

地震予知に対応する震災対策とその問題点

(第1報)

渡 辺 一 郎*

国立防災科学技術センター

Some Discussions on Countermeasures to be done after Issuance of an Earthquake Warning (First Report)

By

Ichiro Watanabe

National Research Center for Disaster Prevention, Japan

Abstract

The necessary information to be included in earthquake predictions and in earthquake warnings are indicated. Several differences between earthquake prediction and earthquake warning are mentioned. While an earthquake prediction should indicate the location, the occurrence time and the magnitude, an earthquake warning should provide details of the seismic intensity at each place.

Several countermeasures to be done in cities (large cities, in particular) when an immediate earthquake warning is issued are discussed. The following points are emphasized:

- (i) Seismic microzoning is a basic requirement.
- (ii) Techniques for communicating the warning without errors or ambiguities must be established.
- (iii) Only activities concerned with disaster prevention should be performed before the earthquake.
- (iv) People should remain in their homes until the earthquake occurs because the present situation which prevails in (large) cities is as follows:
 - (a) Almost all places of refuge are situated far from residential quarters.
 - (b) Roads and open spaces are not sufficient to contain all the inhabitants that are anticipated to take refuge.

1. はしがき

地震予知のための観測態勢は着々と充実しつつあり、地震予知技術もそれに伴って一段と向上しつつあり、比較的大きな地震の予知が可能となるのはそれほど遠い将来ではないと言

* 第4研究部

われるようになってきた。このような情勢に対応して、大規模地震対策特別措置法がこのほど制定された。

このような地震予知の進展に対応して地震による被害を防ぎ軽減し、その拡大を防止するための対策（以下地震対策という）においても、地震が予知され警報が発令された場合のことを考慮しなければならない。

この報告では地震予知に対応する地震対策の考え方、その主な内容、そして問題点について述べる。

2. 地震予知と地震警報

地震予知と地震警報とを明確に区別しなければならない。地震予知は、地震の発生時期、発生場所およびその規模を科学的に予測することである。地震警報は地震予知を受けて、発生が予想される地震に備え各種の震災対策を実施するよう指示することである。地震予知がなされても必ずしも地震警報が出されるとはかぎらない。

地震予知においては、前述のように時期・場所・規模の予測をしなければならないが、これらすべてを明確に予測できるようになるのはまだ先のことと言わざるを得ない。どうしても範囲を持つ予測となるであろう。これらを次のように表現することにする。

- (i) 予知時間範囲
- (ii) 予知場所範囲
- (iii) 予知規模範囲

ここで、(i) はたとえば「1979年7月5日から7月20日まで」というように表現され、(ii) は震源予想範囲 (iii) は、予想マグニチュード範囲である。一つの地震に対して地震予知が一つであるとは限らない。予想される発生時刻に近づけば近づくほど、(i)、(ii)、(iii) はそれぞれより短くより狭く、そしてより小さくなってゆくであろう。ときには二人以上の人あるいは二つ以上のグループが異なった予知をするかもしれない。したがって、上記の二つに加えて次の二つの条件も重要である。

- (iv) 予知期間
- (v) 予知者あるいは予知グループ

ここで (iv) は予知発表時と予知時間範囲の上限（最初の時間端）までの時間間隔である。なお、現在、政府が発表する地震予知はただ一つである。さらに、社会に公表されるものもただ一つである。

一方、地震警報には次の四つが含まれていなければならない。

- (a) 警報時間範囲
- (b) 警報場所範囲
- (c) 警報規模範囲

(d) 警報期間

ここで(a)はたとえば「何年何月何日から何月何日の間に地震が発生する可能性がある」という形で表現される。(b)と(c)は「どここの場所の予想される震度(以下予想震度という)の範囲は5~6である」という形である。(d)は警報を出したときから警報時間範囲の上限(最初の時間端)までの時間間隔である。(d)が短くなれば、(a)、(b)、(c)はそれぞれより短くより狭く、そしてより小さくなるであろう。

上記の(a)、(b)、(c)は、(i)、(ii)、(iii)よりも通常それぞれ長く、広くそして大きいであろう。また(b)と(c)は場所範囲の大小によって大きく変化する。たとえば、「南関東地区の予想震度は3~6である。」ということもできるし、「東京湾東岸地区の予想震度は5~6であるが、多摩地区の予想震度は3~5である。」とすることもできる。かくて、一つの地震予知に対して多くの地震警報の出し方が存在するわけである。しかし、出し方が多く存在していても、一つの地震に対する一つの時期における地震警報は一つでなければならない。すなわち、地震警報の場合には地震予知の(v)に対応するものは存在しない。警報発令者あるいはグループはただ一つである。

地震予知と地震警報のもう一つの大きな相異は、予知予測した地震が起こらないことが少しぐらい多くてもよいが、警報に出したのに地震が起こらないということはできるだけ避けなければならないことである。

以下では地震警報についてだけ取り扱う。

(注) この報告でいう地震予知と大規模地震対策特別措置法における「地震予知情報」とは異なる。前者は2.において定義されたものであり、後者は政府(気象庁長官)の出す情報である。

3. 地震警報のあり方

警報期間として非常に多くの場合が考えられるが、実際的には次の6種類ぐらいを考慮すれば十分であろう。

- (i) 直前(0~12時間前)
- (ii) 2~3日前
- (iii) 7~10日前
- (iv) 1カ月前
- (v) 半年前
- (vi) 1~2年前

場所と規模の設定は非常にむずかしい。たとえば、「南関東地区において震度3~6」というような警報は、警報時間範囲がいかに短かくとも一般の人にとってあまり意味をなさないであろう。場所の設定をできるだけ狭くすることが必要である。「何町何丁目何番地付近は震度3~6」という警報ならば最大予想震度6に対応した対策を実施すればよいからであ

Table 1 Warning and forecasted periods for an earthquake

表 1 警報期間と警報時間範囲

警 報 期 間		警報時間範囲	Warning periods		Forecasted periods
(i)	直前 (0~12時間)	~12時間	(i)	immediately before(0~12 hours)	~12 hours
(ii)	2~3日前	~1日(2日)	(ii)	2~3 days	~1 day (or 2 days)
(iii)	7~10日前	~3日(5日)	(iii)	7~10 days	~3 days(or~5 days)
(iv)	1カ月前	~5日(10日)	(iv)	one month	~5 days(or~10days)
(v)	半年前	~1カ月	(v)	half a year	~one month
(vi)	1~2年前	~4カ月 (6カ月)	(vi)	1~2 years	~4 months(or~6 months)

る。場所の範囲設定は番地単位まで小さくしなくてもよいが、せめて東京湾東岸地区、東多摩丘陵地区、本所深川地区ぐらゐの広さで、当然地盤条件や環境条件を考慮して指定したい。

警報時間範囲は、ほとんど警報期間と対応するであろう。警報期間の (i)~(vi) に対して警報時間範囲は表 1 のようになるものと思われる。

4. 地震警報に対応する一般的地震対策

2. や 3. において述べたように地震警報には多くの異なった様相が存在するから、それに対応する地震対策も異なってくる。

- (i) 当然のことであるが、警報期間が短くなるほど緊急な対策を実施する。
- (ii) 予想される最も大きな震度に対応するような対策を実施する。
- (iii) 警報時間範囲がどのような季節を含むか、また1日のうちのどの時期を含むかによってとるべき対策が非常に異なる。

また、警報対応の対策であるから、次のことを重点とすべきである。

- (i) 地震後のための対策より被害を未然に防ぐ対策
- (ii) 復旧を早くするための準備

以上のことを考慮して、地震警報に対応する一般的な地震対策を順序不同で列挙したものが表 2 である。ただし、この表 2 は可能なすべての対策を示したものではなく、また、場所によっては実施できない、あるいは実施する必要のないものも含まれている。地震警報が出されたとき表 2 に示された対策のうちのほんのわずかの対策しか実施できないのであれば、地震警報を出す意味はあまりないということになるであろう。表 2 についての検討 (たとえば、だれがどのようなときに行なうのがよいかなど) は、第 2 報以下において行なう。

上記したように、どのようなときにどのような対策を実施すべきかは、どのような警報がいつ出されたか、またどの場所を対象としているかにより非常に異なり、一般的に述べることは非常にむずかしい。そこで以下では、次のような制限を設け、しかも一、二の想定地震警報に対して実施することができ、また実施すべき対策について述べ、その問題点にふれる

表2 地震警報に対応する一般的震災対策

- (1) 火を消す。
- (2) 列車・電車を止める。減速する。
- (3) ダムの水位を下げる。
- (4) 原子炉、石油パイプライン、機械、ガス供給……を止める。
- (5) 道路交通規制を行なう。
- (6) 避難する。
- (7) 落下の危険のあるものをおろす。
- (8) 物の分散を始める(情報を含めて)。
- (9) 必要な物資を、貯え、配置する。
- (10) 密集地・危険地・危険建物への立入りを禁止する。
- (11) 危険物・建物・構造物の検査・補強・支持を行なう。
- (12) 倒壊の恐れのある建物・構造物を取りこわす。
- (13) 建物内の検査・補強・支持を行なう。
- (14) 建物内のものを持ち出す。
- (15) 入院患者を安全な場所へ移す。
- (16) 老人・子供を疎開させる。
- (17) 危険物(たとえば、毒物)を移送する。
- (18) 建築基準を改訂する。
- (19) 土地利用規制を改訂する。

Table 2 General countermeasures to be done after issuance of an earthquake warning

- (1) Preparing for the extinguishing of fires
- (2) Stopping train services, or reducing the speed
- (3) Drawing down the water level in reservoirs having vulnerable dams
- (4) Shutting down gas and petroleum supply pipelines, nuclear reactors and other facilities
- (5) Regulating road transportation
- (6) Evacuating from dangerous localities
- (7) Taking down some articles from shelves etc.
- (8) Removing valuable materials, documents and information to safer locations
- (9) Stockpiling and distributing essential equipments and supplies
- (10) Banning of the entering of crowded areas and vulnerable structures
- (11) Strengthening and modifying vulnerable structures
- (12) Demolishing dangerous structures
- (13) Reinforcing interior construction materials in buildings
- (14) Removing easily transportable materials and facilities from buildings to safer locations
- (15) Moving patients, the elderly and children to safer locations
- (16) Removing hazardous materials (e.g., toxic substances) to safer locations
- (17) Modifying building codes
- (18) Modifying land-use controls

ことにする。

- (i) (大)都市の場合
- (ii) 警報期間が(i), すなわち直前の場合(以下、直前地震警報という)

5. 想定地震警報に対応する震災対策とその問題点

5.1 想定地震警報 I

198X年3月7日16時20分警報発令「198X年3月7日20時から3月8日9時までの間に地震発生のおそれあり。A地区の震度は3~4, B地区の震度は5~6, C地区の震度は4~5, ……G地区の震度は5~6, その他の地区の震度は0~2と予想される。」

5.1.1 警報自体の問題点

(1) A地区, B地区などがどの範囲を指すかが明瞭になっていなければならない。また一般住民にまで正しく知らされていなければならない。このような地区分割は行政的な地域分

割と一致しないから、周知させることは非常にむずかしい。

(2) 各自治体は、この警報全文を下部機構に伝達する必要はない。下部機構と関連ない地区とその予想震度を省略すべきである（ただし、(4)の注意参照）。この省略の仕方が事前に明確になっていなければならない。

(3) このように長文の警報をテレビのテロップとして出すことは非常にむずかしい。テレビやラジオでアナウンサーが読みあげるのも、時間がかかり視聴者をいらいらさせるだけである。省略すると自治体からの伝達との間の相違が問題となる。テレビの画面に地図を表示し地区とその予想震度をその地図上に示す方法が視覚にうったえるという利点を持ち良い方法と言えるが、テレビを持たない所、テレビをみることのできない所に伝えることができない。

(4) A地区内にB地区から来ている人がいるであろう、もしA地区で広報車などがA地区の予想震度だけを伝達したとすると、B地区から来ている人の不安が大きくなる。この不安をなくそうとすれば、広報車は5.1の長文の警報をすべて述べなければならなくなる。

(5) 上記の諸問題点を回避するには、

(i) 地区を大きくまとめて予想震度をたとえば3～6とする。

(ii) 震源位置とマグニチュードおよび被害の発生すると思われる場所の範囲を示す。

という二つの方法が考えられるが、どちらにしても自治体、個人あるいは企業体いずれもきめのこまかい対策を実施することができない。

自治体および企業体に対しては5.1に示したような警報を伝達し、一般住民またラジオやテレビには上記(i)、(ii)のようなおおまかな形の警報を伝達するという方法もあるが、両者の相違を原因とする混乱が生じやすい。

(注) 現状では、また近い将来とも、警報における場所と規模の指定は、上記(5)における(i)、(ii)のいずれかとせざるを得ない。(i)の形の場合は、現在地震後に出されている各地の震度の発表程度になるであろう。かくて、地震警報に対応する震災対策の重要な柱として、地震警報の場所と規模の指定の方法を5.1において示したものに持ってゆくことがあげられる。すなわち、いわゆるマイクロゾーニングである。

5.1.2 考えられる対策とその問題点

(1) 避難

まず考えられる対策は避難である。特に地震により倒壊するおそれのある建物、地震により崖くずれを起こすおそれのある場所などから避難することにより、人的被害を未然に防止することができる。しかし、次のような問題点に注意しなければならない。

(i) 避難場所は地震後の避難場所と異なる。

現在の(大)都市の(地震後のための)避難場所は、大体において居住地より遠くに設置されている。このように遠い所へ避難すると、居住地の防犯の問題が生じる。一晚であるか

震発生まで、できるかぎりの処置を行なうべきである。考えられる対策を表3に示す。

表3の(1)と(3)以下とはたがいに矛盾する場合が多い。公用車や公用者のみの通行を許す交通規制であるなら、(3)、(4)の対策を行なうのはむずかしい。また、(4)以下の対策を実施するための(公用)車両の数が非常に多くなって交通規制の効果があがらないという事態も発生するであろう。

そこで、警報期間内(すなわち3月7日20時まで)は(3)以下の対策、特に(3)を重点とし、警報期間範囲に入ってから(1)を重点とするというのが現実的である。(2)は地震発生前まで精力的に実施すべきである。しかし、(5)以下の対策の場合、16時20分から20時までの短い時間内に実施できることは限られている。しかも、これらの対策行動がこの短い時間に集中することは問題が多い。(5)以下の対策は、直前警報が発令される前にできるかぎり実施されていなければならないのである。あえて言うならば、真前地震警報発令後表3の対策のなかで実施すべきものは、(1)、(2)、(3)だけというべきであろう。

5.2 想定地震警報Ⅱ

198X年6月12日7時35分警報発令「198X年6月12日11時から21時までの間に地震発生のおそれあり。A地区の震度は……と予想される。」

想定地震警報Ⅰの警報時間範囲が夜であるのに対し、この想定地震警報Ⅱの場合は、警報時間範囲が昼であることが異なる。

5.2.1 警報自体の問題点

警報場所範囲と警報規模範囲についての問題点は5.1.1と同じである。

7時35分にこのような警報が発令されたならば、多くの人が出勤することをやめるという事態が起こるのであろう。地震警報が出されたのであるから通常の仕事ができないことは致し方ないとしても、出勤する人が少なければ勤務地での震災対策に支障をきたす。すなわち、地震時要員緊急動員計画を、上記のような事態を考慮して作成すべきである。

5.2.2 考えられる対策とその問題点

(1) 避難

この場合も、老人、子供、病人の警報場所範囲外への移動は別として、遠くへ避難する人は少ないであろう。寒さの問題はないが、防犯、排せつ物、そして心理の問題は5.1.1(1)と同じだからである。新しく食事の問題が生ずる。地震後ならばともかく、地震前においては「2〜3食ぐらい食べなくてもよい」というわけにはゆかない。食事の質まで問題となるであろう。遠くの避難場所に多数集まった人に質のよい食事を配ることはむずかしい。家の近くの空地や道路であれば、ボンベ式のガス・ストーブ、石油ストーブや七輪などを持ちだして、自分の好みの食事を作ることができる。

なお、地震前でしかも昼間の場合、避難場所に大きな荷物を持ち込み空間を広く占有する人が多いと考えられることも、遠くの避難場所に多くの人を集めることがよくない理由の一

つである。

(2) 密集地・危険地への立入り禁止

この処置の必要性和問題点は5.1.2(2)と同じである。立入り禁止対象地として、百貨店、スーパーなどを加えることが望ましいが、これらへの立入りを禁止することは劇場などの場合よりむずかしいであろう。

(3) ガス供給停止

家の中で食事を作る人が多いと考えられるので、火災発生防止のためにガスの供給を停止する必要がある。しかし、5.1.1(3)において述べたと同じ問題点があり、さらに、夜間とは異なり、昼間においては人間が活動をまったく止めてしまうというわけにはゆかない。現状ではガス供給を停止することはできないと思われる。

(4) 電車・列車の運行停止

電車や列車の走行中に地震が起き、乗客が死傷したり、脱線した電車・列車が民家に飛び込むことなどを防ぐために、警報時間範囲内において電車・列車の運行を停止することが望ましい。しかし、人間が活動をまったく止めるわけにはゆかないし、震災対策要員の移動のためには自動車を用いるより電車・列車を用いる方が良いという考え方もある。現状では電車・列車を（完全に）止めることはできないものと思われる。（減速することは必要である。）

ただし、地下鉄は危険な要素をより多く持っているので、警報時間範囲（6月12日11時から21時まで）内において運行を停止すべきである。

(5) その他の対策

その他の考えられる対策とその問題点は5.1.2(4)、表3と同じである。一般の活動が多少行なわれることを考慮すると、道路交通規制は、夜間の場合より強力に実施しなければならぬであろう（付録参照）。

6. 直前地震警報発令前の対策

すでに述べたように、直前地震警報が発令された後では実施する時間的余裕のない対策が多い。これらの対策は、10日前、1カ月前、半年前などに発令される地震警報を契機として、また常時、実施されなければならない。このような対策の一部はこの報告の中ですでにふれているが（たとえば表2の(17)以下や表3の(4)以下）、詳細については第2報以下において述べることにする。

なお、次のことをふたたび強調したい。地震警報に対応する震災対策のうち、最も重要で基本的なものは、「ある規模の地震が起きたとき、どこその場所はどのぐらいゆれ、そのゆれがその場所にとって危険であるかどうか」ということを、できるだけきめこまかく予想することである。

7. 直前地震警報の意義

これまで述べてきた、直前地震警報に対応する震災対策を検討すると、直前地震警報を出す目的は、第1に人命救済、第2に火災発生防止であることがわかる。身につけておくことのできる印鑑・通帳や宝石類を除いて、財産を守るための対策を実施する時間的余裕はない。すなわち、人命救助、火災発生防止のための対策を実施できないのであれば、直前地震警報を発令する意味はない。

逆にみるならば、5.2.2の(3)や(4)において、「人間の通常の活動をまったく停止することはむずかしい」という前提を置いたのは、直前地震警報の意義からみれば誤りであるということになる。立入り禁止処置をとることはむずかしいという考え方もよくない。直前地震警報が発令されたならば、われわれは、震災対策活動を除き、その他のすべての活動を停止すべきである、われわれの態度があいまいであれば、直前地震警報の効果は大幅に減少するのである。しかし、われわれは、あいまいさのない割り切った態度をとることができるであろうか。ここに直前地震警報ひいては地震予知の成否の大きなカギの一つがあるように思われる。

この報告は、当センター高橋博第2研究部長の中華人民共和国地震予知視察帰朝談から大きなヒントを得て作成されたことを記して感謝の意をあらわしたい。また、地震警報に対応する一般的震災対策については、下記の文献（アメリカ科学アカデミー、1975）に負う所が多い。なお、この報告では、直前地震警報が夕方と朝に出された場合を考察しているが、直前地震警報が午前11時に出された場合については、すでに下記の文献（科学技術庁研究調整局、1978）において考察されているので参照されたい。

参 考 文 献

- 1) アメリカ科学アカデミー編（1975）（井坂清訳）：地震予知と公共政策，講談社
- 2) 科学技術庁研究調整局（1978）：東海地域における地震予知に関する情報システムについての調査研究

（1978年12月22日 原稿受理）

付録 大規模地震対策特別措置法抜粋

(住民等の責務)

第二十二條 警戒宣言が発せられたときは、強化地域内の居住者等は、火気の使用、自動車の運行、危険な作業等の自主的制限、消火の準備その他当該地震に係る地震災害の発生の防止又は軽減を図るため必要な措置を執るとともに、市町村長、警察官、海上保安官その他の者が実施する地震防災応急対策に係る措置に協力しなければならない。

(交通の禁止又は制限)

第二十四條 強化地域に係る都道府県又はこれに隣接する都道府県の都道府県公安委員会は、警戒宣言が発せられた場合において、当該強化地域内の居住者、滞在者その他の者の避難の円滑な実施を図るため必要があると認めるとき、又は地震防災応急対策に従事する者若しくは地震防災応急対策に必要な物資の緊急輸送その他地震防災応急対策に係る措置を実施するための緊急輸送を確保するため必要があると認めるときは、政令で定めるところにより、必要な限度において、歩行者又は車両の通行を禁止し、又は制限することができる。

(避難の際における警察官の警告、指示等)

第二十五條 警察官は、警戒宣言が発せられた場合において、避難に伴う混雑等において危険な事態が発生するおそれがあると認めるときは、当該危険な事態の発生を防止するため、危険を生じさせ、又は危害を受けるおそれのある者その他関係者に対し、必要な警告又は指示をすることができる。この場合において、警察官は、特に必要があると認めるときは、危険な場所への立入りを禁止し、若しくはその場所から退去させ、又は当該危険を生ずるおそれのある道路上の車両その他の物件の除去その他必要な措置を執ることができる。