

# 거꾸로 돌아가는 프로펠러?

이륙을 준비하는 비행기의 프로펠러가 점차 빠른 속도로 회전한다. 물론 매우 빠른 속도로 회전하고 있기 때문에 또렷하게 보이지는 않지만, 어찌된 일인지 프로펠러는 갑자기 반대방향으로 천천히 돌기 시작한다. 누구나 한번쯤은 TV나 영화에서 이러한 광경을 보고 의문을 가져보았을 것이다. 확연하건대, 프로펠러가 역회전을 하는 것은 절대로 아니다. 그렇다면 진상과 같은 눈의 착각일까? 상황에 따라서 차이가 있겠지만, 이 경우에는 눈의 착각이 정답은 아니다. [ 편집실 ]

## 영화와 TV는 1초에 각각 24장과 30장의 그림을 잇달아 영사한다.

이와 같이 연결된 그림들은 매우 빠르게 바뀌기 때문에 인간에게 마치 그림이 살아 움직이는 것과 같은 착각을 일으키게 되는 것이다. 이러한 현상을 섬광(strobe)효과라고 한다. 그러나 움직이는 것처럼 보이는 것일 뿐 실제로 움직이는 것이 아님은 당연하다.

쉬운 예를 들어보자. 1초당 24장의 그림으로 이루어진 영화필름에 찍힌 항공기의 프로펠러가 초당 24회 정도의 비교적 느린 속도로 회전한다고 가정한다. 그림은 1/24초에 한 번씩 바뀌는데, 프로펠러 역시 1/24초에 한 번꼴로 360도를 돌아 같은 자리에 위치하게 된다. 즉, 필름에 찍힌 프로펠러는 마치 회전을 하지 않는 듯 항상 같은 자리를 가리키며 멈춰있는 것처럼 보인다(다만 영화 촬영장비, 심지어 비디오 카메라에도 노출시간이 존재하므로 뚜렷이 정지된 영상과는 구별된다). 물론 이 속도의 정수배만큼 프로펠러가 빨리 돌게 되거나 프로펠러의 날개수가 정수배로 늘어나고 줄어들어도 비슷한 결과를 보일 것이다.

그렇다면 프로펠러의 회전이 이보다 조금 느리면 어떻게 될까? 회전속도가 조금 느려 1/24초에 330도만을 회전하였다고 생각해보자. 12시 방향을 가리키고 있던 프로펠러의 한 날개가 다음 장면에서는 11시 방향을 가리키게 된다. 실제로는 1시, 2시... 10시를 거쳐 11시에 이르게 되었지만, 관객의 입장에서는 마치 30도를 역회전한 것과 같아 보인다.

물론 영화나 TV 프로그램의 실제 장면은 이보다 훨씬 더 복잡하지만 그 원리는 크게 다르지 않다. 초당 24프레임으로 구성된 영화에서 4개의 날개를 가진 프로펠러가 정지한 것처럼 보일 수 있는 최저

속도는 다음과 같다.

$$24[rps] \times 60[sec] / 4 = 360[rpm]$$

프로펠러가 돌기 시작하는 상대적으로 저속인 지점에서는 영화필름의 프레임이 날개의 움직임을 따라가는 데에는 비교적 여유가 있기 때문에 정상적인 회전을 볼 수가 있다. 그러나 속도가 점차 빨라지면서 앞서 언급했던 것과 같이 프로펠러가 마치 거꾸로 돌아가는 것과 같아 보이게 되는 것이고, 그러한 현상은 임계속도(360[rpm])에 도달하면 사라진다.

그렇다면 이와 같은 현상은 계속해서 나타나야 하는 것이 아닐까? 물론 이론상 속도가 증가함에 따라 무한히 계속되어야 하는 현상임은 분명하다. 그러나 프로펠러의 속도가 빨라질수록 이 현상의 주기는 짧아지고(역회전으로 보이는 회전의 속도가 빨라짐) 촬영장비의 노출속도와 관계하여 결국은 사라져 버리게 되는 것이다.

전등빛 아래서 돌고 있는 선풍기 날개의 경우에도 같은 방법으로 설명될 수 있다. 가정에 공급되는 전류는 대개 60Hz의 교류이며, 이 진동은 전등에 영향을 미치게 되어 1초간 명암을 60회 반복시키게 된다. 영화필름의 초당 프레임수를 60으로, 항공기 프로펠러를 선풍기 날개로 바꾸어 생각하면 결과는 같아진다.

그러나 대낮의 태양빛 아래서도 비슷한 경험을 한 기억이 있을 것이다. 이는 앞선 것들과는 조금 다른 경우이다. 이 경우에는 많은 부분이 생리적인 이유 때문이다. 눈으로부터 받아들여지는 영상신호가 연속이 아니라 순간순간 우리 뇌에 기억된다는 점과 더불어 신경활동을 비롯한 여러가지 원인이 있을 수 있다.

