



書庫からの便り (22)

~動物と地震①~

資 料 室

動物を用いて地震を予知するという研究が 我が国でも始められました。末広恭雄東大名誉教授が1976年8月から着手された「ナマズ」などの魚類の挙動と地震との関係に関する研究がそれに当りますし 1977年11月の京都で開かれた地震学会秋季大会での東工大の力武常次教授の講演もそうでした。

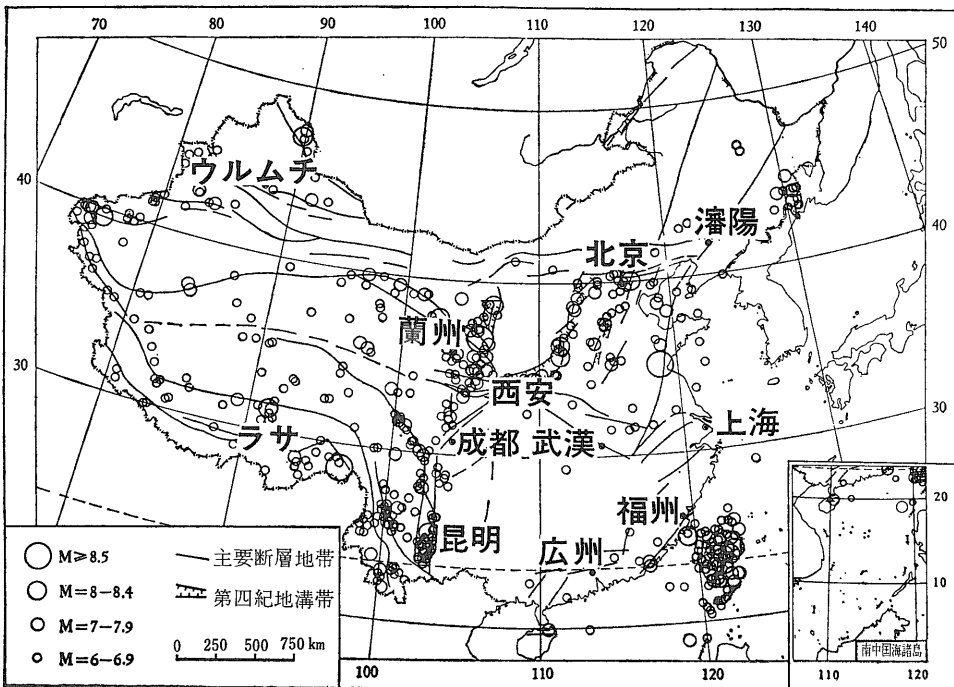
この力武教授の講演に関心を抱いた毎日新聞社が その11月4日付け朝刊の14版の社会欄に書いた記事の中に

「ナマズと地震の関係などは昔からいわれているが 地震学者の間では動物の異常行動と地震を結びつけること

は 一種のタブーだった。 というのも ほとんどの学者は「地道な地球物理学的観測こそ われわれがとるべき道だ」と考えていたからだ。 また 実際に動物の行動を調べて 予知に結びつけるには 多くの人たちの協力を得なければならず そのわずらわしさから 手をつける学者がいなかったからともいえる”

とあることや さらに

“それでは 動物は何を感じて 異常なふるまいをするのだろうか。 いまのところ



第1図
中国の強震震央分布図(紀元前780—1973年5月)

- ① 地電流に微妙な変化が起こる。
- ② 地中から電荷を帯びたイオンが出てくる。
- ③ 高周波の振動が起こる。
- ④ 地磁気に変化する。

などが考えられているが はっきりしたことはわかっていない」

とも表現されていました。

引用した2つの記事のうち 前の方の文章は正確ではありません。地震学者は 「動物が地球物理学的な異常を感じるとすれば その異常が我々に観測できないはずはない」という信念をもっているのです。とはいえ もし動物の方が現在の観測機器よりも高い感度を持ち あるいは動物の1個体の方が現在の観測機器よりもはるかに広い総合性を備えているとしたら どうでしょう。現在の観測機器がいかなる動物よりも高い感度と広い総合性を備えるように進歩するまで 動物による地震予測も研究に値するのではありますまいか。

そこで 後の方の記事にも関係しますが この動物による地震予知にかなりの力を注いでいる中国での研究の成果を調べてみました。以下に記して参考に供します。

I. 強震発生前における動物の異常行動

《中国地震資料年表》には126回の地震でみられた動物の異常行動が記載され 挙げられている動物は犬 鶏 雉 馬 牛などを主に24種に達していますが 記載されている異常行動の多くは大地震の発生時や発生直後の場合で はっきりと大地震発生前の異常行動を記録している例はそれほど多くはありません。幾つかその例をあげてみましょう。

1857年の2月4日に浙江省の鄞県地区で大きな地震が起りましたが その前夜

「夜半天明如昼，山雉皆鳴，少頃地泄氣，声隆如鼓」

でありました。

1917年7月31日の雲南省大関地区の大地震では

「……当地震前一月間，大関魚類均浮水面。迨地震前数日，河水大漲，河魚千万自跃上岸」

と書かれています。

1739年の寧夏回族自治区銀川・平羅地区の震度8（MSK震度階）の大きな地震は 以来毎年地震の続発という事態を招きました。そのときのことを《銀川小志》（1775）は

「寧夏地震，每歲小動，民習為常。大約春冬二季 居多，如井水忽渾濁，炮声散長，群犬圍吠，即防此患」

と記しています。

1920年の世界に名高い海原大地震（マグニチュード8.5）の場合は次のように記録されています。

「牛惊慌外逃，不進圈，狗吼叫嚎哭。干地震当天晚上，西吉県一村庄上的狗叫得非常厲害，有一老人出去察看，地震既發生了，老人幸未遇難。」

さらに1933年8月25日の四川省迭溪地震のときは 「震前岷江里四，五斤重的大魚跃上岸，麻雀不吃米，狗每天满街乱跑，野鷄惊叫……」

という状態でした。

最近の中国の大地震でも 地震前の動物の異常行動が少なからず報告されています。

たとえば 1966年の雲南省の東川地震では

「……地震前三天，東川小江里的魚，呈現上浮水面的異常現象。」

でありました。

そしてその年の3月 河北省の邢台地区で烈しい地震が生じたときにも地震前に動物の異常行動がかなり広い範囲にわたってみられました。この地区では古くから

「地震快来到，猪在圈里鬧，鷄飛狗也叫，牲口不進棚，老鼠機靈先跑掉。」

と言い伝えられています。



第2図 古文書にのこる中国最初の震源地「泰山」《夏発帝七年 泰山震》（『竹書紀年』）



第3図 邢台郊外に生じた地割れ

さらに1967年8月30日に発生した四川省甘孜・爐霍地区のマグニチュード6.8の地震の場合

「8月29日、晚發現狗狂叫似狼嗥、鳥鴉叫得凶、猪狗不回窩。8月30日晨、發現牛突然受惊乱跑、母鷄像公鷄般啼叫；震前、猪乱跑、麻雀成群乱飛……。」

と報告されています。



第4図 1966年3月8日早朝 そして同月22日午後に2回計3回の強震に河北省南部の邢台地区の人々は大損害を受けた。救援物資を急送したヘリコプターは重傷者をのせて帰っていく。

1969年7月18日13時24分 渤海湾でマグニチュード7.4の烈しい地震が起りましたが そのときの記録の中に

「震前、天津市人民公園根据所視察的多种動物（如東北虎、大熊貓、牦牛、鹿、天鵝、火鷄、白玉鳥、四川鸚鵡、泥鰍、鱉、螞蝗等）異常反応、于7月18日11時10分、向天津市防震辦公室打電信、預報有地震發生。」

という記事がみられますし さらに中国科学院生物物理研究所地震研究室はこの地震の前に海の動物が示した数々の異常行動の記録を次のようにまとめています。

「(1)海鷗：在震前十天左右、受惊似地沿海面特快地飛翔。震前四、五天、已几乎材不到海鷗、听上見海鷗的叫声。

(2)鯊魚：震前、在海面突然成群出現、上下翻騰跳跃。

(3)梭魚（紅眼魚）、綿尉魚（鯰魚）：震前二、三天、發現他們飛似地跳跃、順水流方向成群地、惊惶地向東南遊去、方向是好背離震中。正常情況下、這兩種魚跳逆水流方向游動的。

(4)鮎魚和鮫魚：震前十天左右、發現鮎魚群与鮫魚群轉移現象、捕魚量顯著減少、甚至全元。

(5)鱸魚（白林魚）：震前一小時、在海面上上下下跳躍、表現特別活躍。過去未發現過這種異常現象。

(6)海蜇：震前一兩天内、在蓬萊県附近海面、發現一群群象豌豆大小的海蜇（小水母）。過去从未發現過。

此外、狗、家鼠、猪、鷄和魚等動物、在这次渤海強震前也都有較大的異常。」



第5図 邢台地区に緊急食糧が届けられた

翌1970年と翌々1971年は中国にとって地震の年になってしまいましたが まず1970年1月5日に雲南省通海地区でマグニチュード7.7の大きな地震が起り その発生前にも動物の異常行動がみられました。 前述の地震研究室は次のように報告しています。

「据調査、極震区在大震前出現異常反应的動物有：蛇、家鼠、狗、黄鱔、泥鰍、魚（小白魚、花鯪、鯉魚、江川鯉魚）、猪、馬、騾、牛、鴿、蝙蝠；其次有：狐狸、鹿子、鷄、鴨、鵝；还有螞蝗、壁虎、猫、鸚鵡、布谷鳥等。在昆明及昆陽等地，發現兔、牛、蜂、大熊猫、獅子、大炎猫、小象、老鼠、鷄、金鷄、狗、蟒、孔雀等劫物異常。」

なお 雲南省の地震が多い地方で現在吟じ伝えられている歌に次のようなものがあります。 父祖の貴重な経験の総まとめなのでしょう。

「震前動物有予兆，人民戰爭要打好。
牛羊騾馬不進圈，老鼠搬家往外逃。
鷄飛上樹猪乱拱，鴨不下水狗狂咬。
冬眠麻蛇早出洞，鴿子惊飛不回巢。
兔子豎耳蹦又撞，魚ル惊慌水面跳。
家家戶戶都視察，綜合異常作子報。」

次いで同年7月4日の広東省の台山地震では地震発生前の動物の異常行動が43例あり 動物としては犬・鷄・魚・豚・鼠・鴨・蛇など12種 その中でも魚・鷄・犬の異常行動が顕著でした。 とくに変わったものとして次のような報告がみられます。

「震前斗山公社出現大量蝗虫，集中于室内，某小学個別教室里竟多達数千只，震后就不見了。赤溪公社还發現大量白鱔鮎出泥土，震后也消失了。」

それから1カ月ほど過ぎた8月10日 今度は山東省の曲阜地区がマグニチュード5の地震に襲われましたが その際

「發現震前鷄不進窩，有的飛到樹上，電線上，即使進了窩的鷄，也直翅扇“打扑拉”，“咯咯”地叫。狗震前乱叫，越叫越緊，老鼠乱跑不怕人，螞蟻搬家，魚浮水面，牛，騾不大吃草等。」
という現象がみられました。

この年の12月の3日には寧夏回族自治区の西吉地区でマグニチュード5.7の地震が発生し

「震前有鷄不進窩，狗“哭”，猪不進食，羊不安寧，馬嘶，以及老鼠乱跑等異常反应。」
とあります。

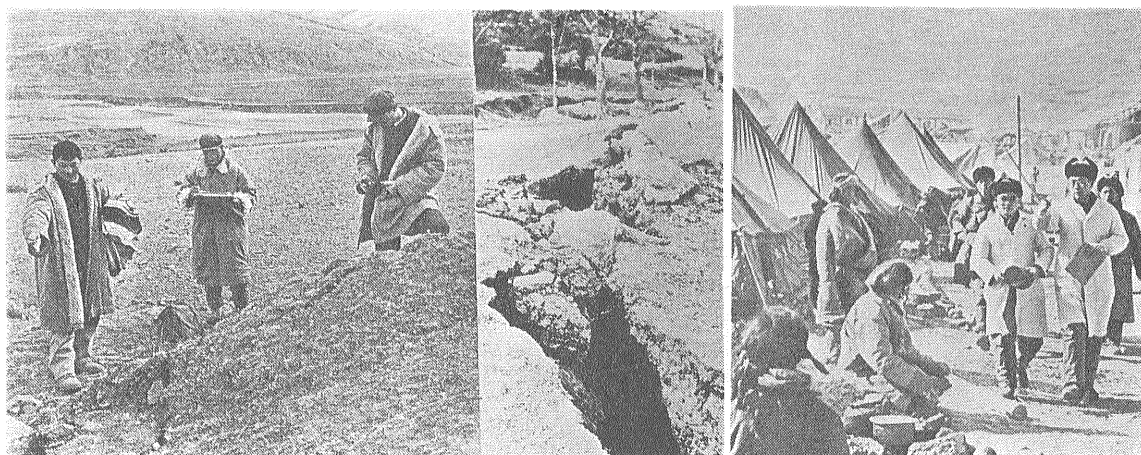
翌1971年の3月23日と24日に連続して発生し 激しい破壊をもたらした新疆ウイグル族自治区の烏什地震では地震前に13種の動物が異常行動をとりました。

「……反应較明顯的有狗，馬，牛，猫，鷄和家鷄。反应的共同特点是，震前煩躁不安，惊慌，活動反常。」

それから月余をおいた4月28日の雲南省思茅・普洱地区の地震（マグニチュード6.7）では その発生前における動物の異常行動は次のようなものでした。

「騾馬突然惊車，猪不進圈，鷄不回窩，狗狂吠，老鼠增多，二斤多重的魚跳上岸等。」

さらに同年の8月16日（マグニチュード5.7）と17日（同じく6）に連続発生した四川省馬辺地区の地震の際には その第1回発生前に家鼠・牛・豚・犬・魚・鷄な



第6図 1973年2月6日 甘孜チベット自治州の大地は裂けた。 震央地区を調査する人々。

第7図 甘孜・炉霍地区に急造された一病院。

ど10余種の動物が異常行動をとりました。第2回の場合は第1回後の行動と見分け難かったようです。

四川省の甘孜・炉霍地区で1973年2月6日に発生したマグニチュード7.9の大きな地震の場合は

「地震発生の半個月前、老鼠不分白天黑夜、大量活動、忙于搬家。到震前、就看不到老鼠了。馬在震前一、二天不進厩、臨震前狂奔。狗在震前乱咬人、狂叫、“哭泣”。其他動物、如鴿、雞、猪等、震前也有異常反応。」

とあらわされています。

次いで1974年の4月22日に発生した江蘇省溧陽地区でのマグニチュード5.5の地震でも地震前の動物の異常行動が顕著でした。たとえば 次のような記述がみられます。

「魚浮在水面上、乱蹦乱跳、猪在厩里狂奔乱窜。某大隊有五頭牛、在震前有四頭牛扯断繩跑了、其中有一頭牛跑過了河。其他動物、如鼠、狗、鴿、雞等、震前也都出現異常。」

同じく1974年の5月11日に起った雲南省昭通地区のマグニチュード7.1の地震のときは その発生前に魚、そしてとくに蜜蜂が異常な行動をとったことが特徴です。

さて最後に 我が国の地震専門家に衝撃を与えたとい



第8図 孤立した甘孜奥地での救援物資の投下

ってもよいほどの見事な地震予知の成功例の一つである1975年2月4日の遼寧省海城・营口地区 マグニチュード7.3の地震の場合ですが 前述の地震組は次のようにまとめています。

「有關單位和廣大群眾把動物震前異常作為一種手段、密切注意和及時視察了種種異常前兆、對這次地震作了準確的臨震予報。許多常見動物、如猪、狗、大牲畜、魚、雞、蛇、鼠、鳥、鴿、鹿、貂等、在震前均有異常反応出現。」

そして中国は現在までの関係資料から地震前の動物の異常行動のとり方には600—700のタイプがあり その動物種は2,000をこえるとしています。

II. 動物の異常行動と地震の関係

前述の地震研究室の標記の関係を各種の地震前兆現象たとえば微量変化現象である地殻応力の異常変化 微震活動 地殻の変形と海水面の変動 地下水の成分や地球物理的な場の異常 地震波の伝播速度や地温の異常変化など それに巨視的变化現象である地下水の水位変化や地鳴り現象 発光現象 異常気象など さらに当該地区の地質構造の特徴にもとづいて検討し 初歩的な段階のまとめとして次の6点をあげています(要約)。

「1) 地震前に異常な行動をする動物の種類は多いが重視しなくてはならないのは少なくとも20種である。一般的に 異常行動を示す動物の種類が多く 小動物だけでなく 大動物も烈しい異常行動を示す場合はその後の地震がきわめて大きいことを示唆している。

2) 動物が地震前に示す異常行動の共通した特徴は「いらだつ」「おそれおののいて落ち着かない」「動きが普通でない」「餌をとらない」「いつもの小屋に入らない」「条件反射がしばらく消失する」「萎縮して動かない」などである。動物の行動の異常さが増すにつれ明瞭になり 異常行動が一段と激しくなるとたとえば大型の家畜が悲痛な叫びをあげ 縄をひきちぎって外に逃れ 冬でも多くの蛇が穴から出て凍死し 大量の魚が水面を跳ね あるいは腹を出して水面に浮んでくれば その直後の地震がさらに烈しいものであることを示唆している。

3) 動物が地震前に異常行動を示す時間は1日前からという場合が多く 遅いもので数10分からさらに数分前早いもので10日から半日である(第1表)。

第1表 動物の異常行動開始時間と地震発生時との関係

動物	地震前に異常行動を始める時間
犬	地震前30分—2日
鼠	地震前1—3日
鶏	地震前1—5日 半月という例もある
魚 類	地震前数時間—10日
家 鳩	地震前数時間—1日
雄	地震前1—2日
蛇	地震前2—3日 (冬眠期でなければ10日以上早く)
豚・牛・馬・羊	地震前数時間—1日
満州虎	地震前数時間
パンダ	地震前数時間
おうむ・黄雀・白鳥などの鳥	地震前10数分—数時間

通常 その異常行動のピークが地震の24時間以前にくることはない。

4) 動物の異常行動の程度の大小とか強弱 あるいは異常行動をとる時間の長短は来るべき地震の震度の大小に関係がある。すなわち 動物の異常行動が激しく持続時間が長ければ長いほど 来るべき地震は大きい。

5) 動物が異常行動を示した地域の拡がり方は活断層帯の屈曲部など地質構造の分布状況とも関係があるらしい。1975年の海城地震の例がそのことをよく示唆している(第9図)。すなわち 盤山—海城—岫岩—丹東の線付近に動物異常行動地点総数の $\frac{2}{3}$ が集中し この線に未知の潜頭断裂が推定できる。

6) 動物の種類が違えば 地震前の異常反応の量・質とも違って来る。同種の動物個体間でも差が生じることもあるが それは無視できる。外界からの同種の刺激の強さが一定であれば その刺激に敏感な動物ほど反応は明瞭である。一方 ある性質の刺激には鈍感でも別の刺激には敏感な生理をもっている動物の場合も考えなくてはならない。したがって 多くの種類の動物の異常行動の内容(異常行動地点の分布 異常行動の程度とピークなど上記5点)を総合判断すれば地震予知ができる。1969年7月18日の渤海湾地震に当つて天津人民公園(動物園)での動物の異常行動から発せられた地震警報の適中はまさにこの総合判断の成果であった。」

III. 刺激と動物組織の興奮との関係

1. 動物の基本的生理の特徴

動物は地震の前になると何故に異常な反応や行動をす

るのでしょう。前述の地震研究室はこの疑問に対し問題を2つに分けて答えています。その第1は動物がどのような特性を備えているのかです(第2の問題は地震のどのような前兆が動物に異常行動をとらせるかということ)。

すべての動物の生命活動は3種の基本的な生理 すなわち 新陳代謝 興奮性 適応性を備えています。興奮性と適応性は新陳代謝を基礎とし 適応性はさらに興奮性の上に成り立つものです。この3種の生理の中で地震前の動物の異常行動にもっとも密接な関係があるのは興奮性でしょう。

周囲の環境が変化すると 必ず動物は体内の代謝過程と外に現わす行動に変化を生じます。それは動物が環境の変化に対して反応したことを意味します。この反応を起させる環境の変化の働きが刺激と呼ばれています。

刺激と反応は一對の密接に結びついた重要な概念で 刺激の作用によって始めて動物の個体は反応を生じます。言いかえれば 動物の反応はすべて何らかの刺激によってひき起されるのです。

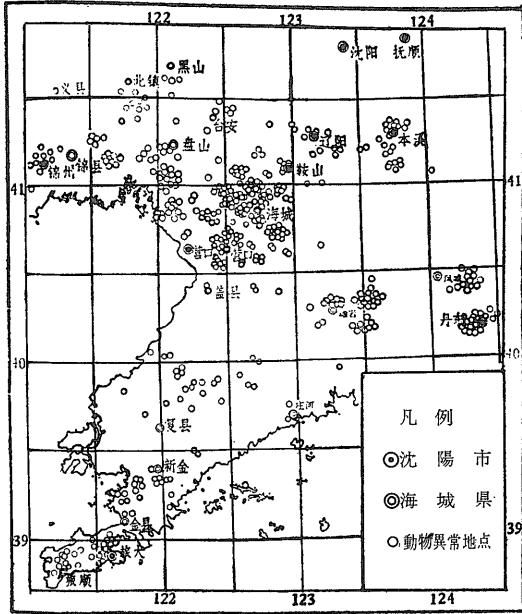
いわゆる興奮性は動物が刺激によって起す反応の程度や特徴をいいます。この興奮性はもちろん動物だけでなく すべての生命組織が共通して備えている性質の一つで 興奮性の物質的な基礎は新陳代謝にあり 新陳代謝が停止すれば それにしたがって興奮性もなくなってしまふことはいふまでもありません。しかし ここでは動物だけ取り扱うことにします。

動物が刺激を受けて反応する場合 その反応の現われ方には興奮と抑制の2種があります。

いわゆる「興奮」は かいつまんでいうと 動物の生体組織を安静状態から活動状態に変え あるいは弱い活動状態から強い活動状態に変えます。たとえば 筋肉が収縮を開始し あるいは収縮が強まり 分泌腺は分泌を開始しあるいは分泌を増大します。

それに反し いわゆる「抑制」は動物の生体組織の活動を弱め あるいはとめてしまいます。たとえば 筋肉の収縮が弱まり あるいは収縮がとまり 分泌腺の分泌が減少するか停止してしまいます。いいかえると 抑制作用は興奮作用を低め 興奮作用は抑制作用を妨げる働きをします。

ときには「興奮」が刺激を受ける部分の或る限られた組織だけに反応をもたらすこともあり またときには刺激を受けた部分に生じた「興奮」が波動的に他の組織に伝わり拡がっていくこともあります。これがいわゆる「生物電気現象」で 電位を発生し あるいは電流を発



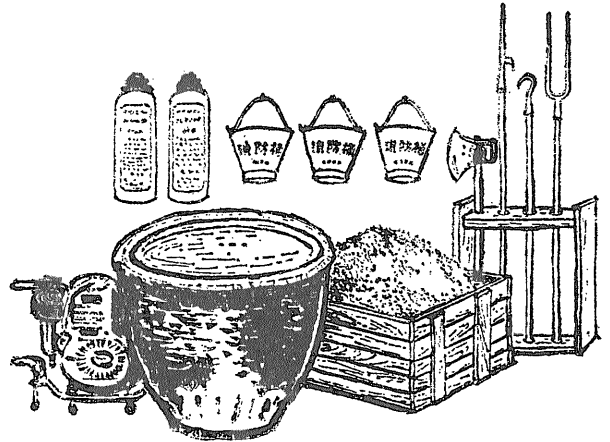
第9図 1975年2月4日 海城地震前における動物異常行動地点の分布

生ずることは普通の生理現象の一種であり 動物の組織が興奮にもなつて生ずる特殊な過程で 興奮によって作り出される重要な指標でもあります。

2. 刺激の性質と形式

刺激は動物の組織の活動を変化させる原因です。動物の組織の活動に変化を与えることのできる内外の環境の何らかの変化は すべて刺激と呼ばれています。

動物が生活している自然条件のもとでは 光・気温・気圧・湿度といった外界の変化が刺激となり さらに代謝産物・神経衝動などのような内部条件の変化が刺激と

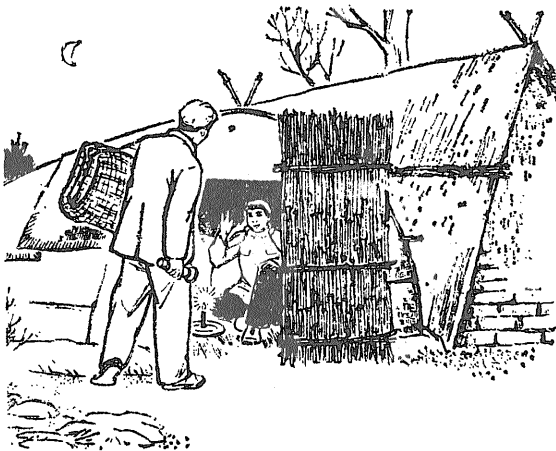


第10図 防災教育スライドから「いつでも消火器具が使えるように整備しておきましょう」

なつて いずれも動物の内部に組織の興奮をもたらします。

この刺激の性質 いわゆる刺激のタイプは多種多様でたとえば機械的刺激 音声刺激 光刺激 温度刺激 化学的刺激 電気刺激 生物刺激などがあります。

ただし 生物学的な効果からすると これらの刺激は適宜刺激と不適宜刺激に2大別できます。ある組織ないし器官に適し かつ自然条件下で組織を興奮させる刺激となるものが適宜刺激です。組織や器官が異なれば適宜刺激も異なります。たとえば 光は網膜に対する適宜刺激であり 揮発性化学物質は嗅覚粘膜の適宜刺激であり 神経衝動は骨格筋の適宜刺激 音声は鼓膜の適宜刺激です。さらに 同じ種類の組織ないし器官がただ一種類の適宜刺激だけでなく 数種類の適宜刺激を有することもあります。神経衝動と血液中の或る化学物



第11図 防災教育スライドから「避難したらいつでも懐中電燈を 油やローソクは絶対に使わない」



第12図 防災教育スライドから「臨震予報がでたらすぐに火を消そう」

質が動物の体内の大部分の組織・器官にとって適宜刺激となることはそのよい例です。

これに反し 或る組織はまた器官に対して適さない自然条件下で組織の興奮を起させない刺激が不適宜刺激と呼ばれます。たとえば 耳・鼻に対する光 目に対する音声がそうです。動物の適宜刺激と不適宜刺激に対する反応ははっきりと異なっています。

現在 いろいろ言われている地震の前兆としての地球物理学的な諸現象はそのいずれが動物に対する適宜刺激なのか いずれが不適宜刺激なのか。それに対する中国の見解は後ほど紹介することにしましょう。

3. 刺激と組織の興奮との関係

動物の組織の興奮は 一つには組織自体の機能に関係があり もう一つには刺激そのものの特性に関係があります。すでに述べたように刺激のタイプは多種多様ですが いずれも強さと時間に特徴を備えています。いうなれば 刺激は或る強さで作用を持続し 一定の時間に達してから組織の興奮をひき起すものです。そうでなければ 組織の興奮をひき起すことはできません。

刺激の強さ:有効な興奮と動物生体組織の特殊な反応(たとえば筋肉の収縮反応)を起させるには 刺激の強さが或る一定の最小値に達しなくてはなりません。この最小値を「刺激の閾値」といいます。言いかえると刺激の閾値とは組織の興奮を起させるに必要な最小限の刺激の強さのことです。そして 組織の興奮を起させるには弱すぎる刺激は閾下刺激と呼ばれています。

刺激の閾値の高低は 組織が異なれば あるいは同種の組織でも機能状態が異なれば変わってきます。興奮性の高い組織ほど刺激の閾値は低くなり 当該組織の興奮に必要な刺激の強さは小さくなるので 刺激の閾値は一般に動物生体組織の興奮性を示す一つの指標とみることがができます。

刺激の閾値をはるかに越えた刺激は閾上刺激と称され動物生体組織の反応は強く現われますが その刺激の強さが或る限界に達すると 大きな反応を起し得なくなり かつて組織の反応は弱まり ときには完全に反応を停止してしまうこともあります。そこで 組織の反応が最大になる刺激はとくに最良刺激と呼ばれているようです。

刺激の作用時間:動物生体組織の興奮を起させるには 或る一定の刺激の強さのほか 刺激が組織に或る一定の時間をかけて作用することが必要です。刺激が働らく時間が短かすぎると たとえ刺激が刺激の閾値以上

であっても組織の興奮は起きません。また 同一刺激の強さの変化速度が早ければ早いほど 刺激作用も強くなり 反対に刺激の強さの変化速度が遅ければ遅いほど 刺激作用は弱くなり ついには興奮を生じなくなります。

たとえば 直流の電気をういて神経もしくは筋肉の標本を刺激してみましょう。まず電気を通じて電圧を上げ 一定の電圧に達してから電気をきります。このとき 電圧の上げ下げを早くやればやるほど 刺激作用が強くなるのが確かめられます。ところが 電圧をゆっくり上げていけば 刺激の閾値の3—5倍の電流を流しても神経や筋肉が興奮しなくなり それからゆっくりと電圧を下げていけば全く興奮を示さないことも確かです。

組織の興奮性が低ければ低いほど 必要な刺激の作用時間は長くなってきますが これが長すぎると 組織には刺激に対する適応が生れ 興奮する能力が失われてしまいます。嗅覚の慣れの例がこのことを示しています。組織を興奮させるのに必要な刺激作用時間の最小値を「時間の閾値」と言いますが この時間の閾値も組織の興奮性の大小を表わす指標の一つとなっています。

刺激の強さの閾値と時間の閾値との相互関係:刺激の強さと作用時間との間には互いに密接に規制し合う関係があつて 刺激の強さが大きいほど組織の興奮に必要な刺激の作用時間は短かく また逆に 刺激の強さが小さいほど必要な刺激の作用時間は長くなります。しかし 刺激の作用時間がどんなに長くても 強さの閾値よりも刺激が弱ければ効果がありません。その閾値が動物によって大きく異なることはもちろんです。

さて 或る組織が興奮すると その興奮は波のように他の組織に伝わり 1システムの変化を形作り それが結局は外への行動となって現われると思われれます。とすれば 地震の前兆としての動物の異常行動の原因を知る次の検討課題は動物の興奮作用・興奮伝播の生理学ということになりましょう。

中国はその生理学にいどみました。現在も その分野の研究は続けられています。そして すでに中間的な成果を挙げ 世界をリードしつつあり 我が国もその遅れをとりもどして 地震予知にさらに自信をもってとり組めるようになれば すばらしいことだと思います。

(文責:岸本)

(つづく)