

# 쉽게 알아보는 천체사진

12기 243301 강규준

2024.05.19.

Ver 1.0

업데이트는 깃허브 참고

## 시작하며

안녕하세요. 대구일과학고 천체관측부의 강규준입니다. 천체사진 별 거 없는데, 진입장벽이 낮지는 않다고 생각해서 간단한 팁을 모아봤어요. 참고하시어 천체사진을 취미삼아 즐겨보시길 바랍니다.

## OO이란 무엇인가

### 천체사진은 무엇인가

천체사진은 '가체를 촬영한 것'입니다.

말로 표현하면 간단하지만, 자세히 뜯어보면 상당히 얘기할 내용이 많아요. 예를 들어, '천체는 무엇이고, 촬영은 무엇인가', '천체사진은 왜 찍는가' 등의 이야기가 있지요. 한 번 풀어볼게요.

### 천체는 무엇인가

천체는 우주에 존재하는 물체를 아울러 부르는 말입니다. 우주가 뭔가라는 질문에는, 여기서는 '지구 대기권 바깥의 공간' 정도로 이야기해보도록 하겠습니다.

### 촬영은 무엇인가

촬영은 '사진을 찍는 행위'라고 하네요. 사진은 '대상의 영상을 인화지에 찍어내는 기술'이라고 칭하는데, 조금 더 의미를 확대하여 '대상의 영상을 기록하는 것' 정도로 정의해두도록 합시다.

### 천체사진은 왜 찍는가

천체사진을 찍는 이유는 크게 1. 예술의 목적, 2. 연구의 목적, 두 가지 이유로 나누어볼 수 있습니다. 목적에 따라 찍는 방법과 결과물이 달라지므로 천체사진을 찍기 전 항상 생각해야 하는 부분이지요.

## 천체사진, 옛날에는

### 옛날 천체사진은

1839년, Louis M. Daguerre가 다게레오타입 은판사진술을 개발함. 노출시간을 기존보다 획기적으로 줄여, 본격적인 '사진술'이 탄생.

1840년, John W. Draper가 달을 촬영하는데 성공.

1850년, George P. Bond가 최초로 별( $\alpha$  Lyr) 사진을 촬영하는데 성공.

1871년, Richard L. Maddox가 건판(dry plate)를 발명함. 건판은 기존의 습판과 비교해 현상과 촬영을 분리 가능하다는 장점이 있어 널리 사용함.

이후 사진건판은 1990년대까지도 천문학에서 유용하게 사용됨.

## 한국의 천체사진은

1970년대 김성수씨가 쿠호테크헤성(1974f)를 촬영하며 시작

1986년, 헬리헤성 출현과 함께 대중적이게 됨.

## 천체사진의 종류 - 결과물

엄밀한 정의는 직접 찾아보시는 게 좋을 것 같고, 개념만을 설명하는 글입니다. 측광/분광을 수행하는 방법은 아래 문단에 자세하게 나타내었습니다.

### 측광

측광은 쉽게 말해 사진을 찍는 것입니다.

### 분광

분광은 측광과는 다르게, 천구 상의 특정 부분에서 오는 빛을 선별하여, 파장별 빛의 세기를 구하는 것입니다.

## 천체사진의 종류 - 방법

### 고정촬영

해가 동쪽에서 뜨고, 서쪽에서 지는 것은 모두가 아는 사실입니다. 중학교 과학시간에 이러한 이유가 지구의 자전 때문이라는 것도 다 배웠죠. 그런데, 우리는 천체사진을 찍으려고 하는 거잖아요. 지구의 자전을 멈출 수는 없으니, 우리가 지구의 자전에 대한 반대 방향으로 돌아주어야 천체가 고정된 것처럼 보이겠죠. 그런데, 딱 봐도 뭔가 어려워 보입니다. 지구의 자전에 대한 반대 방향이라니, 천체의 천구 상의 속도도 맞춰주어야 하고, 쉽지 않을 것 같습니다. 그래서 굳이 천체가 천구 상에서 이동하는(이하 흐르는) 것을 막고자 복잡한 장치를 달지 않고, 지표면에 관측장비를 고정시키는 촬영을 고정촬영이라고 합니다.

혹자는, '그러면 천체가 다 흘러버리는 것 아니냐? 너 말도 기억 못하네ㅋ'라고 할 수도 있습니다. 맞아요. 천체가 다 흘러버리겠죠. 그런데 그거 아세요? 천체가 흐르는 것 자체도 예뻐합니다. 이러한 이유로 고정촬영은 연구용 사진보다는 주로 예술용 사진에서 많이 채택되는 촬영 방식입니다. 일반적으로 지표면은 고정되어 있다는 장점을 살려, 예쁜 풍경과 함께 사진을 담기도 하죠. 아래에서는 고정촬영의 상세한 기법을 소개해드릴게요.

### 고정촬영 - 점상촬영

점상촬영은 짧게 노출을 주어, 별이 흐르는 범위가 특정 픽셀 이하가 되게 하여, 마치 천체가 흐르지 않고 하늘에서 점광원으로 빛나는 것처럼 보이게 하는 기법입니다. 뭔가 거창하게 이름을 달아놓았지만, 사실 여러분이 밤하늘의 사진을 휴대폰 카메라로 찍는다면 (대부분) 그게 점상촬영입니다. 별이 점처럼 찍혔을 것이니까요. 또한, 은하수가 예쁜 풍경 가운데 걸려있는 사진 또

한 대표적인 점상촬영 기법을 사용한 사진인데, 은하수가 흐르는 걸 원치 않으며, 예쁜 풍경 또한 담고 싶기 때문에 점상촬영을 채택하여 촬영하곤 합니다.

그렇다면, 위에서 사진의 3요소를 읽어보셨을 여러분이라면 별이 점상을 유지할 수 있는 최대 노출시간이 궁금하시리라 생각됩니다. 물론 경우에 따라 다양한 변수들이 점상 유지에 기여하므로 절대적인 기준은 없지만, 일일이 측광소자의 픽셀 하나하나마다 최대 노출시간을 계산하지 않고도 대략적인 최대노출시간을 구할 수 있는 방법이 있습니다. 아래의 식을 보시면

$$500 \text{ rule} : 500 / (\text{렌즈의 초점거리}) = (\text{최대노출시간})$$

단, 렌즈의 초점거리는 풀프레임 환산 기준, 단위는 mm이며, 최대노출시간의 단위는 초입니다. 자세한 내용은 부록을 참고해주세요.

### 고정촬영 - 일주운동촬영

일주운동촬영은 점상촬영과는 다르게, 노출을 길게 주거나 인터벌 촬영 후 스택을 쌓아서 천체가 흐르며 하늘에서 선처럼 보이게 하는 기법입니다. 점상촬영에서 최대노출시간이 있다면, 당연히 게도 일주운동촬영은 최소노출시간이 존재하겠죠.

### 왜 인터벌촬영 후 스택을 실시할까?

여기서, 왜 노출을 길게 주는 방법 말고도 스택을 쌓는 방법이 있는지가 궁금하지 않으신가요? 이는 크게 센서의 열노이즈와 광해, 두 가지 이유로 나눌 수 있습니다.

먼저, 센서의 열노이즈를 이야기해보고자 합니다. 디지털카메라의 촬상소자는 작동할 때 뜨거워 집니다. 그리고 뜨거운 촬상소자는 노이즈를 생성합니다. 휴대폰 카메라로 어두운 곳을 찍었을 때 알록달록한 자글자글한 노이즈와 똑같이 생긴 노이즈예요. 센서가 뜨거우면 뜨거울수록 노이즈가 심해지죠. 그래서, 열노이즈를 줄이려면 사진을 끊어 찍어줄 필요가 있습니다. 또한, 광해입니다. 도시 빛이 대기에 산란되면 하늘이 뿌옇게 됩니다. 이러면 천체와 대기간의 구분이 모호해지고, 대기를 노이즈, 즉 잡음이라고 생각했을 때 천체의 신호 대 잡음의 비율, 혹은 SNR(signal-noise ratio)가 낮아지게 됩니다. 그러나, 끊어서 촬영하고 합성한다면, 합성 시 모든 사진 중 가장 밝은 픽셀의 값만 모아서 사진을 구성하는 합성방식을 채택하여 광해의 영향을 최소한으로 만들 수 있죠. 정리하면, 긴 한 장은 긴 노출시간 동안의 광해가 그대로 쌓인다면, 짧은 여러 장은 짧은 장만큼의 광해만 사진에 기록하면서도 일주운동촬영이 가능한 것이죠. 요약하면, 일주운동촬영 시 디지털 사진의 경우 스택을 쌓는 게 노출을 길게 주는 것보다 좋다고 말할 수 있겠습니다.

### 추적촬영

고정촬영 문단에서 천체가 흐르는 것을 방지하기 위해서는 복잡한 장치가 필요하다고 말한 적이 있습니다. 여기서, '복잡한 장치'를 담당하는 것이 '가대'입니다. 천체를 추적하기 위해 지구가 자전하는 것과 동일한 각속도, 반대 방향으로 가대 위의 '경통'을 돌리는 역할을 하지요. 이때, 경통은 지구 자전효과가 가대에 의해 상쇄되어 천체가 고정되어 있는 것과 같은 환경에 놓여지게 됩니다. 이때, 가대에 전동 모터를 장착해서 돌리면, 그걸 추적이라고 부르고, 추적 상태의 가대 위에 경통을 올려 촬영을 하면 그게 추적촬영입니다.

가대와 경통의 자세한 설명은 천체사진 - 장비 문단을 참고해주세요.

### 추적촬영 - 가이드 촬영

추적촬영을 하려고 전동 모터가 장착된, 가대의 대표적 예시인 적도의를 구매한 독자분, 경통에 카메라를 끼우고 촬영을 실시했는데 별이 흘렀네요. 왜 이럴까요. 답은 ‘가대도 사람이 만든다’에 있습니다. 다른 공산품과 마찬가지로, 적도의도 기계부품이기에 설계 시 공차를 두고 제작합니다. 허용공차 안에만 부품이 제작된다면, 정상품이라는 뜻이죠. 부품이 설계와 다르게, 유격이 있거나, 한쪽으로 편향되게 움직이는 등의 움직임을 보일 수도 있다는 겁니다. 특히, 가대의 한 축(일반적으로 적위, 혹은 적경 등)이 회전할 때 생기는 오차를 ‘주기오차’라고 부릅니다. 주기오차를 해결하기 위해 천문학자들이 고민한 끝에, 천구 상의 천체의 위치 변화는 가대의 주기오차에 비해 거의 없다는 점을 활용하여 사진을 촬영하는 카메라와(이하 메인 카메라) 같은 방향을 보도록 카메라를(이하 가이드 카메라) 하나 더 달아보기로 했습니다. 가이드 카메라는 메인 카메라보다 짧은 노출시간을 가지고, 촬영한 사진을 빨리 읽어들이 천체가 흐르는 것을 비교적 실시간에 가깝게 확인합니다. 만약 특정한 천체가 원래 위치를 벗어났다고 판단되면, 가대의 모터 회전속도를 조금씩 바꾸어 해당 천체가 다시 원래 위치대로 돌아올 수 있도록 하지요. 이 경우, 메인 카메라는 오랜 노출시간을 주고도 별이 흐르지 않게 됩니다.

## 부록

### 왜 건판을 썼는가

요즘은 아무도 아날로그식의 천체사진을 촬영하지 않아요. 그러나, 천체사진에서 어떠한 행위에 대한 근본적 이유를 찾아 거슬러 올라가면, 결국 사진건판이 나와요. 디지털 천체사진에 대한 설명에 앞서, 아날로그 사진부터 이야기해보고자 합니다.

사실, 1980년대에는 이미 폴리에스터에 젤라틴 에멀전 베이스 유제를 도포한 이송용 구멍 포함 35mm 가로 폭을 가지는, 촬상면 24mm x 36mm를 가지는 ‘사진용 필름’이라는 게 있었어요. 그러나, 폴리에스터 재질 필름을 한번이라도 만져보셨다면 아시겠지만, 애, 생각보다 잘 휩니다. 촬상면이 구부러진다는 거죠. 휘어있는 촬상면은 일상적인 용도에서는 전혀 문제되지 않지만, 필름으로 천체사진을 찍고 과학적 분석을 진행하기에는 정밀하지 못합니다.

### 사진은 어떻게 찍히는가

휴대폰의 카메라앱은 버튼만 누르면 사진이 찍히는데, 건판은 준비과정이 많다는 걸 영화 등에서 자주 볼 수 있습니다. 건판 촬영을 탐구하면 천체사진 촬영의 전반에 대해 깊게 이해할 수 있습니다. 건판 촬영을 알아봄으로써 천체사진 촬영을 이해해봅시다.

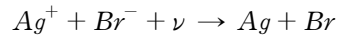
건판 촬영의 과정을 가볍게 소개하자면 다음과 같습니다.

- 1, 암실(암백)에서 건판 장착
- 2, 카메라 세팅. -> 렌즈 및 셔터 설치, 셔터 개방
- 3, 카메라를 조정. -> 화각 조절(렌즈 교환), 효과 조절(무브먼트 조작), 초점 맞추기 등...
- 4, 셔터 닫고 장전
- 5, 건판이 장착된 홀더를 그라운드 글라스의 위치에 놓고 고정
- 6, 셔터를 원하는 시간만큼 개방

한 장 찍는 데에 30분은 기본으로 걸립니다. 그러면 대체 왜 이런 번거로운 방법이 필요한지 한

번 알아보시다.

건판은 유리에 브로민화 은이 도포된 형태입니다. 브로민화 은 자체는 유리 표면에 고정되지 못하지만, 젤라틴에 녹으면 이온화된 상태로 도포됩니다. 젤라틴이 굳으면 유리와 밀착되죠. 만약, 건판이 빛에 노출되면, 노출된 빛의 양만큼 (거의) 일정하게



과 같이 반응합니다. 이때 발생한 Ag는 검정색을 띄죠.

따라서, 우리는 촬영하고자 하는 대상과 건판이 마주치기 전까지 건판을 다른 잡광과 격리시켜 줄 필요가 있습니다. 이를 위해, 공장에서 생산된 건판은 포장할 때부터 빛이 새지 않게 종이로 싸여 배송되며, 개봉 시에도 암실(혹은 암백)에서 개봉되어야 합니다.

건판을 촬영하기 위해서는 ‘홀더’라고 부르는 부품에 건판을 끼워야 합니다. 출사 나가기 전, 사진을 찍기 위해서는 암실(혹은 암백)에서 건판을 홀더에 삽입해야 하지요. 젤라틴 에멀전이 도포된 면이 홀더 밖을 향하도록 건판을 삽입하고, 사진을 찍기 전까지 빛을 만나지 않도록 건판 홀더에 ‘칼’을 삽입합니다.

출사에 나가, 촬영할 장소에 도착하면 카메라를 세팅합니다. 대형 카메라는 리프 셔터를 채택하므로, 원하는 셔터를 골라 설치해줄 수 있습니다. 따라서, 촬영에 앞서 먼저 카메라에 셔터를 설치합니다. 셔터는 촬영될 화상을 보기 위해 일단 개방해줍니다.

셔터 앞과 뒤로는 렌즈를 설치해야 합니다. 원하는 화각에 맞추어 렌즈를 설치해줍니다.

대형 카메라는 무브먼트를 조작함으로써 사진에 효과를 줍니다. 자세한 내용은 다음을 참고해주세요. 원하는 효과에 맞추어 무브먼트를 조작해줍니다. 마찬가지로, 초점도 맞추어 줍니다.

이제 사진을 찍을 단계입니다. 통제된 환경에서만 건판에 빛이 들어가야(=노광되어야) 하므로, 앞서 개방해두었던 셔터를 닫아줍니다.

그라운드 글라스를 들어내고, 그 위치에 건판 홀더를 삽입합니다. 셔터가 닫혀 있으므로, 칼을 제거해도 건판이 노광되지 않습니다. 칼을 제거해줍니다.

셔터를 원하는 노출시간만큼 개방해줍니다. 이로써 통제된 노광이 이루어집니다.

촬영이 끝나면, 다시 칼을 꼽아서 불필요한 빛이 새어 들어가지 않도록 하고, 현상합니다.

## 디지털 사진은 어떠한 차이가 있는가

디지털 사진과 아날로그 사진의 가장 큰 차이점은 ‘수광부’입니다. 즉, 빛을 누가 받을 것이며, 어떻게 기록될 것인지가 가장 중요한 차이겠지요. 위에서 보았던 건판 사진은 건판 위의 젤라틴 에멀전이 빛을 수광하는 과정에서 은 이온이 발생하게 되어 빛이 수광되었다는 ‘흔적’을 바탕으로 사진을 기록하는 반면, 디지털 사진은 반도체 표면을 광자가 가격하는 순간 발생하는 정공을 디지털 신호로 기록하여 사진을 구성합니다.