

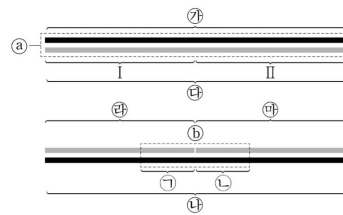
④ 염기 조성 추론

지금까지 출제된 염기 조성 추론 문항은 네 유형으로 나뉜다.

㉠ 거시적 관점

염기의 개수가 직접 주어지며, 자료로 제시된 단일 가닥의 대략적인 염기 조성 추론을 요구한다. 수소 결합 조건 & 샤가프 법칙 & 염기 조성 분류가 해제의 중추로 작용한다.

- ㉠과 ㉡는 복제 주형 가닥이고, 서로 상보적이며, ㉢, ㉣, ㉤는 새로 합성된 가닥이다.
- ㉠과 ㉡는 각각 44개의 염기로 구성되고, I, II, ㉢, ㉣는 각각 22개의 염기로 구성된다.
- ㉤는 16개의 염기쌍으로 구성되고, ㉦과 ㉧은 각각 8개의 염기로 구성된다.
- 프라이머 X는 ㉢~㉤ 중 어느 하나에, 프라이머 Y는 나머지 두 가닥 중 하나에, 프라이머 Z는 그 나머지 하나에 존재한다.
- X~Z는 각각 2종류의 염기 6개로 구성되고, X와 Z에서 각각 $\frac{\text{퓨린 계열 염기의 개수}}{\text{피리미딘 계열 염기의 개수}} = 2$ 이다. X와 Z의 염기 서열은 서로 다르며, X와 Y는 서로 상보적이다.
- II에서 $\frac{A+T}{G+C} = 1$ 이고, ㉠에서 $\frac{A+T}{G+C} = \frac{25}{18}$ 이며, ㉤에서 $\frac{A+T}{G+C} = \frac{4}{11}$ 이다.
- ㉠과 II 사이의 염기 간 수소 결합의 총개수는 55개이다.
- ㉢에서 $\frac{G}{A} = \frac{3}{4}$ 이고, ㉣에서 $\frac{T}{A} = \frac{3}{8}$, $\frac{C}{G} = \frac{7}{4}$ 이다.



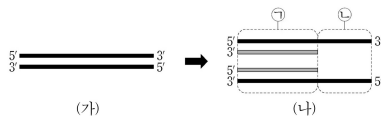
[21학년도 6평]

㉢ 비율 추론

100개 이상의 염기 개수와 염기 함량이 조건으로 제시된다.

샤가프 법칙과 염기 비율로 선지를 해제하며 비례상수와 곱상수, 정량값의 관계가 해제의 중추로 작용한다.

- 그림 (가)는 이중 가닥 DNA X를, (나)는 X가 복제되는 과정의 일부를 나타낸 것이다.
- (나)는 ㉠복제된 부분과 ㉡복제되지 않은 부분을 나타낸 것이며, ㉢은 새로 합성된 가닥과 그에 대한 상보적인 주형 부분을 포함한다.
- ㉠에서 새로 합성된 가닥의 G+C 함량은 40%이다.
- ㉡의 염기 개수는 X의 염기 개수의 40%이다.
- ㉢에서 A+T 함량은 60%이다.
- ㉣에서 구아닌(G)의 개수는 180개이다.



[21학년도 9평]

- 2중 가닥 DNA X와 Y는 각각 300개의 염기쌍으로 이루어져 있다.
- X와 Y 중 하나로부터 Z가 전사되었고, Z는 300개의 염기로 이루어져 있다.
- X는 단일 가닥 X₁과 X₂로, Y는 단일 가닥 Y₁과 Y₂로 이루어져 있다.
- X에서 $\frac{A+T}{G+C} = \frac{3}{2}$ 이고, Y에서 $\frac{A+T}{G+C} = \frac{3}{7}$ 이다.
- X₁에서 구아닌(G)의 비율은 16%이고, 피리미딘 염기의 비율은 52%이다.
- Y₁에서 사이토신(C)의 비율은 30%이다.
- Y₂에서 아데닌(A)의 비율은 12%이다.
- Z에서 G의 비율은 16%이다.

[17학년도 수능]

유형별로 Schema를 정리하면 다음과 같다.

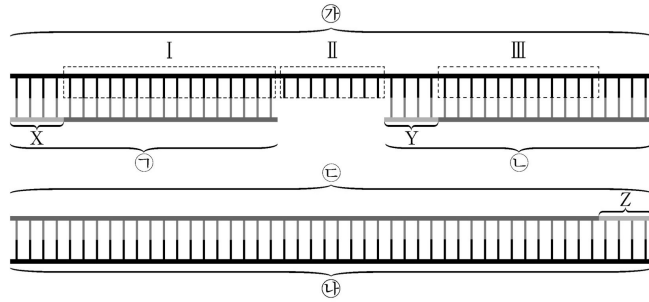
염기 조성 추론 - 거시

Schema 1

수소 결합

단정적인 조건이므로 가장 먼저 해석하자.

이를 상대적으로 짧은 한 가닥의 GC 조성에 대한 조건으로 해석하자.



[19학년도 6평]

- ㉞는 48개의 염기로 구성되고, ㉟은 20개의 염기로 구성된다.
- ㉞와 ㉟ 사이의 염기 간 수소 결합의 총개수는 53개이다.

㉞와 ㉟ 중 짧은 가닥은 ㉟이다.

수소 결합 총개수 = 2×(짧은 가닥 염기 수) + (짧은 가닥 G+C 개수) 이므로 주어진 두 조건은 "㉟의 G+C 개수가 13개이다" 와 같이 해석할 수 있다.

수소 결합의 두 가지 관점

- ① $2 \times (\text{ATU bp}) + 3(\text{GC bp})$
- ② 짧은 가닥 염기수 $\times 2$
+ 짧은 가닥 G+C 개수

이 중 염기 조성 추론 유형에서는 보통 염기 조성이 주어지지 않기 때문에 ②를 우선적으로 사용한다.

[자료 해제]

- ㉞와 ㉟는 복제 주형 가닥이고, ㉟, ㉟, ㉟는 새로 합성된 가닥이며, ㉞와 ㉟는 서로 상보적이다.
- ㉞, ㉟, ㉟는 각각 48개의 염기로 구성되고, ㉟와 ㉟는 각각 20개의 염기로 구성된다.
- 프라이머 X는 피리미딘 계열에 속하는 1 종류의 염기 4개로 구성되고, 프라이머 Y는 퓨린 계열에 속하는 1 종류의 염기 4개로 구성되며, 프라이머 Z의 염기 서열은 X와 Y 중 하나와 같다.
- I에서 $\frac{A+T}{G+C} < \frac{1}{2}$ 이고, II와 III 각각에서 $\frac{A+T}{G+C} = 3$ 이다.
- ㉞와 ㉟ 사이의 염기 간 수소 결합의 총개수는 53개이다.
- ㉟에서 $\frac{A}{G} = \frac{4}{3}$ 이고, $\frac{T}{C} = 1$ 이다. 13

[Schema 1 요약]

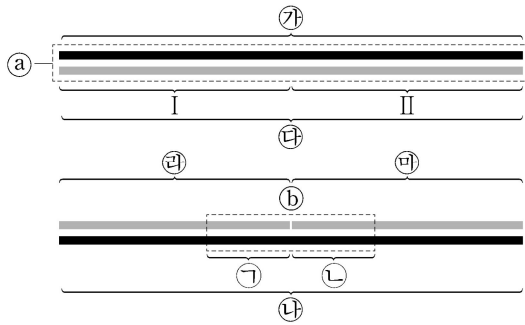
지금까지 출제된 모든 거시적 관점의 평가원 문항에는 수소 결합 조건이 존재한다.

수소 결합 총개수 조건이 등장한다면 먼저 짧은 가닥 G+C 개수를 표기한 후 해제하자.

[문제 31 - 21학년도 6월 평가원]

다음은 어떤 세포에서 복제 중인 2중 가닥 DNA의 일부에 대한 자료이다.

- ㉠과 ㉡는 복제 주형 가닥이고, 서로 상보적이며, ㉢, ㉣, ㉤는 새로 합성된 가닥이다.
- ㉠과 ㉡는 각각 44 개의 염기로 구성되고, I, II, ㉢, ㉣는 각각 22 개의 염기로 구성된다.
- ㉤는 16 개의 염기쌍으로 구성되고, ㉦과 ㉧은 각각 8 개의 염기로 구성된다.
- 프라이머 X는 ㉢~㉤ 중 어느 하나에, 프라이머 Y는 나머지 두 가닥 중 하나에, 프라이머 Z는 그 나머지 하나에 존재한다.
- X~Z는 각각 2 종류의 염기 6 개로 구성되고, X와 Z의 염기 서열은 서로 다르다.
X와 Z에서 각각 $\frac{\text{퓨린 계열 염기의 수}}{\text{피리미딘 계열 염기의 수}} = 2$ 이고, X와 Y는 서로 상보적이다.
- II에서 $\frac{A+T}{G+C} = 1$ 이고, ㉢에서 $\frac{A+T}{G+C} = \frac{25}{18}$ 이며, ㉤에서 $\frac{A+T}{G+C} = \frac{4}{11}$ 이다.
- ㉠과 II 사이의 염기 간 수소 결합의 총개수는 55 개이다.
- ㉣에서 $\frac{G}{A} = \frac{3}{4}$ 이고, ㉤에서 $\frac{T}{A} = \frac{3}{8}$ 이고, $\frac{C}{G} = \frac{7}{4}$ 이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고르시오.

(단, 돌연변이는 고려하지 않는다.)

< 보 기 >

- ㄱ. ㉤가 ㉢보다 먼저 합성되었다.
- ㄴ. Z와 주형 가닥 사이의 염기 간 수소 결합의 총개수는 12개이다.
- ㄷ. ㉣에서 $\frac{A+G}{C+T} = 1$ 이다.

염기 조성 추론 - 비율 추론

Schema 1

GC 비율 우선

[문제 33 해제]

GC 함량은 복제 주형 가닥, 이중 가닥, 이중 가닥에 포함되는 단일 가닥 에서 변하지 않는다. 따라서 그림 1과 그림 2의 DNA 가닥의 GC 함량은 각각 동일하다.

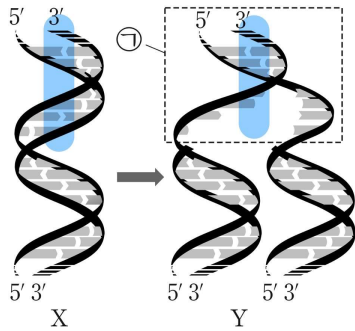


그림 1

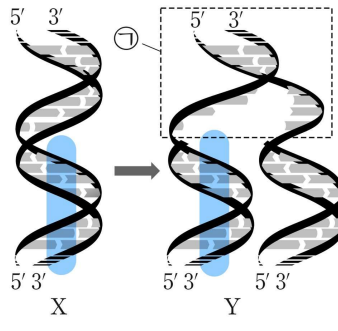


그림 2

그림 1에서 X의 염기 개수와 그림 2에서 X의 염기 개수는 Y는 X가 50% 복제된 DNA이므로 정확하게 동일하다.

이는 DNA X의 전체 염기 중 절반의 GC 함량은 35%, 나머지 절반의 GC 함량은 45%라는 것을 의미하고

따라서 X의 GC 함량은 $35\% \times \frac{1}{2} + 45\% \times \frac{1}{2} = 40\%$ 이다.

순수한 DNA 2중 가닥인 X에는 유라실(U)이 없다.

∴ X의 AT 함량은 60%이고, 주어진 선지는 타당하다.

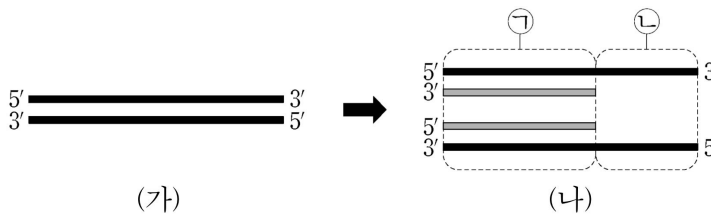
이를 일반화해보자.

이러한 비율 추론 유형은 18학년도 9월 평가원 시험을 거쳐 21학년도 9월 평가원 문항에서도 출제되었다.

[문제 35 - 21학년도 9월 평가원]

다음은 어떤 세포에서 복제 중인 2중 가닥 DNA의 일부에 대한 자료이다.

- 그림 (가)는 이중 가닥 DNA X를, (나)는 X가 복제되는 과정의 일부를 나타낸 것이다.
- (나)는 ㉠ 복제된 부분과 ㉡ 복제되지 않은 부분을 나타낸 것이며, ㉠은 새로 합성된 가닥과 그에 대해 상보적인 주형 부분을 포함한다.
- ㉠에서 새로 합성된 가닥의 G+C 함량은 40%이다.
- ㉡의 염기 개수는 X의 염기 개수의 40%이다.
- ㉡에서 A+T 함량은 60%이다.
- ㉡에서 구아닌(G)의 개수는 180 개이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고르시오.

(단, 돌연변이는 고려하지 않는다.)

< 보 기 >

- ㄱ. X에서 G+C 함량은 40%이다.
- ㄴ. ㉠의 염기 개수는 2700개이다.
- ㄷ. ㉡에서 사이토신(C) 개수+타이민(T) 개수 = 450개이다.