

MSE, 이공계생을 위한 확률과 통계

## [연습문제 정답 이용 안내]

- 본 연습문제 정답의 저작권은 **안승철**과 **한빛아카데미(주)**에 있습니다.
- 이 자료를 무단으로 전제하거나 배포할 경우 저작권법 136조에 의거하여 최고 5년 이하의 징역 또는 5천만원 이하의 벌금에 처할 수 있고 이를 병과(併科)할 수도 있습니다.

## Chapter 01 연습문제 정답

- 1.1 (a) 5  
 (b) 5  
 (c) 5  
 (d)  $Q_1 = 2.5, Q_2 = 5, Q_3 = 8$   
 (e) 5.5  
 (f)  $s = \sqrt{8.36} \approx 2.892$   
 (g)  $C.V = 57.84(\%)$   
 (h) 왜도  $\approx 0.1804$   
 (i) 첨도  $\approx 1.4607$   
 (j)  $[x_{\min}, Q_1, Me, Q_3, x_{\max}] = [1, 2.5, 5, 8, 9]$

1.2  $a\bar{x}$

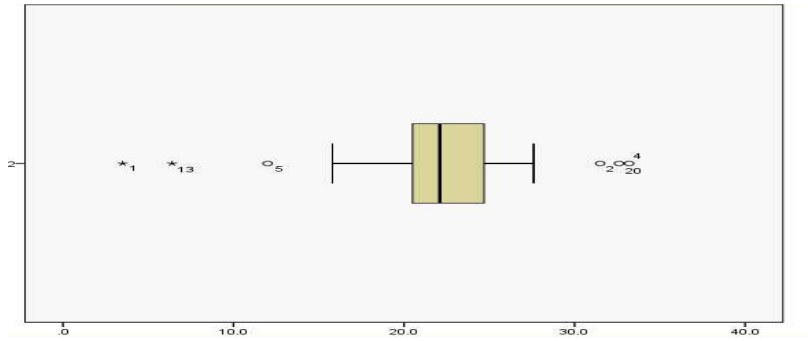
1.3  $\bar{u} = \bar{x} - U$

1.4 Frequency	Stem & Leaf
1.00	1 . 6
2.00	2 . 28
8.00	3 . 00233678
4.00	4 . 0458
7.00	5 . 1234669
3.00	6 . 267
1.00	7 . 3
1.00	8 . 2

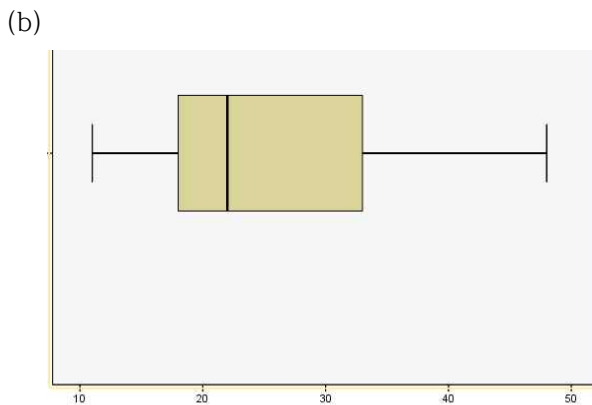
Stem width: 10  
 Each leaf: 1 case(s)

- 1.5 10대의 산포도가 40대보다 더 크다.

- 1.6 (a)  $Q_1 = 20.5$ ,  $Q_2 = 22.1$ ,  $Q_3 = 24.7$   
 (b) 사분위수 범위(I.Q.R) =  $Q_3 - Q_1 = 4.2$   
 (c)  $f_l = 14.2$ ,  $f_u = 31$   
 (d) (e)



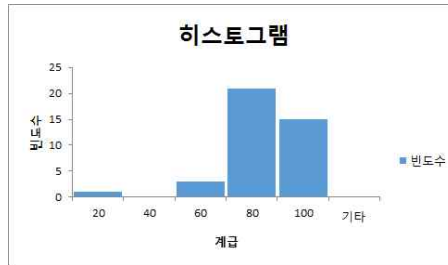
- 1.7 (a) Frequency Stem & Leaf  
 1.00 1 . 1  
 9.00 1 . 566778899  
 8.00 2 . 11222244  
 3.00 2 . 778  
 4.00 3 . 2333  
 3.00 3 . 679  
 1.00 4 . 1  
 1.00 4 . 8  
 Stem width: 10  
 Each leaf: 1 case(s)



- (c) 중앙값=22, 최빈값=22  
 (d)  $Q_1 = 18$ ,  $Q_2 = 22$ ,  $Q_3 = 33$   
 제20백분위수=17.5, 제80백분위수=33

1.8 (a)

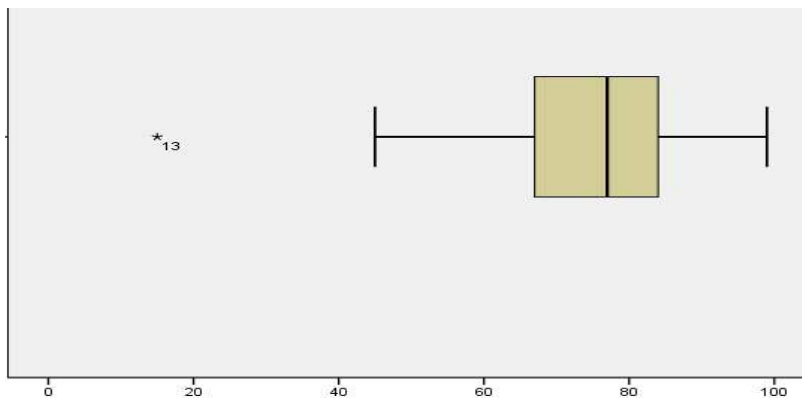
계급	빈도수
0이상~20미만	1
20 ~ 40	0
40 ~ 60	3
60 ~ 80	20
80 ~ 100	16
합계	40



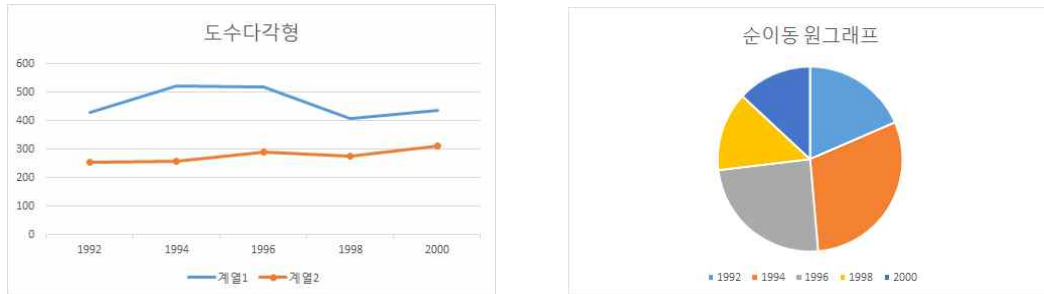
(b) Frequency Stem & Leaf  
1.00 Extremes (= <15)

.00	4 .
1.00	4 . 5
.00	5 .
2.00	5 . 57
4.00	6 . 2444
7.00	6 . 6777788
3.00	7 . 234
6.00	7 . 668999
6.00	8 . 011223
4.00	8 . 5569
3.00	9 . 112
3.00	9 . 579

(c)



1.9 계열1은 서울에서 경기, 계열2는 경기에서 서울



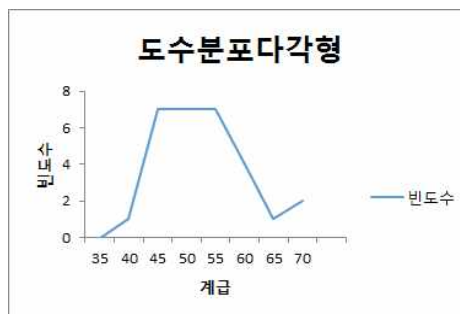
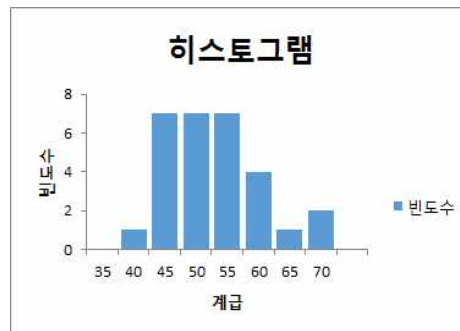
1.10 (a)  $Q_1 = 42 \sim 46$ ,  $Q_2 = 46 \sim 50$ ,  $Q_3 = 54 \sim 58$

(b) 평균 : 50.8, 표준편차 : 7.942

1.11 평균 : 19.1886, 분산 : 1.3816

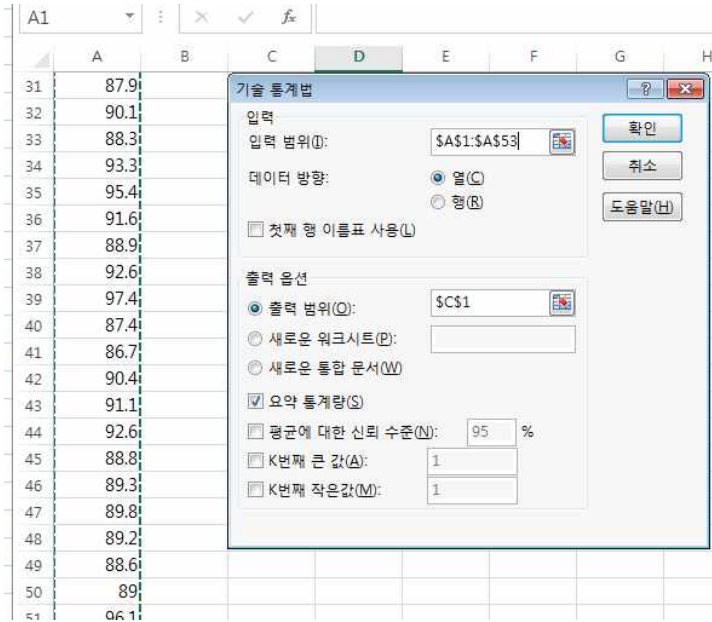
1.12

계급	빈도수
35~40	1
40~45	7
45~50	7
50~55	7
55~60	4
60~65	1
65~70	2
합계	29



1.13 왜도  $\alpha < 0$ 이므로 오른쪽으로 치우치고, 첨도  $\beta < 3$ 이므로 정점이 낮고 완만한 형태의 분포를 이룬다.

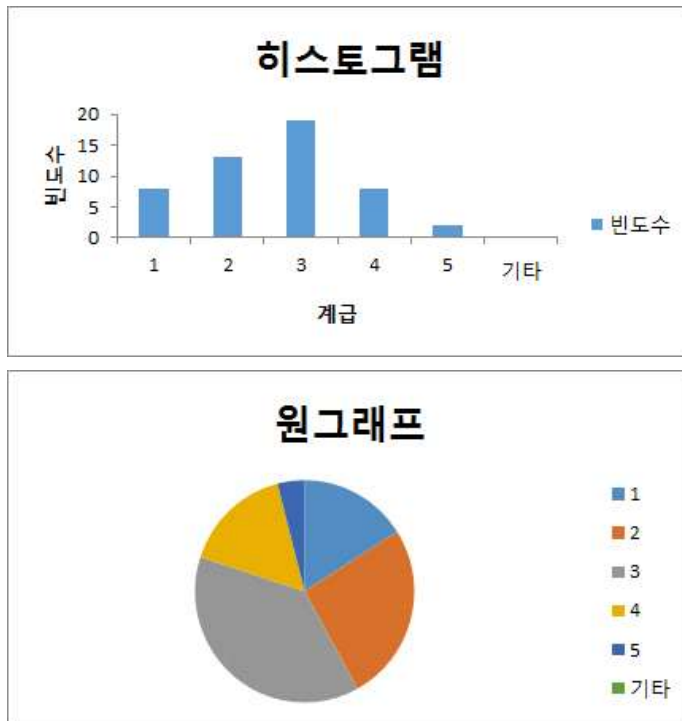
## 1.14



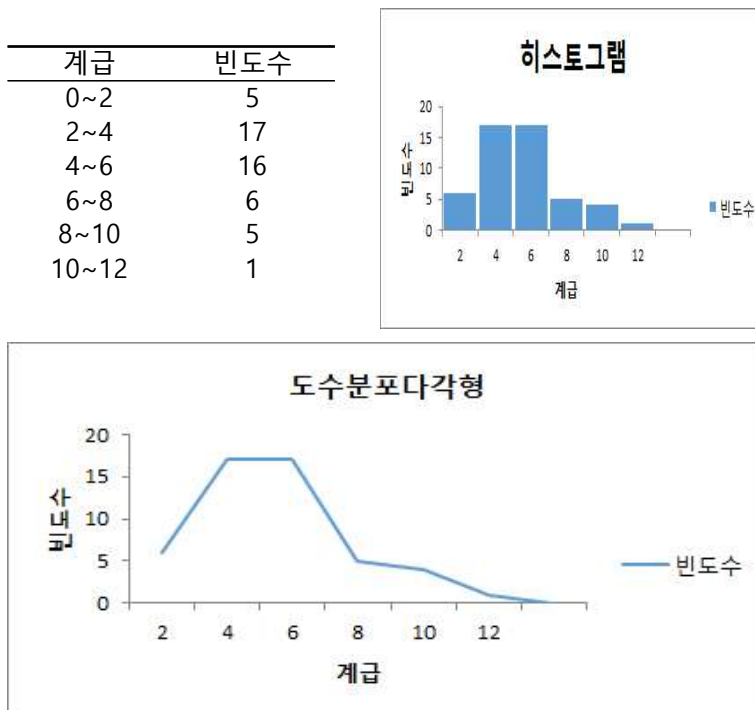
### 출력결과

Column1	
평균	90.91887
표준 오차	0.514055
중앙값	90.4
최빈값	91
표준 편차	3.74238
분산	14.00541
첨도	0.318184
왜도	0.260491
범위	18.1
최소값	82.1
최대값	100.2
합	4818.7
관측수	53

1.15



1.16 (a)



(b)

Column1	
평균	4.734
표준 오차	0.324869
중앙값	4.3
최빈값	3.5
표준 편차	2.297169
분산	5.276984
첨도	0.367833
왜도	0.770978
범위	10.2
최소값	1
최대값	11.2
합	236.7
관측수	50



## Chapter 02 연습문제 해답

2.1 (a)  $\frac{7}{12}$  (b)  $\frac{3}{4}$  (c)  $\frac{1}{2}$  (d)  $\frac{5}{6}$

2.2 생략

2.3 (a)  $\frac{1}{12}$  (b)  $\frac{1}{6}$  (c)  $\frac{1}{36}$  (d)  $\frac{1}{5}$

2.4  $\frac{1}{2}$

2.5  $P(\text{앞면}) = \frac{2}{3}, P(\text{뒷면}) = \frac{1}{3}$

2.6  $\frac{3}{13}$

2.7 0.2

2.8 (a) 0.51 (b) 0.35

2.9 1

2.10 (a)  $\frac{3}{7}$  (b)  $\frac{5}{8}$

2.11 0.3

2.12  $0 < P(B) < 0.5$

2.13 생략

2.14  $p = \frac{1}{9}$

2.15  $P(A) = \frac{4}{7}$ ,  $P(B) = \frac{2}{7}$ ,  $P(C) = \frac{1}{7}$

2.16  $\frac{1}{7}$

2.17  $\frac{7}{40}$

2.18 0.087

2.19 (a)  $\frac{1}{6}$  (b)  $\frac{3}{10}$

2.20 0.44

2.21  $\frac{3}{4}$

2.22 (a) 0.80 (b) 0.376

2.23  $\frac{1}{19}$

2.24  $\frac{1}{24}$

2.25 0.9016

## Chapter 03 연습문제 해답

3.1 (a)

$X$	0	1	2	합
$f(x)$	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{2}$	1

(b)

$$F(x) = \begin{cases} 0 & x < 0 \\ \frac{1}{3} & 0 \leq x < 1 \\ \frac{1}{2} & 1 \leq x < 2 \\ 1 & x \geq 2 \end{cases}$$

(c)  $\frac{1}{2}$

(d)  $\frac{2}{3}$

(e)  $\frac{7}{6}$

(f)  $\frac{50}{3}$

(g)  $\frac{29}{36}$

(h)  $\frac{29}{9}$

3.2 (a)  $\frac{3}{8}$

$$(b) F(x) = \begin{cases} 0 & , x < 0 \\ \frac{1}{8} x^3 & , 0 \leq x \leq 2 \\ 1 & , 2 < x \end{cases}$$

(c)  $\frac{1}{8}$

(d)  $\frac{3}{2}$

(e)  $\frac{3}{20}$

3.3

$X$	0	1	2	합
$P(X=x)$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{4}$	1

3.4  $\frac{5}{11}$

3.5 (a)

$X$	1	3	합
$h(x_i)$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	1

(b)

$Y$	4	10	합
$g(y_j)$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	1

(c) 2, 1

(d) 7, 9

(e) 14

(f) 0

(g) 0

(h) 독립

3.6 0, 1, 2

3.7

$X$ (만 원)	0	1	10	50	100
$P(X=x)$	0.8	0.1	0.05	0.04	0.01

3.8  $\frac{60}{31} \approx 1.94$

3.9  $\frac{91}{6}$

3.10 평균 : 58, 표준편차 : 6

3.11

$y_j$	1	4	합
$P(Y=y)$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	1

3.12 (a)  $f(x) = \begin{cases} \frac{1}{84} (4x + 5) & , \quad 2 < x < 6 \\ 0 & , \quad \text{그 밖에서} \end{cases}$

(b)  $g(y) = \begin{cases} \frac{1}{105} (2y + 16) & , \quad 0 < y < 5 \\ 0 & , \quad \text{그 밖에서} \end{cases}$

3.13 (a)  $a = 0.1, b = 0.1, c = 0.07$

(b) 독립이 아니다.

(c) 0.07

3.14 (a)  $f(x) = {}_6C_x (0.6)^x (0.4)^{6-x}, \quad x = 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6$

(b) 평균은 3.6건, 분산은 1.44건

(c) 33.33

3.15 왜도가 음이므로 우측으로 치우치고, 첨도가 3보다 작아 표준정규분포보다 평평하다.

3.16 (a) 0.2 (b) 0.15

3.17 (a)  $\frac{1}{6}$  (b)  $\frac{5}{27}$  (c)  $\frac{2}{27}$

3.18 (a)  $\frac{1}{3} + 4\ln 2$  (b)  $\frac{7}{12}$

3.19 (a) 4 (b)  $24\ln 2 - 16$  (c) 0.063

3.20 (a) 0.95

(b) 0.35

(c) 독립이 아니다.

3.21

X	P(X)	XP(X)	(X <sup>2</sup> )P(X)
0	0.125	0	0
1	0.375	0.375	0.375
2	0.375	0.75	1.5
3	0.125	0.375	1.125
	합계	1.5	3

평균 1.5

분산 0.75

표준편차 0.866025

3.22

X \ Y	0	1	2	3	합계
0	0.05	0.05	0.1	0	0.2
1	0.05	0.1	0.25	0.1	0.5
2	0	0.15	0.1	0.05	0.3
합계	0.1	0.3	0.45	0.15	1

E(X) 1.1

Var(X) 0.49

E(Y) 1.65

Var(Y) 0.7275

XY	0	1	2	3	4	6	합계
P	0.25	0.1	0.4	0.1	0.1	0.05	1

E(XY) 1.9

Cov(X,Y) 0.085

Corr(X,Y) 0.142365

## Chapter 04 연습문제 해답

4.1 (a)  $f(x) = {}_5C_x \left(\frac{3}{4}\right)^x \left(\frac{1}{4}\right)^{5-x}, x = 0, 1, 2, 3, 4, 5$

(b) 0.2637

(c) 0.984375

(d)  $E(X) = 3.75, Var(X) = 0.9375$

4.2 생략

4.3 0.5

4.4  $\frac{80}{243}$

4.5 0.0041

4.6 0.3483

4.7 0.4686

4.8 5

4.9 0.135

4.10 (a)  $p(x) = \frac{{}_2C_x {}_{13}C_{4-x}}{{}_{15}C_4}$  (b) 0.419 (c) 0.533 (d) 0.363



4.11 푸아송분포를 따른다.

4.12 (a)  $p(x) = \frac{e^{-3}3^x}{x!}$ ,  $x = 0, 1, 2, \dots$

(b) 0.801

(c) 3.0

4.13 생략

4.14 0.594

4.15 0.741

4.16 2.5

4.17  $P(5)$ 를 따른다.

4.18 (a) 0.096 (b)  $E(X) = 1.67$ ,  $Var(X) = 1.111$

4.19 생략

4.20 (a) 0.196608 (b) 125

4.21 이항분포를 따른다.

4.22 생략

$$\begin{aligned}
 4.23 \quad (a) \quad f(x) &= \begin{cases} \frac{1}{3} & , \quad 0 \leq x \leq 3 \\ 0 & , \quad x < 0 \text{ 또는 } x > 3 \end{cases} \\
 (b) \quad F(x) &= \begin{cases} 0 & , \quad x < 0 \\ \frac{x}{3} & , \quad 0 \leq x \leq 3 \\ 1 & , \quad 3 < x \end{cases} \\
 (c) \quad E(X) &= \frac{3}{2}, \quad Var(X) = \frac{3}{4}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 4.24 \quad (a) \quad f(x) &= \begin{cases} \frac{1}{b} & , \quad 0 \leq x \leq b \\ 0 & , \quad x < 0 \text{ 또는 } x > b \end{cases} \\
 (b) \quad E(X) &= \frac{b}{2}, \quad Var(X) = \frac{b^2}{12}
 \end{aligned}$$

4.25 생략

4.26 0.0228

4.27 261 명

4.28 0.9772

4.29 생략

4.30  $Z$ 의 평균과 분산은 0과 1

4.31 13.59%

4.32 0.00135

4.33 0.1587

4.34  $X \sim N(a_{\mu} + b, a^2 \sigma^2)$

4.35  $W \sim N(\mu_1 + \mu_2, \sigma_1^2 + \sigma_2^2)$

4.36  $Y \sim N(50, 205)$

4.37 200 시간

4.38 생략

4.39 0.139

4.40 지수분포  $\text{Exp}(\theta)$

4.41 생략

4.42 생략

4.43 근사적으로  $N(120, 10^2)$ 을 따른다.

4.44 0.8886

4.45 0.086075

4.46 7.563

## Chapter 05 연습문제 해답

5.1 (a)

가능한 표본	$\bar{x}$
$\{1, 2, 3\}$	2
$\{1, 2, 4\}$	2.33
$\{2, 3, 4\}$	3

(b)

$\bar{x}$	$p(\bar{x})$
2	1/3
2.33	1/3
3	1/3

(c) 2.443

(d) 0.1747

(e)  $\frac{1}{3}$

5.2  $\frac{90}{99} \approx 0.91$

5.3 표본크기  $n$ 이 커지면 작아지게 된다.

5.4  $N(0, 1)$

5.5 0.6578

5.6 0.7059

5.7 0.9544

5.8 0.027

5.9 (a)  $\bar{x}_1 + \bar{x}_2 \sim N\left(\mu_1 + \mu_2, \frac{\sigma_1^2}{n_1} + \frac{\sigma_2^2}{n_2}\right)$   
 (b)  $\bar{x}_1 - \bar{x}_2 \sim N\left(\mu_1 - \mu_2, \frac{\sigma_1^2}{n_1} + \frac{\sigma_2^2}{n_2}\right)$

5.10  $\bar{x} - \bar{y} \sim N\left(0.05, \frac{(0.01)^2}{25} + \frac{(0.03)^2}{30}\right)$

5.11 생략

5.12  $\chi^2(5)$ 인 분포를 따른다.

5.13 생략

5.14 0.487

5.15 자유도가  $(n_1 - 1, n_2 - 1)$ 인  $F$ 분포이다.

5.16 생략

5.17 0.905

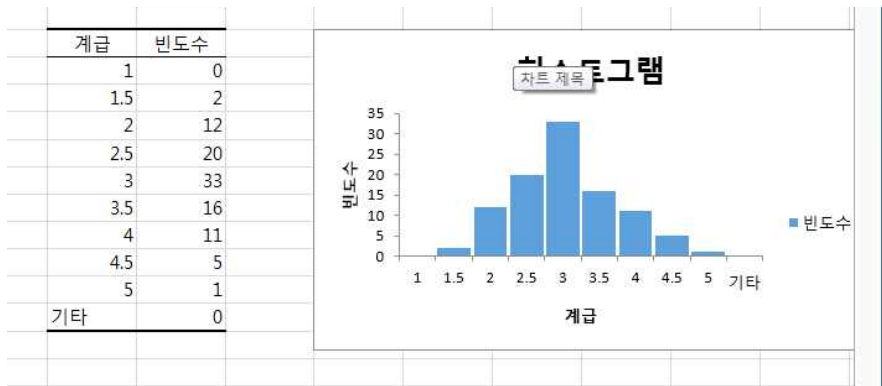
5.18 (a) E1=AVERAGE(A1:D1)

	A	B	C	D	E	F
1	2	3	1	2	2	
2	4	1	4	3	3	
3	2	4	6	3	3.75	
4	2	2	3	2	2.25	
5	3	2	4	1	2.5	
6	3	2	1	3	2.25	
7	4	4	3	4	3.75	
8	4	3	3	4	3.5	
9	1	3	5	4	3.25	
10	4	4	1	2	2.75	
11	5	2	0	2	2.25	
12	4	3	1	4	3	
13	3	5	1	2	2.75	
14	2	2	3	4	2.75	
15	5	3	4	5	4.25	
16	2	3	4	3	3	
17	4	3	1	4	3	
18	5	6	4	5	5	
19	1	4	4	1	2.5	
20	2	3	1	3	2.25	

(b)

Column1	
평균	2.9075
표준 오차	0.07059
중앙값	2.75
최빈값	2.75
표준 편차	0.705905
분산	0.498302
첨도	0.118171
왜도	0.342561
범위	3.75
최소값	1.25
최대값	5
합	290.75
관측수	100

(c)



## 5.19 생략

## 5.20

987				6	2	4		3	1	5	3
988				6	5	5.5		4	2	1	2.333333
989				3	1	2		2	2	3	2.333333
990				1	1	1		3	3	5	3.666667
991				6	5	5.5		2	4	5	3.666667
992				3	3	3		1	5	4	3.333333
993				1	4	2.5		1	6	5	4
994				4	6	5		3	4	3	3.333333
995				5	5	5		4	1	6	3.666667
996				6	3	4.5		3	1	3	2.333333
997				6	4	5		4	3	5	4
998				4	2	3		3	6	5	4.666667
999				3	4	3.5		6	1	1	2.666667
1000				1	4	2.5		1	5	6	4
1001				5	3	4		2	4	6	4
1002				표본평균의 평균		3.5265		표본평균의 평균		3.482333	
1003				표본평균의 분산		1.515548		표본평균의 분산		1.042799	

## Chapter 06 연습문제 해답

6.1 1

6.2  $6.804 < \mu < 7.196$

6.3  $2.032 < \mu < 2.286$

6.4  $0 < \mu < 0.787$

6.5  $214.6604 < \mu < 217.1396$

6.6  $0.8164 < \mu < 0.8317$

6.7  $6,160.8 < p < 6,239.2$

6.8  $24.5 < \mu < 25.5$

6.9  $3,153,265 < \mu < 3,156,735$

6.10  $61.0 < \mu < 71.6$

6.12  $0.7216 < p < 0.8784$

6.11  $52.82 < \mu < 58.90$



6.13  $0.468 < p < 0.632$

6.14  $0.3804 < p < 0.4196$

6.15  $0 < p < 0.04744$

6.16  $0.1096 < p < 0.1904$

6.17 73

6.18  $9,965.63 < \mu_1 - \mu_2 < 10,034.37$

6.19  $5.90 < \mu_1 - \mu_2 < 26.10$

6.20  $0 < p_1 - p_2 < 0.041$

6.21 신뢰구간의 폭은 점점 좁아진다.

6.22  $0.156 < \sigma^2 < 2.407$

6.23  $0.474 < \sigma^2 < 2.692$

6.24 신뢰구간은  $2.06 \pm 0.3325$

6.25  $2.8 \pm 4.086 = (-1.286, 6.886)$

## Chapter 07 연습문제 해답

7.1 귀무가설  $H_0: \mu_1 = \mu_2$

대립가설  $H_1: \mu_1 > \mu_2$

7.2 생략

7.3 (a)  $|Z| < 1.645$

(b)  $|Z| \geq 2.58$

(c)  $|z_0| \approx 2.43$

(d)  $\alpha = 0.1$ 에서는 귀무가설을 기각시키고,  $\alpha = 0.01$ 에서는 기각시키지 못한다.

(e) 0.015

7.4 (a)  $T > -t_{0.1}(24) = -1.318$

(b)  $T \leq -t_{0.01}(24) = -2.492$

(c) -1.52

(d)  $\alpha = 0.1$ 에서 귀무가설을 기각시키고,  $\alpha = 0.01$ 에서는 기각시키지 못한다.

(e) 0.0708

7.5 귀무가설을 기각한다.

7.6 공정의 변화에 따라 제품의 치수가 커지게 되었다고 할 수 있다.

7.7 모평균이 80보다 크다고 할 수 있다.

7.8 5%의 유의수준에서는 이 회사제품의 평균수명에 변화가 있다고 판단되며 1% 유의수준에서는 평균수명에 변화가 없다고 판단된다.

7.9 유의수준 5%, 1% 모두에서 이 회사의 주장이 옳다고 할 수 없다.

7.10 불량률이 바뀌었다고 말할 수 없다.

7.11  $H_0$ 를 기각한다. 따라서 두 회사의 제품의 평균에 차이가 있다고 할 수 있다.

7.12 두 원료  $A$ 와  $B$ 에 의하여 생성된 약품의 수확량에는 차이가 있다고 할 수 있다.

7.13 두 회사의 제품의 평균에 차이가 있다고 말할 수 없다.

7.14 이 약이 혈압을 낮추는 데 효과가 있다고 할 수 있다.

7.15  $B$ 공정의 결점률이  $A$ 공정보다 높다고 할 수 없다.

7.16  $H_0$ 를 기각하지 못한다.

7.17 (a) 발표 자료가 타당하다고 할 수 있다.

(b) 여자가 남자보다 5년 이상 생존할 가능성이 높다고 할 수 있다.

7.18 두 도시간의 정당 지지율에 차이가 있다고 할 수 있다.

7.19 만족율이 유지되고 있다고 할 수 있다.

7.20 남녀 간에 입원일수에 차이가 있다고 할 수 없다.

z-검정: 평균에 대한 두 집단		
	변수 1	변수 2
평균	11.45	11.17647
기지의 분산	31.36	20.25
관측수	20	17
가설 평균차	0	
z 통계량	0.16467	
P(Z<=z) 단측 검정	0.434602	
z 기각치 단측 검정	1.644854	
P(Z<=z) 양측 검정	0.869204	
z 기각치 양측 검정	1.959964	

7.21 유의수준 1% 또는 10% 일 때 모두 귀무가설  $H_0 : \mu = 3$ 을 기각시키지 못한다.

Column1	
평균	3.016
표준 오차	0.123007
중앙값	2.95
최빈값	2.75
표준 편차	0.550104
분산	0.302615
첨도	1.17926
왜도	0.426028
범위	2.45
최소값	1.8
최대값	4.25
합	60.32
관측수	20
신뢰 수준(90.0%)	0.212696
신뢰 수준(99.0%)	0.351915

7.22 다이어트 식품을 복용후 4kg의 체중감량이 있다고 할 수 있다.

t-검정: 쌍체 비교		
	변수 1	변수 2
평균	58.09286	55.54286
분산	6.099176	7.298022
관측수	14	14
피어슨 상관 계수	0.929114	
가설 평균차	4	
자유도	13	
t 통계량	-5.42645	
P(T<=t) 단측 검정	5.79E-05	
t 기각치 단측 검정	2.650309	
P(T<=t) 양측 검정	0.000116	
t 기각치 양측 검정	3.012276	

7.23 귀무가설을 기각시킨다. 즉, 가정용 연료비가 886천원을 상회한다고 할 수 있다.

Column1	
평균	925.45
표준 오차	18.28423
중앙값	910.5
최빈값	#N/A
표준 편차	81.76956
분산	6686.261
첨도	2.186656
왜도	1.216315
범위	362
최소값	786
최대값	1148
합	18509
관측수	20
신뢰 수준(90.0%)	31.61586

7.24 페인트 건조시간이 2시간이라는 주장이 타당하다.

7.25 귀무가설을 기각시킨다. 즉, 약의 부작용으로 혈압강하 효과가 있다고 할 수 있다.

7.26 귀무가설을 기각시키지 못한다.

## Chapter 08 연습문제 해답

### 8.1 (a)

요인	제곱합	자유도	평균제곱	$F$
처리	320	2	160	8
잔차	180	9	20	
계	500	11		

(b)  $F \geq F_{0.05}(2, 9) = 4.26$  (c) 귀무가설을 기각한다.

### 8.2 (a)

요인	제곱합	자유도	평균제곱	$F$
처리	354	6	59	12.11
잔차	146	30	4.87	
계	500	36		

(b) 기각역은  $F \geq F_{0.01}(6, 30) = 3.47$  (c) F비가 12.11이므로 귀무가설을 기각한다.

8.3 귀무가설을 기각시킬 수 없다. 따라서 벼 품종 간의 수확량에 차이가 있다고 볼 수 없다.

분산 분석: 일원 배치법

요약표

인자의 수준	관측수	합	평균	분산
Column 1	4	237	59.25	12.91667
Column 2	4	211	52.75	34.91667
Column 3	4	198	49.5	30.33333

분산 분석

변동의 요인	제곱합	자유도	제곱 평균	F 비	P-값	F 기각치
처리	197.1667	2	98.58333	3.783582	0.064191	4.256495
잔차	234.5	9	26.05556			
계	431.6667	11				

8.4 귀무가설을 기각시킬 수 없다. 따라서 기계들의 성능 사이에 별다른 차이가 없다고 할 수 있다.

분산 분석: 일원 배치법

요약표				
인자의 수준	관측수	합	평균	분산
Row 1	5	310	62	196.5
Row 2	5	290	58	91.5
Row 3	5	330	66	86
Row 4	5	280	56	47.5
Row 5	5	320	64	43.5

분산 분석 (유의수준 5%)						
변동의 요인	제곱합	자유도	제곱 평균	F 비	P-값	F 기각치
처리	344	4	86	0.924731	0.469233	2.866081
잔차	1860	20	93			
계	2204	24				

분산 분석 (유의수준 1%)						
변동의 요인	제곱합	자유도	제곱 평균	F 비	P-값	F 기각치
처리	344	4	86	0.924731	0.469233	4.43069
잔차	1860	20	93			
계	2204	24				

8.5 귀무가설을 기각시킨다. 따라서 세 디자인에 따라 매출고에 차이가 있다고 할 수 있다.

분산 분석: 일원 배치법

요약표				
인자의 수준	관측수	합	평균	분산
Row 1	6	171	28.5	9.5
Row 2	6	97	16.16667	4.166667
Row 3	6	126	21	11.2

분산 분석						
변동의 요인	제곱합	자유도	제곱 평균	F 비	P-값	F 기각치
처리	463.4444	2	231.7222	27.95576	8.72E-06	3.68232
잔차	124.3333	15	8.288889			
계	587.7778	17				

8.6 비료에 대한 품종별 수확량에는 차이를 보이거나, 품종 간의 수확량 차이는 보이지 않는다.

분산 분석: 반복 없는 이원 배치법

요약표	관측수	합	평균	분산
Row 1	4	24.8	6.2	1.393333
Row 2	4	33.2	8.3	1.293333
Row 3	4	23.6	5.9	0.446667
Column 1	3	19.2	6.4	4.81
Column 2	3	21	7	0.52
Column 3	3	22.5	7.5	3.87
Column 4	3	18.9	6.3	0.93

분산 분석

변동의 요인	제곱합	자유도	제곱 평균	F 비	P-값	F 기각치
인자 A(행)	13.68	2	6.84	6.237082	0.034258	5.143253
인자 B(열)	2.82	3	0.94	0.857143	0.512185	4.757063
잔차	6.58	6	1.096667			
계	23.08	11				

8.7 성별과 연령대 별로 모두 차이를 보이지 않는다.

분산 분석

변동의 요인	제곱합	자유도	제곱 평균	F 비	P-값	F 기각치
인자 A(행)	6	1	6	3	0.225403	18.51282
인자 B(열)	52	2	26	13	0.071429	19
잔차	4	2	2			
계	62	5				

8.8 제조공정 간에는 차이를 보이지 않지만, 숙련정도에 따라 차이가 있다고 할 수 있다.

분산 분석

변동의 요인	제곱합	자유도	제곱 평균	F 비	P-값	F 기각치
인자 A(행)	18	2	9	3.6	0.127551	6.944272
인자 B(열)	78	2	39	15.6	0.012913	6.944272
잔차	10	4	2.5			
계	106	8				



## 8.9 교사에 따른 차이와 학생에 따른 차이는 있고, 교사와 학생 간의 교호작용 효과는 없다.

분산 분석: 반복 있는 이원 배치법

요약표	학생1	학생2	학생3	학생4	계
교사1					
관측수	3	3	3	3	12
합	138	188	195	162	683
평균	46	62.66667	65	54	56.91667
분산	36	34.33333	21	64	89.90152
교사2					
관측수	3	3	3	3	12
합	135	189	219	192	735
평균	45	63	73	64	61.25
분산	21	43	16	57	137.4773
교사3					
관측수	3	3	3	3	12
합	240	273	285	273	1071
평균	80	91	95	91	89.25
분산	57	39	19	13	57.29545
계					
관측수	9	9	9	9	
합	513	650	699	627	
평균	57	72.22222	77.66667	69.66667	
분산	326.25	227.4444	195	308.25	

분산 분석						
변동의 요인	제곱합	자유도	제곱 평균	F 비	P-값	F 기각치
인자 A(행)	7392.889	2	3696.444	105.5289	1.28E-12	3.402826
인자 B(열)	2068.75	3	689.5833	19.68676	1.17E-06	3.008787
교호작용	222	6	37	1.056305	0.415207	2.508189
잔차	840.6667	24	35.02778			
계	10524.31	35				

## 8.10 휘발유에 따른 차이와 첨가제에 따른 차이는 있고, 휘발유와 첨가제의 교호작용 효과는 없다고 할 수 있다

분산 분석						
변동의 요인	제곱합	자유도	제곱 평균	F 비	P-값	F 기각치
인자 A(행)	2.900833	1	2.900833	15.60987	0.00753	5.987378
인자 B(열)	34.88167	2	17.44083	93.85202	2.97E-05	5.143253
교호작용	0.571667	2	0.285833	1.538117	0.288893	5.143253
잔차	1.115	6	0.185833			
계	39.46917	11				

8.11 정상아와 과잉운동아 간에는 차이가 있고, 위약과 리탈린 간에는 차이를 보이지 않는다.  
또 교호작용 효과는 있다고 할 수 있다.

분산 분석						
변동의 요인	제곱합	자유도	제곱 평균	F 비	P-값	F 기각치
인자 A(행)	121	1	121	8	0.01522	4.747225
인자 B(열)	42.25	1	42.25	2.793388	0.120506	4.747225
교호작용	930.25	1	930.25	61.50413	4.61E-06	4.747225
잔차	181.5	12	15.125			
계	1275	15				

## Chapter 09 연습문제 해답

- 9.1 컬러 모니터의 크기에 대한 소비자들의 성향에는 차이가 있다고 할 수 있다.
- 9.2 요일에 따라 지각횟수에 차이가 있다고 할 수 없다.
- 9.3 경제 사정과 쇼핑장소의 선택이 서로 독립이 아니므로 경제 사정에 따라 쇼핑장소의 선택이 다를 수 있다.
- 9.4 공장에 따라 제품의 불량률이 다르다고 볼 수 없다.
- 9.5 취업률이 예년과 다르다고 할 수 있다.
- 9.6 자산 규모에 따라 신용등급이 다르다고 할 수 있다.
- 9.7 자동차 사고 횟수는 푸아송분포를 따른다고 할 수 있다.
- 9.8 나에 따라 음료 선호도에 차이가 없다고 할 수 있다.
- 9.9 귀무가설은 기각되고 학력에 따라 직장만족도에 차이가 있음을 알 수 있다.
- 9.10 유의수준 5%에서 귀무가설을 기각시키지 못하여 도시별 상품선호도에 차이가 없다고 할 수 있다.

## Chapter 10 연습문제 해답

10.1 (a)  $r = \frac{14}{\sqrt{10} \sqrt{26}} \doteq 0.868$

(b)  $H_0$ 를 기각한다. 따라서 첨가물의 양과 수율 사이에 양의 상관관계가 있다고 할 수 있다.

(c)  $\hat{y} = 0.8 + 1.4x$

(d)  $\hat{\sigma}^2 \doteq 2.133$

(e)  $r^2 \doteq 0.754$

(f)  $-4.074 < a < 5.674$

(g)  $-0.07 < b < 2.87$

(h)  $4.326 < a + bx < 14.074$

(i)  $H_0$ 를 기각하지 못한다.

(j)  $H_0$ 를 기각한다.

10.2 0.976

10.3  $r(2X+3, -7Y+4) = -r$

10.4  $r = \frac{c_{xy}}{s_x s_y} = 0$

10.5 반응온도와 품질의 특성치 간에 양의 상관관계가 있다고 할 수 있다.

10.6 2.5

10.7 (a)  $r = \frac{9.6}{\sqrt{12.4} \sqrt{14.4}} \approx 0.718$

(b)  $\hat{y} = 0.2904 + 0.774x$

(c)  $\hat{\sigma}^2 \approx 0.87$

(d)  $r^2 = 0.516$

(e)  $0.163 < b < 1.385$

(f)  $H_0$ 를 기각한다.

10.8  $r = 1$

10.9 0.555

10.10 62.8