

家禽類と海亀の卵黄の一般成分およびアミノ酸について

古賀 克也・福永 隆生・村尾 実*

(1972年8月29日受理)

Studies on the General Component and Amino Acid of the Egg Yolks of Various Domestic Birds and Sea-turtle

Katsuya KOGA, Takao FUKUNAGA and Minoru MURAO

(Laboratory of Animal Biochemistry)

緒 言

鶏卵は各種の栄養素を豊富に含みとくにその蛋白質は単一食品の蛋白質中では最も栄養価の高いものであり古くから食用に供されてきた。鶏卵の消化率は固形物95%、脂肪95%、蛋白質97%であって非常に消化が良いことが認められている。さらにその卵白、卵黄の一般化学成分²⁾並びにアミノ酸含量³⁾もすでに公刊されているが他の家禽類の卵黄についての分析結果は報告されていない。鹿児島地方ではウミガメの卵はとくに栄養価が高く、胃腸病にも薬効があると古くから信じられ食用に供されてきている。ウミガメの卵白は約0.85% (新鮮物中)しか蛋白質を含まない^{4),5)}ので食品価値は卵黄にのみ依存すると考えて差支えない。また沸騰水中で長時間加熱しても卵白は凝固しないので実際的にも卵白をとり除いて卵黄だけが卵焼き、練製品、酢漬けおよび塩漬けとして利用されてきている。ウミガメの卵の内容物の一般化学成分については須藤らの報告⁶⁾があり、卵黄ピテリンの分別⁶⁾、電気泳動⁷⁾に関する近藤らの研究もあるが栄養的に重要な意義をもつアミノ酸含量に関する報告は見当らない。従って筆者らは一般に食用に供しているニワトリ、ウズラ、アヒル並びにウミガメの卵黄とわれわれの研究室で別の実験目的に飼育しているハトの卵黄について一般化学成分およびアミノ酸の定量分析を行い、若干の知見を得たので食品および栄養化学的面上における基礎資料として提示することとした。

材料並びに方法

1) 分析試料卵黄 実験材料としては産卵後数時間経過した白色レグホーン (*Gallus gallus*)、日本ウズラ (*Coturnix coturnix japonica*)、アヒル (*Anas platyrhynchos domesticus*)、ハト (*Columba livia domestica*) の卵および産卵後3~4日経過したアカウミガメ (*Caretta caretta olivacea*) の卵を用いた。なおニワトリ、ウズラ、ハトはそれぞれ本学付属農場、家畜育種学研究室およびわれわれの研究室で飼育中の鳥である。アヒルは鹿児島市内の一養鳥家が飼育中のものである。アカウミガメの卵は鹿児島県熊毛郡屋久島の栗生海岸に産卵したものを直ちに採卵し船便で運び入手したものである。卵内容物をシャーレに入れ注射筒を用いて卵白を注意深くとり除き、最後には蒸留水で少量付着している卵白を洗条し次で水分を濾紙で吸収させることにより卵黄を分離した。これらの新鮮卵黄のホモジネートを水分定量に用いた。一方、卵黄ホモジネートは直ちに凍結乾燥して保存し分析用試料とした。

2) 水分および灰分の定量 水分含量は新鮮卵黄のホモジネート約6gm. を正確に秤量し常圧105°C乾燥法により求めた。灰分は卵黄の凍結乾燥粉末4gm. を坩堝に入れガスバーナーで燃焼炭化させ、その後650°Cに調節した電気炉中で2~3時間灼熱炭化させることにより定量した。

3) 粗蛋白質の定量 凍結乾燥粉末4gm. を秤量しその含水量を常圧加熱乾燥法で求めたのち200ml. 容分解フラスコに移し硫酸カリと硫酸銅の混合物(10:1, w/w) 10gm. と濃硫酸50ml. とを加えて先ず煮沸水浴中で約15~20時間加熱分解させその後直火分解させた。分解終了後200ml. に稀釈しその一部(5ml.)

* 日本レダリー株式会社畜産薬品部販売課 (福岡市)

を採りセミマイクロゲルダール法により全窒素を測定し粗蛋白質量に換算した。

4) **粗脂肪の定量** 凍結乾燥粉末7~8gm. を秤量し円筒濾紙に入れ105°C, 数時間乾燥させたのちsoxhlet脂肪抽出器に移し純エーテルで20時間以上浸出を行ない粗脂肪の量を求めた。

5) **中性糖の定量** 凍結乾燥粉末500mg. に1N H₂SO₄ 50ml. を加えて100°C, 10時間加水分解したのち250ml. に希釈した。その一部を遠心分離(9000 r.p.m. 15min.) したのちフェノール硫酸法⁸⁾によって発色させShimazu-Bausch Lomb Spectronic 20光度計を用い490mmにおける吸光度を測定した。その値をガラクトースを用いて測定した検量線の式 $y = \frac{1}{80}(x + 1.07)$, y; 吸光度, x; 濃度(r/ml.) に代入して糖量を算出した。この式の適用範囲は吸光度が0.08から0.65までである。

6) **アミノ酸分析** 前記4)の脱脂後の試料を良く混和したのち加水分解に供した。試料150mg. を精取し加水分解用試験管に移し6N HCl 20ml. を加えた。減圧脱気を繰返したのちN₂ガスを送入して封管後110°±1°Cに調節した加水分解炉(三田村理研K.K. 製)に入れ24および40時間加水分解した。その後減圧蒸留により塩酸を除去させたのち200ml. に希釈し次で濾過してアミノ酸分析用の試料液とした。分析は柳本高速アミノ酸分析装置(LC-5S型)を用いトリプトファンを除く全アミノ酸について行った。別に脱

脂試料200mg. を精取し5N NaOH 6ml. を加え, 110°~120°C, 5時間冷却管付き試験管中で加水分解しBLOCK & BOLLINGによるMILLON-LUGG改良法⁹⁾によりトリプトファンを定量した。なお呈色度は先へのべたSpectronic 20光度計を用い420mmにおける吸光度測定により求めた。

実験結果および考察

数種の家禽類およびウミガメの卵黄の一般化学成分の分析結果は第1表の通りである。

新鮮物100gm. 中の含量をみると、食用に供しているニワトリ、ウズラ、アヒルの卵黄の乾物および粗脂肪の含量は鳥類間にはほとんど差が認められないがそれらに比較すればハトの卵黄の乾物、粗脂肪含量は可成り少ない。粗蛋白質の含量はニワトリ、ウズラ、アヒル、ハトの順に多いがとくにハト卵黄中の含量は12.2%であって少ない。中性糖含量はウズラの卵黄が他に比し僅かに多いが鳥類の卵黄間には著しい差は認められなかった。家禽類の卵黄の一般成分に比較すると海亀卵黄は著しく異なり、その粗蛋白質含量は26.1%であってニワトリよりも約10%多い。これに反して、粗脂肪含量は14%でありニワトリの½量である。中性糖含量は家禽類の約2倍である。灰分含量には著しい差はみられない。乾物中の各成分の含量を第II表に示したが、それらの大小関係は上述したこととほとんど同じであった。ただし新鮮物中の含水量の差が消去さ

Table I General Components of Various Fresh Egg Yolks

Species of Yolk	Chicken	Quail	Duck	Pigeon	Sea-turtle
Constituent					
Moisture	47.6(%)	47.9(%)	46.8(%)	58.4(%)	51.7(%)
Dry matter	52.4	52.1	53.2	41.6	48.3
Crude protein	17.5	16.5	14.9	12.2	26.1
Crude fat	29.8	29.8	30.9	23.2	14.1
Ash	1.9	1.7	1.7	1.5	2.0
Soluble N-free matter	3.2	4.1	5.7	4.7	6.1
Total	100	100	100	100	100
Neutral sugar	0.73	0.96	0.78	0.70	2.42

The numbers of chicken, duck and pigeon eggs used for the analyses were ten respectively, and those of quail egg were twenty.

The Weights of Various Egg Yolks (gm.)

Chicken	Quail	Duck	Pigeon	Sea-turtle
17~20	2.9~3.5	21~25	2.8~4.2	13~14

Table II General Components of Various Dry Egg Yolks

Species of Yolk	Chicken	Quail	Duck	Pigeon	Sea-turtle
Constituent					
Crude protein	33.4	31.7	28.0	29.3	54.0
Crude fat	56.8	57.1	58.1	55.7	29.1
Ash	3.6	3.1	3.1	3.5	4.0
Soluble N-free matter	6.2	8.1	10.8	11.5	12.9
Total	100	100	100	100	100
Neutral sugar	1.39	1.84	1.46	1.68	5.0

れたためアヒルとハトの蛋白含量にはほとんど差が認められない。比較化学的に卵黄一般成分の特徴としては家禽類の脂肪含量が何れも50%以上であるのに対してウミガメは約30%であること、並びに前者の蛋白含量は約30%であるのに対して後者は54%もあることを指摘することができる。このことは海亀卵黄は家禽類の卵黄に比しリポ蛋白質の含量が少ないことを示唆する。さらに糖含量は家禽類のものに比較すれば約3倍量にも達する。なお糖含量は新鮮物、乾物の両者においてウズラが他の鳥類よりも多いがこの関係は卵白においてもすでに古賀^{10,11)}によって認められている。

次に卵黄乾物中のアミノ酸含量(残基百分率)を第

III表に示した。アミノ酸分析のためには蛋白質を加水分解するさい24, 48, 72, 96の各時間水解し得られたアミノ酸分析値を外挿することが望ましい¹²⁾が本研究ではアミノ酸含量の相対的比較を目的としており、かつ材料がほぼ同質であるため24および40時間加水分解を行なった。得られたアミノ酸分析値はアヒル卵黄の24時間水解のものが40時間水解のものに比し少なく、他の材料では両時間の分析値はほとんど一致した。従って第III表には40時間水解の値のみを示した。本表からはじめに注目されることは家禽類に比し海亀卵黄のアミノ酸含量は個々のアミノ酸全部について可成り多いことである。ただし海亀卵黄の蛋白含量が著しく多いことからこの結果は当然である。個々

Table III Amino Acid Content in Various Egg Yolks
(Grams of amino acid residue in 100gm. dry matter)

Species of Yolk	Chicken	Quail	Duck	Pigeon	Sea-turtle
Amino A.					
Lysine	1.89	1.85	1.94	2.81	4.53
Histidine	0.72	0.76	0.83	0.99	1.52
Ammonia	0.24	0.24	0.22	0.14	0.26
Arginine	2.02	1.86	1.74	1.99	4.32
Aspartic acid	2.53	2.24	2.07	2.36	3.86
Threonine	1.47	1.49	1.35	1.44	2.28
Serine	2.10	2.08	1.65	1.83	3.95
Glutamic acid	3.32	3.00	3.19	3.46	5.96
Proline	1.05	0.90	1.01	1.07	2.44
Glycine	0.71	0.67	0.67	0.70	1.45
Alanine	1.33	1.15	1.14	1.30	2.65
Cystine	0.39	0.44	0.39	0.43	1.08
Valine	1.54	1.42	1.32	1.53	2.57
Methionine	0.72	0.76	0.62	0.70	0.90
Isoleucine	1.53	1.38	1.33	1.53	2.64
Leucine	2.38	2.15	2.04	2.29	4.03
Tyrosine	1.53	1.18	0.99	1.11	2.12
Phenylalanine	1.22	1.08	0.98	1.14	2.41
Tryptophan	0.45	0.46	0.44	0.47	0.77
Total	27.14	25.11	23.92	27.29	49.74

Table IV Each Amino Acid Proportion on the Basis of 100gm. of Total Amino Acid Residues

Species of Yolk	Chicken	Quail	Duck	Pigeon	Sea-turtle
Amino A.					
Lysine	6.96	7.37	8.11	10.30	9.11
Histidine	2.65	3.03	3.47	3.63	3.06
Ammonia	0.88	0.96	0.92	0.51	0.52
Arginine	7.44	7.41	7.27	7.29	8.69
Aspartic acid	9.32	8.92	8.65	8.65	7.76
Threonine	5.42	5.93	5.64	5.28	4.58
Serine	7.74	8.28	6.90	6.71	7.94
Glutamic acid	12.23	11.95	13.34	12.68	11.98
Proline	3.87	3.58	4.22	3.92	4.91
Glycine	2.62	2.67	2.80	2.57	2.92
Alanine	4.90	4.58	4.77	4.76	5.33
Cystine	1.44	1.75	1.63	1.58	2.17
Valine	5.67	5.66	5.52	5.61	5.17
Methionine	2.65	3.03	2.59	2.57	1.81
Isoleucine	5.64	5.50	5.56	5.61	5.31
Leucine	8.77	8.56	8.53	8.39	8.10
Tyrosine	5.64	4.70	4.14	4.07	4.26
Phenylalanine	4.50	4.30	4.10	4.18	4.85
Tryptophan	1.66	1.83	1.84	1.72	1.55
Total	100	100	100	100	100

のアミノ酸含量は家禽間には著しい差は認められない。全部の卵黄に共通的に認められることはグルタミン酸含量が最も多いことである。家禽類では3%以上ウミガメでは約6%含まれている。これらの値はモル数に換算しても他のアミノ酸の値よりも相当高い。家禽類の卵黄中2%前後あるいはそれ以上含まれるアミノ酸はリジン、アルギニン、アスパラギン酸、セリン、グルタミン酸およびロイシンでありウミガメにおいてもこれらの6種のアミノ酸の含量は高く約4%あるいはそれ以上である。さらに全部の卵黄について共通的に少ないものとしてはシスチン、メチオニン等の含硫アミノ酸とトリプトファン、ヒスチジンおよびグリシンをあげることができる。

個々のアミノ酸含量の割合を比較し易くするためアミノ酸残基の合計量を100としたときの各アミノ酸の値を示したのが第IV表である。

この表からもリジン、アルギニン、アスパラギン酸、セリン、グルタミン酸およびロイシンが共通的に多く含まれていることが認められた。さらにすでに述べた含硫アミノ酸の外3種のアミノ酸の含量も少ないことが認められた。ニワトリの卵黄の構成蛋白質中最も多く含まれるビテリンのアミノ酸組成をみるとグルタミン酸(11%)、セリン(11%)が最も多く次でアルギニ

ン、ロイシン、リジンである¹³⁾。またフォスピチンについてのMECHAM¹⁴⁾、CLARK¹⁵⁾の分析結果ではセリン含量(33%)が極度に高く次でリジン、アルギニン、ヒスチジン、グルタミン酸、アスパラギン酸が多いことが認められる。これらのことからニワトリ以外の家禽類の卵黄にもビテリンが最も多く含まれることが推察される。また家禽間で比較すればハトのリジン含量、ニワトリとウズラのセリン含量が他の鳥類のものより多い。ウミガメの卵黄はこれらの家禽の卵黄よりリジン、アルギニンが著しく多く次でプロリン、シスチン、アラニンが多い。これに反してアスパラギン酸、スレオニン、バリンおよびメチオニンが少ない。第IV表の値から塩基性アミノ酸並びに酸性アミノ酸のモル数を算出して第V表に示した。

酸性アミノ酸の合計モル数から塩基性アミノ酸の合計モル数を減じた値はニワトリ 5.45×10^{-2} モル、ウズラ 4.31×10^{-2} モル、アヒル 4.34×10^{-2} モル、ハト 1.98×10^{-2} モル、ウミガメ 1.12×10^{-2} モルとなる。これらの値からニワトリ、ウズラ、アヒルの卵黄はハトおよびウミガメの卵黄に比し相対的に酸性アミノ酸が可成り多く含まれることが認められた。とくにウミガメの値が小さいことは注目すべきである。この結果は鳥類間およびそれらとウミガメとの間において卵黄

Table V Comparison of Molar Numbers of Basic and Acidic Amino Acids in Various Egg Yolks

Species of Yolk	Chicken	Quail	Duck	Pigeon	Sea-turtle
Amino A.	($\cdot 10^{-2}$)	($\cdot 10^{-2}$)	($\cdot 10^{-2}$)	($\cdot 10^{-2}$)	($\cdot 10^{-2}$)
Lysine	5.43	5.75	6.33	8.04	7.11
Histidine	1.93	2.21	2.53	2.65	2.23
Arginine	4.76	4.74	4.65	4.67	5.56
Total Base	12.12	12.70	13.51	15.36	14.90
Aspartic A.	8.10	7.75	7.52	7.52	6.74
Glutamic A.	9.47	9.26	10.33	9.82	9.28
Total Acid	17.57	17.01	17.85	17.34	16.02

Figures are molar numbers in 100gm. of total amino acid residues.

Table VI Essential Amino Acid Content in 100gm. of Protein of Various Egg Yolks

Species of Yolk	Chicken	Chicken*	Quail	Duck	Pigeon
Amino A.					
Lysine	6.46	7.70	6.66	7.90	10.94
Histidine	2.44	2.42	2.72	3.35	3.82
Threonine	5.18	4.78	5.54	5.68	5.78
Valine	5.45	5.47	5.29	5.57	6.17
Methionine	2.46	2.05	2.73	2.51	2.72
Isoleucine	5.31	5.09	5.04	5.51	6.05
Leucine	8.27	8.63	7.86	8.44	9.07
Phenylalanine	4.10	4.16	3.83	3.93	4.37
Tryptophan	1.48	1.49	1.59	1.72	1.75
S-containing amino A.	3.83	3.79	4.35	4.18	4.47
Protein Score	89	88	101	97	103

Species of Yolk	Sea-turtle	F.A.O. Ref. protein	Chicken Whole Egg*
Amino A.			
Lysine	9.57	4.32	7.00
Histidine	3.19	—	2.60
Threonine	4.97	2.88	4.64
Valine	5.63	4.32	6.53
Methionine	1.90	2.30	3.38
Isoleucine	5.67	4.32	5.27
Leucine	8.65	4.90	8.50
Phenylalanine	5.01	2.88	5.12
Tryptophan	1.57	1.44	1.57
S-containing amino A.	4.24	4.32	6.13
Protein Score	98	100	

* Figures were calculated from the values of the reference⁽³⁾.

を構成する個々の蛋白質の性質にも差があることを示唆するものである。さらに海亀卵黄の蛋白質の性質は家禽類のものとは可成り異なるものと推定される。もちろん上述した数値は蛋白質構成アミノ酸のみに基因するものではなく、それには卵黄の遊離アミノ酸の値

も包含されるが量的には微量であってそれが各種の卵黄間における酸性アミノ酸と塩基性アミノ酸の差の大小関係におよぼす影響は極めて小さいとみて差支えない。

第 III 表から栄養的に重要な役割をもつ必須アミノ

酸の値を蛋白質中の百分率に換算し第 VI 表に示した。本表には F.A.O. 蛋白質必要量委員会が設定した比較蛋白質 (Reference Protein) のアミノ酸値も併記した。家禽類およびウミガメの卵黄の蛋白質は F.A.O. 比較蛋白質と較べればメチオニン以外の必須アミノ酸はすべて多いことが認められる。栄養上シスチンはメチオニンを可成り代替するので両者の合計値も示した。表から全部の卵黄についてこれらの含硫アミノ酸が limiting factor であることが明白であるのでこの含量から Protein score を算出した。ニワトリの卵黄の Protein score は 89 であって文献値³⁾より算出した値の 88 とほぼ一致した。ウズラ、アヒル、ハトおよびウミガメの値は何れもニワトリより高くほぼ 100 であることが認められた。Protein score が提唱されて以後 1965 年 F.A.O.-W.H.O. 共同専門委員会は人乳あるいは全卵のアミノ酸組成を蛋白質の栄養価の比較基準として用いることを推奨している³⁾。従ってニワトリの全卵の必須アミノ酸量³⁾と各種の卵黄のものと較べると前記同様含硫アミノ酸が limiting factor となるのでニワトリの全卵の含硫アミノ酸を 100 として比数を算出したところニワトリの卵黄は 63, ウズラ, アヒル, ハト, ウミガメの卵黄はそれぞれ 71, 68, 73, 69 であった。以上の結果からニワトリの卵黄に比しウズラ, アヒル, ハトおよびウミガメの卵黄は蛋白質としての栄養価が高いことが窺知された。またウミガメの卵黄とニワトリの卵黄を乾物量として同量摂取した場合のアミノ酸量を比較すれば前者からは後者に比し含量の少ないメチオニンでも約 1.3 倍, リジンは 2.4 倍, シスチンは 2.8 倍, その他のアミノ酸は 1.6~2.3 倍位得られることになる。このようにウミガメの卵黄は単一食品としては蛋白含量が非常に多く Protein score もニワトリの卵黄より高いので嗜好上の難点である磯臭を消去する調理加工法を考案すれば食品価値は十分に高いことを提唱することができよう。

要 約

数種の家禽類 (ニワトリ, ウズラ, アヒル, ハト) とウミガメの卵黄の一般化学成分並びにアミノ酸含量の測定を行い次記の結果を得た。

1) ニワトリ, ウズラ, アヒルの卵黄の乾物および脂肪の含量は鳥類間には差はほとんど認められないがそれらに比しハト卵黄の乾物および脂肪の含量は可成り少ない。卵黄の蛋白含量はニワトリが最も多く次でウズラ, アヒル, ハトの順である。これに反し可溶性

無窒素物はニワトリの卵黄が最も少ない。糖含量はウズラの卵黄がわずかに多く他の鳥類間には差はほとんど認められない。

2) ウミガメの卵黄は家禽類の卵黄に比し蛋白質および糖の含量は著しく高いが逆に脂肪含量は非常に低い。さらに可溶性無窒素物の含量も可成り高い。

3) すべての卵黄に共通して多く含まれるアミノ酸はグルタミン酸, アスパラギン酸, リジン, アルギニン, ロイシンおよびセリンであり, とくにグルタミン酸の含量は著しく多い。これに反し含量の少ないアミノ酸はシスチン, メチオニン, トリプトファン, グリシンおよびヒスチジンである。

4) アミノ酸の相対的割合についてみれば家禽類の卵黄間ではハトのリジン, ニワトリとウズラのセリン含量が他のものより多い。ニワトリのリジン, シスチンおよびメチオニンは他のものより少ない。他のアミノ酸含量にはほとんど差は認められない。ウミガメの卵黄には家禽類の卵黄よりリジン, アルギニンが著しく多く, 次でプロリン, シスチン, アラニンが多い。これに反しアスパラギン酸, スレオニン, バリン, メチオニンは少ない。

5) 酸性アミノ酸と塩基性アミノ酸のモル数の差はニワトリの卵黄が最大であり, ウミガメの卵黄が最小である。

6) 卵黄の Protein score はニワトリは 89 で最も低く他のものはほぼ 100 である。

本報文の要約は 1970 年 11 月 21 日, 日本栄養食糧学会西日本支部大会で講演発表した。

文 献

- 1) 岩田久敬: 食品化学 (各論) 241~241 (1967) 養賢堂
- 2) ROMANOFF A. L. and A. J. ROMANOFF: *The Avian Egg*, 315~320 (1963) John Wiley & Sons, Inc., New York
- 3) 科学技術庁資源調査会編: 日本食品アミノ酸組成表 (1966) 大蔵省印刷局
- 4) 須藤浩・林みき子: 鹿大教育・研究紀要 2 巻 117~124 (1950)
- 5) 古賀克也・福永隆生: 1964 年度 農化大会要旨集 2p.
- 6) 近藤金助・長島正夫・森重新一: 農化誌. 15 737~743 (1939)
- 7) 近藤金助・大和田寛: 京大食研報告 10 29~32 (1952)
- 8) DUBOIS M., K.A.GILLES, J.K.HAMILTON, P.A. REBERS and F. SMITH: *Anal. Chem.*, 28 350~356 (1956)
- 9) BLOCK R. J. and D. BOLLING: *The Amino Acid Composition of Proteins and Foods*, 131~132 (1951) Charles C. Thomas Publisher U. S. A.
- 10) KOGA K.: *Memoirs of Faculty of Agriculture, Kago*

- shima Univ.*, 7 (1) 15~33 (1969)
- 11) KOGA K., T. FUKUNAGA and Y. HIRASE : *ibid*, 8 (2) 39~51 (1972)
- 12) 安藤悦郎・寺山宏・西沢一俊・山川民夫編 : 生化学研究法 II. 502~503 (1967) 朝倉書店
- 13) 水島三一郎・赤堀四郎 : 蛋白質化学 II 139~139 (1954)
- 共立出版, FEVOLD H. L. : *Advances in Protein Chem.*, VI 240~243 (1951) Academic Press Inc., Publishers. New York
- 14) MECHAM D. K. and H. S. OLCOTT : *J. Am. Chem. Soc.*, 71 3670~3679 (1949)
- 15) CLARK R. C. : *Biochem. J.*, 118 537~542 (1972)

Summary

From the standpoint of food and nutrition, the authors estimated the contents of the general chemical components and the amino acids of the egg yolks of several domestic birds i. e. chicken, quail, duck and pigeon, and the sea-turtle.

The results were summarized as follows :

1) Among the dry matter contents of the chicken, quail and duck egg yolks, differences were scarcely observed, and as to the fat contents of those birds' yolks the same relation was also observed, however the dry matter and the fat contents of the pigeon yolk were ascertained to be smaller than those of three species of yolks. Among the protein contents of all egg yolks of the domestic birds, that of the chicken yolk was the largest, which was followed by those of the quail, duck and pigeon yolks, in this order. On the other hand, soluble and nitrogen-free matter of the chicken yolk was the smallest.

Among the yolks of the three species of birds excepting the quail, the difference of the sugar content was not ascertained. Sugar content of the quail yolk was observed to be slightly larger than those of the other yolks.

2) Comparing with the egg yolks of the domestic birds, in the yolk of the sea-turtle, both protein and sugar amounts were fixed to be remarkably large, though the fat amount, very small. Soluble and nitrogen-free matter of the sea-turtle's yolk was also larger.

3) In all the egg yolks of the domestic birds and the sea-turtle, the amounts of glutamic acid, aspartic acid, lysine, arginine, leucine and serine were ascertained to be large, while those of cystine, methionine, tryptophan, glycine and histidine, small. Glutamic acid content was noticeably large.

4) In comparing the amounts of amino acids in all egg yolks, on the basis of 100gm. of total amino acid residues, lysine in the pigeon yolk, serine in the chicken and quail yolks were observed to be more than those in the other yolks, while lysine, cystine and methionine in the chicken yolk, less. Comparing with the yolks of the domestic birds, in the sea-turtle's yolk, lysine, arginine, proline, cystine and alanine were ascertained to be more, while aspartic acid, threonine, valine and methionine, less in quantity. Lysine and arginine contents of the sea-turtle's yolk were remarkably large.

5) The differences between the molar numbers of acidic and basic amino acids of the egg yolks were fixed to be largest in the chicken and smallest in the sea-turtle.

6) Calculating from the value of sulphur-containing amino acid, protein score of the chicken yolk was ascertained to show the comparatively low value of 89 and those of the other yolks, about 100.