

# 地震災害の理解に向けて

Arun Bapat<sup>1)</sup> (訳: 加藤 碩<sup>2)</sup>)

## 1. はじめに

1990年代は国連の提唱による「国際防災10年」にあたり、各国、またはさまざまな国際機関が協力して災害の研究のみでなく、その実質的な軽減に向けて努力を払っています。その一環として、1996年1月19～22日にインドのマドラスで「災害及びその軽減についての国際会議」(INCODIM)が開催されました。インドを中心に広くアジア・欧米からも参加があり、訳者も招請されて「東アジアの自然災害図計画」を紹介しました。その際、多くの知人を得ましたが、本文の著者アルン・バパット氏もその一人でした(写真1)。彼は、現在インドのプーナにあるCentral Water and Power Research Stationに所属する主席調査官で、特に地震災害軽減に関して関心が高く広範な研究調査活動のみならず、災害軽減に関する啓蒙活動にも従事しています。会議ではいかにその土地土地の社会的な現実にあった実行可能な災害軽減策を講じるかについても熱心に議論されました。その時、アラン氏は本文を訳者に手渡し日本人々に地震災害軽減に関する彼の考えを伝えてほしいと依頼されましたので、この機会に紹介する次第です。内容的には科学的に厳密に証明されておらず、必ずしも全面的に首肯できない部分もありますが、あえてそのままとしました。欧米や日本などの先進国における災害観とはやや異なった見解があることを知るのもまた必要であると考えたためです(加藤)。ほぼ原文通り翻訳していますが、部分的に訳者が注を加えたところもあることをお断りしておきます。

## 2. 信頼できる地震の前兆

被害地震の周期的な発生は、社会の知識層に深い熟慮と思索を強いている。彼らは一般的に人命や財産の喪失を避けるために何かがなされるべきであ



写真1 著者近影(アルン・バパット氏)

ると感じている。

カリフォルニアは地震学的見地から世界でも最も高密度の機器観測体制を敷いている。サンアンドレアス断層沿いに多数の地震学的、地質学のおよび地球物理学的測定が一日中行われているけれども、さしそめた地震について前もって役に立つ警告は出されていない。これはコリング地震から最近のノースリッジ地震に至る10年間でそうである。被害地震発生直後に多くの地震学者たちが「この地震は予期されていた」「当然おこるはずであった・・・」などと主張する。しかし、そのような主張は地震発生後の人々の悲惨さを軽減する助けにはならない。

さまざまな被害地震、特に約10000人の死者を出した1993年9月30日のインドで発生したラツール地震(写真2～8)を見たあとで、地震研究者である著者の心中に次のような考えが生じた。すなわち、「もし地震が社会のあらゆる人々に影響するなら、だれもが地震の前兆現象について役に立つ情報提供をなすうべきである。」というものである。一般大衆の地震災害軽減への参加という考えがこの文で述べたいことである。

信頼しうる地震の前兆現象は数少なく、またそれらは中～大規模地震発生の10～30時間前に著しく集

1) Central Water and Power Research Station (CWPRS), India

2) 地質調査所 企画室

キーワード: 地震, 地震災害軽減, 前兆現象, 地震被害状況

中している。そのうえ、これらの前兆は科学的機器の助けもなく、正規の特別な地震学の教育を受けたこともない普通の人々によって観察されているにすぎない。これらについて以下に論じよう。

**水に関する前兆：**中～大規模地震発生前の10～30時間前にいくつかの信頼しうる前兆が観察されている。

- 1) 川や小川における流量の突然の変化—増加または減少。
- 2) 井戸の水位の急激な変化。
- 3) 井戸水が泥水化したり、井戸の中に泉が湧き出る。
- 4) 新たな泉が地表に現れる。新たな泉の湧出は時々破壊音を伴う。

ある地質条件下では、水に関する前兆は地震発生前の2～7日前に現れることに注目すべきである。

**熱に関する前兆：**地震発生前の1～2日前に、地温や気温が平均値よりかなり高くなる。地震の当日には地震発生の数時間前(5～10時間前)に気温が急速に上がりはじめ、通常より最高4～8℃高くなることがある。

**地震・電磁気的前兆：**中～大規模地震発生前に地球の磁場で変化が生じる。この結果、上層大気中の荷電粒子の配置に変化が生じる。それゆえ電磁気的伝達が逆に影響される。この効果によって、無線の受信に雑音の形で擾乱が連続的かつ繰り返し発生する。たとえば、無線電信局が1000kHzで送信しているなら、地震発生前10～20時間前に地震発生予想域では1100、1200……1500kHzないしそれ以上に高い周波数で受信するだろう。同様に無線の交信も妨害されることがある—ときどき交信のブラックアウトが観察される。このことは地震発生の数時間前には、被災地域の外から当該地域への無線交信は受信されないことを意味する。これは1991年10月19日のインドのウタルカシ(Uttarkashi)地震の前に観察された。無線受信の擾乱に加えてテレビの送信にも擾乱が見られる。テレビ受信においてその絵や声、色などに妨害が出ることがある。この擾乱の頻度や強さは地震発生時まで急速に増加し続ける。このタイプの送受信における擾乱はケーブルテレビの場合はそれほどでもない。

地震・電磁気的効果が最初に観察されたのは1966年1月のタンセント地震の前であった。その後さまざまな国々でも観察されている。

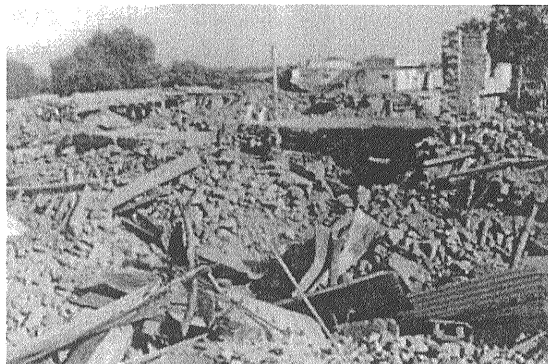


写真2 ラツール地震(1993年9月23日)によるイシラリ村の被災状況

**動物に関する前兆：**この課題については多くの文献が入手できる。中～大規模地震発生前の10～30時間前に全動物種が非常に異常な行動を示したことが異なる国のいくつかの場所で見られた。馬、ロバ、牛、豚、犬、猫他の飼育動物が全く落ちつかない様子を示すことがある。それらは鎖やロープでつながれることを嫌がったが、これらの動物のあらゆる行為はそれらの落ちつきのなさを示している。それらの動物たちを自由にしてやろう。これはそれらの命を救うことになる。蛇、鼠などの爬虫類や齧歯類は地下の隠れ家から現れ、混乱し驚いた様子で地表をあてもなくさまようことがある。鳥は、木や巣に止まらず、小さな群れをなして低空を飛び、けたたましい音をたてる。同様にアリ、ヤスデ、ムカデや他の昆虫が大群で移動するのが見られることもある。

**人間に関する前兆：**人間もまた地震前兆状況に敏感であり、これらの状況が医療関係者によって明瞭に示されることがある。人間に関する地震前兆は1988年12月にアルメニアで生じたスピタク地震の後で広範囲に研究された。その報告では、将来地震予知の仕事は地震学者よりもむしろ医療関係者によって正確に行われるということである。地震発生前の10～30時間前には、(1) 出産や妊娠中絶、(2) 異常血圧や他の心臓疾患をもつ患者、(3) 喘息や気管支炎や他の肺の病気を持つ患者、(4) 頭痛、不安や心配を持つ患者、(5) 吐いたり急性の吐き気を持つ人々の数が平均値よりも3～5倍も異常に上昇することがあるという。ついでにいえば、前述の持病の増大は急激で、明らかに特定できる原因というものは見当たらない。

前述のいくつかの前兆が観察される場合には(地震発生に対して)警戒がなされるべきである。被害地震のいくつかの報告は、地震・電磁気的な前兆や動物の異常が確からしいと言っている。人間が示す前兆現象もまた信頼できるかもしれないが、これは医者や病院関係者だけが観察できるものである。

もし前述の前兆のいずれかが観察されたなら、その人は家から出て近隣の人々に問い合わせるべきである。そして誰もがそのような地震の前兆を指示するものを感じていたなら、さらに20, 30, 50, 100 km離れた村や町に電話をかけ、それらの場所における状況を調べるべきである。これらの場所で同様な観察が確認できたら、数時間内に地震の激しい揺れを論理的に予想できよう。そのような時には、人々は食料、薬、ラジオ用の電池その他をもって家から出て、人工物の崩壊範囲から離れた開けた地面に座り地震を待つべきである。そうした開けた場所で他の人々と待っている間に、その幾人かに前述した前兆を示す人も見られるだろう。

地震は避けたり、止めたりすることはできないが、地震による損失を確実に減少させることはできる。これは普通の人々の積極的な参加によってもっとも効果的になされるのである。

### 3. 地震災害の軽減

逆説的に言うならば、すべての自然災害の中で地震はもっともやさしい災害である。それはだれも殺さない(地震動のショックで心臓マヒを起こす例もあるが)、主に人工物の崩壊が人を殺すのである(二次的には火災などの被害も大きい)。他の自然災害に比べても地震は最短の持続時間でしかない。例えば、火山噴火は少なくとも数カ月～数年続くし、一方洪水は数日～数週間、サイクロンは数時間以上続く。地震に関する他の興味深く役立つことがらには、それが最短安全距離を持っているということである。つまり、地震動の間に安全を確保するためには、人は家から出て開かれた場所に出ればよいのである。これに対して、洪水の場合には、人々は氾濫原を越えて住んでいる地区や村を離れねばならない。サイクロンの場合には、その影響の及ぶ範囲は普通半径15～30 kmもある。こうした水文学的条件を考慮すると被災しない条件である最短安全距離は1～



写真3 ラツール地震(1993年9月23日)によるキラリ村の被災状況

10 kmであろう。多くの人々がそのような距離を避難することは住民だけでなく政府にとってもやっかいな仕事である。これに対して、震災の場合の最短安全距離は数mであるから、避難に要する時間は10ないし15秒ほどの時間で済む。この間に人は家から出て開かれた場所に出ればよく、またこれは一時しのぎや間に合わせではなく、地震による震動からの総体的な保護を確保するものである。したがって災害軽減の専門家達は地震発生(地震動開始)の10秒前の警告でさえも役に立つと考えている。こうした考えは実際的である。たとえば活断層が人口稠密な都市域から約50～60 km離れたところにあるとしよう。この場合、地震発生時に生じたP波が7～8 km/秒の速さで都市域に到達するのに10秒弱ほどかかることになる。

地震計測機器と組み合わされている電磁気トランスミッターは地震発生直後に電磁波によって信号を伝えられる。この信号は都市域で数ナノ秒以内で受信できる。このために既存の放送チャンネルが有効に利用できる。受信直後に警告のサイレンが鳴らされ、人々は屋外の安全な場所に出ることができる。地震波が都市域に到達するまでに大部分の人々が住居から避難できよう。

地震の被害を避けるために次にいくつかの提案がある。これらはとりわけ役に立ち、わずかなコストや努力で実行できる。

- (1) 重いカバン・箱・木枠・紙製容器等を屋根裏に置くな。
- (2) 棚や冷蔵庫をボルトなどで壁に固定しろ。
- (3) 病院や医薬品倉庫では、医薬品のビンを開架棚に置かれるべきではない。これらは扉付きの棚に収

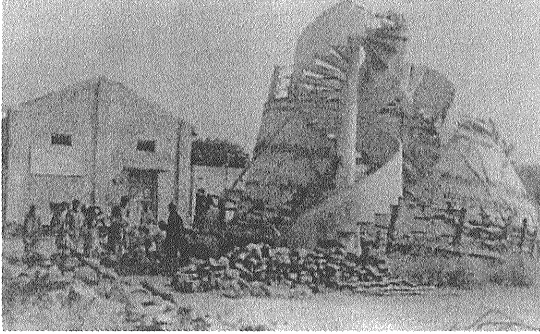


写真4 ラツール地震による貯水タンクの破壊

納されるべきである。1967年のインドのKoyrna地震の後では、救急用の医薬品のビンさえ開架棚から落ちてしまったため役にたてられなかった。

(4) 特に斜面に駐車するな。クルマのギアはN以外にしておくこと。時折振動する地面の動きが車のエンジンを始動させることがある。

(5) 日常用具は家庭内で定位置におくことが望ましい。

(6) 液体貯蔵タンクは適切に軽いフタで覆うべきである。

これらは当たり前のことであるが、知識として知っていることと実際に実行していることとは異なることに注意を払うべきである。

地震の専門家達は常に家屋の耐震設計について言及する。耐震家屋は伝統的な非耐震家屋より地震の激しい揺れに抵抗力がある。しかし、これは新しい家屋に対してのみ完全に正しい。古く、耐震設計されていないが住むのに適している家屋の場合はどうしたらよいだろうか。次にそうした古い家屋を強化する方法を示そう。

(1) レンガ壁は震動に弱く、はずれたレンガ塊の落下は危険である。壁の四隅にX型の筋交いをつけるべきである。

(2) 家屋全体にワイヤーをメッシュに編んだ50 cm幅のベルトを張り、50 cmごとにクギを打って固定しておく。これは「サイズミック・ベルト」として知られており、地震動の振幅を減少するのに役立つ。必要ならさらにサイズミック・ベルトの端にワイヤーの小片を重ねる事で強化できる。

(3) 木や煉瓦製の柱だけでコンクリートの柱や梁がない非RCC構造ではあらゆる方向に対角位に柱や梁を結合しておく小棒を用いなさい。

(4) 構造物上の震動効果を減少させるために簡単な伝統的技術を用いなさい。土地の周辺に幅1m、深さ1.5mの溝を掘り荒い砂で満たしなさい。この伝統的なトレンチは構造物から少なくとも2~3m離すべきである。これは震動の振幅を減少し、被災する可能性を減らすことになる。

揺れはじめた時、パニックに陥らないようにしなさい。震動時に安全な場所は(1)開けた場所、(2)テーブルや机などの下で地に伏し頭を両手で覆う、(3)ドアの枠や他の家屋内の安全な位置で立つ。できるならドアを開けておきなさい、(4)ロウソク立て・扇風機・時計・写真立て・棚や釣られているものの下や近くを避けること、(5)可燃性物質が危険な状況下にあるかどうか注意しなさい。それらは適切に密閉しなさい。ケロシン、石油、ディーゼル燃料などをどんな容器であっても大量に保管して置かないようにしなさい、(6)時間が許すなら、テーブルの下に隠れたり、家から避難する前に電源を切っておきなさい。これらの事を一般化していうと、家の中に余計なものをおかなければ家族が震動時に怪我をする率が小さくなるということである。震動時の移動が最小ならば怪我也最小ですむ。病的な状態や死亡の最大の割合は15~35歳のグループで多い。なぜなら、この若者のグループは震動時に最も動くから。年寄りや幼児はそう動けないのでかえって病的な状態や死亡の率は低い。時折、傷ついた母親の手の中の子供が無事だったこともある。

地震災害軽減の本質は、数秒間続く震動が家屋の居住者に致命的な物体の変位をもたらさないように人が常に適切な予防措置をとることにある。何年にもわたる予防措置と地震発生の数秒間の警報が明確に災害軽減の助けとなるのである。

### 3. 地震後のシナリオ

被害地震発生後の震央地域は感傷的になるほど混沌としている。ぞっとするシナリオ—美しい庭や木々、素晴らしく飾りたてられた家屋や地域が数秒間で壊滅してしまうさま—は、事実上は人間の正常な概念や想像を越えている。それ以上に生存者は地震の数秒前まで元気で健康だった家族の死体を見なければならぬことさえある。重軽傷者はいうまでもなく負傷しなかった者もひどく精神的外傷を受



写真5 ラツール地震による銀行の建物の破壊

け、状況を十分に理解できない。精神的外傷は精神と脳に複雑な影響を与え、このことはその人々に不適切な決定をさせ、それはときどき有害でかつ致命的でさえある。人々が最初になすべき事は、状況の把握であり、落ちついてバランスのとれた精神状態を保つことである。これは難しいことではあるが、短時間の深く穏やかな瞑想のために眼を閉じること、ある程度なされうるものである。

地震後に無事な者は、他の生存者を見て回るべきである。もし、死者や重症者、閉じ込められている者がいるなら真っ先に付き添うべきである。崩壊家屋の下に閉じ込められている人々は、その場で至急救助されるべきである。しかしその人を不用意に移動させ、さらに崩壊が起きて傷つけてしまうことのないようにすべきである。その後、家庭用ガス、水や電気の接続はすべて断つべきである。崩れかかった建造物や不安定な吊りさげ物を探せ。それらは落ちる可能性があり、もしそうなら閉じ込められている人々がそれによって傷つけられないように注意なさい。それから、崩壊物を片付け完全に閉じ込められていない人々を助けなさい。救助した人々は最寄りの病院に運びなさい。時々人々は数メートルもの深さに埋まっていることがある。そのような人々を探すのは困難な仕事であるが、軍や警察で特別に訓練された犬がたいへん役に立つ。地震多発国では犬がこうした特別な訓練を受けている。埋まった人々を探知するために科学的な技術に加えて伝統的な方法も役に立つ。つまりプラスチックやゴムのチューブ、節を抜いた竹やパイプを用いて埋まった人々の呼吸、つぶやき、すすり泣きや叫び声を聞くことができる。この時じょうごの一端にチューブを

つけ、それらの音をとらえたら少しの水を流すと医者聴診器のようになり、より聞こえやすくなる。

埋まった人々を探知したらできるだけゆっくりと崩壊物を取り除きなさい。被災地を移動する時は頭部の保護としてヘルメットをかぶる必要があることが様々な規則でいわれているが、実際的ではない。地震後のそのような状況下では古い車のタイヤ、枕やクッションなどで頭を覆うべきである。何もなければ両手を曲げて頭部を覆うだけでも良い。ファンやろうそく立て、バルコニー・階段などのつりさがったものの下に入るな。ある人々は数瞬間精神的外傷を受けて方角がわからなくなるかもしれない。その結果避難するには悪い方向に向かってしまうかもしれない。これを克服するには昼間なら太陽、夜なら月を見て適切な方角に移動できるように失われた方向感覚を取りもどすよう試みなさい。田舎や田園地帯では牛・野牛・馬・ロバ・猫・犬・山羊・豚・鶏・アヒル・オウム他の家畜に緊急の注意を払いなさい。もしそれらが閉じこめられていたなら、自由にしたりやりなさい。これらの動物を優しくなでたりやりなさい。それらが怪我していないか調べ、適切に投薬しなさい。もし薬がないなら、それらを自由にしたりやりなさい。猫・犬・山羊のような動物は、それらのつばや尿、土やある種の草を用いて自分自身を本能的に治療する力を持っている。もしそれらがそうするならそうさせてやりなさい。

震央域にある川や運河が干上がったなら、行政事務所に報告しなさい。地震動の間、丘陵や山の一部が川に落ち込み、流れをせき止めることがある。この一時的な閉鎖は数時間ないし数日続き突然の洪水の原因となる。1950年のインドのアッサム地震(M8.6)ではスバンスリ川がせき止められた。この結果起こった洪水によって約500人の命が失われた。川のせき止めについての当局への情報は地震に起因するこの洪水の被害軽減に役立った。このような自然のダムは、普通数カ所で崩壊し、水は徐々に流れだしてやがて空になる。

いかなる被害地震発生直後でも大統領・総理大臣や王のような国の最高責任者は哀悼のメッセージを送り、医薬・毛布・食料・衣服・テントなどの形で援助を約束する。このような約束された援助は急いで被災地域に送られる。時には援助の流入が大きすぎて、地方当局にとって到着物への一対一の対応や

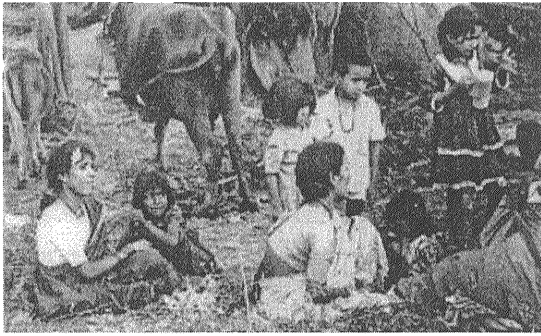


写真6 ラットール地震直後の被災者の状況

被災地への配付を事実上不可能にするほどである。これは当然調整されるべきである。また、もし要請があるなら、救援用の飛行機は近隣の飛行場に進路を変更される。

医療援助が充分であるとしても、父母兄弟、妻や夫などの近親者や友達の即死を目のあたりにした生存者は精神的障害を受ける。もし病人がいるとすると家族の者は、その人の不慮の出来事に対してある程度心の準備ができていたが、一方地震の場合は死者はたいてい健康な人々である。病気の生存者は身近で健康な家族を救うことができなかったことによる深い悲しみと罪悪感を感じる。精神的障害は薬では癒せない。これは心理学的な治療を要し、社会的、宗教的及びボランティア組織による地震被災者に対する応援をも必要とする。この仕事はまた、新聞・ラジオ・テレビも引き受けうる。もしこれらの人々が心理学的に矯正されないなら、精神的な落ち込みに打ち勝つためにアルコールやドラッグを頼ってしまうことが観察された。これはある災害が別の災害を生み出すユニークな例である。大・中地震発生後の4～8カ月間で、余震といわれる小規模なマグニチュードの地震が発生する。第一週には余震数

は特に著しく多いが、徐々に減少していく。余震は普通大きな災害を引き起こさない。けれども、崩れかかった家屋がより被害を受けることがありうる。それゆえ、被災家屋は専門家によってチェックされる必要がある。家屋は専門家によって住むのに適していると証明された場合のみ居住されるべきである。いかなる被害地震の発生もニュース記者にとって美味しい話である。あるメディアの記者は地震による破壊についてのきわどいニュースを送ろうとするし、被害をうけた電話交換容量をオーバーして急送しつづけようとする。役にたつ電話サービスは緊急連絡のためにのみ使用されるべきである。電話交換は一時にきまった量の電話呼出ししか受けられない有限な容量を持っている。長電話はこの限りある容量をふさぎ、緊急メッセージの伝送を妨げる。地震後にきわめて起きやすい他の事柄は、噂が野火のように素早く広がることである。それらは特に心理的に被害を受けている人々にダメージを与える。これらの噂を信じたり広めたりすべきではない。地震の生存者は他の人々を助け導く最良の人々でもある。人は地震後の数時間内に落ちつかされなければならない。人は破壊や地震の後遺症を受けとめ、地震のコントロールは現在の人間の知識を越えていることを認識すべきである。こうした状況に打ち勝つ唯一の方法は、精神を穏やかに、均衡をとって落ちつかせることである。地震の発生を阻止したり、遅らせたり、避けたりすることはできないけれども、均衡の取れた精神と合理的なアプローチは、確実に地震災害軽減のより良い方法へと導くものである。

Bapat, A. (transl. : KATO Hirokazu) (1996) :

Understanding Earthquake.

<受付：1996年4月3日>