



第113回エコ塾 in 佐賀

『食品産業 × 環境エネルギービジネス』

氷を用いた 最新の鮮度保持技術



営業部 井植哲二



氷と水

水の比熱(物質1gの温度を 1°C 上げるのに必要な熱量)
1cal

潜熱(凝固熱、融解熱)
80cal

【問題】

20°C の40L(40kg)の水を 0°C にするためには
 0°C の氷を何kg入れればよいか。



溶けにくい氷とは

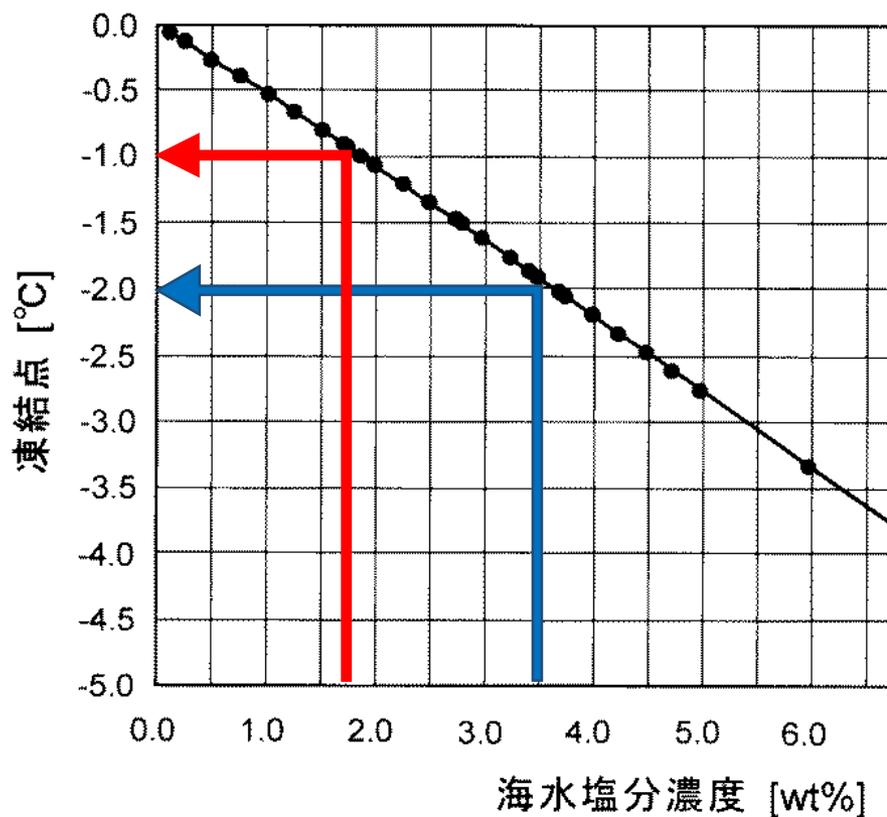
透明な氷＝不純物のない氷

氷の比熱(物質1gの温度を 1°C 上げるのに必要な熱量)
0.47cal

【問題】

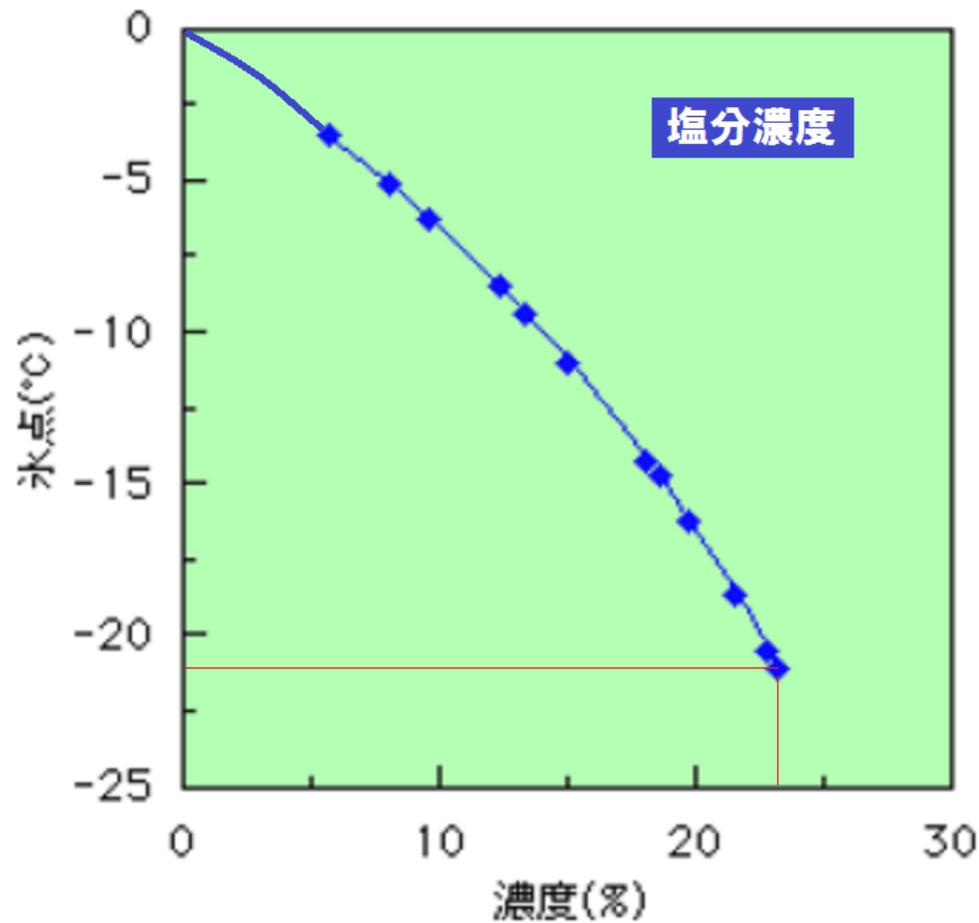
マイナス 10°C の10kgの氷はどのくらいの熱量があるのでしょうか。

海水を使用した氷



魚種	凍結温度
サバ	-1.00°C
アジ	-1.00°C
タラ	-1.00°C
ブリ	-1.25°C
マグロ	-1.25°C
サンマ	-1.25°C
イワシ	-1.30°C
ヒラメ	-1.30°C
タイ	-1.50°C
カレイ	-1.95°C
カツオ	-2.00°C
カニ	-2.00°C
イカ	-2.25°C

高濃度塩水を使用した氷



熱伝導率の違い **90°C**



固体

2.18W/m-K

3.7倍



液体

0.58W/m-K

36倍



気体

0.016W/m-K

凍結速度

液化ガス凍結法
(液体窒素凍結など) 30～100mm/h

20%塩分濃度氷 **85mm/h**

液体冷却式凍結法
(アルコール凍結など) 10～50mm/h

トンネルフリーザ 15～30mm/h

エアブラスト式凍結法 1～5mm/h



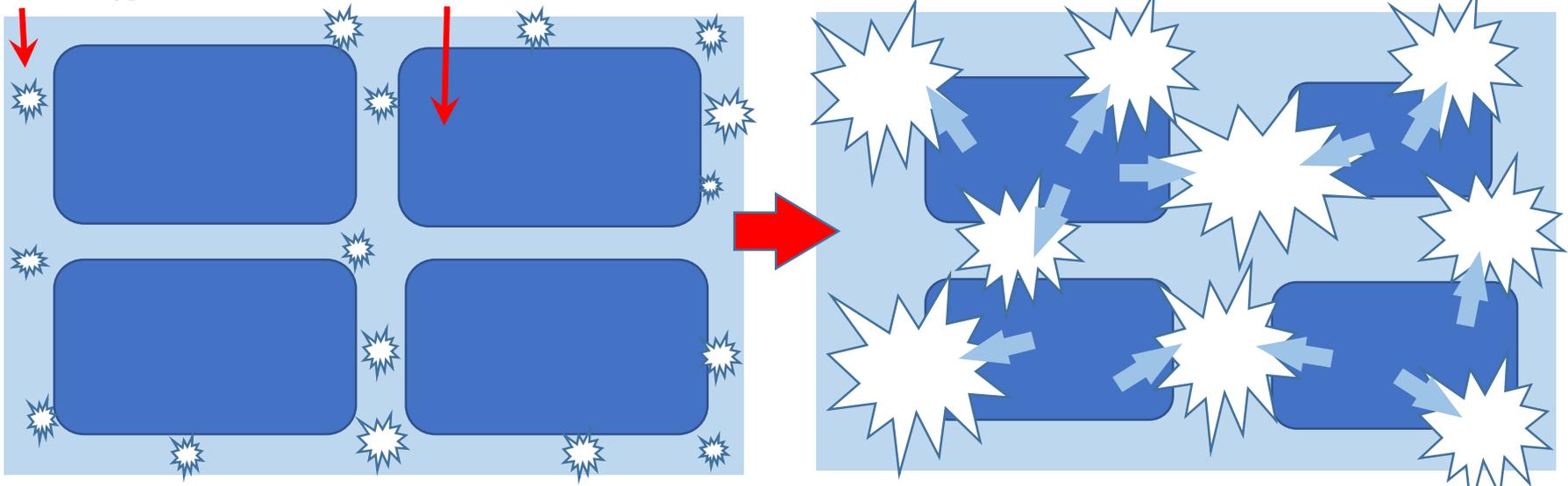
ランニングコスト

エアブラスト凍結法（誘電）	50円/kg
液体窒素凍結法（大量消費の場合）	30円/kg
エアブラスト凍結法	15円/kg
液体凍結法	5円/kg
20%塩分濃度氷	3~4円/kg

緩慢凍結した場合

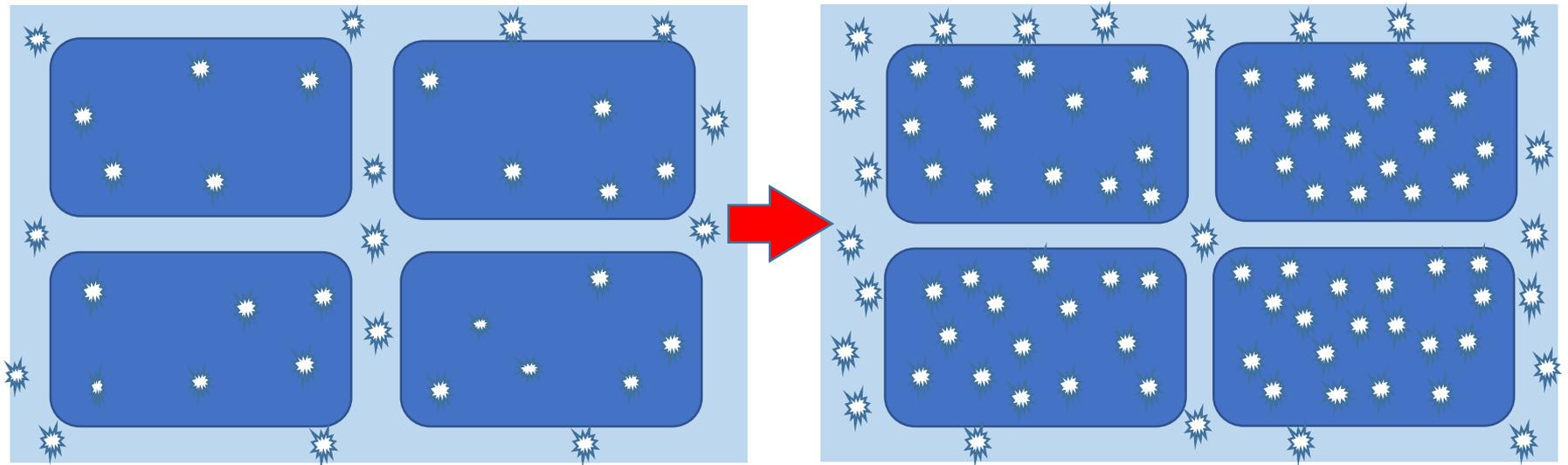
細胞外
溶質濃度が**薄く**
凍り易い

細胞内
溶質濃度が**濃く**
凍りにくい



細胞外部に氷結晶核が生まれる

隣接する細胞内部の水を結晶素材として成長するため、細胞は脱水され、かつ押しつぶされ物理的な障害を生み出すと考えられている。



細胞内外を問わず両者の凍結点以下の温度にすばやく到達するため、氷結晶が細胞外部と内部に均一にほぼ同時に出来始める

魚肉(鮭)凍結細胞断面

エアースラスト凍結



図1 試験体(サバ)



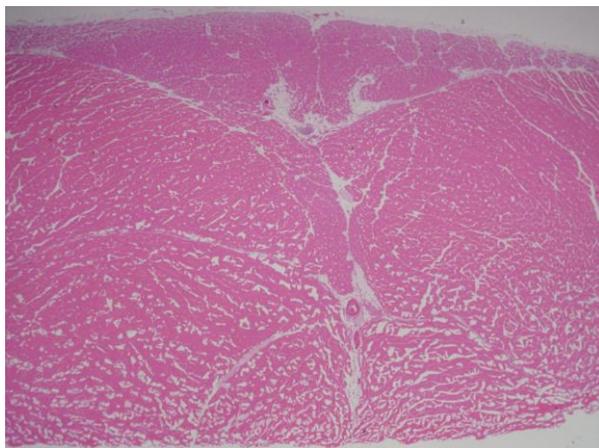
図2 試験体(サバ)



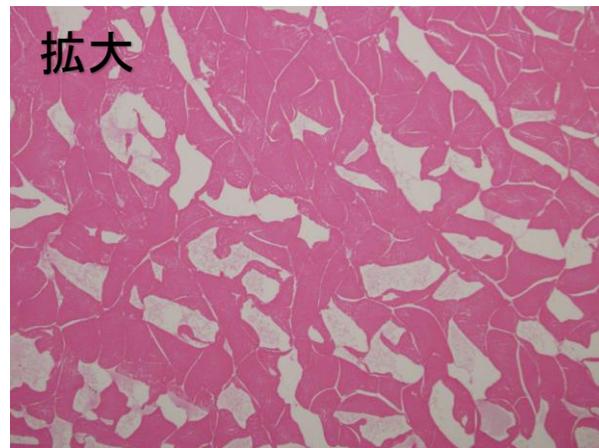
図3 凍結状況



図4 凍結後の試験体(サバ)



拡大



塩分濃度20%氷凍結



図6 ソルトアイスによる凍結状況



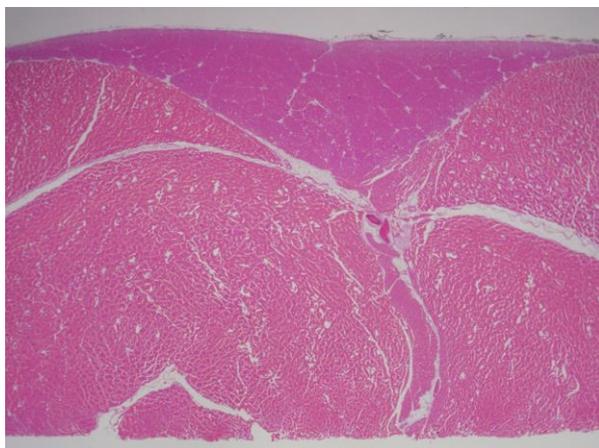
図7 ソルトアイス



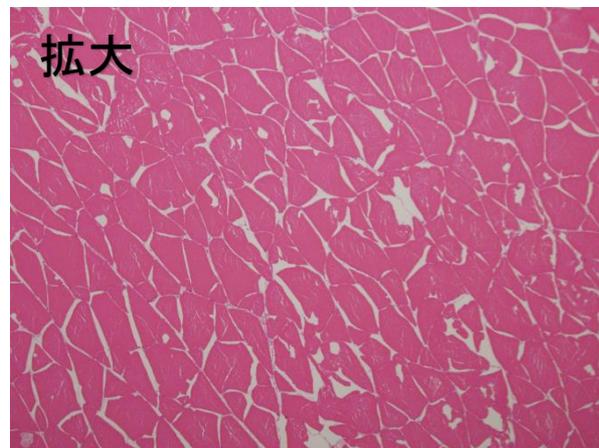
図8 ソルトアイス製造装置



図9 ソルトアイス製造状況



拡大





船による輸出時コールドチェーンでの鮮度検証 ①

◎長崎(日本)
↓
アメリカ(ボストン)

- ・SeaFood EXPO Noth America来場者100名に試食、うち、日本から参加している水産加工業者(11名)にアンケートの回答を得た。
- ・11名中10名から「**生食での提供可能**」との回答であった。

1/17 凍結(長崎)
1/31 冷凍コンテナ積み込み
2/6 東京港出発
3/6 NY港到着
3/7 通関検査
3/15 FDA検査通過
3/20 試食会

No.	判定項目	◎	○	△	×	Σ
1	血合いの色		8	2	1	11
2	肉の色	2	5	4		11
3	透明感	2	5	2	2	11
4	匂い	4	3	3	1	11
5	食感(歯ごたえ)	6	1	1	3	11
6	味	5	4	1	1	11
7	生食での提供は、可能と思われますか？	10			1	11
Σ		29	26	13	9	



ドリップ測定

アジ:エアースラストに比べて、約1/2のドリップ量であった。

サバ:エアースラストに比べて、約60%のドリップ量であった。

凍結方法	解冻方法	包材込の重量(A)	魚のみの重量(B)	ドリップ (%)
ソルト凍結-1	急速解冻(流水) ※水温6.5°C、 1時間	139.00	136.00	2.16
ソルト凍結-2		130.00	127.00	2.31
エアースラスト-1		157.00	148.00	5.73
エアースラスト-2		133.00	127.00	4.51

凍結方法	解冻方法	包材込の重量(A)	魚のみの重量(B)	ドリップ (%)
ソルト凍結-1	急速解冻(流水) ※水温6.5°C、 1時間30分	402.00	392.00	2.49
ソルト凍結-2		325.00	316.00	2.77
エアースラスト-1		387.00	370.00	4.39
エアースラスト-2		525.00	502.00	4.38

船による輸出時コールドチェーンでの鮮度検証 ②

◎長崎(日本)



中国(上海)

- 3/6 凍結(長崎)
- 3/10 冷凍コンテナ積込み
- 3/14 博多港出発
- 3/18 上海港到着
- 3/24 通関検査
- 3/29 官能テスト

- ・日本食レストラン、現地外食店、水産物関係者など60名から回答。
- ・アンケートでは、約80%が「**良好**」との回答。
- 「生食での提供」に関しても、95%が「**提供可能**」との回答。

(1)アジ

No.	判定項目	◎	○	△	×	Σ
1	血合いの色	14	13	6		33
2	肉の色	8	20	2	1	31
3	透明感	11	15			26
4	匂い	12	13	6		31
5	食感(歯ごたえ)	15	10	4		29
6	味	15	12	4		31
7	生食での提供?	可能(35)、不適(2)				

◎:大変良い ○:良い △:どちらとも言えない ×:良くない

(2)サバ

No.	判定項目	◎	○	△	×	Σ
1	血合いの色	9	16	7		32
2	肉の色	11	13	6		30
3	透明感	10	12	7		29
4	匂い	14	16	1	1	32
5	食感(歯ごたえ)	13	15	2		30
6	味	14	14	3		31
7	生食での提供?	可能(36)、不適(1)				

◎:大変良い ○:良い △:どちらとも言えない ×:良くない

(4)タイ

No.	判定項目	◎	○	△	×	Σ
1	血合いの色	10	16	3	1	30
2	肉の色	7	18	7		32
3	透明感	8	14	6		28
4	匂い	13	16	3		32
5	食感(歯ごたえ)	16	10	2	1	29
6	味	15	10	4		29
7	生食での提供?	可能(35)、不適(2)				

◎:大変良い ○:良い △:どちらとも言えない ×:良くない

(5)ハマチ

No.	判定項目	◎	○	△	×	Σ
1	血合いの色	10	15	4	2	31
2	肉の色	10	12	3	3	28
3	透明感	8	12	7	2	29
4	匂い	9	18	2		29
5	食感(歯ごたえ)	14	12	4		30
6	味	14	13	3	1	31
7	生食での提供?	可能(36)、不適(1)				

◎:大変良い ○:良い △:どちらとも言えない ×:良くない





船による輸出時コールドチェーンでの鮮度検証 ③

◎既存冷凍法との比較

- ・塩しか使わないので、安全で、再利用でき、ランニングコストを抑える事ができる。
- ・長期輸送の鮮度保持が可能になったことにより、
 - ①空輸ではなく海上輸送が可能となった。
 - ②海上輸送だと一度に23t近く輸送できるため輸送コストを**1/10**程度に抑えることができる。
 - ③海上輸送では既存の冷凍方法だと主に加熱用だった原料が、20%塩分濃度氷凍結では、生食用で使用できるため付加価値が生まれ鮮魚に近い売価が期待される。
そのため、冷凍魚であっても少なくとも**1kgあたり1,000～800円前後の売価**が期待できる。
 - ④長期の鮮度保持ができるため、世界各地に輸送可能となり新規の市場の開拓ができる。

総合的なメリットは、輸送コストが下がり、高鮮度が保持されるため、消費者により生魚に近い冷凍魚を提供する事ができ売り上げにつなげる事ができ、輸出量の拡大が期待できる。



鮮度保持に使用される氷の種類

