

総 説

鶏 と 卵 品 質 の 動 向

市川 舜

北海道文理科短期大学, (兼)酪農学園大学, 江別市 069

(1994. 2. 19 受理)

キーワード: 養鶏, レイヤー, 卵白質, ハウユニット (HU)

はじめに

我国の養鶏は、日本の畜産産業の中でも重要な生産部門で、その生産と流通過程は合理化され、且つ急速に近代化されてきた。特に養鶏に見られる生産手段のシステム化された合理化は、安価で豊富な鶏卵供給をもたらし、更に経済成長にともなう鶏卵需要の急増に対応して急速に発展してきた。

しかし近年国民当たりの卵消費量が頭打ちに近づいてきたため、1971年ごろから鶏卵の需要の伸びが緩慢になり始め、1974年に採卵鶏が1億羽を越えて以来、供給過剰による鶏卵の生産調整の影響から、1975年以降、採卵鶏の飼養羽数の大きな変化はしばらく見られなかったが、しかしその後の統計月報から、やはり生産向上のために増羽が進み、今日では、1993年、1億8千870万羽と推定される。この傾向は1989年頃から2、3年続いた卵価が堅調に推移した事から餌付羽数などの増加が要因となって、鶏卵生産量はさらに過剰となり、1992年から卵価は急落し、この状態は今日まで続いて更にこの様相は、長期化が予想されている。

I. 養鶏界の実態

1) 採卵鶏飼養農家数は、さかのぼって見ると1950年(S25)から本格的に道内においても鶏卵生産量調査が始まり1954年北海道の畜産(農林省統計調査事務所編)によって公表されて、鶏の部門で始めて今日の大羽数養鶏という言葉が用いられたものと思う。なお当時の大羽数飼育は50羽以上を表し、これ以下

表1. 鶏の地域別飼養羽数

単位: 1,000羽

年次・地域	採卵鶏 (種鶏を除く)	ブロイラー	
*1954(S29)	38,842		
1991	178,452	142,729	
1992	187,411	138,629	
1993	188,704	135,371	
93/92(%)	100.7	97.6	
北海道	8,342	1,537	3,060
東北	24,613	3,257	25,483
北陸	10,411	6,716	1,301
関東・東山	40,768	2,659	8,837
東海	27,618	4,111	6,980
近畿	12,434	2,843	8,763
中国	18,688	2,981	8,968
四国	10,747	2,139	10,751
九州	33,541	4,952	60,550
沖縄	1,542	—	678

* 農林省統計調査事務所編(54)統計からみた北海道の畜産

を小羽数としていたが、前者の割合はわずかに約数10%程度にすぎなかった。

また、この時期の鶏種は白レグ採卵鶏の全盛期時代で98%、後は僅かにロード、横斑ロックが飼育されていたが、やがてヘテローシス効果を目標とした一代雑種の時代に入り、当時、河原と市川(1960)、佐伯ら(1962)、田名部ら(1964)、市川(1965)な

Trends in Chickens and their Egg Quality: Shun ICHIKAWA (Hokkaido College of Arts and science, Rakunou Gakuen University)

ど多くの報告が紹介され、同時に養鶏家ではよく普及した。1965年代で320万戸、この時期は100羽から300～500羽養鶏時代で、道内にも単飼いケージのビニール囲い簡易鶏舎が普及し始めた頃である。その後諸外国から実用種、所謂 Commercial chick、或いは Layer が本格的に日本の養鶏場をにぎわす時代に入った。国内でも農林省白河種畜牧場の秋山ら(1972)によって同種の選抜法が確立され、その後、北海道の滝川畜産試験場では、田村ら(1985)によって実用種「滝川ゼットP・ハイクロス」などが紹介されるなど今日に至っている。

しかし1985年頃には12万戸と急速に減少し、1昨年(1992)では農林水産統計月報公表の成鶏めす300羽以下は除かれて、300羽以上の農家数は9300戸程度となってしまった。同様に北海道内の家畜飼養体数(戸数)とその羽数は、1988年の2025戸数、羽数7326千羽、1989年で1382戸数、7119千羽、とやや減少したが、'90年、'91年が約918～959戸数、羽数では平均8532千羽、更に1992年には991戸数に対し9722千羽となり、道内も同様に飼養戸数の減少と増羽の傾向で、全国の推移と変わらない。

2) また西欧の卵生産は、世界農業白書(FAO)によると1985年の589400万トンと頂点にして以後、わずかつつ減少し、1991年には565800万トンで約24000万トンが減少量となっている。この減少は、1992

表2. 採卵鶏の飼養戸数・羽数の推移

年	飼養羽数 (成鶏めす)		飼養農家戸数		一戸当たり成鶏めすの羽数
	千羽	前年比	千戸	前年比	
1990年	136,961	98.5	87	91.6	1,583
1991年	138,717	101.3	10	91.3	13,792
1992年	144,455	104.1	9	92.0	15,854
1993年	147,178	101.9	8	92.4	17,500

農林水産省統計情報部(1993)農林水産省統計月報

年9月秋、アムステルダムで開催された国際家禽会議の折、フランスの養鶏場見学した農場主の説明が強く印象に残っている。フランスでは家畜・家禽の生産は、現在、飼養している鶏舎、牛舎などの畜舎の床面積の拡張は規則で認められない。従って増頭羽数を考えるときは鶏舎内部の合理化が残された方法であり、おのずと増羽数には限界がある。西欧におけるこのような卵生産の調整は、フランスだけとは考えられず、各国で何らかの対策が実施されていると思われるが、生産調整の合理的な方法の一策と思われる。

3) 現況は、畜産統計一家畜飼養の概要によると専業採卵養鶏経営の主流は、1985年頃からその大規模層の多数羽飼育が、5万羽から10万羽、更に30万

表3. 平成5年12月以降の餌付けを90%とした場合の成鶏羽数と鶏卵生産量の予測

		1～2月	3～4月	5～6月	7～8月	9～10月	11～12月	計	平均	前年比
平成五年 (1993)	推計雌羽数	156,816	155,681	152,088	151,218	153,379	154,564	1,847,495 (6ヶ月×2)	153,958	
	産卵日量	44.41	46.34	47.23	46.01	45.89	45.79		45.94	
	鶏卵生産量	205,239	220,076	219,224	215,665	214,726	215,843	2,581,515 (6ヶ月×2)		100.3
平成六年 (1994)	推計雌羽数	154,432	152,830	148,875	147,112	148,072	147,599	1,797,870 (6ヶ月×2)	149,823	
	産卵日量	44.76	46.80	47.65	46.37	46.25	46.16		46.31	
	鶏卵生産量	203,697	218,179	216,341	211,462	208,907	207,758	2,532,688 (6ヶ月×2)		98.1
平成七年 (1995)	推計雌羽数	146,156	143,205	137,701	134,593	134,415	133,107	1,658,360 (6ヶ月×2)	138,197	
	産卵日量	45.11	47.17	48.02	46.73	46.72	46.52		46.67	
	鶏卵生産量	194,321	206,058	201,662	195,007	191,127	188,839	2,354,032 (6ヶ月×2)		92.9

平成5年1～6月の鶏卵生産量は農林統計の速報値、鶏友(674号)12、1993年より引用、その数値から集約して示した。

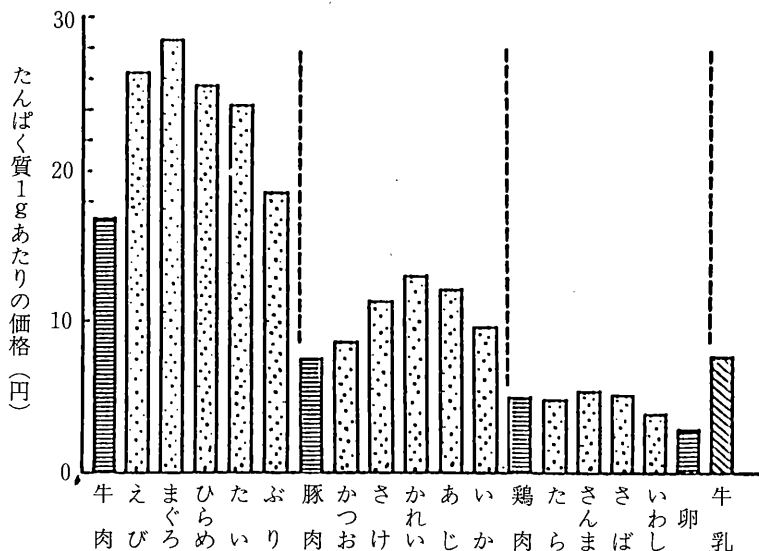


図1. 1984年度における各動物性食品のたんぱく質1gあたりの価格 (田名部, 1988)

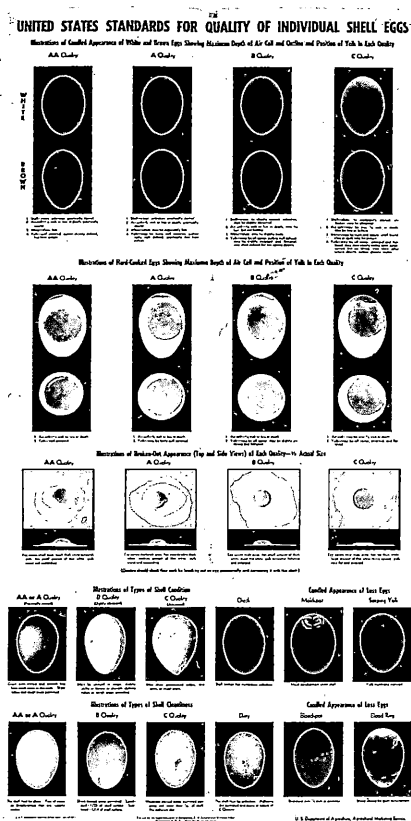


図2. 殻付卵の品質 (アメリカの基準)

ら50万羽を越すものも珍しくない規模拡大は進み所謂、企業の養鶏の時代に入り、1万羽以上の戸数の合計は約1億2000万羽、全養鶏経営の85%を占めるに至っている。規模拡大による影響は激しくなる一方で近年の卵価の長期低迷などから生産者は生産効率の高さを求め鶏卵の付加価値のある特異な卵(ビタミンなどの飼料添加, 自然卵など)鶏舎構造のシステム化による飼養管理の合理化など一層の節減が急務となり, より生産的な企業体制が望まれる時代に入って来たものと思われる。一方, 現在の日本における飼養羽数を10%減羽しようという生産調整の提言も再びよく見受けられるが現状の養鶏体制から考え合わせると実現は極めて難しい問題と思われる。

一方, 企業の養鶏の抱える問題は, 鶏糞の処理, 有機質肥料としての利用は言うまでもないが, 現場では環境問題(環境保全)を含めて処理方法(施設)として具体的な対策が必要となってきた。

また欧米諸国, 最近では日本においても家畜・家禽, 或いは一般の動物を含めての福祉の問題が無視できない時代になってきているものと思われる。

4) 日本養鶏業界は上述のような実態から(社)日本養鶏協会では、「採卵鶏素びな計画生産指導事業」中央検討会において, 当面の採卵鶏の出荷・導入の方針を設定している。(表3)その内容は卵価低迷が長期化する中で, 養鶏産業のすみやかな安定化のため

前年比で90%抑制することを確認している。しかし1994年の鶏卵生産対象になる成鶏雌群の大半はすでに餌付が終わっていることから今年度の効果はわずかな減少にとどまり、1995年になってようやく250万トンが240万トンとなってわずかに下回る鶏卵生産量になるといわれる。いずれにしても産卵計画は、養鶏産業のすみやかな安定のため、生産者を始め関係者の統一した意識、総力で改善に向け実現すべき事と思う。

しかし、これらの実情があるとしても食品としての鶏卵の価値は言うまでもなく高度なタンパク源として我々の生活に深く且つ親しみやすいものとして今日に至っている。卵の利用は、日常の我々の生活には絶対に欠かすことの出来ないたんぱく質源である。同時に鶏卵の良質なタンパク質は、最も安価であることは周知のことであるが、田名部(1988)は動物性良質タンパク質の食品の価格と食品標準成分表からたんぱく質1g当たりの価格を計算している。その結果は図1に示すように卵は最も安価で2円80銭、続いて鶏肉、豚肉、牛肉で約6倍の順、また魚類では、いわしが安価で、ひらめ、えび、まぐろなどは高価で、卵の約10倍に相当する。

他方、食品としてのみならず種卵(受精卵)に供給されるのは勿論、広義の生物学、医学などの基礎研究の材料として、或いは免疫体などの生産にも不可欠なもので孵卵過程における卵の利用もみのがせない。

以上のようなわが国の養鶏界における鶏と卵の現状は極めて厳しい状態であるが、しかし、ここで広義の卵の生産に係わる者は、何が重要な課題なのか、色々な見解はあると思うが、やはり卵そのものの内容とその変異性、即ち卵諸形質のそれぞれの向上が、第一義の目標となり、且つ、これは同時に卵を利用する消費者側にとって、卵殻質を含めた卵品質の内容がよりすぐれ、且つ付加価値のある卵、合わせて新鮮な卵が、最終的に要求されるものと思う。

5) 鶏卵の構造、組成は、遺伝的要因が関与する鶏種、系統、また生理的な観点からみれば雌鶏の年齢などによるもの、また環境的要因からは飼料・飼育、管理などの条件によって影響を受け、さらに産卵後の卵は、その取り扱いかた、各種の貯蔵条件などの

環境によっても変化する事はすでに多くの報告によって明らかであるが、2, 3の結果については後述する。なお1958年以前の卵白質に係わる諸問題についても卵品質に及ぼす各種要因についてSHERWOOD(1958)がまとめている。

これらの事を考え合わせ、今回は卵の品質を判断する際に広くその尺度として用いられる卵白質(HU)とその変異性を中心に、特に鶏種、系種の特徴と卵内容との関連を見ながらその概要について述べる。

II. 殻付卵の品質

1) 卵の品質検査は、まず外観検査による方法で現在では透光(視)による検査の段階で卵の大きさ(以下、卵重)、卵殻の亀裂、まだらな形成などまた殻面の状態が異常な光沢、皺、汚染などの卵型の異常なものや卵殻内の食用として不適当なものや破卵、異常卵、異物混入などうたがいのある卵は除かれ、そこで必要なものは割卵される。これに関連して図2はアメリカにおける殻付卵品質の標準をまとめたチャ

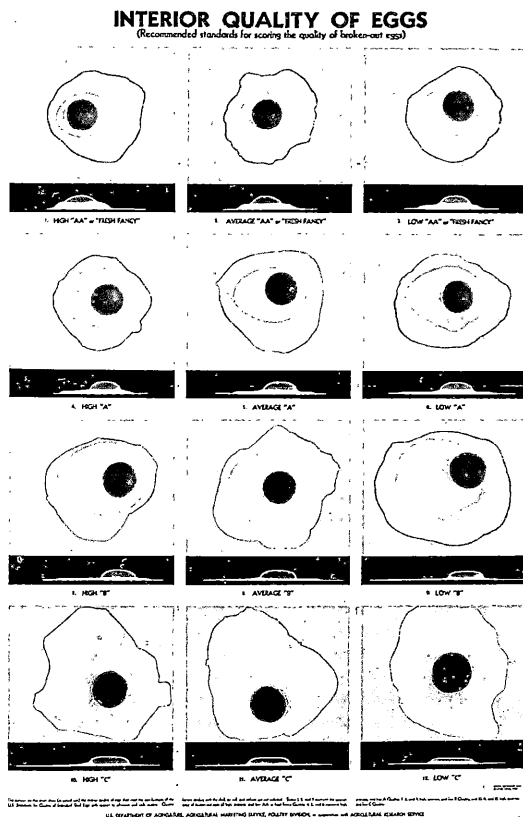


図3. 卵内容の品質(卵白評点用)

表4. 初産後月別平均卵重の推移 (g)

鶏種	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13ヵ月	年平均卵重
WL-D	44.3	47.0	49.1	50.8	51.7	52.0	52.2	52.6	53.1	53.5	54.2	53.0	53.6	51.2
WL-E	44.6	49.1	51.3	53.3	55.2	56.1	56.6	56.3	56.6	56.9	56.9	56.7	56.5	54.3
BPR	43.9	47.3	50.3	52.5	52.5	56.6	56.8	57.1	57.6	57.7	57.4	57.4	57.9	54.7
NH	45.0	47.5	49.8	51.4	51.4	54.4	55.1	55.1	55.1	55.1	54.7	54.7	53.6	53.1
RIR	48.5	52.5	54.3	56.7	56.7	58.2	58.0	58.2	58.2	58.1	58.8	58.8	58.7	56.7

佐伯 裕式 (1967)

ート (1957年刷) で、卵品質を透視してみた白色、褐色卵の卵形異常、気室の深さ、卵黄の位置などを示している。

一般にわが国ではその後、洗卵して卵重別にパック詰め (10個) 或いは箱詰め (10kg) されるが、その時の卵重による規格は、およそ S (46~52g), MS (52~58g), M (58~64g), L (64~69g) そして特殊卵の扱いとして LL (70~75g) と SS (40~46g) とに区分されている。

一般に卵重は、品種、系種間によって異なり、また山田ら (1966), 中村と渡辺 (1959), また市川 (1972) は同一系統の集団でも孵化時の季節によって初産卵までの日齢の早晚がみられ、その結果早いものは晩熟のよりも卵が小さくなる傾向があるとしている。

また、産卵後の加齢による増卵速度も異なるが、これらの要因を除いた純粋種の初産からの平均卵重量の増卵の推移を佐伯ら (1967) の例で表4に示した。

殻付卵の品質と鮮度は、極端な劣悪条件を除けば、一般に卵殻の外部から微生物などの進入によって、卵内部の腐敗が進むことは少なく、卵殻の構成が正常であれば特に新鮮卵の場合には直接鮮度に影響はない。従って卵内容の腐敗の前に構造とその組織の変化が始まることから鮮度維持、即ち放卵後 (産卵) の卵のさまざまな環境条件が鮮度に大きく影響する。

2) 卵白の構成は、外水様卵白、濃厚卵白と内水様卵白とカラザとからなる層に区分され品種間で卵白中の構成比と一般組成は白色レグホーン卵の構成比は濃厚卵白 57.3% と最も多くついで外水様卵白、内水様卵白の順となっている。また一般組成は、品種間の他に、環境、卵重或いは産卵率によって変化し、タンパク質でみると濃厚卵白 11.4% が多い。また、この構成する割合は、卵重、加齢によって変

化する。卵白と卵黄の重量はほぼ15月齢頃まで増大するが、ANDERSON et al (1978), また市川ら (1969) は卵重に対する百分率で表すと、卵白率は減少し、逆に卵黄の百分率は増える。一方食卵、加工原料となる鶏卵の用途を考えると卵構成にも目的になかった種鶏が必要となる。このような観点から、光本・三好 (1989) は、卵構成を変化される目的で12世代、卵黄・卵白比に対する高低2方向の選抜から、現在はその2系統を閉鎖群として維持し、これらの結果から卵構成における改良の可能性を明らかにしている。

なお、ここでは鶏卵の一般組成における卵白など諸形質における科学成分などについては佐藤泰編者の「食卵の科学と利用」また最近出版された佐藤泰ら共著の「卵の調整と健康の科学」によって、卵の成分と物性また、卵タンパク質などについて紹介があるので省略する。

III. 卵内容の鮮度と卵白質

卵の鮮度を形態から判断するため、平板上に割卵した卵内容物を上からとその横断面をとらえたカラー図 (鶏卵の卵内容品質のチャート) を標準として比較する評点法である。当初はコーネルチャートから検討され図3に示す公定図としてBRANTら (1951) によって紹介されてやがてUSDA (United States Department of Agriculture) の図表としてアメリカで用いられている。しかし、一般的にはわが国で用いられることは少ない。しかし、卵白各層と卵黄における形態的分布とその変化の理解と評点するには鮮明な図表 (図3) である。

鶏卵の品質を測定するために広く用いられているハウユニット (Haugh Unit, 以下, HU とする) は、HAUGH (1937) によって提唱され、簡略した次式で

求められる。

$$HU = 100\log(H - 1.7W^{0.37} + 7.6)$$

H: 濃厚卵白高(mm), W: 卵重量(g)

一般に新鮮卵ではHUは80~90の範囲で劣化すればHUは低下する。表示法としてはよく用いられるが、高さと重量を測定し市販の卵質計算尺で容易に求められる。なおこのHUと前述のUSDA割卵評点との間には直線的な関係のある事がBRANTら(1951)

によって立証されている。

IV. 鶏種と日齢ならびに貯蔵中の卵白質

1) 遺伝的要因からみると卵白質は、品種、系種間に差異のある事は、すでにKING et al, (1961), FRY et al, (1965), MAY et al, (1957), PROUDFOOT et al, (1962), NOELS and TINDEEL, (1967) らによって認められている。またDOYON et al (1986) も電子卵

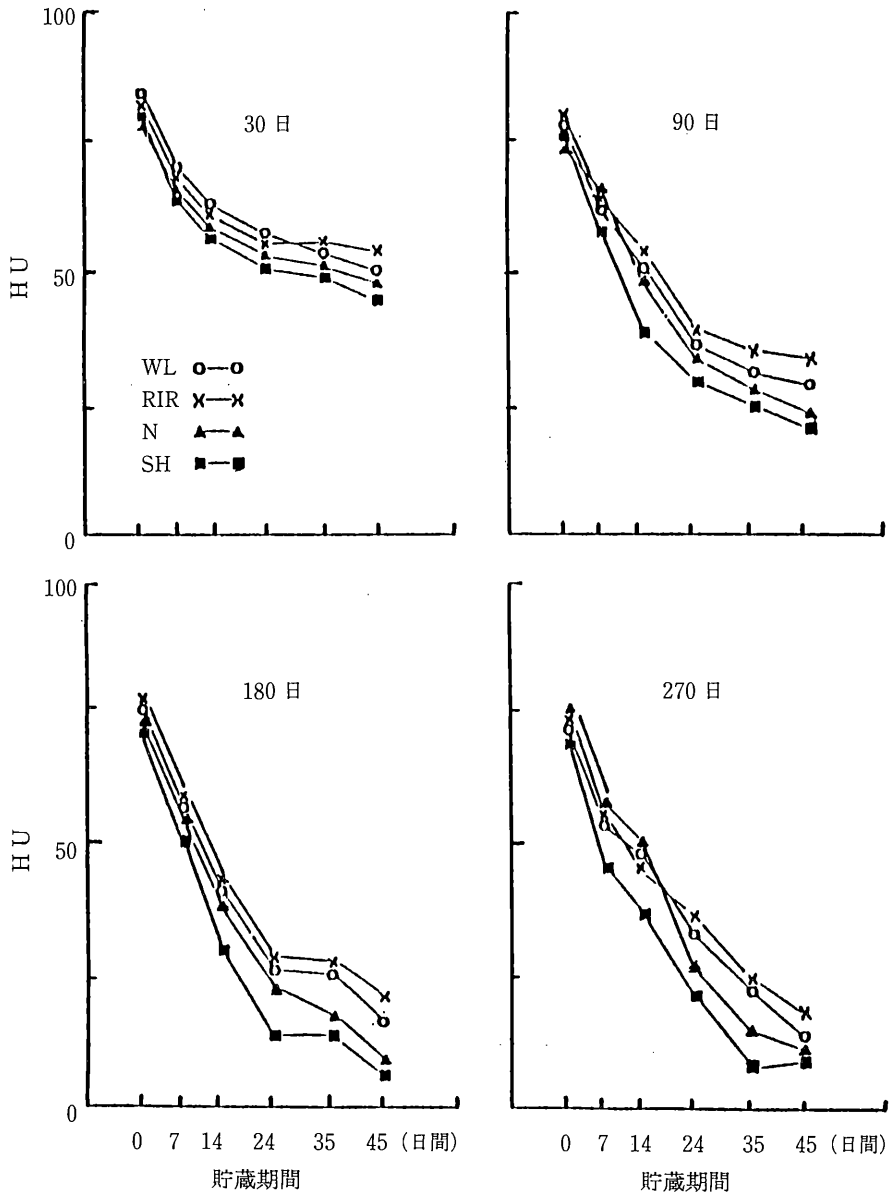


図4. 鶏種と初産卵後の日齢と貯蔵中のHUの変化 森津・市川 (1982)

WL: 白色レグホーン, RIR: ロードアイランドレッド, N・SH: 実用種

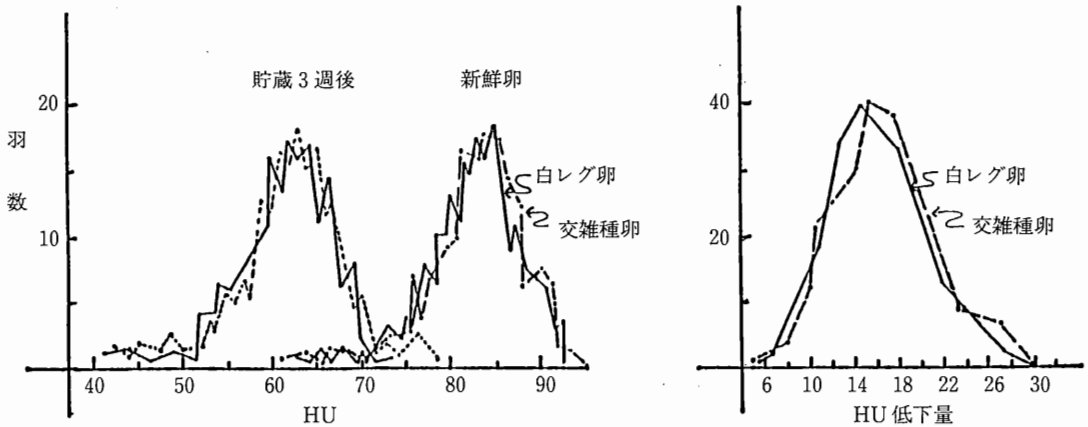


図5. 35週齢時における白レグと交雑種の新鮮卵と3週貯蔵卵のHUの分布 貯蔵3週後のHU低下量の分布

HURNTK B. S and J. F. HURNTK (1978)

白高メーターを用い、5系統、1年間のHUが3系統79~80、2系統は77.2程度となる事など、すでに多くの報告がある。更に雌鶏の加齢、貯蔵などの要因から森津・市川(1982)は、純粋種2品種と実用種2銘柄の4鶏種と各日齢の貯蔵中のHU低下の差異を比較し(表4)、その結果、鶏種間の新鮮卵には差は見られなかったが、貯蔵卵では7日から45日の各期間に差($<.01$)があり、また、4品種の加齢によるHUは新鮮卵から45日まで同様に($<.01$)認められた。しかし鶏種と日齢との相互作用に差がないので多重分散分析表を試み、白レグとロードが実用種のNとSHよりも高いHUを維持した。また4鶏種の貯蔵中のHU低下割合は、対数変換した値と貯蔵日数との回帰係数でみると、加齢によって低下割合が大きく、白レグを除き180日齢時何れもSH>N>白レグ>RIRの順で、実用種2銘柄が低下した。

また、HURNIK and J. F. HURNIKは(1978)、白レグと交雑種35週齢時の新鮮卵ならびに3週貯蔵のHUの分布を示し、(図5)交雑種群が、わずかに白レグ卵に比べ低下量の大きい事を報告している。

KIDWELL et al. (1964)はアイオワ州のランダムサンプルテストにおいて16系統の実用採卵系(レイヤー)の210、240、300と400日齢時のHUを新鮮卵と貯蔵卵7日と21日間とに分けた結果、新鮮卵と貯蔵卵では有意の差はなかった。しかし、養鶏場間における各鶏種のレイヤーに貯蔵21日間で有意の差を認め、その要因としてレイヤーの遺伝的な差異を示唆している。

また三好・光本(1993)は、市販の採卵用鶏種、孵化後7~10ヶ月の白色卵8系統と褐色卵5系統にわけ鶏から50-100卵を生産者から求め22形質の測定、HUについてみれば系統間にかなり高い有意の差があり高い平均値を認めている。また各形質についても各系統の卵に様々な変異性があり、それは系統の特徴を示すものとし、且つこれらの性質は今後、用途に応じた系統の設定や目標に応じた種鶏の造成、また目的による系統の細分化の必要性を述べている。

以上のような経過をから、実用種は純粋種と比較して、貯蔵中におけるHU低下の著しい事が示され、これらの要因は複雑であるが、しかし実用種レイヤー作出の過程で、卵品質の改善の際に産卵率の低下すると言う点を合わせると、難題な点と思われる。

2) 環境と卵白質

卵白質の低下に影響を及ぼす非遺伝的要因については、すでに多くの報告があるがCUNNIGHAN et al. (1960)は季節と年齢による微細な変化を述べ、更に卵白成分の精性にも変動のあることを示唆している。一般に新鮮卵の卵白質は、初年度を通して僅かずつ低下、また貯蔵条件の期間或いは温度によって著しく変化する。また市販の年平均のHUは70~60以下で特に夏期間の低下が著しい。

濃厚卵白の鮮度維持効果の点から田名部ら(1988)はHUを経時変化の指標として卵を各種条件下で保持し鮮度低下を比較している。なお貯蔵条件は、a. 冬の室内(12~3日、4.5~15°C)、b. 冷蔵庫(4~6°C)、

表5. 品種・系種における採卵鶏の銘柄などの新鮮卵のHU

区 分	品種・系種	HU
1	WL	91.4
	交雑	92.4
	WL-A	91.1
	WL-B	95.4
	W-C	92.4
2	WL	83.7
	R I R	83.2
	N	81.4
	SH	83.0
3	K ₁	83.7
	K ₂	87.7
4	WA	93.2 ^a
	WB	84.9 ^{cde}
	WC	83.1 ^{ef}
	WD	83.8 ^{cdef}
	WE	90.7 ^{ab}
	WF	79.6 ^{gh}
	WG	93.0 ^a
	WH	86.5 ^{cd}
5	B I	79.8 ^{gh}
	B J	78.4 ^h
	B K	89.7 ^b
	B L	83.7 ^{def}
	B M	86.8 ^e
6	* H L	81.8 ^{fg}
	* L L	85.3 ^{cde}

* HLとLLは卵黄・卵白比の高, 低系統・異符号・系種間に有意差 ($P < 0.05$)

1) 市川ら 2) 同 森津・市川, 資料 3) Kidwellの報告 (1959年, 1961年の各16農場分の平均)と4, 5, 6) 三好・光本の報告から引用し, 集約して示した.

c. 米穀用低温倉庫 (4日, 14°C), d. 恒温室 (25°C), e. 春の室内 (4日, 27~34°C) と, f. 夏の室内 (8日, 27~34°C) とし, 期間は0, 1, 2, 3と4ヶ月とに区分した場合 aとbの場合4ヶ月数でHUは55以上

(食品として可)となり, 逆にeとfにおいては1ヶ月でHU10以下, その中間にc, dがあり, 最も直線的3ヶ月数で低下したのはf区であった. これらの経過から卵白質 (タンパク質) の鮮度維持のため低温貯蔵の必要性を述べている.

また市川ら (1982) は札幌市, 江別市の都市近郊の5点 (大型4店, 小型1店) を無作為に選びMとL卵に分けて, 1年間毎月下旬に求め合計2400卵についてHUを中心に卵品質について記録した. 結果1月から3月は気温の低温などから比較的で良好で各店舗とも良好で72~75 (M卵), L卵では10月から4月まで69~78となった. しかし, 夏期の6月~8月の間はM卵のHUが59~61, またL卵では50~59となり低下は著しい. またこれらを購入してから6日間室温で保存した結果, M卵で6月から9月, またL卵では5月から9月までHU55以下に低下し, 店舗間に明らかな差 ($< .01$) がみられ, L卵の7月には平均HU32極端な低下を示した. このような実態は, 季節, 鶏の日齢などの要因は避けられない事があるとしても, 市販卵の鮮度表示, 店舗などの構造に2, 3の諸外国の実状と比較し, その取扱い方にわが国との間にかかなりの違いを認めた.

ま と め

わが国の養鶏界は, 採卵鶏 (レイヤー) の飼育戸数は激減しているが, しかし卵生産は消費と輸入, また生産調整を苦慮しながらも増羽数, 増卵の傾向にある. 従って, 中小規模の生産者は, 現状の卵価の低迷, 労力, 後継者, 飼育環境, また鶏糞処理などの問題をかかえて離脱している. しかし, 一方では現状を乗り切るため, 今後, 最も生産効率の高い羽数を決定し, 且つ立地条件などの環境要因を整理して10万から30万羽程度の羽数を目安とした規模, 更に共同経営で規模拡大を進め, 一層のシステム化された養鶏場の努力が必要急務と思われる.

一方, 安価で豊かなタンパク源の卵は, 常に消費者側の希望に添えるものを先取りして, より卵品質がすぐれ, 同時にその内容が維持され, 且つ卵の構成, 付加価値のある鶏と卵の作出を目標とする事が, 係わる者の願いである. また卵品質に関連して, わが国の市販卵にみられる鮮度表示, 店舗の陳列棚などの構成と環境, 生のタンパク源として卵の取扱い方は2, 3の先進国と比較して工夫が必要と思われる.

文 献

- 秋山正治, (1974) 鶏の選抜の問題点について, 日本育種学会編, 14 : 17-25
- ANDERSON, G. B., BOLTON, W., JONES, R. M., and DRAPER, M. H. (1978) Effect of age of the laying hen on the composition of the egg, *Br. Poultry Sci.*, 19 : 741
- BRANT, A. W., A. W. OTTE and K. H. NORRIS, (1951) Recommended standards for scoring and measuring opened egg quality, *Food Tech*, 5
- CUNNINGHAM F. E., O. J. COTTERRILL, and E. MUNK, (1960) The effect of season and age of bird 1. On egg size quality and yield, *Poultry Sci.*, 39 : 289-298
- CUNNINGHAM F. E., O. J. COTTERRILL and E. M. FUNK, (1960) The effect of season and age of bird 2. On the chemical composition of egg white, *Poultry Sci.*, 39 : 300-308
- DOYON G., M. BERNIER-CARDOU, R. M. G. HAMILTON, F. CASTAIGEN, and C. J. RANDALL, (1986) Egg quality. 2. Albumen quality of eggs from five commercial Strains of White Leghorn hens during one year of lay, *Poultry Sci.*, 65 : 63-66
- FRY, J. L., J. S. MOORE and A. W. O'SEEN, (1965) Strain difference and initial quality relationships to rate of interior egg quality decline. *Poultry Sci.*, 44 : 649-652
- 河原孝忠・市川舜, (1960) 家鶏におけるヘテロシスの研究, 日畜会報, 31 : 109-114
- KIDWELL M. G., A. W. NORDSKOG and R. H. FORSTYTHE, (1964) Variation among commercial strains of chickens in loss of egg albumen quality, *Poultry Sci.*, 43 : 38-42
- KING, S. C., J. D. MITCHELL, W. H. KYLE, and W. G. STYANDELMAN, (1961) Egg quality genetic variation and covariation, *Poultry Sci.*, 40 : 965-975
- 国際連合食料農業機関編, 国際食料農業協会誌, (1992) 世界農業白書 38, FAO 国際食料農業協会, 東京
- HAUGH, R. R., (1937) The Haugh unit for measuring opened egg quality, *U. S. Egg Poultry Mag*, 43 : 552-555
- 北海道動勢要覧, (1990) 北海道企画振興部統計課, 初版. 33. 北海道統計協会, 札幌
- HURNIK B. S., and J. F. HURNIK, (1978) Relationship between albumen quality and hatchability in fresh and stored hatching eggs, *Poultry Sci.*, 57 : 854-857
- 市川舜, (1965) 寒地養鶏における交雑種飼育に関する 2, 3 の考察, 酪農学園大学紀要, 2 : 77-84
- 市川舜・三上勝・佐々木俊夫・宇都宮泰, (1969) 採卵鶏の品種別にみた卵質と日齢の関係 (2 報), 畜研, 23, 1615-1616
- 市川舜, (1972) 寒地養鶏における孵化時期が産卵等諸形質におよぼす影響, 酪農学園大学紀要, 3 : 161-175
- 市川舜・大野雅弘・森津康喜, (1982) 小売店舗における食卵の卵質と季節の変化, 畜研, 37 : 14-18
- MAY, K. N., F. J. SCHMIDT, and W. J. STANDELMAN, (1957) Strain variation in albumen quality decline of hen's eggs, *Poultry Sci.*, 36 : 1376-1379
- MITUMOTO T., and S. MIYOSHI, (1989) Response to divergent selection for high and low yolk-albumin ratio and relocation of selection in White Leghorn, *Proc. 6th Intl. Congr. of SABRAO Tokyo* : 893-896
- MIYOSHI S, and T. MITSUMOTO, (1993) Egg quality characteristic of some commercial strains, The 5th Conference of Far East and Pacific federation 146 Seoul Korea
- 三好俊三・光本孝次, (1993) 鶏卵の卵構成における市販鶏種の相違, 帯畜大・畜産管理学科・家畜育種増殖学講座
- 森津康喜・市川舜, (1982) 鶏種と日齢が貯蔵中の卵白質低下に及ぼす影響, 酪農学園大学紀要, 9 : 357-364
- 中村紀夫・渡辺寛, (1969) 孵化時期が卵用鶏の生産性の及ぼす影響, 滝川畜試研究報告, 7 : 54-59
- 日本種鶏孵卵協会, (1993) 当面の採卵鶏素びなの出荷・導入について, 鶏友 64 号, 18-19
- NOELS, K., and TINDELL, D., (1967) Observations on the inter relationships of egg quality traits and their association with season age and strain of bird, *Poultry Sci.*, 46 : 943-950
- 農林省統計調査事務所編, (1954) 統計からみた北海

- 道の畜産, 41-43. 北海道農林統計協会.
- 農林水産省経済局統計情報部, (1992) 家畜飼養の概況(平成4年2月1日調査, 鶏ひな孵化羽数統計, 平成3年), 畜産統計'92: 18-19
- 農林水産省経済局統計情報部, (1992) 家畜飼養の概況(平成4年2月1日調査, 鶏ひな孵化羽数統計, 平成3年), 畜産統計'92: 148-151
- 農林水産省統計情報部, (1993) 農林水産省統計月報 11: 39-42
- PROUDFOOT, F. G., (1962) The decline of internal egg quality during strage at 30 F. among six strains of Leghorns in confinement and on range, *Poultry Sci.*, **41**: 98-103
- 佐伯裕式・田名部雄一・葛城俊, (1962) プロイラー用鶏の育種に関する研究1. 各交雑鶏の発育および飼料, *日畜会報*, **33**: 272-277
- 佐伯裕式, (1967) 鶏の卵重改善のための簡易測定法, *畜研*, **21**: 261-264
- 佐藤泰編著, (1980) 佐藤泰2章の項, 食卵の科学と利用: 82, 地球社, 東京
- 佐藤泰編著, (1980) 佐藤泰4章の項, 食卵の科学と利用: 111-114, 地球社, 東京
- 佐藤泰・田名部尚子・中村良・渡辺乾二, (1989) 田名部1-2章の項, 卵の調理と健康の科学: 6-58, 弘学出版, 川崎
- 佐藤泰・田名部尚子・中村良・渡辺乾二, (1989) 田名部4章の項, 卵の調理と健康と科学: 88-89, 弘学出版, 川崎
- 佐藤泰・田名部尚子・中村良・渡辺乾二, (1989) 田名部4章の項, 卵の調理と健康と科学: 88-89, 弘学出版, 川崎
- SHERWOOD, D. H., (1958) Factors affecting egg quality-A Review, *Poultry Sci.*, **37**: 924-932
- 田名部雄一・佐伯祐式・葛城俊, (1964) 白色レグホーンと横斑プリマスロックおよび白色ロックにおける一代雑種の利用性について, *家禽会誌*, **1**: 1-7
- 田村千秋, (1985) 「滝川ゼットP」の能力と作出経過, *家禽会誌* 22 秋季大会号: 5-6
- 畜産振興事業団, (1993) 畜産の情報(国内編) **9**: 114-116.
- 山田行雄・伊藤俊太郎・石田栄助, (1966) 卵用鶏の生産形質におよぼす孵化時期の影響, *家禽会誌*, **3**: 181-189.