

定温水産物流トレーサビリティシステムの導入による品質・衛生管理型漁港の機能向上に関する一考察 (北海道羅臼漁港の事例)

STUDY ON IMPROVEMENT OF QUALITY AND HYGIENE MANAGEMENT IN RAUSU FISHING PORT BY INTRODUCING TRACEABILITY SYSTEM FOR MARINE PRODUCTS TRANSPORT IN CONSTANT TEMPERATURE

若林隆司¹・泉田典彦²・矢本欽也³・上川功一³・中泉昌光⁴・長野章⁵
Takashi WAKABAYASHI, Norihiko IZUMIDA, Kinya YAMOTO, Koichi KAMIKAWA,
Masamitsu NAKAIZUMI and Akira NAGANO

¹ 正会員 株式会社 アルファ水工コンサルタンツ (〒063-0829 札幌市西区発寒 9-14-516-336)

² 株式会社 アルファ水工コンサルタンツ (〒063-0829 札幌市西区発寒 9-14-516-336)

³ 国土交通省 北海道開発局 釧路開発建設部 (〒085-8551 釧路市幸町 10 丁目 3 番地)

⁴ 正会員 工博 国土交通省 北海道開発局 農業水産部 (〒060-8511 札幌市北区北 8 条西 2 丁目)

⁵ 正会員 工博 公立はこだて未来大学 (〒041-8655 函館市亀田中野町 116-2)

The thermal control and traceability system of marine products from ocean to consumption area and consumers via long-distance transport has been developed in order to enhance the reliability and safety of fishery products.

In this study, the improvement in the quality and hygiene management is examined in Rausu fishing port of Hokkaido as an example into.

Key Words : Physical distribution, fishery, hygiene management, fishing port, HACCP

1. はじめに

近年、食品流通を取り巻く状況は、BSE、偽装牛肉の流通、牛乳の食中毒事件などにより、厳しさを増している。消費者の食品への安全・安心に対する要求は高まり、かつて無いほどの勢いで「食品の安全性」が問われている。このような状況の下、北海道は、豊かな漁場に囲まれ全国の水揚げの約3割を占めるなど重要な食料供給基地であり、安全・安心な水産物の安定供給を図るため、生産流通の拠点である漁港において衛生管理型の漁港づくりや地域全体で取り組む地域HACCP¹⁾ (Hazard Analysis and Critical Control Point)が進められている。しかしながら、北海道の水産物は流通先である関東・京阪神などの大消費地に対して、輸送距離が長いと品質管理面やコスト面で他地域の水産物に比べ地理的に不利な条件にある。

一方、世界自然遺産知床半島に位置する第4種羅臼漁港は、北海道東端の地理的条件不利地域にあるが、全国

で16位、北海道で5位²⁾の漁獲量を上げ、衛生管理型の漁港づくりとして全天候型(人工地盤構造)埠頭・陸揚げ岸壁と清浄海水(深層水)取水施設の整備を進めている。また、羅臼漁港を利用する漁業者には漁船に温度センサーを搭載し、操業場所・船槽の温度情報を迅速に開示するシステムを先進的に導入する漁業者もいる。北海道の水産物の安全・安心な供給を考えた場合、信頼性及び安全確保のため、流通履歴及び品質管理(温度管理)情報が消費者に分かるトレーサビリティシステムの導入が重要と考える。また、こうした生産・流通履歴を知り安心を求める消費者ニーズは、新たな付加価値を生み出しブランド化の価値を高め輸送コストの吸収を図る重要なツールの一つと考える。

本研究では羅臼漁港をモデルに、漁場から長距離輸送を経て消費地(店舗)まで連続した温度管理と、消費地での小分け製品化に対応できる定温水産物流トレーサビリティシステムの実証試験を行い、流過程での品質確保及び生産拠点である品質・衛生管理型漁港の機能向上について検討したものである。

2. 定温水産物流トレーサビリティシステムの特徴

(1) トレーサビリティの手法について

一般にトレーサビリティの管理手法は、「情報提供型」と「真偽確認型」がある³⁾。実証試験では個体識別する標識を読み取り個体と比較確認したり、サーバで管理されている総量を確認する方法により流通業者・消費者自らが確認する「真偽確認型」の手法を用いた。また、実装方法は個体識別標識を記入したものを個体に装着して流通させる「個体追跡法」を採用した。

これは、消費者自らが携帯電話により、生産過程、個体の真偽を確認できる「真偽確認型」⁴⁾のトレーサビリティである。

(2) システムの特徴

本システムは、水産物の信頼性及び安全確保のため、漁場～店舗までの流通履歴及び品質管理(温度管理)情報を流通業者だけでなく消費者にも提供するトレーサビリティシステムである。本システムの実証試験ではICタグと携帯電話および携帯電話網を利用し、製品の生産から小売に至る流通履歴情報を登録すると共に、消費者に対しては小分けされた商品に貼られているQRコードを携帯電話で読み込み、収集した情報を閲覧するものである(図-1)。ICタグまたはQRコードを携帯電話で読み取り、所定のWebサイトにアクセスすることにより、情報の更新および閲覧が可能となる。

一般的なICタグおよびQRコードの利点は以下の通りである。

【ICタグの利点】

- ・ 大容量の情報が記入可能であり情報の書き換え、削除が可能。
- ・ 防水型(加工形式による)/耐温度性。
- ・ 発展途上の技術であり将来性、拡張性に優れることと、電波を利用することから物流における新しい自動認識技術の応用開発が期待される。

実証試験では研究段階の携帯電話用 IC タグリーダー(KDDI 製)を用いた。

【QRコードの利点】

- ・ 安価であり製造が容易である。
- ・ 30%程度破損しても解読が可能。
- ・ 携帯電話機に読取機能が実装されており、一般的技術の流用が可能。
- ・ ライター、プリンター等のデバイスが充実している。

実証試験用に製作した QR コードと IC タグを図-2に示す。



図-2 実証試験用に製作した QR コードと IC タグ

なお、陸上輸送の温度管理情報は、輸送車内の温度センサーにて測定した温度情報を10分ごとに、車内内の無線中継装置及び携帯電話網を経由してセンターサーバへ自動送信・登録することにより生産流通関係者や消費者が直接確認できるシステムである。また、漁場から陸揚げの温度情報は漁船に搭載されている温度センサーで船槽及び漁場の温度を自動測定(10分間隔)し、管理サーバに自動転送されたデータを漁組・船主の協力の得て、活用させていただいた。

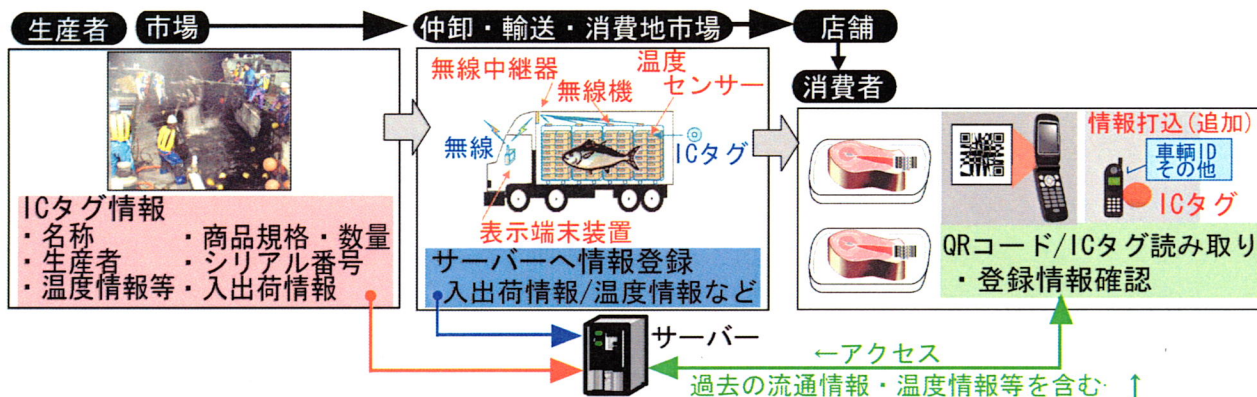


図-1 定温水産物流トレーサビリティシステムの概要

3. 実証試験

(1) 試験方法

本実証試験は、高級水産物における冷凍輸送(鮭児)及び鮮魚輸送(キンキ)の「生産～流通～消費過程の明確化」(トレーサビリティ)および製品の品質(温度)管理をICタグ(RF-ID)およびQRコードを用いて実験するものであり、合わせて輸送時のリアルタイム温度管理データの収集を行うものである。また、生産地、輸送過程、店舗での水産物の鮮度を確認するため鮮度調査を実施した。

さらにこうしたシステム・品質・衛生に対する消費者の意向調査をアンケート方式で実施し、長距離輸送における本システム導入の品質・衛生管理の効果と課題について検討を行った。

実証試験の内容は下記のとおりである。

a) 生産者段階：羅臼漁港

① 鮭児・・・第52網義丸

定置網の魚を船槽に入れ(11月10日3:00)、サンプル(鮭)2尾の鮮度調査と体内に温度センサーを設置。なお、定置網船は漁獲物衛生管理高度化支援システム搭載漁船で、船槽の温度を陸上の管理サーバに自動的に登録することができる。

② キンキ・・・第3北翔丸

刺し網の魚を船上に上げ(12月13日2:25)、サンプル(キンキ)2尾の体内に温度センサーを設置した。

b) 市場・仲買段階：羅臼町

① 鮭児

競り後、仲買業者(海鮮工房)で鮮度試験(鮭児)を行い、その後真空パックし冷凍保存(-50℃)。(11月10日9:00)

② キンキ

競り後、仲買業者(海鮮工房)で鮮度試験(キンキ)を行い、冷蔵庫に保管(12月13日11:20)

c) 流通段階：羅臼町～札幌市(鮭児・キンキ)

輸送車両はバンに温度センサー及び送受信機を搭載し温度データの収集及び入出荷のデータをサーバに登録した。(写真-1)また、輸送途中で鮮度試験も実施した。(12月14日9:00 羅臼発～12月14日18:30 札幌着)



写真 -1 流通段階での入出荷登録

d) 店舗段階：札幌三越デパート(札幌)

店舗に搬入された鮭児・キンキの入荷情報をサーバに登録し、その後冷蔵庫に保管

(入荷12月14日18:30)

翌日、鮭児・キンキ各々を100パックずつに小分けし、各々のパックにQRコードを貼り付けクーラー内に陳列した(写真-2)。(陳列12月15日9:30)



写真 -2 QRコードの貼り付け・陳列状況

e) 消費者段階：(12月15日10:00～)

来店した消費者の方に携帯電話でQRコードを読み込み、産地の履歴及びレシピを確認(写真-3)していただいた後、食の安全意識や衛生管理などに関してアンケート調査を実施した。



写真 -3 携帯電話によるQRコード読み込み

(2) 試験結果

a) 温度管理試験及び異常温度情報の伝達試験

図-3に羅臼～札幌に至る温度変化の推移を示す。グラフは縦軸が測定温度、横軸が測定時間を表している。なお、センサーの詳細は以下の通り。

【センサー種別】

・異常試験用センサー：

鮭児用センサーと同じ鮭児の魚箱裏蓋に取付けられ、温度上昇試験、センサー個体の測定誤差確認用に使用。なお、警報設定温度(10℃)に達すると自動的に輸送車及びバックオフィスにメールで知らせる。

・鮭児用センサー：

鮭児の魚箱裏蓋に取付けられ、製品温度測定に使用。

- ・キンキ用センサー：
キンキの魚箱裏蓋に取付けられ、製品温度測定に使用。
- ・車内温度用センサー：
試験車輦(輸送車)荷台に取付けられ、製品輸送時の温度環境測定用に使用。

図-3より、各センサーの温度推移は同傾向の曲線を描いており、車内環境温度と製品の保存温度が密接な関係にあることが、グラフ上から読み取ることができる。また、異常試験用センサーと鮭児用センサーは同じ魚箱に取り付けられていることから、同等の温度および変化を示しており、微小な測定値の違いは魚箱内における保冷材とセンサーの位置関係によるものと推察される。

温度異常検出試験は、異常試験用センサーを鮭児の魚箱から取り出し、強制的にセンサーを暖めた(グラフ※1)。警報設定温度(10℃)に達した段階で自動的に輸送車及びバックオフィスにメールが届き異常発生を確認した。また、実際に製品の温度上昇が発生(実験車内における暖房の影響)し、警報設定温度(10℃)に達する手前で監視していたバックオフィスからの指示が入り、急遽魚箱に保冷材(氷)を追加した(グラフ※2)。氷を購入し魚箱に氷を投入した所要時間は5分であった。

今回は実験車輦(専用の保冷車ではない)によりデータを取得したため、停車時のドア開閉や車内暖房の影響等々による温度変化が記録された。特に製品温度が上昇する事象が発生しており、保冷車輦の故障等を想定した場合のケースとして当てはめることができるものとする。温度管理試験及び異常温度情報の伝達試験により、センター側から遠隔管理できることが証明され、また、警報設定温度(10℃)に達した段階においても警報発報により運転者に通知すると共に、任意のメールアドレスに温度異常を通知することを確認した。

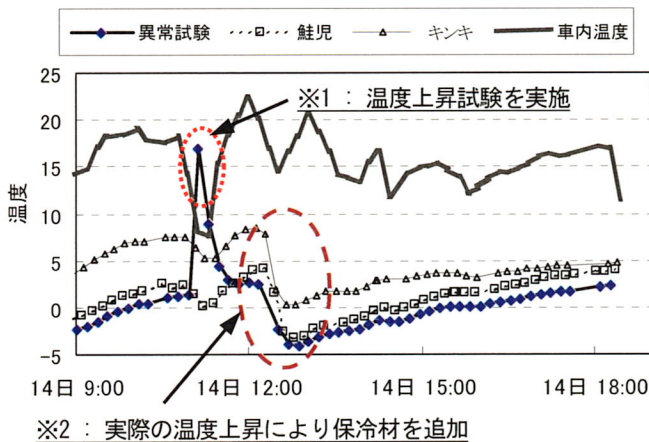


図-3 定温物流システム測定温度の推移(輸送車内)

b) 鮮度試験

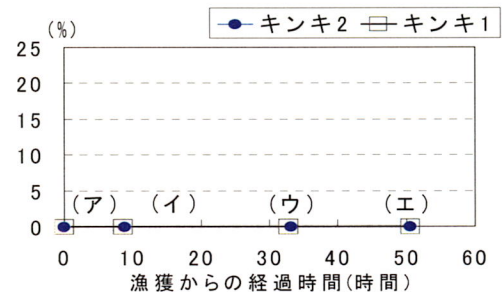
魚は死後、数時間後に死後硬直が始まり、同時に魚肉中のタンパク質は酵素の作用で自己消化が進む。自己消化がさらに進むと細菌が増殖しやすく腐敗にいたる。魚の鮮度の程度を知る手段として、魚肉の自己消化過程を知るための指標K値(鮮度判定恒数)がある。K値の測定方法は鮮度試験紙を用いた。鮮度試験紙から、A値(イノシンとヒポキサンチンの含量)とB値(イノシン酸とアデノシンーリン酸の含量)を求め、「K値換算色標」でK値を測定する。

鮮度試験は、鮭児、キンキ各々2試料について、4回ずつ実施し、流通過程での鮮度(K値)を測定した。

キンキの鮮度試験結果を表-1、図-4に示す。キンキ2試料ともK値は5%未満であること、また図-5は漁獲から消費者段階に至るキンキの体内温度を示すものであり、2試料とも体内温度は3℃以下で魚箱内の気温も10℃以下であることから、鮮度良く輸送されたのが確認できる。

表-1 鮮度試験結果(キンキ 1,2)

サンプル	試験実施日時	A値	B値	K値	備考
キンキ1	12/13 2:25	0.5	1.5	5%未満	漁獲時
	12/13 11:02	0.5	1.5	5%未満	仲買業者(入荷時)
	12/14 11:35	0.5	1.5	5%未満	輸送途中(中清水)
	12/15 13:38	0.5	1.5	5%未満	消費者段階
キンキ2	12/13 2:25	0.5	1.5	5%未満	漁獲時
	12/13 11:19	0.5	1.5	5%未満	仲買業者(入荷時)
	12/14 11:31	0.5	1.5	5%未満	輸送途中(中清水)
	12/15 13:52	0.5	1.5	5%未満	消費者段階



- (ア): 漁獲直後
- (イ): 仲買業者(冷凍前)
- (ウ): 輸送途中(中清水)
- (エ): 消費者段階

図-4 鮮度試験結果(キンキ 1,2)

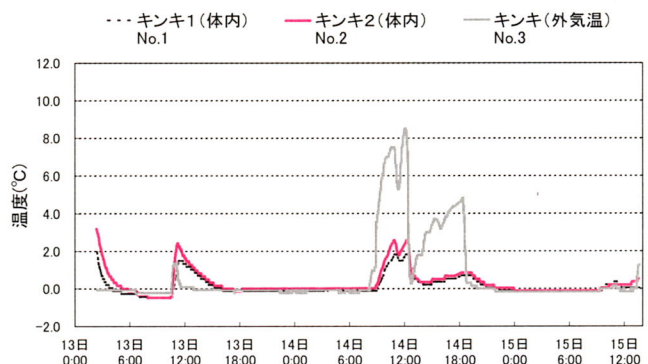


図-5 キンキ体内温度と魚箱内温度の推移

c) アンケート調査結果

アンケート調査は先に記述した札幌市の札幌三越デパートに来店した消費者を対象として、200人に質問形式で行い回答者は185人である。消費者アンケートの属性は、回答者の内女性が85%を占めた。年齢別では、60代が58%、次いで50代が24%、40代7%、30代8%、20代2%であった。また、トレーサビリティの認知度は、54%。携帯やインターネットの利用も、約半数で経験がある。

アンケート結果では、消費者の98%以上が、水産物の商品にトレーサビリティが必要であると考えており、「全ての水産物に必要」との回答が27%を占めた。さらに、水産物の偽装防止、安全性確保などが確認できるならば、割高でも購入する消費者が72%である。また、「価格」よりも「品質・鮮度」を優先して水産物を購入するが約7割りを占め、食の安全性へ意識が高いことが伺える。「流通過程で不安な箇所」は生産地(養殖場・漁場・漁港)に対する不安が60%を占めており、特に養殖場での不安が高い。また、流通段階・小売店においては、産地の偽造や流通過程での品質管理などの不安を感じているという意見が挙げられている(図-6)。

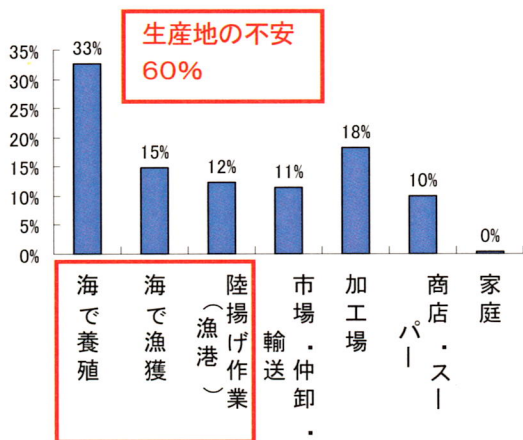


図-6 生産及び流通過程で不安な箇所

産地で特に注意してほしい点は、温度管理や異物混入が上位であった。また、ITで知りたい情報に関しては、安全への取り組み方(衛生管理状況)が31%、生産場所(海域や港の水質)の衛生度が30%を占め、直販情報(安くて新鮮な魚情報)よりもわずかであるが上位となっている(図-7)。

以上より、今回の実証試験によるトレーサビリティシステムは、消費者が望むような生産地情報が入手可能となること、また、流通過程での温度管理が流通業者は基より消費者も知ることができこと。さらに、生産者にとっては正確な情報を消費者に伝えられること、店舗段階にとっては消費者から信用が得られることなどから、本システムは、消費者にとってもまた、生産者を含む流通業者も安全性を確認できる有効な手段と評価できる。

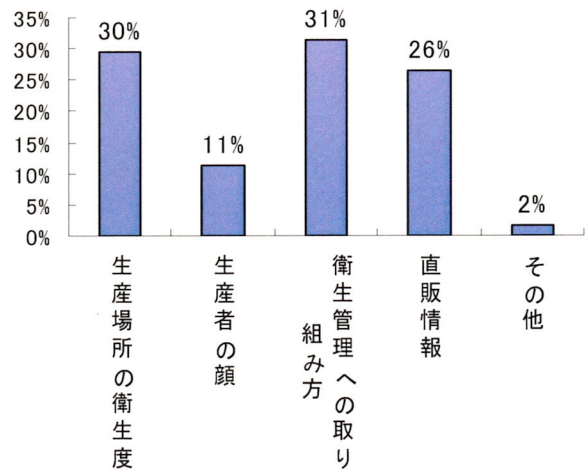


図-7 ITで知りたい情報

4. 品質及び衛生管理型漁港の機能向上について

(1) システム導入による品質(温度)管理の機能向上について

実証試験の内、定温水産物流トレーサビリティシステムは、漁獲から水揚げ、消費地までの生産・流通履歴や温度履歴が適切に記録され、警報設定温度(10℃)に達した段階においては警報発報により運転者に通知すると共に、任意のメールアドレスに温度異常を通知する機能を有する。

一方、消費者アンケート調査結果から、産地で特に注意してほしい点は、温度管理や異物混入が上位であり、「価格」よりも「品質・鮮度」を優先して水産物を購入するが約7割りを占め、食の安全性へ意識が高いことが伺える。また、ITで知りたい情報は衛生管理への取り組み方が上位である。

以上のように、本システムを活用することにより、従来の流通過程では情報として得られなかった温度管理情報が消費者に提供できるとともに、流通業者にも流通過程での温度情報が確認できることから、知りたい情報の提供や温度管理機能の向上に有効なシステムであると考えられる。

(2) システム導入による衛生管理型漁港の機能向上(相乗効果)について

実証試験から羅臼漁港の陸揚げに関して、次のことが挙げられる。

刺し網漁で漁獲されたキンキは、船上に置かれ網外しを行いながら帰港する。帰港した漁船上では残りの網外しを行うが寒さが厳しい中2時間以上(鱗取り含め)の作業となっており、長時間の網外し作業は酷寒の中では手がかじかむなど非常に厳しい労働環境となっている。また、網外しや陸揚げ時での雪・雨混入による鮮度低下も懸念される。さらに、積雪時の陸揚げ作業(写真-4)における転倒の危険性など寒冷地特有の課題も少なくない。さらに、サケの陸揚げ選別時には、

日射による鮮度低下や異物が混入する危険性も高く、屋根付き岸壁の設置が急がれる。



写真-4 積雪上での陸揚げ作業

このため、羅臼漁港では図-8 に示す「環境・衛生管理型漁港づくり推進事業」として全天候型（人工地盤構造）埠頭・陸揚げ岸壁と清浄海水取水（深層水）などの整備を進めており、本年9月のサケ漁期から供用される予定である。

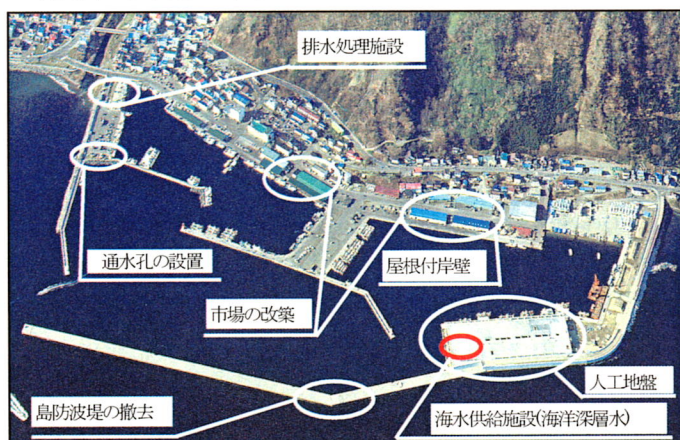


図-8 羅臼漁港 衛生管理型漁港づくり推進事業

一方、消費者アンケート調査結果から、IT で知りたい情報に関しては、安全への取り組み方（衛生管理状況）が31%、生産場所（海域や港の水質）の衛生度が30%を占めている。魚を購入するとき色、つや、産地で判断し購入している結果となっており、これは、生産地の生産努力（ブランド化）や衛生管理の取り組み姿勢が分からないで水産物を購入する機会が多いことを示唆している。例えば、本システムを活用した場合、生産・流通履歴が商品1パックから確認できるだけでなく、消費者が知りたい生産過程の温度情報や衛生管理型漁港における品質管理状況など安全への取り組み方も携帯電話を介して知ることになる。

このように、生産者の生産努力や衛生への取り組みはもとより、衛生管理型漁港と品質を確保する本システムの相乗効果により、衛生管理型漁港は「品質・衛生管理型漁港」へと機能向上するとともに地域ブランドづくりや輸入水産物との差別化にも効果があると推察する。さらに、消費者に提供される地域情報や地域ブランドから、地域全体の水産物への波及効果も期待できると考える。

5. おわりに

本研究のまとめと今後の課題を以下に示す。

(1) まとめ

- a) 本研究で提案したシステムは、漁獲から水揚げ、消費地まで生産情報や温度履歴が適切に記録され、警報設定温度(10℃)に達した段階においては警報発報により運転者に通知すると共に、任意のメールアドレスに温度異常を通知するなど、流通過程での温度管理に対する機能向上に有効なシステムであることを確認した。
- b) 消費者アンケートの結果より、IT で知りたい情報に関しては、安全への取り組み方（衛生管理状況）、生産場所（海域や港の水質）の衛生度が60%を占める。本システムを活用した場合、衛生管理型漁港と品質を確保し消費者が知りたい情報を提供する本システムとの相乗効果により、衛生管理型漁港は「品質・衛生管理型漁港」へと機能向上する。また、消費者に提供される地域情報や地元での生産努力及び衛生管理の取り組みから、他地域水産物との差別化、さらに地域全体の水産物への波及効果も期待できると考える。

(2) 今後の課題

水産物の国内外冷凍物流システムにおける課題の一つは、通常冷凍庫保管時の温度が-50℃以下であるため、現状のICタグの耐温度-20℃をさらに増すことが求められる。

謝辞：本研究の実証試験に際し、羅臼町役場、羅臼漁業協同組合、海鮮工房、札幌三越デパート並びに第52綱義丸及び第3北翔丸の船主の皆様にご多大なるご協力戴いた。また、定温物流システムに関しては株式会社KDDI ネットワーク&ソリューションズの木幡眞剛氏はじめに各位にご多大なるご助言、ご協力を戴いた。ここに記して関係各位に深甚なる謝意を表す。

参考文献

- 1) 中泉昌光, 大島肇, 岡貞行, 谷伸二, 鎌田昌弘, 若林隆司:安全・安心な水産物供給にむけた先導的な環境・衛生管理型漁港整備(標津漁港の事例), 海洋開発論文集 vol. 20, pp. 587-592, 2004
- 2) 全国漁港漁場協会, 2005 漁港漁場漁村ポケットブック, 2005
- 3) 岡貞行, 清野克徳, 黄金崎清人, 若林隆司, 三上貞芳, 長野章:養殖ヒラメを事例とした携帯電話によるトレーサビリティシステムの開発, 海洋開発論文集 vol. 20 pp. 1115-1120, 2004
- 4) 若林隆司, 三上貞芳, 長野章, 桑原伸司, 鳴海日出人, 岡貞行: Study on building a traceability system for whale meat, Proc. IIFET 2004, pp. 265(1)-265(7), 2004