2.4. 빛

P A R

- Photosynthetically Active Radiation
- 광합성 활성복사 에너지
- 태양복사 중 400~700nm

= 가시광선

2.4. 빛

(1) 빛의 세기와 식물

- 광보상점 : 광합성량 = 호흡량이 되는 빛의 세기
- 광포화점 : 광합성량이 최대가 되는 최소한의 빛의 세기

* 총광합성량 = 순광합성량 + 호흡량

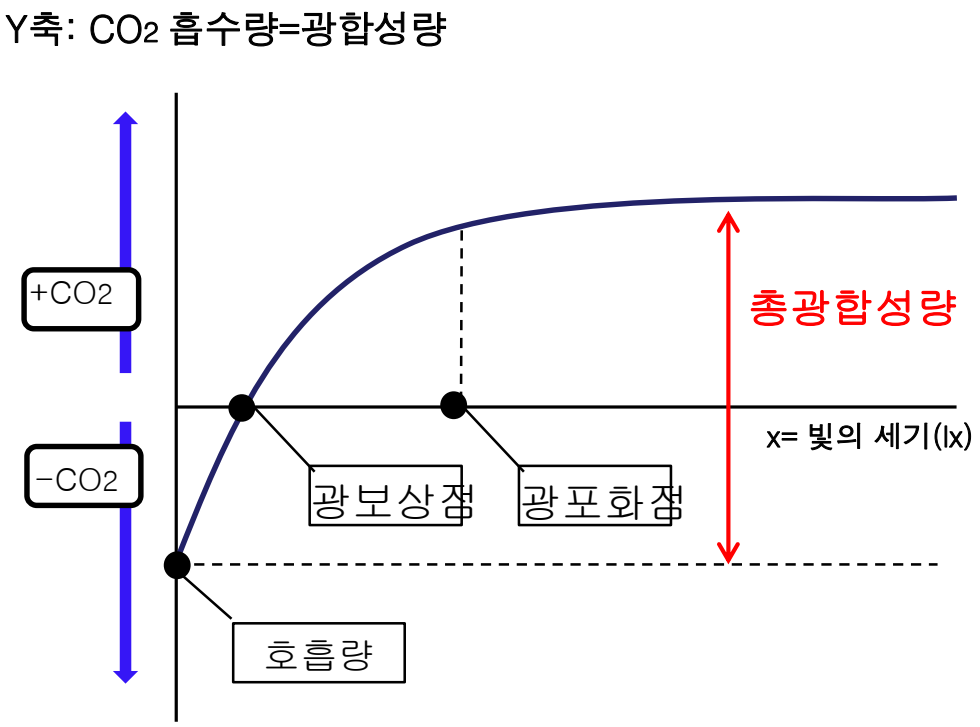
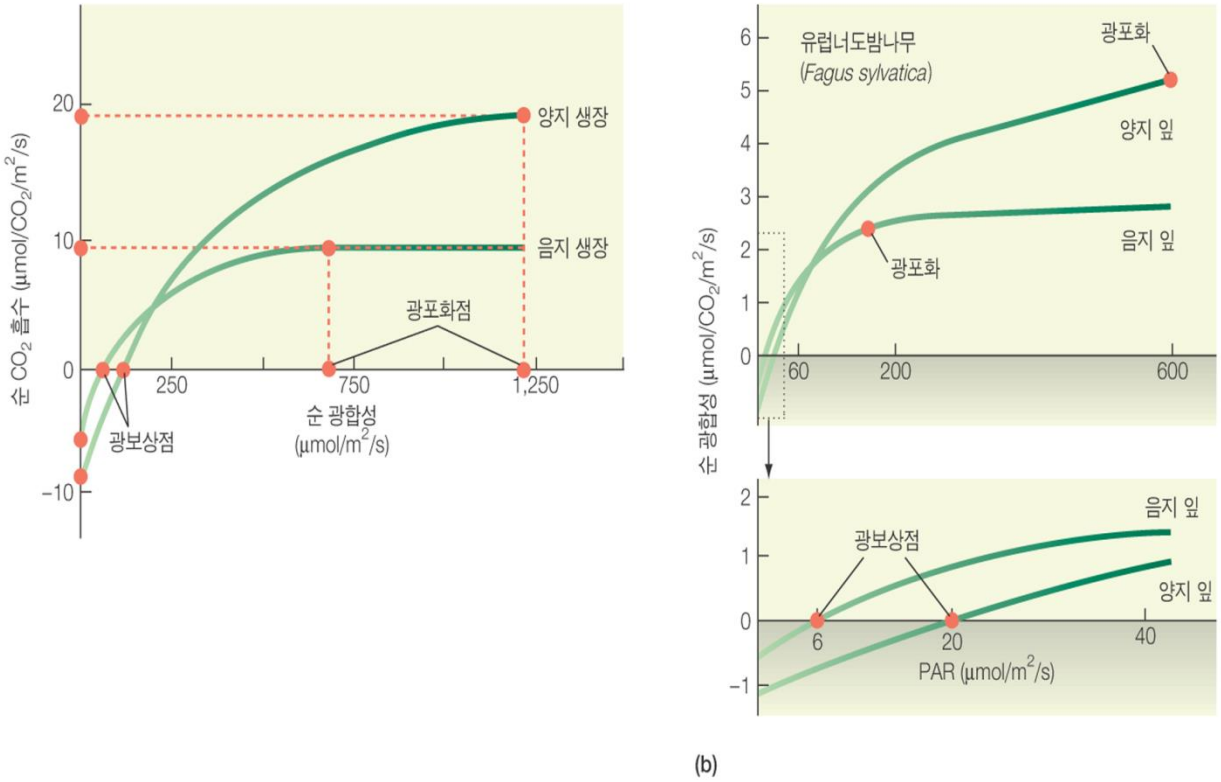


그림 14. 식물의 빛의 세기에 따른 광합성량

표 2.5. 광합성과 관련된 용어정리

용어	정의
광보상점	•광합성 시 흡수되는 XO_2 량과 호흡 시 생성되는 XO_2 량이 동등하여 순광합성량이 0이 되는 빛의 세기(광합성활성복사에너지, ΠAP)
광포화점	•더 이상 광합성량이 증가하지 않는 빛의 세기(광합성활성복사에너지, ΠAP)
광저해	•광 수준이 광포화점을 초과하면 광합성률이 감소하는 부정적인 효과가 일어나는 현상

나. 양지식물과 음지식물



(a) 양지와 음지에서 자란 식물의 빛에 대한 반응 (b) 유럽너도밤나무(*Fagus sylvatica*)의 양지잎과 음지잎의 광합성 특성 변동의 예(강혜순 등, 2007). 왼쪽 그림에서 X축 단위 '순 광합성'을 'PAR'로 수정요망.

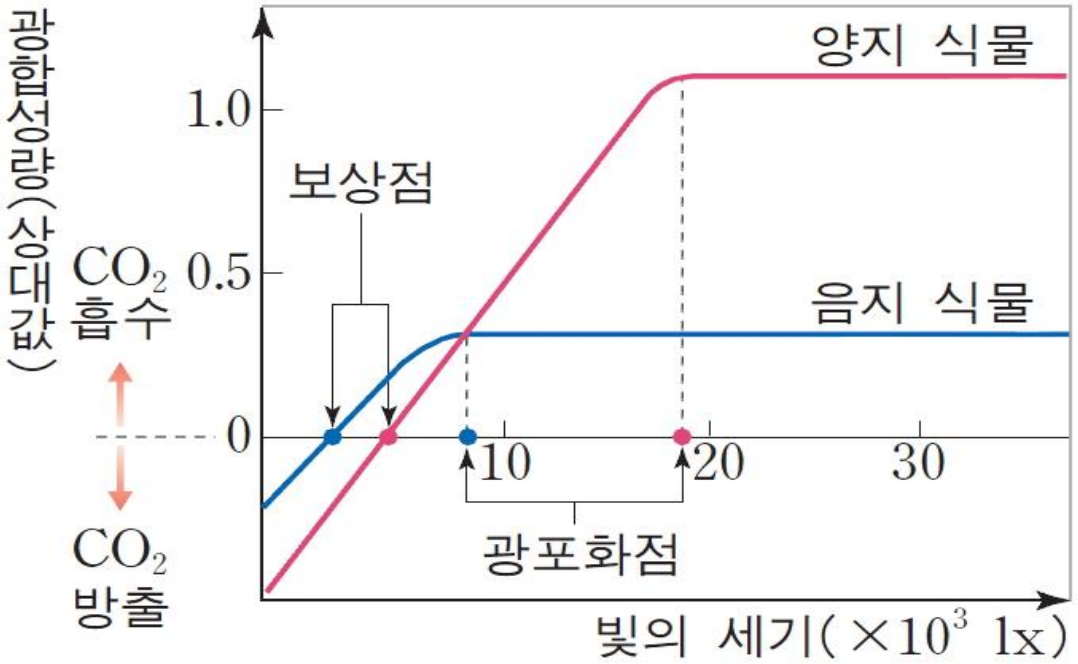


그림 15 양지식물과 음지식물의 빛에 따른 광합성량

(2) 양지식물과 음지식물

광보상점 : 양지 > 음지

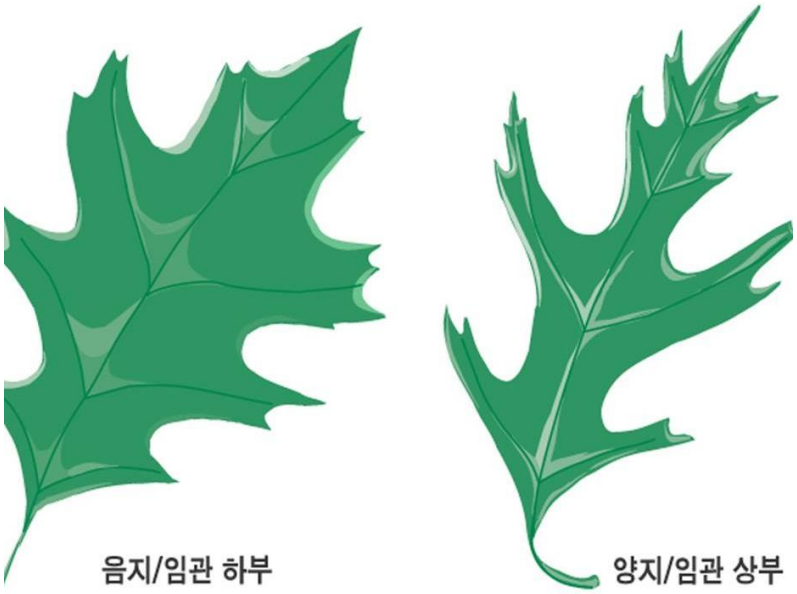
광포화점 : 양지 > 음지

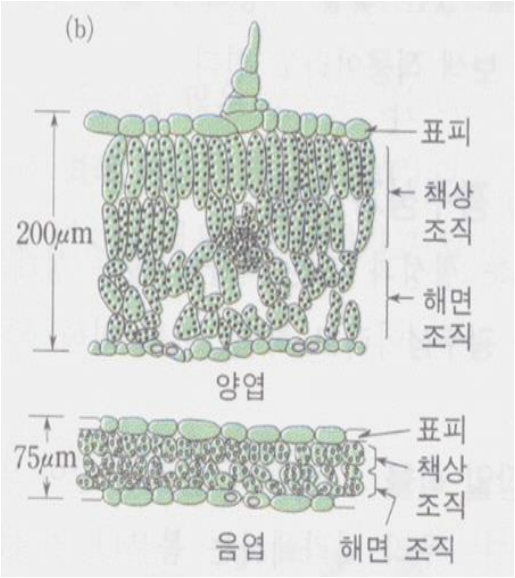
음지식물 -> 약한빛에서도 잘 자람

나. 양지식물과 음지식물

표 2.6. 양지적응종과 음지적응종의 비교

항목	종류	
	양지적응종	음지적응종
특성	강한 빛에 적응한 식물	약한 빛에 적응한 식물
광보상점	높음	낮음
광포화점	높음	낮음
최대 순광합성량	높음	낮음
잎의 크기	작음	큼
잎의 두께	두꺼움	얇음
잎의 호흡량	많음	적음





A B

A: 빛에 대한 잎 형태 반응의 예(강혜순 등, 2009). B: 양지식물과 음지식물 잎의 구조(서와 목, 2001). 양엽은 양지잎, 음엽을 음지잎으로 수정요망.

양엽과 음엽의 위치와 구조

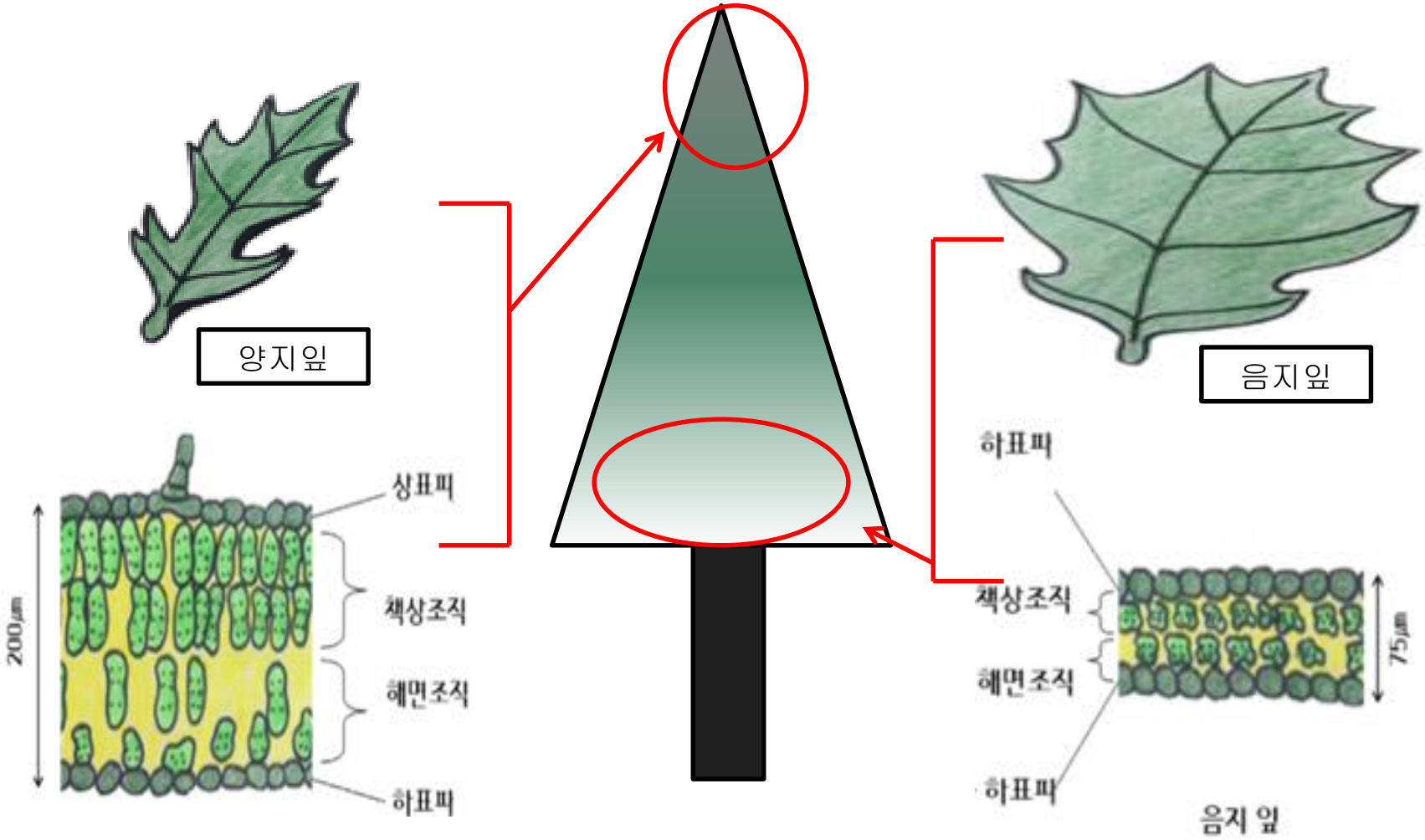
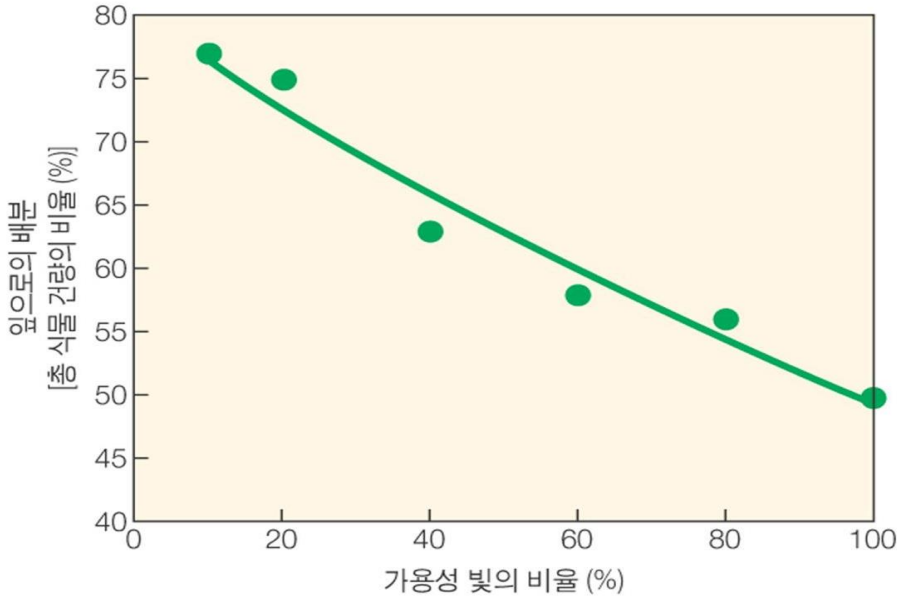


그림 17. 양엽과 음엽의 위치와 구조



넓은잎유칼리나무(*Eucalyptus dives*) 묘목 잎에서 광조건에 따른 순광합성량의 배분 변화(강혜순 등, 2007).

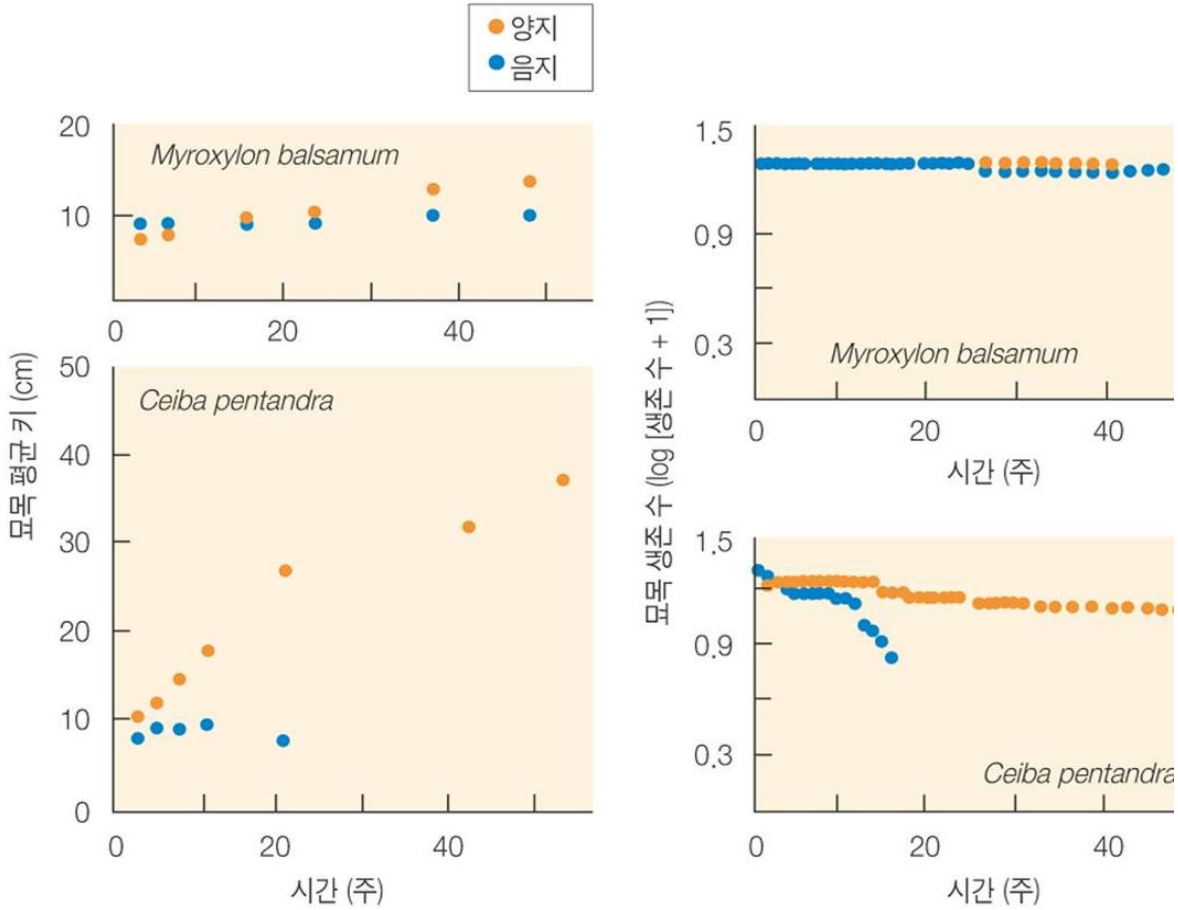


그림 2.24. 양지와 음지 조건에서 묘목의 생존과 성장. *Myroxylon balsamum*은 음지식물이고 *Ceiba pentandra*는 양지식물(강혜순 등, 2007).

음지식물의 제한요인 ?

루비스코를 많이 만들 필요 없음

호흡률 낮아짐

광보상점 낮아짐

빛의 양이 적어도 살 수 있다!

빛이 충분할 때
광합성 최대속도를 제한

광포화점 ↓
최대 광합성률 ↓

생체리듬

생체시계의 위치

생물의 종류		위치
식물		•각 세포에 있음
단세포 원생동물		•각 세포에 있음
다세포동물	곤충	•뇌의 시엽이나 시엽사이의 조직
	조류, 파충류	•송과선
	포유류	•시신경교차 바로 위 두 신경세포덩어리 속

2.4.2. 광주기성

가. 광주기성과 식물

용어

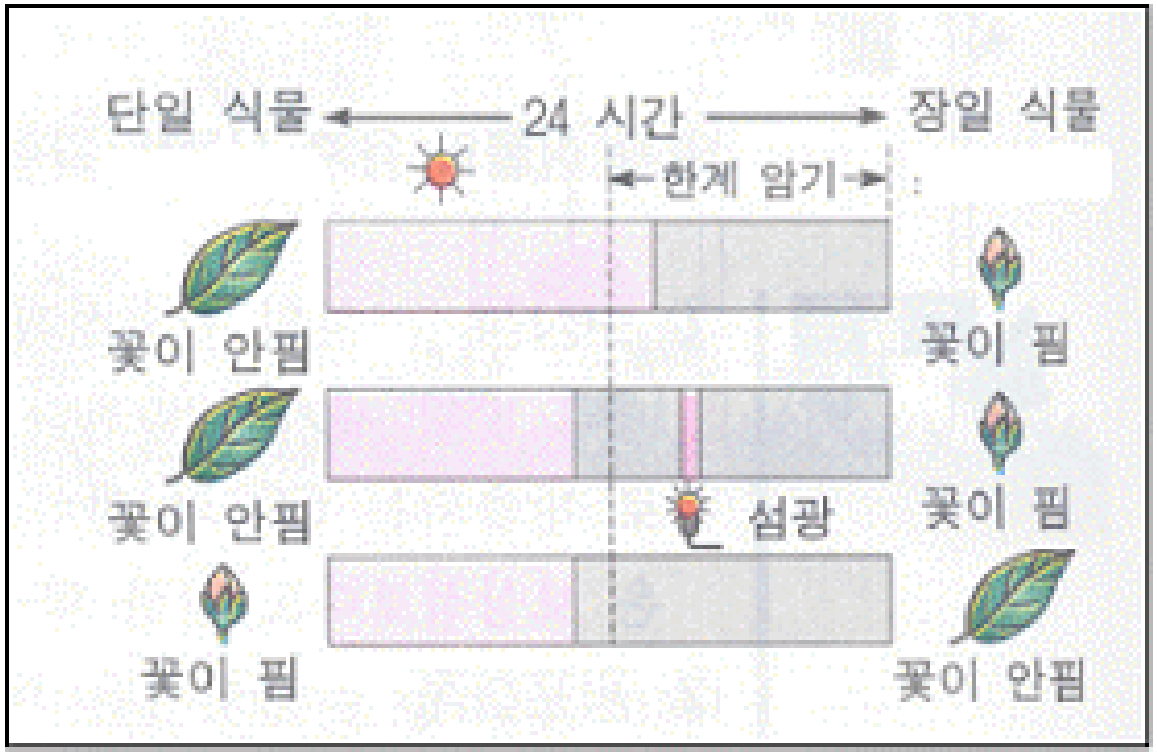
일반적으로 생리학적으로는 낮의 길이보다 밤의 길이 쪽이 의미를 갖는 생물이 많기 때문에 임계야장(χριτιχαλ νιγητ λενγτη)을 중시해야 하지만 통상적으로 임계일장을 사용한다(한국생명과학협회, 1998). 장일(長日)과 단일(短日)에서 낮(日)이라는 용어가 들어가므로 낮의 길이를 기준으로 설명하는 것이 편리하다.

표 2.7. 식물에서 광주기성의 종류

종류	특징	예
장 일 식 물	•낮의 길이가 임계일장(식물마다 다름. 보통 10~14시간)보다 길어지면 개화, 봄이나 초여름에 개화	•보리, 시금치, 밀, 상추, 무, 글라디올러스, 아이리스 등
중 일 식 물	•일장과 관계없이 개화	•목화, 토마토, 가지, 오이, 장미, 해바라기, 봉선화, 카네이션 등
단 일 식 물	•낮의 길이가 임계일장(보통 8~10시간 이상)보다 짧아지면 개화	•벼, 감자, 콩, 딸기, 코스모스, 국화, 나팔꽃, 포인세티아, 도꼬마리 등

2.4.2. 광주기성

가. 광주기성과 식물



식물의 개화와 일조 시간과의 관계. (서와 목, 2001).

단일식물과 장일식물

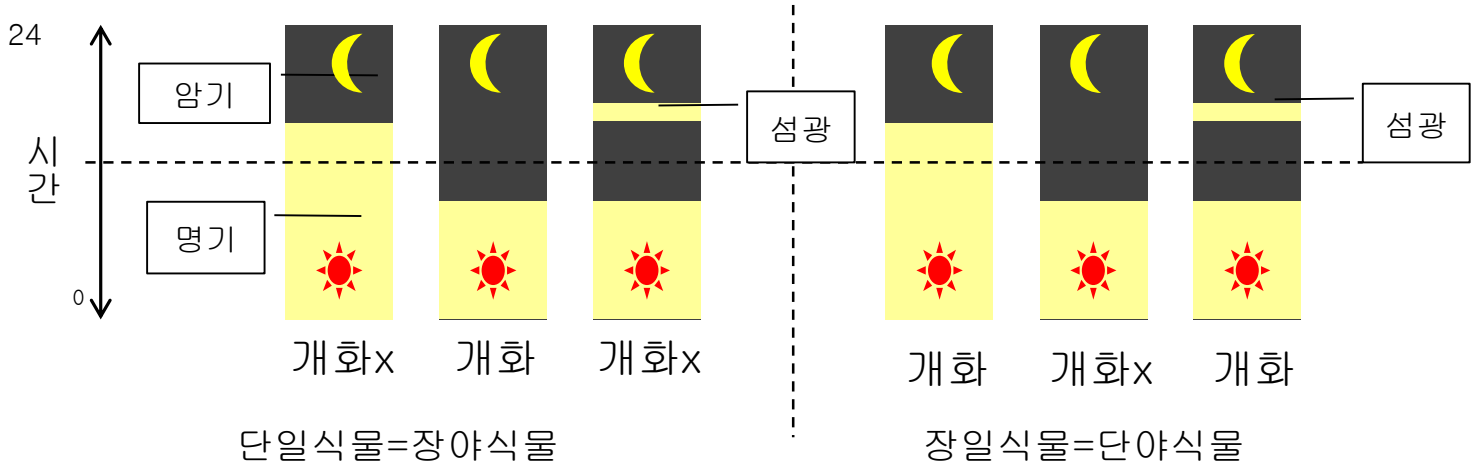


그림 18. 단일식물과 장일식물의 개화과정

피토크롬은 밤에 활성화 됨

피토크롬

① 잎이나 어린 식물이 광합성을 하는데 필요한 충분한 광도 결정
② 계절과 직접 관련이 있는 밤의 길이를 측정하는데 이용

– 피토크롬은 밤의 길이를 측정, 암기 동안 활성화 상태에 있는 피토크롬이 서서히 비활성 상태로 전환됨

나. 광주기성과 동물

꾀꼬리 – 봄, 일조시간 길 때 산란
송어 – 가을, 일조시간 짧을 때 산란

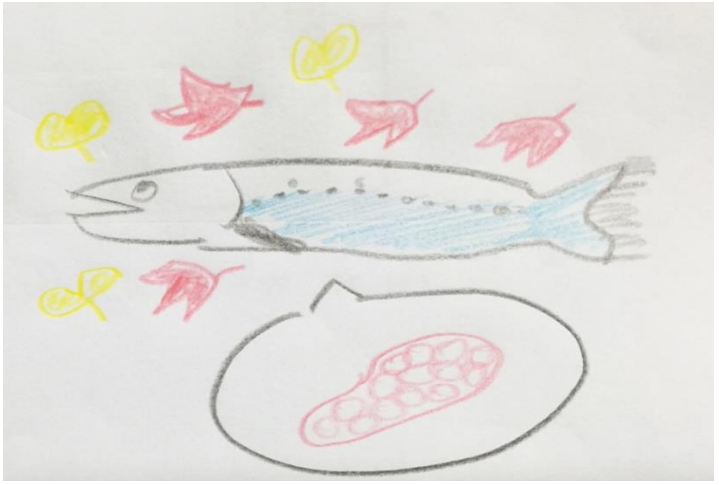


그림 18-1 광주기성동물 좌 :꾀꼬리 우 :송어

나. 광주기성과 동물

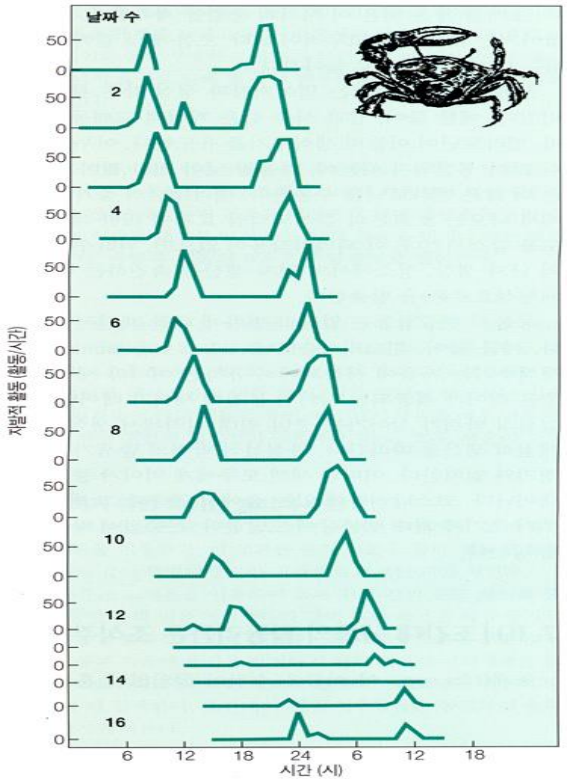
동물에서 광주기성의 종류

구분	특징	예
장일동물	•낮의 길이가 길면 산란을 촉진	•꾀꼬리, 참새, 닭 등
중일동물	•낮 시간이 아니라 강수나 온도 등의 영향을 받음	
단일동물	•생식 또는 그 밖의 계절적 활동이 임계일장보다 짧은 낮 길이에 영향을 받는 생물. 밤의 길이가 길면 산란을 촉진	•송어, 노루 등

나. 광주기성과 동물

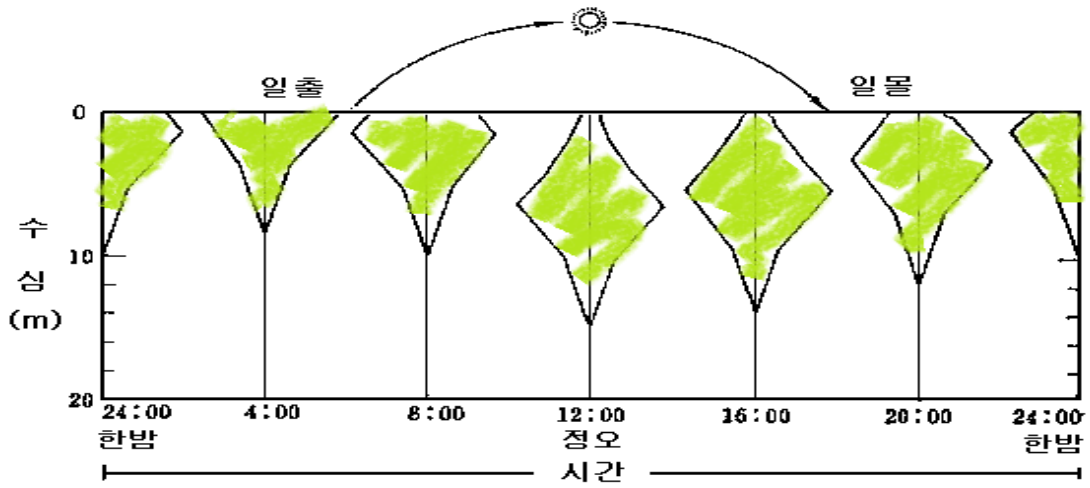
- 장일동물: 낮의 길이가 길면 산란을 촉진 예) 꾀꼬리, 참새, 닭 등
- 단일동물: 밤의 길이가 길면 산란을 촉진 예) 송어, 노루 등
- 동물플랑크톤의 수직이동 : 야간에는 수면위로 주간에는 깊은 곳으로 이동

2) 조간대 생물의 활동리듬



22℃ 항온과 지속적 광조건에 있는 실험실에서 농게의 16일간의 조석리듬. 태음일이 태양일보다 51분 더 길기 때문에, 조석은 매일 51분 늦게 일어난다. 따라서 활동의 절정은 오른쪽으로 이동한다(강혜순 등, 2007).

3) 동물플랑크톤의 수직이동



담수에서 동물플랑크톤의 수직이동

야간 – 상승
주간 – 하강

가설
: 동물플랑크톤을 먹이로 하는 작은 물고기들이 해가 뜨면 수면으로 올라오기 때문에 이를 피하기 위해 에너지를 사용해서라도 깊은 곳으로 내려간다. 낮 동안 식물플랑크톤이 광합성을 해서 동물플랑크톤의 좋은 영양분이 되고 이를 밤에 올라와서 많이 먹을 수 있는 효과도 있다.
동물플랑크톤 수직운동의 원인은 광선, 온도, 중력 등 여러 가지 복잡한 것이 합쳐져 있으나 지배적인 원인은 역시 광선이다.

2.4.3. 빛의 파장과 식물

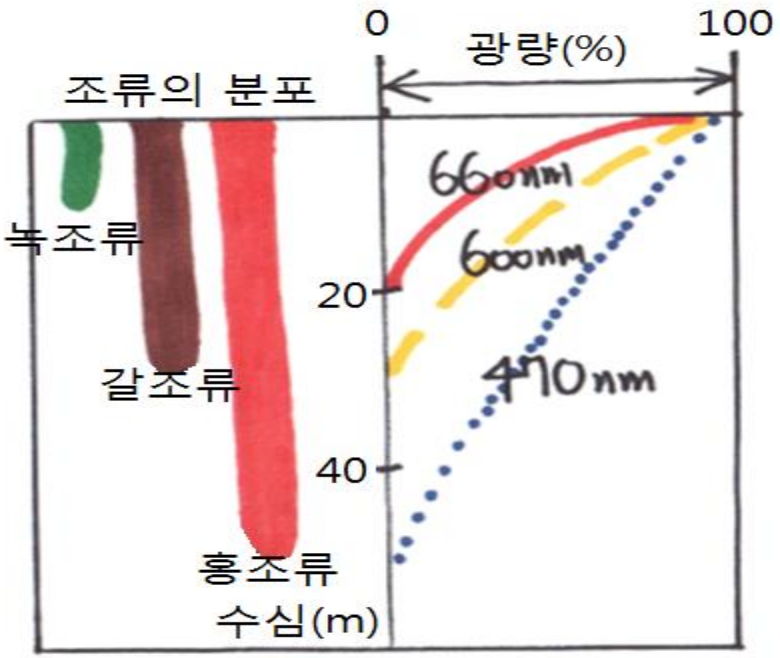


그림 19. 수심에 따른 해조류의 분포

해조류

긴 파장 => 투과력이 약함

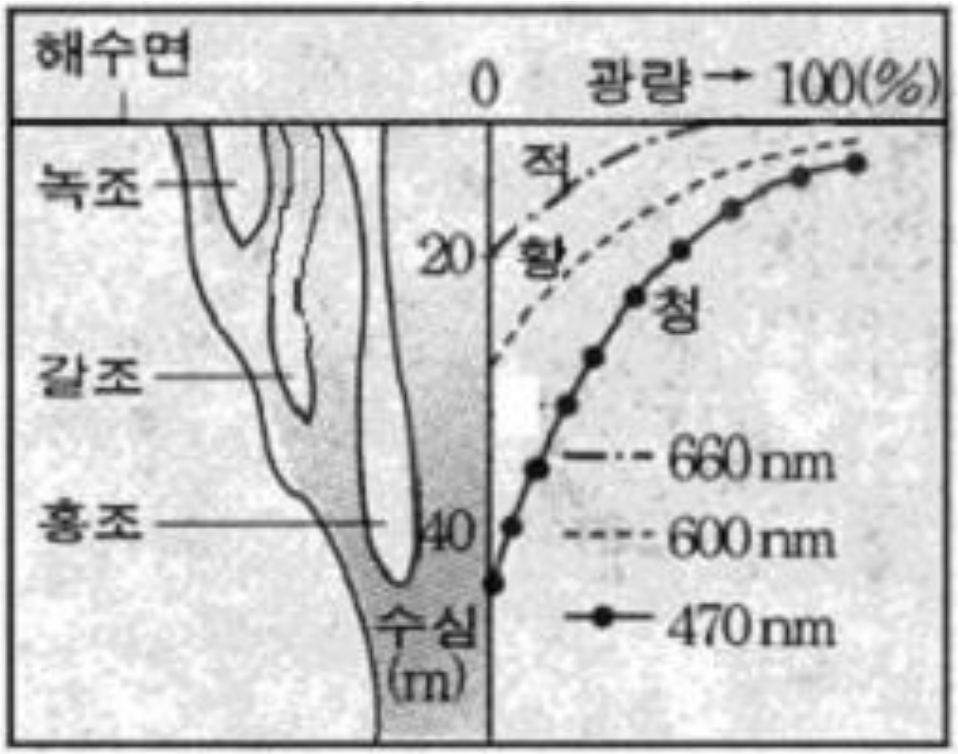
짧은 파장 => 투과력이 큼

홍조류 : 청색빛 – 붉은색
갈조류 : 노란빛 – 황색
녹조류 : 붉은빛 – 초록색

→ 보색을 띈다

보색 : 임의의 2가지 색광을 일정 비율로 혼색하여 백색광이 되는 경우

Q1. 아래 그림은 빛의 파장과 해조류의 수직 분포 사이의 관계를 나타낸 것이다. 빛의 파장이 해조류의 수직 분포에 어떻게 영향을 주는지 설명하면?



빛의 파장과 해조류의 분포

빛의 파장 –
수심에 따른 흡수의 차이 –
해조류 –
광합성 –
빛의 파장–
보색 –
수심에 따른 해조류의 분포

-End-