HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	北海道，利尻島におけるウミネコ(Larus crassirostris)の卵形について
Author(s)	小城, 春雄; 高橋, 延昭; 中田, 聖子; 伊藤, 真; 松下, 由紀子; 柴田, 康行
Citation	北海道大學水産學部研究彙報, 50(1), 1-10
Issue Date	1999-03
Doc URL	http://hdl.handle.net/2115/24179
Type	bulletin (article)
File Information	50(1)_P1-10.pdf

Instructions for use

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

北大水産彙報
50(1), 1-10. 1999.

北海道，利尻島におけるウミネコ (*Larus crassirostris*) の卵形について

小城　春雄[1)]・高橋　延昭[2)]・中田　聖子[3)]・伊藤　真[3)]・
松下由紀子[1)]・柴田　康行[4)]

Egg-shape Variation of the Black-tailed Gull (*Larus crassirostris*) on Rishiri Island, Northern Japan

Haruo OGI[1)], Nobuaki TAKAHASHI[2)], Seiko NAKATA[3)], Shin ITO[3)], Yukiko MATSUSHITA[1)] and Yasuyuki SHIBATA[4)]

Abstract

A total of 1,000 eggs of Black-tailed Gulls (*Larus crassirostris*) were culled at Rishiri Island, northern Japan, during 4-22 June 1998 to reduce the nuisance to townspeople, damage to commercial seaweeds drying on the beach caused by bird droppings, predation on sea urchins, and the risk of bird strikes on airplanes near an airport. Of these, 267 eggs were used to determine the egg shape-features of this species.

Three egg shapes were found in the following numbers and percentages: longitudinal type (LT), 63 (23.6 %); oval type (OT), 23 (8.6 %); conical type (CT), 181 (67.8 %). For each egg, the length and the width were measured to the nearest 0.01 mm using a dial caliper, and the volume was measured to the nearest 0.01 ml using the distilled water displacement method. The following morphometric features were estimated: mean size, 61.8×43.6 mm (Range: 49.9～71.1×39.4～47.1 mm); volume, $V=0.500ld^2$ (V: volume in ml, l: length in cm, d: width in cm); shell surface area (A: cm^2), $A=4.964V^{2/3}$ for LT, $A=4.951V^{2/3}$ for CT, and $A=4.926V^{2/3}$ for OT; yolk volume (ml), 32.3±1.3 SD for CT, 31.3±1.80 SD for LY, and 33.6±1.3 SD for OT; albumen volume (ml), 34.86±3.31 SD for all eggs.

Key words: Egg shape variation, Black-tailed Gull, *Larus crassirostris*, Rishiri Island

はじめに

ウミネコ (*Larus crassirostris*) は日本でみられる代表的なカモメで，サハリン南部，千島列島南

[1)] 北海道大学水産学部生物海洋学講座
(*Loboratory of Biological Oceanography, Faculty of Fisheries, Hokkaido University, Hakodate 041-8611, Japan*)
[2)] 札幌医科大学付属臨海医学研究所
(*Marine Biomedical Institute, Sapporo Medical University School of Medicine, Rishirifuji-cho 097-0101, Japan*)
[3)] 北海道大学水産学部資源生物学講座
(*Laboratory of Biology of Fish Population, Faculty of Fisheries, Hokkaido University, Hakodate 041- 8611, Japan*)
[4)] 国立環境研究所動態化学環境部
(*Environmental Chemodynamics Section, National Institute for Environmental Studies, Tsukuba 305- 0053, Japan*)

部，ウスリー，日本，朝鮮半島，中国東部の沿岸で繁殖し，生息域もサハリン南部より中国東部までの沿岸域に限定されている (Harrison, 1988)。利尻島は我が国におけるウミネコの最北域の繁殖地である。今回卵を採取した利尻町沓形の営巣地は，1980年代の初めに当時牧場であった場所に数つがいが繁殖したのをきっかけとして1987年には200つがい，1988年には8,000羽となり以後年々繁殖数が増加し，1998年には約3万羽が繁殖するに至った (宗谷支庁，未発表記録)。そのためウミネコの鳴き声による騒音と糞による生活環境被害，昆布乾燥時の干場における糞公害や沿岸浅海でのウニ類の食害という漁業被害，そして繁殖地に近接する飛行場を離発着する航空機と衝突する恐れ等が生じ，1988年より毎年オオセグロカモメ (*L. shistisagus*) とともに有害鳥獣として駆除されている (小杉ら，1998)。

鳥類の卵は孵化した直後の雛の早成性 (precocial) から晩成性 (altricial) に至る発育段階特性を支配する全ての要因を保持している。多くのカモメ類 (Lalidae sp。) の卵の卵殻厚，卵黄量，卵白量等は孵化直後の雛の半早成性の特性を示すことが知られている (Nice, 1962)。しかしながらウミネコの卵に関しての初歩的情報は黒田 (1963) により報告されているものの，詳細な情報は欠如しているのが現状である。

本研究は，ウミネコの繁殖生態を解明するための基礎的情報を得る一環として，1998年6月4日から6月22日までの間，利尻島の利尻町沓形新湊，栄浜両地区におけるカモメ類の駆除過程で採取されたウミネコ卵1,000個より無作為に267個を抽出し，卵を外形から三つの卵形に分け，各卵の長径，短径，体積を計測した。これらの計測値を用いて，卵の体積，表面積，卵黄体積，および卵白体積を算出する式を求めた。以上の式から求めた各卵形態の平均値について卵形間で比較した。また，卵体積から抱卵日数の推定を行った。

材 料 と 方 法

入手した267個の卵は外部形態から三つの卵形に分類できたので，西洋梨形，球状形，樽形とした。個々の卵について以下の三つの測定を行った。長径 (Long Axis Length : LAL) は，卵の長軸方向の長さ，すなわち鈍端 (polus obtusus) より鋭端 (polus acutus) までの最大長をダイヤルキャリパーを用いて精度0.01 mmで測定した。短径 (Short Axis Length : SAL) は，卵の長径 (長軸長) と90度の角度をなす短軸長 (卵幅) の最大長をダイヤルキャリパーを用いて精度0.01 mmで測定した。卵体積 (Egg Volume : EVL) は，卵を蒸留水を満たしたビーカーに沈め溢れ出た蒸留水量を秤量して卵体積とした。ここでは，蒸留水の容積と重量の比は1 : 1と仮定した。精度は0.01 mlとした。なお，Loftin and Bowman (1978) が行った卵の体積計測法を参考にした。

以上の計測で得られた値を用いて卵形係数 (ESI)，卵体積 (EVL)，卵の表面積 (ESA)，卵黄体積 (YVL)，卵白体積 (ALV) の計算式を求めるとともに，各卵形ごとに平均値を算出し卵形間で比較した。また，卵体積より抱卵日数 (INP) の推定を行った。

卵形質の平均値間の比較は，等分散性の検定 (F-test) を行い，等分散が仮定される場合には通常の t-検定を行い，分散が等しくないと仮定される場合にはWelchの t-検定を行った。有意水準は0.05とした。

結 果 と 考 察

外観から見た卵形の分類

各種鳥類の卵の外部形態についてはRomanoff and Romanoff (1949) が以下の5形に分けた：Biconical, Elliptical, Oval, Conical, Spherical。ウミネコの卵形については清棲 (1980) が，楕円

Fig. 1. Egg shapes of the Black-tailed Gull.
Upper row : Conical type.
Middle row : Oval type.
Bottom row : Longitudinal type.

卵形，長卵形，短卵形と区分した。本研究でも明らかに三つの卵形が認められたので，入手したウミネコ卵を，Walters (1995) が 8 形に分類したことを参考にして，以下の三形に分類した。**西洋梨形 (Conical Type)**：鈍端はほぼ半球状に近いが，鋭端は鋭く尖り西洋梨形を示す卵である (Fig. 1, upper row)。**球状形 (Oval Type)**：長径に比して短径が長く短楕円体であり，他の二形に比し鋭端の丸みが顕著である。特に小形卵はピンポン玉のように見える (Fig. 1, middle row)。**樽形 (Longitudinal Type)**：長径が短径に比して長く，一見して長楕円体に見える。鈍端は丸みを帯びている。市販されている鶏卵に形状が似ている (Fig. 1, bottom row)。

試料として使用したウミネコ卵はすべて無作為に選んだものであるが，それらの卵形組成は西洋梨形が 181 個 (67.8%)，樽形が 63 個 (23.6%)，球状形が 23 個 (8.6%) であった (Table 1)。ウミネコ卵は西洋梨形が数において卓越していたので，これがウミネコ卵の標準形であると考えられた。

Table 1. Egg measurement data of Black-tailed Gull (*Larus crissorostris*). Average±SD, and range in parenthesis

Egg Type	*n*	Long Axis Lengt (LAL) (mm)	Short Axis Length (SAL) (mm)	Volume (EVL) (ml)	Surface Area (ESA) (cm^2)	Yolk volume (YVL) (ml)	Albumen Volume (ALV) (ml)
Conical Type (CT)	181	61.93±2.53 (54.65-69.85)	43.73±1.36 (39.35-47.10)	59.06±4.96 (41.84-71.98)	75.03±4.22 (59.57-85.61)	19.10±1.76 (13.87-23.79)	35.00±3.06 (24.46-43.09)
Longitudinal Type (LT)	63	62.11±2.81 (55.45-71.05)	42.92±1.37 (40.25-46.10)	57.75±5.25 (45.42-71.65)	74.09±4.51 (62.83-85.55)	18.06±1.75 (14.84-22.30)	34.84±3.57 (26.76-45.03)
Oval Type (OT)	23	59.60±3.71 (49.85-65.95)	44.05±1.37 (40.75-46.70)	58.19±6.55 (42.14-72.45)	73.89±5.82 (59.04-86.01)	19.51±1.80 (15.40-23.19)	33.80±4.32 (23.20-43.18)
Total	267	61.77±2.78 (49.85-71.05)	43.57±1.41 (39.35-47.10)	58.68±5.19 (41.84-72.45)	74.71±4.45 (59.04-86.02)	18.89±1.82 (13.87-23.79)	34.86±3.31 (23.20-45.03)

Significant differences between averages were observed in the following pairs. Asterisk (*) indicates a significant difference ($p<0.05$).

Long axis length, OT vs CT : F=2.168*, df 22, 180, t=2.928*, df 25 ; LT vs OT : F=1.741, df 62, 22, t=3.352*, df 84 Short axis length, LT vs CT : F=1.019, df 62, 180, t=4.061*, df 242 ; LT vs OT : F=1.012, df 62, 22, t=3.360*. df 84 Yolk Volume, LT vs CT : F=0.981, df 62, 180, t=4.057, df 109 ; LT vs OT : F=1.057, df 62, 180, t=3.379*, df 84

鳥類では一般的に，種によって卵形は一定の形状を示している。しかし同一種内でも卵形に変化があるがその原因の詳細については不明である。おそらく，喇叭官より子宮に至る輸卵管内を卵が通過する際の，特に狭部 (isthmus) を通過する間の狭部管壁の圧力により卵形が定まるのではないかと考えられている (Smart, 1991)。

卵の大きさ

卵の大きさは長径 (mm)×短径 (mm) で表示される。ウミネコ卵の大きさを清棲 (1980) は，範囲が 56～68.5×41.4～50.7，平均値が 62.8×43.9 位と報告した。我が国の最南端のウミネコ繁殖地である鹿児島県下甑島鹿島村のウミネコ卵は，小形卵で 55×43，大形卵で 70×45，平均で 63×45 である (桑原，1997)。さらに，青森県蕪島のウミネコ卵は，62×44，62 g である (成田，1985)。これらの平均値と比較すると利尻島のウミネコ卵の平均値は 61.8×43.6 (範囲：49.9～71.1×39.4～47.1) であり (Table 1) 僅かに小型といえる。

我が国には各ウミネコ繁殖地における卵計測値の記録が無く繁殖地間の比較は困難である。今後，各繁殖地の調査項目として卵計測を経年的に行うことは地域差を知るにとどまらず，間接的には繁殖地周辺海域の生物生産の年変動をも把握できる可能性がある。また，沿岸環境の破壊や汚染が進む現在の環境指標としても卵形測値は使用できるかもしれない。

ウミネコ卵は西洋梨形が基本形であり，長径が大きくなると樽形卵となり，短径が大きくなると球状形卵となると考えられる。すなわち，長径と短径の長さの変化に伴う，鈍端と鋭端の微妙な変化が卵形を決定していると考えられた。ただし抱卵中の卵が捕食などにより失われた場合の補充卵は小形卵が多いとの利尻島での観察例もある (小杉，私信)。

卵形間の平均値の比較では，長径は球状形 — 西洋梨形，球状形 — 樽形，そして短径は樽形 — 西洋梨形，樽形 — 球状形等の間で有意差が見出された (Table 1)。

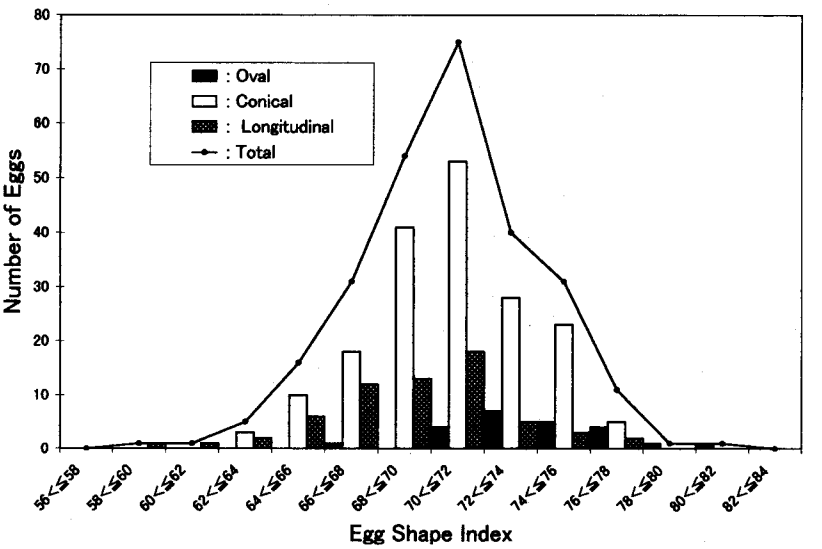

Fig. 2. Frequency of occurrence of the egg shape index by egg types.

卵形係数 (Egg Shape Index: ESI=SAL/LAL×100)

短径を長径で除した値に 100 を剰じて卵形係数とした (Romanoff and Romanoff, 1949)。この係数は，卵の実際の大きさや輪郭の変化とは関係ないものの，短径の長径に対する割合を表している。そのため卵形係数は，細長い卵では小さな値を，そして丸みを帯びた卵では大きな値を示す。卵形別の利尻島ウミネコ卵では以下のようになった。樽形卵：69.2±3.5 (範囲：59.7～77.2, n=63)，西洋梨形卵：70.7±2.9 (範囲：63.1～77.4, n=181)，球状形卵：74.1±3.1 (範囲：67.4～81.7, n=23)，そして全体では，70.6±3.3 (範囲：59.7～81.7, n=267) となっていた (Fig. 2)。卵形間の平均値の比較ではすべてに有意差が見出された (樽形 — 西洋梨形：F=1.403, df 62,180, t=3.284*, df 242，樽形 — 球状形：F=1.235, df 62,22, t=5.904*, df 84，西洋梨形 — 球状形：F=0.880*, df 180,22, t=4.934*, df 27)。

Romanoff and Romanoff (1949) は，平均卵形係数は鳥類の種あるいは属により大体ある一定範囲におさまるものの家禽ではかなり幅広い分布を示し，レグホーン (Reghorn) では 61～81，そしてプリマスロックの一種 (Barred Plymouth Rock) では 60.0～85.9 等の例があると報告した。彼らはまた家禽ではこの卵形係数は，品種による違いだけでなく，遺伝的，季節的，そして生理的等の原因が考えられるとした。ウミネコの卵形係数を，飼育されている家禽類のそれと単純に比較できないが，野生生物であることから，ある程度の幅があることは当然と考えられた。

卵体積 (Egg Volume: EVL)

Harris (1964) は，カモメ類の卵体積を $V=kld^2$ (V=体積 ml, k=0.476, l=長径 cm, d=短径 cm) の式から求めたが，k は家禽の卵から引用した。この k は長方体に内接する卵の長方体に占める割合を示す。Hoyt (1976) は，k=0.511 とした $V=0.51ld^2$ の式があらゆる形状の卵に適していると報告した。しかし本研究では，卵体積を実際に求めているのでウミネコ卵についての k を計算した。結果は，西洋梨形：0.498±0.009 (n=181)，樽形：0.504±0.015 (n=63)，球状形：0.502±0.009 (n=23), 全卵：0.500±0.011 (n=267) であった。これらの係数間で有意な差が見出せなかったので，ウミネコ卵の体積は $V=0.500l\,d^2$ で近似できるとみなし結果を Table 1 に示した。なお，Stonehouse (1963) は，南半球のアセンション島 (Ascension Island) における 10 種の海鳥卵を計測し k=0.512 の値を得た。

また，短径，長径，および卵体積の値が判明していることから，Erikstad et al. (1998) がケワタガモ (*Somateria mollissima*) の卵体積を求めたように，短径 (単位：mm) を直径とし長径 (単位：mm) を高さとする円柱形を想定し EVL=LAL×π×SAL^2×α の式から α を求め EVL の近似式を求めた。すなわち円柱形に内接する卵の体積を求めたことになる。α 値を卵形別に求めた結果は，西洋梨形：0.000158±2.19×10^{-7} (n=181)，樽形：0.000159±5.95×10^{-7} (n=63)，球状形：0.000160±6.13×10^{-7} (n=23)，全卵：0.000159±2.19×10^{-7} (n=267) となった。したがって，ウミネコ卵の体積は EVL=LAL×π×SAL^2×0.000159 で近似できる。

なお，卵形間の平均値の比較では有意差が見出せなかった (Table 1)。

卵の表面積 (Egg Shell Surface Area: ESA)

卵の表面積 (ESA：cm^2) は， ESA=KV$^{2/3}$ (Paganelli et al., 1974; Hoyt, 1976; Smart, 1991) より求めた。ここでの K はどんな形状卵にも当てはまる定数で，K=4.393+0.394 E, E=LAL/SAL である。利尻島のウミネコ卵の K は，樽形：4.964±0.029 SD，西洋梨形：4.951±0.023 SD,

球状形：4.926±0.022 SD，全体：4.952±0.026 SD であった。卵形間の平均値比較では全てに有意差が見出された (Table 1)。従って，表面積に関しては卵形別の式を利用するべきと考えられた。すなわち，樽形：$ESA=4.964\ V^{2/3}$；西洋梨形：$ESA=4.951\ V^{2/3}$；球状形：$ESA=4.926\ V^{2/3}$ である。なお，西洋梨形の式は Paganelli et al. (1974) の卵の表面積を求める式と同じであった。

卵黄体積 (Yolk Volume：YVL)

ウミネコ卵の卵黄は球形で，短径 (SAL)：卵黄直径 (YOD)＝1.32：1 (黒田 1963) であることから，まず卵黄直径を YOD＝SAL/1.32 として求め，YVL を以下のように求めた。$YVL=4/3\times\pi\times(YOD/2)^3$ (ml)。

卵黄は脂質とエネルギーに富み，卵内容物の湿重量組成で晩成性の鳥の 16% から早成性のキーウイ (*Apteryx australis*) のように 65% をも占めるというような変化を示す。半早成性の雛を産出するツル目 11 種，そしてチドリ目 100 種の卵黄湿重量組成は，それぞれ 32% と 34% であった (Vleck and Bucher, 1998)。本研究では卵黄の比重が測定できなかったが，Table 1 に示した体積値と湿重量組成が近似しているとすると，西洋梨形が 32.3±1.3 SD，樽形が 31.3±1.80 SD，球状形が 33.6±1.3 SD，全体が 32.2±1.57 SD であった。このことからもウミネコの卵は半早成性を示している。

卵形間の平均値の比較では，西洋梨形 — 樽形間で有意差が見出された (Table 1)。

卵白体積 (Albumen Volume：ALV)

以上の経過から卵白体積は，ALV＝EVL−(YVL＋ESV) として求めた (Table 1)。ここで卵殻体積 (Egg-shell Volume：ESV) は，黒田 (1963) のウミネコの卵についての計測値を用いた。黒田は，卵殻の厚さは平均して 0.4 mm，卵の重量に占める各部位の重量割合は卵殻が 8.4% (範囲：7.9-8.7%)，卵黄が 26.8% (範囲：25.0-27.9%)，そして卵白が 64.8% (範囲：63.4-67.1%) と報告した。しかしながらこれら三部位別の比重に関しては既往の知見がない。そこで卵殻，卵黄，卵白はすべて体積で評価することにした。卵黄の直径は短径 (卵幅) に規制される可能性があり変化幅が小さいのに対し，卵白の容積は卵形により大きく変化する可能性が大きい。そこで卵殻体積は，ESV＝EVL×0.084 とした。なお，Williams et al. (1982) は卵に占める卵殻の重量割合は，巣の材質や基質，一腹卵数，抱卵方法等と密接な関連があること，アジサシ (*Sterna hirundo*) の営巣場所による卵殻重量割合の大きな違い (4.8-10.8%) は親鳥がとる餌生物の化学組成に起因すること，そしてカモメ類 16 種の卵殻重量割合は 5.9-11.8% であると報告した。

卵形間の平均卵白体積の比較では有意差が見出せなかった。

抱卵日数 (Incubation Period：INP, days)

利尻島の 1998 年の繁殖期における 30 m×40 m の一調査方形区内でのウミネコ卵の産卵後から孵化までの平均抱卵日数は 25.0±1.22 (SD) 日 ($n=52$) であり同調性が保たれていた (松下，未発表記録)。なおその際卵形の分類は行わなかったが，卵形の違いによる抱卵日数の差は想定し難かった。

利尻島のウミネコ卵の卵体積 (EVL, ml) から抱卵期間 (INP：Incubation Period, days) の推定は Parsons (1972) の 5 種のカモメ類から求めた式，$INP=20.5+0.093\ EVL$，を用いた。卵形別の抱卵日数±標準偏差は，西洋梨形：26.0±0.03，樽形：25.9±0.06，球状形：25.9±0.13 であった。

これらの平均値間の比較では有意差が見出せなかったので，全卵まとめて計算したところ 26.0±0.03 (n=267, 範囲: 24.4～27.2 日) 日となった。これは利尻島での実際の抱卵日数より 1 日多い結果となった。先に述べた鹿児島県の鹿島村でのウミネコ卵の抱卵日数は 23 日くらい (桑原, 1997), そして青森県の蕪島では 24～25 日 (成田, 1985) である。Parsons が調査したカモメ類は北緯 55 度以北の西ヨーロッパの亜寒帯域北部の繁殖地である。一方，我が国のウミネコ繁殖地は北緯 31 度 30 分より北緯 45 度 30 分の間の温帯域に分布していることから緯度が 14 度増加すると孵化日が約 2 日遅れていた。おそらく，Parsons の式は寒冷な気候域での調査結果から導いた式のため，温帯域のカモメに適用した場合には実際より長い抱卵日数となったのであろう。繁殖地の気象条件の影響としては MacRoberts and MacRoberts (1972) は，降雨の少ない温暖な繁殖期にはそうでない繁殖期よりも抱卵日数がセグロカモメ (Herring Gull: *Larus argentatus*) で 0.45 日，そしてニシセグロカモメ (Lesser Black-backed Gull: *Larus fuscus*) で 0.47 日少ないことを見出している。

鳥類の卵は抱卵中を通じて産卵直後の重量の 18% が失われるがその大部分はガス交換に関連した水分である (Rahn and Ar, 1974)。このような代謝量は卵の表面積 — 体積比に関連するので，球状形の方が楕円卵より値が小さくなる。ところが利尻島のウミネコ卵では卵形の違いに関係なく表面積 — 体積比は概ね 1.27 である。このことは，卵形に関わりなく卵内の代謝および親鳥の抱卵熱効率が一定であることを示し，したがって孵化日の同調性が保たれることを示唆している。

産卵直後の卵重量 (W) から抱卵日数 (I) を求める式も $I=12.09\ W^{0.205}$ (Heinroth, 1922), $I=10\ W^{0.240}$ (Needham, 1931), $I=12\ W^{0.230}$ (Worth, 1940), $I=12.03\ W^{0.217}$ (Rahn and Ar, 1974) 等により多くの鳥種を基に提案されたが，ウミネコの卵体積を仮の重量として Table 1 の平均値から計算すると 27-31 日となりいずれも不適切な結果となった。

結　　語

Nice (1962) は，孵化直後の雛の羽毛，視力，運動性，餌の親への依存度，親の雛への世話の程度等から鳥類の雛の発育段階を早成性から晩成性まで 4 段階に分類した。この分類ではカモメ類やアジサシ類の雛は全て半早成性 (Semi-precocial) に属し，羽毛と視力は早成性を，餌の親への依存度と親の雛への世話の程度は晩成性を示したが，雛の運動性は早成性と晩成性の中間を示した。Carew et al. (1980) は，卵の脂肪，蛋白質，卵黄量，熱量が多いほど早成性が増すこと，そして卵中の水分含量が多いほど晩成性が増すことを明らかにした。O'Connor (1984) はそれまでの研究をまとめ，卵が大形ほど早成性の雛が生まれることを示した。本研究でのウミネコ卵は半早成性の形態的特性を持つことが明らかとなった。また，三つの卵形間における形態差は，長径，短径，そして卵黄体積間に見られた。しかしながら抱卵日数は卵形に関係なく一定である可能性が示唆された。ただし，この点については更に調査が必要である。最近の研究では，Starck and Ricklefs (1998) が孵化直後の雛の発育段階について 11 の査定基準を設け，さらに孵化直後の雛の脂肪除去乾燥部分係数 (Index of lean dry fraction: Ip) からも早成 — 晩成系列中に各種鳥類の雛を位置づけ系統分類学的考察も行った。

謝　　辞

本研究に使用したウミネコ卵は，利尻町が行ったウミネコ卵の駆除過程で採取した後に研究のために提供されたものである。卵の提供を快くご許可下さった，利尻町長 田島順逸氏，助役 笹原喜一氏，水産課長 保野洋一氏，水産係長 斎藤喜好氏，および利尻町役場の方々に心より御礼

申し上げます。また，北海道宗谷支庁の杉村直樹主事，木戸口和裕係長，高畠滋課長，菅野滋部長，毛利義臣支庁長の諸氏にはウミネコ等被害対策委員会を通じて種々のご配慮を頂いたので感謝する。

現地における野外調査に当たっては，株式会社エコニクスの山内和則氏のご協力とご配慮を頂いたので感謝する。

英文は J. BOWER 氏の添削を受けたのでお礼申し上げる。

なお本研究は，平成 10 年度科学技術振興調整費「長寿命生物における内分泌攪乱の実体の解明」より一部援助を受けた。

文　　献

Carew, C., Rahn, H. and Parisi, P. (1980). Carories, water, lipid, and yolk in avian eggs. *Condor*, **82**, 335-343.

Erikstad, K.E., Tveraa, T. and Bustnes, J.O. (1998). Significance of intraclutch egg-size and quality of ducklings. *J. Avian Biol.*, **29**, 3-9.

Harris, M.P. (1964). Aspects of the breeding biology of the gulls *Larus argentatus*, *L. fuscus* and *L. marinus*. *Ibis.*, **106**, 432-456.

Harrison, P. (1988). *Seabirds : An identification guide*. 448 p. Houghton Mifflin Company, Boston.

Heinroth, O. (1922). Die Beziehungen zwischen Vogelgewicht, Eigewicht, Gelegegewicht und Brutdauer. *J. Ornithol.*, **70**, 172-285.

Hoyt, D.F. (1976). The effect of shape on the surface-volume relationship of birds' eggs. *Condor*, **78**, 343-349.

清棲幸保 (1980). 日本鳥類大図鑑 (増補改訂版). II, 講談社，東京.

黒田長久 (1963). 数種の鳥卵化学組成比較とその適応的意義. 山階鳥研報，**3**, 311-333.

桑原一廣 (1997). 鹿児島県鹿島村で繁殖するウミネコ — 日本の南限のウミネコ —. 鹿島村委託調査報告書，39 p.

小杉和樹・佐藤雅彦・吉村正志・吉村真理子・坂本理恵 (1998). ウミネコ *Larus crassirostris* の外部計測値と胃内容物. 利尻研究，(**17**) : 39-40.

Loftin, R.W. and Bowman, R.D. (1978). A device for measuring egg volumes. *Auk*, **95** : 190-192.

MacRoberts, M.H. and MacRoberts, B.R. (1972). The relationship between laying date and incubation period in Herring and Lesser Black-backed Gulls. *Ibis*, **114**, 93-97.

成田慶一 (1985). 蕪島のウミネコ. 八戸教育委員会，文化財シリーズ，(**26**), 1-55.

Needham, J. (1931). *Chemical embriology*. Vol. 1, Cambridge Univ. Press., Cambridge, England.

Nice, M.M. (1962). Developmental behavior in precocial birds. *Trans. Linn. Soc. N.Y.*, **8**, 1-211.

O'Connor, R.J. (1984). *The growth and development of birds*. 315 p. Wiley, Chichester.

Paganelli, C.V., Olszowka, A. and Ar, A. (1974). The avian egg : surface area, volume, and density. *Condor*, **76**, 319-325.

Parsons, J. (1972). Egg size, laying date and incubation period in the Herring Gull. *Ibis*, **114**, 536-541.

Rahn, H. and Ar, A. (1974). The avian egg : incubation time and water loss. *Condor*, **76**, 147-152.

Romanoff, A.L. and Romanoff, A.J. (1949). *The avian egg*. 918 p. John Wiley & Sons, Inc., New York.

Smart, I.H.M. (1991). Egg-shapes in birds. p. 101-116. In Deeming, D.C. and Ferguson, M.W.J. (eds.), *Egg incubation : its effects on embryonic development in birds and reptiles*. 448 p. Cambridge University Press, Cambridge.

Starck, M. and Ricklefs, R.E. (1998). Patterns of development : The altricial-precocial spectrum. p. 3-30. In Starck, M. and Ricklefs, R.E. (eds.), *Avian growth and development : Evolution within the altricial-precocial spectrum*. 441 p. Oxford University Press, Oxford.

Stonehouse, B. (1963). Egg dimensions of some Ascension Island sea-birds. *Ibis*, **103b**, 474-479.

Vleck, C.M. and Bucher, T.L. (1998). Energy metabolism, gas exchange, and ventilation. p. 89-116, Starck, J.M. and Ricklefs, R.E. (eds.), *Avian growth and development : Evolution within the altricial-precocial spectrum*. 441 p. Oxford University Press, oxford.

Walters, M. (1995). *Birds' Eggs*. 256 p. Dorling Kindersley Limited, London.
Williams, A.J., Siegfried, W.R. and Cooper, J. (1982). Egg composition and hatching precocity in seabirds. *Ibis* **124**, 456-470.
Worth, C, B. (1940). Egg volumes and incubation periods. *Auk*, **57**, 44-60.