

# 韩国春川软玉的矿物学研究

裴祥喜, 千芝娟, 施光海

(中国地质大学 珠宝学院, 北京 100083)

**摘要:** 采用常规宝石学测试、偏光显微镜观察与电子探针(EPMA)分析对具有矿化分带的韩国春川软玉进行研究。结果表明,春川软玉主要矿物组成为透闪石,其次有透辉石、方解石、白云石、滑石等。矿化分带分为大理岩带、蚀变带、软玉+蚀变带、软玉带,是白云质大理岩经过多次交代与变质作用形成的。

**关键词:** 春川软玉;透闪石;白云质大理岩;接触交代蚀变;矿化分带

中图分类号: P619.28<sup>+</sup>3; P579

文献标识码: A

文章编号: 1000(6524)2011(S0)-0089-06

## A mineralogical study of the Chuncheon nephrite, South Korea

PEI Xiang-xi, QIAN Zhi-juan and SHI Guang-hai

(School of Gemology, China University of Geosciences, Beijing 100083, China)

**Abstract:** The Chuncheon nephrite of South Korea is becoming more and more common on Chinese market. It is usually called the Chuncheon nephrite or Chuncheon jade, and on the market it is often referred to as “Han Guo Liao”. In this study, polarizing microscope and electron microprobe (EPMA) analysis were used to study Chuncheon nephrite samples with the emphasis placed on the mineralized zone. The results show that the major mineral component of Chuncheon nephrite is tremolite, followed by diopside, calcite, dolomite and talc. The mineralized zone is classified into marble zone, alteration zone, nephrite + alteration zone and nephrite zone. The mineralized zone of the Chuncheon nephrite was formed by metasomatism and deformation of the dolomitic marble zone.

**Key words:** Chuncheon nephrite; tremolite; dolomitic marble; contact metasomatism; mineralized zone

韩国春川软玉是韩国春川产出的最有价值的珠宝玉石资源。自开采以后,对春川软玉的研究从开始的基本宝石学性质(Kim *et al.*, 1986; Kim, 1995),到对其进行的结构和成分的分析比较(Noh and Cho, 1993; Park and Kang, 1995; Noh and Choi, 2000),延伸到其矿床成因等方面(Noh *et al.*, 1993; Park and Noh, 2000)。随着优质新疆和田玉、青海软玉、俄罗斯软玉等产地资源的逐渐枯竭,中国市场也开始寻找新的软玉资源。韩国春川软玉是目前中国市场上常见的软玉,且是比较受关注的品种之一。韩国春川软玉逐步流向新疆、北京、

广州、济南、安徽、上海、扬州、苏州和南京等地,出现在各地软玉市场上。但目前对韩国春川软玉的鉴定和评估依据不足,因此亟需进行深入研究。本文希望通过对春川软玉矿物学特征及春川软玉所具有的矿化分带的初步研究,为韩国软玉的鉴定和评估提供参考依据。

## 1 矿区地质概况

韩国软玉产于韩国的春川市郊区。该地区由前寒武纪变质沉积岩类(龙头里片麻岩复合体与九峰

山层群)和侵入该沉积岩类的花岗片麻岩以及花岗岩类组成。软玉产在黑云母片岩(属龙头里片麻岩复合体)的上部,在3~6 m厚的白云质大理岩或方解石-硅酸盐岩的薄层中沿层赋存。由于断层、花岗片麻岩的侵入,因此经过变质作用的碳酸盐岩层(大理岩+方解石-硅酸盐岩+软玉)在西、东部看不到该岩层。软玉很明显发育于碳酸盐岩层的上部。一般软玉带宽为30~70 cm,也有10~20 cm玉带。软玉及其围岩从下部到上部颜色由浅色向深色过渡,呈现片麻岩/白云质大理岩/方解石-硅酸盐带/软玉带/绿泥石带/角闪石片岩带/黑云母片岩的分布状态(Noh *et al.*, 1993)。韩国春川的软玉矿床是世界上较大的软玉成矿带,矿床储量预测30~40万吨,每年开采量均为150吨。软玉矿床成因根据产状可分为两种:与蛇纹岩有关的软玉矿床和与大理岩有关的软玉矿床(Harlow and Sorensen, 1995)。韩国软玉矿床属于中酸性花岗岩与白云质大理岩的接触交代型。

## 2 矿物学特征

### 2.1 化学组成

本研究选取标本5块样品(CK-1、CK-2、CK-3、

CK-6、CK-8)的薄片,由中国地质大学(北京)电子探针室尹京武进行电子探针测试,结果见表1和表2。其中,CK-1采自软玉+蚀变带/呈浅绿色的软玉带,CK-2采自蚀变带/呈浅黄色的软玉带,CK-3采自大理岩带/蚀变带/软玉+蚀变带,CK-6采自蚀变带/软玉+蚀变带,CK-8采自蚀变带/软玉+蚀变带/偏浅灰色的软玉带。

表 1 透闪石的电子探针分析结果  $w_B/\%$

Table 1 Electron microprobe analyses of tremolite

样品	CK1-1	CK1-2	CK1-3	CK2-1	CK3-1	CK8-1
SiO <sub>2</sub>	58.04	57.84	58.51	58.17	58.05	57.94
TiO <sub>2</sub>	0.04	0.00	0.03	0.00	0.01	0.12
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.38	0.85	0.36	0.47	0.55	0.53
FeO	0.62	0.63	0.43	0.40	0.26	0.74
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.40	0.23	0.00	0.07	0.04	0.31
MnO	0.00	0.11	0.01	0.22	0.00	0.21
MgO	24.93	25.46	25.53	25.56	25.39	25.12
CaO	12.58	12.37	12.02	12.19	13.13	12.29
Na <sub>2</sub> O	0.00	0.10	0.14	0.00	0.00	0.09
K <sub>2</sub> O	0.17	0.00	0.05	0.00	0.03	0.00
Total	97.16	97.59	97.08	97.08	97.43	97.35

表 2 次要矿物的电子探针分析结果  $w_B/\%$

Table 2 Electron microprobe analyses of other amphiboles

样品	CK1-4	CK1-5	CK1-6	CK2-2	CK3-2	CK6-1	CK2-3	CK6-2	CK8-2
SiO <sub>2</sub>	55.78	56.13	54.57	54.84	54.24	54.99	0.000	47.36	62.65
TiO <sub>2</sub>	0.00	0.05	0.00	0.06	0.24	0.00	0.00	0.04	0.00
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.68	0.78	0.91	1.45	0.79	1.17	0.00	34.27	0.15
FeO	0.12	0.28	0.00	0.12	0.23	0.08	0.00	0.00	0.54
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.07	0.01	0.18	0.00	0.02	0.17	0.00	0.00	0.00
MnO	0.00	0.00	0.06	0.00	0.00	0.11	0.34	0.15	0.00
NiO	0.12	0.00	0.07	0.00	0.18	0.00	0.00	0.00	0.00
MgO	19.50	20.58	19.14	18.36	18.32	18.96	0.00	1.62	32.12
CaO	24.26	21.42	22.88	23.99	24.70	24.44	55.62	0.18	0.29
Na <sub>2</sub> O	0.00	0.12	0.18	0.07	0.05	0.00	0.00	0.22	0.02
K <sub>2</sub> O	0.00	0.00	0.03	0.00	0.10	0.00	0.00	10.66	0.00
Total	100.41	99.37	98.12	98.89	98.86	99.92	55.96	94.50	95.77
矿物	透辉石	透辉石	透辉石	透辉石	透辉石	透辉石	方解石	白云石	滑石

表 1 显示,透闪石的主要化学成分 SiO<sub>2</sub>、MgO 和 CaO 的质量分数较稳定,变化范围不大,它们的质量分数平均值分别为 SiO<sub>2</sub> 58.09%、MgO 25.33% 和 CaO 12.43%,与透闪石的理论值(分别为

59.17%、24.81%、13.81%)接近。根据表 1 中测定的数据,应用 Minpet 2.0 软件,对每个样品中的 Mg/(Mg+Fe<sup>2+</sup>)进行了计算(图 1),然后根据国际矿物协会关于角闪石族矿物分类的规定(Leake *et al.*, 1997)

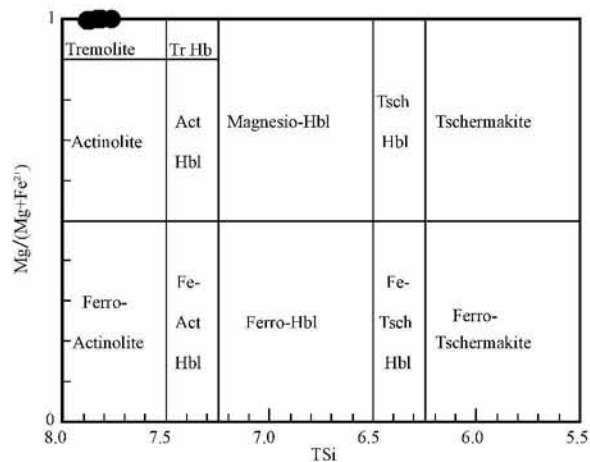


图 1 钙质闪石族矿物的分类

Fig. 1 Classification of calc amphiboles

对其进行定名。 $Mg/(Mg + Fe^{2+}) \geq 0.90$  为透闪石，本区软玉  $Mg/(Mg + Fe^{2+})$  比值约为 1，且基本均不含阳起石，说明其主要矿物组成是透闪石。与中国的软玉相比，韩国春川软玉  $SiO_2$  含量很高，且富 CaO、MgO 贫  $Na_2O$ 、 $K_2O$ 、MnO。春川软玉其次含有透辉石(图 2a)、白云石(图 2b)、方解石(图 2c)、滑石(图 2d)等矿物(表 2)。

## 2.2 结构特征

### (1) 纤维状变晶结构

透闪石晶体呈纤维状近平行聚集排列，颗粒大小约为 0.24~0.30 mm。具此类结构的玉石质地较好，且透闪石的含量越高，其质地愈细致均一(图 3a)。

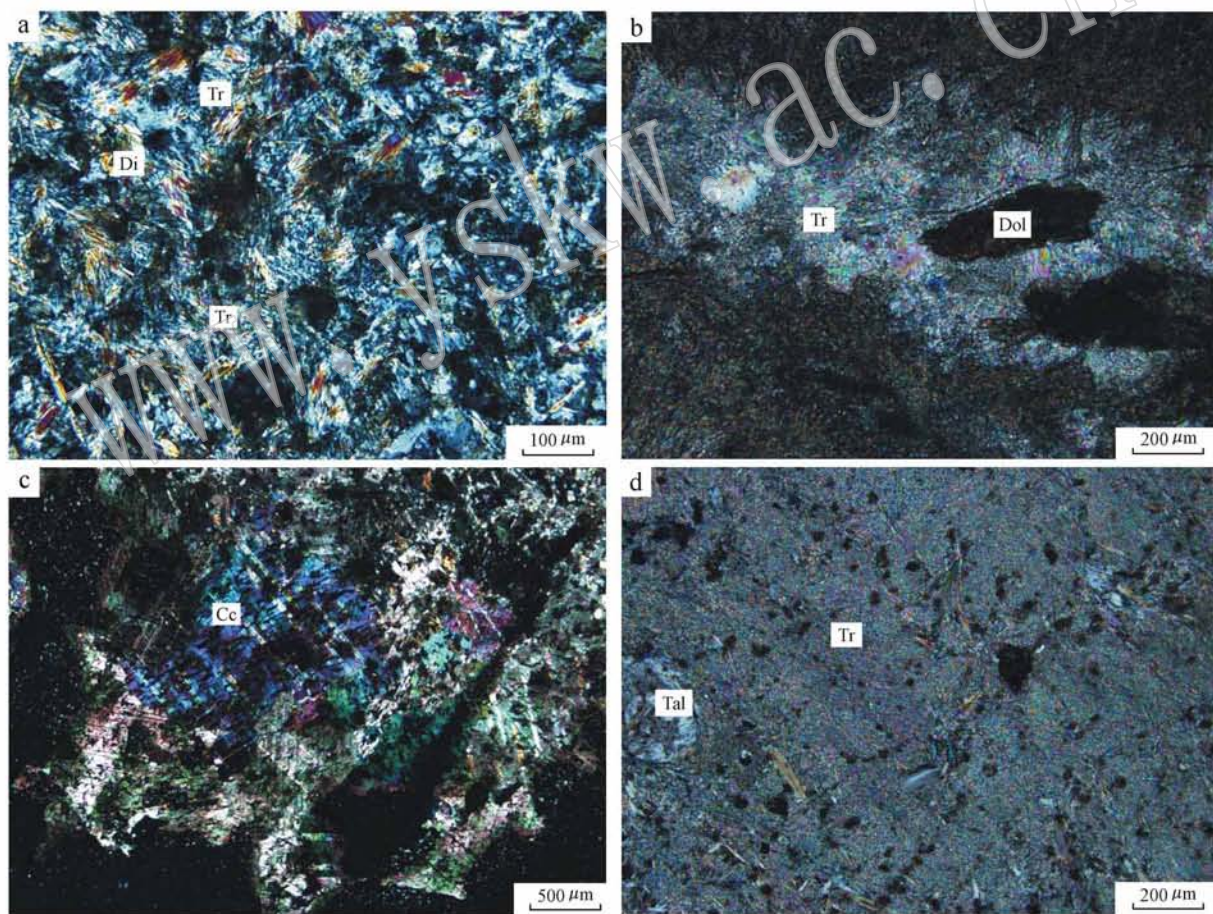


图 2 春川软玉的矿物组成

Fig. 2 Mineral composition of Chuncheon nephrites

### (2) 扇状结构

纤维变晶结构的另一种表现形式。透闪石纤维

似乎呈扇状，并伴有微弱的波状消光现象。推断可能是在汽水溶液热变质条件下，透闪石围绕中心强



烈向四周急速生长的情况下重结晶成扇状,此类玉石质地一般。该结构向隐晶质结构过渡(图 3b)。

### (3) 叶片变晶结构

透闪石颗粒呈叶片状分布,颗粒大小一般约为 0.03~0.16 mm 不等,具有弱定向性。具该结构的玉石质地一般较粗,若大量出现,会影响玉石的质量(图 3c)。

### (4) 毛毡状交织变晶结构

这是最典型的优质软玉的一种结构,该样品中

显示透闪石颗粒非常细小,粒度比较均匀,无定向密集分布,在镜下无法分清单个颗粒的形态和轮廓。本次研究样品中未见该结构。

### (5) 破裂结构

由于矿体受到定向构造压力作用,发生碎裂,由细小的鳞片状透闪石与碳酸盐矿物一起组成。这种结构的存在,破坏了毛毡状隐晶变晶结构,在很大程度上降低了该地区软玉的品质(图 3d)。

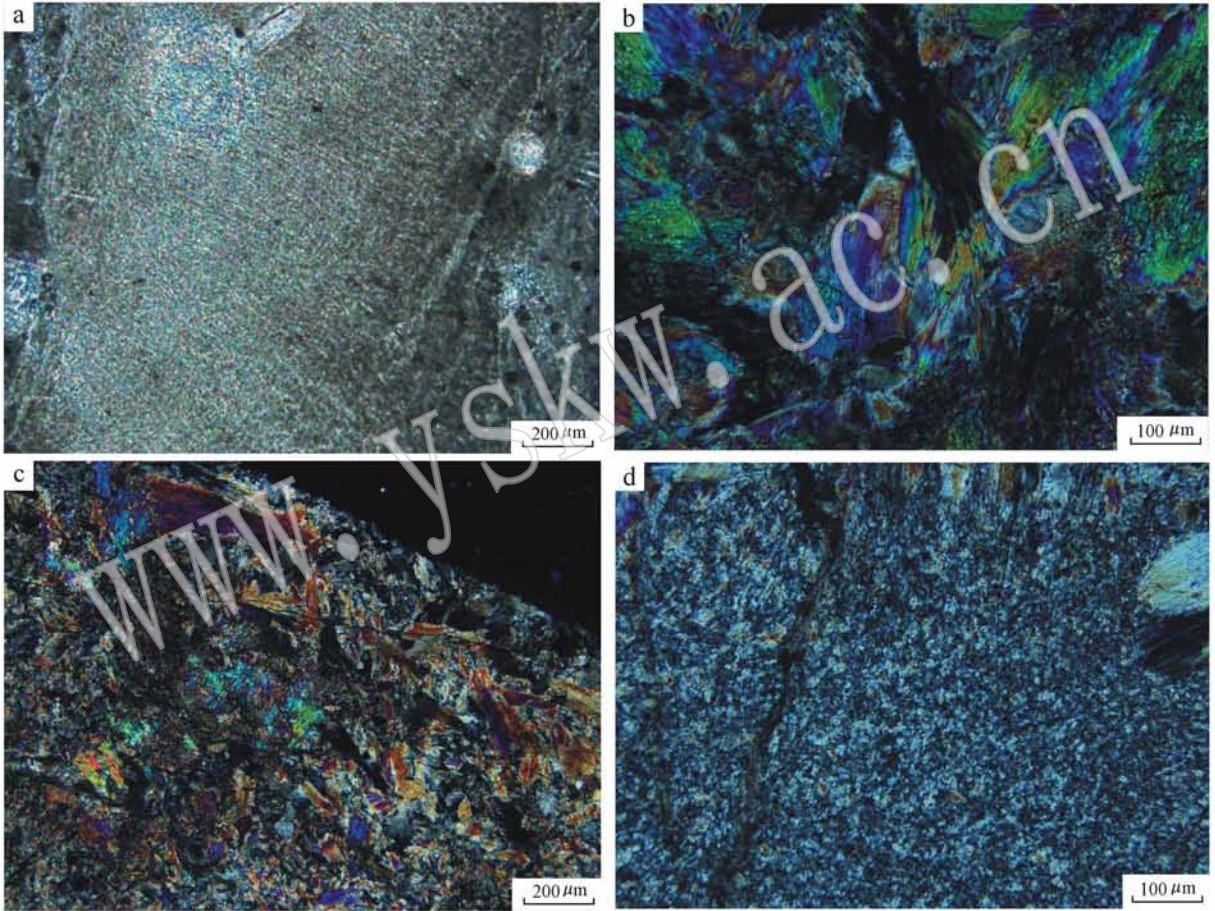


图 3 样品的偏光显微镜特征

Fig. 3 Characteristics of samples under polarizing microscope

## 3 矿化分带

### 3.1 矿化分带特征

软玉的矿化分带指的是与围岩一起产出的软玉所具有的特征。本研究选取的 5 块样品都具有明显的分带性。软玉的矿化分带可分为 4 类:大理岩带、

蚀变带、软玉+蚀变带、软玉带。本区软玉的矿化分带类型属于矿物成分不同导致的矿化分带,即受了成分分带的影响。

#### (1) 大理岩带

该带为软玉矿化分带的起点。大理岩带主要由方解石和白云石组成(图 2c)。软玉带不与大理岩带直接接触,在中间会出现蚀变带。



## (2) 蚀变带

蚀变带的矿物种类及结构比较复杂,主要为碳酸盐矿物与硅酸盐矿物。蚀变带中重结晶与交代过程比较明显(图 4a)。该带中常见方解石脉的重结晶现象(图 4b)。

## (3) 软玉+蚀变带

软玉+蚀变带与蚀变带相似,蚀变带中包含着软玉带,软玉和蚀变带较不规则地交叉在一起(图

4c)。肉眼观察蚀变带中的软玉比纯的软玉带中的软玉颜色暗、质地差。

## (4) 软玉带

软玉带主要细分为透闪石带、含透辉石带(图 2a、图 4d)。透闪石带中透闪石含量高于 90%,结构不同,颗粒大小不一。透闪石含量低于 90%以下的划归为含透辉石带,由透闪石和透辉石组成。

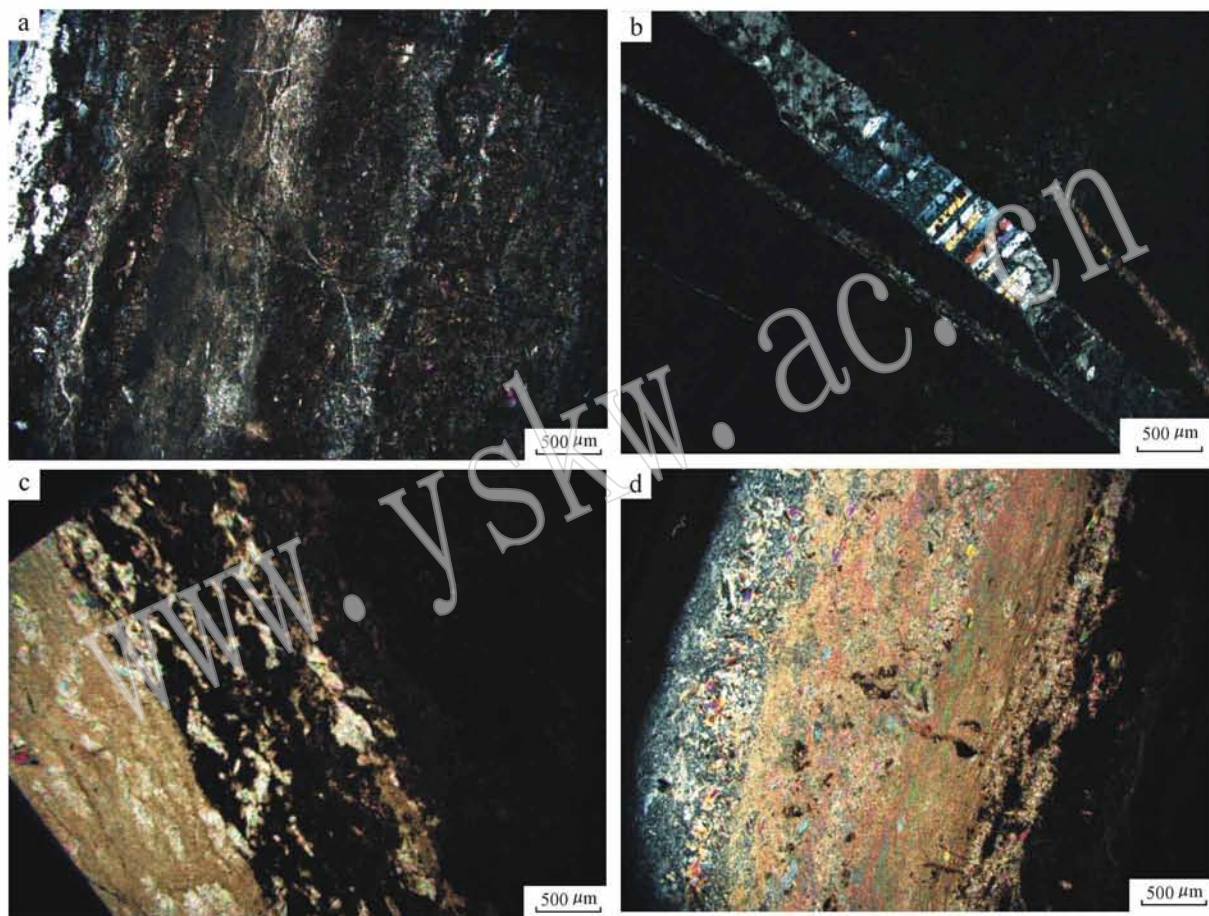


图 4 春川软玉的矿化分带特征

Fig. 4 Characteristics of the mineralized zone of Chuncheon nephrites

## 3.2 矿化分带的矿物生成关系

研究地区的母岩即白云质大理岩及其周围的变质沉积物经过区域变质作用以基岩的形式先形成。之后,白云质大理岩经过多次交代与变质作用形成了软玉矿化带。本研究中软玉带的矿物生成有以下的关系:白云质大理岩(白云石)→透辉石→透闪石→方解石、滑石等。也就是透辉石→透闪石经过多次矿化作用使得软玉有了不同的结构和结晶度(Noh *et al.*, 1993)。

生成软玉通常分 3 个阶段:首先,经过硅化作用  $\text{Ca} + \text{Mg} = \text{Si}$ ,形成易于生成软玉的环境,然后发生两次以上的  $\text{Ca} = \text{Mg}$  的成分替换生成软玉,最后多次交代与变质作用生成质地比较细的软玉(Noh *et al.*, 1993)。第 1 阶段的硅化作用处于本样品中的蚀变带,第 2 阶段的成分替换处于本样品中的软玉+蚀变带,第 3 阶段生成的软玉为软玉带透辉石经过再次结晶与交代的矿化作用下形成的。这说明了春川地区软玉的生成顺序为白云质大理岩→蚀变带

→软玉+蚀变带→软玉带。

## 4 讨论和结论

(1) 韩国春川软玉的主要矿物成分为透闪石, 含量在 98% 左右, 部分含有透辉石和少量的方解石、白云石、滑石等。春川软玉不含阳起石, 而且杂质矿物种属较少, 这与新疆和田玉、溧阳软玉、俄罗斯软玉和岫岩闪石玉有所不同( 张晓晖等, 2002; 周征宇等, 2009; 王铁, 2009)。化学成分分析结果显示, 与其他产地软玉相比, 韩国春川软玉中  $\text{SiO}_2$  含量很高, 富  $\text{CaO}$ 、 $\text{MgO}$  贫  $\text{Na}_2\text{O}$ 、 $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$  含量非常低甚至无, 而和田玉、岫岩软玉、青海软玉和溧阳软玉的  $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$  含量较高, 尤其溧阳软玉的该值高达 0.51% ~ 1.04% (周征宇等, 2009)。

(2) 韩国春川软玉的结构为纤维状、扇状、叶片状、毛毡状和破裂结构。但本次研究中毛毡状结构未见。和田玉、溧阳软玉和岫岩软玉都主要为毛毡状结构, 其次为放射状、针状、纤维状、柱状结构( 崔文元等, 2002)。

(3) 韩国春川软玉的成矿条件与新疆和田玉接近, 为中酸性花岗岩与白云质大理岩的接触交代矿床( 王铁, 2009)。韩国春川软玉的矿化分带具有以下特征: 白云质大理岩经过多次交代与变质作用形成了现在的软玉矿化分带, 本研究中软玉带的矿物生成有以下的关系: 白云质大理岩( 白云石) → 透辉石 → 透闪石 → 方解石、滑石等。矿化分带从早到晚分为大理岩带、蚀变带、软玉+蚀变带、软玉带。

## References

Cui Wenyuan and Liu Jing. 2002. Study on nephrite( tremolite jade ) from three localities in China[ J ]. *Gems and Gemology*, 4( 2 ): 25 ~ 27( in Chinese with English abstract ).

Harlow G E and Sorensen S S. 1995. Jade( nephrite and jadeitite ) and serpentinite : metasomatic connection[ J ]. *International Geology Review*, 47( 2 ): 113 ~ 146.

Kim S J, Lee D J and Chang S W. 1986. A mineralogical and gemological characterization of the Korean Jade from Chuncheon, Korea[ J ]. *The Journal of the Geological Society of Korea*, 22( 3 ): 278 ~ 288( in

Korean with English abstract ).

Kim W S. 1995. Nephrite from Chuncheon, Korea[ J ]. *The Journal of Gemology*, 24( 8 ): 547 ~ 560( in Korean ).

Leake B E, Woolley A R, Arps C E S, et al. 1997. Nomenclature of amphiboles : report of the subcommittee on amphiboles of the international mineralogical association, commission on new minerals and mineral names[ J ]. *The Canadian Mineralogist*, 35 : 228.

Noh J H and Cho H G. 1993. Mineralogical characterization of the Chuncheon Nephrite : mineral facies, mineral chemistry and pyrobole structure[ J ]. *The Journal of Mineralogy Society of Korea*, 6( 2 ): 60 ~ 63( in Korean with English abstract ).

Noh J H and Choi J B. 2000. Crystal chemistry and fine-scale paragenesis of Chuncheon Nephrite[ J ]. *The Journal of Mineralogy Society of Korea*, 13( 2 ): 96 ~ 114( in Korean with English abstract ).

Noh J H, Yu J Y and Choi J B. 1993. Genesis of nephrite and associated calc-silicate minerals in Chuncheon area[ J ]. *The Journal of the Geological Society of Korea*, 29( 3 ): 201 ~ 205, 213 ~ 215( in Korean with English abstract ).

Park K H and Noh J H. 2000. Geochemical study on the genesis of Chuncheon Nephrite deposit[ J ]. *The Journal of Petrological Society of Korea*, 9( 2 ): 53 ~ 69( in Korean ).

Park M E and Kang J M. 1995. Texture and toughness of Chuncheon Nephrite, Korea[ J ]. *The Journal of Mineralogy Society of Korea*, 8( 1 ): 29 ~ 36( in Korean with English abstract ).

Wang Tie. 2009. The Study on Mineralogical and Gemological Characteristics of Korean Tremolite Jade[ D ]. Xi'an : Changan University, 13 : 46 ~ 47( in Chinese with English abstract ).

Zhang Xiaohui, Wu Ruihua and Li Wenwen. 2002. Petrological characteristics of Hetian jade in Xinjiang and nephrite from Baikal Lake area in Russia[ J ]. *Acta Petrologica et Mineralogica*, 21( supp. ): 50 ~ 53( in Chinese with English abstract ).

Zhou Zhengyu, Liao Zongting, Chen Ying, et al. 2009. A petrological and mineralogical study of Liyang-nephrite[ J ]. *Acta Petrologica et Mineralogica*, 28( 5 ): 490 ~ 494( in Chinese with English abstract ).

## 附中文参考文献

崔文元, 刘晶. 2002. 中国三个产地的软玉( 透闪石玉 ) 研究[ J ]. *宝石和宝石学杂志*, 4( 2 ): 25 ~ 27.

王铁. 2009. 韩国透闪石玉的矿物学、宝石学特征研究[ D ]. 西安 : 长安大学, 13, 46 ~ 47.

张晓晖, 吴端华, 李雯雯. 2002. 新疆和田玉和俄罗斯贝加尔湖地区软玉的岩石学特征研究[ J ]. *岩石矿物学杂志*, 21( 增刊 ): 50 ~ 53.

周征宇, 廖宗廷, 陈盈, 等. 2009. 溧阳软玉的岩石矿物学研究[ J ]. *岩石矿物学杂志*, 28( 5 ): 490 ~ 494.