HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	水産物の流通拠点である漁港における衛生管理に関する研究
Author(s)	横山, 純
Citation	Memoirs of the Graduate School of Fisheries Sciences, Hokkaido University, 53(1), 1-35
Issue Date	2010-12
Doc URL	http://hdl.handle.net/2115/44764
Type	bulletin (article)
File Information	p1-35.pdf

Instructions for use

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

水産物の流通拠点である漁港における衛生管理に関する研究

横山　　純

(2010 年 8 月 19 日受付，2010 年 8 月 19 日受理)

Study on the Bacteriological Observation and Hygiene Control at Fishing Ports

Jun YOKOYAMA

Abstract

Generally, fishery products reach consumers through such a distribution channel, from fishing grounds to fishing ports, local wholesale markets then processing plants via consumption markets and subsequently retail stores and finally to consumers. The hygienic management in the process from fishing grounds to local wholesale markets has not been sufficient, compared with that of the chain from processing plants to consumers. This paper firstly clarifies the issues in current hygienic management at fishing ports. Secondly, analyzes the factors that largely affects the hygiene conditions for fishing products, such as water quality and sanitary conditions of working areas at fishing ports through a case study. Finally, proposes a hygiene control scheme and a method to estimate the hygienic level at fishing ports.

Key words : Fishing ports, Hygiene control, Coliform, *Escherichia coli, Vibrio*, Disinfection, HACCP

緒　　言

1. 我が国の水産物流通構造と水産物に対する衛生管理の現状

(1) 我が国の水産物流通構造と課題

我が国では，水産資源状態の悪化や消費者の魚離れ，さらには漁業者の減少等により，漁業生産量は減少傾向にある。このことは，水産物を扱う産地卸売市場の取扱量を減少させ，市場としての供給力を低下させている (生産面の脆弱性)。これにより，市場に参入する仲買人が減少し，消費者ニーズにマッチした形での市場としての供給力をさらに低下させている。さらに，近年の病原性大腸菌 O-157 をはじめとする食中毒事件や産地偽装事件などにより消費者の食の安全・安心に対する信頼性までも低下させ (流通面の脆弱性)，このことが消費者の水産物への関心を低下させている (販売・消費面の脆弱性)。このように生産面の脆弱性が流通・販売・消費へと連動して脆弱化させていることを踏まえると，水産物の生産・流通段階で集出荷範囲を集約し，その体制を強化することにより，消費者に理解される形で販売・消費段階での食の安全・安心に対する信頼性確保に努めていく必要がある。しかし，現在の水産物の生産・流通体制は消費者のニーズに応えられる体制とは言い難く，対応の遅れが消費者の水産物への関心のさらなる低下を誘発し，消費者の魚離れや漁業者の減少をさらに引き起こし繰り返す，いわゆる悪循環に陥っている。

(2) 水産物流通構造の見直しと漁港整備の役割

このような悪循環を絶つため，政府は「生産地における生産と消費の橋渡しとなる加工流通分野における構造改革を進め，消費者の需要に的確に対応できる水産加工業及び水産流通業の実現を図る必要がある」 (農林水産省, 2007a) として 2017 年を目途に産地市場の統合化を図り (水産庁, 2001)，水産物の量を確保し大量輸送により輸送コストを抑えるとともに，トレーサビリティを図る体制づくりを行うこととなった。

こうした動きに応じ，産地における水産物の供給基盤である漁港の整備も，これまでのような生産効率を高めるための整備から，統合化により機能の集約化を図り，産地卸売市場を有する漁港を水産物流通拠点漁港として，安全・安心な食の提供に資する衛生管理型漁港整備へと見直すこととなった。このことは，周辺にあるその他漁港からの効率的な集荷と，さらに拠点漁港から消費地への効率的な出荷体制づくりを支援するもので，統合後の産地卸売市場を中心とした水産物集出荷圏域において，産地卸売市場を有する漁港を拠点として，施設の所要量の確保から，「生産コストの縮減や鮮度保持対策，衛生管理対策」へと見直すことが漁港漁場整備長期計画 (農林水産省, 2007b) にも明確に唱われている。具体的な対策としては，これまでの漁船の準備・休憩作業用施設や漁村地域の活動拠点としての生活インフラ整備から，今後は流通拠点として生産流通工程の作業コストの縮減および衛生管理対策のための施設整備

北海道大学大学院水産科学院海洋応用生命科学専攻海洋生物工学講座
(*Laboratory of Marine Biotechnology and Microbiology, School of Fisheries Sciences, Hokkaido University*)

がその中心となっている。

これを受け，現在，水産物流通拠点として，漁港は水揚げから荷捌き，せり，出荷の一連の工程を円滑に行うための設備や施設の充実，その必要規模の確保に努め，生産活動の作業コストの縮減化や魚価の安定・付加価値化を図るとしているが，(1) で記した悪循環の要因の一つが，食の安全・安心に対する消費者ニーズへの対応の遅れにあることを考えると，販売段階は食品衛生法を見直し，いち早く対応が進んでいるにもかかわらず，流通工程の複雑さから生産段階の対策は見えにくく，衛生管理に対する考え方が徹底されていないとの反省のもと，いち早く漁港における衛生管理対策を進めていく必要がある。

(3) 水産物流通拠点における衛生管理対策の現状と課題

水産物流通全体を通して見ると，我が国ではすでに衛生管理対策に取り組んでいるが，食品産業において先行的に取り組まれてきたものであり，生産分野である水揚げから荷捌き・出荷までの工程にあっては，一部の地域で自主的に取り組まれているに過ぎない。そのことは，FAO･WHOの国際食品規格委員会（コーデックス委員会）の動きと密接に関連している。コーデックス委員会は，1993年にHACCPによる食品の安全保障システムを普及しようと「HACCPシステム応用のためのガイドライン」を採択している。HACCPとは，1960年代に米国で宇宙食の安全性を確保するために開発された食品の衛生管理手法であり，製品の安全性を最終製品によって確認するのではなく，生産の全工程で安全性を損ねる可能性のある作業工程を分析し (Hazard Analysis : HA)，危害を及ぼす可能性のあるすべての重要な管理点 (Critical Control Point : CCP) で安全性を確認するシステムである。こうした流れを受け，同年に経済統合が行われたEUが，輸入される水産食品全てに対して衛生証明書の添付を義務づける (EC指令91/493/EEC, 1991) とともに，各国の水産物の衛生管理状況の確認を行っている。1995年には我が国に対してもEU査察官を派遣し，その際，我が国の水産物に対する衛生管理は十分ではないとの報告を行っている。その結果，EU諸国への我が国の水産物輸出は全面禁止となった。そのため，厚生省 (現在の厚生労働省) は，速やかに解禁されるよう，食品衛生法を見直し，対策を講じることとした。しかし，その対象が，食品分野に限定されたことから，生産分野にまでその取り組みは浸透・徹底されなかった。

生産分野においては，平成10年に発生した北海道産イクラによる病原性大腸菌O-157食中毒をはじめとして，カキのノロウイルス問題など，100～200件程度の水産物の食中毒事例が毎年報告されている (厚生労働省ホームページ (http://www.mhlw.go.jp/))。さらに産地偽装表示問題までもが報道されるようになり，消費者は食の安全に対して非常に不安感を持つようになった ((社) 中央調査社, 2007)。

2. 本研究の構成

本研究では，食の安全・安心が揺らぐ中，安全性の確保と消費者への安心の提供が図られるよう，食品分野と同様に水産物の生産活動の場であり水産物の流通拠点である漁港において衛生管理対策を早急に進めるために，漁港の現状把握による課題の整理と対策について検証し，漁港の衛生管理基準の体系化を試みた。さらに基準の達成に向けた現場の適応性について考察を行い，安全性確保の推進に努めるとともに，一次生産から消費までをつなぐ総合的な管理体制の構築について考察を行うことで消費者に安心を提供する仕組みづくりにかかる提案を行った。

(ア) 第一章　水産物流通拠点である漁港における衛生管理の方向性

水産物の流通拠点漁港における衛生管理対策として何が求められているかを把握するため，第一章ではまず，消費者が求める漁港の衛生管理について分析を行った。一方，これまで進められてきた衛生管理対策の現状を把握するべく，漁港管理者への聞き取りにより漁港での取り組みの実態調査を行った。この調査を通じ，消費者ニーズと漁港管理者が考える施策との間の考え方の相違点を整理し，対策の方向性を考察した。

(イ) 第二章　我が国の漁港の水質実態の把握

食中毒の大部分は細菌性食中毒であることに鑑み，漁港内海水中に分布する細菌と食中毒原因菌の分布状況を把握し，対策の必要性やその方法について検討する基礎資料として整理した。

細菌の分布状況の把握にあたっては，最も増殖および混入の可能性が高い高水温期に的を絞り，海域や地域特性等にも配慮して，北海道・本州・四国・九州からそれぞれ漁港を選定し，調査を行った。

(ウ) 第三章　大腸菌・大腸菌群を対象とした漁港内海水の細菌学的調査

漁港で利用する海水の多くが港内から取水されていることに鑑み，漁港内から分離される大腸菌・大腸菌群の混入実態について把握を行い，取水海水の危害分析を行った。特に，第一節では年間を通して水温が低く抑えられる北海道地域での把握を行うことで，大腸菌・大腸菌群を衛生指標細菌とした衛生管理対策のあり方について考察した。

また，第二節では大腸菌・大腸菌群の河川から海域への拡散状況と漁港内への流入実態を把握するとともに，漁港の防波堤整備による河川からの細菌の混入抑制の可能性について考察した。

(エ) 第四章　漁港における衛生管理対策のあり方

漁港で利用する海水をいかに清浄化していくかが衛生管理対策の重要な要素となる。この章では，海水の殺菌処理方法である紫外線殺菌・オゾン殺菌・塩素殺菌・濾過除菌について，その有効性を整理するとともに，近年注目されている海洋深層水も含めて，これら殺菌海水の清浄性に

ついて調査した。あわせて，これら清浄海水の漁港での洗浄水としての有効性についても調査した。

(オ) 第五章　漁港における衛生管理の基準化と適用への展望

漁港の実態や対策のあり方を踏まえ，食中毒原因細菌を，① 漁獲物に付けない，② 増やさないための対策として，消費者が求める対策や食品部門で進められている対策とも整合性を図りつつ，全国の漁港の整備の指針となる衛生管理基準を提案した。基準化にあたっては，各漁港の状況を踏まえソフト対策を盛り込むとともに，基準適用の可能性を高められるよう複数段階のレベルを設定した。

最後に，提案する基準の全国的な普及が進むよう，殺菌処理方法についての経済性や漁港ごとの要求水準の分類化などについて考察を行い，今後の課題について整理した。

第一章　水産物の流通拠点である漁港における衛生管理の方向性

安全・安心な水産物を将来にわたり安定して消費者に提供していくためには，水産資源の保護・回復に向けた取り組みの推進とともに，水産物の生産から流通・加工に至る一貫した水産物供給システムの中で，水産物の衛生管理を進めることが重要である。しかし，[漁場]→[漁港]→[産地卸売市場]→[加工場]→[消費地卸売市場]→[小売店]→[消費者]という流通形態が示すとおり，水産物流通は農業等の流通形態と異なり，多段階流通が一般的である。そのため，生産から販売までの工程で多くの人の手を介し，消費地価格を維持していこうとすると，中間マージンが多くかかる分だけ生産地価格が低く抑えられる。こうした衛生管理対策への投資は水産資源の減少や漁業者の減少と相俟って，ますます漁業経営を逼迫させると懸念されている。著者らは北海道地域において衛生管理対策が魚価の上昇をもたらし，衛生管理対策への投資が経営負担になっていないことを示した (中泉ら, 2008)。しかし，北海道地域を事例とした分析も消費者全体の反応であるとは言い難く，一般的にみると，生産・流通過程でどのような対策がなされているのか認識されていない場合が多い。消費者に広く認識してもらうためには，消費者のニーズを把握し，課題と考える事項に的確に対応していくことが必要で，そのためにはこうした対策が科学的かつ客観的な基準に基づいて評価されていることが必要になる。

上記に示す流通形態のうち，産地卸売市場は本来，漁港内に立地されることから，加工場へ搬送されるまでの場や機能を広義の意味で「漁港」と定義することが多い。その漁港を対象に，これまでも衛生管理について検討が行われてきた。しかし，漁港が担う機能の 1 つである波浪を防ぎ，安全な陸揚げや出漁準備作業を確保すること，すなわち，漁船の安全係留を図る港内の静穏性確保が，泊地の海水の滞留化を招き水質を悪化させていることも事実である。泊地海水は漁港で使用する海水の大切な取水源であるとは認識しつつも，漁港によっては静穏性確保のために，清浄化対策を犠牲にしているところがある。また，魚介類の洗浄海水や保冷タンクに入れる海水など直接魚介類に触れる海水は清浄な海水を使用する必要があるとの認識から殺菌処理を行っているものの，魚介類を入れる容器の洗浄には大量の海水が必要であるため，容易に調達しやすい泊地海水をそのまま使用している場合が多い。

そこで本章では，消費者は漁港での作業状況をどのように見ているのか，また衛生管理を進める主体である漁港管理者はどのような認識を持っているのかを確認すべく，消費者が考える漁港の衛生管理問題はどのような内容かについて意識調査を行った。同時に，漁港の管理者である地方公共団体に対策の実施状況の調査を行い，対策の必要性について考察を行った。

方　　法

漁港の衛生管理対策に関する消費者等の意識の把握のための調査方法

2009 年 5 月 28 日～6 月 1 日までの期間に，インターネットを通じてアンケート調査を行った。アンケート対象者は満 20 歳以上の国内居住者である楽天リサーチモニター (楽天リサーチ株式会社が行う調査に協力される独自のモニター会員) 2,387 人であり，そのうち 62.8% に当たる 1,500 名から回答を得た。

漁港の衛生管理対策に対するこれまでの漁港整備の取り組み状況の把握のための調査方法

漁港整備の取り組み実態を把握するため，漁港管理者である地方公共団体に対して漁港の整備状況を聞き取り調査した。調査対象漁港は，産地卸売市場を有する漁港のうち，水産物流通拠点港としての役割を有するとされる漁港とし，全国 2,921 漁港のうちの 150 漁港とした (Table 1-1)。

結　　果

漁港の衛生管理対策に関する消費者等の意識の把握のための調査における回答者の構成

回答者の居住地ごとの配分は，関東圏が 34.5%，四国が 3.1% など，国民全体の居住割合を考えると概ね全国的にバランスの取れた配分結果となった。また年齢構成も 20 代から 60 代以上まで概ね同一割合となっており，性別等も含めて回答に偏りは見られなかった (Table 1-2)。

漁港の衛生管理対策に関する消費者等の意識

本調査では，「水産物を扱う場所を清潔に保つための対策」，「水産物の品質が保たれるようにするための対策」，「水産物を扱う人が衛生管理を熟知し実行するための対策」に大きく 3 分類し回答を得たところ，一番強化して欲しい対策は「水産物を扱う場所を清潔に保つための対策」

Table 1-1 The list of fishery product collection/distribution hub ports (150 fishing ports)

Prefecture	Fishing port
Hokkaido	Chiraibetsu
	Senhoushi
	Tomamae
	Furubira
	Suttsu
	Kudou
	Kumaishi
	Otobe
	Shiofuki
	Aonae
	Fukushima
	Hakodate
	Shikabe
	Usujiri
	Sawara
	Otoshibe
	Oinaoshi
	Noboribetu
	Harutachi
	Mitsuishi
	Samani
	Shoya
	Otsu
	Akkeshi
	Ochiishi
	Habomai
	Odaitou
	Rausu
	Utoro
	Tokoro
Aomori	Kitakanegasawa
	Kodomari
	Ohata
	Shiranuka
	Misawa
	Hachinohe
Iwate	Otababu
	Noda
	Taro
	Shimanokoshi
	Yamada
	Funakoshi
	Otuchi
	Kamaishi
	Ofunato
Miyagi	Kesennuma
	shizukawa
	Onagawa
	Ayukawa
	Ishinomaki
Miyagi	Shiogama
	Arahama
Akita	Hachimori
	Konoura
Fukushima	Matsukawaura
	Ukedo
Ibaraki	Otsu
	Nakaminato
	Hasaki
Chiba	Choshi
	Iioka
	Katagai
	Katsuura
	Kamogawa
	Futtu
Kanagawa	Misaki
	Nagai
	Odawara
Niigata	Neya
	Nou
	Ryotsu
Toyama	Shinminato
	Himi
Ishikawa	Takoshima
Fukui	Echizen
	Obama
Shizuoka	Yaizu
	Yui
	Maisaka
Aichi	Nishihazu
	Isshiki
	Toyohama
	Shinozima
	Onisaki
Mie	Toshi
	Anori
	Shiratsuka
	Nayaura
Kyoto	Taiza
	Maizuru
Hyogo	Mega
	Murotsu
	Hayashizaki
	Kariya
	Ikuha
	Tarumi
	Kasumi
Wakayama	Saigasaki
	Minoshima
	Tanade
Wakayama	Susami
	Kushimoto
	Katsuura
	Sakai
	Ao
Tottori	Sakai
Shimane	Emoto
	Taisha
	Kazue
	Hamada
Okayama	Shimotsui
Hiroshima	Kusatsu
Yamaguchi	Shimonoseki
	Senzaki
	Minato
	Hagi
Kagawa	Hiketa
	Aji
Ehime	Yawatahama
	Fukaura
Kochi	Murotomisaki
	Karyougou
	Saga
	Shimizu
	Tanoura
Fukuoka	Hakata
Nagasaki	Nagasaki
Kumamoto	Ushibuka
Oita	Nagasu
	Saganoseki
	Matsuura
Miyazaki	Kitaura
	Shimanoura
	Kadokawa
	Kawaminami
	Aburatsu
	Meitsu
Kagoshima	Akune
	Usui
	Kushikino
	Eguchi
	Makurazaki
	Yamagawa
	Uchinoura
	Koniya
Okinawa	Nago
	Maeganeku
	Tomari
	Itoman
	Ishigaki

Table 1-2　Constitution of respondents

Residence	No of Returns	Rate (%)	Note: Rate in Population (%)
1) Hokkaido/Tohoku	168	11.2	11.9
2) Kanto Area	518	34.5	33.2
3) Hokushin-etsu	95	6.3	6.1
4) Chubu	177	11.8	10.3
5) Kansai Area	247	16.5	17.8
6) Chugoku	85	5.7	6.0
7) Shikoku	47	3.1	3.2
8) Kyushu/Okinawa	163	10.9	11.5

Age	Returns	Rate (%)
1) Twenties	260	17.3
2) Thirties	335	22.3
3) Forties	288	19.2
4) Fifties	316	21.1
5) Sixty and over	301	20.1

Gender	Returns	Rate (%)
1) Male	748	49.9
2) Female	752	50.1

Occupation	Returns	Rate (%)
1) Farmers/Foresters/Fishermen (Fishery-Related)	4	0.3
2) Farmers/Foresters/Fishermen (Non-Fishery-Related)	7	0.5
3) Food-Workers (Fishery-Related)	1	0.1
4) Food-Workers (Non-Fishery Related)	22	1.5
5) Company Employees and Independent Enterprises (Excluding the above-mentioned)	765	51.0
6) Public Servants	64	4.3
7) Housewives	347	23.1
8) Students	40	2.7
9) Unemployed	149	9.9
10) Miscellaneous Others	101	6.7

であることが判明した。また，対策項目を詳細に見ていくと，最も関心の高い項目は，「水産物の温度管理を徹底」が76.0%，次に「作業終了後に床面や機器類を殺菌処理水を使用し洗浄」が73.3%，「排水は処理を行ってから海に排出」が67.5%，「水産物を扱う場所に入る前の手洗いを励行」が66.1%，「殺菌処理した水や氷を使用」が65.5%という結果であった (Table 1-3)。

水産物を購入する際，衛生管理対策の実施状況に関する情報があれば参考にするかとの質問に82.7%の人が参考にすると回答し (データは示していない)，このような対策の結果魚の価格が上昇しても購入するかとの質問にも60.5%の人が購入すると回答している。

漁港の衛生管理対策に対するこれまでの漁港整備の取り組み状況

調査結果は，Table 1-4のとおりである。ただし，整備済みか否かの判断は，漁港内のすべての該当箇所で満足する場合とするのではなく，一部の箇所でも対応できていれば，整備済みとして整理を行っている。

この結果を見ると，8割を超える達成状況の項目もあるが，多くは6割程度の達成状況にとどまっており，排水対策などにあっては4割，温度管理対策に至っては1割程度となっている。

Table 1-3 Summary of responses

I. As a measure to maintain hygiene in operating areas of the port facility, which of the following should be emphasized ? (Choose 3.)	Returns	Rate (%)
1) Waste water should be processed prior to discharging	1,012	67.5
2) Locate wastes well away from the operating area	738	49.2
3) When products are displayed, shutters should be closed to prevent bird and animal access	852	56.8
4) Floors and equipment should be washed down with sterile water	1,099	73.3
5) Wash down tires prior to driving transport vehicles into the operating area	416	27.7
6) Pave neighboring areas completely to prevent dust from flying	185	12.3
7) Liquid detergent and sterilizing agent storage area must be locked	181	12.1
8) Others	17	1.1

II. Among the product quality assurance measures listed below, which should be emphasized ? (Choose 3.)	Returns	Rate (%)
1) Always use sterilized water and ice	982	65.5
2) Effectuate strict product temperature control	1,140	76.0
3) Prevent product exposure to direct sun light, rain and dust	869	57.9
4) Always use containers of appropriate size for product	129	8.6
5) Prohibit placement of products directly on the floor	529	35.3
6) Take measures to avoid direct exposure of products to transport equipment exhaust fumes	535	35.7
7) In frozen storage, the freezers must be locked	314	20.9
8) Others	2	0.1

III. Of the measures to ascertain knowledge of hygienic practices, which of the following should be emphasized ? (Choose 3.)	Returns	Rate (%)
1) Hand-washing prior to entering the operating area	991	66.1
2) Compulsory sterilization of work boots prior to entering the operating area	849	56.6
3) Wearing of clean work clothes and headwear in operating area	796	53.1
4) Prohibition of eating and smoking in the operating area	508	33.9
5) Health checks prior to entering the operating area	626	41.7
6) Periodic seminars on hygienic practices for those who handle marine products	409	27.3
7) Continuous checking of compliance to hygiene rules and keep records of reminders	318	21.2
8) Others	3	0.2

Of the three policies presented above, which one should be emphasized ?	Returns	Rate (%)
I. The hygiene policy for the operating areas	577	38.5
II. Product assurance policy	496	33.1
III. The policy to ascertain employee knowledge of hygienic practices and compliance with hygiene rules	427	28.5

Should implementation of policies such as these above result in a rise of product prices, would you still buy the products ? If so, how much price increase would you tolerate ?	Returns	Rate (%)
1) I will not buy if the product price rises	592	39.5
2) I would tolerate up to about 10%	693	46.2
3) I would tolerate up to about 20%	193	12.9
4) I would tolerate up to about 30%	21	1.4
5) I would tolerate up to about 50%	1	0.1

Do you have any requests or opinions on the hygienic policies of fishing port facilities ? (Relatively Numerous Opinions)	Returns
Implement good hygienic management system in fishing port facilities	305
Inform the public about hygienic programs of fishing port facilities	65
Make efforts to keep prices stable	38
Initiate environmental improvement efforts in port area and neighboring beaches	32
Prevent falsification of places of catch and cover-ups	26

Table 1-4　Status of hygiene control in fishery product collection/distribution hub ports

On-Going Programs (Numbers correspond to those in Table 1-3.)	Implementation (%)
I-1) Measures for drainage (Pier area avoided ; seawater in-take is located)	40.0
I-1) Measures for drainage (Filtering system installation)	46.7
I-2) Waste bins (Relocation and container sealing to avoid exposure)	74.0
I-3) Bird/animal shut-out (Remodeling and construction)	60.0
I-4) Sterilized seawater (SW) (Requirement for use in washing containers and floor)	67.3
I-5) Vehicular tires (Cleaning requirement prior to entrance into operating area)	62.0
II-1) Clean water (Use of sterilized water and drinking water for product cleaning and cooling)	72.7
II-2) Temperature control (Installation of temperature control system and record-keeping)	13.3
II-3) Measures to shut out direct sun light, wind, rain and dust	60.0
II-5) Prohibition of direct product placement on floor	76.7
II-6) Vehicular exhaust (Modification of exhaust system to redirect emission gas)	48.0
III-1) Requirement of hand-washing practice	88.7
III-2) Sterilization of work boots	40.7
III-3) Wearing of clean work clothes and headwear	90.0
III-4) Prohibition of drinking and smoking in operating areas	76.0

考　　察

消費者の水産物の衛生管理に対する意識は非常に高く，これまでも水産物の温度管理など鮮度保持に関心があることはよく知られていたが，今回，市場などの作業床面や容器類等の洗浄，そこから排出される使用海水の処理についても強い関心があることが明らかとなった。これは，今でも市場などで魚体を床面に直置きしているところがあり，こうした対応に強い不信感を持っていることも大きく関係していると考えられる。また，今回の調査では要望や意見を自由に記入してもらったが，その中で海の環境や漁港周辺の環境改善に取り組むべきとの回答があり，消費者は衛生面と環境面の両方に強い関心を持っていることも明らかとなった。

漁港管理者への調査では，管理者が考える施策の優先順位と消費者が考える施策の優先順位にはかなりの隔たりがあり，その結果，一部の漁港を除いて，衛生管理対策に課題が残る結果となった。消費者が最も高い関心を示した魚介類の温度管理については，回答を得た項目のうち，特に対策の不備が目立つ項目 (13.3% と最も低い結果) となった。「殺菌海水を用いた容器・床面等の洗浄の実施」は比較的高く 67.3% であったものの，「排水処理対策として排水口は陸揚げ岸壁を回避し設置」が 40.0%，「排水溝のスクリーン処理を実施」が 46.7% といずれも低い結果となっている。このことは，漁港管理者が漁港の静穏性の確保と港内海水の水質管理とは両立しえないものと考え，その対策を講じてこなかった結果と考える。

第二章　我が国の漁港の水質実態の把握

前章では，漁港の衛生管理に対して，消費者はどのような対策を求めているのか，また実際に漁港では，これまでどのような対策が講じられてきたかを分析した。その結果，消費者は，漁港での水産物の温度管理や使用する海水の殺菌処理，使用後の排水処理ならびに取り扱う人の手洗いの徹底化などを強く求めていることが明らかとなった。消費者が求める内容に共通する事項として，漁港内の海水の清浄性があげられ，水産物の温度管理に必要となる保冷用海水として多くの漁港では港内海水をそのまま使用していることから，本章ではまず，全国の漁港の中から自主的に衛生管理対策に取り組んでいる漁港を選び，港内の海水の水質並びに細菌の分布状況について調査を試みた。同時に漁港内の海水にどの程度の食中毒原因細菌が存在しているのか，その存在に地域偏在性はあるのかについても調査した。調査は，北海道のオホーツク海と太平洋に繋がる根室海峡に位置する羅臼漁港と標津漁港，本州の太平洋に面し黒潮の影響を受ける静岡県由比漁港，四国の瀬戸内海から豊後水道にかけて位置する宇和島港及び深浦漁港，九州の東シナ海に面し対馬海流の影響を受ける福岡県博多漁港を選定して行った (Fig. 2-1)。調査にあたっては，漁港での細菌の増殖及び混入の可能性の高い，海水温が高くなる 8 月から 10 月を対象期間とし，また水温帯の違いや海域特性を考慮して，北海道，本州，四国，九州から各調査対象地を選定し，漁港内海水の細菌数を調査した。

試 料 と 方 法

供試水

2008 年 8 月から 2009 年の 9 月にかけ計 10 回，北海道羅臼漁港，標津漁港，静岡県由比漁港，愛媛県宇和島港・深浦漁港，福岡県博多漁港の主に港内奥泊地，市場前，港の入り口において表面海水を細菌検査用滅菌ハイロート採水器およびポリビンを用いて採取した。羅臼漁港と標津漁港の試料は氷冷して標津町ふれあい加工体験センターに，由

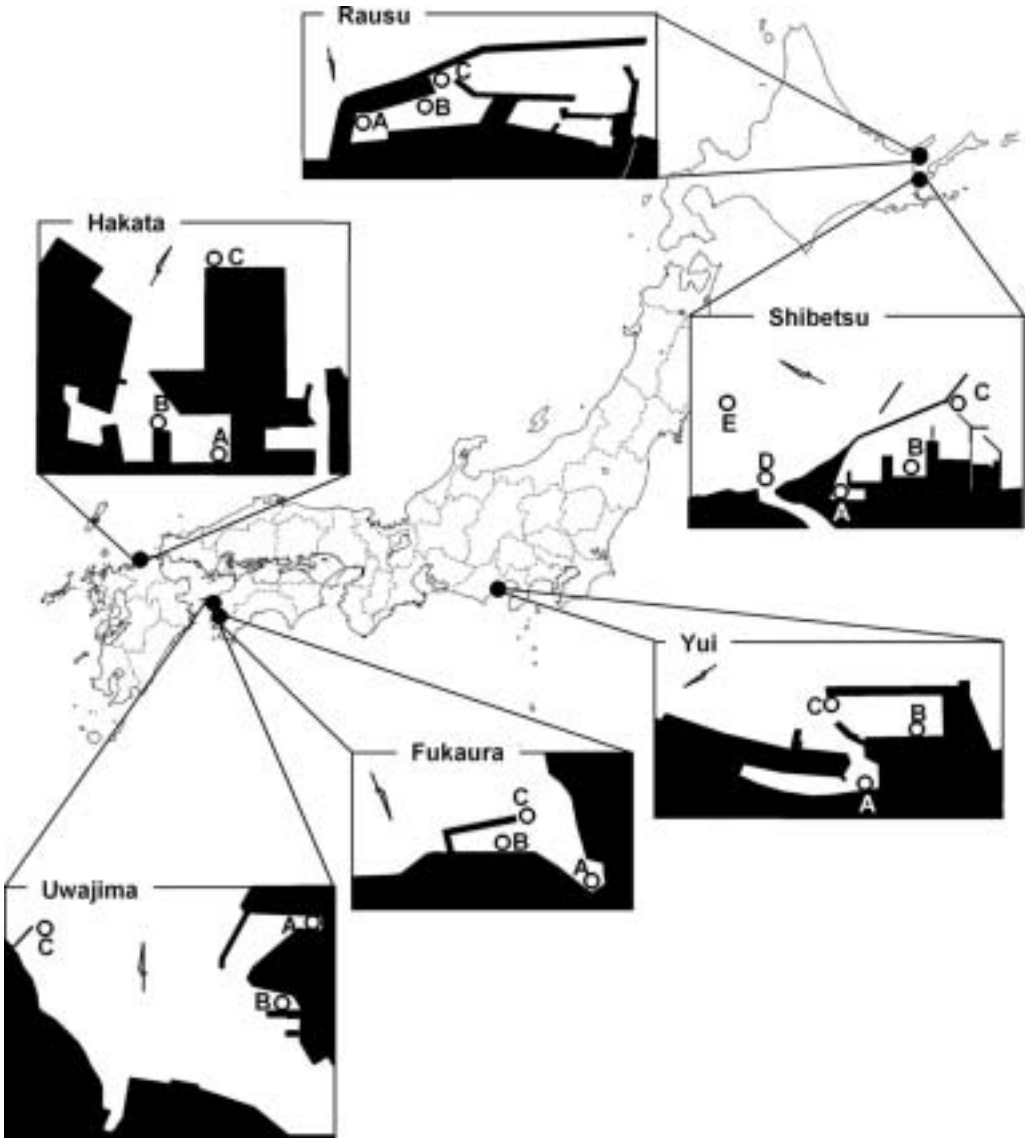

Fig. 2-1 Location of sampling stations at 6 fishing ports

比漁港の試料は静岡県水産技術研究所に，宇和島港と深浦漁港の試料は愛媛大学海洋水産研究センターに，博多漁港の試料は福岡市農林水産局中央卸売市場の実験室に運び直ちに試験に供した。水温 (TEMP), pH, 溶存酸素量 (DO), 塩分濃度 (SAL) については UR-21 (HORIBA) を用いて測定した。浮遊物質量 (SS) はガラスろ過器法 (GF/B, Whatman), 全窒素量 (T-N) はカドミウム還元法, 化学的酸素要求量 (COD) はアルカリ性過マンガン酸カリウム法による測定を行った (佐谷戸ら, 1973)。

生菌数の測定

海水寒天平板培地 (Yamamoto et al., 1982) 表面に採取した試料 0.1 mL を塗抹して，25°C で 5 日間好気的に培養し，出現コロニー数から海水 1 mL あたりの生菌数を求めた。また，標準寒天平板培地 (栄研化学) で 37°C・24 時間好気的に培養した場合の生菌数も測定した。大腸菌群数はダルハム管入り LB 培地で 37°C・48 時間培養後， MPN 法 (5 本法) により 100 mL 中の最確数として算出した。陽性試料についてはダルハム管入り EC 培地 (栄研化学) で恒温槽にて 44.5°C・24 時間培養し， MPN 法により大腸菌数を算出した。

腸炎ビブリオ菌は 0.45 μm フィルター (HA ミリポア) で試料 10 mL あるいは 10 倍希釈した試料 10 mL をろ過し，フィルターをクロモアガービブリオ培地 (関東科学) に貼り付け，37°C で一晩培養した。同時にアルカリペプトン水による MPN 法 (3 本法) で 37°C・24 時間培養し，それぞれ一白金耳をクロモアガービブリオ培地に塗抹後，37°C・24 時間培養して，藤色コロニーが出現したものを腸炎ビブリオ菌擬陽性とした。両者のクロモアガービブリオ培地上の藤色コロニーを *toxR* (Kim et al., 1999) プライマーを用いた colony direct PCR に供し，陽性を腸炎ビブリオ菌とした。陽性対照には腸炎ビブリオ菌 LMG2850 株を

供試した。

結　　果

水質

各定点の水質を Table 2-1 に示した。水温は羅臼漁港および標津漁港では 14.5℃ から 17.9℃ の範囲で，由比漁港では 22.0℃ から 28.5℃，宇和島港では 24.2℃ から 24.7℃，深浦漁港では 26.7℃ から 26.9℃，博多漁港では 21.0℃ から 27.9℃ の範囲で測定された。DO は港口部で高く港内奥泊地ほど低くなる傾向にあり，2.3 mg/L から 9.9 mg/L の範囲で測定された。T-N は港口で低く，港内では高くなる傾向がみられ，SS および COD も羅臼漁港，標津漁港，由比漁港および宇和島港では港内奥泊地で高くなる傾向が観察された。なお pH は 7.6〜8.5 の範囲，SAL は 2.5〜4.0% の範囲で測定された。

生菌数

漁港内海水の生菌数について海水寒天平板培地と標準寒天平板培地の値を比較した場合，海水寒天平板培地で増殖可能な海洋細菌等が検出されるため，海水寒天平板培地を用いた場合の方が $10^{1\sim3}$ 倍高い値を示した。海水寒天平

Table 2-1　Water quality at 6 fishing ports

Fishing port	Date	Position	TEMP (℃)	pH	DO (mg/L)	SAL (%)	SS (mg/L)	T-N (mg/L)	COD (mg/L)
Rausu	1 Sep. '08	A	17.6	7.9	5.4	3.9	3.9	0.47	3.0
		B	17.1	7.8	4.5	3.9	2.3	0.51	2.5
		C	17.2	7.9	7.0	4.0	1.5	0.21	1.8
	6 Oct. '08	A	17.0	8.1	9.5	3.5	7.0	0.98	1.6
		B	16.1	8.0	9.9	3.6	2.7	0.31	1.3
		C	16.4	8.1	9.4	3.3	3.7	0.26	1.7
Shibetsu	1 Sep. '08	A	17.9	8.2	8.4	3.1	7.1	0.26	4.5
		B	17.5	8.1	7.9	3.0	4.3	0.35	4.0
		C	17.7	8.2	8.3	2.9	4.6	0.34	3.3
	6 Oct. '08	A	15.3	8.0	8.9	3.6	5.1	0.46	1.9
		B	15.3	8.0	9.2	3.6	4.1	0.51	1.8
		C	15.2	8.1	8.7	3.6	3.9	0.19	1.7
		D	14.5	8.1	9.1	3.1	NT*	NT	1.3
		E	15.7	8.1	8.8	3.6	NT	NT	1.9
Yui	18 Aug. '08	A	28.5	8.1	4.9	3.3	10.0	0.72	2.1
		B	27.3	8.1	5.5	3.2	5.8	0.60	2.2
		C	27.0	8.2	6.4	3.2	7.5	0.65	2.3
	28 Sep. '08	A	24.2	8.1	7.8	3.4	5.1	0.32	1.7
		B	22.0	8.1	8.7	3.3	1.8	0.60	2.0
		C	24.1	8.1	7.7	3.5	3.5	0.16	1.6
Hakata	25 Aug. '08	A	27.9	8.2	7.2	3.2	10.0	0.61	2.3
		B	27.2	8.3	8.2	2.5	10.0	2.00	1.5
		C	27.4	8.5	9.9	3.0	12.0	0.83	3.8
	27 Oct. '08	A	21.2	7.9	5.9	3.4	2.6	0.77	1.8
		B	21.0	7.9	5.8	3.4	1.8	1.30	1.8
		C	20.5	7.9	7.3	3.3	3.0	0.89	2.2
Uwajima	15 Sep. '09	A	24.7	7.6	2.3	3.6	31	23	81
		B	24.3	7.8	3.7	3.7	8.7	2	8.2
		C	24.2	8.1	5.5	3.7	8.2	1.8	7.7
Fukaura	15 Sep. '09	A	26.9	8.2	5.6	3.8	1.2	0.22	1.1
		B	26.7	8.2	5.2	3.8	2.9	0.56	1.5
		C	26.8	8.3	6.0	3.8	1.5	0.33	1.4

*: Not tested.

Table 2-2 Viable bacterial counts, coliform counts, *Escherichia coli* counts and *vibrio* counts at sampling stations located at 6 fishing ports

Fishing port	Date	Position	viable counts (SA*1 ; CFU/mL)	viable counts (SMA*1 ; CFU/mL)	coliform (MPN/100 mL)	*E. coli* (MPN/100 mL)	*V. parahaemolyticus* (MPN/100 mL)
Rausu	1 Sep. '08	A	9.0×10^{4}	5.0×10^{0}	330	68	<3
		B	7.1×10^{4}	1.5×10^{1}	68	<1.8	<3
		C	1.4×10^{4}	5.0×10^{0}	330	20	<3
	6 Oct. '08	A	5.9×10^{4}	3.5×10^{1}	68	<18	<3
		B	5.5×10^{4}	1.5×10^{2}	68	<18	<3
		C	1.2×10^{4}	4.0×10^{1}	78	<18	<3
Shibetsu	1 Sep. '08	A	1.1×10^{4}	2.5×10^{2}	490	45	<3
		B	1.4×10^{4}	4.5×10^{1}	230	130	<3
		C	8.9×10^{3}	4.5×10^{1}	270	110	<3
	6 Oct. '08	A	3.0×10^{4}	3.0×10^{1}	230	<18	<3
		B	8.7×10^{4}	2.4×10^{3}	1,100	20	<3
		C	4.7×10^{3}	$<5.0\times10^{0}$	78	<18	<3
		D	2.3×10^{4}	5.7×10^{2}	490	45	<3
		E	4.2×10^{2}	$<5.0\times10^{0}$	2	2	<3
Yui	18 Aug. '08	A	8.1×10^{5}	8.3×10^{2}	9,200	220	15
		B	2.8×10^{3}	7.0×10^{1}	490	20	21
		C	2.3×10^{3}	2.0×10^{1}	220	20	9
	28 Sep. '08	A	1.1×10^{4}	3.0×10^{2}	1,300	330	<3
		B	1.3×10^{3}	2.8×10^{2}	1,100	18	<3
		C	5.8×10^{2}	5.0×10^{0}	78	18	<3
Hakata	25 Aug. '08	A	1.8×10^{5}	4.0×10^{1}	460	130	29
		B	4.3×10^{4}	3.5×10^{1}	490	68	43
		C	4.2×10^{4}	1.5×10^{1}	130	<1.8	240
	27 Oct. '08	A	4.7×10^{3}	1.5×10^{1}	95	5	<3
		B	1.3×10^{3}	5.0×10^{0}	490	2	<3
		C	2.4×10^{3}	1.0×10^{1}	110	7	<3
Uwajima	15 Sep. '09	A	4.0×10^{6}	5.5×10^{5}	>1,800,000 (350,000)*2	92,000 (2,000)*2	<3
		B	6.2×10^{5}	1.5×10^{3}	3,500	240	<3
		C	5.4×10^{3}	5.0×10^{1}	350	33	<3
Fukaura	15 Sep. '09	A	1.9×10^{3}	3.5×10^{1}	2,400	11	<3
		B	1.2×10^{4}	2.9×10^{2}	350	33	<3
		C	4.2×10^{3}	$<5.0\times10^{0}$	49	5	<3

*1 : For Seawater (SA) and standard-methods agars (SMA) count's incubation was done at 25°C for 5 days and 37°C for 1 day, respectively.
*2 : Reinvestigation

板培地を用いた場合，いずれの漁港でも $10^{3\sim6}$ CFU/mL を示し，地域差は見られなかった。港口と港奥部を比べると港奥部の方が高い値を示した (Table 2-2)。

漁港内海水中の大腸菌は，羅臼漁港における 10 月期を除いて，いずれの漁港内海水からも検出され，港口の値が他の定点と比較し高かったのは博多漁港のみであった。港内奥泊地の値が最も高かったのは宇和島港で 9.2×10^4 MPN/100 mL の値を示し，次は由比漁港で，10 月期に 3.3×10^2 MPN/100 mL の値を示した。大腸菌群数については，平均すると大腸菌数のおおよそ 40 倍の値を示したが，中には 2 倍に満たない値を示す地点もあった。腸炎ビブリオ菌は，由比漁港および博多漁港の港内海水からのみ検出された。海水温の高い 8 月期には，全ての定点から検出されたものの，海水温が 24.2℃ 以下に低下した 2 度目の試験においては，全ての定点で検出限界以下となった。博多漁港では，海水温で 27℃ 程度と同様の条件であった由比漁港と比較して高く 240 MPN/100 mL の値を示した。

考　　察

北海道内各地の漁港内の海水から，大腸菌や大腸菌群が分離されるとの報告があり (笠井ら, 2002a；笠井ら, 2004a)，また，諸外国ではその他の食中毒原因細菌の分離も報告されている (Venkateswaran et al., 1989)。一方，平成 13 年に厚生労働省が食品衛生法施行規則に腸炎ビブリオ菌対策関連規定を追加するなど，腸炎ビブリオ菌対策を考慮する必要が生じた。漁港で使用する海水は清浄海水または飲用適の水であることが望ましく，この清浄海水としては人工海水か飲用適な水に求められるような大腸菌や大腸菌群，腸炎ビブリオ菌などの細菌が検出されないことが基本となる。

このような背景を踏まえて，本章では，地域 HACCP 事業の一環として長年細菌学的調査が行われている北海道東部の標津漁港に加え，同じく北海道東部の羅臼漁港，本州中部太平洋側の由比漁港，四国西部の宇和島港と深浦漁港，および九州北部の博多漁港を選定し，漁港内の細菌の分離状況の調査を行った。

各漁港の水質は地理的特性より水温が 14.5℃ から 28.5℃ と大きく異なったことに加え，漁港ごとに見ると，DO は港口部で高く港奥で低くなる傾向がみられ，逆に T-N は港口で低く港内では高くなる傾向がみられるなど，港口部に比べ港奥部で水質環境が悪化していることが伺われた。このほか，pH は 7.6〜8.5，SAL は 2.5〜4.0% の範囲で測定され，特記するような大きな違いは認められなかった。漁港内の海水の生菌数も海水寒天平板培地ではいずれの漁港も，$10^{3\sim6}$ CFU/mL の値を示し，また港口と港奥部を比べると，水質調査結果と同様に，港奥部の方が高い値を示し，地域差は見られなかった。大腸菌は羅臼漁港の 10 月期を除いて，すべての漁港内海水から検出された。海水に大腸菌を添加し消長を観察すると，生菌数は時間の経過とともに減少するが，5℃ では 5 日は生存が認められている (笠井ら, 2002b；笠井, 2005)。通常の海水中での増殖能は高くないと推察されるが，海水中での大腸菌の挙動について今後詳細に検討する必要がある。病原性ビブリオでは，腸炎ビブリオ菌が海水温の高い時期に，我が国南部海域である由比漁港と博多漁港においてすべての採水点から検出された。しかし，海水温が 24.2℃ 以下に低下した 2 度目の試験では検出限界以下となっており，海水温と検出率の関連が示された。

標津漁港で 2002 年から毎年実施している調査結果から考察すると，大雨等の気象条件や防波堤等，港の構造が大きく変わらなければ，水質面での大きな変化は見られないことから (笠井・吉水, 2009)，今回の結果は調査 6 地点のここ何年かの水質を現わしていると考えられる。さらに，今回の調査結果から，港内海水の水質項目のうち SS と COD 値について，水産用水基準値を総じて上回る結果となった。衛生面で直接危害が生じるものではないが，食品としての水産物を扱う海水の水質として，また，近年の漁港内で中間育成や蓄養を行いたいとする漁業者からの要望を踏まえると，こうした海水の水質改善にも努める必要があると考えられる。ただ港口部も基準値を越えることから，この基準値が妥当なものかを含め，今後検討しなければならない。

第三章　大腸菌・大腸菌群を対象とした漁港の細菌学的調査

前章の調査で大腸菌および大腸菌群は調査した全ての漁港から検出された。また水道法など我が国の飲料水の水質基準としても大腸菌が用いられていることから，本章では大腸菌および大腸菌群を対象に漁港における両菌群の分布実態を把握することを目的に調査を行った。食品衛生の最も重要な課題は食中毒の発生防止であり，食中毒の大部分は細菌性食中毒である。水産物では腸炎ビブリオ菌が第一位を占めているが，この調査から腸炎ビブリオ菌は海水温の高い南の海域において多く分離された。一方で，大腸菌および大腸菌群はいずれの漁港からも分離された。

こうした中，全国 2,921 ある漁港の中から年間水揚げ量で 4,000 トンを超える 109 漁港を対象に漁港で利用する海水の取水先について調査したところ，43 漁港から回答があり，主な取水源として港内海水と答えた漁港は 84% にあたる 36 漁港にものぼることが判明した。その他の 7 港は水道水を利用していた。また 36 漁港中 28 港が荷捌き所前面の泊地海水からの取水との回答し，その他の 8 港は，防波堤前面からの取水が 4 港，漁港内の井戸からの取水が 4 港であった。

以上のことから，港内から取水した海水をそのまま利用する場合，そのほとんどで大腸菌および大腸菌群が含まれていると考えられる。そこで本章では，大腸菌および大腸菌群がどの程度含まれているか，またどのような経路で漁港内海水に進入してきているかについて調査した。

第一節　我が国北部海域における大腸菌および大腸菌群の分布実態の把握

海水中には様々な細菌が生息しているが，ヒトの活動がおよぶ沿岸の海水からは大腸菌が検出されている (笠井・吉水, 2009)。大腸菌や大腸菌群は本来海水で生息する細菌ではなく，これらはヒトや動物の腸管由来の細菌であり，水域汚染の指標となっている。

本節では，特に大腸菌などの細菌は水温の高い地域で分離されやすいことに鑑み，比較的海水温が低く，人口密度の低い北部海域での分布実態を解明することを目的に，北海道の北部，東部および南部，計 36 漁港を選定し，大腸菌・大腸菌群がどの程度分離されるか表面海水を対象に実態調査を行った (Fig. 3-1-1)。

試 料 と 方 法

海水試料の採取

2004 年 7 月 27 日から 29 日に道北 9 漁港，うち 4 つは港湾，すなわち豊岬漁港，苫前漁港，初浦漁港，天塩港，西浦漁港，焼尻港，羽幌港，前浜漁港および天売港を，2004 年 6 月 14 日には道東 10 漁港，うち 3 つは港湾，すなわち

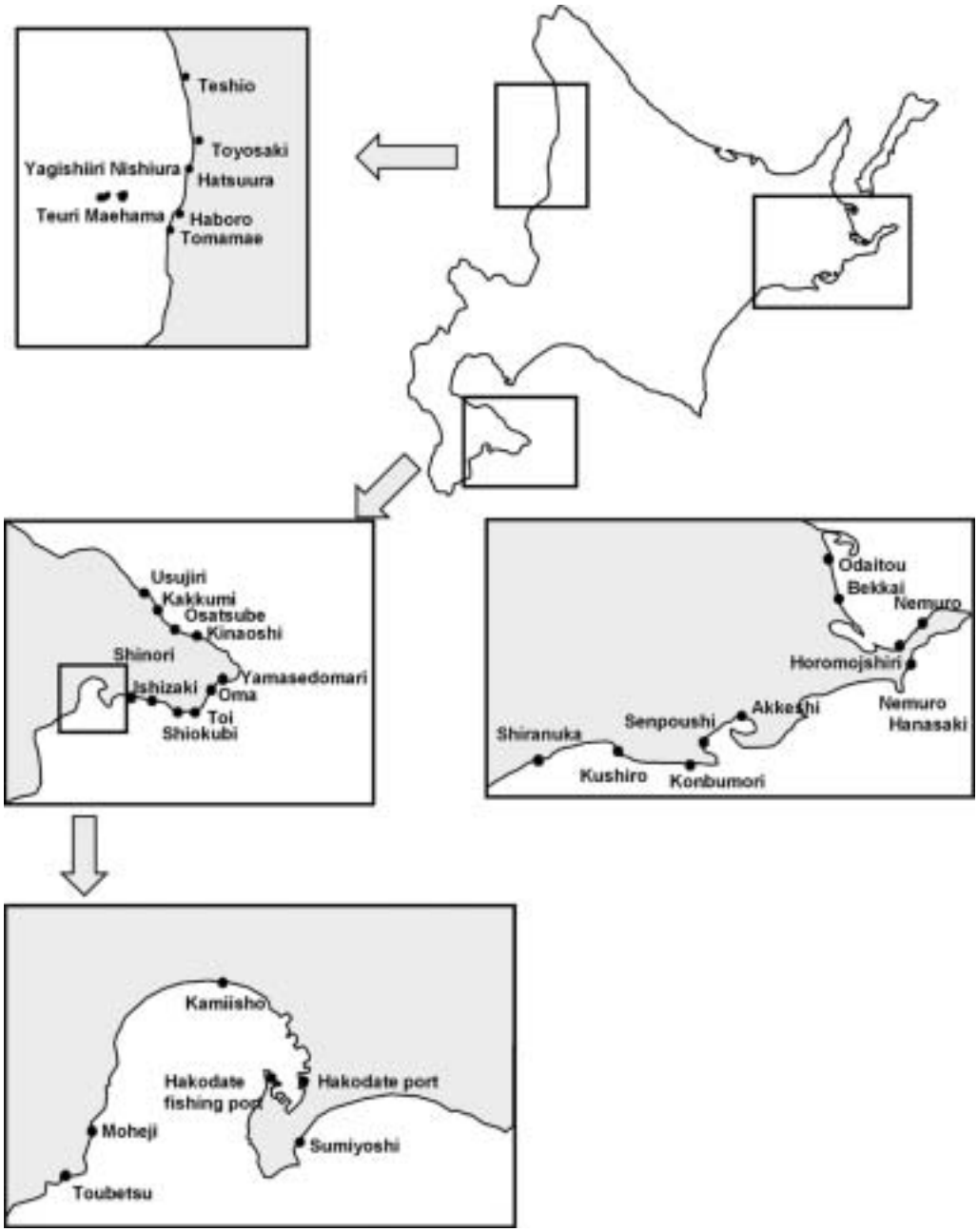

Fig. 3-1-1　Location of sampling stations at 36 fishing ports

Table 3-1-1　Viable bacterial counts, coliform counts and *Escherichia coli* counts at sampling stations located at 9 fishing ports

Fishing port	Date	viable counts (SA*; CFU/mL)	viable counts (SMA*; CFU/mL)	coliform (MPN/100 mL)	*E. coli* (MPN/100 mL)
Toyosaki	27 Aug. '04	7.7×10^{3}	7.0×10^{1}	2,400	7.3
Tomamae	27 Aug. '04	6.3×10^{4}	1.0×10^{1}	460	36
Hatsuura	27 Aug. '04	9.9×10^{3}	4.0×10^{1}	460	460
Teshio	29 Aug. '04	4.1×10^{4}	2.0×10^{1}	150	＜3.0
Nishiura	27 Aug. '04	7.7×10^{3}	1.1×10^{2}	2,400	150
Yagishiri	28 Aug. '04	3.4×10^{5}	$>3.0\times10^{3}$	＞14,000	2,400
Haboro	28 Aug. '04	2.4×10^{5}	$>3.0\times10^{3}$	＞14,000	2,400
Maehama	29 Aug. '04	6.2×10^{3}	2.0×10^{1}	460	20
Teuri	29 Aug. '04	1.3×10^{5}	1.0×10^{1}	460	3.6

*: For Seawater (SA) and standard-methods agars (SMA) count's incubation was done at 25°C for 5 days and 37°C for 1day, respectively.

尾岱沼漁港，根室花咲港，根室港，別海漁港，仙鳳趾漁港，昆布森漁港，幌茂尻漁港，厚岸漁港，釧路港および白糠漁港を，2003年8月29日には道南8漁港，うち1つは港湾，すなわち銭亀漁港，志海苔漁港，住吉漁港，函館漁港，函館港，上磯漁港，茂辺地漁港および当別漁港の表面海水を細菌検査用滅菌ハイロート採水器を用いて採水し，試験に供した。

さらに，2006年6月9日，8月16日，10月25日，2007年5月8日および10月16日の計5回，道南10漁港すなわち臼尻漁港，川汲（安浦）漁港，尾札部漁港，木直漁港，山背泊漁港，大澗漁港，戸井漁港，汐首漁港，石崎漁港，志海苔漁港において，漁港内の表面海水を同様に採水し，試験に供した。あわせて，水温（TEMP），pH，溶存酸素量（DO），塩分濃度（SAL），化学的酸素要求量（COD）についても第二章と同様の方法によって調査を行った。

なお，水温（TEMP），pH，溶存酸素量（DO），塩分濃度（SAL）についてはUR-21（HORIBA）を用いて測定した。化学的酸素要求量（COD）はアルカリ性過マンガン酸カリウム法による測定を行った（佐谷戸ら，1973）。

一般生菌数，大腸菌群数および大腸菌数の測定

海水寒天平板培地表面に採取した試料0.1 mLを塗抹して，25°Cで5日間好気的に培養し，出現コロニー数から海水1 mLあたりの生菌数を測定した。また，標準寒天平板培地（栄研化学）で37°C・24時間好気的に培養した場合の生菌数も測定した。大腸菌群数はダルハム管入りLB培地で37°C，48時間培養後，MPN法（5本法）により100 mL中の最確数として算出した。陽性試料についてはダルハム管入りEC培地（栄研化学）で恒温槽にて44.5°C・24時間培養し，MPN法により大腸菌数を算出した。

結　　果

一般生菌数，大腸菌群数および大腸菌数

道北の漁港の調査結果をTable 3-1-1に，道東の漁港の調査結果をTable 3-1-2に，2003年分の道南の漁港の調査結果をTable 3-1-3に，2006～2007年にかけて実施した道南の漁港の調査のうち，水質調査結果をTable 3-1-4，一般生菌数，大腸菌群数および大腸菌数の測定結果はTable 3-1-5に示した。

海水寒天平板培地を用いて測定した一般生菌数は，道北では6.2×10^{3}～3.4×10^{5} CFU/mL，道東では5.2×10^{2}～1.2×10^{5} CFU/mL，道南では4.8×10^{2}～1.1×10^{5} CFU/mLであった。標準寒天培地を用いて測定した一般生菌数は，道北では10～3.0×10^{3} CFU/mL以上，道東では5以下～6.8×10^{2} CFU/mL以上となった。特に道北の羽幌と焼尻では検出限界値を超える結果（3.0×10^{3} CFU/mL以上）となった。

道北，道東および道南計36漁港の大腸菌群数および大腸菌数をFig. 3-1-2およびFig. 3-1-3に示した。大腸菌群数は7.8～1.4×10^{4} MPN/100 mL以上の範囲で測定され，大腸菌数は1.8以下～2.4×10^{3} MPN/100 mLの範囲で測定された。

なお，2006年から2007年にかけて測定した道南10漁港では，季節変動をみるために5回の調査を行った。その結果をみると，水質にあっては水温の低い時期にDOは高く，CODは概ね低くなる傾向となる中で，大腸菌群数および大腸菌数については，大腸菌群数では最大値を示す時期に一定の傾向は認められなかったものの，大腸菌は最も水温の高い2006年8月16日に10漁港中7漁港で最大値を示した。

考　　察

本節では，北海道内の36漁港の港内海水の衛生状況を

Table 3-1-2 Viable bacterial counts, coliform counts and *Escherichia coli* counts at sampling stations located at 10 fishing ports (14 June '04)

Fishing port	viable counts (SA*; CFU/mL)	viable counts (SMA*; CFU/mL)	coliform (MPN/100 mL)	*E. coli* (MPN/100 mL)
Odaitou	2.8×10^4	$<5.0\times10^0$	45	<18
Nemurohanasaki	3.4×10^4	$<5.0\times10^0$	2,400	45
Nemuro	6.4×10^4	3.9×10^2	790	20
Betsukai	5.2×10^2	6.8×10^2	20	<18
Senpoushi	3.2×10^3	5.0×10^0	130	45
Konbumori	1.0×10^3	5.0×10^0	230	45
Horomoshiri	1.2×10^5	5.0×10^0	20	20
Akkeshi	1.2×10^5	4.0×10^1	230	<18
Kushiro	9.0×10^2	5.0×10^1	130	20
Shiranuka	1.2×10^5	4.2×10^2	230	<18

*: For Seawater (SA) and standard-methods agars (SMA) count's incubation was done at 25°C for 5 days and 37°C for 1 day, respectively.

Table 3-1-3 Viable bacterial counts, coliform counts and *Escherichia coli* counts at sampling stations located at 8 fishing ports (23 Aug. '03)

Fishing port	viable counts (SA*; CFU/mL)	coliform (MPN/100 mL)	*E. coli* (MPN/100 mL)
Zenigame	9.7×10^3	460	43
Shinori	4.1×10^4	1,100	75
Sumiyoshi	4.4×10^4	>1,400	93
Hakodate	3.6×10^4	>1,400	9.1
Hakodate port	1.6×10^4	240	23
Kamiiso	1.4×10^4	>1,400	460
Moheji	2.2×10^3	>1,400	43
Toubetsu	7.3×10^3	1,100	75

*: For Seawater agars (SA) count's incubation was done at 25°C for 5 days.

大腸菌および大腸菌群を対象に概略的に把握することを目的に調査を行った。今回調査した道東，道北，道南の計 36 漁港全てで大腸菌群数が検出され，特に道北の羽幌と焼尻，道南の志海苔の大腸菌群数および大腸菌数が高い値を示した。さらに道南 10 漁港について，季節変動をみるために年 5 回の調査を行った。大腸菌群数について，臼尻漁港・木直漁港・志海苔漁港の港内海水では高い値で推移し，戸井漁港・汐首漁港・石崎漁港の港内海水では低い値で推移していた。いずれも季節による変化は特に見られなかったことから，港内海水の大腸菌群数が高い値を示す漁港においては，港内海水が大腸菌群に継続的に汚染されていることが示唆された。大腸菌群は食品衛生において糞便による水の汚染の指標として用いられているので (山中ら, 1999)，本調査の結果はそれらの漁港の港内海水が糞便に汚染されている可能性があることを示している。

道東の牧場の間を流れる標津川，伊茶仁川，古多糠川では，年間を通して 10^2～10^3 MPN/100 mL の大腸菌群が検出され，それらの河口付近にある標津漁港では 1.8 以下～3.5×10^3 MPN/100 mL の大腸菌群が検出されている (笠井ら, 2002b)。また，牛のエンテロウイルス (Ley et al., 2002) や *Cryptosporidium parvum* の胞子 (Ono et al., 2001) といった家畜の腸内に存在する微生物が，牧場周辺を流れる河川の下流の水や河口付近に生息するカキから検出されていることから (坂井, 1956)，牧場周辺を流れる河川において，家畜の糞便に含まれる微生物が河川に流出し，河口周辺の海水および河口付近に位置する漁港の港内海水を汚染していると考えられる。

本研究において大腸菌群が高い値で検出された臼尻漁港・木直漁港・志海苔漁港の港内海水について，それぞれ大腸菌群の汚染源を考えると，臼尻漁港では，漁港から約 3 km の地点に大船川の河口があり，河口部とはやや離れた位置にあるにもかかわらず，臼尻漁港の入り口は河口側を向いているため，大船川から大腸菌群が流入している可能性がある。木直漁港では，漁港の内部に木直川の河口があるため，そこから大腸菌群が流入している可能性がある。志海苔漁港では漁港から約 300 m の地点に志海苔川の河

Table 3-1-4　Water quality at 10 fishing ports

Fishing port	Date	TEMP (°C)	pH	DO (mg/L)	SAL (%)	COD (mg/L)
Usujiri	9 June '06	8.7	8.1	10.0	3.3	NT*
	16 Aug. '06	20.8	8.3	8.4	2.7	2.368
	25 Oct. '06	14.9	8.2	7.7	3.0	1.392
	8 May '07	11.4	NT	11.9	2.9	2.96
	16 Oct. '07	17.0	8.3	6.8	3.2	0.464
kakkumi	9 June '06	9.3	8.2	9.1	3.2	NT
	16 Aug. '06	20.4	8.3	8.1	2.7	1.6
	25 Oct. '06	14.6	8.2	6.6	3.0	1.952
	8 May '07	9.9	NT	11.4	3.0	0.432
	16 Oct. '07	16.4	8.5	8.0	3.3	2.496
Osatsube	9 June '06	8.6	8.3	9.3	3.2	NT
	16 Aug. '06	19.8	8.3	8.4	2.7	3.232
	25 Oct. '06	14.8	8.2	6.5	3.0	2.304
	8 May '07	11.4	NT	11.8	2.9	0.944
	16 Oct. '07	16.4	8.6	8.0	3.2	2.096
Kinaoshi	9 June '06	8.9	8.4	10.2	2.8	NT
	16 Aug. '06	20.0	8.4	8.9	2.5	2.48
	25 Oct. '06	14.5	8.4	9.0	3.0	2.352
	8 May '07	10.1	NT	12.2	2.0	0.816
	16 Oct. '07	17.1	8.8	8.4	3.2	1.808
Yamasedomari	9 June '06	8.8	8.3	10.2	3.3	NT
	16 Aug. '06	21.6	8.4	8.8	2.8	2.64
	25 Oct. '06	14.9	8.4	9.4	3.0	3.632
	8 May '07	10.3	NT	13.0	3.0	1.2
	16 Oct. '07	16.6	8.8	10.0	3.3	2.112
Oma	9 June '06	9.0	8.3	10.0	3.2	NT
	16 Aug. '06	22.1	8.4	9.1	2.8	0.944
	25 Oct. '06	13.9	8.4	9.4	3.0	1.552
	8 May '07	9.5	NT	12.1	3.1	0.224
	16 Oct. '07	16.1	8.8	9.3	3.2	1.712
Toi	9 June '06	10.5	8.4	9.8	3.3	NT
	16 Aug. '06	24.1	8.5	9.0	2.8	1.328
	25 Oct. '06	15.6	8.5	9.2	3.1	0.432
	8 May '07	12.4	NT	12.8	3.1	0.08
	16 Oct. '07	18.5	8.8	8.7	3.3	2.672
Shiokubi	9 June '06	11.8	8.4	9.4	3.4	NT
	16 Aug. '06	23.7	8.4	8.7	2.8	1.12
	25 Oct. '06	13.6	8.5	8.9	3.0	0.992
	8 May '07	10.0	NT	11.0	3.1	0.784
	16 Oct. '07	17.7	8.8	8.3	3.3	2.56
Ishizaki	9 June '06	12.5	8.3	9.3	3.4	NT
	16 Aug. '06	25.0	8.4	8.7	2.8	1.776
	25 Oct. '06	14.2	8.4	8.5	3.0	0.592
	8 May '07	13.3	NT	12.7	3.0	3.088
	16 Oct. '07	17.1	8.8	8.7	3.3	2.464
Shinori	9 June '06	13.3	7.8	NT	3.1	NT
	16 Aug. '06	25.4	8.3	8.9	2.8	1.552
	25 Oct. '06	15.3	8.4	8.7	3.0	1.072
	8 May '07	12.7	NT	10.8	3.1	2.272
	16 Oct. '07	17.9	8.8	8.8	3.3	2.848

*: Not tested.

Table 3-1-5 Viable bacterial counts, coliform counts and *Escherichia coli* counts at sampling stations located at 10 fishing ports

Fishing port	Date	viable counts (SA* ; CFU/mL)	coliform (MPN/100 mL)	*E. coli* (MPN/100 mL)
Usujiri	9 June '06	1.1×10^{3}	1,600	49
	16 Aug. '06	4.9×10^{4}	1,700	110
	25 Oct. '06	2.7×10^{4}	3,500	33
	8 May '07	2.7×10^{4}	490	<1.8
	16 Oct. '07	2.2×10^{4}	490	11
Kakkumi	9 June '06	1.4×10^{4}	1,600	49
	16 Aug. '06	6.2×10^{3}	1,700	68
	25 Oct. '06	5.4×10^{4}	330	2
	8 May '07	9.0×10^{3}	230	14
	16 Oct. '07	$4{,}2\times10^{4}$	110	<1.8
Osatsube	9 June '06	1.6×10^{4}	1,600	17
	16 Aug. '06	3.4×10^{4}	330	45
	25 Oct. '06	7.2×10^{4}	460	7.8
	8 May '07	5.0×10^{3}	170	4.5
	16 Oct. '07	1.1×10^{5}	49	<1.8
Kinaoshi	9 June '06	1.5×10^{4}	1,800	17
	16 Aug. '06	5.5×10^{4}	4,900	790
	25 Oct. '06	4.3×10^{3}	230	4.5
	8 May '07	9.5×10^{2}	2,400	14
	16 Oct. '07	3.0×10^{4}	330	4.5
Yamasedomari	9 June '06	1.9×10^{3}	1,800	4.5
	16 Aug. '06	3.0×10^{4}	490	130
	25 Oct. '06	1.0×10^{5}	33	33
	8 May '07	2.7×10^{3}	330	4.5
	16 Oct. '07	2.1×10^{4}	230	4.5
Oma	9 June '06	1.6×10^{3}	1,800	350
	16 Aug. '06	4.9×10^{3}	45	<1.8
	25 Oct. '06	2.9×10^{4}	790	170
	8 May '07	7.3×10^{2}	230	<1.8
	16 Oct. '07	7.7×10^{3}	490	7.8
Toi	9 June '06	1.3×10^{3}	130	<1.8
	16 Aug. '06	6.3×10^{3}	110	40
	25 Oct. '06	5.9×10^{3}	17	<1.8
	8 May '07	4.8×10^{2}	33	<1.8
	16 Oct. '07	5.4×10^{2}	110	<1.8
Shiokubi	9 June '06	7.0×10^{2}	170	<1.8
	16 Aug. '06	6.8×10^{3}	78	45
	25 Oct. '06	2.0×10^{4}	49	4.5
	8 May '07	1.3×10^{3}	17	<1.8
	16 Oct. '07	5.8×10^{2}	23	<1.8
Ishizaki	9 June '06	3.5×10^{3}	170	<1.8
	16 Aug. '06	3.1×10^{3}	20	<1.8
	25 Oct. '06	3.4×10^{3}	17	<1.8
	8 May '07	1.0×10^{4}	23	<1.8
	16 Oct. '07	2.4×10^{3}	7.8	<1.8
Shinori	9 June '06	7.8×10^{4}	1,800	540
	16 Aug. '06	4.9×10^{4}	1,100	170
	25 Oct. '06	1.2×10^{4}	9,200	540
	8 May '07	8.5×10^{3}	3,500	1,300
	16 Oct. '07	7.6×10^{3}	3,500	2,400

* : For Seawater agars (SA) count's incubation was done at 25°C for 5 days.

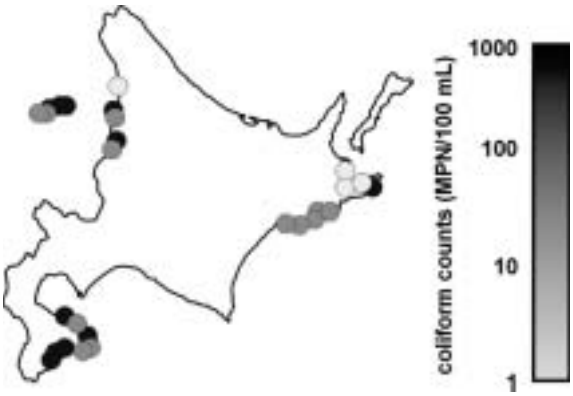

Fig. 3-1-2　Coilform counts (MPN/100 mL) at 36 fishing ports in Hokkaido

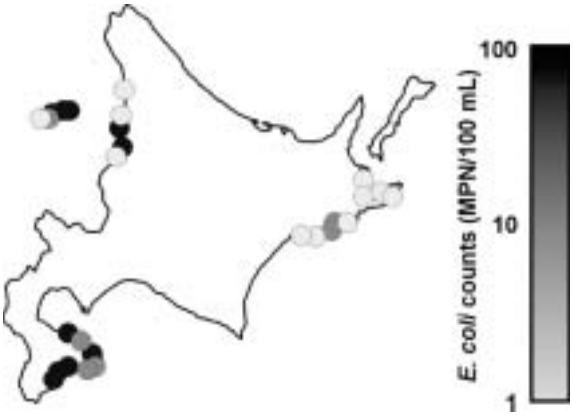

Fig. 3-1-3　*Escherichia coli* counts (MPN/100 mL) at 36 fishing ports in Hokkaido

口があり，漁港の入り口と河口の距離が近いため，大腸菌群が志海苔川から志海苔漁港へ流入した可能性が考えられる。

漁港内海水における大腸菌群の汚染源は，周辺の河川以外にも，漁港内における荷捌き所からの排水なども考えられる。本研究においては本章では行っていないが，第二章において行ったように，漁港の入り口付近での採水とあわせて漁港内の陸揚げ用岸壁でも採水を行い大腸菌群数を測定した値を比較することにより，汚染源が漁港の内外のどちらにあるかを調べることができると考える。また，牧場から河川に流出した大腸菌群は河口において拡散するが，大腸菌群を検出できるのは河口からどの程度の距離までかを調べる必要があると考える。

第二節　大腸菌および大腸菌群の海水中での生存性と河川からの拡散状況および漁港への進入

前節において大腸菌は本来海水に生息する細菌ではないことに言及した。大腸菌の海水中での生残期間に関しては，笠井は北海道の道東に位置する標津川河口より 1 km 沖合の地点で採水した試料を用いて，5, 10, 15 および 20℃に所定期間保持した上で，その生残性を観察している。その結果，いずれの環境下でも時間の経過とともに生菌数は減少するものの，5℃では 5 日間保持後も大腸菌のコロニーの出現が確認されたと報告している (笠井ら，2002b；笠井，2005)。

大腸菌は陸棲であることから，主に河川水により海洋に流入し表層を漂うものと考えられる。このため，漁港内で分離される大腸菌は河川を通じて漁港内に流入するものが多いと考え，河口域における生菌数の分布を明らかにすることで，漁港内への流入の危険性についての考察が可能と考えた。なお，漁港は天然の地形を利用して，昔から静穏なところに形成されてきた経緯があり，集落を流れる河川の河口部に位置する場合が多い。

前章で示した水産物流通拠点となる 150 漁港を対象とした調査では，その 7 割近くが河川に隣接していた。またそのうちの 4 割は直接河川が港内に流入する形状となっていた (Fig. 3-2-1)。青森県が先に行った調査によると，日本海側から陸奥湾，太平洋側に立地する 33 漁港 37 地区の港内海水について，大日本水産会が水産用水基準 ((社)日本水

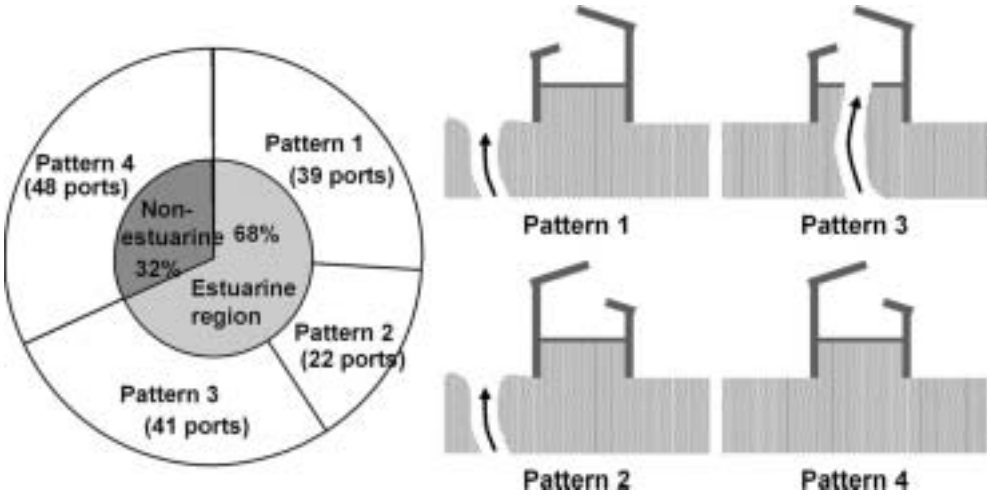

Fig. 3-2-1　Percentage of ports located estuarine region among fishery product distribution hub ports (150 fishing ports)

Fig. 3-2-2 Location of fishing ports in which coliform counts of seawater exceeded 1000 MPN/100 mL in Aomori Prefecture

産資源保護協会, 2005) として定義する大腸菌群数 1,000 MPN/100 ml を超える漁港を調べたところ，11 漁港 13 地区 (Fig. 3-2-2) であった。これらの漁港について河川や生活排水路との位置関係を調べると，7 漁港 7 地区で河川が直接港内に流入する形状であること，残りの 2 漁港 4 地区でも河川が港内に流入する可能性の高い形状であった。残りの 2 漁港は河川を遮るように防波堤が整備されているが，生活排水が排水溝を通して港内に入り込む形状であった。なお，最も大腸菌群数が多い漁港は，河川水の流入に加えて，オオミズナギドリの繁殖地になっており，鳥糞の影響により港内が汚染された可能性も示唆された (Table 3-2-1)。

こうした分析結果を踏まえ，港内海水の大腸菌群および大腸菌の混入可能性と河川等との関係を理解するために，まず河口域における海水中の大腸菌群数を測定し，その分布を調べ，次いで，前節の臼尻漁港に見られるように，河口部と 3 km 程度離れた漁港であるにもかかわらず高い大腸菌群数を示したことから，河口部と漁港の防波堤形状との位置関係が漁港内で分離される大腸菌数とどのような関係にあるかを解析するため，函館近郊の漁港を対象に付近に河川があり防波堤の形状が異なる漁港と河川がない漁港での港内海水に含まれる一般生菌数と大腸菌群数および大腸菌数について調査を行った。

試 料 と 方 法

河川から海域への大腸菌・大腸菌群の拡散状況の把握

2004 年 5 月 6 日から 5 月 17 日に実施された，第 53 次うしお丸天塩・十勝沖実習航海において，十勝川沖 10 地点 (Fig. 3-2-3) の表面水を滅菌採水ビンにより採取した。また，2009 年 9 月 29 日に北海道の道南に位置する上磯漁港 (Fig. 3-2-4) 付近の 15 地点より表層海水を細菌検査用滅菌ハイロート採水器およびポリビンを用いて採取し，同時に水温 (TEMP)，pH，導電率，溶存酸素量 (DO)，塩分濃度 (SAL)，全溶存固形物量，海水の比重 についてはUR-21 (HORIBA) を用いて測定した。十勝沖については大腸菌群数のみを測定し，上磯漁港付近については，大腸菌群数に加えて大腸菌数も測定した。測定法は前節同様であるが，十勝沖では MPN 法 (3 本法)，上磯漁港付近では MPN 法 (5 本法) により 100 mL 中の最確数として算出した。

河川から漁港へ進入する大腸菌・大腸菌群の流入状況の把握

2004 年 5 月，8 月，11 月の計 3 回にわたり，上磯漁港，志海苔漁港銭亀地区 (以下，銭亀漁港という)，住吉漁港の水質および細菌調査を行った (Fig. 3-2-5)。上磯漁港につい

Table 3-2-1 Water pollution test results of fishing ports showing coliform counts of over 1,000 MPN/100 mL and in Aomori Prefecture presence or absence of in-flowing river

Fishing port (area)	Date	TEMP (°C)	coliform (MPN/100 mL)	pH	DO (mg/L)	SS (mg/L)	T-N (mg/L)	COD (mg/L)	Pattern of river mouth
Hachinohe (Same)	31 Oct. '05	13.6	130,000	7.5	7.0	3	2.06	3.3	Pattern 1
Hachinohe (Konakano)	31 Oct. '05	13.4	16,000	7.8	7.5	2	2.00	1.6	Pattern 3
Shiranuka (Shiranuka)	24 Oct. '05	16.5	9,200	8.1	7.2	3	0.29	0.9	Pattern 1
Jusan	3 Oct. '05	16.3	7,900	7.4	9.7	22	1.23	3.8	Pattern 3 (In the lake)
Shiranuka (Yakiyama)	24 Oct. '05	16.5	5,400	8.1	7.8	2	0.24	0.9	Pattern 3
Shimoburo	25 Oct. '05	13.8	3,500	8.0	7.8	1	0.16	0.7	Pattern 2
Shirasuna	17 Oct. '05	19.7	3,500	8.2	7.1	<1	0.14	0.7	Pattern 1
Kugurizaka	17 Oct. '05	19.4	3,500	8.1	7.0	2	0.93	1.3	Pattern 3
Iwasaki	3 Oct. '05	21.5	3,300	8.2	7.1	<1	0.19	0.7	Pattern 3
Shimizugawa	17 Oct. '05	18.6	1,700	8.2	8.1	<1	0.55	1.0	Pattern 3
Inou	17 Oct. '05	20.0	1,400	8.2	7.2	<1	0.15	1.0	Pattern 3
Noheji	17 Oct. '05	18.3	1,300	8.1	8.1	<1	0.27	0.8	Pattern 1
Tairadate	17 Oct. '05	18.3	1,300	8.1	6.4	3	0.26	0.9	Pattern 2

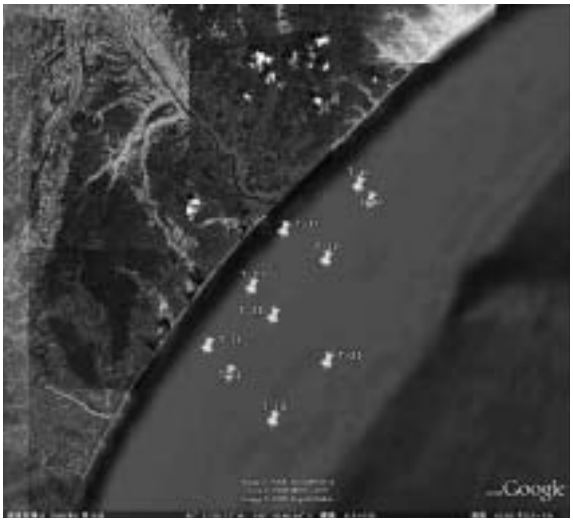

Fig. 3-2-3　Location of sampling staions off the Tokachi coast

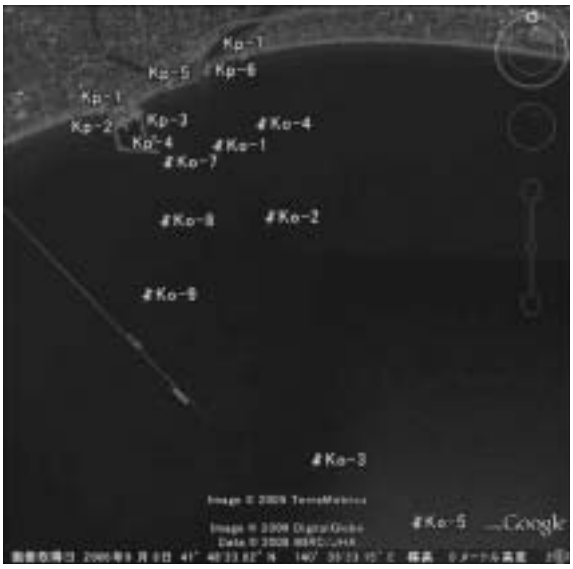

Fig. 3-2-4　Location of sampling staions at the vicinity of Kami-iso fishing port

ては港口部 (KA-1)，港奥部 (KA-2，KA-3)，漁港付近の河川の河口部 (KA-4) の 4 点，銭亀漁港については港口部 (ZE-1)，港奥部 (ZE-2)，港外部 (ZE-3)，漁港付近の河川の河口部 (ZE-4)の 4 点，住吉漁港については港口部 (SU-1)，港奥部 (SU-2，SU-3) の 3 点の表層海水を，細菌検査用滅菌ハイロート採水器を用いて採取した。海水の水質は UR-21 (HORIBA)を用いて測定し，一般生菌数，大腸菌群数および大腸菌数の測定は前節の方法に従った。

結　　果

河川から海域への大腸菌・大腸菌群の拡散状況

各定点の水質を Table 3-2-2 に示した。DO は河口付近

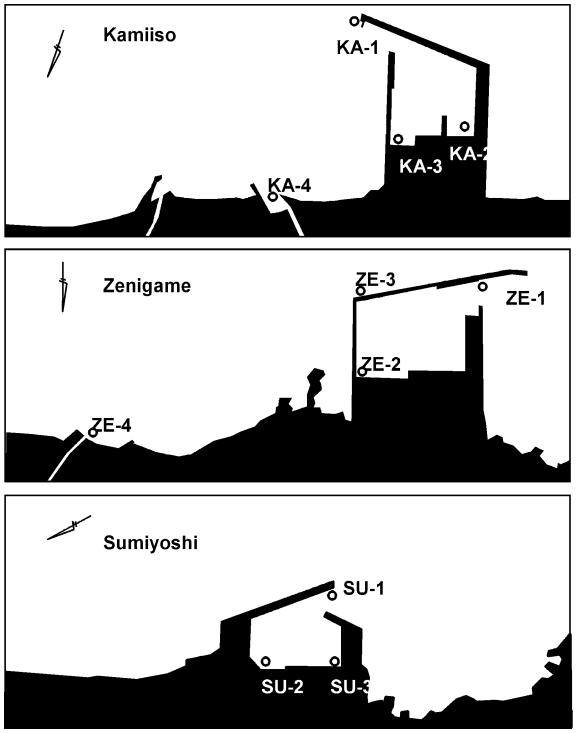

Fig. 3-2-5　Location of sampling stations at 3 fishing ports

が高く，6.8～11.2 mg/L の範囲で測定された。水温，導電率，SAL，全溶存固形物量，海水の比重には大きな差は見られなかったが，河口付近では，Kp-5 が淡水，Kp-6 が汽水であり，測定値が低くなっていた。なお pH については地点による変化は見られず 8.2～8.6 の範囲で測定された。

十勝沖および上磯漁港付近の各地点の表層水中の大腸菌群数を Fig. 3-2-6 に示した。十勝沖における大腸菌群数は，十勝川河口の延長上にある T-31 および T-32 地点において最も多く，1.1×10^3 MPN/100 ml 以上であった。大腸菌群数は河口から離れるほど，また海流の上流側ほど低く，T-41 では 3 MPN/100 ml 以下となった。

上磯漁港付近においても，大腸菌数 (データは示していない) および大腸菌群数ともに河口付近では高く，大腸菌群数で 1.4×10^4～3.5×10^4 MPN/100 mL，大腸菌数で 2.8×10^2～5.4×10^2 MPN/100 mL であった。河口から 500 m 程度離れた沖側では，概ね大腸菌群数で 1.1×10^2～5.4×10^2 MPN/100 mL，大腸菌数で 2～13 MPN/100 mL 程度まで減少した。ただし，同様に 500 m 程度離れた地点でも河川流の流れる方向と一致した地点では，依然として大腸菌群数で 5.4×10^3 MPN/100 mL，大腸菌数で 31 MPN/100 mL と高い数値を示した。800 m 程度離れた地点では，大腸菌群数で 27～110 MPN/100 mL，大腸菌で 1.8 MPN/100 mL 以下まで減少した。

河川から漁港へ進入する大腸菌・大腸菌群の流入状況

3 漁港における 5 月，8 月，11 月の水質測定結果を Table

Table 3-2-2 Water quality at Kamiiso fishing port and sea area (29 Sep. '09)

Position	TEMP (°C)	pH	DO (mg/L)	SAL (%)	COND (S/m)	TDS (g/L)	Seawater gravity
Kp-1	20.9	8.2	7.1	3.6	5.5	33	26
Kp-2	19.8	8.3	6.8	3.7	5.5	34	26
Kp-3	20.6	8.6	11.2	3.6	5.4	33	25
Kp-4	19.6	8.3	6.8	3.6	5.5	33	26
Kp-5	16.4	8.3	10.7	0	29 mS/m	0.19	0
Kp-6	18.1	8.4	8.5	1.5	2.4	15	10
Kp-7	20.5	8.2	7.0	3.6	5.4	32	25
Ko-1	19.5	8.4	7.4	3.8	5.7	34	27
Ko-2	19.6	8.4	7.6	3.8	5.7	34	27
Ko-3	19.5	8.4	7.9	3.8	5.7	34	27
Ko-4	19.6	8.4	7.7	3.5	5.3	32	25
Ko-5	19.4	8.4	7.9	3.8	5.7	34	27
Ko-7	19.8	8.4	7.7	3.7	5.7	34	27
Ko-8	19.6	8.4	7.8	3.7	5.6	34	27
Ko-9	19.6	8.4	8.1	3.8	5.7	34	27

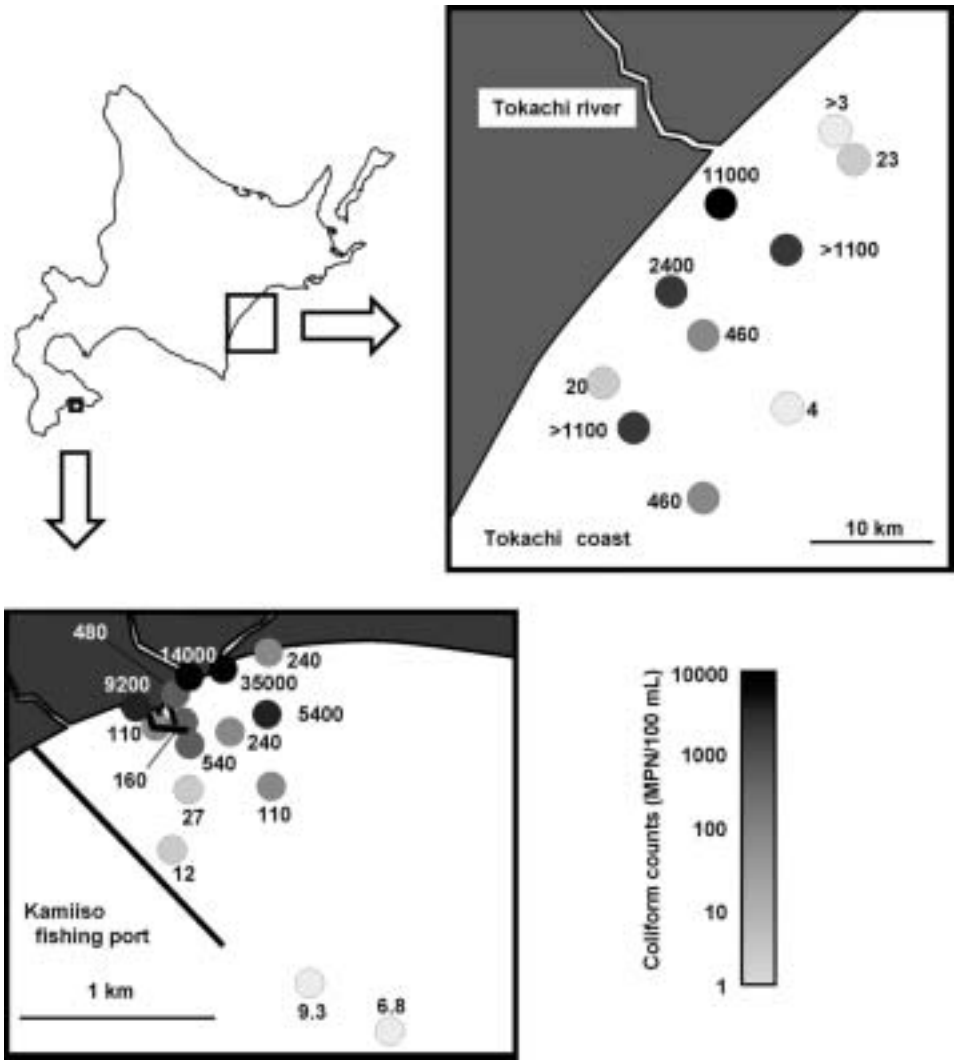

Fig. 3-2-6 Distribution of the coliform counts (MPN/100 mL) of the Tokachi coast and Kamiiso fishing port.

3-2-3 に示した。各漁港の表面海水の水温，pH，SAL，導電率，全溶存固形物量，海水の比重に大きな差は見られなかったが，河口では汽水のため導電率，SAL，全溶存固形物量，海水の比重で他と異なる値を示した。季節の変化を見ると，8 月に水温の上昇と合わせて pH が減少したが，11 月には 5 月とほぼ同様の値を示した。

次いで，一般生菌数，大腸菌群数，大腸菌数について，5 月，8 月，11 月の測定結果を Table 3-2-4 に示した。

海水寒天平板培地を用いて測定した一般生菌数は，上磯漁港で 1.2×10^3～1.6×10^4 CFU/mL，銭亀漁港で 3.3×10^2～9.2×10^3 CFU/mL，住吉漁港で 1.2×10^3～5.1×10^4 CFU/mL となっており，住吉漁港が最も高い生菌数を示した。標準寒天培地を用いて測定した場合，上磯漁港で 30～1.6×10^3 CFU/mL，銭亀漁港で 5 以下～1.5×10^3 CFU/mL，住吉漁港で 5 以下～75 CFU/mL となっており，逆に住吉漁港が最も低い値を示す結果となった。

大腸菌群数および大腸菌数を見てみると，5 月の調査では，上磯漁港では 7.5×10^2～1.1×10^4 MPN/100 mL および 3 以下～4.3×10^2 MPN/100 mL と測定された。銭亀漁港では 3 以下～4.3×10^2 MPN/100 mL および 3 MPN/100 mL 以下，住吉漁港では，3 以下～4.3×10^2 MPN/100 mL および 3 以下～30 MPN/100 mL となった。8 月の調査では全体的に菌数が増加し，大腸菌群数は上磯漁港の全ての地点で 1.1×10^4 MPN/100 mL 以上，銭亀漁港付近の河口で 1.4×10^4 MPN/100 mL 以上と高い値を示したが，銭亀漁港付近の河川から流出した大腸菌群は防波堤付近でその数が 2.4×10^3 MPN/100 mL までに減少し，漁港の入り口では 4.6×10^2 MPN/100 mL になった。付近に河川のない住吉漁港では 43～4.6×10^2 MPN/100 mL と，他漁港と比較すると全体的に低い値となった。各漁港の大腸菌数については 3 以下～4.3×10^2 MPN/100 mL と測定され，上磯漁港内で高い値を示した。11 月の調査では，上磯漁港と銭亀漁港の大腸菌群数および大腸菌数が低下した。大腸菌群数が上磯漁港で 2.4×10^3～1.1×10^4 MPN/100 mL を示し，大腸菌数は上磯漁港で 3 以下～91 MPN/100 mL，銭亀漁港で 3 以下～2.1×10^2 MPN/100 mL を示した。なお住吉漁港について

Table 3-2-3　Water quality at Kamiiso, Zenigame and Sumiyoshi fishing ports

Date	Position	TEMP (°C)	pH	SAL (%)	COND (S/m)	TDS (g/L)	Seawater gravity
May '04	KA-1	13.9	8.1	2.4	3.2	22	16
	KA-2	13.7	8.1	2.5	4.0	24	19
	KA-3	15.2	8.2	1.8	3.0	18	13
	KA-4	14.8	8.1	0.0	1.4	0	0
	ZE-1	13.9	8.3	2.7	4.3	26	20
	ZE-2	13.6	8.5	2.2	3.5	22	17
	ZE-3	12.2	8.2	2.7	4.3	26	20
	ZE-4	13.1	8.3	2.6	4.1	25	20
	SU-1	13.8	8.2	2.8	4.4	27	21
	SU-2	15.6	8.4	2.8	4.3	26	20
	SU-3	13.7	8.2	2.8	4.4	27	21
Aug. '04	KA-1	24.2	7.4	3.3	5.1	30	22
	KA-2	24.1	7.2	3.3	5.0	30	22
	KA-3	24.8	7.3	2.4	3.8	23	15
	KA-4	23.6	7.5	2.0	3.5	20	13
	ZE-1	24.3	7.5	3.4	5.1	31	23
	ZE-2	23.2	7.6	2.6	4.0	25	17
	ZE-3	22.8	7.6	2.6	4.7	27	19
	ZE-4	20.8	6.5	0.1	0.2	1.2	0
	SU-1	24.0	7.7	3.4	5.2	31	23
	SU-2	26.7	8.0	3.4	5.1	31	22
	SU-3	24.0	7.5	3.4	5.1	31	23
Nov. '04	KA-1	13.7	8.1	2.7	4.3	26	20
	KA-2	14.0	8.1	2.8	4.3	27	21
	KA-3	13.6	8.1	2.6	4.2	25	20
	KA-4	12.9	8.3	1.6	2.2	13	10
	ZE-1	16.6	8.2	3.2	5.0	30	24
	ZE-2	16.8	8.4	3.2	4.9	30	23
	ZE-3	16.8	8.3	3.2	4.9	28	23
	ZE-4	10.3	8.2	0.5	1.1	10	3
	SU-1	16.7	8.3	3.3	5.0	30	24
	SU-2	16.2	8.3	3.2	5.0	30	24
	SU-3	15.8	8.2	3.2	4.9	30	23

Table 3-2-4 Viable bacterial counts, coliform counts and *Escherichia coli* counts at sampling stations located at fishing ports Kamiiso, Zenigame and Sumiyoshi

Date	position	viable counts (SA* ; CFU/mL)	viable counts (SMA* ; CFU/mL)	coliform (MPN/100 mL)	*E. coli* (MPN/100 mL)
May '04	KA-1	2.5×10^3	3.0×10^1	1,500	430
	KA-2	4.8×10^3	1.0×10^2	750	<3
	KA-3	5.2×10^3	1.0×10^2	2,400	40
	KA-4	4.7×10^3	7.5×10^2	11,000	<3
	ZE-1	4.2×10^3	5.0×10^1	<3	<3
	ZE-2	1.4×10^3	1.0×10^1	90	<3
	ZE-3	7.8×10^2	1.0×10^1	40～230	<3
	ZE-4	8.1×10^2	6.0×10^1	430	<3
	SU-1	1.2×10^3	$<5.0\times10^0$	90	<3
	SU-2	7.9×10^3	2.0×10^1	430	30
	SU-3	1.3×10^3	1.0×10^1	<3	<3
Aug. '04	KA-1	7.4×10^3	1.6×10^3	>14,000	430
	KA-2	9.4×10^3	1.1×10^3	>14,000	390
	KA-3	1.2×10^3	7.5×10^2	11,000	36
	KA-4	3.3×10^3	7.3×10^2	>14,000	91
	ZE-1	1.6×10^3	1.0×10^1	460	93
	ZE-2	9.2×10^3	1.4×10^2	460	3.6
	ZE-3	3.6×10^3	3.0×10^1	2,400	36
	ZE-4	1.3×10^3	1.5×10^3	>14,000	430
	SU-1	1.8×10^4	$<5.0\times10^0$	43	<3
	SU-2	2.8×10^4	3.0×10^1	460	43
	SU-3	4.4×10^4	2.0×10^1	15	<3
Nov. '04	KA-1	1.4×10^4	9.0×10^1	4,600	30
	KA-2	1.5×10^4	1.3×10^2	2,400	<3
	KA-3	1.6×10^4	4.0×10^1	2,400	91
	KA-4	1.2×10^3	2.6×10^2	11,000	30
	ZE-1	1.1×10^3	$<5.0\times10^0$	23	<3
	ZE-2	2.5×10^3	$<5.0\times10^0$	43	<3
	ZE-3	3.3×10^2	1.0×10^1	150	3.6
	ZE-4	5.3×10^2	1.6×10^2	4,600	210
	SU-1	1.1×10^4	$<5.0\times10^0$	93	3.6
	SU-2	4.0×10^4	5.0×10^0	43	<3
	SU-3	5.1×10^4	7.5×10^2	4,600	<3

*: For Seawater (SA) and standard-methods agars (SMA) count's incubation was done at 25°C for 5 days and 37°C for 1 day, respectively.

は，大腸菌数は年間を通して 3 以下～43 MPN/100 mL とほぼ同様の値を示した。

考　　察

漁港内の海水から大腸菌および大腸菌群が検出される原因は，付近の河川水や生活雑排水の流入によるところが大きいと考え，まず十勝沖および上磯漁港周辺での大腸菌および大腸菌群数の分布を観察した。その結果，両エリアにおいて河口域に近いほど大腸菌および大腸菌群ともに高い値を示し，河口域から離れるに従い減少していた。水質調査結果と照合すると，導電率，SAL，全溶存固形物量，海水の比重において，近隣の他地点と比較して明らかに低い値が示されており，大腸菌および大腸菌群の分離数の大小は河川水の流入と因果関係があることが示された。

次いで，河口と漁港の位置関係が漁港内への大腸菌および大腸菌群流入に及ぼす影響を検討した。その結果，付近に河川等がある漁港では，ない漁港に比べて大腸菌数およ

び大腸菌群数の値が明らかに高い結果となった。また，漁港の入り口が河口側に向いている漁港では，河川由来の大腸菌が港内に流入する傾向が見られ，一方，河口側に向いていない漁港ではその数は低く測定された。また，漁港の港口と港奥部を比べると，大腸菌数および大腸菌群数は河口部との距離や漁港の入り口が河口川側を向いているか否かによって異なるものの，一般生菌数は総じて港奥部の方が高い値を示す傾向が見られた。以上より，漁港内海水の大腸菌数および大腸菌群数は付近に河口や生活排水口があるかどうか，また漁港の入り口が河口を向いているかに影響されることが示唆され，このような状況下にある漁港では，可能な限り，防波堤等の延長を見直し港口を切り替えるなどの対策を行うことが望ましいと考える。

漁港が河川の近くに建設されたのは，地域発達の過程において河口周辺の平地に集落が形成されたためと考える。水産物の衛生管理において，漁港における衛生管理を徹底し，漁獲物に付着する微生物の初期数を抑えることは重要な課題である。漁獲物の洗浄をするには漁港内海水を直接使用せず，殺菌処理を行った後に使用するのが望ましいと考える。

第四章　漁港における衛生管理対策のあり方 (漁港での使用海水の清浄化対策とこれらを用いた漁港空間の清浄性の確保)

漁港での衛生管理は，食中毒原因細菌を付けない，増やさないことを目的として対策を講じる必要がある。このためには作業工程ごとに各種の提案を行うことになるが，有機物除去とともに殺菌も技術的に可能となった現在 (本間・吉水, 2000；笠井ら, 2001；吉水・笠井, 2002)，根幹をなす対策としては海水の殺菌処理と作業場等の洗浄による除菌処理が挙げられる。前章において，漁港の多くは付近に河川を有しており大腸菌および大腸菌群の分離数は河川水の流入と因果関係があることが示された。このことからも海水の殺菌処理は必要不可欠と解される。しかし，現在の漁獲物の洗浄等にあっては，港内海水を取水し殺菌している場合も見られるが，未だそのまま使用している場合も多い。今後殺菌処理を徹底していくためには，殺菌処理方法として魚介類や排水環境に負荷がかからない処理方法であることが望ましく，加えて，処理施設の設置費用や管理費用においても極力抑制できる方法であることが望ましい。海洋深層水を除く取水海水の殺菌処理方法としては，紫外線殺菌，オゾン殺菌，電解殺菌，塩素添加殺菌，濾過除菌等が考えられているが ((社) マリノフォーラム 21, 1991)，それぞれに特徴があり，その結果，留意すべき事項もそれぞれに異なるため，漁港内の海水を殺菌処理する上で，どの方法が有効なのか判断に迷うところである。

そこで，本章では港内から取水した海水の殺菌効果について，紫外線殺菌，オゾン殺菌，海水電解殺菌，並びに次亜塩素酸ナトリウム添加殺菌法についてのこれまでの研究成果を踏まえつつ，実際の漁港での利用効果について検証を行った。調査対象漁港としては，第二章で調査した北海道標津漁港，静岡県由比漁港，愛媛県宇和島港，深浦漁港および福岡県博多漁港とした。加えて，近年注目されている海洋深層水についても清浄海水としての有効性を確認するため，北海道羅臼漁港を対象に加えることとした。

なお，各漁港の河口との位置関係および海水の取水状況ならびに海水の殺菌処理方法は，以下のとおりである。標津漁港は周辺に牧場地帯を流れてくる河川の河口が存在するが，河口部と反対側に港口を有する形状であり，漁港で使用する海水は河川から最も離れた港外地点から取水の上，海水電解装置により殺菌処理されている。羅臼漁港は周辺に河川が流れており河口部側に港口を有する形状であり，漁港で使用する海水から大腸菌および大腸菌群が分離されることから，漁港沖の水深 350 m 付近の海洋深層水が使用されている。由比漁港は漁港内に生活河川が流入する形状から沖側に新港を拡張してきているが，現時点では漁港で使用する海水は港奥部から取水の上，海水電解装置により殺菌処理されている。宇和島港，深浦漁港，博多漁港は閉鎖性湾内に位置し直接ではないものの湾内に河川が流入しており，漁港で使用する海水は港内から取水の上，宇和島港，深浦漁港では紫外線照射，博多漁港では次亜塩素酸ナトリウムを直接添加することにより殺菌処理されている。

また，これらの漁港の多くは水揚げ作業だけでなく，荷捌き作業のほか産地卸売市場を有しており，せりや搬送用の積み込み作業などの場所としての役割も有している。このため，岸壁のエプロン部，市場床面に細菌が付着する場合にはそこから魚介類に混入することが懸念される。また，岸壁のエプロン部，市場床面を清潔にしていても漁港関係者が使用する長靴や搬送用トラックのタイヤ面などから岸壁のエプロン部，市場床面等に付着し魚介類に混入することも懸念されている。このことから，上記の漁港のうち，愛媛県宇和島港と深浦漁港を除く 4 漁港において，殺菌した海水ならびに海洋深層水による岸壁のエプロン部，市場床面，長靴，タイヤ面の洗浄効果について，洗浄除菌効果を調査した。なお，日々の洗浄作業は多大な労働力を有することから，作業の省力化に配慮し流水洗浄方法による除菌効果を調べた。

方　　法

海水の紫外線，電気分解および次亜塩素酸添加による殺菌効果判定試験ならびに海洋深層水の清浄化判定試験

各漁港とも併設の市場に供給されている殺菌海水ならびに海洋深層水を採取した。そのうち，標津漁港，由比漁港および博多漁港では，電解海水および次亜塩素酸ナトリウム添加海水に残留する有効塩素濃度をデジタル残留塩素テスター (DCT-100 型，株式会社タクミナ) により測定した。供試水は，その 50 mL を 0.45 μm フィルター (HA ミ

リポア) でろ過し，海水寒天培地平板に貼り付けたフィルター上のコロニー数から生菌数を求めた。また大腸菌群数については，ダルハム管入り LB 培地に接種し，37°C•48 時間培養後 MPN 法により 100 mL 中の最確数として算出した。対照には取水口付近の海水を供試し，殺菌率を求めた。なお，由比漁港では電気分解後 5 分間作用させたが，標津漁港および博多漁港では殺菌処理後に一度タンクに貯留されていることから，作用時間を設けなかった。

殺菌海水および海洋深層水による洗浄除菌効果判定試験

上記漁港のうち宇和島港，深浦漁港を除く 4 漁港において，全漁港で併設市場の係員の長靴および市場の床を，羅臼漁港および由比漁港では上記に加え岸壁およびフォークリフトのタイヤに殺菌海水あるいは海洋深層水を 15 秒間かけ流し，終了後 10 cm 角の窓を開けた厚手の滅菌ダンボール紙を張り付け，検体表面の 100 cm^2 を滅菌綿棒でふき取り，その綿棒を生理的食塩水に移し，5 分間攪拌後，直ちに海水寒天平板培地を用いて生菌数を測定した。

結　　果

海水の紫外線，電気分解および次亜塩素酸添加による殺菌効果ならびに海洋深層水の清浄化判定

宇和島港，深浦漁港における紫外線殺菌の殺菌率は，生菌数で 91.2 から 99.99% 以上であり，大腸菌群数ではいずれも 99% 以上であった。一方，海水の電気分解殺菌を行っている標津漁港と由比漁港では，標津漁港においては残留する有効塩素濃度が検出限界以下であった試験 1 では，生菌数で 39.9%, 大腸菌群数で 99% 以上となった。残留する有効塩素濃度が 0.10 mg/L であった試験 2 および由比漁港の試験 1 では標津漁港がそれぞれ生菌数，大腸菌群数で 99% 以上，97.4% 以上であるのに対し，由比漁港では 97.7%，殺菌効果が不明との結果となった。しかし，由比漁港の試験 2 ならびに博多漁港の試験 1，2 では残留有効塩素濃度が 0.20 mg/L 以上であり，殺菌率は 98.7% 以上の効果が確認された。海洋深層水については，190 CFU/mL 以下，大腸菌群数で 2 MPN/100 mL 以下であり，周辺の表層海水に比べて十分な清浄性が確認された (Table 4–1)。

殺菌海水および海洋深層水による洗浄除菌効果

上述の電解海水，次亜塩素酸ナトリウム添加海水あるいは海洋深層水で上記 4 漁港併設の市場において長靴等を洗浄した際の洗浄・除菌効果を Table 4–2 に示した。洗浄・除菌効果は対照区の生菌数によって大きな差が見られたものの，長靴では全ての漁港で概ね 70% 以上の除菌効果が得られた。市場の床についても，羅臼漁港や標津漁港で一部効果が見られなかったが，90% 程度の除菌効果が得られることが確認された。フォークリフトのタイヤでも由比漁港で消毒効果が得られたが，岸壁に対しては洗浄前後の差が認められなかった。

考　　察

港内から取水した海水の殺菌効果調査の結果から，紫外線殺菌は確実な殺菌効果が期待されることが示された。一方，塩素殺菌の場合には，有効塩素濃度が 0.10 mg/L の場合には，確実な殺菌効果は示されなかったが，0.2 mg/L 以上あれば一般細菌に対する殺菌率は 98.7% 以上の殺菌効果が期待できることが確認できた。また，同じ残留塩素濃度であれば一度タンク等に貯留しておいた方が直接放水する場合よりも殺菌効果が高いことも確認できた。これまで吉水らの研究によると有効とされる塩素濃度は 0.14 mg/L 以上とされており(笠井ら，2000；吉水・笠井，2002)，本調査結果はこれを裏付ける結果となった。加えて，紫外線照射および次亜塩素酸を直接添加する方法の場合，殺菌効果が確実に得られるという利点がある一方で，紫外線殺菌の場合は，設備投資や電気代などの管理費に，また次亜塩素酸添加殺菌の場合薬品購入に相当の費用がかかる課題がある。他方，海水電解の場合，費用的には優位だが (笠井ら，2001)，有効塩素濃度の調整に課題があり，有効塩素濃度にバラツキが生じた場合，確実な殺菌効果が得られない可能性があることも判明した。このため，海水電解方法を用いる場合には，常に安定した有効塩素濃度になるよう絶えず調整を行うことが必要となり，この調整を自動化する装置を組み込めば，有効な手法となるものと期待される。

いずれの漁港も長靴，市場の床面，岸壁表面に付着する生菌数は概ね同程度となったが，トラックのタイヤに付着する生菌数は一般に多いことから，博多漁港など周辺漁港から陸上搬入量の多い漁港では岸壁や市場の床面へ付着する細菌数は多くなり (データは示していない)，トラックの進入のない漁港に比べて汚染の危険性が高くなると考えられる。こうした汚染に対する対策については，作業性・コスト面等を考慮すると殺菌海水による流水洗浄が妥当であり，今回実施したように 15 秒程度継続して流水することで，一定の洗浄効果が期待できるものと考える。ただし，一部岸壁等の洗浄において除菌効果が低いか，または確認できないものがあり，流水洗浄の場合には材質等によっても除菌効果は異なるものと考えられる。より効果を高めるためには，作業上の安全性を確保しながら，市場床面と同様に，岸壁エプロン部も可能な限り凹凸等の少ない材質の利用を促進することも必要と考える。また，洗浄除菌効果判定試験では紫外線殺菌処理を活用したケースは検討していないが，塩素殺菌に比べ紫外線殺菌の場合は，水質の影響が大きいこと，殺菌処理後に混入する細菌や床面に付着した細菌の殺菌効果は期待できないなどの課題があるものと考える。

本研究では，海水の殺菌ならびに洗浄除菌の調査を通じて，オゾン殺菌ならびに濾過除菌については当初から対象としなかった。その理由としては，オゾン殺菌は設置コストが紫外線殺菌装置よりも高価であること，生成されるオキシダントが魚介類に対しても毒性が大きいこと，また，

Table 4-1 Bactericidal effect of seawater treated by UV irradiation, electrolysis and hypochlorous acid

Port	Test	Sample Description	Viable cell counts (CFU/mL)		Reduction rate (%)	*E. coli* counts (MPN/100 mL)		Reduction rate (%)
			Pre-treatment	Post-treatment		Pre-treatment	Post-treatment	
Rausu*	Test I	Deep ocean water	7.1×10^{4}	1.5×10^{0}	>99.99	70	<2	>97.1
	Test II	Deep ocean water	5.5×10^{4}	1.9×10^{2}	>99	68	2	97.1
Shibetsu	Test I	Below detection limit	7.9×10^{3}	4.8×10^{3}	39.9	540	4	>99
	Test II	Chlorine 0.1 mg/L	1.8×10^{3}	5.1×10^{0}	>99	70	<1.8	>97.4
Yui	Test I	Chlorine 0.10 mg/L, 5mins	8.1×10^{5}	1.9×10^{4}	97.7	9,200	>1,800	-
	Test II	Chlorine 0.26 mg/L, 5mins	1.1×10^{4}	3.0×10^{0}	>99.9	1,300	17	98.7
Hakata	Test I	Chlorine 0.24 mg/L	4.3×10^{4}	6.6×10^{0}	>99.9	490	<1.8	>99
	Test II	Chiorine 0.20 mg/L	1.3×10^{3}	2.9×10^{0}	>99	490	<1.8	>99.9
Uwajima	Test I	UV sterilization	6.2×10^{5}	7.1×10^{0}	>99.99	3,500	<1.8	>99.9
Fukaura	Test I	UV sterilization	1.2×10^{4}	1.0×10^{3}	91.2	350	<1.8	>99

* Control sample

Table 4-2 Bacterial elimination effect of sterilized seawater and deep ocean water rinse on selected surface areas

Port	Rinse Seawater	Surface areas	Reduction rate (%)	
			Test I	Test II
Rausu	Deep Ocean Water	Workboots	86.0	NT*
		Floor	94.4	18.6
		Pier Wall	NT	45.2
		Tires	NT	35.8
Shibetsu	Electrolysed Seawater	Workboots	＞99.9	25.0
		Floor	75.6	65.0
Yui	Electrolysed Seawater	Workboots	67.8	86.9
		Floor	＜10.0	94.6
		Pier Wall	＜10.0	＜10.0
		Tires	97.1	NT
Hakata	Hypochlorous Acid-Added Seawater	Workboots	91.4	79.2
		Floor	88.8	NT

*NT : not tested.

濾過除菌法はフィルター交換にかなりの費用を要することを理由に，ほとんどの漁港で利用実績がないために効果の検証が困難であったためである。今後，これら殺菌方法の利用が増えてくる場合には，改めて検証してみる必要があると考える。

第五章　漁港における衛生管理の基準化と適用への展望

食品衛生の最も重要な課題は食中毒の発生防止である。食中毒の大部分は細菌性食中毒であるため，細菌性食中毒を予防することが重要である。第二章の調査結果を見ると，漁港では港内海水から食中毒原因細菌である腸炎ビブリオ菌や大腸菌・大腸菌群が分離される場合が多いことが示された。そのため，第三・四章では漁港における衛生管理対策の中心を漁港内の海水の殺菌処理と作業場等の洗浄による除菌処理に的を絞り試験を行った。本章では，これまでの調査・試験結果を踏まえ，漁港における衛生管理の基準化を提案し，その適用への展望を考察した。

近年，PL 法の施行に伴い製造者責任の明確化が求められるようになり，食品分野では食料の一次生産から連続して食品の安全性を確保するとしたフードチェーン・アプローチの考え方が求められている (一色, 2003)。水産物流通は，おおよそ「漁場」→「漁港」→「産地市場」→「加工場」→「消費地市場」→「量販店」→「食卓」といった形態がとられている。このうち，加工場から消費地市場，量販店に至る工程では，自治体において営業許可を与えるための基準を設定してきた経緯から，HACCP 対応に向けた施設の改善等が進んできているが，漁獲から加工に至る工程ではこうした基準がなく，生産地ごとの施設管理者の自主的な取り組みにとどまっている。このため，フードチェーン・アプローチの考え方に基づき，一次生産の過程でも，危害要因を特定し未然に防止するための対策を講じていくことが重要であり，各種の基準化が進められている。例えば「養殖場」においては，養殖工程において生産者自らが，生産物の安全性の確保，品質の改善，環境保全等様々な目的を達成するために，① 養殖作業の点検項目を決定し，② 点検項目に従い養殖の管理運営を行い，記録し，③ 記録を点検•評価し，改善点を見出し，④ 次回の養殖生産に活用する，という一連の生産工程管理手法として適正養殖規範 (Good Aquaculture Practice ; GAP) が示されている。また天然魚の漁獲工程においては，水産資源の持続的利用や生態系の保全を図るための生産者による資源管理活動を推進するために，① 生産者段階で生態系保全を目的とした漁業体制で行われていることを確認し，② 流通加工段階で生産物が偽証されていないか，他の水産物の混入がないかを確認し認証する，我が国独自のエコラベル制度 (MEL ジャパン) が創設されている。「産地市場」においては，衛生管理がなされているかを認証する優良衛生管理市場の認定制度が設けられている。また，「加工場」においては緒言で述べたように，1997 年の WHO と FAO の合同機関であるコーデックス委員会において「食品衛生の一般原則」の採択時に，生産物，工程などの個別衛生規範とともにその付属文書として「HACCP システムおよび適応のためのガイドライン」が示され，それをもとに厚生労働省と水産庁が「対 EU 輸出水産食品の取扱い要領」を定め，都道府県は加工場の認定制度を認定基準「対 EU 輸出水産食品取扱施設」のもとで行っている。こうした状況を見てみると，「漁港」での作業工程のみが，衛生管理にかかる基準化がなされていない。

そこで本章では，前章までの検討を踏まえ，清浄海水を活用した漁港の総合衛生管理対策として，食中毒原因細菌

を付けないことに加えて，細菌を増やさない，また外からの間接的な汚染を防止するとの観点を追加し，水産物の生産・流通過程を通じて求められる漁港の衛生管理基準を，漁港利用実態を重視しつつ提案した。また，提案する基準が容易に達成されるよう，投資の縮減等への取り組みなど普及に向けた将来展望について考察を行った。

漁港の衛生管理基準の作成

これまで細菌の混入や付着に対して継続的に殺菌対策を行い，かつ効果を持続・検証していくことは作業量やコスト負担の面から限られた漁港でしか困難と思われてきたが，前章のような対策を踏まえると，漁港で使用する海水を適正に殺菌処理することで普及の可能性は高まってきていると考えられる。そこで，本章では，以下の点に留意しつつ，水産物を陸揚げする全漁港を対象とした漁港の衛生管理基準を提案した。

一般に，食中毒事故を未然に防ぐためには，食中毒原因細菌を ① 付けない，② 増やさない，③ 殺菌することが原則となる。ただし，漁獲物の出荷形態から，漁獲物に付着した細菌を殺菌することは困難であることが多い。このため，漁港の衛生管理基準の策定にあたっては，① 漁獲物に付けない，② 漁獲物についている食中毒原因細菌を増やさないための対策を強力に講じることとする。具体的には，

(1)　食中毒原因細菌を付けないために

1) 手洗い洗浄，　2) 消毒槽の設置，3) 漁獲物容器等の洗浄，4) 清浄海水 (適正な殺菌処理海水) または飲用適の水の利用，5) 廃棄物の適正処理，6) 便所等の管理，7) 作業場等の洗浄等

(2)　食中毒原因細菌を増やさないために

1) 河川水の流入管理や排水の処理および排水施設の適正管理，2) 漁獲物の温度管理や時間管理，損傷防止　等

(3)　外からの間接的な汚染防止のために

1) 鳥獣等の侵入対策，2) 雨風塵等の飛沫対策，3) 人や車の衛生管理や動線管理対策，4) 施設の老朽化対策　等

が重要である。

そこで，漁港での作業工程に従い，それぞれの作業場所での衛生管理上の問題点を洗い出し，対策内容を絞り込んだ (Table 5-1)。

このようにして設定した漁港の衛生管理基準を Table 5-2 に示した。提案した基準は，消費者が求める対策項目が十分配慮されていることに加えて，その後の流通過程において食品分野で適応される衛生管理基準とも整合を図る必要があることから，消費者の意識アンケート項目のほか，食品衛生法に基づき飲食店営業その他公衆衛生に与える影響が著しい営業として規定された「魚介類せり売り営業」等について厚生労働省が定めた「営業施設基準の準則」(厚生省公衆衛生局, 1957) とも整合を図るようにした。

なお，漁港の衛生管理基準には，本来，漁港単位で評価すべきであるが，同一漁港であっても，多様な魚種・取扱い形態での作業が存在することから，漁港単位ではなく陸揚げから出荷までのライン毎に評価する基準とした。

この基準は，管理が適正に行われているか否かを峻別することを目的とするものではなく，漁港利用者の意識の醸成を図りつつ，できるだけ多くの漁港でレベルアップを図っていくことを目指しているため，段階別に基準値を設定した。具体的には，以下の考え方で，レベル 1 から 3 までの 3 段階で基準を設定した。すなわち，レベル 1 は水産物を陸揚げする漁港として最低限講じるべき対策の基準として設定した。具体的には，食中毒原因細菌をつけないため，港内使用海水の基準を漁場の水質基準 (詳細は後述) としてそれを用いて徹底洗浄するとともに，細菌を増やさないため，使用海水の排水にも排水溝の設置を義務づけ徹底管理を行い，外からの間接的な汚染防止のため，鳥獣の糞等の徹底洗浄を行うことを基準に盛り込んだ。レベル 2 は漁港での衛生管理対策の目標とすべき基準として，水産物の安全性確保の観点から当面，漁港整備を行う上での整備目標とした。具体的には，食中毒原因細菌をつけないため，港内使用海水は殺菌海水を用いることとしてそれを用いて徹底洗浄するとともに，細菌を増やさないため，使用海水の排水にも排水溝のほかスクリーン処理の設置および排水口を取水口から分離することを義務づけ徹底管理を行い，外からの間接的な汚染防止のため，鳥獣の糞等の混入のないよう施設による分離を図るなど基準に盛り込んだ。レベル 3 は消費者に安心を提供する観点から，将来的にトレーサビリティの導入を見据えて設定した。具体的には，レベル 2 までの基準を全て満たすとともに，記録管理を徹底化することを基準に盛り込んだ。この背景には昨今，食の安全・安心という言葉がよく使われ，安全とは科学的な検証のもと客観的な評価を行うことで確保できる一方，安心は消費者の心的な問題であるため必要な情報を提供すべきとの認識にたち，その両者を満足する基準となるようにする必要があったためである。

漁港の衛生管理基準の留意点

各項目ごとに危害要因を単純に排除する基準は容易に想定できるものの，それでは漁港内の作業をかえって非効率にしてしまう可能性が生じる。例えば，搬入・搬出用トラックのタイヤから付着細菌が混入する可能性のあることを前章で示したが，こうした懸念からトラックの荷捌きエリアへの進入を禁止する基準設定は容易に考えられる。しかし，巻き網漁業を扱う漁港管理者からは，大量の漁獲物を一度に処理するためにはトラックを進入させて一度に搬送させることが迅速性の観点から必要であること，また数度に分けて搬送する行為は，逆に魚体を傷め，細菌の混入を高めることになりかねないとの意見が寄せられた。そのため，本基準ではトラックの進入防止を絶対条件とするのではなく，トラックの進入を許容する場合は，① タイヤ洗浄 (運転手等の長靴洗浄を含む)，② 必要に応じ車体そのものを洗浄できるよう設備を備える，③ 排気ガスが魚

Table 5-1 Problems of hygiene/quality control and countermeasures based on port facility operation process

Operation	Operation Area	Hygienic Problem	Counter Measures	Reference: Corresponding Items in Hygiene and Quality Assurance Standard
Ice supply loading	Ice supply pier	Bacteria trapped in ice	(1)4) Make ice with sterile seawater or drinking water	1.3① Use of clean ice
In-port ship maneuvers	On shipboard	Foreign matters in water from stowage and ice berths; bilge bacteria released in port waters	(1)3) Cleaning of catch container (2)1) Management of bilge water discharge	1.2① Maintenance of good on-board working conditions and bilge water discharge control 1.1① Maintenance of mooring facility and proper bilge water discharge control
Container preparation	On apron in unloading area	Introduction of bacteria from apron area, ship's gears and containers	(1)3) Cleaning of catch container (2)1) Management of bilge water discharge	1.2① Maintenance of good on-board working conditions and bilge water discharge control 1.2② Maintenance of mooring facility and bilge water discharge control 1.1① Maintenance of mooring facility and bilge water discharge control
Unloading	〃	Bacteria brought by birds/animals; soil of emission gas of vehicles entering pier area	(2)1) Management of bilge water discharge (3)1) Bird/animal access prevention (3)2) Hygiene and access control of personnel and vehicles	1.1① Maintenance of good on-board working conditions and bilge water discharge control 3.1③ Prevention of access by birds and animals 3.1④ Vehicular traffic control 3.1⑤ Maintenance of cleanliness of vessel unloading and vehicular loading areas
Disengagement from net	〃	Particles in of atmosphere; effect of high atmospheric temperature and bacterial proliferation	(2)2) Temperature control of catch, berthing schedules, catch damage control (3)2) Protection from wind, rain and air-borne dust	2① Temperature control 2② Berthing schedule and damage control 3.1② Control of wind, rain and dust
Sorting/ packing	Processing area	Bacteria released in product rinsing and cooling water	(1)4) Use of sterile sea or drinking water	1.2③ Restriction to use of sterile seawater on fishery products
	〃	Toilet bacteria brought in on footwear from outside	(1)6) Washroom cleaning and maintenance (3)3) Hygiene and access control of personnel and vehicles	3.3② Regular washroom cleaning and maintenance 3.1⑤ Maintenance of cleanliness of vessel unloading and vehicular loading areas
Weighing/ icing	〃	Bacterial proliferation in waste residues	(1)5) Proper waste handling	3.1① Proper disposal of waste materials
〃	〃	Bacteria contained in remains of water splashes from sorting	(2)1) Proper management of waste processing system	1.1① Maintenance of mooring facility and proper sewage processing 3.1⑤ Maintenance of cleanliness of vessel unloading and vehicular loading areas
Displaying	〃	Bacteria introduced by violations of hand washing and no smoking rules	(1)1) Hand washing	3.3① Personnel management
Auction	Auction area	Bacteria adhering to floor	(1)7) Cleaning of operating area (2)1) Proper management of sewage system (3)4) Regular facility maintenance and required remodeling	1.1① Maintenance of good working conditions and proper sewage processing 3.1⑤ Maintenance of cleanliness of vessel unloading and vehicular loading areas
Temporary storage	〃	Bacteria adhering to forklift tires	(1)2) Location of sterilizing vats (3)3) Access and hygiene control of employees and vehicles	3.1④ Vehicular traffic control 3.1⑤ Maintenance of cleanliness of vessel unloading and vehicular loading areas
Truck loading	Truck yard	Bacteria attached to vehicles	(1)2) Location of sterilizing vats (3)3) Access and hygiene control of employees and vehicles	3.2② Maintenance of vehicular cleanliness
〃	〃	Bacteria adhering to shipping containers and equipment; atmospheric particles	(1)3) Container and Tool cleaning (3)1) Bird/animal control (3)2) Personnel/vehicle hygiene/access control	3.2① Maintenance of clean vehicular loading and shipping area
Shipping	〃	Emission of foreign matters in vehicular exhaust gas	(3)3) Access and hygiene control of employees and vehicles	3.2① Maintenance of clean vehicular loading and shipping area 3.3① Personnel management

Table 5-2 Standard of hygiene control on fishing port (1/3)

Targets of Evaluation			Level I	Level II	Level III
1. Water environment (water/ice provision ; sewage treatment)	**1.1 Mooring environment**	**① Maintenance of mooring environment and appropriate treatment of drainage** 〔When regulatory water quality stds. or restrictions exist (in the Water Pollution Control Act, Sewage Act, etc.), they take precedence.〕	**Measure against indraft of waste and contaminated water** • Drainage control Channeling runoff water from off loading pier and sorting areas (installation of sewers)	**Evaluation items** • Relocation of sewage discharge at vessel unloading pier* *In principle, sewege discharge in the vessel unloading pier area is not acceptable ; however, in cases where no alternative is available, pier discharge will be accepted provided that annual confirmation of status quo with respect to area water polution is obtained by water quality testing when pier area water is most poluted during any one year. 〔Water quality test should include the basic tests on pH, SS, E. coli colony count, COD and T-N.〕 • Installation of filtering system in sewer discharge • Regular inspection of sewage system (sewage drains and septic tanks including periodic cleaning of filters) • As required, upgrade to seawater exchange type of facility or dredge the basin	**Evaluation items** • Record keeping of risk management measures taken (identification of high pollution load in sewage system, measures taken, etc.) covering appropriate lengths of time and the methods involved. • Submission of information upon request
	1.2 Water Provision	**① Water access must be convenient**	**Water access for cleaning the apron and fishing gears** • Use either clean seawater or drinking water (Seawater must meet five criteria (pH, SS, *E. coli* colony count, COD, T-N) stipulated in the Water Standard for Fishery Use (2005 Ed.)		**Evaluation items** • Record keeping of risk management measures taken (e.g., water quality testing in determination of possible change in in-take seawater) covering appropriate lengths of time and the methods involved. • Submission of information upon request
		② Equipment cleaning by appropriate water **③ Use of proper seawater on products**	**Drinking and SW in cleaning the sorting tables, containers, etc., cleaning after relocation, prior to storing and for procuct cooling** • Use either clean seawater or drinking water (Seawater must meet five criteria (pH, SS, *E. coli* colony count, COD, T-N) stipulated in the Water Standard for Fishery Use (2005 Ed.)	**Evaluation items** • Use clean SW (based on the gist to the Water Supply Act, absence of *E. coli* will suffice) or drinking water. In case SW obtained is contaminated, undertake sterilization. • Periodically (once a year) conduct water quality testing of SW in routine use, or periodic servicing of the SW sterilizer. • Convenience of water access	
	1.3 Ice Provision	**① Use clean ice**	• Use either clean seawater or drinking water (Seawater must meet five criteria (pH, SS, *E. coli* colony count, COD, T-N) stipulated in the Water Standard for Fishery Use (2005 Ed.)	**Evaluation items** • Use clean SW (based on the gist to the Water Supply Act, absence of *E. coli* will suffice) or drinking water. In case SW obtained is contaminated, undertake sterilization. • Periodically (once a year) conduct water quality testing of SW in routine use, or periodic servicing of the SW sterilizer. • Strict implementation of anti-food poisoning bacteria measures from ice production to final use	**Evaluation items** • Record keeping of risk management measures taken (e.g., water quality testing in determination of possible change in in-take seawater) covering approprited lengths of time and the methods involved. • Submission of information upon request
2. Quality Assurance of Fishery Products	**Temperature Control**	**① Temperature control**	**Use as a temperature control medium** • Use level I ice stipulated in Article 1.3 Provisional Ice for pack ice in storing and shipping products **Direct sun light protection** • Placement of light-shielding sheet, etc. over product	**Fishery product temperature control** • Use level II ice stipulated in Article 1.3 Provisional Ice for pack ice in storing and shipping products **Prevention of direct sun light exposure** • Construction of cool area (installing roofing, etc.)	**Evaluation items** • Securing a proper temperature controlled environment for product handling and storage (control of room and product temperature) and a temperature monitoring and record-keeping system • Submission of information upon request
		② Scheduling and product damage control	• Develop operational rules (including new facility layout) ; shorten unloading time, minimize product damage (evaluated in accordance with Level I, 3.1 ⑤ Maintenance of cleanliness of vessel unloading and vehicular loading areas)	• Reduction of sorting time by creation of comfortable working space (by reorganizing port layout) and reduction of damages (evaluated by Level II, 3.1 ⑤ Maintenance of cleanliness of vessel unloading and vehicular loading areas	

Table 5-2 Standard of hygiene control on fishing port (2/3)

Targets of Evaluation			Level I	Level II	Level III
3. Work Environment (Vessel off-loading to shipping area)	**3.1 Handling of off-loading products**	① **Proper waste disposal**	• Strict avoidance of waste material exposure	**Evaluation items** • Periodic disposal of waste materials • Regular cleaning of containers • Continual monitoring of shipping and cleaning efforts	**Evaluation items** • Record keeping of risk management measures taken (identification of high pollution load in sewage system, measures taken, etc.) covering appropriate lengths of time and the methods involved. • Submission of information upon request
		② **Rendering wind, rain and dust control measures**	• Avoid product exposure by covering	**Evaluation items** • Installation of wind, rain and dust control (roofing, etc.) • Periodic monitoring of wind, rain and dust control measures	
		③ **Prevent access by birds and animals**	• Periodic cleaning of off-loading apron and sorting area of dregs, feathers and bird droppings	**Evaluation items** • Bird/animal access prevention device installation (installation of roofing, piano wire on roof, etc.) • Periodic monitoring of bird/animal access blocks	
		④ **Prohibit vehicular access**	• Control of vehicular access (Restrict off-loading and sorting area access during operation; repetitive reminders)	**Evaluation items** • Prevention of vehicular access to off loading and sorting areas* *In case no alternative is available, ① Clean tires (include drivers' work boots), ② In principle, installation of vehicular body washing facility is required, ③ Vehicular modification to re-route emission gas to avoid direct exposure to products. • Institution of vehicular access control structure • Periodic monitoring of the status of adherence to access restriction	
		⑤ **Maintenance of cleanliness in off-loading pier and sorting areas**	• Ample air circulation and lighting • Product access control (Securing and maintaining principal passage ways) • Strict adherence to Level I, 1.2 Water Provision in cleaning containers, floor, etc. • Proper disposal of water run off in cleaning containers and floors (Level I, 1.1 Maintenance of mooring, management of bilge water discharge) • Strict enforcement of fishing gear washing and storing prohibition on off loading pier	**Evaluation items** • Establish employee passages without crossings (Review layout if necessary) • Strict adherence to Level I, 1.2 Water Provision in cleaning containers, floor, etc. • Proper disposal of water run off in cleaning containers and floors (Level I, 1.1 Maintenance of mooring, management of bilge water discharge) • Use of proper lot containers	

Table 5-2 Standard of hygiene control on fishing port (3/3)

Targets of Evaluation			Level I	Level II	Level III
				• Regular maintenance of ancillary buildings • Provision of work boot sterilization vats • Prohibition of direct floor placement of products (placement on sheeting spread on floor is permissible) • Periodic monitoring of rules adherence	
3.2 Truck loading and shipping	①	**Maintenance of clean truck yard**	• Strict adherence to Level I, 1.2 Water Provision in cleaning containers, floor, etc. • Separation of off loading/product sorting areas and truck loading/shipping area (includes temporal separation)	**Evaluation items** • Strict adherence to Level I, 1.2 Water Provision in cleaning containers, floor, etc. • Re-routing emission gas away from products • Avoidance of product exposure during loading and shipping • Periodic monitoring of rules adherence	
	②	**Maintenance of vehicular cleanliness**	• Cleaning of transport equipment for sorting area	**Evaluation items** • Tire cleaning • Periodic cleaning of vehicle body • Pavement and rain water drainage of areas involved in product loading and shipping • Periodic monitoring of rules adherence	
3.3 Personal cleanliness	①	**Personnel management**	• Strict enforcement of hand washing rule • Encourage wearing of cleans work clothes • Establishment of smoking area's)	**Evaluation items** • Convening seminars on "Hygienic Practices", etc. for fishery workers (including port users (they may be required to place a name tag on their headwear), marketers and buyers ; requirement is at least once a year.	
	②	**Washroom cleaning and maintenance**	• Hygienically proper location of washroom facilities	**Evaluation items** • Prevention of food poisoning bacteria on the floor to adhere on products • Record of area cleaning	

Notes :
In this Standard, bacteria *E. coli* is used as the hygienic index bacteria as in the Water Supply Act. In case of any facility that has past experience with other bacterial pests (e. g., *Vibrio parahaemolyticus*) and any sign of recurrence exists, a separate standard should be established.

介類に直接かからないような対策を講じる，④ 車両の進入動線の設定・確認体制の整備を条件とした。

また，衛生管理は継続して行うことが重要であり，管理コストをいかに抑制できるかがポイントとなる。このため漁港内の利用海水についても，魚介類に直接利用する場合と漁具等の洗浄水として利用する場合で基準値の考え方を変え，直接魚体に触れる場合は大腸菌などの細菌が検出されないこととする一方で，漁具洗浄等の場合は水産用水基準 ((社)日本水産資源保護協会, 2005) に準拠することとした。この基準は，水産資源保護の観点から水域の水質基準として設定されたものであり，漁具そのものは漁場で使用されることを考えれば，漁具等の洗浄の基準は，漁場の水質基準を満足すればよいとの考えから設定した。

このように，漁港の衛生管理基準の作成は，消費者の食の安全を確保し，食に対する安心を導くための手段である。この基準を達成するためには，生産地では相応の労働力や費用負担が科せられることとなるため，今後は労働力や設備投資・運営費用等の低減に向けた検討をしていく必要がある。

漁港の衛生管理推進に向けた今後の展開

前章第四章では，北海道標津漁港，静岡県由比漁港，愛媛県宇和島港と深浦漁港，福岡県博多漁港を事例に，海水電解殺菌，紫外線殺菌，次亜塩素酸薬品注入殺菌の殺菌効果について示した。

第一章で調査対象とした流通拠点となる 150 漁港のうち，殺菌処理を行っているとの回答のあった 109 漁港 (殺菌処理は行っていないが，海洋深層水を取水しているとの回答のあった羅臼漁港等を含む) において，殺菌処理方法を調査したところ，海水殺菌処理としての利用実績の多さや利用範囲の広さ，毒性の少なさなどを理由に約 71% にあたる 77 漁港で紫外線殺菌を用いているとの回答であった。しかし一方で，紫外線殺菌については懸濁物があると十分な殺菌効果が得られないことから，ろ過器を併設している場合が多く，設置費用ならびに維持管理費用について不安があるとした漁港が多かった。オゾン殺菌は生成されるオキシダントが魚介類に対しても毒性が大きいことから，また，ろ過除菌法は漁港内に多くの用地を有するとともにフィルター交換にかなりの費用を要することを理由に，ほとんど利用実績がなかった。塩素殺菌については，上水道による利用実績に加え，相対的に安価であることを背景に，海水電解により次亜塩素酸を生成する方法と次亜塩素酸を直接海水に添加する方法の 2 種類が用いられており，最近は次亜塩素酸を購入するのではなく，海水を電気分解することにより生成される次亜塩素酸を利用する方法がより安価であり，この方法が多く利用されていた。現実に，時間最大給水量を 50 m^3/時としたときのメーカーによる設置費用は，紫外線殺菌はろ過器との併設で 4,500 万円，オゾン殺菌はオキシダント除去のための活性炭装置との併設で 5,000 万円，海水電解殺菌は単独装置で 2,500 万円であり，年間の維持管理費用は，紫外線殺菌は 66 万円，オゾン殺菌は 120 万円，海水電解殺菌は 20 万円と見積もられている。

このことについては，吉水•笠井 (2004) も，魚類飼育用水および排水の殺菌方法の検討において，紫外線殺菌は水中の懸濁粒子による紫外線照射障害や大量の海水処理等に課題があることを指摘するとともに海水電解殺菌は費用面でも優位となることを示唆している。

本章のはじめに，水産物の衛生管理を考える上で食料の一次生産から消費までのすべての段階で連続して食品の安全性を確保する考え方，すなわちフードチェーン•アプローチが重要であることを述べた。このことはコーデックス委員会をはじめ世界が認めるところである。農業では，適正農業規範 (GAP) や適正製造規範 (GMP) の考え方が浸透した後，HACCP (危害分析重要管理点方式) を導入することが望ましいとされており (一色, 2003)，このことは水産業でも同様である。漁業生産段階で行われる適正養殖規範 (GAP) やエコラベル認証，漁港での衛生管理基準認証 (現在，認証制度の創設が検討されている)，優良衛生品質管理市場認証などを包含する形で，現在加工場を中心とした HACCP 認定制度から，一連の規範・基準を満たす HACCP 認定制度の創設が求められる。そのためには，これらの各段階をつなぐ流通企業の認証 (CoC 認証 : Chain of Custody) が今後必要となり，また各段階の行動記録を残す，いわゆるトレーサビリティの導入が必要となると考える。

総 合 考 察

水産物の安全性に関する危害要因 (人体に危害を及ぼす要因) としては，① 生物学的危害要因 (腐敗細菌や食中毒原因細菌・ウイルス・寄生虫など)，② 化学的危害要因 (フグ毒•貝毒等の天然毒素，食品添加物や化学薬品等)，③ 物理的危害要因 (金属片やガラス片・木片等) がある (笠井ら, 2004b)。

我が国は，魚介類を生で食する習慣があり，刺身や寿司，酢の物の他，多くの非加熱食品が流通している。このため，漁獲後，消費者に届くまでの流れにおいて，時間の経過とともに品質が大きく劣化する可能性が高くなり，生物学的危害を中心に，慎重な対応が求められている (吉水・笠井, 2008)。すなわち，低温状態を維持することで品質の劣化を防ぐとともに，食中毒菌あるいは腐敗細菌を付けない・汚染しない，増やさないための管理を，漁獲から消費者に届くまでの全ての段階で確実に行う必要がある。

一般に，漁獲から消費者に届くまでの水産物の流れは，[漁場]→[漁港]→[産地卸売市場]→[加工場]→[消費地卸売市場]→[小売店]→[消費者] である。

この中で，加工場から消費者に届くまでの，いわゆる，食品分野では，食品衛生法に基づく，管理の基準化とともに衛生管理対策が行われているが，漁獲から加工場に入るまでの，いわゆる，生産分野は，これまで生産者の個々の判

断で取組まれてきたところが多い。

そこで，客観的な視点から，水産物の流れに沿って，漁獲から加工場に入るまでの過程における衛生管理上の課題を示すと以下の通りである。

漁獲から加工場に入るまでの工程は，① 漁獲から陸揚げするまでの作業，② 岸壁での陸揚げ作業，③ 産地市場でのセリ・荷捌き作業に分類され，この工程は，全て漁港内で行われる作業であることから，各工程の課題は漁港での衛生管理の課題として捉えることができる。

(1)　漁獲から陸揚げの工程での課題

この工程での衛生管理対策としては，漁具の洗浄，漁船の清掃，出漁前に漁船へ積み込まれる氷や水揚げ時に用いる船倉水（海水）の水質管理，漁獲物の衛生管理等が挙げられる。このうち，漁具・漁船の清掃や水揚げ時に用いる海水は，多くの場合漁港泊地の海水を使用しており，その後，これらの使用水が再度，泊地内に排出される場合が多いことを考えると，泊地の海水の汚染が進んでいる可能性が高い。

(2)　陸揚げ時の課題

この工程では，漁獲物を陸揚げする場合の岸壁や荷捌所の清掃，他漁港から水産物を搬送してくる車両のタイヤ等の洗浄，併せて仲買業者などの作業着や靴の洗浄等があげられる。また，漁獲物の処理過程で用いられる作業台あるいは選別台，さらには漁箱等の設備の洗浄も含まれる。ここでも上述の (1) と同様，漁港泊地の水質が問題となる。あわせて，岸壁等の床面の滞水やカモメ等の鳥害・糞による汚染なども問題となる。また，進入車両による汚染も同様である。

(3)　産地卸売市場における課題

この工程では，市場内で発生する残滓等の廃棄物からの汚染や荷捌き・梱包時の魚体温度の変化のほか，フォークリフトによる排気ガス，漁獲物の床面への直置きに起因する汚染，市場内への出入時の作業着や靴からの汚染などがあげられる。これらは，主に市場設備にかかる問題，作業動線管理や利用者の意識にかかわる問題として整理できる。

漁港における衛生管理は，これまでも検討が行われてきている。しかし，多段階にわたる流通形態から消費地価格に対して生産地価格が低く抑えられるほか，水産資源の減少とも相俟って漁業経営は逼迫してきており，この結果，十分な衛生管理対策のための設備投資が出来ないと考える地域が多い。

そこで，第一章では，漁港における衛生管理対策の方向性についてアンケート結果をもとに解析を行った。水産物の衛生管理は，消費者に安全・安心な水産物を供給することを目的に，科学的リスク評価に基づくリスク管理を行うと同時に，消費者に十分な理解が得られるよう取り組んでいく必要があることから，消費者のニーズと漁港管理者が取り組む施策との間の乖離状況を調査した。消費者の意識としては，「水産物を扱う場所を清潔に保つための対策」が必要と考える人の割合が高く，個別項目としては，「水産物の温度管理の徹底」や「作業終了後に床面や機器類を殺菌処理水を使用し洗浄」などの項目に意識が高いことが判明した。なお，「排水は処理を行ってから海に排出」に高い関心が示され，漁港周辺の環境問題にも関心が高いことが示されたことは注目に値する。一方で，漁港管理者への聞き取りによると，水産物への温度管理に対しては 13.3%，排水のスクリーン処理等にあっては 46.7% といずれの対策も低い取り組み状況にあることが判明し，消費者の意識項目と漁港の対策項目とは隔たりがあることが判明した。

第二章では，漁港という生産活動の場に果たしてどれ程の細菌が存在するのか，その実態を把握するべく，北海道東部の標津漁港と羅臼漁港，本州中部太平洋側の由比漁港，四国西部の宇和島港と深浦漁港，九州北部の博多漁港を選定し，漁港内の細菌の分離状況の調査を行った。この調査から，水質項目のうち DO や T-N において港口と港奥で値が異なる傾向が示される一方，pH や SAL には大きな違いは見られず，COD や SS においては総じて水産用水基準を上回ることが判明した。また細菌については大腸菌や大腸菌群はほぼ全ての漁港から分離されること，腸炎ビブリオ菌は海水温によって影響され，高水温の場合に分離される可能性が高いことなどが判明した。

第三章では，前章で大腸菌および大腸菌群が全ての漁港で検出されたことから，第一節では海水温が低く大腸菌群の増殖が進みにくいと考えられる北海道海域で分布の実態把握を試みた。その結果，海水温が低いながらも，調査対象海域全てで大腸菌および大腸菌群の分離が確認され，河川が付近にある漁港では特に高い値を示す傾向が伺えた。このことから，第二節では陸棲細菌である大腸菌の塩分濃度 3% 前後の海水環境下での生残性に触れながら，北海道十勝沖および道南の上磯漁港周辺海域を対象に大腸菌および大腸菌群数の分布を観察した。この結果，漁港内で分離される大腸菌および大腸菌群数は河川水の拡散と関連し，その流入と因果関係があることが示された。また，同じく道南の上磯漁港，銭亀漁港，住吉漁港を対象に漁港の入り口と河川の位置との関係を中心に漁港内での大腸菌および大腸菌群の分布数の違いについても調査し，漁港の入り口が河川のある方向を向いている場合に，分離菌数が多くなる傾向が示唆された。

第四章では，こうした環境下にあって漁港の衛生管理対策のあり方について考察した。第三章から，漁港は河川の近くに建設されている場合が多く，この場合，特に港内に大腸菌や大腸菌群が多く存在する可能性が高いとの判断から，海水の殺菌処理と殺菌海水を用いた作業場等の洗浄処理に的を絞り，紫外線殺菌，オゾン殺菌，海水電解殺菌，塩素殺菌，濾過除菌の各方法についてこれまでの研究成果を踏まえつつ，実際の漁港での利用効果について調査を行った。この調査では，第二章と同様に，標津漁港，羅臼漁港，由比漁港，宇和島港，深浦漁港，および博多漁港を対象とした。海水の殺菌効果については第二章で調査した 6 港全

てで調査を行い，殺菌海水を用いた作業場等の洗浄効果についても4港で調査を行った。その結果，紫外線殺菌は確実な効果が期待される一方で，電解殺菌や塩素殺菌は残留塩素濃度の違いにより効果にもバラツキが生じることが判明した。しかし，紫外線殺菌は設備投資や電気代に多大なコストがかかることから，コスト的に有利な海水電解殺菌において安定した有効塩素濃度が確保できるよう調整することが有効であることが示唆された。また除菌効果については，作業性やコスト面等を考慮し殺菌海水による15秒間の流水洗浄方法を採用して調査を行ったところ，一定の効果が期待されるものの，洗浄物の材質による効果の変化が見られることが示唆された。

第五章では，これまでの調査・検証結果をもとに，漁港の衛生管理対策について，細菌性食中毒を防止する観点から，消費者が求める対策や食品部門で進められている対策とも整合を図りつつ，HACCP手法に基づき提案を行った。提案にあたっては，より現実的な基準となるよう，漁港単位での基準とするのではなく，漁港での作業ライン毎の評価基準とするとともに，達成状況が分かるよう3段階の基準を設ける提案を行った。また，提案した漁港の衛生管理基準の全国への適用に向けて，留意すべき事項について言及した。具体的には，一度に大量の漁獲物を扱う場合に，漁港港内へのトラックの進入は不可欠とする意見が多く，トラックのタイヤ面に付着した細菌が港内に混入する危険性を認めつつも，① タイヤ洗浄，② 必要に応じ車体洗浄，③ 排気ガス対策，④ 車両の進入管理，等の対策を総合的に講じることでトラックの進入を許容すること，また，漁港内での使用海水において直接，魚体に触れる場合と，漁具洗浄など間接的に触れる場合とで基準を変えるなど，可能な限り，管理コストを縮減できる基準とした。さらに，将来展望として，海水殺菌方法である紫外線殺菌，オゾン殺菌，海水電解殺菌，塩素殺菌，および濾過除菌法の中から，相対的に安価とされる海水電解殺菌が有効であることを考察するとともに，フードチェーン・アプローチの考えに基づく一次生産から消費までをつなぐ総合的な管理体制の構築に向けてCoC認証やトレーサビリティの導入が必要であることを考察した。

現在，ここで提示した漁港の衛生管理基準は，水産庁において各漁港管理者あてに通知がなされ，実際に各漁港では取り組みが進められている。整備の例として，北海道標津漁港 (標津町地域HACCP推進委員会, 2000) や羅臼漁港 (北海道開発局農業水産部水産課, 2006) 等ある。著者は，その通知に先だち，基準の適用可能性について各漁港管理者に意見聴取した。その結果，達成レベルを3段階に分類することは妥当とする意見が多く出された。これは，魚介類を扱う漁港とノリなどの海藻を扱う漁港では，その取扱いが異なるため，殺菌海水を利用する場合と水産用水基準を満足すれば良い場合とに分類されることから，取扱い対象物や用途に合わせて柔軟な基準とすべきとの考えが背景にある。一方で，水産物を陸揚げする漁港として最低限講ずべき対策の基準として設定したレベル1のうち，水産基準の項目内のCODやSSは，漁港内だけに限らず周辺海域も含めて既に基準を満たさない実態が多くの漁港で見られるとの意見もあった。この基準値は水産物の漁場環境としての基準である水産用水基準から準用したものであるため，今後は更に実態解明を行い，漁港を考慮した新基準値を設定していく必要がある。

漁港を利用する人の管理において，漁港関係者以外の人にまで利用ルールを遵守させることは事実上困難であるといった意見も出た。これは衛生管理の推進体制に係わる課題であり，漁業関係者や行政組織を対象にした取り組みは容易であるが，仲買関係者等を含めた様々な人々を組織体制に含めることは困難な課題であるとの考えによるものである。中泉らは先に，衛生管理対策の経済効果についてまとめている (中泉ら, 2008) が，この有効性が現実に見えてくると，仲買関係者らの意識も変化してくると思われるため，今後は，こうした経済的な有効性についての説明を行い，関係者に理解を求めていく必要があると考える。

謝　　辞

本研究を遂行するにあたり，終始懇切なるご指導，ご助言を頂き，本論文のご校閲を賜りました北海道大学大学院水産科学研究院教授　吉水　守博士に深甚なる謝意を表します。また，本論文の作成に当たりご校閲の労を賜った公立はこだて未来大学システム情報科学部教授　長野章博士，北海道大学大学院水産科学研究院教授　川合祐史博士，特任准教授　古屋温美博士，助教　笠井久会博士に謹んで感謝の意を表します。

また，本論文の作成にあたり，共同研究として調査に御協力をいただき，データの共用を認めていただいた，北海道大学大学院水産科学研究院海洋応用生命科学部門海洋生物工学分野海洋生物防疫学研究室の笠井久会博士，大学院生の森　里美氏 (現在，成田空港検疫所)，田中　聡氏 (現在，ブリジストンソフトウエア㈱)，学部4年生の国川 (旧姓木村) 尚子氏，鈴木真有子氏，(財)漁港漁場漁村技術研究所の林　浩志氏，青森県農林水産部漁港漁場整備課の皆様に心より感謝の意を表します。

参 考 文 献

EC指令91/493/EEC(1991) : Council directive of 22 July 1991 laying down the health conditions for the production and the placing on the market of fishery products.

一色賢司 (2003) 「食品衛生学第2版」. 東京化学同人，東京，206 p.

Ono, K., H. Tsuji, K.R. Shiba, A. Yamamoto, K. Masuda, T. Endo, H. Hotta, T. kawamura and S. Uga (2001) Contamination of river water by *Cryptospor-*

idium parvum oocytes in western Japan. *Applied and Environmental Microbiology*, **67**, 3832–3836.
笠井久会・石川麻美・堀　友花・渡辺研一・吉水　守 (2000)　流水式海水電解装置の魚類病原細菌およびウイルスに対する殺菌効果．日本水産学会誌，**66**, 1020–1025.
笠井久会・吉水　守 (2001a)　海水電解装置による魚類飼育用水と排水の殺菌．アクアネット，**4**(**4**), 52–55.
笠井久会・吉水　守 (2001b)　オゾンによる魚類飼育用水の殺菌法－特に海水への応用－．日本医療・環境オゾン研究会会報，Vol. 8, No. 3.
笠井久会・渡辺研一・吉水　守 (2001)　流水式海水電解装置による飼育排水の殺菌．日水誌，**67**, 222–225.
笠井久会・中村哲士・吉水　守 (2002a)　砂原漁港の細菌学的調査．北海道大学水産科学研究彙報，**53**, 69–73.
笠井久会・中村暢之・吉水　守 (2002b)　道東の標津川，伊茶仁川および古多糠川の細菌学的調査．北海道大学水産科学研究彙報 2002, **53**, 75–82.
笠井久会，吉水　守 (2003)　海水電解装置による漁港内海水の殺菌と漁獲物の衛生管理への応用．日本水産学会誌，**69**, 955–959.
笠井久会・杉山絵美・吉水　守 (2004a)　衛生管理型標津漁港の細菌学的調査．日本水産学会誌，**70**, 60–65.
笠井久会・野村哲一・吉水　守 (2004b)　秋サケの食品としての安全性確保について．さけ・ます資源管理センター技術情報 (魚と卵)，2004, **170**, 1–8.
笠井久会 (2005)　海水電解殺菌装置による魚類飼育用水および排水の殺菌と漁港ならびに産地市場における水産物の衛生管理への本装置の応用に関する研究 (北海道大学学位論文).
笠井久会・吉水　守 (2009)　標津川および標津漁港内海水の水質および細菌の調査．平成 20 年度水産学術研究「HACCP 対応に向けた標津町内の河川および標津港の水質および細菌に関する調査」報告書．北海道標津町，1–6.
Kim, Y.B., J. Okuda, C. Matsumoto, N. Takahashi, S. Hashimoto and M. Nishibuchi (1999)　Identification of *Vibrio parahaemolyticus* strains at the species level by PCR targeted to the toxR gene. *Journal of Clinical Microbiology*, **37**, 1173–1177.
厚生省公衆衛生局 (1957)　営業施設基準の準則，許可営業施設の最低基準案の送付について (昭和 32 年 9 月 9 日衛環発第 43 号) の別添．厚生労働省，東京．
坂井　稔 (1956)　牡蠣に関する公衆衛生学的研究－特に細菌汚染とその浄化に就て－．広島県衛生研究所研究報告，**6**, 65–112.
佐谷戸安好・澤村良二・竹下隆三・中沢泰男・長澤金蔵・濱田　昭 (1973)「繁用衛生試験法と解説」(日本薬学会編)．南山堂，東京．
標津町地域 HACCP 推進委員会 (2000)　標津町地域 HACCP 推進マニュアル策定報告書．標津町地域 HACCP 推進委員会，北海道．
(社) 中央調査社 (2007)「食の安全」に関する調査 (調査結果の概要)．社団法人中央調査社，東京．
(社) 日本水産資源保護協会 (2005)　水産用水基準 (2005 年版)．(社) 日本水産資源保護協会，東京．
(社) マリノフォーラム 21 (1991)「海水殺菌装置評価基準」．(社) マリノフォーラム 21，東京．
水産庁 (2001)　水産物産地市場の統廃合及び経営合理化に関する方針．水産庁，東京．
中泉昌光・古屋温美・廣部俊夫・横山　純・黒澤　馨・長野　章 (2008)　産地漁港における品質衛生管理の効果分析．水産工学，**45**, 11–24.
農林水産省 (2007a)　水産基本計画．「漁港漁場整備長期計画関係資料」．農林水産省，東京．
農林水産省 (2007b)　漁港漁場整備長期計画．「漁港漁場整備長期計画関係資料」．農林水産省，東京．
Ley, V., J. Higgins and R. Fayer (2002)　Bovine enterovirus as indicator of fecal contamination. *Applied and Environmental Microbiology*, **68**, 3455–3461.
Venkateswaran, K., T. Takai, I.M. Navarro, H. Nakano, H. Hashimoto and R.J. Siebeling (1989)　Ecology of *Vibrio–cholerae* non–O1 and *Salmonella* spp and role of zooplankton in their seasonal distribution in Fukuyama coastal waters, Japan. *Applied and Environmental Microbiology*, **55**, 1591–1598.
北海道開発局農業水産部水産課 (2006)　みなとの衛生管理対策．北海道開発局農業水産部水産課，北海道．
本間昭郎・吉水　守 (2000)「排水処理システムに関する技術資料」MF21 技術資料 No. 32. (社) マリノフォーラム 21，東京．
山中英明・藤井建夫・塩見一雄 (1999)「食品衛生学」．恒星社厚生閣，東京．
Yamamoto, H., Y. Ezura and T. Kimura (1982) Effects of antibacterial action of seawater on the viability of some bacterial species. *Fisheries Science*, **48**, 1427–1431.
吉水　守・笠井久会 (2002)　種苗生産施設における用水及び排水の殺菌．工業用水，**523**, 13–26.
吉水　守・笠井久会 (2004)　魚介類の飼育排水の処理について～環境に対する微生物負荷の低減と病原体の拡散防止～．アクアネット，**7**(**6**), 26–30.
吉水　守・笠井久会・室越　章 (2005)　カキのノロウイルス浄化法に関する研究－培養可能なネコカリシウイルス (FCV) を代替えとして－．カキ研究所ニュース，**16**, 14–21.
吉水　守 (2008)　漁港海岸の衛生管理～水産物の安全安心からみた海岸の整備・管理～．平成 20 年度漁港海岸の中・長期的な保全のあり方検討委託事業漁港海岸に関する講演会，社団法人全国漁港漁場協会，東京．
吉水　守・笠井久会 (2008)　水産物の品質管理－秋サケとホタテ・カキを例に．「食の安全を担う科学研究の新たな展開」(食の安全研究センター設立記念シンポジウム組織委員会編)，東京．