

2 - 2 宮城県沖地震の前後における地下水位変動について

The Changes of Ground Water Level, before and after the Miyagi-Oki Earthquakes

建設省東北地方建設局河川部

River Department, Tohoku Regional Construction Bureau, Ministry of Construction

〔I〕はじめに

1978年6月12日17時14分、 $M = 7.4$ の地震が宮城県沖に発生し、仙台市を中心とした広範囲の地域に大きな被害をもたらした（1978年宮城県沖地震）。この地震の余震域の北方約30kmの地域に、1978年宮城県沖地震の約4ヶ月前の同年2月20日、 $M = 6.7$ の地震が発生している。

建設省東北地方建設局は、これらの2つの地震の前後の期間をも含めて、図1、表1に示す地下水観測井を設置し、地下水位変動の観測を実施している。今回はこれらを利用して上記の2つの地震前後の地下水位変動を調べてみたので報告する。

〔II〕地震に先行する地下水位の変化

地下水位は気象、河川水位、揚水量、涵養量（平地においてはとくに水田による自然涵養）などの影響を大きく受けるが、それらについての資料を得ることは一般に困難である。気象資料はそのなかで、比較的容易に入手できるが、地下水に影響を与える地域の広がり、時間的遅延の程度などが不明である。また、各観測井の水位変化図を予察的に分析したところ、短周期の気象変化による影響は他の要因よりはるかに小さいことが推測された。したがって、分析作業においては気象要素をも除外した。

○長期的変化

地震に先行する30日間を対象として、図-2のような地下水位変化曲線上に、最小自乗法的な直線を描き、これが30日間に示す変動傾向を調べた。なお、直線上の30日間の水位差が5cm以下の場合には変化なしとして取扱った。この結果を表-2に示す。まず、2月20日に先行する30日間に限ると、下降傾向の観測井が目立つ。しかし、6月12日に先行する30日間は、反対に上昇傾向のものが多し。これを平年と比べてみるため、無作為に選び出した5観測井（南郷、古川（浅）、古川（深）、河南、郡山(2)）の1975～1977年の地下水位記録は、1978年と同様、2月20日、6月12日に先行して、それぞれ下降、上昇傾向であった。この原因として冬期の渇水、春先における融雪出水、および5月1日からの水田灌漑による地下水

涵養が考えられる。なお、「古川（浅）」、「古川（深）」にみられる下降傾向は他年度との比較により2月20日地震によって上昇した地下水位の回復過程とみなすことができる（図-3）。

◦ 中期的変化

長期的変化と同様の方法で、10日間の変化傾向を調べた。その結果を表3にまとめてある。なお、10日間に2.5cm以下の変化を示す場合は変化なしとして扱った。2月20日、6月12日とも、先行する地下水位変化の認められない観測井が多い。双方が同様の変動傾向を示す観測井においても、同様の変動が他の期間にも多く現われており、特異な現象とはみなせない。

◦ 短期的変化

ここでは地震発生に先行する12時間の水位変化傾向、ただし、これが同一傾向を示さない観測井に限っては、24時間の変化曲線上に引いた最小自乗法的直線の勾配を短期的変化とした。24時間あたり1cm以下の変化は変化なしとして扱った。表-4より明らかに、地震発生前に変化を示さない観測井が圧倒的に多い。変動の認められる観測井においても、図-4に示すような明らかな周期的変化である場合が多い。このような観測井を「変動なし」として扱うと、2月20日、6月12日に変動の認められた井戸はそれぞれ古川（深）、南郷のみであり、また、変動曲線の性状も、他期間に通常認められるものである。

〔Ⅲ〕地震時、および地震後における地下水位の変化

6月12日の地震では、18井中、7井が故障し、正確な資料を得るのに障害となった。しかし、多くは1～2日後には機能を回復したため、前後の水位の状況から大方の変化の様子を判断することができる。それによると、全井が2月20日、6月12日の地震のいずれか、または双方で何らかの変化を示している。地震を契機とする地下水変化曲線の形状には少なくとも3種が認められる。

◦ 瞬時変化・急速回復型、および瞬時変化・遅速回復型

前者は図-2における6月12日地震の際のHにみられるようなもので、地震発生と同時に数時間上昇、または下降をつづけ、ついで回復過程に入るもので、10日以内に原状にもどる。後者は図-2における6月12日のDのように地震発生直後は前例と同様の変化をみせるが、原状回復に数ヶ月を要するものである。以上の2型における地震直後の変化の特徴を以下に要約してみる。変化方向は上昇が多く、6月12日においては18井中、3井のみが下降している。2月20日における変動と逆の方向を示すものは見当たらない。変化量は最大65cmであり、奥津が発表している4～5mの変化量よりはるかに小さい。2月20日より6月12日の方が一般に変化量は大きい、逆を示す井戸も存在する。浅い井戸の方が一般に深いものより変化量が

大きい（表-5）。

○潮時変化型

地震直後には急激な水位変化を示さないが、図-2の2月20日におけるHのように時間とともに大きくなるものをいう。地震を契機とする揚水、排水量の変化のためか、あるいは地層の構造的変化に対応するものであるかは判らない。

以上、地震に先行する地下水位変動を長期・中期・短期にわけて検討してみたが、2月20日と6月12日、あるいは各観測井相互に共通する一般的傾向を見出すことはできなかった。これは奥津の主張と異なるものである。一方、地震波による直接的地下水位の変化は、多くの井戸において認められた。

第1表 地下水位観測所一覧

Table 1 List of observation wells.

観測所名	所在所	地盤高	深さ	口径	ストレーナー位置 (地盤からの深さ)	ストレーナー部の 地層名	ストレーナー部の 炭質
石巻	石巻市	1.12m	25	200mm	1.9~11.0	沖積層	中砂
南郷	南郷町	4.16	50	200	27~31.5	沖積層	シルト混り砂
*古川(浅)	古川市	19.84	50	200	15.5~21.6	沖積層	砂礫
古川(深)	"	19.78	93	200	64.7~93.0	沖積層	細砂・凝灰質シルト・凝灰質砂
涌谷	涌谷町	5.31	23	100	8.1~20.5	沖積層	粗砂
米山	米山町	6.57	44	200	38.0~43	沖積層	中砂
鹿島台	鹿島台町	2.69	30	200	22.0~27.0	沖積層	砂, 砂礫
河南	河南町	2.32	45	200	31.0~42.0	沖積層	シルト, 細砂
小牛田	小牛田町	12.11	34	200	26.0~31.0	沖積層	砂礫
中田	中田町	9.51	63	200	55.0~60.0	沖積層	礫混り中砂, 砂礫
中新田	中新田町	27.00	47	200	39.0~44.0	沖積層	礫混り粗砂
*郡山1号	仙台市	7.78	50	200	33.0~49.0	沖積層	砂礫
郡山2号	"	7.77	120	200	108.0~119.0	沖積層	砂岩
*増田1号	名取市	4.10	56	200	38.0~55.0	沖積層	砂礫
増田2号	"	4.10	131	200	120.0~130.0	鮮新統龍ノ口層	砂岩
*岩沼1号	岩沼市	3.00	145	200	117.5~145.0	鮮新統亀岡層	凝灰質シルト岩
岩沼2号	"	3.41	70	200	46.0~64.0	鮮新統向山層	凝灰岩
今泉	仙台市	4.27	65	200	43.0~58.0	沖積層	砂礫

*同一観測所地名は同じ位置に深度の異なる井戸があることを示す。

第2表 長期的水位変化

Table 2 Long term change of ground water level

期 間	2月20日に先行する30日間				6月12日に先行する30日間			
	1978	1975	1976	1977	1978	1975	1976	1977
石 巻	→				↗			
南 郷	↘	↗	→	↘	→	↗	→	→
古川(浅)	↘	→	↘	→	↘	→	↗	→
古川(深)	→		→	↘	↘		↗	↗
涌 谷	→				↗			
米 山	→				↗			
鹿 島 台	→				→			
河 南	→			→	→			↘
小 牛 田	→				↗			
中 田	↘				↗			
中 新 田	↘				↘			
郡山1号	↘				↗			
郡山2号	↘		↘	↘	↗			
増田1号	↘				→		↘	↘
増田2号	↘				→			
岩沼1号	→				→			
岩沼2号					↗			
今 泉					→			
総	→	8	5		7	4		
	↘	8	5		3	3		
計	↗	0	1		8	4		

↗ 上昇
↘ 下降

→ 水位変化(本文参照)が5cm/月以下

空欄は資料がないかあっても整理しなかったもの。

第3表 中期的水位変化

Table 3 Middle term change of ground water level

観測井名	地震前の地下水位変化		1978 1月1日～6月30日間の地下水位変化	
	2月20日地震の場合	6月12日地震の場合	双方の地震前と同じ変化を示す回数	6月12日地震前と同じ変化を示す回数
石 巻	→	→	12	
南 郷	→	→	10	
古川(浅)	↘	↘	9	
古川(深)	↗	↘		4
涌 谷	→	→	15	
米 山	→	→	18	
鹿 島 台	→	→	15	
河 南	→	↘		2
小 牛 田	→	↗		4
中 田	→	→	13	
中 新 田	→	↘		5
郡山1号	↘	↘		8
郡山2号	→	→	10	
増田1号	→	→	10	
増田2号	↗	→		7
岩沼1号	→	→	16	
岩沼2号		→		10
今 泉		→		8
総	→	12	12	
	↘	2	5	
計	↗	2	1	

↗ 上昇

↘ 下降

→ 水位変化(本文参照)

が 2.5 cm / 10 日以下

第4表 短期的水位変化

Table 4 Short term change of ground water level .

	2月20日地震 の場合	6月12日地震 の場合	
石 巻	→	→	
南 郷	→	↘	
古川(浅)		↗ (→)	
古川(深)	↘	↘ (→)	
涌 谷	→	→	
米 山	→	→	
鹿島台	→	→	
河 南	→	→	
小牛田	→	↘ (→)	
中 田	→	→	
中新田	→	→	
郡山1号	↗ (→)	↗ (→)	
郡山2号	↗ (→)	↗ (→)	
増田1号	→	→	
増田2号	→	→	
岩沼1号	→	→	
岩沼2号		→	
今 泉		→	
総	→	12 (14)	12 (17)
	↘	1	3 (1)
計	→	2 (0)	3 (0)

↗ 上昇

↘ 下降

→ 水位変化(本文参照)
が1cm/日以下

() 明らかな周期的変化をとり
のぞいたあとの傾向。

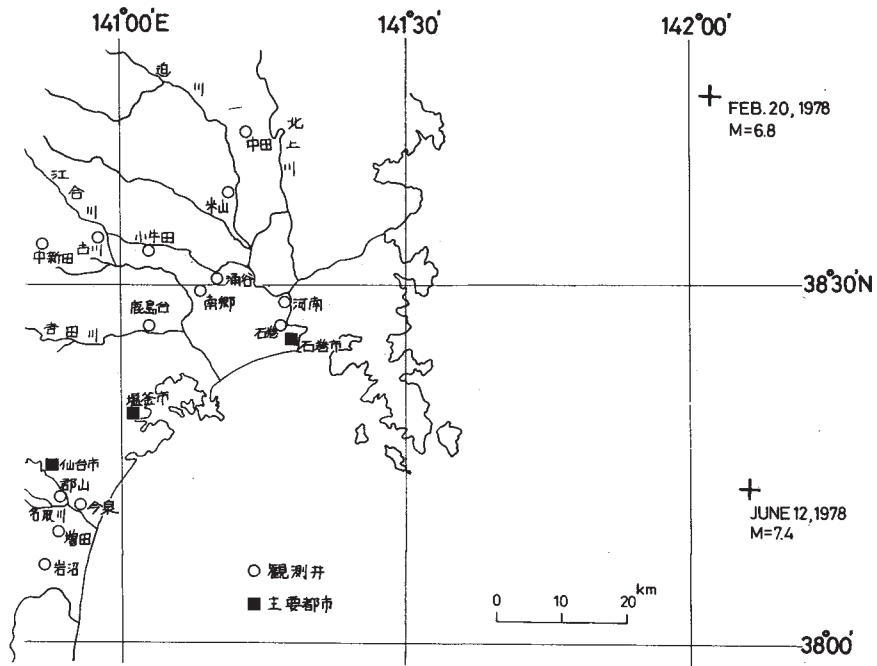
第5表 地震時及び地震発生後の地下水位変化

Table 5 Change of ground water level, at and after the shock of the earthquakes.

日時 観測井名	瞬 時 変 化		漸 時 変 化	
	2月20日	6月12日	2月20日 以降	6月12日 以降
石 巻	0	?	0	0
南 郷	15	18	0	0
古川(浅)	?	25+	+	0
古川(深)	0	20+	+	0
涌 谷	45	40	0	0
米 山	3	0	0	0
鹿島台	10	19+	0	0
河 南	0	-20	0	+
小牛田	40	65	0	0
中 田	10	?	0	0
中新田	0	5	-	0
郡山1号	40	65	0	0
郡山2号	59	15+	0	0
増田1号	10	30	0	0
増田2号	5	0	0	0
岩沼1号	-3	-8	0	0
岩沼2号		-6		0
今 泉		25+		0

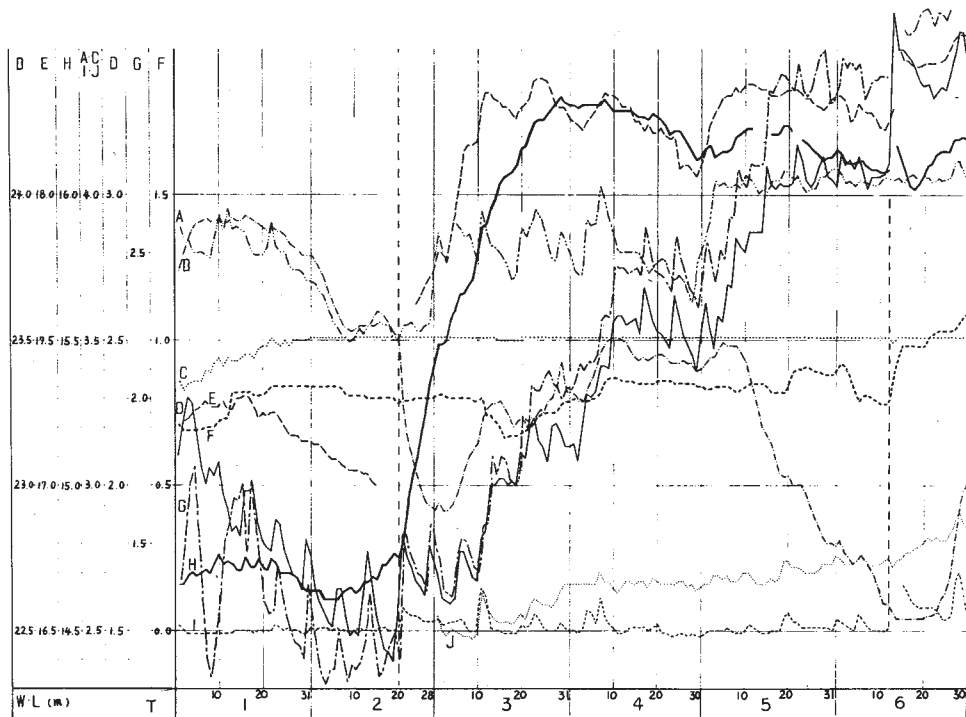
瞬時変化の場合：数字は変化量(cm) 数字のあ
との+記号は「以上」を示す。?は機械故障に
よる欠測。

漸時変化の場合：+, -はそれぞれ上昇, 下
降を表わす。



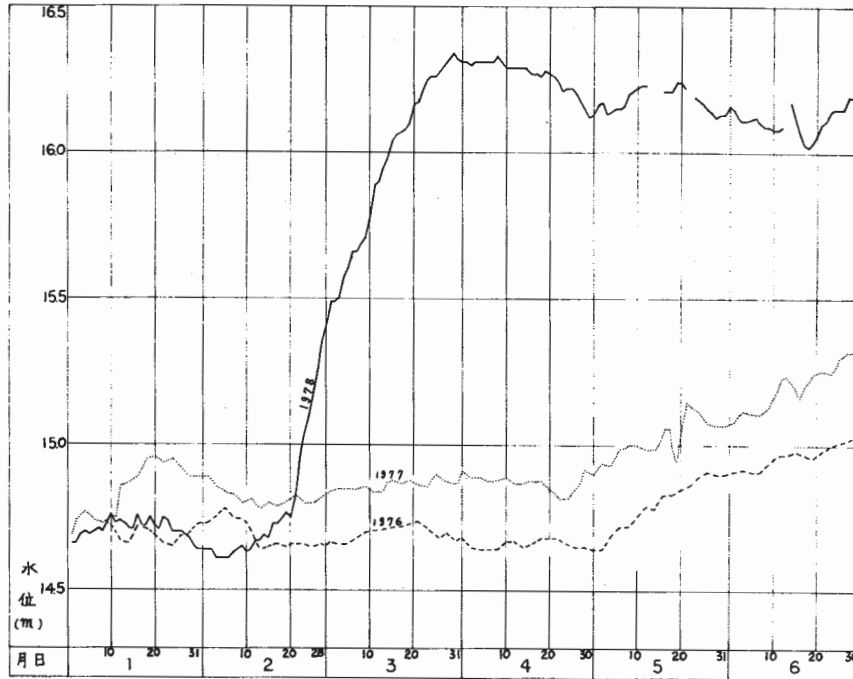
第1図 地下水位観測井配置

Fig. 1 Location of observation well.



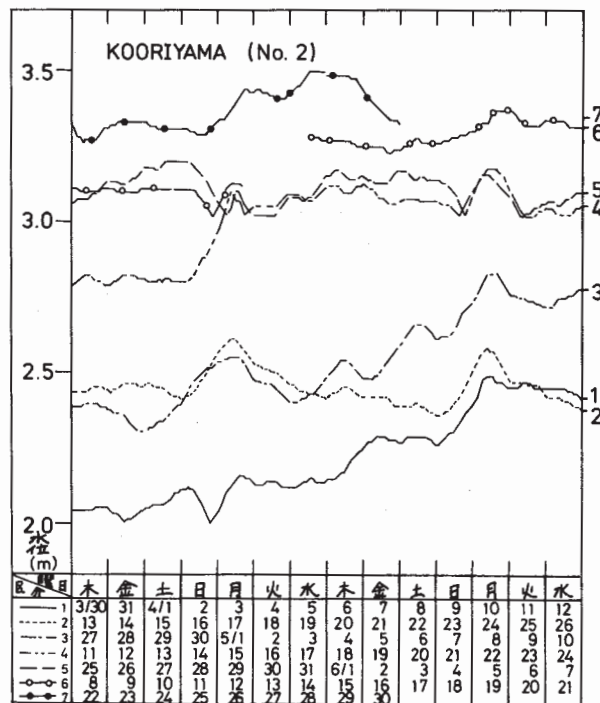
第2図 地下水位変化

Fig. 2 Fluctuation of ground water level.



第3図 古川観測所（深）にみられる2月20日地震の長期的影響

Fig. 3 Long term Influence of Feb. 20 earthquake at Furukawa well.



第4図 郡山観測所No.2にみられる周期的変化

Fig. 4 Cyclic fluctuation at Kooriyama (2) well.