

「平成 23 年（2011 年）東北地方太平洋沖地震」について ～ 8 年間の地震活動～

「平成 23 年（2011 年）東北地方太平洋沖地震」（以下、東北地方太平洋沖地震という）の余震活動は、本震発生（2011 年 3 月 11 日 14 時 46 分）の当日に M7.0 以上の地震が 3 回発生するなど直後から極めて活発な状態で推移し、余震域は岩手県から千葉県北東部にかけての沿岸及びその沖合の広い範囲にわたった。余震域で発生した M4.0 以上を観測した地震は、本震発生後の 1 年間では 5,383 回発生したが、時間の経過と共に低下し、本震発生 7 年後から約 1 年間（2018 年 3 月 11 日 14 時 46 分～2019 年 3 月 6 日 24 時 00 分。以下、今期間という。）では 193 回と 25 分の 1 以下にまで減少してきている。しかし、東北地方太平洋沖地震発生以前である 2001 年から 2010 年の年平均回数（138 回）と比べると 1.5 倍程度であり、地震活動の定常的に高い状態が続く沿岸部を中心に、東北地方太平洋沖地震発生以前に比べて活発な地震活動が継続している。

（1）余震活動の状況

東北地方太平洋沖地震の余震域（図 1－1 の領域 a）内で、今期間に発生した最大規模の地震は、2018 年 7 月 31 日の福島県沖の地震（M5.8、最大震度 4）で、震度 5 弱以上を観測した地震は発生しなかった。余震域内では、M6.0 以上の地震は 2017 年 11 月 14 日以降、震度 5 弱以上を観測する地震は 2017 年 10 月 7 日以降、それぞれ発生していない（図 1－1、図 1－2、表 1－1）。

今期間の M4.0 以上を観測した地震の回数及び震度 1 以上を観測した地震の回数は、それぞれ 193 回及び 471 回で、本震発生後 1 年間と比べてそれぞれ 25 分の 1 以下及び 15 分の 1 以下にまで減少してきている。しかし、いずれも東北地方太平洋沖地震発生以前（2001～2010 年）の年平均回数と比べると 1.5 倍程度となっている（表 1－1）。

大局的には減少傾向にあるものの、最近の状況をみても東北地方太平洋沖地震発生以前（2001 年～2010 年）の平均回数を超えるレベルにあり、東北地方太平洋沖地震発生以前に比べて活発な状態が継続している（図 1－4、図 1－6、表 1－1）。

なお、東北地方の太平洋沖は日本付近で地震活動が活発な海域のひとつであり、東北地方太平洋沖地震以前にも被害や津波を伴う地震が多数発生していることに留意が必要である（図 1－7）。

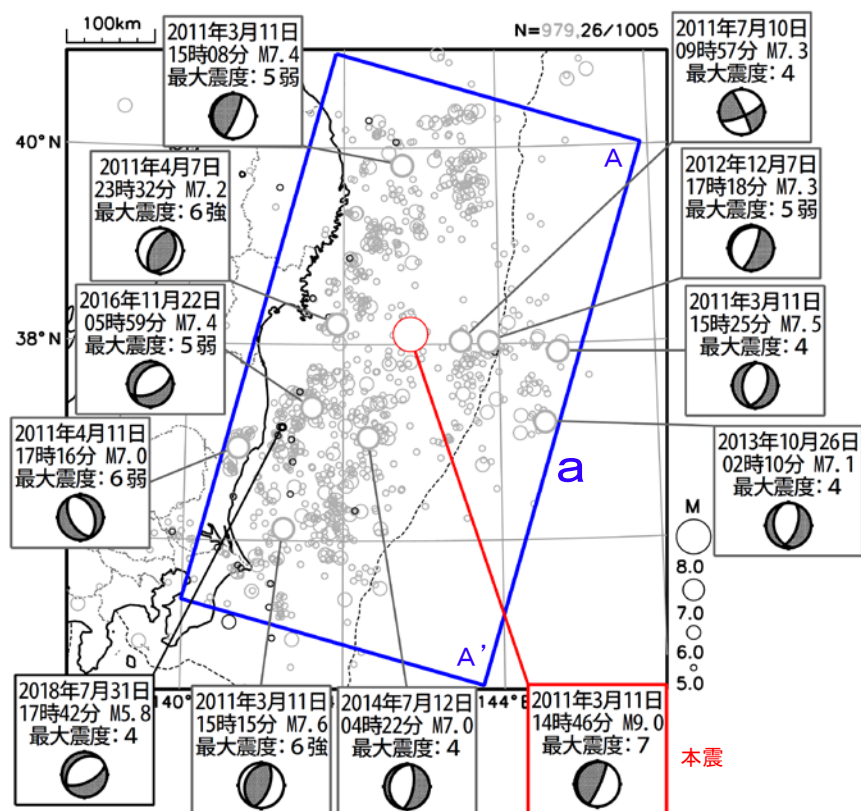


図 1－1 震央分布図（2011 年 3 月 11 日 14 時 46 分～2019 年 2 月 28 日 24 時 00 分、深さすべて、M ≥ 5.0）

東北地方太平洋沖地震の発生から 7 年後（2018 年 3 月 11 日 14 時 46 分）以降に発生した地震を濃く表示している。

領域 a 内の M7.0 以上の地震と 7 年後以降の約 1 年間で最大規模の地震に吹き出しをつけた。発震機構は CMT 解。

領域 a：東北地方太平洋沖地震の余震域

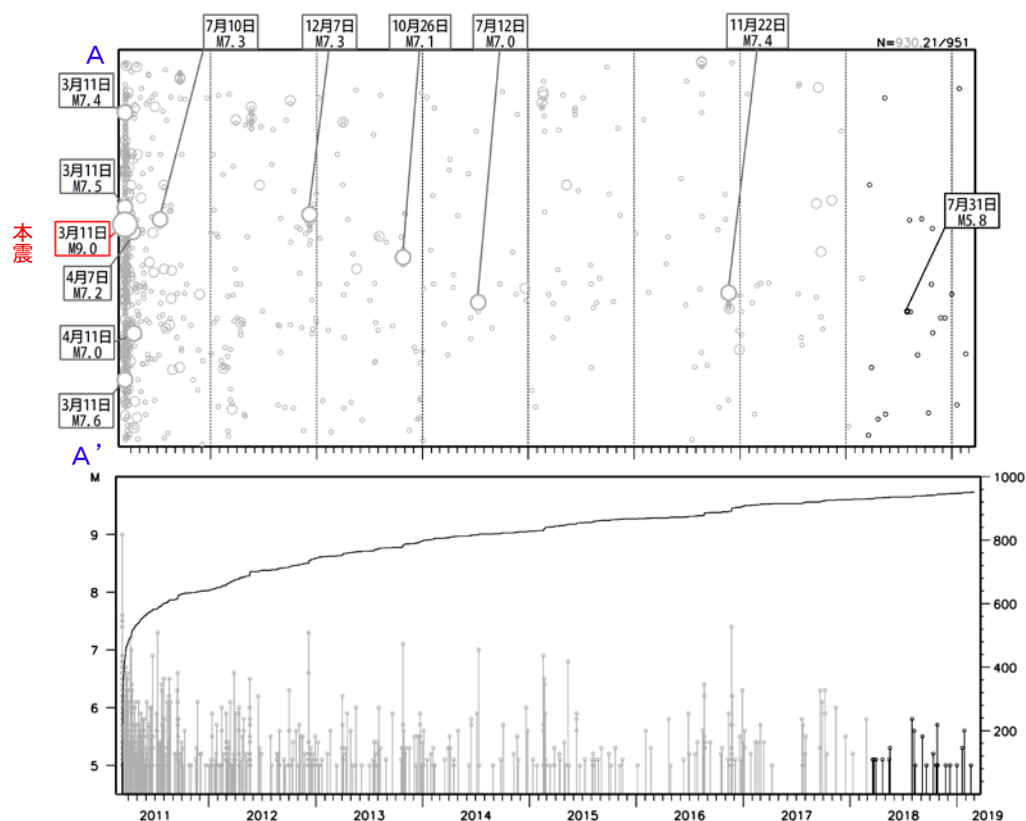


図 1-2 図 1-1 領域 a 内の時空間分布図（上段、A-A' 投影）と M-T 図及び回数積算図（下段）
本震の発生から 7 年後（2018 年 3 月 11 日 14 時 46 分）以降に発生した地震を濃く表示している。時空間分布図では、M7.0 以上の地震と 7 年後以降の約 1 年間で最大規模の地震に吹き出しをつけた。

図 1-3 震度 1 以上を観測した地震の震央分布図
（2011 年 3 月 11 日 14 時 46 分～2019 年 2 月 28 日 24 時 00 分、
深さ・M すべて）
東北地方太平洋沖地震の発生から 7 年後（2018 年 3 月 11 日 14 時 46 分）
以降に発生した地震を濃く表示している。
領域 a：東北地方太平洋沖地震の余震域

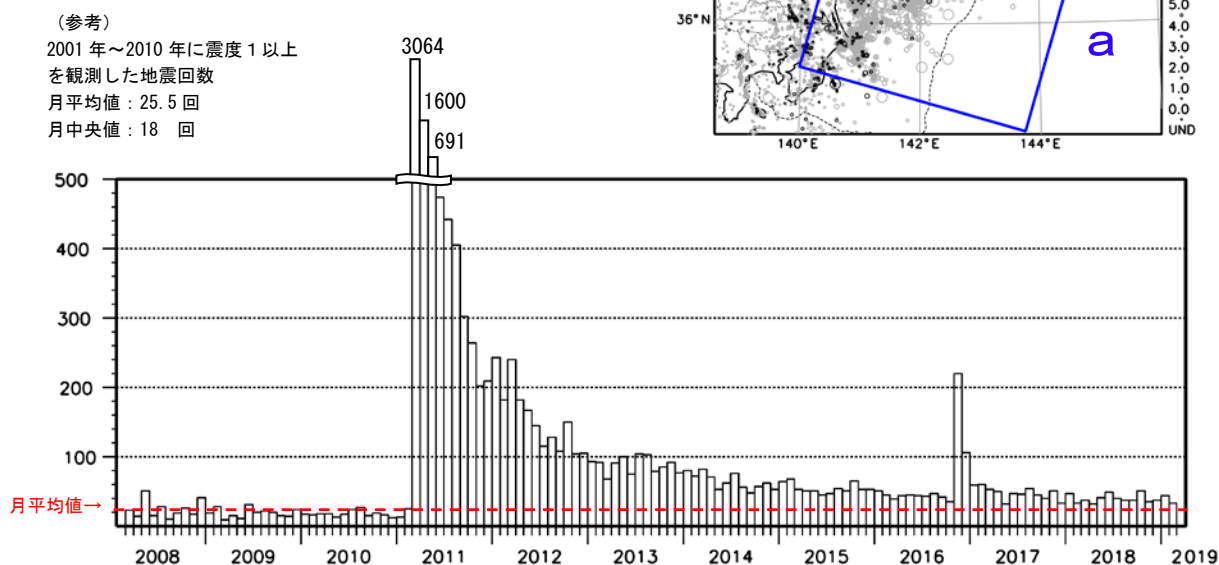
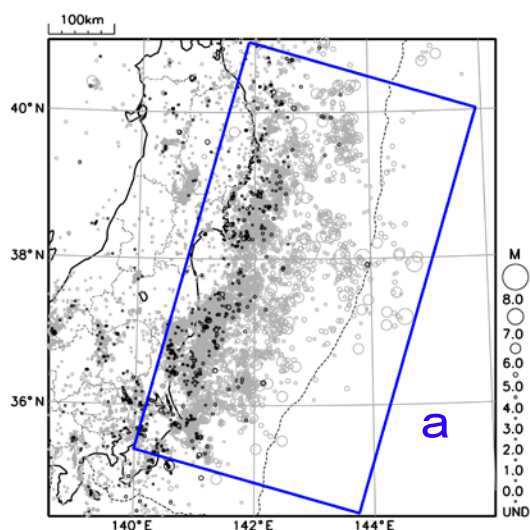


図 1-4 余震域（図 1-3 の領域 a）内で発生した地震のうち震度 1 以上を観測した
地震の月別回数（2008 年 3 月～2019 年 2 月 28 日）

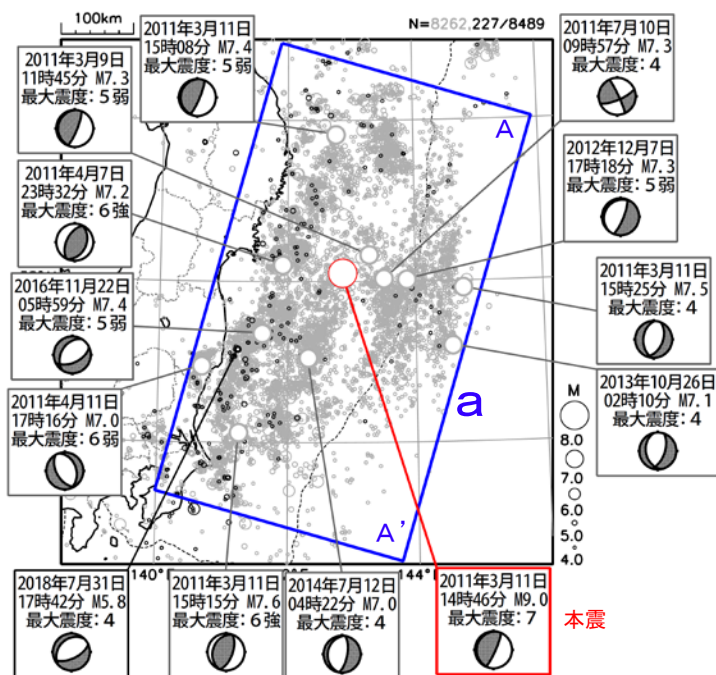


図 1-5 震央分布図

(2011 年 3 月 1 日～2019 年 2 月 28 日、深さすべて、 $M \geq 4.0$)

東北地方太平洋沖地震の発生から 7 年後(2018 年 3 月 11 日 14 時 46 分)以降に発生した地震を濃く表示している。

$M7.0$ 以上の地震と 7 年後以降の約 1 年間で最大規模の地震に吹き出しをつけた。発震機構は CMT 解。

領域 a : 東北地方太平洋沖地震の余震域

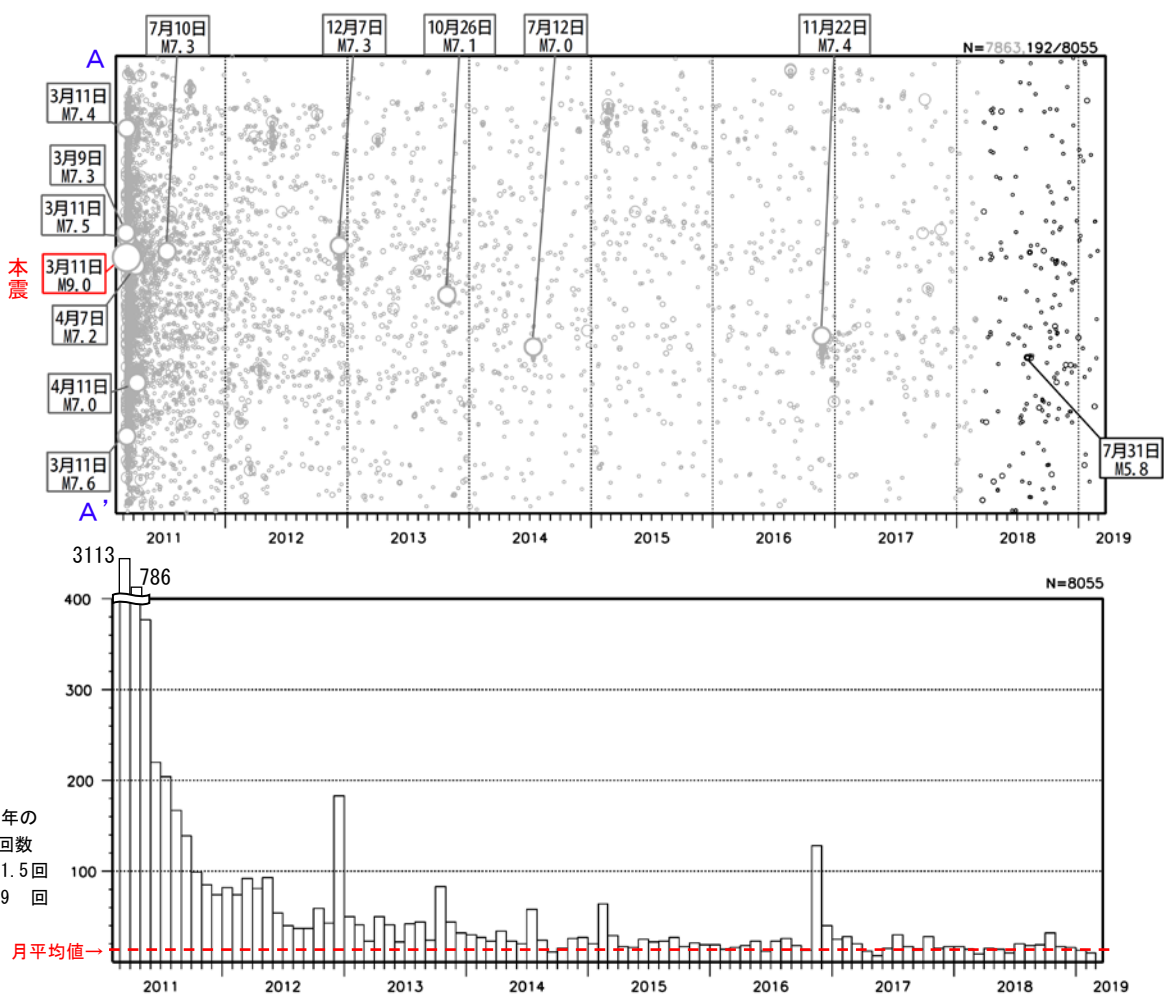


図 1-6 図 1-5 領域 a 内の時空間分布図 (上段、A-A' 投影) と月別回数 (下段)

時空間分布図では、本震の発生から 7 年後(2018 年 3 月 11 日 14 時 46 分)以降に発生した地震を濃く表示し、 $M7.0$ 以上の地震と 7 年後以降の約 1 年間で最大規模の地震に吹き出しをつけた。

表 1－1 図 1－1 領域 a 内の地震回数（本震を含む 2011 年 3 月 11 日 14 時 46 分～2019 年 3 月 6 日 24 時 00 分）
 2012～2018 年の各年の 3 月は上段が 11 日 14 時 45 分まで、下段が 14 時 46 分以降。合計の行の期間①は本震発生から 1 年間、
 期間②～⑦はそれぞれ本震発生の 1～6 年後から 1 年間で、期間⑧は本震発生の 7 年後以降 2019 年 3 月 6 日までの合計。2011
 年 3 月と 2019 年 3 月は 1 ヶ月間ではなく、また、期間⑧は 1 年間でないことに注意。なお、表中の回数データは、再調査後、
 修正することがある。

		M4.0 ～ M4.9	M5.0 ～ M5.9	M6.0 ～ M6.9	M7.0 以上	M4.0 以上	M5.0 以上	最大震度								計		
		1	2	3	4	5弱	5強	6弱	6強	7								
2011年	3月	2,559	408	68	4	3,039	480	1,731	862	311	89	17	6		1	1	3,018	
	4月	730	46	8	2	786	56	926	456	166	41	8		2	1		1,600	
	5月	348	28	1		377	29	423	191	61	14	2					691	
	6月	203	13	4		220	17	305	123	39	7	2					476	
	7月	185	15	3	1	204	19	287	120	26	7	1	2				443	
	8月	156	7	4		167	11	269	101	25	9	2					406	
	9月	121	15	3		139	18	190	78	28	6	1	1				304	
	10月	95	4			99	4	187	59	17	2						265	
	11月	81	3	1		85	4	132	52	16	1		1				202	
	12月	71	3			74	3	126	61	20	2						209	
	2012年	1月	72	10			82	10	152	65	21	5	1					244
		2月	65	8	1		74	9	113	49	14	5	1					182
3月		31	6			92	15	42	22	6		2					240	
		46	7	2				118	35	11	2	1	1					
4月		71	9	1		81	10	100	61	13	6	2					182	
5月		77	14	2		93	16	110	45	11	1						167	
6月		50	3	1		54	4	79	52	11	3						145	
7月		39	1			40	1	72	35	7	2						116	
8月		31	6			37	6	76	40	10	2		1				129	
9月		35	2			37	2	70	30	7	1						108	
10月		52	6	1		59	7	92	38	15	4	1					150	
11月		37	6			43	6	66	26	7	5						104	
12月	166	15	1	1	183	17	60	26	13	5	1					105		
2013年	1月	46	4			50	4	53	28	7	3	2					93	
	2月	39	2			41	2	61	18	11	2						92	
	3月	4				23	2	15	7	2							68	
		17	2					25	11	6	2							
	4月	41	8	1		50	9	63	19	5	3	1					91	
	5月	38	2	1		41	3	57	33	8	1		1				100	
	6月	21	1			22	1	44	26	4	1						75	
	7月	34	8			42	8	65	23	13	3						104	
	8月	41	2	1		44	3	59	34	9			1				103	
	9月	23	1			24	1	48	22	5	3		1				79	
	10月	74	8		1	83	9	45	27	8	5						85	
	11月	41	3			44	3	57	22	11	2						92	
12月	23	9			32	9	42	23	8	3	1					77		
2014年	1月	26	4			30	4	42	31	6	1						80	
	2月	23	4			27	4	39	27	3	3						72	
	3月	6				23	2	13	8								82	
		15	2					40	19	2								
	4月	30	4			34	4	39	22	8	2						71	
	5月	22	1			23	1	40	12		1						53	
	6月	17	3			20	3	40	13	6	3						62	
	7月	55	2		1	58	3	46	21	4	4	1					76	
	8月	23	1			24	1	35	17	3	1						56	
	9月	9	2			11	2	32	13		3						48	
	10月	14	1			15	1	39	14	2	2						57	
	11月	23	3			26	3	43	16	2	1						62	
12月	25	1	1		27	2	31	15	5	2						53		

表1-1 つづき

		M4.0 ～ M4.9	M5.0 ～ M5.9	M6.0 ～ M6.9	M7.0 以上	M4.0 以上	M5.0 以上	最大震度										計
		1	2	3	4	5弱	5強	6弱	6強	7								
2015年	1月	18	2			20	2	39	17	7	1						64	
	2月	53	8	3		64	11	39	22	4	2		1				68	
	3月	9				29	3	7	5	1							53	
		17	3					24	12	4								
	4月	14	3			17	3	34	13	4							51	
	5月	13	2	1		16	3	32	12	5	1		1				51	
	6月	20	5			25	5	28	14	3							45	
	7月	21	1			22	1	34	7	6							47	
	8月	18	5			23	5	25	16	11	2						54	
	9月	25	2			27	2	30	18	3							51	
	10月	15	2			17	2	46	15	3	1						65	
	11月	19	2			21	2	39	8	4	2						53	
12月	19				19	0	27	20	6							53		
2016年	1月	18	1			19	1	33	12	5	1						51	
	2月	12	2			14	2	25	14	4	2						45	
	3月	5				16	0	10	3	1							39	
		11						15	8	1	1							
	4月	16	2			18	2	26	13	5							44	
	5月	23				23	0	27	14	3	1						45	
	6月	9	3			12	3	30	9	5							44	
	7月	21	2			23	2	21	15	5	1	1					43	
	8月	17	7	2		26	9	25	15	5	2						47	
	9月	17	1			18	1	25	11	6							42	
	10月	11	2			13	2	20	12	1	2						35	
	11月	115	11	1	1	128	13	138	66	12	3	1					220	
12月	35	4	1		40	5	70	25	8	2			1			106		
2017年	1月	22	3			25	3	37	16	3	3						59	
	2月	25	3			28	3	31	21	6	2	1					61	
	3月	7				20	1	13	4	3							53	
		12	1					20	12		1							
	4月	11	1			12	1	38	7	3	2						50	
	5月	7				7	0	27	5								32	
	6月	15				15	0	36	6	5							47	
	7月	26	4			30	4	22	19	3	2						46	
	8月	16	1			17	1	35	14	4	1						54	
	9月	11	1	2		14	3	26	16	2	1						45	
	10月	25	2	1		28	3	27	6	6		1					40	
	11月	14		1		15	1	31	15	3	2						51	
12月	16	1			17	1	18	10	4	1						33		
2018年	1月	16	1			17	1	24	19	4							47	
	2月	13	1			14	1	18	10	4	1						33	
	3月	1				9	3	5	1								37	
		5	3					15	11	3	2							
	4月	14	1			15	1	14	15	3							32	
	5月	12	2			14	2	25	12	2	2						41	
	6月	10				10	0	29	14	4	2						49	
	7月	19	1			20	1	22	13	3	2						40	
	8月	16	2			18	2	22	11	4	1						38	
	9月	17	2			19	2	20	7	9	1						37	
	10月	28	4			32	4	26	16	5	4						51	
	11月	16	1			17	1	23	9	2	1						35	
12月	14	2			16	2	24	8	4	1						37		

表 1-1 つづき

		M4.0 ～ M4.9	M5.0 ～ M5.9	M6.0 ～ M6.9	M7.0 以上	M4.0 以上	M5.0 以上	最大震度									計
		1	2	3	4	5弱	5強	6弱	6強	7							
2019年	1月	11	2			13	2								44		
	2月	9	1			10	1								33		
	3月	1				1	0								3		
合計	①	4,717	566	93	7	5,383	666	4,883	2,239	750	188	37	10	2	2	1	8,112
	②	693	75	8	1	777	84	972	441	125	36	7	2	0	0	0	1,583
	③	408	52	3	1	464	56	599	306	86	27	2	3	0	0	0	1,023
	④	313	30	4	1	348	35	470	206	44	22	1	1	0	0	0	744
	⑤	216	28	1	0	245	29	387	164	59	9	0	1	0	0	0	620
	⑥	329	38	4	1	372	43	478	229	63	17	3	0	1	0	0	791
	⑦	183	13	4	0	200	17	327	140	38	11	1	0	0	0	0	517
	⑧	172	21	0	0	193	21	269	142	43	17	0	0	0	0	0	471
	計	7,031	823	117	11	7,982	951	8,385	3,867	1,208	327	51	17	3	2	1	13,861
年平均値		119	16.0	2.6	—	138	18.6	182	82.7	30.7	7.8	1.2	—	—	—	—	306
年中央値		99.5	15.5	1	—	116	15.5	133.5	64	23	6	1	—	—	—	—	223

(注) 年平均値、年中央値は 2001 年～2010 年の図 1-1 領域 a 内における値。
2019 年 3 月は 3 月 6 日までの回数である。

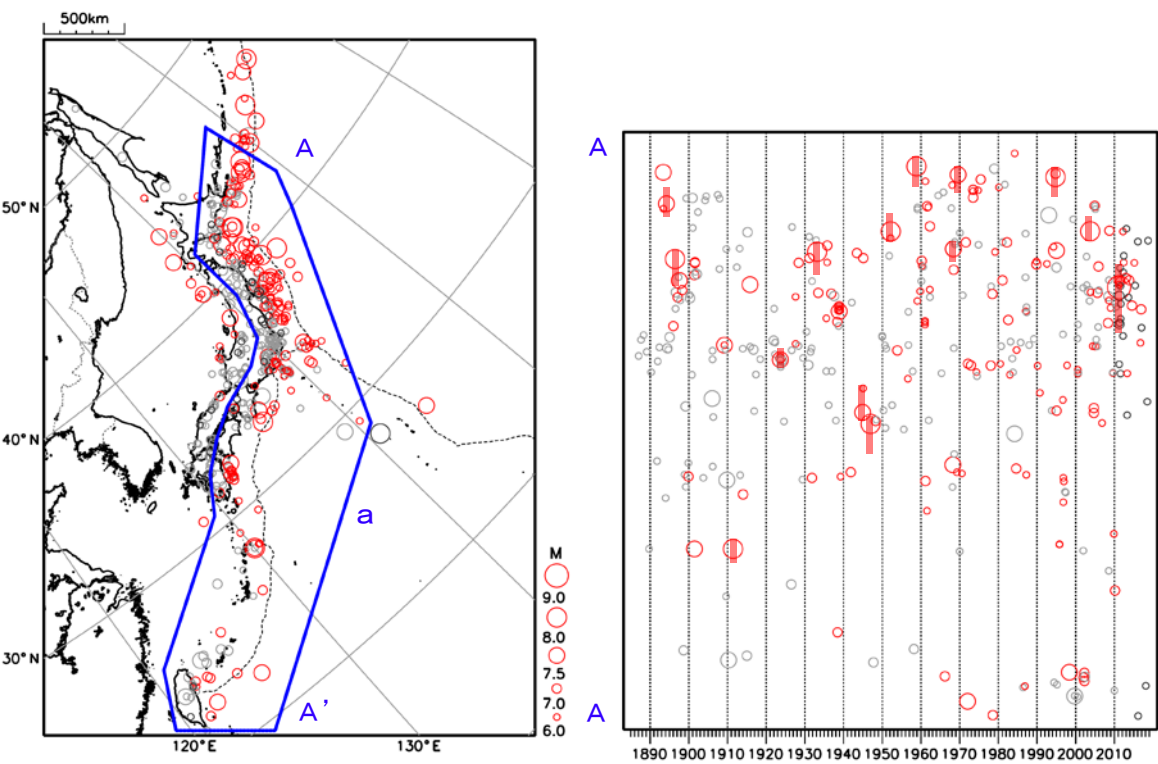


図 1-7 被害または津波を伴った地震の震央分布図（左：1885 年 1 月 1 日～2019 年 2 月 28 日、深さすべて、 $M \geq 6.0$ ）及び領域 a 内の時空間分布図（右：A A' 投影）
津波を伴った地震（1885～1988 年は宇津が定めたところによる津波規模 1 以上、1989～2019 年は今村・飯田(1958)による津波規模 1 以上の地震）を赤、被害を伴った地震（津波を伴った地震以外で、宇津が定めたところによる被害規模 1 以上の地震）のうち東北地方太平洋沖地震の発生以降に発生した地震を黒、それ以外をグレーで表示している。また、 $M7.8$ 以上の地震は、時空間分布図に波源域・震源域（東北地方太平洋沖地震は「日本海溝沿いの地震活動の長期評価」それ以外は「日本の地震活動」による）の範囲を赤い帯で示した。1923 年以前の震源要素は宇津によるカタログ（宇津、1982 など）を用いており、1923 年以降に比べて検知能力が低い。

（２）東北地方太平洋沖地震発生の７年後から１年間の余震域内の主な地震活動

東北地方太平洋沖地震発生の７年後から約１年間（２０１８年３月１１日１４時４６分～２０１９年２月２８日）に、余震域（図１－１の領域a）内で発生したM5.5以上の地震を図２に示す。

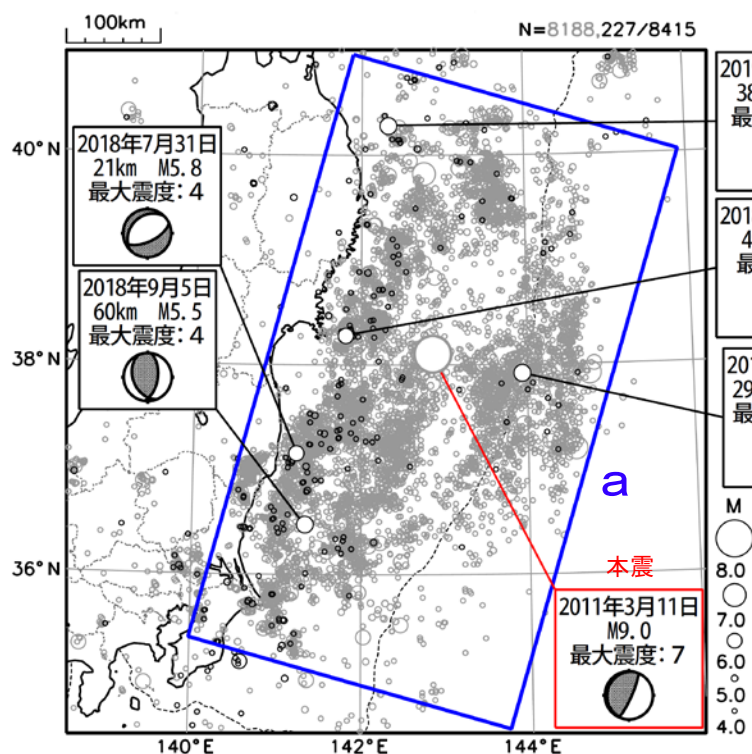


図２
震央分布図
（２０１１年３月１１日１４時４６分～２０１９年
２月２８日、深さすべて、 $M \geq 4.0$ ）

東北地方太平洋沖地震発生の７年後から
約１年間（２０１８年３月１１日１４時４６分～２０１
９年２月２８日）に発生した地震を濃く表示し
ている。

本震、及び領域a内で本震発生の７年後
（２０１８年３月１１日１４時４６分）以降に発生
したM5.5以上を観測した地震に吹き出しを
つけた。

発震機構はCMT解。領域aの範囲は図１－
１に同じ。

※を付した地震の深さはCMT解による。

今期間でM6.0以上の地震または最大震度５弱以上を観測した地震はなかった。しかし、依然として太平洋沿岸付近を中心に東北地方太平洋沖地震発生以前に比べて余震活動が活発に続いており、岩手県沖、宮城県沖、福島県沖、茨城県沖、のそれぞれで最大震度４を観測する地震が発生した。

(3) 領域別に分けた余震活動推移

余震域（図1-1の領域a）を短冊状（図3-1の領域b～e）に分けた活動の推移を図3に示す。陸域の領域bでは、2016年12月28日の茨城県北部の地震（M6.3）の周辺で、地震活動が引き続きみられる。沿岸域の領域cでは、全体的には活動は低下しつつも2016年11月22日の福島県沖の地震（M7.4）の周辺などで活発な余震活動が引き続きみられる。東北地方太平洋沖地震発生以前（2001年から2010年）の1年間に発生するM4.0以上の地震の標準的な回数（年平均値や年中央値）と比較する（表3-1）と、領域b, c, eでは本震発生以前に比べて活発な地震活動が継続している。

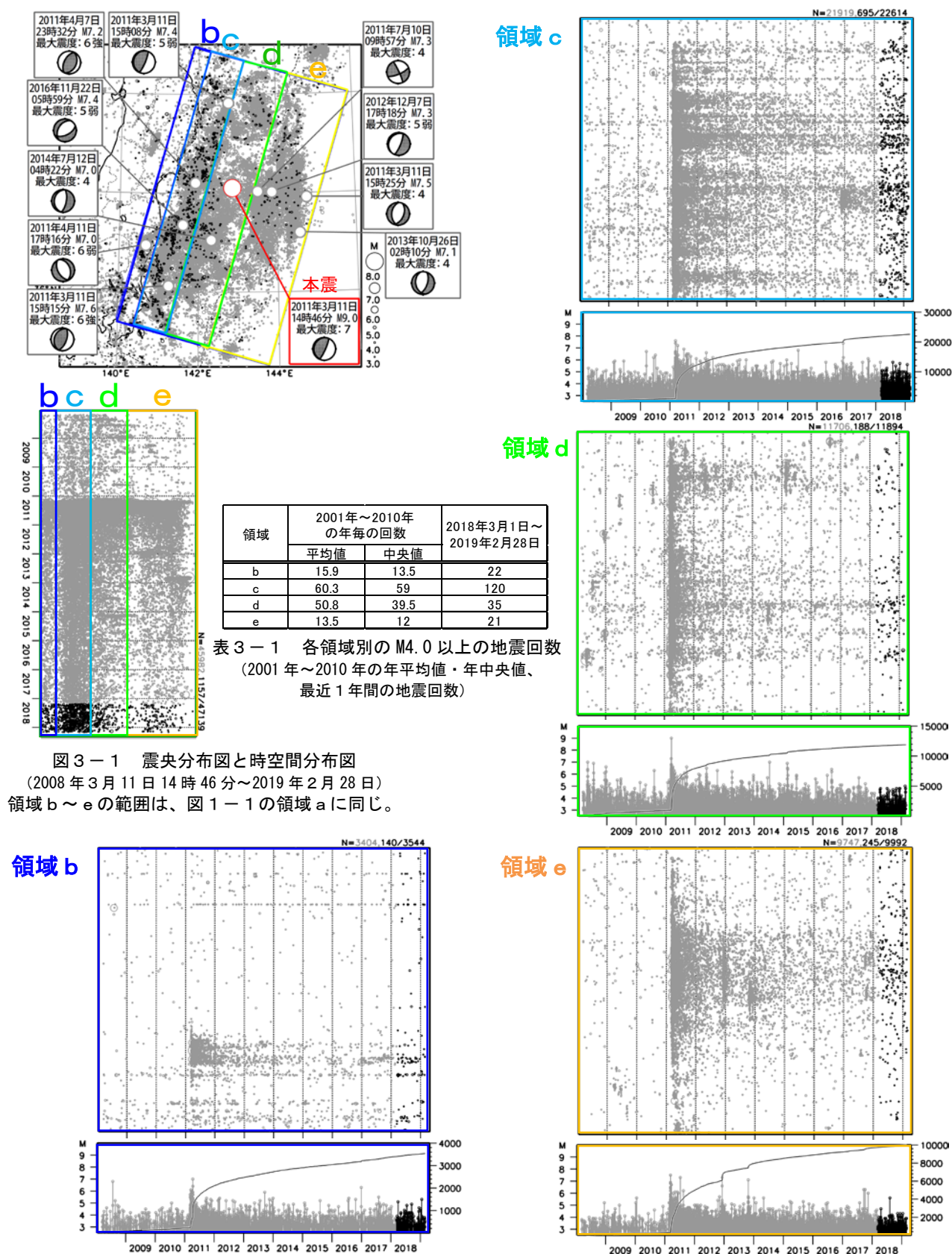


図3-1 震央分布図と時空間分布図
(2008年3月11日14時46分～2019年2月28日)
領域b～eの範囲は、図1-1の領域aと同じ。

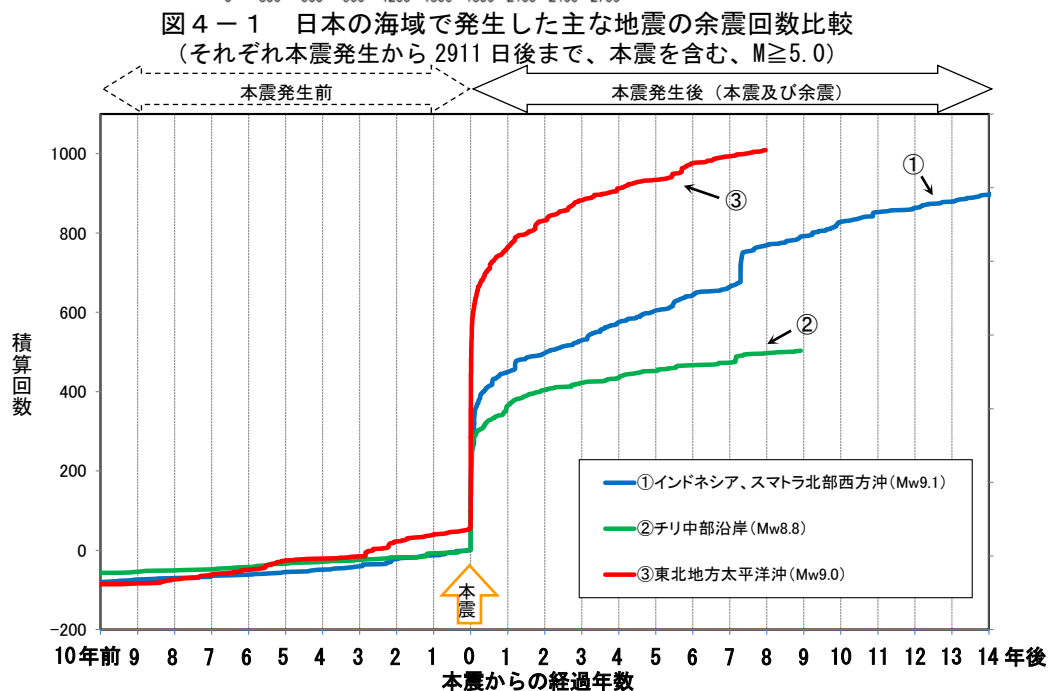
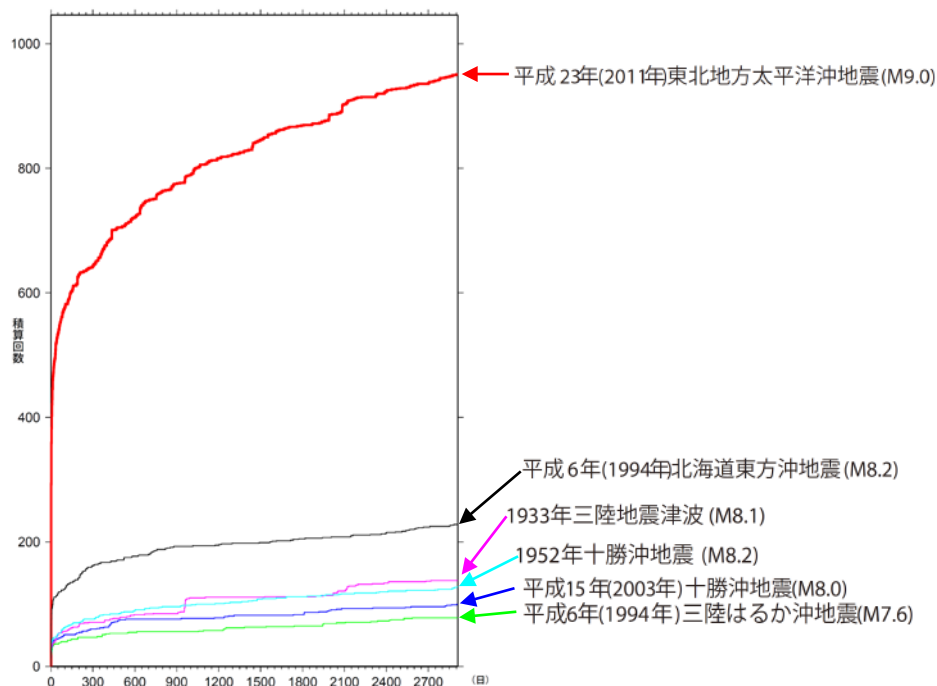
図3-2 各領域（図3-1の領域b～e）の時空間分布図とM-T図及び回数積算図
(左下：領域b 右上：領域c 右中：領域d 右下：領域e)

(4) 日本及び世界の海域で発生した主な地震との余震活動の比較

日本の海域で発生した主な地震の余震回数と東北地方太平洋沖地震の余震回数の比較を図4-1に示す。これらの地震と比べ、東北地方太平洋沖地震は余震活動が非常に活発である。

図4-2は2004年12月に発生したインドネシア、スマトラ北部西方沖の地震(Mw9.1)、2010年2月に発生したチリ中部沿岸の地震(Mw8.8)、及び東北地方太平洋沖地震の、それぞれ本震発生前後の積算回数を比較したものである。東北地方太平洋沖地震の余震活動は、世界の海域において近年発生した同程度の規模であるこれらの地震に比べても活発である。

なお、インドネシア、スマトラ北部西方沖の地震の余震域では、本震の約7年半後の2012年4月にMw8.6の地震が発生している。また、チリ中部沿岸の地震の余震域の北側に隣接する領域では、本震の約5年半後の2015年9月にMw8.3の地震が発生している。これらは、本震発生から9年以上を過ぎた現在も、本震発生前に比べ依然活発な余震活動が継続している(図4-3、図4-4)。



凡例のMwはそれぞれの本震の値で、東北地方太平洋沖は気象庁、それ以外は米国地質調査所(USGS)による。
①インドネシア、スマトラ北部西方沖の地震は図4-3の、②チリ中部沿岸の地震は図4-4の、③東北地方太平洋沖の地震は図4-5の、それぞれ領域a内で発生した地震回数を示す。それぞれの地震の本震が経過日数0日、積算回数1回になるよう表示した。

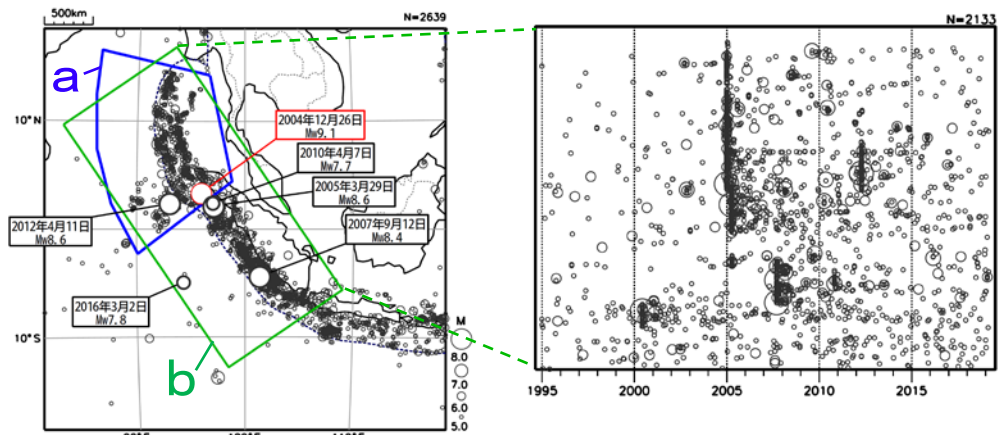


図 4-3 2004 年 12 月 26 日インドネシア、スマトラ北部西方沖の地震 (Mw9.1) の発生以降

(左) 震央分布図 (1994 年 12 月 26 日～2019 年 2 月 28 日、深さすべて、 $M \geq 5.0$)

(右) 震央分布図中の領域 b 内の時空間分布図 (矩形の長辺に投影)

震源要素は、2010 年 4 月 7 日の地震 (Mw7.7) 以降の吹き出しを付けた地震の Mw は気象庁、それ以外は米国地質調査所 (USGS) による。なお、USGS による 2010 年 4 月 7 日の地震の Mw は 7.8 である。領域 a は 2004 年の Mw9.1 の地震の発生後すぐに活発な地震活動が発生していた領域を海溝の西側まで広げた範囲。

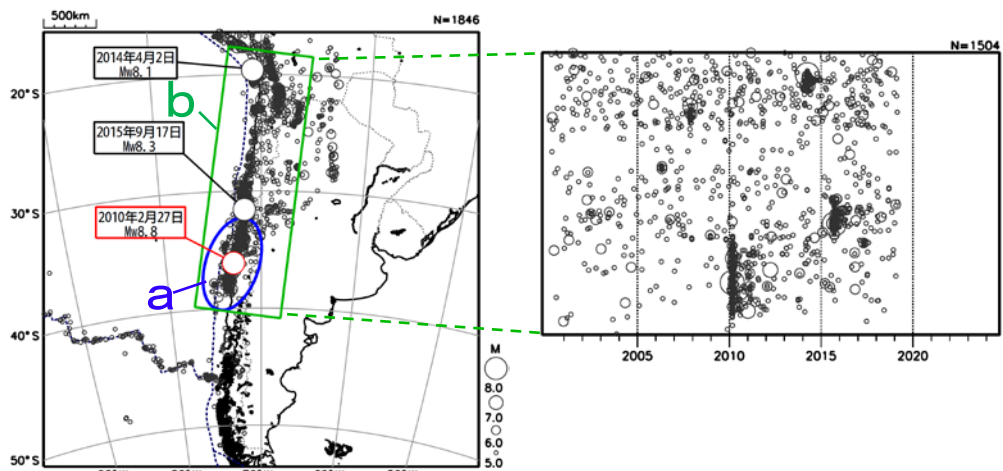


図 4-4 2010 年 2 月 27 日チリ中部沿岸の地震 (Mw8.8) の発生以降

(左) 震央分布図 (2000 年 2 月 27 日～2019 年 2 月 28 日、深さすべて、 $M \geq 5.0$)

(右) 震央分布図中の領域 b 内の時空間分布図 (矩形の長辺に投影)

震源要素は、吹き出しを付けた地震の Mw は気象庁、それ以外は米国地質調査所 (USGS) による。領域 a は 2010 年の Mw8.8 の地震の発生後すぐに活発な地震活動が発生していた領域を海溝の西側まで広げた範囲。領域 b 内の Mw8.0 以上に吹き出しを付けた。

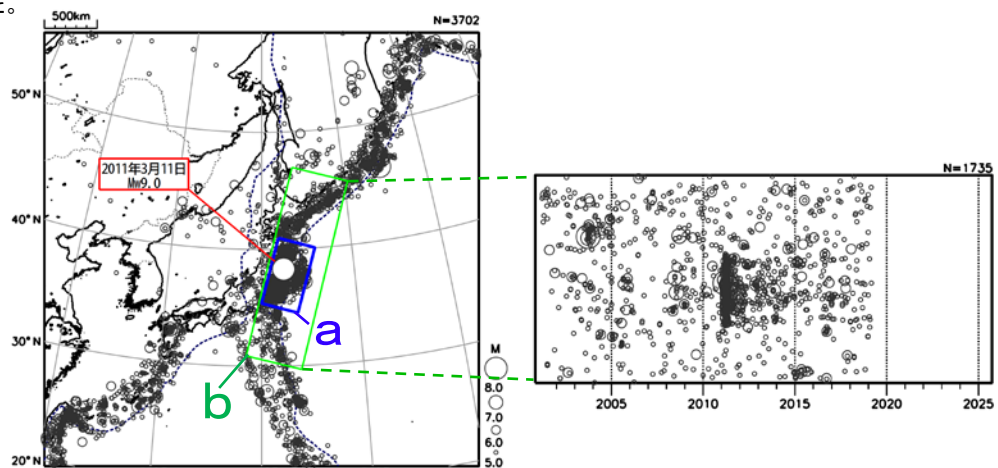


図 4-5 「平成 23 年 (2011 年) 東北地方太平洋沖地震」 (Mw9.0) の発生以降

(左) 震央分布図 (2001 年 3 月 11 日～2019 年 2 月 28 日、深さすべて、 $M \geq 5.0$)

(右) 震央分布図中の領域 b 内の時空間分布図 (矩形の長辺に投影)

震源要素は、東北地方太平洋沖地震の Mw は気象庁、それ以外は米国地質調査所 (USGS) による。領域 a の範囲は図 1-1 と同じ。

※ 図 4-3、4-4、4-5 はすべて同じ縮尺の等積方位図法で描いている。また、時空間分布図では時間軸 (横軸) の長さを統一しており、図 4-4、4-5 で 2019 年 3 月以降は空白となっていることに注意。プレート境界の位置は Bird (2003)* による。

* Bird, P. (2003) An updated digital model of plate boundaries, *Geochemistry Geophysics Geosystems*, 4(3), 1027, doi:10.1029/2001GC000252.