

지진전조현상 파악을 위한 전기장 효과에 의한  
동물 이상 행동 실험

**Experiment on the Anomalous Animal Behaviors  
by Electric Field Effects for detecting Earthquake  
Precursors**

경재복\*,  
Kyung Jai Bok

윤장근\*\*  
Yoon Jang Keun

---

**Abstract**

There are some previous reports that some animals such as rats and birds move in a large group and act abnormally to avoid the large earthquake. This study is to experimentally testify what relations exist between the anomalous animal behavior and electric field effect, which is reported due to the piezoelectric effects in a basement rock before earthquake occurrences.

When electric field is applied to the whole bottom of the cage, they show nervous behaviors such as grooming, washing their faces, standing on legs or running around in panic to avoid the electric field. When more strong electric field is applied, they jump with shrieking and mount on the electric line. The rat shows more sensitive anomalous behavior than the bird.

Even though the current to the experimental birds and rats is just a few  $\mu A$ , they react in various ways. The anomalous animal behaviors under the small ground electric field may have some relations to the actual phenomena before great earthquake. This kind of study is quite worthy for the understanding of earthquake precursors.

---

**1. 서론**

지진 전조현상이란 지진발생 전 응력의 증가에 의해 진원역 주변에서 단층이나 활구조에 국소적인 파괴나 변형이 생기면서 이에 동반하여 여러 가지 변화가 지표에 나타나는 현상이며, 지각의 변형(응기, 침강 포함), 전자기적인 이상 현상, 지하수 및 온천수의 변화, 동물의 이상행동, 발광현상 등을 들 수 있다. 이 중에서 대기중에 나타나는 지진발광 현상은 석영을 함유하고 있는 암석 내에서 광역의 응력에 의한 압전효과(piezoelectric effect)에 의해 강한 전기장이 형성되면서 생긴

---

\* 한국교원대학교 교수, 정회원

\*\* 강서공업고등학교 교사

다고 보고되고 있다(예: Finkelstein and Powell, 1970; Finkelstein 외, 1973; Deer, 1973).

쥐, 새 등 몇몇 동물들은 큰 지진이 발생할 경우 큰 무리로 이동하는 것처럼 보이거나 동물의 정상습관을 벗어난 행동을 했다는 보고가 전세계적으로 여러 지역에서 알려져 있다. 지진이 일어나기 전 지각을 이루는 판들이 강한 압력을 받으면 암반에 존재하는 석영의 결정이 비 등방성으로 배열되는 결합에 의해 압전 증가의 성질을 나타내 석영질 암반에 강한 지반전기장이 형성되고, 이러한 지반 전기장이 동물의 이상행동을 야기한다고 주장되고 있다(예: Ikeya et al., 1996b).

본 논문은 큰 지진 발생 전에 나타나는 동물행동이 지진학적인 전기신호에 기인하는 것인지 파악하는 한 방법으로서 실험에 사용한 동물들(한국산 야생 들쥐인 따쥐, 실험용 흰쥐, 참새, 십자매)에게 다양한 세기의 지반전장과 같은 전기장을 형성시켜 주었을 때의 구체적인 행동변화를 알아보고자 하였다.

## 2. 동물 이상행동

전세계적으로 대지진이 발생하기 전 여러 종류의 동물들이 동물 이상행동을 보였다는 것이 보고되어 있다(예: Biophysics Institute, 1977; Tributsch, 1978; Brady and Rowell, 1986; Teng & Lee, 1978; Ikeya et al., 1996a,b). 이러한 보고에는 개가 짖고 혼란스럽게 달리는 것과, 닭이 지붕으로 날아가는 것, 돼지가 벽을 기어오르려 하는 것, 말과 소들이 두 다리로 서고 혼란에 빠지는 것, 오리가 물에 들어가려 하지 않는다든지, 악어가 울부짖거나 강에서 나와 숲속으로 도망을 가는 현상 등이 있다.

1993년 7월 12일 북해도에서 발생한 대지진 때에는 7월초부터 쥐, 뱀, 도마뱀 등의 활동이 극도로 활발했으며, 1995년 1월 17일 고베 지진시 나타난 동물 행동에 의하면 쥐, 새와 다른 동물들은 지진을 피하기 위해 큰 무리로 이동하는 것처럼 보이거나 동물의 정상습관을 벗어난 행동을 했다는 보도가 있으며, 많은 수의 물새들(예: 갈매기)이 육지로 날았으며, 뱀 등 동면하는 동물들이 겨울에 동면하고 있던 굴에서 기어 나오는 것이 목격되었다고 한다.

지진이 많은 중국에서는 이미 명나라 때부터 지진이 일어나기 전 동물들의 이상한 행동이 관찰되었다는 기록이 무수히 많다. 1975년 하이칭 지진 시에는 이러한 동물 이상행동을 통해 중국의 지진학자들은 지진예측에 적용하여 적중율을 높일 수 있었다. 1976년 24만 명의 사상자를 낸 중국 당산(唐山) 대지진 직전에도 쥐와 족제비 등이 급히 어디론가 달아나는 것이 목격되었다는 보고들이 있다. 1999년 9월 21일 대만에서 발생한 대 지진 시, 지진이 발생하기 직전 쥐들이 황급히 이동하고 지렁이들이 떼지어 지표면으로 나오는 등 이상징후를 보였으며, 진앙 인근에서는 지진 전날 수많은 쥐들이 작은 새끼들과 함께 쏜살 같이 어디론가 떠났다고 보도되고 있다.

그 원인이 아직 분명하게 밝혀지지 않았지만 지진이상 동물행동은 동물이 주요 큰 지진들의 어떤 사전 신호를 감지한다는 것을 의미하며, 특히, 지진 전기적인 펄스에 의해 일으켜진 전기적 쇼크에 대한 전기생체적 반응에 기인 것으로 주장되고 있다(Ikeya et al., 1996b).

## 3. 실험

실험에 사용한 동물은 포유류와 조류, 야생 동물과 사육 동물로 구분하여, 포유류에는 한국산 야생 들쥐의 일종인 따쥐와 실험용 흰쥐 등 쥐종류 2종, 조류에는 야생의 참새와 사육된

에완용 십자매 등 2종을 대상으로 하였다.

#### 가. 실험 방법

상자 안의 바닥에 젖은 타올을 간 다음 구리 전극의 사이를 25cm로 하고 타올의 습기를 조절하여 전체 저항이 약 20 k $\Omega$ 이 되게 하였다. 야생쥐, 실험용 흰쥐, 참새, 십자매 등 실험 동물들을 상자 안의 바닥 위에 놓여진 젖은 티슈 종이에 놓거나 젖은 수건 위에 올려놓고, 젖은 바닥의 양끝에 구리판 전극을 설치, 여러 경우의 전류를 통해 주며 전기장을 형성 시켰다. DC 전압을 전극에 가함에 따른 여러 경우의 전기장에서의 동물의 행동을 관찰하면서 상업용 비디오 레코더를 이용하여 촬영하고 사진을 찍었다.

실험 동물들에게 사용한 전기장은, 관찰장치 전체의 바닥에 0.5 V(2 V/m)에서 250 V(1,000 V/m)까지의 전압과, 27  $\mu$ A에서 14 mA까지의 전류를 차차 증가시키면서 동물의 반응을 관찰하였고, 또, 0.5 V(2 V/m) 27 $\mu$ A에서 전극을 가운데 두어 한쪽만 전류가 흐르게 하며 동물의 반응을 관찰하기도 하였다.

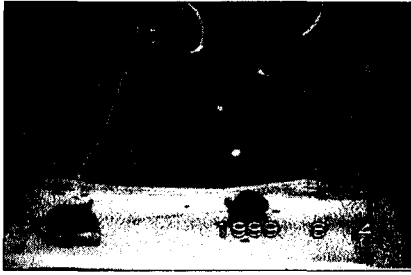
#### 4. 실험결과

가. 포유류: 야생 따쥐와 흰쥐

DC 전압을 가해 전기장이 형성된 젖은 타올 위에 놓여진 쥐는 2 V/m 정도의 낮은 표면 전장의 전기장에서는 특이할 만한 행동은 없었으나 왔다갔다하며 신경질적인 행동을 보이며 가끔은 두발로 서기도 하였다(그림1). 처음부터 구석으로 피하려는 행동이 나타나기는 하였으나 그리 심하지는 않았다. 전압이 높아져 전기장이 강해질수록 행동이 더욱 빨라지는 것이 관찰되었으며 세수하는 것과 비슷한 몸단장을 하며 두 다리로 일어서고 하였다. 쥐들이 계속 움직일 때에는, 정상적인 행동과 비정상적인 행동을 구별하기가 어려웠으나, 점차 전기장을 증가시켜 감에 따라 혼란스럽게 달리거나 공중으로 뛰어 오르는 행동이 증가하였다.

6 V/m의 전압으로 높였을 때 다리를 비비며 마치 세수하는 것 같은 몸단장을 하는 행동이 점차 증가되기 시작하였고 냄새를 맡는 듯이 코를 바닥에 대는 행동과 두발로 서있는 횟수가 증가되었다. 72 V/m의 전기장에서 다리를 떠는 경련이 시작되는 것이 관찰되었고, 심히 활발히 분주하게 정신없이 돌아다니며, 어떻게든 전기장의 영향을 덜 받아 보려는 듯 두 다리를 들고 발톱을 이용하여 서있는 모습이 많아 졌으며, 자꾸만 구석으로 가려고 하였다. 밖으로 나가려는 행동을 보이다가 여의치 않자 구석에 가서 웅크리고 있는 모습이 관찰되었다. 300 V/m의 전기장에서는 어찌할 바를 모르며 뛰어 다니고 피성을 지르며 어떻게든 피해보려는 듯한 행동으로 구석이나 전극 판 위에 올라서서 가만히 있으면서 심한 경련을 일으켰다. 1,000 V/m로 전압을 높이자 피성과 함께 밖으로 나가려 하며 막 뛰어 다니다가, 구석에 가서 가만히 웅크리고 있기도 하다가 나중에는 전선 위로 뛰어 올라 내려가지 않았다.

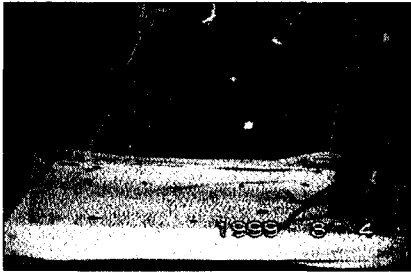
<그림 1-1> - <그림 1-6>은 각 단계에서의 따쥐의 행동 변화를 나타내고 있다.



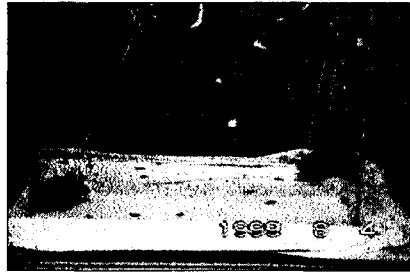
<그림1-1> 2 V/m 전기장, 신경질적인 행동.



<그림1-2> 6 V/m 전기장, 다리를 들고 세수하는 듯한 몸단장 행동을 함.



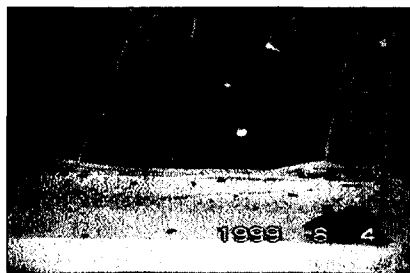
<그림1-3> 72 V/m 전기장, 발톱으로 서 있음.



<그림1-4> 300 V/m 전기장, 전국판 위에서 심한 경련.



<그림1-5> 1,000 V/m 전기장, 피성 지르며 뛰어 다님.

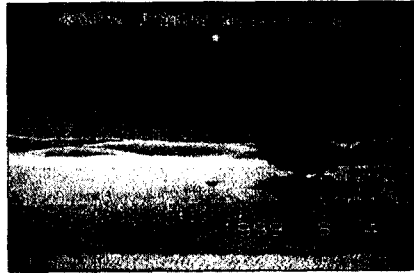


<그림1-6> 1,000 V/m 전기장, 전선 위에 올라감.

#### 나. 조 류: 참새와 십자매

한 마리의 참새를 <그림 2>와 같이 젖은 타올 위에 올려놓고 관찰하였다. 2 V/m 의 전기장에서 참새는 그림에서처럼 부풀어오르고 커졌으며 별로 움직이지 않고 가만히 있으면서 그저 두리번거리며 호기심만 나타내었다. 2 V/m 의 전기장과, 6 V/m 의 전기장을 형성하는 전압을 걸어 주었을 때까지 별 반응이 없는 것이 쥐의 경우와는 다르게 나타났다. 24 V/m 의 지반 전류밀도인 전기장을 흘려주었을 때 조금씩 반응이 나타나기 시작했으며 움직이는 행동이 조금 빨라졌다. 제자리에서 조금씩 뛰기도 하며 전국 위로 올라가 스트레스를 피해 보려고 하는 행동이 관찰되었다. 72 V/m 의 전기장을 가해 주었을 때부터는 뛰어 다니고 행동이 더욱 빨라졌으며 날개 짓도 하고 약간씩 경련을 일으키기도 했다. 간혹 쥐들의 경우와 비슷하게 부리를 이용하여 자신의 몸단장을 하는 듯한 행동을 하기도 했다.

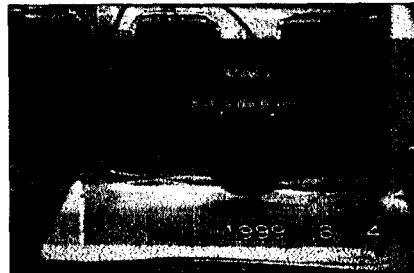
도 하였으며, 전압이 증가되어 400 V/m 의 전기장이 되었을 때는 안전부절못하는 듯한 날개 짓을 하고 뒹박질도 심해 졌으며 계속 뛰고 날아다니다가, 600 V/m 의 전기장이 형성되었을 때는 구석에 가 있으려 하기도 하며 나는 행동이 커지고 공중에 체류하는 시간이 점점 길어지다가 나중에는 전선에 매달려서 내려오지 않았다. <그림 2-1> - <그림 2-6>은 각 단계에서의 참새의 반응을 나타내고 있다.



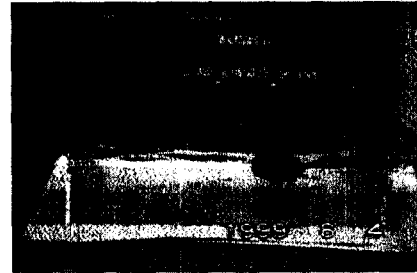
<그림2-1> 2 V/m 전기장, 별 반응없이 부풀어 커짐.



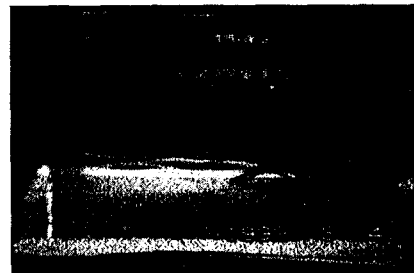
<그림2-2> 24 V/m 전기장, 전극위로 피해감.



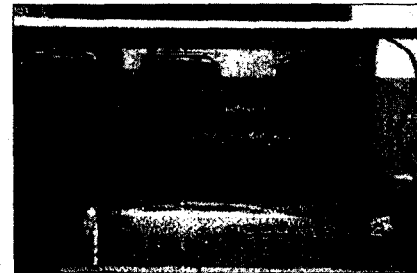
<그림2-3> 72 V/m 경련 일으키며 행동 빨라짐.



<그림2-4> 72 V/m 전기장, 세수하는 듯한 몸단장 행동.



<그림2-5> 400 V/m 전기장, 안전 부절, 계속 뛰어 다님.



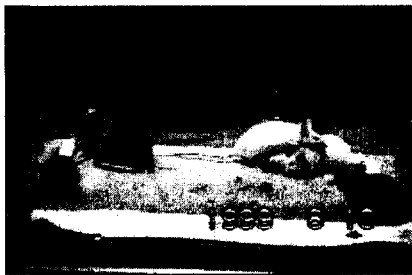
<그림2-6> 600 V/m 전기장, 전선 위로 올라감.

전반적으로 여러 전기장의 경우에서 모두 쥐에 비하여 새들의 스트레스가 덜한 것 같았으며, 특히 6 V/m 까지의 전기장에서는 거의 스트레스를 느끼지 못하는 것 같았는데 이는 새의 다리가 두 개 뿐이라 방향에 따라서는 전기장이 새의 몸체에는 영향을 주지 않는 것이 아닌가 생각된다. 특

히 2 V/m 의 전기장에서 몸이 부풀어오르는 듯이 커지는 것은 새의 깃털이 약하게나마 대전된 결과가 아닌가 생각되었다.

다. 한쪽만 전기장을 형성시킨 경우

들쥐, 흰쥐 등을 우리 안의 바닥 위에 놓여진 젖은 수건 위에 올려놓고 구리 전극을 바닥의 중앙에 놓음으로써 전류를 장치의 왼쪽 반쪽에만 흐르도록 하였다(그림 3-2). 2 V/m 정도의 약한 전기장에서 쥐들은 그림처럼 전기장이 형성되지 않는 오른쪽으로 이동하여 한 쪽으로만 몰려 있었다. 쥐의 무리를 전기장이 있는 한 가운데로 몰면, 즉시 전기장이 형성되지 않는 쪽으로 이동하곤 하였다. 이와 같은 결과는 쥐들이 2 V/m 의 전기장에서 흐르는 0.1  $\mu$ A 정도의 신체 전류도 감지하여 행동의 변화를 일으키는 사실을 알게 해 준다.



<그림3-1> 전기장이 형성되지 않은 상태의 쥐들의 행동.



<그림3-2> 2 V/m 의 전기장에서 한쪽으로 몰려 있음.

라. 실험 동물들의 일반적 반응

전기장이 바닥 전체에 걸릴 때에는 위에서 알아본 바와 같이 신경질적인 행동을 하거나 세수를 하는 듯한 행동의 몸단장을 하였고, 전압이 증가함에 따라서 두 다리로 서거나 혼란스럽게 뛰고 달리는 행동이 증가되는 것을 보였으며, 전기장을 피하기 위해 전극 위에 올라 서기도하고 구석에 가서 웅크리고 있거나 파헤치는 행동을 하였으며 경련을 일으켰다. 좀 강한 전류가 흘렀을 때는 피성을 지르면서 뛰다가 전선 위에 올라가 내려오지 않고 악착같이 매달려 있으려 하였으며 억지로 떨어뜨려 놓으면 거의 기절 상태에서 늘어져 있었다. 전압이 높아질수록 저항이 감소하고 전류가 증가하여 보정해 주어야 했으며 이는 실험 동물의 스트레스로 인한 방뇨 때문인 것 같다. 전반적으로 쥐에 비하여 새들의 스트레스가 덜한 것 같았으며 이는 새의 다리가 두 개 뿐이라 방향에 따라서는 전기장이 새의 몸체에는 영향을 주지 않는 것이 아닌가 생각된다.

야생에서 자란 동물과 인공적으로 사육한 동물의 전기장에서의 반응정도는, 조금씩의 정도의 차이가 있기도 하지만은 확연히 구별될 만한 차이점을 발견하지 못하여 같은 동물은 같은 반응을 보이는 것으로 본다. <표1> 과 <표 2>는 포유류와 조류의 전기장 반응을 각각 나타내고 있다. 실험적으로 사용된 쥐와 새에 영향을 주는 전류는 수  $\mu$ A 밖에 되지 않더라도 실험동물들이 전기장의

영향을 받고 어떤 형태로든 반응을 나타낸다는 것을 알 수 있다.

<표 1> 야생 따쥐와 사육된 흰쥐의 행동 변화 비교.

F(V/m)	동물	$V_{i1}(V)$	$I_{i1}(\mu A)$	반응
2	따쥐	~ 0.07	~ 0.14	왔다 갔다 신경질적인 행동
	흰쥐	~ 0.08	~ 0.17	왔다 갔다 하며 불안한 듯한 모습
6	따쥐	~ 0.21	~ 0.42	다리를 비비며 세수하는 것 같은 행동
	흰쥐	~ 0.26	~ 0.52	두다리로 서고 구석을 파고들. 경련시작
72	따쥐	~ 2.52	~ 5.04	다리에 경련이 생김. 발톱으로 선다
	흰쥐	~ 3.1	~ 6.2	세수. 다리 경련. 발톱으로 선다
300	따쥐	~10.5	~ 21	괴성을 지르며 뛰어 다님
	흰쥐	~12.9	~25.8	괴성을 지르며 뛰어 다님
1,000	따쥐	~35	~70	소리 지르고 뛰다가 전선에 올라섬
	흰쥐	~43	~86	괴성을 지르며 뛰어 다님

<표 2> 참새와 십자매의 행동 변화 비교.

F(V/m)	동물	$V_{i1}(V)$	$I_{i1}(\mu A)$	반응
2	참새	~0.03	~ 0.064	별 반응이 없이 움직임도 활발하지 않음
	십자매	~0.03	~ 0.064	별 반응이 없이 움직임도 활발하지 않음
6	참새	~0.10	~ 0.192	별 반응없이 두리번. 호기심에 왔다갔다
	십자매	~0.10	~ 0.192	별 반응 없이 두리번. 호기심에 왔다갔다 하고 가끔 땀
24	참새	~0.38	~ 0.768	조금씩 뛰고 전극 있는 쪽에서 몸단장
	십자매	~0.38	~ 0.768	분주히 왔다갔다 계속 뛰어 다니며 날려고 함.
72	참새	~1.15	~ 2.304	뛰어 다니고 행동이 빨라짐.
	십자매	~1.15	~ 2.304	어쩔 줄 모르며 계속 뛰고 몸단장행동.
400	참새	~6.4	~12.8	안절부절. 날개짓 커지고 나르는 횟수 증가
300	십자매	~4.8	~ 9.6	행동이 빨라지고 나르는 행위가 많아 짐.
600	참새	~9.6	~19.2	전선에 매달려 내려오지 않음
	십자매	~9.6	~19.2	활발히 움직이며 날아다님. 전극위에 앉아 자극을 피하려함.

#### 4. 결론

본 실험을 위해 한국산 야생 들쥐인 따쥐, 실험용 흰쥐, 참새, 십자매를 우리 바닥에 간 젖은 타올 위에 놓고 전기장을 형성 시켜 각각의 전기장의 크기에 따라 실험 동물의 반응을 관찰하여 다

음과 같은 결과를 얻었다.

가. 낮은 전기장에서는 그리 반응을 보이지 않고 신경질적이고 세수를 하는 듯한 행동의 몸 단장을 하는 등의 비교적 가벼운 행동을 하였으나, 강한 전기장이 형성될수록 모든 동물들이 경련을 일으킨다든가 전기장을 피해보려고 두 발로 서는 등 의미 있는 행동을 나타내었으며 나중에는 뛰어오르고, 매달려 있고, 구석으로 숨으려하는 등의 행동이 관찰되었다.

나. 전반적으로 쥐에 비하여 새들의 이상행동이 적게 관찰되었으며 반응의 정도가 현저하게 약하였는데 이는 새의 다리가 두개 뿐이라 방향에 따라서는 전기장이 새의 몸체에는 영향을 주지 않아 전기장 효과가 작용하지 않을 수도 있기 때문이 아닌가 생각된다.

다. 관찰 장치의 한쪽에만 아주 약한 전기장을 형성시켜 주었을 때 모든 대상 동물들이 한결 같이 전기장이 없는 쪽으로 피신을 한다든지 하는 것은 지면에서 생활하는 동물들이 지반 전류에 지극히 민감하다는 것을 말해주며, 전기장의 강도가 증가됨에 따라 행동의 변화가 크게 나타난다고 생각된다.

동물 이상 행동이 주 지진 발생 전이나 발생시 생성되는 전기장에 의한 전기생리학적 반응일 경우 여러 전조 현상과 더불어 지진예측을 위한 조기경보 신호로서, 앞으로 더욱 정확하고 정교한 체제를 갖춘 실험과 연구가 뒷받침된다면 매우 좋은 결과를 얻을 수 있으리라고 생각된다.

#### 참고문헌

1. Biophysics Institute, 1977, Animals in farm earthquakes, China, Nagasaki Publisher, Nagasaki.
2. Brady, B.T. and Rowell, G.A., 1986, Nature 321, 488.
3. Deer, J.S., 1973, Earthquake lights: A review of observations and present theories, Bulletin of the Seismological Society of America, 63, 2177-2187.
4. Finkelstein, D. & Powell, J.R., 1970, Earthquake lightning, Nature, 228, 759-760.
5. Finkelstein, D., Hill, R.D., and Powell, J.R., 1973, The piezoelectric theory of earthquake lightning, Journal of Physical Research, 78, 992-993.
6. Ikeya, M., Takaki, S. and Takashimizu, D., 1996a, Electric Shocks resulting in seismic animal anomalous behaviors (SAABs), Journal of the Physical Society of Japan, Vol. 65, 710-712.
7. Ikeya, M., Furuta, H., Kajiwara, N. and Anzi, H., 1996b, Ground electric field effects on Rats and Sparrow : Seismic Anomalous Animal Behavior(SSABs), Jpn. J. Appl. Physics, Vol. 35, 4587-4594.
8. Teng, T.L. & Lee, W.H.K., 1978, Chinese geophysics, American Geophysical Union, 229p.
9. Tributsch, H., 1978, Do aerosol anomalies precede earthquake?, Nature, 276, 606-608.