

可可西里地区盐湖现代蒸发岩初探*

李秉孝

(中国科学院青海盐湖研究所, 西宁 810008)

提要 1990年夏季,对青藏高原西北部无人区,进行了地理、地质、生物等方面的综合考察。现代含盐湖盆固相沉积的研究结果,发现了8种盐类矿物、4种泉华析出物,初步摸清了该区现代沉积与蒸发岩的矿物组合、湖盆演化现状,填补了本区含盐湖盆研究的空白。

关键词 现代蒸发岩 湖泊演化 可可西里地区

1 高原环境与区内湖泊概况

横垮青、藏两省的可可西里地区,位于青藏高原西北部,大部在青海省境内,即北纬34—36°,东经84°30′—94°30′(也有将东经西延至80°,则为80°—94°40′之间);面积约为25万km²,平均海拔4800m以上;年平均气温<-4℃,年极端最低气温可达-34℃以下,未出现过日平均气温>10℃的积温;年降雪日数>80d,降水量<150mm/a,蒸发量1500mm/a^{1,2)}。自然条件极端严酷,以高寒草原-荒漠草原景观为主,有野生动物生息,但人类活动极少,故这个地带,是自然环境最少受破坏的地区。

可可西里区内湖泊众多,经统计面积超过1km²的有359个,其中具含盐沉积的21个,咸水与半咸水湖172个,淡水湖166个³⁾,分别占区内湖泊总数的5.8%,47.9%,46.2%。由此可见,区内湖泊以半咸水、咸水湖数量最大,淡水湖次之,而具有盐类沉积和湖水矿化度大于50g/L的盐湖并不多。总的来说,本区成盐作用尚不强烈,大多数湖泊处于由咸水湖向盐湖演化的地质阶段,与其北部相邻的柴达木盆地比较,这里成盐时代新,成盐强度亦弱得多。

西金乌兰湖为本区最大的盐湖,湖水面积约为324km²,湖面海拔4769m,实测水深为4.7m,湖底有10—30cm厚的石盐沉积。区内的最大半咸水湖为乌兰乌拉湖,面积为510km²,海拔为4854m,实测水深大于6.9m。其他半咸水、咸水湖多为数平方公里至数十平方公里的小湖,少数几个较大的湖泊面积,一般也都在300km²以下。

2 现代蒸发岩沉积现状

对采集的9个湖区的32件固样,进行了显微镜、X衍射鉴定,发现其中有7个湖泊底部或在湖岸边缘有盐类沉积,见到的蒸发岩类有:石膏、石盐、芒硝、无水芒硝、水钙芒硝、

* 可可西里综合考察,由国家科委、中国科学院、国家环保局和青海省联合立项,为国家重大资助项目,(D900124)号。

胡东生、山发寿参加了野外考察并与作者进行了有益的讨论,谨志谢意。

1) 青海省气象局,青海气象资料(1961—1970年累计值)。

2) 青海省气象局,1972,青海气候图集。

3) 中国科学院青海盐湖研究所,1980,青海、西藏高原湖泊类型一览表。

白钠镁矾、方解石以及与碎屑一起沉积的粘土粒级的方解石、菱镁矿等硫酸盐和碳酸盐类矿物(表 1)。

水石盐($\text{NaCl} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)在气温低于 0°C 时,可在饱和卤水中析出,因考察季节选在夏季,当时这里日平均气温大于 0°C ,湖水浓缩程度已达饱和的西金乌兰湖,看不到这种季节性矿物水石盐的出现。本区已发现的 8 种盐类,主要分布在西金乌兰湖和海丁诺尔两个湖区,而其他湖泊边缘仅有石盐或石膏沉积。

表 1 可可西里部分湖区盐类沉积简况

Tab. 1 A summary of the saline deposits of some lakes in Kekexili

湖名 \ 盐类矿物	方解石	菱镁矿	石膏	石盐	水石盐	芒硝	无水芒硝	水钙芒硝	白钠镁矾
西金乌兰	●	⊕	○	●	○	●	○		
海丁诺尔				○			⊕	⊕	⊕
荀鲁错			○	○					
苍 错				○					
葫芦错			⊕	○					
荀弄错				⊕					
太 东	⊕		⊕						

矿物沉积规模: ● 大量, ○ 少量, ⊕ 微量。

盐类矿物的形态标型性,是反映沉积环境标志之一。依石膏为例,在相对干旱气候条件下,可形成龟片状形态石膏,而在成盐强度较弱的潮湿气候下,则有柱状、粒状石膏形态(李秉孝,1987)。固样鉴定结果,在西金乌兰湖、太东湖和荀鲁错等湖区,皆发现有粒状或短柱状形态石膏与石盐共生。这种微晶状石膏分散于粘土粉砂层中,这些呈粒状、柱状形态石膏,与本区湖泊成盐作用较弱相吻合,即为相对潮湿环境下产物的反映。

由本区蒸发岩矿物组合表明,已有盐类析出的湖盆,目前演化尚处于硫酸盐或碳酸盐阶段,即使已进入自析沉积阶段的盐湖,也尚未达到氯化物沉积阶段(表 2)。

由表 2 可见,这里湖泊的成盐作用方始未止。据作者对青藏盐湖蒸发岩沉积类型与卤水 pH 值的变动范围的概率统计结果(李秉孝,1990),本区盐湖卤水大多处在 9.4—5.4 之间的硫酸盐沉积阶段, pH 值为 10.82—8.2 范围的碳酸盐类型的卤水湖泊较少,至于 pH 值在 7.4—4.6 区间的氯化物沉积阶段卤水,目前一般还不会在该区出现,故固相钾镁盐类在本区形成的可能性极小。

3 泉华析出物

考察路线所经过地区,发现多处有泉水出露,有的以热泉形式出现,这些来源于深层

表 2 可可西里盐湖成盐系列与卤水演化现状

Tab. 2 The present status of the salifiable series and brine evolution of salt lakes in Kekexili

蒸发岩矿物	碳酸盐型卤水	硫酸盐型卤水		氯化物型卤水
		钠亚型	镁亚型	
白钠镁矾 $\text{Na}_2\text{Mg}(\text{SO}_4)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$				
水钙芒硝 $\text{Na}_2\text{Ca}(\text{SO}_4)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$				
无水芒硝 Na_2SO_4	—			
芒硝 $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$	— — — —			
石盐 NaCl	— — — —			
水石盐 $\text{NaCl} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	— — — —			
石膏 $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	— — — —			
菱镁矿 MgCO_3	— — — —			
方解石 CaCO_3				

水的地热资源,是青藏高原这一活跃地质单元隆起过程中,断裂构造发育的反映。由于泉水大都具咸味,因而它实际上成为盐湖物质成分的主要补给来源之一。考察中发现的几种泉华析出物,就是这些矿泉长期出露的显示。在西金乌兰湖旁有较大的鲕状方解石块体,在太阳湖东侧的小湖—太东湖附近的热泉周围有铵明矾、镁铝矾、自然硫的析出,这些泉华析出物通过显微镜、X衍射鉴定得到证实,现将鉴定结果分述如下。

3.1 方解石(CaCO_3) 发现于西金乌兰湖北岸中部,呈鲕状同心圆构造的较大致密块状体,大小在10cm以上,橙褐色,显微镜下呈放射状集合体结构。鲕状、钟乳状方解石的形成,可能与富含过饱和的 CO_3^{2-} 离子有关,泉水流出地表后因失去 CO_2 ,使 CaCO_3 沉淀而成。

显微镜鉴定结果:一轴晶,负光性,自然光下测得折光率 $N_o = 1.658, N_e = 1.486$ 。X衍射结果与已知资料一致。

3.2 铵明矾 $[\text{NH}_4\text{Al}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}]$ 在太东湖旁的热泉周围析出,为白色细粒集合体,或呈纤维状、粉条状外貌。质轻而松散,显微镜下呈短柱状微晶,单晶一般小于0.5mm,易溶于水。共生矿物有镁铝矾、石膏、石英碎屑等。粉条状形态的铵明矾,是因后期淋滤所致。

显微镜下为均质体,自然光下测得折光率 $N = 1.458 \pm 0.001$ 。挑选样品做X衍射分析,除含有少量石膏、石英等杂质外,其他 d 值与已知资料相吻合。

3.3 镁铝矾[(镁明矾) $\text{MgAl}_2(\text{SO}_4)_4 \cdot 22\text{H}_2\text{O}]$ 为白色纤维状集合体,质软而轻,易溶

于水,与铵明矾同产于太东湖附近的热泉周围。共生矿物有铵明矾、石膏、石英等。

由于该矿物单晶微小,显微镜下其轴性不好辨认。干涉色很低,呈一级灰白,斜消光,测得折光率 $N_g = 1.480 \pm 0.001$, $N_p = 1.474 \pm 0.001$ 。X衍射结果与镁铝矾资料一致。

3.4 自然硫 [S(S₈)] 为黄色、灰黄或灰白色,中、细粒晶体,在其围岩孔隙中,有少数粒度可达 2—3mm 大小的质纯自然硫晶体。

自然硫产于太东湖热泉附近,它的形成可能与热泉水中含 H₂S 有关, H₂S 经分解后析出自然硫。共生矿物有石英、白云母、粘土等碎屑。部分石英、粘土呈黑色,可能因高温的热泉长期烘烤微生物有机质,使之炭化而成。

4 粘土矿物组合及其沉积环境

对获得的乌兰乌拉湖、西金乌兰湖、太东湖的 3 个湖底淤泥样,进行了粘土分析,取样深度由表层至埋深 65cm 不等。原样分别用水浸泡,自然沉降法分离出粘土,做 X 衍射分析,各湖区的粘土与碳酸盐矿物沉积情况见表 3。

表 3 可可西里 3 个湖泊碎屑沉积中的粘土矿物和碳酸盐

Tab. 3 The clay minerals and carbonates of the clastic deposits of three lakes in Kekexili

湖 名	湖水性质	取样深度 (cm)	样品个数	粘 土 矿 物		共生的 碳酸盐
				主 要	次 要	
乌兰乌拉湖	半咸水湖	65	5	伊利石	Fe-斜绿泥石、高岭石	方解石 菱铁矿
太东湖	半咸水湖	15	3	伊利石	斜绿泥石、高岭石、蒙脱石	方解石
西金乌兰湖	盐 湖	表 层	1	伊利石	绿泥石、高岭石、蒙脱石	方解石

粘土分析结果,都以伊利石为主,与其共生的碳酸盐,则以方解石为主,据此,可有以下几点认识。

4.1 3 个湖区粘土矿物的组合表明,皆以伊利石为主,含少量绿泥石、蒙脱石、高岭石,这种组合与青藏高原其他内陆盐湖的碎屑沉积中,各种粘土矿物的含量情况一致 (徐昶, 1990)。

4.2 半咸水湖至盐湖环境下的粘土沉积,都是以伊利石为主的沉积特征,表明它主要由陆源碎屑搬运而来,一般不是原地自生。且半咸水到盐湖阶段的水介质,大都呈弱碱性,这种弱碱性环境,正适合伊利石得以保存和形成的介质环境。

4.3 伊利石是一种含钾的硅铝酸盐,不但普遍存在于现代内陆盆地中,在海洋的沉积物中,分布也极为广泛,亦为伊利石为主的粘土组合¹⁻³⁾,所不同的是蒙脱石在百分含量上,居第二位,而高岭石和绿泥石最少。这与陆相湖盆中以伊利石为主,绿泥石次之,蒙脱石和高岭石含量最少的比例状况略有不同。

1) 吴文中,南海粘土矿物的初步研究,1979,中国科学院南海海洋研究所科研成果论文摘要汇编。

2) 赵全基等,1986,北太平洋中部粘土级矿物研究。

3) 徐步台等,1988,南极半岛西部海域沉积粘土的氢氧同位素研究。

4.4 本区出现的 Fe-斜绿泥石,它应是地表风化的产物,也是湖泊演化在早期矿化度较低的显示,当卤水浓缩至盐湖阶段,铁可逐渐被镁代替,转化为含镁较高的硅、铝酸盐粘土。

4.5 在碎屑沉积中的碳酸盐矿物,以含钙的方解石为主,而含镁的碳酸盐极少见,亦显示了成盐强度较弱,本区湖泊尚主要处于咸化初期的沉积特征。

5 结语

可可西里地区的湖泊大多处于咸水湖阶段,进入饱和卤水自析盐的盐湖数目不多,目前发现的盐类矿物组合主要属硫酸盐沉积,该区盐湖的演化尚未达到氯化物沉积阶段,表明本区含盐盆地的成盐作用方兴未艾;该区分布较多的泉水、热泉和泉华析出物,是本区地热活动频繁的反映,深层水的长期补给,是湖盆成盐物质的主要来源之一;粘土矿物组合反映了青藏高原湖盆乃至我国陆相现代盐湖粘土成分的一致性,粘土矿物成分和与其伴生的粘土粒级的碳酸盐矿物成分,也反映了该区湖泊演化基本尚处在早期阶段。

本文仅就可可西里科考中获得的含盐盆地有关沉积固样标本的研究结果,其他学科专业方面的室内工作,正在全面的进行总结,待全部完成后,将对本区自然地理情况、高原隆起对人类活动的影响的研究、本区特有自然生态的保护、资源的合理开发诸问题,逐步得出切合实际的结论。

参 考 文 献

- 李秉孝,1987,柴达木盆地盐湖盐类矿物及其沉积条件,中国-澳大利亚第四纪学术讨论会论文集,科学出版社(北京),133—141。
 李秉孝,1990,现代陆相盐湖蒸发岩研究,地球化学,4: 333—339。
 徐昶,1990,我国粘土矿物及其意义的初步研究,中国科学,3: 303—312。

A PRELIMINARY EXPLORATION OF THE EVAPORITE OF MODERN SALT LAKES IN KEKEXILI

Li Bingxiao

(Institute of Salt Lakes, Academia Sinica, Xining 810008)

ABSTRACT

An investigation for manless region in Kekexili was in progress by the comprehensive scientific survey team that made of more science personnel in a specific field in the summer of 1990. This paper only is a research result about the evaporite and clastic sediments of modern salt lakes. It has been established that modern evaporite mineral assemblages in this area. 8 saline minerals and 4 separate sinter minerals have been discovered.

Key words Modern evaporite Lakes evolution Kekexili region