

鶏肉の鮮度指標に関する一考察

沼田邦雄 鈴木普

Studies on the Indices for Estimating Freshness of Chicken Muscles

Kunio NUMATA, Hiroshi SUZUKI

Summary

Chiken muscles lose their freshness faster than beef or pork, which largely affects its quality. Therefore, by measuring changes of pH, volatile basic nitrogen, live bacterial count and K value of chicken musclos in storage, adequate indices of chicken freshness were examined. Freshness of chicken muscles during the circulation process and the relation between the retorted chicken muscles and freshness of the raw material were examined by measuring K value. The results obtained are as follows: Chicken in K value was compared among chicken species as well as between sexes in storage, but there was not difference between them. The phosphatase activity of thigh muscles was higher than that of breast muscles. In thigh muscle which is consisted of muscles complexes, K value varied according to muscular sites in storage, showing a faster increase in more reddish muscles. K value constituted an effective marker indicating chicken freshness, by considering that K value changes to a greater extent than the other measurement items and that it begins to increase from its slauter on. At higher temperatures in storage, K value was increased more quickly. However, when chicken muscles were stored at -30°C, K value did not show a greater change for a year. A little of chicken muscles purchased from local chicken retail shope had over 50% as K value. A good correlation was obtained between the raw chicken muscles and retorted chicken muscles in K value.

I 緒 言

一般に鶏肉の品質は、味、色、硬さ、脂肪含量、鮮度等によって決められてくるが、中でも味は重要な要因の一つであり、呈味成分としては、アミノ酸、イノシン酸(IMP)、ペプチドなどの水溶性化合物が主体と考えられる。旨味成分であるIMPは、鶏の死後、筋肉中の自家酵素の働きでアデノシン三リソ酸(ATP)が分解し、アデノシン二リソ酸(ADP)、アデノシノーリン酸(AMP)を経て生成されるが、その後IMPは、更に低分子のイノシン(HxR)、ヒポキサンチン(Hx)^{1)~3)}へと分解されることが報告されている。

また、食肉はと殺後、低温に保つと筋肉は次第に収縮し、死後硬直を起こすが、時間の経過に伴って硬直が解

け柔らかくなつて、風味も増大し熟成する。熟成に要する時間は家畜によって異なり、牛肉で10日、豚肉で1~2日であるのに対して、鶏肉は数時間で熟成することから、とくに保藏の必要はない、いわゆる“朝引き”の肉が美味とされ⁴⁾魚と同様に鮮度が品質上重要な要因となっており、“食鶏の取引規格の品質標準表の中でも鮮度の良し悪しが、等級区分の一判断基準になっている。従来、鶏肉の鮮度指標としては、pH、揮発性塩基態素(VB-N)、生菌数の測定が、保存管理などの目安として広範に用いられてきたが、微生物の作用によって生じる腐敗以前の鮮度を正確に判断するには十分とは言えなかつた。

鮮度が重要な意味を持つ魚類においては、SAITO⁵⁾、内山、江平^{6)~8)}らの研究により、ATP分解生成物全

量に対するHxRとHx量の百分率であるK値{ $(HxR + Hx) / (ATP + ADP + AMP + HxR + Hx) \times 100$ }が、近年、魚類の鮮度判定法として用いられてきたが、鶏肉に対する検討はあまりなされていないことから、K値の鶏肉に対する鮮度指標としての有効性を調べるために、解体処理、品種、性、筋内部位における変化を検討した。また、東京市場では、南九州など遠方から正肉として多量に搬入されてきているので、K値を用いて流通過程における鮮度低下を調査するとともに、鶏肉を用いた製品の原料鮮度推定の可能性を検討したので報告する。

II 実験方法

1. 試 料

実験には、平飼い方式で飼育された7~12週令のブロイラー（全農系ラミネット種）を主に用いたが、品種間の比較を行なうために、ケージ方式で飼育された790日令の成鶏（白色レグホーン）と平飼いで飼育された250日令のシャモも使用した。鶏は前日に搬入し、一夜絶食後、安静にさせた後、頸動脈より放血し、と殺後所定の筋肉を採取したが、試験内容によってと殺解体方法を一部変更した。

2. 分析方法

ATP関連化合物の測定は、江平ら⁹⁾の方法に準じて行なった。即ち、試料1gを採取し、10%、5%の過塩素溶液で計3回抽出を行ない、集めた抽出液は水酸化カリウム溶液でpHを6.5に調整し、中和した過塩素酸溶液で10mLとした。試料液2mLをpH9.4に調整後Dowex 1×4 Cl⁻型カラムに吸着させ、その後塩酸-食塩系の連続濃度勾配法で分画を行ない、260nmで吸光度を測定した。なお、一部試料については、簡易クロマト法、酵素法⁸⁾を用いてK値を測定した。水分は135°C 2時間で秤量し、pHは複合電極で直接肉表面を測定した。また、VB-Nは微量拡散法¹⁰⁾、アミノ態窒素（A-N）はホルモール法¹¹⁾によって行ない、一般生菌数は標準寒天培地を用いて、37°Cで48時間培養後、形成したコロニー数を計数した。鶏筋肉のフォスファターゼの抽出、調製は、広田の方法¹²⁾に準じて行なった。即ち、前日にと殺した鶏と体より各筋肉を採取し、等量の水を加えてホモナイズを行なってから遠心分離した後、その上清を冷水に対して透析した。透析後、再び遠心分離によって透析中に生じた沈殿を除去してその上清を粗酵素液とした。活性の測定は、粗酵素液1mL、基質溶液(5'-IMP, 25mM)0.5mL、Mg²⁺(10mM)0.5mLを試験管にと

り、37°Cで60分間反応後60%過塩素酸0.5mLを加えて反応を停止させ、生じた沈殿を遠心分離で除去した後、その上清2mLについて、基質より遊離した無機磷を中村の変法¹³⁾により測定した。なお、粗酵素の蛋白質量は280nmで測定した。また鶏筋肉の色は、日本電色工業ND-4型色差計で測定し、L, a, b各値を求めた。

III 実験結果

1. と殺解体、冷却処理がK値に及ぼす影響

(1) と殺前の鶏の運動とK値

プロイラーのと殺前の運動による疲労が、K値に及ぼす影響を調べるために、鶏の足を持ち強制的にねばたかせる運動を約40秒間行なった後にと殺放血した区と、と殺前は安静にしてと殺放血した区との比較を行なった。と殺前に運動させた区は、放血量が少なく、肉色はやや赤味を呈した（表1）。また、胸筋のK値は、と殺後に安静鶏で7.5%であったが、運動鶏では15.1%と高く、5%レベルで有意差が認められ、5°C貯蔵後もこの傾向は変わなかった（図1）。

表1 と殺前の処理条件が、浅胸筋の色調に与える影響

処理条件	測定項目	水分	L	a	b	放血量 (生体重%)
安静 鶏		74.13±0.37	43.8±1.7	3.9±0.4	6.6±0.6	5.1±0.6
運動 鶏		74.70±0.47	41.3±1.9	4.9±0.5	5.8±0.7	4.5±0.4

(95%信頼区间)

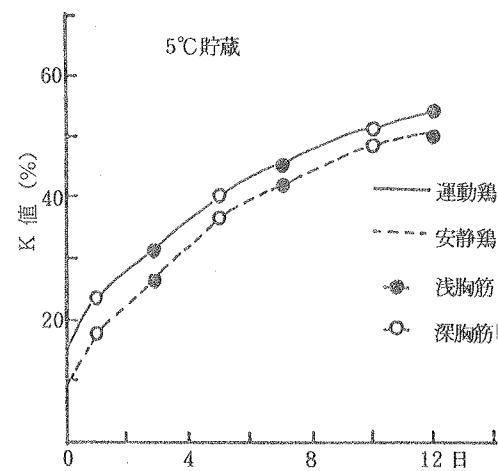


図1 安静鶏と運動鶏のK値の変化

(2) 脱羽工程の及ぼす影響

鶏はと殺後、脱羽を容易にするために、湯漬け処理を行なうので、その影響を調べるために、60°Cで1分間湯漬け処理を行なって、無処理区との比較を行なったが、浅胸筋においては差が認められなかった（図2）。

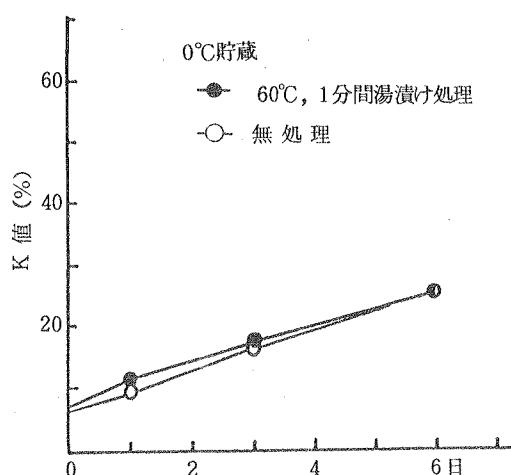


図2 湯漬け処理がK値に与える影響(浅胸筋)

(3) 解体後の冷却温度とK値

解体処理工程の最終工程である冷却工程は、汚染細菌を抑制するなど食品衛生的観点からも重要な工程であるが、K値に対してどのような影響を与えるかを調べるために、浅胸筋を採取後、-10°C, 5°C, 20°Cの各温度帯に90分間放置し、その後5°Cに貯蔵した。採取した浅胸筋を-10°C, 5°C, 20°Cに放置すると90分後には体温が0°C, 7°C, 20°Cにそれぞれ下がっており、K値は、7.5%, 16.4%, 19.2%であった。冷却温度が低い程K値は低く、5%のレベルで有意義が認められたが、貯蔵12日目になると有意な差がなくなった(図3)。

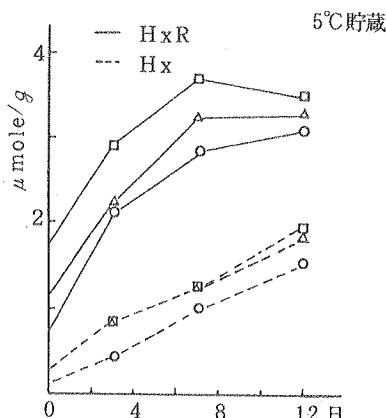


図3 冷却温度がイノシン(HxR), ヒポキサンチン(Hx), K値に与える影響(浅胸筋)

-□- 20°C -△- 5°C -○- -10°C

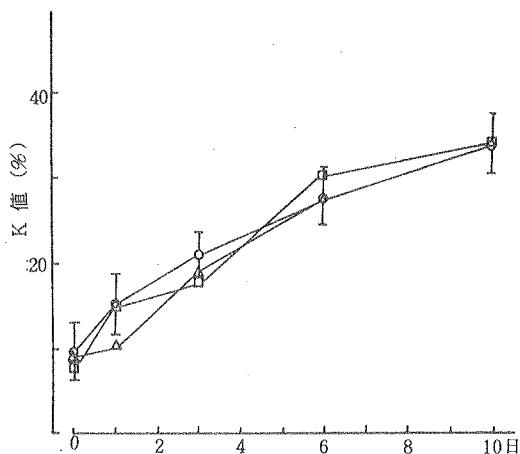
2. 鶏の品質、性間差とK値の変化

(1) 鶏の品質について

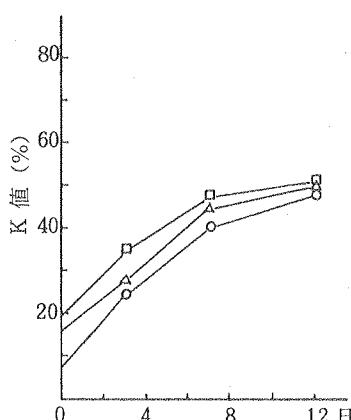
飼料、生育期間が異なるブロイラー(50日令)、成鶏(790日令)、シャモ(250日令)の三鶏種の浅胸筋を試料とし、3°Cに10日間貯蔵して鶏種間の比較を行なった(図4)。K値にややバラツキが見られるものの、ほぼ同様に増加し有意な差は認められなかった。

(2) 性間差について

ブロイラー(50日令)の雌雄の浅胸筋を3°Cに貯蔵しK値の変化を調べたが、図5に示したように、性間には差が認められなかった。

図4 成鶏、シャモ、ブロイラー浅胸筋
3°C貯蔵中のK値の変化

-△- 成鶏 -□- シャモ -○- ブロイラー (95%信頼区間)



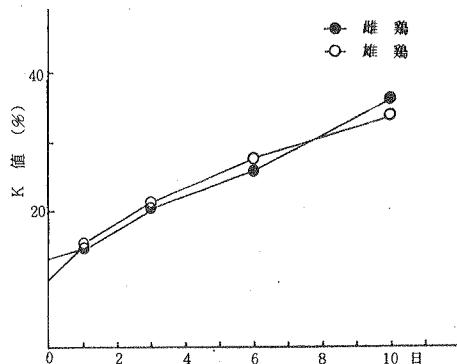


図5 雌雄鶏浅胸筋3°C貯蔵中のK値の変化

3. 筋肉部位の違いとK値の変化

(1) 筋肉部位によるK値の差

浅胸筋、深胸筋は単一筋であるのに対し、腿筋は生理活性の異なる多くの筋肉よりなる複合筋である。そこで、市販されている浅胸筋と腿筋を買い求め、サンプリング部分を変えて5カ所のK値を測定した結果、浅胸筋は54.5~58.8%の範囲で変動係数が3.4%とバラツキが小さかったのに対し、腿筋は50.3~75.5%で変動係数16.9%と大きなバラツキを示した。

(2) 筋肉の色調差とK値

色調の異なる腿筋4筋種（ブロイラー7週令）を用いて、3°Cに貯蔵しK値の変化を比較した結果が表2である。a値が+2.8と赤味の薄い筋肉は、と殺後のK値が

表2 ハンターカラー値が異なる4腿筋種の3°C貯蔵中のK値の変化

腿筋	L	a	b	pH	K 値 (%)				
					0	1	3	6	10日
1	42.0	+2.8	+5.9	6.1	11.6	12.7	21.2	33.0	42.1
2	38.3	+6.4	+7.3	6.1	19.1	23.3	26.4	34.2	45.1
3	37.5	+8.3	+7.7	6.3	18.2	29.3	34.9	39.3	48.8
4	37.1	+12.2	+8.3	6.1	22.5	28.8	39.7	41.5	51.4

11.6%であったのに対し、a値が+12.2と赤味の濃い筋肉は、K値が22.5%と高い値を示し、この傾向は貯蔵後も同様に認められた。このようなことから、腿筋の中でも赤味が薄く浅胸筋と色調が類似している大腿膜張筋と浅胸筋（ブロイラー12週令）を各種温度下に貯蔵してK値の変化を調べたが、顕著な差は認められなかった（図6）。

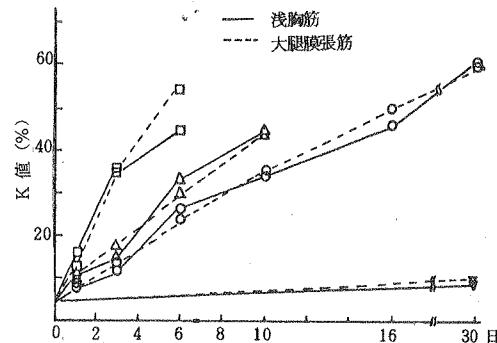


図6 浅胸筋と大腿膜張筋、貯蔵中のK値の変化

△ -15°C ○ -3°C ▲ 3°C □ 10°C

(3) 胸筋、腿筋中のHxR、Hx量

HxRとHxはK値を規定する成分の一つであるが、筋肉部位が異なった場合の両成分の含有量を比較検討したのが図7である。なお、この図は、3°Cおよび5°Cに貯蔵し、K値が60%までの範囲のものであるが、図から明らかなように、同一K値の場合、HxR量は腿筋よりも胸筋に多く含まれ、Hx量は胸筋より腿筋に多く含まれていた。また、腿筋のHxR量は、K値40%あたりまでは増加するものの、それ以後のK値では減少したが、胸筋では腿筋のような現象は認められなかった。

図8は胸筋と腿筋のHx蓄積性を見たものであるが、食品として流通する期間内の胸筋ではHxよりHxRの量が常に多いのに対して、腿筋ではK値が高くなると、Hx量がHxR量を上回るようになってきた。なお、腿筋は色合いに関係なくHx蓄積傾向を示した。

(4) 胸筋、腿筋中のフォスファターゼ活性の比較

IMPを分解するフォスファターゼの活性を比較し表3に示した。浅胸筋、深胸筋の比活性は0.0181, 0.0185と差がなかったが、腿筋は0.0326と高い比活性を示し、浅胸筋の1.8倍であった。なお、胸筋より抽出、調製したフォスファターゼの最適pHは5.8であった（図9）がこれは胸筋のpHとはほぼ同じである。次に、40~70°Cに、おけるフォスファターゼの熱安定性を調べ図10に示した。この図から明らかなように、フォスファターゼは70°C、5分間の加熱でほぼ完全に失活したが、60°Cでは、初めの5分間に約60%の活性低下がみられ、その後更に5分間加熱しても、あまり活性が低下しなかった。

4. 鮮度指標としてのK値の検討

(1) 生菌数、VB-Nなど他の指標とK値の比較

品種、性間にK値の差が認められず、単一筋に関して

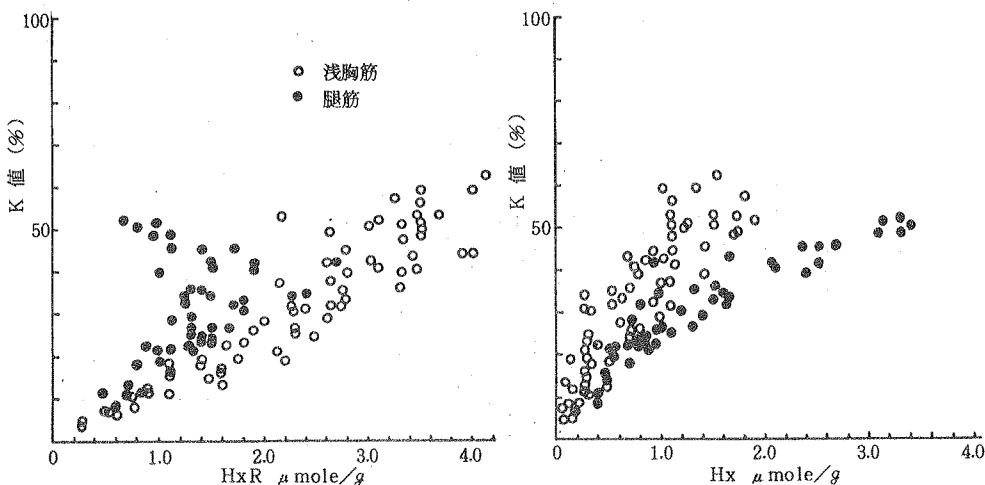


図7 胸筋と腿筋のK値を規定するイノシン、ヒポキサンチン量

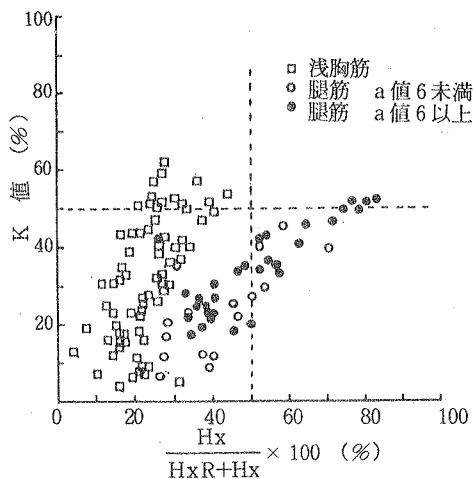


図8 胸筋と腿筋のイノシン、ヒポキサンチン蓄積性について

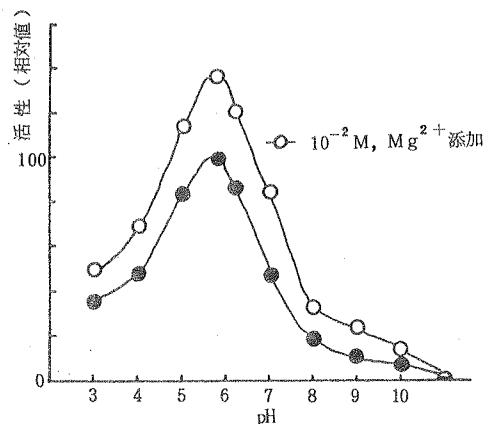


図9 鶏胸筋フォスファターゼに対するpHの影響

表3 胸筋、腿筋におけるフォスファターゼ活性

筋肉	活性 (p ug/ml/min)	たんぱく質 (mg/ml)	比活性 率
浅胸筋	0.544	30.0	0.011 1
深胸筋	0.600	32.5	0.015 1.02
腿筋	0.731	22.4	0.036 1.80

はK値のバラツキが少ないことから、鮮度指標としてのK値の有効性を検討するために、従来より用いられていたpH、VB-N、A-N、生菌数とK値との比較を行なった。試料としてブロイラー浅胸筋を用いて、2°C、5°C、10°C貯蔵中における変化を調べ図11にその結果を示した。

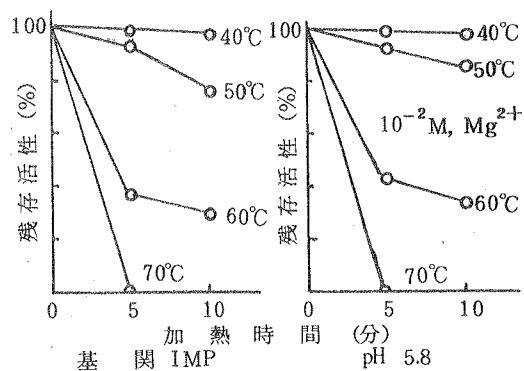


図10 鶏胸筋酸性フォスファターゼの熱安定性

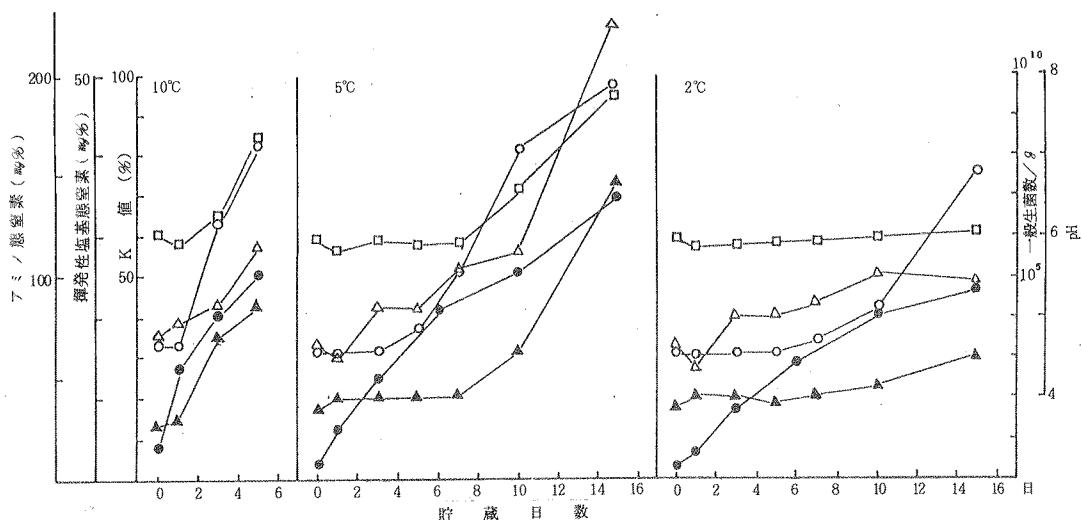


図11 2°C, 5°C, 10°Cに貯蔵した鶏胸筋中のpH, 挥発性塩基態窒素, アミノ態窒素, 一般生菌数, K値の変化
—□— pH —▲— 挥発性塩基態窒素 —◆— アミノ態窒素 —○— 一般生菌数 —●— K値

10°Cに貯蔵すると鮮度の低下が速く、各測定値の増加が認められたが、生菌数はと殺翌日まで変化が見られず、その後急激に増加した。5°Cに貯蔵すると、生菌数は3日目以後増加の傾向を示し始め、その後にpHが上昇し、VB-Nが増えてきた。K値は、と殺当日の3.7%から翌日には12.6%と増加した。2°C貯蔵の場合は、更にK値と他の成分との変化の違いが明瞭になり、細菌の増殖は貯蔵7日間、VB-Nは10日間大きな変化は認められなかった。また、蛋白質の分解によって生成するA-Nも、この温度帯では増加が緩慢になるのに対して、K値は5°C, 10°C貯蔵に比較すると上昇カーブは小さくなるものの貯蔵日数が長くなるに従って、徐々に増加した。

(2) K値とVB-Nについて

各種温度条件に貯蔵した胸筋のK値とVB-N量を測定し、図12に示した。腐敗した鶏肉は、VB-N 20%以上を含み、K値は50%以上であった。しかし、VB-N量が10%程度の胸筋でも、K値は数%から80%と幅があり、また、50%以上であっても腐敗していない筋肉が見られた。K値が高い値を示し、VB-N量が少ない鶏肉は、-10°C付近の温度で長期間冷凍貯蔵されたものであった。

5. 貯蔵、流通過程におけるK値の変化

(1) 貯蔵温度、貯蔵日数がATP関連化合物量に与える影響

12週令ブロイラー浅胸筋を試料として、K値を規定す

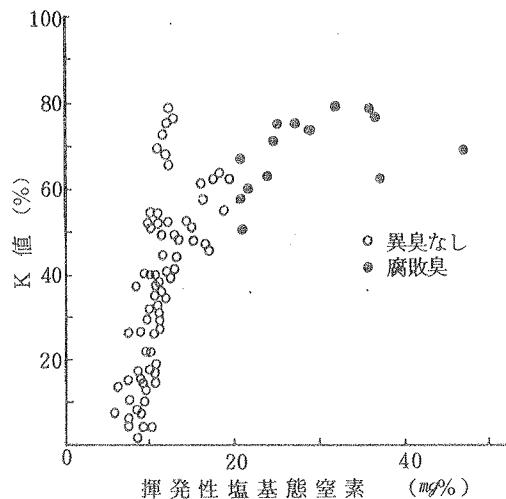


図12 胸筋におけるK値と揮発性塩基態窒素との関係

るATP関連化合物の分画定量を行なった。採取した浅胸筋は、ポリエチレンの袋に入れて、-30°C～30°Cの各温度に貯蔵したが、-10°C, -20°C, -30°C貯蔵区は、70%アルコール、ドライアイスの中で急冷後、所定の温度に一定期間貯蔵して、分析時に3°Cで解凍し分析に供した。初日の試料分析時は、と殺後4時間を経過していたが、ATP, ADP, AMP量はそれぞれ2.24, 1.29, 1.27 μmole/g含まれていたが、3°C, 1日貯蔵後には、0.49, 0.64, 0.65 μmole/gに減少した

(図13)。また、各温度貯蔵中のIMP, HxR+Hx, pH, K値の変化を図14, 15に示した。30°Cに貯蔵するとIMP含量は、6.82 μmole/gから翌日には2.64 μmole/gと激減し、3日目には分解消滅していた。HxR+Hx量は、IMPの分解に伴なって増加し、初日0.47 μmole/gから、翌日には6.96 μmole/g, 3日目には8.14 μmole/gへと増加した。3°C貯蔵では、と殺翌日にIMP含量が8.68 μmole/gと増加した後徐々に減少してきたが、16日後においても3.38 μmole/g残存していた。このようにIMPは、と殺後にATP, ADP, AMPの急速な分解により生成し、ピークに達した後は、IMPのHxRへの分解量が生成量をうわまわり、徐々に減少し始め、それに伴ってHxR+Hx量が増加してきた。

また、-30°Cに貯蔵すると1年間貯蔵しても変化が認められなかったが、-10°C, -20°C貯蔵ではIMPが徐々に分解減少しK値が上昇した。また腐敗臭は、30°Cで翌日、20°Cで2日目、10°Cでは5日目に発生したが、冷蔵すると3°Cで10日間、-2°Cで20日間は異臭が認められなかった。-10°Cに6ヶ月間貯蔵すると酸敗臭を発し、著しい変色が見られたが、-30°Cでは1年間貯蔵後も異臭、変色は認められなかった。図16に、貯蔵後の浅胸筋が20~50%のK値にいたる貯蔵日数と貯蔵温度の関係を示した。

(2) 生鮮肉と凍結-解凍肉のK値の比較

市販されている鶏肉の一部は、冷凍肉を解凍したもの

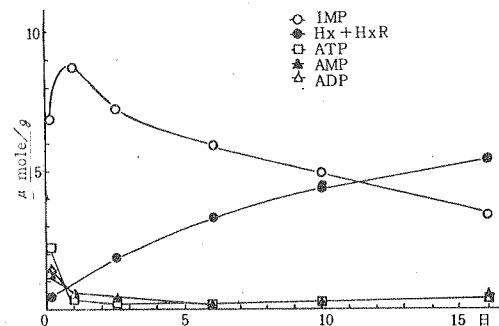


図13 鶏胸筋3°C貯蔵中のATP関連化合物の変化

であることから、生鮮肉と凍結-解凍肉（ブロイラー浅胸筋の半分を生鮮肉として、一方の半分をポリエチレンの袋に入れて急冷し、-30°Cに10日間冷凍貯蔵した後に、氷水中で解凍）の5°C貯蔵におけるK値の変化を比較したが、有意な差は認められなかった。

また、-10°C, -30°Cに2ヶ月間貯蔵し、解凍後の変化を見ると-10°Cでは冷凍貯蔵中にK値の上昇があり、すでにIMPの分解が進んでいるためか、-30°C貯蔵よりK値の上昇割合が小さかった（図17）。

(3) 生鮮肉の流通過程における鮮度

流通経路が明確なブロイラー正肉を、荷受、小売段階で採取し分析を行なった。鶏肉は、宮崎、鹿児島、千葉、静岡各県の処理加工工場で解体され、正肉に加工されてから、東京、神奈川の荷受会社に冷蔵車で輸送される。その後、隨時小売店に納入されていた。表4は、荷受会

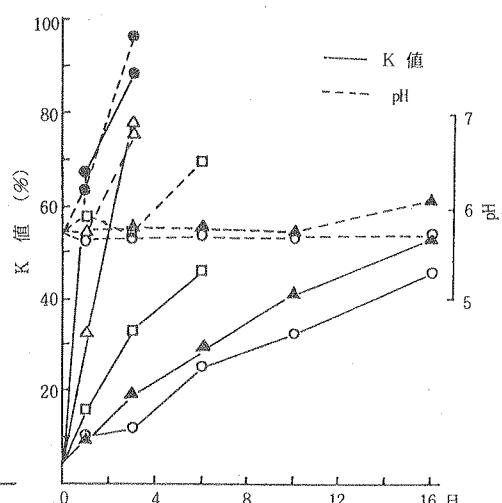
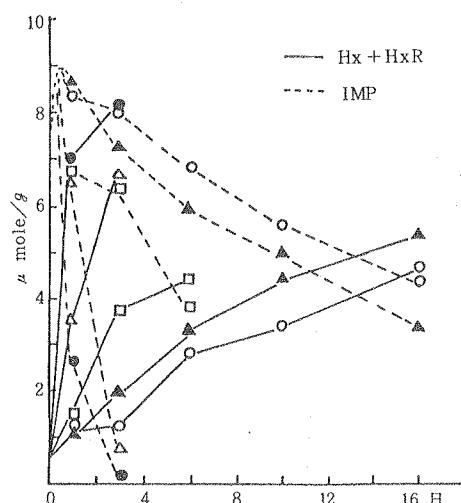


図14 各貯蔵温度における鶏胸筋中のIMP, Hx+HxR含量, pH, K値の変化
● 30°C △ 20°C □ 10°C ■ 3°C ○ -2°C

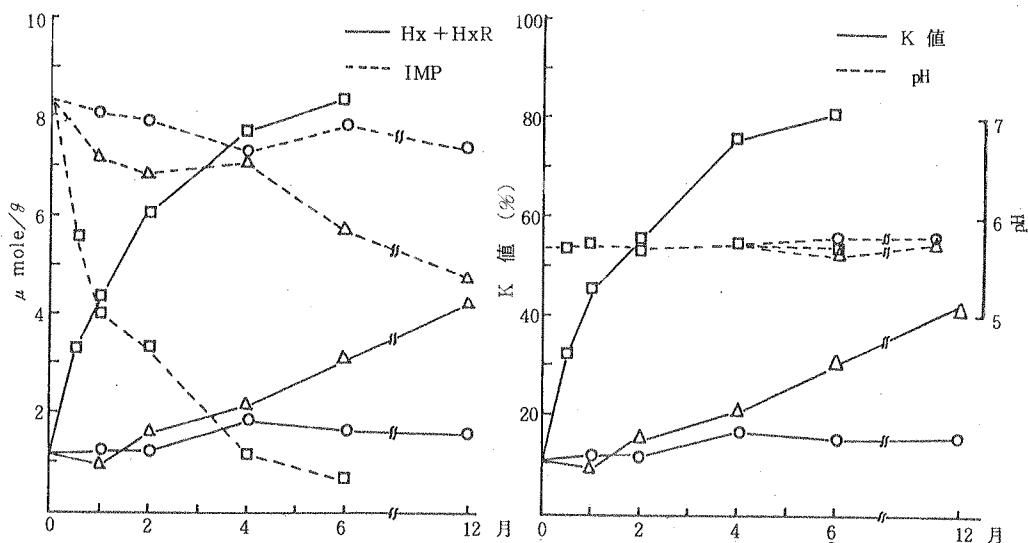


図15 冷凍貯蔵における鶏筋肉中のIMP, Hx+HxR含量, pH, K値の変化
—□— -10°C —△— -20°C —○— -30°C

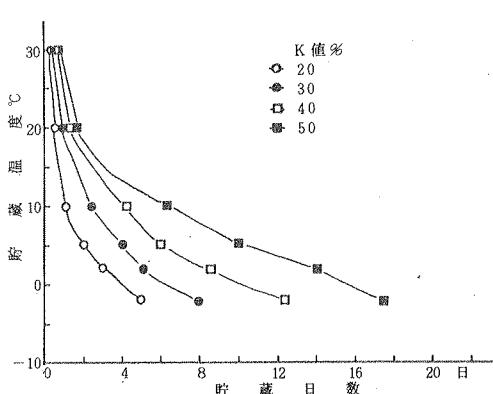


図16 貯蔵温度, 貯蔵日数とK値の関係(浅胸筋)

社到着日の分析結果を示したものであるが、遠方の南九州地域で処理加工されたものでもK値が約20%と低かった。

表5は、荷受会社冷蔵保管中の腿筋のK値、生菌数、pH、V B-Nの変化を示したものであるが、保管4日間でK値は約15%上昇し、生菌数は、 2.6×10^5 から 6.0×10^6 へと増加した。

また、処理加工工場、荷受会社を経て4日目に小売店に搬入され、その後更に店頭で2日経過した鶏肉(表6)を見ると、中には50%を超える試料もあり鮮度の低下が

うかがわれた。

(4) 輸入冷凍肉の鮮度

輸入冷凍肉が増えてきているので、その鮮度を調べ表7に示した。この輸入冷凍肉は輸入後荷受会社の冷凍庫で4カ月間-35°Cに貯蔵されていたものであるが、48~58%と高いK値を示した。

(5) 市販鶏肉の鮮度

北多摩地域で市販されていた鶏肉の鮮度調査を行なった(図18)。分析結果を見ると、K値30%以下の新鮮肉は比較的少なく、中には50%以上の肉も散見されるなど、全体として鮮度の良い肉は少なかった。

6. 鶏肉の調理加工がK値に及ぼす影響と原料鮮度の推定

(1) ミンチ処理とK値

鶏肉は、ミンチ処理をすると組織が破壊され、いたみが速くなる。そこで浅胸筋の一部を2mmのプレートで2度ミンチ処理をしてひき肉とし、残りの浅胸筋との比較を行なったが、貯蔵中のK値の変化には差が見られなかった(図19)。

(2) 水煮によるK値の変化

浅胸筋を熱水中で5分間煮沸すると生肉のK値が5.2%から8.3%へ、また27.3%であったものが28.5%へと1~3%上昇した。5分間煮沸することにより、旨味成分のIMPは、 $7.94 \mu\text{mole/g}$ 含まれていたものが、

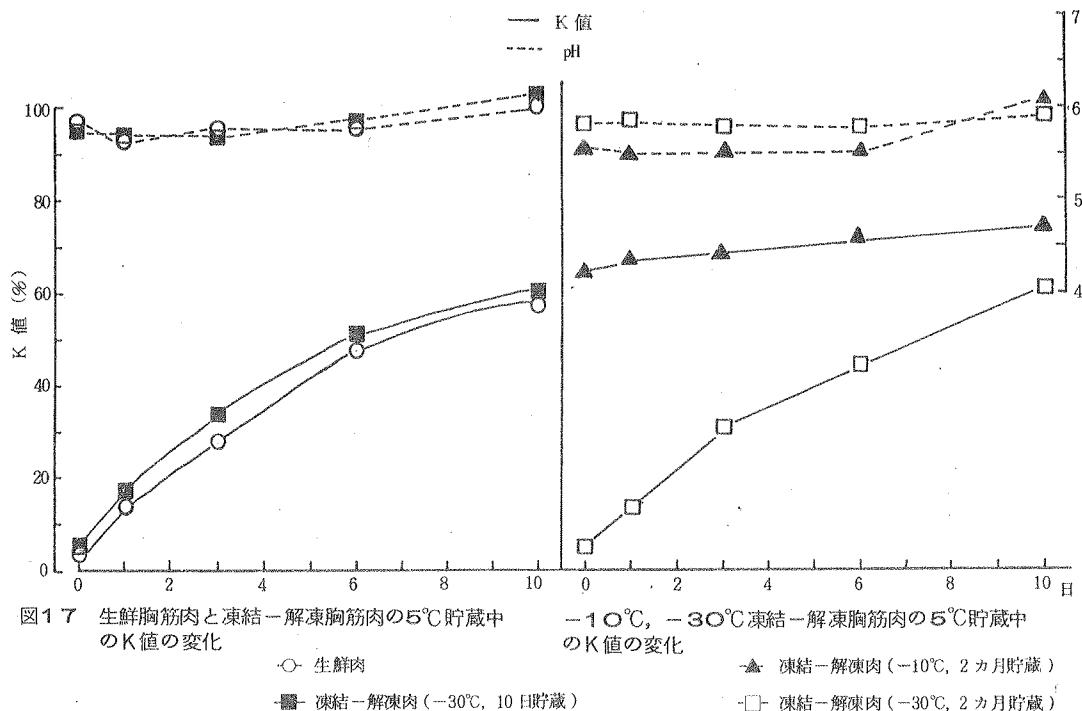


図17 生鮮胸筋肉と凍結一解凍胸筋肉の5°C貯蔵中のK値の変化
 ○ 生鮮肉
 ■ 凍結一解凍肉(-30°C, 10日貯蔵)

-10°C, -30°C凍結一解凍胸筋肉の5°C貯蔵中のK値の変化
 ▲ 凍結一解凍肉(-10°C, 2ヶ月貯蔵)
 □ 凍結一解凍肉(-30°C, 2ヶ月貯蔵)

表4 荷受会社(東京, 神奈川)到着時の胸筋の測定値

測定項目 処理工場	加工処理 後の日数	pH	VB-N (mg%)	K値 (%)
静岡県	1	5.71±0.05	8.9	12.1±4.4
千葉県	1	5.78±0.04	9.0±0.4	19.6±4.1
宮崎県	2	5.91±0.07	8.4	20.5±5.6
鹿児島県	2	5.74±0.09	9.2	22.5±4.9

胸肉Ⅲ型 6試料, 95%信頼区間

表5 荷受会社冷蔵保管中の変化

加工処理 後の日数	保管日数	生菌数	pH	VB-N (mg%)	K値 (%)
2	0	2.6×10 ⁵	6.49	8.7	24.2
3	1	3.7×10 ⁵	6.47	7.8	36.4
5	3	3.7×10 ⁶	6.39	7.6	38.9
6	4	6.0×10 ⁶	6.39	8.1	39.9

腿肉Ⅱ型 3試料の平均

5.10 μmole/gと水煮前の64%に減少したが、これは主に煮汁へ溶出したものと考えられた。

また、生肉を3°Cで10日間貯蔵するとIMPが7.94 μmole/gから5.45 μmole/gへと分解減少したが、

表6 小売段階での冷蔵鶏肉の測定値

部位	生菌数	pH	VB-N(mg%)	K値(%)
胸筋	1.8×10 ⁵	5.93	10.1	35.1
	1.8×10 ⁵	5.79	9.8	32.6
	1.1×10 ⁵	5.82	9.8	45.4
腿筋	8.8×10 ⁴	6.29	10.1	45.0
	2.2×10 ⁵	6.22	9.2	57.8
	2.1×10 ⁵	6.31	9.0	41.3

加工後6日, 店頭日数2日

表7 輸入冷凍鶏肉の測定値

輸出国	部位	pH	VB-N(mg%)	K値(%)
タイ	腿	6.45	6.7	56.5
		6.29	5.9	47.8
中国	腿	6.60	7.6	56.3
		6.60	7.8	56.3
台湾	胸	5.89	7.6	58.2
		5.71	7.3	58.0

輸入後-35°Cで4ヶ月貯蔵

水煮した肉は、10日後でも5.07 μmole/g含有しており、初日と変わらなかった。

(3) レトルト処理によるK値の変化

鮮度の異なる浅胸筋を115°Cで30分間加熱を行なって

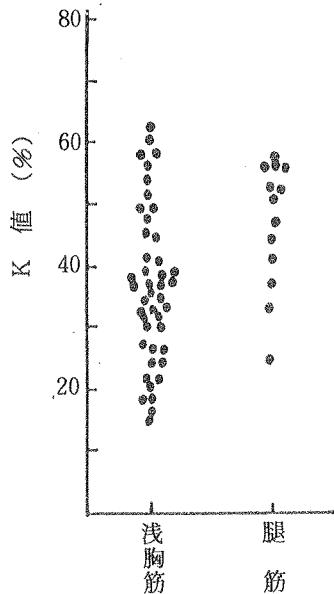


図18 市販鶏肉のK値

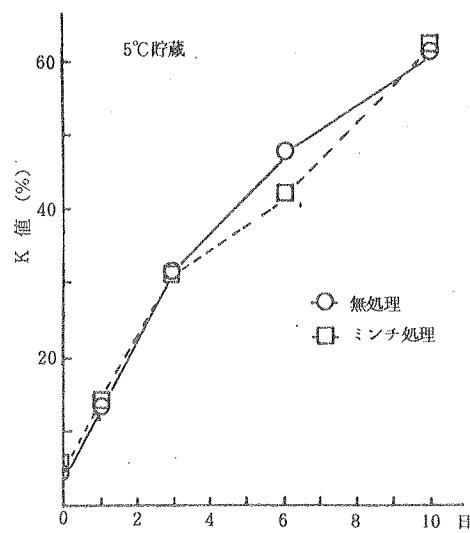


図19 K値に及ぼすミンチ処理の影響(浅胸筋)

成分の変化を調べた(表8)。加熱処理により各試料ともpH, K値, VB-N量, HxR+Hx量が増加した。K値は、異臭を有していた試料No.5を除いて約10%増加していたが、pH, VB-N量には規則性が認められなかった。また、生鮮肉を115°Cで30分間加熱殺菌処理を行ない、その後5°Cに6カ月間貯蔵して成分の変化を調べた(図20)が、各値とも製造直後に増加したもの、貯蔵中は大きな変化がみられなかった。

IV 考 察

鶏肉の鮮度指標としてのK値の有効性を検討するためには、鶏の生理条件、と殺解体、冷却処理がK値にどのような影響を与えるかを知ることがまず必要である。鶏の死後、筋肉中のATPは、ADP→AMP→IMP→

HxR→Hxと魚類と同様な分解パターンを示すことがTERASAKIら¹⁾によって明らかにされた。また、筋肉中のATP含有量は、と殺前の鶏に対する加温ストレス¹⁴⁾と殺時の苦憊¹⁵⁾などの生理条件によって変化するが、同時に、運動鶏のK値が安静鶏よりも高い値を示したことから、運動などによる疲労も影響すると考えられる。処理加工工程では、湯漬けの影響がみられなかったものの、冷却工程は、K値に影響を及ぼすことから、解体処理した後は、できるだけ早くと体温度を下げる必要がある。

鶏種、性が異なる場合に、鶏筋中のIMP含量に差

表8 浅胸筋の加熱処理による成分変化

筋肉 試料	Hx + HxR (μmole/g)		K 値 (%)		pH		VB-N (mg/g)	
	生肉	処理肉	生肉	処理肉	生肉	処理肉	生肉	処理肉
1	0.38	1.27	4.3	15.1	5.81	6.23	9.3	17.0
2	1.47	2.20	14.0	23.0	5.68	6.16	10.6	16.4
3	2.76	3.43	27.3	39.4	5.75	6.04	10.3	22.8
4	3.33	5.16	37.8	43.4	5.69	6.18	10.9	18.8
5	5.91	6.83	71.8	74.3	6.19	6.57	27.8	41.9

処理内: 115°C, 30分間

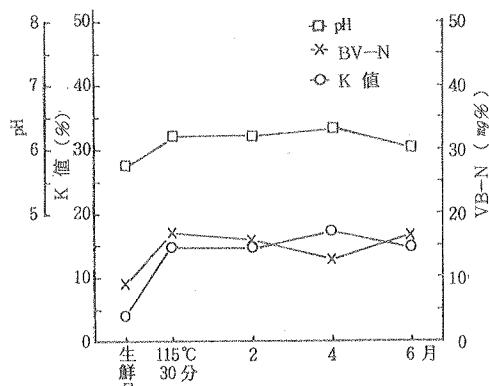


図20 115°C, 30分処理した浅胸筋の5°C貯蔵中の変化

がみられるかについて検討がなされている^{15), 16)}が、いずれもIMP含量に有意な差を認めておらず、また今回の試験でも貯蔵中のK値の変化に差が認められないことから、K値の測定について、鶏種、性は特に考慮する必要はないと思われる。

次に筋内部位の差によるK値の変化をみると、胸筋より腿筋の方が一般的には速く、このことは腿筋中のフォスマーカーゼの活性が、胸筋よりも強いことからも推察できる。しかし、腿筋は生理活性の異なる多くの筋肉より構成された複合筋であるため、腿筋の個々の筋肉のK値には差がみられ、赤味の濃い筋肉ほどK値が高い傾向を示した。また、K値を規定するHxR、Hxの構成比をみると、同一K値の場合、腿筋の方がHx量が多く含まれているが、このことは、HxRをHxへ分解するヌクレオンドハイドロラーゼの活性が、胸筋より強いためと考えられる。以上のことから、K値を測定するときには、試料採取部位を明示することが必要と思われた。

浅胸筋を-30°C～30°Cに貯蔵して、K値に及ぼす貯蔵温度の影響をみると、温度が高い程、K値の増加が速かったが、これはIMPを分解する自家酵素の活性が、温度が高い程強いために、IMPの分解が速く、HxR、Hxの生成が促進されたためと考えられる。貯蔵温度が低くなるとK値の上昇は緩慢になり、-30°Cでは関連酵素の活性が抑制されて¹⁷⁾1年間貯蔵しても変化がみられない。-30°C以下に貯蔵されるとK値の変化がないことから、-30°C以下で貯蔵されている市販冷凍鶏肉のK値は、冷凍以前の数値を反映することになり、K値を測定することにより、冷凍前の原料鶏肉の鮮度を推測することが可能と考えられる。しかし、鶏肉を-30°C以下に貯蔵すると自家酵素が抑制され良好に鮮度は維持されるものの、一般に鶏肉を凍結すると肉中に氷結晶ができ、肉に各種の損傷を与える、肉の品質は低下することから、K値が低い値を示して鮮度が良いと判断されても、品質的には必ずしも良いとは言えず、K値のみで、品質の良否を判断することはできない。

K値の鮮度指標としての有効性を検討するために、胸筋貯蔵中のK値の変化と、従来より用いられている指標とを比較した。pH、VB-Nが大きく上昇する時点は、官能で異臭を感じる時点とほぼ一致していたことから、これらの項目は、初期腐敗判定の指標となるものの、食品として流通する期間内での鮮度低下を知るには不十分であると考えられた。それに対しK値は、A-N、生菌数に比較してもより変化が速く、と殺後の放置時間、温

度に大きく依存し、実際の鮮度低下とも一致していることから、鶏肉の鮮度指標として有効な一指標になると考えられた。K値の変化が他の測定項目より速く変化するのは、pH、VB-Nの增加が、主として熟成後の細菌のたんぱく質分解作用より生じた結果であるのに対し、K値は、筋肉熟成段階の自家酵素の働きによって生じた値であり、またその自家酵素の活性が鶏肉では強いために、生菌数、VB-N、pHの増加より先に変化したものと考えられる。VB-NとK値の関係をみると、VB-Nが10mg%程度で、K値が80%近くを示すことがあるが、これは-10°C付近の温度で冷凍貯蔵すると、細菌が繁殖しないため、細菌によるたんぱく質、ペプチドなどの分解が進まないことから、VB-Nが生成されない。しかし、この温度帯では自家酵素の活性は存在するために、IMPの分解が進み、K値が高くなつたものと考えられた。このように、K値が高い値を示し、VB-N量が少ない鶏肉は、長期にわたって比較的高めの温度で冷凍貯蔵された肉と考えられ、腐敗はしていないが、極めて鮮度の低下した肉と言うことができ、このことからも、K値測定の必要が認められる。

鶏肉の鮮度として、K値は有効であると考えられたので、K値を用いて、鶏肉の流通過程の鮮度について調査を行なった。処理加工工場から荷受会社への搬入時では、K値が12～23%であり鮮度は良好であったが、これは調査した会社がいずれもコールドチェーン方式を導入し、冷蔵車(-4～0°C)で鶏肉を輸送していたためと考えられる。しかし、荷受会社に搬入した時点で鮮度がいかに良好であっても、荷受会社で長期間保管貯蔵されたり、小売店のショーケースに長時間放置されると、当然鮮度が低下しK値が高くなる。また、調査試料が少なかったが、近年、輸入冷凍鶏肉が増えてきてるので鮮度を調べたが、K値は48～52%と高い値を示した。調査試料は、輸入後-35°Cの冷凍庫で4ヵ月間貯蔵されていたものであるが、-30°C以下の貯蔵では、ほとんどK値が変化しないことからみて、輸入前にすでに鮮度が落ちていたことも考えられる。また、市販品を調査したところ、IMPが最高時の半分以下に減少しているK値50%以上の肉も散見されたが、これらの胸筋の貯蔵温度と貯蔵日数を図16から推定すると、と殺後0°Cで貯蔵されていた場合は約16日間経過したことになり、『朝引き』の肉が美味とされ、IMP含量が多く新鮮な肉が官能的にも好まれる¹¹⁾ことを考えると、流通段階における徹底した温度管理とともに、鶏肉の速い回転が望まれる。

次に、鶏肉は多方面に調理加工されるが、水煮するとK値が数%上昇する。筋肉中のIMP, HxR, Hxは、pH 6~7の条件では熱に対してかなり安定性が強い^{18)~19)}ことから、加温中に酵素が作用し、K値を上昇させたものと考えられる。また、フォスファターゼの活性は、70℃、5分でなくなることから、肉を沸騰水で水煮すると貯蔵してもK値の上昇はみられない。レトルト処理を行なうため、115℃で30分間加熱殺菌を行なうと、水煮の場合よりK値が上昇したが、これは加温中の酵素によるIMPの分解とともに、加熱によるIMPの化学分解も伴ったためと考えられる。また、鮮度が異なった肉を115℃で30分間加熱殺菌すると約10%のK値が増加したが、加熱により酵素が失活し、貯蔵中のK値の変化がないことから、K値を測定することにより、レトルト処理された肉原料、缶詰原料の鮮度を推定するも可能と考えられた。

V 摘 要

鶏肉は鮮度が重要視されるため、鶏肉の鮮度指標としてのK値の有効性を検討するとともに、K値を用いて流通過程における鶏の鮮度低下を調査し、合せて、鶏肉を用いた製品の原料鮮度推定の可能性をさぐった。

(1) と殺前に鶏を運動、疲労させると肉色は赤味を呈し、K値は上昇した。また、60℃、1分間の湯漬け処理はK値に影響を与えたかったが、と体の冷却は影響を与えるので、早めに体温を下げる必要がある。

(2) 鶏種、性問には、筋肉貯蔵中のK値の変化に差が認められなかった。

(3) 鶏胸筋より腿筋の方が強いフォスファターゼ活性を示した。また、腿筋は、筋肉部位によってK値の変化に差が見られ、赤味が濃い程增加が速い傾向がある。

(4) K値は、VB-N, pH, 生菌数, A-Nに比べ、鶏肉が食品として流通する期間内での変化が大きく、鶏の鮮度判定指標としても、魚類と同様に有効な指標の一つである。

(5) K値は、鶏肉の貯蔵温度が高く、貯蔵期間が長くなるにしたがい増大するが、-30℃貯蔵では変化が認められなかった。

(6) 生鮮肉と凍結-解凍肉(-30℃, 10日間)の貯蔵中のK値の変化に差が認められなかった。

(7) 流通過程における鶏肉の鮮度を調べた結果、処理加工工場から荷受会社搬入までは鮮度が良好であった。しかし、市販の鶏肉の鮮度を調べてみると、K値30%以

下の新鮮な肉は比較的なく、50%以上の肉も散見された。

(8) 鶏肉を調理加工すると、K値は上昇するものの、一定の幅でK値が変化することから、原材料の鮮度を推定することは可能と思われた。

謝辞 試験鶏入手にあたり、御便宜をいただきました、西多摩農業改良普及所、杉村勝氏に厚く御礼を申し上げます。

引用文献

- TERASAKI, M., KAJIKAWA, M., FUJITA, E. and ISHII, K.: *Agric. Biol. Chem.*, 29, 208 (1965).
- DAVIDEK, J. and KHAN, A.: *J. Food Sci.*, 32, 155 (1967).
- KHAN, A., DAVIDEK, J. and LENTZ, C.: *J. Food Sci.*, 33, 25 (1968).
- 海老沢昭二: 食の科学, №55(丸ノ内出版) p. 56 (1980).
- SAITO, T., ARAI, K. and MATUYOSHI, M.: *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.*, 24, 749 (1959).
- 内山均・江平重男・小林宏・清水亘: 日水誌, 36, 177 (1970).
- UCHIYAMA, H. and EHARA, S.: *Bull. Tokai Reg. Fish. Lab.*, 6~23 (1974).
- 江平重男: 東海区水産研究所報告, 1-132 (1976).
- 江平重男・内山均・岸田文昭: 水産生物化学・食品学実験書, 斎藤恒行・内山均・梅本滋・河端俊治編(恒星社厚生閣, 東京) p.17 (1974).
- 厚生省編: 食品衛生検査指針 I (IV) p. 13 (1959).
- 長岡忠二郎・矢野晋三: 肉製品、食肉加工シリーズ編集委員会編(光琳書院, 東京) p. 206 (1963).
- 広田望: 昭和女子大学生活科学紀要, 454, 15 (1977).
- 日本化学会編: 実験化学講座, 23(丸善, 東京) p. 532 (1970).
- WOOD, D. F. RICHARDS, *Poultry Sci.*, 54, 528 (1975).
- 松本照代・柏木三和子: 東京家政大学研究紀要, 12, 56 (1972).
- 石本佳之・山下近男・鈴木毅・山田卓郎: 愛知県農業総合試験場研究報告C(養鶏)5, 41 (1973).
- 内山均・江平重男: 日水誌, 36, 977 (1970).
- 栗山千枝子・伏崎峯子: 栄養と食糧, 17, 337 (1965).
- 前田栄一郎・木村博: 栄養と食糧, 18, 98 (1965).