

# 漁港の品質衛生管理における深層水の利用 の現状とその効果について

RESEARCH ON CURRENT STATE OF USE OF DEEP SEA WATER  
AND ITS EFFECTIVENESS IN HYGIENE-MANAGED FISHING PORT

上川功一<sup>1</sup>・矢本欽也<sup>1</sup>・山石秀樹<sup>2</sup>・中泉昌光<sup>3</sup>・鎌田昌弘<sup>4</sup>・林浩志<sup>5</sup>

Kouichi KAMIKAWA, Kinya YAMOTO, Hideki YAMAISHI

Masamitsu NAKAIZUMI, Masahiro KAMATA and Hiroshi HAYASHI

<sup>1</sup>北海道開発局 鉾路開発建設部（〒085-8551 鉾路市幸町10丁目3番地）

<sup>2</sup>羅臼町役場（〒086-1892 北海道目梨郡羅臼町栄町100番83）

<sup>3</sup>正会員 工博 水産庁 漁港漁場整備部（〒100-8907 東京都千代田区霞ヶ関1-2-1）

<sup>4</sup>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）

<sup>5</sup>正会員 財団法人 漁港漁場漁村技術研究所（〒101-0047 東京都千代田区内神田1-14-10）

The authors have conducted research on the current state of use of deep sea water and its effectiveness in a hygiene-management fishing port. Deep sea water-intake facilities have been constructed in 17 fishing ports and districts. Among them the use of deep sea water in Rausu and Kumaishi is designed to keep fish fresh and hygiene in the quality and hygiene-management fishing ports. This paper has clarified the effectiveness based on the results of the tests regarding freshness, buyer's consciousness inquiry by AHP method and the changes in quantity and cost of ice and clean low-temperature seawater. In Rausu Fishing Port the quantity of ice was reduced, while in Kumaishi walleye Pollock is exported to South Korea by land and sea after washed in deep sea water. Consequently, deep sea water serves the rise in the value of fishery products as well as the preservation of their freshness.

**Key Words :**Deep sea water, hygiene management, preservation of freshness, rise in value

## 1. はじめに

海洋深層水を利活用した飲料や健康食品など関連商品が開発・製品化され、昨今ではタラソテラピーなどの施設も見られる。水産分野でもその特性に注目し、食の安全や漁港・漁村の活性化のために、平成12年度より補助事業制度が創設され、取水施設の整備が進められている。本研究は、北海道の羅臼漁港と熊石漁港を事例に、国際競争力の向上や力強い産地づくりのための品質衛生管理において、深層水利用の現状とその効果を明らかにすることを目的とするものである。

具体的には、①全国での事例の整理・分析を行うとともに、北海道の事例を取り上げ、②漁港での品質衛生管理を想定した、深層水利用の効果の科学的分析に関する試験を行う、③深層水利用による生産流通構造の変化等について、買受人の意識調査（AHP法）を行う、④北海道の事例について海洋深

層水の利用の効果を明らかにすることとした。

## 2. 全国における取水施設の利用の現状

平成19年3月現在、全国17地区（うち5地区は地方公共団体単独・民間施設）で海洋深層水が取水されている（図-1）。深層水の利用は、水産分野では低温性・清浄性・富栄養性に着目し、①漁獲から陸揚げ・荷捌き・加工場から消費地に至る品質衛生管理、②深海性・冷水性、または清浄性・富栄養性を活用した水産増養殖が代表的である。非水産分野では、清浄性やミネラルなどを活用した食品、化粧品や医薬品等の製品開発、アトピー性皮膚炎治療やタラソテラピー等の医療、または農業や工業などの活用が行われている。

しかし、民間施設を除くと海洋深層水の利用は、そのほとんどが水産利用であり、全国の総取水量約

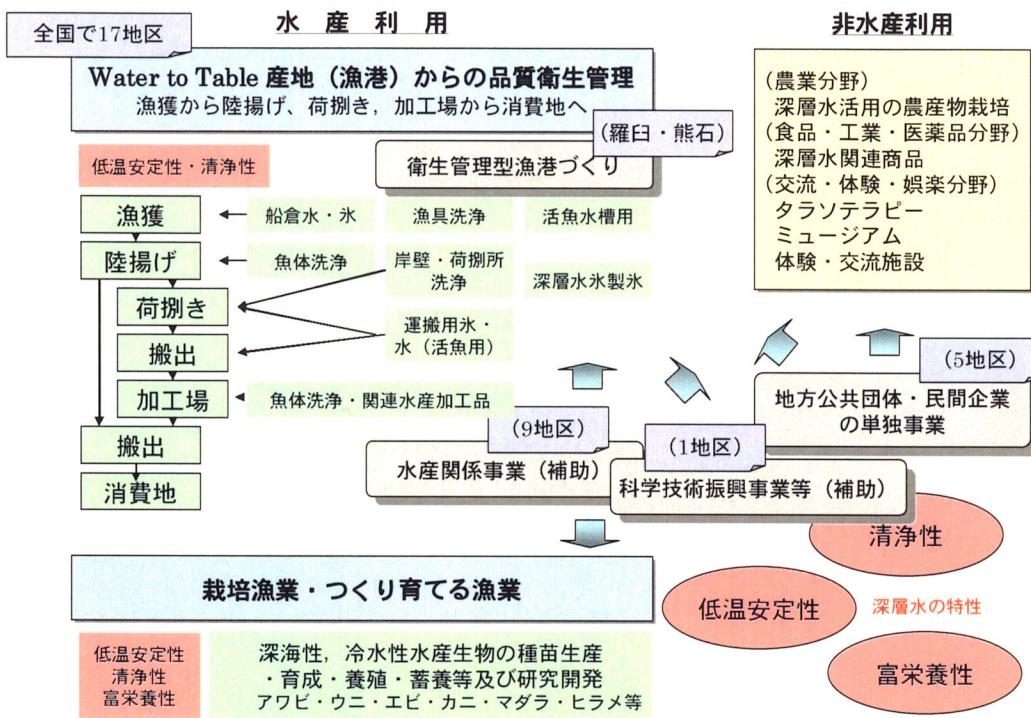


図-1 海洋深層水取水施設地区とその利用の現状

45,000m<sup>3</sup>/day のうち、季節的变化はあるものの約 18,000m<sup>3</sup>/day（全体の 40%）の海洋深層水が水産関係に利用されている。これは、全ての施設が水産利用を主たる目的とした水産関係事業で整備されているため考えることができる。水産分野における具体的な例としては、清浄性・低温性といった特性を活かした水産物の洗浄や鮮度保持水、深層水を使

った製氷、漁港における施設・設備・器具の洗浄水などに使用され、水産物の品質向上、漁港の衛生管理が図られている。そして、蓄養水槽や活魚車への利用によってカニやエビの生存率が高まり、特に佐渡ではホッコクアカエビの活エビ出荷が可能となり、商品価値を高めている。



図-2 羅臼地区深層水（低温清浄化海水）取水施設

### 3. 羅臼漁港の品質衛生管理と海洋深層水

羅臼では、平成11年に知円別漁港に簡易取水施設（毎分40リットル）を設置し、研究機関や企業との共同研究により深層水の商標登録・ブランド化や水産・食品など幅広い商品開発を進めてきた。また、この頃より、安全・安心な水産物の供給を図るために、上屋付き岸壁、清浄海水導入施設の整備などとソフトが一体となった衛生管理型漁港づくり推進事業（平成15年より地域水産総合衛生管理対策事業）、漁港の高度利用と漁村の振興を図るため、深層水等

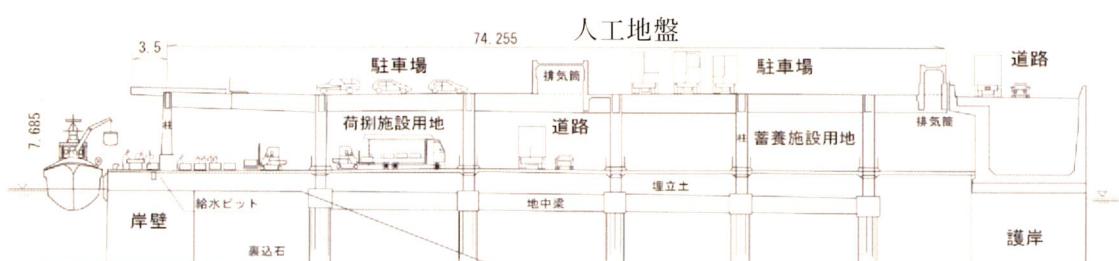


図-3 羅臼漁港（品質衛生管理型漁港）の水揚げ・荷捌き・搬出

利活用施設整備など漁港漁村活性化対策事業が始ま  
り、生産流通拠点である羅臼漁港においては、こう  
した公共・非公共の事業を活用することになった。  
平成18年に図-2、3に示す取水施設（能力4,560t/  
日、約1~2°C）と人工地盤が概成し、秋サケ盛漁期  
より一部供用している。深層水については、漁船の  
船倉水、漁港における水産物の洗浄や鮮度保持、岸  
壁・荷捌き所床面・漁具・機器・容器等の洗浄、ウ  
ニ・キチジ等の蓄養（人工地盤内）に利用すること  
としている。供用されたことから、施設や深層水の  
利用の状況をフォローアップし、効果的・効率的な  
利用を図ることとしている。

#### 4. 海洋深層水の科学的分析試験（羅臼）

漁港における品質衛生管理の観点から、深層水利用の効果について科学的分析による把握を行った。羅臼漁港は、サケの水揚げが約2万tと全国トップレベルであり、その他にもスケトウダラ、ホッケ、イカ等の豊かな水産資源に恵まれている。平成18年の秋季より深層水の取水施設が供用開始となっており、水産物の洗浄や鮮度保持等に利用されている。このため、深層水を鮮度保持水として利用する秋サケを対象に魚体温度・塩分濃度等の測定と、深層水氷で保存するホッケを対象に鮮度評価指標K値の測定による効果を把握することとした。

##### (1) 秋サケ試験（魚体温度と塩分濃度）

秋サケ定置網は、船倉や出荷前のタンクに十分量の氷と深層水を投入することで、鮮度保持の徹底を図っている（写真-1）。そこで、秋サケ盛漁期10月の環境条件下において、深層水を鮮度保持水として利用する効果について、現地試験による把握を行った。



写真-1 秋サケ陸揚げ・タンク投入状況（羅臼漁港）

漁業使用のタンクは1tの大容量であるため、試験効率化の観点から1/7の容量のタンクとした。実験箇所は、日射影響等の危険側の条件に合わせ野天下で実施した。取水時1~2°Cの深層水は岸壁で使  
用する時点では5~6°Cであることから、試験は、初期温度6°Cの深層水の場合と、通常海水（当日15°C）

表-1 秋サケの試験条件

|      | 条件                             | 備考                                  |
|------|--------------------------------|-------------------------------------|
| 試験日  | 平成18年10月6日                     | 羅臼漁港の秋サケ盛漁期                         |
| 測定時間 | 4時間<br>(AM7:30~AM11:30)        | 陸揚から地元加工場搬入<br>までを想定                |
| 気温   | 18~26°C                        | 日射の影響により徐々に上昇                       |
| 海水量  | 0.15m <sup>3</sup> (150kg)/ケース | —                                   |
| 氷量   | 碎氷で15kg/ケース                    | 海水量の1/10<br>(深層水利用時の実態)             |
| 容器諸元 | ポリタンク×2<br>L80×W60×H50(cm)     | 実際のタンク体積(L230×<br>W120×H60(cm))の1/7 |
| 試料   | 秋サケ4kg×2                       | 大型のオスブナ                             |

の場合の2ケースとした（表-1）。気温、水温、魚体温度、塩分濃度は、小型ロガーより記録した。

試験の経過を写真-2に、水温・魚体温度の経時変化及び水温・塩分の経時変化を図-4、5に示す。水温は下層、魚体温は氷と同層の上層で計測した。また、深層水と通常海水における主な経時変化について比較した結果を表-2に示す。深層水は30分程度で魚体温度が菌類の増殖し難い5°Cまで下がり、地元加工場の搬出に相当する180~240分（4時間程度）まで5°Cを保持する。一方、通常海水では、

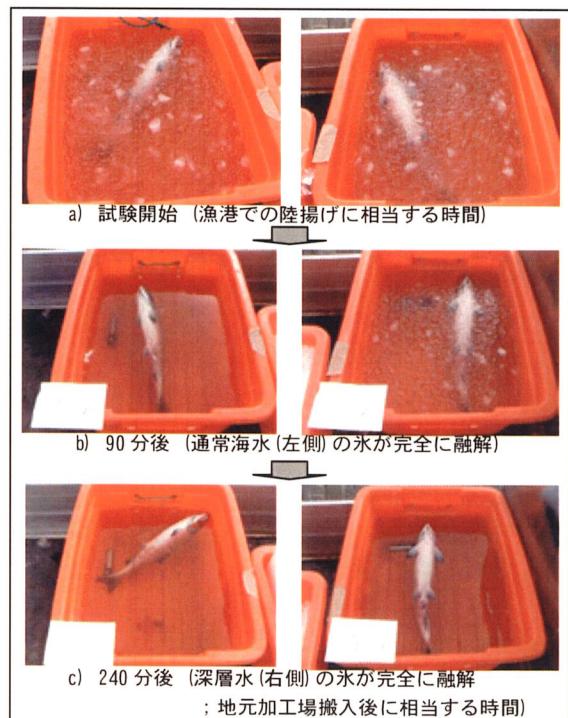


写真-2 秋サケ試験における経過写真

魚体温度は10°Cを下限に、氷が完全融解した90分以降は初期水温に向かって上昇を続ける。深層水は氷の融解速度が遅いため、地元加工場の搬出に相当する時間まで約33psuの塩分濃度を保持しており、旨味成分の魚体保持にも貢献しているものと考える。

##### (2) ホッケの試験（K値）

羅臼ブランドとして確立しているホッケを対象に、深層水を含む氷を使用した長時間保存時の鮮度保持

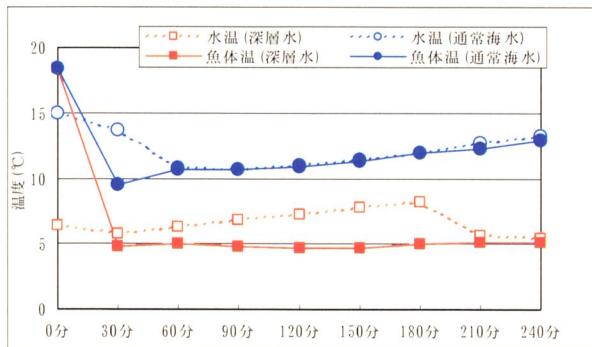


図-4 秋サケ試験における水温・魚体温度の経時変化

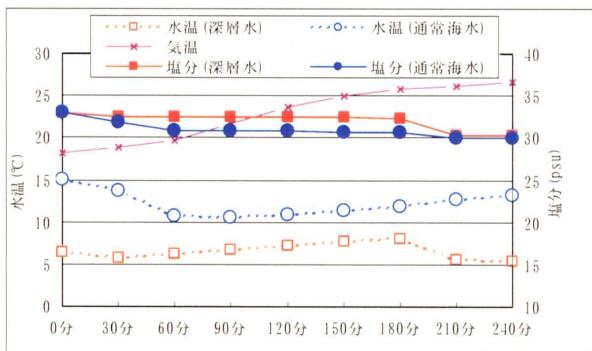


図-5 秋サケ試験における水温・塩分の経時変化

表-2 深層水と通常海水における主な経時変化の比較

|        | 水温<br>(°C) | 塩分<br>(spu) | 魚体温度<br>(°C) | 氷の<br>有無 |
|--------|------------|-------------|--------------|----------|
| 試験開始   | 6 (15)     | 33 (33)     | 18→5 (18→10) | 有(有)     |
| 90 分後  | 6 (10)     | 33 (31)     | 5 (11)       | 有(無)     |
| 240 分後 | 6 (13)     | 30 (30)     | 5 (13)       | 無(無)     |

注：表値が深層水値、()内が通常海水値

効果について、室内試験による把握を行った。鮮度評価は、鮮度試験紙による簡易な把握が可能で、一般的な指標であるK値を採用した。試験は、氷水と下氷の2つの使用形態それぞれについて、深層水を含む(塩分濃度1%程度)氷の場合と通常氷の場合の4ケースとした(表-3)。発泡スチロール容器に、各ケースの条件に従いホッケを投入・蓋をし、10°Cの室温で保存し、K値の日毎の変化を記録した。

K値・氷水の水温の経時変化を図-6に示す。K値における鮮度の目安としては、魚種により異なるが、死後直後10%未満、生食20%未満が一般的である。試験結果をみると、氷水と下氷の何れも明確な差には至っていないが、深層水を含む氷の方はK値が低い(鮮度が良い)傾向にある。また、氷水の水温を比べると、深層水を含むケース①の方が6日目においても0.5°C程度低温を保っていた。

製氷技術の現状として、塩分を多く含むと凝固点降下を生じ製氷能力が低下するため、運用上支障の無いレベルの塩分濃度(1%程度)に抑えていることがある。今後、運用上支障なく塩分濃度を高めることが可能となり、試験数を増やし統計的な検討を行うことで、深層水を含む氷の効果がより明確になるものと考える。

表-3 ホッケの試験ケース

|          | 氷                | 海水    |
|----------|------------------|-------|
| ケース①(氷水) | 深層水氷(シャーベット) 5kg | 海水5kg |
| ケース②(氷水) | 通常氷 5kg          | 海水5kg |
| ケース③(下氷) | 深層水氷(シャーベット) 5kg | —     |
| ケース④(下氷) | 通常氷 5kg          | —     |

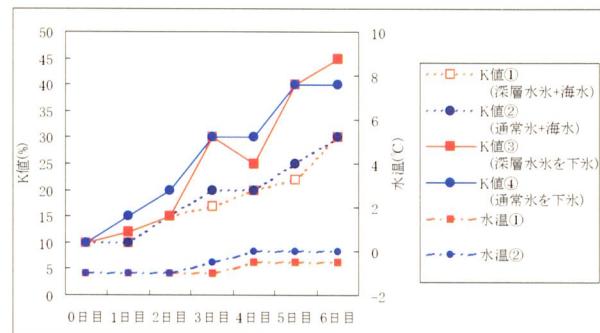


図-6 ホッケ試験におけるK値・水温の経時変化

## 5. 海洋深層水の利用の効果(羅臼漁港)

羅臼漁港は、平成18年9月に深層水が供用開始になったことにともない、生産流通構造等に変化が生じてきている。深層水供用開始の平成18年度は、秋サケ盛漁期の10月上旬に大型低気圧が来襲し、その影響から全道的に供給不足による高単価の状況にあった。こうした状況の下、羅臼産のサケは更高的高単価を維持しており、深層水利用による鮮度向上が高単価を底支えしていると考えられるが、具体的検証には、引き続き数カ年の产地価格の推移を分析する必要がある。本検討では、深層水の供用開始に伴い顕在化しつつある、買受人の意識変化、氷に代表されるコストの変化の調査による具体的効果の把握を行うこととした。

### (1) 产地買受人の意識調査(鮮度や衛生管理)

深層水の供用開始に伴う品質衛生面の向上により、買受人の価格決定時の意識に変化が生じている可能性に着目した。そこで、鮮度保持が特に重要な秋サケメス(イクラの原料)を対象に、買受人における価格の構成要素毎に深層水供用開始前後における変化を調査した。調査手法は、要素間の重み付けを一対比較のアンケートで行うAHP法(Analytic Hierarchy Process:多段階意志決定法)を採用した。

AHP法を行う上で、水産物の価格を構成する要素を抽出する必要がある。また、各要素を一対比較する手法の特性から、各要素が他要素に極力関連せずに独立していることが重要である。オホーツク2地域、日高海域1地域、日本海1地域にて、各产地の買受人に事前調査を実施し、秋サケのメス(イクラの原料)に関わる価格構成要素として、6要素(①外観・形状、②卵質や肉質、③鮮度保持、④衛生管理、⑤市場での状態、⑥入荷量等)を抽出した。

羅臼産の水産物を取り扱う地元の買受人を対象に、深層水の供用開始前1回、供用開始後1回の合計2回の調査を実施した。調査の結果、従来の「入荷量」に依存していた価格構成の要素が、深層水の利用により「鮮度」や「衛生」を重視した価格構成にシフトしていく可能性が高いことが判明した(図-7)。ただし、深層水供用開始後の結果は、深層水の供用開始と同時に、前述のとおり低気圧の影響による高単価の背景があることから、深層水利用に限定した価格効果が明確ではない段階での結果であることに留意する必要がある。

## (2) 最盛期における氷使用量

秋サケの氷使用量(表-4)は、同一生産量において実績として3/4(0.33→0.26)に削減している。また、深層水に氷を従来量程度投入すると、メスの魚卵が低温焼けするなどの過冷却の傾向も見られるため、今後更なる削減が期待できる。

## (3) 費用対効果の観点からのコスト比較

深層水利用により各種効果が期待されるが、通常海水の取水・冷却により同レベルの機能・効果を確保する場合と比較し、コスト(費用対効果)面で有利であることが必要である。

### a) 深層水取水に要するコスト

羅臼漁港では、秋サケの盛漁期である10~11月が取水量のピークとなり、施設計画規模153m<sup>3</sup>/hrに対し、供用開始初年度(H18)実績120 m<sup>3</sup>/hrとなっている。日ベースでも計画規模3,666m<sup>3</sup>/dayに対し、2,888m<sup>3</sup>/dayと、初年度で8割の稼働率を確保しており、今後の岸壁整備と全面的利用(岸壁上の荷捌きやエプロン洗浄等)により計画通りの利用がなされるものと考えられる。

施設計画規模として、水深350m、沖合3kmで水温5°C以下の海水を153m<sup>3</sup>/hrの安定確保を行うという条件でコストを算出する。その結果(表-5)、深層水の取水施設の整備に16.0億円、送水施設整備に1.5億円、年間維持管理費0.6億円となる。なお、設備耐用年数は15年、取替に要する費用は30年間の維持管理費に含めている。

### b) 通常海水で同レベルの効果確保に要するコスト

深層水と同レベルの機能・効果を確保することを考え、通常海水を取水・殺菌し、施氷により冷却する条件でコストを算出する。取水規模は、153m<sup>3</sup>/hr、取水箇所は港内を想定する。殺菌方法は紫外線殺菌、水温は平均水温12°C(最大18°C)の海水を施氷で5°Cにするものとする。この平均水温12°Cは、氷を最も使用する秋サケの時期としては、低温側であることから、代替コストの算定においては小さめの値となる。また、施氷後の水温5°Cは、岸壁で使用する時点での水温範囲5~6°Cの中では低めの水温である。コスト算出の結果(表-6)、殺菌施設と不足分の製氷施設整備に5.1億円、送水施設整備に1.5億円、年間維持管理費1.15億円を要することとなる。

## c) コスト比較のまとめ

施設整備費では、深層水の取水・送水に要する費用が約2.7倍となるが、年間の維持管理費は0.55億円安価となり、30年間では5.6億円の削減が可能と試算される。

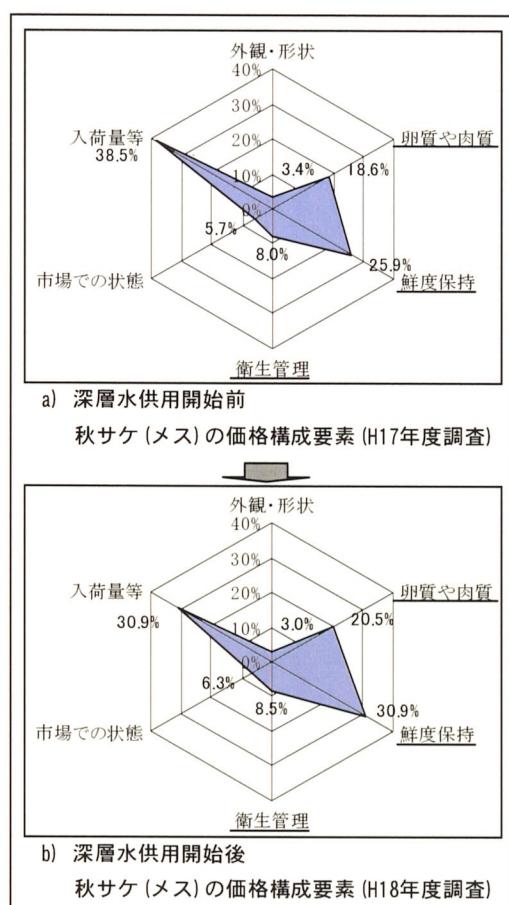


図-7 深層水利用に伴う買受人の価格構成要素の変化

表-4 深層水供用開始に伴う氷使用量の変化

| H17年度<br>(深層水供用開始前) |           |           | H18年度<br>(深層水供用開始後) |           |           |
|---------------------|-----------|-----------|---------------------|-----------|-----------|
| 秋サケ<br>漁獲量          | 秋サケ<br>氷量 | 氷量/<br>漁獲 | 秋サケ<br>漁獲量          | 秋サケ<br>氷量 | 氷量/<br>漁獲 |
| 19,000t             | 6,200t    | 0.33      | 18,000t             | 4,600t    | 0.26      |

表-5 深層水取水に要するコスト

|            | 金額<br>(億円) | 30年間<br>(億円) |
|------------|------------|--------------|
| 深層水取水施設工事費 | 16.0       | 16.0         |
| 送水施設工事費    | 1.5        | 1.5          |
| 維持・管理費     | (年間) 0.6   | 18.0         |
| 合計         | —          | 35.5         |

表-6 通常海水で同レベルの効果確保に要するコスト

|            | 金額<br>(億円) | 30年間<br>(億円) |
|------------|------------|--------------|
| 殺菌・冷却施設工事費 | 5.1        | 5.1          |
| 送水施設工事費    | 1.5        | 1.5          |
| 維持・管理費     | (年間) 1.15  | 34.5         |
| 合計         | —          | 41.1         |

## 6. 道内での深層水の活用事例（熊石漁港におけるスケソウ生鮮輸出）

平成17年現在、道内生産量の4割近くが韓国、中国などに輸出されており、そのほとんどは冷凍であるが、最近では韓国向けの生鮮が増加している。平成12年まではメスのタラコ向けを除けば単価の安いすり身加工向けがほとんどであったが、その後の輸出戦略により、生鮮食用向けなど新たな販路が開拓され、輸出向けはもちろんのこと、国内の加工・生鮮食用向けの単価の向上にもつながっている。

熊石漁港では、平成13年より上屋付き岸壁の整



写真-3 熊石漁港でのスケソウの品質衛生管理

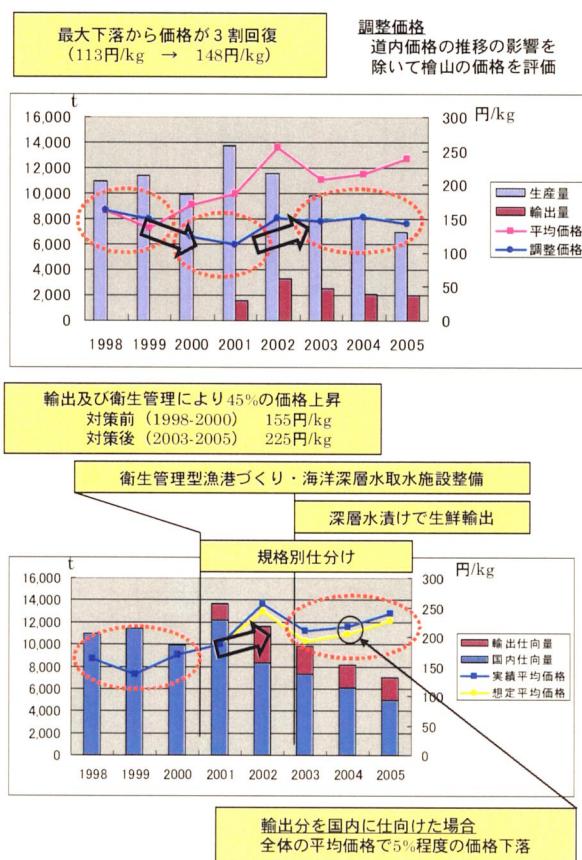


図-8 檜山管内におけるスケソウの価格の推移

備や衛生管理型荷捌き所など衛生管理型漁港づくりと漁港漁村活性化事業による深層水等利活用施設整備を行い、平成15年に供用開始している。アワビ養殖（陸上と海中）や水産物の洗浄・鮮度保持、蓄養・活魚水槽など水産利用向けは2,500 m<sup>3</sup>/day、トマト・メロンなどの栽培（脱塩水）や食品開発、交流施設など多目的利用向けは1,000 m<sup>3</sup>/dayである。近隣の乙部漁港へはトラックで陸送されている。

熊石漁港など檜山管内のスケソウは延縄で漁獲されており、過去5カ年（2001-2005）の平均価格は225円/kgと道内平均価格90円/kgの倍以上である。写真-3のように、漁獲後すぐに船上でオス・メスに分別し、魚箱に詰めて帰港する。上屋付き岸壁の下で陸揚げした後はオス・メス別、大きさ別に仕分けし、深層水に浸してから氷を敷き詰めた箱に詰める。韓国向け（オス）は発泡箱に詰められ、生鮮で下関港まで陸送され、韓国に輸出されている。現地まで概ね4日を要しているが、深層水で洗浄・浸したことにより鮮度保持が可能となっている。道全体としては、平成13年以降スケソウの輸出を推進しており、これが産地価格の上昇に寄与している。図-8（上）に示すように、熊石など檜山管内も輸出を始めたことにより、道内全体の価格に比して下落していた価格の回復を図ることができた。また、図-8（下）からは、深層水の活用と生鮮輸出が産地価格の上昇に寄与していることがわかる。

## 7.まとめ

全国17地区で取水施設が供用されているが、漁獲から陸揚げ・加工場から消費地に至る品質衛生管理、並びに深海性・冷水性の海洋生物の栽培漁業やつくり育てる漁業など主として水産利用である。

羅臼漁港での秋サケ試験では、深層水は30分程度で魚体温度が菌類の増殖し難い5℃まで下がり、地元加工場の搬出に相当する180~240分（4時間程度）まで5℃を保持していた。ホッケを使ったK値の室内試験では、深層水を含む氷（シャーベット氷）のほうが、K値が低い（鮮度が良い）傾向にあった。また、氷水の水温を比べると、深層水を含む方が6日目においても0.5℃程度低温を保っていた。羅臼漁港での買受人の意識調査では、海洋深層水の利用により「鮮度保持」や「衛生」を重視した価格構成にシフトしていた。鮮度保持が特に重要なメスについては、深層水利用による鮮度向上が影響し、価格の上昇が見られた。氷の使用も約3/4に縮減できた。熊石漁港では、深層水により洗浄・浸したスケソウが韓国に生鮮輸出されている。

以上、厳しい国際市場も視野に入れたなかで、“Water to Table”－漁港（産地）の品質衛生管理が一層重要であり、低温かつ清浄な海水として循環型地域資源である深層水は有効であるといえる。