更新過程のモデルによる平均確率利得

Probability gains expected for renewal process models

井元 政二郎[1]
Masajiro Imoto[1]

[1] 防災科研
[1] NIED

長期確率の計算では，更新過程のモデルが用いられている．通常，BPT 分布，正規対数分布，Weibull，Gamma，二重指数関数分布などが発生時間間隔を表す分布として用いられている．これらの分布は２個のモデルパラメータを含み，パラメータ値は地震発生間隔の観測値に適合するように最尤法で決定される．最後の地震が発生してから，次の地震が発生するまでの間，時間経過とともに地震の確率は上昇する．その様子は，分布の種類とパラメータの値に依存する．地震発生時点での確率値が大きい程，モデルがより有効であると考えられるが，その上限はモデルに強く依存する．長期確率の情報量を評価する目的で，更新過程の各モデルについて調べた．

地震確率モデルの有効性を示す指標として，モデルによる対数尤度と定常ポアソン過程との差がある．この差は，ある条件（一般的に満たされる）のもとでは地震時における確率利得の積の対数となっている．更新過程のモデルにおいては，時間間隔の分布関数，強度関数および信頼度関数の間に関係式が成立しているので，対数尤度差の期待値は，対数確率利得の期待値になる．ここで，定常ポアソン過程を基準のモデルとする．確率利得の分母となるポアッソン過程の発生強度は平均時間間隔の逆数である．時間の単位を変更するとこの強度は変化するが，モデルの発生強度も同様に変化するので，確率利得に変化は生じない．従って，ここでは時間の単位を平均地震間隔とする．このとき，ポアソン率は１．となるので，モデルによる強度は確率利得を表すことになる．この時間単位の変更に対して，２つのモデルパラメータの変換が必要となる．例えば，BPT 分布では一つのパラメータ（第１パラメータ）は時間間隔の期待値に対応し，他方のパラメータ（第２パラメータ）は分散に関連している．従って，時間単位の変更は第１パラメータにだけ影響し，第２パラメータには影響しないことがわかる．このため，BPT 分布については，第１パラメータの値を１とし，第２パラメータを実現可能な範囲で変化させて対数確率利得の期待値を計算する．他の分布についても，時間間隔の期待値が１である条件から，パラメータ変化の自由度は１となる．

これまでの報告において計算されたパラメータ値の範囲を調べ，その範囲における対数確率利得の期待値を算出した．BPT 分布では，第２パラメータ値は 0.16 〜 0.37 となり，確率利得が 2〜４の場合に相当する．他の分布についても，ほぼ同じ様な結果が得られた．理論上はこれより大きな確率利得を得ることも可能であるが，そのためにはそれに対応するパラメータ値が観測値から推定されることが必要である．例えば，BPT モデルでは第２パラメータである分散が小さくなることが，確率利得の上昇に対応する．時間間隔のばらつきが小さくなることであり，当然の結果といえる．観測されている時間間隔のばらつきに基づく限りは，地震発生に至る過程で発表可能な確率値は，定常ポアソン過程として得られる値の高々数倍であるといえる．