

[23~27] 다음 글을 읽고 물음에 답하시오.

천문학의 ㉠발전에 따라 천문학자들은 수많은 별들을 관측할 수 있게 되었고 이에 따라 별의 물리적 특성에 대한 관심도 높아졌다. 1910년대 초반 덴마크의 천문학자 헤르츠스프룽과 미국의 천문학자 러셀은 별의 물리량 중 온도와 밝기를 기준으로 각자 그래프를 그려서 둘 사이의 관계를 ㉡분석해 보았는데, 이 그래프를 두 천문학자 이름의 첫 글자를 따서 H-R도라 한다.

H-R도에서 가로축의 왼쪽으로 갈수록 온도가 증가하는 것으로 하고, 세로축의 위쪽으로 갈수록 밝기가 증가하는 것으로 하여 그래프에 별들을 나타내면 별들이 무리지어 ㉢분포함을 알 수 있다. 대부분의 별들은 H-R도의 좌측 상단에서 우측 하단으로 이어지는 좁은 띠 모양의 영역에 분포하는데 이 영역을 주계열이라 하고 주계열에 속하는 별들을 주계열성이라고 한다. 주계열성은 H-R도의 좌측 상단에 분포할수록 반지름과 표면 온도, 질량이 크다. 또한 질량이 큰 별일수록 많은 에너지를 빨리 소모하며 더 많은 빛을 내기 때문에 그만큼 수명이 짧다.

한편, 별의 밝기는 별의 반지름의 제곱과 별의 표면 온도의 네제곱의 곱에 비례한다. 따라서 H-R도에서 주계열의 우측 상단에 분포한 별들은 표면 온도는 낮지만 매우 밝은 별이므로 반지름이 매우 크다는 것을 알 수 있다. 이렇게 표면 온도가 낮아 붉은색으로 보이는 거대한 별들을 적색 거성이라 한다. H-R도 상에서 적색 거성보다 더 위쪽에 분포하는 별들도 있는데 이들을 초거성이라고 한다. 적색 거성과 초거성은 일반적으로 주계열성보다 크기가 매우 크고 밀도가 아주 작다. 주계열의 좌측 하단에는 표면 온도가 높아 흰색으로 보이지만 반지름이 작아 어둡게 보이는 백색 왜성이 분포한다. 백색 왜성의 밀도는 매우 높아 평균 밀도가 태양의 약 100만 배에 이른다.

H-R도 상에는 별의 탄생부터 최후까지의 진화 과정을 나타낼 수 있다. 대부분의 별은 일생의 90% 이상을 주계열 단계에 머무른다. 표면 온도가 약 6000K인 주계열성에 해당하는 태양과 질량이 비슷한 별은 주계열 단계 이후 별 바깥층이 ㉣팽창하여 적색 거성이 된다. 적색 거성 단계가 끝나면 H-R도 상에서 좌측으로 이동하다가 대기의 물질 일부를 방출하고 별은 더욱 수축하여 백색 왜성이 되어 진화를 마친다. 태양보다 질량이 큰 별은 진화속도가 빠르고 주계열 단계가 끝나면 H-R도 상에서 수평으로 이동하여 거성이나 초거성이 된다. 거성 단계가 끝나면 폭발하여 H-R도 상에서 보이지 않게 된다.

하나의 성운에서 태어나 나이가 거의 같은 별들의 집단인 성단은 H-R도 상에서 별들의 특징적인 분포를 나타낸다. 성단은 크게 산개 성단과 구상 성단으로 구분한다. 산개 성단은 수십에서 수만 개의 별들이 흩어져 있는 형태의 성단으로, 대부분 주계열성으로 이루어져 있고 일부 산개 성단에서는 적색 거성이 나타나기도 한다. 또한 산개 성단을 이루는 주계열

성 중에는 온도가 높고 밝은 별들이 비교적 많다. 진화속도가 빠른 별이 주계열에 남아 있으므로 산개 성단의 나이는 비교적 젊다는 것을 알 수 있다. 반면, 구상 성단은 수만에서 수십만 개의 별들이 공 모양으로 모여 있는 성단이다. 구상 성단을 이루는 별들은 질량이 작은 주계열성 및 적색 거성, 그리고 적색 거성 이후 단계의 별이다. 따라서 구상 성단은 산개 성단보다 나이가 많고, 대부분 붉은 별들로 이루어져 있음을 알 수 있다. 성단의 H-R도에서 별이 주계열을 떠나는 지점을 전향점이라고 하는데, 이를 이용하면 ㉤성단의 H-R도에서 전향점의 비교를 통해 성단의 나이를 비교할 수 있다.

H-R도는 별의 종류나 별의 일생 등을 나타내고 별의 집단의 특성을 한눈에 쉽게 보여주는 등 별에 대한 ㉥연구에 필수적인 그래프가 되었다. 이후에는 천체까지의 거리, 별의 화학적 조성을 연구하는 데 사용되기도 하였다. 발전된 천문학의 도구인 H-R도는 오늘날에도 널리 사용되고 있다.

23. 윗글을 이해한 내용으로 적절하지 않은 것은?

- ① 흰색 별은 붉은색 별보다 온도가 높다.
- ② 구상 성단은 산개 성단보다 붉게 보인다.
- ③ 주계열성은 수명이 길수록 표면 온도가 높다.
- ④ 태양의 진화가 끝나면 반지름은 현재보다 더 작다.
- ⑤ 태양의 진화가 끝나면 표면 온도는 현재보다 더 높다.

24. 윗글을 바탕으로 <보기>에 대해 탐구한 내용으로 적절하지 않은 것은?

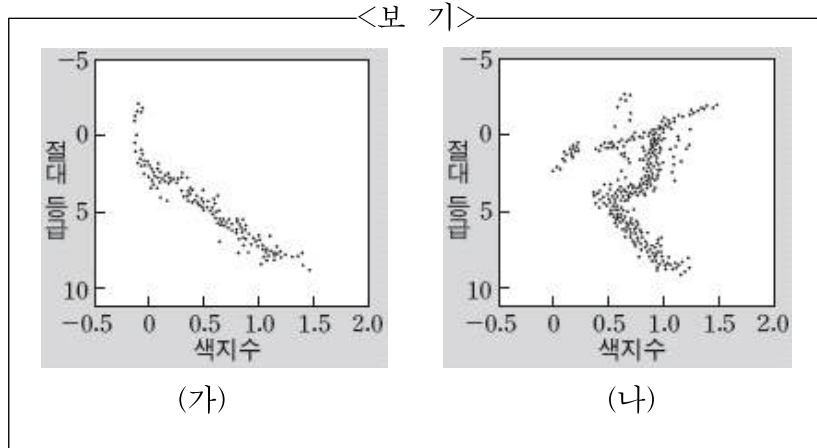
—<보 기>—

다음은 H-R도에 나타낼 수 있는 두 별 A, B와 태양에 대한 정보이다.

	표면 온도	밝기(상댓값)
A	약 3000K	100
B	약 12000K	100
태양	약 6000K	1

- ① A는 태양보다 밀도가 작을 것이다.
- ② A의 반지름은 태양의 40배일 것이다.
- ③ A가 진화하면 B와 같은 종류의 별이 될 수 있다.
- ④ B가 진화하면 A와 같은 종류의 별이 될 수 있다.
- ⑤ B의 수명은 별의 종류에 관계없이 태양보다 길 것이다.

25. 윗글을 바탕으로 <보기>의 H-R도를 분석한 것으로 가장 적절한 것은?



- ① (가)는 구상 성단의 H-R도이다.
 - ② 절대 등급이 클수록 밝기가 밝다.
 - ③ 색지수가 작을수록 표면 온도가 높다.
 - ④ 주계열성의 비율은 (나)가 (가)보다 크다.
 - ⑤ 주계열성의 평균 밝기는 (가)보다 (나)가 밝다.
26. ㉠에 대한 추론으로 가장 적절한 것은?
- ① 시간이 흐르면 전향점의 위치는 좌측 상단으로 이동한다.
 - ② 산개 성단의 전향점은 구상 성단의 전향점보다 아래에 있다.
 - ③ 전향점에 위치한 주계열성은 구상 성단보다 산개 성단에서 붉게 보인다.
 - ④ 시간이 흐르면 구상 성단의 전향점과 산개 성단의 전향점의 높이 차이는 줄어든다.
 - ⑤ 적색 거성이 나타나는 산개 성단의 전향점은 그렇지 않은 산개 성단의 전향점보다 위에 있다.

27. ㉠~㉥의 사전적 의미로 적절하지 않은 것은?

- ① ㉠: 더 낮고 좋은 상태나 더 높은 단계로 나아감.
- ② ㉡: 얽혀 있거나 복잡한 것을 풀어서 개별적인 요소나 성질로 나눔.
- ③ ㉢: 일정한 범위에 흩어져 퍼져 있음.
- ④ ㉣: 세력이나 기운 따위가 크게 늘어나거나 퍼짐.
- ⑤ ㉥: 어떤 일이나 사물에 대하여서 깊이 있게 조사하고 생각하여 진리를 따져 보는 일.