

비구면 렌즈 기술의 기초 지식 ②

# 비구면 렌즈의 진보와 효과

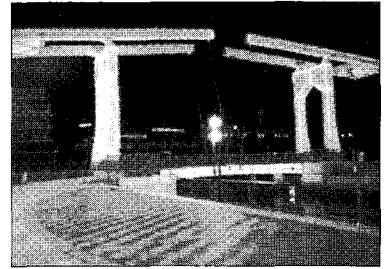
(7월호에 이어 계속)

## 3. 비구면 렌즈에 의한 묘사 성능

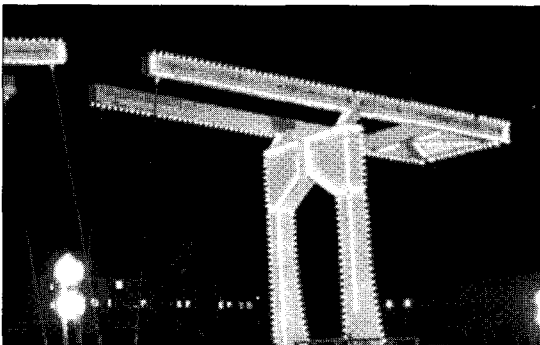
### 3-1. 비구면 렌즈와 수차 성능

비구면 렌즈에 의한 묘사 성능의 효과는 두 가지 면에서 생각해 볼 수 있다.

1) 비구면에서 직접 수차를 보정한 효과로 주로 대구경 렌즈의 수차 flare(sagittal 수차, 코마 수차의 보정)의 적은 묘사·초광각렌즈 왜곡의 적은 묘사.



작품 예 1. 'halo'의 눈에 띄기 쉬운 작품 예(전체 모습)  
(a) (b)는 전체 가운데 오른쪽 위를 확대한 것



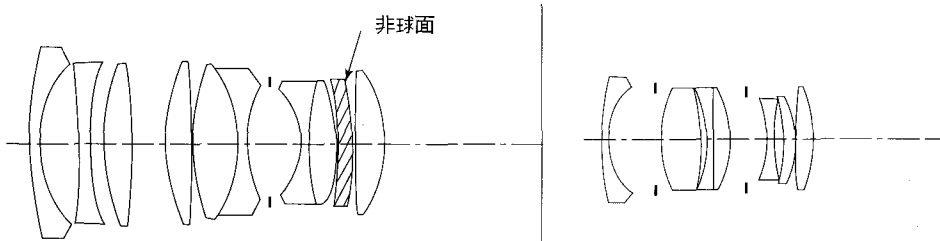
(a) 비구면을 쓴 렌즈에 의한 작품 예



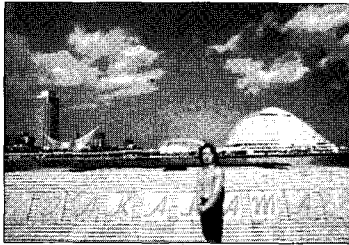
(b) 구면 렌즈만에 의한 작품 예

(a)

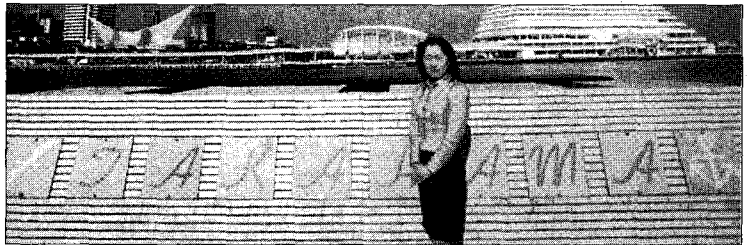
(b)



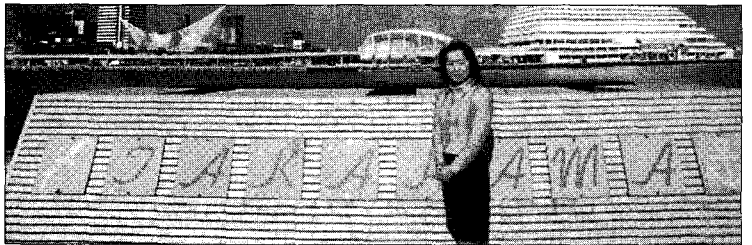
(그림 2) 미놀타 AF 35mm F1.4G렌즈 구성도(a) 및 미놀타 AF35mm F2 렌즈 구성도(b)



작품 예 2. '왜곡'이 눈에 띄기 쉬운 작품 예(전체화면)  
(a) (b)는 전체화면 속의 부분을 확대한 것



(a) 비구면을 쓴 렌즈에 의한 작품 예



(b) 왜곡에 기여하는 비구면이 없는 렌즈에 의한 작품 예

2) 비구면 렌즈를 써서 결과적으로 렌즈의 구성 매수가 큰 폭으로 삭감되기도 하고 렌즈의 전장(全長)이 큰 폭으로 단축되는 것으로 Shot Image flare 등의 적은 현상정착이 좋은 묘사.

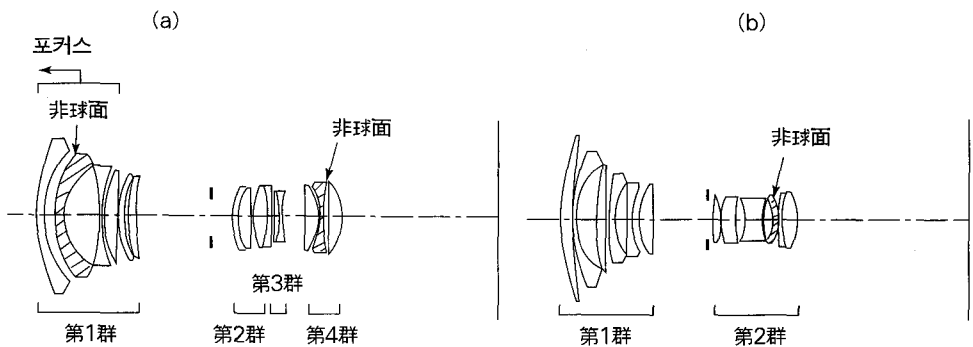
〈작품 예 1〉은 대구경 렌즈의 비구면을 채용해서 수차 flare가 적은 묘사의 예를 나타낸 것으로 〈그림 2〉에 각 렌즈의 구성도를 동시에 나타냈다.

〈작품 예 2〉는 광각 줌 렌즈에 비구면을 채용해서 왜곡이 적은 묘사에 의해(a는 최대 왜곡 -

3.2%, b는 -4.9%를 나타낸 것으로 같은 모양의 〈그림 3〉에 렌즈의 구성도를 나타냈다.

### 3-2. 비구면 렌즈와 현상 정착이 좋은 묘사

〈작품 예 3〉은 비구면을 복수로 해서 렌즈 구성 매수가 반감한 것으로, 면간 반사에 기여하는 렌즈 면이 큰 폭으로 줄어 Shot Image가 적은 묘사의 예(a는 렌즈 면으로 반사 손실 2.8%, b는 9.4%)를 나타낸 것이기 때문에 같이 〈그림 4〉에 렌즈 구성도를 나타냈다.



〈그림 3〉 미놀타 AF 17~35mm F3.5G 렌즈 구성도(a) 및 미놀타 AF20~35mm F3.5~4.5 렌즈 구성도(b)

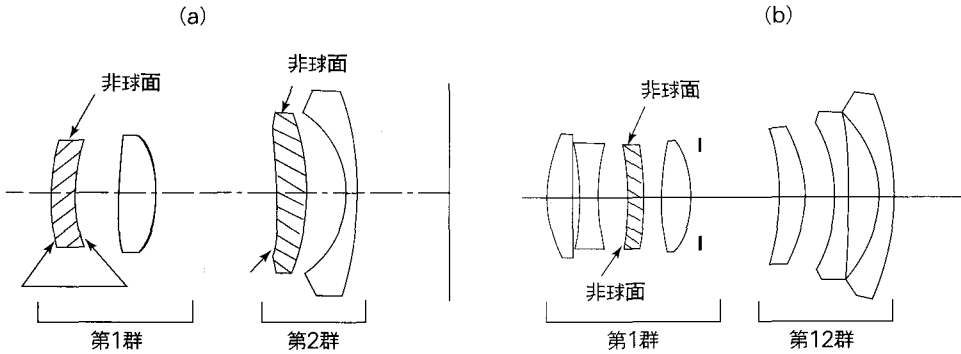


(a) 비구면렌즈를 써서 매수가 적은 렌즈에 의한 작품



(b) 종래 렌즈에 의한 작품

작품 예 3. 'shot Image Flare'의 눈에 띄기 쉬운 역광촬영을 한 작품



〈그림 4〉 미놀타 APEX90용 렌즈 구성도 (a) 및 종래 제품의 렌즈 구성도(b)

〈작품 예 4〉는 비구면 렌즈의 구성 매수가 줄어든 것과 같이 큰 폭으로 전장이 소형화된 것으로 鏡胴 保持 部材에서 flare 성분도 줄고 보다 현상정착이 좋은 묘사를 달성한 예(a는 최대 투과율 97%, b는 92%), 같은 모양의 〈그림 5〉에 렌즈의 구성도를 나타냈다.

〈표 2〉에 나타난 것 같이 고급렌즈에서 대중적인 렌즈까지 점차 비구면렌즈의 활용이 늘어날 것으로 예측된다. 현상 제품 레벨에서는 채용되지 않는 망원 줌의 적용도 특허에 의해(特開平 9-21952) '대폭적인 소형화'를 목적으로 한 것으로 보인다.

#### 4. 비구면 렌즈의 미래

학회 발표와 특허 정보에서 필자가 추정을 더해 비구면 렌즈의 미래를 고찰해 봤다.

##### 4-1. 장래 활용 방법에 따르는 발전

- SLR 교환 렌즈

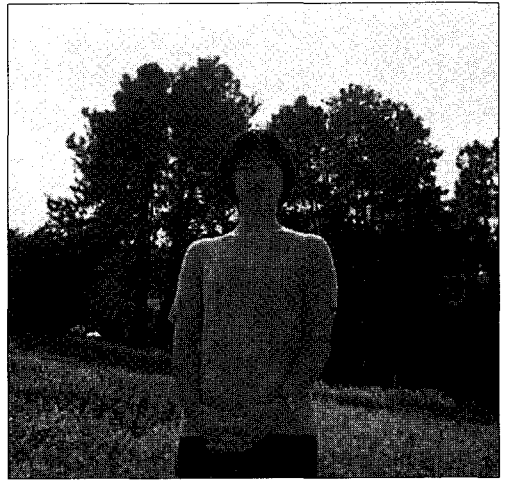
- 콤팩트 카메라용 렌즈

각 사의 줌 기용 촬영 렌즈에는 모든 비구면 렌즈가 채용되고 있다고 해도 과언이 아니다. 게다가 복수 매의 비구면 렌즈 채용이 당연하게 되고 있다.

앞으로도 이 경향은 계속 될 것이며, 가까운 장래에 각종 특허에 등장할 것이다. 비구면 렌즈

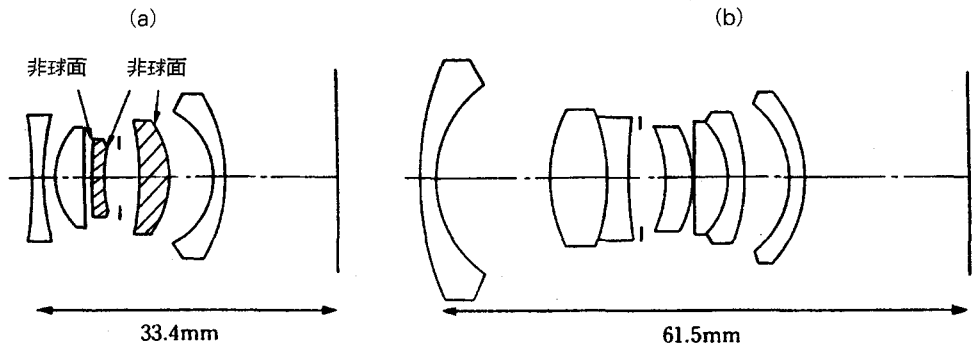


(a) 비구면렌즈를 써서 매수를 줄이고 길이를 짧게 한 작품

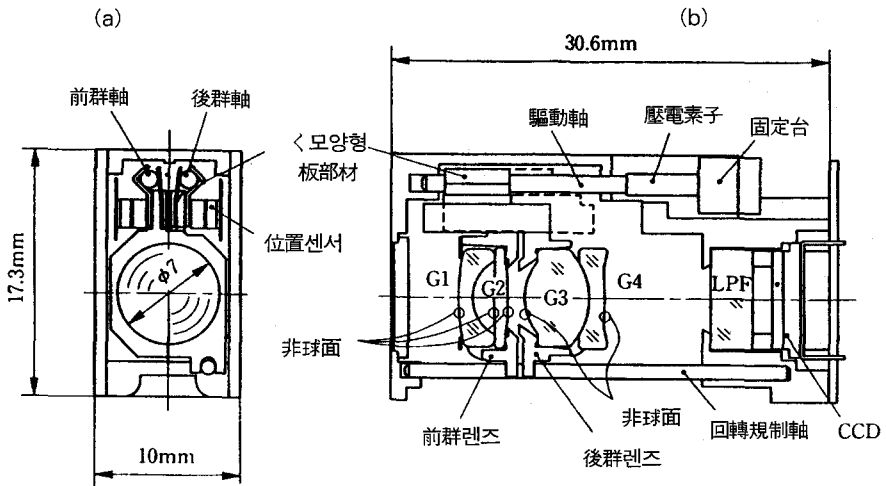


(b) 종래 렌즈에 의한 작품

작품 예 4. 'shot Image Flare' 의 눈에 띄기 쉬운 역광촬영을 한 작품



〈그림 5〉 미놀타 TC-1용 렌즈 구성도(a)와 종래 구성도(b)



〈그림 6〉 1/5인치 CCD용 3배줌 경동 유닛

매수 쪽이 구면 렌즈보다 많이 줌 렌즈로 제품화 될 것이다.

• 디지털 카메라형 렌즈

이 분야에도 앞서 말한 콤팩트 카메라용과 아주 흡사하게 될 것이다. 앞으로 이 분야의 화소 수 경쟁이 일단락한 후에는 소형화 경쟁이 시작 될 것으로 예측된다. 이 분야에서는 소형화에 대해서 은염 카메라와 달리 CCD 소자의 포맷 소형화를 활용할 수 있다. 그렇게 되면 6mm 이하의 소구경 렌즈가 주력으로 될 것이다. 그때는 구면 연마 렌즈보다 몰드 성형 렌즈쪽이 좀더 코스트 측면에서 유리하게 되고 비구면 몰드 렌즈라고 하는 기종도 제품화 될런지 모른다.

<그림 6>은 경통 기구 및 구동 기구의 소형화와 어우러져 모든 렌즈가 비구면 렌즈로 구성되어 3배줌 경통 유니트가 10mm 이하의 두께로 달성할 수 있다는 가능성을 나타내고 있다. (1990년도 정밀공학회 춘계대회 논문집, p.344)

4-2. 새로운 활용 방향의 싹틔

종래의 비구면 렌즈는 모든 통상의 촬영상태의 수차 보정에 활용돼 왔다. 광학적으로는 비구면의 수차보정 능력을 '공축상의 수차 보정'에 활용하는 설계법이다.

앞으로 주목되는 활용법으로는 편심계 수차 보정의 싹이 새로이 나타날 것이다.

• 손떨림을 보정하는 것과 비구면의 활용

진동을 막는 렌즈에서 보정용 광학 유니트는 통상 광축과 수직 방향에 움직이는 것으로 구성되고 있다. 그때는 보정 방향에 대한 수차 보정 방향도 중요하게 될 것이다. 광학적 설계는 편심계에 대한 수차 보정에 상당한다. 현재 제품화되고 있는 것은 기종으로, 예는 아니지만 학회 발

표(1994년 광학심포지엄 강연 예고집, p.47-), 특허(特開平8-114771) 등에서 보정에 대한 비구면 효과를 언급한 예가 나타나고 있다. 앞으로 진동을 막는 렌즈에서의 성능향상과 렌즈의 소형화 방향 가운데 보정용 광학 유니트 경량화 요구에서 비구면이 활용되는 제품도 나올런지 모른다.

• 오차 감도 경감과 비구면의 활용

앞으로도 종종 여러 가지 분야에서 줌 렌즈의 사양(줌 비율)의 확대와 소형화 요구가 늘어날 것이다. 종래의 연장으로 소형화 설계에서는 줌블록(Zoom Block) 오차 감도의 대폭적인 증대를 맞이하고 줌 기구 설계의 기술향상이나 조립 기술 향상만으로는 한계에 다다를 것이다.

비구면을 줌 블록에 편심오차 감도의 경감에 활용하는 설계수법(特開平11-30746)이 제안되고 있다. 앞서 말한 손떨림 보정과 같이 편심계에 비구면의 수차보정 능력을 활용한 새로운 예이다. 앞으로 줌 렌즈의 소형화 가능성이 증대될 것과 함께 비구면 렌즈의 새로운 활용법으로 주목해도 좋을 것이다.

마지막으로 필자는 1987년에 참고 문헌을 집필할 때 비구면에 관해서 여러 가지 측면에서 정리해 봤다. 이번엔 그 텍스트를 새롭게 읽어 보면 당시의 설계 예로부터 오늘의 비구면 사용 설계 발전이 눈에 들어온다. 비구면의 가공법에 관해서도 당시 네 가지 가공법을 정리했을 뿐으로 오늘 실현되고 있는 수준까지는 도저히 예측할 수 없었다.

자료 - 비구면 렌즈의 진보와 효과

(글:미놀타 광학 기기사업본부, 日 사진공업 6월호)