

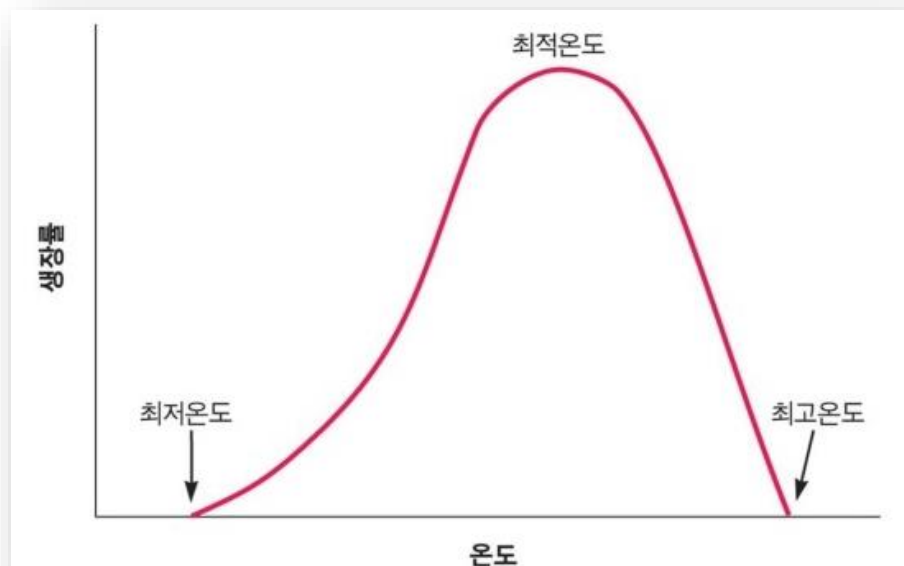
어느 곳에 종이 존재하지 않는 이유를 추정해 볼 수 있는 과정



- 분산
- 행동: 서식지 선택
- 물
- 빛
- 온도
- 양분

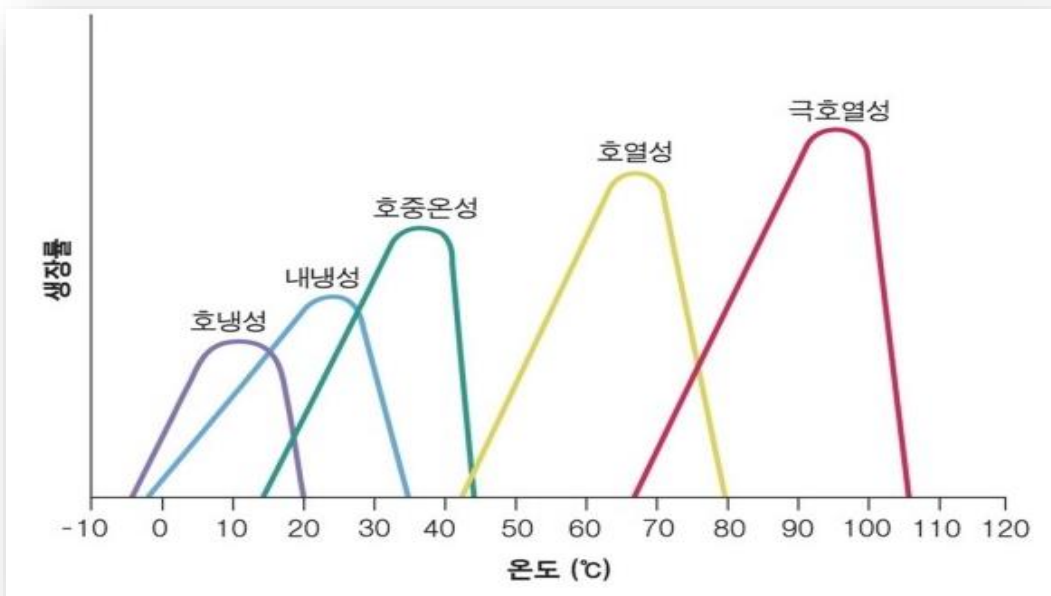
온도

미생물의 성장을 위한 온도 적응



미생물은 내부의 온도를 조절할 수 없으며
각각의 효소는 작용에 적당한 온도가 있다.
또한 고온은 효소 활성을 억제하고
미생물이 손상된다.

그림 21. 미생물의 온도에 따른 성장률



호냉성 미생물 0~20°C

저온발육 미생물 0~35°C

호중온성 미생물 20~45°C

호열성 미생물 55~85°C

극호열성 미생물 85~113°C

그림 22. 성장 호적온도에 따른 미생물의 종류

2.5.2. 식물의 온도 적응

가. 광합성 최적온도

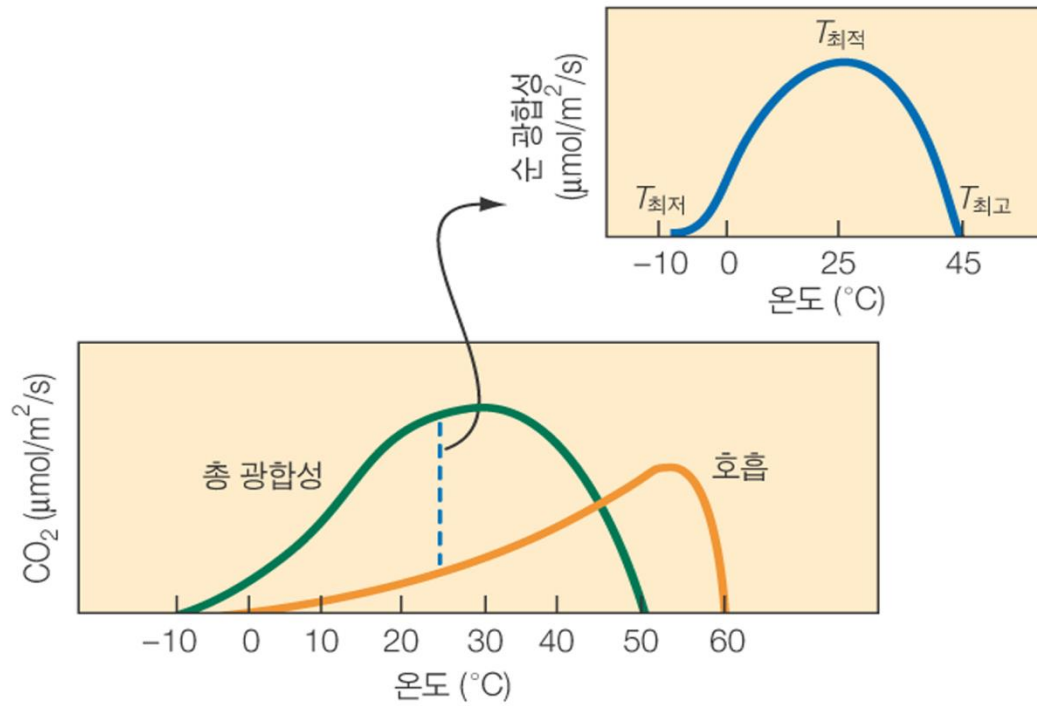
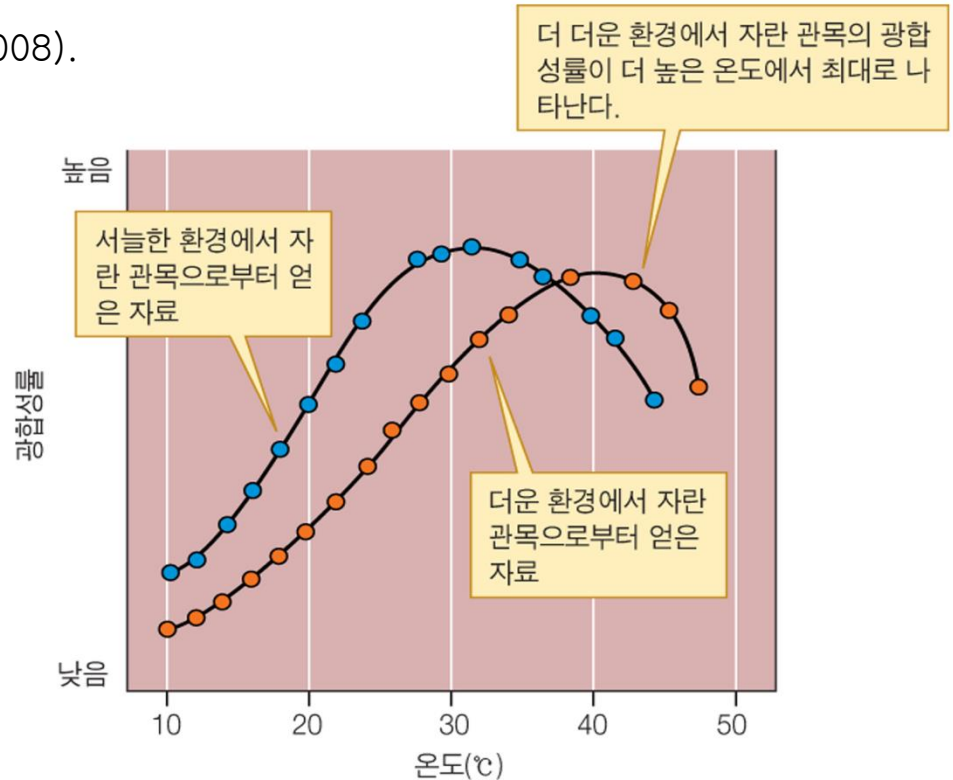


그림 2.29. 광합성률과 호흡률의 온도에 대한 일반적 반응(강혜순 등, 2007).

다음의 연구에서 순응을 볼 수 있다(김과 김, 2008).

① 방법: 관목의 일종인 *Atriplex lentiformis*을 잘라 더운 조건과 서늘한 조건, 이 두 가지 온도 조건에서 키웠다. 그 후에 서로 다른 조건에서 자란 두 식물의 광합성률을 측정하였다.

② 결과: 서늘한 조건에서 자란 식물은 32℃, 더운 조건에서 자란 식물은 40℃에서 광합성률이 가장 높았다.



한 그루 관목(*Atriplex lentiformis*)의 가지를 잘라 서늘한 환경과 더운 환경에서 키우면 그들은 광합성 최적온도를 변화시켜 순응을 한다(김과 김, 2008).

③ 이유: *A. lentiformis*가 상록수이며 겨울이나 여름이나 1년 내내 광합성을 한다. 그래서 이 식물의 순응은 이 식물의 1년 주기와 일치한다.

④ 결론: *A. lentiformis*의 순응은 온도의 계절적인 변화에 대응하기 위해 최적의 광합성률이 나타나는 온도를 변화시킬지도 모른다는 것을 암시한다.

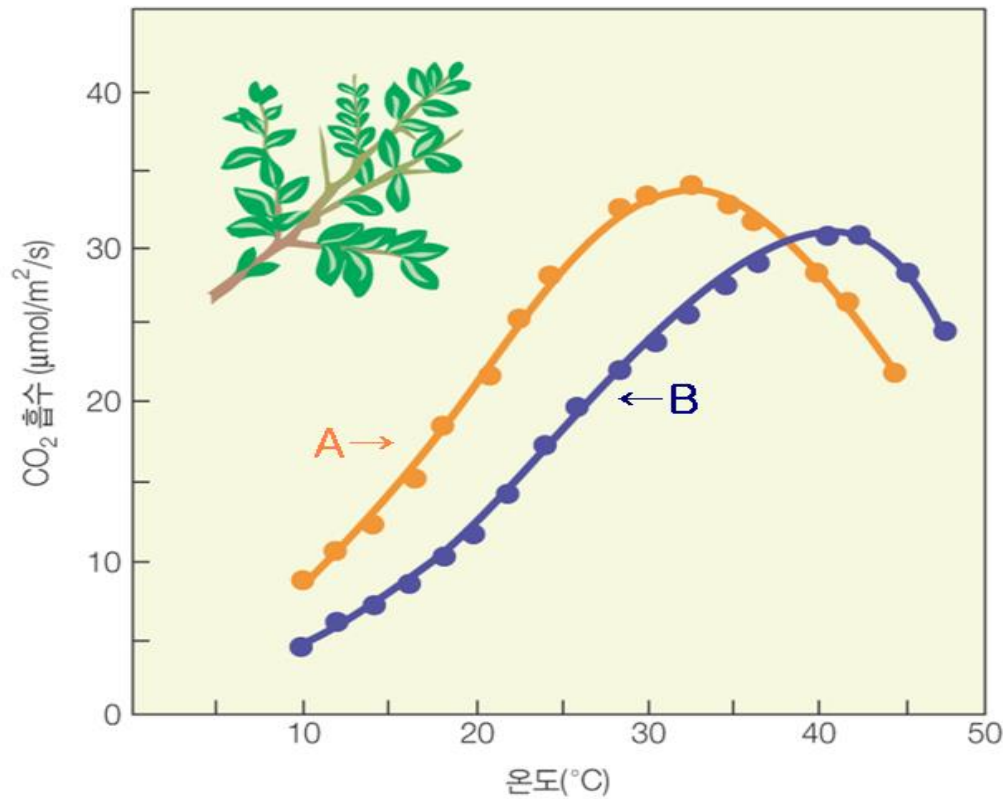


그림. 두 다른 낮/밤 온도조건에서 자란 큰소금관목 (*Atriplex lentiformis*)의 영양번식(꺾꽂이) 식물에서의 온도와 순 광합성의 관계. $T_{\text{최적}}$ 의 변동은 식물이 자라온 온도조건에 일치한다(강혜순 등, 2007).

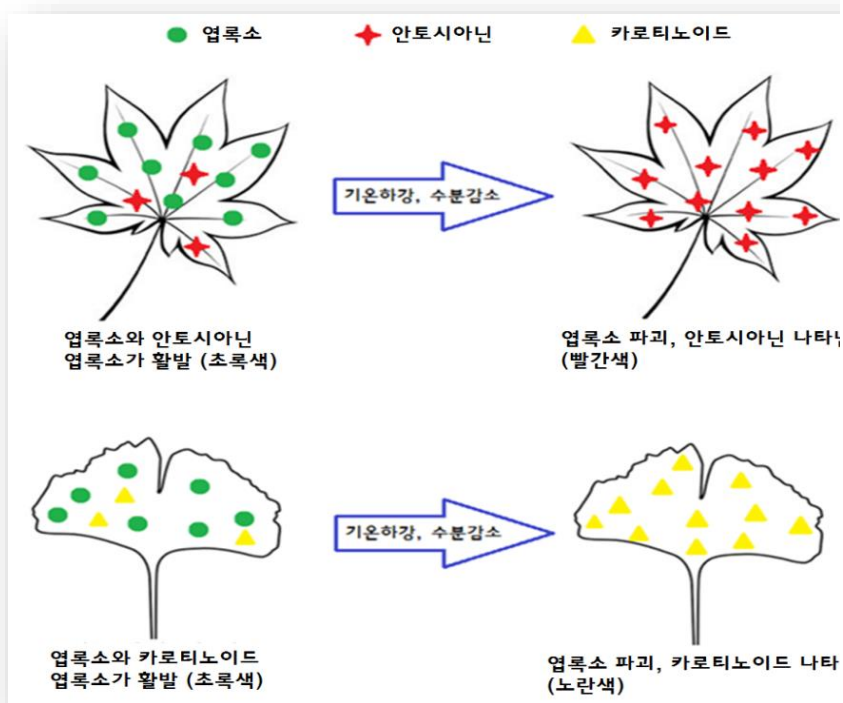
1) 단풍

광합성 보조색소와 단풍의 색



보조색소	특징	단풍의 색	예
카로틴	•광합성 보조색소 •산소를 포함하지 않는 카로티노이드계 색소의 총칭	•황적색	
크산토필	•광합성 보조색소 •산소를 포함하는 카로티노이드계 색소의 총칭	•황색	•은행나무, 아카시
안토시아닌	•광합성 보조색소	•산성이면 적색, 알칼리성이면 청색	
타닌	•광합성 보조색소	•회갈색	
카로틴+타닌	•광합성 보조색소	•갈색이나 황금빛 노란색	•참나무, 밤나무, 느티나무

단풍의 원리



식물의 잎에는 엽록소와 카로티노이드, 안토시아닌 등의 색소가 있는데, 해가 길고 식물의 자랄 때는 엽록소가 합성되어 일정량을 유지합니다

해가 짧아지고 기온이 낮아지면서 떨어져 생기면 잎으로 드러나던 영양분과 수분의 공급이 중단되면서 엽록소의 합성이 멈춥니다.

★ 떨어져 : 잎자루에 형성되는 코르크처럼 단단한 세포층

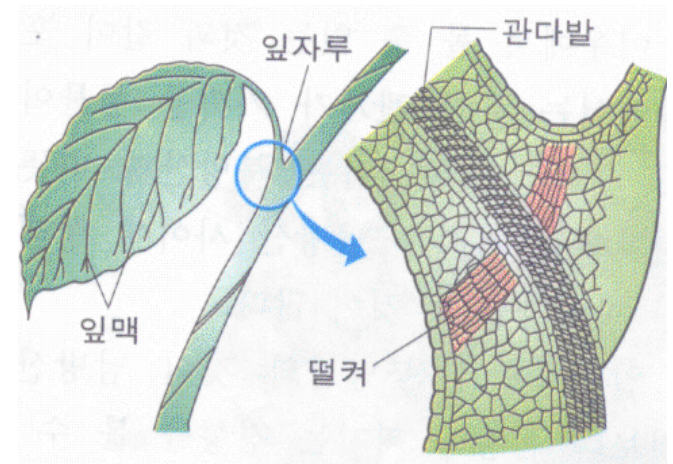
잎 속에 남아있던 엽록소는 점차 줄어들고, 반면 카로티노이드와 안토시아닌이 분해되면서 노란색과 붉은색으로 발현되어 단풍이 들게 됩니다.

그림 단풍의 원리

그림 23. 엽록소의 합성을 멈추고 단풍으로 변화는 원리를 나타냄

2) 낙엽

기온↓ > 증산작용 저하와 뿌리의 기능 저하
> 잎의 수분 공급량 급감 > 기온과 수분공급
부족으로 인한 광합성 기능 마비 > 식물의
비생산적인 잎에 대해 **떨켜** 조직의 차단막
형성 > 엽록소 감소 > 엽록소 녹색인자 감소에
따른 노랑과 적색인자 증가 > **단풍** > 잎에
남아있던 에너지원 소모 > **낙엽**



떨켜의 형성(서와 목, 2001).

Q3. 낙엽수가 낙엽이 짐으로서 이로운 점은?

Q4. 상록수는 낙엽이 지지 않는가?

• 결빙에 대한 식물의 적응

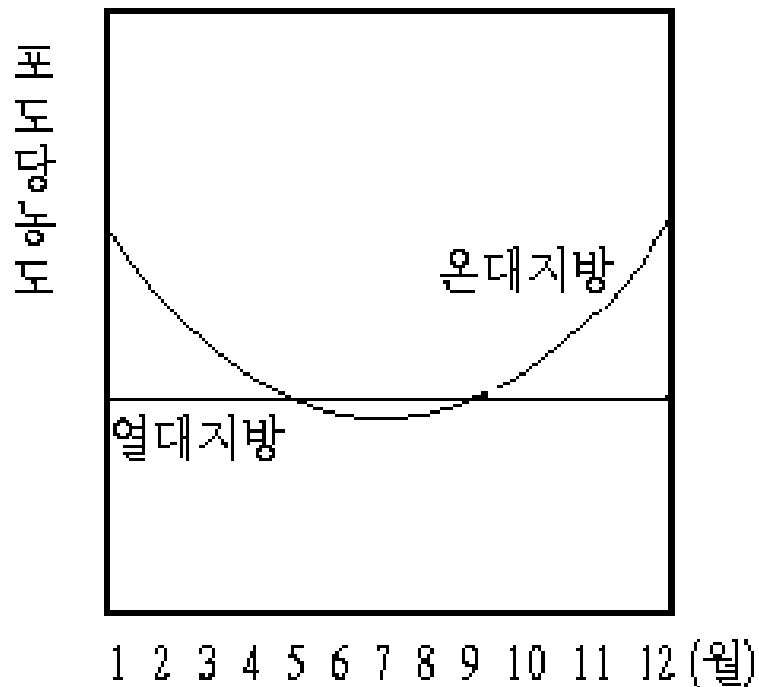
현상: 저온 → 수분이 세포 밖으로 빠져 나감 → 세포부피 감소 → 세포막 수축 → 인지질과 세포막에 있는 물질들이 세포 밖으로 나감(결빙) → 해빙 → 세포막 파괴

식물의 결빙에 대한 적응방식

방법	특징
용질을 세포에 축적	- 용질: 당, , 유기산, , 아미노산, , 단백질 등 - 용질 □ 빙점을 낮춘다 □ 어느 정도의 추위에 견딤
휴면아 형성	-30℃ 정도까지 견딤
수분 축출	- 최소한의 수분 외에는 세포 밖으로 축출

- 결빙에 대한 식물의 적응

상록수의 포도당 농도 변화



열대지방의 식물: 포도당 농도가 일정,
온대지방의 상록수: 추운 계절에 포도
당 농도 증가. 따라서 소나무는 겨울에

열대지방과 온대지방에 분포하는 상록수의 포도당 농도
변화

4) 춘화처리

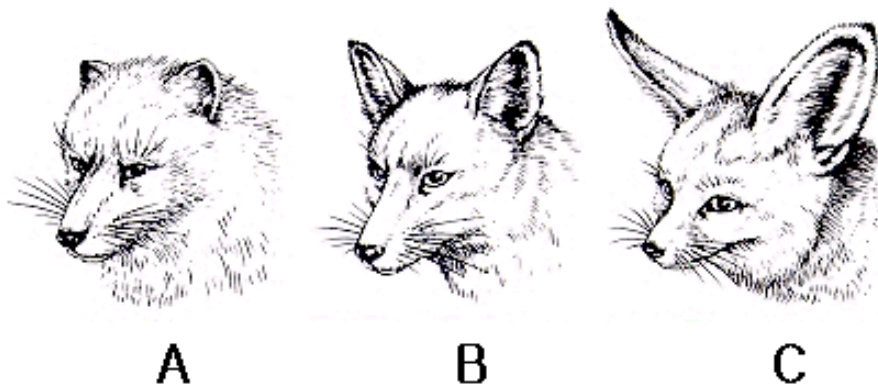
- 가을에 파종하는 가을밀은 싹이 난 상태로 겨울을 지낸다.
- 겨울의 저온 상태에서 개화호르몬이 형성되어 이듬해 봄에 꽃이 피고 열매가 맺히게 된다.
- 만일, 가을밀을 봄에 파종하면 잘 자라지만 꽃이 피지 않게 되어 열매가 맺히지 않게 된다.
- 그렇다면 가을밀을 봄에 파종하여 개화시키려면 어떻게 해야 할까?
- 가을밀의 종자를 실내에서 발아시켜 일정 기간동안 저온처리를 하고 봄에 심으면 꽃이 핀다.
- 이처럼 인위적으로 봄에 개화와 결실을 유도하기 위해 저온처리를 하는 방법을 **춘화처리**(春化處理)

2.5.3. 동물의 온도적응

가. 체표면적과 체온

1) 알렌의 법칙

몸 말단부의 형태적인 기준에 의한 법칙



온도에 대한 동물의 적응(알렌의 법칙).

A: 북극여우(한대), B: 유럽여우(온대), C: 아프리카여우(사막여우, 열대).

같은 그룹에 속하는 동물이라도

추운 지역에 사는 동물일수록 몸의 돌출부(다리, 꼬리, 귀, 얼굴, 코 등)가 작아진다.

왜냐하면

몸의 돌출부는 단위 체적당 표면적이 넓어

열방출률이 높으므로

추운 지역에 서식하는 동물은

돌출부의 크기가 작을수록

추운 환경에 적응하는데 유리하기 때문이다.

2) 베르그만의 법칙

[표면적/체적] 값에 대한 법칙이다.

추운 지방의 동물일수록
[표면적/체적(몸의 부피, 즉 체중)]값이 작다.
따라서 체형이 클수록
단위 체중당 열방출 비율이 감소하여
추운 기후에 더 잘 적응할 수 있다.

항목	알렌의 법칙	베르그만의 법칙
기준	몸 말단부의 형태	표면적/체중

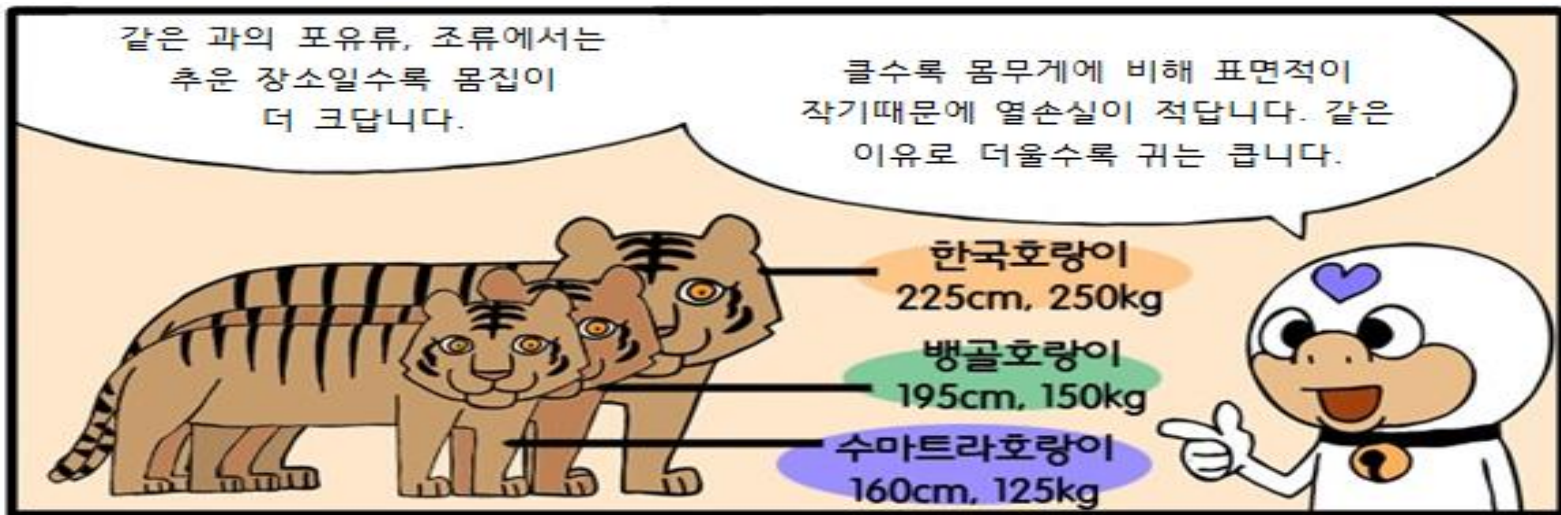


그림 26. 베르그만의 법칙을 그림으로 나타냄

Q1. 베르그만 법칙과 세포분열의 연관성 찾기:
세포가 크게 성장하게 되면 분열을 하므로서 유리한 점은?

- 온도와 동물에 대한 법칙

표면적과 대사율: 새나 짐승과 같은 항온동물은 체온을 일정하게 유지하기 위해서 항상 열을 낸다. 열은 몸표면을 통하여 달아난다. 달아나는 열량은 몸의 표면적에 비례한다. 달아난 분량만큼의 열을 만들어내야만 체온을 일정하게 유지할 수 있으므로 체온 유지에 필요한 에너지는 몸의 체표면적에 비례하게 된다 (체표면적의 법칙, Surface to volume law).

표 2.12. 구에서 부피와 표면적의 관계

항목	반지름의 크기(cm)			증가정도
	1	2	3	
표면적(cm ²)	$4\pi r^2=4\pi$	$4\pi r^2=4\pi*4$	$4\pi r^2=4\pi*9$	1, 4, 9배로 증가
부피(cm ³)	$(4/3)\pi r^3=$ $(4/3)\pi$	$(4/3)\pi r^3=$ $(4/3)\pi*8$	$(4/3)\pi r^3=$ $(4/3)\pi*27$	1, 8, 27배로 증가
무게(g)	$(4/3)\pi$	$(4/3)\pi*8$	$(4/3)\pi*27$	1, 8, 27배로 증가
표면적/부피	3	1.5	1	6, 3, 2배로 감소

표 2.13. 정육면체에서 부피와 표면적의 관계

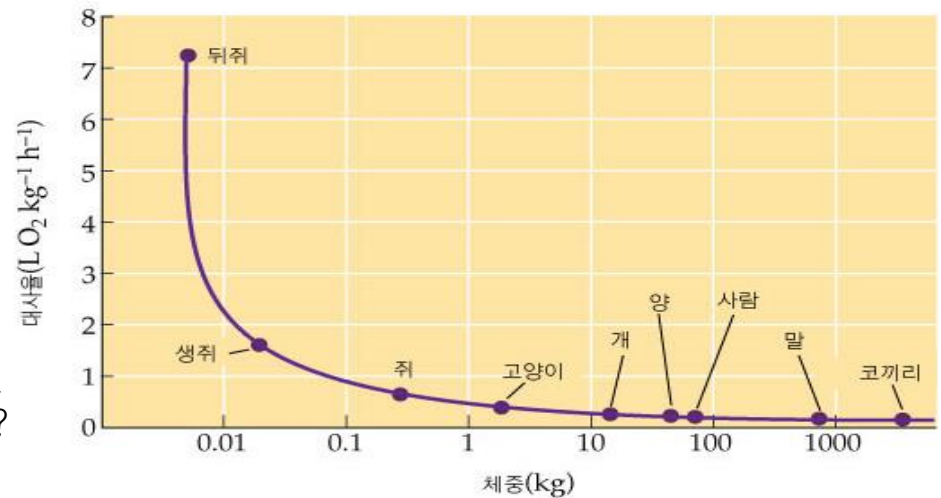
항목	크기			증가정도
	1	2	4	
한 변의 길이(cm)				1, 2, 4배로 증가
표면적(cm^2)	6	24	96	1, 4, 16배로 증가
부피(cm^3)	1	8	64	1, 8, 64배로 증가
무게(g)	1	8	64	1, 8, 64배로 감소
표면적/부피	6	3	1.5	4, 2, 1배로 감소

큰 몸집 → 큰 체중(부피) → 작은 표면적 → 적은 열발산량 → 단위체중당 기초대사량 감소 (추운 지방에 유리)	작은 몸집 → 적은 체중(부피) → 큰 표면적 → 큰 열발산량 → 단위체중당 기초대사량 증가 (더운 지방에 유리)
---	---

다. 체중과 대사율

단위체중당 산소소비량 =
(개체의 총산소소비량)/(체중)

Q1. 아래의 표를 보고 들쥐와 코끼리 중에서 어느 것이 단위체중에 비하여 많이 먹어야 할까? 그 이유는?



동물	체중(g)	총 산소소비량 (ml/h)	g당 산소 소비량 (ml/g/h)
들쥐	5	36	7.40
다람쥐	96	99	1.03
고양이	2,500	1,700	0.68
개	11,700	3,870	0.33
사람	70,000	14,760	0.21
말	650,000	71,100	0.11
코끼리	3,833,000	268,000	0.07

따라서, 코끼리의 조직 1g은 쥐의 조직 1g 보다 에너지 소비량이 훨씬 적다.

체중과 단위체중당 대사율과의 관계: 체중이 증가할수록 대사율이 감소

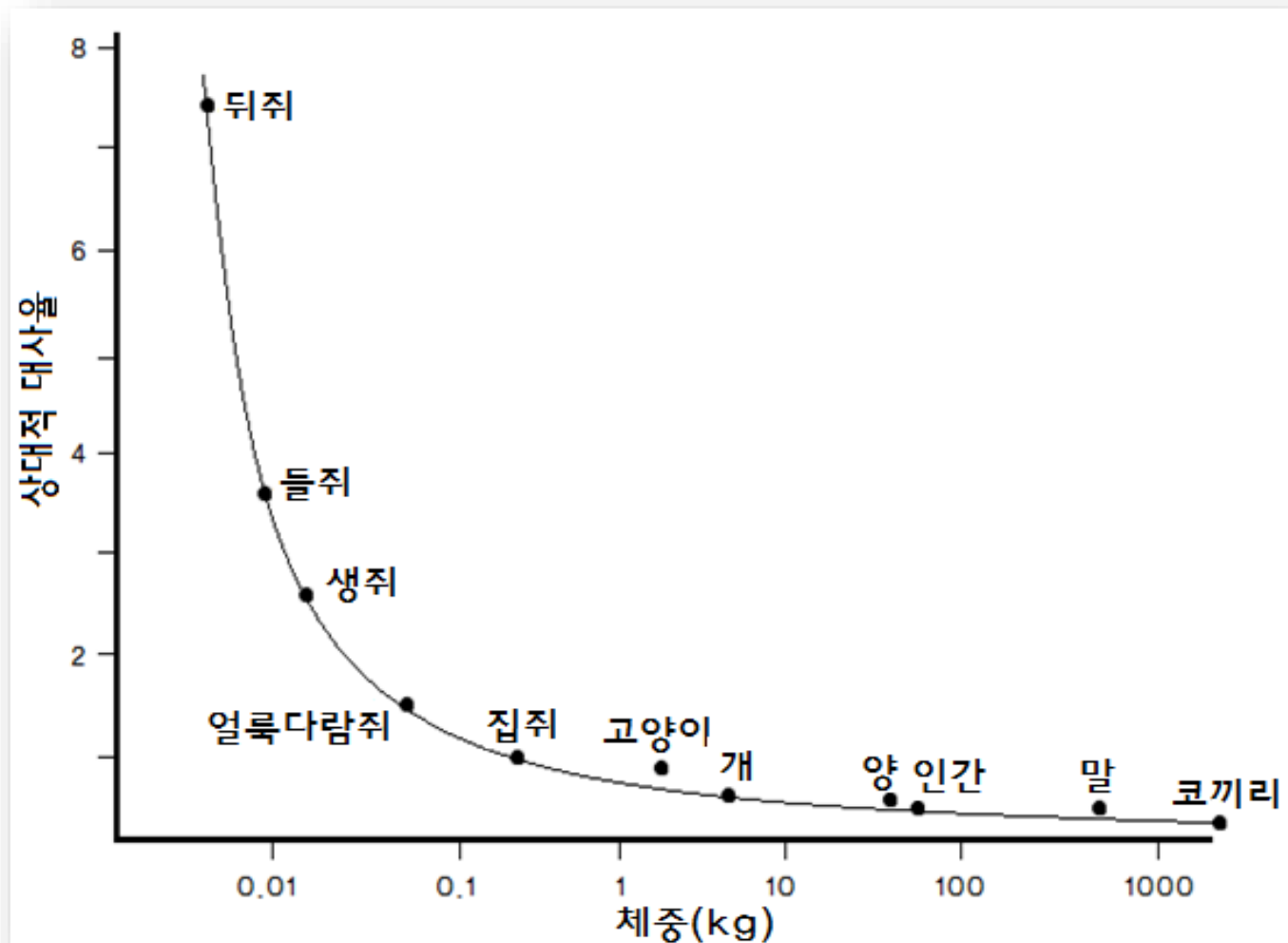
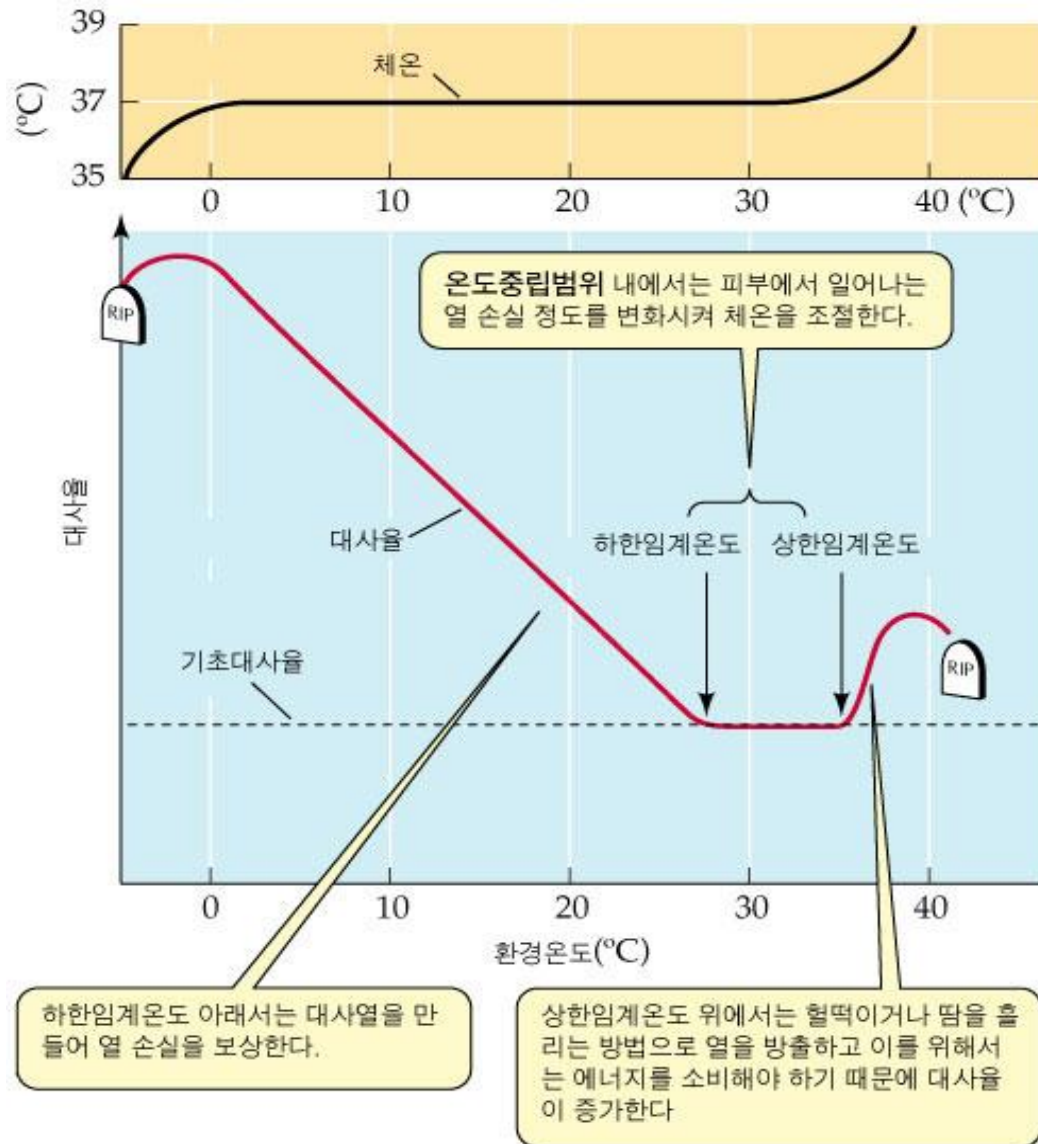


그림 27. 체중에 따른 상대적 대사율의 관계

라. 체온과 대사율



환경온도와 포유류 대사율(이광웅 등, 2007). 온도중립범위 밖에서 체온을 일정하게 유지하려면 많은 에너지가 필요하다. 양쪽 한계선 밖에서는(이 경우 0°C와 40°C) 체온을 유지할 수 없고 결국 죽게 된다.

문 제

- 쥐가 소의 대사를 옮기게 된다면 어떻게 될까요?
- 또한 그 반대로 소가 쥐의 대사를 옮기게 된다면 어떻게 될까요?

- 걸리버 여행기에 나오는 몸집 6cm의 인간은 존재할 수 있을까요?
그 이유는?

- 6cm의 인간은 존재 할 수 없다.
- 그 이유는 크기가 작을 수록 체표면적이 커지므로 몸집 6cm인 사람은 자신의 체표로 부터 많은 열을 발생하므로 계속해서 먹어 주어야 그 속도를 유지할 수 있기 때문이다.

2.5.4. 체온조절

가. 식물의 체온조절

1) 사막식물

2) 열대 고산식물

- ① 일반적으로 죽은 잎들을 갖고 있어서 줄기를 단열시키며 어는 것을 보호
- ② 2~3mm 정도의 두께로 뽀뽀이 덮인 솜털이 잎 표면 위에 공기 공간을 만들어 온도 유지 도움.
- ③ 로제트나 크고 움푹 파인 줄기와 꽃 사이 안에 수 리터의 액체를 숨기고 보관하여 열을 저장.



열대 고산식물의 수렴현상(김과 김, 2008). (a) 아프리카의 킬리만자로산에 있는 세네시오(*Senecio*) (b) 남아메리카의 안데스산맥에 있는 에스플리샤(*Espeletia*).

2.5.4. 체온조절

가. 식물의 체온조절

표 2.15. 식물의 체온조절 방법

사막식물의 형태와 방향은 환경으로부터 열의 흡수는 줄이고 식히는 것을 촉진시킴 (김과 김, 2008).

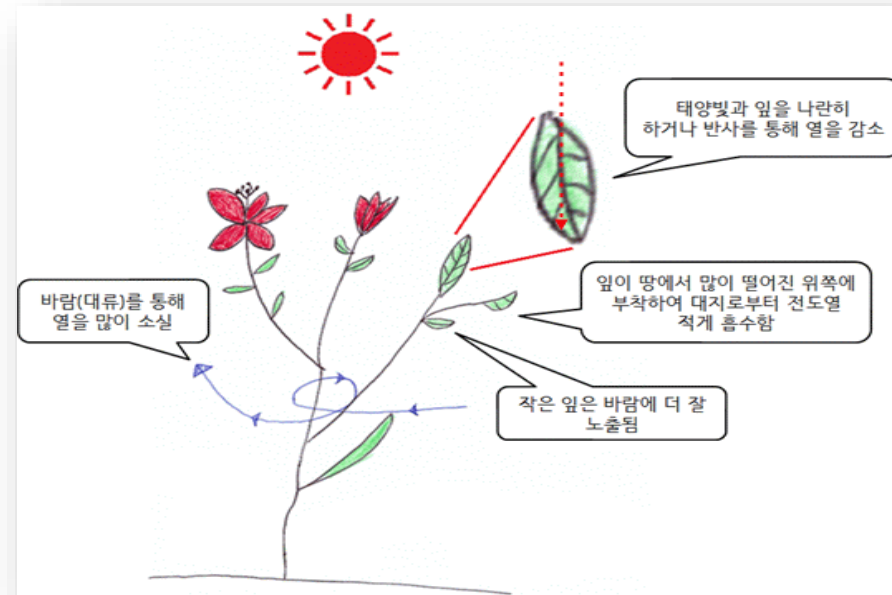


그림 28. 사막식물의 온도에 대한 여러가지 적응방식

식 물	방 법		예
사막식물	전도	•전도에서 열을 감소시킴	•잎이 땅에서 많이 떨어진 위쪽에 부착
	대류	•대류를 통하여 온도를 낮춤	•바람 •잎이 작아 대류를 통해 많은 열을 식힐 수 있음(잎의 부피에 대한 표면적 비율 증가)
	복사	•복사열의 비율을 감소시킴	•잎과 줄기의 형태를 바꿈(태양광선과 평행한 잎을 갖거나, 잎을 접음) •잎의 표면에서 빛을 반사하는 방향으로 진화(뽁뽁이 덮인 흰털)
열대 고산식물	•극심한 온도 변화에 적응		•죽은 잎들을 갖고 있어서 줄기를 단열시켜주는 것을 보호 •솜털이 잎 표면 위에 공기 공간을 만들어 온도 유지 도움 •줄기와 꽃 사이안에 수리타의 액체를 보관하여 열을 저장
북극과 온대 고산식물	•방사열의 비율을 높임		•어두운 색소, 태양광선에 수직, '쿠션' 형태의 성장
	•대류성 열의 비율을 줄이는 방식으로 대기온도 보다 더 높은 온도까지 열을 간직		•땅에 가까이 자람으로 바람이 직접 불어 닥치지 못함, 표면적의 비율을 줄여 공기 이동 느리게 함
	•큰 뿌리에 녹말을 대량 저장		•높은 대사 작용으로 열을 발생

2) 열대 고산식물

그림 2.38. 열대 고산식물의 수렴현상(김과 김, 2008). (a) 아프리카의 킬리만자로 산에 있는 세네시오(*Senecio*) (b) 남아메리카의 안데스산맥에 있는 에스플리샤(*Espeletia*). 모두 로제트(rosette) 식물이다



3) 북극과 온대 고산식물

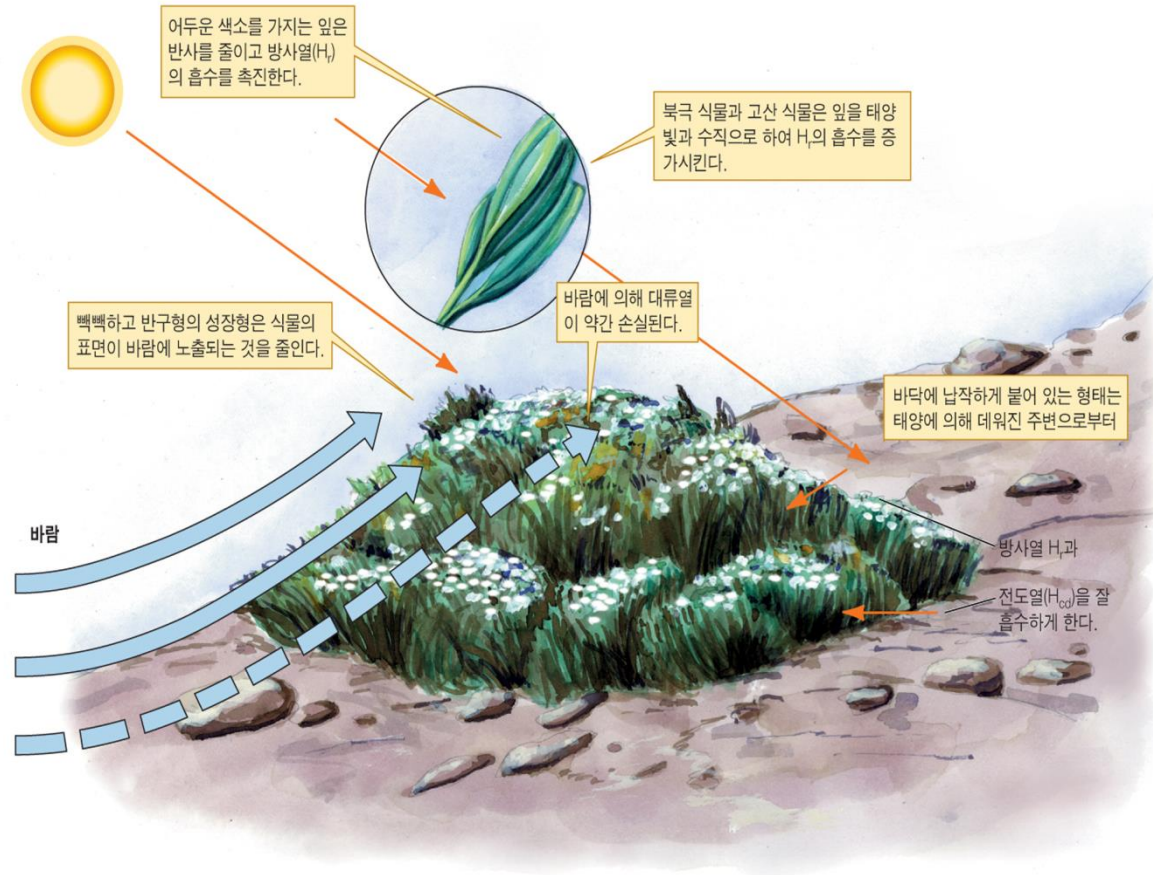


그림 2.39. 북극과 온대 고산식물의 쿠션형태와 방향은 열의 흡수를 촉진시키고 잘 보존되도록 한다(김과 김, 2008).

나. 동물의 체온조절

1) 체온의 변화

구분	구분기준	특징	예
항온 동물	•체온을 항상 일정하게 유지	•빠른 속도로 열을 발생시키거나 열생성률을 조정	•대부분의 포유동물(37~38℃), 조류(40℃), 참다랭이
이온 동물	•평소에는 항온의 능력 가짐. 체온을 시기에 따라 다르게 조절	•발열을 외부 공급원에 의존하여 폭 넓게 조절	•밤나방류, 대형 경골어류, 박쥐, 동면 포유류(예, 곰) 등
변온 동물	•주변 온도에 맞추어 체온이 변화	•활동할 때에는 행동을 변화시켜 체온을 일정하게 유지	•무척추동물, 대부분의 어류, 양서류, 파충류 등

•용어제안(윤성규, 2009)

‘온혈동물, 냉혈동물’이라 부르는 것은 잘못된 것이다. 왜냐하면 동물의 체온은 일정하게 유지되거나, 일정하게 유지되다가 때대로 변하거나, 혈액이 주변온도에 맞추어 변하는 것이지 따뜻하거나(온) 찬(냉) 것은 아니기 때문이다. 또한 따뜻하거나(온) 찬(냉) 것은 상대적인 것으로 그 기준이 없다. 따라서 ‘온혈동물, 냉혈동물’이란 용어는 사용하지 말고 ‘항온동물, 이온동물, 변온동물’로 불러야 한다.

2) 체온조절 방법

(1) 외온동물과 내온동물

표 2.19. 체열의 근원에 따른 동물의 구분(윤성규, 2009)

항목	외온동물	내온동물
구분기준	•체온을 유지하기 위해서 태양의 복사열과 같은 주변의 열에 거의 전적으로 의존	•자신이 직접 열을 만들어 내거나 적극적인 행동으로 체온을 조절
장점	•열전도도가 높아서 적은 에너지 소비(대사에 필요한 에너지가 적게 든다)	•열전도도가 낮고(깃털이나 모피로 잘 절연되어 있다.) 빠른 열 발생. •외부온도가 변하더라도 활동적인 상태를 유지
단점	•단열이 거의 되지 않으므로 주변의 열에 의지. •심한 냉온에 활동 위축	•체온 유지를 위해 많은 대사적 손실을 초래 •몸 크기에 제한(몸 크기가 어느 정도 이하가 되면 열 생산이 열 손실을 따라갈 수 없음)
예	•대부분의 파충류	•조류, 포유류 등

(1) 내온동물과 외온동물

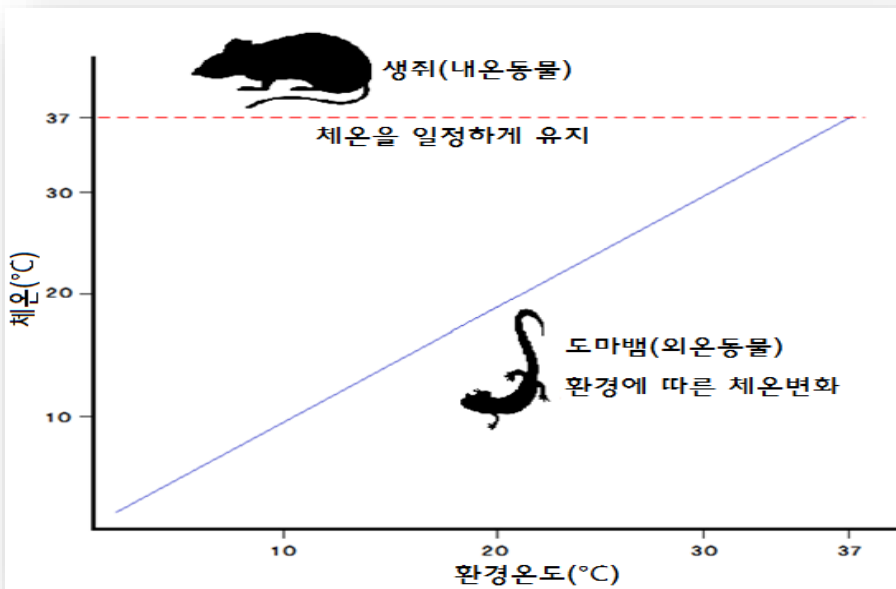


그림 29. 내온동물과 외온동물의 환경온도에 따른 체온변화

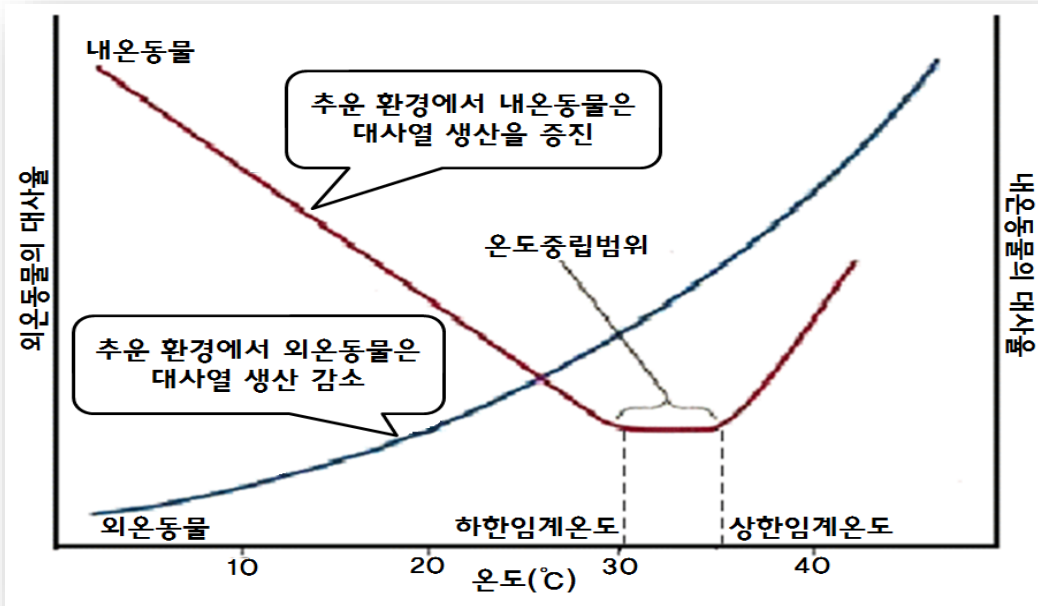
내온성 - 주로 조류와 포유동물

물질대사에 의하여 생성된 열에 의해서 체온 유지

외온성 - 주로 양서류, 파충류

열을 외부 원천으로부터 얻어서 체온 유지

(1) 내온동물과 외온동물 대사율



외온동물의 열원천은 대체적으로 환경에서 오기 때문에 일반적으로 동일한 크기의 내온동물 보다 더 적은 먹이를 소모 → 먹이 공급이 제한적일 때 갖는 장점

그림 30. 온도에 따른 내온동물과 외온동물 대사율

(2) 외온동물과 내온동물

표 2.20. 외온동물과 내온동물의 체온조절 방법

구분	방법	특징	예
외온동물	행동적 조절	·따뜻한 곳이나 시원한 곳으로 이동	·동부울타리도마뱀 ·벌
	피부색 조절	·피부색의 변화로 체온 조절	·뿔도마뱀, 메뚜기 ·피부세포의 색소의 움직임
	혈류량 조절	·피부에서 체온의 변화를 가져오도록 혈류량 조절	·갈라파고스 군도의 이구아나
	부동물질로 동결방지	·빙점 이하에서 세포 동결 방지를 위해 체액 속에 동결방지단백질, 글리세롤과 같은 부동물질을 가짐	.
	대사율 조절	·휴면	·땅다람쥐(겨울잠)
내온동물	행동적 조절	·따뜻한 곳이나 시원한 곳으로 이동 ·곤충의 날개진동으로 비상근 데우기	·개, 사막의 쥐 ·코끼리, 새, 곤충
	혈류량 조절	·피부와 외부 환경 사이에서 일어나는 열의 교환 속도를 바꿈	·사람
	마주흐름 열교환 구조	·역류열교환(바깥 쪽으로 따뜻한 혈액 안쪽으로 차가운 혈액 흐름)	·나방 ·사람

-End-