相関のある複数の異常現象に基づく地震確率（２）

Earthquake probabilites based on multidisplinary anomalies with correlations (2)

井元 政二郎[1]
Masajiro Imoto[1]

[1] 防災科研
[1] NIED

　複数の異常現象が互いに独立して出現する場合には，発生確率を宇津やAKIの式により計算できる．この場合，複数の異常現象観測により期待される確率は，元になる確率と各現象に関わる確率利得との積で与えられる．この定式化により，複数の異常現象の同時観測により，大きな確率を得ることがわかる．しかしながら，互いに独立であるとの前提には，１）予知率の低下，２）各異常現象に対応した複数独立の地震発生過程の存在，

　等の問題が潜んでいる．昨年秋の地震学会では，この点を指摘するとともに，現象が独立でない場合でも，独立の場合より地震確率が大きくなる例を示した．

　複数の現象が独立でない場合を，一般的に議論することはできないが，それぞれの現象に対する観測値が相互に相関を持つ場合については，整理出来る場合がある．ここでは，二つの異常現象(A,B)を考え，それに対応する観測値(x,y)が相関をもつ場合について考察を進める．(xi,yi)が観測された時に，地震が発生する確率P(E|xi,yi)はBayesの定理により，

　P(E|xi,yi)=P(xi,yi|E)/P(xi,yi | Ec)* P(E)

　ここに，P(xi,yi|E)およびP(xi,yi | Ec)はそれぞれ地震発生前および地震無しの場合に(xi,yi)が観測される確率である．それぞれの確率を，確率密度f(xi,yi)，g(xi,yi)を用いて表すと，次の様になる．

　P(xi,yi|E) = f(xi,yi)dxdy

　P(xi,yi|Ec)= g(xi,yi) dxdy

　ここで，x，yが二次元の正規分布に従うとする．f(x,y)およびg(x,y)の周辺分布をf1(x),f2(y),g1(x),g2(y)で表す．

　現象が条件付き（地震有りあるいは地震無し）に独立であれば

　f(x,y) = f1(x) * f2(y) (1)　あるいはg(x,y) = g1(x) * g2(y) (2)

　が成り立つ．対数確率利得の期待値は，

　Int [f(x,y)ln{f(x,y)/g(x,y)}]dxdy (3)

　で表される．条件付き独立の場合には，

　Int[f1(x)ln{f1(x)/g1(x)}]dx + Int[f2(y)ln{f2(y)/g2(y)}]dy (4)

　となる．xとyが通常は独立だが，地震発生前にだけ相関が見られる場合は，条件(2)のみが成立してことになる．f(x,y)におけて相関係数を与えると，式(3)と式(4)の差を評価することが出来る．この場合，差は相関係数にかかわらず正の値となり，相関が強いほど確率利得の期待値が高くなる．また，条件(1)のみが成立する場合には，式(3)と式(4)の差は相関係数や各分布のパラメータによって変化し必ずしも正の値とは限らず，確率利得の期待値は，独立の場合に比べ大小いずれにも成りうる．