

2014年イキケ地震に伴い発生した北海道十勝川河川津波の観測

Observation of the tsunami run-up in the Hokkaido tokachi-river due to the 2014 Iquique earthquake

株式会社北開水工コンサルタント ○正 員 松川 優一 (Yuuichi MATSUKAWA)
 正 員 三田村 一弘 (Kazuhiro MITAMURA)
 非 会 員 油川 曜佑 (Yousuke ABURAKAWA)
 非 会 員 荒 繁彦 (Shigehiko ARA)
 フォロー会員 長谷川 和義 (Kazuyoshi HASEGAWA)

1. はじめに

日本時間の2014年4月2日8:46頃、チリ北部沿岸を震源とするマグニチュード8.1の地震(2014年イキケ地震)が発生した。この地震によって津波が発生し、チリ沿岸だけではなく、アメリカやニュージーランド、日本などといった太平洋の広い範囲で観測された^{1) 2)}。

これまで、過去に幾度もチリ沿岸で発生した津波が、広い太平洋を渡り日本へ到達しており、水産業などへ影響を与えている。また、遠隔地地震だけではなく、千島海溝においてマグニチュード7~8クラスの海溝型地震が起きた場合、巨大津波の発生が心配されている³⁾。

北海道内の河川では、海域で発生した津波が河川を遡上する現象(河川津波)が度々観測されており、2011年東北地方太平洋沖地震の際にも最大波高1.86mの津波が観測されている⁴⁾。

ただし、地震や津波により水位計などの現地観測機器に異常が生じていることや、地震直後の情報の少ない中安全に現地観測をすることは容易ではないことから、河川津波の実態解明に十分な観測データが蓄積されていないのが現状である。

著者らは、この度の地震発生後、この津波が襲来し河川に何らかの影響するものと考え、津波が到達する前に、十勝川及び浦幌十勝川下流部へ向かい、計5カ所に簡易水位計を設置。後日同水位計記録を確認したところ河川津波の影響と思われる水位変化を把握できた。

本報では、十勝川・浦幌十勝川において観測した今次河川津波の概況と、過去の河川津波の記録と比較した結果から明らかとなった十勝川における河川津波の特徴について述べる。

2. 河川津波の観測

(1) 津波の概要

日本では、気象庁より3日3:00に北海道、東北、関東地方の太平洋沿岸と伊豆・小笠原諸島に津波注意報。西日本の太平洋沿岸や南西諸島などへ津波予報が発表され、北海道から九州地方にかけての太平洋沿岸と沖縄県、伊豆・小笠原諸島で津波を観測した。

北海道内の検潮所において第1波到達時刻の値を決定出来ていないが、岩手や宮城、千葉、東京(八丈島)、三重の検潮所で午前6時台から7時台に到達している。日本国内での観測は、最大が岩手県久慈港55cmとなったほか、北海道では浦河が23cm、十勝港では21cm、釧路港では18cmなどとなった。



写真1 簡易水位計設置状況

(4月2日16時 浦幌十勝川：新川水門)

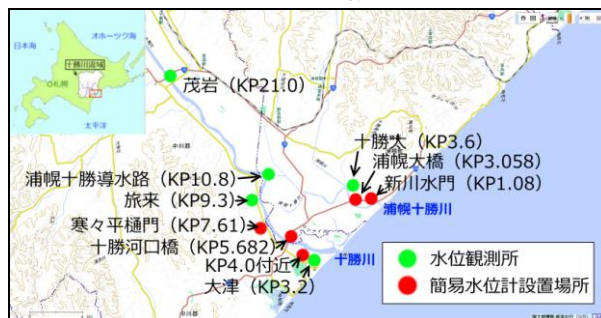


図1 水位観測所、簡易水位計設置場所

(2) 観測方法

観測は津波到達前に簡易水位計(OYO S&DL mini MODEL-4800:10秒間隔で水位取得するよう設定)を河川内へ設置し観測した(写真1)。

観測地点は、河口より上流に向かって、十勝川ではKP4.0右岸と十勝河口橋(KP5.682左岸)、寒々平樋門(KP7.61右岸)の3箇所。浦幌十勝川では新川水門(KP1.08左岸)と浦幌大橋(KP3.058左岸)の2箇所で行った(図1)。

上記のほか、河川管理者により設置されている水位観測所(十勝川:大津(KP3.2)、旅来(KP9.3)、浦幌十勝川:十勝太(KP3.6))のデータと、十勝河口橋と浦幌大橋橋上からの現地観測結果を参考に用いた(図1)。なお、河川管理者により設置されている水位観測所における河川水位の基準高さはT.P(東京湾平均海面)で、データロガーで1分毎に水位が記録されている。

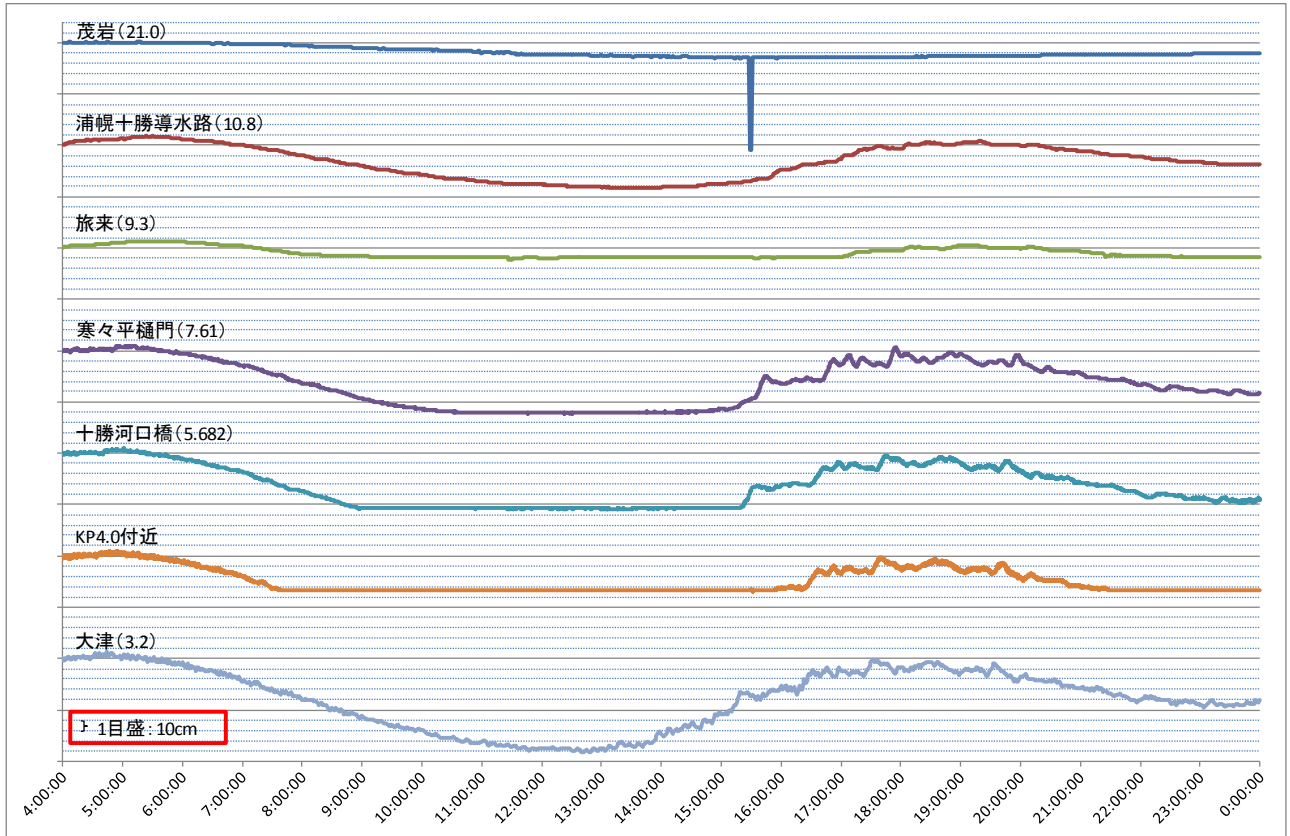


図 2 2014 年イキケ地震による十勝川河川水位の変動 (2014/4/3 4:00~24:00)

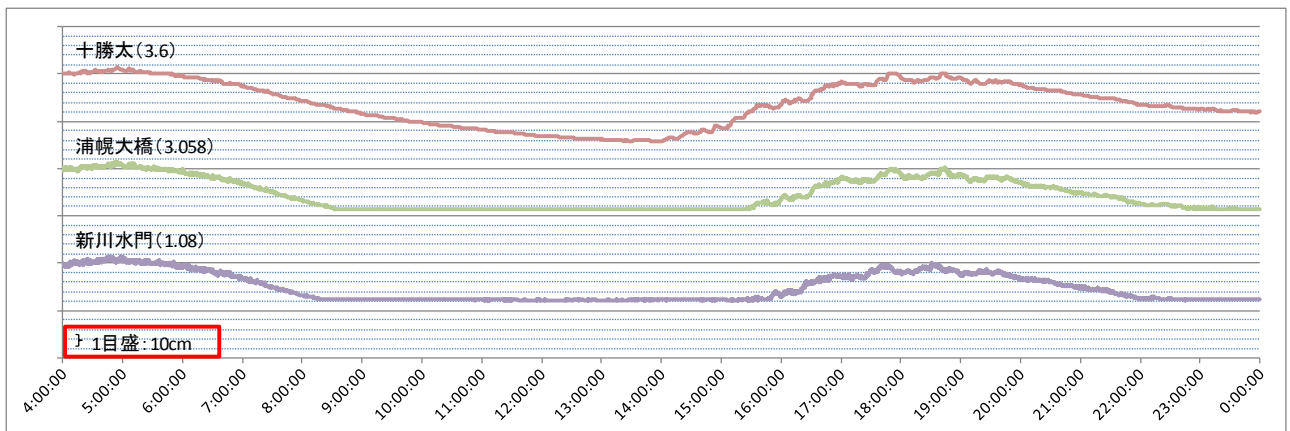


図 3 2014 年イキケ地震による浦幌十勝川河川水位の変動 (2014/4/3 4:00~24:00)

3. 観測結果

津波が到達した4月3日4:00~24:00の水位観測の結果は、十勝川と浦幌十勝川それぞれ図2、図3のような結果を示している。ここで、記録された河川津波波形の変動量を評価するため、各観測地点の3日4:00の水位記録を±0とし、グラフへ表した。

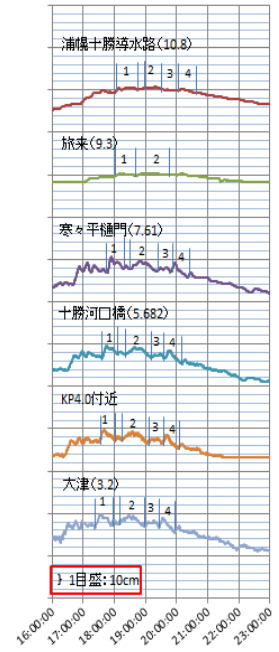
それによると、16:00頃から23:00頃の波形は4:00頃から8:00頃の波形と異なり、いずれの地点も潮汐による水位変動の上に10cm前後、振幅周期30分程度の微弱な振幅を繰り返している。この振幅は十勝川河口近傍の大津から浦幌十勝導水路までの地点と、浦幌十勝川の全地点で確認することができた。浦幌十勝導水路より上

流の茂岩では、このような微弱な振幅を確認できなかった。

ここから、十勝川と浦幌十勝川で16:00から23:00の観測された計7つの振幅について着目し波形を解析した結果を報告する。なお、河川津波は河川の流量や潮位の変化を受けやすいため、津波の影響が無い場合の感潮区間の水位を、河口近傍の験潮所で評価されている潮位から求めるには疑問が残り、説明することができない。そのため、本報での河川津波の波高については、観測された波の頂上から谷間までの高さの差を用いて算出し、津波の周期を、微小な振幅を考慮しない波の谷間から次の谷間が来るまでの時間とした。

表 1 十勝川河川津波の波形解析結果 (2014/4/3 16:00~23:00)

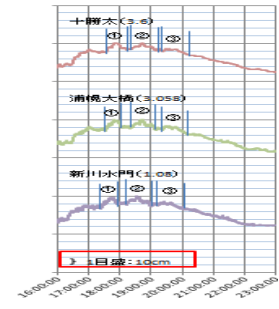
観測所	波形	観測時間				波高Ht(m)	伝播速度C (m/s)	
		はじめ	最高水位	終わり	周期Tt			
大津 KP3.2	1	17:23	17:38	17:54	0:31	0.155	4 0 ↓ 大津	16
	2	18:08	18:28	18:59	0:51	0.115		2.58
	3	18:59	19:17	19:26	0:27	0.075		2.86
	4	19:26	19:34	19:57	0:31	0.150		1.67
KP4.0	1	17:30	17:38	18:00	0:30	0.140	4 0 ↓ 河口橋	4.43
	2	18:13	18:33	19:04	0:51	0.114		4.21
	3	19:04	19:21	19:30	0:25	0.059		4.67
	4	19:30	19:42	20:02	0:32	0.138		
十勝河口橋 KP5.682	1	17:35	17:45	18:06	0:30	0.280	寒々平 河口橋↓	3.38
	2	18:20	18:39	19:10	0:50	0.104		2.72
	3	19:10	19:27	19:37	0:27	0.052		2.75
	4	19:37	19:41	20:10	0:32	0.132		2.32
寒々平樋門 KP7.61	1	17:45	17:54	18:17	0:32	0.167	↓ 寒々平 旅来	1.26
	2	18:29	18:51	19:21	0:52	0.109		1.72
	3	19:21	19:39	19:48	0:27	0.052		
	4	19:48	19:55	20:20	0:31	0.137		
旅来 KP9.3	1	18:00	18:17	18:41	0:41	0.030	導水路 旅来↓	2.5
	2	18:44	19:08	19:42	0:58	0.025		2.08
	3	振幅が微弱なため解析不能						
	4	振幅が微弱なため解析不能						
導水路 KP10.8	1	18:02	18:27	18:45	0:43	0.045		
	2	18:55	19:20	19:38	0:43	0.035		
	3	19:38	19:42	20:03	0:25	0.015		
	4	20:03	20:12	20:36	0:33	0.035		



参考図：表 1 の波形

表 2 浦幌十勝川河川津波の波形解析結果 (2014/4/3 16:00~23:00)

観測所	波形	観測時間				波高Ht(m)	伝播速度C (m/s)	
		はじめ	最高水位	終わり	周期Tt			
新川水門 KP1.08	①	17:22	17:42	17:57	0:35	0.117	大 水 門 ↓	4.3
	②	18:12	18:31	19:00	0:48	0.123		2.6
	③	19:13	19:25	19:59	0:46	0.079		17.98
浦幌大橋 KP3.058	①	17:30	17:49	18:03	0:32	0.125	十 大 橋 ↓	3.87
	②	18:21	18:44	19:07	0:46	0.127		
	③	19:21	19:27	20:09	0:47	0.081		6.02
十勝太 KP3.6	①	17:34	17:52	18:13	0:39	0.115		
	②	18:22	18:43	19:10	0:48	0.100		
	③	19:23	19:29	20:19	0:56	0.065		



参考図：表 2 の波形

(1) 十勝川

十勝川において着目した振幅は4波であり、そのうち最も高い波を記録したのは十勝河口橋で 17:45 の 0.28m であった。

河口に近い大津で観測された 0.1m 前後の波は寒々平樋門までほとんど減衰せずに達しているが、その上流にある旅来・浦幌十勝導水路の波高は半分以下に減衰していることがわかった。

区間距離を KP 基準にした伝搬速度は、KP4.0 から十勝河口橋の区間を除いてはおおむね 2.5~3.0m/s となっている。

波の周期は、波形 1.3.4 が約 30 分、波形 2 が約 50 分であった。

(2) 浦幌十勝川

浦幌十勝川において着目した振幅は3波であり、河口に近い新川水門で観測された 0.1m 前後の波は減衰せずに十勝太地点まで達していることがわかった。

伝搬速度にバラつきはあるが、おおむね 4.0m/s となっている。

波の周期は、波形①が約 30~35 分、波形②③が約 45~50 分であった。

表 3 十勝川へ津波影響を及ぼしたチリ地震の概要

	2010年チリ地震	2014年チリ地震
発生日時 (日本時間)	2010年2月27日 15:34頃	2014年4月2日 8:46頃
震源地	チリ中部沿岸	チリ北部沿岸
マグニチュード	8.6	8.1
日本で観測された津波の最大	岩手県久慈港・高知県須崎港 1.2m	岩手県久慈港 55cm

4. 過去に襲来した河川津波との比較

太平洋沿岸では、2003年の十勝沖地震や2011年東北地方太平洋沖地震に代表されるように日本近海で起こる地震津波のほか、今回の津波のように地球の裏側の地震の影響による津波の被害を受ける。

ここで、十勝川で観測された遠隔地地震による河川津波のうち、表3に示す2010年のチリ地震時のデータと今回の河川津波の波高、周期、伝播速度について比較する。

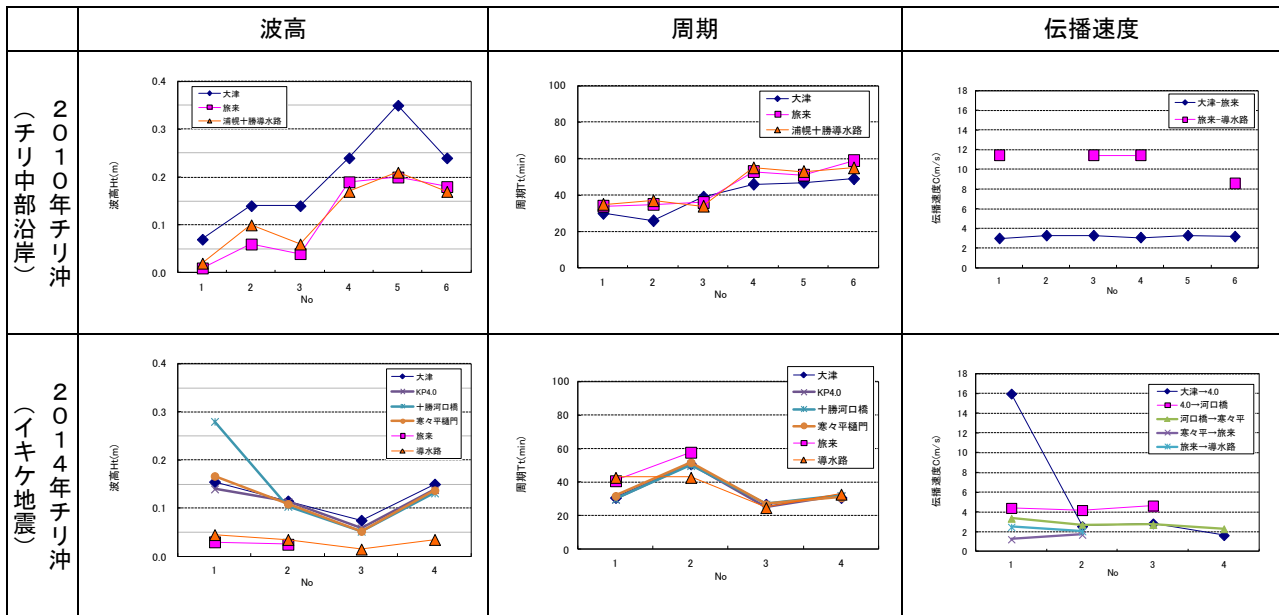


図 4 2010年と2014年チリ沖地震による十勝川河川津波の比較

(1) 波高

波高は、どちらの地震も 0.1~0.2m 程度であり、地点では、河口に近い大津と、旅来・浦幌十勝導水路では 0.05~0.1m ほど減衰していることがわかる。

そのほか、波の高さが一時低下傾向を示した後に高い波が観測されていることが特筆される (図 4)。

(2) 周期

周期は両津波共に 40 分前後である (図 4)。

(3) 伝播速度

伝播速度は、2010 年チリ地震の旅来・導水路間で 11.0m/s 程度あったものの、両津波で 2.0~4.0m/s であった (図 4)。

以上(1)~(3)より、検潮所で観測された最大の津波高さには 2 倍ほどの差があったものの、十勝川で観測された河川津波は、ほぼ同規模同程度の影響であったことがわかった。

5. まとめ

2014 年イキケ地震に伴って発生した河川津波について、十勝川及び浦幌十勝川で行った水位記録の解析から以下のことが判明した。

水位観測所の記録によると、3 日 16:00 頃から 23:00 頃の波形は 4:00 頃から 8:00 頃の波形と異なり、いずれの地点も潮汐による水位変動の上に 10cm 前後、周期 30 分程度の微弱な振幅を繰り返している。この振幅は十勝川河口近傍の大津から浦幌十勝導水路までの地点と、浦幌十勝川の全地点で確認することができ、十勝川の茂岩では有意な変化は見られなかった。

十勝川で着目した 4 波は概ね波高 0.1m 前後、周期が約 30 分、伝搬速度は 2.5~3.0m/s であった。

これらの波は、寒々平樋門まではほぼ減衰せずに達しているが、寒々平樋門までの記録と旅来・導水路の記録とでは波高が半分以下に減衰していた。

浦幌十勝川で着目した 3 波は概ね波高 0.1m 前後、周

期が約 30~50 分、伝搬速度は 4.0m/s であり、今回観測した区間での減衰は大きく見られなかった。

また、2010 年チリ沖地震と比較した結果、大きく異なる点を確認することはできなかった。

今回の河川津波現象の観測は、震源がチリということで、予想到達時刻まで時間の猶予があり、最大限安全に配慮し準備することができた。ただし、このような条件の観測は稀であり、降雪期や震源地によっては河川までアクセスできないなどの状況も考えられる。

今後起こりうる巨大地震に対する防災対策の一つとして、河川津波のデータ収集・解析を行い、河川を遡上する津波を含めた河川防災対策をソフト・ハードの両面から常に検証していく必要があるのではないかと考える。

謝辞:本報の作成にあたり、国土交通省北海道開発局 帯広開発建設部より、貴重な水位記録等をご提供いただいた。また、関係各位からは有益なご助言をいただいた。ここに記して感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 気象庁: □特集「2014年4月2日、3日 チリ北部沿岸の地震」、平成26年4月 地震・火山月報 (防災編), 2011.
- 2) 独立行政法人土木研究所 寒地土木研究所 寒地河川チーム・道東支所:2014年チリ北部地震により発生した北海道内の津波観測状況について(第1報), 2014.
- 3) 内閣府:日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震対策, http://www.bousai.go.jp/kaigirep/hakusho/h19/BOUSAI_2007/html/honmon/hm0102040106.htm, 2014/12/11 参照.
- 4) 松川優一, 荒繁彦, 加藤三明, 油川曜佑, 渡邊幸一, 長岡宏樹, 山口甲: 2011 年東北地方太平洋沖地震に伴い発生した北海道十勝川河川津波の観測, 土木学会論文集B1(水工学), Vol.68, No.4, pp.I_1513-I_1518, 2012.