

雪氷等の自然冷熱利用による貯蔵庫



共同研究目的

冬期の冷たい外気により水を凍らせ、その氷を冷熱源として
春から秋までの期間、貯蔵庫内温度を一定の温度に保つための
雪氷冷熱エネルギー利用システムの開発及び利用。

稚内で採れた農産物を貯蔵し、新分野開拓及び利用技術の
確立と実用化を促進する。

共同研究 : 国立大学法人 北海道大学大学院 農学研究院

共同研究・事業主体 : 山本建設株式会社

協力 : 稚内新エネルギー研究会

施 設 概 要

： わっかない勇知いも研究会(事務局: 稚内市建設産業部水産商工課)

◎ 施設寸法

幅 10.0 m
長さ 14.5 m (内 風除室 2.5 m)
高さ 5.0 m

◎ 構造体

鋼製コルゲート造

◎ 断熱機能

吹付断熱 15 cm
遮光シート 1.0 mm

◎ 換気機能

南側 幅 3 m 高さ 3 m
北側 幅 3 m 高さ 1 m

◎ 容器寸法および氷の量

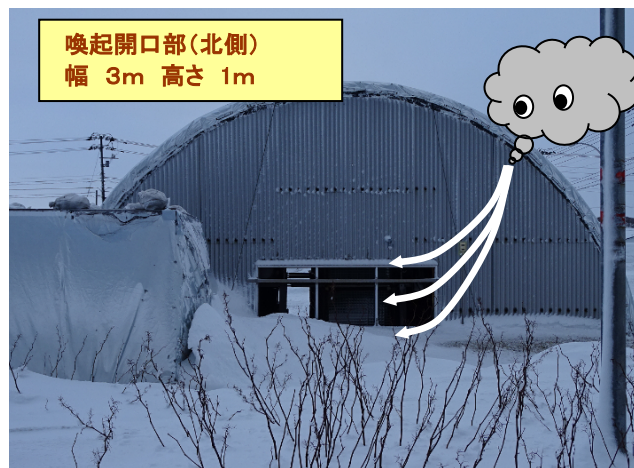
- ・ 鋼製U字フリューム
 - (1.2m × 0.7m × 10.2m 4槽)
 - (1.2m × 0.7m × 9.2m 6槽)
 - 小計 65.5 t
- ・ アイスパレット (水槽)
 - (1.2m × 0.96m × 0.66m 82基)
 - 小計 59.8 t
- ・ 補助氷 (土中 ホタテ貝ガラ)
 - 小計 42.5 t

氷の合計 167.8 t



氷ができてあがるまで

12月初めから2月いっぱい、海側(北側)の喚起開口部と南側のスライドシャッターを開け北風を取り込み、水槽の中の水を凍らせ氷を作ります



基礎床(ホタテ貝 60cm)と、その上に雪(20cm 程度)を敷き均して、水をかけて床を凍らせ冷熱源として利用します



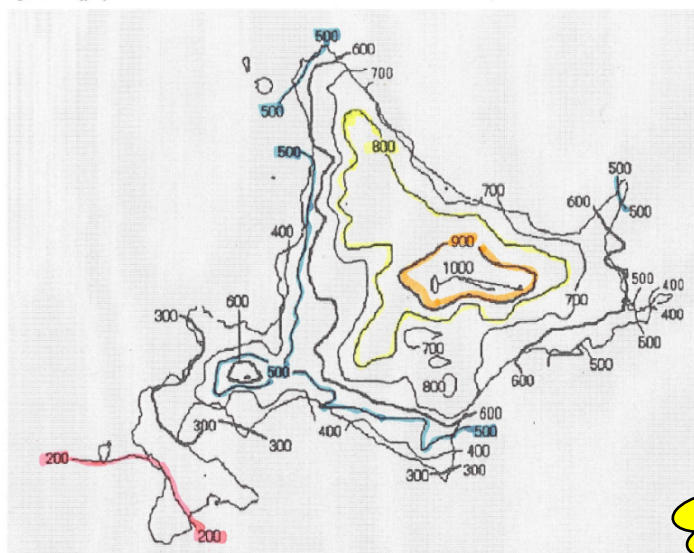
一切の動力や電気を使わず、自然の寒さだけで3月には下の写真のように氷が出来あがります、そして、秋までこの氷を使い野菜庫内の温度を**プラス5度**に保ちます



氷を作るための冬の寒さ(宝)です(平年値)

市町村	標高	積算寒度(℃・日)			積算温度(℃・日)	
		順位	平年値 30年平均 1991～2020	結氷厚(cm)	順位	平年値 30年平均 1991～2020
陸別町	207.0	1	-953	46	42	2,753
占冠村	332.0	2	-868	44	44	2,730
中頓別町	25.0	3	-764	41	43	2,733
名寄市	89.0	4	-755	41	31	2,906
美瑛町	250.0	5	-755	41	25	2,957
美深町	77.0	6	-751	41	30	2,908
幌加内町	159.0	7	-734	41	33	2,891
枝幸町歌登	14.0	8	-732	41	45	2,697
更別村	185.0	9	-731	41	36	2,869
津別町	100.0	10	-730	41	27	2,941
富良野市	174.0	11	-698	40	15	3,153
北見市	104.0	12	-681	39	21	3,034
芽室町	90.0	13	-672	39	23	2,999
弟子屈町	170.0	14	-656	38	50	2,572
池田町	42.0	15	-652	38	32	2,894
喜茂別町	264.0	16	-638	38	38	2,820
沼田町	63.0	17	-629	38	22	3,023
稚内市沼川	23.0	18	-613	37	48	2,660
小清水町	52.0	19	-585	36	28	2,926
斜里町	15.0	20	-584	36	35	2,872
中標津町	50.0	21	-567	36	49	2,605
稚内市上勇知		22	-566	36	47	2,662
旭川市	119.8	23	-565	36	12	3,209
鹿追町	206.0	24	-559	35	24	2,968
美瑛市	16.0	25	-541	35	9	3,230
豊富町	14.0	26	-529	34	37	2,846
帯広市	38.4	27	-523	34	17	3,138
江別市	8.0	28	-500	34	14	3,178
稚内市声間	8.0	29	-468	32	40	2,777
千歳市	22.0	30	-462	32	16	3,150
俱知安町	176.1	31	-442	32	20	3,088
紋別市	15.8	32	-439	31	34	2,880
網走市	37.6	33	-433	31	26	2,954
岩見沢市	42.3	34	-402	30	7	3,301
釧路市	4.5	35	-355	28	39	2,789
稚内市	2.8	36	-350	28	29	2,925
石狩市	5.0	37	-348	28	10	3,222
留萌市	23.6	38	-300	26	11	3,211
根室市	25.2	39	-271	25	46	2,684
今金町	19.0	40	-252	24	13	3,201
札幌市	17.4	41	-218	22	3	3,563
小樽市	24.9	42	-216	22	5	3,397
苫小牧市	6.3	43	-164	19	19	3,121
浦河町	36.7	44	-149	18	18	3,122
寿都町	33.4	45	-145	18	6	3,353
函館市	35.0	46	-139	18	4	3,531
えりも岬	63.0	47	-132	17	41	2,769
室蘭市	39.9	48	-106	15	8	3,296
江差町	3.7	49	-31	8	2	3,671
松前町	30.0	50	-26	8	1	3,731
青森市	2.8		-42	10		3,836
秋田市	6.3		0	0		4,169
湯沢市	74.0		-80	13		3,943
盛岡市	155.2		-29	8		3,852
盛岡市藪川	680.0		-543	35		2,877
仙台市	38.9		0	0		4,131
山形市	152.5		-8	4		4,218
福島市	67.4		0	0		4,352
東京都	6.1		0	0		4,927
那覇市	28.1		0	0		6,312
富士山	3771.5		-1972	67		515
昭和基地	29.1		-375	29		-4,353

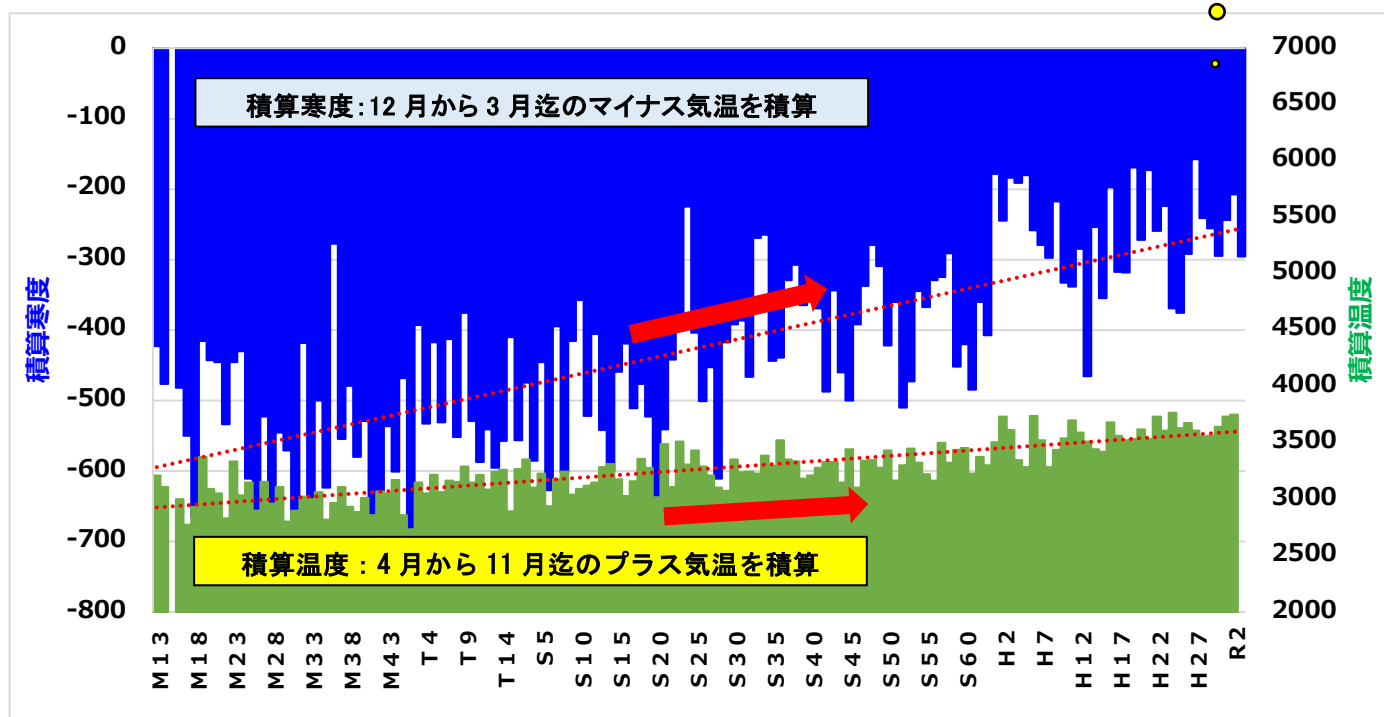
北海道の積算寒度分布図（1978年から2000年までのアメダス平均値）



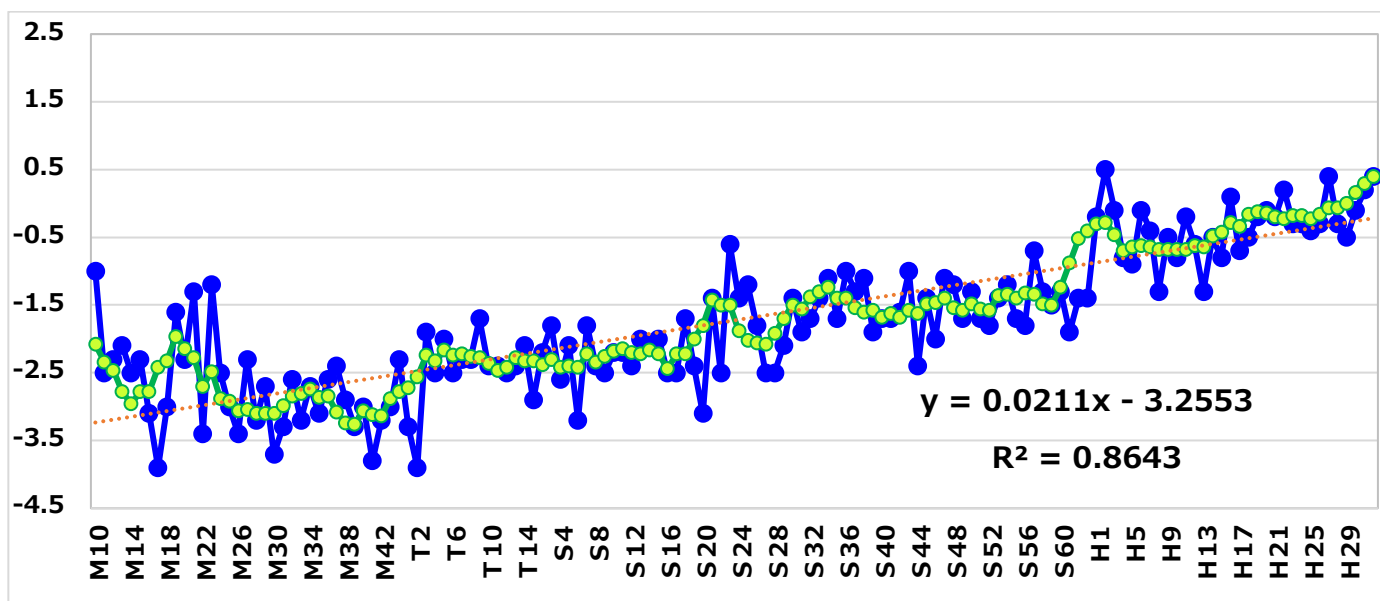
（北海道大学大学院農学研究科農業物理学教室 木村賢人氏作成）

地球温暖化？

札幌市 積算寒度・積算温度 142 年「明治13年(1880)～令和3 年(2021)」



札幌市の年平均気温偏差 144年「明治10 年(1877)～令和2 年(2020)」



【北海道 稚内市勇知地区】「勇知いも」とは

【「勇知いも」って？】

品種ではなく、稚内市にある「勇知」という地名で栽培されている、ジャガイモを総称して「勇知いも」とよんでおります。つまり、「勇知いも」は青森リンゴとか、練馬ダイコンと呼ばれているのと同じです。

【作られている品種は？】

- 1・男爵（H28年から農林1号に代わり栽培）
- 2・アンデスレッド
- 3・きたあかり
- 4・メークイン
- 5・さやあかね

（農林1号・・・自家栽培）

「勇知いも」の特徴

稚内市概要図



◎ 「勇知いも」の美味しさの秘密

ジャガイモの美味しさの判断基準であるデンプンの量が北海道平均を上回っており、それは日本最北の冷涼な気候と、背後に大きく聳え立つ利尻富士にありました。

◎ 何故デンプン量の多いのでしょうか？

生育期に海から来た雨雲が利尻富士に遮られ、近くが雨でも勇知地区では晴れということが多く「降水量が少ない・高温にならない・夜温が高くない・昼夜の温度差が大きい」等の要因でストレス無く育つためにデンプンの消費が少なくて済むためです。

◎ 安全・安心で環境に優しい「勇知いも」です YES! clean 農業

北海道が推奨している農業試験場などで研究開発されたクリーン農業技術を導入し化学肥料や化学合成農薬を慣行より3割程度減らし、環境に配慮し安全で良質な農産物の生産を進めている農産物を対象とした「北のクリーン農産物 YESクリーン農産物表示」制度に、平成26年12月に認証されたからです。





稚内市勇知地区 ジャガイモ畑風景



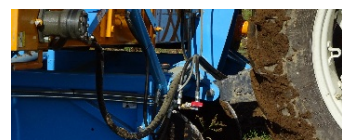
「勇知いも」のあゆみ

宝永3年 (1706年)	北海道で始めて、瀬棚村(現せたな町)で松兵衛が漁場内に蘿蔔、馬鈴薯を蒔く (北海道庁内務部編 大正8年 馬鈴薯に関する調査から)
明治4年	開拓判官 松本十郎(庄内藩出身)がこの地を訪れたとき、馬鈴薯が栽培されていたとの記録がある。
大正13年	大阪天満市場に送ったところ大評判となり、その評判が関東に広まり、一流ホテルや高級料亭で使われるようになり、稚内の「勇知いも」の名が定着し、天皇家にも献上されたと云われております。只、品種は諸説あり不明です。
昭和18年	寒さに強く収量が多い馬鈴薯「農林1号」が奨励され、勇知地区でも栽培されるようになり栽培者の努力により販路を拡大することができました。
昭和29年 ～昭和31年	昭和29年の扱い高 約2千3百トンピークにデンプン価格の暴落、 昭和29年～31年の冷水害の影響、昭和31年に国が勧める酪農転換が進む。
昭和47年	ジャガイモの出荷量がゼロとなり、僅かに自家栽培のみとなりました。
平成元年	往年の稚内の名産であった、「勇知いも(農林1号)」を復活させようと共成建設先代社長西森義一が栽培に取り組んでおりました。
平成20 ～現在	その想いに共感した大碓農場、共成建設、北武建設等の生産者、雪氷冷熱利用貯蔵庫の山本建設らの有志が集まり、「わからない勇知いも研究会」を立ち上げ、「勇知いも」の栽培技術の向上、雪氷貯蔵による実証試験を行い、産官学連携による共同研究・支援により「勇知いも」の復活へと取り組んでおります。

昭和30年頃 勇知いも収穫風景



ポテトハーベスター及びジャガイモ選別機導入(H25年 宗谷管内初導入)





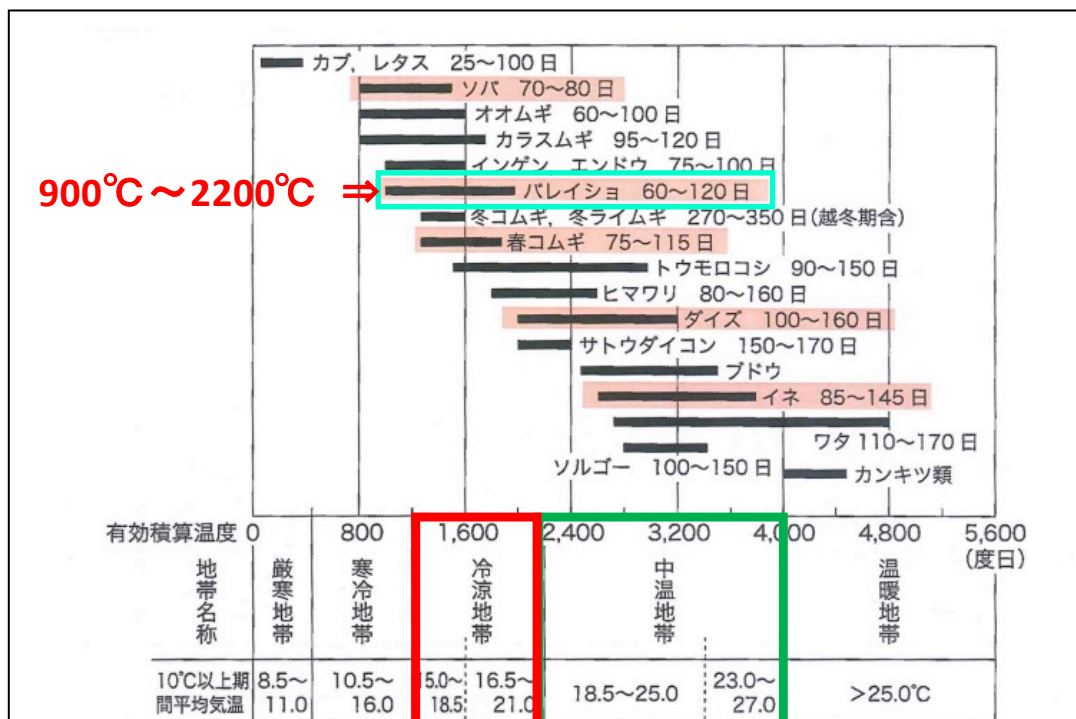
ジャガイモの生育に適した気象は？

ジャガイモは冷涼な気候を好み、冷夏でも収量確保できる
高温になると収量が落ち、でん粉価が低下する

- ・植付け開始軸 : 5℃以上
- ・ジャガイモの生育適温 : 10℃～21℃(資料により違う)
30℃以上でストロン形成、塊茎肥大せず
夜温が高いと呼吸による消耗が大
昼夜気温差が大きい方が適
(夜温 10～14℃が適。20℃以上は不適とも)
- ・日射条件
生育後半の多照は高温を伴う → 不利な場合も多いか
生育前半の多照は茎葉が繁茂 → 後半に少なくとも可
- ・降水量(乾燥を好む) : 300mm～450mm が適

(北海道大学 農学研究院 生物環境物理学研究室 鮫島教授資料から抜粋)

作物の有効積算気温要求度



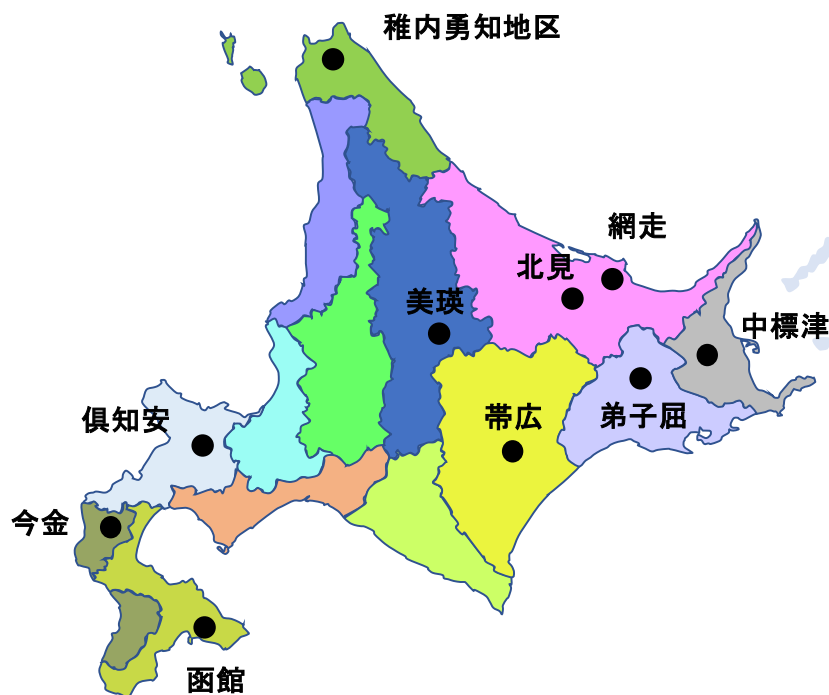
生物環境気象学(文栄堂)から抜粋加筆

作物の有効積算気温要求表 (勇知地区 5月～9月)

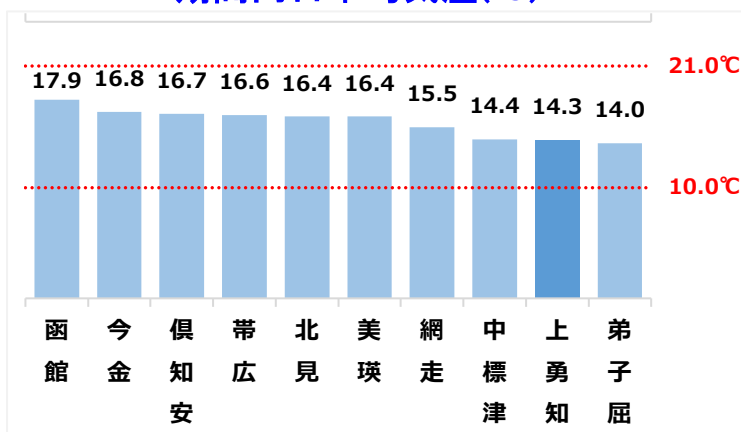
	有効積算気温 10℃以上	10℃以上期間 平均気温	10℃以上日数	地帯名称
勇知地区	1,971	15.5	127	冷涼地帯

道内ジャガイモ主要生産地の生育期間に於ける気象比較
(5月～9月 平年値)

対象地区 : ・函館・今金町・倶知安・帯広・北見・網走・中標津・弟子屈
・美瑛・勇知地区



期間内日平均気温(℃)

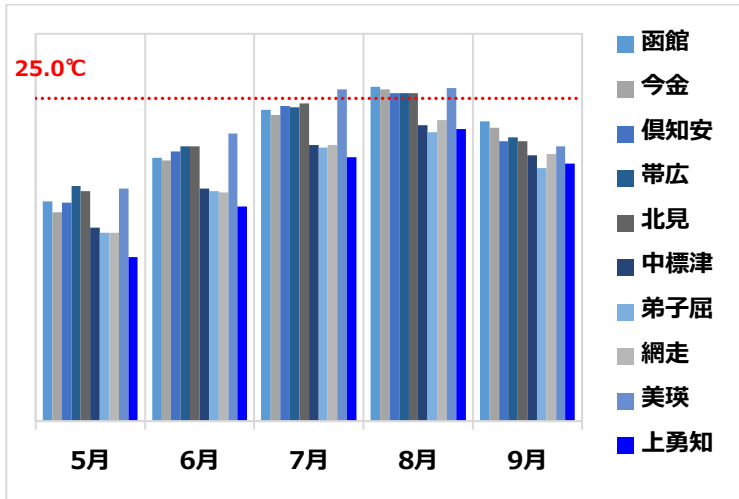


ジャガイモの生育温度は、
日平均気温で 10℃～21℃であり

北海道内の地域では、どの地域でも
ジャガイモの生育に適している

弟子屈、中標津、上勇知は全期間を通
して最も低い値で冷涼な地域といえる

月別日最高気温(℃)の推移



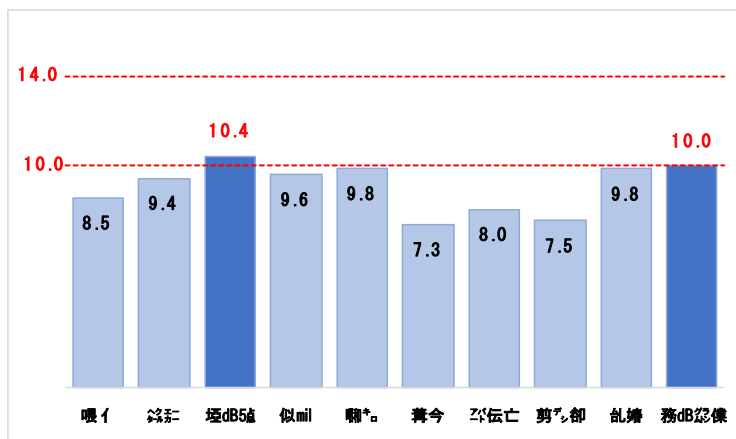
ジャガイモの塊茎肥大には、25℃以上は高温で有り塊茎肥大が抑制される
8月の最高気温は、函館、今金、倶知安、帯広、北見、美瑛、が25℃以上超えており塊茎肥大が抑制される傾向にあり、勇知地区、弟子屈、中標津、網走は塊茎肥大期には影響しない程度の温度で、この5カ所は最適地といえる

道内ジャガイモ主要生産地の生育期間に於ける気象比較(平年値)

5月から9月の夜間平均気温(℃)一覧表(20時～4時 30年平均)

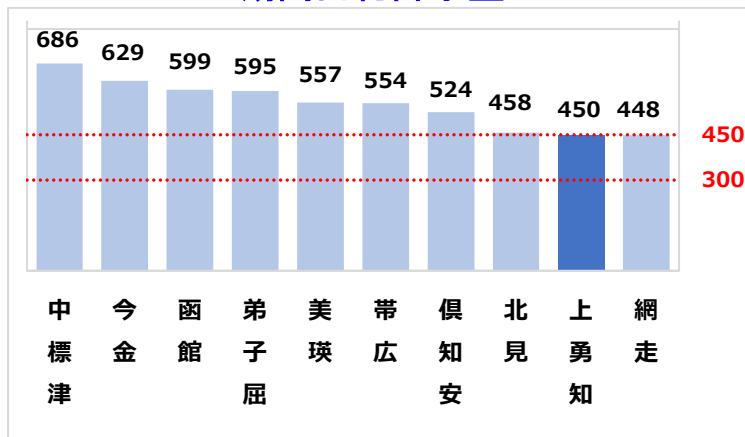
	5月		6月		7月		8月		9月		5～9月総平均		6～9月総平均	
	夜温	夜温較差	夜温	夜温較差	夜温	夜温較差	夜温	夜温較差	夜温	夜温較差	夜温	夜温較差	夜温	夜温較差
函館	10.1	7.5	14.5	6.6	18.7	6.4	20.5	4.4	16.8	8.5	16.1	6.7	17.6	6.5
今金	8.5	7.6	13.3	6.7	17.7	5.7	19.2	4.6	14.6	9.4	14.7	6.8	16.2	6.6
倶知安	8.5	9.1	13.4	8.0	17.7	6.6	18.8	5.6	14.1	10.4	14.5	7.9	16.0	7.6
帯広	8.7	8.8	12.7	7.4	16.6	6.7	18.3	5.4	14.8	9.6	14.2	7.6	15.6	7.3
北見	8.1	10.2	12.6	8.0	16.7	7.0	18.1	5.3	13.8	9.8	13.9	8.1	15.3	7.5
網走	8.2	8.5	12.2	7.0	16.3	6.0	18.4	3.6	15.2	7.3	14.1	6.5	15.5	6.0
中標津	5.8	7.1	10.1	5.6	14.2	6.2	16.4	3.6	13.4	8.0	12.0	6.1	13.5	5.9
弟子屈	5.5	7.3	10.1	6.2	14.2	6.2	16.1	3.9	13.0	7.5	11.8	6.2	13.4	6.0
美瑛	7.7	10.9	12.8	8.9	16.9	7.4	17.5	6.4	12.5	9.8	13.5	8.7	14.9	8.1
勇知地区	6.2	7.1	10.5	6.4	14.9	5.9	16.8	4.1	12.0	10.0	12.1	6.7	13.6	6.6

9月夜温較差



葉面積が最大となる7月中旬ごろからジャガイモ重・デンプン価は9月下旬までに作られ、ジャガイモへのデンプンの蓄積には、日格差の大きい気候が適している。
この塊茎肥大期には夜温で10～14℃が適している
9月の夜間平均気温は勇知地区で10.0℃、倶知安町 10.4℃で他の地域は10℃を下まわっていた。
夜温が20℃以上では塊茎が形成されないこともある

期間内総降水量



5月から9月の生育期間の降水量は300mm～450mm が適量

網走、上勇知、北見等の地域が降水量が少なく適量であり
帯広、弟子屈、函館、今金町、中標津が500mmを超えており、一番降水量の多い中標津と網走との降水量の差が237mmの差がある

➤ 勇知地区の積算気温(6月1日～9月30日 **122日間**): **1919℃**

他地域に於ける、同一積算気温到達日数

基準日	勇知地区	弟子屈	中標津	網走	帯広	北見	美瑛町	倶知安	今金	函館
8月31日	92	97	96	90	85	83	82	82	80	80
9月30日	122	129	126	116	109	108	107	105	104	100

∴北海道のジャガイモ生産地の気象を比較すると、勇知地区は気温が低く冷涼で、
9月の気温日較差は最も大きく、塊茎肥大に有利な気候と、生育期間の降水量も少なく

勇知地区はジャガイモ産地として気象的に有利な地域である。

令和2年度 勇知地区・道内産ジャガイモ収穫時のデンプン量・糖度試験



デンプン量及び糖度試験測定結果表(令和2年11月測定)

品名	地域	デンプン量	ランク	糖度
男爵	北海道平均	15.0		
	倶知安産	14.8	1	4.6
	勇知地区	13.7	2	4.9
	二セコ産	13.3	3	4.5
	富良野産	13.1	4	4.8
	羊蹄産	12.9	5	4.2
	美瑛産	11.6	6	4.2
	今金産	10.5	7	5.9
きたあかり	北海道平均	16.0		
	勇知地区	15.7	1	5.2
	羊蹄産	13.3	2	4.5
	富良野産	13.3	3	5.7
	倶知安産	13.1	4	4.3

「勇知いも」をさらに美味しく！（自然冷熱利用貯蔵で）

雪氷等の自然冷熱利用貯蔵の特徴は、90%前後の湿度で保存することで、乾燥したり萎びたりすること無く、農産物にとって最適な状態を保つことが出来ます。

9月から10月の収穫時のジャガイモの糖度は4度から6度のものが、低温貯蔵することで、寒さから身を守る防衛本能がはたらき（糖化現象・・・ビタミンCやデンプン質を糖に変える現象）低温貯蔵後4ヶ月から6ヶ月後には、8度から12度（果物に匹敵）の甘さになります。品種によっては14度から15度（メロンや桃並み）になり、甘さプラス厳寒の宗谷海峡のミネラルが加わり熟成され大変美味しくなります。

自然冷熱利用貯蔵庫（低温貯蔵庫）による貯蔵状況



自然冷熱貯蔵6ヶ月後のジャガイモ保存状態及び糖度

インカのめざめ 11月 6.9度



5月 15.3度



花奔類開花時期調整実験(・桜・チューリップ・バラ)

アンデスレッド 11月 7.4度



5月 13.1度



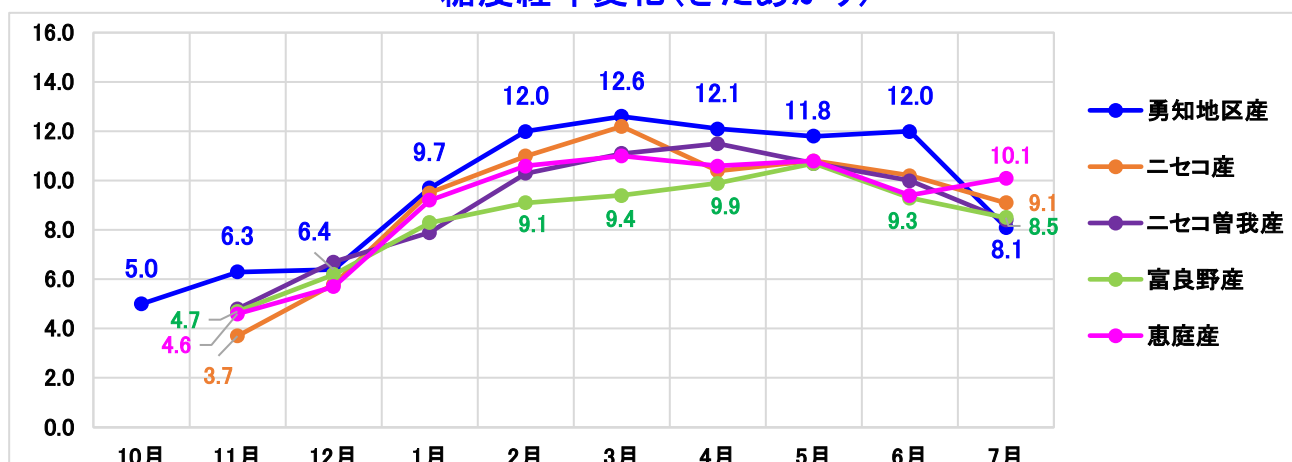
市販品と自然冷熱利用貯蔵での「勇知いも」との糖度比較試験

令和4年度産 ジャガイモ糖度測定一覧表

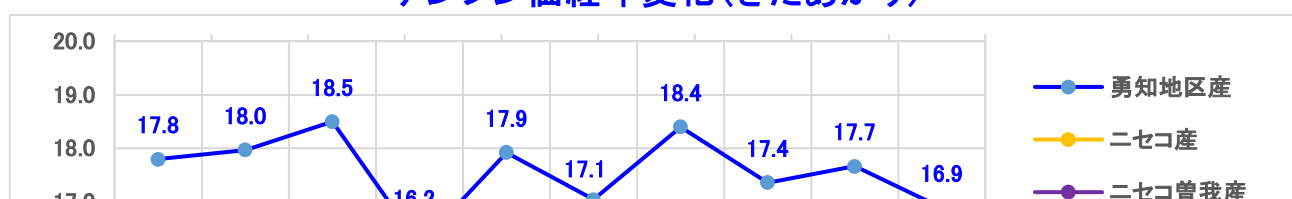
低温貯蔵庫（野菜庫）			市 販 品	
品 名	令和4年11月19日	令和5年04月21日	品 名	令和5年04月21日
男爵	6.1	10.8	男爵（道内産）	7.9
きたあかり	4.8	11.9	きたあかり（道内産）	7.2
アンデスレッド	7.4	13.2	メークイン（道内産）	7.8
メークイン	6.5	11.5	サツマイモ（徳島県産）	13.5
インカのめざめ	6.8	14.3	もういっこ（栃木県産）	8.9
レッドムーン	5.9	10.2	インカのめざめ（道内産）	14.7

「道内産ジャガイモ」と「勇知いも」の自然冷熱利用貯蔵後

糖度経年変化（きたあかり）

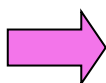
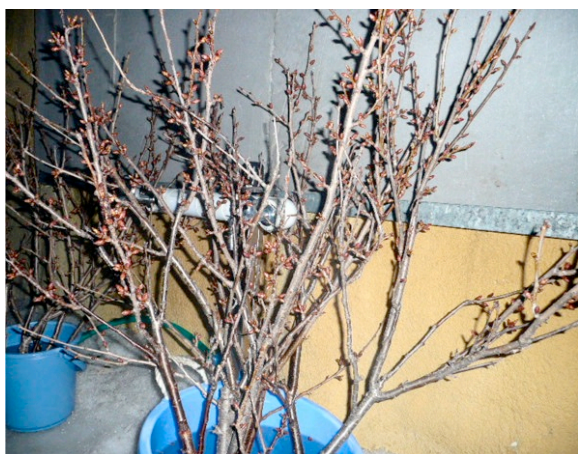


デンプン価経年変化（きたあかり）



デンプン量・糖度： 自社測定
低温貯蔵庫で、－1度から＋5度前後で保存することで
桜やチューリップ、バラ等の開花の時期を調整することが出来ます。

八重桜:開花抑制期間 約120日



チューリップ:貯蔵から50日目



バラ:見頃期間 約30日



自然冷熱利用貯蔵庫実証試験及びその他経過

A・自然冷熱利用貯蔵庫(雪氷冷熱利用貯蔵庫)実証研究

- 平成16年 7月 NEDO・(株)大林組共同研究事業として「低温凍結熱媒と雪氷冷熱による氷点下貯蔵庫事業」採択される
- 平成17年 6月 雪氷冷熱利用貯蔵庫完成
- 平成21年 9月 NEDO・(株)大林組共同研究事業終了
- 平成21年 9月 北海道大学農学院による「勇知いも」普及支援のための技術指導、現在に至る

B・水産物実証試験関係

- 平成18年1月～平成21年6月 実証試験回数 6回
- 実証試験品目
タラバカニ・ズワイガニ・モガニ・ホタテ貝・ホッキ貝・タコ・ヒラメ

C・生ハム製造試験関係

- 平成19年 6月 第1回目 生ハム製造試験開始
- 平成21年 5月 第2回目 生ハム製造試験開始(ホエー豚・エゾシカ 終了)

D・乾物類還元試験関係

- 平成20年 6月 第1回目 乾物類還元試験(終了)

E・花弁類開花抑制試験関係

- 平成20年 4月 第1回目 花弁類開花抑制試験(桜・チューリップ・バラ)
- 平成27年 5月 ～ R1年度 試験終了(総試験回数12回)

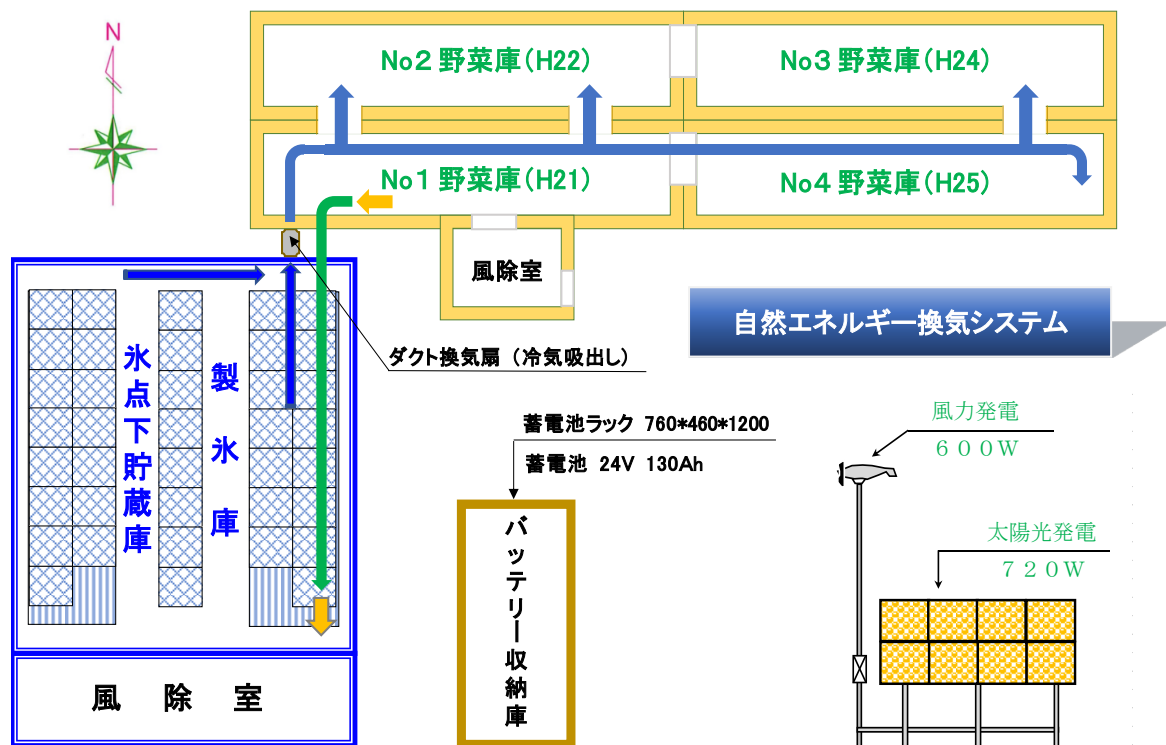
F・農産物貯蔵試験関係

- 平成18年 5月 第1回目 農産物貯蔵試験(勇知いも・大根・タマネギ)
- 平成19年 9月 第2回目 農産物貯蔵試験(勇知いも・大根・玉ねぎ・南瓜)
- 平成20年 10月 第3回目 農産物貯蔵試験(勇知いも・大根・人参・南瓜)
- 平成20年 12月 第1回目 初めて公的機関にジャガイモ成分分析検査依頼
(12月・6月 計2回)(財)日本食品分析センター千歳研究所に依頼
- 平成21年 9月 第4回目 農産物貯蔵試験(勇知いも・大根)
- 平成22年 10月 第5回目 農産物貯蔵試験(勇知いも・大根)
ジャガイモ成分分析検査依頼
- 平成23年 10月 第2回目 (10月・12月・1月・2月・3月計5回)(財)日本食品分析センター千歳研究所に依頼
- 平成23年 10月 ～R4年度17回目 ジャガイモ糖度、でんぷん量測定

G・その他

- 平成20年 12月 わっかない地産地消研究会設立
- 平成24年 4月 稚内ブランド認定(原材料部門) → 登録継続中
- 平成25年 4月 わっかない地産地消研究会を「わっかない勇知いも研究会」に名称変更設立
- 平成25年 11月 ジャガイモ選別機・段ボール箱梱包機導入
- 平成26年 3月 ポテトハーベスター導入
- 平成26年 12月 **YES! Clean生産集団登録(登録番号359-05-12 わっかない勇知いも研究会)**
- 平成27年 2月 第7回「わが村は美しくー北海道」運動で奨励賞受賞(わっかない勇知いも研究会)
- 平成27年 11月 **地域団体商標(登録第5807860号 稚内農業協同組合)**
- 平成30年 7月 市制施行70年記念表彰受賞
- 平成30年 9月 地方版IOT推進ラボ選定(経済産業省商務情報政策局)
- 平成31年 2月 北海道産業貢献賞受賞
- 令和2年 4月 「勇知いも」使用の焼酎 試作品完成 「鹿児島県枕崎市 薩摩酒造(株)」
- 令和3年 4月 「勇知いも」使用の焼酎 販売用発注(千本)
- 令和4年 5月 「勇知いも」使用の焼酎 販売用開始(1,122本)
- 令和5年 5月 「勇知いも」使用の焼酎 販売用依頼(1,500本)11月中旬販売予定

施設配置図



システム図

農産物貯蔵試験

storage agricultural products

- ・potato
- ・Japanese radish
- ・cherry blossom
- ・rose
- ・tulip

内訳	製氷期間				室内設定温度							
	(冷氣取入れ)				0℃			+5℃				
	12月	1月	2月	氷量	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	
冷熱能力	60,836MJ			181.6t	12,730MJ			48,106MJ				
必要冷熱	54,605MJ			163.0t	12,730MJ			41,875MJ				

∴ 二酸化炭素削減量 : 29 t / year

連絡先 : 山本建設株式会社
 住所 : 北海道 稚内市港5丁目7番44号
 電話 : 0162-23-3087
 F A X : 0162-23-3488