HOKKAIDO UNIVERSITY

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 他
Citation	低温科学. 物理篇. 資料集, 38, 71-81
Issue Date	1980-03-28
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/18713
Type	departmental bulletin paper
File Information	38_p71-81.pdf

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

Seiti KINOSITA, Yosio SUZUKI, Masami FUKUDA, Kazuo TAKEDA, Takeshi ISHIZAKI and Hisao IZUTA 1979 Frost Heave in Tomakomai (1978-1979) *Low Temperature Science, Ser.* **A, 38.** *Data Report.*

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，その中に試験土がつめられている。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[1)]と同じである。

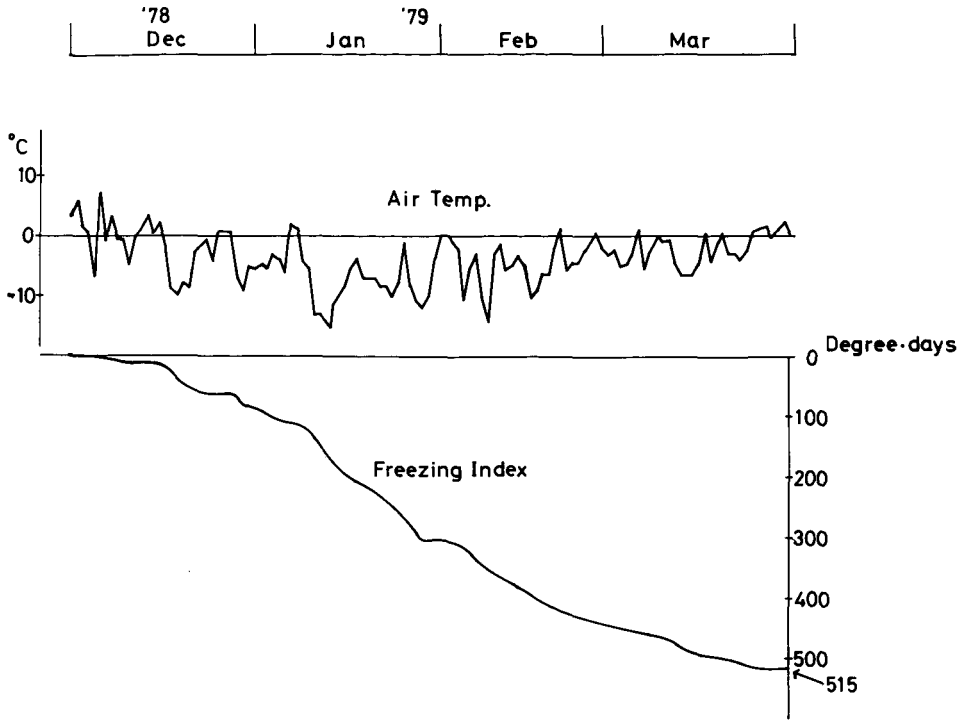
気温と積算寒度の状況を第2表と第1図に示す。この冬は，凍結の開始が例年より20日間近くも遅れた。全体の積算寒度も515℃・dayと近年にない暖冬であった。凍結と凍上の状況を各プールごとに，第2，3，4，5図に，又，各プールの凍上状況を第3表に示す。プール外の除雪した所と除雪しない所の凍結及び積雪状況を第6図に示す。11月30日（凍結前），1月8日と3月14日（凍

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54m²/g。
** 小　石—径1～10cm。
*** 砂—砂分100%，60%粒径0.4mm，比表面積1m²/g。

＊北海道大学低温科学研究所業績　第2214号



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）

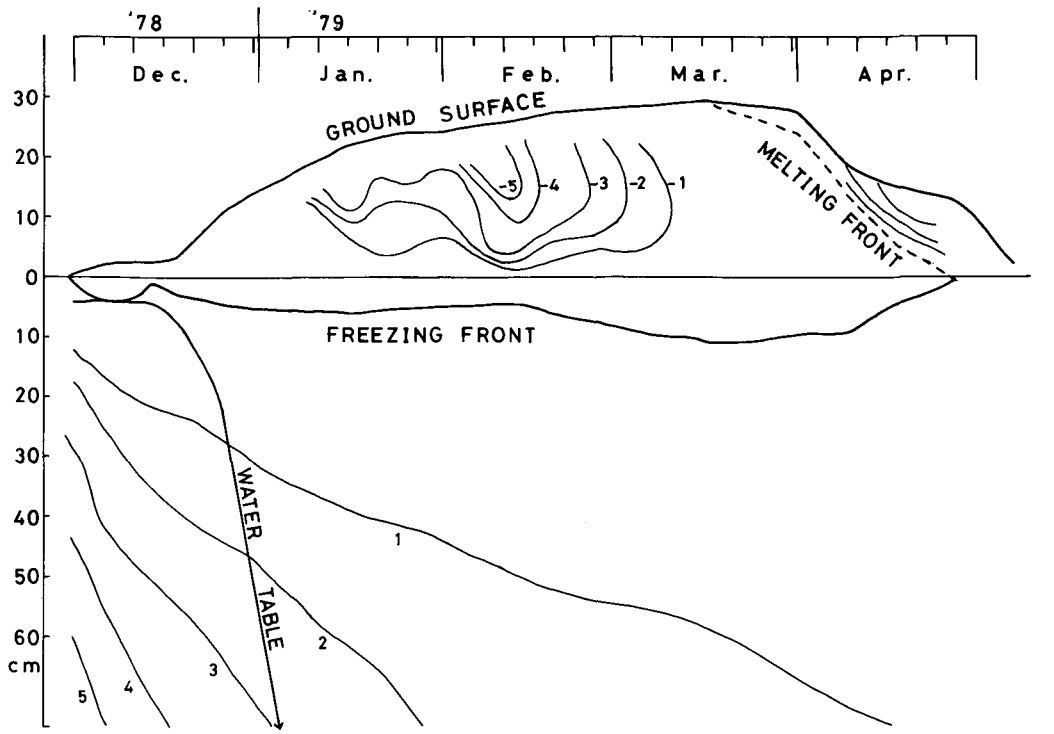
	12 月	1 月	2 月	3 月	合 計
月積算寒度 ℃·day	82.7	223.9	127.3	81.4	515.3
日平均気温が 0℃以下の日数	18	29	24	22	93
月平均気温 ℃	− 2.4	− 7.1	− 4.5	− 2.4	
最低気温℃ (出現日時)	−17.6 19日 7：40	−21.5 13日 7：50	−25.2 9日 6：00	−18.0 15日 6：00	
最高気温℃ (出現日時)	11.3 2日 6：30	7.2 4日12：30	4.0 21日15：00	7.0 26日15：30	

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。

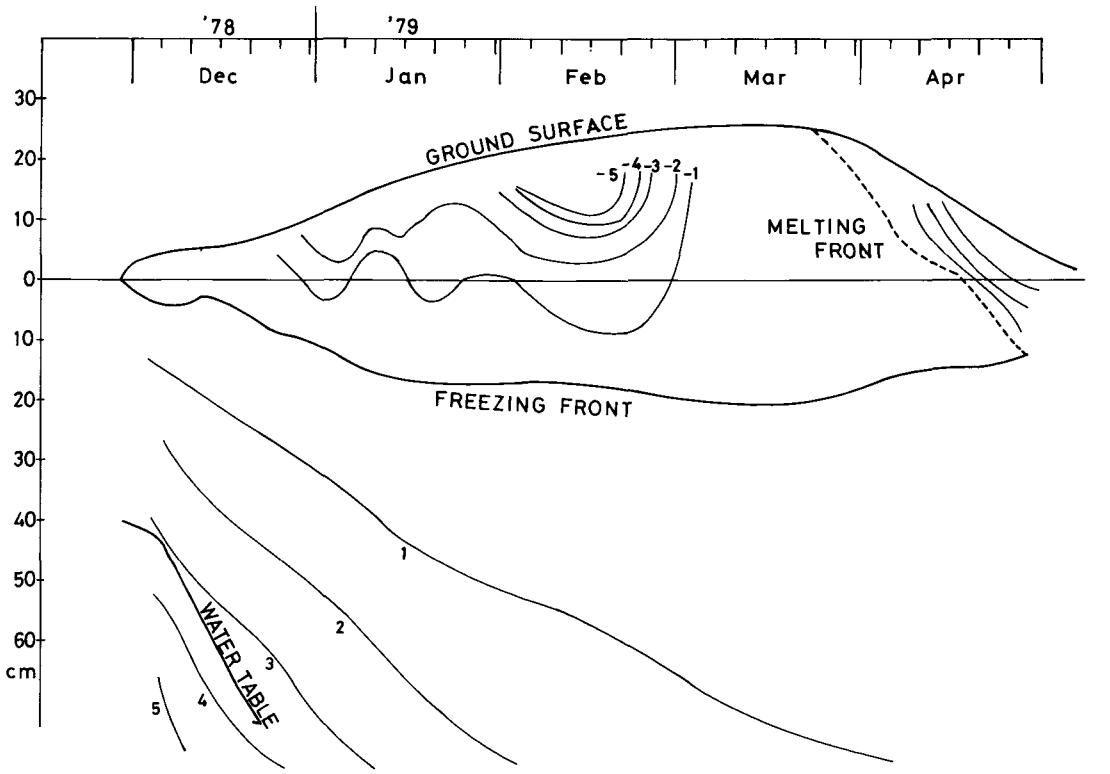
現場の観測にあたって苫小牧演習林の職員一同に協力を得た。厚く感謝の意を表わす次第である。又，本研究に要した費用は，文部省科学研究費補助金・自然災害特別研究「凍上災害の予測に関する基礎的研究」によってまかなわれた。

文　　献

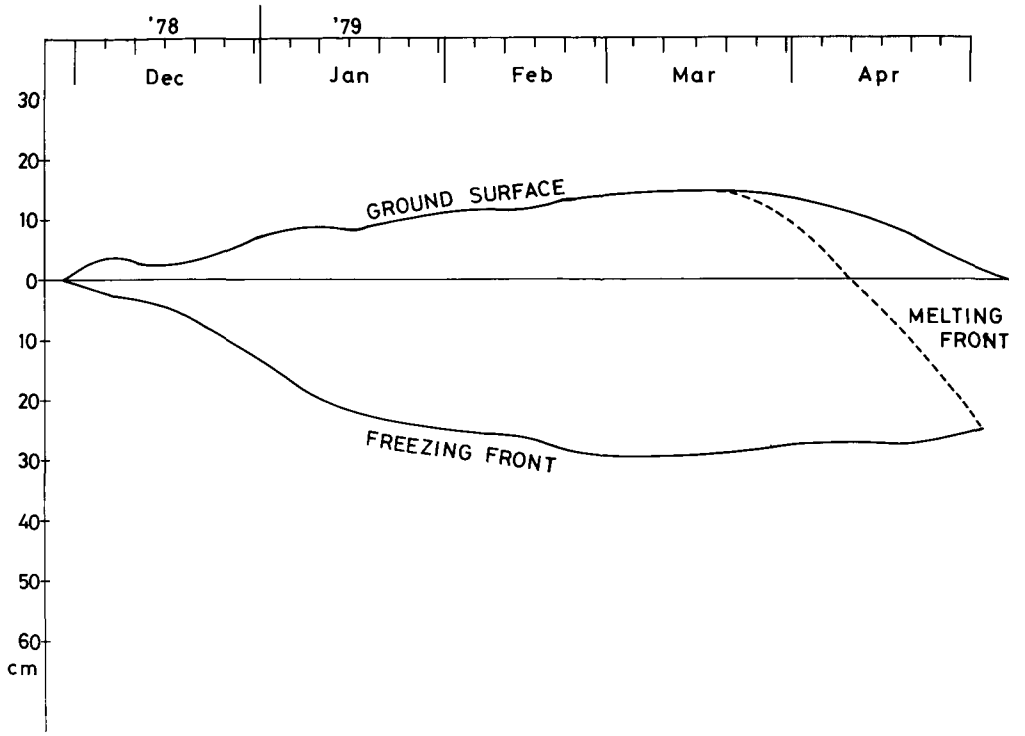
1）木下誠一・鈴木義男・堀口　薫・井上正則・武田一夫・石崎武志　1977　苫小牧における凍上観測（昭和52～53年冬期），低温科学，物理篇，**36－37**，107～112.



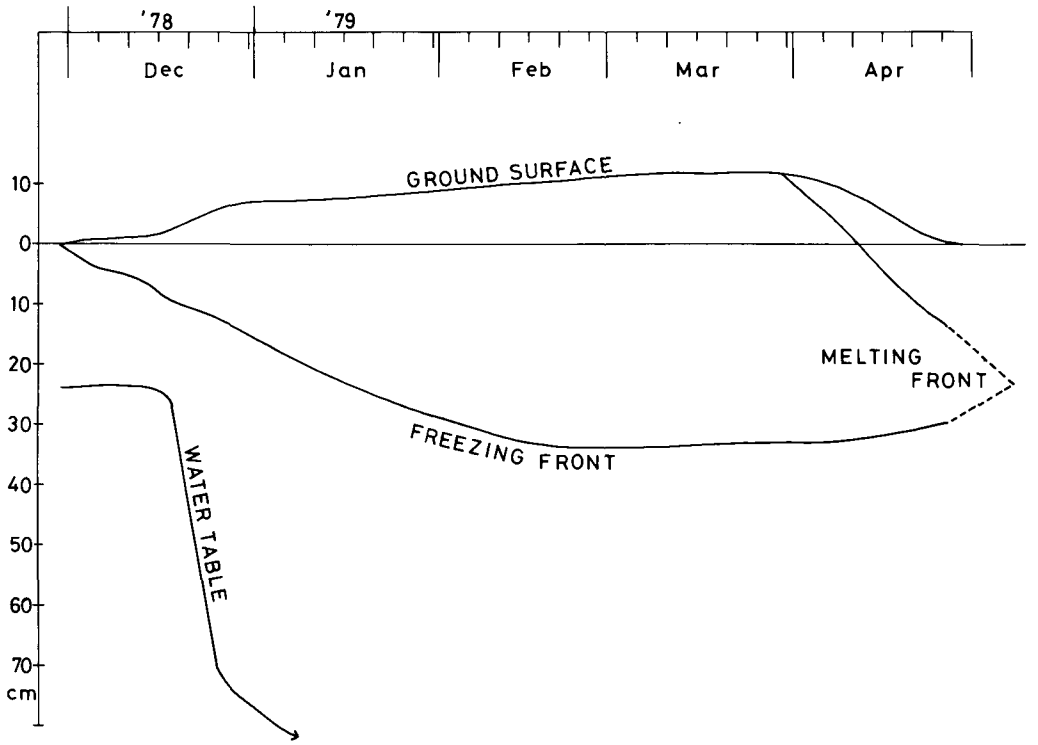
第2図 プールIの凍上状況，昭和53～54年冬期，苫小牧凍上観測現場



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



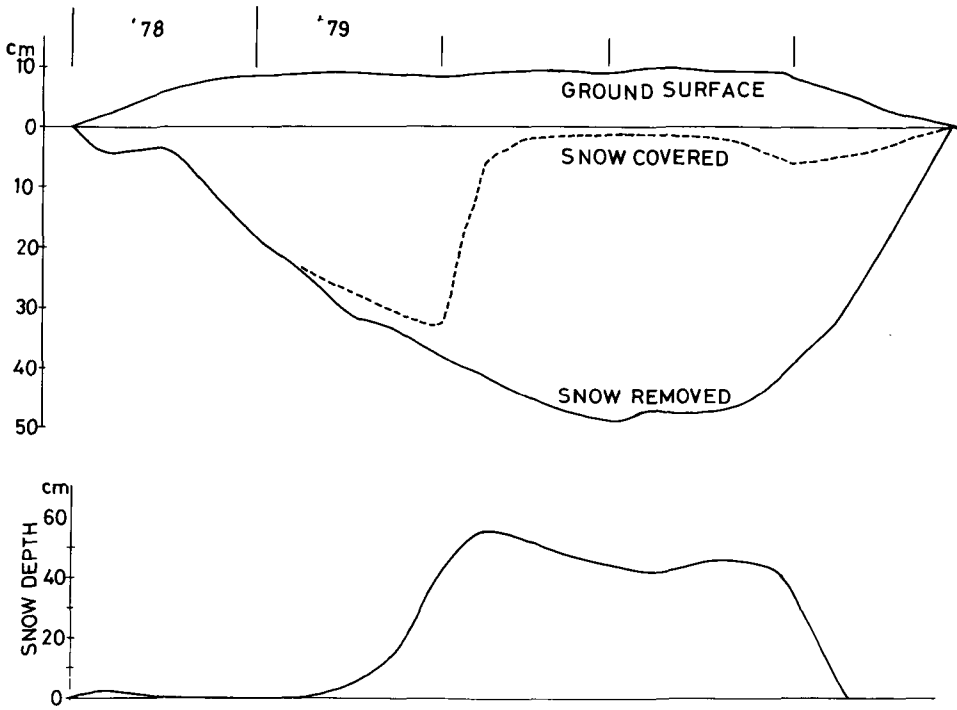
第4図 プールIIIの凍上状況，昭和53～54年冬期，苫小牧凍上観測現場



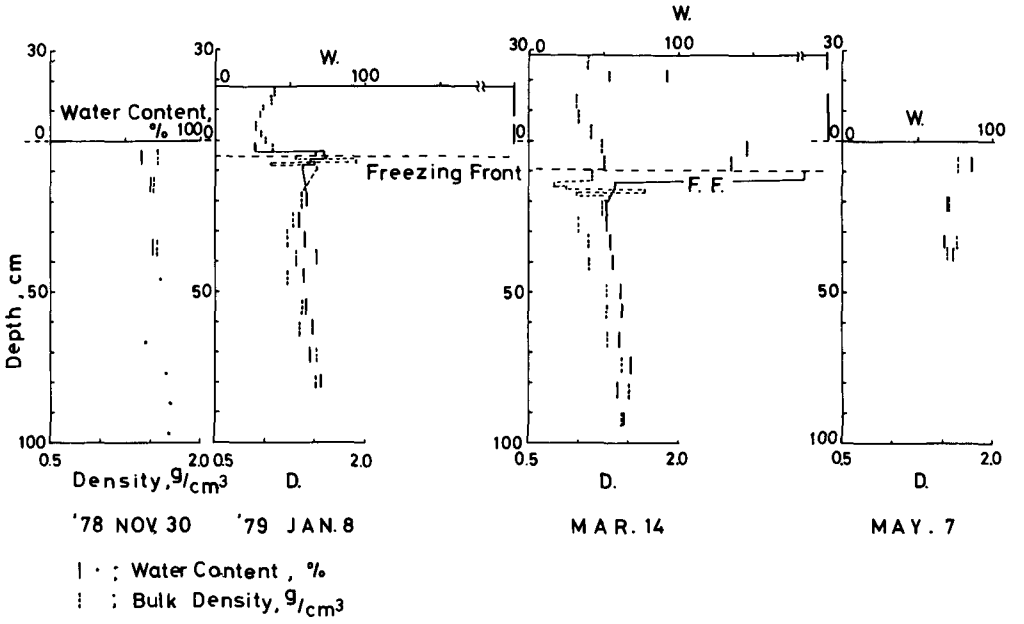
第5図 プールIVの凍上状況，昭和53～54年冬期，苫小牧凍上観測現場

第3表　各プールの凍上状況

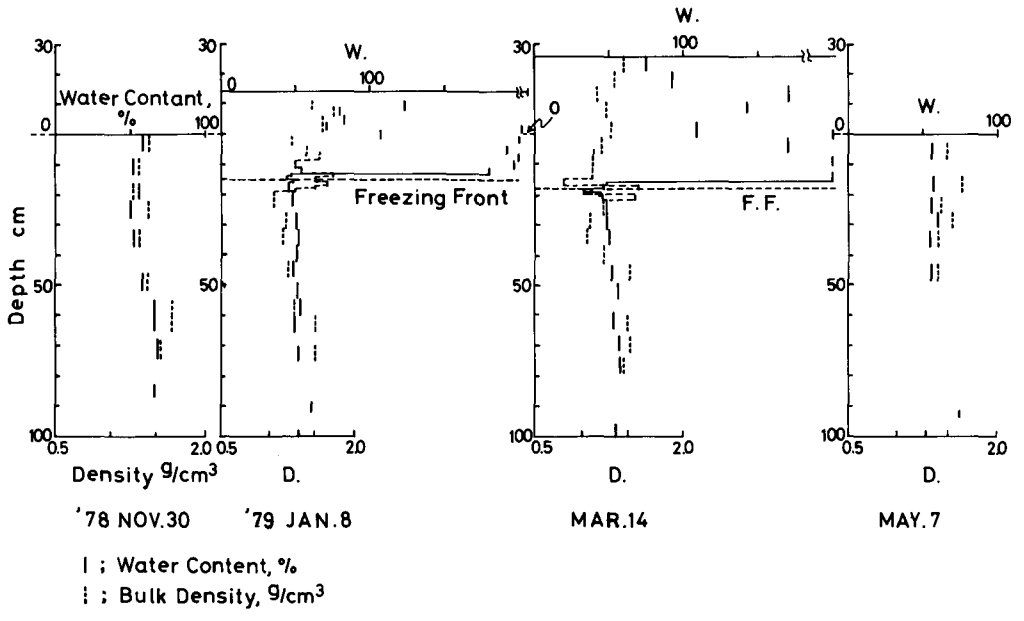
プール名	最大凍上量 cm	最深凍結深 cm	基準面からの凍結深 cm	凍上率 %	初期水位 cm
I　D	29	39.5	10.5	276.1	0
II　A	25.9	46.3	20.4	126.9	10
III　C	14.7	44.7	30	49.0	145
IV　B	11.4	44.5	33.1	34.4	24
プール外	8.9	58	49.1	18.1	—



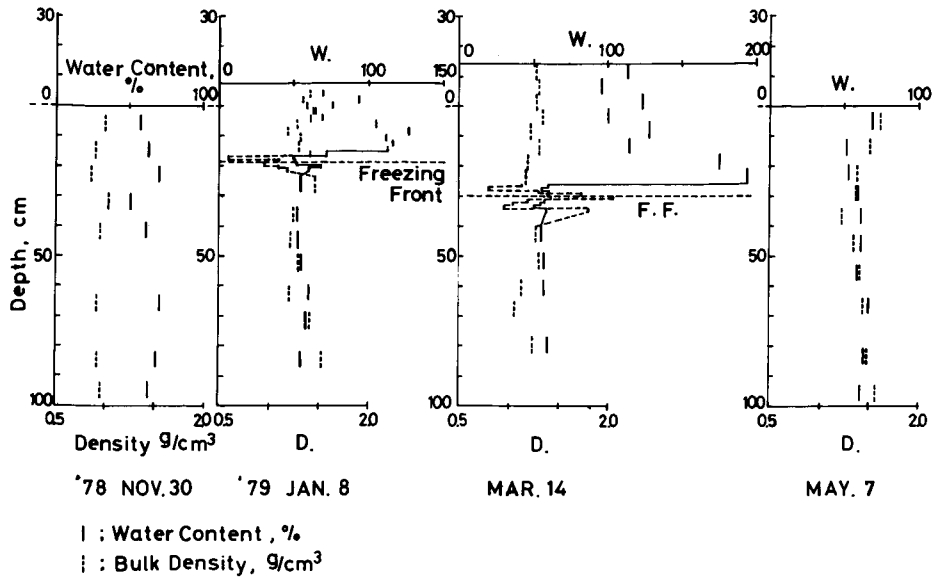
第6図　プール外の除雪した所と除雪しない所の凍結及び積雪状況



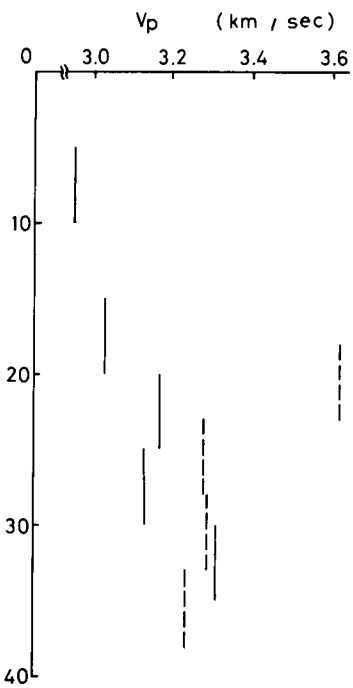
第7図　プールIの断面観測時の重量含水比 w と単位体積重量 D_s 昭和53～54年冬期，苫小牧凍上観測現場



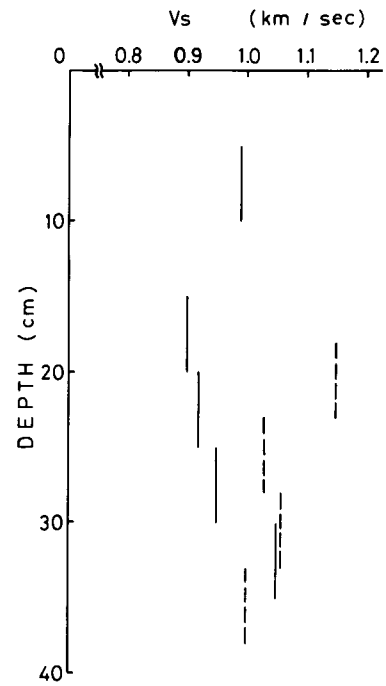
第8図　プールIIの断面観測時の重量含水比 w と単位体積重量 D_s 昭和53～54年冬期，苫小牧凍上観測現場



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/cm³	体積含水率 cm³/cm³
	3－8	0.60	1.57	0.59
	12－17	0.66	1.53	0.61
	33－38	0.68	1.58	0.64
未	46	0.73	—	—
凍	67	0.63	—	—
結	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/cm⁵	体積含水率 cm³/cm³
	0－3	2.64	1.09	0.79
	3－6	3.49	1.04	0.81
	6－8	5.36	0.98	0.83
凍	8－10	5.32	0.96	0.81
	10－12	—	—	—
	12－14.5	12.38	0.90	0.83
結	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
	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
未	35－40	0.61	1.36	0.51
	42－47	0.56	1.28	0.49
凍	48－53	0.59	1.22	0.45
	54－55	0.67	1.29	0.52
結	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/cm³	体積含水率 cm³/cm³
	0－5	2.60	1.08	0.78
凍	5－9	0.93	1.29	0.62
	13－18	5.44	0.98	0.83
	18－23	4.75	1.01	0.84
結	23－28	2.49	1.11	0.79
	28－33	1.45	1.22	0.72
	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
未	46－47	0.54	1.33	0.47
	48－53	0.52	1.23	0.42
凍	53－58	0.52	1.00	0.34
	59－64	0.55	1.09	0.39
	66－71	**0.55**	1.10	0.39
結	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/cm³	体積含水率 cm³/cm³
	5－10	0.87	1.66	0.77
未	18－23	0.71	1.56	0.65
凍	31－36	0.68	1.63	0.66
結	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/cm³	体積含水率 cm³/cm³
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1月8日		
	深さ cm	含水比 g/g	密度 g/cm³	体積含水率 cm³/cm³
	3－5.5	1.23	1.42	0.78
	5.5－8	0.80	1.64	0.73
凍	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
結	25－27	1.80	1.33	0.86
	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
	30－31	0.46	1.59	0.50
未	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
	46－51	0.53	1.13	0.39
凍	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
	75－80	0.50	1.45	0.48
結	84－89	0.53	1.48	0.51
	103－105	0.62	—	—
	114－117	0.53	—	—

II プール		1979年3月14日		
	深さ cm	含水比 g/g	密度 g/cm³	体積含水率 cm³/cm³
	0－5	0.75	1.40	0.60
凍	5－10	0.93	1.33	0.64
	10－15	1.70	1.15	0.72
	15－18	1.43	1.22	.072
	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
結	42.8－43.8	0.47	1.58	0.51
	43.8－44.8	0.39	0.98	0.28
	44.8－45.8	0.45	0.87	0.27
	45.8－47	0.46	1.53	0.48
未	47－52	0.49	1.20	0.39
	52－57	0.49	1.06	0.35
	57－62	0.51	1.02	0.34
凍	62－67	—	1.21	—
	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5月7日		
	深さ cm	含水比 g/g	密度 g/cm³	体積含水率 cm³/cm³
	3－8	0.56	1.49	0.53
未	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
	43－48	0.56	1.39	0.50
結	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/cm³	体積含水率 cm³/cm³
未凍結	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
	39－44	0.61	1.54	0.58
	55－60	—	1.51	—
	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/cm³	体積含水率 cm³/cm³
凍結	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
	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
	25－26	0.51	1.10	0.37
未凍結	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
	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/cm³	体積含水率 cm³/cm³
凍結	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
	42－43	0.62	1.30	0.50
	43－44	0.60	1.74	0.65
未凍結	44－45	0.62	2.08	0.80
	45－46	0.57	1.17	0.43
	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
	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/cm³	体積含水率 cm³/cm³
凍結	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
	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}dyn/cm^2	剛性率 10^{10}dyn/cm^2	ラーメ定数 10^{11}dyn/cm^2
IIプール	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プール	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プール	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