

藏北羌塘盆地上三叠统那底岗日组与 下伏地层沉积间断的确立及意义

付修根, 王剑, 汪正江, 陈文西

中国地质调查局成都地质矿产研究所, 成都, 610082

内容提要: 藏北羌塘盆地上三叠统那底岗日组呈近东西带状展布, 下部主要为凝灰岩、凝灰质砂岩夹流纹岩、玄武岩, 上部主要为含砾砂岩、泥质粉砂岩和生物碎屑泥灰岩。笔者等野外调查中首次在下伏的上三叠统肖茶卡组顶部发现古风化壳, 结合在那底岗日组底部识别出来的不同底界类型和底砾岩特征, 证实那底岗日组与下伏地层之间存在沉积间断。早期磁性地层研究中也发现了该沉积间断的存在, 间断时间被认为约 2 Ma。运用已有的生物地层资料确定肖茶卡组地层的沉积时间(晚三叠世诺利期—瑞替期), 从而推测那底岗日组火山岩形成时代略晚于这个时间, 很可能早于前人关于该套地层的时代认识。那底岗日组火山岩可能对研究东特提斯地区的晚三叠世生物绝灭、气候变化以及海退事件有重要意义。

关键词: 晚三叠世风化壳; 沉积间断; 那底岗日组; 羌塘盆地

晚三叠世末—侏罗纪初, 中大西洋岩浆省(the Central Atlantic Magmatic Province—CAMP)广泛的火山作用引起了全球海洋和气候的变化, 与此相伴的是全球性的海退事件、生物绝灭事件以及气候变化事件, 这些事件的研究在欧洲、美洲已经取得了令人瞩目的进展(McRoberts et al., 1997; Guex et al., 2004; Tanner, 2004), 但东特提斯范围的大洋州和亚洲资料很少。一方面是由于晚三叠世未发生了全球性大规模海退, 海域面积极大地退缩, 连续的海相三叠系/侏罗系地层剖面为数甚少(Hallam, 2001); 另一方面, 位于特提斯构造域东段的青藏高原具有海拔高、气候寒冷、严重缺氧的特点, 大部分地区人迹罕至, 这就给研究带来很大的困难。

位于亚洲大陆南部, 特提斯—喜马拉雅构造域东段的青藏高原是古生代以来的地质活动区, 具有多类型的沉积建造、频繁的岩浆活动和变质作用, 以及复杂的地质构造格局, 长期以来受到国际地质学界的关注(赖绍聪等, 1999)。近年来, 阴家润等(2006)在青藏高原的聂拉木县发现了特提斯地区唯一未曾“压缩”的三叠系/侏罗系地层剖面, 具有瑞替阶 Marshi 菊石带、赫塘阶 Tibeticum、Callyphyllum 和 Pleuronotum 菊石带, 这在全球范围内是不多见

的。事实上, 连续的海相三叠系/侏罗系地层剖面不仅在藏南有一定的分布, 在藏北的羌塘盆地(主要见于南羌塘盆地)也能见到, 而且该盆地出露晚三叠世—侏罗系火山岩, 厚度从数十米至二千米不等, 该套火山岩虽然出露零星, 但从羌塘盆地的北部到中央隆起带附近均有分布, 因此, 晚三叠世的羌塘盆地在东特提斯构造域内有着重要的位置。本文对该套火山岩进行了初步研究, 并探讨了该套火山岩与下伏地层的关系。

1 那底岗日组地层的空间展布 及岩石组合

那底岗日组由西藏区调队(1986)所创的那底岗日群演变而来, 当时是以那底岗日和菊花山剖面为代表, 但以菊花山剖面最为系统和完整(王剑等, 2004)。主要由一套凝灰岩、凝灰质砂岩夹流纹岩、玄武岩以及上部的含砾砂岩、泥质粉砂岩和生物碎屑泥灰岩组成, 厚 1120~1672 m, 不整合覆盖于上三叠统肖茶卡组之上, 其上被中侏罗统雁石坪群下部砂岩整合覆盖。

区域上, 那底岗日组主要分布于湾湾梁、雀莫错和中央隆起带北侧, 呈北西西向条带状分布。在北

注: 本文为国家油气专项“青藏高原油气资源战略选区调查与评价”项目和国家自然科学基金资助项目(编号 40472070)的成果。

收稿日期: 2006-12-11; 改回日期: 2007-01-23; 责任编辑: 章雨旭。

作者简介: 付修根, 男, 1976年生。博士研究生。主要从事大地构造学与油气地球化学研究。通讯地址: 610082, 成都地质矿产研究所; Email: fuxiugen@sohu.com。通讯作者: 王剑, 电话: 028-83227596; Email: Jianwang@mail.sc.cninfo.net。

羌塘凹陷的西南部,那底岗日组最为发育,出露于石水河、菊花山、胜利河、甜水河、那底岗日、江爱达日那和长蛇山一带(图 1),宽约 50 km,长约 300 km。岩性为一套火山岩和火山碎屑岩沉积,可大致分为两个岩相组合类型,一类是陆上喷发系列,以英安熔岩—熔结凝灰岩—凝灰岩为主,局部见玄武岩;另一类是水下喷发系列,为沉火山角砾岩—沉凝灰岩—凝灰质砂岩—粉砂岩—泥岩等,局部夹灰岩,两类沉积常交互出现(王剑等, 2004)。

水下喷发系列以菊花山剖面为代表,该剖面位于北羌塘菊花山西,剖面起点座标为 $N33^{\circ}52'24.8''$, $E86^{\circ}09'12.4''$, 终点座标为 $N33^{\circ}52'49.5''$, $E86^{\circ}09'24.8''$, 剖面顶底接触界线清楚,厚度为 684.39 m。剖面底部为河流相沉积(可能为三角洲)的石灰质底砾岩,厚约 32.68 m,砾石成分较为单一,为下伏上三叠统泥晶灰岩,砾石呈圆—次棱角状,分选性较差,砾径一般为 2~8 cm,最大达 15 cm,砂泥质充填,具明显的正粒序。剖面下部为水下火山岩喷溢相沉积,厚约 268.68 m,由岩屑(晶屑)玄武质凝灰岩构成,凝灰岩中具流动构造和气孔构造,绿泥石化、绿帘石化特征明显,凝灰岩中见有灰岩捕虏体,大小为 1~3 cm,由下至上,捕虏体逐渐变小,含量逐渐降低,表现为明显的正粒序。剖面上部为水下碎屑流沉积,厚约 383.03 m,由英安质晶屑(岩屑)沉凝灰岩和英安质—流纹质晶屑(岩屑)沉凝灰岩构

成,在沉凝灰岩底部,偶夹厚约 0.5~1 cm 的硅质岩,沉凝灰岩中具火山灰流和火山砂流特征,发育平行层理、纱纹层理、粒序层理。

陆上喷发系列以石水河剖面为代表,该剖面位于北羌塘石水河南岸,剖面起点坐标为 $N34^{\circ}02'57.9''$, $E86^{\circ}56'31''$, 终点坐标为 $N34^{\circ}02'41.3''$, $E86^{\circ}55'44.2''$, 剖面未见顶,底与上三叠统肖茶卡组(T_3x)灰岩平行不整合接触,剖面厚度大于 654.99 m。剖面下部为河流相砂岩、粉砂岩沉积,厚约 62.15 m,砂岩中发育小型交错层理,局部见底冲刷面。剖面中上部为熔结凝灰岩、流纹质凝灰岩、英安岩以及流纹岩组成的多个爆发—喷流韵律,在剖面序列中至少可以识别出 5 个火山喷发旋回,厚度大于 583.84m。凝灰岩呈灰绿色,薄—中层状,发育流动构造。英安岩具斑状结构,含角闪石和黑云母斑晶,局部可见流纹构造。流纹岩中发育石英斑晶,含量约为 20%,具流纹构造。该套火山岩中夹多层灰绿色薄—中层状河流相砂岩,以细粒石英砂岩为主,局部见小型交错层理。

2 那底岗日组与下伏地层沉积间断关系的确立

2.1 那底岗日组与下伏地层的接触关系
那底岗日组在区域上分布不稳定,总体上与下伏地层呈不整合或假整合接触,在覆盖较严重的地

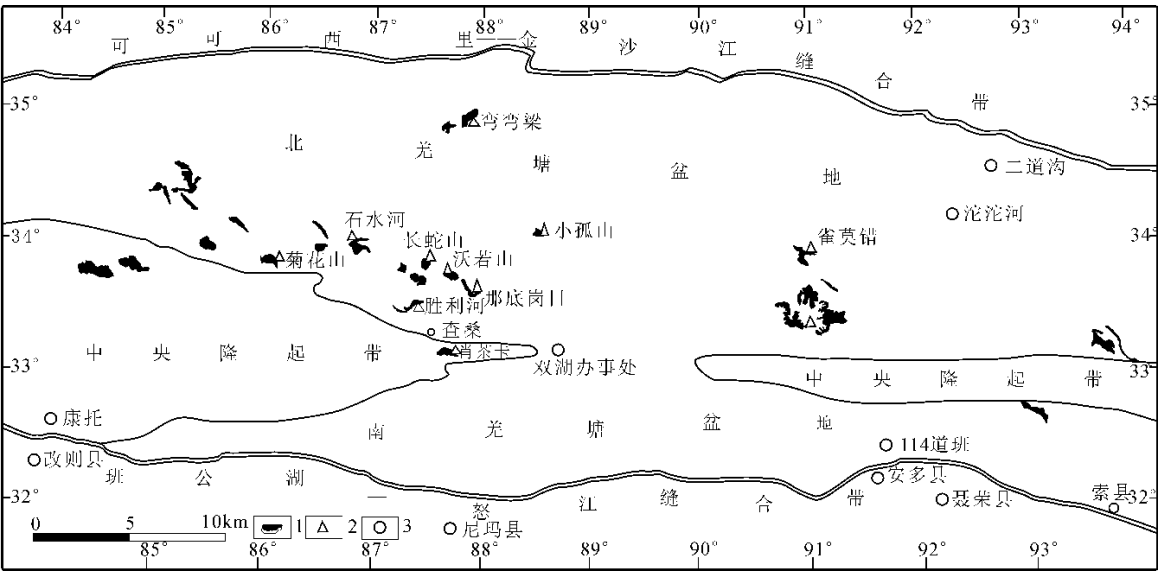


图 1 羌塘盆地那底岗日组火山岩展布图

Fig. 1 Geological distribution of volcanic rocks from the Nadi Kangri Formation in the Qiangtang basin
1—那底岗日组火山岩; 2—剖面位置; 3—行政区
1— volcanic rocks of the Nadi Kangri Formation; 2—location of sections; 3—administrative region

区,那底岗日组与下伏地层接触关系不明。

未见底的那底岗日组剖面主要见于西藏双湖地区长蛇山、那底岗日、半岛湖南的小孤山等地区。剖面厚度为 160.25~851.79 m,剖面底部普遍发育了一套角砾岩组合。在长蛇山剖面(图 2),那底岗日组底部为灰绿色块状流纹质火山角砾岩,角砾含量为 70%~80%,成分以流纹岩为主,砾石大小为 3~6 cm,少量达 8~10 cm,呈棱角状—次圆状,分选较差,胶结物为酸性熔岩(中国地质调查局成都地质矿

产研究所^⑨)。在小孤山剖面,那底岗日组底部为灰绿色厚层状安山质砾岩,砾石含量为 50%~60%,成分以安山岩为主,砾石大小为 1~3 cm,少量达 6~10 cm,呈棱角状,分选性较差,胶结物为中性熔岩(大庆石油学院^⑩)。但在那底岗日一带,那底岗日组底部并非砾岩组合,而是一套凝灰岩、砂质凝灰岩与英安质凝灰岩组合。

与下伏地层呈平行不整合接触的剖面主要见于石水河、弯弯梁、胜利河、雀莫错等地区。在这些剖

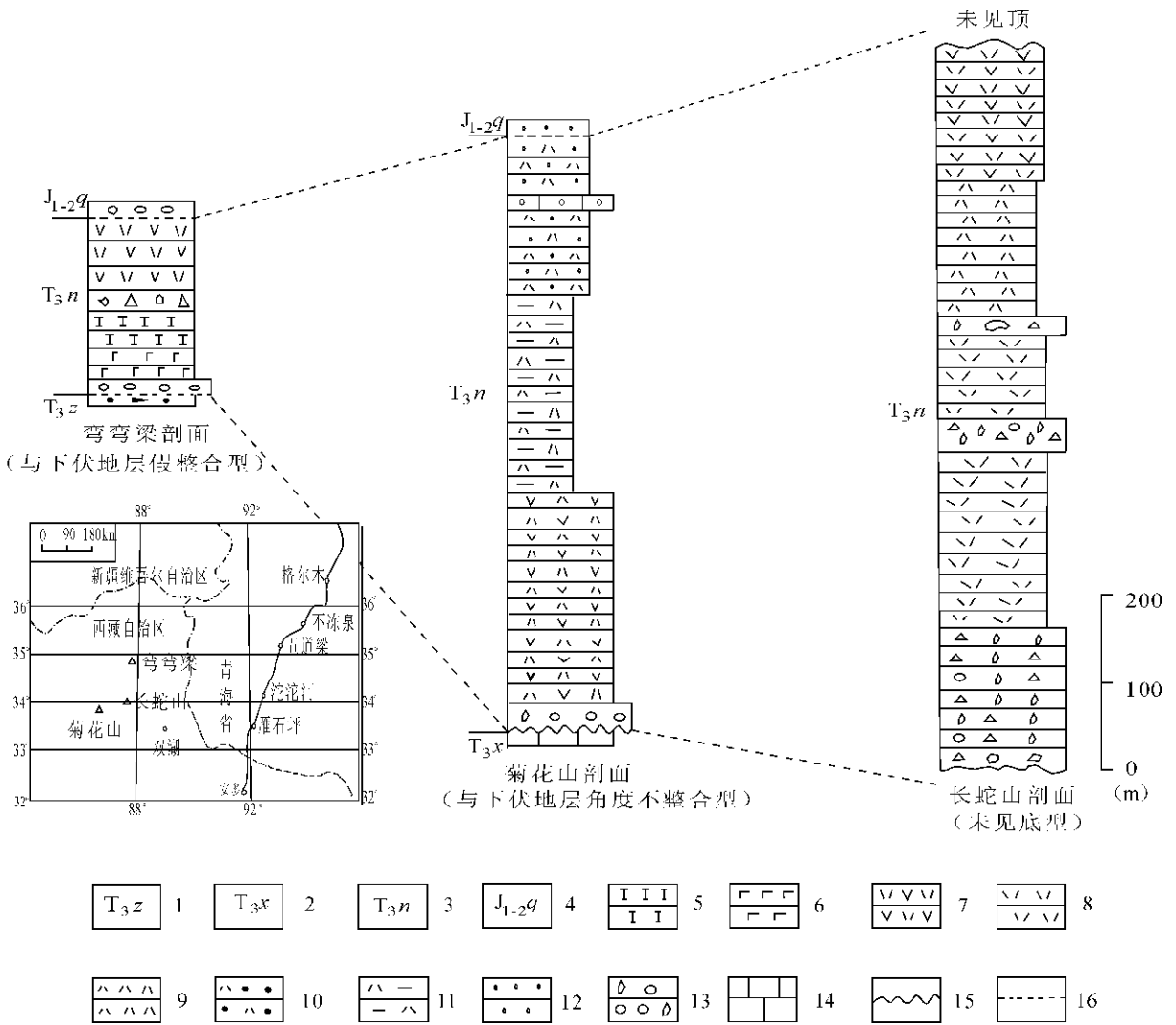


图 2 羌塘盆地不同底界类型的那底岗日组剖面对比

Fig. 2 Section comparison of the Nadi Kangri Formation with different styles of bottom boundary in Qiangtang basin
弯弯梁剖面和长蛇山剖面据中国地质调查局成都地质矿产研究所^{⑨⑩}修改;菊花山剖面为笔者等实测。1—上三叠统藏夏河组;2—上三叠统肖茶卡组;3—上三叠统那底岗日组;4—下—中侏罗统雀莫错组;5—粗面岩;6—玄武岩;7—英安岩;8—流纹岩;9—凝灰岩;10—凝灰质砂岩;11—凝灰质泥岩;12—砂岩;13—砾岩;14—灰岩;15—角度不整合接触;16—假整合接触
The Wanwanliang and Changsheshan sections modified from Chengdu Institute of Geology & Mineral resource, China Geological Survey^{⑨⑩}. 1—Late Triassic Zangxiahe Formation; 2— Late Triassic Xiaochaka Formation; 3— Late Triassic Nadi Kangri Formation; 4—Lower to Middle Jurassic Quemo Co Formation; 5—trachyte; 6—basalt; 7—dacite; 8— rhyolite; 9—tuff; 10— tuffaceous siltstone; 11—tuffaceous mudstone; 12—siltstone; 13—conglomerate; 14—limestone; 15— unconformable; 16— disconformity

面中,那底岗日组的下伏地层多为上三叠统诺利期—瑞替期地层,如甜水河北岸的菊花山组(T_3j),石水河南岸的肖茶卡组(T_3x),弯弯梁南东坡的藏夏河组(T_3z),那底岗日组与这些地层的接触界线清楚,岩性变化较为明显。在弯弯梁剖面(图2),那底岗日组底部为一套灰—灰绿色块状砾岩,那底岗日组之下为上三叠统藏夏河组(T_3z)灰绿色薄—中层状含砾中粗粒岩屑砂岩夹薄层细砾岩(中国地质调查局成都地质矿产研究所^①),二者间为平行不整合接触。在石水河剖面,那底岗日组底部为一套褐黄色薄层状细粒长石石英砂岩,具小型交错层理,局部见底冲刷面;那底岗日组之下为上三叠统肖茶卡组(T_3x)深灰色薄—中层状泥晶灰岩,含珊瑚化石;二者间为平行不整合接触。

与下伏地层呈角度不整合接触的剖面主要见于菊花山、冈玛错、五指湖、紫阴山、江爱达日那等地。在这些剖面中,那底岗日组与下伏地层接触界线清楚,界面极不平整,岩性变化较为明显。在菊花山剖面(图2),那底岗日组底部为一套灰白色中—厚层状角砾岩;那底岗日组之下为上三叠统肖茶卡组(T_3x)灰—灰白色中—厚层状泥晶灰岩,具明显的风化、溶蚀特征;二者间为角度不整合接触。在五指湖剖面,那底岗日组底部为一套灰绿色块状角砾凝灰岩与晶屑凝灰岩构成不等厚韵律层,角砾以玄武质为主,次为硅质,自下而上角砾逐渐变小;那底岗日组之下为中二叠世龙格组(P_2l)深灰色中—厚层状泥晶灰岩,岩石表面刀砍状溶沟发育,岩石中见少量生物化石碎片(贵州地质调查院^②),二者间为角度不整合接触,显示了那底岗日组直接超覆于前三叠系地层之上,而这一特点在冈玛错也有明显显示,在这里,那底岗日组直接覆盖于石炭纪地层之上。

2.2 那底岗日组底部砾岩特征

羌塘盆地那底岗日组底部普遍发育了两套砾岩,一套为火山喷发相砾岩,砾石成分主要为火山岩,砾石间多被酸性、中性火山岩胶结。另一套为冲(洪)积相砾岩,砾石成分以火山岩、灰岩、石英砂岩为主,砾石间为石英、岩屑等砂粒充填。本文仅对后者进行简单的介绍。

冲(洪)积相砾岩在那底岗日组底部普遍发育,见于弯弯梁、菊花山、胜利河等剖面,在这些剖面中那底岗日组与三叠系之间均呈角度不整合/平行不整合接触,界面极不平整,界面之下为上三叠统肖茶卡组二段(藏夏河组、菊花山组)地层,界面之上为那底岗日组火山岩屑砂岩、火山碎屑岩以及火山岩,底

部具底砾岩,砾石以石灰质和石灰质、火山质复成分为主,仅弯弯梁剖面以火山质砾岩为主,底砾岩厚度从2.44~32.68 m不等,石灰质砾岩均来自下伏上三叠统肖茶卡组(藏夏河组、菊花山组),显示三叠系与那底岗日之间具有较长时期的隆升和剥蚀。

对采自菊花山、胜利河剖面的底砾岩进行了显微鉴定,砾石成分均为泥晶灰岩,含量40%~70%,砾径为2~8 cm,个别达15 cm,呈圆—次棱角状,分选性较差,砾石间充填物较为复杂,在胜利河剖面,砾石间被磨圆较差的石英、岩屑等砂粒充填,砂粒大小不等,部分可达0.1 cm,在菊花山剖面,砾石间为钙质胶结,仅见少量的砂泥质充填物。沉积环境为河流相沉积。

2.3 肖茶卡组顶部风化壳特征

羌塘盆地上三叠统肖茶卡组(T_3x)顶部的风化壳在以前的研究中未见报道,为本次工作首次发现,在野外调查中对该套风化壳进行了追索与初步研究,并在菊花山(图版 I-1)、肖茶卡(图版 I-2)、石水河等地均发现了该套风化壳。从宏观上看,风化壳具明显的正地形,多分布于山坡的一侧,风化壳表面凹凸不平,见溶沟或溶槽,风化后多呈褐—紫红色,部分为土红色,厚度为数厘米至数十厘米不等,见有明显的皮壳状构造。褐色风化层下部为溶蚀角砾层,厚3~40 cm,角砾成分均为肖茶卡组灰岩,砾径0.1~4 cm,个别可达10~20 cm,角砾间为钙质胶结,具明显的溶蚀特征。基岩位于角砾层的下部,与风化壳层具有明显的差异,不仅表现为具有更致密的结构,而且在岩性上、颜色上均具有较为明显的差异。上述三处风化壳均是发育在不整合面之上的古风化壳,与一般的层间溶蚀存在较大的差别。一般而言,层间溶蚀面常具有与基岩相同或相近的产状,事实上,上述三处风化壳的古风化面产状与基岩存在较大的差异,如菊花山剖面,古风化面产状为 $15^\circ\angle 28^\circ$,地层产状为 $135^\circ\angle 56^\circ$;肖茶卡剖面,古风化面产状为 $285^\circ\angle 55^\circ$,地层产状为 $175^\circ\angle 29^\circ$ 。

对采集的风化壳样品进行了初步分析,其化学全量分析结果见表1,从表中可以看出,与基岩相比,碳酸岩风化过程中,主要表现为 CaO 、 CO_2 的淋失和 SiO_2 、 Al_2O_3 、 Fe_2O_3 、 K_2O 、 Na_2O 、 MnO 、 P_2O_5 等不同程度的相对富集。对于不同的剖面, SiO_2 的富集程度存在一定的差异,在菊花山剖面,采集的风化壳主要为红色风化表层,表现为 SiO_2 的高度富集(20.01%);在石水河剖面 and 肖茶卡剖面,采集的样品主要为风化角砾层,虽然均表现为一定程度的

表 1 藏北羌塘盆地古风化壳化学全量分析结果

Table 1 Chemical compositions of the paleo-weathering crusts in the Qiangtang basin, northern Xizang (Tibet)													
采集地	样品名称	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	TiO	MnO	P ₂ O ₅	烧失量
石水河	风化壳	6.61	2.80	0.78	0.20	48.70	0.79	0.63	0.076	0.065	0.031	0.12	39.12
石水河	基岩	3.51	0.38	0.27	0.26	52.05	0.88	0.064	0.040	0.0072	0.028	0.080	42.00
肖茶卡	风化壳	5.74	2.13	0.81	0.17	48.74	1.12	0.51	0.10	0.072	0.021	0.16	39.85
肖茶卡	基岩	0.05	0.09	0.04	0.068	55.60	0.31	0.007	0.009	0.0013	0.0034	0.084	43.62
菊花山	风化壳	20.01	2.65	1.21	0.17	40.79	0.81	0.54	0.15	0.089	0.030	0.12	33.18
菊花山	基岩	0.25	0.14	0.02	0.04	55.79	0.31	0.040	0.007	0.004	0.012	0.077	43.17

SiO₂ 富集,但其含量远小于菊花山剖面风化壳中 SiO₂ 的含量(表 1)。本文对各风化壳剖面锶同位素测试结果表明,风化壳层的 $n(^{87}\text{Sr})/n(^{86}\text{Sr})$ 值分别为 0.70956(石水河)、0.71034(菊花山)、0.71292(肖茶卡),均高于对应剖面中基岩的 $n(^{87}\text{Sr})/n(^{86}\text{Sr})$ 值(分别对应为 0.70848、0.70735、0.70869)。Rb 和 Sr 都是典型的分散元素,在地表岩石和沉积物中 Rb 主要分散在含 K 的矿物中,如白云母、黑云母和钾长石;而 Sr 主要分散在含 Ca 的矿物中,如斜长石、角闪石、辉石、碳酸盐。在风化淋滤过程中,黑云母最不稳定,其次为斜长石、钾长石,而石英则相对稳定。因此,对正常风化岩层而言,风化残积物常常表现为具有更低的 $n(^{87}\text{Sr})/n(^{86}\text{Sr})$ 值。但事实上,本文所测的石水河、菊花山和肖茶卡风化残积物中均具有更高的 $n(^{87}\text{Sr})/n(^{86}\text{Sr})$ 值,表明这些风化残积物中可能有其他物质的混染,很可能是风化暴露期间地表径流带来的壳源碎屑物质,风化壳中大量石英、陆源碎屑物的存在证实了这一推测。显然,风化壳的这些特征也与一般的层间溶蚀存在明显的差异,为发育在不整合面之上的古风化面。

关于本次所发现的风化壳时代,本文认为应属于晚三叠世。研究表明,晚三叠世的北羌塘盆地大部分地区已经隆升,并接受风化和剥蚀,晚三叠世肖茶卡组与那底岗日组之间存在明显的沉积间断,其沉积间断时间约 2 Ma(成都环境地质与资源开发研究所^⑥),为肖茶卡组顶部风化壳的发育提供了充裕的时间。另一方面,受当时古地中海海洋性气候的影响,晚三叠世的羌塘地区属于温暖潮湿的热带—亚热带气候(沙金庚等, 2005),这样的气候环境有利于暴露区风化壳的形成。晚三叠世之后的羌塘盆地为一个有机的统一体,虽然在沉积环境上存在一定的南北差异和东西差异,但总体上具有相近或相似的气候环境;侏罗纪末—白垩纪初,随着冈瓦纳大陆南缘的解体和解体后的地块北移,班公错—怒江

洋关闭,羌塘盆地大部分地区再次隆升成陆,并接受风化和剥蚀,显然,这段时间或之后形成的风化壳应具有普遍意义,但事实上,本次调查仅在上三叠统肖茶卡组顶部发现了大面积的风化壳,而其它地层(包括雀莫错组、布曲组、夏里组、索瓦组等)中并未发现风化壳,而其他裸露的风化表层,与肖茶卡组顶部风化壳存在明显的差异,这就表明肖茶卡组顶部的风化壳形成时间较老。另外,该套风化壳发育于晚三叠世肖茶卡组顶部,那底岗日组地层底部,推测时代为晚三叠世晚期。

肖茶卡组顶部风化壳的存在从另外一方面左证了晚三叠世北羌塘地区已经大面积隆升成陆,那底岗日组与下伏上三叠统地层间存在明显的沉积间断。

3 讨论

3.1 那底岗日组火山岩的时代问题

那底岗日组原含义是指出露于拉相错、拉雄错、江爱达日那一带的中酸性火山岩,火山碎屑岩夹砂砾岩的一套地层,底部不整合于日干配错群之上,顶部与雁石坪群底部砂砾岩连续沉积,根据不整合面的延伸规律和两个相关的同位素测年数据,将其归为雁石坪群下部(郝子文, 1999),即早侏罗世。成都环境地质与资源开发研究所^⑥于菊花山那底岗日组底部获 4 件 K-Ar 凝灰岩同位素年龄,分别为 177.83±2.81 Ma、161.9±5.8 Ma、167.5±4.4 Ma、164.0±2.81 Ma,在咸水河、虾河的那底岗日组以 Rb-Sr 法测定的年龄数值为 174 Ma 和 187 Ma;此外,在胜利河东那底岗日组底部获 1 件凝灰岩 Ar-Ar 同位素年龄为 182.97±3.66 Ma,在长蛇山路线剖面那底岗日组底部获 1 件英安岩 Ar-Ar 同位素年龄为 194±4 Ma(中国地质调查局成都地质矿产研究所^⑦);在冈玛错那底岗日组底部获一件玄武岩 K-Ar 同位素年龄为 171 Ma(贵州地质调查院^⑧)。上述年龄值所反映的地质时代为早侏罗世

晚期—中侏罗世早期。

虽然上述年龄均显示那底岗日组火山岩的形成时代最早为早侏罗世晚期,但事实可能并非如此。我们对羌塘盆地那底岗日组下伏地层的资料进行了收集与整理,研究表明,那底岗日组下伏地层(肖茶卡组)中含有大量孢粉,孢粉组合中见有较高含量的 *Ovalipollis*, *Chasmatosporites*, *Dictyophyllidite*, *Clathroidites*, *Megamonoporites*, *Classopollis*, *Asseretospora*, *Annulispora*, *Cadargasporites*, *Aratrisporites*, *Taeniaesporites*, *Osmundacidites* 等(沙金庚等, 2005; 中国地质调查局成都地质矿产研究所^②; 贵州地质调查院^③; 长春地质学院^④)。 *Ovalipollis* 是晚三叠系世的典型分子,主要分布于欧亚、北美等地区晚三叠世地层中,如英国(Clarke, 1965)、瑞士(Leschik, 1955)、奥地利(Klaus, 1960)等,在我国, *Ovalipollis* 仅见于华南上三叠统,如西藏安多土门格拉组、四川威远须家河组、贵州六枝火把冲组(宋之琛等, 2000)。 *Chasmatosporites* 最发育阶段是瑞替期—里阿斯期(Pocock et al., 1969; 雷作淇, 1986),且瑞替期的含量高于里阿斯期的含量,见于我国陕甘宁的富县组、内蒙古的五当沟组,甘肃的炭洞沟组(宋之琛等, 2000),本组合中见有含量较高的 *Chasmatosporites*,显示当前组合时代为三叠纪末期的性质。 *Dictyophyllidite* 广泛分布于国内外晚三叠世至早侏罗世地层中,特别在晚三叠世较为发育,如陕甘宁盆地延长组上段(曲立范等, 1990),鄂西沙镇溪组(黎文本等, 1980),西藏安多土门格拉组(尚玉珂, 1982)。 *Asseretospora* 见于三叠纪—白垩纪孢粉组合中(张振来等, 1987; 刘兆生, 1999b; Playford et al., 1965),但主要是晚三叠世组合,当前组合中 *Asseretospora* 的含量较多也显示其时代为晚三叠世。组合中重要分子 *Aratrisporites* 是国内外三叠纪特征属,首见于瑞士晚三叠世考依波期,以后,在奥地利、英国、波兰、澳大利亚南部及我国均有报道,如奥地利阿尔卑斯山东段上三叠统卡尼阶地层(Klaus, 1960),吉林浑江北山组(吴洪章等, 1982),新疆准噶尔盆地上克拉玛依组(黄嫫, 1993)。组合中经常出现的 *Annulispora* 曾发现于澳大利亚塔斯曼尼亚波蒂纳三叠系,我国四川威远晚三叠世含煤地层(张璐瑾, 1994),湖北沙镇溪组(孟繁松等, 2005)。组合中另外一些含量较高的分子,如 *Clathroidites*, *Megamonoporites*, *Cadargasporites*, *Taeniaesporites*, *Osmundacidites* 均是

国内外晚三叠世地层的常见分子。组合中还出现了含量较低的 *Semiretisporis*,该属主要分布于德国的晚三叠世,加拿大的三叠纪以及我国的晚三叠世地层中(宋之琛等, 2000),该属的出现也显示当前组合时代为三叠纪末期的性质。一些古老的子遗分子,如 *Lueckisporites*, *Limatulasporites* 在组合中有少量产出。组合中出现了少量繁盛于侏罗纪的先驱分子 *Cerbropollenites*, *Klukisporites*, *Klukisporites variegates*, *Perinopollenites* 等,进一步说明本组合的时代应属于晚三叠世,可能接近晚三叠世晚期(诺利期—瑞替期)。另外,在那底岗日组下伏地层中采集到比较丰富的古生物化石,尤以腕足类最为丰富,主要有 *Amphiclina intermedia* Bittner, *A. taurica* (Moisseiev), *Rhaetinopsis zadoensis* Ching, *R. pentagonalis* Sun et ye, *Rhaetina* cf. *taurica* Moisseiev, *R. cf. jondaensis* Sun, *Zeilleria moisseiev* Dagys, *Z. butoroskia* (Bittner), *Caucasorhynchia* cf. *kunensis* Dagys, *Koninckina* cf. *elegantula* (Bittner), *K. leonhardi* wissm, *Yidunella* cf. *pentagona* Jin, Sun et Ye, 双壳类有 *Indopecten serraticostus* (Bittner) 等(中国地质调查局成都地质矿产研究所^②)。这些属种都是各地上三叠统中的常见分子,尤以诺利期表现最为突出。

前人在菊花山地区对那底岗日组火山岩进行了磁性地层测年(成都环境地质与资源开发研究所^⑤),证实了那底岗日组与下伏地层(肖茶卡组或与之对应地层)沉积间断的存在,其沉积间断时间为 2 Ma。如果这一测年结果准确的话,由上述生物地层时代即可以推断那底岗日组火山岩形成的起始年龄。当然,作为生物地层对于准确的定年存在一定的困难,但至少可以表明那底岗日组火山岩在晚三叠世末就已经形成。

另外,我们对那底岗日地区的那底岗日标准剖面下部英安质凝灰岩进行了高精度 SHRIMP 锆石 U-Pb 定年,其结果为 205.4 ± 3.6 Ma, 209.8 ± 3.9 Ma(待发数据),石水河那底岗日组剖面底部英安岩高精度 SHRIMP 锆石 U-Pb 年龄为 208.1 ± 3.7 Ma(待发数据),这些年龄数据十分接近,可能代表了那底岗日组火山岩形成的起始年龄。但值得注意的是,这些年龄数据略偏老于本文根据生物地层所推测的火山岩年龄,这可能与羌塘地区的火山活动具有较长的时限有关,同时,也与生物地层在准确定年上存在更大的误差有关。但这些年龄数据与生物

地层定年相结合更有力地证实了前人关于那底岗日组火山岩的形成时代为早侏罗世晚期的论断(李勇等, 2002)是有待商榷的。

3.2 那底岗日组火山岩的地质意义

位于青藏高原腹地北羌塘盆的那底岗日组火山岩最早形成于晚三叠世, 而其活动期可能有一定的延续, 值得注意的是, 晚三叠世末—侏罗纪初, 东特提斯地区同时也发生了规模较大的区域性(全球性)海退事件和生物绝灭事件。晚三叠世末, 由于全球海平面的下降以及北羌塘盆地的隆升, 致使北羌塘盆地大部分地区暴露地表, 并接受风化和剥蚀, 从而形成了肖茶卡组顶部广泛发育的风化壳。近年来, 生物绝灭事件的研究在青藏高原也取得了突破性进展, 阴家润等(2006)在青藏高原的聂拉木县发现了特提斯地区唯一未曾“压缩”的三叠系/侏罗系地层剖面, 具有瑞替阶 *Marshi* 菊石带、赫塘阶 *Tibeticum*、*Callyphyllum* 和 *Pleuronotum* 菊石带。在该剖面, 大量的生物绝灭事件是发生在瑞替期末, 计有 *Cassianella*, *Unionites*, *Palaeocardita*, *Schafaeutlia* 和 *Krumbeckiella* 等 5 个属的双壳(共 24 个属)在 *Marshi* 和 *Tibeticum* 菊石带之间绝灭(阴家润, 2005)。岩浆活动、生物绝灭事件以及海退事件在青藏高原有着惊人的一致, 这并非偶然的, 而是全球性构造运动(事件)在东特提斯地区的反映。青藏高原的那底岗日组火山岩对东特提斯地区的晚三叠世生物绝灭、气候变化以及海退事件可能有重要的影响。虽然那底岗日组地层分布较为局限, 仅限于北羌塘地区和中央隆起带附近, 但如果仅考虑火山作用的时限, 实际的“那底岗日组”应广泛分布于整个羌塘盆地以及藏南地区, 如南羌塘盆地的肖茶卡组火山岩(赵政璋等, 2001; 长春地质学院^①; 大庆石油学院^②), 拉萨地块达孜—墨竹工卡—工布江达地区的叶巴组火山岩, 这些火山岩与那底岗日组火山岩有相同的沉积时间(阴家润等, 2006)。当然, 这些火山岩是否为同期构造运动的产物需要对火山岩性质做进一步的研究。

4 结论

(1) 羌塘地区那底岗日组与下伏地层间沉积间断特征明显, 区域上总体表现为平行不整合/角度不整合接触, 接触界线清楚, 界面极不平整, 界面附近普遍发育一套河流相砾岩或火山喷发相砾岩。

(2) 晚三叠世晚期, 北羌塘盆地大部分地区隆升成陆, 并接受风化和剥蚀, 在肖茶卡组顶部发育了一

套褐—紫红色风化壳沉积, 风化壳的存在证实了晚三叠世肖茶卡组与上覆那底岗日组间存在明显的沉积间断, 其沉积间断时间约为 2 Ma。

(3) 生物定年以及 SHRIMP 锆石定年结果表明, 那底岗日组的地层时代并不是早侏罗世, 也不是早侏罗世晚期—中侏罗世早期, 其最早沉积时间为晚三叠世。

(4) 岩浆活动、生物绝灭事件以及海退事件在青藏高原有着惊人的一致, 这并非偶然的, 而是全球性构造运动(事件)在东特提斯地区的反映。青藏高原的那底岗日组火山岩可能对研究东特提斯地区的晚三叠世生物绝灭、气候变化以及海退事件有重要的意义。

致谢: 本文在修改过程中得到朱弟成博士的帮助, 在此表示感谢。

注 释

- ① 中国地质调查局成都地质矿产研究所. 2005. 中华人民共和国区域地质调查报告(1:25万江爱达日那幅). 北京: 中国地质调查局, 30~70.
- ② 中国地质调查局成都地质矿产研究所. 2005. 中华人民共和国区域地质调查报告(1:25万黑虎岭幅). 北京: 中国地质调查局, 20~30.
- ③ 大庆石油学院. 1997. 西藏羌塘盆地双湖地区区域石油地质调查报告(西雅幅 9-45-106, 鄂雅错幅 9-45-118, 木苟日王幅 9-45-130A、B). 中国石油天然气总公司勘探局青藏项目经理部内部资料.
- ④ 贵州地质调查院. 2005. 中华人民共和国区域地质调查报告(1:25万丁固幅). 北京: 中国地质调查局, 55~75.
- ⑤ 成都环境地质与资源开发研究所. 1996. 羌塘盆地西区综合地质工程(QT96YZ-01). 中国石油天然气总公司勘探局青藏项目经理部内部资料.
- ⑥ 长春地质学院. 1996. 青藏地区羌塘盆地区域石油地质调查报告(蜈蚣山幅 9-45-93, 达尔沃错温幅 9-45-94). 中国石油天然气总公司勘探局青藏项目经理部内部资料.

参 考 文 献 / References

- 郝子文, 饶荣标. 1999. 全国地层多重划分对比研究——西南区区域地层. 武汉: 中国地质大学出版社, 122.
- 黄嫫. 1993. 新疆准噶尔盆地西北缘三叠纪孢粉组合. 微体古生物学报, 10(4): 363~366.
- 赖绍聪, 刘池阳. 1999. 羌塘地块北界拉竹龙—西金乌兰—玉树结合带印支期构造环境探讨. 西北大学学报(自然科学学报), 29(1): 59~62.
- 雷作淇. 1986. 四川宝鼎龙洞晚三叠世的孢粉组合. 古生物学报, 25(2): 129~142.
- 黎文本, 尚玉珂. 1980. 鄂西中生代含煤地层中的孢粉组合. 古生物学报, 19(3): 201~219.
- 李勇, 王成善, 伊海生. 2002. 中生代羌塘前陆盆地充填序列及演化过程. 地层学杂志, 26(1): 62~68.
- 刘兆生. 1999b. 塔里木盆地北缘晚三叠世孢粉组合及三叠系—侏罗系界线. 地层学杂志, 23(2): 96~106.
- 孟繁松, 陈辉明, 李旭兵. 2005. 四川盆地非海相三叠系—侏罗系界线研究. 地层学杂志, 29(增刊): 565~573.

- 钱丽君, 白清照, 熊存卫, 等. 1987. 陕西北部侏罗纪含煤地层及聚煤特征. 西安: 西北大学出版社, 1~202.
- 曲立范, 王智. 1990. 新疆北部三叠纪孢粉组合. 见: 新疆北部二叠纪—第三纪地层及孢粉组合. 北京: 中国环境科学出版社, 37~56.
- 沙金庚, 王启飞, 卢辉栏. 2005. 羌塘盆地微体古生物. 北京: 科学出版社, 77.
- 尚玉珂. 1982. 西藏安多土门格拉组孢粉组合. 见: 西藏古生物, 第5分册. 北京: 科学出版社, 126~152.
- 宋之琛, 尚玉珂. 2000. 中国孢粉化石. 北京: 科学出版社, 122~393.
- 王剑, 谭富文, 李亚林, 等. 2004. 青藏高原重点沉积盆地油气资源潜力分析. 北京: 地质出版社, 40~41.
- 吴洪章, 浦荣干. 1982. 吉林浑江北山组的孢粉组合. 中国孢粉学会第一届学术会议论文集. 北京: 科学出版社, 110~115.
- 阴家润. 2005. 西藏喜马拉雅瑞替阶和赫塘阶菊石组合及其生物年代学对比. 地质学报, 79 (5): 277~587.
- 阴家润, 蔡华伟, 周志广, 张翼翼, 段翔, 谢尧武. 2006. 西藏海相三叠系—侏罗系界线及晚三叠世生物绝灭事件研究. 地学前缘, 13 (4): 244~254.
- 张璐瑾. 1994. 川中晚三叠世孢粉. 中国古生物志, 新甲种. 北京: 科学出版社, 1~100.
- 张振来, 孟繁松, 林甲兴, 等. 1987. 三叠纪—侏罗纪分册. 见: 长江三峡地区生物地层学 (4). 北京: 地质出版社, 73~82.
- 赵政璋, 李永铁, 叶和飞, 等. 2001. 青藏高原大地构造特征及盆地演化. 北京: 科学出版社, 353~355.
- Clarke R F A. 1965. Keuper miospore from Worcetershire, England. Palaeotology, 8 (2): 294~321.
- Guex J, Bartolini A, Atudorei V and Taylor D. 2004. High-resolution ammonite and carbon isotope stratigraphy across the Triassic—Jurassic boundary at New York Canyon (Nevada).

- Earth and Planetary Science Letters, 225: 29~41.
- Hallam A. 2001. A review of the broad patterns of Jurassic sea level changes and their possible causes in the light of current knowledge. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 167: 23~37.
- Klaus W. 1960. Sporen der Karnischen Stufe der ostalpinen Trias. Jb Geol Bundesanst, Wien Sonderbd, 5: 107~183.
- Leschik G. 1955. Die Keuper flora von Neuwelt bei Basel. II. Die Iso- und Mikrosporen. Schweiz Palaeont Abh., 72: 9~70.
- Mcroberts C A, Furrer H, Jones D S. 1997. Paleoenvironmental interpretation of a Triassic—Jurassic boundary section from western Austria based on paleocological and geochemical data. Paleogeography, Paleoclimatology, Paleoecology, 136: 79~95.
- Playford G, Dettmann E. 1965. Rhaeto-Liassic plant microfossils from the Leigh Creek coal measures. South Australia Senckenberg • Lethaea, 46 (2~3): 127~181.
- Pocock S A J, J ansonius J. 1969. Redescription of some fossil gymnospermous pollen (Chasmatosporites, Marsupipollenites, Ovalipollis). Can. Jour. Bot., 47 (1): 155~165.
- Tanner L H, Lucas S G, Chapman M G. 2004. Assessing the record and causes of late Triassic extinctions. Earth-Science Reviews, 65: 103~139.

图 版 说 明 / Explanation of Photos

- 菊花山地区肖茶卡组顶部发育的风化壳。
- 肖茶卡地区肖茶卡组顶部发育的风化壳。
- The weathering crust at the top of the Xiaochaka Formation observed in Juhuashan area.
- The weathering crust at the top of the Xiaochaka Formation observed in Xiaochaka area.

Identification of Sedimentary Gap between the Late Triassic Nadi Kangri Formation and Its Underlying Strata in the Qiangtang Basin, Northern Xizang (Tibet) and Its Geological Significance

FU Xiugen, WANG Jian, WANG Zhengjiang, CHEN Wenxi

Chendu Institute of Geology and Mineral Resources, China Geological Survey, Chengdu, 610082

Abstract

The Late Triassic Nadi Kangri Formation, which delineates an E—W zoned array within northern Qiangtang basin northern Tibet, is mainly composed of lower volcanoclastic rocks with interbedded rhyolites, basalts and upper sedimentary sequences. A paleo-weathered crust is first identified at the top of the Late Triassic Xiaochaka Formation by our fieldwork in detail and petrochemical study. Combined with the different types of basal boundary and basal conglomerate observed in the bottom of the Nadi Kangri Formation, this paper confirms that a sedimentary gap was probably existed between the Nadi Kangri Formation and its underlying strata. The gap was actually observed by previous study of magnetic stratigraphy and was thought to have lasted about 2 Ma. The time span of the Xiaochaka Formation has also been constrained by related biostratum in present paper. It is inferred that the age of volcanism in the Nadi Kangri Formation is probably occurred between the Late Triassic Norian and Rhaetian, prior to the previous age-constraint of this Formation. It is proposed that the Nadi Kangri Formation volcanic rocks have potential significances in evaluating the Late Triassic biotic crisis, climate change, and regression event in the eastern Tethys.

Key words: Late Triassic weathered crust; sedimentary gap; Nadi Kangri Formation; Qiangtang basin

付修根等:藏北羌塘盆地上三叠统那底岗日组与下伏地层沉积间断的确立及意义

图版 I



