#1

변인	자유도	SS	MS
A	2	3088.2	1544.1
B	5	5548.9	1109.78
(AB)	10	4825.8	482.58
Error	18	40	2.22
Total	35	13502.9	

반복이 있는 2요인 모형: $a=3,\ b=6,\ n=2 \rightarrow y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$

(1) ① Fixed

- A와 B의 교호작용

$H_0: (\alpha\beta)_{11} = \cdots (\alpha\beta)_{36} = 0$, H_1: not H_0

$F = \frac{MS(AB)}{MSE} = \frac{482.58}{2.22} = 217.378 > F(0.05, 10, 18) = 2.412$ 이므로 H_0 기각

따라서 5%의 유의수준에서 A와 B의 상호작용효과가 유의하다고 할 수 있다.

- A의 주효과

$H_0: \alpha_1 = \alpha_2 = \alpha_3 = 0$, H_1 : not H_0

$F = \frac{MSA}{MSE} = \frac{1544.1}{2.22} = 695.541 > F(0.05, 2, 18) = 3.555$ 이므로 H_0 기각

따라서 5%의 유의수준에서 A의 주효과가 유의하다고 할 수 있다.

- B의 주효과

$H_0: \beta_1 = \cdots = \beta_6 = 0$, H_1: not H_0

$F = \frac{MSB}{MSE} = \frac{1109.78}{2.22} = 499.901 > F(0.05, 5, 18) = 2.773$ 이므로 H_0 기각

따라서 5%의 유의수준에서 B의 주효과가 유의하다고 할 수 있다.

② Random

- A와 B의 교호작용

$H_0: \sigma_{(\alpha\beta)}^2 = 0$, $H_1: \sigma_{(\alpha\beta)}^2 > 0$

$F = \frac{MS(AB)}{MSE} = \frac{482.58}{2.22} = 217.378 > F(0.05, 10, 18) = 2.412$ 이므로 H_0 기각

따라서 5%의 유의수준에서 A와 B의 상호작용효과가 유의하다고 할 수 있다.

- A의 주효과

$H_0: \sigma_\alpha^2 = 0$, $H_1: \sigma_\alpha^2 > 0$

$F = \frac{MSA}{MS(AB)} = \frac{1544.1}{482.58} = 3.200 < F(0.05, 2, 10) = 4.103$ 이므로 H_0 기각 불가

따라서 5%의 유의수준에서 A의 주효과가 유의하다고 할 수 없다

- B의 주효과

$H_0: \sigma_\beta^2 = 0$, $H_1: \sigma_\beta^2 > 0$

$F = \frac{MSB}{MS(AB)} = \frac{1109.78}{482.58} = 2.300 < F(0.05, 5, 10) = 3.326$ 이므로 H_0 기각 불가

따라서 5%의 유의수준에서 B의 주효과가 유의하다고 할 수 없다.

ⓝ Mixed (A가 고정, B가 변량인 경우

· A와 B의 교호작용

$H_0: \sigma_{(\alpha\beta)}^2 = 0$, $H_1: \sigma_{(\alpha\beta)}^2 > 0$

$F = \frac{MS(AB)}{MSE} = \frac{482.58}{2.22} = 217.378 > F(0.05, 10, 18) = 2.412$ 이므로 H_0 기각

따라서 5% 의 유의수준에서 A와 B의 상호작용효과가 유의하다고 할 수 있다.

· A의 주효과 (fixed)

$H_0: \alpha_1 = \alpha_2 = \alpha_n = 0$, H_1: not H_0

$F = \frac{MSA}{MS(AB)} = \frac{1544.1}{482.58} = 3.200 < F(0.05, 2, 10) = 4.103$ 이므로 H_0 기각 불가

따라서 5% 의 유의수준에서 A의 주효과가 유의하다고 할 수 없다.

· B의 주효과 (random)

$H_0: \sigma_\beta^2 = 0$, $H_1: \sigma_\beta^2 > 0$

$F = \frac{MSB}{MSE} = \frac{1109.78}{2.22} = 499.901 > F(0.05, 5, 18) = 2.773$ 이므로 H_0 기각

따라서 5% 의 유의수준에서 B의 주효과가 유의하다고 할 수 있다.

(2) 변량효과모형에서 $\hat{\sigma}^2 = MSE = 2.22$

$\hat{\sigma}_{(\alpha\beta)}^2 = \frac{MS(AB) - MSE}{n} = \frac{482.58 - 2.22}{2} = 240.18$

(3) 혼합효과모형에서 $\hat{\sigma}_\beta^2 = \frac{MSB - MSE}{an} = \frac{1109.78 - 2.22}{3 \times 2} = 184.593$

#2

(1) 복합대칭성을 만족하므로 일변량적 방법으로 접근 가능 → 단일요인 반복측정 분산분석 ; n=5, p=4 인 일변량 분산분석

$H_0: \tau_1 = \tau_2 = \tau_3 = \tau_4 = 0$, H_1: not H_0

$SSTR = \sum_i^5 \sum_j^4 (\bar{Y}_{\cdot j} - \bar{Y}_{\cdot\cdot})^2 = 5 \times \left((26.4-24.9)^2 + (25.6-24.9)^2 + (15.6-24.9)^2 + (32.0-24.9)^2 \right) = 698.2$

$\rightarrow MSTR = \frac{SSTR}{p-1} = \frac{698.2}{3} = 232.733$

$SSW = \sum_i^5 \sum_j^4 (Y_{ij} - \bar{Y}_{i\cdot})^2 = 180 + 80 + 84 + 312 + 155 = 811$

$SSE = SSW - SSTR = 811 - 698.2 = 112.8 \rightarrow MSE = \frac{SSE}{(n-1)(p-1)} = \frac{112.8}{4 \cdot 3} = 9.4$

$F = \frac{MSTR}{MSE} = \frac{232.733}{9.4} = 24.759 > F(0.05, 3, 12) = 3.49$ 이므로 H_0 기각

따라서 5% 의 유의수준에서 처리간의 효과가 유의하다고 할 수 있다.

(2) 다변량 분산분석에서의 자유도수정

$H_0: \tau_1 = \tau_2 = \tau_3 = \tau_4 = 0$, H_1: not H_0

① Greenhouse and Geiser $\epsilon_{GG} = 0.6049$ 일때

자유도 (3, 12)는 $(3 \times 0.6049, 12 \times 0.6049) = (1.8147, 7.2588)$ 로 수정된다

자유도가 정수가 아니므로 R코드를 이용해 평가하면 1-pf(24.759, 1.8147, 7.2588) = 0.000648871 이므로 H_0 기각

따라서 처리간의 효과가 유의하다고 할 수 있다.

② Huynh and Feldt $\epsilon_{HF} = 1$ 일때

자유도 (3,12)는 $(3 \times 1, 12 \times 1) = (3, 12)$ 로 수정된다.

이경우 (1)에서 구한 답과 같으므로 간단히 적으면 $F = 24.759 > F(0.05, 3, 12) = 3.49$ 이므로 H_0 기각

따라서 5% 의 유의수준에서 처리간의 효과가 유의하다고 할 수 있다.