

2014학년도 대학수학능력시험 과학탐구영역 (생명과학 I)

정답 및 해설

〈정답〉

1. ⑤ 2. ② 3. ⑤ 4. ① 5. ② 6. ③ 7. ③ 8. ③ 9. ③ 10. ④
11. ④ 12. ⑤ 13. ① 14. ① 15. ④ 16. ① 17. ② 18. ⑤ 19. ⑤ 20. ②

〈해설〉

1. <정답 맞추기> 새의 발 모양이 먹이의 종류나 서식지에 따라 달라진 것은 각각의 환경에서 그에 맞는 먹이를 찾고 서식지에서 활동하기 좋게 변화된 것이라고 볼 수 있다. 이것은 생명 현상의 특성 중 적응과 진화에 해당한다.

⑤ 사막여우는 더운 곳에 살기 때문에 열의 발산을 위해 몸의 말단부인 귀의 크기가 크고, 열의 발생을 적게 하기 위해 몸집이 작다. 그러나 북극여우는 추운 곳에 살기 때문에 열의 발산을 줄이기 위해 귀가 작고, 몸집이 큰 것이다. 이것은 생명 현상의 특성 중 온도에 적응하기 위해 몸의 형태가 변한 것이므로 적응과 진화에 해당한다.

<오답 피하기> ① 짙신벌레는 단세포 생물이므로 이분법을 통해 번식한다. 이와 같은 짙신벌레의 증식은 생명 현상의 특성 중 생식에 해당한다.

② 미모사는 잎을 건드리는 자극에 대해 잎이 접히는 반응을 보이는데 이것은 생명 현상의 특성 중 자극에 대한 반응이다.

③ 효모는 유산소 호흡과 무산소 호흡을 통해 포도당을 분해하여 에너지를 얻는 물질대사의 이화 작용을 한다.

④ 소나무는 빛에너지를 흡수하여 엽록체에서 광합성을 하여 양분인 포도당을 합성하는 물질대사의 동화 작용을 한다.

2. <정답 맞추기> 핵은 유전자의 본체인 DNA가 들어 있어 유전 형질 발현에 중요한 역할을 담당하고 있으며, 생장, 생식, 유전 등의 핵심적인 기능을 수행하는 곳이다.

미토콘드리아는 세포 호흡에 관여하는 여러 효소가 있어 세포 호흡 결과 ATP를 합성하며, ATP는 생물의 생명 활동에 이용된다.

세포 내 소화를 담당하는 세포 소기관은 리소좀이다. 리소좀은 골지체에서 분리되어 형성되며, 가수 분해 효소를 함유하고 있어 세포 내 소화를 담당한다.

3. <정답 맞추기> ㄱ. 동물의 조직 중 A는 혈구를 나타낸 것이므로 결합 조직에 해당한다. 결합 조직은 서로 다른 조직이나 기관 사이를 결합시키거나 지지하는 기능을 담당하는 조직으로 연골과 뼈, 지방 조직, 혈액 등이 있다.

ㄴ. B는 동물의 조직에서 상피 조직에 해당한다. 상피 조직은 동물체의 표면이나 내장 기관의

안쪽 벽을 덮고 있는 조직으로 몸의 보호, 물질의 흡수, 분비 기능을 담당한다. 이와 같은 상피 조직의 예로는 피부와 같은 보호 상피, 눈의 망막과 같은 감각 상피, 침샘과 같은 샘 상피, 소장 내벽과 같은 흡수 상피가 있다.

ㄷ. C는 신경 세포인 뉴런을 나타낸 것이며, 뉴런은 신경 조직을 이룬다. 소화 기관인 위에는 모세혈관 등의 결합 조직과 위벽에서 소화액을 분비하는 상피 조직과 운동 뉴런이 연결되어 위의 기계적 소화를 시켜주도록 하는 신경 조직이 모두 있다.

4. <정답 맞추기> ㄱ. 그림 (가)와 (나)중 하나는 $2n=6$ 이고, 다른 하나는 염색체수를 가르쳐 주지 않았다. 그림 (가)의 경우 염색체가 쌍을 이루고 있으며, 그 중 한 쌍은 서로 다른 형태를 취하고 있다. 이것을 통해 그림 (가)의 염색체수가 $2n=6$ 인 것이며, 서로 다른 형태를 취하고 있는 상동 염색체가 성염색체임을 알 수 있다. 그림에서 검은 색 염색체인 ⑦과 작은 검은 색 염색체가 서로 성염색체이다.

<오답 피하기> ㄴ. 그림 (나)는 염색체의 모양이 서로 다른 것을 통해 생식 세포의 염색체를 나타낸 것임을 알 수 있다. 생식 세포에는 상동 염색체중 한 개씩만 있으므로 ㉠과 ㉡은 서로 상동 염색체가 아니다.

ㄷ. 동물 A의 체세포에는 핵상이 $2n=6$ 인 (가)형태를 볼 수 있으므로, 이 동물의 생식 세포에 들어 있는 염색체 수는 $n=3$ 이 된다. (나)는 동물 B의 생식 세포를 나타낸 것이며, 핵상은 $n=4$ 이므로 A와 B동물의 생식 세포에 들어 있는 염색체 수는 A보다 B가 하나 더 많다.

5. <정답 맞추기> ㄴ. 어떤 사람의 핵형을 분석하는 실험 문제이다. 이 사람의 세포 ①을 보면 21번 염색체가 3개인 것을 볼 수 있는데 21번 염색체가 하나 더 많은 경우 다운 증후군을 나타낸다.

<오답 피하기> ㄱ. 세포 주기는 간기와 분열기로 나눌 수 있으며, 간기인 G_1 기, S기, G_2 기에는 염색체를 관찰할 수 없으므로 염색체 관찰은 분열기에 한다. 분열기 중에서도 중기는 염색체가 최대로 응축되고 세포 중앙의 적도면에 배열되어 염색체를 관찰하기에 가장 좋은 시기이다.

ㄷ. 핵형 분석 실험을 통해서도 염색체의 모양과 수를 판단할 수 있지만 유전자의 이상은 판단할 수 없다. 낫 모양 적혈구 빈혈증은 헤모글로빈 합성과 관련된 유전자의 이상으로 헤모글로빈을 구성하는 아미노산 중 하나가 바뀌어 비정상적인 헤모글로빈이 합성되고 이 때문에 적혈구가 낫 모양으로 변하는 유전병이다. 염색체의 구조에는 이상이 없으므로 이 실험으로 알 수 없다.

6. <정답 맞추기> ㄷ. M기는 세포 분열기이다. 이 시기는 간기에 비해 매우 짧으며 응축된 염색체를 볼 수 있다. 전기, 중기, 후기, 말기로 구분되는데 전기에 염색체가 나타나고 인이 사라지며, 양극에서 방추사가 뻗어 나오기 시작하며, 핵막이 사라진다. M기의 전기에 사라졌던 핵막이 다시 만들어지는 시기는 M기의 말기로 이때 염색사가 다시 염색체로 되며, 핵막과 인이 나타나 2개의 딸핵이 만들어지게 된다.

<오답 피하기> ㄱ. 세포 주기에서 M기 이후에 G₁기, S기, G₂기가 이어지므로 ㉠은 G₁기, ㉡은 S기, ㉢은 G₂기이다. ㉡인 S기에서 DNA 복제가 일어나 핵 1개당 유전 물질의 양이 두 배로 증가하므로 DNA 복제가 일어나기 전인 ㉠에 비해 DNA 복제가 일어난 후인 ㉢에서 DNA양이 2배 더 많다.

ㄴ. ㉡ 시기는 세포 주기 중 간기의 S기로 DNA 복제가 일어나는 시기이며, 방추사는 M기의 전기에 양극에서 뻗어 나오기 시작하며, 중기 때 최대로 길었던 방추사가 동원체에 붙은 후 후기가 되면서 점차 짧아지게 되므로 방추사는 M기에만 볼 수 있다.

7. <정답 맞히기> ㄱ. 그림 자료가 자율 신경에 의한 동공 크기 조절 경로라고 했다. 말초 신경계는 기능에 따라 체성 신경계와 자율 신경계로 구분하며, 동공 크기를 조절하는 것은 자율 신경계인 교감 신경과 부교감 신경의 길항 작용으로 조절 된다.

ㄴ. 신경절 이후 뉴런이 신경절 이전 뉴런보다 짧으므로 자료에 제시된 신경은 부교감 신경이다. 부교감 신경은 신경절 이전 뉴런과 신경절 이후 뉴런 모두 신경 전달 물질로 아세틸콜린이 분비된다.

<오답 피하기> ㄴ. 동공 크기 조절 중추는 중뇌이다. 중뇌는 간뇌와 연수 사이에 위치하며 안구 운동과 동공 반사(홍채 운동)를 조절하는 중추이다. 연수는 기침, 재채기, 하품, 눈물 분비 등의 반사를 담당하는 중추이다.

8. <정답 맞히기> ㄱ. 골격근은 대뇌의 지배를 받아 의식적으로 수축과 이완의 조절이 가능한 수의근이며, 다핵 세포로 이루어진 가로무늬근이다.

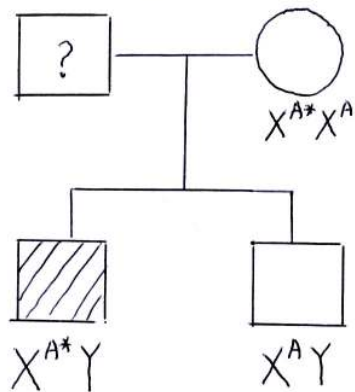
ㄴ. 구간 ㉠은 제시된 자료에 의하면 액틴 필라멘트와 마이오신 필라멘트가 겹치는 부분을 말한다. X는 근육 원섬유 마디이며, 시점 ㉡에서 2.2μm이고, ㉢에서 2.0μm인데, 골격근이 수축하면 근육 원섬유 마디가 줄어들므로 시점 ㉢가 골격근의 수축시기임을 알 수 있다. 골격근의 수축 시 액틴 필라멘트와 마이오신 필라멘트의 길이는 변하지 않고 액틴 필라멘트가 마이오신 필라멘트 사이로 미끄러져 들어가므로 겹치는 부분인 ㉠이 증가하게 된다.

<오답 피하기> ㄴ. 제시된 자료에는 골격근이 이완 했을 때인 ㉡에서의 ㉡과 ㉢만을 제시했다. 그러나 골격근이 수축할 때 근육 원섬유 마디인 X의 길이는 줄어들지만 마이오신 필라멘트의 길이는 변하지 않으므로 ㉡일 때와 ㉢일 때의 마이오신 필라멘트의 길이는 같다. 이것을 이용하여 ㉢일 때의 길이를 계산할 수 있다. 근육 원섬유 마디인 X의 길이(2.2)에서 액틴 필라멘트만 있는 ㉡과 ㉢의 합(0.6)을 빼면 마이오신 필라멘트의 길이는 1.6μm임을 알 수 있다.

9. <정답 맞히기> 2가지 유전이 복합적으로 나타난 가계도를 분석하는 문제이다. 그러나 가계도가 제시되지 않고 자료가 주어졌으므로 가계도를 그려가면서 전제 조건을 적용해서 풀어야 한다.

먼저 유전병 ㉠을 살펴보자. 첫 번째 제시된 조건에서 유전병 ㉠은 성염색체에 있다고 했으므로 유전병이 X염색체 유전인지 Y염색체 유전인지 찾아야 한다.

① 유전병 ㉠



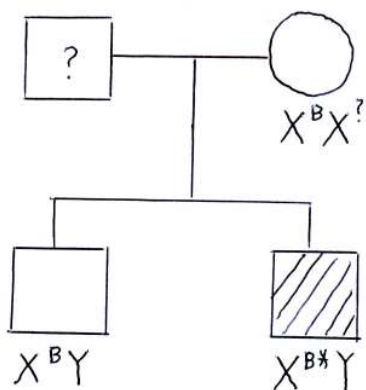
5번째 조건을 보면 철수의 형이 유전병 ㉠을 나타내는데 철수는 나타내지 않으므로 Y염색체에 의한 한성 유전은 아님을 알 수 있다. 그러므로 X염색체 유전이다.

그렇다면 X염색체 우성인지 열성인지 찾아보아야 한다. 형이 비분리가 아니므로 형을 통해 우열을 찾아야 한다. 어머니가 정상이므로 형은 어머니에게서 X를 아버지에게서 Y를 전달 받아야 한다. 그러므로 X^{A*} 를 유전병 유전자라고 하면, 어머니는 $X^{A*}X^A$ 를 가지고 있고, X^{A*} 는 열성이 되어 어머니에게서 나타나지 않은 것이다. 그리고 형은 $X^{A*}Y$ 이므로 X염색체에 의한 유전인 유전병 ㉠이 나타난다.

다음, 적록 색맹을 살펴보자. 적록 색맹 유전자를 B^* 라고 했으며, 적록 색맹 유전자는 이미 열성으로 유전되는 것을 배워 알고 있다.

역시 비분리가 되지 않은 형을 통해 유전자형을 찾아야 한다. 형은 어머니에게서 X를 받고 아버지에게서 Y를 받는데 6번째 조건에서 형은 적록 색맹이 아니라고 했으므로 형은 X^BY 가 된다. 또한 어머니는 정상이므로 $X^BX^?$ 이며, 철수는 적록 색맹이므로 $X^{B*}Y$ 이다.

② 적록 색맹



다음, 이 두 가지 유전을 합쳐서 철수의 비분리를 찾아야 한다.

이때도 비분리가 일어나지 않은 형을 통해 찾아야 하는데 형의 X염색체는 어머니로부터 그대로 전달되어야 하므로 어머니는 형의 유전자 $X^{A*}BY$ 중 X^{A*B} 를 가지고 있어야 한다. 그러나 철수가 $X^{A*B*}Y$ 이므로 철수의 X염색체는 어머니로부터 전달된 것이 아님을 알 수 있다. 또한 철수가

가지고 있는 Y염색체도 아버지로부터만 받을 수 있고, 3번째 조건에서 핵형이 정상인 XY라고 했으므로 철수의 XY는 모두 아버지에게서 받도록 비분리 된 것이고, 어머니로부터는 하나도 못받도록 비분리 된 것임을 알 수 있다. 그러므로 아버지의 유전자형도 철수와 같은 $X^{AB}Y$ 이다.

ㄱ. 아버지의 성염색체 유전자형이 그대로 철수에게 전달되므로 아버지는 $X^{AB}Y$ 가 된다. 그러므로 열성으로 유전되는 X^A 이 없으므로 아버지는 유전병 ㉠을 나타내지 않는다.

ㄴ. 철수가 성염색체 XY를 모두 아버지에게서 받기 위해서는 감수 1분열에서 비분리가 되어 정자가 만들어 져야 한다.

<오답 피하기> ㄴ. 어머니의 X염색체 하나는 형의 것과 같은 X^{A*B} 인 것이 확실하며, 하나는 정확하지 않지만 X^{A*B*} 는 아니다. 만약 X^{A*B*} 가 있다고 하면 어머니의 염색체형은 $X^{A*B}X^{A*B*}$ 로 어머니가 X염색체 열성으로 유전되는 유전병 ㉠($X^A X^A$)이 나타나야 하는데 다섯번째 조건에서 어머니는 유전병 ㉠이 나타나지 않는다고 했으므로 틀리다.

10. <정답 맞히기> ㄴ. ㉠이 G₁기의 세포이므로 DNA가 복제되기 전이다. 이후 ㉡은 간기의 S기를 거치면서 DNA양이 2배로 증가하고, 이후 ㉢에서는 감수 1분열이 진행된 이후이므로 DNA양이 반으로 줄어들며, ㉣에서는 감수 2분열이 진행된 이후이므로 또 DNA양이 반으로 줄어든다. (나)그래프에서 ㉡㉢㉣는 각각 ㉡㉢㉣중 하나라고 했으므로 DNA양의 변화를 통해 ㉡는 ㉣, ㉢는 ㉡, ㉣는 ㉢임을 알 수 있다.

㉢의 경우 ㉣와 같으므로 세포 1개당 염색체수는 1이고, 핵 1개당 DNA양은 2이므로 $\frac{2}{1}$ 이고,

㉡의 경우 ㉡과 같으므로 세포 1개당 염색체수는 2이고, 핵 1개당 DNA양은 4이므로 $\frac{4}{2}$ 이다.

ㄴ. ㉢에서 ㉣로 되는 과정은 감수 2분열이 일어나는 과정이므로 염색분체가 분리된다. 이로 인해 이 동물의 유전자형 Tt중 하나의 유전자만 갖는 생식 세포가 만들어진다.

<오답 피하기> ㄱ. ㉠은 DNA양이 증가되기 전이므로 복제된 유전자가 없으므로 세포는 유전자 T와 t를 각각 하나씩 가진 Tt이다. 그러나 감수 1분열이 끝난 후인 ㉢인 ㉢의 경우에는, ㉠에서 ㉡으로 될 때 유전 물질이 복제되므로 TTtt가 되며, 그 후 ㉡에서 ㉢으로 될 때 감수 1분열을 거쳐 각각의 상동 염색체가 분리되므로 TT와 tt로 갈라지므로 ㉢의 경우 T유전자를 2개 갖거나 하나도 못 갖게 된다.

11. <정답 맞히기> ㄱ. 그림 (가)는 결핵의 원인이 되는 세균인 결핵균이며, 그림 (나)는 독감의 원인이 되는 바이러스인 독감 바이러스이다. (가)인 세균은 핵이 없는 단세포 원핵생물이지만 효소가 있어 스스로 물질대사를 하며, 하나의 독립된 세포로서 숙주 없이도 살아갈 수 있다.

ㄴ. (가)인 세균과 (나)인 바이러스는 모두 핵산을 가지고 있다. 세균의 경우 핵산으로 DNA와 RNA를 모두 가지며, 바이러스는 핵산으로 DNA를 가진 것과 RNA를 가진 것으로 구분된다.

<오답 피하기> ㄴ. 그림 (나)는 독감 바이러스이며, 비세포구조이다. 핵산과 단백질 껍질로만

구성되므로 핵막도 없는 구조이다. 핵막이 있는 세포는 진핵생물로 동물, 식물, 곰팡이, 원생 동물 등이 있다.

12. <정답 맞히기> ㄱ. (가)는 음식물에 들어 있는 고분자 영양소를 세포가 이용할 수 있는 저분자 영양소로 분해하여 소장의 융털로 흡수하는 소화계를 나타낸 것이다. 소화계에서 일부 흡수되지 않은 물질은 대변으로 내보내고, 소화계에서 흡수된 영양소는 순환계를 통해 조직 세포로 이동한다.

ㄴ. (나)는 세포 호흡에 필요한 산소를 받아들이고, 세포 호흡결과 발생한 이산화 탄소를 내 보내는 호흡계이다.

ㄷ. (가)는 소화계, (나)는 호흡계, (다)는 배설계이다. 이와 같은 기관계는 각각 여러 기관 들로 구성되어 있고, 각 기관은 조직으로 조직은 세포로 구성되어 있다. 단백질 합성과 같은 동화 작용과 세포 호흡이나 리소좀의 가수분해 효소에 의한 분해 작용과 같은 이화 작용은 세포에서도 일어난다.

13. <정답 맞히기> ㄱ. 제시된 면역 반응은 ㉠인 B 림프구가 항체를 만들어 체액으로 내보내 항원을 제거하는 체액성 면역이다. 이것은 병원체가 체내에 침입했을 때 이를 물리치기 위해 T 림프구가 항원에 감염된 세포를 직접 파괴하는 세포성 면역과 다른 것이다.

<오답 피하기> ㄴ. 제시된 자료는 보조 T 림프구에 의해 ㉠인 B 림프구가 증식하여 일부는 기억 세포로 분화하고 대부분은 형질 세포로 분화하는 과정을 나타낸 것이다. B 림프구는 골수에서 생성되어 골수에서 성숙하며, T림프구는 골수에서 생성되어 가슴샘(흉선)에서 성숙된다. ㄷ. 동일한 병원체인 X가 2차 침입할 때는 1차 침입 시 T림프구의 도움을 받은 B림프구가 일부 기억세포로 분화되어 있으므로 그 기억 세포가 다시 분화하여 기억 세포와 형질 세포를 만들어 형질 세포로 부터 항체를 빠르게 생산하도록 한다. 보조 T림프구는 항체 생산을 하지 못 한다.

14. <정답 맞히기> ㄱ. X는 뇌하수체 후엽에서 분비되는 호르몬이라고 했으며, 삼투압을 조절하는 호르몬이므로 ADH(항이뇨 호르몬)임을 알 수 있다. 간뇌의 시상하부는 체내 삼투압의 높고 낮음에 따라 뇌하수체 후엽에서 ADH(항이뇨 호르몬)의 분비를 촉진하거나 억제하도록 조절한다.

<오답 피하기> ㄴ. (가)그래프의 P₁일 때는 혈장 삼투압이 증가되어 혈중 호르몬 X(항이뇨 호르몬)의 농도가 증가되고 있을 때이다. 이때 땀을 많이 흘리면 체내 혈장 내 수분이 많이 방출되어 혈장 삼투압은 더욱 높아지게 되므로 콩팥에서 수분을 재흡수하여 오줌으로 나가는 수분의 양을 감소시키는 호르몬 X(항이뇨 호르몬)의 농도는 더욱 증가하게 된다.

ㄷ. 구간 I은 물을 섭취한 뒤 60분이 지난 후이며, 이때 오줌의 삼투압이 크게 낮아진 것은 수분의 섭취로 인해 오줌에 물이 많이 포함되었기 때문이다. 구간 II에서는 구간 I에 비해 오줌의 삼투압이 높아졌다. 이것은 오줌에 물이 적게 포함되었기 때문이므로 오줌의 양은 구간 I이 더 많다.

15. <정답 맞히기> ㄴ. 구간 II는 탈분극으로 인해 신경 세포막의 전위가 최고점에 이른 이후 대부분의 Na^+ 통로가 닫혀 Na^+ 의 유입이 줄어들게 되는 시기이다. 이 시기에 K^+ 통로를 통한 K^+ 의 투과성이 높아지게 된다. 그러므로 B는 K^+ 이며, K^+ 는 세포 안에서 세포 밖으로 확산에 의해 급격히 배출되어 막전위가 다시 낮아지게 되는 재분극을 하는 구간이므로 구간 II에서 B의 농도는 세포 밖보다 안에서 높다.

ㄷ. 구간 III은 탈분극과 재분극이 끝나고 Na^+-K^+ 펌프에 의해 이온이 재배치되어 자극 이전의 휴지 상태로 돌아간 경우이다. 신경 세포막의 Na^+-K^+ 펌프는 에너지(ATP)를 이용하여 Na^+ 은 막 바깥쪽으로 배출하고, K^+ 은 막 안쪽으로 끌어들이는 능동수송을 한다. 즉, A인 Na^+ 을 세포막 바깥쪽으로 배출하여 농도를 낮게 유지하는데 ATP가 사용되는 것이다.

<오답 피하기> ㄱ. 자극을 받게 되면 자극을 받은 부위의 대부분의 Na^+ 통로가 열려 Na^+ 의 투과성이 커지고 이에 따라 Na^+ 이 세포막 안쪽으로 급격히 이동하여 막 안쪽은 양(+)전하로, 막 바깥쪽은 음(-)전하로 바뀌는 탈분극이 일어난다. 제시된 자료에서 A는 Na^+ 이며, 탈분극이 일어났으므로 Na^+ 은 세포 밖에서 안으로 급격히 확산되어 들어온다.

16. <정답 맞히기> ㄱ. 그림은 어느 지역에서 용암 대지부터 시작한 식물 군집의 천이 과정이므로 1차 천이를 나타낸 것이며, 그림의 A는 관목림, B는 양수림, C는 음수림이다.

<오답 피하기> ㄴ. 2차 천이는 산불, 산사태 등이 일어난 후 다시 안정된 군집이 될 때까지의 과정을 말한다. 2차 천이는 1차 천이와 달리 토양이 없는 불모지에서 시작하는 천이가 아니며, 토양에 수분과 유기물이 충분하므로 초원부터 시작하고 1차 천이보다 빠르게 진행되는 천이이다.

ㄷ. 극상은 천이의 마지막 단계인 안정된 군집을 말한다. 이 지역은 B인 양수림에서 천이 과정이 끝난 것이 아니라 혼합림을 거쳐 C인 음수림까지 천이가 진행되었으므로 마지막 단계인 극상은 C인 음수림이다.

17. <정답 맞히기> ABO식 혈액형과 유전병 ㉠이 함께 유전되는 집안의 가계도와 자료를 제시하고 특징을 분석하는 문제이다. ABO식 혈액형과 유전병 ㉠이 함께 유전되는 것이 아니므로 따로 구분하여 먼저 ABO식 혈액형 유전부터 보도록 하면, 자료에 제시된 표의 혈액 응집 반응을 통해 각 가계 구성원의 혈액형을 찾아야 한다.

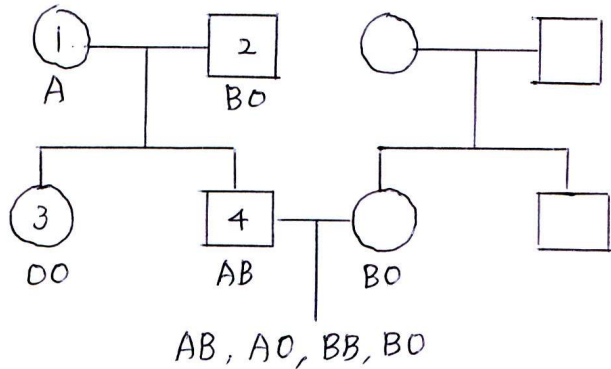
표에서 1이 A형인데 1의 적혈구를 3의 혈장에 넣으면 응집이 되므로 3은 A형의 피를 받을 수 없는 0형이나 B형이 된다. 또한, 1이 A형인데 4의 혈장에 넣으면 응집이 안되므로 4는 A형의 피를 수혈 받을 수 있는 A형이거나 AB형이다.

3의 적혈구를 1인 A형의 혈장에 넣을 경우 응집이 안일어나므로 3은 앞의 0형 또는 B형중 0형만 가능하다.

4의 적혈구를 1인 A형의 혈장에 넣을 경우 응집이 일어나므로 4는 앞의 A또는 AB형 중 AB형밖에 안된다(A형에 넣으면 응집이 안일어나므로).

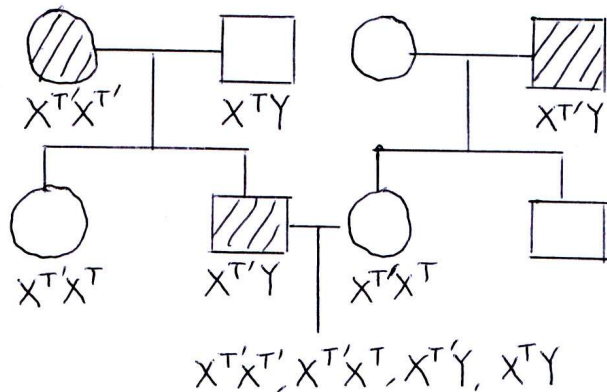
그러므로 3은 0형이 되고, 4는 AB형이 된다. 0형은 AB형에게 소량 수혈이 가능하므로 ㉠은 -

이다



3이 0형이므로 유전자형은 OO이며, 4가 AB형이므로 유전자형은 AB이다. 1이 A형이므로 2는 반드시 B와 O유전자를 가지고 있어야 하므로 BO유전자를 갖는 B형이 된다. 문제에 주어진 마지막 자료에서 구성원 2와 5의 ABO식 혈액형의 유전자형은 같다고 했으므로 5의 ABO식 혈액형의 유전자형도 2와 같은 BO가 된다.

유전병 ㉠은 대립 유전자 T와 T*에 의해 결정되고, T는 정상 유전자, T*는 유전병 유전자라고 했다. 먼저 T*가 상염색체 유전인지 성염색체 유전인지를 찾아야 한다. 상염색체 유전이라고 하면 1이 T*T*이고, 2가 TT이어야 하는데(조건 2번째에서 구성원 1과 2는 각각 대립 유전자 T와 T*중 한가지만 가지고 있다고 했으므로) 이 경우 자식에서 우성만 표현되어 한가지 형질만 표현되어야 하는데 한명은 유전병 ㉠이 있고 다른 한 명은 유전병 ㉠이 없으므로 상염색체 유전이 아님을 알 수 있다.



성염색체 유전이므로 3의 유전자가 X^TX^{T*} 인 이형접합이 되고 이때 유전병 ㉠이 발현되지 않았으므로 유전병 유전자 X^{T*} 는 X^T 에 비해 열성임을 알 수 있다.

1은 $X^{T*}X^{T*}$ 이고 2는 X^TY 이면, 제시된 조건에 맞게 된다. 이때 3은 $X^{T*}X^T$, 4는 $X^{T*}Y$ 가 되며, 5의 아버지는 유전병 ㉠을 가지므로 $X^{T*}Y$ 가 되고, 5는 아버지로부터 X염색체를 받아야 하므로 $X^{T*}X^T$ 가 된다($X^{T*}X^{T*}$ 라면 유전병 ㉠이 발현되어야 하므로 안됨).

ㄴ. 3과 5는 모두 $X^{T*}X^T$ 이므로 모두 유전자 T*를 가지고 있다.

<오답 피하기> ㄱ. 3은 0형이므로 4인 AB형에게 소량 수혈이 가능하므로 응집이 일어나지 않는다. 그러므로 ㉠은 -이다.

ㄷ. 4와 5사이에 아이가 태어날 때, 이 아이가 A형일 확률은 4의 AB0식 혈액형 유전자가 AB이고, 5의 AB0식 혈액형 유전자가 B0이므로 $\frac{1}{4}$ 이고, 유전병 ㉠이 될 확률은 4가 $X^T Y$ 이고, 5가 $X^T X^T$ 이므로 이 가운데서 유전병 ㉠이 되는 것은 $X^T X^T$ 과 $X^T Y$ 뿐이므로 $\frac{1}{2}$ 이고, 아들이 될 확률은 $\frac{1}{2}$ 이므로 이 조건을 모두 만족하는 값은 $\frac{1}{4} \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{16}$ 이다.

18. <정답 맞히기> ㄱ. 생태계를 구성하는 요소 간의 관계에서 비생물적 환경 요인이 생물 군집에 영향을 주는 것을 작용이라고 한다. 빛의 파장은 생태계의 비생물적 환경 요인에 해당하고, 해조류인 생물의 분포에 영향을 주는 것은 ㉠인 작용에 해당한다.

ㄴ. 생태계를 구성하는 요소간의 관계에서 생물이 비생물적 요인에게 영향을 주는 것을 반작용이라고 한다. 생물에 해당하는 지렁이가 토양 속을 돌아다니면서 토양의 통기성을 높여 주는 것은 생물이 비생물적 요인인 환경 요인에게 영향을 주는 반작용인 ㉡에 해당한다.

ㄷ. 개체군은 일정한 지역에서 같이 생활하는 같은 종의 개체들의 집단을 말한다. 개체군 사이의 상호 작용은 서로 다른 종들 간의 작용을 말하는 것으로 경쟁, 분서(나누어살기), 공생, 기생, 포식과 피식 등이 있다. 경쟁이란 생태적 지위가 비슷한 개체군 사이에서 먹이나 서식지를 두고 일어나는 것으로 경쟁에서 진 개체군은 서식지에서 사라지게 된다.

19. <정답 맞히기> (가)와 (나)는 3성잡종인 AaBbDd를 자가 교배하여 자손 1대를 얻은 표현형의 개체수가 자료로 나왔다. 이 자료를 통해 연관된 유전자를 찾아야 한다. 먼저 (가)의 표현형을 통해 연관된 유전자를 찾아보면 A와 D가 함께 있는 개체수가 200개, A와 d가 함께 있는 개체수가 100개, a와 D가 함께 있는 개체수가 100개임을 알 수 있다. 이것은 양성잡종에서 $AD : Ad : aD = 2 : 1 : 1$ 인 상반 연관의 결과와 같다. 또한 비율에 영향을 주지 않은 B와 b는 독립되었음을 알 수 있다.

(나)의 표현형을 통해 연관된 유전자를 찾아보면 A와 D가 300개, ad가 100개임을 알 수 있다. 이것은 양성 잡종에서 $AD : ad = 3 : 1$ 인 상인 연관의 결과와 같다. 또한 비율에 영향을 주지 않은 B와 b는 독립되었음을 알 수 있다.

ㄱ. P1과 P2에서 A와 b는 모두 연관되지 않았으므로 A와 b를 모두 갖는 꽃가루는 둘다 형성될 수 있다.

ㄴ. (가)에서 표현형이 aaB_D_에서 a와 D는 연관되어 있으므로 aaDD는 하나밖에 나오지 않으며, B는 독립이므로 B와 b는 모두 나올 수 있다. 그러므로 aaBBDD, aaBbDD의 2가지가 나온다.

ㄷ. P1과 P2의 교배중에서 연관된 것을 먼저 교배하면, 다음 표와 같이 표현형이 $AD : Ad : aD = 2 : 1 : 1$ 로 나온다. 여기에서 A_D_는 $\frac{1}{2}$ 이다.

	Ad	aD
AD	AADd	AaDD
ad	Aadd	aaDd

또, B는 P1과 P2에서 모두 독립되어 있으므로 $BB : Bb : bb = 1 : 2 : 1$ 이다. 이때 bb가 나올

확률은 $\frac{1}{4}$ 이다. 그러므로 이 두 가지 조건을 맞추면 $\frac{1}{2} \times \frac{1}{4} = \frac{1}{8}$ 이 된다.

20. <정답 맞추기> ㄴ. 생물 종 다양성이란 한 생태계 내에 존재하는 생물 종의 다양한 정도를 의미한다. 제시된 자료에서는 쥐와 풀, 나무, 버섯, 곤충 등 여러 종이 있는 종 다양성을 보여주고 있다. 종의 수가 많을수록, 종의 분포 비율이 고를수록 종 다양성이 높다고 말하며, 종 다양성이 높을수록 생태계가 안정적으로 유지된다.

<오답 피하기> ㄱ. 유전적 다양성은 같은 종이라도 서로 다른 유전자를 가지고 있어서 다양한 형질을 나타내는 경우를 말한다. 제시된 자료에서는 무당벌레의 반점무늬가 각각 다른 것을 통해 같은 무당벌레 종에서도 다른 유전자를 가지고 있음을 보였다. 동물뿐 아니라 식물도 유전자를 가지고 유전자의 발현에 의해 다양한 형질이 나타나므로 식물 등 모든 생물에서 유전적 다양성을 볼 수 있다.

ㄷ. 같은 종의 달팽이에서 껍데기의 무늬와 색깔이 다양하게 나타나는 것은 제시된 자료의 무당벌레의 반점무늬가 서로 다른 유전적 다양성과 같은 예에 해당하므로 종 다양성이 아니라 유전적 다양성이다.