

# 山东栖霞、临朐一带新生代火山岩与胃癌相关关系探讨

何天贻

(山东省地质矿产局职工医院)

**提要** 山东栖霞、临朐一带是山东胃癌死亡回顾调查中居首、二位的显著高死亡区。它与栖霞复背斜和临朐拗陷中的新生代火山岩区区域地质背景相吻合。火山岩受沂沭断裂和栖霞断裂等深断裂制约。

山东栖霞、临朐一带新生代火山岩为富含Cr、Ni元素的地幔源基性、超基性火山喷发、分异混染、混杂玄武岩。Cr、Ni元素已被世界卫生组织国际癌症研究中心(IARC)确认为I级、II级致癌物,与癌瘤有肯定的因果关系。据此推论,栖霞、临朐的新生代火山岩中Cr、Ni元素的地球化学行为是导致栖霞、临朐成为胃癌显著高死亡区的根本原因之一。

随着传染病死亡率的不下降,近年来恶性肿瘤死亡率已迅速上升至各种死因的第一、二位<sup>[1]</sup>。因此,对包括胃癌在内的恶性肿瘤疾病的流行病学研究已成为人们极为关注的研究课题。

地质环境是自然环境的基本环境。许多地方病,如地方甲状腺肿、地方性氟中毒、克山病、大骨节病都与地质环境中微量元素含量过多或缺乏有关<sup>[1][2]</sup>。目前,医学和地质学的密切联系已愈来愈受到重视。据1990年2月20日中央电视台报导,对太行山食道癌的研究证明,由于严格受不同地质体和地质作用的制约,相距很近的村庄即有“重灾区”和“安全岛”之分。该项研究由中国科学院医科院和著名地质学家黄汲清教授主持进行。

据1970~1974年调查,山东省恶性肿瘤死亡占16类死因的第二位,仅次于呼吸系统疾病。其中胃癌死亡率最高,且占各年恶性肿瘤死亡人数的值变动量相对稳定状态。本文以山东胃癌死亡回顾调查和山东省区域地质调查的实际资料为依据,探索胃癌和区域地质的相关性,以期促进医学与地质学科的交叉与渗透,并为开展肿瘤防治工作提供依据。

## 一、山东省胃癌死亡回顾调查

据统计,1970~1974年,山东省恶性肿瘤死亡率为76.80/10万(恶性肿瘤死亡率均以十万人计算,以下均同,不再列出计算单位),占各类死因构成的11.46%,居16

类死因的第二位。资料表明,恶性肿瘤死亡率逐年上升,1974年较1970年恶性肿瘤死亡率上升36.69%,较其他死亡率的上升9.89%高2.5倍。恶性肿瘤死亡比值亦有逐年增高趋势。以1974年癌死亡率91.24估计,全省每年恶性肿瘤死亡约6.7万人。

山东省1970~1974年平均胃癌死亡率18.33,标化死亡率13.80,占同期恶性肿瘤死亡人数的23.85%,居各类恶性肿瘤的首位。胃癌死亡与各年恶性肿瘤死亡人数比值变动于28.06~28.75之间,呈相对稳定状态。

山东省各县区间胃癌标化死亡率差别显著。全省123个县区间标化死亡率最高的是栖霞县34.74,其次是临朐县31.93,最低的是邹县3.40和苍山县2.88,高低相差10倍以上(许海修,1979)。若以全省123个县为横坐标,胃癌死亡率为纵坐标表示山东省胃癌死亡率(标化)在县(区)间的分布范围,则突出以栖霞、临朐为中心,周围渐降的两个至高死亡点,和邹县、苍山两个最低死亡点(图1,2)。

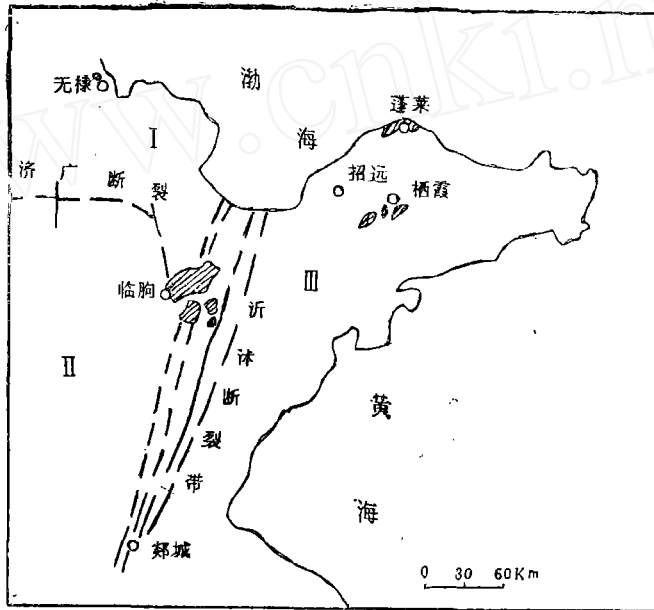


图1 山东栖霞临朐一带新生代火山岩分布略图  
I、华北断拗; II、鲁西断隆; III、胶辽台隆

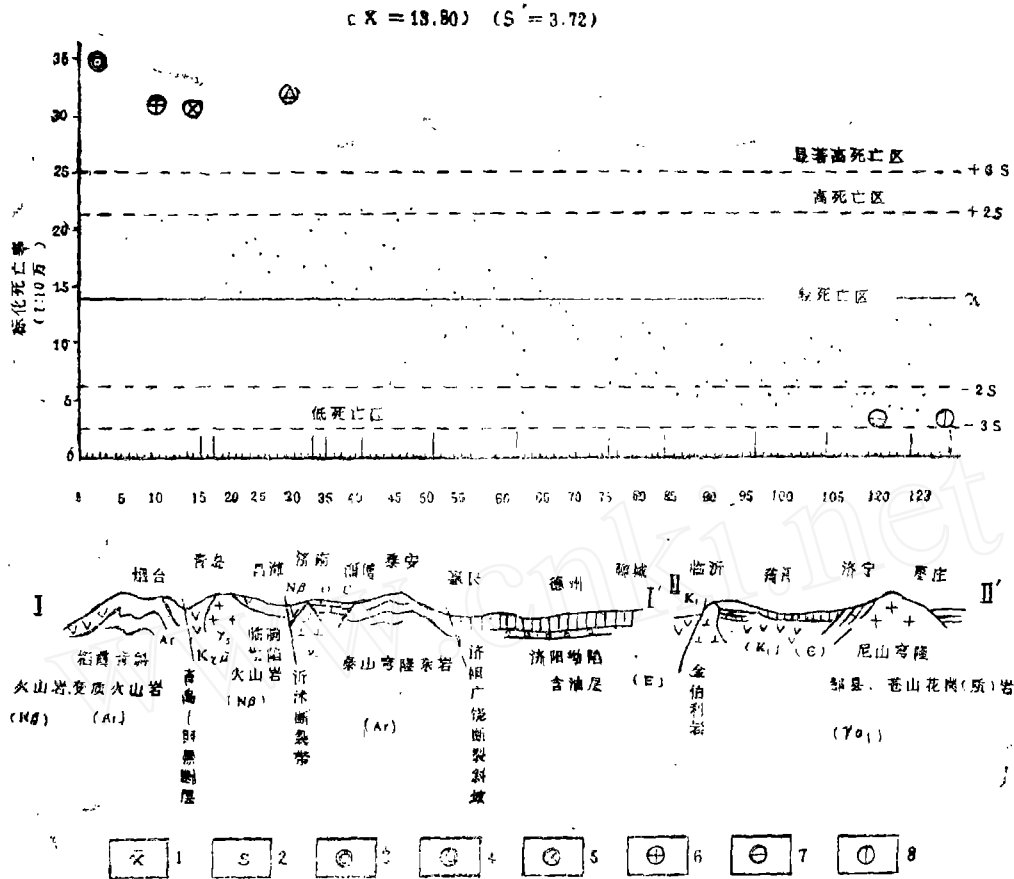


图2 山东胃癌死亡率(标化)在县(区)间的分布及其区域地质背景  
 1、 $\bar{X}$ —标化死亡率；2、S—标准误；3、栖霞县；4、临朐县；  
 5、莱阳县；6、招远县；7、邹县；8、苍山县

## 二、山东栖霞、临朐胃癌显著高死亡区新生代火山岩区域地质特征

栖霞、临朐位于中国东部郯庐断裂中段，渤海湾盆地<sup>[6]</sup>周围的低山丘陵带(图1)。区内广泛发育的新生代火山岩即富含Cr、Ni元素的地幔源基性、超基性火山喷发、分熔混染、混杂玄武岩，直接超覆于前寒武纪变质岩系之上。它的存在标志着区内长期复杂的地壳演化史。

栖霞、临朐两地虽然分属不同的构造单元、地层区划，唯两地新生代火山岩的某些基本特征却有着惊人的一致性。

### (一) 栖霞一带区域地质特征

新生代火山岩分布于栖霞城南之小方山，大方山、花山、唐山棚和黑陡棚等地。岩性为较单一的霞石苦橄岩(橄辉霞石岩)大致沿北东向剥蚀残存，近水平产状。熔岩台地高度一般大于300m，不整合超覆于太古界胶东群之上。栖霞复背斜是山东最古老的

奠基构造之一，它横亘半岛北部。

### 1. 地层及其时代

栖霞新生代火山岩称栖霞县玄武岩组〔4〕，以栖霞县黄岩店唐山棚地层剖面为代表，其层序自上而下有霞石苦橄岩，碱性橄榄玄武岩、伊丁石化霞石苦橄岩。底部含熔渣状及气孔状霞石苦橄岩、局部可见霞石苦橄岩质角砾熔岩。总厚113.4m。

栖霞县玄武岩组平行不整合于第三系唐山棚砾岩组4.3m厚的含金砂砾岩层古河床相粗碎屑堆积之上。下伏即是太古界胶东群黑云变粒岩、斜长角闪岩。

据陈道公在美国地质调查所测定，栖霞大方山、唐山棚的霞石苦橄岩，碱性橄榄玄武岩的年龄值是6.43—7.78百万年。其时代为新生代上新世中期火山活动产物。

### 2. 岩石及其地球化学特征

#### (1) 岩石特征

栖霞新生代火山岩岩石主要有霞石苦橄岩（橄榄霞石岩）和橄榄玄武岩，其中含有一定数量的铬尖晶石二辉橄岩。

碱性橄榄玄武岩类：含橄榄石，其次是单斜辉石，有标准矿物霞石。岩石的SiO<sub>2</sub>不饱和，对K、Na的相关性可确定其碱性玄武岩性质。

超基性熔岩类：霞石苦橄岩又可称橄榄霞石岩，矿物成分以橄榄石、单斜辉石为主，富含霞石，少见斜长石，化学成分与碱性玄武岩类似。

栖霞的霞石苦橄岩暗色矿物以钛普通辉石最为丰富，而浅色矿物主要为霞石，长石成分不稳定与霞石相互消长。

栖霞唐山棚、大方山的霞石苦橄岩中含有大量铬尖晶石二辉橄岩等深源岩石包体，致使岩石的矿物成分、结构构造存在明显的差别，因此，总体岩石是不均匀的。

#### (2) 岩石化学特征

栖霞霞石苦橄岩（橄榄霞石岩）岩石化学主要特征是SiO<sub>2</sub><45%，K<sub>2</sub>O+Na<sub>2</sub>O>3.5%，Na<sub>2</sub>O>K<sub>2</sub>O，MgO/FeO介于0.5~2之间ЗАВАРИЦКИЙ，A·H值属碱性，富含钠质。栖霞霞石苦橄岩（橄榄霞石岩）属富含钠、铁的碱性超基性岩类。

栖霞大方山二辉橄岩化学成分以Cr、Ni等元素含量甚高为特征，其中Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>含量0.32~0.49%，NiO含量0.3~0.32%，超出美国加利福尼亚、夏威夷、大西洋中脊和日本等地尖晶石二辉橄岩平均值Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0.36%（Kushiro & Kuno, 1963），地幔岩平均值Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0.24%，NiO 0.27%（Middie most, 1975）。

#### (3) 微量元素特征

从栖霞地区霞石苦橄岩（橄榄霞石岩）碱性橄榄粗玄武岩光谱半定量全分析资料可看出，Cr、Ni、Co、Mn、Sr、Ba等元素普遍存在，Sc等元素多数存在，而Sn、W、La、Nb等元素较少出现。其中，亲石元素Cr、Mn、Sr、Ba，亲铁元素Co含量高，亲铜元素Cu、Pb、Zn、及稀有分散元素微或无（表2）。

栖霞新生代火山岩微量元素主要特征：Cr、Ni元素含量高（表1、2）。硅酸盐全分析Cr、Ni随SiO<sub>2</sub>含量的增高而降低，与FeO/MgO比值为负相关，与固结指数SI为正相关（图3、图4）。

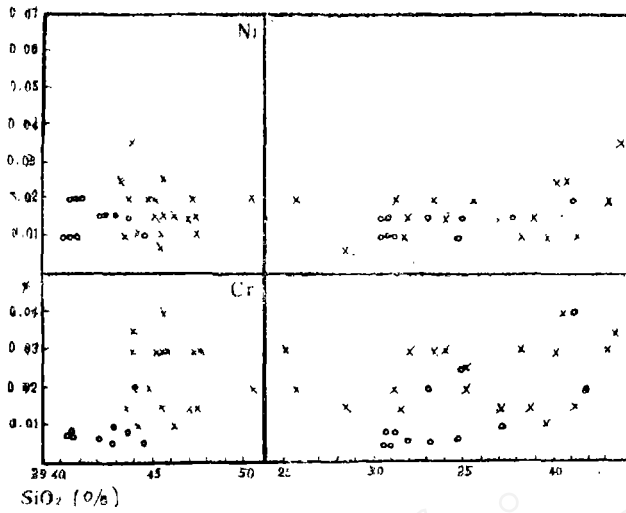


图3 栖霞(○)临朐(×)新生代火山岩Cr、Ni、SiO<sub>2</sub>、Si相关图  
(金隆裕、沈步云, 1981)

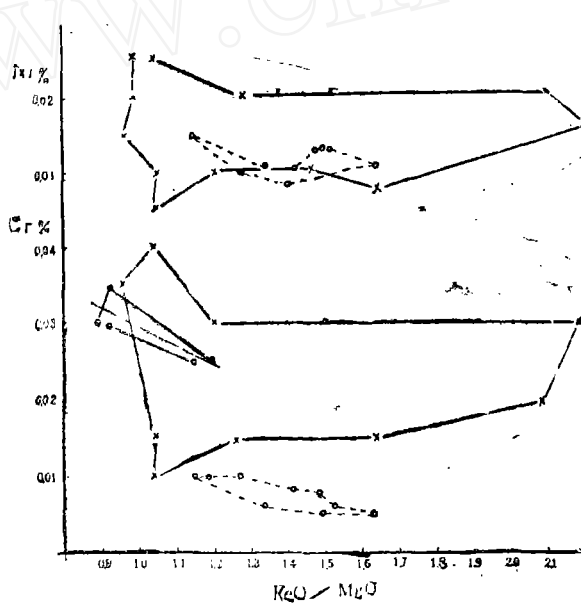


图4 栖霞(○)临朐(×)新生代火山岩Cr、Ni、FeO/MgO相关图  
(简化金隆裕、沈步云, 1981)

表1 栖霞橄榄玄武岩中Cr、Ni含量(ppm)

元素	橄 榄 玄 武 岩				花岗岩类岩石	地壳丰度
	透辉石	橄 榄 石	斜方辉石	单斜辉石		
Cr	1794	207	2622	6003	4.1	100
Ni	551	1259	551	315	4.5	75

表2 栖霞新生代火山岩中微量元素平均含量(ppm)

元素	Ti	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Sc	Rb	Ba	Th	U	K	Ta	Sr	P	Hf
平均含量	15347	264.4	1148	102015	505	200	12.72	32.13	115.0	11.7	1.72	15303	7.9	17.28	4876.8	7.5

## (二) 临朐一带地质特征

临朐位于沂沭河流域北端。临朐坳陷三足鼎立于胶辽台隆、华北断坳、鲁西断隆<sup>[7]</sup>之间(图1),是地壳演化史中的重要活动带。区内以新生代基性、超基性火山岩大面积出露为特征。此外,尚有部分下古生代海相沉积和中生代陆相地层,北部向含油系地层过渡。

临朐一带新生代火山岩分布于牛山、山旺、尧山、胸山等地,残留有火山颈数十处,熔岩台地数以百计,火山活动规模大、喷发频,是山东新生代火山岩层型的代表。

### 1. 地层及其时代

临朐新生代火山岩称尧山组、山旺组和牛山组<sup>[4]</sup>。以临朐尧山、解家河、鹤骆山等地为代表,其层序自上而下有碱性橄榄玄武岩、橄榄粗玄武岩、玻基辉橄岩、凝灰熔岩及橄榄玄武岩等,局部含二辉橄岩。总厚330.2m。

临朐一带新生代火山岩不整合超覆于始新世五图组煤系及太古界泰山群变质杂岩之上。

因火山喷发间断而产生的砂砾层、烘烤面时有发生,中部含稳定的湖泊相沉积,並含丰富的中新世—上新世动植物化石。

据陈道公在美国地质调查所同位素年龄测定:临朐一带碧玄武岩、碱性橄榄玄武岩为18.87—9.97±0.91百万年,其时代为新生代中新世至上新世时期火山活动产物。

### 2. 岩石地球化学特征

#### (1) 岩石特征

临朐碱性橄榄玄武岩、碧玄武岩、玻基辉橄岩、二辉橄岩中常见矿物有橄榄石、斜方辉石、钛辉石、斜长石、磁铁矿、沸石、磷灰石、尖晶石。旋回性喷发是由超基性岩向基性岩分异演化的过程,並与本地区岩石化学成分变化规律吻合。

#### (2) 岩石化学特征

根据有关临朐一带新生代火山岩岩石化学资料,其特征表现为:大部分属碱性玄武岩系列,李特曼指数( $(K_2O + Na_2O)^2 / SiO_2 \cdot 10^3$ )多数 $< 3.3$ ,与中国东部新生代玄武岩的化学属性完全一致(赵宗溥,1956),与岩石的矿物化学成分相吻合。但临朐一带也存在有少量同化混染硅铝壳物质的拉斑玄武岩类。据硅酸盐全分析资料,各类氧化物变化范围说明该地域性玄武岩岩浆分异地质条件稳定。

部分岩石的Cr和Ni的含量比世界各地同类岩石略高,约为地壳中Cr、Ni元素丰度的20倍以上。

#### (3) 微量元素

临朐一带新生代火山岩微量元素Cr、Ni、Co、Mn、Sr、Ba等元素普遍存在,

表3 临朐橄辉玄武岩Cr、Ni含量 (ppm)

元素	橄辉玄武岩			花岗岩类岩石	地壳丰度
	透辉石	橄辉石	斜方辉石		
Cr	1735	138	1932	4.1	100
Ni	627	627	1102	4.5	75

表4 临朐新生代火山岩中微量元素平均含量 (ppm)

地区	岩石	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Sc	Rd	a	Th	U	K	Ta	Sr	P	Hf
牛山	橄辉玄武岩	13505.2	195.6	522.2	1361	83279	42.4	262.2		14.46				11124.7		194.2	2072.9	
牛山	"	16186.5		510.1	1086.9	88116	55.4	262.8	21.1	20.17	408.5	5.75	0.66	6145.5	4.11	603	2967.5	4.8
尧山	"	14100		299.6	1045	85450	47.03	192.5	18.80	19.59	249.2	3.55	1.04	15379.4	2.88	639.6	2356.6	4.20
牛山	碧玄岩	16380		486.1	5480	88880	54.22	270.3	21.59	21.88	378.8	5.22	0.74	5662.0	3.77	636.8	2784.2	4.72
山旺	"	15800		533.1	1090	87850	53.65	227.9	23.74		343.0	4.15		9256.7	3.21		2705.7	4.45
尧山	"	15706.7		432.8	1061.6	88965	56.2	227.9	20.42	20.05	317	5.3	1.51	13947.4	4.2	786	2880.2	5.2

Sc少, Sn、W、La、Nb等无。其中亲铁元素Ni、Co和亲石元素Cr、Mn含量最高, 並随SiO<sub>2</sub>含量的增高而降低。Cr、Co元素含量高于栖霞, 而Ni元素近似。临朐碱性橄榄玄武岩中有色金属Cu元素一般高于栖霞苦橄岩(橄榄霞石岩), Sr的含量高于其他地区碱性橄榄玄武岩和碧玄岩。Cr、Ni元素含量甚高並且与SiO<sub>2</sub>、FeO/MgO为负相关, 与固结指数SI正相关(表3、4, 图3、4)。

### 三、讨 论

人类肿瘤病因80~90%是环境的, 地质环境是人类生活的基本环境, 它是自然环境的决定因素之一。地质环境直接影响着土壤、水、植被、地貌、甚至气候。据山东省胃癌死亡回顾调查, 标化死亡率最高是栖霞、临朐; 山东区域地质调查资料表明栖霞、临朐恰是山东省新生代基性、超基性喷发火山岩的两个中心地带。两地胃癌死亡区划与地质单元协调一致, 地域相同, 复合程度高(图1)。

以山东省胃癌标化死亡率作为非新生代火山岩地区胃癌死亡率, 那么新生代火山岩地区患胃癌的相对危险性RR和特异危险性AR分别为:

$$RR = \frac{\text{暴露区死亡率}}{\text{非暴露区死亡率}} = \frac{31.93}{13.80} \sim \frac{34.74}{13.80} = 2.31 \sim 2.52$$

$$\begin{aligned} AR &= \text{暴露区死亡率} - \text{非暴露区死亡率} \\ &= (31.93 - 13.80) \sim (34.74 - 13.80) \\ &= 18.13 \sim 20.94 \end{aligned}$$

将栖霞、临朐新生代火山岩地区胃癌死亡率与死亡率最低的苍山县、邹县一带花岗岩质石区相比较:

$$RR = \frac{31.93}{2.88} \sim \frac{34.74}{2.88} = 11.09 \sim 12.06$$

$$\begin{aligned} AR &= (31.93 - 2.88) \sim (34.74 - 2.88) \\ &= 29.05 \sim 31.86 \end{aligned}$$

说明暴露于新生代火山岩的人群患胃癌的危险性比其他区域的2.31~2.5倍, 是苍山、邹县一带花岗岩质岩石区的11.9~12.06倍, 其他区域人群比暴露于新生代火山岩区的人群每十万人中有18~21人免于罹患胃癌, 苍山、邹县一带花岗岩质岩石区则可有29~32人免于罹患胃癌。

分布在山东栖霞、临朐一带的各种新生代基性、超基性火山岩, 可能有不同的来源。传统的看法是, 上地幔分熔所产生的玄武质岩浆和安山质岩浆向上侵位喷溢而形成, 在此过程中同时经过不同程度的岩浆分异和混染。深源玄武岩浆的喷溢方式多数是沿深大断裂、推覆仰冲等巨型构造带进行。它们的空间分布与栖霞复背斜、临朐拗陷, 栖霞断裂、沂沭断裂构造位置密切吻合。

英国学者Boyland估计, 化学病因与人类80~85%的肿瘤有关。Hedelburger

估计,除皮肤癌外,人类肿瘤70~90%为环境及食物中化学物所引起。国际癌证研究中心(IARC)依据流行病学调查、动物实验及短测试验,将化学物质致癌危险性分为三级[9]:证据充分、肯定对人类肿瘤有因果关系者为I级即确认致癌物(proved carcinogens);证据尚不够充分,表示对人类可能有致癌作用者列为2级,即可疑致癌物(Suspected carcinogens),其中又根据致癌作用证据充分程度分为2A、2B两组;3级,即潜在致癌物(Potential carcinogens)包括一批动物实验致癌阳性,但人群流行病学尚无调查资料,对人类致癌作用尚不足的化学物质。

IARC报告的6种金属元素中,列为1级的有As、Cr及某些化合物,列为2A级的有Ni、Be及其某些化合物,列为2B级的有Cd及其某些化合物,列为3级的有Pb及其化合物(表5)。

表5 微量金属化合物致癌作用分级

作用物	肿瘤流行病学证据	动物实验致癌作用	短测试验证据	对人致癌危险性评价(级)
As及其某些化合物	充分	不充分	有限	1
Cr	充分	充分	充分	1
Ni	有限	充分	不充分	2A
Be	有限	充分	不充分	2B
Cd	有限	充分	不充分	2B
Pb	不充分	充分	不充分	3

引自IARC(1982)

山东新生代基性、超基性喷发火山岩与IARC确认的1级致癌物Cr及2A级致癌物Ni及它们的某些化合物之间具有明显的专属性。已知Cr、Ni元素的富集无例外的与基性、超基性岩浆熔岩有关(表6)。

根据上述栖霞、临朐一带基性、超基性火山岩地球化学特征,两地火山岩最主要的阳离子是Mg、Fe和Ca,而K、Na较少。主要元素有Mg、Si、O、Ti、Fe、Ni、Cr、S、Ca、Pt,硫化物中富含Ni、Co,另有一部分砷化物。这类岩石的矿物中经常聚集着亲石元素Ti、V、Cr、Mn和亲铁元素Fe、Co、Ni,它们均呈顺磁性、染色性高,岩石具有深的色率和很强的铁磁性。由超基性向基性喷发岩变化时Mg<sup>2+</sup>逐渐减少,Fe<sup>2+</sup>相对增加,因此MgO/FeO比值下降。

铬在栖霞、临朐一带新生代基性、超基性火山岩中地球化学行为及其特征:

铬在二辉橄橄岩最高为1863~2484ppm,霞石苦橄岩(橄橄霞石岩)碧玄岩多在138~376ppm。此外,各类岩石中单矿物透辉石、橄橄石斜方辉石、单斜辉石Cr含量变化在138~6003ppm。栖霞、临朐一带Cr含量在火山活动初期阶段的超基性岩中达

表6 主要类型岩浆岩中Cr、Ni平均含量 (ppm)

地区	元素	超基性岩		基性岩(玄武岩)		中性岩(闪长岩)	酸性岩(花岗岩)	地壳丰度 Ta
		T	B	T	B	B	B	
I	Cr	1600	2000	170	200	50	25	100
	Ni	2000	2000	130	160	55	8	75
II	Cr	2713		235				100
	Ni	2670		158				75
III	Cr						<17	100
	Ni						7	75

T: Turekian 1961

B: ВИНГРАДОВ 1962

Ta: Taylor 1964

I: 世界各地

II: 栖霞、临朐胃癌显著高死亡区

III: 邹县、苍山花岗质岩区胃癌最低死亡区

到极大值,从基性岩阶段开始Cr含量下降。与邹县、苍山一带比较,随着岩浆岩酸度增强,Cr含量愈益贫化,直至在邹县花岗岩中只有Cr的微迹存在(表6)。此外,MgO/FeO比值愈高,岩石Cr的含量愈高。基性、超基性喷发火山岩及其包裹体中的副矿物,特别是Cr尖晶石、磁铁矿等都是最重要的载Cr矿物。在造岩矿物中铬主要以类质同象进入辉石晶格,而单斜辉石中Cr的含量又明显的高于斜方辉石(表1、3)。

Ni在栖霞、临朐一带新生代基性超基性火山岩中的地球化学特征:

Ni是亲铁元素,它在超基性喷发火山岩中最高一般>2000ppm(表6),而造岩矿物则以橄榄石Ni含量最高(表1),MgO/FeO一般在 $2\pm$ 。Ni常具有很强的亲硫性,并与Co、Cu、Fe一起形成硫化物融体。栖霞、临朐一带来自上地幔的基性、超基性喷发火山岩中有一定量的Ni与Mg成类质同象进入橄榄石、斜方辉石等硅酸盐矿物中。MgO/FeO是判别Ni贫富的标志,Ni的含量与MgO/FeO比值是正相关。

山东栖霞、临朐一带新生代基性、超基性喷发火山岩岩石化学元素的丰度值及单矿物化学成分指示其致癌化学元素Cr、Ni含量一般超出邹县、苍山一带花岗质岩石平均含量的数十至数百倍(表2、3、6)。统计学计算表明二者丰度与胃癌死亡显著相关( $r_{Cr}=0.88$ ,  $r_{Ni}=0.980$ ,  $P<0.05$ )。

构成地壳表层岩石的硅酸盐矿物在外营力的作用下,硅酸盐晶格遭受破坏,释放出各种阳离子,所以土壤的化学组成及金属元素含量随着成土母岩而异。而地表植物所含各种元素的成分亦随着土壤各种元素含量的多少而变化。表7中Cr、Ni元素在岩石、土壤及地表植物中的丰度变化说明土壤及植物中的Cr与其母岩相比较更加富集,Ni则基本持平。所以Cr可以更高的浓度,Ni以与其母岩相似的浓度进入食物链。

表7 Cr、Ni在岩石、土壤和地表植物中丰度比较 (ppm)

元 素	岩 石	土 壤	植 物 灰	人体平均浓度
Cr	83	200	250	0.086
Ni	58	40	50	0.14

据ВИНОГРАДОВ 1962等

濒临半岛北部,沿海蓬莱一带也有类似的新生代火山岩分布。但是,由于自然地理、地貌条件因素影响,南高北低落差高达100%以上,背山面水,没有残积、坡积,少见洪积,剥蚀物质直泻大海,生物地球化学作用极不充分。这可能是蓬莱一带没有进入胃癌显著高死亡区的主要原因。

招远、莱阳一带是仅次于栖霞、临朐的胃癌显著高死亡区之一。它们所处的太古代变质岩系中含有逾4公里厚的斜长角闪岩,其原岩与栖霞、临朐一带的火山喷发基性、超基性岩基本相同,同属于近似模拟等化学系列。该地区成为胃癌高发区具有相同的地球化学因素。

新生代火山岩中还有较高的As、Ti、Co、Fe、Mg等元素。其中As属1级致癌物,其余几种亦被列入可疑致癌物(Gilman & Swierenga, 1984)。至于它们与山东省胃癌或其他肿瘤的关系则有待于进一步研究和讨论。

胃癌的病因尚在研究中,很有可能各高发区的主要病因不尽相同。

本文经原山东省地质矿产局总工程师曹国权审阅,并承蒙许海修教授和邓幼华高级工程师关心支持,在此一并表示衷心感谢。

## 参 考 文 献

- [1] 钱宇平, 1987, 流行病学。人民卫生出版社, 第二版。
- [2] 陈清, 1989, 微量元素与健康。北京大学出版社。
- [3] 徐光炜, 1990, 我国胃癌防治研究的回顾与展望。中华肿瘤学杂志, 第二期。
- [4] 山东省地层表编制组, 1978, 华东区域地层表山东分册。地质出版社。
- [5] 金隆裕, 1989, 郯庐断裂带中段新生代火山岩的岩石学和地球化学特征。岩石学报, 第四期。
- [6] 刘洪滨, 1986, 郯庐断裂中段沂沭裂谷系的构造作用与岩浆活动。山东地质, 第二卷, 第一期。
- [7] 任纪舜, 1980, 中国大地构造及其演化。科学出版社。
- [8] IARC, 1982, Evaluation of the Carcinogenic Risk of Chemical to Humans. Geneva, WHO.

## A RESEARCH FOR THE RELATIONSHIP BETWEEN THE GASTRIC CANCER AND THE CENOZOIC VOLCANIC ROCK IN QIXIA AND LINJU AREAS, SHANDONG

He Tianyi

(*The Hospital, Shandong Bureau of Geology & Mineral Resources*)

### Abstract

The epidemiological study on the gastric cancer death in Shandong Province has shown that Qixia and Linju counties are the areas with the highest mortality which is thought to be related to the regional geological background, as the Cenozoic volcanic rocks have been found in the Qixia anticlinorium and the Linju depression but are rarely found elsewhere in Shandong. The volcanic eruptions were controlled by such deep fractures as the Yishu fracture, the Qixia fracture, etc.

The Cenozoic volcanic rocks in the Qixia and Linju areas are mantle-derived basalts rich in Cr and Ni which have been confirmed by The International Agency for Research of Cancer (IARC) under WHO to be Grade 1 and Grade 2A carcinogens, respectively, and to have a definite cause and effect relationship with cancer. It is suggested that the geochemical behavior of Cr and Ni in the Cenozoic volcanic rocks around Qixia and Linju is one of the fundamental factors that has caused the considerably high gastric cancer mortality in the regions.