

雅鲁藏布江大峡谷地区环境地球化学与地方病

张振海¹ 戴学富² 王春松² 胡永华² 刘占华²

岳国利² 赵凤勇² 王志坤²

(1. 中国地质科学院地球物理地球化学勘查研究所, 河北 廊坊 065000;

2. 河南省地质矿产局区域地质调查队, 河南 郑州 450051)

提要:雅鲁藏布江大峡谷地区地方性群发性骨骼生育疾病严重影响区域居民健康和经济社会发展。中国地质调查局在雅鲁藏布江大峡谷腹地部署了波密幅墨脱县幅区域地球化学调查, 成果表明, 大峡谷地区环境地球化学特征是生命元素 Fe、P、Ca、Mg、Mn、Co、Zn 偏低, Cu、Mo、Cr、V、Ni 明显偏低, 毒性元素 Ba、Be、Sr、Li 偏高, U、Th 明显偏高, P/F、Sr/Ca、Ba/Ca 比例失调。地方病的发生与环境地球化学质量低下有密切关系。大峡谷地区板块运动造成的大规模物质交换和特殊的地球化学景观是环境地球化学质量低下和地方病产生的深层次原因。

关键词:雅鲁藏布江大峡谷; 环境地球化学; 地方病

中图分类号: P595 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-3657(2006)06-1424-07

1 前言

雅鲁藏布江江水自西向东经日喀则、林芝流至派乡大渡口时穿切喜马拉雅山, 围绕海拔高程 7 782 m 的南迦巴瓦峰作马蹄形转弯奔腾南下, 经墨脱至巴昔卡出中国境(印度、孟加拉国段称为布拉马普特拉河), 向西南注入印度洋。大渡口至巴昔卡段长 504 km, 高差在 2 000~5 000 m, 最大谷深 6 009 m, 江面平均宽度 113 m, 最窄处仅 35 m, 是目前已知的最长、最深、最窄的峡谷, 为世界第一大峡谷。大峡谷核心地区是白玛狗雄—希让段, 流域面积约 10 000 km²。

大峡谷地区自然条件差, 通行极度困难, 以往的地质调查工作很少。1999 年中国地质调查局部署了首批地质大调查项目, 其中波密幅墨脱幅 1:20 万区域地球化学调查的区域即位于大峡谷核心地区。该项工作以每 4~16 km² 一个调查取样点的密度对核心区约 8 700 km² 进行了较为完整、均匀的控制, 共采集水系沉积物样品 1895 件, 系统获得了大部分生命元素、毒害元素在内的 42 种元素地球化学资料。

墨脱县面积 5 万 km², 居民约 8000 人, 大部分地区为无人区。墨脱(藏语“莲花圣地”的意思)是中国唯一不通公路的县城, 居民主要分布在雅鲁藏布江沿岸的甘代、格当、墨脱等地, 主要为门巴族, 其次有珞巴族、藏族。

野外工作时, 县、乡政府反映大峡谷地区严重的地方性骨骼、生育疾病长期困扰着当地居民的生存和发展。因此, 在调查过程中, 通过走访对区域地方病的发病情况和危害进行了调查了解。调查表明, 地方病的发病区域和发病强度在地理位置上与区域地球化学背景之间有着明显的关联。由于大峡谷地区人类活动影响小, 无工业污染, 是难得的一片“净土”, 居民食物、饮水很少与外界发生交换, 受外界疫病传染的可能性极小, 本区地方病与地质背景关系研究对地方病的地质背景分析和防治有重要意义。

2 区域地质背景及地方病种类

2.1 区域地质特征

大峡谷地区大地构造位置处于印度板块和欧亚板块冈底斯陆块的碰撞结合部位。举世闻名的雅鲁藏布江板块结合带在此由区域上的北西西向向南转折形成大转弯。本区域由北东向南西可划分为 5 个二级构造单元^[1](图 1)。

班戈—腾冲燕山晚期岩浆弧带(I A): 位于大峡谷地区东北隅。该单元内地层为古生界, 主要岩性为中深海—浅海相复理石夹中酸性火山碎屑—碳酸盐岩。石炭系火山岩遭受强烈的动力变质作用, 片理、片麻理发育。断裂、褶皱构造发育, 断裂构造主体呈北西向, 成组平行排列。断层倾角大, 断裂带

收稿日期: 2005-06-10; 改回日期: 2006-10-15

基金项目: 中国地质调查局地质大调查招标项目《西藏自治区 1:20 万波密幅墨脱县幅区域化探》(J6.1-03-1)资助。

作者简介: 张振海, 男, 1962 年生, 教授级高级工程师, 主要从事区域化探工作; E-mail: zzhenhai@126.com。

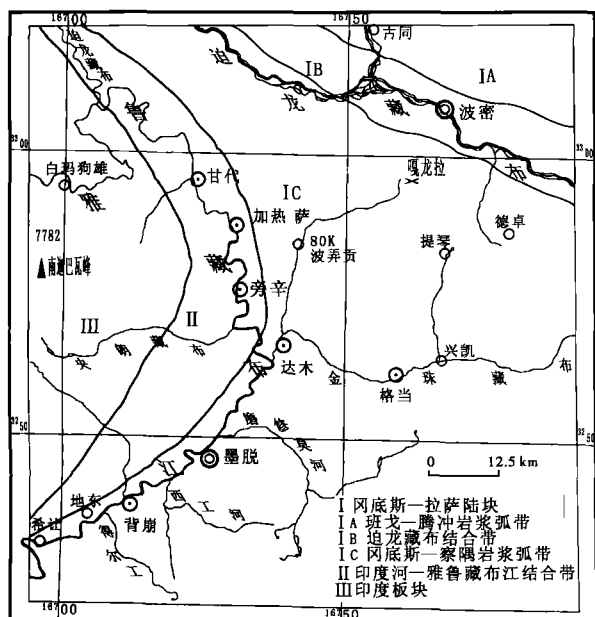


图1 大峡谷地区地质构造示意图

Fig.1 Geologic structure of the Yarlung Zangbo Great Canyon area

内糜棱岩发育。燕山期中酸性岩浆活动强烈,花岗岩、闪长岩沿断裂带侵入,呈北西向延伸和排列,常吞噬地层,造成地层出露不完整。

追龙藏布结合带(ⅡB):为区域上狮泉河—申扎—嘉黎结合带的一部分。在大峡谷地区大体沿追龙藏布呈北西向延伸,由4~5条主断裂构成,断裂带中糜棱岩发育。沿断裂带断续出现超基性岩体(墙)群,岩石类型为橄榄辉石岩、橄榄辉长岩、橄榄辉绿岩、辉长辉绿岩和辉绿岩。

冈底斯—察隅晚燕山期—喜马拉雅期岩浆弧带(ⅠC)内主要地层为念青唐古拉岩群,下部主要岩性为条带状混合岩,中部主要岩性有黑云斜长片麻岩、花岗质混合岩夹大理岩;上部长石石英变粒岩、眼球状混合岩、条带状混合岩。地层普遍片理化,有强烈的混合岩化现象。区域内北西向断裂发育,断裂带内岩石多呈糜棱岩。该带广泛发育中酸性侵入岩,主要为喜马拉雅期钙碱性—碱钙性的中酸性复式侵入体(其中兴凯花岗岩体面积大于2500 km²)。侵入于念青唐古拉岩群中的石英闪长岩、英云闪长岩等均为Ⅰ型花岗岩,据岩石化学特征分析,为雅鲁藏布江新特提斯洋闭合造山以后,于中下地壳与地幔物质同熔、上侵形成的产物^[2]。在岩体与地层、岩体接触带有强烈的局部富集,形成钨钼、铅锌、锑砷矿化。

雅鲁藏布江结合带(Ⅱ):由3~5条主断裂组成,大致沿雅鲁藏布江展布。在旁辛以北走向为北西向,旁辛—希让段呈北东向,在大峡谷地区总体上呈向东凸出的弧形。在印度板块由南向北与冈底斯—腾冲板块碰撞过程中,两侧陆块中不断发生走滑、冲断、隆升断陷。在雅鲁藏布江弧形断裂带自

南而北的不同部位,相应发育有南东向、近东西向、北东向断裂,构造非常复杂。板块结合带内岩石以特提斯洋壳的蛇绿岩为主,混有硅质岩、大理岩等外来岩块,构成成分复杂的蛇绿混杂岩带。沿断裂带有大量的基性—超基性岩分布,超基性岩体也发生强烈的褶皱、剪切变形。结合带内发育有时代很新的中酸性岩浆活动,沿断裂带有许多热泉分布。同时雅鲁藏布江板块结合带还是强地震高发区。

印度板块高喜马拉雅结晶岩带(Ⅲ)地层为元古界南迦巴瓦群,主要岩性有片岩、片麻岩、斜长角闪岩及眼球状花岗质糜棱岩。岩带内断层、糜棱岩发育,岩石变形强烈,在野外露头,甚至在手标本上都普遍可以观察到褶皱层、掩卧褶皱、无根褶皱及石香肠、布丁构造。

总之,大峡谷地区地质构造复杂,地壳运动强烈,岩浆活动频繁,物质运动和交换规模大。

2.2 地方病的种类

据当地政府和卫生部门介绍和野外调查,大峡谷地区地方病种类较多,骨骼疾病、生殖功能疾病群发性、地域性特征明显,发病率非常高。主要有大骨节病、氟骨症和不育症,其中大骨节病分布广、发病率高、病情重,对当地社会和经济影响大。

大骨节病的早期症状是四肢麻木、关节疼痛、运动不灵活,关节附近肌肉挛缩。以后,关节肿大变形,运动受限制,伴有疼痛及摩擦音。病变多自手指、足趾等管状骨开始,以后侵犯膝、肘、肩及股等较大关节,尤以负重较大或运动较强的关节病变最明显。如果在青少年时期发病而且较为严重时,引起短指和短趾畸形;发病越早,病变越重,长骨的生长发育也越差,患者成年后身材矮小(大骨节病性侏儒)。

主要发病区域有格当—兴凯地区、得尔工—西工河地区、央朗藏布—地东,其次有80K、提琴、古同弄巴地区,以格当、得尔工、西工河地区最为严重。

在格当,当地土著居民,甚至包括近50~60年迁入的藏族居民均有大骨节病患者。成人,尤其是成年男性,发病率更高,患病人数超过50%。人群常表现出基本一致的腰部、腿部大关节疼痛,运动障碍、四肢畸形的症状,多数成年人不能够从事正常的体力劳动。劳力缺乏一直困扰着当地的社会经济发展。

3 环境地球化学特征

3.1 元素选择依据

地表环境是人类赖以生存的场所,人类与地质环境之间相互作用、相互影响,共同构成了一个统一整体。汗密尔顿^[3]通过测定人体血液中的60多种化学元素含量并与地壳元素含量对比,发现二者之间有非常显著的相关性,表明生物体与地质环境间存在化学物质交换及平衡关系,使地球化学把人和地质环境紧密结合起来。

戎秋涛等^[4]根据生物体内与化学元素含量及生物对元素的反映,从环境地球化学角度将元素分为4类:

①生命元素:包括 12 种生命组成元素(占人体的 99%以上)H、C、N、O、Ca、P、K、S、Cl、Na、Mg、Si 等和 13 种生命必要元素(占人体 0.025%)Fe、Cu、Zn、Mn、Co、I、Mo、Se、F、Cr、V、Ni、Br。

②毒性元素:对生物有毒性而无生物功能的元素,包括毒性元素 Cd、Ge、Sb、Te、Hg、Pb、Ga、In、As、Sn、Li 和潜在毒性元素 Be、Tl、U、Th、Po、Ra、Sr、Ba。

③无毒性稳定元素:目前未发现对生物体有毒性的元素有 15 种,它们是 Ti、Zr、Hf、Sc、Y、Nb、Ta、Ru、Os、Rb、Ir、Pt、Pd、Ag、Au。

④两性元素:指对人体无明显中毒现象的 B。

大峡谷地区区域地球化学调查包含了上述元素中的 39 种,其中生命元素 16 种、毒性元素 12 种、无毒性稳定元素 10 种和 B。根据区域主要地方病种类重点讨论生命元素和毒性元素在大峡谷地区的地球化学分布特征,以与骨骼生长有关的 P、Ca 及 Sr、Ba、F 等元素为主,探讨区域环境地球化学质量及其与地方病的关系。

3.2 元素的分布特征

与中国水系沉积物中元素含量相比,大峡谷地区多数元素含量与全国背景值相当或稍低,区域分布量较高的是 Na_2O 、 K_2O 、 CaO 、 MgO 、Sr、Th,为与中、酸性岩浆有关的亲石元素组合,亲硫、亲铁元素呈低背景或贫乏状态,反映出大峡谷地区以花岗质岩石为主,局部地区为碳酸盐岩的总体地质面貌。

元素在大峡谷地区不同地区或地质单元中分配不均衡,在局部区域有明显的贫化和富集现象。变化幅度最大的元素为 As、Sb、Hg、W,幅度较大的元素有 Cu、Pb、Zn、Mo、CaO、MgO 和 Cr、Ni、Co、V、U、Th、Sn、P、Sr、F 等。根据元素的地球化学性质和空间分布的相关性,这些元素大致可以分为 4 个主要组合。

一是 Cr-Ni-Co-V-Fe-Ti-Mn-P (Cu-Zn-CaO-MgO) 组合。其地球化学特征基本一致,分布与 P(图 2)相近。为一套亲铁元素集合,是典型的基性-超基性岩浆元素组合,本组元素包含了大部分的生命组成元素和生命必须元素。高含量区主要位于加热萨-旁辛-希让一带及以西地区,即雅鲁藏布江结合带及印度板块含量较高。而大峡谷东部地区这些元素的含量普遍较低,尤其是古同-波密、80K-德卓和格当-墨脱-得尔工地区。含量偏低的地区主要是东部的中酸性侵入岩分布区,尤其是花岗岩分布区。

二是 SiO_2 - Al_2O_3 - Na_2O -U-Th-F-Be-Sn-Ba-Sr 组合。该组合元素的分布特征与 Th(图 3)相近。 SiO_2 、 Al_2O_3 、 Na_2O 、 K_2O 是花岗岩典型矿物石英、长石的主要成分,微量元素也均为亲石元素,是典型的酸性岩浆特征元素组合。其高含量区域有古同-波密、80K-格当、南迦巴瓦地区和西工河-得尔工等。这些地区主要岩石为中-酸性侵入岩出露区及 TTG 岩系。在花岗岩基的内部和接触带上,常形成组合形式多样、复杂的高含量区,多以 F-Sn-Sr-Ba、La-Th、W-U、

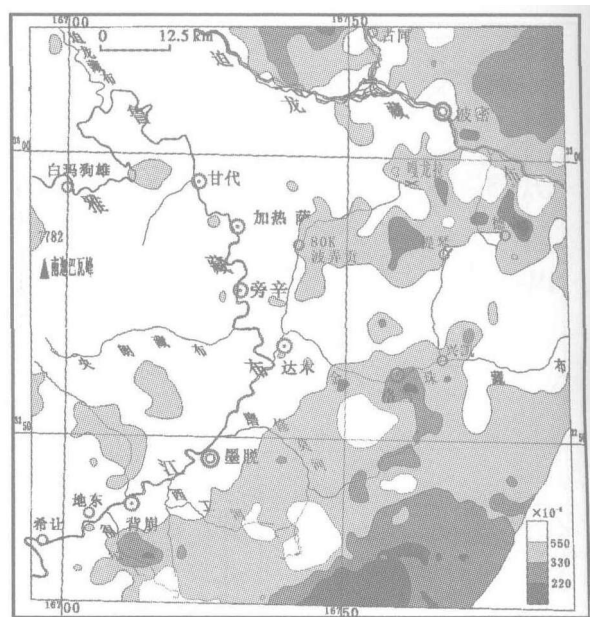


图 2 大峡谷地区 P 地球化学图

Fig.2 Geochemical map of the Yarlung Zangbo Great Canyon area

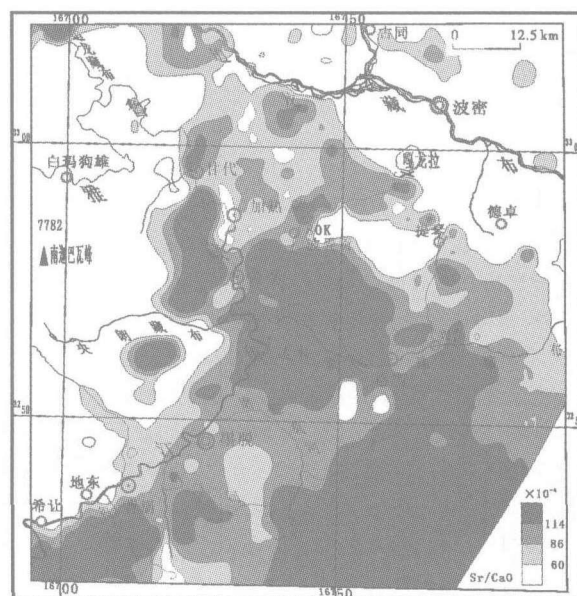


图 3 大峡谷地区 Sr/CaO 地球化学图

Fig.3 Sr/CaO geochemical map of the Yarlung Zangbo Great Canyon area

Y-Zr 和 Be-Nb 元素为主。

三是 Pb-As-Sb-Hg-Cd-Zn-Mo 组合。该组合以亲气-亲硫元素为主,是热液作用的典型元素组合。它们在古同-嘎龙拉-德卓一带沿断裂构造带或岩体接触带形成高背景带和异常带,与断裂活动、岩浆热液作用矿化有关。

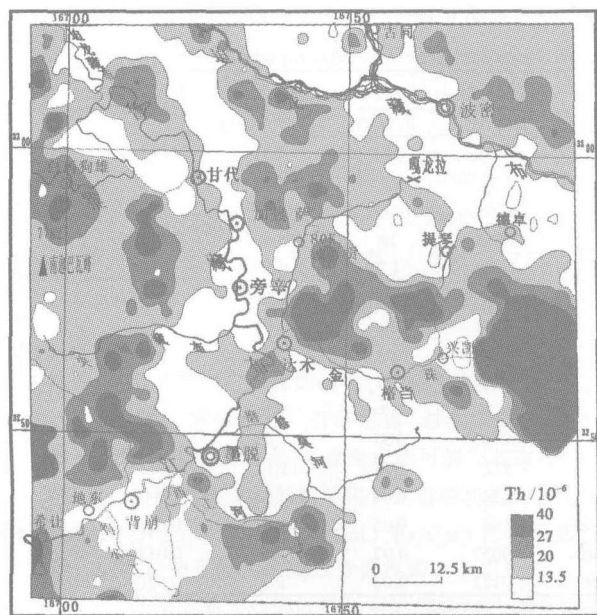


图 4 大峡谷地区 Th 地球化学图

Fig.4 Geochemical map of the Yarlung Zangbo Great Canyon area

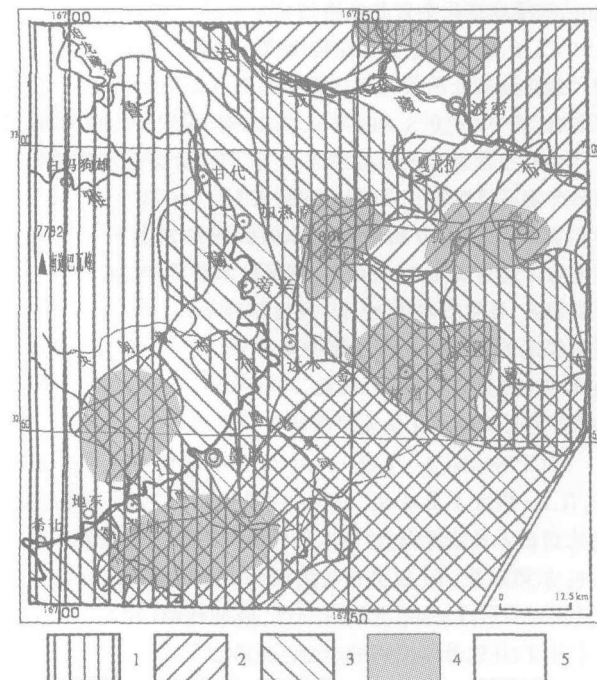


图 5 大峡谷地区地方病地球化学背景分析图

1—高钍区;2—低磷区;3—Sr/CaO 高值区;
4—大骨节病发病区;5—正常区

Fig.5 Analysis of the geological background of endemic disease in the Yarlung Zangbo Great Canyon area

1—Th-high area;2—P-low area;3—Sr/CaO-high area;
4—Kaschin-Beck disease area;5—Normal area

四是 CaO 、 MgO 组合。在区域上有 3 个带,一个在金珠拉—雅嘎一带的碳酸盐岩地层分布,另 2 个与雅鲁藏布江结合带、迫龙藏布结合带的铁族元素高值带吻合。

从元素区域分布特征可以看出,不同地质体分布、不同地质作用影响区域元素含量有明显差异,表明元素分布受区域地质作用的控制。元素之间的比例在不同区域的差异更为显著。区域 CaO/P 、 Sr/CaO 、 Ba/CaO 、 P/F 等元素比值变化规律非常清晰(图 4)。经统计和成图,大峡谷地区 CaO/P 、 Sr/CaO 、 Ba/CaO 高值区、 P/F 低值区基本吻合,主要是格当—墨脱地区,其次有古同、央朗藏布等地。

由于目前尚缺乏正常及有害环境和动植物、人体反应的环境地球化学指标,基于人体血液与地壳中元素含量的密切相关性,通常以世界土壤中元素含量及组合特征为环境地球化学基准。由于本次地球化学调查的介质为水系沉积物,因此采用中国水系沉积物中元素含量平均值(任天祥,1993)作为环境地球化学基准对区域环境地球化学特征进行评价。

格当—墨脱地区的地球化学含量特征值列于表 1。与中国水系沉积物含量平均值相比,生命组成元素的总体特征是 SiO_2 、 K_2O 、 Na_2O 和 F 较高, P 、 CaO 、 Mn 、 Zn 偏低, MgO 、 Fe_2O_3 、Co 和 Mo、Cu、Cr、V、Ni 明显偏低。

毒性元素 As、Sb、Sn、Hg、Pb、Cd 等含量较低,不构成区域性危害,但是这些元素在区内的分布不均匀,嘎龙拉—德卓地区 As、Sb、Pb、Cd、Hg 含量高。未知毒性元素 Ti、Zr、Y、Nb、Rb、Pt、Pd、Ag、Au 及两性元素 B 低。潜在毒性元素 Ba、Be、Sr、Li 偏高,U、Th 明显偏高,危害性大。

总之,格当—墨脱地区 F 偏高, Fe_2O_3 、 P 、 CaO 、 MgO 、 Mn 、Co、Zn 偏低,Cu、Mo、Cr、V、Ni 明显偏低。毒性元素 Ba、Be、Sr、Li 偏高,U、Th 明显偏高, CaO/P 、 P/F 、 Sr/CaO 、 Ba/CaO 区域性比例失调。

3.3 元素分布的成因

从区域地质和元素地球化学分布特征关系分析,元素地球化学分布的总体趋势与区域内地质体、地质作用的特征一致,当前的元素组合和分布反映了区域地质构造特征,是印度及欧亚板块物质运动、碰撞、变形变质、重融、上侵、风化剥蚀的结果。板块运动控制了区域地质面貌,造就了区域元素原始地球化学分布的态势。同时,地质构造也是区域地形、地理条件的重要控制因素。

大峡谷地区的景观地球化学条件是山高坡陡,峭壁林立,又处于亚热带、暖温带向高寒山地气候的急剧过渡带上,降水丰富,植被发育,有机质含量高,加之含 H_2S 的现代温泉的影响,区域水体和土壤总体上呈酸性。这种地球化学条件加速了岩石的风化,各种元素从岩石中析出的速率高,许多元素含量不足全国平均值的 50%(表 1),说明元素的淋失非常强烈,表生地质作用对区域地球化学特征有强烈的改造。

由于山势陡峻,雨量充沛,植被茂密,山体和冰雪的崩塌、滑坡、泥石流等重力垮塌作用强烈,常形成塌积平坦和堰塞湖,与陡峻山体之间形成了一系列的景观急变带和地球化

表 1 格当—墨脱地区环境地球化学含量特征

Table 1 Environmental geochemical characteristics in the Gedang-Mêdog area

元素	中国水系 沉积物	区域水系 沉积物	区域/全国 水系沉积物	区域岩石	元素或 元素比值	中国水系 沉积物	区域水系 沉积物	区域/全国 水系沉积物	区域岩石
CaO	2.87	1.5	0.52	1.85	Cd	0.258	0.08	0.31	0.09
P	654	350	0.54	546	Sb	1.42	0.13	0.09	0.72
K ₂ O	2.4	3.7	1.54	3.82	Hg	0.069	0.008	0.12	0.006
Na ₂ O	1.37	3.2	2.34	3.68	Pb	29.19	18	0.62	21.6
MgO	1.56	0.75	0.48	0.75	As	13.29	1.2	0.09	0.7
SiO ₂	64.74	72	1.11	72.5	Sn	4.13	2.5	0.61	2.8
Fe ₂ O ₃	4.73	2.2	0.47	2.28	Li	33.94	30	0.88	33.8
Cu	25.56	6	0.23	5.8	Be	2.28	2.5	1.1	2.39
Zn	77.17	40	0.52	47.4	U	3.08	3.8	1.23	2.28
Mn	728.47	450	0.62	603	Th	13.54	17	1.26	16.4
Co	13.1	5.5	0.42	4.2	Sr	163.81	300	1.83	276
Mo	1.13	0.3	0.27	0.17	Ba	522	600	1.15	562
F	528.49	550	1.04	550	P/F	1.24	0.64	0.51	1846
Cr	67.86	12	0.18	5.6	Mo/Cu	0.04	0.05	1.13	0.0293
V	87.3	30	0.34	32.7	Sr/CaO	0.0057	0.02	3.5	0.0149
Ni	28.66	7.5	0.26	3.7	Ba/CaO	0.0182	0.04	2.2	0.0304

注:表中常量元素氧化物含量单位为%;元素含量单位为 10^{-6} ;比值无量纲。

学屏障,主要有腐质层形成的生物屏障、 H_2S 热泉形成的还原屏障和风化土壤形成的吸附屏障等。元素迁移过程中,在自身地球化学性质和地球化学屏障的联合制约下不断分化。从表 1 中可以看出,由岩石到水系沉积物,CaO、P、Zn 进一步贫化,Cr、Co、Ni 等有较大幅度的升高,Pb、Hg、Sb 等有害元素含量有所下降,Sr、Ba、Th 略有升高,U、As 有明显的次生富集,导致 P/F 下降,Sr/CaO、Ba/CaO 升高,进一步改变了元素之间的比例,分化的结果造成了大峡谷地区 U、As 等有害元素富集,Ca、Mg、P 等元素的进一步贫化,加剧了 Sr 与 CaO、Ba 与 CaO 及 P、F 元素之间比例失调。

区域地质构造背景、气候、地球化学屏障等的共同作用,形成了格当—墨脱地区当前的环境地球化学面貌。

4 地球化学背景与地方病

自然界是不断变化的,人体靠内部调节与不断变化的地壳物质保持平衡,维持生命活动的正常进行。环境中增加或减少的某种化学物质的幅度超过了人体生理功能的调整能力,人和地质环境之间的平衡就会遭到破坏,人体健康就会受到影响。法国的伯特兰德(Bertrand)指出,植物缺少某种必需元素就不能成活,当元素适量时它就能茁壮成长,过量时则有有害。该规律适用于包括人在内的所有生物^[3,4,7]。

根据区域 P 与 CaO、MgO、Zn、Cu、Co、Th 与 U、Sr、Ba、F、Be、Sr/CaO、Ba/CaO 的分布基本一致的特点,以 P 低于 550×10^{-6} (相当于全国背景值的 0.8)、Th 含量高于 13.5×10^{-6} (相当于全国平均值)、Sr/CaO 比值大于 0.006(相当于 Sr、CaO 全国平均值的比值)圈定的范围与地方病发病区域的空间关系见图 5。

古同、嘎龙拉—80K、提琴—德卓、格当以东、央朗藏、布—地东、得尔工—西工河等地是大峡谷地区大骨节病的主

要发病区,这些地区的环境地球化学特征是同时低 P、高 Th、高 Sr/Ca 比值。除去金珠藏布和得尔工、西工河上游属无人区,低 P、高 Th、高 Sr/Ca 范围与发病区域几乎完全吻合,说明大骨节病的发生在地理位置上与低 P 缺 Ca 高 Sr、Ba、U、Th 的环境地球化学背景区密切相关。

Ca、P、S、Si、Mg、F、Mn 是构成人体骨骼的主要元素,这些元素含量高低及其相互比例关系对骨骼的生长、发育有重要影响,其中 Ca、P、S、Mg 具有结构性作用。Sr、B、Pb、Cd、U、Li 等元素与骨骼有较强的亲和力,它们在骨骼中过量的积蓄将会产生不同性质、不同程度的损害^[9]。

从中国大骨节病病区与非病区居民饮水中 Sr、Ca、Ba 的平均含量^[7](表 2)可以看出,病区饮水中的 Ca 浓度明显低于非病区,虽然饮水中 Sr、Ba 含量差异不大,但经计算,病区与非病区的 Sr/Ca、Ba/Ca 比值差异很大,明显存在相对缺 Ca 和 Sr、Ba 偏高的特征。因此,环境中 Sr、Ca、Ba 的相对高低是重要的环境地球化学质量指标。

由于 Sr、Ba、Be 与 Ca、F、As 与 P 地球化学性质的相似性,在 Ca 供应不足或 Sr、Ba、Be 含量过高时,会导致 Sr、Ba、Be 大量进入骨骼组织,使得人体骨骼和软组织中形成大量的 Sr、Ba 的磷酸盐;F、As 会在含量过高或 P 供应不足时大量进入骨骼组织形成 CaF_2 、氟磷灰石等,破坏钙磷代谢,影响骨骼正常发育,导致骨骼疾病的产生。

U、Th 对于人体既有化学毒性,又有放射性毒性。它会抑制多种酶的活性,破坏机体的正常代谢,引起血液、肾功能障碍,U、Th 还能沉着于骨骼中对骨骼产生永久性损害。

Fe、Cu、Mo、Cr、Ni、Co 是血液中的主要微量元素,一般认为其属于“造血元素”,这些元素含量供应不足,会对肾、肝、脑、心等脏器的功能产生不良影响。Zn 是智力、生殖功能发育的必需元素,缺锌会引发智力、性发育不全、不育不孕症

表 2 大骨节病区与非病区水化学特征

Table 2 Hydrochemical characteristics in the Kashin-Beck disease area and disease-free area

水化学特征	Ca	Sr	Ba	Sr/Ca	Ba/Ca
病区	43890	466	230	0.0106	0.0052
非病区	71650	593	198	0.0083	0.0028
病区/非病区	0.61	0.79	1.16	1.28	1.86

注:Ca、Sr、Ba 含量据林年丰^[7],有修改;含量单位:μg/l。

等。此外,F 还可抑制许多酶的活性,影响甲状腺、肾上腺、性腺的内分泌功能,损伤脑、心、肝等脏器,对生殖功能也有较大影响。本区地方性的生育、心血管疾病可能与此有关^[3,4,7]。

总之,本区域地方病与地球化学背景密切相关,P、CaO 偏低,Ba、Be、Sr、Li 偏高,P/F、Sr/CaO、Ba/CaO 比例失调,环境地球化学质量差是发生区域性骨骼疾病的主要原因。

从大峡谷地区地方病病区的环境地球化学特征值看,主要营养元素、毒害元素含量或元素对比值与全国平均值相比,偏离幅度大于 20%,尤其是有很多指标偏离时即反映当地的环境有可能对人类健康产生不利影响,当主要元素含量或比值大于 2 或小于 0.5 时则会产生较大影响,导致一种或多种地方性疾病发生。

大骨节病的病理学研究和疾病防治应根据区域环境地球化学背景特征,因地制宜地开展,为此建议:

第一,改善饮食结构。补充钙、磷物质。如食用含钙、磷高的食物,多食禽蛋、肉类,尤其是骨汤。用旁辛一带的超基性岩制作的石锅炖骨汤、煮茶可能会有较好预防效果。

第二,注意饮水卫生。选择直接从山上流下的溪水或大河水,避免使用塘水、山前平坝的浅层地下水、流经腐植质堆积区或黑土层的沟坎水,以减少 U、Th、As 摄入量。

第三,在医疗卫生部门的指导下,利用草木灰、生石灰等对饮水进行适当处理,提高 pH 值和饮用水的硬度,过滤有害物质,并针对性地开发补充 Ca、P、Zn、Fe、Mn 的营养食品以对大骨节病进行防控和综合治理。

5 结论与认识

板块运动造就了大峡谷地区断裂构造发育、中酸性岩浆侵入和矿化活动频繁的基本地质面貌,奠定了区域元素分布的基础。其特征是 Fe₂O₃、P、CaO、MgO、Mn、Co、Zn 偏低,Cu、Mo、Cr、V、Ni 明显偏低,P/F、Sr/Ca、Ba/Ca 比例失调,毒性元素 Ba、Be、Sr、Li 偏高,U、Th 明显偏高。

特殊的地形、气候、植被等自然地理条件形成了土壤、水体酸度高、有机质含量高的表生地球化学环境。在此景观条件下,营养成分的强烈淋失和有毒元素的活化、富集,形成一个区域性的岩石-表生环境的不良地球化学系统,导致环境地球化学质量进一步下降。

环境地球化学质量低下是地方性骨骼疾病发生的重要

原因。板块运动造成的大规模物质交换和特殊的地球化学景观是环境地球化学质量低下和地方病产生的深层次原因。

针对区域地球化学背景特征,从饮食、环境和医学等多方面制定预防、治疗措施是地方病防治的根本途径。

在论文撰写过程中任天祥、奚小环、张华教授级高级工程师提出了宝贵意见;刘彦明、张铁林、王福全、宁福政等 30 人参加了墨脱艰险区野外调查工作,在此一并致谢。

参考文献 (References):

- [1] 潘桂棠, 李兴振, 王立全, 等. 青藏高原及邻区大地构造单元初步划分[J]. 地质通报, 2002,21(11):701~707.
Pan Guitang, Li Xingzhen, Wang Liquan, et al. Preliminary division of tectonic units of the Qinghai-Tibet Plateau and its adjacent regions [J]. Geological Bulletin of China, 2002,21 (11):701~707(in Chinese with English abstract).
- [2] 耿全如, 潘桂棠, 郑来林, 等. 论雅鲁藏布江大峡谷地区冈底斯岛弧花岗岩带[J]. 沉积与特提斯地质, 2001,21(2):16~22.
Geng Quanru, Pan Guitang, Zheng Lailin, et al. The Gangdise island-arc granite zone along the Yarlung Zangbo Grand Canyon, Xizang [J]. Sedimentary Geology and Tethyan Geology, 2001,21 (2):16~22(in Chinese with English abstract).
- [3] 戎秋涛, 翁焕新. 环境地球化学[M]. 北京:地质出版社,1990.193~307.
Rong Qiutao, Wong Huanxin. Environmental Geochemistry [M]. Beijing:Geological Publishing House, 1990.193~307.
- [4] 杨忠芳, 朱立, 陈岳龙. 现代环境地球化学[M]. 北京:地质出版社, 1999.154~205(in Chinese).
Yang Zhongfang, Zhu Li, Chen Yuelong. Modern Environmental Geochemistry [M]. Beijing:Geological Publishing House, 1999.154~205(in Chinese).
- [5] 刘英俊, 曹励明. 元素地球化学导论 [M]. 北京:地质出版社, 1998.55~56,273.
Liu Yingjun, Cao Liming. Introduction to Elemental Geochemistry [M]. Beijing:Geological Publishing House, 1998.55~273.
- [6] 中国科学院地球化学研究所. 高等地球化学[M]. 北京:科学出版社, 1998.13,379~385.
Institute of Geochemistry Chinese Academy of Sciences. Advanced Geochemistry [M]. Beijing:Science Press, 1998.13,379~385.
- [7] 林年丰. 医学环境地球化学 [M]. 长春:吉林科学技术出版社, 1991.64~256.
Lin Nianfeng. Medical Environmental Geochemistry [M]. Changchun:Jilin Science and Technology Press (in Chinese with English abstract).
- [8] 李纯, 李新虎, 岑况, 等. 环境地球化学污染元素的参数评估法及环境评价[J]. 环境科学研究, 2003,16(5):59~64
Li Chun, Li Xinhu, Cen Kuang, et al. The parameter determination and environmental estimation of the pollution elements of environmental geochemistry [J]. Research of Environmental Sciences, 2003,16(5):59~64(in Chinese with English abstract).
- [9] 朱立新, 周国华, 任天祥, 等. 浙江杭嘉湖平原区环境地球化学研究[J]. 物探与化探, 1996,20(4):274~287.

zhu Lixin, Zhou Guohua, Ren Tianxiang, et al. Environmental geochemical study of Hangzhou-Jiaxing-Huzhou Plain, Zhejiang Province [J]. Geophysical & Geochemical Exploration, 1996,20(4), 274~287(in Chinese with English abstract).

[10] 谢学锦. 进入 21 世纪的勘查地球化学[J]. 中国地质,2001,28(4):11~18.
Xie Xuejin. Exploration geochemistry into the 21st century [J]. Geology in China, 2001,28 (4):11~18 (in Chinese with English abstract).

Relationship between endemic diseases and environmental geochemistry in the Yarlung Zangbo Great Canyon area

ZHANG Zhen-hai¹, DAI Xue-fu², WANG Chun-song², HU Yong-hua², LIU Zhan-hua²,
YUE Guo-li², ZHAO Feng-yong², WANG Zhi-kun²

(1. Institute of Geophysical and Geochemical Exploration, Chinese Academy of Geological Sciences, Langfang 065000, Hebei, China;

2. Region Geological Survey Party, Henan Bureau of Geology and Mineral Exploration and Development, Zhengzhou 450051, Henan, China)

Abstract: In the Yarlung Zangbo Great Canyon area, endemic and massive diseases of skeletal growth and development seriously affect the health of the residents and economic and social development. China Geology Survey has carried out regional geochemical survey of the Bomi and Mêdog sheets in the interior of the Yarlung Zangbo Great Canyon. The results indicate the following environmental geochemical characteristics: the vital elements Fe, P, Ca, Mg, Mn, Co and Zn are lower than their average values of stream sediments in China; the elements Cu, Mo, Cr, V and Ni are much lower. Toxicity elements Ba, Be, Sr, Li are on the high side. U Th are much higher; the poisonous elements Ba, Be, Sr and Li are higher; U and Th are noticeably higher and P/F, Sr/CaO and Ba/CaO are disproportional. The occurrence of endemic diseases is closely related to the inferior environmental geochemical quality. Research also shows that large-scale material exchange and special geochemical landscapes resulting from plate movement in the great canyon area are the deep-seated causes for the inferior quality of the geochemical environment and occurrence of endemic diseases in the Yarlung Zangbo Great Canyon.

Key words: Yarlung Zangbo Great Canyon; environmental geochemistry; endemic diseases

About the first Author: ZHANG Zhen-hai, male, born in 1962, senior engineer, mainly engages in regional geochemical survey; E-mail: zzhenhai@126.com.