HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	イカ完全利用に関する研究：第14報 スルメ製造に関する研究(其の六) スルメ製造時におけるイカ肉の乾燥度と腐敗性との関係
Author(s)	谷川, 英一; 長沢, 善雄; 竹内, 敏夫; 杉山, 隆
Citation	北海道大學水産學部研究彙報, 7(2), 172-184
Issue Date	1956-08
Doc URL	http://hdl.handle.net/2115/22963
Type	bulletin (article)
File Information	7(2)_P172-184.pdf

Instructions for use

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

イカ完全利用に関する研究

第14報 スルメ製造に関する研究（其の六）
スルメ製造時におけるイカ肉の乾燥度と腐敗性との関係

谷川英一・長沢善雄・竹内敏夫・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*)

XIV. Relation between the water content of squid meat and putrefaction during the drying of squid

Eiichi TANIKAWA, Yoshio NAGASAWA, Toshio TAKEUCHI and Takashi SUGIYAMA

Abstract

The condition in respect to putrefaction varies according to the water content of squid meat in the initial drying period when raw squid is drying. For example, when the weather is cloudy or rainy and the relative humidity is high, squid meat having larger amount of water content becomes rapidly putrefactive during the initial period of drying. Then what is the amount of water content in squid which will retard the putrefaction in the initial drying period?

The authors have dried squid meat having various amounts of water content in the atmosphere of various relative humidities at different temperatures in order to ascertain the time when putrefaction begins. According to the results obtained, when the water content of squid meat becomes less than 50～55%, the putrefaction becomes slow. When the degree of dryness indicating a change in water content of the squid meat during the drying, $\gamma=\frac{W}{W_0}=\frac{m+d}{m_0+d}$ (Here, W_0 is the initial weight of the squid meat, W is the weight of the squid meat at a definite time during drying, m_0 is the initial amount of the water content of squid meat, m is the amount of the water content at a definite time during drying, d is the weight of the anhydrous matter of squid meat), is less than 0.7, the time to reach putrefaction becomes 1/10 of the putrefactive velocity of the raw squid meat.

Therefore the drying degree (γ) should be less than 0.7 at the initial drying period even if the weather is worse.

In order to make the drying degree (γ) less than 0.7, there must be dehydration by some means. The authors have used a strong air blast to dehydrate at the initial drying period. When the relative humidity is below 80% and the wind velocity is more than 11*m/sec*, the dehydration occurs under those conditions.

スルメ製造中，曇天又は雨天がつづき高温多湿の環境におかれたイカが若し未だ乾燥が充分でなく，含水量が多い時はムレイカ又は雨イカとなる。谷川[1]等は先にムレの現象につき研究し，関係湿度85%以上の環境の時に未乾のイカはムレを生じ，肉の揮発性塩基窒素（V. B.-N）量は30～35*mg*%，pH 6.5以上となることを報告した。然しながらイカが或程度その乾燥が進み，含水量が少くなつている場合はイカ肉はムレ難い。このイカ肉の乾燥度（イカの初めの重量と乾燥中の重量との比，換言すれば乾燥中のイカの含水量）とムレになる条件との関係を知ることはスルメ製造上重要なことである。こゝに著者等はそれらの関係について諸

種実験を行つたのでそれらの結果を報告する。

I　イカ乾燥初期における乾燥速度

急速に一定の含水量迄乾燥したイカを高温多湿の環境においた場合，そのムレ発生までの時間はその肉中の含水量の少い程長時間を要する。なお生イカを乾燥し，一定含水量のスルメを得るまでの初期の乾燥条件はその後のムレ発生に対して大なる影響を及ぼすものである。例えば生イカを乾燥するに当つてその初期における乾燥環境が高温多湿であるならば，乾燥後の含水量がたとえ少量であつてもその含水量に乾燥されるまでに一定時間以上要しており既にその乾燥途中において肉質が分解し，ムレたスルメとなる。故にこゝでは一先ずイカを高温多湿でない環境，即ち温度20°C,関係湿度80%で乾燥した時の，各乾燥度に至る迄の時間を測定した。

1）実験方法と試料

函館近海産の秋イカを試料とし，内臓を除去後，スルメを製造する時と同じように調理し，これを第1図の如き恒温恒湿器の内で，温度20°C,関係湿度80%，風速11*m*/*sec.* の条件で急速に乾燥し，乾燥前のイカの重量（W_0），乾燥中一定時間毎のイカの重量（W_n）を測定し，乾燥度（γ）=（$\frac{W_n}{W_0}$）を測定時間の函数として求めた。

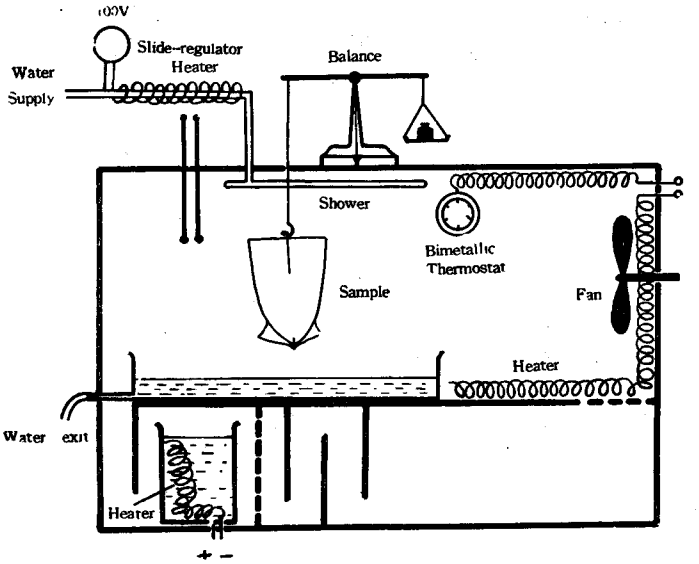


Fig. 1.　Estimating apparatus

2）実験結果

上記の実験によつて得られた結果は第1表の如くである。第1表中の乾燥度（γ）と乾燥時間（t_d）との関係を半対数グラフに示したものが第2図（次頁）である。第2図により明らかな如く乾燥時間（t_d）と乾燥度（γ）との関係は乾燥の初期（12時間以内）においては直線関係にあり，与えられた条件下では，$\gamma \fallingdotseq 0.5$になるには12時間を要する。

II　含水量（乾燥度）の異るイカを高濕度の環境においた場合の変化

含水量の多いイカを高温多湿の環境におくとムレるが，たとえ高温多湿の環境でもその含水量が少い時はムレ難い。こゝで高温多湿の環境でもムレを起さない含水量を知るため，先ず含水量の異るイカを温度20°C,関係湿度90～95%の環境においた場合の変化をみた。

1）実験方法と試料

Table 1.　Relation between the degree of drying (γ) and drying time (t_d)

t_d	0	1	2	3	4	5	6	7	8	10	12
γ	1	0.937	0.867	0.822	0.787	0.742	0.703	0.663	0.615	0.580	0.512

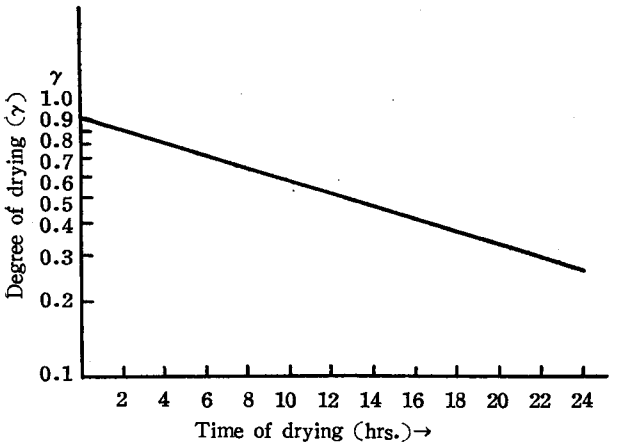


Fig. 2. Relation between the degree of drying (γ) and the time of drying (t_d)

秋イカの新鮮なものの内臓を除去し，天日乾燥で急速に含水量53.8%とした試料を作つた。なお乾燥しない生のもの（含水量78.2%）及びスルメ製品（含水量19.4%及び25.2%のもの）をも比較実験のために試料とした。これら含水量の異る試料を第1図の如き恒温恒湿装置内におき，一定時間毎に試料の全水分量，結合水量，肉重量，V.B.-N量，pH値等を測定した。全水分量は常法により，結合水量（"g"）は大八木法[2]により乾物1g当りの結合水量（gm）として測定し V.B.-N量はWeber and Wilson 法により$mg\%$として表し，pH 値はガラス電極により測定した。

2） 実験結果

実験結果は第2～6表，第3～7図の如くである。第3図の全水分量の変化をみるに，含水量50%以上のイカを関係湿度90～95%の如き高湿度においた場合はその水分量には余り変化はない。即ち高湿度では乾燥は余り進行しない。併しスルメの状態にまで乾燥した試料では却つて吸水する。第4図では結合水量の変化をみたが，その結果は区々で一定した傾向は認められなかつた。第5図の肉

Table 2. Chemical changes in squid meat which contained 53.8% of water (Left at 90～95% of relative humidity and 17° ± 2°C. of temp.)

Leaving days	Total water content (%)	Amount of bound water ("g")	V.B.-N (mg%)	pH	Weight of squid meat W_o	W_n	$W_n/W_o=\gamma$	Appearance of pigment cells (Tachiki's grade)
0	53.8	0.214	31.2	6.2	11.1	11.1	1.00	(A)
1	46.7	0.227	44.3	6.4		11.2	1.01	(B)
3	47.0	0.281	46.2	6.4		11.2	1.01	(D)
5	45.0	0.343	69.4	6.4		11.3	1.02	(D)
7	45.5	0.105	77.6	6.4		11.3	1.02	(E)
10	46.1	0.339	123.3	6.6		11.2	1.01	(E)
13	44.0	0.249	205.5	6.8		11.2	1.01	(F)
15	47.3	0.255	256.9	7.0		10.5	0.95	(F)
18	44.7	0.219	295.4	—		10.2	0.92	(F)

Table 3. Chemical changes in squid meat which contained 70.8% of water (Left at 90～95% of relative humidity 17° ± 2°C. of temp.)

Leaving days	Total water content (%)	Amount of bound water ("g")	V.B.-N (mg%)	pH	Weight of squid meat W_o	W_n	$W_n/W_o=\gamma$	Appearance of pigment cells (Tachiki's grade)
0	70.8	0.309	6.3	9.0	17.8	17.8	1.00	(A)
1	65.4	0.242	44.1	6.0		17.6	0.99	(C)
3	66.7	0.192	19.3	—		17.2	0.97	(D)
6	64.4	0.375	105.9	6.0		16.8	0.94	(E)
8	65.6	0.200	156.7	6.3		16.3	0.92	(E)
11	.3.5	0.270	215.7	6.5		15.6	0.88	(F)
13	63.3	0.188	244.0	6.6		15.2	0.85	(F)
15	55.5	0.315	398.2	7.0		14.4	0.81	(F)
18	61.5	0.290	449.5	7.0		13.6	0.76	(F)

重量の変化をみるに含水量50%以上のものは肉質の分解のため少しずつ減少するが，スルメ製品となつたものは吸水のため却つて重量は増加してゆく。第6図においてV.B.-N量は含水量の多い70%のもの及び78%のものでは2〜3日の間に腐敗臭を発し，それ以後は急激に増加する。これに対し，含水量50%のものは5〜7日間までV.B.-N量の生成は緩慢で，その後の増加量も生干しイカ（含水量70%）に比すると少ない。スルメの状態となつた試料では吸水の結果，水分量が50%以上となつた頃よりV.B.-N量も増加し始めている。併し乾燥した肉についてV.B.-N量の絶対値でその肉の鮮度を表現することは困難で，むしろその比較値で鮮度の低下の速さを

Table 4. Chemical changes in squid meat which contained 78.2% of water
(Left at 90〜95% of relative humidity and 17° ± 2°C. of temp.)

Leaving days	Total water content (%)	Amount of bound water ("g")	V.B.-N (mg%)	pH	Weight of squid meat			Appearance of pigment cells (Tachiki's grade)
					W_o	W_n	$\frac{W_n}{W_o}=\gamma$	
0	78.2	0.302	—	6.0	15.9	15.9	1.00	(A)
1	76.5	0.332	—	6.0		15.3	0.96	(D)
3	75.3	0.159	48.8	6.0		14.7	0.93	(E)
4	76.0	0.168	53.9	6.0		14.5	0.91	(F)
6	74.6	0.255	215.8	6.4		13.5	0.85	(F)
8	71.7	0.282	295.4	6.5		13.0	0.82	(F)
10	73.4	0.162	372.5	6.6		11.8	0.74	(F)
13	75.6	0.279	526.6	6.6		10.4	0.65	(F)
16	70.5	0.341	570.3	6.6		9.2	0.58	(F)

Table 5. Chemical changes in squid meat which contained 19.4% of water
(Left at 90〜95% of relative humidity and 17° ± 2°C. of temp.)
Note— W_o: The weight (g) of squid meat before leaving.
W_n: The weight (g) of squid meat after leaving of a definite time.

Leaving days	Total water content (%)	Amount of bound water ("g")	V.B.-N (mg%)	pH	Weight of squid meat			Appearance of pigment cells (Tachiki's grade)
					W_o	W_n	$W_n/W_o=\gamma$	
0	19.4	0.238	60.6	5.8	5.3	5.3	1.00	(B)
1	21.7	0.298	53.0	5.8		6.6	1.25	(B)
3	25.9	0.272	53.3	6.0		7.5	1.42	(B)
6	27.4	0.205	68.0	6.2		7.9	..49	(C)
11	40.0	0.217	64.4	5.8		8.9	1.68	(D)
15	35.7	0.128	123.3	6.0		9.2	1.74	(E)
19	44.6	0.203	287.1	6.4		9.4	1.77	(F)
24	41.4	0.238	321.0	6.6		9.2	1.74	(F)
27	40.8	0.239	295.0	7.0		8.5	1.60	(F)

Table 6. Chemical changes in squid meat which contained 25.2% of water
(Left at 90〜95% of relative humidity and 17° ± 2°C. of temp.)

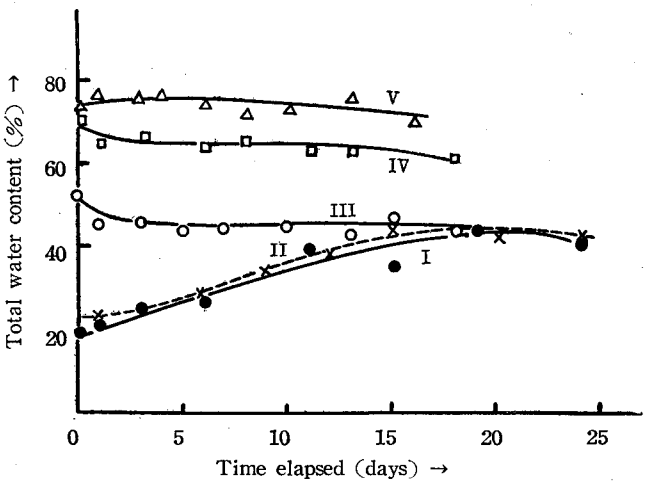
Leaving days	Total water content (%)	Amount of bound water ("g")	V.B.-N (mg%)	pH	Weight of squid meat			Appearance of pigment cells (Tachiki's grade)
					W_o	W_n	$W_n/W_o=\gamma$	
0	25.2	0.226	52.2	—	4.0	4.0	1.00	(B)
1	23.5	0.214	55.7	6.0		4.4	1.10	(B)
3	25.5	0.234	59.6	6.0		5.5	1.38	(B)
6	28.9	0.206	58.0	6.0		5.9	1.48	(D)
9	34.3	0.228	66.2	6.0		6.3	1.58	(D)
12	38.4	0.137	73.4	6.0		6.5	1.63	(E)
15	44.5	0.233	155.3	6.4		6.7	1.68	(F)
20	42.9	0.198	334.6	6.6		6.5	1.63	(F)
24	42.0	0.239	369.5	6.8		6.2	1.55	(F)

知る程度である。第7図のpH値の変化もV.B.-N量の変化と略々相対的に変化しているが，pHのみでも乾燥魚肉の鮮度を知ることは出来ない。イカ乾燥品即ちスルメの鮮度を知るには前報[3]に述べた如くイカ表皮の下層にある色素細胞の状態により判定するのが最良で，色素細胞の状態を立木氏標準[1]に従つて第2～6表の右欄に併記してある。

以上の実験結果からイカ肉の含水量が約50～55%以下の如く少い場合は関係湿度90～95%のような高湿度の環境におかれてもムレの状態に達するまでの時間は長いが(5～7日後)含水量の多い場合は2～3日の中にムレの状態になつてしまう。故にスルメ製造の初期においては出来るだけ急速に含水量が少くなるまで乾燥してムレ難い状態にしておかねばならない。又スルメのように一度含水量の少ない乾製品となつたとしても之を高湿度の環境に長時間おけば吸水の結果腐敗する恐れは充分あるから，晴天の日を選んで出来るだけ早い機会に再乾燥する必要がある。

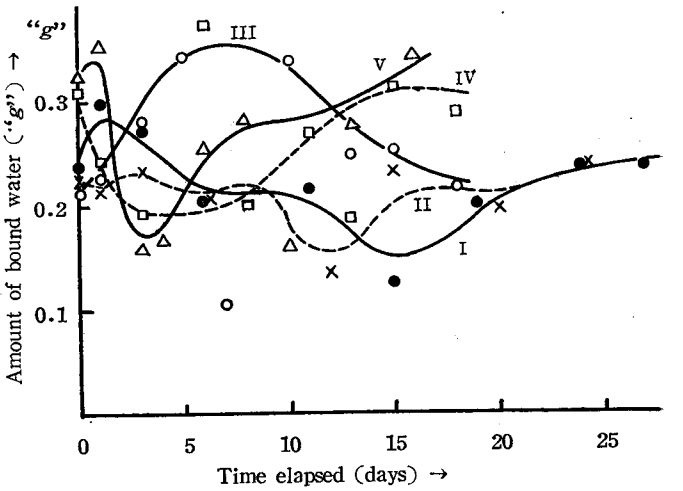
III イカの乾燥度とムレ発生との関係

さきに川上[5]は魚の乾燥品の腐敗の進行を乾燥過程中と乾燥後の貯蔵過程中とに分け考察した。即ち，乾燥過程中の腐敗速度は乾燥時の温度(θ)と乾燥度(γ)との函数と考え，これらが乾燥の時間と共に変化することから，それらの積分値で腐敗速度が表わされるとしている。又貯蔵過程中の腐敗は貯蔵中の乾燥度(γ_s)を一定と考え，貯蔵温度(θ_s)と貯蔵時間(t_s)の積で表わされるとしている。而して今Sを乾燥時間(t_d)と貯蔵時間(t_s)との和の時間の経過後に



I —●— Squid meat (water-content 19.4%)
II …×… 〃 (〃 25.2%)
III —○— 〃 (〃 53.8%)
IV —□— 〃 (〃 70.8%)
V —△— 〃 (〃 73.2%)

Fig. 3. Changes in the amount of total water in squid meat



I —●— Squid meat (water-content 19.4%)
II …×… 〃 (〃 25.2%)
III —○— 〃 (〃 53.8%)
IV —□— 〃 (〃 70.8%)
V —△— 〃 (〃 73.2%)

Fig. 4. Changes in the amount of bound water in squid meat

おける腐敗の程度，S_0を$t_a=0$における魚体の鮮度とすれば$\frac{S}{S_0}$は

$$\log\frac{S}{S_0}=\int_0^{t_a} v(\theta)\lambda(\gamma)\delta t + v(\theta_s)\lambda(\gamma_s)t_a \cdots\cdots\cdots(1)$$

で表わされるとしている。なお v,λ はθ,γ並びにθ_s,γ_sのそれぞれの係数である。

著者等は前項IIの第2〜6表の結果から，川上の式(1)を応用してムレ発生とイカの乾燥度との関係を考察した。即ちイカ肉のムレの発生し始めの鮮度を S_1，確実にムレの状態を呈している時の鮮度をS_2とし，それら鮮度をpH及び谷川[3]並びに立木[4]が行つた色素細胞の状態から判定した。而してS_nに至る迄の時間(T)を(t_a+t_s)とし，S_0を$t_a=0$即ち生イカの表皮下層の色素細胞の状態を基準として乾燥度(　)とムレ発生係数λ(　)との関係及び　とムレ発生の初期並びに充分にムレの発生の認められる時期迄の時間(T)との関係を求めた。即ち前項IIの実験において乾燥過程中の温度(θ)は20°Cであつて，乾燥t_a時間後の乾燥度(　)は前項の第1図より求めることとした。次に種々含水量，乾燥度を変えたイカ肉を$\theta_s=20$°C，関係湿度90〜95%の条件で放置した場合のムレ発生までの時間(t_s)と乾燥度(γ)との関係を第2〜7表のpH及び色素細胞の状態よりのイカの鮮度鑑定結果を用いて第7表(a)(b)に示した。こゝで乾燥度0.5以上即ち未だ乾燥が充分でないものを高湿度の環境においた時は前述の如くイカ肉は全水分量の変化なく，又肉重量の増減も少い故，放置中の乾燥度γ_sは一定であると考え，川上の(1)式を解くために$\frac{1}{v(\theta)}\log\frac{S}{S_0}=T$とおくと$\gamma=1.0,\ 0.9,\ 0.8\cdots\cdots$に対し，$T$はそれぞれ

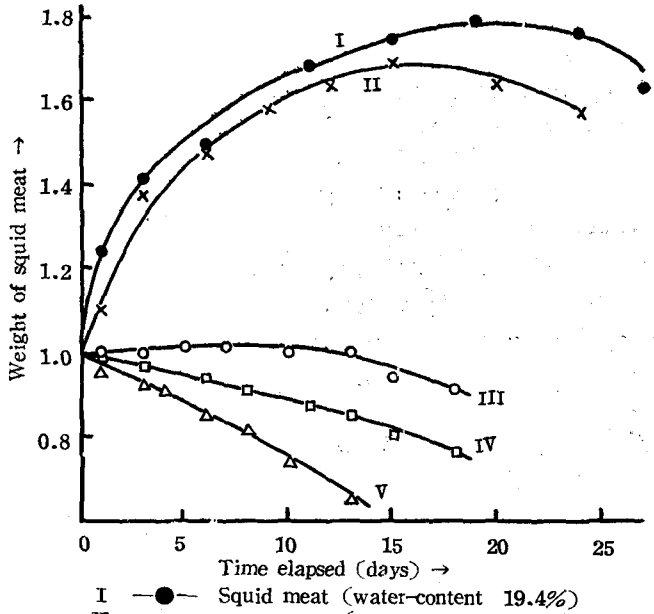


Fig. 5. Changes in the weight of the squid meat

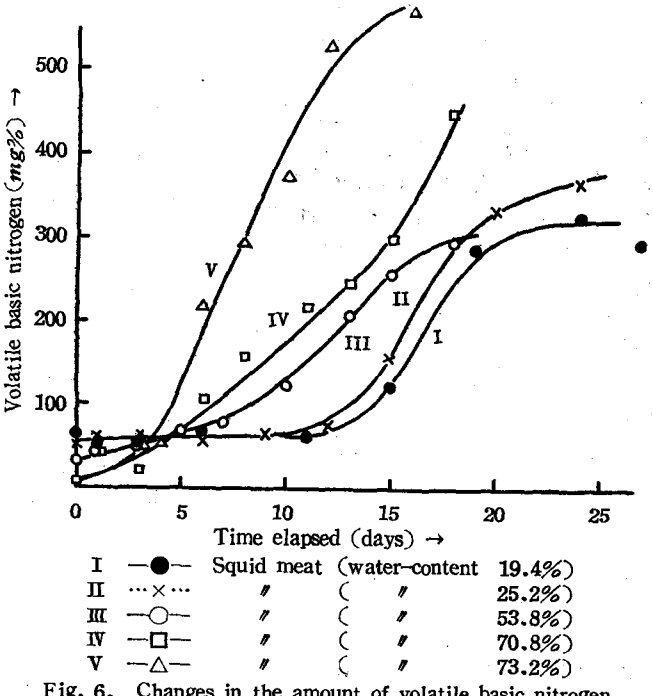


Fig. 6. Changes in the amount of volatile basic nitrogen (V. B.-N) in squid meat

$T=\lambda(1.0)\delta t_{10.10}$

$T=\lambda(1.0)\delta t_{10.9}+\lambda(0.9)\delta t_{9.9}$

$T=\lambda(1.0)\delta t_{10.9}+\lambda(0.9)\delta t_{9.8}+\lambda(0.8)\delta t_{8.8}$

……

の如き値をとる。こゝに $\delta t_{m.n}$ は $\gamma_s=\frac{n}{10}$ なる時，乾燥中 $\gamma=\frac{m}{10}$ の区間を通過するに要する時間であり，第1表及び第2図より求められる。又生のイカ（$\gamma=1.0$）のムレ発生係数 $\lambda(\gamma)$ を $\lambda(0.1)=1$ とおくと

$T=\lambda(1)\delta t_{10.10}$ ……(2)

となるから，この(2)式を λ について解くと

$\lambda(1.0)=1$

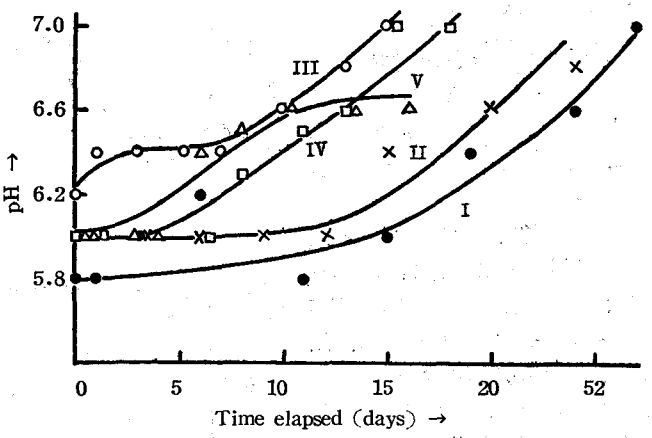
$\lambda(0.9)=\frac{1}{\delta t_{9.9}}(T-\delta t_{10.9})$

$\lambda(0.8)=\frac{1}{\delta t_{8.8}}\{T-\delta t_{10.8}-\lambda(0.9)\delta t_{9.8}\}$

$\lambda(0.7)=\frac{1}{\delta t_{7.7}}\{T-\delta t_{10.7}-\lambda(0.9)\delta t_{9.7}-\lambda(0.8)\delta t_{8.7}\}$

……

の如くになる。これらの各式に第1表より t 及び第7表より t_s の数値を求めて代入し $\lambda(\gamma)$ の値を求めた。即ち T はムレ発生までの時間で，$\gamma=1.0$ の時は24時間であり，$\gamma=0.9$ の時は $T=58$ 時間であり以下第7表記載の時間の如くである。なお $\delta t_{m.n}$ は前記定義に従い第1表及び第2図より $\delta t_{10.9}=1.8$hrs, $\delta t_{10.8}=4$hrs であることがわかる。これらの値を用いて各種乾燥度（γ）に対するムレ発生係数 $\lambda(\gamma)$ の値を求めると，第8表(a)(b)の如くであり，それらを図示すると第8図の如くである。第8図（次頁）より明らかなように γ と $\lambda(\gamma)$ との関係は対数曲線で表わされる。即ち γ の減少に対し，$\lambda(\gamma)$ の値は急激に減少するのでイカの含水量即ち乾燥度（γ）がムレの発生速度に及ぼす影響の大きいことがわかる。例えば(a)の場合（ムレ発生の初期まで）には $\gamma=0.7$ になると $\lambda(\gamma)$ の値は $\gamma=1.0$ の時の約 $^1/_{10}$ になり，(b)の場合（ムレが起つていることが充分認められる時期まで）には $\gamma=0.5$ になると $\lambda(\gamma)$ の値は $\gamma=1.0$ の時の約 $^1/_{10}$ になつている。それ以下の γ の値では大差



I —●— Squid meat (water-content 19.4%)
II …×… 〃 (〃 25.2%)
III —○— 〃 (〃 53.8%)
IV —□— 〃 (〃 70.8%)
V —△— 〃 (〃 73.2%)

Fig. 7. Changes in the pH value in squid meat

Table 7. Relation between degrees of drying (γ) and the time to putrefafaction "mure" (t_s)

(a) The case of incipient putrefaction "mure"

γ	1.0	0.960	0.806	0.520	0.39
ts	24	36	96	240	

(b) The case of later period of putrefaction "mure"

γ	1.0	0.960	0.806	0.520	0.39
ts	48	120	168	276	360

Table 8. Relation between degrees of drying (γ) and the coefficient of the time to putrefaction "mure" ($\lambda(\gamma)$)

(a) The case of incipient putrefaction "mure"

γ	1.0	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5
$\lambda(\gamma)$	1.0	0.37	0.19	0.13	0.06	0.02

(b) The case of later period of putrefacion "mure"

γ	1.0	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5
$\lambda(\gamma)$	1.0	0.93	0.35	0.18	0.12	0.95

はない。それ故，悪天候に逢つてもスルメをムレさせないで製造するには一応急激に$\gamma=0.7\sim0.5$まで乾燥することが必要である。

次に上記の実験結果の$\lambda(\gamma)$の値及び$v(\theta)$を用い，川上の式(1)より生イカが乾燥され各種含水量（乾燥度）になつてから高温多湿の環境に放置された場合，それら各種の乾燥度のイカが高温(30°C)及び中温(20°C)に放置された場合，ムレを発するに至るまでの時間(T)（生イカから乾燥してムレが発生する迄の時間）を求めた。なおこの場合，川上の式(1)中の温度係数$v(\theta)$として，谷川[1]等がイカ肉の腐敗の研究において得た温度係数，即ち高温(30°C)での$Q_{10}=1.5\sim1.6$，中温(20°C)での$Q_{10}=2.0\sim2.2$より，高温の時の$v(\theta)=1.5$，中温の時の$v(\theta)=2.0$を用いTの値を計算した。こゝに得られた結果を第9表(a)(b)に示した。更に第9表の数値を半対数方眼紙にプロットしたのが第9図である。

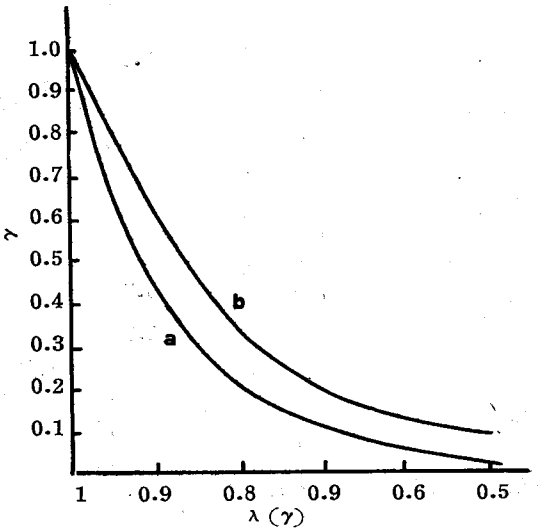


Fig. 8. Relation between the values of λ(γ) and (γ)
a. Incipient putrefaction "mure"
b. Later period of putrefaction "mure"

Table 9. Relation between the values of γ and T

(a)

γ	1.0	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5
T	24	96	144	188	232	264

(b)

γ	1.0	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5
T	18	72	108	141	174	198

第9図より更に一般によくわかるようにイカの乾燥度とムレ発生までの時間を区数尺で表わしたのが第10図（次頁）である。この区数尺からみると急速に乾燥度0.7まで乾燥しておけばその後，温度20°C，関係湿度90～95%の環境に放置されても156時間（6日半）まではムレないし，又乾燥度0.5まで乾燥しておけば360時間(15日間)までムレないことがわかる。又30°Cに放置される時は右の区数尺を用いればわかる。

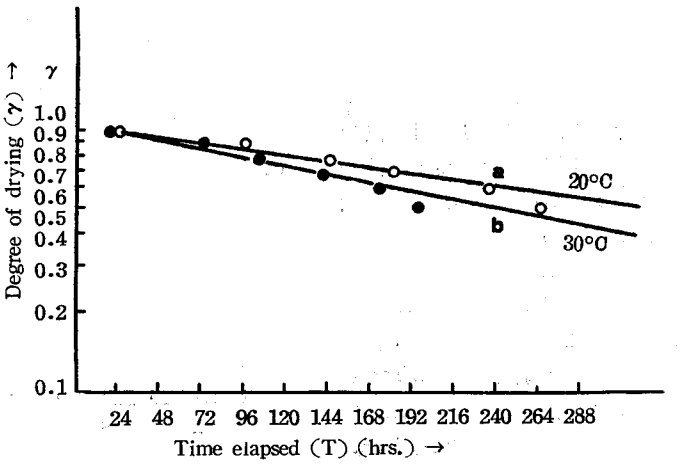


Fig. 9. Relation between the values of γ and T

Ⅳ　スルメ乾燥初期における強制通風による脱水

著者等は前項の実験においてイカを乾燥する場合急速に乾燥度(γ)を0.7～0.5までに乾燥すればその後悪天候に逢い高温多湿の環境に置かれたとしてもムレを起し難いことを認めた。こゝで乾燥初期の急速乾燥を強制通風のみによつて

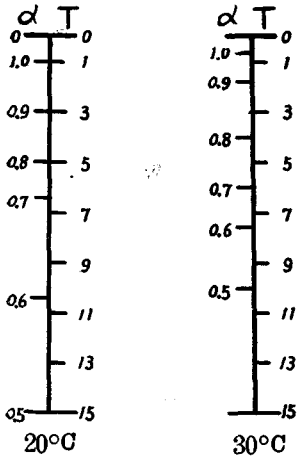


Fig. 10. Scales showing γ and T

経済的に行つた場合の效果を検討した。

1) 試料

函館近海で漁獲された鮮度極めて良好の秋イカをスルメ製造の時と同じように処理し，胴部のみを開いた。

2) 実験方法

第1図の如き恒温恒湿装置に小形扇風機を装置し，風速を自由に加減する如くした。この装置を用い，室内の温度を20°C又は30°Cとし，関係湿度を夫々70，80，90%に保持した。又風速は7.4m/sec及び11m/secとした。なお風速は装置内に風車式風速計を吊下して3回の測定値を得，その平均値をとつた。通風中一定時間毎に試料の重量及びムレ発生の有無をみた。

3) 実験結果

実験によつて得られた結果を図示すれば第11図の如くである。同図(a)は温度30°C，風速7.4m/secで通風した場合で，関係湿度(R.H.)を70，80，90%と変えてみたが，R.H. 70%の時には急速に乾燥度(γ)0.7

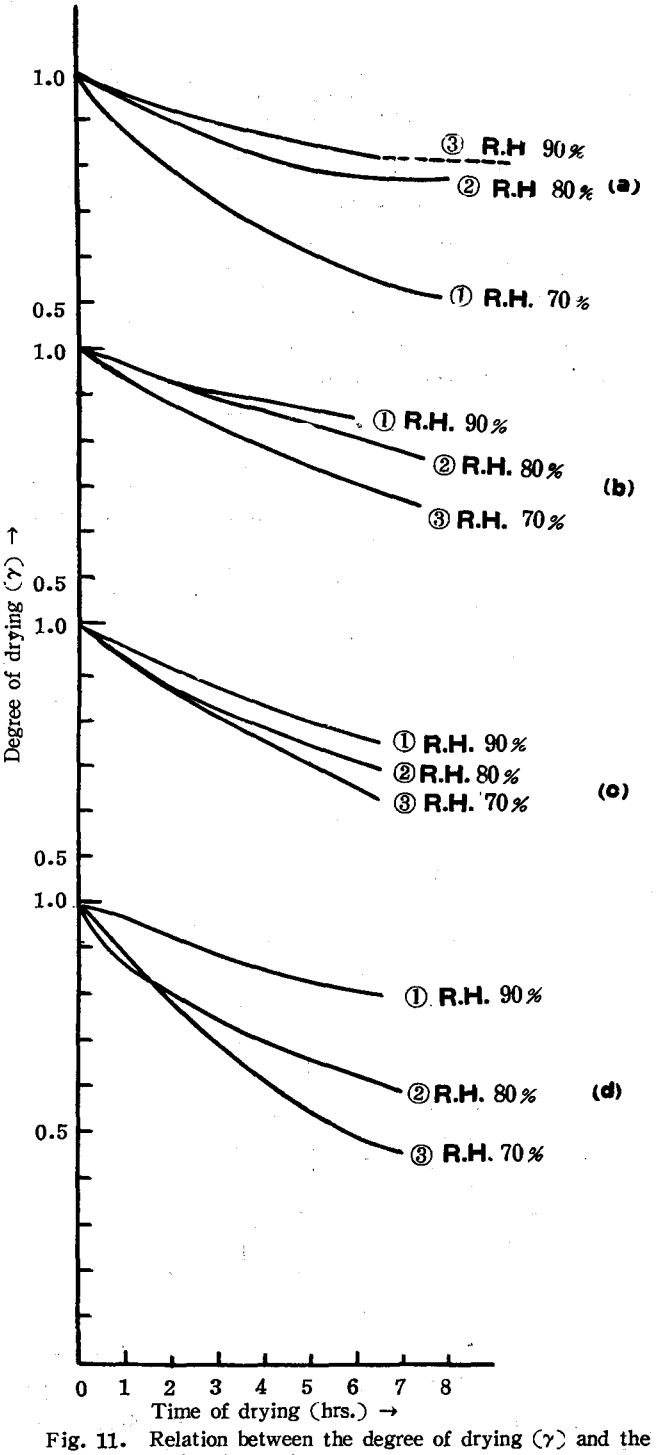


Fig. 11. Relation between the degree of drying (γ) and the time of drying (T) by air blast

まで乾燥するが，R.H.80～90%となれば約6時間後でも乾燥しなかつた。特にR.H.70%の時には順調に乾燥が進むため，外観も良好であつたが，R.H.80～90%では24時間後にイカのヒレの部分に色素が溶出して赤変し，明らかにムレの現象を呈した。尙ムレの程度はR.H.90%の方が80%の場合に比し著しかつた。同図(b)は(a)と同条件で温度20°Cとした場合の乾燥状態である。その結果は(a)と略々同じであつた。併しR.H.80～90%におけるムレの発生は30°Cの場合より軽度であつた（色素細胞の状態の観察等から）。次ぎに同図(c)は温度30°C，風速11m/secで各関係湿度についての結果であるが，(a)の場合と異り，R.H.80%以下では急速に$\gamma=0.7$まで乾燥されるのに対し，R.H. 90%では乾燥は行われなかつた。このことからみても風速が大となれば乾燥速度に影響をもたらすことは明らかである。同図(d)は(c)におけると同条件で温度を20°Cとした時の乾燥状態を示したものであるが，(c)と略々同じ結果であつた。この場合もムレは各湿度の場合とも発生しなかつた。これは恐らく温度が低かつたためであろう。

以上の実験結果を水分含有量の指標となる乾燥度（γ）を用いて考察すると次のようになる。今乾燥度（乾燥歩留）γは前述の如く$\gamma=\frac{W}{W_0}$とすると（W_0は乾燥前のイカ重量，Wは一定時間乾燥後のイカ重量），この式の両辺の対数をとれば　$log\frac{W}{W_0}=log\gamma=e^{-Nt}$ ……(3) となる。こゝで第11図(a)(b)(c)(d)の数値を(3)式に代入して$log\gamma$とtとの関係を求めると第12図(a)(b)(c)(d)の如くになる。こゝで第12図で$\gamma=0.7$即ちイカ肉の水分を70～75%まで乾燥されるに要する時間を求めた結果は第10表の如くである。又(3)式のN（乾燥速度係数）を第12図から求めると第11表の如くになる。第11表中*印は第12図(d)においてR.H.80%の時乾燥開始後3時間目に曲折点があり，この曲折点を境としてその傾斜を求めたところ，初期では$N=0.0198$，後期で$N=0.0105$であり，その平均値をとつたことを示したものである。このことから考えるに風速が大となつて11.0 m/secとなり，温度が30°CとなればR.H.が80%でも乾燥速度が増加することを示すものである。併し風速が弱くても(7.4m/sec)，R.H.が70%であればNは0.0182となり，乾燥速度は著しく増加する。

こゝで強制通風を行わないで先に谷川[1]等が行つた実験結果のうち，今回行つた実験とその条件の近い20°～24°Cで乾燥した場合の乾燥速度係数をのせると第12表の如くである。第11表と第12表を比較すると強制通風を行つた場合は何等人工的に湿度を上昇させなくともその乾燥速度を幾らか大にすることが出来ることがわかる。

以上の実験結果から，たとえ30°Cの如き高温であつても，R.H.70%の場合は風速が7.4m/sec以上，又R.H.が80%の場合は風速が11m/sec以上に通風すればスルメ製造時一応，乾燥度（γ）0.7迄急速に乾燥出来，ムレを起し難く出来る。

V　各種水分量を有するイカ肉を高湿度（90～95%）に放置した際のV.B.-N量の変化及び有機塩基の消長

魚介肉が自然腐敗する場合にその含有水分量の多寡によつて腐敗に関与する細菌叢が異なることは既に報告されている[6]。従つて斯様な細菌叢の差異により含水量の異なるイカ肉腐敗の結果，産生される有機塩基の種類に差異が生ずるものと考えられ，或は少くとも有機塩基の生成状態には差異があると考えられる。

そこで此の点を検討するため各種水分量を有するイカ肉（Ⅰ.19.4%，Ⅱ.25.2%，Ⅲ.53.8%，Ⅳ.70.8%，Ⅴ.73.2%）を90～95%の湿度の下に放置し，経過時間毎にその揮発性塩基窒素量（V.B.-N）及び有機塩基の種類をペーパー・クロマトグラフ法[7]で測定した。その結果は第13図に示す如くである。即ちⅠ試料ではアミルアミン，カダベリン，チロシン，ヒスチジン，チラミン，Ⅱ試料ではアミルアミン，β-フェネチルアミン，カダベリン，チロシン，ヒスチジン，Ⅲ試料ではアミルアミン，β-フェネチルアミン，ヒスチジン，チロシン，イミダゾール醋酸，Ⅳ試料ではアミルアミン，カダベリン，ヒスチジン，チロシン，イミダゾール醋酸，Ⅴ試料ではアミルアミン，カダベリン，β-フェネチルアミン，ヒスチジン，チロシン，イミダゾール醋酸が検出された。

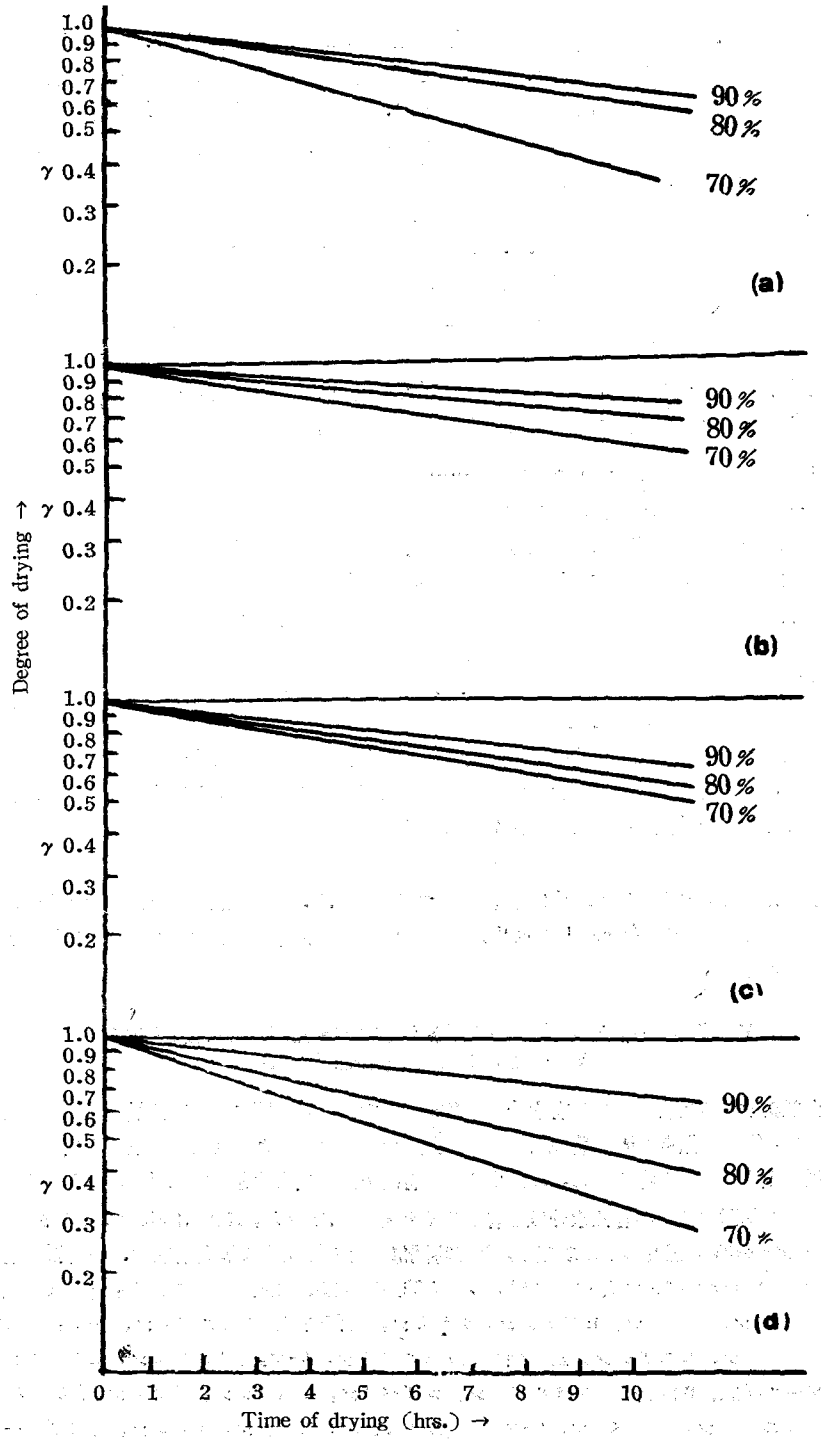


Fig. 12. Relation between log of degree of drying (γ) and the time of drying (t) by air blast

上記の結果中V試料は既に著者の一人谷川の行つた実験結果[8]と一致し，又其の後行われた村田[9]による実験結果とも略々一致している。

検出された有機塩基の種類は試料の含水量が異なつてもも著しい差異は認められないが発現の順序には不同があり，水分量の差異によつてイカ肉の腐敗過程に差異のあることが窺える。併しIII,IV,V試料とI,II試料ではV.B.-N生成状態，pHの変化並びに有機塩基の種類等が幾分異つており，III,IV,V試料ではイミダゾール醋酸β-フェネチルアミンが検出されている。此の事より或る水分量を境として腐敗に関与する細菌叢が異なり，腐敗生産物が異つてくるのではないかと考えられる。即ち本実験結果では細菌叢を異らしめる水分の境界点は55%近辺にあるものと思われるが，イカ肉の結合水と自由水の関係を検討した実験結果で結合水領域の変化をうける限界点が略々50%前後である[10]こと，及びイカ肉の脱水による変性限界点が同じく此の程度の含水量[11]であると云う諸事実とを併考すれば極めて注目される。

又各試料では腐敗過程を通じて有機塩基は発現乃至は消滅の過程を辿つたが，全般にpH値が5.8～6.0にあつたので有機塩基の貯溜には好適であつたと思われる。

以上の実験結果よりスルメ製造に当つて製造途次の原料は，その水分量が50～55%近辺に達するまでは高湿度(90～95%)中に3日間以上放置することは出来ず，更に

Table 10. Time elapsed to $\gamma=0.7$ from various conditions of drying

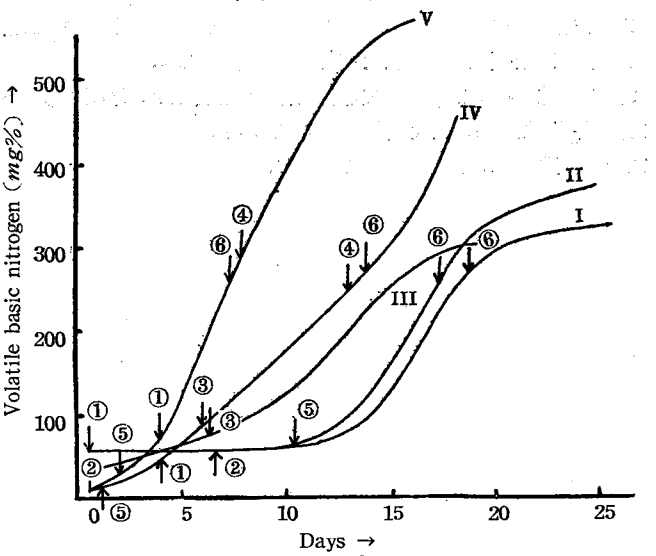
Wind velocity ($v=m/sec.$)	Temp. (°C) \ R.H.	70%	80%	90%
74	20	6.0	9.0	above 11
	30	3.5	7.5	9.5
11.0	20	5.2	6.0	8.0
	30	3.0	4.4	9.5

Table 11. Coefficients of drying velocity (N) from various conditions of drying　Note: *The values are expressed as average, since the figure is consisted with two lines those having the values of N of 0.0198 and 0.0105.

Wind velocity ($v=m/sec.$)	Temp. (°C) \ R.H.	70%	80%	90%
7.4	20	0.0111	0.0076	0.0057
	30	0.0182	0.0090	0.0070
11.0	20	0.0128	0.0109	0.0084
	30	0.0225	0.0157*	0.0073

Table 12. Coefficient of drying velocity from the condition of drying without air blast

Temp.(°C.) \ R.H.	70%	80%	90%
20 ～ 24	0.0125	0.0071	0.0046



① Histidine. ② Tyrosine. ③ Imidazol-acetic acid. ④ β-phenethylamine. ⑤ Indol. ⑥ Cadaverine.
I. Squid meat, water content 19.4%; II. 25.2%; III. 53.8%; IV. 70.8%; V. 73.2%
Fig. 13. Change in V. B.-N and amines in the course of decomposition of squid meat having various water content

製品となつた後も10日間以上放置すれば腐敗することが認められ，又原料イカは可及的速かに50～55%以下の水分量まで乾燥する必要がある。

要　　約

種々の含水量を有するイカ肉を90～95%の関係湿度の下に放置し，その腐敗過程の状況を観察し，又強制通風によるイカ肉の乾燥について実験した結果を要約すれば次の如くでなる。

1) イカ肉の水分含量が50～55%以下となれば腐敗の進行は緩やかとなる。

2) イカ肉の乾燥度(γ)が0.7(含水量55%)以下となれば腐敗に到達する時間は生イカの腐敗する時間の$^1/_{10}$となる。

3) 從つて悪天候等の状況を考慮して何等かの方法によりイカ肉の初期乾燥程度を$\gamma=0.7$以下としなければならない。此のため強制通風による乾燥法を考究し，関係湿度が80%以下となり，風速11m/sec以上とすればムレの発生は阻止されることをみた。

4) 含水度を異にするイカ肉が腐敗する際，生成する有機塩基類は種類の差異は認められないが，生成の程度には差異があり50～55%近辺の含水量を境として腐敗の様相を異にする。

文　　献

1) 谷川・秋場・沼倉(1954): 北大水産彙報 4 (4), 323.
2) 秋場(1951): 同誌. 1 (3,4), 157.
3) 谷川・元広・富田(1956): 同誌 7 (2), 165.
4) 立木(1951): 水検月報 (31), 4.
5) 川上: 魚体乾燥についての物理学的研究. 187p. (自費出版).
6) 相磯・中島(1949): 千葉大学腐研報告 (2), 3p.
7) 佐竹一夫(1953): クロマトグラフ. 98～102p. 東京: 共立全書.
8) 元広・谷川(1952): 北大水産彙報 3 (2), 154.
9) 村田(1956): 1955年度文部省綜合研究報告集録. (農学篇) 225p.
10) 谷川外(1956): 北大水産彙報 7 (1), 49.
11) 秋場(1955): 日水誌 20 (10) 937.