



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	イカ完全利用に関する研究：第6報 スルメ製造に関する研究(其の一)朝焼スルメの原因並びにその防止法(1)
Author(s)	谷川, 英一; Tanikawa, Eiichi; 秋場, 稔 他
Citation	北海道大學水産學部研究彙報, 3(1), 81-94
Issue Date	1952-05
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/22740
Type	departmental bulletin paper
File Information	3(1)_P81-94.pdf



イカ完全利用に関する研究

第6報 スルメ製造に関する研究

(其の一) 朝焼スルメの原因並びにその防止法 (1)

谷川 英一・秋場 稔

(水産食品製造學教室)

STUDIES ON THE COMPLETE UTILIZATION OF SQUID (*Ommastrephes sloani pacificus*).

VI. STUDIES ON THE MANUFACTURE OF "Surume" (DRIED SQUID) (1).
THE CAUSE AND THE METHOD OF PREVENTION OF SO CALLED
"MORNING-BURN" OF "Surume" (DRIED SQUID).

Eiichi TANIKAWA and Minoru AKIBA

Faculty of Fisheries (Hakodate), Hokkaido University.

When fresh squid caught in the period from July to September, is dried in the sun directly after landing, there appears a black zone near the central line of the back of the dried body. The blackening of the skin of the dried body is bad in appearance, and the selling price is lower. The cause of this blackening of the skin of the dried body was clarified as follows:

The pigment-cells situated between the surface skin (epidermis) and the true skin (corium) is still dark red brown in the condition of rigor mortis after catching; these pigment-cells remain unchanged when the squid itself is rapidly becoming completely dry. For this reason the phenomena of the blackening, so called "Morning burn" appears.

The writers have studied from histological and chemical viewpoints on the pigment-cells to try to find out how to prevent the so-called "morning-burn". The changes of the pigment cells during drying, and steeping in sea water or in various pH solutions were studied. The method of prevention was to steep the squid in water for some hours and to wash before drying.

前採リイカ(7~9月)の新鮮なものを天日乾燥して製造したスルメに屢々「朝焼けイカ」と稱しスルメの胴背の部分の中心線を中心として黒色の一連の帯状の色相を呈することがある。就中甚しいものにあつてはスルメ表皮より肉内に迄その黒色相は滲透し、外觀を頗る損ずることもある。これは極端に新鮮な原料をそのまま急速に乾燥した場合に生ずるものである。即ちイカが陸揚後硬直期においてはイカ体表の色が未だ赤褐色を呈して居り、そのまま乾燥が急速に完了した場合イカ體表面の色素がそのまま固定されて上述の如き状態を呈するものであらうと考えられる。

著者等はこれら「朝焼けイカ」を防止する研究の第一段階としてそれら色素細胞並びに色素について夫々組織學的並びに化學的に研究を行つた。即ち先づ「朝焼けイカ」の生成機構を知るため生イカ、乾燥中、海水浸漬中、各種 pH 溶液に浸漬中イカの體表の色素細胞を組織學的に研究し、次にその化學的性質をスペクトル分析によつて闡明した。

イカ體表皮中の色素細胞は筋纖維の伸縮によつて種々の色の配合を加減し、自己の體色を外界の色彩に適合せしむるものである。大島氏⁽¹⁾はスルメ製造の際皮付イカ肉片をクロ、ホルム中に浸漬したものと空氣中に放置した肉が水素イオン濃度の變化と共に色相が變化することを見ている。併し上記研究以外この色素細胞並びにこの色素に関する研究は殆ど皆無とも言われる。

實 験 の 部

1. イカ體表皮における色素細胞の平面的分布

Fig. 1-a は新鮮なイカをスルメを製造する場合の如く截割し、伸展後直ちに撮影したものである。Fig. 1-b は別試料のイカ胴部を前記と同じく截割後注意深く剥皮せるものを硝子板上に伸展し撮影したものである(89頁参照)。

Fig. 1-a 及び b よりイカ體表の色素細胞の分布をみるにイカ胴背部の表面の正中線を縦に頭脚部にまで及ぶ黒褐色の非常に濃密なる色素帯(A)とその左右兩側に色素細胞の密度の稍々少ない幅約3~4cmに及ぶ赤褐色帯(B)と、更にその左右兩端に色素細胞が點在せる部分(C)の大凡三つの部分に分けることが出来る。

Fig. 1-c 及び d は前記 A 部及び C 部の色素細胞帯を擴大せるものであつて、これよりみても A 部には非常に密に色素細胞が集つてゐることが判る。

Fig. 2 は Fig. 1-a 及び b に示せる各 A, B, C の色素帯の顯微鏡寫眞(×85)であつて、Fig. 2-a はイカ胴肉の左右兩端 C 部の色素細胞を剥皮後檢鏡せるものを示した。Fig. 2-b は同じく B 部の色素細胞を剥皮後檢鏡したものである。Fig. 2-c は同じく A 部の色素細胞を剥皮後檢鏡したものである。これら Fig. 2-a, b, c を通じて觀察するに色素細胞の密度の最も粗である左右兩端の C 部即ち Fig. 2-a に示せるものをみるに同一視野内における色素細胞の数は少なく、且つ割合に大型のものが多く(楕圓球の最大徑2~4mm)又色素細胞が互に弧立的に存在し重積せるものは認められない。次に Fig. 2-b に示せる(B)部にあつては同一視野内における色素細胞の数は稍々増加し、その直徑2~4mmで割合に大型の色素細胞と細胞との間に小型(直徑約0.5~1mm)の色素細胞が恰もその周圍を取巻くがの如き感を以て存在している。しかして中には二つの色素細胞が重積しているものも認められる。Fig. 2-c に示せるイカ胴肉の背部の正中線を結ぶ一連の黒褐色帯(A)部においては各色素細胞は非常に密に連結し且つ比較的小型(0.5~2mm)の黒色の色素細胞が重積をなして存在するのがみられる。又 Fig. 2-a, -b, -c を通じて色素細胞は小型のもの程黒色味は強く、大型になるに従つて赤褐色を増すことである。

上記の如くイカの胴肉表皮上における色素の分布状態は之を正中線より截割するとき、その左右兩端の色素細胞の割合に大型のものが點在せる C 部、正中線上の(A)部の黒褐色の一連続帯(この色素帯には大型、小型の多數の色素細胞が密に且つ重積して存在する)及びそれ等(A)及び(C)部の中間に位する(B)部の赤褐色帯の三部に分けることが出来る。

2. 色素細胞の伸縮運動

捕獲後未だ細胞が生きている状態にあつてはイカ表皮の色素細胞は微小の筋肉の収縮或は機械的刺戟によつて伸縮することが観察された。その一例を Fig. 3-a 及び Fig. 3-b に示した。即ち Fig. 3-a 及び b においては a, b, c の各細胞が伸縮運動をなしているものであつて中央の黒色は該色素細胞が最も小さく収縮されたときを示し、その外側の大型の陰影は色素細胞が最大に擴張したときの状態を示す。この伸縮運動は自然放置して観察すると真中の黒色の小球状にある時間は 30~90 秒間にして、その後急激に擴張し最大擴張後約 2~3 秒を経て再び元の小球状に還る。而して放置時間が長くなるに従つてその伸縮運動に要する時間は増大し且つ最小球への収縮は不可能になり漸次大型の中心核を増大し、遂に細胞が死滅したと考えられるに至つては、多くの色素細胞は最大限に擴張したまゝその運動は停止することが観察された、この擴大されたまゝ停止に至る時間は試料の捕獲後の経過時間により差異があり、又色素の存在部位により差あるものと思われるが、大體において硬直期に入る以前においては多數のこの種の運動を観察することが出来る。又上記正中線上の A 部が最も早くその運動を停止し、(B), (C) 部とその両端に至るに従つて漸次運動時間は長いようである。上記 Fig. 2a~c に示せるものは何れもこの種色素細胞の伸縮運動において擴大したまゝ停止した後に撮影せるものである。

3. 色素細胞の立體的分布

イカの胴肉を截割し前記 Fig. 1-a の (A) 及び (C) 部を夫々 4×4cm の大きさに切り 10% フォルマリン液に約 16 時間浸漬して色素細胞を固定し (フォルマリン浸漬中の色素細胞の變化は認められなかつた) 後取出して之を約 1cm 平方の角柱状に切りとりクロールエチルにて凍結し、イカ胴肉の筋肉繊維と平行に且つ色素細胞を縦斷する如く薄く手動式マイクロームにて切斷し、厚さ約 0.1mm の切片を作り、これを載物硝子上に載せて直ちに檢鏡を行つた。斯くて表皮の立體的構造と色素細胞の分布状態を検した。實驗結果は Fig. 4-a 及び -b (90 頁参照) に示す如くである。

Fig. 4-a, -b に示せる如くイカ表皮は大凡四つの層に分けることが出来る。即ち第 I 層はイカ表皮の最上表面に位し厚さ 0.03~0.04mm、第 II 層は稍々厚さを増し、大凡 0.05~0.07mm 位であつてその下に第 III 層として厚さ 0.03~0.04mm 位の層があり、最下部に第 IV 層として厚さ 0.02mm 位の層が割合に明瞭に認められる。色素細胞はこの第 I 層と第 II 層との間に存在する。第 IV 層以下は直ちに筋肉層であつて、上記第 I, II, III 層の各層内は筋繊維と平行した微小繊維を形成しているが、第 IV 層のみは恰も筋肉層と上部の第 I, II, III の各表皮層を連結するかの如く筋繊維と直角の縦の繊維状組織を形成しているのが認められた。Fig. 4-a は胴背肉の正中線の黒褐色部 (Fig. 1 の A 部) のものであつて之より (A) 部にあつては Fig. 2-c について記した如く各色素細胞が重積してることが認められる。又 Fig. 4-b は胴肉の表面の (C) 部 (Fig. 1 の C) における表皮の立體構造を示すものであつて之より各色素細胞は互に弧立していることが判る。又 Fig. 4-a と -b を比較しても同-視野 (90 倍) 内における色素細胞の数は明らかに正中線上 (A) 部の黒褐色部において多い。

4. 乾燥後における色素細胞の状態

色素細胞が乾燥後如何に變化するかをみた。Fig. 5 (89 頁) は前記 Fig. 1 の b に示せる新鮮イカの剥皮したものを硝子板上にて 1 週間室温 (15°C) にて乾燥した後の状態であつて之と Fig. 1-b とを比較しても判る通り各色素細胞の分布状態には變化はないようである。即ち各色素細胞はそのまゝ乾燥中に固定されてしまうことが判る。因みに朝焼けイカのスルメ製品の表

皮を剥皮し検鏡した結果は Fig. 6-a 及び -b に示す如くであつて、この中 Fig. 6-a は正中線上の色素細胞の密集している A 部 (Fig. 1 参照)、Fig. 6-b は C 部 (Fig. 1) についての観察結果である。之等スルメ製品の表皮と新鮮イカの剥皮した表皮についての Fig. 2-c 及び -a と比較しても明らかな如く「朝焼けイカ」にあつては各色素細胞は乾燥中變化することなく、細胞の死直後その大部分が最大限に擴張された原形のまゝ固定された状態にあることが判る。

本実験では乾燥中の諸条件の中特に乾燥速度に関する実験は行わなかつたが、上記の観察結果より結論し得ることは一般人の認識せる如く「朝焼けイカ」は新鮮な黒褐色を呈せるイカを天日にて標準状態にて乾燥した場合 (乾燥中雨天に遭遇するとかその他乾燥を遅延せしめる如き影響のない場合) にその色素細胞が最初の原型のまゝ乾燥表皮上に固定されたために起るものであつて、殊に正中線上にあつてはその色素細胞の密度が大きいため外観上極めて明瞭な黒色帯を形成したものであると云えよう。

次に上記スルメ製品と對照する意味において、イカ塩辛製品の表皮を剥皮し検鏡した結果を Fig. 7-a 及び -b に示す。夫々 Fig. 1 の A 部 (Fig. 7-a) 及び C 部 (Fig. 7-b) における観察結果である。Fig. 7 より明らかな如くイカ塩辛等の如き醱酵作用の伴う場合には表皮蛋白の分解に伴つて色素細胞の形態も崩壊し、肉眼的にも漠然と恰も細胞膜が破れて内容色素が溶出せる如き感を呈している。

5. 水浸による色素細胞の變化

新鮮イカの胴部の皮を剥ぎその皮を二枚の硝子板の間に伸展してはさみ水道水中に約20時間浸漬せるときの色素細胞の變化をみた。その結果は Fig. 8-a~d の如くである。Fig. 8-a は剥皮後直ちに撮影せるもの (水浸前) にして前記の色素の正常分布されている状態を示す。Fig. 8-b は水浸20時間後の全形の狀況を示し、Fig. 8-c 及び Fig. 8-d は夫々水浸後におけるイカ表皮の A 部及び C 部を顯微鏡で観察した結果である。

Fig. 8-a 及び -b を比較して外観的に認められた變化は皮全體が水浸により新鮮時に大型であつた色素細胞が非常に小さくなり、従つて各細胞の間隙は増大し且つ色素細胞間の表皮部は外観的に白味を増すことである。Fig. 8-c 及び -d と前記 Fig. 2-c 及び Fig. 2-a と比較しても判る如く正中線上の黒褐色 (A) 部の色素細胞の密度は小となり細胞間隙が増加すること及び (C) 部においても色素細胞の縮小に伴つて著しく細胞間隙が増加することが認められる。尙同一色素細胞について云えば多數のものゝ中幾分かは水浸中に全く消失してしまふものも認められた。尙この際色素細胞の縮小と同時に幾分溶出するものも認められた。次に別試料の新鮮イカの胴部を截割し胴肉を附けたまゝ (即ち剥皮せず) 水浸した場合の實驗結果を Fig. 9 に示す。この中 Fig. 9-a は水浸前の全形を、Fig. 9-b は水浸5時間後の全形を示す。又 Fig. 9-c は水浸前の (C) 部 (Fig. 1 参照) を擴大したものであり、Fig. 9-d 及び -e は正中線上の (A) 部を擴大せるものである。Fig. 9-f は水浸後の (C) 部の擴大及び Fig. 9-g, -h は同じく水浸後の (A) 部の擴大を示す。この中水浸後の Fig. 9-h は Fig. 9-b 中に示せる I 部の擴大寫真である。Fig. 9-i は水浸後における (A) 部の 65 倍顯微鏡寫真、Fig. 9-j 及び k は (C) 部における顯微鏡的觀察結果である。

この場合も全く前の皮剥ぎのものについての實驗結果と同様である。即ち Fig. 9-a と b とを比較しても判る如く水浸により各色素細胞は縮小し、肉色全般が新鮮時の半透明色を消失して不透明の白味を帯びるに至ることである。殊に Fig. 9-d, -e と Fig. 9-g 及び -h を比較するに最初に正中線上に存在していた黒赤褐色の一連の色素帯は水浸後において消失し、色素細

胞が点在するようになることである。而して Fig. 9-i に示す如く正中線上(A)部においては各色素細胞はその原型を失い恰も亂雲状に滲出し且色素細胞間隙は増大している。

Fig. 9-j 及び -k は大凡前記 Fig. 8-d と同様に縮小せる色素細胞が点在しているのがみられる。

6. 海水浸漬による色素細胞の變化

次に海水中に浸漬した場合の色素細胞の變化をみた。供試料の剥皮後の状態は Fig. 10-a に示す如くで前記の如き正常なる色素細胞の分布を示している。之を海水中に約16時間浸漬した後の状況は Fig. 10-b に示す如くであつて、この場合も水浸した場合と同様に色素細胞の大部分は縮小してその間隙を増大するか、或は全く消失してしまつたかの如き感を呈する部分も認められた。殊に正中線上の黒褐色(A)部における色素細胞の消滅は甚しい。Fig. 10-c は海水浸漬後における正中線上(A)部の檢鏡結果を示し、この場合も各色素細胞は亂雲状を呈し、且つ色素細胞間隙は増大している。Fig. 10-d 及び -e は同じく海水浸漬後における(C)部の色素細胞の状況を示し、Fig. 10-e によれば著しく色素細胞は縮小している。Fig. 10-d によれば各色素細胞はその内部が網目状を呈しているのが認められる。之は海水中の塩分が色素細胞中の内容物(主として蛋白膠質分)と作用して、所謂コアセルヴェートを生成したものとと思われる⁽⁹⁾。何れにせよ海水浸漬の場合にも水中浸漬のときと同様に色素細胞は浸漬中著しく縮少し或は消失することが判る。

然し乍ら次に行つた胴肉より剥皮することなく海水中に5時間浸漬した實驗結果によれば海水浸漬後、靜止状態においては前同様 Fig. 11 に示す如く各色素細胞は縮小し従つて皮表面は全般に亘り白色味を帯びるに至るが(この際肉色も前記水浸漬の場合の如く白色不透明となる)前記 Fig. 1 の(C)部の肉の皮面を手の掌で伸展する場合即ち機械的刺戟を與えるときには再び各色素細胞は擴張し、原色の赤褐色を呈し全く新鮮時の状態に復歸するのが認められた。而して正中線上の(A)部における色素細胞には斯かる復歸性は認められなかつた。

7. 各 pH の緩衝液中に浸漬した場合の色素細胞の變化

枸橼酸塩緩衝液にて各 pH 溶液を作り、之に剥皮せる肉片を浸漬し、浸漬前後における色素細胞の變化をみた。その結果 pH 8.0 以上では浸漬後 2~3 時間にて色素細胞は溶出しその一部が淡紅色を呈すること及び pH 5.5 以下では各色素細胞は淡黄褐色様に溶出するが、色素細胞間隙は水浸漬した場合と同様に外觀的に白色味を帯び色素細胞は著しく縮小しその間隙を増大することが認められた。その中代表的な例として pH 8.0 の緩衝液中に胴肉より剥皮した表皮を約15時間浸漬した場合の色素細胞の變化は Fig. 12-a~d の如くである。此の中 Fig. 12-a は浸漬前の試料、-b は浸漬後のもの、-c 及び -d は夫々 Fig. 1 の A 及び C 部における浸漬後の色素細胞の状況を示す。この場合には寫眞では稍々不明瞭であるが、浸漬後において各色素細胞は溶出し剥皮全面が淡紅褐色に變ずることが肉眼的に觀察出来る。しかし水又は海水中に浸漬した場合の如き各色素細胞の縮小或は消失は認められず、むしろ溶出現象による各色素細胞間の間隙増加が明らかに認められた。これは Fig. 12-c、-d より觀ても各色素細胞が溶出している状況が明らかである。

次に pH 4.0 の緩衝液中にて前同様の實驗を行つた結果は Fig. 13-a~d に示す如くであつて、この場合は各色素細胞は淡黄褐色を呈するか又は縮少する等 (Fig. 13-c 及び -d) の現象を呈し且つ色素細胞間の表皮は白色味を帯びるに至る (Fig. 13-b)。

上記の如く色素細胞内の内容物は pH 8.0 以上又は 5.5 以下では何れも溶出し紅赤色か或

は淡黄褐色に變ずることが判る。

8. 剥皮後皮を肉面に密着させ放置した場合の色素細胞の變化

新鮮なるイカの胴肉を截割し、一旦剥皮した後皮を再び胴肉面上に密着せしめ室内に（室温 0°C ）に放置し乾燥せしめた場合の色素細胞の狀況は Fig. 14-a（處理前）及び -b（處理後1週間後）に示す如くであつて、この場合には Fig. 5 について記した場合と同様に何等色素細胞には變化なく原型のまゝ水分の減少と共に固定せられることが認められる。即ちこの状態のまゝ乾燥が進行し、スルメ製品になれば「朝焼けイカ」となるものと思われた。この際肉は生干状態（含水量 60% 前後と推定された）にして緩慢なる乾燥中の變化にも拘らず色素細胞には何等變化がないことが判つた。一方別の試料を以て剥皮後胴肉のみを同じく室内に放置し緩慢に乾燥せしめたのに肉色は全面的に漸次淡黄褐色より黄褐色に變じて遂にスルメ製品となるに至つた。従つてこの場合には「朝焼けイカ」とはならない。それ故「朝焼けイカ」の主要生成原因は表皮面上の色素細胞の存在によることは明らかであつて、新鮮なるイカ魚體を直ちに乾燥せしめるときは大部分「朝焼けイカ」となることが判る。

9. 新鮮イカ魚體を堆積して放置せしめたときの色素細胞の變化

新鮮イカの赤褐色を呈せるもの數尾を容器に入れ乾燥することなく放置した場合イカ體表の色素細胞は縮小或は消失し、皮全面が白色に變ずることが認められた。即ち一般にも認められている如く生鮮イカを容器内に堆積し放置するときは硬直期終了後の時間の経過に伴い色素細胞が殆んど消失するに至るのである。而してこの一旦色素細胞の消失したイカ魚體を常法に従い乾燥しスルメ製品となすときは「朝焼けイカ」とはならない（然しこの場合スルメ製品の肉の厚さは薄くなり肉厚の良製品は得られない）。

次に放置時間が更に長時間に及べば鮮度低下に伴う肉蛋白の自家消化酵素或は細菌による分解のため生成される塩基性物質の蓄積により pH は 7.0 以上に上昇すれば一旦縮小した色素細胞は體表にて溶解し、その結果肉表全面が淡紅赤色に變ずるに至るものである。斯かる變質したイカを乾燥してスルメとなすも所謂「ムレイカ」と稱し良品が得られないことは云うまでもない。

10. イカ表皮色素の性質

上記した實驗結果によればイカ體表の色素は水溶性であり、且つアルカリ側においては易溶、酸性では難溶と認められる。定性試験としてイカ表皮の剥いだものを小片としスライド硝子上に密着せしめ N/10 NaOH 又は N/10 H_2SO_4 少量を表面に滴下し顯微鏡下で觀察した結果によつてもこの事實は明らかである。而してこの色素は蛋白と結合したものであらうことは容易に推定されるものである。

本實驗ではイカ表皮の色素細胞を水で抽出し後蛋白精製法に準じて色素蛋白を採取しそのもの、吸収スペクトル及び化學的性質を檢べた。尙イカ體表色素がイカ墨の色素と同一系統（イカ墨についてはメラニン系の色素であることが判明している⁽⁹⁾）のものであらうとの推定の下にイカ墨を前同様處理して色素蛋白を抽出しその各々の性質を比較した。

(i) イカ表皮色素細胞及び墨より水溶性色素蛋白の抽出精製法

供試料（イカの表皮の細切せるもの及びイカ墨袋の細切せるもの）に約3倍量のアセトニエーテル等量混合物を添加し約16時間放置して脂油その他黄色素を抽出し後残渣を3回アセトニエーテル混合物にて洗滌し次いで少量の蒸留水を添加して色素を溶出せしめること數回、全溶出色素液を採集し之に固形硫酸アンモンを添加して飽和せしめ、生成せる沈澱物を遠心分離し

再び少量の蒸留水に溶解せしめて之を硫酸紙にて包み常法により1週間蒸留水中に透析し、透析液にアルコールを添加して生じたる沈澱物を數回アルコール、次いでエーテルにて洗滌し真空デシケーター中にて自然乾燥せしめた。

(ii) フォルマリン固定色素の採集

捕獲直後のイカ全魚體を10% フォルマリン液中に浸漬し實驗室に持ち歸り固定試料の表皮のA部及びC部 (Fig. 1 参照) の第一層 (Fig. 4 参照) を注意して剥ぎ、剥皮表面に附着せる各色素細胞を小刀にて削り取りエーテル中に浮遊せしめ、後エーテルを自然蒸發せしめてフォルマリン固定色素細胞を採集した。このものは水には不溶性であるが、アルカリ又は酸には溶出する。この採取試料につき NaOH を溶媒として溶液とし吸収スペクトルを測定した。

(iii) 吸収スペクトルの測定

(a) 色素溶液の調製

各色素蛋白はアルカリに易溶なのですべて NaOH を溶媒として次の如き方法で供試液を調製した。

(1) イカ表皮色素蛋白溶液の調製

2.5mg の色素蛋白 (乾燥無水物量に換算) を秤量瓶に採り約 1c.c. の蒸留水を添加し3時間放置して膨潤せしめ後 N/10 NaOH 2.5c.c. を加えて完全に溶解せしめ更に水を加えて 10c.c. となし更に約10倍に稀釋してこのものを液層 1cm として測定した (色素蛋白濃度は 0.0232%, 1c.c. 中に 0.093mg NaOH 含有)。液色は淡赤紅色であつた。

(2) イカ墨色素蛋白液の調製

乾物量として 2.53mg の色素蛋白をとり前同様 N/10 NaOH 2.5c.c. を加え更に水を加えて 10c.c. となし、このもの 1c.c. を 50c.c. に稀釋したものにつき液層 1cm にて測定した (色素蛋白濃度 0.00506%, 1c.c. 中に 0.02mg の NaOH 含有)。液色は赤黄褐色であつた。

(3) フォルマリン固定色素液の調製

Fig. 1 の A 部 (正中線上黒褐色部) より採集せるものは乾物量として 19.3mg を採取し、25c.c. の N/10 NaOH を加え完全に溶解せしめた後、更に蒸留水を加えて 60c.c. となしこのものを液層 1cm として測定した (0.0386%, 1c.c. 中 0.2mg NaOH 含有)。

Fig. 1 の C 部 (赤褐色部) より採取せるものは乾物量として 29.7mg を採取し 2.5c.c. の N/10 NaOH に溶解せしめ更に蒸留水を加えて 10c.c. となし、このものを液層 1cm として測定した (0.297%, 1c.c. 中 1mg の NaOH 含有)。

(b) 測定

可視部の吸収スペクトルを常法に従い測定した。

(iv) 吸収スペクトル測定結果

上記4種の試料につき吸収スペクトル寫眞を撮影した結果は Fig. 15, 16, 17, 18 に示す。Fig. 15 はイカ表皮色素蛋白液 (1cm), Fig. 16 はイカ墨色素蛋白液 (1cm), Fig. 17 は A 部のフォルマリン固定色素液 (1cm), Fig. 18 は (C) 部のフォルマリン固定色素液についての實驗結果である。Fig. 19 は各波長に對する $E_{1\text{cm}}^{1\%}$ の關係を示したものである。

Fig. 15, 16 及び Fig. 19 にて明らかな如く兩試料何れも波長 522m μ 附近にて最大の吸収を示している。フォルマリン固定試料は蛋白が變性されているものと推定されるが、然しその最大吸収の波長は前同様何れも 522m μ の附近にある。

以上の結果からイカ表皮色素はイカ墨色素と同様メラニン系の色素であることを示すもの

と思われる。

(v) 各種化學的性質の検討結果

イカ表皮色素蛋白とイカ墨色素蛋白とにつき二、三の化學的性質を比較検討した結果は次の第1表の如くである。

Table 1. Comparison of the chromoproteid in surface skin of squid with that of squid-ink of which chemical characteristics.

		Chromoproteid of squid-ink	Chromoproteid in surface skin of squid
Water content		20.1%	11.2%
Total-nitrogen		13.8% (dried matter)	11.1% (dried matter)
Solubility	Water	Insoluble	Insoluble
	N/10H ₂ SO ₄	A little soluble (Yellowish brown)	Insoluble (Light yellowish brown)
	N/10NaOH	Soluble (Instantly dissolve, dark black brown)	Soluble (Slowly dissolve, reddish pink)
	3%CH ₃ COOH	insoluble	insoluble
Xanthoproteine reaction		—	—
Biuret reaction		—	—
10% CCl ₃ COOH		Make a precipitate	Make a precipitate
NaOH solution		Soluble(Unchangeable in heat)	Soluble (Unchangeable in heat)
Conc. HNO ₃		Dissolve in reddish violet (Yellowish brown in heat)	Dissolve in yellowish brown (Unchangeable in heat)

第2表にみる如く兩色素蛋白は略々同様の性質を示す。この結果及び前記の吸収スペクトルの測定結果よりもイカ表皮色素蛋白とイカ墨色素蛋白とは同一系統のものであると云えよう。

要 約

「朝焼けイカ」を防止する研究の第一段階としてイカ體表に存在する色素細胞並びに色素について夫々組織學的並びに化學的に研究を行つた。その結果を要約すると次の如くである。

(1) イカ體表の色素細胞の平面的分布をみるに胴背部の表面の正中線を縦に頭脚部にまで及び黒褐色の濃密なる色素帯と、その左右兩側にある密度の稍々少ない赤褐色帯と更にその左右兩端に色素細胞が點在する部分の三つとなつている。

(2) 捕獲後未だ細胞が生きている状態にあつてはイカ表皮細胞は伸縮運動をなし、細胞が死滅する場合、多くの色素細胞は最大限に擴張したまゝその運動を停止する。

(3) イカ表皮色素細胞は凡そ4層に分けられその第1層と第2層との間に存在する。

(4) 新鮮なイカ肉が乾燥される場合、表皮の色素細胞は細胞の死直後その大部分が最大限に擴張した原形のまゝ固定され黒褐色を呈するものである。

(5) 新鮮なイカの胴部を淡水中に浸漬する場合、色素細胞が非常に小さくなり従つて細胞間の間隙は増大し、又その色素細胞の或ものは溶出して消失するものもある。そのため表皮は外觀的に白味を増す。

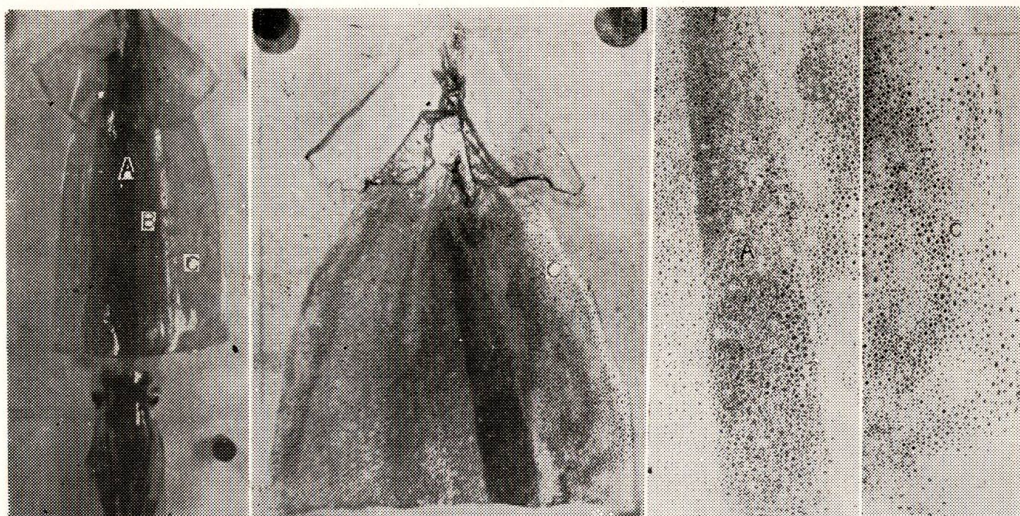


Fig. 1-a. Distribution of squid pigment-cells (with squid meat),

Fig. 1-b. Distribution of squid pigment-cells (only skin).

Fig. 1-c. Magnification of A part.

Fig. 1-d. Magnification of C part.

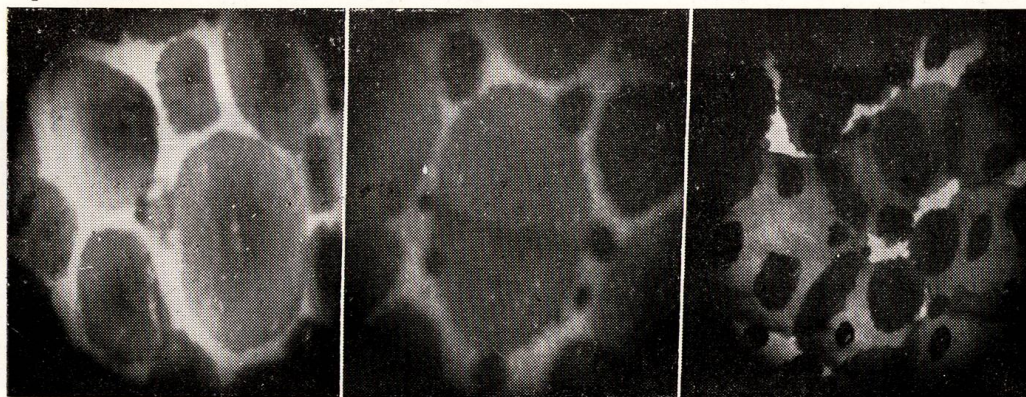


Fig. 2-a. Microscopic photograph of pigment cells at C part ($\times 85$).

Fig. 2-b. At B part ($\times 85$).

Fig. 2-c. At A part ($\times 85$).

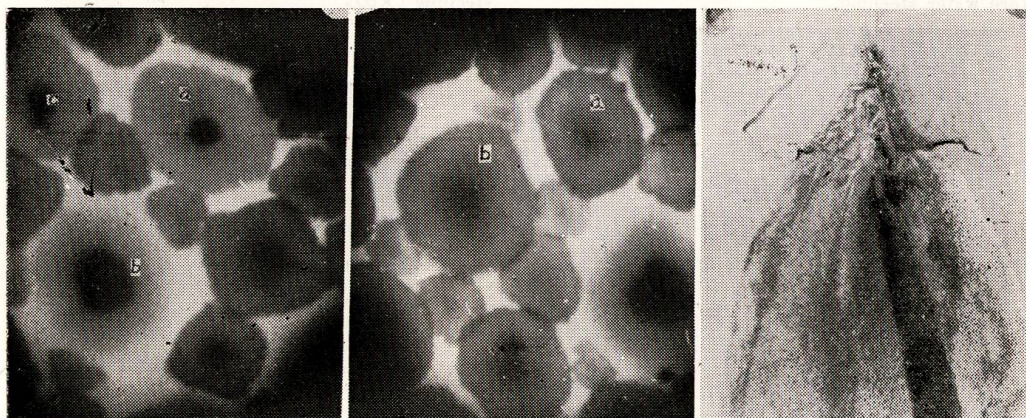


Fig. 3-a. Contractive moving of pigment-cells. (C part) ($\times 90$).

Fig. 3-b. Contractive moving of pigment cells. (C part) ($\times 90$).

Fig. 5. Distribution of pigment-cells after drying (see Fig. 1-b. of skin only).

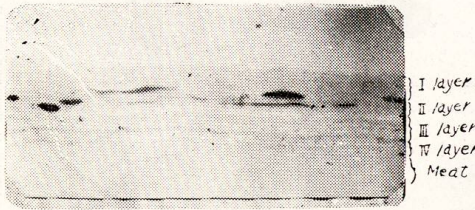


Fig. 4-a. Constitution of squid epidermis and the position of pigment-cells at A part ($\times 90$).

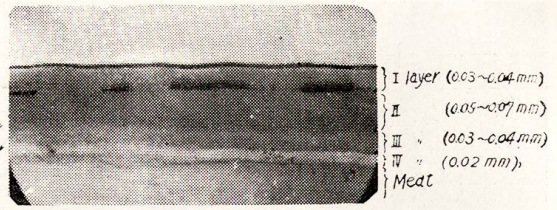


Fig. 4-b. Constitution of squid epidermis and the position of pigment-cells at C part ($\times 90$).

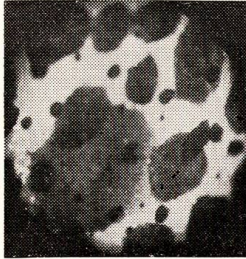


Fig. 6-a. Microscopic photograph of pigment-cells at A part of morning-burn squid surface skin. (see Fig. 1-a, b) ($\times 55$).

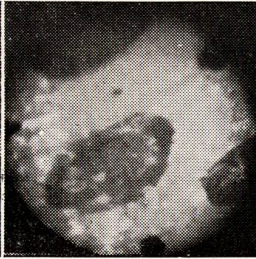


Fig. 6-b. At C part. ($\times 55$)



Fig. 7-a. Microscopic photograph of pigment-cells at A part of epidermis of squid sauce ($\times 55$).



Fig. 7-b. At C part. ($\times 55$).



Fig. 8-a. Distribution of pigment-cells in the skin before water steeping.

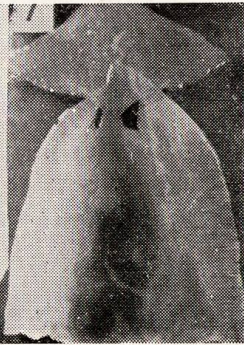


Fig. 8-b. After water steeping.



Fig. 8-c. Microscopic photograph of pigment-cells at A part after water steeping ($\times 60$).



Fig. 8-d. At C part after water steeping ($\times 60$).



Fig. 9-a. Distribution of pigment-cells in the epidermis and meat before water steeping.



Fig. 9-b. After water steeping.

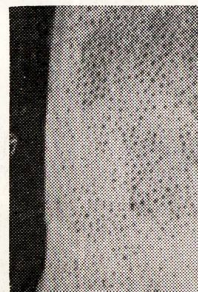


Fig. 9-c. Magnification of C part before water steeping.



Fig. 9-d. Magnification of A part before water steeping.

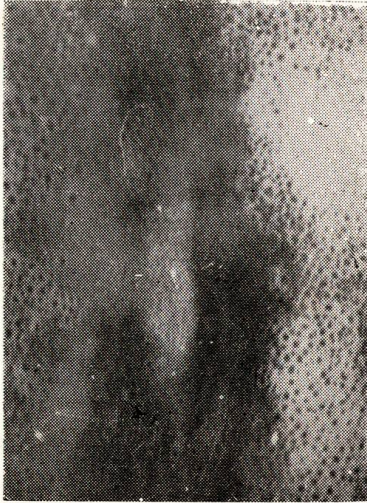


Fig. 9-e. Magnification of A part before water steeping. (II)

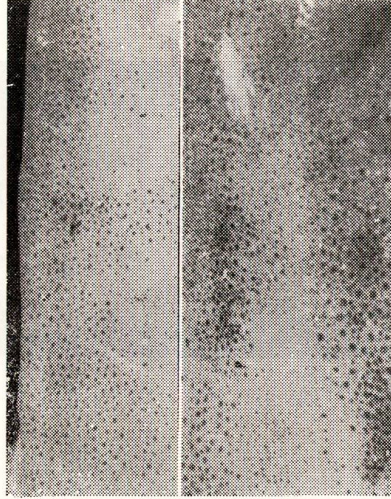


Fig. 9-f. Magnification of C part after water steeping.



Fig. 9-g. Magnification of A part after water steeping.

Fig. 9-h. Magnification of A part after water steeping. (1 part of Fig. 9-b.)



Fig. 9-i. Microscopic photograph of pigment-cells at A part after water steeping ($\times 65$).

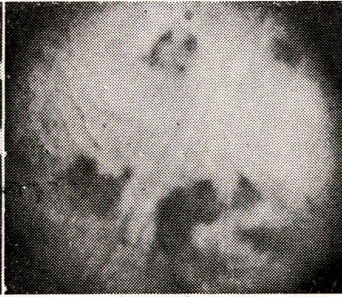


Fig. 9-j. At C part after water steeping ($\times 60$) (I).



Fig. 9-k. At C part after water steeping ($\times 60$) (II).



Fig. 10-a. Distribution of pigment-cells in the skin before sea water steeping.



Fig. 10-b. After sea water steeping.

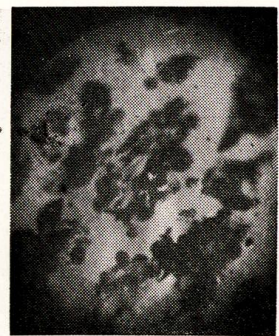


Fig. 10-c. Microscopic photograph of pigment-cells at A part after sea water steeping ($\times 60$).

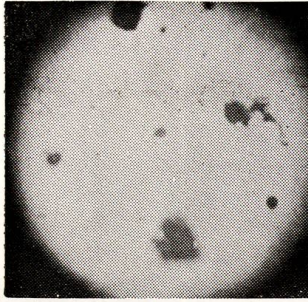


Fig. 10-d. At C part after sea water steeping. (I) ($\times 65$)

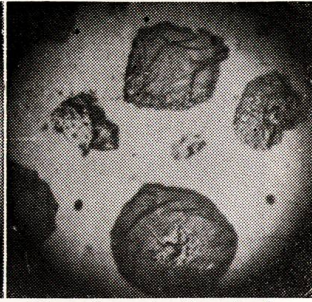


Fig. 10-e. At C part after sea water steeping. (II) ($\times 65$)



Fig. 11. Distribution of pigment cells of the skin and meat after sea water steeping.

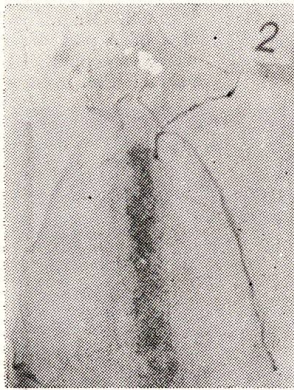


Fig. 12-a. Distribution of pigment-cells in the skin before steeping in buffer solution of pH 8.0

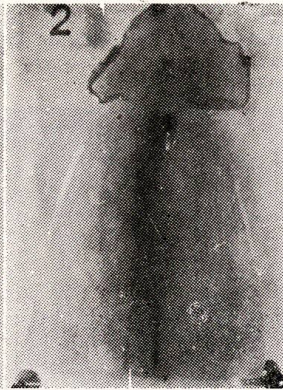


Fig. 12-b. After steeping in buffer solution of pH 8.0.

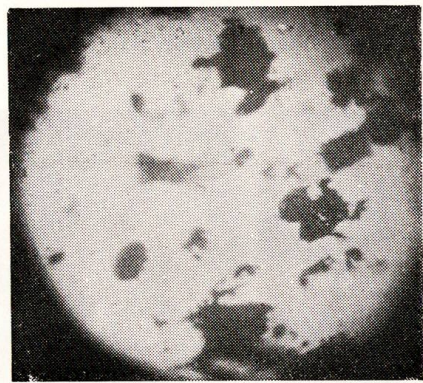


Fig. 12-c. Magnification of A part after steeping in buffer solution of pH 8.0 ($\times 85$).



Fig. 12-d. Magnification of C part after steeping buffer solution of pH 8.0 ($\times 85$).



Fig. 13-a. Distribution of pigment-cells in the skin before steeping in buffer solution of pH 4.0.



Fig. 13-b. After steeping in buffer solution of pH 4.0.

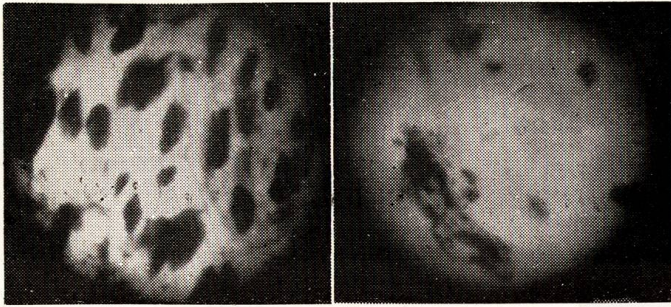


Fig. 13-d. Microscopic photograph of pigment cells at C part after steeping in buffer solution of pH. 4.0 ($\times 70$).
 Fig. 13-c. At-A part after steeping in buffer solution of pH. 4.0 ($\times 70$).



Fig. 14-a. Distribution of pigment cells at the skin which was recovered on the meat once after skinning.



Fig. 14-b. Ibid (held at room temp. for 7 days),

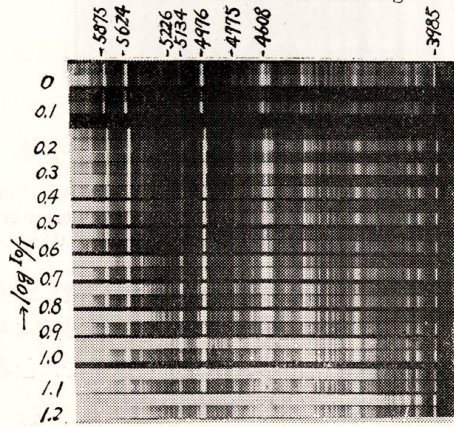


Fig. 15. Adsorption spectrophotograph of chromoprotein solution of squid epidermis. (1 cm soln. length., conc. of soln., 0.023%)

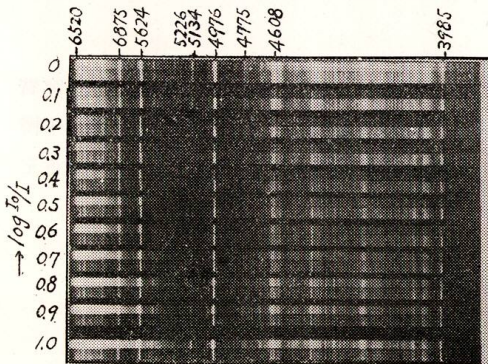


Fig. 15. Adsorption spectrophotograph of chromoprotein solution of squid ink. (1 cm soln. length., conc. of soln., 0.005%)

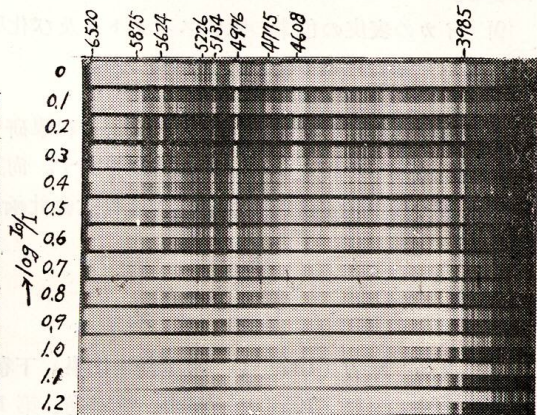


Fig. 17. Adsorption spectrophotograph of the solution which were stabilized by formalin at A part (see Fig. 1-a) (1cm soln. length., conc. of soln., 0.038%)

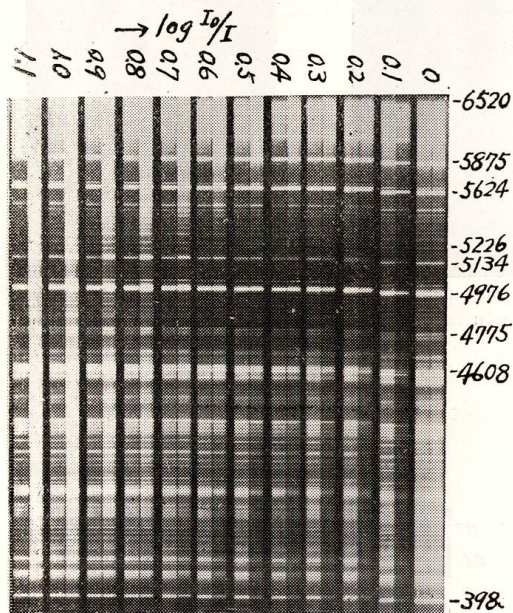


Fig. 18. Adsorption spectrophotograph of the solution which were stabilized by formalin at C part (see Fig. 1-a) (1 cm soln. length., conc. of soln., 0.29%)

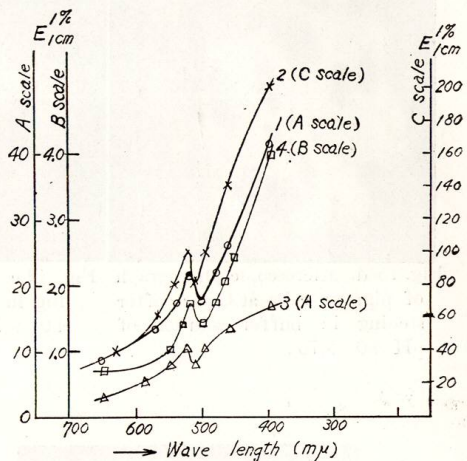


Fig. 19. Adsorption curve of chromoprotein solution of squid epidermis and squid ink.

1. Squid epidermis.
2. Squid ink.
3. Squid epidermis which were stabilized by formalin at A part.
4. Ibid (at C part).

(6) 海水に浸漬する場合も淡水に浸漬した場合と略々同じである。

(7) 各種 pH 値を有する緩衝液に浸漬する場合 pH 8.0 以上の溶液中では浸漬後約 2~3 時間で色素細胞は溶出し、pH 5.5 以下では色素細胞は淡水又は海水に浸漬した場合と同じく縮少し、表皮は白色味を帯びる。

(8) 新鮮イカを堆積して放置した場合は鮮度の低下と共に色素細胞は縮少或は消失し、表皮は白色味を帯びるに至る。更に鮮度が低下して肉質が分解し、塩基性物質の蓄積により pH 値が 7.0 以上に上昇すれば一旦縮少した色素細胞は體表にて溶解し、そのため肉表全面が淡紅赤に變る。

(9) イカの表皮の色素の吸収スペクトル及び化學的性質を検した結果、イカ墨の色素と同じくメラニン系の色素であることが判つた。

本研究はその研究費の一部を夫々文部省科學研究費及び函館市役所内函館水産振興會研究費によつて遂行した。こゝに深甚の謝意を表す。尙試料の採取に當つては農林省輸出検査所小樽支所水産課長中村安藏氏及び小幡物産株式会社函館支社の御好意を得た。併せて深甚の謝意を表す。

文 献

- (1) 大島 幸吉 (1949): 水産動物化學、下卷、441頁
- (2) 吉松 廣延 (1951): 科學、第21卷、第1號、11頁
- (3) 木村金太郎 (1933): 水産製造全書、下卷、1090頁

(水産科學研究所業績 第110號)