

## 12-10 種々のモニタリングデータにもとづく予測 ～先行現象検知による確率予測

### Probabilistic earthquake prediction by detecting earthquake precursors

嶋川仁 (東京学芸大学教育学部物理科学分野)

Masashi Kamogawa (Department of Physics, Tokyo Gakugei University)

宇津によって、先行現象が複数発生したときの確率的地震発生予測の議論がなされている<sup>1)</sup>。複数の先行現象 A, B ... S の検知後、今から  $t$  時間以内に地震が起こるといふ確率、つまり異常検知後の地震発生率 (以後地震発生率) の確率  $P$  は

$$P = \frac{1}{1 + \left(\frac{1}{P_A} - 1\right) \left(\frac{1}{P_B} - 1\right) \dots \left(\frac{1}{P_S} - 1\right) / \left(\frac{1}{P_0} - 1\right)^{N-1}}$$

で与えられる。ただし、 $P_A, P_B, \dots, P_S$  はそれぞれの先行現象が単独で出現する場合の地震発生率、 $P_0$  はリードタイム  $t$  時間以内で乱数予測したときの地震発生率である。また、ここで先行現象 A, B ... S の事象はそれぞれ独立とする。さらに、宇津はこの考えに基づき、1978年 M7.0 伊豆大島近海地震に適用し、A:伊豆半島北東部の隆起 (それに伴う重力減少)、B:大島西方の地震活動、C:石廊崎と網代の体積歪計の異常や伊豆半島でのラドン、井戸水位等の異常の3つの事象が独立な異常である場合、3日以内に68%から96%の確率で大地震が発生するという計算結果を出している。ただし、これらの計算は、地震発生率についてはあくまで概算であり、また3つの現象が独立であるかが判別できていない。しかし、地震発生率がわかる、それぞれの現象が独立か否かがわかれば確率的予測による地震発生予測は原理的に可能であることがわかる。現在は、あらゆる地震でみられるような先行現象は見つかっていないが、なにがしかの先行現象は複数検知できるとみられている<sup>2)</sup>。そのため、報告されている複数の現象の地震発生率が算出されていれば、実用的な予測が可能となる。

地震学および測地学的先行現象や、地下水、水素ガス・ラドン放出を始めとした地球化学的先行現象は古くからの報告が多い。それ以外にも、地磁気や地電位差の変動、電磁波放出などの電磁気現象、近年話題になっている大気圏・電離圏変動などの地球電磁氣的先行現象がある。地震学・測地学的先行現象および地球化学的先行現象に関する報告の多くは、ラドン濃度などの観測量が本震に向かって上昇(または減少)し地震後に定常状態に戻る傾向がある(「増加型」名づける)。この増加型は、メカニズムが明確でなくとも因果関係を想定しやすく、再現性もあるため古くより研究が盛んである。しかし、異常検知後の異常発生率を算出するほどの十分な事例数はない。一方、地球電磁氣的先行現象の報告の多くは地震発生前に異常変動はみられるが、地震発生時までは継続せず、過渡的な現象が多い。そのため異常発生時と地震発生までの時間間隔の存在と、発生機構が既知の地球電磁氣的知見に相反する場合が多いため、先行現象の存否が示しにくく、統計的手法を要する。しかし、統計的手法による相関関係を示す過程で、地震発生率の算出がなされている利点がある。

以上のことから様々な観測において先行現象の報告はなされている、言い換えれば地震前異常出現率はそれなりに得られているが、異常検知後地震発生率の算出はあらゆる先行現象でなされていない。機械的な先行現象確率予測のために、地震発生率未算出の先行現象事例についてさらに研究を行う必要がある。ただ、それぞれの先行現象の事象が独立か否かの問題は発生機構の理解に大き

く依存するため時間をかけて議論を行う以外ないと考えられる。

#### 参考文献

- 1) 宇津徳治 (1977), 地震予知の適中率と予知率,地震 2, 30,179-185.
- 2) Uyeda, S., T. Nagao, M. Kamogawa, Earthquake Prediction and Precursor (2011), Encycropedia of Solid Earth Geophysics, Part 5, 168-178, DOI: 10.1007/978-90-481-8702-7\_4, Springer.