

2020학년도 논술고사

자연계열 (오후, 의학과) 채점기준





[문항 1]

[문제 1-1] (15점)

(1) (5점)

아주가 D를 지나지 않으므로 점 A와 연결된 선들만 고려하면 된다. 따라서 홀수 번째의 시행에서 뽑는 공과 짝수 번째 시행 때 뽑는 공의 색은 같아야 한다. 그리고 이러한 움직임에서 짝수 번째에만 A의 위치에 있을 수 있다. 따라서 p_{2n-1} = 0이다. (2점)

한편, 2n번의 시행 중, 홀수 번째 흰 공을 뽑는 경우가 모두 k번 있다고 하면 p_{2n} = sum_{k=0}^n n C_k (4/25)^k (9/25)^{n-k} 이다. 따라서 이항정리에 의하여 p_{2n} = (4/25 + 9/25)^n = (13/25)^n 이다. (3점)

(2) (10점)

2n회의 시행 후, D를 지나지 않았고 홀수 번째 흰 공을 뽑는 경우가 k번 있다고 하자. 그럼 그때 받는 보상이 정확히 X = 2^k가 된다. 각 경우의 확률은 (4/25)^k (9/25)^{n-k} 이며,

n C_k 가지의 경우가 있으므로 이러한 경우의 확률은 P(X = 2^k) = n C_k (4/25)^k (9/25)^{n-k} 가 된다. (2점)

확률변수 X는 0, 2^0, ..., 2^n의 값이 가능하므로 기댓값 E(X) = sum_{k=0}^n 2^k n C_k (4/25)^k (9/25)^{n-k} 이다. (2점)

이항정리에 의하여 E(X) = sum_{k=0}^n 2^k n C_k (4/25)^k (9/25)^{n-k} = (8/25 + 9/25)^n = (17/25)^n 이다. (2점)

한편, 같은 방법으로 E(X^2) = sum_{k=0}^n 2^{2k} n C_k (4/25)^k (9/25)^{n-k} = (16/25 + 9/25)^n = 1이므로, (2점)

분산은 E(X^2) - E(X)^2 = 1 - (17/25)^{2n} 이다. (2점)

[문제 1-2] (25점)

(1) (5점)

흰 공이나 검은 공을 뽑는 횟수를 k회라 하면, 이때의 확률은 n C_k (5/6)^k (1/6)^{n-k} 이다. 따라서

p_n = n C_0 (5/6)^0 (1/6)^n + n C_1 (5/6)^1 (1/6)^{n-1} + n C_2 (5/6)^2 (1/6)^{n-2} + n C_3 (5/6)^3 (1/6)^{n-3} + n C_4 (5/6)^4 (1/6)^{n-4}

이다. 따라서 6^n p_n은 최고차항의 계수가 5^4/24인 n에 대한 사차다항식이 된다. (3점)

따라서 lim_{n to infinity} 6^n/n^4 p_n = 5^4/4! = 625/24 이다. (2점)

* 6^n p_n은 최고차항의 계수가 5^4/24인 n에 대한 사차다항식임은 p_n을 정확히 구하지 않고도 알 수 있다.



(2) (13점)

y 의 값을 먼저 구해보자. 뽑힌 흰 공의 수에 대한 제약이 없다면, 수리가 정확히 5번 만에 A 의 위치로 돌아오는 경우의 수는, 첫 번째 시행 후에 가능한 위치는 세 가지이고, 두 번째, 세 번째, 네 번째의 시행 후에 수리의 가능한 위치는 B, C, D 중에서 자기 자신이 아닌 위치인 두 가지이므로, 총 $3 \times 2 \times 2 \times 2 = 24$ 가지이다. 따라서 24에서 흰 공이 3번 이상 뽑히는 경우의 수를 빼주면 된다.

공을 뽑는 순서를 달리하더라도, 최종 위치는 변하지 않는다. 흰 공이 5번 뽑히는 경우는 두 번째에 A 의 위치로 돌아와야 하고, 4번 뽑히는 경우는 5번째에 A 의 위치에 있을 수 없으므로 5번째에 처음으로 A 의 위치로 돌아오기 위해서는 흰 공은 3번 이하 뽑혀야 한다. 따라서 y 는 24에서 흰 공이 정확히 3번 뽑히는 경우의 수를 뺀 수이다. 흰 공이 정확히 3번 뽑히는 경우에는 반드시 검은 공이 1번, 붉은 공이 1번 뽑혀야 한다. (3점)

(i) 처음에 흰 공을 뽑지 않는 경우

두 번째, 세 번째는 무조건 흰 공을 뽑아야 하고 네 번째 흰 공 선택하는지 여부에 따라 한가지로 결정된다. 따라서 경우의 수는 모두 4가지이다.

(ii) 처음에 흰 공이 뽑는 경우

두 번째에는 흰 공이 뽑히면 안 되고, 세 번째는 무조건 흰 공이 뽑혀야 한다. 또한 네 번째 흰 공 선택하는지 여부에 따라 한 가지로 결정이 되므로 총 4가지 경우가 있다.

따라서 전체 방법의 수는 $y = 24 - 8 = 16$ 이다. (3점)

이제 x 의 값을 구해보자. 뽑힌 흰 공의 수에 대한 제약이 없다면, 수리가 정확히 6번 만에 A 의 위치로 돌아오는 경우의 수는 $3 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 = 48$ 가지이다.

이제 흰 공이 세 번 이상 뽑히는 경우를 세어보자. 공을 뽑는 순서를 달리하더라도, 최종 위치는 변하지 않는다. 따라서 흰 공을 정확히 4번 뽑아야 하고, 다른 2개의 공은 색이 같아야 한다. (3점)

(i) 처음에 흰 공을 뽑는 경우

두 번째에는 흰 공이 뽑히면 안 되고, 세 번째, 네 번째에는 무조건 흰 공이 뽑혀야 한다. 다섯 번째 흰 공 선택하는지 여부에 따라 한가지로 결정된다. 따라서 경우의 수는 모두 4가지이다.

(ii) 처음에 흰 공이 아닌 공을 뽑는 경우

두 번째, 세 번째, 네 번째는 무조건 흰 공을 뽑아야 하고 다섯 번째 흰 공 선택하는지 여부에 따라 한가지로 결정된다. 따라서 경우의 수는 모두 4가지이다.

따라서 전체 방법의 수는 $x = 48 - 8 = 40$ 이다. (4점)

(3) (7점)

5번의 시행 동안 흰 공을 뽑은 횟수를 w , 검은 공을 뽑은 횟수를 b , 붉은 공을 뽑은 횟수를 r 이라 하자. 두 개의 공을 뽑는 순서가 바뀌더라도 수리가 위치하는 점은 바뀌지 않는다.

점 A 의 좌표를 $(0,1)$, 점 B 의 좌표를 $(0,0)$, 점 C 의 좌표를 $(1,1)$, 점 D 의 좌표를 $(1,0)$ 이라 하면, 수리의 x 좌표를 바꾸는 것은 흰 공과 붉은 공, y 좌표를 바꾸는 것은 검은 공과 붉은 공을 고를 때 이므로 수리가 점 C 의 위치하기 위해서는 x 좌표가 홀수 번 바뀌어야 하고 y 좌표가 짝수 번 바뀌어야 한다. 따라서 수리가 5번 만에 점 C 의 위치에 있기 위해서는 w 는 홀수, r, b 는 모두 짝수이어야 한다.

가능한 (w, r, b) 조합은 여섯가지 뿐이다. $(w, r, b) = (5, 0, 0), (3, 2, 0), (3, 0, 2), (1, 4, 0), (1, 2, 2), (1, 0, 4)$. (3점)

i) $w = 5, b = 0, r = 0$ 인 경우의 확률은 $\frac{2^5}{6^5} = \frac{32}{6^5}$ 이다.



- ii) w = 3, b = 2, r = 0 인 경우의 확률은 5! / (3!2!) * (2^3 * 3^2) / 6^5 = 720 / 6^5 이다.
iii) w = 3, b = 0, r = 2 인 경우의 확률은 5! / 3!2! * 2^3 / 6^5 = 80 / 6^5 이다.
iv) w = 1, b = 4, r = 0 인 경우의 확률은 5! / 4! * (2 * 3^4) / 6^5 = 810 / 6^5 이다.
v) w = 1, b = 2, r = 2 인 경우의 확률은 5! / (2!2!) * (2 * 3^2) / 6^5 = 540 / 6^5 이다.
vi) w = 1, b = 0, r = 4인 경우의 확률은 5! / 4! * 2 / 6^5 = 10 / 6^5 이다.
따라서, p는 위 여섯 개의 확률을 모두 더한 2192 / 6^5 = 137 / 486 이다. (4점)

[문제 1-3] (10점)

흰 공을 뽑는 것을 W, 검은 공을 뽑는 것을 B, 붉은 공을 뽑는 것을 R이라 하자. 전체 3번의 시행 중 흰 공이 두 번 뽑히므로 나머지 하나의 공은 붉은 공 혹은 검은 공이다. (1점)

1) W를 두 개, R을 한 개 뽑는 경우:

- W, W, R 의 순으로 뽑을 확률은 2 / (6 * 5 * 4) = 60 / (6^2 * 5^2 * 4) 이다.
- W, R, W 의 순으로 뽑을 확률은 2 / (6 * 5 * 5) = 48 / (6^2 * 5^2 * 4) 이다.
- R, W, W 의 순으로 뽑을 확률은 2 / (6 * 6 * 5) = 40 / (6^2 * 5^2 * 4) 이다.

따라서 이 경우의 확률은 148 / (6^2 * 5^2 * 4) 이다. (4점)

2) W를 두 개, B를 한 개 뽑는 경우:

공이 뽑히는 순서에 상관없이 확률이 6 / (6 * 5 * 4) 로 같으므로 이 경우의 확률은 3 * (6 / (6 * 5 * 4)) = 540 / (6^2 * 5^2 * 4) 이다. (3점)

수리가 D의 위치에 있는 경우는 1)의 경우이므로 구하고자 하는 조건부 확률은 (148 / (148 + 540)) = (148 / 688) = 37 / 172 이다. (2점)



[2-1] 제시문 [가]에서와 같이 항생제가 없는 환경에서 살아가던 박테리아 집단이 항생제가 작용하는 환경으로 이동할 경우 박테리아 집단 내에서 나타날 것으로 예측되는 변화를 다윈의 진화론적 관점에서 논하시오 (4점)

[정답] 다윈의 자연선택설에 의하면 집단 내에 개체사이에 생존 경쟁이 존재하고, 개체의 변이가 존재하며, 환경이 변화하면 변화된 환경에 적응하기 유리한 개체가 더 많은 자손을 남겨서 결국 집단내에 이러한 개체의 수가 증가한다. 따라서 항생제가 없던 환경에서 박테리아 집단 내에서 야생 박테리아와 경쟁하던 항생제 저항성 박테리아는 항생제가 존재하는 환경으로 이동하면 항생제 저항성을 나타내는 박테리아가 생존에 유리하게 되어, 다른 박테리아에 비하여 더 잘 증식하게 되고, 결과적으로 집단 내에 항생제 저항성을 가지는 박테리아의 수가 증가한다.

[채점기준]

- 다윈의 자연선택설만 기술하였을 경우 1점 부여
- 집단 내 생존 경쟁이 존재하고, 변이가 존재하는 것을 기술하였을 경우 1점 추가 부여
- 환경변화(항생제가 존재하는 환경)에 적응하기 유리한 변이를 가지는 박테리아가 더 잘 증식함을 기술하였을 경우 1점 추가 부여
- 시간이 지나면서 결국 박테리아 집단내에서 항생제 저항성 박테리아의 수가 증가함을 기술하였을 경우 1점 추가 부여

[2-2] 제시문 [나]에 보고된 연구진의 실험 결과는 다윈의 진화론으로 설명이 어려운 부분이 있다. 제시문에서 같은 정도의 항생제 저항성을 보인 하나의 모집단에서 무작위로 분리된 박테리아 소그룹 간에 항생제 저항성의 차이를 보이고, 이 중 상당수의 소그룹이 모집단보다 현저히 낮은 항생제 저항성을 보이면서도 어떻게 항생제가 존재하는 환경에서 생존할 수 있는지를 제시문을 근거로 추론하여 기술하시오 (5점)

[정답] 다윈의 자연선택설에 의하면 항생제가 존재하는 환경으로 변화하면 박테리아 집단 내에서 항생제 저항성을 가지는 박테리아의 수가 시간이 지남에 따라 증가하여야 한다. 하지만 이 연구 결과에 의하면 항생제 저항성 박테리아의 비율은 증가 하지 않았다. 따라서, 자연선택에 의한 진화의 과정으로 설명 되지 않는다.

항생제가 존재하는 환경에서 항생제의 저항성을 가지는 박테리아는 인돌을 형성하여 약물배출펌프를 증가시킴으로써 생존하거나, DNA gyrase의 돌연변이로 생존할 수 있다. 만약 박테리아 집단 내에서 항생제 저항성이 현저히 낮은 박테리아도 같이 생존하였다면, 이는 항생제 저항성이 높은 박테리아의 도움을 받아 생존한 것으로 추론되어진다. 저항성이 높은 박테리아가 저항성이 낮은 박테리아의 생존을 도와줄 수 있는 방법은 제시문에 국한되어 생각하면 항생제 저항성이 낮은 박테리아의 DNA gyrase에 돌연변이를 유도하거나 돌연변이 DNA gyrase를 전달받기 보다는 항생제 저항성이 높은 박테리아에서 생성되는 인돌을 저항성이 낮은 박테리아가 받아 약물배출 펌프 단백질의 발현을 높여 생존하였을 것이라고 추론 할 수 있다.

[채점기준]

- 저항성이 높은 박테리아가 저항성이 낮은 박테리아의 생존을 도왔다고 기술하였을 경우 1점 부여
- 인돌을 받아 생존하였다고만 기술하였을 경우는 2점 추가 부여
- 항생제 저항성이 높은 박테리아에서 생성되는 인돌을 받아 저항성이 낮은 박테리아가 약물배출 펌프 단백질의 발현을 높여 생존하였을 것이라고 추론하였다면 2점 추가 부여



[2-3] 항생제 저항성을 가지는 소그룹들은 다시 크게 4그룹으로 나뉜다고 가정할 때 (Group 1: 인돌을 발현하지 않으며 유전자에 어떠한 돌연변이도 없는 그룹, Group 2: 인돌을 발현하나 유전자에 어떠한 돌연변이도 없는 그룹, Group 3: 인돌은 발현하지 않으나 norfloxacin의 타깃인 DNA gyrase에 돌연변이를 가지고 있는 그룹, Group 4: 인돌을 발현하며 DNA gyrase에 돌연변이를 가지고 있는 그룹), 이 4가지 그룹을 다음과 같이 섞어서 배양하면서 norfloxacin을 투여하였을 경우 각각의 실험에서 시간에 따라 대장균이 증식할지 또는 사멸할지에 대해 기술하며, 그렇게 추론한 근거를 설명하시오 (6점) (%는 박테리아 개체 수를 의미함)

- (1) Group 1 (95%) + Group 2 (5%)
- (2) Group 1 (95%) + Group 3 (5%)
- (3) Group 1 (95%) + Group 4 (5%)
- (4) Group 2 (95%) + Group 3 (5%)

[정답]

(1) 인돌을 발현하지 않으며 유전자에 어떠한 돌연변이도 없는 group과 인돌을 발현하나 유전자에 어떠한 돌연변이도 없는 group을 섞어서 배양하면 처음에는 항생제의 영향으로 인돌을 생성하지 않는 박테리아의 수가 일부 감소하지만 인돌의 형성하는 박테리아에 의하여 인돌이 생성됨에 따라 인돌을 발현하지 않는 박테리아 group도 생존이 가능해진다.

(2) 인돌을 발현하지 않으며 유전자에 어떠한 돌연변이도 없는 group과 인돌을 발현하지 않으나 norfloxacin의 타깃인 DNA gyrase에 돌연변이를 가지고 있는 group을 섞어서 배양하면 인돌을 생성하지 않는 박테리아 group은 죽어 사라지고 DNA gyrase 돌연변이를 가지고 있는 group만 생존한다.

(3) 인돌을 발현하지 않으며 유전자에 어떠한 돌연변이도 없는 group과 인돌을 발현하며 DNA gyrase에 돌연변이를 가지고 있는 group을 섞어서 배양하면 처음에는 항생제의 영향으로 인돌을 생성하지 않는 박테리아 group의 수가 일부 감소하지만 인돌의 형성하는 박테리아 group에 의하여 인돌이 생성됨에 따라 인돌을 발현하지 않는 박테리아 group도 생존이 가능해진다.

(4) 인돌을 발현하나 유전자에 어떠한 돌연변이도 없는 group과 인돌을 발현하지 않으나 norfloxacin의 타깃인 DNA gyrase에 돌연변이를 가지고 있는 group을 섞어서 배양하면 이 두 group은 모두 항생제 저항성을 보이기 때문에 지속적으로 증식한다.

[채점기준]

- 각 항목 당 정답 시 1.5점 부여
- 증식할지 사멸할지에 대해서만 기술하였으면 각 항목당 0.5점 부여
- 추론 근거를 기술하였을 경우 각 항목당 1점 추가 부여

[2-4] 위 [2-3]번 문제의 각 실험에서 만약 트립토판네이즈 저해제(tryptophanase inhibitor)를 norfloxacin 항생제과 함께 박테리아 배양에 처리한다면 어떠한 결과가 도출될 것인지에 대해 추론하여 설명하시오 (4점)

[정답] 트립토판네이즈 저해제(tryptophanase inhibitor)를 투여할 경우 tryptophanase의 작용이 억제되어 인돌이 형성되지 않으므로 생존에 인돌이 절대적으로 필요했던 (1) 조합의 경우 박테리아가 모두 죽어 사라지며 (2), (3), (4) 조합의 경우 DNA gyrase 돌연변이를 가지고 있는 group만 생존한다.

[채점기준]

- 각 항목 당 정답 시 1점 부여
- 증식할지 사멸할지에 대해서만 기술하였으면 각 항목당 0.5점 부여
- 추론 근거를 기술하였을 경우 각 항목당 0.5점 추가 부여



[2-5] 박테리아를 배양하는 배지는 모든 영양성분(당, 지질, 아미노산)을 포함하고 있다. 위 [2-3]번 문제 실험에서

(1) 만약 Group 2와 Group 4 박테리아를 각각 트립토판(tryptophan)을 제거한 배지에서 배양하면서 항생제를 처리하면 배양 시간에 따라 결과가 어떻게 나올지 기술하고 그렇게 추론한 근거를 기술하시오 (4점)

[정답] Group 2인 경우 트립토판을 배지에서 제거하면 세포내에 남아 있던 트립토판을 모두 사용한 후 부터는 인돌을 생성할 수 없다. 따라서 배양 초기에는 박테리아가 사멸되지 않고 있다가 시간이 지남에 따라 박테리아가 사멸할 것이다.

Group 4인 경우 인돌이 없어도 DNA gyrase의 돌연변이를 가지고 있어 항생제에 저항성을 나타낼 수 있으므로 트립토판이 없는 배지에서도 박테리아는 사멸하지 않고 생존할 것이다.

[채점기준]

- Group 2에 관한 정답 2점과 group 4에 관한 정답에 각각 2점으로 구성
- 증식할지 사멸할지에 대해서만 기술하였으면 각 항목당 0.5점 부여
- 시간에 따른 변화를 기술하였으면 각 항목당 0.5점 추가 부여
- 추론 근거를 기술하였을 경우 각 항목당 1점 추가 부여

(2) 만약 Group 2 박테리아를 메치오닌(methionine)을 제거한 배지에서 배양하면서 항생제를 처리하면 배양 시간에 따라 결과가 어떻게 나올지 기술하고 그렇게 추론한 근거를 기술하시오 (3점)

[정답] Group 2 박테리아의 배지에 메치오닌을 제거하면 새로운 단백질이 합성되지 않는다(모든 단백질은 메치오닌으로부터 시작됨). 따라서 세포내에 남아 있던 메치오닌을 모두 사용한 뒤부터는 트립토판네이즈를 생성할 수 없어 인돌을 생성할 수 없다. 따라서 배양 초기에는 박테리아가 사멸되지 않고 있다가 배양 시간이 지남에 따라 박테리아가 사멸할 것이다.

[채점기준]

- 증식할지 사멸할지에 대해서만 기술하였으면 0.5점 부여
- 시간에 따른 변화를 기술하였으면 1점 추가 부여
- 추론 근거를 기술하였을 경우 1.5점 추가 부여

[2-6] 대장균에서 트립토판네이즈(tryptophanase) 발현 관련 유전자는 젓당 분해효소 유전자와 같은 유전자 구조를 가지며, 같은 조절 유전자를 갖는다고 가정해 봅시다. 만약 어떤 대장균에서 저 농도의 norfloxacin 항생제가 tryptophanase 유전자 발현을 높였다고 한다면 어떤 기전으로 발현을 높였을 지를 추론하고, 또한 항생제 처리가 아닌 다른 방법으로 대장균에서 tryptophanase 유전자 발현을 높일 수 있는 방법을 추론해 보시오 (5점)

[정답] 대장균에서 트립토판네이즈(tryptophanase) 발현 관련 유전자가 젓당분해효소 유전자 구조와 같은 구조를 가지고 있으며, 같은 조절 유전자를 갖는다고 가정하였으므로, 저농도의 항생제가 조절 유전자에 의해 합성된 억제단백질과 결합하여 억제단백질의 구조를 변화시켜 억제하거나, RNA 중합효소를 활성화시켜 트립토판네이즈의 발현을 높일 수 있다. 또한 항생제 처리가 아닌 다른 방법으로는 젓당 유전자 구조와 같은 조절 유전자를 갖고 있으므로 배지내에 젓당을 첨가하면 젓당이 억제단백질에 결합하여 억제 단백질의 구조를 변화시켜 억제단백질을 억제함으로써 트립토판네이즈의 발현을 높일 수 있다.

[채점기준]

- 조절유전자에서 번역된 억제단백질을 항생제가 조절하여 트립토판네이즈(tryptophanase) 발현을 높일 수 있다고 기술하였을 경우 2점 부여
- RNA 중합효소를 활성화시켜 트립토판네이즈(tryptophanase) 발현을 높일 수 있다고 기술하였을 경우 1



점 부여

- 젓당을 배지에 추가하여 트립토판에이즈의 발현을 높일 수 있다고 기술하였을 경우 추가 2점 부여

[2-7] 대장균은 영양분이 충분할 경우 빠르게 증식하는 것으로 알려져 있으며 (1회 증식 20~30분), 증식 과정에서 DNA 복제는 필수적으로 일어나야 한다. 박테리아에서 일어나는 DNA 복제와 중합효소 연쇄반응(Polymerase Chain Reaction) 기계를 이용한 DNA 복제에서 각각의 과정 및 필요한 성분의 차이점을 비교 분석하여 설명하시오 (6점)

[정답]

DNA 풀림(denaturation) 과정

박테리아: 헬리케이스(Helicase)에 의해 2중 나선의 DNA가 한가닥으로 떨어짐.

중합효소 연쇄반응: 90~95°C 열에 의해서 2중 나선의 DNA 수소결합이 떨어짐.

프라이머 (Primer) 결합 과정

박테리아: 프라이메이즈에 의해 복제가 일어날 부분에 RNA 프라이머(primer)가 합성.

중합효소 연쇄반응: 약 50~65°C에서 외부에서 합성된 DNA primer를 사용하여 복제가 원하는 부분에 결합함.

DNA 합성 과정

박테리아: 선도가닥을 만들때는 박테리아 DNA 중합효소가 유전자 합성하며, 지연가닥을 합성할때는 오키아자키 단편이 만들어지며 오키아자키 단편은 DNA 연결효소에 의해 결합됨

중합효소 연쇄반응: 고온에 사는 호열성 세균의 중합효소를 이용하여 복제가 이루어지며, 지연가닥에서는 오키아자키 단편이 만들어지지 않는다.

[채점기준]

- 각각의 과정별로 정답 시 2점 부여
- 박테리아에 대한 정답만 기술하였을 경우 각각의 과정별로 1점 부여
- PCR에 대한 정답만 기술하였을 경우 각각의 과정별로 1점 부여

[2-8] 질병의 치료나 연구에 사용하기 위하여 다량의 단백질 합성이 필요하며, 유전자 조작을 통해 플라스미드를 이용하여 박테리아에서 인간 유전자 유래 단백질을 만들기도 한다(예: 인슐린). 그러나 이렇게 합성된 단백질은 인간세포에서 만들어진 단백질과 같은 기능을 보이는 경우도 있으나, 몇몇의 경우에는 박테리아에서 제작된 단백질의 활성도가 감소되는 경우도 관찰된다. 인간세포에서 만들어진 단백질과 대장균에서 만들어진 단백질의 아미노산 서열이 100% 일치하는데도 왜 활성도가 달라질 수 있는지에 대하여 추론하여 자세히 설명하시오 (7점)

[정답] 박테리아와 진핵세포의 세포소기관의 차이는 진핵세포에는 막성기관이 존재한다. 진핵세포는 DNA로부터 전사, 번역된 단백질은 소포체, 골지체를 거치면서 단백질 가공 및 운반이 된다. 따라서 진핵생물에서는 단백질 번역 후 조절이라는 단계를 거쳐 완성된 단백질의 활성도가 결정되어진다. 그러나 박테리아에서는 위와 같은 막성 세포소기관이 존재하지 않고, 단백질 번역 후 조절이라는 단계가 없어서 활성도가 이루어지지 않을 수도 있다.

[채점기준]

- 박테리아와 진핵세포의 막성 기관에 따른 단백질 가공 차이를 기술하였을 경우 2점 부여
- 단백질 번역 후 조절이라는 단계를 기술하면 추가 2점 부여
- 단백질 번역 후 조절 단계가 단백질 활성화에 중요하다는 내용을 기술하였을 경우 추가 3점 부여

[2-9] 박테리아 내에서 tryptophanase를 발현하는 유전자는 진핵세포에는 없는 것으로 알려져 있다. 만



약 박테리아 tryptophanase 유전자를 유전자 조작 방법을 이용하여 인간 유래 세포에 넣어 tryptophanase 단백질을 발현시킨다고 가정하면, 인간세포도 인돌을 발현할 수 있을지 기술하고, 그렇게 추론한 근거를 서술하시오 (6점)

[정답] 박테리아 tryptophanase는 진핵세포에 없으나 이를 유전자 조작으로 인간세포에 넣었을 경우 tryptophanase 단백질은 진핵세포에서 발현이 된다. 이때 단백질 효소는 특정한 입체구조를 가지는 기질과 결합해야 효소의 활성도를 나타낼 수 있는데(기질 특이성), tryptophanase는 기질을 박테리아 특이 단백질이 아닌 아미노산인 트립토판을 사용한다. 박테리아와 인간의 트립토판은 구조가 같기 때문에 인간 세포내에 있는 트립토판을 이용하여 인돌을 생성할 수 있을 것으로 추론되어진다.

[채점기준]

- 인돌을 생성할 수 있다고만 기술하였을 경우 1점 부여
- 단백질 효소가 활성도를 나타내기 위해서는 특정한 입체구조를 가지는 기질과 결합해야 한다는 것을 기술하였다면 2점 추가 부여
- 박테리아와 인간의 트립토판이 구조가 같아 트립토판을 분해하여 인돌을 생성한다고 기술하면 추가 3점 부여