

H-R도와 별의 종류



학습 목표

1. 별의 물리량을 이용하여 H-R도를 그릴 수 있다.

2. H-R도상의 위치에 따른 별의 물리적 특성을 설명할 수 있다.

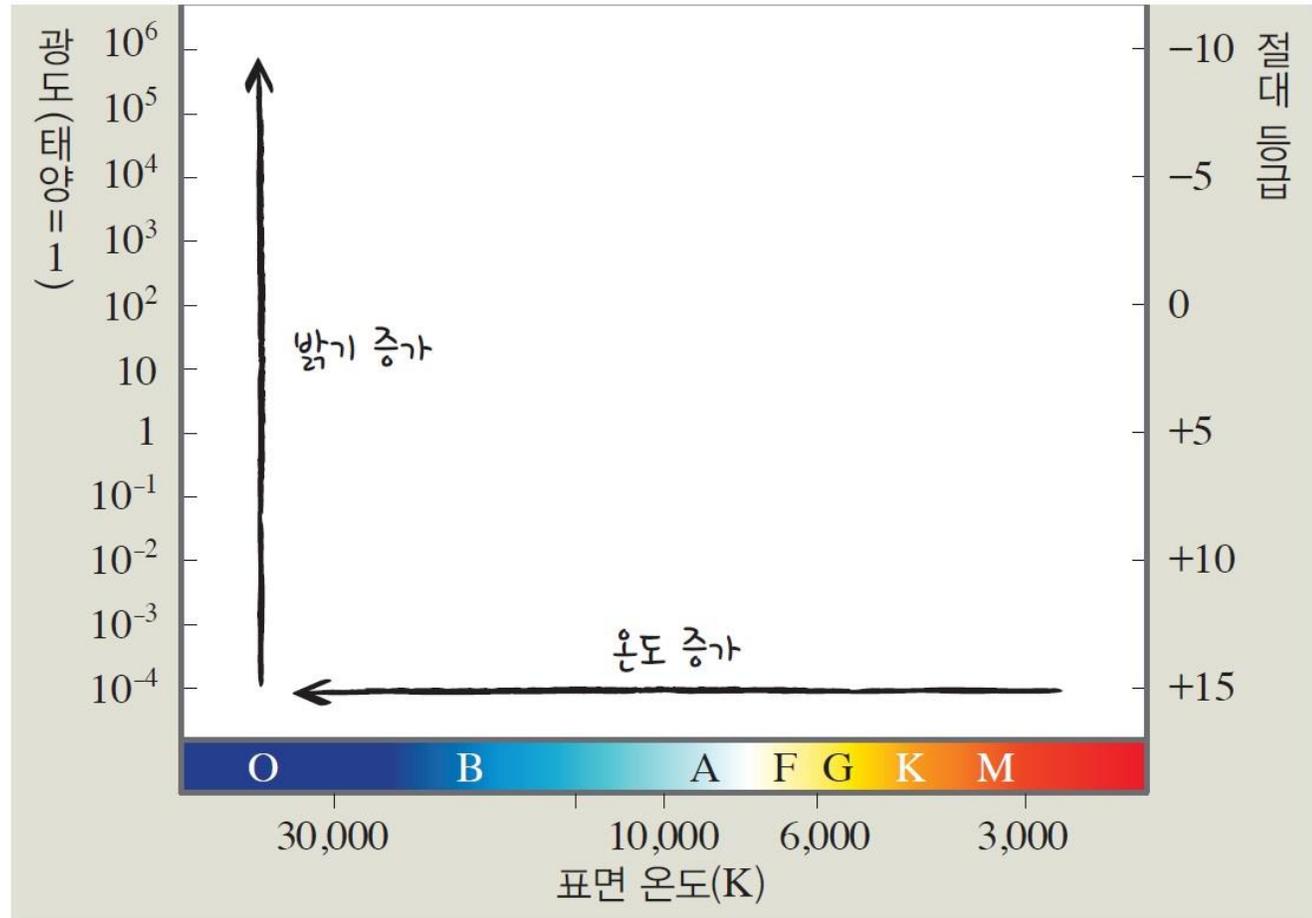
오늘의 키워드

- H-R도
- 별의 종류

얼마나 많은 종류가 있을까?

1. H-R도

- 헤르츠스프룽과 러셀
- 별의 표면 온도와 광도의 관계를 **가로축을 분광형**, **세로축을 절대 등급**으로 하여 그린 그래프이다.



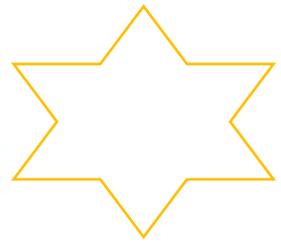
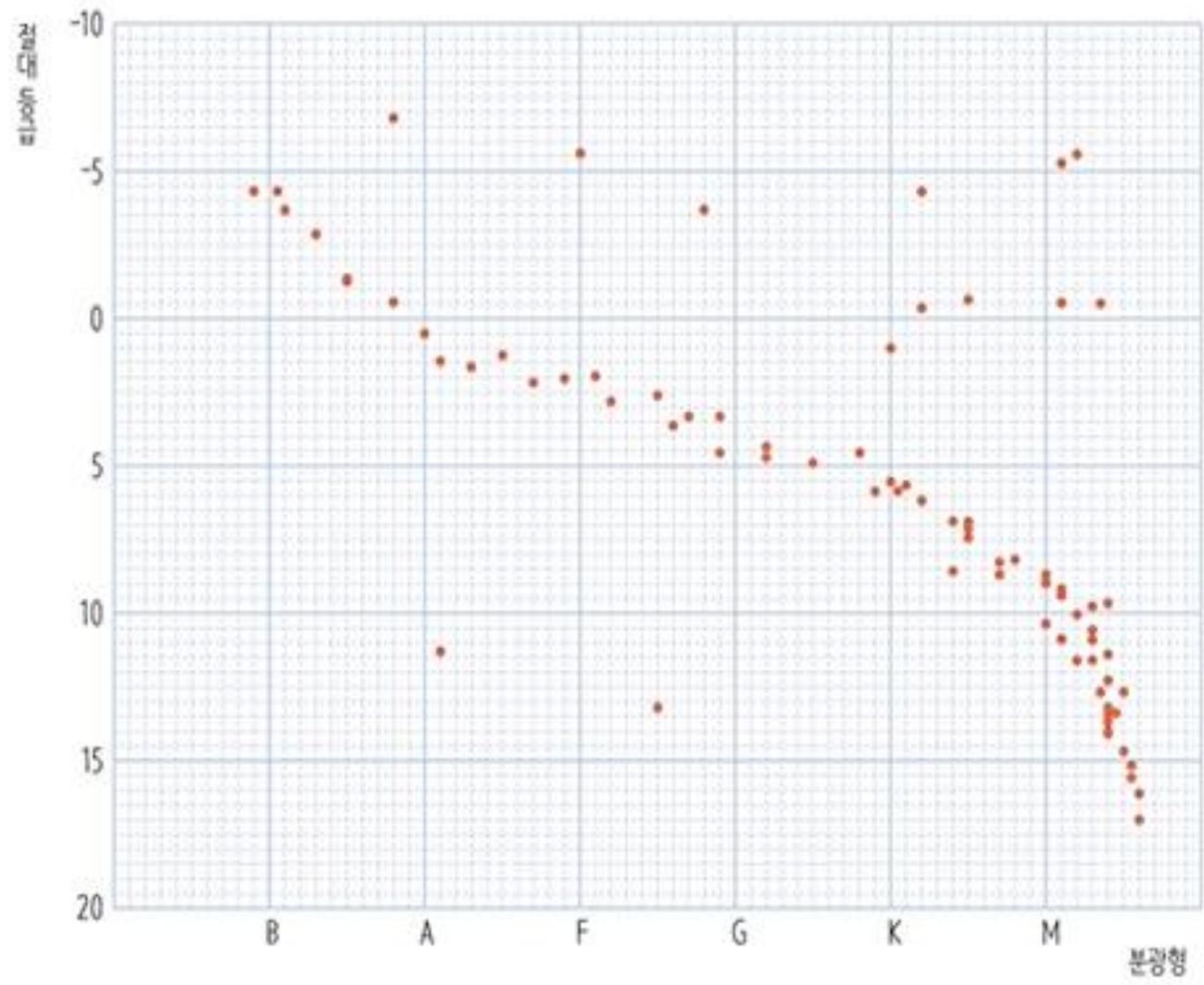
1. H-R도

문제 인식

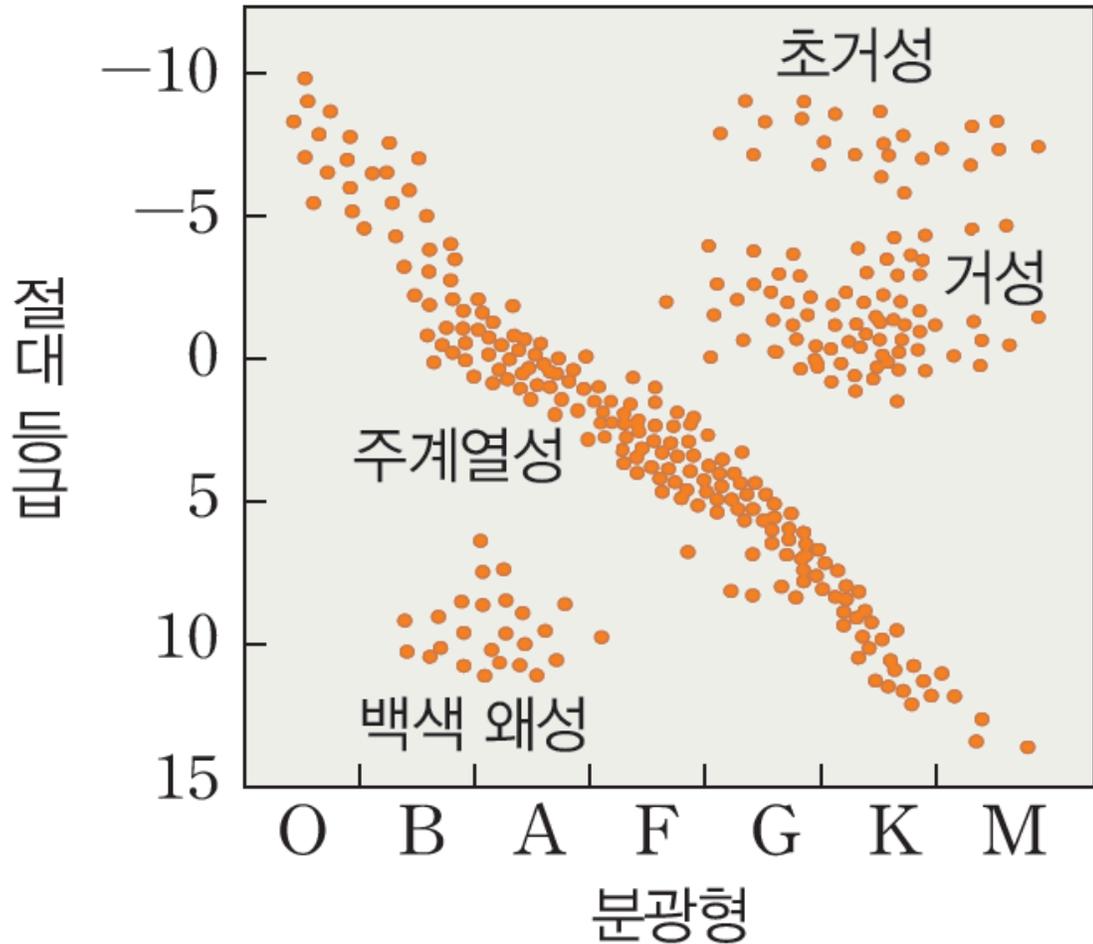
우주를 구성하는 별의 표면 온도, 밝기, 크기 등은 매우 다양하다.

- 별들을 H-R도에 표시하면 H-R도상에서 고르게 분포할까?

1. H-R도

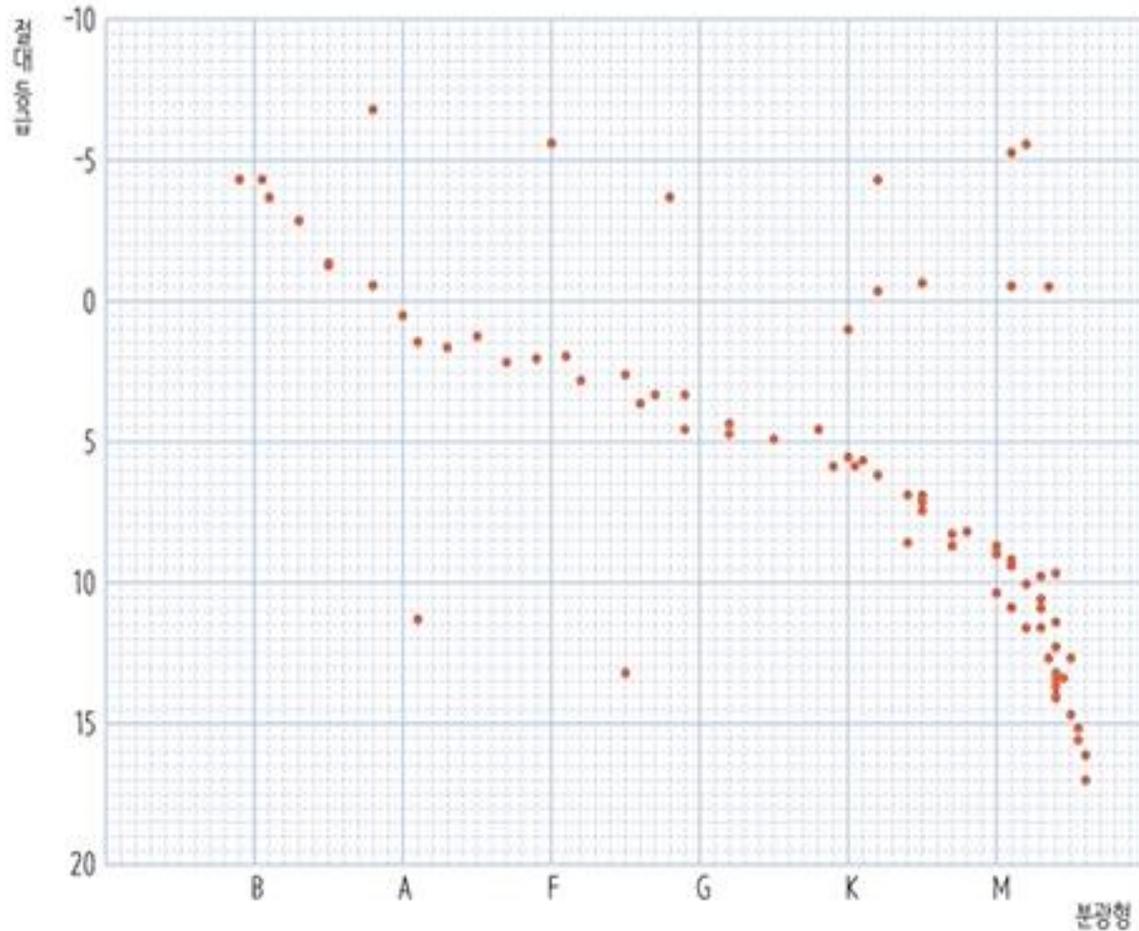


1. H-R도



- 가로축 : 표면 온도, 분광형, 색지수
- 세로축 : 광도, 절대 등급

1. H-R도



Q. 별이 가장 많이 모여 있는 집단의 특징은 무엇인가?

-> **주계열성**

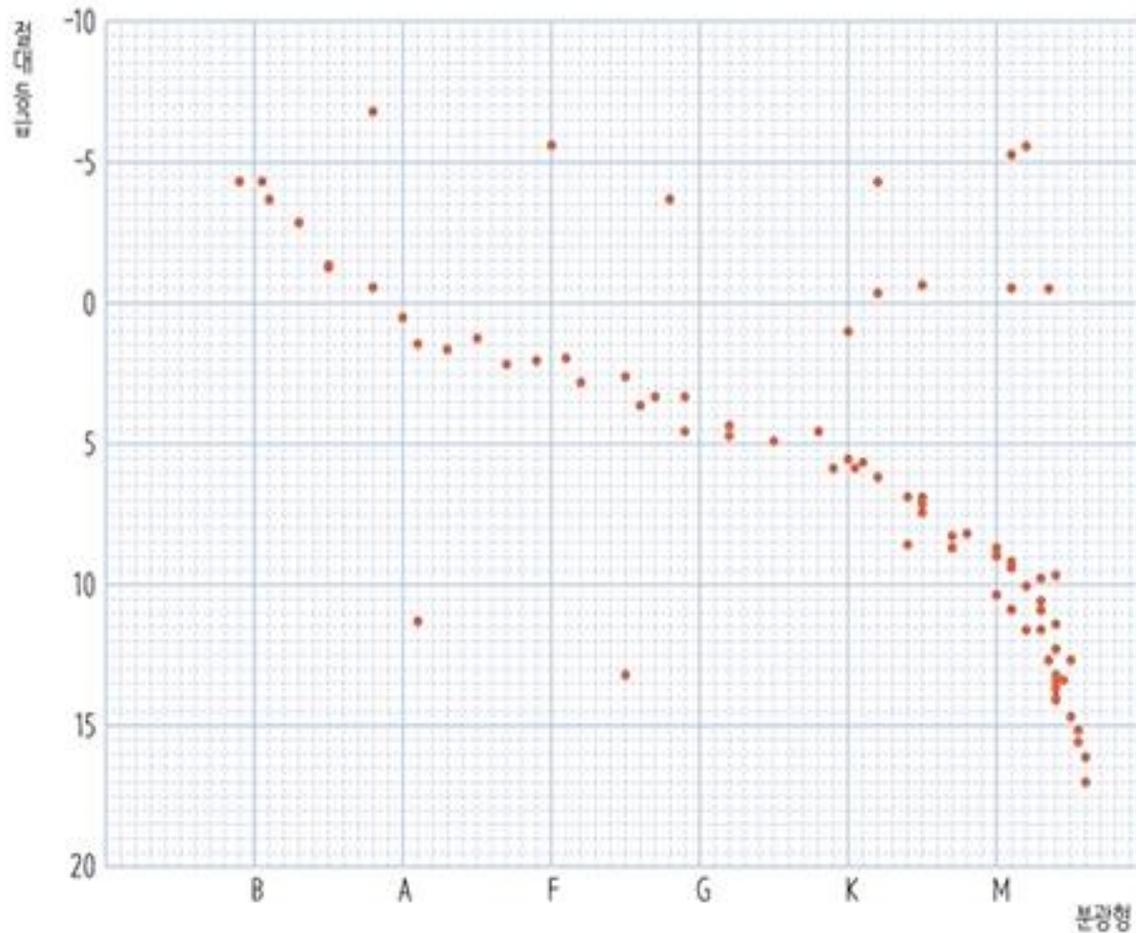
: O~M형까지 다양한 분광형과 넓은 광도 범위를 가진다.

- 대각선으로 길게 이어진 띠 모양으로 분포

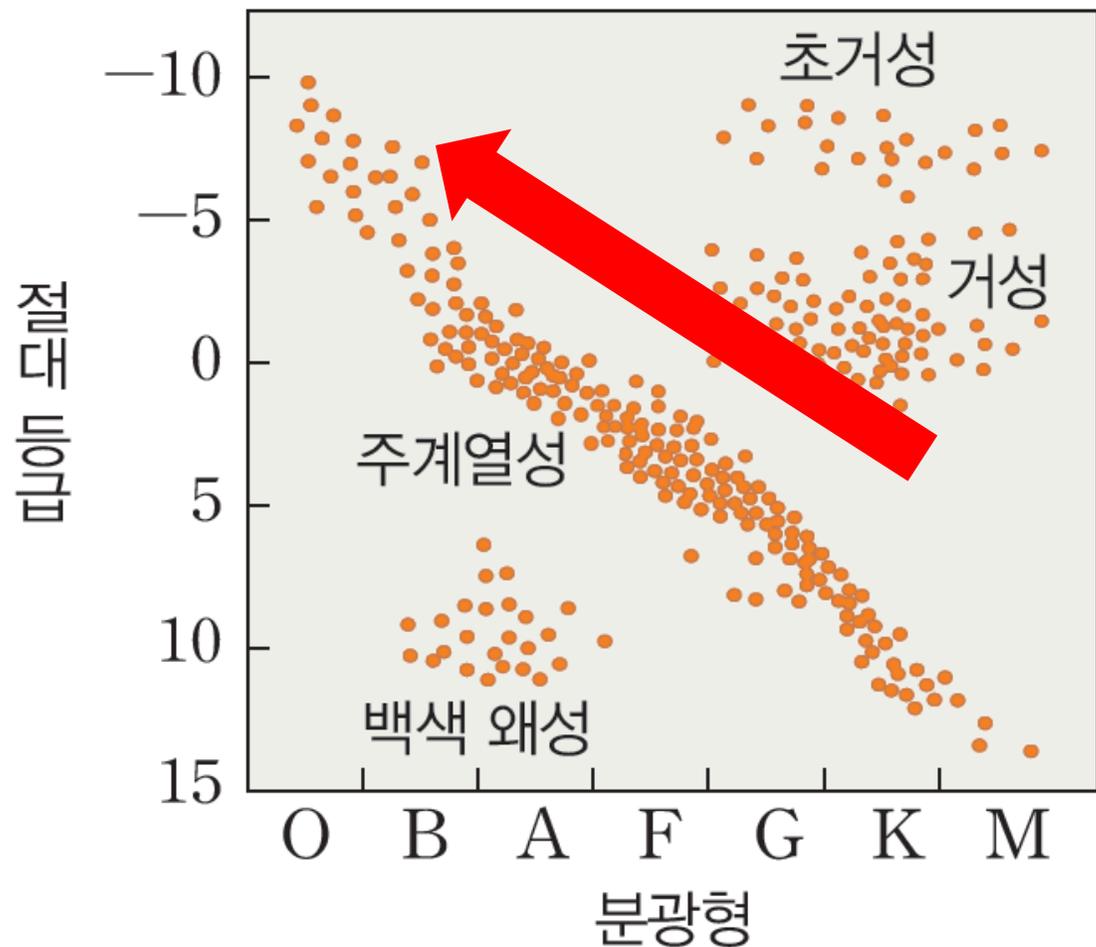
1. H-R도

Q. 태양은 어느 집단에 속하는가?

-> **주계열성**

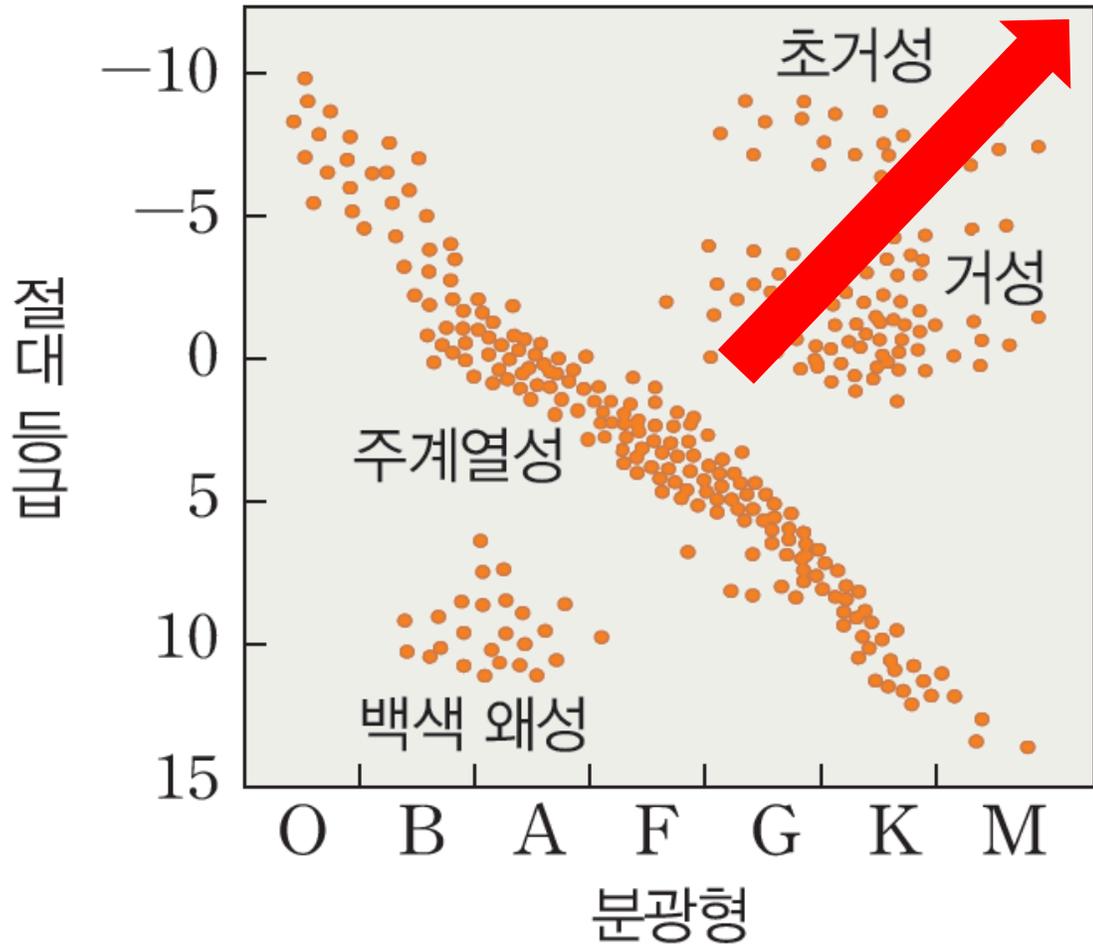


1. H-R도



- O형으로 갈수록 광도와 반지름이 커짐
- M형으로 갈수록 어둡고 반지름이 작다.

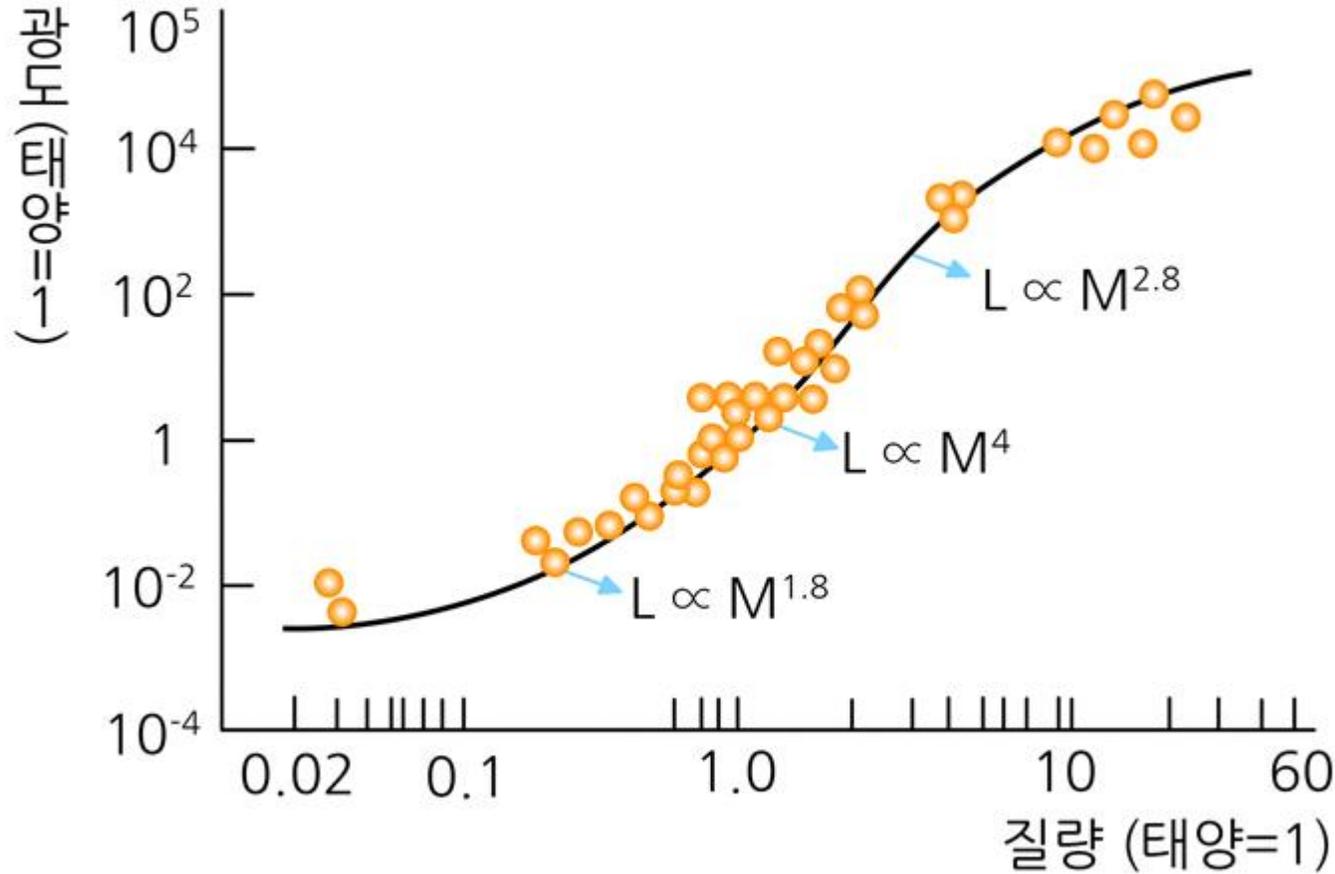
1. H-R도



크기 ↑, 밀도 ↓

- 가로축 : 표면 온도, 분광형, 색지수
- 세로축 : 광도, 절대 등급

주계열성의 질량-광도 관계



주계열성의 광도와 질량은 다음과 같은 관계가 성립한다.

$$\frac{L_{\star}}{L_{\odot}} = \left(\frac{M_{\star}}{M_{\odot}}\right)^{1.8-4} \approx \left(\frac{M_{\star}}{M_{\odot}}\right)^3$$

$$\text{별의 수명 } t \propto \frac{\text{별의 연료}}{\text{광도}} = \frac{M_{\star}}{L_{\star}}$$

$$\frac{t_{\star}}{t_{\odot}} = \frac{\frac{M_{\star}}{L_{\star}}}{\frac{M_{\odot}}{L_{\odot}}} = \frac{L_{\odot}}{L_{\star}} \cdot \frac{M_{\star}}{M_{\odot}}$$

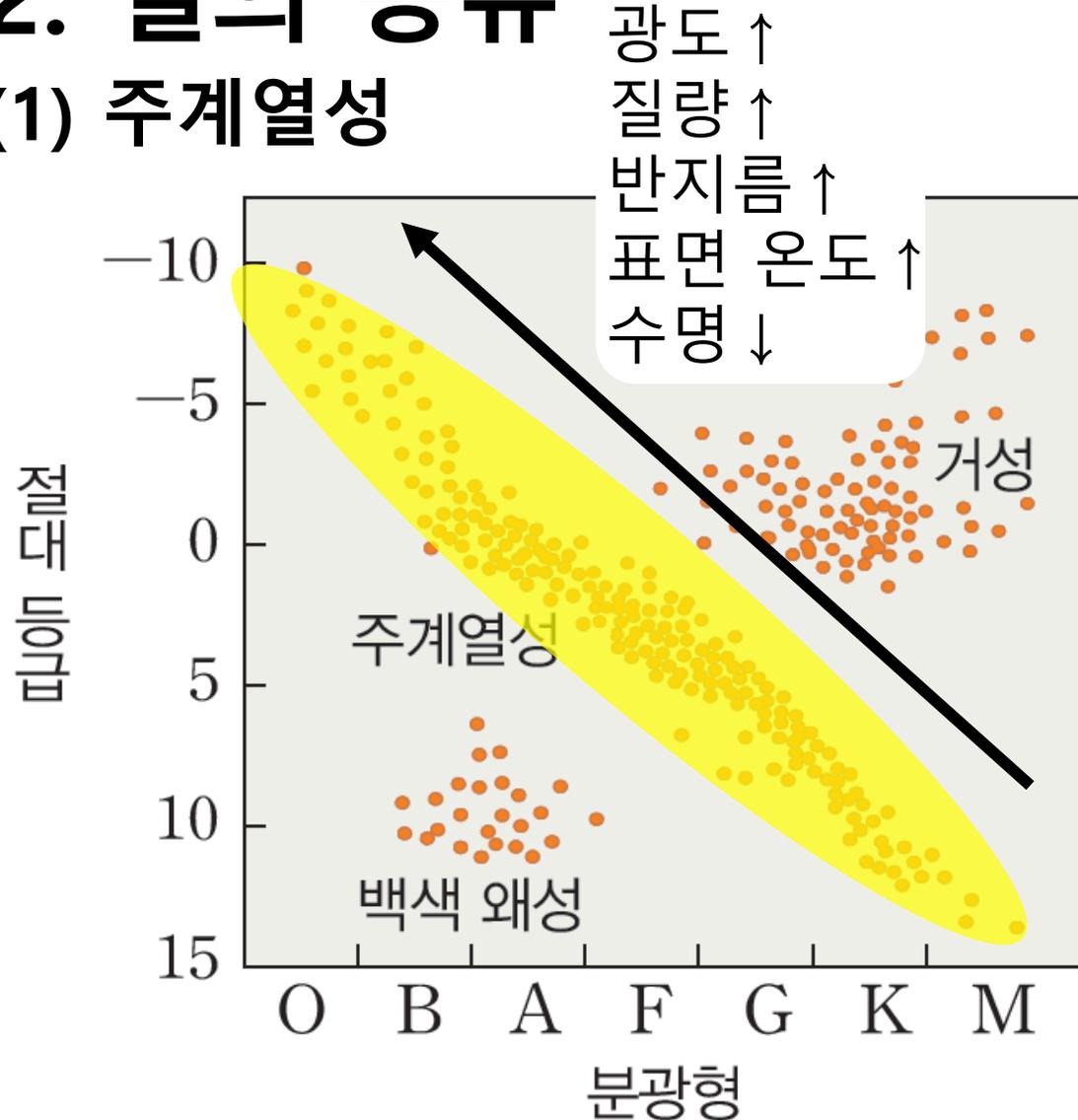
$$\frac{L_{\odot}}{L_{\star}} \approx \left(\frac{M_{\odot}}{M_{\star}}\right)^3 \text{ 이므로}$$

$$\therefore \frac{t_{\star}}{t_{\odot}} \approx \left(\frac{M_{\odot}}{M_{\star}}\right)^2$$

$$\Rightarrow t_{\star} \propto \frac{1}{M_{\star}^2}$$

2. 별의 종류

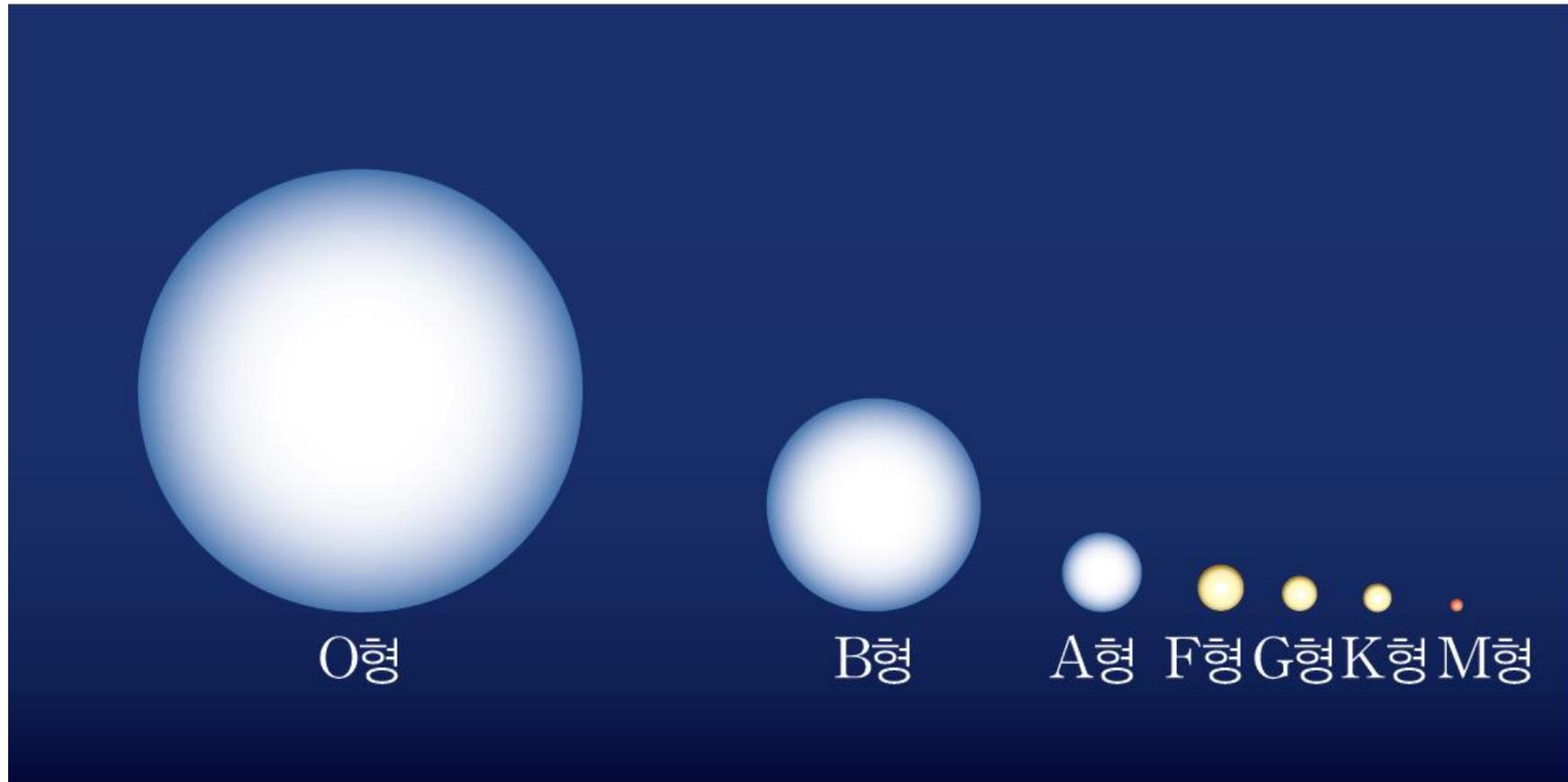
(1) 주계열성



- H-R도 왼쪽 위에서 오른쪽 아래로 이어지는 좁은 띠 모양으로 분포, 태양을 포함해 별의 약 90%가 주계열성이다.

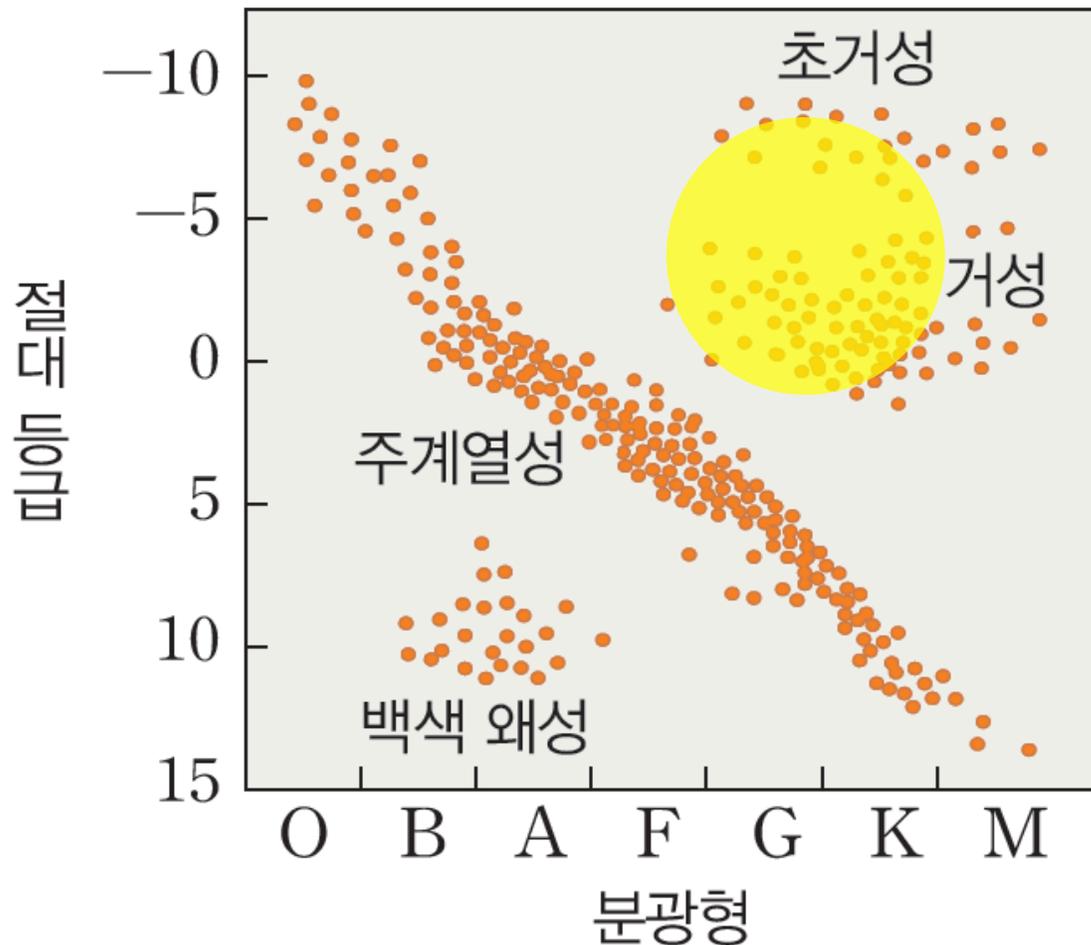
2. 별의 종류

(1) 주계열성



2. 별의 종류

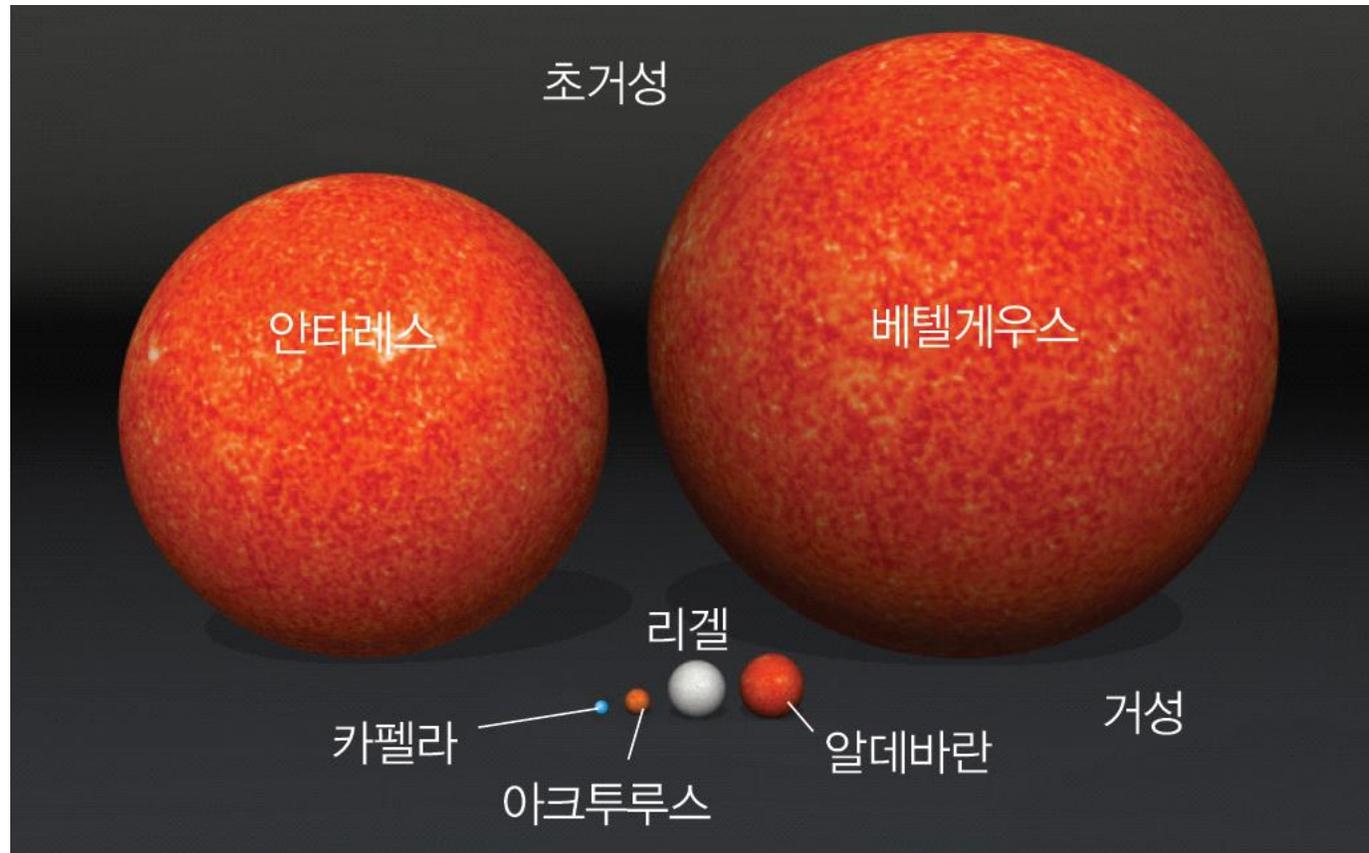
(2) 거성과 초거성



- 주계열의 오른쪽 위에 분포
- 표면 온도가 낮지만 반지름과 광도가 크다. 평균 밀도가 작다.
- 거성 중에서 특히 밝은 별들을 초거성

2. 별의 종류

(2) 거성과 초거성



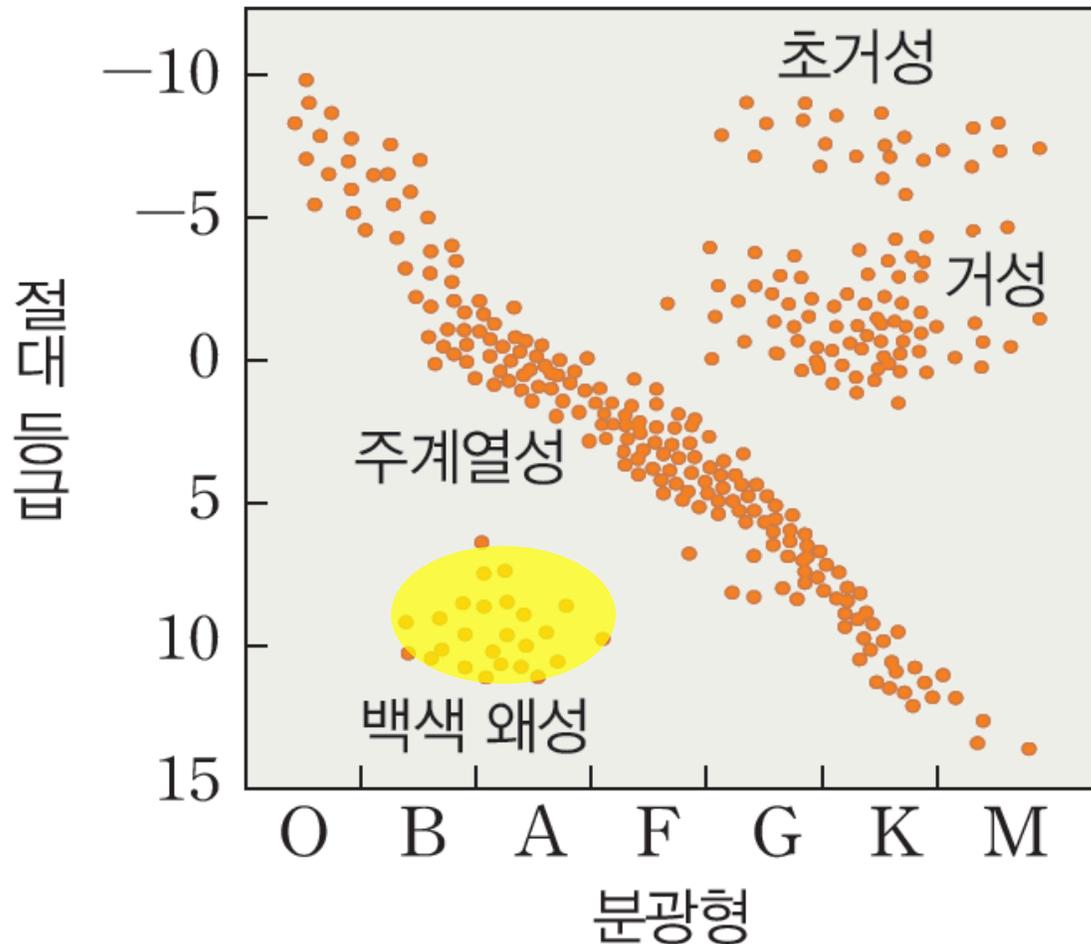
2. 별의 종류

(2) 거성과 초거성



2. 별의 종류

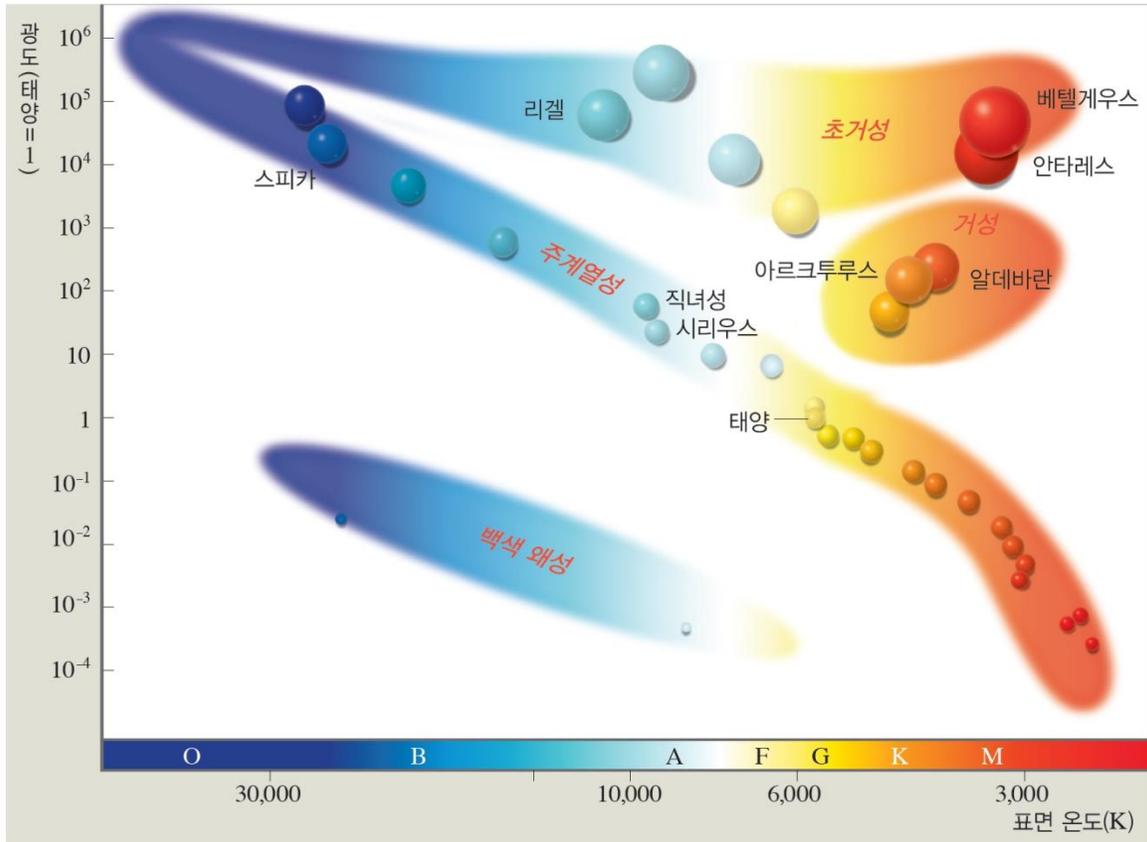
(3) 백색 왜성



- 주계열의 왼쪽 아래에 분포
- 표면 온도가 높지만 반지름이 매우 작아 광도가 작다.
- 크기는 지구와 비슷하지만, 질량은 태양과 비슷하여 평균 밀도가 크다. (태양의 약 10만~100만배)

2. 별의 종류

H-R도로 나타낼 때의 장점과 단점은?

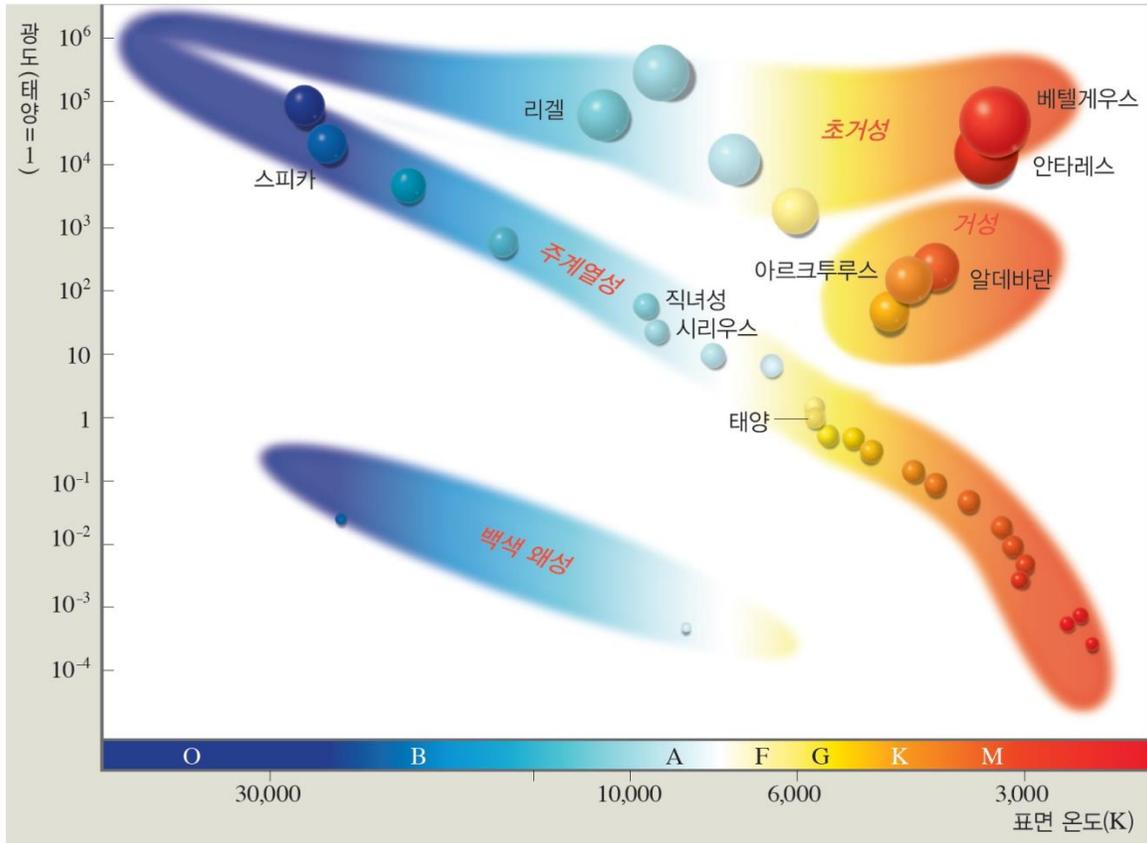


장점: 크기와 표면 온도가 다양한 별들을 몇 개의 군으로 분류할 수 있다.

단점: 밝기가 어두운 천체들은 H-R도상에 나타내기 힘들다.

2. 별의 종류

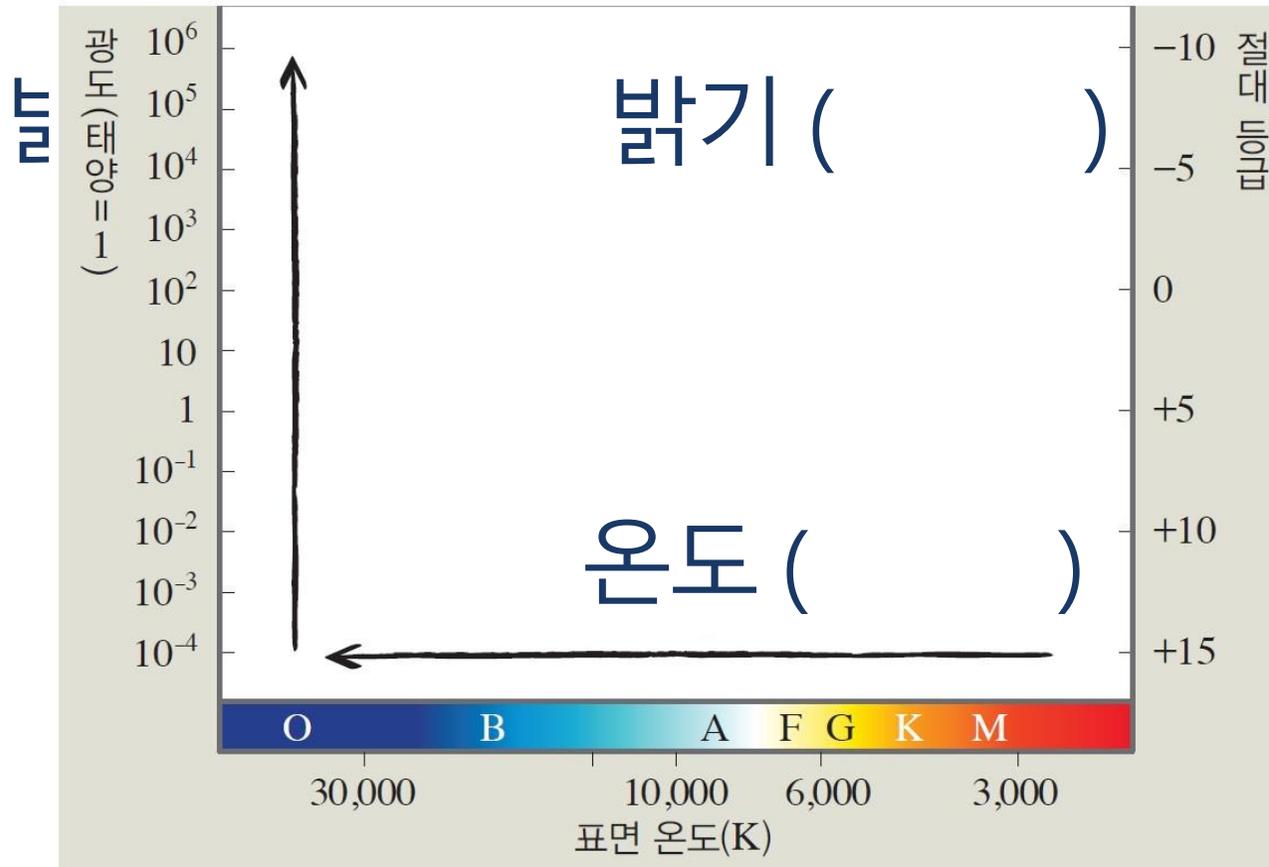
● H-R도에 나타나지 않는 별



중성자별, 블랙홀과 같이
광도가 너무 낮거나 빛을 방출하지 않아
H-R도에 표시할 수 없는 별도 있다.

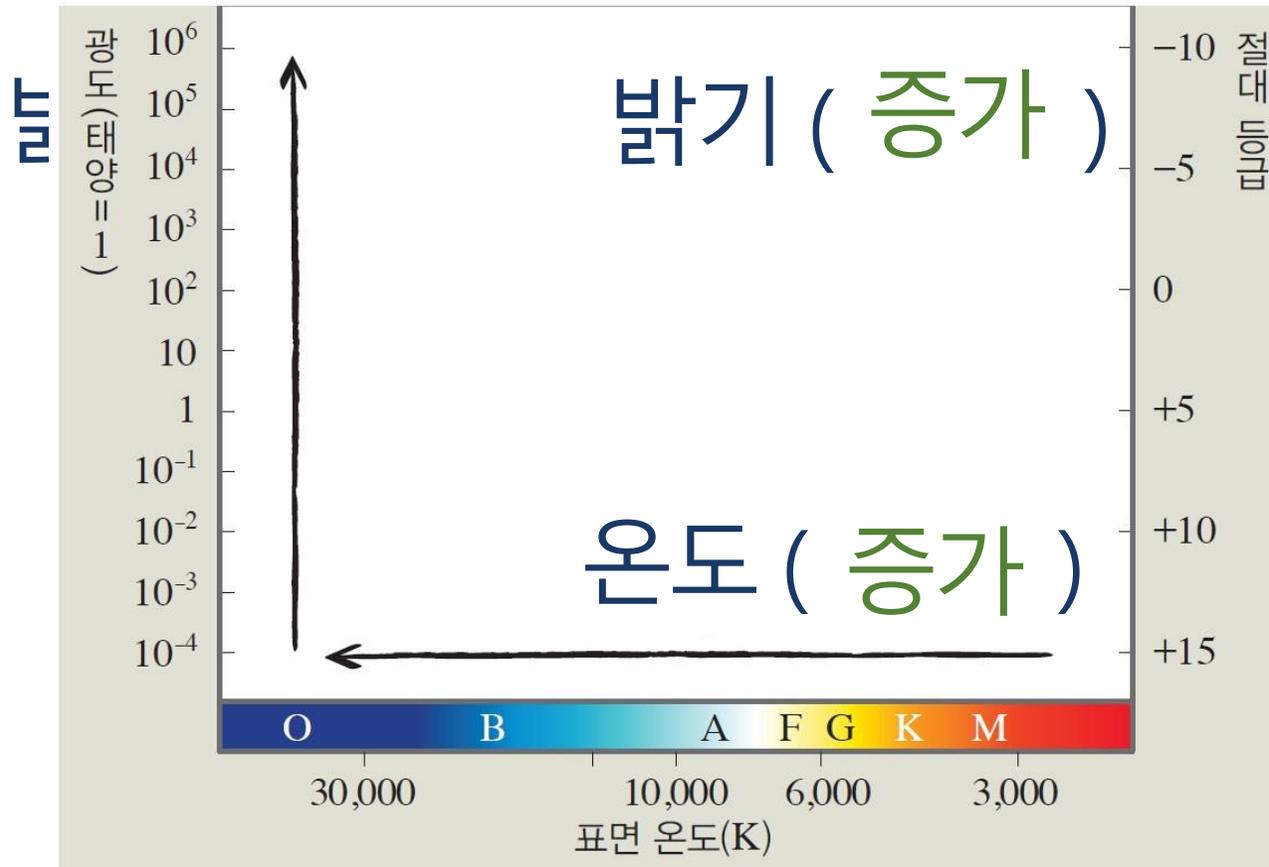
<개념 정리>

● H-R도



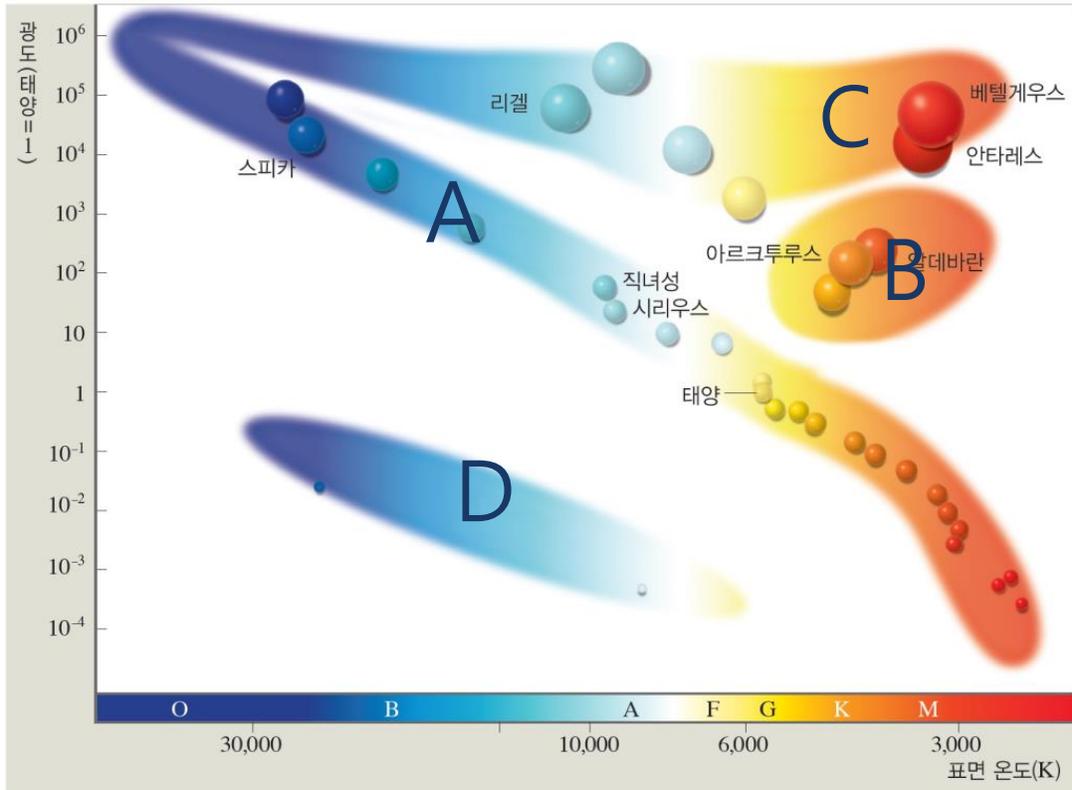
<개념 정리>

● H-R도



<개념 정리>

● 별의 분류



A: ()

B: ()

C: ()

D: ()

<개념 정리>

H - R도를 그리기 위해 필요한 별의 물리량은 무엇인가?

- 가로축 : 표면 온도, 분광형, 색지수
- 세로축 : 광도, 절대 등급

<개념 정리>

주계열성 내에서 별의 표면 온도와 크기의 관계를 설명해 보자.

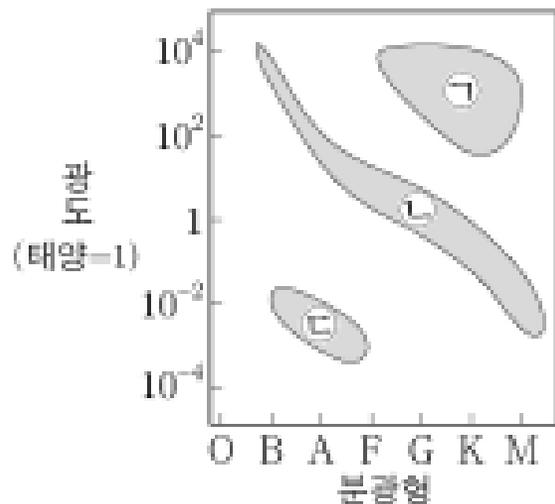
- 주계열성에서는 별의 표면 온도가 높을수록 별의 크기가 크다.

<개념 정리>

거성과 백색 왜성의 크기와 표면 온도를 비교해 보자.

- 거성은 백색 왜성에 비해 크기가 매우 크지만
표면 온도가 낮다.

3. 그림은 분광형과 광도를 기준으로 한 H-R도이고, 표의 (가), (나), (다)는 각각 H-R도에 분류된 별의 집단 ㉠, ㉡, ㉢의 특징 중 하나이다.



구분	특징
(가)	별이 일생의 대부분을 보내는 단계로, 정역학 평형 상태에 놓여 별의 크기가 거의 일정하게 유지된다.
(나)	주계열을 벗어난 단계로, 핵융합 반응을 통해 무거운 원소들이 만들어진다.
(다)	태양과 질량이 비슷한 별의 최종 진화 단계로, 별의 바깥층 물질이 우주로 방출된 후 중심핵만 남는다.

(가), (나), (다)에 해당하는 별의 집단으로 옳은 것은?

- | | <u>(가)</u> | <u>(나)</u> | <u>(다)</u> |
|---|------------|------------|------------|
| ① | ㉠ | ㉡ | ㉢ |
| ② | ㉡ | ㉠ | ㉢ |
| ③ | ㉡ | ㉢ | ㉠ |
| ④ | ㉢ | ㉠ | ㉡ |
| ⑤ | ㉢ | ㉡ | ㉠ |

14. 표는 여러 별들의 절대 등급을 분광형과 광도 계급에 따라 구분하여 나타낸 것이다. (가), (나), (다)는 광도 계급 Ib(초거성), III(거성), V(주계열성)를 순서 없이 나타낸 것이다.

분광형 \ 광도 계급	(가)	(나)	(다)
B0	-4.1	-5.0	-6.2
A0	+0.6	-0.6	-4.9
G0	+4.4	+0.6	-4.5
M0	+9.2	-0.4	-4.5

이 자료에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

<보 기>

- ㄱ. (가)는 V(주계열성)이다.
- ㄴ. (나)에서 광도가 가장 작은 별의 표면 온도가 가장 낮다.
- ㄷ. (다)에서 별의 반지름은 G0인 별이 M0인 별보다 작다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄱ, ㄷ

수고하셨습니다.

H-R도와 별의 종류

-끝-