

### 5 - 1 3 東海地震推定固着域における地震活動度変化の検出

#### Detection of Anomalous Microearthquake Seismicity in the Locked Zone Inferred for the Tokai Earthquake

防災科学技術研究所

National Research Institute for Earth Science and Disaster Prevention

Kato et al.(1997)<sup>1)</sup>は、シミュレーションによって、プレート境界の固着域における応力が地震発生の数年前から低下し始めることを説明し、これによって活動の静穏化が解釈できるとした。この予測に基づいて東海地域の固着域における応力蓄積状況の変化を微小地震活動の変化から検知しようとする場合、どの程度の変化から検出可能であるかを調べた。

現在、東海地域の推定固着域直下のスラブ内微小地震の発生率はきわめて安定している。応力の蓄積割り合いが低下するとするとこれにともなって地震発生率も低下することが期待されるので、年のスケールにわたる発生率低下の検出に焦点を絞ることにする。対象エリアは、第1図(a)の推定固着域周辺(70km×80km)直下のスラブ内地震(M 1.5)である。(b)は1986年6月以来の積算個数、(c)は30日間ごとの地震個数である。1991年4月、1995年4月と2件の目立った突出がみられるが、それぞれ、静岡県中部(M4.7)、駿河湾北部(M5.1)の地震の余震活動による。第2図に各期間ごとの個数分布を示す。全部で147データの内、上記2件を除外すると、平均個数 $\lambda = 6.41 / 30\text{days}$ のポアソン分布によく適合しており、地震の発生がランダムで、発生率が一定していることを示している(横軸を8区間にまとめた場合のポアソン分布への適合度は $\chi^2 = 2.85 < \chi^2(n=8, \gamma=5\%) = 15.51$ )。第3図は、地震個数にあるしきい値を導入し個数がこれ以下で発生率が低下したという判断を下す場合、その判断が誤りである状況を図示したものである。 $\alpha$ は、発生率の変化がないにもかかわらず低下したと誤った判断を下す確率(第1種の過誤)を、 $\beta$ は、実際に低下したにもかかわらずこれを見逃してしまう確率(第2種の過誤)を示す。

第1表は、1年間(365日)の地震個数から発生率低下を判断するための基準を

[ n個以下、例えばn = 57 ]

と設定した場合の $\alpha$ 、および、発生率が-10%~-50%の巾で実際に低下した場合この基準では見逃してしまう確率 $\beta$ を表にしたものである。一方、第2表は、30日間ごとに地震個数をカウントした時、n個以下の状態がk回連続することを判断の基準にした場合の誤り率 $\alpha$ を示す。括弧内は、観測データから得られた結果であるがポアソン分布からの期待値とほぼ一致している。この表から、破線で囲ったように $\alpha$ が1%以下になる場合を取り上げると、次の4つの基準があげられる。

[ 5個以下が連続5回出現 ]

[ 4個以下が連続4回出現 ]

[ 3個以下が連続3回出現 ]

[ 2個以下が連続2回出現 ]

第3表は、実際の発生率低下（-10%～-50%）があったとして、約1年間（360日）にわたる観測でも見逃してしまう確率 $\beta$ （12個の事象の並びに対してk個の連が一度も出現しない確率）を示す。例えば30%の発生率低下に対しての基準で見逃しが起きる確率は49%となる。

実際の観測データでは12年間にわたって上記のいずれかの基準に達したことは1度もないが、仮に30%以上の発生率低下があれば1年間程度の観測でこれを検出することが可能という結論が得られる。この場合、の基準の方が、～よりも $\beta$ が小さく検知能力が高いと思われるが、他方、中規模地震の余震活動等による擾乱に弱く、また、後者の方が早い段階で検知される可能性が高いなど、両者には一長一短がある。

このような判断基準によって年のスケールでの事前変化を検出することは、地殻歪等による直前の異常検出の信頼度を確保する意味で非常に重要である。

（松村正三）

#### 参 考 文 献

- 1) Kato, N., M. Ohtake, T. Hirasawa: Possible Mechanism of Precursory Seismic Quiescence: Regional Stress Relaxation due to Preseismic Sliding, *Pure appl. geophys.*, **150** (1997), 249-267 .

第1表 1年間(365日)の地震個数がn個以下であることを判断基準とした場合の $\alpha$ と $\beta$ 。

Table.1  $\alpha$  and  $\beta$  for the criterion that earthquake number for 1 year is less than or equal to n.

( $\lambda$  : eqs/ 365 days)

n \ $\lambda$	78.0(-0%)	70.2(-10%)	62.4(-20%)	54.6(-30%)	46.8(-40%)	39.0(-50%)
	$\alpha$	$\beta$	$\beta$	$\beta$	$\beta$	$\beta$
5 7	0.8 %	93.9 %	72.8 %	34.0 %	6.3 %	0.3 %
5 6	0.6 %	95.3 %	76.9 %	39.0 %	8.1 %	0.4 %
5 5	0.4 %	96.4 %	80.7 %	44.2 %	10.4 %	0.6 %
5 4	0.3 %	97.3 %	84.1 %	50.0 %	13.1 %	0.9 %

第2表 30日間ごとに地震個数をカウントした時, n個以下の状態がk回連続することを判断基準とした場合の $\alpha$ 。

Table.2  $\alpha$  for the criterion that the state of earthquake number not exceeding n/30 days continues for at least k successive periods.

$\lambda = 6.41$  eqs/ 30 days

n \ k	1	2	3	4	5	6
	6	54.1 % ( 54.4)	29.2 % ( 27.9)	15.8 % ( 11.6)	8.5 % ( 5.4)	4.6 % ( 1.4)
5	38.2 % ( 36.1)	14.6 % ( 11.6)	5.6 % ( 2.7)	2.1 % ( 1.4)	0.8 % ( 0.0)	0.3 % ( 0.0)
4	23.4 % ( 19.7)	5.5 % ( 4.1)	1.3 % ( 1.4)	0.3 % ( 0.0)	0.1 % ( 0.0)	0.0 % ( 0.0)
3	11.8 % ( 8.8)	1.4 % ( 0.0)	0.2 % ( 0.0)	0.0 % ( 0.0)	0.0 % ( 0.0)	0.0 % ( 0.0)
2	4.6 % ( 4.1)	0.2 % ( 0.0)	0.1 % ( 0.0)	0.0 % ( 0.0)	0.0 % ( 0.0)	0.0 % ( 0.0)

$\alpha$

第3表 第2表の基準で1年間監視する場合に見逃す確率 $\beta$ 。

Table.3  $\beta$  for the case that the seismicity is continuously monitored for 1 year under the same criterion as Table 2.

Table 2.

$\lambda = 5.77 \text{ eqs/ 30 days ( -10 \% )}$

n \ k	1	2	3	4	5	6
6	0.0 %	1.5 %	15.8 %	40.4 %	62.7 %	77.7 %
5	0.0 %	10.8 %	45.1 %	73.1 %	87.9 %	94.8 %
4	1.0 %	38.6 %	78.3 %	93.5 %	98.1 %	99.5 %
3	10.2 %	74.5 %	95.7 %	99.3 %	99.9 %	100.0 %
2	40.2 %	94.6 %	99.6 %	100.0 %	100.0 %	100.0 %

B

$\lambda = 5.13 \text{ eqs/ 30 days ( -20 \% )}$

n \ k	1	2	3	4	5	6
6	0.0 %	0.2 %	5.2 %	20.1 %	40.3 %	57.2 %
5	0.0 %	3.1 %	23.6 %	51.3 %	72.3 %	85.0 %
4	0.2 %	19.2 %	58.9 %	83.1 %	93.5 %	97.6 %
3	3.3 %	55.6 %	88.5 %	97.4 %	99.4 %	99.9 %
2	23.3 %	87.6 %	98.7 %	99.9 %	100.0 %	100.0 %

$\lambda = 4.49 \text{ eqs/ 30 days ( -30 \% )}$

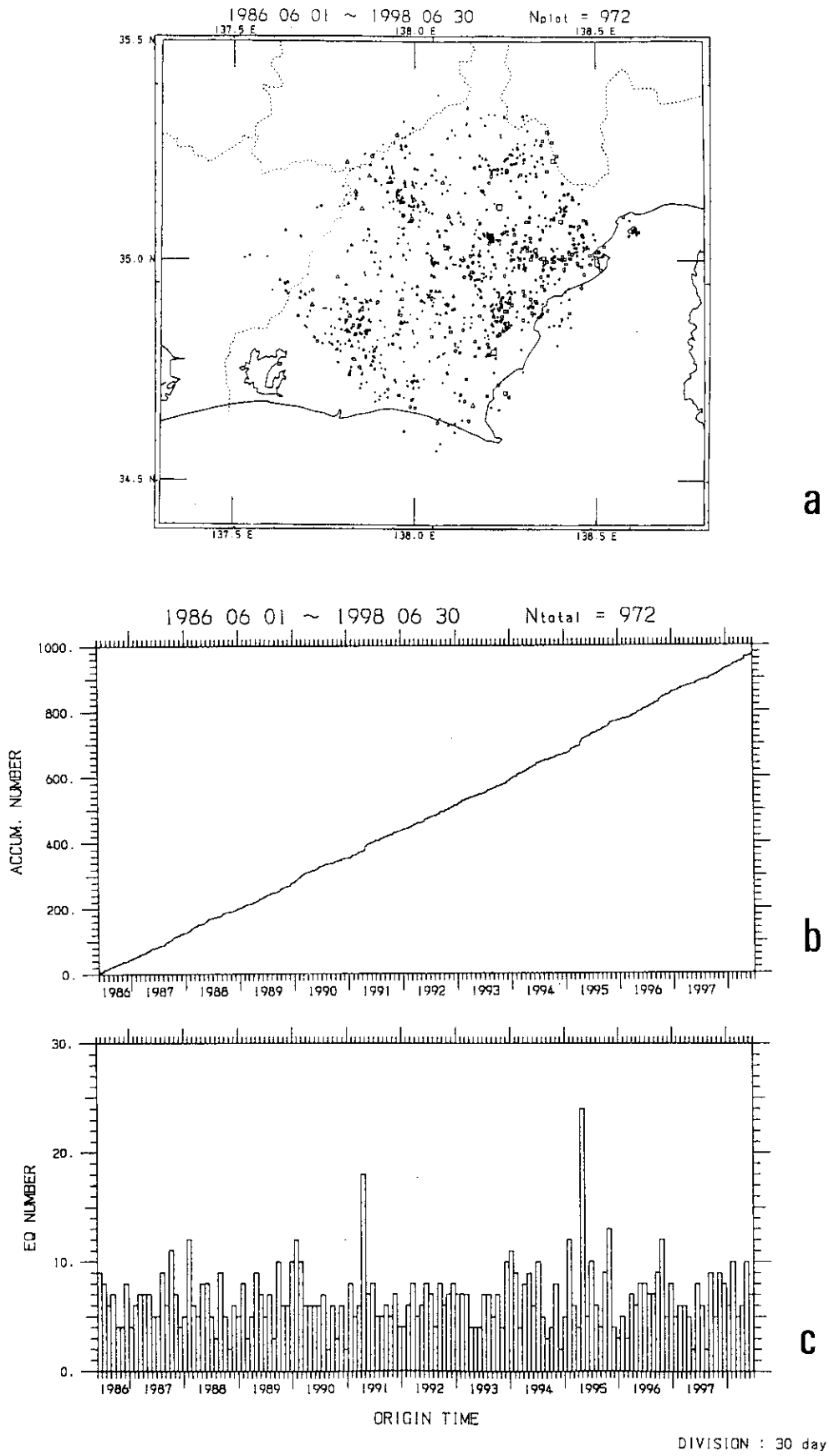
n \ k	1	2	3	4	5	6
6	0.0 %	0.0 %	1.1 %	6.9 %	20.7 %	33.2 %
5	0.0 %	0.5 %	8.4 %	27.4 %	49.1 %	66.0 %
4	0.0 %	6.4 %	34.6 %	63.5 %	81.7 %	91.1 %
3	0.6 %	32.7 %	73.5 %	91.3 %	97.3 %	99.2 %
2	9.9 %	74.0 %	95.5 %	99.3 %	99.9 %	100.0 %

$\lambda = 3.85 \text{ eqs/ 30 days ( -40 \% )}$

n \ k	1	2	3	4	5	6
6	0.0 %	0.0 %	0.1 %	1.5 %	9.2 %	13.8 %
5	0.0 %	0.0 %	1.8 %	9.8 %	25.5 %	39.9 %
4	0.0 %	1.2 %	13.7 %	37.0 %	59.4 %	75.1 %
3	0.0 %	13.0 %	49.2 %	76.3 %	89.8 %	95.8 %
2	2.6 %	52.0 %	86.7 %	96.8 %	99.2 %	99.8 %

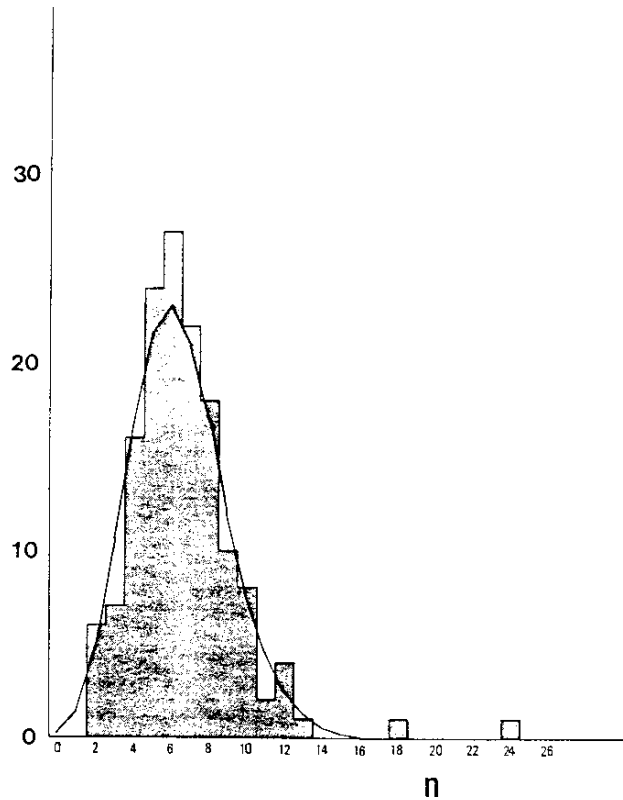
$\lambda = 3.20 \text{ eqs/ 30 days ( -50 \% )}$

n \ k	1	2	3	4	5	6
6	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.2 %	3.9 %	3.6 %
5	0.0 %	0.0 %	0.2 %	2.0 %	10.6 %	16.5 %
4	0.0 %	0.1 %	3.0 %	13.9 %	31.9 %	47.8 %
3	0.0 %	2.8 %	22.3 %	49.6 %	70.9 %	84.0 %
2	0.3 %	25.9 %	67.0 %	87.9 %	95.8 %	98.6 %



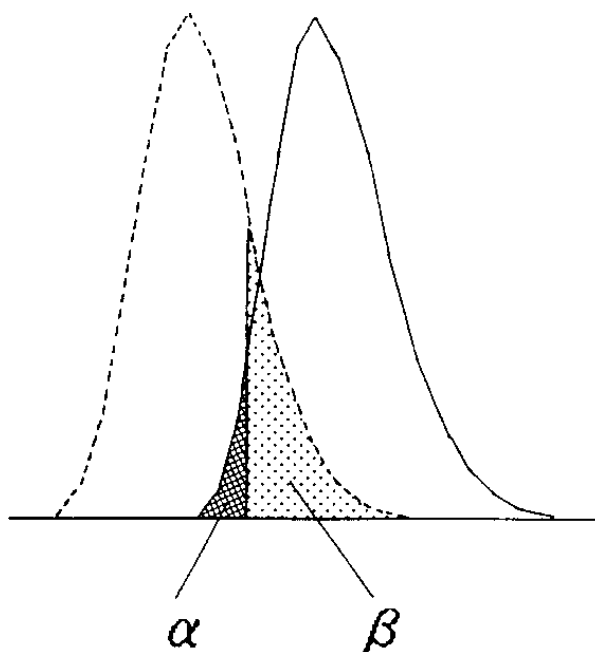
第 1 図 推定固着域直下のスラブ内地震活動。 a : 震央分布 , b : 蓄積個数 , c : 30 日間の個数。

Fig.1 Microearthquakes occurred in the subducted slab just beneath the inferred locked zone. a: epicenter distribution, b: accumulated frequency of earthquakes, c: frequency for every 30 days.



第 2 図 30 日間の地震個数分布と平均個数  $\lambda = 6.41 / 30\text{days}$  のポアソン分布との対比。

Fig.2 Distribution of earthquake frequency for 30 days, and a Poisson distribution with an average of  $\lambda = 6.41 / 30\text{days}$ .



第 3 図 しきい値以下で発生率低下と判断する場合の 2 種類の過誤。  $\alpha$  : 判断が誤りである確率 ,  $\beta$  : 実際の低下を見逃す確率。

Fig.3 Two kinds of errors in a judgement for seismicity lowering.  $\alpha$ : error of the first kind that is the probability of misjudgement under a given criterion,  $\beta$ : error of the second kind that is the probability of mishiitting.