

# ホタテガイ優良品種作出試験－II（要約） （生物特性評価調査）

小坂 善信

## 1. 目的

海外における陸奥湾産ホタテガイ (*Patinopecten yessoensis*) の近縁種の生息環境、生態調査等を実施し、本県ホタテガイの優良品種作出のための知見を収集することを目的とした。さらに、品種改良のためには、室内での飼育及び種苗生産技術が必須であるので、二枚貝におけるこれら技術の習得を目的とした。

2. 調査期間 平成5年4月19日～平成5年5月21日

3. 調査対象国 カナダ、アメリカ（図1）

## 4. 主な調査対象機関

- 第9回国際ホタテ学会（カナダ、B. C州）
- アイランドスキャロップス社 マリーン研究種苗生産所（カナダ、B. C州）
- ワシントン州立大学水産学部（アメリカ、WA州）
- ウエストコット湾養殖場（アメリカ、WA州）
- マーサース ビネヤード シェルフィッシュ グループ法人（アメリカ、MT州）
- ダルホーシー大学海洋学部（カナダ、N. S州）
- グレートマリタイム スキャロップトレイディング社（カナダ、N. S州）
- カナダ漁業海洋省生物科学部 スコッチアーファンディー支局（カナダ、N. S州）
- SFTアドベンチャー二枚貝種苗生産所（カナダ、N. S州）

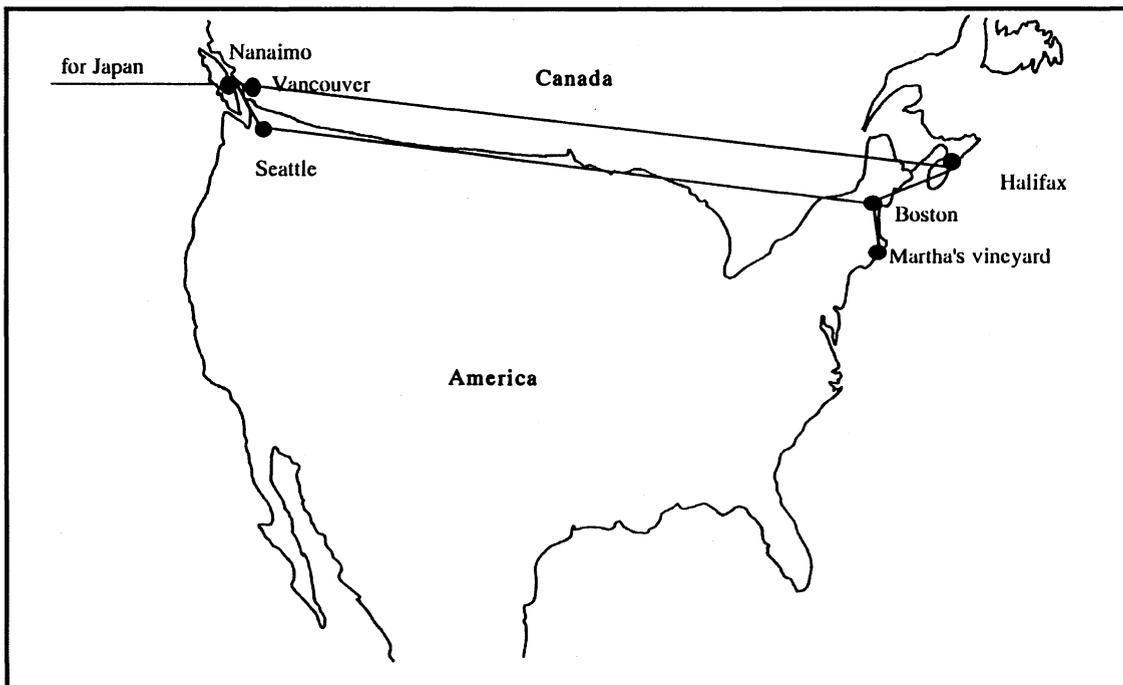


図1 Ruots for investigation in Canada and America

## 5. 調査の概要

### (1) 第9回国際ホタテ学会 (9th International Pectinid Workshop)

ブリティッシュ・コロンビア州のナナイモにあるホテルで開催され、世界各国から約130名が出席した。

発表内容は、栄養生理、病気（へい死）、養殖、再生産、遺伝、漁業、生態に別れていた。日本のホタテガイ (*Patinopecten yessoensis*) についても、稚貝におけるエラの機能、ラーバにおける餌料栄養価、貝柱の腫瘍等についての研究発表があった(カナダ漁業海洋省海洋生物研究所の研究者による発表が主)。詳細については報告書に記載している。

### (2) アイランドスキャロップス社 マリーン種苗生産研究所

ナナイモから北に約30km行ったクオリキュームにあるこの会社は、1989年にカナダ政府とブリティッシュ・コロンビア州政府の支援のもとに設立されたものである。この会社では日本のホタテガイ (*Patinopecten yessoensis*) の種苗生産を行っているが、施設的には30億個の稚貝(殻高0.8mm)を生産できるが、現在は500万個しか生産していない。30億個生産するには6人でできるとのことであった。なお、ここで生産しているホタテガイは10年前(1984年)にカナダに搬入した陸奥湾産ホタテガイの子孫であるとのことである。

図2に示すように、母貝は産卵2週間前から室内の水槽で給餌しながら飼育し、昇温した紫外線殺菌海水で産卵誘発させる。得られた卵は44トン水槽(4基)で飼育される。

付着時期になると採苗器(ネトロンネット)を入れ、稚貝を付着させる。付着稚貝は屋外の飼育水槽に移され、0.8mmまで成長させる。なお、餌料としては生海水を50 $\mu$ mのフィルターを通したものを与えている。

0.8mmまで成長した稚貝は別の組織(ジョイント ベンチャー スキャロップ養殖場)に移され、バンクーバー島周辺5ヶ所で養殖試験が行われている。採苗器で2~3mmまでに成長した稚貝は、丸籠、耳吊で養殖される(採苗器、丸籠等の資材は日本から輸入している)。

また、採算性の問題(資材はすべて日本から輸入している)があり、研究段階ではあるが、種苗生産施設の規模からみて、かなり力を入れていることがうかがわれる。

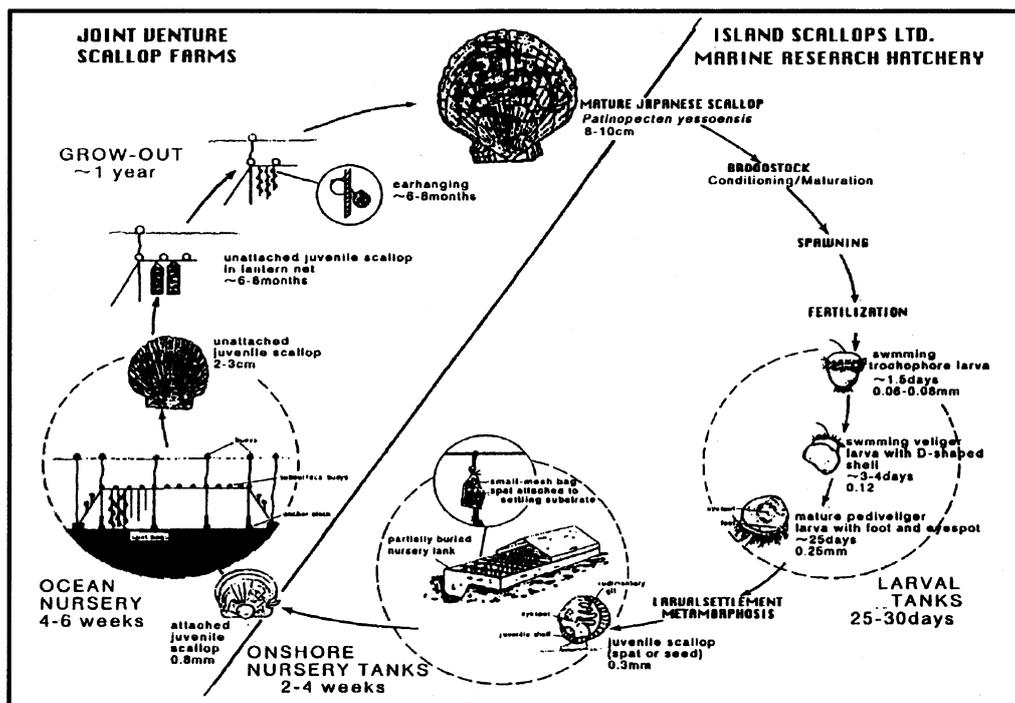


図2 Procedure of nursery for Japanese scallop in Canada

(3) ワシントン州立大学

ワシントン州立大学では国立海洋漁業研究所の一部を借りてRock scallop (*Crassodoma gigantea*) の研究をしていた。ワシントン州立大学はシアトル市内にあるが、この研究所はシアトルの対岸に位置するマサチューセッツにある。アメリカ人は貝柱しか食べないので、ここでは貝柱が大きくなるRock scallopの研究を進めているとのことであった（見せてもらったRock scallopの貝柱の高さは6 cm位あった）。Rock scallopはメキシコからアラスカにかけて生息するが、ここではRock scallopの種苗生産、籠養殖、耳吊りについて研究していた。Rock scallopの特徴は、2~3 cmになるとカキのように岩などの固いものに付着して成長することである。Rock scallopの養殖の研究は始まったばかりで、まだ企業化には至っていないようだ。

Rock scallopの産卵は主に夏であるが、かなり長期間産卵し、1回の産卵数が少ないので、実験するのに困ると言っていた。産卵誘発にはセロトニンを使用し、ラーバの生存率を上げるために抗生物質（ペニシリン）を使用しているとのことであった。

(4) ウエストコット湾養殖場

この養殖場はビクトリアの東に位置するサンジャン島の北端にあるウエストコット湾にある。

ここは民間の養殖場であるが、マガキ (*Pacific oyster ; Crassostrea gigas*)、フランスガキ (*European oyster ; Ostrea edulis*)、アサリ (*Manila clam ; Tapes philippinarum*) の種苗生産から養殖まで一貫して行っている。Rosk scallopも養殖しているが、試験段階とのことである。

ここでは、年間にカキで300万個、アサリで200万個生産し、主にニューヨークのレストランに出荷している。ニューヨークの高級レストランでは、貝殻の上の貝殻（左殻）を取り除き、生で食べさせるそうである（ハーフシェルと呼ばれている）。近年、アメリカではハーフシェルの需要がかなり増えているとのことである。

アサリは1930年代にカキの種苗を日本から移入したときに、カキに偶然付着して入ってきたものである。

アメリカ、カナダにも似たような貝 (*Steamer clam ; Protothaca ataminea*) があるが、このアサリは煮たときに貝殻を開くに時間がかかるか、貝殻が半分しか開かない。日本のアサリは短い時間で完全に貝殻が開くので、日本のアサリが好まれているとのことである。

種苗生産はラーバのときには5トン水槽で飼育するが、付着または着底のときにザルに移し、アップウエル式（ザルの下から注水し、横から排水する方法）を採用していた。

1 mmになると室外の水槽でザルの中に入れて飼育するが、餌料は生海水を汲み上げて供給している。5~10mmになると海岸に放流してその上にネットを張る（鳥避け）。収穫は2~3年後になる。

カキは中間育成後、長方形の籠、丸籠に入れて飼育する。なお、稚貝はカキ殻を粉碎したものに付着させていた。こうすることによりカキが1個づつになり、値段が高くなるとのことである。

(5) マーサース ビネヤード シェルフィッシュ グループ法人

この法人はボストンから南南東へ100kmに位置する（コッド岬の南）マーサース ビネヤード（島）のラグーンポンド（海水湖）に隣接した所に種苗生産場を持つ。Bay scallop (*Argopecten irradians*) とビノスガイ (*Quahog ; Mercenaria mercenaria*) の種苗生産を行っており、毎年それぞれ300万個づつ生産している。

この種苗生産場はかなり小さいものであるが、経費があまりかからないように作られている。建物は南側に面し、2階には餌料培養とラーバの飼育が行われているが、太陽光が十分入るように南側の壁はガラス張りになっている。1階の南側には熱交換器につながっているソーラーパネルが張り付けてある。この熱交換器により地下にある貯水タンクの海水の水温をコントロールしている。

受精された卵（約1000万粒）は400ℓのタンクに入れられるが、水面にはフルイが吊されており、タンクの中層からエアリフトによりフルイの中にラーバとともに飼育水が入り、成長したラーバはこのフルイの中に止まるようになっている。この様にするにより、フルイの中のラーバは底に溜まった糞やバクテリアに接触することがないので、生存率がかなり改善されるとのことである。

フルイに溜まった着底稚貝はフルイに入れたまま、流しのような台に移され、25 μmのフィルターでろ過された海水を注水して2~3mmの大きさまで飼育される。その後、木枠の中に入れられ、湖の中に沈めて飼育される。

放流は30mm位に成長させてから行方。Bay scallopは10～15mmの大ききで放流される。放流はすべてこの島のポンド（湖）に放流される。漁獲は秋から春にかけてだけ許可されている。

ここでは、放流した貝の追跡調査も行っているのて、以前はBay scallopの貝殻が黄色のものを固定して（この貝殻の黄色の色は優勢遺伝する）標識がわりに使っていたが、鳥などの外敵に発見されやすいと考えられたので、現在は紫の貝を固定している。

また、Quahogも天然では貝殻に模様がないが、人工種苗で縞模様の貝が見つかったので、これを標識としている。この模様は優勢遺伝しないみたいである。

#### (6) ダルホーシー大学

ダルホーシー大学はハリファックス市内の郊外にある。ダルホーシー大学は海の近くにないので、飼育実験等は全て循環ろ過水を使用している。ただし、ここでは大学の建物の中に普通の小さい水槽の他に、巨大な水槽、直径3.7m、高さ10.5mの円形水槽（サイロ型水槽と呼んでいた）と直径15.2m、高さ3.7mの円形水槽を備え付けていて、水温と塩分をコントロールできるようになっていた。

このサイロ型水槽ではラーバの生息水深、ラーバの付着基質等について研究していたが、この他に面白い研究として、無重力中でのラーバの動きを研究していた。マイクロスコップで下と横からラーバの動きをビデオカメラで撮り、それを画像解析でX、Y、Z軸に分解し、その動きを分析していた。ラーバの動きによりラーバの健康状態が判るとのことである。

また、Sea scallopの最も重要は外敵はヒトデ（*Asterias forbesi*, *A. vulgaris*）とカニ（*Cancer irroratus*）であり、カニと言っても甲幅が10cm位の小さいカニであるが、Sea scallopの稚貝を1日に20個食べるそうだ。また、殻長1～2cm稚貝を放流しても50%以上がへい死したり、放流した所からいなくなると言っていた。放流地点の写真を見せてもらったが、砂の上に石がかなり点在しており、その石の上に稚貝が付着していた。Sea scallopは日本のホタテガイと異なり、かなり大きくなっても付着能力があり（殻長10cm位まで）、環境条件によりかなり動き回るみたいである。

#### (7) グレートマリタイム スキャロップ トレイディング社

この会社はハリファックスの西40km行ったところにあるチェスターのマホーン湾岸にあるが、ダルホーシー大学の教授が経営している会社である。この会社では従業員を6人雇い、Sea scallopの垂下養殖と潜水採捕を行っていた。

天然のSea scallopは、商品サイズ（殻高9～10cm）になるに3～5年かかるが、養殖すると2～3年で商品サイズになる。養殖方法は日本の養殖法を真似しているが、Sea scallopの成長が遅いため、飼育期間は日本のホタ



ハーフシェル用のSea scallop

テガイに比べてかなり長い。

産卵期は地域、水深によって異なるが、このマホーン湾では浅いところ（5～10m）の貝は6月から7月と9月から10月の年2回産卵する。また、深いところ（15～20m）の貝は9月から10月にかけて年1回産卵する。採苗器にはたまねぎ袋に刺網を入れて使用しているが、平均500個/袋しか付かない（最高でも2,000個/袋位）。

訪問した時にたまたま養殖Sea scallopを水揚げしていたが、サイズは5～6cmの小型の貝であった。水揚げされた貝は全てハーフシェルとしてニューヨークに航空便で出荷するそうだ。ハーフシェルであると養殖期間も短縮できるし、殻付きで売ることができるので有利であると言っていた。近年のSea scallopの値段は冷凍貝柱で11アメリカドル/kgであるが、このハーフシェルは5アメリカドル/12枚（貝柱に直すと100アメリカドル/kg位になる）で出荷しているとのことであった。

#### (8) カナダ漁業海洋省生物科学スコッチアーファンディー支局

この支局はハリファックス市内のフェリー埠頭の近くにある。ここでは、Sea scallopの現状について話を聞いた。

Sea scallopは、主にジョージアバンク、ジャーマンバンク、スティブルアイランドバンクなどの堆とファンディー湾で漁獲されているが、この中でジョージアバンクの漁獲が最も多い。アメリカの漁業規制は国と地方漁業管理委員会で管理監督権限を分けているが、カナダでは大西洋漁業科学諮問委員会（Canada Atlantic Fisheries Scientific Adversory Committee）の調査報告により国が全て規制している。カナダとアメリカの二百海里水域の中間にあるジョージアバンクについては、カナダとアメリカが個別に資源評価を行っている。しかし、総トン数25.5トン以上の船については、航海日誌を提出することが義務づけられているが、総トン数25.5トン以下の船については航海日誌の提出が義務づけられていない。また、沖合操業の規制はあるが、沿岸での規制はない。

この研究所でノーバー スコッチア州周辺の堆（グラントバンク、スコッチアシェルフ、バンクウエリア）で漁獲されるホッキガイ（Arctic surfclam; *Mastromeris polynyma*、日本ではナガウバガイが標準和名）を見せてもらった。日本で漁獲されているホッキガイの形とは全く異なるが、足の形はそっくりで、色も若干赤味が強い程度である。この貝は未利用資源調査で1986年に見つかり、4つの会社が漁獲している。60m級の船が2個の噴流式ドレッジを曳いて漁獲するが、1回の操業が3～4日で、月1回許可されている。年間の生産量は1992年で11,000トンである。この貝はホッキガイとして箱に詰められ、冷凍で全て日本に輸出しているとのことである。漁獲が増えないのは、資源が減少してきたのではなく、需要が少ないからであると言っていた。

#### (9) SFTアドベンチャー（マウンテンアイランド）二枚貝種苗生産場

この種苗生産場はハリファックスの西20kmにあるブランフォードのマーガレット湾岸にあるが、ヨーロッパの資本で建てられたそうだ。

ここではフランスガキ（*Ostrea edulis*）の種苗生産を行っていた。生産された種苗は全てヨーロッパに輸出しているとのことであった。

地上1階、地下1階の真新しい建物で、1階では餌料培養、地階1階では母貝、ラーバの飼育が行われていた。地上1階の餌料培養の部屋は、壁が全面ガラス張りになっており、餌料培養のために蛍光灯の他に自然光を十分利用できるようになっていた。室内は空調されているが、天気の良い日に温度が極端に上がらないように、カーテンで日光を遮るようにしている。

地下でのラーバ飼育水には5μm、1μmのフィルターを通した海水を使用し、300ℓタンクでラーバの大きさ別に飼育されて、付着稚貝は直径5cm、高さ30cm位の透明なプラスチック管の中にエアリフトにより集まるようになっていた。

#### (10) アメリカ、カナダにおけるホタテガイの特徴

- 1) アメリカ、カナダにおける産業的重要種としてRock scallop (*Crassodoma gigantea*)、Weathervane scallop (*Patinopecten caurinus*)、Sea scallop (*Placopecten magellanicus*)、Bay scallop (*Argopecten irradians*)、Calico scallop (*Argopecten gibbus*) の5種があるが、これら5種を北方系、南方系に分けると、Rock scallop、Wea-

thervane scallop、Sea scallopは北方系、Bay scallop、Calico scallopは南方系と考えられる。しかし、同一種でもかなり広い分布域を持つので、これら同種の中にもかなりの亜種、系統が存在するので、地域、生息場所によりかなり生理、生態が異なるものと考えられる。

- 2) 表1には5種の生息水深及び最大成長を示した。Bay scallopは入り江などのかなり浅瀬に生息するが、他の4種はかなり深いところまで生息する。最大成長を見ると、Rock scallop、Weathervane scallop、Sea scallopはかなり大きくなるが、Bay scallop (Calico scallopはデータがないが、Bay scallopより若干小型であるとのことである)は小型の貝である。
- 3) 図3には各種ホタテガイの成長曲線を表わしたが、1年目の成長はBay scallopが早い(Calico scallopも同様)、それ以降の成長が望めない。Rock scallop、Weathervane scallop、Sea scallopは大きくなる種ではあるが、商品サイズ(10~12cm)に達するのに、日本のホタテガイよりも遅い。
- 4) 成熟年齢等を表2に示したが、Bay scallop、Calico scallopは成熟がかなり早い(正確なデータがない)、Weathervane scallopは成熟が遅い。Sea scallopは1年で成熟するが、1年目は産卵に寄与しないとのことである。また、Bay scallop、Calico scallopは雌雄同体であるが、Rock scallop、Weathervane scallop、Sea scallopは雌雄異体である。
- 5) 産卵時期は5種ともに地域によりかなり異なる(表2)。また、Calico scallopのように年に2回産卵する種もある(Rock scallop、Sea scallopは地域、水深により年に2回産卵するものもある)。  
また、産卵時期が日本のホタテガイと重なる種はほとんどないので、交配実験を行うには、人為的な産卵促進、抑制が必要である。Bay scallopの産卵制御(餌を十分給餌しながら、水温を上げることにより産卵が促進される)についてはかなり研究報告があり、中国はその技術を利用して種苗生産を行っている。
- 6) カナダにおける各種の種苗生産の飼育条件について表3に示した。Weathervane scallopの種苗生産技術は確

表1 Distribution and growth of 5 scallops in America

	Depth	Geographic region	Max. size	Max. year
Rock	1 - 8 0 m	Easten N.Pacific ( 2 5 - 6 0 ° N )	2 5 0 mm	2 5
Weathervane	1 0 - 2 0 0 m	Easten N.Pacific ( 3 7 - 6 0 ° N )	2 5 0 m m	2 8
Bay	< 2 0 m	Western N.Atlantic ( 2 5 - 4 2 ° N )	8 0 m m	2
Calico	2 0 - 7 0 m	Western N.Atlantic ( 2 5 - 3 5 ° N )	—	—
Sea	1 0 - 1 0 0 m	Western N.Atlantic	2 1 1 m m	2 9

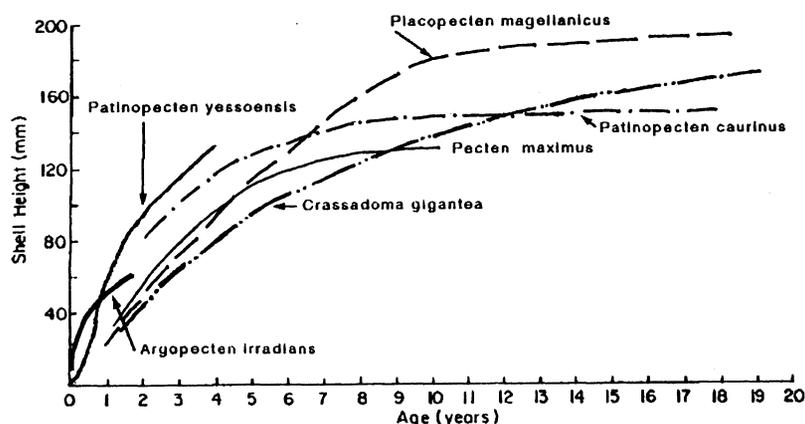


図3 Comparative growth curves of various Pectinid species

立していないみたいであるが、日本のホタテガイを含め、他の4種についてはほぼ種苗生産の技術は確立しているみたいである。カナダ漁業海洋省海洋生物研究所ではすでにRock scallop とJapanese scallopとの交配実験を行ったが、2週間で全滅してしまうとのことである。これらのホタテガイと陸奥湾のホタテガイをかけ合わせして、雑種強勢を示すかどうかはこれからの課題である。

7) アメリカ、カナダにおいてはハーフシェルという新しい需要が伸びてきて、その価格も貝柱だけの販売の10倍の値段で取り引きされているのを見ると、日本でもより付加価値のある販売方法を開発する必要があるように思われる。

表2 Maturity and spawning in 5 species of scallops

	Age of maturity	Size of maturity	Spawning period	Sexuality *
Rock	—	—	June-Oct.(B C) Oct.-Jan.(California) Mar.-June	D
Weathervane	3—4 yr	—	June-July(Alaska) Jan.-June(oregon)	D
Bay	1 yr	55—60 mm	June-Aug.(Mass.) Sept.-Nov.(Carolina)	H
Calico	71 days	20 mm	Mar.-June(Florida) Sept.-Oct. Jan.-May(Florida) Oct.-Dec.	H
Sea	1 yr	23—75 mm	Aug.-Sept.(N B) Oct.-Nov.(New Jersey)	D

\* D is dioecism, H is Hermaphroditism

表3 Typical laval rearing conditions in Canadian scallop hatcheries

	Bay scallop	Sea scallop	Weathervane scallop	Rock scallop	Japanese scallop
Temp.(°C)	25-28	13-1	14	15-18	15-18
Salinity(‰)	25-30	30	-	25-29	25-29
D-stage	1day	3-4days	3day	3days	3days
Laval stage	8days	28-40days	28-32 days	21day	21-28days
Rearing Density					
...Initial	5-10	1-2	-	1-2	1-2
...Settlement	2	1	-	1	1
Set size(μm)	250	230	250	220	260