

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

陕南硒中毒区地层时代的厘定

雒昆利

中国科学院地理科学与资源研究所,北京,100101

内容提要 本文通过对南秦岭大巴山的紫阳县典型硒中毒区双安乡闹热村所在地及邻区分布的基岩的岩石类型、岩相和层序等进行研究和分析,发现紫阳县双安乡闹热村硒中毒区出露的地层主要为晚震旦世和早寒武世鲁家坪组下部厚约40余米的富硒高硫黄铁矿化黑色碳质硅质板岩和黄铁矿化火山凝灰岩,该层位可以和云南下寒武统筇竹寺组下部和贵州牛蹄塘组下部的地层对比。该层岩石含硒量为10~56 mg/kg,平均为32 mg/kg左右,是大巴山地区所有地层和岩石中含硒量最高的。该硒中毒区主要几块高硒田块(土壤含硒量为16~36 mg/kg)下部分布的就是这套高硒的早寒武世黄铁矿化黑色碳质硅质板岩和黄铁矿化火山凝灰岩地层。

关键词 南秦岭 晚震旦世—早寒武世地层 高硒岩层 黑色页岩

我国的恩施地区和紫阳的双安地区是国内已公认的两个硒中毒区(Yang, 1983;梅紫青, 1985;紫阳县志编撰委员会, 1989;谭见安等, 1989;严本武, 1991;严本武等, 1993)。大巴山紫阳县双安乡是至今为止紫阳地区和大巴山境内唯一报道的硒中毒区(梅紫青, 1985;紫阳县志编撰委员会, 1989)。硒中毒的主要原因是当地居民食用了产于当地的高硒作物(梅紫青, 1985;紫阳县志编撰委员会, 1989;雒昆利等, 1995a),而高硒作物中的硒来源于当地的高硒土壤(李继云等, 1982;梅紫青, 1985;紫阳县志编撰委员会, 1989;赵成义等, 1993)。

梅紫青(1985)在我国发现的两个硒区综述中笼统的提到紫阳的高硒来源于“高硒的煤层”,但并未说明硒中毒区分布的是什么时代和什么类型的石煤。由于志留纪石煤是紫阳县以及大巴山地区分布最广、储量最大、应用最广的石煤,因此,在后来不少的文献中,认为紫阳县硒中毒的原因是燃烧高硒石煤造成的。但紫阳县以及大巴山地区至今报道的硒中毒区仅在紫阳县双安乡的几个小村庄里发生,而且硒中毒区的地块是小面积的(梅紫青, 1985;紫阳县志编撰委员会, 1989;赵成义等, 1993)。在大巴山的主要石煤分布区和用煤区并无硒中毒病的发生,如紫阳县著名的志留纪石煤分布区和产地蒿坪煤矿,至今没有硒中毒病的报道,紫阳县县城及一些大的乡镇普遍以蒿坪及当地的石煤取暖和做饭(雒昆

利等, 1995c),但在这些城镇均没有硒中毒症发生。为什么在石煤大面积分布的石煤矿区反而没有硒中毒症的发生?为什么硒中毒症仅仅只在双安乡闹热村的一个小山沟里发生?雒昆利等(1994, 1995a, 1995b, 1995c, 2001)在对大巴山地区分布的地层和作物的含硒量分析后认为,紫阳地区分布的不同时代的地层的不同岩石类型的含硒量差别很大,并非所有地层都富硒,紫阳地区的环境及作物也并非处处富硒,其环境和作物中的硒含量受其分布区出露的岩石的含硒量和岩石类型所控制,双安乡也并非处处为硒中毒病区。

但至今为止,紫阳县双安乡硒中毒区分布的地层时代、岩石类型的研究一直是个空白。至今也无人知道紫阳县双安乡典型硒中毒区——闹热村的那几块高硒田块的高硒土壤中的硒来源于何方?高硒田块的周围和基岩分布的是什么时代、什么类型的岩石?当地产石煤吗?这些研究的不足,直接限制了紫阳县富硒资源的进一步研究和开发。

笔者从1982年起,一直在大巴山区进行早古生代地层、生物群和共伴生矿物的研究,于1982~1985、1991、1992、1994、1995、2000年对紫阳县双安乡闹热村硒中毒区所在地及邻区所分布的地层剖面进行了多次详细测制,对其分布的岩石、地层层序、岩相等进行追索和对比,确定了硒中毒区分布的地层时代,本文介绍其研究成果。

注:本文为中国科学院地理科学与资源研究所基金项目(编号 SJI0G-A00-01)和国家重点基础研究专项经费资助(973)子课题(编号 G1999022212-02)的研究成果。

收稿日期:2002-05-27; 改回日期:2003-03-16; 责任编辑:刘淑春。

作者简介:雒昆利,女,1959生。研究员,博士生导师。通讯地址:100101,北京,中国科学院地理科学与资源研究所。

1 双安区闹热村的地质地理特征

1.1 地理位置和地理特征

闹热村硒中毒区位于双安乡乡政府所在地东北3 km处,走向约N300°的狭长的山沟近西侧的沟中,但在邻区的山沟均无硒中毒症发生。1980年,紫阳县卫生防疫站对发生在沟中不明原因的脱发、脱甲的居民的人发,脱毛和脱蹄的牲畜的毛发进行了分析,发现其含硒量大大高于非病区的,其粮食和农田中的硒也是非病区的几十倍(梅紫青,1985;紫阳县志编撰委员会,1989)。

由于受逆冲挤压断层的影响,走向N300°的硒中毒区的山沟两侧为狭长的陡峭山峰,山坡坡度30°左右,高差约300 m。北侧山头为鲁家坪组下部的白云岩和厚层硅质岩陡坎,南侧山头由鲁家坪组上部的绿泥石含碳板岩、板岩和箭竹坝组的灰岩组成。一条走向近N190°的小断层在沟底与走向N300°的断层近十字形交汇,形成一个宽约60 m,长约500 m左右,走向N300°的较为开阔、坡度为15°左右的平缓坡地,该坡地是主要耕地和居民居住处,几块耕地的土壤和作物的含硒量较高,土壤含硒量可达36 mg/kg左右。走向N300°的沟大而深,走向N190°的沟浅,在两侧山坡上形成一个浅的凹陷。闹热村周围没有任何矿产资源,虽然也有一些石煤线,但煤质差,储量小,不可开采,也无人开采。居民大都以当地的树木和玉米杆、稻杆等为燃料,部分居民和紫阳县大多数居民一样,用蒿坪煤矿的石煤取暖和做饭。最近的石煤矿——蒿坪煤矿距此地水平距离10 km左右,但中间隔了几座大山,实际交通距离近40 km,同时一部分道路无法通车,当地经济落后,用蒿坪石煤的居民很少。

1.2 地层剖面

笔者曾于1982~1985、1991、1992、1994、1995、2000年多次在双安乡闹热村、紫阳毛坝关鲁家坪及箭竹坝、岚皋佐龙和铁炉坝等地实测震旦系和寒武系剖面,在紫阳毛坝关西南侧的灰、青灰色中薄层状箭竹坝组灰岩采到下寒武统上部三叶虫 *Kootenia* sp.。

1.2.1 双安乡闹热村实测地层剖面

剖面从闹热村北侧山梁梁顶开始,剖面走向SW190°。

上覆地层:下寒武统箭竹坝组(ϵ_{1j})灰、青灰色中薄层状灰岩夹少量碳质板岩,未到底

—————整合—————

上震旦统和下寒武统鲁家坪组

6. 深灰色风化后呈浅灰色绿泥石含碳板岩及粉砂质板岩,含硒量2.3 mg/kg左右 96 m
5. 灰黑色碳质板岩,下部为厚10 m左右的含结核状黄铁矿硅质板岩,上部含硒量5.6 mg/kg左右,下部含硒22 mg/kg左右 34 m

—————断层—————

- 4-3. 上部为富硒的火山凝灰岩夹黑色碳质板岩组成的断层破碎带,土壤含硒量26 mg/kg左右,是硒中毒作物的主要产地 26 m
 - 4-2. 浅灰色含黄铁矿斑晶(晶体直径1~2 mm左右,黄铁矿风化后成铁锈红色含蜂窝状)火山凝灰岩和黄铁矿化火山凝灰岩,基岩含硒量38 mg/kg左右,土壤含硒量26 mg/kg左右 15 m
 - 4-1. 浅灰色黄铁矿化火山凝灰岩夹黑色碳质板岩,基岩含硒量46 mg/kg左右,土壤含硒量22 mg/kg左右 2 m
 3. 黑灰色硅质碳质板岩,夹石煤薄层,不可采,含硒量6 mg/kg 3.2 m
 - 2-3. 中薄层含石英脉深灰色含碳硅质岩,基岩含硒量3 mg/kg左右 11.3 m
 - 2-2. 厚层硅质岩夹厚1 m左右的两层磷质白云岩和一层毒重石层,基岩含硒量3 mg/kg左右 15 m
 - 2-1. 硅质白云岩夹粒屑状硅质白云岩和磷块岩6 m
- 整合?—————

上震旦统

1. 厚层白云岩,未见底

1.2.2 岚皋佐龙下寒武统剖面

上覆地层:下寒武统箭竹坝组(ϵ_{1j})灰、青灰色中薄层状灰岩夹少量碳质板岩

—————整合—————

上震旦统和下寒武统鲁家坪组

11. 浅灰色(风化色)绢云母化板岩,含硒量1.6 mg/kg 86.1 m
10. 黑色含硅碳质片岩,含硒量12 mg/kg 35.7 m
9. 黑色含黄铁矿碳质板岩,含硒量16 mg/kg 6.8 m
8. 黑色含硅碳质板岩含黄铁矿结核,板岩中含硒量27 mg/kg,黄铁矿结核含硒量99 mg/kg 4.4 m
7. 黑色含碳板岩,含硒量26 mg/kg 6.2 m
6. 灰色—褐红色基性火山熔岩,含硒量4.1 mg/kg,两侧与碳质板岩接触处的岩石含硒量37 mg/kg左右 26 m
5. 灰绿色含绿泥石绢云千枚岩,原岩应为火山凝灰岩,含硒量3.6 mg/kg左右 11.1 m
4. 中薄层含石英脉深灰色含碳硅质岩,基岩含硒

量3 mg/kg 左右 12 m

3. 厚层硅质岩夹厚1m左右的两层磷质白云岩, 基岩含硒量3 mg/kg 左右 23 m

2. 硅质白云岩夹粒屑状硅质白云岩和磷块岩 6 m
—————断层—————

下震旦统

1. 浅灰色绢云母化千枚岩, 未见底

1.2.3 紫阳毛坝关鲁家坪下寒武统剖面

上覆地层: 中寒武统毛坝关组

19. 灰色中厚层泥灰岩及钙质板岩, 一般含硒量2~3 mg/kg 177 m
—————整合—————

下寒武统箭竹坝组

18. 深灰色条带状粉晶灰岩夹碳质纹层, 含硒量2 mg/kg 左右 16.7 m

17. 灰色中薄层粉晶灰岩, 含硒量1.1 mg/kg 10.8 m

16. 深灰—黑色含碳硅质片岩, 含硒量1.4 mg/kg 9.6 m

15. 石煤, 含硒量18.5 mg/kg 0.4 m

14. 深灰色含硅碳质片岩夹数层薄层石煤, 含硒量12.6 mg/kg 18.2 m

13. 深灰色中薄层含碳泥晶灰岩, 含硒量3.6 mg/kg 4.8 m

12. 深灰色中薄层粉晶灰岩, 含硒量2 mg/kg, 产三叶虫: *Kootenia* sp. 76.8 m
—————整合—————

上震旦统和下寒武统鲁家坪组

11. 浅灰色(风化色)绢云母化片岩, 上部粉砂质页岩, 含硒量2.1 mg/kg 106.1 m

10. 深灰色含硅碳质板岩 20 m

9. 黑色含黄铁矿结核硅质片岩和碳质板岩, 含硒量22 mg/kg 6.8 m

8. 黑灰色碳质板岩, 与火山熔岩接触处的岩石含硒量32 mg/kg 左右 4.3 m

7. 灰绿色—褐红色块状基性火山熔岩, 含硒量4.6 mg/kg 24.2 m

6. 黑灰色中薄层硅质岩夹毒重石和石煤层。硅质岩含硒量3 mg/kg, 44 m

5. 铁锈红色和浅灰色黄铁矿化火山凝灰岩 5.2 m

4. 黑灰色厚层硅质岩, 含硒量6 mg/kg 30.1 m

3. 厚层硅质岩夹粒屑状硅质白云岩和磷块岩厚1m左右的两层磷质白云岩, 基岩含硒量3 mg/kg 左右 15 m

2. 厚层硅质白云岩 12 m
—————整合?—————

上震旦统

1. 厚层白云岩, 未见底

2 地层时代

从地层的岩石类型、层序、岩相及区域分布特征看, 双安乡闹热村的地层应为鲁家坪组下部厚层硅质岩之上的富硒高硫黄铁矿化黑色碳质板岩和火山凝灰岩。在大巴山分布的所有早古生代地层中, 只有晚震旦世—早寒武世的鲁家坪组下部有毒重石矿层, 而闹热村沟北侧的厚层硅质岩中有1层厚1m左右的毒重石矿层, 其中含BaCO₃为40%左右, 是典型的鲁家坪组的毒重石层, 该层和紫阳鲁家坪地区的毒重石矿层一样, 与硅质岩密切伴生。志留系在大巴山区主要为碳质板岩和火山岩夹石煤, 仅在岚皋白崖垭一带有生物碎屑灰岩, 没有白云岩沉积(雒昆利, 1992; 雒昆利等, 1992; 林宝玉等, 1998)。

2.1 有关双安乡闹热村分布地层时代问题

陕西省紫阳幅1:20万地质图^①将双河口及闹热村分布的地层划归洞河群。洞河群为寒武系至奥陶系(包括部分志留纪高变质的地层), 其底部为碳质板岩, 夹重晶石和重晶石层; 下部为硅质岩夹碳质板岩; 中部为碳质板岩与砂质灰岩、泥灰岩等互层; 上部为千枚岩与灰质、千枚岩互层, 夹泥质灰岩。陕西省地质局区域地质调查队1985~1988在紫阳幅1:20万地质图修测中^②, 从洞河群的下部分出了鲁家坪组和铁炉坝组, 鲁家坪组的定义同原鲁家坪组的相同, 铁炉坝组主要为粉晶灰岩和砂质灰岩, 时代隶属早寒武世, 笔者认为铁炉坝组与箭竹坝组相同。他们把原洞河群的中、上部称为二道桥组, 时代属于中寒武世至奥陶纪。

从闹热村及邻区的实测剖面的地层层序、岩石结构及其特殊沉积矿种和岩相组合来看, 分布于闹热村的这套富硒高硫黄铁矿化黑色碳质板岩和火山凝灰岩与分布于鲁家坪、青荆一带的鲁家坪组下部的岩性和岩相是相同的(雒昆利等, 1994, 1995b; 项礼文等, 1999), 无疑是鲁家坪组下部的地层。

2.2 关于鲁家坪组的时代

鲁家坪组岩性为一套浅变质的浅海相沉积建造, 厚700~900 m, 标准剖面在紫阳县鲁家坪村。其下部为厚层白云岩、硅质白云岩、粒屑状硅质白云岩夹磷块岩, 中部为厚层硅质岩及硅质板岩, 上部为碳质板岩夹泥灰岩。该组地层在下寒武统含三叶虫的箭竹坝组之下, 超覆于下震旦统耀岭河群火山岩之

① 陕西省地质局区测队. 1996. 1:20万紫阳幅地质图说明书.

② 陕西省地质局区测队. 1998. 1:20万紫阳幅地质图修测说明书.

上(项礼文等,1999),原建组者将鲁家坪组划为下寒武统^①。但有一部分研究者认为该组下部有上震旦统存在。一种意见将该组中部硅质岩之下的白云岩划属上震旦统或下寒武统;另一种意见将厚层硅质岩之上的碳质板岩划属下寒武统,而将硅质岩及其以下层位划归为上震旦统。

乔僖等(1983)在紫阳毛坝关鲁家坪和镇巴观音褚河剖面鲁家坪组下部的粒屑状硅质白云岩内采集到早寒武世小壳动物化石,该化石层位比较稳定,可以进行区域对比,并将鲁家坪组下部产小壳动物化石之上的粒屑状硅质白云岩及其以上层位划归为下寒武统,仍称鲁家坪组;以下层位划属上震旦统^{②③}。

总之,鲁家坪组下部的时代问题还有待于进一步的地层古生物的研究,但目前将鲁家坪组的厚层白云岩之上的厚层硅质岩及以上的地层划属下寒武统,硅质白云岩以下地层划属上震旦统(乔僖等,1983;项礼文等,1999)。大巴山区这套富硒的黄铁矿化碳质板岩和火山凝灰岩的地层与云南筇竹寺组下部的石头岩段(罗惠麟等 1999)、贵州遵义的牛蹄

塘组下部的黑色页岩(王砚耕等,1984)的层位相当(表1),与我国南方下寒武统黑色岩系及层状多金属富集层等的层位可对比(范德廉,1981)。

寒武系底部的黑色岩系在亚洲、欧洲、北美洲、澳洲均有发现。寒武系底部三叶虫出现之前的黑色岩系及金属富集层是古环境突变(缺氧)事件,而其中的金属富集层是前寒武纪—寒武纪界线事件的产物(Berry et al., 1978; Leggett, 1980; Jenkins et al., 1989; Horan et al., 1994; Pasava et al., 1996; Martens et al., 1997)。但有关它们对现代环境的影响的研究还是空白。

综上所述,双安乡闹热村硒中毒区的地层为震旦系上部与下寒武统下部的地层,主要为硅质白云岩、硅质岩、黄铁矿化的碳质板岩、火山凝灰岩和千枚岩等。闹热村土壤含硒量最高的田块的基岩恰好是这层厚40 m左右的富硒黄铁矿化的碳质板岩与火山凝灰岩相接触的断层泥,鲁家坪组下部这套富硒黄铁矿化的碳质板岩与火山凝灰岩是硒中毒区高硒土壤中硒的主要来源。并非从前所认为的早志留

表 1 鲁家坪组的地层时代及对比

Table 1 Stratigraphic age and correlation of the Lujiaping formation

		滇东 (罗惠麟等,1999)				贵州遵义 (王砚耕等, 1984)	北大巴山	
				组	岩性	高台组	(项礼文等,1999)	本文
寒武系	中统		毛庄阶				毛坝关组	毛坝关组
	下统	三叶虫出现后	龙王庙阶	龙王庙组	粉晶白云岩	清虚洞组	箭竹坝组	箭竹坝组
			沧浪铺阶	沧浪铺组	厚层石英砂岩、砾岩	金顶山组		
		筇竹寺阶	筇竹寺组	玉案山组 石岩 头段	灰黑、灰绿色页岩 黑色页岩、粉砂岩	牛蹄塘组	鲁家坪组	页岩、粉砂质板岩 黄铁矿化碳质板岩 和火山凝灰岩 黑色厚层硅质岩
	梅树村阶	渔户村组		磷块岩 小壳化石开始出现	灯影组	硅质白云岩厚层白云岩		
震旦系	上统		灯影峡阶					
	下统					陡山河群	耀岭河群	耀岭河群

① 陕西省地质局区测队. 1966. 1:20万紫阳幅地质图说明书.
 ② 陕西省地质局区调队. 1988. 1:20万紫阳幅地质图修测说明书.
 ③ 四川省地质局第二区测队. 1974. 1:20万城口幅—巫溪幅区域地质测量报告.

世的碳质板岩和石煤。

3 讨论

紫阳县双安乡闹热村硒中毒区分布和出露的是晚震旦世与早寒武世鲁家坪组下部的富硒高硫黄铁矿化黑色碳质板岩和火山凝灰岩,而非以前认为的石煤层。闹热村及邻区无可开采的石煤分布和出露。

这套厚约40 m左右的晚震旦世与早寒武世鲁家坪组下部的富硒高硫黄铁矿化黑色碳质板岩和火山凝灰岩在大巴山许多地区都有出露,其含硒量均高(雒昆利等,1995b,2001),这些出露区是否是硒中毒带或潜在硒中毒带,还需进一步的研究。同时这套岩石厚度较小,在大巴山南侧厚度变薄,且其分布区大都为陡峭的单斜山,山大沟深,人烟稀少,另外,大巴山大多数山沟的走向垂直于地层的走向,很少有山沟的走向与地层的走向相同并有人居住,所以这套高硒岩层在大巴山区不会造成大面积的硒中毒。

我国大多数地区缺硒,有72%以上的地区处于缺硒和低硒带(Yang, 1983;谭见安等,1989),约3亿人口膳食硒摄入严重不足(谭见安等,1989)。硒缺乏导致的地方性大骨节病、克山病和某些癌症、心血管病等疾病严重发生(李继云等,1982;谭见安等,1989)。大巴山区紫阳县双安乡典型硒中毒区分布的地层时代和岩石类型的确定,对今后本区及全国具有相同时代的地层分布区和出露区硒资源的寻找和开发意义重大。

这套富硒岩层的层位恰好位于震旦系与寒武系界限处,是早期寒武纪生物突变时的环境变化及全球变化的重要历史见证,其包含的地质信息为研究生物大爆发突发事件的古海洋环境、地质背景、生物与环境的协调关系及当时的全球变化,提供了可靠的证据。有关他们的地质意义和分布将另文报道。

致谢:项礼文教授审阅了初稿,并提出了许多宝贵意见;谭见安研究员和徐立荣博士对该文提出许多宝贵建议;本文的原始资料来源于笔者1982~2000年中多次在本区进行的毕业实习和科研工作,西安科技大学地质系1981、1982、1989、1990、1991、1992、1993、1994级学生以及紫阳县有关部门和人员在野外工作中给予了无私的帮助,在此一并表示感谢。

参 考 文 献

范德廉. 1981. 南方几省下寒武统黑色岩系及层状多金属富集层. 见:沉积岩石学研究(论文集). 北京:科学出版社, 23~45.

- 李继云,任尚学,陈代中. 1982. 陕西省环境中的硒与大骨节病关系的研究. 环境科学学报, 2(2):91~100.
- 林宝玉,苏养正,朱秀芳,戎嘉余. 1998. 中国地层典——志留系. 北京:地质出版社.
- 罗惠麟,胡世学,陈良忠,等. 1999. 昆明地区早寒武世澄江动物群. 昆明:云南科技出版社, 1~3.
- 雒昆利. 1992. 五峡河组、白崖垭组和安坪梁组的再认识. 地层学杂志, 16(2):316~319.
- 雒昆利,邓宝. 1992. 陕南五峡河组的沉积环境与笔石生存和保存的关系. 沉积学报, 10(2):79~87.
- 雒昆利,陈德岭,葛岭梅. 1994. 陕西省古生代黑色岩系及煤系共生矿产. 西安:西北大学出版社.
- 雒昆利,邱小平. 1995a. 陕西安康南部富硒作物分析, 自然资源, (2): 68~72.
- 雒昆利,姜继圣. 1995b. 陕西紫阳、岚皋下寒武统地层中硒的分布规律. 地质地球化学, (1):68~72.
- 雒昆利,管淑芹,张梅生. 1995c. 南秦岭下古生界石煤的富硒性及意义. 长春地质学院学报, 25(2):126~130.
- 雒昆利,潘云唐,王五一,等. 2001. 南秦岭早古生代地层含硒量及硒的分布规律. 地质论评, 47(2):211~217.
- 梅紫青. 1985. 我国发现的两个硒区综述. 中国地方病杂志, (4):379~385.
- 乔禧,许多宾,陈同泉. 1983. 陕南鲁家坪组小壳动物化石的发现及其意义. 陕西地质, 1(1):72~73.
- 谭见安,李日邦,侯少范,等. 1989. 环境硒与健康. 北京:人民卫生出版社, 2~36.
- 王砚耕,尹恭正,郑淑芳,等. 1984. 贵州上前寒武系及震旦系—寒武系界线. 贵阳:贵州人民出版社, 22~65.
- 项礼文,朱兆玲,李善姬. 1999. 中国地层典——寒武系. 北京:地质出版社, 1~95.
- 严本武. 1991. 燃煤导致的硒中毒和氟中毒研究. 湖北预防医学杂志, 2(1):14.
- 严本武,吴天. 1993. 恩施高硒地区的环境硒水平调查. 中国地方病杂志, 12(3): 155~158.
- 赵成义,任景华,薛澄泽. 1993. 紫阳富硒区土壤中的硒. 土壤学报, 30(3):253~259.
- 紫阳县志编撰委员会. 1989. 紫阳县志. 西安:三秦出版社, 650~652.

References

- Berry W, Wilde P. 1978. Progressive ventilation of the oceans——an explanation for the distribution of the lower Paleozoic black shales. American Journal of Science, 278: 257~275.
- Committee on Ziyang County Annals. 1989. Ziyang County Annals. Xi'an: Sanqin Press, 650~652 (in Chinese).
- Fan Delian. 1981. Metal Enrichment-Layer in Lower Cambrian Black Rock in South China. Study on Sediment and Petrology (Thesis Volume). Beijing: Science Press, 23~45 (in Chinese).
- Horan M F, Morgan J W, Grauch R I, et al. 1994. Rhenium and Osmium Isotopes in Black Shales and Ni-Mo-PGE-rich Sulphide Layers, Yukon Territory, Canada, and Hunan and Guizhou Provinces, China. Geochimica et Cosmochimica Acta, 58: 257~265.
- Jenkins R, Hasenhohr P. 1989. Trilobites and their trails in a black shale: Early Cambrian of the fleurieu peninsula. South Australia. Trans. Roy. Soc. South Australia, 113 (4): 195~203.
- Leggett J. 1980. British lower Paleozoic black shales and their palaeo-

- oceanographic significance. *Journal of the Geological Society of London*, 137:139~156.
- Li Jiyun, Ren Shangxue, Chen Daizhong. 1982. Study on relation between selenium in Shaanxi environment and big-condyle illness. *Acta Scientiae Circumstantiae*, 2(2): 91~100 (in Chinese with English abstract).
- Lin Baoyu, Su Yangzheng, Zhu Xiufang, Rong Jiayu. 1998. The Silurian System of China—in *Stratigraphy of China*. Beijing: Geology Publish House (in Chinese).
- Luo Huilin, Hu Shixue, Chen Liangzhong, et al. 1999. Early Cambrian Chengjiang Fauna in Kunming. Kunming: Yunnan Science and Technology Press, 1~3 (in Chinese).
- Luo Kunli, Deng Bao. 1992. Relation between the depositing environment with the life and preservative of graptolites of Wuxiahe Formation of Silurian, South Shaanxi. *Acta Sedimentologica Sinica*, 10(2):79~87 (in Chinese with English abstract).
- Luo Kunli, Chen Deling, Ge Lingmei. 1994. Accompanied and Associated Ores of the Paleozoic Black Shale and Coal, Shaanxi Province, China. Xian: Northwest University Press (in Chinese).
- Luo Kunli, Qiu Xiaoping. 1995a. Analysis on selenium-rich crops in Ankang district, Shaanxi—the case of Ziyang County. *Natural Resource*, (2): 68~72 (in Chinese with English abstract).
- Luo Kunli, Jiang Jisheng. 1995b. Distributing pattern of selenium of Lower Cambrian in Ziyang and Langao County, Shaanxi, China. *Jour. Geology-geochemistry*, (1): 64~72 (in Chinese with English abstract).
- Luo Kunli, Zan Shuqing, Zhang Meisheng. 1995c. Rich in selenium of Early Paleozoic stone coal and its significance, South Qinling Mountain. *Journal of Changchun University of Geosciences*. 25 (2): 126~130 (in Chinese with English abstract).
- Luo Kunli, Pang Yuntang, Wang Wuyi, et al. 2001. Selenium content and distributing pattern of Paleozoic strata in South Qinling Mountain, Shaanxi. *Geological Review*, 47 (2): 211~217 (in Chinese with English abstract).
- Martens D A, Suarez D L. 1997. Selenium speciation of marine shales, alluvial soils, and evaporation basin soils of California. *J. Environ. Qual.*, 26: 424~432.
- Mei Ziqing. 1985. Summarize on two rich inelenium area of our country. *Chinese Journal of Endemic*, (4): 379~385 (in Chinese with English abstract).
- Pasava J, Hladikova J, Dobes P. 1996. Origin of Proterozoic metal-rich black shales from the Bohemian Massif, Czech Republic. *Economic Geology*, 91 (1): 63
- Qiao Xi, Xu Duobin, Chen Tongquan. 1983. Discovery and its significance of Lujiaping Formation, small-shell fossils in South of Shaanxi. *Geology of Shaanxi*, 1 (1): 72~73 (in Chinese with English abstract).
- Tan Jianan, Li Ribang, Hou Shaofan, et al. 1989. Selenium in Environment and Health. Beijing: People's Health Publishing House (in Chinese).
- Wang Yangeng, Yin Gongzheng, Zheng Shufang, et al. 1984. Borderlines of Upper Precambrian and Sinian—Cambrian in Guizhou. Guiyang: Guizhou People's Press, 22~65 (in Chinese)
- Xiang Liwen, Zhu Zhaoling, Li Sanji, et al. 1999. The Cambrian System of China—in *Stratigraphy of China*. Beijing: Geology Publish House, 1~95 (in Chinese).
- Yan Benwu. 1991. Study on selenosis and fluorosis resulted from coal—burning. *Journal of Preventive Medicine of Hubei*, 2 (1): 14 (in Chinese with English abstract).
- Yan Benwu, Wu Tian. 1993. An investigation for environmental selenium in seleniferous area. *Chinese Journal of Endemic*, 12 (3): 155~158 (in Chinese with English abstract).
- Yang Guangxi. 1983. The relationship of the Se-content food and these-toxic disease in China. *The Amer. J. of Clinical Nutrition*, 872~888.
- Zhao Chengyi, Ren Jinghua, Xue Chengze. 1993. Selenium of soil in rich selenium area—Ziyang. *Acta Pedologica Sinica*, 30 (3): 253~259 (in Chinese with English abstract).

The Age of Rock Distribution in the Selenosis Region, South Shaanxi Province

LUO Kunli

Institute of Geographical Sciences and Natural Resource, Chinese Academy of Sciences, Beijing, 100101

Abstract

Based on the lithologic character, the sequence and the sediment features of the bedrocks which distribution in the typical selenosis (selenium poisoning) region in Naore Village in South Qinling Mountain, Ziyang County, Shaanxi Province, the bedrock in there is the lower part of Lujiaping Formation, and may correspond to the lower part of black shale of Qiongzhusi Formation—Early Cambrian in Yunnan Province and Niutitang Formation of Early Cambrian in Guizhou Province, South China. The bedrock of lower Cambrian in there is more than 40 meters thick of black carbonaceous siliceous slate and volcanic tuff, which selenium content is about 32 mg/kg on the average, it is the highest of all strata and rocks in south Qinling Mountain. The bedrock of the farming field, which soil has the selenium content of 16~36 mg/kg, just is this black carbonaceous siliceous slate and volcanic tuff of lower part of Lujiaping Formation of Lower Cambrian.

Key words: South Qinling Mountain; Neoproterozoic—Lower Cambrian; selenium-rich rock; black shale