

食品凍結実験 と食味検査

急速凍結並びに製品の温度管理に関する講習会
[(一社)日本冷凍食品協会]

 三菱重工冷熱株式会社

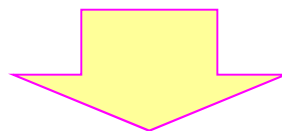
2015年7月17日

目次

1. はじめに
2. 実験装置
3. サンプル
4. 実験条件
5. 温度センサー取付け方
6. 実験結果
7. 凍結条件の違いによるサンプルの比較
8. 質疑・応答

1. はじめに

- 近年、食品の高品質化が求められている。
- 高品質な凍結とは、一般的には、凍結時間が短く、氷結晶の大きくなる最大氷結晶生成帯(一般的に $-1^{\circ}\text{C} \sim -5^{\circ}\text{C}$)を30分以内に通過することが望ましいとされている。



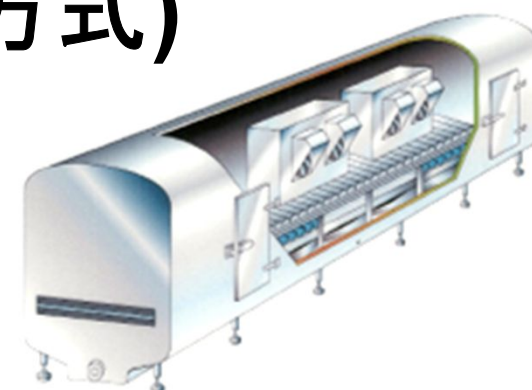
凍結条件の違いによる凍結時間の差異、
および食味の違いを感じて頂く

2-1.凍結実験装置(サーモスチール方式)

1. 庫内温度 : +10~-50℃
(電気ヒーター制御)

2. 冷却方式

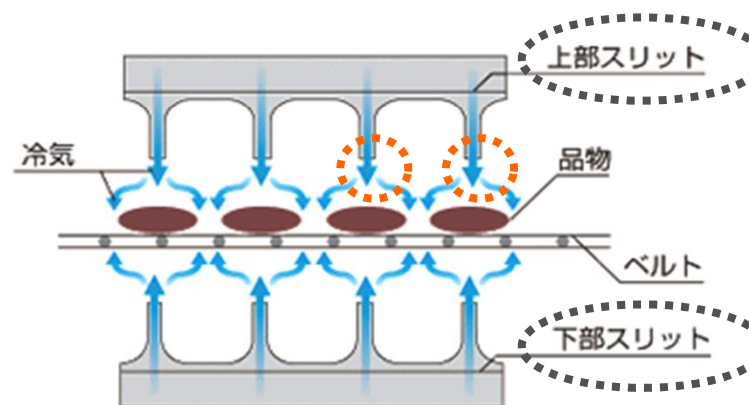
① スリット方式 上下面スリット吹出風速 : 0~30 m/s
スリット幅 : 3, 6, 10 mm
スリット高さ : (上) 10~300 mm [移動]
(下) 50 mm [固定]
スリット移動速度 : 0~3 m/min
移動ストローク : 200 mm



< トンネルフリーザー >

新型 上下吹スリット

当社従来型通風“スリット”
の改良により更なる高風速
による凍結時間短縮を実現
しました。
定期洗浄のための取外しも
簡単です。



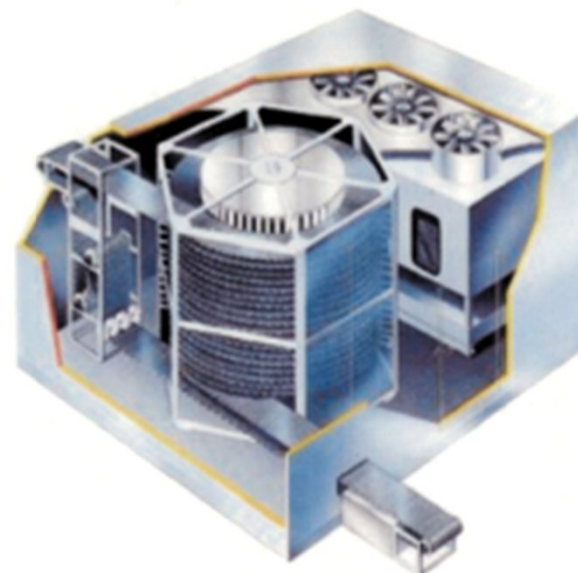
※三菱重工冷熱(株)HPより抜粋

2-2. 凍結実験装置(スパイラル方式)

1. 庫内温度 : +10~-50℃
(電気ヒーター制御)

②横吹き 横風速 : 0~10 m/s

③縦吹き 縦風速 : 0~10 m/s
(サンプル設置面積調整)



< スパイラルフリーザー >

処理量が多い場合



< 食品凍結模擬装置 >

2-3. 恒温槽(緩慢凍結)

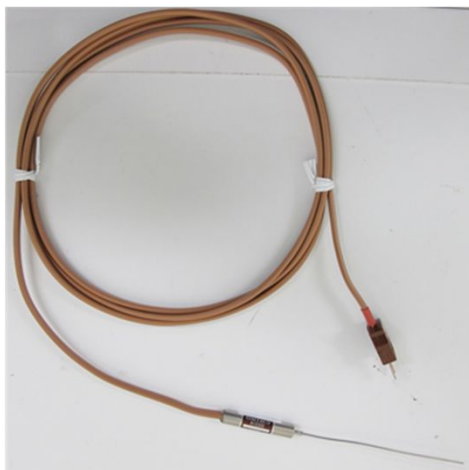


メーカー: いすゞ製作所

型 式: HPCF-448-70

温 度: -70~+150℃

2-4. 温度センサーと測定機器



＜データロガー＞

種類	シース熱電対
型式	1SCHS1-0
素線 ^{※1}	T(銅・コンスタンタン)
保護管太さ・長さ	φ1.0×100mm
保護管材質	SUS316
常用温度	-40～300℃
応答性(時間) ^{※2}	0.16秒

※1 素線の種類により温度帯は様々

※2 室温→100℃の沸騰水中で平衡値の90%に達するまでの時間



3-1. 凍結サンプル(カマボコ)

- カマボコ(125×50×h20mm, 120グラム)

凍結時間の比較用
&
食味用


品 名	リテーナ成形かまぼこ
原材料名	魚肉、発酵調味液、砂糖、食塩、加工でん粉(小麦由来のものを使用)、調味料(アミノ酸等)、着色料(ラック)

栄 養 成 分	エネルギー76kcal たんぱく質8.1g 脂質0g 炭水化物10.8g ナトリウム820mg (食塩相当量2.1g)
------------------	--

3-2. 凍結サンプル(刺身こんにやく)

- 刺身こんにやく
- (215 × 55 × h30mm, 400グラム)

急速・緩慢凍結実験の食味用



精粉こんにやくの場合

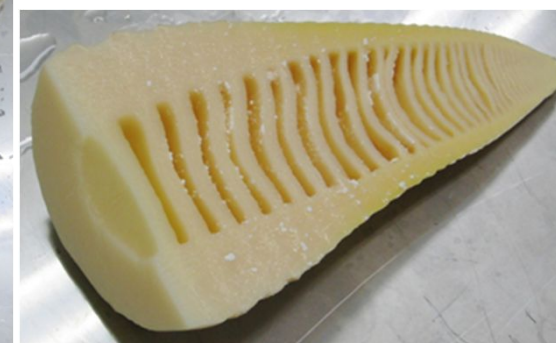
名称	こんにやく(刺身こんにやく)
原材料名	蒟蒻粉(国産)、炭酸ナトリウム
内容量	400g

エネルギー	タンパク質	脂質	炭水化物	ナトリウム
5kcal	0.1g	Tr	2.3g	10mg
暫定値 (日本食品標準成分表2010)				

3-3. 凍結サンプル(水煮タケノコ)

- たけのこの水煮(Φ65～80×h100～130mm程度)

(凍結時重量:150グラム前後)



急速・緩慢凍結実験の食味用

名称	有機たけのこ水煮
原材料名	有機たけのこ

エネルギー	たんぱく質	脂質	糖質	食物繊維	ナトリウム
23kcal	2.7g	0.2g	1.7g	2.3g	3mg(0g)

(五訂日本食品標準成分表)

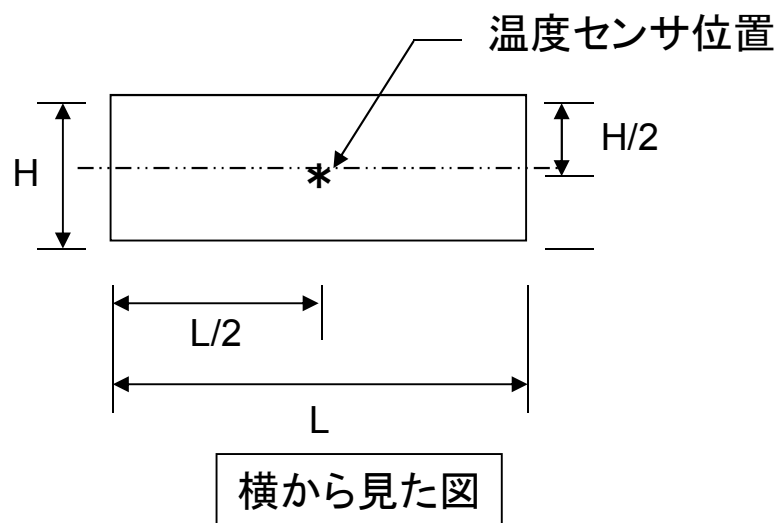
4.実験条件

	①急速凍結と緩慢凍結		②中心と表面の温度差	③風の有無		④包装の有無		⑤庫内-30℃と-45℃の差	
凍結方法	サーモスチール方式	恒温槽	サーモスチール方式	サーモスチール方式		サーモスチール方式		サーモスチール方式	
庫内温度	-45℃	-20℃	-45℃	-45℃		-45℃		-45℃	-30℃
風速	上下15m/s	—	上下15m/s	上下15m/s	—	上下15m/s		上下15m/s	
スリット高さ	100mm	—	100mm	100mm	—	100mm		100mm	
スリット幅	6mm	—	6mm	6mm	—	6mm		6mm	
備考	—	恒温槽内の段ボール内にサンプル設置	中心・表面温度の測定	—	風なし	包装なし	包装あり※	—	—
サンプル	かまぼこ・刺身こんにゃく・たけのこ		かまぼこ	かまぼこ		かまぼこ		かまぼこ	

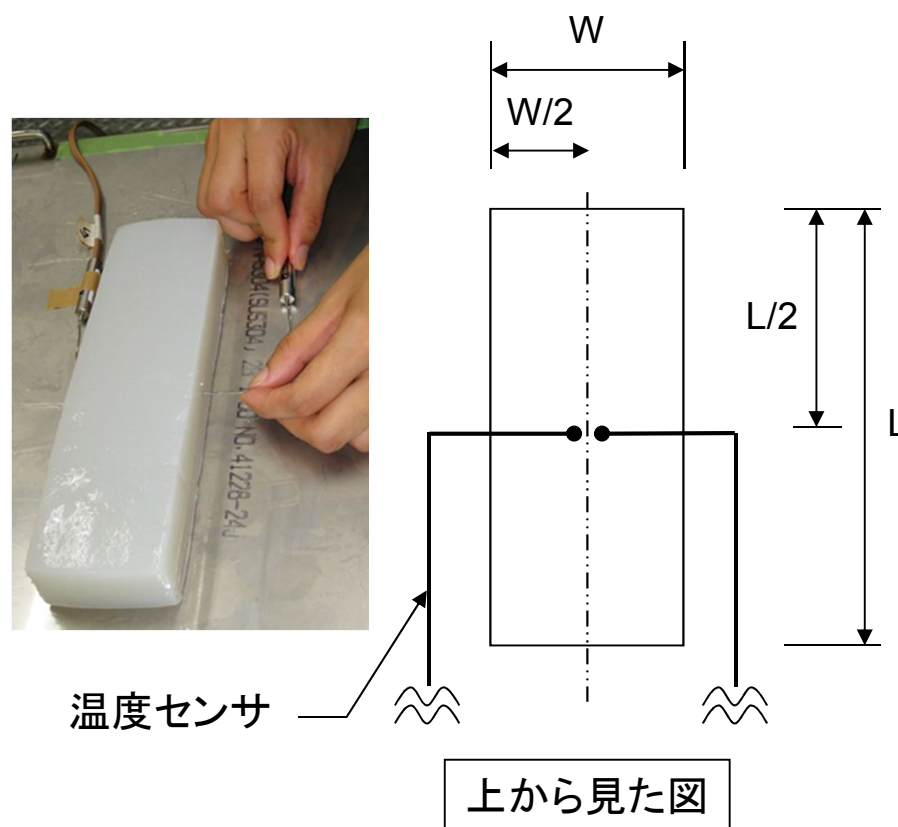
※包装の厚さ: 60 μ m (OPP19 μ m/VMPET12 μ m/PE30 μ m)

5-1. 温度センサの取り付け方

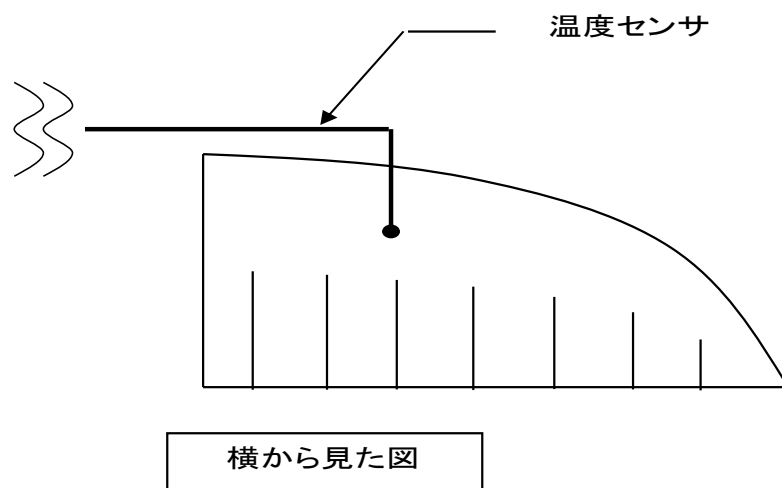
(かまぼこ)



(こんにゃく)

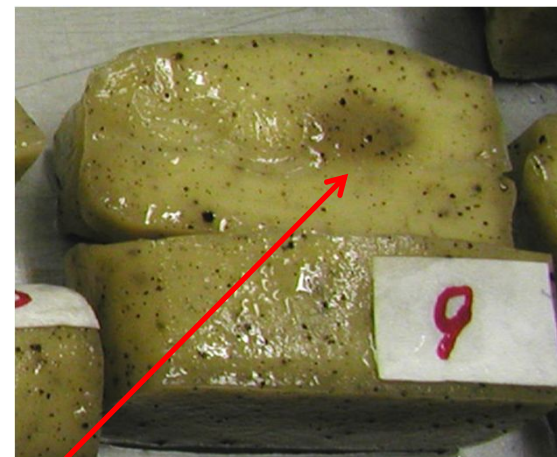
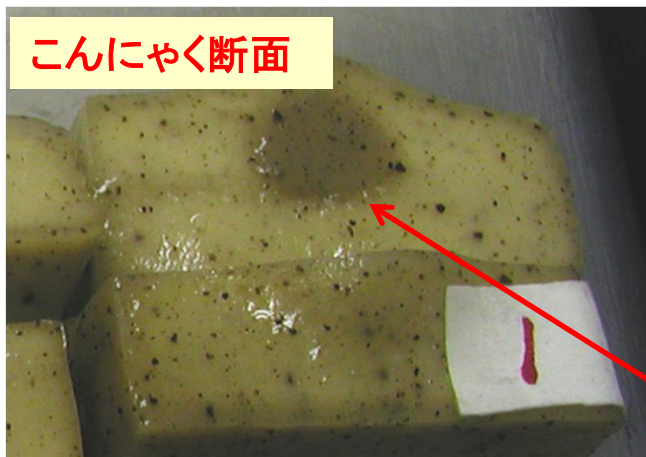


5-2. 温度センサの取り付け方 (たけのこ)



*** 食品の中心が凍結時間が遅いとは限らない！！**

こんにゃく断面



凍結時間が最も遅い場所

凍結方式を踏まえ、凍結時間の最も遅いところを予測する必要あり。

豆腐



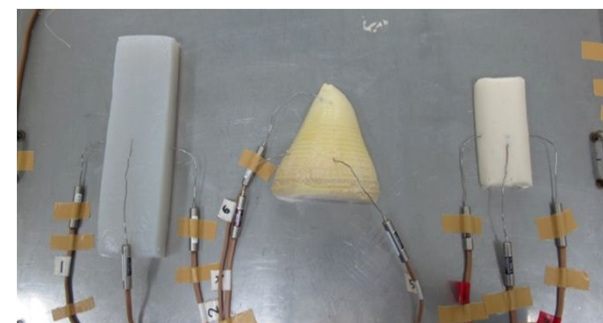
こんにゃく



品物にあった
最適な凍結方
式を選択する
ことが重要

6-1.凍結条件(①急速凍結と緩慢凍結)

	急速凍結	緩慢凍結
凍結方法	サーモスチール方式	恒温槽
庫内温度	-45℃	-20℃
風速	上下15m/s	—
スリット高さ	100mm	—
スリット幅	6mm	—
備考	—	恒温槽内の段ボール内にサンプル設置
サンプル	かまぼこ・刺身こんにゃく・たけのこ	



<急速凍結 サンプル設置状態>

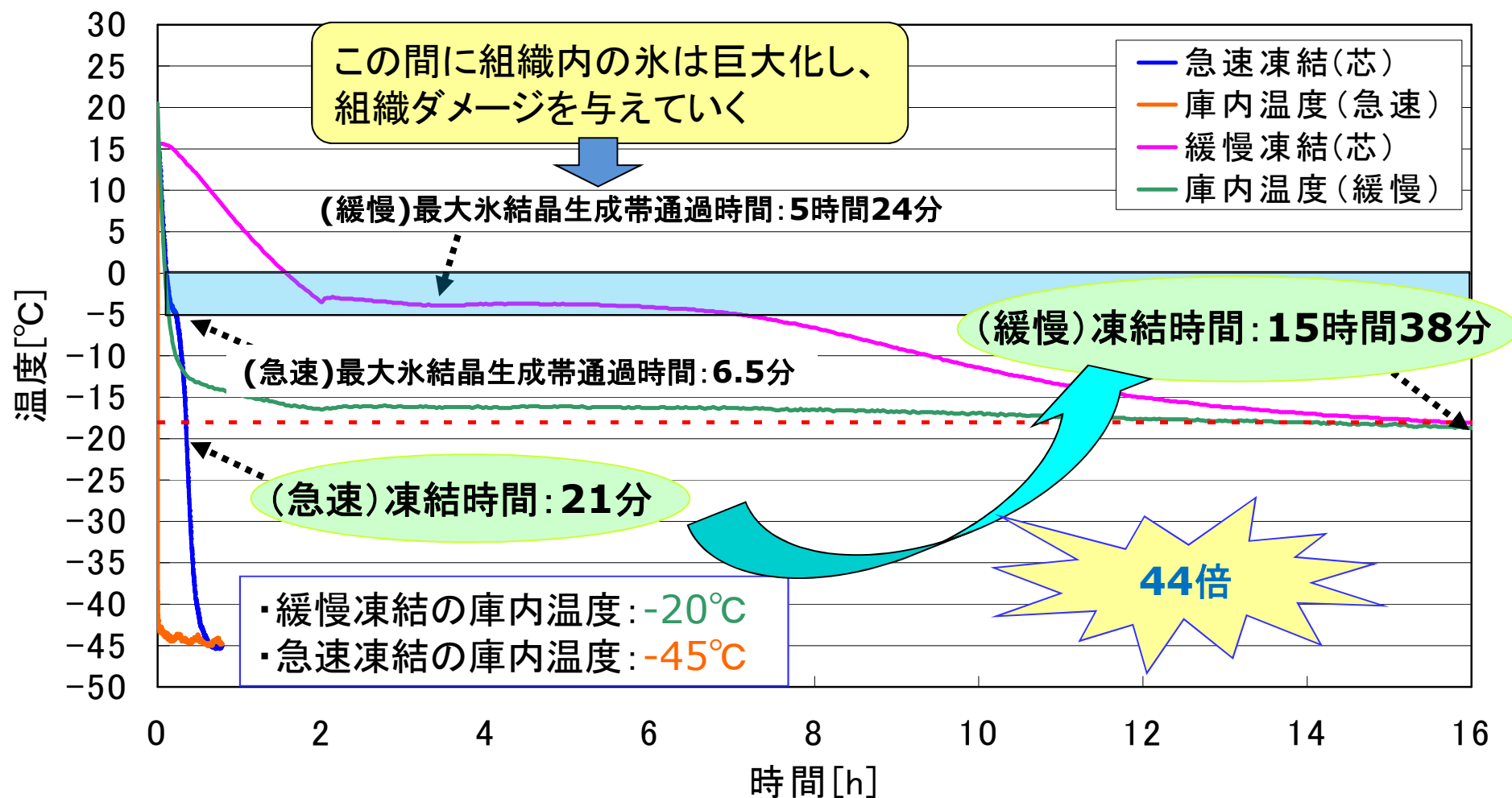


緩慢凍結
(恒温槽内サンプル設置状態)



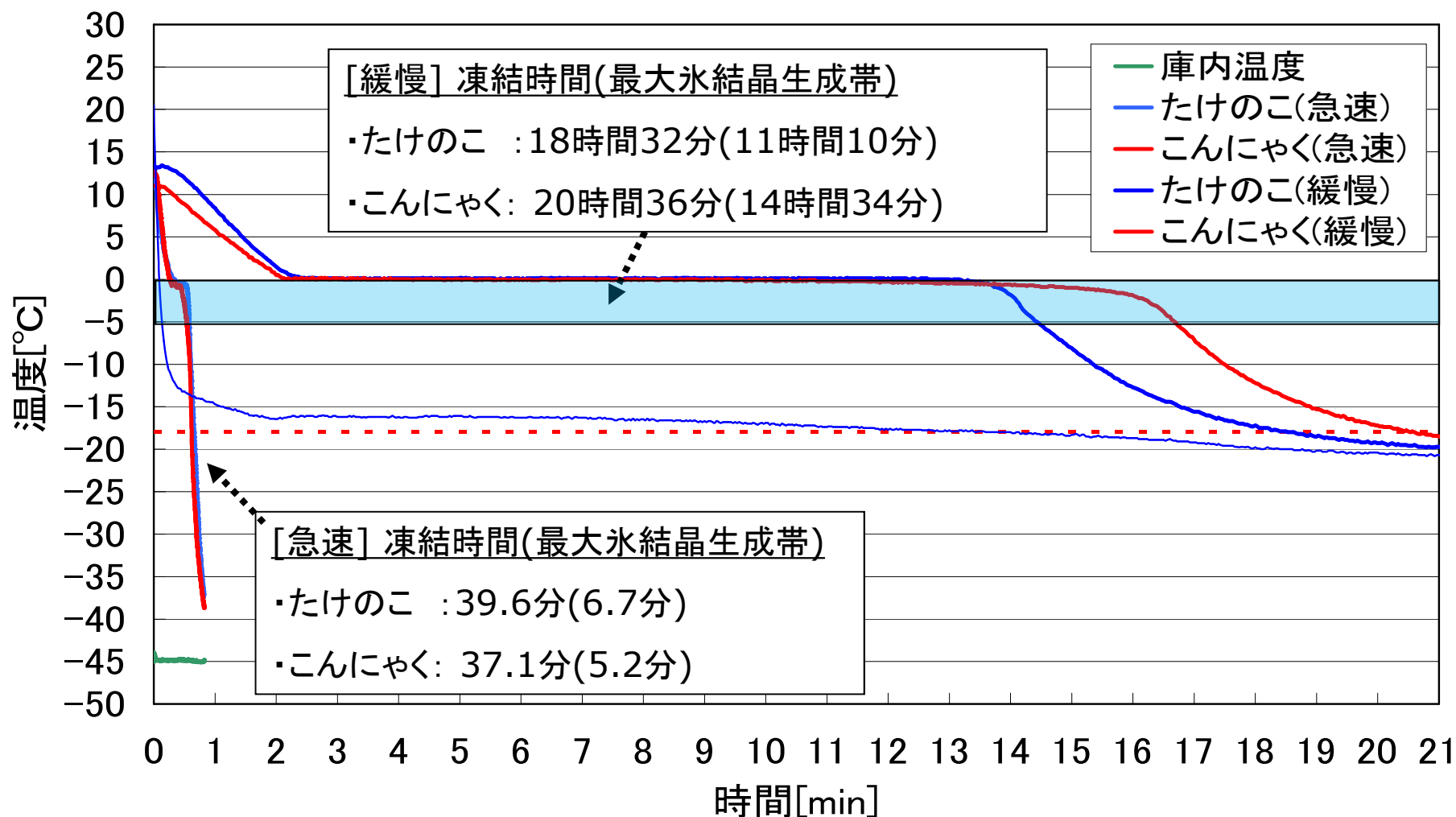
6-1.凍結曲線(①急速凍結と緩慢凍結)

<かまぼこ>



6-1.凍結曲線(①急速凍結と緩慢凍結)

<たけのこ・こんにゃく>



6-1.結果(①急速凍結と緩慢凍結)

		緩 慢 凍 結	急 速 凍 結
凍 結 時 間 (最大氷結晶 生成帯通過時間)	かまぼこ	15時間28分 (5時間24分)	21分 (6.5分)
	たけのこ	18時間32分 (11時間10分)	39.6分 (6.7分)
	こんにゃく	20時間36分 (14時間34分)	37.1分 (5.2分)

- ・凍結時間：常温から-18℃に達するまでにかかる時間
- ・最大氷結晶生成帯：-1℃から-5℃の温度帯

6-1.凍結後写真(①急速凍結と緩慢凍結)

<緩慢>

<急速>

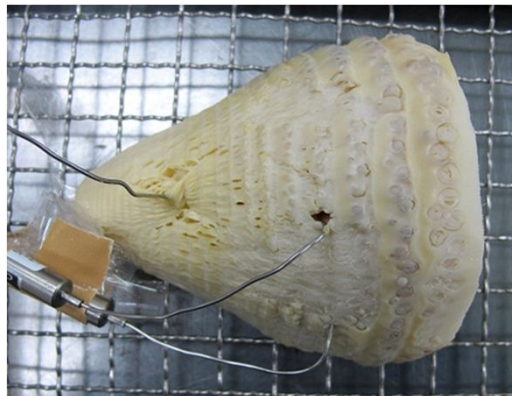


<緩慢>

<急速>

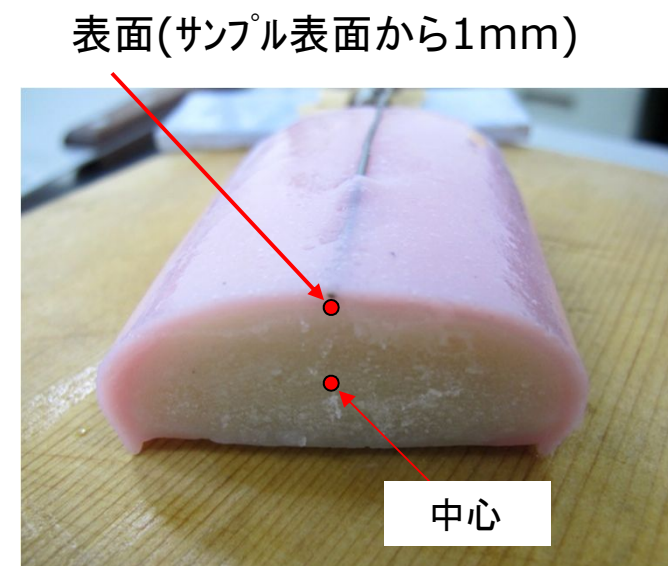


<緩慢>



6-2.凍結条件(②中心と表面の温度差)

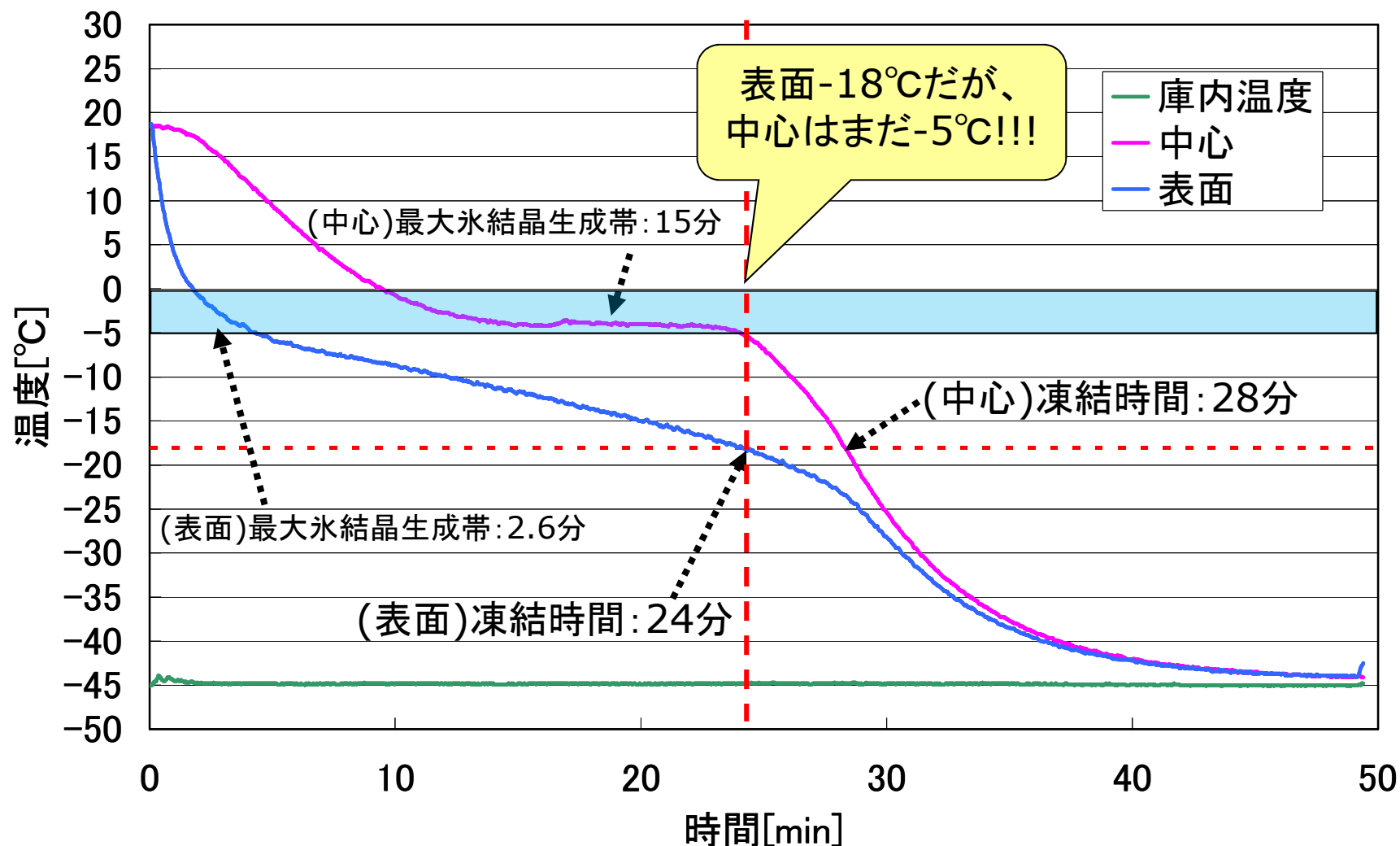
測定位置	中心	表面
凍結方法	サーモスチール方式	
庫内温度	-45℃	
風速	上下15m/s	
スリット高さ	100mm	
スリット幅	6mm	
サンプル	かまぼこ	



<センサー位置>



6-2.凍結曲線(②中心と表面の温度差)



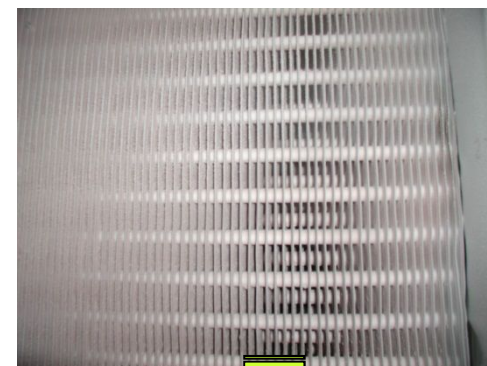
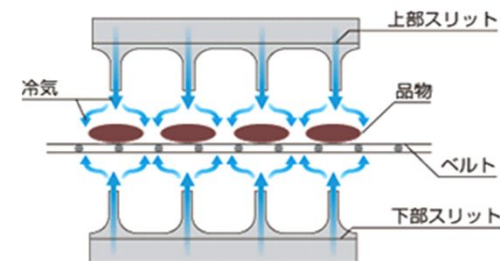
6-2.結果(②中心と表面の温度差)

	中心	表面
凍結時間 〔最大氷結晶 生成帯通過時間〕	28分 (15分)	24分 (2.6分)

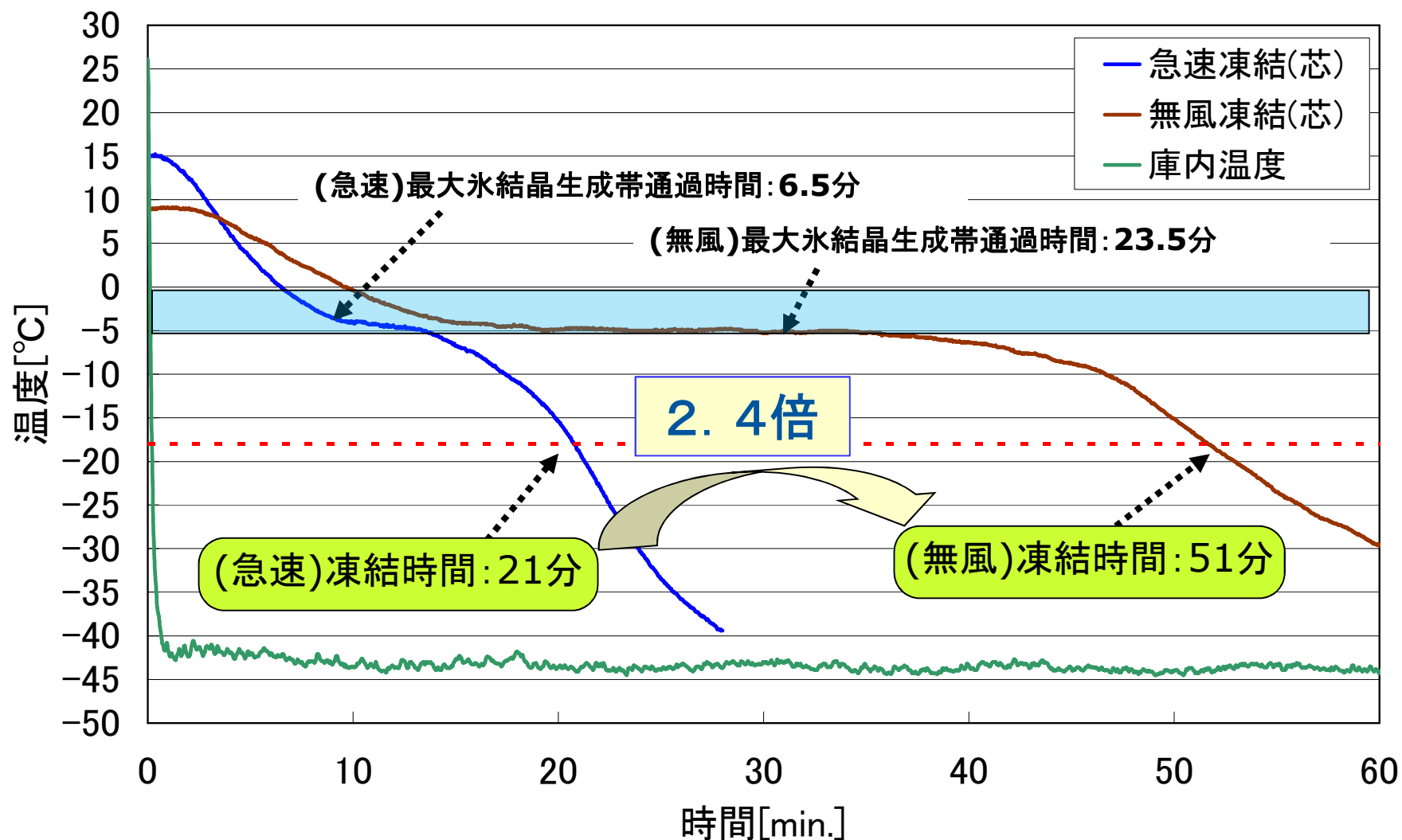
- ・凍結時間：常温から-18℃に達するまでにかかる時間
- ・最大氷結晶生成帯：-1℃から-5℃の温度帯

6-3.凍結条件(③風の有無)

	急速凍結(風あり)	無風凍結
凍結方法	サーモスチール方式	
庫内温度	-45℃	
風速	上下15m/s	—
スリット高さ	100mm	—
スリット幅	6mm	—
サンプル	かまぼこ	

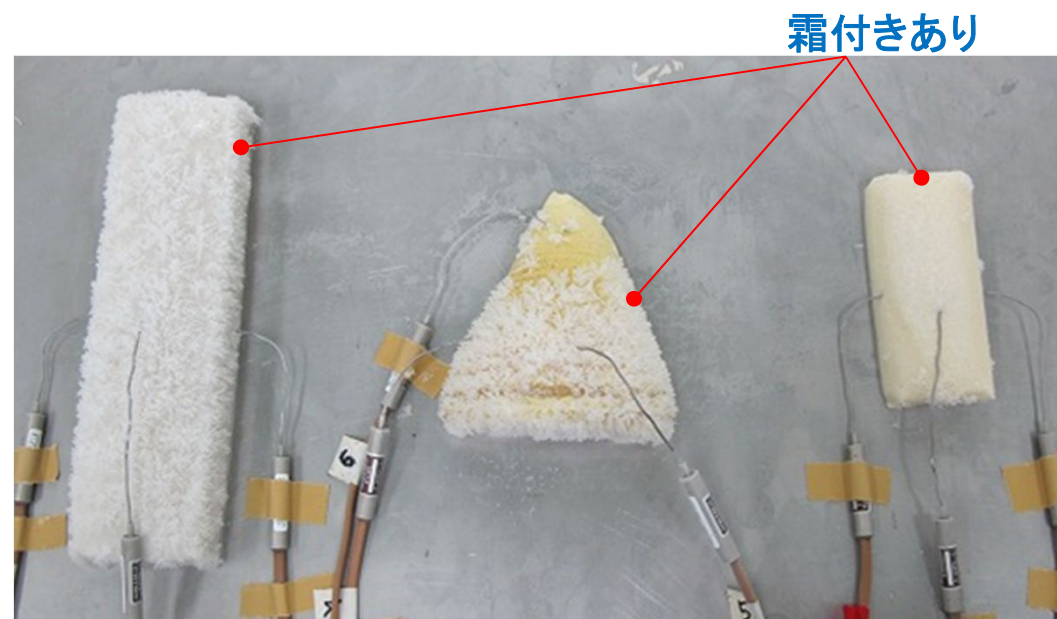


6-3.凍結曲線(③風の有無)



6-3.結果(③風の有無)

	急速凍結 (風あり)	無風凍結
凍結時間 〔最大氷結晶 生成帯通過時間〕	21分 (6.5分)	51分 (23.5分)

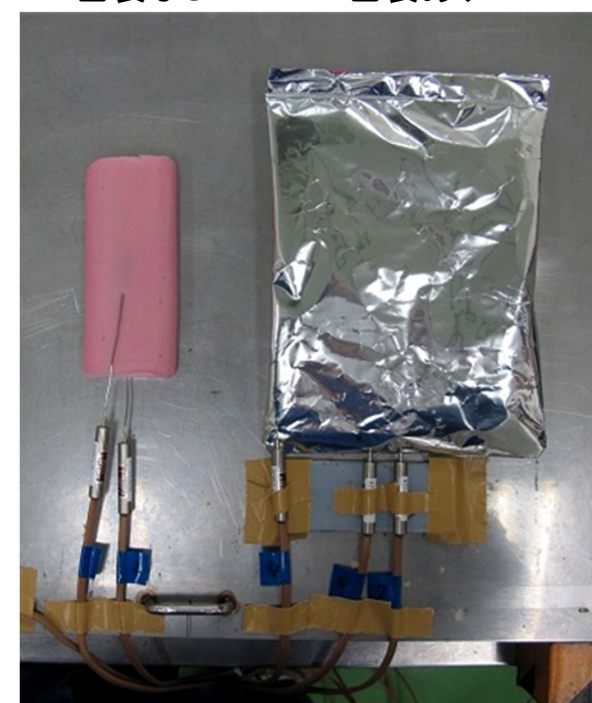


<無風凍結 凍結後>

6-4.凍結条件(④包装の有無)

	包装なし	包装あり
凍結方法	サーモスチール方式	
庫内温度	-45℃	
風速	上下15m/s	
スリット高さ	100mm	
スリット幅	6mm	
サンプル	かまぼこ	

包装なし 包装あり



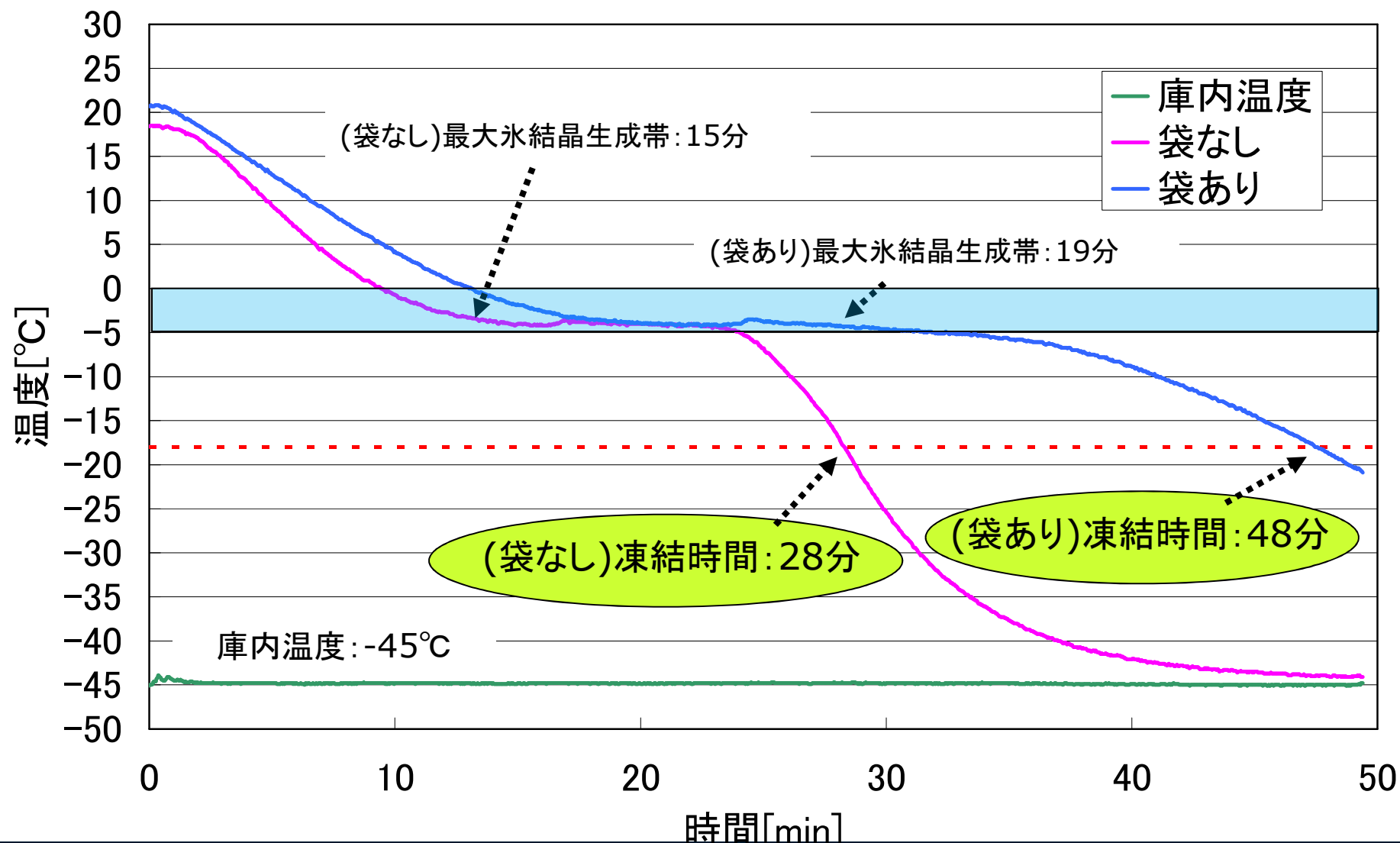
＜サンプル設置状態＞



寸方:195×165×h20mm 包材の厚み:61μm

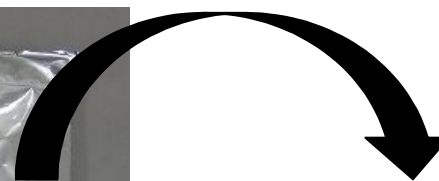
材質:PE(ポリエチレン)、PP(ポリプロピレン)、M(アルミ蒸着)

6-4.凍結曲線(④包装の有無)



6-4.結果(④包装の有無)

	包装なし (急速凍結)	包装あり
凍結時間 (最大氷結晶 生成帯通過時間)	28分 (15分)	48分 (19分)



霜付きあり



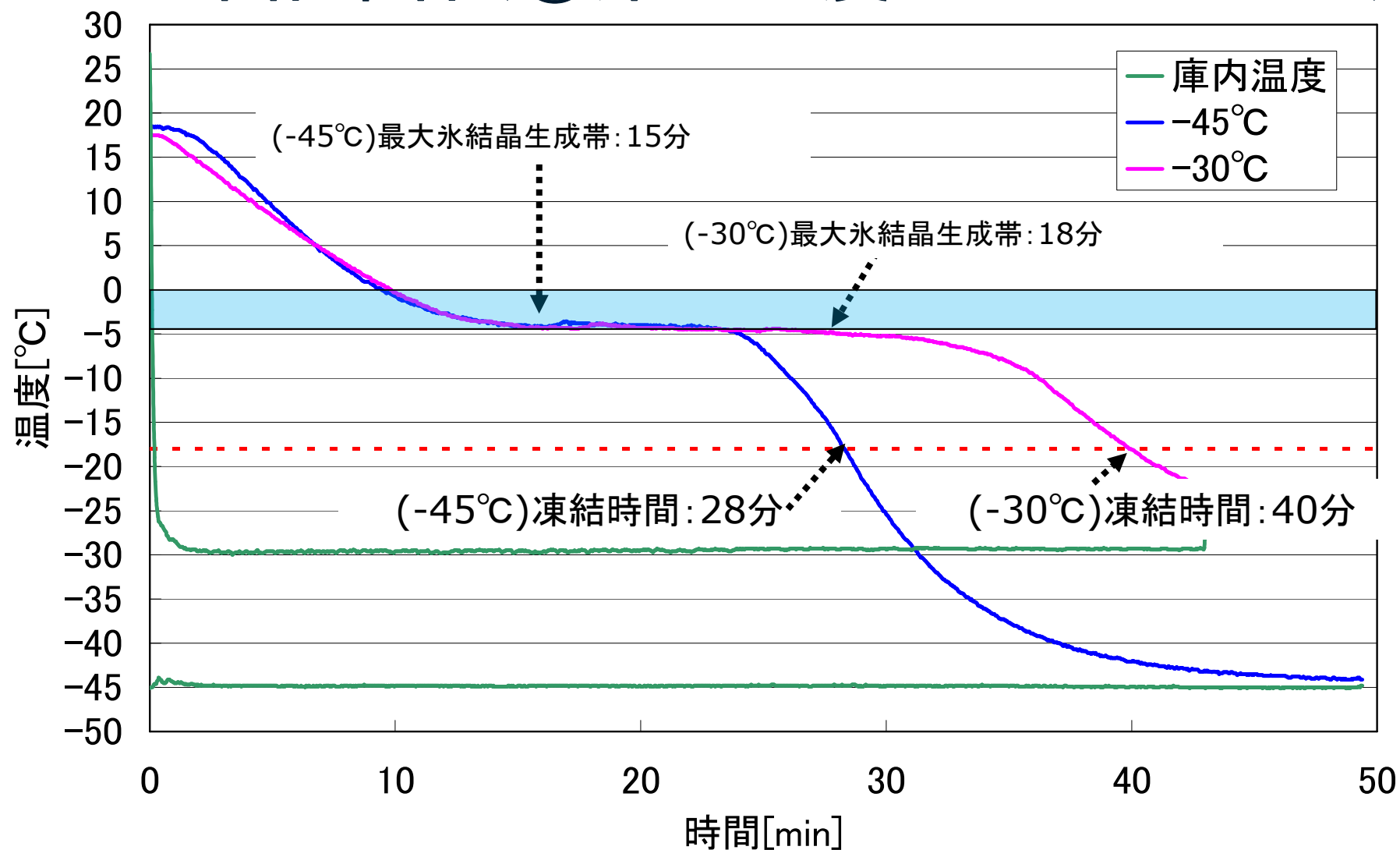
<凍結後の写真>



6-5.凍結条件(⑤庫内温度-30℃・-45℃)

	庫内-45℃	庫内-30℃
凍結方法	サーモスチール方式	
庫内温度	-45℃	-30℃
風速	上下15m/s	
スリット高さ	100mm	
スリット幅	6mm	
サンプル	かまぼこ	

6-5.凍結条件(⑤庫内温度-30℃・-45℃)



6-5.結果(⑤庫内温度-30℃・-45℃)

	庫内-45℃	庫内-30℃
凍結時間 〔最大氷結晶 生成帯通過時間〕	28分 (15分)	40分 (18分)



<-45℃凍結後>



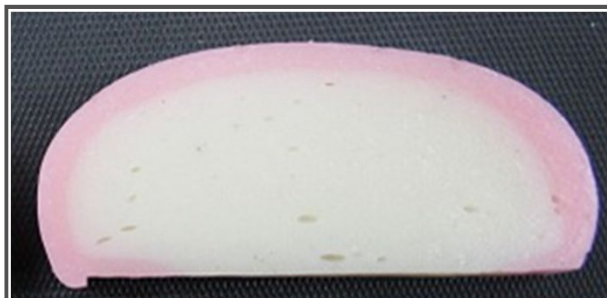
<-30℃凍結後>

7-1.解凍後の比較(かまぼこ)

未凍結品



急速凍結品



緩慢凍結品



<目視>・緩慢凍結にス(空隙)あり
<食味>・緩慢凍結は液体の溶出あり

7-2.解凍後の比較(刺身こんにゃく)

未凍結品



急速凍結品



緩慢凍結品



- <目視>・緩慢凍結に大きなス(空隙)あり
- <食味>・急速凍結は生に比べかたい
- ・緩慢凍結はゴワゴワしてかたく、弾力なし。

7-2.解凍後の比較(こんにやく)

未凍結品



急速凍結品



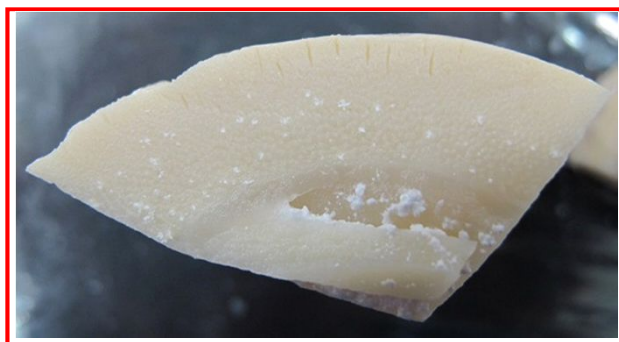
緩慢凍結品



<目視>・緩慢凍結に大きなス(空隙)あり
<食味>・急速凍結は生に比べかたい

7-3.解凍後の比較(たけのこ)

未凍結品



急速凍結品

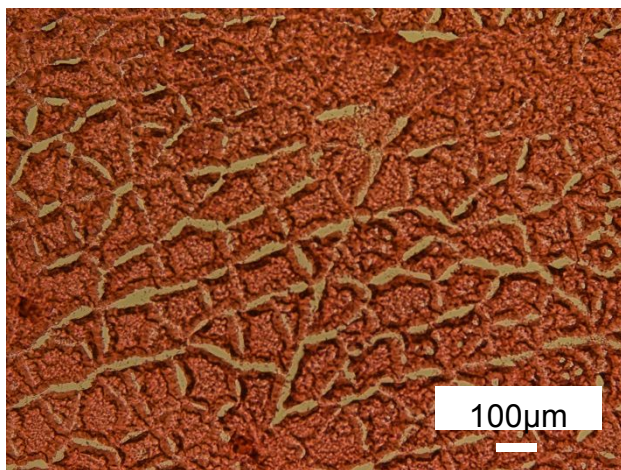


緩慢凍結品

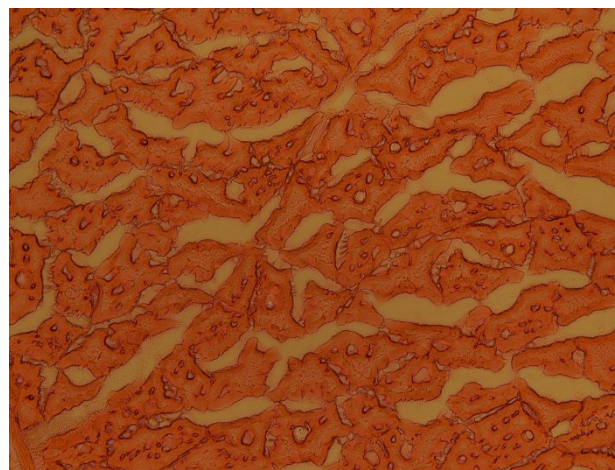


<目視>・緩慢凍結に大きなス(空隙)あり
<食味>・緩慢凍結はたけのこ特有の歯ごたえなし

顕微鏡によるマグロの組織写真



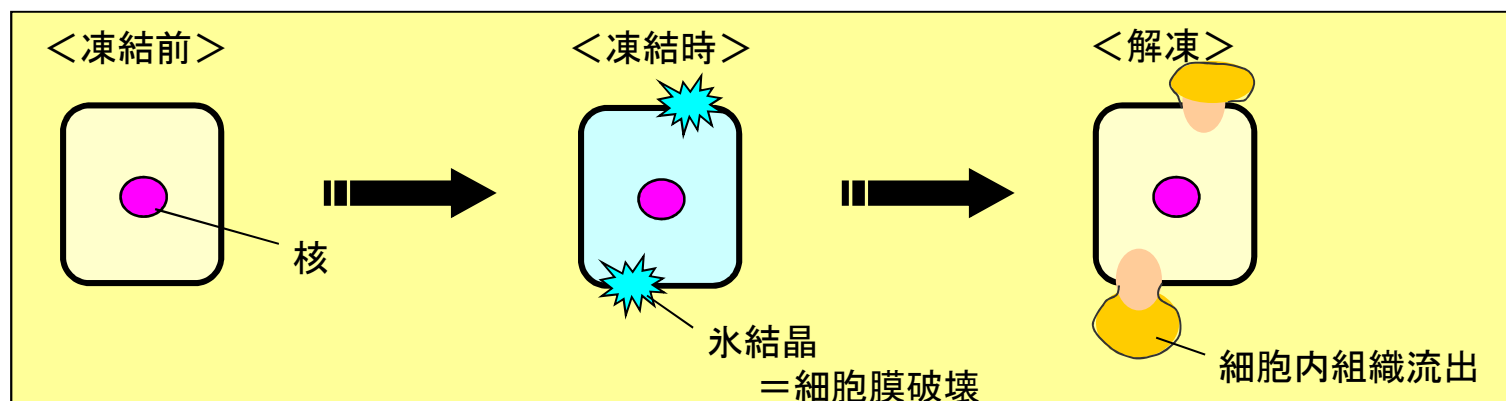
－70℃凍結
(液浸漬凍結)



－35℃凍結
(急速凍結)

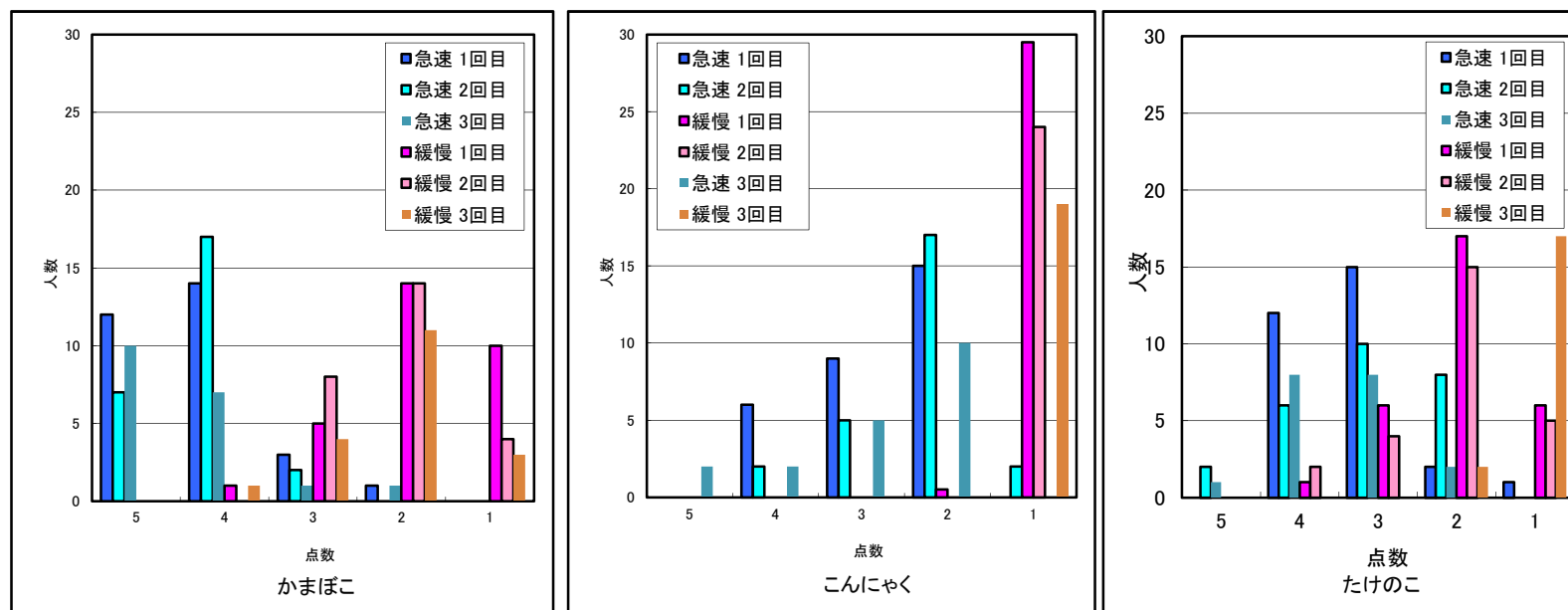


－20℃凍結
(緩慢凍結)



8-1.過去の講習会での食味検査まとめ

評価基準点別人数



*第一回 30名、第二回 26名の回答。

急速凍結並びに製品の温度管理に関する講習会・食味検査結果(平均点)

	かまぼこ		刺身こんにゃく		たけのこ水煮	
	急速凍結	緩慢凍結	急速凍結	緩慢凍結	急速凍結	緩慢凍結
第1回	4.2	1.9	2.7	1.0	3.3	2.1
第2回	4.2	2.2	2.3	1.0	3.1	2.1
第3回	4.4	2.2	2.8	1.0	3.4	1.1

*評価基準: 未凍結のサンプルを5点とし、5:非常によい 4:よい 3:普通 2:悪い 1:非常に悪い

8-2.過去の講習会での食味検査コメント

食品	凍結条件	コメント
かまぼこ	急速	<ul style="list-style-type: none"> ・チルドと略同じで外観、味等の官能面で差がないという結果が多かった。 ・差があるとした例には、チルドに比べると弾力が落ちている、柔らかい、色が黒い、水っぽい、ぱさつく、風味がない等があった。
	緩慢	<ul style="list-style-type: none"> ・”す”が入る、穴がある、空隙がある等で外観が悪い。サンプルによる差か、見た目の変化に言及しない人もいた。 ・弾力が落ち歯ごたえが悪く硬い、ぱさついているという意見と、水っぽくやわらかいという意見もあった。弾力性に関して残っているという意見と無くなったという意見があった ・味は差がないという意見と、チルドより落ちるがそれ程差はないという意見が折半であった。
刺身こんにゃく	急速	<ul style="list-style-type: none"> ・チルドに比べると硬いという意見が多いが、大きな差はないからゴムの様で噛み切るのが大変まで、人によって差があった。 ・風味が落ちている、ドリップが出た、舌触りが悪く、ざらつく等の意見もあった。
	緩慢	<ul style="list-style-type: none"> ・評価者の殆どが噛み切れない、食べられないとの感想であった。 ・またドリップが非常に多く、スポンジ状、穴が開いているといった見た目が悪い点も同様に上げられていた。
たけのこ水煮	急速	<ul style="list-style-type: none"> ・チルドと比較して柔らかく、歯ごたえがなくなったという意見が多かったが、意見が割れ、サンプルの個体差か部位（穂先と根本）による差もあった様に思われる。 ・食味そのものは、柔らかくシャキシャキ感がない、歯ごたえがない、水っぽい（噛むとドリップが出る）という人と、気にならない、かえっておいしいという人が混在していた。
	緩慢	<ul style="list-style-type: none"> ・柔らかくたけのこの食感がないという人が多かったが、急速凍結と同じ程度、食感が良いと感じる人もいた。凍結の程度によるのか、部位の差によるのか、サンプルの状態による差があるのかもしれない。 ・水っぽい、やわらかい、ぱさぱさしている、繊維が残る等、食味が悪いと思う人は急速凍結の場合より多かった。 ・外観上は”す”が入りよくないという意見が多かった。

* 第1回は検査を行った30名中、26名より、第2回は検査を行った28名中、26名より気になった点に関するコメントを得た。

* コメント中、比較的共通する内容についてまとめた。

ご清聴いただき
ありがとうございました