一材料となるものである。

而して沃内, 名好の兩炭層が暗炭を主とし vitrain, clarain の細縞を混ざる層炭である事實は, 石炭岩石學上, その生成は狹義の原地堆積に非ずして多少水流の影響の存せし環境に生成せる事を示すものである (未完)。

ニ上山産柘榴石の研究 (II)

Studies of garnets in the andesites forming the volcano Nijō-san (II)

理 學 士 大 森 啓 一 (K. Ohmori)

VI 柘 榴 石

1 穴蟲柘榴石 茲に穴蟲柘榴石と稱するは其母岩より離脱して一度河水により運搬沈積せるものである。この柘榴石に就いては神津先生の詳細な研究がある。次にこの要點を述べよう。

化學成分に就いて神津先生及び河野助教授¹⁾は精密に研究された。穴蟲高垣製鍊所採集の柘榴石の中, 濃紅黄色の種類を精選し, 之を河野助教授が分析された。その化學式は $(\text{Fe}'''_8\text{Fe}''_{199}\text{Mg}_{38}\text{Mn}_{12}\text{Ca}_{43})_{300}\text{Al}_{200}[\text{SiO}_4]_{300}$ となり, $\text{RO}:\text{R}_2\text{O}_3:\text{RO}_2=3:1:3$ である。この分析結果から算出した柘榴石端成分分子比は $\text{Alm}=67.66\%$, $\text{Py}=13.20\%$, $\text{Sp}=4.13\%$, $\text{Gr}=8.58\%$ 及び $\text{And}=6.43\%$ である²⁾。

竹内學士³⁾はこの屈折率を浸液分散法で測定して穴蟲産 $n=1.809$, 春日産 $n=1.810$ なる結果を得られた。

化學分析の行はれた試料を用ゐて撮影した6枚の粉末 X 線寫眞から格子恒數を算出し, $a_0=11.542 \text{ \AA}$ を得た⁴⁾。

1) 神津淑祐及び河野義禮：穴蟲産柘榴石の化學成分に就て, 岩礦, 21, 80~85, 昭 14.

2) この端成分分子比に就いては, 岩礦, 23, 164 頁の正誤表をも参照せられたい。

3) 竹内常彦：柘榴石の屈折率と比重に就て, 岩礦, 21, 215~216, 昭 14.

4) 神津淑祐, 竹内常彦及び大森啓一：長久保産柘榴石, 穴蟲産柘榴石及び中津川産柘榴石の化學成分と物理性質との關係及び格子恒數の再検討, 岩礦, 23, 51~65, 昭 15.

この精選したものの比重を竹内學士が比重蠟法で測定された結果は, G (at 4°C) = 4.104 である¹⁾。

上記物理恒数より化學成分を検討した結果は次の様である²⁾。穴蟲柎榴石は化學成分の複雑なものの一つで、上述の化學成分に述べた様に五個の端成分を總て含有し、この中最も少量のものでも $\text{Sp} = 4.13 \text{ mol } \%$ である。神津先生の提案された方法で、物理恒数から化學成分を算出するには聯立五元一次方程式を必要とし、これには n , G 及び a_0 の他に一恒数を必要とする。従つて次の様な簡略法を用ゐた。先づ物理恒数の實測値を種々の計算で吟味し、修正物理恒数を求める。次に $\text{Alm} + \text{Py}$, $\text{Gr} + \text{And}$ 或は $\text{Alm} + \text{Sp}$ の固溶體を考へ、其各々が一成分を成すとして聯立四元一次方程式で算出する。かくして得た各成分百分比の平均値は $\text{Alm} = 67.34\%$, $\text{Py} = 13.07\%$, $\text{Sp} = 4.51\%$, $\text{Gr} = 8.64\%$ 及び $\text{And} = 6.44\%$ となり、之は上記化學分析よりの百分比と良く一致する。

2 黑雲母安山岩中の柎榴石 この柎榴石の屈折率と格子恒数は次の様である。

屈折率 竹内學士の測定された屈折率は次の様である³⁾。

柎榴石	(Rock No. 9)	$n = 1.808 A$
	(Rock No. 10)	$n = 1.808 A$
平 均		$n = 1.808 A$

この結果は上記穴蟲柎榴石 $n = 1.809$ と實驗誤差内で一致する。

格子恒数 上記と同一の試料を用ゐて粉末 X 線寫眞を撮影し、格子恒数を算出した。先づ試料に大略等量の黄鐵礦の粉末を混入し、柎榴石と黄鐵礦とを同一フィルム上に撮影した。X 線管球の對陰極には Fe を用ゐた。

1) 竹内常彦：前掲；神津淑祐及び河野義禮：前掲。

2) 神津淑祐，竹内常彦及び大森啓一：柎榴石の物理恒数より化學成分を算出する新方法，岩礦，23, 203~233, 昭 15.

3) この屈折率測定方法は標準硝子を用ゐる浸液分散法である。この機會に於て竹内學士の御援助に對し謝意を表する。

黄鐵礦の反射線間距離をコンパレーターで測定して補正曲線を作り、この曲線を用ゐて柘榴石の反射線間測定距離を補正し、格子恒数を算出した。異なるカメラを使用して得た結果は次の様である。

柘榴石 (Rock No. 10)	カメラ	No. 1	$a_0=11.548 \text{ \AA}$
		No. 5	$a_0=11.546 \text{ \AA}$
	平 均	$a_0=11.547 \text{ \AA}$	

尙この試料は捕獲岩を有する黒雲母安山岩中の柘榴石である。捕獲岩を有しない安山岩の夫に就いて同様に實驗し次の結果を得た。

柘榴石 (Rock No. A-1)	カメラ	No. 1	$a_0=11.547 \text{ \AA}$
		No. 4	$a_0=11.546 \text{ \AA}$
		No. 5	$a_0=11.544 \text{ \AA}$
平 均		$a_0=11.546 \text{ \AA}$	

この兩者は實驗誤差の範圍内で良く一致する。即ち黒雲母安山岩中の柘榴石の格子恒数は $a_0=11.546 \text{ \AA}$ である。この結果は上記穴蟲産の $a_0=11.542 \text{ \AA}$ と比較すると $0.004 \text{ \AA}$ 大である。この相違は穴蟲産の實驗では、

第 參 表 (Tab. 3)

No.	n	a_0
X-2(a)	1.8058(p)	11.505 A
X-2(b)	1.8076(p)	—
X-3	1.8085(p)	11.502 A
X-10	1.8079(p)	11.505 A
X-11	1.8066(p)	11.504 A
X-12	1.8058(p)	11.505 A
mean	1.8071	11.504 A
X-13	1.7980(p)	11.492 A
No. 12	1.807 (i)	11.529 A

(p) プリズム法の測定 (i) 浸液分散法の測定

黄鐵礦粉末を柘榴石粉末に混入せずして、各々別のフィルムに撮影し、前者から得た補正曲線を後者に適用した爲め實驗誤差が大きくなる、故に實驗

第 四 表

No.	黑雲母	斜 長 石					
	γ (001)	α' (001)	γ' (001)	%An	柘榴石 garnet	斜長石 plagio.	黑雲母 biotite
X-2	—	1.567	1.571	72	+	+	+
X-3	1.643	{ 1.568 1.552	{ 1.571 1.557	{ 73 46	+	+	+
X-10	1.648	1.557	1.561	53	+	+	+
X-11	1.643	1.566	1.570	70	+	+	+
X-12	1.643	{ 1.566 1.552	{ 1.570 1.557	{ 70 46	+	+	+
X-13	1.648	{ 1.565 1.553	{ 1.569 1.559	{ 68 47	+	+	+
No. 12	n. d.				+	—	+

1) porphyroblastic

誤差の範囲内で一致して居ると云つて差支へなからう¹⁾。

3 捕獲岩中の柘榴石 同様の方法で求めた捕獲岩中の柘榴石の屈折率と格子恒数は第參表の様である。ここに屈折率は No. 12 を除いては總てブリズム法で測定した。

同表に見る様に捕獲岩の X-2 から X-12 迄の六種に於て屈折率は 1.8058~1.8085 で極めて近似である。又格子恒数も 11.502A から 11.505A で、これ等も實驗誤差の範囲内の違いである。然るに X-13 中の柘榴石の n と a_0 は共に前者と異り $n=1.7980$ 及び $a_0=11.492$ である。この差異は礦物成分上の差異とも關係し、第四表に見る様に他の捕獲岩と礦物組合せを異にする。同母岩中には多量のガラスを存するのは高度の pyrometamorphism を受けた證據と推される。

變成作用の程度の最も低いと考へられる黒雲母粘板岩 (No. 12) 中の柘榴石の a_0 は又前二種と異つて遙かに高く $a_0=11.529$ である。これ丈けの材料から見れば變成作用の進むに従ひ a_0 の値は減少する傾向である。

1) 穴蟲産濃紅黃色柘榴石をこの方法で實驗し、カメラ No. 1 $a_0=11.545A$, カメラ No. 5 $a_0=11.544A$, 平均 $a_0=11.545A$ を得た。

(Tab. 4)

礦物組合 (mineral assemblage)								
珪線石 sillim.	珪線石 斑狀變晶 sillim. 1)	堇青石 cordie.	十字石 staurol.	紅柱石 andalus.	鋼 玉 corund.	尖晶石 spinel	炭酸鹽 礦 物 carb. min.	ガラス glass
他の礦物は母岩分解の爲判明せず								
—	+	+	—	+	—	—	+	+
+	—	—	—	—	+	+	—	+
—	+	—	—	—	—	—	+	+
—	+	—	—	—	—	—	—	+
—	—	—	—	—	—	—	—	+
—	—	—	—	—	—	—	—	+

これ等柎榴石と共生する斜長石及び黒雲母の屈折率及び其他の礦物の組合せは第四表に見る様である。

4 黒雲母安山岩及び捕獲岩中の柎榴石の包裹物 柎榴石中の包裹物には斜長石、黒雲母、磁鐵礦、燐灰石及び風信子礦が認められ、他に珪線石及び紅柱石様礦物がある。燐灰石は屈折率が高く、最大複屈折の小さいこと、底面薄片が六角形を呈し、柱面薄片に底面劈開の認められることで識別出來た(第五圖 2)。風信子礦は底面薄片が正方晶系的なこと、磁鐵礦はその形と色で決定した。珪線石は細い放射針狀結晶で、主として捕獲岩中の柎榴石に認められた(第四圖 3)。

柎榴石中に包裹される黒雲母の屈折率は次の様にして測定した。先づ薄片を鏡臺上に固定し、含黒雲母柎榴石上に硝子製の毛細管でベンゾールを數回滴下する。柎榴石のカナダバルサムがなくなつてから、この上に屈折率測定用の液を滴下し毛細管で液と共に含黒雲母柎榴石片を吸ひ上げる。此等の操作は總て顯微鏡下に行ふ。次に之を別のスライド硝子上に滴下し、液を變化して黒雲母の屈折率と一致せしめる。かくして得た屈折率は次の様である。

柘榴石中の一黒雲母 $\gamma=1.673$ on(001)

この値は黒雲母安山岩中の夫と全く一致する。之は更に後述する柘榴石の成因上興味ある關係を示すものと思ふ。

5 片麻岩質花崗岩及びペグマタイト中の柘榴石 この柘榴石は既に述べた様に王子南方約一軒の大峯で採集したものである。この片麻岩質花崗岩を大湯博士は、二上山南麓竹内峠附近の花崗岩と共に、二上山の基盤をなすものと考へられた。この柘榴石は雲母片岩中に進入した花崗岩中に見られる¹⁾。前述と同様にして得られた屈折率²⁾と格子恒数は次の様である。

柘榴石 (Rock No. G-1)	カメラ	No. 1	$a_0=11.544 \text{ \AA}$
		No. 4	$a_0=11.544 \text{ \AA}$
		No. 5	$a_0=11.544 \text{ \AA}$
<hr/>			
	平均	$a_0=11.544 \text{ \AA}$	

又森本良平學士から寄贈されたペグマタイト中の柘榴石の屈折率と格子恒数は次の様である。

柘榴石 (RM-63)	カメラ	No. 1	$a_0=11.589 \text{ \AA}$
		No. 5	$a_0=11.587 \text{ \AA}$
<hr/>			
	平均	$a_0=11.588 \text{ \AA}$	

6 滌青岩中の柘榴石 本岩は二上山の西南麓に廣く分布し、他に東麓及び南麓にも見られる。玻璃質、暗黒色の美麗のものと、浮石粒を含み凝灰岩と互層をなすものとがある。共に少量の柘榴石を含有する。

この屈折率³⁾と格子恒数は次の様である。

柘榴石 (Rock No. H2)	カメラ	No. 1	$a_0=11.547 \text{ \AA}$
		No. 4	$a_0=11.548 \text{ \AA}$
<hr/>			
	平均	$a_0=11.548 \text{ \AA}$	

1) 之と同様の柘榴石が福島縣伊達郡石戸村にも見られる。この柘榴石に就いては目下神津先生が詳細に研究されつつあつて、近くその成因が明かにされるであらう。依つてここでは單に片麻岩質花崗岩に見られた柘榴石としておきたい。

2) この屈折率の測定には竹内學士をわづらわした。

3) この屈折率測定には竹内學士をわづらわした。

7 各種岩石中の柘榴石の比較 上記諸種岩石中の柘榴石の屈折率と格子恒数を、比較の爲第五表に掲げる。

第五表より明かな様に、黒雲母安山岩中の柘榴石の n と a_0 は穴蟲産及び瀝青岩中の夫に近似するが、捕獲岩片中の夫とは a_0 に於て明かに異なる。

この黒雲母安山岩中の n と a_0 は穴蟲産の夫等と實驗誤差の範囲内で同値であるから、化學成分も穴蟲産の $Alm=67.66\%$, $Py=13.20\%$, $Sp=4.13\%$, $Gr=8.58\%$ 及び $And=6.43\%$ と近似であるとして差支へない。

柘榴石の化學成分と産出状態との關係を述べたものに Heritsch¹⁾ 及び Wright²⁾ の研究がある。この黒雲母片岩中の柘榴石及び花崗岩中の柘榴石の二種類に就いて、化學成分から n と a_0 を算出すると夫々第六表及び第七表のようになる。ここに注意を要することはこの兩者共その産出状態の調査に嚴選を缺いてゐる様に思はれることである。例へば花崗岩産柘榴石には花崗岩質片麻岩乃至結晶片岩産のものが含れてゐる疑があり、黒雲母片岩の場合にも同様である。これ等に關する問題は目下神津先生の下で研究中である。

黒雲母安山岩中の捕獲岩産柘榴石の $n=1.8071$ を第六表の n と比較すると、No. 1 及び No. 20 と一致し、No. 7, No. 9, No. 10, No. 13 及び No. 14 に近似する。又 $a_0=11.504A$ は No. 2, No. 5, No. 7, No. 8, No. 9, No. 10, No. 11, No. 13 及び No. 16 に近似する。従つて n 及び a_0 の兩者共近似するのは No. 7, No. 9, No. 10 及び No. 13 である。この化學成分の平均値は次の様である。

$Alm=76.6\%$, $Py=15.3\%$, $Sp=3.4\%$, $Gr=4.5\%$ 及び $And=0.2\%$

1) Heritsch, F.; Studien über den Chemismus der Granaten. N. J. M. B.-B. 55, 60~91, 1927.

2) Wright, W. I.; The composition and occurrence of garnets. Am. Min. 23, 436~449, 1938.

第 五 表

Mother rock of garnet etc.			Garnet		
			Spec. No. of mother rock	n	a ₀
Placer garnet at Anamusi	Red wine Red wine Pale red wine		1.809 1.809 1.805	11.542 A 11.545 11.512	
Biotite andesite			No. 9	1.808	
			No. 10	1.808	11.547
			A 1	1.807	11.546
	Heated	1000°C in air, 2hs.	A-1	1.807	11.541
		800°C in air, 2hs.	"		11.545
		1000°C in vac., 2hs.	"	1.807	11.544
		800°C in vac., 2hs.	"		11.544
	Pitchstone		H-2	1.808	11.548
Micaceous slate		No. 12	1.807	11.529	
Xenolith in biotite-andesite	Highly metamorphosed slate	X-12	1.8058(p)	11.505	
		X-2	1.8058(p)	11.505	
		"	1.8076(p)		
		X-10	1.8079(p)	11.505	
		X-11	1.8066(p)	11.504	
		X-3	1.8085(p)	11.502	
	More highly metamorphosed slate		X-13	1.7980(p)	11.492
Gneissic granite		G-1	1.808	11.544	
So-called Ryōke-gneiss from Takanuki		601	1.804	11.513	
Pegmatite {Nijō-san Isikawa		RM-63 Isikawa	1.8219(p) 1.818	11.588 11.545	

二上山産捕獲岩中の柘榴石の比重は試量が少量な爲、實驗誤差が大なることを感つて測定しなかつた。従つて聯立方程式で化學成分を求めることは出来ぬが、大略上記の様な成分に近いものでなからうかと思ふ。猶將來の研究を俟つこととする。

(Tab. 5)

Associated Minerals					
Plagioclase			Biotite		
α' on(001)	γ' on(001)	%An	γ on(001)	% (Fe ₂ O ₃ + FeO)	%MgO
.....					
.....					
.....					
.....					
1.550-1.544	1.556-1.550	43-31 %	1.673	33%	3%
.....					
.....					
.....					
.....					
.....					
.....					
{ 1.566 { 1.552 } 1.567 1.557 1.566 { 1.568 { 1.552 { 1.565 { 1.553	{ 1.570 { 1.557 1.571 1.561 1.570 { 1.571 { 1.557 { 1.569 { 1.559	{ 70 { 46 72 53 70 { 73 { 46 { 68 { 47	1.643 1.648 1.643 1.643 1.648	18 21 18 18 21	12 10 12 12 10
.....					
.....					
.....					

次に同様にして片麻岩質花崗岩中の柘榴石の n と a_0 を第七表と比較すると、 $n=1.808$ は No. 7 と全く一致し、No. 2, No. 5, No. 6, No. 8, No. 9, No. 10, No. 11 及び No. 16 に近似する。又 $a_0=11.544 \text{ \AA}$ は No. 5, No. 14 に近似する。従つて n と a_0 の兩者共近似するのは No. 5 である。この化

第 六 表

No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
n	1.807	1.796	1.800	1.814	1.816	1.815	1.810	1.813	1.803	1.808
a ₀	11.550	11.501	11.523	11.578	11.507	11.513	11.505	11.513	11.509	11.508
Alm	65.0	67.0	71.0	67.1	87.4	86.7	80.8	82.4	74.0	78.3
Py	16.9	29.1	16.2	6.7	7.8	7.0	12.4	8.6	16.8	14.7
Sp	5.0	—	3.0	7.8	—	—	2.7	3.2	3.6	2.2
Gr	5.9	—	9.8	10.9	4.8	6.3	4.1	5.8	5.6	3.8
And	7.2	3.9	—	7.5	—	—	—	—	—	1.0

第 七 表

No.	1	2	3	4	5	6	7	8
n	1.821	1.810	1.796	1.820	1.812	1.810	1.808	1.804
a ₀	11.525	11.560	11.417	11.528	11.538	11.559	11.567	11.573
Alm	75.7	32.6	60.5	65.2	57.0	32.5	41.6	19.1
Py	—	—	2.9	—	3.3	—	—	1.0
Sp	21.7	66.9	33.7	34.8	36.8	67.5	52.0	78.4
Gr	2.6	0.5	1.9	—	2.9	—	6.4	1.5
And	—	—	—	—	—	—	—	—

學成分は

Alm=57.0%, Py=3.3%, Sp=36.8% 及び Gr=2.9%

である。

この比重も前述と同様に測定し得なかつたが化學成分は上記成分に近似のものであらうと今は想像して置く。

8 柎榴石の a₀ 及び n に對する温度の影響 二上山柎榴石の成因を考察する上に、若し同火山岩漿の活動當時に於ける物理的及び化學的條件に近い状態で本柎榴石に對する熱的影響を實驗的に知ることが出来るならば、余等は猶一層進んだ成因を考究することが出来るのであるが、現在ではこの種實驗は實行困難である。故に茲では極めて簡単な熱的實驗を行ふに止めた。即ち二上山產柎榴石を、800°C 或は 1000°C に空氣中或は眞空中で 2 時間加熱した時に、a₀ にどんな影響を與へるかを檢したのである。この場

(Tab. 6)

11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
1.801	1.796	1.803	1.812	1.826	1.814	1.796	1.831	1.799	1.807	1.782	1.825
11.496	11.489	11.506	11.532	11.564	11.508	11.531	11.549	11.514	11.525	11.551	11.553
74.6	71.4	73.4	80.9	76.3	86.5	58.0	72.2	65.5	78.0	57.2	71.8
20.3	25.2	17.1	5.8	10.2	10.9	16.0	9.6	27.5	8.5	23.0	4.0
2.3	1.6	4.9	2.2	—	—	18.0	1.8	0.9	4.9	—	16.1
2.8	1.8	4.6	11.1	—	2.6	8.0	8.8	—	8.6	19.8	—
—	—	—	—	13.5	—	—	16.6	6.1	—	—	8.1

(Tab. 7)

9	10	11	12	13	14	15	16
1.813	1.811	1.811	1.829	1.819	1.819	1.816	1.812
11.581	11.507	11.499	11.513	11.531	11.533	11.567	11.516
31.0	79.9	79.8	91.4	71.4	68.5	40.9	73.0
—	11.3	17.2	0.9	7.0	6.8	—	13.0
64.0	4.8	—	5.3	17.3	20.7	55.7	10.8
1.0	4.0	—	—	—	—	—	—
4.0	—	3.0	2.4	4.3	4.0	3.4	3.2

合柘榴石の冷却は電気爐の自然冷却に委した。

この實驗に用ゐた柘榴石は黑雲母安山岩 (A-I) 中から摘出したものであるから、其性質は第五表に見るものである。

加熱したのを見ると、結晶に破壊されて小粒となつてゐるものがあるが、何れも熔融してゐない。空氣中で加熱したものは表面が黒く酸化してゐて、この酸化程度は 800°C のものよりも 1000°C の方が著しい。眞空中で加熱したものは肉眼的に殆んど變化が認められなかつた。

上記の如く加熱したものに就いて a_0 を測定した結果は次の様である。

空 氣 中 加 熱

800°C... a_0 =11.545A (カメラ No.1 11.537A, No.4 11.542A 及び No.5 11.543A)

1000°C... a_0 =11.541A (カメラ No.2 11.543A, No.6 11.547A 及び No.8 11.544A)

眞 空 中 加 熱

800°C... a_0 =11.544A (カメラ No. 1 11.541A, No. 6 11.547A 及び No. 8 11.544A)

1000°C... a_0 =11.544A (カメラ No. 1 11.546A, No. 4 11.542A 及び No. 5 11.545A)

今回の實驗の條件の下では、黒雲母安山岩中の柘榴石は 800°C 或は 1000°C の加熱でも a_0 に實驗誤差の範圍を越えた變化を生じなかつたことが知られた。

要するに、この種柘榴石は 1000°C 迄の乾燥加熱では、其成分に變化を來さないと云ひ得る。

空氣中及び眞空中に 1000°C で 2 時間加熱した上記のものを加熱せざるものと共に同一薄片中に於て分散浸液法で屈折率を測定した所皆

$$n=1.807$$

で同値を示した。

故に 1000°C の加熱では a_0 の場合と同様に n にも變化を與へないことが知られた。

VII 柘榴石の成因に関する考察

火成岩中の柘榴石の成因に就いて考へて見ると

- 1 初成的に岩漿から晶出する場合 (例へば石川ペグマタイト中の柘榴石)
- 2 火山岩漿に原因するニューマトリテック作用で晶出する場合 (例へば和田峠流紋岩中の柘榴石)
- 3 捕獲結晶 (xenocryst) として火山岩中に存在する場合 (例へば雨瀧山産柘榴石)
- 4 捕獲岩を熔融同化した結果岩漿中に晶出する場合

等が擧げられる、猶其他の成因も豫想されると思ふ。

以上の成因を念頭に置いて二上山産柘榴石の成因を検討して見よう。

二上山安山岩中の柘榴石が其捕獲岩と成因上密接の關係を有するならんとは一般に考察さるゝ所である。然し捕獲岩中の既成柘榴石が安山岩中に捕獲結晶 (xenocryst) として包藏されたるものか、或は捕獲岩物質が安山岩漿中に熔融混和され、この成分より柘榴石を晶出したものであるか、未だ決する所がなかつた。

この問題を検討する爲に先づ安山岩中の柘榴石と捕獲岩中の柘榴石との性質を比較して見よう。第五表に見る様に、 n は兩者近似の値である。但し測定方法を全部プリズム法に一定することが出来なかつたので、浸液分

散法の結果は小數點以下三位の細論に入ることには出来ない。これに反して a_0 は兩者明かに區別することが出来る。即ち安山岩中の柎榴石は約 $11.546 \text{ \AA}^{1)}$ であるに對し、捕獲岩中の柎榴石は一般に約 $11.504 \text{ \AA}^{2)}$ である。要するに安山岩中の柎榴石は捕獲岩中の柎榴石と其物理性從つて化學成分に於て異なる所があると言ふことが出来る。故に安山岩中の柎榴石と捕獲岩中の柎榴石とは異なる成因のものではないかと先づ念頭に浮ぶのである。

然し兩柎榴石の性質が多少異るとも必しも其成因を異にするとはこの場合直ちに斷じ得ないとの論者もあると思はれる。其理由の一つとして、捕獲岩となる原岩中の既成柎榴石が其母岩と共に安山岩々漿中に捕獲されたものと、同柎榴石が同岩漿中に個體として捕獲されたものとは其性質を次の如き作用で或程度變化し得ると考へられるからである。即ち後者は岩漿に直接接して岩漿の約 $800^\circ\text{C} \sim 1000^\circ\text{C}$ 或はより高き溫度の影響を受け、前者は捕獲岩中に包圍されて同じ岩漿の溫度を受けたのである。この結果として兩者の柎榴石の性質に多少の差異を生ぜしむることあり得るは、柎榴石が固溶體を形成することから容易に推考される所である。但し $800^\circ\text{C} \sim 1000^\circ\text{C}$ の溫度の加熱丈けでは a_0 に與へる影響は極めて些少で殆んど皆無であることは今回の實驗の結果で明かである。

故に柎榴石が熔融しない限りは兩柎榴石間に生ずる變化は極めて少いと推される、換言すれば上記 a_0 の上に $0.042 \text{ \AA}$ の差異あるは兩結晶の形成するゝ場合に單に溫度の影響のみならず僅かではあるが他の成因上に差異があつたと考へたい。この差異は後に論ずる今回新に提唱する成因説に關係する結晶母液の化學成分の差異に歸することが合理的であると思はれる。

1) 例外として淡紅色のものは $a_0 = 11.512 \text{ \AA}$ である。

2) 變化作用の少い horfels 中の柎榴石は $11.529 \text{ \AA}$ で、又礦物組合せ (mineral assemblage) の特に異なる X-13 中の柎榴石は $11.492 \text{ \AA}$ で、これ等は他の 5 種に對し其母岩の變質度に於て異なるものである。然し何にしても $11.546 \text{ \AA}$ より明かに區分される。

上記に於ては柘榴石は岩漿中に捕獲さるゝ前に既に結晶として存在せることを前提としての考察である。この前提が果して現在二上山に於て觀察し得らるゝ諸現象と對比して直ちに説明され得るや否やを検討して見よう。

今回採集した數多き捕獲岩中に分布する柘榴石を観るに其數は決して多いとは云はれない。殊に黒雲母安山岩中に殆んど平均的に廣く且つ多量¹⁾に分布するものと比較すると安山岩中の柘榴石を捕獲岩中のものより供給されたと考ふことは困難である。この事は既に諸氏が論ぜられた所で余等も亦同感である。故に現在見る捕獲岩中の柘榴石以上の大量の同礦物が岩漿噴出路附近に存在した事を推測しなければならぬ、既にこれに類した考へ方をした人もないではない。

然しかくの如き礦物層が二上山基盤に廣く存在するものとすれば、同火山を構成する熔岩中獨り黒雲母安山岩流のみに多量の柘榴石を含み、他の三種の熔岩流中には極めて少量のみを含むことの事實を説明するに困難がある。そのみならず既成柘榴石結晶の大量を熔岩中に均一的に混入せしむるには熔岩の粘度が相當小で且つ攪拌作用を認めなければならぬ。其爲には熔岩が猶岩漿溜中に在つて相當の高溫且相當の多量の揮發性成分を持つ場合を考ふことが必要である。かゝる状態にある熔岩中に外來柘榴石結晶を混入せしむれば、直ちに融蝕を生ずるは明かである。然るに安山岩中の柘榴石を検するに斑晶斜長石の晶出時代に晶出した柘榴石は歴然たる自形を呈して斜長石中に見られる。

若し柘榴石の既成結晶の存在を假定せずして、その代りに高溫と高壓によつて柘榴石を容易に形成せしむる礫土質水成岩層の存在を考慮すれば、説明はより容易となると思はれる。然し何れにしても黒雲母安山岩が他の熔岩に比し特に多量の捕獲岩を包含することに就いては特別の説明を要す

1) 1 cm 立方中に約五個の柘榴石を含む。

るが、これは該安山岩漿の火山活動様式と噴出路の機巧に關して少しく考慮をめぐらせば其説明は必しも困難ではないと思ふ。

これに適合すべき火山活動様式の一端を記すれば、岩漿溜が礫土質岩層を其上部周壁に有し、岩漿の粘度が屢々小となり、其循環運動を屢々繰返す如き活動様式である。換言すれば熔岩を地表に將に噴出せんとして噴出せざる如き活動を繰返して、其間に捕獲岩を多量に捕獲し、熱的變成岩を形成し更に其大部分を熔融し、其所に柘榴石其他の礦物を晶出しつつある間に、遂に噴火の大活動を演じたる如きものである。

若しこの説を承認する時は安山岩中の柘榴石も捕獲岩中の柘榴石も共に安山岩漿の熱氣の影響の下に結晶したことをこれ又承認しなければならぬ。次の顯微鏡的現象はこの承認を理由づけるものと思はれる。

- 1 安山岩中の柘榴石は一方では自形の斜長石を包裹するが、他方では斜長石に包裹される場合が多い、即ち柘榴石は安山岩漿中に其斑晶斜長石と前後して晶出したのである。
- 2 安山岩中に於て柘榴石が斜長石中に包裹される場合には其外形は必ず自形である。これに反し石基に直接取り圍まれて居る部分は著しく融蝕されて居るものが多い。これ等の現象は柘榴石の結晶の初めに於ては其附近の溶體と化學的に平衡を保つて居つたが、石基を形成する溶體との間には化學的に不安定であつたことを示す。要するに安山岩中の柘榴石は安山岩岩漿初期に於て結晶を行ひ、其後岩漿の冷却に伴ふ他礦物の結晶作用の過程に於ては融蝕された。
- 3 安山岩中の柘榴石を包裹する斜長石は雲母片岩質の捕獲岩中の斜長石とは性癖を異にする。前者には果帶構造を呈する場合あるも、後者にはこれなきが如きである。
- 4 柘榴石中に包裹される黒雲母の屈折率は安山岩中の黒雲母のこれと同じで捕獲岩中のものとは大に異なる。

以上の所論を要約すれば安山岩中の柘榴石は礫土質岩石の熔體に多少の安山岩漿の混じたものから晶出し、捕獲岩中の柘榴石はその母岩の熔體より晶出したもので、成因上これ丈けの差異は結晶の性質にも亦認められる。

但し安山岩中の柘榴石は、全部始めから安山岩漿中で晶出したもののみではない、始めは岩漿中に捕獲された岩石中で結晶し、安山岩の石基がまだ

溶體である時代に其中に取りこまれたものがある。第四圖 4 に見る様に、石英と結合した柎榴石が兩者共に著しく融蝕されてゐるものは其好例である。

捕獲岩中の柎榴石で特に吾人の注意を惹くことは結晶が判然たる自形を呈するもの或はこれに近いものが多いことである。捕獲岩中には結晶間隙にガラスを存し、透明新鮮なる再結晶の斜長石が良く發達するから明かに一度は熔融して他の主成分なる黒雲母も亦柎榴石と共に其熔體から結晶したものと考へねばならぬ。これ等の中柎榴石は最も早く結晶を終つたものである。要するにこの捕獲岩は礫土質水成岩が安山岩岩漿中に捕獲されて熱的變質を受け柎榴石其他の熱變成礦物、銅玉、堇青石、珪線石、紅柱石、十字石、尖晶石等を形成したものと結論される。

基盤を成す片麻岩質花崗岩中の柎榴石の n 及び a_0 は安山岩中の柎榴石のそれと近似して居る。まだ充分の研究を行つて居ないが成因的に近似の點があると思はれる、即ち礫土質岩石の混在の如きであらう。

この片麻岩質花崗岩を貫通するペグマタイト中に又柎榴石が存するが、其物理性質は第五表に見る様に、本地域産他の柎榴石のものとは著しく異り、其差異は直ちに成因の違ひを思はしむるものである、即ちペグマタイト岩漿より晶出した初成礦物である。今この n 及び a_0 を石川ペグマタイト中の柎榴石のそれ等と比較しても兩者共に前者の方が猶著しく高い。

VIII 總 括

1 地表に觀られる二上火山の基盤を成す岩石は片麻岩質花崗岩のみで其中に少量柎榴石を含有する。然し礫土質水成岩層の存在も容易に想像される。

2 吉澤學士に従へば二上火山の本體を構成する熔岩は下部より瀝青岩、黒雲母安山岩、古銅輝石安山岩及び讃岐岩の四種である。其中最も多量の柎榴石を含有するものは黒雲母安山岩で均一的に分布し、概測によれば Icc 中に約五個の割合で存在し、その大きは一般に直徑 2mm 以下であ

る。他の3種の熔岩中にも柘榴石は見られるが其量は極めて僅少である。

3 柘榴石は安山岩中に直接存在するものと安山岩中の捕獲岩中に存在するものとある。前者の n は $1.807 \sim 1.809$ で、後者の n も特別の場合を除き $1.806 \sim 1.809$ であるから、この性質では兩者を區別することが出来ない。これに反し a_0 では明かに區別が出来る、即ち前者は一般に約 $11.544A$ であるが後者の多くは $11.505A$ である。

4 捕獲岩中の柘榴石の a_0 は其母岩の受けた變成作用の程度の低き黒雲母粘板岩中のもの最も高く ($11.529A$)、同作用の high 片岩中のもの最も低い ($11.492A$)、其中間のものは其數最も多く a_0 は前節に記せる如く約 $11.505A$ である。この實驗は未だ其數が少いから充分の結論を得ることが出来ないが、今回の結果では上記の如き關係が言はれる。

5 安山岩中の柘榴石で石基に直接包まれるものは著しい融蝕を受けたものが多い、然るに斑晶斜長石中のものは自形を呈する。又柘榴石中の斜長石も自形を呈する。故に柘榴石は斑晶斜長石と同時代に晶出したもので、勿論母液と化學平衡を保つたが、其後石基を成す溶體とは化學的に不安定となつたのである。又柘榴石中の包裹物として見らるゝ黒雲母の屈折率は安山岩の黒雲母のそれと同じであつて捕獲岩中の黒雲母の屈折率と著しく異なつて居る。これも柘榴石が安山岩中に晶出した一つの證據と考へられる。

6 今回研究した捕獲岩は礫土質水成岩から變質したものが大部分である。この變成岩は變質の程度で外觀を異にし、變質度の尠きものは殆んど雲母粘板岩の外觀であるが其度が進むと雲母片岩或は雲母片麻岩様外觀を呈する。これ等を鏡下で檢すれば、變成礦物として僅かに黒雲母を有するホルンフェルスから紅柱石、堇青石、珪線石、銅玉、十字石、尖晶石等幾多の變成礦物を含有するものに至り、且つこれ等結晶間に玻璃を有するものを以て、高温の變成作用即ち *pyrometamorphism* を受けたるもの尠くないことは明かである。これ以上の揮發成分と高温の影響を受けたものは

全く溶體となり多少の安山岩漿を混じ柎榴石及び斜長石を晶出しつゝある間に岩漿の混合は其度を加へ其化學的變化は柎榴石の不安定を來さしめたのであらう。

要するに、安山岩中に晶出した柎榴石の母液と捕獲岩中に晶出した柎榴石の母液とは、其成分に於て僅かの差異があるのみであることが推されるのであるから、其中より晶出した柎榴石の成分も僅かの差異であるべきは當然である。

7 穴蝨の高垣製鍊所で集めて居つた柎榴石には濃紅褐色のものと其色の薄い紅褐色のものとが區別される。前者は $n=1.809$ 及び $a_0=11.545A$ で、後者は $n=1.805$ 及び $a_0=11.512A$ である。安山岩中より摘出したものは多くは前者である。これ等の異なるものが共に安山岩中に形成されたものであるか、或は捕獲岩中に於てか、或は片麻岩質花崗岩中のものが僅かではあつても混入したものか不明である。

8 安山岩 (A-I) 中の柎榴石を摘出し空氣中及び眞空中で $800^{\circ}C$ 及び $1000^{\circ}C$ に各々 2 時間加熱したが n 及び a_0 には殆んど變化がなかつた。

9 濃紅褐色の柎榴石の化學成分は河野博士の分析で明かであるが、其端成分は $Alm=67.66\%$ 、 $Py=13.20\%$ 、 $Sp=4.13\%$ 、 $Gr=8.58\%$ 及び $And=6.43\%$ である。

本柎榴石の物理恒數は $n=1.809$ 、 $a_0=11.542A$ 及び $G_1=4.104$ であるから、これ等より算出した端成分は $Alm=67.34\%$ 、 $Py=13.07\%$ 、 $Sp=4.51\%$ 、 $Gr=8.64\%$ 及び $And=6.44\%$ である。

安山岩中に産する柎榴石はその物理性に多少異なるものあつても上記化學成分に近似の値のものであると信ずる。

捕獲岩中の柎榴石は化學分析に適する純良な且つ多量の試料を得ることが出来なかつた、又其比重を精密に測定し得る量を得る事が出来なかつた。故に物理恒數から端成分の算出を行ふことは出来なかつた。

10 片麻岩質花崗岩中の柎榴石の n と a_0 は安山岩中のそれ等と近似の

値であることは第五表に見る様で、若しこれ等が混交すれば區別は困難であると思ふ。かく性質の近似するは其成因が似て居るからで、花崗岩中に礫土質水成岩が捕獲されて其中に柘榴石が形成されたからであらう。

11 捕獲岩中の柘榴石の n と a_0 とに他の地域の變成岩中の柘榴石の n と a_0 を比較して見る爲めに、竹貫産所謂領家片麻岩中の柘榴石の n と a_0 を測定した。第五表に見る様に後者は捕獲岩中の黒雲母粘板岩中の柘榴石と一層變質作用の進んだ雲母片岩中の柘榴石との中間性を示す。

12 ペグマタイト中の柘榴石の物理性質は安山岩、捕獲岩、片麻岩質花崗岩中の物理性質と明かに區判されるものである。

最後に本研究に對し終始變らざる御熱心を以て御指導を賜へる神津先生に再び謝意を捧げる。

本研究に要した費用の一部は文部省科學研究費及び日本學術振興會から神津先生に支給されたものである。茲に出所を明かにして文部省、學術振興會及び神津先生に對し深謝の意を表する。

弓長嶺産柘榴石の研究 (III)

産出状態 (2)

Studies of garnet from Kyûchôrei, Manchoukuo (III)
Modes of occurrence (2)

理學士 待 場 勇 (I. Matiba)

B 柘榴石カンニングトナイト岩及び柘榴石直閃石岩

1 産出状態 柘榴石カンニングトナイト岩と柘榴石直閃石岩とは肉眼的には殆んど區別出来ない程よく類似し、唯顯微鏡的にカンニングトナイト (cummingtonite) と直閃石 (anthophyllite) とを區別し得るもので、岩石の産状及び性質は全く類似するものである。本地域に於て柘榴石カンニングトナイト岩及び柘榴石直閃石岩が見られるのは次に示す個處である。