

2013년 봄학기 강원대 생명과학과(부) 진화생물학 기말시험 모범 답안

학번 () 이름 ()

6문제로 한 문제에 10점씩 60점 만점으로 평가, 추후 40점으로 조정할 것임

1. The Making of the Fittest :

- (1)부베섬의 Icefish 에 대한 이야기
- (2)삼원색을 볼 수 있는 동물과 영장류 이야기

둘 중 하나를 선택해서 무슨 이야기이고 진화를 보는 저자의 하고픈 이야기는(포인트만)?

(1) Icefish

약 4천만년 전 남극 대륙이 남미에서 분리되고 남극 대륙 주변을 도는 해류와 기류가 강하게 생성되자 남극 대륙은 다른 세계와 고립되고 온도가 지구 상에서 가장 낮게 떨어졌다. 여기서 멀지 않은 부베 섬 바다에 사는 얼음물고기는 최종적으로 빙점 보다 3도나 낮은 수온에 적응하지 않으면 안되었다. 저온으로 혈액이 끈적해져 좁은 혈관에서 막히는 것을 피하게 위해 (적)혈구는 모두 사라지게 되었다. 낮은 수온으로 산소 포화도가 올라가 적혈구 없이 산소 공급이 가능해졌다. 이러한 적응 결과는 유전자에 그대로 기록되어 있다. 헤모글로빈 유전자가 무작위 유전변이로 거의 사라졌다. 반면 빙점 아래에서도 혈액을 얼지 않게 하는 부동 유전자가 새로 만들어졌다. 이 새 유전자는 소화효소 유전자 중 하나가 변이를 일으킨 것으로 유전자 분석 결과 밝혀졌다.

모든 생명의 진화 기록은 디지털 기록인 유전자에 모두가 빠짐 없이 기록되어 있다. 필요 없는 유전자는 서서히 사라지고 유전자 화석으로 남는다. 반면 새로운 기능의 유전자는 만들어져 새로이 도입된다. 지구 생명의 40억년 역사가 그래도 기록된 지구 생명의 유전 기록을 보면 진화를 믿을 수 밖에 없다. 현대의 첨단 기술로 유전자가 해독되고 있고 이를 응용한 친자 확인과 범인 검거 결정적 증거로 모든 사람이 믿어 의심치 않는 유전 기록을 진화에서는 믿지 않는 그런 바보는 어디에 있는가.

(핵심) 세 개 : 적혈구(헤모글로빈), 부동단백질(유전자), 진화역사는 유전자에 기록

이 3 개를 정확히 쓴 것은 없다. 무슨 이야기인지 모르고 쓴 것도.

최고 9점 명수현, 보통 6점,

(2) 삼원색과 포유류, 영장류

2억 5천만년전부터 6천 5백만년 전까지 지속된 중생대 시기에 포유류는 공룡을 피해 살아갔으며 따라서 밤에 활동했다(Nocturnal Life). 이에 낮 활동(Diurnal Life)에 적합한 청, 녹, 적의 3색 유전자는 자연선택 형질에서 멀어지면서 먼저 붉은 색을 감지하는 옅신 유전자가 사라지게 되었다. 그러나 소행성 충돌로 여겨지는 사건 이후 공룡은 멸종하고 포유류는 낮에도 활동하게 되었다. 이 중 영장류는 다시 붉은 색을 보는 옅신 유전자가 만들어졌다. 영장류의 붉은 색 옅신은 생존에 도우며 되어 선택되는데 어린 새끼는 붉은 색을 띠며 단백질과 다른 영양이 풍부하고 부드럽

고 소화가 잘된다. 반면 녹색잎은 영양이 부족하고 소화도 잘 되지 않으면 잘못하면 독성도 있다. 또 과일과 다른 열매도 익으면 붉은 색을 띤다. 이 붉은 색 옅신은 유전 검사 결과 녹색 옅신에서 변이된 것으로 밝혀졌다. 즉, 녹색 옅신의 핵심 아미노산 3개가 바뀌어 녹색(530 nm)에서 붉은 색(560 nm)로 흡수 파장이 조금 바뀐 것이다. 실제 붉은 색은 650 nm 정도이다. 파란 색 옅신이 417 nm 파장에서 최대 흡수율을 보이는 것으로 보면 이 두 옅신의 흡수 파장이 얼마나 비슷한지 알 수 있다. 이 3 아미노산으로 모두 비슷한 아미노산으로 바뀌었고 염기서열이 단 하나씩 바뀐 것이다. 하여튼 우리 인간도 그 작은 차이로 녹색과는 전혀 다르게 느껴지는 붉은 색 세상을 보게 되었다. 색맹이 인간에게는 8% 나 있는 색맹이 원숭이에서 0.1% 밖에 없는 바로 자연선택이 강하게 작용하는 것으로 볼 수 있다. 인간은 자연선택이(붉은 색을 보는 형질에) 덜 작용하면 색맹이 더 늘어 날 것이고 먼 훗날 붉은 색 유전자는 다시 사라질 수도 있다.

(핵심) 포유류 2색, 영장류 3색, 적색 옅신 유전자, 진화 역사는 유전자에 기록한 학생만 선택, 내용을 이해하지 못함

2. 연속변이량이 진화 연구에서 중요한 이유는?

변이 pptx나 보충자료에도 이 내용은 없었고 게시판 주소(자연선택)에도 변이에 대한 내용을 볼 수 없다. 학생들의 답안은 다음과 같다. 이 중 2-3 개면 9~10점 처리(대부분)

어떤 연속 형질이 선택(결과는 적응)되었는지 유의성 검증이 가능

자연선택이 형질 변이에 미치는 영향을 조사 가능(통계 처리 가능)

양적 유전학, 집단 유전학 등을 통해 연속 변이량과 유전(자)의 관계를 조사 가능

여러 환경과 유전(자)에 의한 연속 변이량은 서로 더해질 수 있으므로(Additive) 이들을 분리해 낼 수 있다(전체에서 유전의 영향, 전체 환경에서 특정 환경의 영향 등등)

적응도 평면으로 진화의 방향을 알 수 있다(안정적 또는 방향성, 분리 등)

3. 자연선택의 개요 이야기입니다. () 안에 맞는 단어(영어)를 채워 넣으세요.

However, despite its logical consistency, (**natural selection**) was not accepted as a necessary or sufficient explanation for (**adaptation**) until the "evolutionary (**synthesis**)" of the mid-20th century, when knowledge from population and quantitative genetics, natural history(e.g., biogeography, ecology, behavior), systematics, and paleontology merged to form the unified theory of (**adaptive**) evolution known as neo-Darwinism. Since that time, natural selection has been accepted as the universal mechanism leading to adaptation, and the two terms have become so closely associated as to be almost tautological.

adaptive 대신 adaptation 도 정답처리(영어에선 형용사형을 쓰는 경우가 대부분이므로 주의할 것)

박용범, 김다솜, 이선희 10점, 하나에 2,5점씩으로 하나 3, 둘 5, 3이면 8점으로

4 적응의 개요 이야기입니다. () 에 맞는 단어(영어)를 넣으세요.

Darwin and Wallace proposed (**natural selection**) as a process that caused evolution. Adaptations

are feature of organisms that were shaped by this process. The modern version of Darwin and Wallace's theory allows for other agents of evolution, such as genetic drift, migration, and mutation, but (**adaptation**) remains a product of natural selection alone. The virtue of their proposal is that it allows us to develop (**testable**) hypotheses about (**cause**)-and-(**effects**) relationships between feature of the environment and presumed adaptations.

한 문제에 2점씩으로, 마지막 effects 대신에 result(s)도 의미로 보아 정답처리
 명수현, 박용범, 이선희, 김다솜 10점

5. 자연선택

전체 크기에 따른 선택 기울기 단변량 분석($\alpha=0.05$)

	숫컷				암컷			
	1 세대		2 세대		1 세대		2 세대	
	β_1 (1차선형)	γ_1	β_1	γ_1 (2차곡선)	β_1	γ_1	β_1	γ_1
전 생존율				0.34				
생산 수명	-0.17				-0.35		-0.26	
일 생산 성공	0.38				0.24		0.17	
순 성체 적응도		-0.42				-0.28		-0.42
조사 개체	전생존 519		생산수명 105		일생산성공 36		순성체적응도 450	

한 문제에 2점씩으로

(1) 제목은 복잡하지만(번역 문제?) 쉽게 말해 소금쟁이의 전체 크기(길이) 형질과 이에 따른 자연 선택 척도인 4개 적응도(적응도, Component fitness 3개)와의 (**상관관계**)를 본 것이다.
 관계, 연관성 등 정답처리

(2) 숫자가 없는 Cell(우리말로는 ?)은 왜?

유의성이 낮아서

의미가 없어서는 반점처리

(3) 조사 개체 수가 이리 다른 것은?

전 생존 수 519 개를 조사했으나 이중 많이 죽었다. 따라서 나머지 성체를 가지고 생산수명과 일 생산성공을 조사했기 때문이다. 일생산성공 값은 매일 성공을 확인하고(숫컷은 교미 회수, 암컷은 배란 알 개수) 그 평균을 내기 때문에 많이 조사하지 못한 듯하다. 순성체적응도는 성체가 되지 전에 죽은 개수도 모두 포함되므로 다시 조사 개수가 늘어났다.

생존율이 낮아 반점처리

(4) Preproductive survival 이 조사 수 3 개에서 0, 0, 1 이었고, Reproductive longevity(day)가 조사 수 하나에서 10 일이고 Daily reproductive success(female)이 하루 30 알이라면 조사 수 3 개에서의 Net adult fitness는?

0, 0, 300(1x10x30)

component fitness 를 모두 곱해(production) 구한다.

맞힌 학생 없음

(5) 여기서 Trade-off(반대급부, 대가)는 어디서 사용되는가?

통계 숫자로 보이는 것으로 생산수명과 일생산성공이 서로 반대되게 나타났다. 오래 살면 하루 생산량이 적어지고 수명이 짧으면 일생산량이 많아진다. 이 둘은 trade-off 이다.

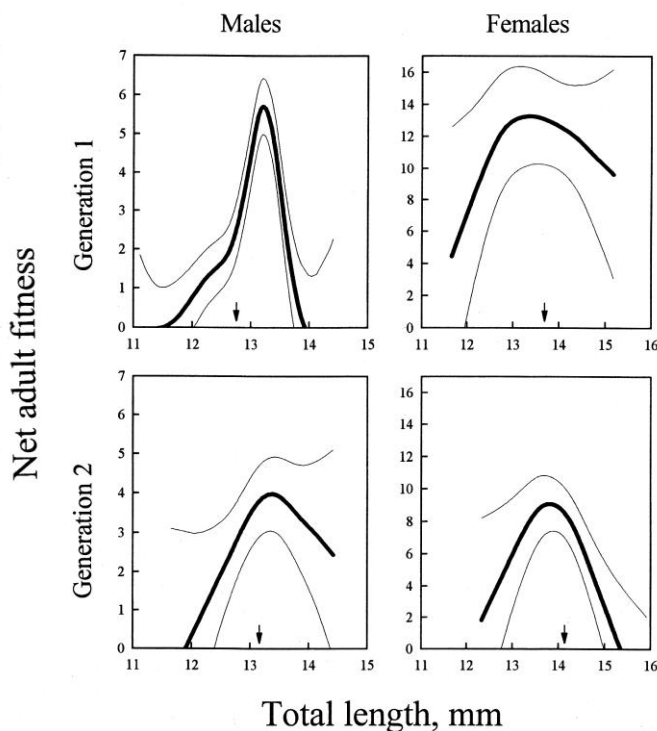
다시 보면 전체 크기(길이)에 대한 결과이며 크기가 크면 좋기는 하나 수명이 짧아 진다. 자원 소모와 에너지 생산 등이 많아지기 때문일 것이다. 크면 일생산량이 많아진다.

정답 없음

(6) 전체 크기(길이)에 대한 자연선택 결과는?

종합적으로는 fitness 를 봐야 한다. 감마 값이 -0.42 로 안정적 적응도 평면으로 보아야 한다. 크기가 너무 커도, 너무 작아도 Fitness 값은 작아진다. 자연선택은 평균에 가까운 크기를 선택하고 더 크거나 더 작은 개체는 자연에서 제거하는 방향으로 움직인다. 물론 크기가 크면 하루 생산량은 늘지만 반면에 수명은 짧아져 전체적으로는 적정 크기가 유리하다.

이 표는 소금쟁이(암수) 전체 크기에 따른 상관관계인데 그림에서 보듯이 평균 크기가 선호된다.



정답 없음

(7) 암수의 차이가 있는가? 있거나(없다면) 왜?

여기선 나타나지 않는다. 생식기 크기나 배 크기와 같은 성별 차이가 두드러진 형질이 없기 때문이다.

그냥 전체 크기에 대한 이야기이다. 따라서 암수 차이는 나타나지 않는다. 그냥 적당한 크기가 가장 좋다는 이야기이다. (물론 다음 자료를 보면 수컷은 생식기가 크면 좋은데 전체 크기는 암컷보다 작아야 하며 그래서 적당한 선에서 타협을 보고, 암컷은 배가 크면 좋은데 이도 등등 이야기가 나오지만 여기선 그런 자료는 하나도 없다)

정답 없음(모두 무조건 암수 차이가 크게 나타난다고 ... 어디에 ?)

이번 문제는 답을 쓴 학생이 거의 없음, 최고점수는 박용범 5점, 대부분 3점, 2점, 1점, 0점

6. 적응 시험 이야기입니다.

높은 포식압에 살던 구피를 적은 포식압 지역으로 이주시키고 약 4년, 11년 지난 후 암수의 크기와 성체 나이, 재생산(또는 생식) 노력 비율의 평균 값을 비교하였습니다.

	이주 4년 후		이주 11년 후		원래 다른 곳에서 서식	
	높은 포식	낮은 포식	높은 포식	낮은 포식	높은 포식	낮은 포식
수컷 성체일	60.6	72.7**	48.5	58.2**	51.8	58.8**
성체크기, mg	56.0	62.4**	67.5	76.1**	87.7	99.7**
암컷 성체일			85.7	92.3*	71.5	81.9**
생식노력(%)			22.0	18.5	25.1	19.2*

** P<0.01, * p<0.05, 별표가 없는 작은 숫자는 유의성이 낮음

이 세 곳은 서로 다른 곳입니다.

(1) 높은 포식압과 낮은 포식압에서 사는 구피의 대한 차이를 설명하세요.

포식압에 높은 곳에 사는 구피는 상대적으로 수컷은 빠르게 성체가 되고 몸무게도 작다. 암컷의 성체일도 포식압이 크면 빨라진다.

대부분 정답

(2) 이주 4년, 11년과 아주 오래된 곳의 구피의 변화 양상을 간단히 설명해보세요.

먼저 수컷의 변화가 나타나고 다음에 암컷까지 변화되고 있다. 생식노력비율은 작아지고 있다.

(11년 후와 오랜 시간이 흐른 후의 차이는 암컷 성체일의 유의도 차이가 있고 생식노력비율도 유의도 차이가 있다)

전체적으로 보야 하는데 너무 숫자(성체일, 크기)에 집착하여 어려운 이야기를 씁니다.

(3) 이주 4년과 11년 그리고 원래의 수컷 크기가 매우 다르다. 세 곳의 영양상태가 다른데 이를 맞춰보고 간단히 설명.

크기 순에 따라 원래 서식지가 가장 좋고 다음은 이주 11년이고 이주 4년이 영양상태가 가장 나쁜 곳으로 보인다(사실 맞고). 크기는 포식압과 영양상태에 따라 달라진다.

대부분 정답을 썼음

(4) 수컷 성체일 형질에 어떤 자연선택이 일어나서 어떤 적응이 일어났는지 그럴듯한 설명을 간단해 해보세요.

포식압이 낮아짐에 따라 조금 더디게 성체가 되는 구피(이런 유전자를 지닌)의 생존 일수가 더 길어질 수 있게 된다. 이러한 구피는 전 생애 기간에 더 많은 후손을 낳고(fitness) 더디게 성체가 되는 구피의 수는 점차 증가하게 된다. 긴 기간 동안 이러한 자연선택(느리게 성체가 되는 형질에 자연선택이 되면)으로 전체적인 구피의 성체일수는 늘어나고 수컷 구피의 성체 몸무게도 증가하게 된다.

포식압이 높았던 때에는 구피의 생존 시간이 짧아 조금이라도 빨리 성체가 되어 후손을 만드는 구피(이런 유전자를 지닌)가 세대를 거치면서 증가하게 된다(구피 알이 크기가 작아 문제가 있다 하여도 전체적인 생존이 이러한 구피가 유리하다). 그러나 포식압이 낮아지면 전체 구피의 생존 시간이 길어지므로 적정 시기에 성체가 되어 튼튼한 알을 낳는 구피(이런 유전자를 지닌)가 전체 적응도가 커지므로 이러한 방향으로 진화하게 된다. 설명이 부족하여 말을 반복하는데 ...

짧은 기간이면 유전자 풀에서 적합한 유전자 빈도가 증가하는 것이고 긴 기간이면 유전자 돌연변이도 나타나며(무작위) 힘든 확률이지만 더 적합한(여기선 성체일수가 길어지는) 유전자가 나타나고 그 빈도가 증가하게 될 것이다.

그냥 포식압이 높으면 빨리 성체가 되어 후손을 낳는 것이 유리하여 이리 적응되었다는 객관적인 생각이 아니다 하여튼 이리 쓴 학생이 많아 정답처리
(변이과 선택 그리고 여기에 따른 적응은 그냥 자연적인 흐름입니다. 무슨 목적이 있어 되는 것이 아닙니다)

최고점수 양찬모 9점, 김윤태 8점, 김효정 8점

2013-05-31, 광노태

2013-06-04, 학생 답을 참조하여 추가