



Title	苫小牧における凍上観測 ( 1 9 8 2 - 9 1 年冬期 )
Author(s)	石崎, 武志; 福田, 正己; 原田, 鉦一郎; 鳥田, 宏行
Citation	低温科学. 物理篇. 資料集, 50: 73-92
Issue Date	1992-03-30
Doc URL	<a href="http://hdl.handle.net/2115/18777">http://hdl.handle.net/2115/18777</a>
Type	bulletin
File Information	50_p73-92.pdf



[Instructions for use](#)

## 苫小牧における凍上観測\*

(1982~1991年冬期)

石崎 武志・福田 正己

(低温科学研究所)

原田 鉦一郎

(北海道大学大学院理学研究科)

鳥田 宏行

(北海道大学大学院環境科学研究科)

(平成3年12月受理)

### I. 緒 言

苫小牧演習林内において、1969年以来凍上の観測及び研究が毎冬行われてきた<sup>1)~6)</sup> 1972年12月には、観測室が建てられ、以来自記観測や種々の土質試験も現場で行えるようになった。1979年までの観測結果に関しては、低温科学において報告されている。ここでは、1982-91年の冬期の凍上観測結果をまとめて報告する。観測プールの大きさ、土質等を第1表に示す。

### II. 測定方法

#### 1. 通常観測項目

- (1) 気温および次の各点の温度の測定：地下10、20、30、40、50、60、70、80、90、100、120、140、160、180cm
- (2) メチレンブルー溶液を用いた凍結深度計による凍結深の測定
- (3) 地面凍上量の測定

#### 2. 断面観測

最深凍結の時期に地面から1 m程度の深さまでボーリングし凍土及び未凍土の試料を採取し、層構造を観察するとともに、単位体積重量、重量含水比等を測定する。

### III. 測定結果

第2表と第3表に、1976年から1991年の冬期間に関して、11月から4月までの冬期間平均気温、凍結指数、各プールの最大凍上量、最大凍結深の年変化を示す。

次に、1982年から1991年の冬期間のデータを以下の項目に関して年毎に整理して示す。

- (1) 日平均気温 (各図の a)   (2) 積算寒度 (各図の b)  
 (3) プール I の凍上量と凍結深 (各図の c)                               (4) プール II の凍上量と凍結深 (各図の d)

なお、月平均気温、最低気温、最高気温は、第4表-第11表の a、最大凍上量、最大凍結深、凍上率は、第4表-第11表の b、凍上量、凍結深、融解深に関しては第4表-第11表の c に観測データを添付する。

最後に、1976-91年冬期間の凍上観測結果のまとめを第9図に示す。

現場の観測にあつたて苫小牧演習林の職員一同に協力を得た。また、気温データは苫小牧演習林気象月報によつた。厚く感謝の意を表する次第である。

### 文 献

- 1) 木下誠一・鈴木義男・堀口薫・田沼邦雄 1972 苫小牧における凍上観測 (昭和46-47年冬期). 低温科学、物理篇、30、203-210.
- 2) 木下誠一・鈴木義男・堀口薫・福田正己・井上正則 1974 苫小牧における凍上観測 (昭和48-49年冬期). 低温科学、物理篇、32、251-260.
- 3) 木下誠一・鈴木義男・堀口薫・福田正己・井上正則・武田一夫 1975 苫小牧における凍上観測 (昭和49-50年冬期). 低温科学、物理篇、資料集、33、77-83.
- 4) 木下誠一・鈴木義男・堀口薫・福田正己・井上正則・武田一夫 1977 苫小牧における凍上観測 (昭和51-52年冬期). 低温科学、物理篇、35、307-319.
- 5) 木下誠一・鈴木義男・堀口薫・井上正則・武田一夫・石崎武志 1978 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、資料集、36-37、107-112.
- 6) 木下誠一・鈴木義男・堀口薫・井上正則・武田一夫・石崎武志・伊豆田久雄 1979 苫小牧における凍上観測 (昭和53-54年冬期). 低温科学、物理篇、資料集、38、71-81.
- 7) 石崎武志・福田正己・賈偉一 1990 走査型電子顕微鏡写真による土の粒度分布と凍上性. 低温科学、物理篇、49、65-73.

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	凍 結 前 の 試験土の深さ	初 期 地 下 水 位	土 質
I	D	5 × 5 m	2.30m	0 cm	シルト質土*
II	C	5 × 5 m	2.00m	200cm	//

\* 土質に関しては文献<sup>7)</sup>を参照のこと

第2表 1976-77年～1990-91年の冬期間（11～4月）の平均気温と凍結指数  
（苫小牧演習林気象月報による）

	冬期間平均気温 (°C)	凍結指数 (°C・days)
1976 - 1977年	-2.9	747.5
1977 - 1978年	-3.8	874.6
1978 - 1979年	-2.7	633.8
1979 - 1980年	-3.0	719.8
1980 - 1981年	-2.1	600.1
1981 - 1982年	-2.9	680.0
1982 - 1983年	-1.9	637.0
1983 - 1984年	-4.0	856.7
1984 - 1985年	-3.2	793.5
1985 - 1986年	-3.9	891.7
1986 - 1987年	-3.1	708.2
1987 - 1988年	-3.2	786.6
1988 - 1989年	-1.2	455.1
1989 - 1990年	-1.2	524.4
1990 - 1991年	-0.6	431.3

第3表 1976-91年冬期間の最大凍上量、最大凍結深、最大凍上量発生時の凍上率  
観測値1、2はそれぞれプールI、IIに対応する

年	凍上量1 (cm)	凍上量2 (cm)	凍結深1 (cm)	凍結深2 (cm)	凍上率1 (%)	凍上率2 (%)
1976-77	32.0	19.0	59.0	72.0	118.5	35.8
1977-78	41.2	17.8	63.1	68.7	188.1	35.0
1978-79	29.0	14.7	39.5	44.7	276.2	49.0
1982-83	21.0	22.9	61.5	52.7	51.9	76.8
1983-84	28.5	16.8	61.3	64.6	86.9	35.1
1985-86	30.5	21.9	71.6	65.8	74.2	49.9
1986-87	19.5	15.6	56.7	51.3	52.4	43.7
1987-88	21.9	13.8	59.5	59.0	58.2	30.5
1988-89	15.3	9.0	38.7	39.9	65.4	29.1
1989-90	15.8	11.0	37.3	38.1	73.5	40.6
1990-91	16.3	14.6	25.5	27.5	177.2	113.2

第4表 1982-83年冬期の観測結果

(a) 冬期間 (11月-4月) の気温

	11月	12月	1月	2月	3月	4月
月平均気温 (°C)	2.4	-3.5	-6.3	-7.7	-2.4	6.1
最低気温 (°C)	-6.0	-11.0	-12.7	-14.9	-8.1	0.7
最高気温 (°C)	10.9	3.0	1.8	-2.8	2.5	13.3

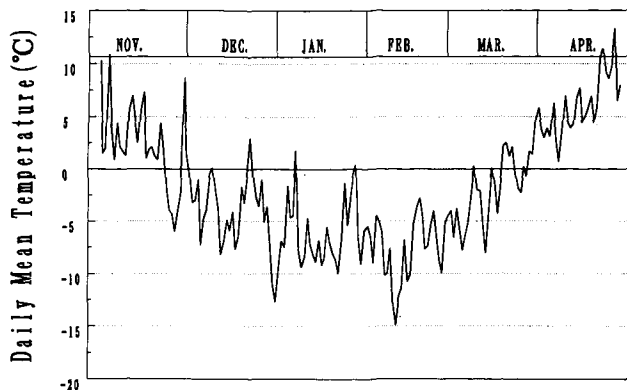
(b) 最大凍上量、凍結深と凍上率

	プール I	プール II
最大凍上量 (cm)	21.0	22.9
最大凍結深 (cm)	61.5	52.7
凍上率 (%)	51.9	76.8

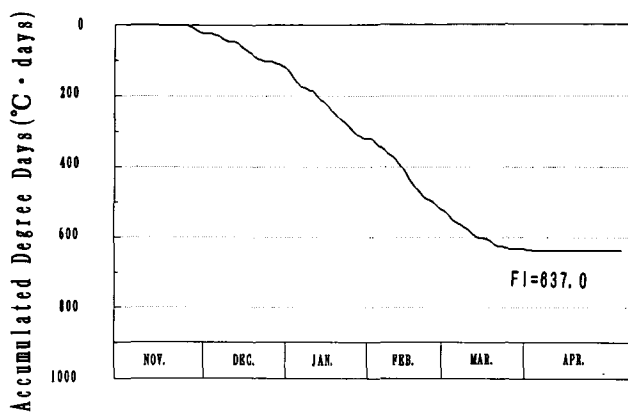
表4(c) 凍上観測結果 (82-83)

測定日時	凍上量 1	凍上量 2	凍結深 1	融解深 1	凍結深 2	融解深 2 (cm)
82/11/27	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
82/12/1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
82/12/6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
82/12/10	2.1	0.1	8.0	0.0	9.5	0.0
82/12/14	3.0	1.3	9.1	0.0	9.9	0.0
82/12/27	5.8	3.8	13.0	0.0	13.7	0.0
82/12/22	7.3	5.6	14.0	0.0	15.7	0.0
82/12/27	7.4	6.6	13.5	0.0	15.6	0.0
82/12/31	9.3	7.6	18.2	0.0	19.2	0.0
83/1/5	11.7	10.3	24.3	0.0	24.9	0.0
83/1/10	12.8	11.5	26.3	0.0	26.0	0.0
83/1/18	15.5	15.2	34.5	0.0	34.3	0.0
83/1/25	16.7	16.4	38.0	0.0	38.2	0.0
83/2/3	17.7	18.0	41.7	0.0	40.5	0.0
83/2/7	18.5	18.8	43.0	0.0	43.5	0.0
83/2/16	19.0	20.3	47.7	0.0	47.4	0.0
83/2/22	20.0	21.6	48.7	0.0	49.7	0.0
83/3/1	20.0	21.6	52.0	0.0	51.0	0.0
83/3/7	20.9	22.9	54.0	0.0	52.2	0.0
83/3/15	21.0	22.7	61.5	0.0	52.7	0.0
83/3/23	19.2	18.3	57.0	0.0	47.0	0.0
83/4/8	5.5	6.5	45.5	15.0	35.7	7.3
83/4/18	2.7	1.1	43.5	32.3	29.5	14.0
83/4/25	-0.5	-2.6	39.5	28.5	24.5	19.0

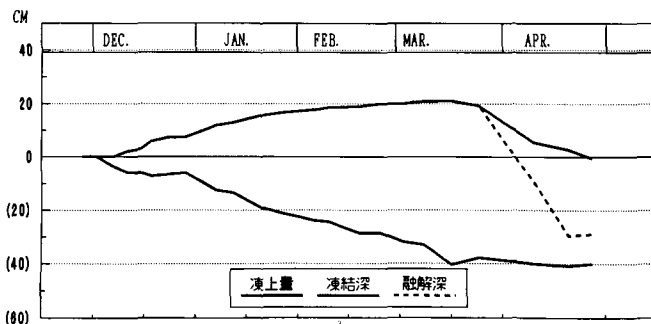
苫小牧における凍上観測



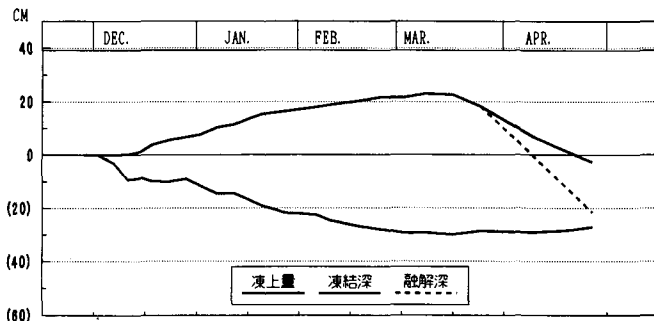
(a) 日平均気温の経時変化



(b) 積算寒度の経時変化



(c) プール I の凍上量・凍結深・融解深の経時変化



(d) プール II の凍上量・凍結深・融解深の経時変化

第 1 図 1982-83年冬期の凍上観測結果

第5表 1983-84年冬期の観測結果

(a) 冬期間(11月-4月)の気温

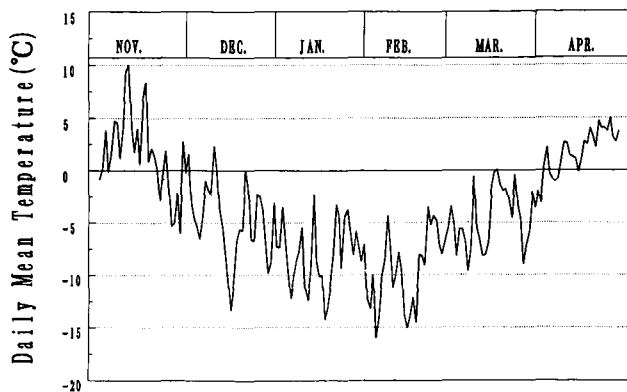
	11月	12月	1月	2月	3月	4月
月平均気温(°C)	1.6	-4.7	-7.9	-9.6	-4.7	1.6
最低気温(°C)	-6.0	-13.4	-14.3	-16.0	-9.6	-3.6
最高気温(°C)	10.0	2.3	-2.3	-3.5	0.1	5.0

(b) 最大凍上量、凍結深と凍上率

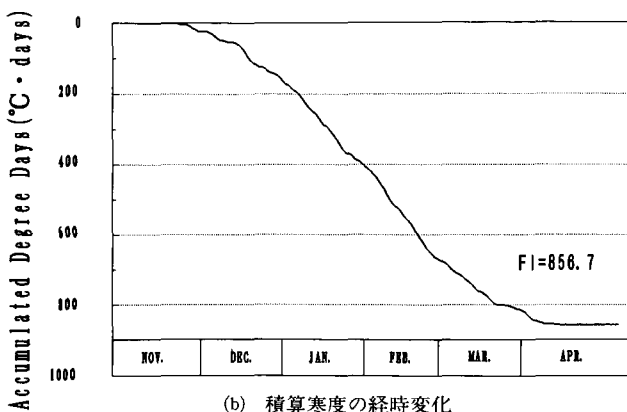
	プール I	プール II
最大凍上量(cm)	28.5	16.8
最大凍結深(cm)	61.3	64.6
凍上率(%)	86.9	35.1

表5(c) 凍上観測結果(1983-84)

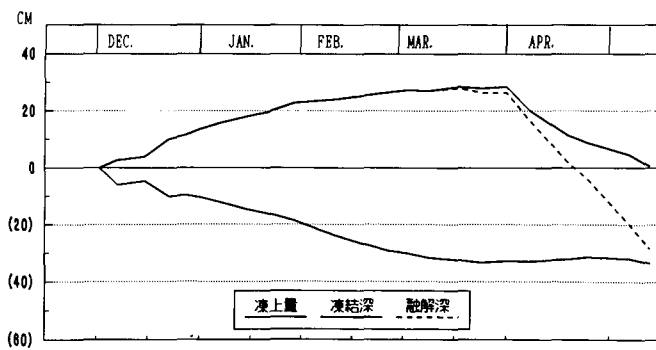
測定日時	凍上量1	凍上量2	凍結深1	融解深1	凍結深2	融解深2 (cm)
83/12/1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
83/12/6	2.6	2.2	8.7	0.0	6.7	0.0
83/12/14	3.8	3.1	8.5	0.0	8.0	0.0
83/12/21	10.0	7.5	20.2	0.0	21.0	0.0
83/12/26	11.5	8.0	21.2	0.0	22.5	0.0
83/12/30	13.5	8.6	24.0	0.0	24.5	0.0
83/1/5	15.7	8.7	28.0	0.0	30.3	0.0
84/1/13	18.0	10.5	32.8	0.0	37.5	0.0
84/1/19	19.6	11.3	35.8	0.0	41.5	0.0
84/1/27	22.8	13.3	41.5	0.0	49.5	0.0
84/2/8	24.0	14.1	58.0	0.0	55.7	0.0
84/2/17	25.5	13.8	52.7	0.0	59.6	0.0
84/2/24	26.6	14.7	56.0	0.0	63.3	0.0
84/3/1	27.3	15.4	57.5	0.0	64.5	0.0
84/3/8	27.2	14.6	59.0	0.0	64.5	0.0
84/3/16	28.5	14.9	61.0	0.5	64.6	0.0
84/3/23	27.9	15.6	61.2	1.5	64.5	0.0
84/3/30	28.4	16.8	61.3	2.0	64.5	1.5
84/4/6	20.0	11.4	53.0	3.5	59.5	9.0
84/4/17	11.4	7.4	43.5	9.5	55.5	15.5
84/4/23	8.7	6.2	40.0	13.1	54.5	22.1
84/5/5	4.6	3.2	36.5	24.5	51.5	36.5
84/5/11	0.5	1.8	34.0	29.0	50.5	42.5



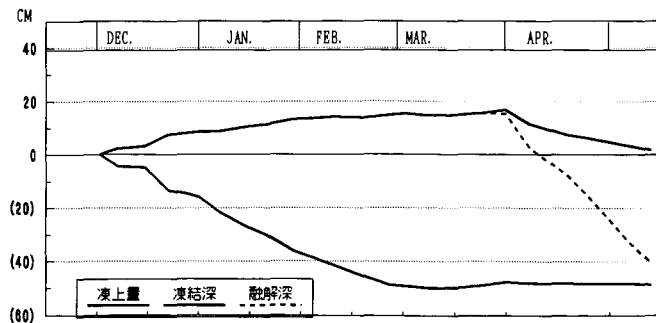
(a) 日平均気温の経時変化



(b) 積算寒度の経時変化



(c) プールIの凍上量・凍結深・融解深の経時変化



(d) プールIIの凍上量・凍結深・融解深の経時変化

第2図 1983-84年冬期の凍上観測結果



第6表 1985-86年冬期の観測結果

(a) 冬期間(11月-4月)の気温

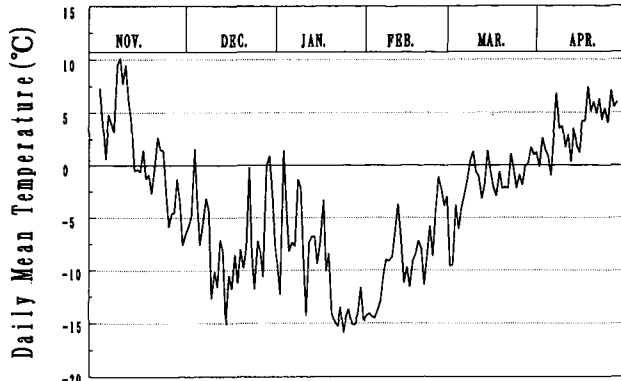
	11月	12月	1月	2月	3月	4月
月平均気温(°C)	1.4	-7.1	-9.6	-9.3	-2.0	3.6
最低気温(°C)	-7.6	-15.1	-15.9	-14.8	-9.6	-1.0
最高気温(°C)	10.1	1.6	1.4	-1.1	1.7	7.4

(b) 最大凍上量、凍結深と凍上率

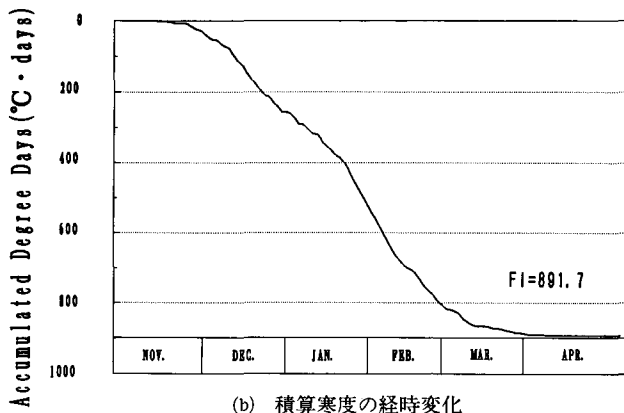
	プール I	プール II
最大凍上量(cm)	30.5	21.9
最大凍結深(cm)	71.6	65.8
凍上率(%)	74.2	49.9

表6(c) 凍上観測結果(1985-86)

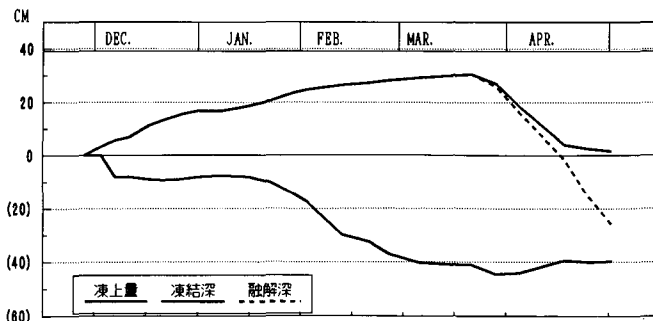
測定日時	凍上量1	凍上量2	凍結深1	融解深1	凍結深2	融解深2 (cm)
85/11/27	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
85/12/2	3.4	4.0	3.4	0.0	4.0	0.0
85/12/6	5.7	7.4	13.8	0.0	8.0	0.0
85/12/10	6.9	9.1	14.9	0.0	10.8	0.0
85/12/16	11.4	13.0	20.4	0.0	18.7	0.0
85/12/20	13.2	14.3	22.6	0.0	23.6	0.0
85/12/26	15.7	15.5	24.7	0.0	25.3	0.0
85/12/30	16.8	16.4	25.1	0.0	24.1	0.0
86/1/6	16.8	16.2	24.6	0.0	22.3	0.0
86/1/14	18.8	16.9	27.1	0.0	27.7	0.0
86/1/20	20.7	18.0	30.9	0.0	31.3	0.0
86/1/27	23.5	18.9	38.0	0.0	40.7	0.0
86/1/31	24.7	19.3	42.3	0.0	48.1	0.0
86/2/10	26.5	20.4	56.3	0.0	58.2	0.0
86/2/18	27.3	20.6	59.8	0.0	64.4	0.0
86/2/24	28.3	20.9	65.5	0.0	65.0	0.0
86/3/5	29.2	21.3	69.6	0.0	65.8	1.1
86/3/13	30.1	21.8	71.0	0.0	65.6	0.3
86/3/20	30.5	21.9	71.6	0.0	64.9	0.1
86/3/27	26.9	10.8	71.5	1.0	60.5	1.0
86/4/3	18.3	6.2	62.5	2.4	57.2	5.2
86/4/16	4.1	-0.8	43.5	5.5	51.2	16.6
86/4/23	2.5	-1.3	42.5	18.0	49.0	27.5
86/4/30	1.5	-2.9	41.3	27.7	51.0	38.3



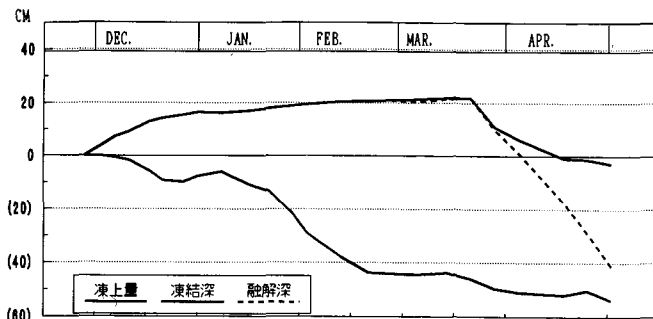
(a) 日平均気温の経時変化



(b) 積算寒度の経時変化



(c) プール I の凍上量・凍結深・融解深の経時変化



(d) プール II の凍上量・凍結深・融解深の経時変化

第 3 図 1985-86年冬期の凍上観測結果

第7表 1986-87年冬期の観測結果

(a) 冬期間(11月-4月)の気温

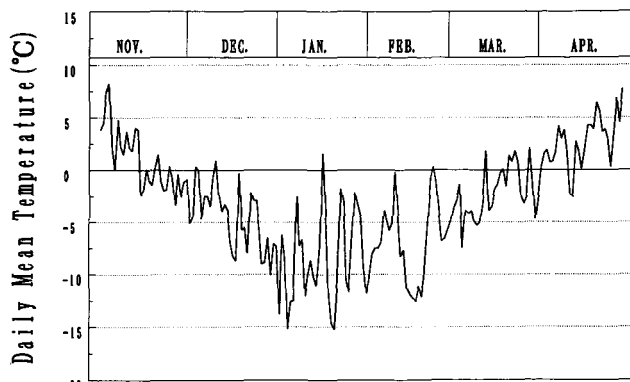
	11月	12月	1月	2月	3月	4月
月平均気温(°C)	1.1	-4.4	-8.4	-7.1	-2.4	2.8
最低気温(°C)	-3.4	-10.1	-15.2	-12.6	-7.5	-2.6
最高気温(°C)	8.2	0.9	1.6	0.3	2.1	7.7

(b) 最大凍上量、凍結深と凍上率

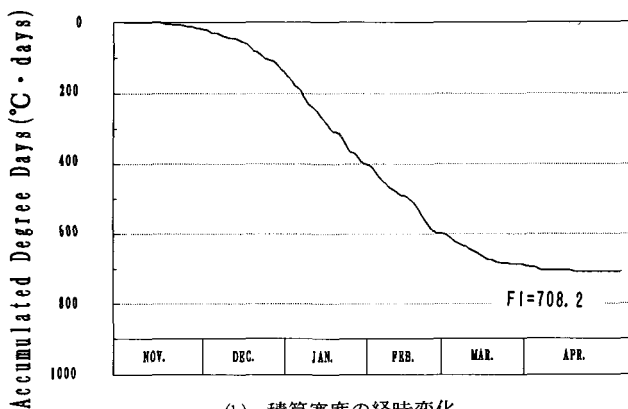
	プール I	プール II
最大凍上量(cm)	19.5	15.6
最大凍結深(cm)	56.7	51.3
凍上率(%)	56.7	51.3

(c) 凍上観測結果(1986-87)

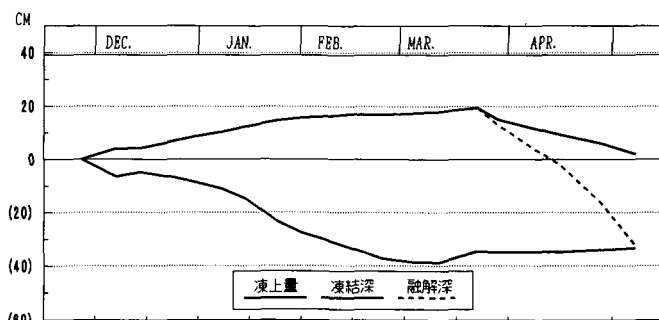
測定日時	凍上量 1	凍上量 2	凍結深 1	融解深 1	凍結深 2	融解深 2 (cm)
86/11/26	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
86/12/6	4.0	3.6	10.5	0.0	8.3	0.0
86/12/13	4.2	6.3	9.1	0.0	11.3	0.0
86/12/23	6.9	8.9	13.8	0.0	17.0	0.0
86/12/29	8.6	10.4	17.3	0.0	19.1	0.0
87/1/6	10.4	11.7	21.5	0.0	22.0	0.0
87/1/13	12.4	12.4	27.3	0.0	27.4	0.0
87/1/22	14.7	13.7	38.1	0.0	36.9	0.0
87/1/29	15.7	14.7	43.3	0.0	41.0	0.0
87/2/5	16.2	14.5	46.4	0.0	43.6	0.0
87/2/12	17.0	14.9	50.1	0.0	46.4	0.0
87/2/22	16.9	15.0	54.3	0.0	48.8	0.0
87/3/2	17.3	15.6	55.9	0.0	50.3	0.0
87/3/10	17.9	15.5	56.7	0.0	51.3	0.0
87/3/21	19.5	14.5	54.2	0.1	49.3	4.0
87/3/27	15.1	12.0	50.1	2.0	46.6	6.0
87/4/14	9.3	4.9	44.2	11.5	39.8	9.6
87/4/26	6.0	1.8	40.0	22.7	36.0	27.8
87/5/6	2.1	0.6	35.4	34.5	0.0	0.0



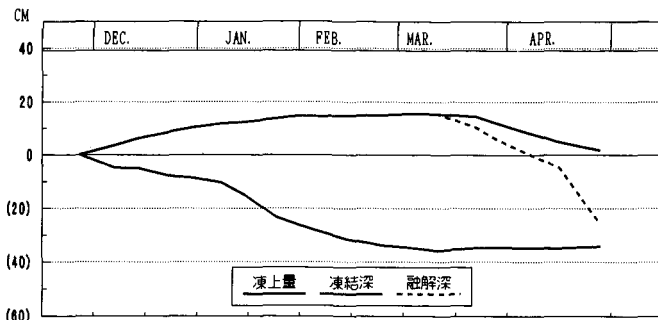
(a) 日平均気温の経時変化



(b) 積算寒度の経時変化



(c) プール I の凍上量・凍結深・融解深の経時変化



(d) プール II の凍上量・凍結深・融解深の経時変化

第 4 図 1986-87年冬期の凍上観測結果

第8表 1987-88年冬期の観測結果

(a) 冬期間(11月-4月)の気温

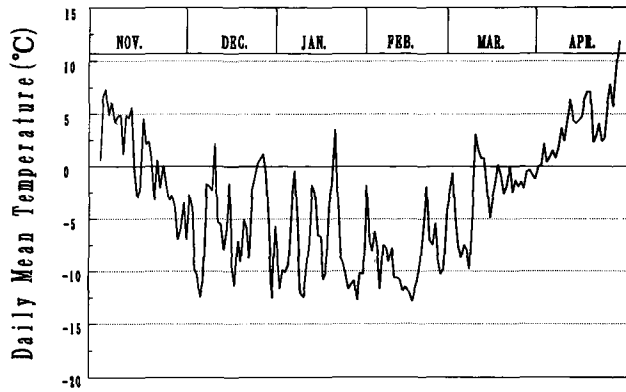
	11月	12月	1月	2月	3月	4月
月平均気温(°C)	0.9	-5.3	-7.6	-8.7	-2.5	3.9
最低気温(°C)	-7.0	-12.6	-12.8	-12.9	-9.8	-1.2
最高気温(°C)	7.3	2.2	3.5	-1.8	3.1	11.9

(b) 最大凍上量、凍結深と凍上率

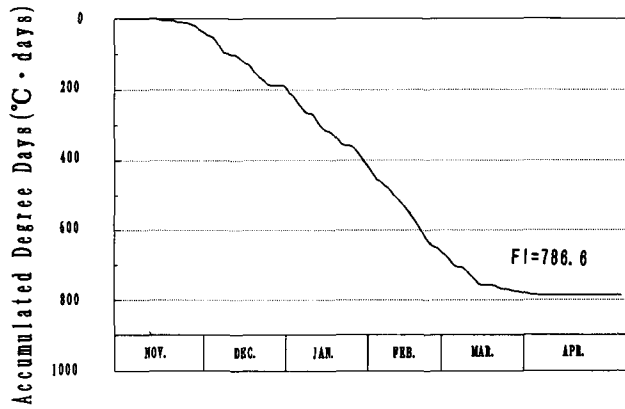
	プール I	プール II
最大凍上量(cm)	21.9	13.8
最大凍結深(cm)	8	
凍上率(%)	59.5	59.0

(c) 凍上観測結果(1987-88)

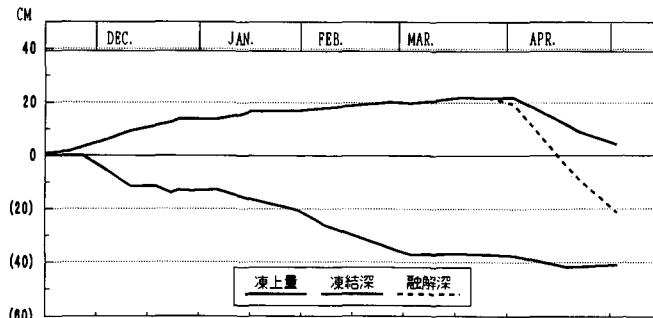
測定日時	凍上量 1	凍上量 2	凍結深 1	融解深 1	凍結深 2	融解深 2 (cm)
87/10/31	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
87/11/12	0.5	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0
87/11/22	1.7	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0
87/11/26	3.4	1.0	2.3	0.0	5.5	0.0
87/12/3	6.1	3.6	11.6	0.0	13.0	1.2
87/12/10	9.4	6.4	20.9	0.0	19.2	2.1
87/12/17	11.3	7.2	22.7	0.0	19.2	0.0
87/12/22	12.6	7.8	26.5	0.0	23.5	0.0
87/12/24	13.8	8.3	26.7	0.0	23.6	0.0
87/12/28	13.8	8.4	27.1	0.0	22.1	0.6
88/1/4	13.8	8.4	26.5	0.0	20.8	0.0
88/1/11	15.5	9.6	30.8	0.0	25.5	0.0
88/1/14	16.7	10.3	33.1	0.0	28.8	0.0
88/1/28	17.0	11.8	37.5	0.0	35.8	0.0
88/2/5	17.9	12.5	44.1	0.0	46.0	0.0
88/2/24	20.2	13.3	55.0	0.0	50.9	0.0
88/3/2	19.7	13.8	56.9	0.0	58.1	0.0
88/3/8	20.5	13.4	57.5	0.0	59.0	0.0
88/3/16	21.8	12.0	58.7	0.0	58.3	1.0
88/3/25	21.7	12.7	58.9	0.0	58.1	8.0
88/4/1	21.9	10.1	59.5	2.5	53.0	8.5
88/4/16	11.9	5.6	53.7	15.5	48.8	20.3
88/4/20	8.9	4.4	50.5	18.0	48.0	29.5
88/5/1	4.3	2.5	45.2	25.7	46.5	41.0



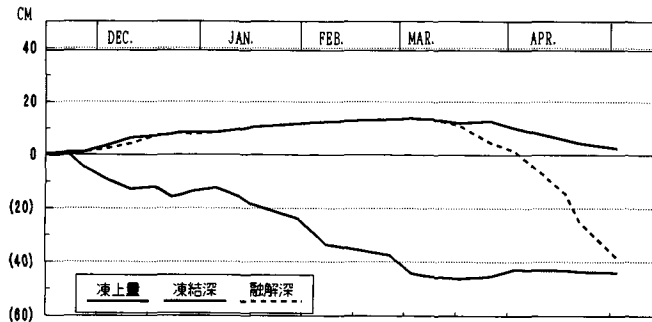
(a) 日平均気温の経時変化



(b) 積算寒度の経時変化



(c) プール I の凍上量・凍結深・融解深の経時変化



(d) プール II の凍上量・凍結深・融解深の経時変化

第 5 図 1987-88年冬期の凍上観測結果

第9表 1988-89年冬期の観測結果

(a) 冬期間(11月-4月)の気温

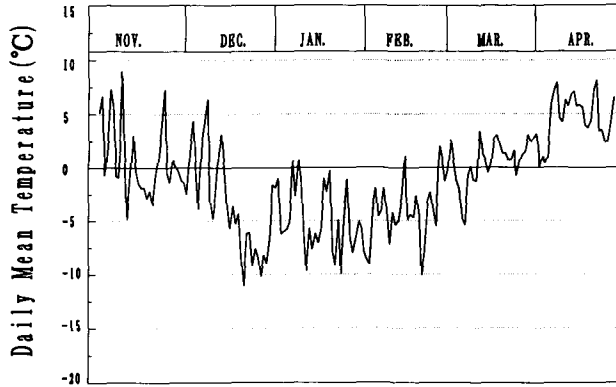
	11月	12月	1月	2月	3月	4月
月平均気温(°C)	0.9	-3.3	-4.8	-4.8	0.3	4.4
最低気温(°C)	-3.5	-11.1	-10.0	-10.1	-5.4	0.1
最高気温(°C)	7.3	6.4	0.7	1.1	3.4	8.1

(b) 最大凍上量、凍結深と凍上率

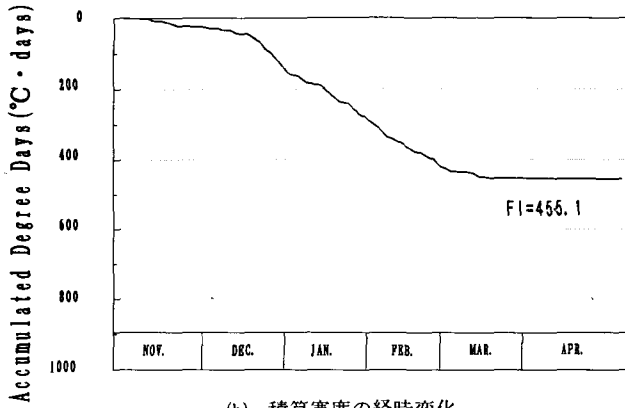
	プー ル I	プー ル II
最大凍上量(cm)	15.3	9.0
最大凍結深(cm)	38.7	39.9
凍上率(%)	65.4	29.1

表9(c) 凍上観測結果(1988-89)

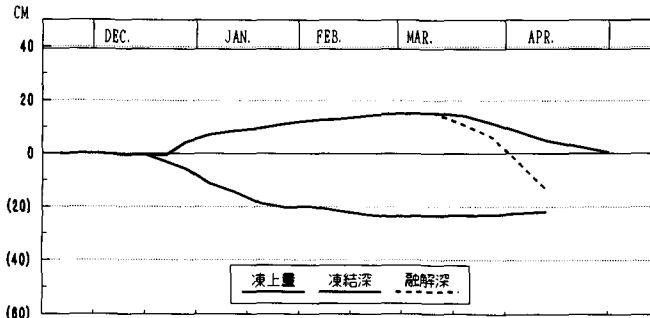
測定日時	凍上量1	凍上量2	凍結深1	融解深1	凍結深2	融解深2 (cm)
88/11/20	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
88/12/1	0.1	0.8	0.0	0.0	3.3	0.0
88/12/8	-0.4	-0.4	0.0	0.0	0.0	0.0
88/12/15	-0.4	-0.4	0.0	0.0	5.0	0.0
88/12/21	-0.6	0.3	2.5	0.0	0.2	0.0
88/12/27	4.3	2.7	10.1	0.0	10.1	0.0
89/1/3	7.1	4.7	18.5	0.0	19.5	0.0
89/1/10	8.5	5.7	22.9	0.0	22.8	0.0
89/1/18	9.6	6.0	28.5	0.0	26.5	0.0
89/1/25	11.3	6.6	31.6	0.0	29.7	0.0
89/2/1	12.5	7.7	32.4	0.0	32.5	0.0
89/2/9	13.0	7.5	34.5	0.0	35.8	0.0
89/2/17	14.1	8.3	37.0	0.0	37.5	0.0
89/2/24	15.0	9.0	38.7	0.0	39.0	0.0
89/3/9	15.3	7.3	38.7	0.0	39.9	0.0
89/3/18	14.3	6.1	37.5	3.5	36.7	4.3
89/3/26	11.4	4.2	34.5	5.2	34.0	11.1
89/4/11	4.9	0.4	26.8	18.5	28.1	26.2
89/4/29	0.4	-0.6	0.0	0.0	0.0	0.0



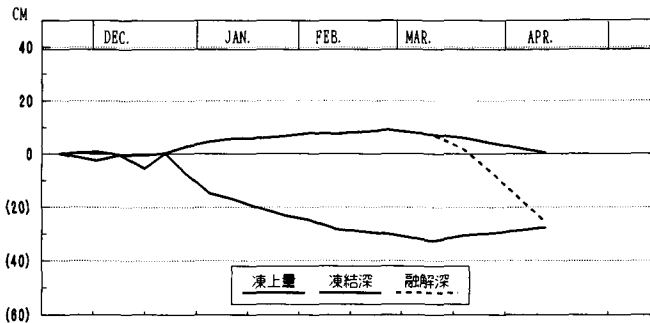
(a) 日平均気温の経時変化



(b) 積算寒度の経時変化



(c) プール I の凍上量・凍結深・融解深の経時変化



(d) プール II の凍上量・凍結深・融解深の経時変化

第 6 図 1988-89年冬期の凍上観測結果



第10表 1989-90年冬期の観測結果

(a) 冬期間(11月-4月)の気温

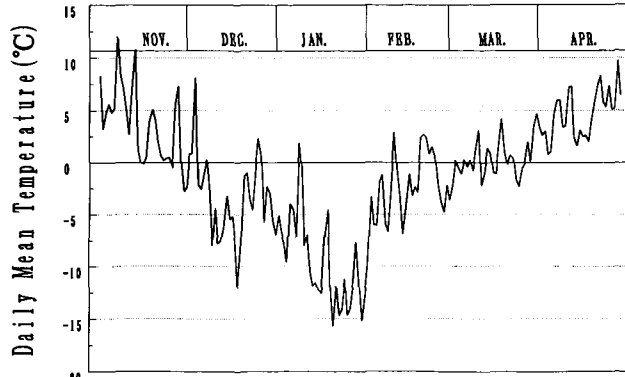
	11月	12月	1月	2月	3月	4月
月平均気温(°C)	3.8	-3.3	-9.4	-2.8	0.0	4.8
最低気温(°C)	-2.8	-12.0	-15.7	-12.9	-3.6	0.8
最高気温(°C)	12.0	8.1	1.9	2.9	4.2	11.9

(b) 最大凍上量、凍結深と凍上率

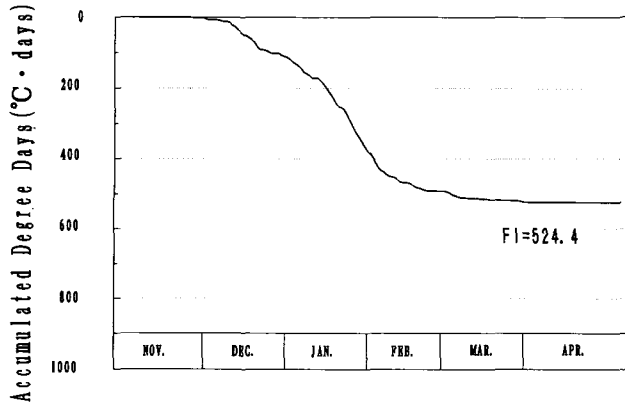
	プール I	プール II
最大凍上量(cm)	15.8	11.0
最大凍結深(cm)	37.3	38.1
凍上率(%)	73.5	40.6

表10(c) 凍上観測結果(1989-90)

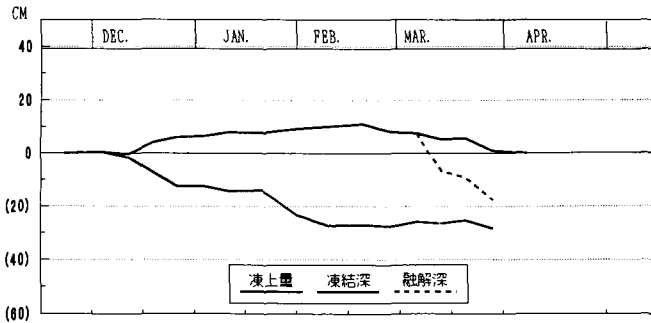
測定日時	凍上量 1	凍上量 2	凍結深 1	融解深 1	凍結深 2	融解深 2 (cm)
89/11/22	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
89/12/3	-0.2	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0
89/12/11	0.0	-0.3	0.3	0.0	1.4	0.0
89/12/18	4.4	4.2	7.8	0.0	11.4	0.0
89/12/25	7.0	6.1	21.4	0.0	18.6	0.0
90/1/2	7.7	6.5	21.2	0.0	19.0	0.0
90/1/9	10.7	8.0	22.3	0.0	22.2	0.0
90/1/19	10.3	7.8	25.0	0.0	21.8	0.0
90/1/29	12.9	9.3	33.8	0.0	32.5	0.0
90/2/7	14.4	10.1	37.3	0.0	37.4	0.0
90/2/17	15.8	11.0	35.3	0.0	38.1	0.0
90/2/26	13.1	8.0	35.4	3.9	35.6	0.0
90/3/5	13.8	7.6	34.7	0.0	33.4	0.0
90/3/12	12.9	5.3	33.8	2.8	31.7	11.9
90/3/19	13.0	5.7	33.3	4.2	31.1	15.0
90/3/27	11.6	1.0	31.2	5.8	29.4	18.6
90/4/6	7.6	0.0	27.0	11.5	0.0	0.0
90/4/12	3.9	-1.2	23.2	0.0	0.0	0.0



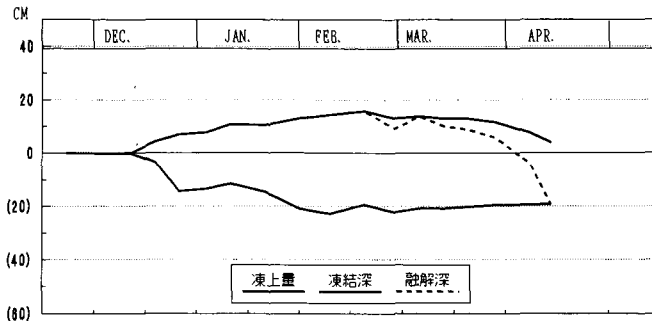
(a) 日平均気温の経時変化



(b) 積算寒度の経時変化



(c) プール I の凍上量・凍結深・融解深の経時変化



(d) プール II の凍上量・凍結深・融解深の経時変化

第 7 図 1989-90年冬期の凍上観測結果

第11表 1990-91年冬期の観測結果

(a) 冬期間 (11月-4月) の気温

	11月	12月	1月	2月	3月	4月
月平均気温 (°C)	4.4	-0.7	-3.5	-6.5	-2.1	5.1
最低気温 (°C)	-0.9	-6.8	-8.7	-12.3	-7.4	-0.3
最高気温 (°C)	9.8	6.7	1.0	0.2	3.1	11.9

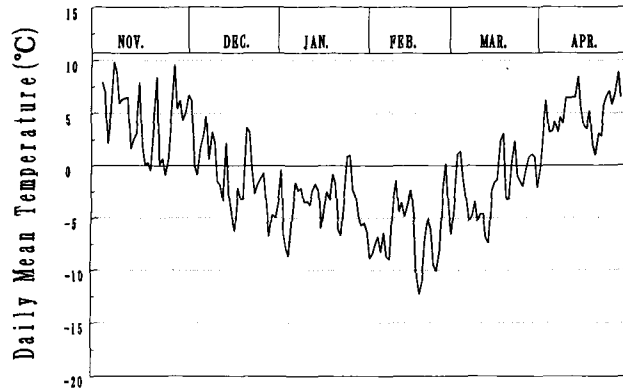
(b) 最大凍上量、凍結深と凍上率

	プール I	プール II
最大凍上量 (cm)	16.3	14.6
最大凍結深 (cm)	25.5	27.5
凍上率 (%)	177.2	113.2

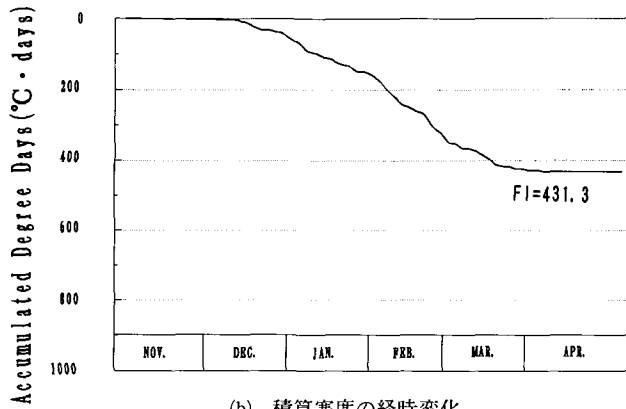
表11(c) 凍上観測結果 (1990-91) 観測値 1、2 はそれぞれプール I、IIに対応する

測定日時	凍上量 1	凍上量 2	凍結深 1	融解深 1	凍結深 2	融解深 2 (cm)
90/11/22	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
90/12/5	0.3	-0.2	0.0	0.0	0.0	0.0
90/12/18	2.7	3.5	6.2	0.7	8.3	0.0
91/1/3	5.4	3.6	7.3	0.0	10.2	0.0
91/1/11	8.8	7.8	12.4	0.0	15.8	0.0
91/1/19	9.8	8.7	14.7	0.0	17.5	0.0
91/1/25	10.0	10.3	16.6	0.0	18.5	0.0
91/2/4	10.3	10.0	17.2	0.0	18.5	0.0
91/2/10	12.6	11.7	22.0	0.0	23.3	0.0
91/2/19	13.2	12.4	21.8	0.0	24.1	0.0
91/3/1	16.3	13.7	26.0	0.0	30.0	0.0
91/3/8	13.5	14.1	23.1	0.0	26.5	0.0
91/3/18	15.1	14.6	25.5	1.5	27.5	2.0
91/3/30	13.5	9.2	21.0	6.0	21.5	6.5
91/4/5	7.3	4.8	11.9	8.3	17.3	9.1
91/4/27	3.7	1.5	0.0	0.0	0.0	0.0

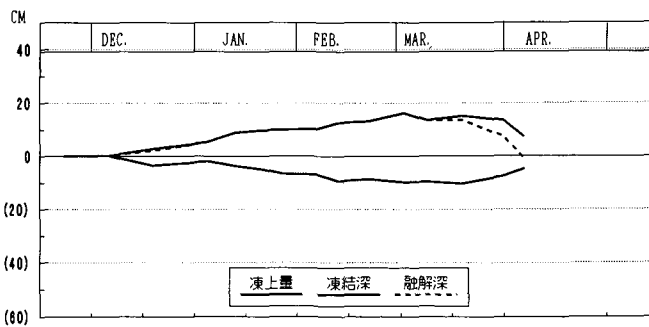
苫小牧における凍上観測



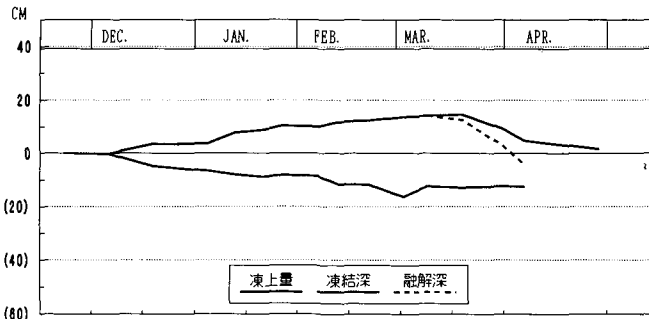
(a) 日平均気温の経時変化



(b) 積算寒度の経時変化

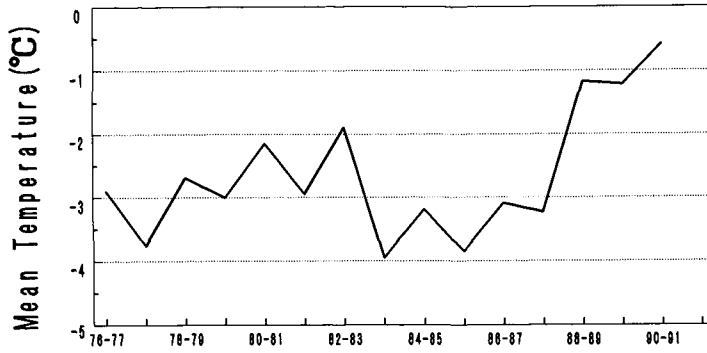


(c) プール I の凍上量・凍結深・融解深の経時変化

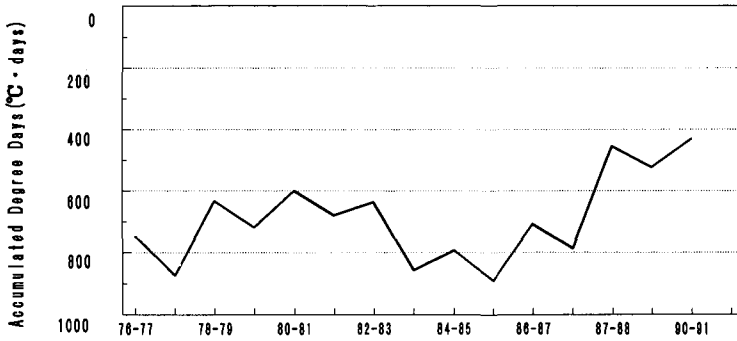


(d) プール II の凍上量・凍結深・融解深の経時変化

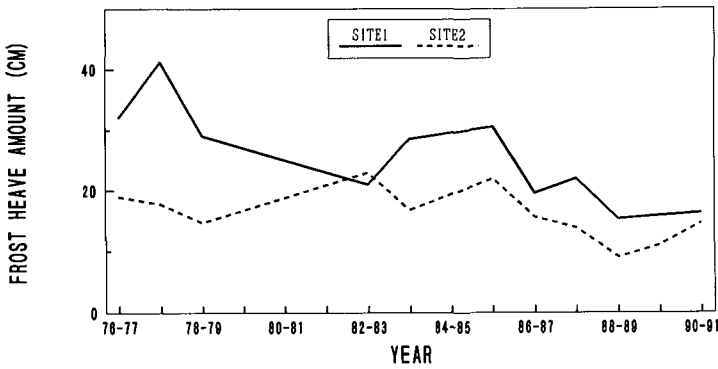
第 8 図 1990-91年冬期の凍上観測結果



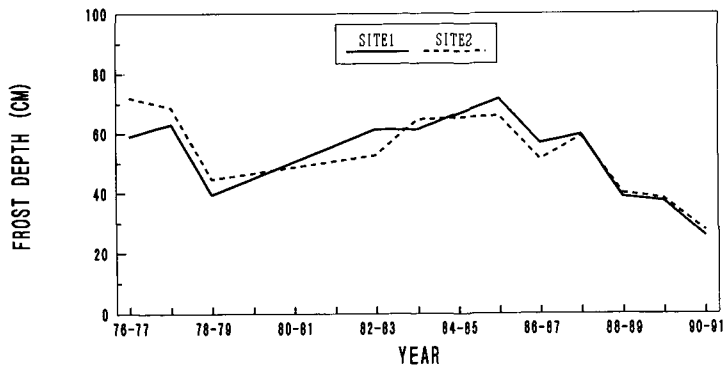
(a) 冬期間 (11月 - 4月) の平均気温の経年変化



(b) 凍結指数の経年変化



(c) 凍上量の経年変化



(d) 凍結深の経年変化

第9図 1976-91年冬期の凍上観測結果のまとめ