

北海道立水産試験場研究報告

第 32 号

(北海道立水産試験場報告改題)

SCIENTIFIC REPORTS

OF

HOKKAIDO FISHERIES EXPERIMENTAL STATION

No. 32

北海道立水産試験場

(平成元年3月)

(March, 1989)

北海道立水産試験場研究報告

第 32 号

目 次

高柳志朗

本州北部日本海におけるスルメイカの北上移動.....	1-10
----------------------------	------

名畑進一

コンブの遊走子の生態に関する研究

第1報 コンブの遊走子の定量法.....	11-17
----------------------	-------

北川雅彦・西 紘平

水産物を原料としたエクストルージョン・クッキング

第3報 ブナサケ凍結粉碎肉を用いたエクストルージョン・クッキングについて.....	19-32
---	-------

(平成元年3月)

**SCIENTIFIC REPORTS
OF
HOKKAIDO FISHERIES EXPERIMENTAL STATION**

No. 32

CONTENTS

TAKAYANAGI, Shiro

Northward migration of Japanese flying squid, *Todarodes pacificus* (STEENSTRUP),
in the Japan Sea off northern Honshu in the early summer 1—10

NABATA, Shin-ichi

Ecological studies on zoospores of *Laminaria*

I. A quantitative method to examine zoospores of *Laminaria* in the sea 11—17

KITAGAWA, Masahiko and Kouhei NISHI

Studies on the extrusion cooking of marine products

III. Effect of various extrusion conditions on freeze-pulverized-BUNASAKE

(fall chum salmon) 19—32

(March, 1989)

本州北部日本海におけるスルメイカの北上移動*

高 柳 志 朗
(北海道立函館水産試験場)

Northward migration of Japanese flying squid,
Todarodes pacificus (STEENSTRUP), in the Japan Sea
off northern Honshu in the early summer

Shiro TAKAYANAGI
Hokkaido Hakodate Fisheries Experimental Station,
Hakodate, Hokkaido 042, Japan

Japanese flying squid, *Todarodes pacificus* (STEENSTRUP), were tagged and released in the Japan Sea off northern Honshu in late June of 1982, 1983 and 1987 in order to clarify their northward migration.

Most squid tagged in offshore waters moved to coastal waters of southern Hokkaido, but there were annual variations in the size and maturity of squid and the pattern of their migration. Similarly, individuals tagged in coastal waters moved to the southern Hokkaido waters but showed higher gonad index than did those in offshore waters.

Based on these results, factors affecting the northward migration are discussed in relation to oceanographical conditions, size and maturity of squid.

緒 言

本州北部日本海は道南、道西日本海および津軽海峡周辺に來遊するスルメイカの経路とされ(笠原 1981)、漁況予測にとって重要な海域である。このため、標識放流が過去に多数実施されているが(例えば町中ら 1980)、その時期は北海道のイカ釣り漁業の盛漁期以降のものが大部分である。また、この海域に來遊するスルメイカの資源が減少してからの知見はほとんどなく、初漁期に対象になる群の來遊経路と移動に関わる要因については不明な部分が多い。

著者は、初漁期に相当する6月に、隣接する本州北部日本海の沿岸から沖合においてスルメイカの標識放流を行い、それらの移動経路を推定し、同時に海洋条件とスルメイカの外套長組成と成熟度などの生物学的特性から北上移動に関わる要因を検討し、若干の知見を得たので報告する。

* 本報の一部は、昭和63年度日本水産学会北海道支部大会(平成元年1月31日、余市町)において口頭発表した。
報文番号 A 156 (1989年2月21日受理)

材 料 と 方 法

1982年6月22日、24日、1983年6月22日、そして1987年には、6月9日、22日、23日、24日、26日に北海道立函館水産試験場所属試験調査船おやしお丸（237.24トン）で、本州北部日本海の沿岸から沖合域において（Fig. 1）、自動イカ釣り機によりスルメイカを採集し、直ちにスルメイカの鰭部にナイロン製、39mmと20mmのアンカータグ型の標識を装着し放流した。放流個体数は、1982年には沿岸域で100尾、沖合域で725尾であった。1983年には沖合域で250尾を放流し、1987年には沿岸域で247尾、沖合域では105尾を放流した（Table 1）。

また、標識放流個体の生物学的特徴を検討するため、放流群と同時に釣獲されたスルメイカの一部を冷凍して実験室に持ち帰り、解凍後、外套長、生殖腺重量を計測し、成熟度を肉眼観察した。成熟度は、雄については、輸精管の白化していないものを未熟、白化し精莖が未形成のものを成熟途上、完全な精莖を有するものを成熟とし、雌については、既に交配が行われているものを交配、輸卵管にアメ色の熟卵を有するものを成熟とした。なお、成熟度指数は、（生殖腺重量、g）× 10⁴ / （外套長、cm）³ で求めた。

さらに、移動に関わる要因を海況の面から検討するため、日本海区水産研究所の日本海漁場海況速報（1982、1983）を用いた。

結 果

標識放流スルメイカの移動

放流海域を沖合域と沿岸域に分け、標識放流したスルメイカの再捕位置と、再捕までの経過日数を10日単位で Fig. 2～6 に示した。再捕率は、沖合域放流では4.0%～9.6%、沿岸域放流では4.0%～8.8%であった（Ta-

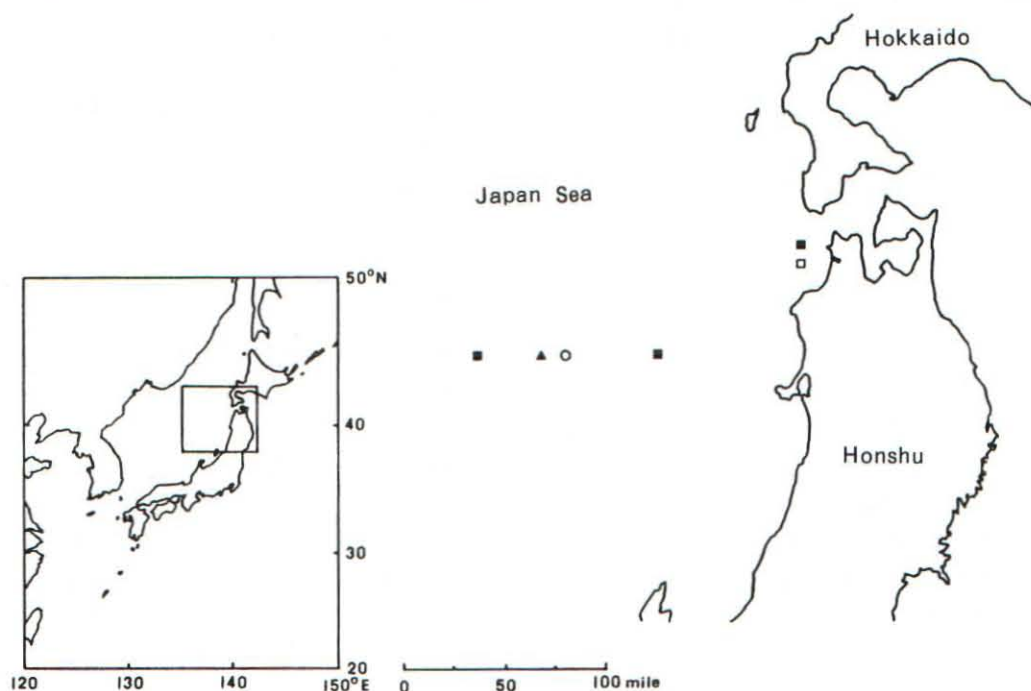


Fig. 1. Map showing the study area and release positions in 1982 (○, □), 1983 (▲), and 1987 (□, ■).

Table 1. Number of squid tagged in the Japan Sea off northern Honshu and recaptured squid.

Tagging area	Date	Location		Number of tagged squid	Number of recaptured squid
		Latitude	Longitude		
Coastal waters	Jun. 22, 1982	41°-00' N	140°-00' E	100	7 (7.0)*
	Jun. 9, 1987	41°-00' N	140°-00' E	47	3 (6.4)
	Jun. 22, 1987	41°-00' N	140°-00' E	75	3 (4.0)
	Jun. 26, 1987	41°-10' N	140°-00' E	125	11 (8.8)
Offshore waters	Jun. 24, 1982	40°-15' N	137°-30' E	725	50 (6.9)
	Jun. 22, 1983	40°-15' N	137°-15' E	250	24 (9.6)
	Jun. 23, 1987	40°-15' N	136°-30' E	50	2 (4.0)
	Jun. 24, 1987	40°-15' N	138°-00' E	55	5 (9.2)

* Recapture rate in parentheses.

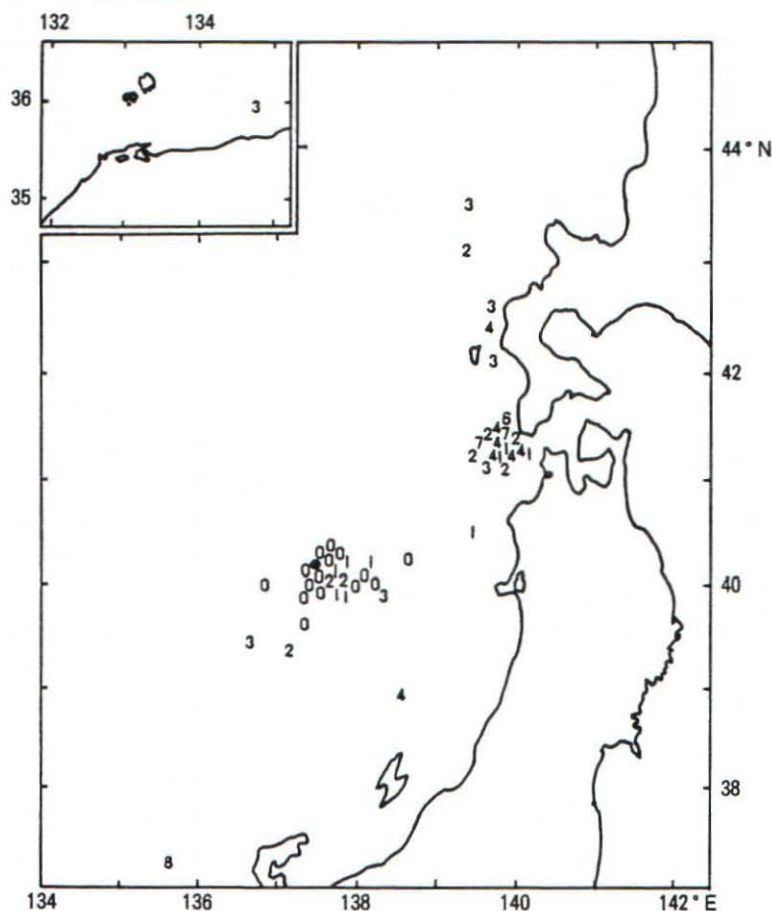


Fig. 2. Release and recapture positions of squid tagged in offshore waters in 1982. Closed circle indicates the release position. Arabic numerals show the recapture positions and the durations after release (e.g., 0: within 10 days, 1: 10-19 days, 2: 20-29 days).

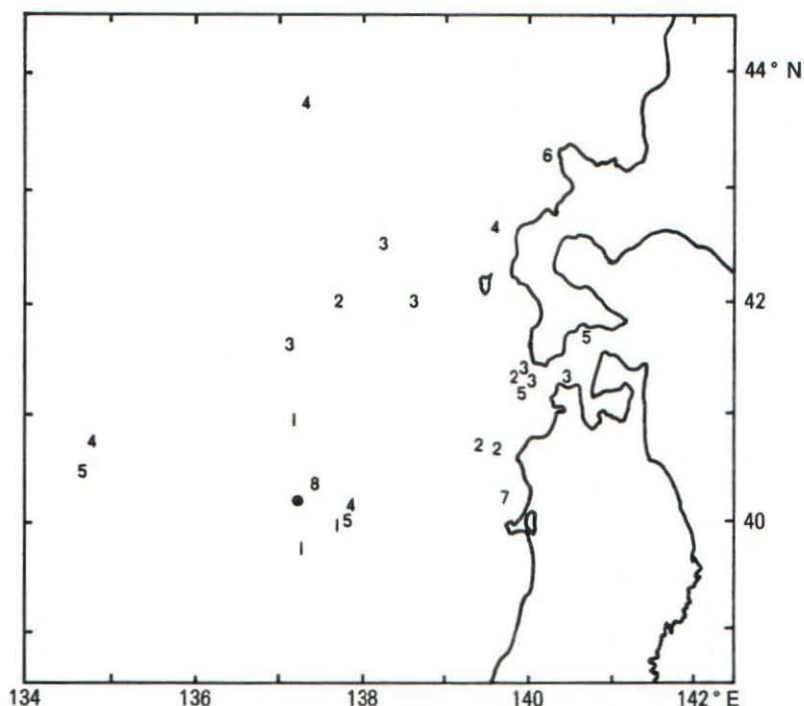


Fig. 3. Release and recapture positions of squid tagged in offshore waters in 1983. Symbols as in Fig. 2.

ble 1)。

沖合域で放流したスルメイカは、1982年には放流点付近の海域と津軽海峡西口付近に集中して再捕された (Fig. 2)。そのほか、松山から後志の沿岸域でも再捕があった。放流点付近の海域で再捕されたものは22尾で、経過日数が10日以内のものが15例あり、すべて30日以内に再捕された。津軽海峡西口付近で再捕されたものは16尾であり、放流から再捕までの日数は、早いもので15日、遅いものは70日であり、40日以内が8例と半数を占めた。松山から後志の沿岸域での再捕は3尾で、経過日数は30～47日であった。1983年放流の再捕海域は分散し、再捕は放流点の北側の沖合域と青森県日本海沿岸から津軽海峡で多く、大和堆付近でもみられた (Fig. 3)。再捕までの経過日数は、放流点の北側の沖合域で18～43日、青森県から津軽海峡西口付近および津軽海峡内の沿岸域では30～58日であった。1987年では再捕尾数は少なく、放流点の北側沖合、沿岸域で各2尾、本州中部から西部沿岸域で4尾の再捕があった (Fig. 4)。以上のように、沖合域放流では再捕海域に年により差がみられた。

一方、沿岸域放流の再捕結果は1982年の場合 (Fig. 5)、放流点付近で30日以内に4尾、その後渡島半島南部沿岸で1尾、津軽海峡内で69日後に1尾であった。また、72日経過して宮城県沖で1尾が再捕された。1987年では (Fig. 6)、放流点付近で40日以内に10尾再捕された。津軽海峡内の再捕は6尾で、再捕までの日数は、12日～59日であった。また、本州西部沿岸域で67日経過しての再捕もあった。このように、沿岸域放流では兩年とも移動距離は小さかった。

外套長組成および成熟度

沿岸域で採集されたスルメイカの外套長組成のモードは、1983年には19cm、1982年、1987年にはいずれも17cmにみられた (Fig. 7)。これに対し沖合域の場合では、沿岸域のものより大型個体が多く、1982年と1987年にはそれ

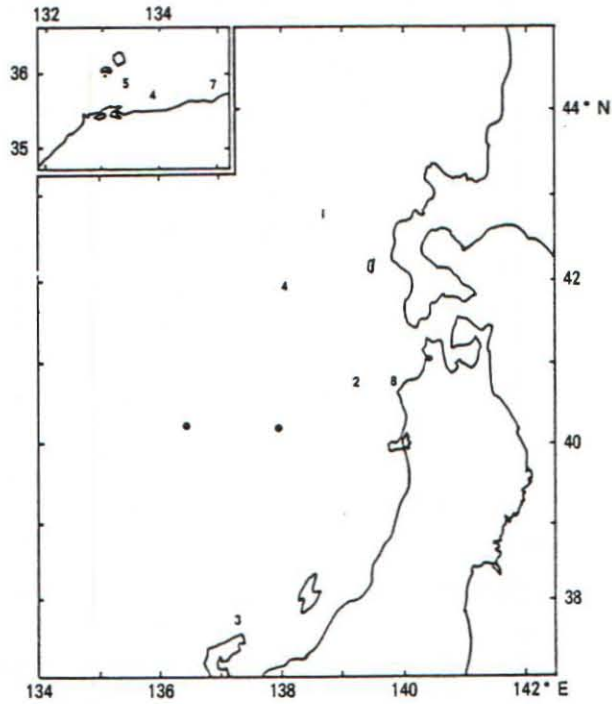


Fig. 4. Release and recapture positions of squid tagged in offshore waters in 1987. Symbols as in Fig. 2.

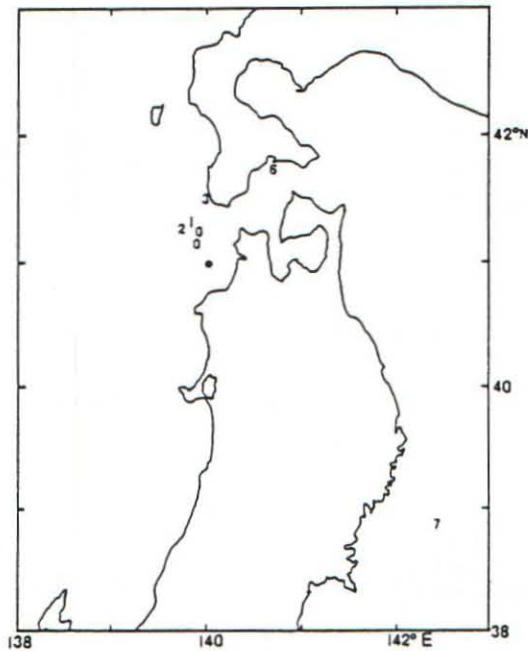


Fig. 5. Release and recapture positions of squid tagged in coastal waters in 1982. Symbols as in Fig. 2.

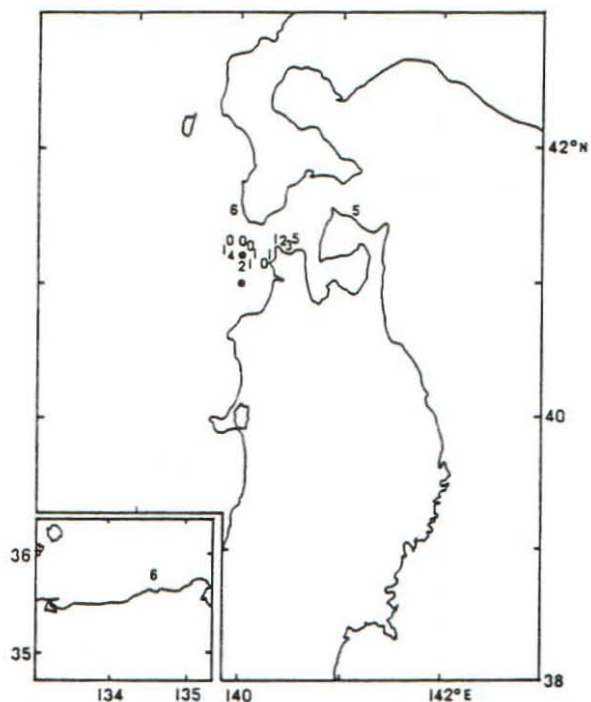


Fig. 6. Release and recapture positions of squid tagged in coastal water in 1987. Symbols as in Fig. 2.

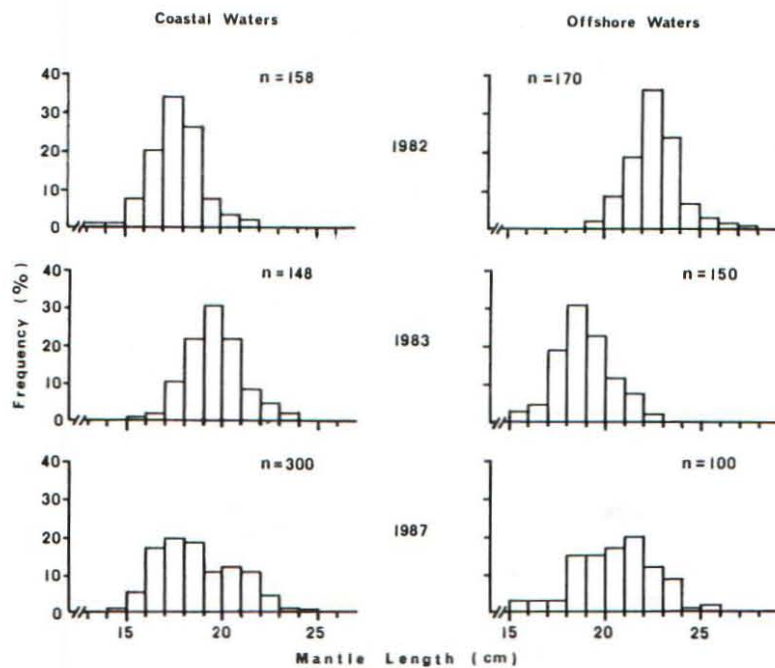


Fig. 7. Size frequency distribution of squid caught in coastal and offshore waters of the Japan Sea off northern Honshu in late June.

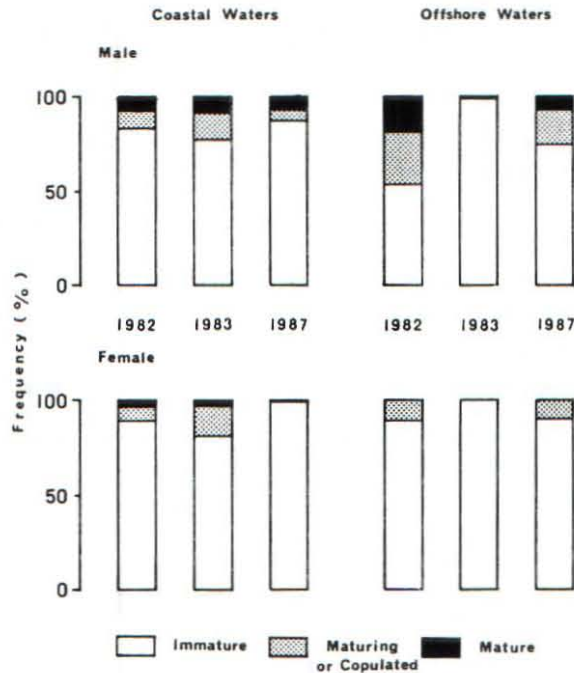


Fig. 8. Maturity composition of squid caught in coastal and offshore waters of the Japan Sea off northern Honshu in late June.

それぞれ22cm、21cmにモードがあった。1983年には18cmにモードがあり沿岸域と大きな相違はみられなかった。

雄のスルメイカの成熟途中個体を含む群成熟率は、沿岸域では、3カ年ともほぼ同様で16.4～20.7%であった (Fig. 8)。一方、沖合域においては、1982年では47.9%、1983年では2.0%、1987年では20.6%であり、年により差異があった。雌についても雄とはほぼ同様の傾向を示した。

雄の外套長と成熟度指数および成熟度の関係についてみると、沿岸域では外套長15cm台から成熟度指数の高い個体がみられ、17cm以上で成熟個体が出現した (Fig. 9)。一方、沖合域では、20cm以下では成熟個体は出現せず、成熟度指数は19cmを越えて急激に高くなる傾向を示した。

考 察

本報告の標識放流結果から、6月に東北日本海の沖合域と沿岸域に分布していたスルメイカの北上移動は、以下のように考えられる。沖合域での移動は、1982年では放流点付近に短期間滞泳し、その後津軽海峡西口に移動し、そこで再び滞泳した。1983年では大きく分けて、放流点から北側の沖合域へと、本州北部から津軽海峡西口沿岸域への2つの移動があった。このように、両年の移動の様式は大きく異った。一方、沿岸域に分布していたスルメイカの移動は小さく、滞泳する傾向を示した。

この結果を過去の知見と比較すると、沖合放流の場合、1983年と1987年の結果はそれぞれ町中ら (1980) と笠原 (1984) とほぼ同じであったものの、1982年の結果は大きく異なり、沖合域におけるスルメイカの移動は年による変動が大きいと考えられた。一方、沿岸放流の場合は、十三 (1977) および田村ら (1984) の結果と同様であり、本州北部沿岸域に来遊したスルメイカの移動は小さく、年による変動は少ないと考えられた。

次に、沖合放流で再捕結果が大きく異なった1982年と1983年のスルメイカの移動について、海洋条件とスルメ

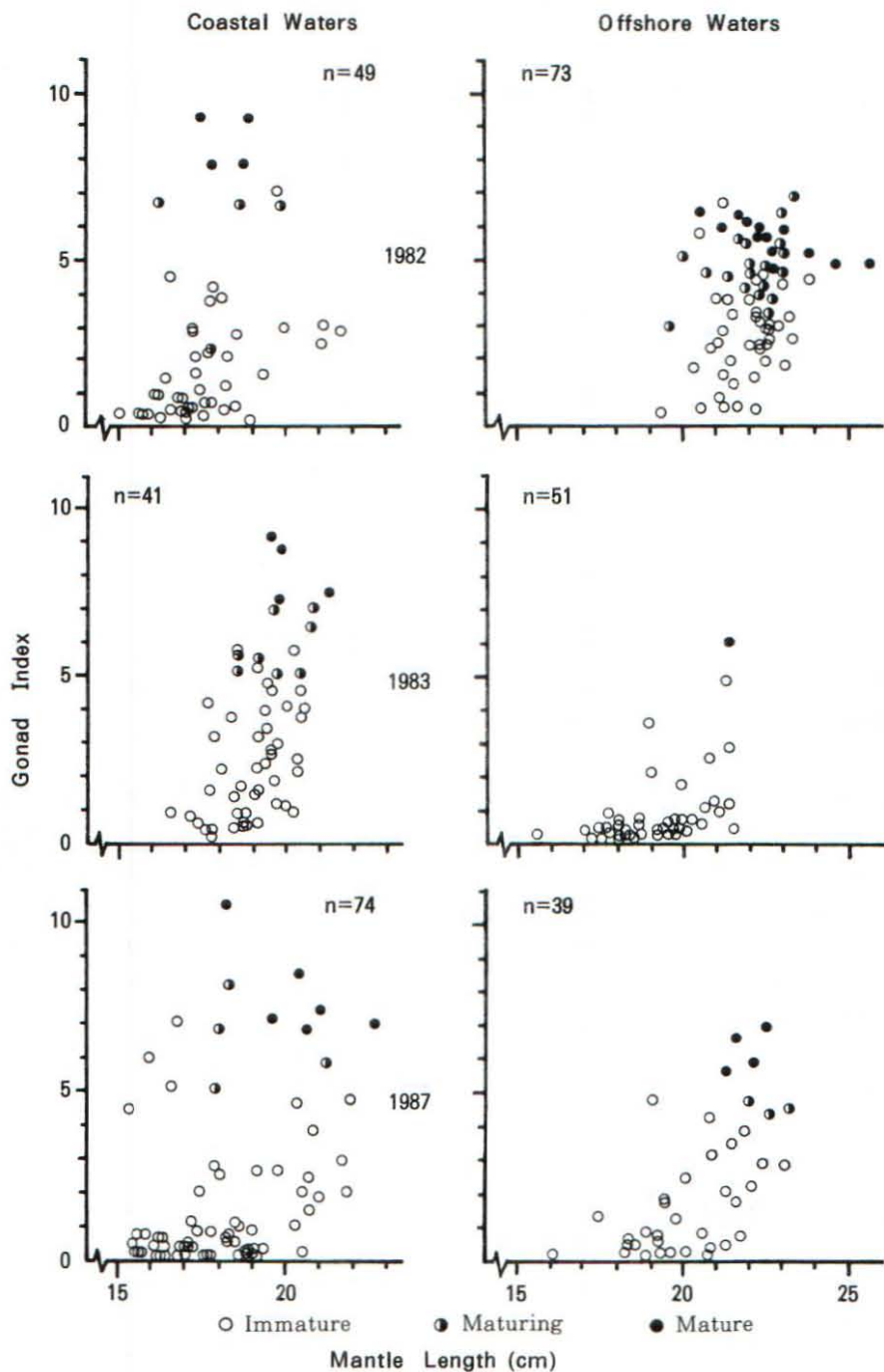


Fig. 9. Relation between the gonad index and mantle length of male squid caught in coastal and offshore waters of the Japan Sea off northern Honshu in late June. The gonad index was calculated as $[\text{gonad weight(g)}] \times 10^4 / [\text{mantle length(cm)}]^3$

イカの発育段階の面から検討した。日本海区水産研究所(1982、1983)によれば、放流点は兩年とも極前線(50 m層水温 7°C 前後)付近であったが、その周辺の水温分布には大きな違いがみられた。すなわち、1982年では、極前線は北緯40度付近からほぼ北東方向に津軽海峡西口に向い、そこで幅が狭くなっており、極前線付近の温度勾配は急であった(Fig. 10)。一方、1983年では極前線の位置は比較的沖合で、極前線付近の温度勾配はゆるやかであった。これは、スルメイカの北上移動には海洋条件が重要であるとする従来の知見(新谷 1967、長沼 1977)を支持するものであるが、兩年の沖合域に分布していたスルメイカの大きさ、成熟度および成熟度指数には大きな違いがみられ、その発育段階は異なっていた(Fig. 9)。したがって、沖合放流でみられた移動様式の違いは海洋条件の違いのみでなく、スルメイカの発育段階の違いにも原因すると考えられた。

そこでさらに、スルメイカの移動を成熟度との関連で検討すると、大型で成熟度指数の高かった1982年は、そのほとんどが沿岸域に移動し、小型で成熟度指数の低かった1983年は、沖合域にも移動した。また、沿岸放流のスルメイカは成熟度指数の高いものが多く、沖合域に比べ小型で成熟する傾向が認められ、その移動は小さかった。したがって、成熟度指数の低い群(発育段階の早い群)はより北側の沖合域にも移動し、成熟度指数が高い群(発育段階の進んだ群)は沿岸域にとどまる関係も示唆された。中田(1984)は、道東太平洋海域のスルメイカは成熟が始まる直前、すなわち未成体期から成体期に移行する時期に南下移動を開始すると述べており、本州北部日本海のスルメイカの北上移動も、成長、成熟等の内的な要因と密接な関係があると考えられる。

今後、スルメイカの移動に関わる研究を進める上で、発育段階と環境との関係、および、成長、成熟の実態に関する知見の蓄積が必要であろう。

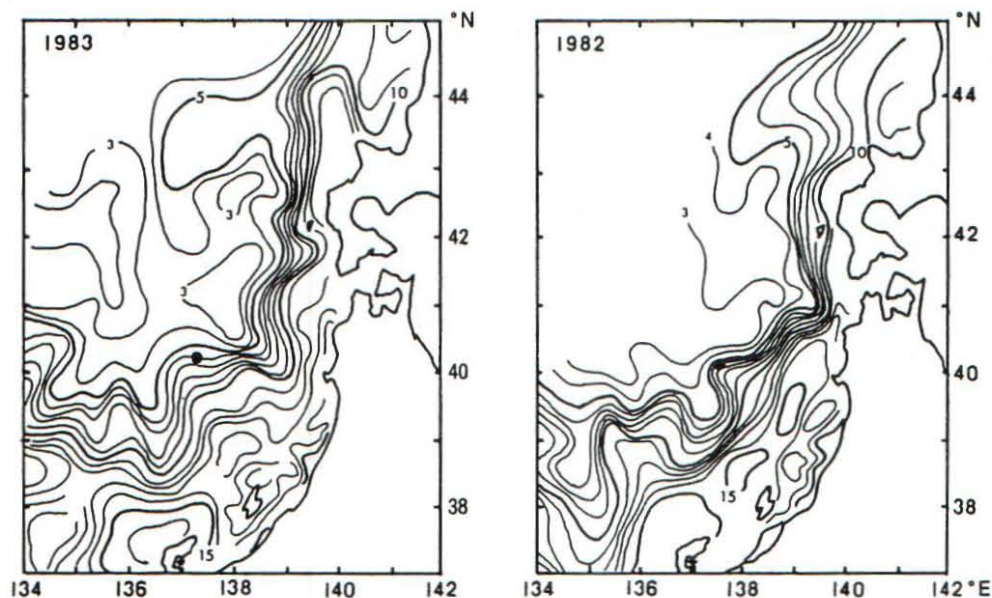


Fig. 10. Horizontal distribution of water temperatures at a 50-m depth in early July in 1982 and 1983 (Japan Sea Regional Fisheries Laboratory, 1982, 1983). Closed circles indicate the release positions.

要 約

道南以北の日本海海域に來遊するスルメイカの來遊初期の回遊経路および移動の要因を明らかにするため、6月に本州北部日本海の沿岸域および沖合域において標識放流を実施した。

沖合域に分布するスルメイカは道南日本海沿岸域に移動することが明らかになった。しかし、そのスルメイカの大きさ、成熟度および移動の様式には年により大きな差違があった。また、沿岸域に分布するスルメイカの移動距離は小さく、沖合域に分布するスルメイカとは、大きさと成熟度指数との関係は異なり、小型で成熟する傾向がみられた。これらの結果を、海洋条件および大きさと成熟度から検討し、スルメイカの北上移動には、海洋条件のみならず、成長、成熟等の内的な要因にも関連すると考えられた。

文 献

- 新谷久男(1967) スルメイカの資源 水産研究叢書16 日本水産資源保護協会
- 十三邦昭(1977) 青森西岸域におけるスルメイカの標識放流結果 日本海スルメイカ共同調査報告集 235 - 241 水産庁日本海区水産研究所(編集)
- 笠原昭吾(1981) 日本海スルメイカ漁況の予測と検証の方法 漁海況予測の方法と検証 149 - 154 水産庁・研究部
- 笠原昭吾(1985) 1984年日本海北部沖合放流イカの再捕結果 イカ類資源・漁海況検討会議研究報告(昭和59年度) 28-36
- 町中 茂・宮下民部・宮島英雄・笠原昭吾(1980) 1979年日本海沖合水域におけるスルメイカの標識放流の再捕結果と資源諸特性値の推定 石川水試研報 3 37-52
- 長沼光亮(1977) 日本海におけるスルメイカ漁況予測に関する検討Ⅱ 本土沿岸漁場の漁況と海況 日本海スルメイカ共同調査報告集 119 - 133 水産庁日本海区水産研究所(編集)
- 中田 淳(1984) 北海道東部太平洋海域におけるスルメイカの南下移動 北水試報 26 1-9
- 日本海区水産研究所(1982) 日本海漁場海況速報No.361
- 日本海区水産研究所(1983) 日本海漁場海況速報No.371
- 田村真樹・高 昭宏・山下 豊(1981) 津軽海峡西口における北上初期のスルメイカ調査結果 北水試月報 38 (5) 147 - 155

コンブの遊走子の生態に関する研究 第1報 コンブの遊走子の定量法

名 畑 進 一
(北海道立中央水産試験場)

Ecological studies on zoospores of *Laminaria* I. A quantitative method to examine zoospores of *Laminaria* in the sea

Shin-ichi NABATA
Hokkaido Central Fisheries Experimental Station
Yoichi, Hokkaido 046, Japan

Seawater samples with zoospores of *Laminaria* shedded in the laboratory were filtered through membrane filters (0.45 μ m pore size, 47mm in diameter) with low sucking pressure. The filters were then cultured in PESI media, at a temperature of 10°C, with a light intensity of 3000 lux, and with the day length set at 12 hours. The sporophytes growing on the cultures were counted as soon as they could be visually identified.

The results of the counts suggested a high correlation between the number of sporophytes on the filters and the amount of zoospores in the sampled seawater.

By seawater filtration, it is impossible to directly count the actual number of zoospores in the sea, because zoospores are lost in each process of seawater sampling, filtration, and cultivation. However, using the value measured under the same conditions for comparison, it is possible to examine the change in the amount of zoospores.

The filter sucking method is suitable for outdoor studies, enabling investigation *in situ* of the daily changes of shedding and the distribution of zoospores.

緒 言

海藻の多くは生殖細胞を海水中に放出することによって、着生場所の拡大と次代の形成を図っている。したがって海水中に放出された生殖細胞を捕捉し、その量の時間・空間的变化を明らかにすることは、藻類の生態研究、特に有用藻類の増養殖研究にとって重要な課題となっている。

生殖細胞を捕捉するためにこれまで行われてきた方法を大別すると、水中に付着板を設置する方法と、採水後

に処理する方法とがある。前者の付着板には、ガラス板（尾形 1952、HRUBY and NORTON 1979）、Plexiglas（NEUSHUL et al 1976）、セルロイド板（尾形 1952）、プラスチック板（AMSLER and SEARLES 1980）、アクリル樹脂板（新原ほか 1980）、砂岩（KENNELLY 1983）、コンクリートブロック（NEUSHUL et al 1976）、セラミック板（CHAPMAN 1984、NEUSHUL et al 1976）など各種のものが用いられている。また後者の方法としては、遠心分離（日下部 1929）、静置沈降（須藤 1950、HOFFMAN and UGARTE 1985）、走行性の利用（須藤 1950）、グラスフィルターによる濾過（HRUBY and NORTON 1979）などが行われてきた。

コンブの遊走子量に関する研究例は少なく、新原ほか（1980）や CHAPMAN（1984）が付着板法で遊走子の多寡を報告しているにすぎない。著者はメンブランフィルターを用いて海水を濾過することによって、コンブの遊走子をフィルター上に捕捉し、このフィルターごと培養して発芽した胞子体数から、遊走子を定量的に推察する方法（以下、フィルター濾過法と称する）を室内実験によって検討した。更にこの方法が野外調査においても適用できることを確かめたのでここに報告する。

本文に入るに先立ち、調査にご協力をいただいた稚内漁業協同組合と、北海道大学忍路臨海実験所の信太郎氏に厚くお礼申し上げる。

方 法

1. 室内実験

フィルターで濾過した遊走子と、培養後にそのフィルター上に発芽した胞子体数との関係を調べるために以下の実験を行った。1ℓのポリエチレン瓶に滅菌海水を満たし、8枚重ねのガーゼで濾過した放出直後のホソメコンブの遊走子液を少量加えて遊走子添加海水とした。これを5℃の暗条件で保存し、10分、20分、30分および60分後によく攪拌してから、メスシリンダーによって10ml、30ml、50mlおよび100mlを取り分けた。その後メンブランフィルター（東洋濾紙製、野線入り孔径0.45μm、直径47mm）と減圧濾過器（ヤマト科学製、ハンディーアスピレーター WP-45）を用いて濾過した。なお60分後に濾過したものは各3試料、他は各1試料とした。このフィルターは PESI 強化海水を満たしたシャーレに入れ、10℃、3000lux、12:12時間の明暗期で、1週間に一度の換水を行いながら培養し、3～4週間後に0.5～1mmに生長した胞子体を実体顕微鏡下で計数した。なお PESI 強化海水中には珪藻の繁殖を防ぐため、1mg/ℓの二酸化ゲルマニウム（館脇・水野 1979）を加えた。

2. 野外調査（1）

フィルター濾過法によって、コンブ遊走子放出の日周変動を以下の要領で調べた。1983年11月1～2日に稚内市前浜のリシリコンブ群落内から、海水を3ℓのポリエチレン瓶に3～5時間間隔で1日に6回採水した。また付着板法による結果と比較するため、木片に固定した3枚の付着板（透明アクリル樹脂板2.5×3.8×0.2cm）を、浮き玉に垂下して水面下50cmのところに設置し、採水時に木片ごと回収し交換した。採水した海水は直ちに実験室に持ち帰って、1ℓのメスシリンダー3本に取り分け、混入物を沈澱させる目的で5℃の暗条件に約1時間静置した。その後上澄を1回に250mlずつ3回、フィルターで濾過した。フィルターと付着板は10℃、3000lux、14:10時間の明暗期で、PEI 強化海水を用いて培養し、23～25日後に発芽した胞子体を計数した。なおコンブの胞子体であることを確認するため、メチレンブルーのアルコール溶液で染色して粘液腔道の存在を確かめた（阪井・中津 1966）。

3. 野外調査（2）

小樽市の忍路湾中央部の平磯先端には、例年ホソメコンブの群落が形成される。しかし通常2m以深にはコンブの着生が見られない。このためフィルター濾過法によってこの地点のコンブ遊走子の水平・垂直分布を以下の要領で調べた。1986年12月18日の午後3時に平磯先端部の水深0.3mのコンブ群落中と、そこから3m沖合の表層、およびその直下の水深3mの底層から、北原式採水器を用いて海水を1ℓのポリエチレン瓶に採水した。採水後はアイスボックスで保冷して実験室に持ち帰り、約1時間後に1回に300mlずつ2回の濾過を行った。これらのフ

フィルターは10℃、3000 lux、12:12時間の明暗期で、PESI 強化海水に1 mg/ℓの二酸化ゲルマニウムを加えて培養し、32日後に孢子体を計数した。一方、忍路湾ではコンブの着生基質として水深3 mの同地点に、50×50×10 cmのコンクリートブロック2個と、同型のブロック上に40×40×30 cmで、目合8 mmのステンレス製の金網を付したブロック2個を設置してコンブの着生を観察した。

結 果

1. 室内実験

コンブの遊走子は葉緑体を持っているので、遊走子添加海水を濾過してフィルターに捕捉した場合には、実体顕微鏡下で薄緑色の点として認められた。しかし天然海水を濾過した場合には、これをコンブの遊走子と同定することは困難であることから、フィルターごと培養し、肉眼でも確認できる大きさの孢子体となってから計数した。

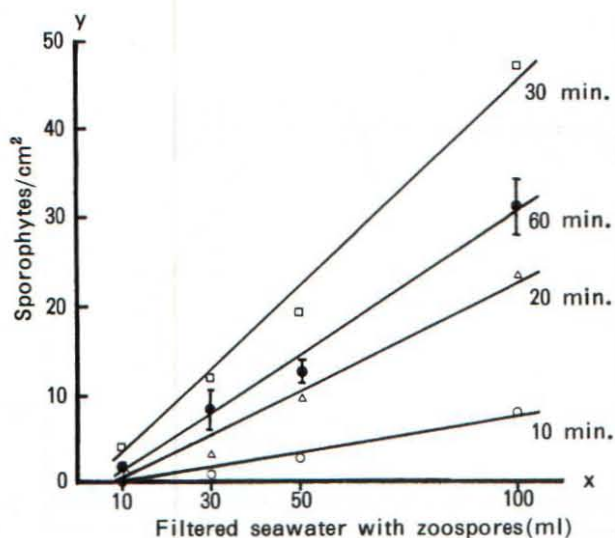


Fig. 1. Relationship between the amount of filtered seawater with zoospores and the number of sporophytes growing on the filters. Seawater samples with zoospores of *Laminaria* were filtered at 10 min. (○), 20 min. (△), 30 min. (□), and 60 min. (●) after shedding. Vertical bars; SD.

Fig. 1 に示したように、約60分後に濾過し、フィルター上に捕捉した遊走子に由来する孢子体数(y)は、濾過量10 mlで 1.6 ± 0.7 個体/cm² (平均値と標準偏差、以下同様)、30 mlで 8.0 ± 2.9 個体/cm²、50 mlで 12.5 ± 2.1 個体/cm²、100 mlで 31.0 ± 3.6 個体/cm² となり、遊走子添加海水の濾過量(x)と共に増加した。y の回帰推定値 $\hat{y}$ を求める直線回帰式は $\hat{y} = 13.283 + 0.326 (x - 47.5)$ となり、相関係数 r は 0.996 であった。

また図示したように遊走子放出後から濾過するまでの時間によって、同一濾過量でもフィルター上に発芽した孢子体数には大きな差があった。すなわち同じ遊走子添加海水を濾過したにもかかわらず、フィルター上の孢子体数は10分後が最も少なく、20分後、30分後に比べて多くなり、60分後にはやや減少した。しかし同じ時間に濾過したものではそれぞれに正の相関関係が認められ、直線回帰式と相関係数は、10分後で $\hat{y} = 2.915 + 0.078 (x - 47.5)$ 、 $r = 0.988$ 、20分後で $\hat{y} = 9.345 + 0.250 (x - 47.5)$ 、 $r = 0.987$ 、30分後で $\hat{y} = 20.645 + 0.472$

($x = 47.5$), $r = 0.993$ であった。このように相関係数 r はどの場合においても 0.98 以上の高い値を示した。また $n = 4$ の場合には $\Pr[|r| > 0.950] = 0.05$ であるところから、相関係数 r は 5% の危険率ですべて統計的に有意であった。

2. 野外調査 (1)

調査時の 1 日目の日の入りは 16 時 26 分で、2 日目の日の出は 6 時 9 分であった。この二日間とも晴れで、波もほとんどなく、潮汐の干満は +6 ~ +15 cm、表面水温は 9.3 ~ 10.0 °C と変動が少なかった。Fig. 2 に付着板法とフィルター濾過法によって発芽したコンブの胞子体数を示した。付着板法の場合は、1 日目の 13 時から 16 時に設置したアクリル板上に 0.4 ± 0.1 個体/cm²/時の胞子体が着生していた。日没後には増加して 20 時 30 分に回収したものには 3.1 ± 1.4 個体/cm²/時、2 日目の 1 時 30 分に回収したものには 6.0 ± 1.2 個体/cm²/時が着生していた。そして 1 時 30 分から 6 時までの間に設置した付着板では 21.4 ± 6.5 個体/cm²/時の最大値が示された。9 時 30 分には付着板を回収できなかったが、9 時 30 分から 13 時に設置したものでは 2.0 ± 0.5 個体/cm²/時まで減少していた。

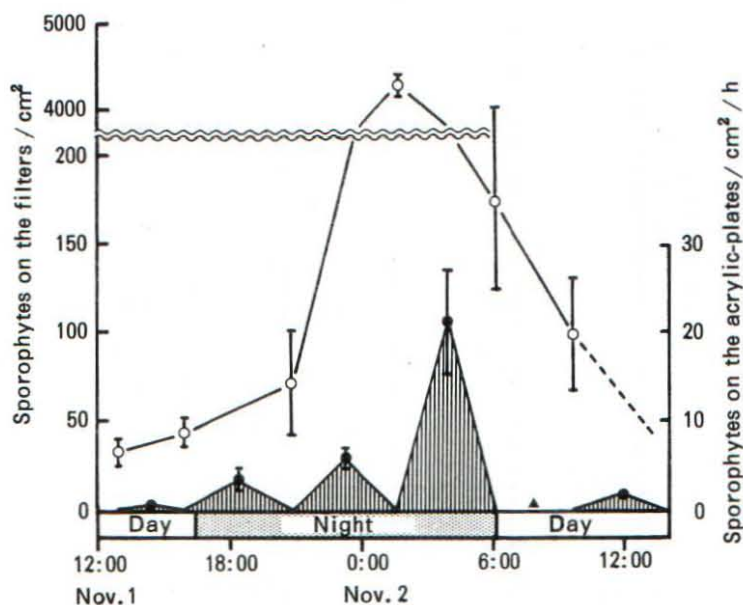


Fig. 2. Daily changes in shedding of zoospores of *Laminaria japonica* var. *ochotensis* investigated by seawater filtration (○) and by fixed settlement plates (●) at Wakkanai, Hokkaido, from November 1 to 2, 1983. Vertical bars; SD, ▲; No data.

一方、フィルター濾過法の場合は、1 日目の 13 時には 34.4 ± 12.2 個体/cm²、日没直前の 16 時には 44.7 ± 8.3 個体/cm²であった。夜間の 20 時 30 分にはやや増加して 71.7 ± 29.0 個体/cm²となり、そして 2 日目の 1 時 30 分には $2,293 \pm 137.8$ 個体/cm²の最大値が示された。その後は日の出直前の 6 時に 174.6 ± 58.2 個体/cm²となり、更に 9 時 30 分には 100.7 ± 35.0 個体/cm²にまで減少した。これらの結果から、付着板法でもフィルター法でもコンブの遊走子放出は主として夜間に起こることが示された。

3. 野外調査 (2)

調査時の天候は曇りで、波はほとんどなく、表面水温は 5.6 °C であった。Fig. 3 に示したように、コンブ群落内から採水したものはフィルター上に 33.8 ± 4.1 個体/cm²の胞子体が発芽した。しかし沖合 3 m の表層とその底層ではそれぞれ 1.3 ± 0.2 個体/cm²、 0.8 ± 0.2 個体/cm²と少なく、コンブ群落中の約 2 ~ 4% にすぎなかった。

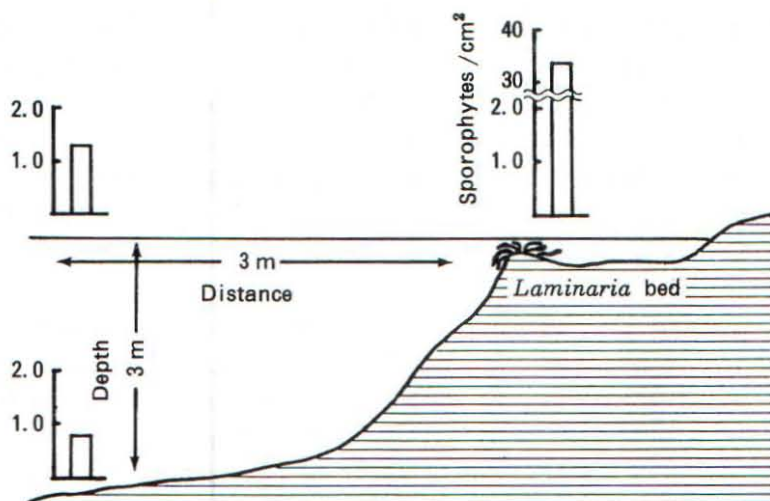


Fig. 3. Distributions of zoospores of *Laminaria religiosa* investigated by seawater filtration at Oshoro Bay, Hokkaido, on December 18, 1986 (3:00 p. m.)

忍路湾では例年2 m以深にはコンブ群落が形成されない。しかし本調査から水深3 mの地点でも数は少ないがコンブの遊走子が浮遊していることを確認できた。更にコンブの遊走子着生のために投入した目合8 mmの金網付コンクリート・ブロック上には、1987年5月に葉長30~40 cmのコンブの着生が認められた。しかし金網を付けなかったブロックには、コンブは全く着生していなかった。

考 察

室内実験の結果から、海水中の遊走子数とそれをフィルターで濾過して培養後に発芽した孢子体数との間には、高い正の相関関係が認められた。しかし放出直後の遊走子を濾過したものでは、発芽する孢子体が少なく、濾過までの時間によって発芽する孢子体数に違いがあった。須藤 (1948) は放出直後のコンブ科植物の遊走子は着生力が強く、基物への接触の機会が多いほど、速やかに着生が行われることを報告している。したがって放出直後の遊走子を濾過した場合には、分注や濾過の操作によって基物への接触の機会が多く、遊走子がメスシリンダー等の容器内壁に着生してしまうため、発芽する孢子体が少なかったものと考ええる。海水中に放出された遊走子は、低温で着生の機会がない時には数日間遊泳・浮遊することが知られている (殖田 1920, KAIN 1964)。したがってフィルター濾過法を用いた場合には遊走子放出直後の濾過はできるだけ避け、同一の調査では濾過までの時間や操作等をできるだけ統一する必要がある。フィルター濾過法によって遊走子を捕捉し孢子体まで培養する場合には、採水から濾過までにおける減耗に加えて培養中の減耗も考えられる。このため海水中に存在する遊走子の実数を定量することは困難である。しかし同一条件での定量値は相対量とみなせるので、これによって遊走子の量の変化をとらえることができると考える。

フィルター濾過法における培養条件は、一つの雌性配偶体からほぼ一つの孢子体が発芽するように設定した (岡田・三本管 1980, 船野 1983)。したがってフィルター上の配偶体の性比を1対1と仮定すると、発芽した孢子体数数の2倍値が、諸減耗を除いた海水中の遊走子数とみなすことができる。このことから野外実験 (1) の遊走子放出日周期の最大値は、海水1 ml当たり329.7個、最小値は2.6個と推定した。また野外実験 (2) のコンブ群落内における遊走子数は海水1 ml当たり2.2個、3 m沖合の表層と底層では0.08個と0.05個と推定することができる。

コンブの遊走子放出日周期は、新原ほか(1980)の結果と同様に、付着板法でもフィルター濾過法でも夜間に多い傾向が示された。なお付着板法の場合には、遊走子の基物への着生力が昼と夜とで差がないことを確認しておかなければならない。またフィルター濾過法の場合には、放出直後の遊走子の着生力が強いので、夜間の値が過少評価になる可能性があることを考慮しておかなければならない。一方、付着板法ではその材質や凸凹の有無と、海水流動の影響による設置位置やその期間、更に藻食性小型巻貝類等による捕食などに注意を払い、場合に依じて予備実験を行う必要もある。フィルター濾過法の場合には、このような点での配慮は不要である。しかし遊走子が多いと考えられる試料のときには、フィルター上に発芽する胞子体の過密培養を避け、計数を容易にするため、濾過量を少なくする必要がある。

本調査結果(Fig. 2・3)でも示されたように、海水中の藻類の生殖細胞の分布は一様でなく、時間的には勿論のこと、狭い範囲内でも空間的にかなり偏った分布をしていると考えられている(中原 1986)。また北海道日本海ではコンブは通常大量に繁茂するため、その遊走子は時間的に、地域的に卓越し、更に遊走子の放出期間中に発芽の初期形態が類似する他種の生殖細胞はほとんどみられない場合が多い。したがってフィルター濾過法はコンブの遊走子の定量的測定方法として十分有効と考える。現在北海道日本海南部には大規模な磯焼け現象がみられ、これを引き起こしている要因の一つとしてコンブの母藻量の不足が考えられている。フィルター濾過法はこのような課題を究明するための研究手法として利用できると考える。

要 約

1. 海水中のコンブの遊走子を、メンブランフィルター(孔径 $0.45\mu\text{m}$ 、直径 47cm)を用いて減圧濾過した。そのフィルターごと PESI 強化海水で 10°C 、 3000 lux 、12:12時間の明暗期で培養し、肉眼的大きさの胞子体とした。
2. フィルター上に発芽したコンブの胞子体数と、海水中の遊走子量(遊走子添加海水の濾過量)との間には高い正の相関関係が認められた。
3. 遊走子は採水・濾過・培養の各過程で減耗すると考えられる。このためフィルター濾過法で海水中の遊走子の実数を定量することは困難である。しかし同一条件で定量した値は相対量とみなせるので、これによって遊走子の量の変化をとらえることができる。
4. フィルター濾過法を野外調査に適用し、コンブ遊走子放出の日周変動と水平・垂直分布を調べた。

文 献

- AMSLER, C. D. and SEARLES, R. B. (1980) Vertical distribution of seaweed spores in a water column offshore of north Carolina. *J. Phycol.*, 16 : 617-619
- CHAPMAN, A. R. O. (1984) Reproduction, recruitment and mortality in two species of *Laminaria* in southwest Nova Scotia. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 78 : 99-109
- 船野 隆(1983) ホソメコンブの生態 第1報 生活史と核相交番、および配偶体と幼胚体の生理生態 北水試報 25 61-109
- HOFFMANN, A. J. and UGARTE, R. (1985) The arrival of propagules of marine macroalgae in the intertidal zone. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 92 : 83-95
- HRUBY, T. and NORTON, T. A. (1979) Algal colonization on rocky shores in the Firth of Clyde. *Journal of Ecology*, 67 : 65-77
- KAIN, J. M. (1964) Aspects of the biology of *Laminaria hyperborea* III. Survival and growth of gametophytes. *J. mar. biol. Ass. U.K.*, 44 : 415-433

- KENNELLY, S. J. (1983) An experimental approach to the study of factors affecting colonization in a sublittoral kelp forest. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 68 : 257-276
- 日下部台次郎 (1929) あさくさのみノ養殖ニ就テ 水産講習所研究報告 25(1-3) 17-26
- 中原紘之 (1986) 褐藻類の生活史 XXVIII 海洋と生物 46 380-385
- NEUSHUL, M., FOSTER, M. S., COON, D. A., WOVSSNER, J. W. and HARGER, B. W. (1976) An *in situ* study of recruitment, growth and survival of subtidal marine algae : Techniques and preliminary results. *J. Phycol.*, 12 : 397-408
- 新原義昭・名畑進一・松谷 実・武井文雄 (1980) リシリコンブの成熟と胞子体発芽数の周年変動及び日周変動 北水試報 22 7-16
- 尾形英二 (1952) 海中におけるサンゴモ胞子の分布 生態学会報 2(3) 104-107
- 尾形英二 (1953) 紅藻胞子の岩面付着に関する二三の実験 植物生態学会報 3(3) 128-134
- 岡田行親・三本管善昭 (1980) コンブ類の雌性配偶体の生長と成熟に及ぼす温度の影響 I マコンブ、リシリコンブ、オニコンブ、ホソメコンブおよびナガコンブについて 北水研報告 45 51-56
- 須藤俊造 (1948) 昆布科植物の遊走子の放出、運動並びに着生 (海藻胞子付けの研究 第一報) 日水誌 13 (4) 123-128
- 須藤俊造 (1950) 海の中の海藻胞子の採取定量法について (海藻胞子付けの研究 第7報) 日水誌 15(11) 674-677
- 阪井與志雄・中津俊行 (1966) 北海道コンブ属植物の幼体 II リシリコンブの幼体について 北水試報 5 31-35
- 館脇正和・水野 真 (1979) 藻類各種、特に褐藻に対する二酸化ゲルマニウムの生長阻害 藻類 27 205-212

水産物を原料としたエクストルージョン・クッキング

第3報 ブナサケ凍結粉碎肉を用いた エクストルージョン・クッキングについて*

北 川 雅 彦・西 紘 平**
(北海道立釧路水産試験場)

Studies on the extrusion cooking of marine products

III. Effect of various extrusion conditions on freeze-pulverized-BUNASAKE (fall chum salmon)*

Masahiko KITAGAWA and Kouhei NISHI**
*Hokkaido Kushiro Fisheries Experimental Station,
Kushiro, Hokkaido 085, Japan*

The effect of various extrusion conditions on freeze-pulverized-BUNASAKE (fall chum salmon) which contained skin and bone were studied. FCP was the mixture of freeze-coarsely-pulverized-BUNASAKE and defatted soy protein (DSP) at the ratio of 80:20, and FFP was the mixture of freeze-finely-pulverized-BUNASAKE and DSP at the above ratio. Both were moistured to 65%.

The excellent extrudates of FCP and FFP which had continuity of extrusion and fibrous structure running along the direction of extrusion were extruded by a KOBELCO TCV-50L extruder (L/D=24) equipped with a cooling long nozzle die and breaker plate 1 and 2, at 100 rpm with the barrel temperature of 160~180°C, and the die temperature 180~130°C. The excellent extrudate of FFP was also extruded without any breaker plates at 80 rpm with the barrel temperature of 145~165°C, and the die temperature 112~73°C. The differences of fracture strength between widthwise (W) and lengthwise (L) were observed in excellent extrudates, and W/L fell between 2.09 and 4.54. There were no remarkable changes in total amino acid and fatty acid compositions of extrudates. Decrease of protein of high molecular weight in extrudates which showed good or excellent conditions was observed by SDS-PAGE (sodium dodecyl sulfate-polyacrylamide gel electrophoresis).

* 昭和63年度 日本水産学会春季大会(昭和63年4月2日、東京都)で口頭発表した。

** 現 北海道立中央水産試験場

** Present address: Hokkaido Central Fisheries Experimental Station, Yoichi, Hokkaido 046, Japan

ま え が き

新しい食品加工技術であるエクストルージョン・クッキングにより、水産物についても魚肉タンパクの組織化が検討されるようになった¹⁻³⁾。しかし、主原料となる魚肉タンパクは、すり身、落し身などで、これらは、練製品の品質低下の要因となる水溶性タンパク質、脂質、骨、皮を除いたものである。魚類の凍結粉碎肉は、従来廃棄されていたそれらを含むため、落し身やすり身よりも栄養価が高く、Ca含量も高い。また、資源の有効利用にも貢献するものである。今回はブナサケを除頭、除内臓後、骨、皮を含んだまま凍結粉碎したものを原料とし、エクストルージョン・クッキングを行い、得られた押し出し物の性状について検討した結果、若干の知見が得られたので報告する。

実 験 方 法

1. 原料の調製

日本水産株式会社より提供されたブナサケ凍結粗粉碎肉および凍結微粉碎肉を主原料とした。ブナサケ凍結粗粉碎肉は-50℃の冷蔵庫より取り出したブナサケ2枚卸フィレーをバンドソーで細割後、液体窒素で十分冷却し、

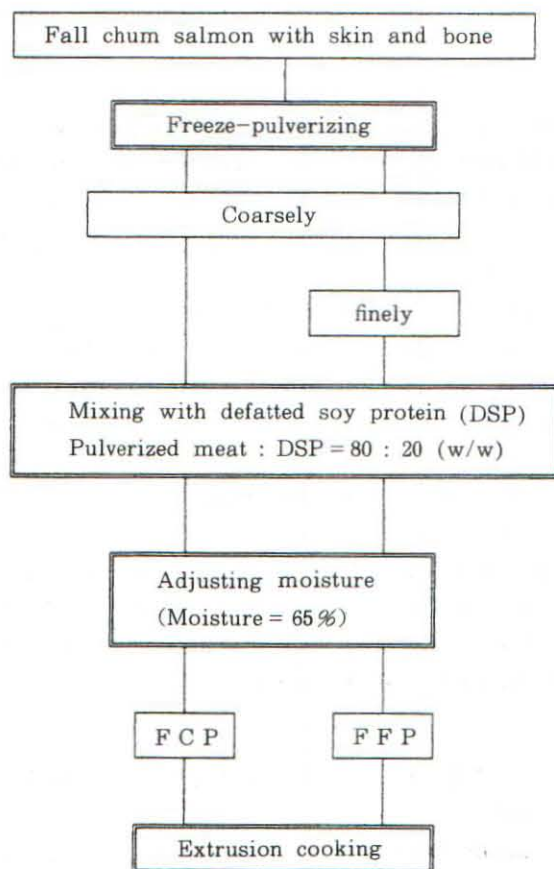


Fig. 1. Flow chart for preparation of raw materials.

スクリュウおよびニーディングディスクの組み合わせを Fig. 2 に、また、エクストルージョン・クッキングの条件を Table 1 に示した。スクリュウ回転数（原料の剪断と混練、混合など）、バレル、ダイ温度（原料の加熱変性など）のほかに、ブレーカープレート1、および2の使用を条件の中に加えた。ブレーカープレート1は、50mm×55mmφの大きさに4.5mmφの穴が24個開けてあり、同2は50mm×50mmφの大きさに1.0mmφの穴を91個開けたものである。ブレーカープレートは、ダイ部分における押し出し物の流れをさらに細かい流れに変換し、流れを一定の方向に整流することと、冷却ロングノズルダイ直前の圧力を均一化し、エクストルージョン内部の圧力を高めることなどを目的とするものであり、押し出し物の品質の改善のために使用されるものである。

3. 分析方法

一般成分および pH: 水分は常圧加熱乾燥法（105℃）により、粗タンパクはケルダール法による全窒素量に6.25を乗じて求めた。全脂質は BLIGH and DYER⁶⁾の方法により抽出して定量した。pHはガラス電極メータを用いて測定した。

消化率: 日本飼料協会の飼料分析基準注解の0.2%ペプシン塩酸液による方法⁷⁾によった。

電気泳動パターン: 沼倉⁸⁾の方法に準じて試料を調製し、WEBER and OSBORN⁹⁾の方法にしたがって0.1% SDS-10%ポリアクリルアミドゲルにて泳動を行った。分子量マーカーとして、アーグロブリン（分子量160,000）、血清アルブミン（分子量67,000）、オパルブミン（分子量45,000）、キモトリプシノーゲンA（分子量24,000）を用いた。

電子顕微鏡観察: 試料は日立 HCP-2形臨界点乾燥装置、および日立 E101形イオンスパッタにより前処理を行った後、日立 S-510形走査電子顕微鏡を用いて行った。

破断強度: フード工業試験機レオメータにて、針入度は3mmφニードル型プランジャー、破断強度は菌形押棒Bを用い、試料台移動速度20mm/min、室温で測定した。試料の大きさは35mm×5mmとし、破断強度測定においてはこの大きさで、押し出し方向に対して横断（垂直）方向と縦断（平行）方向の2種類を調製した。

アミノ酸組成: 6N-塩酸加水分解物を調製し、日立 L-8500 形アミノ酸自動分析計により測定した。

脂肪酸組成: PREVOT¹⁰⁾の方法により全脂質の脂肪酸メチルエステルを調製し、島津ガスクロマトグラフ GC-9AM (FID, CR-3A データ処理装置付) により測定した。ガスクロマトグラフィーの条件は次のとおりである。

カラム: 10%DEGS, chromosorb W (AW-DMCS) (60/80 mesh)、ガラスカラム 2m×3mm i. d.、カラム温度: 180℃、FID温度/注入口温度: 230℃/230℃、窒素: 30ml/min、水素: 50ml/min、空気: 500ml/min、アッテネータ: 4mV/フルスケール、感度: 10²、チャートスピード: 5mm/min。

結果および考察

Plates 1～9に得られた押し出し物No.1～No.9を示した。押し出し物No.1およびNo.5は表面がざらつき押し出し中に折れる場合が多かった。押し出し物No.2、No.3、No.6、No.7は押し出し直後に切れ、連続性に欠けていた。押し出し物No.4、No.8、No.9はつながりが非常に良く、一様なベルト状に押し出され、押し出し直後に切れることはなかった。押し出し物No.1～No.7はFCPを原料としたもので、クッキング条件としてスクリュウ回転数（100、130、150 rpm）、バレル温度（B1～B3=145～165℃、160～180℃）、ダイ温度（DH～D2=112～73℃、120～73℃、180～130℃）、およびブレーカープレート（BP=1、1+2）を変数とし、これらを組み合わせて Table 2 に示したクッキング条件により得られたものである。押し出し物No.8およびNo.9はFFPを原料としたもので、スクリュウ回転数（80、100 rpm）、バレル温度（B1～B3=145～165℃、160～180℃）、ダイ温度（DH～D2=112～73℃、180～130℃）、ブレーカープレート（BP=0、1+2）を変数とし、同様にして得られたものである。また、Plate 10にはエクストルージョン・クッキング前のFCPを示した。

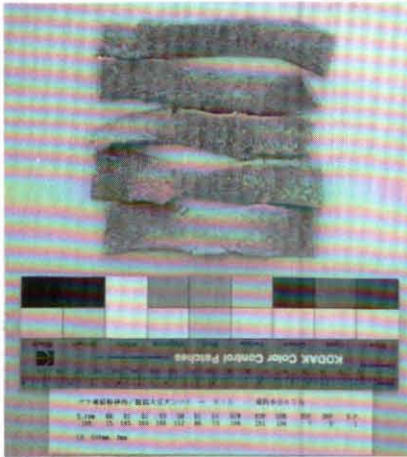


Plate 1. Photograph of extrudate No. 1.

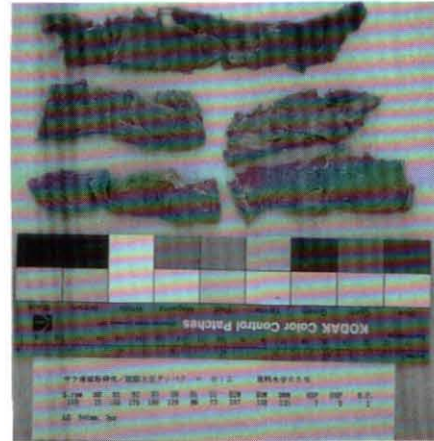


Plate 2. Photograph of extrudate No. 2.



Plate 3. Photograph of extrudate No. 3.



Plate 4. Photograph of extrudate No. 4.



Plate 5. Photograph of extrudate No. 5.



Plate 6. Photograph of extrudate No. 6.

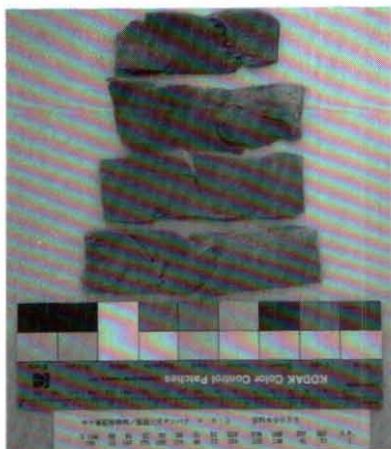


Plate 7. Photograph of extrudate No. 7.



Plate 8. Photograph of extrudate No. 8.



Plate 9. Photograph of extrudate No. 9.



Plate 10. Photograph of raw material (FCP).

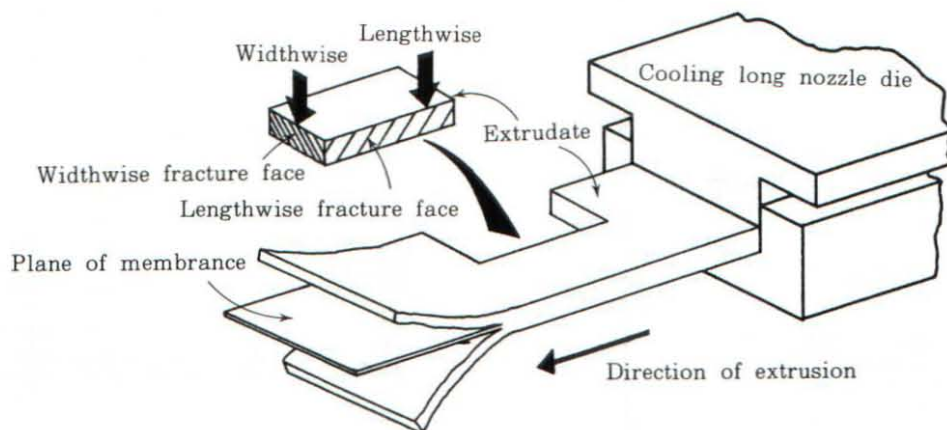


Fig. 3. Fracture strength directions and faces to the direction of extrusion.

Table 2. Conditions of extrusion cooking and penetration, fracture strength among roast chicken, roast pork, and texturized food.

Extrudate no.	Raw material code ^{*1}	Ssr ^{*2} (rpm)	Temperature(°C)			Pressure(kg/cm ²)		Breaker plate ^{*6}	Penetration (g)	Fracture strength (g)		W L	Condition of extrudate ^{*7}
			Barrels and dies B1 ^{*3} ~B3	DH ^{*4} ~D1 ^{*5}	Materials B3~DH	Barrel B3	die DH			Widthwise	Lengthwise		
1	FCP	100	145~165	112~ 73	151~104	7	5	1	96	113	136	0.83	×
2	FCP	100	160~180	120~ 73	168~135	7	5	1	106	293	210	1.39	△
3	FCP	100	160~180	120~ 73	174~140	42	32	1 + 2	184	330	199	1.65	○
4	FCP	100	160~180	180~130	170~143	35	24	1 + 2	157	890	196	4.45	◎
5	FCP	150	145~165	112~ 73	143~ 79	7	5	1	86	35	64	0.54	×
6	FCP	150	160~180	120~ 73	175~140	34	20	1 + 2	148	510	418	1.22	○
7	FCP	130	160~180	120~ 73	168~136	41	31	1 + 2	170	415	363	1.14	○
8	FFP	80	145~165	112~ 73	156~130	22	19	—	212	474	182	2.60	◎
9	FFP	100	160~180	180~130	173~145	12	3	1 + 2	144	440	211	2.09	◎
Roast chicken	—	—	—	—	—	—	—	—	155	2740	146	18.77	
Roast pork	—	—	—	—	—	—	—	—	146	320	195	1.64	
Imitation crab leg ^{*8}	—	—	—	—	—	—	—	—	36	660	53	12.45	

* 1 FCP: Mixture of freeze-coarsely-pulverized BUNASAKE (fall chum salmon) and defatted soy protein (DSP) at the ratio of 80:20.

FFP: mixture of freeze-finely-pulverized BUNASAKE and DSP at the same ratio.

* 2 Ssr: Speed of screw rotation.

* 3 B: Barrel with heater and cooler.

* 4 DH: Die holder.

* 5 D: Die with heater and cooler.

* 6 Breaker plate 1 was a 50mm thick disk of 55mm in diameter with 24, 4.5mm diameter holes and breaker plate 2 was a 50mm thick disk of 50mm in diameter with 91, 1.0mm diameter holes.

* 7 Extrudate condition on fibrous structure and continuity: ×, no good; △, not accepted; ○, good; ◎, excellent.

* 8 Texturized kamaboko in a shape of crab leg.

Note: Hopper barrel and long nozzle die were being cooled with water.

Table 2 に押し出し物のクッキング条件および押し出し物とローストチキン、焼豚、蟹足かまぼこの物性を比較した結果を示した。また、Fig. 3 に押し出し方向に対する破断方向（横断方向、縦断方向）、および電子顕微鏡（以下、SEMと略す。）写真の押し出し物に対する位置関係を示した。押し出し物の組織化の有無については、前報^{1,2)}で観察されたように押し出し方向に対する横断力と縦断力の間に差が認められ、しかも縦断力が低値を示した場合、組織化されたと判断した。さらに、一定方向（押し出し方向）に裂けやすく、外観も滑らかで連続性が認められるものについては、組織化状態が良好であると判断した。

明らかな組織性、方向性を持つローストチキン、焼豚、蟹足かまぼこの破断強度を見ると、いずれも縦断力が横断力よりも低い値となった。特に、ローストチキン、蟹足かまぼこは、縦断力と横断力の間に顕著な差が見られ、それらの横断力/縦断力の値は各々 18.77、12.45 を示した。

FCP について破断強度を見ると、押し出し物 No. 4 で縦断力が横断力より低い値となり、それらの間に著しい差が認められた。横断力/縦断力の値も 4.45 と最も高く、良好な組織化状態を示した。また、Plate 11 に押し出し物 No. 4 の裂いた状態を示したが、押し出し方向に沿って裂けやすく、その裂け方もローストチキンや加熱処理したイカ胴肉を裂いた場合と類似していた。押し出し物 No. 4 は、その値が 4.45 とこれらに次ぐものであることから、一定方向に沿った繊維性組織の形成が示唆された。一方、押し出し物 No. 1、No. 5 では縦断力が横断力より低い値をとる傾向は見られなかった。

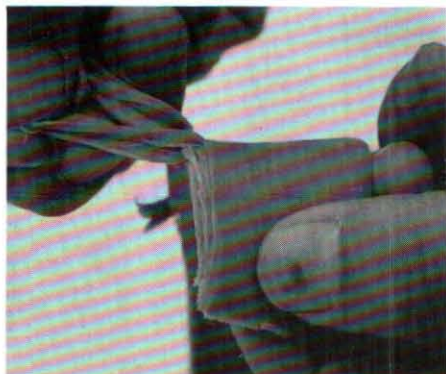


Plate 11. Photograph of tearing extrudate No. 4. Plate 12. Photograph of tearing extrudate No. 1.

Plate 12 に押し出し物 No. 1 を裂いた状態を示した。押し出し物 No. 1 はオカラを固めたような状態で、ポロポロと崩れやすく組織化された痕跡はうかがわれなかった。押し出し物 No. 3 では、Plate 3 から観察されるように部分的に組織化が行われただけで、小片に分離しやすく、押し出し物 No. 4 で見られた横断力と縦断力の間の顕著な差は見られなかった。したがって、押し出し物 No. 4 のクッキング条件よりも低い温度のクッキング条件（バレル（B1～B3）温度 145～165℃、ダイ（DH～D2）温度 112～73℃あるいは 120～73℃）では、ブレイカープレート 1 を用い、スクリー回転数を 150rpm に上昇させても FCP の良好な組織化は困難であると推測された。また、バレル温度 145～165℃を 160～180℃に、ダイ温度 112～73℃を 120～73℃に、スクリー回転数を 100rpm から 150rpm に設定しても、ブレイカープレート 1 のみではバレル 3 およびダイホルダでの内部圧力を押し出し物 No. 4 で実測された値まで昇圧することができないことがわかった。

押し出し物 No. 3、No. 6、No. 7 では、縦断力は横断力より低くなり、横断力/縦断力は各々 1.65、1.22、1.14 となった。バレル温度を 160～180℃、ダイ温度を 120～73℃とし、ブレイカープレート 1 および 2 を使用した結果、バレル 3、ダイホルダでの内部圧力は押し出し物 No. 4 のそれらと同等若しくはそれ以上の圧力にすることができた。しかし、ダイ温度が押し出し物 No. 4 の 180～130℃に比べて低いためか、横断力と縦断力の間には差はあるものの、押し出し物 No. 4 のように顕著なものではなかった。これらの押し出し物はいずれも組織化していた

が、いたるところに切れ目が生じ良好な組織化状態とはいえなかった。スクリー回転数も100rpmから130、150rpmと上昇させたが組織化状態を改善する著しい効果は認められなかった。

FFPについては押し出し物No.8、No.9とも縦断力が横断力より低い値をとり、それらの間に2倍以上の差が見られた。横断力/縦断力はそれぞれ2.60、2.09と、FCPの押し出し物No.4の4.45を下回るが、つながりも良く、連続したベルト状の押し出し物で良好な組織化状態であった。FFPではFCPで組織化が困難であったクッキング条件（バレル温度145～165℃、ダイ温度112～73℃、ブレーカープレート未使用）でも組織化可能であることがわかった。また、FFPはFCPで良好な組織化物が得られたクッキング条件でも、バレル3およびダイホルダにおける内部圧力が各々12kg/cm²、3kg/cm²と低いにもかかわらず、その押し出し物は良好な組織化状態を呈することが認められた。

いずれの押し出し物とも、針入度は組織性が良好になっても、必ずしも高い数値は示さず、それらの値はローストチキン、焼豚に近いものであった。

良好な組織化状態の押し出し物No.4、No.8、およびNo.9は、前報¹⁾で得られたマイワシ組織化物よりも咀嚼しやすく、また、マイワシの場合に生じたような不快なクッキング臭は感じられなかった。

以上の結果から、FCPから組織化状態の良好な押し出し物を得るクッキング条件として、バレル（B1～B3）温度160～180℃、ダイ（DH～D2）温度180～130℃とし、ブレーカープレート1および2を使用しなければならぬことが示唆された。FFPについては、これと同等若しくは、これよりも穏和な条件（低いバレル温度、ダイ温度、ブレーカープレート未使用）でも、良好な組織化状態の押し出し物が得られることが認められた。

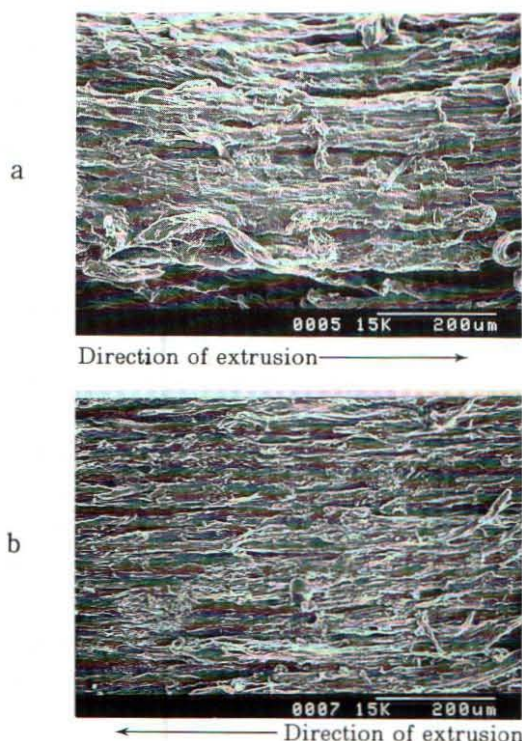


Plate 13. Scanning electron micrographs of extrudate No. 4.
a: Lengthwise fracture face (150X).
b: Plane of membrane (150X).

Plate 13に、押し出し物No.4の縦断面、薄膜平面のSEM写真(150倍)を示した。前報^{1,2)}と同様に押し出し方向に平行な薄膜の積層構造が観察され、さらに薄膜が押し出し方向に沿った数 μm ～数10 μm の繊維から形成されていることが観察された。押し出し物No.8、No.9においても同様なSEM観察結果が得られた。このことから、押し出し物No.4、No.8およびNo.9は押し出し方向に沿った繊維性を有する組織化物であることが示唆された。

Table 3. Moisture, protein content, lipid content, ash, pH and digestibility of extrudates made from FCP or FFP.

Extrudate no.	Raw material code *1	Moisture (%)	Protein (%)	Lipid (%)	Ash (%)	pH	Digestibility (%)
Raw material	FCP	64.8	26.3	2.3	2.7	6.74	98.5
1	FCP	61.7	29.2	3.4	2.6	6.73	89.0
2	FCP	62.5	29.9	2.5	2.5	6.78	100.2
3	FCP	60.6	30.4	2.8	2.5	6.79	101.5
4	FCP	61.4	32.2	2.9	2.8	6.80	95.9
5	FCP	61.7	29.4	3.0	2.7	6.74	95.9
6	FCP	61.5	29.6	2.5	2.5	6.80	96.9
7	FCP	62.8	29.2	2.5	2.5	6.80	95.9
Raw material	FFP	65.2	28.2	2.5	2.1	—	—
8	FFP	61.9	31.0	2.3	2.2	—	—
9	FFP	60.5	31.0	2.9	2.9	6.85	82.3

* 1 FCP: Mixture of freeze-coarsely-pulverized BUNASAKE (fall chum salmon) and defatted soy protein (DSP) at the ratio of 80:20. FFP: mixture of freeze-finely-pulverized BUNASAKE and DSP at the same ratio.

Table 3に押し出し物No.1～No.9の一般成分、pH、および消化率を示した。水分はFCP、FFPともクッキング前には65%であったが、いずれもクッキング後60～62%台に減少した。これはスクリュウ回転数を80～150 rpmとした場合、押し出し速度が上昇し、今回用いた冷却ロングノズルダイ(全長500mm、出口厚5mm、出口幅35mm)では十分な冷却効果が得られず、押し出し物が高温のまま押し出されたため、水分が蒸発しやすかったことと、押し出し物自体が非常に乾燥しやすいことによるものと推測された。粗タンパクはクッキング後、いずれも高い値を示しているが、これは水分の減少により相対的に増加したものと考えられた。脂質、灰分の値の増加についても同様なことが考えられた。pHについてはクッキングによる著しい変化は見られなかった。消化率は、押し出し物No.1、No.9で90%を下回ったほかは、いずれも95%以上を示した。

Table 4に原料および押し出し物の全アミノ酸組成を示した。FCPおよびFFPとも押し出し物の主要構成アミノ酸は、Gluが最も多く、次いでAsp、Lys、Argの順であった。全アミノ酸量が押し出し物で高い値となったが、これは押し出し物の水分の減少によるものと考えられる。押し出し物のTauの値にばらつきが見られたことと、押し出し物No.4およびNo.9のTyrの値が低く、Hisの値が高かったこと以外は、エクストルージョン・クッキングによるアミノ酸組成に著しい変化は見られなかった。

Table 4に原料および押し出し物の全脂質の脂肪酸組成を示した。FCP、FFPとも押し出し物の構成脂肪酸は18:1が21.2～23.4%と最も多く、つづいて22:6、16:0、20:5、14:0が比較的多い成分であった。エクストルージョン・クッキングによる構成脂肪酸の著しい増減は見られなかった。

Table 4. Total amino acid composition of raw materials and extrudates.

Extrudate no.	FCP* ¹								(mg/100g wet matter) FFP* ²		
	RM* ³	1	2	3	4	5	6	7	RM	8	9
Amino acid											
Tau	131(0.5)* ⁴	46(0.2)	73(0.3)	105(0.4)	108(0.4)	114(0.4)	95(0.4)	62(0.2)	53(0.2)	58(0.2)	174(0.7)
Asp	2789(11.1)	2999(11.2)	2947(11.0)	2984(11.1)	2880(10.8)	2928(11.2)	3041(11.1)	3022(11.0)	2882(11.1)	3091(11.2)	2814(10.8)
Thr	1176(4.7)	1251(4.7)	1260(4.7)	1254(4.7)	1220(4.5)	1239(4.7)	1257(4.6)	1274(4.7)	1199(4.6)	1271(4.6)	1194(4.6)
Ser	1245(4.9)	1318(4.9)	1320(4.9)	1334(5.0)	1302(4.9)	1313(5.0)	1331(4.9)	1338(4.9)	1288(5.0)	1355(4.9)	1334(5.1)
Glu	4385(17.4)	4675(17.5)	4702(17.6)	4726(17.6)	4352(16.2)	4575(17.4)	4731(17.3)	4778(17.5)	4552(17.5)	4910(17.8)	4302(16.4)
Gly	1507(6.0)	1596(6.0)	1571(5.9)	1691(6.3)	1612(6.0)	1661(6.3)	1649(6.0)	1681(6.1)	1371(5.3)	1446(5.3)	1576(6.0)
Ala	1438(5.7)	1530(5.7)	1538(5.8)	1565(5.8)	1722(6.4)	1524(5.8)	1597(5.9)	1597(5.8)	1428(5.5)	1536(5.6)	1696(6.5)
Val	1183(4.7)	1322(4.9)	1272(4.8)	1284(4.8)	1456(5.4)	1213(4.6)	1338(4.9)	1343(4.9)	1337(5.2)	1416(5.1)	1410(5.4)
Met	538(2.1)	537(2.0)	558(2.1)	529(2.0)	636(2.3)	523(2.0)	594(2.2)	510(1.9)	503(1.9)	485(1.8)	598(2.3)
Ile	1096(4.3)	1168(4.4)	1120(4.2)	1118(4.2)	1194(4.5)	1119(4.3)	1179(4.3)	1179(4.3)	1217(4.7)	1298(4.7)	1138(4.3)
Leu	2009(8.0)	2168(8.1)	2128(8.0)	2121(7.9)	2014(7.5)	2134(8.1)	2185(8.0)	2194(8.0)	2166(8.3)	2277(8.3)	1936(7.4)
Tyr	672(2.7)	686(2.6)	685(2.6)	674(2.5)	452(1.7)	679(2.6)	732(2.7)	720(2.6)	753(2.9)	769(2.8)	416(1.6)
Phe	1240(4.9)	1288(4.8)	1258(4.7)	1270(4.7)	1128(4.2)	1238(4.7)	1327(4.9)	1323(4.8)	1232(4.7)	1313(4.8)	1088(4.1)
Lys	2042(8.1)	2206(8.2)	2158(8.1)	2169(8.1)	2462(9.1)	2138(8.1)	2244(8.2)	2265(8.3)	2175(8.4)	2288(8.3)	2324(8.9)
His	824(3.3)	966(3.6)	882(3.3)	957(3.6)	1108(4.1)	777(3.0)	882(3.2)	970(3.5)	896(3.5)	1046(3.8)	1126(4.3)
Arg	1787(7.1)	1876(7.0)	1829(6.8)	1862(6.9)	1792(6.7)	1843(7.0)	1922(7.0)	1921(7.0)	1895(7.3)	1921(7.0)	1758(6.7)
Pro	1171(4.6)	1152(4.3)	1461(5.5)	1240(4.6)	1410(5.3)	1232(4.7)	1218(4.5)	1208(4.4)	1012(3.9)	1041(3.8)	1292(4.9)
Total	25233	26784	26762	26883	26848	26255	27322	27385	25959	27521	26176

* 1 FCP: Mixture of freeze-coarsely-pulverized BUNASAKE(fall chum salmon)and defatted soy protein (DSP) at the ratio of 80 : 20.

* 2 FFP: Mixture of freeze-finely-pulverized BUNASAKE and DSP at the above ratio.

* 3 RM: Raw material without extrusion.

* 4 Percentage of each amino acid is given in parentheses.

Table 5. Fatty acid composition of total lipid in raw materials and extrudates.

Extrudate no.	FCP* ¹								FFP* ²		
	RM* ³	1	2	3	4	5	6	7	RM	8	9
Fatty acid											
Component* ⁴	Peak area %										
12:0	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.2
14:0	4.4	5.4	4.3	5.0	4.7	5.0	4.9	4.8	6.1	5.0	5.3
15:0	0.5	0.7	0.5	0.6	0.6	0.6	0.6	0.5	0.6	0.5	0.4
16:0	12.3	13.4	11.6	12.2	12.0	12.5	12.6	12.3	11.8	10.8	11.4
18:0	4.1	3.8	4.0	4.0	3.8	3.8	3.9	4.0	3.9	4.1	3.6
20:0	0.4	0.5	0.4	0.5	0.5	0.5	0.4	0.5	0.3	0.4	0.6
22:0	tr* ⁵	tr	tr	tr	0.1	tr	tr	tr	tr	0.1	tr
16:1	7.8	8.1	6.9	7.1	7.4	7.9	7.0	7.1	8.1	7.7	8.0
18:1	24.6	21.2	23.4	22.8	21.6	22.3	23.0	22.6	22.6	23.0	21.6
24:1	1.0	1.0	0.9	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	1.1	1.0	1.0
18:2	2.7	2.6	2.5	2.4	2.8	2.5	2.3	2.5	3.3	4.1	2.8
18:3+20:1	7.8	9.2	10.9	9.3	9.5	9.7	9.2	9.1	13.7	12.7	10.6
20:2	1.3	1.7	1.4	1.4	1.6	1.6	1.3	1.4	1.4	1.2	1.6
20:4+22:1	6.3	7.2	7.6	7.8	7.9	7.6	7.4	7.4	9.3	8.5	8.8
20:5	7.8	8.7	6.9	7.8	8.2	8.1	7.6	7.7	5.1	5.3	7.7
22:2	1.0	1.0	0.8	0.9	1.0	1.0	0.9	0.9	1.0	0.9	1.0
22:5	3.4	3.2	2.9	2.9	3.6	3.2	2.8	2.9	2.4	2.9	3.0
22:6	14.4	12.1	14.8	14.0	13.4	12.5	14.9	15.1	9.2	11.7	12.4
Σ Saturate	21.9	24.0	21.0	22.5	21.9	22.6	22.6	22.3	22.8	21.0	21.5
Σ Monoene* ⁶	33.4	30.3	31.2	31.0	30.1	31.2	31.0	30.7	31.8	31.7	30.6
Σ Polyene* ⁶	30.6	29.3	29.3	29.4	30.6	28.9	29.8	30.5	22.4	26.1	28.5
Σ Unsaturate	78.1	76.0	79.0	77.5	78.1	77.4	77.4	77.7	77.2	79.0	78.5
Σ Saturate	0.28	0.32	0.27	0.29	0.28	0.29	0.29	0.29	0.30	0.27	0.27
Σ Unsaturate											

* 1 FCP: Mixture of freeze-coarsely-pulverized BUNASAKE (fall chum salmon) and defatted soy protein (DSP) at the ratio of 80:20.

* 2 FFP: Mixture of freeze-finely-pulverized BUNASAKE and DSP at the above ratio.

* 3 RM: Raw material without extrusion.

* 4 No. of carbon atoms: no. of double bonds.

* 5 tr: Trace (less than 0.05%).

* 6 18:3+20:1 and 20:4+22:1 were not included.

Plate 14に原料 (FCPのみ) および押し出し物の5% SDS-8M 尿素-0.1Mメルカプトエタノール溶液可溶性成分の0.1% SDS-10%ポリアクリルアミドゲル電気泳動の結果を示した。原料 (FCP) および組織化不良の押し出し物No.1、No.5には、それぞれ特定の分子量を示すバンドが見られたが、組織化良好な押し出し物No.4、No.

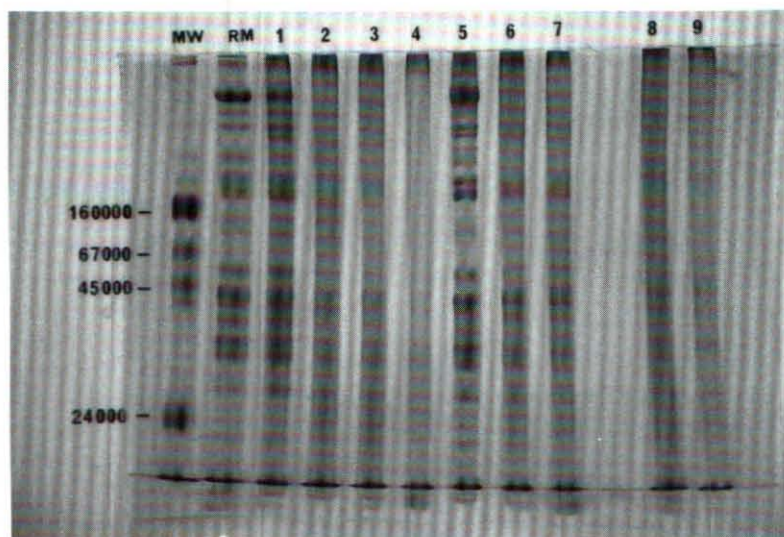


Plate 14. SDS-polyacrylamide gel electrophoresis of raw material and extrudates. MW is the standard protein marker and 24000-160000 are the molecular weights of it. RM is raw material of FCP and sample numbers on top of the gel are as given in Table 2.

8、およびNo.9では前者で観察されたバンドが明確に見られなかった。前報¹⁾でも組織化された押し出し物について同様な結果が報告されている。このことから、組織化による各タンパク質分子の分解、重合が推測されたが、この結果のみで結論を出すには性急すぎるため、現在、ゲルろ過による分子量分布測定を検討中である。

魚類の凍結粉碎肉は、従来加工工程中で廃棄される骨、皮、水溶性タンパク質、脂質などを含むため、落し身やすり身などよりは栄養価が高く、Ca含量も高い。さらに、この凍結粉碎技術は水産物に全般にわたって利用できると考えられる。しかし、凍結粉碎された魚肉（骨、皮を含む）を練製品原料として利用する場合、既存工程では製品の製造が困難な面があり、その加工手段を検索する必要がでてきた。今回、ブナサケ凍結微粉碎肉を脱脂大豆タンパク質と混合してエクストルージョン・クッキングに供した結果、組織化できることがわかった。また、ブナサケ凍結粗粉碎肉も、同微粉碎肉のクッキング条件よりバレル、ダイ温度を高めに設定し、ブレーカープレート1および2を使用することにより十分組織化できることがわかった。したがって、エクストルージョン・クッキングも最適なクッキング条件を設定することにより、凍結粉碎肉の加工手段に成りえると考えられる。

ここに報告した技術開発試験は、水産庁委託事業である魚介類有効栄養成分利用技術開発研究（組織化技術開発）によって行われた。

ブナサケ凍結粉碎肉供与に際し、便宜を図っていただきました日本水産株式会社 中央研究所に謝意を表します。また、試料の調製、運転作業に終始協力下さいました釧路水産試験場非常勤嘱託員の吉田義男氏に深謝します。

要 約

ブナサケ凍結粗粉碎肉および凍結微粉碎肉を主原料とし、各々の凍結粉碎肉を脱脂大豆タンパク質と混合したものをクッキング原料とし、クッキング条件と得られた押し出し物の性状について検討した。

1. 凍結粗粉碎肉は、スクリー回転数 100rpm、バレル温度 160～180℃、ダイ温度 180～130℃、ブレー

カープレート1および2の使用により、良好な組織化状態の押し出し物が得られた。

2. 凍結微粉碎肉は、凍結粗粉碎肉と同じ条件のほか、それよりもスクリー回転数80rpm、バレル温度145～165℃、ダイ温度112～73℃、ブレーカープレート未使用という穏和な条件でも良好な組織化状態の押し出し物が得られた。

3. 押し出し物の一般成分では、水分が3～5%減少した以外は、その他の成分にクッキングによる著しい変化は見られなかった。

4. 押し出し物のアミノ酸組成は、Tauにばらつきが見られたこと、押し出し物No.4、No.9のTyr、Hisに変動が見られたほかは、クッキングによる著しい変化は見られなかった。また、脂肪酸組成についてもクッキングによる注目に値する変化は見られなかった。

5. 押し出し物の5%SDS-8M尿素-0.1Mメルカプトエタノール溶液可溶性成分について、0.1%SDS-10%ポリアクリルアミドゲル電気泳動を行った結果、原料および組織化不良の押し出し物では特定の分子量を示すバンドが見られたが、組織化良好な押し出し物にはそれらのバンドが明確に見られなかった。

6. エクストルージョン・クッキングは、凍結粉碎肉の加工技術のひとつとして利用できると考えられた。

文 献

- 1) 北川雅彦・西 紘平(1987) 水産物を原料としたエクストルージョン・クッキング 第1報 マイワシを用いたエクストルージョン・クッキングについて 北水試月報 44(7-9) 151-168
- 2) 北川雅彦・西 紘平(1988) 水産物を原料としたエクストルージョン・クッキング 第2報 マイワシを用いた押し出し物の加工適性 北水試研報 31 63-75
- 3) 食品産業エクストルージョン・クッキング技術研究組合編纂(1987) エクストルージョン・クッキング 285-331 光琳
- 4) 藤田孝夫(1985) 昭和59年度 魚介類有効栄養成分利用技術研究成果の概要(水産庁研究部研究課) 356-365
- 5) 藤田孝夫・豊田恭平・宮川 寿・木村郁夫(1988) 昭和62年度 魚介類有効栄養成分利用技術研究成果の概要(水産庁研究部研究課) 1020
- 6) BLIGH, E. G. and W. J. DYER (1957) A rapid method of total lipid extraction and purification. *Can. J. Biochem. Physiol.*, 37(8): 911-917
- 7) 日本飼料協会(1983): 飼料分析基準注解 325-327
- 8) 沼倉忠弘・関 伸夫・木村郁夫・豊田恭平・藤田孝夫・高間浩造・新井健一(1985): 坐りによる肉糊のゲル形成能とミオシンの交差反応 日水誌 51(9) 1559-1565
- 9) WEBER, K. and M. OSBORN (1969) The reliability of molecular weight determinations by Dodecyl sulfate polyacrylamide gel electrophoresis. *J. Biol. Chem.*, 224: 4405-4412
- 10) PREVOT, A. F. and F. X. MORDRET (1976) Utilisation des colonnes capillaires de verre pour l'analyse des corp gras par chromatographie en phase gazeuse. *Rev. Fse. Corps. Gras.*, 23: 409-423

本州北部日本海におけるスルメイカの北上移動

高柳 志朗

道南以北の日本海海域に來遊するスルメイカの來遊初期の回遊経路および移動の要因を明らかにするため、6月に本州北部日本海の沿岸域および沖合域において標識放流を実施した。沖合域に分布するスルメイカは道南日本海沿岸域に移動することが明らかになった。しかし、そのスルメイカの大きさ、成熟度および移動の様式には年により大きな差があった。また、沿岸域に分布するスルメイカの移動距離は異なり、沖合域に分布するスルメイカとは、大きさと成熟度指数との関係は異なり、小型で成熟する傾向がみられた。これらの結果を、海洋条件およびスルメイカの大きさと成熟度から検討し、スルメイカの北上移動には、海洋条件のみならず、成長、成熟等の内的な要因も関連することを指摘した。

A 156 北水試研報 32 1-10 1989

水産物を原料としたエクストルージョン・クッキング 第3報 プナサケ凍結粉碎肉を用いたエクストルージョン・クッキングについて

北川雅彦・西 紘平

プナサケ凍結粗粉碎肉および凍結微粉碎肉を主原料とし、各々の凍結粉碎肉を脱脂大豆タンパク質と8:2の割合に混合（水分65%に調整）したものをエクストルージョン・クッキングに供し、クッキング条件と押し出し物の性状について検討した。凍結粗粉碎肉ではバレル温度160~180℃、ダイ温度180~130℃、ブレーカープレート1および2の使用で良好な組織化物が得られた。凍結微粉碎肉では、これと同じ条件のほか、バレル温度145~165℃、ダイ温度112~73℃、ブレーカープレート未使用でも良好な組織化が可能であった。組織化物では縦断力が横断力よりも低い値を示し、押し出し方向に沿って裂けやすかった。これは、電子顕微鏡で観察された押し出し方向に平行な繊維構造によるものと考えられた。SDS-PAGEでは原料、未組織化物で見られた各分子量バンドが、組織化物で著しく減少していた。押し出し物の全脂質の脂肪酸組成、アミノ酸組成にはエクストルージョン・クッキングによる顕著な変化は見られなかった。

A 158 北水試研報 32 19-32 1989

コンブの遊走子の生態に関する研究

第1報 コンブの遊走子の定量法

名畑進一

海水中のコンブの遊走子を、メンブランフィルターを用いて減圧濾過した。そのフィルターごと培養して得られたコンブの胞子体数と、海水中の遊走子量（海水の濾過量）との間には高い正の相関関係が認められた。遊走子は諸過程で減耗するので、海水中の遊走子の実数は定量できない。しかし同一条件での定量値は相対量とみなせるので、これによって海水中の遊走子量の変化を調べることができる。この方法によってコンブ遊走子放出の日周変動と水平・垂直分布を調査した。

A 157 北水試研報 32 11-17 1989

北海道立水産試験場

北海道立中央水産試験場 (Hokkaido Central Fisheries Experimental Station)	046 余市郡余市町浜中町238 (Yoichi, Hokkaido, Japan)
北海道立函館水産試験場 (Hokkaido Hakodate Fisheries Experimental Station)	042 函館市湯川町1-2-66 (Yunokawa, Hakodate, Hokkaido, Japan)
北海道立函館水産試験場室蘭支場 (Muroran Branch, Hokkaido Hakodate Fisheries Experimental Station)	051 室蘭市舟見町1-133-31 (Funamicho, Muroran, Hokkaido, Japan)
北海道立釧路水産試験場 (Hokkaido Kushiro Fisheries Experimental Station)	085 釧路市浜町2-6 (Hamacho, Kushiro, Hokkaido, Japan)
北海道立網走水産試験場 (Hokkaido Abashiri Fisheries Experimental Station)	099-31 網走市鱒浦31 (Masuura, Abashiri, Hokkaido, Japan)
北海道立網走水産試験場紋別支場 (Monbetsu Branch, Hokkaido Abashiri Fisheries Experimental Station)	094 紋別市港町7 (Minatomachi, Monbetsu, Hokkaido, Japan)
北海道立稚内水産試験場 (Hokkaido Wakkanai Fisheries Experimental Station)	097 稚内市宝来4-5-4 (Horai, Wakkanai, Hokkaido, Japan)
北海道立栽培漁業総合センター (Hokkaido Institute of Mariculture)	041-14 茅部郡鹿部町字本別539-112 (Shikabe, Hokkaido, Japan)

1989年3月31日 発行

編集兼
発行者

北海道立中央水産試験場
北海道余市郡余市町
電話 0135 (23) 7451 代
FAX 0135 (23) 3141

印刷所

日東印刷株式会社
小樽市相生町7番4号
電話 (0134) 23-1559 番