

海城地震前蛇出洞现象与 氦异常关系分析

周 可 兴

(宝鸡市地震办公室)

摘

要

根据对蛇类进行氦气试验的结果,本文分析了1975年2月4日海城7.3级地震前蛇出洞的原因,认为除了人们普遍公认的“热异常”以外,氦气对蛇类的作用也是一个不可排除的因素

一、蛇类氦气试验的结果¹⁾

1983年至1984年,作者利用了宝鸡市地震办公室千阳动物实验站的实验蛇种,先后在宝鸡综合地震台、陇县地震台和宝鸡有色金属研究所地震测报站三个具有专业测氦手段的台站,进行了蛇类的氦气试验。试验中使用F—105型和F—125型射气仪,在测定过程中详细记载了观测日期、蜕变的时间、取样体积、水温和鼓泡室温以及氦含量的计算结果,数据是可靠的。各个台站试验的基本情况和成果分析见表1、图1。根据实际观测,作者初步总结出了蛇类的动态序列,并给出了对应的动态级数(表2)。

有关蛇类的氦气试验的结果初步表明,氦气发射在一定的浓度范围内和蛇类的行为变化直接有关,不同的蛇种有不同的阈值。如果用1埃曼(等于 10^{-10} 居里/升)浓度的氦气刺激1分钟作为一个单位(可以称为“埃曼·分”)来衡量刺激强度,那么虎斑游蛇反应的阈值大体上为8.7埃曼·分,比赤链蛇的反应阈值低14.5埃曼·分。蛇类的动态级数 $Z \geq 0$ 时对应的氦气刺激强度 $W_{Rn} \leq 3.52$ 埃曼·分,在高浓度和短时间的刺激作用下,蛇类动态变化明显地出现了逾越性。如果这种刺激的浓度继续升高或时间继续延长,蛇类就有可能由休克假死到彻底死亡。

二、海城地震前的氦异常⁽¹⁾与蛇出洞现象

1975年海城地震前,水氦出现中期趋势异常的有沈阳、兴城、盘锦一号、汤岗子、熊岳、金县、丹东等井泉,异常时间长达10—13个月,相对变化量在10—70%之间,其中时间

蛇类氨气试验结果分析表

表 1

项 目 内 容 台 站	试 验 情 况	试 验 结 果	初 步 分 析
71号信箱 测 报 点	共试验三次, 氨含量计算结果分别为34.9、34.6、35.2埃曼, 实测室温和水温分别为14.0—14.1℃和29.8℃用虎斑游蛇1条和赤链蛇2条, 在大小两种规格的试验瓶内分别进行试验	三次试验中第一次属于探索性试测, 第二次在15分钟内用小号瓶进行了5组试验, 第三次在15分钟内用大号瓶进行了两组试验, 所获得的动态级数曲线见图1 b	蛇类对较高浓度的水氨刺激所付诸的应答反应情况复杂, 赤链蛇动态迟钝难辨, 虎斑游蛇变化比较明显
宝 鸡 台	两套仪器测得氨含量分别为12.8、13.2埃曼, 实测室温和水温分别为17.0℃和13.9℃, 用虎斑游蛇1条和赤链蛇2条在倒锥瓶内试验, 还利用该台存放的标准铺源进行试验, 含量分别为: 7×10^{-9} 克和 3.48×10^{-9} 克	在12分钟内共进行三组试验, 由于氨气浓度各不相同, 各组试验都可以看作是独立进行的, 这样分别观测到了蛇类的动态变化, 用标准源进行高浓度氨气刺激, 各种蛇类都急剧地表现了制动和休克状态, 所获得的动态级数曲线见图1 C	蛇对氨气刺激的强度有明显的选择性反应, 不同蛇种的动态表现大体相当, 但略有差异
陇 县 台	测得氨含量为2.9埃曼, 实测室温和水温分别为6.4℃和17.6℃, 用虎斑游蛇1条和赤链蛇2条, 在倒锥瓶内进行试验	在12分钟内共抽排收集不同浓度的氨气4组, 调换实验蛇种, 目击动态反应, 在氨气未基本抽完以前的三组均观测到了蛇类动态变化, 所获得的动态级数曲线见图1 d	蛇类对低浓度的氨气变化有一定的反应, 其中虎斑游蛇反应的阈值低于赤链蛇, 或者说虎斑游蛇比赤链蛇灵敏

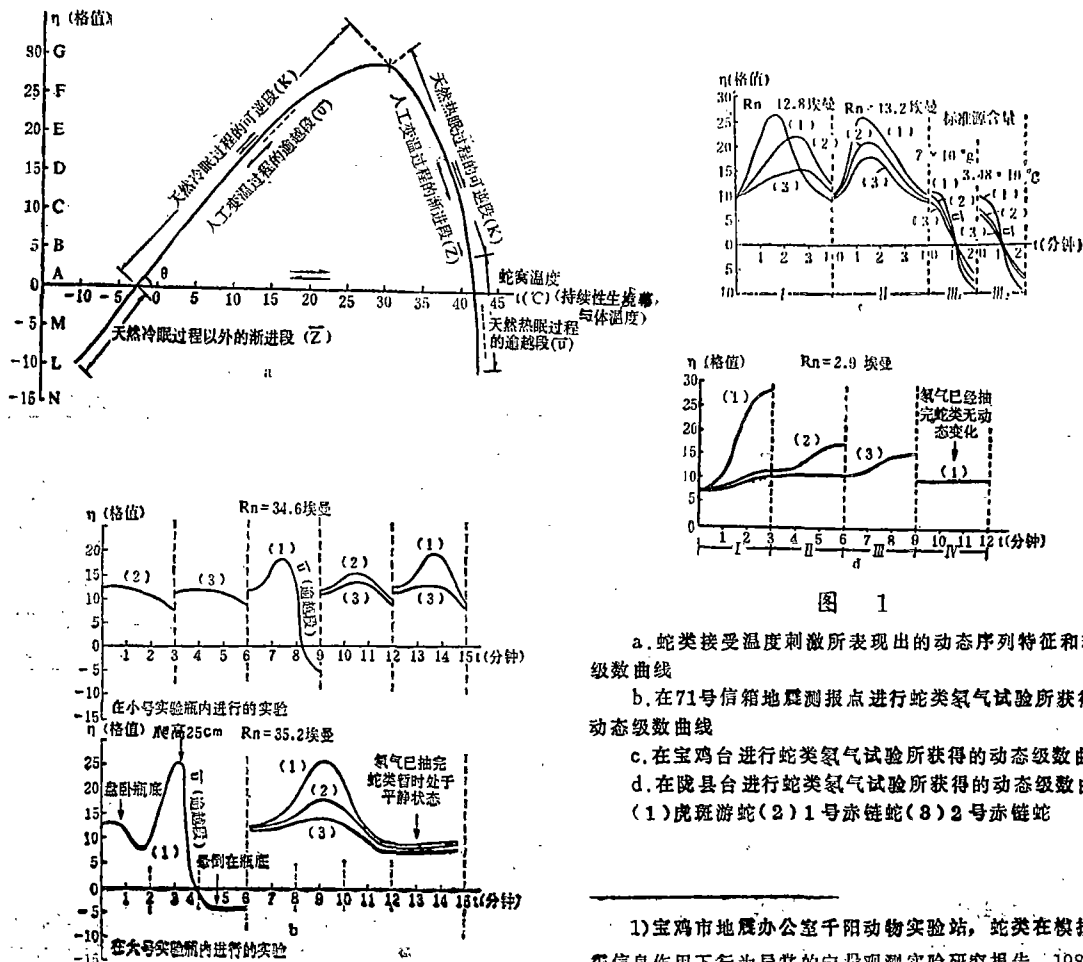


图 1

- a. 蛇类接受温度刺激所表现出的动态序列特征和动态级数曲线
 b. 在71号信箱地震测报点进行蛇类氨气试验所获得的动态级数曲线
 c. 在宝鸡台进行蛇类氨气试验所获得的动态级数曲线
 d. 在陇县台进行蛇类氨气试验所获得的动态级数曲线
 (1) 虎斑游蛇 (2) 1号赤链蛇 (3) 2号赤链蛇

1) 宝鸡市地震办公室千阳动物实验站, 蛇类在模拟地震信息作用下行为异常的定量观测实验研究报告, 1984.

最长的是盘锦一号井。继中期异常之后，汤岗子、盘锦一号、二号、本溪、兴城、丹东等井泉，出现了超前2个月左右的短期异常。短期异常阶段，氡含量变化剧烈，并在时间和空间上都有向震中逼近的趋势。如汤岗子温泉水氡从1974年11月20日至1975年1月20日，在趋势性上升的背景上出现了两次明显的下降，氡值时高时低，在氡值呈锯齿状波动的过程中发震。

表2

动态序列与动态级数的对应关系

动态级数 (Z)	动态序列
30 G	拼命爬行或爬高，找窝或逃避
25 F	爬行灵活，张口扑人
20 E	开始爬行，偶尔张口
15 D	全身游动，频繁吐舌
10 C	头部游动，偶尔吐舌
5 B	松盘少动
0 A	紧盘不动
-5 M	松弛制动
-10 L	休克假死
-15 N	彻底死亡

海城地震前冬眠蛇出洞资料汇总表

表3

地点	发现时间	蛇出洞的数量和状态	地点	发现时间	蛇出洞的数量和状态
营口市	1974年12月18日	鸡叼着一条长30厘米的蛇在村里乱跑	宽甸县	1975年2月8日	在山上的小河边有一条长70厘米的蛇从石缝里爬出，不久即被冻死
	1975年1月22日	在室内柜下发现一条蛇			
	1975年1月22日	在室内纸篓中发现一条蛇	辽阳市	1975年1月8日	在住房后见有一条蛇，前半身被冻僵，尾巴还在石缝里摇动
岫岩县	1975年1月25日下午	先有一条小蛇从山上的石缝里爬出，后有一条大蛇正从石缝向外爬时，遭到目击者插来的木棒，又缩回洞内			
	1975年1月23日下午	在山上先后捉到三条蛇	盖县	1974年12月15日至1975年1月上旬	在山坡上、水井里、柴禾堆中、室内炕上发现多条活蛇与死蛇
	1975年1月25日	在玉米地里看见有蛇被冻死			
	1975年1月14日至24日	分别见到15条蛇已被冻死在地面上	海城锦县盘锦	(具体日期不详)	在河堤、田梗、矿山、路旁曾发现有出洞的蛇

此外，盘锦一号、二号、金县二号、汤岗子、廊坊、辽阳汤河等井泉，在震前几天到几小时出现了氡含量的剧烈突变，其中有些测点的氡值变化还表现了明显的震后效应。如辽阳汤河测点水氡的背景值为60埃曼左右，2月4日加密取样后17时观测氡值为71.2埃曼，19时

猛增为130.6埃曼, 半小时后发震。震后氡值继续上升, 最高达218.4埃曼, 在高值附近波动4天后于2月8日快速下降, 恢复正常。

海城地震前, “蛇出洞”是一个十分引人注目的异常现象。震前56天, 即1974年12月10日便发现有冬眠蛇出洞。发现蛇出洞的地区主要是辽宁、鞍山、海城、营口、岫岩、盖县、盘山等市县, 总计近百条。现将查有实据的蛇出洞资料加以归纳整理列于表3。

仔细分析研究这次海城地区地震前冬眠蛇出洞的特点, 可以概括为以下三个方面: (1) 在时间上较其他动物异常相对为早, 多数出现在短期前兆阶段, 少数在临震阶段, 或者说早期数量较大, 接近临震时数量反而减少; (2) 在空间上, 大量的现象并不集中在震中区或高烈度区, 而是在靠近震中的外围地区或低烈度地区居多; (3) 其展布方位与构造线一致, 与烈度影响场的关系不密切。

三、海城地震前蛇出洞原因的分析

蒋锦昌研究认为, 从海城地震前蛇出洞的现象来看, 似乎是热异常唤醒了它们, 以致爬出洞外。由于外界温度仍在 0°C 以下, 因此这些蛇出洞后被冻僵^[3]。

武汉大学生物系康智遥等曾利用39条双斑锦蛇和红线锦蛇作低温下室外蛇窝缓慢升温对蛇出洞作用的实验, 发现当外界气温在 $0-4^{\circ}\text{C}$ 时, 窝内加温达 21°C 在一天以上, 有3条蛇出洞, 约占8%; 气温在 $1-4^{\circ}\text{C}$ 时, 窝温 $21-67^{\circ}\text{C}$, 持续1—3天, 有16条蛇出洞, 约占40%; 气温为 $1-11^{\circ}\text{C}$, 窝温为 $5-60^{\circ}\text{C}$, 持续3—4天仍有23条蛇未出洞。这时由于窝温过高, 蛇多在通道内, 个别蛇则被热僵。一般情况下, 气温越低, 窝温较高时, 蛇才能出洞^[4]。

作者曾利用电褥子在1*木箱式实验蛇窝内对3条赤链蛇进行温度试验, 实验场所的初始温度为 0.7°C , 窝温在 $5-24^{\circ}\text{C}$ 之间, 待有蛇从模拟蛇穴中爬出历时3—9小时。作者还曾利用半导体点温计在面积为 2m^2 的火炕上对2条赤链蛇和1条虎斑游蛇进行温度试验。实验时环境温度在 $1-8^{\circ}\text{C}$ 之间, 模拟蛇穴内的温度分别达到 33.4°C 和 34.0°C 时, 虎斑游与赤链蛇先后达到活动峰值, 即不仅逃离土炕, 而且爬到门窗上^[1]。

以上两项实验结果说明, 蛇类在麻痹状态即接近冷眠和热眠的“思眠”状态下, 对温度反应的灵敏程度不仅较正常活动状态时要差几个数量级, 而且出现活动峰值时所对应的温度指标会大大提高。日本有人在测量地下微温度变化时发现, 伴随地震发生的信息一般出现阶梯状的正、负温度变化, 幅度为 $1-170\text{m}^{\circ}\text{C}$, 这种温度的变化时间仅为5—10小时。如此微小的和短时间的温度变化, 对于正处在活动状态的蛇类是完全可以分辨并付诸动态反应的。但对于正处在深沉冬眠状态下的蛇类(此时的蛇体温与环境温度差不多相等或高出十分之几度)来说, 则是不可能分辨并付诸动态反应的。

另外, 海城地震前, 辽南地区所观察到的“热异常”^[2]实际上主要是天气过程的“热异常”, 而不是地温的“热异常”。如震前1月内, 震区显示为高温异常区, 气温日距平值在 $2-6^{\circ}\text{C}$ 之间。1975年1月7日和23日辽南两次出现日平均气温达到或突破最高值异常区, 区内气温日均值都在 0°C 以上。1月5—6日和20—21日夜间出现反常升温现象, 最大幅差达 $15-16^{\circ}\text{C}$ 。震前1天以内出现以海城为中心的爆发性增温现象, 在2小时内温度升高竟达 12°C 。这些天气“热异常”的发生, 在时间和地区分布上虽与海城地震前蛇出洞的发生时间

和地区分布有某些吻合之处,但其“热异常”的强度还远远达不到上述实验结果所提供的强度——包括增温的数值和持续的时间,加之当时的蛇类全部都处于冬眠阶段,洞穴温度较气温对蛇类的影响更为直接和更为重要。

震区地温的实际观测结果是:地表1975年1月份的地温距平曲线分布表明,辽阳、海城、大石桥、盖县、岫岩、盘山等处分别增温 $1.9-3.0^{\circ}\text{C}$,营口降低 0.4°C 。在地下40cm的观测深度上,除大石桥比常年低 0.5°C 以外,其余地段比常年高 $0.4-1.9^{\circ}\text{C}$ 。在80cm的观测深度上,多数地段仍高于常年,但大石桥一带却低于常年 1.2°C 。以上事实说明,在震前短时间内,甚至大震前后,并没有观测到地温的明显变化。

通过对海城地震前“热异常”实际资料的分析,不难看出它只能是这次地震前蛇出洞现象的一个“大的背景”。特别值得一提的是营口和大石桥两个地温距平值比常年降低 $0.4-1.2^{\circ}\text{C}$ 的地区,却同样发现了几例冬眠蛇出洞的现象。因此,海城地震前除了“热异常”引起蛇出洞外,还可能有一些其他因素,或者说在“热异常”的背景上还有一些原因促进了蛇出洞事件的发生。这些原因是多方面的,如应力场、形变场、地电场、电磁场的变化、地气味逸放、声发射的刺激等等,其中“氡异常”是不可排除和不可忽视的一种因素。因为实验结果表明,蛇类在较低温度($6.4-14.0^{\circ}\text{C}$)下就能对一定范围内的持续性氡气刺激($8.7-35.2$ 埃曼·分)付诸反应。另外,海城地震前的“氡异常”在时间、空间和强度上的分布特征与整个蛇出洞事件(表3)确有较好的相关性。

如前所述,海城地震前的氡异常表现为中期趋势异常、短期异常和临震异常三个阶段。中期趋势异常阶段,氡值变化历时较长,并表现了渐进型的上升趋势。这种变化幅度虽然也是在蛇类所能接受的范围之内,但是由于这一时期正值蛇类活动的季节,不可能观察到它们的异常活动。在短期异常阶段,辽南地区的蛇类已经进入冬眠状态,这时的氡值变化大都表现为有升有降的振荡型波动过程,氡气刺激实际上成了间歇性的作用,刺激的强度大体上都在蛇类可以接受的范围之内,再加上地下的某些热效应的影响,使居于洞穴正在冬眠的蛇类有可能爬出洞外。因而这一期间,即1975年1月份出现了较多的蛇出洞事件,约占整个蛇出洞事件的64%,出洞的蛇类以在岩缝和河谷附近这些便于氡气逸放的场所居多。在临震阶段,氡值变化表现为明显的阶跃式突升过程,远远超越了蛇类所能接受的范围,致使冬眠的蛇类来不及复苏就休克假死甚至死亡在洞穴内,这可能是这一阶段蛇出洞现象反而明显减少的一个重要原因。

海城地震前“氡异常”的地区分布表现了明显的条带性。与北东向的营口—金州大断裂走向一致的异常条带,显示以中短期异常为主,变化幅度相对较小并多呈振荡式;而分布在北西方向上的通过震中区的丹东—盘山—兴城一带的异常条带,显示以短临异常为主,变化幅度相对较大并多呈突跳式。前者恰好与大部分发现蛇出洞事件的地区展布基本一致,而后者正揭示了蛇出洞事件之所以不集中在震中区和高烈度区的水化学机理。营口和大石桥两个地区发现了蛇出洞现象,附近也观察到了氡异常。在气象方面,这两个地区出现了突发性的气温升高现象,但是地温不仅没有上升反而下降。固然3米以内的地温受气温的影响很大,但营口县1月份出现两次蛇出洞事件(1月22日)却在气温异常高值日(1月23日)之前,这又是“氡异常”引起蛇出洞的一个佐证。

通过以上分析,作者认为,海城地震前的蛇出洞事件不完全是由于热异常引起的,“氡异常”是引起蛇出洞事件的一个重要的因素。

中国科学院生物物理研究所蒋锦昌付研究员和陕西省地震局李永善研究员对本文给予了指导和帮助, 宝鸡市抗震办公室任俊英工程师参加讨论, 在此一并致谢。

(本文1986年3月24日收到)

参 考 文 献

- [1] 蒋凡, 海城地震, 地震出版社, 1978.
- [2] 朱凤鸣、吴戈, 一九七五年海城地震, 地震出版社, 1982.
- [3] 蒋锦昌, 奇异的本领, 地震出版社, 1980.
- [4] 康智遥等, 地震前兆与动物异常规律的研究, 武汉大学学报(自然科学版), No 1, 1981.

ANALYSIS ON RELATIONSHIP BETWEEN THE PHENOMENONS OF SNAKES LEAVING NOLES AND RADON ANOMALIES BEFORE THE HAICHENG EARTHQUAKE

Zhou Kexing

(*Seismological Office of Baoji*)

Abstract

The causes of snakes leaving their holes before the Haicheng $M=7.3$ earthquake of February 2, 1975 have been analysed using experimental result about sensitivity of snakes to radon. It is believed that, besides the established "thermal anomaly", snakes may be sensitive to radon.