



Title	斜面積雪の歪速度と応力 (昭和54~55年冬)
Author(s)	藤岡, 敏夫; 清水, 弘; 秋田谷, 英次; 成田, 英器
Citation	低温科学. 物理篇. 資料集, 39, 13-33
Issue Date	1981-03-28
Doc URL	<a href="http://hdl.handle.net/2115/18716">http://hdl.handle.net/2115/18716</a>
Type	bulletin (article)
File Information	39_p13-33.pdf



[Instructions for use](#)

## 斜面積雪の歪速度と応力III\*

(正誤表, 追加資料と主応力分布図)

藤岡敏夫・清水 弘  
秋田谷英次・成田英器

(低温科学研究所)  
(昭和56年1月受理)

### I. ま え が き

著者達は、北大天塩地方演習林の雪崩実験斜面で、積雪内における主応力の時間的変化と雪の性質との関係をしらべてきた。研究成果の一部は本報告とおなじ表題のI (昭和46年度冬~52年度冬<sup>1)</sup>)及びII (昭和53年度冬<sup>2)</sup>)として発表した。その後、はじめの報告にのせられている表の一部に計算の誤りのあること、追加すべき資料があることがわかったので本報告で表の訂正、資料の追加をすることにした。又、上記二つの報告にのせられている主応力の方向と大きさは、数値表として示されているが、積雪内の応力状態を理解しやすいように、図で示すことにした。

### II. 訂正表について

説明を簡単にするために、上記の2つの報告を、それぞれ、報告I、同IIとよぶことにする。主応力の方向と大きさは次のようにして求めている。

斜面積雪の任意の1つの雪の層に刻みこんだ3乃至4個の目印の位置が、その層の雪の塑性変形につれて移動することを利用して主歪の方向を求めた。1つの層内では雪は力学的に等方性であると仮定すれば、主歪の方向は主応力の方向になり、力の釣合いの条件から主応力の大きさを求めることができる。報告Iの誤りは、主応力 $\sigma_1$ 、 $\sigma_3$ を求める計算の誤りのために生じた。

力の釣合いの式に入っている積雪量は、時間の経過とともに変化する。積雪量と各層に刻んだ目印の座標は、ほぼ2週間毎に測定された。報告Iでは、はじめの積雪量と歪の主軸について主応力の大きさを求め、後の積雪量と、歪の主軸の変形後の方向、すなわち歪楕円の主軸の方向について主応力を求めて両者の平均をとってある。これは明らかに誤りで、期間内の積雪量の平均値と歪の主軸方向から1対の主応力 $\sigma_1$ 、 $\sigma_3$ を求めるべきであった。

一般に、訂正表又は正誤表は別に印刷して配布されることが多い。しかし、別紙の正誤表は紛失

\*北海道大学低温科学研究所業績 第2311号

しやすいこと、主応力は報告 I の主要な部分をなすものであるから特に報告の一部として印刷することにした。尚、報告 II には誤りはない。

報告 I は 28 枚の各表に主応力  $\sigma_1$ ,  $\sigma_3$  が記入されている。訂正表の第 1 表から第 7 表には、もとの表の番号、測定地点、測定日と正しい  $\sigma_1$ ,  $\sigma_3$  の値を記入してある。

第 8 表は報告 I の目印の点の座標の正誤表である。

### III. 資料の追加

第 9 表は報告 I には記入されていない数値である。前節でのべた間違った計算の結果、疑わしい結果として報告 I からは除外してあったもので、正しい計算の結果採用した数値である。

### IV. 主応力の分布図

報告 I と II には、積雪の任意の層の雪に刻んだ 3～4 個の目印の中心位置の、斜面に垂直な高さ M、歪の第 1 主軸の方向、1 対の主応力  $\sigma_1$ ,  $\sigma_3$ , その他の値がのせられている。このような数値表は、他の計算に利用する場合には都合がよいが、斜面積雪内の応力状態を一目でみるには不便である。それで第 1 図から第 11 図に主応力の分布図をかかげた。第 1 図 1) から第 10 図 21) 迄は報告 I の資料、第 10 図 22) から第 11 図 25) 迄は報告 II の資料で、第 11 図 26) 以降は未発表の昭和 54～55 年冬 (1979～80) の資料である。

図の下の方の右下りの実線は斜面の地表面で、地面に垂直上向きに M 軸 (単位 cm) がとってある。第 1 図 1) には縦 3 列にいくつかの主応力  $\sigma_1$ ,  $\sigma_3$  が記入されている。主応力が正 (引っ張り) のものは実線で、負 (圧縮) のものは破線で示され、 $\sigma_1$ ,  $\sigma_3$  の交点が表の M の値になっている。

縦 3 列の主応力群のうち、左側の列にしるされている 2/1～2/16 は、2 月 1 日から 2 月 16 日迄の期間の目印の移動から求めた主応力の方向と大きさの意味で、中の列の 2/16～3/3、右の列の 3/3～3/16 は、それぞれ、2 月 16 日から 3 月 3 日、3 月 3 日から 3 月 16 日の期間のものである。

左の列には 4 組の主応力が記入され、一番下の 1 対の主応力は、報告 I の第 1 表のはじめの  $\sigma_1$ ,  $\sigma_3$  で、 $\sigma_1 = -2.50$ ,  $\sigma_3 = -44.8 \text{ g/cm}^2$  の値である。この主応力の上の、○印をつけた主応力は、この報告で追加された資料である。

報告 I の主応力の値の誤りは、北大名誉教授吉田順五氏によって指適された。ここに記して感謝の意を表わす。尚、この研究は、文部省の雪崩特別事業費によって行われた。

### 文 献

- 1) 藤岡敏夫・清水 弘・秋田谷英次・成田英器・川田邦夫・和泉 薫・岡野 正・竹森史郎 1978 斜面積雪の歪速度と応力 I. 低温科学, 物理篇, 36-37, 資料集, 39-69.
- 2) 藤岡敏夫・清水 弘・秋田谷英次・成田英器・岡野 正 1979 斜面積雪の歪速度と応力 II. 低温科学, 物理篇, 38, 資料集 33-37.

第 1 表

第1表 訂正 46~47年冬(1971~72)

地 点	$D_1$							
測定日	2月1日	2月16日	3月3日	3月16日	2月1日	2月16日	3月3日	3月16日
$\sigma_1$	-2.50	7.70	-2.06		-6.76	5.33	-4.74	
$\sigma_3$	-44.8	-16.2	-22.2		-278	-11.4	-17.2	
地 点	$D_1$							
測定日	2月1日	2月16日	3月3日	3月16日	2月16日	3月3日	3月16日	
$\sigma_1$	2.56	1.92	-2.73		0.50	-0.73		
$\sigma_3$	-6.76	-10.0	-18.6		-6.47	-7.86		

第2表 訂正 46~47年冬(1971~72)

地 点	$D_2$							
測定日	1月12日	2月1日	2月16日	3月3日	3月16日	1月12日	2月1日	
$\sigma_1$	1.51	-4.53	-1.74	6.14		-0.77		
$\sigma_3$	-8.93	-19.8	-19.0	-22.2		-6.62		
地 点	$D_2$							
測定日	3月3日	3月16日	1月12日	2月1日	2月16日	3月3日	3月16日	
$\sigma_1$	33.5		-0.43	17.8	5.17	-8.46		
$\sigma_3$	-12.4		-5.16	-7.67	-11.8	-35.1		

第3表 訂正 46~47年冬(1971~72)

地 点	$D_2$							
測定日	2月1日	2月16日	3月3日	3月16日	3月3日	3月16日		
$\sigma_1$	-0.50	-3.33	-3.31		-4.41			
$\sigma_3$	-6.52	-12.2	-13.0		-15.7			
地 点	$D_3$							
測定日	3月3日	3月16日	2月1日	2月16日	3月3日	3月16日	2月1日	2月16日
$\sigma_1$	-5.08		4.47		24.2		-4.65	
$\sigma_3$	-18.6		-10.4		-8.03		-15.1	

第4表 訂正 46~47年冬(1971~72)

地 点	$D_3$							
測定日	3月3日	3月16日	2月1日	2月16日	3月3日	3月16日	3月3日	3月16日
$\sigma_1$	25.9		1.16		-3.24		1.40	
$\sigma_3$	-7.22		-97.8		-11.3		-5.66	
地 点	$D_4$							
測定日	1月12日	2月1日	2月16日	3月3日	3月16日	1月12日	2月1日	2月16日
$\sigma_1$	2.93	10.1	-2.54	126		0.09	1.97	-3.64
$\sigma_3$	-10.6	-40.9	-21.8	-19.2		-7.80	-11.9	-18.5

## 第 2 表

第 5 表 訂 正 46~47年冬(1971~72)

地 点	$D_4$							
測定日	3月3日	3月16日	1月12日	2月1日	2月16日	3月3日	3月16日	
$\sigma_1$	-9.74		2.37	-5.39	-4.28	0.59		
$\sigma_3$	-33.8		-5.43	-17.7	-17.3	-15.4		
地 点	$D_4$							
測定日	2月1日	2月16日	3月3日	3月16日	2月16日	3月16日		
$\sigma_1$	1.73	-4.14	10.5		-1.11			
$\sigma_3$	-8.07	-15.6	-19.2		-9.74			

第 6 表 訂 正 47~48年冬(1972~73)

地 点	$C$							
測定日	1月24日	2月6日	2月6日	3月7日	3月27日	4月10日	1月24日	2月6日
$\sigma_1$	-5.00		-8.37	37.8	12.2		-5.04	
$\sigma_3$	-31.1		-32.4	-166	-219		-16.3	
地 点	$C$							
測定日	2月6日	3月7日	3月27日	4月10日	1月24日	2月6日	2月6日	3月7日
$\sigma_1$	-6.51	206	9.73		-4.25		-6.50	-4.18
$\sigma_3$	-26.8	-203	-33.1		-12.4		-23.5	-28.1

第 7 表 訂 正 47~48年冬(1972~73)

地 点	$C$							
測定日	3月27日	4月10日	2月6日	3月7日	3月27日	4月10日	2月6日	3月7日
$\sigma_1$	-2.25		-1.09	-0.13	-6.12		-1.36	20.2
$\sigma_3$	-24.0		-13.8	-121	-18.2		-8.32	-10.0
地 点	$C$	$D_1$						
測定日	4月10日	1月26日	2月6日	3月7日	3月27日	1月26日	2月6日	3月7日
$\sigma_1$		-1.83	11.1	-4.01		1.62	2.41	-10.2
$\sigma_3$		-45.0	-21.2	-35.1		-10.7	-19.3	-37.2

第 8 表 訂 正 47~48年冬(1972~73)

地 点	$D_1$							
測定日	3月27日	2月6日	3月7日	3月27日	4月10日	3月7日	3月27日	
$\sigma_1$		-0.19	-1.94	12.1		0.24		
$\sigma_3$		-10.7	-18.3	-14.6		-3.63		
地 点	$D_1$		$D_2$					
測定日	3月27日	4月10日	1月26日	2月6日	3月7日	3月27日	1月26日	2月6日
$\sigma_1$	-1.04		-4.39	14.5	-21.4		0.29	-0.35
$\sigma_3$	-4.30		-17.5	-21.4	-250		-12.0	-20.8

第 3 表

第9表 訂正 47~48年冬(1972~73)

地 点	$D_2$							
測定日	3月7日	3月27日	2月6日	3月7日	3月27日	4月10日	3月7日	3月27日
$\sigma_1$	-4.03		-1.21	-4.63	0.79		-1.40	
$\sigma_3$	-65.5		-11.2	-21.3	-18.3		-14.8	
地 点	$D_2$							
測定日	3月7日	3月27日	3月27日	4月10日				
$\sigma_1$	0.04		-1.69					
$\sigma_3$	-5.42		-7.07					

第10表 証正 48~49年冬(1973~74)

地 点	C							
測定日	1月10日	1月26日	2月16日	2月28日	3月9日	2月28日	3月9日	3月27日
$\sigma_1$	7.84	-5.15	-11.1	0.60		1.03	0.14	
$\sigma_3$	-12.0	-17.3	-47.3	-25.7		-9.40	-11.2	
地 点	$D_1$							
測定日	1月9日	1月27日	2月16日	2月28日	1月9日	1月27日	2月16日	2月28日
$\sigma_1$	1.79	31.1	-4.40		0.72	6.78	-5.81	
$\sigma_3$	-26.3	-25.4	-65.1		-20.3	-22.4	-56.1	

第11表 訂正 48~49年冬(1973~74)

地 点	$D_1$							
測定日	3月1日	3月9日	3月27日	1月9日	1月27日	2月16日	2月28日	3月1日
$\sigma_1$	27.6	2.08		1.02	6.95	-4.91		35.3
$\sigma_3$	-33.7	-44.1		-14.7	-17.0	-228		-31.4
地 点	$D_1$							
測定日	3月9日	3月27日	1月9日	1月27日	2月16日	2月28日	3月1日	3月9日
$\sigma_1$	18.6		1.07	1.77	6.77		-8.84	0.19
$\sigma_3$	-35.8		-8.59	-12.3	-91.9		-32.7	-32.0

第12表 訂正 48~49年冬(1973~74)

地 点	$D_1$				$D_2$			
測定日	3月27日	2月28日	3月9日	3月27日	1月9日	1月27日	2月16日	2月28日
$\sigma_1$		2.27	0.69		1.42	6.00	-3.24	
$\sigma_3$		-20.8	-27.5		-27.4	-29.4	-38.2	
地 点	$D_2$							
測定日	3月1日	3月9日	3月27日	1月9日	1月27日	2月16日	2月28日	
$\sigma_1$	410	28.0		-0.46	5.74	-18.0		
$\sigma_3$	-94.7	-41.9		-20.9	-22.8	-78.8		

## 第 4 表

第13表 訂正 48~49年冬(1973~74)

地点	$D_2$							
測定日	3月1日	3月9日	3月27日	1月9日	1月27日	2月16日	2月28日	3月1日
$\sigma_1$	140	16.4		-0.34	11.3	5.21		-0.56
$\sigma_3$	-130	-36.9		-14.8	-16.5	-32.5		-29.2
地点	$D_2$							
測定日	3月9日	3月27日	1月9日	1月27日	2月16日	2月28日		
$\sigma_1$	7.61		0.70	0.15	-0.44			
$\sigma_3$	-31.3		-8.82	-13.2	-19.9			

第14表 訂正 48~49年冬(1973~74)

地点	$D_2$							
測定日	1月27日	2月16日	2月28日	3月1日	3月9日	3月27日		
$\sigma_1$	0.24	3.03		1.13	25.6			
$\sigma_3$	-4.42	-21.8		-28.3	-21.5			
地点	$D_2$							
測定日	3月1日	3月9日	3月27日					
$\sigma_1$	1.60	3.85						
$\sigma_3$	-10.3	-15.7						

第15表 訂正 49~50年冬(1974~75)

地点	A							
測定日	1月12日	1月26日	2月19日	1月12日	1月26日	2月20日	3月5日	
$\sigma_1$	23.5	33.8		5.76	20.5	-32.1		
$\sigma_3$	-30.7	-50.1		-25.9	-44.5	-16.9		
地点	A							
測定日	1月26日	2月20日	3月5日	3月20日	1月16日	2月20日	3月5日	3月20日
$\sigma_1$	2.33	18.5	857		0.60	19.7	13.8	
$\sigma_3$	-37.7	-50.3	-41.1		-28.1	-44.1	-67.1	

第16表 訂正 49~50年冬(1974~75)

地点	A							
測定日	1月26日	2月20日	3月5日	3月20日	2月20日	3月5日	3月20日	
$\sigma_1$	0.99	19.9	46.6		25.6	2.99		
$\sigma_3$	-22.0	-29.4	-32.6		-19.5	-28.5		
地点	A				B			
測定日	2月20日	3月5日	3月20日	1月11日	1月25日	2月19日	3月4日	3月20日
$\sigma_1$	-1.47	-9.03		4.62	-2.08	96.9	-20.7	
$\sigma_3$	-16.1	-44.0		-26.1	-36.4	-314	-66.2	

第 5 表

第17表 訂 正 49~50年冬(1974~75)

地 点	B							
測定日	1月11日	1月25日	2月19日	3月4日	3月20日	1月25日	2月19日	3月4日
$\sigma_1$	2.26	0.60	85.5	-18.6		0.45	8.05	3.01
$\sigma_3$	-17.9	-27.1	-43.5	-61.5		-21.7	-25.5	-27.2

地 点	B							
測定日	3月20日	1月25日	2月19日	3月4日	3月20日	1月25日	2月19日	
$\sigma_1$		0.53	-4.54	-0.44		0.40		
$\sigma_3$		-15.3	-26.6	-22.6		-11.2		

第18表 訂 正 49~50年冬(1974~75)

地 点	B			D				
測定日	2月19日	3月4日	1月11日	1月25日	2月19日	3月4日	3月19日	1月11日
$\sigma_1$	-0.16		-1.59	1.23	-4.45	-28.5		-2.17
$\sigma_3$	-5.87		-28.7	-4.34	-54.9	-103		-21.0

地 点	D							
測定日	1月25日	2月19日	3月4日	3月19日	1月11日	1月25日	2月19日	3月4日
$\sigma_1$	-4.29	2.06	691		0.96	-0.24	-16.2	147
$\sigma_3$	-37.8	-45.8	-46.4		-14.0	-30.3	-61.7	-229

第19表 訂 正 49~50年冬(1974~75)

地 点	D							
測定日	3月19日	1月25日	2月19日	3月4日	3月19日	2月19日	3月4日	3月19日
$\sigma_1$		-0.05	106	3.47		-2.58	1.29	
$\sigma_3$		-21.8	-24.5	-29.7		-26.0	-25.3	

地 点	D							
測定日	2月19日	3月4日	3月19日	2月19日	3月4日	3月19日		
$\sigma_1$	1.42	0.29		1.41	0.70			
$\sigma_3$	-12.6	-13.6		-5.60	-6.59			

第20表 訂 正 50~51年冬(1975~76)

地 点	A							
測定日	1月13日	1月27日	2月26日	3月11日	3月23日	1月27日	2月26日	3月11日
$\sigma_1$	2.08	6.50	-15.1	9.95		0.36	284	
$\sigma_3$	-16.4	-28.8	-66.6	-35.5		-20.9	-17.9	

地 点	A							
測定日	1月27日	2月26日	3月11日	3月23日	3月11日	3月23日	3月11日	3月23日
$\sigma_1$	0.93	-4.10	-2.11		11.9		-6.26	
$\sigma_3$	-14.8	-26.7	-26.7		-12.6		-39.5	





第 7 表

第25表 訂正 51~52年冬(1976~77)

地点	B							
測定日	1月13日	1月28日	2月25日	1月13日	1月28日	2月25日		
$\sigma_1$	-0.31	-3.15		0.95	-2.42			
$\sigma_3$	-13.9	-17.2		-10.2	-13.7			
地点	C							
測定日	1月13日	1月28日	2月24日	3月8日	1月13日	1月28日	2月24日	3月8日
$\sigma_1$	0.85	-5.17	29.6		0.23	-3.15	-4.65	
$\sigma_3$	-20.4	-26.0	-18.3		-11.2	-16.1	-15.5	

第26表 訂正 51~52年冬(1976~77)

地点	D							
測定日	1月12日	1月28日	2月24日	3月8日	1月12日	1月28日	2月24日	3月8日
$\sigma_1$	-4.63	3.48	-23.0		-3.67	-0.41	-5.49	
$\sigma_3$	-20.5	-23.8	-2280		-18.3	-23.6	-33.5	
地点	D							
測定日	1月12日	1月28日	2月24日	3月8日	1月12日	1月28日	2月24日	3月8日
$\sigma_1$	-1.53	-2.21	-6.72		-0.39	-2.78	-7.01	
$\sigma_3$	-11.0	-18.3	-28.8		-9.05	-17.5	-28.0	

第27表 訂正 51~52年冬(1976~77)

地点	D							
測定日	2月24日	3月8日						
$\sigma_1$	-2.53							
$\sigma_3$	-17.6							
地点	D							
測定日								
$\sigma_1$								
$\sigma_3$								

第28表 訂正 52~53年冬(1977~78)

地点	D							
測定日	1月12日	1月24日	2月8日	3月2日	3月14日	3月29日	1月12日	1月24日
$\sigma_1$	-0.38	-4.89	-4.78	-18.4	104		1.28	-0.17
$\sigma_3$	-14.6	-22.4	-27.1	-67.1	-26.9		-7.81	-13.7
地点	D							
測定日	2月8日	3月2日	3月14日	3月29日	3月2日	3月14日	3月29日	
$\sigma_1$	0.63	421	5.04		-1.52	10.1		
$\sigma_3$	-19.1	-66.9	-27.6		-17.0	-16.6		

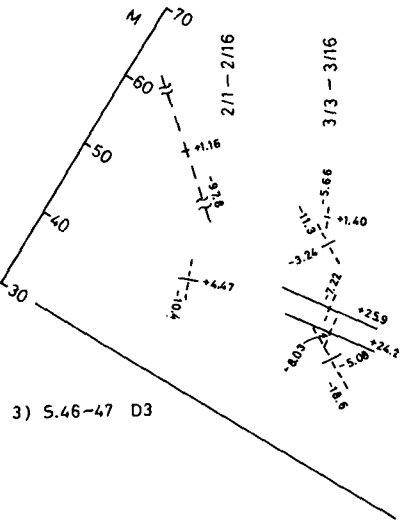
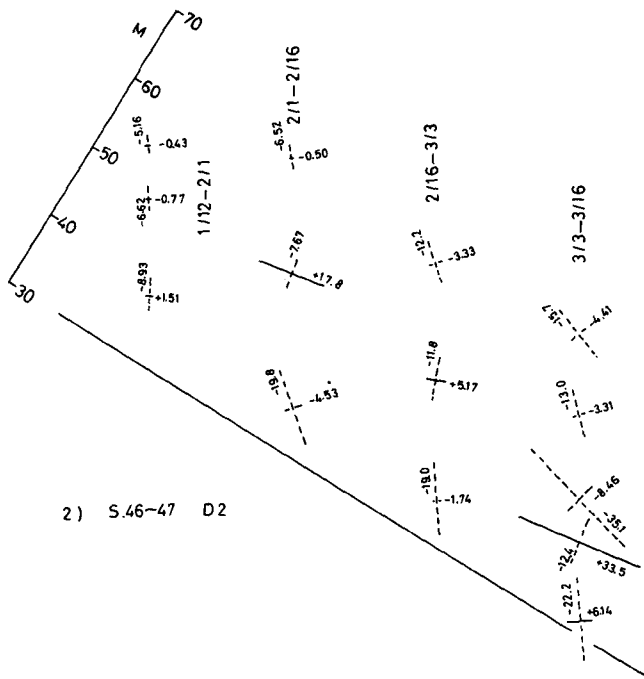
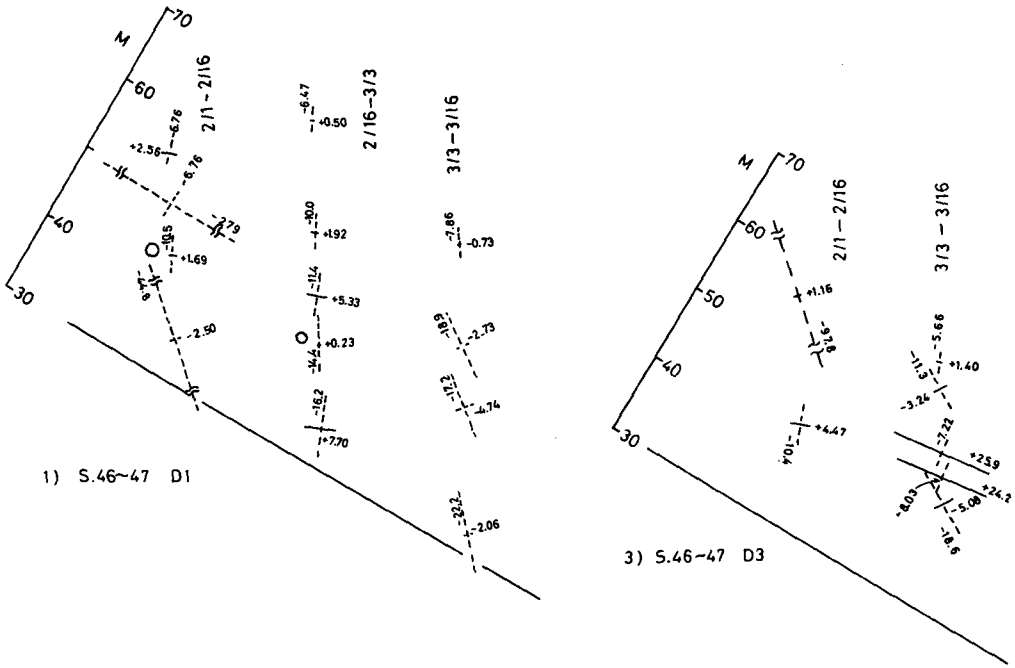
第8表 報告Iの正誤表

表の番号	地 点	測 定 日	項 目	誤	正
10	C	2月16日	$y_3$	-0.85	-1.85
20	A(上)	3月11日	$x_1$	9.90	13.70
"	"	"	$y_1$	16.20	22.60
"	"	"	$x_2$	26.20	29.20
"	"	"	$y_2$	16.60	21.10
"	"	"	$x_3$	11.10	13.75
"	"	"	$y_3$	24.05	30.60

第9表 報告Iへの追加資料

表の番号	第 1 表			第 15 表	
	$D_1$			$A$	
地 点					
測 定 日	2月1日	2月16日	3月3日	3月11日	3月23日
$x_1$	31.79	33.09	34.90	13.70	9.90
$y_1$	30.23	28.43	24.80	22.60	16.20
$x_2$	21.59	22.99	24.61	29.20	26.20
$y_2$	36.32	35.45	31.85	21.10	16.60
$x_3$	27.83	29.67	31.74	13.75	11.10
$y_3$	37.64	35.83	31.72	30.60	24.05
$x_4$					
$y_4$					
$M$	43.80	43.3		31.1	
$\dot{R}$	0.107	0.246		0.509	
$\theta$	- 44	- 68		64	
$\dot{\epsilon}_1$	3.93	4.14		13.5	
$\dot{\epsilon}_3$	- 4.61	- 2.51		- 9.64	
$\dot{\Delta}$	- 0.951	1.47		2.28	
$\alpha$	- 5	- 1		36	
$\alpha'$	- 11	- 4		36	
$\sigma_1$	1.69	0.23		- 14.7	
$\sigma_3$	- 10.5	- 14.4		- 76.6	

註、 $\dot{\epsilon}_1$ 、 $\dot{\epsilon}_3$ 、 $\dot{\Delta}$  は1000倍した数値を記入してある。

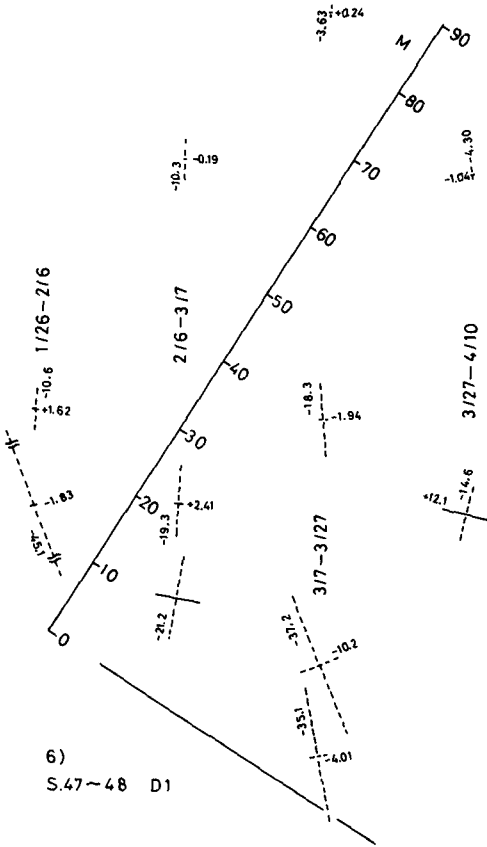
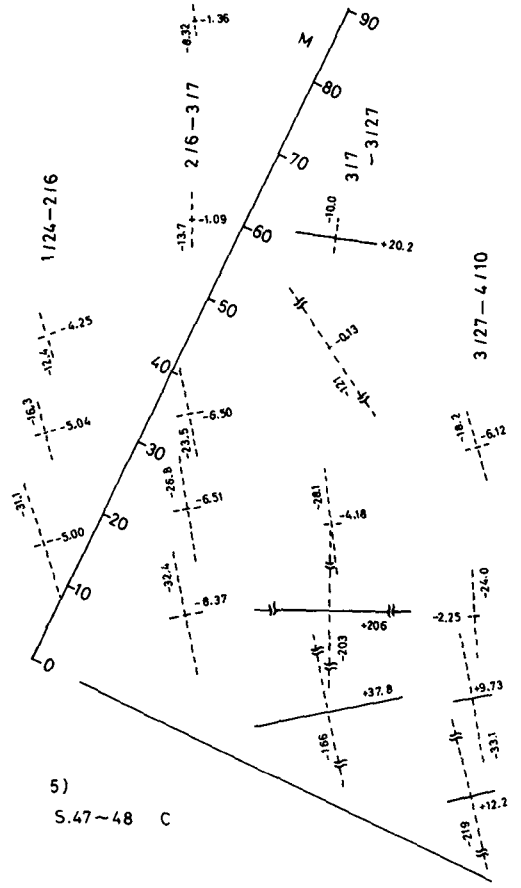
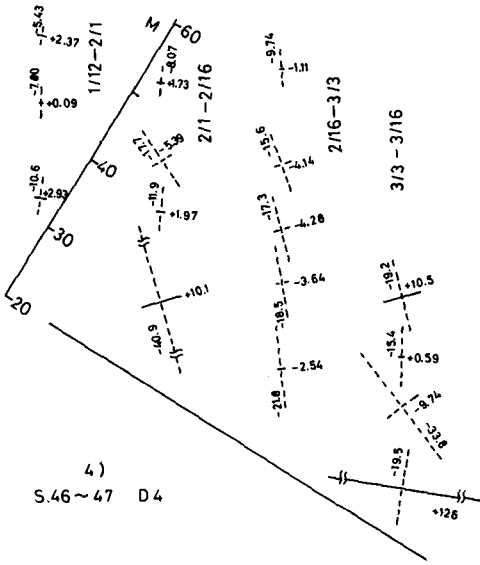


第1図

昭和46~47年冬(1971~72)

- 1) 北斜面D<sub>1</sub>地点
- 2) 北斜面D<sub>2</sub>地点
- 3) 北斜面D<sub>3</sub>地点

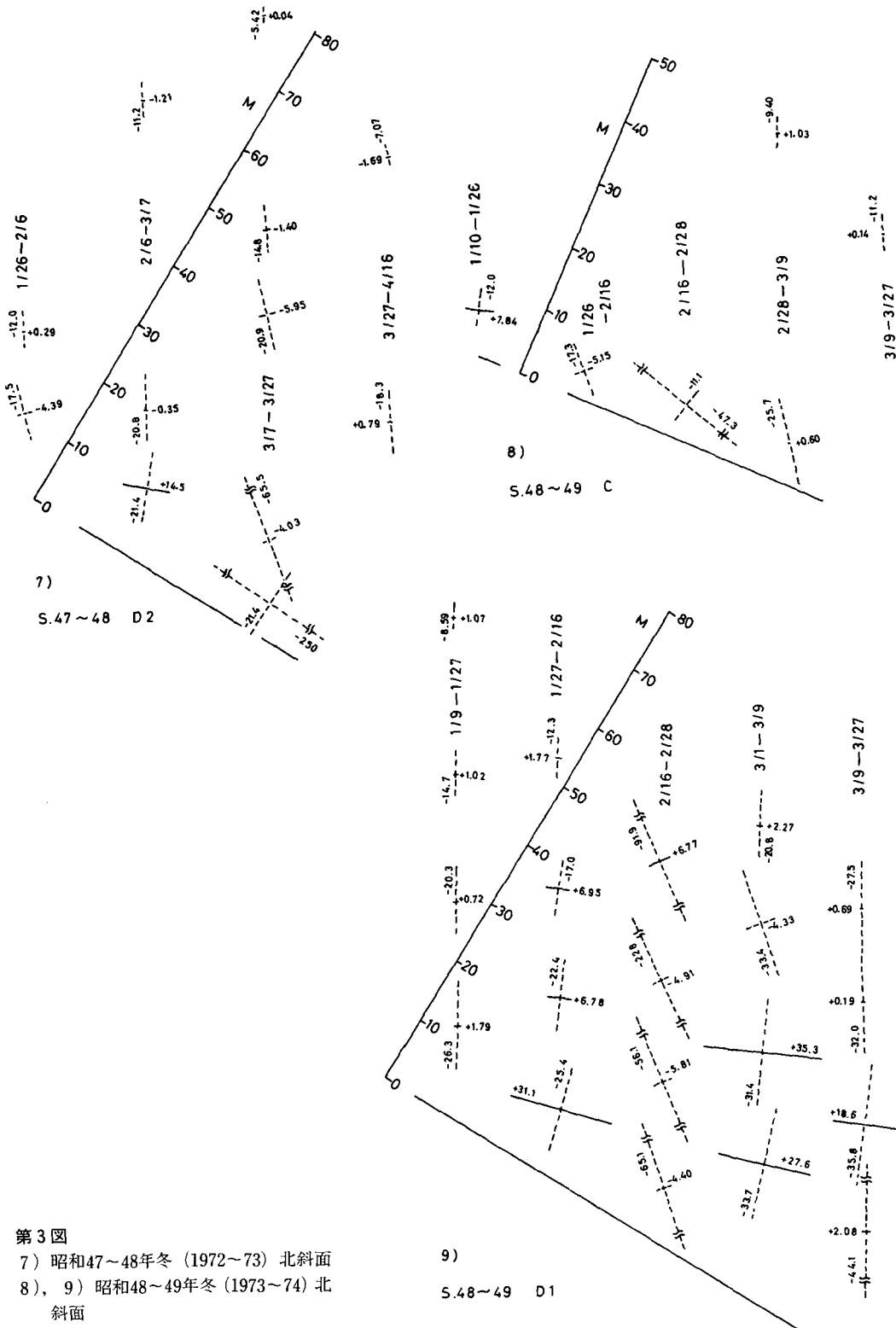
実線は引っ張り、破線は圧縮  
応力、○は追加資料



第2図

4) 昭和46~47年冬(1971~72)北斜面

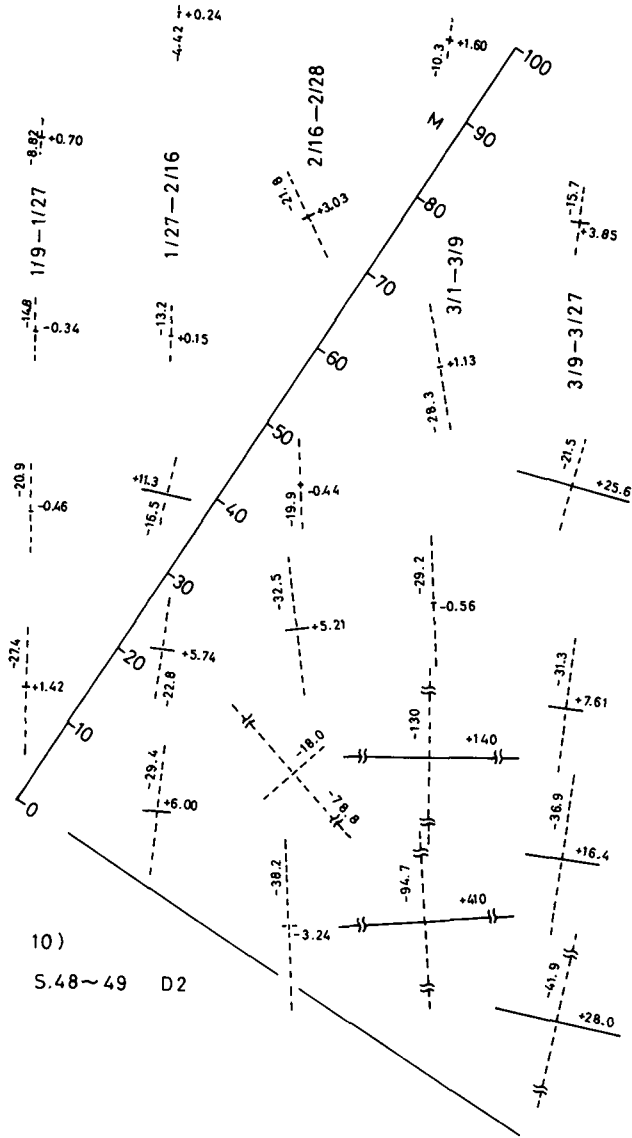
5), 6) 昭和47~28年冬(1972~73)北斜面



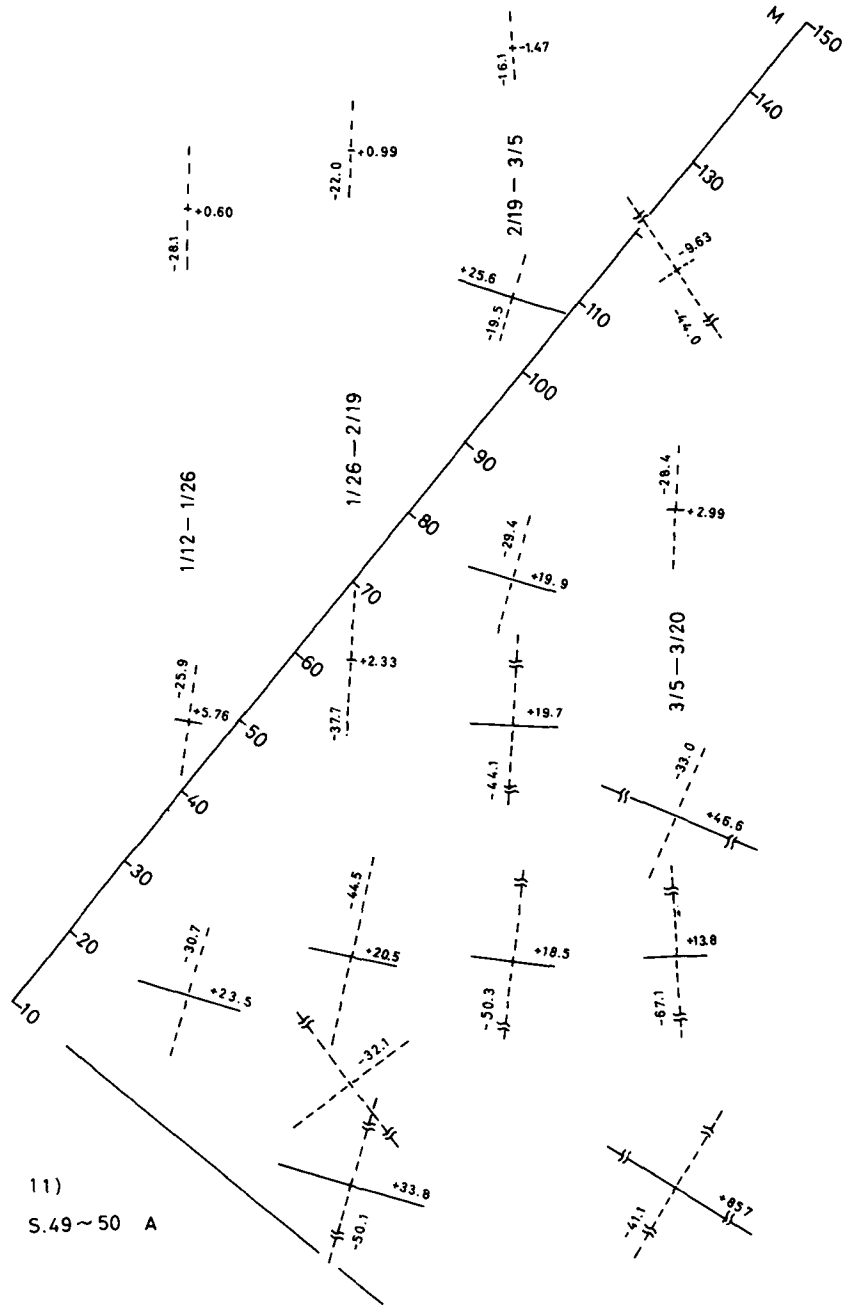
第3図

7) 昭和47~48年冬(1972~73)北斜面  
8), 9) 昭和48~49年冬(1973~74)北  
斜面

9)  
S.48~49 D1

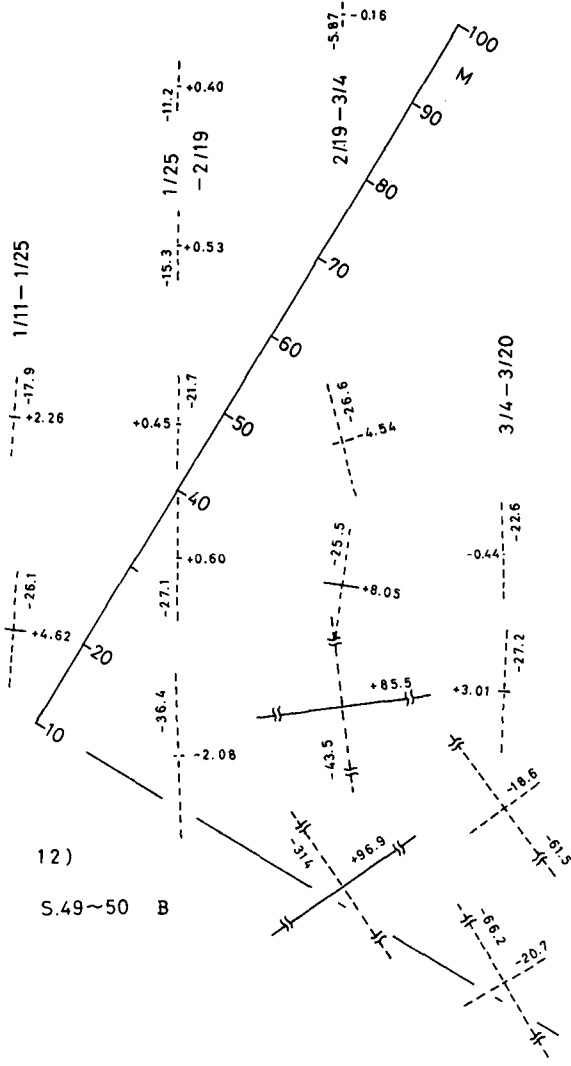


第4図 10) 昭和48~49年冬 (1973~74)  
北斜面

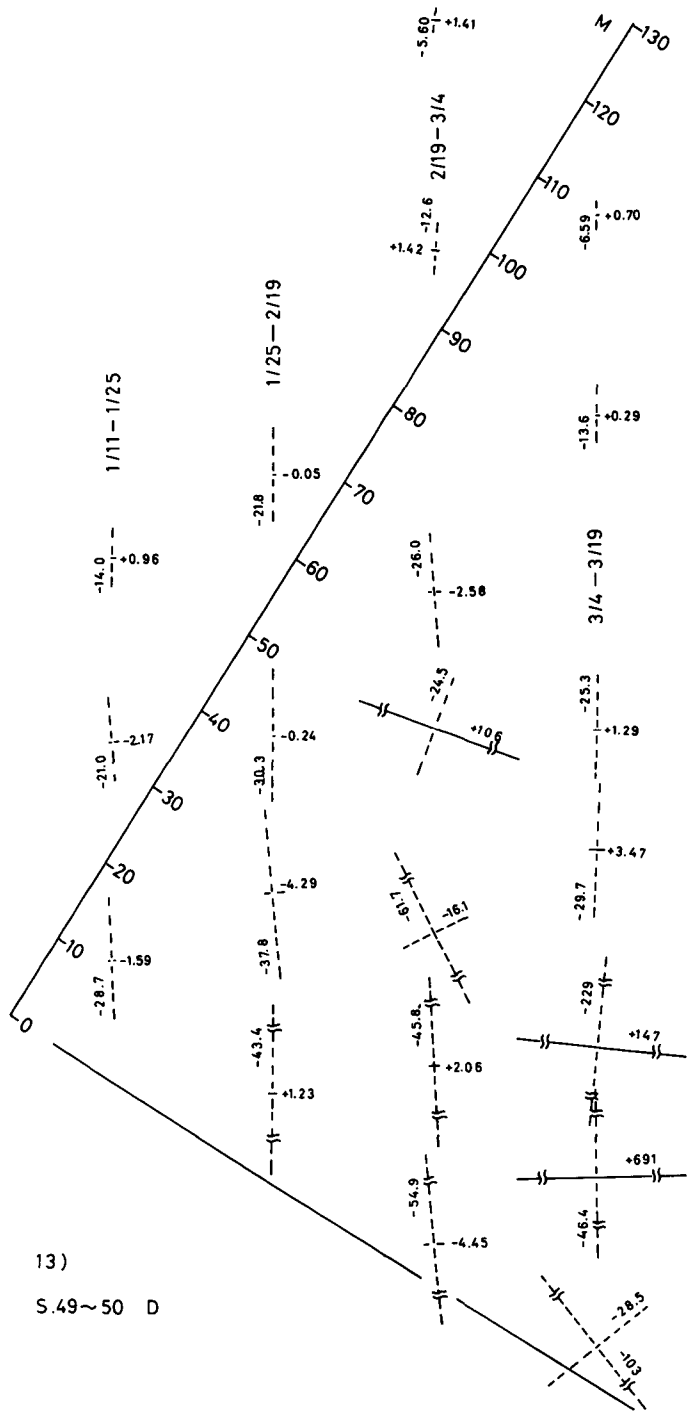


第5図 11) 昭和49~50年冬 (1974~75)  
北斜面

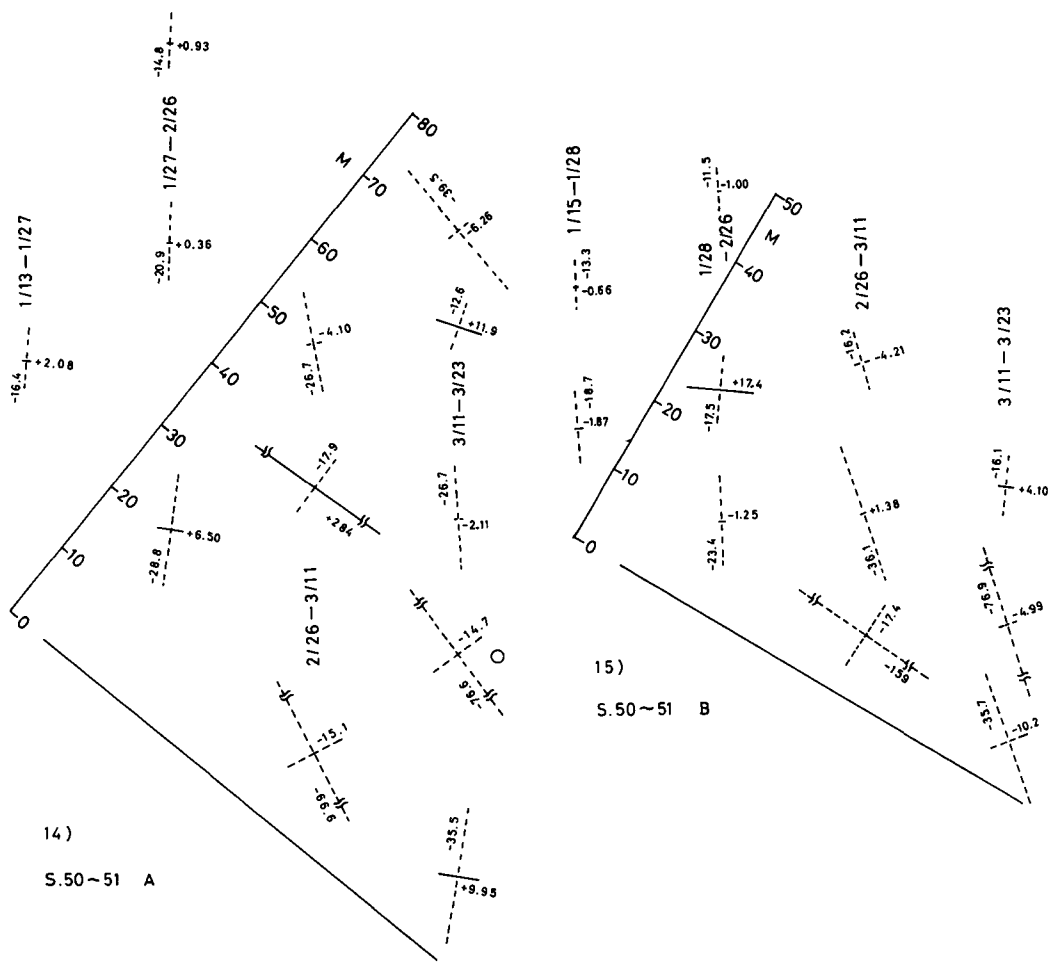




第6図 12) 昭和49~50年冬 (1974~75)  
北斜面

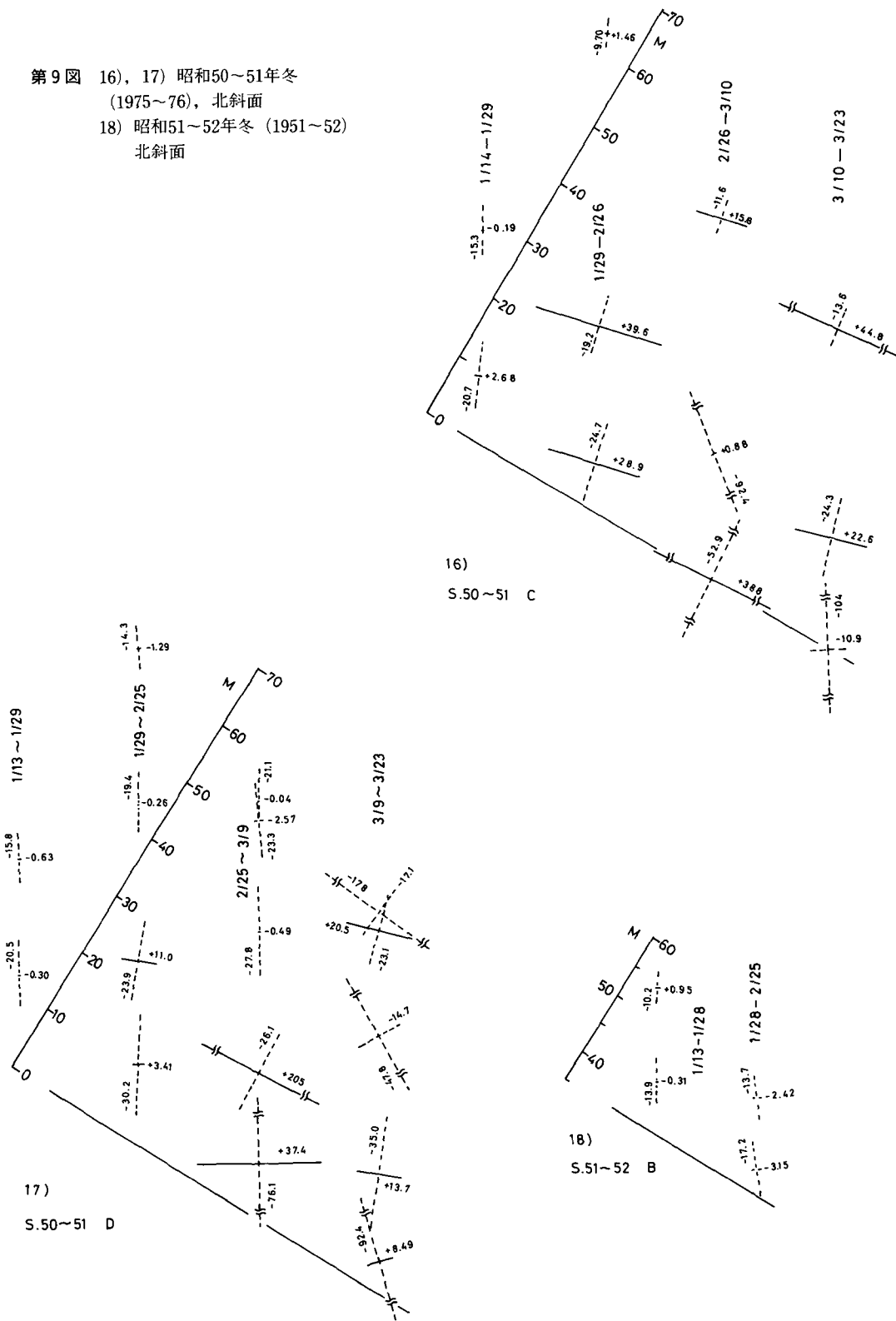


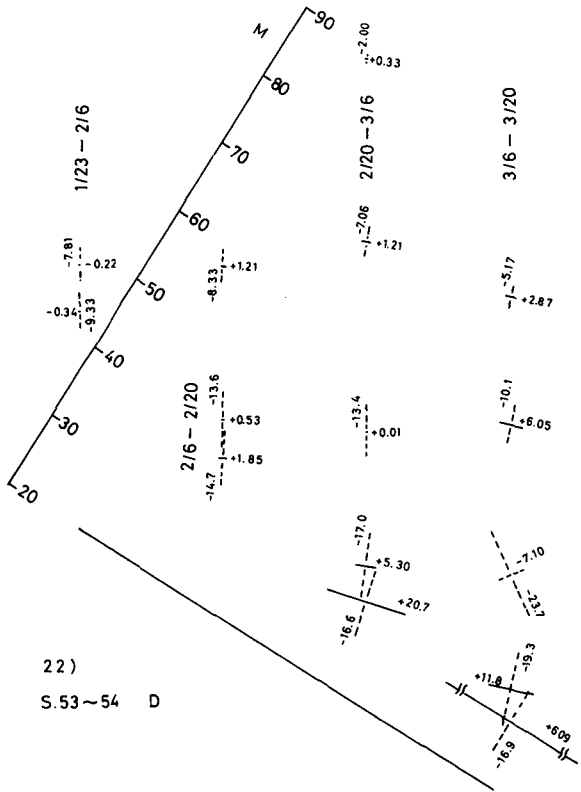
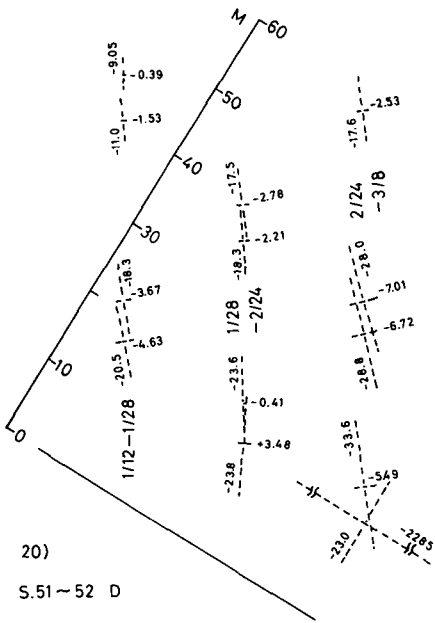
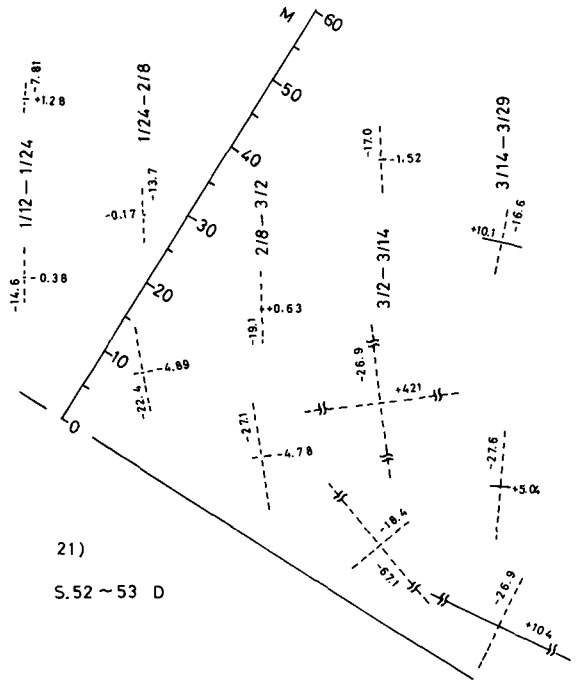
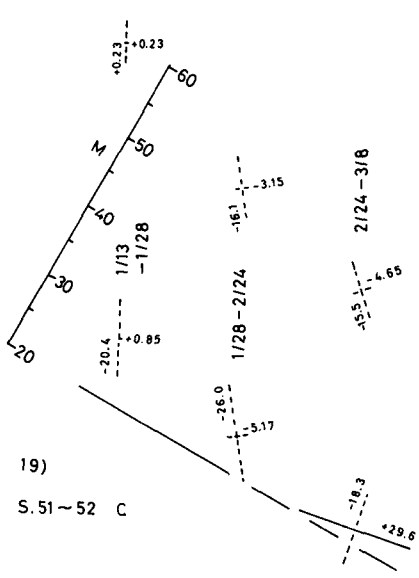
第7図 13) 昭和49~50年冬 (1974~75)  
北斜面



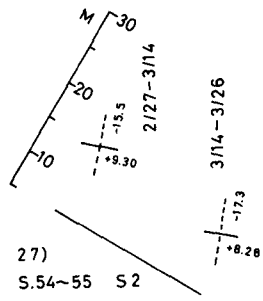
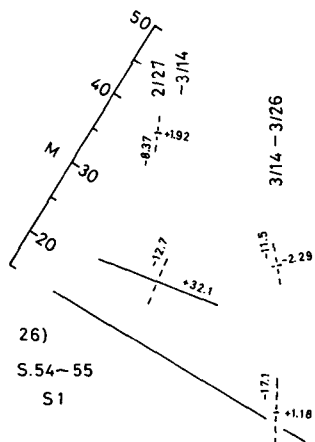
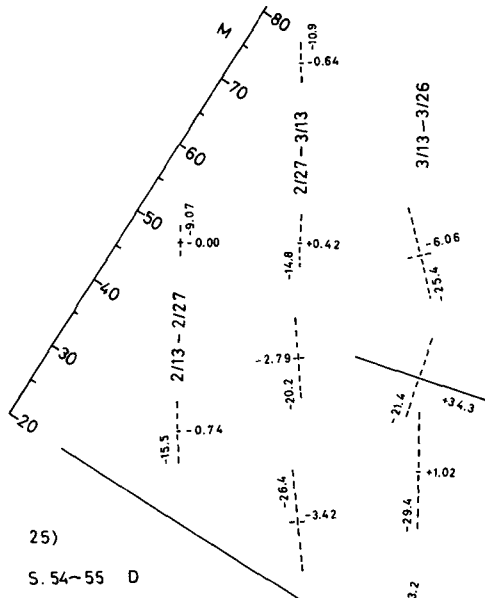
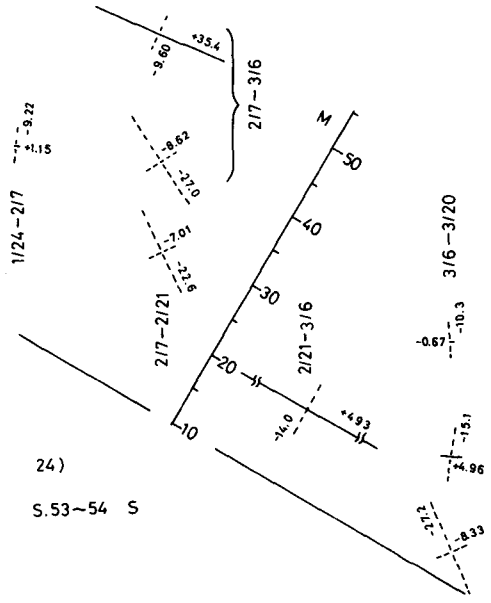
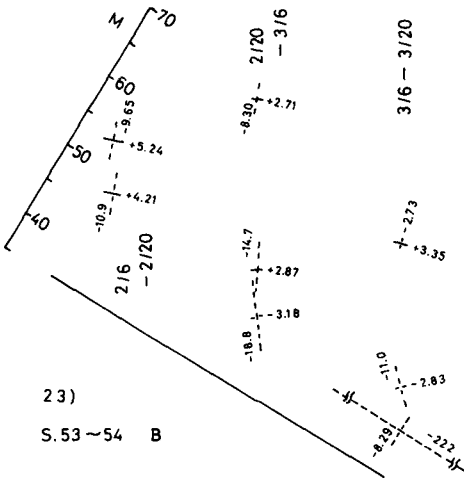
第8図 14), 15) 昭和50~51年冬 (1975~76) 北斜面

第9図 16), 17) 昭和50~51年冬  
(1975~76), 北斜面  
18) 昭和51~52年冬 (1951~52)  
北斜面





第10図 19), 20) 昭和51~52年冬 (1976~77) 北斜面  
 21) 昭和52~53年冬 (1977~78), 北斜面  
 22) 昭和53~54年冬 (1978~79), 北斜面



第11図 23), 24) 昭和53~54年冬(1978~79), 北斜面  
25) 昭和54~55年冬(1979~80), 北斜面  
26), 27) 同, 南斜面, 26) は杭の斜面下方  
27) は群杭の中