# イカ完全利用に関する研究

## 第12報　夏イカ肉と秋イカ肉の分解性の差異に関する研究

谷川英一・元広輝重・石子博敏・藤井豊・谷地健二郎
（北海道大学水産学部水産食品製造学教室）

# Studies on the Complete Utilization of Squid (*Ommastrephes sloani pacificus*)

## XII. On the difference of decomposable velocities of summer and autumn squid meat

Eiichi TANIKAWA, Terushige MOTOHIRO, Hirotoshi ISHIKO,
Yutaka FUJII and Kenjiro YACHI

**Abstract**

It has been said that there are differences in the qualities and decomposable velocities of dried-, frozen- or salted-squid made of summer squid (from June to August) or of autumn squid (from September to December). This may be due to the existence of different properties of the meat.

The authors have ascertained the differences in the rate of velocity of the falling of freshness, autolysis, histological aspect, chemical components, solubility, the amount of bound water of the both types of squid meat.

The authors have known that the difference of the decomposable velocities is due to the differences of the articles as above stated.

---

秋イカの塩辛は年越し出来るが夏イカの塩辛は年が越せないと俗間でいわれているように，夏イカと秋イカとではそれらを原料とした乾製品，塩蔵品，冷凍品等において品質の差異，貯蔵性の差異が認められており，又その原料においても分解性に差異がある事がいわれている。即ち夏イカ秋イカとではその肉質に差異がありそれによつて品質，貯蔵性に差異をもたらされると考えられる。著者等は両漁期におけるイカ肉の適当な貯蔵法を見出すため，先ずそれらの生肉の分解性に差異を生ずる理由を見出すべく種々の実験を行つたのでここに報告する。

### I　夏イカ肉と秋イカ肉の初期鮮度低下速度の差異について

#### 1. 試料及び実験方法

陸揚げされた直後の新鮮な夏イカ（8月中旬漁獲）と秋イカ（10月中旬）を時期別にそれぞれ用い内臓，頭脚部を除去後，これをスルメ製造の時のように開いて洗滌し，試料とし，35°C，25°C，10°C の3種の温度に放置した。それぞれ放置後一定時間後毎に試料をとり出し，Homogenizerで均質にし，揮発性塩基窒素量（V. B.-N）を測定し，各放置温度における放置時間と V. B.-N 生成量との関係を求めた。

#### 2. 実験結果

夏イカと秋イカについて，各放置温度における V.B.-N 生成量と放置時間との関係を図示すれば Figs. 1, 2のようである。

Figs. 1 及び2において，著者等は魚介肉の加工処理において原料学の立場から一般にいわれている初期

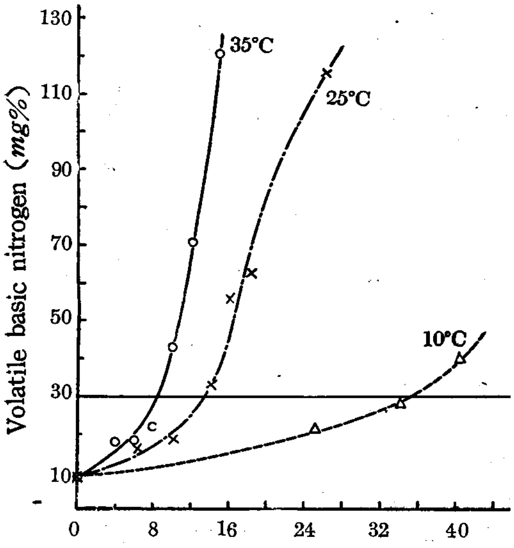


Fig. 1. Relation between the storing time and the amount of volatile basic nitrogen at various temperatures (summer squid)

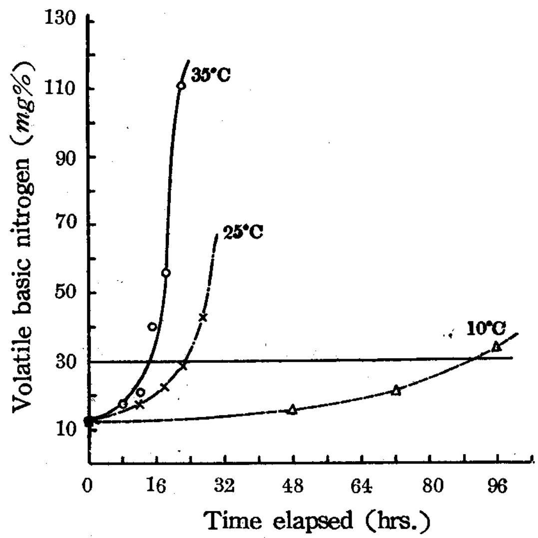


Fig. 2. Relation between the storing time and the amount of volatile basic nitrogen at various temperatures (autumn squid)

腐敗点である V. B.-N 量が $30mg\%$ に達するまでの放置時間と V. B.-N 生成量との関係に注目し，その点に達するまでは大体拋物線を示しているものとして，次式により初期鮮度低下速度係数（$P$）を求めた。

$V=Pt^2+b$………(1)　　但し$V$: V.B.-N量（$mg\%$），　$t$: 放置時間，　$b$: 常数（この場合放置時間 0 の時の V. B.-N量）

なお，$P$は次式の如く温度（$t$）の函数として表わされる。　$P=kt$………(2)　　但し $k$: 常数

ここで Figs. 1 及び 2 により V. B.-N量が $30mg\%$に達するに要する時間を求め，それ等の値を（1）式に代入すると Table 1 のような$P$の値が得られる。

Table 1. Velocity rates of falling of freshness "$P$" in summer and autumn squid

| Sample \ Temp. (°C) | 35°C | 25°C | 10°C |
|---|---|---|---|
| Summer squid | 0.412 | 0.132 | 0.029 |
| Autumn squid | 0.082 | 0.031 | 0.003 |

以上のように得られた結果から考えるのに，先ず Figs. 1 及び 2 より夏イカ肉及び秋イカ肉の分解速度に差異があり，夏イカ肉の方が各温度において秋イカ肉よりも速かに $30mg\%$の点に到達する事からみて，夏イカ肉が秋イカ肉に比して速かに分解する事がわかる。更に Table 1 をみるのに$P$の値は夏イカ肉の方が秋イカ肉に比して何れの温度においても大きい値をとる事がわかる。

なお，Fig. 3 は Table 1 の$P$の値を（2）式に代入して得られ，温度（$t$°C）と初期鮮度低下速度係数$P$と

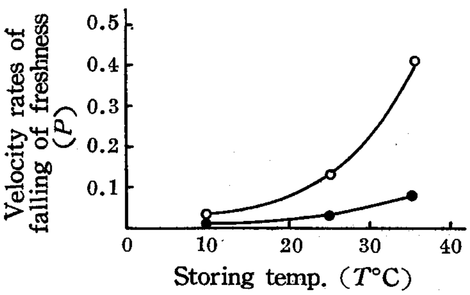


Fig. 3. Comparison of summer and autumn squid in relations between the velocity rates of the falling of freshness, $P$, and storing temperature $T$

の関係を示したものである。即ち夏イカ肉及び秋イカ肉ともに低温においては$P$の値が小さく，温度が上昇するに従いともに増大している。しかしその増大の速度は夏イカの方が秋イカ肉より遙かに著しい。即ち放置温度が高温になるに従い，初期鮮度低下の速度は夏イカ肉の方が速かになつている。

以上の実験結果から，同一種のスルメイカでありながら，夏イカと秋イカとで単に漁獲時期が異るという事から前記のようにその肉の初期鮮度低下速度に著しい差異が生ずるのは肉質の差異によるのではないかと考えられる。

## Ⅱ　夏イカと秋イカの自家消化速度の差異について

夏イカと秋イカ肉の初期鮮度低下速度に差異のある事を前項において示したが，初期鮮度の低下は初め自家消化により後は細菌との共同作用により行われるものと考えられるので，ここでは主として自家消化速度の差異を見出すために両漁期のイカ肉について比較した。

### 1. 試料及び実験方法

夏イカ（8月中旬）及び秋イカ（10月中旬）を試料とし，それぞれ別々の時期に内臓及び頭脚部を除去し手で剝皮し，Homogenizerにかけて均質化し，その250$g$を蒸溜水1$l$中に懸濁せしめ，綿布で裏漉し，これに防腐剤としてクロロホルム15$cc$，トルオール100$cc$を添加し，更に水を添加して1.5$l$とし供試料とした。先ず至適pHを知るため，上記供試料を三角フラスコに150～200$cc$宛分注し，之を$N/_{10}$ HCl溶液及び$N/_{10}$ NaOH溶液で各種pH値に調節を行つて定温に放置し，又至適温度を知るためには47°C, 37°C，室温及び氷蔵庫（9°C）内に放置し，これらの試料10$cc$をとり，これに三塩化醋酸10$cc$を加えて除蛋白し，その濾液5$cc$ずつについてアミノ酸態窒素（Van Slyke法）と全窒素量を測定した。

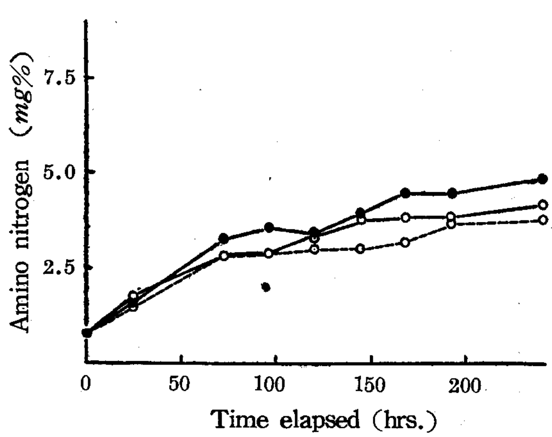


Fig. 4. Opt. pH in autolytic decomposition of summer squid

—●— pH 6.1　—○— pH 6.4　--○-- pH 5.9

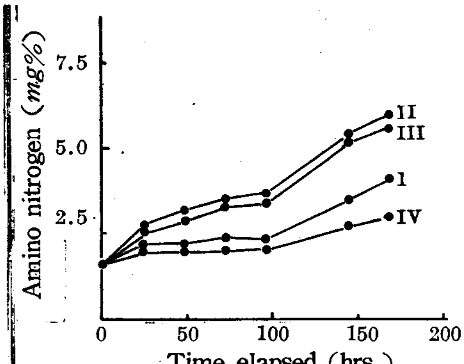


Fig. 5. Opt. temp. in autolytic decomposition of summer squid

Ⅰ. 47°C　Ⅱ. 37°C
Ⅲ. 27°C　Ⅳ. 9°C

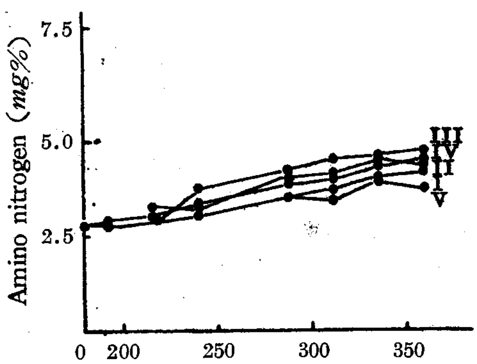


Fig. 6. Opt. pH in autolytic decomposition of autumn squid

I. pH 5.5 II. pH 5.2 III. pH 4.8
IV. pH 4.2 V. pH 3.8

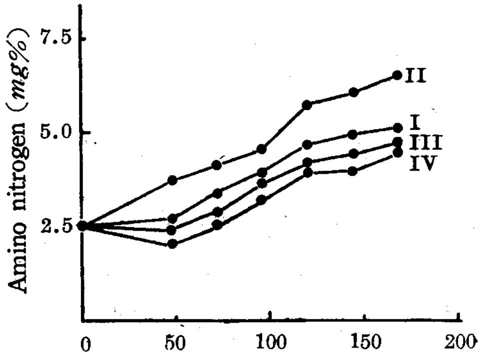


Fig. 7. Opt. temp. in autolytic decomposition of autumn squid

I. 47°C II. 37°C
III. 15° ± 5°C IV. 9°C

## 2. 実 験 結 果

Figs. 4, 5はそれぞれ夏イカ肉の自家消化酵素の至適pH及び至適温度を示し，Figs. 6, 7は秋イカ肉の自家消化酵素の至適pH及び至適温度を示したものである。即ち夏イカ及び秋イカ肉の自家消化酵素の至適pHはそれぞれ6.1及び4.8である。至適温度は何れの漁期のものも37°C附近である。次にTables 2, 3は夏イカ

Table 2. Autolytic decomposition velocity in summer squid (37°C)

| Days | t | amino-N (mg%) | x | a-x | $1/t \cdot \log \frac{a}{a-x}$ | $k \times 10^8 \times 0.4343$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 1.6215 | — | — | — | — |
| 1 | 1440 | 2.7500 | 1.1285 | 4.9465 | 0.00005997 | 5997 |
| 2 | 2880 | 3.1750 | 1.5535 | 4.5215 | 0.00004413 | 4413 |
| 3 | 4320 | 3.5125 | 2.0910 | 3.9840 | 0.00004209 | 4209 |
| 4 | 5960 | 3.7875 | 2.1660 | 3.9090 | 0.00003193 | 3193 |
| 5 | — | — | — | — | — | — |
| 6 | 8640 | 5.4250 | 3.8035 | 2.2715 | 0.00004936 | 4936 |
| 7 | 10080 | 6.0750 | 4.4535 | 1.6215 | 0.00005682 | 5682 |

Table 3. The velocity of autolysis in autumn squid (37°C)

| Days | t | amino-N (mg%) | x | a-x | $1/t \cdot \log \frac{a}{a-x}$ | $k \times 10^8 \times 0.4343$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 2.5245 | — | — | — | — |
| 2 | 2880 | 3.7166 | 1.1921 | 5.3451 | 0.00002998 | 2998 |
| 3 | 4320 | 4.1850 | 1.1105 | 4.8768 | 0.00002942 | 2942 |
| 4 | 5960 | 4.5746 | 2.0501 | 4.4871 | 0.00002707 | 2707 |
| 5 | 7200 | 5.6888 | 3.1643 | 3.3729 | 0.00003966 | 3966 |
| 6 | 8640 | 6.0390 | 3.5145 | 3.0227 | 0.00003870 | 3870 |
| 7 | 10080 | 6.5372 | 4.0127 | 2.5245 | 0.00004083 | 4083 |

及び秋イカ肉のそれら自家消化酵素の最適温度である37°Cにおける自家消化速度を示したものである。この表を見ても明らかなように夏イカ肉においては秋イカ肉よりも自家消化によりアミノ窒素の増加量も多く又その速度恒数も増加している。これを温度の低い9°Cの放置温度の場合における自家消化によるアミノ窒素の増加量と自家消化速度係数の増加をみても（Table 4，5）同じようである。これらの実験結果からみる

Table 4. The velocity of autolysis in summer squid (9°C)

| Days | t | amino-N (mg%) | x | a-x | $1/t \cdot \log \frac{a}{a-x}$ | $k \times 10^8 \times 0.4343$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 1.6215 | — | — | — | — |
| 1 | 1440 | 1.9875 | 0.3660 | 2.6465 | 0.00003686 | 3686 |
| 2 | 2880 | 1.9875 | 0.3660 | 2.6465 | 0.00001975 | 1975 |
| 3 | 4320 | 2.0500 | 0.4385 | 2.5740 | 0.00001578 | 1578 |
| 4 | 5960 | 2.0625 | 0.4410 | 2.5715 | 0.00001144 | 1144 |
| 5 | — | — | — | — | — | — |
| 6 | 8640 | 2.8125 | 1.1910 | 1.8215 | 0.00002517 | 2517 |
| 7 | 10080 | 3.0125 | 1.3910 | 1.6215 | 0.00002650 | 2650 |

Table 5. The velocity of autolysis in autumn squid (9°C)

| Days | t | amino-N (mg%) | x | a-x | $1/t \cdot \log \frac{a}{a-x}$ | $k \times 10^8 \times 0.4343$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 2.5245 | — | — | — | — |
| 2 | 2880 | 2.0336 | — | — | — | — |
| 3 | 4320 | 2.4975 | — | — | — | — |
| 4 | 5960 | 3.1884 | 0.6639 | 3.7401 | 0.00001144 | 1144 |
| 5 | 7200 | 3.8850 | 1.3605 | 3.0435 | 0.00002199 | 2199 |
| 6 | 8640 | 3.9009 | 1.3764 | 3.0276 | 0.00001867 | 1867 |
| 7 | 10080 | 4.4040 | 1.8795 | 2.5245 | 0.00002386 | 2386 |

に夏イカが秋イカより速かに自家消化しやすいことがわかる。なお両漁期のイカの自家消化速度を他魚種のそれ[1]と比較するにイカ肉はかなりその自家消化速度の速いことがわかる。これはイカ肉が他の魚種に比し速かにアルカリ性になり腐敗し易く[2)3)]なると考えられる。なお夏イカと秋イカの自家消化速度の差異についてはイカ肉のpH値は新鮮時には6.0附近にあり腐敗に至るにしたがつて8.0附近まで上昇するが（夏イカについては大島[4]，秋イカについては著者等の研究結果）この新鮮時のイカ肉のpHは夏イカ肉の自家消化酵素の至適pHに極めて近いが，秋イカ肉の至適pHよりは離れている。即ち夏イカは新鮮時において既に自家消化しやすい条件にあると考えられ，秋イカの場合は或る程度分解が進みpHがいくらか上昇したときに初めてその自家消化酵素の至適pH値に近くなるためその自家消化も夏イカに比し遅れることになる。即ち自家消化酵素の至適pHの差異が自家消化速度の差異に著しい関係をもつものである。夏イカ及び秋イカにおける自家消化速度の著しい差異は腐敗作用にも影響を及ぼすことは前項の実験結果と併せ考えても明らかである。

## Ⅲ 夏イカ肉と秋イカ肉の組織の差異

夏イカ肉と秋イカ肉とにおいて，その初期鮮度低下速度が異り，その差異は恐らく両漁期のイカの肉質の差異によるものであろうと考えたが，こゝでは両漁期のイカに組織学的な差異があるかどうかを知るため，それぞれの組織切片を作り検鏡比較した。なおイカの組織学的研究には田中[5]の報告があり，同氏は位相差

顕微鏡により，日本海産冬イカの組織を観察した。

**1. 試料の調製及び標本作製***

夏イカ及び秋イカともに，それぞれ漁船より陸揚げされた直後の極く新鮮なイカ肉を原料とし，その胴部から肉片（0.5×0.5×1.0$cm^3$）を切りとり，これを試料とした。これら肉片をそれぞれ直ちに Bouin 溶液中に投入し，約2時間浸漬後とり出し，70%アルコール溶液中に入れ，以後順次80，90，95%，無水アルコールに各30分間ずつ浸漬し，脱水を行つた。次にクレオソート：トルエン（1：1）混液で1時間処理後更にトルエンで30分間，トルエン：パラフィン（5：5）の混合液で1時間処理した。このように固定した切片肉

Fig. 8. Microphotograph of the tissue in summer squid (×280)

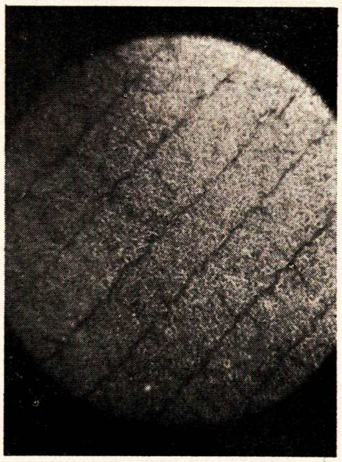

Fig. 9. Microphotograph of the tissue in summer squid (×280)

Fig. 10. Microphotograph of the tissue in autumn squid (×280)

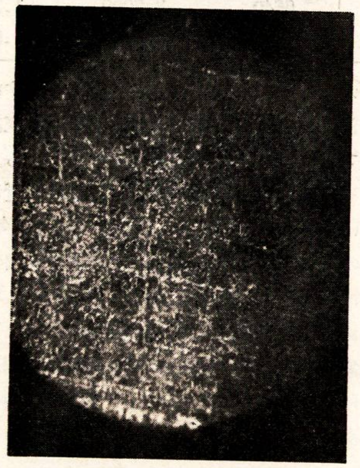

Fig. 11. Microphotograph of the tissue in autumn squid (×280)

* 試料の調製及び標本作製には本学新山助教授に負う所大である。

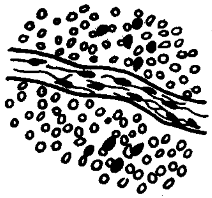

Fig. 12. Model figure of the tissue of summer squid

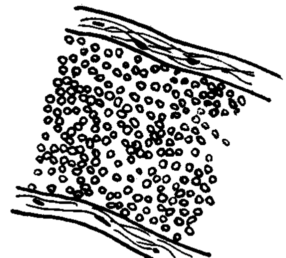

Fig. 13. Model figure of the tissue of autumn squid

をミクロトームで 10μ（又は 15μ）の薄片に切断し，染色のために各切片をスライドグラス上に拡げ固定した。固定切片は Delafield Haematoxylin 溶液で90分間染色後，流水で20分間洗滌した。次に染色した切片は酸・アルコール液で脱色，エオシン・アルコール溶液に1分間浸漬し，70，90，94%及び無水アルコールでそれぞれ洗滌後，クレオソート・キシレン（2：8）混合液で処理し，更にキシレンで処理し，永久標本を作製した。

**2. 検 鏡 観 察**

検鏡写真（280倍）は Figs. 8，9（夏イカ肉），Figs. 10，11（秋イカ肉）に示す如くである。更に600倍に拡大した模型図は Fig. 12（夏イカ肉）及び Fig. 13（秋イカ肉）の如くである。

Figs. 12及び13を比較するに，夏イカ肉と秋イカ肉との間の差異は判然とあらわれている。即ち夏イカ肉にあつては筋繊維が非常に疎であるのに対し，秋イカ肉では非常に密であつて，互に捩れながら結合している。即ち夏イカ肉では組織に間隙が著しく多いのに対し，秋イカ肉では間隙が少く，且つその筋繊維の太さも夏イカ肉より太いようである。前述の筋繊維間の間隙は切片標本作製中脱水により生じたものであるが，生肉にあつてはこの間隙に水，体液又は筋繊維を取り巻く結締組織等で充満しているものと考えられる。即ち夏イカ肉の繊維間の間隙中に水，体液の多量に存在すること，並びに繊維の細いこと等は自家消化による分解を速かにし，又細菌の繁殖に好培地を与えるものと思われ，これ等の点並びにそこに存在する後述の結合水について併せ考えてみても，夏イカ肉に比し初期の鮮度低下並びに腐敗の速いことが首肯される。

## Ⅳ　夏イカ及び秋イカ肉の一般成分とエキス成分の比較

夏イカと秋イカ肉がその初期の鮮度低下速度及び腐敗速度において，差異のある原因として筋肉の組織学的な差異と共に一般成分とエキス成分の差異が考えられるので著者等はそれ等について一応実験を行つた。

**1. 試料及び実験方法**

陸揚げ直後の新鮮な夏イカ（7月下旬）及び秋イカ（10月中旬）をそれぞれ別々の時期に原料とし，内臓と頭脚部を除去後，剝皮したものを Homogenizerで均質化し，一般成分測定の試料とした。又エキス成分の測定には前記試料を温水（45°〜50°C）で1時間時々攪拌しつゝ抽出し，抽出液に三塩化醋酸を添加して除蛋白し，その濾液を用い，全窒素量，アミノ酸態窒素量の測定を行つた。なお粗脂肪の測定は Soxhlet の脂肪抽出器を使用し，全窒素量は Kjeldahl 法によりアミノ酸態窒素量の測定は Van Slyke 法によつた。

**2. 実 験 結 果**

実験結果は Tables 6，7 の如くである。

Table 6 よりみるに，水分量は夏イカ肉は 79.37%，秋イカは 75.85%であつて，秋イカは夏イカよりも水分がやゝ少ない。又粗蛋白及び純蛋白では各々秋イカ肉が夏イカより約3%程度多く，灰分，脂肪では約

Table 6. Comparison of chemical components of summer and autumn squid

| Components \ Sample \ Researcher | Hokkaido Fisheries Experimental Station | | Authors | |
|---|---|---|---|---|
| | Summer squid | Autumn squid | Summer squid | Autumn squid |
| | (%) | (%) | (%) | (%) |
| Water | 77.98 | 76.64 | 79.37 | 75.85 |
| Dry matter | 22.02 | 22.36 | 20.63 | 24.15 |
| Ash | (4.23)* | (6.55)* | 1.39 (6.67)* | 1.65 (6.76)* |
| Crude fat | (4.92)* | (5.01)* | 1.22 (5.86)* | 1.55 (6.36)* |
| Total-N | (13.10)* | (13.38)* | 2.81 (13.49)* | 3.27 (13.40)* |
| Crude protein | — | — | 17.56 | 20.44 |
| Pure-protein-N | — | — | 2.58 | 2.88 |
| Pure-protein | — | — | 16.00 | 18.86 |

* In parentheses in Table 6, the values are expressed as per cent of the dried material.

Table 7. Comparison of components in the meat extracted juice of summer and autumn squid

| Components \ Sample | Summer squid | Autumn squid |
|---|---|---|
| | (%) | (%) |
| Total-extracts-N | 0.905 | 0.958 |
| Amino-N in extracts | 0.082 | 0.085 |

0.3% 程度秋イカ肉が夏イカ肉に比して多い。乾物に対する百分率では脂肪量は秋イカ肉の方が約 1.5% 多い。北水試[6] が行つた実験結果においては夏イカ肉と秋イカ肉とではその脂肪含量及び水分量に多少の差はみているがその他の成分についてはあまり差異をみていない。

Table 7 よりみるに，エキス成分の比較では全エキス窒素及びエキス中のアミノ酸態窒素の何れも秋イカ肉が夏イカ肉に比して多少大きい値を示しているが，特に著しい差異はみられない。スルメイカ肉のエキス成分については既に吉村[7] 等の研究があり，その窒素形態を検しているが，これによれば全エキス量は夏イカ肉が秋イカ肉に比して幾分多く，両漁獲期のイカ肉共にエキス中に溶出する窒素量はアミノ酸以外の形態の窒素が多いことをみ，これはアミン，プーリン塩基，ベタイン等に由来する如く推定している。しかもこれ等成分中には何等の重要な差異を認められなかつた。

秋イカ肉が夏イカ肉に比べ一般に肉質が厚く，その形態も大きくなつていることは一般に認められているところであるが，これは生物学的にみて成長度の差異によるものと考えられる。鮮肉としてみれば，明らかに秋イカ肉は夏イカ肉に比して水分が少なく，脂肪，灰分，蛋白質含量に富んでいる。この事実のみでは簡単に夏イカ肉が秋イカ肉に比べて細菌により分解し易いとはいえないが，前項の組織学的の観察結果と併せ考えれば夏イカ肉が細菌により分解し易い肉質の状態又は成分分布を持つていることが考えられる。

## V 夏イカと秋イカ肉蛋白の溶解度の差異

夏イカと秋イカとではその肉の厚さも異なり，且つ組織学的にも差異のあることをみたが，更にこゝでは

肉蛋白の性質の差異をみるため，両漁獲期のイカ肉蛋白の溶解度を検討した。

## 1. 試料及び実験方法

陸揚げ直後の夏イカ(7月下旬)及び秋イカ(10月下旬)肉を用い，それぞれ別々の時期に内臓及び頭脚部を除去し，手で剝皮したものを，(A)試料：Homogenizer で均質化したもの，(B)試料：厚さの殆んど等しい部分を約 $(2cm)^2$ ずつに切りとつたものの2種とし，これらの中(A)試料は約5$g$ずつをとり，(B)試料はその1ケずつを試料とし，それら試料を別々に蒸溜水及び各種濃度の HCl, $CH_3COOH$, NaOH 溶液の各50$cc$ずつに投入し，時々攪拌し，(A)試料は2時間，(B)試料は24時間夫々放置後，遠心分離又は濾過してその一定量中の溶出窒素量を定量し，イカ肉全窒素量に対する百分率で溶解度を表わした。なお試料の放置温度は30°, 10° 及び5°C とし，溶媒の濃度は HCl, $CH_3COOH$, NaOH は夫々0.1N, NaCl は 0.5N の濃度とした。本実験において試料を(A)(B)の如く2種としたのは試料の状態が異つた場合溶解状態に差異あるか否かを検討するためであり，放置時間を前記の如く(A)試料では2時間，(B)試料では24時間としたのは前者は五十嵐，北林[8]等により，後者は岡田[9]等により，それら時間によりその溶解度が略々一定となることが既に認められているからである。

更に鮮度低下の際における溶解度を比較するため，イカ肉の揮発性塩基窒素量がそれぞれ 6～10$mg$%, 15～20$mg$%, 25～30$mg$%範囲の鮮度のものについて前記(B)試料を取扱つたと同じ方法で溶解度をみた。

## 2. 実験結果

実験結果は Tables 8, 9, 10 に示すとおりである。これらの表よりみられるように，(A)試料の場合でも，(B)試料の場合でも，又各溶媒並びに各放置温度の場合とも，何れも一二の例外を除けば全般に夏イカ肉の溶解度が秋イカ肉のそれに比べて大きい値を示している。放置温度についてみるに，夏イカ，秋イカ

Table 8. The solubility of summer and autumn squid (sample A)

| Solvent (Temp.(°C) / Sample) | | 30°C | | 10°C | | 5°C | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Summer squid | Autumn squid | Summer squid | Autumn squid | Summer squid | Autumn squid |
| | | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) |
| HCl | 0.1N | 60.8 | 58.2 | 60.7 | 55.4 | 51.0 | 50.0 |
| $CH_3COOH$ | 0.1N | 64.0 | 54.9 | 63.2 | 52.1 | 60.7 | 51.6 |
| NaOH | 0.1N | 91.5 | 88.4 | 72.5 | 65.2 | 63.3 | 61.3 |
| NaCl | 0.5N | 73.8 | 72.1 | 69.6 | 59.2 | 56.2 | 53.7 |
| $H_2O$ | | 42.7 | 42.3 | 42.2 | 41.6 | 41.8 | 40.2 |

Table 9. The solubility of summer and autumn squid meat (sample B)

| Solvent (Temp.(°C) / Sample) | | 30°C | | 10°C | | 5°C | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Summer squid | Autumn squid | Summer squid | Autumn squid | Summer squid | Autumn squid |
| | | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) |
| HCl | 0.1N | 33.2 | 31.6 | 27.9 | 25.0 | 24.9 | 22.9 |
| $CH_3COOH$ | 0.1N | 41.4 | 33.4 | 27.1 | 24.4 | 26.2 | 17.5 |
| NaOH | 0.1N | — | 40.7 | 46.4 | 37.0 | 40.9 | 31.9 |
| NaCl | 0.5N | 45.4 | 28.3 | 24.1 | 22.3 | 19.3 | 19.3 |
| $H_2O$ | | 47.4 | 33.4 | 29.6 | 26.8 | 24.9 | 22.3 |

Table 10. The solubility of summer and autumn squid with various degrees of freshness

| Solvent | Sample | 30°C 6〜10 mg% | 30°C 15〜20 mg% | 30°C 25〜30 mg% | 5〜10°C 6〜10 mg% 10°C | 5〜10°C 6〜10 mg% 5°C | 5〜10°C 15〜20 mg% | 5〜10°C 25〜30 mg% |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) |
| HCl 0.1N | Summer squid | 33.2 | 47.4 | 46.1 | 27.9 | 24.9 | 48.6 | 51.7 |
| | Autumn squid | 31.6 | 34.1 | 38.3 | 25.0 | 22.9 | 25.9 | 26.0 |
| $CH_3COOH$ 0.1N | Summer squid | 41.4 | 45.2 | 43.6 | 27.1 | 26.2 | 35.5 | 42.4 |
| | Autumn squid | 33.4 | 39.7 | 40.3 | 24.4 | 17.5 | 19.9 | 30.7 |
| NaOH 0.1N | Summer squid | — | — | 61.2 | 46.4 | 41.0 | 56.7 | 60.1 |
| | Autumn squid | 40.7 | 47.2 | 41.3 | 37.0 | 31.9 | 33.4 | 40.0 |
| NaCl 0.5N | Summer squid | 45.4 | 47.7 | 48.6 | 24.1 | 19.3 | 39.9 | 38.6 |
| | Autumn squid | 28.3 | 34.1 | 37.0 | 22.3 | 19.3 | 25.5 | 27.3 |

肉ともに高温になるに従つてその溶解度が増大している。試料の差をみるに，（A），（B）試料の間では夏イカ，秋イカ肉ともに（A）試料の方が著しく大きい値を示している。溶媒の種類の差をみるに NaOH の溶解度が最も高く， HCl, $CH_3COOH$ が比較的低い値となつているが，これは酸が各試料に対して肉蛋白を凝固せしめるのに対し，NaOH は加水分解的に作用することに原因すると思われる。なお（A）試料の場合では NaCl による溶解度が蒸溜水のそれより遥かに大であるのに対し，（B）試料においては逆に蒸溜水による溶解度の方が NaCl のそれより多少大きい値を示す結果となつている。これは（A）試料では NaCl による溶解度が大きいのは蒸溜水による溶解のほかに食塩可溶性蛋白の溶解が考えられるためであり，（B）試料の場合は魚肉の塩蔵時に認められるような変性，凝固塩析等の現象による魚肉表面の硬化によつて前記のようなことが起るのだろうと考えられる。NaCl のみでなく，HCl, $CH_3COOH$ 等による溶解度も（B）試料の場合には蒸溜水のそれに比して低い値を示していることも前述のような理由と考えられる。

鮮度低下の場合は細菌による蛋白その他の高分子物質の分解をはじめ，蛋白の変性等に起因する蛋白分子間の結合力の弱体化等によつて溶解度の増大が考えられるが，Table 10 に示すように全般的に各種溶媒に対するイカ肉の溶解度は鮮度低下とともに著しく増大の傾向を示している。夏イカ肉と秋イカ肉の溶解度の差についてみるに，一二の例外を除くと鮮度が低下し V. B.-N が 15〜20*mg%*となつた場合よりも，更に鮮度が低下し，V. B.-N が 20〜30*mg%*になつた場合の方が両者が差が却つて多少小さい結果となつている。これは前に述べたように秋イカ肉の分解の進行が夏イカ肉のそれに比して遅いことによるものと考えられるのである。

右田[10]等はスルメイカの肉は他の魚肉に比較して水に溶け易いとし，これをスルメイカ肉の一特性としているが，一般に魚肉の溶解度が大きいということ，即ち水に溶け易いということはその肉質の構成分が蛋白のような親水性コロイドであれば，これが水に入ると各分子間結合が弱まり，却つて水との親和力が強くなり，遂には溶解状態になるという性質の強いことを意味していると考えられる。したがつて夏イカと秋イカ肉において，その溶解度に差異があることは漁獲時期の異るイカ肉蛋白構成様式又はその結合力が異つており，夏イカ肉蛋白は秋イカ肉蛋白に比して蛋白分子間の結合力が弱く，且つ水と結びつき易い状態にあるものと考えられる。これは後述の結合水の実験結果からも考えられる。以上のように考察すれば細菌による分解も夏イカが秋イカ肉に比較して速かであることも理解できると思われる。

## Ⅵ 夏イカ及び秋イカ肉の結合水について

蛋白質が本来の状態を保持し一定の性質を示すための安定した分子構造を保つためには水が必要である。結合水の意義もこゝにあるものと考えられる。夏イカ肉及び秋イカ肉が細菌による分解速度において，又その溶解度において差異を示す以上含有する結合水の量及びその筋肉蛋白と筋肉中の水との結合力等においてもそれぞれ差異を示すものと考えられるので，コロイド化学的又は分子論的観点から両漁獲期のイカ肉の結合水量について蒸気圧法[1]を使用して実験を行つた。

### 1. 試料及び実験方法

陸揚げ直後の夏イカ肉及び秋イカ肉をそれぞれその漁期に採りそれらの胴部を用い手で剝皮したものを試料としその約2～3*g*の大きさの肉片をとり蒸気圧法によつて14°Cで含水量-関係蒸気圧曲線を求めた。

### 2. 実験結果

Fig. 14は夏イカ及び秋イカ肉の夫々の$g$-$P/P_0$曲線を示したものである。但し$g$は乾物1$g$に対する水の$g$数，$P$は測定温度$t$°Cにおける試料中の水の蒸気圧$P_0$は同一温度における純水の蒸気圧である。Fig. 14から明らかなように夏イカ肉の曲線と秋イカ肉の曲線とは$P/P_0$約0.6附近で交叉し，$P/P_0$が0.6以上の含水量範囲においては常に後者の曲線は前者の曲線の左側即ち下方に位置し，$P/P_0$が0.6以下の含水量範囲においては丁度逆の関係となつている。従来までの研究結果より結合水範囲と考えられる$P/P_0$は蛋白質の性質，測定温度，不純物等の存在によつて多少変化するが，大体0.5～0.7以下の範囲にあるといわれている。従つて上記の曲線関係は次に述べるような関係を示すものということが出来る。即ち結合水範囲（$P/P_0$ 0.6附近以下）においては秋イカ肉は常に同一$P/P_0$値に対して夏イカ肉より高い含水量（結合水として）を示している。換言すれば秋イカ肉の結合水量は夏イカ肉のそれに比して大である。なお自由水範囲（$P/P_0$ 0.6附近以上）においては逆に同一$P/P_0$値に対する含水量は夏イカ肉の方が秋イカ肉に対して大である。即ちFig. 14より秋イカ肉の結合水量は夏イカ肉に比して大であるということがわかる。結合水は細菌によつて自由水よりも利用され難いものであり[12]，このことから考えても秋イカ肉が夏イカ肉よりも細菌によつて利用され難く，従つて分解し難いと考えられるのである。

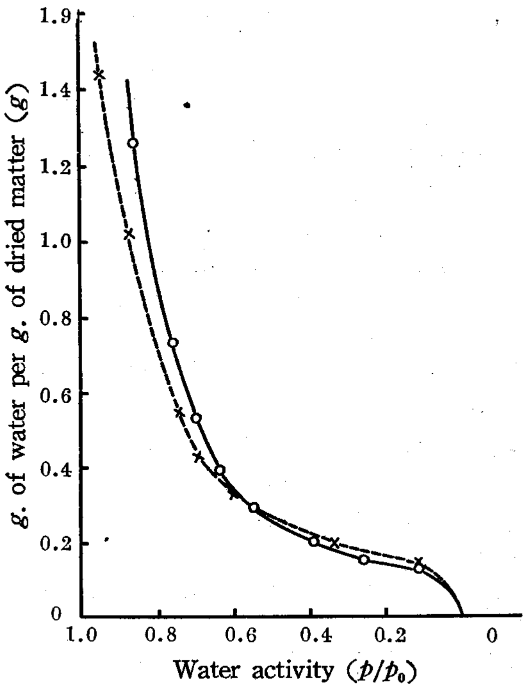


Fig. 14. Relation between water content ($g$) and relative vapour pressure ($p/p_0$) in summer and autumn squid
—○— Summer squid
--×-- Autumn squid

Fig. 15は次記のLewis and Randall[13]等の式により各$P/P_0$値に対する純水1 *Mol*当りの微分的自由エネルギーとの差$\varDelta\bar{F}$を求め，同時にFig. 14より各$P/P_0$値に対応する含水量"$g$"を求め，この両者の関係から$g$-$\varDelta\bar{F}$曲線を求めたものである。

$$\varDelta\bar{F}=F_0-\bar{F}=-RT\ lnP/P_0\cdots\cdots\cdots\cdots(1)$$

但し$F_0$は$T$°Kにおける純水1 *Mol*当りの微分的分子自由エネルギー，$\bar{F}$は同温度における試料中の水

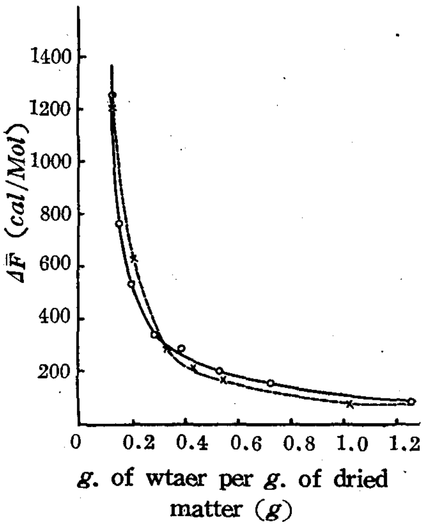


Fig. 15. Curves showing the relation "$g-\Delta\bar{F}$" of summer and autumn squid

1 *Mol* 当りの微分的分子自由エネルギー，$R$ は瓦斯恒数（1.985 *cal*）である。

Fig. 15 より明らかな如く $\Delta\bar{F}$ の値が約 300*cal/Mol* 以下即ちこの $\Delta\bar{F}$ 値に対応する "*g*" の0.23附近以上の範囲において同一含水量 "*g*" に対応する $\Delta\bar{F}$ の値は常に夏イカの方が秋イカに比して大きい値を示している。この同一含水量 "*g*" に対応する $\Delta\bar{F}$ の値が大であるということは同一温度における試料中の水 1*Mol* 当りの微分的分子自由エネルギーが小さいことを意味しており，このことは水が他の物質との結合力にそのエネルギーを奪われている程度が強いことを示すものである。$\Delta\bar{F}$ の値が 300*cal/Mol* に相当する "*g*" 値は約0.33であり，これは Fig. 14より $P/P_0$ の値が約0.6に相当している。従つて $\Delta\bar{F}$ の値が 300 *cal/Mol* 以下の水即ち自由水範囲の水は夏イカ肉では秋イカ肉に比して他の力でもつてより強くエネルギー的制約を受けていることを示すものである。これは前項IIIの組織学的観察結果からみて，夏イカ肉はその筋繊維間隙が非常に大きくその間隙中に秋イカ肉に比して遙かに多量の水を含有するであろうことを想定せしめるものである。即ち前項IVの一般成分の実験結果中水分において夏イカは秋イカに比しやゝ多く存在し，しかも結合水としてこの水が夏イカは秋イカに比し少ないということは夏イカがその自由水としての水を多量に含んでいることを示すものであり，したがつてそれら自由水は細菌によつても利用され分解を起し易く貯蔵性が小であるということが出来るのではなかろうか。

## VI　綜合考察及び結論

夏イカ肉が秋イカ肉に比して何故貯蔵性が少ないか，即ち腐敗が早いかという問題を解明するために，先ず果して夏イカ肉が秋イカ肉より分解し易いか否かを，揮発性塩基窒素（V.B.-N）量をイカ肉の分解程度の指標として定量し，夏イカは秋イカに比しその初期鮮度が低下し易いことを確め，又自家消化速度もアミノ窒素の定量により前者の方が後者より大であることを知つた。そこでそれらの差異の原因につき組織学的観察，一般成分，肉の溶解度，結合水の量等について実験を行い，それらの差異を考察してみた。

先ず両漁期におけるイカ肉の自家消化酵素の至適 pH をみるに夏イカ肉では pH 6.1，秋イカ肉では4.8であつた。しかるにイカ肉の新鮮なるものにおいてはその肉の pH 値は両漁期とも略々 6.0 であつて夏イカ肉は新鮮時から既にその自家消化酵素の至適 pH に近く自家消化の始動速度も大きいと考えられる。したがつてこの点においても夏イカは秋イカより自家消化が促進されるのではないかと考えられる。

更に組織学的観察により，イカ肉腐敗細菌の対象となる筋肉組織の状態を考察するに，夏イカ肉の筋繊維の間隙が秋イカ肉のそれに比し疎であり，したがつてこの筋肉繊維間に抱合される物質，例えば体液，水分量は夏イカ肉が秋イカ肉より多いことが想定され，このことは一般成分において前者が後者より水分量の多いことからみても考えられる。次にこの筋肉組織中の結合水の実験結果から考えるに結合水としては秋イカ肉の方が夏イカ肉より多量に存在することを示し，したがつて夏イカ肉には細菌によつて利用され易い自由水が多量に存在することがわかる。又両漁期のイカ肉の溶解度をみるに夏イカ肉は秋イカ肉よりも溶解し易いことがわかつたがこれも細菌によつて夏イカ肉の方が秋イカ肉より分解され易い。したがつて貯蔵性が小さい理由となるのでなかろうか。以上のように夏イカ肉は秋イカ肉よりも分解され易い多くの因子をもつて

いることがわかつた。これらは恐らく洄游状態から考えて成長度の異る肉質のためであろう。

## 文　　献

1) 大谷 (1928). 水産学会報 **15** (1), 1.
2) 谷川. 未発表.
3) 清水・日引 (1953). 日水誌 **19** (8), 877.
4) 大島 (1927). 札幌農林会報 (85), 1.
5) 田中 (1955). 蛋白研究班報告 (3), 51.
6) 五十嵐・北林 (1954). 同報告 (3), 4.
7) 吉村・久保 (1953). 北大水産彙報 **3** (3), 205.
8) 五十嵐・其の他 (1955). 蛋白研究班報告 (3), 1.
9) 岡田・多田 (1953). 日水誌 **19** (3), 28.
10) 右田 (1953). 同誌 **18** (10), 558.
11) 秋場 (1951). 北大水産彙報 **1** (3,4), 156.
12) ――――. 未発表.
13) Levis & Randall (1923). *Thermodynamics* Chap. XXIII, p. 284.