

2011학년도 대학 수학 능력 시험 과학탐구영역 (생물II)
정답 및 해설

<정답>

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

<해설>

1. ㄱ. 식물 세포에는 동물 세포에 없는 엽록체와 액포, 세포벽을 가지고 있다. 엽록체는 광합성을 통해 동화 작용을 하는 세포 소기관으로 동물 세포에서 관찰 되지 않으며, 세포벽도 세포의 가장 바깥쪽에 있어 세포의 형태를 유지하고, 식물체를 지지해 주는 역할을 한다. ㄴ. A는 핵을 싸고 있는 핵막을 나타낸 것이다. 핵막은 인지질 이중층이 두 겹인 이중막 구조를 하고 있다. 특히 핵막은 중간 중간에 구멍이 있는데, 이 핵공을 통해 핵과 세포질 사이의 물질이 교환된다. ㄷ. B는 리보솜이다. 리보솜은 핵으로부터 전달되어 온 유전 정보를 번역하여 단백질을 합성하는 장소이다.

2. ㄱ. 식물 세포를 용액 X에 넣은 후 세포의 부피가 점차 증가했으며, 그에 따라 세포의 팽압도 증가했다. 단서를 통해 팽압이 나타나는 시점인 세포의 부피 1.0이 한계 원형질 분리점이며, 원형질 분리는 후형질인 세포벽과 원형질인 세포막의 분리를 볼 수 있어야 하므로 세포의 부피는 1.0보다 작아야 한다. 1.0보다 부피가 증가하는 a지점은 세포의 안쪽에 물이 들어와 세포막이 세포벽을 밀때 세포벽이 받은 압력인 팽압이 점차 증가하는 지점이다. ㄴ. 흡수력은 식물 세포가 세포 내로 물을 흡수하는 힘을 말하는데, 이 값은 삼투압에서 팽압을 뺀 값이며, 식물 세포를 저농도에 넣었을 때 증가하게 된다. b지점의 경우 a지점 보다 세포의 부피가 더 큰 것으로 보아 이미 많은 물이 세포내로 흡수되었다. 그러므로 더 많은 물을 흡수할 수 있는 것은 a이므로 a가 b보다 흡수력이 더 크다. ㄷ. 세포를 용액 X에 넣었을 때 세포의 부피가 증가한 것은 용액 X가 세포에 비해 저농도이므로, 저농도 용액의 용매인 물이 세포내로 흡수되어 세포의 부피가 증가한 것이다.

3. ㄱ. A는 보상점인 B이하의 빛의 세기에서 광합성이 일어날 때이다. 이때의 빛의 세기가 지속되면 광합성에 비해 호흡량이 더 커서 외관상 호흡만 일어나는 것같이 보이며, 이 빛의 세기가 지속되면 식물은 죽게 된다. 보상점 이하이지만 이때도 광합성이 일어나므로 엽록체에서 광합성에 의해 생성된 O_2 는 III방향으로 ㉠을 통해 이동한다. ㄴ. 빛의 세기가 B일 때를 보상점이라고 한다. 보상점일 때는 세포내외로 이동하는 CO_2 와 O_2 의 양이 같아서 외관상 기체의 교환이 없는 것 같이 보인다. 하지만 광합성과 호흡이 모두 일어나는 시기이므로 IV방향으로 ㉠을 통해 CO_2 가 들어오는 광합성을 볼 수 있다. ㄷ. 빛의 세기가 C일 때를 광포화점이라고 한다. 광포화점일 때는 식물 세포가 가장 많은 광합성을 하기 시작할 때이며, 이 때 총광합성량과 순광합성량이 가장 크다. 광합성이 호흡보다 큰 시기이므로 ㉡을 통해 ㉠에서 광합성 결과 생성되었던 O_2 가 I방향으로 이동하는 양이 II방향으로 들어와 호흡에 관여하는 O_2 의 양보다 많다.

4. ㄱ. 세포 호흡 과정 중 TCA 회로는 세포질에서 포도당이 피루브산으로 분해된 후 미토콘드리아로 들어와서 미토콘드리아 기질에서 일어나는 과정이다. ㄴ. 해당 과정과 TCA회로를 통해 생성된 $NADH_2$ 와 $FADH_2$ 는 미토콘드리아 내막의 전자 전달계로 전달되어 여러 전자 전달 효소들의 산화-환원 반응을 거쳐 ATP를 생성한다. 이때 한 분자의 $FADH_2$ 는 2ATP, $NADH_2$ 는 3ATP를 생성하므로 $NADH_2$ 가 더 많은 ATP를 생성한다. ㄷ. 전자 전달계의 전자 최종 수용체는 산소이며, 전자를 받은 산소는 수소 이온과 결합하여 물을 생성한다. 그러므로 X는 O_2 이고, Y는 H_2O 가 된다.

5. ㄱ. Y효소의 경우 X와 ATP가 활성부위에 결합되면 X-인산과 ADP를 만들어 주는 효소이다. ATP의 경우 인산 한 분자가 떨어져 ADP가 되고, X는 ATP에서 떨어진 인산이 붙어서 생성물이 되는데 이 과정을 통해 Y효소는 ATP의 인산을 X로 옮겨 주는 효소임을 알 수 있다. ㄴ. (나)에서 (가)에 의해 생성된 X-인산은 Z와 ATP가 활성부위에 결합되면 Z-인산과 ADP를 만들어 주는 효소이다. 문제에서 (나)는 효소 반응이라고 하였으므로 X-인산의 이와 같은 작용은 효소의 작용이라고 볼 수 있다. ㄷ. 효소의 작용을 도와주는 보조인자에는 조효소와 보결족이 있다. 이들 보조인자는 비단백질로 되어 있어 열과 pH에 강한 특징을 가지는데 X는 단백질이므로 조효소가 아니다. 조효소는 효소의 반응만 촉진할 뿐이고 효소 반응이 끝나면 주효소와 분리되어 다음에 또 조효소로써 반응에 참여하게 된다. 그러나 물질 X는 효소 Y에 결합한 후 X-인산이 되고, (나)에서 X-인산이 효소로 작용하므로 X는 조효소가 아니다.

6. ① A는 억제 물질이며, 조절 유전자에 의해 생성된다. 조절 유전자는 젓당 오페론의 밖에 위치하고 있어 젓당의 유무에 상관없이 항상 발현되어 억제 물질을 생성한다. ② 효소 I에 의해 분해되는 것은 억제 물질 A가 아니라 젓당이다. ③ 촉진 부위는 RNA 중합 효소가 결합되는 곳이며, 이 RNA 중합 효소에 의해 전사가 시작되지만 효소 I을 암호화 하는 염기 서열은 그 뒤의 구조 유전자이다. 구조 유전자가 전사되고 번역되어 효소 I을 만들고 이 효소가 젓당을 분해한다. ④ A인 억제 물질은 효소 I의 작용을 억제하는 것이 아니라 젓당 오페론의 작동부위에 결합하여 RNA 중합효소가 작용하는 것을 방해하는 물질이다. 그러므로 A는 효소 I의 효소반응과는 직접적인 관련이 없다. ⑤ 대장균은 원핵생물이므로 핵막이 존재하지 않는다. 그러므로 B의 합성장소와 효소 I의 합성 장소는 모두 세포질에서 일어난다.

7. ㄱ. mRNA의 염기 서열에 의해 합성되는 ㉠의 폴리펩티드 I의 아미노산 서열은 개시코돈인 AUG에서 시작하여 종결코돈인 UGA까지 총 7개의 아미노산이 폴리펩티드를 이룬다. 즉, (AUG)메티오닌 - (UUC)페닐알라닌 - (UUC)페닐알라닌 - (UCC)세린 - (UUC)페닐알라닌 - (UCC)세린 - (UUC)페닐알라닌이다. 종결 코돈인 UGA의 경우 지정하는 아미노산이 없으므로 더 이상 폴리펩티드를 이루지 못하여 종결된다. ㄴ. 페닐알라닌을 운반하는 tRNA의 경우 두 번째와 세 번째 아미노산에서 정상적으로 페닐알라닌을 운반하였으므로 물질 X는 tRNA와 페닐알라닌의 결합을 억제하는 물질이 아님을 알 수 있다. 물질 X를 첨가한 두 번째 시험관의 경우 ㉠과 달리 세 번째 아미노산인 페닐알라닌에서 폴리펩티드의 생성이 종결되었다. 이것은 mRNA코돈 UCC가 지정하는 세린을 tRNA가 운반하여 오지 못하거나, 페닐알라닌과 세린과의 펩티드결합이 생성되지 못한 경우이다. ㄷ. 리보솜에 있는 mRNA코돈 UUC가 번역되면 tRNA의 안티코돈 AAG가 페닐알라닌을 세포질에서 운반하여 리보솜으로 가져온다. 페닐알라닌을 운반하는 tRNA의 안티코돈은 AAG이므로 두 번째 염기는 A이다.

8. ㄱ. 효소의 경우 단백질로 구성된 주효소와 비단백질로 구성된 보조인자가 있다. 또한, 셀로판 주머니에는 용매와 작은 분자가 통과할 수 있는 구멍이 뚫려 있지만 단백질과 같은 큰 분자는 통과하지 못한다는 것을 단서로 제시해 주고 있다. 시험관 IV에서 단백질 성분인 A를 끓이면 단백질이 변성되므로 효소 작용이 일어나지 않아 CO₂발생이 없는 반면 시험관 V에서 B를 끓여도 효소 반응을 볼 수 있는 것을 통해 A에는 단백질로 구성된 주효소가 들어 있음을 알 수 있다. ㄴ. B가 들어있지 않은 I시험관의 경우 효소의 작용이 일어나지 않은 것은 효소의 작용에는 A용액과 B용액에 들어있는 물질이 모두 관여해야 함을 알 수 있다. ㄷ. 시험관 VI에서 A를 끓였지만 끓이지 않은 A도 함께 넣었으므로 효소 작용이 일어나 알코올 발효에 의해 CO₂를 발생시킨다.

9. ㄱ. (가)는 DNA를 이루고 있는 당이므로 디옥시리보오스이다. RNA의 경우 리보오스를 당으로 갖는

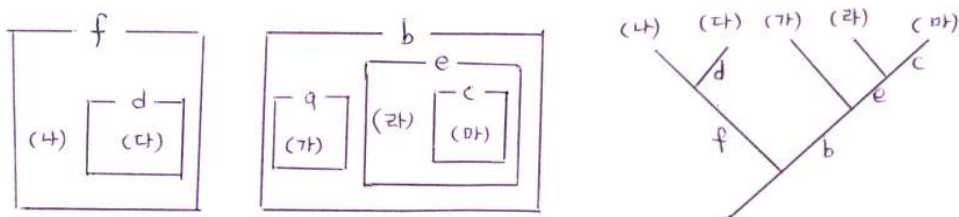
다. ㄴ. 염기 중 d의 조성 비율이 30%이므로 이와 상보적으로 결합하는 c의 조성 비율도 30%이다. 이들의 합이 60%이므로 나머지 40%는 a와 b의 결합이며 각각 20%씩의 염기 조성 비율을 갖는다. ㄷ. DNA에서 염기와 염기간의 결합은 수소 결합이므로 c와 d염기를 연결하는 결합도 수소 결합이다.

10. ㄱ. 그림 (가)에서 처음 한 지역에 종 A_1 이 있었고, 그 후 종이 분화되어 A_2 가 생겼는데 이들은 서로 다른 종이므로 생식적으로 격리되어 있다. 단서에서 $A_1 \sim A_4$, $B_1 \sim B_4$ 인 8종의 생물이 모두 다른 종이라고 했으므로 제시된 8종은 모두 생식적으로 격리되어 있다. ㄴ. 유연관계는 나중에 분화한 것일수록 전에 분화한 것에 비해 유연관계가 가깝다. (가)에서 A_3 와 A_4 가 분화된 것이, A_2 와 A_4 가 분화된 것보다 나중에 일어난 것이므로 A_3 과 A_4 가 더 유연관계가 가깝다. ㄷ. (나)는 지리적 격리에 의해 종 분화가 일어나는 과정이다. B_1 에서 B_2 가 분화하였고, B_1 에서 B_3 가 분화하였으며, 가장 최근에 B_2 에서 B_4 가 분화되었다. 나중에 분화한 것일수록 유연관계가 가까운 종이므로 B_2 에서 B_4 로 분화된 것이 더 유연관계가 가깝다.

11. ㄱ. 빛을 많이 받으며 살아가는 양수림의 경우 잎이 두꺼우며, 크기가 작은 양엽을 가지고 있다. 잎이 두꺼운 것은 광합성을 많이 하는 책상 조직이 발달해 있기 때문이다. A는 양수림이고, C는 음수림이므로 잎의 평균 두께는 빛을 충분히 받아야 잘 성장하는 양수림인 A가 더 두껍다. ㄴ. 보상점은 외관상 광합성량과 호흡량이 같아서 기체 교환이 없는 것 같이 보일 때의 빛의 세기이다. B는 천이의 단계 중 가장 안정된 극상을 나타내며, 이 단계에서는 음수림이 가장 발달한다. 상층부의 잎은 하층부의 잎보다 강한 빛을 수용해야 하므로 광합성량과 호흡량이 많으므로 아래쪽에 위치한 잎에 비해 보상점이 높다. ㄷ. B인 음수림의 위쪽에 위치한 잎일수록 광합성이 활발하게 일어나므로 이에 적합하도록 광합성이 많이 일어나는 책상 조직이 발달한다. 책상 조직이 발달한 잎이 두꺼우므로 상층부의 잎이 하층부의 잎에 비해 두껍다.

12. ㄱ. 생물량은 순광합성량이 클수록 더 빨리 증가하게 된다. 그래프를 통해 순광합성량이 T_1 에서 가장 크므로 이때 생물량이 가장 빨리 증가하게 된다. T_2 의 온도에서는 총광합성량이 가장 크므로 생산량은 많지만 온도가 높아서 호흡량도 증가하는데, 이때 증가한 광합성량보다 호흡량의 증가가 더 커서 순광합성량이 줄어들게 된 것이다. ㄴ. T_3 에서는 총광합성량은 있지만 순광합성량은 없다. 순광합성량은 총광합성량에서 호흡량을 뺀 값이므로 T_3 에서 총광합성량과 호흡량은 같다. ㄷ. 호흡량은 총광합성량에서 순광합성량을 뺀 값과 같다. 온도가 T_1 일 때 보다 T_2 일 때 총광합성량에서 순광합성량을 뺀 값이 크게 증가하는데, 이 값은 총광합성량의 T_1 에서 T_2 로 증가하는 기울기보다 더 크므로 이 온도의 변화에서 호흡량의 증가가 총광합성량의 증가보다 크다는 것을 알 수 있다.

13. 생물 분류군 (가)~(마)에 대한 특징 a~f를 토대로 계통수를 작성하기 위해서는 먼저 공통된 특징을 갖는 생물 분류군끼리 무리를 지어 나타내야 한다. 그 후 공통된 특징을 토대로 계통수를 작성하면 다음과 같다.



ㄱ. ㉠은 개체군 (마)와 (라)의 공통 특징을 말하므로 특징 e이다. ㄴ. X는 다른 개체군보다 (나)

와 가장 유연관계가 가까우므로 가장 공통 특징을 많이 가지고 있는 (다)가 된다. (나)와 (다)는 f를 공통 특징으로 갖고 있으며, f는 이 두 개체군만 가지고 있으므로 가장 유연관계가 가깝다. ㄷ. 계통수를 보면 (나)와 (다)는 f라는 공통 특징을 가지고 있고, 그 후 d라는 특징을 갖는 (다)가 분화되었으므로 f가 d보다 먼저 나타났음을 알 수 있다.

14. ㄱ. A에 속하는 종인 뱀은 파충류, 참새는 조류, 고양이는 포유류이다. 이들은 모두 양막을 갖는다. 척추 동물 중 파충류이상은 양막을 갖는 유양막류, 양서류이하의 양막이 없는 무양막류에 해당한다. ㄴ. 진화 과정에서 턱뼈는 척추 동물의 어류부터 나타난다. 척추 동물인 원구류의 경우 연골로 된 뼈는 있지만 턱이 없는 특징을 보인다. 네 개의 다리는 양서류 이상에서 볼 수 있다. ㄷ. 우렁챙이(멍게)는 원색 동물의 미색류에 해당하며, 3배엽성 후구 동물이기는 하지만 척추를 가지고 있지 않으며, 유생 시기에 척색을 갖는다. 칠성장어는 척추 동물의 원구류에 해당하며, 평생 동안 척추를 가지는 특징을 보이는 척추 동물 중 가장 하등한 동물이다. ①단계에서 처음 나타난 것은 척추이고, 척색은 원색동물인 우렁챙이부터 나타난다.

15. ㄱ. 포도당($C_6H_{12}O_6$)이 피루브산($C_3H_4O_3$)으로 분해되는 해당 과정은 세포질에서 일어나며, 이때 2ATP가 생성된다. 이 과정에서 수소를 이탈시키는 탈수소 효소의 작용으로 이탈된 수소가 탈수소 효소의 조효소인 NAD에 수용되어 $NADH_2$ 형태로 포도당에서 이탈된다. 탄소를 이탈시키는 탈탄산 효소의 작용은 일어나지 않는다. ㄴ. 피루브산($C_3H_4O_3$)은 $NADH_2$ 로부터 수소를 받아 젖산($C_3H_6O_3$)이 되는데, 이때 ATP는 생성되지 않는다. ㄷ. 포도당이 피루브산으로 분해되는 해당 과정은 세포질에서 일어나며, 산소가 없는 경우 해당 과정의 산물이 미토콘드리아로 들어가 유기 호흡을 하지 못하고, 세포질에서 유기물이 불완전 분해되는 젖산 발효나 알코올 발효를 하게 된다. (나)는 젖산 발효이며, (다)는 알코올 발효이다.

16. ㄱ. 대장균 군체는 3가지 경우가 있을 수 있다.

① 플라스미드가 인슐린 유전자와 재조합 되지 않은 것: 효소 A 유전자가 작용하여 대장균 군체를 흰색에서 푸른색으로 변화시킨다.

② 플라스미드가 인슐린 유전자와 재조합 된 것: 효소 A 유전자가 작용하지 못해 대장균 군체가 흰색 그대로 있다.

③ 플라스미드가 없는 것: 항생제 a 저항성이 없어서 배지에서 죽는다.

3가지 경우 중 ②의 경우인 것만을 선별하여 인슐린을 얻어야 하는데 숙주 대장균으로 효소 A 유전자가 있는 것을 사용하면 재조합 여부에 상관없이 항상 푸른색이 되어 재조합된 플라스미드가 들어와도 푸른색으로 변하여 흰색 군체를 발견할 수 없어 선별이 어렵다. 그러므로 숙주 대장균으로는 항상 효소 A 유전자가 없는 대장균을 사용해야 한다.

ㄴ. 반응 산물이 도입되지 않은 숙주 대장균의 경우 항생제 a저항성 유전자가 없으므로 항생제 a가 포함된 배지에서 모두 죽게 되므로, 푸른색 군체를 띠는 대장균은 효소 A가 정상적으로 존재하는 경우이며, 항생제 a저항성 유전자도 가지고 있다.

ㄷ. 흰색 군체상태로 있는 것은 효소 A 유전자에 인슐린 유전자가 재조합된 경우이므로 효소 A 유전자의 산물을 합성할 수 없다. 이와 같이 효소 A 유전자에 인슐린 유전자가 재조합된 재조합 플라스미드가 도입된 숙주 대장균의 경우, 인슐린은 생산되지만, 효소 A 유전자에 의해 대장균 군체가 푸른색으로 변하지 못해 흰색 그대로 있다.

17. ㄱ. 대장균은 생물의 5계 분류 체계 중 원핵 생물계에 해당한다. 원핵 생물계는 단세포 생물이며,

막구조로 된 세포 소기관이 없는 특징을 가지고 있다. 푸른 곰팡이는 균계의 자낭균류에 속하며, 균사에 격벽이 있고, 다세포성이다. 고사리는 식물계의 양치 식물에 속하며, 뿌리, 잎, 줄기의 구분이 뚜렷한 다세포 생물이다. ㄴ. 원핵 생물계의 진정 세균류에 속하는 대장균은 펩티도글리칸층으로 된 세포벽이 있으며, 균계의 자낭균류에 속하는 푸른 곰팡이는 키틴질로 된 세포벽을 갖는다. 식물계의 양치 식물에 속하는 고사리는 셀룰로오스가 주성분인 세포벽을 가지므로 제시된 생물은 모두 세포벽이 있다. ㄷ. 세균류의 경우 종속 영양 세균과 독립 영양 세균으로 구분할 수 있는데 대장균은 스스로 양분을 합성할 수 없어서 기생 생활을 하는 종속 영양 생물이다. 푸른 곰팡이가 속한 균계는 모두 엽록소가 없어 기생 생활을 하는 종속 영양 생물이다. 그러나 고사리는 엽록소가 있어 광합성을 하는 독립 영양 생물이다.

18. 2000명인 집단의 남녀수가 같으므로 남자와 여자는 각각 1000명이다. 적록 색맹의 경우 반성 유전을 하며 열성으로 유전된다. 적록 색맹 유전자를 X' 라고 한다면 여자의 경우 $X'X'$ 인 여자만 적록 색맹이며, 그 수가 160명이므로 $X'X'=160$ 이고, X' 의 빈도를 q 라고 한다면 $q^2=160/1000$ 이므로 $q=0.4$ 가 된다. X 를 p 라고 한다면 빈도의 합은 1이므로 $p=0.6$ 이 된다. 영희 어머니는 적록 색맹이므로 $X'X'$ 이고 영희는 적록 색맹이 아니지만 어머니로부터 적록 색맹 유전자를 전달 받으므로 영희의 적록 색맹 유전자형은 $X'X$ 이다. 반성 유전이므로 남자의 경우 적록 색맹 유전자형은 XY 와 $X'Y$ 유전자형밖에 없고, 단서에 남녀의 적록 색맹 유전자 빈도가 동일하다고 했으므로 X 의 빈도는 0.6, X' 의 빈도는 0.4이다. 이때 남자의 XY 확률은 $6/10$, $X'Y$ 확률은 $4/10$ 가 된다. 적록 색맹인 여자 아이가 태어나려면 남자는 $X'Y$ 이어야 한다. 영희는 $X'X$ 유전자형이고, 남자는 $X'Y$ 이므로 이들 사이에서 태어나는 자녀의 유전자형은 $X'X'$, $X'Y$, XX' , XY 의 네 가지이며, 이중 적록 색맹인 여자는 $X'X'$ 밖에 없으므로 $1/4$ 에 해당한다. 이를 통해 문제의 확률을 계산하면, $X'Y$ 를 만날 확률 $4/10$ 와 적록 색맹인 여자가 태어날 확률 $1/4$ 을 곱하면 10%가 된다.

19. 유전자형이 동일한 개체를 교배했고, $AB : Ab : aB : ab$ 의 비율이 독립 유전인 $9 : 3 : 3 : 1$ 이 아니므로 이 유전자는 서로 연관되어 있다는 것을 알 수 있다. 또한 표현형의 비가 2가지로 $1 : 1$ 이 아니므로 교차도 일어났음을 알 수 있다. 결과표를 보면 우성인 A 와 B , 열성인 a 와 b 가 표현된 개체가 많은 것을 통해 A 와 B 가 연관된 상인 연관임을 알 수 있다. 또한 $aabb$ 가 81개체이므로 동일한 두 개체를 교배해서 81이 될 수 있는 경우는 두 개체 모두 ab 유전자를 9개 가지고 있는 경우이므로 $AB : Ab : aB : ab = 9 : 1 : 1 : 9$ 를 예상할 수 있다. 암수의 생식 세포 분리비를 모두 $9AB : 1Ab : 1aB : 9ab$ 로 하여 교배 시키면 다음 표와 같다.

	9AB	1Ab	1aB	9ab
9AB	81AABB	9AABb	9AaBB	81AaBb
1Ab	9AABb	1AAbb	1AaBb	9Aabb
1aB	9AaBB	1AaBb	1aaBB	9aaBb
9ab	81AaBb	9Aabb	9aaBb	81aabb

ㄱ. 생식 세포의 교배 결과 생성된 F_1 에서 생성된 개체중 유전자형이 $AAbb$ 인 개체는 부모 모두 Ab 인 개체여야 하므로 400개체중 1개체이며, $aaBB$ 인 개체는 부모 모두 aB 인 개체여야 하므로 400개체중 1개체이므로 이들의 비율은 $1 : 1$ 이다. ㄴ. P의 수컷에서 형성된 생식 세포는 $9AB : 1Ab : 1aB : 9ab$ 이므로 이중 유전자형이 aB 인 세포는 $1/20$ 이므로 5%이다. ㄷ. A 와 b 가 연관된 생식세포는 ㄴ에서 구한 것과 같이 $1/20$ 인 5%이지만, 생식 세포를 만들기 전단계인 제2 정모세포는 염색 분체가 붙어 있는 상태이므로 비율이 다르다. 제 2정모세포는 감수 제1분열만을 거친 상태이므로 교차가 일어난 Ab 만 있는 것이 아니라 AB 도 함께 있으므로 교차가 일어난 염색체를 가진 세포의 비율은 $AABB : AABb :$

aaBb : aabb = 4 : 1 : 1 : 4 가 된다. 이때 A와 b가 연관된 염색체인 AABb를 가지는 세포의 비율은 10%이다.

20. ㄱ. (다)는 A와 B종자를 함께 심은 후 결과를 본 것이다. 그러나 나중에 II에서는 A종만 있고, IV 구간에서는 B종만 살아 있다. 이것은 두 종이 함께 있을 때 살기에 유리한 종만 살아남고 불리한 종은 죽게 되는 경쟁 배타의 원리가 적용된 것이다. 즉, A종과 B종은 서로 경쟁 관계이며, A종은 살기에 유리한 II지역에, B종은 IV지역에서 각각 경쟁에 이겨 생존했다. ㄴ. (다)의 III구간은 A종과 B종이 함께 생존해 있다. 하지만 이들의 수가 서로 증가하며, 서로 도움을 주고 받는 상리 공생관계는 아니다. III지역의 수면 쪽에는 A종이 많고, 육상 쪽에는 B종이 많은 것을 통해 서로 경쟁하는 관계가 진행되고 있다는 것을 알 수 있다. ㄷ. A와 B종을 전체 지역에 각각 골고루 심었을 때 (가)에서는 A종이 물이 많은 쪽에서 잘 생존하고, (나)에서는 B종이 물이 적은 쪽에서도 잘 생존하는 것을 볼 수 있다. 이것을 통해 건조에 대한 내성은 B가 A보다 더 큰 것을 알 수 있다.