



Title	苫小牧における凍上観測（昭和53～54年冬期）
Author(s)	木下, 誠一; 鈴木, 義男; 福田, 正己; 武田, 一夫; 石崎, 武志; 伊豆田, 久雄
Citation	低温科学. 物理篇. 資料集, 38, 71-81
Issue Date	1980-03-28
Doc URL	<a href="http://hdl.handle.net/2115/18713">http://hdl.handle.net/2115/18713</a>
Type	bulletin (article)
File Information	38_p71-81.pdf



[Instructions for use](#)

## 苫小牧における凍上観測\*

(昭和 53-54 年冬期)

木下誠一・鈴木義男・福田正己

(低温科学研究所)

武田一夫・石崎武志・伊豆田久雄

(北海道大学大学院理学研究科)

(昭和 55 年 1 月受理)

苫小牧北大演習林内にある凍上観測室において、昭和 44 年以来凍上の観測及び研究が毎冬継続して行なわれている。現場には、内面防水のプールが 4 ヶあり、その中に試験土が詰められている。凍上に際しての土中水分の移動がプールの内部だけで独立に起り、プールの外とは関係のないようになっている。ここでは、毎冬継続して観測されている一般項目について、昭和 53~54 年冬期に得られた結果を資料として報告する。プール内の試験土の状況を第 1 表に示すが、昭和 52~53 年冬期<sup>1)</sup>と同じである。

気温と積算寒度の状況を第 2 表と第 1 図に示す。この冬は、凍結の開始が例年より 20 日間近くも遅れた。全体の積算寒度も 515°C・day と近年にない暖冬であった。凍結と凍上の状況を各プールごとに、第 2, 3, 4, 5 図に、又、各プールの凍上状況を第 3 表に示す。プール外の除雪した所と除雪しない所の凍結及び積雪状況を第 6 図に示す。11 月 30 日(凍結前)、1 月 8 日と 3 月 14 日(凍

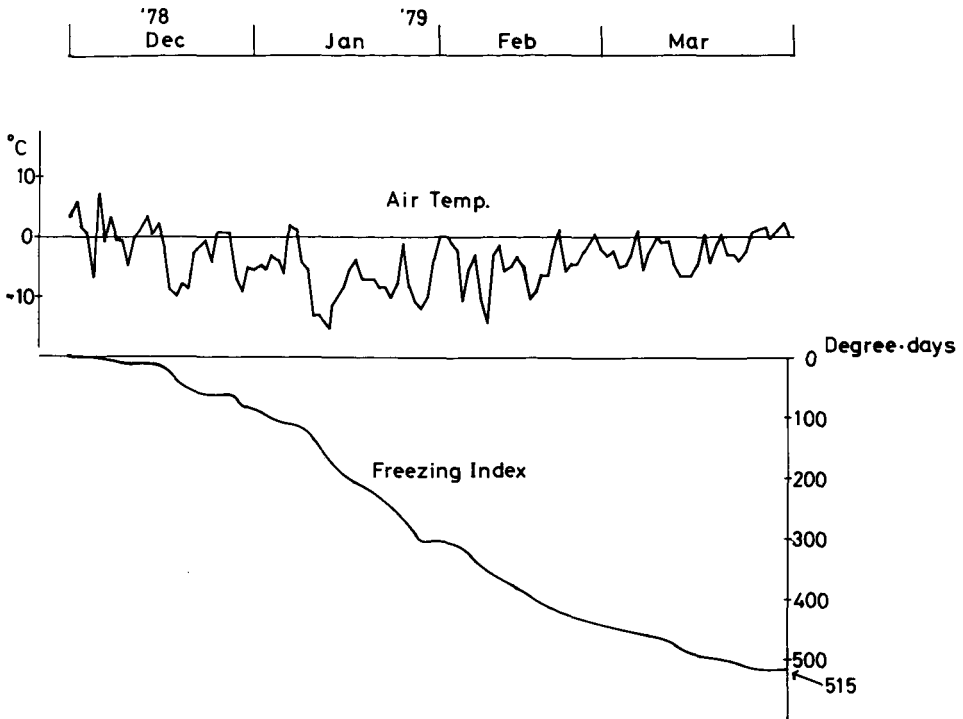
第 1 表 苫小牧凍上観測現場におけるプール状況

プール名	旧名称	広さ (m)	凍結前の試験土の深さ (m)	初期地下水位 (cm)	土質
I	D	5 × 5	2.30	0	シルト質土*
II	A	3 × 3	1.90	30	"
III	C	5 × 5	2.00	200	"
IV	B	3 × 3	1.60	30	小石**(0~10cm) 小石**とシルト質土*の混合(10~20cm) シルト質土*(20~60cm) 砂*** (60~160cm)

\* シルト質土—砂分55%, シルト分24%, 粘土分21%, 砂質粘土ローム, 60%粒径0.08mm, 比表面積54m<sup>2</sup>/g.

\*\* 小石—径1~10cm.

\*\*\* 砂—砂分100%, 60%粒径0.4mm, 比表面積1m<sup>2</sup>/g.



第1図 日平均気温と積算寒度，昭和53～54年冬期，苫小牧凍上観測現場

第2表 昭和53～54年冬期の気温と積算寒度（苫小牧凍上観測現場）

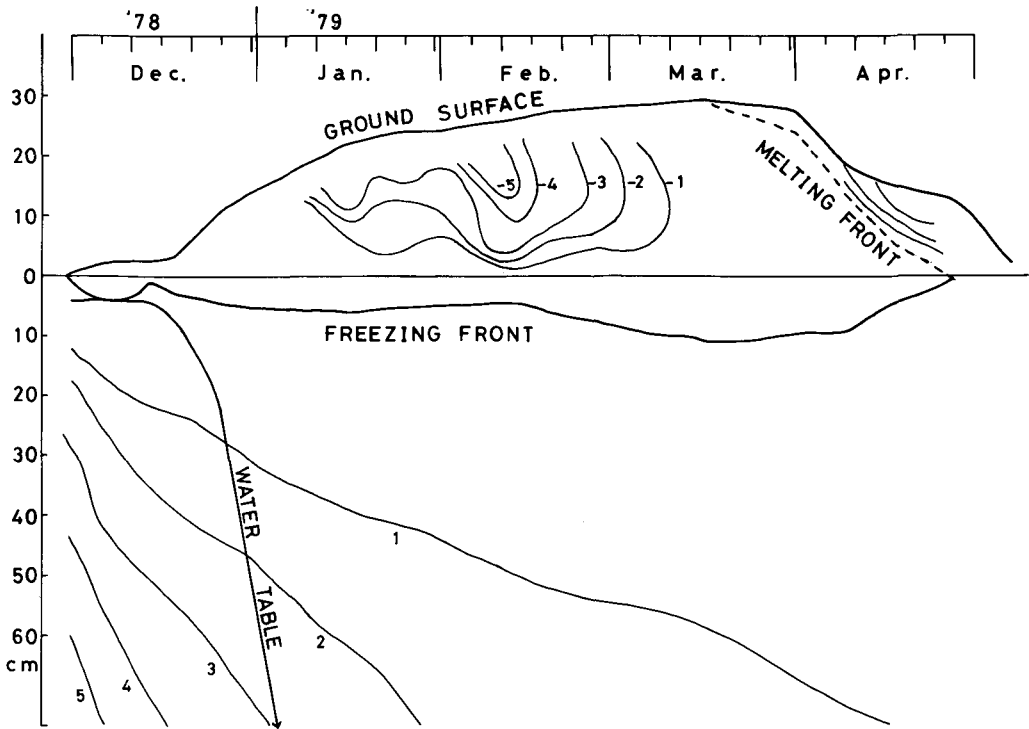
	12月	1月	2月	3月	合計
月積算寒度 °C·day	82.7	223.9	127.3	81.4	515.3
日平均気温が 0°C以下の日数	18	29	24	22	93
月平均気温 °C	-2.4	-7.1	-4.5	-2.4	
最低気温°C (出現日時)	-17.6 19日 7:40	-21.5 13日 7:50	-25.2 9日 6:00	-18.0 15日 6:00	
最高気温°C (出現日時)	11.3 2日 6:30	7.2 4日 12:30	4.0 21日 15:00	7.0 26日 15:30	

結時)及び5月7日(融解後)に、試料採取を行ない、層構造の観察をした後、現場密度、重量含水比、土粒比重を測定した。その結果を第7、8、9図及び第4、5、6表に示す。又、プールIとIIIから採取した凍土試料について、超音波伝播速度を測定した。その結果を第10、11図と第7表に示す。

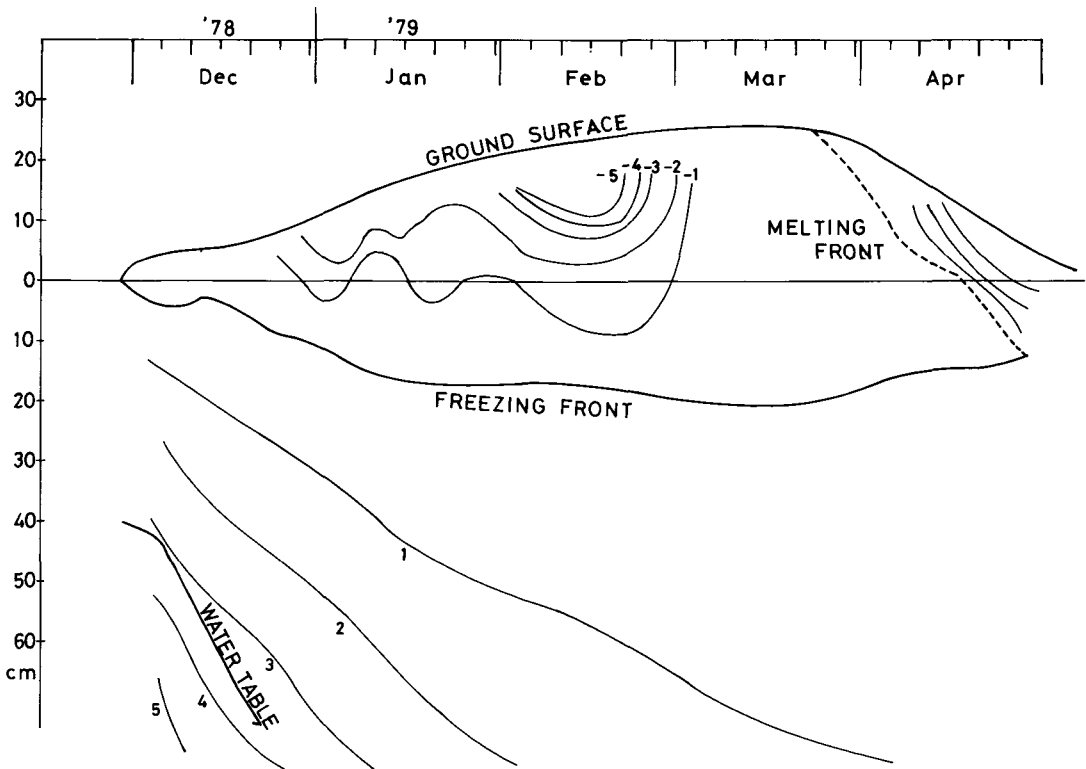
現場の観測にあたって苫小牧演習林の職員一同に協力を得た。厚く感謝の意を表わす次第である。又、本研究に要した費用は、文部省科学研究費補助金・自然災害特別研究「凍上災害の予測に関する基礎的研究」によってまかなわれた。

## 文 献

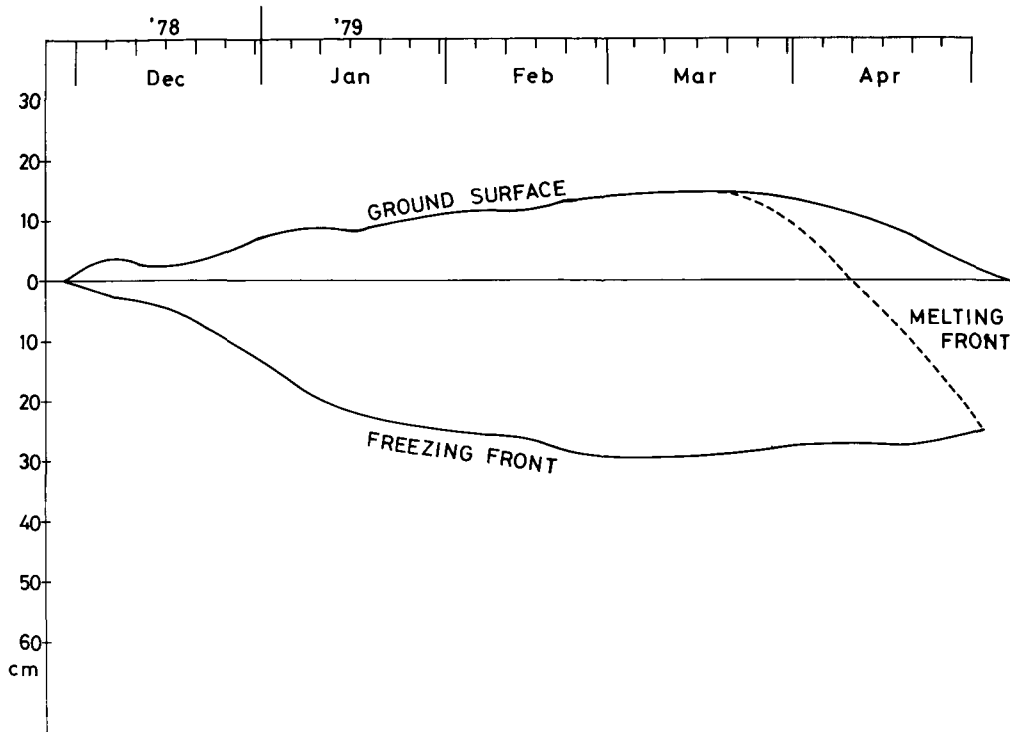
- 1) 木下誠一・鈴木義男・堀口 薫・井上正則・武田一夫・石崎武志 1977 苫小牧における凍上観測(昭和52～53年冬期)。低温科学，物理篇，36-37，107-112。



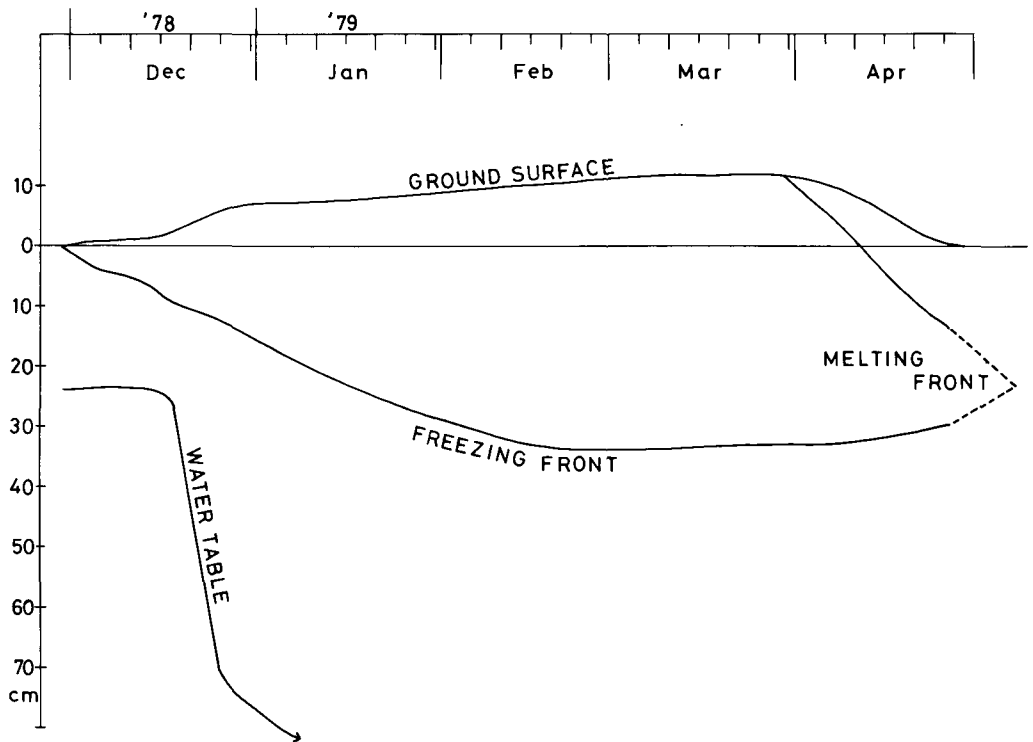
第2図 プールIの凍上状況, 昭和53~54年冬期, 苫小牧凍上観測現場



第3図 プールIIの凍上状況, 昭和53~54年冬期, 苫小牧凍上観測現場



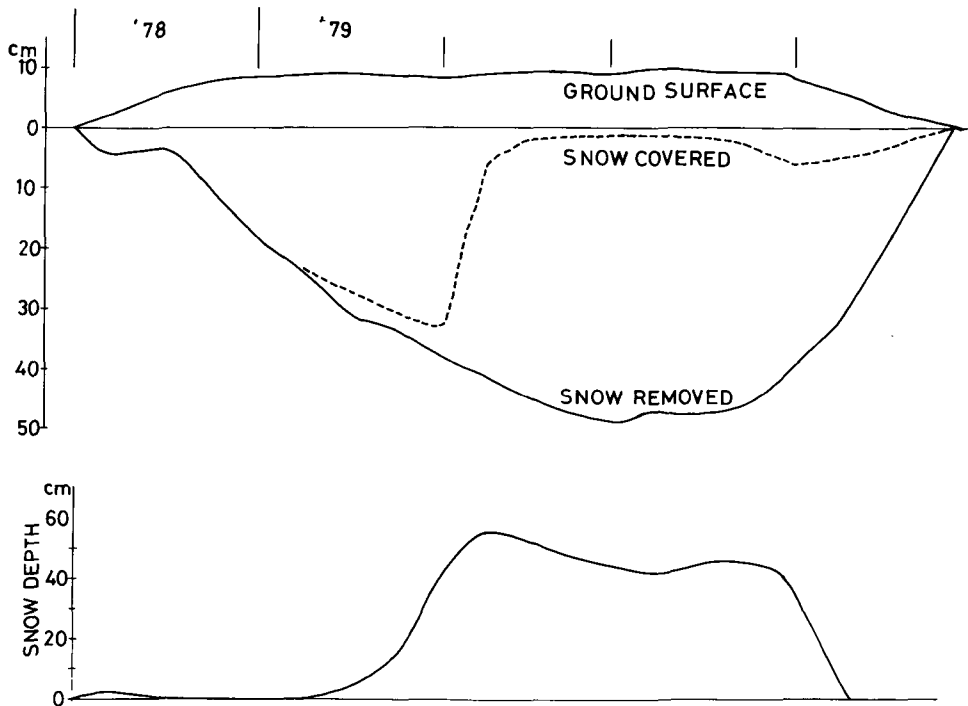
第4図 プールⅢの凍上状況，昭和53～54年冬期，苫小牧凍上観測現場



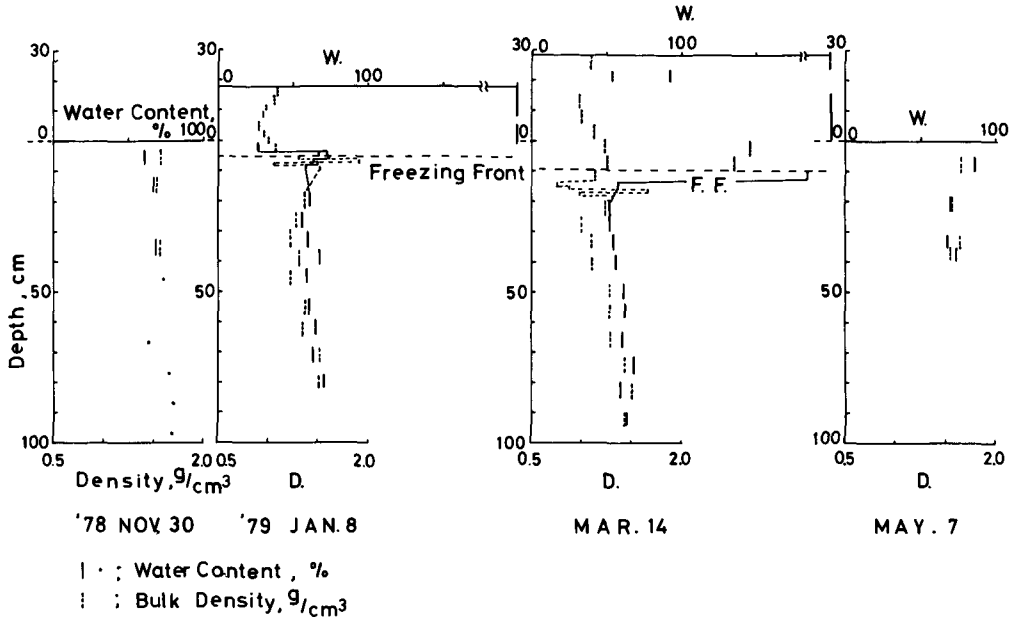
第5図 プールⅣの凍上状況，昭和53～54年冬期，苫小牧凍上観測現場

第3表 各プールの凍上状況

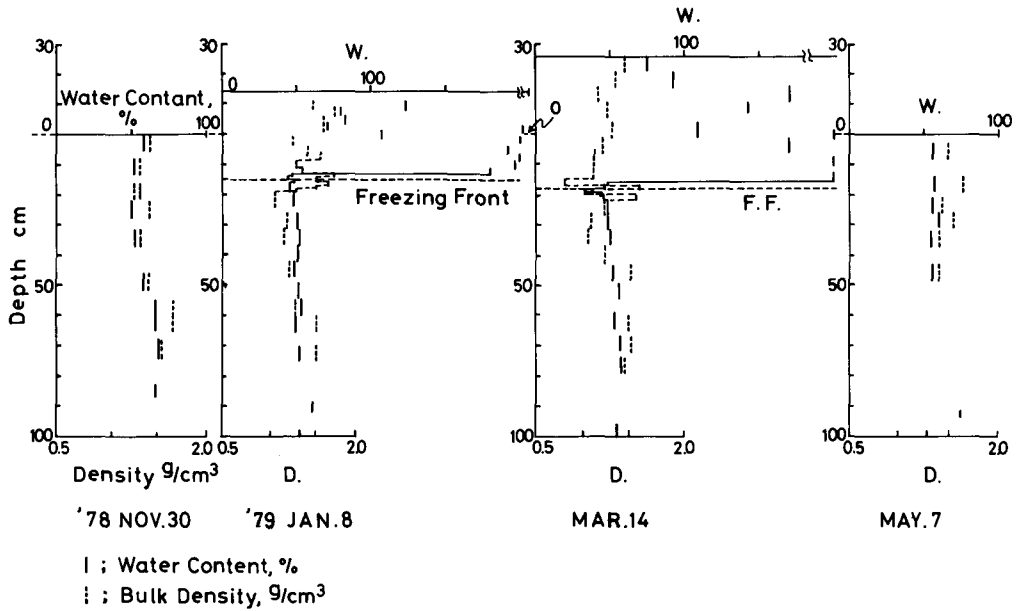
プール名	最大凍上量 cm	最深凍結深 cm	基準面からの凍結深 cm	凍上率 %	初期水位 cm
I D	29	39.5	10.5	276.1	0
II A	25.9	46.3	20.4	126.9	10
III C	14.7	44.7	30	49.0	145
IV B	11.4	44.5	33.1	34.4	24
プール外	8.9	58	49.1	18.1	—



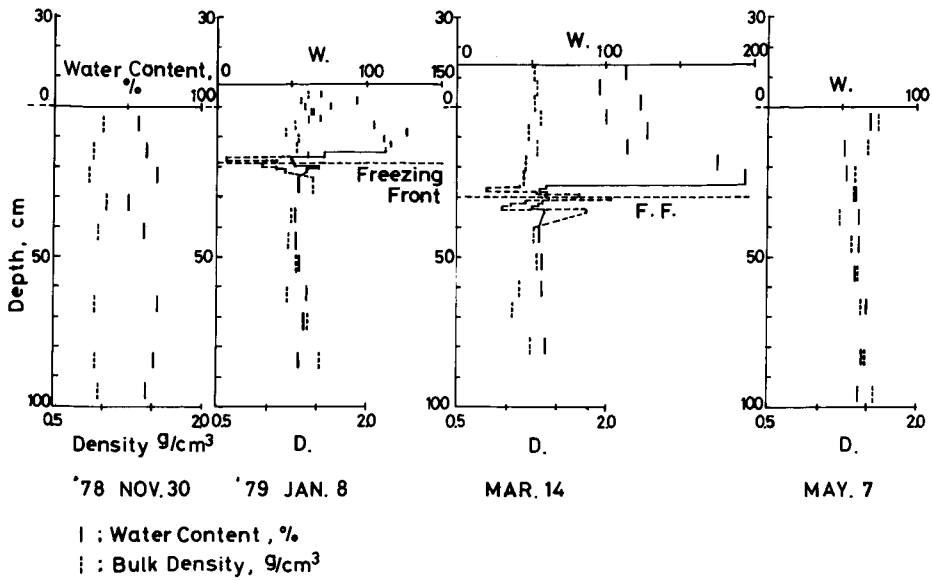
第6図 プール外の除雪した所と除雪しない所の凍結及び積雪状況



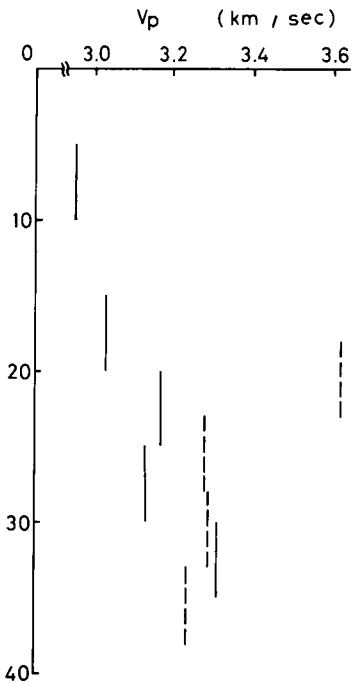
第7図 プールIの断面観測時の重量含水比  $w$  と単位体積重量  $D$ , 昭和53~54年冬期, 苫小牧凍上観測現場



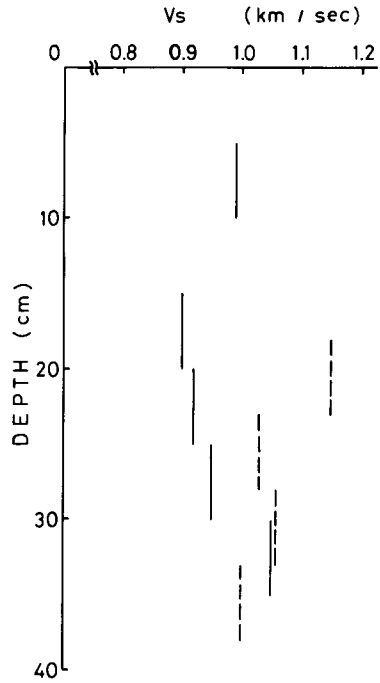
第8図 プールIIの断面観測時の重量含水比  $w$  と単位体積重量  $D$ , 昭和53~54年冬期, 苫小牧凍上観測現場



第9図 プールⅢの断面観測時の重量含水比  $w$  と単位体積重量  $D$ , 昭和53~54年冬期, 苫小牧凍上観測現場



第10図 凍土採取試料の超音波たて波伝播速度, 実線プールⅢ, 破線プールⅠ.



第11図 凍土採取試料の超音波よこ波伝播速度, 実線プールⅢ, 破線プールⅠ.



第4表 プールIにおける断面観測結果

I プール		1978年11月30日		
	深 さ cm	含水比 g/g	密 度 g/cm <sup>3</sup>	体積含水率 cm <sup>3</sup> /cm <sup>3</sup>
未 凍 結	3-8	0.60	1.57	0.59
	12-17	0.66	1.53	0.61
	33-38	0.68	1.58	0.64
	46	0.73	—	—
	67	0.63	—	—
	77	0.77	—	—
	87	0.79	—	—
	97	0.79	—	—
	107	0.80	—	—

I プール		1979年1月8日		
	深 さ cm	含水比 g/g	密 度 g/cm <sup>3</sup>	体積含水率 cm <sup>3</sup> /cm <sup>3</sup>
凍 結	0-3	2.64	1.09	0.79
	3-6	3.49	1.04	0.81
	6-8	5.36	0.98	0.83
	8-10	5.32	0.96	0.81
	10-12	—	—	—
	12-14.5	12.38	0.90	0.83
	14.5-17	7.99	0.96	0.85
	17-19	5.56	0.99	0.84
	19-21	0.26	1.06	0.22
未 凍 結	22.2-23	0.67	1.59	0.64
	23-24	0.74	1.30	0.55
	24-25	0.63	1.91	0.73
	25-26	0.66	1.05	0.42
	26-27.2	0.58	1.50	0.55
	35-40	0.61	1.36	0.51
	42-47	0.56	1.28	0.49
	48-53	0.59	1.22	0.45
	54-55	0.67	1.29	0.52
	60-65	0.59	1.20	0.44
	70-75	0.60	1.38	0.52
77-82	0.65	1.35	0.53	
86-91	0.64	1.50	0.58	
95-100	0.70	1.49	0.61	

I プール		1979年3月14日		
	深 さ cm	含水比 g/g	密 度 g/cm <sup>3</sup>	体積含水率 cm <sup>3</sup> /cm <sup>3</sup>
凍 結	0-5	2.60	1.08	0.78
	5-9	0.93	1.29	0.62
	13-18	5.44	0.98	0.83
	18-23	4.75	1.01	0.84
	23-28	2.49	1.11	0.79
	28-33	1.45	1.22	0.72
未 凍 結	33-38	1.35	1.24	0.72
	38-41	1.85	1.13	0.73
	42-43	0.57	0.74	0.27
	43-44	0.58	0.88	0.32
	44-45	0.57	1.66	0.60
	45-46	0.56	0.97	0.35
	46-47	0.54	1.33	0.47
	48-53	0.52	1.23	0.42
	53-58	0.52	1.00	0.34
	59-64	0.55	1.09	0.39
	66-71	0.55	1.10	0.39
	75-80	0.61	1.26	0.48
	82-87	0.62	1.27	0.49
	91-96	0.61	1.28	0.49
	99-104	0.68	1.42	0.58
	108-113	0.59	1.51	0.56
	117-122	0.63	1.40	0.54

I プール		1979年5月7日		
	深 さ cm	含水比 g/g	密 度 g/cm <sup>3</sup>	体積含水率 cm <sup>3</sup> /cm <sup>3</sup>
未 凍 結	5-10	0.87	1.66	0.77
	18-23	0.71	1.56	0.65
	31-36	0.68	1.63	0.66
	35-40	0.74	1.52	0.65

第5表 プールIIにおける断面観測結果

II プール		1979年11月30日		
	深さ cm	含水比 g/g	密度 g/cm <sup>3</sup>	体積含水率 cm <sup>3</sup> /cm <sup>3</sup>
未	0-5	0.58	0.90	0.52
	8-13	0.52	0.89	0.46
	16-21	0.56	0.83	0.47
	22-27	0.50	0.95	0.47
	31-36	0.53	0.88	0.47
凍	46-51	0.59	0.94	0.55
	54-64	0.66	1.01	0.67
	69-74	0.68	0.93	0.64
結	85	0.66	—	—
	106	0.80	—	—
	122	0.82	—	—

II プール		1979年3月14日		
	深さ cm	含水比 g/g	密度 g/cm <sup>3</sup>	体積含水率 cm <sup>3</sup> /cm <sup>3</sup>
凍	0-5	0.75	1.40	0.60
	5-10	0.93	1.33	0.64
	10-15	1.70	1.15	0.72
	15-18	1.43	1.22	0.72
	22-27	1.10	1.30	0.68
	27-32	1.70	1.15	0.72
	32-37	2.38	1.10	0.78
	37-41	2.44	1.10	0.78
	41-41.8	0.49	0.81	0.26
	42.8-43.8	0.47	1.58	0.51
結	43.8-44.8	0.39	0.98	0.28
	44.8-45.8	0.45	0.87	0.27
未	45.8-47	0.46	1.53	0.48
	47-52	0.49	1.20	0.39
	52-57	0.49	1.06	0.35
	57-62	0.51	1.02	0.34
	62-67	—	1.21	—
凍	69-74	0.53	1.46	0.50
	75-80	0.58	1.35	0.49
	85-90	0.54	1.47	0.52
結	92-97	0.57	1.47	0.54
	99-104	0.58	1.39	0.51
	123	0.56	—	—

II プール		1979年1月8日		
	深さ cm	含水比 g/g	密度 g/cm <sup>3</sup>	体積含水率 cm <sup>3</sup> /cm <sup>3</sup>
凍	3-5.5	1.23	1.42	0.78
	5.5-8	0.80	1.64	0.73
	8-10.5	0.93	1.53	0.74
	10.5-13	0.81	1.54	0.69
	13-15	1.07	1.46	0.76
	15-17	4.83	1.22	1.02
	18-20.5	1.92	1.37	0.90
	20.5-23	2.03	1.49	1.00
	23-25	1.97	1.40	0.93
	25-27	1.80	1.33	0.86
結	27-28.2	0.48	1.65	0.54
	28.2-29	0.46	1.34	0.42
	29-30	0.49	1.44	0.47
未	30-31	0.46	1.59	0.50
	31-32	0.47	1.44	0.46
	32-32.2	0.46	1.27	0.40
	33-38	0.49	1.04	0.34
	40-45	0.51	1.17	0.40
凍	46-51	0.53	1.13	0.39
	51-56	0.51	1.29	0.43
	56-61	0.49	1.21	0.40
	63-68	0.52	1.30	0.44
	69-74	0.54	1.26	0.44
結	75-80	0.50	1.45	0.48
	84-89	0.53	1.48	0.51
	103-105	0.62	—	—
	114-117	0.53	—	—

II プール		1979年5月7日		
	深さ cm	含水比 g/g	密度 g/cm <sup>3</sup>	体積含水率 cm <sup>3</sup> /cm <sup>3</sup>
未	3-8	0.56	1.49	0.53
	14-19	0.57	1.64	0.60
	21-26	0.56	1.43	0.51
凍	26-31	0.60	1.56	0.59
	32-37	0.55	1.41	0.50
結	43-48	0.56	1.39	0.50
	92	0.75	—	—
	99	0.52	—	—

第6表 プールIIIにおける断面観測結果

III プール		1978年11月30日		
	深 さ cm	含水比 g/g	密 度 g/cm <sup>3</sup>	体積含水率 cm <sup>3</sup> /cm <sup>3</sup>
未	3-8	0.58	1.50	0.59
	12-17	0.63	1.45	0.56
	20-25	0.70	1.46	0.60
	29-34	0.51	1.55	0.53
凍	39-44	0.61	1.54	0.58
	55-60	—	1.51	—
結	63-68	0.70	1.56	0.64
	82-87	0.68	1.55	0.63
	92-97	0.62	1.55	0.59
	122	0.60	—	—

III プール		1979年1月8日		
	深 さ cm	含水比 g/g	密 度 g/cm <sup>3</sup>	体積含水率 cm <sup>3</sup> /cm <sup>3</sup>
凍	2-4	0.70	1.40	0.58
	4-6	0.94	1.33	0.64
	6-8	0.76	1.37	0.59
	8-10	0.64	1.47	0.57
	10-12	0.69	1.41	0.58
	12-14.5	1.05	1.27	0.65
	14.5-17	1.27	1.19	0.67
	17-19	1.12	1.31	0.69
結	19-21	1.16	1.29	0.69
	21-22.5	1.13	1.29	0.69
	22.5-24.5	0.72	1.42	0.59
	24.5-25	0.50	0.60	0.20
未	25-26	0.51	1.10	0.37
	26-27	0.52	0.94	0.32
	27-28	0.68	1.10	0.57
	28-29.2	0.60	1.18	0.44
	31-36	0.55	1.46	0.52
	41-46	0.53	1.25	0.43
	49-54	0.54	1.22	0.43
	57-62	0.55	1.31	0.46
	67-72	0.60	1.20	0.45
	76-81	0.59	1.42	0.52
結	89-94	0.55	1.53	0.54
	100-105	0.57	1.50	0.54

III プール		1979年3月14日		
	深 さ cm	含水比 g/g	密 度 g/cm <sup>3</sup>	体積含水率 cm <sup>3</sup> /cm <sup>3</sup>
凍	0-5	1.13	1.27	0.68
	5-10	0.95	1.31	0.64
	10-15	1.23	1.26	0.69
	15-20	1.02	1.33	0.67
	20-25	1.28	1.21	0.68
	25-30	1.14	1.30	0.69
	30-35	1.76	1.18	0.75
	35-40	1.94	1.17	0.77
	40-41	0.61	1.11	0.42
	41-42	0.56	0.79	0.28
結	42-43	0.62	1.30	0.50
	43-44	0.60	1.74	0.65
	44-45	0.62	2.08	0.80
	45-46	0.57	1.17	0.43
未	46-47	0.55	1.02	0.36
	47-48	0.50	0.94	0.32
	48-49	0.59	1.79	0.66
	54-59	0.56	1.26	0.45
	63-68	0.57	1.30	0.47
	72-77	0.57	1.12	0.41
結	79-84	—	1.05	—
	91-96	0.59	1.24	0.46
	103-108	0.58	1.41	0.52
	110-115	0.60	—	—
	120	0.58	—	—

III プール		1979年5月7日		
	深 さ cm	含水比 g/g	密 度 g/cm <sup>3</sup>	体積含水率 cm <sup>3</sup> /cm <sup>3</sup>
未	2-7	0.68	1.63	0.66
	11-16	0.51	1.50	0.50
	19-24	0.53	1.38	0.48
	26-31	0.59	1.37	0.51
	34-39	0.61	1.22	0.46
	43-48	0.61	1.33	0.50
	53-58	0.59	1.41	0.52
	64-69	0.66	1.45	0.57
	81-86	0.63	1.47	0.57
	93-98	0.60	1.56	0.59
結	107-112	0.63	1.33	0.51
	117-122	0.67	1.47	0.59
	127-132	0.71	1.50	0.62
	132-137	0.66	1.56	0.62

第7表 凍土採取試料の超音波伝播速度測定結果

プール	深さ cm	たて波速度 km/sec	よこ波速度 km/sec	ポアソン比	ヤング率 $10^{11}\text{dyn/cm}^2$	剛性率 $10^{10}\text{dyn/cm}^2$	ラーメ定数 $10^{11}\text{dyn/cm}^2$
II	10-15	3.21	1.02	0.443	0.347	1.20	0.94
	32-37	3.39	0.95	0.457	0.289	0.99	1.08
III	5-10	2.95	0.99	0.436	0.369	1.28	0.89
	15-20	3.03	0.90	0.451	0.313	1.08	1.01
	20-25	3.17	0.92	0.453	0.303	1.04	1.02
	25-30	3.13	0.95	0.448	0.343	1.18	1.04
	30-35	3.31	1.05	0.444	0.376	1.30	1.03
I	18-23	3.62	1.15	0.443	0.390	1.35	1.07
	23-28	3.28	1.03	0.445	0.341	1.18	0.97
	28-33	3.29	1.06	0.441	0.399	1.38	1.05
	33-38	3.24	1.00	0.447	0.363	1.26	1.06