

鶏卵の電気冷蔵庫貯蔵における 重量変化並びに鮮度に関する研究

IV ポリエチレン袋貯蔵と市販用卵ケース貯蔵との比較

安 藤 昭 代
山 本 富 子

緒 論

電気冷蔵庫貯蔵における鶏卵の重量変化並びに鮮度について、先きに安藤・山本らは冬季と夏季の場合及び¹⁾ Coating 卵とポリエチレン袋貯蔵との比較における場合²⁾の実験結果を報告した。その結果家庭において鶏卵を電気冷蔵庫内に貯蔵する場合、ポリエチレン袋に入れることが重量減少防止上また鮮度保持上、良好な方法であることを認めた。しかしながら、ポリエチレン袋内に入れる湿脱脂綿に煮沸消毒を施すことは、操作上面倒な処置とも言える。単にポリエチレン袋に入れるのみで貯蔵効果が挙げられるならば、家庭貯蔵として簡易で実行しやすい方法であろう。従って今回は、ポリエチレン袋内に湿脱脂綿を入れた高湿度状態と、湿脱脂綿を入れない低湿度状態とにおける貯蔵効果の比較を試みた。併せて、最近市販卵の包装に使用されている人工樹脂製ケースに入れた場合とも比較した。更に、貯蔵に先だって卵を洗滌した場合と無洗滌の場合との比較を、露出貯蔵する場合に限って検討を試みた。比較検討事項としては、何れの場合も前回²⁾と同様に、卵の重量変化並びに鮮度の観点において行った。以下その結果を報告する。

実 験 方 法

実験材料として、白色レグホン種の鶏卵を330個を使用した。卵は同日産出（1967年7月11日）のもので、1個の重量は50~55gのものを用いた。

実験方法は次の順序で行った。

- 1) 卵を62個ずつA~E区分に分け、各区分ともそのうち2個を予備とした。
- 2) A~D区分の卵を前回²⁾と同様、非イオン系中性洗剤（ハイライト）0.3%濃度液に30秒浸漬して洗滌したのち、3回濯ぎ、乾燥した清潔な布巾で水分を拭き取った。この場合の洗滌水温は、前回の理由により室温27°Cよりもやや高い28~30°Cで行った。

なおE区分の卵は、無洗滌実験卵として洗滌を行わなかった。

- 3) 各区分とも更に10個ずつの4グループに分け、各グループ1個当りの重量を測定した。即ち

個々の卵の重量を測定するとともに、グループ全体の重量を測定し、それらの平均値を算出して、各グループ1個当りの重量とした。なお各区分とも、4グループは各々重量が等しくなるように調整した。重量測定には、直示天秤と上皿桿秤を使用した。

4)各区分とも卵白のPH測定用として、別に20個ずつ用意した。

5)各区分をそれぞれ次の方法のもとに貯蔵した。その貯蔵条件は第1表に示す通りであり、貯蔵状態は第1図に示した。

A区分 ポリエチレン袋に入れ、湿脱脂綿を入れる。ゴム輪で袋の口を閉じる。

B区分 ポリエチレン袋に入れ、ゴム輪で袋の口を閉じる。

C区分 市販用人工樹脂製卵ケース（10個入り）に入れ、蓋をして5カ所をホチキスで止める。

D区分 露出。

E区分 露出（無洗滌）。

∴各区分とも各グループ毎に、市販用人工樹脂製卵ケースに卵の鈍端を上にして入れる。

A、B、D、E区分は蓋をしない。

∴湿脱脂綿は前回と同様の²⁾処理をして使用した。

∴冷蔵庫内の温度、湿度の測定は、最高最低温度計並びに毛髪湿度計を用いた。

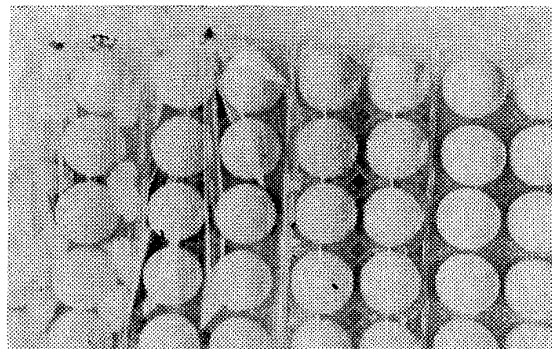
なおA、B区分のポリエチレン袋内の湿度は、冷蔵庫内を同条件の温度に調整したもとの毛髪湿度計を袋内に入れ、予備実験として測定した。

第1表 貯蔵条件

区分	温度		湿度(R.H.) %	平均R.H. %
	最低温度 °C	最高温度 °C		
A	2.2	8.0	83~89	85
B	2.2	8.0	82~83	82
C	2.2	8.0		
D	2.2	8.0	42~63	54
E	2.2	8.0	42~63	54

第1図 卵の貯蔵状態

向って左から、A、B、C、D区分



- 6) 実験第1日目に対照卵として、5個の卵白のPHを測定し平均値を算出した。更に10個の卵のYolk Index (Y. I.) 並びにAlbumen Index (A. I.) を測定し、平均値を算出した。PH測定には、日立、堀場、PHメーターM4型を使用し、Y. I. 並びにA. I. 測定には、前回と同様に²⁾ノギスと定規を使用した。
- 7) 各区分の卵を4週間(1967年7月12~8月9日)電気冷蔵庫内に貯蔵し、その間7日間隔において、即ち8日、15日、22日、29日目に各区分1グループの卵の重量を測定し、重量変化の経過を観察した。
- 8) 貯蔵7日目毎に、各区分とも5個の卵白のPHを測定し、平均値を算出して鮮度保持の経過を観察した。
- 9) 貯蔵7日目毎に、各区分10個の卵のY. I., A. I. を測定し、平均値を算出して鮮度保持の経過を観察した。
- 10) 貯蔵29日目に各区分から、第1日目の重量の比較的等しい卵を選出し、割卵して平面写真を撮影し、肉眼で見た鮮度の比較写真とした。

実験結果及び考察

実験結果を卵の重量変化とPH並びにY. I., A. I. 測定による鮮度との観点から述べると、以下のごとくになる。

(1) 卵の重量変化

実験結果は第2~6表並びに第2図にみられるごとくである。

第2表 A区分卵の重量変化(1個当り平均値)

経過日数	重量 (g)	減少量 (g)	減少率 (%)
1日	53.67	—	—
8日	53.74	+0.07	+0.13
15日	53.75	+0.08	+0.15
22日	53.65	0.02	0.04
29日	53.70	+0.03	+0.06

第3表 B区分卵の重量変化(1個当り平均値)

経過日数	重量 (g)	減少量 (g)	減少率 (%)
1日	53.65	—	—
8日	53.61	0.04	0.07
15日	53.64	0.01	0.02
22日	53.37	0.28	0.52
29日	53.36	0.29	0.54

第4表 C区分卵の重量変化（1個当り平均値）

経過日数	重量 (g)	減少量 (g)	減少率 (%)
1日	54.45	—	—
8日	54.27	0.18	0.33
15日	54.25	0.20	0.37
22日	53.95	0.50	0.92
29日	53.90	0.55	1.01

第5表 D区分卵の重量変化（1個当り平均値）

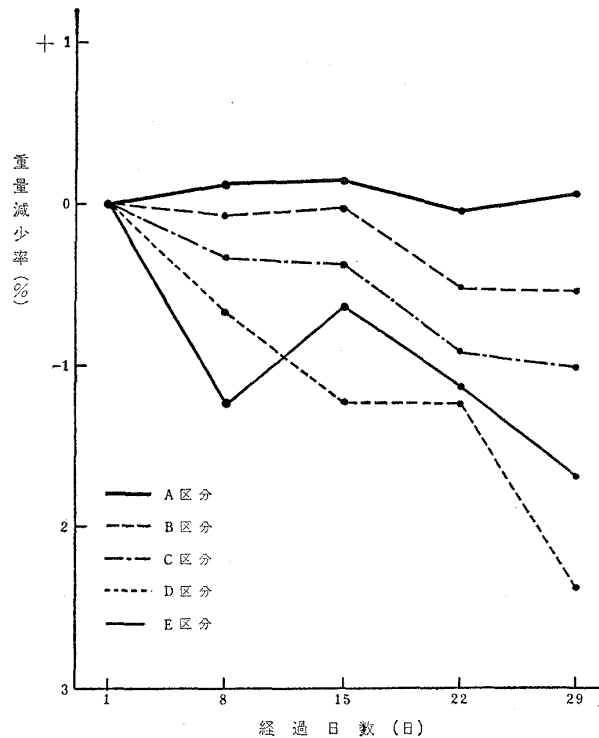
経過日数	重量 (g)	減少量 (g)	減少率 (%)
1日	53.75	—	—
8日	53.39	0.36	0.67
15日	53.09	0.66	1.23
22日	53.09	0.66	1.23
29日	52.59	1.16	2.38

第6表 E区分卵の重量変化（1個当り平均値）

経過日数	重量 (g)	減少量 (g)	減少率 (%)
1日	54.06	—	—
8日	53.39	0.67	1.24
15日	53.72	0.34	0.63
22日	53.35	0.71	1.13
29日	53.14	0.92	1.70

即ちA区分は、ほとんど重量変化はみられない。29日目に至っても減少量は+0.03g、減少率は+0.06%と、むしろわずかながら増加が認められるのは、湿脱脂綿入りのためポリエチレン袋内が高湿度になり、水分を吸収したものと思われる。B区分の減少量は、日数経過に従って徐々に増加し、29日目に減少量0.29g、減少率0.54%である。A区分に比較して重量減少率の高い結果は、同じポリエチレン袋貯蔵であるが湿脱脂綿が入っていないため、第1表にみられるように平均R.H.が3%低い。従って卵の水分蒸発がA区分より多く、重量減少量が多かったものと考察する。ちなみにポリエチレン袋内に卵を入れずにA、B区分の状態にして測定したR.H.は、A区分は84~85%で平均85%、B区分は40~53%で平均47%であり、差異が大きい。この数値からも、B区分の卵は水分蒸発がA区分よりも促進されることが考えられる。C区分の減少量は日数経過に従って増加し、29日目に減少量0.55g、減少率1.01%であり、B区分より減少率は高い。C区分は市販用人工樹脂製卵ケース入りのため湿度測定は不可能であ

第2図 区分別、重量減少率（平均値）



ったが、蓋をして所々をホチキスで止めて密閉に近い状態ながら、幾分かの間隙は免れない。そこより冷蔵庫内の空気が出入するとすれば、平均 R. H. 54%の空気であり、B区分の平均 R. H. 82%より幾らか低いものと考えねばならぬ。従ってC区分の重量減少量が多かったものと考えられる。D区分の減少量は日数経過に従って増加し、29日目に減少量1.16g、減少率2.38%であり、重量変化は5区分中で最大である。これは冷蔵庫内のR. H. は42~63%、平均54%であり、A, B区分の平均R. H. 82~85%に比較して、はるかに低湿度である所に露出貯蔵した結果と考察する。また密閉に近いC区分に比較しても、低い環境湿度に在ったため、水分蒸発が甚だしい結果になったものと考えられる。E区分の減少量は日数経過に従って増加するが、29日目に減少量0.92g、減少率1.70%であり、減少率はC区分より高く、D区分より低い。C区分より減少率の高い結果は、低湿度の冷蔵庫内に露出貯蔵したためである。しかしながら、同じ露出貯蔵のD区分よりも減少率の低い結果は、洗滌したD区分の卵殻表面が清浄になり気孔からの水分蒸発が容易であるのに比較して、無洗滌のE区分は卵殻表面に未だクチクラの残存、あるいは汚染による気孔の閉塞が考えられる。従って気孔からの水分蒸発は、D区分に比較して妨げられたものと考えられる。

重量減少の原因は、言うまでもなく卵殻表面の気孔を通じて卵内の水分が蒸発するからである。水分蒸発に際して、温度と湿度の影響することは前回に述べた通りである。Murray 等は¹²⁾ 24°Cの通風孵卵器で周囲R. H., CO₂存在の場合と、同じく24°Cの密閉孵卵器でR. H. 0%, CO₂ 0%の場合とに、1週間卵を貯蔵した結果、R. H. 0%の場合が重量減少率は高かったと

報告³⁾している。今回は5区分とも同じ電気冷蔵庫内に貯蔵したことから、温度においては全く同条件である。ただ湿度は第1表にみられるごとく、また先に述べたごとく、各区分とも条件が相違する。従ってポリエチレン袋、湿脱脂綿入りの高湿度のA区分が最も重量減少率が低く、重量減少防止の効果は充分認められる。またB区分の湿脱脂綿を入れないポリエチレン袋入り貯蔵も、市販用人工樹脂製卵ケース入り貯蔵あるいは露出貯蔵よりも重量減少率は低く、A区分に次いで効果があるものと思われる。

しかしながら、D区分とE区分の結果にみられるように、温度、湿度ともに全く同条件に貯蔵した場合、無洗滌卵の重量減少率の低い傾向が、ポリエチレン袋貯蔵の場合も考えられるか否かは、今後の実験に待たなければならない。

(2)卵白のPH

卵は貯蔵中に、卵白中のCO₂が水分と共に気孔から卵殻外に発散される。CO₂の消失は卵白の水様化、即ち卵白の品質低下に関係する⁴⁾と言われる。CO₂の消失は卵のアルカリ性を増加させることから、Wilhelmの報告によれば、PHの測定によってCO₂の損失を知ることができ⁵⁾る。

本実験における卵白PHの測定結果は、第7表並びに第3図にみられるごとくである。

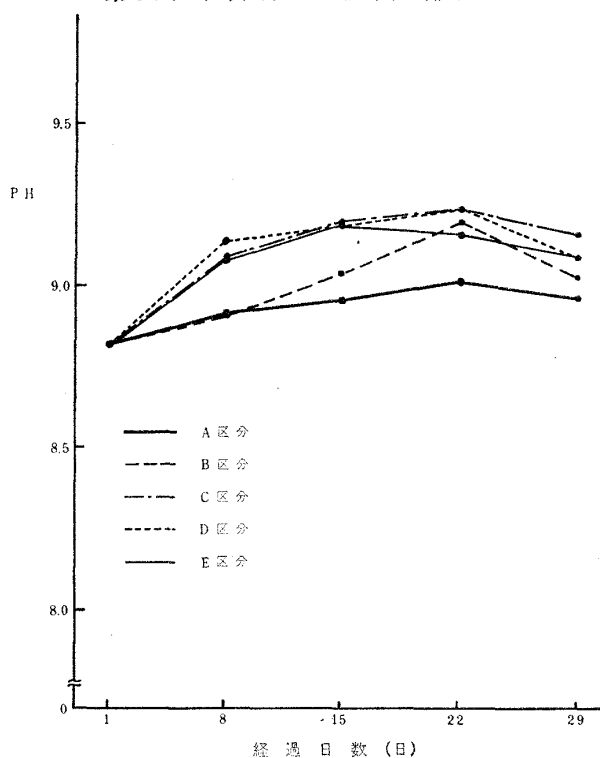
第7表 区分別のPH (平均値)

経過日数 \ 区分	A	B	C	D	E
1日	8.82	8.82	8.82	8.82	8.82
8日	8.92	8.91	9.09	9.14	9.08
15日	8.96	9.04	9.20	9.19	9.19
22日	9.15	9.20	9.24	9.24	9.16
29日	8.96	9.03	9.16	9.09	9.09

第1日目のPH値が8.8で割合に高いのは、夏季で高温による影響⁶⁾であろうと推察される。各区分とも、日数経過に従ってPH値は上昇する。A, B区分に比較して、C, D, E区分の上昇割合は高い。29日目並びに第10表及び第6図にみられるごとく、4週間の測定結果の平均値は、A区分が最低、次いでB, E, D区分の順に上昇し、C区分が最高の結果になった。一部C区分の例外は認められるが、重量減少率の高い区分ほどPH値が上昇する。PHの上昇即ちCO₂の消失は、重量減少即ち水分蒸発と相関のあることを示している。

しかしながら、各区分のPH値の差はA区分とC区分においてさえ0.2であり、大きい相違は認められない。これはCO₂の消失は貯蔵温度の高いほど急速である⁵⁾と言われることから、5区分とも冷蔵庫貯蔵で低温であったためと考察される。

第3図 区分別のPH (平均値)



(3)卵の鮮度

前回²⁾に同じく、Romanoff と Heiman 並びに Carver の Yolk Index, Albumen Index を用いて鮮度を表わした。

実験結果は、第8, 9表並びに第4, 5図に示す通りである。

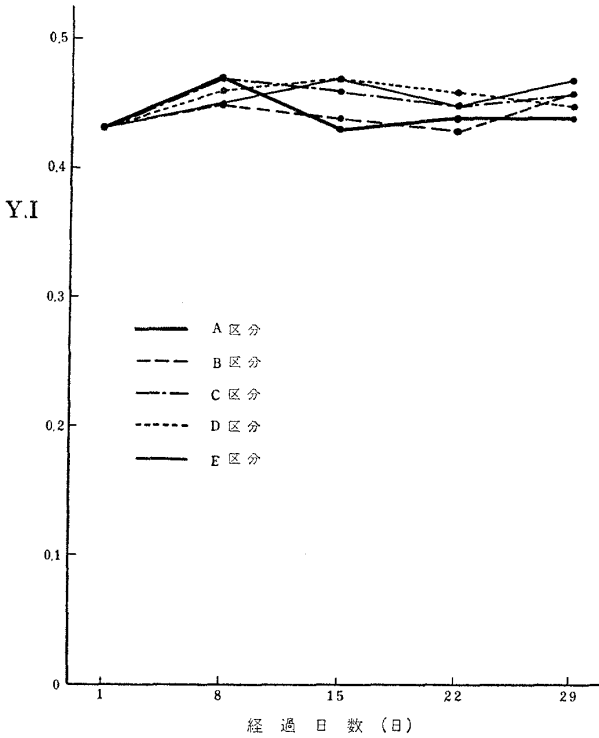
第8表 区分別, Yolk Index (平均値)

経過日数 \ 区分	A	B	C	D	E
1日	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43
8日	0.47	0.45	0.47	0.46	0.45
15日	0.43	0.44	0.46	0.47	0.47
22日	0.44	0.43	0.45	0.46	0.45
29日	0.44	0.46	0.46	0.45	0.47

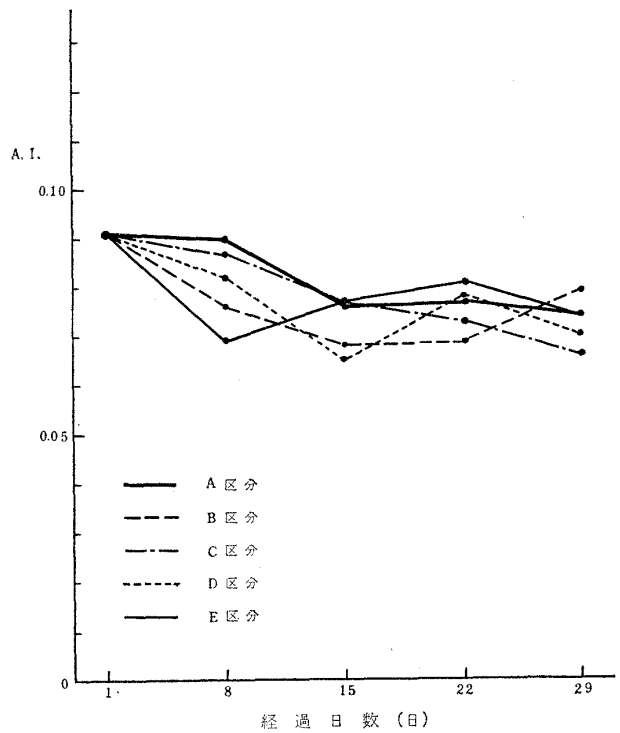
第9表 区分別, Albumen Index (平均値)

経過日数 \ 区分	A	B	C	D	E
1日	0.091	0.091	0.091	0.091	0.091
8日	0.090	0.076	0.087	0.082	0.069
15日	0.076	0.068	0.077	0.065	0.077
22日	0.077	0.069	0.073	0.078	0.081
29日	0.074	0.079	0.066	0.070	0.074

第4図 区分別のYolk Index (平均値)



第5図 区分別のAlbumen Index (平均値)

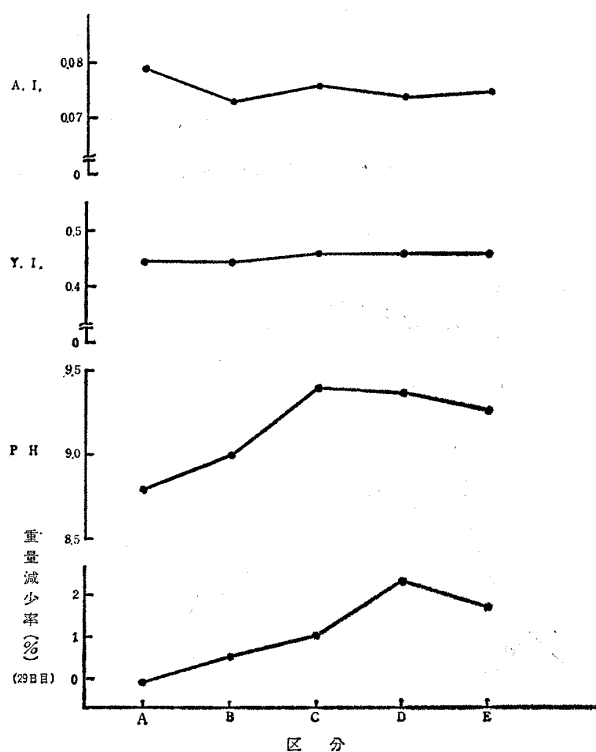


Romanoff の示した Y. I. 0.39~0.45 を標準値として、各区分の測定結果を比較すると、各区分とも貯蔵日数に関連した変化は認められない。即ち、4 週間を経過しても Y. I. の低下は認められなかった。前回 2 度の実験においても、同方法で貯蔵した場合、冷蔵庫貯蔵は室内貯蔵に比較して Y. I. の低下は余りみられなかった。これは冷蔵庫貯蔵即ち低温貯蔵は、濃厚卵白の水様化が室温貯蔵よりも少い結果と思われる。Mueller によれば、卵白水分の卵黄への移行は濃厚卵白のゲル構造によって妨げられていると言われ、卵白水分が卵黄に移行すると卵黄の重量・容積は増加し、その結果、卵黄の固形物の割合を低下させビテリン膜を弱体化させると言われる。また卵白中の CO₂ の発散による PH の上昇は蛋白質の変性をもたらし、これが卵黄膜の強度低下の因子であると言う説もある。以上のことから、本実験における各区分の Y. I. が貯蔵期間中を通じて低下せず標準値を保持したことは、卵白 PH の上昇も余りみられなかった結果からも、濃厚卵白の水様化の少いことに因るものと考察する。

第10表 区分別、重量減少率と PH, Yolk Index, Albumen Index との関係

区分	重量減少率(29日目)%	PH (4 W, 平均値)	Y. I. (4 W, 平均値)	A. I. (4 W, 平均値)
A	+0.06	8.99	0.45	0.079
B	0.54	9.04	0.45	0.073
C	1.01	9.17	0.46	0.076
D	2.38	9.16	0.46	0.074
E	1.70	9.13	0.46	0.075

第6図 区分別, 重量減少率とPH, Yolk Index, Albumen Indexとの関係
(29日目の重量減少率と4W平均のPH, Y.I., A I値)



A. I. も同じく Romanoff の0.09~0.12を標準値として、各区分の測定結果を比較すると次のごとくである。第1日目のA. I. 0.091は標準値の下位にある。濃厚卵白の品質衰退は、Hunter, Wagenen等によれば4月から8月にかけて劣等になると言われ、Lorenz, Almquistによれば四囲の温度の高さの結果に由来するの否か決定できぬと言われる。何れにしろ、本実験開始日は試料卵の産卵後2日目に当たるところから、夏季の高温に起因すると思われる。実験1週間後に標準値を保持したのはA区分のみで、他区分は標準値より低下している。各区分とも貯蔵日数の経過に従ってA. I. は低下し、即ち卵白品質の衰退がみられる。各区分を比較すると、B区分が29日目のみ意外に高値を示しているが、第10表、第6図にみられるごとく4週間の平均をみれば、湿脱脂綿入りポリエチレン袋貯蔵のA区分が概して品質保持の効果が高いと思われる。次いで無洗滌露出貯蔵のE区分、続いて市販用人工樹脂製卵ケース貯蔵のC区分、露出貯蔵のD区分、ポリエチレン袋貯蔵のB区分となる。卵白品質衰退即ち濃厚卵白の水様化の要素として、前回に述べたごとく、CO₂の卵外への発散、卵白水分の卵黄への移行、貯蔵時の温度と時間が挙げられる。本実験のA. I. 低下に関する要因として、後者の2事項は実験方法、Y. I. 測定結果からみて余り関連は無く、前者のCO₂の発散を挙げねばならぬ。CO₂の消失によるPHの上昇が蛋白質の変性をもたらし、これが濃厚卵白の水様化に影響するとも、またはCO₂の発散が濃厚卵白の繊維構造を減少させて水様化するとも言われる。A区分がB, C, D区分にA. I. 測定結果から品質保持の点で優位を示したのは、第3, 6図にみられるごとく

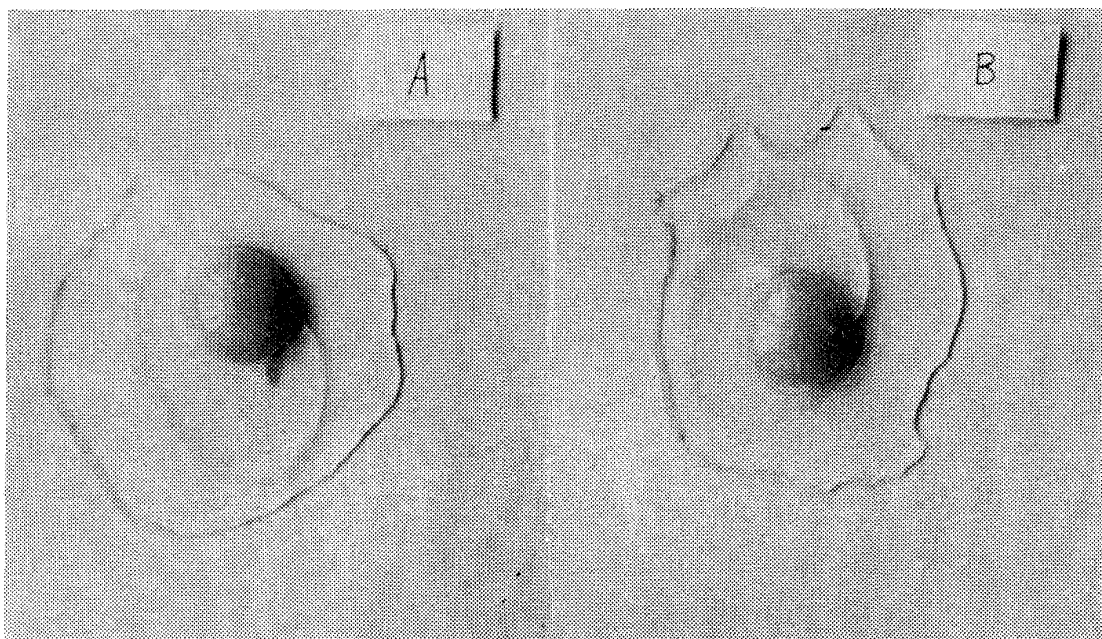
とくPHの上昇がB, C, D区分より少いことに因ると推定する。同じ露出貯蔵のD, E区分を比較すると、貯蔵1週間では5区分中最も低値を示したE区分が、その後は他区分をしのいで優位を示している。汚染卵は2.2~7.2°Cの低温に貯蔵する場合においても、産卵後早期に洗滌した方が腐敗防止の効果が大きい⁴⁾とも言われるが、Starr等は貯蔵に先だって卵を洗滌することは、汚染の程度にかかわらず無洗滌の場合より品質悪化の頻度は高い⁸⁾と報告している。またEssary等は産卵直後に洗滌した卵と無洗滌卵を、1週間冷蔵並びに室温貯蔵した結果、洗滌卵は無洗滌卵よりも品質が悪化したと報告している。洗滌した場合その後の処理が適当でないと、却って卵内への微生物の侵入を容易にする⁴⁾と言われ、Lorenz等は卵を洗滌することにより、バクテリアによる品質の悪化を増加させると報告している¹⁰⁾。以上のことから、本実験におけるD, E区分のA. I. 測定の結果、洗滌したD区分の品質が無洗滌のE区分に劣るのは、PH値は有意差が認められぬことから、微生物の侵入による卵白品質の低下であろうと考察される。しかしながら、ポリエチレン袋並びに市販人工樹脂製卵ケースの場合においても、貯蔵に先だって卵を洗滌しない方が品質保持上望ましいか否かは、今後の研究に待たなければならぬと思う。

卵の鮮度を外観から比較検討するため、各区分より第1日目に重量のおよそ等しい卵を選出し、割卵して卵黄・卵白の状態を撮影した。その平面図が第7図である。卵黄においては、各区分ともカラザの存在は明確であり、卵黄の直経もほとんど同じで、Y. I. 測定結果と同じように各区分間の相違は余り認められない。卵白においては、各区分の水様卵白の拡散状態に幾らかの相違が認められるが、濃厚卵白の拡りはA. I. 測定結果を裏づける相違は肉眼では認められない。

第7図 貯蔵29日目の卵黄，卵白の状態

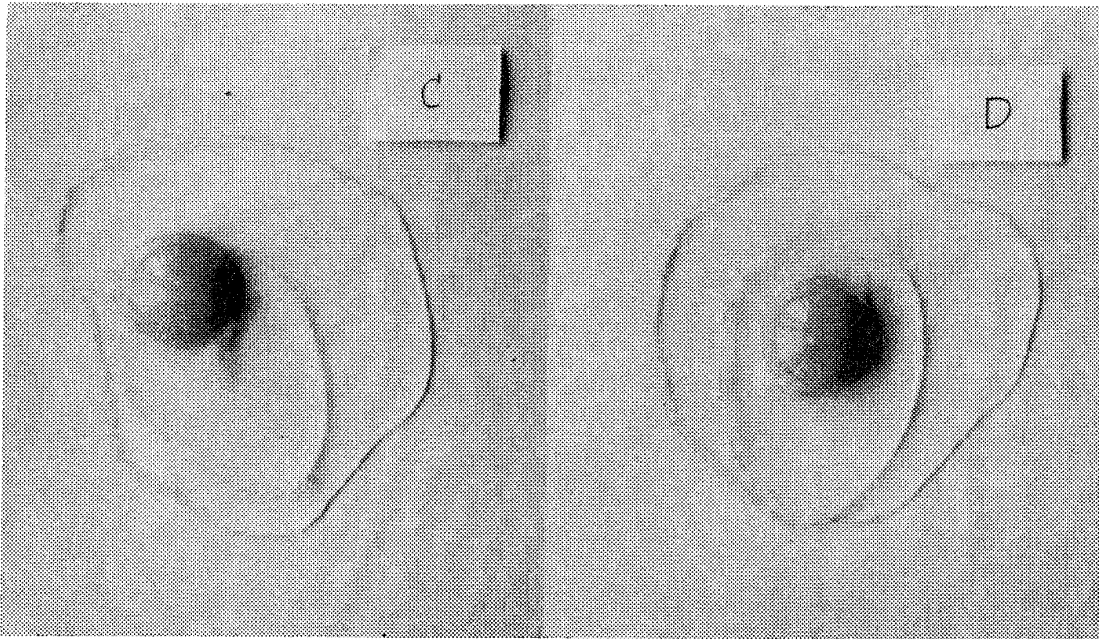
A区分

B区分

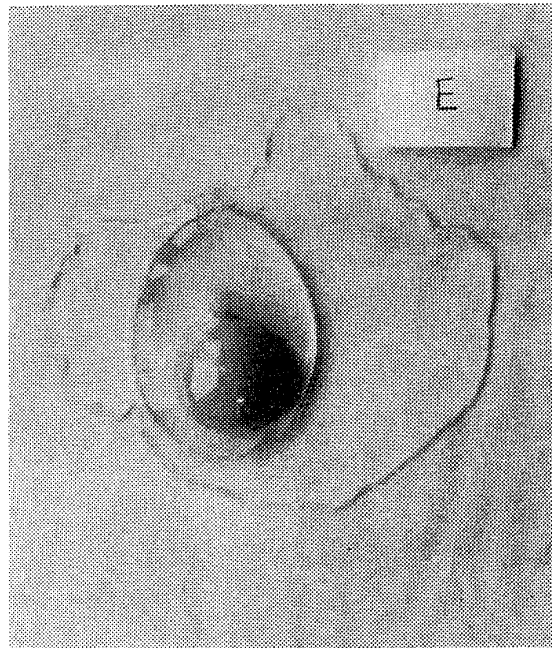


C区分

D区分



E区分



以上の実験結果から、家庭において電気冷蔵庫に鶏卵を貯蔵する場合、ポリエチレン袋に湿脱脂綿を入れて貯蔵する方法は、ポリエチレン袋（湿脱脂綿なし）貯蔵，市販用人工樹脂製卵ケース貯蔵に比較して、重量減少防止の観点からも鮮度保持の観点からも、やや優位な方法であると思われる。ポリエチレン袋（湿脱脂綿なし）貯蔵，市販用人工樹脂製卵ケース貯蔵は、重量減少防止の効果は湿脱脂綿入りポリエチレン袋貯蔵に次ぐが、PH, A. I. 測定結果にみる鮮度保持の点においては幾分劣り、願わしい方法とは言えないのではないかとと思われる。

要 約

同一条件産出の鶏卵300個を5区分、即ち湿脱脂綿入りポリエチレン袋貯蔵（A区分）、ポリエチレン袋（湿脱脂綿なし）貯蔵（B区分）、市販用人工樹脂製卵ケース貯蔵（C区分）、露出貯蔵（D区分）、無洗滌露出貯蔵（E区分）に分けた。これらの鶏卵を4週間（1967年7月12日～8月9日）電気冷蔵庫内に貯蔵し、その間の重量変化、PH、Yolk Index 並びに Albumen Index の測定実験を行ったところ、次の結果が得られた。

(1)卵の重量減少率

A区分は貯蔵期間を通じて、ほとんど重量変化は認められなかった。B区分はA区分に次いで減少率は低く、C区分、E区分と続き、D区分が最も減少率は高かった。

(2)卵白のPH

各区分とも実験第1日目の8.82より、貯蔵日数の経過に従ってわずかながらPH値が上昇した。4週間後のPH値はA区分が最低で、次いでB、E、D区分の順に高く、C区分が最高であった。しかしながら各区分におけるPH値の差は、A区分とC区分においてさえ0.2であり、大きい差異は認められなかった。

(3)Yolk Index

各区分とも、貯蔵期間を通じてほとんど変化は認められなかった。各区分間における差もほとんど認められず、標準値を保持し続けた。

(4)Albumen Index

各区分とも、貯蔵日数の経過に従ってA. I. は低下した。貯蔵期間を通じてA区分が最も低下の程度が少く、次いでE、C、D、B区分の順に低下した。E区分はD区分よりも概して低下せず、貯蔵期間後半においてはA区分に劣らぬ数値を示した。

本研究に御校閲をたまわりました本学山田民雄教授に厚く感謝いたしますと共に、本実験にあたり、終始協力を得ました本学研修生、加藤裕子氏に深く感謝いたします。

参 考 文 献

- 1) 安藤昭代：東海学園女子短期大学研究紀要、**1**，181～197（1965）
- 2) 安藤昭代、山本富子：東海学園女子短期大学研究紀要、**3**，97～110（1967）
- 3) M. W. Murray & P. P. Rutherford : Poultry Science, **42**, 505～508（1963）
- 4) 野並慶宣：鶏卵の化学と利用法、（1960）
- 5) 木原芳次郎他訳：ロウの調理実験、402（1964）
- 6) 小沢康郎、中村良：日畜会報、**27**，153（1956）
- 7) A. L. Romanoff : The Avian Egg,（1949）
- 8) P. B. Starr, et al : Poultry Science, **31**，215～220（1952）
- 9) E. O. Essary & L. E. Layman : *ibid.*, **42**，1172～1177（1963）
- 10) F. W. Lorenz & P. B. Starr : *ibid.*, **31**，204～214（1952）