11-2 2016年11月22日 福島県沖の地震

The earthquake off the Fukushima Prefecture on November 22, 2016

気象庁 Japan Meteorological Agency

概要】

2016年11月22日05時59分に,福島県沖の深さ12km(CMT 解による)でM7.4の地震が発生し, 福島県,茨城県及び栃木県で震度5弱を観測したほか,東北地方を中心に,北海道地方から中国地 方にかけての広い範囲で震度4~1を観測した(第1図,第7図,第8図).この地震は陸のプレ ートの地殻内で発生し,発震機構(CMT 解)は北西-南東方向に張力軸を持つ正断層型である(第 4図).

気象庁はこの地震に伴い,同日 06 時 02 分に福島県に津波警報を,青森県太平洋沿岸,岩手県, 宮城県,茨城県,及び千葉県九十九里・外房に津波注意報を発表した. その後,同日 07 時 26 分に 千葉県内房,伊豆諸島にも津波注意報を発表したほか,同日 08 時 09 分には,宮城県に津波警報(津 波注意報から切替)を発表した(第 2 図,第 3 図). この地震により,宮城県の仙台港で 144 cm, 福島県の相馬で 83 cm,岩手県の久慈港で 79 cm の津波を観測するなど,北海道から和歌山県にか けての太平洋沿岸及び伊豆・小笠原諸島で津波を観測した(第 9 図).なお,仙台管区気象台が実 施した現地調査では,鮎川検潮所のある鮎川漁港(宮城県石巻市)から北西に約 4 km 離れた小淵 漁港(宮城県石巻市)で 2.1 m の津波の痕跡高を確認した(第 14 図).

この地震により,負傷者 20人,住家一部損壊 1 棟の被害が生じた(11月 29日 13時 00分現在,総務省消防庁による)(第1図).

この地震の発生以降,最大震度1以上を観測した地震は2017年1月31日までに230回発生している(第1図).また,この地震の震源付近では,11月24日06時23分にM6.2の地震(最大震度4)が発生するなど,M5.0以上の地震が2017年1月31日までに13回発生した(第4図).海域及び沿岸で発生した主な地震と比較すると,発生直後の地震回数は2011年4月11日の福島県浜通りの地震(M7.0)や2012年12月7日の三陸沖の地震(M7.3)と同程度で推移した(第24図).

この地震の震央周辺では、「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)の発生前は逆断層型の地震が主体だったが、東北地方太平洋沖地震の発生以降は 正断層型の地震が比較的多く発生するようになり、一部横ずれ断層型の地震も見られる(第5図). 過去の活動を見ると、1938年11月5日にM7.5の地震が発生している.この地震により、宮城県 花淵で113 cm(全振幅)の津波が観測された.この地震の発生後、地震活動が活発となり、同年 11月30日までにM6.0以上の地震が25回発生した.これらの地震により、死者1人、負傷者9人、 住家全壊4棟、半壊29棟などの被害が生じた(「日本被害地震総覧」による)(第6図).

【地震活動の詳細】

今回の地震の震源分布を詳細に把握するため,国立研究開発法人防災科学技術研究所の日本海溝 海底地震津波観測網(S-net)のデータを用いた自動震源決定を行った後,Double-Difference法を適 用した(第16図).その結果,海洋研究開発機構による海底地形調査で確認されたシャープな段差 地形と調和的な震源分布が得られた(第17図). 今回の地震の活動域では、東北地方太平洋沖地震以前は主にプレート境界付近で発生する地震が 多かったが、東北地方太平洋沖地震発生以降、今回の地震のように陸のプレートの地殻内で発生す る地震が増加している(第18回).東北地方太平洋沖地震発生後の1年間は、陸のプレート内で正 断層型の地震、陸地に近い領域の太平洋プレート内で逆断層型の地震、海溝軸付近の太平洋プレー ト内で正断層型の地震がそれぞれ増えた、プレート境界で発生する地震は、東北地方太平洋沖地震 発生後は地震時のすべり量の大きかった領域を避けるように分布している.1年後以降はいずれの 活動も当初に比べて低下している.2016年11月22日の福島県沖の地震(M7.4)を含む陸のプレ ート内の正断層型の地震は、3年後以降、主に福島県沖・茨城県沖で発生している(第19回、第 20回).今回の地震活動のb値は1.14となり、1983年以降の主な地震の中では比較的大きい(第 25回).2011年4月11日の福島県浜通りの地震の活動域のb値は1.10で今回の活動と同程度であ ったが、1938年の福島県沖から茨城県沖にかけての活動域のb値は0.71で今回の活動より小さか った(第26回).

1938年の福島県沖から茨城県沖にかけての M7 クラスの地震活動と今回の地震を比較すると, 1938年11月6日17時53分の M7.4の地震と今回の地震では震度分布や強震波形は相似的であった(第21図~第23図).

11月22日の福島県沖の地震

(1) 概要

平成28年(2016年)11月22日05時59分に、福島県沖の深さ12km(CMT 解による)でM7.4の地震 が発生し、福島県、茨城県及び栃木県で震度5弱を観測したほか、東北地方を中心に、北海道地方から 中国地方にかけての広い範囲で震度4~1を観測した。気象庁はこの地震に対して、最初の地震波の検 知から16.5秒後の06時00分14.5秒に緊急地震速報(警報)を発表した。この地震は陸のプレートの 地殻内で発生し、発震機構(CMT 解)は北西-南東方向に張力軸を持つ正断層型である。

気象庁はこの地震に伴い、同日06時02分に福島県に津波警報を、青森県太平洋沿岸、岩手県、宮城 県、茨城県、及び千葉県九十九里・外房に津波注意報を発表した。その後、同日07時26分に千葉県内 房、伊豆諸島にも津波注意報を発表したほか、同日08時09分には、宮城県に津波警報(津波注意報か ら切替)を発表した。この地震により、宮城県の仙台港で144cm、福島県の相馬で83cm、岩手県の久慈 港で79cmの津波を観測するなど、北海道から和歌山県にかけての太平洋沿岸及び伊豆・小笠原諸島で 津波を観測した。

この地震により、負傷者 20人、住家一部損壊 1 棟の被害が生じた(11月 29日 13時 00分現在、総務 省消防庁による)。

11月22日以降の地震活動は、全体として減衰しつつも継続している。なお、最大震度1以上を観測 した地震は2017年1月31日までに230回発生している。

		人的	被害			住	家 被	害		非住家	家被害
邦 道	灰老	行方	負債	易 者	・ 今 博	半博	一部	床上	床下	公共	その曲
即但所示石	究有	不明者	重傷	軽傷	干板	破損	浸水	浸水	建物		
	人	人	人	人	棟	棟	棟	棟	棟	棟	棟
宮城県				3							
福島県			2	6			1				
千葉県			1	4							
東京都				4							
合 計			3	17			1				

被害状況(平成28年11月29日13時00分現在、総務省消防庁による)

震度1以上の最大震度別地震回数表(2016年11月22時05時~2017年1月31日)^(注1)

	震度1	震度2	震度3	震度4	震度5弱	震度5強	震度6弱	震度6強	震度7	震度1以上を 観測した回数
2016/11/22 05~24時	72	29	7	1	1	0	0	0	0	110
2016/11/23 00~24時	16	11	0	0	0	0	0	0	0	27
2016/11/24 00~24時	13	5	0	1	0	0	0	0	0	19
2016/11/25 00~24時	9	4	0	0	0	0	0	0	0	13
2016/11/26 00~24時	1	2	0	0	0	0	0	0	0	3
2016/11/27 00~24時	3	2	1	0	0	0	0	0	0	6
2016/11/28 00~24時	3	1	1	0	0	0	0	0	0	5
2016/11/29 00~24時	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2016/11/30 00~24時	2	1	0	0	0	0	0	0	0	3
2016/12/1~12/31	21	7	5	1	0	0	0	0	0	34
2017/1/1~1/31	6	3	0	1	0	0	0	0	0	10
総計	146	65	14	4	1	0	0	0	0	230

(注1) 速報値であり、後日の調査で変更されることがある。

第1図 2016年11月22日 福島県沖の地震

Fig.1 The earthquake off the Fukushima Prefecture on November 22, 2016.

月日	時刻	情報発表、報道発表等の状況	備考(主な内容等)
11月22日	05時59分	地震発生	福島県沖、M7.4、最大震度5弱
	06時00分	緊急地震速報 (警報)	
	06時01分	震度速報	11月22日05時56分頃、福島県浜通りで最大震度5弱
		震度速報	11月22日05時59分頃、福島県中通り、福島県浜通りで最大
			震度5弱
		震度速報	11月22日05時59分頃、福島県中通り、福島県浜通りで最大
			震度 5 弱
		震度速報	11月22日05時59分頃、福島県中通り、福島県浜通り、茨城
			県北部、栃木県北部で最大震度5弱
			以降、逐次更新
	06時02分	律波警報・注息報	協局県に律波警報、育緑県太平洋沿岸、右手県、呂城県、次城県、千葉県九十九里・外房に津波注意報を発表。
	06時02分	津波予報(若干の海面変動)	
		津波情報(津波到達予想時刻・予想さ	
		れる津波の高さに関する情報)	
	06時03分	津波情報(各地の満潮時刻・津波到達	
	06時05公	1) 広时刻に送りつ情報/ 抽雪情報(雪酒・雪市に関オス桂報)	「11日 22日 05 時 50 公頃の短阜県 油の地震〕 短阜県 中通り 短
	00 40 00 75		島県近通り 茨城県北部 栃木県北部で最大震度5弱
	06時05分	地震情報(各地の震度に関する情報)	[11月22日05時59分頃の福島県沖の地震]
	06時11分	地震情報 (震源・震度に関する情報)	[11月22日05時59分頃の福島県沖の地震] (震度を訂正)
		地震情報(各地の震度に関する情報)	[11月22日05時59分頃の福島県沖の地震](震度を訂正)
	06時39分	津波情報(沖合の津波観測に関する情	[22日 06時 38分現在の値]福島小名浜沖で第一波を観測
		報)	
	06時54分	津波情報(津波観測に関する情報)	[22 日 06 時 53 分現在の値] いわき市小名浜で第一波を観測
	07時04分	津波情報(沖合の津波観測に関する情報)	[22 日 07 時 03 分現在の値]
	07時14分	津波情報(津波観測に関する情報)	[22 日 07 時 13 分現在の値]
	07時19分	津波情報(津波観測に関する情報)	[22 日 07 時 18 分現在の値]
	07 時 26 分	津波警報・注意報	津波警報・注意報の切り替え。千葉県内房、伊豆諸島に津波注 意報を発表。
		津波情報(津波到達予想時刻・予想さ れる津波の高さに関する情報)	
	07時27分	津波情報(各地の満潮時刻・津波到達	
		予想時刻に関する情報)	
	07時31分	津波情報(津波観測に関する情報)	[22 日 07 時 30 分現在の値]
	07時44分	津波情報(津波観測に関する情報)	[22 日 07 時 43 分現在の値]
	08時00分	報道発表(第1報)	平成 28 年 11 月 22 日 05 時 59 分頃の福島県沖の地震について
	08時07分	地震情報(顕著な地震の震源要素更新のお知らせ)	[11 月 22 日 05 時 59 分の福島県沖の地震]
	08時09分	津波警報・注意報	津波警報・注意報の切り替え。宮城県を津波注意報から津波警 報に切り替え。
		津波情報(津波到達予想時刻・予想さ	
		れる津波の高さに関する情報)	
	08時10分	津波情報(各地の満潮時刻・津波到達	
		予想時刻に関する情報)	
	08時12分	津波情報(津波観測に関する情報)	L22 日 08 時 10 分現在の値」仙台港で最大波 1.4mを観測
	09時13分	津波情報(津波観測に関する情報)	[22日09時11分現在の値] 油油教却、決差却の回りた、一台は同一三日日よりは教想な、
	09 時 46 分	津波警報・汪意報	律波警報・注意報の切り替え。宮坂県、福島県を津波警報から 津波注意報に切り替え。青森県太平洋沿岸、千葉県九十九里・ 外房、千葉県内房、伊豆諸島の津波注意報を解除。
		津波予報(若干の海面変動)	
		津波情報(津波到達予想時刻・予想さ	
		れる津波の高さに関する情報)	

気象庁が発表した主な情報及び報道発表の状況(2016年11月22日05時~11月30日)(注1)

第2図 気象庁が発表した主な情報及び報道発表の状況

Fig.2 The time series of information and press releases issued by JMA.

(つ	づ	き)

月日	時刻	情報発表、報道発表等の状況	備考(主な内容等)
11月22日	11時00分	報道発表(第2報)	津波の観測状況、地震活動の状況
	12時50分	津波注意報の解除	
		津波予報(若干の海面変動)	
	12時51分	津波情報(津波観測に関する情報)	[22 日 12 時 51 分現在の値]
11月24日	06時23分	地震発生	福島県沖、M6.2、最大震度4
		緊急地震速報 (警報)	
	06時29分	津波予報(若干の海面変動)	

(注1) 震度速報及び地震情報は、最大震度5弱以上の地震についてのみ記載している。





第3図 つづき Fig.3 Continued.

(2) 地震活動

ア.地震の発生場所の詳細及び地震の発生状況

2016 年 11 月 22 日 05 時59分に福島県沖の深さ 12km (CMT 解による) でM7.4 の地震(最大震度5 弱)が発生した。この地震は陸のプレートの地殻内で発生した。発震機構(CMT 解)は北西一南東 方向に張力軸を持つ正断層型である。その後、この地震の震源付近(領域b)では、24 日 06 時 23 分に M6.2 の地震(最大震度4)が発生するなど、M5.0 以上の地震が 2017 年 1 月 31 日までに 13 回 発生している。これらの地震は 2011 年 3 月 11 日の「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)の余震域で発生した。

1997 年 10 月以降の活動をみると、今回の地震の震源付近(領域 b) では、東北地方太平洋沖地 震の発生以前は M4.0 以上の地震は発生していなかった。

また、この地震の震央付近(領域 a)では、東北地方太平洋沖地震の発生以降は、2011 年 3 月 11 日 15 時 12 分に M6.7 の地震(最大震度 5 弱)が発生するなど地震活動が活発化しており、M6.0 以 上の地震が 7 回発生していた。領域 a 内では、今回の地震は最大規模(M7.4)であった。



第4図 発震機構解の分布と過去の地震活動

Fig.4 Distribution of focal mechanism and seismic activity of the past.

イ 発震機構

今回の地震の震央周辺では、東北地方太平洋沖地震の発生前は逆断層型の地震が主体だったが、 東北地方太平洋沖地震の発生以降は正断層型の地震が比較的多く発生するようになり、一部横ずれ 断層型の地震も見られる。今回の地震は正断層型である。



第5図 つづき Fig.5 Continued.

ウ.過去の地震活動

1923年以降の活動を見ると、今回の地震の震央周辺(領域 c)では、1938年11月5日に M7.5の 地震が発生している。この地震により、宮城県花淵で113cm(全振幅)の津波が観測された。この地 震の発生後、領域 c内では地震活動が活発となり、同年11月30日までに M6.0以上の地震が25回発 生していた。11月6日の M7.4の地震及び11月7日の M6.9の地震では、ともに宮城県牡鹿町鮎川で 124cm(全振幅)の津波が観測された(津波の観測値は「験震時報10巻3-4号」による)。これらの 地震により、死者1人、負傷者9人、住家全壊4棟、半壊29棟などの被害が生じた(「日本被害地震 総覧」による)。その後、2014年7月12日に M7.0の地震(最大震度4)が発生するまで、領域 c内 では M7.0以上の地震は発生していなかったが、M6程度の地震は時々発生していた。



震央分布図及び時空間分布図(南北投影) (1923年1月1日~2016年11月30日、深さ0~150km、M≧5.0) 1938年11月1日~12月31日に発生した地震を○、東北地方太平洋沖地震発生以降に発生した地震を濃いO、それ以外を薄いOで表示



第6図 つづき Fig.6 Continued.

(3) 震度と加速度

11月22日05時59分に発生したM7.4の地震により、福島県(白河市、須賀川市、国見町、鏡石町、天栄村、泉崎村、中島村、浅川町、いわき市、広野町、楢葉町、双葉町、浪江町、南相馬市)、茨城県(高萩市)、栃木県(大田原市)で震度5弱の揺れを観測したほか、北海道地方から近畿地方にかけて、及び鳥取県の一部で震度4~1を観測した。



第7図 震度と加速度 Fig.7 Seismic intensity and acceleration.

				= 1.3 M	最大加速度(gal=cm/s/s)				震央
都道府県	市区町村	観測点名	震度	震度	合成	南北 成分	東西 成分	上下 成分	距離 (km)
福島県	いわき市	いわき市平梅本 *	5弱	4.9	202.6	164.2	178.6	90.2	71.8
福島県	楢葉町	楢葉町北田 *	5弱	4.9	381.0	372.1	336.8	122.2	54.4
福島県	白河市	白河市東 *	5弱	4.8	182.4	113.4	173.2	74.6	114.4
福島県	中島村	中島村滑津*	5弱	4.8	192.3	142.8	184.3	86.2	113.1
福島県	いわき市	いわき市小名浜	5弱	4.8	140.5	140.2	123.3	48.4	76.8
福島県	須賀川市	須賀川市岩瀬支所*	5弱	4.7	235.3	167.3	222.8	63.2	117.1
福島県	国見町	国見町藤田 *	5弱	4.7	146.0	139.1	139.3	49.6	109.1
福島県	双葉町	双葉町両竹 *	5弱	4.7	205.8	148.4	170.2	101.3	52.4
福島県	白河市	白河市新白河 *	5弱	4.6	202.0	195.6	189.2	52.6	127.5
福島県	天栄村	天栄村下松本 *	5弱	4.6	147.4	146.4	135.6	51.2	120.3
福島県	泉崎村	泉崎村泉崎 *	5弱	4.6	174.7	142.2	133.5	49.9	117.1
福島県	広野町	福島広野町下北迫大谷地原*	5弱	4.6	206.5	194.0	197.9	86.0	54.8
栃木県	大田原市	大田原市湯津上*	5弱	4.6	143.0	121.8	136.8	77.7	145.6
福島県	鏡石町	鏡石町不時沼*	5弱	4.5	208.2	194.6	153.9	118.4	111.8
福島県	浅川町	浅川町浅川 *	5弱	4.5	143.7	119.8	142.5	78.7	109.6
福島県	いわき市	いわき市錦町 *	5弱	4.5	127.2	111.0	93.7	55.9	87.4
福島県	浪江町	浪江町幾世橋	5弱	4.5	240.2	192.2	235.1	133.1	55.2
福島県	南相馬市	南相馬市鹿島区西町 *	5弱	4.5	204.0	143.4	163.9	102.4	67.8
茨城県	高萩市	高萩市下手綱 *	5弱	4.5	132.7	130.1	110.7	46.7	105.3

11月22日05時59分 福島県沖の地震の計測震度及び最大加速度(震度5弱)





最大震度4を観測した地震の震度分布図(+印は震央を表す。深さはCMT 解による。)

第8図 つづき Fig.8 Continued.

(5) 津波

11月22日05時59分に発生した福島県沖の地震(M7.4)により、宮城県の仙台港で最大144cmの津波 を観測したほか、北海道から和歌山県にかけての太平洋沿岸及び伊豆・小笠原諸島で津波を観測した。



144 E 国内の津波観測施設で観測した津波の最大の高さ (+印は震央を表す。)

小笠原諸島

(父島) 周辺

高さ

(cm)

49

26

0.1m

12

27

12

13

10

10

15

11

7

4

10

10

11

7

6

10

10

146'E 44'N

42'N

40'N

-38'N

36'N

34'N

28'N

9 е.

第9図 津波の観測状況 Fig.9 Observed tsunami height.

Х

主な津波波形

港)は国土交通省港湾局、国)は国土地理院の所属



Fig.10 Simulation of tsunami.

(6)長周期地震動

ア.長周期地震動階級1以上を観測した地震

平成28年11月に福島県沖で発生した一連の地震活動のうち長周期地震動階級1以上を観測した地震 を以下に示す。

長周期地震動階級1以上を観測した地震							
発生日時	震央地名	マグニチュード	最大長周期地震動階級				
2016年11月22日05時59分	福島県沖	7.4	2				
2016年11月22日23時03分	福島県沖	5. 7	1				
2016年11月24日06時23分	福島県沖	6.2	1				

長周期地震動階級1以上を観測した地震

イ. 11月22日05時59分(M7.4)の地震で観測された長周期地震動階級

この地震により、宮城県北部、山形県庄内、山形県村山、福島県浜通り、福島県会津、茨城県北部、 茨城県南部、埼玉県北部、千葉県北東部、千葉県北西部、神奈川県東部、新潟県下越で長周期地震動階 級2が観測された。また、東北地方、関東甲信地方、北陸地方、東海地方の広い範囲で、長周期地震 動階級1が観測された。



長周期地震動階級1以上が観測された地域

長周期地震動 階級	人の体感・行動	室内の状況	備考
長周期地震動 階級1	室内にいたほとんどの 人が揺れを感じる。驚 く人もいる。	プラインドなど吊り下げ ものが大きく揺れる。	-
長周期地震動 階級2	室内で大きな揺れを感 し、物に掴まりたいと 感じる。物につかまら ないと歩くことが難し いなど、行動に支障を 感じる。	キャスター付き什器がわ ずかに動く。棚にある食 器類、書棚の本が落ちる ことがある。	-
長周期地震動 階級3	立っていることが困難 になる。	キャスター付き什器が大 きく動く。固定していな い家具が移動することが あり、不安定なものは倒 れることがある。	間仕切壁など にひび割れ・ 亀裂が入るこ とがある。
長周期地震動 階級4	立っていることができ ず、はわないと動くこ とができない。揺れに ほんろうされる。	キャスター付き什器が大 きく動き、転倒するもの がある。固定していない 家具の大半が移動し、倒 れるものもある。	間仕切壁など にひび割れ・ 亀裂が多くな る。

長周期地震動階級関連解説表

※長周期地震動階級に関する詳細は、地震・火山 月報(防災編)平成27年12月号「付録10.長周 期地震動階級関連解説表」を参照。

第11図 長周期地震動と地震波形

Fig.11 Long-period earthquake ground motion and seismic waveform.

ウ. 11月22日05時59分(M7.4)で観測された地震波形等

図6-2~3に、この地震で長周期地震動階級2が観測されたいわき市小名浜、成田国際空港における地震波形、絶対速度応答スペクトル及び絶対加速度応答スペクトルを示す。

いわき市小名浜は震源近傍に位置し、比較的短い周期の地震波が卓越しているが、長周期側にかけて も絶対速度応答スペクトルの値の減少は緩やかで、周期区分で1秒台から7秒台の全てで長周期地震動 階級データが階級2となっていた。

成田国際空港は震源から 200km に位置し、2~3秒台の地震波が卓越しているが、長周期側でも再び 大きな値を取り、周期5~7秒台でも長周期地震動階級データが階級2となっていた。



いわき市小名浜で観測した波形、絶対速度応答スペクトル及び絶対加速度応答スペクトル

(加速度波形、速度波形は05:59:50から2分間を示している)

絶対応答スペクトルの図、波形図の説明

- ① 観測点名,地域名称,地震波形の観測時間,観測点における震度,観測点における長周期地震動階級,観測点における周期区分別の長周期地震動階級データの最大値.周期区分は,周期1.6
 秒~周期1.8秒を1秒台,周期2.0秒~周期2.8秒を2秒台,周期3.0秒~周期3.8秒を3秒台,周期4.0秒~周期4.8秒を4秒台,周期5.0秒~周期5.8秒を5秒台,周期6.0秒~周期6.8秒を6秒台,周期7.0秒~周期7.8秒を7秒台と表示している.
- ② 絶対速度応答スペクトルグラフ. 横軸は周期(秒),縦軸は速度応答値(単位は cm/sec)で, NS(赤), EW(緑), UD(青)の3成分及び水平動合成(黒)について表示した. 減衰定数5% はビルの設計に一般的に用いられている値である.
- ③ 絶対加速度応答スペクトルグラフ. 横軸は周期(秒), 縦軸は加速度応答値(単位は cm/sec/sec) で,NS(赤), EW(緑), UD(青)の3 成分及び水平動合成(黒)について表示した. 減衰定 数5%はビルの設計に一般的に用いられている値である.
- ④ 加速度波形表示.成分は、上から南北成分(NS),東西成分(EW),上下成分(UD)である3成 分とも同じ縮尺で示す.
- ⑤ 速度波形表示.表示は④と同じ.

第12図 つづき Fig.12 Continued

Fig.12 Continued.



成田国際空港で観測した波形、絶対速度応答スペクトル及び絶対加速度応答スペクトル (加速度波形、速度波形は 06:00:10 から7分間を示している)

第13図 つづき Fig.13 Continued.

(7) 現地調査

仙台管区気象台及び福島地方気象台は、津波警報を発表した宮城県、福島県の津波観測施設のうち、 鮎川検潮所(気象庁)、仙台港検潮所(港湾局)、相馬験潮場(国土地理院)の周辺における津波の痕跡 等を確認するため、11月24日に現地調査を実施した。

鮎川検潮所のある鮎川漁港(宮城県石巻市)では、聞き取り調査による津波の高さは 0.9m 程度であった。鮎川漁港から北西に約4km離れた小淵漁港(宮城県石巻市)で2.1mの痕跡高を確認した。小淵 漁港から約400m北西にある表浜港では津波は岸壁を越えておらず、聞き取り調査による津波の高さは 0.8m程度であった。小淵漁港は、南北に細長く入り組んだ湾奥に位置するため、地形の効果により津波 が高くなった可能性がある。また、小淵漁港から約9km北西にある桃ノ浦漁港(宮城県石巻市)でも津 波は岸壁を越えておらず、聞き取り調査による津波の高さは0.6m程度であった。

仙台港検潮所のある仙台港(宮城県仙台市)では、聞き取り調査により津波が岸壁を越える位であったとの証言を得たことから、津波の高さを岸壁までの1.7mと推定した。

相馬験潮場のある相馬港(福島県相馬市)及び北に約8km離れた磯浜漁港(宮城県山元町)周辺では、 津波の痕跡は確認できなかった。



調査地域(国土地理院の地図を使用)



検潮所における津波の高さと浸水深、痕跡高、遡上高の関係

第14図 現地調査 Fig.14 Field survey.



「平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震」の余震活動

第15図 「平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震」の余震活動

Fig.15 Seismic activity of aftershocks of the 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake.

S-net観測点データを用いた自動震源(観測点補正+DD法)

震央分布図及び断面図(2016年11月22日05時50分~24時00分、深さ0~30km、M全て)



★は11月22日05時59分 M7.4の震源 茶線は「新編日本の活断層」による断層トレース



下図のS-net観測点波形(2016年11月22日05時50分 ~24時00分:ベクトル変換後)のp相のみを用いて溜渕 ほか(2016)の自動処理を行い、5点以上p相が検測で きたイベントについて、JMA2001の速度構造を用いた 震源計算により観測点補正値(下図参照)を求めた後、 DD法を適用した。なお、M7.4の地震のみ手動での検 測値を使用した。



<参考文献>

溜渕功史・森脇健・上野寛・東田進也(2016): ベイズ推定を用いた一元化震源のための自動震源推定手法, 験震時報, 79, 1-13. Waldhauser F. and W.L. Ellsworth (2000): A double-difference earthquake location algorithm: Method and application to the northern Hayward fault, Bull. Seism. Soc. Am., 90, 1353-1368.

第16図 S-net 観測点データを用いた自動震源 Fig.16 Distribution of hypocenter determined by an automated way using S-net stations.

S-net観測点による自動震源(観測点補正+DD法)と近傍断層等



震央分布図(2016年11月22日05時~24時、40km以浅、M全て)

第17図 S-net 観測点データを用いた自動震源と近傍断層等

Fig.17 Distribution of hypocenter determined by an automated way using S-net stations with close faults.





第18図 福島県沖の陸のプレート内付近の地震活動

Fig.18 Intraplate seismicity of the continental plate off the Fukushima Prefecture.

東北地方太平洋沖地震の余震域における発震機構(気象庁 CMT 解)の分布図 逆断層型の地震を紫(「プレート境界型の地震」を特に赤で表示)、正断層型の地震を緑、横ずれ断層型の地震を茶色、 その他の地震を灰色で表示。シンボルはセントロイドの位置に表示。

東北地方太平洋沖地震発生後の1年間は、陸のプレート内で正断層型の地震、陸地に近い領域の太平 洋プレート内で逆断層型の地震、海溝軸付近の太平洋プレート内で正断層型の地震がそれぞれ増えた。 プレート境界型の地震は、東北地方太平洋沖地震発生後は地震時のすべり量の大きかった領域を避ける ように分布している。1年後以降はいずれの活動も当初に比べて低下している。

2016年11月22日の福島県沖の地震(M7.4)を含む陸のプレート内の正断層型の地震は、3年後以降、 主に福島県沖・茨城県沖で発生している。



第19図 東北地方太平洋沖地震の余震域における発震機構(気象庁 CMT 解)の分布図

Fig.19 Distribution of focal mechanism(CMT solution by JMA) in the area of aftershocks of the 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake.



※東北地方太平洋沖地震の近地強震波形による断層すべり分布 (Yoshida et al. (2011)*3 による)のすべり量を赤色の等値線で表示。

- *1 Nakajima, J., and A. Hasegawa (2006), Anomalous low-velocity zone and linear alignment of seismicity along it in the subducted Pacific slab beneath Kanto, Japan: Reactivation of subducted fracture zone?, Geophys. Res. Lett., 33, L16309, doi: 10.1029/2006GL026773.
- *2 Nakajima, J., F. Hirose, and A. Hasegawa (2009). Seismotectonics beneath the Tokyo metropolitan area, Japan: Effect of slab-slab contact and overlap on seismicity, J. Geophys. Res., 114, B08309, doi:10.1029/2008JB006101.
- *3 Yoshida, Y., H. Ueno, D. Muto, and S. Aoki (2011), Source process of the 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake with the combination of teleseismic and strong motion data, Earth Planets Space, 63, 565-569.

第 20 図 つづき Fig.20 Continued.





第21図 1938年福島県沖・茨城県沖のM7クラスの地震の震度分布との比較

Fig.21 Comparison of seismic intensity distribution between earthquakes around M7 off the Fukushima and Ibaraki Prefecture on 1938 and this earthquake.

仙台管区気象台における強震波形比較

(1938年11月6日17時53分 M7.4)

(2016年11月22日05時59分 M7.4)



第22図 仙台管区気象台における強震波形比較

Fig.22 Comparison of strong ground motion wave form observed at Sendai Regional Headquaters between earthquakes around M7 off the Fukushima and Ibaraki Prefecture on 1938 and this earthquake.



第 23 図 つづき Fig.23 Continued.



第 24 図 地震回数積算図 (M ≧ 4.5, 5.0)

Fig.24 Cumulative number of earthquakes (M \geq 4.5 and 5.0).

11月22日福島県沖の地震活動パラメータ



1983年以降の主な地震の b 値、 p 値









Fig.26 Continued.

2016年11月22日福島県沖の地震の余震発生確率

(Mth4.0の場合でM7.0以上の発生確率)



地震回数 M≧7.0	総日数	平常時3日間確率 (ポアソン過程)	地震発生直後3日間確率 (大森・宇津公式)	12/9 13時3日間確率 (大森・宇津公式)	
3回	34294.25日	0.026%	13.2%	0.38%	



第 27 図 余震発生確率 Fig.27 Probability of aftershock occurring.

2016年11月22日福島県沖の地震の余震発生確率

(Mth4.2の場合でM7.0以上の発生確率)



地震回数 M≧7.0	総日数	平常時3日間確率 (ポアソン過程)	地震発生直後3日間確率 (大森・宇津公式)	12/9 13時3日間確率 (大森・宇津公式)	
3回	34294.25日	0.026%	4.6%	0.15%	



第28図 つづき Fig.28 Continued.