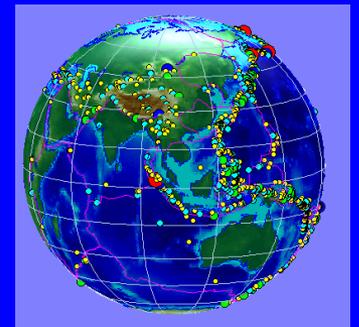


地震カタログと地震活動の定常性, 長記憶性

野口伸一 (防災科研)

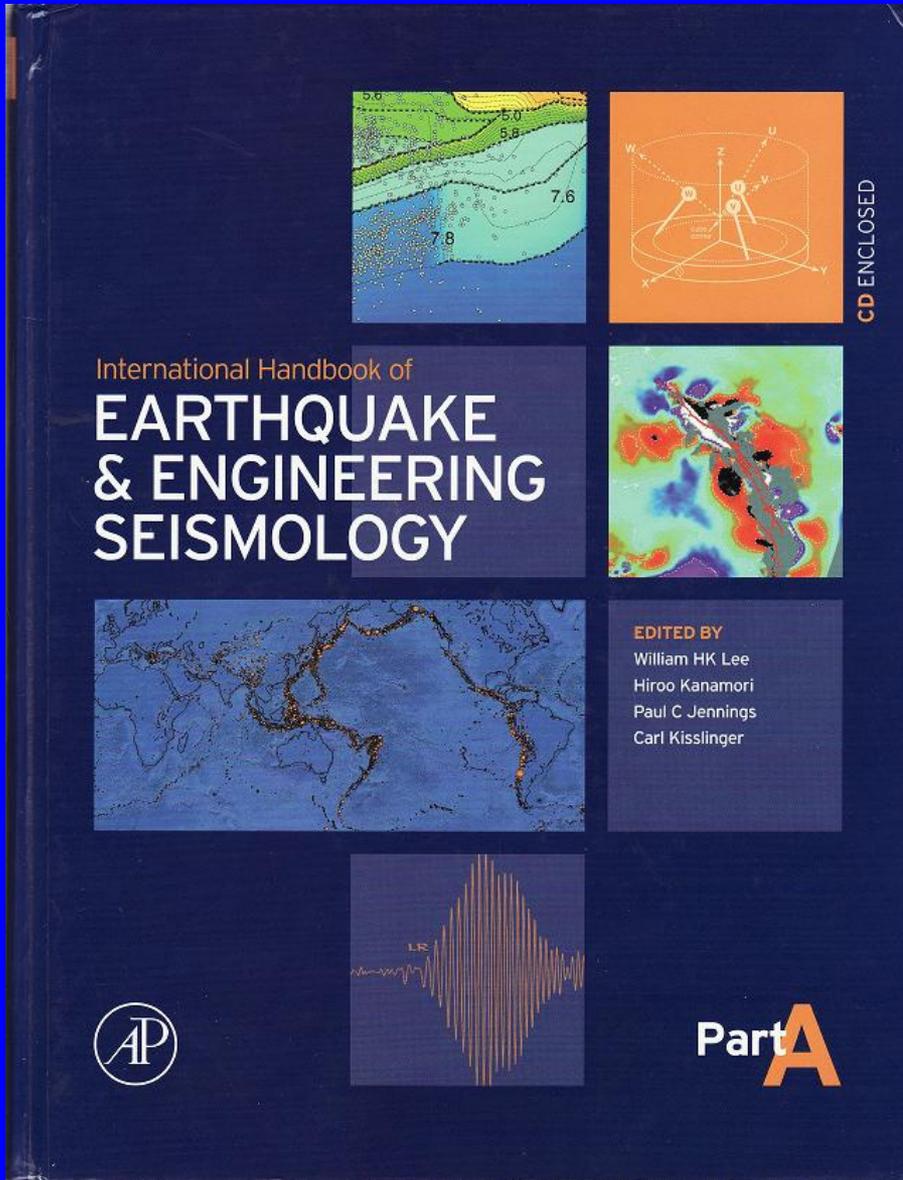
Earthquake catalog, stationarity and long-range correlation of seismic activity

Shin-ichi NOGUCHI (NIED)



outline

- Engdahl & Villaseñor (2002) の Centennial Catalog の構成 (CENT7.CAT, CENT.CAT)
- 特に「1900-1999年のマグニチュード ≥ 7 の地震リスト」について
- その中の, Pacheco and Sykes (1992)の「1900-1989年の地震モーメントカタログ」の影響
- 長期的活動の変化と2004年スマトラ沖地震



International Handbook of Earthquake and Engineering Seismology



PART A

Edited by

William H. K. Lee, Hiroo Kanamori, Paul C. Jennings, and Carl Kisslinger

A project of the Committee on Education
International Association of Seismology and Physics of the Earth's Interior

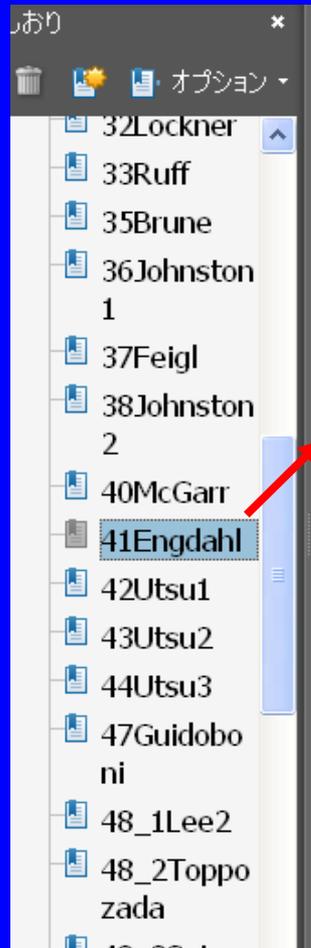
in collaboration with
International Association for Earthquake Engineering

Published by Academic Press for
International Association of Seismology
and Physics of the Earth's Interior

 **ACADEMIC PRESS**
An imprint of Elsevier Science

Amsterdam Boston London New York Oxford Paris
San Diego San Francisco Singapore Sydney Tokyo

Global Seismicity: 1900-1999 by E.R. Engdahl and A. Villasenor (2002) Handbook CD#1



41Engdahl—“Global Seismicity: 1900-1999”

[readme.txt](#) file for this folder



A Listing of CENT7.CAT: Global Earthquake Catalog of Magnitude ≥ 7
([Cent7_cat.pdf](#))

A Listing of CENT.STN: Global Stations ([Cent_stn.pdf](#))

To use the following files and folder, you need to leave Acrobat



ASCII text file containing the Centennial earthquake catalog (CENT.CAT)
ASCII text file containing a list of global stations (CENT.STN)



ASCII text file containing a catalog of magnitude 7 and greater (CENT7.CAT)
Folder (CentPhaseData) containing CENTYYYY.DAT.Z compressed ASCII text files, where YYYY denotes the year.

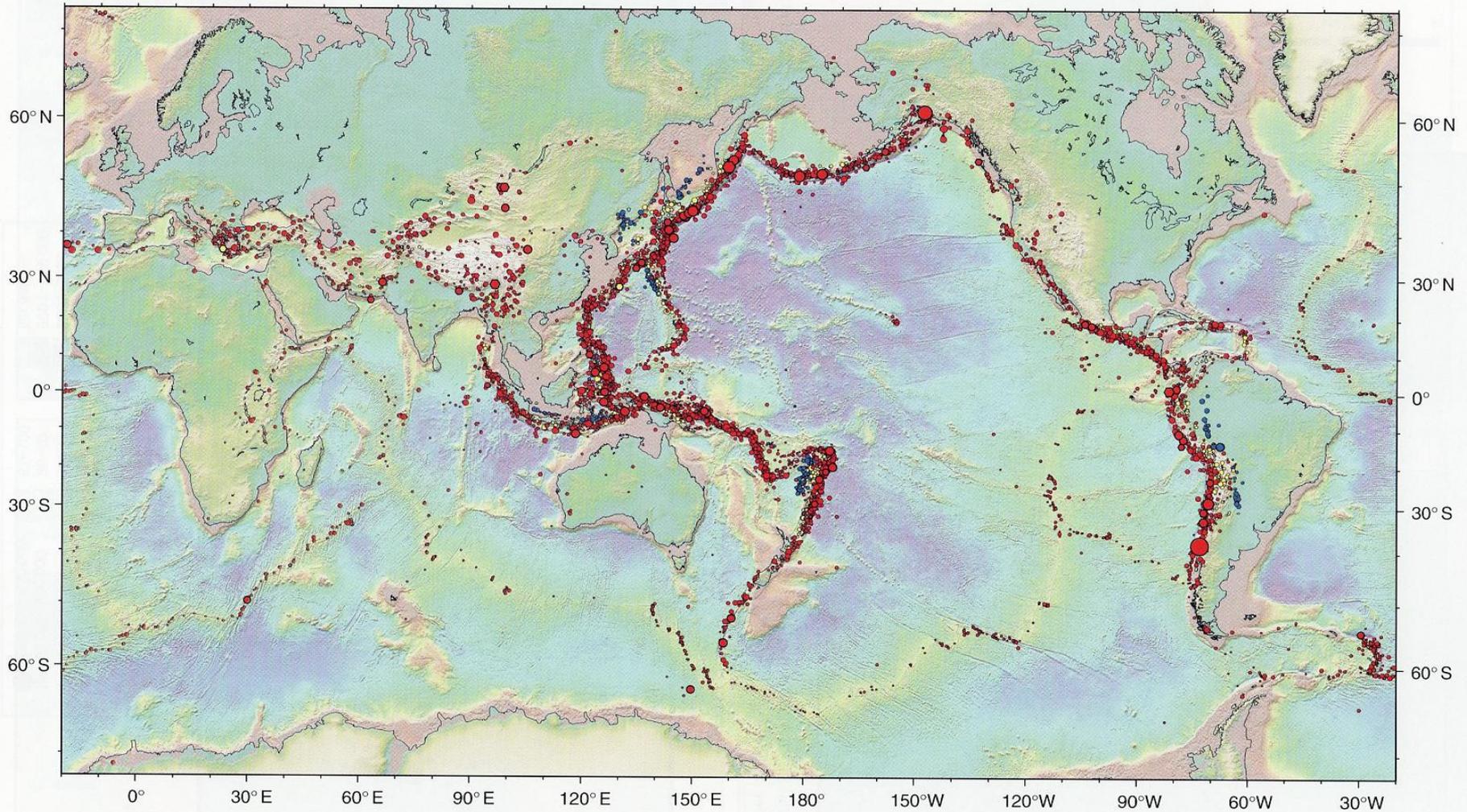
42Utsu1—“A List of Deadly Earthquakes in the World: 1500-2000”

[readme.txt](#) file for this folder

ASCII text file containing a more extensive listing of deadly earthquakes (25 or more deaths) than in the printed volume in a fixed-field format ([DEQ25.txt](#))

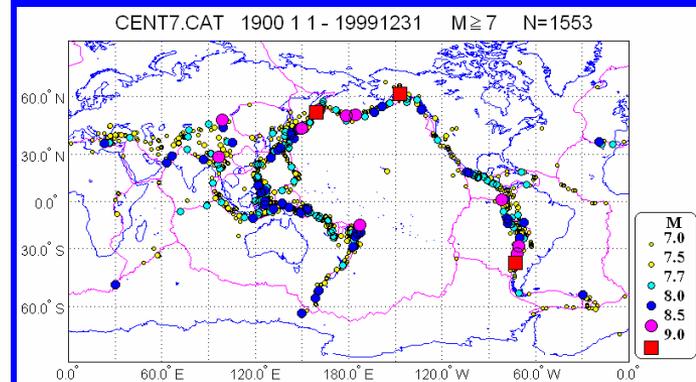
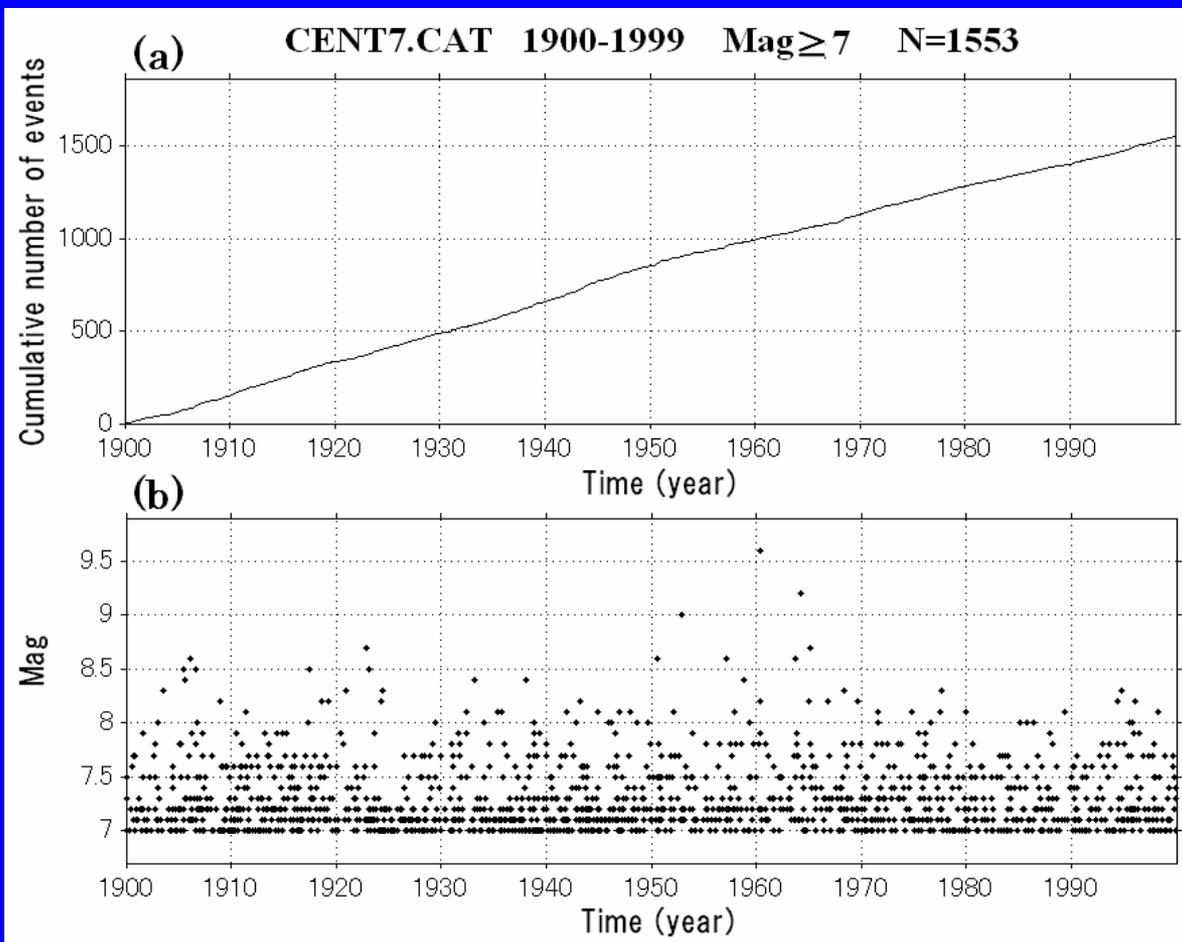
PDF file corresponding to DEO25.txt in a fixed-field format (27 pages;

Centennial Earthquake Catalog (1900–1999)



Color Plate 15 Global earthquake locations from 1900 to 1999 taken from the centennial catalog. Bathymetry/topography are from the database of Smith and Sandwell (1997). Earthquakes relocated in this study are shown by filled circles and unrelocated earthquakes by filled hexagons. Symbol fill is color-coded according to focal depth h : red = shallow events ($h < 70$ km); yellow = intermediate ($70 \leq h < 350$ km); and blue = deep ($h \geq 350$ km). A thick symbol outline is used for events with magnitudes greater or equal than 8.0.

CENT7.CAT の累積度数, M-T図



CENT7.CATのデータセット構成例

Table 1 Example of listing of centennical catalog CENT7.CAT by Engdahl and Villasenor (2002).

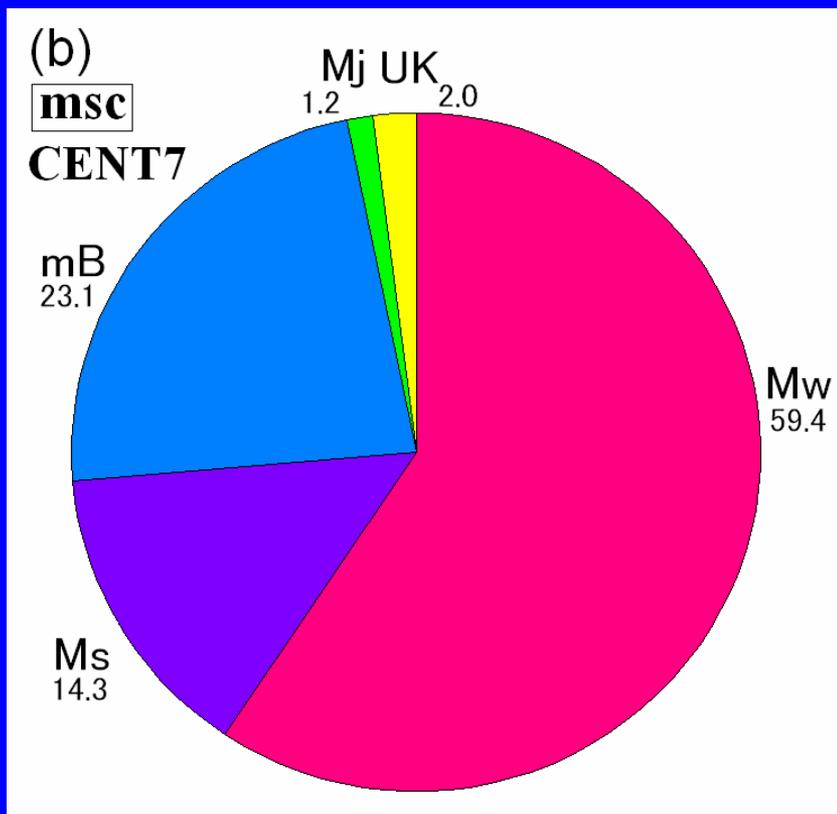
icat	asol,isol	yr	mon	day	hr	min	sec	glat	glon	dep	greg	ntel	mag	msc	mdo	mag	msc	mdo	mag	msc	mdo	mag	msc	mdo
ABE		0	1	5	19	0	0.00	-3.000	102.000	0.0	274	0	7.0	Ms	AN2	0.0			0.0			0.0		
ABE		0	1	11	9	7	0.00	-5.000	148.000	0.0	192	0	7.0	Ms	AN2	0.0			0.0			0.0		
ABE		0	1	20	6	33	0.00	20.000	-105.000	0.0	55	0	7.3	Mw	P&S	7.4	Ms	AN2	7.3	Ms	P&S	8.2	UK	B&D
UTSU		0	1	31	19	22	0.00	48.000	146.000	450.0	663	0	7.5	Mj	UTSU	0.0			0.0			0.0		
UTSU		0	5	11	17	23	0.00	38.700	141.100	5.0	228	0	7.0	Mj	UTSU	6.8	Ms	BJI	0.0			0.0		

マグニチュードデータセット(最大8組)

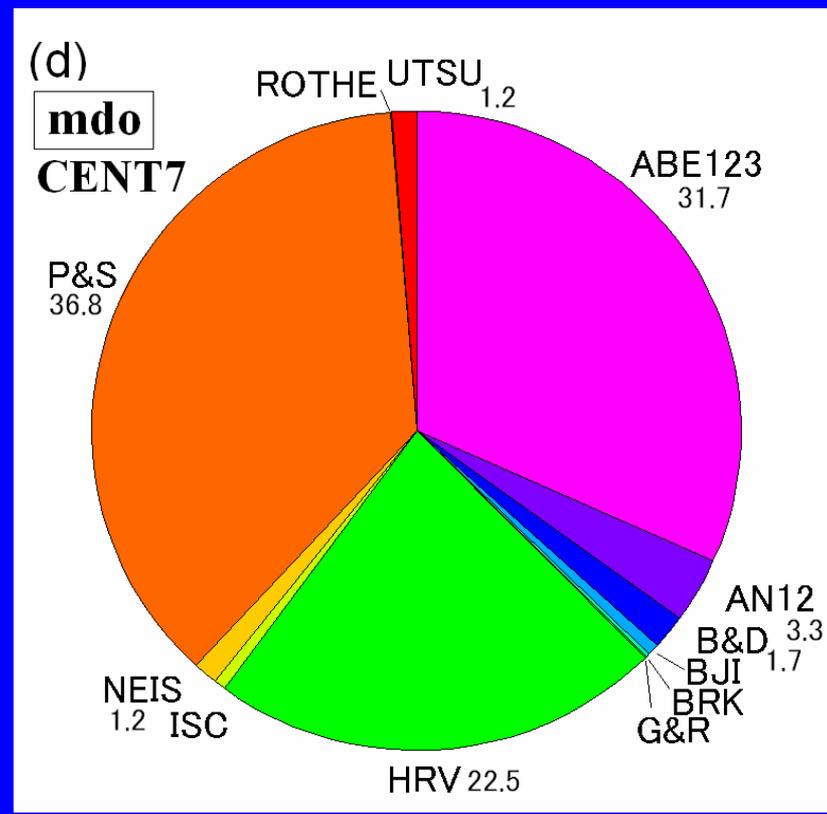
EHB	DEQM	80	7	8	23	19	24.06	-12.485	166.482	55.7	184	226	7.5	Mw	HRV	7.5	Mw	P&S	7.3	Ms	ABE1	7.3	Ms	P&S	7.3	Ms	P&S
EHB	DEQM	80	7	16	19	56	48.66	-4.434	143.579	86.3	202	313	7.3	Mw	HRV	7.4	mB	ABE3	6.3	mb	ISC	6.5	mb	NEIS	6.9	Ms	P&S
EHB	DEQM	80	7	17	19	42	24.60	-12.481	166.004	32.3	184	184	7.8	Mw	HRV	7.8	Mw	P&S	7.7	Ms	ABE1	7.7	Ms	P&S	7.5	Ms	P&S
EHB	DEQM	80	10	10	12	25	25.52	36.141	1.401	12.4	396	248	7.1	Mw	HRV	7.1	Mw	P&S	7.1	Ms	ABE1	7.1	Ms	P&S	7.2	Ms	P&S
EHB	DEQM	80	10	24	14	53	35.62	18.176	-98.235	64.8	523	318	7.2	Mw	HRV	7.0	mB	ABE3	6.3	mb	ISC	6.4	mb	NEIS	6.8	Ms	P&S
EHB	DEQM	80	10	25	7	0	8.51	-22.023	170.135	24.5	189	129	7.1	Mw	HRV	6.7	Ms	ISC	6.7	Ms	NEIS	6.6	UK	PAS	5.7	mb	P&S
EHB	DEQM	80	10	25	11	0	7.43	-21.940	170.054	38.4	189	136	7.5	Mw	HRV	7.5	Mw	P&S	7.0	Ms	ABE1	7.0	Ms	P&S	7.2	Ms	P&S
EHB	DEQM	80	11	8	10	27	35.20	41.110	-124.300	17.3	35	351	7.3	Mw	HRV	7.3	Mw	P&S	7.2	Ms	ABE1	7.2	Ms	P&S	7.3	Ms	P&S

CENT7.CATのマグニチュードの分類

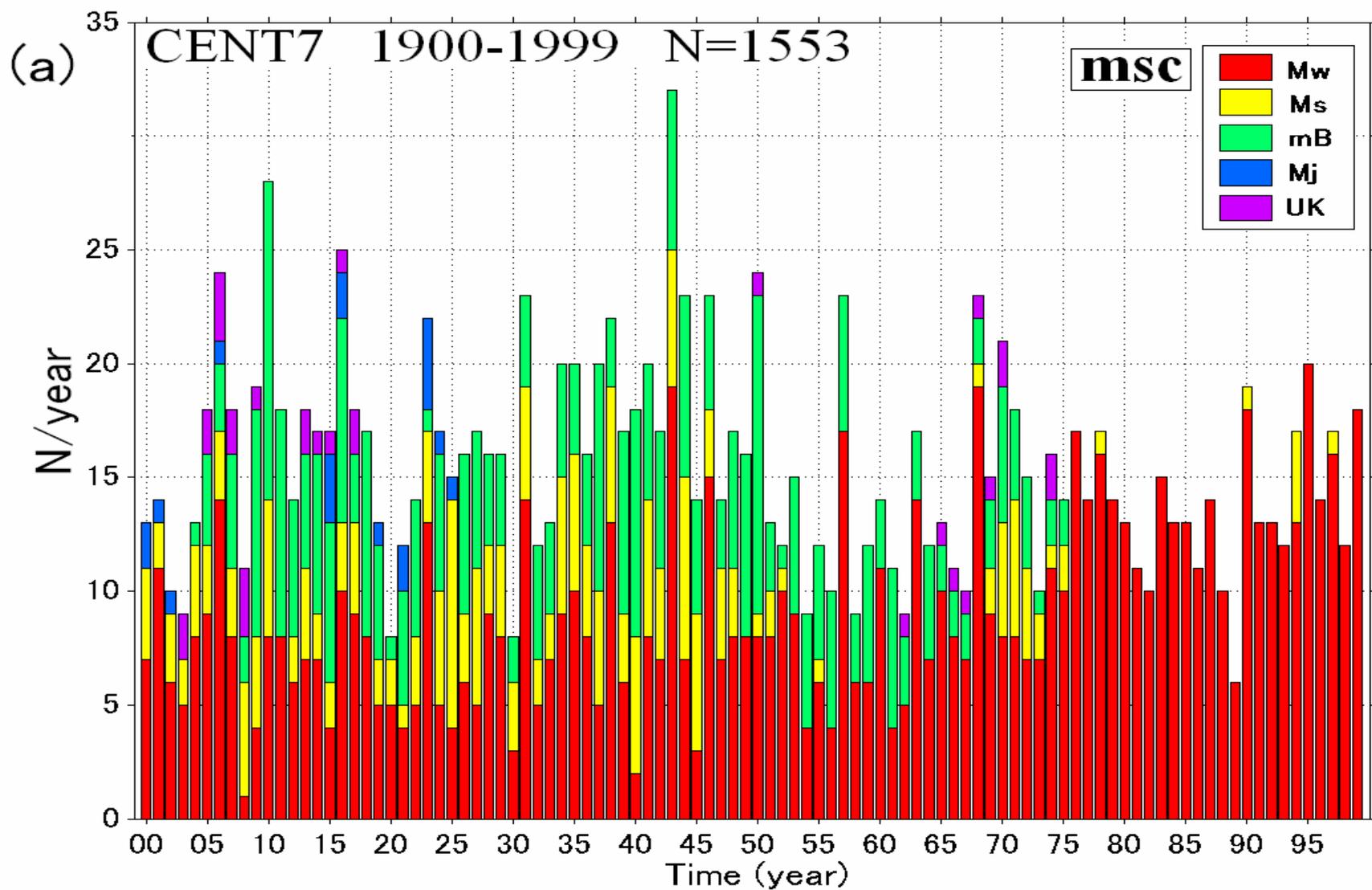
Mの種類(msc)構成



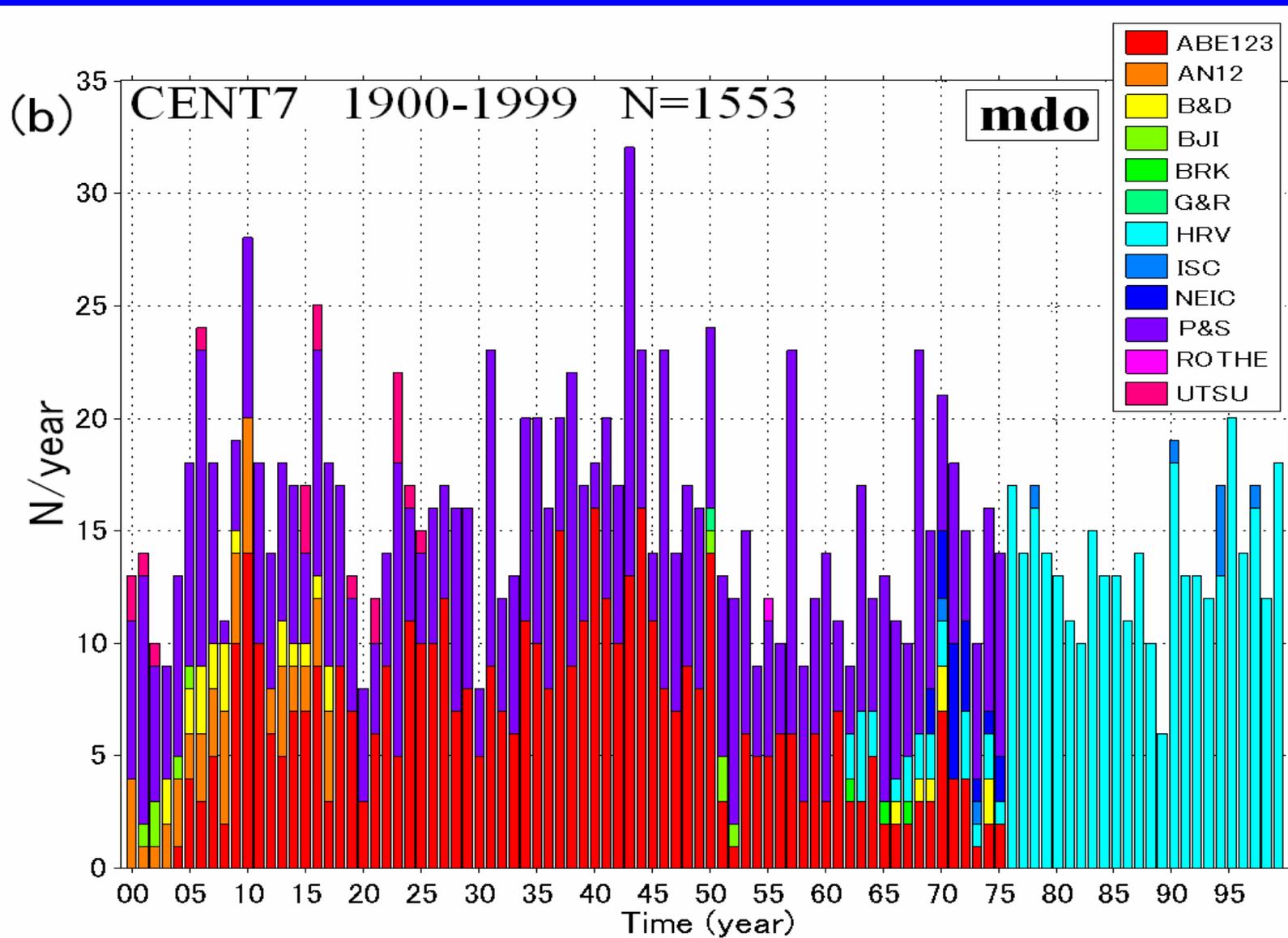
Mの出典(mdo)構成



1年毎の地震数とMの種類



1年毎の地震数とMの出典構成



Pacheco and Sykes , 1992, BSSA, 82

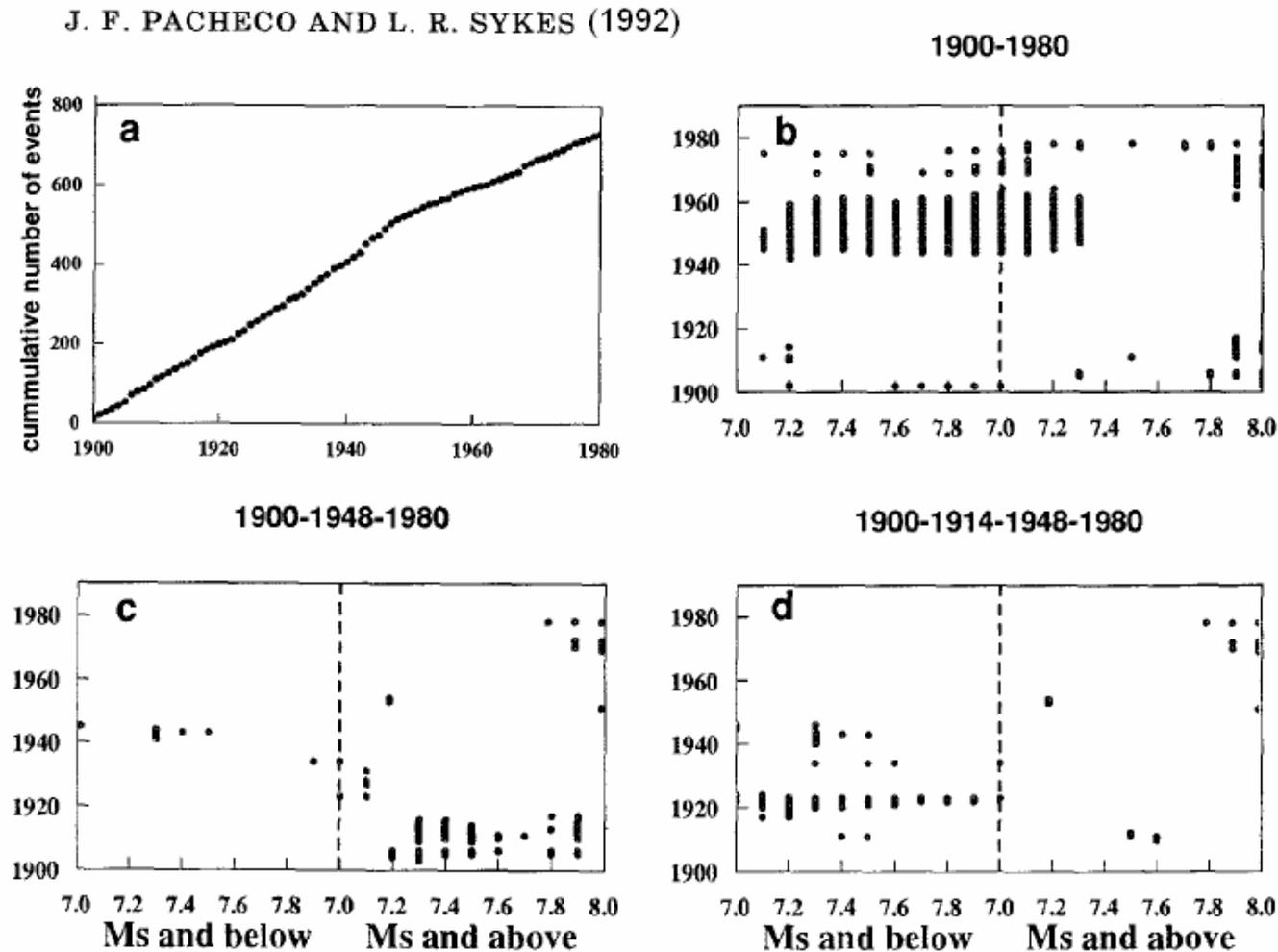
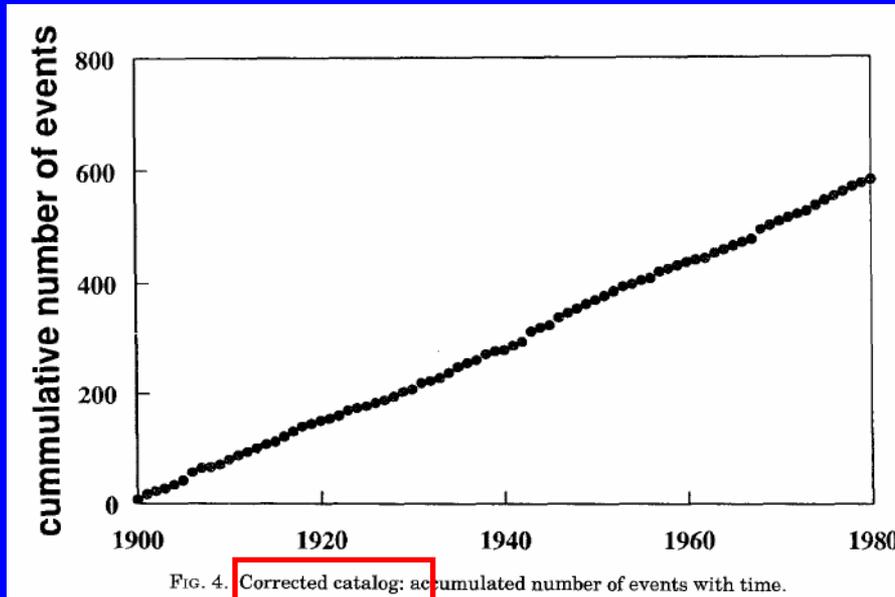
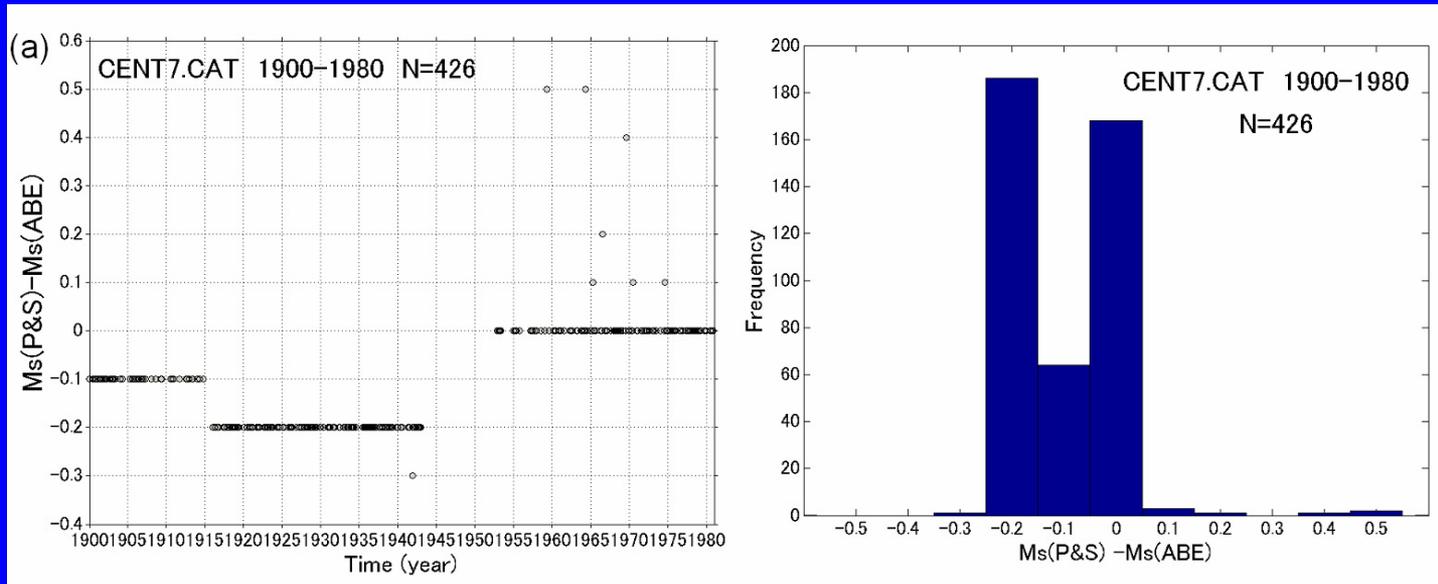


FIG. 2. (a) Cumulative number of large ($M_s \geq 7.0$) events as a function of time from original data by Abe (1981, 1984) and Abe and Noguchi (1983a, b). Test for changes in seismicity rates for the periods; (b) 1900 through 1980; (c) 1900 through 1948 and 1949 through 1980; and (d) 1900 to 1914, 1915 to 1948, and 1949 to 1980. Dots indicates the year and magnitude band with a z value larger than 2.57.

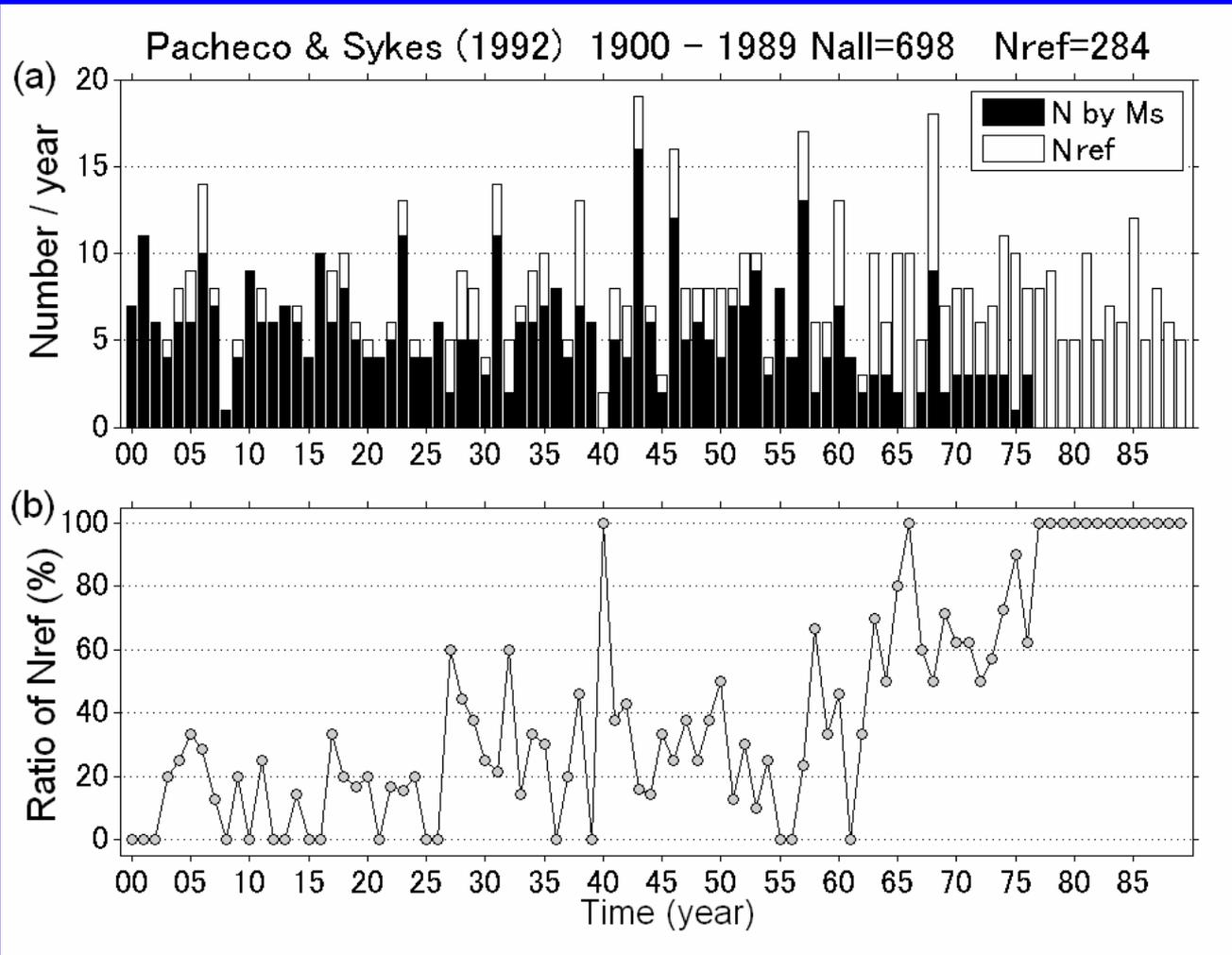
Pacheco and Sykes , 1992, BSSA, 82



CENT7.CATによる M_s (P&S)と M_s (ABE)の相違とヒストグラム



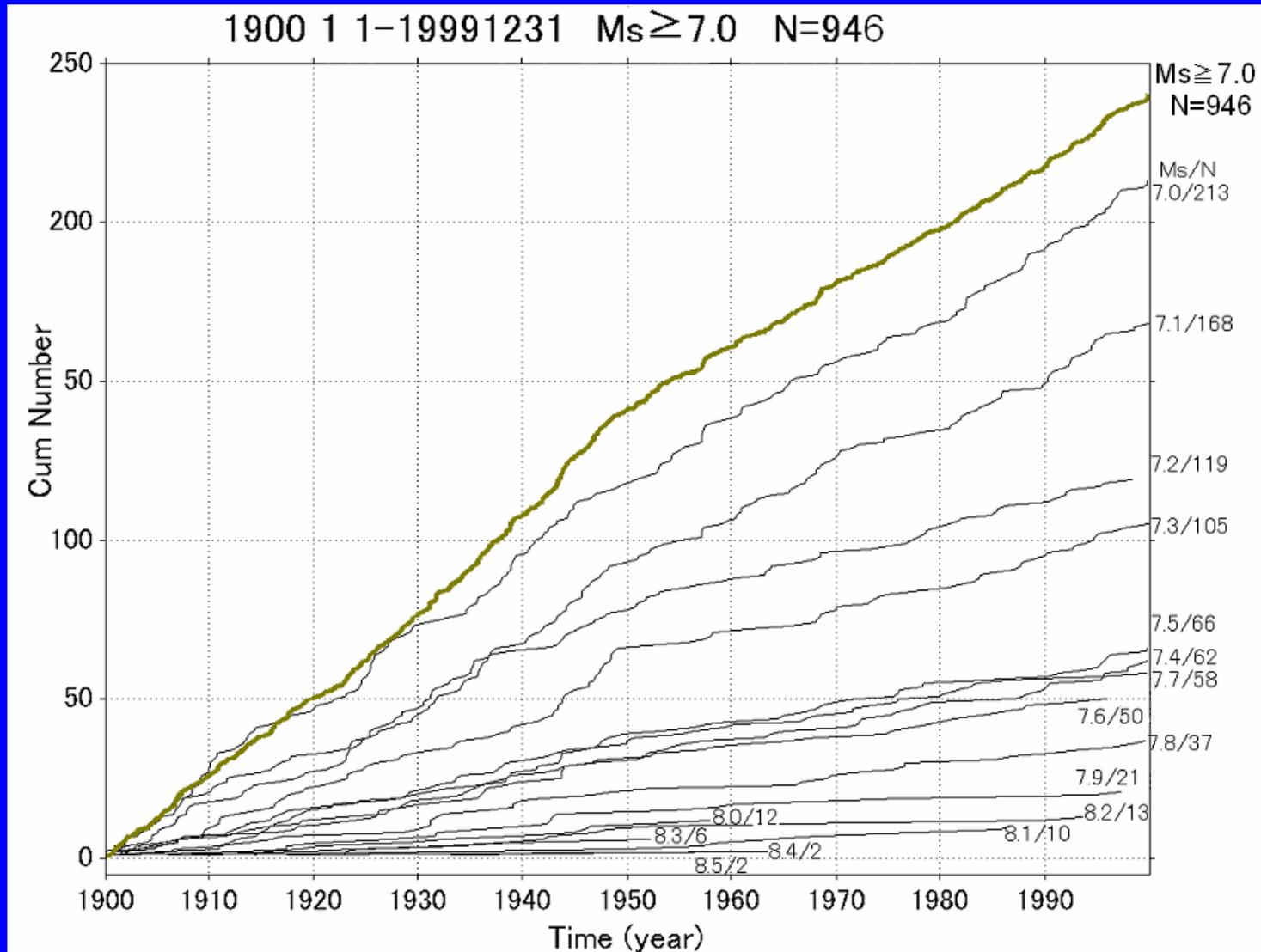
Pacheco and Sykes (1992)の地震モーメントのカタログの中味



黒塗りは、'補正したMs'から、Ekstrom and Dziewonski (1988)の、Msと地震モーメント M_0 の経験式を用いて、一律に M_0 に変換した地震。

CENT7. CATに基づく M_s (ABE) (1900~1980年)および M_s (PDE, ISC) (1981~1999年)の累積度数($M_s \geq 0.1$ 毎及び総数)

注:必ずしもCENT7.CATを代表するMではないので,総数はCENT7. CATの総数より少ない.



Ogata & Abe, 1991, Some statistical features of the long-term variation of the global and regional seismic activity

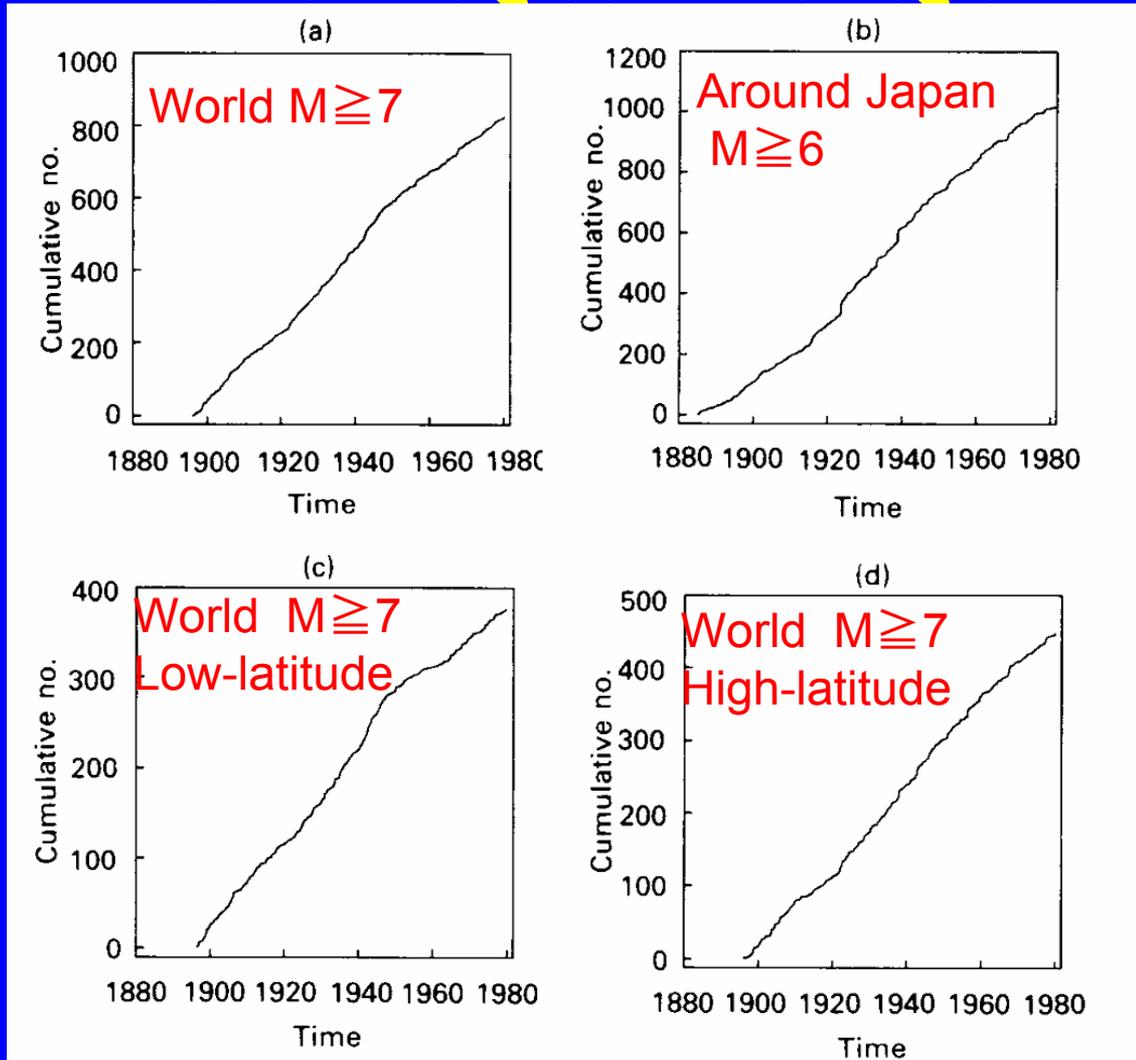


Figure 1. Cumulative number of shallow earthquakes (a) with $M_S \geq 7$ in the world for the period 1897–1980; (b) with $M_J \geq 6$ in the regional area around Japan for 1885–1980; (c) $M_S \geq 7$ in low latitude area, $|\theta| \leq 20^\circ$, of the world for the period 1897–1980; (d) and $M_S \geq 7$ in high latitude area, $|\theta| > 20^\circ$, of the world for the period 1897–1980; where θ is latitude.

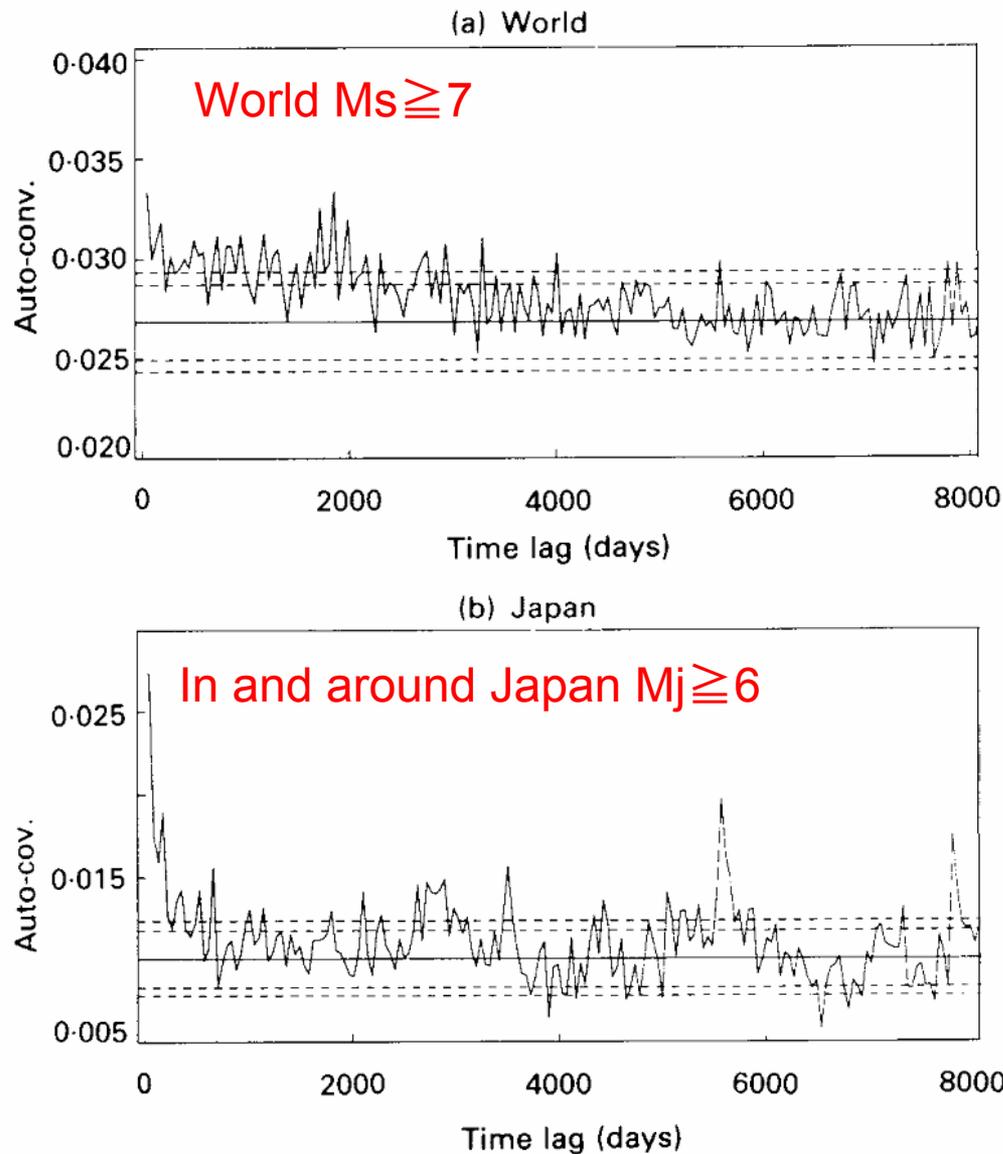


Figure 2. Auto-covariance of occurrence times of earthquakes versus time lags (a) in the world for earthquakes with $M_s \geq 7.0$, and (b) in and around Japan for earthquakes with $M_j \geq 6.5$. Solid line, mean occurrence rate; dotted lines, 95.5% and 99.7% error bounds for individual estimates under the assumption of the stationary Poisson process.

地震の発生時間の自己共分散関数とtime-lag
Ogata & Abe (1991)

Similarity index H
($0 < H \leq 1$)

- $\frac{1}{2} < H < 1$: long range dependence (positive auto-covariance)

... Perez and Sholz (1984)は「世界規模の大地震発生率は一定である」という仮説のもとで、1896～1980年を3区間に分けて各々の区間の地震発生率に関する平均値の差の検定を行なった。その結論としては阿部カタログが不均質であり、その原因として考えられるのは1922～1948年の間マグニチュードをおよそ0.2過大評価(over-estimate)しているためであると言うのである。しかし、このマグニチュードの過大評価という結果は使用された地震計の特性や原記録に基づくものではない.....

高緯度地方の地震活動変化は宇津カタログによる日本周辺地域のものと大変良く似ている..... 二つのカタログは地震波の異なった部分を使った、異なったマグニチュードの決定法に基づいたものにも拘らず、一世紀を通して似通った発生率変化を示している。したがって、宇津・阿部両カタログの地震発生率の変化が、不均質によるというより、実際の地震活動の変化であると考えた方が自然である。すなわち1920～40年代で地震発生率が高くそれ以降現在に至るまでは低いと考えられる。

全地球的な地震活動が「定常」であるのは有限な地球のなかの確率過程として自然な前提である。しかし、非定常なトレンドと見違えるような阿部データの折れ線状の地震数の累積曲線はどう理解したら良いのであろうか。Perez and Scholzは「世界の大地震は一割未満の余震を除けば地震発生時は定常ポアソン過程にしたがっている」という仮定をしている。しかしOgata and Abe (1991)の統計解析によると、世界の大地震の発生時系列は、通常の中小地震と同様、長記憶性(long-range correlation)を示すことが確認された。

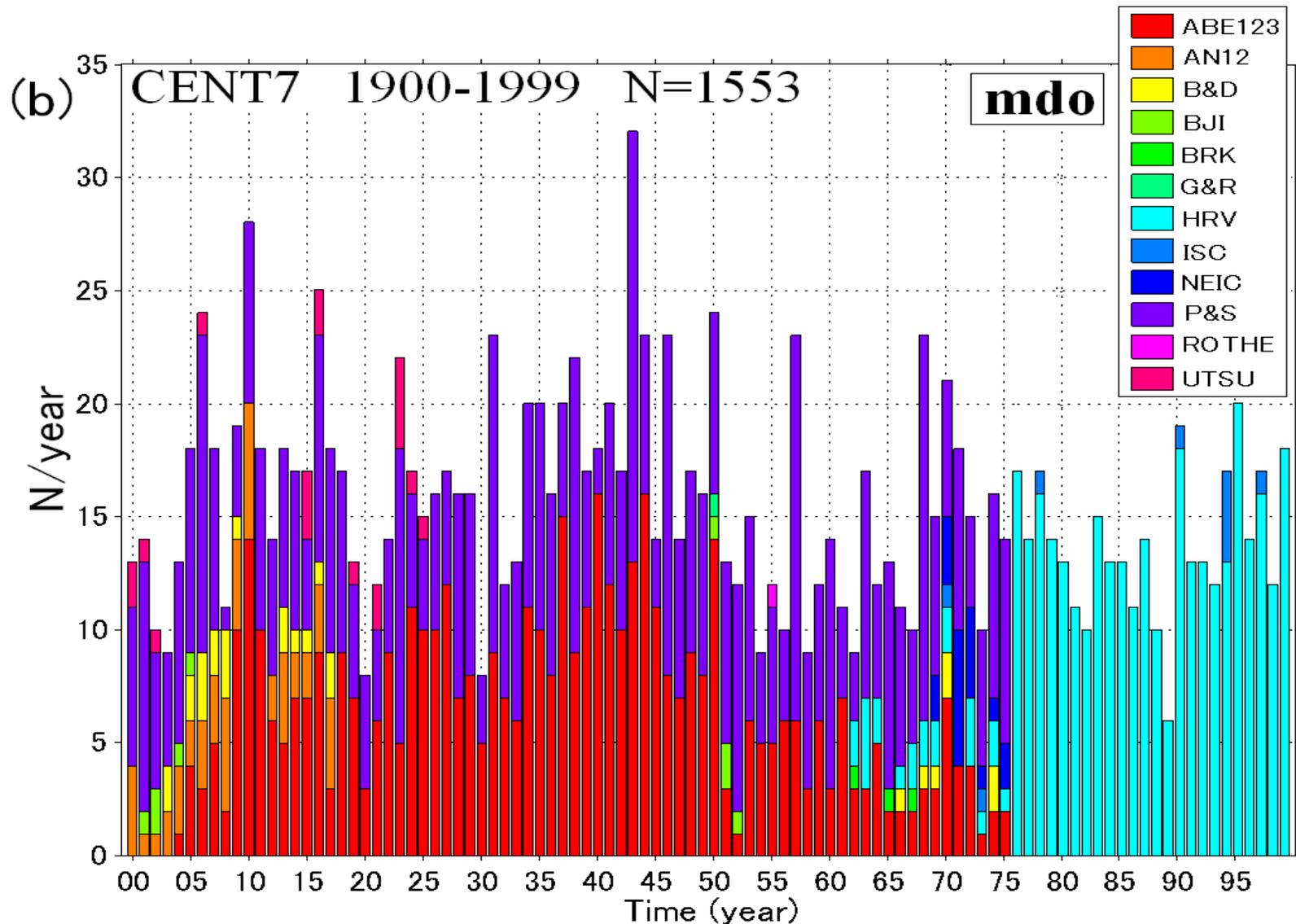
あるマグニチュード M_z 以上の地震数は, M_z に非常に敏感で, M_z が0.1変れば20~30%, 0.3変れば2倍違ってくる. したがって, 観測状況の変化などによって, マグニチュードに系統的な偏差が少し生じると, すぐ積算曲線の傾斜に現れてくる.

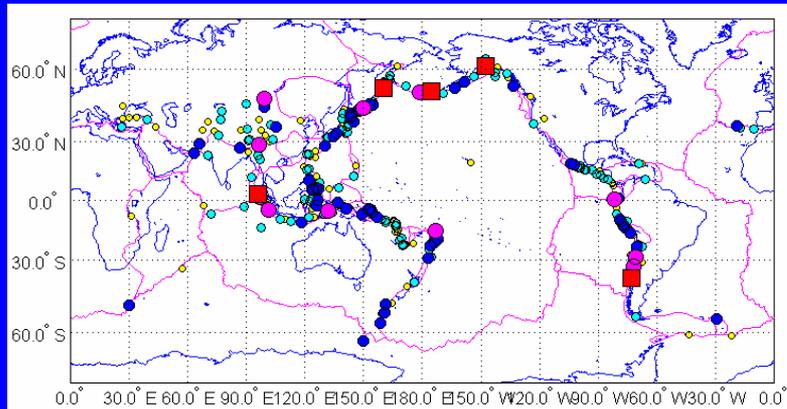
しかし長期的に(たとえば10年のオーダーで)見て積算曲線の傾きが違うからといって, マグニチュード決定(またはその他の観測条件)が違っていると直ちにいけない.

Perez・Scholz (1984, BSSA74,669)は阿部の世界の $M7.0$ 以上の地震カタログは, 1922~48年の M が0.2ほど系統的に大きいとしている. しかし, 「地球の地震活動は長期的には一様だから $M7.0$ 以上の地震の発生率が長期的に変動するはずはない」といえるだろうか(尾形・阿部, 1991, ISR59, 139;尾形, 1993, TG22, 413参照).

Pacheco・Sykes(1992, BSSA82, 1306)は上記期間の M を0.2引いたカタログ(モーメントカタログと称しているが大部分はマグニチュードからの換算)を出している.

以上のような背景, 事情を持つCENT7. CATであること

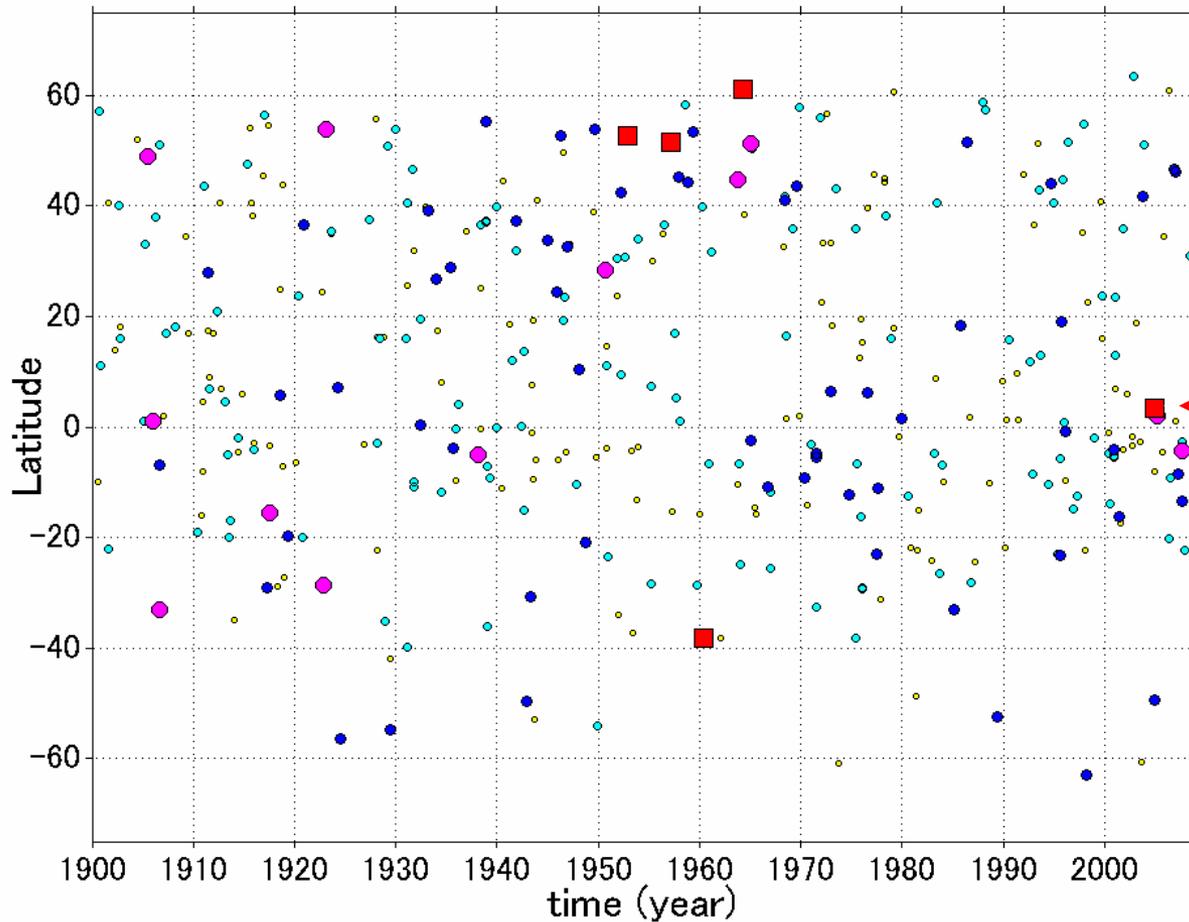




1900 11-2008 520 $M \geq 7.5$
 Dep:0-100 N=368

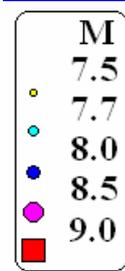
References

Catalogs: Engdahl, E. R. & Villasenor (2002),
 Utsu, T. (1999), Harvard Global moment tensor catalog, USGS/NEIS PDE catalog,
 Plate boundaries: Bird, P. (2003).

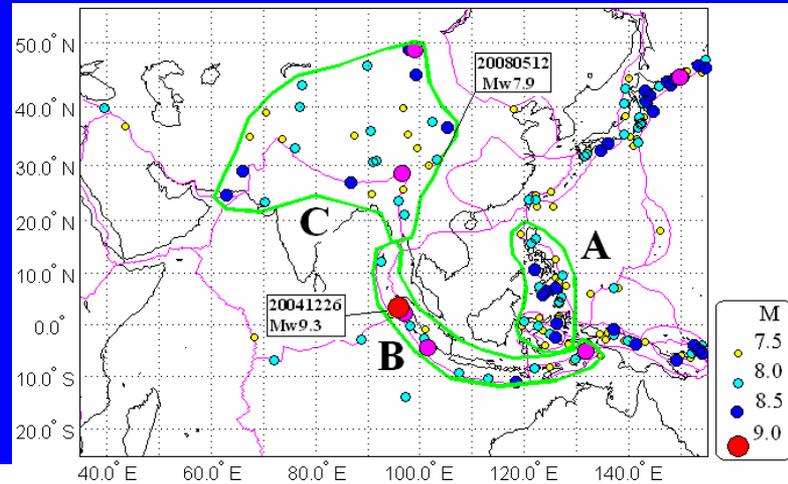


Sichuan
 20080512
 Mw7.9

Sumatra
 20041226
 Mw9.3

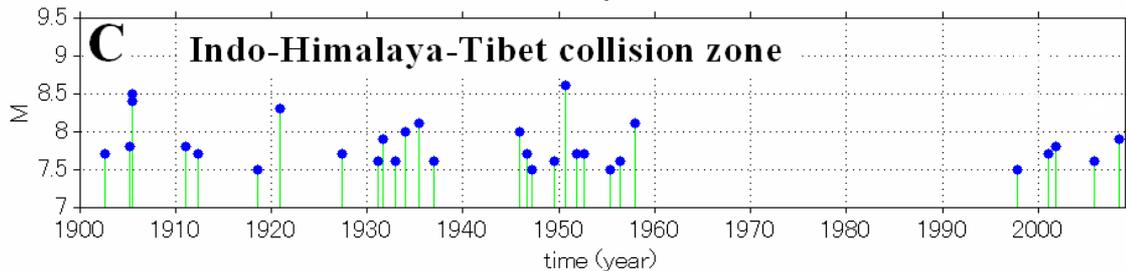
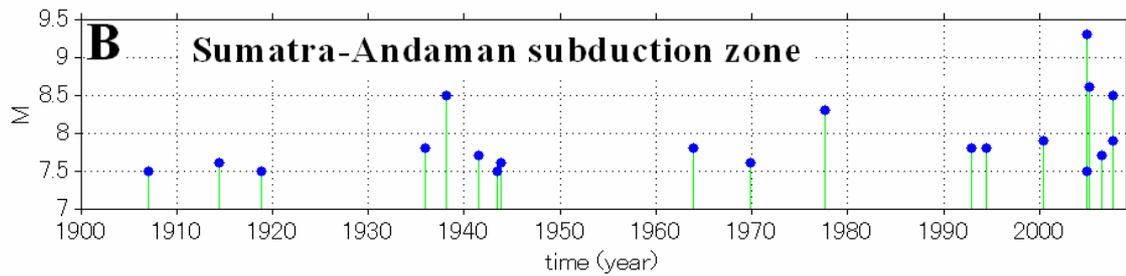
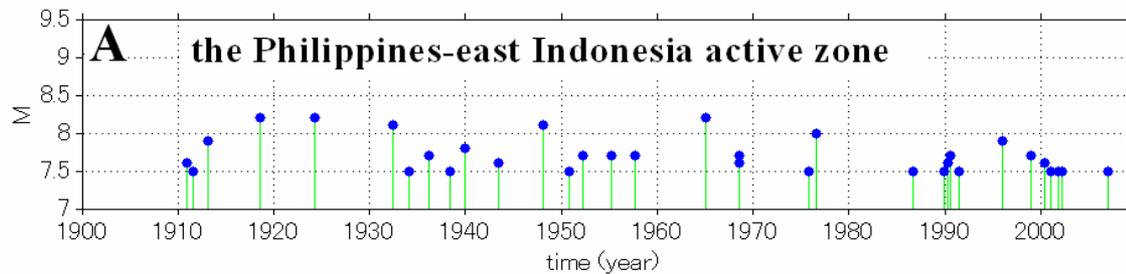


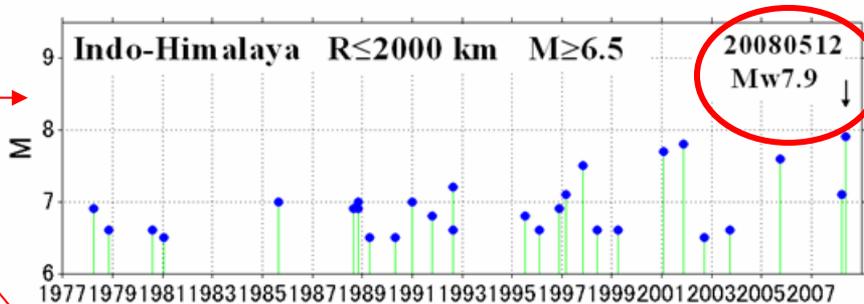
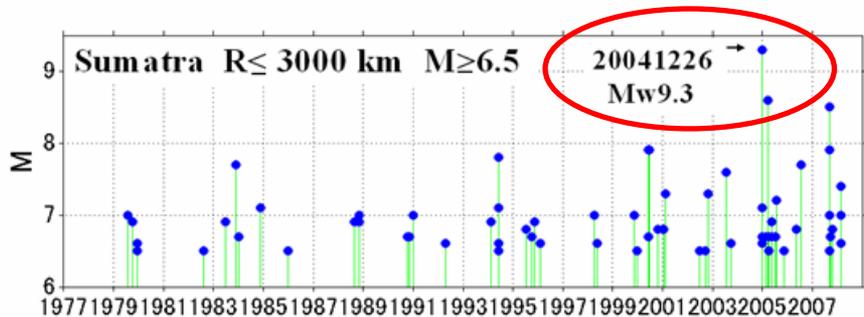
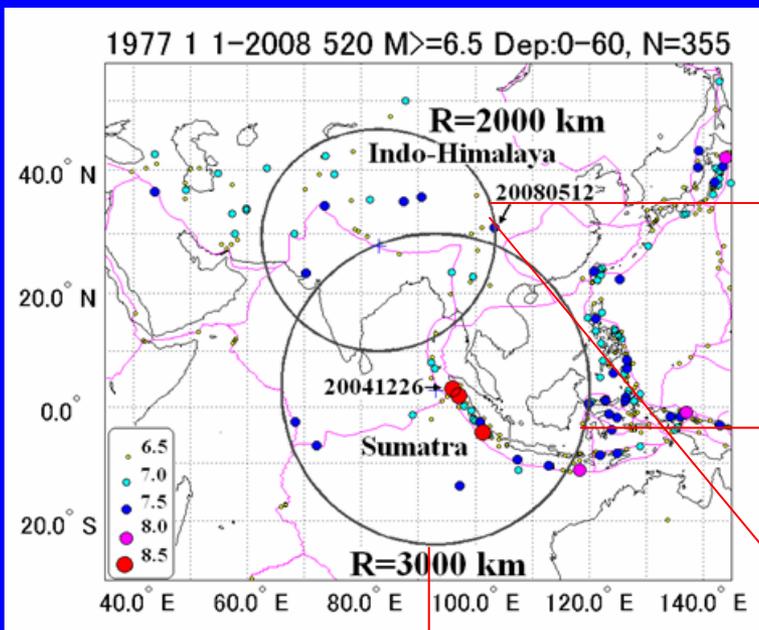
M-t plot in regions A, B, and C with $M \geq 7.5$ and depth ≤ 60 km during 1900/1/1-2008/5/20



Number of earthquakes with $M \geq 7.5$ in region C

1900-1957	25 events
1958-1996	0
1997-2008	5





Temporal change of cumulative frequency-magnitude relation

