

第三章 結果與討論

3-1 岩相學及全岩化學分析

3-1-1 岩相學分析

本研究所採用之玄武岩其岩石顏色為黝黑色，含綠色超基性捕獲岩，捕獲岩大小不一，斑晶礦物包括橄欖石、輝石與斜長石，因位於河谷中長年受河水浸潤，故外表有一層風化層，其外觀如圖 3-1。

將岩石製成薄片後觀察，發現其組成礦物主要為橄欖石、斜長石、不透光鈦鐵氧化物與輝石（圖 3-2），基質中則主要為斜長石和玻璃，比較大顆的橄欖石與輝石常見裂縫交錯。而超基性捕獲岩外緣常有反應圈。

3-1-2 全岩化學分析

本研究以 X 光螢光分析法 (X. R. F.) 分析實驗樣本玄武岩之主要元素含量，其結果列如表 3-1，並與 Chen and Chung (1985) 在六畜地區之玄武岩全岩分析做比較。其中，本研究標本的二氧化矽含量最少，二氧化鈦、氧化鈣與全量鐵含量最多。將樣本玄武岩成分之全鹼量對二氧化矽做圖，則本實驗樣本玄武岩在化學成分上屬於碧玄岩 (basanite) (圖 3-3)。

3-2 實驗岩石學之研究

3-2-1 結晶順序與熔融區間

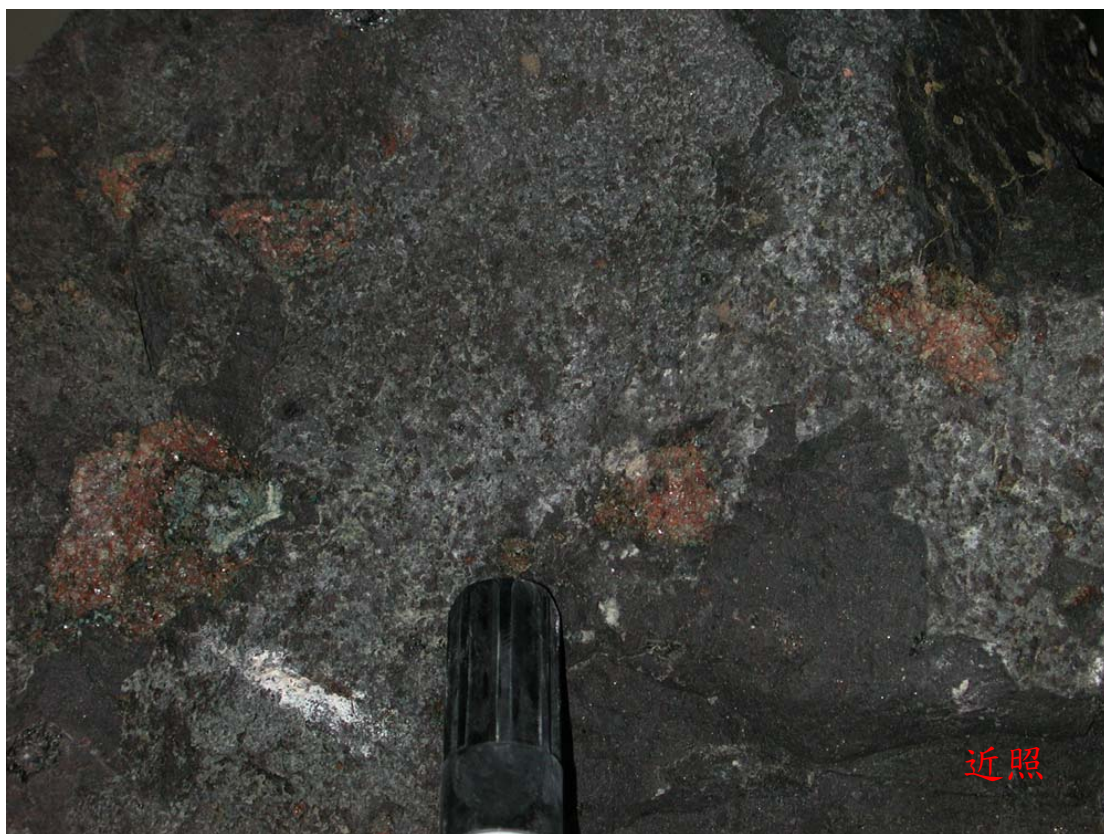


圖 3-1 編號為 LT-2 之玄武岩外觀。

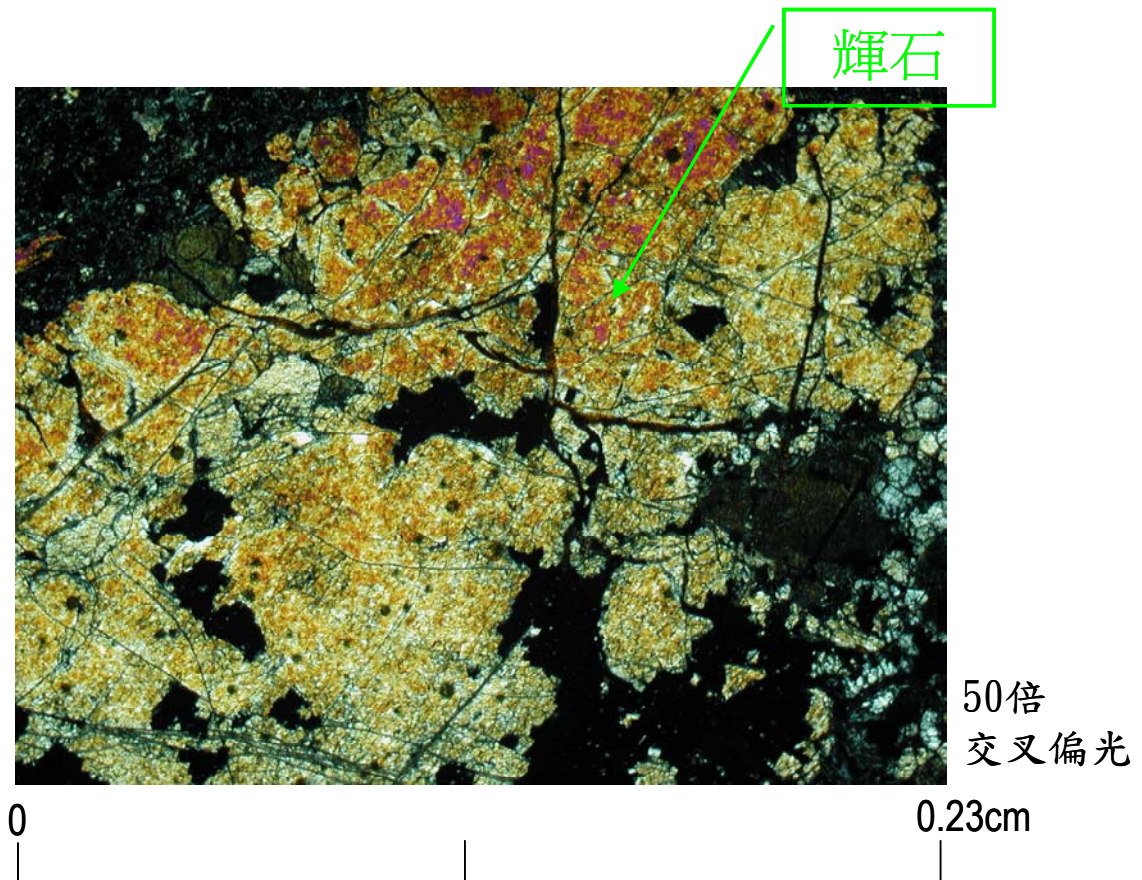
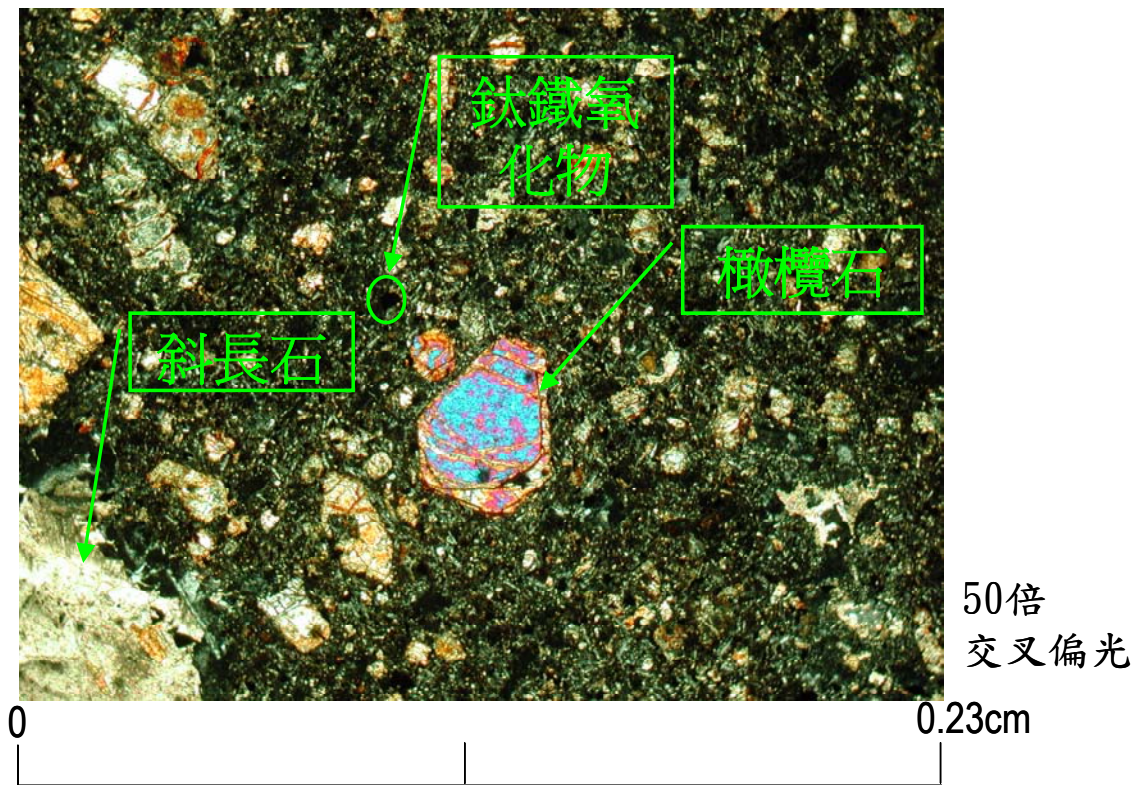


圖 3-2 偏光顯微鏡下之實驗標本玄武岩。

表 3-1 本研究使用標本之全岩成分，並與同地區前人研究之比較。

岩石編號	LT-2	L-103 ^a	L-204 ^a	L-302 ^a	L-303 ^a	L-401 ^a	L-407 ^a
岩石種類 ^b	AB	BA	BA	BA	BA	BA	BA
分析方法	XRF ^c	XRF	XRF	XRF	XRF	XRF	XRF
Wt. (%)							
SiO ₂	42.12	44.14	44.54	44.57	44.61	48.84	48.54
TiO ₂	3.37	2.95	2.99	2.99	2.99	2.17	2.20
Al ₂ O ₃	12.42	10.43	10.57	11.12	11.12	13.09	13.49
Cr ₂ O ₃	0.00	N. A.	N. A.	N. A.	N. A.	N. A.	N. A.
tFeO ^d	14.45	11.99	12.12	11.90	11.85	9.80	9.65
MnO	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.15	0.15
MgO	11.84	12.08	12.40	11.45	11.60	8.49	7.89
NiO	0.00	N. A.	N. A.	N. A.	N. A.	N. A.	N. A.
CaO	9.66	9.34	9.35	9.60	9.38	9.55	9.29
Na ₂ O	4.01	4.11	4.24	4.50	4.58	3.70	4.00
K ₂ O	0.59	0.64	0.58	0.52	0.57	1.68	1.72
P ₂ O ₅	0.86	N. A.	N. A.	N. A.	N. A.	N. A.	N. A.
L.O.I ^e	2.35	4.52	3.89	3.47	3.55	1.92	1.00
Total	100.98	100.37	100.85	100.29	100.42	99.39	97.93
CIPW Norm							
Q	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Or	3.49	3.78	3.43	3.07	3.37	9.93	10.16
Ab	6.95	12.27	12.33	12.65	12.67	20.34	20.19
An	14.15	8.13	8.10	8.61	8.11	14.15	13.78
Ne	14.62	12.18	12.75	13.76	14.12	5.94	7.39
Di	23.05	30.88	30.92	31.56	31.07	26.99	26.28
Hy	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ol	28.85	21.22	22.04	19.71	20.09	14.55	13.51
Mt	0.00	1.91	1.93	1.90	1.88	1.57	1.54
Ilm	6.40	5.60	5.68	5.68	5.68	4.12	4.18

a : Chen and Chung, 1985

b : AB : Alkali basalt ; AOB : Alkali olivine basalt ; BA : Basanitoid

c : X 光螢光分析

d : 全量鐵以 FeO 表示

e : L. O. I. =Loss on ignition

表 3-1 (續)

岩石編號	L-415 ^a	M-28 ^a	M-30 ^a	M-33 ^a
岩石種類 ^b	BA	AOB	BA	BA
分析方法	XRF	XRF	XRF	XRF
Wt. (%)				
SiO ₂	49.15	49.78	47.41	46.88
TiO ₂	2.16	2.19	2.37	2.92
Al ₂ O ₃	13.48	13.25	12.57	12.45
Cr ₂ O ₃	N. A.	N. A.	N. A.	N. A.
tFeO ^d	9.99	10.46	10.26	11.17
MnO	0.15	0.13	0.21	0.17
MgO	8.00	7.67	8.74	8.93
NiO	N. A.	N. A.	N. A.	N. A.
CaO	9.32	8.00	8.19	8.69
Na ₂ O	4.39	3.02	3.12	4.02
K ₂ O	1.60	1.46	1.75	2.25
P ₂ O ₅	N. A.	N. A.	N. A.	N. A.
L.O.I ^e	1.29	2.09	3.24	2.13
Total	99.53	98.05	97.86	99.61
CIPW Norm				
Q	0.00	0.00	0.00	0.00
Or	9.45	8.63	10.34	13.30
Ab	20.63	25.55	21.53	11.36
An	12.36	18.29	15.12	9.28
Ne	8.94	0.00	2.64	12.27
Di	27.59	17.60	20.86	27.69
Hy	0.00	9.27	0.00	0.00
Ol	13.67	12.47	19.63	18.03
Mt	1.59	0.00	0.00	0.00
Ilm	4.10	4.16	4.50	5.55

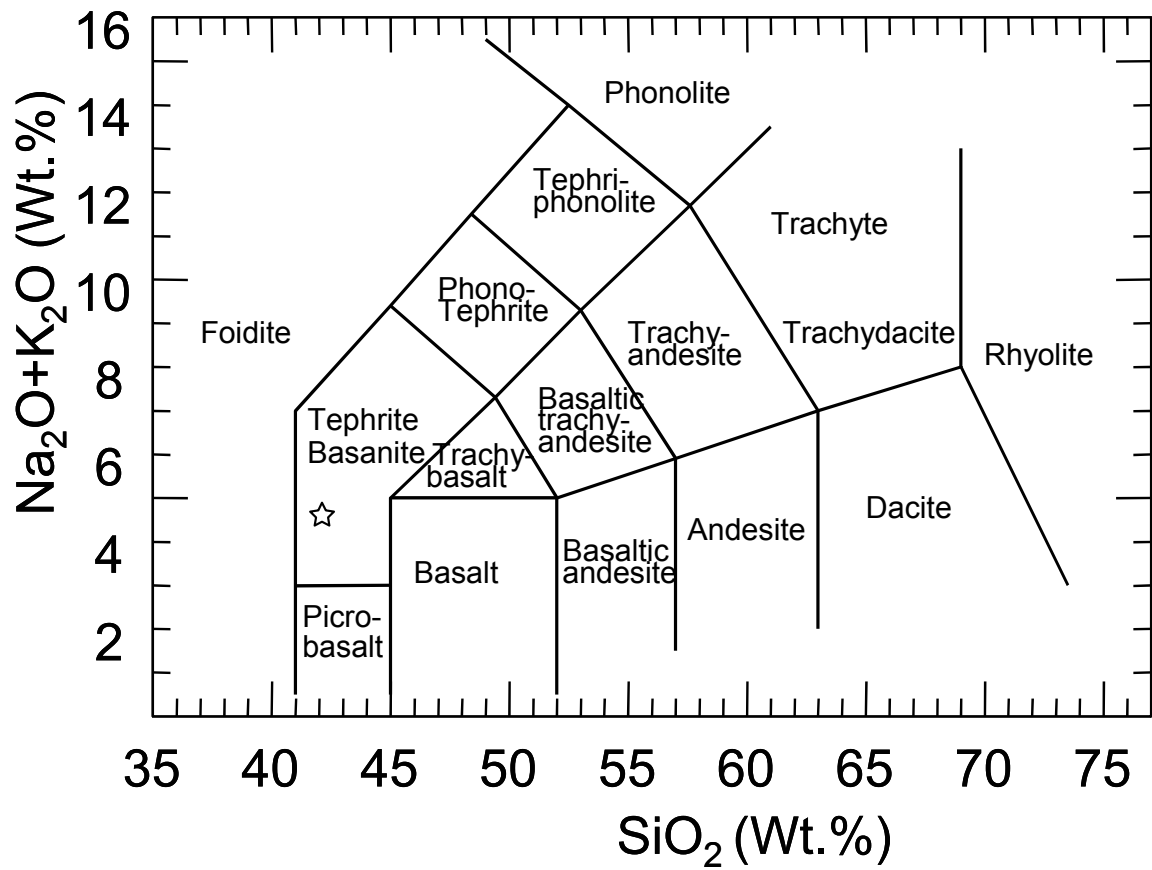


圖 3-3 原岩之全鹼量對二氧化矽成分圖 (圖形根據 Le Bas et al., 1986, ☆代表原岩)。

3-2-1-1 一大氣壓下之實驗

一大氣壓下之實驗結果如表 3-2 所列，實驗反應時間最短為 5 小時，最長為 48 小時 2 分。實驗編號 K34 為先升溫至 1325°C（液相溫度以上），經 5 小時反應後，再降溫至 1197°C，反應 36 小時 17 分後所得的結果，與實驗編號 K13 直接升溫至 1201°C 反應 6 小時以及與實驗編號 K31 直接升溫至 1192°C 反應 7 小時後比較，所得的結果一樣，出現的相皆為玻璃、氧化物與橄欖石，只是以兩階段升溫的方式其礦物顆粒較大，在電子微探儀的分析上較為有利。因此，本研究之其他實驗皆以直接升溫進行。

一大氣壓下實驗之各礦物相結晶順序為：首先約在 1316°C 晶出氧化物，至約 1258°C 晶出橄欖石，到了約 1166°C 結晶出斜輝石，而在約 1151°C 橄欖石消失，最後在 1092°C 晶出斜長石。此樣本在一大氣壓下的液相溫度約為 1316°C，固相溫度約略低於 1049°C，熔融區間約為 267°C（圖 3-4）。

3-2-1-2 1.0 京帕下之實驗

1.0 京帕下之實驗結果如表 3-3，其各相晶出的溫度及結晶順序為：首先在約 1350°C 晶出石榴子石，至約 1330°C 晶出氧化物，而石榴子石則消失，到了約 1280°C 結晶出橄欖石，在約 1220°C 晶出斜輝石，可是在約 1190°C 橄欖石消失，但是到了約 1140°C 橄欖石又出現，而

表 3-2 一大氣壓下高溫之實驗結果。

Run no.	Temp. (°C)	Duration (hr : min)	Phase (s) ^a
K04	1323	05:00	Gl
K19	1309	06:37	Gl+Ox
K25	1278	06:39	Gl+Ox
K28	1277	05:00	Gl+Ox
K09	1273	05:03	Gl+Ox
K22	1258	06:02	Gl+Ox
K24	1257	06:00	Gl+Ox+Ol
K11	1243	09:36	Gl+Ox+Ol
K12	1233	06:00	Gl+Ox+Ol
K13	1201	06:00	Gl+Ox+Ol
K34 ^b	1197	36:17 ^b	Gl+Ox+Ol
K31	1192	07:00	Gl+Ox+Ol
K14	1183	07:00	Gl+Ox+Ol
K21	1177	09:30	Gl+Ox+Ol
K16	1172	12:01	Gl+Ox+Ol
K37	1161	24:12	Gl+Ox+Ol+Cpx
K36	1141	24:15	Gl+Ox+Cpx
K38	1100	47:15	Gl+Ox+Cpx
K30	1084	23:34	Gl+Ox+Cpx+Pl
K39	1049	48:02	Gl+Ox+Cpx+Pl

a : Cpx : Clinopyroxene ; Gl : Glass ; Ol : Olivine ;
Ox : Oxides ; Pl : Plagioclase

b : 兩段式升溫 (先升溫至 1325°C , 5 小時後 , 再降回
1197°C , 反應 36 小時 17 分)

表 3-3 1.0 京帕高溫之實驗結果。

Run no.	Temp. (°C)	Duration (hr : min)	Phase (s) ^a
H05	1340	05:00	Gl+Gt
H01	1320	05:00	Gl+Ox
H06	1240	02:51	Gl+Ox+Ol
H02	1200	06:00	Gl+Ox+Ol+Cpx
H07	1180	11:35	Gl+Ox+Cpx
H08	1160	12:02	Gl+Ox+Cpx
H11	1120	12:00	Gl+Ox+Ol+Cpx
H03	1100	07:00	Gl+Ox+Ol+Cpx+Pl

a : Cpx : Clinopyroxene ; Gl : Glass ; Gt : Garnet ;
Ol : Olivine ; Ox : Oxides ; Pl : Plagioclase

約 1110°C 才晶出斜長石，液相溫度約在 1350°C，固相溫度則略低於 1080°C，熔融區間約為 270°C（圖 3-5）。

3-2-1-3 溫度壓力圖

將一大氣壓與 1.0 京帕下之實驗結果繪成溫度壓力圖（圖 3-6），發現一大氣壓下之液相溫度（1316°C）低於 1.0 京帕下之液相溫度（1350°C），隨著壓力上升，液相溫度也會跟著升高。而在礦物結晶相方面，石榴子石只出現在 1.0 京帕壓力下約 1350~1330°C 之間，在 1330°C 之後，即與液體反應而消失。而氧化物、橄欖石、斜輝石與斜長石則都在一大氣壓及 1.0 京帕壓力下出現，說明這些礦物可在一大氣壓至 1.0 京帕下生成，且除了橄欖石外，1.0 京帕下氧化物、斜輝石與斜長石出現的溫度都較一大氣壓出現的相同結晶相來的高，顯示隨著壓力增加，氧化物、斜輝石及斜長石的晶出溫度會隨之升高。一大氣壓下晶出的橄欖石只存在於溫度 1258~1151°C 之間，推測可能是在 1151°C 之後與液體作用形成斜輝石（Bowen, 1922；Yoder and Tilley, 1962；Bultitude and Green, 1971）。

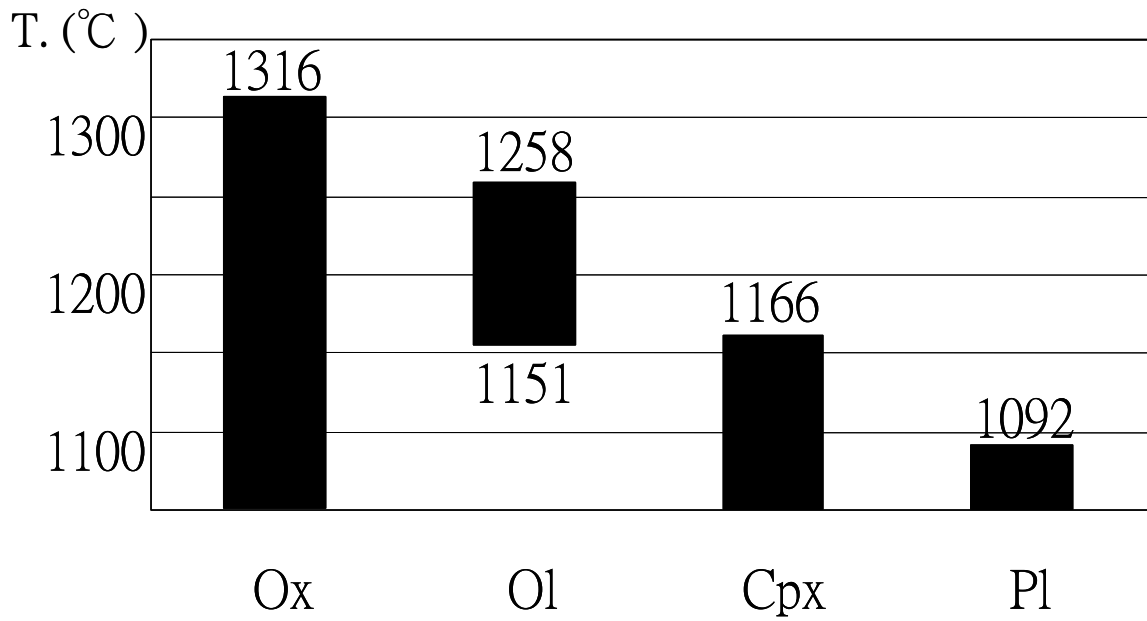


圖 3-4 一大氣壓下結晶順序圖。

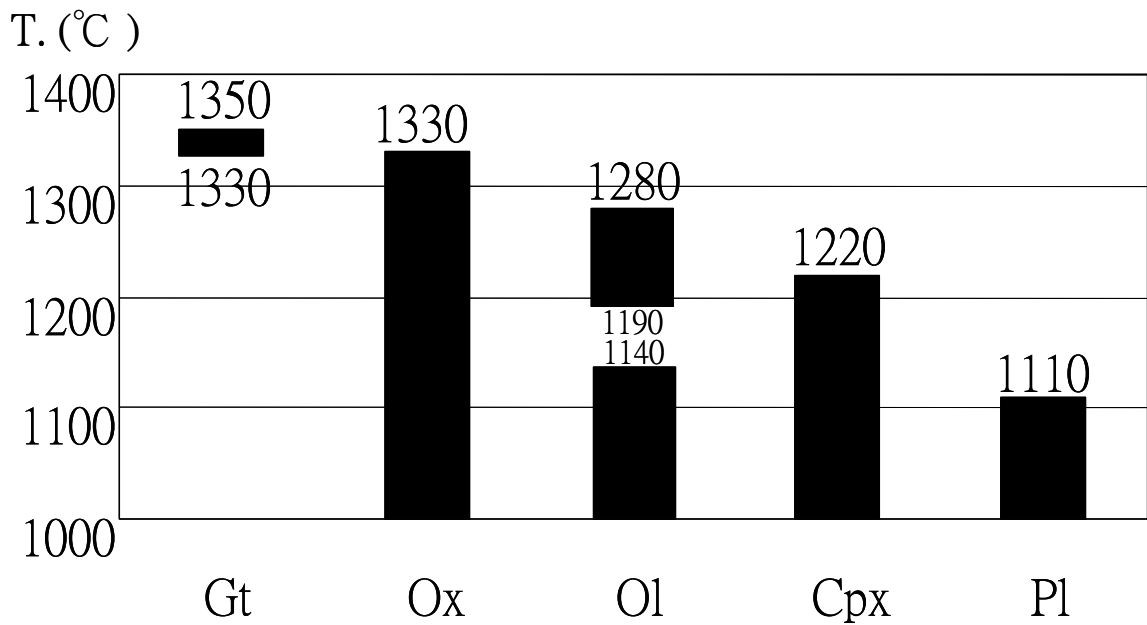


圖 3-5 1.0 京帕下之結晶順序圖。

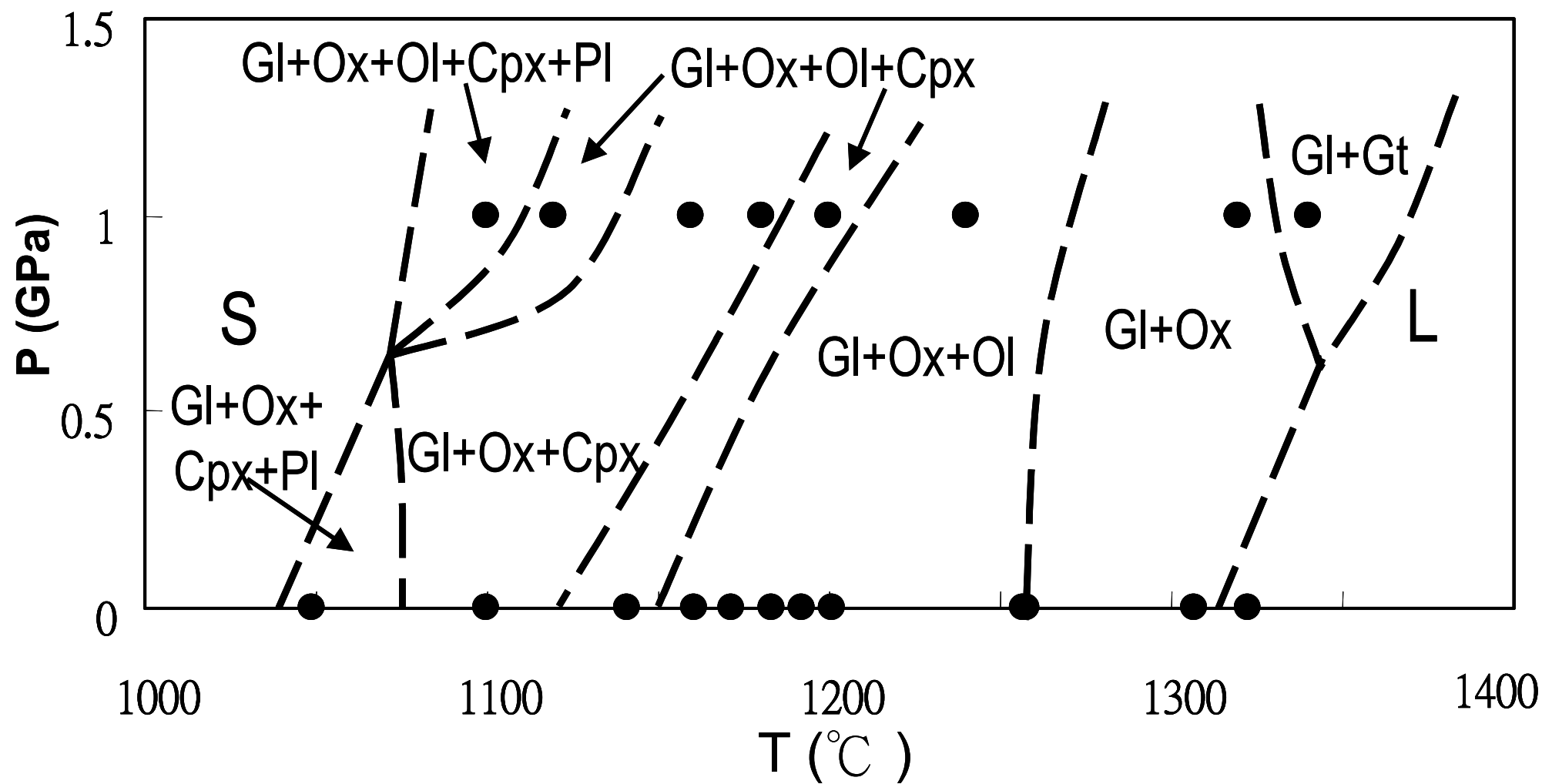


圖 3-6 本研究玄武岩樣本之溫度壓力圖。

3-2-2 礦物化學

在不同的壓力及溫度環境下所晶出的礦物與結晶順序，對於殘餘岩漿的演化有重大的影響，甚至如果岩漿含水，則液相與固相溫度皆降低，橄欖石初晶域變大，且殘餘岩漿的二氧化矽含量會更多。所以在討論殘餘岩漿演化趨勢前，先分析及討論各個礦物相成分變化，並藉以了解在不同壓力與溫度下對於礦物相成分的影響。

3-2-2-1 橄欖石

實驗結果顯示一大氣壓下橄欖石的 Fo 值最高為 98，最低為 89（表 3-4），而 1.0 京帕下之橄欖石 Fo 值最高者為 90，最低者為 80（表 3-5），與前人分析玄武岩中之橄欖石的 Fo 值相比（圖 3-7；圖 3-8），皆有偏高的趨勢。推測其原因，可能是白金囊包與金鈹管囊吸收岩粉中一部份的鐵(Yoder and Tilley, 1962; Ford, 1978; Kawamoto and Hirose, 1994) 或者是含鐵氧化物晶出較多所造成，但是金鈹管囊造成的鐵損失 (iron loss) 較少 (Kawamoto and Hirose, 1994) 使得 1.0 京帕下橄欖石的 Fo 值比較接近岩石中之橄欖石。

3-2-2-2 斜輝石

一大氣壓與 1.0 京帕下實驗晶出之斜輝石其分析結果（表 3-6；表 3-7）顯示，在一大氣壓下晶出之斜輝石其成分屬於次透輝石 (salite) (圖 3-9)，而 1.0 京帕下晶出之斜輝石其成分則分佈於次

表 3-4 一大氣壓下之橄欖石化學成分。

Run no.	K24	K11	K12	K13	K34
Temp. (°C)	1257	1243	1233	1201	1197
Avg. of	2	4	2	2	4
Wt. (%)					
SiO ₂	43.05 (0.85)*	43.01 (0.48)	42.24 (0.44)	40.48 (0.31)	43.22 (0.07)
TiO ₂	0.04 (0.02)	0.06 (0.04)	0.06 (0.04)	0.07 (0.02)	0.03 (0.03)
Al ₂ O ₃	0.04 (0.03)	0.08 (0.08)	0.04 (0.02)	0.12 (0.12)	0.08 (0.05)
Cr ₂ O ₃	0.00 (0.00)	0.00 (0.01)	0.00 (0.00)	0.03 (0.02)	0.01 (0.01)
tFeO	3.07 (0.09)	2.32 (0.17)	4.47 (1.01)	4.30 (0.00)	1.82 (0.20)
MnO	0.18 (0.07)	0.16 (0.06)	0.18 (0.08)	0.20 (0.02)	0.20 (0.03)
MgO	54.55 (0.46)	54.64 (1.31)	54.85 (0.56)	52.31 (0.10)	55.68 (0.31)
NiO	0.15 (0.07)	0.26 (0.10)	0.28 (0.11)	0.22 (0.08)	0.12 (0.06)
CaO	0.29 (0.06)	0.26 (0.13)	0.23 (0.14)	0.32 (0.15)	0.25 (0.03)
Na ₂ O	0.00 (0.01)	0.02 (0.02)	0.00 (0.00)	0.01 (0.02)	0.00 (0.00)
K ₂ O	0.01 (0.01)	0.01 (0.01)	0.00 (0.00)	0.02 (0.01)	0.00 (0.00)
Total	101.37	100.82	102.36	98.09	101.42
Cation of 4 oxygens					
Si	1.009	1.010	0.989	0.990	1.007
Ti	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
Al	0.001	0.002	0.001	0.003	0.002
Cr	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000
Fe	0.060	0.046	0.087	0.088	0.035
Mn	0.003	0.003	0.004	0.004	0.004
Mg	1.905	1.913	1.915	1.907	1.933
Ni	0.003	0.005	0.005	0.004	0.002
Ca	0.007	0.007	0.006	0.008	0.006
Na	0.000	0.001	0.000	0.001	0.000
K	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000
Total	2.990	2.988	3.009	3.008	2.991
Fo	97	98	96	96	98

*括弧內之數字為標準差

表 3-4 (續)

Run no.	K31	K14	K21	K16	K37
Temp. (°C)	1192	1183	1177	1172	1161
Avg. of	2	3	2	1	2
Wt. (%)					
SiO ₂	42.91 (0.85)*	41.29 (0.47)	43.14 (0.23)	38.54	41.56 (0.55)
TiO ₂	0.05 (0.03)	0.10 (0.07)	0.11 (0.06)	0.61	0.31 (0.23)
Al ₂ O ₃	0.09 (0.02)	0.35 (0.15)	0.71 (0.35)	2.06	0.89 (0.61)
Cr ₂ O ₃	0.03 (0.04)	0.02 (0.01)	0.01 (0.02)	0.00	0.05 (0.02)
tFeO	1.87 (0.14)	4.58 (0.16)	7.58 (3.57)	10.36	4.61 (1.68)
MnO	0.16 (0.01)	0.19 (0.05)	0.23 (0.06)	0.21	0.25 (0.06)
MgO	55.46 (1.77)	55.50 (0.31)	49.64 (4.65)	47.51	53.29 (2.07)
NiO	0.07 (0.04)	0.16 (0.03)	0.14 (0.02)	0.10	0.10 (0.05)
CaO	0.38 (0.09)	0.32 (0.08)	0.59 (0.10)	2.87	0.49 (0.18)
Na ₂ O	0.01 (0.02)	0.05 (0.06)	0.10 (0.11)	0.11	0.02 (0.02)
K ₂ O	0.00 (0.00)	0.01 (0.02)	0.07 (0.10)	0.03	0.04 (0.02)
Total	101.01	102.57	102.32	102.41	101.61
Cation of 4 oxygens					
Si	1.004	0.968	1.020	0.937	0.981
Ti	0.001	0.002	0.002	0.011	0.006
Al	0.002	0.010	0.020	0.059	0.025
Cr	0.001	0.000	0.000	0.000	0.001
Fe	0.037	0.090	0.150	0.211	0.091
Mn	0.003	0.004	0.005	0.004	0.005
Mg	1.935	1.939	1.750	1.721	1.876
Ni	0.001	0.003	0.003	0.002	0.002
Ca	0.010	0.008	0.015	0.075	0.012
Na	0.001	0.002	0.005	0.005	0.001
K	0.000	0.000	0.002	0.001	0.001
Total	2.994	3.026	2.971	3.026	3.001
Fo	98	96	92	89	95

*括弧內之數字為標準差

表 3-5 1.0 京帕下之橄欖石化學成分。

Run no.	H04	H06	H02	H11	H03
Temp. (°C)	1260	1240	1200	1120	1100
Avg. of	2	2	2	1	1
Wt. (%)					
SiO ₂	40.10 (0.12)*	41.27 (0.57)	39.81 (0.09)	40.23	36.24
TiO ₂	0.07 (0.01)	0.12 (0.03)	0.05 (0.00)	0.13	0.04
Al ₂ O ₃	0.01 (0.01)	0.10 (0.07)	0.05 (0.02)	0.06	0.03
Cr ₂ O ₃	0.05 (0.01)	0.05 (0.00)	0.00 (0.00)	0.00	0.00
tFeO	13.04 (1.69)	9.53 (0.27)	14.30 (0.01)	16.02	20.00
MnO	0.28 (0.07)	0.19 (0.08)	0.21 (0.04)	0.27	0.40
MgO	48.16 (0.77)	49.79 (0.08)	47.21 (1.02)	44.65	44.29
NiO	0.23 (0.09)	0.13 (0.07)	0.26 (0.11)	0.07	0.14
CaO	0.32 (0.07)	0.29 (0.05)	0.33 (0.06)	0.28	0.24
Na ₂ O	0.01 (0.02)	0.01 (0.00)	0.02 (0.03)	0.04	0.02
K ₂ O	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	0.01 (0.01)	0.01	0.00
Total	102.27	101.46	102.24	101.76	101.39
Cation of 4 oxygens					
Si	0.979	0.996	0.978	0.997	0.929
Ti	0.001	0.002	0.001	0.002	0.001
Al	0.000	0.003	0.001	0.002	0.001
Cr	0.001	0.001	0.000	0.000	0.000
Fe	0.266	0.192	0.294	0.332	0.429
Mn	0.006	0.004	0.004	0.006	0.009
Mg	1.753	1.792	1.728	1.650	1.692
Ni	0.005	0.002	0.005	0.001	0.003
Ca	0.008	0.008	0.009	0.007	0.007
Na	0.001	0.000	0.001	0.002	0.001
K	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Total	3.020	3.000	3.021	3.001	3.070
Fo	87	90	85	83	80

*括弧內之數字為標準差

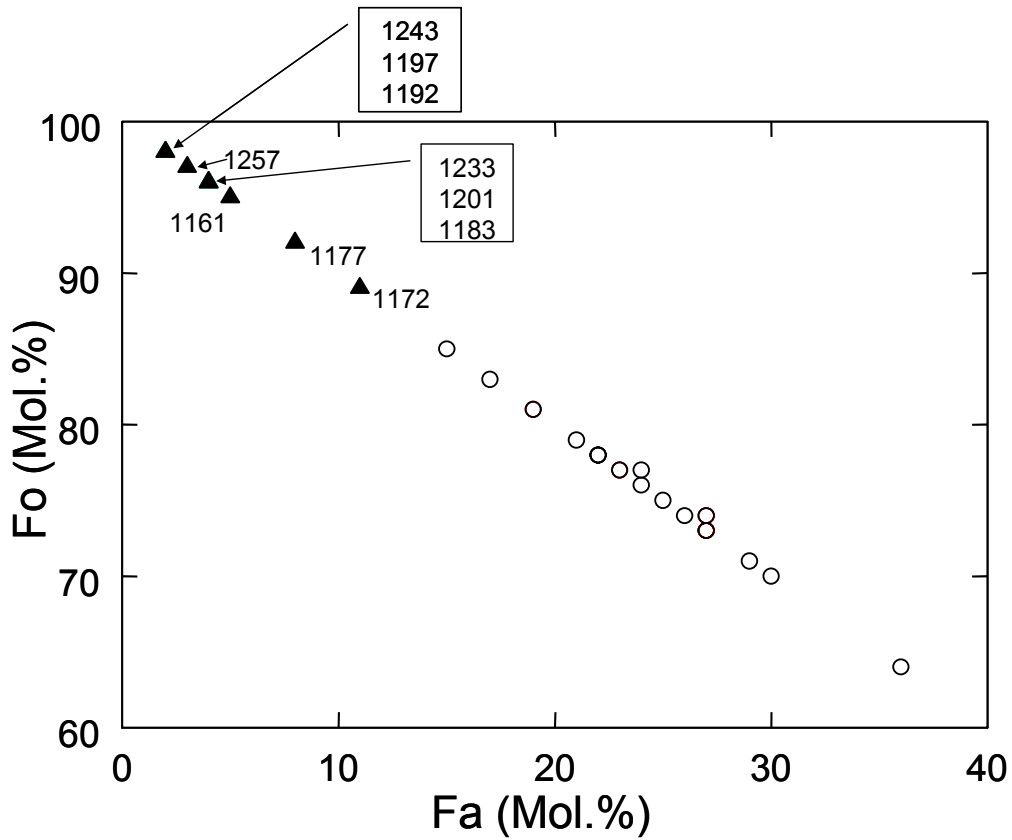


圖 3-7 一大氣壓下實驗所生成橄欖石與岩石中橄欖石之 Fo 值比較圖 (▲為本實驗結果，○為 Chen and Chung, 1985，圖中實心三角形旁數字為溫度，單位是 $^{\circ}\text{C}$)。

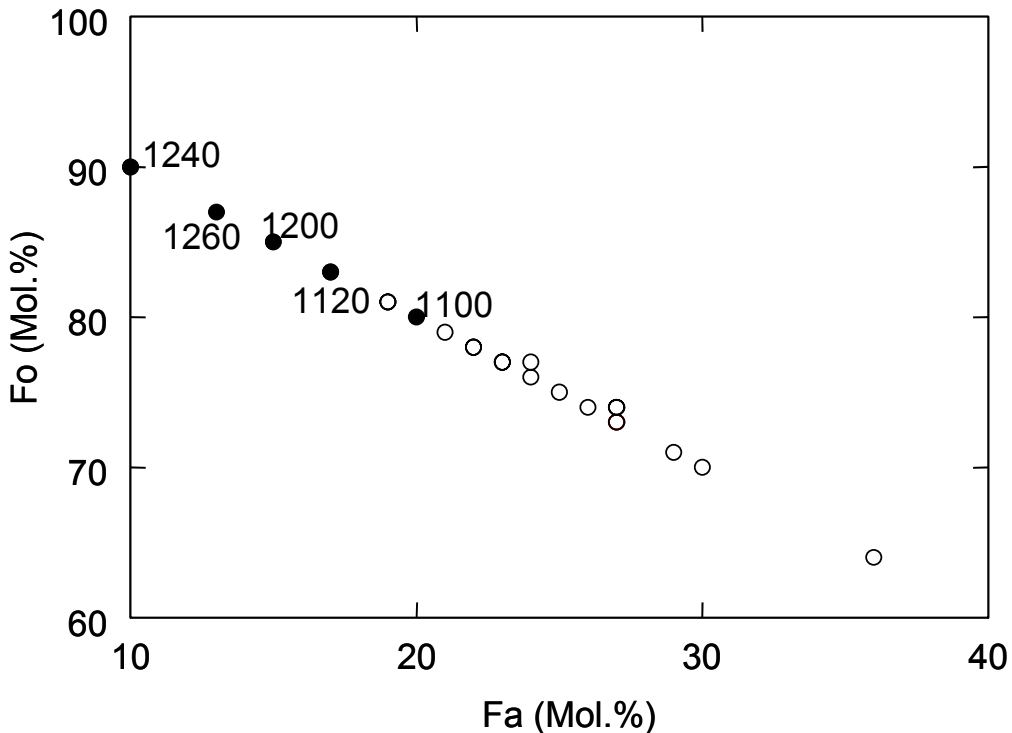


圖 3-8 1.0 京帕下實驗所生成橄欖石與岩石中橄欖石之 Fo 值比較圖 (●為本實驗結果，○為 Chen and Chung, 1985，圖中圓點旁數字為溫度，單位是 $^{\circ}\text{C}$)。

表 3-6 一大氣壓下之斜輝石化學成分。

Run no.	K37	K36	K38	K30	K39
Temp. (°C)	1161	1141	1100	1084	1049
Avg. of	2	1	2	4	4
Wt. (%)					
SiO ₂	46.83 (1.36)*	44.96	44.28 (3.95)	47.05 (4.47)	45.61 (1.11)
TiO ₂	3.79 (0.45)	6.06	5.84 (2.26)	2.95 (1.34)	4.76 (0.65)
Al ₂ O ₃	6.72 (0.18)	8.58	8.99 (3.01)	6.32 (2.29)	7.60 (0.81)
Cr ₂ O ₃	0.04 (0.06)	0.13	0.14 (0.13)	0.02 (0.02)	0.23 (0.28)
tFeO	7.50 (0.69)	6.97	7.27 (0.37)	7.33 (0.93)	7.42 (0.53)
MnO	0.17 (0.04)	0.08	0.07 (0.00)	0.13 (0.04)	0.13 (0.05)
MgO	13.05 (0.62)	11.50	11.51 (1.55)	12.71 (1.52)	12.71 (0.88)
NiO	0.05 (0.07)	0.03	0.03 (0.00)	0.03 (0.03)	0.02 (0.02)
CaO	22.22 (0.06)	22.48	22.20 (0.92)	22.00 (0.99)	22.13 (1.02)
Na ₂ O	0.28 (0.03)	0.25	0.32 (0.13)	1.01 (0.38)	0.35 (0.19)
K ₂ O	0.02 (0.00)	0.01	0.05 (0.06)	0.06 (0.06)	0.00 (0.00)
Total	100.65	101.04	100.69	99.59	100.96
Cation of 6 oxygens					
Si	1.742	1.668	1.652	1.770	1.695
Ti	0.106	0.169	0.164	0.083	0.133
Al	0.295	0.375	0.395	0.280	0.333
Cr	0.001	0.004	0.004	0.001	0.007
Fe	0.233	0.216	0.227	0.231	0.231
Mn	0.005	0.002	0.002	0.004	0.004
Mg	0.724	0.636	0.640	0.712	0.704
Ni	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
Ca	0.886	0.893	0.887	0.887	0.881
Na	0.020	0.018	0.023	0.073	0.025
K	0.001	0.001	0.002	0.003	0.000
Total	4.014	3.983	3.998	4.045	4.014
Fs	13	12	13	13	13
En	39	36	36	39	39
Wo	48	51	51	48	49
Mg#	75	74	74	75	75

*括弧內之數字為標準差

表 3-7 1.0 京帕下之斜輝石化學成分。

Run no.	H02	H07	H08	H11	H03
Temp. (°C)	1200	1180	1160	1120	1100
Avg. of	2	2	2	2	2
Wt. (%)					
SiO ₂	48.15 (1.40)*	44.70 (2.93)	47.00 (0.54)	47.23 (1.95)	48.92 (1.70)
TiO ₂	1.66 (0.63)	4.87 (2.64)	3.49 (0.42)	3.46 (1.14)	2.26 (0.87)
Al ₂ O ₃	7.46 (2.50)	8.96 (0.84)	8.52 (0.82)	7.58 (3.24)	6.13 (0.51)
Cr ₂ O ₃	0.23 (0.04)	0.14 (0.00)	0.08 (0.09)	0.58 (0.55)	0.37 (0.52)
tFeO	8.27 (0.23)	7.77 (0.23)	8.15 (0.27)	7.43 (2.14)	7.43 (1.86)
MnO	0.13 (0.04)	0.11 (0.10)	0.16 (0.02)	0.14 (0.01)	0.11 (0.07)
MgO	15.15 (2.22)	12.25 (1.75)	13.75 (0.68)	13.80 (1.84)	13.81 (1.76)
NiO	0.08 (0.01)	0.04 (0.06)	0.01 (0.01)	0.08 (0.08)	0.07 (0.09)
CaO	18.09 (0.81)	21.45 (1.63)	17.56 (0.36)	19.33 (3.48)	22.16 (0.85)
Na ₂ O	1.08 (0.23)	0.25 (0.12)	1.48 (0.02)	0.85 (0.61)	0.76 (0.01)
K ₂ O	0.01 (0.01)	0.01 (0.01)	0.02 (0.02)	0.06 (0.08)	0.02 (0.01)
Total	100.31	100.54	100.21	100.52	102.01
Cation of 6 oxygens					
Si	1.779	1.668	1.740	1.746	1.791
Ti	0.046	0.137	0.097	0.096	0.062
Al	0.325	0.394	0.372	0.330	0.264
Cr	0.007	0.004	0.002	0.017	0.011
Fe	0.255	0.242	0.252	0.230	0.227
Mn	0.004	0.003	0.005	0.004	0.003
Mg	0.834	0.681	0.759	0.761	0.753
Ni	0.002	0.001	0.000	0.002	0.002
Ca	0.716	0.857	0.696	0.766	0.869
Na	0.077	0.018	0.106	0.061	0.054
K	0.001	0.000	0.001	0.003	0.001
Total	4.048	4.006	4.030	4.016	4.037
Fs	14	14	15	13	12
En	46	38	44	43	41
Wo	40	48	41	44	47
Mg#	76	73	75	76	77

*括弧內之數字為標準差

透輝石 (salite) 到普通輝石 (augite) (圖 3-10)。如果將實驗所晶出的斜輝石成分與前人研究作比較 (圖 3-9; 圖 3-10), 發現在一大氣壓與 1.0 京帕下合成的斜輝石成分與 Chen and Chung (1985) 某些斜輝石成分相近, 表示在一大氣壓至 1.0 京帕壓力範圍內都可以生成斜輝石。但是 1.0 京帕下生成之斜輝石, 有一部分符合 Tsai (1978) 與 Chung and Chen (1990) 所提之斜輝石高壓偉晶 (clinopyroxene megacryst) 成分, 說明了斜輝石偉晶可由岩漿在高壓下晶出。

3-2-2-3 斜長石

實驗結果顯示斜長石為一大氣壓與 1.0 京帕壓力下最後的礦物結晶相, 經電子微探儀分析之後, 在一大氣壓下的斜長石其成分屬於拉長石 (labradorite) 與中長石 (andesine) (表 3-8), 且溫度降低, An 值也減少, 而 1.0 京帕下的斜長石成分則屬於拉長石 (labradorite) (表 3-9)。將一大氣壓與 1.0 京帕下晶出的斜長石成分繪於 An-Ab-Or 三成分圖中 (圖 3-11), 可發現其成分符合陳正宏 (1990) 分析玄武岩中斜長石的成分範圍, 因此, 關西一竹東玄武岩之斜長石可在一大氣壓至 1.0 京帕壓力下生成。

3-2-2-4 氧化物

一大氣壓與 1.0 京帕壓力下都晶出氧化物 (表 3-10; 表 3-11;

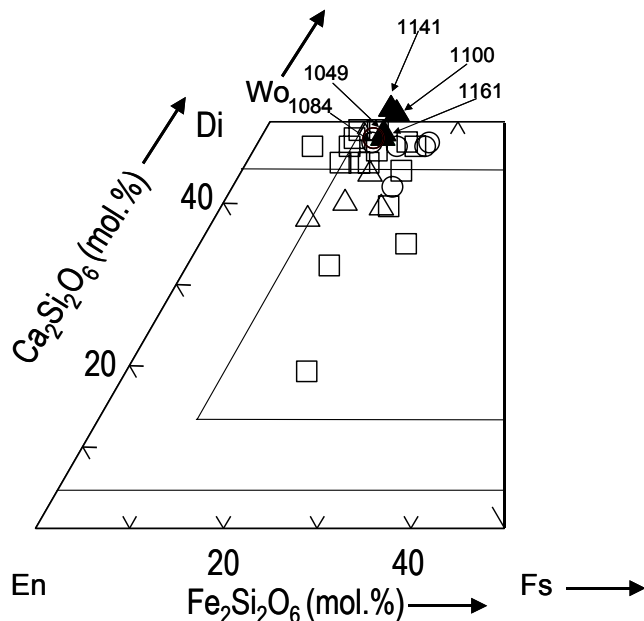


圖 3-9 一大氣壓下實驗所生成斜輝石與斜輝石偉晶之比較圖 (▲為本實驗結果, □為 Chen and Chung, 1985, ○為 Chung and Chen, 1990, △為 Tsai, 1978, 圖中較小數字為溫度, 單位是°C)。

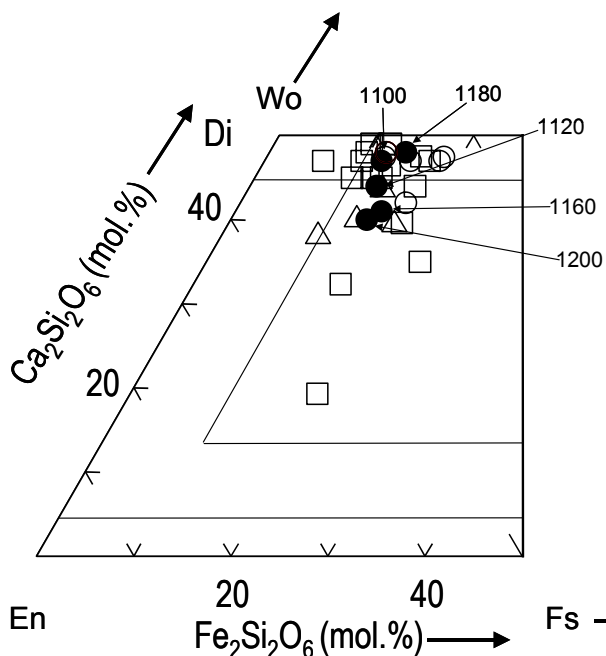


圖 3-10 1.0 京帕下實驗所生成斜輝石與斜輝石偉晶之比較圖 (●為本實驗結果, □為 Chen and Chung, 1985, ○為 Chung and Chen, 1990, △為 Tsai, 1978, 圖中較小數字為溫度, 單位是°C)。

表 3-8 一大氣壓下之斜長石化學成分表。

Run no.	K30	K39
Temp. (°C)	1084	1049
Avg. of	2	2
Wt. (%)		
SiO ₂	53.92 (1.93)*	58.10 (2.55)
TiO ₂	0.23 (0.06)	0.43 (0.16)
Al ₂ O ₃	28.41 (1.15)	25.67 (0.69)
Cr ₂ O ₃	0.03 (0.03)	0.02 (0.02)
tFeO	1.16 (0.34)	1.06 (0.12)
MnO	0.02 (0.02)	0.07 (0.02)
MgO	0.27 (0.13)	0.20 (0.17)
NiO	0.02 (0.04)	0.02 (0.02)
CaO	10.97 (0.87)	7.28 (1.03)
Na ₂ O	4.74 (0.58)	5.76 (0.40)
K ₂ O	0.30 (0.13)	0.68 (0.01)
Total	100.08	99.30
Cation of 8 oxygens		
Si	2.445	2.621
Ti	0.008	0.014
Al	1.519	1.365
Cr	0.001	0.001
Fe	0.044	0.040
Mn	0.001	0.003
Mg	0.018	0.014
Ni	0.001	0.001
Ca	0.533	0.352
Na	0.417	0.504
K	0.018	0.039
Total	5.004	4.953
An	55	39
Ab	43	56
Or	2	4

*括弧內之數字為標準差

表 3-9 1.0 京帕下之斜長石化學成分表。

Run no.	H03
Temp. (°C)	1100
Avg. of	4
<hr/>	
Wt. (%)	
SiO ₂	57.84 (2.87)*
TiO ₂	0.24 (0.03)
Al ₂ O ₃	26.69 (1.79)
Cr ₂ O ₃	0.01 (0.01)
tFeO	0.76 (0.07)
MnO	0.01 (0.01)
MgO	0.08 (0.03)
NiO	0.02 (0.02)
CaO	8.36 (2.09)
Na ₂ O	6.21 (0.92)
K ₂ O	0.40 (2.87)
Total	100.63
<hr/>	
Cation of 8 oxygens	
Si	2.581
Ti	0.008
Al	1.404
Cr	0.000
Fe	0.028
Mn	0.000
Mg	0.006
Ni	0.001
Ca	0.400
Na	0.538
K	0.023
Total	4.989
<hr/>	
An	42
Ab	56
Or	2
<hr/>	

*括弧內之數字為標準差

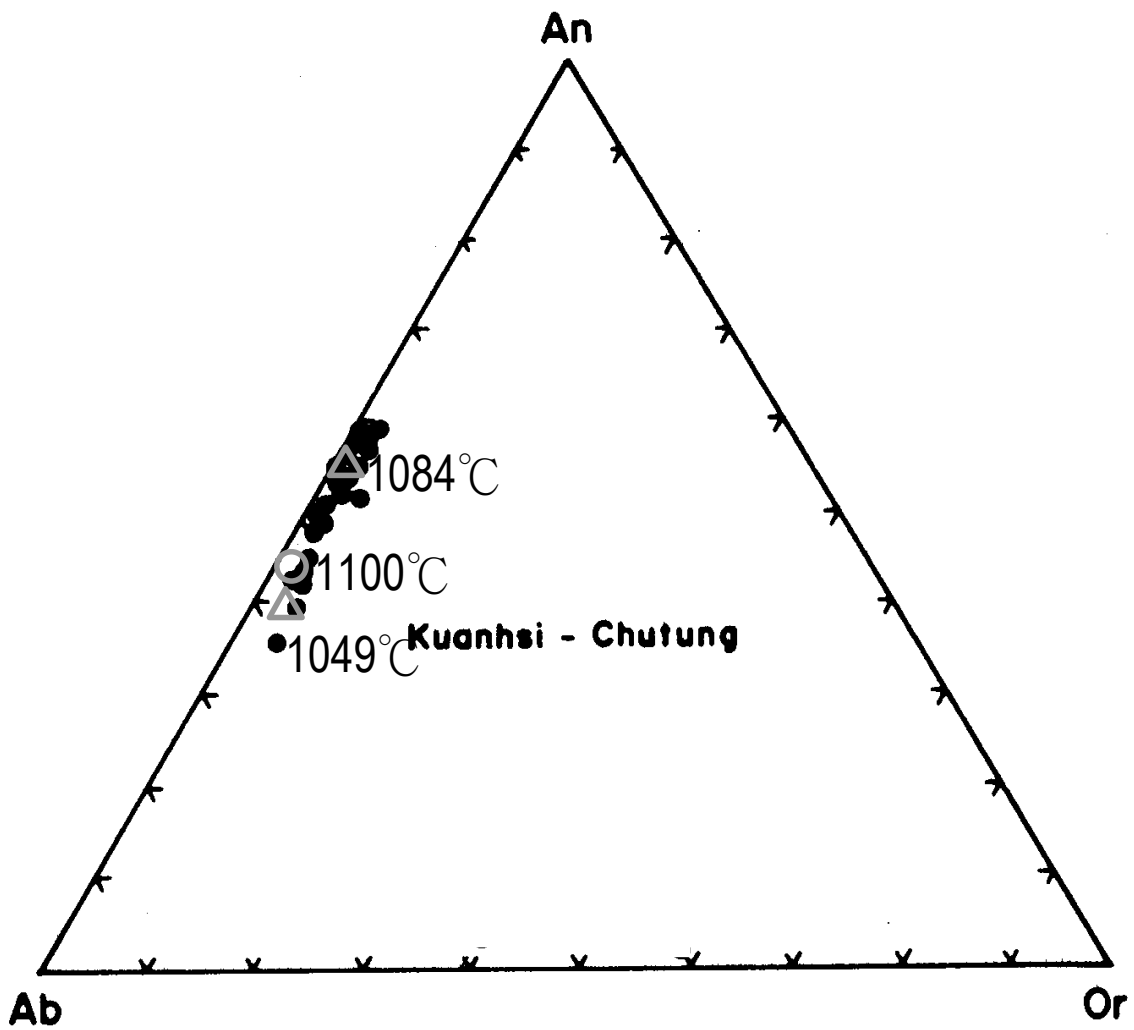


圖 3-11 一大氣壓與 1.0 京帕下之長石成分圖 (△為一大氣壓下實驗結果，○為 1.0 京帕下實驗結果，●為陳正宏，1990)。

表 3-10 一大氣壓下之氧化物化學成分。

Run no.	K19	K25	K28	K09	K12
Temp. (°C)	1309	1278	1277	1273	1233
Avg. of	2	2	4	2	2
Wt. (%)					
SiO ₂	0.13 (0.03)*	0.97 (0.71)	0.26 (0.19)	0.18 (0.01)	0.52 (0.59)
TiO ₂	1.64 (0.02)	1.83 (0.10)	2.07 (0.08)	1.98 (0.18)	2.53 (0.05)
Al ₂ O ₃	11.98 (0.05)	10.71 (0.15)	11.70 (0.15)	11.82 (0.28)	11.61 (0.97)
Cr ₂ O ₃	6.40 (0.22)	6.04 (0.28)	3.14 (0.21)	3.21 (0.19)	2.11 (1.09)
tFeO	54.97 (0.17)	54.78 (1.44)	57.72 (0.82)	58.92 (0.58)	61.23 (1.32)
MnO	0.24 (0.01)	0.28 (0.02)	0.24 (0.01)	0.22 (0.06)	0.25 (0.01)
MgO	18.90 (0.37)	18.65 (0.10)	18.64 (0.26)	18.36 (0.88)	18.51 (0.28)
NiO	0.58 (0.07)	0.59 (0.04)	0.60 (0.01)	0.53 (0.02)	0.39 (0.03)
CaO	0.22 (0.05)	0.31 (0.23)	0.17 (0.03)	0.15 (0.05)	0.27 (0.07)
Na ₂ O	0.04 (0.06)	0.02 (0.02)	0.02 (0.02)	0.00 (0.00)	0.02 (0.03)
K ₂ O	0.00 (0.00)	0.02 (0.03)	0.00 (0.01)	0.01 (0.01)	0.00 (0.00)
Total	95.11	94.20	94.56	95.37	97.43
Cation of 4 oxygens					
Si	0.005	0.037	0.010	0.007	0.019
Ti	0.046	0.052	0.059	0.056	0.071
Al	0.530	0.479	0.526	0.529	0.509
Cr	0.190	0.181	0.095	0.096	0.062
Fe	1.725	1.737	1.839	1.869	1.905
Mn	0.008	0.009	0.008	0.007	0.008
Mg	1.058	1.054	1.059	1.038	1.027
Ni	0.018	0.018	0.018	0.016	0.012
Ca	0.009	0.013	0.007	0.006	0.011
Na	0.003	0.002	0.001	0.000	0.001
K	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000
Total	3.591	3.583	3.622	3.625	3.625

*括弧內之數字為標準差

表 3-10 (續)

Run no.	K14	K21
Temp. (°C)	1183	1177
Avg. of	4	2
Wt. (%)		
SiO ₂	0.33 (0.16)*	0.38 (0.47)
TiO ₂	2.50 (0.08)	2.68 (0.37)
Al ₂ O ₃	9.17 (0.29)	9.84 (0.97)
Cr ₂ O ₃	2.34 (2.46)	3.86 (4.50)
tFeO	63.08 (2.52)	60.38 (4.05)
MnO	0.26 (0.05)	0.34 (0.11)
MgO	17.49 (0.25)	16.38 (0.70)
NiO	0.33 (0.04)	0.35 (0.02)
CaO	0.22 (0.02)	0.25 (0.23)
Na ₂ O	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)
K ₂ O	0.02 (0.02)	0.04 (0.01)
Total	95.74	94.49
Cation of 4 oxygens		
Si	0.013	0.015
Ti	0.073	0.079
Al	0.420	0.452
Cr	0.072	0.119
Fe	2.049	1.970
Mn	0.009	0.011
Mg	1.013	0.953
Ni	0.010	0.011
Ca	0.009	0.010
Na	0.000	0.000
K	0.001	0.002
Total	3.669	3.622

*括弧內之數字為標準差

表 3-11 1.0 京帕下之氧化物化學成分。

Run no.	H01	H06	H02
Temp. (°C)	1320	1240	1200
Avg. of	2	1	2
Wt. (%)			
SiO ₂	0.14 (0.00)*	0.49	1.16 (1.37)
TiO ₂	0.28 (0.06)	3.46	3.17 (0.02)
Al ₂ O ₃	69.19 (0.53)	22.34	27.59 (0.56)
Cr ₂ O ₃	1.50 (0.42)	24.04	6.93 (1.02)
tFeO	10.65 (0.30)	37.30	44.99 (0.10)
MnO	0.02 (0.02)	0.94	0.22 (0.04)
MgO	19.64 (0.03)	15.89	14.02 (0.63)
NiO	0.20 (0.01)	0.16	0.30 (0.06)
CaO	0.03 (0.01)	0.19	0.36 (0.22)
Na ₂ O	0.01 (0.02)	0.02	0.21 (0.23)
K ₂ O	0.00 (0.00)	0.00	0.04 (0.01)
Total	101.67	104.82	98.99
Cation of 4 oxygens			
Si	0.003	0.015	0.038
Ti	0.005	0.080	0.077
Al	1.999	0.809	1.052
Cr	0.029	0.584	0.177
Fe	0.218	0.958	1.217
Mn	0.000	0.025	0.006
Mg	0.718	0.728	0.676
Ni	0.004	0.004	0.008
Ca	0.001	0.006	0.012
Na	0.001	0.001	0.013
K	0.000	0.000	0.001
Total	2.978	3.209	3.278

*括弧內之數字為標準差

表 3-12 一大氣壓下之鈦鐵氧化物化學成分。

Run no.	K37	K36	K38	K39
Temp. (°C)	1161	1141	1100	1068
Avg. of	2	2	2	2
Wt. (%)				
SiO ₂	0.07 (0.01)*	0.45 (0.47)	1.42 (0.82)	0.88 (0.05)
TiO ₂	19.22 (0.22)	18.70 (0.12)	23.96 (3.71)	27.04 (4.74)
Al ₂ O ₃	2.03 (0.03)	1.94 (0.09)	2.14 (0.18)	1.76 (0.06)
Cr ₂ O ₃	0.32 (0.05)	0.79 (0.28)	0.64 (0.02)	1.87 (0.05)
tFeO	66.28 (0.20)	66.09 (0.39)	62.24 (0.10)	60.37 (2.82)
MnO	0.19 (0.03)	0.17 (0.13)	0.32 (0.01)	0.43 (0.14)
MgO	6.58 (0.18)	6.84 (0.19)	6.65 (0.10)	6.45 (0.22)
NiO	0.01 (0.01)	0.04 (0.06)	0.14 (0.06)	0.05 (0.07)
CaO	0.23 (0.02)	0.18 (0.05)	0.29 (0.14)	0.42 (0.15)
Na ₂ O	0.00 (0.00)	0.02 (0.02)	0.08 (0.01)	0.05 (0.07)
K ₂ O	0.02 (0.00)	0.01 (0.01)	0.07 (0.01)	0.05 (0.03)
Total	94.94	95.24	97.95	99.37
Cation of 6 oxygens				
Si	0.004	0.027	0.080	0.049
Ti	0.879	0.850	1.018	1.121
Al	0.145	0.138	0.142	0.115
Cr	0.016	0.038	0.029	0.081
Fe	3.371	3.341	2.941	2.784
Mn	0.010	0.009	0.015	0.020
Mg	0.597	0.616	0.560	0.530
Ni	0.000	0.002	0.006	0.002
Ca	0.015	0.012	0.018	0.025
Na	0.000	0.002	0.008	0.005
K	0.001	0.001	0.005	0.003
Total	5.037	5.036	4.823	4.736

*括弧內之數字為標準差

表 3-13 1.0 京帕下之鈦鐵氧化物化學成分。

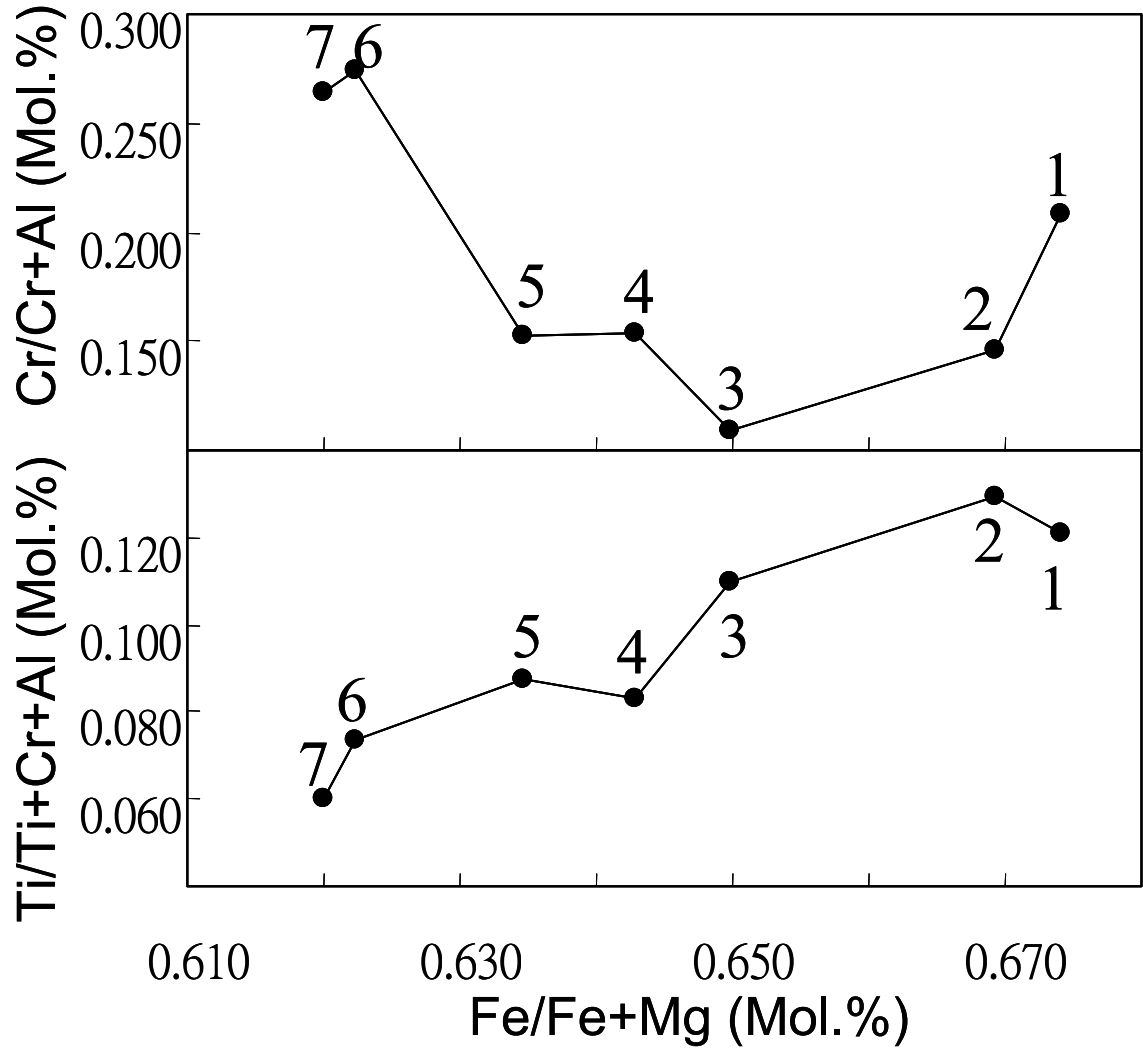
Run no.	H07	H08	H11	H03
Temp. (°C)	1180	1160	1120	1100
Avg. of	2	1	2	2
Wt. (%)				
SiO ₂	0.23 (0.07)*	0.28	3.09 (1.34)	0.23 (0.30)
TiO ₂	10.25 (1.42)	18.03	11.08 (0.17)	31.83 (8.81)
Al ₂ O ₃	21.61 (0.13)	19.41	20.35 (0.88)	5.44 (5.12)
Cr ₂ O ₃	3.24 (3.54)	0.69	0.81 (0.03)	0.28 (0.26)
tFeO	52.55 (2.45)	51.95	52.01 (0.64)	52.73 (1.91)
MnO	0.39 (0.11)	0.16	0.24 (0.00)	0.14 (0.03)
MgO	10.83 (0.71)	10.00	10.90 (0.29)	7.25 (1.14)
NiO	0.13 (0.01)	0.29	0.07 (0.10)	0.14 (0.09)
CaO	0.25 (0.14)	0.19	0.98 (0.40)	0.26 (0.10)
Na ₂ O	0.00 (0.00)	0.00	0.11 (0.02)	0.05 (0.08)
K ₂ O	0.04 (0.02)	0.02	0.03 (0.02)	0.01 (0.01)
Total	99.51	101.03	99.67	98.35
Cation of 6 oxygens				
Si	0.012	0.014	0.153	0.012
Ti	0.389	0.668	0.413	1.263
Al	1.287	1.127	1.190	0.338
Cr	0.129	0.027	0.032	0.011
Fe	2.221	2.141	2.157	2.326
Mn	0.017	0.006	0.010	0.006
Mg	0.816	0.735	0.806	0.570
Ni	0.005	0.011	0.003	0.006
Ca	0.013	0.010	0.052	0.015
Na	0.000	0.000	0.011	0.006
K	0.003	0.001	0.002	0.000
Total	4.892	4.742	4.829	4.553

*括弧內之數字為標準差

表 3-12；表 3-13)，而且分佈的溫度範圍最廣。一大氣壓下晶出的氧化物在溫度低於 1177°C 後，氧化物中之氧化鈦含量突然增加，由 1.64% ~2.68% 提高到 18.70% ~27.04%，氧化鎂則由 16.38% ~18.90% 減少為 6.45~6.84，而三氧化二鋁也由 9.17% ~11.98% 減少為 1.76% ~2.14%（表 3-10；表 3-12），而 1.0 京帕下晶出之氧化物則在溫度低於 1200°C 後，氧化物中的氧化鈦含量升高（0.28% ~3.46% 增為 10.25% ~31.83%），氧化鎂則從 14.02% ~19.64% 下降為 7.25% ~10.9%（表 3-11；表 3-13）。由於一大氣壓下晶出氧化物的樣本較多，所以只比較一大氣壓下氧化物的成分趨勢變化。若以 Ti/Ti+Cr+Al 及 Cr/Cr+Al 對應於 Fe/Fe+Mg 做圖（圖 3-12），可發現隨著溫度下降，氧化物成分中 Fe/Fe+Mg 與 Ti/Ti+Cr+Al 值會增加(Thy, 1995)。

3-2-2-5 石榴子石

石榴子石只存在於 1.0 京帕下 1350~1330°C 之間，其成分列如表 3-14。



1 : 1177°C ; 2 : 1183°C ; 3 : 1233°C ; 4 : 1273°C ;

5 : 1277°C ; 6 : 1278°C ; 7 : 1309°C

圖 3-12 一大氣壓下氧化物化學成分之變化趨勢圖。

表 3-14 1.0 京帕下之石榴子石化學成分。

Run no.	H05
Temp. (°C)	1340
Avg. of	2
<hr/>	
Wt. (%)	
SiO ₂	42.31 (0.03)*
TiO ₂	2.94 (0.01)
Al ₂ O ₃	12.69 (0.00)
Cr ₂ O ₃	0.05 (0.02)
tFeO	9.43 (0.14)
MnO	0.20 (0.06)
MgO	11.16 (0.13)
NiO	0.02 (0.03)
CaO	8.72 (0.09)
Na ₂ O	3.49 (0.12)
K ₂ O	0.59 (0.02)
Total	91.59
<hr/>	
Cation of 12 oxygens	
Si	3.400
Ti	0.178
Al	1.202
Cr	0.003
Fe	0.634
Mn	0.013
Mg	1.337
Ni	0.001
Ca	0.751
Na	0.544
K	0.060
Total	8.122
<hr/>	
Grossular	27.58
Pyrope	49.13
Almandine	23.28

*括弧內之數字為標準差

3-2-3 關西-竹東地區玄武岩之岩漿演化

3-2-3-1 液相成分隨溫度變化趨勢圖

一大氣壓與 1.0 京帕壓力下實驗之玻璃相（殘餘岩漿）成分列如表 3-15 及表 3-16，如果以殘餘岩漿成分對溫度作圖（圖 3-13；圖 3-14）可發現，在一大氣壓下玻璃成分隨著溫度降低，二氧化矽與氧化鈣含量有增加的趨勢，氧化鐵、氧化鎂、氧化鉀與氧化鈉則有下降的趨勢（圖 3-13）。圖中點 9 與點 10 之間在氧化鈦、氧化鋁、氧化鐵、氧化鎂、氧化鈣及氧化鉀含量有一個落差，而點 10 為橄欖石消失的實驗溫度，推測可能在 1161°C 與 1141°C 之間橄欖石與液體完全反應形成斜輝石所造成，所以橄欖石可能為低壓環境下結晶分異的重要礦物 (Bultitude and Green, 1971)。1.0 京帕下的玻璃成分則隨著溫度降低，二氧化矽與氧化鉀含量有升高的趨勢，氧化鎂與氧化鈣含量有下降的趨勢（圖 3-14）。點 P2 成分上的變化，可能是因為氧化物晶出，用去鈦及鐵元素，使得成分中的氧化鈦、氧化鐵含量減少。整體而言，殘餘岩漿成分演化有二氧化矽漸增，氧化鎂漸減的趨勢，而且一大氣壓下殘餘岩漿之二氧化矽最大含量（點 12—SiO₂ 含 55.88%），比 1.0 京帕下殘餘岩漿（點 P8—SiO₂ 含 50.53%）來得高，此趨勢與 Presnall (1999) 之研究結果相符。

表 3-15 一大氣壓下之玻璃化學成分。

Run no.	K04	K19	K06	K07	K05	K25
Temp. (°C)	1323	1307	1304	1293	1283	1278
Avg. of	6	3	3	4	5	4
Wt. (%)						
SiO ₂	44.31 (0.72) ^a	44.74 (0.84)	44.24 (1.22)	44.74 (0.34)	44.36 (0.85)	45.36 (0.70)
TiO ₂	3.22 (0.22)	3.20 (0.20)	2.72 (0.25)	3.32 (0.10)	3.46 (0.34)	2.97 (0.32)
Al ₂ O ₃	12.81 (0.26)	12.74 (0.16)	12.57 (0.32)	13.11 (0.16)	12.82 (0.26)	12.81 (0.16)
Cr ₂ O ₃	0.03 (0.02)	0.04 (0.04)	0.01 (0.02)	0.02 (0.02)	0.01 (0.01)	0.02 (0.04)
tFeO	12.10 (0.35)	10.92 (0.08)	10.83 (0.60)	10.92 (0.22)	10.84 (0.56)	10.58 (0.29)
MnO	0.18 (0.03)	0.14 (0.01)	0.16 (0.03)	0.15 (0.05)	0.18 (0.03)	0.17 (0.04)
MgO	12.16 (0.33)	11.21 (0.19)	11.36 (0.19)	11.36 (0.19)	12.65 (0.49)	10.98 (0.08)
NiO	0.05 (0.05)	0.03 (0.05)	0.03 (0.04)	0.00 (0.01)	0.06 (0.05)	0.03 (0.03)
CaO	9.75 (0.12)	9.36 (0.14)	9.43 (0.12)	9.68 (0.15)	10.82 (0.51)	9.37 (0.12)
Na ₂ O	3.06 (0.15)	3.73 (0.16)	3.66 (0.18)	1.35 (0.02)	3.41 (0.29)	3.68 (0.13)
K ₂ O	0.57 (0.02)	0.64 (0.02)	0.58 (0.02)	0.60 (0.03)	0.53 (0.09)	0.60 (0.01)
P ₂ O ₅	0.77 (0.06)	0.87 (0.05)	0.92 (0.01)	0.89 (0.05)	1.02 (0.05)	0.93 (0.09)
Total	99.01	97.61	96.51	96.14	100.15	97.50
C. I. P. W. Norm.						
Q	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Or	3.37	3.78	3.43	3.55	3.13	3.55
Ab	15.37	18.19	17.29	11.42	12.60	20.66
An	19.53	16.13	16.16	27.94	18.11	16.66
Ne	5.70	7.25	7.41	0.00	8.80	5.68
C	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Di	19.35	19.98	19.99	11.57	23.36	19.27
Hy	0.00	0.00	0.00	22.05	0.00	0.00
Ol	27.75	24.15	24.93	11.21	25.21	23.86
Ilm	6.12	6.08	5.17	6.31	6.57	5.64
Ap	1.78	2.02	2.13	2.06	2.36	2.15
Cm	0.04	0.06	0.01	0.03	0.01	0.03
Mg# ^b	63	64	64	64	67	64

a : 括弧內之數字為標準差

b : $Mg\# = Mg / (Mg + Fe) * 100$

表 3-15 (續一)

Run no.	K28	K09	K10	K22	K24	K20
Temp. (°C)	1277	1273	1263	1258	1257	1254
Avg. of	4	3	4	4	5	3
Wt. (%)						
SiO ₂	45.04 (0.21) ^a	45.52 (0.51)	45.53 (0.51)	46.10 (0.91)	45.18 (0.56)	45.59 (0.33)
TiO ₂	3.27 (0.14)	3.17 (0.03)	3.25 (0.03)	3.08 (0.20)	3.28 (0.05)	3.35 (0.02)
Al ₂ O ₃	13.11 (0.09)	12.89 (0.13)	13.17 (0.13)	12.97 (0.18)	13.03 (0.11)	12.97 (0.18)
Cr ₂ O ₃	0.01 (0.01)	0.03 (0.05)	0.02 (0.05)	0.01 (0.02)	0.01 (0.02)	0.00 (0.00)
tFeO	10.62 (0.20)	10.57 (0.13)	10.01 (0.13)	9.67 (0.21)	9.71 (0.38)	10.11 (0.15)
MnO	0.13 (0.02)	0.14 (0.05)	0.15 (0.05)	0.16 (0.03)	0.15 (0.01)	0.15 (0.03)
MgO	11.27 (0.19)	11.70 (0.14)	11.62 (0.14)	11.44 (0.11)	11.03 (0.14)	11.21 (0.11)
NiO	0.05 (0.06)	0.01 (0.01)	0.06 (0.01)	0.05 (0.04)	0.01 (0.01)	0.07 (0.01)
CaO	9.57 (0.12)	9.68 (0.05)	9.83 (0.05)	9.76 (0.08)	9.62 (0.23)	9.76 (0.15)
Na ₂ O	1.27 (0.04)	1.90 (0.02)	1.97 (0.02)	3.63 (0.14)	3.61 (0.07)	1.93 (0.05)
K ₂ O	0.62 (0.01)	0.53 (0.00)	0.55 (0.00)	0.59 (0.02)	0.59 (0.04)	0.54 (0.01)
P ₂ O ₅	0.91 (0.06)	0.87 (0.06)	0.88 (0.06)	0.91 (0.09)	0.88 (0.05)	0.93 (0.12)
Total	95.84	97.01	97.03	98.38	97.10	96.61
C. I. P. W. Norm.						
Q	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Or	3.66	3.13	3.25	3.49	3.49	3.19
Ab	10.75	16.08	16.67	21.11	20.32	16.33
An	28.24	25.08	25.47	17.35	17.61	25.13
Ne	0.00	0.00	0.00	5.20	5.54	0.00
C	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Di	10.77	13.97	14.18	20.29	19.69	13.92
Hy	25.80	14.56	12.92	0.00	0.00	16.13
Ol	8.32	16.12	16.32	22.50	22.18	13.39
Ilm	6.21	6.02	6.17	5.85	6.23	6.36
Ap	2.11	2.02	2.04	2.11	2.04	2.15
Cm	0.01	0.04	0.03	0.01	0.01	0.00
Mg# ^b	65	66	67	67	66	66

a : 括弧內之數字為標準差

b : $Mg\# = Mg / (Mg + Fe) * 100$

表 3-15 (續二)

Run no.	K11	K12	K13	K34	K31	K14
Temp. (°C)	1243	1233	1201	1197	1192	1183
Avg. of	4	4	2	4	4	3
Wt. (%)						
SiO ₂	46.03 (0.35) ^a	46.34 (0.43)	46.95 (0.93)	48.45 (0.44)	47.74 (0.80)	48.16 (0.35)
TiO ₂	3.45 (0.11)	3.26 (0.25)	3.57 (0.07)	3.49 (0.18)	3.49 (0.13)	3.52 (0.26)
Al ₂ O ₃	13.03 (0.05)	13.45 (0.27)	14.01 (0.02)	13.52 (0.33)	13.76 (0.12)	14.12 (0.17)
Cr ₂ O ₃	0.02 (0.01)	0.04 (0.03)	0.00 (0.00)	0.01 (0.02)	0.02 (0.02)	0.02 (0.02)
tFeO	9.25 (0.28)	9.42 (0.61)	8.91 (0.00)	7.99 (0.34)	8.16 (0.12)	8.40 (0.04)
MnO	0.14 (0.02)	0.19 (0.03)	0.13 (0.03)	0.14 (0.04)	0.15 (0.03)	0.14 (0.01)
MgO	10.61 (0.06)	10.45 (0.11)	9.18 (0.08)	8.81 (0.15)	8.70 (0.11)	8.23 (0.05)
NiO	0.01 (0.03)	0.03 (0.02)	0.05 (0.02)	0.02 (0.02)	0.05 (0.05)	0.02 (0.04)
CaO	9.97 (0.08)	10.04 (0.17)	10.37 (0.09)	10.47 (0.09)	11.25 (0.19)	10.58 (0.13)
Na ₂ O	1.39 (0.06)	2.02 (0.06)	2.18 (0.03)	1.38 (0.02)	3.96 (0.20)	2.26 (0.05)
K ₂ O	0.60 (0.03)	0.58 (0.06)	0.63 (0.03)	0.68 (0.03)	0.66 (0.02)	0.60 (0.01)
P ₂ O ₅	0.93 (0.02)	0.92 (0.05)	0.99 (0.04)	0.98 (0.03)	1.06 (0.05)	1.04 (0.03)
Total	95.43	96.73	96.96	95.93	99.00	97.11
C. I. P. W. Norm.						
Q	0.00	0.00	0.00	4.47	0.00	0.33
Or	3.55	3.43	3.72	4.02	3.90	3.55
Ab	11.76	17.09	18.45	11.68	24.25	19.12
An	27.54	25.92	26.58	28.69	17.82	26.61
Ne	0.00	0.00	0.00	0.00	5.02	0.00
C	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Di	12.78	14.45	14.87	13.58	25.07	15.43
Hy	29.13	17.36	18.52	24.59	13.83	22.92
Ol	1.94	10.10	5.75	0.00	0.00	0.00
Ilm	6.55	6.19	6.75	6.63	6.63	6.69
Ap	2.15	2.13	2.29	2.27	2.46	2.41
Cm	0.03	0.06	0.00	0.01	0.03	0.03
Mg# ^b	66	65	64	65	65	63

a : 括弧內之數字為標準差

b : $Mg\# = Mg / (Mg + Fe) * 100$

表 3-15 (續三)

Run no.	K21	K16	K37	K36	K38	K39
Temp. (°C)	1177	1172	1161	1141	1100	1049
Avg. of	3	4	2	1	4	1
Wt. (%)						
SiO ₂	48.03 (0.17) ^a	49.00 (0.77)	49.80 (0.33)	52.28	53.06 (2.06)	55.88
TiO ₂	3.40 (0.24)	3.40 (0.11)	3.85 (0.07)	0.35	0.60 (0.44)	0.21
Al ₂ O ₃	14.21 (0.09)	14.00 (0.27)	15.28 (0.07)	27.90	27.01 (2.60)	27.23
Cr ₂ O ₃	0.02 (0.02)	0.01 (0.02)	0.06 (0.07)	0.00	0.01 (0.01)	0.00
tFeO	7.68 (0.16)	7.66 (0.08)	6.48 (0.17)	1.44	1.78 (0.78)	0.63
MnO	0.17 (0.03)	0.11 (0.06)	0.18 (0.01)	0.00	0.03 (0.02)	0.01
MgO	7.99 (0.08)	7.98 (0.09)	7.03 (0.28)	0.76	0.70 (0.54)	0.03
NiO	0.01 (0.03)	0.03 (0.02)	0.10 (0.14)	0.01	0.04 (0.05)	0.00
CaO	10.91 (0.14)	10.57 (0.10)	9.65 (0.13)	11.84	10.97 (2.08)	10.61
Na ₂ O	1.52 (0.04)	2.32 (0.07)	1.65 (0.09)	1.42	1.59 (0.37)	1.66
K ₂ O	0.68 (0.02)	0.63 (0.02)	0.79 (0.01)	0.23	0.49 (0.36)	0.34
P ₂ O ₅	1.01 (0.06)	1.05 (0.06)	1.23 (0.07)	0.19	0.62 (0.38)	0.09
Total	95.62	96.76	96.10	96.41	96.90	96.69
C. I. P. W. Norm.						
Q	3.94	1.79	8.46	16.22	18.04	22.02
Or	4.02	3.72	4.67	1.36	2.90	2.01
Ab	12.86	19.63	13.96	12.02	13.45	14.05
An	29.94	25.93	31.95	57.50	50.37	52.02
Ne	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
C	0.00	0.00	0.00	4.24	5.40	5.06
Di	14.19	15.85	6.32	0.00	0.00	0.00
Hy	21.86	20.93	20.48	3.98	4.14	0.90
Ol	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ilm	6.46	6.46	7.31	0.66	1.14	0.40
Ap	2.34	2.43	2.85	0.44	1.44	0.21
Cm	0.03	0.01	0.09	0.00	0.01	0.00
Mg# ^b	64	64	65	48	41	7

a : 括弧內之數字為標準差

b : $Mg\# = Mg / (Mg + Fe) * 100$

表 3-16 1.0 京帕下之玻璃化學成分。

Run no.	H05	H01	H06	H02	H07
Temp. (°C)	1340	1320	1240	1200	1180
Avg. of	4	4	2	4	2
Wt. (%)					
SiO ₂	44.46 (0.81) ^a	47.84 (0.91)	43.02 (0.31)	44.08 (1.11)	47.62 (1.29)
TiO ₂	3.32 (0.06)	2.20 (0.06)	4.09 (0.16)	3.64 (0.10)	5.19 (0.06)
Al ₂ O ₃	13.32 (0.22)	26.00 (0.32)	12.72 (0.34)	15.15 (0.19)	17.68 (0.26)
Cr ₂ O ₃	0.05 (0.05)	0.03 (0.02)	0.13 (0.06)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)
tFeO	10.81 (0.21)	6.96 (0.12)	11.03 (0.01)	11.86 (0.21)	8.89 (0.08)
MnO	0.13 (0.05)	0.07 (0.02)	0.18 (0.01)	0.15 (0.03)	0.18 (0.03)
MgO	12.13 (0.19)	7.14 (0.12)	12.17 (0.80)	8.04 (0.19)	5.48 (0.04)
NiO	0.03 (0.04)	0.00 (0.01)	0.10 (0.03)	0.04 (0.05)	0.05 (0.06)
CaO	9.43 (0.14)	5.49 (0.19)	9.57 (0.03)	8.84 (0.05)	5.65 (0.16)
Na ₂ O	3.76 (0.16)	1.35 (0.07)	1.18 (0.02)	4.48 (0.10)	1.91 (0.19)
K ₂ O	0.63 (0.02)	0.48 (0.02)	0.53 (0.02)	0.78 (0.02)	1.12 (0.00)
P ₂ O ₅	0.89 (0.08)	0.71 (0.13)	0.92 (0.12)	1.12 (0.06)	1.91 (0.15)
Total	98.98	98.27	95.64	98.20	95.68
CIPW Norm					
Q	0.00	13.53	0.00	0.00	13.61
Or	3.72	2.84	3.13	4.61	6.62
Ab	15.75	11.42	9.98	19.35	16.16
An	17.61	22.60	27.85	18.92	15.55
Ne	8.70	0.00	0.00	10.06	0.00
C	0.00	14.98	0.00	0.00	7.63
Di	18.90	0.00	11.00	14.47	0.00
Hy	0.00	27.03	19.70	0.00	21.83
Ol	25.84	0.00	13.88	21.27	0.00
Ilm	6.31	4.18	7.77	6.91	9.86
Ap	2.06	1.64	2.13	2.59	4.43
Cm	0.07	0.04	0.19	0.00	0.00
Mg# ^b	66	64	65	54	51

a : 括弧內之數字為標準差

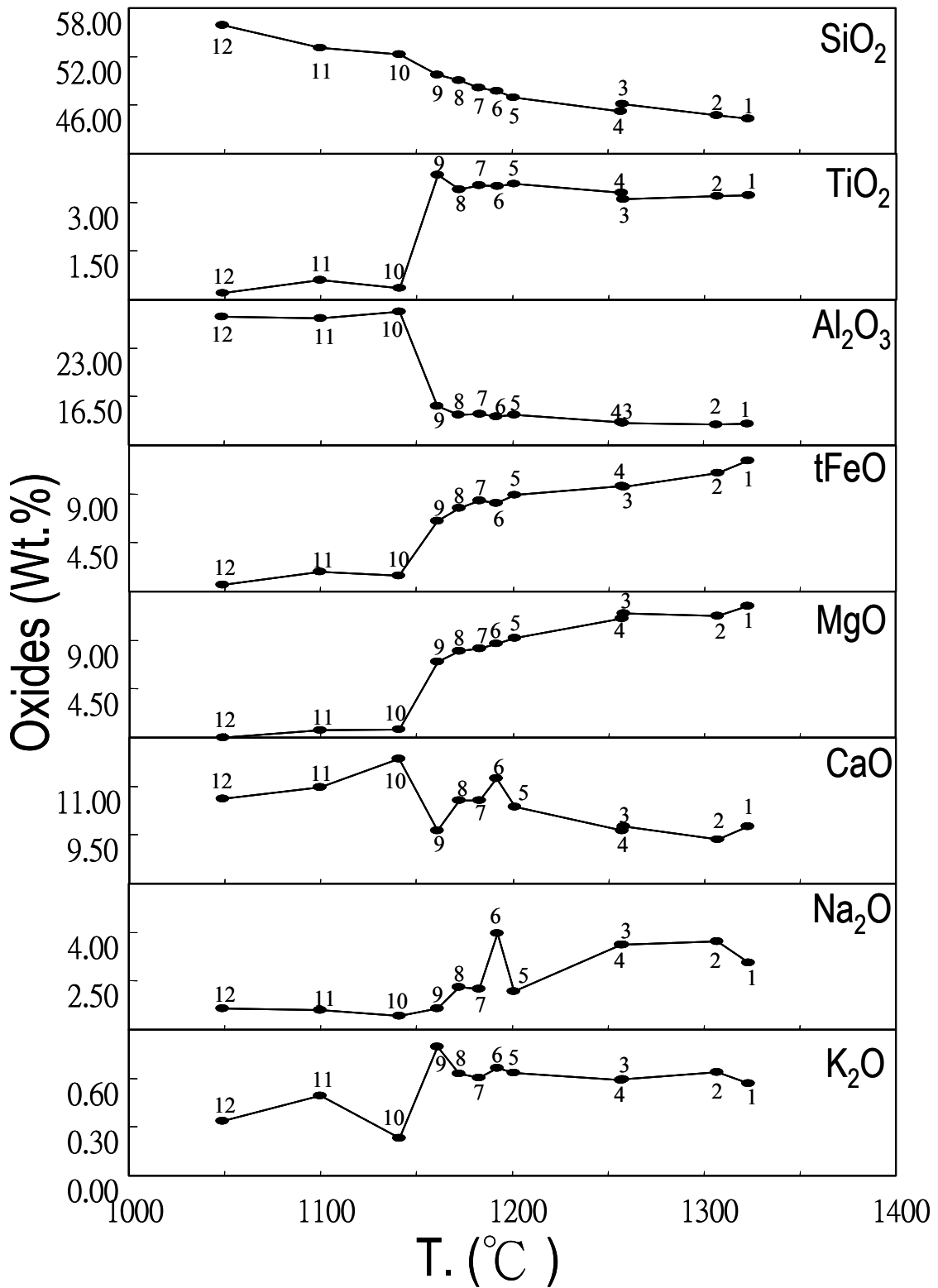
b : $Mg\# = Mg / (Mg + Fe) * 100$

表 3-16 (續)

Run no.	H08	H11	H03
Temp. (°C)	1160	1120	1100
Avg. of	2	2	2
Wt. (%)			
SiO ₂	48.37 (0.63) ^a	48.25 (0.41)	50.53 (2.30)
TiO ₂	4.59 (0.09)	4.98 (0.18)	3.18 (0.00)
Al ₂ O ₃	18.14 (0.36)	18.03 (0.16)	18.55 (1.73)
Cr ₂ O ₃	0.02 (0.03)	0.01 (0.01)	0.04 (0.00)
tFeO	8.73 (0.06)	9.13 (0.55)	8.67 (0.10)
MnO	0.11 (0.02)	0.09 (0.03)	0.12 (0.01)
MgO	5.51 (0.13)	5.19 (0.21)	4.59 (0.18)
NiO	0.04 (0.02)	0.02 (0.02)	0.03 (0.03)
CaO	5.62 (0.06)	5.64 (0.06)	4.77 (0.07)
Na ₂ O	4.92 (1.22)	5.06 (1.19)	5.11 (1.81)
K ₂ O	1.16 (0.08)	1.17 (0.05)	1.97 (0.09)
P ₂ O ₅	1.98 (0.02)	1.89 (0.02)	2.51 (0.03)
Total	99.20	99.45	100.07
CIPW Norm			
Q	0.00	0.00	0.00
Or	6.85	6.91	11.64
Ab	41.63	42.82	43.24
An	14.95	15.63	7.27
Ne	0.00	0.00	0.00
C	3.31	2.71	5.35
Di	0.00	0.00	0.00
Hy	10.19	6.40	15.98
Ol	8.92	11.14	4.68
Ilm	8.72	9.46	6.04
Ap	4.59	4.38	5.82
Cm	0.03	0.01	0.06
Mg# ^b	52	50	48

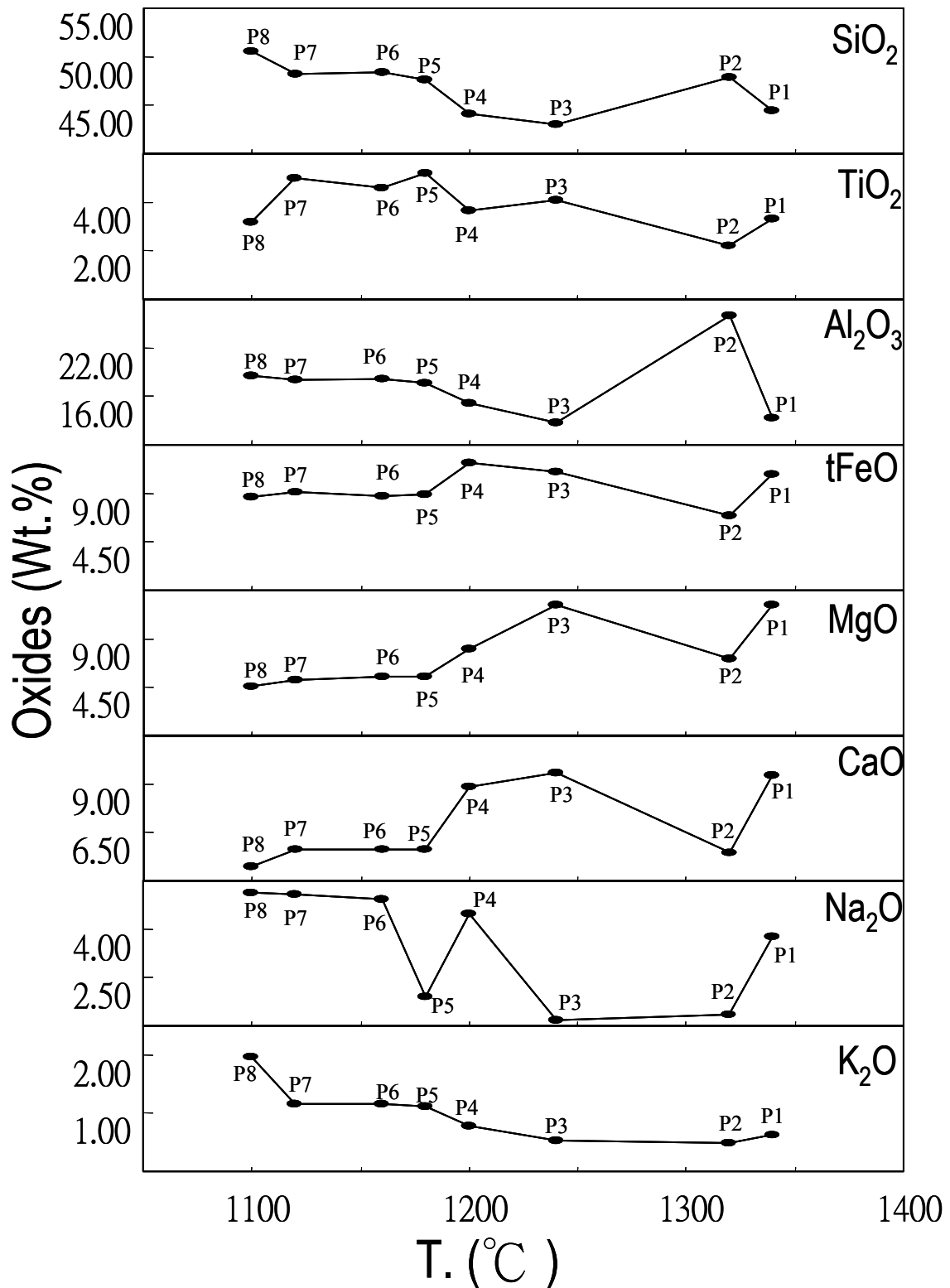
a : 括弧內之數字為標準差

b : $Mg\# = Mg / (Mg + Fe) * 100$



1 : 1323°C ; 2 : 1307°C ; 3 : 1258°C ; 4 : 1257°C ; 5 : 1201°C ; 6 : 1192°C ;
 7 : 1183°C ; 8 : 1172°C ; 9 : 1161°C ; 10 : 1141°C ; 11 : 1100°C ; 12 : 1049°C
 1 : 純液相 ; 2 : 氧化物晶出 ; 4 : 橄欖石晶出 ;
 9 : 斜輝石晶出 ; 10 : 橄欖石消失 ; 12 : 斜長石晶出

圖 3-13 一大氣壓下液相成分隨溫度之變化趨勢圖。



P1 : 1340°C ; P2 : 1320°C ; P3 : 1240°C ; P4 : 1200°C ;

P5 : 1180°C ; P6 : 1160°C ; P7 : 1120°C ; P8 : 1100°C

P1 : 石榴子石晶出 ; P2 : 氧化物晶出，石榴子石消失 ; P3 : 橄欖石晶出 ;

P4 : 斜輝石晶出 ; P5 : 橄欖石消失 ; P7 : 橄欖石出現 ; P8 : 斜長石晶出

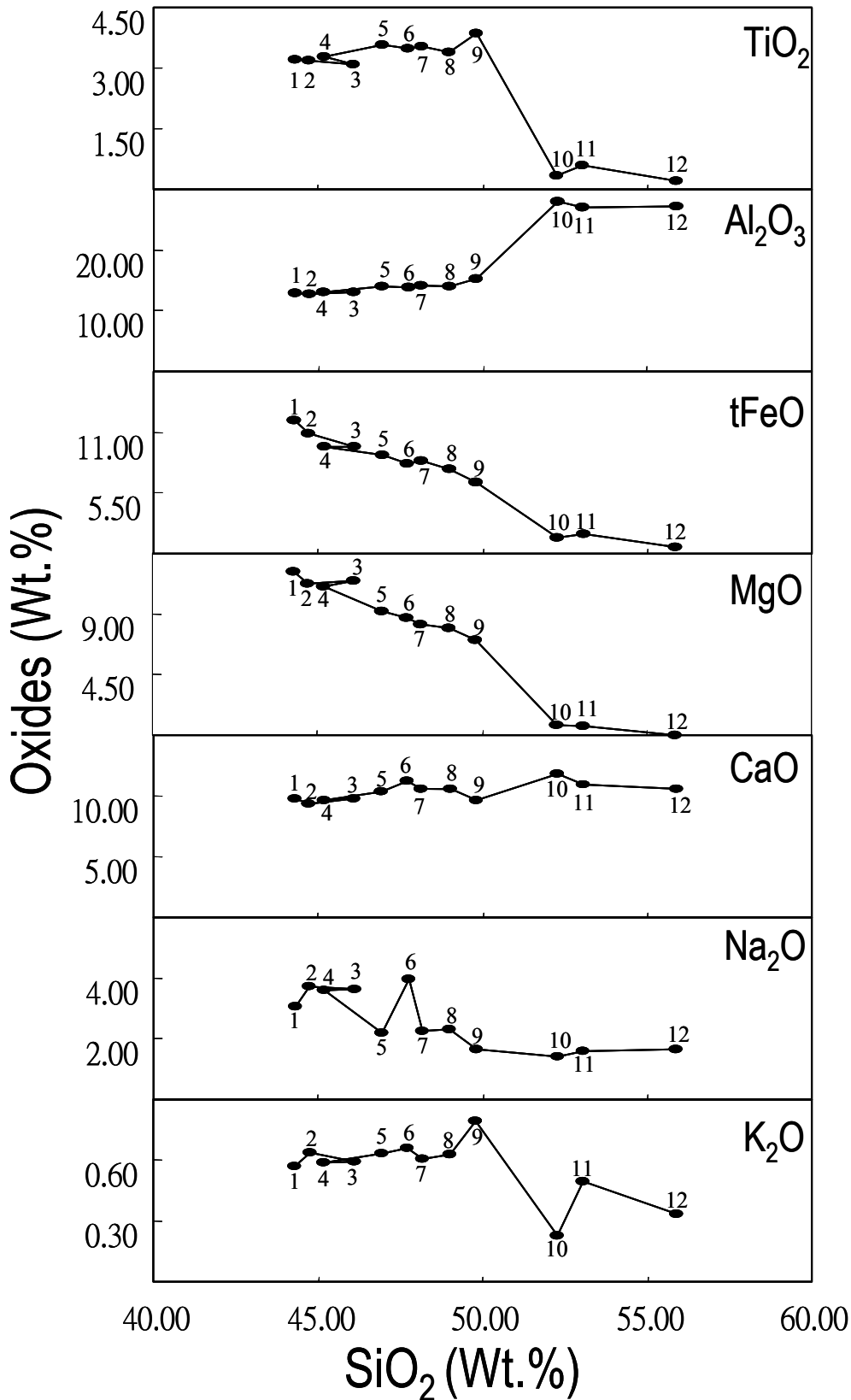
圖 3-14 1.0 京帕下之液相成分隨溫度變化趨勢圖。

3-2-3-2 液相成分隨二氧化矽變化圖

由液相成分隨二氧化矽變化圖（圖 3-15；圖 3-16），可看出殘餘岩漿在一大氣壓下早期演化成分並沒有太大的變化，但是到了晚期（點 9—點 12），其成分突然改變很多，這包括了氧化鈦、氧化鐵、氧化鎂與氧化鉀含量突然降低，氧化鋁及氧化鈣含量升高，而點 9 與點 10 恰好是橄欖石消失而斜輝石晶出的過渡區，所以這個在成分上的改變可能與橄欖石消失而斜輝石晶出有關。然而，1.0 京帕下的殘餘岩漿成分演化就顯得比較沒有規則。

3-2-3-3 液相成分之全鹼量隨二氧化矽變化圖

液相成分之全鹼量隨二氧化矽變化如圖 3-17 與圖 3-18 所示。在一大氣壓下岩漿成分由原岩成分（點 LT-2）所在的鹼性區（alkaline），隨著溫度下降，演化至次鹼性區（subalkaline）（圖 3-17），其演化趨勢與 Chen and Chung（1985）的關西—竹東地區玄武岩成分分佈趨勢相似。而 1.0 京帕下殘餘岩漿成分隨著溫度下降，在鹼性區與次鹼性區的分佈比較不規則（圖 3-18），但是殘餘岩漿成分中的點 P1、點 P4、點 P6 與點 P7 相當接近 Chen and Chung（1985）所稱之鹼性含量最高，鎂值也比較高（Mg number）的似碧玄岩（basanitoid），這可能暗示似碧玄岩生成的壓力環境比較高。

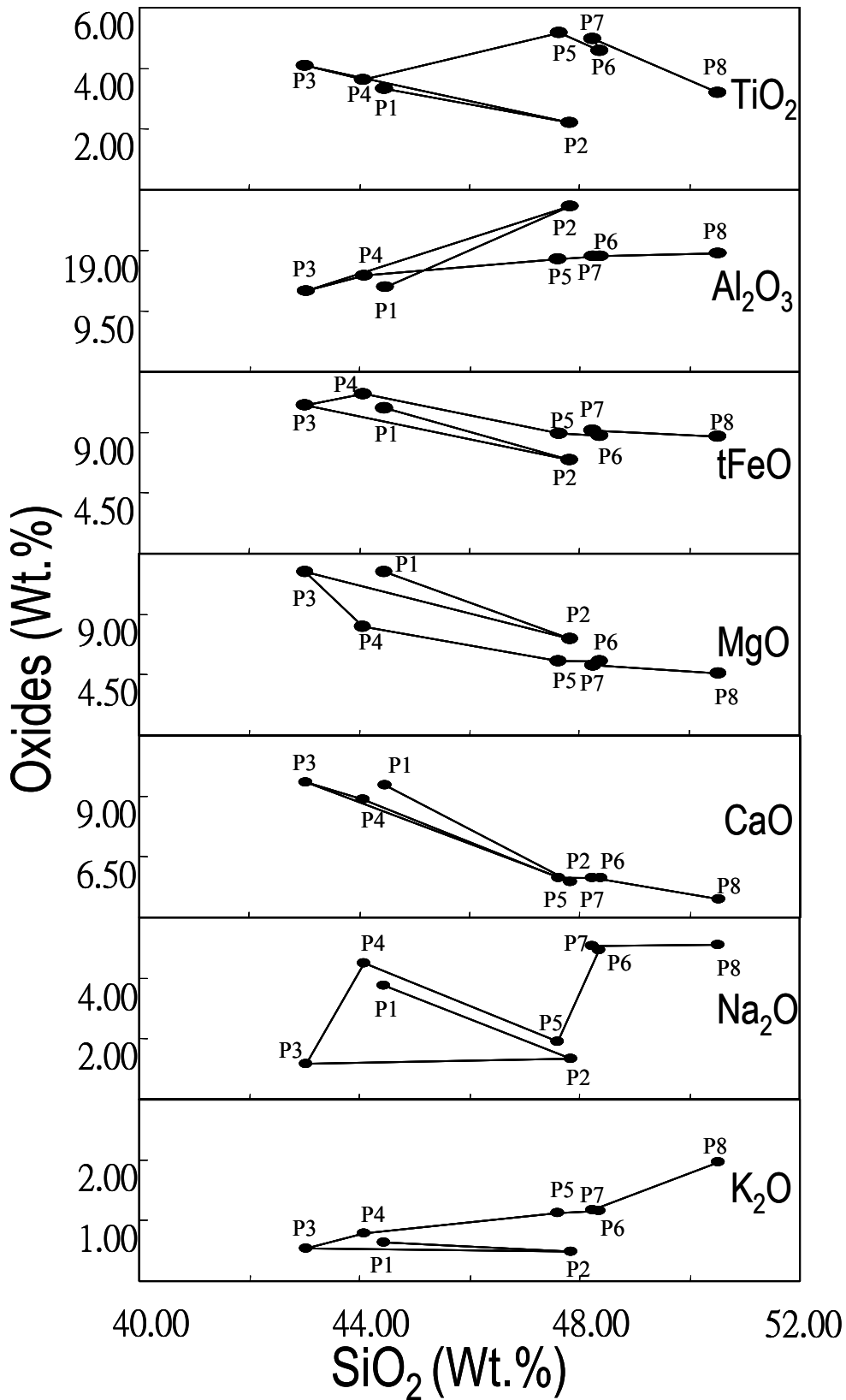


1 : 1323°C ; 2 : 1307°C ; 3 : 1258°C ; 4 : 1257°C ; 5 : 1201°C ; 6 : 1192°C ;
 7 : 1183°C ; 8 : 1172°C ; 9 : 1161°C ; 10 : 1141°C ; 11 : 1100°C ; 12 : 1049°C

1 : 純液相 ; 2 : 氧化物晶出 ; 4 : 橄欖石晶出 ; 9 : 斜輝石晶出 ;

10 : 橄欖石消失 ; 12 : 斜長石晶出

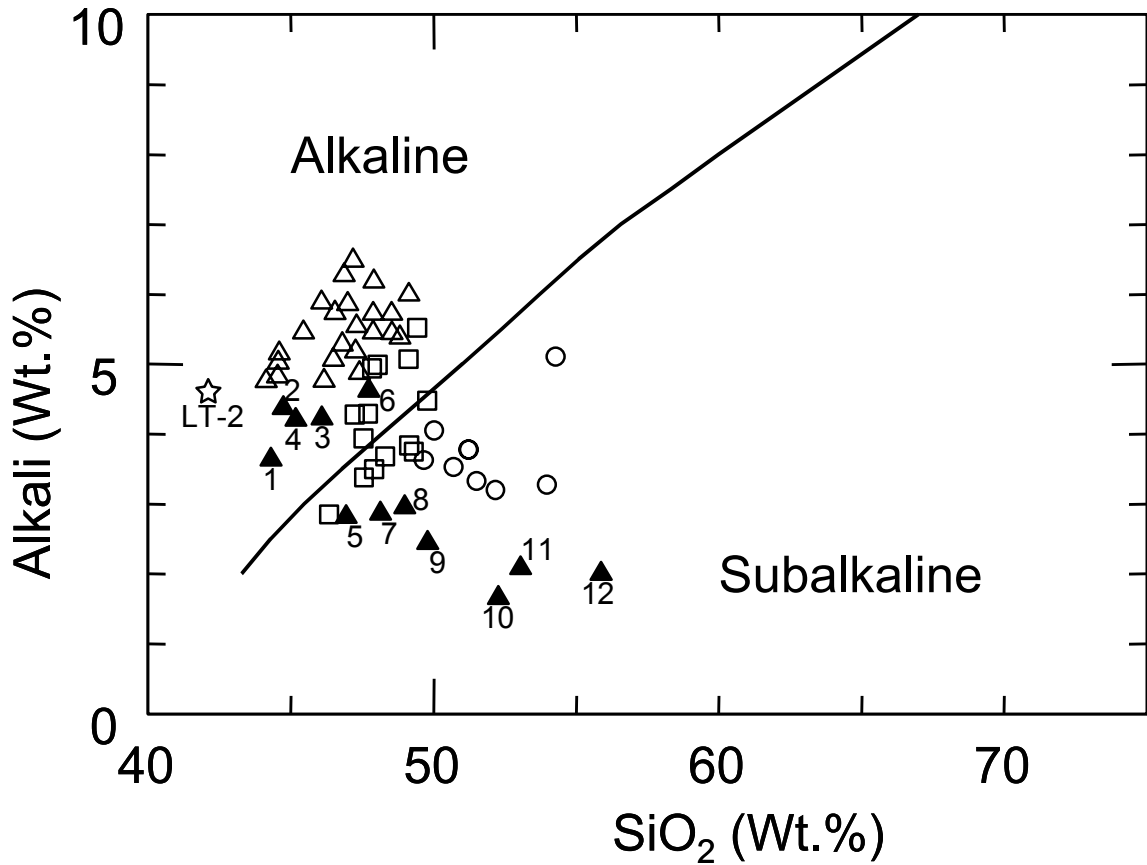
圖 3-15 一大氣壓下之液相成分隨二氧化矽變化圖。



P1 : 1340°C ; P2 : 1320°C ; P3 : 1240°C ; P4 : 1200°C ;
 P5 : 1180°C ; P6 : 1160°C ; P7 : 1120°C ; P8 : 1100°C

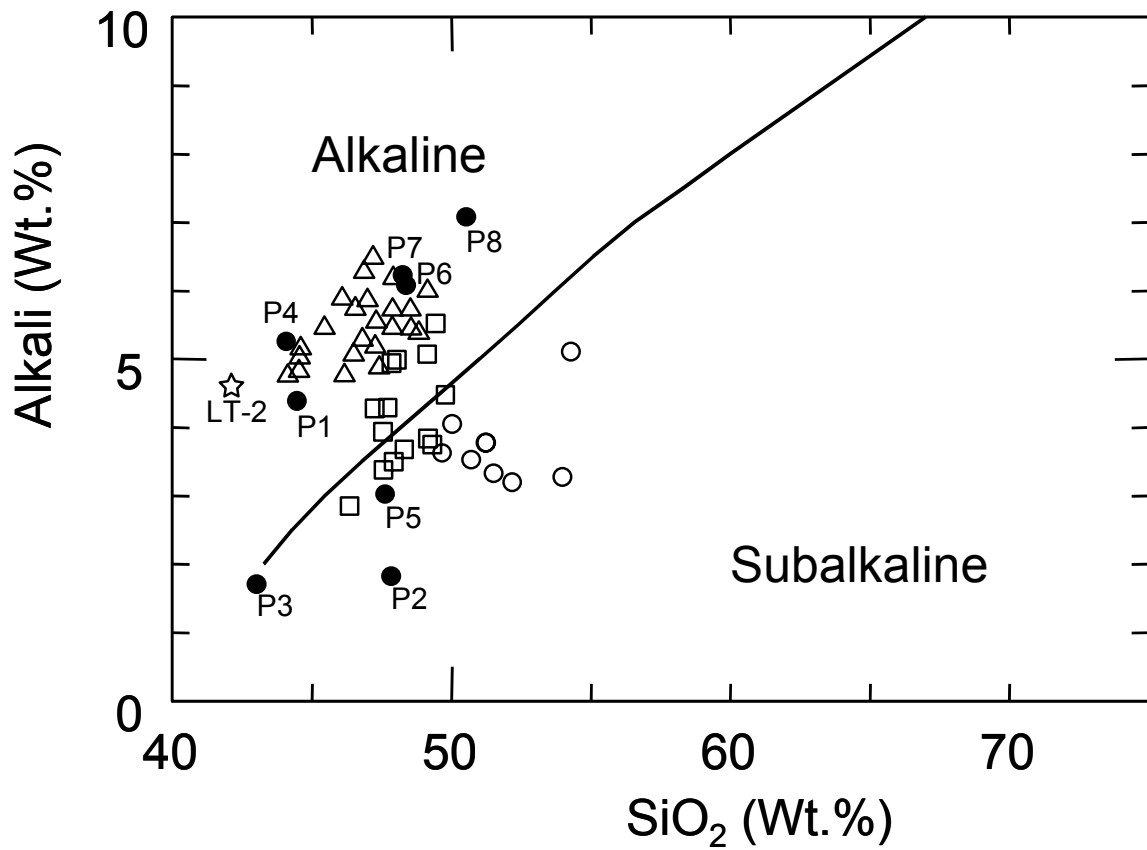
P1 : 石榴子石晶出 ; P2 : 氧化物晶出, 石榴子石消失 ; P3 : 橄欖石晶出 ;
 P4 : 斜輝石晶出 ; P5 : 橄欖石消失 ; P7 : 橄欖石出現 ; P8 : 斜長石晶出

圖 3-16 1.0 京帕下之液相成分隨二氧化矽變化圖



1 : 1323°C ; 2 : 1307°C ; 3 : 1258°C ; 4 : 1257°C ; 5 : 1201°C ; 6 : 1192°C ; 7 : 1183°C ; 8 : 1172°C ; 9 : 1161°C ; 10 : 1141°C ; 11 : 1100°C ; 12 : 1049°C

圖 3-17 一大氣壓下殘餘岩漿成分之全鹼量隨二氧化矽變化圖 (邊界線根據 Macdonald and Katsura, 1964, ☆為原岩成分; ▲為實驗結果; △, □, ○分別為 Chen and Chung, 1985 所稱之似碧玄岩、鹼性橄欖玄武岩與矽質玄武岩)。



P1 : 1340°C ; P2 : 1320°C ; P3 : 1240°C ; P4 : 1200°C ;

P5 : 1180°C ; P6 : 1160°C ; P7 : 1120°C ; P8 : 1100°C

圖 3-18 1.0 京帕下殘餘岩漿成分之全鹼量隨二氧化矽變化圖(邊界線根據 Macdonald and Katsura, 1964, ☆為原岩成分; ●為實驗結果; △, □, ○分別為 Chen and Chung, 1985 所稱之似碧玄岩、鹼性橄欖玄武岩與矽質玄武岩)。

3-2-3-4 鹼金屬—全量鐵—氧化鎂圖 (AFM 圖)

一大氣壓下殘餘岩漿之 AFM 圖 (圖 3-19) 顯示岩漿在初期成分上沒有明顯的變化，而且幾乎分佈在矽質玄武岩區 (tholeiitic)，但是到了晚期氧化鎂與全量鐵的含量降低，而鹼金屬含量卻急遽升高。在 1.0 京帕下殘餘岩漿之 AFM 圖 (圖 3-20) 則顯示岩漿演化的趨勢為氧化鎂含量減少，全量鐵含量先增加後減少，這可能與晶出橄欖石用去較多的鎂有關，而鹼金屬含量則有漸漸增加的趨勢。

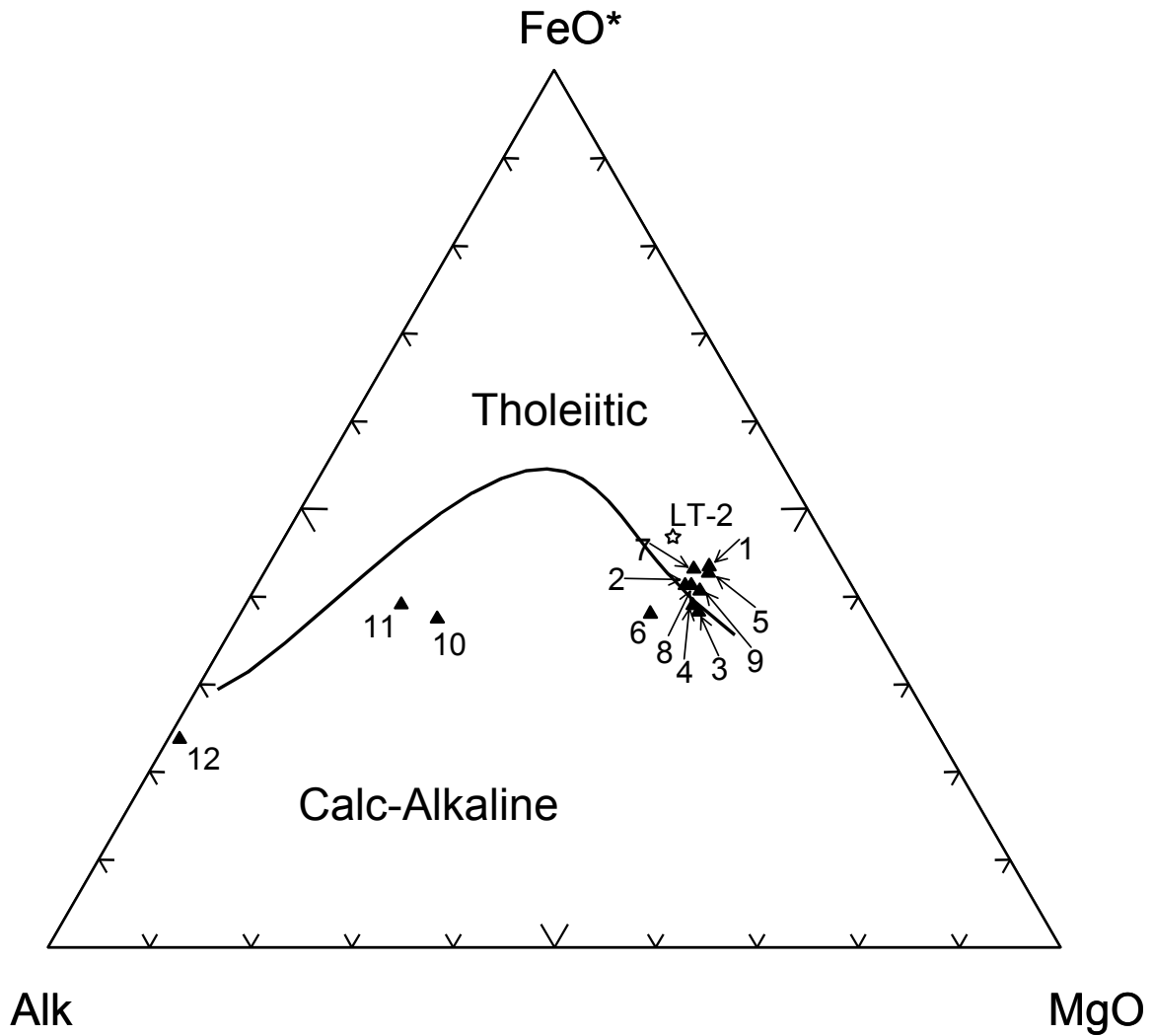
3-2-3-5 斜長石 (Pl) —橄欖石 (Ol) —石英 (Sil) 成分圖

將殘餘岩漿成分點入由透輝石投影至斜長石—橄欖石—石英成分圖中 (圖 3-21; 圖 3-22)，發現一大氣壓下殘餘岩漿成分隨溫度下降有往石英端演化的趨勢 (圖 3-21)，而 1.0 京帕下的殘餘岩漿成分與溫度的升降間沒有規律性變化 (圖 3-22)。

3-2-3-6 透輝石 (Di) —橄欖石 (Ol) —霞石 (Neph) 成分圖

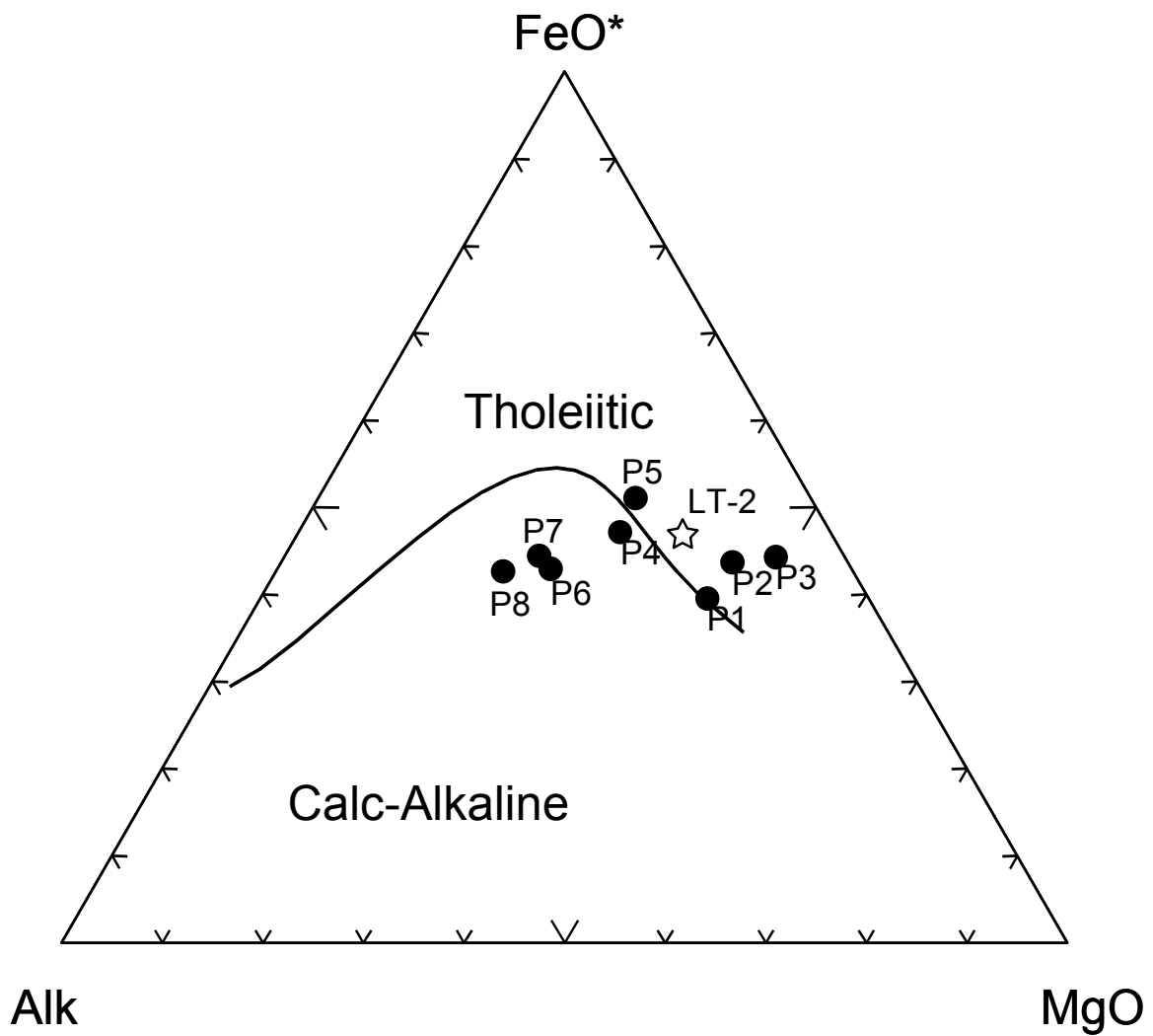
若從斜長石投影至透輝石—橄欖石—霞石成分圖來看 (圖 3-23)，一大氣壓與 1.0 京帕下的實驗初始成分皆落於橄欖石初晶域，與實驗結果先晶出橄欖石相符。從圖中亦可看出隨著溫度降低，殘餘岩漿成分遠離霞石端，且 1.0 京帕的玻璃成分比一大氣壓更接近橄欖石端，這可能與橄欖石穩定相的區域會隨著壓力上昇而縮小有關 (Liu and Presnall, 1990; Presnall et al., 1978; Stolper,

1980；)，而 1.0 京帕的玻璃初始成分也比一大氣壓更接近霞石端
 (Sack et al., 1987)。



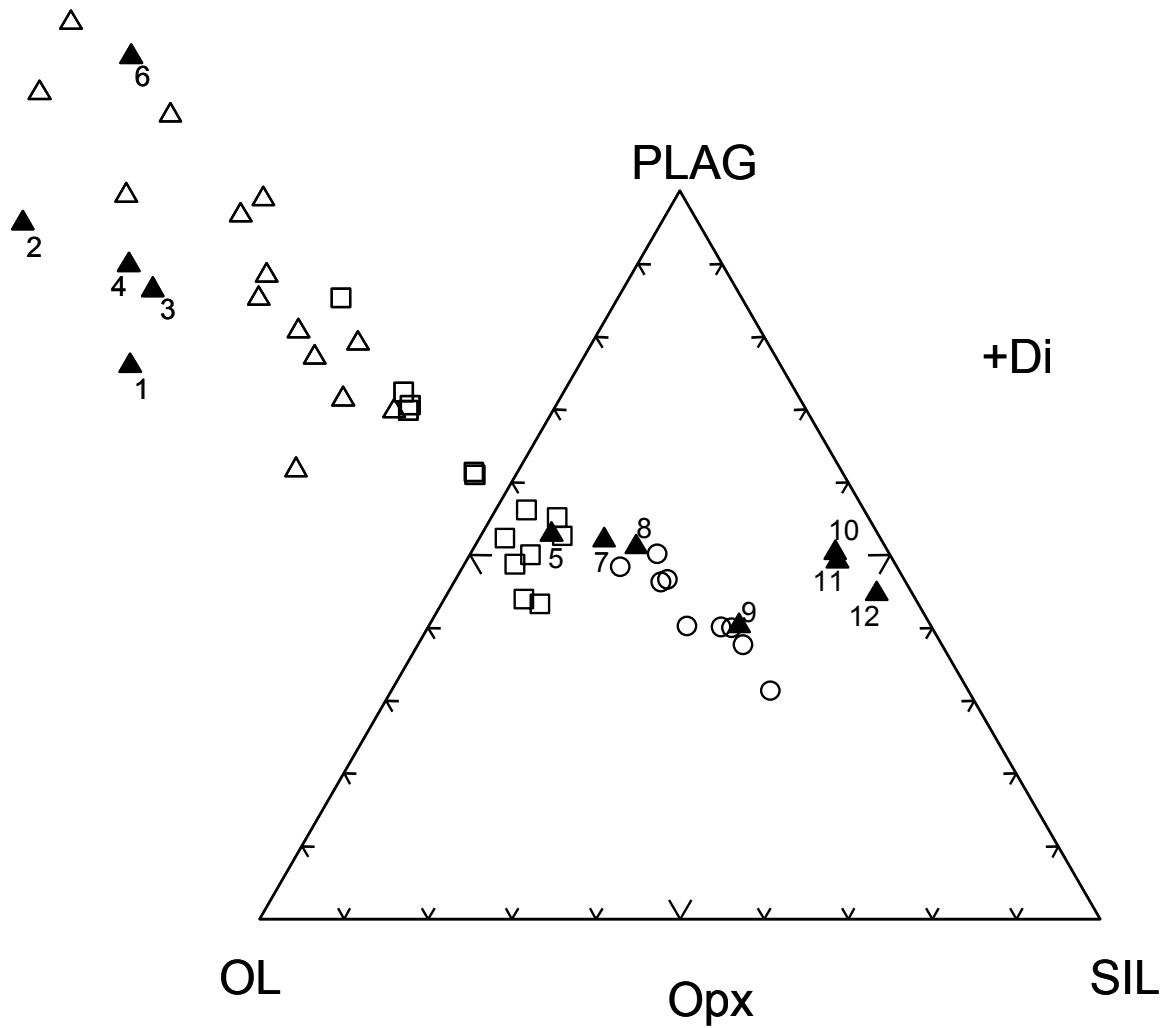
1 : 1323°C ; 2 : 1307°C ; 3 : 1258°C ; 4 : 1257°C ; 5 : 1201°C ; 6 : 1192°C ;
 7 : 1183°C ; 8 : 1172°C ; 9 : 1161°C ; 10 : 1141°C ; 11 : 1100°C ; 12 : 1049°C

圖 3-19 一大氣壓下殘餘岩漿之 AFM 圖 (▲為實驗結果，☆為原岩成分)。

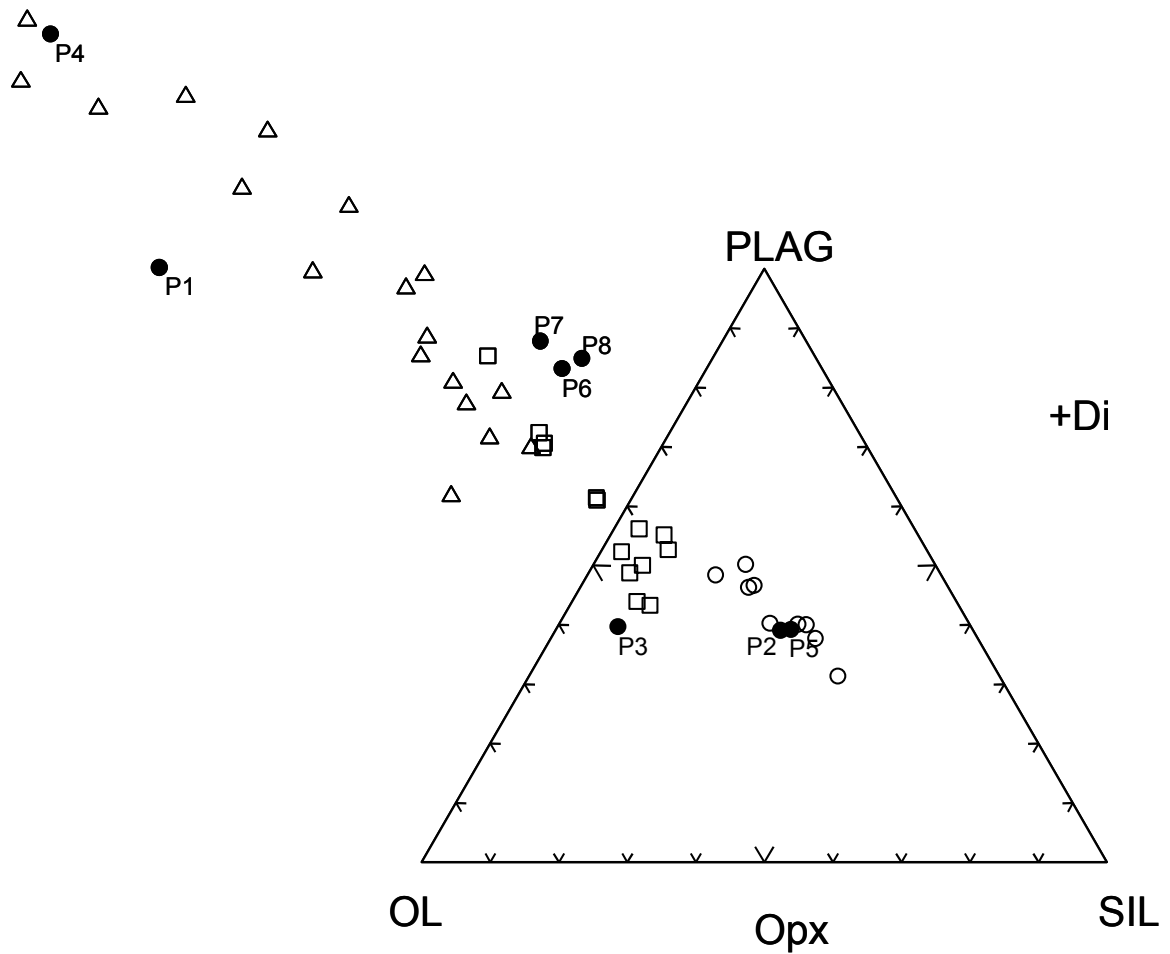


P1 : 1340°C ; P2 : 1320°C ; P3 : 1240°C ; P4 : 1200°C ;
 P5 : 1180°C ; P6 : 1160°C ; P7 : 1120°C ; P8 : 1100°C

圖 3-20 1.0 京帕下殘餘岩漿成分之 AFM 圖 (●為實驗結果, ☆為原岩成分)。

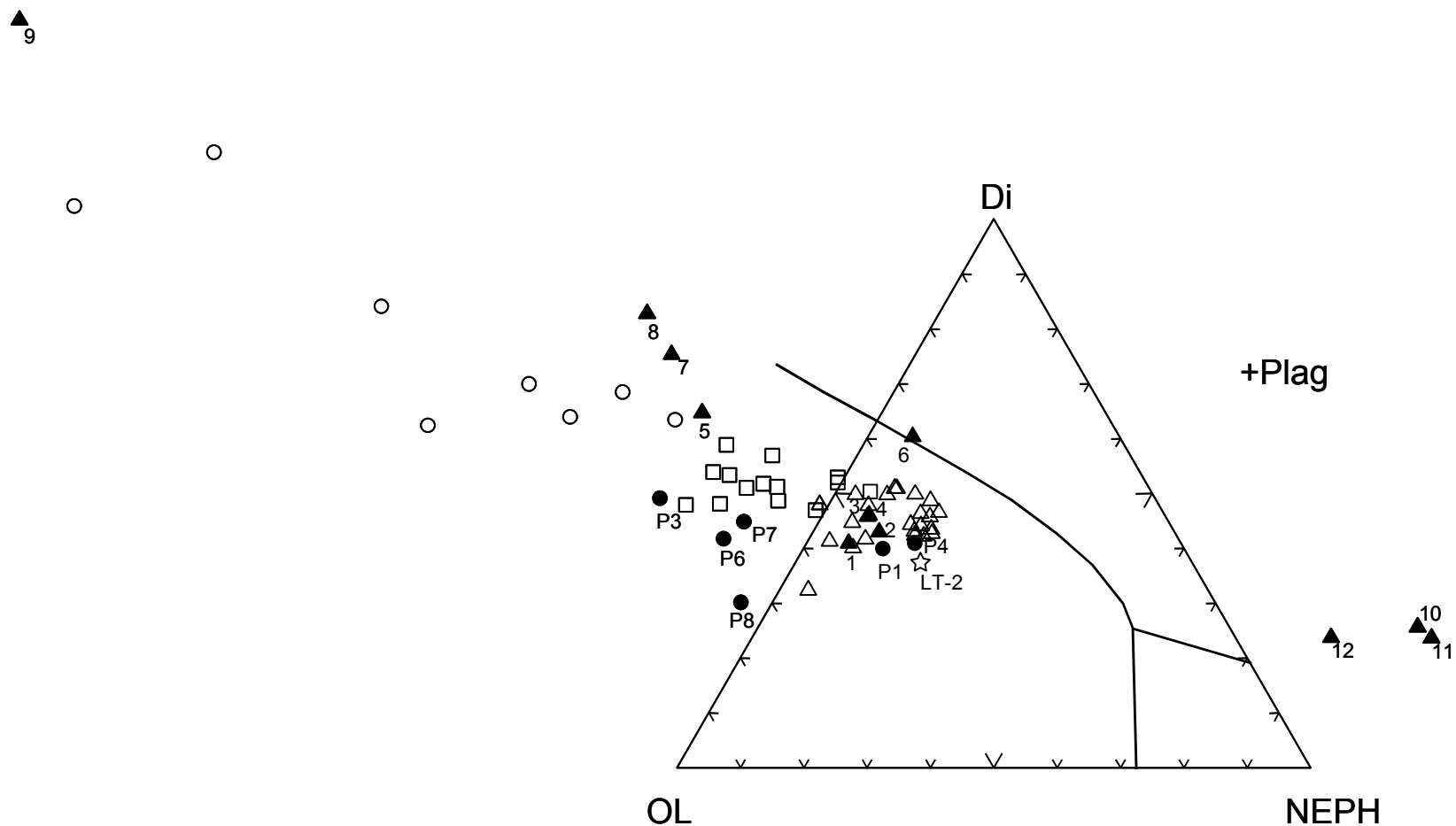


1 : 1323°C ; 2 : 1307°C ; 3 : 1258°C ; 4 : 1257°C ; 5 : 1201°C ; 6 : 1192°C ;
 7 : 1183°C ; 8 : 1172°C ; 9 : 1161°C ; 10 : 1141°C ; 11 : 1100°C ; 12 : 1049°C
 圖 3-21 一大氣壓下玻璃由透輝石投影至斜長石-橄欖石-石英成分
 圖 (圖形根據 Sack et al., 1987, ▲為實驗結果; △, □, ○分別為 Chen and Chung, 1985 所稱之似碧玄岩、鹼性橄
 欖玄武岩與砂質玄武岩)。



P1 : 1340°C ; P2 : 1320°C ; P3 : 1240°C ; P4 : 1200°C ;
 P5 : 1180°C ; P6 : 1160°C ; P7 : 1120°C ; P8 : 1100°C

圖 3-22 1.0 京帕下玻璃由透輝石投影至斜長石-橄欖石-石英成分圖 (圖形根據 Sack et al., 1987, ● 為實驗結果; △, □, ○ 分別為 Chen and Chung, 1985 所稱之似碧玄岩、鹼性橄欖玄武岩與矽質玄武岩)。



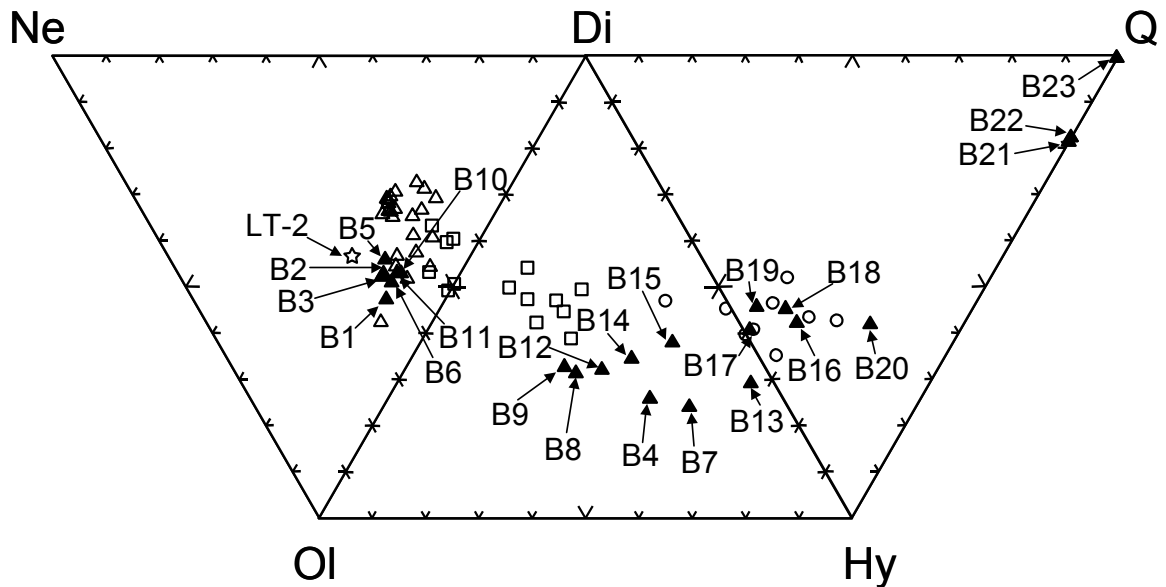
1 : 1323°C ; 2 : 1307°C ; 3 : 1258°C ; 4 : 1257°C ; 5 : 1201°C ; 6 : 1192°C ; 7 : 1183°C ; 8 : 1172°C ; 9 : 1161°C ; 10 : 1141°C ; 11 : 1100°C ; 12 : 1049°C ; P1 : 1340°C ; P3 : 1240°C ; P4 : 1200°C ; P6 : 1160°C ; P7 : 1120°C ; P8 : 1100°C

圖 3-23 各壓力下玻璃由斜長石投影至透輝石-橄欖石-霞石成分圖 (圖形根據 Sack et al., 1987, ▲為一大氣壓實驗結果; ●為 1.0 京帕下實驗結果; ☆為原岩成分; △, □, ○分別為 Chen and Chung, 1985 所稱之似碧玄岩、鹼性橄欖玄武岩與砂質玄武岩)。

3-2-3-7 應存礦物

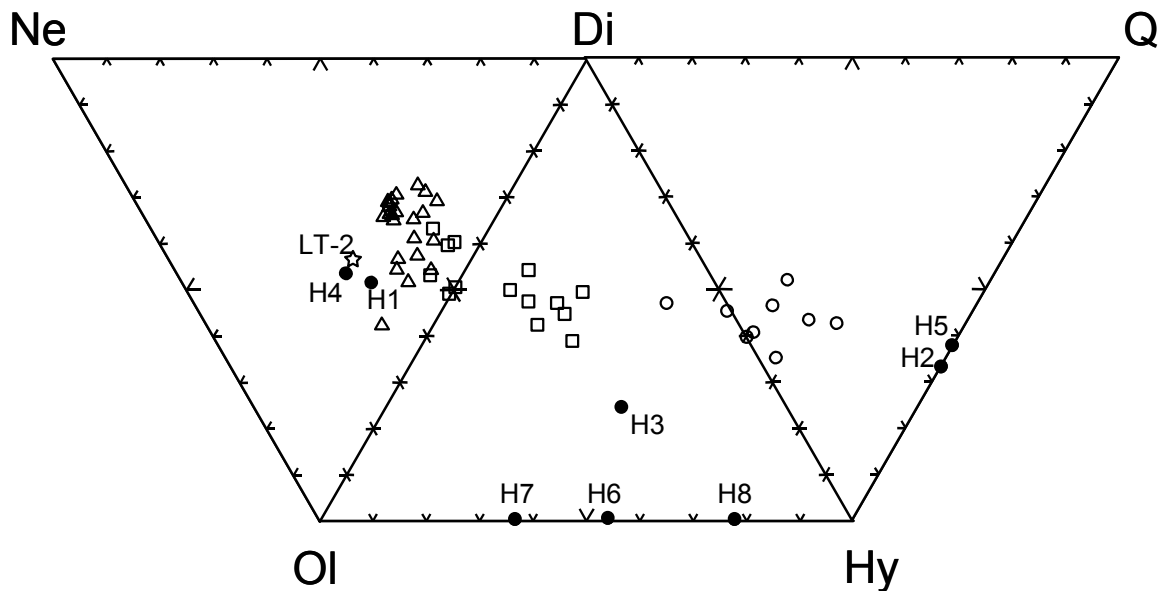
原岩與實驗結果玻璃相之化學成分經 I. G. P. E. T. 程式計算其 C. I. P. W. 應存礦物列於表 3-15 與表 3-16 下半部分，將應存礦物含量繪於玄武岩四面體中（圖 3-24；圖 3-25），可看出原岩成分落於 Yoder and Tilley (1962) 所稱之鹼性玄武岩 (alkali basalt) 區域中。一大氣壓下玻璃應存礦物成分圖顯示（圖 3-24），隨著溫度降低，殘餘岩漿從鹼性玄武岩演化為橄欖石矽質玄武岩 (olivine tholeiite)，再演化至石英矽質玄武岩 (quartz tholeiite)，也就是由含霞石 (Nepheline normative) 端成分區穿過 Di-Ol-Pl 平面與 Di-Hy-Pl 平面，到達含石英 (Quartz normative) 端成分區。如果對照 Chen ang Chung (1985) 所分析的關西—竹東地區玄武岩應存礦物成分分佈（圖 3-24），發現兩者的分佈趨勢是近似的。而在 1.0 京帕下，玻璃相之成分分佈於鹼性玄武岩區域和橄欖石矽質玄武岩區（圖 3-25）。因此，由圖 3-24 與圖 3-25 可發現關西—竹東地區三種玄武岩 (Chen an Chung, 1985) 可能是在低壓（1.0 京帕～一大氣壓）的環境下經結晶分異形成 (Sack et al., 1987)。

綜合以上所述，關西—竹東地區玄武岩在 1.0 京帕至一大氣壓下結晶分異過程可能為，鹼性玄武岩質岩漿移動速度可能較快，因此在低壓環境存留的時間並不長，便噴發出地表冷卻，形成鹼性玄武岩。



B1 : 1323°C ; B2 : 1307°C ; B3 : 1304°C ; B4 : 1293°C ; B5 : 1283°C ; B6 : 1278 ;
 B7 : 1277°C ; B8 : 1273°C ; B9 : 1263°C ; B10 : 1258°C ; B11 : 1257°C ; B12 : 1254
 °C ; B13 : 1243°C ; B14 : 1233°C ; B15 : 1201°C ; B16 : 1197°C ; B17 : 1183°C ;
 B18 : 1177°C ; B19 : 1172°C ; B20 : 1161°C ; B21 : 1141°C ; B22 : 1100°C ; B23 :
 1049

圖 3-24 一大氣壓下玻璃應存礦物成分圖 (圖形根據 Yoder and Tilley, 1962, ☆為原岩成分; ▲為實驗結果; △, □, ○分別為 Chen and Chung, 1985 所稱之似碧玄岩、鹼性橄欖玄武岩與矽質玄武岩; 數字為溫度, 單位是°C)。



H1 : 1340°C ; H2 : 1320°C ; H3 : 1240°C ; H4 : 1200°C ;
 H5 : 1180°C ; H6 : 1160°C ; H7 : 1120°C ; H8 : 1100°C

圖 3-25 1.0 京帕下玻璃應存礦物成分圖 (圖形根據 Yoder and Tilley, 1962, ☆為原岩成分; ●為實驗結果; △, □, ○分別為 Chen and Chung, 1985 所稱之似碧玄岩、鹼性橄欖玄武岩與矽質玄武岩)。

若是岩漿停留在低壓環境下較久，就會分異為橄欖石矽質玄武岩和石英矽質玄武岩質岩漿，分別噴發出地表。而 1.0 京帕下晶出的斜輝石有的沈聚下來形成偉晶，被後來的岩漿帶至地表成為高壓偉晶(Tsai, 1978 ; Chung and Chen, 1990)。

由本實驗結果來看，在一大氣壓下殘餘岩漿成分可由鹼性玄武岩演化至橄欖石矽質玄武岩，再演化至石英矽質玄武岩，似乎在一大氣壓下並不存在熱分隔，這與 Sack et al. (1987) 之結論相同。Juan et al. (1979) 以公館期與角板山期玄武岩應存礦物分布情形，認為低壓下鹼性玄武岩與矽質玄武岩有一個熱分隔點，但是他卻排除關西—竹東地區玄武岩。且陳淑珍 (1988) 認為此區矽質玄武岩從鋁同位素來看，可能有地殼污染情形，根據本研究所認為的結晶分化過程，岩漿是否停留在低壓環境結晶分化，為鹼性玄武岩演化成矽質玄武岩的關鍵，若是岩漿會停留在低壓環境下，就無法排除沒有地殼污染造成鋁同位素含量較高而鈹同位素較低的情形發生，而鹼性玄武岩岩漿則因為較快速通過，其鋁同位素含量就可能比較少。