

<http://www.geojournals.cn/dzxb/ch/index.aspx>

水鈣榴石——一种富含鉄的水柘榴石*

曹 荣 龍

水柘榴石 (hydrogarnet) 在国内尚未見記載。有关文献曾报道内蒙小松山橄欖岩含鈣鋁榴石^[1]。1961年作者到該区进行地質工作,重新采集了矿物标本。携回室内用化学方法試驗,見矿物易溶于酸,且含許多結構水。于是注意到鈣鋁榴石应无此种性質,繼續研究后确定这种矿物是水柘榴石。而且,我国小松山所产水柘榴石与国外已知水柘榴石成分都不同。矿物中 Fe_2O_3 含量很高,是一个新变种,命名为水鈣榴石,因其化学組成相当于含水的鈣榴石。外文名可譯为 Hydrougrandite。

一、水鈣榴石的地質产状

水鈣榴石产于橄欖岩相內。小松山橄欖岩为含斜长石的单斜輝石橄欖岩,主要由貴橄欖石 (Fo_{80})、普通輝石、斜长石和金云母組成。橄欖石占 80% 左右,已完全蛇紋石化。单斜輝石未經蝕变,都很新鮮。斜长石为拉长石 (An_{55}),大部分已次生变化,偶見殘余原生矿物。橄欖岩为典型的包橄結構。

水鈣榴石在橄欖岩中浸染状分布,象造岩矿物。一般含量約 2%,个别岩相达到 14%。薄片观察,水鈣榴石呈他形顆粒,分布在橄欖石間隙。有时,当水鈣榴石与斜长石接触,見到斜长石被水鈣榴石交代,顆粒边缘变得不規則。殘留的斜长石性質已受变化,但仍保留清晰的双晶条紋 (照片 1)。水鈣榴石常与单斜輝石共同产出,两种矿物接触界綫平直整齐,其特点类似斜长石与单斜輝石的关系,象是共結結構 (照片 2)。水鈣榴石的粒度有变化。在正常的橄欖岩相中,水鈣榴石含量較少,粒度为 2 毫米左右;局部岩相,水鈣榴石含量較多,粒度达 6—8 毫米以上。

二、物理和光学性質

肉眼观察,水鈣榴石顏色較浅,呈淡綠色。橄欖岩黑綠色顏色很深,因此在岩石手标本上容易把水鈣榴石区别出来。仔細观察,水鈣榴石顏色略有变化,顆粒細者顏色較深;同一顆粒边缘部分顏色深,中間顏色較浅。說明水鈣榴石的成分性質有一定变化。

水鈣榴石不显晶形。玻璃至油脂光泽。硬度大于小刀。断口不規則,有时見不完全的貝壳状断口。白色至浅綠色条痕。不透明。

薄片水鈣榴石无色透明,有时呈淡棕色。矿物顆粒不显內部結構,但常見模糊的云雾状微粒以及与边缘垂直的裂隙条带。正交偏光下矿物全黑,表明为均質性。

用油浸法測,初步确定水鈣榴石折光率 $N = 1.825—1.830$ (汪緝安,俞理宝測定)。水

* 本文曾在第一届全国矿物、岩石地球化学学术会议上宣讀。

鈣榴石的比重用比重瓶法測定, $D = 3.454 \pm 0.002$ (俞理宝測定)。

为了研究 H_2O 在水鈣榴石中的賦存形式, 我們选了样品做差热分析和热重分析。差热曲线 (图 1) 显示, 水鈣榴石在 $705^\circ C$ 时出現明显的吸热谷, 在 $440^\circ C$ 和 $900^\circ C$ 时見两个放热峰。国外, 1941 年 D. 別梁金和 V. 彼得罗夫^[3] 做了八面硅鈣鋁石差热分析, 差热曲

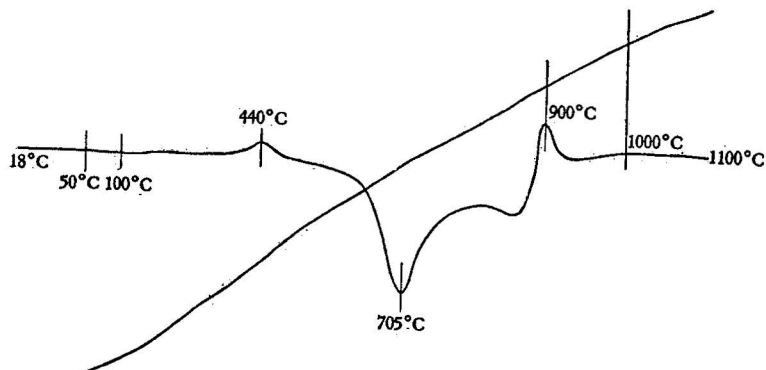


图 1 水鈣榴石差热分析曲线
(分析者: 馮惠羣)

线在 $690^\circ C$ 有一吸热谷, $870^\circ C$ 有一放热峰, 与我们的结果相似, 但八面硅鈣鋁石未見 $440^\circ C$ 的放热峰。热重分析用万分之一天秤称样 1 克, 烧前仪器天秤盘重 5.1745 克, 烧后为 5.1207 克, 烧失量为 0.0538 克。 H_2O 在矿物中的一克百分含量据此计算为 5.4%, 这个数据与单矿物全分析的结果完全吻合。热重曲线 (见图 2) 显示, 水鈣榴石当温度在

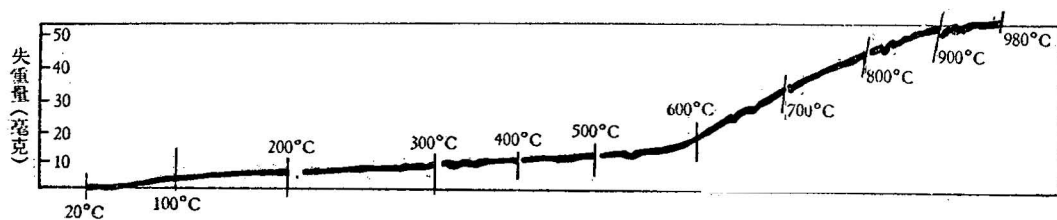
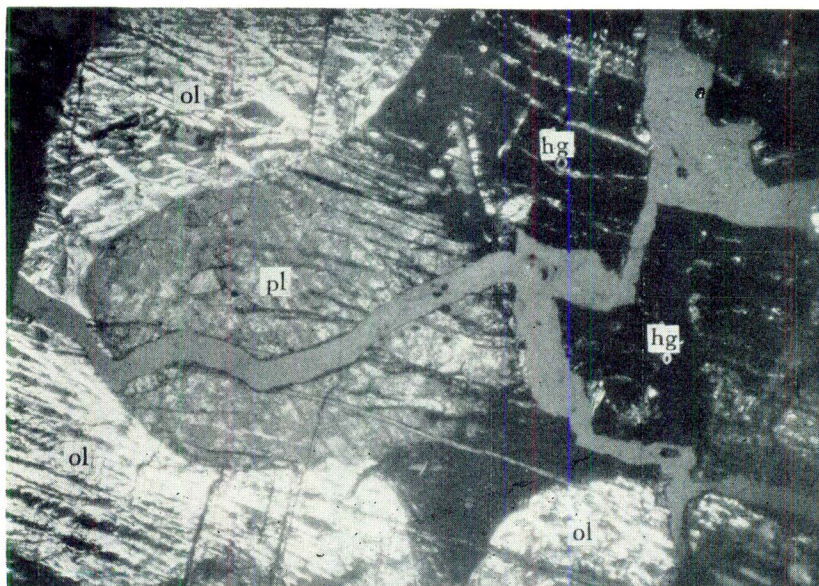


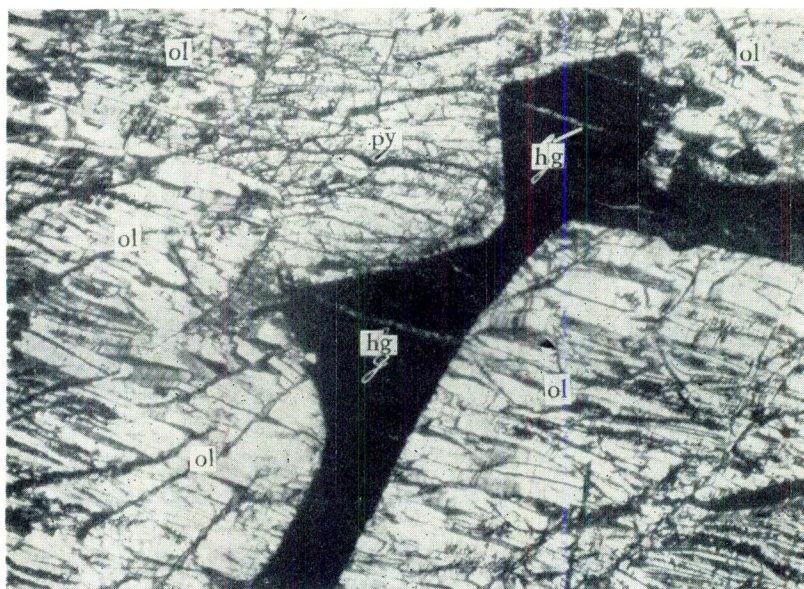
图 2 水鈣榴石热重分析曲线
(分析者: 吳美清)

$100^\circ C$ 以上缓慢脱水, 但主要脱水区间是 $600-900^\circ C$ 。这表明 H_2O 在水鈣榴石中主要以结构水的形式存在, 差热曲线 $705^\circ C$ 吸热谷代表结构水脱水温度。推测差热分析 $440^\circ C$ 放热峰可能代表矿物中少量的二价铁氧化转变为三价铁时的温度, 为了检查, 我們曾取少量样品在电炉中恒温 $480^\circ C$ 加热一小时后, 做简单化学分析。分析结果, 同一样品加热前含 FeO 1.79%, 加热后为 0.61% (分析者: 梁伟义)。 FeO 在加热后大量减少, 无疑由于转变为 Fe_2O_3 , 所以证明我们的推测是正确的。加热后矿物中仍含 0.61% FeO , 可能是由于加热时间较短, 反应未达完全平衡的缘故。差热分析所示 $900^\circ C$ 放热峰应代表水鈣榴石相变温度。

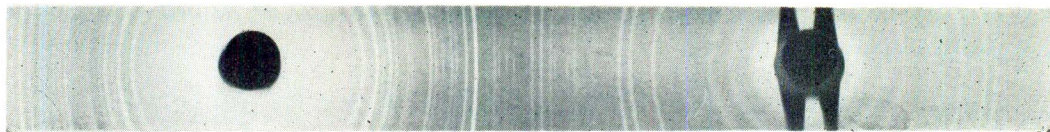
水鈣榴石的 X-光粉晶分析, 所得衍射线谱如照片 3 所示。经过计算晶胞 $a = 12.063 \pm 0.005 \text{ \AA}$, 与鈣铁榴石晶胞参数甚相似。1942 年 A. 帕布斯特^[13] 曾指出八面硅鈣鋁石及无



照片 1 斜长石被水钙榴石交代,残余颗粒仍保留明显的双晶条纹
pl——斜长石, hg——水钙榴石, ol——蛇纹石化橄欖石
(薄片, + 偏光 $\times 33.5$)



照片 2 水钙榴石分布在蛇纹石化橄欖石的間隙与单斜輝石共同产出,两者界綫平直整齐
ol——蛇纹石化橄欖石, hg——水钙榴石 py——单斜輝石
(薄片, + 偏光 $\times 33.5$)



照片 3 水钙榴石 X-光粉晶衍射图 (分析者张月明)

色榴石与鈣鋁榴石的綫譜相似,認為无色榴石具有(211)弱綫条,鈣鋁榴石沒有;它們与鈣鉄榴石的区別是后者发育(620)強綫条。水鈣榴石与八面硅鈣鋁石及无色榴石的区別是发育(620)綫条;与鈣鉄榴石等比較主要特征是(631)和(532)綫条比較清楚。水鈣榴石粉晶数据和其他矿物綫条強度列于表 1:

表 1 水鈣榴石 X-光粉晶数据及其他矿物綫条強度比較表

水 鈣 榴 石			鈣鉄榴石*	鈣鋁榴石*	无色榴石*	八面硅鈣鋁石*
<i>hkl</i>	<i>d</i>	<i>l</i>	<i>I</i>	<i>I</i>	<i>I</i>	<i>I</i>
211		0	0.00	0.02	0.39	VW
220	4.3	2	0.26	0.10	0.10	—
400	3.02	8	7.82	3.34	4.55	S
420	2.705	10	10	10	10	VS
332	2.59	2	0.55	0.86	0.34	W
422	2.48	7	5.49	2.59	1.40	M
431	2.37	4	1.49	1.42	1.85	M—W
521	2.22	4	1.41	1.73	2.62	M
440		0	0.00	0.42	0.38	VW
532	1.967	5	1.07	1.02	1.88	M—S
611	1.92	3	1.20	1.58	2.10	M—S
620	1.853	2	1.68	0.00	0.59	VW
631	1.78	4	0.00	0.13	0.01	—
444	1.743	3	1.11	1.59	2.02	M
640	1.677	6	2.95	3.98	2.91	M—S
642	1.614	10	9.76	4.90	5.50	S
800	1.511	4	2.16	1.38	1.58	M
822	1.42	2				
840	1.349	5				
664	1.287	5				
763	1.239	3				
770	1.217	4				
862	1.175	2				
864	1.1195	8				
10·4·2	1.101	8				
880	1.0655	7				
884	1.044	5				
12·2·0	0.99	5				

* 据 A. 帕布斯特 (1942)^[13]

水鈣榴石 X-光衍射綫条都有 $h + k + l = 2n$ 关系,說明矿物为体心格子。A. 帕布斯特^[13]曾指出八面硅鈣鋁石和无色榴石的空間羣与柘榴子石相同,为 O_h^9 。水鈣榴石与其他水柘榴石結構相似,矿物的空間羣同样应是 O_h^9 。A. 帕布斯特認為水柘榴石中 OH^- 离子代替了 O^{2-} 的位置,彭志忠認為矿物中四个 OH^- 离子代替一个硅氧四面体,作者接受彭志忠同志的意見。

三、水鈣榴石的化学成分

化学方法試驗,水鈣榴石易溶于盐酸。为了做化学分析,单矿物样品都用双目鏡挑

純,主要去掉伴生的单斜輝石和蛇紋石化橄欖石,最后曾用显微鏡检查。水钙榴石一个样品的化学全分析和另一样品簡項分析的结果列于表 2:

表 2 水钙榴石化学分析結果表

化学成 标本号	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Cr ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	K ₂ O	Na ₂ O	P ₂ O ₅	H ₂ O ⁺	H ₂ O ⁻	F	Cl	揮发 分	总计
C099—g	34.01	痕	8.45	0.20	18.28	1.72	0.12	9.96	21.47	0.10	0.30	0.17	5.29	0.18	—	0.06	0.12	100.43
C099—g1	19.87 1.08												0.05	6.30	0.37	0.14	0.12	

(分析者: 中国科学院地质研究所六室)

簡項分析数据与全分析結果比較,說明全分析数据是正确的,但水钙榴石的化学成分,例如 Fe₂O₃、H₂O⁺ 含量等有一定变化。水钙榴石分子式根据水柘榴石通式:



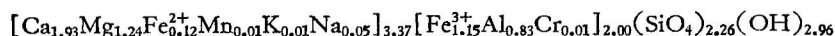
計算列于下表(表 3):

表 3 水钙榴石的分子式計算

化学成分	重 量(%)	分 子 比	原 子 比	晶胞中原子数 (4)×M M = 5.0403
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)*
SiO ₂	34.01	0.5653	0.5653	3—0.7399
Al ₂ O ₃	8.45	0.0826	0.1652	0.8326
Cr ₂ O ₃	0.20	0.0013	0.0026	0.0131
Fe ₂ O ₃	18.28	0.1145	0.2290	1.1542
FeO	1.72	0.0239	0.0239	0.1204
MnO	0.12	0.0017	0.0017	0.0085
MgO	9.96	0.2470	0.2470	1.2449
CaO	21.47	0.3828	0.3828	1.9294
K ₂ O	0.10	0.0010	0.0020	0.0100
Na ₂ O	0.30	0.0048	0.0096	0.0483
H ₂ O ⁺	5.29	0.2936	4×0.1468	4×0.7399
H ₂ O ⁻	0.18			
P ₂ O ₅	0.17			
Cl	0.06			
揮 发 分	0.12 100.43			

$$* M = \frac{2}{0.1652 + 0.026 + 0.2290} = \frac{2}{0.3968} = 5.0403$$

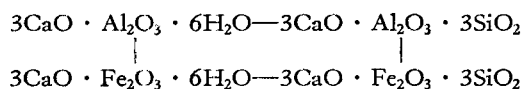
水钙榴石的分子式为:



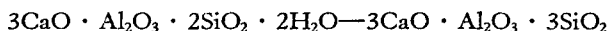
四、水钙榴石与其他水柘榴石的关系

水柘榴石的化学組成与柘榴子石有密切关系,矿物中 H₂O 分子含量以 2 与 1 的比例

代替 SiO_2 分子。1906 年 F. 考納^[5]第一次发现八面硅鈣鋁石 (hibschite), 矿物中含有二个分子的结构水。但他以为矿物中 $\text{CaO}:\text{Al}_2\text{O}_3 = 1:1$ 与鈣长石相似, 提出了一个错误的分子式: $\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 。1920 年 W. 弗善^[6]发现无色榴石 (plazolite), 矿物分子式为 $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2(\text{SiO}_2, \text{CO}_2) \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, 但当时认为象方鈉石。1937 年, A. 帕布斯特^[12]用 X-光粉晶分析首次证明无色榴石的晶体结构与鈣鋁榴石相同。1941 年 E. 弗林特^[7]研究波特兰水泥中人工化合物 $3\text{CaO} \cdot \text{R}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 。第一次提出了水柘榴石 (hydrogarnet) 这个名词, 确定 $3\text{CaO} \cdot \text{R}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 与鈣鉄榴石为連續固熔体系列:



提出其中包括了水柘榴石自然矿物——无色榴石。同年 D. 別梁金和 V. 彼得罗夫^[3]指出 F. 考納发现的八面硅鈣鋁石的成分应是 $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 。他们对八面硅鈣鋁石与无色榴石进行比较后, 提出另一个新名称“似綠榴石” (grossularoid) 包括这两个矿物, 以说明它们和鈣鋁榴石的密切关系, 但是 1950 年后, M. 亥依等人^[10]曾提出无色榴石是不純的八面硅鈣鋁石, 而无色榴石发表在后, 应作为废名处理。1943 年 C. 赫滕^[9]研究新西兰异剥鈣榴輝长岩 (rodingite) 时, 确定岩石中所称鈣鋁榴石实为水柘榴石, 矿物成分介于上述八面硅鈣鋁石与鈣鋁榴石之間。当时提出了“水綠榴石” (hydrogrossular) 这个名词, 专指下列过渡系列自然矿物:

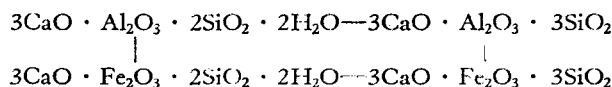


其中包括了八面硅鈣鋁石和无色榴石两个端元。之后, 1957 年 B. 麦森报道了水綠榴石的新产地。1959 年 J. 弗兰克尔^[8]研究布什維尔德岩体中著名的南非玉 (South Africa Jade), 发现实际是水綠榴石。

綜合有关文献说明, 国外已知水柘榴石都属于水綠榴石, 即都相当于含水的鈣鋁榴石。它们已知产状有两种。一种为泥灰岩与中酸性侵入岩或噴出岩的接触变质矿物, 例如八面硅鈣鋁石和无色榴石为这种产状, 这两个矿物都有良好的晶形, 前者为八面体, 后者为十二面体。另一种为基性岩中次生蚀变矿物, 主要交代斜长石形成, 新西兰异剥鈣榴輝长岩和南非苏长岩及斜长岩中的水綠榴石都属于这种产状。

我国小松山水鈣榴石与国外水柘榴石不同, 产于超基性橄欖岩中。国外已知水柘榴石含 Fe_2O_3 都很低, 如八面硅鈣鋁石 Fe_2O_3 含量最高, 仅为 3.70%, 而我国水鈣榴石富含 Fe_2O_3 , 达 18.28% 以上。

显然, 水鈣榴石的化学組成中, 不但含有水綠榴石分子, 而且含有较多“水鈣鉄榴石”分子, 即相当于含水的鈣榴石, 属于水綠榴石和“水鈣鉄榴石”过渡系列:



为便于说明, 以小松山水鈣榴石与国外水柘榴石成分性质列表对比如下 (表 4):

由表 4 对比表明, 由于化学組成不同, 水鈣榴石的各种性质, 例如比重、折光率、晶胞大小等也都与国外水柘榴石有显著区别。

过去, 国外学者曾根据水綠榴石研究指出, 水柘榴石性质随 SiO_2 与 H_2O 分子比例的

表 4 水钙榴石与国外水柎榴石成分性质对比表

成分性质		1.本区 水钙榴石	2.南非(布什維尔德) 水绿榴石		3.新西兰 水绿榴石	4.美国(加里 福尼亚) 无色榴石	5.苏联 (高加索) 八面硅钙铝石
化 学 成 分	SiO ₂	34.01	36.55	37.60	34.48	25.06	27.57
	TiO ₂	0.12			0.03		0.67
	Al ₂ O ₃	8.45	23.44	22.25	19.87	24.63	18.52
	Cr ₂ O ₃	0.20	0.25	0.10			
	Fe ₂ O ₃	18.28	1.27	0.50	0.61		3.70
	FeO	1.72	0.52	0.55	0.85		0.15
	MnO	0.12	0.04	痕	0.02		0.08
	MgO	9.96	0.79	痕	2.09		2.13
	CaO	21.47	36.06	38.40	37.40	40.13	38.39
	K ₂ O	0.10			0.01		
	Na ₂ O	0.30			0.02		
	H ₂ O ⁺	5.29	1.16	1.20	4.65	9.04	8.55
	H ₂ O ⁻	0.18			0.23		0.29
	P ₂ O ₅	0.17					
	Cl	0.06					
总计		100.43	100.20	100.99	100.24	99.99	100.00
地质产状		单斜辉石橄欖 岩次生矿物	苏长岩及斜长 岩次生矿物	同 左	异剥钙榴辉长 岩次生矿物	花岗闪长岩与 泥灰岩接触变 质矿物	方沸得绿岩与 泥灰岩接触变 质矿物
共生矿物		斜长石,蛇紋石 化橄欖石,单斜 辉石,金云母綠 泥石,磷灰石	紫苏辉石,斜长 石,黝帘石	同 左	异剥辉石,斜 长石等	硅钙镁石,单 硅钙石,硅灰 石,透辉石,符 山石,柎榴石	魚眼石,杆沸 石,硬硅钙石, 硅灰石,柎榴 子石,鎂鉄輝 石
結晶习性		他 形	同 左	同 左	同 左	十二面体	八面体
硬 度		>5				6.5	6.0
比 重		3.454±0.002	3.488	3.52	3.35	3.129	3.06±0.03
折 光 率		1.825—1.830	1.728±0.002		1.7021±0.0003	1.710	1.681
晶胞(Å)		12.063±0.005	11.859±0.001			12.14±0.01	12.00±0.02
化学性质		易溶于酸	同 左	同 左	同 左	同 左	同 左
资料来源		本 文	J. 弗兰克尔 ^[8] 1959	同 左	C. 赫吞 ^[9] 1943	W. 弗善 ^[10] 1920	D. 別梁金等 ^[8] 1941

不同作规律的变化。水钙榴石的特征说明,水柎榴石的性质也随 Fe₂O₃ 与 Al₂O₃ 分子比例的变化而作有规律的变化。据此可以确定:水柎榴石折光率随 Fe₂O₃ 的增加而增高,随 H₂O⁺ 的增加而降低,变化范围介于 1.681(八面硅钙铝石)与 1.895(钙铁榴石)之間;水柎榴石比重也具有同样关系,因此变化范围应介于 3.06(八面硅钙铝石)与 3.75(钙铁榴石)之間;水柎榴石的晶胞参数则随 Fe₂O₃ 和 H₂O⁺ 含量的增加而增大,最低值应稍大于钙铝榴石(11.840 Å),最高值应是水钙铁榴石(未知)的晶胞大小。

五、水钙榴石的成因

前面,我們曾根据矿物结构上的证据提出,水钙榴石是一种次生蚀变矿物,由交代斜

化学成分 編 号	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Cr ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	K ₂ O	Na ₂ O	P ₂ O ₅	H ₃ O ⁺	H ₂ O ⁻	F	Cl	揮发分	总计
C158—g	34.66	—	15.41	0.12	12.32	2.04	0.29	4.56	26.06	0.10	0.60	0.19	3.39	0.24	0.04	0.08	0.09	100.19

(分析者: 中国科学院地质研究所六室)

六、結 束 語

本区水钙榴石的存在暗喻着, 自然界可能找到水钙榴石尚未发现的端元——水钙铁榴石($3\text{CaO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)。另一方面, 小松山水柎榴石的发现说明, 水柎榴石应是一种比较普遍的矿物, 今后将出现更多新产地。对于过去未经详细研究鉴定过的柎榴子石分布区, 应注意检查可能是水柎榴石, 尤其是“钙铅榴石”和“玉”更应重视, 国外也有许多例子说明, 原来报道为“钙铅榴石”和“玉”的矿物, 其实是水柎榴石。

本文曾得到涂光熾先生的具体指导, 陈光远先生、彭志忠同志曾提供宝贵的意见, 在此表示感谢。文中许多化学分析和物理分析由我所各研究室协助完成, 作者谨向有关同志致谢。

参 考 文 献

- [1] 李 璞·1956 中国已知几个超基性岩体的观察。地质集刊, 第1号。
- [2] 曹荣龙 1963 某地台型铬矿床成矿作用的物理化学原理。中国地质学会 1962 年第廿二届学术年会论文选集, 矿床专册。
- [3] Belyankin, D. S. and Petrov, V. P. 1941. The grossularoid group (Hibschite, plazolite), Am. Mineral. V. 26, 450—453.
- [4] Bowen, N. L. and Tuttle, O. F. 1949. The system $\text{MgO}-\text{SiO}_2-\text{H}_2\text{O}$, Bull. of Geol. Soc. of Am. V. 60, 439—460.
- [5] Cornu, F. 1906. Hibschite, ein neues kontaktmineral, Tschermaksm., Pet Mitt, 25, 246—268.
- [6] Foshag, W. F. 1920. Plazolite, a new mineral, Am. Mineral. V. 5, 183—185.
- [7] Flint, E. P., Havord, F. M. and Wells, L. S. 1941. Hydrothermal and X-ray studies of the garnet-hydrogarnet series and the relationship of the series to hydration products of portland cement, Jour. of Reserch of Nat. Bur. stand. V. 21, 13—33.
- [8] Frankel, J. J. 1959. Uvarovite garnet and South African Jade (hydrogrossular) from the Bushveld complex, Transvaal Am. Mineral. V. 44, 565—591.
- [9] Hutton, C. O. 1943. Hydrogrossular, a new mineral of the garnet-hydrogarnet series, Trans. of Royel Soc. of New Zealand V. 73, 174—180.
- [10] Hey, M. H. 1955. An index of mineral species & varieties, Second edition p. 562.
- [11] Mason, B. 1957. Larnite, scawtite and hydrogrossular from Tokatoka, New Zealand Am. Mineral. V. 42, 379—392.
- [12] Pabst, A. 1937. The crystal structure of plazolite, Am. Mineral. V. 22, 861—868.
- [13] Pabst, A. 1942. Reexamination of hibschite, Am. Mineral. V. 27, 783.
- [14] Pistorius, C. W. and Kennedy, G. C. 1960. Stability relations of grossularite and hydrogrossularite at high temperature and pressures, Am. Jour. of Science V. 258, 247—257.
- [15] Yoder, H. S., Jr., 1950. Stability relations of grossularite, Jour. Geol. V. 58, 221—253.

HYDROUGRANDITE—A NEW VARIETY OF HYDROGARNET FROM HSIAOSUNGSHAN

TSAO YUNG-LUNG

(Abstract)

Hydrougrandite, a ferric hydrogarnet, was found in Hsiasungshan peridotite with serpentized olivine, augite, plagioclase and phlogopite. It occurs as anhedral crystal and sparsely disseminated in host rocks. It replaces plagioclase.

Hydrougrandite is light green, with a vitreous luster. It has a hardness >5 , its specific gravity is 3.454 ± 0.002 . Optically, hydrougrandite is isotropic, with index of refraction 1.825—1.830. Cell constant $a=12.063 \pm 0.005 \text{ \AA}$. The ten strongest lines of the X-ray powder pattern of hydrougrandite are: 3.02(8), 2.705(10), 2.48(7), 1.967(5), 1.677(6), 1.614(10), 1.349(5), 1.1195(8), 1.101(8), 1.0655(7), ($\text{\AA}$). The differential thermo-analysis of hydrougrandite shows three distinct characteristic thermal effects, one of which is endothermal at 705°C , and the remaining two exothermal at 440°C and 900°C respectively.

Hydrougrandite is soluble in HCl. Chemical analysis gives: SiO_2 34.01, Al_2O_3 8.45, Cr_2O_3 0.20, Fe_2O_3 18.28, FeO 1.72, MnO 0.12, MgO 9.96, CaO 21.47, K_2O 0.10, Na_2O 0.30, P_2O_5 0.17, H_2O^+ 5.29, H_2O^- 0.18, Cl 0.06. The chemical formula thus derived is $[\text{Ca}_{1.93} \text{Mg}_{1.24} \cdots]_{3.37} [\text{Fe}_{1.15}^{3+} \text{Al}_{0.83} \cdots]_{2.00} (\text{SiO}_4)_{2.26} (\text{OH})_{2.96}$.

Since hydrougrandite is rich in Fe_2O_3 , it is distinctly different from the other known hydrogarnets, namely, hydrogrossular, hibschite and plazolite (impure hibschite), which are different varieties of hydrous grossularite. The chemical composition of hydrogarnet referred to in this paper corresponds to both hydrous grossularite and hydrous andradite, and may be named "Hydrougrandite".