

濟州火山島의 岩石成分에 關한 統計學的인 數值解析

The Statistical on Numerical Analysis for,
The Petrology and Bulk Chemical Composition.
In Cheju Volcanic Island

日本關西大學 澤 勲

1. 序 論

濟州火山島에 關한 研究는 中村新太郎 1) 와 原口九萬 2 ~ 10) 에 의하여 1920 年과 1930 年代 이루어진 것이다. 1960 年代에 들어가는 原口九萬 14, 李商萬 18 等の 많은 研究가 發表되고 있다.

李商萬 論文 18) 에 10 種의 化學組成과 Photomicrograph 를 發表한 것이 1966 年이다. 元鏡煥 論文에 의하면 31) 63 種 試料를 發表하고 있으며 매우 貴重한 論文이라고 말할 수 있다. 一方, 日本 東北大學에서 發表한 李文遠論文에는 38) 63 種의 試料에 化學的인 立場에서 많은 討論이 報告되고 있다.

筆者는 濟州火山島에 分布되고 있는 試料를 參考로 하여서 地域的인 特徵보다, 全般的인 統計를 研究하였다. 統計에는 FORTRAN77 의 Program 을 使用하였다. 프로그램에는 試料에 關하여 平均值, 最大値 最小値, 範圍, 標準偏差, 分散 標準誤差 및 變動係數를 求하였다.

한편 各成分과의 換算式과 相關係數를 最小 2 乘法에 의하여 決定하였다. 以下 報告한다.

2. DATA와 計算方法

2.1 DATA作成

DATA의 作成에 있어서는 文獻 31 과 38을 參考로 하였다. 濟州 島內에 分布하는 63種의 分析値는 表 2.1 과 같다. 表 2.1에 있어서는 다음과 같이 分布區別을 할 수 있다.

OLIVINE BASALT (BORING CORE)	1-3
OLIVINE BASALT	4-10, 27-31
OLIVINE HAWAIIITE	11, 12
APHYRITIC HAWAIIITE	13, 14, 44-48
PORPHYRITIC OLIVINE-PYROXENE HAWAIIITE	15-18, 22-26, 43
PORPHYRITIC PYROXENE-OLIVINE HAWAIIITE	19-21, 32-42
APHYRITIC MUGEARITE	49-54, 56
KAERSUTITE-BEARING OLIVINE MUGEARITE	55
APHYRITIC TRACHYTE (LAVA DOME)	57, 58, 60, 61
APHYRITIC TRACHYTE (LAVA FLOW)	59
HEDENBERGITE-FAYALITE-ANORTHOCLASE TRACHYTE (LAVA DOME)	62, 63

TABLE 2.1 CHEMICAL COMPOSITION AND CIPW NORMS

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
S102	48.22	48.49	45.11	49.13	48.41	49.10	47.17	48.79	47.32	47.02	51.07	50.70	48.00	49.45	49.77	49.60	48.19	48.36	49.82	49.28	48.74
T102	2.36	2.39	2.67	2.38	2.27	2.15	2.18	2.14	2.45	2.79	2.48	1.93	3.08	2.70	2.56	2.59	2.97	2.53	2.44	2.77	2.29
Al2O3	14.42	15.14	13.84	14.58	14.49	14.15	14.58	15.21	17.02	17.06	14.70	16.06	17.56	16.93	16.77	15.21	17.04	14.52	17.14	17.57	19.21
Fe2O3	2.44	1.62	3.39	1.98	1.84	1.79	3.37	3.37	3.54	1.70	2.51	1.36	3.25	4.77	2.72	2.71	5.33	2.43	3.92	1.81	2.00
FeO	8.34	8.78	7.64	8.89	8.76	9.21	8.32	9.25	8.00	9.88	9.14	9.23	8.68	6.76	7.97	8.37	6.54	9.54	7.43	9.01	7.31
MnO	0.16	0.17	0.15	0.15	0.17	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.14	0.16	0.17	0.15	0.15	0.16	0.15	0.15	0.14	0.12
MgO	8.99	9.00	10.61	8.43	9.61	9.78	10.25	8.98	9.09	8.59	6.14	7.11	5.55	4.90	5.44	7.06	4.90	8.40	5.07	5.14	3.81
CaO	8.12	8.19	10.17	8.89	9.44	9.51	8.25	8.48	8.77	8.67	7.11	7.67	7.29	7.29	8.00	8.48	8.80	8.80	7.30	8.57	8.05
Na2O	3.74	3.92	2.10	3.31	3.10	2.40	2.96	3.12	3.16	3.03	3.36	3.23	3.72	3.60	4.10	3.41	1.31	1.09	1.40	1.74	1.43
K2O	2.03	1.95	1.31	1.38	1.43	1.23	1.23	0.83	0.83	0.11	0.57	0.11	0.88	1.41	0.88	0.29	0.50	0.44	0.40	0.41	0.43
H2O+	0.24	0.60	1.29	0.23	0.11	0.21	0.64	0.41	0.30	0.30	0.30	0.18	0.25	0.15	0.10	0.15	0.33	0.13	0.31	0.31	0.26
H2O-	0.19	0.23	0.96	0.15	0.10	0.10	0.31	0.41	0.30	0.30	0.30	0.18	0.25	0.15	0.10	0.15	0.33	0.13	0.31	0.31	0.26
P2O5	0.54	0.55	0.53	0.48	0.47	0.38	0.39	0.35	0.49	0.27	0.57	0.29	0.18	0.67	0.66	0.68	0.67	0.57	0.49	0.54	0.88
Total	99.73	100.34	99.79	99.98	100.20	100.21	99.82	99.88	99.55	100.13	100.25	99.86	100.24	99.51	100.01	100.09	100.18	99.96	100.15	100.29	99.83
22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	
5102	48.41	50.01	48.53	52.17	47.59	49.61	49.99	49.75	49.45	49.85	50.41	50.25	50.74	48.88	48.51	49.98	51.03	51.20	48.88	49.36	51.75
T102	3.35	2.26	2.77	1.96	2.60	2.41	2.37	2.70	2.53	2.48	2.28	2.59	2.40	2.56	2.95	2.36	2.20	2.39	2.34	2.40	2.36
Al2O3	17.15	17.16	14.89	16.05	17.37	15.46	16.27	16.33	16.14	14.72	14.68	17.91	15.89	17.23	18.81	16.83	17.22	18.35	18.01	16.84	15.85
Fe2O3	2.69	3.15	1.41	1.40	3.84	2.33	1.72	3.81	9.02	9.45	9.49	7.86	1.75	1.75	1.81	1.81	2.19	4.38	9.14	1.74	2.59
FeO	10.18	6.93	9.96	8.12	7.32	9.31	9.09	7.81	9.12	9.45	9.49	7.16	1.03	8.90	8.35	8.61	8.32	6.01	3.11	8.55	8.10
MnO	0.18	0.16	0.22	0.15	0.13	0.17	0.15	0.17	0.14	0.14	0.17	0.15	0.15	0.13	0.16	0.16	0.16	0.15	0.13	0.16	0.16
MgO	4.45	5.62	7.89	5.96	6.61	6.90	5.91	4.92	5.83	5.29	5.83	3.64	4.55	5.62	5.28	5.79	4.42	3.27	3.40	5.23	4.94
CaO	7.00	7.90	8.41	6.74	8.53	8.05	7.42	8.07	8.01	8.00	8.27	7.87	8.39	7.43	8.25	7.35	6.73	4.17	4.48	3.67	8.31
Na2O	3.74	3.91	3.37	4.25	3.56	3.42	3.92	3.79	3.89	3.57	3.94	4.13	4.02	3.69	3.85	1.82	2.12	1.74	1.54	1.80	1.52
K2O	1.44	1.88	1.17	2.18	0.98	1.07	1.72	1.72	1.99	1.52	1.73	1.84	1.72	1.42	1.30	0.39	0.23	0.29	0.73	0.55	0.41
H2O+	0.53	0.44	0.12	0.19	0.44	0.44	0.39	0.72	0.12	0.13	0.01	0.21	0.14	0.25	0.25	0.15	0.47	0.30	0.54	0.14	0.07
H2O-	0.32	0.36	0.21	0.09	0.35	0.35	0.10	0.21	0.10	0.13	0.01	0.16	0.14	0.73	0.25	0.15	0.47	0.30	0.54	0.14	0.07
P2O5	0.95	0.66	0.48	0.62	0.43	0.47	0.54	0.71	0.72	0.53	0.55	0.66	0.55	0.60	0.55	0.66	0.63	0.82	0.82	0.64	0.51
Total	100.39	100.44	99.43	99.89	99.77	99.96	99.37	100.15	100.10	99.44	100.23	99.51	99.17	99.94	99.85	99.69	99.89	100.50	100.58	99.57	99.94
43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	
S102	47.94	49.09	49.17	48.37	46.85	48.10	50.93	54.57	54.50	50.86	52.03	54.66	51.24	55.31	57.99	62.38	59.51	60.19	62.84	61.98	65.54
T102	2.67	3.51	3.50	3.47	3.09	3.18	2.82	1.67	1.66	2.50	2.11	1.88	1.48	0.97	0.97	0.50	0.94	0.68	0.66	0.84	0.28
Al2O3	15.78	15.86	16.39	16.47	18.50	17.33	18.00	18.51	17.81	14.96	16.96	17.79	18.38	18.15	18.56	17.73	17.82	17.88	17.84	17.51	16.73
Fe2O3	3.24	4.39	2.74	2.31	1.69	1.69	3.25	2.30	2.30	2.88	3.80	2.98	2.80	1.89	1.89	1.89	4.19	2.50	3.30	5.67	2.50
FeO	7.88	8.60	8.97	10.58	9.80	8.03	8.30	6.72	6.48	7.14	6.60	6.04	7.50	4.80	4.80	1.89	2.76	2.75	2.75	0.93	0.94
MnO	0.14	0.19	0.16	0.17	0.15	0.15	0.15	0.15	0.16	0.16	0.16	0.16	0.14	0.24	0.24	0.25	0.18	0.13	0.14	0.12	0.12
MgO	4.09	4.67	4.53	5.42	5.21	5.21	3.21	3.21	2.25	1.82	4.05	3.75	2.02	2.89	2.27	0.46	0.19	0.86	0.91	0.28	0.13
CaO	8.64	7.63	8.01	7.69	7.96	7.96	6.41	5.52	5.05	4.95	4.54	4.34	5.03	3.24	4.48	3.24	2.69	2.55	2.38	1.78	1.07
Na2O	3.49	3.92	3.90	3.82	3.82	3.82	4.61	4.61	4.61	4.95	4.95	4.34	4.82	4.97	5.95	4.39	5.41	5.76	5.98	5.51	6.04
K2O	1.26	1.58	1.52	1.38	1.44	1.39	2.11	2.62	2.12	2.62	2.62	2.88	2.64	2.95	4.18	4.25	3.91	4.65	5.03	4.47	5.63
H2O+	0.42	0.23	0.45	0.51	0.22	0.22	0.39	0.17	0.12	0.09	0.21	0.44	0.46	0.23	0.26	0.17	0.34	0.47	0.32	0.35	0.45
H2O-	0.23	0.13	0.22	0.28	0.13	0.39	0.17	0.14	0.40	0.09	0.21	0.44	0.46	0.23	0.26	0.17	0.34	0.47	0.32	0.35	0.45
P2O5	0.40	0.64	0.48	0.50	0.47	0.36	0.58	0.83	0.93	0.44	0.92	0.83	1.00	0.97	0.52	0.25	0.48	0.26	0.22	0.47	0.03
Total	99.79	99.86	100.18	100.18	99.68	99.77	99.4	100.45	100.24	100.35	99.66	100.12	99.61	100.72	99.50	100.16	99.40	99.70	99.83	100.29	99.63

Bulk Chemical Composition and CIPW norms

2.2 統計的인 處理方法

統計的인 處理方法을 하기위하여 하나의 Element에 對하여 다른 Material에의 關係를 求하는 換算式을 使用한다. 이렇게 함으로서 相關係數의 決定을 圖 2.1 과 같은 流圖로 그릴수 있다.

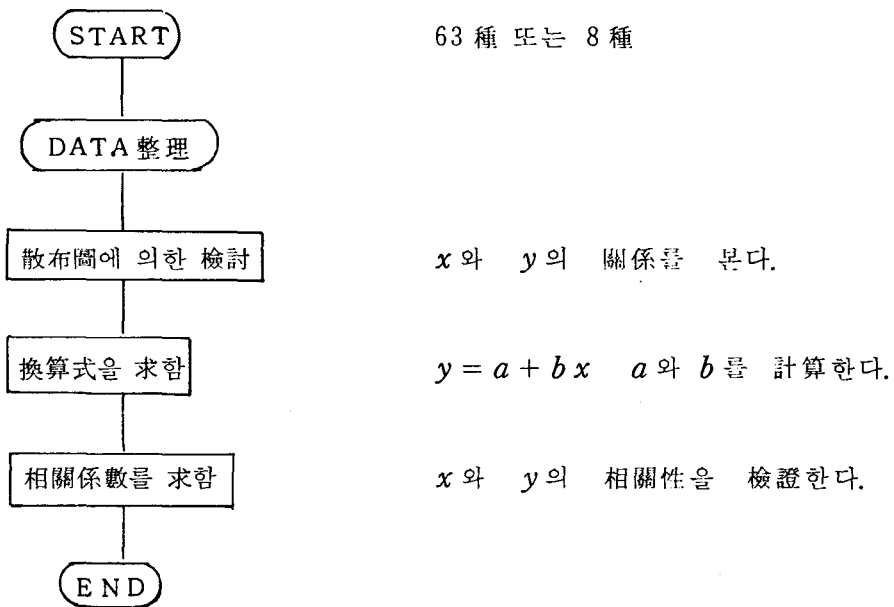


圖 2.1 換算式을 求하는 手順

統計 解析에 있어서 換算式과 相關係數를 求하기 위하여서는 다음과 같은 過程을 通하여 計算한다. 散分圖는 管理圖에 의하여 DATA의 異方性을 檢討한다. 檢討한 結果 問題가 없으면 換算式 ($y = a + bx$)을 求한다.

平均值 (Mean)는 各 Sample數와 x 와 y 의 DATA에 의하여 計算한다.

$$\bar{x} = (1/n) \sum x_i \quad (1)$$

$$\bar{y} = (1/n) \sum y_i \quad (2)$$

平方和 (Square Sum) 는 Sample 數와 x 와 y 의 DATA 에 의한 2 乘와 乘算에 의한 方法으로 計算함.

$$S(x x) = \sum x_i^2 - \frac{(\sum x_i)^2}{n} \quad (3)$$

$$S(y y) = \sum y_i^2 - \frac{(\sum y_i)^2}{n} \quad (4)$$

$$S(x y) = \sum x_i y_i - \frac{(\sum x_i \sum y_i)}{n} \quad (5)$$

回歸係數 (Coefficient of Regression) 의 b 는 平方和인 $S(x y)$ 와 $S(x x)$ 의 比에 의하여 計算함.

$$b = \frac{S(x y)}{S(x x)} \quad (6)$$

切片 (Intercept) 인 a 는 平均值인 \bar{x} 와 \bar{y} 또는 回歸係數 b 에 의하여 計算함.

$$a = \bar{y} - b \bar{x} \quad (7)$$

標準偏差 (Standard Deviation) 인 \sqrt{Vx} 와 \sqrt{Vy} 는 서로가 平方和인 $S(xx)$ 와 $S(yy)$ 는 Sample 數에 의하여 決定함.

$$\sqrt{Vx} = \sqrt{\frac{S(xx)}{n-1}} \quad (8)$$

$$\sqrt{Vy} = \sqrt{\frac{S(yy)}{n-1}} \quad (9)$$

範圍 (Range) 에 있어서 x 值의 最大值와 最小值의 差를 Rax 라고 하고 y 值의 最大值와 最小值의 差를 Ray 로 하면 다음과 같은 式이 成立한다.

$$Rax = x_{max} - x_{min} \quad (10)$$

$$Ray = y_{max} - y_{min} \quad (11)$$

分算 (Variance) 은 式(3) · 式(4)와 DATA 數에 의하여 計算함.

$$Vax = S(xx) / (n-1) \quad (12)$$

$$Vay = S(yy) / (n-1) \quad (13)$$

標準誤差 (Standard Error) 는 式(12)와 式(13)의 分散과 DATA 數에 의하여 算出함.

$$Esx = \sqrt{Vax} / \sqrt{n} \quad (14)$$

$$Esy = \sqrt{Vay} / \sqrt{n} \quad (15)$$

變動係數 (Coefficient of Variation) 는 標準偏差인 式(8)·式(9)와 平均值인 式(1)·式(2)에 의하여 計算함.

$$C V x = \sqrt{V x} / \bar{x} \quad (16)$$

$$C V y = \sqrt{V y} / \bar{y} \quad (17)$$

여기서 標準偏差는 平方和에 依存하고 있다. 이와같이 變動係數는 平方和와 平均值의 比率에 미치는 影響이 크다는 것을 알 수 있다.

다음에 相關係數 (Correlation) 는 平方和의 成份에 의한 比率에 의하여 決定하게 된다. 이를테면 式(3)~(5)에 의해

$$r = \frac{S(x y)}{S(x x) \cdot S(y y)} \quad (18)$$

과 같은 計算을 할 수 있다. 여기서 相關係數의 有意性을 얻을 수 있다. 檢定에 의한 Sample 數가 63 個이면 r 値는 0.3248 以上이면 滿足度를 얻을 수가 있다. 實際로는 0.3248 이 充分하지만 0.9 以上도 있다는 것을 알 수 있다. 各 Element 와의 關係에 있어서는 0.3 以下도 많이 있다는 것을 찾아 볼 수가 있었다. 이러한 點을 分析하고 整理하기 위하여서는 大型電子計算機를 使用할 必要가 있다.

計算에는 富士通 FACOM-M380 II 를 使用하였다. 解析에는 두方法을 採用하였다. 言語는 FACOM-OS IV ANALYST 와 FORTRAN이다.

FORTRAN 는 筆者가 作成한 Program 이다. Program 는 FIG. 2.2 에 表示할 수가 있다.

```

C*****
C   KSOC ROCK PROGRAM (11.18) *****
C   火山岩石の成分DATAを解析する *****
C   ****=*****   CAO = A + B SiO2   ****=*****
C*****
001   DIMENSION X(200),Y(200),W1(200),W2(200),W3(200),
      ￥ RXS(200),RYS(200),X2S(200),Y2S(200),XYS(200)
002   111 READ(5,500,END=90)N
003   500 FORMAT(I5)
004   READ(5,501)(X(I),Y(I),I=1,N)
005   501 FORMAT(2F8.3)
006   IF(N.LE.0) STOP
C XとYの平均値 (VALUES OF AVERAGE) ( XBAR AND YBAR )
007   FN=FLOAT(N)
008   XBAR=SUM(X,N)/FN
009   YBAR=SUM(Y,N)/FN
010   X2=0
011   Y2=0
012   XY=0
013   RX=0
014   RY=0
C RXS,RYS,X2,Y2とXY の計算 (SINGLE VALUE)
015   RXS(1) = 0.0
016   RYS(1) = 0.0
017   DO 5 I=2,N
018       RXS(I) = ABS( X(I-1) - X(I) )
019   5   RYS(I) = ABS( Y(I-1) - Y(I) )
020   DO 7 I=1,N
021       X2S(I) = X(I)*X(I)
022       Y2S(I) = Y(I)*Y(I)
023   7   XYS(I) = X(I)*Y(I)
C RSとX2, Y2とXY の合計(TOTAL VALUES )
024   DO 10 I=1,N
025   IF (I.EQ.1) THEN
026   GOTO 1000
027   ELSE
028       RX = RX + ABS( X(I-1) - X(I) )
029       RY = RY + ABS( Y(I-1) - Y(I) )
030   END IF
031   1000 X2=X2+X(I)**2
032       Y2=Y2+Y(I)**2
033       XY=XY+X(I)*Y(I)
C S(XY)=W1 S(XX)=W2とS(YY)=W3の平方和(SUM OF SQUARE)
034       W1(I) = (X(I) - XBAR)*(Y(I) - YBAR)
035       W2(I) = (X(I) - XBAR)**2
036   10   W3(I) = (Y(I) - YBAR)**2
C 回帰係数Aと切片Bの計算(COEFFICIENT OF REGRESSION)
C ( COD = A + B BOD )

```



```

037          B=SUM(W1,N)/SUM(W2,N)
038          A=YBAR-B*XBAR
C SIMPLE  回帰係数(COEFFICIENT OF REGRESSION) ( SRCV )
039          SRCV = YBAR / XBAR
C 相関係数 (CORELATION COEFFICIENT) ( R )
040          R = SUM(W1,N) / SQRT(SUM(W2,N)*SUM(W3,N))
C 標準偏差 (STANDARD DEVIATION) ( SDVX AND SDVY )
041          SDVX = SQRT(SUM(W2,N)/(FN-1))
042          SDVY = SQRT(SUM(W3,N)/(FN-1))
C 変動係数 (COEFFICIENT OF VARIATION) ( CVX AND CVY )
043          CVX = SDVX / XBAR
044          CVY = SDVY / YBAR
C 分散 (VARIANCE) (VAX AND VAY)
045          VAX = SUM(W2,N)/(FN-1)
046          VAY = SUM(W3,N)/(FN-1)
C RS-管理図を作成する (MEAN VALUE OF RS)
047          RMX = RX / (FN-1)
048          RMY = RY / (FN-1)
C X-管理図を作成する (X-UCL,XBAR,X-LCL,X-UCLRS,X-RSBAR)
C X-MANAGEMENT MAP (X-UCL,XBAR,X-LCL,X-UCLRS,X-RSBAR)
049          XUCL = XBAR + 2.66 * RMX
050          XLCL = XBAR - 2.66 * RMX
051          XUCLRS = RMX*3.27
C Y-管理図を作成する (Y-UCL,YBAR,Y-LCL,Y-UCLRS,Y-RSBAR)
C Y-MANAGEMENT MAP (Y-UCL,YBAR,Y-LCL,Y-UCLRS,Y-RSBAR)
052          YUCL = YBAR + 2.66 * RMY
053          YLCL = YBAR - 2.66 * RMY
054          YUCLRS = RMY * 3.27
055  201 FORMAT(10F8.4)
056      I=1
057      WRITE(6,310) N
058  310 FORMAT(1H0,5X,
    * '*** LEAST SQUARES ON CAO = A + B SIO2 ***',
    * 15X,'INPUT DATA ( N=',I2,1H)/// 11X,78('=')/
    *      14X, 1HX, 9X, 2HRX, 8X, 1HY, 9X,
    *      2HRY,11X, 2HXX,11X, 2HYY,11X, 2HXY)
059      WRITE(6,320)
060  320 FORMAT(1H , 10X, 78( '*' ) )
061      WRITE(6,330) (X(I), RXS(I), Y(I), RYS(I),
    *      X2S(I), Y2S(I), XYS(I), I = 1, N )
062  330 FORMAT(1H , 7X, 4F10.3,3F13.3)
063      WRITE(6,337) SUM(X,N), RX, SUM(Y,N), RY, X2, Y2, XY,
    *      XBAR, RMX, YBAR, RMY
064  337 FORMAT(1H ,10X,78('='),' TOTAL',4F10.3,3F13.3/11X,78('-')
    */' AVRGE', 4F10.3 / 11X, 78('*') / 11X, 78('='))
065      WRITE(6,335) A,B
066  335 FORMAT(1H0, 6X, 3HY =, F13.7, 4H + (, F13.7, 3H)*X )

```

```

C
067      WRITE(6,340) XBAR, YBAR, X2, Y2, XY,
          ¥      SUM(W2,N), SUM(W3,N), SUM(W1,N)
068      340 FORMAT(1H0, 6X, 24HXBAR = SUM(X,N) / FN = ,F12.4 /
          ¥      7X,24HYBAR = SUM(Y,N) / FN = ,F12.4 ///
          ¥      7X,24HTOTAL OF SQUARE T(XX)= ,F12.4 /
          ¥      7X,24HTOTAL OF SQUARE T(YY)= ,F12.4 /
          ¥      7X,24HTOTAL OF SQUARE T(XY)= ,F12.4 ///
          ¥      7X,24HSUM OF DIVATION S(XX)= ,F12.4 /
          ¥      7X,24HSUM OF DIVATION S(YY)= ,F12.4 /
          ¥      7X,24HSUM OF DIVATION S(XY)= ,F12.4 )
069      WRITE(6,350) SDVX,SDVY,CVX,CVY,VAX,VAY,SRCV,R
070      350 FORMAT(1H0,6X,36HSTANDARD DEVIATION ***** SDVX =,
          ¥ F10.4/ 7X,36HSTANDARD DEVIATION ***** SDVY =,
          ¥ F10.4// 7X,36HCOEFFICIENT OF VARIATION----- CVX =,
          ¥ F10.4/ 7X,36HCOEFFICIENT OF VARIATION----- CVY =,
          ¥ F10.4/ 7X,36H VARIANCE ----- VAX =,
          ¥ F10.4/ 7X,36H VARIANCE ----- VAY =,
          ¥ F10.4// 7X,36HSIMPLE REGRESSION COEFFICIENT SRCV =,
          ¥ F10.4/ 7X,36H***CORRELATION COEFFICIENT*** R =,
          ¥ F10.4)
071      WRITE(6,360) RX,RY,RMX,RMY
072      360 FORMAT(1H0,6X,36HTOTAL RSX ++++++ RSX =,
          ¥ F10.4/ 7X,36HTOTAL RSY ++++++ RSY =,
          ¥ F10.4// 7X,36H+++++ RMX = RSX / (N-1) RMX =,
          ¥ F10.4/ 7X,36H+++++ RMY = RSY / (N-1) RMY =,
          ¥ F10.4/)
073      WRITE(6,370) XUCL,XBAR,XLCL,XUCLRS,RMX
074      370 FORMAT(1H0,6X,30HX MANAGEMENT MAP---X-UCL---,F10.4/
          ¥ 7X,30HX MANAGEMENT MAP===X-BAR====,F10.4/
          ¥ 7X,30HX MANAGEMENT MAP---X-LCL-----,F10.4//
C -----
          ¥ 7X,30HR MANAGEMENT MAP UCL-X =,F10.4/
          ¥ 7X,30HR MANAGEMENT MAP RS--X =,F10.4)
075      WRITE(6,380) YUCL,YBAR,YLCL,YUCLRS,RMY
076      380 FORMAT(1H0,6X,30HY MANAGEMENT MAP---Y-UCL---,F10.4/
          ¥ 7X,30HY MANAGEMENT MAP===Y-BAR====,F10.4/
          ¥ 7X,30HY MANAGEMENT MAP---Y-LCL-----,F10.4//
C -----
          ¥ 7X,30HR MANAGEMENT MAP UCL-Y =,F10.4/
          ¥ 7X,30HR MANAGEMENT MAP RS--Y =,F10.4)
077      GOTO 111
078      90 STOP
079      END
C SUB-PROGRAM
080      FUNCTION SUM(Z,N)
081      DIMENSION Z(200)
082      SUM=0.0
083      DO 22 I=1,N
084      22 SUM=SUM+Z(I)
085      RETURN
086      END

```

出力の部

Y = 30.7863922 + (-0.4629054)*X

XBAR = SUM(X,N) / FN = 50.9864

YBAR = SUM(Y,N) / FN = 7.1845

TOTAL OF SQUARE T(XX)= 164895.875

TOTAL OF SQUARE T(YY)= 3519.3362

TOTAL OF SQUARE T(XY)= 22559.1562

SUM OF DIVATION S(XX)= 1120.6814

SUM OF DIVATION S(YY)= 267.3748

SUM OF DIVATION S(XY)= -518.7695

STANDARD DEVIATION ***** SDVX = 4.2515

STANDARD DEVIATION ***** SDVY = 2.0767

COEFFICIENT OF VARIATION----- CVX = 0.0834

COEFFICIENT OF VARIATION----- CVY = 0.2890

VARIANCE ----- VAX = 18.0755

VARIANCE ----- VAY = 4.3125

SIMPLE REGRESSION COEFFICIENT SRCV = 0.1409

CORRELATION COEFFICIENT R = -0.9477

TOTAL RSX ++++++ RSX = 101.6201

TOTAL RSY ++++++ RSY = 45.6497

+++++ RMX = RSX / (N-1) RMX = 1.6390

+++++ RMY = RSY / (N-1) RMY = 0.7363

X MANAGEMENT MAP---X-UCL----- 55.3462

X MANAGEMENT MAP===X-BAR===== 50.9864

X MANAGEMENT MAP---X-LCL----- 46.6266

R MANAGEMENT MAP UCL-X = 5.3596

R MANAGEMENT MAP RS--X = 1.6390

Y MANAGEMENT MAP---Y-UCL----- 9.1431

Y MANAGEMENT MAP===Y-BAR===== 7.1845

Y MANAGEMENT MAP---Y-LCL----- 5.2260

R MANAGEMENT MAP UCL-Y = 2.4077

R MANAGEMENT MAP RS--Y = 0.7363

3. 統計解析에 의한 結果

3.1 各 Element 의 統計的인 結果

濟州島의 岩石에는 水素와 酸素를 包含한 12 元素로 構成되어 있다. 이 岩石에 있는 各元素 [元素의 周期表(長周期型)] 만은 TABLE 3.1 과 같이 表示할 수가 있다.

典型非金屬元素에는 水素를 비롯하여서 Si (4B 族) 과 P (5B 族) 가 있다. 典型金屬元素에는 1A 族 (Na 와 K), 2A 族 (Mg 와 Ca) 그리고 3B 族 (Al) 이 있다. 遷移金屬元素에는 4A 族 (Ti), 7A 族 (Mn) 그리고 8 族 (Fe) 가 있다는 것을 말할 수 있다.

이 溶岩石을 統計的으로 處理를 하면 TABLE 3.2 와 같이 表示할 수가 있다. 이 DATA 를 理解하기 위하여 FIG. 3.1 과 같이 表示하였다. 그것은 平均值 (斜線) 을 軸으로하고 各 Element 를 橫軸으로 Plot 하였다.

平均值의 最小值을 左邊에 두고 右邊에 갈수록 점점 增大하도록圖示를 하였다.

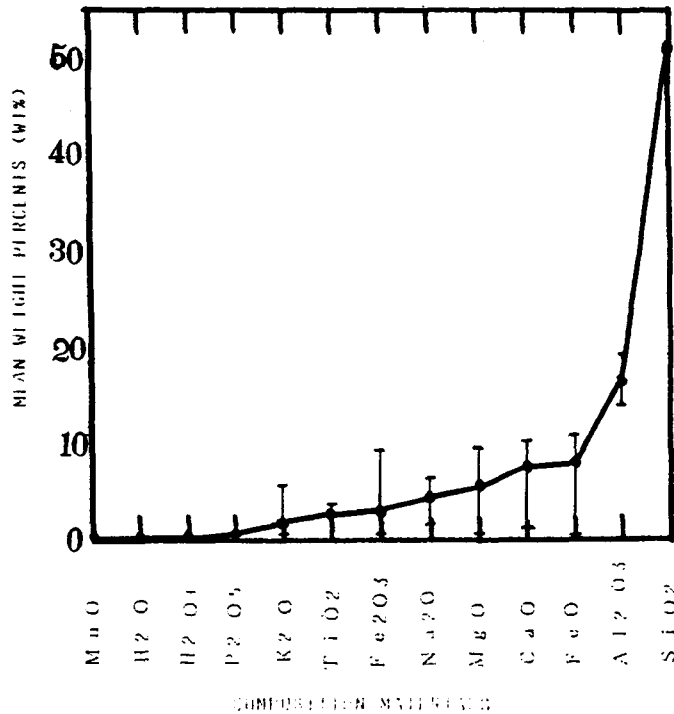
FIG. 3.2 는 標準偏差 (Standard Deviation), 標準誤差 (Standard Error), 範圍 (Range) 그리고 分散 (Variance) 에 對하여 各 Element 로 表示한 것이다. 標準偏差와 分散은 平方和에 의해 左右된다. 標準誤차는 分散에 의해 左右된다. 그럼으로써 平方和도 關係가 있다는 것을 알 수가 있다. K_2O , Fe_2O_3 와 MgO 는 周邊의 重量百分率보다 크다는 것을 濟州島의 分布 範圍가 擴大되고 있다는 것을

TABLE 3.1 Periodic table of elements

	1A	2A	3A	4A	5A	6A	7A	8	1B	2B	3B	4B	5B	6B
1	1 H 1.008													
2														8 O 15.999
3	11 Na 22.990	12 Mg 24.305									13 Al 26.982	14 Si 28.086	15 P 30.974	
4	19 K 39.098	20 Ca 40.080		22 Ti 47.88		25 Mn 54.938	26 Fe 55.847					典型金屬元素 (水素包含)		
	遷移金屬元素													
	典型金屬元素													

TABLE 3.2 STATISTICAL DATA OF VOLCANIC ROCK COMPOSITION IN CHEJU ISLAND

	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO
MEAN	50.99	2.28	16.57	2.84	7.52	0.17	5.19
MINIMUM	45.11	0.28	13.84	1.10	0.93	0.12	0.13
MAXIMUM	65.54	3.57	19.21	9.14	10.58	0.25	10.61
RANGE	20.43	3.29	5.37	8.04	9.65	0.13	10.48
STD. DEVIATION	4.252	0.724	1.392	1.393	2.358	0.024	2.664
VARIANCE	18.076	0.524	1.937	1.941	5.558	0.001	7.096
STD. ERROR	0.536	0.091	0.175	0.176	0.297	0.003	0.336
VARI. COEFF.	0.083	0.318	0.084	0.492	0.314	0.151	0.515
	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	H ₂ O ⁺	H ₂ O ⁻	P ₂ O ₅	100
MEAN	7.19	4.01	1.97	0.42	0.26	0.56	99.93
MINIMUM	1.07	2.10	0.83	0.11	0.01	0.03	99.17
MAXIMUM	10.17	6.39	5.63	1.48	0.96	1.00	100.72
RANGE	9.10	4.29	4.80	1.37	0.95	0.97	1.55
STD. DEVIATION	2.077	0.871	1.057	0.245	0.166	0.193	0.329
VARIANCE	4.313	0.758	1.117	0.060	0.028	0.037	0.108
STD. ERROR	0.262	0.110	0.135	0.031	0.021	0.024	0.041
VARI. COEFF.	0.289	0.217	0.536	0.589	0.631	0.344	0.005



2. The relationship between mean weight percent and composition is shown in the figure.

證明할 수 있다.

變動係數 (Coefficient of Variance) 는 標準偏差와 平均値의 比에 의해 이루어지고 있다. 標準偏差는 平方和에 의하여 左右되기 때문에, 變動係數는 平方和와 平均値에 影響을 미치고 있다. 여기서 變動係數는 FIG.3.4 와 같이 表示할 수가 있다. FIG.3.3 에 있어서의 變動係數는 水素를 除外하고는 0.4 以上이 3 Elements 가 있다. 그것은 K_2O , Fe_2O_3 와 MgO 인 것이다. 含有量이 많은 Al_2O_3 와 SiO_2 의 變動係數는 0.1 以下로 變動하고 있다는 것을 알 수가 있다. 바꾸어 말한다면 Al_2O_3 와 SiO_2 는 매우 작다는 것이다.

火山溶岩에 包含되어 있는 重量百分率과 63 種의 平均値와 比較하려고 한다.

計算에 의한 重量百分率을 W_{cal} (Wt %) 로 하고 63 種의 平均値를 W_{exp} (wt %) 로 한다면 다음과 같은 式이 이루어진다.

$$D = W_{exp} - W_{cal} \quad (19)$$

여기서 D 는 W_{exp} 와 W_{cal} 의 差異를 말한다. D 값이 매우 큰 것은 SiO_2 (44.89 Wt %) 이고 다음에는 Al_2O_3 (6.22 Wt %) 이다.

反面에 D 값이 매우 작은 것은 P_2O_5 (-14.87 Wt %), K_2O (-7.59 Wt %), MnO (-7.06 Wt %), TiO_2 (-5.83 Wt %) 그리고 Fe_2O_3 (-3.37 Wt %) 인 것을 알 수 있다. 기타는 3.0 Wt % 以內的 範圍에 있다.

이결과 濟州島의 火山溶岩은 SiO_2 와 P_2O_5 의 特異한 成分으로 構成되어 있다는 것을 알 수가 있다.

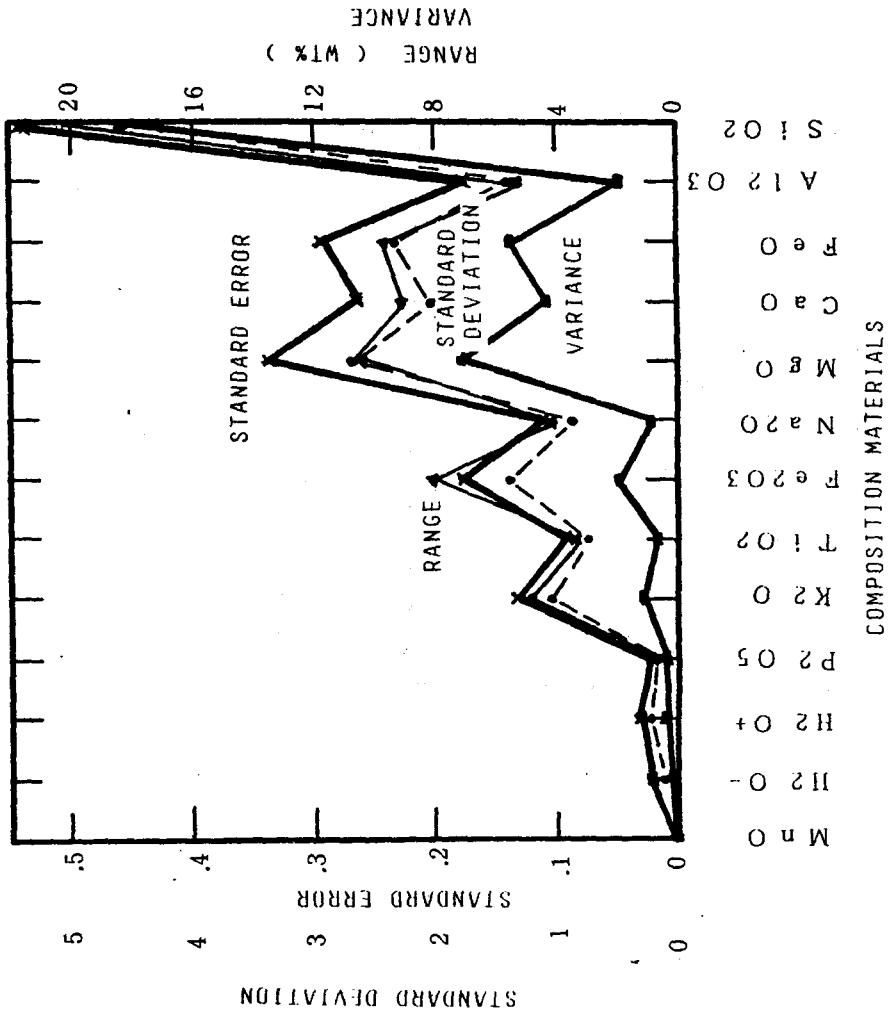
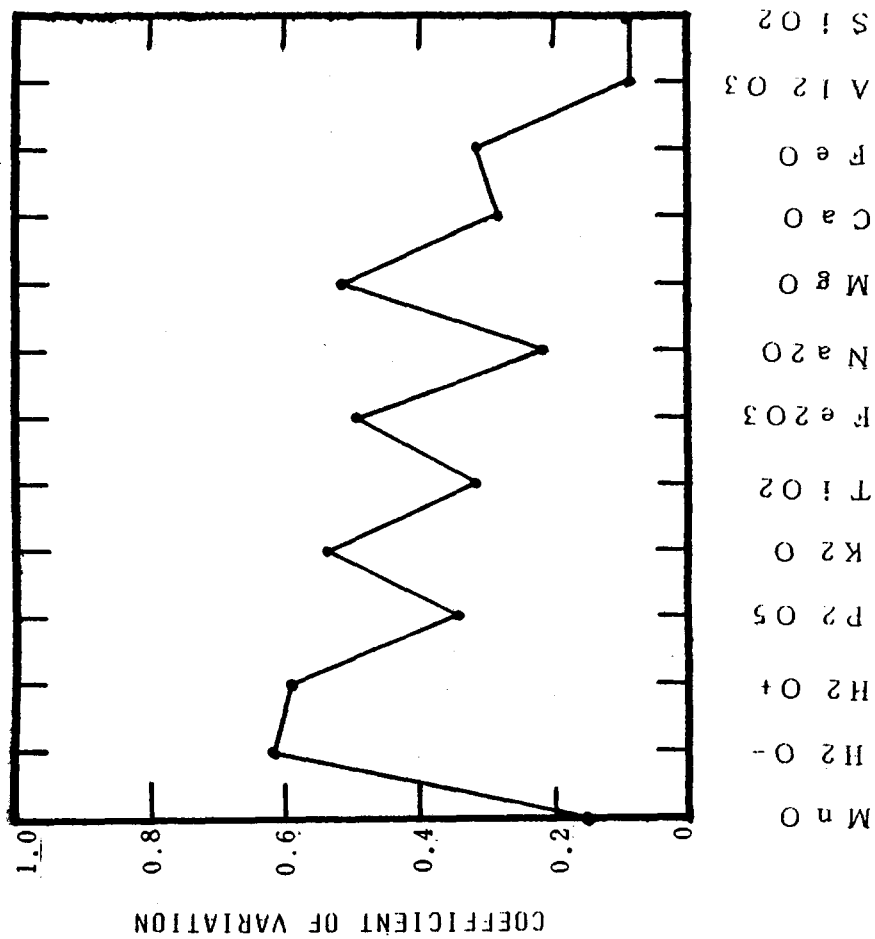


FIG.3.2 Relation between standard deviation, standard error, range, and variance to compositions



COMPOSITION MATERIALS

Relation between coefficient of variation and composition

FIG.3.3

濟州島 分布되고 있는 重量百分率의 範圍는 SiO_2 (20.43 Wt %), MgO (10.48 Wt %), FeO (9.65Wt %) 그리고 CaO (9.10 Wt %)이다. 즉 말하자면 9 Wt % 以上인 것을 알게 되었다. 한편 1 Wt % 以下인 Element 는 MnO (0.18Wt %), H_2O^- (0.95Wt %) 그리고 P_2O_5 (0.97Wt %)인것도 알게 되었다. 바꾸어 말한다면 濟州島에 는 MnO , H_2O^- 그리고 P_2O_5 는 어느 場所에도 差異가 없다는 것을 確認하였다.

3.2 SiO_2 에 對한 各 Element 와의 相關性

3.2.1 SiO_2 와 正相關係數

Element SiO_2 와 他의 Element 와의 相關性을 알기 위하여서는 換算式과 相關係數의 式(18)을 必要로 한다.

換算에 있어서의 一般式은 다음과 같다.

$$y = a + b (\text{SiO}_2) \quad (20)$$

여기서 SiO_2 와 y 에 對하여 b 는 式(6)에 의한 回歸係數이고, a 는 式(7)에 의한 切片이다. 式(20)에 있어서의 b 值가 正數일 때를 正相關係數로 한다.

縱軸을 Na_2O 와 K_2O 의 重量百分率로 하고 橫軸을 SiO_2 의 重量百分率로 한다면 FIG 3.4 와 같이 되고 式(21 와 22)으로 된다.

$$\text{We}(\text{Na}_2\text{O}) = -5.30 + 0.183 \text{ We} (\text{SiO}_2) \quad (21)$$

$$\text{We}(\text{K}_2\text{O}) = -10.04 + 0.236 \text{ We} (\text{SiO}_2) \quad (22)$$

相關係數는 式(3~5)인 平方和에 의하여 決定한다. 平方和는 $S(xx)$, $S(yy)$, 그리고 $S(xy)$ 이다. 相關係數는 TABLE 3.3에 있고 式(21)에는 $r = 0.891$ 이고, 式(22)에는 $r = 0.948$ 이다.

SiO_2 에 對한 Na_2O 와 K_2O 는 0.89 以上이며 相關係數가 매우 크다는 것을 確認할 수가 있다. SiO_2 가 增大하면 同時에 比例하여 Na_2O 나 K_2O 도 增大한다는 것이다.

3.2.2 SiO_2 와 負相關係數

負相關係數는 換算에 있어서의 一般式은 다음과 같다.

$$y = a - bx \quad (23)$$

여기서 b 值이 負數일 때를 負相關係數로 한다. Element SiO_2 에 對한 CaO 와 TiO_2 의 換算式은 式(24) 과 式(25) 와 같다.

$$\text{We}(\text{CaO}) = 30.79 - 0.463 \text{We}(\text{SiO}_2) \quad (24)$$

$$\text{We}(\text{TiO}_2) = 10.06 - 0.153 \text{We}(\text{SiO}_2) \quad (25)$$

SiO_2 에 對한 相關係數는 CaO 에 -0.948 이고, TiO_2 에 -0.897 이다. 이 成分은 -0.89 以上이니 相關係數가 매우 크다는 것을 알 수 있다. (Fig.3.5)

한편, SiO_2 가 增大하면 換算수 反對로 減少한다는 것을 알 수가 있다. 이에 따르고 있는 負相關係數는 FeO 와 MgO 가 있다. 換算式은 式(26) 과 式(27) 이다.

$$We(\text{FeO}) = 30.75 - 0.456 We(\text{SiO}_2) \quad (26)$$

$$We(\text{MgO}) = 30.44 - 0.495 We(\text{SiO}_2) \quad (27)$$

SiO₂에 대한 負相關係數는 FeO에 $r = -0.822$ 이고 MgO에 $r = -0.790$ 이다.

3.3 Al₂O₃에 對한 各 Element 와의 相關係

濟州道에 分布되어 있는 火山 溶岩石중에는 含有量 第2位(第1位는 SiO₂)로 構成되고 있다. Al₂O₃는 平均値(16.57 Wt%)·最小値(13.84 Wt%)·最大値(19.21 Wt%) 그리고 範圍(5.37 Wt%)로 되어 있다는 것은 FIG 3.2에 의하여 알 수 있다.

SiO₂와 Al₂O₃의 相關係數의 FIG 3.3을 보면 0.373으로써 相關係性이 매우 적다는 것을 알 수 있다. 이렇게 相關係數가 작은 것에 他의 Element 와의 關係를 分析한것이 FIG.3.4이다.

式(20)에 의한 正相關係數의 換算式은 다음과 같다.

$$We(\text{Na}_2\text{O}) = -2.673 + 0.403 We(\text{Al}_2\text{O}_3) \quad (28)$$

$$We(\text{K}_2\text{O}) = -3.028 + 0.302 We(\text{Al}_2\text{O}_3) \quad (29)$$

式(28)과 式(29)의 正相關係數는 各各 0.645와 0.397이다.

다음으로 式(23)에 의한 負相關係數의 換算式은 다음과 같다.

$$We(\text{FeO}) = 20.843 - 0.804 We(\text{Al}_2\text{O}_3) \quad (30)$$

$$We(\text{CaO}) = 19.536 - 0.745 We(\text{Al}_2\text{O}_3) \quad (31)$$

式(30)과 式(31)의 負相關係數는 各各 -0.475와 -0.500이다.

正과 負의 相關係數를 比較하여 본다면 各各 6 Element씩 나누어지고 있다. SiO₂의 FIG 3.3와 Al₂O₃의 FIG 3.4를 比較하여 보면 큰 差異가 있다는 것을 알 수 있다.

TABLE 3.4 CORRELATION AND Y= A + B(SI02) OF COMPOSITIONS TO AL203

	TI02	SI02	FE203	FEO	MNO	MGO
Y=A+B(AL203) A	4.504	32.112	-1.229	20.843	0.201	29.028
B	-0.134	1.139	0.245	-0.804	-0.003	-1.438
CORRELATION	-0.258	0.373	0.245	-0.475	-0.159	-0.751
	CAO	NA2O	K2O	H2O+	H2O-	P2O5
Y=A+B(AL203) A	19.536	-2.673	-3.028	0.620	-0.178	-0.132
B	-0.745	0.403	0.302	-0.013	+0.027	+0.042
CORRELATION	-0.500	0.645	0.397	-0.070	0.223	0.301

4. 檢 討

4.1. 火山, 溶岩石 組成의 統計學的인 結果

濟州島에 分布되어 있는 火山 溶岩石에는 많은 物質이 包含되어 있다. 그중에도 代表的인 物質中の 9種類는 FIG. 3.5와 같이 表示할 수 있다. Composition은 物質名이지만 各 Element의 合成으로 하였다. 그리하여 Composition에 關한 統計的인 DATA를 考察하면 다음과 같다.(TABLE 4.1)

平均 重量百分率이 많은 것은 Al_2SiO_5 (67.40 Wt %), CaTiSiO_5 (60.45 Wt %), CaSiO_3 (58.17 Wt %) ... $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ 의 順으로 되고 있다. Al_2SiO_5 는 Al_2O_3 와 SiO_2 의 合成임으로 當然하다고 말할 수 있다.

範圍(Range)는 Al_2SiO_5 (24.02 Wt)와 Na_2SiO_3 (24.37 Wt)이 크고 $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ 과 NaAlO_2 는 작다. 그 理由는 TABLE 3.2에 의하여 理解된다. 그것은 $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ 는 $\text{CaO} + \text{P}_2\text{O}_5$ 이며 NaAlO_2 는 $\text{Na}_2\text{O} + \text{Al}_2\text{O}_3$ 인 것이다.

標準偏差가 큰것은 Al_2SiO_5 (5,078)과 Na_2SiO_3 (5,048)이며 작은 것은 $\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ (1,834)과 CaTiSiO_5 (1,773)이다.

分散과 標準誤差는 比較的 標準偏差와 비슷하여서 省略하기로 한다. 最後로 變動係數는 標準偏差와 平均値의 集約이라고 말할 수 있다. 變動係數가 큰 것은 0.303 [FeTiO_3], 0.286 [CaTiO_3] 그리고 0.272 [$\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$]이며 작은 것은 0.029 [CaTiSiO_5]와 0.041 [CaSiO_3]이다. 여기서 變動係數는 1桁의 差異가 있다는 것을 알

수 있다.

TABLE 4.1 STATISTICAL DATA OF VOLCANIC ROCK COMPOSITION IN CHEJU ISLAND

COMPOSITIONS	ELEMENTS SUM	MEAN	MIN.	MAX.	RANGE	STD. DEV.	VARI-ANCE	STD. ERROR	VAEI. COEF.
AL2S105	AL203+ S102	67.40	58.45	82.27	24.02	5.078	25.789	0.640	0.075
CA0-AL203	CA0 +AL203	23.76	17.80	28.06	10.26	1.834	3.362	0.231	0.077
CA3(P04)2	CA0 + P205	7.74	1.10	10.70	9.60	2.106	4.434	0.265	0.272
CAS103	CA0 + S102	58.17	54.81	66.61	11.80	2.378	5.654	0.300	0.041
CAT103	CA0 + T102	9.47	1.35	12.84	11.49	2.709	7.341	0.341	0.286
CAT1S105	CA0+T102+S102	60.45	57.60	66.89	9.29	1.773	3.145	0.223	0.029
FET103	FEO + T102	9.80	1.22	14.15	12.93	2.970	8.818	0.374	0.303
NAAL02	NA20 +AL203	20.58	15.94	24.51	8.57	2.063	4.257	0.260	0.100
NA2S103	NA20 + S102	55.00	47.21	71.58	24.37	5.048	25.480	0.636	0.092

4.2. SiO₂ 에 對한 各組成

火山岩石에는 SiO₂가 많이 包含되어 있기 때문에 SiO₂의 Element와 各 Element의 合成인 Composition에 對한 換算式과 相關係數를 찾아 보았다. 그 結果 TABLE 4.2와 같이 表示할 수 있다.

여기서 正相關係數를 求해 보니 Na₂SiO₃ 以外는 0.92 以上으로 큰 係數인 것을 알게 되었다. SiO₂가 增大하면 할수록 正比例하여 增大한다는 것을 알게 되었다.

反面에 負相關係數를 求해 보니 -0.79 以上으로 나타났다. 이러한 結果로 본다면 SiO₂ Element과는 相關性이 매우 크다는 것을 이 DATA에 의하여 確認되었다.

이러한 原因은 TABLE 4.2의 正과 負의 相關係數에 의하여 說明

TABLE 4.2 CORRELATION AND $Y = A + B (SiO_2)$ OF SPECIMENS TO SiO_2

COMPOSITIONS	ELEMENTS	COEFFICIENT OF REGRESSION	INTERCEPTS (B)	CORRELATION (R)
AL2SiO5	AL2O3+SiO2	= 10.212	+ 1.122	+ 0.9390
CASiO3	CAO +SiO2	= 30.787	+ 0.537	+ 0.9604
CATiSiO5	CAO+TiO2+SiO2	= 40.848	+ 0.384	+ 0.9216
NAAL02	NA2O +AL2O3	= 5.054	+ 0.305	+ 0.6276
NA2SiO3	NA2O +SiO2	=- 5.342	+ 1.184	+ 0.9968
CAO·AL2O3	CAO +AL2O3	= 41.138	- 0.341	- 0.7903
CA3(P04)2	CAO +P2O5	= 31.874	- 0.473	- 0.9556
CATiO3	CAO +TiO2	= 40.858	- 0.616	- 0.9660
FETiO3	FE0 +TiO2	= 48.815	- 0.608	- 0.8710

할 수 있다. 正와 負의 相關係數가 큰 것에 對하여 FIG 4.1 와 같이 表示하였다. $CaSiO_3 [CaO + SiO_2]$ 는 珪酸칼슘이다. 珪酸칼슘 (Si-illimanite, Fibrolite) 은 高溫·高壓相에 安定하며 耐火物의 原料로 된다. 그리고 組成을 바꾸면서 固體酸觸으로 石油系의 接觸分野에 使用한다. 한편 胃酸過多에 對한 制酸劑가 主用途로 된다.

$Na_2SiO_3 [Na_2O + SiO_2]$ 는 珪酸나트륨이다. 珪酸나트륨 [Sodium Silicate] 는 1000℃에 融解하면 無水鹽을 얻어서, 그의 溶液부터 各種 含水鹽을 얻을 수 있다.

$Ca_3 (PO_4)_2$ 는 磷酸칼슘 [$CaO + P_2O_5$] 이다. 磷酸칼슘 (Calcium Phosphate) 는 第三磷酸칼슘이라 하며 다음과 같은 特徵이 있다.

① 磷灰石으로써 天然에 있고 土壤中에도 많이 分布되고 있다. ② 植物의 生育에는 꼭 必要하다. ③ 脊椎動物의 骨·齒의 主成分으로 形成되고 있다. 그것은 適當한 硬度가 있고 물에 溶解하지 않으니 齒磨基材用에 使用한다. ④ 動物의 飼料에 榮養 補給때문에 添加한다. ⑤ 기타, 유리·

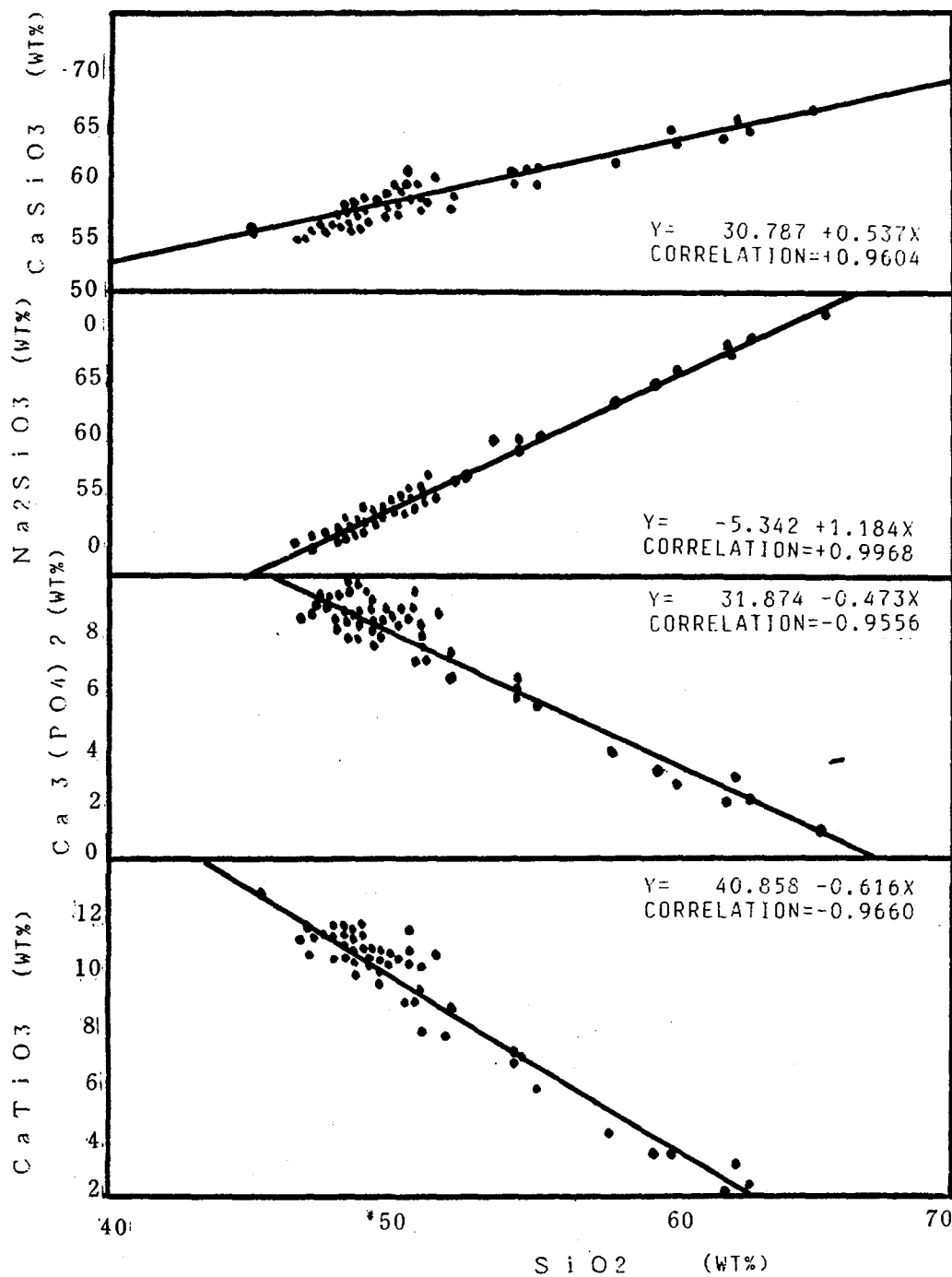


FIG 4.1 SiO₂-OXIDE DIAGRAM AND ITS CORRELATION

醫學·螢光體製造·膨張劑·樹脂安定劑의 用途도 있다.

CaTiO_3 는 灰치탄石 [$\text{CaO} + \text{TiO}_2$]이다. 灰치탄石 (Perovskite 페로프스카이트)는 電子材料 特히 磁性材料用에 많이 使用하고 다음과 같은 特徵이 있다. ①磁心材料는 磁性飽和值가 크고 低損失을 要求하고 高透磁率을 利用하니 Relay式回路·變壓器等的 直流回路와 低周波回路에 使用한다. ②無線機器用材料는 高周波領域에 使用하기 때문에 低損失이 必要하다. 그럼으로 低鐵損이고 高低抗率이 必要로 한다. ③恒透磁率材料는 透磁率이 廣範圍의 磁場 強度에 걸쳐서 一定한 것이 要求된다. 그것이 滿足되면 Computer의 Memory 및 音響機器用的 變成器에 使用된다.

正相關係數는 [$\text{CaO} + \text{SiO}_2$]와 [$\text{Na}_2\text{O} + \text{SiO}_2$]가 크다는 것은 SiO_2 가 포함되어 있기 때문이다. SiO_2 에 對한 CaO 와 Na_2O 가 一定한 相關性이 크다는 것이다. 反面에, 負相關係數는 [$\text{CaO} + \text{P}_2\text{O}_5$]와 [$\text{CaO} + \text{TiO}_2$]가 들어 있다는 것이다. SiO_2 에 對하여 CaO 가 影響이 미치고 있다는 것을 볼 수 있다.

4.3. TiO_2 에 對한 各組成

火山岩石에는 TiO_2 가 (0.28 ~ 3.57) Wt %程度로 매우 적은 편이다.

SiO_2 의 20分之1 (1/20)程度인 TiO_2 에 對한 Compositions에 의 關係를 換算式과 相關係數을 求해 보았다. 그 結果 TABLE 4.3와 같이 表示할 수 있다.

TABLE 4.3 CORRELATION AND $Y = A + B (TiO_2)$ OF SPECIMENS TO TiO_2

COMPOSITIONS	ELEMENTS	COEFFICIENT OF REGRESSION	INTERCEPTS (B)	CORRELATION (R)
CAO·AL2O3	CAO +AL2O3	= 19.488	+ 1.875	+ 0.7405
CA3(P04)2	CAO +P2O5	= 2.200	+ 2.436	+ 0.8375
CATiO3	CAO +TiO2	= 1.790	+ 3.374	+ 0.9017
FETiO3	FE0 +TiO2	= 1.578	+ 3.610	+ 0.8801
AL2SiO5	AL2O3+SiO2	= 80.463	- 5.737	- 0.8180
CASiO3	CAO +SiO2	= 64.756	- 2.893	- 0.8808
CATiSiO5	CAO+TiO2+SiO2	= 64.756	- 1.893	- 0.7727
NAAL02	NA2O +AL2O3	= 23.748	- 1.390	- 0.4876
NA2SiO3	NA2O +SiO2	= 69.036	- 6.164	- 0.8842

여기서 正相關係數를 求해 보니 $CaO \cdot Al_2O_3$ 以外は 0.83 以上인 것
을 알게 되었다. 따라서 負相關係數를 求해 보니 $NaAlO_2$ 以外は -
0.77 以上인 것을 알게 되었다. FIG. 4.2 는 $CaTiO_3$ 와 $FeTiO_3$ 의
正相關係와 $CaSiO_3$ 와 Na_2SiO_3 의 負相關係에 對한 TiO_2 의 關係를
表示하였다. $CaTiO_3$ 는 FIG 4.1 에의 負相關係와 反比例에 있다.
 $CaSiO_3$ 와 Na_2SiO_3 는 FIG 4.1 에의 正相關係와 反比例에 있다.
 TiO_2 는 SiO_2 와 比較해 보니 逆으로 되어 있다. (FIG 4.2)

$FeTiO_3$ 은 titanite 鐵礦 [$FeO + TiO_2$] 이다. titanite 鐵礦 [Ilmenite] 은 火
成岩에 包含되어 또는 變成岩속의 層性에 産出된다. ①砂鐵에도 産
出한다. ② titanite 原料의 鐵物 ③ 68 K 以下로 反磁性體로 된다. ④ 헤리磁
性體를 규리溫度를 通過하고 磁場中에 冷却하면 磁場과 逆向에 熱殘
留磁化가 생긴다. ④顔料·塗料用에도 使用한다.

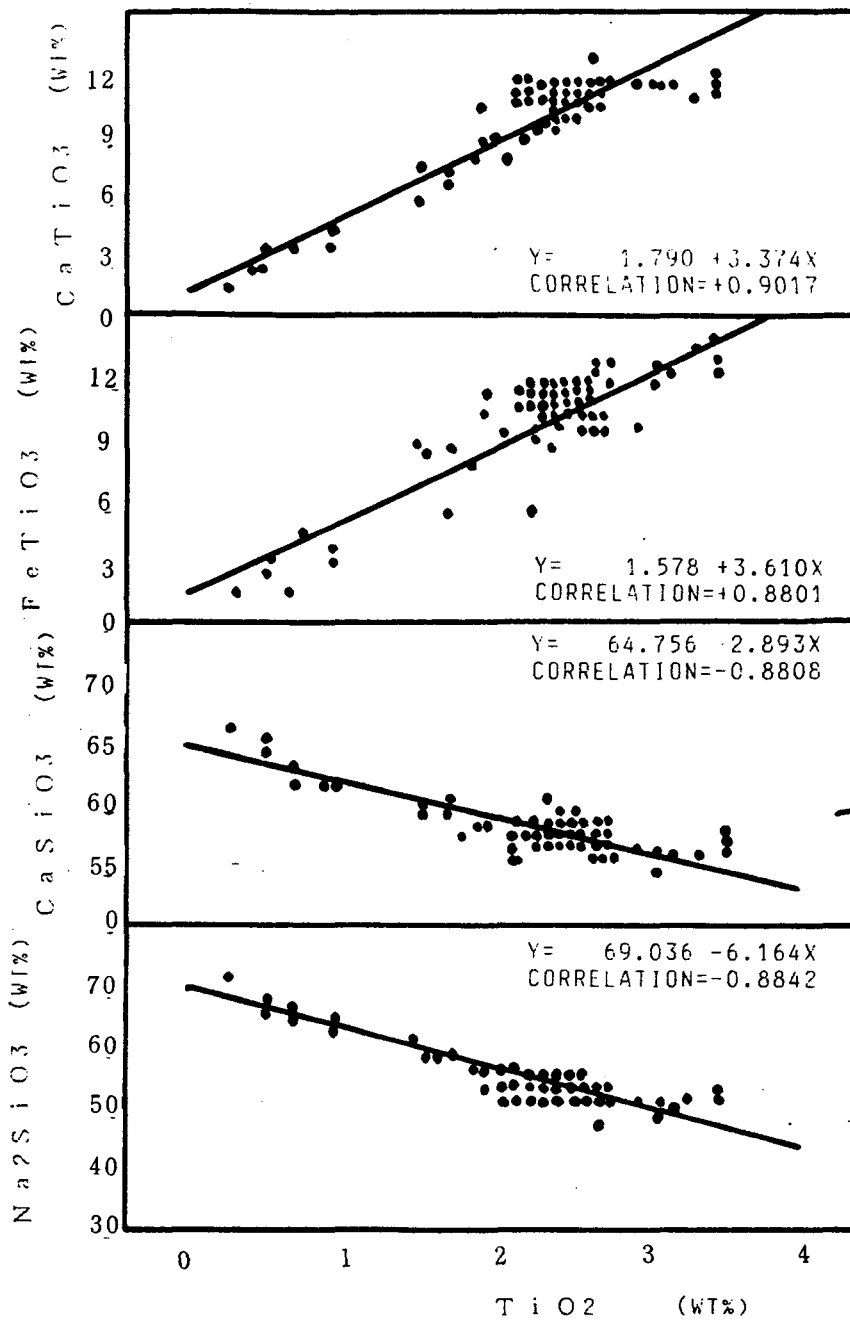


FIG 4.2 TiO_2 -OXIDE DIAGRAM AND ITS CORRELATION

4.4. Al₂O₃ 에 對한 各組成

火山岩石의 Al₂O₃는 SiO₂ 다음가는 含有量이 있으며 相關性이 매우 弱한 Element 이다. Al₂O₃와 各組成에 對한 換算式과 相關係數을 求해 보았다. 그 結果 TABLE 4.4 와 같이 表示할 수 있다.

TABLE 4.4 CORRELATION AND Y = A + B (AL2O3) OF SPECIMENS TO AL2O3

COMPOSITIONS	ELEMENTS	COEFFICIENT OF REGRESSION	INTERCEPTS (B)	CORRELATION (R)
AL2SI05	AL2O3+SI02	= 32.846	+ 2.085	+ 0.5714
CAO·AL2O3	CAO +AL2O3	= 19.536	+ 0.255	+ 0.1934
CASI03	CAO +SI02	= 51.648	+ 0.394	+ 0.2304
CATISIO5	CAO+TI02+SI02	= 56.152	+ 0.259	+ 0.2034
NAALO2	NA2O +AL2O3	=- 2.673	+ 1.403	+ 0.9466
NA2SI03	NA2O +SI02	= 29.393	+ 1.545	+ 0.4260
CA3(P04)2	CAO +P2O5	= 19.404	- 0.704	- 0.4650
CATIO3	CAO +TI02	= 23.981	- 0.876	- 0.4497
FETIO3	FEO +TI02	= 25.347	- 0.938	- 0.4398

TABLE 4.4 에서 正相關係數을 求해 보니 (0.19 ~ 0.94) 의 廣範圍에 分散되고 있는데 回歸係數는 (0.255 ~ 2.085) 로 큰 差異는 없다.

Al₂O₃와 相關係數가 큰 NaAlO₂는 메타아르민酸나트륨 [Na₂O+Al₂O₃] 이다. NaAlO₂는 珪酸알루미늄과 同系이고, 合成제오라이트,알리나켈 그리고 알민酸鹽의 原料로 重要하다.

Al₂O₃와 相關係數가 작은 CaO·Al₂O₃는 알미나세멘트 [CaO + Al₂O₃] 이다. 알미나세멘트 [Aluminous Cement] 의 特徵은 ①알민酸 칼슘을 主成으로 한 Cement 이다. ②硬化速度가 크다. ③早期强度가

크다. ④耐食性이 크다. ⑤耐火性이 크기 때문에 建設材料 그리고 緊急工事用에 使用한다.

CaTiSiO_5 는 치탄石 [$\text{CaO} + \text{TiO}_2 + \text{SiO}_2$]이다. 치탄石 [Titanite]는 酸性深成岩에 産出하며. 變成岩에도 많이 包含되어 있다. 用途는 다음과 같다. ①航空宇宙關係 (人工衛星, 미사일部品, 제트엔진部品) ②發電關係 (熱交換器의 復水筒, 타빙브렌드) ③化學工業關係 (反應塔, 燕留塔, 計器等) ④海水淡水化關係 (펌프, 熱交換器) ⑤醫學關係 (醫療機材, 齒科用材料, 人造骨) ⑥오디오關係 ⑦自動車部品 · 테니스라켓트 · 안경테 투리 · 寫眞機部品.

最後로 Al_2SiO_5 는 珪線石 [$\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{SiO}_2$]이다. 珪線石 [Sillimanite, Fibrolite]는 시리마나이트라고도 부른다. 高溫 · 高壓相에 安定하고 耐火物의 原料로 된다.

4.5. 各元素를 包含한 化合物

4.5.1. 알루미늄 (Al) 과 化合物

알루미늄은 地球 表層部에의 存在量은 酸素와 珪素에 이어서 第3位로 되어 있다. 한편 金屬 元素만으로는 第1位이다. Al은 알미노珪酸鹽으로 岩石 土壤의 重要 成分으로 된다. 主要 鑛物에는 長石 · 雲母 · 水晶石 · 기브스石 · 스피넬 등이 있다. Al 合金에는 輕量이며 特別히 耐食性 · 加工性 · 耐侯性이 優秀하고 있다. 그 때문에 溶接性이 좋은 船舶 · 航空機 · 壓力容器 · 建築材料에도 많이 使用한다. 그 뿐만 아니라 高純度の 알루미늄은 熱과 電氣의 良導體이고 光 · 熱 · 電波의 反射性이 良好하기 때문에 電解容量箱 · 磁氣 Disk · 電線 · 車輛 · 航空機 ·

Laser 反射鏡에도 많이 使用된다.

여기서 Al_2O_3 를 包含한 $(Ca \cdot Na_2) Al_2 SiO_4 O_{12} \cdot 6 H_2O$ · 菱沸石는 TABLE 3.2의 化合物이라고 하면 다음과 같은 關係式과 相關係數를 求할 수가 있다.

$$(AL2O3+CAO+NA2O+SI02) = 35.851 + 0.842 (SI02) \quad (32)$$

$$R = 0.9328$$

$$(AL2O3+CAO+NA2O+SI02) = 88.500 - 4.281 (TI02) \quad (33)$$

$$R = -0.8081$$

$$(AL2O3+CAO+NA2O+SI02) = 48.982 + 1.796 (AL2O3) \quad (34)$$

$$R = 0.6519$$

Al_2O_3 을 包含한 相關係數를 求해 보면 역시 SiO_2 ($R=0.9328$) 이 크고 Al_2O_3 ($R=0.6519$)는 작다. 한편 TiO_2 는 負의 相關係數인 것을 알게 되었다. TABLE 3.3에 의하면 Al_2O_3 ($R=0.373$), CaO ($R=-0.948$), Na_2O ($R=0.891$)에 의하여 $R=0.9328$ 이 理解된다. TABLE 3.4에 의하면 CaO ($R=-0.500$), Na_2O ($R=0.645$)와 SiO_2 ($R=0.373$)에 의하여 說明할 수 있다.

4.5.2. 칼슘 (Ca) 化合物과 應用分野

칼슘은 鑄鐵에 Ca을 添加하면 炭素分이 球狀黑鉛化하고 強靱한 球狀 黑鉛 鑄鐵로 된다. 用途는 다음과 같다.

①自己放電이 減少하기 때문에 鉛蓄電池의 格子材料로 使用 ②還元力이 強하기 때문에 合金의 添加劑로 使用 ③製鋼 할 때에는 脫酸劑으로써 使用 ④水酸化칼슘은 물과 反應하여서 水素Gas를 發生시키

기 때문에 水素 發生劑으로써 使用한다. 한편 化合物에 의하여서는 結晶系가 變化한다.

여기서 CaO를 包含한 $\text{Ca}(\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8) \cdot \text{灰長石}$ 는 TABLE 3.2의 化合物이다. 그의 關係式과 相關係數는 다음과 같다.

$$(\text{CaO} + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{SiO}_2) = 41.138 + 0.659 (\text{SiO}_2) \quad (35)$$

$$R = + 0.9282$$

$$(\text{CaO} + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{SiO}_2) = 82.460 - 3.389 (\text{TiO}_2) \quad (36)$$

$$R = - 0.8128$$

$$(\text{CaO} + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{SiO}_2) = 51.648 + 1.394 (\text{Al}_2\text{O}_3) \quad (37)$$

$$R = + 0.6424$$

CaO는 Al_2O_3 와 같은 傾向의 값을 가지고 있다. SiO_2 와 Al_2O_3 는 正相關係數이고 TiO_2 에 對하여서는 負相關係數인 것이다.

TABLE 3.3에 의하면 CaO ($R = -0.948$)이고 Al_2O_3 ($R = 0.373$)이다. 이것으로는 納得할 수가 없다. 여기서는 TABLE 3.2에 의한 重量百分率의 平均値를 比較하였다. CaO (7.19 Wt%), Al_2O_3 (16.57 Wt%) 그리고 SiO_2 (50.99 Wt%)이다. CaO의 7.19 Wt%과 $\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{SiO}_2$ ($16.57 + 50.99 = 67.56$ Wt%)의 比率를 본다면 9.40 배이다. 이것을 通해서 說明할 수 있다. TABLE 3.4에 의하면 CaO ($R = -0.500$)이고, SiO_2 (0.373)에서 上記와 같은 重量百分率의 平均値에 의하여 說明이 가능하다.

4.5.3. 칼륨(K) 化合物과 應用分野

칼륨은 나트륨(Na)과 같이 銀白色의 연한 金屬이다. 空氣中에서 酸化하기 때문에, 一般的으로는 石油類中에 貯藏한다. 물에 넣으면 심하게 反應하고 水素가 생기면서 爆發한다. 用途는 다음과 같다.

①原子力用(高速增殖爐의 冷却用) ②化學分野에 있어서는 高級알콜·染料·有機合成用 ③에너지産業에서는 熱파이프用 ④有機合成에는 超過酸化칼륨(K_2O)製造用에 使用 ⑤Na-K合金으로써 原子力에도 使用한다.

여기서 K_2O 를 包含한 $K(AlSi_3O_6) \cdot 正長石$ 은 TABLE 3.2에 化合物이다. 그의 關係式과 相關係數는 다음과 같다.

$$(K_2O+AL_2O_3+SI_2O_2) = 0.867 + 1.347 (SI_2O_2) \quad (38)$$

$$R = 0.9536$$

$$(K_2O+AL_2O_3+SI_2O_2) = 85.549 + 7.035 (FIH_2) \quad (39)$$

$$R = 0.8305$$

$$(K_2O+AL_2O_3+SI_2O_2) = 31.181 + 2.314 (AL_2O_3) \quad (40)$$

$$R = 0.5252$$

K_2O 는 4.5.1의 Al_2O_3 와 4.5.2의 CaO 과 비슷한 傾向에 있다는 것을 알게 되었다. TABLE 3.3에 의하면 K_2O ($R=0.948$)이고 Al_2O_3 ($R=0.373$)임으로 證明된다. TABLE 3.4에 의하면 K_2O ($R=0.397$)이고 SiO_2 ($R=0.373$)에 의하여 說明할 수가 있다.

4.5.4. 마그네슘 (Mg) 과 化合物

마그네슘 (Mg) 은 比重 1.7 로 實用 金屬中에 있어서는 매우 가볍고 同一重量 當에는 強度가 크다. 그러므로 切削加工性·低溫特性·耐食性에는 優秀한다. 한편, 알루미늄 (Al) 에 數%의 마그네슘 (Mg) 을 添加하면 強度나 耐食性이 向上된다. 그때문에 航空機·車輛·船舶·建築材料로 많은 用途가 있다. 用途는 다음과 같다.

①振動性的의 吸收性이 크기 때문에 타이프라이터·電動工具의 部品 工作用的 治具·定規 ②輕量임으로 光學 機器의 部品·Sports用品· ③強도와 耐食性이 있으니 Tunk·埋沒管·溫水·溫水보일러 ④花火·照明彈·寫眞用스트롬에도 使用함.

여기서 MgO를 包含한 $Mg_3(PO_4)_2$ ·磷酸마그네슘은 TABLE 3.2의 化合物이다. 그의 關係式과 相關係數는 다음과 같다.

$$(MgO+P_2O_5) = 31.522 - 0.505 (SI02) \quad (41)$$

$$R = - 0.8137$$

$$(MgO+P_2O_5) = 0.878 + 2.141 (TI02) \quad (42)$$

$$R = + 0.5870$$

$$(MgO+P_2O_5) = 28.887 - 1.396 (AL2O3) \quad (43)$$

$$R = - 0.7356$$

MgO化合物은 Al_2O_3 와 CaO 그리고 K_2O 와는 反對인 相關係數를 가지고 있다. TABLE 3.3 에 의하면 MgO ($R = - 0.790$) 이고 P_2O_5 ($R = - 0.228$) 임으로 그의 合成에 의한 것이다. TABLE 3.4 에 의하면 MgO ($R = - 0.751$) 이고 P_2O_5 ($R = 0.301$) 이다. 이것은 MgO

의 平均 重量百分率이 5.19 Wt %인데 P_2O_5 는 0.56 Wt %임으로 約 9.27 倍의 差異가 있기 때문이다. 그러므로 P_2O_5 의 影響은 無視하게 된다.

4.5.5. 망간 (Mn) 化合物과 應用分野

망간 (Mn)은 鐵鋼 또는 非鐵金屬에의 添加劑로써 使用한다. 망간 添加에 의한 金屬 特性의 改良點은 耐食性·抗張力·熱間加工性·硬度·展性·電氣 特性이다. Mn 化合物에는 ① Mn_3N_2 , MnP, Mn_3P_2 , MnS, MnSi, Mn_2Si , MnX_2 等 ②非鐵合金 (알루미늄合金, 銅合金) ③特殊鋼 (스테인레스, 電磁鋼板, 非磁性鋼) ④망간 化合物 (酢酸망간, 炭酸망간, 펜라이트系磁性材料)의 製造用에 있다.

여기서 MnO를 包含한 $Mn_2O_3 \cdot MnSiO_3$ (브라운鐵)는 TABLE 3.2의 化合物이다. 그의 關係式과 相關係數는 다음과 같다.

$$(MnO+SiO_2) = 62.742 - 5.165 (SiO_2) \quad (44)$$

$$R = - 0.8517$$

$$(MnO+SiO_2) = 0.546 + 0.989 (TiO_2) \quad (45)$$

$$R = + 0.9579$$

$$(MnO+SiO_2) = 31.432 + 1.180 (Al_2O_3) \quad (46)$$

$$R = + 0.3740$$

MnO의 正相關係數는 TiO_2 와 Al_2O_3 이고 負相關係數는 SiO_2 이다. 相關係數는 Al_2O_3 , CaO, K로 다르고 Mg 과도 다르다.

TABLE 3.3에 의하면 MnO ($R = - 0.037$)이고 SiO_2 는 正比例한다. TABLE 3.4에 의하면 MnO ($R = - 0.159$)이고 SiO_2 ($R = 0.373$)

이다. 重量百分率의 平均에 있어서 MgO는 5.19 이고 SiO는 50.99 Wt %이다. 그의 比率이 9.82 倍로 된다. 이에 의해 $R = + 0.374$ 로 된다는 것이 說明된다.

4.5.6. 나트륨 (Na) 化合物과 應用分野

나트륨 (Na) 은 原料의 珪砂와 炭酸나트륨을 所定の 割合에 混合시켜서 約 1300 °C의 熔融爐에 넣어서 完全히 溶融·反應시킨다.

Na는 銀白色을 띠고 常溫에서 칼로써 切斷할 수 있는 연한 金屬인 等軸晶系이다. 空氣中에의 酸素와 容易하게 反應하고, 물과는 爆發的으로 反應한다. 燃燒할 때에는 黃色의 特有的 炎을 발한다. 用途에는 ①電氣用으로는 永久휴우-즈와 發展所의 第一前段階 ②化學用으로는 高級알코올·染料·香料 ③醫藥用으로는 비타민類의 合成 ④高速增殖爐의 冷却材와 熱과이프 등이 있다.

여기서 Na_2O 을 包含한 Na_2MnO_4 ·망간酸나트륨은 TABLE 3.2의 化合物이다. 그의 關係式과 相關係數는 다음과 같다.

$$(NA_{2O}+MNO) = -5.107 + 0.182 (SI_{1O_2}) \quad (47)$$

$$R = + 0.8868$$

$$(NA_{2O}+MNO) = 6.198 - 0.891 (TI_{1O_2}) \quad (48)$$

$$R = - 0.7393$$

$$(NA_{2O}+MNO) = -2.542 + 0.405 (AL_{2O_3}) \quad (49)$$

$$R = + 0.6462$$

Na_2O 와 相關係數는 4.5.1~4.5.3과 같은 傾向에 있다.

TABLE 3.3에 의하면 Na_2O ($R = 0.891$) 이고 MnO 는 ($R = -0.037$)

이므로 그의 差에 의하여 正相關係數로 된다. TABLE 3.4 에 의하면 Na_2O ($R = 0.645$) 이고 MnO ($R = -0.159$) 에 의하여 說明된다.

4.5.7. 磷(P) 化合物과 應用分野

磷(P)의 製造에 있어서 初期에는 骨灰·脫脂骨이 製磷原料로 使用하였다. 그後 炭素質로써 磷鑛의 還元製法이 開發하여 製造하고 있다. 磷에는 黃磷과 磷酸이 있어 特徵은 다음과 같다.

a. 黃磷

空氣中에 放置하면 自發적으로 發火燃焼하고 無水磷酸으로 된다. 高溫度·低酸素 含有量의 空氣中에는 綠光을 發한다. 用途에는 ①軍事用的 燒夷劑·發煙劑·殺虫劑 ②藥品으로써 醫藥과 農藥의 原料 ③半導體 등의 電子材料(GaP , InP) ④伸銅品에 對한 脫酸劑 ⑤樹脂의 難燃劑 등이 있다.

b. 磷酸

燃化合物에 있어서는 物理的·化學적으로 여러가지의 特性이 있다. 그때문에 製法 條件과 含有量에 差異는 많다. 用途에는 ①農業에는 肥料·飼料·農藥 ②食品·醫藥 ③齒磨用基劑·染色 등이 있다.

여기서 磷(P)를 包含한 K_3PO_4 (磷酸칼륨)은 TABLE 3.2의 化合物이다. 그의 關係式과 相關係數는 다음과 같다.

P_2O_5 化合物에 對한 相關係數는 4.5.1~4.5.3 과 같은 傾向에 있다. TABLE 3.3 에는 P_2O_5 ($R = -0.228$) 이고 K_2O ($R = 0.948$) 임으로 그의 差에 의하여 正相關係數를 이루고 있다. TABLE 3.4 에는 P_2O_5 ($R = 0.301$) 이고 K_2O 는 ($R = 0.397$) 임으로 그의 合成이다.

$$(P2O5+K2O) = -8.952 + 0.225 (SiO2) \quad (50)$$

$$R = + 0.9185$$

$$(P2O5+K2O) = 5.268 - 1.202 (TiO2) \quad (51)$$

$$R = - 0.8343$$

$$(P2O5+K2O) = -3.160 + 0.344 (Al2O3) \quad (52)$$

$$R = + 0.4585$$

4.5.8. 珪素 (Si) 化合物과 應用分野

珪素 (Si) 는 半導體의 材料이고 電子工學分野에 있어서 貴重한 材料이다. Si 는 電氣傳導度는 一定한 溫度에 保存되면 他的 物質보다 매우 크고 信賴性이 높고, 값이 싸고, 硬度가 높은데 有名한 材料이다. Si 에 不純物을 添加함으로써 P型半導體·工型半導體·N型半導體를 製造할 수가 있다. 한편, 乾燥劑 (실리카겔) 로 市販하고 있다. 用途에 는 ①吸着劑로 使用한다. 그것은 液體酸素의 아세티렌 등의 吸着除去用이다. ②乾燥用으로 使用한다. 그것은 空氣分離 裝置에 있어서 解水用 空氣를 乾燥시키는데 사용한다. ③除濕用으로 使用한다. 그것은 包裝用·船舶과 陸上倉庫에 使用한다.

여기서 珪素 (Si) 를 包含한 $Ca (Al_2 Si_2 O_8) \cdot (灰長石)$ 은 TABLE 3.2 의 化合物이다. 그의 關係式과 相關係數는 다음과 같다.

SiO_2 化合物에 對한 相關係數는 4.5.1 ~ 4.5.3. 그리고 4.5.6 ~ 4.5.7 와 같은 傾向에 있다. TABLE 3.3 의하면 SiO_2 에 對한 各 Element 에 $Al_2O_3 (R = 0.373)$ 이고 $Na_2O (R = 0.891)$ 임으로 $R = 0.9601$ 임을 證明할 수가 있다. TABLE 3.4 의하면 Al_2O_3 에 對한

$$(SiO_2+Al_2O_3+Na_2O) = 5.054 + 1.305 (SiO_2) \quad (53)$$

$$R = + 0.9605$$

$$(SiO_2+Al_2O_3+Na_2O) = 86.720 - 6.654 (TiO_2) \quad (54)$$

$$R = - 0.8343$$

$$(SiO_2+Al_2O_3+Na_2O) = 29.439 + 2.542 (Al_2O_3) \quad (55)$$

$$R = + 0.6127$$

SiO₂ (R = 0.373) 이고 Na₂O (R = 0.645) 임으로 理解가 된다.

5. 結 言

濟州火山島에 分布되고 있는 火山岩의 成分은 地域에 따라 크나큰 差異가 있다. 이것을 全般的으로 理解하기 위하여서는 統計的으로 解析할 必要가 있다. 그 結果를 다음과 같이 說明할 수 있다.

- (1) 化學周期律로 보면 元素는 그 價元素와 3價元素가 많이 含有되고 있다.
- (2) 金屬元素에는 典型金屬元素(Na , Mg , Al , K , Ca) , 遷利金屬元素(Ti , Mn , Fe) 그리고 典型金屬元素(H₂O, Si, P) 등이 含有되고 있다.
- (3) 平均重量 Percents (Wt %)가 많은 成分은 SiO₂ , Al₂O₃ , FeO , CaO , MgO , Na₂O , Fe₂O₃ , TiO₂ , K₂O , P₂O₅ , H₂O , MnO 의 順으로 작아지고 있다.
- (4) 標準偏差에 있어서 큰것은 SiO₂ , MgO , FeO , CaO 의 順으로 작아지고 있으며 작은것은 MnO , H₂O , P₂O₅ 이다.
- (5) 標準誤差, 範圍 그리고 分散은 標準偏差와 비슷한 傾向을 가지고 있다.
- (6) 變動係數에 있어서는 標準偏差와 反比例的인 傾向을 가지고 있다. 큰것은 H₂O⁻ , H₂O⁺ 그리고 K₂O 이고 작은것은 Al₂O₃ 와 SiO₂ 인 것이다.
- (7) 重量百分率(Wt %)에 關하여 SiO₂ 와 各成分과의 換算式과 相關係數(r)을 求할 수 있다.

$$\text{We}(\text{Na}_2\text{O}) = -5.30 + 0.183 \text{ We}(\text{SiO}_2) \quad \gamma = +0.891$$

$$\text{We}(\text{K}_2\text{O}) = -10.04 + 0.236 \text{ We}(\text{SiO}_2) \quad \gamma = +0.948$$

$$\text{We}(\text{CaO}) = 30.79 - 0.463 \text{ We}(\text{SiO}_2) \quad \gamma = -0.948$$

$$\text{We}(\text{TiO}_2) = 10.06 - 0.153 \text{ We}(\text{SiO}_2) \quad \gamma = -0.897$$

- (8) 重量百分率(Wt %)에 關하여 Al_2O_3 와 各成分과의 換算式과 相關係數(γ)을 求할 수 있다.

$$\text{We}(\text{Na}_2\text{O}) = -2.67 + 0.403 \text{ We}(\text{Al}_2\text{O}_3) \quad \gamma = +0.645$$

$$\text{We}(\text{K}_2\text{O}) = -3.03 + 0.302 \text{ We}(\text{Al}_2\text{O}_3) \quad \gamma = +0.397$$

$$\text{We}(\text{FeO}) = 20.84 - 0.804 \text{ We}(\text{Al}_2\text{O}_3) \quad \gamma = -0.475$$

$$\text{We}(\text{CaO}) = 19.54 - 0.745 \text{ We}(\text{Al}_2\text{O}_3) \quad \gamma = -0.500$$

- (9) 重量百分率(Wt %)에 關하여 SiO_2 와 各化合物과의 換算式과 相關係數(γ)를 求할 수 있다.

$$\text{We}(\text{CaSiO}_3) = 30.79 + 0.537 \text{ We}(\text{SiO}_2) \quad \gamma = +0.960$$

$$\text{We}(\text{Na}_2\text{SiO}_3) = -5.34 + 1.184 \text{ We}(\text{SiO}_2) \quad \gamma = +0.997$$

$$\text{We}[\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2] = 31.87 - 0.473 \text{ We}(\text{SiO}_2) \quad \gamma = -0.956$$

$$\text{We}(\text{CaTiO}_3) = 40.86 - 0.616 \text{ We}(\text{SiO}_2) \quad \gamma = -0.966$$

- (10) 重量百分率(Wt %)에 關하여 TiO_2 와 各化合物과의 換算式과 相關係數(γ)를 求할 수 있다.

$$We(CaTiO_3) = 1.79 + 3.37 We(TiO_2) \quad r = +0.902$$

$$We(FeTiO_3) = 1.58 + 3.61 We(TiO_2) \quad r = +0.880$$

$$We(CaSiO_3) = 64.76 - 2.89 We(TiO_2) \quad r = -0.881$$

$$We(Na_2SiO_3) = 69.04 - 6.16 We(TiO_2) \quad r = -0.884$$

謝 辭

이 論文의 作成과 討論에는 韓國洞窟學會長 洪始煥博士의 많은 지도와 편달이 있었습니다. 電子計算機의 利用에 있어서는 關西大學工學部 電子工學科 教授 片山佐一博士에 많은 協력이 있었습니다. 兩先生任에게 感謝를 드립니다.

參 考 文 獻

1. 中村新太郎(1925), 濟州火山島雜記. 地球, 4, 325-336.
2. 原口九萬(1928a), 濟州島火山岩中の斑晶及び第三紀化石, 地球, 10, 350-357.
3. 原口九萬(1928b), 濟州島アルカリ岩石(豫報其一). 地球, 10, 416-422.
4. 原口九萬(1929a), 濟州島火山岩中の斑晶(二). 地球, 11, 54-55.
5. 原口九萬(1929b), 濟州島アルカリ岩石(豫報其二). 地球, 11, 111-123.
6. 原口九萬(1929c), 濟州島火山岩(豫報其四). 地球, 11, 282-285.
7. 原口九萬(1930a), 濟州島遊記(一). 地球, 12, 25-39.
8. 原口九萬(1930b), 濟州火山島. 小川博士還曆記念論文集, 1-55.

9. 原口九萬(1931a), 濟州島の地質. 朝鮮地質調査要報, 10の1, 1-34.
10. 原口九萬(1931b), 濟州島火山岩の岩漿分化に就て. 地球, 13,245-259.
11. Tomita, T.(1935), On the chemical composition of the Cenozoic alkaline suite of the Circum Japan-Sea Region. J.Shanghai Sci. Inst. Sect. II, 1,227-306.
12. 久野 久(1954), 火山及び火山岩. pp.255, 岩波全書, 東京.
13. Kuno, H.(1959), Origin of Cenozic Petrographic Provinces of Japan and surrounding areas. Bull. Volcanol.,20,37-76.
14. 原口九萬(1960), 「濟州火山島」補遺. 山形大學紀要(自然科學), 5,11-20.
15. Aoki, K.(1963), The Kaersutites and Oxykarsutites from alkalic rocks of Japan and surrounding areas. J.Petrol., 4,198-210.
16. Coombs, D.S.(1963), Trends and affinities of basaltic magmas and pyroxenes as illustrated by the diopside-olivine-silica diagram. Miner. Soc. Am. Spec.Paper, 1,227-250.
17. 徐海吉, 趙漢益, 南基英(1964), 濟州島南部地下水源. 國立地質調査所, 地下水源調査報告, 1,77-111.
18. Lee, S.M.(1966), Volcanic Rocks in Cheju Island. J.Geol.Soc. Korea, 10,25-36.
19. Chayes, F.(1966), Alkaline and subalkaline basalts. Amer. J. Sci., 264,128-145.
20. 南基英(1966), 濟州島の地質と地下水. 國立地質調査所, 地下水源調査報告, 3,109-135.

21. Uchimizu, M.(1966), Geology and petrology of alkali rocks from Dogo, Oki Island. J.Fac.Sci.Univ.Toryo.Sec.II,16,85-159.
22. Ogura, T.(1967), Geology and Mineral Resources of the far east(Volcanic Geology of the Cenozoic:Korea).1,139-202,Univ of Tokyo press.
23. Kuno,H.(1968),Differentiation of basalt magmas. In basalts, vol.2.(Hess H.H and Poldervaart,A.,eds). John Wiley and Sons, New York.623-688.
24. 松本 隆夫, 辻和毅(1969), 濟州島火山岩類の岩石化學(要旨). 地質雜, 75,112.
25. 金鳳均(1969), 濟州島新陽里及び高山里地區の新陽里層に對する層序及び古生物學的研究. 地質學會誌, 5,103-121.
26. 種子田定勝, 辻和毅, 中村真人(1970), 濟州島火山の地質學的, 岩石學的, 古磁氣學的性格. 火山, 15,96-108.
27. 尹銑(1970), 濟州島城邑里一大鹿山地域의 熔岩流出 및 寄生火山丘形成의 順序에 關하여 地質學會誌. 6,205-212.
28. 金鳳均(1972), 西歸浦層의 層序 및 古生物學的研究. 孫致武博士頌壽記念論文集, 169-187.
29. 金鳳均(1974), 濟州島에 發達한 砂丘層의 古生學的研究. 地質學會誌, 10,95-108.
30. 元鍾寬(1975), 濟州島의 形成過程과 火山活動에 關한 研究. 建國大學校, 理學論集, 1,7-48.
31. 元鍾寬(1976), 濟州島의 火山岩類에 對한 岩石化學的인 研究. 地質學會誌, 12,207-226.

32. 李文遠(1977), 濟州島 海岸地帶에 分布하는 堆積岩에 關한 研究
濟州大學 論文集, 8, 23 ~ 29.
33. 元鍾寬·姜相培(1979), 濟州島南, 北斜面에의 地形發達의 比較研究.
建國大學校, 理學論集, 5. 89-108.
34. Wright, T.V., Smith, A., Self, S.(1980), A working Terminology
of pyroclastic Deposits. J. Vol. Geotherm. Res. 8, 315-336.
35. 李文遠(1981), 韓國, 濟州島 火山地質(要旨). 岩鑛, 76, 135.
36. 李文遠(1982), 韓國, 濟州火山島 地質. 岩石鑛物鑛床學會誌, 77,
55-64.
37. 李文遠(1982), 韓國, 濟州火山島 岩石學
岩石鑛物鑛床學會誌 77, 203 ~ 214.
38. 李文遠(1982) Petrology and Geochemistry of JEJU Volcanic
Istand, Korea
The Science Report of the TOHOKU University
Series III XV, 177 ~ 256.
39. 李文遠(1984) 濟州火山岩類에 含有된 Mafic 捕獲岩
地質學會誌 20, 306 ~ 313.
40. 李文遠, 孫仁錫(1984) 濟州火山島의 隆起地形과 構造運動에 關하
여 濟州大學校論文集 17, 221 ~ 228.
41. Jong Kwan WON, Jun-ich MATSUDA, Keisuke NAGAO,
42. Kwang HO KIM and Moon Won LEE.(1986) Paleomagnetism
43. And Radiometric Age of Trachytes in Jeju Island, Korea J.
Korean, Inst, Mining Geol. 19 25 ~ 33.

S U M M A R Y

濟州火山島의 岩石學에 대한 岩石記載 및 總化學 組成의 63種은 李文遠에 의해 報告되고 있다.

總化學組成 데-타는 FORTRAN 77의 프로그램에 의해 解析을 하였다. 解析에는 우선 最小自集法에 의해 換算式과 散分圖를 檢討했다.

다음에 統計的 데-타는 平均值, 最大值, 最小值, 範圍, 標準偏差, 分散, 標準誤差 및 變動係數를 구했다.

標準偏差의 큰 단위 물질은 SiO_2 , MgO 및 FeO 이고 작은 단위 물질은 MnO 와 P_2O_5 이다. 標準誤差와 分散은 標準偏差와 매우 유사한 傾向이 있다. 그렇지만 變動係數는 標準偏差와 다르다. 여기에서 큰 단위 變動係數는 H_2O^- 및 H_2O^+ 이고, 작은 단위 變動係數는 Al_2O_3 및 SiO_2 이다.

相關係數의 計算은 正과 負의 相關性을 SiO_2 , Al_2O_3 및 TiO_2 에 대해서 다른 組成과의 關係를 計數的으로 求할 수 있다.

Summary

Lee, Moon Won reported by 63 kinds describing the petrography and bulk Chemical Composition in Petrology of Cheju volcanic island. The total Chemical Composition data was analyzed by the program of FORTRAN77. First, the Conversion equations and the scatter diagram were examined to the analysis, by the least square method. Next, a statistical data requested a mean Value, maximum value, minimum value, the range, the standard deviation, the variance, the Standard Error and the Coefficient of variation.

In the standard deviation, a small Composition is MnO and P_2O_5 , a large Composition is SiO_2 , MgO and FeO. The Standard error and the variance were the tendency looked like the Standard deviation well. However, the Coefficient Variation differs from the Standard deviation. Where, a large Coefficient of variation are H_2O^- and H_2O^+ , a small Coefficient of variation are Al_2O_3 and SiO_2 .

The Correlation of Coefficient Can be Calculated numerically from the relation between SiO_2 , Al_2O_3 and TiO_2 to other Compositions.