빛이 집중되어 들어오지 않고 분산되어 들어오기 때문이라고 생각된다.

2. 해상력

우선 전반적으로 실험 렌즈와 시판 렌즈를 비교하면 원형 조리개는 평균 0.4, 변형 조리개는 1.2 정도의 꽤 큰 차이가 있다. 특히 변형 조리개에 대해서 시판 렌즈는 0.1의 차이밖에 보이지 않으나 실험 렌즈는 평균 1.6의 큰 차이가 나타난다. 이것은 역시 빛이 중심과 주변이 균등하게 모여지지 않기 때문에 실험 렌즈의 해상력이 현저히 떨어진다는 것을 알 수 있다.

Table 4. Values of resolving power by hand-made lens

Measure position / Diaphragm	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩
F 4	1.4	1.0	1.4	1.4	1.1	1.1	1.4	1.4	1.1	1.4
F 5. 6	0.8	0.7	0.8	0.9	0.7	0.8	0.8	1.1	0.7	1.0
F 8	0.9	0.7	0.8	0.9	0.8	0.8	0.8	1.0	0.7	0.9
F 11	0.8	0.7	0.8	0.8	0.7	0.8	0.8	0.9	0.8	0.9
F 16	0.8	0.63	0.8	0.8	0.7	0.7	0.7	0.9	0.7	0.8
Mod. Diaphragm A	2.2	1.4	2.2	1.6	1.1	1.4	1.6	2.2	1.4	2.0
Mod. Diaphragm B	2.2	1.4	2.0	1.8	1.1	1.1	1.6	2.2	1.4	2.0
Mod. Diaphragm C	2.4	1.6	2.0	1.8	1.4	1.1	1.6	2.0	1.6	2.2

cf) Mod. : modification

Table 5. Values of resolving power by general lens

Measure position / Diaphragm	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩
F 4	0.7	0.63	0.7	0.63	0.63	0.63	0.7	0.7	0.7	0.7
F 5. 6	0.63	0.7	0.7	0.8	0.7	0.7	0.8	0.7	0.7	0.7
F 8	0.63	0.63	0.56	0.63	0.63	0.63	0.56	0.56	0.56	0.56
F 11	0.63	0.56	0.63	0.56	0.56	0.56	0.56	0.63	0.56	0.56
F 16	0.5	0.56	0.56	0.5	0.56	0.56	0.56	0.5	0.56	0.5
F 22	0.5	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.5
F 32	0.5	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.63	0.56	0.5
Mod. Diaphragm A	0.7	0.7	0.63	0.8	0.8	0.8	0.8	0.56	0.8	0.63
Mod. Diaphragm B	0.63	0.7	0.8	0.7	0.8	0.8	0.8	0.63	0.8	0.7
Mod. Diaphragm C	0.9	0.7	0.8	0.8	0.8	0.8	0.9	0.9	0.8	0.9

cf) Mod. : modification

필름 면의 위치에 대해서는 Fig. 13, Fig. 14, Fig. 15, Fig. 16에 나타내었다. 실험 렌즈는 전반적으로 주변보다 중심이 평균 0.1 정도 좋으나, 시판 렌즈는 중심과 주변이 전부 같은 수치인 0.6으로 해상력의 보정이 잘되어 있다는 것을 알 수 있다.

그리고, 변형 조리개에 있어서도 실험 렌즈가 중심과 주변이 0.7의 차이를 나타내지만, 시판 렌즈와 변형 조리개의 경우에는 평균 0.1 정도밖에 차이가 없다. 이것은 변형 조리개의 형태에 따라 이미 앞에서도 지적하였듯이 빛이 중심과 주변이 균등하게 들어오지 않기 때문이라 생각된다.

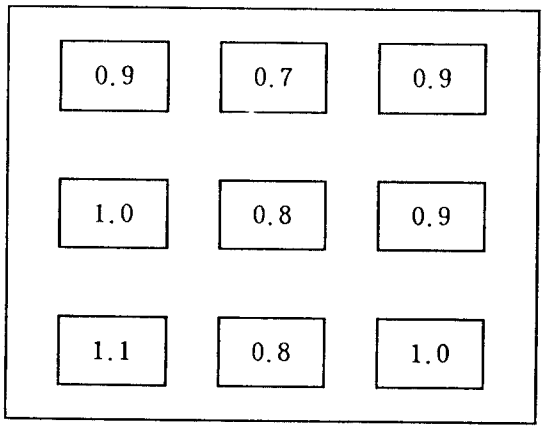


Fig 13. Average values of resolving power by hand-made lens and round shape diaphragm

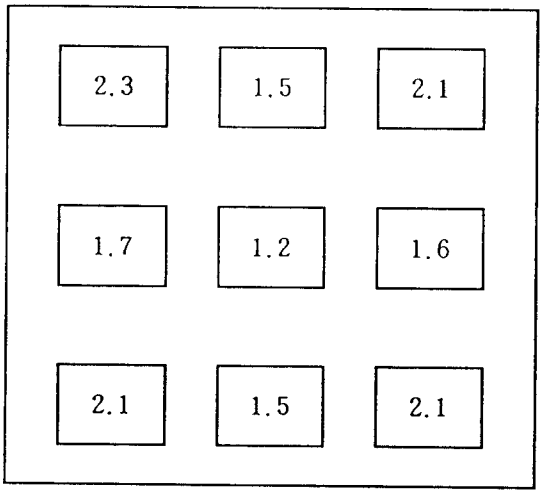


Fig 14. Average values of resolving power by hand-made lens and modification diaphragm

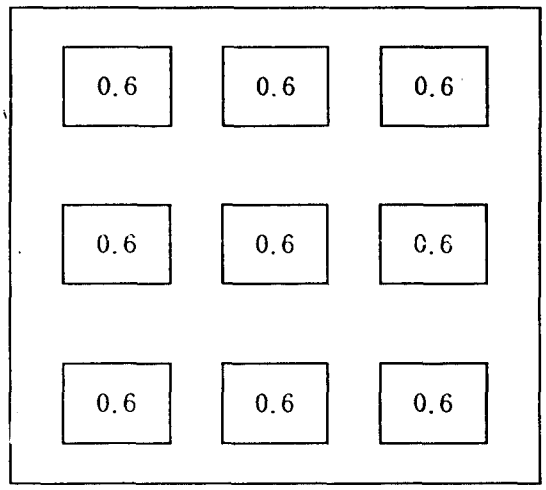


Fig 15. Average values of resolving power by general lens

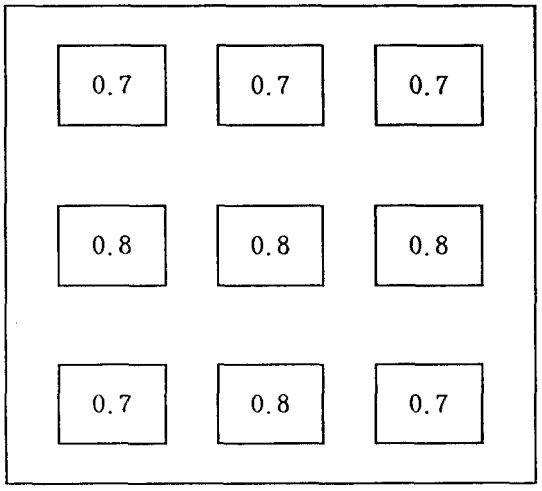


Fig 16. Average values of resolving power by general lens and modification diaphragm

시판 렌즈의 해상력은 Fig. 19에서 알 수 있듯이 평균 0.5로 조리개를 조여줄수록 즉 F16과 F22에서 제일 좋으나, 오히려 F32에서는 0.1이 떨어진다. 이에 대하여 Fig. 17과 같이 실험 렌즈는 F4에서 해상력의 평균치가 1.4, F8에서 F16까지의 평균은 0.76으로 조리개치에 따라 큰 차이가 있다. 어쨌든 실험 렌즈는 F8, 시판 렌즈는 F11에서부터 해상력이 균등한 분포를 갖는다는 것을 알았다. 그리고, Fig. 18과 Fig. 20에서 보는 바와 같이 변형 조리개는 형태에 따라서 그다지 차이는 없으나, C타입의 변형 조리개가 0.1씩 높게 나타났다.

결국, 해상력은 광량과 같이 조리개는 개방보다 F11, F16 정도로 조여주는 것이 좋고 주변보다 중심이 좋은 해상력을 갖는다는 것을 알았다.

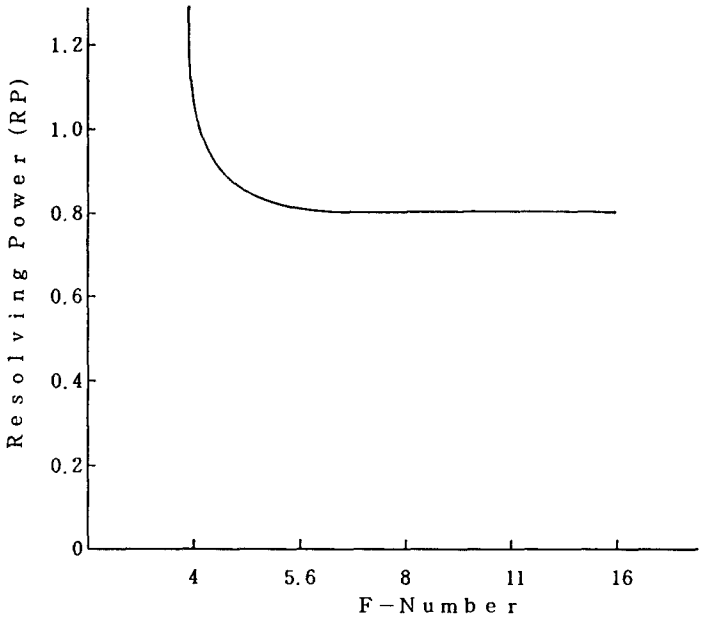


Fig 17. Average values of resolving power by hand-made lens and round shape diaphragm

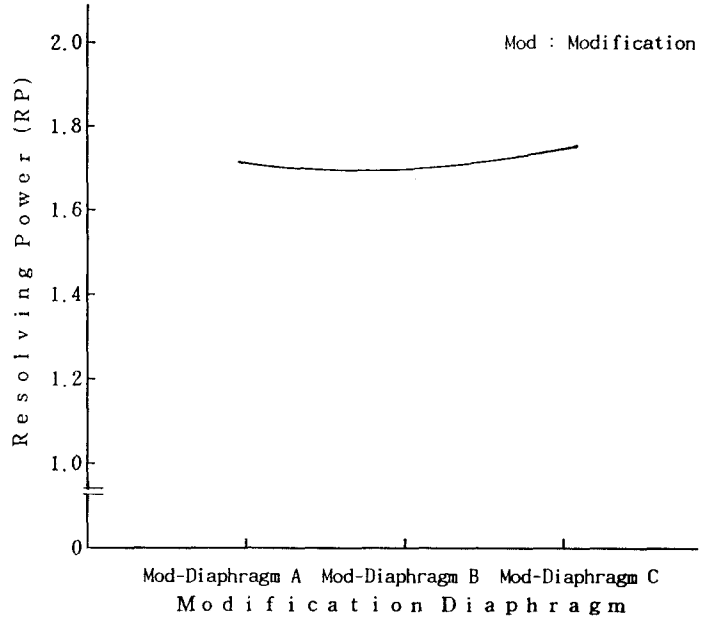


Fig 18. Average values of resolving power by hand-made lens and modification diaphragm

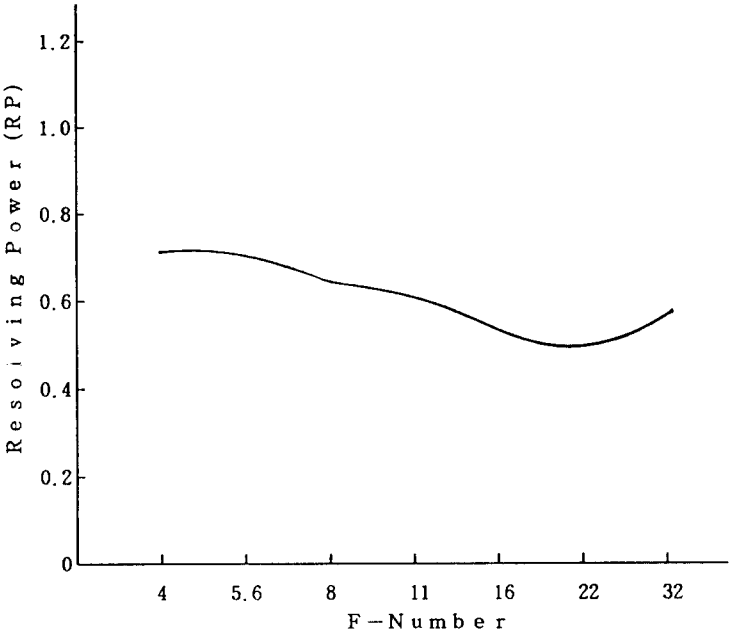


Fig 19. Average values of resolving power by general lens

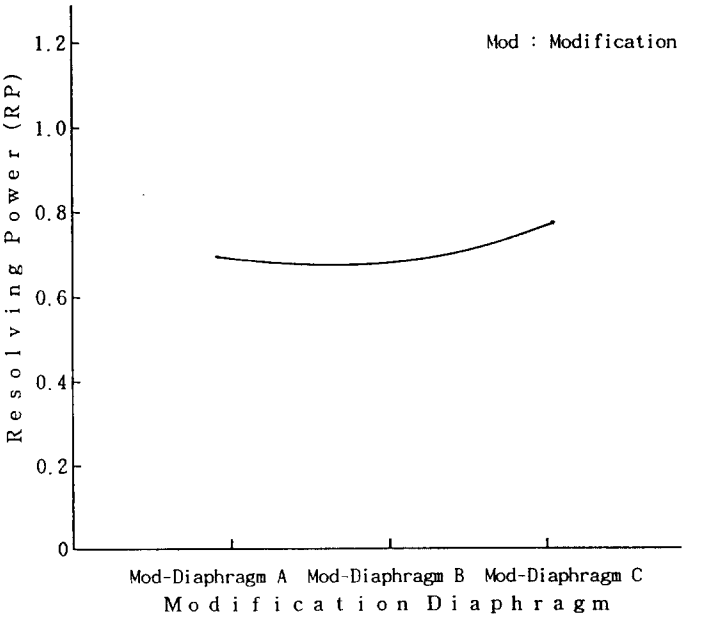


Fig 20. Average values of resolving power by general lens and modification diaphragm

3. 작품 제작

먼저 렌즈 없이 촬영한 경우는 화면이 전체적으로 안개 필터를 사용한 것처럼 보인다. 그냥 시험삼아 찍어 보았으나 의외의 결과로 느껴진다. 사진에서 본 것처럼 조리개를 조여줄수록 현저히 선명도가 좋게 나타났으며, F8부터는 화면의 중심부가 꽤 선명히 보인다. 그러나 주변부는 약간 떨어짐을 볼 수 있다. 이는 광량과 해상력의 관계에 의한 것이라 생각된다.

시판 렌즈의 경우에는 중심부와 주변부의 차이가 그다지 없으며, 단지 조리개를 조여줄수록 피사계 심도가 깊어짐을 한 눈에 알 수 있다. 이는 렌즈 면에 대한 코팅이나 빛을 들여보내는 광량 조절이 잘 보정되어 있다고 본다.

그리고, F8에 해당하는 변형 조리개에 대해서는 꽤 은은한 분위기를 느낄 수 있으며, 조리개의 형태에 따라 뒤 배경의 흐림이 나타나고 마치 크로스 필터를 낀 것처럼 보여 아주 재미있는 효과를 얻었다.

Fig 21. Picture of a round shape diaphragm 4

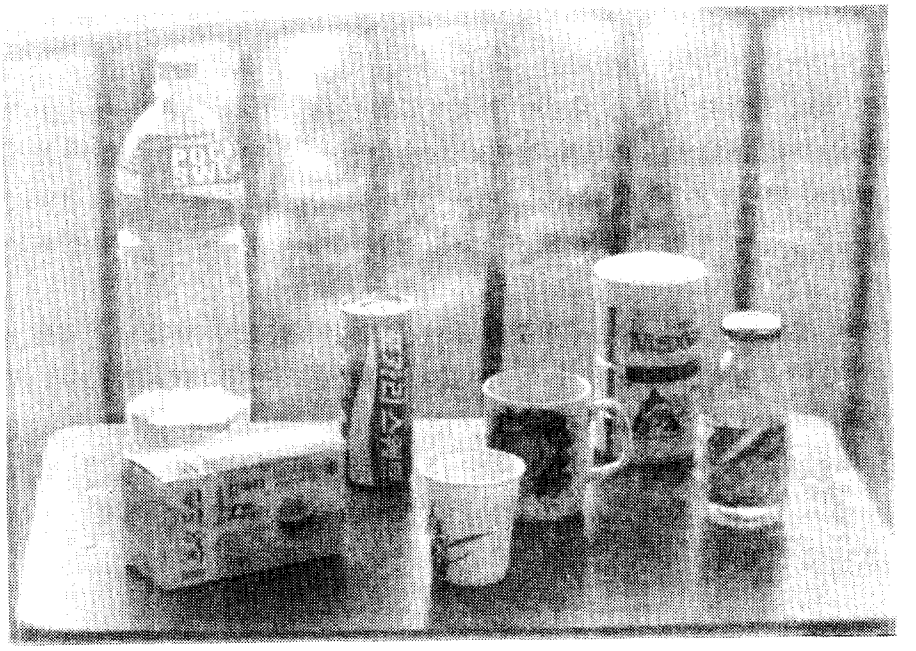


Fig 22. Picture of a round shape diaphragm 5.6

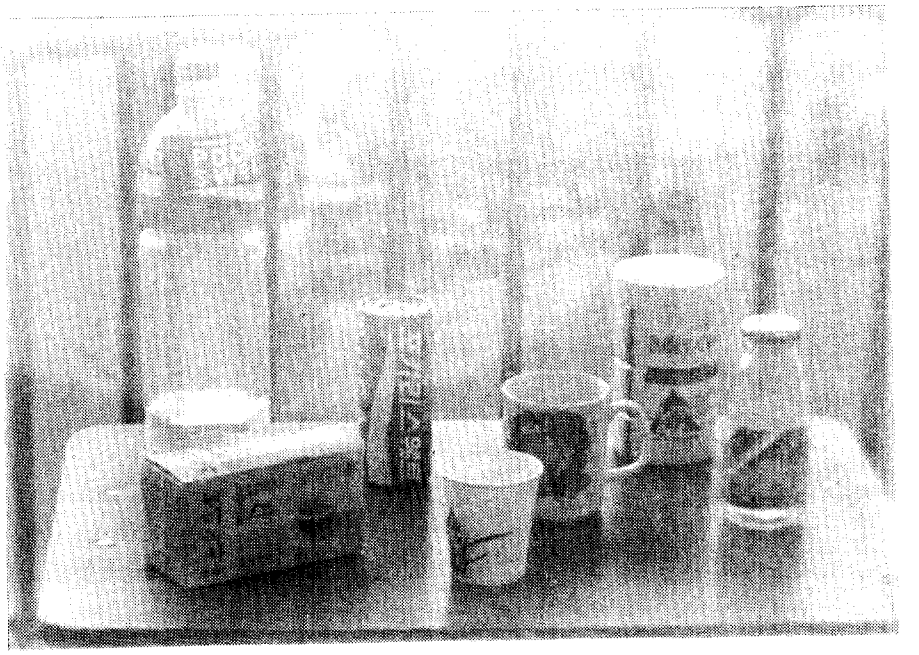


Fig 23. Picture of a round shape diaphragm 8

Fig 24. Picture of a round shape diaphragm 11

Fig 25. Picture of a round shape diaphragm 16

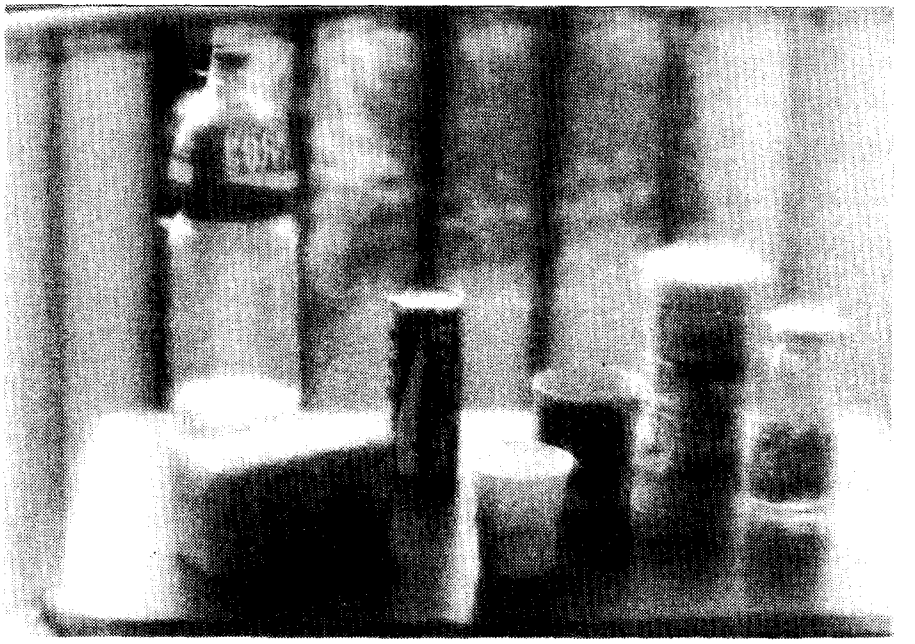


Fig. 26 Picture of a modification diaphragm type A

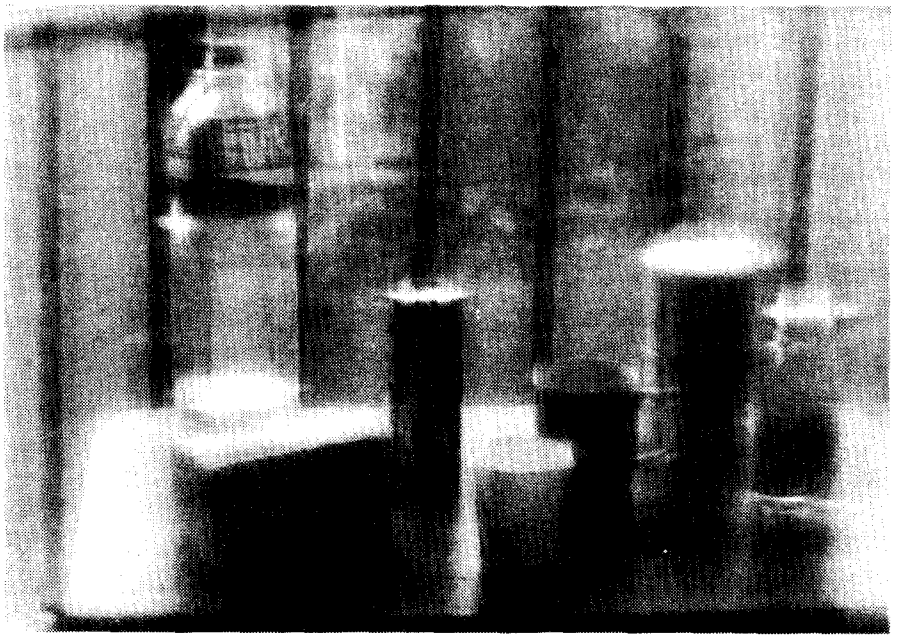


Fig. 27 Picture of a modification diaphragm type B

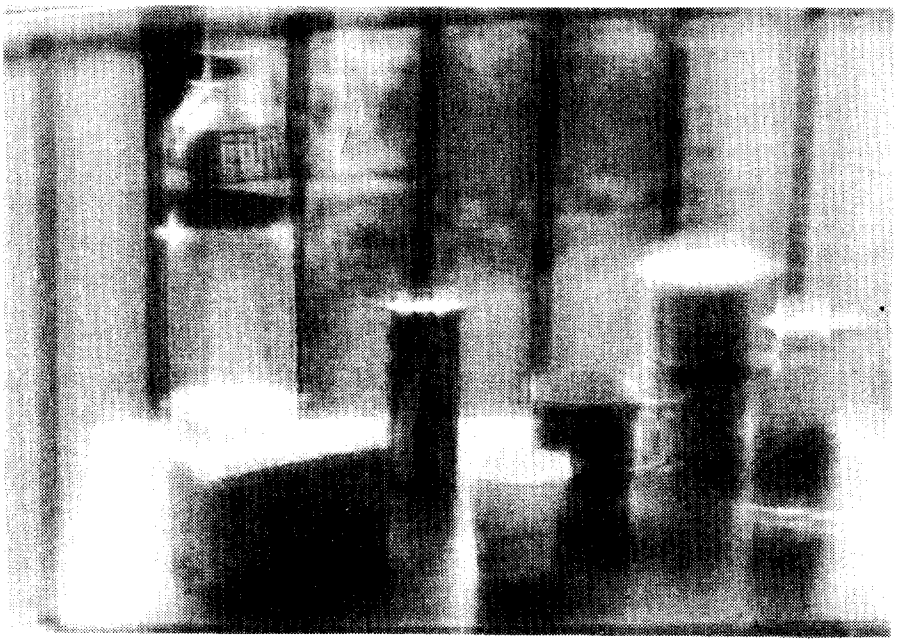


Fig. 28 Picture of a modification diaphragm type C

4. 결 론

실험의 결과 광량에 있어서는 시판 렌즈와 비교하면 주변 광량은 당연히 차이를 보인다. 역시 일반 렌즈는 색 보정이나 광축이 상당히 보정되어 있기 때문이라 생각된다. 광량의 차이에 있어서는 두 렌즈가 다 조리개를 조이면 중심과 주변의 광량 차이는 줄어들지만, 광량의 세기는 조리개를 바꾸어 가며 측정하여도 마찬가지였다.

해상력의 측정에 있어서는, 조리개를 조여줄수록 상의 해상력은 좋아지며 현저한 차이를 보였다. 이러한 사실에서 볼 때 중심과 주변 부분의 광량과 해상력은 밀접한 관계가 있음을 알았다.

작품 제작을 하여 본 결과 전체적으로 보면 그 특징이 소프트 렌즈(soft lens)와 같은 이미지가 얻어진다. 이는 시판 렌즈로는 만들어 질 수 없는 결과라고 본다. 특히 칼라 사진의 경우 색이 번지며 흐릿하게 나타나는 것은, 작품적으로 말해 선예도나 선명도가 떨어지지만, 특수한 효과의 화상을 얻을 수 있으므로 사진의 용도에 따라 플러스 요인이 될 수도 있다. 따라서 이 렌즈의 장점을 잘 살리고 실험의 결과를 이용하면 특수 효과를 나타내

는 사진이 만들어지리라 기대된다.

렌즈에는 아직도 해결하여야 할 여러 가지 문제가 있으나, 본 연구에서 다루지 못한 수차(abberation), 고스트(ghost) 및 플레어(flare)에 대한 연구도 필요하다 하겠다.

참 고 문 헌

1. 康炫德, "실험 렌즈에 의한 作品 製作과 그 特性에 관한 硏究", 韓國 寫協誌, Vol.180, No.6, p.49(1995)
2. 康炫德 外, "실험 렌즈의 特性에 관한 硏究", 한국 인쇄 학회지, Vol. 13, No.1, p.58(1995)
3. 康炫德 外, "실험 렌즈의 特性에 관한 硏究", 한국 인쇄 학회지, Vol. 13, No.1, p.58(1995)
4. 神山 雅英, 寫眞家のための光學, 전書店, 東京, pp.50~52(1980)
5. 康炫德, "실험 렌즈에 의한 作品 製作과 그 特性에 관한 硏究", 韓國 寫協誌, Vol.180, No.6, pp.51~52(1995)
6. 神山 雅英, 寫眞家のための光學, 전書店, 東京, pp.7~8(1980)
7. Life Library of Photography, Special Problems, Revised Edition, Time-Life Books Inc., New York, p.118(1981)
8. 康炫德, "실험 렌즈에 의한 作品 製作과 그 特性에 관한 硏究", 韓國 寫協誌, Vol.180, No.6, pp.59~60(1995)