

1. 다음 중에서 무작위로 시험순서를 배정하는 것과 가장 관련이 높은 실험계획의 원리는?
  - (a) 랜덤화
  - (b) 반복
  - (c) 블록화
  - (d) split-plot
2. 전체 실험환경의 동질성이 보장되지 않는 경우 품질관리의 수법에서 층별과 가장 관련이 깊은 개념은?
  - (a) 랜덤화
  - (b) 직교화
  - (c) 블록화
  - (d) 교락
3. 독립표본에서  $n_1 = 5, n_2 = 7, V_1 = 10, V_2 = 20$ 이라 하면 합동표본분산의 값은 얼마인가?
  - (a) 16
  - (b) 4
  - (c) 2.5
  - (d) 15
4. 독립표본에 대한 두 모평균 차이를 검정하기 위하여  $t$ 검정을 하는 경우 필요한 가정이 아닌것은?
  - (a) 두 그룹의 데이터는 모두 정규분포에서 추출된다.
  - (b) 두 그룹의 데이터는 서로 독립이다.
  - (c) 두 그룹의 데이터에 대하여 공통분산을 가정한다.
  - (d) 두 그룹의 데이터에 대한 관측수가 서로 같다.
5. 완전확률화 실험의 장점이 아닌 것은?
  - (a) 처리의 수나 반복수에 제한이 없다.
  - (b) 처리별 반복수가 다른 경우에도 통계분석이 용이하다.
  - (c) 결측치가 있는 경우에도 통계분석이 용이하다.
  - (d) 실험단위가 이질적인 경우에도 효과적이다.
6. 다음 중 일원배치법 구조모형에서 오차항에 대한 가정에 해당하지 않는 것은?
  - (a) 정규성
  - (b) 독립성
  - (c) 중심성
  - (d) 등분산성
7. 화약약품의 수율을 향상시키기 위한 반응온도  $200^\circ C, 220^\circ C, 240^\circ C$ 에서 반복 4회의 일원배치법 실험을 실시하였다. 이때 잔차제곱합의 자유도는 얼마인가?
  - (a) 16
  - (b) 4
  - (c) 2.5
  - (d) 15

- (a) 9
  - (b) 10
  - (c) 11
  - (d) 12
8. 반복 2회의 2수준 일원배치법 실험에서 각 수준에서의 특성값들의 합계가 15, 25 이다. 요인 A에 의한 변동은 얼마인가?
- (a) 15
  - (b) 20
  - (c) 25
  - (d) 40
9. 반복이 있는 이원배치법에서 요인 A는 고정요인, B는 랜덤요인이다. 분산분석 후에 추정에 대한 설명으로 올바른 것은?
- (a) 요인 B의  $\sigma_B^2$ 의 추정은 의미가 없다.
  - (b) 요인 B의 각 수준 간의 모평균의 차는 추정만의 의미가 있다.
  - (c) 요인 B의 수준별 모평균의 추정은 의미가 없다.
  - (d) 요인 B의 수준 간의 모평균들 차이에 대한 검정에 의미가 있다.

10. 어떤 화학제품의 불순물에 대한 영향을 조사하기 위하여 원료의 모든 로트  $B$ 를 랜덤하게 3로트 선택하고, 첨가량  $A$ 를  $A_1, A_2, A_3, A_4$ 의 미리 정해진 4개의 수준에서 변화시켜, 반복 2회의 24회의 전체 실험을 랜덤한 순서대로 실험하였다. 그 결과를 사용하여 다음과 같은 분산분석표를 얻었다.

요인	제곱합	자유도	평균제곱	$F_0$
$A$	3.33			
$B$	0.16			
$A \times B$				
$E$	0.32			
$T$	7.39			

- (a) 위 실험에 해당하는 혼합모형의 구조모형을 적고 모형에 포함된 각 항목에 대해 간략히 설명하십시오.
  - (b) 위 분산분석표를 완성하십시오.
  - (c) 상호작용 효과에 대한 가설 검정을 실행하십시오 (귀무가설과 대립가설 및 검정통계량을 포함할 것,  $F$  통계량의 임계값은 임의로 15를 사용할 것).
11. 반복수가 한 개인 혼합모형( $A$ : 고정요인,  $B$ : 랜덤요인)을 가정하고 다음의 질문에 답을 하십시오.
- (a) 위 혼합모형에 해당하는 구조모형을 적으시오.
  - (b) 각 평균제곱의 기댓값을 구하라.
  - (c) 고정효과에 대한 가설 검정을 할 때 사용하는  $F$  통계량을 적고, 귀무가설과 대립가설 하에서 통계량이 갖는 평균적인 값에 대해 설명해 보시오.
12. 화학약품 회사에서는 매년 원자재의 수백 개의 배치(batch)를 정제하여 순도가 높은 화학약품을 만든다. 원자재의 품질을 관리하기 위해 수백 개의 배치 중에서 5개의 배치를 랜덤하게 선택하고, 선택된 배치당 3개의 시료를 채취해서 정제하여 순도를 측정한다. 이러한 실험을 통해 배치의 순도의 평균간의 산포가 어느 정도 되는지를 파악하려고 한다. 선택된 15개의 시료에 대한 순도의 측정은 랜덤하게 실시하였고, 그 결과는 다음과 같다.

batch 1	74	76	75
batch 2	68	71	72
batch 3	75	77	77
batch 4	72	74	73
batch 5	79	81	79

```
> b1 <- c(74, 76, 75)
> b2 <- c(68, 71, 72)
> b3 <- c(75, 77, 77)
> b4 <- c(72, 74, 73)
> b5 <- c(79, 81, 79)
> y <- c(b1, b2, b3, b4, b5)
> x <- factor( rep( paste( "b", 1:5, sep ="" ), rep(3,5) ) )
> fit <- aov(y ~ x)
> anova(fit)
```

Analysis of Variance Table

```
Response: y
      Df Sum Sq Mean Sq F value    Pr(>F)
x         4 147.73   36.933   20.518 8.246e-05 ***
Residuals 10  18.00    1.800
```

```
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

- R 분석 결과 출력을 사용하여 자료의 총분산 중에서 배치의 순도의 평균 간의 산포에만 기인하는 기여율을 추정하고 그 결과를 간단하게 해석하라.

13. 어느 의류 제조회사에서는 직물의 굵힘에 대한 저항력을 측정하기 위하여 검사 대상을 마모도 검사 기계에 몇 사이클 돌린 후 감소된 무게를 그래프로 측정한다. 이 회사는 원단 납품업체  $A_1, A_2, A_3, A_4$ 의 제품을 마모도의 측면에서 비교하고자 한다. 이를 위해 각 납품업체의 제품 중 4개를 랜덤하게 선택하여 일원배치법에 의해 실험한 자료를 사용하여 다음과 같은 분석 결과를 얻었다.

```
> a1 <- c(1.93,2.38,2.20,2.25)
> a2 <- c(2.55,2.72,2.75,2.70)
> a3 <- c(2.40,2.68,2.32,2.28)
> a4 <- c(2.33,2.38,2.28,2.25)
>
> wear <- c(a1, a2, a3, a4)
> group <- factor( rep( c("a1","a2","a3","a4"), times = rep(4,4) ) )
> group
[1] a1 a1 a1 a1 a2 a2 a2 a2 a3 a3 a3 a3 a4 a4 a4 a4
Levels: a1 a2 a3 a4
> fit <- aov( wear ~ group )
> anova(fit)
Analysis of Variance Table

Response: wear
      Df Sum Sq Mean Sq F value    Pr(>F)
group   3  0.5240  0.174667   8.7846 0.002353 **
Residuals 12  0.2386  0.019883
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
>
> tapply( wear, group, mean )
  a1  a2  a3  a4
2.19 2.68 2.42 2.31
> qt(0.025, 3, lower.tail = F)
[1] 3.182446
> qt(0.05, 3, lower.tail = F)
[1] 2.353363
> qt(0.025, 12, lower.tail = F)
[1] 2.178813
> qt(0.05, 12, lower.tail = F)
[1] 1.782288
```

- (a) 납품업체들 간에 마모도에 유의한 차이가 있는지를 검정하라 (귀무가설과 대립가설 및 검정통계량을 포함할 것).
- (b) 최소유의차(LSD)를 이용하여 어떤 수준 간에 차이가 유의한지를 알아보라.