



Title	イカ完全利用に関する研究：第15報 スルメ製造に関する研究(其の七) 雨イカ防止に関する研究
Author(s)	谷川, 英一; 長沢, 善雄; 金石, 和哉; 杉山, 隆
Citation	北海道大學水産學部研究彙報, 7(3), 252-269
Issue Date	1956-11
Doc URL	http://hdl.handle.net/2115/22974
Type	bulletin (article)
File Information	7(3)_P252-269.pdf



[Instructions for use](#)

イカ完全利用に関する研究

第15報 スルメ製造に関する研究(其の七)

雨イカ防止に関する研究

谷川英一・長沢善雄・金石和哉・杉山 隆

(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*)

XV. "Rained-on Dried Squid" ("Amaika") and Methods for Preventing the Occurrence

Eiichi TANIKAWA, Yoshio NAGASAWA, Kazuya KANAISHI
and Takashi SUGIYAMA

Abstract

During the sun-drying of squid meat, if rain occurs, the surface of the squid meat reddens and becomes glossy, the thickness of the squid meat lessens, the cephalic part somewhat blackens and the podia part loses the suckers. Squid meat which shows those appearances is called "Rained-on dried squid", ("Amaika"). The cause of the occurrence of "Amaika" is as follows: When it rains, the relative humidity of the atmosphere has already become high (95-100%), accordingly the meat decomposes rapidly; pH value of the meat turns gradually from pH 4.5 to 6.5 in late period shifts to alkaline side. The pigment cells under the epidermis dissolve and the pigment extrudes when the meat is alkaline, therefore the surface of the squid reddens. The squid meat protein which is dissolvable by water is dissolved out by rain water, therefore the dried squid meat becomes thin. The thin dried meat remains as a fibrous meat, which becomes easy to split lengthwise. The slime which is derived from the decomposed substances of squid meat covers all the surface of the body of squid and becomes glossy.

In order to prevent the occurrence of "Amaika", Kokichi Oshima has fixed the pigment cells by acetic acid and magnesium sulphate. But when it rains continuously, the acetic acid is washed out and the effect on prevention of the meat will be reduced.

The authors have tried to fix the pigment cells under the epidermis of squid and to prevent the decomposition of the meat by means of dehydroacetic acid. Furthermore the authors have tried to prevent the washing out of the reagent added by a kind of surface active agent, "span-20" (Sorbitan monolaurate), and to prevent the dissolving out of the protein of squid meat by covering the squid bodies under a polyethylene sheet. By the above-described methods, the occurrence of "Amaika" can be prevented.

雨イカというのはイカを調理してスルメに乾燥する途中において雨にあつたものをいう。雨イカの状態は雨が降る時はすでに湿度高くイカ肉質の分解速かたで、腐臭を生じ、肉質のpHも4.5から6.5位までになっている。時にはアルカリ性になり、このため皮下の色素細胞内の色素は流出し、肉面は赤味をおびるにいたる。又雨水にあたるため、魚体肉蛋白中可溶性のものは溶解し、肉の厚さは段々薄くなる。従つて肉繊維のみが残るようになり、これを乾燥しても肉の薄いスルメが出来、縦にも裂け易くなる。又このようなスルメは胴部は赤褐色となり、脚部は黒褐色となり、その吸盤は殆んど脱落する。又胴部、脚部共に肉蛋白の分解による粘質物の表面で乾固して附着している状態となる。このようなスルメ製品は検査等級も五等品とな

り、輸出品とはならない。毎年約10万貫程度のもがこの製品となつている。

若しこの場合雨水に直接あたつていなければムレ¹⁾の状態となる。

雨イカを防止する方法としては大島等²⁾の醋酸を用いて肉質を酸性にし、色素の流出を防ぐ方法があるが、この方法では雨水による水溶性蛋白の流出を防ぐことが出来ないし、従つて肉繊維の弱くなる恐れがあり、又醋酸の流れ出すこともある。

著者等は先ずこの雨イカの発生の機構を明らかにし、次にその防止法としてイカの皮下の色素細胞を固定して色素の流出を防ぎ、且つ肉質を防腐してアルカリ性になることを防ぎ、又水溶性蛋白の流出を防ぐためポリエチレン・ハウスを用いることを考案し、これを実験室内及び実地に実験し、一応成功を収めたのでここに報告する。

I 雨イカ発生に対する温度の影響

スルメ製造中高温多湿の時はムレイカを生じ、雨天の場合は雨イカを生ずることは前述の如くである。然るに雨天の日は大気中の湿度はすでに高く(関係湿度100%に近い)、従つてこの場合湿度の差異よりも温度の差異が雨イカ発生に如何に影響するかを検討すべきである。

(1) 試料及び実験方法

函館沖で漁獲された鮮度良好な秋イカ(10月頃のもの)を試料に供した。これをスルメ製造時と同様に処理した後、胴部のみを前報³⁾に報告したような恒温恒湿装置内に吊下し、これに人工的に一定温度の水を灌水し得るようにし、その灌水量を60~100 mm/cm²・hr.とし、関係湿度は90~95%に保ち、温度のみ25°Cと15°Cの如く変えて雨イカ発生の状態を調べた。

雨イカの状態の判定はムレ状態判定¹⁾の時と同じく、揮発性塩基窒素(V.B.-N)量、pH、インドールの検出(ペーパークロマトグラフ法による)並びに色素細胞の状態³⁾(150倍拡大)及び官能的検査によつた。尙重量変化をも測定しておいた。

(2) 実験結果

前記の如くして行つて得た実験結果は第1表及び第2表の如くである。

第1表により明らかなようにイカ肉の重量は(灌)水を吸収して膨潤し、約1.2%急激に増加するが、その後平衡に達する。V.B.-N量はイカが灌水(実験的雨水)に曝されると表面のV.B.-Nは流出されるため一度急激に減少するが24時間以後では漸増する。又V.B.-N量45mg%以上でインドールが検出され始めた。色

Table 1. Change of squid meat left at 25°C, R. H. 85~90%

Leaving time (hr.)	Weight of squid (g)	Temp. (°C)	R. H. (%)	V.B.-N (mg%)	pH	Indol	Condition of pigment cells (Tachiki's grade) ³⁾	Organoleptic test
0	197.0	25	85	16.7	5.1	-	(A)	Very fresh
4	210.0	25	85	16.0	5.5	-	(A)	Fresh
24	214.0	25	85	16.5	5.3	-	(D) (E)	Pigment cells dissolved, the surface of the body reddened. More or less abnormal smell
48	214.0	25	85	43.4	6.0	+	(F)	Elasticity of the meat diminished. Bad smell
72	214.0	25	85	59.1	6.7	+	(F)	Putrefactive smell remarkable

Table 2. Change of squid meat left at 15°C, R. H. 95~100%

Leaving time (hr.)	Weight of squid (g)	Temp. (°C)	R. H. (%)	V.B.-N (mg%)	pH	Indol	Condition of pigment cells (Tachiki's grade)	Organoleptic test
0	184.0	15	95	10.0	5.7	-	(A)	Very fresh
24	230.0	16	95	22.0	5.5	-	(C)	Appearance unchanged, meat softened, more or less putrefactive smell. Pigment cell began to dissolve.
48	230.0	18	95~100	24.0	5.4	±	(D) (E)	Putrefactive smell. Surface of squid reddened and slimy
72	230.0	15	95~100	50.1	6.4	+	(F)	Remarkable putrefactive smell
96	232.0	15	95	105	7.1	+	(F)	Completely putrefied

素粒は48時間後には完全に崩壊して線状となり、立木氏によるスルメ鮮度による色素細胞の標準¹⁾から云つても完全に「雨イカ」の状態となっている。即ち25°C (R.H. 95%)では48時間後位から「雨イカ」となる。

又第2表の温度15°Cの場合をみるに、灌水によりイカ重量は増加するが、24時間後には恒量となる。V.B.-N量、pHは何れも48時間以内では余り変化はなかつた。V.B.-N量は24時間後より急激に増加した。色素細胞は72時間後には著しく崩壊し、線状となり、「雨イカ」の様相を呈している。官能検査の結果では48時間後では臭気は感ぜられないが、色素細胞はやゝ溶出し、肉質は軟化する。併し72時間では明らかに腐敗臭を発生し、イカの体の表面は赤色となり、表面に粘質物を生ずる。更に96時間では完全に腐敗し、臭気も著しい。インドールは75~80時間後より発生する。これらの結果から温度15°C、R.H. 95%では72時間後に雨イカの様相を呈するようになる。即ち「雨イカ」はムレイカと同じように肉中のV.B.-N量が30mg%、pH 6.0以上となつた時にその様相を明らかに呈するものであり、その色素細胞の状態で明らかに区別することが出来る。即ち色素細胞は崩壊し、流失して線状となる。而して多湿度 (R.H. 90~95%の場合) の時は25°Cで24~30時間、15°Cでは72時間で完全に雨イカの様相を呈するにいたる。この点からみても雨イカの発生は温度により著しく影響されることが判る。従つて夏季雨天の場合は降雨中にイカを24~30時間以上おけば必ず「雨イカ」となる。

II 急速に各含水量まで乾燥したイカの灌水 (降雨) による変化

イカ肉の含水量と腐敗性との関係については既に明らかにした。即ち50~60%の含水量まで急速に乾燥すればその腐敗速度 $\lambda(\gamma)$ は生イカの場合の $1/10$ になることをみた³⁾。こゝで著者等はイカを急速に約70, 50, 30%に夫々乾燥して灌水中においた場合の諸種の変化をみた。

(1) 試料及び実験方法

函館沖で漁獲された鮮度良好な秋イカをスルメ製造時と同じように調理し、室内で乾燥し水分含有量約70, 50, 30%とした。イカ肉の水分含量は乾燥度 (γ) を求めることにより算出した³⁾。これ等各種含水量の異なるイカを温度25°C、R.H. 80~90%の恒温恒湿室内に吊下し、灌水温度17~20°C、灌水量60~100 mm/cm²・hr.の環境におき、一定時間毎に魚体重量、V.B.-N量、pH、細菌数等を測定した。

(2) 実験結果

前記の如くして行つて得た実験結果は第3~5表の如くである。

Table 3. Change of squid meat having about 70% water-content which has left in falling water

Leaving time (hr.)	Weight of squid (g)	Temp. (°C)	R. H. (%)	V.B.-N (mg%)	pH	Bacterial count	Condition of pigment cells (Tachiki's grade)	Organoleptic test
0	98	25	80	—	6.3	—	(A)	Surface dried. Pigment cells was complete.
20	125	25	80~85	25.4	6.1	27×10^3	(C)	Meat absorbed water, and swollen. Meat is more hard than raw squid meat. Odour and colour of the meat and pigment cells are as well as the raw squid.
44	145	25	80~85	12.6	6.3	35×10^5	(E)	Meat somewhat softens. Smell other than fresh fish smell began to grow. Pigment cells dissolved out.
58	159	25	80~85	32.0	7.5	70×10^6	(F)	Complete putrefactive smell. Pigment cells dissolved out. Surface reddened.
Raw	164							

Table 4. Change of squid meat having about 50% water-content which has left in falling water

Leaving time (hr.)	Weight of squid (g)	Temp. (°C)	R. H. (%)	V.B.-N (mg%)	pH	Bacterial count	Condition of pigment cells (Tachiki's grade)	Organoleptic test
0	48	25	80	34.7	6.0	96×10^3	(A)	Meat dried. Pigment cells was complete, and as well as raw squid.
24	87	25	85	24.9	6.2	22×10^4	(B)	Meat absorb water and swollen. Odour of the meat and pigment cells are as well as raw squid.
48	104	25	85	27.9	6.6	67×10^4	(D)	Smell other than fresh fish smell began to grow. Pigment cells began to dissolve.
72	113	25	85	34.6	6.6	25×10^6	(E)	Complete putrefactive smell. Pigment cells dissolved out, and surface reddened. Some pigment cells remained unchange.
Raw	98							

Table 5. Change of squid meat having about 30% water-content which has left in falling water

Leaving time (hr.)	Weight of squid (g)	Temp. (°C)	R. H. (%)	V.B.-N (mg%)	pH	Bacterial count	Condition of pigment cells (Tachiki's grade)	Organoleptic test
0	24	25	80	22.0	6.1	30×10 ³	(B)	Meat dried. Pigment cells were as well as raw squid.
24	24	25	80~85	8.7	6.3	41×10 ³	(C)	Meat somewhat swollen, and softened. Colour of the surface was turbid.
48	74	25	80~85	6.8	6.4	15×10 ⁴	(C)	Meat swollen and softened. Meat was not elastic. Pigment cells began to dissolve.
72	74	25	80~85	6.0	7.0	29×10 ⁵	(D)	Meat was as well as after 48 hours.
96	74	25	80~85	—	—	—	—	—
120	76	25	80~85	6.7	7.4		(E)~(F)	Meat softened, putrefactive smell. Pigment cells dissolved out. Surface reddened.
Raw	138							

第3~5表より明らかなように、各種含水量にまで乾燥したイカが濯水中におかれた場合、何れもその重量は増加する。然しその変化は乾燥度(含水量)によつて異なる。即ち含水量の少ない場合、即ち30%のイカ肉では48時間後に始めの重量の80%となり、平衡状態に達し、その後の重量変化は少ない。然し含水量50%及び70%のイカでは濯水によりその重量は次第に増加し、72時間後になつても平衡に達しない。48時間後におけるイカの重量は50%の含水量のものでは217%、70%含水量のものでは148%となつてゐる。これを夫々生鮮の時の重量と比較すると、含水量30%、50%、70%のものは夫々48時間後54%、106%、92%となり、後二者は乾燥前と同じ状態となる。V.B.-N量は含水量70%及び50%のイカでは24時間後に急激に減少し、48時間後に至り増加し始める。然し含水量30%のイカでは72時間後まで減少し、それ以後に増加し始める。このようなV.B.-N量の変化は濯水により吸水し、そのため分解して生ずるV.E.-Nが溶出し流出するため一旦減少するものと考えられるが、細菌数の増加によつても明らかなように、イカ肉質の分解が進行すればV.B.-N量の溶出量に比し生成量が多くなるため後期に至り増加するものと考えられる。pH及び細菌数の変化は70%及び50%の含水量のイカ肉では漸次増加し、その傾向には大差が認められない。然し含水量30%の場合にはその変化はおそくなる。

色素細胞の顕微鏡検査及び官能検査結果よりみるに、各種含水量のイカが濯水中に放置された場合、雨イカになるまでの時間は含水量30%のイカでは120時間後、含水量50%及び70%のイカでは夫々72時間後及び58時間後である。即ち同一条件で、生イカが48時間後に雨イカとなる²⁾となることと比較して含水量の少ないもの程、雨イカ発生までの時間が長くなる。又一応乾燥して含水量の少なくなつたイカ肉の色素細胞の流出状態は生イカ¹⁾の場合と多少異なり、化学的及び官能検査の結果よりみて同一の腐敗の程度と認められるものでも、生イカの場合の如く完全に流出することなく、その色素細胞は部分的に多少残つてゐる。これは乾燥の初期において色素細胞が乾燥によつてある程度固定されるためであると考えられる。

III イカ色素細胞の固定について

雨イカを防止する手段として、皮下にある色素細胞を新鮮なうちに固定し、色素の流出を防ぐことは重要なことである。大島等²⁾は色素細胞は肉質が酸性である時は崩壊しないことから硼酸、醋酸、塩酸、酒石酸

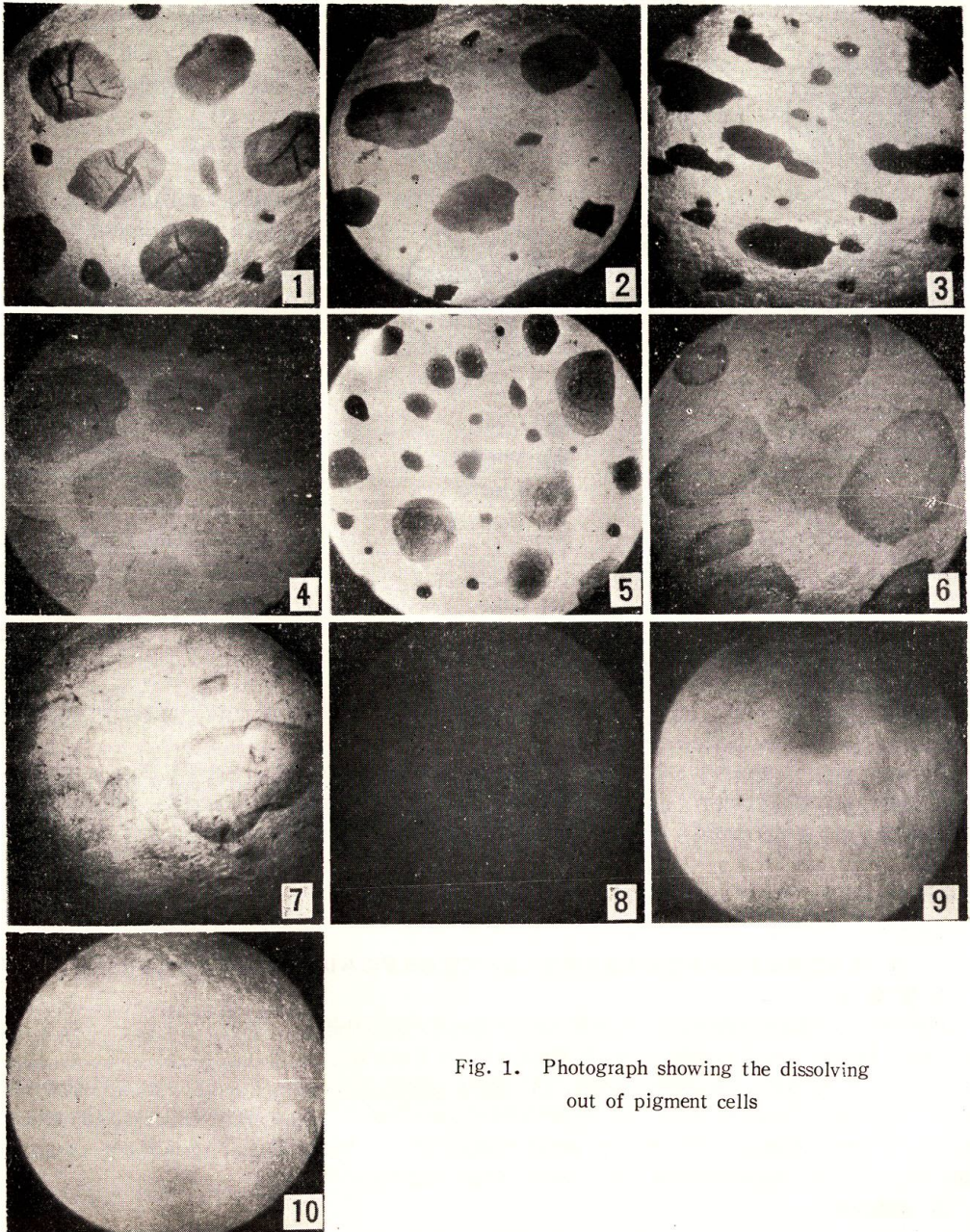


Fig. 1. Photograph showing the dissolving out of pigment cells

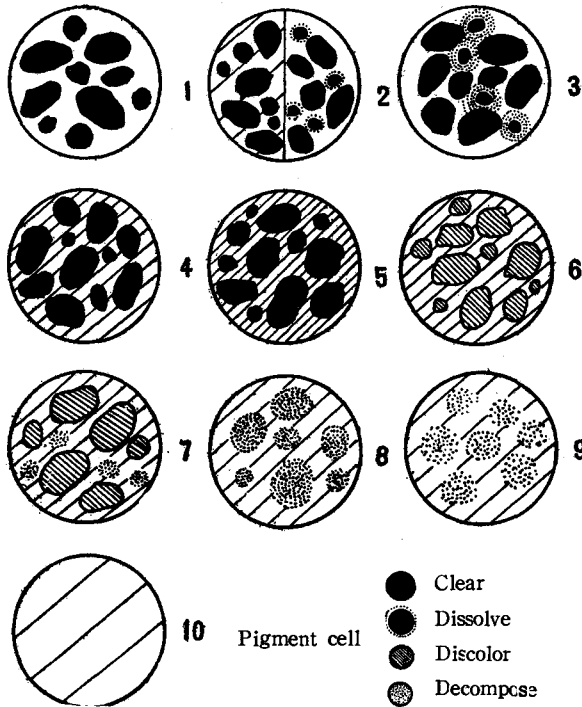


Fig. 2. Model chart divided into 10 grades of the dissolving out of pigment cells

等を以て色素の固定と崩壊防止の実験を行い、醋酸が最も良好であることを見、これに硫酸マグネシヤを添加し、雨イカ防止剤(特許72,308号)としている。こゝで著者等も更に多くの種類の酸類、塩類及びアルコール類、有機溶媒を使用し、色素細胞の固定並びに崩壊防止効果を実験した。

(1) 実験方法

先ず新鮮なスルメイカの胴の背部の正中線から離れて皮下色素細胞が孤立的に存在する部分から5~6 cmの肉片を皮付きのまま切り取つてそれらの部分を種々の濃度の薬品中に浸漬し、所定時間後とり出して色素細胞の状態を顕微鏡下(×40)で観察し、後1~2時間室温で乾燥し、後肉質が分解した場合を想定し、肉質をアルカリ性にするために0.05% NaOH 溶液中に浸漬し、色素の溶出状態を時間的に観察した。その色素の溶出状況(第1図)を注意して観察した結果、次の第2図の模式図の如く10区劃に細別される。これを立木⁴⁾又は谷川等⁵⁾が色素細胞の変化

状況から作った標準と比較すると第6表(次頁)の如くである。

(2) 実験結果

各種薬品に浸漬し色素細胞を固定後、乾燥した後、アルカリ液に浸漬して固定した色素細胞の溶出状態を立木標準で記載すると第7~9表の如くである。

第7~9表に記載した実験結果よりみると、イカ表皮下の色素細胞の固定剤として醋酸を使用したものが最もよい結果を示している。このことは先に大島³⁾が行つた実験結果を追証しているものと云えよう。2種以上の有機酸を用うる場合は醋酸とコハク酸又は酒石酸との混合液がよい結果を与えることが判つた。アルコール類としてはエチルアルコールを添加したものがよかつた。タンニン酸を有機酸に混合した溶液に浸漬する場合は効果がよいが、タンニン酸を使用した場合、スルメの肉質を硬くすることがあるので更にこの点については検討を要する。

IV 各種色素細胞固定剤に浸漬後高温において灌水せずにムレさせた場合の色素溶出状況

(1) 実験法

前項において色素細胞を固定するのに効果があると思われた次の固定剤にイカを1時間浸漬し、後 R. H. 90~95%, 温度20~25°C の環境に放置して灌水せずにムレさせた場合の色素の溶出状態を比較した。固定剤としては(1)水(対照), (2)醋酸5%溶液, (3)醋酸3%溶液と酒石酸2%溶液の混合液, (4)醋酸3%溶液とコハク酸2%溶液との混合液, (5)醋酸5%溶液とクエン酸ソーダ3%溶液との混合液, (6)醋酸5%とタンニン酸0.5%溶液との混合物, (7)醋酸5%溶液, タンニン酸0.5%溶液, エチルアルコール5%溶液との混合液, (8)酒石酸3%溶液とクエン酸2%溶液との混合液等を用いた。

(2) 実験結果

水(対照)に浸漬したものでは1昼夜で色素を溶出し、表皮に接する肉部も淡青色に着色した。他の固定

Table 6. The comparison of dissolving of pigment cells in this experiment with Tachiki's grade of the change of pigment cells

Change of pigment cells in this experiment	No. 1	No. 2	Nos. 3,4	Nos. 5,6	Nos. 7,8	Nos. 9,10
Tachiki's grade	(A)	(B)	(C)	(D)	(E)	(F)

Table 7. Changes of pigment cells fixed with mixed solution of organic acids and NaCl, Ethyl alcohol

Kinds of fixing solution of pigment cells	Time immersed in 0.05% NaOH solution	Tachiki's grade	
		1 hr.	3 hrs.
Acetic acid 5%		(B)	(D)
Acetic acid 5% + Oxalic acid 2%		(C)	(D)
Acetic acid 3% + Formic acid 2%		(B)	(E)
Acetic acid 3% + Citric acid 2%		(A)	(D)
Acetic acid 3% + Succinic acid 2%		(A)	(C)
Acetic acid 3% + Tartaric acid 2%		(A)	(C)
Acetic acid 3% + Boric acid 2%		(A)	(D)
Acetic acid 5% + NaCl 2%		(B)	(D)
Citric acid 5% + "		(A)	(F)
Tartaric acid 5% + "		(A)	(F)
Boric acid 5% + "		(C)	(E)
Boric acid 5%		(C)	(E)
Tartaric acid 5%		(A)	(E)
Tannic acid 5%		(D)	(D)
Tannic acid 0.5%		(D)	(F)
Tannic acid 0.1%		(D)	(F)
Tannic acid 0.5% + Ethyl alcohol 5%		(E)	(F)
Succinic acid 3% + Citric acid 2%		(A)	(C)
Tartaric acid 3% + "		(A)	(A)
Tartaric acid 3% + Succinic acid 2%		(A)	(C)

剤に浸漬したものはタンニン酸を混合したものを除いた全部のものが2昼夜後にはかなりの色素の溶出をみた。タンニン酸を含むものは3昼夜後で表皮がやや軟化するが、色素の溶出状態は他の固定剤に浸漬したものより少く、良好な結果を得た。

以上の結果からタンニン酸を有機酸と混合使用することは色素溶出防止の点からみれば良いということが判つた。併し雨イカの他の現象を防止し得るか否かについては次項に述べたい。

V 各種色素固定剤でイカ色素を固定後灌水中においた場合の変化

(1) 実験法

前項においてタンニンを使用した場合、イカの表皮下の色素細胞を固定するのに良好な結果が得られたのでここではイカを各種固定剤(タンニン酸液、大島式雨イカ防止剤)又は防腐剤(フラスキン、デハイドロ酢酸)の溶液中に浸漬し、これを前報の恒温恒湿装置内で灌水の出来る装置⁹⁾中に吊下し、温度24°C ± 2°C, R.H. 85~90%で灌水させながら放置してその雨イカ状態をV.B.-N量, pH, 色素細胞及び外観状態から観察した。

(2) 実験結果

実験結果は第10表乃至第15表に示す如くである。

第10表はタンニンの0.5%溶

Table 8. Changes of pigment cells fixed with mixed solutions of organic acids and ethyl alcohol

Kinds of fixing solution of pigment cells	Time immersed in 0.05% NaOH solution	Tachiki's grade	
		1 hr.	3 hrs.
Acetic acid 5% + Tannic acid 0.5%		(A)	(A)
Succinic acid 5% + "		(A)	(A)
Citric acid 5% + "		(A)	(A)
Tartaric acid 5% + "		(A)	(A)
Acetic acid 5% + Tannic acid 0.5% + EtOH 10%		(A)	(A)
Succinic acid 5% + Tannic acid 0.5% + EtOH 10%		(A)	(A)
Citric acid 5% + Tannic acid 0.5% + EtOH 10%		(A)	(A)
Tartaric acid 5% + Tannic acid 0.5% + EtOH 10%		(A)	(A)

Table 9. Change of pigment cells fixed with mixed solutions of organic acids and Na salts and NaCl

Kinds of fixing solution of pigment cells	Time immersed in 0.05% NaOH solution	Tachiki's grade	
		1 hr.	3 hrs.
Acetic acid 5% + Tannic acid 0.5% + NaCl 3%		(A)	(B)
Citric acid 5% + Tannic acid 0.5% + NaCl 3%		(A)	(B)
Tartaric acid 5% + Tannic acid 0.5% + NaCl 3%		(A)	(B)
Succinic acid 5% + Tannic acid 0.5% + NaCl 3%		(B)	(B)
Acetic acid 5% + Na-citrate 3%		(B)	(C)
Citric acid 5% + Na-acetate 3%		(C)	(D)
Tartaric acid 5% + Na-citrate 3%		(A)	(B)
" + Na-acetate 3%		(A)	(B)
Succinic acid 5% + Na-acetate 3%		(A)	(D)
" + Na-citrate 3%		(A)	(E)
Acetic acid 5% + Na-phosphate 3%		(A)	(D)
Citric acid 5% + Tannic acid 0.1%		(B)	(C)

液に浸漬後灌水中に放置した場合で、この表で明らかな如く灌水時間の経過と共に、イカは吸水し、その重量を増加し、灌水後48時間頃で最大となり、その後はやや減少している。V.B.-N量の変化は灌水中の放置時間の経過と共に漸減している。これは灌水にあたって生成したV.B.-Nが流出したためであろうと考えられる。然し76時間(3日目)頃より附着していた細菌の増殖が盛んとなるため蛋白の分解も劇しく、V.B.-N量は増加し始め、この時期ではpHは6.0以上となり、色素も溶出し、肉質の軟化及び臭気の発生量より雨イカの現象がはつきりと認められた。そしてこのように雨イカの様相を呈したイカを乾燥すれば肉質が硬くなる。

次に大島式雨イカ防止剤の溶液に浸漬後、灌水中に放置した場合の実験結果を示す第11表よりみるに、イカの重量は前表と同じように灌水の始めは急激に増加し、72時間後に恒量となりV.B.-N量は一旦急激に増加し、その後は次第に減少し、放置後58時間目に最少となり、72時間以後ではpH6.0以上となった。官能検査結果も48時間以後になつて漸くやや異臭を感じ始め、色素も溶出し始めている。58時間目には判然と異臭が出ている。72時間目には腐敗臭も著しく、色素も著しく溶出してイカ肉は赤変している。なお之等のイカ肉を乾燥したスルメはタンニン酸溶液で処理したものよりよい結果を得たが、それにして

Table 10. After immersing squid in 0.5% tannic acid solution, the squid has left in falling water

Leaving time (hr.)	Weight of squid (g)	Temp. (°C)	R. H. (%)	V.B.-N (mg%)	pH	Tachiki's grade*	Appearance
0	194	24	85	9.8	5.5	(A)	Fresh
24	232	24.5	85~90	10.0	5.5	(A)~(B)	No smell, meat hardened, color of the body became grey. Skin was thick.
48	237	24	85	6.1	5.6	(C)	No smell, meat hardened, color of the body became muddy grey. Skinning was easy.
72	230	24.5	85	14.7	5.9	(D)~(E)	Meat hardened, slight smell
76	230	24.5	85	32.7	5.8	(E)~(F)	Putrefactive smell

* Condition of pigment cells

Table 11. After immersing squid in the mixed solution of acetic acid and MgSO₄, the squid has left in falling water

Leaving time (hr.)	Weight of squid (g)	Temp. (°C)	R. H. (%)	V.B.-N (mg%)	pH	Tachiki's grade	Appearance
0	191	23	90	10.0	5.4	(A)~(B)	Fresh
24	234	25	80~85	12.0	5.4	(C)~(D)	Meat was soft, no smell, like raw meat. Pigment cells began to dissolve. Surface reddened somewhat.
48	238	25	80~85	6.0	5.7	(E)	Meat was soft, somewhat smelly. Pigment cells began to dissolve.
60	238	25	85	4.1	5.7	(F)	Putrefactive smell. Pigment cells dissolved out.
72	238	25	80~85	8.7	6.0	(F)	Putrefactive smell. Pigment cells dissolved out.

も雨イカとして状態は顕著に現われている。

以上の結果より大島式雨イカ防止剤によつて処理した場合と0.5%タンニン酸で処理した場合とを比較するに、タンニン酸処理のものは72~76時間後にV.B.-N量は急増し、色素もやや溶出し、官能試験によつても腐敗が認められるのに対し、大島式雨イカ防止剤を使用した場合は60時間目頃よりV.B.-N量は急増し、腐敗臭を発生し、色素の流出が始まり、特に72時間目以後では色素の溶出程度は甚だしくなつてゐる。而して之等の薬品で処理したのもも雨イカの様相を呈した後に乾燥すれば肉質が硬くなつてゐる。又吸水量にも差異があり、大島式雨イカ防止剤で処理した場合は始めのイカ重量に対し21.6%吸水したのに対し、タンニン酸で処理したものは25.6%である。之等吸水量の差異はイカ肉表面の蛋白変性の程度に差異があるためと

思われる。なお大島式雨イカ防止剤には醋酸を使用しているが、放置初期ではイカ肉表面の蛋白を変性させ幾分防腐効果も認められ、色素の固定も前項試験と同様に効果はあるが、タンニン酸処理に比ぶれば色素の固定はやや劣るようである。又灌水によつて醋酸の流失があり、従つて灌水中では約48時間放置すれば雨イカ防止効果はうすれてゆくようである。

次に、先に五十嵐等⁶⁾又は岩手県水産試験場⁷⁾によつてフラスキンによる雨イカの防止法の実験が行われたが、岩手県水試の実験においてはフラスキンに醋酸を添加したものが(フラスキン0.05gを0.25%醋酸液に添加)腐敗防止に有効であることを認めている。著者等もフラスキンを使用した場合、その処理後灌水した時のイカの色素状態を比較するために行つた実験結果は第12表及び第13表の如くである。

第12表は0.5% フラスキン溶液で、第13表は1% フラスキン溶液で処理した場合を示すもので、これらの表をみて明らかなように、0.5%又は1% フラスキン溶液に5分間浸漬したイカ肉は48時間までは何等色素細胞にも変化なく、又臭気も出ていないし、pH6.6である。併し72時間目には色素細胞も溶出し始め、腐敗臭が出はじめており、pHもアルカリ性側になっている。フラスキンの1%と0.5%の濃度の差では雨イカ防止の効果の点では大差はない。即ち我々が期待したほど大きい効果は認められなかつた。

最後に乾燥食品に対して防腐効果大であると云われているデハイドロ醋酸(D.H.A)の1%及び2%溶液に5分間浸漬し、灌水中に放置した時の結果は第14表の如くである。

第14表はD.H.A. 1%溶液に、第15表は同2%溶液に5分間浸漬した場合を示すもので、それらの表より明らかなように、D.H.A.も48時間までは変化なく、色素細胞の状態は72時間目より変化しており、pHも6.5~6.6となり、漸く雨イカの様相を示し始めている。これはD.H.A.が微酸性を呈するため色素細胞の崩壊流失を幾分阻止するためと思われる。

Table 12. After immersing squid in 0.5% fraskin (nitrofrazon) solution, t' e squid has left in falling water

Leaving time (hr.)	Weight of squid (g)	Temp. (°C)	R. H. (%)	V.B.-N (mg%)	pH	Bacterial count	Tachiki's grade	Appearance
0	145	25	80~85	14.0	6.0	71×10 ⁵	(A)	Fresh
24	153	"	"	9.5	6.1	39×10 ⁵	(A)~(B)	Meat somewhat softened. Almost like fresh raw squid. Surface somewhat reddened.
48	149	"	"	6.0	6.6	12×10 ⁴	(B)~(C)	Somewhat abnormal smell. Surface almost unchanged.
72	154	"	"	4.3	7.1	82×10 ⁵	(D)	Putrefactive smell began to grow. Surface almost unchanged.
96	154	"	"	7.0	7.3	—	(E)	Meat softened, surface reddened. Putrefactive smell dominant
120	157	"	"	24.3	7.5	50×10 ⁶	(F)	Putrefactive smell was strong. Surface was enveloped by slime. Small spots generated on the surface.

Table 13. After immersing squid in 1% fraskin (nitrofrazon) solution, the squid has left in falling water

Leaving time (hr.)	Weight of squid (g)	Temp. (°C)	R. H. (%)	V.B.-N (mg%)	pH	Bacterial count	Tachiki's grade	Appearance
0	119	25	80~85	10.9	6.0	—	(A)	Fresh
24	119	/	/	7.2	6.4	14×10^3	(A)~(B)	Meat swollen, but almost like fresh raw squid. Surface colored partly in yellow by fraskin.
48	119	/	/	3.9	6.6	53×10^3	(C)	Meat swollen, surface reddened.
72	120	/	/	2.8	7.3	32×10^5	(D)~(E)	Abnormal smell began to grow. Meat swollen and softened. Surface reddened
96	121	/	/	2.8	7.4	—	(E)	Meat was almost unchanged. Putrefactive smell began to grow.
120	125	/	/	24.7	7.7	30×10^6	(F)	Putrefactive smell dominant. Surface reddened. Meat partly colored orange.

Table 14. After immersing squid in 1% D. H. A. solution, the squid has left in falling water

Leaving time (hr.)	Weight of squid (g)	Temp. (°C)	R. H. (%)	V.B.-N (mg%)	pH	Bacterial count	Tachiki's grade	Appearance
0	132	25	80~85	11.3	5.9	32×10^3	(A)	Fresh
24	136	25	/	7.7	6.0	60×10^3	(B)	Meat somewhat swollen, surface reddened.
48	135	/	/	3.3	6.1	11×10^4	(B)~(C)	Meat unchanged. Surface reddened.
72	140	/	/	4.4	6.5	38×10^6	(D)~(E)	Smell other than fresh fish smell began to grow. Pigment cells fell away. surface reddened.
96	137	/	/	29.1	7.1	—	(F)	Putrefactive smell was strong. Surface somewhat dissolved. Skining was difficult. Pigment cells completely dissolved out.

Table 15. After immersing squid in 2% D. H. A. solution, the squid has left in falling water

Leaving time (hr.)	Weight of squid (g)	Temp. (°C)	V.B.-N (mg%)	pH	Bacterial count	Tachiki's grade	R. H. (%)	Appearance
0	142	25	11.3	6.2	80×10^2	(A)	80~85	Fresh
24	147	"	8.1	6.3	50×10^2	(B)	"	Meat and odour were like fresh raw squid. Color of the surface faded. Not reddened.
48	145	"	3.1	6.2	59×10^3	(D)	"	Meat and odour were like fresh raw squid. Color of the surface somewhat reddened.
72	148	"	4.8	6.6	13×10^5	(E)	"	Meat swollen, elasticity decreased. Somewhat smelly
96	152	"	27.1	7.2	—	(F)	"	Meat swollen, no elasticity. Complete putrefactive smell. Pigment cells dissolved out.

以上のように色素固定剤又は防腐剤の溶液にイカを短時間浸漬し、後濯水中に放置した時は何れも48時間(2昼夜)後は雨イカの状態となることを防止することが出来るが、これらの中でもD.H.A.の効果が大きであつて、72時間(3昼夜)後になつて始めて雨イカの状態となる。

VI 各種防腐剤に浸漬後ポリエチレン・カバーで蔽つて濯水中に放置した場合のイカの変化

前項において濯水によりイカ肉中の可溶性蛋白の流出が考えられるので、前項で最も効果の大であると考えられたD.H.A.溶液にイカ肉を浸漬後、ポリエチレン・カバーをかけて前項同様の装置内で濯水しながらイカ肉より可溶性成分の流失を防止し得るや否やを検討した。なお、界面活性剤の食用に許可されたスパン-20 (Sorbitan monolaurate) の単用及び併用をも行つたものについてもポリエチレン・カバーをかけて検討した。

(1) 実験法

先ず前項と同様に処理したイカ肉にポリエチレン(20×20×25cm)をかけ、これを前項に用いた恒温恒湿装置中(温度24°C, R.H. 85~90%)で濯水(17°Cの水を60~100mm/cm²・hr.)させ、一定時間毎にイカ肉重量、V.B.-N量、pH、色素細胞の変化をみた。又次にスパン-20の1%、0.5%、0.2%溶液に浸漬したものを同じくポリエチレン・カバーをかけて濯水中におき、前記と同じく観察し、更に又1%及び2% D.H.A.溶液に浸漬したもののスパン-20溶液を噴霧した後濯水中に放置し、同じく観察した。

(2) 実験結果

生イカを調理後無処理のままポリエチレン・カバーをかけ濯水中に放置した場合の実験結果は第16表の如くである。

第16表にみられるように、イカ肉を薬品一夜に浸漬せず無処理のままポリエチレン・カバーで被覆した場合は前項の結果とは異なり、V.B.-N量は放置初期段階においても減少せず、又pH値も上昇せず、放置時間が経つに従つて増加し、放置後48時間で色素は溶出し、腐敗臭を発生し、色素細胞は溶出し、肉色は赤色となり、明らかにムレイカの状態になつた。この結果からポリエチレン・カバーを用いたのみでも濯水による

Table 16. Squid covered with polyethylene sheet has left in falling water

Leaving time (hr.)	Weight of squid (g)	Temp. (°C)	R. H. (%)	V.B.-N (mg%)	pH	Bacterial count	Tachiki's grade	Appearance
0	122	24	85	8.7	5.3	—	(A)	Fresh
24	124	24	90	19.1	5.4	—	(A)~(B)	Meat softened, surface somewhat faded. No smell
48	124	24	85~90	35.4	5.7	—	(D)~(E)	Meat very softened. Putrefactive smell began to grow.
72	124	24	85~90	107.7	6.1	—	(F)	Putrefactive smell was remarkable. Skinning was difficult. Pigment cells were dissolved out.

イカ肉からの可溶性蛋白の流失は防止され、雨イカ特有の肉痩せの現象は認められなくなるが、イカ肉の腐敗を防止することは出来ない。

次に第17表乃至第18表は界面活性剤のスパン-20を1%、0.5%、0.2%の水溶液とし、これらの溶液200ccに夫々イカを5分間宛浸漬し、ポリエチレン・カバーをかけて濯水中に放置した時のイカ肉質の変化をみたものである。

第17表乃至第18表にみられるようにスパン溶液の防腐効果はその溶液の濃度によつて著しく影響され、1%及び0.5%の濃度ではV.B.-N量の増加、細菌数、外観の変化等において著しい差異は認められず、共に防腐性を有することが判るが、0.2%溶液では著しい防腐作用がなかつた。従つてイカ肉にスパンを使用する場合は0.5%溶液とするのが適当である。

前述のように雨イカの発生においては肉質のV.B.-N量が30mg%以上となり、pHが6.0以上となれば色素は溶出し始めるが、スパン-20により処理したイカ肉はこのような状態になつてもその色素細胞は固定されている。それ故スパンには上記のような防腐性の他に色素固定剤としての効果もあるように思われる。尙イ

Table 17. After immersing squid in 1% span solution, the squid covered with polyethylene sheet has left in falling water

Leaving time (hr.)	Weight of squid (g)	Temp. (°C)	R. H. (%)	V.B.-N (mg%)	pH	Bacterial count	Tachiki's grade	Appearance
0	120	25	80~85	10.0	6.1	28×10^3	(A)	Very fresh. Meat elastic
24	124	"	"	16.0	5.9	29×10^3	(A)~(B)	Meat softened, surface somewhat reddened. Slightly smell
48	114	"	"	18.3	5.2	70×10^3	(C)	Meat and surface appeared glossy, meat softened. Almost no pigment cells were dissolved.
72	112	"	"	37.2	5.5	14×10^4	(D)~(E)	Surface of the meat was enveloped by slime, and reddened. Putrefactive smell

Table 18. After immersing squid in 0.5% span solution, the squid covered with polyethylene sheet has left in falling water

Leaving time (hr.)	Weight of squid (g)	Temp. (°C)	R. H. (%)	V.B.-N (mg%)	pH	Bacterial count	Tachiki's grade	Appearance
0	126	25	80~85	6.0	5.3	10×10^3	(A)~(B)	Fresh
24	120	'	'	14.0	5.3	28×10^3	(B)~(C)	Meat softened, no smell, surface reddened, pigment cells somewhat dissolved out.
48	116	'	'	14.0	5.3	14×10^4	(D)	Meat softened, abnormal odour which was not putrefactive smell began to appear. Condition of the surface was like that of 24hrs old sample.
72	113	'	'	30.0	5.9	---	(E)	Complete putrefactive smell. Surface reddened, and was enveloped by slime.

Table 19. After immersing squid in 0.2% span solution, the squid covered with polyethylene sheet has left in falling water

Leaving time (hr.)	Weight of squid (g)	Temp. (°C)	R. H. (%)	V.B.-N (mg%)	pH	Bacterial count	Tachiki's grade	Appearance
0	240	25	80~85	11.4	5.3	22×10^3	(A)	Fresh
24	235	'	'	12.7	5.2	48×10^3	(B)	Meat very much softened. Surface reddened, raw fish smell
48	130	'	'	17.7	5.2	17×10^4	(C)	Meat softened. Surface reddened. Abnormal smell began to grow.
72	129	'	'	49.7	5.8	21×10^5	(D)	Surface was slimy, glossy, reddened. Putrefactive smell remarkable

カ肉に対して界面活性剤を使用した例としては高橋⁹⁾の「水戻りし易いスルメ」製造の際における使用例はあるが、従来雨イカ防止法には使用されていない。

上記の如くスパン-20 は色素細胞固定作用と共に若干の防腐作用を有することが判つたので、前項で雨イカ防腐剤としての効果が認められたD.H.A.とスパン-20を併用することにより色素細胞の固定及び防腐効果を一層促進せしめるため2%及び1%のD.H.A.溶液にイカを浸漬した後スパン-20の1%溶液を噴霧し、ポリエチレン・カバーを用い、これに灌水しながらイカの変化をみた結果は第20表及び第21表に示す如くである。

Table 20. After immersing squid in 1% D. H. A. solution, the squid was sprayed by 1% span solution, and covered with polyethylene sheet and then has left in falling water

Leaving time (hr.)	Weight of squid (g)	Temp. (°C)	R. H. (%)	V.B.-N (mg%)	pH	Bacterial count	Tachiki's grade	Appearance
0	112	25	80~85	12.7	6.1	30×10^2	(A)~(B)	Fresh
24	"	"	"	14.7	6.3	47×10^3	(B)	Meat somewhat swollen. Surface partly reddened, fresh raw fish smell. The color of surface was good.
48	114	"	"	13.0	6.5	42×10^3	(C)	Meat somewhat swollen. Surface partly reddened. The color of surface was good.
72	119	"	"	12.0	7.1	20×10^4	(C)~(D)	Meat elastic. The color of surface was good.
96	118	"	"	12.0	7.1	20×10^4	(E)	Meat softened, putrefactive smell began to grow. Almost no pigment cells dissolved.
120	—	"	"	13.1	7.5	10×10^5	(E)~(F)	Complete putrefactive smell. Surface was enveloped by slime.

Table 21. After immersing squid in 2% D. H. A. solution, the squid was sprayed by 1% span solution, and covered with polyethylene sheet and then has left

Leaving time (hr.)	Weight of squid (g)	Temp. (°C)	R. H. (%)	V.B.-N (mg%)	pH	Bacterial count	Tachiki's grade	Appearance
0	114	25	80~85	12.9	6.1	40×10^3	(A)	Fresh
24	121	"	"	7.3	6.2	18×10^3	(B)	Meat swollen and softened. Surface somewhat reddened. Fresh raw fish odour
48	117	"	"	10.9	6.4	44×10^3	(B)	Meat swollen. It was like fresh squid. Surface somewhat reddened.
72	124	"	"	14.4	6.6	74×10^3	(C)	Meat swollen, and became somewhat hard. Surface somewhat reddened. No putrefactive smell
96	124	"	"	13.1	7.0	10×10^4	(D)	Meat softened. Somewhat putrefactive smell. Surface reddened increasingly.
120	115	"	"	26.6	7.5	13×10^5	(E)	Surface was enveloped by slime. Complete putrefactive smell

第20表及び第21表ではイカ肉重量の変化は D.H.A. の濃度とは無関係に一定の値を示しているが、これはイカの表面を被覆したスパンの濃度が同一であつたためと考えられる。又イカ肉の pH 値及び V.B.-N 量は灌水放置後72時間経過してから急激に増加しているので今までの実験結果と併せて、この D.H.A. とスパンの併用では72時間までイカ肉の品質は変化なく維持されると云えよう。細菌数の変化は2% D.H.A. 溶液で処理した場合は一旦減少し、1% D.H.A. 溶液で処理した場合は減少することなく増加の傾向を示した。それ故2% D.H.A. 溶液に浸漬した場合の殺菌力は1% D.H.A. の場合に比し、一応勝つているとも考えられるが、放置時間が長くなれば濃度の差による変化は認められず、更に肉質、色素の溶出程度からみれば、1% D.H.A. 溶液で処理した時に好結果を得ている。又 D.H.A. 溶液処理及びスパン溶液処理を併用し、ポリエチレン・カバーを利用した時は「雨イカ」となる時間は放置後96時間目であるので、無処理のイカ肉が30時間程度で「雨イカ」となるに對し、著しく効果のあることが判る。

以上の結果よりイカ肉を1~2% D.H.A. 溶液に5分間浸漬した後0.5% スパン溶液を噴霧し、ポリエチレン・カバーで被覆すれば灌水の温度17°C, R.H. 90%, 灌水時間96時間の状況下に放置しても「雨イカ」又は「ムレイカ」とならず、これを暗天下に乾燥すれば肉質は幾分硬化しているが、肉瘦せなく、色素細胞は固定されている。即ち以上の如く実験室内における実験では確かに D.H.A. 溶液とスパン溶液の併用処理によりイカ肉の変敗を防止し得、ポリエチレン・カバーにより肉瘦せを防ぐことが出来ることが明らかになつた。更にこれを実地に試験した結果良好な結果を得ている。

Ⅶ 界面活性剤でイカ肉を処理した時の乾燥速度について

前項において防腐剤 (D.H.A.) と界面活性剤スパンを併用すれば雨イカ防止に對し著効のあることを認めたが、この場合スパンでイカ肉表面を被覆すればそのイカ肉の乾燥速度が遅れることが予想される。そこで果して遅れるものかどうかを知るためにスパン-20 溶液で処理したイカを R.H. 8.0%, 25°C の装置³⁾内で乾燥し、その重量変化より魚体の乾燥速度の差異をみた。その実験結果は第22表の如くである。

Table 22. Change in the weight (g) and the drying ratio (γ) of squid which was immersed in various concentrations of span solutions

Time of drying (hr)	Conc. of span (%)	1.0		0.5		0.2		0.0	
		g	γ	g	γ	g	γ	g	γ
0		9.2	1.00	8.9	1.00	9.8	1.00	10.5	1.00
24		7.7	0.89	7.7	0.86	8.9	0.91	9.5	0.90
48		5.2	0.56	5.6	0.57	6.7	0.68	7.0	0.67
72		3.9	0.42	4.2	0.47	5.2	0.53	5.5	0.57
96		2.9	0.32	3.2	0.36	3.9	0.40	4.2	0.40
120		2.2	0.24	2.4	0.27	2.7	0.28	2.9	0.28
178		2.1	0.23	2.1	0.24	2.4	0.25	2.6	0.25

第22表にみられるように乾燥のごく初期 (24時間後) ではスパン濃度の小なるもの程、乾燥は速いが、24時間以後では予期に反し乾燥速度はスパン濃度の大きなる程やや速くなつてゐる。

今参考のために第22表の実験結果を乾燥歩留 (γ) と乾燥時間 (t) との關係を表わす(1)式に代入すれば第3図の如くなる。

$$\gamma = \frac{W}{W_0} = e^{-\lambda t} \dots\dots\dots (1)$$

(1) 式において W は乾燥過程中的イカの重量, W₀ は乾燥前のイカ重量, これから乾燥率 λ を求めると第23表の如くなる。

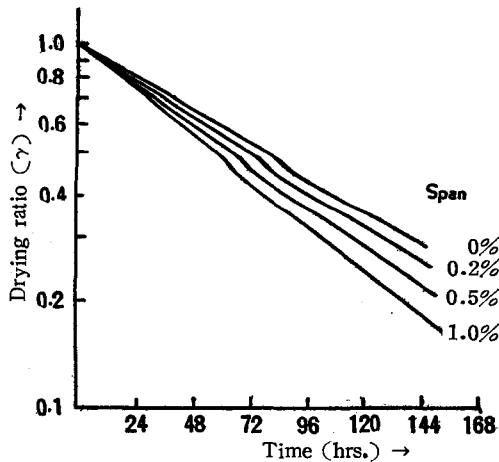


Fig. 3. Change in the drying ratio (γ) during the course of drying of squid after immersed in various concentrations of span solution

前述の如くイカ肉をスパン溶液に浸漬した場合、その乾燥率は予期に反しやゝ増加するが、これはスパンのもつ極性基がイカ肉蛋白と結合して肉組織内部の水の移行が容易になつたためとも想像され、又乾燥初期即ち放置後24時間以内ではスパンのイカ肉に対する附着原理が所謂境界面被覆を形成し、イカ肉表面に附着した水分の蒸発が阻害されたためと想像される。

何れにしても界面活性剤スパンを使用することによつてイカ肉の乾燥が遅れないということが明らかになつたため、スパンを利用することは「雨イカ」の防止法として有効と考えられる。

Table 23. Change in the drying ratio (λ) of squid after immersed in various concentrations of span solution

Conc. of span (%)	1.0	0.5	0.2	0.0
λ	0.00222	0.00218	0.00166	0.00165

要 約

イカの乾燥中、雨天に逢つて出来上つたスルメの表面が赤色となり一種の光沢をもち肉が瘦せて薄く又脚部は黒褐色となり、その吸盤が殆んど失われているようなものを雨イカと呼んでいる。その原因は雨天に逢つた乾燥中のイカはその環境の湿度が既に高く、イカ肉質の分解速かで腐臭を生じ肉質のpHも4.5から6.5位にまでなり、又更にアルカリ性となるため皮下の色素細胞内の色素が流出し、肉面は赤味を帯びるに至る。又雨水にあたるため魚肉蛋白中可溶性のものは溶解し肉の厚さは段々と薄くなる。従つて肉繊維のみが残るようになり、これを乾燥しても肉の薄いスルメとなり縦にも裂け易くなる。斯様な雨イカの発生を防止するため大島は醋酸と硫酸マグネシウムを以て色素細胞を固定し、その赤変を防がんとしたが長時間雨にあたると醋酸は流失し効果が薄くなる。こゝで著者等は色素固定、肉の防腐可溶性蛋白の流去防止等について実験し、その結果色素を固定し且つ肉の防腐のためには醋酸とD.H.A.が良いことをみ、又D.H.A.が長い雨により流去するのを防ぐため界面活性剤(スパン)を以て被覆した。更に可溶性蛋白の流去防止にはポリエチレン・カバーの蔽いをした。斯様な方法によると雨イカとなることを防止出来ることを実験室内での灌水及び実地にイカを雨にあてゝ実験し良好結果を得た。

本研究は水産庁による農林漁業研究補助金により遂行した。こゝに深甚の謝意を表する次第である。

文 献

- 1) 谷川・秋場・沼倉(1954). 北大水産彙報 4(4), 323-326.
- 2) 大島・里館(1937). 水産学雑誌 (41), 36.
- 3) 谷川・長沢・竹内・杉山(1956). 北大水産彙報 7(2), 172-184.
- 4) 立木(1951). 水検月報 (31), 4.
- 5) 谷川・元広・富田(1956). 北大水産彙報 7(2), 165-171.
- 6) 五十嵐・武田(1955). イカ蛋白研究班報告 (3), 76-80.
- 7) 本橋・上林・湊・佐藤(1953). 干スルメ防腐試験報告(製造パンフレット第6号), 22p. 岩手県水産試験場.
- 8) 高橋・竹井(1955). イカ蛋白研究班報告 (3), 80-81.