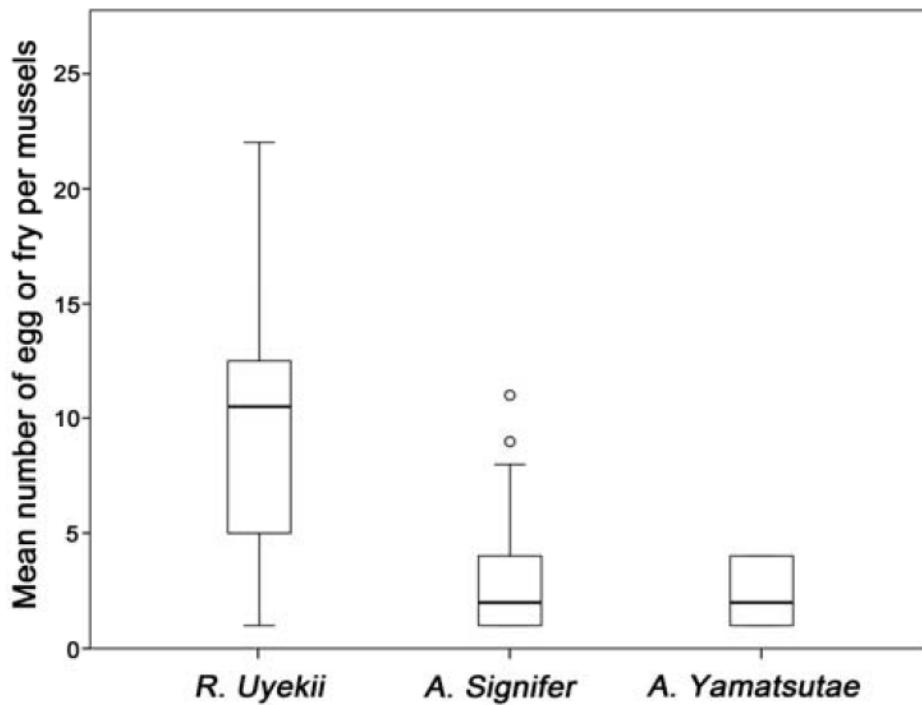
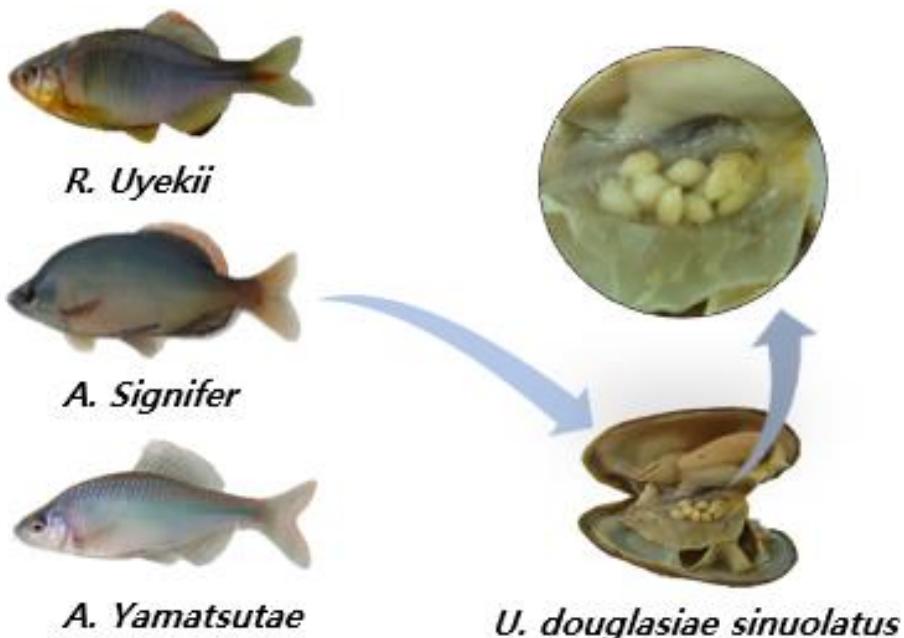




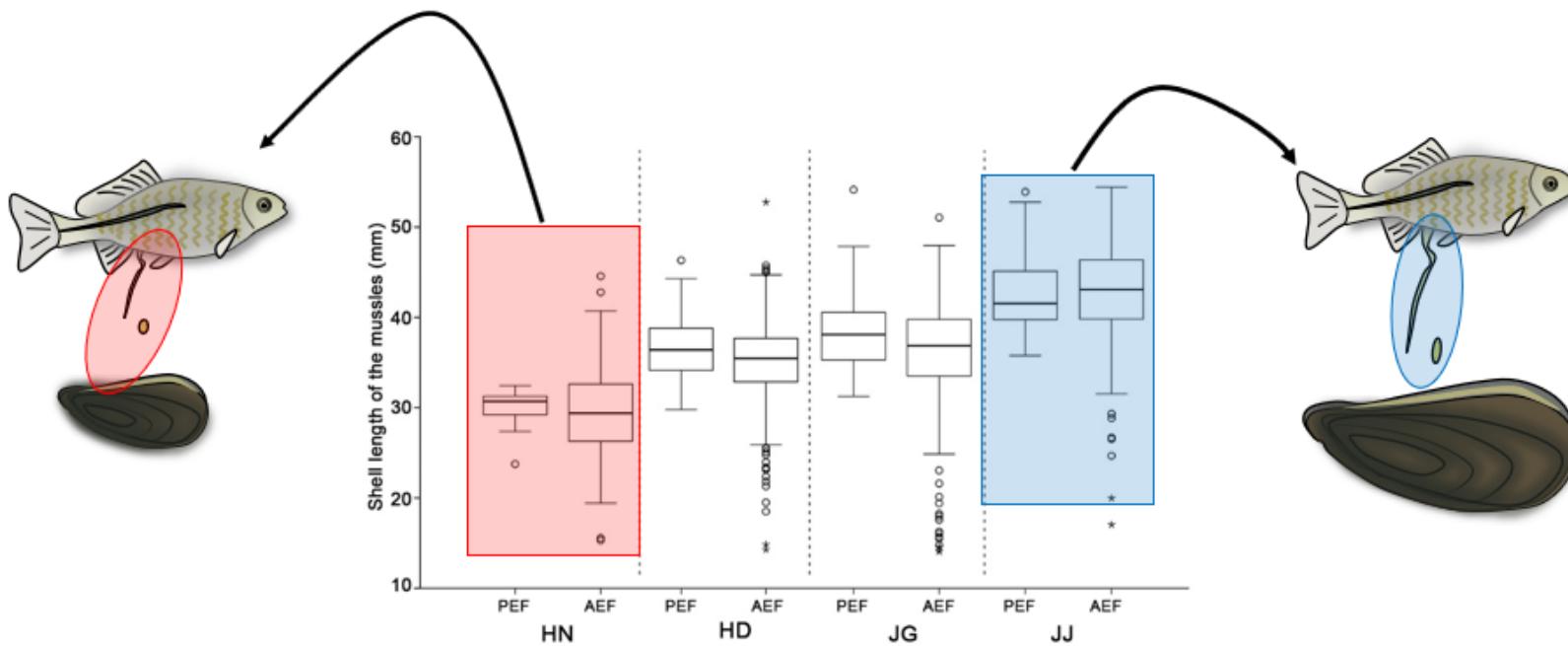


# 종간 경쟁(Interspecific Competition)





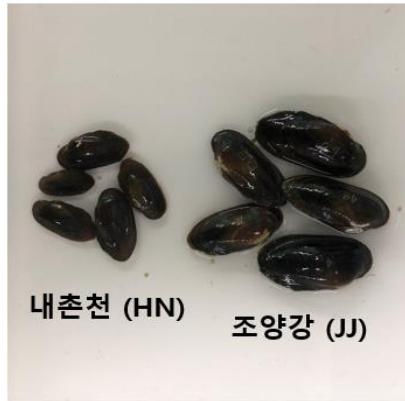
# 숙주조개에 대한 산란 선호도



홍천 내촌천 (HN)



정선 조양강 (JJ)



내촌천 (HN)

조양강 (JJ)

공생 vs. 기생 ?

43

## 종 상호작용의 생태적 및 진화적 결과



기위개미의 열대종인 *Atta cephalotes*가 열대우림을 가로질러 코카 잎을 운반 중이다.  
잎에 올라탄 개미는 더 큰 일개미에게 알을 낳는 기생파리를 감시하는 경호원으로 생각된다.



# 종간 상호작용(Interspecific Interactions)

개체의 적응도(fitness; 생존과 번식)에 미치는 영향에 따라

(A)

종 상호작용의 주된 종류		
상호작용의 종류	종1에 미치는 영향	종2에 미치는 영향
경쟁	-	-
소비자-자원: 포식, 초식, 기생	+	-
상리공생	+	+
편리공생	+	0
이상	-	0

(C)



소비자-자원  
미국 들소는 대평원의 풀을 뜯어먹는다.

편해공생, 편리공생  
대평원의 포유류는 불가피하게 곤충과 그 등지를 파괴한다.  
버팔로새는 들소가 지나가면서 쫓아낸 곤충을 섭식한다.

(B)



경쟁  
녹색식물은 빛을 두고 경쟁한다. 키가 큰 나무의 잎은 바닥에서 자라는 식물이 이용하는 빛을 감소시킨다.

(D)



상리공생  
호랑가시나무는 신선한 열매로 동부파랑새를 유혹해서 씨앗을 퍼뜨린다.

**그림 43.1 종간 상호작용의 종류.** (A) 종간 상호작용은 상호작용하는 각 종의 개체당 생장률에 대한 영향이 긍정적(+) 부정적(-) 또는 중립적(0)인지에 기초한 범주로 나누어진다. (B) 수관(나무 꼭대기)과 하층(나무 아래쪽에서 자라는 것)의 조성은 주로 빛에 대한 경쟁의 산물이다. (C) 큰 초식 우제류와 곤충을 먹는 새 사이의 편리공생은 전 세계의 초기 환경에서 발견된다. (D) 열매를 만드는 식물과 이를 먹는 새 사이의 상리공생을 보여준다. 여기서 보여주는 예로 동부파랑새(*Sialia sialis*)와 호랑가시나무 열매(*Ilex opaca*)인데 새가 먹은 열매는 해를 입지 않고 장을 통해 멀리 떨어진 곳으로 퍼져 나간다.



# 종간 상호작용(Interspecific Interactions)

## 55.1 *Types of Ecological Interactions*

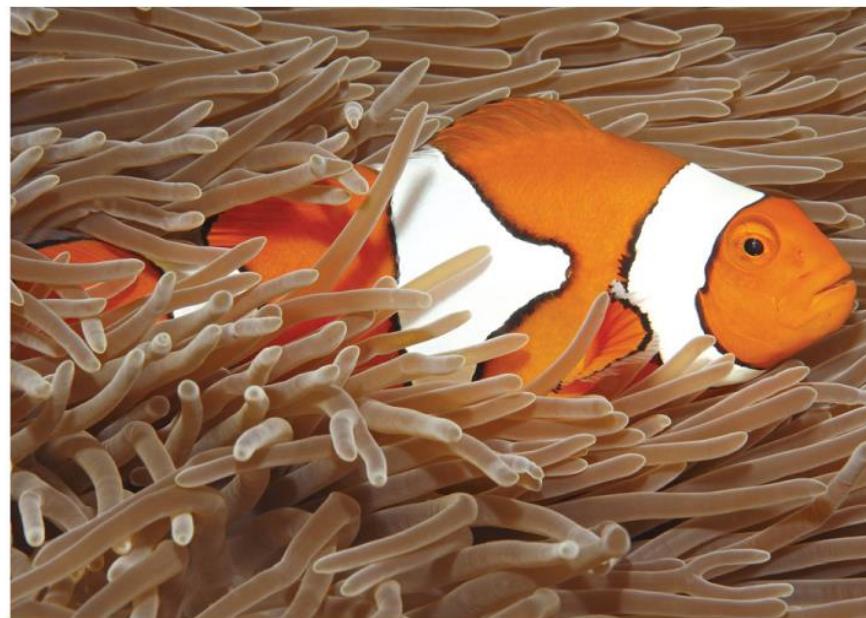
		EFFECT ON ORGANISM 2		
		HARM	BENEFIT	NO EFFECT
HARM		Competition (-/-)	Predation or parasitism (-/+)	Amensalism (-/0)
EFFECT ON ORGANISM 1	BENEFIT	Predation or parasitism (+/-)	Mutualism (+/+)	Commensalism (+/0)
	NO EFFECT	Amensalism (0/-)	Commensalism (0/+)	—

© 2001 Sinauer Associates, Inc.



# 종간 상호작용은 환경에 따라 영향이 달라짐

*Amphiprion ocellaris*

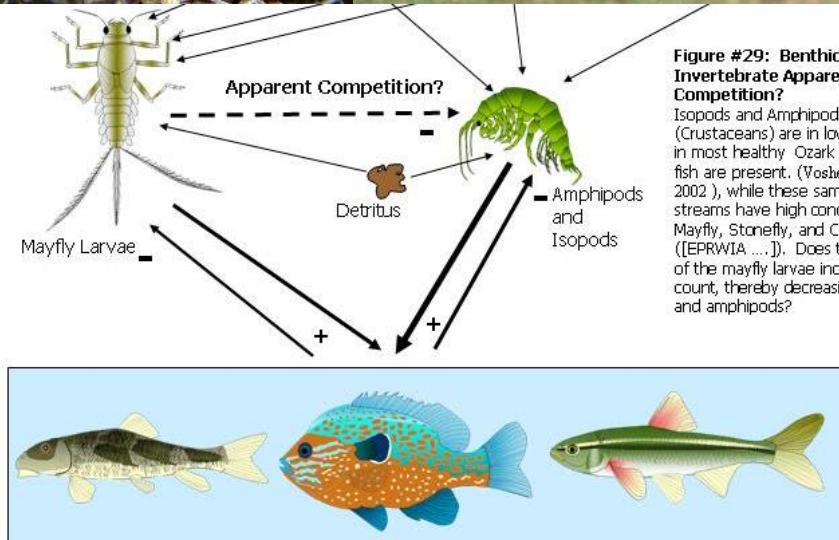


**그림 43.2 종간 상호작용가 항상 명확한 것은 아니다.** 생태학자는 장기간 바다 말미잘과 아네모네물고기 사이의 관계가 편리공생이라고 믿었다. 말미잘의 가시 촉수에 사는 물고기는 포식자에서 보호받는다. 하지만 물고기가 배설물 속 질소 영양소를 말미잘에게 제공한다면 상리공생으로 간주될 것이고, 가끔씩 물고기가 말미잘의 먹이를 약탈한다면 경쟁이 아닐까?



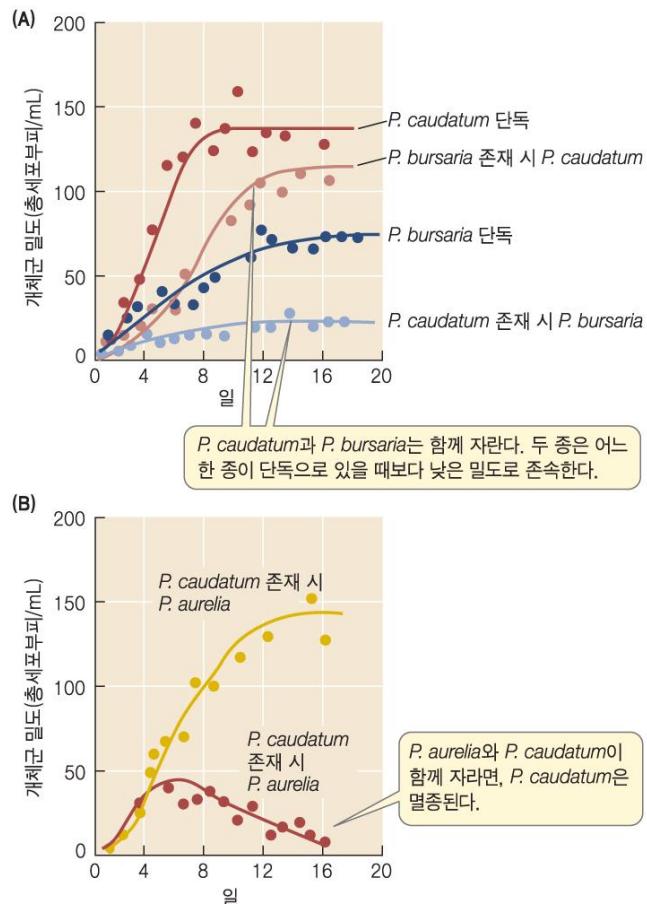
# 종간경쟁[Interspecific Competition] (-/-)

- **간섭경쟁**(interference competition): 자원을 공유함으로써 생물종간에 경쟁발생(물리적 충돌 – 직접경쟁)
- **이용경쟁**(exploitation competition): 제한된 자원을 대상으로 경쟁발생(물리적 충돌 없음 – 간접경쟁)
- **외관상경쟁**(apparent competition): 간접경쟁





# 가우스의 경쟁배타원리 (Competitive Exclusion Principle)

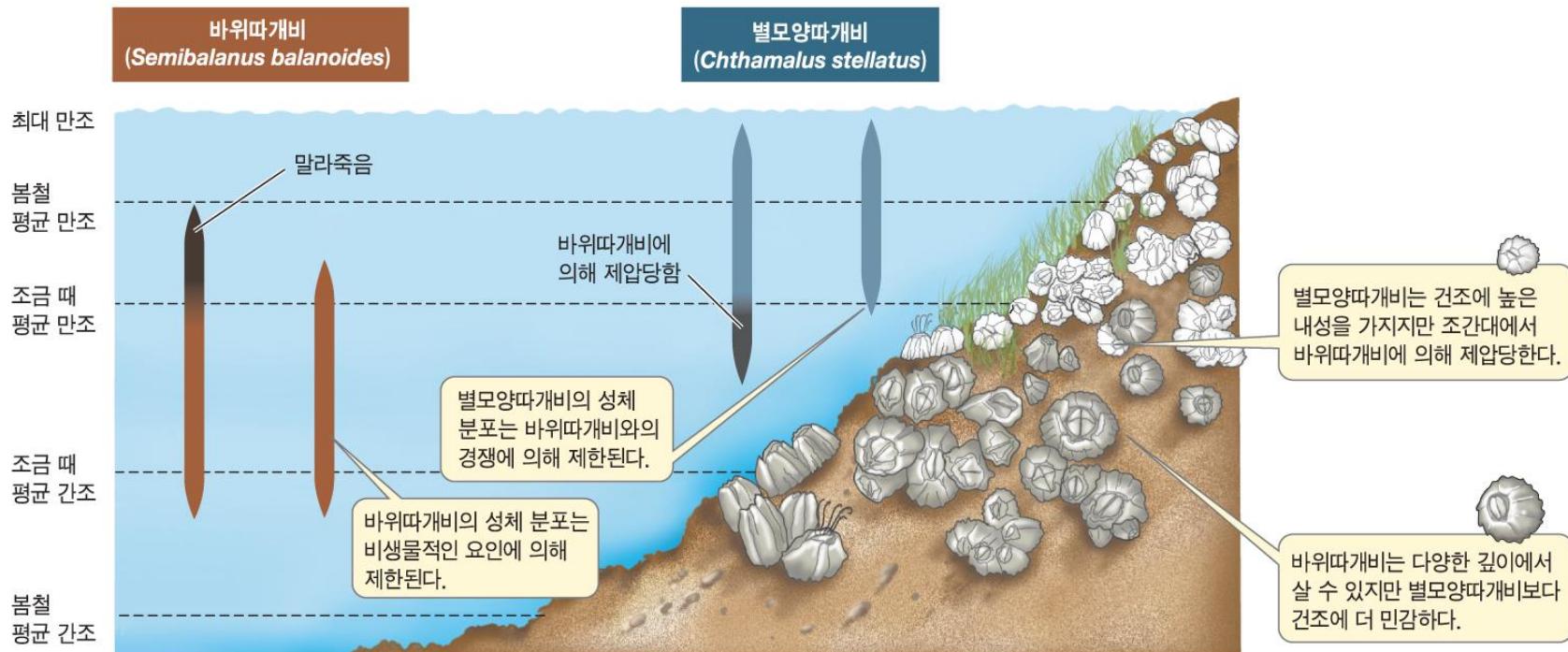


두 경쟁 종의 생태적 지위가 아주 유사하면 이들은 동일 군집 내 **공존(coexistence)** 할 수 없음

**그림 43.3** 종간 경쟁은 개체군 생장에 영향을 준다. (A) 단세포 원생생물인 짚신벌레(*Paramecium*)의 개체군은 경쟁 종이 존재하면 천천히 자라 낮은 평형에 도달한다. (B) 경쟁은 멸종을 초래할 수 있다.



# 종간 경쟁은 생물 종의 분포에 영향을 미침

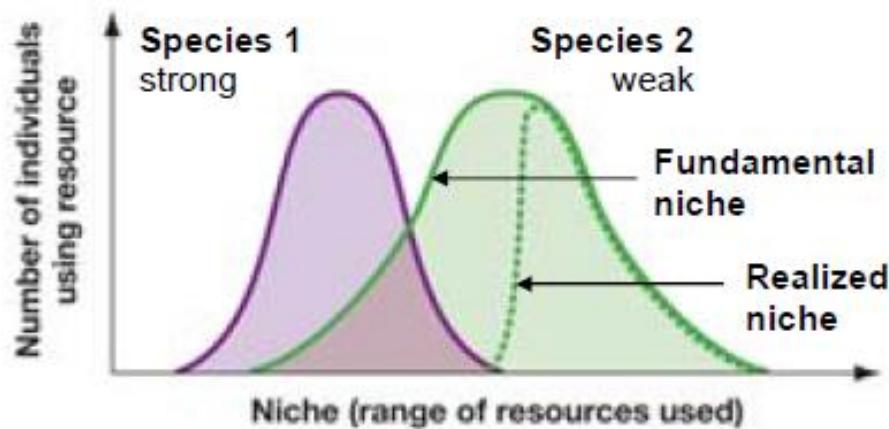


**그림 43.4** 종간 경쟁은 분포를 제한한다. 왼쪽 막대는 각 종의 어린개체 정착범위를 나타내며, 잠재적인 성체 분포범위이다. 오른쪽 막대는 실제 성체 분포를 나타낸다. 바위따개비와의 경쟁은 경쟁이 없으면 점유할 수 있는 범위보다 더 좁은 범위의 조간대로 별모양따개비의 분포를 제한한다. (조금: 조수 간만의 차가 가장 적은 시기)



# 생태적 지위(Ecological Niche)

- 어떤 생물이 살아갈 수 있는 환경범위(생태계에서의 지위/역할)
- **기본지위**(fundamental niche): 다른 생물 종과의 종간 경쟁이나 포식과 같은 상호작용을 배제한 생태적 지위
- **실제지위**(realized niche): 경쟁자나 포식자의 존재를 고려한 견딜 수 있는 환경조건으로 축소된 생태적 지위





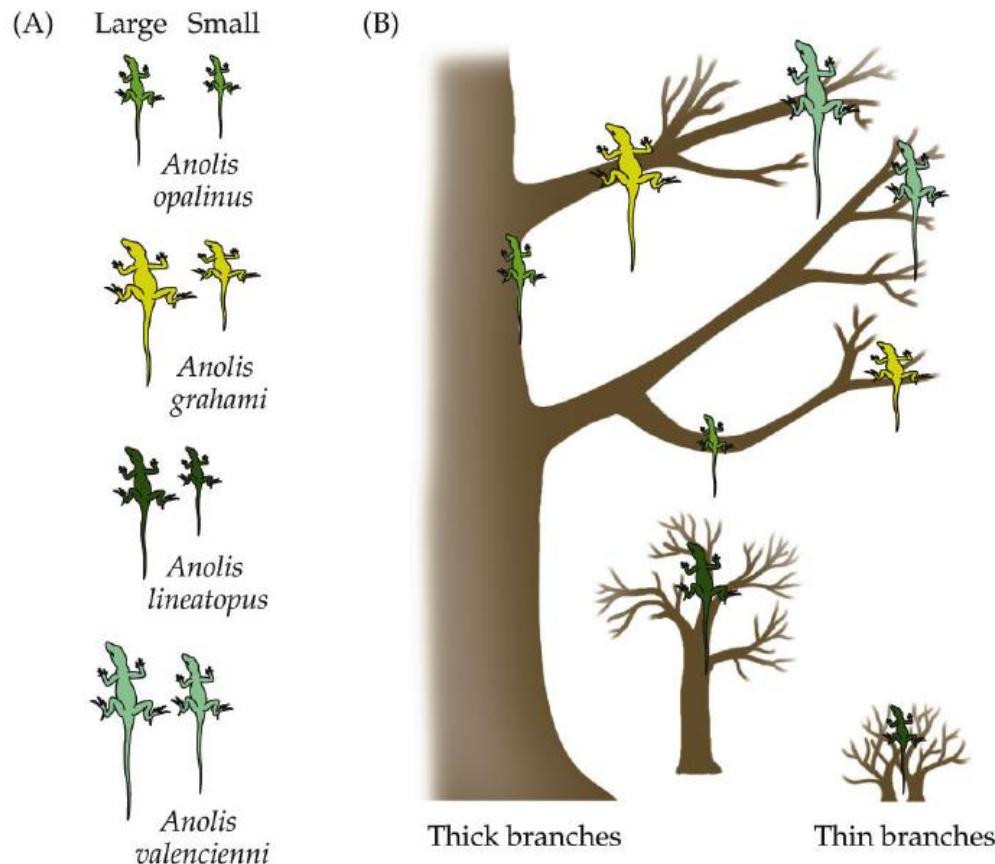
# Niche(Resource) Partitioning(자원/지위 분할) among Five Species of Coexisting Warblers



→ “Species use a limited resource in different ways”



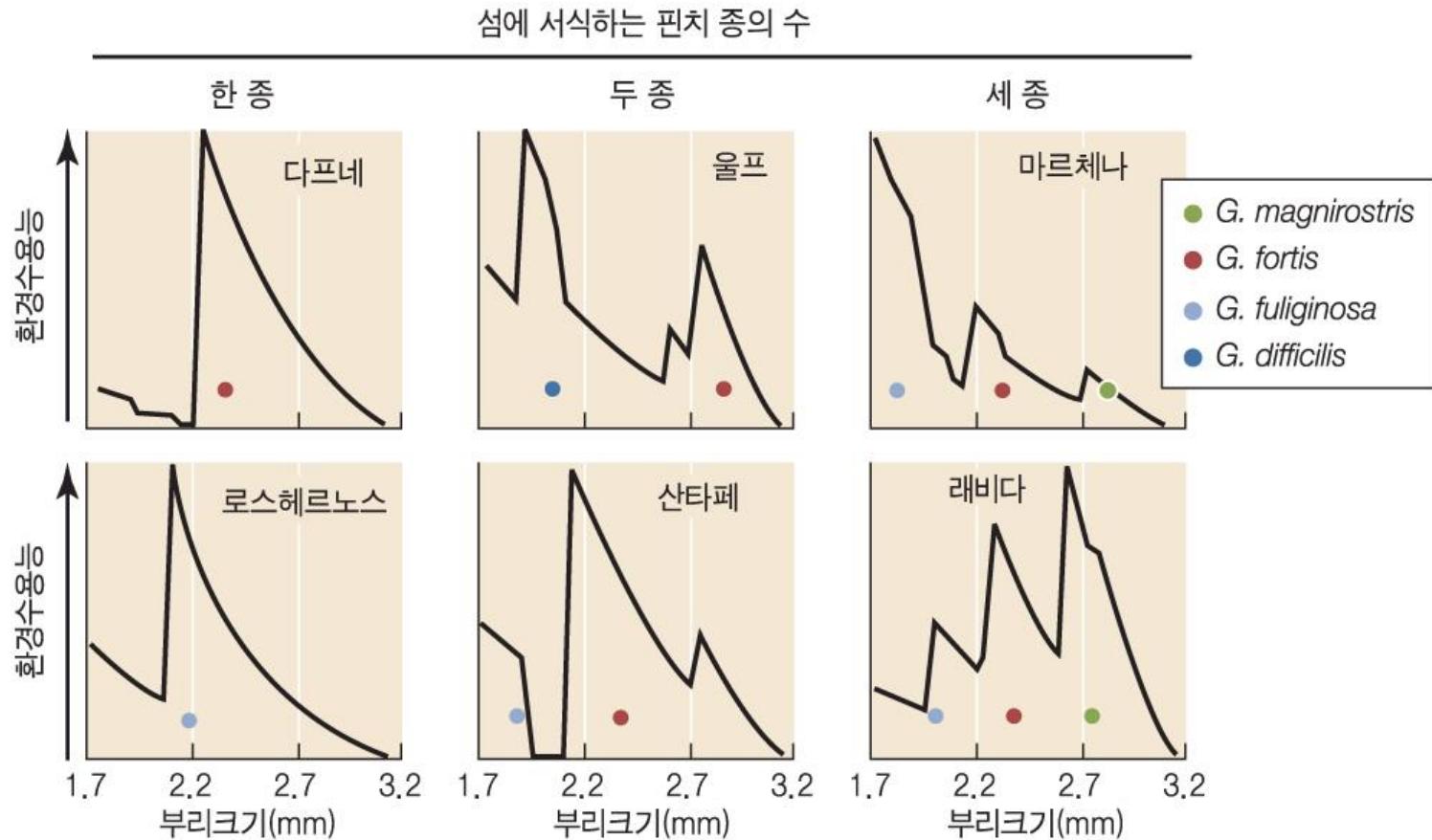
# Niche(Resource) Partitioning in Lizards



→ “The lizards used the space in different ways, resulting in a reduction in competition”



# 자원분할은 경쟁 종들의 공존을 가능케 함

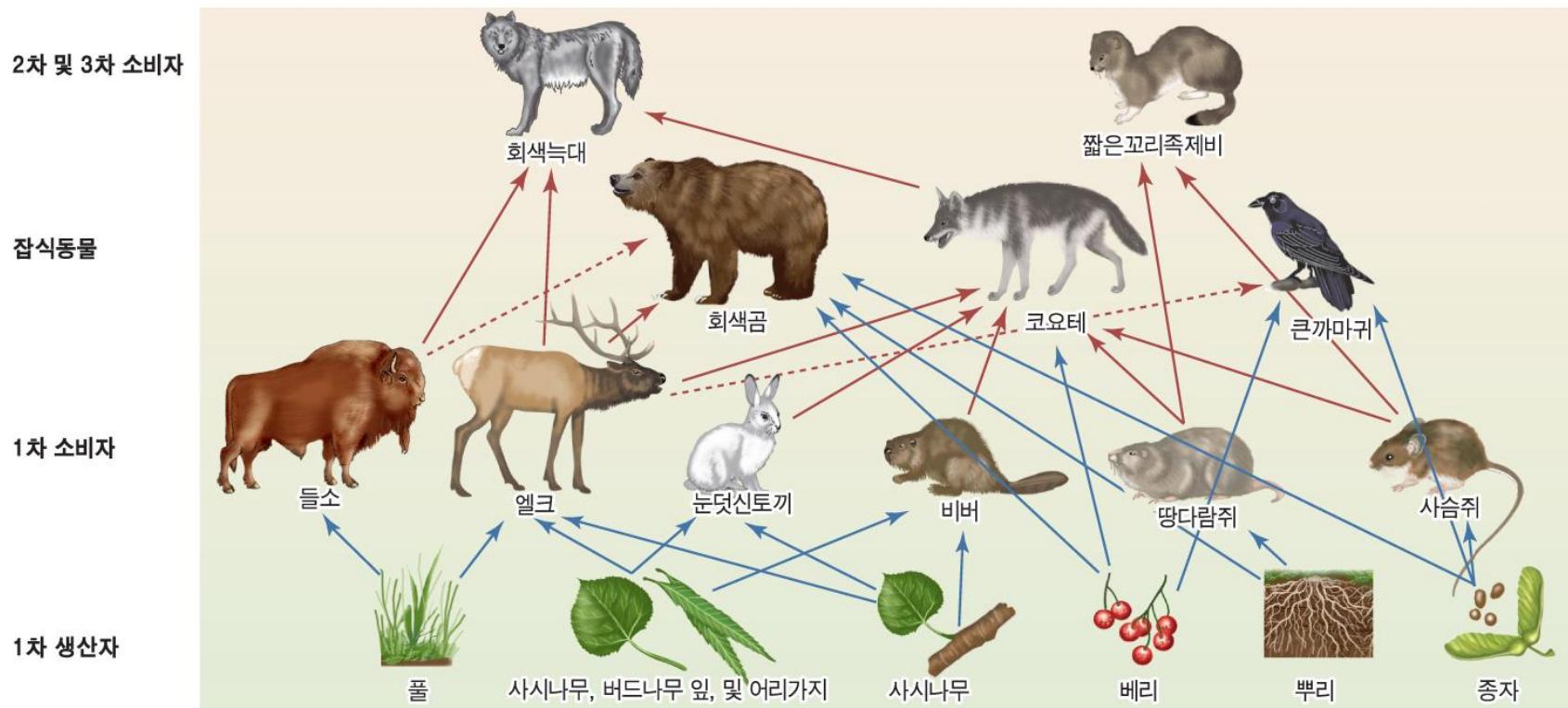


**그림 43.8 자원분할은 종내 및 종간 경쟁자를 공존하게 한다.** 갈라파고스 제도에서 종자를 섭식하는 핀치(*Geospiza*)는 종종 공급이 부족한 종자를 깨는 데 부리를 사용한다. 큰 부리를 가진 핀치는 작은 부리를 가진 개체가 부술 수 없는 크고 단단한 종자를 깰 수 있고, 반면에 작은 부리를 가진 새는 작고 부드러운 종자를 먹는 데 더 효과적이다. 슬러터(Dolph Schlüter)와 그란트(Peter Grant)는 섬의 종자 자원과 그리고 존재하는 핀치 종의 형태가 어떻게 다른지를 기록하였다.<sup>a</sup>



# 소비자-자원 상호작용: 먹이그물망(Food Web)

“군집 내에서 여러 종 사이의 **섭식관계**(feeding relationship) 또는 **영양 상호작용**(trophic interaction)”



**그림 43.6 엘로우스톤 초원지대의 먹이망.** 화살표는 누가 누구를 먹는지를 가리킨다. 비록 여기서는 매우 단순화시켰지만, 먹이망은 사실 더 복잡하다. 먹이의 유일한 출처가 식물인 종(파란색 실선 화살표)은 1차 소비자이다. 2차 및 3차 소비자는 살아 있는 동물을 죽여서 먹는 육식동물이다(붉은색 실선 화살표). 회색곰, 코요테 및 큰까마귀와 같은 잡식동물은 식물과 동물 조직을 섭식한다. 또한 큰까마귀와 회색곰은 썩은 고기도 먹기(붉은색 점선 화살표) 때문에 이들은 분해자이기도 하다.



# 영양단계(Trophic Level)

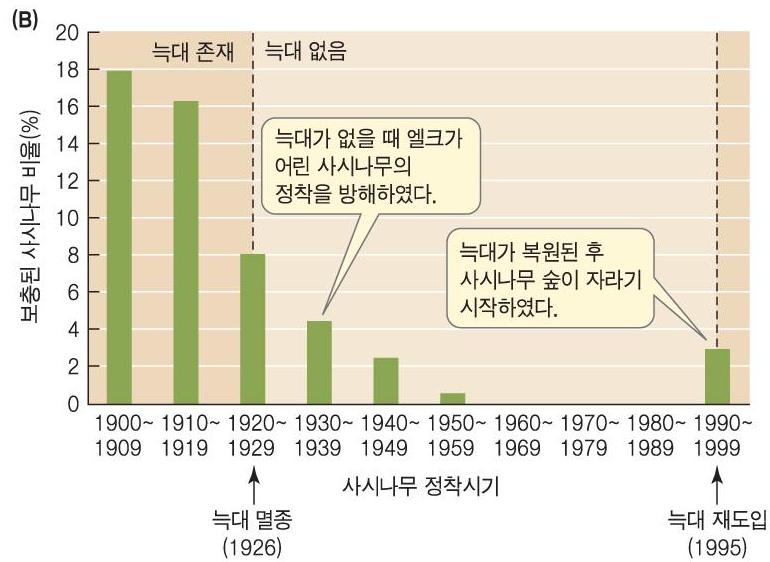
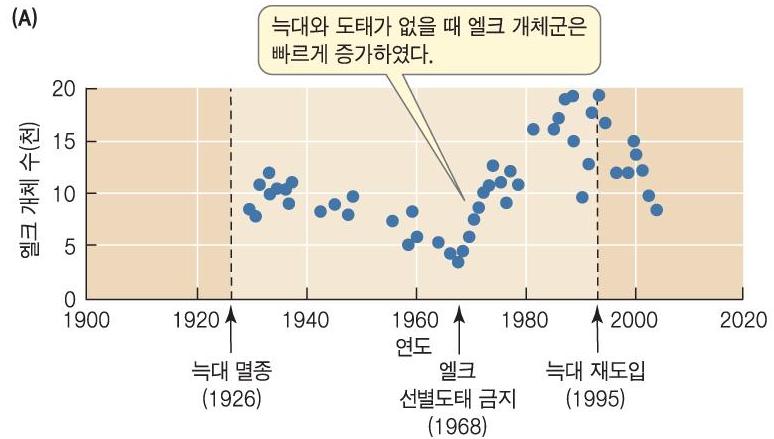
표 43.1 주요 영양단계

영양단계	에너지원	예
1차 생산자(광합성생물, 화학독립영양생물; 표 19.2 참조)	태양에너지	녹색식물, 광합성세균과 원생생물
1차 소비자(초식동물)	1차 생산자의 조직	엘크, 메뚜기, 잔디나방 애벌레, 꿀벌, 거위
2차 소비자(육식동물)	초식동물의 조직	거미, 박새, 치타, 겨우살이
3차 소비자(육식동물)	육식동물의 조직	참치, 범고래, 겨우살이
잡식동물	여러 영양단계	코요테, 주머니쥐, 게, 유럽울생, 흰발생쥐
분해자	사체와 다른 생물의 배설물	균류, 많은 세균, 독수리, 지렁이, 쇠똥구리

Cannibalism in Mantis: [https://www.youtube.com/watch?v=\\_RqOzOzWjY](https://www.youtube.com/watch?v=_RqOzOzWjY)



# 영양단계 연쇄반응(Trophic Cascade)



(C) *Populus tremuloides* 엘크 접근이 금지된 울타리 안쪽



**그림 43.7 늑대의 제거는 영양단계 연쇄반응을 개시하였다.** (A) 엘로우스톤 국립 공원의 엘크 개체 수는 늑대가 제거되고 공원 당국이 엘크 무리의 조절을 중지하였을 때 빠르게 증가하였다. (B) 늑대가 사라지고 많아진 엘크가 나무를 뜯어 먹을 때 어린 사시나무는 정착하지 못하였다. (C) 연구자는 엘크 차단 펜스를 구축하여 엘크가 없는 펜스 안에서만 사시나무가 복원되는 것을 입증하였다.



# Reintroduction of Wolves into Yellowstone Park



- Declining herbivore (elk) population after reintroduction of wolves from Canada
    - ↓
  - Rapid recovery of vegetation/plant communities
- ‘**Trophic cascade effects** of predator-prey interactions across multiple trophic levels’



# Coevolution of Predator–Prey Interaction – 진화적 군비경쟁(Evolutionary Arms Races)



(a)



(b)

Copyright © 2009 Pearson Education, Inc.

- Predator-prey interaction by the rough-skinned newt and the common garter snake
- Newts: produce a potent neurotoxin that concentrates in their skin
- Garter snakes: evolved resistance to this toxin
- **Evolutionary arms race** has driven toxin levels in the newt to extreme levels



# 포식-피식자의 공진화 – 진화적 군비경쟁 (Evolutionary Arms Races)

(A)



*Episyphus balteatus*



*Vespa vulgaris*

**그림 43.10 방어기작과 진화적 무기경쟁.** (A) 무해한 꽃등애(위쪽)는 포식자가 피하는 치명적인 침을 가진 밀벌(아래쪽)의 외형을 닮아서 보호된다. (B) 브라질 건과(*Bertholletia excelsa*의 종자)는 대부분의 새가 깰 수 없는 매우 단단한 껌데기로 보호된다. 하지만 히아신스 마코앵무새는 견과의 강도에 보조를 맞춰 부리의 강도를 높인다.

(B) *Anodorhynchus hyacinthinus*





# 경고색(Aposematic Coloration) – Warning about Distastefulness/Toxicity (I am Toxic!)





# Monarch Butterfly Toxins

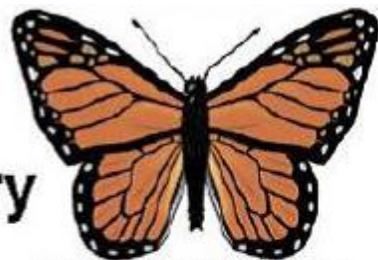


“Unpalatable”





# 베이츠의 태(Batesian Mimicry) Vs. 뮬러의 태(Mullerian Mimicry)



## Mimicry



*Danaus plexippus*  
Batesian mimicry: Monarch (*Danaus*) is poisonous; viceroy (*Limenitis*) is palatable mimic



*Heliconius erato*



*Heliconius sapho*



*Heliconius melpomene*



*Heliconius cydno*

Müllerian mimicry: two pairs of mimics; all are distasteful



**FIGURE 18.20.** Batesian mimicry in females of the swallowtail butterfly *Papilio dardanus*. The left column shows three different unpalatable model species in the family Danaidae, and the right column shows palatable *Papilio dardanus* mimics. All three patterns are found as polymorphisms within populations of *P. dardanus*.

18.20, photo courtesy of Nipam H. Patel

Evolution © 2007 Cold Spring Harbor Laboratory Press



# 위장(Camouflage)



**그림 43.11** 식물은 먹히는 것을 피하기 위해 모방한다. 시계초 잎은 초식동물인 얼룩말나비(*Heliconius* 속)의 알을 닮도록 변형되어 얼룩말나비는 이미 알을 포함하고 있는 식물 위에 알을 낳지 않을 것이다. 알 모방 형태는 알을 낳는 얼룩말나비 암컷을 단념시키며, 애벌레가 부화한 후 식물이 먹히지 않게 보호한다.



# 피식자의 포식자에 대한 행동적 적응 – 무리 짓기(“Swarming”)



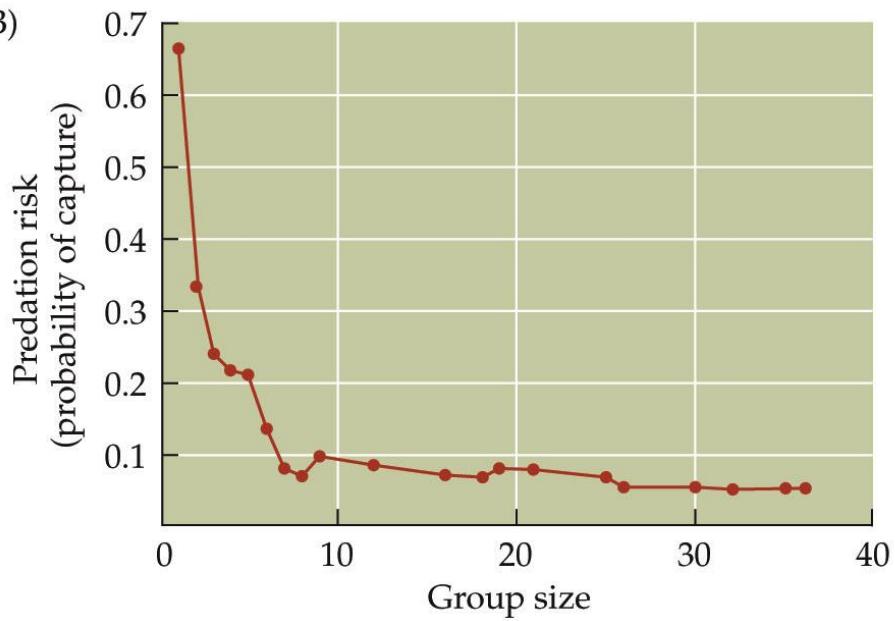


# 희석효과(Dilution Effect)

(A)



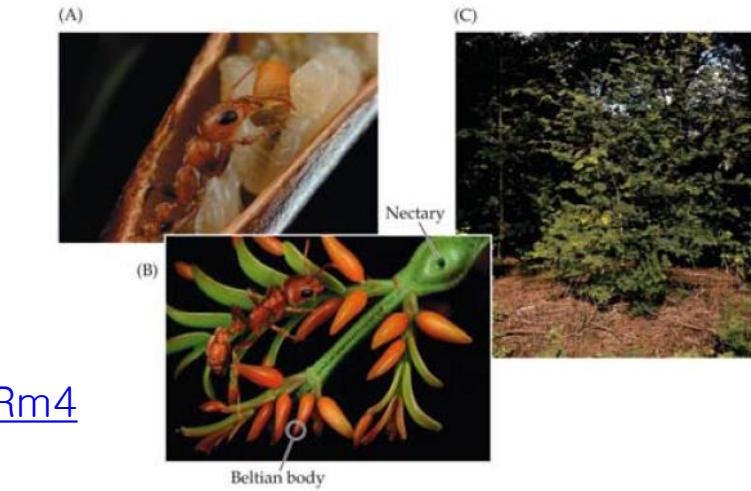
(B)





# 상리공생(Mutualism): Ants and Acacia

- Benefits to ants?
  - Food, home
- Benefits to acacia?
  - Ants kill any insects that try to eat it
  - If ants are removed, acacia are quickly outcompeted by herbivores



Symbiosis between ants and acacia trees:

<https://www.youtube.com/watch?v=Xm2qdxVVrm4>

Coral reef symbiosis:

<https://www.youtube.com/watch?v=-EUEPinEcQ>