

期待損失軽減額から見た長期地震予知時の事前対策評価

東京大学大学院

学生会員 吉村 美保

東京大学生産技術研究所

正会員

目黒 公郎

1. はじめに

我が国では、1965 年以来地震予知研究が行なわれており、東海地震の危険性が指摘されている東海地域においては、大規模地震対策特別措置法に基づき地震予知情報を発表する体制が整えられている。しかし、この体制は大規模な地震が高い確率で予知されることを前提としているため、警戒宣言発令時には「東海道新幹線や東名・中央高速道路をストップする」、「銀行や郵便局の窓口を閉鎖する」など社会的影響の大きい対応措置を定めており、万一予知が空振りに終わった場合にこれらの影響は 1 日 7000 億円にものぼると試算されている¹⁾。地震予知をとりまくこのような状況は、結果的に予知の空振りが許容されにくい環境と不確実性の高い情報の公開を困難とする状況を作り出している²⁾。したがって、今後、予知情報を有効に活用するためには、予知の精度向上とともに、不確実性を伴った予知情報への対応策について研究を行なう必要がある。

2. 本研究の目的

地震予知には予測期間の長短により、長期予知・中期予知・短期予知・直前予知がある。長期予知は数年から数百年以内、中期予知は数ヶ月以内、短期予知は数週間以内、直前予知は数時間から数日以内に地震が来ることを予知するものである³⁾。

予知情報の活用法に関する研究には、短期予知時の対策に関する山本らの研究¹⁾があるが、これは予知の空振り時に生じる莫大な社会的損失のみに着目しており、地震予知情報を公開することの効果については全く言及していない。また、和泉ら⁴⁾は長期予知に着目し、仮想的な都市モデルを用いて都市に及ぶ期待損失を最小化するような事前対策の検討を行っている。しかしこれらは実際の被害想定に基づくシミュレーションではないために実感

に乏しいものとなっている。

よって本研究では、長期地震予知後に予知対象地域において事前対策を実施することによる損失軽減額を、地震発生確率と実際の被害想定手法を用いて数量表現し、単位対策費あたりの期待損失軽減額を用いた事前対策の評価方法を提案する。

3. 地震予知情報の的中パターン

地震予知情報の的中パターンは対策実施と地震発生のタイミングに応じて、()見逃し、()対策実施中に地震発生、()対策完了後に地震発生、()空振りの 4 つに分類できる(図 1)。

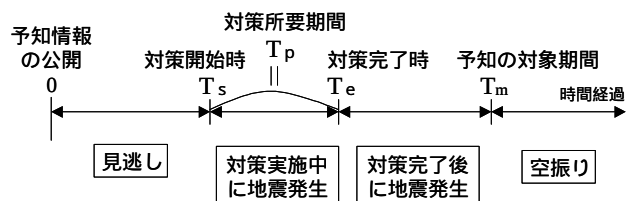


図 1 地震予知の 4 つのパターン

「見逃し」とは対策実施前に地震が発生した場合を指し、「空振り」とは予測期間を経ても地震が発生しなかった状態を指す。予知後の対策実施にとって最良となる的中パターンは、対策完了後に地震が発生する場合である。

1998 年 5 月、政府の地震調査委員会により、東海地震や宮城県沖地震等に関する「今後 30 年・50 年・100 年以内に地震が発生する確率」の試算結果が公表された。よって、本研究において地震発生確率は「今後～年間に地震が発生する確率」と定義し、ある予測期間における地震発生確率として公表値を参考にしたいいくつかの値を用いる。

4. 事前対策実施による期待損失軽減額

長期予知を受けた地域においては、建物等構造物

キーワード： 防災、地震予知、災害情報、地震危険度

連絡先： 〒153-8505 東京都目黒区駒場 4-6-1 東京大学生産技術研究所 B 棟 目黒研究室 Tel. 03-5452-6437 Fax. 03-5452-6438

の耐震化や立地規制といった大規模な事前対策の実施が予想され、予知後に地震が発生した場合、対策費・復旧費・被害額が地域に対する損失となる。事前対策実施時の単位対策費あたりの損失軽減額は、対策費、有対策時と無対策時のそれぞれの被害額と復旧費を用いて、式(1)のように表現できる。ここで、対策費、復旧費はそれぞれ対策、復旧に要した機能停滞損失を含む。また、被害額は建物等の資産価値の経年損失も含むものとする。有対策時と無対策時の各々の被害額と復旧費は、被害想定手法を用いて予測可能である。

$$M = \frac{(D_0 - D_1) + (R_0 - R_1)}{C} \quad (1)$$

ただし、 M ：単位対策費あたりの損失軽減額、
 D_1 ：有対策時の被害額、 D_0 ：無対策時の被害額
 R_1 ：有対策時の復旧費、 R_0 ：無対策時の復旧費
 C ：対策費

次に式(1)を用いて、図1に示した各的中パターンにおける単位対策費あたりの損失軽減額とその期待値を求めると表1のようになる。

表1 各パターンにおける損失軽減額とその期待値

的中パターン	x	単位投資あたり損失軽減額 M とその期待値
見逃し	$x < T_s$	$M_b = 0 \quad E(M_b) = 0$
対策実施中に地震発生	$T_s < x < T_e$	$M_m = \frac{f(D_0 - D_1) + f(R_0 - R_1)}{fC}$ $E(M_m) = \int_{T_s}^{T_e} M_m p(T) dT$
対策完了後に地震発生	$T_e < x < T_m$	$M_a = \frac{(D_0 - D_1) + (R_0 - R_1)}{C}$ $E(M_a) = \int_{T_e}^{T_m} M_a p(T) dT$
空振り	$T_m < x$	$M_f = \frac{(D_0 - D_1) - R_1}{C}$ $E(M_f) = \int_{T_s}^{T_m} M_f \{1 - p(T)\} dT$

x ：予知情報の公開から地震発生までの時間
 $f = (x - T_s) / T_p$ ：対策完了度、 $p(T)$ ：地震発生確率

ここで、単位対策費あたりの期待損失軽減額は、各的中パターンにおける単位対策費あたりの損失軽減額に地震発生確率を乗じたものを、時間軸に沿って積分することにより算出した。「見逃し」時には対策を実施しないため対策費がゼロとなり、単位対策費あたりの損失軽減額とその期待値もゼロとなる。「対策実施中に地震発生」の場合には、地震

発生時まで投入された対策費、推測される復旧費、被害額は対策完了度合いに比例するものと仮定した。「空振り」時は、地震が発生しないので無対策時の復旧費はゼロとなるが、有対策時・無対策時ともに資産価値の経年損失が生じる。ここではこの経年損失分の差を被害軽減額とする。また、対策により操業停止下にあった工場等では、復旧費として操業開始までの機能停滞損失が生じうる。

したがって、事前対策を実施することによる単位対策費あたりの総期待損失軽減額は、以下の式(2)のように各的中パターンにおける期待値(表1)の総和として算出できる。

$$E(M) = E(M_b) + E(M_m) + E(M_a) + E(M_f) \quad (2)$$

ただし、 $E(M)$ ：単位投資あたりの総期待損失軽減額、
 $E(M_b)$ ：見逃し時における単位投資あたりの期待損失軽減額、
 $E(M_m)$ ：対策実施中の地震発生時における単位投資あたりの期待損失軽減額、
 $E(M_a)$ ：対策完了後の地震発生時における単位投資あたりの期待損失軽減額、
 $E(M_f)$ ：空振り時における単位投資あたりの期待損失軽減額

5. 期待損失軽減額を用いた対策評価の可能性

本研究では長期予知情報の公開時における対策案の重要度を測る指標として、単位対策費あたりの総期待損失軽減額を提案した。この指標が大きい対策ほど、時間的・金銭的制約がある地震予知時において優先順序の高い対策であると考えられる。

よって、長期予知情報が公開された時の事前対策をいくつか想定し、被害想定手法を用いてこれらの対策の単位投資あたり総期待損失軽減額を算出することにより、各対策の重要度を予測することができよう。また、用いる確率を変化させることにより、予知情報の不確実性の差による事前対策重要度の変化について検討することもできる。現在、本シミュレーションを進めている最中であり、結果については講演時に発表する予定である。

【参考文献】

- 1) 日本総研：Japan Research Review, Vol.5, No.3, pp.68-87, 1995.
- 2) 深尾良夫・石橋克彦：阪神・淡路大震災と地震の予測，岩波書店，1996.
- 3) 吉井博明：東京大学大学院工学系研究科社会基盤工学特論 講義レジュメ，2000.
- 4) 和泉正哲：地震予知を考慮した供給システムの被害軽減・復旧のための都市モデルの作成，昭和62年度文部省科学研究費重点領域研究(1)：都市供給施設における被害の防止・軽減並びに復旧対策に関する研究，1987.