

# 達城鑛山の 流體包有物에 依한 生成溫度와 鑛物共生에 關한 研究

池 楨 蔓\* · 黃 鎬 善\*

## A Study for Genesis by Homogenization Temperature and Paragenesis of Dalsung Mine.

Jeong Mahn Chi · Ho Sun Hwang

### Abstract

Dalsung Mine, located in Kyungsang puk-do, Korea, is well known as one of the typical breccia pipe filling hydrothermal W-Cu deposit.

By homogenization temperature with fluid inclusions in quartz crystals (330 samples were dealt with) by heating stage microscope, two temperature ranges were figured out, one is 154°~267°C (average 210°C), and the other is 283°~335°C (average 309°C).

Regarding to mineral paragenesis, mineralization of the deposit were thought that former, mesothermal stage, W-Cu mineralization processed through out the ore body and later mineralization were limited under -4level as katathermal solution with Cu minerals.

### 1. 序 論

#### 1. 研究目的

鑛床學分野에서 가장 興味를 끄는 하나의 研究分野가 鑛液의 起源과 鑛床의 成因을 究明하려는 研究이다. 이 目的을 수행하기 爲해 最近에는 流體包有物이 그 研究對象이 되고 있다. 卽 該鑛物內에 捕獲된 流體包有物의 溫度를 測定함으로써 鑛床의 生成溫度와 여러 가지 方法에 依한 包有物의 成分分析으로 鑛液을 起源을 찾으려는데 많은 研究가 進行되고 있다. 筆者는 國內鑛山에서 流體包有物이 識別될수 있는 鑛山을 選定하여 流體包有物의 均一한 溫度를 測定하고 그 鑛床의 成因 및 鑛物의 共生關係와 關聯시켜 鑛床生成溫度와 鑛化作用을 究明코저함에 그 目的을 두었다.

#### 2. 流體包有物의 現況

流體包有物의 研究는 100餘年前 Sorby 에 依하여 着想되었고 그 이후 數 많은 學者들에 의하여 人工結晶에 있어서 結晶成長과 均一化法의 理論의 근거 등에 對하

여 究明되었으며 現在는 脈狀鑛床에서 均一化法에 의한 溫度曲線을 그리면 鑛化溶液의 移動經路를 推定할 수 있고 이것은 잠두광체의 探鑛에까지도 適用이 可能하리라 생각된다. 最近에는 溫度뿐만 아니라 流體包有物의 內容物을 分析하여 內容物中  $\delta O^{18}$  과  $\delta O^{16}$  의 同位元素를 定量하여 순환수, 마그마수 中의  $\delta O^{18}$  과  $\delta O^{16}$  의 比를 比較함으로써 流體包有物의 內容物의 根源을 究明하는데까지 研究하고 있다. 이의 活潑한 研究로 以上의 結果의 活用이 크게 기대되리라 思料된다.

#### 3. 達城鑛山の 選定理由

기조사된 바에 依하면 角礫充填熱水鑛床으로 알려졌으며 이로 因하여 熱水에 수반하여 온 脈石鑛物인 石英이 角礫空洞에서 自形내지 半自形結晶으로 多量晶出되고 있음은 오래전부터 알려진 事實이다. 또 日本 東京教育大學의 宮澤教授에 依해 本 鑛山産 石英結晶에 對한 流體包有物의 溫度測定이 一部 行해진 바 있고, 日本에서는 이와 비슷한 石英 脈狀鑛床에 對하여 水晶內 流體包有物의 均一化溫度를 利用한 鑛床生成溫度의 研究가 活潑하다. 이상의 結果로 多量產出되는 水晶內 流體包有物이 存在함을 認定되었기 때문이다.

\*仁荷大學校 資源工學科



3. 均一化實驗 및 結果

a. 均一化實驗

本實驗을 施行하기 前에 製作된 試片에 對한 豫備觀察와 機械的誤差를 調査하기 爲한 豫備實驗이 行해졌다. 우선 豫備觀察로 偏光顯微鏡下에서 流體包有物을 生成기원別로 區分하여 一次 또는 假二次包有物에 限하여 本實驗이 行하여졌다. 또 豫備實驗으로 既確認된 試料을 選擇하여 응용점을 調査하였다.

實驗에서는 169°~170°C의 응용점을 갖는 tartaric acid (C<sub>4</sub>H<sub>6</sub>O<sub>6</sub>)를 加熱顯微鏡의 標品室(specimen chamber)에 넣고 加熱하면서 鏡下를 通하여 주석酸이 完全용융될 때의 溫度를 加熱顯微鏡에 부착된 溫度計로 읽어 既確定된 응용점과 比較調査하였다. 그 結果 2차례에 걸친 실험을 通하여 실제 용융될 當時의 溫度가 168°와 167°로 나타났다. 고로 機械的誤差는 -1~-2.5°C로 本實驗에서 許容限度內라고 생각하였다. 以上의 豫備實驗이 끝난 後 ±0 level에서 -7 level을 通하여 79個支點에서 製作된 試片中 實驗이 可能한 곳은 60個支點으로 330개의 試片이었다. 나머지 19개 支點에서는 流體包有物이 미세하던지 혹은 發見되지 못하였다. 本實驗은 Leitz microscope heating stage M-350을 使用하였으며 편이상 顯微鏡의 倍率は 256倍로 하여 試片內 선명한 包有物을 擇하였다. 또 加熱顯微鏡의 溫度上昇率은 1分間 5~10°C로 徐徐히 加熱하면서 鏡下를 通하여 結晶의 空腔內를 視察하여 기포의 動靜을 살폈다. 加熱된 狀態의 기포는 작아져서 空腔의 변두리로 移動되었으며 完全소멸될 순간의 溫

度를 測定하여 均一化溫度로 기록하였다. 간혹 空腔의 주변부가 굵고 검은 선으로 나타날 때는 기포가 그 속으로 들어가 完全소멸될 때의 溫度測定이 곤란하였으나 예상均一化溫度근처에서 두차례 加熱冷却을 乘降시킴으로서 다소 正確한 均一溫度를 얻을 수 있었다. 기포가 完全소멸된 後 transformer를 꺼 溫度를 下降시킨다. 冷却時 호스(hose)를 通하여 찬물을 利用토록 機械製作이 되었으나 갑자기 溫度가 下降하면 再現溫度測定에 더욱 細密을 기해야 하므로 溫度를 徐徐히 冷却시켜 줄 目的으로 送풍기를 使用하였다. 本實驗中 均一화된 後 冷却時 기포가 再現되지 않는 경우가 9개 있었으나 이는 二次包有物이나 결정중 二次的인 균열이 생겼다고 생각하여 主溫度域에서는 제외하였다.

均一化實驗後 기포의 位置가 變하는 것도 있었으나 거의 모두가 원 위치에서 나타났으며 기포의 크기는 變함이 없었다. 이는 유체포유물중 內容物의 유출입에는 異常없었음을 確認할 수 있었다. 顯微鏡視察中 포유물의 윤곽이 선명치 않는 것은 試片이 잘 연마되지 않았을 경우이거나 試片이 두꺼울 때 또는 포유물 자체의 boundary가 分明치 않는 경우로 判斷된다.

b. 結果

上記 均一化實驗過程에서 確認된 包有物은 대체로 二相包有物이며 稀少하게 單相과 多相包有物이 本鑛山產 石英結晶內에 存在함을 알았다. 單相인 것은 거의 不規則한 glassy였고 液相인 單相包有物도 있는 듯하나 正確한 識別은 하지 못했다. 二相包有物인 경우는 大部分 液泡와 氣泡로 되어 있으며 이들의 充填比率

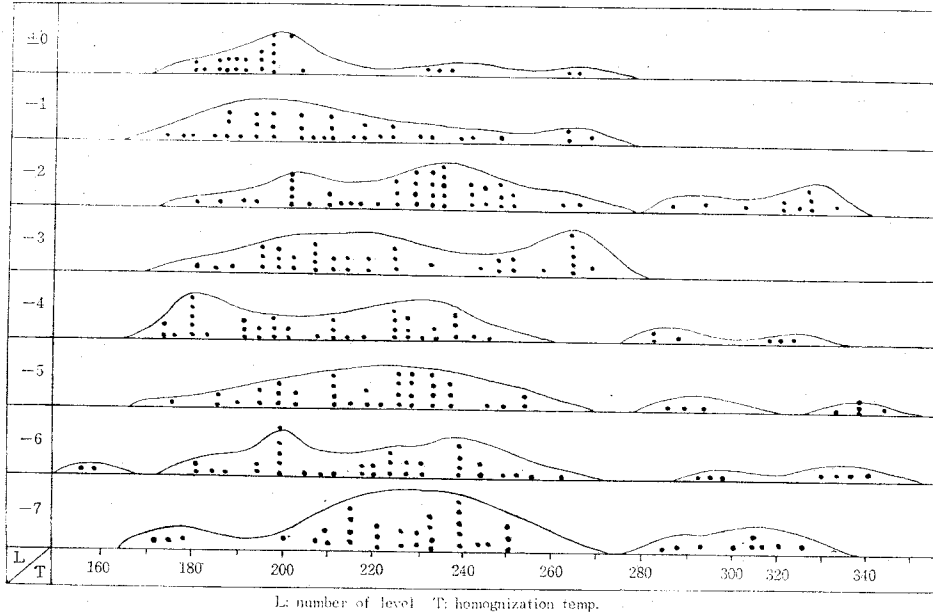


Fig. 1 Distribution of Homogenization Temperature

은 약 55~80%가 액相이다. 90% 이상의 액相, 즉 기포가 空隙의 10%인 것도 2개 있었으나 加熱과 同時에 기포가 소멸되고 常溫에서 再現되지 않았음을 보아 2次包有物임에 틀림없었다. 또 기포가 공극의 85% 이상을 占有하는 것도 1개 있었으며 이는 加熱中 氣泡가 完全 충전하였다. 多相包有物인 경우는 液相, 氣相, 固相이 單一 空隙內에 있음을 뜻하며 특히 2種의 固相이 單一 空隙內에 나타나는 것도 있었다(사진 4) 이들 固相에 對해서 더 研究가 必要할 것으로 보며 단지 本 實驗中에서 투명정육면체는 halite로 確認될 뿐이었다. 溫度測定은 60個 支點에서 330개餘의 石英試片과 數個의 方解石試片에 對해 行하였다. 이들 試片內 流體包有物의 크기는 다양하였으며 本 實驗에서는 25 $\mu$ ~60 $\mu$ 가 주대상包有物이었고 포유물의 형상은 대부분 rounded semi-rounded, droplet-shape이며, tabular-shape도 小數 發見되었다. Fig. 1은 均一化溫度分布를 나타낸 것이며 한 試片의 均一化溫度를 dot로 表示했다. 測定된 均一化溫度는 最低 154°C에서 最高 335°C로 大端히 廣域에 걸쳐 分布함을 알 수 있다. 152°C에서 보이는 均一化溫度는 常溫에서 氣泡가 再現되지 않았음을 보아 一次 내지 假二次包有物이 아니므로 本 溫度域에서는 除外하였다. 支點 5-1에서 採取된 水晶試片에서는 三相包有物로 均一化溫度에 到達하기 前에 固相은 溶解 소멸되었으며 均一化溫度는 349°C이고 再現溫度는 321°C였고 거의 常溫에서 固相이 再現되었고 同一支點에서 얻은 試片中에 다른 형태의 多相包有物로 얻어졌으며 그의 溫度는 345°C와 315°C로 나타났다. 7-3 支點에서는 多相包有物을 內包하며 그 중에는 2種類以上の 固相이 나타나고 있으나 實際적으로 固相의 識別이 不可能하였음을 前述한 바 있다. Table 1

에서 보는 바와 같이 60개 支點에서 29개지점을 계의 하고는 두개 혹은 2以上の 溫度域을 보여준다. Table 1의 측정치를 Fig. 2의 block diagram으로 作成하여 立體的인 溫度分布를 表示하였다.

4. 鑛物의 共生關係

本 鑛山産 鑛種은 大端히 다양하여 기초사된 바에 依하면 十四種이나 發見되었으나 筆者가 調査할 당시에는 坑內의 探掘跡 때문에 正確한 試料採取가 行해지 지 못했음은 前述한바 있다. 그러나 化學分析과 鏡下에서 11個의 鑛物이 確認되었으며 그들은 다음과 같 다.

- 1. wolframite      2. chalcopyrite      3. sphalerite
- 4. galena          5. native bismuth      6. pyrite
- 7. pyrrhotite      8. siderite          9. arsenopyrite
- 10. quartz          11. calcite

quartz와 siderite는 장시간에 걸친 生成범위를 보여준다. 특히 quartz는 vug-quartz가 잘 發達되어 最 後 단계까지의 生成時期를 보여주고 있다.

wolframite는 高溫成鑛物으로써 siderite나 chalcopyrite보다 前期의 生成時期를 보여주나 부분적으로 siderite內에 quartz와 chalcopyrite가 鑛染상태로 나타나고 이 siderite는 다시 wolframite를 자르고 있는 것으로 보아 兩次에 걸친 鑛化作用이 있었음을 확인할 수 있다. 全體의인 鑛物의 sequence는 paragenesis diagram에서 보여 준 바와 같다. 또 bismuth 광물은 native로 나타났고 pyrite와 pyrrhotite, arsenopyrite는 部分的으로 exsolution 상태를 보여주고 있다. pyrite는 장시간에 걸친 生成時期를 보여준다.

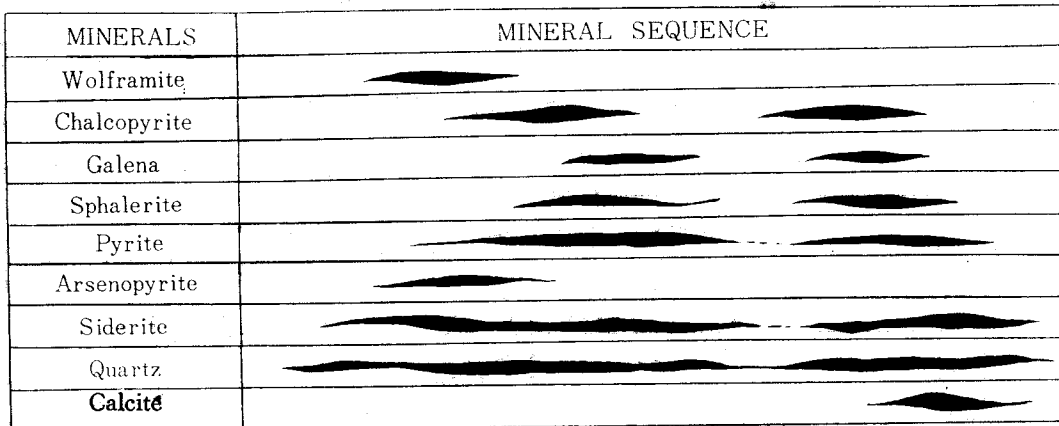


Fig. 2. Paragenesis Diagram.

5. 考 察

Fig. 1. 에서 最低 154°C에서 最高 335°C의 均一化溫度를 나타내고 있음은 기초사자료에서 인접한 바와 같이 本鑛山에 熱水鑛床임을 입증하여 준다. 이러한 試片의 均一化溫度는 Fig. 1. 에서 dot로 表示했으며 dot가 조밀한 180~260°C의 범위(area A)와 dot가 비교적 적으나 分明한 溫度域을 表示해 주는 즉 280~430°C의 범위(area B)인 두개의 溫度域으로 區分할 수 있다. 270°C를 前後하여 dot가 거의 없으며 이는 270°C를 前後하여 鑛化溶液의 溫度가 다른 2次에 걸친 鑛化作用이 있었던 것으로 解析되고 鑛物의 共生關係와 關聯시켜 볼 때 mesothermal stage 中熱水段階과 katathermal stage 深熱水段階의 두단계로 推定할 수 있다. Table 1. 에서 보는 바와 같이 同一支點에서 2개 혹은 그 以上の 溫度域이 나타났음도 亦是 最少限 2次에 걸친 鑛化作用이 行해졌음을 뒷받침해 준다.

Fig. 3. 은 Cu/W에 對한 分布圖인데 -4 level以下에서 深熱水期生成의 黃銅石이 黑重石보다 壓倒的으로 높은 것으로 나타난다. 上記두가지 條件 즉 2개의 溫度域과 Cu/W ratio로 미루어 보아 初期에 area A의 溫度域에서는 黃銅石과 黑重石이 均一하게 內포한 광액이 全坑道에 걸친 鑛化作用이 있었고 그 以後 "area B"의 溫度域에는 주로 Cu가 우세한 鑛化溶液이 -4 level以下에서 鑛化作用이 있는 것으로 생각된다. 고로 前者는 그의 溫度範圍로 보아 mesothermal stage에 屬하리라 생각되고 後者는 katathermal stage에 屬하리라 생각된다. 特히 mesothermal stage의 溫度域은 상당히 넓고 同一支點에서도 2개의 溫度分布를 나타내고 있는 것이 많으므로 이는 mesothermal stage가 장시간 연속적으로 鑛化作用이 있었으리라 추정하여 本研究에서는 mesothermal stage를 low stage와 high stage로 區分하였다. Fig 2는 breccia pipe의 block diagram內的 溫度分布인데 여기에서 280°C 이상의 高溫帶가 主로 pipe의 南隅低邊部에 位置한 鑛化溶液의 進入路가 pipe의 南隅低邊部에서 上部로 進行하였으며 水平斷面에서는 南隅에서 東北方向으로 鑛化溶液이 移動하였으리라 생각된다.

Table 1. Distribution of Cu-w Ratio

(단위 : 개수)

Level	Ratio					
	20이상	20~10	10~5.0	5.0~1.0	10~0.5	0.5~0.1
±0				5	2	1
-1		1	1	9	3	
-2				6	3	
-3				4	3	3
-4	4	2	1	6	3	1
-5	3	1	2	8	1	1
-6			1	3	2	4
-7	3	2	4	6	1	1
-8		3	1	4	1	3
-9		1	1	3	2	
Total	10	10	11	54	21	14

6. 結 論

1. 達城鑛山産 石英結晶에서는 單相 2相 多相의 3種類의 流體包有物이 있으며 大部分 2相包有物이다.
2. 石英結晶內的 流體包有物의 均一化溫度는 154°C~335°C로 나타나며 熱水鑛床에 該當되는 溫度域이다. 測定된 溫度를 分類하면 180°C~260°C와 280°C~340°C의 2大分할 수 있으며 이를 鑛物生成當時의 溫度 壓力을 대략 補正하면 (Yermakov에 依하던 1.5 km 地下深部에서 生成된 鑛物에 對한 溫度補正을 +30°C로 하여 줄) 各各 210~290°C와 310~370°C로 이는 中熱水鑛床과 深熱水鑛床의 生成溫度域에 該當된다.
3. 2次에 걸친 鑛化作用은 처음에 中熱水단계로서 W와 Cu의 鑛化作用이 均一하게 進行되었고 後期에 深熱水단계로서 Cu가 우세한 鑛化作用이 進行된 것으로 본다.
4. 熱水溶液의 移動은 breccia pipe의 南隅低邊部가 主進行路이며 同一 level上에서는 南隅에서 東北方向으로 進行했음을 보여 준다.
5. 鑛物生成順序는 siderite나 wolframite와 같은 炭酸鹽 또는 酸化鑛物이 먼저 生成되고 後에 黃銅石, 黃鐵石, 磁硫鐵石과 같은 硫化鐵物이 生成된 것으로 인정된다. 石英은 광화작용의 전기간동안 계속 生成되었다. 方鉛石과 閃亞鉛石은 양차에 걸쳐 少量의 鑛化作用이 있었으며 個個 단계에서는 最後期生成이다.

參 考 文 獻

- 1) N. P. Yermakov and others: Research on the natures of mineral-forming solutions Pergamon press Inc., New York 1966.
- 2) Charler F. Park and Roy M'Diamond: Ore deposits W. H. Freeman and Co., 1963.
- 3) Roedder E.: Study of Fluid Inclusions I "Low Temperature Application of a Dual-purpose Freezing and Heating Geol. Vol. 57, p. 1047-1087, 1962.

- 4) Roedder E. and et al., : Environment of ore Deposition at the Mex-Tex Deposits, Hansonburg District New Mexi., oc from studied of fluid inclusions. Econ. geol. Vol. 63 p. 336—348. 1968.
- 5) Eduards Jorge Liambias and Malvicini: The Geology and Genesis of the Bi-Cu mineralized Breccia pipe, S/F de Andes. Econ. geol. V. 64 p. 271.
- 6) Little W. M.: Inclusions in Cassiterite and Associated Minerals. Econ. geol. Vol. 55, p. 485—509, 1960.
- 7) Jolly and Heyl: Mineral Paragenesis and zoning in the Centered Kentucky Mineral District. Econ. Geol. Vol. 59, p. 596.
- 8) R. H. Sillitoe and Sawking: Geologic, Mineralogic and Fluid Inclusion Studies Rerarting to the Origin of Copper-bearing Tourmaline Breccia Pipe, Chile. Econ. Geol. Vol. 66, p. 1028.
- 9) Hubert Lleyd Barnes: Geochemistry of Hydrothermal Ore Deposits. Holt Rinchart and Winston Inc., New York p. 561—575.
- 10) 都城秋穗: 變成岩과 變成帶 p. 80—82, 1965.
- 11) 尹碩奎: 流體包有物에 의한 지질온도 측정, 광산지질 Vol. 1, No. 1, p. 74—82, 1968.
- 12) 金玉準, 朴喜寅: 達城鑛山 地質鑛床 調查報告書, 韓國地下資源調査所 1962.
- 13) 원중관, 김기태, 達城鑛山附近의 地質과 鑛化作用에 對하여, 지질학회지 제 2권 1호 1966.
- 14) 원중관, 고중배, 홍승호; 경산지질도록 국립지질 조사소 1971.
- 15) 윤석규, 이춘우; 新浦鑛山 형석의 유체포유물에 關한 研究, 광산지질 1970.

**Table 2.** Results of Homogenization Temperature

番 號	均一化溫度	再現溫度	平均溫度	比 考
0-1	204°C	182°C	193°C	°C    198°C
	206	192	199	
	210	179	199.5	
	219	192	205.5	
	271	256	263.5	
1	277	253	265	264.25
0-2	199	181	190	194
	197	176	186.5	
	209	192	200.5	
	212	186	199	
	239	221	230	
2	244	226	235	235.0°C
	251	229	240	
0-3	191	168	179.5	184.0
	192	171	181.5	
	198	173	181.5	
3	201	175	188	
0-4	205	189	197	
	206	189	196.5	
	287	192	199.5	
4	211	183	197	
0-5	197	182	189.5	188.2
5	195	179	189.0	
0-6	198	178	188	190.5
	198	167	182.5	
	201	182	199	
6	210	189	199.5	

番 號	均一化溫度	再現溫度	平均溫度	比 考
1-1	190	172	185	점이적인변화    207.5
	206	180	198	
	218	206	212	
	228	208	218	
	238	213	225.5	
7	269	255	262	264.0
	272	254	263	
	277	257	267	
1-2	199	182	190.5	207.0
	213	201	207	
	220	203	211.5	
8	227	210	218.5	
1-3	189	168	178.5	186
	196	172	184	
	202	186	194	
9	249	218	233.5	
	253	221	237	
1-4	259	231	245	239.0
1-4	198	176	187	202
	203	186	194.5	
	291	201	210	
10	223	206	215	
1-5	208	192	200	206
	210	172	194	
	215	198	206.5	
11	220	185	202.5	
	233	202	217.5	
1-6	202	176	190	

番 號	均一化溫度	再現溫度	平均溫度	比 考	
12	212	189	200.5	201	
	218	191	204.5		
	220	193	206.5		
1-7	163	×	×	二次	
	189	153	171	二次	
	187	166	176.5		
	192	171	182.5		
	201	×	×		
202	167	185			
13	204	176	190	182.9	
	2-1	192	178	185	193.1°C
201	178	189.5			
210	187	198.5			
213	188	200.5			
207	178	192.5			
14	323	307	315	318.4	
	328	306	317		
	327	309	318		
	336	311	323.5		
	2-2	209	186		199
212	187	199.5			
253	222	237.5			
267	230	248.5			
15	268	232	250	245.3	
	2-3	219	196	207.5	211
221	200	210.5			
223	201	212			
17	255	225	240	238	
	248	223	235.5		
	2-4	227	201		214
232	212	222			
238	217	227.5			
242	211	226.5			
18	2-5	238	209	223.5	231.0
	243	211	227		
	247	219	233		
	256	232	244		
19	2-6	189	168	178.5	178.5
	232	211	221.5		
	242	224	232.5		
	247	226	236.5		
	249	223	236	231.4	

番 號	均一化溫度	再現溫度	平均溫度	比 考
2-9	229	208	218.5	234
	241	222	231.5	
	262	242	252	
22	318	282	300.5	311
	326	298	312	
	332	291	311.5	
	334	301	317.5	
	2-10	218	191	
221	192	208		
2-10	258	240	249	257.4
	259	237	248	
	275	252	262	
	276	260	267.5	
	3-1	215	198	
223	189	206		
224	198	211		
24	258	237	247.5	249
	261	239	250.0	
3-2	235	218	226.5	227
	241	214	227.5	
3-3	196	171	183.5	190.3
	201	184	192.5	
	204	189	195	
	205	177	191	
3-4	269	241	255	256
	272	241	256.5	
	270	238	254	
3-5	217	200	208.5	212.4
	221	198	209.5	
	225	204	214.5	
	230	208	219	
	268	232	250	
28	271	243	257	253.4
	3-6	196	180	188
167	181	189		
201	192	196.5		
29	243	228	235	244.0
	253	236	244.5	
	259	240	249.5	
	254	238	247.5	
3-7	194	160	177	

番 號	均一化 溫 度	再現溫度	平均溫度	比 考
30	204	183	193	196.1
	207	189	198	
	219	191	205	
	224	191	207.5	
	268	239	253	
3-8	274	242	258	255.8
	182	×	×	二次
31	186	162	184	174
	230	211	220.5	224
4-1	234	220	227	
	221	209	215	225.2
	238	216	227	
	241	215	228	
242	220	231		
4-2	206	193	199.5	209
	208	191	199.5	
	221	208	214.5	
	228	209	218.5	
	215	189	202	
	238	218	228	
	212	182	198	
33	315	297	306.5	309.8
	324	301	312.5	
	322	299	310.5	
4-3	238	219	228.5	235
	243	229	235	
	252	239	241	
34	298	263	280.5	283.2
	291	268	279.5	
	301	278	289.5	
	152	×	×	
4-4	182	164	173	182
	187	173	180	
	194	163	178.5	
	206	186	196	
	231	212	221.5	
35	238	220	229	230
	247	228	237.5	
4-5	216	201	208.5	212
36	226	204	215	
4-6	189	165	177.5	180.5
	190	171	180.5	

番 號	均一化 溫 度	再現溫度	平均溫度	比 考	
37	201	181	191	189	
	205	178	191.5		
	214	193	203.5		
	249	231	240		
	249	232	240.5		
4-7	255	231	243	二次	
	243	×	×		
	257	237	247		
	169	×	×		二次
38	192	168	180	180	
	191	176	183.5	185	
187	162	174.5			
189	173	185			
201	189	190.5			
204	186	195			
39	239	220	229.5		230
	241	221	231		
5-1	186	154	170	206	
	211	193	202		
	212	197	204.5		
	224	206	214.5		
	224	212	218		
	226	204	215		
	345	315	330		
40	349	321	335	330	
	342	321	331.5		
	336	309	322.5		
5-2	247	228	237.5	247.6	
	258	246	249		
41	272	241	256.5	207.2	
	203	176	190.5		
	213	192	202.5		
5-3	216	195	205.5	249	
	226	201	213.5		
	253	222	237.5		
	259	245	252		
42	261	249	255	249	
	227	198	212.5		
5-4	232	211	211.5	점이적	
	242	218	230		
	223	234	225		
	223	234	225		
5-5	243	221	232		

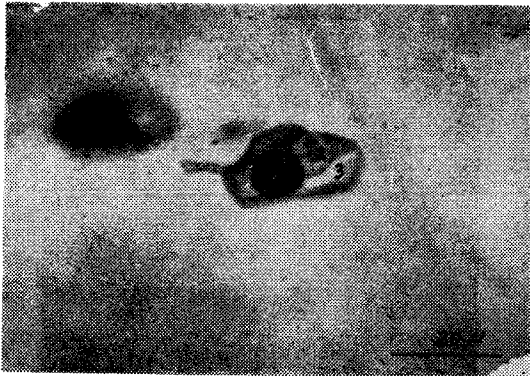


番 號	均一化溫度	再現溫度	平均溫度	比 考
	251	230	240.5	235
	257	226	236.5	
	293	271	287	
	301	279	290	
44	305	281	293	290
5-6	201	182	196.5	191
45	197	172	184.5	
	199	168	183.5	
	208	191	199.5	
5-7	210	813	196.5	216.2
46	231	212	221.5	
	242	219	292.5	
5-8	239	218	228.5	232.5
47	241	212	226.5	
	247	229	238	
	238	220	229	
	244	221	232.5	
251	230	240.5		
5-9	247	222	234.5	238
48	253	229	241	
6-1	168	×	×	二次
49	226	189	207.5	점이적변화
	212	186	199	
	237	212	224.5	
	246	234	240	
	254	228	241	
	258	237	247.5	
268	255	261.5	232	
6-2	192	168	180	187
50	198	167	182.5	
	201	161	181	
	204	172	188	
	209	181	195	
	210	179	194.5	
256	242	249.5	249.5	
261	248	254.5		
252	238	245		
50	306	282	294	293.3
	302	278	290	
	311	283	297	
6-3	228	209	218	223.2
51	232	216	224	
	238	217	227.5	

番 號	均一化溫度	再現溫度	平均溫度	比 考
6-4	171	138	154	154
	178	129	153.5	
52	231	210	220.5	231
	243	228	235.5	
	239	218	228.5	
	249	230	239.5	
	249	230	239.5	
6-5	212	×	×	二次
53	211	192	201.5	점이적變化
	220	182	201	
	228	217	222.5	
	229	208	218.5	
	242	221	231.5	
	248	232	240	
	251	238	244.5	
	240	232	240	
6-6	204	192	198	206.4
54	212	183	197.5	
	218	192	205	
	229	193	211	
	232	209	220.5	
	342	321	331.5	
338	317	327.5	324.3	
346	323	324.5		
327	301	314		
7-1	201	×	×	二次
49	186	171	178.5	175.5
	189	163	176	
	186	159	172	
	242	221	231.5	
	242	232	239	
	248	231	239.5	
55	320	301	310.5	312.7
326	304	315		
7-2	242	228	235	238
56	248	229	238.5	
	249	232	240.5	
291	270	281	285	
296	271	283.5		
305	280	290.5		
7-3	227	204	213.5	223.2
51	243	220	231.5	
	242	215	228.5	
	252	227	239.5	
	258	232	245	
	258	232	245	

番 號	均一化 溫 度	再現溫度	平均溫度	比 考
57	262	238	250	235
	315	298	307	
	320	287	303.5	
	221	288	304.5	
	309	282	295.5	302.6
7-4	152	×	×	二次
	209	192	200.5	
	215	201	208	
	219	201	210	
	220	198	209	209.1
	248	222	235	
58	256	231	243.5	
	263	238	250	
	261	240	250.5	245

番 號	均一化 溫 度	再現溫度	平均溫度	比 考
7-5	228	206	217	
	232	211	211.5	
	237	220	228.5	
	247	230	238	
59	249	221	235	228.4
7-6	227	204	215.5	
	238	209	223.5	
	229	208	218.5	
60	231	213	222	219.5



(5-1) Homo. Temp. 345°C 1 : Gas phase  
 Reappe. Temp. 315°C 2 : Solid phase  
 Average. Temp. 330°C 3 : Liquid phase



(7-3) Homo. Temp. 316°C 1 : Gas phase ,  
 Reapp. Temp. 298°C 2 : Solid phase  
 Average. Temp. 307°C 3 : Solid phase  
 4 : Liquid phase



(5-1) Homo. Temp. 342°C 1 : Gas phase  
 Reappe. Temp. 321°C 2 : Solid phase  
 Average. Temp. 331.5°C 3 : Liquid phase



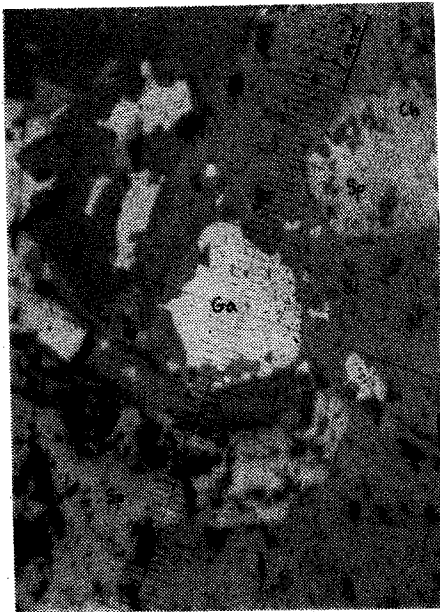
(6-6) Homo. Temp. 338°C 1 : Gas phase  
 Reapp. Temp. 317°C 2 : Solid phase  
 Average. Temp. 329.5°C 3 : Solid phase  
 4 : Liquid phase



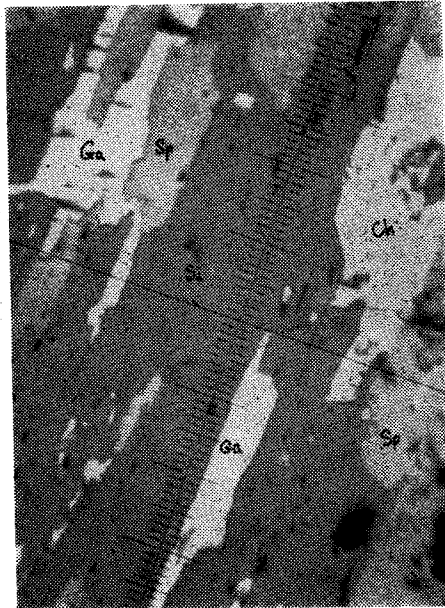
(4-6) Homo. Temp. 257°C 1 : Gas phase  
 Reapp. Temp. 237°C 2 : Liquid phase  
 Average. Temp. 247°C



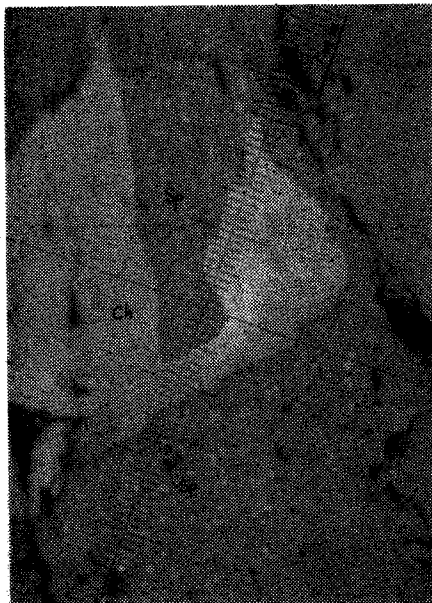
(4-3) Homo. Temp. 238°C 1 : Solid phase  
 Reappe. Temp. 219°C 2 : Liquid phase  
 Average. Temp. 228.5°C



1. 섬아연광, 방연광, 능철석, 황동석



2. 섬아연광, 황동석, 능철석, 방연광



3. 섬아연광내 황동광이 dot로 존재



4. 흑중석, 능철석, 황동석, 석영

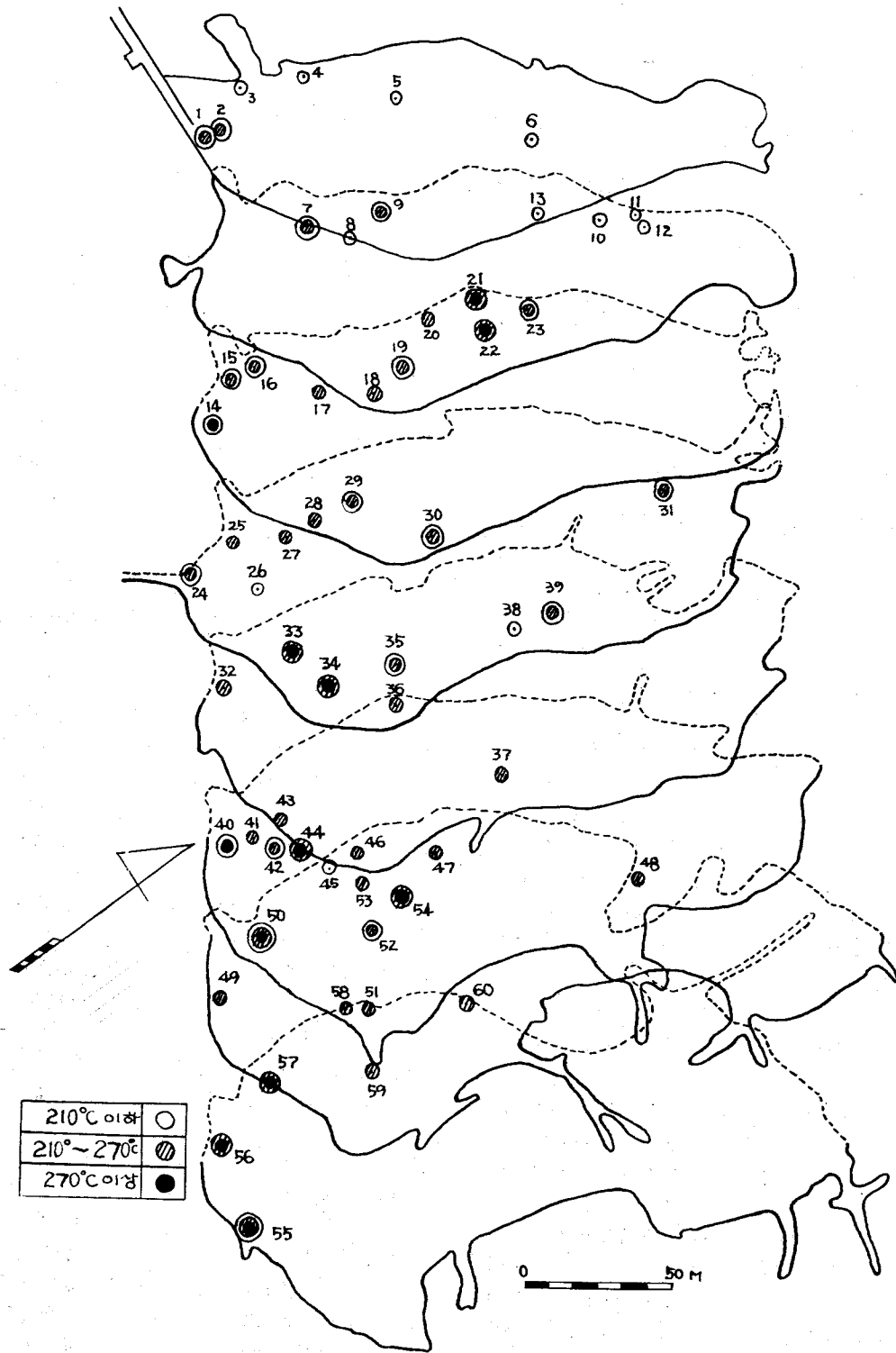


Fig 3. Distribution of Homogenization Temperature(번호는 균일화 실험지점)