

다인자 유전

순수 다인자
Schema 1

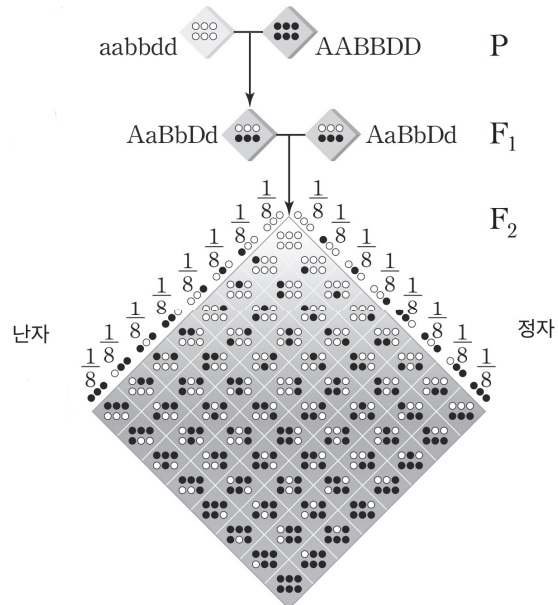
퍼넷 사각형

[중요도 ★★★]

- 퍼넷 사각형은 생식세포의 유전자를 x, y 축으로 나란히 배열하여 생식세포의 전달 상황을 나타낼 수 있는 표로 한 칸의 비중이 모두 동일하다.

- “칸의 개수”가 “비중(차지하는 비율)”과 직결된다.

[퍼넷 사각형 : 3독립, AaBbDd인 부모의 교배]



[퍼넷 사각형]

대문자 개수(Q)	3	2	2	2	1	1	1	0
대문자 개수(P)	3	2	2	2	1	1	1	0
3	6	5	5	5	4	4	4	3
2	5	4	4	4	3	3	3	2
2	5	4	4	4	3	3	3	2
2	5	4	4	4	3	3	3	2
1	4	3	3	3	2	2	2	1
1	4	3	3	3	2	2	2	1
1	4	3	3	3	2	2	2	1
0	3	2	2	2	1	1	1	0

순수 다인자
Schema 2

비중 표

[중요도 ★★★★★]

- 확률의 비중을 고려한 표인 비중 표를 활용하여 행렬 내 정보를 좀 더 효율적으로 판단할 수 있다.
- 생식세포 전달 양상을 직관적으로 확인할 수 있다는 장점은 유지한 채로 상황을 더욱 간단하게 파악할 수 있다는 장점이 있다.
- 교배의 순서는 자유롭다. 그에 따라 퍼넷 사각형과는 다르게 염색체 교배 순서를 임의로 바꿔 비중 표를 구성할 수 있다.

[비중 표 : 7 카운팅]

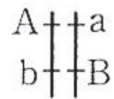
		확률의 비중			
		1	3	3	1
확률의 비중	생식세포 대문자 수(Q)	3	2	1	0
	생식세포 대문자 수(P)	3	2	1	0
1	3	6	5	4	3
3	2				2
3	1				1
1	0				0

순수 다인자
Schema 3

상댓값의 합

[중요도 ★★★★★]

- 각각을 보는 관점(A)도 중요하나 전체 상댓값의 합(S)도 중요하다> 상댓값의 합을 통해 차이가 있는 염색체 쌍 수를 알 수 있다.
- 상댓값의 합은 2의 n 승 꼴의 영향을 나타내며 n 은 상동 염색체 간 대문자 수의 차이가 있는 상동 염색체 쌍 수에 의해 결정된다.
- 연관된 염색체에서 대문자의 수 차이가 동일한 상동 염색체쌍은 상댓값의 합에 영향을 주지 않는다.



- = 유전자형의 관점에서 생식세포는 2종류이다. ($Ab \neq aB$)
- = 다인자 유전의 표현형의 관점에서 생식세포는 1종류이다. ($Ab = aB$)

[상인 × 상반]

	상인 연관		상반 연관
연관 상태	$\begin{array}{c} A \uparrow \uparrow a \\ B \uparrow \uparrow b \end{array}$		$\begin{array}{c} A \uparrow \uparrow a \\ b \uparrow \uparrow B \end{array}$
표기	2 / 0	×	1 / 1
대문자 수 차이	있음		없음
상댓값의 합에 주는 비중	2	×	1

순수 다인자
Schema 3

상댓값의 합

[상인 × 상인 : 대문자 수 차이가 있는 상동 염색체 4쌍]

	상인 연관	상인 연관
연관 상태		
표기	2 / 0	2 / 0
	차이 있음	차이 있음
	1 / 0	1 / 0
	차이 있음	차이 있음

∴ 상댓값의 합 16 (2의 4승)

[상댓값의 합 의미]

표현형 종류	7종류						
	0	1	2	3	4	5	6
표현형 대문자 개수	0	1	2	3	4	5	6
표현형 간 비 (상댓값)	1	2	3	4	3	2	1
상댓값의 합	16						
의미	대문자 수 차이가 있는 상동 염색체 쌍 수가 4쌍						

다인자 유전

순수 다인자
Schema 4

양극단의 비

[중요도 ★★★★★]

- 도수분포표와 퍼넷 사각형에서 모두 양극단의 표현형은 좌상단, 우하단 극단에서만 나타나는 것을 알 수 있다. 또한 양극단의 비(상댓값)은 항상 1이다.

[퍼넷 사각형 : 3성 다인자, 모든 유전자형 이형 접합성]

	대문자 개수(Q)	3	2	2	2	1	1	1	0
대문자 개수(P)									
3		6							
2									
2									
2									
1									
1									
1									
0									0

[도수분포표 : 표현형과 비율]

		확률의 비중	1	3	3	1
확률의 비중		생식세포 대문자 수(Q)	3	2	1	0
	생식세포 대문자 수(P)					
1	3		6 (1)	5 (3)	4 (3)	3 (1)
3	2		5 (3)	4 (9)	3 (9)	2 (3)
3	1		4 (3)	3 (9)	2 (9)	1 (3)
1	0		3 (1)	2 (3)	1 (3)	0 (1)

따라서 도수분포표에서 표현형과 비율 관계를 가로 표로(행으로) 표현할 때 양극단의 비(상댓값)는 항상 1이다.

표현형 종류	7종류						
표현형 대문자 개수	0	1	2	3	4	5	6
표현형 간비 (대문자 수에 대응하는 비중의 합)	1	6	15	20	15	6	1
상댓값의 합	64						

순수 다인자
Schema 5

대칭성

[중요도 ★★★★★]

- 표현형 간 비(상댓값)은 표현형 가짓수가 홀수 개이면 중앙값을 기준으로 대칭성을 나타내고,
표현형 가짓수가 짝수 개이면 평균 값을 기준으로 대칭성을 나타낸다.

[홀수 개 : 대칭성]

표현형 종류	7종류						
표현형 대문자 개수	0	1	2	3	4	5	6
표현형 간 비 (대문자 수에 대응하는 비중의 합)	1	6	15	20	15	6	1
상댓값의 합	64						

[홀수 개 : 일부 대칭성]

표현형 종류	7종류						
표현형 대문자 개수	0	1	2	3	4	5	6
표현형 간 비 (대문자 수에 대응하는 비중의 합)	1	6	15	20	15	6	1
상댓값의 합	64						

[짝수 개 : 일부 대칭성]

자손 최대 표현형 가짓수	4종류				
표현형 대문자 개수	1	2	3	4	5
표현형 간 비 (상댓값)	1	1	0	1	1
상댓값의 합	4				
내포된 의미 ①	대문자 수 차이가 있는 상동 염색체 쌍 수가 2쌍				
내포된 의미 ②	표현형이 갖는 최대 대문자 차이 4 그러나 중간에 대문자가 2가 4로 건너뛰어져 총 차이+1로 의미가 소실됨 이런 경우를 벌어진 비율 관계라고 하자.				

다인자 유전

순수 다인자
Schema 6

최대 표현형 가짓수

[중요도 ★★★]

- n 쌍의 대립유전자가 서로 독립적으로 유전될 때 자손이 가질 수 있는 최대 표현형 개수는 부모의 유전자형이 모두 이형 접합성일 때 $2n + 1$ 개로 나타난다.

- 동형 접합성이 하나 추가될 때 최대 표현형 가짓수는 하나씩 줄어든다.

- ① $2n + 1$ - (부모의 동형 접합 개수)
- ② 부모의 이형 접합성 개수 + 1
- ③ 미결정 자리 + 1
- ④ 총 차이의 개수 + 1 (총 Δ 수 + 1)

	아빠 (父)	유전자형	엄마 (母)
염색체	$\begin{array}{c} A \\ \\ \\ a \end{array}$ $\begin{array}{c} B \\ \\ \\ b \end{array}$ $\begin{array}{c} D \\ \\ \\ d \end{array}$		$\begin{array}{c} A \\ \\ \\ a \end{array}$ $\begin{array}{c} B \\ \\ \\ b \end{array}$ $\begin{array}{c} D \\ \\ \\ d \end{array}$
표기 (대문자 유/무)	$1/0$ $1/0$ $1/0$		$1/0$ $1/0$ $1/0$

예를 들어 다음과 같이 3쌍의 대립유전자를 갖는 유전자형이 AaBbDd인 부모가 교배했을 때 나타나는 최대 표현형의 종류는 7종류이다.

	아빠 (父)	유전자형	엄마 (母)
염색체	$\begin{array}{c} A \\ \\ \\ A \end{array}$ $\begin{array}{c} B \\ \\ \\ b \end{array}$		$\begin{array}{c} A \\ \\ \\ a \end{array}$ $\begin{array}{c} B \\ \\ \\ b \end{array}$
표기	$1/1$ $1/0$		$1/0$ $1/0$
수식	$\Delta 1 \times 1$		$\Delta 1 \times 2$

순수 다인자
Schema 7

비율 관계

[중요도 ★★★★★]

- 독립 다인자는 **이항분포의 확률분포**를 따르고 이는 **결정된 비율 관계의 연속**으로 이는 이해 그리고 암기 후 활용할 수 있다.
- 연관 다인자는 **이항계수의 확률분포**를 따르고 이는 추론해낼 수 있는 **비율 관계의 연속**으로 이는 이해 후 풀어내서 활용할 수 있다.

[파스칼의 삼각형]

이항계수의 합 (상댓값의 합)	이항계수 (표현형 간 비)																	
$2^0 (n=0)$															1			
$2^1 (n=1)$										1		1						
$2^2 (n=2)$								1		2		1						
$2^3 (n=3)$							1		3		3		1					
$2^4 (n=4)$						1		4		6		4		1				
$2^5 (n=5)$					1		5		10		10		5		1			
$2^6 (n=6)$				1		6		15		20		15		6		1		
$2^7 (n=7)$			1		7		21		35		35		21		7		1	
$2^8 (n=8)$		1		8		28		56		70		56		28		8		1

[연관 다인자 - 비율 관계]

표현형 가짓수	가능한 상댓값 간 비율	가능한 경우
1	1	
2	1 : 1	
3	1 : 2 : 1	1 : 2 : 1 (2연관 인 × 인)
4	1 : 1 : 1 : 1 1 : 3 : 3 : 1	1 : 1 : 1 : 1 (3연관) 1 : 3 : 3 : 1 (3독립, 2연 2연, 3연 1독 등)
5	1 : 4 : 6 : 4 : 1 1 : 2 : 2 : 2 : 1	1 : 4 : 6 : 4 : 1 (3독립, 2연 1독 등) 1 : 2 : 2 : 2 : 1 (2연관 1독립 : 인×반, 3연 1독 등)
6	1:5:10:10:5:1 1:3:4:4:3:1 1:2:1:1:2:1 1:1:2:2:1:1	차이 양상에 따라 다양한 상황에서 등장할 수 있다. 첫 번째 비율은 n=5일 때 두 번째 비율은 n=4일 때 세 번째, 네 번째 비율은 n=3일 때 나타난다.
7	1 : 6 : 15 : 20 : 15 : 6 : 1 1 : 4 : 7 : 8 : 7 : 4 : 1 1 : 2 : 3 : 4 : 3 : 2 : 1 1 : 3 : 3 : 2 : 3 : 3 : 1 1 : 1 : 1 : 2 : 1 : 1 : 1	차이 양상에 따라 다양한 상황에서 등장할 수 있다. 첫 번째 비율은 n=6일 때 두 번째 비율은 n=5일 때 세 번째 비율은 n=4일 때 네 번째, 다섯 번째 비율은 n=3일 때 나타난다.
8	1:7:21:35:35:21:7:1 1:5:11:15:15:11:5:1 1:3:5:7:7:5:3:1 1:2:2:3:3:2:2:1 1:3:1:3:3:1:3:1 1:1:3:3:3:3:1:1	차이 양상에 따라 다양한 상황에서 등장할 수 있다. 첫 번째 비율은 n=7일 때 두 번째 비율은 n=6일 때 세 번째 비율은 n=5일 때 네 번째 ~ 여섯 번째 비율은 n=4일 때 나타난다.