

博士論文

ウミガメ科の外部形態の地理的変異と分類の再検討

岡本 慶

ウミガメ科の外部形態の地理的変異と分類の再検討  
Geographic variation in external morphology of the Cheloniid species with reference to its  
taxonomic implications

2014

東京大学大学院農学生命科学研究科  
生圏システム学専攻

岡本 慶  
Kei Okamoto

指導教員  
東京大学客員教授  
亀崎直樹

## 目次

第1章 諸言	1
1-1. ウミガメ類の種分類とその変遷	1
1-2. 種概念とウミガメ類の分類	2
1-3. ウミガメ類の形態学的研究	3
1-4. ウミガメ類の系統遺伝学的研究	4
1-5. ウミガメ類の分類と保全	5
1-6. ウミガメ類の現行の分類の問題点	5
第2章 ウミガメ科における分類学	8
2-1. ウミガメ科における分類に関する研究史	8
2-1-1. アオウミガメ <i>Chelonia mydas</i> (Linnaeus, 1758)	8
2-1-2. アカウミガメ <i>Caretta caretta</i> (Linnaeus, 1758)	10
2-1-3. タイマイ <i>Eretmochelys imbricata</i> (Linnaeus, 1766)	12
2-1-4. ヒメウミガメ <i>Lepidochelys olivacea</i> (Eschscholtz, 1829)	14
2-1-5. ケンプヒメウミガメ <i>Lepidochelys kempii</i> (Garman, 1880)	16
2-1-6. ヒラタウミガメ <i>Natator depressus</i> (Garman, 1880)	16
2-1-7. ウミガメ科における分類学的混乱	17
2-2. 過去に記載されてきたウミガメ科のタイプ	18
2-2-1. 序論	18
2-2-2. 材料と方法	19
2-2-3. 結果	20
2-2-3-1. <i>Testudo mydas</i> Linnaeus, 1758	20

2-2-3-2. <i>Chelonia pelagorum</i> Bory de Saint-Vincent, 1833	20
2-2-3-3. <i>Chelonia dussumieri</i> Duméril & Bibron, 1835	21
2-2-3-4. <i>Chelonia marmorata</i> Duméril & Bibron, 1835	21
2-2-3-5. <i>Eretmochelys squamata</i> Agassiz, 1857	22
2-2-3-6. <i>Thalassochelys corticata</i> Girard, 1858	22
2-2-3-7. <i>Caretta squamosa</i> Girard, 1858	22
2-2-3-8. <i>Caretta rostrata</i> Girard, 1858	23
2-2-3-9. <i>Chelonia formosa</i> Girard, 1858	23
2-2-3-10. <i>Chelonia tenuis</i> Girard, 1858	24
2-2-3-11. <i>Chelonia albiventer</i> Nardo, 1864	24
2-2-3-12. <i>Chelonia agassizii</i> Bocourt, 1868	24
2-2-3-13. <i>Onychochelys kraussi</i> Gray, 1873	25
2-2-3-14. <i>Cephalochelys oceanica</i> Gray, 1873	25
2-2-3-15. <i>Thalassochelys kempii</i> Garman, 1880	26
2-2-3-16. <i>Chelonia depressa</i> Garman, 1880	26
2-2-3-17. <i>Chelonia lata</i> Philippi, 1887	26
2-2-3-18. <i>Thalassochelys tarapacana</i> Philippi, 1887	27
2-2-3-19. <i>Thalassochelys controversa</i> Philippi, 1899	27
2-2-3-20. <i>Caretta remivaga</i> Hay, 1908	27
2-2-3-21. <i>Natator tessellatus</i> McCulloch, 1908	28
2-2-3-22. <i>Caretta gigas</i> Deraniyagala, 1933	28
2-2-3-23. <i>Chelonia mydas carrinegra</i> Caldwell, 1962	29
2-2-4. 考察	29



第3章 アオウミガメ <i>Chelonia mydas</i> に見られる形態変異	32
3-1. 日本沿岸に生息するアオウミガメ <i>Chelonia mydas</i> に見られる形態的二型	32
3-1-1. 序論	32
3-1-2. 材料と方法	34
3-1-3. 結果	35
3-1-4. 考察	36
3-2. アオウミガメ <i>Chelonia mydas</i> に見られる外部形態の地理的変異	37
3-2-1. 序論	37
3-2-2. 材料と方法	39
3-2-3. 結果	41
3-2-4. 考察	42
第4章 アオウミガメ属 <i>Chelonia</i> の分類の再検討	45
4-1. 序論	45
4-2. 材料と方法	46
4-3. 結果	47
4-4. 考察	48
第5章 タイマイ <i>Eretmochelys imbricata</i> に見られる外部形態の地理的変異	51
5-1. 序論	51
5-2. 材料と方法	52
5-3. 結果	54
5-4. 考察	55

第6章 タイマイ属 <i>Eretmochelys</i> の分類の再検討	58
6-1. 序論	58
6-2. 材料と方法	59
6-3. 結果	60
6-4. 考察	62
第7章 総合考察	65
7-1. ウミガメ科における分類学の展望	65
7-1-1. 本研究で増加したウミガメ科の種	65
7-1-2. タイプ保存の重要性	66
7-1-3. さらなる未記載種の存在の可能性	67
7-1-4. ウミガメ科の分類の将来	68
7-2. ウミガメ科における分類学の保全に対する貢献	69
7-2-1. 保全の対象となるタクサ	69
7-2-2. 保全のために必要なこと	71
7-2-3. 形態学の貢献	72
謝辞	74
引用文献	77
要旨	96
付表	99
付図	129
Appendix	173

付表一覧

表 2-1. 現存するウミガメ科のタイプ.	99
表 3-1. 黄色型と黒色型の対数変換した SCL と各形質の回帰線の傾きと切片に対する共分散分析の結果.	101
表 3-2. 大西洋産 (At), インド洋産 (In), 西太平洋産黄色型 (WPY), 西太平洋産黒色型 (WPB) および東太平洋産 (EP) の全形質の計測値の平均値 ± 標準偏差および最小値, 最大値.	103
表 3-3. 大西洋産 (At), インド洋産 (In), 西太平洋産黄色型 (WPY), 西太平洋産黒色型 (WPB) および東太平洋産 (EP) の正準判別分析により得られた正準判別得点.	105
表 3-4. 大西洋産 (At), インド洋産 (In), 西太平洋産黄色型 (WPY), 西太平洋産黒色型 (WPB) および東太平洋産 (EP) の正準判別分析により得られた標準化判別係数.	111
表 4-1. 大西洋産とインド洋産および西太平洋産黄色型 (A 型), 西太平洋産黒色型および東太平洋産 (B 型) の 2 つの集団における各形質の平均値 ± 標準偏差, 最小値, 最大値および各種のタイプの各形質の計測値.	112
表 4-2. 各種タイプの判別分析にて得られた判別得点.	114
表 5-1. 西大西洋産 (WA), インド洋産 (In), 西太平洋産 (WP) の 3 海域集団における各形質の平均値 ± 標準偏差および最小値, 最大値.	118
表 5-2. 西大西洋産 (WA), インド洋産 (In), 西太平洋産 (WP) の 3 海域集団の幼体の正準判別分析に用いた個体の各形質における計測値の平均値 ± 標準偏差および	

最小値, 最大値.	119
表 5-3. 西大西洋産 (WA), インド洋産 (In), 西太平洋産 (WP) の 3 海域集団の正準判別分析により得られた正準判別得点.	120
表 5-4. 西大西洋産 (WA) とインド洋産 (In), 西太平洋産 (WP) の 3 海域集団の正準判別分析により得られた標準化判別係数.	123
表 6-1. 西大西洋産 (WA) とインド洋産 (In), 西太平洋産 (WP) の 3 海域集団における各形質の平均値 $\pm$ 標準偏差, 最小値, 最大値および各種のタイプの各形質の計測値.	124
表 6-2. <i>Eretmochelys squamata</i> (MCZ R-1415) の判別分析に用いた個体の各形質における計測値の平均値 $\pm$ 標準偏差および最小値, 最大値.	125
表 6-3. <i>Eretmochelys squamata</i> (MCZ R-1416) の判別分析に用いた個体の各形質における計測値の平均値 $\pm$ 標準偏差および最小値, 最大値.	126
表 6-4. <i>Eretmochelys squamata</i> (MCZ R-1415) の判別分析により得られた判別得点.	127
表 6-5. <i>Eretmochelys squamata</i> (MCZ R-1416) の判別分析により得られた判別得点.	128

付図一覧

図 2-1. タイプの計測形質.	129
図 2-2. <i>Testudo mydas</i> Linnaeus, 1758 のシントタイプ (UUZM19).	130
図 2-3. <i>Testudo mydas</i> Linnaeus, 1758 のシントタイプ (UUZM26).	131
図 2-4. <i>Chelonia pelagorum</i> Bory de Saint-Vincent, 1833 のホロタイプ (MNHN501-10).	132
図 2-5. <i>Chelonia dussumieri</i> Duméril & Bibron, 1835 のシントタイプ (MNHN516-3).	133
図 2-6. <i>Chelonia dussumieri</i> Duméril & Bibron, 1835 のシントタイプ (MNHN516-4).	134
図 2-7. <i>Chelonia marmorata</i> Duméril & Bibron, 1835 のホロタイプ (MNHN506-32).	135
図 2-8. <i>Chelonia marmorata</i> Duméril & Bibron, 1835 のパラタイプ (MNHN506-18).	136
図 2-9. <i>Eretmochelys squamata</i> Agassiz, 1857 のシントタイプ (MCZ R-1415).	137
図 2-10. <i>Eretmochelys squamata</i> Agassiz, 1857 のシントタイプ (MCZ R-1416).	138
図 2-11. <i>Caretta squamosa</i> Girard, 1858 のシントタイプ (USNM220815).	139
図 2-12. <i>Caretta rostrata</i> Girard, 1858 のシントタイプ (USNM257185).	140
図 2-13. <i>Caretta rostrata</i> Girard, 1858 のシントタイプ (USNM257186).	141
図 2-14. <i>Thalassochelys corticata</i> Girard, 1858 のホロタイプ (USNM7778).	142
図 2-15. <i>Chelonia tenuis</i> Girard, 1858 のホロタイプ (USNM257184).	143
図 2-16. <i>Chelonia formosa</i> Girard, 1858 のホロタイプ (USNM257183).	144
図 2-17. <i>Chelonia albiventer</i> Nardo, 1864 のホロタイプ (MSNVE04914).	145
図 2-18. <i>Chelonia agassizii</i> Bocourt, 1868 のホロタイプ (MNHN507).	146
図 2-19. <i>Onychochelys kraussi</i> Gray, 1873 のシントタイプ (BM1947.3.5.43).	147
図 2-20. <i>Onychochelys kraussi</i> Gray, 1873 のシントタイプ (BM1947.3.4.34).	148

図 2-21. <i>Cephalochelys oceanica</i> Gray, 1873 のホロタイプ (BM1947.3.5.40).	149
図 2-22. <i>Thalassochelys kempii</i> Garman, 1880 のシンタイプ (MCZ R-46538).	150
図 2-23. <i>Thalassochelys kempii</i> Garman, 1880 のシンタイプ (MCZ R-46539).	151
図 2-24. <i>Chelonia depressa</i> Garman, 1880 のレクトタイプ (MCZ R-4473).	152
図 2-25. <i>Chelonia lata</i> Philippi, 1887 のホロタイプ (MNHNCL1510).	153
図 2-26. <i>Thalassiochelys tarapacona</i> Philippi, 1887 のホロタイプ (MNHNCL1511).	154
図 2-27. <i>Thalassochelys controversa</i> Philippi, 1899 のホロタイプ (MNHNCL1512).	155
図 2-28. <i>Caretta remivaga</i> Hay, 1908 のホロタイプ (USNM243393).	156
図 2-29. <i>Caretta remivaga</i> Hay, 1908 のパラタイプ (USNM220820).	157
図 2-30. <i>Natator tessellatus</i> McCulloch, 1908 のホロタイプ (AM R.4158).	158
図 2-31. <i>Caretta gigas</i> Deraniyagala, 1933 のホロタイプ (BM1934.5.1.1).	159
図 2-32. <i>Chelonia mydas carrinegra</i> Caldwell, 1962 のホロタイプ (LACM1696).	160
図 2-33. <i>Chelonia mydas carrinegra</i> Caldwell, 1962 のパラタイプ (LACM1690).	161
図 2-34. <i>Chelonia mydas carrinegra</i> Caldwell, 1962 のパラタイプ (LACM1700).	162
図 3-1. 日本沿岸で確認されたアオウミガメ <i>Chelonia mydas</i> の腹側の色彩.	163
図 3-2. アオウミガメ <i>Chelonia mydas</i> の計測形質.	164
図 3-3. 黄色型と黒色型の対数変換された標準直甲長 (SCL; x 軸) と項甲板中央と左の 第 11 縁甲板と第 10 縁甲板との接合部外縁の直線距離 (NL11; y 軸) の関係.	165
図 3-4. 日本沿岸で確認されたアオウミガメ <i>Chelonia mydas</i> の 2 つの色彩型の外部形態.	166
図 3-5. 大西洋産 (At), インド洋産 (In), 西太平洋産黄色型 (WPY), 西太平洋産黒色 型 (WPB) および東太平洋産 (EP) の各集団に対する正準判別分析の結果.	167
図 3-6. 大西洋産 (At), インド洋産 (In), 西太平洋産黄色型 (WPY), 西太平洋産黒色	

型 (WPB) および東太平洋産 (EP)の各集団における NL11 / SCL の分布.	168
図 5-1. タイマイ <i>Eretmochelys imbricata</i> の計測形質.	169
図 5-2. 西大西洋産 (WA), インド洋産 (In), 西太平洋産 (WP) の 3 海域のタイマイ 亜成体における対数変換された標準直甲長 (SCL; x 軸) と直甲幅 (SCW; y 軸) の関 係.	170
図 5-3. 西大西洋産 (WA), インド洋産 (In), 西太平洋産 (WP) の 3 海域のタイマイ 亜成体における直甲幅 / 標準直甲長比 (SCW / SCL) の分布.	171
図 5-4. 西大西洋産 (WA), インド洋産 (In), 西太平洋産 (WP) の 3 海域のタイマイ 幼体に対する正準判別分析の結果.	172

## Appendix 一覧

Appendix I. 3-1 に用いた日本沿岸で発見されたアオウミガメの黒色型の発見状況.	173
Appendix II. 3-1 に用いた日本沿岸で発見されたアオウミガメの黄色型の発見状況.	174
Appendix III. 3-2 の分析に用いた博物館所蔵標本の標本番号と採取地.	178
Appendix IV. 第 4 章の分析に用いた博物館所蔵標本の標本番号と採取地.	178
Appendix V. 第 5 章の分析に用いた博物館所蔵標本の標本番号と採取地 (亜成体).	179
Appendix VI. 第 5 章の分析に用いた博物館所蔵標本の標本番号と採取地 (幼体).	179
Appendix VII. 第 6 章の分析 (タイプの判別分析) に用いた博物館所蔵標本の標本番号と採取地.	179
Appendix VIII. 第 6 章の分析 (MCZR-1415 の分析) に用いた博物館所蔵標本の標本番号と採取地.	180
Appendix IX. 第 6 章の分析 (MCZR-1416 の分析) に用いた博物館所蔵標本の標本番号と採取地.	180



## 第1章 諸言

### 1-1. ウミガメ類の種分類とその変遷

現生の海棲爬虫類のうち、最も繁栄していると考えられるウミガメ類の祖先がこの世に出現したのは、中生代の白亜紀中期にあたる約1億1000万年前と考えられている (Hirayama, 1998). 現在認められるウミガメは、爬虫綱 Reptilia, カメ目 Testudines, 潜頸亜目 Cryptodira のオサガメ科 Dermochelyidae Fitzinger, 1843 とウミガメ科 Cheloniidae Oppel, 1811 に分類され、オサガメ科にはオサガメ属 *Dermochelys* Blainville, 1816 に属するオサガメ *Dermochelys coriacea* (Vandelli, 1761) の1属1種、ウミガメ科にはアオウミガメ属 *Chelonia* Brongniart, 1800 に属するアオウミガメ *Chelonia mydas* (Linnaeus, 1758), アカウミガメ属 *Caretta* Rafinesque, 1814 に属するアカウミガメ *Caretta caretta* (Linnaeus, 1758), タイマイ属 *Eretmochelys* Fitzinger, 1843 に属するタイマイ *Eretmochelys imbricata* (Linnaeus, 1766), ヒメウミガメ属 *Lepidochelys* Fitzinger, 1843 に属するヒメウミガメ *Lepidochelys olivacea* (Eschscholz, 1829) とケンブヒメウミガメ *Lepidochelys kempii* (Garman, 1880), ヒラタウミガメ属 *Natator* McCulloch, 1908 に属するヒラタウミガメ *Natator depressus* (Garman, 1880) が存在する. すなわち、ウミガメ類は合計2科6属7種から構成されているが、時にアオウミガメの亜種として区別されることのあるクロウミガメ *Chelonia mydas agassizii* Bocourt, 1868 を加え、2科6属7種1亜種とされることもある.

国際動物命名規約上、ウミガメ科の最初の記載は、スウェーデンの博物学者 Carolus Linnaeus によって記載されたアオウミガメ *Testudo mydas* Linnaeus, 1758 であり、最近の記載は David K. Caldwell が 1962 年に記載した亜種 *Chelonia mydas carrinegra* Caldwell, 1962 である. その間、ヨーロッパの博物学者を中心に 60 種以上が記載されてきた (Turtle Taxonomy Working Group, 2012).

こうした記載において、形態形質を定量的に比較したものは少なく、原記載時に残され

たイラストや分布情報に基づいて、現在 7 種にまとめられている (詳細は第 2 章参照). このように同一の特徴すなわち同一の外部形態を有する個体の集団を種とする「類型学的種概念: Typological Species Concept」(Mayr and Ashlock, 1991) あるいは類型学的種概念に変異が加わり、似たような特徴を共有する集団を種とする「形態学的種概念: Morphological Species Concept」(Cronquist, 1978; Shull, 1923) に基づいて、現在のようなウミガメ類の分類がなされてきたのである. しかし、この分類の過程において、量的形質を用いた形態の比較が十分に行なわれていないことからウミガメ類の分類研究はいまだ十分とは言い難い.

## 1-2. 種概念とウミガメ類の分類

前述の通り、ウミガメ類の分類は、標本を直接計測することなく、形態を示したイラストや簡単な記載を基に行なわれてきたが、分類を考える際、種概念についての考察は避けて通ることができない.

生物の種概念については、過去に少なくとも 22 以上のものが報告されてきた (Mayden, 1997). 例えば、現在種を分類する際に広く用いられている「生物学的種概念: Biological Species Concept」(Mayr, 1942; 1963; Mayr and Ashlock, 1991) は、生物集団同士が互いに交配可能であるかどうか、すなわち生殖的隔離機構の有無を種の境界とした概念である. また、形態を重視しその不連続性に基づいた「類型学的種概念」(Mayr and Ashlock, 1991) あるいは、「形態学的種概念」(Cronquist, 1978; Shull, 1923) がある. その他にも、単系統性を示す集団を一つの種とし、系統が互いに異なる集団同士を別種とする「系統的種概念: Phylogenetic Species Concept」(de Queiroz and Donoghue, 1988; Donoghue, 1985), 生態的地位が完全には一致しないもの同士を別種とする「生態的種概念: Ecological Species Concept」(Van Valen, 1976) や単一の先祖から子孫が連続している個体群の系列を一つの種とし、他の系列から互いに分かれて進化しているもの同士を別種とする「進化的種概念」(Simpson, 1961; Wiley, 1981) などが挙げられる.

先にも述べたように、過去のウミガメ類の分類は、類型学的種概念あるいは形態学的種概念に基づいて行なわれてきた。ところが、近年では生物学的種概念の方が形態学的種概念よりも重視される傾向にある。それでも、ヒグマ *Ursus arctos* とホッキョクグマ *U. maritimus* などのように、たとえ遺伝学的分析結果が支持しなくても、形態学的種概念に基づいた種を認めることもある (Kurtén, 1964; Shields et al., 2000; Talbot and Shields, 1996)。ヒグマとホッキョクグマは両種の mtDNA 系統樹において、ヒグマがホッキョクグマに対して側系統的な関係にあるものの、形態において明瞭に異なることから、別種として分類されているのである (Kurtén, 1964; Shields et al., 2000; Talbot and Shields, 1996)。これは、ホッキョクグマ集団が最近急速に形態上の派生形質を持つようになったことが要因と考えられており、化石などを証拠としてこの考えが支持されている (Talbot and Shields, 1996)。

### 1-3. ウミガメ類の形態学的研究

ウミガメ類の形態学的研究において、形態的特徴の記載に関してはいくつかあるが (例えば, Brongersma, 1961; Carr, 1952; Deraniyagala, 1939; Hughes, 1974; Pritchard and Mortimer, 1999), 広く分散して生息する地域個体群間の、標本を直接計測する手法を用いた比較が行なわれたことは少ない。これは、ウミガメ類が海洋を主な生息場としており、大型動物であるために標本の保管が難しいこと、分布域が広いにも関わらず、ワシントン条約 (絶滅のおそれのある野生動植物の種の国際取引に関する条約: Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora) によって、国をまたいだ標本の移動が制限されるため、標本を集めて形態を比較することが難しいことに起因するものと思われる。わずかに行なわれているのは、アカウミガメの頭骨 (Kamezaki, 2003), アオウミガメの頭骨 (Kamezaki and Matsui, 1995), タイマイの背甲 (van Dam and Diez, 1998a) の比較に過ぎない。まず、アカウミガメの頭骨形態を日本産、フロリダ産、オーストラリア産の 3 集団で比較した Kamezaki (2003) によれば、日本産が他の 2 集団と明瞭に区別され、フロリダ産とオー

オーストラリア産は区別されなかった。次に、Kamezaki and Matsui (1995) は、ガイアナ、コスタリカのトルチュゲロ、コモロ諸島、セーシェル諸島、小笠原諸島、ガラパゴス諸島の 6 地域間でアオウミガメの頭骨形態を比較し、ガラパゴス産のものが他とは明瞭に異なることを明らかにした。また、van Dam and Diez (1998a) はタイマイの背甲形態をプエルトリコのモナ島、セーシェル諸島、オーストラリアの 3 地域間で比較し、モナ島産の集団が他の 2 地域産と明瞭に異なることを明らかにした。

以上のように一部の種の一部の集団について、比較形態学的研究がなされてきたものの、その研究例はいまだ十分とは言えず、今後、さらなる研究が行なわれることが望ましい。

#### 1-4. ウミガメ類の系統遺伝学的研究

アカウミガメ、アオウミガメ、タイマイ、ヒメウミガメ、オサガメの 5 種は、いずれも大西洋、インドー太平洋に広く分布している (Iverson, 1992)。残りのケンプヒメウミガメはメキシコ湾を中心とした北西大西洋に (Marquez-M, 1994)、ヒラタウミガメはオーストラリア北部とパプアニューギニア周辺に限って生息する (Zangerl et al., 1988)。世界の 3 大洋に広く分布する 5 種については、各海域に生息する個体群の系統関係に興味を持たれ、DNA 解析などの分子生物学的手法を用いた研究が増えてきている。

これまでアオウミガメ (Dutton et al., 1996; Karl and Bowen, 1999)、アカウミガメ (Bowen et al., 1994)、タイマイ (Bowen and Karl, 2007; Okayama et al., 1999)、ヒメウミガメ属 (Bowen et al., 1998)、オサガメ (Dutton et al., 1999) においては、世界各地から得られたサンプルにおける DNA の解析結果に基づいて、種内の系統関係が示されてきた。まず、アオウミガメの系統関係については、大西洋ー地中海個体群とインドー太平洋個体群との間に明瞭な差異が認められている (Dutton et al., 1996; Karl and Bowen, 1999)。次に、アカウミガメにおいてもアオウミガメと同様に、大西洋ー地中海個体群とインドー太平洋個体群が (Bowen et al., 1994)、タイマイにおいては、地中海のサンプルがないものの、大西洋個体群とインドー太

平洋個体群がそれぞれ明瞭に異なる系統関係を示している (Bowen and Karl, 2007; Okayama et al., 1999). そして、ヒメウミガメ属においては、メキシコ湾個体群、すなわち現在のケンブリッジヒメウミガメが、ヒメウミガメの大西洋、インドー太平洋個体群のいずれとも明瞭に異なることが明らかにされ (Bowen et al., 1998), 種レベルで独立の存在として分類されている。オサガメは他のウミガメ類と異なり、系統内の変異が少なく、大西洋とインドー太平洋の両個体群間に明瞭な差異は認められていない (Dutton et al., 1999). このようにウミガメ類においても、他の生物と同様に (Han et al., 2004; Tang et al., 2013), 比較的多くの系統遺伝学的な研究がなされている。

#### 1-5. ウミガメ類の分類と保全

このようにウミガメ類の分類がいまだ不安定な状況は、保全の観点からも問題がある。現在ウミガメ類は国際自然保護連合 (International Union for Conservation of Nature and Natural Resources: IUCN) の定めるレッドリストにおいて、情報不足のヒラタウミガメを除く6種が絶滅危惧種に指定され、個体数の減少については絶滅が危惧されている (IUCN, 2012). しかし、分類が安定していなければ、保全対象となる遺伝子を共有する集団が不明瞭で、誤った保全策を構築してしまう危険性がある。例えば、現在は一つの個体群と考えられている保全対象の集団が、実際には二つ以上の種あるいは個体群であった場合、異なる複数の種、個体群を同じ努力量で保全していることになり、その効果に疑問が残る。

#### 1-6. ウミガメ類の現行の分類の問題点

これまでに述べてきたとおり、ウミガメ類の分類については、外部形態やDNAの分析結果に基づいて、一部の集団の分類学的位置について議論がなされたものもあるが (Bowen and Karl, 1999; Dutton et al., 1996; Kamezaki and Matsui, 1995; van Dam and Diez, 1998a), 二名法に基づいた最古の記載 (Linnaeus, 1758) から250年以上が経過しているにもかかわらず、

全体としては分類学的研究がほとんどなされていない (Schmidt, 1945). すなわち, 現在認められている 7 種は科学的な検証が十分行われずに, 学名が使用されている状況にあると考えられる. 特に, 世界各地に分散している過去に記載された種のタイプを観察し, 議論した研究は, 種の名を除外すれば, *Chelonia depressa* の分類学的問題点について言及した Fry (1913), *Chelonia depressa* のタイプの再調査を行なった Williams et al. (1967), Vandelli (1761) が記載した *Dermochelys coriacea* のタイプを発見したことを報告した Fretey and Bour (1980), Linnaeus の記載した 3 種のウミガメ類のタイプについて調べた Wallin (1985), *Natator depressus* をあらゆる観点から詳細に調べ, 再記載を行なった Zangerl et al. (1988), *Chelonia agassizii* のホロタイプについて記した Bour (2006) 以外にはない. よって, ウミガメ科の比較形態学に基づく分類学的研究は不十分であると考えられ, 本稿の分類において重要な問題を包含している可能性がある. さらに, 現在は下位同物異名とされている種は多くあるが, それらが同物異名とされるに至った科学的根拠も, Hughes (1974) が自身の観察を基に考察したのみで, 十分とは言えない. このような状況を考慮に入れると, ウミガメ類の分類は現在活発に行われている系統遺伝学的研究に加え, 形態学的研究を並行して進めるべきであろう.

そこで本研究では, ウミガメ科の中からアオウミガメ *Chelonia mydas* とタイマイ *Eretmochelys imbricata* を取り上げ, 現在の分類の妥当性を検討する研究を行なった. 具体的には, 汎世界的に分布する両種の標本の外部形態を, 博物館に所蔵されているタイプを含めて計測, 分析し, 外部形態の地理的変異を明確にすることにより, 分類学的混乱を解消することを念頭に以下のような研究を行なった.

第 2 章では過去の分類学的研究についてレビューすると共に, 世界各地に現存するタイプシリーズの調査結果について示した. これまでウミガメ類のタイプシリーズに関しては, 記載を含めて断片的な研究しかされておらず, さらに, 記載年代が 1700 年代から 1800 年代の標本が多く, そのため現在の所在さえ曖昧な場合が多い. その中で, 現存するウミガ

メ科に属す種のタイプ全 33 標本についてまとめ、その量的形質を直接計測した意義は大きい。

第 3 章ではアオウミガメ *Chelonia mydas* の外部形態に生じる地理的変異を日本沿岸, 世界 3 大洋で観察し, 日本のアオウミガメおよび世界のアオウミガメにそれぞれ形態的二型が存在することを明らかにし, これまで, アオウミガメ *Ch. mydas* 1 種にまとめられていた集団の中に 2 種が含まれていることを指摘した。このうち, 日本のアオウミガメに形態的二型が存在することを示したものは, 日本爬虫両棲類学会の英文誌 *Current Herpetology* に投稿し, 専門家 2 名の査読を経て受理され現在印刷中である。

第 4 章では第 3 章で明らかにした形態集団を過去に記載され, アオウミガメ *Ch. mydas* の同物異名とされてきた種のタイプと外部形態において比較し, 従来のアオウミガメ *Ch. mydas* に 2 つの独立種が存在するとした新たな分類を確立させた。

第 5 章では世界 3 大洋から得られたタイマイ *Eretmochelys imbricata* の外部形態に生じる地理的変異を明らかにし, 従来は 1 種と考えられていた集団に, 外部形態が異なる 3 種が含まれていることを明らかにした。

第 6 章では第 5 章で明らかにした結果に, 過去に記載され, タイマイ *E. imbricata* の同物異名とされてきた種のタイプから得た形態データを加えて分析し, タイマイ種内の分類と過去に記載された種の分類学的位置を明確にした。

以上の結果を踏まえて, 第 7 章でウミガメ科における分類学が, 今後どのように発展していくか, 絶滅の危機にある本分類群の保全などに対してどのように寄与し得るかについて総合的に考察した。

## 第2章 ウミガメ科における分類学

現在6種が認められるウミガメ科には、過去に記載され、6種いずれかの同物異名とされる50以上の種名が存在する。本章では、それらのうち、分類学的混乱が起きてきた種とその問題点について、現在認められている種ごとにまとめた。また、これまでに記載されてきた種のうち、現存する全てのタイプについて、それらの有する特徴をまとめ、またそれらタイプが抱える問題点について議論することを目的とした。

### 2-1. ウミガメ科における分類に関する研究史

生物を体系的にそして簡略に分類するために、自著“*Systema naturae*”の中で二名法を適用し、広くこの世に広めた Carlolus Linnaeus は、ウミガメ科にも二名法を適用して記載した (Linnaeus, 1758)。それまで、生物の記載に用いられてきた学名は、多数の語が並べられることによってその生物の特徴が表されていたが (Rondelet, 1558)、このような長い学名からは、その種の特徴をうかがい知ることができる反面、簡略とは言い難く、様々な生物を体系的に整理するには難があった。学名を二名法で表した Linnaeus (1758) 以来、記載されたウミガメ科は 50 種以上に及ぶが、現在それらはアカウミガメ *Caretta caretta*, アオウミガメ *Chelonia mydas*, タイマイ *Eretmochelys imbricata*, ヒメウミガメ *Lepidochelys olivacea*, ケンブリウミガメ *Lepidochelys kempii*, ヒラタウミガメ *Natator depressus* の6種いずれかと同物異名関係にあるとされている (Turtle Taxonomy Working Group, 2012)。本項では、これら6種の本記載をたどり、この分類群に対してなされてきた分類学的研究を振り返る。

#### 2-1-1. アオウミガメ *Chelonia mydas* (Linnaeus, 1758)

二名法に則って初めて記載されたウミガメ科は、*Testudo mydas* として記載された本種である。本種の本記載には、記載に用いた標本のリストと生息地 (もしくは産地)、簡単なそ



の種の特徴などが記載されているだけで、現代の記載に比べれば (Caldwell, 1962), 非常に単純なものである。 *Te. mydas* のタイプ産地は大西洋中央部のアセンション島で得られた標本を基に記載され (Linnaeus, 1758), 原記載に記された単語の羅列 *Testudo pedibus pinniformibus, unguibus palmarum binis, plantarum solitariis, testa ovata* から「肢はヒレ状で羽のように広がっており, 2つの爪を持つ。甲羅は卵型である」という特徴を有するものと推定される。しかし, この特徴は, いずれもウミガメ科の有する基本的な特徴とおおむね一致し, 種を特定するには難がある。また, Linnaeus (1758) には, 「卵は砂中に産み落とし, 肢で円を描くように埋める。甲羅はアーチ状を呈する」といった, どのウミガメにも該当する形態学的, 行動学的な特徴のほか, 種を特定する手がかりとしては「肉は緑みがかっており, 食用とされる」という記載がなされている。本種はウミガメ科 6 種中, 最も分類学的に混乱している種としても知られ (Parham and Zug, 1996), 本種の記載後, これまでに記載されてきた多数のウミガメ科のうち 21 種が, 本種と同物異名関係にあるとされている (Turtle Taxonomy Working Group, 2012)。それらのほとんどは, 本種の同物異名とされる際, 異論はなかったが, 中にはその分類学的位置を巡って, 遺伝子 (Karl and Bowen, 1999), 頭骨形態 (Kamezaki and Matsui, 1995) といった分野での研究結果に基づいて, 多くの議論がなされてきたものもある (Dutton et al., 1996; Parham and Zug, 1996; Pritchard, 1999)。その代表的なものが, グアテマラ太平洋岸で得られた標本を用いて記載され, 内田 (1986) により標準和名クロウミガメが与えられた *Chelonia agassizii* Bocourt, 1868 である。本種は現在でも独立種とする考え (Pritchard, 1999), アオウミガメの亜種 *Ch. my. agassizii* とする考え (Kamezaki and Matsui, 1995), アオウミガメの東太平洋個体群として同種 *Ch. mydas* とする考え (Karl and Bowen, 1999) が混在している。現時点では, 頭骨の形態分析結果から示された亜種とする結論, もしくは系統遺伝学的分析の結果から示された地域個体群とする結論が有力であるが (Parham and Zug, 1996), これらの研究の後, クロウミガメの分類学的位置を定めるに至る研究はなされておらず, この分類学的問題は解決されていない。

また、現在アオウミガメに適用されている学名 *Ch. mydas* にも疑問があることが指摘されている (Wallin, 1985). 本種の前記載 (Linnaeus, 1758) にはイラストは描かれていないが、Wallin (1985) は本種のタイプが現存することを報告している。ところが、大きな問題は、スウェーデンのウプサラ大学進化博物館 (Evolutionsmuseet Uppsala universitet) およびリンネ博物館 (Linné museet) に所蔵され、*Te. mydas* と記されたラベルが付された2個体のシンタイプは (記載時には3標本が用いられたが、うち1個体は記載と標本が異なっていることにより、タイプと認められなかった : Wallin, 1985), いずれも現在の分類基準において *Ca. caretta* と同定される特徴を有していることである (Wallin, 1985). 一方で、Linnaeus (1754) が *Testudo atra* として記載し、Linnaeus (1758) が *Te. mydas* の同物異名とした種は *Ch. mydas* と同定される特徴を有していることが明らかになっている上、*Te. atra* のタイプはスウェーデン王立自然史博物館 (Naturhistoriska riksmuseet) に現存している (Wallin, 1985). よってアオウミガメにおいては、今後、詳細な文献調査、形態学的分析がなされ、正しい学名の適用が提唱される必要がある。

#### 2-1-2. アカウミガメ *Caretta caretta* (Linnaeus, 1758)

Linnaeus (1758) によって *Testudo caretta* Linnaeus, 1758 として記載された本種のタイプ産地はアメリカ近海の島嶼域とされているが、後に Smith and Taylor (1950) は西大西洋のバミューダ諸島に、Schmidt (1953) はバハマ諸島に限定されると推定している。また、原記載中にある単語の羅列 *Testudo pedibus pinniformibus, unguibus palmarum plantarumque binis, testa ovata acute serrata* からは「肢はヒレ状で羽のように広がっており、2つの爪を持つ。甲羅は卵形で鋭く鋸歯状となっている」という特徴を有することが読み取れる。なお、原記載において *Te. caretta* のイラストは描かれておらず、Wallin (1985) と Iverson (1992) は、*Te. caretta* はタイプが指定されていないことを報告している。また、前述の通り、*Te. mydas* Linnaeus, 1758 のタイプシリーズは、現在のアカウミガメ *Ca. caretta* の特徴を呈していることが明らか

かになっている (Wallin, 1985). よって現存する *Te. mydas* Linnaeus, 1758 のタイプシリーズには、現在の *Ch. mydas* と同定される標本が含まれていないこと、または現存する *Te. mydas* Linnaeus, 1758 のタイプが Linnaeus (1758) の意図した *Te. mydas* であることが確認されれば、学名の変更が必要なことは明らかである。

しかし、*Ch. mydas* および *Ca. caretta* の学名は広く用いられており、変更の際には多くの混乱を生むものと思われる。そこで Wallin (1985) は、記載に用いられたタイプが現在の *Ch. mydas* と同定されている Linnaeus (1754) のタイプから *Testudo mydas* Linnaeus, 1758 のネオタイプを選定すること、*Ca. caretta* においては *Caretta caretta* (Linnaeus, 1758) を無効とし、その次に最も古い学名である *Caretta caretta* (Walbaum, 1782) を有効名とすることを提案した。しかし、Walbaum (1782) は *Te. caretta* を記載したわけではなく、Linnaeus (1758) の記載を再記述しただけであると指摘されており (Dodd, 1988)、現時点では Wallin (1985) の考えを支持する報告はない。

現在アカウミガメの学名としては *Caretta caretta* (Linnaeus, 1758) が用いられているが、過去には本種とは別種として記載され、現在は下位同物異名に位置付けられている種が少なくとも 10 種ある (Turtle Taxonomy Working Group, 2012)。その中でも、スリランカ産の標本に基づいて種として記載された *Caretta gigas* Deraniyagala 1933 については、その分類学的位置を巡り、議論がなされてきた。*Ca. gigas* は、*Ca. caretta* の縁甲板が左右各 12 枚であるのに対して 13 枚であること、椎骨板が 7, 8 枚で全てが接するのに対して、7-12 枚で後部 5 枚は接しないことなどの点で異なることを根拠に別種とされた (Deraniyagala, 1933)。しかし、Deraniyagala (1939) は、それらの差異が亜種レベルであることに言及し、大西洋産を *Ca. ca. caretta*、インドー太平洋産を *Ca. ca. gigas* として分類し、Carr (1952) や中村・上野 (1963) もその考えを支持した。一方、Hughes (1974) や Pritchard and Trebbau (1984) は、両者の形態的差異の程度が低いことを理由に亜種や種で区別する考えを支持しておらず、Wermuth and Mertens (1977) は細分化の考えを却下した。これにより、現在アカウミガメは

1種 *Caretta caretta* に統一されている。

しかし、前述の通り、アカウミガメにおいて、いまだ学名は安定しているとは言い難く、アオウミガメと同様に、今後、詳細な文献調査、形態学的分析がなされ、正しい学名の適用が提唱される必要がある。

### 2-1-3. タイマイ *Eretmochelys imbricata* (Linnaeus, 1766)

Linnaeus は *Ch. mydas* と *Ca. caretta* を記載した後、オサガメ *Dermochelys coriacea* (Vandelli, 1761) に加えて、本種を *Testudo imbricata* として記載した (Linnaeus, 1766)。原記載において *Te. imbricata* の産地は、アメリカとアジアの海域とされたが (Linnaeus, 1766)、その後の精査により、バミューダ諸島 (Smith and Taylor, 1950) もしくはベリーズ (Schmidt, 1953) の西大西洋域であると推定されている。原記載に記されている単語の羅列 *Testudo pedibus pinniformibus, testa cordata subcarinata serrata: scutellis imbricatis, cauda squamata* からは「肢はヒレ状で羽のように広がっており、背甲はほぼハート形で縁は鋸歯状となっている。背甲の鱗は後部が重なっている」という特徴を有していることが読み取られ、現在のタイマイ *Eretmochelys imbricata* の特徴とほぼ一致する (Pritchard and Mortimer, 1999)。本種のタイプは、Smith and Smith (1980) によりスウェーデンのウプサラ大学に所蔵されている標本番号が ZIUS130 の個体であると推定されてきた。これは当該標本の背甲上に付されたラベルに *Te. imbricata* との学名が記されていることが原因の一つと考えられる。しかし、Linnaeus の様々な標本を調査した Wallin (1985) は、当該標本は現在の *Ch. mydas* の特徴を有しており、*E. imbricata* とは異なることを報告すると同時に、*Te. imbricata* のタイプは現存しないと結論付けた。

現在、本種は1種にまとめられているが、過去には10種以上が本種とは別種として記載され、現在までに同物異名とされてきた (Turtle Taxonomy Working Group, 2012)。それらのうち、インドのベンガルおよびシンガポールで得られた2個体をシントタイプとして記載さ

れた *Eretmochelys squamata* Agassiz, 1857 に関しては, 長年その分類学的位置についての議論がなされており, *E. squamata* として記載されたインドー太平洋産と, 大西洋産の *E. imbricata* の分類については, いまだ決着がつかない (van Dam and Diez, 1998a).

外部形態に差を認め, 両者を別種として分類する考えは Agassiz (1857) により記載された. すなわち, インドー太平洋産の *E. squamata* には, 大西洋産の *E. imbricata* に確認される第一椎甲板上のキールが存在しないこと, 成長に伴い背甲が円形から楕円形に変化する *E. imbricata* に対し, *E. squamata* は成長後も円形のままであることを根拠に, 両者は別種として分類された (Agassiz, 1857). また Carr (1952) は Agassiz (1857) の指摘したキール形質が成長によって異なることを指摘しながらも, 大西洋産, インドー太平洋産の集団間で頭部, 四肢の色彩, 背甲形態が異なることは支持し, 色が薄く細長い大西洋産を *E. i. imbricata*, 色が濃く丸いハート形をしたインドー太平洋産を *E. i. squamata* としてそれぞれ亜種レベルで分類した. しかし, Deraniyagala (1939), Smith and Taylor (1950), Hughes (1974) は色彩や外部形態から 2 つの集団に分類するのは不可能であることを指摘した. さらに Hughes (1974) は, 喜望峰周辺に西インド洋産と東大西洋産が混在することを根拠に, 両者に亜種の地位は与えられないとしている.

このような意見の対立に関し, Pritchard (1979) は形態学的分析が不十分であることを指摘しており, 色彩, 外部形態を異なる産卵集団, 同一個体群内での異なる年級群, 同一個体群内での雌雄といった群間で比較すれば, Agassiz (1857) の記載したインドー太平洋産の *E. squamata* の正否が明らかになるとしている. それに応じて, van Dam and Diez (1998a) は, タイマイのカリブ海産, 南アフリカ産, オーストラリア産の集団間で形態比較を行ない, 地域集団間で外部形態に変異が存在することを示したが, 用いられた標本数が少なく, 分類学的に意義のある評価はなされていない.

一方, 遺伝子を用いた系統学的な研究も行なわれている. Okayama et al. (1999) はカリブ海, インド洋, 太平洋から得られたミトコンドリア DNA ハプロタイプを分析し, カリブ海

産とインドー太平洋産には明瞭な分岐を認めているが、遺伝的距離は、アオウミガメとタイマイ間、すなわち種間に認められるほど大きくはないとしている。

以上のような状況から、タイマイ属 *Eretmochelys* にはタイマイ *E. imbricata* のみが存在するとされているが、いまだ分類学的混乱が解決したとは言い難い。

#### 2-1-4. ヒメウミガメ *Lepidochelys olivacea* (Eschscholtz, 1829)

Linnaeus (1758) によって最初のウミガメ類 2 種が記載されてから約 70 年後、Eschscholz (1829) によって本種が *Chelonia olivacea* として記載された。それによると、フィリピンのマニラ湾で得られた成体と幼体の標本 2 個体をタイプとして種記載されたが、その分布域の中心は中国周辺の海域であるとされている (Eschscholz, 1829)。2 個体のタイプのうち、イラストが示されている幼体は直甲長 7.0 インチ (177.8 mm)、直甲幅 6.5 インチ (165.1 mm) と背甲は幅広いハート型をしていること、7 枚の椎甲板は 5 枚が大きく前から 4 枚目と 6 枚目の 2 枚は小さいこと、左が 6 枚、右が 7 枚の肋甲板は全て幅が広く、一番前のものが小さいこと、項甲板を含む縁甲板は 27 枚であり、項甲板は第一椎甲板とほぼ同じ幅で、後方の縁甲板は縁が鋸歯状を呈していることなどのほか、頭部の大きさや鱗板について記載されている (Eschscholz, 1829)。一方、イラストが記載されていない成体は、直甲長 2.0 フィート 4.5 インチ (723.9 mm)、直甲幅 2.0 フィート (609.6 mm) と幼体と比較して、相対的に幅が狭いこと、縁甲部が直線的で、左右の肋甲板は各 7 枚であることなどに加えて頭部のサイズや鱗板、腹甲、尾部について記載されている (Eschscholz, 1829)。そして、色彩については 2 標本まとめて記載されており、頭部、背甲、四肢の背面はオリーブ色、それらの腹面は淡黄色、頸部ははっきりしない暗い色を帯びた茶色を呈することが記されている (Eschscholz, 1829)。

本種はアカウミガメ *Ca. caretta* と誤って同定されることが多く、それに伴い分布などの知見の集積が遅れたが、分類学的問題も生じている (Frazier, 1985)。最も大きな混乱としては、

それぞれ Philippi (1887) , Philippi (1899) により東太平洋のチリ沿岸から記載された *Thalassochelys tarapacona* Philippi, 1887 および *Thalassochelys controversa* Philippi, 1899 の扱いに関する事例がある。これらの2種は、1940年代には亜種レベルで分類されていたヒメウミガメ *Lepidochelys olivacea olivacea* の下位同物異名であることが指摘され (Deraniyagala, 1943), Yáñez (1951) もそれを支持した。しかし, Wermuth and Mertens (1961; 1977) はこれを支持せず, 前者がアカウミガメ *Caretta caretta* の, 後者がインド洋・太平洋産亜種 *Caretta caretta gigas* の下位同物異名であると指摘した。また, Loveridge and Williams (1957) は, *Th. controversa* をヒメウミガメ *L. olivacea* の, *Th. tarapacona* をアカウミガメ *Ca. caretta* の下位同物異名とした。しかし, Frazier (1985) は背甲および頭部の外部形態を観察し, 両者がともにヒメウミガメ *L. olivacea* の特徴を呈していることを指摘し, 現在これらの両種はヒメウミガメ *L. olivacea* の下位同物異名とされている (Turtle Taxonomy Working Group, 2012)。また, 日本においては長い間, アカウミガメの学名として *Caretta olivacea* もしくは *Caretta caretta olivacea* が用いられてきた (中村, 1957; 岡田, 1927)。そして, Stejneger (1907) においては, アカウミガメと記された種のイラストとして, *Chelonia olivacea* (Eschscholz, 1829) の原記載中に示されたイラストが引用されている。しかし, 中村・上野 (1963) によって, *Ca. olivacea* もしくは *Ca. ca. olivacea* には2つの異なる種が含まれていることが指摘され, 西村・原 (1967) によって, 日本沿岸にて確認された *Ca. caretta* と *Ca. olivacea* の外部形態が精査された。これによると, 背甲鱗板の枚数などの形態的特徴から, そのほとんどが *Ca. caretta* と同定され, 一部においては, *L. olivacea* と同定される個体が確認された。このことから, 西村・原 (1967) により, 日本近海で確認され, アカウミガメと呼ばれてきたものは *L. olivacea* ではなく *Ca. caretta* であることが明らかにされ, *Lepidochelys olivacea* に対して, 新たに標準和名ヒメウミガメが与えられた。

このような混乱が起きてきたものの, 現在は判別形質が明確にされているため (Pritchard and Mortimer, 1999), アカウミガメとヒメウミガメが混同されることは少なくなり, また,

分類学的問題も解決されている。

#### 2-1-5. ケンプヒメウミガメ *Lepidochelys kempii* (Garman, 1880)

Garman (1880) によって *Thalassochelys kempii* として記載された本種は、原記載によると、背甲は平らで、幅広なほぼ円形をしており、縁甲板はわずかに凹んでいること、*Th. caouana* (現在のアカウミガメ *Ca. caretta*) に認められるような肩や骨盤位置の椎甲板における丸みを帯びた突起はないこと、頭部は相対的に *Th. caouana* と *Ch. mydas* の中間的なサイズで、頭頂部はわずかに盛り上がっていることなどが特徴として記述されている。また、*Th. caouana* とは上記の特徴のほか、本種の方が、体高が低いこと、頭幅が狭いこと、顎が大きいことによって、*Th. olivacea* (現在のヒメウミガメ *L. olivacea*) とは、頭部の外部形態、特に *Th. olivacea* の頭部前方における幅が本種より狭くなる点によって、それぞれ区別されることが示されている (Garman, 1880)。

本種においては、*L. kempii* (Garman, 1880) のみが記載されているため、本種の記載以前に記載され、現在ヒメウミガメ *L. olivacea* の下位同物異名とされるものの中に本種と同種のものが含まれるか否かについては、今後精査の必要があるものと思われるが、現時点では分類学的混乱は起きていない。

#### 2-1-6. ヒラタウミガメ *Natator depressus* (Garman, 1880)

Garman (1880) によって、*Chelonia depressa* として記載された本種は、体が幅広く、平たいこと、背甲は中央からやや後方が最も幅広い楕円形を呈し、第二～四椎甲板の中央部は平らで縁が反り返っていること、背甲の左右肋甲板は各 4 枚、椎甲板は 5 枚、項甲板を含む縁甲板は 25 枚であること、頭部は大きく、幅広いこと、前肢は相対的に小さいことなどが特徴とされて独立種として記載された。なお本種は、アオウミガメ *Ch. mydas* と頭部の幅が相対的に広いことによって明瞭に区別できること、背甲の縁が反り返る特徴を有する種



はこれまで発見されたことはないことが指摘され、過去のいずれのウミガメ類とも異なることが新種の根拠とされている (Garman, 1880). また、本種はオーストラリア北部、おそらくトレス海峡で購入されたメスの成体と東インド洋で得られた孵化幼体に基づいて記載されたが (Barbour, 1914; Limpus et al., 1988), 本種の分類や学名に関しても変遷がある. Garman (1880) はホロタイプを指定しておらず、上記 2 個体をシントタイプとしたが、Fry (1913) に示された写真から、東インド洋で得られた孵化幼体が、典型的なアオウミガメ *Ch. mydas* であることが指摘された (Barbour, 1914).

その後 50 年間、本種の形態や分類についての研究はなされなかったが、Williams et al. (1967) の本種と *Ch. mydas* の外部形態の比較によって、議論が再開された. これにより、Fry (1913) によって指摘された頭蓋骨および外部形態の差異に加え、頭部における眼後板の枚数、前肢における鱗板の配列などによって、両者を判別できることが指摘された. Cogger et al. (1983) はこの形態差を認め、それまでシントタイプとされていたハーバード大学比較動物学博物館に所蔵されている MCZ R-4473 の標本を *Chelonia depressa* Garman, 1880 のレクトタイプとして指定した. その後、Zangerl et al. (1988) によって骨格についても分析がなされ、本種がそれまで含まれていたアオウミガメ属 *Chelonia* だけでなく、アカウミガメ属 *Caretta*、タイマイ属 *Eretmochelys* のいずれとも異なる結論付けられた. さらに Zangerl et al. (1988) は、*Natator tessellatus* McCulloch, 1908 に対して初めて提案された *Natator* McCulloch, 1908 に属すると指摘し、学名を現在の *Natator depressus* (Garman, 1880) に変更した. これにより、現在では本種の分類学的問題は解決されたと考えられている.

#### 2-1-7. ウミガメ科における分類学的混乱

これまで述べてきたとおり、現在 5 属 6 種が知られるウミガメ科においては、ケンプヒメウミガメを除く 5 属 5 種において、分類学的混乱が起きてきた過去があり、いまだにその混乱が解消されていない種も存在する (Parham and Zug, 1996; van Dam and Diez, 1998a;

Wallin, 1985). 例えば, アオウミガメ属およびタイマイ属に含まれるのは, それぞれ 1 種なのか, 2 種なのか, それとも 2 亜種なのかという点についてである. この点を明らかにするには, 世界各海域から得られた標本を用いた形態学および系統学的観点からの分析が必要と考えられる. また, 過去に記載されてきた 50 を超す種のタイプが, 現在同物異名関係にある種と同一か否かという点については, 世界各海域から得られた標本に過去に記載され, 現在は 6 種いずれかの同物異名とされる種のタイプシリーズを加えて, 形態および系統の分析が必要であると思われる.

ウミガメ科において, 近年の DNA 解析技術, 精度の発展, 向上により, 系統学的分析に基づく議論は進んでいるものの (Bowen and Karl, 2007; Bowen et al., 1994; Bowen et al., 1998; Dutton et al., 1996; Dutton et al., 1999; Karl and Bowen, 1999), 分類学が積極的に準拠するとされる外部形態の分析は (馬渡, 1994), いまだ不十分である (Pritchard, 1979; Schmidt, 1953). よって今後, ウミガメ科各種における外部形態および過去に記載され, 現在同物異名とされている種のタイプシリーズについては, 詳細な形態学的分析に基づいて, 分類学的問題が解決される必要がある.

## 2-2. 過去に記載されてきたウミガメ科のタイプ

### 2-2-1. 序論

地球上の大洋 (大西洋, インド洋, 太平洋, 地中海) に分布するウミガメ科においては, 世界各地から得られた標本を基にこれまで 50 以上の種が記載されてきた (Turtle Taxonomy Working Group, 2012). これらの過去に記載されてきた全ての種が, 現在認められている 6 種のいずれかの同物異名とされている (Dodd, 1988; Hirth, 1997; Marquez, 1994; Pritchard and Trebbau, 1984; Reichart, 1993; Turtle Taxonomy Working Group, 2012; Witzell, 1983). ところが, 前述の通り, ウミガメ科の動物は個体が大きく標本の管理や移動が難しいことに伴って, 分類を変更してきた過程において, 過去に記載された種のタイプを精査した研究は少ない

(Wallin, 1985). さらに問題なのは、種の記載に用いられたタイプの所在に関する資料は、一部の博物館がまとめている標本リスト (Anderson, 1900; Boulenger, 1889; Cogger, 1979; Holm, 1957; Lönnberg, 1896; Reynolds et al., 2007; Wallin, 1992; 2001) や一部の同物異名表などわずかしかな存在しない (Hirth, 1997; Wallin, 1985). しかし、過去に記載されてきた種間の関係性を明らかにするには、タイプが失われていたり、残されなかったりした場合を除いて、それらを基にした外部形態の比較を行なうことが必要不可欠である. そこで、今後、過去に記載されてきた種のタイプを用いた比較がなされることを想定し、現在世界各地の博物館をはじめとする施設に現存するウミガメ科のタイプについて、直接調査した結果を含めてまとめた.

#### 2-2-2. 材料と方法

過去に報告されてきた、各施設が所蔵するタイプや同物異名表 (Cogger, 1979; Hirth, 1997; Reynolds et al., 2007; Wallin, 1992; 2001), タイプの再調査に関する文献 (Wallin, 1985; Williams et al., 1967) に加えて、各博物館がそれぞれのウェブページにて公開している標本リスト、アメリカ合衆国においては Herp.net (<http://www.herpnet2.org/>) がまとめている同国の博物館所蔵標本に関するリスト、さらには過去に記載されてきた各種の原記載を用いて、これまでに記載されてきた種のタイプの所蔵施設を調べ、そこで著者が直接標本の確認を行なった. また、各標本に関して、記載時の種名、標本番号、記載者、記載年、タイプ産地、タイプの種類 (ホロタイプ、シンタイプなど)、標本の状態 (剥製、液浸、乾燥、背甲、骨格など) を記録し、ノギスを用いてサイズを計測し、デジタルカメラにて写真撮影を行なった. なお、サイズについては、背甲がある場合は標準直甲長 (Standard straight carapace length: SCL) もしくは直甲幅 (Straight carapace width: SCW), 背甲がない場合、頭部に関しては頭長 (Head length: HL), 頭骨の場合は最大頭骨長 (Maximum cranial length: LC1) もしくは頭蓋幅 (Width of cranium: WC) を示した (c.f. Kamezaki and Matsui, 1995; 図 2-1).

### 2-2-3. 結果

現在ウミガメ科に属するとされる 22 種 1 亜種 33 個体のタイプが，世界 7 ヶ国 10 施設に所蔵されていることが明らかになった (表 2-1)．以下にそれぞれ過去に記載され，タイプが現存していた種と，それらの種におけるタイプの保管状態および特徴について記す．なお，これまでにタイプが現存する可能性について指摘されてきた *Chelonia olivacea* Eschscholtz, 1829, *Chelonia lachrymata* Cuvier, 1829, *Chelonia maculosa* Cuvier, 1829, *Chelonia bicarinata* Lesson, 1831 の 4 種については，本研究の結果，現存しないことが明らかになった．

#### 2-2-3-1. *Testudo mydas* Linnaeus, 1758

本種はウミガメ科のうち，国際動物命名規約上，最古に記載された種である．原記載中でホロタイプが指定されておらず，2 個体のシタイプがそれぞれ，スウェーデンのウプサラ大学進化博物館 (Evolutionsmuseet Uppsala universitet) およびリンネ博物館 (Linné museet) に保管されている．ウプサラ大学に所蔵されている 1 個体は剥製 (UUZM19; 図 2-2) で，リンネ博物館に所蔵されている 1 個体は乾燥背甲 (UUZM26; 図 2-3) である．剥製のシタイプは SCL が 578 mm で，右前肢が外れているほか，右後肢の一部が損傷している．背甲においては後部を中心に縁甲板が剥離しているものの，損傷は認められない．乾燥背甲のシタイプは SCL が 462 mm で，損傷や鱗板の剥離はほとんど認められなかった．なお，本種のタイプ産地は英国領アセンション島とされている (Linnaeus, 1758)．

#### 2-2-3-2. *Chelonia pelagorum* Bory de Saint-Vincent, 1833

本種はホロタイプがフランスのパリ国立自然史博物館 (Muséum National d'Histoire Naturelle) に MNHN501-10 の標本番号が付されて保管されている．このホロタイプは SCL が 798 mm の剥製で (図 2-4)，全体的に損傷は認められないものの，左第 6～8 縁甲板付近において歪みが認められる．なお，本種はギリシャのモレーがタイプ産地とされている．

現在はアカウミガメ *Caretta caretta* の同物異名とされており (Turtle Taxonomy Working Group, 2012), 頭部の前額板が 5 枚, 背甲の肋甲板および椎甲板が各 5 枚である点など, 外見の形態的特徴から判断すると正しいと考えられる.

#### 2-2-3-3. *Chelonia dussumieri* Duméril & Bibron, 1835

本種は原記載中でホロタイプが指定されておらず, 2 個体のシントタイプがいずれもフランスのパリ国立自然史博物館 (Muséum National d'Histoire Naturelle) に保管されている. これら 2 個体のシントタイプは, SCL が 594 mm (MNHN516-3; 図 2-5) と 551 mm (MNHN516-4; 図 2-6) の剥製で, どちらも全体的に損傷は認められない. なお, 本種のタイプ産地はインドのマラバーとされている. 現在はヒメウミガメ *Lepidochelys olivacea* の同物異名とされており (Turtle Taxonomy Working Group, 2012), シントタイプ 2 個体とも前額板が 4 枚, 肋甲板, 椎甲板がそれぞれ 6 枚以上である点など, 外見の形態的特徴から判断すると正しいと考えられる.

#### 2-2-3-4. *Chelonia marmorata* Duméril & Bibron, 1835

本種はホロタイプおよび 1 個体のパラタイプがいずれもフランスのパリ国立自然史博物館 (Muséum National d'Histoire Naturelle) に保管されている. これらのホロタイプおよびパラタイプは共に剥製で, ホロタイプは背甲の椎甲板と肋甲板の一部に, パラタイプは椎甲板の一部に, それぞれ損傷および剥離が認められる. なお, それぞれの SCL はホロタイプが 1072 mm (MNHN506-32; 図 2-7), パラタイプが 659 mm であり (MNHN506-18; 図 2-8), タイプ産地は英国領アセンション島とされている. 現在はアオウミガメ *Chelonia mydas* の同物異名とされており (Turtle Taxonomy Working Group, 2012), ホロタイプ, パラタイプとも前額板が 2 枚, 肋甲板が 4 枚, 椎甲板が 5 枚である点など, 外見の形態的特徴から判断すると正しいと考えられる.

#### 2-2-3-5. *Eretmochelys squamata* Agassiz, 1857

本種は原記載中でホロタイプが指定されておらず、2 個体のシタイプがいずれもアメリカ合衆国のハーバード大学比較動物学博物館 (Museum of Comparative Zoology Harvard University) に保管されている。両者共に液浸標本で、椎甲板、肋甲板、縁甲板が剥離し、欠損している。これらの SCL は 73.1 mm (MCZ R-1415; 図 2-9) と 187.4 mm (MCZ R-1416; 図 2-10) で、前者はインドのベンガル産、後者はシンガポール産とされている。現在はタイマイ *Eretmochelys imbricata* の同物異名とされており (Turtle Taxonomy Working Group, 2012), シタイプ 2 個体とも前額板が 4 枚、肋甲板が 4 枚、椎甲板が 5 枚であり、それらの鱗板が瓦状に重なる点など、外見の形態的特徴から判断すると正しいと考えられる。

#### 2-2-3-6. *Thalassochelys corticata* Girard, 1858

本種はホロタイプがアメリカ合衆国のスミソニアン財団国立自然史博物館 (Smithsonian Institution National Museum of Natural History) に USNM7778 の標本番号が付されて保管されている。このホロタイプは SCL が 230.3 mm の剥製で (図 2-11), 左縁甲板の一部に剥離が認められる。なお、ポルトガルのマデイラ諸島がタイプ産地とされている。現在はアカウミガメ *Caretta caretta* の同物異名とされており (Turtle Taxonomy Working Group, 2012), 前額板、肋甲板、椎甲板がいずれも 5 枚である点など、外見の形態的特徴から判断すると正しいと考えられる。

#### 2-2-3-7. *Caretta squamosa* Girard, 1858

本種は原記載中でホロタイプが指定されておらず、シタイプがアメリカ合衆国のスミソニアン財団国立自然史博物館 (Smithsonian Institution National Museum of Natural History) に USNM220815 の標本番号が付されて保管されている。なお、複数の標本を基に記載されたものと思われるが、現存するのは 1 標本のみである。このシタイプは SCL が 637 mm

の乾燥背甲で左右の縁甲板に一部損傷が認められる (図 2-12). なお, このシントタイプはフィリピンのスル海で得られたものであるが, タイプ産地はスル海およびインド洋とされている. 現在はタイマイ *Eretmochelys imbricata* の同物異名とされており (Turtle Taxonomy Working Group, 2012), 肋甲板が 4 枚, 椎甲板が 5 枚であり, それらが瓦状に重なる点など, 外見の形態的特徴から判断すると正しいと考えられる.

#### 2-2-3-8. *Caretta rostrata* Girard, 1858

本種は原記載中でホロタイプが指定されておらず, 2 個体のシントタイプがアメリカ合衆国のスミソニアン財団国立自然史博物館 (Smithsonian Institution National Museum of Natural History) に保管されている. このうち USNM257185 の標本は背甲後部が一部欠損している他, 縁甲板に損傷が認められる. これにより参考値であるが, SCL が約 712 mm の乾燥背甲である (図 2-13). もう一方の USNM257186 は, SCL が 683 mm の乾燥背甲で, 縁甲板後部に損傷が認められる (図 2-14). 本種のタイプ産地はフィジー諸島とされている. 現在はタイマイ *Eretmochelys imbricata* の同物異名とされており (Turtle Taxonomy Working Group, 2012), シントタイプ 2 個体とも肋甲板が 4 枚, 椎甲板が 5 枚であり, それらが瓦状に重なる点など, 外見の形態的特徴から判断すると正しいと考えられる.

#### 2-2-3-9. *Chelonia formosa* Girard, 1858

本種のホロタイプはアメリカ合衆国のスミソニアン財団国立自然史博物館 (Smithsonian Institution National Museum of Natural History) に USNM257183 の標本番号が付されて保管されている. このホロタイプは SCL が 792 mm の乾燥背甲で (図 2-15), 左右の縁甲板に剥離, 肋甲板の一部に損傷が認められる. なお, フィジー諸島がタイプ産地とされている. 現在はアオウミガメ *Chelonia mydas* の同物異名とされており (Turtle Taxonomy Working Group, 2012), 肋甲板が 4 枚, 椎甲板が 5 枚である点など, その外見の形態的特徴から判断すると

正しいと考えられる。

#### 2-2-3-10. *Chelonia tenuis* Girard, 1858

本種はホロタイプがアメリカ合衆国のスミソニアン財団国立自然史博物館 (Smithsonian Institution National Museum of Natural History) に USNM257184 の標本番号が付されて保管されている。このホロタイプは SCL が 643 mm の乾燥背甲で (図 2-16), 背甲後部を中心に縁甲板の一部に剥離と損傷が認められる。なお, 米国領サモアのローズ諸島がタイプ産地とされている。現在はアオウミガメ *Chelonia mydas* の同物異名とされているが (Turtle Taxonomy Working Group, 2012), 肋甲板が 4 枚, 椎甲板が 5 枚であるが, それらが瓦状に重なる点など, 外見の形態的特徴から判断すると, 別種の可能性があると考えられる。

#### 2-2-3-11. *Chelonia albiventer* Nardo, 1864

本種はホロタイプがイタリアのヴェネツィア自然史博物館 (Museo di Storia Naturale di Venezia) に MSNVE04914 の標本番号が付されて保管されている。このホロタイプは SCL が 263.7 mm の剥製で (図 2-17), ほとんど損傷が認められない。なお, イタリアのアドリア海沿岸マラモッコがタイプ産地とされている。現在はアオウミガメ *Chelonia mydas* の同物異名とされており (Turtle Taxonomy Working Group, 2012), 前額板が 2 枚, 肋甲板が 4 枚, 椎甲板が 5 枚である点など, 外見の形態的特徴から判断すると正しいと考えられる。

#### 2-2-3-12. *Chelonia agassizii* Bocourt, 1868

本種はホロタイプがフランスのパリ国立自然史博物館 (Muséum National d'Histoire Naturelle) に MNHN507 の標本番号が付されて保管されている。このホロタイプは SCL が 584 mm の剥製で (図 2-18), 損傷や欠損はほとんど認められない。なお, グアテマラ共和国のナウアラテ川河口がタイプ産地とされている。現在はアオウミガメ *Chelonia mydas* の同物



異名とされているが (Turtle Taxonomy Working Group, 2012), 腹甲の色彩が黒色を呈しているなど, 外見の形態的特徴から判断すると別種の可能性があると考えられる.

#### 2-2-3-13. *Onychochelys kraussi* Gray, 1873

本種はホロタイプが指定されておらず, 2 個体のシタイプが英国のロンドン国立自然史博物館 (Natural History Museum) に保管されている. このうち 1 個体は SCL が 811 mm の剥製で (BM1947.3.5.43; 図 2-19), 左前肢の先端に損傷が認められる. もう 1 個体は頭蓋幅 (WC) 102.1 mm の頭骨で (BM1947.3.4.34; 図 2-20), 上顎, 下顎とも鱗板が残されているため, 頭蓋骨長の計測は不可能であるが, 損傷は認められない. なお, フランス領ギアナがタイプ産地とされている. 現在はタイマイ *Eretmochelys imbricata* の同物異名とされており (Turtle Taxonomy Working Group, 2012), 前額板が 2 枚, 肋甲板が 4 枚, 椎甲板が 5 枚である点や, 上顎, 下顎の先端が細くとがっている点など, その外見の形態的特徴から判断すると正しいと考えられる.

#### 2-2-3-14. *Cephalochelys oceanica* Gray, 1873

本種はホロタイプが英国のロンドン国立自然史博物館 (Natural History Museum) に BM1947.3.5.40 の標本番号が付されて保管されている. このホロタイプは頭長が 135.7 mm の頭部から両前肢にかけての部位の剥製で (図 2-21), 損傷や欠損は認められない. なお, アメリカ合衆国もしくはメキシコ合衆国の西岸がタイプ産地とされている. 現在はヒメウミガメ *Lepidochelys olivacea* の同物異名とされており (Turtle Taxonomy Working Group, 2012), 前額板が 4 枚で, 上顎先端が下方方向に尖るなど, 外見の形態的特徴から判断すると正しいと考えられる.

2-2-3-15. *Thalassochelys kempii* Garman, 1880

本種はホロタイプが指定されておらず、2 個体のシンタイプがアメリカ合衆国のハーバード大学比較動物学博物館 (Museum of Comparative Zoology Harvard University) に保管されている。1 個体は SCL が 683 mm の剥製で (MCZ R-46538; 図 2-22), 損傷は認められない。もう 1 個体は全身骨格で (MCZ R-46539; 図 2-23), 計測が不可能であった。また、椎骨板の一部に脱落が認められる。なお、本種のタイプ産地はメキシコ湾とアメリカ合衆国のフロリダとされている。

2-2-3-16. *Chelonia depressa* Garman, 1880

本種はレクトタイプがアメリカ合衆国のハーバード大学比較動物学博物館 (Museum of Comparative Zoology Harvard University) に MCZ R-4473 の標本番号が付されて保管されている。このレクトタイプは SCL が 893 mm の剥製で (図 2-24), 損傷は認められない。なお、本種はオーストラリア北部で購入されたメス成体の剥製および東インド洋から得られた孵化幼体の液浸標本を基に記載されたが、ホロタイプは指定されておらず、両者がシンタイプとして扱われていた。しかし、Barbour (1914) がシンタイプの 1 つである東インド洋産の孵化幼体は、現在のアオウミガメ *Ch. mydas* と一致することを指摘し、Cogger et al. (1983) が、原記載に用いられたシンタイプから、オーストラリア北部で購入されたメスの成体をレクトタイプとして指定した。

2-2-3-17. *Chelonia lata* Philippi, 1887

本種はホロタイプがチリのサンティアゴ国立自然史博物館 (Museo Nacional de Historia Natural) に MNHNCL1510 の標本番号が付されて保管されている。このホロタイプは SCL が 691 mm の剥製で (図 2-25), 縁甲部や、頭部の上顎、腹甲の辺縁部に一部損傷が認められるほか、頸部は脱落痕がある。なお、チリのバルパライソがタイプ産地とされている。

現在はアオウミガメ *Chelonia mydas* の同物異名とされており (Turtle Taxonomy Working Group, 2012), 前額板が 2 枚, 肋甲板が 4 枚, 椎甲板が 5 枚である点など, 外見の形態的特徴から判断すると正しいと考えられる.

#### 2-2-3-18. *Thalassochelys tarapacona* Philippi, 1887

本種はホロタイプがチリのサンティアゴ国立自然史博物館 (Museo Nacional de Historia Natural) に MNHNCL1511 の標本番号が付されて保管されている. このホロタイプは SCL が 581 mm の剥製で (図 2-26), 四肢の一部に穴が開いているほか, 背甲と腹甲の継ぎ目に隙間がある. なお, チリ沿岸がタイプ産地とされている. 現在はヒメウミガメ *Lepidochelys olivacea* の同物異名とされており (Turtle Taxonomy Working Group, 2012), 前額板が 4 枚, 肋甲板, 椎甲板が 6 枚である点など, 外見の形態的特徴から判断すると正しいと考えられる.

#### 2-2-3-19. *Thalassochelys controversa* Philippi, 1899

本種はホロタイプが, チリのサンティアゴ国立自然史博物館 (Museo Nacional de Historia Natural) に MNHNCL1512 の標本番号が付されて保管されている. このホロタイプは SCL が 572 mm の剥製で (図 2-27), 上顎先端に一部欠損が認められる. なお, チリ沿岸がタイプ産地とされている. 現在はヒメウミガメ *Lepidochelys olivacea* の同物異名とされており (Turtle Taxonomy Working Group, 2012), 前額板には奇形が認められるが, 肋甲板, 椎甲板が 6 枚以上である点など, 外見の形態的特徴から判断すると正しいと考えられる.

#### 2-2-3-20. *Caretta remivaga* Hay, 1908

本種はホロタイプおよび 1 個体のパラタイプがいずれもアメリカ合衆国のスミソニアン財団国立自然史博物館 (Smithsonian Institution National Museum of Natural History) に保管されている. これらのホロタイプおよびパラタイプは共に頭骨で, ホロタイプは損傷が認め

られないが、パラタイプは頭頂部を水平面と平行に切断されている。なお、それぞれの LC1 は、ホロタイプが 175 mm (USNM243393; 図 2-28), パラタイプが 178 mm であり (USNM220820; 図 2-29), タイプ産地はメキシコ合衆国のヴェントーサ湾とされている。現在はヒメウミガメ *Lepidochelys olivacea* の同物異名とされており (Turtle Taxonomy Working Group, 2012), 前前頭骨や, 前頭骨の配列など, 外見の形態的特徴から判断すると正しいと考えられる。

#### 2-2-3-21. *Natator tessellatus* McCulloch, 1908

本種はホロタイプがオーストラリア博物館 (Australian Museum) に AM R.4158 の標本番号を付されて保管されている。このホロタイプは SCL が 112.7 mm の液浸標本で (図 2-30), 損傷や欠損は認められない。なお, タイプ産地はオーストラリアの北部準州に位置するダーウィン港とされている。現在はヒラタウミガメ *Natator depressus* の同物異名とされており (Turtle Taxonomy Working Group, 2012), 背甲の縁が反り返り, 縁甲板が鋸歯状を呈する点など, 外見の形態的特徴から判断すると正しいと考えられる。

#### 2-2-3-22. *Caretta gigas* Deraniyagala, 1933

本種はホロタイプが英国のロンドン国立自然史博物館 (Natural History Museum) に BM1934.5.1.1 の標本番号が付されて保管されている。このホロタイプは SCL が 636 mm の乾燥背甲と頭部の液浸標本である (図 2-31)。背甲においては, 椎甲板, 肋甲板, 縁甲板に剥離が認められるものの, 損傷は認められない。頭部においては, 後部が水平面と垂直に切断されているのに加え, 前額板, 眼甲板, 額板および眼上板に剥離が認められる。なお, タイプ産地はスリランカのマンナー湾とされている。現在はアカウミガメ *Caretta caretta* の同物異名とされており (Turtle Taxonomy Working Group, 2012), 前額板が 4 枚, 肋甲板, 椎甲板が 5 枚である点など, 外見の形態的特徴から判断すると正しいと考えられる。

#### 2-2-3-23. *Chelonia mydas carrinegra* Caldwell, 1962

本亜種はホロタイプおよびパラタイプ 2 個体がいずれもアメリカ合衆国のロサンゼルス郡立自然史博物館 (Natural History Museum of Los Angeles County) に保管されている。このホロタイプは SCL が 540 mm の液浸標本で (LACM1696; 図 2-32), 肋甲板の一部に剥離が認められる。LACM1690 のパラタイプは SCL が 357 mm の液浸標本で (図 2-33), 損傷も剥離も認められない。また, LACM1700 のパラタイプは SCL が 683 mm の乾燥背甲で (図 2-34), 椎甲板に付近に穴が開いているほかは, 損傷などは認められない。なお本亜種は, ウミガメ科のうち, 最も新しく記載され, タイプ産地はメキシコ合衆国太平洋岸のバヒア・デ・ロサンヘレスとされている。現在はアオウミガメ *Chelonia mydas* の同物異名とされているが (Turtle Taxonomy Working Group, 2012), 腹甲の色彩が黄色を呈する標本と灰色を呈する標本があり, 外見の形態的特徴から判断すると, 複数種が混在している可能性が考えられる。

#### 2-2-4. 考察

本研究により, ウミガメ科 22 種 1 亜種 33 個体のタイプが現存することが明らかになった。これまでには少なくとも 54 の種, 亜種が記載されてきたことから (Turtle Taxonomy Working Group, 2012), 30 以上の種においてはタイプが存在しなかったことを意味する。タイプが現存する種, 亜種の記載は, 1700 年代に 1 種, 1800 年代に 17 種, 1900 年代に 4 種と, 記載が古い。この記載の古さが, タイプが存在していない理由を説明しているものと思われ, タイプの重要性の認識が甘く, 記載時にタイプを指定していなかったこと (例えば, Linnaeus, 1766), 経年によって, タイプが失われていることと関連していると考えられる (例えば, Eschscholtz, 1829)。

このように 30 以上の種においてタイプが存在しない状態は, 形態や遺伝子の比較が不可能であり, 今後の分類において混乱を招く危険性がある。よって, タイプの存在しない種においては, 原記載を参考にネオタイプを指定する必要がある。指定においては慎重に

なるべきであるが、一部の種、例えば *Caretta bissa* (Rüppell, 1835) や *Chelonia olivacea* (Eschscholtz, 1829), *Chelonia macropus* Girard, 1858 などにおいては、非常に精巧なイラストが残されており、中には産地も明らかなものもある。これまでにウミガメ科 6 種いずれかの同物異名とされてきた種の分類学的位置を明確にするには、イラストや産地、その他の文献を基にして、タイプの指定が進められることが重要であろう。

現存するタイプ 33 個体の保存状態は、剥製が 16 個体と最も多く、乾燥背甲が 7 個体、液浸が 5 個体でそれに続いた。その他、頭骨 3 個体、全身骨格 1 個体、同一個体の乾燥背甲と頭部液浸 1 個体が存在した。1900 年代に記載された 3 種 1 亜種 5 個体の標本のうち、2 種 1 亜種 4 個体に液浸が含まれる一方で、それ以前に記載された 18 種 28 個体には、1 種 2 個体の液浸が含まれるのみだった。一方、1900 年以前に記載された 18 種 28 個体の中には、剥製の 14 種 16 個体全てが含まれており、剥製が主流であった保管方法は、液浸中心に転換してきていることがわかる。

また、ウミガメ科に属する種を正しく分類するには、現存するタイプと分布域を網羅した標本を用いた形態学的、遺伝学的比較が必要不可欠である。タイプについては、本研究によって、ウミガメ科の過去に記載され、現在は 6 種いずれかの同物異名とされる種のタイプが現存する種、それらタイプの所蔵施設や標本番号およびそれらの保存状態が明らかになった。これは本科の分類学的研究に供するための基礎的資料となる。

これにより、タイプとの遺伝学的、形態学的比較を通じた、ウミガメ科に属する種の分類が進むことが期待される。ところが、ウミガメ科において、タイプとの比較はおろか、分布域を網羅した標本を用いた研究例でさえ多いとは言えない。その研究例としては、アオウミガメの頭骨の形態分析 (Kamezaki and Matsui, 1995)、アオウミガメの mtDNA (Bowen et al., 1992) および nDNA (Karl et al., 1992) の分析、アカウミガメの mtDNA の分析 (Bowen et al., 1994)、タイマイの mtDNA の分析 (Okayama et al., 1999)、ヒメウミガメの mtDNA の分析 (Bowen et al., 1998) が挙げられる。すなわち、遺伝学的研究は分布域を網羅した標本が用

いられているものの、多くの形態学的分析は、一部の海域に限られているのである (Figueroa and Alvarado, 1990; Kamezaki, 2003; van Dam and Diez, 1998a). これは、先にも述べたような理由で、外部形態の直接的な観察に難があるためだと思われる。これらに加えて、過去に記載され、現在は同物異名とされる種のタイプも世界中の博物館に分散して保管されており、直接観察することは困難である。しかし、一部の海域に限った形態学的分析では、ウミガメ科の複数種のように世界に広く分布する種の分類について論じるのは困難である。

このようなウミガメ科の分類における研究の現状から考えると、タイプから得られるサンプルを用いた遺伝学的研究を行なうのが最適であるように思われるが、いずれの種も記載が古いウミガメ科においては、標本の劣化や標本作成時に使用された薬剤の影響により、試料を遺伝学的研究に供することが不可能な場合もある。このため、科内の分類を整理するためには形態学的研究を行なうことが不可欠である。よって、本項でまとめたウミガメ科のタイプの所蔵情報から得られると考えられる形態データに加えて、分布域を網羅した標本を合わせて用いた比較形態学的分析が行われることが期待される。この分析は本研究第4章でアオウミガメに、第6章でタイマイに対して行ない、それぞれに複数の種が確認されたように、今後ウミガメ科の他種に対しても同様の研究がなされ、ウミガメ科内の分類が明らかにされることが期待される。

### 第3章 アオウミガメ *Chelonia mydas* に見られる形態変異

本章では、アオウミガメ *Chelonia mydas* の日本沿岸に生息する集団 (3-1) および大西洋、インド洋、太平洋の3大洋に生息する集団 (3-2) を対象として、それぞれの外部形態について分析を行なった。この分析により、日本沿岸の集団内、および3大洋の集団間に見られる形態変異について明らかにすることを目的とした。

#### 3-1. 日本沿岸に生息するアオウミガメ *Chelonia mydas* に見られる形態的二型

##### 3-1-1. 序論

アオウミガメ *Chelonia mydas* (Linnaeus, 1758) は、大西洋、インド洋、太平洋の温帯から熱帯にかけての海域に広く分布し (Iverson, 1992)、沿岸の浅海域は草食性である本種の摂餌域となっている (Hirth, 1997)。日本沿岸において、ほぼ全域からその出現情報が得られているが、関東と紀伊半島および四国の太平洋岸 (亀田・石原, 2009; 岡本他, 2011; 菅沼他, 2010; 谷口・亀崎, 2011)、九州の西岸、南西諸島沿岸の各海域に摂餌域が (亀田・石原, 2009; 亀田他, 2013)、小笠原諸島 (菅沼他, 1994; 山口他, 2005) および屋久島・種子島以南の南西諸島に産卵地が (亀崎, 1991; 菅野, 1980; Kikukawa et al., 1999; 大牟田, 1994; 竹下・亀崎, 2008)、それぞれ存在することが知られている。

本種の記載後、地球全域の様々な産地から得られた標本に基づいて記載され、現在のアオウミガメ属 *Chelonia* に属す種は合計26に及び、その全てが、アオウミガメ *Ch. mydas* の同物異名とされている (Turtle Taxonomy Working Group, 2012)。それでも、頭骨 (Kamezaki and Matsui, 1995) や産卵個体の体サイズ (Figueroa and Alvarado, 1990) において、アオウミガメには明瞭な形態変異が存在することが論じられてきた。これらの変異集団の分類学的位置については、多くの文献により議論されてきたが (例えば, Karl and Bowen, 1999; Parham and Zug, 1996)、アオウミガメに複数の種を認めるとする研究はなされていない。



また本種の形態的特徴としては、背甲はほぼ長円形で時に辺縁部が波型を呈すること、色彩は、変異に富む背側において、茶色や渋い薄茶色に黄色が混ざったもみ草色、その他暗い色調を呈し、腹側において、淡黄色を呈することが知られている (Pritchard and Mortimer, 1999).

一方、現在アオウミガメの亜種とされることのある、クロウミガメ *Chelonia mydas agassizii* Bocourt, 1868 はグアテマラのナウアラテ川河口で得られた標本に基づいて、Bocourt (1868) によって、*Chelonia agassizii* として種記載された。それ以来、本亜種はクロウミガメあるいは東太平洋アオウミガメとして長い間知られてきた。Carr (1952) や Pritchard (1997) は、本亜種の灰色から黒色を呈する腹側の色彩や後肢基部の背甲においてくびれが認められ、体高が高い外部形態において、典型的なアオウミガメとは明瞭に異なることを主張してきた。したがって、Kamezaki and Matsui (1995) や Pritchard (1999) は *agassizii* に亜種あるいは独立種の地位を与えることを提案してきた。しかし、遺伝子の分析結果に基づいたアオウミガメ種内の系統関係は他の地域個体群と側系統群をなすことを根拠に (Dutton et al., 1996; Karl and Bowen, 1999), クロウミガメがアオウミガメの単なる地域個体群であることを示していた。

日本沿岸に生息するアオウミガメは腹側が淡黄色を呈した、狭義のアオウミガメ *Ch. mydas sensu stricto* であることが知られているが (菅沼, 1994), 近年、日本沿岸においてもクロウミガメの特徴である腹側が灰色から黒色を呈するカメが確認されている (石井, 2008; 黒柳・亀崎, 1998; 大牟田, 2005)。このことは、異なった形態を持つアオウミガメ属の2種ないしは2亜種が同所的に分布していることを示唆している。しかし、クロウミガメとされた個体について詳細に検証されたことはなく、アオウミガメとの違いを検証しない限りは色彩の個体差に過ぎない可能性を否定できない。

そこで本研究では日本沿岸に生息する広義のアオウミガメ *Ch. mydas sensu lato* の外部形態に生じる変異を明らかにすることを目的として、形態学的分析を行なった。

### 3-1-2. 材料と方法

日本各地（最北は岩手県宮古市，最南は沖縄県竹富町黒島）で漁業によって偶発的に混獲された 118 個体，死亡して海岸に漂着した 1 個体，産卵のために上陸した 1 個体，水族館などで飼育されていた 5 個体，剥製 2 個体の合計 127 個体のアオウミガメ *Ch. mydas sensu lato* について外部形態を計測した．これら 127 個体中には 2 つの色彩型が含まれていたため，Pritchard and Trebbau (1984) を参考に，腹甲全体が白色から淡黄色のものを黄色型，腹甲全体あるいは亜縁甲板が灰色から濃灰色のものを黒色型として分けた (図 3-1)．

外部形態は 29 箇所の計測形質を定め，ノギスを用いて計測した (図 3-2)．背甲および腹甲については，ウミガメのサイズの指標である標準直甲長 (Standard straight carapace length: SCL) をはじめ，曲甲幅 (Curved carapace width: CCW)，左右第 1～12 縁甲板の前部接合部における直甲幅 (First marginal width to 12th marginal width: M1-M12)，項甲板中央と左右第 11 縁甲板と第 10 縁甲板との接合部外縁の直線距離 (Nuchal notch to left [right] 11th marginal: NL11 [NR11])，項甲板中央から第 5 椎甲板と第 4 肋甲板と第 11 縁甲板の交点までの直線距離の左右各々 (Nuchal notch to inner left [right] 11th marginal: NL11in [NR11in])，左右第 12 縁甲板の接合部の長さ (Twelfth marginal length: 12thL)，左右各々の第 12 縁甲板と第 11 縁甲板と第 5 椎甲板の交点間の直線距離 (Twelfth marginal minimum width: 12thW)，第 5 椎甲板の長さ (Fifth vertebral length: 5thL) と幅 (Fifth vertebral width: 5thW)，腹甲長 (Plastron length: PL) を，頭部については，鼻孔から後頭鱗板最後部までの長さ (Head length: HL)，頭部の最大幅 (Head width: HW)，背側における左右眼窩間幅 (Inter orbital width: IOW)，鼻の高さ (Nose height: NH) と幅 (Nose width: NW)，前部上顎高 (Rostrum height: RH) を計測形質として定めた．

得られた計測値のうち，黄色型と黒色型の各色彩型間での SCL の差異の有無について，Mann-Whitney の U 検定により比較した．解析には Microsoft Excel 2010 を用いた．

次に，用いた個体の計測値の等分散性を確保するために，上記の全ての計測値を対数変

換した後、x 軸に SCL、y 軸に各形態形質を取り、共分散分析 (Analysis of covariance) によって、傾きと切片をそれぞれ比較した。これにより、各色彩型間で SCL に対する各形態形質の成長について検討した。解析には統計ソフト R (R Development Core Team, 2010) を用いた。

### 3-1-3. 結果

日本沿岸に生息するアオウミガメ *Ch. mydas sensu lato* には、「黄色型」と「黒色型」の 2 つの色彩型が存在していたが、黄色型と判別されたのは 109 個体、黒色型と判別されたのは 18 個体であった。これら 2 つの色彩型の詳細な発見情報 (発見日、発見場所、SCL、雌雄、発見状況) は、Appendix I, II に示した。

各色彩型の SCL の平均値  $\pm$  標準偏差 (最小値 - 最大値, 個体数) は、黄色型が  $594 \pm 170$  mm (369 - 1007 mm, n=109) で黒色型は  $641 \pm 127$  mm (438 - 923 mm, n=18) であり、両色彩型間で有意な差は認められなかった (Mann-Whitney's U-test,  $U=750$ ;  $p > 0.05$ )。また、これらのうち、黄色型には、12 個体のオス、32 個体のメス、65 個体の雌雄不明個体が含まれ、黒色型には、4 個体のオス、5 個体のメス、9 個体の雌雄不明個体が含まれていた。さらにこれらの SCL は黄色型のオスが 396 mm から 919 mm、メスが 369 mm から 1007 mm、雌雄不明個体が 372 mm から 868 mm で、黒色型のオスが 601 mm から 923 mm、メスが 673 mm から 802 mm、雌雄不明個体が 438 mm から 680 mm であった。

次に、SCL と 28 形質を用いて、各形質の SCL に対する成長について、黄色型と黒色型の色彩型間で共分散分析によって比較した (表 3-1)。これによると、28 形質中 4 形質 (NL11, NR11, NL11in, NR11in) において、2 つの色彩型間の回帰線の傾きに有意な差異が認められ (図 3-3)、黄色型の方が黒色型よりも、回帰線の傾きの値が有意に大きかったが、残りの形質においては、有意な差は認められなかった。また、切片の値は、M3, M11, 12thL, PL, HW, NW の 6 形質において黄色型の方が、M1, NL11, NR11, NL11in, NR11in, HL の 6

形質において黒色型の方が、それぞれ有意に大きくなった。さらに、NL11, NR11, NL11in, NR11in においては、同じ SCL で比較した場合、全ての黒色型が黄色型よりも小さい値を示していた。すなわち、黒色型集団は NL11, NR11, NL11in, NR11in の距離が黄色型集団よりも短いことを示しており、黒色型集団では、甲幅が第 11 縁甲板前部付近で急激に狭くなることを示している (図 3-4)。

#### 3-1-4. 考察

本項で分析を行なった日本沿岸に生息するアオウミガメには、互いに外部形態および色彩が明瞭に異なる 2 つの形態型が含まれていた。このように明瞭に異なる 2 つの集団が同じ海域から確認されたことから、次に示す 2 通りの解釈ができる。1 つは、雌雄や年齢の違いなどに起因する種内の二型の存在で、もう 1 つは、生殖的に隔離された存在、すなわち生物学的種の存在である (Mayr, 1942)。1 つ目について検証すると、黄色型と黒色型の SCL には有意な差が認められず、両色彩型の SCL は大きく重複が認められた。よって、色彩型間の形態的差異は年齢や体サイズに起因するものではないといえる。これと同様に、2 つの色彩型には、それぞれ雌雄が含まれており、性的二型を示しているとも考えにくい (Appendix I, II 参照)。したがって、日本沿岸における広義のアオウミガメ *Ch. mydas sensu lato* に認められた 2 つの形態型は、互いに異なる生物学的種であると考えられる。

これまで、アオウミガメ属 *Chelonia* には数十年もの間、アオウミガメ *Ch. mydas* ただ一種が知られてきた (Witherington, 2006)。本種内に形態的に異なる集団が複数存在することに関し、Parker et al. (2011) も本項における黄色型こそが典型的なアオウミガメと考えている。その一方で、彼らは腹甲が灰色を呈する黒色型を ETP 型として扱い、狭義のアオウミガメと区別しながらも、亜種や種の地位を与えなかった (Parker et al., 2011)。しかしながら、本研究に用いた標本や、Parker et al. (2011) をはじめ様々な文献中に示されている他地域から得られた黒色型の標本は (例えば、Limpus et al., 2005)、腹甲の色彩や背甲などの形態的特徴

から判断すると、長い間東太平洋に生息すると主張されてきた亜種クロウミガメ *Ch. my. agassizii* と一致すると考えられる。日本沿岸において黒色型の生息が確認されたが、本集団はこれまで東太平洋のみが産卵地として知られ (Alvarado and Figueroa, 1991; Green, 1994; Green and Ortiz-Crespo, 1982; Juarez-Ceron et al., 2003; López and Arauz, 2003; Zarate et al., 2003), 日本での産卵は確認されていない。このため、黒色型が当該海域で繁殖しているか、それとも単に東太平洋などの別の海域から頻繁に長距離回遊しているだけなのかを明らかにするためにはさらなる研究が必要である。

黄色型と黒色型に該当する集団の外部形態の変異に関して、これまで統計的な解析は世界的にもなされてこなかった。したがって、本研究は初めて、狭義のアオウミガメ *Ch. mydas sensu stricto* とクロウミガメ *Ch. my. agassizii* の外部形態に統計的な有意差が存在することを明らかにしたことになる。また、その結果は、形態が明瞭に異なる 2 つの集団が同所的に存在することを示しており、*agassizii* に独立した種の地位を与えることを強く支持していた。今後、このような分類学的結論について確証を得るためには、さらなる遺伝的な解析や種概念に関する議論が必要であると考えられる。

### 3-2. アオウミガメ *Chelonia mydas* に見られる外部形態の地理的変異

#### 3-2-1. 序論

アオウミガメ *Chelonia mydas* (Linnaeus, 1758) が英国領アセンション島をタイプ産地として記載されて以降、欧米諸国の冒険家らによる航海で得られた標本に基づいて、ウミガメ科においても多数の種が記載された (例えば, Girard, 1858)。それらの一部が、本種の同種とされるに従って、分布域も明らかになってきた。本種が世界の大洋の熱帯から温帯にかけての海域に広く分布することは前述の通りであるが (Iverson, 1992), その主な産卵地としては、コスタリカのトルチュゲロ (Troëng and Rankin, 2005), 英国領アセンション島 (Godley et al., 2001), トルコ (Kasperek et al., 2001), オマーン (Ross and Barwani, 1982), マレーシア

のサラワクタートル諸島やサバタートル諸島が知られ (Chan, 2006), 熱帯の島嶼の海岸を中心に分布している (Hirth, 1997).

また, 地球上のアオウミガメの産卵地や分布が明らかになるとともに DNA 解析技術が向上したことによって, 様々な産卵地から得られた個体の DNA 解析が進められ, 本種の産卵地間, 海域間の系統関係や移動が明らかにされてきた (Dethmers et al., 2006; Dutton et al., 1996; Encalada et al., 1996; Karl and Bowen, 1999). 世界のアオウミガメについて mtDNA の ND4-LEU 領域および control region を分析し, それらの系統関係を示した Dutton et al. (1996) は, 本種が大西洋産と太平洋産に大きく分岐することを示した. また, Karl and Bowen (1999) も同様の研究結果を示している. これにおいて, フロリダ, ユカタン半島, アセンション島, ガラパゴス諸島, ハワイ諸島, オマーンの 5 つの地域から得られた本種の mtDNA および nDNA の分析結果を基に描かれた系統樹は, どちらも大西洋産とインド太平洋産の 2 つの枝に分岐した. そして, 大西洋とインド太平洋の各集団が「進化的に認められる単位 (Evolutionally Significant Unit: ESU)」(Moritz, 1994) に適合すると結論付けた. これにともない, Formia et al. (2006) は東大西洋の各地産とインド洋のコモロ諸島産の mtDNA に, 明瞭な遺伝的差異が認められることを示し, 異なる ESU (Moritz, 1994) に属するとした. これらの結果は Karl and Bowen (1999) のインド太平洋産と大西洋産に大きく分かれる結果を支持している. また, Encalada et al. (1996) はカリブ海および地中海を含む大西洋の産卵地間の本種の遺伝的関係を調べ, カリブ海西部と地中海で産卵するアオウミガメが 1 つの集団を, カリブ海東部と南大西洋および西アフリカで産卵する本種が別の集団を形成することを明らかにした. さらに, Dethmers et al. (2006) は太平洋およびインド洋東部の本種の mtDNA を調べ, ミクロネシア, パプアニューギニア, グレートバリアリーフ, サンゴ海, ニューカレドニアの集団と, サラワク, サバ, マレー半島, アル島, ベラウ諸島, ジャワ島, カーペンタリア湾西側, スル海の集団に分けた.

これらの遺伝的な研究結果を総括すると, アオウミガメは大きく分けて, 大西洋産とイ

ンドー太平洋産の二つの系統が存在し、それぞれの系統内でもいくつかの系統群に分岐することが明らかにされている。

このように DNA 解析により種内の系統関係が明らかにされてきた一方で、外部形態の地理的変異については研究が少なく、頭骨 (Kamezaki and Matsui, 1995) と体サイズ (Figueroa and Alvarado, 1990) の地理的変異の研究があるに過ぎない。すなわち、Kamezaki and Matsui (1995) は頭骨形態の地理的変異を明らかにし、その中でも東太平洋産の頭骨は独特な形態的特徴を有することを報告し、Figueroa and Alvarado (1990) は、東太平洋産と西大西洋産の産卵個体の体サイズに明瞭な差異が認められることを明らかにした。その他の形態的特徴については、東太平洋の一部を含む世界に広く分布する狭義のアオウミガメは腹側が白色から淡黄色を呈するのに対し、俗にクロウミガメと呼ばれる東太平洋を主な分布域とする集団は、腹側が灰色から黒色を呈することが知られている。

前述の通り、様々な海域のアオウミガメについては DNA 分析を中心とした研究結果に基づいて、特に東太平洋集団の分類学的位置を巡ってたくさんの議論がなされてきたが (Kamezaki and Matsui, 1995; Karl and Bowen, 1999; Pritchard, 1999; Parham and Zug, 1996), 外部形態に関する研究はいまだ不十分である。Carr (1972) や Parham and Zug (1996), Pritchard (1999) は、詳細な外部形態に関する解析がなされるまでは、東太平洋産の集団の分類学的位置を決定するのを控えるべきとしている。そこで本研究では、世界各地から得られたアオウミガメについて、外部形態を詳細に計測、分析することにより、本種の外部形態における地理的変異を明らかにすることを目的とした。

### 3-2-2. 材料と方法

本項では、日本沿岸、メキシコ合衆国太平洋岸、アメリカ合衆国フロリダ半島東岸の各海域から得られた 195 個体に加え、8 ヶ所の博物館 (Museo di Storia Naturale di Venezia, Muséum National d'Histoire Naturelle, Museum of Comparative Zoology Harvard University,

National Museum of Natural History Smithsonian Institution, Natural History Museum, Natural History Museum of Los Angeles County, Naturhistoriska riksmuseet, Netherlands Centre for Biodiversity Naturalis) に所蔵されていた 59 個体の計 254 個体を試料とした (用いた標本は Appendix III 参照). なお, 上記の博物館に所蔵されていたアオウミガメの標本は, 大西洋, インド洋, 西太平洋, 東太平洋の各産地で得られた標本からなる.

これらのデータは, 標本の産地によって 5 群, すなわち大西洋産 42 個体, インド洋産 11 個体, 西太平洋産黄色型 96 個体, 西太平洋産黒色型 9 個体, 東太平洋産 96 個体に分けて分析を行なった. このうち, 日本産の測定値は西太平洋産黄色型と西太平洋産黒色型に含まれている.

これらの 254 個体について, 確認できる個体は腹甲の色彩を観察した. その後, ノギスを用いて, 前章と同様な SCL, SCW, M1-M12, NL11, NL11in, 12thL, 12thW, 5thW の 19ヶ所の計量形質を測定した. これら 19 の形態形質の計測値を対数変換した後, 5 群に対して正準判別分析 (Canonical discriminant analysis) を行ない, 集団間の変異について分析した. また, 5 群に対して多群主成分分析 (Multiple group principal component analysis) を行ない, 得られた得点からサイズの影響を表す第一主成分得点を除いた残りの得点を用いて正準判別分析を行なった. 2つの正準判別分析により, 各群に属する個体がそれぞれ, 統計的にはいずれの群に該当するかを明らかにした.

また, 得られた第一, 第二, 第三, 第四正準判別得点のうち, 第一正準得点を x 軸に, 第二正準判別得点を y 軸にプロットした散布図を作成し, 5 集団間におけるプロットの重複の程度を観察した. なお, 以上の解析には SAS (1990) を用いた.

さらに, 上記の正準判別分析の結果明らかになった, 5 集団間の判別に最も寄与した形質を標準直甲長 (SCL) で除し, 得られた比率の値を各集団内で 0.005 ごとに区分したヒストグラムを作成し, その分布を観察した.



### 3-2-3. 結果

腹側の色彩を観察した結果、大西洋産、インド洋産、西太平洋産黄色型においては確認できた全ての個体 (149 個体中 141 個体) が白色から黄色を、西太平洋産黒色型および東太平洋産は確認できた全ての個体 (105 個体中 93 個体) が灰色から黒色を呈していた。また、標準直甲長の平均値 ± 標準偏差 (範囲, 個体数) は、それぞれ大西洋産  $421 \pm 140$  mm (254 - 851 mm, n=42), インド洋産  $705 \pm 292$  mm (400 - 1136 mm, n=11), 西太平洋産黄色型  $580 \pm 168$  mm (290 - 999 mm, n=96), 西太平洋産黒色型  $635 \pm 157$  mm (472 - 923 mm, n=9), 東太平洋産  $675 \pm 112$  mm (449 - 888 mm, n=96) であったほか、全形質の計測値の平均値 ± 標準偏差および最小値, 最大値は表 3-2 に示した。

単独の正準判別分析, 多群主成分分析後の正準判別分析のどちらとも, 本研究に用いた 5 群が大きな 2 つの集団, すなわち大西洋産とインド洋産および西太平洋産黄色型が 1 つの集団を, 西太平洋産黒色型と東太平洋産が 1 つの集団を形成した (図 3-5)。単独の正準判別分析により得られた得点は表 3-3 の通りであった。また, この結果の産地ごとの詳細は下記の通りであった。大西洋産は 42 個体中 37 個体が大西洋産と正しく判別され, 1 個体がインド洋産, 4 個体が西太平洋産黄色型とそれぞれ誤判別された。次に, インド洋産は 11 個体中 10 個体がインド洋産と正しく, 1 個体が西太平洋産黄色型と誤って判別された。同様に, 西太平洋産黄色型は 96 個体中 84 個体が正しく, 4 個体が大西洋産, 8 個体がインド洋産と誤って判別された。東太平洋産は 96 個体中 84 個体が正しく, 11 個体が西太平洋産黒色型に誤って判別された。最後に西太平洋産黒色型は 9 個体中 8 個体が正しく, 1 個体が東太平洋産に誤って判別された。

なお, 単独の正準判別分析においてこれらの 2 集団は, 第一正準軸によって明瞭に区別され, 第一正準軸を説明していた上位 3 形質は, 標準化正準判別係数値が高い順に, NL11, SCL, M7 であった (表 3-4)。なお, 西太平洋産黒色型と東太平洋産の群間, 大西洋産とインド洋産および西太平洋産黄色型の群間には第一, 第二, 第三正準軸のいずれにおいても

明瞭な差異は認められなかった。

そして、標準化正準判別係数値が最も高かった NL11 を SCL で除した NL11 / SCL の各集団の平均値 ± 標準偏差 (範囲, 個体数) は、それぞれ大西洋産  $0.901 \pm 0.012$  (0.875 - 0.927, n=42), インド洋産  $0.905 \pm 0.011$  (0.889 - 0.922, n=11), 西太平洋産黄色型  $0.911 \pm 0.009$  (0.890 - 0.936, n=96), 西太平洋産黒色型  $0.866 \pm 0.011$  (0.842 - 0.876, n=9), 東太平洋産  $0.862 \pm 0.011$  (0.830 - 0.887, n=96) であり、それらの分布を図 3-6 のヒストグラムに示した。これによると、大西洋産とインド洋産および西太平洋産黄色型の分布、西太平洋産黒色型と東太平洋産の分布にそれぞれ大きな重複が認められ、前者と後者の分布にはほとんど重複が認められなかった。

#### 3-2-4. 考察

本項では、世界中から集められたアオウミガメの標本を用いて外部計量形質の形態学的分析を行ない、2 つの形態的に異なる集団が存在することが明らかになった。すなわち、大西洋産、インド洋、西太平洋産黄色型が 1 つの集団を (以下、A 型とする)、西太平洋産黒色型と東太平洋産の集団がもう 1 つの集団 (以下、B 型とする) をそれぞれ形成していた。それらの形態的特徴について説明し、その示された特徴から、それぞれの集団について種同定を試みた。

まず、A 型は共通して背甲後部の辺縁部が滑らかに丸い特徴を呈し (図 3-6)、腹甲の色彩を確認することができた 141 個体全てにおいて白色から淡黄色を呈していた。このような外部形態の特徴や世界の幅広い海域から確認されたことから考えると、狭義のアオウミガメ *Chelonia mydas sensu stricto* と考えられる (Iverson, 1992; Pritchard and Mortimer, 1999)。

次に、B 型は背甲後部の辺縁部が内側に入り込み、最後部が後方に伸びているなどといった特徴を呈しており (図 3-6)、腹甲の色彩を確認することができた 93 個体全てにおいて、灰色から濃灰色を呈していた。このような特徴に加え、それらの個体の多くは東太平洋産

であったことから考えると、クロウミガメ *Ch. my. agassizii* と考えられる (Bocourt, 1868; Pritchard, 1997; Seminoff, 2000).

これまでに本種の形態については、頭骨形態の地理的変異 (Kamezaki and Matsui, 1995) および体サイズの地理的変異 (Figueroa and Alvarado, 1990) に関して研究がなされてきた。Kamezaki and Matsui (1995) はコスタリカのトルチュゲロ、ガイアナ、コモロ諸島、セーシェル諸島、小笠原諸島、ガラパゴス諸島から得られた頭骨において、コモロ諸島とセーシェル諸島を除き全て異なること、中でもガラパゴス諸島産が、特に他産地と異なることを示した。一見すると、本研究との一致点が認められないように思われるが、小笠原諸島で産卵する個体から黒色型が発見された例はなく、分析されたものはいずれも黄色型と考えられる。よって、西太平洋産黄色型と東太平洋産が明瞭に異なるという点で本研究と一致していることになる。また、大西洋産やインド洋産については、外部形態よりも頭骨の方が、詳細な地理的変異を観察できることを意味している。

一方、Figueroa and Alvarado (1990) はトルチュゲロ産の *Ch. my. mydas* とメキシコのミチョアカン産の *Ch. my. agassizii* の産卵個体の体サイズに地理的変異が認められ、ミチョアカン産がトルチュゲロ産より、有意に小さいことを示した。頭骨および産卵メスの体サイズの地理的変異に関する研究から得られた、東太平洋の集団が他海域の集団と明瞭な形態的差異が認められるという点は、本研究の結果ともよく一致している。

このように形態は、広義のアオウミガメを 2 つの集団に分けることを支持しているが、遺伝子を用いた研究は mtDNA も nDNA でも形態での分け方を支持せず、大西洋産とインド太平洋産とを分けることを支持している (Dutton et al., 1996; Karl and Bowen, 1999)。また、Karl and Bowen (1999) は、東太平洋の腹側の色彩が黒い集団を遺伝的には隔離されていない単なる色彩の黒い変異個体の集合だとしている。しかし、彼らの研究に用いられた東太平洋産の試料はガラパゴス諸島産の孵化幼体であるが、それらの個体が黄色型なのか黒色型なのかは明らかでない。また、ガラパゴス諸島で産卵する個体は黒色型 (*Ch. my. agassizii*)

とされているが、それを確認した研究は行なわれていない。ガラパゴス諸島 (Green, 1994) やメキシコ太平洋岸には、黒色型と黄色型がともに存在することが明らかになっており、Karl and Bowen (1999) が用いた試料が黄色型であった可能性もある。黄色型と黒色型の正しい系統関係を示すためには、色彩型および外部形態を判別した上で、DNA 分析をすべきと考えられる。

生物は同種であっても、地域ごとに少しずつ形態の変異が存在することがしばしばあり (例えば, Hill, 1993; Huang and Lin, 2010; Mazák, 2010), 環境要因を受けてその変異が生じると考えられる。そして、それらの変異集団間に遺伝学的隔離が認められた場合、互いに独立した亜種や種として記載されることが多い (例えば, Brown et al., 2012; Hart et al., 2012; Sekiya et al., 2012)。遺伝的隔離の程度はいまだ明らかではないものの、本研究にてアオウミガメには外部形態が明瞭に異なる、黄色型と黒色型の形態的二型の存在を確認した。また、文献記録も合わせて考えれば (Green, 1994), 太平洋の西部および東部においては両方の型が同所的に生息していることを示している。すなわち、この現象は両者の間に遺伝的隔離が存在し、形態的に分化が生じていることを強く支持している。よって、それに従うならば、現在はアオウミガメ *Chelonia mydas* 一種もしくは *Ch. my. mydas* と *Ch. my. agassizii* の二亜種とされる本種については、黒色型を独立種 *Chelonia agassizii* Bocourt, 1868 として再記載する必要性を含めて、その分類学的位置について再検討する必要があると考えられる。よって、次の第4章では、これらの2つの集団の学名と分類学的位置について再検討を行なう。

## 第4章 アオウミガメ属 *Chelonia* の分類の再検討

### 4-1. 序論

アオウミガメ *Chelonia mydas* (Linnaeus, 1758) は, *Testudo mydas* として, 英国領アセンション島から得られた標本に基づいて記載された (Iverson, 1992). また, Fitzinger (1843) は, *mydas* の属名をアオウミガメ属 *Chelonia* Brongniart, 1800 とした. アオウミガメ *Chelonia mydas* (Linnaeus, 1758) に続いて, 多くの種や亜種が記載され (例えば, Bocourt, 1868; Caldwell, 1962; Girard, 1858), その際用いられたタイプが世界の博物館に収蔵, 保管されている (第2章参照).

過去に記載され, アオウミガメ *Ch. mydas* の同物異名とされる種は 25 種 1 亜種存在する (Turtle Taxonomy Working Group, 2012). これら 26 の種, 亜種のうち, タイプシリーズが現存するものは, それぞれタイプ産地が, アセンション島 (英国領) の *Testudo mydas* Linnaeus, 1758 および *Chelonia marmorata* Duméril & Bibron, 1835, フィジー諸島の *Chelonia formosa* Girard, 1858, ロサ島 (米国領サモア) の *Chelonia tenuis* Girard, 1858, マラモッコ (イタリア) の *Chelonia albiventer* Nardo, 1864, ナウアラテ川河口 (グアテマラ共和国) の *Chelonia agassizii* Bocourt, 1868, バルパライソ (チリ) の *Chelonia lata* Philippi, 1887, バヒア・デ・ロサンヘレス (メキシコ合衆国) の *Chelonia mydas carrinegra* Caldwell, 1962 の 7 種 1 亜種である.

このように一部の種においては原記載に用いられた標本が残されているものの, それらが他種と形態的に比較された研究は皆無である. また, これらの標本は非常に古く, かつ薬剤による処理がなされているものが多いために, 遺伝子解析などの分子生物学的手法を用いた研究は難しいと思われる. 従って, これまで原記載のイラストや写真に基づいて種が同定されているものの, 種の表徴となる形質について十分な議論がなされているとはいえず, 誤同定が起こる可能性は否定できない. また, これらの過去に記載された種は, 現

在その全てが *Ch. mydas* の同物異名とされているが (Hirth, 1997; Turtle Taxonomy Working Group, 2012), *Ch. mydas* のタイプシリーズのうち, 少なくとも 2 個体が, 現在のアカウミガメ *Caretta caretta* であることが Wallin (1985) によって明らかにされている.

また, 世界各地のアオウミガメにおいては, ガラパゴス諸島産の頭骨が他産地のものと顕著に異なることが明らかにされている (Kamezaki and Matsui, 1995). さらに, 本研究の第 3 章により, アオウミガメ *Ch. mydas* 種内には外部形態が明瞭に異なる 2 つの集団が同所的に存在することが明らかになった. これらの研究結果は, 現在, アオウミガメ *Ch. mydas* 1 種, あるいはそれにクロウミガメ *Ch. my. agassizii* を加えた 1 種 1 亜種とする説が有力な本属の分類について見直す必要があることを示唆している.

そこで本研究では, 過去に記載されタイプシリーズが現存している 7 種 1 亜種について, 外部形態を観察した後, 現在生息が確認されているアオウミガメ属の 2 集団のうち, どちらの集団に属するかを明確にすることにより, それら集団の種同定を行なうとともに, 分類学的位置を再検討することを目的とした.

#### 4-2. 材料と方法

本章では, 日本沿岸, メキシコ合衆国太平洋岸, アメリカ合衆国フロリダ半島東岸の各海域から得られた 195 個体に加えて, *Testudo mydas* シンタイプ 2 個体, *Chelonia marmorata* ホロタイプおよびパラタイプ 1 個体, *Chelonia tenuis* ホロタイプ, *Chelonia formosa* ホロタイプ, *Chelonia albiventer* ホロタイプ, *Chelonia agassizii* ホロタイプ, *Chelonia lata* ホロタイプ, *Chelonia mydas carrinegra* ホロタイプおよびパラタイプ 2 個体の 7 種 1 亜種のタイプ合計 12 個体と, 大西洋, インド洋, 西太平洋, 東太平洋の各地産の標本 59 個体の計 266 個体を試料とした. なお, タイプおよび産地の明らかな標本は, Museo di Storia Naturale di Venezia, Museo Nacional de Historia Natural, Muséum National d'Histoire Naturelle, Museum of Comparative Zoology Harvard University, National Museum of Natural History Smithsonian

Institution, Natural History Museum, Natural History Museum of Los Angeles County, Naturhistoriska riksmuseet, Netherlands Centre for Biodiversity Naturalis の9ヶ所の博物館に収蔵されていた (用いた標本は Appendix IV 参照).

これらのデータは, タイプを除き, 第3章の結果に基づいて2群, すなわち大西洋産42個体, インド洋産11個体, 西太平洋産黄色型96個体を合わせた149個体 (以下, A型とする) と, 西太平洋産黒色型9個体, 東太平洋産96個体を合わせた105個体 (以下, B型とする) に分けて分析を行なった. このうち, 日本産の測定値はA型とB型に含まれている.

上記のうち, 外部形態の観察により, アオウミガメ属ではないと考えられた *Testudo mydas* シンタイプ2個体と *Chelonia tenuis* ホロタイプを除く, 263個体について, ノギスを用いて, 前章と同様な SCL, SCW, M1-M12, NL11, NL11in, 12thL, 12thW, 5thW の19ヶ所の計量形質を測定した.

A型およびB型を目的変数, 上記の計測値を対数化した値を説明変数とし, 各種のタイプシリーズは目的変数を指定せず, 判別分析 (Discriminant analysis) を行なった. これにより, 各種のタイプシリーズがA型とB型2つの形態集団のうち, いずれに該当するかを明らかにした. なお, 解析には EXCEL 多変量解析 Ver.5.0 (エスミ社) を用いた.

#### 4-3. 結果

用いた標本の外部形態の観察の結果, *Testudo mydas* のシンタイプ2個体においては, Wallin (1985) により指摘されていたように, 現在のアカウミガメの特徴を呈していた (図 2-2, 図 2-3 参照). また, *Chelonia tenuis* のホロタイプにおいては, 明らかに *Ch. mydas* とは異なり, 背甲中央の椎甲板において, 瓦状に重なった特徴を呈していた (図 2-16 参照). よって, *Te. mydas* のシンタイプ2個体および *Ch. tenuis* のホロタイプは以降の解析から除外した.

計測を行なった各集団の SCL の平均値  $\pm$  標準偏差 (最小値 - 最大値, 個体数) は, A型 (大西洋産とインド洋産および西太平洋産黄色型) が  $544 \pm 191$  mm (254 - 1136 mm, n=149),

B 型 (西太平洋産黒色型および東太平洋産) が  $672 \pm 116$  mm (449 - 923 mm, n=105) であった。また、それぞれのタイプシリーズの SCL は *Chelonia marmorata* のホロタイプが 1072 mm, パラタイプが 659 mm, *Chelonia formosa* のホロタイプが 792 mm, *Chelonia albiventer* のホロタイプが 264 mm, *Chelonia agassizii* のホロタイプが 584 mm, *Chelonia lata* のホロタイプが 691 mm, *Chelonia mydas carrinegra* のホロタイプが 540 mm, パラタイプ 2 個体は LACM1690 が 357 mm, LACM1700 が 683 mm であった。なお, A 型, B 型の各形質の平均値  $\pm$  標準偏差, 最小値, 最大値と各種のタイプの各形質の計測値は表 4-1 に示した。

判別分析の結果, *Chelonia marmorata* のホロタイプおよびパラタイプ, *Chelonia formosa* のホロタイプ, *Chelonia albiventer* のホロタイプ, *Chelonia lata* のホロタイプ, *Chelonia mydas carrinegra* のパラタイプ 1 個体 (SCL: 357 mm; LACM1690) の合計 4 種 1 亜種 6 個体が A 型に, *Chelonia agassizii* のホロタイプ, *Chelonia mydas carrinegra* のホロタイプおよびパラタイプ 1 個体 (SCL: 683 mm; LACM1700) の合計 1 種 1 亜種 3 個体が B 型にそれぞれ判別された (表 4-2)。

#### 4-4. 考察

アオウミガメ *Ch. mydas* においては, 分布域の大部分を網羅した標本およびこれまでに記載された種のタイプの形態学的分析から, 明瞭に異なる 2 つの集団 (A 型: 大西洋産, インド洋産, 西太平洋産黄色型, B 型: 西太平洋産黒色型, 東太平洋産) が存在することと, 過去に記載された種のうち, それら 2 つの集団とそれぞれ形態的に一致する種が明らかになった。これら A 型および B 型の 2 つの形態集団は, 西太平洋において, 同所的に分布しており (第 3 章参照), 外部形態が明瞭に異なることが明らかになった。また, 外部形態の評価は行っていないものの, 東太平洋においても, ガラパゴス諸島では 2 つの色彩型が同所的に分布することが知られており (Green, 1994), リビリヤヒヘドス諸島では 2 つの色彩型が同所的に産卵することも知られている (Juarez-Ceron et al., 2003)。これらのことから, A



型および B 型の 2 つの形態集団は、遺伝的に隔離されていると考えられ、両者は互いに独立した種と考えるのがふさわしい。そこで、それらの分類学的位置および学名について、過去の記載を含め、総合的に考察する。

まず、A 型と同一と判別されたのは、*Ch. marmorata*, *Ch. albiventer*, *Ch. formosa*, *Ch. lata* および *Ch. my. carrinegra* の一部 (LACM1690) であったが、そのタイプ産地は順に、アセンション島、イタリアのマラモッコ、フィジー諸島、チリのバルパライソ、メキシコのバヒア・デ・ロサンヘレスとされている。すなわち、大西洋、地中海、西太平洋、東太平洋と広く分布していることを裏付けた。また、これらのタイプおよび A 型に属す個体のうち、腹側の色彩が確認できた全ての標本は白色から淡黄色を呈していた。このような分布と色彩、第 3 章で明らかになった通り背甲後部の辺縁部が滑らかに丸いと言った特徴から、A 型およびこれらの 4 種と 1 亜種の一部は典型的なアオウミガメ *Chelonia mydas* (Linnaeus, 1758) と同種であると考えられた。

次に、B 型と同一と判別されたのは、*Ch. agassizii* および *Ch. my. carrinegra* のホロタイプとパラタイプ 1 個体 (LACM1700) であり、これらのタイプ産地はそれぞれグアテマラのナウアラテ川河口とメキシコのバヒア・デ・ロサンヘレスであった。すなわち両者とも東太平洋であり、東太平洋産が多くを占める B 型と一致したことも前章の結果と矛盾しない。また、これらのタイプおよび B 型に属す個体のうち、腹側の色彩が確認できた全ての標本は灰色から黒色を呈していた。なお、第 3 章で B 型において確認された、後肢基部の背側がくびれること、腹側が黒いことなどの形態的特徴を有する種のうち、最も古くに記載されたのは、本章の分析にもホロタイプを用いた *Ch. agassizii* である。よって、B 型および *Ch. my. carrinegra* のホロタイプとパラタイプ 1 個体 (LACM1700) はクロウミガメ *Chelonia agassizii* Bocourt, 1868 であると考えられた。

なお、*Chelonia mydas carrinegra* は、そのホロタイプが *Ch. agassizii* と同種であったため、本亜種 *Ch. my. carrinegra* は *Ch. agassizii* の下位同物異名とするのが妥当である。しかし、本

亜種のパラタイプには、先に述べたアオウミガメ *Ch. mydas* と同定される 1 個体 (LACM1690) が含まれていた。すなわち、パラタイプには異なる 2 種が含まれており、今後、取り扱いには注意する必要がある。

アオウミガメ属 *Chelonia* には以上の 2 種が存在することが明らかになったが、このうち *Ch. mydas* (Linnaeus, 1758) においては、現存するシンタイプ 2 個体がアカウミガメ *Caretta caretta* と同定されている (Wallin, 1985)。このため、アオウミガメの学名については、次の 2 つのうちどちらかにされる必要がある。1 つ目は現在の *Chelonia mydas* (Linnaeus, 1758) が維持される場合で、2 つ目は学名に変更が生じ、*Chelonia viridis* (Schneider, 1783) とされる場合である。

まず *Ch. mydas* が維持される場合についてである。本種のタイプは、Linnaeus の弟子であった Carl Peter Thunberg がラベルに学名を記載した可能性があり、その Thunberg は彼自身のコレクションにおいて、現在の *mydas* 全てに *caretta* と記載していることが明らかにされている (Wallin, 1985)。すなわち、現存する *mydas* のタイプは Linnaeus の意図する *mydas* ではない可能性もある。これに伴って、Linnaeus の意図する *mydas* が現在の *mydas* であることが明らかにされれば、幸いにも現存する Linnaeus (1754) に記載され、現在の *mydas* と同定される標本群からネオタイプを選定し、*Chelonia mydas* (Linnaeus, 1758) を維持するのが自然である。

しかし、現存する *Testudo mydas* Linnaeus, 1758 のシンタイプが Linnaeus (1758) の意図する *mydas* そのものであれば、アオウミガメの学名は変更する必要が生じ、Linnaeus (1758) の次に古く、本種に与えられたとみられる *Chelonia viridis* (Schneider, 1783) がふさわしい。

このように、アオウミガメの学名については *Ch. mydas* (Linnaeus, 1758) の扱いに応じて、今後、再度選定される必要があるが、それが明らかになるまでは、すでに広く使用されていることから、従来通り *Chelonia mydas* (Linnaeus, 1758) としておくのが妥当である。

## 第5章 タイマイ *Eretmochelys imbricata* に見られる外部形態の地理的変異

### 5-1. 序論

タイマイ *Eretmochelys imbricata* (Linnaeus, 1766) は、アメリカとアジアの海域で得られた標本に基づいて記載された。その後、本種のタイプ産地は西大西洋域に限定されたが (Schmidt, 1953; Smith and Taylor, 1950), 本種もアオウミガメと同様に、大西洋だけではなくインドー太平洋にも広く分布している (Iverson, 1992; Witzell, 1983)。また、本種はウミガメ科の他種と比較して、移動範囲が狭いことが、多くの文献により明らかにされている (例えば, Blumenthal et al., 2009; van Dam and Diez, 1998b)。このように大洋にまたがって広く分布し、地理的な固執性が高い動物であることから、地域的に遺伝的な分化が進んだり、さらにはそれが形態的な分化を引き起こしたりすることも容易に考えられる。

しかしながら、DNA を用いたタイマイの地理的変異に関する遺伝学的研究は、近年になって進められるようになってきたものの (例えば Nishizawa et al., 2010; Okayama et al., 1999), 形態学的に分析された例は非常に少ない (van Dam and Diez, 1998a)。

汎世界的に広く分布するタイマイの形態に関する比較研究は、当然ではあるが、分類を意識して行なわれてきた。しかし、形態を統計的に比較した研究はほとんど行なわれず、各地のタイマイについて個々に形態の記載が行なわれる時代が最近まで続いた。Agassiz (1857) は、現在は *E. imbricata* の下位同物異名とされるインドー太平洋産の集団を背甲上のキールなどの外部形態や色彩が異なることを根拠に *E. squamata* として記載した。Carr (1952) は、Agassiz (1857) によって両種の判別基準とされたキールの形質は、個体の年齢や雌雄によって影響を受けるために信頼できないとした。このため、種の地位は認めなかったが、色彩と背甲の外部形態に基づいて、大西洋産に *E. i. imbricata*, インドー太平洋産に *E. i. squamata* の亜種の地位をそれぞれ与えた。また、Smith and Smith (1980) はこのうち、インドー太平洋産の特徴として、背甲中央の連続的なキール、より顕著な腹甲上のキール、若

齡個体の腹甲上の黒色斑などを追記した。ところが、これらの研究は、標本を各産地から集め比較するという、比較形態学の基本的な手順を踏んでおらず、科学的な根拠が乏しいものであった。

そのような状況において、van Dam and Diez (1998a) は、自らの調査地であるカリブ海のタイマイの形態を、オーストラリアや南アフリカに産するものと比較した。その結果、カリブ海の個体群は、オーストラリアや南アフリカの個体群と比較して、標準直甲長に対する直甲幅が狭いことも明らかになった。このような結果は、本種の外部形態が地域個体群間で異なることを示唆しているが、統計的な解析はなされていない。また、大西洋産の *E. i. imbricata* とインド太平洋産の *E. i. bisssa* の特徴について示した Ernst and Barbour (1989) および Ernst and Lovich (2009) においても、両亜種を特徴づけているキールの形質や、黒化の程度は成長や年齢に伴って変化するため、両亜種間の真の関係を明確にするには、良い量の形質を用いた形態学的な分析が必要であるとされている。

そこで本研究では、最終的にはタイマイ属 *Eretmochelys* に属する種の分類学的研究の基礎的資料を得るために、本種の主要な生息域である、カリブ海を含む西大西洋、インド洋、西太平洋から得られた個体の外部形態を計測し、各海域間での形態変異の有無について比較、検討した。

## 5-2. 材料と方法

本研究には、海域間の形態的差異とともに各海域内での成長に伴う変異を観察するため、標準直甲長 (SCL) が 302~600 mm の亜成体を西大西洋産 (カリブ海産を含む) 100 個体、インド洋産 172 個体、西太平洋産 186 個体の合計 458 個体と、幼少時の外部形態の変異を観察するため、SCL が 37.4~76.5 mm の孵化幼体を含む幼体を西大西洋産 (カリブ海産を含む) 28 個体、インド洋産 10 個体、西太平洋産 30 個体の合計 68 個体を用いて別々に分析した。なお、成体については、十分な数の標本が得られなかったため、本研究では扱わなかった。

まず、亜成体については SCL と直甲幅 (Straightcarapace width: SCW) の関係について検討した。試料はカリブ海プエルトリコのモナ島産、インド洋モルディブ諸島産、南西諸島を中心とした日本産に加え、世界 7 ヶ所の博物館 (Natural History Museum, Museum of Comparative Zoology Harvard University, Muséum National d'Histoire Naturelle, Naturhistoriska riksmuseet, Netherlands Centre for Biodiversity Naturalis, National Museum of Natural History Smithsonian Institution) に所蔵されていた標本を用いた。なお、用いた博物館所蔵標本は Appendix V に示した。これらの試料ごとに SCL と SCW の 2 つの外部計量形質を、ノギスを用いて計測した (図 5-1)。これらの個体の外部形態について 3 海域集団間で比較を行なった。用いた個体の計測値の等分散性を確保するために、x 軸に対数変換した SCL の値、y 軸に対数変換した SCW の値を取り、共分散分析 (Analyses of covariance) によって、西大西洋産とインド洋産、西大西洋産と西太平洋産、インド洋産と西太平洋産で、それぞれ回帰線の傾きと切片をそれぞれ比較した。また、全ての個体について、SCW の実測値を SCL の実測値で除すことによって得られた値に対して Kruskal-Wallis 検定を行なった後、Steel-Dwass 法による多重比較を行ない、西大西洋産とインド洋産、西大西洋産と西太平洋産、インド洋産と西太平洋産で、それぞれ SCW / SCL 比の差異の有無を検討した。なお、解析には統計ソフト "R" (R Development Core Team, 2010) および Microsoft Excel 2010 を用いた。

次に、幼体の分析には、世界 7 ヶ所の博物館 (Natural History Museum, Natural History Museum of Los Angeles County, Museum of Comparative Zoology Harvard University, Muséum National d'Histoire Naturelle, Netherlands Centre for Biodiversity Naturalis, San Diego Natural History Museum, National Museum of Natural History Smithsonian Institution) に所蔵されていた標本を用い、SCL, SCW, 左右第 1~12 縁甲板の前部接合部における最大幅 (First marginal width to 12th marginal width: M1-M12), 項甲板中央と左右第 11 縁甲板と第 10 縁甲板との接合部外縁の直線距離 (Nuchal notch to left 11th marginal: NL11) の 15 ヶ所の外部計量形質をノギスによって計測した (図 5-1)。なお、用いた標本は Appendix VI に示した。

これらの個体の外部形態について、15 の形態形質の計測値をそれらの値の等分散性を確保するために、対数変換した後、3 海域集団に対して正準判別分析 (Canonical discriminant analysis) を行ない、集団間の変異について分析した。なお、この解析を行なうにあたり EXCEL 多変量解析 Ver.5.0 (エスミ社) を用いた。

### 5-3. 結果

タイマイ亜成体の形態学的分析に用いた個体の SCL の平均値  $\pm$  標準偏差 (最小値 - 最大値, 個体数) は、それぞれ西大西洋産  $443 \pm 82$  mm (304 - 598 mm, n=100), インド洋産  $477 \pm 70$  mm (313 - 600 mm, n=172), 西太平洋産  $438 \pm 66$  mm (302 - 594 mm, n=186) であった。このほか、SCW の平均値  $\pm$  標準偏差, 最小値, 最大値は表 5-1 に示した。

タイマイ亜成体 458 個体の形態学的比較の結果は、以下の通りであった。対数変換した SCL と SCW の関係式は、西大西洋産が  $y = 1.020x - 0.201$  ( $R^2 = 0.962$ ), インド洋産 が  $y = 0.881x + 0.209$  ( $R^2 = 0.935$ ), 西太平洋産 が  $y = 0.944x + 0.064$  ( $R^2 = 0.934$ ) で、いずれの集団においても直線回帰を示し、非常に高い相関が認められた。共分散分析の結果、西大西洋産とインド洋産, 西大西洋産と西太平洋産, インド洋産と西太平洋産の各 2 群間の回帰線間にはいずれも有意な差異が認められた (図 5-2)。また、インド洋産, 西太平洋産, 西大西洋産の順に傾きは大きく、切片は小さかった。回帰線の傾きは、西大西洋産とインド洋産 ( $p < 0.001$ ), 西大西洋産と西太平洋産の間で ( $p < 0.001$ ), 切片は全ての組み合わせで有意な差が認められた ( $p < 0.001$ )。

背甲の形態を地域間で比較するために SCW / SCL 比を算出し、群ごとの平均値  $\pm$  標準偏差, 最小値, 最大値を表 5-1 に示した。また、各群内で 0.01 ごとに区分し、その分布をヒストグラムで示した (図 5-3)。SCW / SCL 比の分布は、Steel-Dwass 法による多重比較の結果、西大西洋産とインド洋産 ( $p < 0.01$ ), 西大西洋産と西太平洋産 ( $p < 0.01$ ), インド洋産と西太平洋産 ( $p < 0.01$ ) のいずれの組み合わせにおいても、有意な差異が認められた。なお、

各海域集団の SCW / SCL 比の平均値 ± 標準偏差は、西大西洋産 ( $0.721 \pm 0.028$ , n=100), インド洋産 ( $0.780 \pm 0.031$ , n=172), 西太平洋産 ( $0.823 \pm 0.032$ , n=186) の順に大きくなった。すなわちこの結果は、タイマイの 3 つの集団の SCL と SCW の関係は、海域ごとで異なっていることを示しており、甲長に対して甲幅が狭い、すなわち細長い背甲を持っている方から順に、西大西洋産、インド洋産、西太平洋産であることを示していた。

幼体の形態学的分析に用いた個体の SCL の平均値 ± 標準偏差 (最小値 - 最大値, 個体数) は、それぞれ西大西洋産  $43.6 \pm 3.6$  mm (38.3 - 53.4 mm, n=28), インド洋産  $42.0 \pm 3.2$  mm (37.5 - 48.6 mm, n=10), 西太平洋産  $45.8 \pm 9.8$  mm (37.4 - 76.5 mm, n=30) であった。また、そのほかの形質における計測値の平均値 ± 標準偏差, 最小値, 最大値は表 5-2 に示した。

これらに対して正準判別分析を行なった結果得られた、各群の判別得点 (表 5-3) を第一正準軸, 第二正準軸上にプロットした散布図を作成し (図 5-4), それらのプロットの分布における 3 集団間の重複の程度を観察した。その結果, 第一正準軸, 第二正準軸上にプロットした散布図の分布において, 明瞭な 3 群に分類された。なお, それらの 3 群は, 標準化正準判別係数値が高い順に, M8, M6, SCL, SCW によって説明された第一正準軸において, インド洋産と西太平洋産が, 西大西洋産と区別された (表 5-4)。また, 標準化正準判別係数値が高い順に, M6, M7, M9, M5 によって説明された第二正準軸において, インド洋と西太平洋産が区別された (表 5-4)。すなわちこの結果は, 西大西洋産, インド洋産, 西太平洋産の幼体の外部形態がそれぞれ明瞭に異なっていることを示しており, いずれの海域集団も背甲中央付近における甲幅に差異が認められることを示している。

#### 5-4. 考察

本章の結果より, タイマイにおいて, 西大西洋, インド洋, 西太平洋のいずれの海域集団においても, 直甲長と直甲幅は直線回帰関係にあり, 非常に高い正の相関が認められた。これは海域内での背甲の形態における変異の程度が低いことを示している。一方で, 各集

団間では明瞭な差異が認められた。つまり、本種の外部形態には、西大西洋とインド洋、西大西洋と西太平洋、インド洋と西太平洋のいずれの海域集団間においても明瞭な地理的変異が存在し、同じ直甲長の個体で比較した場合、西大西洋産、インド洋産、西太平洋産の順に直甲幅が狭いことを示している。また、回帰線の傾きがインド洋産や西太平洋産と有意に異なった西大西洋産は、背甲の相対成長が他の 2 海域産のものとは異なっており、直甲長の成長に伴う直甲幅の成長が海域間で異なることを示している。

このような直甲長と直甲幅の相関関係における海域間の地理的変異は、亜成体から得た回帰式の切片において 3 海域間で有意差が認められたことと、孵化幼体を含む幼体でも、直甲幅付近の形質に海域間の差異が示されたことから、孵化した時点ですでに生じていることが明らかになった。

地理的変異が生じた要因の一つとして、各海域間の集団が頻繁には交流していないことが挙げられる。すなわち、タイマイはアカウミガメやアオウミガメなどの他種と比較すると長距離を回遊することは少なく (Cuevas et al., 2008; Troëng et al., 2005), 相対的に定着性が強いと言われている (例えば, Blumenthal et al., 2009; van Dam and Diez, 1998b). よって、本研究の各集団間のように数千 km の規模で離れた海域の集団間には交流はほとんどないと考えられ (Bowen et al., 1996), そのことが 3 海域集団間に形態変異が生じた要因の一つであると思われる。

本種の移動範囲の狭さが集団間の遺伝的隔離を生じやすいことを支持する DNA の研究結果もある。例えば, Okayama et al. (1999) はカリブ海、インド洋、西太平洋のタイマイの mtDNA を分析し、カリブ海とインド太平洋間で遺伝的な分化が進んでいるとしている。このように遺伝的な隔離が生じた状態において、タイマイの場合、本研究 (第 3 章参照) で示したアオウミガメの形態の変異より、より明瞭な変異が背甲に確認された。すなわち、西太平洋、インド洋、西大西洋の順に背甲が細くなるのである。背甲の形態において、アオウミガメや他種と異なる形質に変異が生じるのは、その生活が種間で異なっていること



が考えられる。タイマイは前述したように、他種に比べ移動せず、定着性の強い傾向が報告されている (Blumenthal et al., 2009; van Dam and Diez, 1998b)。また、その理由としては彼らの餌がサンゴ礁に特異的に生育する数種のカイメンであり (例えば, Carr et al., 1966; León and Bjorndal, 2002; Meylan, 1988; Rincon-Diaz et al., 2011b), その生息地はそれらのカイメンが生息するサンゴ礁に限られ、その結果、大洋に泳ぎ出るとは少ないと考えられる。しかし、サンゴ礁の地形は様々であり、さらにタイマイの捕食者であるイタチザメ *Galeocerdo cuvier* などの大型のサメ (Bass et al., 1975; Witzell, 1987) やイタヤラ *Epinephelus itajara* などの大型のハタ (Randall, 1967; Sadovy and Eklund, 1999) の分布や密度も地域差があると思われる。タイマイはそれら天敵に対して、サンゴ礁の隙間などに隠れることが知られているが (Rincon-Diaz et al., 2011a), その行動には背甲の形態が重要になってくると考えられる。

また、このようにサンゴ礁に定着して、長距離を回遊しない生活は、背甲の形態に制約がかかりにくい。よって、特殊な地形に依存した生活が、遺伝的な隔離とさらには形態的な分化を進めたと考えられる。

## 第6章 タイマイ属 *Eretmochelys* の分類の再検討

### 6-1. 序論

タイマイは Linnaeus (1766) によって、*Testudo imbricata* として記載された。記載における標本の採取地はアメリカとアジアの海域とされるが (Linnaeus, 1766), その後本種のタイプ産地は、Smith and Taylor (1950) が西大西洋のバミューダ諸島、Schmidt (1953) がカリブ海のベリーズとしているが、いずれにせよ、西太平洋域であると考えられている (Loveridge and Williams, 1957).

Linnaeus (1766) によって *Te. imbricata* が記載された後、世界各地から得られた標本を基に記載され、本種と同物異名関係にあるとされてきた種が 10 種ある。それは *Testudo nasicornis* Bonnaterre, 1789, *Chelonia radiata* Cuvier, 1829, *Chelonia griseam* Eschscholz, 1829, *Chelonia pseudomydas* Lesson, 1831, *Chelonia pseudocaretta* Lesson, 1831, *Caretta bisca* Rüppel, 1835 などである。これらの中で、産地が明らかにされているのが大西洋では *Te. imbricata*, *Ch. pseudomydas*, *Ch. pseudocaretta*, *Onychochelys kraussi* Gray, 1873, インド洋では *Ca. bisca*, *Eretmochelys squamata* Agassiz, 1857, 太平洋では *Eretmochelys squamata*, *Caretta squamosa* Girard, 1858, *Caretta rostrata* Girard, 1858 がある。

このようにタイマイ属 *Eretmochelys* には世界各地をタイプ産地として記載され、その後様々な著書によってタイマイ *E. imbricata* の同物異名とされている種が多く存在する。しかし、各種の分類学的位置に関する議論は、色彩やキールの有無と言った視覚的な形態学的比較や分布の違いに基づくものであり、計量的形態形質を用いた比較形態学的研究は、van Dam and Diez (1998a) を除いてほとんどなされていない。そこで本研究では、前項で形態的差異が認められることが明らかになった西大西洋産、インド洋産、西太平洋産のタイマイ *E. imbricata* の標本と、過去に記載され、本種の同物異名と位置付けられているもののうち、タイプシリーズが現存するものについて、形態的に比較し、それらの分類学的位置を明確

にすることを目的とした。

## 6-2. 材料と方法

本章のタイマイの形態学的分析には、第 5 章で用いた試料に成体などの大型個体を加えたプエルトリコのモナ島産 191 個体、モルディブ諸島産 188 個体、南西諸島を中心とした日本産 175 個体と、*Caretta squamosa* シンタイプ 1 個体、*Caretta rostrata* シンタイプ、*Eretmochelys squamata* シンタイプ 2 個体、*Onychochelys kraussi* シンタイプ 1 個体の 4 種 5 個体および西大西洋産、インド洋産、西太平洋産の標本 33 個体を試料として用いた。このうち、タイプシリーズと産地の明らかな標本は世界 6 ヶ所の博物館 (Muséum National d'Histoire Naturelle, Museum of Comparative Zoology Harvard University, National Museum of Natural History Smithsonian Institution, Natural History Museum, Naturhistoriska riksmuseet, Netherlands Centre for Biodiversity Naturalis) に収蔵されていたものを用いた。なお、用いた博物館所蔵標本は Appendix VII に示した。

計測にはノギスを用い、標準直甲長 (SCL) と直甲幅 (SCW) の 2 形質を記録した (図 5-1)。また、*Caretta bissa* についてはタイプシリーズが現存しないため、シンタイプ 1 個体の SCL, SCW を原記載から引用した (Rüppel, 1835)。なお、タイプシリーズを除き、得られた標本を海域ごとに 3 群に分類した。それぞれの海域から得られた個体数は、西大西洋産が 194 個体、インド洋産が 198 個体、西太平洋産が 195 個体で、合計 587 個体であった。

このようにして得られた SCL と SCW の計測値を対数変換した。このうち、各種のタイプシリーズを除く、3 海域のタイマイをそれぞれ海域ごとに区別して、x 軸に SCL, y 軸に SCW を取り、xy 軸平面上にプロットした後、回帰線を引いた。これらの回帰線間の傾きと切片における差異の有無を、共分散分析により検討した。

次に、上記の計測により得られた SCL, SCW の計測値を x 軸に SCL, y 軸に SCW を取り、散布図を作成し、産地集団ごとに回帰線を引き、その式を得た。この散布図上に *Ca. bissa*

シントタイプ 1 個体, *Ca. squamosa* シントタイプ 1 個体, *Ca. rostrata* シントタイプ, *O. kraussi* シントタイプ 1 個体の SCL, SCW の計測値をプロットした. その後, 各種のタイプの SCL と同じ値を 3 集団の回帰式にそれぞれ代入し, 推定の SCW の値を算出した. これにより得られた 3 集団それぞれの推定した SCW の値と 4 種のタイプそれぞれの SCW の実測値を比較し, 各種のタイプが 3 集団のいずれに近いかを確認した. 加えて, 各海域集団の SCW / SCL 比の平均値  $\pm$  標準偏差と最小値, 最大値および各種タイプの SCW / SCL 比を算出し, タイプの示す数値がいずれの海域集団と最も近しいかを確認した.

最後に, タイプがいずれも小型の幼体で, 上記の方法による分析に供することができなかった *E. squamata* のシントタイプ 2 個体および, 西大西洋産 38 個体, インド洋産 15 個体, 西太平洋産 50 個体について, 標準直甲長 (SCL), 直甲幅 (SCW), 左右第 1~12 縁甲板の前部接合部における最大幅 (First marginal width to 12th marginal width: M1-M12), 項甲板中央と左右第 11 縁甲板と第 10 縁甲板との接合部外縁の直線距離 (Nuchal notch to left 11th marginal: NL11) の 15 形質をノギスにより計測した. 計測値は全て対数変換した後, 西大西洋産とインド洋産, 西大西洋産と西太平洋産, インド洋産と西太平洋産の全ての組み合わせで判別分析を行ない, それぞれのタイプがどの集団に含まれるか検討した. なお, 2 個体のシントタイプは大きさが異なるため別々に分析し, MCZ R-1415 の標本の分析には, 上記のうち, 西大西洋産 28 個体, インド洋産 10 個体, 西太平洋産 30 個体を, MCZ R-1416 の標本の分析には, 西大西洋産 10 個体, インド洋産 5 個体, 西太平洋産 19 個体をそれぞれ用いた. なお, 分析に用いた博物館所属標本は, それぞれ Appendix VIII および IX に示した.

### 6-3. 結果

本章の研究に用いた個体の SCL の平均値  $\pm$  標準偏差 (最小値 - 最大値, 個体数) は, 西大西洋産が  $609 \pm 188$  mm (304 - 918 mm, n=194), インド洋産が  $501 \pm 90$  mm (313 - 750 mm, n=198), 西太平洋産が  $448 \pm 80$  mm (302 - 728 mm, n=195) であった. また, 各種のタイプシ

リーズの SCL は, *Ca. squamosa* のシントタイプが 637 mm, *Ca. rostrata* のシントタイプが 683 mm, *E. squamata* のシントタイプが 73.1 mm と 187 mm, *O. kraussi* のシントタイプが 811 mm であった. また *Ca. bissa* のシントタイプ 1 個体は 686 mm であった (Rüppel, 1835). なお, 各海域集団の各形質の平均値 ± 標準偏差および最小値, 最大値と *E. squamata* のシントタイプ 2 個体を除く各種のタイプの各形質の計測値は表 6-1 に示した.

タイプシリーズを除いた 3 海域集団の SCL と SCW における回帰線はいずれも直線回帰を示した. これらの回帰式に対する共分散分析の結果, 3 海域西大西洋産とインド洋産および西大西洋産と西太平洋産の間には, それぞれ傾き ( $p < 0.01$ ) と切片 ( $p < 0.01$ ) に, インド洋産と西太平洋産の間には傾き ( $p < 0.05$ ) と切片 ( $p < 0.01$ ) にそれぞれ有意な差異が認められ, 3 海域のタイマイの外部形態は SCL が 600 mm を超す大型の個体を含めても, いずれも異なっていることが明らかになった.

次に 3 海域集団それぞれの SCL と SCW の関係式は, 西大西洋産が  $SCW=0.707SCL+6.478$ , インド洋産が  $SCW=0.690SCL+41.969$ , 西太平洋産が  $SCW=0.750SCL+31.419$  となった. また, タイプがいずれも小型の幼体であった *E. squamata* を除く, *Ca. bissa* シントタイプ 1 個体, *Ca. squamosa* シントタイプ 1 個体, *Ca. rostrata* シントタイプ 1 個体, *O. kraussi* シントタイプ 1 個体の SCL の計測値を上記の 3 集団の関係式にそれぞれ代入し, それぞれ推定値を得た. まず, 紅海産の *Ca. bissa* シントタイプ (SCL: 686 mm, SCW: 528 mm) の SCW の推定値は, 西大西洋産が 491 mm, インド洋産が 515 mm, 西太平洋産が 546 mm となり, インド洋産に最も近くなった. 次に, フィリピンのスル海産の *Ca. squamosa* シントタイプ (SCL: 637 mm, SCW: 544 mm) の SCW の推定値は, 西大西洋産が 457 mm, インド洋産が 482 mm, 西太平洋産が 509 mm となり, 西太平洋産に最も近くなった. そして, フィジー諸島産の *Ca. rostrata* シントタイプ (SCL: 683 mm, SCW: 566 mm) の SCW の推定値は, 西大西洋産が 489 mm, インド洋産が 513 mm, 西太平洋産が 544 mm となり, 西太平洋産に最も近くなった. 最後にフランス領ギアナ産の *O. kraussi* シントタイプ (SCL: 811 mm, SCW: 589 mm) の SCW の推定値は,

西大西洋産が 580 mm, インド洋産が 602 mm, 西太平洋産が 640 mm となり, 西大西洋産に最も近くなった.

また, SCW / SCL 比の平均値  $\pm$  標準偏差 (最小値 - 最大値, 個体数) は, 西大西洋産が  $0.718 \pm 0.027$  (0.643 - 0.793, n=194), インド洋産が  $0.777 \pm 0.032$  (0.709 - 0.874, n=198), 西太平洋産が  $0.822 \pm 0.032$  (0.727 - 0.907, n=195) で, タイプシリーズにおいては数値が小さい順に, *O. kraussi* が 0.726, *Ca. bisssa* が 0.770, *Ca. rostrata* が 0.829, *Ca. squamosa* が 0.854 であった.

最後に, *E. squamata* の種判別に用いた各集団の SCL の平均値  $\pm$  標準偏差 (最小値 - 最大値, 個体数) は, それぞれ次の通りであった. MCZ R-1415 の分析に用いた標本は, 西大西洋産  $43.6 \pm 3.64$  mm (38.3 - 53.4 mm, n=28), インド洋産  $42.0 \pm 3.21$  mm (37.5 - 48.6 mm, n=10), 西太平洋産  $45.8 \pm 9.81$  mm (37.4 - 76.5 mm, n=30), MCZ R-1416 の分析に用いた標本は, 西大西洋産  $234 \pm 53$  mm (109 - 286 mm, n=10), インド洋産  $228 \pm 65$  mm (145 - 294 mm, n=5), 西太平洋産  $215 \pm 62$  mm (107 - 295 mm, n=19) であった. なお, それぞれの分析に用いた個体において, 各集団の全形質の平均値  $\pm$  標準偏差および最小値, 最大値と *E. squamata* のタイプの各形質の計測値は, MCZ R-1415 については表 6-2 に, MCZ R-1416 については表 6-3 にそれぞれ示した.

また, これらの判別分析の結果得られた判別得点から (表 6-4), MCZ R-1415 は西大西洋産とインド洋産, インド洋産と西太平洋産に対する分析ではインド洋産に, 西大西洋産と西太平洋産に対する分析では, 西太平洋産に判別された. もう一方の MCZ R-1416 は得られた判別得点から (表 6-5), インド洋産と西太平洋産, 西大西洋産と西太平洋産に対する分析では西太平洋産に判別され, 西大西洋産とインド洋産に対する分析はサンプルサイズが小さく, 分析できなかった.

#### 6-4. 考察

西大西洋産，インド洋産，西太平洋産の 3 つの海域集団間には，形態の明瞭な地理的変異が確認された．系統学的研究は十分とはいえないが，形態の差違や移動範囲の狭さを考えると異所的種分化が起きているものと推察され，3 海域の集団は互いに独立した種とみなす必要がある．本章の結果は，第 5 章の結果に，SCL が 601 mm 以上の成熟および未成熟の大型個体を加えたものであったが，それらの結果に大きな違いはなかった．すなわち，3 集団の外部形態は成熟しても劇的に変化することはなく，それぞれの海域に特有な形態を持ち続けることが示された．いずれの集団も，直甲長に対し，直甲幅がほぼ等成長を示したことは，これらの外部形態形質が遺伝的に決定され，生育環境によって変化しないこと，もしくは生育環境を大きく変化させないことを意味している．前者の場合各海域集団は遺伝的に独立した集団となるものと考えられ，後者は海域間で交流が断たれると考えられることから，いずれの場合であっても，海域集団間に遺伝的な分化が生じると思われる．この仮説は，現に mtDNA の系統樹によって支持されており，インド洋のサンプルが少ないものの，カリブ海とインド太平洋間に明瞭な分岐が確認されている (Okayama et al., 1999)．

なお，本研究により明らかになった 3 海域集団の SCW / SCL 比の分布 (図 5-3) において，インド洋産のものが，西大西洋産および西太平洋産と重複が認められることから，亜種に留めるとする考え方も可能である．しかし，西大西洋，インド洋，西太平洋の主要な産卵地間の距離は (Witzell, 1983)，タイマイの行動範囲に対してはるかに長く (例えば，Blumenthal et al., 2009; van Dam and Diez, 1998b)，これらの集団間に遺伝的な交流があるとは考えにくい．このような交流の有無が明らかにされるためにも，十分なサンプルを用いたインド洋産の遺伝的解析が待たれるが，現時点では，これらの 3 集団は互いに独立した種と考えるのが自然である．

そこで次に，あくまでも一つの見解として，3 海域集団の学名について検討する．まず西大西洋産は，フランス領ギアナ産の *Onychochelys kraussi* Gray, 1873 と一致していた．*O. kraussi* の記載以前に，同じ西大西洋産に対して命名されたのは，*Te. imbricata* Linnaeus, 1766

のみである。 *Te. imbricata* についてはタイプが現存しないため (Wallin, 1985), 形態学的な評価は不可能であるが, タイプ産地と原記載中の特徴から検討すれば同種と考えられ, 本集団は, *Eretmochelys imbricata* (Linnaeus, 1766) とすべきである。次にインド洋産は, 紅海産の *Caretta bissa* およびインド産の *Eretmochelys squamata* の一標本 (MCZ R-1415) と一致していた。このうち, *Ca. bissa* はインド洋産に対して与えられた最古参名である。よって, 本集団に対する学名は *Eretmochelys bissa* (Rüppel, 1835) がふさわしい。最後に西太平洋産は, シンガポール産の *Eretmochelys squamata* の一標本 (MCZ R-1416), スル海およびインド洋産の *Caretta squamosa*, フィジー諸島産の *Caretta rostrata* と一致していた。これらのうち, *E. squamata* は西太平洋産に対して与えられた最古参名であることから, 本集団は *Eretmochelys squamata* とするのが良いと考えられるが, 本種のもう一つの標本はインド洋産と一致しており, タイプシリーズに2種を含んでいることになる。よって, 学名を *Eretmochelys squamata* とし, 現在はシンタイプとされているシンガポール産の MCZ R-1416 をレクトタイプに指定すべきである。また, *Ca. squamosa* はタイプ産地がインド洋と西太平洋 (スル海) にまたがっており, どこで得られた標本か不明であったが, 本研究において, 西太平洋産と同一と考えられたことから, タイプ産地をスル海のみに変更する必要がある。

以上のようにこれまで1種とされてきたタイマイ属 *Eretmochelys* には, 3種が存在することが明らかになり, それらの学名も上記の通り決定されるものと思われる。そこで標準和名についても検討される必要があるが, 混乱につながる危険性があるため, この場で言及するのは控える。また, 本研究では, 中央～東大西洋, 中央～東太平洋についてはサンプル数が少なく, 分析を行なうことができなかった。しかし, 世界には未記載の亜種や種が存在する可能性があるように (Pritchard, 1979), 今後未解析の海域集団を合わせて分析がなされ, 本属内の分類がさらに明確になることを期待したい。



## 第7章 総合考察

### 7-1. ウミガメ科の分類学における今後の展望

#### 7-1-1 本研究で増加したウミガメ科の種

本研究以前に、現在地球上に生息するウミガメ科には 6 種が知られており、アカウミガメ *Caretta caretta*, アオウミガメ *Chelonia mydas*, タイマイ *Eretmochelys imbricata*, ヒメウミガメ *Lepidochelys olivacea* の 4 種は大西洋, インド洋, 太平洋と地球全域に広く分布しているとされてきた (Iverson, 1992). これらのうち, アオウミガメおよびタイマイにおいては, 本研究第 3~6 章により, 世界各地の産地集団と過去に記載された種のタイプシリーズを用いた形態学的分析により, それぞれ複数の独立した種が存在することが明らかになった.

アオウミガメにおいては, その形態的特徴から, 大西洋から東太平洋にかけて分布するアオウミガメ *Chelonia mydas* (Linnaeus, 1758) と西太平洋から東太平洋にかけて分布するクロウミガメ *Chelonia agassizii* Bocourt 1868 がそれぞれ独立した種と考えられた.

タイマイにおいては, 海域間に形態変異が認められ, カリブ海を含む西大西洋産のタイマイ *Eretmochelys imbricata* (Linnaeus, 1766) に加え, 今後標準和名を与える必要のあるインド洋産の *Eretmochelys bissa* (Rüppell, 1835) と西太平洋産の *Eretmochelys squamata* Agassiz, 1857 をそれぞれ独立した種とするのがふさわしいと考えられた.

このように本研究ではアオウミガメ *Ch. mydas* とタイマイ *E.imbricata* に関して形態を分析することによって, 前者を 2 種、後者を 3 種に細分化した. 同じ動物種の中で別の種が発見され, 加速度的に種数が増えている動物は多い. 例えば, 両棲類のサンショウウオ科においては, シコクハコネサンショウウオ *Onychodactylus kinneburii* やツクバハコネサンショウウオ *Onychodactylus tsukubaensis* が独立した種として記載されている (Yoshikawa and Matsui, 2013; Yoshikawa et al., 2013). また, 陸産貝類のオナジマイマイ科においては, イソムラマイマイ *Aegista stenomphala* が (Minato, 2004), ムシオイガイ科においては, アナム

シオイガイ *Cipangocharax ananensis* がそれぞれ記載されている (Yano et al., 2013). このように、その数が増えて行くのは、様々な分析手法が用いられ、それまで 1 種と考えられていたものから同時に複数の種が記載されるなど (例えば, Hedges and Conn, 2012; Welton et al., 2010), 細分傾向にある現在においては止めることの出来ない流れである.

#### 7-1-2 タイプ保存の重要性

本研究では、アオウミガメの形態の分析より *Chelonia agassizii* Bocourt, 1868 を、また、タイマイの形態の分析から *Eretmochelys bissa* Rüppel, 1835 と *Eretmochelys squamata* Agassiz, 1857 を復活させることができた. このような学名の復活は、まぎれもなく過去に記載された種のタイプシリーズすなわちホロタイプ、シンタイプ、レクトタイプ、ネオタイプが良好な状態で保存、管理されていたことの産物である. 分類において、標本は科学的再現性を保証するために欠かすことのできないものであり (松浦, 2009), タクソンの同定を可能にすることと、研究者が同じタクソンを採集する必要に迫られたときにそれを可能にすることの 2 つの大きな目的を持っている (Pomponi, 1988). 中でも、タイプシリーズは学名の担い手かつ、世界共通の参照基準であるため (International Commission on Zoological Nomenclature, 1999), ある意味“超”証拠標本とでも言うべきである (Winston, 1999).

このようなタイプの現存が分類において大きく寄与した例は多くある (例えば, Hedges and Conn, 2012; Sato and Nakashima, 2003). このうち、日本産のカワゴカイ属 *Hediste* の例では (Sato and Nakashima, 2003), タイプが残存していたことにより、一度は誤同定されたものを、正しく同定し直すことができた. この属には過去 1 種のみが知られてきたが (Izuka, 1908), 形態やアロザイムの分析により、3 種が存在することが明らかにされた (Sato and Sattman, 2009; Sato and Masuda, 1997). それらに含まれた 1 種の既知種 *Hediste japonica* は、Izuka (1908) の記載に示された生態的、形態的特徴に基づいた同定と (Sato, 1999), 実際のタイプとの形態学的比較に基づいた同定の結果が異なっていた (Sato and Nakashima, 2003).

これはタイプが残存していたことにより、誤同定を免れた実例である。また、改めてタイプの重要性を象徴しており、記載文に示された特徴に頼った種同定には誤同定の危険性があることを如実に示している。

他の多くの生物と同様に、ウミガメ科においても二名法に基づく最初の記載は Linnaeus (1758) であり、250 年以上も前のことであるが、その記載に用いられた標本が現存している (第 2 章参照)。その後に記載された種においては、タイプが指定されていないもの、失われたものもあり、全ての種のタイプが現存しているわけではない。それでも、本研究の調査により 22 種 1 亜種 33 個体のタイプは形態学的分析に耐える形として存在していることが明らかになり、また、本研究の結果を得る際にも大きく貢献した。このような状態でタイプが現存していることは、さらに今後も、ウミガメ科における分類学の発展に大きく寄与することとなりうる。

### 7-1-3 さらに未記載種の存在の可能性

これまで 6 種とされてきたウミガメ科には、少なくとも 9 種が存在することが明らかになったが、この分類群にはより多くの未記載種が存在する可能性がある。本研究ではアオウミガメとタイマイの標本を世界の大洋から集めたとはいえ、生息地は別の海域にも広がっている。まだ標本を調査できていない海域において、独自に種分化を起こした種が存在しないとも限らない。本研究では中央から東大西洋産、中央から東太平洋産のタイマイ属においては得られた標本数が少なく分析できなかったが、本属にはより多くの亜種や種が存在する可能性も指摘されている (Pritchard, 1979)。また、アカウミガメにおいても、過去にインドー太平洋産の集団が大西洋産の集団と異なることが指摘され、スリランカ産の標本に対して *Caretta gigas* Deraniyagala, 1933 の学名が与えられたこともある。この考えは Carr (1952) や中村・上野 (1963) が亜種レベルに引き下げ、西村・原 (1967) がアカウミガメ *Ca. caretta* と同種とした。しかし、アカウミガメ 1 種のみが存在するとされる近年においても

(Dodd, 1988), 頭骨形態に地理的変異が認められている (Kamezaki, 2003). さらに, ヒメウミガメにおいても, 体サイズにおける地理的変異の存在が指摘されているが (Reichert, 1993), それらの詳細な形態変異についてはほとんど研究されたことがない.

このように, ウミガメ科の分類学的研究はいまだ不十分であると考えられるが, 一方で, 系統遺伝学分野においては, 近年, あらゆる海域から集めた標本を用いて研究が行なわれてきている (例えば, Bowen and Karl, 2007; Dethmers et al., 2006; Karl and Bowen, 1999). そこで, 過去に記載された種のタイプ, 現在地球上に生息する 9 種の様々な地域集団から得られる形態データに加えて, 遺伝的差異を計る指標として形態学的分析に供した個体と同一個体から得た DNA データを用いて分析を行なうことにより, より研究の確実性が増すと考えられる. 年代の古い標本やホルマリンなどを用いて固定された標本など一部においては DNA が破壊, 分解されてしまっていることにより, 用いることが不可能かもしれないが, このような研究事例が増えることにより, ウミガメ科内の分類学がさらに発展していくことが期待される.

#### 7-1-4 ウミガメ科の分類の将来

現在, ウミガメ科における比較形態学および分類学に関する研究例が乏しいのはこれまで述べてきた通りである.

そのような現状において, 今後のウミガメ科における比較形態学, 分類学の発展には次のようなことも必要かもしれない. 現在, 研究により得られた DNA データは, National Center for Biotechnology Information が運営する Gen Bank と呼ばれるデータベースによって, 広く公開されている. その一方で形態データに関しては, 公開はおろか, 体サイズの指標となる形質を除いて, その計測部位の統一すらなされていない. これまで形態学的分析, 分類学的研究が行なわれてこなかったのは, ウミガメ科が大型で, かつ, ワシントン条約などにより標本の移動が困難であったことに起因すると考えられる. しかし, 現在では自然に

なりつつある証拠標本の保管を完全な義務とすることに加え、詳細な計測部位を統一し、その計測データを公開するようにすれば、標本の移動は必要がなくなる。これが実現すれば、比較形態学を伴う分類学的研究は大きく発展すると考えられる。

## 7-2. ウミガメ科における分類学の保全に対する貢献

### 7-2-1 保全の対象となるタクサ

アオウミガメ *Chelonia mydas* とタイマイ *Eretmochelys imbricata* はこれまでにそれぞれ 1 属 1 種ないしは 2 亜種の存在が指摘されてきた (Carr, 1952; Hirth, 1997; Witzell, 1983)。しかし、本研究の第 3 章および第 5 章の結果より、アオウミガメ属には 2 種、タイマイ属には 3 種が少なくとも存在することが明らかになった。これにより、国際自然保護連合 (International Union for Conservation of Nature and Natural Resources: IUCN) のレッドリストにおいて (IUCN, 2012)、アオウミガメは絶滅危惧 IB 類、タイマイは絶滅危惧 IA 類に指定、保護されてきた両種の保全方法にも変更が必要になると考えられるが、ここでは、ウミガメ科全体の保全に対して、分類学がどのように寄与しうるかについて論じる。

保全を行なうにあたり、何を対象とするかは重要な問題である。例えば、前述の IUCN のレッドリストや (IUCN, 2012)、種の保存法においてはその対象は「種」および「亜種」とされており、それ以下の分類群である「個体群」には適用されない。一方で、アメリカ合衆国にて用いられている米国絶滅危惧種保護法 (United States Endangered Species Act: ESA) においては、「種」や「亜種」だけでなく、「地域個体群」にも適用可能で、実際にアオウミガメのフロリダおよびメキシコ太平洋側個体群が **Endangered** に位置付けられ、**Threatened** とされるその他の個体群よりも高いレベルで保護されている (Ernst and Lovich, 2009)。これらの「種」、「亜種」、「地域個体群」の境界をどう定めるかというのは難しい問題であるが、分類学においては、長年議論され続けている種概念がある。この種概念には、これまで 22 以上のものが知られ (Mayden, 1997)、最も広く用いられている、互いに交配が可能で、他と

は生殖的に隔離された集団を種とする「生物学的種概念」をはじめ (Mayr, 1942, 1963; Mayr and Ashlock, 1991), 同一の外部形態を有し, 他とは明瞭な差異を呈する集団を種とする「形態学的種概念」 (Cronquist, 1978; Shull, 1923), 同一の系統に属し, 他とは明瞭な系統の分岐が認められる集団を種とする「系統学的種概念」 (Cracraft, 1989), 同一の生態的特徴を有し, 他とは明瞭に異なる集団を種とする「生態学的種概念」 (Van Valen, 1976) などが提唱されてきた (Mayden, 1997).

「亜種」と「地域個体群」には概念的な違いはないものの, 国際動物命名規約において, 三名法で表されるか否かによって, 両者は明瞭に区別されている (International Commission on Zoological Nomenclature, 1999). しかし, 明確な定義を有さない「亜種」と「地域個体群」は, 分類学上混迷を極めるに他ならず, 分類学的観点からは「亜種」の位置付けは不要であると考えられる。「種」と「地域個体群」の境界は前述の様々な種概念によって定義できるか否かになってくるが, どの種概念を適用するかは種ごとに異なるであろう.

なお, 「種」や「地域個体群」の他に, 「進化的に有効な単位 (Evolutionally Significant Unit: ESU; Moritz, 1994; 細谷, 2002)」を保全の対象として提案されたこともある. ESU は「mtDNA の対立遺伝子で相互に単系統であり, 核遺伝子座の対立遺伝子頻度に関しても著しく異なっている集団」 (Moritz, 1994) として定義され, この一集団が保全対象とされる. ウミガメ科においては過去に, 本研究でも扱ったアオウミガメに対して提案された. 世界各地のアオウミガメから得られた DNA の分析結果に基づいて示された系統関係において, 大西洋産集団とインド洋・太平洋集団の間に大きな分岐が認められたことから, これらのそれぞれが ESU と完全に一致するとされている (Karl and Bowen, 1999).

ESU は淡水魚類やサンショウウオ類, マイマイ類といった移動能力が低く, 分布が限定的な分類群においては, 遺伝的に分化しやすく, 互いに交流のない証拠が系統に反映されやすいため, 適用可能であると考えられる (Holland and Hadfield, 2002; Miller et al., 2006; 渡辺他, 2006). そのため, 生殖的に隔離されていた場合, 遺伝子も明瞭に分化していると考

えられ、ESU を保全に用いることも可能かもしれない。しかし、ウミガメ科のように分布が広く、移動能力の高い分類群においては、適切ではないように思われる。

さらに、アオウミガメにおいて、これまで一地域個体群と考えられてきた集団が、実は同所的に生息する 2 種を含んでいることが明らかになった。また、それらの 2 種は、大西洋から東太平洋にわたって広く分布する集団と西から東までの太平洋域に分布する集団であった。これは、Karl and Bowen (1999) の指摘した ESU とは境界が異なっている。これらに加えて、アオウミガメの摂餌域には様々な海域から、異なる個体群が来遊している (Hamabata et al., 2009)。このような複数個体群の同所的な生息は、ウミガメ科において個体群レベルでの保全が難しいことを示唆している。

#### 7-2-2 保全のために必要なこと

これまで述べてきたことを総合的に考えると、「種」を保全対象とするのがいいように思われるが、これまでにウミガメ科の分類学的な研究は、あまりなされていない。現に東太平洋産という一地域個体群の分類学的位置を巡って議論がなされてきたアオウミガメについては、形態学的分析の結果、地域個体群間の変異ではなく、太平洋域に 2 つの形態型集団が同所的に生息していることが明らかになった。これは、現時点で行なわれている分類、すなわち種の境界が誤っている可能性を示唆しており、比較形態学的分析を含めた詳細な研究が急がれる。

なお、こうした外部形態の比較、分析を行なうためには、これまでウミガメの研究者の間でさほど重要視されてこなかった標本の作製と保存、外部形態の計測値の記録と公開が強く望まれる。これまで何度か述べてきたように、ウミガメ科の個体は大きくて標本にするのに難がある。通常、標本は液浸標本か剥製標本とされるが、剥製の場合はその形態の変化の危険性が予測されるため、計量形質の評価に用いることは出来ない可能性も考えられる。しかし、今回の研究からは剥製標本も十分外部形態の比較に供することができるこ

とが明らかになった。今後は、剥製標本として出来るだけ多くの個体を残す必要がある。

また、ウミガメ科の標本は、SCL がわずか 40 mm の幼体から 1000 mm に達する成体まで、その成長段階に応じて個体のサイズが大きく異なっている。形態学的に比較するにあたり、どの成長段階、サイズを用いるかは大きな問題である。しかし、本研究においてアオウミガメ、タイマイ両種とも亜成体を形態分析に用いることができ、さらにタイマイにおいては孵化幼体においても、外部形態の区別が可能であることが明らかになった。

一般的にウミガメ科の種の特徴を表現するのは成体と考えられがちであるが、孵化幼体でもそれが可能な場合があることがわかった。つまり、その小ささから、より標本として保存しやすい孵化幼体の標本も、形態の比較に十分使用できることが明らかになった。今後は、世界各地で成体や亜成体だけではなく、孵化幼体の標本を積極的に保存する体制を整えることも必要である。

### 7-2-3 形態学の貢献

近年、分類学は DNA を主な対象とする分子遺伝学によって支えられていると言っても過言ではない (Ahrens et al., 2007; Parham et al., 2006)。それによって明らかになる種は生物学的、学術的に重要であることは間違いない。しかし、これまで生物の種分類は外部形態を判別形質として行なわれてきたのに加え (馬渡, 1994)、フィールド科学においては、その都度分子を評価し、種を同定することは困難なことも少なくない。したがって、形態に重きをおいた分類学を軽視するわけにはいかないとする考えもあり、形態を評価する学問的姿勢は堅持する必要があると考えられる。

また、本研究によって、分子系統によって得られた系統関係は、形態による違いを反映しない種も存在することが示された (第 3 章, 第 4 章参照)。すなわち、系統的に分岐してからの経過年数が相対的に短くても、クロウミガメ *Chelonia agassizii* のように形態が分化することもあることが示された。これは、形態を支配する遺伝子に変異があれば当然起こり



うる現象であり、このような急速な形態の分化を分類学がどう扱うかも今後の大きな問題として残された。

しかし、いずれにせよ遺伝子分析用の試料とともに、形態を評価できる標本を残すことが必要である。これにより、これまでなされてこなかった、同じ個体を用いた形態学および系統遺伝学的分析が可能となり、それに伴って、それぞれの分析結果から得られる系統樹の比較も行なうことができる。ウミガメ科のように、移動能力が高く、個体によって回遊場所が様々である生物にとって、個体群ではなく、個体を一つの単位として分析を行なうことができることは本分類群の正しい系統を明らかにする上で、非常に有用であると考えられる。

本研究では、詳細な比較形態学的分析によって、分子遺伝学のみに頼った手法では認識され得なかった独立種の存在を明らかにした。これにより、今後、アオウミガメ属はアオウミガメ *Ch. mydas* とクロウミガメ *Ch. agassizii* の2種に、タイマイ属はタイマイ *E. imbricata* と *E. bissa* および *E. squamata* の3種に対して、別々の保全策が構築される必要がある。このような新たな保全策構築の基盤を形成できたのは、形態学的分析による功績であり、今後、これら以外のウミガメ科についても比較形態学的研究がなされ、それが保全にも生かされることを期待したい。

## 謝辞

本研究を遂行するにあたり、懇切丁寧なご指導と的確なご助言を賜った東京大学大学院農学生命科学科の客員教授亀崎直樹氏に深く感謝いたします。時に厳しく、時に優しく、接して下さったことを通して、人としても成長することができました。

本論文を作成するにあたり、東京大学大学院農学生命科学研究科水域保全学研究室の教授佐野光彦氏、同准教授岡本研氏、兵庫県立大学自然・環境科学研究所の教授太田英利氏、東京大学大気海洋研究所の教授佐藤克文氏には、審査委員として多くの有益なご助言を賜りました。ここに深く感謝いたします。

東京大学大学院農学生命科学研究科水域保全学研究室の助教青木茂氏には、有益なご助言を賜るとともに、遠方にて調査、研究することにより、多くのご迷惑をおかけしたにも関わらず、温かく見守っていただきました。ここに深く感謝いたします。

日本ウミガメ協議会の石原孝氏には拙い文章のご校閲を賜り、京都大学大学院人間環境学研究科の助教西川完途氏、Chelonian Research Institute の Peter Pritchard 氏、日本ウミガメ協議会の松沢慶将氏には研究を遂行するにあたり、数々の有益なご助言を賜りました。ここに深く感謝いたします。

本研究に用いたデータは、南知多ビーチランドの黒柳賢治氏および職員の皆様、東京大学大気海洋研究所の檜崎友子氏、詫間峻一氏、岩手県宮古漁業協同組合の皆様、同広田湾漁業協同組合の皆様、同大船渡市漁業協同組合の皆様、ウミガメ漁業者比嘉正宗氏および山城親介氏、阪本時彦氏、阪本いづみ氏、神戸市立須磨海浜水族園の大鹿達弥氏および職員の皆様、鳥羽水族館の若林郁夫氏、三重県(株)島勝大敷の山下訓右氏、津村公氏、玉置立氏ならびに漁業者の皆様、同早田浦共同大敷組合の川口正道氏および漁業者の皆様、高知県椎名大敷組合の安岡幸男氏および漁業者の皆様、同三津大敷組合の戎井邦彦氏および漁業者の皆様、同高岡大敷組合の山下傑氏および漁業者の皆様、鹿児島県しろせ定置網の宮内叶氏、宮内洋次氏ならびに漁業者の皆様、日和佐うみがめ博物館カレッタの田中宇

輝氏および職員の皆様, IPN-CIIDIR Sinaloa の Alan Zavala 氏, Paula Aguilar 氏, Jorge Gaxiola 氏, Carlos Romero 氏, Ricardo Aguilar 氏, Adalid Graciano 氏ならびに Renato Leal 氏, Universidad Michoacana の Carlos Delgado 氏, Grupo Tortuguero の Aaron Esliman 氏, Jesus Lucero 氏ならびに Antonio Diego 氏, Red Tortuguera A.C. の Catherine Hart 氏, Gaspar Angulo 氏, Ley Cesar 氏, Lourdes Garcia 氏, Ivan Duarte 氏, Ana Laura 氏, Inwater Research Group Inc. の Michael Bresette 氏, Ryan Welsh 氏, Steve Weege 氏, Dave Clark 氏, Cody Mott 氏および Jeff Guertin 氏, 平間茂知氏, 平間由美氏, Llewellyn Ehrhart 氏, Mona Island Hawksbill Research Group の Carlos Diez 氏, Robert P. van Dam 氏ならびにボランティアの皆様, Evolutionsmuseet Uppsala universitet の Hans Mejlom 氏, Evolutionsbiologiskt centrum Uppsala universitet の津田吉晃氏, Australian Museum の Ross Sadlier 氏および Cecilie Beatson 氏, Museo di Storia Naturale di Venezia の Nicola Novarini 氏, Museo Nacional de Historia Natural の Herman Núñez 氏, Muséum National d'Histoire Naturelle の Roger Bour 氏, Mark Cognut 氏, Jérôme Courtois 氏ならびに Laure Pierre 氏, Museum of Comparative Zoology Harvard University の Jose Rosado 氏および高橋剛氏, Smithsonian Institution National Museum of Natural History の Wynn Addison 氏および Kenneth Tighe 氏, Natural History Museum の Patrick Campbell 氏, Natural History Museum of Los Angeles County の Neftali Camacho 氏, Naturhistoriska riksmuseet の Sven Kullander 氏および Bodil Kajrup 氏, Netherlands Centre for Biodiversity Naturalis の Ronaldo de Ruiten 氏および Esther Dondorp 氏, San Diego Natural History Museum の Bradford Hollingsworth 氏および Michael Wall 氏, 日本ウミガメ協議会の谷口真理氏, 渡辺紗綾氏, 河野希和氏, 上野真太郎氏, 三根佳奈子氏, 優谷真理氏, 福家弘晃氏, 水野大将氏, 中里見猛氏, 大嶋大地氏, 川合理人氏, 島達也氏, 水野康次郎氏, 島田貴裕氏, 平手康市氏, 同付属黒島研究所の若月元樹氏および亀田和成氏, 岡田真人氏, 東邦大学大学院の佐藤裕樹氏, 琉球大学海洋学部の笹井隆秀氏, 酪農学園大学獣医学部の亀田承子氏, 文京学院大学人間学部の小野寺祐樹氏および内山有菜氏, 香川県仁尾漁業協同組合川上泰生氏, 兵庫県但馬漁業協同組合の澤田敏幸氏, 福井市自然

史博物館の梨木之正氏，越前松島水族館の田中俊之氏，林重雄氏，高島直子氏，小寺仁美氏，すさみ海立エビのカニの水族館の平井厚志氏，三重大学ウミガメ・スナメリ調査・保全サークル「かめっぷり」の岩本太志氏，木野将克氏，吉田朱梨氏をはじめとする皆様の多大なるご協力により，得ることができました．ここに厚く御礼申し上げます．

北海道大学大学院の佐藤允昭氏には解析を行なうにあたり，東海大学海洋学部の木場俊平氏，大阪動植物海洋専門学校の田中颯氏にはイラストの作成にあたり，多大なるご協力を賜りました．ここに感謝申し上げます．

Leticia Felix 氏，Kevin Zavara 氏，Karen Zavara ちゃん，Kristen Zavara ちゃんにはメキシコ滞在時の，東京大学大学院農学生命科学研究科の石田卓也氏，五十嵐啓氏，五十嵐美枝子氏にはスウェーデン滞在時の生活を送る上で，日本ウミガメ協議会の植月茉莉亜氏，井上直美氏，宮原尚子氏，村上真由美氏，谷内吉則氏，北岡真明氏，大内裕貴氏，佐野純也氏，中本真理子氏，佐藤嘉威氏，杉山享史氏，齋藤宏恭氏，湯藤健太氏，木田龍介氏，島崎知美氏，みなべウミガメ研究班の江口英作氏，東海大学海洋学部の重村舞氏，原三保子氏，稲見徹氏，河南嵩司氏，瓦谷弘樹氏，木村謙吾氏，武山裕子氏，平盛裕也氏，三木佑介氏，山際幸太郎氏，大阪コミュニケーションアート専門学校の永松悠氏，白田歩華氏，宮脇麻佑氏には日々の生活を送る上で，多くの面で助けていただきました．ここに感謝申し上げます．

東京大学大学院農学生命科学研究科水域保全学研究室の杉原奈央子氏をはじめとする皆様には多くの有益なご助言をいただくとともに，日々多大なるご迷惑とお手数をおかけしたにも関わらず，多くの面で助けていただきました．ここに御礼申し上げます．

本研究を遂行するにあたり，水津慶信氏をはじめとする多くの友人の皆様には，日々温かく励ましていただきました．ここに感謝申し上げます．

本研究は黒潮生物研究財団，能勢義正氏，特定非営利活動法人日本ウミガメ協議会からの支援を受けて行なわれました．ここに厚く御礼申し上げます．

## 引用文献

- Agassiz, L. 1857. *Contributions to the Natural History of the United States of America. First Monograph. Vol. I. I. Essay on classification. II. North American Testudinata. III. Embryology of the turtle.* Little Brown Company, Boston.
- Ahrens, D., M. T. Monaghan, A. P. Vogler. 2007. DNA-based taxonomy for associating adults and larvae in multi-species assemblages of chafers (Coleoptera: Scarabaeidae). *Molecular Phylogenetics and Evolution* 44 (2007): 436-449.
- Alvarado, J. and A. Figueroa. 1991. Recovery of the Black Turtle in Michoacan, Mexico: an integrated conservation approach. *Marine Turtle Newsletter* (53): 1-3.
- Anderson, L. G. 1900. *Catalogue of Linnean type-specimens of Linnaeus' reptilia in the Royal Museum in Stockholm.* Revised by F. A. Smitt and Hj. Théel. Stockholm. Bihang til Kongliga Svenska Vetenskaps-Akademiens handlingar 26(4:1): 1-29.
- Barbour, T. 1914. On some Australasian reptiles. *Proceedings of the Biological Society of Washington* 27: 201-206.
- Bass, A. J., J. D. D'Aubrey, and N. Kistnasamy. 1975. Sharks of the east coast of southern Africa. III. The families Carcharhinidae (excluding *Mustelus* and *Carcharhinus*) and Sphyrnidae. *Oceanographic Research Institute Investigational Report* No. 38.
- Blumenthal, J. M., T. J. Austin, C. D. L. Bell, J. B. Bothwell, A. C. Broderick, G. Ebanks-Petrie, J. A. Gibb, K. E. Luke, J. R. Olynik, M. F. Orr, J. L. Solomon, and B. J. Godley. 2009. Ecology of hawksbill turtles, *Eretmochelys imbricata*, on a western Caribbean foraging ground. *Chelonian Conservation and Biology* 8(1): 1-10.
- Bocourt, M. F. 1868. Description de quelques cheloniens nouveaux appartenant a la faune Mexicaine. *Annales des Sciences Naturelles Zoologie et Biologie Animale* 10: 121-122.

- Boulenger, G. A. 1889. *Catalogue of the Chelonians, Rhynchocephalians, and Crocodiles in the British Museum (Natural History)*. Taylor and Francis, London.
- Bour, R. 2006. The holotype of *Chelonia agassizii* Bocourt, 1868. *Emys* 13(2): 18-21.
- Bowen, B. W. and S. A. Karl. 2007. Population genetics and phylogeography of sea turtles. *Molecular Ecology* 16(23): 4886-4907.
- Bowen, B. W., A. M. Clark, F. A. Abreu-Grobois, A. Chaves, H. A. Reichart, and R. J. Ferl. 1998. Global phylogeography of the ridley sea turtles (*Lepidochelys* spp.) as inferred from mitochondrial DNA sequences. *Genetica* 101: 179-189.
- Bowen, B. W., N. Kamezaki, C. J. Limpus, G. R. Hughes, A. B. Meylan, and J. C. Avise. 1994. Global phylogeography of the loggerhead turtle (*Caretta caretta*) as indicated by mitochondrial DNA haplotypes. *Evolution* 48(6): 1820-1828.
- Bowen, B. W., A. B. Meylan, J. P. Ross, C. J. Limpus, G. H. Balazs, and J. C. Avise. 1992. Global population structure and natural history of the green turtle (*Chelonia mydas*) in terms of matriarchal phylogeny. *Evolution* 46(4): 865-881.
- Bowen, B. W., A. L. Bass, A. Garcia-Rodriguez, C. E. Diez, R. van Dam, A. B. Bolten, K. A. Bjorndal, M. M. Miyamoto, and R. J. Ferl. 1996. Origin of hawksbill turtles in a Caribbean feeding area as indicated by genetic markers. *Ecological Applications* 6(2): 566-572.
- Brongersma, L. D. 1961. Notes upon some sea turtles. *Zoologische Verhandelingen, Leiden* 51: 1-46.
- Brown, D., J. W. Wilmer, and S. Macdonald. 2012. A revision of *Strophurus taenicauda* (Squamata; Diplodactylidae) with the description of two new subspecies from central Queensland and a southerly range extension. *Zootaxa* 3243: 1-28.
- Caldwell, D. K. 1962. Sea turtles in Baja California waters (with special reference to those of the Gulf of California), and a description of a new sub-species of northeastern Pacific green turtle. *Contributions in Science* (61): 3-31.

- Carr, A. F. 1952. *Handbook of Turtles: The Turtles of the United States, Canada and Baja California*. Cornell University Press, Ithaca, London.
- Carr, A. F. 1972. Great Reptiles, Great Enigmas. *Audubon* 74(2): 24-35.
- Carr, A., H. Hirth, and L. Ogren. 1966. The ecology and migrations of sea turtles. 6. The hawksbill turtle in the Caribbean Sea. *American Museum Novitates* (2248): 1-29.
- Chan, E. H. 2006. Marine turtles in Malaysia: On the verge of extinction? *Aquatic Ecosystem Health and Management* 9(2): 175-184.
- Cogger, H. G. 1979. Type specimens of reptiles and amphibians in the Australian Museum. *Records of the Australian Museum* 32(4): 163-210.
- Cogger, H. G., E. E. Cameron, and H. M. Cogger. 1983. *Zoological Catalogue of Australia. Volume 1. Amphibia and Reptilia*. Australian Government Publishing Service, Canberra.
- Cracraft, J. 1989. Speciation and its ontology: The empirical consequences of alternative species concepts for understanding patterns and processes of differentiation. p. 28-59. In: D. Otte and J. A. Endler (eds.), *Speciation and its Consequences*. Sinauer Press, Sunderland, MA.
- Cronquist, A. 1978. Once again, what is a species? p. 3-20. In: L. V. Knutson (ed.), *Biosystematics in agriculture*. Allanheld Osmun, Montclair, New Jersey.
- Cuevas, E., F. A. Abreu-Grobois, V. Guzman-Hernandez, M. A. Liceaga-Correa, and R. P. van Dam. 2008. Post nesting migratory movements of hawksbill turtles *Eretmochelys imbricata* in waters adjacent to the Yucatan Peninsula, Mexico. *Endangered Species Research* 10(1-3): 123-133.
- Cuvier, G. L. C. F. D. 1832. *Das Thierreich geordnet nach feiner Organization. Vol. 2. Die Reptilien und Fische enthaltend*. F. U. Brodhous, Leipzig.
- de Queiroz, K. and M. J. Donoghue. 1988. Phylogenetic systematics and the species problem. *Cladistics* 4: 317-338.

- Deraniyagala, P. E. P. 1933. The loggerhead turtles (Carettidae) of Ceylon. *Ceylon Journal of Science B* 18(1): 61-72.
- Deraniyagala, P. E. P. 1939. *The Tetrapod Reptiles of Ceylon. Volume I. Testudinales and Crocodilians*. Colombo Museum Natural History Series, Colombo, Ceylon and Dulau and Co., Ltd., England.
- Deraniyagala, P. E. P. 1943. Subspecies formation in loggerhead turtles (Carettidae). *Spolia Zeylanica* 23(2): 79-92.
- Dethmers, K. E. M., D. Broderick, C. Moritz, N. N. FitzSimmons, C. J. Limpus, S. Lavery, S. Whiting, M. Guinea, R. I. T. Prince, and R. Kennett. 2006. The genetic structure of Australasian green turtles (*Chelonia mydas*): exploring the geographical scale of genetic exchange. *Molecular Ecology* 15(13): 3931-3946.
- Dodd, C. K., Jr. 1988. *Synopsis of the biological data on the loggerhead sea turtle Caretta caretta (Linnaeus 1758)*. U.S. Fish and Wildlife Service Biological Report 88(14).
- Donoghue, M. J. 1985. A critique of the biological species concept and recommendations for a phylogenetic alternative. *Bryologist* 88(3): 172-181.
- Dutton, P. H., S. K. Davis, T. Guerra, and D. W. Owens. 1996. Molecular phylogeny for marine turtles based on sequences of the ND4-leucine tRNA and control regions of mitochondrial DNA. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 5(3): 511-521.
- Dutton, P. H., B. W. Bowen, D. W. Owens, A. Barragan, and S. K. Davis. 1999. Global phylogeography of the leatherback turtle (*Dermochelys coriacea*). *Journal of Zoology* 248(3): 397-409.
- Encalada, S. E., P. N. Lahanas, K. A. Bjorndal, A. B. Bolten, M. M. Miyamoto, and B. W. Bowen. 1996. Phylogeography and population structure of the Atlantic and Mediterranean green turtle *Chelonia mydas*: a mitochondrial DNA control region sequence assessment. *Molecular*



*Ecology* 5(4): 473-483.

Ernst, C. H. and R. W. Barbour. 1989. *Turtles of the World*. Smithsonian Institution Press, Washington, D.C. and London.

Ernst, C. H. and J. E. Lovich. 2009. *Turtles of the United States and Canada. second edition*. The Johns Hopkins University Press.

Eschscholtz, J. F. 1829. Zoologischer Atlas: enthaltend Abbildungen und Beschreibungen neuer Thierarten, während des Flottcapitains von Kotzebue zweiter Reise um die Welt auf der Russisch-Kaiserlichen Kriegesschlupp Predpriaetië in den Jahren 1823-1826. Gedruckt und verlegt bei G. Reimer, Berlin.

Figueroa, A. and J. Alvarado. 1990. Morphometric comparison of the *Chelonia* populations of Michoacan, Mexico, and Tortuguero, Costa Rica. p. 179-182. In: T. H. Richardson, J. I. Richardson, and M. Donnelly (comps.), *Proceedings of the Tenth Annual Workshop on Sea Turtle Biology and Conservation*. NOAA Technical Memorandum NMFS-SEFC-278.

Fitzinger, L. J. 1843. *Systema reptilium. Fasciculus primus. Amblyglossae*. Braumüller and Seidel, Vienna.

Formia, A., B. J. Godley, J. F. Dontaine, and M. W. Bruford. 2006. Mitochondrial DNA diversity and phylogeography of endangered green turtle (*Chelonia mydas*) populations in Africa. *Conservation Genetics* 7(3): 353-369.

Frazier, J. 1985. Misidentifications of sea turtles in the East Pacific: *Caretta caretta* and *Lepidochelys olivacea*. *Journal of Herpetology* 19 (1): 1-11.

Fretey, J. and R. Bour. 1980. Redécouverte du type de *Dermochelys coriacea* (Vandelli) (Testudinata, Dermochelyidae). *Bolletino di zoologia* 47(1-2): 193-205.

Fry, D. B. 1913. On the status of *Chelonia depressa* Garman. *Records of the Australian Museum* 10(7): 159-185.

- Garman, S. 1880. On certain species of Chelonioidae. *Bulletin of the Museum of Comparative Zoölogy at Harvard College in Cambridge* 6(1): 123-126.
- Girard, C. F. 1858. *United States exploring expedition during the years 1838, 1839, 1840, 1841, 1842. Under the command of Charles Wilkes, U. S. N. Vol. 20. Herpetology.* J.B. Lippincot & Co., Philadelphia.
- Godley, B. J., A. C. Broderick, and G. C. Hays. 2001. Nesting of green turtles (*Chelonia mydas*) at Ascension Island, South Atlantic. *Biological Conservation* 97: 151-158.
- Green, D. 1994. Galapagos sea turtles: an overview. p. 65-68. *In: B. A. Schroeder and B. E. Witherington (comps.), Proceedings of the Thirteenth Annual Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation.* NOAA Technical Memorandum. NMFS-SEFSC-341.
- Green, D. and F. Ortiz-Crespo. 1982. Status of sea turtle populations in the central eastern Pacific. p. 221-233. *In: K. A. Bjorndal (ed.), Biology and Conservation of Sea Turtles.* Smithsonian Institution Press, Washington D.C.
- Hamabata, T., S. Nishida, N. Kamezaki, and H. Koike. 2009. Genetic structure of population of the green turtle in Japan. *Bulletin of the Graduate School of Social and Cultural Studies, Kyushu University* 15: 35-50.
- Han, D., K. Zhou, and A. M. Bauer. 2004. Phylogenetic relationships among gekkotan lizards inferred from *C-mos* nuclear DNA sequences and a new classification of the Gekkota. *Biological Journal of the Linnean Society* 83(3): 353–368
- Hart, J. A., K. M. Detwiler, C. C. Gilbert, A. S. Burrell, J. L. Fuller, M. Emetshu, T. B. Hart, A. Vosper, E. J. Sargis, and A. J. Tosi. 2012. Lesula: A new species of Cercopithecus monkey endemic to the Democratic Republic of Congo and implications for conservation of Congo's central basin. *PLoS ONE* 7(9): e44271. doi:10.1371/journal.pone.0044271.
- Hedges, S. B. and C. E. Conn. 2012. A new skink fauna from Caribbean islands (Squamata,

Mabuyidae, Mabuyinae). *Zootaxa* 3288: 1-244.

Herp.net ホームページ. <http://www.herpnet2.org/>

Hill, G. E. 1993. Geographic variation in the carotenoid plumage pigmentation of male house fishes (*Carpodacus mexicanus*). *Biological Journal of the Linnean Society* 49(1): 63-86.

Hirayama, R. 1998. Oldest known sea turtle. *Nature* 392: 705-708.

Hirth, H. F. 1997. *Synopsis of biological data on the green turtle Chelonia mydas (Linnaeus, 1758)*. U.S. Department of Interior, Fish and Wildlife Service Biological Report 97(1).

Holland, B. S. and M. G. Hadfield. 2002. Islands within an island: phylogeography and conservation genetics of the endangered Hawaiian tree snail *Achatinella mustelina*. *Molecular Ecology* 11(3): 365-375.

Holm, Å. 1957. Specimena Linnaeana. I Uppsala bevarade Zoologiska Samlingar från Linnés tid. Inbjudningar till Doktors-Promotionerna i Uppsala Universitets aula. Fredagen den 31 Maj 1957. Uppsala. *Uppsala Universitets årsskrift* 1957(6): 1-68.

細谷和海. 2002. 日本産稀少淡水魚の現状と保護対策. 遺伝 56: 59-65.

Huang, J. P. and C. P. Lin. 2010. Diversification in subtropical mountains: Phylogeography, Pleistocene demographic expansion, and evolution of polyphenic mandibles in Taiwanese stagbeetle, *Lucanus formosanus*. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 57(3): 1149-1161.

Hughes, G. R. 1974. The sea turtles of south-east Africa. I. Status, morphology and distributions. *South African Association for Marine Biological Research, Oceanographic Research Institute Investigational Report* (35).

International Commission on Zoological Nomenclature. 1999. *International Code of Zoological Nomenclature, Fourth Edition, adopted by the International Union of Biological Sciences*. International Trust for Zoological Nomenclature, London.

IUCN (International Union for Conservation of Nature). 2012. *IUCN red list of threatened species*.

Version 2012.2. IUCN, Gland, Switzerland. Available from <http://www.iucnredlist.org>

- Iverson, J. B. 1992. *A Revised Checklist with Distribution Maps of the Turtles of the World*, Privately printed, Richmond.
- Izuka, A. 1908. On the breeding habit and development of *Nereis japonica* n. sp. *Annotationes Zoologicae Japonenses* 6: 295-305.
- 石井雅之. 2008. 神奈川県におけるウミガメ類の記録. 神奈川自然誌資料 (29): 83-89.
- Juarez-Ceron, J. A., A. L. Sarti-Martinez, and P. H. Dutton. 2003. First study of the green/black turtles of the Revillagigedo Archipelago: a unique nesting stock in the Eastern Pacific. p. 70. In: J. A. Seminoff (comp.), *Proceedings of the Twenty-Second Annual Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation*. NOAA Technical Memorandum NMFS-SEFSC-503.
- 亀田和成・石原孝. 2009. 日本沿岸におけるアオウミガメの消化管内容物. うみがめニューズレター (81): 17-23.
- 亀田和成・若月元樹・亀崎直樹. 2013. 八重山諸島黒島の摂餌海域におけるアオウミガメの個体群構造と成長速度. 沖縄生物学会誌 (51): 93-100.
- 亀崎直樹. 1983. 知多半島でふ化したウミガメがアカウミガメとタイマイとの雑種の可能性について. 10(2): 52-53.
- 亀崎直樹. 1991. 琉球列島におけるウミガメ類の産卵場の分布とその評価 (予報). 沖縄生物学会誌 29: 29-35.
- Kamezaki, N. 2003. What is a loggerhead turtle? The morphological perspective. p. 28-43. In: A. B. Bolten and B. E. Witherington (eds.), *Loggerhead Sea Turtles*. Smithsonian Books, Washington, D.C.
- Kamezaki, N. and M. Matsui. 1995. Geographic variation in skull morphology of the green turtle, *Chelonia mydas*, with a taxonomic discussion. *Journal of Herpetology* 29(1): 51-60.
- 菅野健夫. 1980. 屋久島“いなか浜”におけるウミガメの産卵行動の研究. アニマ 93: 68-72.

- Karl, S. A. and B. W. Bowen. 1999. Evolutionary significant units versus geopolitical taxonomy: Molecular systematics of an endangered sea turtle (genus *Chelonia*). *Conservation Biology* 13(5): 990-999.
- Karl, S. A., B. W. Bowen, and J. C. Avise. 1992. Global population genetic structure and male-mediated gene flow in the green turtle (*Chelonia mydas*): RFLP analyses of anonymous nuclear loci. *Genetics* 131(1): 163-173.
- Kasperek, M., B. J. Godley, and A. C. Broderick. 2001. Nesting of the green turtle, *Chelonia mydas*, in the Mediterranean: a review of status and conservation needs. *Zoology in the Middle East* 24: 45-74.
- Kikukawa, A., N. Kamezaki, and H. Ota. 1999. Current status of the sea turtles nesting on Okinawajima and adjacent islands of the central Ryukyus, Japan. *Biological Conservation* 87(1): 149-153.
- Kurtén, B. 1964. The evolution of the Polar Bear, *Ursus maritimus* Phipps. *Acta zoologica Fennica*: 108: 3-30.
- 黒柳賢治・亀崎直樹. 1998. 日本近海で初めて確認されたクロウミガメ. *エコロケーション* (59): 1-2.
- León, Y. M. and K. A. Bjorndal. 2002. Selective feeding in the hawksbill turtle, an important predator in coral reef ecosystems. *Marine Ecology Progress Series* 245: 249-258.
- Limpus, C. J., E. Gyuris, and J. D. Miller. 1988. Reassessment of the taxonomic status of the sea turtle genus *Natator* McCulloch 1908, with a redescription of the genus and species. *Transactions of the Royal Society of South Australia* 112(1-2): 1-9.
- Limpus, C. J., D. J. Limpus, K. E. Arthur, and C. J. Parmenter. 2005. Monitoring Green Turtle Population Dynamics in Shoalwater Bay: 2000-2004. *Research Publication* (83): 13-14.
- Linnaeus, C. 1754. *Hans Maj:ts Adolf Frideriks vår allernådigste konungs naturalie samling*

*innehållande sällsynte och främmande djur, som bevaras på kongl. lust-slottet Ulriksdahl beskrefne och afritade samt på nådig befallning utgifne af Carl Linnaeus.* Typographia Regia, Holmiæ, Stockholm.

Linnaeus, C. 1758. *Systema naturæ per regna tria naturæ, secundum classes, ordines, genera, species, cum characteribus, differentiis, synonymis, locis.* Tomus I. Editio decima, reformata. Salvius, Holmiæ, Stockholm.

Linnaeus, C. 1766. *Systema naturæ per regna tria naturæ, secundum classes, ordines, genera, species, cum characteribus, differentiis, synonymis, locis.* Tomus I. Editio duodecima, reformata. Laurentii Salvii, Holmiæ, Stockholm.

Lönnerberg, E. 1896. Linnean type-specimens of birds, reptiles, batrachians and fishes in the Zoological Museum of the R. University in Upsala. *Bihang til Kongliga Svenska Vetenskaps-Akademiens handlingar* 22(4:1): 1-45.

López, E. and R. Arauz. 2003. Nesting records of East Pacific green turtles (*Chelonia mydas agassizii*) in south Pacific Costa Rica, including notes on incidental capture by shrimping and longline activities. p. 84-85. In: J. A. Seminoff (comp.), *Proceedings of the Twenty-Second Annual Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation*. NOAA Technical Memorandum NMFS-SEFSC-503.

Loveridge, A. and E. E. Williams. 1957. Revision of the African tortoises and turtles of the suborder Cryptodira. *Bulletin of the Museum of Comparative Zoology at Harvard College* 115(6): 163-557.

Marquez-M., R. 1994. *Synopsis of biological data on the Kemp's ridley turtle, Lepidochelys kempii (Garman, 1880)*. NOAA Technical Memorandum NMFS-SEFSC-343.

松浦啓一. 2009. 動物分類学. 東京大学出版会, 東京.

馬渡峻輔. 1994. 動物分類学の論理—多様性を認識する方法. 東京大学出版会, 東京.

- Mayden, R. L. 1997. A hierarchy of species concepts: The denouement in the saga of the species problem. p. 381-424. In: M. F. Claridge, H. A. Dawah, and M. R. Wilson (eds.), *Species: The units of biodiversity*. Chapman and Hall, London.
- Mayr, E. 1942. *Systematics and the Origin of Species*. Columbia University Press, New York. p. 120.
- Mayr, E. 1963. *Animal species and evolution*. Belknap Press of Harvard University Press, Cambridge.
- Mayr, E. and P. D. Ashlock. 1991. *Principles of systematic zoology 2nd edition*. McGraw-Hill Inc., New York.
- Mazák, J. H. 2010. Craniometric variation in the tiger (*Panthera tigris*): Implications for patterns of diversity, taxonomy and conservation. *Mammalian Biology - Zeitschrift für Säugetierkunde* 75(1): 45-68.
- Meylan, A. 1988. Spongivory in hawksbill turtles: A diet of glass. *Science* 239(4838): 393-395.
- Miller, M. P., S. M. Haig, and R. S. Wagner. 2006. Phylogeography and spatial genetic structure of the southern torrent salamander: Implications for conservation and management. *Journal of Heredity* 97 (6): 561-570.
- Minato, H. 2004. *Aegista stenomphala* n. sp. (Pulmonata: Bradybaenidae) from Mt. Gokenzan, Kagawa Prefecture, Shikoku, Japan. *Venus: journal of the Malacological Society of Japan* 62(3-4): 135-140.
- Moritz, C. 1994. Defining 'evolutionarily significant units' for conservation. *Trends in Ecology and Evolution* 9(10): 373-375.
- 中村健児. 1957. 爬虫綱. p. 204-243. 原色動物大図鑑 I. 北隆館, 東京.
- 中村健児・上野俊一. 1963. 原色日本両生爬虫類図鑑. 保育社, 大阪.
- 西村三郎・原幸治. 1967. 日本近海における *Caretta* と *Lepidochelys* (カメ目: ウミガメ科).

爬虫両棲類学雑誌 2(3): 31-35.

Nishizawa, H., J. Okuyama, M. Kobayashi, O. Abe, N. Arai. 2010 Comparative phylogeny and historical perspectives on population genetics of the Pacific hawksbill (*Eretmochelys imbricata*) and green turtles (*Chelonia mydas*), inferred from feeding populations in the Yaeyama Islands, Japan. *Zoological Science* 27(1): 14-18.

岡田弥一郎. 1927. 爬虫綱. p. 191-234. 日本動物図鑑. 北隆館, 東京.

岡本慶・石原孝・谷口真理・山下訓右・亀崎直樹. 2011. 熊野灘沿岸に出現するウミガメ類. うみがめニュースレター(88): 13-16.

Okayama, T., R. Diaz-Fernandez, Y. Baba, M. Halim, O. Abe, N. Azeno, and H. Koike. 1999. Genetic diversity of the hawksbill turtle in the Indo-Pacific and Caribbean regions. *Chelonian Conservation and Biology* 3(2): 362-367.

大牟田一美. 1994. 屋久島の永田田舎浜におけるウミガメ上陸・産卵調査報告 (1991). p. 23-30. In: 亀崎直樹・藪田慎司・菅沼弘行 (監), 日本のウミガメの産卵地. 日本ウミガメ協議会, 大阪.

大牟田幸久. 2005. 漁網に絡まって屋久島前浜に漂着したクロウミガメ. ウミガメニュースレター (63): 2-3.

Parham, J. F. and G. R. Zug. 1996. *Chelonia agassizii* - valid or not? *Marine Turtle Newsletter* (72): 2-5.

Parham, J. F., O. Türkozan, B. L. Stuart, M. Arakelyan, S. Shafei, T. J. Papenfuss. 2006. Genetic evidence for premature taxonomic inflation in Middle Eastern tortoises. *Proceedings of the California Academy of Science* 57(3): 955-964.

Parker, D. M., P. H. Dutton, and G. H. Balazs. 2011. Oceanic diet and distribution of haplotypes for the green turtle, *Chelonia mydas*, in the Central North Pacific. *Pacific Science* 65(4): 419-431.

Philippi, R. A. 1887. Vorläufige nachrichte uber die chilenischen Seeschildkroeten und einige Fische



der chilenischen Kuste. *Zoologische Garten* 28: 84-88.

Philippi, R. A. 1899. Las tortugas chilenas. *Annales de la Universidad de Chile, Santiago* 104: 727-736.

Pomponi, S. A. 1988. Maximizing the potential of marine organism collections for both pharmacological and systematic studies. *Memoirs of the California Academy of Sciences* 13: 7-11.

Pritchard, P. C. H. 1979. *Encyclopedia of turtles*. T. F. H Publications, Inc., Ltd., Neptune.

Pritchard, P. C. H. 1997. Evolution, phylogeny, and current status. p. 1-28. *In*: P. L. Lutz and J. A. Musick (eds.), *The Biology of Sea Turtles*. CRC Marine Science Series, CRC Press, Inc., Boca Raton, Florida.

Pritchard, P. C. H. 1999. Status of the black turtle. *Conservation Biology* 13(5): 1000-1003.

Pritchard, P. C. H. and J. A. Mortimer. 1999. Taxonomy, external morphology, and species identification. p. 21-38. *In*: K. L. Eckert, K. A. Bjorndal, F. A. Abreu-Grobois, and M. Donnelly (eds.), *Research and Management Techniques for the Conservation of Sea Turtles*. IUCN/SSC Marine Turtle Specialist Group, Gland, Switzerland.

Pritchard, P. C. H. and P. Trebbau. 1984. *The Turtles of Venezuela*. Society for the Study of Amphibians and Reptiles, Ithaca, New York.

Randall, J. E. 1967. Food habits of reef fishes in the West Indies. *Studies in Tropical Oceanography* 5: 665-847.

R development core team. 2010. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org/>.

Reichert, H. A. 1993. *Synopsis of biological data on the olive ridley sea turtle *Lepidochelys olivacea* (Eschscholtz, 1829) in the western Atlantic*. NOAA Technical Memorandum,

NMFS-SEFSC-336.

- Reynolds, R. P., S. W. Gotte, and C. H. Ernst. 2007. *Catalog of type specimens of recent Crocodylia and Testudines in the National Museum of Natural History, Smithsonian Institution*. Smithsonian Contributions to Zoology No. 626. Smithsonian Institution Scholarly Press, Washington, D.C.
- Rincon-Diaz, M. P., C. E. Diez, R. P. van Dam, and A. M. Sabat. 2011a. Effect of food availability on the abundance of juvenile hawksbill sea turtles (*Eretmochelys imbricata*) in inshore aggregation areas of the Culebra Archipelago, Puerto Rico. *Chelonian Conservation and Biology* 10(2): 213-221.
- Rincon-Diaz, M. P., C. E. Diez, R. P. van Dam, and A. M. Sabat. 2011b. Foraging Selectivity of the Hawksbill Sea Turtle (*Eretmochelys imbricata*) in the Culebra Archipelago, Puerto Rico. *Journal of Herpetology* 45(3): 277-282.
- Rondelet, G. 1558. *L'Histoire entière des Poissons*. Matthias Bonhomme, Lyon.
- Ross, J. P. and M. A. Barwani. 1982. Review of sea turtles in the Arabian area. p. 372-383. In: K. A. Bjorndal (ed.), *Biology and Conservation of Sea Turtles*, Smithsonian Institution Press, Washington D.C.
- Rüppell, E. 1835. *Neue Wirbelthiere zu der Fauna von Abyssinien gehörig, entdeckt und beschrieben. Amphibien*. Siegmund Schmerber, Frankfurt am Main.
- Sadovy, Y. and A. M. Eklund. 1999. *Synopsis of biological data on the Nassau grouper *Epinephelus striatus* (Bloch 1792) and the jewfish *E. itajara* (Lichtenstein 1822)*. NOAA Technical Report NMFS 146 and FAO Fisheries Synopsis 157, Seattle, WA.
- SAS. 1990. SAS User's Guide: Statistics, Version 6. SAS Institute Inc., North Carolina.
- Sato, M. 1999. Divergence of reproductive and developmental characteristics and speciation in *Hediste* species group. *Hydrobiologia* 402: 129-143.

- Sato, M. and Y. Masuda. 1997. Genetic differentiation in two sibling species of the brackish-water polychaete *Hediste japonica* complex (Nereididae). *Marine Biology* 130: 163-170.
- Sato, M. and A. Nakashima. 2003. A review of Asian *Hediste* species complex (Nereididae, Polychaeta) with descriptions of two new species and a redescription of *Hediste japonica* (Izuka, 1908). *Zoological Journal of the Linnean Society* 137(3): 403-445.
- Sato, M. and H. Sattmann. 2009. Extirpation of *Hediste japonica* (Izuka, 1908) (Nereididae, Polychaeta) in Central Japan, evidenced by a museum historical collection. *Zoological Science* 26(5): 369-372.
- Schmidt, K. P. 1945. Problems in the distribution of the marine turtles. *Marine Life Occasional Papers* 1(3): 7-10.
- Schmidt, K. P. 1953. *A check list of North American amphibians and reptiles*. Sixth Edition. American Society of Ichthyologists and Herpetologists. University of Chicago Press, Chicago.
- Sekiya, K., I. Miura, and M. Ogata. 2012. A new frog species of the genus *Rugosa* from Sado Island, Japan (Anura, Ranidae). *Zootaxa* 3575: 49-62.
- Seminoff, J. A. 2000. *Biology of the East Pacific green turtle, Chelonia mydas agassizii, at a temperate feeding area in the Gulf of California, Mexico*. University of Arizona, Tucson. (Ph.D. Dissertation).
- Shields, G. F., D. Adams, G. Garner, M. Labelle, J. Pietsch, M. Ramsay, C. Schwartz, K. Titus, and S. Williamson. 2000. Phylogeography of Mitochondrial DNA Variation in Brown Bears and Polar Bears. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 15(2): 319-326.
- Shull, G. H. 1923. The species concept from the point of view from the geneticist. *American Journal of Botany* 10: 221-228.
- Simpson, G. G. 1961. *Principles of Animal Taxonomy*. Columbia University Press, New York.

- Smith, H. M. and R. B. Smith. 1980. *Synopsis of the Herpetofauna of Mexico Volume VI. Guide to the Mexican Turtles, Bibliographic Appendix III*. John Jonson Vermont.
- Smith, H. M. and E. H. Taylor. 1950. *An annotated checklist and key to the reptiles of Mexico, exclusive of snakes*. Bulletin of the United States National Museum (199).
- Stejneger, L. 1907. *Herpetology of Japan and Adjacent Territory*. Ithaca, New York.
- 菅沼弘行. 1994. アオウミガメ. p. 240-241. *In*: 水産庁 (編), 日本の希少な野生水生生物に関するデータブック. 日本水産資源保護協会, 東京.
- 菅沼弘行・立川浩之・山口真名美・木村ジョンソン. 1994. 1983-1990年の小笠原諸島・父島列島におけるアオウミガメ (*Chelonia mydas*) の産卵状況. p. 95-109. *In*: 亀崎直樹・藪田慎司・菅沼弘行 (監), 日本のウミガメの産卵地. 日本ウミガメ協議会, 大阪.
- 菅沼弘行・田中真一・井ノ口栄美・鳴島浩二. 2010. ストランディングからわかること. *海洋と生物*. 32(5): 407-412.
- 竹下涼子・亀崎直樹. 2008. 種子島におけるアオウミガメの産卵の初記録. *うみがめニューズレター* (77): 14.
- Talbot, S. L. and G. F. Shields. 1996. Phylogeography of Brown Bears (*Ursus arctos*) of Alaska and Paraphyly within the Ursidae. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 5(3): 477-494.
- Tang, K. L., D. N. Lumbantobing, and R. L. Mayden. 2013. The Phylogenetic placement of *Oxygaster* van Hasselt, 1823 (Teleostei: Cypriniformes: Cyprinidae) and the taxonomic status of the Family-group name Oxygastrinae Bleeker, 1860. *Copeia* 2013(1): 13-22.
- 谷口真理・亀崎直樹. 2011. 熊野灘に出現するウミガメ類. *南紀生物* 53(1): 65-67.
- Troëng, S. and E. Rankin. 2005. Long-term conservation efforts contribute to positive green turtle *Chelonia mydas* nesting trend at Tortuguero, Costa Rica. *Biological Conservation* 121: 111-116.
- Troëng, S., P. H. Dutton, and D. Evans. 2005. Migration of hawksbill turtles *Eretmochelys imbricata*

from Tortuguero, Costa Rica. *Ecography* 28(3): 394-402.

Turtle Taxonomy Working Group [van Dijk, P. P., J. B. Iverson, H. B. Shaffer, R. Bour and A. G. J.

Rhodin]. 2012. Turtles of the world, 2012 update: annotated checklist of taxonomy,

synonymy, distribution, and conservation status. *In*: A. G. J. Rhodin, P. C. H. Pritchard, P. P.

van Dijk, R. A. Saumure, K. A. Buhlmann, J. B. Iverson, and R. A. Mittermeier (eds.),

*Conservation Biology of Freshwater Turtles and Tortoises: A Compilation Project of the*

*IUCN/SSC Tortoise and Freshwater Turtle Specialist Group. Chelonian Research*

*Monographs* (5): 000.243-000.328, doi:10.3854/crm.5.000.checklist.v5.2012,

<http://www.iucn-tftsg.org/cbftt/>.

内田至. 1986. 海ガメ学ノート②クロウミガメ. *海洋と生物* 8(1): 28-29.

van Dam, R. P. and C. E. Diez. 1998a. Caribbean hawksbill turtle morphometrics. *Bulletin of Marine*

*Science* 62(1): 145-155.

van Dam, R. P. and C. E. Diez. 1998b. Home range of immature hawksbill turtles (*Eretmochelys*

*imbricata* (Linnaeus)) at two Caribbean islands. *Journal of Experimental Marine Biology and*

*Ecology* 220(1): 15-24.

Van Valen, L. 1976. Ecological species, mutispecies, and oaks. *Taxon* 25(2/3): 233-239.

Walbaum, J. J. 1782. *Chelonographia, oder Beschreibung einiger Schildkröten nach natürlichen*

*Urbildern verfeltiget*. Johann Friedrich Gleditsch, Lübeck and Leipzig.

Wallin, L. 1985. A survey of Linnaeus's material of *Chelone mydas*, *Caretta caretta* and

*Eretmochelys imbricata* (Reptilia, Cheloniidae). *Zoological Journal of the Linnean Society*

85(2): 121-130.

Wallin, L. 1992. Linnaean specimens in the Zoological Museum of Uppsala University. *Archives of*

*Natural History* 19: 219-230.

Wallin, L. 2001. *Catalogue of type specimens. 4. Linnaean specimens*. Uppsala University, Museum

of Evolution, Zoology section, Uppsala, Sweden.

渡辺勝敏・高橋洋・北村晃寿・横山良太・北川忠生・武島弘彦・佐藤俊平・山本祥一郎・

竹花佑介・向井貴彦・大原健一・井口恵一朗. 2006. 日本産淡水魚類の分布域形成史 : 系統地理的アプローチとその展望. 魚類学雑誌 53(1): 1-38.

Welton, L. J., C. D. Siler, C. W. Linkem, A. C. Diesmos, and R. M. Brown. 2010. Philippine

bent-toed geckos of the *Cyrtodactylus agusanensis* complex: multilocus phylogeny, morphological diversity, and descriptions of three new species. *Herpetological Monographs* 24(1): 55-85.

Wermuth, H and R. Mertens. 1961. *Schildkröten, Krokodile, Brückenhsen*. Gustav Fischer Verlag, Jena, Germany.

Wermuth, H and R. Mertens. 1977. *Liste der rezenten Amphibien und Reptilien: Testudines, Crocodylia, Rhynchocephalia*. *Das Tierreich Lieferung* 100. Walter de Gruyter, Berlin, New York.

Wiley, E. O. 1981. *Phylogenetics: The Theory and Practice of Phylogenetic Systematics*. John Wiley and Sons, New York.

Williams, E. E., A. G. C. Grandison, and A. F. Carr, Jr. 1967. *Chelonia depressa* Garman re-investigated. *Breviora* 271: 1-15.

Winston, J. E. 1999. *Describing Species: Practical Taxonomic Procedures for Biologists*. Columbia University Press, New York.

Witherington, B. E. 2006. *Sea Turtles: An Extraordinary Natural History of Some Uncommon Turtles*. Voyageur Press, Wisconsin, U.S.A.

Witzell, W. N. 1983. *Synopsis of biological data on the hawksbill turtle *Eretmochelys imbricata* (Linnaeus, 1766)*. FAO Fisheries Synopsis No. 137. FAO, Rome.

Witzell, W. N. 1987. Selective predation on large cheloniid sea turtles by tiger sharks (*Galeocerdo*

cuvier). *Japanese Journal of Herpetology* 12: 22-29.

山口真名美・菅沼弘行・鳴島浩二. 2005. 小笠原諸島父島列島で繁殖するアオウミガメ (*Chelonia mydas*)の上陸・産卵状況 (2005年) と過去27年間の産卵巣数の経年変化. うみがめニュースレター (66): 2-6.

Yáñez, A. 1951. *Vertebrados marinos chilenos. 3. Reptiles*. Revista Biología Marina (Valparaíso) 3(1-2): 1-18.

Yano, S., A. Tada, and H. Matsuda. 2013. A new species of *Cipangocharax* (Caenogastropoda: Cyclophoridae: Alycaeinae) from Tokushima Prefecture, Japan. *Venus: journal of the Malacological Society of Japan*: 71(1-2): 29-37.

Yoshikawa, N. and M. Matsui. 2013. A new salamander of the genus *Onychodactylus* from Tsukuba Mountains, eastern Honshu, Japan (Amphibia, Caudata, Hynobiidae). *Current Herpetology* 32(1): 9-25.

Yoshikawa N., M. Matsui, S. Tanabe, and T. Okayama. 2013. Description of a new salamander of the genus *Onychodactylus* from Shikoku and western Honshu, Japan (Amphibia, Caudata, Hynobiidae). *Zootaxa* 3693: 441-464.

Zangerl, R., L. P. Hendrickson, and J. R. Hendrickson. 1988. A redescription of the Australian Flatback Sea Turtle *Natator depressus*. *Bishop Museum Bulletins in Zoology I*. Bishop Museum Press, Honolulu, Hawaii, U.S.A. 69 p.

Zarate, P., F. Agustina, and P. H. Dutton. 2003. First results of the East Pacific green turtle, *Chelonia mydas*, nesting population assessment in the Galapagos Islands. p. 70-73. In: J. A. Seminoff (comp.), *Proceedings of the Twenty-Second Annual Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation*. NOAA Technical Memorandum NMFS-SEFSC-503.

## 要旨

### 第 1 章

現在、ウミガメ科には 5 属 6 種が存在するが、これまで 50 以上の種が記載され、それらが 6 種いずれかの同物異名としてまとめられ現在に至っている。ウミガメ科 6 種中 4 種は大西洋からインド-太平洋にかけて、地球規模の暖海に広く分布しており、複数の遺伝的に隔離された集団に分化していると考えられる。それとともに現在は 1 種とされている種内にも、複数の種が存在する可能性がある。それを確認するには、分布域を広く網羅した標本の形態と遺伝子の比較が必須である。このうち、遺伝子を用いた系統学的研究は多く行われているが、形態の比較研究は標本が大きく保存や移動が難しいため少ない。さらに、その結果を分類に反映させるには、タイプを含めた研究が必要であるが、ウミガメ科の 50 種以上のタイプの大部分は 1900 年以前に指定されたため失われた標本も多く、また、所蔵場所は世界中に分散しており、体系立った研究が極めて行いにくい状況にある。そのような緒言を述べ、第 2 章ではウミガメ科に属す種の分類と歴史を、第 3 章ではアオウミガメの形態の地理的変異を、第 4 章ではアオウミガメ属の分類を、第 5 章ではタイマイの形態の地理的変異を、第 6 章ではタイマイ属の分類を論じた。そして、第 7 章では、ウミガメ科の分類における展望と、保全における分類の重要性について議論した。

### 第 2 章

現生のウミガメ科 6 種における分類の歴史について論じた。また、過去に記載されたウミガメ科 50 以上の種のうち、22 種 1 亜種のタイプが現存することを明らかにし、7 ヶ国 10 施設に所蔵されるそれらのサイズや保存状態についてまとめた。

### 第 3 章

3-1 では日本沿岸で確認されたアオウミガメ 127 個体を腹側の色彩により黄色型 109 個体と黒色型 18 個体に分けた。これらについて標準直甲長 (SCL) など 29 の計量形質を計測した。計測値は対数変換した後、SCL に対する各形質の回帰直線を黄色型と黒色型で、共分散分析により比較した。この結果、項甲板中央と左第 11 縁甲板と左第 10 縁甲板との接合部外縁の直線距離 (NL11) など 12 形質に有意な差が認められた ( $p < 0.05$ )。つまり、黒色型の背甲は第 11 縁甲板の前端で細くなることが明らかになった。このように、日本のアオウミガメには、色彩や外部形態の異なる 2 集団が存在した。その形態的特徴から黄色型はアオウミガメ *Chelonia mydas*、黒色型はクロウミガメ *Chelonia mydas agassizii* と考察した。両集団の SCL に差異はなく、雌雄両方を含んでいたことから、両者は独立した生物学的種と考えられた。

3-2 では 3-1 で定義した日本の黄色型 (西太平洋産黄色型) 96 個体、黒色型 (西太平洋産黒色型) 9 個体に、大西洋産 42 個体、インド洋産 11 個体、東太平洋産 96 個体を加え、5 群 254



個体を試料とした。これら 254 個体の 19 形質を計測し、その計測値を対数変換し、正準判別分析を行った。その結果、5 集団は 2 群に大別され、大西洋産、インド洋産、西太平洋産黄色型が 1 群 (A 型)、東太平洋産、西太平洋産黒色型が別の 1 群 (B 型) を形成した。判別に最も寄与した形質は日本の黄色型と黒色型の判別と同じく NL11 であった。また、B 型で腹側の色彩が確認できた個体は、全て黒色を呈していた。すなわち、アオウミガメは大西洋からインド洋、西太平洋に分布する黄色型と東太平洋から西太平洋に分布する黒色型に分けられ、前者はアオウミガメ *Chelonia mydas*、後者はクロウミガメ *Chelonia mydas agassizii* と考えられた。

#### 第 4 章

第 3 章で確認されたアオウミガメ *Chelonia mydas* の形態の異なる 2 集団について、同物異名とされている種のタイプと比較し、種同定を試みた。第 3 章で分類した A 型 (黄色型) 149 個体と B 型 (黒色型) 105 個体に、*Chelonia marmorata* ホロタイプとパラタイプ 1 個体、*Ch. formosa* ホロタイプ、*Ch. albiventer* ホロタイプ、*Ch. agassizii* ホロタイプ、*Ch. lata* ホロタイプ、*Ch. mydas carrinegra* ホロタイプとパラタイプ 2 個体を加えた合計 263 個体について、前章と同様な 19 形質を計測した。A 型および B 型を目的変数、計測値を対数変換した値を説明変数として判別分析を行った。これにより、各種のタイプが A 型と B 型のいずれに判別されるかを明らかにした。この結果、*Ch. marmorata* のホロタイプ、パラタイプ、*Ch. formosa* のホロタイプ、*Ch. albiventer* のホロタイプ、*Ch. lata* のホロタイプ、*Ch. my. carrinegra* のパラタイプ 1 個体 (LACM 1690) が A 型に、*Ch. agassizii* のホロタイプ、*Ch. my. carrinegra* のホロタイプ、パラタイプ 1 個体 (LACM1700) が B 型に判別された。第 3 章より A 型は黄色型すなわち *Ch. mydas* と判断されたので、*Ch. marmorata*、*Ch. formosa*、*Ch. albiventer*、*Ch. lata* は *Chelonia mydas* の下位同物異名であることが改めて確認された。一方、*Ch. agassizii* は B 型 (黒色型) に判別された。よって黒色型は *Chelonia agassizii* であることが確認された。

#### 第 5 章

世界 3 大洋から得られたタイマイ *Eretmochelys imbricata* を形態学的に分析し、大洋間で外部形態が異なることを明らかにした。西大西洋産 100 個体、インド洋産 172 個体、西太平洋産 186 個体を試料とし、SCL、直甲幅 (SCW) の計測を行った。この計測値を対数変換した後、それらの回帰直線を共分散分析にて比較した。また SCW を SCL で除した値に対して Kruskal-Wallis 検定、Steel-Dwass 法による多重比較を行い、海域間の SCW/SCL 比の差の有無を検討した。共分散分析の結果、回帰線は全ての組み合わせで有意差が認められた。また、各群の SCW/SCL 比の平均値は、西大西洋産 0.721、インド洋産 0.780、西太平洋産 0.823 と全ての組み合わせで有意差が認められた。よって、本種の背甲形態は 3 海域で異なることが明らかになった。この事実は、タイマイの各集団が遺伝的に隔離され、形態が分化している可能性を示しており、現在 1 種とされる本種には 3 種が含まれる可能性がある。

## 第 6 章

第 5 章で確認されたタイマイの 3 つの形態集団について、過去に記載された種のタイプと比較して、種同定を試みた。試料には西大西洋産 194 個体、インド洋産 198 個体、西太平洋産 195 個体に加え、本種の同物異名とされる *Caretta squamosa* シンタイプ、*Ca. rostrata* シンタイプ 1 個体、*Onychochelys kraussi* シンタイプ 1 個体を用いた。これら 590 個体の SCL と SCW を計測した。また *Ca. bissa* については、SCL と SCW の数値を原記載から引用した。3 集団の計測値から描いた回帰直線の数式に、各種のタイプの SCL 値を代入し、実測値と比較した。また、*Eretmochelys squamata* については、タイプが幼体であったため、2 個体のシンタイプ (MCZ R-1415 と MCZ R-1416) それぞれに判別分析を行った。試料にはシンタイプ 2 個体のそれぞれと同じ大きさの西大西洋産 28 個体と 10 個体、インド洋産 10 個体と 5 個体、西太平洋産 30 個体と 19 個体をそれぞれ用いた。この結果、各種のタイプは *Ca. bissa* がインド洋産、*Ca. squamosa* と *Ca. rostrata* が西太平洋産、*O. kraussi* が西大西洋産の推定値に最も近しかった。また、*E. squamata* においては、MCZ R-1415 は全ての組み合わせの判別分析の結果、インド洋産に、MCZ R-1416 は西大西洋、インド洋産の組み合わせ以外の判別分析の結果、西太平洋産に判別された。以上の結果から、3 集団の学名について検討した。まず西大西洋産は *O. kraussi* と一致していた。本種以前に記載された西大西洋産の種は *Testudo imbricata* のみであり、いずれかがふさわしいと考えられるが、*T. imbricata* はタイプが現存しない。ただし、タイプ産地と原記載から検討すれば同種と考えられるため、本集団は *Eretmochelys imbricata* とするのが良いと考えられた。インド洋産は *Ca. bissa*、*E. squamata* の一標本 (MCZ R-1415) と一致した。前者はインド洋産に対して与えられた最も古い学名であり、本集団は *Eretmochelys bissa* がふさわしいと考えられた。西太平洋産は、*E. squamata* の一標本 (MCZ R-1416)、*Ca. squamosa*、*Ca. rostrata* と一致した。*E. squamata* は西太平洋産に対して与えられた最も古い学名であり、本集団は *Eretmochelys squamata* がふさわしいと考えられた。

## 第 7 章

ウミガメ科の内、それぞれ 1 種とされてきたアオウミガメとタイマイについて、それぞれ 2 種と 3 種とすることを提案した。今後、他種の形態学的分析、また DNA を合わせた分析がなされれば、科内全体の分類の確立に大きく寄与し得る。

生物の保全において、その対象は種であるが、ウミガメ科の種分類は見直しが必要となった。種の境界が誤っている可能性が示唆され、保全策の見直しが必要と考えられる。このように、形態分析を伴う分類学的研究は、保全にも大きく寄与し得る。

表 2-1. 現存するウミガメ科のタイプ. 22 種 1 亜種 33 個体のタイプのタイプが現存することが明らかになった. なお, 表中のタイプ欄はそのタイプの種類を示しており, HOLO はホロタイプ, SYN はシレンタタイプ, PARA はパラタイプ, LECTO はレクトタイプをそれぞれ意味する. また, SCL, SCW, HL, LC1, WC の単位はそれぞれ mm である.

No.	標本番号	種	原記載	タイプ	状態	SCL	SCW	HL	LC1	WC	所蔵場所	図番号
1	UZM19	<i>Testudo mydas</i>	Linnaeus, 1758	SYN	剥製	578	444	129	—	—	Evolutionsmuseet Uppsala universitet	図 2-2
2	UZM26			SYN	背甲	462	410	—	—	—	—	Linné museet
3	MNH501-10	<i>Chelonia pelagorum</i>	Bory de Saint-Vincent, 1833	HOLO	剥製	798	591	179	—	—	Muséum National d'Histoire Naturelle	図 2-4
4	MNH516-3	<i>Chelonia dussumieri</i>	Duméril & Bignon, 1835	SYN	剥製	594	550	123	—	—	Muséum National d'Histoire Naturelle	図 2-5
5	MNH516-4			SYN	剥製	551	525	110	—	—	—	Muséum National d'Histoire Naturelle
6	MNH506-32	<i>Chelonia marmorata</i>	Duméril & Bignon, 1835	HOLO	剥製	1072	789	189	—	—	Muséum National d'Histoire Naturelle	図 2-7
7	MNH506-18			PARA	剥製	659	501	125	—	—	—	Muséum National d'Histoire Naturelle
8	MCZ R-1415	<i>Eretmochelys squamata</i>	Agassiz, 1857	SYN	液浸	73.1	57	25	—	—	Museum of Comparative Zoology Harvard University	図 2-9
9	MCZ R-1416			SYN	液浸	187	140	51	—	—	—	Museum of Comparative Zoology Harvard University
10	USNM7778	<i>Thalassochelys coriicata</i>	Cirard, 1858	HOLO	剥製	230	195	62	—	—	Smithsonian Institution National Museum of Natural History	図 2-11
11	USNM220815	<i>Caretta squamosa</i>	Cirard, 1858	SYN	背甲	637	544	—	—	—	Smithsonian Institution National Museum of Natural History	図 2-12
12	USNM257185	<i>Caretta rostrata</i>	Cirard, 1858	SYN	背甲	損傷	605	—	—	—	Smithsonian Institution	図 2-13
13	USNM257186			SYN	背甲	683	566	—	—	—	—	Smithsonian Institution
14	USNM257183	<i>Chelonia formosa</i>	Cirard, 1858	HOLO	背甲	792	713	—	—	—	Smithsonian Institution National Museum of Natural History	図 2-15
15	USNM257184	<i>Chelonia tenais</i>	Cirard, 1858	HOLO	背甲	643	547	—	—	—	Smithsonian Institution National Museum of Natural History	図 2-16
16	MSNVE04914	<i>Chelonia albiventer</i>	Nardo, 1864	HOLO	剥製	264	214	65	—	—	Museo di Storia Naturale di Venezia	図 2-17
17	MNH507	<i>Chelonia agassizii</i>	Bocourt, 1868	HOLO	剥製	584	432	120	—	—	Muséum National d'Histoire Naturelle	図 2-18
18	BM1947.3.5.43	<i>Onychochelys kraussi</i>	Gray, 1873	SYN	剥製	811	589	153	—	—	Natural History Museum	図 2-19
19	BM1947.3.4.34			SYN	頭骨	—	—	—	計測不可	102	—	Natural History Museum
20	BM1947.3.5.40	<i>Cephalochelys oceanica</i>	Gray, 1873	HOLO	頭部・前肢 剥製	—	—	136	—	—	Natural History Museum	図 2-21
21	MCZ R-46538	<i>Thalassochelys kempii</i>	Garman, 1880	SYN	剥製	683	644	160	—	—	Museum of Comparative Zoology Harvard University	図 2-22
22	MCZ R-46539			SYN	全身骨格	—	—	—	計測不可	計測不可	—	Museum of Comparative Zoology Harvard University
23	MCZ R-4473	<i>Chelonia depressa</i>	Garman, 1880	LECTO	剥製	893	704	174	—	—	Museum of Comparative Zoology Harvard University	図 2-24

表 2-1. 現存するウミガメ科のタイプ。(続き)

24	MNHNCL1510	<i>Chelonia lata</i>	Philippi, 1887	HOLO	剥製	691	546	128	—	—	Museo Nacional de Historia Natural	図 2-25
25	MNHNCL1511	<i>Thalassochelys tarapacota</i>	Philippi, 1887	HOLO	剥製	581	528	116	—	—	Museo Nacional de Historia Natural	図 2-26
26	MNHNCL1512	<i>Thalassochelys controversa</i>	Philippi, 1899	HOLO	剥製	572	532	123	—	—	Museo Nacional de Historia Natural	図 2-27
27	USNM243393	<i>Caretta remivaga</i>	Hay, 1908	HOLO	頭骨	—	—	—	175	118	National Museum of Natural History Smithsonian Institution	図 2-28
28	USNM220820			PARA	頭骨	—	—	—	178	110	Smithsonian Institution	図 2-29
29	AM R.4158	<i>Nattator tessellatus</i>	McCulloch, 1908	HOLO	液浸	113	101	30	—	—	Australian Museum	図 2-30
30	BM1934.5.1.1	<i>Caretta gigas</i>	Deraniyagala, 1933	HOLO	液浸	636	550	計測不可	—	—	Natural History Museum	図 2-31
31	LACM1696			HOLO	液浸	540	419	113	—	—	Natural History Museum of Los Angeles County	図 2-32
32	LACM1690	<i>Chelonia mydas carrinegra</i>	Caldwell, 1962	PARA	液浸	357	292	82	—	—	Natural History Museum of Los Angeles County	図 2-33
33	LACM1700			PARA	背甲	683	561	—	—	—	Natural History Museum of Los Angeles County	図 2-34

表 3-1. 黄色型と黒色型の対数変換した SCL と各形質の回帰線の傾きと切片に対する共分散分析の結果.

形質	形態型	傾き	p 値	切片	p 値	相関係数 ( $R^2$ )	N
CCW	黄色型	0.983	有意差なし	0.035	$p < 0.001$	0.982	98
	黒色型	0.961		0.114		0.973	12
M1	黄色型	0.898	有意差なし	-0.798	$p < 0.05$	0.793	107
	黒色型	0.631		-0.098		0.274	18
M2	黄色型	0.916	有意差なし	-0.320	$p < 0.01$	0.939	107
	黒色型	0.895		-0.286		0.915	18
M3	黄色型	0.974	有意差なし	-0.260	$p < 0.01$	0.961	107
	黒色型	1.004		-0.361		0.941	18
M4	黄色型	0.974	有意差なし	-0.133	有意差なし	0.985	107
	黒色型	0.977		-0.147		0.949	18
M5	黄色型	0.938	有意差なし	0.027	有意差なし	0.986	104
	黒色型	0.953		-0.019		0.949	18
M6	黄色型	0.908	有意差なし	0.153	有意差なし	0.986	103
	黒色型	0.930		0.085		0.963	18
M7	黄色型	0.923	有意差なし	0.121	有意差なし	0.989	106
	黒色型	0.967		-0.007		0.968	18
M8	黄色型	0.956	有意差なし	0.001	有意差なし	0.986	107
	黒色型	1.030		-0.205		0.961	18
M9	黄色型	0.985	有意差なし	-0.138	有意差なし	0.978	107
	黒色型	1.070		-0.377		0.973	18
M10	黄色型	1.010	有意差なし	-0.301	有意差なし	0.972	106
	黒色型	1.120		-0.605		0.956	18
M11	黄色型	0.999	有意差なし	-0.431	$p < 0.05$	0.944	104
	黒色型	1.120		-0.773		0.871	18
M12	黄色型	1.020	有意差なし	-0.776	有意差なし	0.933	105
	黒色型	1.130		-1.090		0.800	18
NL11	黄色型	0.998	$p < 0.05$	-0.036	$p < 0.001$	0.998	102
	黒色型	0.961		0.047		0.999	11
NR11	黄色型	1.000	$p < 0.05$	-0.050	$p < 0.001$	0.998	100
	黒色型	0.968		0.026		0.998	11

表 3-1. 黄色型と黒色型の対数変換した SCL と各形質の回帰線の傾きと切片に対する共分散分析の結果. (続き)

NL11in	黄色型	1.030	p < 0.05	-0.131	p < 0.001	0.997	92
	黒色型	0.985		-0.037		0.999	9
NR11in	黄色型	1.030	p < 0.01	-0.141	p < 0.001	0.997	90
	黒色型	0.975		-0.011		0.998	9
12thL	黄色型	0.758	有意差なし	-0.497	p < 0.001	0.729	82
	黒色型	0.953		-0.954		0.904	10
12thW	黄色型	1.040	有意差なし	-0.955	有意差なし	0.863	83
	黒色型	1.100		-1.140		0.892	10
5thL	黄色型	1.200	有意差なし	-1.240	p < 0.01	0.965	98
	黒色型	1.080		-0.892		0.970	7
5thW	黄色型	1.070	有意差なし	-0.777	有意差なし	0.935	99
	黒色型	1.200		-1.130		0.900	7
PL	黄色型	0.983	有意差なし	-0.363	p < 0.001	0.995	107
	黒色型	0.986		-0.062		0.989	17
HL	黄色型	0.810	有意差なし	-0.158	p < 0.001	0.980	105
	黒色型	0.801		-0.117		0.916	17
HW	黄色型	0.827	有意差なし	-0.323	p < 0.01	0.974	106
	黒色型	0.840		-0.348		0.963	17
IOW	黄色型	0.721	有意差なし	-0.353	有意差なし	0.852	107
	黒色型	0.757		-0.444		0.600	17
NH	黄色型	0.692	有意差なし	-0.724	有意差なし	0.699	82
	黒色型	0.657		-0.634		0.550	9
NW	黄色型	0.732	有意差なし	-0.810	p < 0.001	0.819	84
	黒色型	1.000		-1.490		0.754	9
RH	黄色型	0.677	有意差なし	-0.401	有意差なし	0.904	82
	黒色型	0.686		-0.409		0.835	9

表 3-2. 大西洋産 (At), インド洋産 (In), 西太平洋産黄色型 (WPY), 西太平洋産黒色型 (WPB) および東太平洋産 (EP) の全形質の計測値の平均値 ± 標準偏差および最小値, 最大値. 各形質の上段に平均値 ± 標準偏差を, 下段に最小値-最大値を示す.

海域	大西洋 (At)	インド洋 (In)	西太平洋黄 (WPY)	西太平洋黒 (WPB)	東太平洋 (EP)
個体数	n=42	n=11	n=96	n=9	n=96
SCL(mm)	421 ± 140 (254 - 851)	705 ± 292 (400 - 1136)	580 ± 168 (290 - 999)	635 ± 157 (472 - 923)	675 ± 111 (449 - 888)
SCW(mm)	341 ± 121 (206 - 722)	562 ± 196 (330 - 827)	477 ± 126 (245 - 785)	509 ± 107 (385 - 711)	536 ± 77 (376 - 679)
M1(mm)	36 ± 10 (22 - 65)	63 ± 20 (40 - 88)	49 ± 14 (24 - 92)	54 ± 14 (43 - 78)	56 ± 9 (39 - 78)
M2(mm)	120 ± 40 (71 - 235)	181 ± 70 (108 - 271)	162 ± 47 (81 - 276)	171 ± 42 (130 - 244)	182 ± 28 (130 - 242)
M3(mm)	196 ± 71 (112 - 404)	320 ± 137 (178 - 507)	267 ± 78 (136 - 471)	287 ± 71 (212 - 416)	307 ± 50 (206 - 423)
M4(mm)	260 ± 96 (154 - 561)	431 ± 178 (242 - 681)	362 ± 104 (187 - 634)	394 ± 89 (294 - 554)	412 ± 66 (280 - 545)
M5(mm)	299 ± 108 (175 - 637)	492 ± 189 (281 - 751)	416 ± 116 (215 - 719)	452 ± 96 (342 - 625)	474 ± 71 (331 - 610)
M6(mm)	328 ± 116 (194 - 689)	539 ± 191 (312 - 800)	459 ± 123 (235 - 764)	493 ± 101 (374 - 681)	518 ± 75 (365 - 668)

表 3-2. 大西洋産 (At), インド洋産 (In), 西太平洋産黄色型 (WPY), 西太平洋産黒色型 (WPB) および東太平洋産 (EP) の全形質の計測値の平均値 ± 標準偏差および最小値, 最大値. (続き)

M7(mm)	336 ± 121 (201 - 719)	553 ± 201 (314 - 821)	468 ± 127 (239 - 779)	501 ± 110 (376 - 708)	529 ± 77 (370 - 668)
M8(mm)	318 ± 117 (185 - 695)	525 ± 200 (290 - 784)	437 ± 124 (224 - 730)	475 ± 114 (343 - 682)	500 ± 76 (343 - 636)
M9(mm)	280 ± 104 (160 - 622)	465 ± 188 (250 - 710)	384 ± 113 (197 - 662)	423 ± 112 (294 - 627)	446 ± 71 (297 - 577)
M10(mm)	223 ± 80 (129 - 483)	372 ± 157 (200 - 581)	307 ± 94 (157 - 553)	343 ± 101 (228 - 529)	358.3 ± 59.8 (232 - 480)
M11(mm)	155 ± 53 (85 - 328)	257 ± 108 (146 - 392)	213 ± 65 (110 - 386)	232 ± 71 (149 - 361)	236 ± 42 (151 - 327)
M12(mm)	81 ± 27 (45 - 164.0)	136 ± 59 (73 - 218)	110 ± 35 (59 - 199)	128 ± 38 (88 - 193)	131 ± 23 (88 - 186)
NL11(mm)	380 ± 129 (228 - 776)	637 ± 259 (357 - 1010)	528 ± 153 (266 - 896)	548 ± 129 (411 - 790)	582 ± 94 (388 - 764)
NL11in(mm)	361 ± 124 (213 - 744)	610 ± 255 (335 - 977)	504 ± 150 (250 - 873)	527 ± 128 (388 - 764)	559 ± 92 (368 - 733)
5thW(mm)	111 ± 42 (61 - 246)	186 ± 81 (97 - 285)	154 ± 51 (79 - 298)	176 ± 55 (108 - 294)	170 ± 33 (74 - 226)
12thL(mm)	33 ± 10 (20 - 59)	51 ± 20 (32 - 88)	40 ± 11 (20 - 75)	51 ± 14 (36 - 80)	60 ± 13 (35 - 92)
12thW(mm)	55 ± 18 (28 - 106)	100 ± 44 (48 - 156)	85 ± 28 (46 - 157)	89 ± 26 (59 - 138)	89 ± 19 (53 - 148)



表 3-3. 大西洋産 (At), インド洋産 (In), 西太平洋産黄色型 (WPY), 西太平洋産黒色型 (WPB) および東太平洋産 (EP) の正準判別分析により得られた正準判別得点.

採取地	軸1	軸2	軸3	軸4	実際の群	判別された群
Louisiana, USA	1.18	-3.23	-0.24	1.21	At	At
Virginia, USA	0.65	-3.13	0.32	1.26	At	At
Massachusetts, USA	1.51	-2.59	-0.93	1.19	At	At
West Indies	2.15	-2.91	-1.16	0.34	At	At
Florida, USA	0.35	-3.51	0.14	-0.42	At	At
Florida, USA	0.76	-2.89	1.05	-0.79	At	At
Florida, USA	3.02	-3.87	1.27	-1.06	At	At
Florida, USA	2.65	-2.74	1.40	1.64	At	At
Gulf of Mexico	0.71	-2.57	0.31	-1.66	At	At
Florida, USA	1.41	-2.09	0.38	0.45	At	At
Curacao, Netherland	0.83	-3.44	-0.05	0.52	At	At
Curacao, Netherland	0.51	-0.21	-0.83	-0.48	At	WPY
Curacao, Netherland	1.39	-2.08	2.08	-0.97	At	At
Curacao, Netherland	1.18	-2.53	-0.04	0.15	At	At
Curacao, Netherland	1.31	-1.65	-1.98	0.31	At	At
Curacao, Netherland	2.10	-1.55	0.70	-0.17	At	At
Venice, Italy	0.08	-0.92	1.26	-0.44	At	In
Antilles, Netherland	2.21	-1.37	1.16	1.18	At	At
Antilles, Netherland	1.28	-3.93	-0.20	-0.19	At	At
Cape Verde	0.58	-2.28	-0.61	-0.60	At	At
Cape Town, South Africa	2.14	0.65	0.57	0.20	At	WPY
Cape Town, South Africa	3.23	-1.21	-0.69	-0.57	At	WPY
Suriname	0.56	-0.96	0.03	0.97	At	At
West Indies	3.23	-1.70	1.57	-2.22	At	At
Florida, USA	1.03	-3.03	-0.46	0.41	At	At
Florida, USA	1.33	-3.39	0.23	-0.06	At	At
Florida, USA	1.69	-3.49	-1.34	-2.29	At	At
Florida, USA	0.00	-2.30	0.06	0.91	At	At
Florida, USA	2.07	-3.53	0.22	0.36	At	At
Florida, USA	2.38	-2.23	0.15	-0.14	At	At
Florida, USA	1.53	-3.59	-2.74	-0.11	At	At
Florida, USA	2.90	-3.85	-1.56	0.97	At	At
Florida, USA	2.92	-5.12	-0.13	0.15	At	At
Florida, USA	0.42	-4.59	-0.72	1.24	At	At
Florida, USA	-0.06	-4.52	0.85	-0.31	At	At
Florida, USA	2.65	-2.73	-1.07	0.38	At	At
Florida, USA	1.43	-2.68	-0.40	0.89	At	At
Florida, USA	1.70	-2.84	-1.99	0.68	At	At
Florida, USA	2.23	-3.83	0.47	-0.10	At	At
Florida, USA	1.16	-3.45	0.76	-0.81	At	At
Florida, USA	2.12	-2.15	0.64	-0.02	At	At

表 3-3. 大西洋産 (At), インド洋産 (In), 西太平洋産黄色型 (WPY), 西太平洋産黒色型

(WPB) および東太平洋産 (EP) の正準判別分析により得られた正準判別得点. (続き)

Florida, USA	2.89	-0.81	0.31	-0.60	At	WPY
Muscat, Oman	1.91	0.03	2.74	-1.60	In	In
Muscat, Oman	2.26	1.38	1.90	0.99	In	In
Mozambique	2.05	-0.15	1.89	0.65	In	In
Somalia	1.78	0.91	1.78	0.17	In	In
Somalia	0.75	0.45	2.28	2.05	In	In
Indian Ocean	-0.42	1.25	2.10	-0.27	In	In
Madagascar	1.55	0.52	1.36	1.08	In	In
East Indies	2.71	2.24	2.29	0.33	In	In
Sri Lanka	2.46	1.19	3.43	0.05	In	In
Malabar, India	3.54	-0.68	0.70	-0.61	In	WPY
Malabar, India	-0.01	-0.09	2.33	-0.55	In	In
高知県室戸市椎名	3.37	0.83	-0.33	1.01	WPY	WPY
兵庫県新温泉町	2.90	0.98	-1.17	0.71	WPY	WPY
高知県室戸市椎名	2.83	0.45	0.34	0.93	WPY	WPY
高知県室戸市高岡	3.93	-0.17	-0.90	0.82	WPY	WPY
高知県室戸市椎名	2.32	-0.04	-1.70	-0.23	WPY	WPY
三重県紀北町島勝	1.01	-0.01	-0.54	0.47	WPY	WPY
高知県室戸市椎名	1.17	0.67	-0.05	1.31	WPY	WPY
三重県紀北町島勝	2.36	1.14	-1.79	0.08	WPY	WPY
高知県室戸市椎名	2.43	2.78	-3.25	-0.24	WPY	WPY
三重県紀北町島勝	2.78	0.96	0.50	0.04	WPY	WPY
徳島県牟岐町	1.59	-0.77	0.60	-0.21	WPY	At
高知県室戸市三津	2.75	0.36	-1.04	-1.34	WPY	WPY
三重県紀北町島勝	0.69	0.11	-0.83	1.16	WPY	WPY
三重県紀北町島勝	1.41	0.24	-1.88	-0.69	WPY	WPY
高知県室戸市椎名	2.55	0.58	-0.79	0.34	WPY	WPY
三重県御浜町阿田和	3.32	-0.43	0.19	0.39	WPY	WPY
高知県室戸市椎名	1.77	0.84	-0.58	-1.08	WPY	WPY
三重県紀北町島勝	1.77	-0.73	-0.05	-0.09	WPY	WPY
高知県室戸市椎名	4.09	-0.47	-1.51	0.53	WPY	WPY
三重県紀北町島勝	2.94	-0.51	0.10	0.86	WPY	WPY
高知県室戸市三津	1.71	1.07	-0.47	-0.62	WPY	WPY
三重県紀北町島勝	1.13	0.64	-1.51	-0.02	WPY	WPY
三重県紀北町島勝	3.98	1.86	0.67	-1.02	WPY	WPY
三重県御浜町阿田和	2.93	1.01	-1.22	-0.59	WPY	WPY
三重県紀北町島勝	2.15	1.14	-1.84	0.05	WPY	WPY
高知県室戸市椎名	2.65	-0.23	-0.83	-0.30	WPY	WPY
兵庫県洲本市由良	2.31	1.25	0.90	0.20	WPY	WPY
三重県紀北町島勝	2.33	0.46	-0.61	0.14	WPY	WPY
兵庫県南あわじ市	3.46	0.97	-1.12	0.50	WPY	WPY
三重県御浜町阿田和	2.49	-0.16	1.46	-0.87	WPY	In
三重県紀北町島勝	4.54	1.37	-0.26	1.68	WPY	WPY

表 3-3. 大西洋産 (At), インド洋産 (In), 西太平洋産黄色型 (WPY), 西太平洋産黒色型 (WPB) および東太平洋産 (EP) の正準判別分析により得られた正準判別得点. (続き)

三重県紀北町島勝	1.62	1.87	-1.85	-0.15	WPY	WPY
鹿児島県里町甑島	2.69	-1.15	-1.19	-2.64	WPY	WPY
三重県御浜町志原沖	4.34	0.46	-0.65	-1.47	WPY	WPY
岩手県大船渡市	2.28	2.31	-1.18	-1.71	WPY	WPY
三重県紀北町島勝	2.56	0.27	0.39	-0.25	WPY	WPY
高知県室戸市椎名	2.26	1.09	-0.60	-0.09	WPY	WPY
福井県小浜市宇久	3.28	1.59	-0.49	0.84	WPY	WPY
三重県紀北町島勝	3.23	0.32	0.41	0.41	WPY	WPY
鹿児島県南さつま市	2.15	0.39	-0.86	-2.22	WPY	WPY
兵庫県香美町余部沖	2.61	2.48	-1.66	-0.56	WPY	WPY
高知県室戸市椎名	1.92	0.92	0.96	0.94	WPY	In
福井県越前町河野	3.04	0.39	-0.33	-0.53	WPY	WPY
高知県室戸市高岡	1.56	0.57	0.62	-0.09	WPY	WPY
高知県室戸市椎名	4.82	1.11	-0.92	-1.44	WPY	WPY
高知県室戸市三津	2.56	1.02	0.57	-0.89	WPY	WPY
高知県室戸市椎名	3.21	0.87	0.00	2.02	WPY	WPY
鹿児島県南さつま市	2.18	1.02	0.56	-0.29	WPY	WPY
高知県室戸市高岡	0.70	-0.16	-0.39	0.11	WPY	WPY
高知県室戸市三津	2.54	1.55	0.22	-0.12	WPY	WPY
高知県室戸市高岡	3.12	0.56	-0.15	-0.94	WPY	WPY
高知県室戸市椎名	1.90	0.95	0.72	0.09	WPY	WPY
高知県室戸市椎名	2.43	2.55	0.81	1.74	WPY	WPY
高知県室戸市高岡	3.58	1.98	-0.64	0.78	WPY	WPY
高知県室戸市三津	1.21	1.18	1.37	0.32	WPY	In
高知県室戸市高岡	1.78	0.48	0.39	-0.47	WPY	WPY
高知県室戸市椎名	2.84	1.64	1.66	0.08	WPY	In
高知県室戸市椎名	1.61	2.27	-1.02	1.00	WPY	WPY
高知県室戸市椎名	1.90	1.99	0.71	1.14	WPY	WPY
高知県室戸市三津	3.12	2.33	1.20	0.91	WPY	WPY
高知県室戸市椎名	4.22	2.07	-0.78	0.44	WPY	WPY
高知県室戸市椎名	1.59	0.89	0.28	-0.74	WPY	WPY
鹿児島県南さつま市	1.04	3.32	0.71	0.39	WPY	WPY
Gulf of Siam	1.19	-0.13	-0.51	1.53	WPY	WPY
Philippines	2.02	-1.25	1.31	0.90	WPY	At
鹿児島県奄美大島	3.50	-0.31	-0.33	-0.13	WPY	WPY
Philippines	2.90	1.63	1.06	0.37	WPY	WPY
Philippines	3.76	1.25	0.29	0.25	WPY	WPY
Philippines	2.83	0.29	1.56	-0.61	WPY	In
Philippines	1.52	0.75	0.29	0.30	WPY	WPY
Philippines	0.90	1.11	2.52	-1.25	WPY	In
Thailand	4.53	0.06	0.16	-2.59	WPY	WPY
京都府京丹後市琴引浜	3.26	-2.11	-0.77	2.09	WPY	At
石川県羽咋市千里浜	3.05	2.08	-0.54	-0.51	WPY	WPY

表 3-3. 大西洋産 (At), インド洋産 (In), 西太平洋産黄色型 (WPY), 西太平洋産黒色型

(WPB) および東太平洋産 (EP) の正準判別分析により得られた正準判別得点. (続き)

青森県中泊町小泊	1.79	1.37	0.71	-0.81	WPY	WPY
沖縄県八重山諸島	2.02	0.86	-1.68	-0.19	WPY	WPY
沖縄県竹富町黒島	1.65	-0.10	-1.27	0.30	WPY	WPY
沖縄県竹富町黒島	2.10	-0.15	0.16	-0.07	WPY	WPY
沖縄県八重山諸島	2.94	1.14	-0.27	0.41	WPY	WPY
沖縄県八重山諸島	2.10	1.88	-0.46	-1.40	WPY	WPY
沖縄県竹富町黒島	1.97	1.60	0.41	-0.95	WPY	WPY
沖縄県竹富町黒島	3.56	1.12	-0.69	-0.09	WPY	WPY
沖縄県竹富町黒島	2.06	0.08	-0.93	0.05	WPY	WPY
沖縄県竹富町黒島	3.08	-0.49	-0.89	-0.93	WPY	WPY
沖縄県竹富町黒島	3.03	1.45	0.77	-0.26	WPY	WPY
沖縄県竹富町黒島	2.96	-0.30	0.90	-0.13	WPY	WPY
鹿児島県奄美大島	2.17	1.69	-0.76	1.12	WPY	WPY
沖縄県八重山諸島	2.83	0.91	1.64	0.69	WPY	In
沖縄県竹富町黒島	4.15	1.63	0.39	-0.27	WPY	WPY
沖縄県八重山諸島	2.81	0.84	0.87	-1.89	WPY	WPY
沖縄県竹富町黒島	2.35	2.82	1.10	-0.67	WPY	WPY
沖縄県八重山諸島	3.47	2.62	-0.99	-1.41	WPY	WPY
沖縄県竹富町黒島	1.84	2.14	0.19	1.12	WPY	WPY
沖縄県竹富町黒島	2.56	0.46	0.29	-1.51	WPY	WPY
沖縄県竹富町黒島	2.40	2.23	-1.26	-1.33	WPY	WPY
沖縄県竹富町黒島	3.30	2.65	-0.62	1.82	WPY	WPY
岩手県陸前高田市広田湾	-1.13	-0.78	-0.35	3.49	WPB	WPB
高知県室戸市椎名	-2.34	0.73	-0.67	1.48	WPB	WPB
岩手県宮古市日出島	-0.12	2.60	-1.15	4.10	WPB	WPB
高知県室戸市椎名	-2.72	-0.45	-0.79	0.97	WPB	WPB
三重県尾鷲市早田	-2.47	0.00	-0.96	1.97	WPB	WPB
沖縄県鳩間島東	-4.30	0.16	1.06	2.35	WPB	WPB
高知県室戸市椎名	-3.36	1.11	0.67	0.95	WPB	EP
鹿児島県種子島	-2.06	0.63	-0.67	0.67	WPB	WPB
千葉県館山市伊戸海岸	-2.88	0.93	-0.23	0.95	WPB	WPB
Gulf of California, Mexico	-2.15	0.15	1.43	0.29	EP	EP
Baja California Sur, Mexico	-2.58	-0.17	0.56	0.94	EP	EP
Michoacan Colola, Mexico	-3.91	-0.83	0.26	1.55	EP	EP
Michoacan Colola, Mexico	-2.70	1.78	-1.61	0.89	EP	WPB
Michoacan Colola, Mexico	-3.18	-0.19	-0.96	-0.18	EP	EP
Michoacan Colola, Mexico	-6.16	1.17	-0.66	1.16	EP	EP
Michoacan Colola, Mexico	-4.31	2.08	-2.13	1.21	EP	WPB
Michoacan Colola, Mexico	-4.17	-2.02	1.29	-1.41	EP	EP
Michoacan Colola, Mexico	-3.00	-0.43	-0.74	0.25	EP	EP
Michoacan Colola, Mexico	-2.75	0.13	3.22	0.13	EP	EP
Michoacan Colola, Mexico	-5.05	0.54	-0.19	0.14	EP	EP
Michoacan Colola, Mexico	-2.57	0.84	-0.02	0.99	EP	WPB

表 3-3. 大西洋産 (At), インド洋産 (In), 西太平洋産黄色型 (WPY), 西太平洋産黒色型 (WPB) および東太平洋産 (EP) の正準判別分析により得られた正準判別得点. (続き)

Michoacan Colola, Mexico	-4.04	-0.42	0.71	0.29	EP	EP
Michoacan Colola, Mexico	-4.47	1.19	0.98	0.49	EP	EP
Michoacan Colola, Mexico	-4.43	0.92	-0.77	-1.57	EP	EP
Michoacan Colola, Mexico	-3.49	-0.11	0.32	-0.35	EP	EP
Michoacan Colola, Mexico	-2.64	0.51	0.21	1.47	EP	WPB
Michoacan Colola, Mexico	-3.33	1.09	-0.35	1.38	EP	WPB
Michoacan Colola, Mexico	-2.99	-1.04	0.05	0.33	EP	EP
Michoacan Colola, Mexico	-3.12	2.13	3.54	0.79	EP	EP
Gulf of California, Mexico	-2.69	0.98	-0.70	1.64	EP	WPB
Gulf of California, Mexico	-3.26	0.18	-0.59	-0.24	EP	EP
Gulf of California, Mexico	-2.92	-0.13	-0.58	-1.35	EP	EP
Gulf of California, Mexico	-7.31	0.67	-1.95	-2.19	EP	EP
Pacific coast of Mexico	-3.51	0.07	0.50	0.69	EP	EP
Sonora, Mexico	-3.59	0.20	0.47	-1.37	EP	EP
California, USA	-5.73	0.61	0.15	0.18	EP	EP
Navachiste Bay, Mexico	-6.25	0.25	1.08	0.06	EP	EP
Gulf of California, Mexico	-4.62	-1.25	2.59	0.83	EP	EP
Sonora, Mexico	-1.97	1.21	0.32	-0.22	EP	EP
Galapagos Is., Ecuador	-3.61	0.60	-1.33	-0.84	EP	EP
Gulf of California, Mexico	-2.97	1.03	1.51	-0.71	EP	EP
Guerrero Negro, Mexico	-3.30	-1.41	-0.80	0.22	EP	EP
Guerrero Negro, Mexico	-2.60	0.86	0.13	-0.02	EP	EP
Guerrero Negro, Mexico	-2.56	-1.00	-0.38	0.69	EP	EP
Guerrero Negro, Mexico	-3.30	-0.32	0.19	-0.99	EP	EP
Guerrero Negro, Mexico	-2.21	0.35	-1.12	-0.25	EP	EP
Guerrero Negro, Mexico	-3.10	0.93	-0.94	-0.41	EP	EP
Guerrero Negro, Mexico	-1.68	-0.51	0.62	0.39	EP	EP
Guerrero Negro, Mexico	-4.10	-0.50	-0.22	-1.00	EP	EP
Guerrero Negro, Mexico	-2.37	-0.11	-1.50	-0.63	EP	EP
Guerrero Negro, Mexico	-2.80	-0.42	-0.48	-1.34	EP	EP
Guerrero Negro, Mexico	-1.81	0.18	0.27	-0.40	EP	EP
Guerrero Negro, Mexico	-2.19	-0.39	-0.19	-1.00	EP	EP
Guerrero Negro, Mexico	-5.22	-0.67	-0.83	-1.12	EP	EP
Guerrero Negro, Mexico	-2.65	-2.04	0.71	0.54	EP	EP
Guerrero Negro, Mexico	-1.62	-0.14	-0.53	0.33	EP	EP
Navachiste Bay, Mexico	-2.83	0.06	0.06	0.71	EP	EP
Guerrero Negro, Mexico	-2.93	-0.56	0.65	-0.47	EP	EP
Guerrero Negro, Mexico	-1.84	0.08	-1.03	0.53	EP	WPB
Guerrero Negro, Mexico	-2.54	-1.01	0.08	-0.64	EP	EP
Guerrero Negro, Mexico	-3.19	0.83	-2.23	-1.00	EP	EP
Guerrero Negro, Mexico	-2.07	-1.08	0.10	0.41	EP	EP
Guerrero Negro, Mexico	-2.37	-0.70	-0.77	0.54	EP	EP
Guerrero Negro, Mexico	-3.26	-1.73	0.31	-0.58	EP	EP

表 3-3. 大西洋産 (At), インド洋産 (In), 西太平洋産黄色型 (WPY), 西太平洋産黒色型 (WPB) および東太平洋産 (EP) の正準判別分析により得られた正準判別得点. (続き)

Guerrero Negro, Mexico	-2.42	0.03	1.41	0.50	EP	EP
Guerrero Negro, Mexico	-4.46	-0.02	-0.04	0.51	EP	EP
Guerrero Negro, Mexico	-2.48	-0.19	0.79	1.18	EP	WPB
Guerrero Negro, Mexico	-2.81	0.62	-1.72	-0.45	EP	EP
Guerrero Negro, Mexico	-2.86	-0.45	-0.45	-1.04	EP	EP
Navachiste Bay, Mexico	-2.84	-1.18	-0.13	0.36	EP	EP
Guerrero Negro, Mexico	-2.25	-0.46	0.70	-2.30	EP	EP
Navachiste Bay, Mexico	-2.88	-0.12	-0.73	1.11	EP	WPB
Guerrero Negro, Mexico	-2.73	-0.17	-1.53	0.56	EP	EP
Guerrero Negro, Mexico	-2.55	0.52	0.31	-0.07	EP	EP
Guerrero Negro, Mexico	-3.11	1.05	-0.39	-0.39	EP	EP
Guerrero Negro, Mexico	-2.94	0.74	-0.15	0.20	EP	EP
Guerrero Negro, Mexico	-3.57	-0.35	-0.61	-0.20	EP	EP
Guerrero Negro, Mexico	-2.86	0.71	-0.84	-0.52	EP	EP
Guerrero Negro, Mexico	-2.05	0.80	-0.47	-0.36	EP	EP
Navachiste Bay, Mexico	-3.20	1.09	-1.75	-1.64	EP	EP
Navachiste Bay, Mexico	-2.05	-1.61	-0.79	-0.39	EP	EP
Guerrero Negro, Mexico	-4.20	-0.24	-0.63	1.01	EP	EP
Guerrero Negro, Mexico	-3.36	0.17	0.80	-0.36	EP	EP
Guerrero Negro, Mexico	-2.65	0.14	1.40	-1.07	EP	EP
Guerrero Negro, Mexico	-1.83	2.10	1.66	-5.58	EP	EP
Guerrero Negro, Mexico	-2.67	-0.10	1.20	-0.90	EP	EP
Guerrero Negro, Mexico	-3.45	-1.14	0.72	-0.11	EP	EP
Guerrero Negro, Mexico	-2.24	-0.64	0.29	-0.41	EP	EP
Guerrero Negro, Mexico	-1.94	-0.59	0.50	0.15	EP	EP
Guerrero Negro, Mexico	-3.63	0.15	1.01	0.36	EP	EP
Guerrero Negro, Mexico	-2.84	-0.56	-0.08	0.25	EP	EP
Guerrero Negro, Mexico	-3.16	1.08	0.95	-0.25	EP	EP
Guerrero Negro, Mexico	-2.61	1.00	0.26	0.96	EP	WPB
Guerrero Negro, Mexico	-3.83	0.86	0.37	0.04	EP	EP
Guerrero Negro, Mexico	-4.93	0.89	-0.38	0.97	EP	EP
Guerrero Negro, Mexico	-3.02	1.35	0.88	-0.15	EP	EP
Guerrero Negro, Mexico	-3.74	0.58	0.13	-0.46	EP	EP
Guerrero Negro, Mexico	-6.14	-0.28	-0.18	-0.92	EP	EP
Guerrero Negro, Mexico	-2.43	-0.55	0.68	-0.21	EP	EP
Guerrero Negro, Mexico	-3.68	1.04	-0.40	-1.49	EP	EP
Guerrero Negro, Mexico	-1.64	1.92	0.62	1.56	EP	WPB
Guerrero Negro, Mexico	-3.57	0.76	-1.75	-1.91	EP	EP
Guerrero Negro, Mexico	-2.54	0.58	-0.95	-1.31	EP	EP
Guerrero Negro, Mexico	-3.99	2.22	-0.94	-0.55	EP	EP
Guerrero Negro, Mexico	-2.50	-0.40	1.00	-1.54	EP	EP

表 3-4. 大西洋産 (At), インド洋産 (In), 西太平洋産黄色型 (WPY), 西太平洋黒色型 (WPB) および東太平洋産 (EP) の正準判別分析により得られた標準化判別係数. 大西洋産, インド洋産, 西太平洋産黄色型を 1 つの集団, 西太平洋黒色型と東太平洋産を 1 つの集団とする 2 集団に明瞭に分けられた第一正準軸は高い順に NL11, SCL, M7 により説明されていた. なお, 各数値の絶対値が高いほど, 集団間の判別への寄与度が高い.

形質	軸 1	軸 2	軸 3	軸 4
logSCL	-18.9	6.9	-6.5	6.4
logSCW	7.2	7.1	6.9	0.9
logM1	-0.2	0.2	1.2	0.4
logM2	1.1	0.5	-3.6	-1.2
logM3	-2.9	-2.0	2.2	-4.0
logM4	1.8	2.8	-1.0	10.3
logM5	-1.1	-6.8	-3.8	-3.8
logM6	-1.8	9.8	3.1	2.9
logM7	-10.8	-2.1	-15.2	-7.0
logM8	8.1	-10.2	8.3	4.5
logM9	-4.8	-0.8	1.2	-1.4
logM10	0.1	2.5	-2.3	-3.6
logM11	2.3	0.1	0.9	1.1
logM12	-1.5	-2.5	1.6	2.2
logNL11	23.5	-1.7	9.6	-1.7
logNL11in	-2.3	-4.5	-1.5	-6.3
log5thW	0.3	-0.5	-0.2	2.2
log12thL	-0.2	-0.6	0.8	-1.2
log12thW	0.1	2.6	-1.3	-0.9





表 4-1. 大西洋産とインド洋産および西太平洋産黄色型 (A 型), 西太平洋産黒色型および東太平洋産 (B 型) の 2 つの集団における各形質の平均値 ± 標準偏差, 最小値, 最大値および各種のタイプの各形質の計測値. (続き)

M6(mm)	428 ± 142 (194 - 800)	516 ± 77 (365 - 681)	207	419	680	530	756	476	406	283	552
M7(mm)	437 ± 147 (201 - 821)	527 ± 80 (370 - 708)	210	429	712	540	786	497	419	285	555
M8(mm)	410 ± 142 (185 - 784)	498 ± 79 (343 - 682)	196	403	684	509	759	472	392	266	523
M9(mm)	361 ± 129 (160 - 710)	444 ± 75 (294 - 627)	173	360	605	457	687	417	343	230	464
M10(mm)	288 ± 105 (129 - 581)	357 ± 64 (228 - 529)	140	293	485	375	558	331	277	178	375
M11(mm)	200 ± 72 (85 - 392)	235 ± 44 (149 - 361)	99	191	333	261	406	218	187	122	246
M12(mm)	104 ± 38 (45 - 218)	131 ± 25 (88 - 193)	52	112	149	133	195	117	100	62	132
NL11(mm)	494 ± 174 (228 - 1010)	579 ± 97 (388 - 790)	233	504	726	622	956	604	472	324	593
NL11in(mm)	472 ± 169 (213 - 977)	557 ± 95 (368 - 764)	222	477	693	605	920	577	452	306	568
5thW(mm)	144 ± 56 (61 - 298)	171 ± 35 (74 - 294)	67	150	251	172	313	174	138	89	170
12thL(mm)	39 ± 12 (20 - 88)	59 ± 13 (35 - 92)	20	54	59	37	50	48	50	28	69
12thW(mm)	78 ± 30 (28 - 157)	89 ± 19 (53 - 148)	39	71	121	103	170	80	63	41	89

表 4-2. 各種タイプの判別分析にて得られた判別得点. 集団名の A 型は大西洋産とインド洋産および西太平洋産黄色型で, B 型は西太平洋産黒色型および東太平洋産で構成されている.

採取地・種名	集団	判別得点	採取地・種名	集団	判別得点
Louisiana, USA	A 型	11.00	Florida, USA	A 型	19.81
Virginia, USA	A 型	8.45	Florida, USA	A 型	21.79
Massachusetts, USA	A 型	11.80	Florida, USA	A 型	8.24
West Indies	A 型	15.42	Florida, USA	A 型	6.66
Florida, USA	A 型	7.51	Florida, USA	A 型	17.82
Florida, USA	A 型	9.48	Florida, USA	A 型	11.73
Florida, USA	A 型	21.92	Florida, USA	A 型	12.70
Florida, USA	A 型	18.52	Florida, USA	A 型	17.37
Gulf of Mexico	A 型	8.80	Florida, USA	A 型	11.90
Florida, USA	A 型	11.48	Florida, USA	A 型	15.34
Curacao, Netherland	A 型	9.65	Florida, USA	A 型	17.92
Curacao, Netherland	A 型	4.89	Muscat, Oman	A 型	13.35
Curacao, Netherland	A 型	12.29	Muscat, Oman	A 型	12.98
Curacao, Netherland	A 型	10.62	Mozambique	A 型	13.45
Curacao, Netherland	A 型	9.71	Somalia	A 型	11.12
Curacao, Netherland	A 型	14.73	Somalia	A 型	6.15
Venice, Italy	A 型	4.20	Indian Ocean	A 型	-0.08
Antilles, Netherland	A 型	14.99	Madagascar	A 型	9.98
Antilles, Netherland	A 型	12.47	East Indies	A 型	14.73
Cape Verde	A 型	7.32	Sri Lanka	A 型	14.95
Cape Town, South Africa	A 型	12.71	Malabar, India	A 型	21.24
Cape Town, South Africa	A 型	19.63	Malabar, India	A 型	3.37
Suriname	A 型	5.91	高知県室戸市椎名	A 型	18.27
West Indies	A 型	21.29	兵庫県新温泉町	A 型	15.48
Florida, USA	A 型	10.11	高知県室戸市椎名	A 型	16.18
Florida, USA	A 型	12.32	高知県室戸市高岡	A 型	21.83
Florida, USA	A 型	14.08	高知県室戸市椎名	A 型	13.50
Florida, USA	A 型	4.33	三重県紀北町島勝	A 型	7.15
Florida, USA	A 型	16.13	高知県室戸市椎名	A 型	7.35
Florida, USA	A 型	16.55	三重県紀北町島勝	A 型	12.52
Florida, USA	A 型	12.42	高知県室戸市椎名	A 型	10.83

表 4-2. 各種タイプの判別分析にて得られた判別得点. (続き)

三重県紀北町島勝	A 型	15.67	高知県室戸市高岡	A 型	9.96
徳島県牟岐町	A 型	11.39	高知県室戸市椎名	A 型	25.61
高知県室戸市三津	A 型	15.75	高知県室戸市三津	A 型	14.74
三重県紀北町島勝	A 型	5.19	高知県室戸市椎名	A 型	17.33
三重県紀北町島勝	A 型	8.66	鹿児島県南さつま市	A 型	12.68
高知県室戸市椎名	A 型	14.32	高知県室戸市高岡	A 型	5.86
三重県御浜町阿田和	A 型	19.52	高知県室戸市三津	A 型	13.82
高知県室戸市椎名	A 型	10.50	高知県室戸市高岡	A 型	17.74
三重県紀北町島勝	A 型	11.99	高知県室戸市椎名	A 型	11.32
高知県室戸市椎名	A 型	22.76	高知県室戸市椎名	A 型	12.19
三重県紀北町島勝	A 型	17.54	高知県室戸市高岡	A 型	18.20
高知県室戸市三津	A 型	9.92	高知県室戸市三津	A 型	7.81
三重県紀北町島勝	A 型	6.90	高知県室戸市高岡	A 型	11.12
三重県紀北町島勝	A 型	21.16	高知県室戸市椎名	A 型	15.77
三重県御浜町阿田和	A 型	15.84	高知県室戸市椎名	A 型	7.79
三重県紀北町島勝	A 型	11.45	高知県室戸市椎名	A 型	10.12
高知県室戸市椎名	A 型	15.68	高知県室戸市三津	A 型	16.20
兵庫県洲本市由良	A 型	13.16	高知県室戸市椎名	A 型	21.36
三重県紀北町島勝	A 型	13.44	高知県室戸市椎名	A 型	9.79
兵庫県南あわじ市	A 型	18.41	鹿児島県南さつま市	A 型	4.69
三重県御浜町阿田和	A 型	15.79	Gulf of Siam	A 型	7.99
三重県紀北町島勝	A 型	23.56	Philippines	A 型	14.05
三重県紀北町島勝	A 型	8.11	鹿児島県奄美大島	A 型	20.20
鹿児島県里町甕島	A 型	17.07	Philippines	A 型	15.82
三重県御浜町志原沖	A 型	23.88	Philippines	A 型	20.25
岩手県大船渡市	A 型	11.63	Philippines	A 型	17.08
三重県紀北町島勝	A 型	15.23	Philippines	A 型	9.38
高知県室戸市椎名	A 型	12.53	Philippines	A 型	7.08
福井県小浜市宇久	A 型	17.08	Thailand	A 型	25.75
三重県紀北町島勝	A 型	18.46	京都府京丹後市琴引浜	A 型	20.08
鹿児島県南さつま市	A 型	12.97	石川県羽咋市千里浜	A 型	15.72
兵庫県香美町余部沖	A 型	12.71	青森県中泊町小泊	A 型	10.57
高知県室戸市椎名	A 型	11.35	沖縄県八重山諸島	A 型	11.17
福井県越前町河野	A 型	17.31	沖縄県竹富町黒島	A 型	10.21

表 4-2. 各種タイプの判別分析にて得られた判別得点. (続き)

沖縄県竹富町黒島	A 型	13.19	Michoacan Colola, Mexico	B 型	-14.99
沖縄県八重山諸島	A 型	15.93	Michoacan Colola, Mexico	B 型	-11.67
沖縄県八重山諸島	A 型	11.31	Michoacan Colola, Mexico	B 型	-15.87
沖縄県竹富町黒島	A 型	11.15	Michoacan Colola, Mexico	B 型	-11.82
沖縄県竹富町黒島	A 型	19.03	Michoacan Colola, Mexico	B 型	-14.23
沖縄県竹富町黒島	A 型	12.33	Gulf of California, Mexico	B 型	-12.74
沖縄県竹富町黒島	A 型	18.22	Gulf of California, Mexico	B 型	-14.47
沖縄県竹富町黒島	A 型	16.66	Gulf of California, Mexico	B 型	-12.22
沖縄県竹富町黒島	A 型	17.94	Gulf of California, Mexico	B 型	-35.46
鹿児島県奄美大島	A 型	11.23	Pacific coast of Mexico	B 型	-15.38
沖縄県八重山諸島	A 型	16.26	Sonora, Mexico	B 型	-15.50
沖縄県竹富町黒島	A 型	21.96	California, USA	B 型	-27.12
沖縄県八重山諸島	A 型	16.47	Navachiste Bay, Mexico	B 型	-29.05
沖縄県竹富町黒島	A 型	12.15	Gulf of California, Mexico	B 型	-18.99
沖縄県八重山諸島	A 型	17.36	Sonora, Mexico	B 型	-8.56
沖縄県竹富町黒島	A 型	9.51	Galapagos Is., Ecuador	B 型	-16.74
沖縄県竹富町黒島	A 型	15.27	Gulf of California, Mexico	B 型	-12.87
沖縄県竹富町黒島	A 型	12.16	Guerrero Negro, Mexico	B 型	-13.35
沖縄県竹富町黒島	A 型	15.95	Guerrero Negro, Mexico	B 型	-11.53
Gulf of California, Mexico	B 型	-8.14	Guerrero Negro, Mexico	B 型	-9.94
Baja California Sur, Mexico	B 型	-10.48	Guerrero Negro, Mexico	B 型	-13.73
Michoacan Colola, Mexico	B 型	-16.80	Guerrero Negro, Mexico	B 型	-9.49
Michoacan Colola, Mexico	B 型	-13.75	Guerrero Negro, Mexico	B 型	-14.45
Michoacan Colola, Mexico	B 型	-13.87	Guerrero Negro, Mexico	B 型	-5.47
Michoacan Colola, Mexico	B 型	-30.33	Guerrero Negro, Mexico	B 型	-17.76
Michoacan Colola, Mexico	B 型	-22.39	Guerrero Negro, Mexico	B 型	-9.95
Michoacan Colola, Mexico	B 型	-16.02	Guerrero Negro, Mexico	B 型	-11.28
Michoacan Colola, Mexico	B 型	-12.74	Guerrero Negro, Mexico	B 型	-6.77
Michoacan Colola, Mexico	B 型	-10.45	Guerrero Negro, Mexico	B 型	-8.21
Michoacan Colola, Mexico	B 型	-23.73	Guerrero Negro, Mexico	B 型	-23.49
Michoacan Colola, Mexico	B 型	-11.63	Guerrero Negro, Mexico	B 型	-8.95
Michoacan Colola, Mexico	B 型	-17.41	Guerrero Negro, Mexico	B 型	-5.94
Michoacan Colola, Mexico	B 型	-21.05	Navachiste Bay, Mexico	B 型	-12.10
Michoacan Colola, Mexico	B 型	-20.84	Guerrero Negro, Mexico	B 型	-11.60

表 4-2. 各種タイプの判別分析にて得られた判別得点. (続き)

Guerrero Negro, Mexico	B 型	-7.50	Guerrero Negro, Mexico	B 型	-14.22
Guerrero Negro, Mexico	B 型	-9.38	Guerrero Negro, Mexico	B 型	-11.88
Guerrero Negro, Mexico	B 型	-15.16	Guerrero Negro, Mexico	B 型	-17.66
Guerrero Negro, Mexico	B 型	-7.13	Guerrero Negro, Mexico	B 型	-23.68
Guerrero Negro, Mexico	B 型	-9.37	Guerrero Negro, Mexico	B 型	-13.78
Guerrero Negro, Mexico	B 型	-12.25	Guerrero Negro, Mexico	B 型	-16.93
Guerrero Negro, Mexico	B 型	-9.48	Guerrero Negro, Mexico	B 型	-28.28
Guerrero Negro, Mexico	B 型	-20.28	Guerrero Negro, Mexico	B 型	-9.09
Guerrero Negro, Mexico	B 型	-9.94	Guerrero Negro, Mexico	B 型	-17.03
Guerrero Negro, Mexico	B 型	-12.97	Guerrero Negro, Mexico	B 型	-7.78
Guerrero Negro, Mexico	B 型	-11.64	Guerrero Negro, Mexico	B 型	-16.66
Navachiste Bay, Mexico	B 型	-11.02	Guerrero Negro, Mexico	B 型	-11.08
Guerrero Negro, Mexico	B 型	-7.86	Guerrero Negro, Mexico	B 型	-20.09
Navachiste Bay, Mexico	B 型	-12.58	Guerrero Negro, Mexico	B 型	-9.21
Guerrero Negro, Mexico	B 型	-11.96	岩手県陸前高田市広田湾	B 型	-3.46
Guerrero Negro, Mexico	B 型	-10.90	高知県室戸市椎名	B 型	-10.71
Guerrero Negro, Mexico	B 型	-14.41	岩手県宮古市日出島	B 型	-1.96
Guerrero Negro, Mexico	B 型	-13.28	高知県室戸市椎名	B 型	-11.47
Guerrero Negro, Mexico	B 型	-15.54	三重県尾鷲市早田	B 型	-10.88
Guerrero Negro, Mexico	B 型	-12.97	沖縄県鳩間島東	B 型	-19.58
Guerrero Negro, Mexico	B 型	-8.86	高知県室戸市椎名	B 型	-15.57
Navachiste Bay, Mexico	B 型	-15.14	鹿児島県種子島	B 型	-9.00
Navachiste Bay, Mexico	B 型	-6.70	千葉県館山市伊戸海岸	B 型	-13.31
Guerrero Negro, Mexico	B 型	-19.08	<i>Chelonia marmorata</i>	A 型	7.55
Guerrero Negro, Mexico	B 型	-14.38	<i>Chelonia marmorata</i>	A 型	22.07
Guerrero Negro, Mexico	B 型	-10.41	<i>Chelonia formosa</i>	A 型	18.61
Guerrero Negro, Mexico	B 型	-7.10	<i>Chelonia albiventer</i>	A 型	3.25
Guerrero Negro, Mexico	B 型	-10.40	<i>Chelonia agassizii</i>	B 型	-10.80
Guerrero Negro, Mexico	B 型	-13.68	<i>Chelonia lata</i>	A 型	7.36
Guerrero Negro, Mexico	B 型	-8.15	<i>Chelonia mydas carrinegra</i>	A 型	15.45
Guerrero Negro, Mexico	B 型	-6.73	<i>Chelonia mydas carrinegra</i>	B 型	-3.75
Guerrero Negro, Mexico	B 型	-15.79	<i>Chelonia mydas carrinegra</i>	B 型	-13.10
Guerrero Negro, Mexico	B 型	-11.56			

表 5-1. 西大西洋産 (WA), インド洋産 (In), 西太平洋産 (WP) の 3 海域集団における各形質の平均値 ± 標準偏差および最小値, 最大値. 各形質の上段に平均値 ± 標準偏差を, 下段に最小値-最大値を示す.

	西大西洋 (WA)	インド洋 (In)	西太平洋 (WP)
個体数	n=100	n=172	n=186
SCL(mm)	443 ± 81 (304 - 598)	477 ± 70 (313 - 600)	438 ± 66 (302 - 594)
SCW(mm)	320 ± 62 (217 - 467)	371 ± 50 (242 - 487)	360 ± 52 (241 - 494)
SCW/SCL	0.721 ± 0.028 (0.669 - 0.793)	0.780 ± 0.031 (0.709 - 0.874)	0.823 ± 0.032 (0.727 - 0.907)

表 5-2. 西大西洋産 (WA), インド洋産 (In), 西太平洋産 (WP) の3海域集団の幼体の正準判別分析に用いた個体の各形質における計測値の平均値 ± 標準偏差および最小値, 最大値.

海域	西大西洋 (WA)	インド洋 (In)	西太平洋 (WP)
個体数	n=28	n=10	n=30
SCL(mm)	43.6 ± 3.6 (38.3 - 53.4)	42.0 ± 3.2 (37.5 - 48.6)	45.8 ± 9.8 (37.4 - 76.5)
SCW(mm)	32.4 ± 3.0 (28.8 - 40.7)	34.6 ± 3.6 (30.4 - 41.2)	37.3 ± 8.9 (28.8 - 63.5)
M1(mm)	6.1 ± 0.6 (4.7 - 7.5)	6.0 ± 0.6 (5.1 - 7.2)	6.0 ± 1.3 (4.1 - 9.7)
M2(mm)	16.6 ± 1.1 (13.8 - 18.8)	16.0 ± 0.8 (14.6 - 17.0)	15.6 ± 2.9 (12.7 - 23.8)
M3(mm)	23.5 ± 1.6 (20.4 - 27.4)	23.6 ± 1.3 (21.2 - 25.8)	23.8 ± 4.5 (19.2 - 37.7)
M4(mm)	28.5 ± 2.1 (24.8 - 33.6)	29.6 ± 1.9 (26.8 - 32.3)	30.6 ± 6.0 (25.0 - 48.0)
M5(mm)	30.6 ± 2.6 (26.5 - 37.4)	32.3 ± 2.7 (28.9 - 36.8)	34.3 ± 7.6 (27.1 - 56.6)
M6(mm)	31.6 ± 2.8 (28.0 - 39.2)	33.9 ± 3.2 (29.9 - 39.6)	36.3 ± 8.8 (28.3 - 62.3)
M7(mm)	31.7 ± 2.8 (28.2 - 39.1)	33.9 ± 3.4 (29.6 - 40.2)	36.7 ± 8.8 (28.3 - 61.8)
M8(mm)	30.4 ± 2.8 (27.0 - 38.1)	32.4 ± 3.3 (28.2 - 38.6)	35.3 ± 8.3 (27.3 - 59.4)
M9(mm)	27.6 ± 2.8 (24.0 - 34.9)	29.2 ± 3.1 (25.4 - 35.4)	32.0 ± 7.3 (24.8 - 53.0)
M10(mm)	23.7 ± 2.8 (20.0 - 30.7)	25.1 ± 2.8 (21.2 - 30.9)	27.2 ± 6.2 (20.8 - 44.5)
M11(mm)	17.7 ± 1.9 (14.8 - 22.6)	18.9 ± 1.9 (16.4 - 22.8)	20.4 ± 4.4 (15.3 - 32.8)
M12(mm)	10.1 ± 1.0 (8.4 - 12.8)	10.5 ± 1.0 (9.4 - 12.5)	11.5 ± 2.5 (8.4 - 18.3)
NL11(mm)	38.9 ± 3.3 (33.8 - 47.1)	37.9 ± 2.8 (33.6 - 43.5)	41.5 ± 8.7 (33.6 - 68.7)

表 5-3. 西大西洋産 (WA), インド洋産 (In), 西太平洋産 (WP) の3 海域集団の正準判別分析により得られた正準判別得点.

採取地	軸 1	軸 2	実際の群	推定された群
Oriente, Cuba	2.13	0.48	WA	WA
Oriente, Cuba	3.24	-0.90	WA	WA
Oriente, Cuba	2.91	1.24	WA	WA
Suriname	1.79	2.15	WA	WA
Oriente, Cuba	1.03	-0.50	WA	WA
Suriname	2.51	-0.86	WA	WA
Oriente, Cuba	1.94	-1.48	WA	WA
Puerto Rico	1.38	1.58	WA	WA
Suriname	1.65	0.90	WA	WA
Suriname	3.84	0.24	WA	WA
Oriente, Cuba	2.59	0.78	WA	WA
Suriname	2.97	-0.23	WA	WA
Florida, USA	2.81	0.60	WA	WA
Florida, USA	2.65	0.63	WA	WA
Suriname	1.71	-0.29	WA	WA
Martinique	1.80	-0.47	WA	WA
Puerto Rico	3.73	-1.66	WA	WA
Florida, USA	1.47	-1.25	WA	WA
Florida, USA	1.93	1.09	WA	WA
Florida, USA	2.92	1.08	WA	WA
Florida, USA	2.04	-0.42	WA	WA
Suriname	3.49	0.95	WA	WA
Suriname	3.77	-1.45	WA	WA
Puerto Rico	1.16	0.07	WA	WA
Tortuguero, Costa Rica	1.75	-3.46	WA	WA
Tortuguero, Costa Rica	1.66	-0.97	WA	WA
Guyana	1.19	-1.46	WA	WA
Jamaica	2.79	0.09	WA	WA
Seychelles	-1.29	3.01	In	In
Madagascar	-0.66	1.68	In	In
Seychelles	-0.96	2.31	In	In



表 5-3. 西大西洋産 (WA), インド洋産 (In), 西太平洋産 (WP) の3 海域集団の正準判別分析により得られた正準判別得点. (続き)

Seychelles	-1.31	1.89	In	In
Seychelles	0.93	3.17	In	In
Maldives	-0.60	1.65	In	In
Seychelles	-2.20	2.43	In	In
Seychelles	-2.38	2.46	In	In
Seychelles	-1.80	2.36	In	In
Seychelles	-1.15	1.56	In	In
Sarawak, Malaysia	-1.18	-0.60	WP	WP
Sarawak, Malaysia	-1.38	-0.59	WP	WP
Sarawak, Malaysia	-2.52	-0.21	WP	WP
Sarawak, Malaysia	-0.06	-0.32	WP	WP
Sarawak, Malaysia	-1.38	0.16	WP	WP
Sarawak, Malaysia	-2.10	-1.46	WP	WP
Sarawak, Malaysia	-1.81	0.62	WP	WP
Sarawak, Malaysia	-3.03	-2.23	WP	WP
Sarawak, Malaysia	-2.28	0.10	WP	WP
Sarawak, Malaysia	-3.72	-2.29	WP	WP
Sarawak, Malaysia	-3.80	-0.28	WP	WP
Indonesia	-0.36	-1.05	WP	WP
Sarawak, Malaysia	-4.40	0.58	WP	WP
Indonesia	-2.21	0.55	WP	WP
Sarawak, Malaysia	-1.56	-0.85	WP	WP
Samoa	-3.03	-0.68	WP	WP
Vietnam	0.04	-1.53	WP	WP
Sarawak, Malaysia	-2.18	0.07	WP	WP
Indonesia	-0.56	-0.44	WP	WP
Vietnam	-0.19	-0.58	WP	WP
Sarawak, Malaysia	-0.84	-0.31	WP	WP
Indonesia	-0.58	-1.26	WP	WP
Torres Strait	-1.67	-0.62	WP	WP
Vietnam	-0.88	-3.02	WP	WP
Gulf of Siam	-1.97	-0.34	WP	WP

表 5-3. 西大西洋産 (WA), インド洋産 (In), 西太平洋産 (WP) の 3 海域集団の正準判別分析により得られた正準判別得点. (続き)

Gulf of Siam	-1.75	0.36	WP	WP
Sarawak, Malaysia	-2.96	-0.86	WP	WP
Gulf of Siam	-0.81	0.32	WP	WP
Indonesia	-2.54	-1.12	WP	WP
Papua New Guinea	-1.72	-1.13	WP	WP

表 5-4. 西大西洋産 (WA) とインド洋産 (In), 西太平洋産 (WP) の 3 海域集団の正準判別分析により得られた標準化判別係数. 西大西洋産とインド洋産, 西太平洋産が明瞭に分けられた第一正準軸は高い順に M8, M6, SCL, SCW によって, インド洋産と西太平洋産が明瞭に分けられた第二正準軸は高い順に M6, M7, M9, M5 によってそれぞれ説明されていた. なお, 各数値の絶対値が高いほど, 集団間の判別への寄与度が高い.

形質	軸 1	軸 2
logSCL	6.69	-1.04
logSCW	5.22	4.42
logM1	-0.04	0.00
logM2	1.43	1.07
logM3	0.00	1.26
logM4	-0.54	0.50
logM5	0.92	-5.68
logM6	-7.57	10.69
logM7	5.28	-7.17
logM8	-7.99	2.43
logM9	1.81	-6.18
logM10	1.41	4.01
logM11	-2.88	0.29
logM12	0.48	-0.81
logNL11	-4.25	-3.79

表 6-1. 西大西洋産 (WA) とインド洋産 (In), 西太平洋産 (WP) の 3 海域集団における各形質の平均値 ± 標準偏差, 最小値, 最大値および各種のタイプの各形質の計測値. 各形質の上段に平均値 ± 標準偏差を, 下段に最小値 - 最大値を示す. 種名の略称は以下の通りである.

Cab: *Caretta bisssa*, Car: *Caretta rostrata*, Cas: *Caretta squamosa*, Ok: *Onychochelys kraussi*.

海域	西大西洋 (WA)		インド洋 (In)		西太平洋 (WP)		Cab		Car		Cas		Ok	
	n=194	n=198	n=195	n=195	n=195	n=195	SYNTYPE	SYNTYPE	SYNTYPE	SYNTYPE	SYNTYPE	SYNTYPE	SYNTYPE	SYNTYPE
標本番号	—	—	—	—	—	—	USNM257186	USNM220815	BM1947.3.5.43					
個体数	n=194	n=198	n=195	n=195	n=195	n=195	n=1	n=1	n=1	n=1	n=1	n=1	n=1	n=1
SCL(mm)	609 ± 188 (304 - 918)	501 ± 90 (313 - 750)	448 ± 80 (302 - 728)	448 ± 80 (302 - 728)	686	683	637	811						
SCW(mm)	437 ± 134 (217 - 656)	388 ± 64 (242 - 570)	368 ± 62 (241 - 605)	368 ± 62 (241 - 605)	528	566	544	589						
SCW / SCL	0.718 ± 0.027 (0.643 - 0.793)	0.777 ± 0.032 (0.710 - 0.874)	0.822 ± 0.032 (0.727 - 0.907)	0.822 ± 0.032 (0.727 - 0.907)	0.770	0.829	0.854	0.726						

表 6-2. *Eretmochelys squamata* (MCZ R-1415) の判別分析に用いた個体の各形質における計測値の平均値 ± 標準偏差および最小値, 最大値. なお, 表中の略称, Es は *Eretmochelys squamata* を意味する.

海域	西大西洋 (WA)	インド洋 (In)	西太平洋 (WP)	Es
標本番号	—	—	—	MCZ R-1415
個体数	n=28	n=10	n=30	n=1
SCL(mm)	43.6 ± 3.6 (38.3 - 53.4)	42.0 ± 3.2 (37.5 - 48.6)	45.8 ± 9.8 (37.4 - 76.5)	73.1
SCW(mm)	32.4 ± 3.0 (28.8 - 40.7)	34.6 ± 3.6 (30.4 - 41.2)	37.3 ± 8.9 (28.8 - 63.5)	57.4
M1(mm)	6.1 ± 0.6 (4.7 - 7.5)	6.0 ± 0.6 (5.1 - 7.2)	6.0 ± 1.3 (4.1 - 9.7)	8.2
M2(mm)	16.6 ± 1.1 (13.8 - 18.8)	16.0 ± 0.8 (14.6 - 17.0)	15.6 ± 2.9 (12.7 - 23.8)	22.6
M3(mm)	23.5 ± 1.6 (20.4 - 27.4)	23.6 ± 1.3 (21.2 - 25.8)	23.8 ± 4.5 (19.2 - 37.7)	34.4
M4(mm)	28.5 ± 2.1 (24.8 - 33.6)	29.6 ± 1.9 (26.8 - 32.3)	30.6 ± 6.0 (25.0 - 48.0)	47.4
M5(mm)	30.6 ± 2.6 (26.5 - 37.4)	32.3 ± 2.7 (28.9 - 36.8)	34.3 ± 7.6 (27.1 - 56.6)	55.0
M6(mm)	31.6 ± 2.8 (28.0 - 39.2)	33.9 ± 3.2 (29.9 - 39.6)	36.3 ± 8.8 (28.3 - 62.3)	57.5
M7(mm)	31.7 ± 2.8 (28.2 - 39.1)	33.9 ± 3.4 (29.6 - 40.2)	36.7 ± 8.8 (28.3 - 61.8)	56.2
M8(mm)	30.4 ± 2.8 (27.0 - 38.1)	32.4 ± 3.3 (28.2 - 38.6)	35.3 ± 8.3 (27.3 - 59.4)	53.9
M9(mm)	27.6 ± 2.8 (24.0 - 34.9)	29.2 ± 3.1 (25.4 - 35.4)	32.0 ± 7.3 (24.8 - 53.0)	49.2
M10(mm)	23.7 ± 2.8 (20.0 - 30.7)	25.1 ± 2.8 (21.2 - 30.9)	27.2 ± 6.2 (20.8 - 44.5)	41.2
M11(mm)	17.7 ± 1.9 (14.8 - 22.6)	18.9 ± 1.9 (16.4 - 22.8)	20.4 ± 4.4 (15.3 - 32.8)	29.9
M12(mm)	10.1 ± 1.0 (8.4 - 12.8)	10.5 ± 1.0 (9.4 - 12.5)	11.5 ± 2.5 (8.4 - 18.3)	15.5
NL11(mm)	38.9 ± 3.3 (33.8 - 47.1)	37.9 ± 2.8 (33.6 - 43.5)	41.5 ± 8.7 (33.6 - 68.7)	66.3

表 6-3. *Eretmochelys squamata* (MCZ R-1416) の判別分析に用いた個体の各形質における計測値の平均値 ± 標準偏差および最小値, 最大値. なお, 表中の略称 Es, は *Eretmochelys squamata* を意味する.

海域	西大西洋 (WA)	インド洋 (In)	西太平洋 (WP)	Es
標本番号	—	—	—	MCZ R-1416
個体数	n=10	n=5	n=19	n=1
SCL(mm)	234 ± 53 (109 - 286)	228 ± 65 (145 - 294)	215 ± 62 (107 - 295)	187
SCW(mm)	172 ± 39 (83 - 222)	178 ± 47 (111 - 227)	167 ± 48 (86 - 234)	140
M1(mm)	23 ± 6 (10 - 31)	22 ± 4 (16 - 27)	22 ± 6 (12 - 33)	22
M2(mm)	66 ± 16 (30 - 90)	63 ± 19 (37 - 84)	57 ± 15 (32 - 82)	54
M3(mm)	106 ± 25 (49 - 141)	103 ± 30 (64 - 134)	97 ± 26 (52 - 135)	61
M4(mm)	137 ± 31 (64 - 174)	137 ± 38 (86 - 174)	127 ± 34 (70 - 177)	99
M5(mm)	158 ± 36 (73 - 201)	160 ± 42 (101 - 204)	151 ± 41 (81 - 211)	119
M6(mm)	167 ± 38 (79 - 216)	173 ± 45 (109 - 221)	162 ± 45 (86 - 226)	134
M7(mm)	167 ± 38 (80 - 215)	173 ± 45 (109 - 221)	162 ± 46 (85 - 226)	140
M8(mm)	159 ± 36 (76 - 205)	163 ± 44 (102 - 209)	152 ± 43 (79 - 214)	132
M9(mm)	141 ± 32 (68 - 179)	145 ± 39 (89 - 183)	133 ± 37 (69 - 187)	108
M10(mm)	113 ± 26 (57 - 144)	118 ± 33 (72 - 150)	107 ± 31 (54 - 152)	89
M11(mm)	81 ± 18 (42 - 101)	86 ± 23 (51 - 109)	77 ± 24 (37 - 111)	63
M12(mm)	43 ± 10 (24 - 54)	45 ± 13 (25 - 58)	41 ± 13 (20 - 60)	21
NL11(mm)	205 ± 47 (94 - 256)	201 ± 54 (132 - 256)	190 ± 53 (96 - 263)	162

表 6-4. *Eretmochelys squamata* (MCZ R-1415) の判別分析により得られた判別得点. 左から順に西大西洋産 (WA) とインド洋産 (In), インド洋産と西太平洋産 (WP), 西大西洋産と西太平洋産の判別分析による得点. なお, 略称, Es は *Eretmochelys squamata* を意味する.

採取地	群	判別得点	採取地	群	判別得点	採取地	群	判別得点
Oriente, Cuba	WA	9.9	Seychelles	In	13.54	Oriente, Cuba	WA	8.32
Oriente, Cuba	WA	23.5	Madagascar	In	6.13	Oriente, Cuba	WA	11.08
Oriente, Cuba	WA	18.1	Seychelles	In	8.11	Oriente, Cuba	WA	11.21
Suriname	WA	7	Seychelles	In	11.73	Suriname	WA	7.27
Oriente, Cuba	WA	5.2	Seychelles	In	14.32	Oriente, Cuba	WA	4.92
Suriname	WA	17.4	Maldives	In	4.24	Suriname	WA	9.15
Oriente, Cuba	WA	21.2	Seychelles	In	9	Oriente, Cuba	WA	5.49
Puerto Rico	WA	7.1	Seychelles	In	8.79	Puerto Rico	WA	5.79
Suriname	WA	10.4	Seychelles	In	8.66	Suriname	WA	7.39
Suriname	WA	19.8	Seychelles	In	4.55	Suriname	WA	15.66
Oriente, Cuba	WA	11.4	Sarawak, Malaysia	WP	-6.14	Oriente, Cuba	WA	12.56
Suriname	WA	20.1	Sarawak, Malaysia	WP	-6.45	Suriname	WA	10.6
Florida, USA	WA	16.8	Sarawak, Malaysia	WP	-5.99	Florida, USA	WA	13.05
Florida, USA	WA	14.4	Sarawak, Malaysia	WP	-9.85	Florida, USA	WA	12.45
Suriname	WA	6.3	Sarawak, Malaysia	WP	-4.1	Suriname	WA	6.94
Martinique	WA	12.7	Sarawak, Malaysia	WP	-14.61	Martinique	WA	6.98
Puerto Rico	WA	32	Sarawak, Malaysia	WP	-7.85	Puerto Rico	WA	14.88
Florida, USA	WA	12.8	Sarawak, Malaysia	WP	-20.38	Florida, USA	WA	5.07
Florida, USA	WA	10.3	Sarawak, Malaysia	WP	-7.87	Florida, USA	WA	7.95
Florida, USA	WA	16.1	Sarawak, Malaysia	WP	-13.56	Florida, USA	WA	12.59
Florida, USA	WA	16.3	Sarawak, Malaysia	WP	-8.72	Florida, USA	WA	8.95
Suriname	WA	18.8	Indonesia	WP	-10.17	Suriname	WA	14.54
Suriname	WA	21.8	Sarawak, Malaysia	WP	-3.62	Suriname	WA	15.68
Puerto Rico	WA	14.8	Indonesia	WP	-2.29	Puerto Rico	WA	2.09
Tortuguero, Costa Rica	WA	16.2	Sarawak, Malaysia	WP	-8.12	Tortuguero, Costa Rica	WA	5.57
Tortuguero, Costa Rica	WA	16.6	Samoa	WP	-13.39	Tortuguero, Costa Rica	WA	4.06
Guyana	WA	10.4	Vietnam	WP	-11.49	Guyana	WA	3.17
Jamaica	WA	18.3	Sarawak, Malaysia	WP	-7.13	Jamaica	WA	10.48
Seychelles	In	-18.3	Indonesia	WP	-4.73	Sarawak, Malaysia	WP	-7.66
Madagascar	In	-12.9	Vietnam	WP	-9.22	Sarawak, Malaysia	WP	-6.61
Seychelles	In	-13	Sarawak, Malaysia	WP	-7.34	Sarawak, Malaysia	WP	-10.4
Seychelles	In	-16.9	Indonesia	WP	-9.56	Sarawak, Malaysia	WP	-2.85
Seychelles	In	-12	Torres Strait	WP	-10.55	Sarawak, Malaysia	WP	-6.16
Maldives	In	-8.9	Vietnam	WP	-16.25	Sarawak, Malaysia	WP	-11.14
Seychelles	In	-22.2	Gulf of Siam	WP	-6.87	Sarawak, Malaysia	WP	-8.01
Seychelles	In	-19.1	Gulf of Siam	WP	-1.44	Sarawak, Malaysia	WP	-13.66
Seychelles	In	-14.5	Sarawak, Malaysia	WP	-10.77	Sarawak, Malaysia	WP	-9.62
Seychelles	In	-14.3	Gulf of Siam	WP	-1.93	Sarawak, Malaysia	WP	-18.62
Es	In	10.9	Indonesia	WP	-14.21	Sarawak, Malaysia	WP	-17.33
			Papua New Guinea	WP	-12.61	Indonesia	WP	-6.08
			Es	In	-32.56	Sarawak, Malaysia	WP	-19.08
						Indonesia	WP	-9.63
						Sarawak, Malaysia	WP	-7.97
						Samoa	WP	-15.27
						Vietnam	WP	-1.28
						Sarawak, Malaysia	WP	-10.63
						Indonesia	WP	-3.6
						Vietnam	WP	-2.22
						Sarawak, Malaysia	WP	-5.87
						Indonesia	WP	-6.66
						Torres Strait	WP	-5.81
						Vietnam	WP	-6.17
						Gulf of Siam	WP	-11.45
						Gulf of Siam	WP	-9.42
						Sarawak, Malaysia	WP	-12.06
						Gulf of Siam	WP	-6.02
						Indonesia	WP	-12.71
						Papua New Guinea	WP	-8.02
						Es	WP	-10.26

表 6-5. *Eretmochelys squamata* (MCZ R-1416) の判別分析により得られた判別得点. 左から順に西大西洋産 (WA) とインド洋産 (In), インド洋産と西太平洋産 (WP), 西大西洋産と西太平洋産の判別分析による得点. なお, 略称, Es は *Eretmochelys squamata* を意味する.

採取地	群	判別得点	採取地	群	判別得点
Puerto Rico	WA	4.99	Amboine, Indonesia	In	-0.21
Puerto Rico	WA	11.34	Gulf of Suez, Egypt	In	10.81
Florida, USA	WA	14.61	Ambon, Indonesia	In	8.9
Colombia	WA	10.59	Madagascar	In	4.26
Florida, USA	WA	11.29	Banda Sea, Indonesia	In	1.93
Oriente, Cuba	WA	8.64	福井県越前町	WP	-11.81
Havana, CubaCuba	WA	5.51	Solomon Is.	WP	-5.14
Honduras	WA	13.27	Sulawesi, Indonesia	WP	-2.86
Florida, USA	WA	1.41	Borneo, Indonesia	WP	-4.85
West Indies	WA	6.54	Biak Is., Indonesia	WP	-5.19
福井県越前町	WP	-12.4	沖縄県大宜味村	WP	-4.13
Solomon Is.	WP	-7.51	石川県加賀市	WP	-2.1
Sulawesi, Indonesia	WP	-9.28	Natuna Is., Indonesia	WP	-1.06
Borneo, Indonesia	WP	-14.05	福井県美浜町	WP	-5.67
Biak Is., Indonesia	WP	-9.56	福井県福井市	WP	-6.68
沖縄県大宜味村	WP	-8.45	福井県鮎川	WP	-5.77
石川県加賀市	WP	-7.58	Negros Is., Philippines	WP	-4.17
Natuna Is., Indonesia	WP	-3.69	鹿児島県奄美市	WP	-1.95
福井県美浜町	WP	-7.34	Indonesia	WP	-3.95
福井県福井市	WP	-12.29	福井県坂井市	WP	-10.01
福井県鮎川	WP	-6.38	Moluccas, Indonesia	WP	-7.79
Negros Is., Philippines	WP	-8.51	Vietnam	WP	-3.84
鹿児島県奄美市	WP	-5.3	福井県美浜町	WP	-8.08
Indonesia	WP	-6.88	福井県福井市	WP	-2.55
福井県坂井市	WP	-2.86	Es	WP	53.42
Moluccas, Indonesia	WP	-11.26			
Vietnam	WP	-12.92			
福井県美浜町	WP	-19.28			
福井県福井市	WP	-1.98			
Es	WP	64.6			



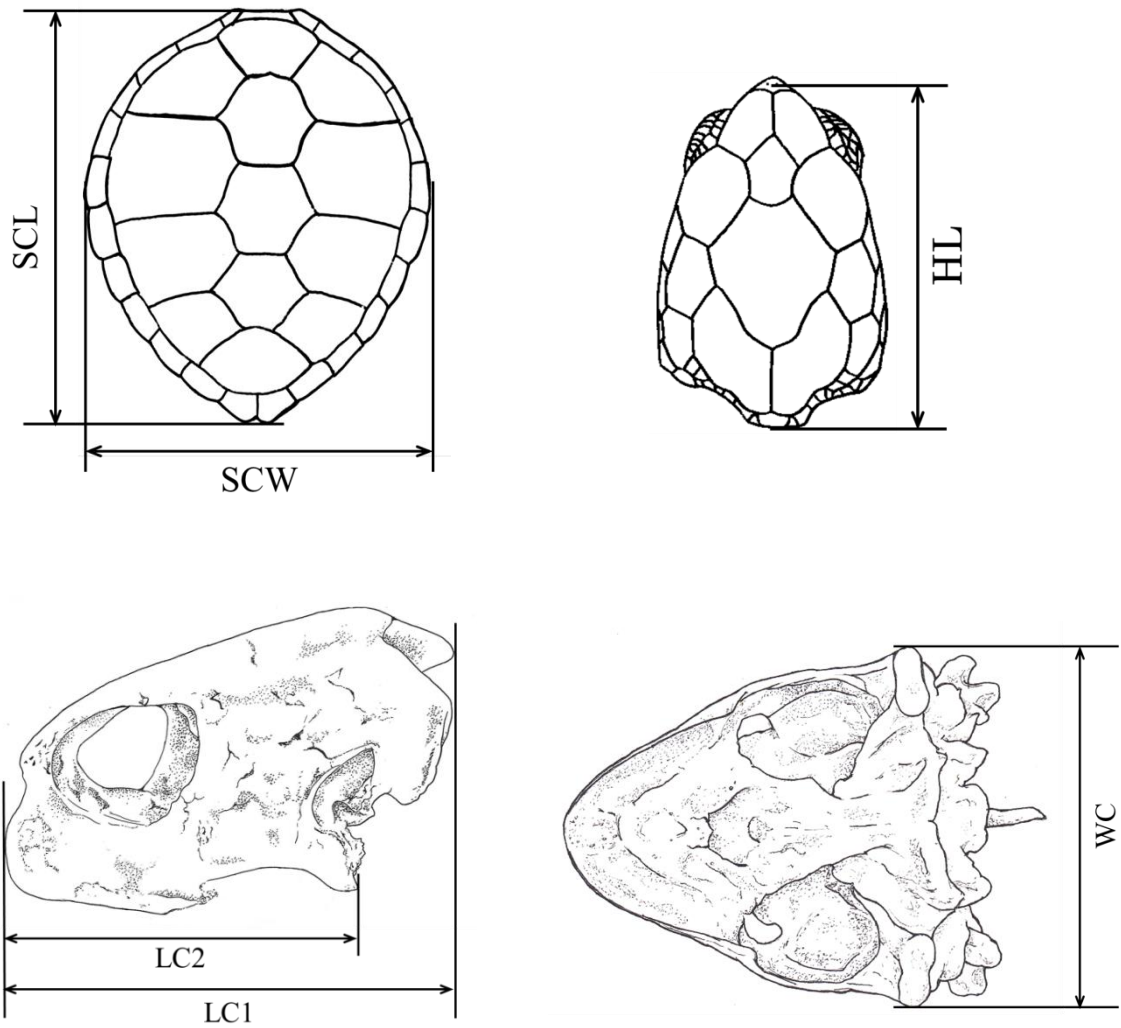


図 2-1. タイプの計測形質. 背甲は標準直甲長 (Standard straight carapace length: SCL) もしくは直甲幅 (Straight carapace width: SCW), 頭部は頭長 (Head length: HL), 頭骨は最大頭骨長 (Maximum cranial length: LC1) もしくは頭蓋幅 (Width of cranium: WC) を計測した.



図 2-2. *Testudo mydas* Linnaeus, 1758 のシンタイプ (UUZM19). スウェーデンのウプサラ大学進化博物館に所蔵されている剥製で、SCL が 578 mm であった。なお、タイプ産地は英国領アセンション島とされている。



図 2-3. *Testudo mydas* Linnaeus, 1758 のシタイプ (UuzM26). スウェーデンのリンネ博物館に所蔵されている乾燥背甲で, SCL が 462 mm であった. なお, タイプ産地は英国領アセンション島とされている.





図 2-4. *Chelonia pelagorum* Bory de Saint-Vincent, 1833 のホロタイプ (MNHN501-10). フランスのパリ国立自然史博物館に所蔵され, SCL が 798 mm の剥製であった. タイプ産地はギリシャのモレーとされる.



図 2-5. *Chelonia dussumieri* Duméril & Bibron, 1835 のシンタイプ (MNHN516-3). フランスの  
パリ国立自然史博物館に所蔵され, SCL が 594 mm の剥製であった. タイプ産地はインドの  
マラバーとされている.



図 2-6. *Chelonia dussumieri* Duméril & Bibron, 1835 のシンタイプ (MNHN516-4). フランスの  
パリ国立自然史博物館に所蔵され, SCL が 551 mm の剥製であった. タイプ産地はインドの  
マラバーとされている.





図 2-7. *Chelonia marmorata* Duméril & Bibron, 1835 のホロタイプ (MNHN506-32). フランスのパリ国立自然史博物館に所蔵され, SCL が 1072 mm の剥製であった. なお, タイプ産地は英国領アセンション島とされている.



図 2-8. *Chelonia marmorata* Duméril & Bibron, 1835 のパラタイプ (MNHN506-18). フランスのパリ国立自然史博物館に所蔵され, SCL が 659 mm の剥製であった. なお, 本個体の採取地は不明とされている.





図 2-9. *Eretmochelys squamata* Agassiz, 1857 のシタイプ (MCZ R-1415). アメリカ合衆国のハーバード大学比較動物学博物館に所蔵され, SCL が 73.1 mm の液浸標本であった. なお, 本個体の採取地はインドのベンガルとされている.



図 2-10. *Eretmochelys squamata* Agassiz, 1857 のシタイプ (MCZ R-1416). アメリカ合衆国のハーバード大学比較動物学博物館に所蔵され, SCL が 187.4 mm の液浸標本であった. なお, 本個体の採取地はシンガポールとされている.



図 2-11. *Thalassochelys corticata* Girard, 1858 のホロタイプ (USNM7778). アメリカ合衆国のスミソニアン財団国立自然史博物館に所蔵され, SCL が 230.3 mm の剥製であった. タイプ産地はポルトガルのマデイラ諸島とされている.





図 2-12. *Caretta squamosa* Girard, 1858 のシンタイプ (USNM220815). アメリカ合衆国のスミソニアン財団国立自然史博物館に所蔵され, SCL が 637 mm の乾燥背甲であった. タイプ産地はフィリピンのスル海およびインド洋で, 本個体はスル海で得られたものとされていた. なお, 本種のシンタイプはもう 1 個体用いられていたが, 現在は所在不明である.



図 2-13. *Caretta rostrata* Girard, 1858 のシンタイプ (USNM257185). アメリカ合衆国のスミソニアン財団国立自然史博物館に所蔵され, 背甲後端が欠損していることにより参考値であるが, SCL が約 712 mm の乾燥背甲であった. タイプ産地はフィジー諸島とされている.



図 2-14. *Caretta rostrata* Girard, 1858 のシンタイプ (USNM257186). アメリカ合衆国のスミソニアン財団国立自然史博物館に所蔵され, SCL が 683 mm の乾燥背甲であった. タイプ産地はフィジー諸島とされている.





図 2-15. *Chelonia formosa* Girard, 1858 のホロタイプ (USNM257183). アメリカ合衆国の Smithsonian 財団国立自然史博物館に所蔵され, SCL が 792 mm の乾燥背甲であった. タイプ産地は, フィジー諸島とされている.



図 2-16. *Chelonia tenuis* Girard, 1858 のホロタイプ (USNM257184). アメリカ合衆国のスミソニアン財団国立自然史博物館に所蔵され, SCL が 643 mm の乾燥背甲であった. タイプ産地は, 米国領サモアのローズ諸島とされている.





図 2-17. *Chelonia albiventer* Nardo, 1864 のホロタイプ (MSNVE04914). イタリアのヴェネツィア自然史博物館に所蔵され, SCL が 263.7 mm の剥製であった. タイプ産地は, イタリアのアドリア海沿岸マラモッコとされている.



図 2-18. *Chelonia agassizii* Bocourt, 1868 のホロタイプ (MNHN507). フランスのパリ国立自然史博物館に所蔵され, SCL が 584 mm の剥製であった. タイプ産地はグアテマラ共和国のナウアラテ川河口とされている.



図 2-19. *Onychochelys kraussi* Gray, 1873 のシタイプ (BM1947.3.5.43). ロンドン国立自然史博物館に所蔵され, SCL が 811 mm の剥製であった. タイプ産地はフランス領ギアナとされている.





図 2-20. *Onychochelys kraussi* Gray, 1873 のシタイプ (BM1947.3.4.34). ロンドン国立自然史博物館に所蔵され, WC が 102.1 mm の頭骨であった. タイプ産地はフランス領ギアナとされている.



図 2-21. *Cephalochelys oceanica* Gray, 1873 のホロタイプ (BM1947.3.5.40). ロンドン国立自然史博物館に所蔵され, HL が 135.7 mm の頭部から両前肢にかけての部位の剥製であった. 本個体は, アメリカ合衆国かメキシコ合衆国の西岸と思われる場所で得られたとされている.



図 2-22. *Thalassocheilus kempii* Garman, 1880 のシタイプ (MCZ R-46538). アメリカ合衆国のハーバード大学比較動物学博物館に所蔵され, SCL が 683 mm の剥製であった. タイプ産地は, メキシコ湾とアメリカ合衆国のフロリダとされている.





図 2-23. *Thalassochelys kempii* Garman, 1880 のシタイプ (MCZ R-46539). アメリカ合衆国のハーバード大学比較動物学博物館に所蔵され、全身骨格であった。タイプ産地は、メキシコ湾とアメリカ合衆国のフロリダとされている。



図 2-24. *Chelonia depressa* Garman, 1880 のレクトタイプ (MCZ R-4473). アメリカ合衆国のハーバード大学比較動物学博物館に所蔵され, SCL が 893 mm の剥製であった. タイプ産地はオーストラリア北部とされている.





図 2-25. *Chelonia lata* Philippi, 1887 のホロタイプ (MNHNCL1510). チリのサンティアゴ国立自然史博物館に所蔵され, SCL が 691 mm の剥製であった. タイプ産地はチリのバルパライソとされている.

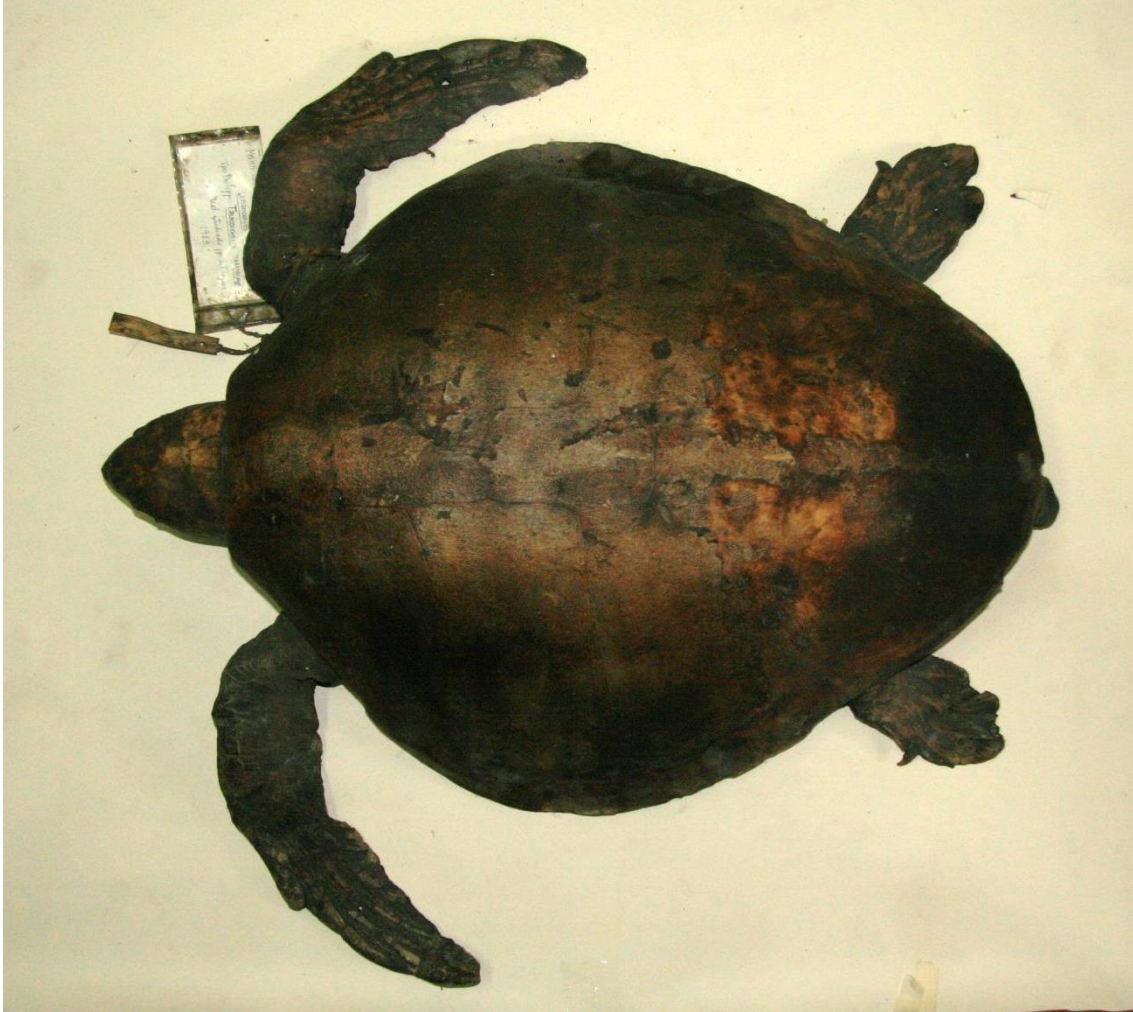


図 2-26. *Thalassiochelys tarapacona* Philippi, 1887 のホロタイプ (MNHNCL1511). チリのサンティアゴ国立自然史博物館に所蔵され, SCL が 581 mm の剥製であった. タイプ産地はチリとされている.



図 2-27. *Thalassocheilus controversa* Philippi, 1899 のホロタイプ (MNHNCL1512). チリのサンティアゴ国立自然史博物館に所蔵され, SCL が 572 mm の剥製であった. タイプ産地は, チリとされている.





図 2-28. *Caretta remivaga* Hay, 1908 のホロタイプ (USNM243393). アメリカ合衆国のスミソニアン財団国立自然史博物館に所蔵され, LC1 が 175 mm の頭骨であった. タイプ産地はメキシコ合衆国のオアハカとされている.



図 2-29. *Caretta remivaga* Hay, 1908 のパラタイプ (USNM220820). アメリカ合衆国のスミソニアン財団国立自然史博物館に所蔵され, LC1 が 178 mm の頭骨であった. タイプ産地はメキシコ合衆国のオアハカとされている.



図2-30. *Natator tessellatus* McCulloch, 1908のホロタイプ (AM R.4158) . オーストラリア博物館に所蔵され, SCLが112.7 mmの液浸標本であった. タイプ産地はオーストラリアの北部準州に位置するダーウィン港とされている.





図 2-31. *Caretta gigas* Deraniyagala, 1933 のホロタイプ (BM1934.5.1.1). ロンドン国立自然史博物館に所蔵され, SCL が 636 mm の乾燥背甲 (上段) と頭部液浸標本 (下段) であった. タイプ産地はスリランカのマンナー湾とされている.



図 2-32. *Chelonia mydas carrinegra* Caldwell, 1962 のホロタイプ (LACM1696). アメリカ合衆国のロサンゼルス郡立自然史博物館に所蔵され, SCL が 540 mm の液浸標本であった. タイプ産地は, メキシコ合衆国のバヒア・デ・ロサンヘレスとされている.





図 2-33. *Chelonia mydas carrinegra* Caldwell, 1962 のパラタイプ (LACM1690). アメリカ合衆国のロサンゼルス郡立自然史博物館に所蔵され, SCL が 357 mm の液浸標本であった. タイプ産地は, メキシコ合衆国のバヒア・デ・ロサンヘレスとされている.



図 2-34. *Chelonia mydas carrinegra* Caldwell, 1962 のパラタイプ (LACM1700). アメリカ合衆国のロサンゼルス郡立自然史博物館に所蔵され, SCL が 683 mm の乾燥背甲であった. タイプ産地は, メキシコ合衆国のバヒア・デ・ロサンヘレスとされている.





図 3-1. 日本沿岸で確認されたアオウミガメ *Chelonia mydas* の腹側の色彩. 上段に黄色型を  
下段に黒色型を示す.

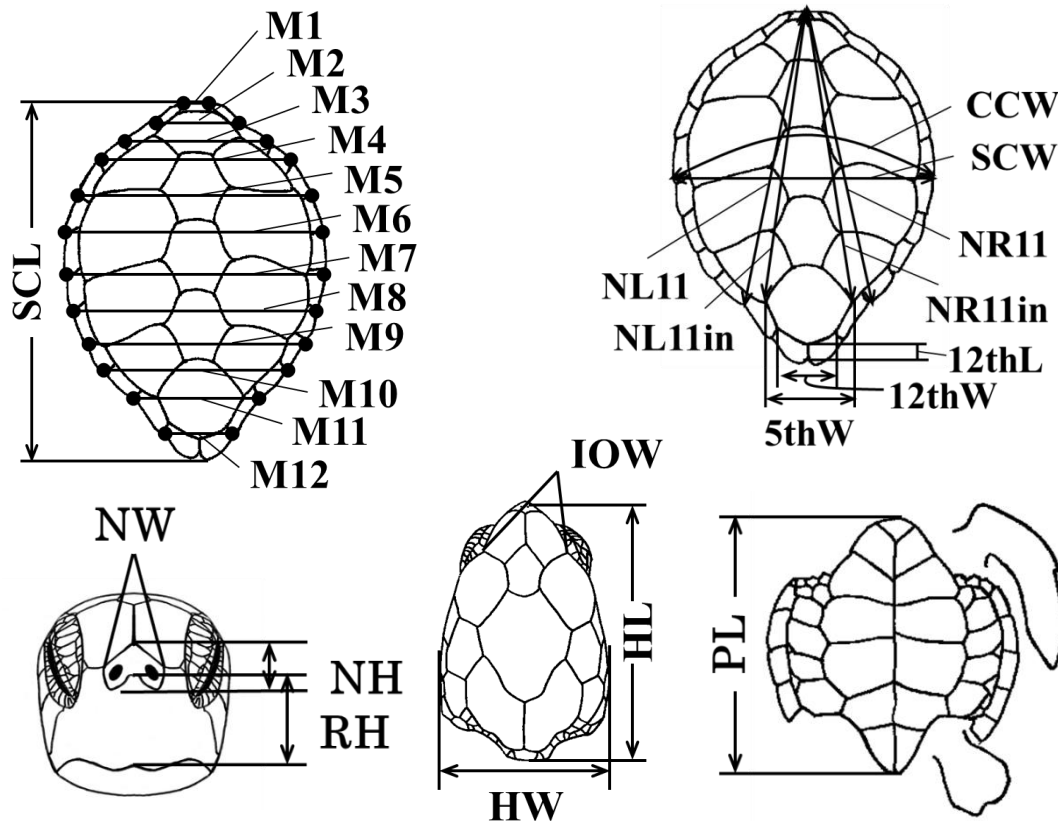


図 3-2. アオウミガメ *Chelonia mydas* の計測形質. 標準直甲長 (Standard straight carapace length: SCL), 曲甲幅 (Curved carapace width: CCW), 左右第 1~12 縁甲板の前部接合部における直甲幅 (First marginal width to 12th marginal width: M1-M12), 項甲板中央と左右第 11 縁甲板と第 10 縁甲板との接合部外縁の直線距離 (Nuchal notch to left [right] 11th marginal: NL11 [NR11]), 項甲板中央から第 5 椎甲板と第 4 肋甲板と第 11 縁甲板の交点までの直線距離の左右各々 (Nuchal notch to inner left [right] 11th marginal: NL11in [NR11in]), 左右第 12 縁甲板の接合部の長さ (Twelfth marginal length: 12thL), 左右各々の第 12 縁甲板と第 11 縁甲板と第 5 椎甲板の交点間の直線距離 (Twelfth marginal minimum width: 12thW), 第 5 椎甲板の長さ (Fifth vertebral length: 5thL) と幅 (Fifth vertebral width: 5thW), 腹甲長 (Plastron length: PL), 鼻孔から後頭鱗板最後部までの長さ (Head length: HL), 頭部の最大幅 (Head width: HW), 背側における左右眼窩間幅 (Inter orbital width: IOW), 鼻の高さ (Nose height: NH) と幅 (Nose width: NW), 前部上顎高 (Rostrum height: RH) を計測形質とした.

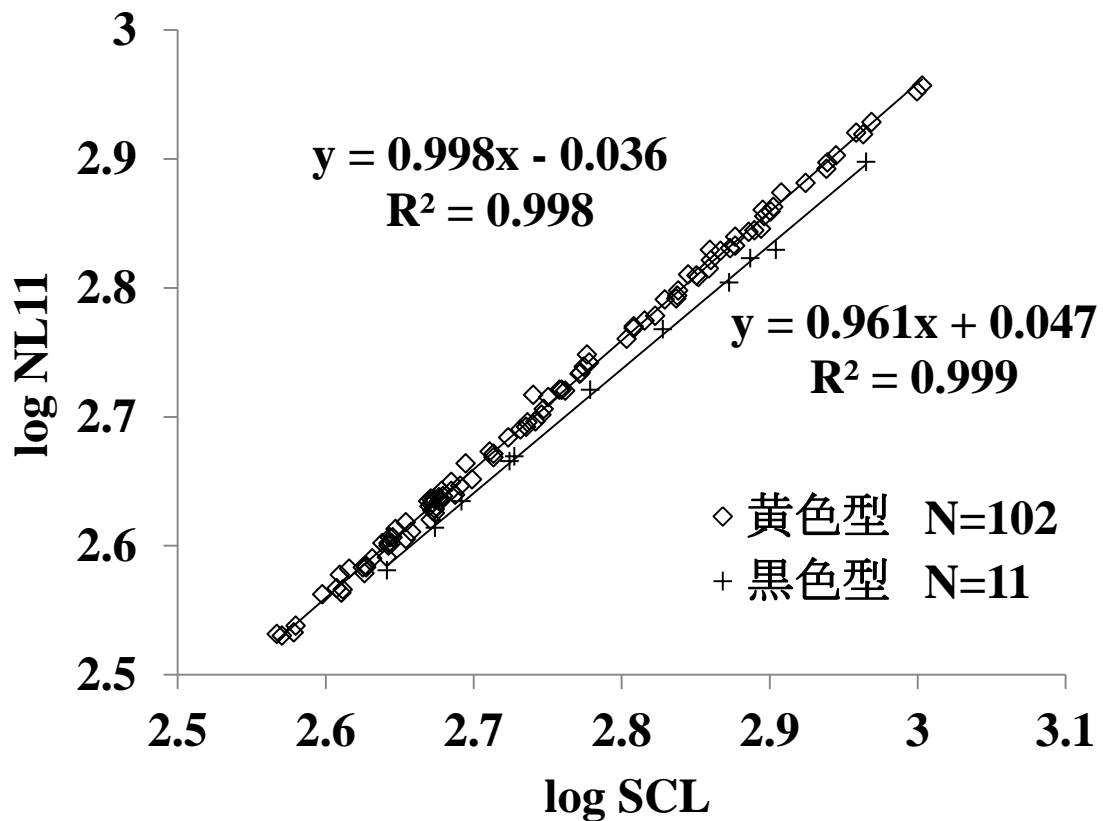


図 3-3. 黄色型と黒色型の対数変換された標準直甲長 (SCL; x 軸) と項甲板中央と左の第 11 縁甲板と第 10 縁甲板との接合部外縁の直線距離 (NL11; y 軸) の関係. 白抜きダイヤが黄色型を十字が黒色型をそれぞれ示す. 黒色型の傾きが黄色型の傾きより有意に小さいことが明らかになった.





図 3-4. 日本沿岸で確認されたアオウミガメ *Chelonia mydas* の 2 つの色彩型の外部形態. 上段に黄色型を下段に黒色型を示す. 黒色型は黄色型と比較して, 後肢基部上の背甲が狭くなっている.

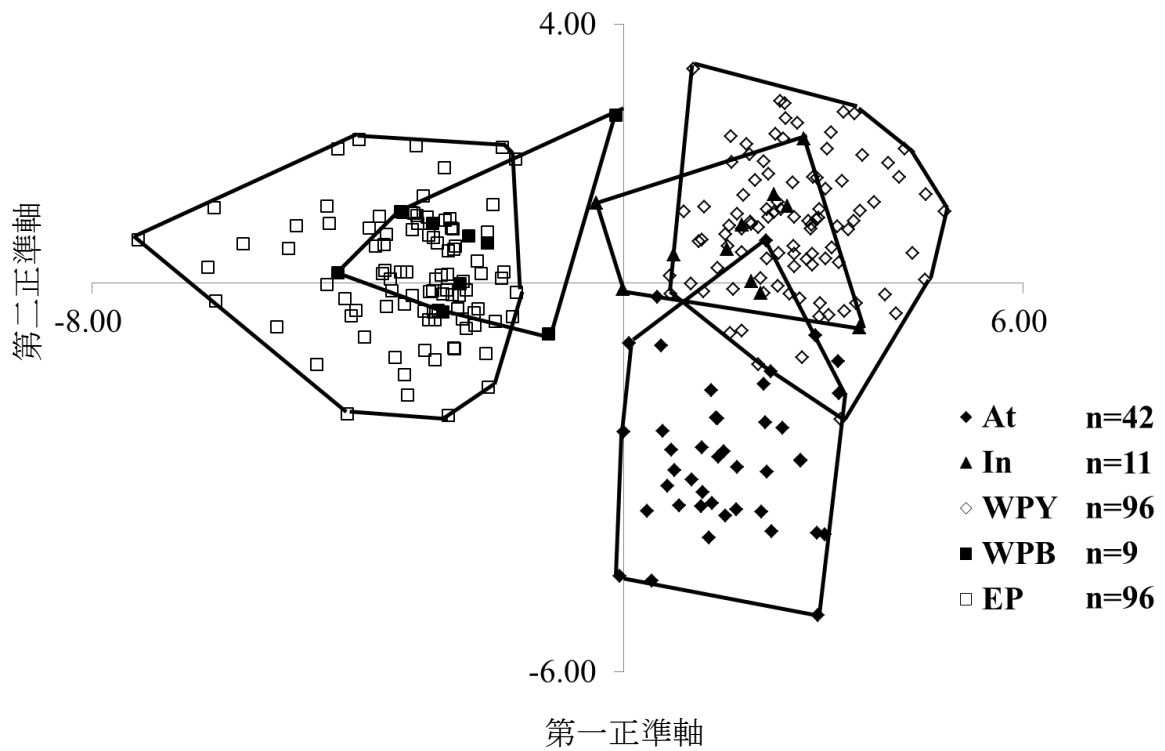


図 3-5. 大西洋産 (At), インド洋産 (In), 西太平洋産黄色型 (WPY), 西太平洋産黒色型 (WPB) および東太平洋産 (EP) の各集団に対する正準判別分析の結果. x 軸に第一正準得点, y 軸に第二正準得点をプロットした散布図. 第一正準軸 (x 軸) において, 西太平洋産黒色型 (WPB) および東太平洋産 (EP) から成る集団と大西洋産 (At), インド洋産 (In), 西太平洋産黄色型 (WPY) から成る集団が一部の個体を除いて明瞭に分けられている.

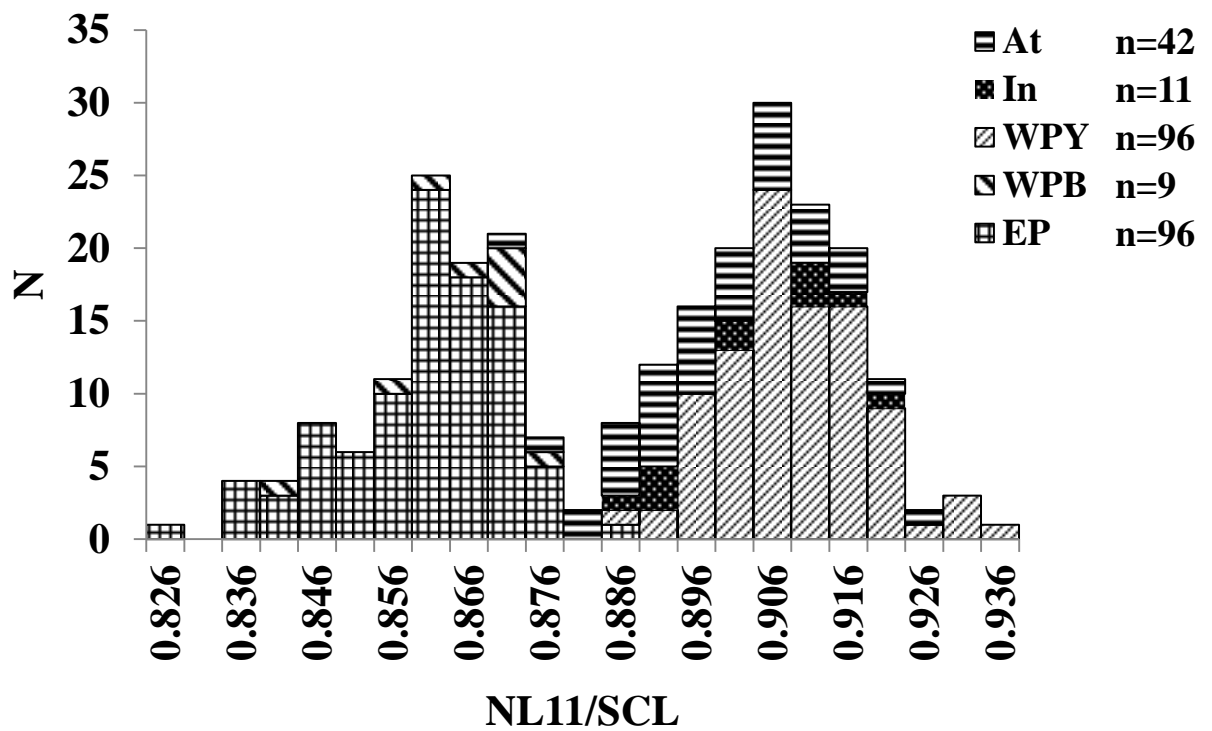


図 3-6. 大西洋産 (At), インド洋産 (In), 西太平洋産黄色型 (WPY), 西太平洋産黒色型 (WPB) および東太平洋産 (EP)の各集団における NL11 / SCL の分布. 大西洋産 (At), インド洋産 (In), 西太平洋産黄色型 (WPY) から成る集団と西太平洋産黒色型 (WPB) および東太平洋産 (EP) から成る集団に明瞭に分かれている.



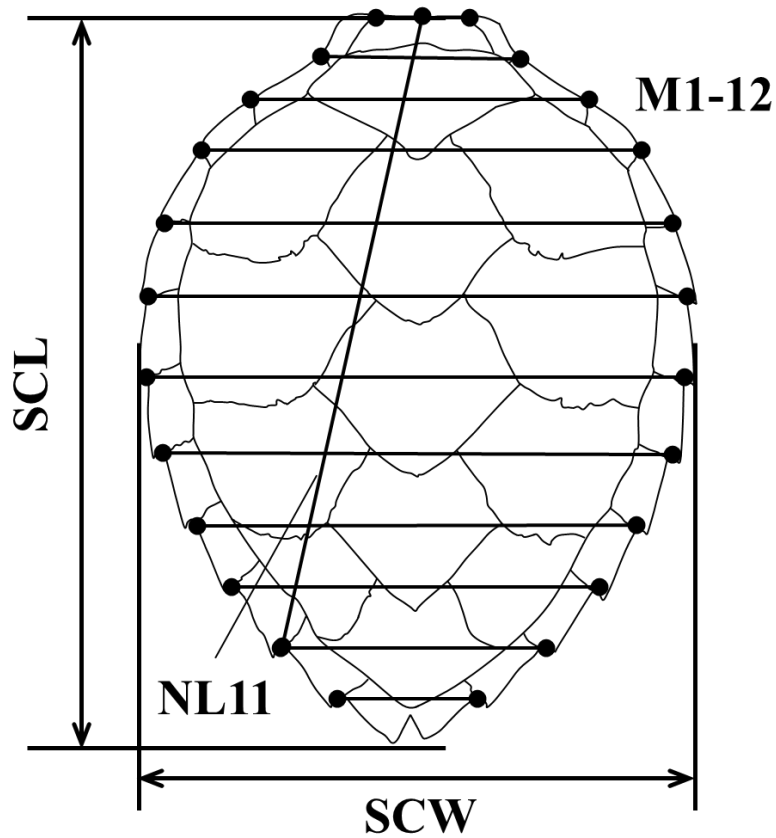


図 5-1. タイマイ *Eretmochelys imbricata* の計測形質. 標準直甲長 (Standard straight carapace length: SCL), 直甲幅 (Straight carapace width: SCW), 左右第 1~12 縁甲板の前部接合部における最大幅 (First marginal width to 12th marginal width: M1-M12), 項甲板前縁中央と左第 11 縁甲板前部接合部の直線距離 (Nuchal notch to left 11th marginal: NL11) の 15 形質をノギスにより計測した.

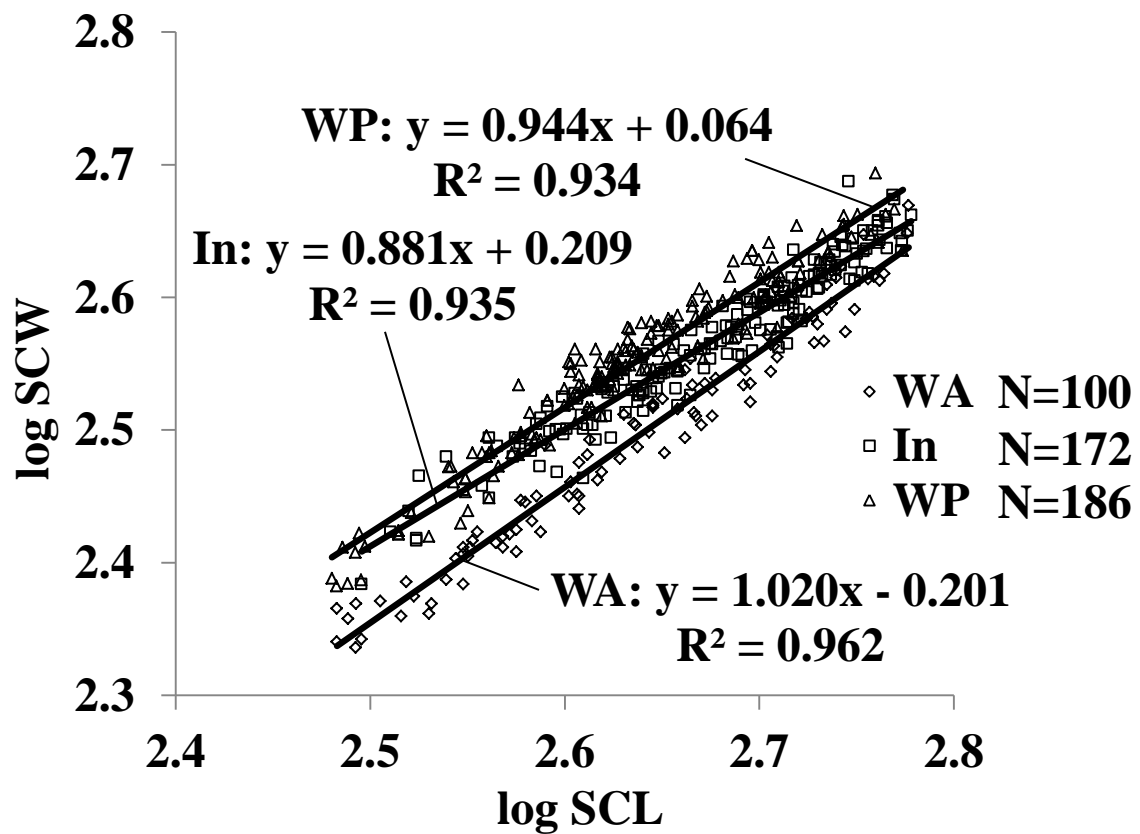


図 5-2. 西大西洋産 (WA), インド洋産 (In), 西太平洋産 (WP) の 3 海域のタイマイ亜成体における対数変換された標準直甲長 (SCL; x 軸) と直甲幅 (SCW; y 軸) の関係. 3 海域間, 特に西大西洋産が他の 2 海域と切片において, 明瞭に異なっている.

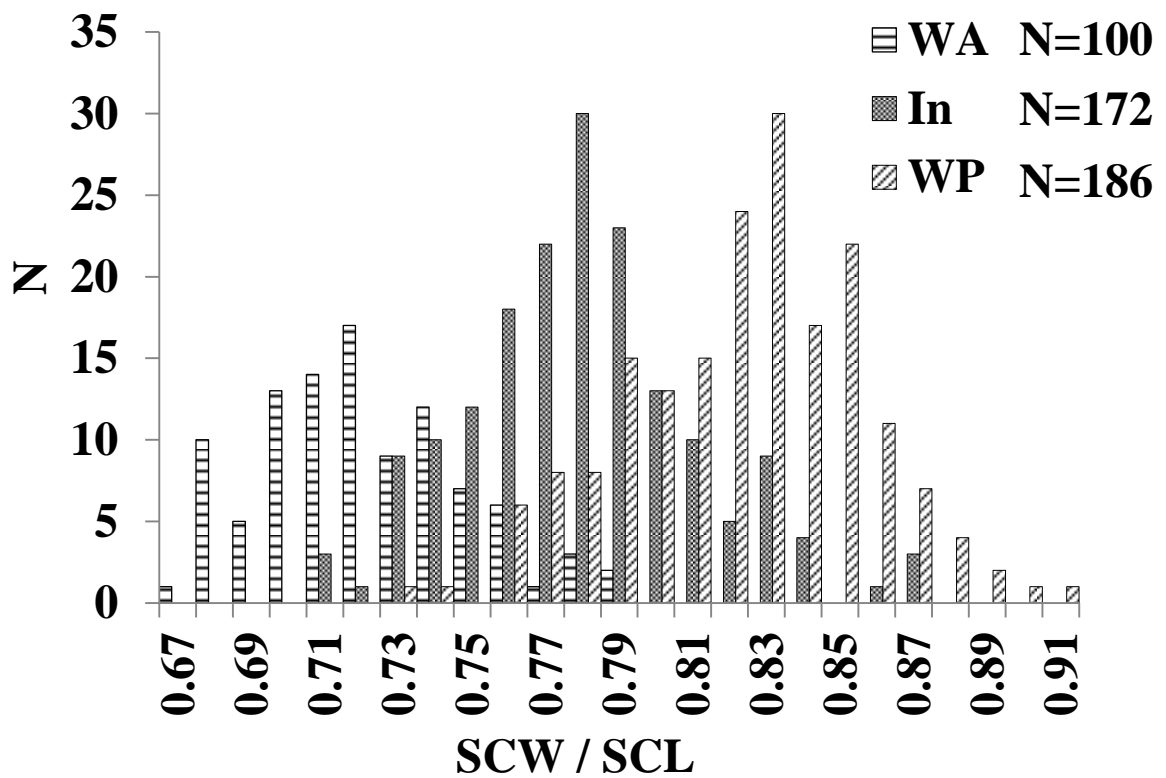


図 5-3. 西大西洋産 (WA), インド洋産 (In), 西太平洋産 (WP) の 3 海域のタイマイ亜成体における直甲幅／標準直甲長比 (SCW / SCL) の分布. 3 海域集団でいずれもピークの位置および分布の範囲が異なっている.

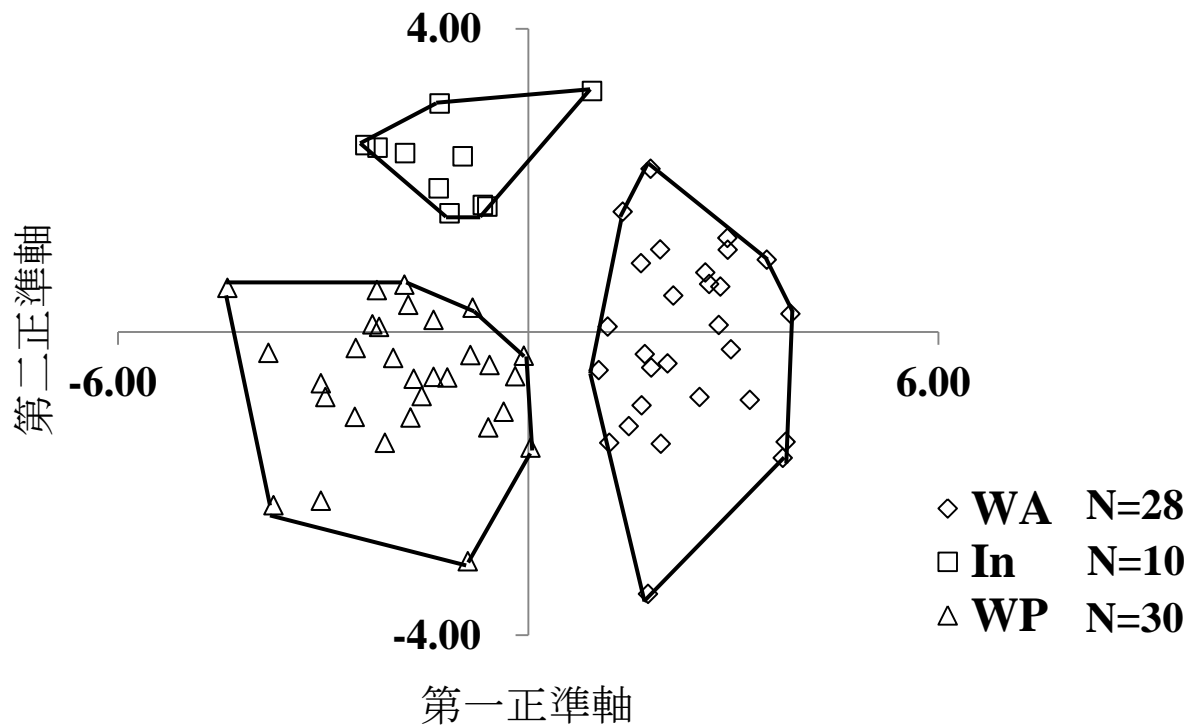


図 5-4. 西大西洋産 (WA), インド洋産 (In), 西太平洋産 (WP) の 3 海域産のタイマイ幼体  
 に対する正準判別分析の結果. いずれの群間にも重複は認められず, 外部形態が明瞭に異  
 なっていることが示された. なお, 第一正準軸で西大西洋産とインド洋産, 西太平洋産が,  
 第二正準軸でインド洋産と西太平洋産が明瞭に分かれた.

Appendix I. 3-1 に用いた日本沿岸で発見されたアオウミガメの黒色型の発見状況.

SCL: 標準直甲長 (Standard straight carapace length)

No.	発見日	発見場所	雌雄	生死	状態	SCL(mm)	備考
1	1998/4/30	沖縄県鳩間島	♀	生	飼育	802	捕獲時 SCL442mm
							再発見
2	1998/5/19	沖縄県西表島	♀	生	捕獲	700	初発見日:1997/12/10 発見場所:沖縄県西表島
							再発見
3	1999/5/22	沖縄県西表島	♀	生	捕獲	702	初発見日:1997/12/10 発見場所:沖縄県西表島
4	1999/11/7	沖縄県西表島	不明	生	捕獲	543	
5	1999/12/14	沖縄県西表島	不明	生	捕獲	680	
6	2000/11/5	沖縄県宜野座村	不明	生	混獲	664	
7	2000/12/28	沖縄県宜野座村	不明	生	混獲	596	
8	2004/7/24	三重県尾鷲市	♀	死	飼育	673	
							再発見
9	2005/11/14	高知県室戸市	♂	死	飼育	923	初発見日:2005/11/3 発見場所:三重県尾鷲市
10	2008/8/25	三重県紀北町	♂	死	混獲	771	
11	2009/6/17	高知県室戸市	不明	生	混獲	530	
12	2009/9/7	岩手県宮古市	不明	生	混獲	534	
13	2010/1/29	千葉県館山市	♀	死	漂着	746	
14	2010/6/28	愛知県赤羽根町	♂	生	混獲	601	
15	2010/8/3	岩手県陸前高田市	不明	生	混獲	472	
16	2010/9/1	岩手県宮古市	不明	生	混獲	438	
17	不明	鹿児島県種子島	不明	死	剥製	492	
18	不明	沖縄県八重山諸島	♂	死	剥製	662	

Appendix II. 3-1 に用いた日本沿岸で発見されたアオウミガメの黄色型の発見状況.

No.	発見日	場所	雌雄	生死	状態	SCL(mm)
1	2008/4/27	高知県室戸市	不明	生	混獲	563
2	2008/5/1	高知県室戸市	♀	死	混獲	413
3	2008/5/3	高知県室戸市	♀	死	混獲	469
4	2008/5/25	高知県室戸市	♀	生	混獲	487
5	2008/6/16	三重県紀北町	♀	死	混獲	369
6	2008/6/	兵庫県南あわじ市	不明	死	混獲	477
7	2008/7/2	高知県室戸市	不明	死	混獲	372
8	2008/7/28	香川県三豊市	♀	死	混獲	776
9	2008/8/25	三重県紀北町	♀	死	混獲	688
10	2008/8/25	三重県紀北町	♀	死	混獲	753
11	2008/9/4	三重県紀北町	♀	死	混獲	929
12	2008/11/13	三重県紀北町	♀	死	混獲	478
13	2008/11/13	三重県紀北町	♂	死	混獲	862
14	2008/11/14	三重県紀北町	♀	死	混獲	954
15	2008/11/	兵庫県南あわじ市	♀	死	混獲	471
16	2009/6/1	高知県室戸市	♂	生	混獲	919
17	2009/6/3	高知県室戸市	♀	生	混獲	1007
18	2009/6/9	高知県室戸市	不明	生	混獲	472
19	2009/6/11	高知県室戸市	不明	生	混獲	469
20	2009/6/14	高知県室戸市	不明	生	混獲	550
21	2009/6/17	高知県室戸市	不明	生	混獲	379
22	2009/6/19	高知県室戸市	不明	生	混獲	416
23	2009/6/19	高知県室戸市	不明	生	混獲	407
24	2009/6/21	三重県紀北町	♀	死	混獲	491
25	2009/6/21	三重県紀北町	♂	死	混獲	517
26	2009/6/22	高知県室戸市	不明	生	混獲	423
27	2009/6/22	高知県室戸市	不明	生	混獲	441
28	2009/6/24	三重県紀北町	♀	死	混獲	422
29	2009/6/24	三重県紀北町	♀	死	混獲	424
30	2009/6/24	三重県紀北町	♀	死	混獲	439
31	2009/6/24	三重県紀北町	♀	死	混獲	442
32	2009/6/24	三重県紀北町	不明	生	混獲	451

Appendix II. 3-1 に用いた日本沿岸で発見されたアオウミガメの黄色型の発見状況。(続き)

33	2009/6/24	三重県紀北町	♀	死	混獲	455
34	2009/6/24	三重県御浜町	不明	生	混獲	470
35	2009/6/25	三重県御浜町	不明	生	混獲	440
36	2009/7/2	高知県室戸市	不明	生	混獲	475
37	2009/7/2	高知県室戸市	不明	生	混獲	654
38	2009/7/2	高知県室戸市	不明	生	混獲	435
39	2009/7/2	高知県室戸市	不明	生	混獲	451
40	2009/7/3	高知県室戸市	不明	生	混獲	723
41	2009/7/3	高知県室戸市	不明	生	混獲	753
42	2009/7/3	高知県室戸市	♀	生	混獲	869
43	2009/7/6	三重県紀北町	♀	死	混獲	438
44	2009/7/6	三重県紀北町	♂	死	混獲	470
45	2009/7/8	三重県紀北町	♀	死	混獲	467
46	2009/7/10	三重県紀北町	不明	生	混獲	484
47	2009/7/12	三重県紀北町	♀	死	混獲	484
48	2009/7/15	三重県紀北町	不明	生	混獲	544
49	2009/7/19	高知県室戸市	不明	生	混獲	769
50	2009/7/23	高知県室戸市	不明	生	混獲	552
51	2009/8/5	三重県紀北町	不明	生	混獲	643
52	2009/8/17	三重県紀北町	不明	死	混獲	666
53	2009/8/17	三重県紀北町	♀	死	混獲	995
54	2009/8/19	三重県紀北町	♀	死	混獲	408
55	2009/8/19	三重県紀北町	不明	死	混獲	784
56	2009/9/14	鹿児島県笠沙町	不明	生	混獲	689
57	2009/9/14	鹿児島県笠沙町	不明	生	混獲	799
58	2009/9/14	鹿児島県笠沙町	♀	生	混獲	999
59	2009/9/15	鹿児島県笠沙町	不明	生	混獲	747
60	2009/10/10	三重県御浜町	不明	生	混獲	495
61	2009/12/15	三重県紀北町	♀	死	混獲	476
62	2010/1/19	高知県室戸市	不明	生	混獲	409
63	2010/1/27	高知県室戸市	不明	生	混獲	788
64	2010/3/12	沖縄県黒島	不明	生	混獲	598
65	2010/4/12	高知県室戸市	♂	生	混獲	724

Appendix II. 3-1 に用いた日本沿岸で発見されたアオウミガメの黄色型の発見状況。(続き)

66	2010/5/5	高知県室戸市	♂	生	混獲	809
67	2010/5/11	沖縄県八重山諸島	不明	生	混獲	468
68	2010/5/11	沖縄県八重山諸島	不明	生	混獲	478
69	2010/5/11	沖縄県八重山諸島	不明	生	混獲	529
70	2010/5/11	沖縄県八重山諸島	不明	生	混獲	592
71	2010/5/11	沖縄県八重山諸島	不明	生	混獲	600
72	2010/5/11	沖縄県八重山諸島	不明	生	混獲	675
73	2010/5/25	高知県室戸市	♂	死	混獲	396
74	2010/5/26	沖縄県黒島	不明	死	混獲	578
75	2010/5/27	沖縄県黒島	不明	生	混獲	709
76	2010/5/28	沖縄県黒島	不明	死	混獲	539
77	2010/5/28	沖縄県黒島	不明	生	混獲	575
78	2010/7/28	岩手県大船渡市	不明	生	混獲	517
79	2010/8/19	沖縄県黒島	不明	生	混獲	475
80	2010/8/19	沖縄県黒島	不明	生	混獲	687
81	2010/8/20	沖縄県黒島	不明	生	混獲	472
82	2010/8/20	沖縄県黒島	不明	生	混獲	557
83	2010/8/20	沖縄県黒島	不明	生	混獲	636
84	2010/8/27	高知県室戸市	不明	生	混獲	868
85	2010/9/2	高知県室戸市	不明	生	混獲	796
86	2010/9/5	沖縄県黒島	不明	生	混獲	559
87	2010/9/5	沖縄県黒島	不明	生	混獲	573
88	2010/9/5	沖縄県黒島	不明	生	混獲	643
89	2010/9/5	沖縄県黒島	不明	死	混獲	725
90	2010/9/6	沖縄県黒島	不明	生	混獲	711
91	2010/9/8	沖縄県西表島	♀	生	上陸	931
92	2010/9/22	高知県室戸市	♂	生	混獲	840
93	2010/9/28	兵庫県香美町	♀	生	混獲	700
94	2010/9/28	高知県室戸市	不明	生	混獲	736
95	2010/9/29	高知県室戸市	♀	死	混獲	439
96	2010/10/15	高知県室戸市	不明	死	混獲	405
97	2010/12/20	福井県小浜市	♀	死	混獲	595
98	2011/2/8	徳島県牟岐町	♀	死	混獲	428



Appendix II. 3-1 に用いた日本沿岸で発見されたアオウミガメの黄色型の発見状況。(続き)

99	2011/2/23	高知県室戸市	♀	死	混獲	444
100	2011/3/14	高知県室戸市	♂	生	混獲	514
101	2011/3/18	徳島県牟岐町	♂	死	混獲	591
102	2011/6/21	高知県室戸市	♂	生	混獲	881
103	2011/6/24	高知県室戸市	♂	生	混獲	909
104	2011/6/26	高知県室戸市	不明	生	混獲	786
105	2011/6/27	高知県室戸市	不明	生	混獲	424
106	2011/7/1	高知県室戸市	不明	生	混獲	380
107	不明	日本	不明	生	飼育	500
108	不明	日本	不明	生	飼育	545
109	不明	日本	不明	生	飼育	665

Appendix III. 3-2 の分析に用いた博物館所蔵標本の標本番号と採取地.

大西洋産: Antilles (BM1920.1120.590, RMNH25967), Cape Town (MNHN506-25, RMNH6185), Cape Verde (NRM6068), Curacao (RMNH37871, RMNH38129, RMNH38131, RMNH38132, RMNH38136, RMNH38181), Florida (LACM1994, USNM313750, USNM313751, USNM313752, USNM313754,), Gulf of Mexico (MCZ R-1399), Louisiana (USNM55569), Massachusetts (MCZ R-162853), Suriname (RMNH6189), Venice (MSNVE18733), Virginia (USNM254029), West Indies (MCZ R-1401, NRM9204)

インド洋産: East Indies (LACM181033), Indian Ocean (MNHN506-10), Madagascar (MCZ R-16866), Malabar (MNHN506-9, MNHN506-22), Mozambique (RMNH26556), Muscat (BM94.3.21.10, BM94.3.21.11), Somalia (MSNVE03523, MSNVE03524), Sri Lanka (RMNH38280)

西太平洋産黄色型: Gulf of Siam (MCZ R-29596), Philippines (BM1978.2121, BM1978.2122, BM1978.2125, BM1978.2126, BM1978.2128, MNHN506-20), Thailand (BM1979.772)

東太平洋産: Baja California Sur (USNM135984), California, USA (LACM62394), Galapagos Is. (LACM8099), Gulf of California (LACM8119, LACM8120, MCZ R-1402, USNM141981, USNM141983, USNM220785, USNM220786, USNM220788, USNM220791), Pacific Coast of Mexico (RMNH17941)

Appendix IV. 第4章の分析に用いた博物館所蔵標本の標本番号と採取地.

大西洋産: Antilles (BM1920.1120.590, RMNH25967), Cape Town (MNHN506-25, RMNH6185), Cape Verde (NRM6068), Curacao (RMNH37871, RMNH38129, RMNH38131, RMNH38132, RMNH38136, RMNH38181), Florida (LACM1994, USNM313750, USNM313751, USNM313752, USNM313754,), Gulf of Mexico (MCZ R-1399), Louisiana (USNM55569), Malamocco (MSNVE04914), Massachusetts (MCZ R-162853), Suriname (RMNH6189), Venice (MSNVE18733), Virginia (USNM254029), West Indies (MCZ R-1401, NRM9204)

インド洋産: East Indies (LACM181033), Indian Ocean (MNHN506-10), Madagascar (MCZ R-16866), Malabar (MNHN506-9, MNHN506-22), Mozambique (RMNH26556), Muscat (BM94.3.21.10, BM94.3.21.11), Somalia (MSNVE03523, MSNVE03524), Sri Lanka (RMNH38280)

西太平洋産黄色型: Gulf of Siam (MCZ R-29596), Philippines (BM1978.2121, BM1978.2122, BM1978.2125, BM1978.2126, BM1978.2128, MNHN506-20), Thailand (BM1979.772)

東太平洋産: Baja California Sur (USNM135984), California, USA (LACM62394), Galapagos Is. (LACM8099), Gulf of California (LACM8119, LACM8120, MCZ R-1402, USNM141981, USNM141983, USNM220785, USNM220786, USNM220788, USNM220791), Pacific Coast of Mexico (RMNH17941),

*Chelonia agassizii*: Guatemala (MNHN507)

*Chelonia alvibenter*: Malamocco (MSNVE04914)

*Chelonia formosa*: Fiji Is. (USNM257183)

*Chelonia lata*: Valparaiso (MNHNCL1510)

*Chelonia marmorata*: Ascension Is. (MNHN506-18, MNHN506-32)

*Chelonia mydas carrinegra*: Gulf of California (LACM1690; LACM1696; LACM1700)

Appendix V. 第5章の分析に用いた博物館所蔵標本の標本番号と採取地 (亜成体).

西大西洋産: Bahamas (BM1884.4.26.11, USNM124673), Cuba (NRM6226)

インド洋産: British East Africa (RMNH13946, RMNH13948), Chagos Archipelago (USNM166484), Madagascar (USNM157370), Masirah Is. (MCZ R-157143), Mombasa (MCZ R-30011), Reunion Is. (MNHN511-15), Seychelles (BM1946.8.1.12, USNM157870),

西太平洋産: Cobourg Peninsula (USNM128527), Fiji Is. (BM1979.746, MCZ R-46611), Gulf of Siam (MCZR-29597), Indonesia (NRM30002, RMNH6171, RMNH6176, RMNH38121, RMNH38126), Luzon Is. (USNM42838), Moluccas (USNM237622, USNM237623, USNM237625, USNM237631, USNM237632), Singapore (RMNH38135), Sulawesi (BM72.8.20.82), Sulu Archipelago (USNM38776)

Appendix VI. 第5章の分析に用いた博物館所蔵標本の標本番号と採取地 (幼体).

西大西洋産: Florida (MCZ R-4401\_1-6), Guyana (USNM163069), Jamaica (USNM13863), Martinique (MNHN511-7), Oriente (MCZ R-145377 - MCZ R-145382), Puerto Rico (SDSNH38920, SDSNH38922, SDSNH38924), Suriname (RMNH17605a, RMNH17605b, RMNH38791, RMNH38792, RMNH40534, RMNH40535, RMNH40537, RMNH40538), Tortuguero (LACM74399, LACM74400)

インド洋産: Madagascar (MNHN511-5), Maldives (BM1957.1.11.37), Seychelles (BM1927.5.14.9 - BM1927.5.14.14, MNHN511-3\_465, MNHN511-3\_No number001)

西太平洋産: Gulf of Siam (MCZ R-29590 - MCZ R-29592), Indonesia (BM88.8.30.17, RMNH5216, RMNH38822, ZMA10356, ZMA19051), Papua New Guinea (BM77.2.24.49), Samoa (BM66.8.25.1), Sarawak (BM1965.1078, BM1965.1080 - BM1965.1082, BM1965.1086 - BM1965.1095, BM1965.1097, BM1965.1099), Torres Strait (MCZ R-4176), Vietnam (MNHN511-2\_1911-93, MNHN511-2\_No number001, MNHN511-2\_No number002)

Appendix VII. 第6章の分析 (タイプの判別分析) に用いた博物館所蔵標本の標本番号と採取地.

西大西洋産: Bahamas (BM1884.4.26.11, USNM124673), Cuba (NRM6226)

インド洋産: British East Africa (RMNH13946, RMNH13948), Chagos Archipelago (USNM166484), Madagascar (USNM157370), Masirah Is. (MCZ R-157143), Mombasa (MCZ

R-30011), Red Sea (USNM231555), Reunion Is. (MNHN511-15), Seychelles (BM1946.8.1.12, USNM157870)

西太平洋産: Cobourg Peninsula (USNM128527), Fiji Is. (BM1979.746, MCZ R-46611), Gulf of Siam (BM99.1.12.1, MCZ R-29597), Indonesia (NRM30002, RMNH6171, RMNH6176, RMNH38121, RMNH38126), Luzon Is. (USNM42838), Moluccas (USNM237622, USNM237623, USNM237625, USNM237631, USNM237632), Philippines (MCZ R-36939), Singapore (RMNH38135), Sulawesi (BM72.8.20.82), Sulu Archipelago (USNM38776)

*Onychochelys kraussi* (BM1947.3.5.43)

*Caretta squamosa* (USNM220815)

*Caretta rostrata* (USNM257186)

Appendix VIII. 第6章の分析 (MCZ R-1415 の分析) に用いた博物館所蔵標本の標本番号と採取地.

西大西洋産: Florida (MCZ R-4401\_1-6), Guyana (USNM163069), Jamaica (USNM13863), Martinique (MNHN511-7), Oriente (MCZ R-145377 - MCZ R-145382), Puerto Rico (SDSNH38920, SDSNH38922, SDSNH38924), Suriname (RMNH17605a, RMNH17605b, RMNH38791, RMNH38792, RMNH40534, RMNH40535, RMNH40537, RMNH40538), Tortuguero (LACM74399, LACM74400)

インド洋産: Madagascar (MNHN511-5), Maldives (BM1957.1.11.37), Seychelles (BM1927.5.14.9 - BM1927.5.14.14, MNHN511-3\_465, MNHN511-3\_No number001)

西太平洋産: Gulf of Siam (MCZ R-29590 - MCZ R-29592), Indonesia (BM88.8.30.17, RMNH5216, RMNH38822, ZMA10356, ZMA19051), Papua New Guinea (BM77.2.24.49), Samoa (BM66.8.25.1), Sarawak (BM1965.1078, BM1965.1080 - BM1965.1082, BM1965.1086 - BM1965.1095, BM1965.1097, BM1965.1099), Torres Strait (MCZ R-4176), Vietnam (MNHN511-2\_1911-93, MNHN511-2\_No number001, MNHN511-2\_No number002)

*Eretmochelys squamata* (MCZ R-1415)

Appendix IX. 第6章の分析 (MCZ R-1416 の分析) に用いた博物館所蔵標本の標本番号と採取地.

西大西洋産: Colombia (LACM38215), Cuba (MNHN511-10, USNM55585), Florida (MCZ R-1417, USNM299801, USNM31173), Honduras (MCZ R-7050), Puerto Rico (USNM25645, USNM25646), West Indies (MCZ R-1138)

インド洋産: Egypt (BM97.11.13.4), Indonesia (BM79.5.14.663, MNHN511-8, MNHN511-13), Madagascar (MNHN511-23)

西太平洋産: Indonesia (BM95.5.1.4, RMNH3281, RMNH38137, RMNH40541), Moluccas (USNM237626), Philippines (USNM305993), Solomon Is. (MCZ R-118883), Sulawesi

(RMNH3277)

*Eretmochelys squamata* (MCZ R-1416)