

日本海産ホタテガイ

韓国活貝輸送の要点



令和4年9月

北海道立総合研究機構水産研究本部

まえがき

韓国ではホタテ活貝を炭火で焼く「貝焼き」の人气が高く、需要が高まる夏季を中心に、本道から年間2万トン以上の活貝が輸出されています。

韓国向け活貝の産地は、稚貝生産の拠点である日本海地域が主産地となっています。

現在の流通経路では、産地から韓国市場に届くまでに3～4日を要するため、夏季の高気温および高水温時には活力が低下しやすく、韓国着時の生存率が著しく低下することが問題となっています。

そこで、道総研では、日本海地域の生産者および道内輸流通業者の協力を得て、産地から韓国市場までの輸送実態を調査するとともに、活力を保持するための技術を開発しました。本書では、その技術開発の内容をご紹介します。

目次

1. 活貝輸送の経路	3頁
2. 生産現場の処理工程	
韓国着後の荷下ろしの様子	4-5頁
3. 用語解説	6頁
4. 活貝輸送技術の要点	7頁
5. 生産現場での活力維持条件	8-10頁
6. 輸送時の活力維持条件	11-14頁
7. 高生存率を導く活貝輸送技術	15-17頁

活貝輸送の経路

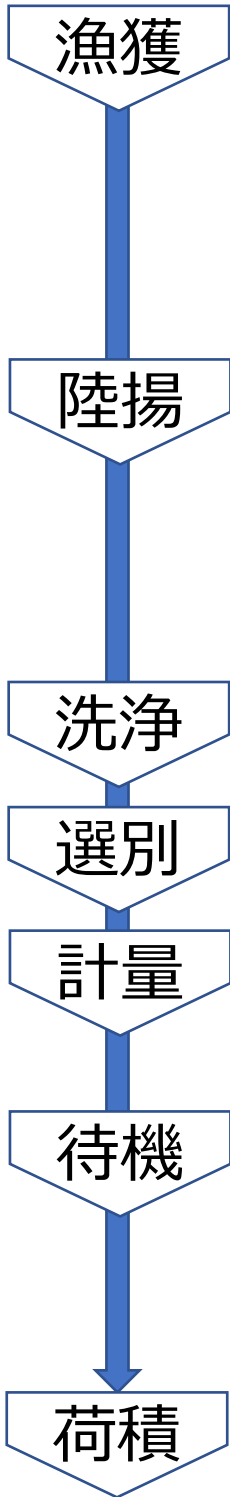


○産地から釜山市場までの輸送経路

産地1日目 → (陸路) → 小樽港 → (海路) →
舞鶴港2日目 → (陸路) → 博多港 → (海路) →
釜山港3日目 → (陸路) → 釜山市場

* 下関港経由では釜山着は4日目となる。

生産現場の処理工程



水揚



船上積載



帰港



陸揚



洗浄



選別



計量



輸送車水槽に投入前の待機



荷積



- 輸送車水槽に投入
- ・ 輸送車には容量約3tの水槽が3~4個設備
 - ・ 貝 7t / 10t (車積載量)

韓国着後の荷下ろしの様子



輸送車水槽から貝を
たも網ですくい取る



計量後、蓄養水槽へ



低温海水（5℃以下）
で蓄養

－用語解説－

■ホタテガイの活力に係わるエネルギー成分

貝はプランクトンなどを餌とし、得られた栄養素を材料にして、
①ATPや②アルギニンリン酸というエネルギー成分を作ります。

①ATP

殻を開閉するときの貝柱の伸縮など、あらゆる生命活動に必要なエネルギー成分です。無くなれば死亡するため、常に一定レベルに維持され、エネルギーの「貨幣」とされます。

②アルギニンリン酸

貝がヒトデなどの外敵から逃げるときに、瞬時に消費されるATPの補給源として知られ、エネルギーの「貯金」とされます。

■ホタテガイの活力とアルギニンリン酸量

各種ストレスによる貝の活力低下は、アルギニンリン酸量の減少と関連することが報告されています（参考文献.1）。

本書では、アルギニンリン酸量を活力指標としました。

これまでの調査結果から、本書では貝の活力とアルギニンリン酸量との関係を下記のとおり定義します。

- ・活力「高位」：アルギニンリン酸量 15 μ mol/g以上
- ・活力「中位」：同 10以上15 μ mol/g未満
- ・活力「低位」：同 10 μ mol/g未満

参考文献1 武田 忠明, 櫻井 泉, 前川 公彦, 埜澤 尚範.
日本水産学会誌 (2014) 80 (5) 753-760

活貝輸送技術の要点

生産

漁獲→洗浄・選別→出荷での活力維持には

- ・船上に水揚げした貝には十分に海水を掛ける。
- ・高気温時には、処理時間を短くする。
- ・選別洗浄時の衝撃は極力避ける。
- ・荷積待機中には十分に海水掛けする。

Q&A Q1・Q2

輸送

輸送車水槽に蓄養時の活力維持には

- ・水温を低温（5℃以下）で制御すること。
- ・十分な酸素供給により酸素濃度維持すること。
- ・海水交換や収容量減も有効。

Q&A Q3・Q4

活貝輸送技術

高い生存率を達成するには

- ・出荷時の貝の活力維持が最も重要なポイント。
- ・輸送時の蓄養水温は約5℃以下制御が重要。
- ・高酸素、海水交換、収容量減の追加も有効。

Q&A Q5・Q6

Q1 水揚げから出荷までに活力は低下しますか？

A1 出荷までの経過時間や各処理工程で活力は低下します。

○ 水揚げから出荷までの各工程の活力を調査

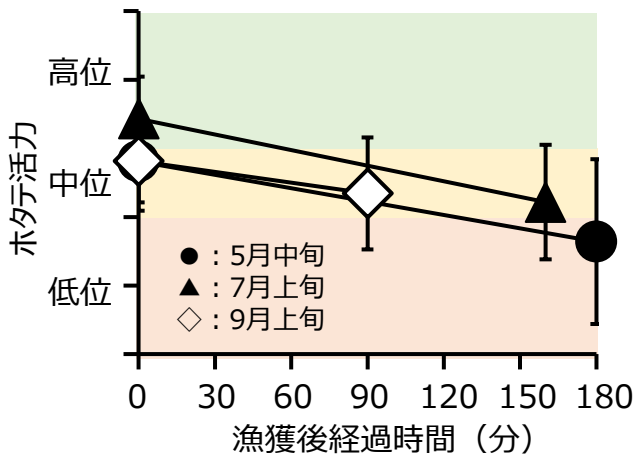


図1. 漁獲から荷積まで活力変化

1. 生産現場の活力

- ・ 処理時（午前5時～8時）の気温
5月中旬：12℃、7月上旬：11～13℃
9月上旬：22～25℃
- ・ 貝は漁獲後から輸送車水槽に投入されるまで外気の影響を受けます。
- ・ 活力は漁獲後の時間経過で低下（図1）
- ・ 9月は処理量を半分にして、処理時間を短縮する工夫がみられました。

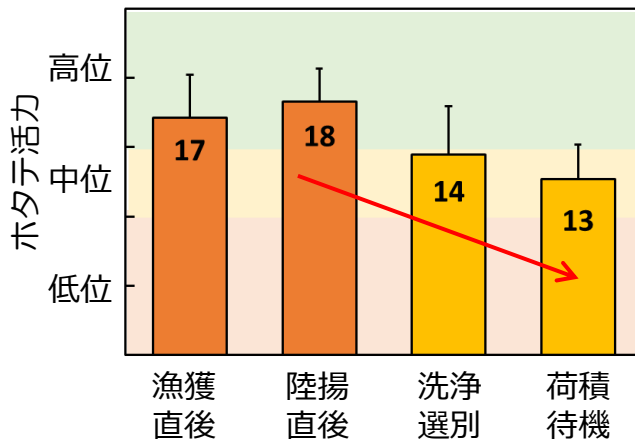


図2. 処理工程別の活力変化

* 数字はアルギニンリン酸量 ($\mu\text{mol/g}$) の平均値 ($n=10$)

2. 作業工程別の活力

- ・ 洗浄、選別や荷積待機時に活力の低下がみられました（図2）。
- ・ 洗浄、選別では、機械の衝撃が活力低下に影響する可能性があります。



洗浄・選別時の衝撃

Q2 荷積待機時に活力低下を抑制する方法はありますか？

A2 貝の温度上昇を抑えるため、海水掛や遮光が有効です。

○ 海水掛・遮光のモデル試験



- ・ 夏季の晴天時、気温22～25℃で貝を3h空中放置し、貝内部の温度と活力の変化をみました。
- ・ 試験区は、海水掛及び遮光の有無で3区を設定（左写真）。

海水掛： 無し 無し 有り
 遮光： 有り 無し 無し
 シンボル： ● ■ △

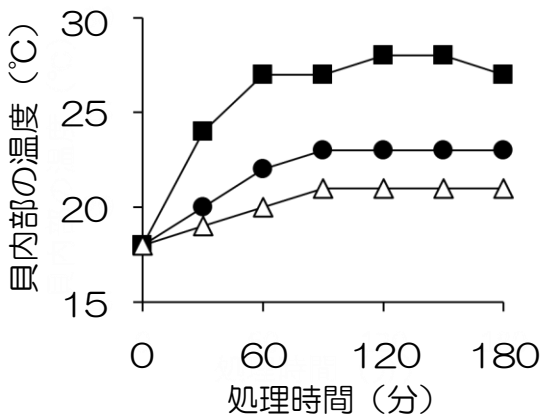


図3. 貝内部の温度変化

- ・ 海水掛及び遮光無し (■) の貝内部温度は、60分で25℃以上に達しました。
- ・ 海水掛や遮光有り (△、●) では、貝内部の温度上昇が抑えられました。

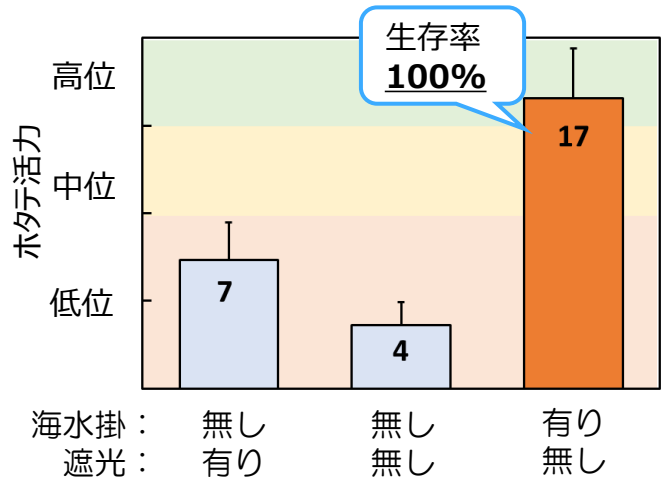


図4. 3時間放置後の活力

*数字はアルギニンリン酸量(μmol/g)の平均値 (n = 10)

- ・ 海水掛により高い活力を維持し、10℃蓄養4日後の生存率は100%でした (図4)。

実践例：荷積待機時の海水掛

【ビフォー】海水掛の無い場合や、カゴの多段積みが見られました。



カゴ2段積み
(海水掛：無)
18カゴ/パレット



カゴ3段積み
(海水掛：有)
25カゴ/パレット

【アフター】海水掛施設を新設して水量調整が可能になりました。また、遮光も施しました。カゴの段数や1パレットあたりのカゴ数も減少していました。



カゴ2段積・海水掛有（増水）・遮光
20カゴ/パレット

Q & A Q3

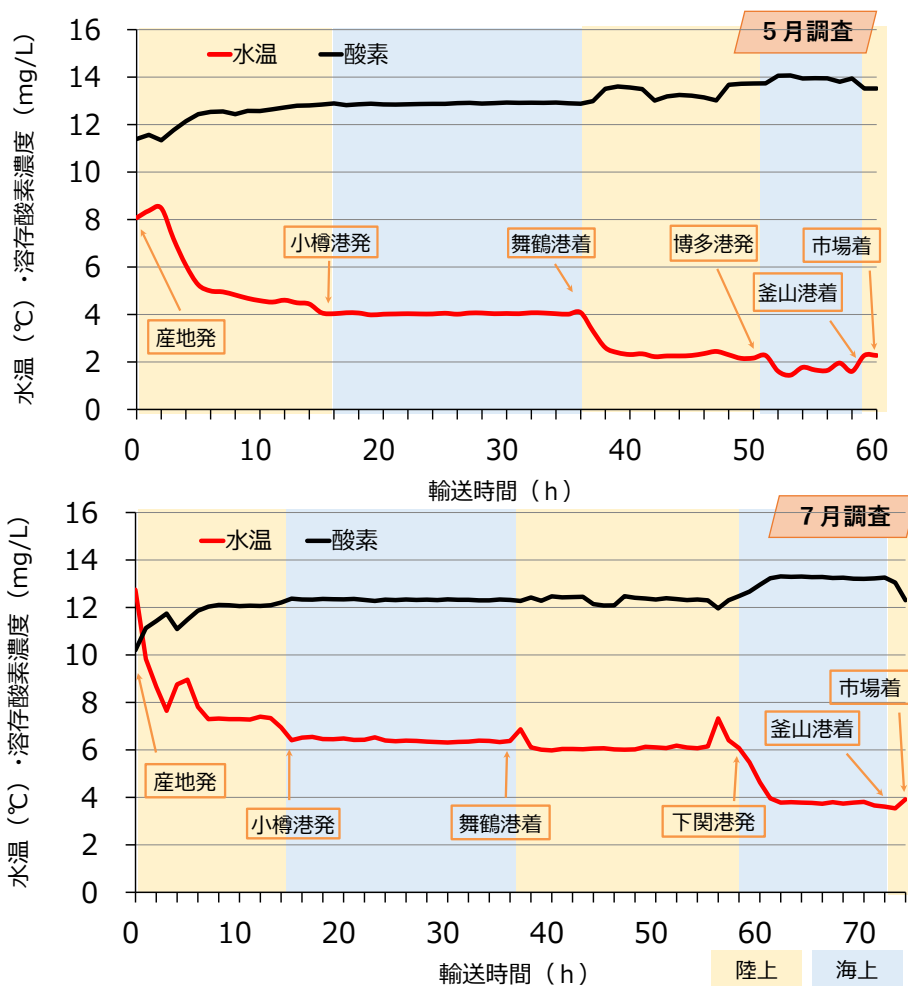
Q3 産地から韓国までの輸送実態を教えてください？

A3 低水温かつ高溶存酸素濃度で制御され、産地出荷時の活力を維持していました。

○ 漁獲直後から韓国着までの輸送実態

・ 5月及び7月に産地から韓国市場までの蓄養水槽の水温と溶存酸素濃度、産地出荷時及び韓国着時の活力を測定しました。

1. 水温及び酸素濃度



・ 輸送開始から概ね16時間で、一定の水温及び酸素濃度で管理されていました。

・ 5月調査
 平均水温：3.7℃
 平均酸素濃度：13.0mg/L

・ 7月調査
 平均水温：6.2℃
 平均酸素濃度：12.4mg/L

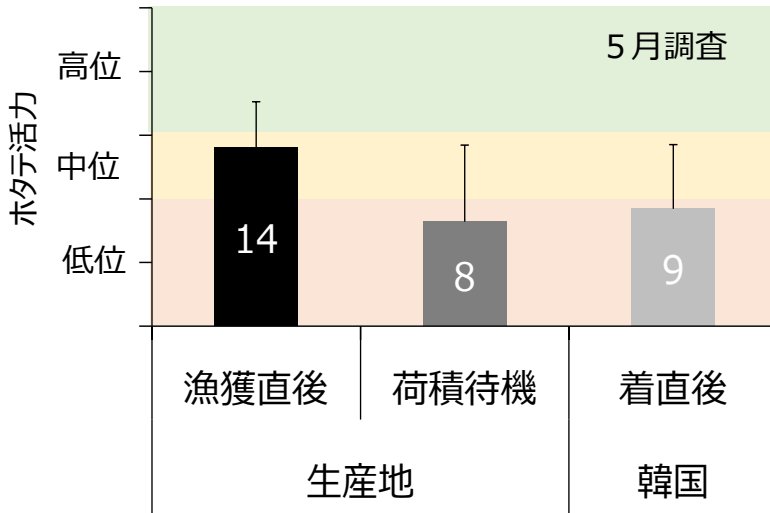
※ 7月調査は、「平成30年7月豪雨」により、舞鶴から福岡までの陸路が混乱し、下関港経由での輸送となりました。

図5. 輸送時の蓄養水温及び溶存酸素濃度の変化

ウラ面に続く

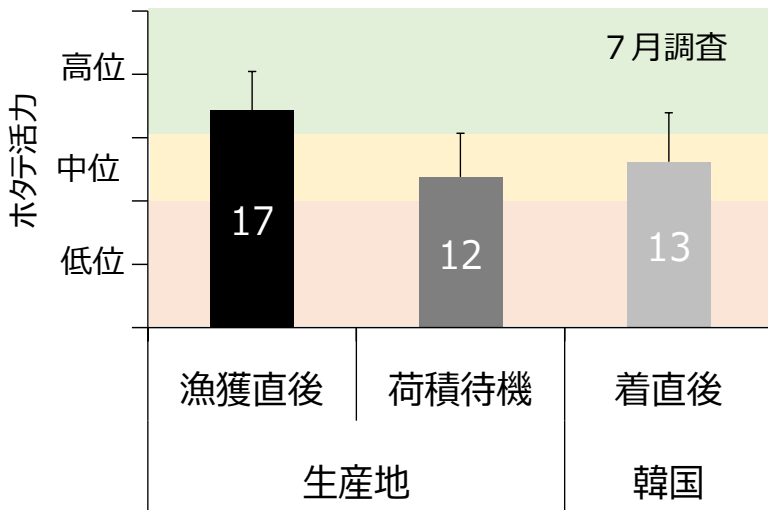
2. 漁獲直後から韓国着までの活力変化

- 産地にて漁獲直後及び出荷時の活力を、さらに韓国着時の活力を現地釜山市場にて追跡調査しました。



- 産地出荷時の活力は低位でしたが、輸送条件が低水温かつ高酸素濃（図5）で制御され、韓国着時の活力は出荷時を維持していました。

図7. 産地から韓国着時までの活力変化（5月調査）



- 産地出荷時の活力は中位で、輸送条件が低水温かつ高酸素濃（図5）で制御され、韓国着時の活力は中位を維持しました（図8）。

図8. 産地から韓国着時までの活力変化（7月調査）

* なお、上記の輸送実態は、本研究の協力機関における事例の一つであり、各輸送業者により実態が異なる場合があります。

Q & A Q4

Q4 輸送時の蓄養条件で重要な項目を教えてください。

A4 低水温、高酸素濃度、海水交換、収容量減が重要です。

○ 蓄養条件のモデル試験

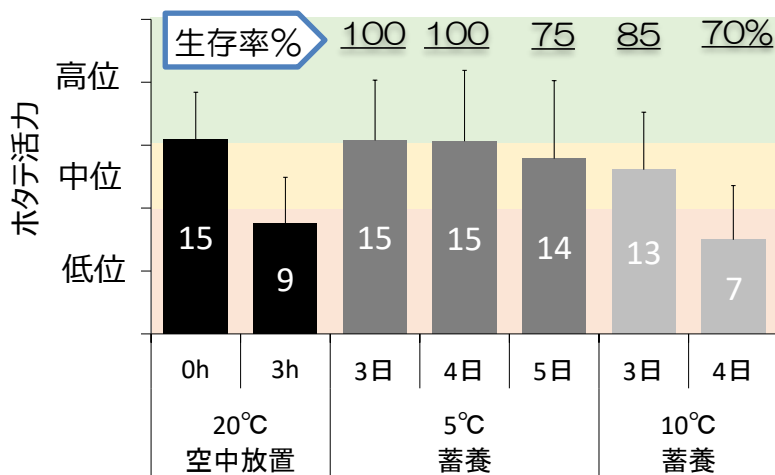


図9 輸送時の水温条件による活力と生存率

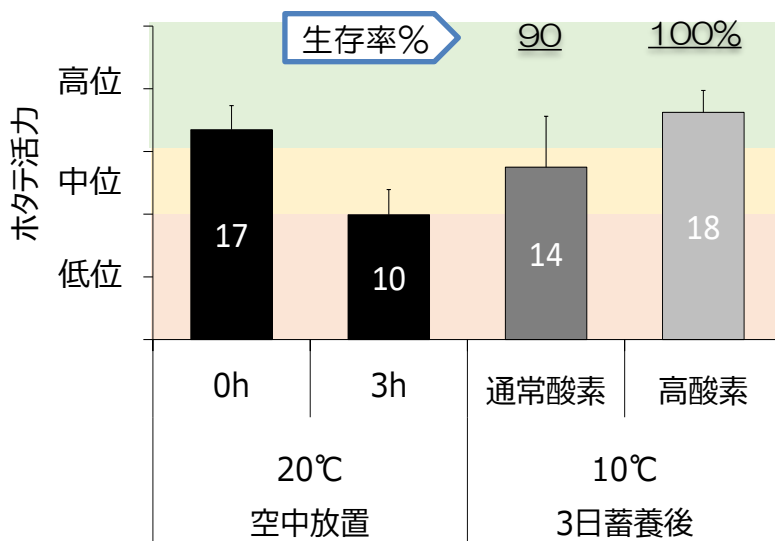


図10 輸送時の溶存酸素濃度条件による活力

1. 水温条件

- ・ 貝を20°Cで3時間空中放置後、5°C及び10°Cで3日～5日間蓄養して、活力と生存率をみました。
- ・ 蓄養水温は、5°Cが10°Cに比べて、活力及び生存率維持に有効でした。

2. 酸素濃度条件

- ・ 貝を20°Cで3時間空中放置後、通常酸素（空気供給）及び高酸素（酸素供給）にて、10°Cで3日間蓄養し、活力と生存率をみました。
- ・ 酸素濃度は、高酸素が通常酸素に比べて、活力及び生存率維持に有効でした。

* 酸素濃度

高 : 12ppm以上

通常 : 7～9ppm

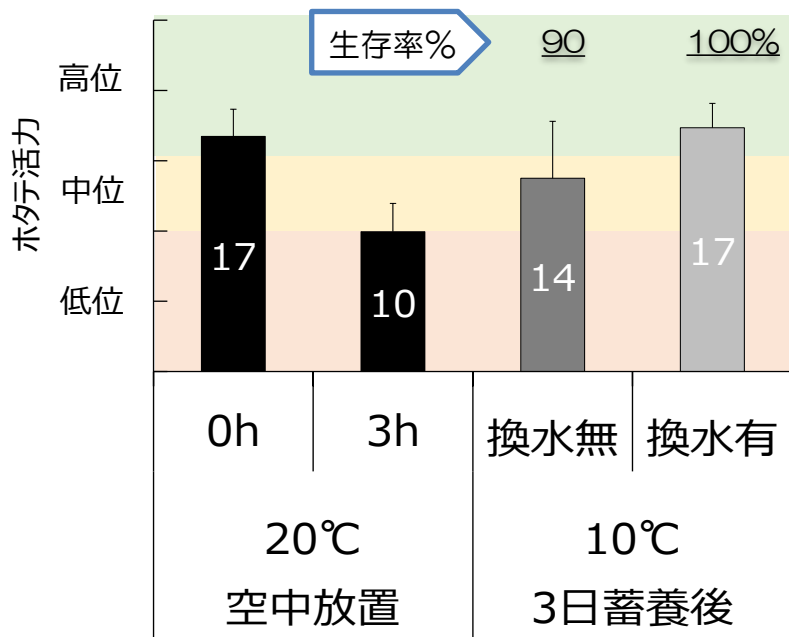


図11 輸送時の海水交換による活力

3. 海水交換（換水）条件

・ 貝を20°Cで3時間空中放置後、10°Cで3日間蓄養し、蓄養海水の交換の有無で、活力と生存率をみました。

・ 海水交換は、活力及び生存率維持に有効でした。

* 交換海水は、低水温が望ましく、夏季でも低温で大量に使用可能な海洋深層水（岩内町）が実用されています。

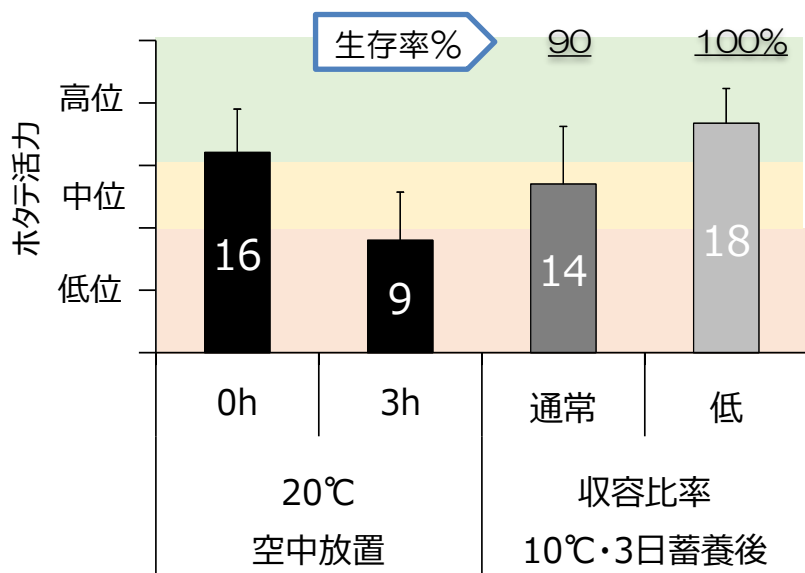


図12 輸送時の収容比率による活力

4. 貝の収容条件

・ 貝を20°Cで3時間空中放置後、貝の収容比率*を通常より1割低減して、10°Cで3日間蓄養し、活力と生存率を見ました。

・ 収容比率を1割低減することで、活力及び生存率維持に有効でした。

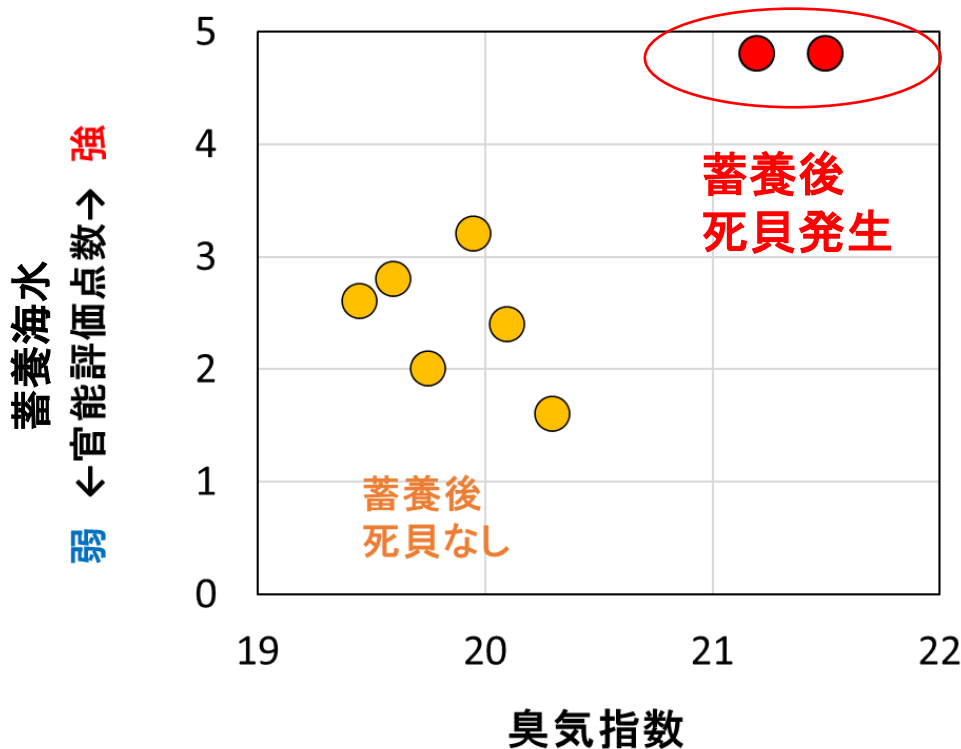
* 収容比率

通常比率 貝7：海水10

低比率 貝6.3：海水10.7

参考資料

死貝が発生すると蓄養海水はにおう？



官能評価：濾過海水の臭いを0とした

臭気指数：悪臭防止法で何倍希釈すると無臭になるかによってにおいの強さを定義。（例えば、臭気指数30 → 1000倍希釈でにおいが消える）

死貝が発生すると、蓄養海水の官能評価や臭気指数から、においの強さが判別できます。

Q & A Q5

Q5 生存率90%を達成するために必要な、出荷待機時の活力と輸送時の蓄養条件の組み合わせは？

A5 出荷時の活力は「中位」以上で、蓄養水温5℃以下を重点項目とし、高酸素濃度、海水交換、収容比率低減の組み合わせにより、生存率が向上します。

○ 産地出荷時の活力及び輸送時の蓄養条件のモデル試験

生産条件	輸送条件						
	酸素濃度	海水交換	収容比率	水温			
10℃				7.5℃	5℃	2.5℃	
低位	通常	無	通常	38	56	60	60
	高	無	通常	40	58	62	62
	通常	有	通常	40	58	62	62
	通常	無	低	40	58	63	63
	高	有	通常	42	60	64	64
	高	無	低	43	61	65	65
	通常	有	低	43	61	65	65
	高	有	低	45	63	67	67
中位	通常	無	通常	69	87	91	91
	高	無	通常	71	89	93	93
	通常	有	通常	71	89	93	93
	通常	無	低	72	90	94	94
	高	有	通常	74	91	95	95
	高	無	低	74	92	96	96
	通常	有	低	73	92	96	96
	高	有	低	76	94	98	98
高位	通常	無	通常	75	93	97	97
	高	無	通常	77	95	99	99
	通常	有	通常	77	95	99	99
	通常	無	低	77	95	100	100
	高	有	通常	79	97	100	100
	高	無	低	79	98	100	100
	通常	有	低	79	98	100	100
	高	有	低	82	100	100	100

生存率 (%)

	< 50
	50~70
	70~89
	90-94
	95-100

- ・ 貝を20℃で空中放置して、活力「低位」、「中位」、「高位」の貝を人工的に作りました。
- ・ これらの貝を水温、酸素濃度、海水交換、収容比率を変えて蓄養し、生存率から、最適な出荷輸送技術を推定するモデル試験を実施しました。
- ・ その結果、貝の活力は「中位」以上で、高酸素濃度、海水交換、収容比率低減の組み合わせにより、生存率90%の達成が可能なが分かりました。

図13. 活力別の蓄養条件が生存率に及ぼす影響

* 酸素濃度：高（12ppm以上）、通常（7~9ppm）

* 収容比率：通常比率（貝7：海水10）、低比率（貝6.3：海水10.7）

活貝輸送技術のまとめ

・ 韓国着時の生存率90%以上を達成するための、産地での貝の処理条件や輸送車の蓄養条件の重要項目をまとめました。

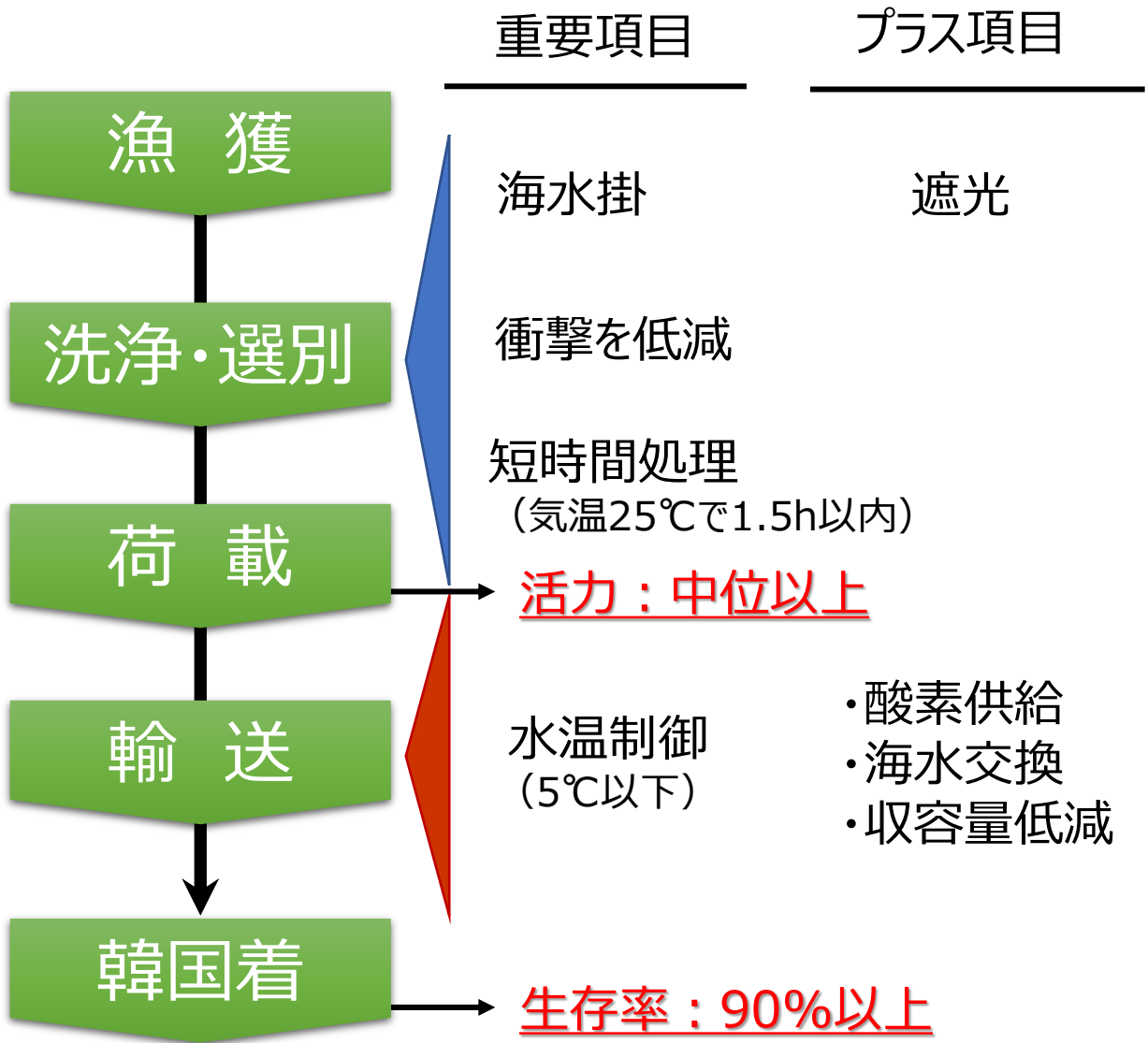


図14. 高生存率を達成する活貝輸送の重要項目

Q6 生存率を外観から判断できませんか？

A6 外套膜の状態から判断できる可能性があります。

正常な活貝



外套膜後退

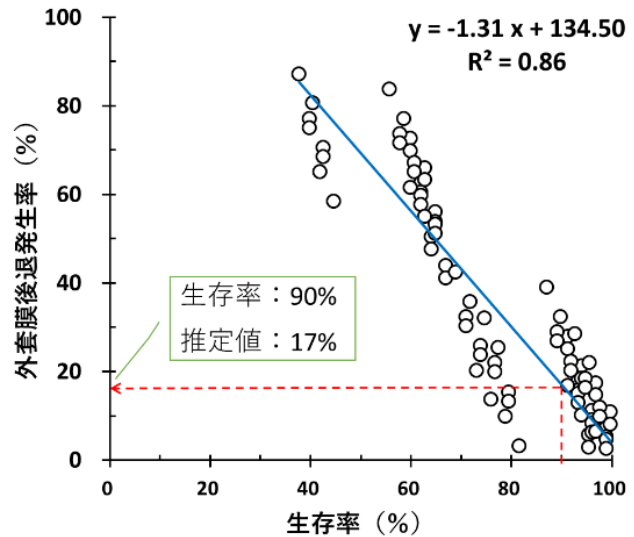


図15. 正常な活貝（上）と
外套膜が後退した活貝（下）

図16. 外套膜後退発生率と生存率の関係

1. 貝の外観から蓄養後の生存率を評価できないか、活貝の外套膜に着目してみました。
2. 蓄養前の空中放置の程度により、外套膜の後退が認められ（図15）、蓄養後の生存率との関係を見ました。
3. 外套膜が貝殻の辺縁部から1cm以上後退した貝の発生率と蓄養後の生存率には相関がみられました（図16）。
4. 出荷待機時の貝を目視観察し、その外套膜後退発生率が20%以上になると、生存率90%以下となる可能性があります。

協力機関

本試験は下記関係機関のご協力を得て進めました。

- 北海道水産林務部水産経営課
- 後志地区水産技術普及指導所
- 留萌地区水産技術普及指導所
- 小樽市漁業協同組合
- 新星マリン漁業協同組合
- 岩内町地場産業サポートセンター
- (株)小川食品
- 世隣(株)
- (有)ホリ商店
- 東海貿易

試験担当機関

北海道立総合研究機構 中央水産試験場加工利用部
〒046-8555 余市郡余市町浜中町2 3 8
TEL 0135-23-8703

北海道立総合研究機構 食品加工研究センター食品開発部
〒069-0836 江別市文京台緑町589-4
TEL 011-387-4119

日本海産ホタテガイ韓国活貝輸送の要点
令和4年9月発行

発行 北海道立総合研究機構
編集 水産研究本部中央水産試験場加工利用部

〒046-8555
余市郡余市町浜中町 2 3 8

TEL 0135-23-8703
FAX 0135-23-3141