

1996年2月17日 Irian Jaya 地震津波の現地調査

今村 文彦*・高橋 智幸*・松富 英夫**・李 昊俊***・
倉吉 一盛***・堀内 信哉***・越村 俊一***

1. はじめに

Irian Jaya北西部Biak島沖でマグニチュード8と推定される地震により津波が発生し、その周辺域に襲撃ただけでなく、4,000km以上離れた日本海沿岸にも到達、父島で最高1m以上の津波を記録した。現地では少なくとも死者・行方不明者150名以上が報告され、各地に大きな被害を引き起こした。津波・地震の様子や被害に関しては現地から断続的な情報しかなく、インドネシアの研究者と共に現地での津波調査を実施することとなった。本研究は、この調査で得られた結果を報告し、津波挙動の特徴や被害の原因について考察を行う。

2. プレートテクトニクスと地震発生メカニズム

1996年2月17日5時59分(世界標準時)、現地時間14時59分にマグニチュード8.0の津波を伴った巨大地震がBiak島沖で発生した(図-1を参照)。Harvard大学の地震メカニズムのCMT解は、New Guinea海溝部(プレートの沈み込み帯)での低角逆断層であることを示唆している。17日以降、M6クラスの余震が5回以上続き、余震発動の非常に活発なイベントであった。しかも、地震の発震機構は、逆断層だけでなく正断層や横ズレ断層も含まれており、極めて複雑な活動であった。Biak島南側Yapen島から西側には、反時

計方向の横方向ズレ断層帯が存在しており(図-2を参照)、17日の本震が南部の地震地帯を刺激し、そこで異なった地震が頻発しているものと考えられる。各研究機関で推定されている本震のメカニズムを表-1にまとめる。

New Guinea島東部では、過去3回(1914(M=7.9), 1957(M=7.5), 1979(M=7.9))の大地震が発生している。1914年及び1979年の地震の際には、津波も引き起こしたと言われている。1979年の地震津波では100名以上の死者と400戸以上の家屋が流出したと報告されている(北沢, 1990)。このように被害を及ぼした津波があったにもかかわらず、調査のアンケートによると、Biak島住民の津波に対する知識と意識はほとんどなかった。

3. 現地からの津波・地震情報

地震・津波発生の翌日の新聞報道より[The Jakarta Post, 1996], 10名以上の犠牲者を出したと言われるが、この時点の被害状況の情報収集は難しく、我々が現地に入った時点での被害として、表-2に示すように死者・行方不明者併せて150名以上という数字になっていた。また、地震直後から津波による被害が伝わっており、各地で報道された津波の高さは

4 m at Manokwari, 7 m at Sarmi (central new Guinea),

6-7m at Korim (northern Biak), 3-5 m at Biak, 7 m at Yapen Is.

である。しかし、これらは住民の証言によるものであり、正確な津波高さの情報にはなかった。

*東北大学工学部災害制御研究センター

**秋田大学鉱山学部土木環境工学科

***東北大学大学院工学研究科

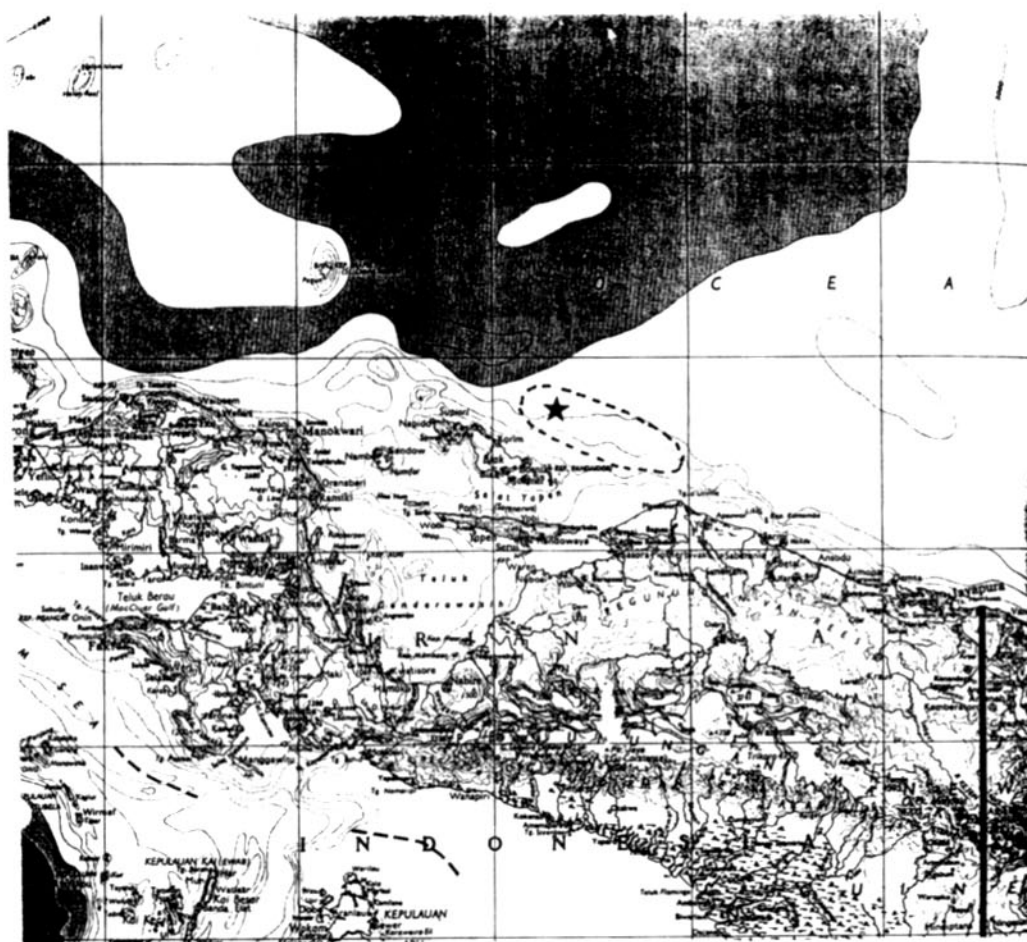


図-1 震源位置と推定された津波の波源

表-1 各研究機関により推定された地震のメカニズム

	Epicenter (震央位置)	Depth	Mechanism (走向, 傾き, すべり角)	Moment ($\times 10^{27}$ dyne)	Mw
USGS	(0.50N, 135.83E)	21km	129/18/73	7.2	7.9
Harvard Univ.	(0.63S, 136.59E)	15km	114/11/91	22	8.2
ERI, Univ, Tokyo	(0.5N, 135.80E)	33km	113/19/89	12.3	8.0
Caltech	(0.5N, 135, 8 E)	33km	114/12/95	17.8	8.1

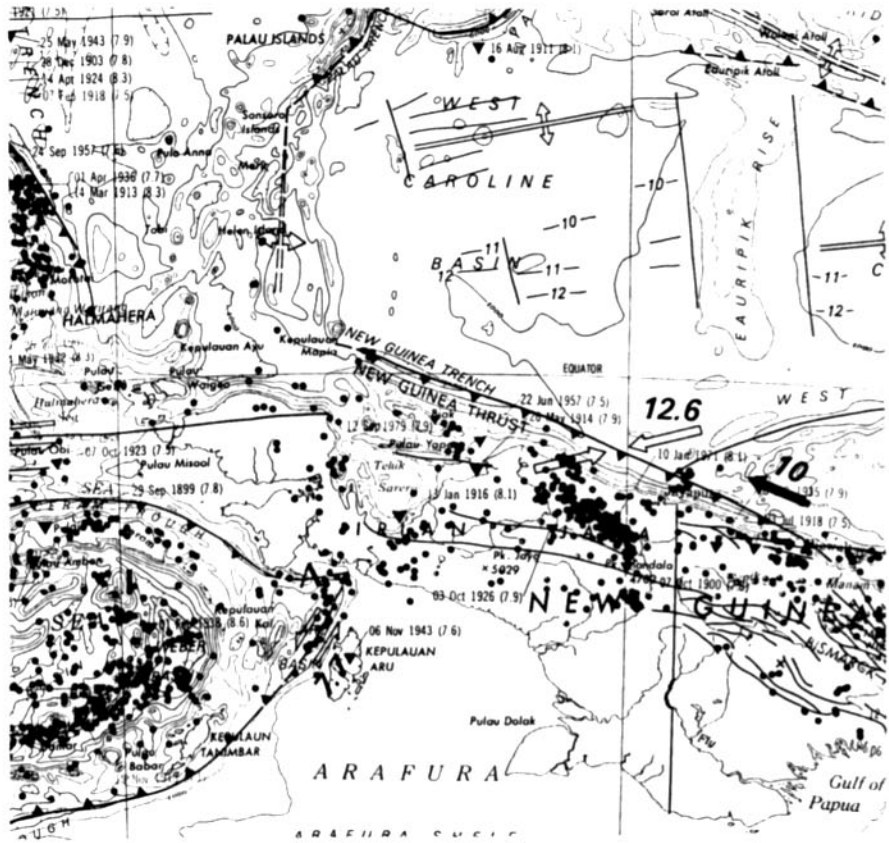


図-2 過去の地震活動とプレートテクトニクス

表-2 津波・地震による人的及び家屋被害

場 所 名	人的被害					家屋被害		
	死者	行方不明	重傷	軽傷	人 口	全 壊	重破壊	軽破壊
Biak 島南部	10	9	50	25	54,498	195	547	499
Biak 島東部	11	0	0	34	12,625	183	192	75
Biak 島西部	16	4	13	124	7,625	46	554	0
Biak 島北部	64	18	2	15	11,816	376	28	28
Supiori 島南部	5	0	0	5	6,211	55	765	0
Supiori 島北部	1	20	0	22	3,841	0	7	0
Numfoot 島東部	0	0	0	0	4,712	2	0	0
Numfoot 島東部	0	0	0	0	2,961	5	0	0
合 計	107	51	55	225	104,289	855	2,093	603

4. 日本での被害

地震発生後、4、5時間後、日本沿岸各地で津波が観測された。気象庁は同日午後5時半、関東から沖縄にかけての太平洋沿岸に津波注意報を出したが、午後8時過ぎに、東北と北海道を含めた太平洋沿岸全域に範囲を広げ、さらに午後9時25分、北海道から四国にかけては津波警報に切り替えた。18日午前1時、津波警報、津波注意報はいずれも解除された。

報告された日本での被害は、17日午後8時から9時頃にかけて、高知県土佐清水市の三崎漁港などの五カ所の漁港で津波のため漁船約20隻が転覆した。そのため、高知県警と高知市など関連自治体が対策本部を設置したほか、同県春野町が午後9時半、海岸近くの住民に町内放送で避難するよう呼びかけた。また、岩手県三陸町役場は、同日夜、沿岸地区の住民約1,500人に高台への避難命令を出した。しかし、住民の動きが鈍かったところもあった。三沢市は3,500人に避難を勧告したが、午後10時まで七カ所の避難所には1人も住民の姿は見えなかった。青森県百石町でも避難勧告を受けた1,200人のうち、10時まで勧告に応じたのは八人。釜石市でも反応は鈍く、18,000人に避難を指示したが、61箇所の避難所にむかう人は少なかった〔河北新報、1996〕。

遠地で起きた地震で日本沿岸に1mを超える津波が押し寄せたのは昭和35年のチリ地震以来である。

表-3には、気象庁発表による日本で観測された津波の記録をまとめる。特徴としては、高知県など四国・九州南東部での津波到達が比較的速く、最大波の出現時間も早い。恐らく、沖縄・九州および関東・東海はそれぞれ陸棚や海溝に沿って到達しているのに対し、四国などは、イリアンジャヤの波源から直線的に伝播してきたものと思われる。実際、外洋伝播計算を実施し伝播の過程を見ると、この様子を見ることが出来る。

5. 調査の日程及び項目

調査期間は、被災後約2週間を経過した後の3月4日より6日間であった。対象範囲は、最も大きな被害が報告されたBiak島およびその周辺諸島であり、時間の制約と交通手段の制約から、他のIrian Jaya本島をカバーすることが出来なかった。調査メンバーは、インドネシア、日本、アメリカより延べ18名の研究者・技術者であった。合同調査班の集合写真を写真-1に示す。調査項目は、津波の打ち上げ高さ、被害、津波来襲状況や災害時の住民行動に関するアンケートである。写真-2には、Biak港付近で行った調査の様子を示す。特に今回は、Biak島北部のKorimで大きな人的被害が報告されており、津波の規模と被災の関係を中心に調査を行った。

調査地点選定には、現地での情報の他に津波数値シミュレーション結果より予測されている津波高さを参考にしている。住民がいない場所でも、非常に大きな津波が来襲することがあるためである。また、津波による土砂移動形態に関する項目も含めている。今回、地震動による被害も報告されており、併せてその被害調査も行っている。

6. 調査結果

6.1 津波遡上高さ

最終的には4チームが延べ5日間の現地調査を行った。その第一の結果は島周辺部での津波打ち上げ高さであり、表-5に示すように総計88ポイントの津波打ち上げ高さを測定した。この値の殆どは遡上高さであり、浸水域の最も奥の場所で、値が大きいものである。ただし、今回はそれ以外の津波痕跡がはっきりしている浸水高さも含まれている。その主な測定位置を図-3に示す。表および図中の値は、Biak島Korimでの推算潮位を利用して、表中の値は来襲当時の潮位からのものに補正してある。約100kmの半径の大きさを持つBiak島周辺部では若干の潮位の位相が異

表-3 日本で観測された津波の記録

Place	N. Lat.	E. Long.	1st wave H(cm)		Max H(cm)	
			(dd:hh:mm)		(dd:hh:mm)	
Ishigaki (Ryukyu)	24.19.54	124.09.21	17:19:00	3	17:20:56	16
Miyako Is.	24.48.15	125.16.51	17:19:19	7	17:20:04	23
Naha (Ryukyu)	26.12.32	127.40.43	17:19:19	9	17:22:44	31
Makurasaki (Kagosima)	31.15.51	130.17.43	17:20:31	33	17:21:04	50
Aburatsu (Miyazaki)	31.34.24	131.24.41	17:20:01	23	17:22:14	53
Hyugashirahama (Miyazaki)	36.26.	130.40.	17:20:10	8	17:21:14	33
Tosashimizu (Kouchi)	32.46.33	132.57.41	17:20:11	38	17:21:00	79
Kouchi	33.29.51	133.34.43	17:20:17	14	17:21:58	24
Murotomisaki (Kouchi)	33.15.47	134.10.02	17:20:03	15	17:23:29	47
Uwajima (Ehime)	33.13.50	132.33.23	17:20:41	15	17:23:26	17
Komatsushima (Tokushima)	34.00.21	134.35.24	17:20:45	12	17:23:19	21
Wakayama	34.13.07	135.08.54	17:20:51	8	17:22:55	16
Shionomisaki (Wakayama)	33.28.21	135.46.34	17:20:03	22	17:20:45	96
Kobe	34.40.47	135.11.34	17:23:14	6	17:23:19	6
Owase (Mie)	34.04.24	136.12.37	17:23:14	19	17:20:56	68
Toba (Mie)	34.28.55	136.49.39	17:20:40		17:23:20	46
Maisaka (Shizuoka)	34.40.44	167.36.43	17:20:29	5	17:22:41	16
Omaezaki (Shizuoka)	34.36.19	138.13.30	17:20:29	9	17:23:08	46
Chichi Is.	27.05.28	142.11.29	17:19:23	10	17:20:18	103
Hachijo Is.	33.05.46	139.46.27	17:20:12	6	17:21:00	84
Oshima Is.	34.47.10	139.23.40	17:21:09		17:22:35	31
Tateyama (Chiba)	34.59	139.51	17:20:40	11	17:23:20	90
Choshi (Chiba)	35.44.28	140.51.42	17:21:29	8	17:23:10	19
Onahama (Fukushima)	36.56.02	140.53.43	17:12:34	-12	18:00:10	16
Ishinomaki (Miyagi)	38.17.37	141.30.31	17:21:43	-11	18:00:20	31
Ofunato (Iwate)	39.01.00	141.45.26	17:21:42	-13	17:22:17	13
Miyako (Iwate)	39.38.27	141.58.44	17:21:35	7	17:23:11	16
Hachinohe (Aomori)	40.31.44	141.31.53	17:21:42	12	18:00:46	19
Urakawa (Hokkaido)	42.10	142.46	17:22:10	-11	17:22:40	12
Kushiro (Hokkaido)	42.58.20	144.22.30	17:22:42	14	17:23:31	16
Nemuro (Hokkaido)	43.16.32	145.34.20	17:22:05	-15	17:22:53	12



写真-1 宿泊先ホテル前での合同調査チームの集合写真



写真-2 Biak 港付近での津波調査の様子

表-4 調査の日程

2 March	東京発 (11:00) ジャカルタ着 (16:30) by GA873 インドネシア・アセスメント応用工学省 (BPPT) での打ち合わせ Meeting at BPPT Coastal Engineering Laboratory LPTP-BPP Technology Gedung II BPP Technology Lt. 22 Jl. MH Thamrin No. 8, Jakarta 10340, INDONESIA Fax : 62-21-316 9873 Phone : 62-21-316 9882 E-mail : subantms. pt. bppt. go. id
3 March	BPPTでの打ち合わせと携行機材のチェック ジャカルタ発Biak島へ (23:00) by GA742
4 March	Biak島着 (7:10) by GA742 Arumbain Hotel (Biak) へチェックイン 警察署, 市役所, 軍災害対策本部へ表敬訪問および情報収集 午後, Biak港周辺部での津波調査 時間と交通手段の制限から調査対象をBiak島のみとする。
5 March	インドネシア気象地球物理省 (BMG) Biak支所を訪問, 最大被災地であるKorimでの調査に関する注意事項を相談。余震活動が続いているため住民の中に不安があり, デマも広まっているため, 出来るだけ短時間で調査を行うこととした。
6 March	2チームに分けて北部と西部を調査 西部 (Kannan, Mamoribo, Marodori, Farusi) 北部 (Wari, Warsa, Sansundi)
7 March	4チームに分かれてBiak島の周辺およびSupiori島南部を調査 南部 (Sorido, Yendidori, Adoki, Sangeru, Urju, and Arnini) 北部 (Suambesi) 東部 (Bosnik, Saba, Anggaduber, Menurwar) (Mamsoben, Wayesi, Rasaidori, Kpudori) 南部 (Yendidori, Impendi, Urfu, and Samber)
8 March	継続してBiak島および周辺諸島を調査 東部 (Trajung Barari) Pai島, Owi島 (Moronsuo, Marwemur, Tanjung Wasuri)とAuki島 夕方, 警察署長に協力へのお礼の挨拶
9 March	1チームを除きBiak島 (11:29) からジャカルタに戻る by GA743
10 March	BPPTで, データ整理および11日の報告会のための準備 東北大・秋田大学のチームは日本に帰国
11 March	BPPTでの報告会

表-5 測定された津波高さ (来襲当時の潮位からの高さに補正済み)

No.	Region	Place	Location	Heights (m)
1	N_BIAK	KORIM	136:02:07.2E 00:53:51.3S	2.37
2	N_BIAK	KORIM	136:02:11.9E 00:54:01.5S	2.51
3	N_BIAK	KORIM	136:02:18.7E 00:54:08.8S	2.45
4	N_BIAK	KORIM	136:02:37.9E 00:53:38.2S	3.2
5	N_BIAK	KORIM	136:02:14 E 00:54:01.5S	2.24
6	N_BIAK	KORIM	136:02:14 E 00:54:01.5S	2.85
7	N_BIAK	KORIM	136:02:14.9E 00:54:02.3S	3.7
8	N_BIAK	KORIM	136:02:16.6E 00:54:06.9S	3.75
9	N_BIAK	KORIM	136:02:27.9E 00:53:56.1S	4.2
10	N_BIAK	KORIM	136:02:27.9E 00:53:56.1S	3.88
11	N_BIAK	KORIM	136:02:16 E 00:53:47 S	4.56
12	N_BIAK	KORIM	136:02:21 E 00:53:54 S	5.35
13	N_BIAK	KORIM	136:02:21 E 00:53:54 S	5.27
14	N_BIAK	KORIM	136:02:28 E 00:54:01 S	4.3
15	N_BIAK	WARI	136:02:03 E 00:51:41.7S	2.64
16	N_BIAK	WARI	136:02:03 E 00:51:41.7S	2.47
17	N_BIAK	WARI	136:02:00 E 00:51:33 S	1.61
18	N_BIAK	WARI	136:02:00 E 00:51:33 S	1.66
19	N_BIAK	WARI	136:02:00 E 00:51:33 S	1.33
20	N_BIAK	WARI	136:02:00 E 00:51:33 S	3.81
21	N_BIAK	WARI	136:02:12 E 00:51:41 S	4.32
22	N_BIAK	WARSA	135:55:22 E 00:47:23 S	2.9
23	N_BIAK	WARSA	135:55:22 E 00:47:23 S	2.77
24	N_BIAK	WARSA	135:55:22 E 00:47:23 S	3.25
25	N_BIAK	WARSA	135:55:26 E 00:47:25 S	3.46
26	N_BIAK	WARSA	135:55:24.2E 00:47:32.2S	4.37
27	N_BIAK	WARSA	135:55:33.0E 00:47:33.7S	4.31
28	N_BIAK	SANSUNDI	135:49:35 E 00:41:24 S	1.51
29	N_BIAK	SUAMBESI	135:54:52 E 00:46:22 S	3.35
30	N_BIAK	WAYESI	135:45:10 E 00:44:22 S	2.00
31	N_BIAK	WAYESI	135:45:10 E 00:44:22 S	2.98
32	N_BIAK	MANSOBEN	135:45:51 E 00:44:19 S	3.08
33	S_BIAK	BIAK PORT	136:04:55 E 01:11:04 S	1.89
34	S_BIAK	BIAK PORT	136:05:04 E 01:11:10 S	1.72
35	S_BIAK	BIAK PORT	136:05:13 E 01:11:13 S	1.75
36	S_BIAK	BIAK PORT	136:05:13 E 01:11:12 S	1.89
37	S_BIAK	BIAK PORT	136:04:37.8E 01:11:11.9S	2.18
38	S_BIAK	BIAK PORT	136:04:36.5E 01:11:10.0S	1.53
39	S_BIAK	BIAK PORT	136:04:42.7E 01:11:12.4S	1.78
40	S_BIAK	BIAK PORT	136:04:33.9E 01:11:06.0S	2.45

表-5 続き

41	S_BIAK	AIRPORT	136:06:22.2E	01:11:36.9S	1.61
42	S_BIAK	YENDIDORI	136:01:07.5E	01:08:42.4S	2.06
43	S_BIAK	YENDIDORI	136:01:03.1E	01:08:48.2S	1.99
44	S_BIAK	YENDIDORI	136:01:02.4E	01:08:47.5S	2.03
45	S_BIAK	INPENDI	135:59:38.4E	01:08:43.6S	2.00
46	S_BIAK	URFU	135:56:28.5E	01:08:33.9S	0.91
47	S_BIAK	URFU	135:56:28.2E	01:08:28.5S	0.72
48	S_BIAK	URFU	135:56:14.0E	01:08:38.8S	1.28
49	S_BIAK	SORIDO	136:02:54.5E	01:09:30.8S	2.13
50	S_BIAK	ADOKI	135:59:36.7E	01:08:39.4S	1.27
51	S_BIAK	SAMBER	135:54:24.1E	01:10:11.7S	1.42
52	E_BIAK	SAURI	136:17:47.2E	01:03:19.5S	3.16
53	E_BIAK	BOSNIK	136:13:26.1E	01:10:18.2S	1.79
54	E_BIAK	BOSNIK	136:13:26.1E	01:10:18.2S	1.58
55	E_BIAK	BOSNIK	136:13:35.9E	01:10:19.5S	1.69
56	E_BIAK	SABA	136:16:46.1E	01:09:07.1S	2.04
57	E_BIAK	ANGGADUBER	136:19:37.4E	01:08:00.4S	1.80
58	E_BIAK	WARARI	136:21:11.0E	01:06:43.0S	2.22
59	E_BIAK	WARARI	136:21:12.8E	01:06:32.4S	2.23
60	E_BIAK	WARARI	136:21:19.4E	01:06:15.2S	2.50
61	W_BIAK	WARDO	135:49:29.0E	01:02:08.8S	2.01
62	W_BIAK	MAMORIBO	135:47:42.5E	00:59:15.0S	3.62
63	W_BIAK	MAMORIBO	135:47:42.5E	00:59:15.0S	4.17
64	W_BIAK	MAMORIBO	135:47:42.5E	00:59:15.0S	3.37
65	W_BIAK	MARODORI	135:47:02.2E	00:56:18.7S	3.78
66	W_BIAK	FARUSI	135:47:12.6E	00:57:56.6S	7.31
67	W_BIAK	FARUSI	135:47:20.6E	00:58:01.5S	6.17
68	W_BIAK	ARNINI	135:48:44.5E	01:05:28.1S	1.58
69	W_BIAK	MARDRI	135:47:09.7E	00:56:15.7S	7.68
70	S_SUPIORI	RAYORI	135:29:44.8E	00:49:16.6S	0.61
71	S_SUPIORI	KORIDO	135:35:17.7E	00:50:13.3S	1.00
72	S_SUPIORI	MARSAM	135:42:22.8E	00:47:52.8S	0.60
73	S_SUPIORI	MARSAM	135:42:19.7E	00:47:56.7S	0.91
74	S_SUPIORI	MARSAM	135:42:03.9E	00:47:55.8S	1.56
75	N_SUPIORI	RASAI DORI	135:36:56 E	00:40:42 S	0.94
76	N_SUPIORI	KPUDORI	135:37:47 E	00:40:23 S	1.21
77	PAI IS.		136:26:14 E	01:13:13 S	2.92
78	PAI IS.		136:26:14 E	01:13:13 S	1.87
79	PAI IS.		136:26:14 E	01:13:13 S	1.02
80	OWI IS.		136:13:12 E	01:13:44 S	1.66
81	OWI IS.		136:12:44 E	01:13:49 S	1.60
82	OWI IS.	MORMSAO	136:11:57.5E	01:14:07.2S	1.76

表-5 続き

83	OWI IS.	KAWAWI	136:12:25.7E	01:13:59.8S	1.83
84	OWI IS.	MARWAEMUM	136:13:07.7E	01:13:50.2S	1.80
85	OWI IS.	MARWAEMUM	136:13:07.7E	01:13:50.2S	2.42
86	OWI IS.	TANJUNG WASORI	136:13:42.1E	01:13:55.8S	2.21
87	AUKI IS.	INSUMARIRES	136:18:14.1E	01:14:38.5S	1.24
88	AUKI IS.	INSUMARIRES	136:18:14.1E	01:14:38.5S	0.61

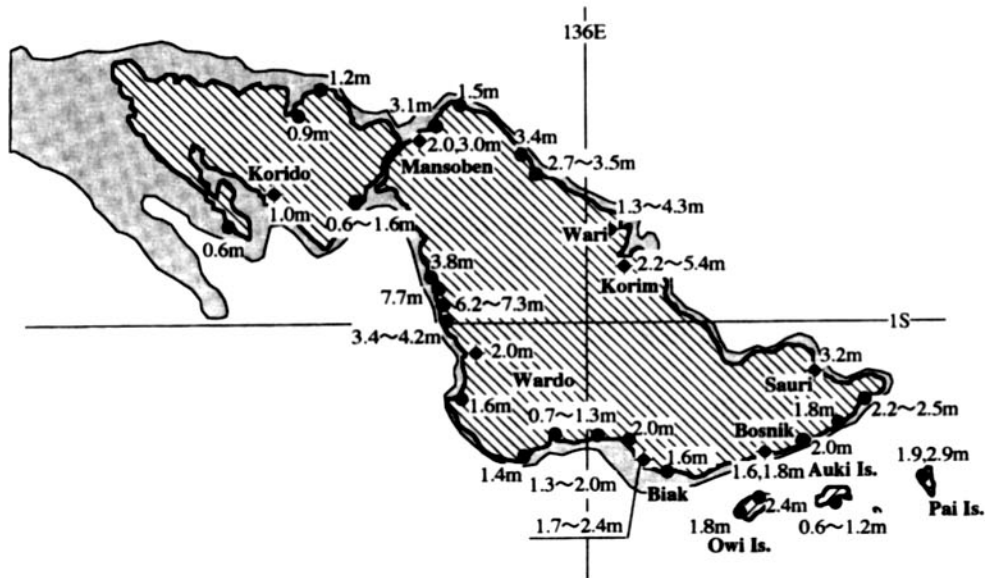


図-3 測定された津波打ち上げ高さ (潮位補正され津波来襲時の潮位からの高さ)

なるが、その影響はせいぜい高さにして10cm程度であると予想される。イリアンジャヤ本島の Sarmi (Biak 島から東へ300kmほど) と Korim での推算潮位の差はせいぜい10cmであるからである。

測定された津波遡上高さの特徴としては、波源に近い島北部で津波は大きく、西部及び東部が次いで大きく、南部での値が最も小さい。なお、最高津波高さは西部 Mardi での7.7mであった。測定された津波の規模は波源位置との関係からは説明出来るが、西部での局所的に高い値は、現在の数値モデル(1km格子間隔)でも再現できない。図-4には測定された打ち上げ高さの数値計算による最高水位の比較を示す。

6.2 Wardoでの津波高さ

島西部は波源に対し島背後に位置しており、通常であれば大きな津波は考えられない。この周辺部の地形的特徴は、図-5に示されたように直線状海岸に沿って幅200mから400mのリーフ(珊瑚礁)が存在する。図中には、証言による津波の第一波と第二波の来襲方向及び津波浸水域の流木方向から推定した最大波の来襲方向(白抜き矢印)が示されている。住民の目撃によれば第一波は引き波で始まり1から3分で来襲しており、第2波が最大である。図中の来襲方向より、第一波は沿岸にごく近い場所から到達してきたのに対し、第二波および推定される最大波はさらに沖から来襲してきたものと思われる。なお、津波痕跡高さは、浸水が見られた場所での代

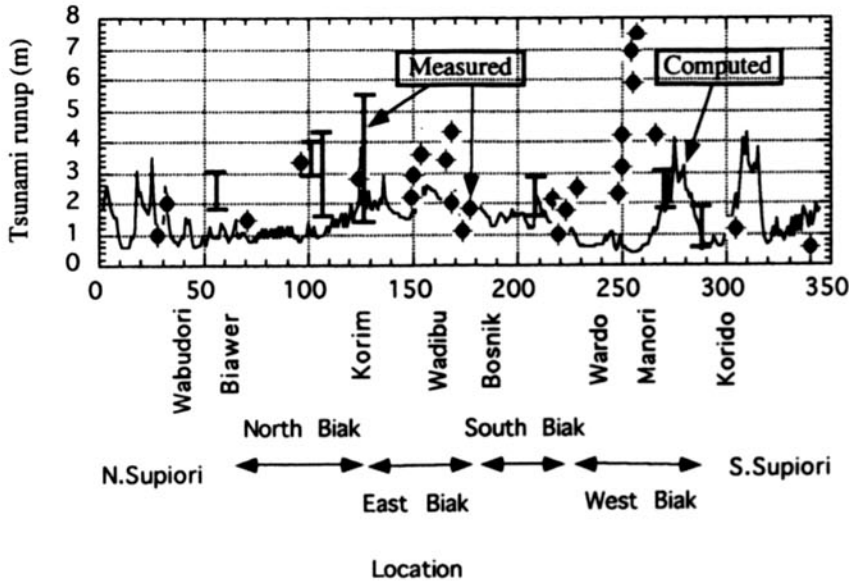


図-4 測定津波高さと数値計算による推定値の比較

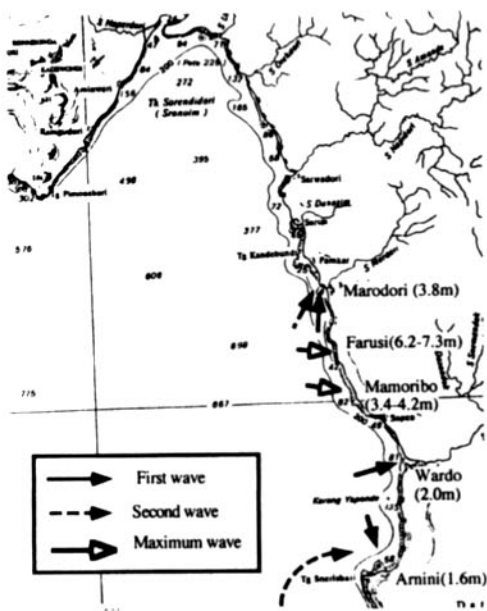


図-5 Biak島西部 Wardo 付近の地形と津波来襲方向

表値であり、この周辺全域で2m以上の津波が来襲してきたわけではない。最大波及び津波の浸水域はかなり限定されており、何らかの原因で局所的にエネルギーが集中したものと思われる。一般に、リーフは完全に連続して

いる訳ではなく、ある間隔でリーフがない境界が存在すると言われ、そこでは、水深が急激に浅くなっていないために、津波が進入し易いことが予想できる。今後の詳細な検討が必要である。写真-3, 4, 5はManoriboでの浸水域で撮影されたもので、局所的に非常に大きな波力を伴って津波が進入したことがわかる。10m以上の立ち木の枝が無惨に折られている様子も見られた。恐らく、Splash的に波がぶつかったものと思われ、その高さは8m以上になるが、今回の測定値にはこのような、非常に局所的な値は入れていない。さらに、この地域の沿岸には、浅瀬に直径20m程度の小さな島が存在しており、1993年北海道南西沖地震津波による藻内（最高31mの津波高さを記録）の地形特性と類似している。

6.3 地震・津波による被害

北部Korimの被害は、今回の被災で最大規模のものであった。この村を中心に周辺部全体（北部Biak島）で犠牲者82名、380戸が全壊しており、被災率は100%である。津波高さは2.2から5.4mであるが、図-6に示されたように浸水範囲は広く、海岸から500m以上離れた場所でも津波痕跡が明確に見られた。



写真-3 Manoriboでの津波浸水域(1)



写真-4 Manoriboでの津波浸水域(2)

Korimの集落は湾口幅500m奥行1km程度の矩形湾の奥に位置しており、しかも、陸上部は勾配1/300以下の平坦な地形が続いている。従って、津波エネルギーが湾奥に集中し、陸上遡上後は、波高の増幅は見られないものの大きな流速が保持され、浸水域を広げかつ

家屋を破壊したものと思われる。現場で推定された浸水高さや流速との関係を他の例と比較すると、大きな流速が生じていたことが示される[松富, 1996]。図-6中の斜線部は浸水域をその内部の点線部は家屋の全壊または重破壊が見られた地域である(写真-6を参



写真-5 Manoriboでの津波浸水域(3)

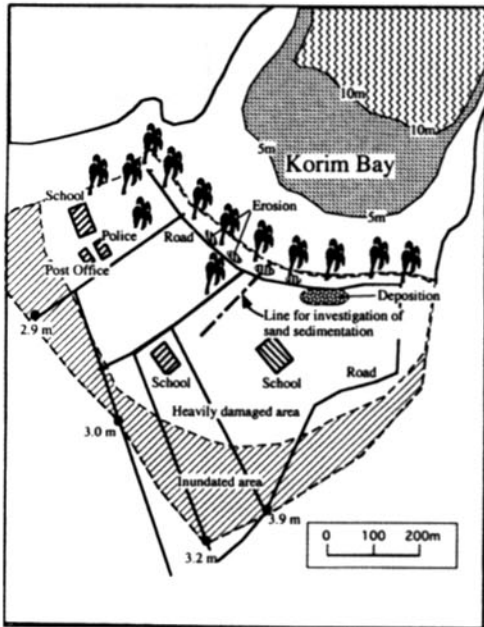


図-6 Korimでの津波浸水域と土砂移動

照)。この地域には、学校などの建物も含まれているが、構造物の強度が通常の家屋より大きく、部分破壊であった。写真-7にその被害例を示すが、津波の進入方向であると思われる方向に垂直な壁はすべて抜け落ちてい

るが、両サイドの壁は残っていた。写真-8はKorim沿岸で撮ったもので、多くの椰子の木が倒れており、相当な津波の波力の大きさであったことが容易に想像ができる。

6.4 津波による砂移動

Korimにおいて顕著な砂移動が見られた。図-6中に示された測線に沿って土砂の侵食・堆積相を調べた。海岸線付近では、局所的な侵食が見られ、陸側に移動すると砂の堆積があった。図-7には、堆積層厚さの結果を示す。顕著な堆積層は、侵食部すぐ近くと汀線から200m離れた地点で見られた。前者は、侵食した砂が掃流砂として移動し剪断力の急激な低下により堆積し、後者は、浮遊砂として流れとともにある程度移動の後に、堆積したものである。採取した堆積層の粒径分布の解析により、この2つの移動形態の違いが明確になるとと思われる。

図-6に示された堆積域は、海域起源の砂であると推定される。この周辺部では浸食された場所がなかったこと、ほぼ40cm均一の堆積層が50m x 300mの範囲で確認されその体積が3,000m³に及ぶことから、陸上にはこの



写真-6 Korimでの家屋被害の様子



写真-7 Korimでの学校建物の被災状況

砂の供給源は見られず、海域から運搬されたものと予想される。

Korim以外でも砂移動は見られた。写真-9, 10にSauriで見られた海岸に沿った土砂の堆積を示す。この周辺にも浸食が見られないため、海域起源の砂が移動したと推定できる。

6.5 その他

東部の2集落で、地震後に満潮の水位が上がったことが報告された。これは相対的に地盤が沈降したことを示し、断層モデルから推定されるBiak島付近での沈降とその沖の大きな隆起の分布と一致している。

東部Bosnikにおいて強震動による家屋被



写真-8 Korimの沿岸域

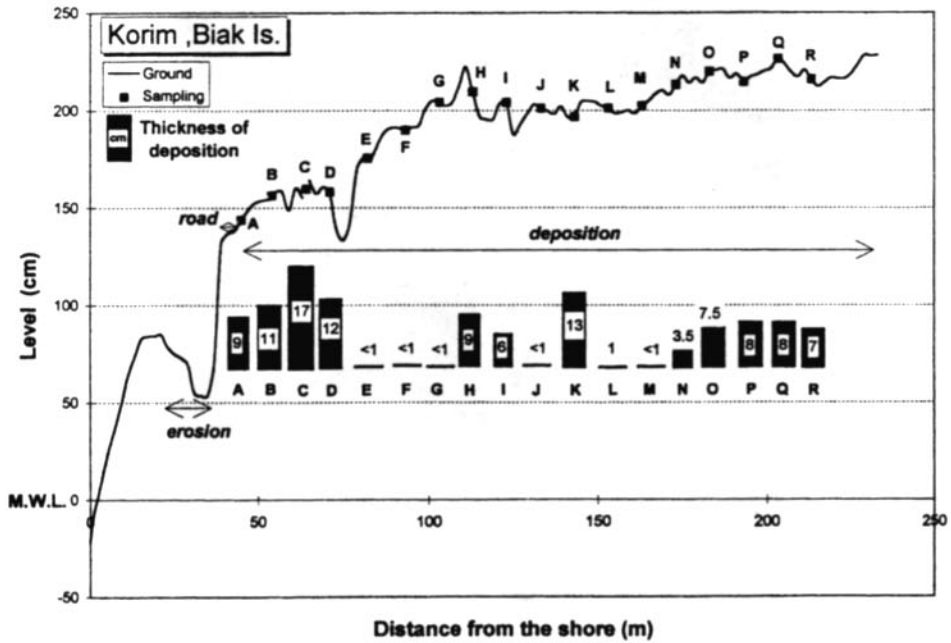


図-7 津波堆積分布



写真-9 Sauriでの砂の堆積。人々が立っている所は、津波以前は平らであった。



写真-10 Sauriでの砂の堆積層。砂を掘っていくと、住居のタイル張りの床が見られた。



写真-11 Bosnikでの噴砂現象

害が見られた。ここでは、噴砂現象が多く見られることから（写真-11）、地盤が砂層軟弱であり、地盤動が非常に大きかったことを示している。他の地域での地震動による被害はあまり見られなかった。

7. 数値解析

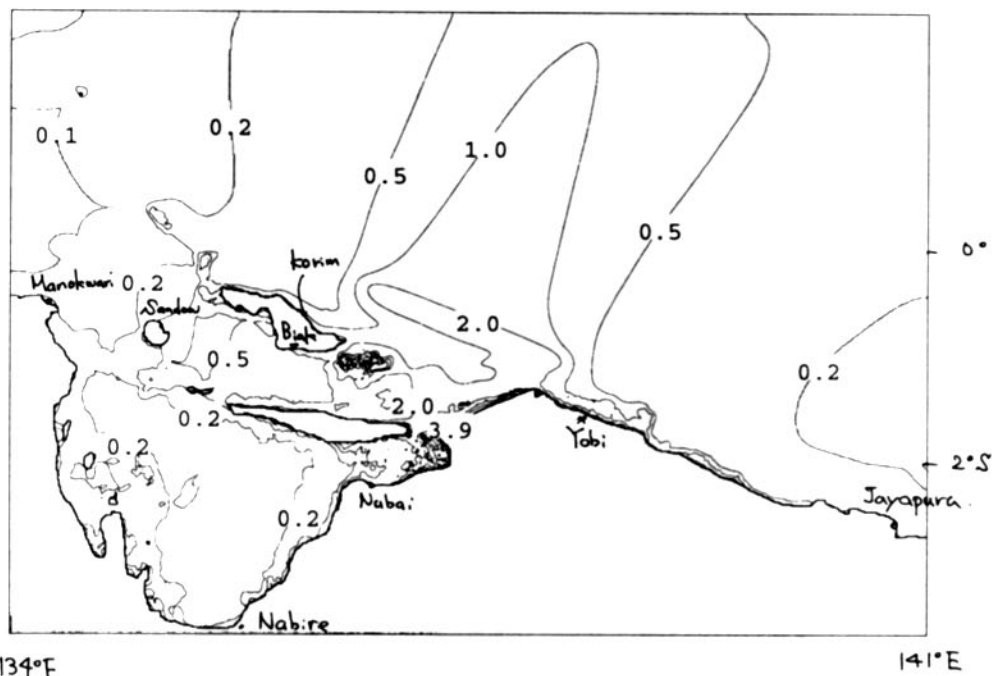
7.1 数値計算の諸条件

数値計算は東北大学で開発された TUN-AMI-N1 で行われた。支配方程式は、線形長波理論であり、遡上や非線形の効果は含まれていない。計算領域を図-8に示す。Irian Jaya 東北部本島、Biak 島、Yapen 島を含んでいる。海底水深データは海図より作成し、空間格子間隔 1 km で離散化されている。津波初期波形の計算に用いた断層パラメータを表

-6にまとめる。

7.2 実測値との比較

図-4には実測値による津波遡上高さの数値計算による沿岸最高水位の比較を示している。数値モデルにより、Biak 北部 Korim や東部で 2 m 以上、Supiori 島の南部で 4 m に及ぶ予測値が出されている。しかし、実測値は Biak 島北部で同様な値を出し、東南部での再現性もよい。しかし、Supiori 島での津波は予測値ほど大きくないが、この地点での測点数が少ないので注意を要する。一方、Biak 島西部での予測値は明らかに小さく、問題点が残っている。6.2で議論したようにリーフ上での局所地形によるエネルギーの集中化が顕著に現れた可能性がある。



Maximum water level in the near field (in meter)

図-8 数値計算対象領域と推定された最高水位分布 (単位m)

表-6 津波数値計算に用いた断層パラメータ

震源位置	断層長さ	断層幅	すべり量	メカニズム 走行, 傾き, すべり角	深さ
0.6S, 136.5E	180 km	50 km	8.0 m	112°, 11°, 91°	15km

8. おわりに

現地実測を行いBiak島周辺部での津波及びそれによる被害の状況を調べた。最大の被災地はKorimであり、約5mの津波が大きい流体力を保持して、集落を直撃したために被害が大きくなった。Biak島西部では、7mに及ぶ津波痕跡高さが見られた。現在の数値モデルでは、この値を説明することが出来ず、今後の研究課題となる。

参考文献

北沢一宏 (1990), 国際津波警報網の構築, 地

震ジャーナル, 第9号, pp. 40-46.

河北新報 (1996), 平成8年2月18日朝刊.

松富英夫 (1996), Private communication.

The Jakarta Post (1996), Quake, tidal waves kill 10 in north Irian Jaya, 18 February 1996.

謝辞: 東北大学工学部災害制御研究センター首藤伸夫教授からは、調査および解析に関し多くの助言協力を得た。Biak島警察署, 市役所, 軍災害本部ではデータ及び現地の情報を提供していただいた。NHKジャカルタ支局長斎藤治男氏からは現地の情報を詳細に提供していただいた。ここに記して謝意を表す。

著者以外のメンバー

- Mr. Subandono Diposaptono, Mr. Rahman
Hidayat (BPPT, Indonesia)
- Dr. Nanang Tyas Puspito, Mr. Hamzah
Latief (ITB, Indonesia)
- Mr. Fusuni (BMG, Indonesia)
- Dr. Kouji Kobune (Port & Harbor Res.
Inst., Japan)
- Dr. Gary Watson (Kyoto Univ.)
- Dr. Yoshinobu Tsuji (Univ. Tokyo)
- Mr. Andy Moore (Univ. Washington, USA)
- Mr. Utku Kanoglu, Mr. Jose Borrero (Unvi.
Southern Cal., USA)