



Title	水産物の凍結真空乾燥：第5報 貝について(1)
Author(s)	小林, 喜一郎; KOBAYASHI, Kiichirō; 五十嵐, 脩蔵 他
Citation	北海道大學水産學部研究彙報, 16(3), 164-170
Issue Date	1965-11
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/23256
Type	departmental bulletin paper
File Information	16(3)_P164-170.pdf



水産物の凍結真空乾燥

第5報 貝について (I)

小林喜一郎・五十嵐脩蔵

Freeze Vacuum Drying of Marine Products

V. Test on shellfish (I)

Kiichirô KOBAYASHI* and Shûzô IGARASHI*

Abstract

Shellfish are said to be one of the most relished marine products in the world for their taseful broth. But they are, on the other hand, more perishable than other marine products, so the catch ought to be processed as soon as possible except for the portion utilized when fresh.

The freeze vacuum drying technique has been successfully applied in Europe and in America as a useful food preservation process and many freeze-dried foods are placed on the market, mainly poultries and vegetables. In Japan, a few reports concerning the freeze-dried marine products have been published, but few marketable freeze-dried foods appear on the market.

The authors have been trying to do research on the freeze drying of marine products and have made some freeze-dried marine food by means of experiment. Now, we report the results of testing five kinds of shellfish (short necked clam, surf clam, scallop ligament, earshell and oyster).

The processing is as follows:

Some fresh shellfish meat, washed in 2% salt water, is divided into two parts, one is boiled in hot water at 90°C for three minutes, and the other not boiled, for the purpose of making a comparison between two. These meats are both frozen in the prefreezing cabinet at -50°C for 30-60 minutes, and then are dehydrated by sublimation in the vacuum chamber at 0.1-0.3 mmHg for 4-6 hours. The time necessary for freezing and drying of boiled meat is shorter than that for meat not boiled. Reconstruction is accomplished by simply adding water or any dressing liquid.

The results of palatability tests are as follows:

Short necked clam and surf clam—Freeze-dried food of unboiled meat is palatable when it is reconstructed in a minimum amount of dressing liquid with slight heating. Boiled meat loses testeful essence. Surf clam seems to be more suitable for freeze-dried food than short neckd clam.

Scallop ligament—As the muscle fibres of scallop ligament are arranged in order, freeze drying technique is applied without difficulty and finished fine. Unboiled meat is very tasty.

Earshell—As the muscle fibres of earshell are very durable and complicated, the surface layer shrinks in the process of drying and prevents the inner frozen water from sublimation. It is called "Casehardening". Thin sliced

* 北海道大学水産学部水産機械学教室

meat can be barely dried and reconstruction in water requires a long time till it reaches a soft condition. During that period it loses its tasteful essence.

Oyster—Fresh meat is so soft that it gets out of shape easily through the process of freeze drying. The same is true in the case of the reconstruction of freeze-dried food.

結 言

わが国近海の貝の種類は 6000 種に近いといわれるが、生活食品として凍結乾燥の研究対象になるものは数種に過ぎない。筆者らは当地域において入手の容易なつぎの 5 種の貝について凍結乾燥を試み、食品としての可能性を検討した。

アサリ、ホタテの貝柱、アワビ、ホッキ、カキ

凍乾された貝は水分が 5% 近くまで乾燥するので、そのまま口に入れると舌の上の水分を吸収して、いわゆる熱感を与える。しばらく口中で噛んでおると、唾液を吸収して軟化し、貝特有の味は出てくるが、中には、組織が脆くなって、粉を噛んでいるような舌ざわりになったり、木質繊維のような食覚になったり、あるいは歯がたたぬほど硬くなるものもある。そこで水に戻して復元するわけであるが、凍乾された貝の大部分は容易にかつ多量に水を吸収する。しかしそれが必ずしも組織の完全な復元を意味するものではない。つまり、吸収された水分が細胞組織内に浸入しても、その物理化学的結合が、生鮮状態の時と同様な構成に戻るとは限らない。むしろ凍乾に伴う物理化学的变化は多くの場合非可逆であって、生鮮状態に戻らぬことが多い。その上、組織が porous で脆く、水に浸すと形がくずれてしまうものもあり、ことに、呈味成分が溶出してしまうので貝特有の味をそこなう。そこで、凍乾貝の食品としての価値を判断するにしても、凍乾したまま、あるいは単に水に浸しただけで口に入れたのでは、生鮮の貝に比べると、著しく劣った食味となる。したがって食味試験を行なう場合には、どのようにして食べれば、その食品としてもっともうまく食べられるかという工夫も考えねばならない。そこで筆者らはつぎの 4 つの方法を適宜試みた。

(1) 凍乾品を調味液（たとえば酢醤油のごとき）に浸して復元する。

これは、水に浸した場合溶出する呈味成分を補い、また味のない凍乾品に味をつけることになる。

(2) 必要最少量の調味液に浸してわずかに熱する。

これは、呈味成分が溶出した液を再使用するもので、熱することにより、組織を軟化し、調味液の吸収をよくする。

(3) 適当な調味液に浸したのちに凍乾する。

これは、生鮮状態またはボイルした貝を一度調味液につけたのち凍乾したもので、そのまま食べる。また熱を加えれば、調味液や脂質がとけて風味が出る。水に漬けて復元してもよい。

(4) 味をつけて半ば乾燥したものを髹蒸し、油に漬けて真空含浸する。

これは、油によって一部復元の作用をさせるとともに、油漬の風味を持たせたものである。

凍乾食品としての適否の判定には、5 人以上の Panelist を依嘱し、観察と味覚テスト¹⁾を行なった。凍乾した貝は、そのままではもちろん、(1)~(4)の復元によっても、外観、食味ともに、生鮮の貝には劣る。そこで、大部分の Panelist が生鮮の貝にやや近い、または食用にたえたと認めた場合、good、大部分がまったく食用に値しないとした場合、poor、賛否相半ばしたものを fair としたが、いずれも定量的に判定するまでに到らず、定性的判定に止まった。なお実験に使用した凍乾装置は既報²⁾当教室備付けのものである。

実験経過

I. アサリ

生きたアサリをむき身にし、2% 食塩水で洗い、生のままと、ボイルしたものに分け、そのおのおのについて天日乾燥と凍結乾燥とを施してその結果を比較した。また多磷酸塩の添加による吸水性の比較、味漬や油漬による食味の相異などについて検討した。

イ) 日乾あさり

生、ボイルとも盛漁期の7~8月の気候では、戸外(25~28°C)で1日で乾燥する。飴色に収縮し、体積は約 $\frac{1}{3}$ になる。歯がたたぬほどに硬くなり、水に漬けても容易に吸水せず、長時間浸すと次第に軟化するが、呈味成分が溶出するため食味がおちる。砂糖、醤油、塩などの調味液に浸したアサリを日乾すると同様著しく収縮硬化し、食味は poor である。

ロ) 凍乾アサリ

貝を凍乾する場合、生のままがよいか、あるいはボイルした方がよいか、はそれぞれ長所短所があって、結論は出し難い。生の場合には、表面が粘質液で覆われ、表層に孔が少ないので乾燥に時間を要す。仕上りがきたなく、褐変しやすい。しかし呈味成分が凍乾中減失することが少ないので貝特有の味が残存し、原形を保ち、収縮が少ない。一方ボイルすると、水分が減少し、収縮し、一部の水溶性呈味成分が溶出して、貝の味をそこなう。しかし、自己消化酵素の一部が破壊されて変性を少なくし、仕上りがきれいで、褐変少なく、保存性良好である。凍結や乾燥に要する時間が、生の場合に比して速い。貝の場合、とくにいわゆるダシが重視されるから、生の状態から凍乾することが望ましいが、経済性や保存性からは、ボイルした方がよい。さて、2% 食塩水で洗ったむき身は、その半分を生のまま、残り半分を90°Cの熱湯中にて1~3分間ボイルし、つぎにこれらを一50°Cの凍結槽に入れる。凍結に要する時間は貝肉の大きさによって異なるが、30~60分である。つぎにこれらを真空槽に入れ、トレー温度60~70°C、真空度0.1~0.3 mmHgで4~6時間で乾燥が終了する。乾燥前後の重量比は25~30%、乾燥直後のアサリは薄茶褐色のシャリシャリした脆い組織で、水に戻せば1~2分間で軟化し、150~250%の水分を吸収する。殻付きアサリ2kgよりむき身470grが得られ、ボイルして280gr、凍乾後58grとなった例がある。殻付きの3%、むき身の13%の歩止りであった。

つぎに、吸水性を増すため多磷酸塩の効果の比較試験を行なった。用いた添加物はポリ磷酸ナトリウム(市販アデカリン)およびトリポリ磷酸ナトリウムの2種で、おのおの単独に、および2:1の比に混ぜ合わせたもの、また食塩水、真水などにつけたアサリを凍乾し、つぎに20分水中に浸して吸水量を測定した。Table 1に示すように、添加物の溶液濃度は0.2, 0.4, 0.6の3種、食塩水は2.0%である。その結果は、食塩水処理のものは吸水量が160%でもっとも悪かったが、その他のものは180~240%の間であって、有意な差異は認め得なかった。なお仕上りの色についても、食塩水処理のものが褐色が一番強く、その他のものはほとんど差異が認められなかった。また、水に復元後のアサリは身がやわらかく、水っぽく、貝特有の味に乏しく、poorである。これはボイルしたものも生のも、変わりなく、20分水中に浸すことにより呈味成分の大部分が溶出し、水が乳白色に混濁する。

そこであらかじめ調味液で味をつけたアサリを凍乾した。すなわち90°Cの熱湯および蒸気中にて5分間ボイルしたアサリを塩および醤油と砂糖を混じたものの2種の味をつけて凍乾した結果の食味テストでは、乾燥したままのものは貝特有の歯切れがなくなり、粉を固めたもののごとく、また水にて戻したものは、貝肉は軟化するが、調味液の味が貝の味になじまない。熱湯および蒸気処理のものとも poor である。

つぎに凍乾したアサリを他の食品と一所に調味料を加えて熱した時の食味テストでは、調味液の中にアサリのダシが溶出して、その香りや味が残り good である。熱を加える時間は1~2分間である。

また半ば凍乾したアサリを真空槽内で電蒸して、残存水分を均一化したあと、サラダ油に浸し真空含浸⁹⁾する。たとえば、真空槽内にて2時間20分乾燥後、10時間放置電蒸、サラダ油につけ真空含浸1時間で260%の油を吸収した。塩または醤油で初めに味付けしておく。シャリシャリした香しい乾燥油漬品が得られるが、食味については fair であった。

Table 1. Comparative table of water quantity absorbed in the freeze-dried short necked clam dealt with the various kinds of the concentration of polyphosphates

Kind	Concentration (%)	pH	Total weight after absorption
			Dried clam weight (%)
Sodium-Polyphosphate (Adecarin)	0.2	3.08	226
	0.4	3.40	195
	0.6	3.75	206
Sodium-Tripolyphosphate	0.2	8.48	182
	0.4	8.56	217
	0.6	8.70	234
$\frac{\text{Adecarin}}{\text{Sodium-Tripolyphosphate}} = \frac{1}{2}$	0.2	6.79	218
	0.4	6.92	214
	0.6	7.66	196
$\frac{\text{Adecarin}}{\text{Sodium-Tripolyphosphate}} = \frac{2}{1}$	0.2	5.82	200
	0.4	5.80	238
	0.6	5.68	218
Salt water	2.0	6.10	161
Pure water		5.80	205

以上の実験結果からアサリの凍乾食品の可能性について結論を求めるとすれば、少量の調味液中心にて還元し、わずかに熱を加えて食べれば、歯ごたえに多少欠けるが、アサリの旨味を呈す。組織の変性や酸化が少なく、保存性がよいが、脆く細片になりやすい欠点もある。PLATE I, Fig. 1 にポイル後凍乾したアサリを示す。

II. ホ ッ キ

ホッキのむき身を凍乾すると、アサリの場合とよく似た性状を呈するが、筋肉質部分が多いので、アサリよりは歯ごたえがある。ポイルしたホッキの斧足部は鮮かな紅色を呈するが、凍乾すると色は残るが艶を失う。薄茶褐色にきれいに仕上り、生、ポイルとも、原形を保ち、凍乾容易である。殻つきのホッキ 2kg からむき身 530gr が得られ、ポイルすると 370gr に減じ、凍乾により 87gr となった例がある。殻つきの重量の 4.4%、むき身の 17% の歩止りで、凍乾後の含有水分量 7.4% であった。またこれを水に浸すと、吸水還元が容易で、身くずれが少なく、食味についてはアサリと同様

の結果である。PLATE I, Fig. 2 にボイル後凍乾したホッキを示す。

III. ホタテの貝柱

ホタテの貝柱は筋組織が縦方向に整然と並んだ構成のため、筋繊維の間に隙ができやすく、凍乾が容易である。小型の貝柱の場合はそのまま、大型のものは輪切りにして凍乾した。ボイルした貝柱は白く美しく仕上り、縦方向の細い繊維に割離する。吸水復元が色好で、凍乾食品としての可能性のあるものの一つである。

生の貝柱を凍乾すると、ボイルしたものに比していくぶん黄褐色を帯び、かつ表面が乾いた粘液で覆われるので、原形を保ち、破壊が少ない。そのまま噛めば、貝柱特有の味と香りがあり、good である。ボイルしたものは、呈味が劣る。殻つき 1.2 kg から貝柱とひも (Mantle) 212+60=272 gr が得られ、これを 90°C の熱湯にて 3 分間ボイルして 194 gr、凍結温度 -50°C で 1 時間凍結後、真空度 0.3 mmHg、トレー温度 60°C で 8 時間乾燥したのちの重量 45 gr となった例がある。殻つき重量の 3.8%、むき身の約 17% の歩止りであった。貝柱を調味液につけ、あるいは真空油漬したものは、ホタテ特有の旨味を殺して、poor であった。PLATE I, Fig. 3 にボイル後凍乾した貝柱とマントルを示した。

IV. アワビ

アワビは、生の場合もボイルしたのものも、凍乾が困難である。凍結後真空槽に入れて乾燥すると、表層のみが乾燥硬化 (Casehardening) して、内部からの昇華を妨げ、乾燥が進行しない。薄くスライスすると乾燥は可能であるが、全体として乾燥イモのごとくバリバリとした感じの硬さである。また日乾すると、アメ色にコチコチに収縮固化する。アワビの筋肉組織は、その運動が非常に活発であることから推定されるが、縦横に走る筋肉繊維が非常に強靱で、凍結によっても破壊されることが少なく、表層の氷晶が昇華するにつれて、硬い乾燥収縮層をつくるためであろう。これと同様の現象は生イカの凍乾の場合にも見られ、筋肉組織の類似性⁹⁾ が乾燥結果から推定できる。PLATE I, Fig. 4 はアワビの生と、ボイルとの凍乾および水戻し復元の状態を示し、PLATE I, Fig. 6 は生鮮組織の顕微鏡写真。PLATE I, Fig. 7 は凍結乾燥後のそれを示す。固定には Susa、染色 Mallory、パラフィン固定切断 10 μ である。スライスして凍乾したアワビを水に浸しても、容易に吸水軟化せず、数時間を要し、その間にエキス分を溶出して、水は乳白色となり、アワビ自身のシコシコした歯ごたえは再生するが、味はまったく消失して、ダシがらのごとなり、味覚として poor である。これは生の場合もボイルの場合も同様である。Fig. 1 に日乾の場合の乾燥曲線と吸水曲線、凍乾の場合の吸水曲線の 1 例を示した。

ボイル、凍乾、日乾などによってアワビの含窒素成分がどのように変化するかについては笹木⁹⁾の実験がある。これによるとアワビの新鮮肉より直接凍乾および日乾したものについては、総窒素 (T-N)、純蛋白質窒素 (P-N)、およびエキス窒素 (Ex-N) にはほとんど変化なく、水戻しによって P-N はわずかに減少、T-N は減少、そして Ex-N は顕著に変化し、新鮮肉のほぼ 70% に減少する。新鮮肉をボイルしたのち凍乾したものは、ボイルの際に T-N、Ex-N はかなり減少し、凍乾工程においてはほとんど変化なく、水戻しすると再び減少する。P-N はほとんど変化がない。すなわち新鮮肉をボイルして凍乾後水戻しして消失する含窒素成分は、新鮮肉をそのまま凍乾してのち水戻しによって失われる成分量とほぼ同じであるという興味深い結果を得ている。

この結果は、まだ実験はしていないが、外の水産物に対してもあてはまることと思われる。したがって水戻しによって溶出する T-N、Ex-N を再び利用することが、貝の旨味を保つポイントとなるから、最小限の水で復元し、かつその水も加えて調理することが凍乾品の食べ方として妥当なもの

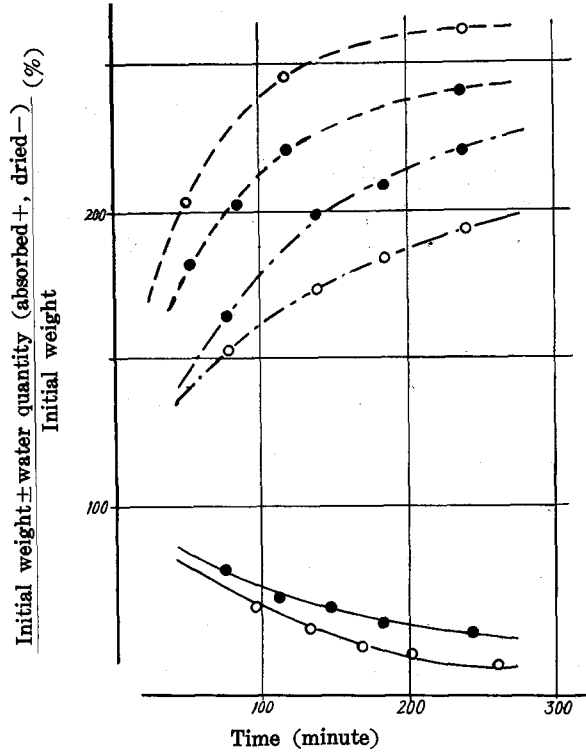


Fig. 1. Drying curve and water absorption curve of earshell

- Water absorption curve of freeze-dried meat (boiled)
- (unboiled)
- sun-dried meat (boiled)
- (unboiled)
- Drying curve when sun drying (boiled)
- (unboiled)

となろう。しかし、アワビの場合には、凍乾および水戻しの困難な点から、凍乾食品の対象としては不適當であると考える。

V. カキ

生ガキまたは 90°C で 3 分間ボイルしたカキを天日乾燥すると収縮した黄褐色のかたまりと化し、組織の破損がはなはだしく、これを水に浸しても、ドリップが多く、原形を止めないほどくずれる。これは組織が柔軟脆弱で、日乾中は水分の蒸発に伴う各部位の乾燥度の差異によって、組織内に stress を生じ、破壊を生ずるものと思われる。また生ガキを凍乾すると、乾燥中にも褐変がおこり、水に戻しても、ドリップが出て、形がくずれて食用には不適當である。そこで、2% 食塩水の 95°C 中にて 3 分間ボイルし、水分の約 40% を除くと、収縮して固まる。これを凍乾して、乳白色のきれいな仕上りの凍乾品が得られるが、組織が脆く、吸水は容易であるが、身くずれしやすく、生ガキに比し特有の舌ざわりに欠け、また食味も不良で、結果において poor であった。PLATE I, Fig. 5 にボイル後凍乾したカキを示してある。

結 論

- 1) 実験に使用した5種の貝のうちアサリ、ホッキ、ホタテの貝柱は、生、ボイルとも凍乾が容易であるが、生はボイルしたものに比して乾燥時間を多く要し、かつ仕上りもきれいでなく、褐変しやす。しかし粘質が表面被覆して破碎を妨ぎ、呈味成分の溶出が少ない。
- 2) アワビは筋肉組織が強靱で、複雑に入り混っているので、凍乾すると表面硬化をおこしやすく、これを薄くスライスして凍乾したものは、バリバリとした硬い乾燥物となり、水に浸してもなかなか軟化しない。長時間漬すと軟化するがその間に呈味成分が溶出する。シコシコとした歯ごたえは復元する。
- 3) カキは組織が柔軟のため、生は凍乾が困難である。ボイルしたものは凍乾可能であるが、水に戻すと、身くずれし、呈味成分を失う。
- 4) 味をつけたのち凍乾したものは、そのまま食べても、また水に戻して食べても、味はつくがそれが貝特有の味と融和しない。
- 5) サラダ油を真空含浸させたアサリ、ホッキ、ホタテの貝柱は、一つの試みではあるが、風味については、賛否が分れた。
- 6) アサリ、ホッキ、ホタテの貝柱については、生の状態より凍乾し、これを最小限の調味液で復元し、少しく熱するという食べ方が、もっとも旨味を感じさせた。

終りに本実験に際し、ご懇切なるご助言をいただいた本学部、谷川、齋藤（恒）、五十嵐（久）、新山の各教授、秋場稔助教授、また顕微鏡写真に対しご協力いただいた山本（喜）教授に対し深甚なる謝意を表します。

文 献

- 1) Bird, K. (1963). *Palatability test of freeze-dried foods. Marketing Research Report No. 617, 36 p. U.S. Department of Agriculture.*
- 2) 小林喜一郎・五十嵐脩蔵 (1963). 水産物の凍結真空乾燥, 第1報. 北大水産集報 14 (2), 73-80.
- 3) ———— (1964). 水産物の凍結真空乾燥, 第3報. 北大水産集報 14 (4), 209-214.
- 4) 右田正男・谷川英一 (1958). イカの化学と加工, 242 p. 函館; 北海水産新聞社.
- 5) 笹木雅彦 (1965). 凍結乾燥によるアワビ筋肉の成分変化について, 未発表.

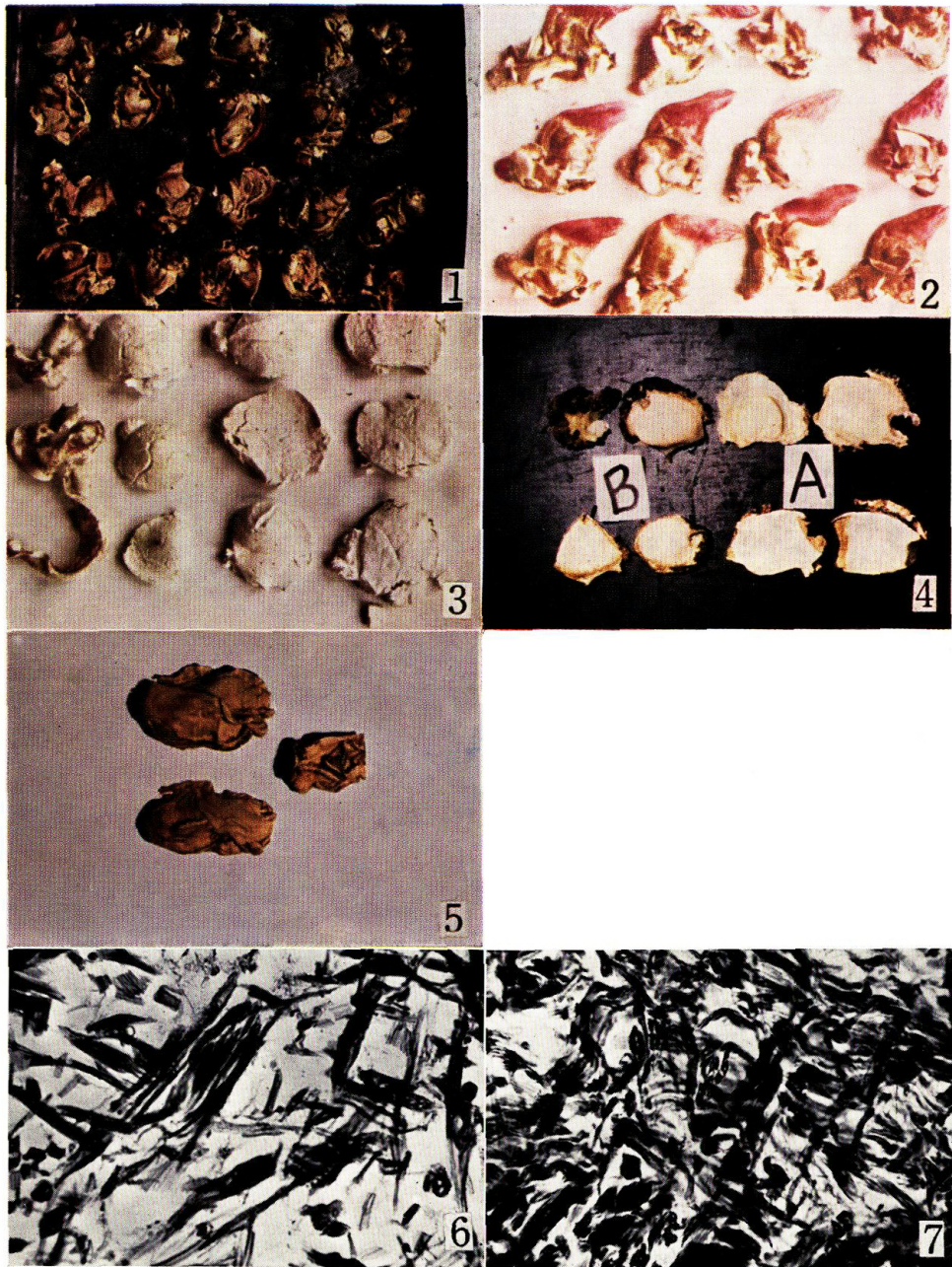
Explanation of Plate

PLATE I

- Fig. 1. Freeze-dried short necked clam
Fig. 2. Freeze-dried surf clam
Fig. 3. Freeze-dried scallop ligament and mantle
Fig. 4. Earshell

B: boiled	A: unboiled
up: after reconstruction in water	
down: freeze-dried	

- Fig. 5. Freeze-dried oyster
Fig. 6. Photomicrograph of fresh earshell meat. $\times 400$
Fig. 7. Photomicrograph of freeze-dried earshell meat. $\times 400$



K. Kobayashi & S. Igarashi: Freeze-dried shellfish