HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	イカ完全利用に関する研究：第11報 スルメ製造に関する研究(其の四) スルメ製造中における「ムレ」に就て
Author(s)	谷川, 英一; 秋場, 稔; 沼倉, 忠弘
Citation	北海道大學水産學部研究彙報, 4(4), 323-336
Issue Date	1954-02
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/22832
Type	departmental bulletin paper
File Information	4(4)_P323-336.pdf

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

イカ完全利用に関する研究

第11報 スルメ製造に関する研究（其の四）
スルメ製造中における「ムレ」に就て

谷川英一・秋場　稔・沼倉忠弘
（水産食品製造学教室）

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

XI. STUDIES ON THE MANUFACTURE OF "SURUME" (DRIED SQUID)
(4) ON THE MUSTINESS OF SQUID MEAT DURING ITS DRYING

Eiichi TANIKAWA, Minoru AKIBA and Tadahiro NUMAKURA

In manufacturing dried squid meat ("Surume" in Japanese) the phenomenon of musty raw meat is seen before the drying will be completed, under the conditions of the environments of high temperatures and humidities.

The authors have studied the phenomenon of the mustiness of raw squid meat in the environments of various conditions of temperature and humidity, and the following results were obtained.

(1) The phenomenon of mustiness of raw squid meat was not recognized below 85% relative humidity.

(2) When the amount of volatile base nitrogen of the raw squid meat reached 30～35 mg% and pH value reached above 6.5 in the drying environment of 85% relative humidity, the phenomenon of mustiness of the raw squid meat was recognized.

(3) The phenomenon of mustiness of the raw squid meat is considered to be a manifestation which appers on the way to the putrefaction of the raw squid meat.

The authors have defined the phenomenon of mustiness of the squid meat scientifically as the condition that occurs in the environment of high humidity, when the amount of volatile base nitrogen reaches 30 mg%, when pH value shows above 6.5 and when the pigment cells in the epidermis of the squid break down and the whole surface of the meat becomes red.

(4) In the same relative humidity of above 85%, if the drying temperature is higher (up to 35°C), and in the same temperature, if the relative humidity of the environment is higher, the raw squid meat becomes musty rapidly.

(5) There are differences in the values of putrefactive velocity and the temperature coeffecient (Q_{10}) between squid caught in Summer and in Autumn.

The squid caught in Summer is more likely to putrefy than that caught in Autumn. Therefore the squid caught in Summer become musty more rapidly than that caught in Autumn.

(6) Even though the raw material which has once become musty is dried and manufactured in the commercial style, the dried goods become a reddened merchandise ("Kappa" in Japanese), of which surface becomes red and glittering and the meat becomes rigid and fragile. Yet the quality of the dried squid meat can be considered to be of good quality.

(7) The limit of the freshness of squid meat as raw material for the good dried squid meat was determined to be 20mg% of the amount of volatile base nitrogen in the raw squid meat.

(8) In the case of leaving of squid caught in Autumn at the relative humidity of 100 %, and in the case of leaving of squid caught in Summer at the relative humidity of 92 %, the relation between the leaving temperature (drying temperature) and time (hrs.) to the limit of freshness (20 mg%) was determined and a particular scale was made.

「スルメ」製造の乾燥初期において天候不良のため，屢々高湿，高溫の環境に数時間放置されると生原料は所謂「ムレ」の状態となる。かゝる原料をその後の好天条件において常法に従い「スルメ」に製造し得たとしても、俗に「カツパ」と称して少しく赤味を帯びた光沢を放ち且つ肉質の硬い且つ脆い製品となり，その品質は頗る低下したものとなる。この「カツパ」状態の「スルメ」は素人目にも明らかに他のものと区別が出来，かゝる「カツパスルメ」は製造中において天候の悪条件下に製造されたことを明らかに示すものであり，従つて製品検査の際には一応格外品として取扱われるものである。

今回，この「ムレ」の現象の発生が種々の溫度及び湿度において如何に相違するかを吟味し，併せて各溫度，各湿度における「ムレ」の生成限界を知つて実際の製造面において適宜の処置を講じ得るような区数尺を求めた。以下に本研究の結果について報告する。

実　験　の　部

1．硫酸デシケーター内放置試験（予備実験）

先づ予備実験として予め約90、80及び70%の湿度を保つように硫酸濃度を調整しておいた硫酸デシケーター内にスルメイカの肉片（13～20gm，幅約4 cmの矩形）を懸吊し、密閉しこれを20°～24°C及び35°～40°Cの溫度に保ち，適時とり出してpH及び重量を測定し，又官能による外観検査を行つた。実験結果は次の第1表の(1)及び(2)の如くであり，肉のpH及び重量変化を図示すると第1図1,2の如くである。尙実験に用いたスルメイカは昭和28年8月26日に漁獲された所謂夏イカの鮮度良好なものを用いた。

第1表1,2及び第1図の1より明らかな如くpHは何れも最初6.0を示せるものが，その後漸次増加しはじめ，80%及び90%湿度内で24°～20°Cに放置せるものは約22時間目頃より急激に増加しpHは7以上のアルカリ側に上昇してゆく。又35°～40°C放置の場合は湿度70%では22時間目においてもpH 6.5を示すにすぎず，その後肉片の乾燥過度のためpHの測定は不能となつたが，80%及び90%湿度内に放置したものは約6時間目頃より急変してゆく。

第1表　硫酸デシケーター内保存試験結果

(1)　溫度20°～24°Cに放置した場合

時間(hrs.) ＼ 項目 ＼ 湿度	pH			重量 (gm)			外観
	70%	80%	90%	70%	80%	90%	
0	6.0	6.0	6.0	18	18.5	13.5	異常なし
2	6.0	6.0	6.0	17.5	18.2	13.3	〃
4	6.2	6.2	6.2	17.0	18.0	13.1	〃
6	6.2	6.2	6.3	16.5	17.8	13.0	〃
～							
22	6.2	6.3	6.4	14.0	16.0	12.5	〃
24	6.2	6.4	6.5	13.5	15.7	12.3	〃
26	6.3	6.5	6.8	13.1	15.5	12.1	稍々異臭あり
28	6.3	6.7	7.1	12.7	15.2	11.9	80%，90%内のもの色素細胞崩壊
30	6.4	6.9	7.4	12.2	14.8	11.7	90%のものムレる
32	6.4	7.2	7.6	11.8	14.5	11.4	80%のものムレイカとなる

(2)　35°～40°Cに放置した場合

時間(hrs.) ＼ 項目 ＼ 湿度	pH			重量 (gm)			外観
	70%	80%	90%	70%	80%	90%	
0	6.0	6.0	6.0	15.5	17.0	13.5	異常なし
2	6.0	6.0	6.0	14.5	16.3	13.0	〃
4	6.2	6.0	6.0	14.0	15.7	12.5	〃
6	6.2	6.2	6.3	12.9	15.0	12.0	〃
～							
22	6.5	7.4	7.5	8.5	12.0	9.4	80%，90%のものムレイカ
24	6.6	7.4	7.5	7.8	11.4	9.0	
26	乾燥過度のため測定不能	7.5	7.6	7.0	11.0	8.7	70%のものはムレず

(註)

硫酸濃度	33%	26%	16%
〃 比重	1.245	1.190	1.085
湿度	70%	80%	90%

尙外観検査とpHとの関係をみると20°～24°C放置の場合では80%湿度のものが28時間後にpH6.7を示す時，表皮中の色素細胞の大多数が破壊し内容色素が細胞外に流出し，赤色味を帯びたものとなり且つ異臭を有し，更に32時間後においては一見して「ムレイカ」の状態となる。又90%湿度の場合にはpH6.8を示した26時間後において色素細胞は崩壊し，30時間目のpH7.4においては外観上「ムレイカ」と認められた。次に35°～40°C放置の場合は6～22時間の範囲内における測定を行い得なかつた関係上明らかなことは云えないが，22時間後においてはすでに80～90%湿度のものは明らかに「ムレイカ」となり，そのpHも7.4～7.5の値を示しておつた。

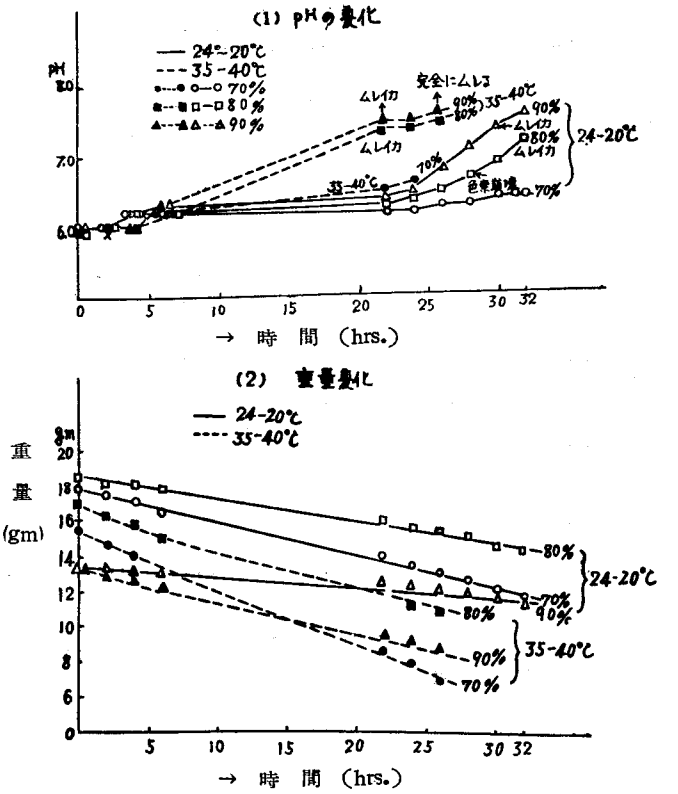
以上によりpHと「ムレ」との関係をみるに，大体において「ムレイカ」となつたものはpH6.5以上になつていることが判る。

次に重量の変化を第1図の2よりみるに，何れの試料においても明らかに重量は緩慢に減少してゆくが，低湿度且つ高溫度のもの程重量の減少程度が大きいようである。即ち乾燥が進むことゝなる。これらの乾燥曲線より今緩慢な乾燥方程式として提出[1]されている次の(1)式により乾燥率λ(時間単位)を求めると第2表に示す如くになる。又(1)式より $\log W/W_1$ と時間Nとの関係をみると第2図に示す如く，略々直線関係で表わされることが判る。

$$W = W_1 e^{-\lambda N} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots (1)$$

但し(1)式中，W_1 は乾燥前の重量(gm)，Wは乾燥後の重量(gm)，Nは乾燥時間(hrs.)，λは乾燥率を示す。

第2図より明らかな如く，湿度が小になるに従い，且つ湿度が増すにつれて乾燥率λの値は大となり，速かに乾燥が進行することが判る。



第1図 硫酸デシケーター内保存試験結果

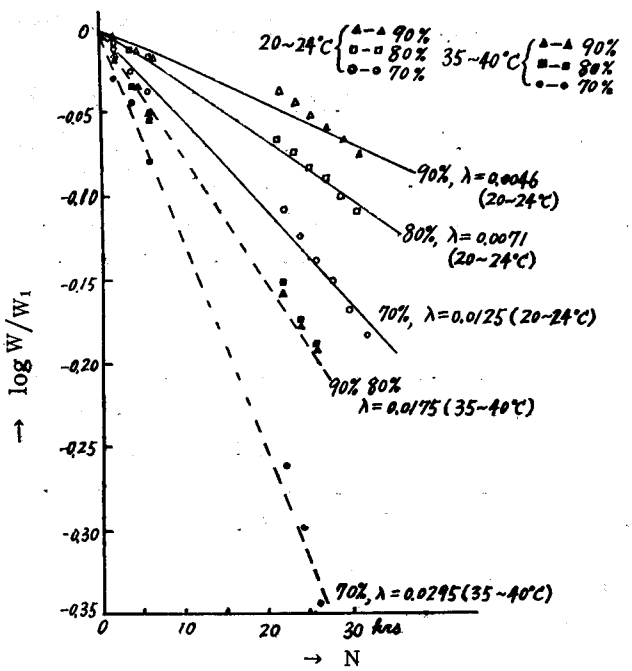
以上の硫酸デシケーター内の放置試験により湿度が80%～90%以上となれば「ムレイカ」となること，且つ「ムレイカ」となれば肉質のpHが6.5以上となることが明らかとなつたが，こゝで云う所の湿度は最初試料を硫酸デシケーター内に入れる前のデシケーター内の湿度である。試料を懸吊した後，拡散，蒸発等が起り，デシケーター内の湿度は幾分增加する。一方肉片の重量は腐敗分解の程度の僅少と思われる低湿度(70%)に放置したものにあつては或一定時間後に平衡状態に達するが，80%又は90%の如き高湿度に放置したものはpHの変化及び外観よりみても明らかに腐敗分解作用が進行し，イカ肉片の重量の恒量は得難いと思われる。

2. 恒溫，恒湿器内にイカ肉を放置した場合の実験

本実験に用いた装置は第3図に示す如きものであり，その大きさは間口57×41(cm)，奥行15(cm)である。この箱内に秋イカは約16尾収容出来る。溫度は装置内に電球を点滅することにより調節し，30°C以上の場合には100W電球1ケ，27°C前後の場合は60W電球1ケ，20°C前後は40W電球1ケを用いた。湿度は別に装置せる蒸気発生器より水蒸気を装置内下部の鋸屑層を通過せしめて，こゝより装置内に均一に拡散せしめ，上部に取りつけている乾湿球湿度計の溫度差を一定に保つために天窓とコックにより調節した。本装置は常時実験者が乾湿球湿度計を注視し適宜溫度及び湿度の調節に努力することによつて割合に

第2表 各湿度に放置せる場合の乾燥率(λ)の比較

湿度 / 温度	70%	80%	90%
20°～24°C放置	0.0125	0.0071	0.0046
35°～40°C 〃	0.0295	0.0175	0.0175



第2図　硫酸デシケーター内保存中に於ける $\log W/W_1$ と時間Nとの関係

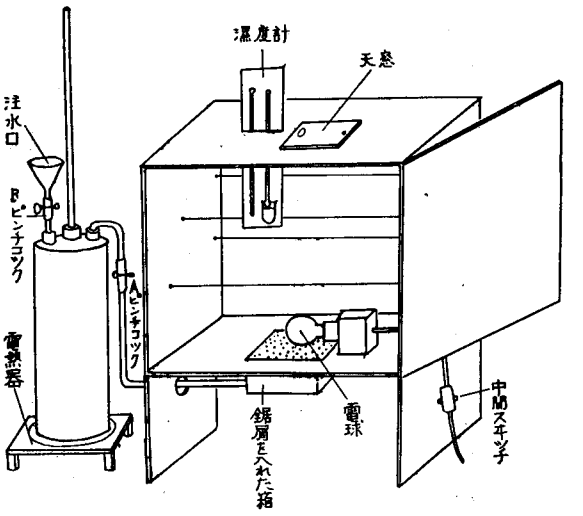
湿度，温度条件は相異したが一括して表示すれば第3表及び第4表の如くになり，これらを図示すれば第4図の如くである。

第3表及び第4表の実験結果をみるに，予備実験における硫酸デシケーター内放置実験の結果と同じく，湿度71%のものは85%のものに比し，pH の変化は少なく，且つ乾燥の進行は速かである。即ち湿度71%放置の場合も85%放置の場合も pH の変化は6～6.7の範囲内にあつたが，湿度85%に放置の場合は実験途中において湿度90%に約16時間放置されたに拘らず，36時間目に pH は 6.7 になつており，以後は乾燥過度のため pH の測定は不能であつた。この両者の場合の乾燥率λも実験条件の相異により多少変動はあるが，第5図に見る如く，乾燥の初期においては湿度71%に放置の場合はλが0.0760，85%の時は0.0280の値を示している。揮発性塩基窒素量は湿度71%に放置の場合は最初既に約 20mg% を示し，鮮度不良のものであつたが，5時間以後においては乾燥の進行が速かであるため「ムレ」の現象は見られなくなつたので測定を中止した。なおこのものは18時間目においても「ムレ」の外観を呈さなかつた。次に湿

実験条件を一定に保つことが出来た。なお実験の都合上，本装置内で密閉したまゝ試料を放置することもあつたが，この場合はその都度放置中における湿度，温度を記録し，実験結果の項に記しておいた。実験に当つては略々同一鮮度を有するスルメイカ4尾の截割せるもの（胴部のみ）を装置内に懸吊し，その1尾を以て重量変化の測定を行い，他の2尾を肉の pH 測定及び揮発性塩基窒素量の測定（Weber-Wilson法）に用い，残り1尾を外観検査用の試料とした。

（1）　比湿度85%及び71%における実験

8月18日及び9月1日に漁獲された夏イカを試料とし湿度を71%及び85%とし温度は両者とも 34°～35°Cになる如く湿度，温度を調整しながら乾燥中における肉のpH，重量の変化，揮発性塩基窒素量の変化等を測定しつゝ外観検査も併せ行つた。実験の都合上，時間範囲によつて



第3図　恒温恒湿装置

度85%放置の場合は，試料は最初の鮮度は良好であつて揮発性塩基窒素量が4.4mg%を示したが，これも71%放置の場合と同じく45時間目においても 20mg% 以下で遂に「ムレ」の現象は見られなかつた。

以上の実験により実際的な「スルメ」製造条件において，溫度35°Cという所謂細菌の発育適溫においても湿度85%以下では「ムレ」の現象が認められないことが判る。この実験結果は予備実験の時行つたデシケーター内湿度80%，溫度 35°～40°C放置の時の結果と矛盾する如く考えられるが，後者の場合のデシケーター内の湿度80%は生イカを入れる前の湿度であり，生イカを入れた後の湿度は実際には測定していないが，生イカよりの水分蒸発により85%以上になつていたものと考えられ，したがつて「ムレ」を生じたものと思われる。

（2） 比湿度92%及び100%における実験

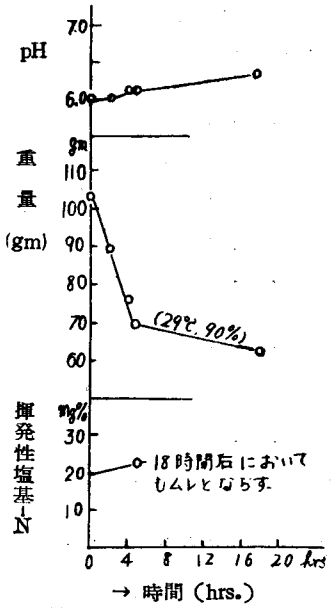
次いで比湿度 92%及び 100%の雰囲気の中に放置する実験を行つた。比湿度92%の実験に使用したイカは 8 月18日及び20日に漁獲された夏イカであつて装置内の溫度は35°C 及び 22°±1°Cとし，又 9 月30日及び10月13日に漁獲した秋イカを用いて溫度35°±1°C 及び 27°Cで実験を行つた。測定項目は前実験と同じである。比濕度 100% のものにおいては10月20日及び11月 4 日に漁獲された秋イカを使用し，30°C 及び 20°±1°Cにおいて前と同じく実験した。比濕度92%に夏イカを放置した場合におけ

第3表　湿度71%，溫度34°～35° C放置試験

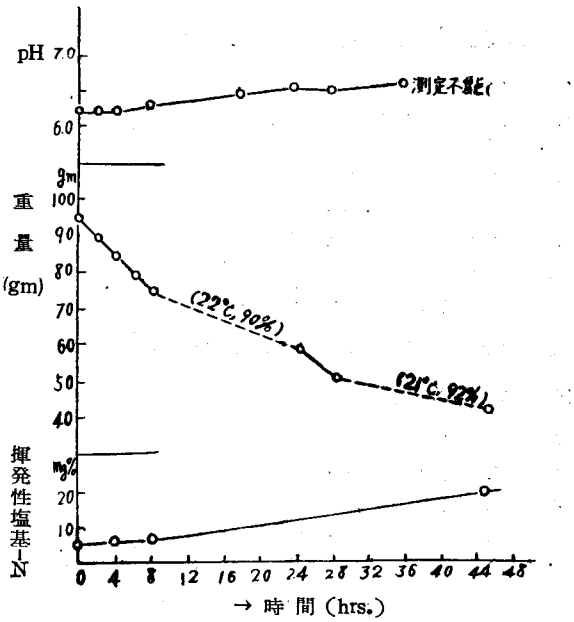
時　間(hrs.)	pH	重　量 (gm)	揮発性塩基窒素量	外　　観	備　　考
0	6.0	103.5	19.7	異常なし	5時間目以後は実験の都合上、装置内にそのまゝ放置 放置中 90%, 29° C, 18時間目においても「ムレイカ」とならず
2	6.0	89.5	——	↓	
4	6.1	76.0	——	乾燥の進行甚だしい	
5	6.1	70.0	22.6	「ムレイカ」とはならず	
～					
18	6.3	63.0	——		

第4表　湿度85%，溫度34°～35° C放置試験

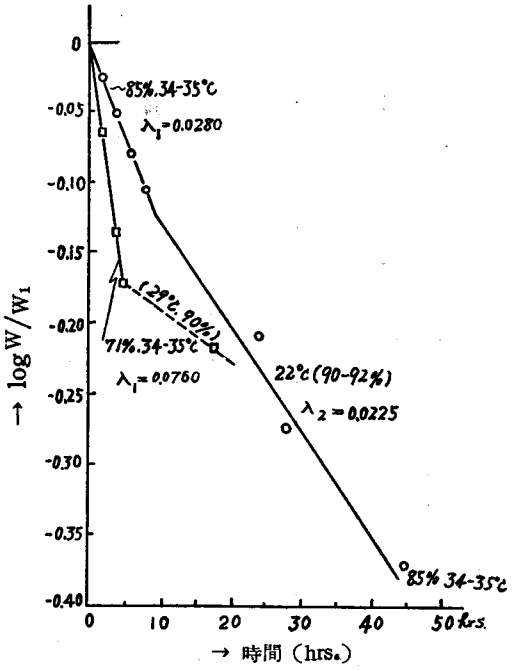
時　間(hrs.)	pH	重　量 (gm)	揮発性塩基窒素量	外　　観	備　　考
0	6.2	94.0	4.4	異常なし	↑
2	6.2	89.0	——	〃	34°～35° C 85%
4	6.2	84.0	5.2	〃	↓
6	6.2	78.5	——	〃	
8	6.3	74.0	5.8	〃	↓
～					↑
18	6.5	——	——		22° C 90%
～					↓
24	6.6	58.0	——		↑
28	6.6	50.0	——	色素細胞崩壊しはじめる	34°～35° C 80%
36	6.7	——	——		↓
40	?	——	——	乾燥のため pH 測定不能	↑ 21° C 92%
45	測定不能	40.0	18.9		



第4図
(1) 71%,34°～35°C放置試験



第4図 (2) 85%, 34°～35°C放置試験



第5図 湿度85%,71%,温度34°～35°Cのときの $\log W/W_1$ とNとの関係

る実験結果は第5,6表に，又秋イカを放置した場合における実験結果は第7表の如くであつて，これらを図示すると第6図及び第7図の如くである。又比湿度100%における実験結果は第8表及び第8図に示す如くである。

これらの実験結果から，先づ比湿度92%の場合におけるpH及び重量の変化を第6図よりみるにpHの上昇程度は高温となる程大きいこと及び夏イカは秋イカに比較して，より速かにpH値がアルカリ側に移動することが認められる。これは第7図の揮発性塩基窒素量の増加と全く同傾向を示し，夏イカの方が秋イカよりも腐敗し易い性質を有することが判る。このことはイカの季節的成分の変化（主として水分量）に起因する[2]ものと思われる。而して外観上「ムレ」を生じた時は何れのイカの場合も揮発性塩基窒素量が30mg%以上となつている。

尙これら各濕度，各温度に放置して実験したイカ試料を実験終了後濕度71～75%，25°～30°Cにて乾燥を継続し製品々質の吟味を行つたが，製品々位は何れも乾燥前の揮発性塩基窒素量が20mg%に達しないものは品質の良好な製品が出来るが，20mg%を超えたものは製品不良となり，「ムレ」の現象を呈したものは乾燥しても明らかに「カッパ」状を示し品質が極く低下する。

第5表　湿度92%，夏イカを用いた場合

92%，35°C（8月18日）

時間(hrs.)	PH	重量(gm)	揮発性塩基窒素量	外観	備考
0	5.9	94.5	4.9		
2	6.2	93.5	——		
4	6.6	92.0	8.4	色素崩壊	
6	6.8	85.5	34		
8	7.1	79.5	45.9	「ムレ」初め，稍異臭	↑ 23°C，95%
～					
22	7.5	68.5	(102.4)	完全にムレる	↓

92%，22°C（8月20日）

0	6.6	113.5	3.9		製品々質
2	6.6	111	——		
4	6.6	109	18.3		良好
6	6.8	107	——		稍良好
8	6.8	105	22	「ムレ」ない	稍「カツパ」気味
～					
23	7.6	97.5	140	完全にムレる	「カツパ」

第6表　湿度92%，夏イカを用いた場合

（9月7日）

時間(hrs.)	pH	重量(gm)	外観
0	5.8	109.5	
2	5.8	108	
4	5.9	106	
6	6.0	103.5	
8	6.1	101	色素崩壊しはじめる
10	6.1	98	
12	6.3	95.5	アンモニア臭「ムレ」る
14	6.6	91.5	
15	7.2	88	

第7表　湿度92%，秋イカを用いた場合

92%，温度35°C，10月13日

時間	pH	重量(gm)	揮発性塩基窒素量	外観	製品々位
0	6.0	193	5.1	異常なし，鮮度良好	良好
3	6.1	184	7.8		良好
6	6.2	171	12.9	色素細胞崩壊しはじめる	良好
9	6.2	151	15.3	異臭	稍良好
12	6.4	143.5	28.2	アンモニア臭「ムレ初め」	不良
15	6.6	132	——	完全にムレる	「カツパ」
18	6.8	121.5	——		
20	7.0	113	131.5		

92%，温度27°C，9月30日

0	5.8	212.5	6.1	異常なし
2	5.8	202.5	——	
4	5.9	193.0	——	
6	5.9	185.0	10.7	
8	6.0	179.0	——	
10	6.0	172.0	——	
12	6.0	166.0	——	
14	6.2	158.5	33.1	ムレ初め
16	6.2	151.0	——	
18	6.3	146	——	完全にムレる
20	6.4	141	48.5	
22	6.4	136	——	
24	6.6	131.5	78.9	

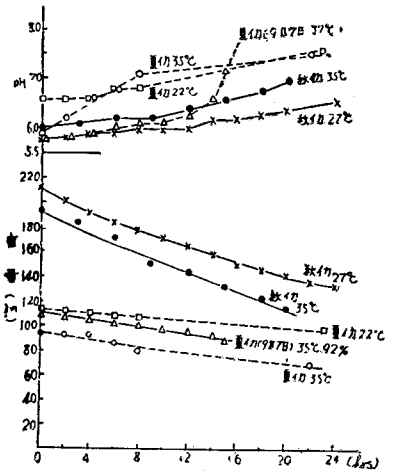
第8表　湿度 100%試験（秋イカ）

湿度100%，温度30°C（10月20日）放置試験結果

時間(hrs.)	pH	重量(gm)	揮発性塩基窒素量(mg%)	外観	備考
0	6.2	173	6.3	鮮度良好	
3	6.3	169	——		
6	6.3	167	——	色素崩壊しはじめる	
9	6.4	165	26.7	ムレ，アンモニア臭あり	
12	6.7	162	105.8	完全にムレる	
15	7.2	160	——		
18	7.6	158	177.5		

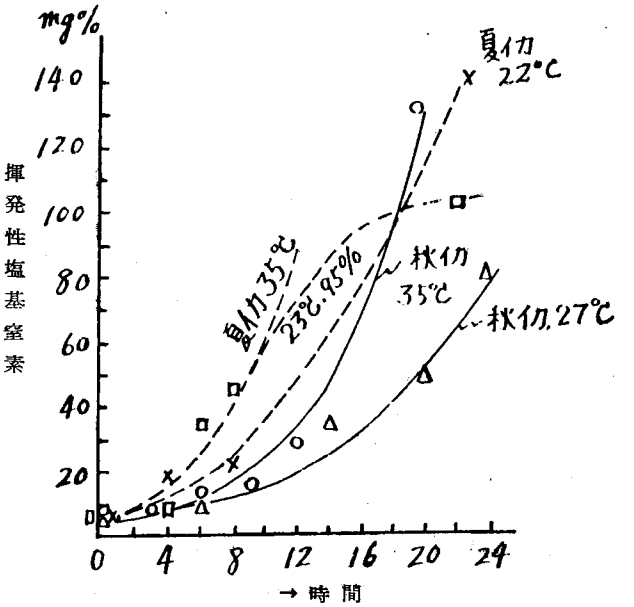
同上，温度20°C

0	6.0	194	——		製品々位
3	6.0	194	——		
6	6.0	192	14.6		
9	6.1	191	——		
12	6.2	190	20		
15	6.2	189	——		
18	6.3	187	39.7		カツパ気味↓
21	6.3	186	——	色素崩壊しはじめる	
24	6.4	185	——	アンモニア臭ムレる	
27	6.7	184	56.2	完全にムレる	

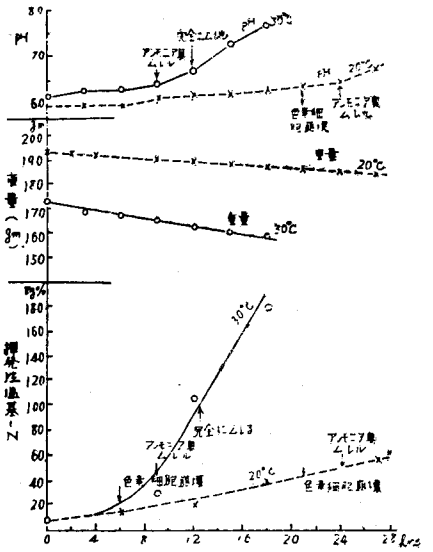


→ 時 間 (hrs.)

第6図　92%の湿度に放置せる場合のpH及び重量変化



第7図　92%湿度に放置せる場合の揮発性塩基窒素量の変化

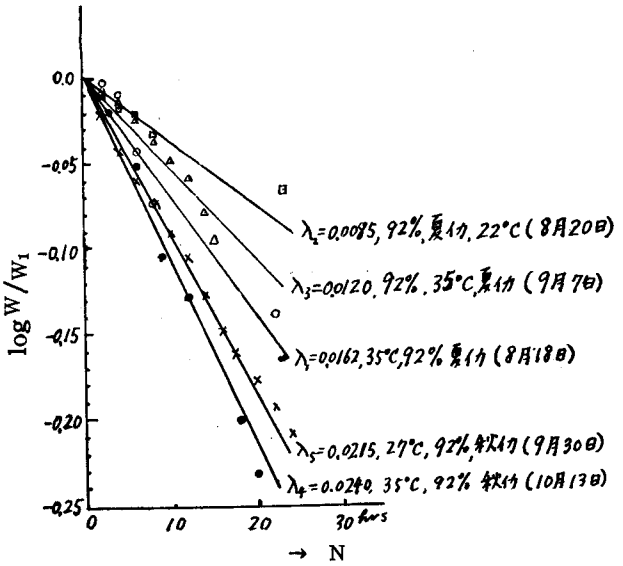


→ 時 間 (hrs.)

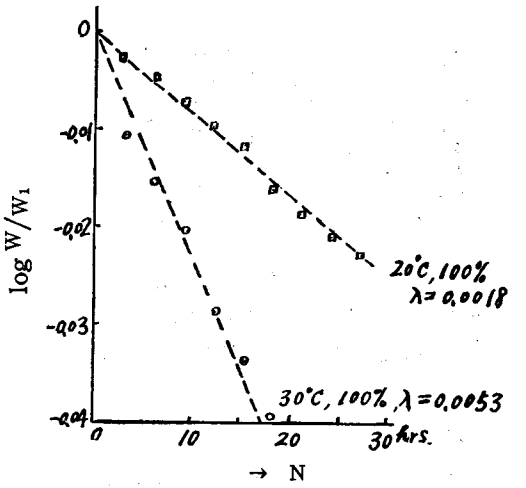
第8図　100%湿度に放置した場合（秋イカ）

乾燥の進行は第9図に示す如く $\log W/W_1$ と時間Nとの関係は何れも直線関係があり，乾燥率λの値は同一時季の試料では高溫な程大きく，又夏イカと秋イカの比較では秋イカの方が乾燥率λが大であり，速かに乾燥する性質を有すのであろう。

次に比濕度100%の場合においては第8図にみる如く，30°Cの場合には揮発性塩基窒素量が30mg%以上になるに及んで完全に「ムレ」の現象を呈するに至る。又20°C放置の場合においては揮発性塩基窒素30mg%程度より「ムレ」始め，40mg%で「ムレ」の状態は進行し，50mg%になれば完全に「ムレ」の状態となつた。pHよりみると約6.0～6.4以上に「ムレ」の現象が認められている。尙重量の減少は92%の比湿度の場合より少いが明らかに認められる。即ち比湿度100%に放置した場合の乾燥率λは第10図に示してある如く 10^{-3} の単位にあり，92%の場合の乾燥率λの約½になつている。



第9図　92%湿度に於けるときの
$\log W/W_1$-N直線



第10図　100湿度に於けるときの
$\log W/W_1$-N直線

以上の実験結果よりみるに，湿度100%及び92%の場合には明らかに「ムレ」の現象が認められる。この現象は腐敗過程中の一種の外観的現象と見做されるものであつて，この現象の生ずる時は揮発性塩基窒素量は30mg% 以上であり，pH 6.5以上であることが判る。又一旦「ムレ」を生じたものを爾後常法により乾燥して「スルメ」製品としてもそれら製品の品質は所謂「カツパ」状を呈し，不良となる。而してスルメの原料イカの鮮度限界としては揮発性塩基窒素量が20mg% 以内のものでなければならない。これはカ=[3]，サバ，サンマ，ホツケ[4]等を原料として製品を製造する場合揮発性塩基窒素量で20mg%以内の鮮度のものを使用すべきであるとする著者の見解の一つに加うべきものである。

考　　察

以上の実験結果より考察するに，「スルメ」製造の際における「ムレ」の現象は乾燥初期における外囲条件の中，比湿度85%以上になる時に認められるもので，その時の原料中の揮発性塩基窒素量は30mg% 以上，pH 値は約6.5以上となる。従来イカの「ムレ」の現象は主として赤変化した原料を云い，外観により判定されていたが，著者等はこれを科学的に「ムレ」は揮発性塩基窒素量が 30mg% 以上 pH 値が 6.5 以上であつて，且つ表皮色素細胞の大部分が崩壊して外観上赤色を呈するもの」と定義したい。

こゝで実際的に問題となるのはかゝる「ムレ」の現象が比湿度幾%の時に何時間で生ずるかということである。出来得れば湿度試験において比湿度を更に小区分して行うことが望ましいことであるが実験操作上1～2%の比湿度間隔を以て調節することは不可能であつた。

スルメの主産地函館附近のスルメ製造期間中における気温，比湿度の平均，最高，最低は第9表の如くである[5]。

こゝで低湿度の時は「ムレ」を生ぜず乾燥が進行するので，乾燥速度が僅少か，乾燥の進まない比湿度 92%及び 100%における実験結果を基にして湿度と「スルメ」の原料イカの鮮度限界に達するに

第9表　函館地方における気温，比湿度　(10年間)

	月	6	7	8	9	10	11	12
気温(°C)	平均	14.9	19.6	21.9	17.2	11.1	4.6	-1.9
	最高	18.8	23.3	26.0	22.0	16.2	8.9	1.3
	最低	11.3	16.6	18.7	13.2	6.6	0.4	-3.5
比湿度(%)	平均	85.0	87.8	86.7	82.2	77.7	72.8	77.6
	最高	100	100	100	100	98.2	98.0	——
	最低 (1952)	60	61	59	45	41	38	——

(註)　降雨の日は比湿度90～98.2%である。

上記各実験結果を次の一分子自己触媒反応式(2)により揮発性塩基窒素量の生成速度恒数kを算出してみると第10表に示す如くなる。

$$\log y/_{A-y} = kt + C \quad \cdots\cdots(2)$$

但し(2)式中yはt時間後における揮発性塩基窒素の増加量，Aは揮発性塩基窒素量の最大生成量，k，Cは恒数とする。第10表において同じ秋イカにおいては湿度の高い100%の方が92%よりkの値が大きい。又各種試料については高温の方がkの値が大きい。

第10表　各種条件下における揮発性塩基窒素量生成速度恒数(k)

種類	比湿度(%)	温度(°C)	$K=k\times10^{-5}$	温度係数Q_{10}及び温度恒数B
秋イカ	100	30	168	$\theta_{10}=2.2$
	100	20	76.5	B=13,900
秋イカ	92	35	151	$\theta_{10}=1.6$
	92	27	103	B=8,900
夏イカ	92	35	331	$\theta_{10}=1.9$
	92	22	162	B=11,200

尚温度係数(Q_{10})をArrheniusの式(3),(4),(5)から求めると[7]，夫々秋イカ比湿度100%放置の場合は2.2，92%放置の場合は1.6となり，高温度の方がQ_{10}の値も大きい。又比湿度92%の夏イカでは1.9となり，夏イカの方が秋イカよりも同じ温度範囲内では腐敗の程度が大きいことが判る。

$$\log Q_{10} = \frac{B}{R}\log e\left(\frac{1}{T}-\frac{1}{T+10}\right) \quad \cdots\cdots(3)$$

$$B = \frac{a}{\log e}R \quad \cdots\cdots(4) \qquad \log k = -a\cdot\frac{1}{T} \quad \cdots\cdots(5)$$

但し(3),(4)式中Bは温度恒数，Rはガス恒数，aは(5)式より$\log k$と$\frac{1}{T}$との直線関係より得られる常数である。

スルメ製造の際におけるイカ原料の鮮度を揮発性塩基窒素量にして20mg%とすべきであることは前述の如くであるが，魚介生鮮原料の放置温度θ°Cと上記の揮発性塩基窒素20mg%に達する鮮度限界到達時間t_θとの関係は(6)式で表わされ，又Q_{10}の値は理論的には(7)式で表わされる[3,8]。

$$\log t_{\theta_1} = A - B\theta_i \quad \cdots\cdots(6)$$

$$\log \frac{t_{\theta_1}}{t_{\theta_2}} = (\theta_2-\theta_1)\log Q_{10} \quad \cdots\cdots(7)$$

(6)式中θ_1は放置温度，t_{θ_i}は夫々θ_1°Cに放置した時の鮮度限界到達時間(hrs.)，A,Bは常数。

こゝで前掲の第7,8図に示す曲線より各温度θにおける$t_{20\theta}$(hrs.)即ち鮮度限界の揮発性塩基窒素量が20mg%に達する時間を求めてみると第11表の如くになる。

これらのθ_1又はθ_2に対する各$t_{20\theta}$の値と第10表に示したQ_{10}の値を採用して(7)式によつてθ_iとt_{θ_i}との関係を求める。

要する時間の関係について考察しよう。

前記の如く比湿度92%の場合においては秋イカは35°Cの方が27°Cの場合よりも，又夏イカは35°Cの方が22°Cの場合よりも速かに揮発性塩基窒素量が生成されたがこれは腐敗速度が高温なる程大きいことを示すわけであつて，今木俣[6]氏に倣い

第11表　各濕度に生イカを放置せる時の鮮度限界到達時間($t_{20\theta}$)

種　類	比濕度(%)	温度 (°C)	$t_{20\theta}$ (hrs.)
秋イカ	100	30	5.7
	100	20	9.8
秋イカ	92	35	9.7
	92	27	12
夏イカ	92	35	4.7
	92	22	8.1

例えば，比湿度100%の場合においては$\theta_1=30°C$, $t_{\theta_1}=5.7$(hrs). $Q_{10}=2.2$とすれば

$$\log t_{\theta_1}=1.78-0.03424\,\theta_1\cdots\cdots(\mathrm{I})$$

又$\theta_1=20°C$, $t_{\theta_1}=9.8$(hrs), $Q_{10}=2.2$とすれば

$$\log t_{\theta_1}=1.68-0.03424\,\theta_1\cdots\cdots(\mathrm{II})$$

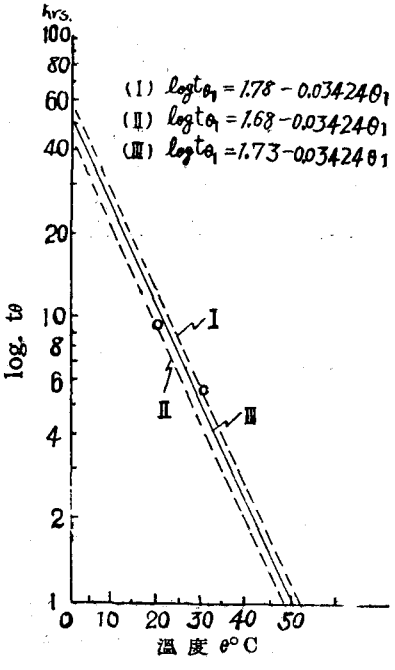
となる。こゝで両者の平均をとると

$$\log t_{\theta_1}=1.73-0.03424\,\theta_1\cdots\cdots(\mathrm{III})$$

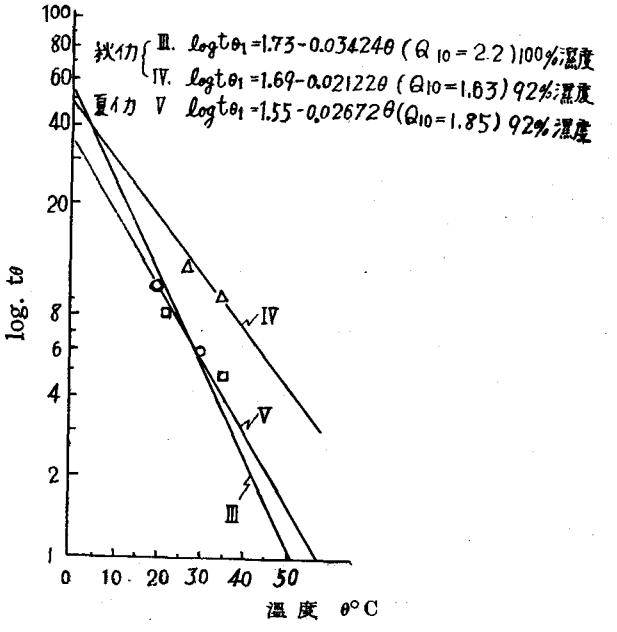
となり，これらの関係を図示すると，第11図の夫々(I),(II),(III)直線で表わされる。同様に比湿度92%放置の秋イカ及び夏イカについて検討すると

秋イカについては　$\log t_{\theta_1}=1.69-0.02122\,\theta_1\cdots\cdots(\mathrm{IV})$

夏イカについていは　$\log t_{\theta_1}=1.55-0.02672\,\theta_1\cdots\cdots(\mathrm{V})$



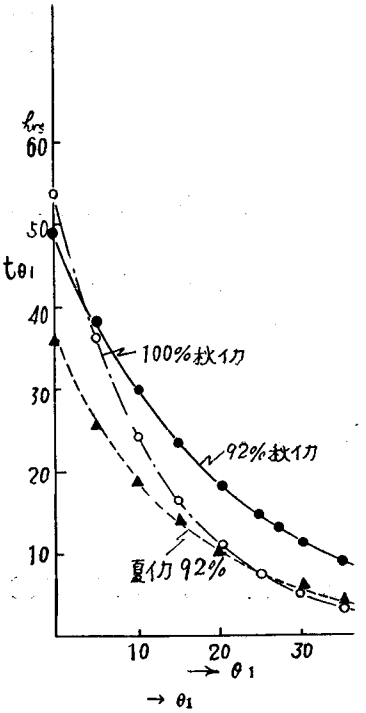
第11図　100%湿度試験のときの $\log t_{20\theta}$ と $\theta°C$ との関係



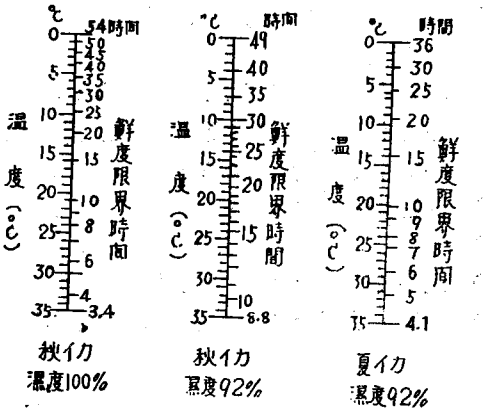
第12図　100%及び92%湿度のときの $\log t_{20\theta}$ と $\theta°C$ との関係

となり，第12図の(IV)及び(V)直線で表わされる。即ちこれらの関係をグラフに描くと第13図の如き $t_\theta-\theta$ 曲線が得られる。又これを区数尺で示せば第14図の如くになる。

第14図を利用することにより，一般業者はスルメ製造の際における乾場の外囲濕度及び湿度を測定しつゝ，天候が雨模様となり，比湿度90%又は98～100%の如き高湿度になつた時には原料を何時間以内に処理しなければならないか，時によつて人工乾燥を行わねばならないということも知ることが出来る。殊に秋イカよりも夏イカの場合は処理を急速に行わなければ「ムレ」る心配が大であることが判り，処理能力乾燥手順を予め考えておかなければならない。



第13図　スルメイカ乾燥時に於ける湿度と鮮度限界に至る時間との関係



第14図　湿度92%，及び100%に放置した場合の湿度と鮮度限界時間との関係

摘　　要

「スルメ」製造中における「ムレ」の現象について，スルメイカを用いて種々の湿度，湿度条件で実験を行い，次の如き結果を得た。

1)　「ムレ」の現象は比湿度85%以下においては起らない。

2)　比湿度85%以上の時には「ムレ」を生じ，肉の揮発性塩基窒素量が30～35mg%，pH 6.5以上となる。

3)　「ムレ」の現象は腐敗過程中に認められる外観的の現象と見做され，著者等はこの現象を科学的に云つて肉質の pH 値が6.5以上で，揮発性塩基窒素量は30mg%以上となり，表皮の色素細胞は崩壊し，肉表面が赤変状態になつたものと定義した。

4)　尚比湿度85%以上では同一湿度においては高湿度になる程，又同一湿度（85%以上において）では高湿度になる程速かに「ムレ」の現象を呈する。

5)　夏イカと秋イカとでは腐敗速度及び湿度係数 Q_{10} の値が異り，夏イカの方が腐敗し易い性質を示す。したがつて「ムレ」の現象は夏イカの方が秋イカよりも速かに起る。

6)　一旦「ムレ」の現象を呈した原料をその後そのまゝ乾燥してスルメとしても，所謂「カッパ」と称し，表面が赤色化した光沢あり且つ硬く脆い肉質の「スルメ」となり，一見「ムレ」たものを原料としたことが判明する。

7)　それ故スルメの良製品を製造するための鮮度限界としては20mg% の揮発性塩基窒素量を示す迄の原料を用いるべきである。

8) 斯かる観点より秋イカの場合について湿度100％及び92％，夏イカについては92％湿度の場合における原料放置温度（乾燥温度）と鮮度限界に達する迄の時間との関係を求め，これを数式化すると共に区数尺を以て表した。

文　　献

(1) 谷川，秋場（1951）：水産乾燥食品，79頁；藤原，津田，安井（1913）：水講報告，第8巻，第8号，321頁
(2) 北水試函館支場，加工科（1951）：北水試月報，第8巻，第5号（第659号）1頁
(3) 谷川外（1953）：北大水産彙報，第4巻，第1号，22頁
(4) 谷川外（1953）：未発表
(5) 函館海洋気象台調査
(6) KIMATA (1941) : J. Imp. Fish. Inst., Vol. 34, No. 2, p. 116
(7) 大谷（1928）：水産学会報，第5巻，第1号，1頁
(8) 金子（1952）：罐詰時報，第31巻，第7号，78頁

（水産科学研究所業績 第204号）