

海・人・自然

東海大学博物館研究報告



No.8
2006

**Science Reports of
The Museum, Tokai University**

掛川層群大日層から産出した十脚甲殻類化石¹⁾

北村 孔志²⁾・柴 正博³⁾・横山 謙二⁴⁾

Decapod Crustaceans from the Dainichi Formation of the Kakegawa Group (Pliocene), in Shizuoka Prefecture, Central Japan¹⁾

Koshi KITAMURA²⁾, Masahiro SHIBA³⁾ and Kenji YOKOYAMA⁴⁾

Abstract

Decapod crustaceans are reported from the Pliocene Dainichi Formation of the Kakegawa Group in Shizuoka Prefecture. As a result, 25 species belonging to 21 genera of decapods are recognized in the Dainichi Sand Member and the Tenno Silty Sand Member. The decapod assemblage from the Dainichi Sand Member at Hongou indicates a lower sublittoral zone of sandy sea bottom. On the other hand, the assemblage from Tenno Silty Sand Member at Koichi and Kamiyashiki indicates a lower sublittoral zone of sandy and muddy sea bottom. *Macrocheira kaempferi* (Temminch) is obtained from the Tenno Silty Sand Member at Kamiyashiki is the first fossil record from the Pliocene of Honshu Island.

はじめに

静岡県掛川市から菊川市にかけて分布する新第三系鮮新統の掛川層群は、多くの軟体動物を多産することで知られ、層序学的研究はもちろん古生物学的研究が多く、研究者により行われてきた(横山, 1925, 1950, 1963; Tsuchi, 1961; Ujiie, 1962; Chinzei and Aoshima, 1976; Ibaraki, 1986; 柴ほか, 2000; 柴, 2005)。掛川層群から産出する十脚甲殻類化石については、Karasawa (1993) によりこれまで12産地から11属18種が報告されている。また、Karasawa and Kitamura (2003) により上

西郷の小市から、*Pugettia* 属の新種が報告されている。本稿では、Karasawa and Kitamura (2003) で報告した種も含め、掛川層群大日層が分布する3地点から筆者のひとり北村により採集された十脚甲殻類化石について報告する。本稿で報告する十脚甲殻類化石は、すでにKarasawa (1993) により報告された種も含め21属25種である。その中には、本州の鮮新統からは初の発見となるタカアシガニ *Macrocheira kaempferi* (Temminch) の化石も含まれる。

¹⁾ 東海大学自然史博物館研究業績 No. 56

Contributions from the Natural History Museum, Tokai University, No.56

²⁾ 静岡大学大学院理工学研究科, 〒432-8561 静岡県浜松市城北3-5-1

Graduate School of Science and Engineering, Shizuoka University,

³⁾ 東海大学社会教育センター 〒424-8620 静岡県静岡市清水区三保2389

Social Education Center, Tokai University, 2389, Miho, Shimizu-ku, Shizuoka, Shizuoka, 424-8610, Japan

⁴⁾ 静岡県自然学習資料保存事業室, 〒424-0806 静岡県静岡市清水区辻4-4-17

Shizuoka Prefecture Preservation Office of Natural Study Specimen, 4-4-17, Tsuji, Shimizu-ku, Shizuoka, Shizuoka, 424-0806, Japan

地質概要

掛川層群は下部層と上部層に分けられ、上部層は下位から上内田層、大日層、土方層からなる（柴ほか, 2000; 柴, 2005）。本稿で報告する十脚甲殻類化石は掛川層群上部層の大日層から発見された。大日層は海進期堆積体であり、岩相から大日砂層と天王シルト質砂層に分けられる。大日砂層は細粒から中粒砂の分級のよい砂層からなり、天王シルト質砂層はシルト層またはシルト質細粒砂層からなる（柴ほか, 2000）。

大日砂層は、袋井市大日を模式地とし、層厚は100mから200mで細粒から中粒砂からなる。大日砂層は浅海の前浜および外浜の堆積物で、ハンモック状斜交層理などが見られ、基底部にはしばしば礫層が挟在する。天王シルト質砂層は、掛川市大池を模式地とし、極細粒砂からシルト層よりなる。天王シルト質砂層は、しばしば砂層を挟在する沖浜（内側陸棚～陸棚斜面）の堆積物で、挟在する砂層には化

石密集層が見られる場合がある。

これまで報告されている掛川層群上部層に挟在する火山灰層のフィッシュトラック年代値では、大日層の下位の上内田層上部に挟在する五百済火山灰層の年代値は 2.3 ± 0.5 Maであり、上位の土方層の下部に挟在する火山灰層の年代値は 1.9 ± 0.4 Maにあたる（Shibata et al., 1984）。また、土方層下部に正磁気帯があり、これがオールドバイサブクロン（Cn2: 1.92-1.77Ma）に対比されている（Yoshida and Niituma, 1976）。このことから、大日層はおよそ2 Ma付近に堆積した地層と考えられる。

化石産地の産出化石と堆積環境

本稿で報告する十脚甲殻類化石の産出地は、①本郷、②小市、③上屋敷であり、その位置図をFig. 1に、Fig. 2に地質図を示す。その産出地に露出する地層は、①が大日砂層にあたり、②と③が掛川層群大日累層の天王シルト質砂層にあたる。

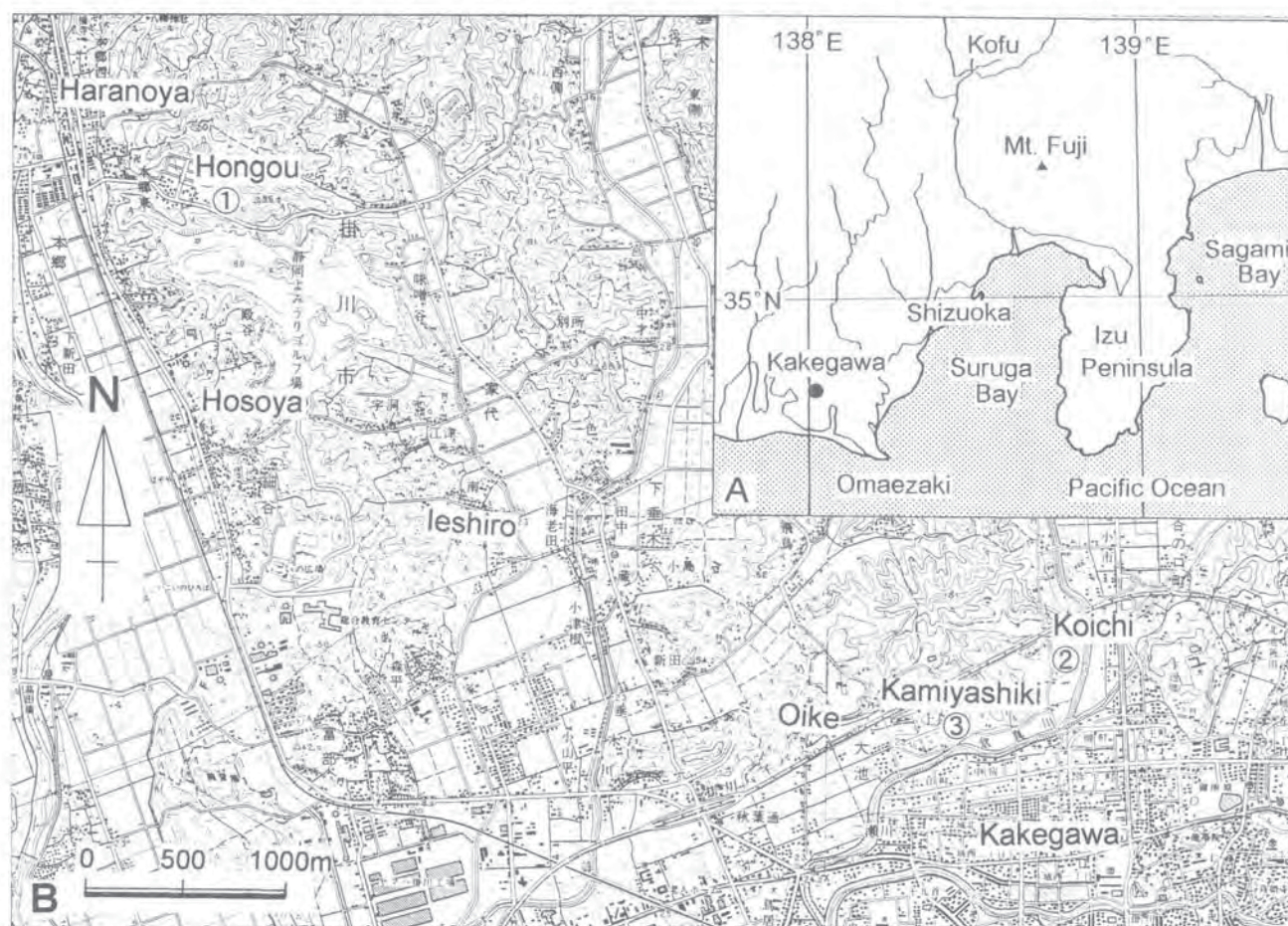


Fig. 1 Locality map. A: index map, the black circle is the study area. B: Locality map of the sampling sites (circled numbers; ①Hongou, ②Koichi, ③Kamiyashiki) where the fossils were found plotted on 1:25000-scale topographic map of Japan, Quadrangle "Yamanashi" and "Kakegawa", Geographical survey of Japan.

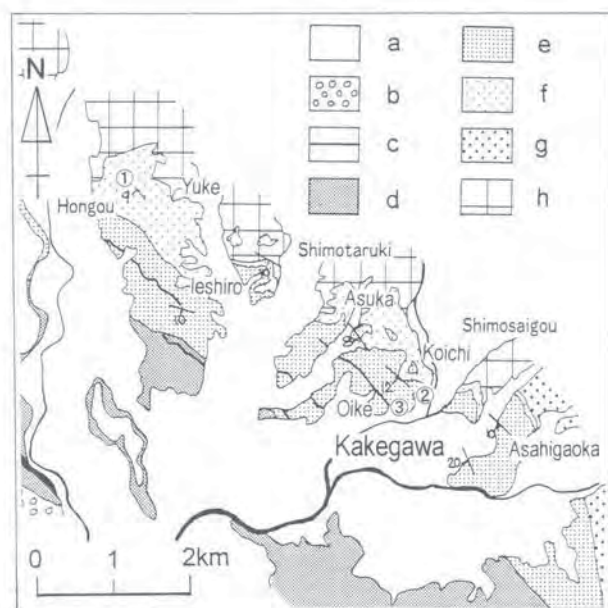


Fig. 2 Geological map of the northwestern part of Kakegawa City compiled after Yokoyama et al. (2000). a: Holocene, b: Ogasa Group, c-g: Kakegawa Group (c: Volcanic ash, d: Hijikata Formation, e: Tenno Silty Sand Member of the Dainichi Formation, f: Dainichi Sand Member of the Dainichi Formation, g: Kamiuchida Formation), h: Miocene or Paleogene basement rocks. The locality of the sampling sites is shown by circled numbers (①Hongou, ②Koichi, ③Kamiyashiki)

①本郷

本地点は、天竜浜名湖鉄道のはらのや駅の東側にある大きな採土場の露頭である。この露頭には大日砂層が露出する。砂層中にはハンモック状斜交層理が発達し、厚さ10~30cmの化石密集層が数層ある。その化石密集層から軟体動物化石とともに十脚甲殻類化石を産出した。

この化石密集層からは、*Anadara* (*Scapharca*) *castellata* (Yokoyama), *Glycymeris albolineata* (Dunker), *Amussiopecten praesignis* (Yokoyama), *Megacardita panda* (Yokoyama), *Callista chinensis* (Holten), *Paphia schnelliana* (Dunker), *Umbonium suchiense suchiense* Yokoyama, *Glossaulax* sp., *Siphonalia* sp., *Terebra* sp., *Oliva mustelina* Lamarck, *Turitella perterebra* Yokoyama, *Baryspira albocallosa okawai* (Yokoyama) などが多産する。板鰐類の歯化石も産し、*Heterodontus* sp., *Hypogleus* sp., *Squatina* sp., *Rhynchobatus* sp. の歯を産する。硬骨魚ではハダカイワシ (*Myctophidae*) やキス (*Sillaginidae*) の耳石の産出が多い。

本地点の大日砂層に挟在する化石密集層の軟体動物化石には、潮間帯~上部浅海に生息するものが卓

越するものの、水深50m以深の下部浅海に生息するものも含まれている。また、化石密集層自体がハンモック状斜交層理をなし、軟体動物の殻が暴浪時に運搬されて堆積したと考えられる。また、砂層に見られるハンモック状斜交層理や砂層に泥層が挟在しないことから、この砂層は暴浪時の波浪限界水深(50~80m)より浅い下部外浜から内側陸棚に堆積したと考えられる。

②小市

本地点は、倉真川の西側で掛川バイパスの南側にあり、柴ほか(2001)の鯨類化石発掘地点にあたる。現在では本地点の露頭はほとんどがなくなっている。本地点には天王シルト質砂層が分布し、シルト質砂層中に4層の化石密集層があり、その化石密集層からは軟体動物化石とともに、哺乳類(新村ほか, 2001)や板鰐類の歯(横山ほか, 2001)、十脚甲殻類などの化石を産した。

柴ほか(2001)によれば、化石密集層から産する軟体動物化石には *Glycymeris albolineata* (Dunker), *Glycymeris rotunda* (Dunker), *Glycymeris totomiensis* Makiyama, *Amussiopecten praesignis* (Yokoyama), *Bathytormus foveolatus* (Sowerby), *Callista chinensis* (Holten), *Paphia schnelliana* (Dunker), *Megacardita panda* (Yokoyama), *Umbonium suchiense suchiense* Yokoyama, *Glossaulax hagenoshitensis* (Shuto), *Glossaulax didyma* (Rodikg), *Reishia nakamurai* (Makiyama), *Baryspira albocallosa okawai* (Yokoyama), *Siphonalia cassidariaeformis* (Reeve), *Babylonia elata* (Yokoyama), *Asprella comatosaeformis* (Yokoyama), *Terebra* sp., *Antalis weinkauffi* (Dunker) が多産、またシルト質砂層からは *Crenulilimopsis oblonga* (A. Adams), *Glycymeris rotunda* (Dunker), *Yoldia similis* (Kuroda et Habe), *Hindsia magnifica* (Lischke), *Fulgoraria* (*Psephaea*) *mentiens* (Fuliton), *Sydaphera spengleriana* (Deshayes) などを産した。

板鰐類の歯化石では、*Carcharodon carcharias* (Linnaeus), *Carcharhinus longimanus* (Poey), *Carcharhinus altimus* (Springer), *Carcharhinus* sp., *Myliobatis* sp. などを産した(横山ほか, 2001)。硬骨魚類では、ソコダラ類 (*Macrouridae*) の耳石を産した。

柴ほか(2001)によれば、本地点に分布する天王シルト質砂層中の化石密集層は、暴浪時の波浪水深限界よりも深い海底に存在したチャンネルを埋積した堆積物としている。また、化石層が挟在するシルト質砂層からは *Yoldia similis* と *Glycymeris rotunda* が優先することから、Nobuhara (1993) の上部浅海帯～下部浅海帯の水深を示す *Crenulilimopsis oblonga*-*Glycymeris rotunda* 群集と類似するとしている。

③上屋敷

本露頭は、大池の南側、掛川バイパスと倉真川にはさまれたところにあった宅地造成地の露頭であるが、現在では露頭がなくなっている。本地点に分布する地層は、砂層を多く挟む天王シルト質砂層からなり、砂層には化石片を含むものもある。本地点からはハンカチノキ (*Davidia involucre*) の内果皮や軟体動物石、腕足類、板鰓類の歯などを産した。十脚甲殻類化石は化石片を含む砂層のひとつから産した。板鰓類の歯では *Isurus oxyrinchus* Rafinesque が産した。シルト層から産出した軟体動物化石には *Limopsis belcheri* Adams and Reeve, *Crenulilimopsis oblonga* や *Glycymeris rotunda* などがある。

本地点の堆積環境は、堆積相から暴浪時の波浪水深限界よりも深い海底と考えられ、シルト層から産出した軟体動物化石は、Nobuhara (1993) の上部浅海帯～下部浅海帯の *Crenulilimopsis oblonga*-*Glycymeris rotunda* 群集に類似する。

産出した十脚甲殻類

産出した十脚甲殻類化石は、13科21属25種あり、標本数は177におよぶ。各化石の産出地ごとの個数をTable 1に示す。また、産出した甲殻類化石の分類リストを以下に示し、Karasawa (1993) および Karasawa and Kitamura (2003) で報告された掛川層群から産出する十脚甲殻類化石以外のタクサの標本についてFig. 3に写真を示す。なお、*Macrocheira kaempferi* については、比較のために東海大学海洋科学博物館所蔵のタカアシガニ現生標本の左鉗足の指節と前節をFig.3-17に示す。

Order Decapoda Latreille, 1803 十脚目
Suborder Reptantia Boas, 1880 爬行亜目
Infraorder Thalassinidea Latreille, 1831

Table 1 List and number of Decapod crustaceans from the Dainichi Formation of the Kakegawa Group), in Shizuoka Prefecture. Locality ① is Hongou, ② is Koichi, ③ is Kamiyashiki.

Species	Locality ①	Locality ②	Locality ③
<i>Callianassa</i> sp.	1	6	5
<i>Upogebia</i> sp.		1	
<i>Dardanus arrosor</i> (Herbst)		1	
<i>Dardanus</i> sp.	2	5	1
<i>Lyreidus</i> sp.		1	
<i>Tymolus uncifer</i> Ortmann		1	
<i>Calappa</i> sp.	3	1	
<i>Mursia</i> sp.	2	1	
<i>Padocatactes hamifer</i> Ortmann		3	
<i>Cancer (Glebocarcinus) amphioetus</i> Rathbun	3		
<i>Cancer (Romaleon) gibbosulus</i> (de Haan)		1	
<i>Cancer (Cancer) japonicus</i> Ortmann	1	12	
<i>Charybdis (Charybdis) sp. cf. granulata</i> De Haan		1	1
<i>Charybdis</i> sp.	1	6	2
<i>Psalmis</i> sp.		1	
<i>Leptodius</i> sp.			1
<i>Carcinoplax longimanus</i> (de Haan)	4	22	7
<i>Psophticus hughi</i> Rathbun		1	
<i>Oncinopus</i> sp.	4	1	
<i>Macrocheira kaempferi</i> (Temminck)			2
<i>Pugettia yamafui</i> Karasawa and Kitamura			1
<i>Arcania</i> sp.			2
<i>Randallia</i> sp.	1		
<i>Philyra</i> sp.	4		
<i>Leucosia</i> sp.	58	5	1
Total number of specimens	84	70	23

アナジャコ下目

Superfamily Callianassoidea Dana, 1852

スナモグリ上科

Family Callianassidae Dana, 1852

スナモグリ科

Subfamily Callianassinae Dana, 1852

スナモグリ亜科

Genus *Callianassa* Leach, 1814

スナモグリ属

Callianassa sp.

スナモグリ属の未定種

Fig.3-1

Family Upogebiidae Borradaile, 1903

アナジャコ科

Genus *Upogebia* Leach, 1814

アナジャコ属

Upogebia sp.

アナジャコ属の未定種

Fig.3-2

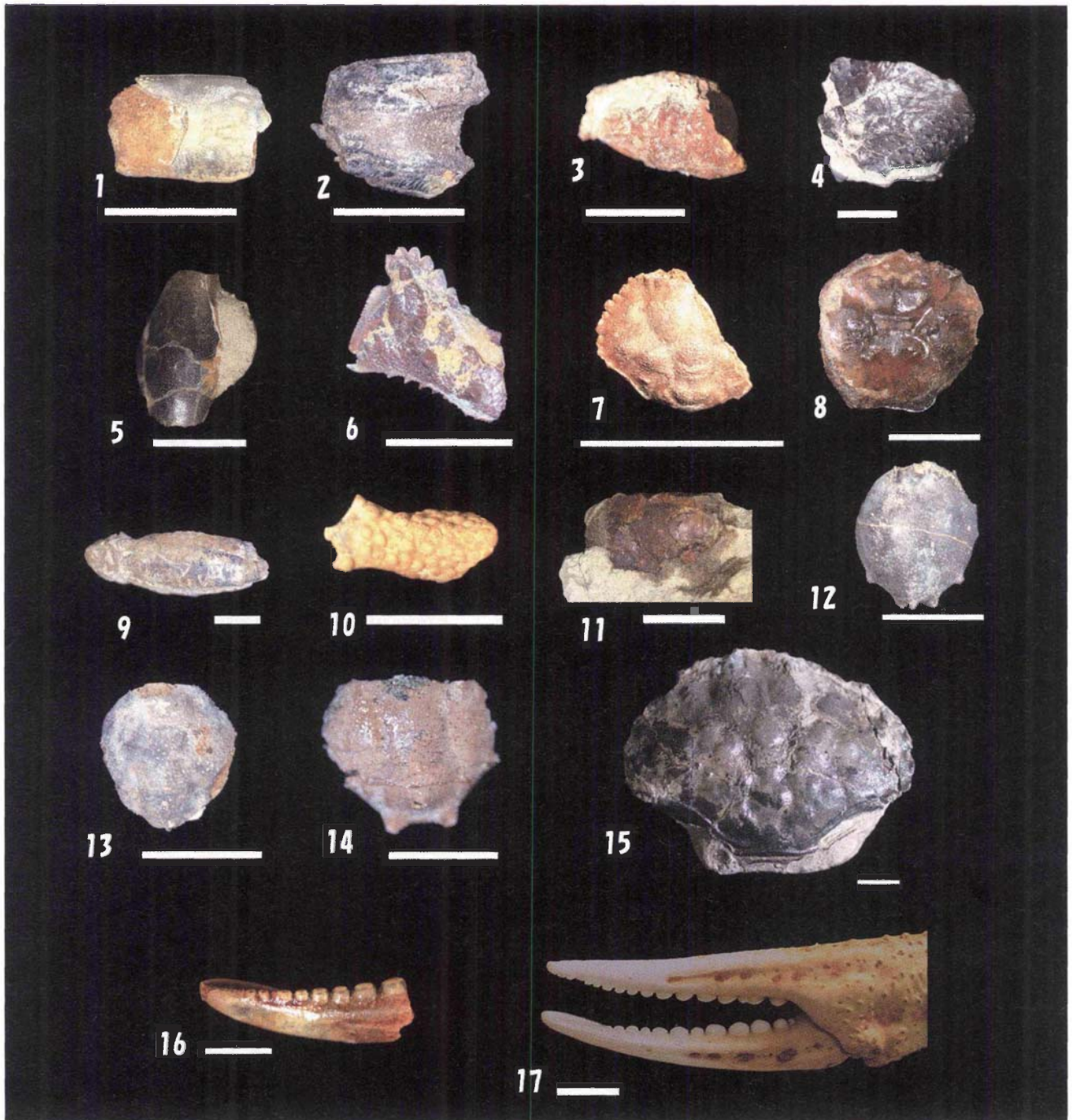


Fig. 3 Color photographs of specimens. Scale is 1cm. 1: Propodus of *Callianassa* sp. from Koichi, 2: Propodus of *Upogebia* sp. from Koichi, 3: Carpus of *Dardanus arrosor* (Herbst) from Koichi, 4: Carpus of *Dardanus* sp. from Koichi, 5: Dorsal surace of carapace of *Lyreidus* sp. from Koichi, 6: Propodus of *Calappa* sp. from Koichi, 7: Dorsal surace of carapace of *Cancer (Romaleon) gibbosulus* (de Haan) from Koichi, 8: Dorsal surace of carapace of *Charybdis (Charybdis)* sp. cf. *granulata* de Haan, 9: Propodus of *Charybdis* sp. from Koichi, 10: Carpus of *Psaumis* sp. from Koichi, 11: Dorsal surace of carapace of *Psopheticus hughii* Rathbun from Koichi, 12: Dorsal surace of carapace of *Arcania* sp. from Kamiyashiki, 13: Dorsal surace of carapace of *Randallia* sp. from Hongou, 14: Dorsal surace of carapace of *Cancer (Cancer) japonicus* Ortmann, from Koichi, 15: Dorsal surace of carapace of *Cancer (Cancer) japonicus* Ortmann, from Koichi, 16: Left movable finger of *Macrocheira kaempferi* (Temminch) from Kamiyashiki, 17: Recent specimen of Left finger of *Macrocheira kaempferi* (Temminch).

Infraorder Anomala Boas, 1880 異形下目
Superfamily Paguroidea Latreille, 1803

ホンヤドカリ上科
Family Diogenidae Ortmann, 1892
ヤドカリ科

- Genus *Dardanus* Paulson, 1875
 ヤドカリ属
Dardanus arrosor (Herbst, 1796)
 ケスジヤドカリ
 Fig.3-3
Dardanus sp.
 ヤドカリ属の未定種
 Fig.3-4
- Infraorder Brackyura Latreille, 1803
 短尾下目
- Section Podotremata Guinot, 1977 足孔群
 Subsection Archaeobrachyura, Guinot, 1977
 原始短尾亜群
- Superfamily Raninoidea de Haan, 1841
 アサヒガニ上科
- Family Raninidae de Haan, 1841
 アサヒガニ科
- Subfamily Lyreidinae Guinot, 1993
 ビワガニ亜科
- Genus *Lyreidus* de Haan, 1841
 ビワガニ属
Lyreidus sp.
 ビワガニ属の未定種
 Fig.3-5
- Superfamily Cyclodorippoidea Ortmann, 1892
 マメヘイケガニ上科
- Family Cyclodorippidae Ortmann, 1892
 マメヘイケガニ科
- Subfamily Cyclodorippinae Ortmann, 1892
 マメヘイケガニ亜科
- Genus *Tymolus* Stimpson, 1858
 マメヘイケガニ属
Tymolus uncifer (Ortmann, 1892)
 アシナガマメヘイケ
- Section Heterotremata Guinot, 1977 異孔群
- Superfamily Calappoidea de Haan, 1833
 カラッパ上科
- Family Calappidae de Haan, 1833
 カラッパ科
- Subfamily Calappinae de Haan, 1833
 カラッパ亜科
- Genus *Calappa* Weber, 1795
 カラッパ属
Calappa sp.
 カラッパ属の未定種
 Fig.3-6
- Genus *Mursia* Desmarest, 1823
 キンセンモドキ属
Mursia sp.
 キンセンモドキ属の未定種
- Superfamily Cancroidea Latreille, 1803
 イチョウガニ上科
- Family Corystidae Samouelle, 1819
 クリガニ科
- Genus *Padocatactes* Ortmann, 1893
 トゲヒゲガニ属
Padocatactes hamifer Ortmann, 1893
 トゲヒゲガニ
- Family Cancridae Latreille, 1803
 イチョウガニ科
- Subfamily Cancrinae Latreille, 1803
 イチョウガニ亜科
- Genus *Cancer* Linnaeus, 1758
 イチョウガニ属
- Subgenus *Glebocarcinus* Nations, 1975
 コイチョウガニ亜属
- Cancer (Glebocarcinus) amphioetus* Rathbun, 1898
 コイチョウガニ
- Subgenus *Romaleon* Gistel, 1848
 イボイチョウガニ亜属
- Cancer (Romaleon) gibbosulus* (de Haan, 1835)
 イボイチョウガニ
 Fig.3-7
- Subgenus *Cancer sensu stricto*
 イチョウガニ亜属
- Cancer (Cancer) japonicus* Ortmann, 1893
 イチョウガニ
 Fig.3-15
- Superfamily Portunoidea Rafinesque, 1815
 ガザミ上科
- Family Portunidae Rafinesque, 1815

ガザミ科

Subfamily Portuninae Rafinesque, 1815

ガザミ亜科

Genus *Charybdis* de Haan, 1833

イシガニ属

Charybdis (*Charybdis*) sp. cf. *granulata*

de Haan, 1833

ツブワタリイシガニに比較される種

Fig.3-8

Charybdis sp.

イシガニ属の未定種

Fig.3-9

Superfamily Xanthoidea MacLeay, 1838

オウギガニ上科

Family Xanthidae MacLeay, 1838

オウギガニ科

Subfamily Actaeinae Alcock, 1898

サメハダオウギガニ亜科

Genus *Psaumis* Kossmann, 1877

アワツブガニ属

Psaumis sp.

アワツブガニ属の未定種

Fig.3-10

Subfamily Xanthinae MacLeay, 1838

オウギガニ亜科

Genus *Leptodius* A. Milne Edwards, 1863

オウギガニ属

Leptodius sp.

オウギガニ属の未定種

Family Goneplacidae MacLeay, 1838

エンコウガニ科

Subfamily Carcinoplacinae

H. Milne Edwards, 1852

エンコウガニ亜科

Genus *Carcinoplax* H. Milne Edwards, 1852

エンコウガニ属

Carcinoplax longimanus (de Haan, 1833)

エンコウガニ

Genus *Psopheticus* Wood-Mason, 1892

ナキエンコウガニ属

Psopheticus hughii Rathbun, 1914

ウスベニエンコウガニ

Fig.3-11

Superfamily Majoidea Samouelle, 1819

クモガニ上科

Family Majidae Samouelle, 1819

クモガニ科

Genus *Oncinopus* de Haan, 1839

クモガニ属

Oncinopus sp.

クモガニ属の未定種

Genus *Macrocheira* de Haan, 1839

タカアシガニ属

Macrocheira kaempferi (Temminck, 1836)

タカアシガニ

Fig.3-16

Family Epialtinae Macleay, 1838

モガニ科

Genus *Pugettia* Dana, 1851

ヤハズモガニ属

Pugettia yamafui Karasawa and Kitamura, 2003

カケガワヤハズモガニ (新称)

Superfamily Leucosioidea Samouelle, 1819

コブシガニ上科

Family Leucosiidae Samouelle, 1819

コブシガニ科

Subfamily Philyrinae Rathbun, 1937

マメコブシガニ亜科

Genus *Arcania* Leach, 1817

トゲコブシ属

Arcania sp.

トゲコブシ属の未定種

Fig.3-12

Arcania sp.

トゲコブシ属の未定種

Fig.3-13

Genus *Randallia* Stimpson, 1858

シリケンコブシ属

Randallia sp.

チョウチンコブシの未定種

Fig.3-14

Genus *Philyra* Leach, 1817

マメコブシガニ属

Philyra sp.

マメコブシガニ属の未定種

Subfamily Leucosiinae Samouelle, 1819

コブシガニ亜科

Genus *Leucosia* Weber, 1795

コブシガニ属

Leucosia sp.

コブシガニ属の未定種

大日層から産出した十脚甲殻類化石の特徴

Karasawa (1993) は、掛川層群から産出する十脚甲殻類化石を、*Philyra platycheira* 群集と *Carcinoplax longimanus* 群集の2つに区分した。*Philyra platycheira* 群集は、*P. platycheira* が卓越し、*P. tanakai*, *P. tridentata*, *Mursia* sp.2, *Cancer amphioetus*, *Leucosia* spp. がともなわれるとしている。この群集は、大日層の大日砂層に特徴的に見られ、下部浅海の砂底に生息する群集としている。また、*Carcinoplax longimanus* 群集は、*C. longimanus* が卓越し、*Pagurus* sp., *Mursia* aff. *armata*, *Cancer japonicus*, *Podocatactes hamifer*, *Carcinoplax* aff. *purpurea*, *Leucosia takamii* がともなわれる。この群集は、天王シルト質砂層や土方層で特徴的な群集で、下部浅海の砂泥底に生息する群集としている。なお、柄沢 (1997) では、土方層の群集を *C. longimanus* 群集とは別の *Podocatactes hamifer* 群集とし、*Carcinoplax longimanus* 群集を下部浅海の泥底に生息する群集としている。

本稿で報告する大日砂層（本郷①）では、*Leucosia* sp. が産出個体の半分以上をしめ、その他に *Carcinoplax longimanus*, *Oncinopus* sp., *Philyra* sp., *Calappa* sp., *Cancer amphioetus*, *Mursia* sp., *Dardanus* sp. がともない、*Callianassa*

sp., *Cancer (Cancer) japonicus*, *Charybdis* sp., *Randallia* sp. が見られる。三宅 (1983) によれば、*Leucosia* 属の多くは水深10~300mの砂・砂泥底に生息し、また *Carcinoplax longimanus* は水深30~100mの泥・砂泥底に、*Cancer amphioetus* は潮間帯~水深70mの砂泥・砂底に、*C. (C.) japonicus* は水深30~100mの泥・砂泥底に生息するという。

本郷①で産した十脚甲殻類化石の中には、*Philyra* 属は産出するものの、*Philyra platycheira* を同定できなかった。Karasawa (1993) の *P. platycheira* 群集の採集地点の中に本郷も含まれていることと、ともなわれる種類に共通するものがあることと、*P. platycheira* と同様に *Leucosia* 属も下部浅海砂底に生息することから、本郷で見られる群集はKarasawa (1993) の *P. platycheira* 群集に含まれるものと考えられる。

天王シルト質砂層が分布する小市②からは、*Carcinoplax longimanus* が全体の個体数の約1/3をしめ、その他に *Cancer (Cancer) japonicus* が多産し、つづいて *Callianassa* sp., *Dardanus* sp., *Charybdis* sp., *Leucosia* sp., *Podocatactes hamifer* が含まれ、*Upogebia* sp., *Dardanus arrosor*, *Lyreidus* sp., *Tymolus uncifer*, *Calappa* sp., *Mursia* sp., *Cancer (Romaleon) gibbosulus*, *Charybdis (Charybdis) sp. cf. granulata*, *Psaumis* sp., *Psopheticus hughi*, *Oncinopus* sp. など見られ、多様な種が得られた。

三宅 (1983) によれば、*Carcinoplax longimanus* は水深30~100mの泥・砂泥底に、*Cancer (Cancer) japonicus* は水深30~100mの泥・砂泥底に、*Podocatactes hamifer* は水深73~406mの砂泥・砂・泥・砂礫底に生息する。また、*Dardanus arrosor* は水深20~200mの砂泥・砂底に生息する（三宅, 1982）。小市②から産した群集は、*Carcinoplax longimanus* が卓越し、*Cancer (Cancer) japonicus* と *Podocatactes hamifer* が含まれることから、Karasawa (1993) の *Carcinoplax longimanus* 群集に含まれると考えられる。また、柴ほか (2001) の堆積環境の復元からも、この群集は、上部浅海帯~下部浅海帯の海底にあったチャネルに上部浅海砂泥底に生息していた生物の殻が運搬されて埋積したものと考えられる。

上屋敷③からは、*Carcinoplax longimanus* と *Callianassa* sp. が多く産し、その他に *Dardanus*

sp., *Cancer (Romaleon) gibbosulus*, *Charybdis* sp., *Leptodius* sp., *Macrocheira kaempferi*, *Pugettia yamafui*, *Arcania* sp., *Leucosia* sp. が産した。本地点の堆積環境は、軟体動物化石からも示唆されるように小市②のそれとほぼ同様と考えられ、十脚甲殻類化石群集も Karasawa (1993) の *Carcinoplax longimanus* 群集に含まれると考えられる。

上屋敷③では、*Macrocheira kaempferi* の鉗脚 2 例（1 例は幼体）が産出した。*Macrocheira*（タカアシガニ）属の化石は、中新世では長野県の富草層群と山形県の銀山層（Imaizumi, 1965）および群馬県の富岡層群板鼻層（加藤, 2001）での産出報告があるが、鮮新世に限れば宮崎県の宮崎層群高鍋層（Karasawa, 1993）と高知県の登層（三本, 2001）で産出の報告があるだけで、本州においては本標本が初の産出報告となる。*Macrocheira kaempferi* は、水深 50~300m の砂・砂泥底に現在生息しており（三宅, 1983）、*Carcinoplax longimanus* 群集から推定される上部浅海帯~下部浅海帯の堆積環境ともほぼ一致する。なお、本地点で発見された *Pugettia yamafui* は、Karasawa and Kitamura (2003) によって新種記載された標本である。本稿では本種の和名を「カケガワヤハズモガニ」と命名する。

ま と め

本稿では、掛川層群大日層の 3 地点（本郷、小市、上屋敷）から産出した 13 科 21 属 25 種、標本数 177 の十脚甲殻類化石について産出の報告した。また、各地点の堆積相や含まれる化石から推定される堆積環境とあわせ、十脚甲殻類化石の堆積環境を推定した。本郷に分布する大日砂層からは、Karasawa (1993) の *Philyra platycheira* 群集に相当する化石群集が得られ、下部浅海砂底の堆積環境が考えられる。天王シルト質砂層が分布する小市と上屋敷では、Karasawa (1993) の *Carcinoplax longimanus* 群集に相当する化石群集が得られ、下部浅海砂泥底の堆積環境が推定された。また、上屋敷からは、*Macrocheira kaempferi* が発見され、鮮新世に限ればこれは *Macrocheira* 属の本州における初の産出報告となる。さらに、本稿では、Karasawa and Kitamura (2003) によって新種記載された *Pugettia yamafui* の和名を「カケガワヤハズモガニ」と命

名した。

謝 辞

瑞浪市化石博物館の柄沢宏明氏には、十脚甲殻類化石の同定および本稿の作成に関して多大な御助言をいただいた。厚くお礼申し上げる。また、東海大学海洋科学博物館には、タカアシガニの現生標本を写真撮影させていただいた。

引用文献

- Chinzei, K. and M. Aoshima (1976) Marine thermal structure of the Plio-Pleistocene warm water in Central Japan. Jour. Fac. Sci., Univ. Tokyo, Sec. II, **19**, 179-203.
- Ibaraki, M. (1986) Neogene planktonic foraminiferal biostratigraphy of the Kakegawa area on the Pacific coast of Central Japan, Rep. Fac. Sci. Shizuoka Univ., **20**, 39-173.
- Imaizumi, R. (1965) Miocene *Macrocheira* from Japan. Res. Crust., **2**, 27-36.
- Karasawa, H. (1993) Cenozoic decapod Crustacea from southwest Japan. Bull. Mizunami Fossil Mus., **20**, 1-92, pls. 24.
- 柄沢宏明 (1997) 西日本の新生代大型甲殻類。瑞浪市化石博物館専報, **8**, 81p., pls. 30.
- Karasawa, H. and K. Kitamura (2003) A first record of *Pugettia* Dana (Crustacea: Decapoda: Brachyura) from the Pliocene of Japan. Bulletin of the Mizunzi Fossil Museum, **30**, 61-62.
- 加藤久佳 (2001) 富岡層群より産する十脚甲殻類化石。群馬県立自然史博物館研究報告, **5**, 9-18.
- 槇山次郎 (1925) 遠江掛川付近第三紀層の層序。地球, **3**, 569-576.
- 槇山次郎 (1950) 日本地方地質誌中部地方。朝倉書店, 東京, 233p.
- 槇山次郎 (1963) 掛川地方地質図説明書。地質調査所, 30p.
- 三宅貞祥 (1982) 原色日本大型甲殻類図鑑 (I), 261p., 保育社, 大阪.
- 三宅貞祥 (1983) 原色日本大型甲殻類図鑑 (II), 272p., 保育社, 大阪.

- 三本健二 (2001) 高知県の鮮新統登層産タカアシガニ属及びその他の甲殻類. 地学研究, **50**(3), 131-135.
- Nobuhara, T. (1993) The relationship between bathymetric depth and climate change and its effect on molluscan faunas of the Kakegawa Group, central Japan. Trans. Proc. Palaeont. Soc. Japan, **170**, 159-185.
- 柴 正博・渡辺恭太郎・横山謙二・佐々木昭仁・有働文雄・尾形千里 (2000) 掛川層群上部層の火山灰層. 東海大学博物館研究報告「海・人・自然」, **2**, 53-108.
- 柴 正博・横山謙二・新村龍也・伊藤芳英 (2001) 掛川市上西郷における掛川層群鯨類化石発掘の成果—発掘の経緯・層準・産出化石—. 東海大学博物館研究報告「海・人・自然」, **3**, 77-89.
- 柴 正博 (2005) 2.2 静岡, 掛川地域の新第三系・下部更新統. 日本の地質増補版編集委員会編: 日本の地質増補版, 132-136. 共立出版, 374p., 東京.
- Shibata, K., S. Nishimura and K. Chinzei (1984) Radiometric dating related Pacific Neogene Planktonic datum planes. In Ikebe, N. and R. Tsuchi eds.: Pacific Neogene Datum Planes-Contributions to Biostratigraphy and chronology-, Univ. Tokyo Press., 85-89.
- 新村龍也・柴 正博・横山謙二・北村孔志 (2001) 掛川市上西郷における掛川層群鯨類化石発掘の成果—海生哺乳類化石—. 東海大学博物館研究報告「海・人・自然」, **3**, 91-99.
- Tsuchi, R. (1961) On the late Neogene sediments and molluscs in the Tokai region, with notes on the geologic history of the Pacific coast of Southwest Japan. Japan Jour. Geol. Geol., **32**, 437-456.
- Ujiie, H. (1962) Geology of Sagara-Kakegawa sedimentary basin in Central Japan, Sci. Rep. Tokyo Kyoiku-Daigaku, **8**, 123-188.
- 横山謙二・後藤仁敏・柴 正博 (2000) 掛川層群大日累層から産出した板鰐類化石. 東海大学博物館研究報告「海・人・自然」, **2**, 37-52.
- 横山謙二・柴 正博・新村龍也 (2001) 掛川市上西郷における掛川層群鯨類化石発掘の成果—板鰐類化石—. 東海大学博物館研究報告「海・人・自然」, **3**, 101-111.
- Yoshida, K. and M. Niitsuma (1976) Magnetostratigraphy in the Kakegawa district. In Tsuchi, R. ed.: Neogene geology of the Kakegawa district. 1-CPNS, Guidebook for Excursion **3**, Kakegawa district, 54-59.

海洋から採取した材料の化学反応を使った理科教材づくり¹⁾
(アルギン酸ナトリウムと2価金属イオンとの化学反応速度をコントロールした有機材料系レプリカ)

中山 隆 雄²⁾

Development of Science Material Utilizing Chemical Reaction
between Materials Extracted from the sea¹⁾
(Replica of Organic Materials Created by Controlling Reaction
Rate between Sodium Alginate and Divalent Metallic Ions)

Takao NAKAYAMA²⁾

Abstract

There exists almost an unlimited number of substances in the ocean, from which a wide variety of diverse substances are extracted and utilized. When the solution of sodium alginate extracted from seaweed is instilled into a solution of calcium chloride, the sodium alginate solution droplets form membrane through a high-speed bridging reaction and begin to take on a structure similar to "ikura" (salmon eggs). Because the colorful egg-like balls float attractively in a colored solution of sodium alginate, they are widely used as "artificial salmon eggs" in scientific exhibitions and museums.

It was successfully solidified by controlling the speed of the reaction in this process and pouring the highly viscous liquid into a mold just prior to solidification. This substance, which is different from inorganic replicas made of calcium sulfate and also from substances made by the polymeric reaction on organic chemical, is a new type of soft organic replica that can be painted with acrylic distemper after removal from a mold.

緒 言

近年わが国では、青少年の理科離れが危惧され、理科好きな児童、生徒を増やすため、文部科学省をはじめとして、多くの組織で魅力的な科学技術教育の展開がこころみられている。また、わが国は四方を海に囲まれた海洋国でありながら、青少年に対する海洋教育はまだ不十分であると指摘されている(花輪, 2000)。著者は、2003年より化学に対す

る興味と海への関心を喚起する実験を種々の催しを通して展開してきた。そのひとつとして「人工イクラ」製作があるが、これは海藻から抽出されたアルギン酸のナトリウム塩の水溶液を海水から抽出されるニガリ成分である塩化カルシウム水溶液に滴下したときに起こる高速架橋反応によって表面膜化する化学反応を利用したものである。予めアルギン酸ナトリウム水溶液を着色しておく、色のついたきれいな小球ができるため、科学イベントなどで人気を

¹⁾ 東海大学海洋科学博物館研究業績 No. 219
Contributions from the Marine Science Museum, Tokai University, No.219

²⁾ 東海大学海洋学部清水教養教育センター
〒424-8610 静岡県静岡市清水区折戸3-20-1
General Education Program Center, Tokai University, 3-20-1, Orido, Shimizu-ku, Shizuoka, Shizuoka, 424-8610, Japan

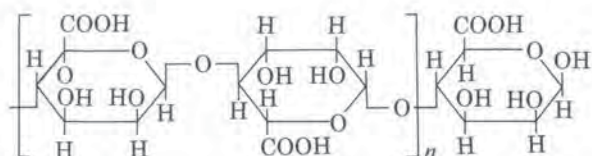


Fig. 1 Molecular structure of Alginic acid. (from Koshio et al., 2003)

集めている（小沢・法月，2005）。

著者は、「人工イクラ」製作の化学反応を基礎に，その高速架橋反応を化学的にコントロールして遅延させ，アルギン酸ナトリウム水溶液を鋳型に流し込んで硬化させると弾力性のあるレプリカができると考え，そのための基礎的な実験を行った．その結果，弾力性のあるレプリカ材料を創りあげることができ，これを用いた公開型プログラムを考案することができたので報告する．

Fig. 1にアルギン酸の分子構造を示した．アルギン酸はコンブ，ワカメ，ヒジキ，モズクなどの褐藻類に多く含まれており，野菜と違った食物繊維として近年，便秘の改善作用，血中コレステロールの低下作用，大腸ガンの予防作用などで一躍注目されている物質でもある（山岸，1996）。

ニガリの主成分は塩化マグネシウムであるが，塩化カルシウム，塩化カリウムなど100以上のミネラルを含んだものである．海水を温めて水を蒸発させていくと溶解成分のなかで溶解度の低いものから順に海水中に結晶化してくるが，塩化マグネシウムや塩化カルシウムは非常に溶解度が高いために塩化ナトリウム（塩）の結晶化よりあとに析出してくる．人工イクラの基本反応に使用されるアルギン酸は水に溶解性の高いナトリウム塩が使われ，またアルギン酸ナトリウムと反応して皮膜を形成させる材料として，塩化カルシウム以外でも2価の金属イオンからなり水に溶解性の高い塩類であれば利用できる．

Fig. 2にこの化学反応を示した．

この反応は， Ca^{2+} や Mg^{2+} のような2価の金属イオンによっておこるので，硫酸カルシウムや硫酸マグネシウムのように溶解度の低いものをアルギン酸ナトリウム水溶液中に固体の状態で添加しても，一部が溶解してできる2価金属イオンによってゲル化が起こり固っていく．このゲル化の速度を抑制してゲル化の進行中にレプリカ用の型に流し込み，その後短時間に型のなかでゲル化が完成すれば，弾力性のあるレプリカができる．このレプリカは従来の硬

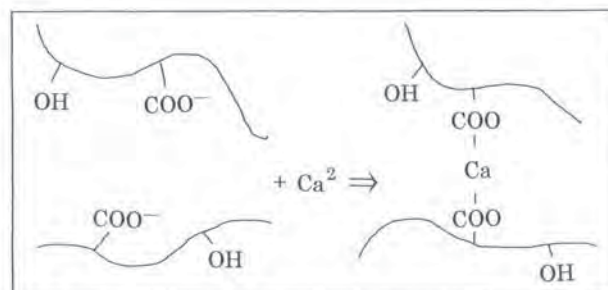


Fig. 2 Schematic explanation of bridge reaction on Alginic polymer.

質なレプリカにない「魚」など生き物に近い感触を有している．レプリカ作成後，絵具などでペイントできれば，さらに興味深い教材となる．

原 理

アルギン酸ナトリウム水溶液と塩化カルシウム水溶液とを，溶液同士で接触させると瞬間的にゲル化するので，この混合液を鋳型に流し込んでレプリカを作るとはきわめて難しい．また，アルギン酸ナトリウム水溶液中に水溶性の硫酸カルシウムを粉末の状態で添加すると，粉末の周りが瞬時にゲル化してしまうことも実験により確認した．これは粉末から溶解した Ca^{2+} イオンが，すでに化学反応式で示したように，アルギン酸分子中のカルボキシ陰イオンと瞬時に反応して架橋することによる．カルシウムのイオン化をコントロールし自由な形状でゲル化させる方法として，イオン化していないカルシウムとアルギン酸ナトリウムを混合して徐々にカルシウムイオンを放出させる方法が検討されている（大野，2000）．この場合，カルシウムイオンを放出させるために酸を加えてカルシウム塩の溶解度を上げてやるなどの操作が必要となる．

そこで， Ca^{2+} イオンと反応して溶解度の低い物質を形成する陰イオンを，予めアルギン酸ナトリウム水溶液中に少量添加しておき， Ca^{2+} イオンとアルギン酸分子中のカルボキシ陰イオンとの反応の多くを遮断できれば，この遮断用の陰イオンが消費されるまではゲル化が起こらないことになる．この発想は極めてユニークで，これを実現するために，遮断用の陰イオンとして炭酸イオン (CO_3^{2-}) を選択した．炭酸イオン (CO_3^{2-}) は Ca^{2+} イオンと反応して，溶解度の低い炭酸カルシウム (CaCO_3) を形成する．炭酸イオンの対イオンとしてはその炭酸塩

Table 1 Solubility table of main inorganic salts.

Material name		Chemistry type	Solubility		
			(Mol/l)	g	Temperature
Sodium chloride	塩化ナトリウム	NaCl	6.11	35.7	0°C
Calcium chloride	塩化カルシウム	CaCl ₂	5.36	59.5	0°C
Magnesium chloride	塩化マグネシウム	MgCl ₂	5.54	52.8	0°C
Calcium sulfuric acid	硫酸カルシウム	CaSO ₄	2.19×10^{-2}	0.298	20°C
Magnesium sulfuric acid	硫酸マグネシウム	MgSO ₄	2.23	26.9	0°C
Sodium sulfuric acid	硫酸ナトリウム	Na ₂ SO ₄	3.52×10^{-1}	5	0°C
Sodium carbonate	炭酸ナトリウム	Na ₂ CO ₃	6.70×10^{-1}	701	0°C
Magnesium carbonate	炭酸マグネシウム	MgCO ₃	2.32×10^{-3}	0.0196	0°C

が高溶解性である必要があるため溶解度の高い炭酸ナトリウム (Na₂CO₃) を選択した。

この原理を、化学反応式を用いて説明すると以下のようになる。

まず、アルギン酸ナトリウムを (AL⁻Na⁺) と略す、
 $2(\text{AL}^-\text{Na}^+) + \text{Ca}^{2+} \rightarrow (\text{AL}^-\text{Ca}^{2+}\text{AL}^-)_n + 2\text{Na}^+$

……………(1) 速い

$2(\text{AL}^-\text{Na}^+) + \text{CaSO}_4(\text{粉末}) \rightarrow (\text{AL}^-\text{Ca}^{2+}\text{AL}^-)_n + 2\text{Na}^+ + \text{SO}_4^{2-}$
 ……………(2) やや速い

(2)の反応が(1)よりも遅いのは、(3)のようにCaSO₄(粉末)が溶解する必要があるからで、溶解後のCa²⁺との反応は(1)と同様に速い。

$\text{CaSO}_4(\text{粉末}) \rightarrow \text{Ca}^{2+} + \text{SO}_4^{2-}$ ……(3)

$2(\text{AL}^-\text{Na}^+) + \text{Ca}^{2+} \rightarrow (\text{AL}^-\text{Ca}^{2+}\text{AL}^-)_n + 2\text{Na}^+$
 ……………(1)' 速い

アルギン酸ナトリウム水溶液中に溶解度の高い一定量の炭酸ナトリウムを溶解しておく、その量に見合った炭酸イオン (CO₃²⁻) が生じる。CaSO₄粉末を投入してイオンの形になったCa²⁺が炭酸イオン (CO₃²⁻) と反応して溶解度の小さなCaCO₃を生じる(4)。

$\text{Ca}^{2+} + \text{CO}_3^{2-} \rightarrow \text{CaCO}_3(\text{沈降})$ ……(4)

炭酸イオン (CO₃²⁻) が消費されるまでゲル化を引き起こす(1)'の反応が遅れる。アルギン酸ナトリウム水溶液中に予め溶解しておく炭酸ナトリウムの量を増やすとゲル化が始まる時間が遅くなる。さらに、添加する炭酸ナトリウムのモル数を増やしてCa²⁺のモル数以上にするとゲル化がまったく起こらなくなった。このことは、炭酸イオン (CO₃²⁻) が消費された後、過剰のCa²⁺がゲル化を引き起こす(1)'の反応が始まることを意味していると考えられる。これが型に投入するまでにゲル化させない化

学反応速度のコントロール技術であり、レプリカ作成技術の基本原理である。

溶解度はゲル化速度を下げるキーポイントとなるので、ここで使われる無機塩類と比較するために水への溶解度をTable 1にまとめた。

材料と方法

最初に、上に示した原理でレプリカをつくった基本処方とレプリカ作成の手順を示す。

1. 基本材料

- Na₂CO₃水溶液 (A液) 0.14mol/l
- アルギン酸ナトリウム水溶液 (B液)
 $3.45 \times 10^{-2} \text{mol/l}$
 (和光純薬(株)製：平均分子量110,000) アルギン酸ユニット-(C₆H₈O₆)₂⁻のモル数として濃度計算 (アルギン酸ナトリウムは平均分子量の高い高粘度タイプを使用：また水溶液1lの水にオレンジ色不溶性有機顔料を3 g添加してミキサーにて分散した)
- CaSO₄・2H₂O粉末
- サラダオイル
- 水性アクリル絵の具

2. レプリカ作成の基本手順

- (1) A液1.5 gとオレンジ色に着色したB液5 gを、90mlのエスカップに投入した後、混合する、
- (2) これに予め秤量しておいた硫酸マグネシウム粉末1.7 gを混合したら、すぐに割り箸で勢よく

30秒間かき混ぜる

- (3) 30秒間かき混ぜたら、素早くこのペースト状の液体をシャーレの中のプラスチックシート上においた型の中に流し込む（シャーレと型の内側は予めサラダオイルを塗っておく）（鑄型が深くなければ立体的なレプリカも同様にして作成できる）
- (4) 放置すると約1分で固化してくる。十分ゲル化するまで、さらに4分間放置する。
- (5) 硬くなった型からていねいにレプリカを剥がしとる。これでレプリカづくりは完成であるが、さらに次の工程でレプリカを絵付けすることができる。
- (6) ティッシュの上においたレプリカに、用意した水性アクリルペイントで絵付けし、乾燥したらできあがり（熱風ドライヤーで乾燥することで、アクリルペイントが硬化する。また、ドライヤーによる熱風乾燥はレプリカの中にあった水分が表面に泣き出してきて、アクリルペイントの画像を乱すのを防止する）。

結果および考察

原理で示したように、このレプリカ作成方法は、 Ca^{2+} イオンと反応して溶解度の低い物質を形成する陰イオン（炭酸イオン： CO_3^{2-} ）を少量添加しておき、 Ca^{2+} イオンとアルギン酸分子中のカルボキシ陰イオンと反応の多くを遮断できれば、この遮断用の陰イオンが消費されるまではゲル化が起こらない、というアイデアに基づいて検討し、Fig. 3に示したように、弾力性のある特徴的なレプリカが完成した。

しかし、レプリカの作成工程で改良を要する点が二つあった。第一に混合溶液のゲル化速度が緩慢なため、レプリカ作成工程時間の短縮が必要である。第二に、レプリカ完成後アクリル絵の具にてペイントする際にレプリカからの水分の泣き出しがあるために絵の具の定着が困難で、型からレプリカを取り出した後、ティッシュペーパーで水分を拭い去ったり、絵描き後すぐにアクリル絵の具をドライヤーによって固まらせる必要があった。これら二つの問題を解決することができれば、少年たちが極めて容易に自ら実験を行えるユニークな理科教材ができる。そこで原理に基づいて、ゲル化反応の速度を決定する二つの材料因子（1. 炭酸ナトリウム、2. 硫酸

カルシウム）の添加量の効果を調べた。

1. 硬化速度に影響する試薬の添加量依存性

1) 炭酸ナトリウムの添加量依存性

原理で示したように、炭酸ナトリウムをアルギン酸ナトリウム水溶液に添加しておくと、 Ca^{2+} がアルギン酸と反応して架橋を起こす前に、 Ca^{2+} と CO_3^{2-} が CaCO_3 となり、反応式(4)が架橋反応を遅延させる。したがって、炭酸ナトリウムの添加量は硬化反応に大きな影響を及ぼす。手で触れても変形しない状態まで架橋が進む時間を硬化時間として測ることを試みた。炭酸ナトリウムの添加量を変えてアルギン酸ナトリウム水溶液中を作成しておき、その中に標準量の硫酸カルシウムの粉末を投入して30秒間混合し、これをレプリカ作りの場合と同じ面積を有する四角形の鑄型に投入し静置する。時間経過とともに、上からプラスチック球（重さ0.52 g、直径6 mm）をおいていく。時間経過が短いと、硬化不足のためプラスチック球が潜り込んで1分後に球を取り除くと表面に円形の凹みが観察される。このようにして、表面に凹みがない状態まで続けることによって、簡易的な硬化時間を求めた。このようにして得られた硬化時間と炭酸ナトリウムの添加量との関係をFig. 4に示した。

予想できるように、炭酸ナトリウムが多くなると Ca^{2+} を捕まえる量が多くなるために、硬化時間が長くなることがわかる。ただし、単純に添加量に対して直線的になっていない。

2) 硫酸カルシウム粉末の投入量依存性

アルギン酸ナトリウム水溶液の硬化は、 Ca^{2+} イオンとアルギン酸イオンとの反応であるため、当然硫酸カルシウム粉末の投入量が増加すれば、硬化は進行しやすくなる。アルギン酸ナトリウム水溶液の量を標準量に固定して、この中に投入する硫酸カルシウム粉末の量を変えて1)と同様にして硬化時間を測定した。この結果をFig. 5に示した。

投入量0.15 gでは約20分の硬化時間を要し、その倍量0.30 gでは硬化時間が4分程度に短縮された。さらに投入量を増やすと破線で示されているように1 g付近で緩やかなピークを通過して減少した。さらに図中での最大添加量3.4gでの硬化時間はほぼ2分となった。この実験で添加量の増加に対してピークを持つのは不自然である。この原因は明白になって

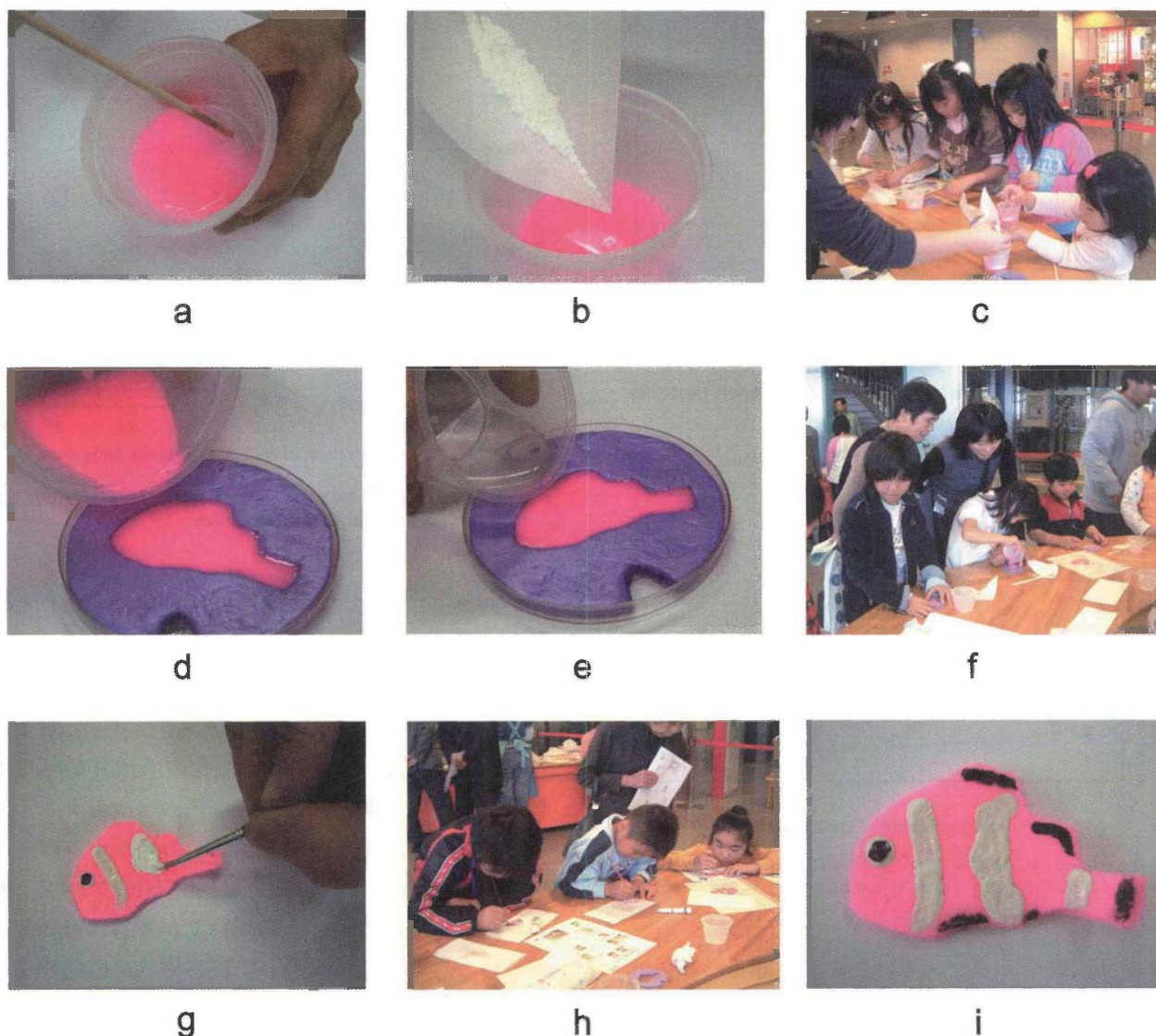


Fig. 3 Appearance of making actual replica.
a-c: Situation with which sulfuric acid calcium powder is mixed in liquid which mixes A liquid with B liquid beforehand, d-f: Situation where paste liquid is poured in type in schale, g-i: The cast removed from the mold colors in a water acrylic paint and the fish's replica is completed.

いないが、硫酸カルシウム粉末を投入して30秒間混合しても粉末が均一に分散されず、それ以上混合を続けると硬化が終了して硬化された塊を混合操作によってばらばらに分解してしまう。このため硫酸カルシウム粉末が十分均一に分散される前に型に流し込んで硬化時間の測定を行っている。このような状況によって、投入量の違いにより、硫酸カルシウム粉末の分散の状態が異なって、投入量の途中でピークが生じたと推測している。

2. 問題点の改良

1) 硬化時間の短縮

(4)の工程で、十分ゲル化するまで4~5分間放置す

るのは、体験実験においては時間が掛かりすぎる。基本的にアルギン酸ナトリウムのゲル化は、人工イクラの場合で周知のように、2価のアルカリ金属イオンを含む塩化カルシウム (CaCl_2) などの水溶液と接すると高速にゲル化が進行するので、型に投入後1分経過したら20% CaCl_2 溶液をゲル化途中のレプリカの上に全体を覆うように滴下すると、(4)の工程が短時間に終了する。

2) 水の泣き出し防止とドライヤー使用の削減

(6)の工程で、レプリカの中にあつた水分が表面に泣き出して画像を乱す。表面に水滴ができると絵付けのアクリルペイントがのりにくくにじんでしまう。そのため、レプリカを型から剥がしとったら、レブ

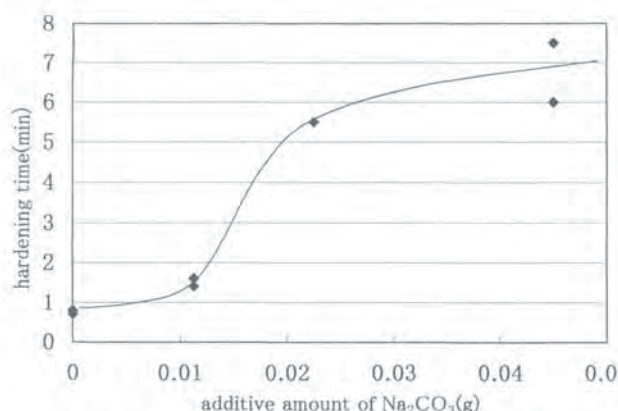


Fig. 4 Additive amount of sodium carbonate dependence on hardening time of replicas.

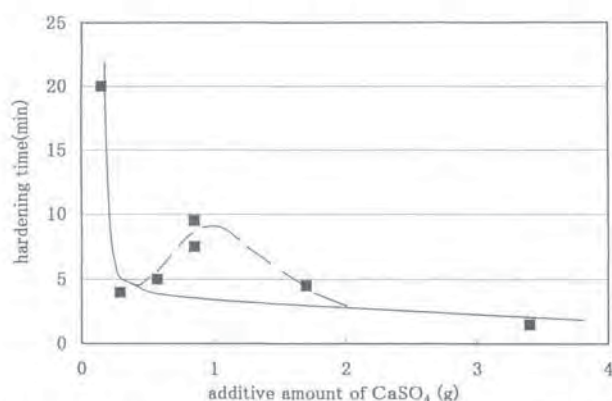


Fig. 5 Additive amount of Calcium sulfate dependence on hardening time of replicas.

リカを2枚のティッシュではさんでできるだけ表面の水を吸い取る作業を行った。また、絵付けがうまくいっても、あとから水分が表面に滲んでくると画像が乱れた。水分の泣き出しの要因は、 Ca^{2+} で架橋したアルギン酸ポリマーのネットワーク構造が元来非常に水を吐き出しやすいか、あるいはレプリカ中の水分が基本的に多いかであると考えられる。

A液1.5 gとオレンジ色に着色したB液5 gを混合した溶液中のアルギン酸ナトリウムの固形分濃度は0.92%であり、その中に投入した硫酸カルシウム粉末は1.7 gであるため、レプリカ本体はその容積のほとんどが水分から出来ている。アルギン酸ナトリウムの濃度を高めることはその水溶液の粘度を高めるため、レプリカ作成用に用いるには限界があり、溶けても粘度が高すぎて顔料を分散することが困難になる。一方、アルギン酸ナトリウムの平均分子量を低減させれば、水溶液の粘度が低下するため作業限界内で濃度をさらに上げることができると考えられる。そこで、アルギン酸ナトリウムポリマーの低分子量品と高分子量品の濃度依存性を検討した。

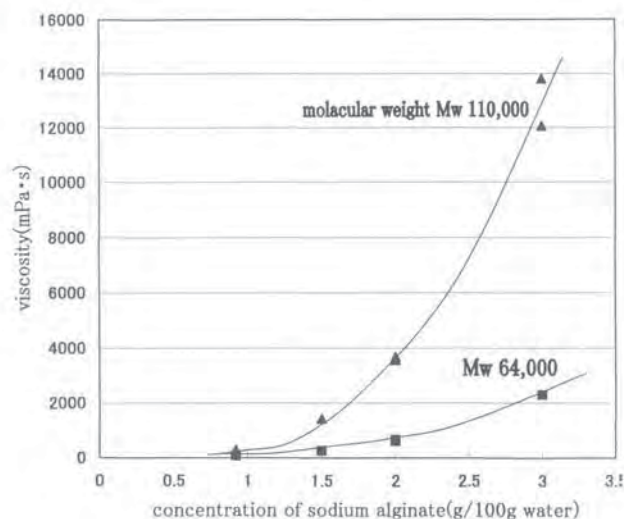


Fig. 6 Relations between viscosity and concentration of sodium alginate solution.

平均分子量の異なる2種（和光純薬製：平均分子量Mw64,000および和光純薬製：平均分子量Mw110,000）のアルギン酸ナトリウムを使って、固形分濃度0.92%（従来濃度）、1.5%、2.0%、および3.0%に調整し、これらの8種類の水溶液の粘度をB型粘度計にて測定した結果をFig. 6に示す。

Fig. 6から、平均分子量64,000のアルギン酸ナトリウム水溶液は、平均分子量110,000のアルギン酸ナトリウム水溶液よりも溶液粘度が非常に低いことがわかる。これらの溶液の実際の液状の感触からこのレプリカ作成実験には粘度は3000mPa·s（ミリパスカル・秒）程度が限界であり、この点から従来のアルギン酸ナトリウムの0.92%の濃度に比べて、粘度の低い平均分子量64,000のアルギン酸ナトリウムを使うと濃度は3%以上に上げることができる。これはレプリカ中の固形分が3倍以上になることを意味しレプリカからの水分の泣き出しの抑制に対する効果が期待できる。

そこで、これらの水溶液を使ってレプリカを作成し、作られたレプリカからの水分の泣き出し量を測定した。アルギン酸ナトリウム水溶液6.5 gを90mlのエスカップに投入した後、混合した。これに予め秤量しておいた硫酸カルシウム粉末1.7 gを混合した後すぐに割り箸で勢よく30秒間かき混ぜた。これを約12cm²の型の中に投入し1分間放置した。この上から20% CaCl_2 水溶液をゲル化途中のレプリカの上に全体を覆うように滴下し、1分間放置した。型から外した後、すぐにレプリカの両面からティッシュペーパーで周りの水分を取り除き、電子天秤にてレ

ブリカの重量を測定した。この時点スタートとして、乾いたティッシュペーパー2枚でレプリカの両面を挟んで5分間放置した。5分経過後にティッシュペーパーを取り外してレプリカの重量を測定した。スタート時との重量差はこの5分間にレプリカから泣き出してきた水分の重量となる。5分ごとに20分後まで同様の作業を繰り返してレプリカから泣き出してくる水分の放出過程を調べた。得られた結果をFig. 7 (平均分子量64,000) とFig. 8 (平均分子量110,000) に示す。

両結果はよく似た結果を示しており、分子量の異なる2種類のアルギン酸ナトリウムを溶かした水溶液から作成したレプリカからの水分放出量ならびに放出速度も、ともにアルギン酸ナトリウムの分子量にほとんど関係なく、同水溶液の濃度によって決定されていることがわかる。このことは Ca^{2+} によって架橋されてできた3次元ネットワーク構造が、アルギン酸ナトリウム分子量が2倍程度の違いで水の透過に大きな差を及ぼさないことを示唆していると思われる。この実験の結果を、実際のレプリカに適用して、3%の水溶液でレプリカを作成してみるとレプリカからの水分放出は従来(0.92%)のレプリカより明らかに減少し、またアクリル絵の具によるペインティング工程でも水分泣き出しによる絵の具に滲みが極端に低減された。

高分子量のアルギン酸ナトリウム水溶液(濃度1.2%)を使用して作成したレプリカにペイントを施したものは、しばらくすると表面に水滴が発生し、水性アクリル絵の具が浮き上がって剥がれてきた。また、ペイントした後、常温常湿で5日間放置したレプリカの表面を観察すると、水性アクリル絵の具の浮き上がりに加えてレプリカ表面が凸凹になってきている。一方、低分子アルギン酸ナトリウム水溶液(濃度3.0%)を使用した場合には、水滴の発生は非常に少ないため絵具の剥がれがほとんどなく、5日経過したレプリカの表面に凹凸は見られなかった。このことは、高分子量のアルギン酸ナトリウムを使って作られたレプリカ中の固形分が少ないため、脱水速度が速いという実験結果からも推測される。このように低分子量のアルギン酸ナトリウムを使用して固形分量を増すことによって、ティッシュペーパーによる吸水やドライヤーによる乾燥が不要になること、またペイント画像の滲みも極めて良好になった。水性アクリル絵の具は、絵付け後乾燥して硬化

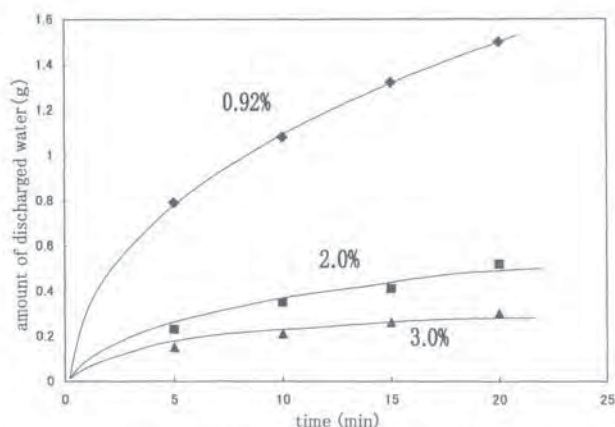


Fig. 7 Relations between amount of water discharged from replica and concentration of sodium alginate (Mw:64,000) used for making replica.

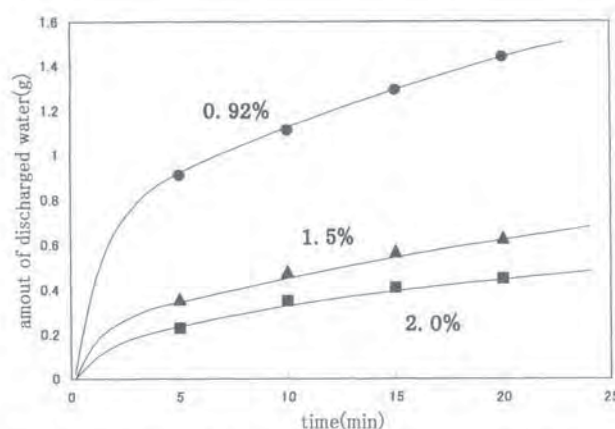


Fig. 8 Relations between amount of water discharged from replica and concentration of sodium alginate (Mw:110,000) used for making replica.

し水不溶性になるため、絵付けしたレプリカはプラスチックケースの底にティッシュを水で湿らせて保存することができる。また、種々のレプリカを水中に入れて模型のレプリカ水族館などをつくることのできる。

まとめ

昆布から抽出されたアルギン酸ナトリウムの水溶液と海水から抽出された塩化カルシウム水溶液を反応させると、2価のカルシウムイオンが高分子のアルギン酸イオンを架橋して固体化する。この反応を利用して、塩化カルシウム水溶液中に顔料で着色したアルギン酸ナトリウムの水溶液中を滴下すると、アルギン酸ナトリウム水溶液の液滴表面が高速架橋反応によって表皮膜を形成し、鮭の卵である「イクラ」に似た球体を得られる。

この化学反応の速度をコントロールできれば、ゼ

ラチンや寒天に似た感触を有する新しいレプリカができると考えた。2価のカルシウムイオンの代わりに水溶性の2価の金属イオンを含む無機塩（たとえば、硫酸カルシウムや硫酸マグネシウムなど）を粉末の状態で添加すると溶解と同時にアルギン酸が架橋を起こして硬化していく。しかし、2価の金属イオンと反応して溶解度の低い物質を形成する陰イオンを少量添加しておき、2価の金属イオンとアルギン酸分子中のカルボキシ陰イオンとの反応の多くを遮断することができれば、この遮断用の陰イオンが消費されるまではゲル化が起こらないことになる。そこでこの発想を実現するために、遮断用の陰イオンとして炭酸イオンを選択し、アルギン酸ナトリウム水溶液中に予め炭酸ナトリウムを溶解させて実験した。このような化学反応の速度の化学的にコントロールの仕方を考案して、固化する直前の高粘度の段階で鋳型に流し込むとゆっくりと鋳型内で固化させることができ、目的の新しい感触を持ったレプリカができた。これは従来の石膏系のレプリカのように無機材料でなく、また高分子架橋や重合反応してできた硬いレプリカと異なり、鋳型より取り外して水系アクリル絵具で絵を描くことも容易な弾力性のある新しい有機材料系レプリカが完成した。レプリカ内部から染み出る水分によって水性絵具の滲みを抑制する検討も実施した。最終的に得られたレプリカ作成用のアルギン酸ナトリウム水溶液（B液）の処方方を以下に示す。

アルギン酸ナトリウム水溶液（B液）

$8.63 \times 10^{-2} \text{ mol/l}$

（和光純薬(株)製：平均分子量64,000を使用）オレ

ンジ色水不溶性有機顔料3 g /l添加

なお、レプリカは「基本処方とレプリカ作成の手順」の項で示した方法で作成できる。

謝 辞

本報告を作成するにあたり、私の研究室の特修ゼミの学生全員、特に鈴木智志君に測定のご協力をいただいた。ここに深厚なる感謝の意を表します。

引用文献

- 笠原文善（2004）アルギン酸—その特性と参議用への展開—, 440-454, 大野正夫編：有用海藻誌, 内田老鶴圃, 東京, 575p.
- 花輪公雄（2000）我が国における海の科学の教育と研究についての所感, 月刊海洋, 32, 52-57.
- 小塩玄也・山辺武郎・藤巻正生（2003）アルギン酸, 391, 化学大辞典編集委員会編：化学大辞典, 1, 共立出版, 東京, 1132p.
- 望月町子（2005）カラー人工イクラ, 33, 青少年のための科学の祭典第八回静岡大会実験解説集, 静岡大会実行委員会, 39p.
- 日本海水学会（2004）おもしろい海・気になる海Q & A, 工業調査会, 68p.
- 小沢俊卓・法月秀美（2005）人工イクラ, 11, 青少年のための科学の祭典第八回静岡大会実験解説集, 静岡大会実行委員会, 39p.
- 山岸 喬（1996）昆布のアルギン酸が成人病・便秘・大腸ガンを防ぐ, ふるさと文庫, 東京, 48p.

[レビュー]

オーストラリア南東部の下部白亜系から産する恐竜化石の特徴¹⁾

青 塚 圭 一²⁾・柴 正 博³⁾

The Characteristics of Dinosaur Fossils from Lower
Cretaceous in Southeastern Australia¹⁾

Keiichi AOTSUKA²⁾ and Masahiro SHIBA³⁾

Abstract

Two Groups of Lower Cretaceous extend along the south coast of Victoria Australia, the Strzelecki Group and the Otway Group. Many dinosaurs bone fossils were found from these two Groups. In this study, the characteristics of the Victorian dinosaurs are compiled and discussed from the paleobiogeographical point of view.

As a result of this study, "Hypsilophodontidae", Allosauroidae, Protoceratopsidae, Ankylosauria, Ornithomimosauria, Dromaeosauridae have been found from Lower Cretaceous in the Southeastern Australia. Almost all of the dinosaurs are endemic generic of Victoria. The Victorian dinosaurs are found to be smaller than Australian Cretaceous dinosaurs of other states, which suggests that the Victoria was isolated from other areas in Early Cretaceous.

In addition, the dinosaurs from Southeastern Australia have similarities with some dinosaurs from Asia and Antarctic. These similarities indicate that Australia, Asia and Antarctic may have been connected during the Late Jurassic to Early Cretaceous (probably Barremian). After the Aptian, because of the expansion of the surrounding ocean, it can be hypothesized that Victoria was isolated from the other states of Australia.

はじめに

オーストラリア南東部のビクトリア州では、1978年以降、南部の海岸地域に分布する下部白亜系から多くの恐竜化石が発見された。恐竜化石の産地とい

えば、北半球、特に中国やモンゴル、それに北アメリカなどがよく知られているが、オーストラリア大陸から恐竜化石が数多く発見されることは、日本ではあまり知られていなかった。しかし、1998年に開催された「大恐竜展－失われた大陸ゴンドワナの支

¹⁾ 東海大学自然史博物館研究業績 No. 57

Contributions from the Natural History Museum, Tokai University, No.57

²⁾ 東海大学海洋学部, 〒424-8610 静岡県静岡市清水区折戸3-20-1

Faculty of Marine Science and Technology, Tokai University, 3-20-1, Orido, Shimizu-ku, Shizuoka, Shizuoka, 424-8610, Japan

³⁾ 東海大学社会教育センター 〒424-8620 静岡県静岡市清水区三保2389

Social Education Center, Tokai University, 2389, Miho, Shimizu-ku, Shizuoka, Shizuoka, 424-8620, Japan

配者」と、2003年に福井県立恐竜博物館で開催された特別展「オーロラをみた恐竜たち」によって、日本でもオーストラリア大陸で発見された恐竜化石が紹介された。

現在、他の大陸と海で隔てられ繋がりのないオーストラリア大陸に生息していた恐竜が、どのような経路でこの大陸へ渡り、どのように進化したのか。そして、この大陸に現在生息している有袋類の起源と進化と同様に、オーストラリア大陸はいつ他の大陸と陸続きでなくなったのかなど、オーストラリア大陸にまつわる古生物学的な研究課題は多い。

本稿では、オーストラリア、特にビクトリア州南部に分布する下部白亜系から発見される恐竜化石について、これまで公表された文献をもとに種類やその特徴を整理し、オーストラリアの他地域およびオーストラリア以外の地域から発見される恐竜化石群集との相違や類縁性などについて検討した。

研 究 史

オーストラリア、ビクトリア州南部の海岸地域には Strzelecki 層群と Otway 層群と呼ばれる下部白亜系が分布する (Fig.1)。両層群はメルボルンの東西に分かれて分布し、Strzelecki 層群はメルボルンの東に、Otway 層群は西に分布する。Strzelecki 層群はおもに Aptian 階の地層であり、Otway 層群はおもに Albion 階の地層とされている (Rich et al., 1988)。

Strzelecki 層群からの恐竜化石の最初の発見は、1903年に遡る。この年、ビクトリア州の地質図を作成していた W. H. Ferguson は、Eagles Nest の海岸で肉食恐竜の末節骨の化石を発見した。その末節骨は、Woodward (1906) によってメガロサウルスのものと同定された。これは、Strzelecki 層群からの最初の恐竜化石であるとともに、オーストラリア大陸における最初の恐竜化石の発見でもあった。この化石は、発見された場所(岬)の名前から “Cape Paterson Claw” と呼ばれるようになった。

その後、この地域からはカメ類やトカゲの化石と思われるものなどの報告 (Warren, 1969; Molnar, 1980) があったものの、恐竜の化石は発見されなかった。1978年に、モナッシュ大学の大学院生であった T. Flannery と J. Long は地質学者の R. Glennie とともに San Remo から Inverloch に分布する

Strzelecki 層群の調査を行った。この際、Eagles Nest 周辺から恐竜化石を含む約30点の化石を発見した。その中には、他の大陸ではジュラ紀後期に絶滅したと考えられていたアロサウルス上科の距骨も含まれていた (Molnar et al., 1981, 1985; Welles, 1983)。また、1979年から1987年にかけて、ビクトリア州南部の海岸地域に分布する Strzelecki 層群より陸棲動物化石が発見された (Dettmann, 1986; Wagstaff and McEwen-Mason, 1989)。

1986年に、L. Kool と M. Cleeland は San Remo に分布する Strzelecki 層群からいくつかの化石を発見し、その中にはジュラ紀に絶滅したと考えられていた迷歯類の化石が含まれていた (Jupp and Warren, 1986)。1988年には、Inverloch の海岸から “ヒプシロフォドン科” のものと酷似した恐竜化石が発見された (Anderson et al., 2002)。1991年に L. Kool らは Eagles Nest の 2 km 東に位置する Flat Rocks に分布する Strzelecki 層群から恐竜化石を含む多くの化石を発見した (Rich and Vickers-Rich, 2003a)。

モナッシュ大学とビクトリア博物館は、1994年から National Geographic 協会などの資金援助を受け、Flat Rocks での集中化石発掘調査を行った。この集中化石発掘調査は “Dinosaur Dreaming” と呼ばれ、現在でも継続されている (Fig.2)。この調査ではカンタスサウルス属やアトラスコプコサウルス属、アンキロサウルス類など数多くの恐竜化石が発見された。同調査において、1997年に *Ausktribosphenos nyktos* というハリネズミ科に類縁とされる哺乳類化石が発見され (Rich et al., 1997)、現在では恐竜化石と同様に哺乳類化石の調査も “Dinosaur Dreaming” の目的のひとつとなった。

これに対して、ビクトリア州南西部の海岸に分布する Otway 層群については、1979年から1980年にかけて Point Lewis, Point Franklin, Erick the Red, Dinosaur Cove の 4 つの地点で恐竜などの化石が多く発見された (Rich and Rich, 1989)。この 4 地点のうち、もっとも化石が多く発見された地点は Dinosaur Cove であり、1980年から1982年の間に Dinosaur Cove からは約12点の恐竜化石が発見された (Rich and Rich, 1989)。

Dinosaur Cove ではさらに、1984年から1993年まで毎年 3 ヶ月間に集中化石発掘調査が行われた (Rich and Rich, 1989)。そのうちの1985年から

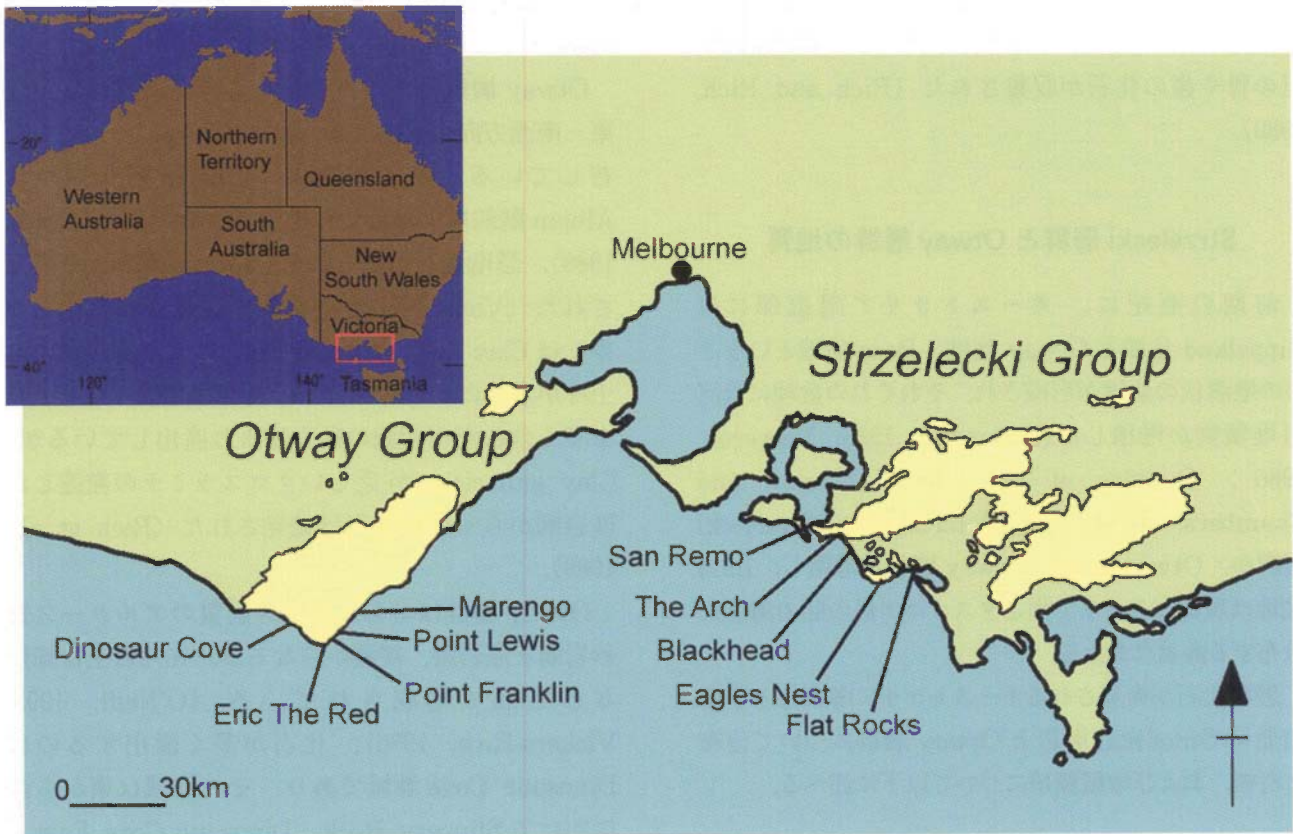


Fig. 1 Location map of Southeastern Australia and the distribution of the Lower Cretaceous Series in Victoria.



Fig. 2 Photograph of the research site of Dinosaur Dreaming at Flat Rocks in 2005.

1987年の間には、レアエリナサウラ属やアトラスコ
ブコサウルス属、ティムス属などを含む約2,000
点の骨や歯の化石が収集された (Rich and Rich,
1989).

Strzelecki 層群と Otway 層群の地質

前期白亜紀に、オーストラリア南東部には
Gippsland 盆地と Otway 盆地、Bass 盆地という3
つの地溝状の盆地が形成され、それぞれの盆地には河
川堆積物が堆積した (Dettmann, 1986; Veevers,
1986; Douglas et al., 1976; Drinnan and
Chambers, 1986). Gippsland 盆地には Strzelecki
層群が、Otway 盆地に Otway 層群が堆積し、Bass
盆地は現在ビクトリア州とタスマニア島の間の海底に
分布する海盆にあたる。

恐竜化石が発見されるオーストラリア南東部の下部
白亜系 Strzelecki 層群と Otway 層群について分布
と岩相、および堆積環境について以下に述べる。

1. Strzelecki 層群

Strzelecki 層群はメルボルンから南東の地域に、北
東—南西方向に幅約30~50kmの分布域が2列をなし
て分布する。この層群の地質時代は、Valanginian
階から Aptian 階の地層とされている (Rich et al.,
1988). Strzelecki 層群では Aptian 階にあたる
Wonthaggi 累層に恐竜などの化石が多く含まれる
(Vickers-Rich, 1996).

恐竜化石が多く発見される Cape Paterson から
Inverloch 周辺の Strzelecki 層群の岩相は、おもに
火山砕屑質のアルコース質砂岩層と泥岩層で構成さ
れている。また、分布する地層のうち砂岩層が約60
%で、泥岩層が約40%である (Vickers-Rich, 1996)。
砂岩層は炭化物を含む中粒砂から細粒砂からなり、
クロスラミナが顕著に見られる。化石は砂岩層に含
まれていることが多く、砂岩層は容易に割ることが
できるほどの硬さである。砂岩層の一部には偽礫も
見られる。泥岩層は砂岩層よりも層厚が薄く、泥岩
層はシルト岩層と頁岩層から構成される。

脊椎動物化石が集中する層準は、火山や高地から
供給された雪解け水や大洪水などにより急速に堆積
したラグ堆積物やポイントバー堆積物 (Vickers-
Rich, 1996) とされている。

2. Otway 層群

Otway 層群はメルボルンから南西の地域に、北
東—南西方向に幅約30km、長さ約70kmにわたって分
布している。この層群は、Aptian 階後期から
Albian 階前期にかけての地層とされ (Rich et al.,
1988), 恐竜化石はおもに Eumeralla 累層より発見
された (Vickers-Rich, 1996). 発見された化石の
多くは Clay gall clasts (干割れにより剥がれた粘
土片が水流により運ばれて砂層中に堆積したもの)
を多く含む河川起源の砂岩層より産出しているが、
Clay gall clasts が乏しいクロスラミナの発達した
砂岩層からも恐竜化石は発見された (Rich et al.,
1989).

Otway 層群はおもに火山砕屑質のアルコース質
砂岩層と泥岩層、炭層からなるが、70%以上は細粒
な砂岩層で構成されている (O'Neill, 1993,
Vickers-Rich, 1996). 化石が多く産出するのは
Dinosaur Cove 地域であり、その地域は東から西
にかけて Slippery Rock, Dinosaur Cove East,
Dinosaur Cove West の3つの地区に細分される。
この3地区のうち、最も恐竜化石が多く発見された
のは Dinosaur Cove East である。この地域に分
布する地層は非常に硬く、発掘には掘削機が用いら
れた。

Vickers-Rich (1996) によれば、恐竜化石を含
む Otway 層群の地層の多くはラグ堆積物やポイン
トバー堆積物と推定されている。

3. Strzelecki 層群と Otway 層群の堆積環境

Vickers-Rich (1996) は、恐竜化石が発見される
地層はラグ堆積物やポイントバーの堆積物であると
し、高営力な環境で恐竜化石も堆積したことを示唆
した。Strzelecki 層群の砂岩は細粒砂から中粒砂で
構成されているのに対し、Otway 層群の砂岩は細粒
砂で構成されている (O'Neill, 1993). さらに、化石
が多く発見された Otway 層群の砂岩層には Clay
gall clasts が含まれ、Strzelecki 層群の砂岩層には
Clay gall clasts が含まれていないことから、両層
群の堆積環境には違いがあった (Rich et al., 1989)
と考えられている。また、Strzelecki 層群より産出
する化石の保存状態は悪く、多くの化石は破碎され
ているのに対し、Otway 層群では化石の保存状態が

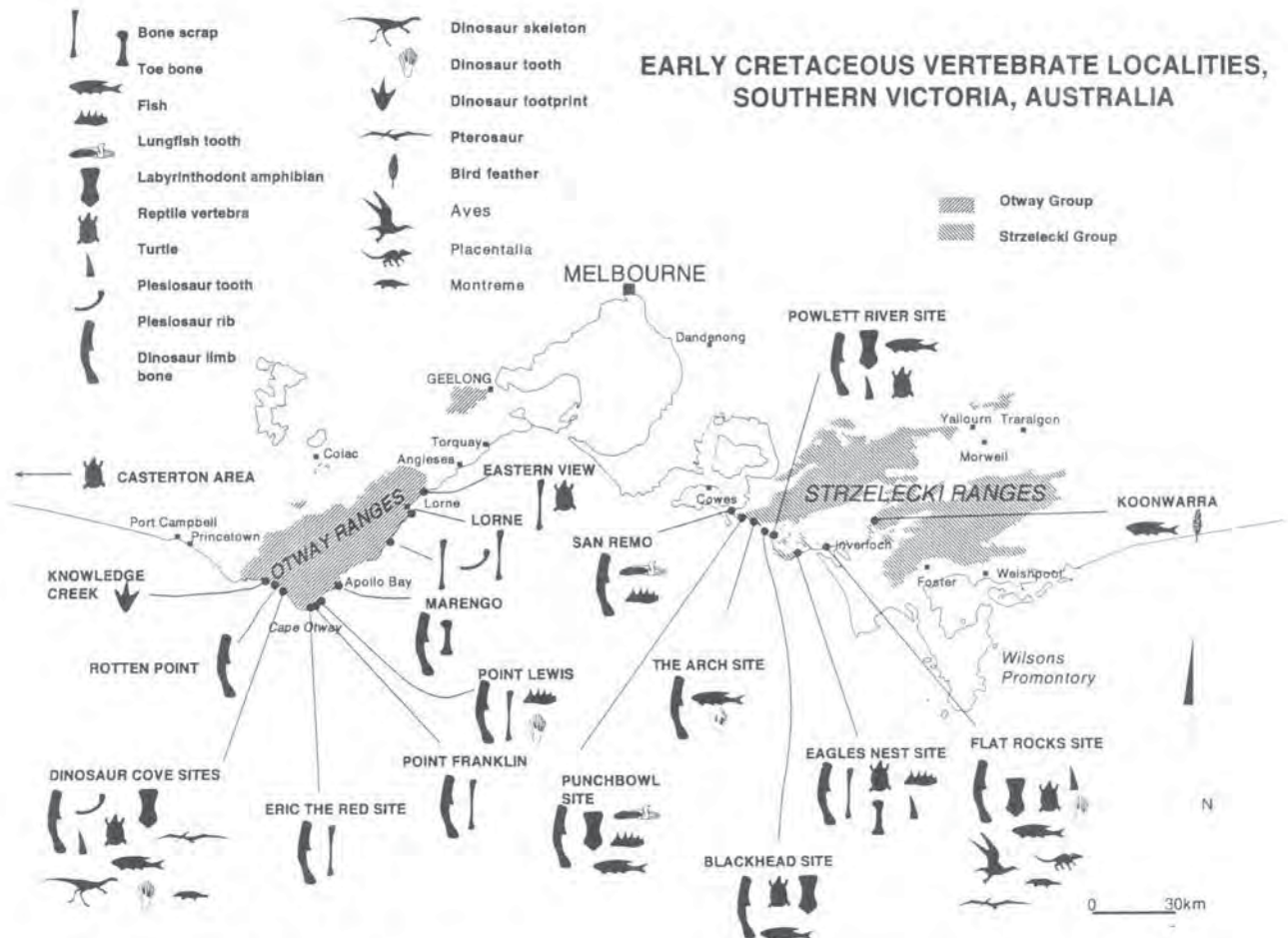


Fig. 3 The map is shown the kinds and the places of the vertebrate fossils found from the Strzelecki and the Otway Groups. (After Rich and Vickers-Rich, 2000)

良く、いくつかの関節部が繋がった状態で発見されたものもある。このことより、Strzelecki 層群の方が Otway 層群よりも高営力な環境で堆積した地層であると考えられる。

両層群の堆積当時の年間平均気温が3つの方法によって推定されている。植物化石からは 10°C (Duglas, 1969, 1973; Drinnan and Chambers, 1986; Parrish et al., 1991), 酸素同位体からは $-2^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ (Gregory et al., 1989), Strzelecki 層群に認められる永久凍土の痕跡から $-6^{\circ}\text{C} \sim 3^{\circ}\text{C}$ (Constantin et al., 1998) と推定されている。求められた平均気温の値はそれぞれ異なっているが、両層群より恐竜だけでなく数多くの植物や動物の化石が産出していること、そしてその恐竜の多くが植物食性であることから、白亜紀前期のオーストラリア南東部には植物が豊富に繁茂していたと思われる。また、西 (2000) は白亜紀の地球において、温暖化のピークにあったのは Aptian 階から Turonian 階であったとしていることから、当時の気候は推定

されている3つの中で植物化石より推定された比較的温暖なものであった可能性がある。

発見された恐竜化石

Strzelecki 層群と Otway 層群の多くの地点から化石が発見された。以下に発見された恐竜化石についての詳細を層群別に述べる。Fig.3に両層群から発見された恐竜など動物化石が発見された地点を示す。また、両層群から発見されたおもな種類の恐竜の復元図をFig.4に示す。

1. Strzelecki層群の恐竜化石

Strzelecki層群から発見された恐竜化石と発見された地点を、Kool (2004) にしたがって Table 1 に示す。Strzelecki 層群で恐竜化石が最も多く発見されたのは Flat Rocks であり、プロトケラトプス科以外のすべての化石が発見された。また、Flat

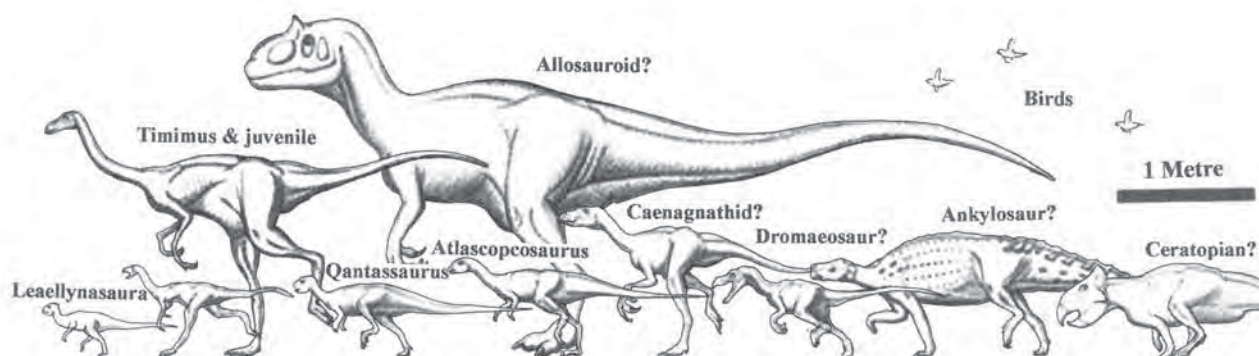


Fig. 4 Restoration image pictures of the kinds of dinosaur which have been found from Victoria after the web site of DANN'S DINOSAURS (<http://www.geocities.com/dannsdinosaurs/index.html>).

Rocks から哺乳類化石も発見された。

Strzelecki層群から発見された恐竜化石で、特に多いのは“ヒプシロフォドン科”の恐竜であり、これまでに3種報告されている。“ヒプシロフォドン科”の化石は内陸部のKoonwarraを除き、Strzelecki層群でこれまでに調査されたすべての地域から発見された。“ヒプシロフォドン科”の恐竜のほかに、アロサウルス上科、オルニトミムス類、プロトケラトプス科、アンキロサウルス類の化石も発見されており、その中にはドロマエオサウルス科と思われる小型獣脚類のものも含まれる。

Strzelecki層群から発見された恐竜化石の詳細を以下に示す。

1) 鳥脚類

“ヒプシロフォドン科” (“Hypsilophodontidae”)

Strzelecki層群から発見された“ヒプシロフォドン科”の化石は歯や脊椎、下顎骨、大腿骨などがある。

“ヒプシロフォドン科”の化石は頬歯の条線の形状や大腿骨の形状により、カンタスサウルス属、アトラスコプコサウルス属、レアエリナサウラ属に分類されているほか、これまでに発見された“ヒプシロフォドン科”のものとは異なった特徴を示す大腿骨も発見された(Rich and Rich, 1989)。種まで同定されたものは、*Quantassaurus intrepidus*, *Atlascopcosaurus loadsi*, *Fulgurotherium australe*の3種である。

“ヒプシロフォドン科”の恐竜は2足歩行の小型植物食恐竜で、ヨーロッパを始めアフリカ、アジア、北アメリカ、オーストラリア、南極のジュラ紀中期から白亜紀後期の地層から化石が発見されている。

Quantassaurus intrepidus Rich and Vickers-

Rich, 1999

本種のものとされる歯のついた下顎骨と大腿骨の化石がFlat Rocksから発見された。体長は約1.8mと推定され、ビクトリア州より発見された“ヒプシロフォドン科”の中では最大の大きさのものである。*Atlascopcosaurus loadsi* Rich and Rich, 1989

South Gippsland Coastより歯のついた上顎骨の化石が発見された。体長は約1.2mと推定される(福井県立恐竜博物館, 2003)。

Fulgurotherium australe Von Huene, 1932

Strzelecki層群の分布域では、The Arch, Eagles Nest, Flat Rocksより数多く大腿骨が発見された(Rich and Rich, 1989)。ビクトリア州以外でも、ニューサウスウェールズ州のLightning Ridgeから発見された(Von Huene, 1932)。体長は約1.2mと推定される。

2) 獣脚類

アロサウルス上科 (Allosauroidae)

Eagles Nestより距骨が発見(Molnar et al., 1981)されており、Strzelecki層群より産出した恐竜化石のうち、最も大きな肉食恐竜である。この化石から推定される体長は6m程度であり、他の大陸で発見される同上科のものに比べ小型である(ヴッカーズ=リッチ・リッチ, 1993; 福井県立恐竜博物館, 2003)

アロサウルス上科に含まれる恐竜は北アメリカや南アメリカ、アフリカ、アジア地域より数多く発見され、オーストラリアや南極でも発見された。

オルニトミムス類 (Ornithomimosauria)

Strzelecki層群の分布地域では、San Remo,

Table 1 Distribution of taxa recovered from the main fossil localities within the Strzelecki Groups.

Taxa	San Remo	Punch Bowl	The Arch	Blackhead	Powlett River	Eagles Nest	Flat Rocks
<i>Qantassaurus intrepidus</i>							●
<i>Fulgurotherium australe</i>			●			●	●
<i>Hypilophodontid</i> sp.	●	●	●	●	●	●	●
Allosauroids						●	
Theropoda	●					●	●
Ankylosaur							●
Ornithomimid	●			●			●
<i>Serendipaceratops arthurcclarkei</i>			●				
Dinosaur indet.	●	●	●	●	●	●	●

Blackhead, Flat Rocksより発見されたが、種の同定には至っていない。

オルニトミムス類の恐竜のほとんどは歯のない細長い嘴状の顎を持つ特徴があり、外見もダチョウに似ていることから一般には“ダチョウ型恐竜”とも呼ばれる。オルニトミムス類の多くはモンゴルや北アメリカの白亜紀の地層より発見されている。

小型獣脚類 (Small Theropod)

小型獣脚類の化石が、San Remo, The Arch, Eagles Nest, Flat Rocks から発見された。これまでに発見された化石は断片的なものであり、まだ種の同定には至っていないが、ドロマエオサウルス科 (Dromaeosauridae) のものを含む可能性が示唆されている (Vickers-Rich, 1996)。

3) 角竜類

プロトケラトプス科 (Protoceratopsidae)

Strzelecki層群ではオーストラリアで初めてとなるプロトケラトプス科の恐竜、*Serendipaceratops arthurcclarkei* が発見されている。

プロトケラトプス科の多くは白亜紀後期に中国やモンゴルなどのアジア地域や北アメリカ大陸で繁栄した角竜類の仲間である。

Serendipaceratops arthurcclarkei Rich and Vickers-Rich, 2003

Flat Rocks の西側に位置するThe Archから尺骨の化石が発見されている。尺骨の特徴が北アメリカで発見された *Leptoceratops grasilis* のものと酷似していることより、新角竜類のプロトケラトプス科の恐竜と同定された (Rich and Vickers-Rich, 1994; Rich and Vickers-Rich, 2003b)。体長 2 m 以下と推定されている。

4) 鎧竜類

アンキロサウルス類 (Ankylosauria)

Flat Rocksからアンキロサウルス科の鎧竜の肋骨の断片や歯などが発見されている (Vickers-Rich, 1996)。体長は約 2 m 程度であったと推定されている。

鎧竜類はその名の通り、体を鎧のような骨質皮膚で覆った特徴を持つ恐竜である。ヨーロッパや北アメリカ、アジアのジュラ紀中期から白亜紀後期の地層から数多く発見されているが、南極大陸からも発見されている。

2. Otway 層群の恐竜化石

Otway 層群から発見された恐竜化石とその地点を Rich and Rich (1989) にしたがって Table 2 に示す。Otway 層群から産出している恐竜化石の大半は Dinosaur Cove から発見されている。Strzelecki 層群と同様“ヒプシロフォドン科”の恐竜が多く、こ

Table 2 Distribution of taxa recovered from the main fossil localities within the Otway Groups.

Taxa	Knowledge Creek	Rotten Point	Dinosaur Cove West	Dinosaur Cove East	Slippery Rock	Erick the Red	Point Franklin	Point Lewis	Marengo
<i>Fulgurotherium australe</i>				●					
<i>Leaellynasaura amicagraphica</i>			●	●	●				
<i>Atlascopcosaurus lodsii</i>			●	●	●				
<i>Hypsilophodont</i> sp.				●	●				
<i>Timimus hermani</i>			●						
Theropoda			●						
Dinosaur indet.		●	●	●	●	●	●	●	●
Trace fossil of dinosaur	●								

れまでに“ヒブシロフォドン科”が3種、オルニトミムス類が1種同定されている。この他に小型獣脚類の化石も発見されている。

Otway 層群より発見された恐竜についての詳細を以下に示す。

1) 鳥脚類

“ヒブシロフォドン科” (“Hypsilophodontidae”)

Otway 層群から発見された“ヒブシロフォドン科”の恐竜はこれまでに *Leaellynasaura amicagraphica*, *Atlascopcosaurus lodsii*, *Fulgurotherium australe* の3種が同定されているが、この他にもこの3種とは別の特徴を持つ“ヒブシロフォドン科”の大腿骨が発見されている。Strzelecki 層群と同様、頬歯の条線の形状や大腿骨の形状の違いによって属・種に分類されている。

Leaellynasaura amicagraphica Rich and Rich, 1989

本種の化石は、Dinosaur Cove West, Dinosaur Cove East, Slippery Rock から発見された。これまでに頭蓋骨、歯骨、頬歯、大腿骨、尾の一部など数多くの部位が発見されており、ビクトリア州で発見された恐竜化石の中ではほぼ完全な骨格が知られている数少ない種である。また、頭蓋骨の化石より脳の痕跡も発見された (Rich and Rich, 1989; ヴィッカーズ=リッチ・リッチ, 1993)。体長は約1mと推定され、ビクトリア州より発見された“ヒブシロフォドン科”の中で最小の種である。

Atlascopcosaurus lodsii Rich and Rich, 1989

本種の化石は、Dinosaur Cove West, Dinosaur Cove East, Slippery Rock, Point Lewis, Marengo より上顎骨の一部、歯骨、頬歯が発見された。本種はレアエリナサウラと近縁な“ヒブシロフォドン科”の種であり、Strzelecki 層群からも発見されている。体長は約1.2mと推定される。

Fulgurotherium australe Von Huene, 1932

Dinosaur Cove East より大腿骨が発見されており、本種は Strzelecki 層群からも発見されている。

2) 獣脚類

オルニトミムス類 (Ornithomimosauria)

Otway 層群からは *Timimus hermani* と命名されたオルニトミムス類の種が発見されている。

Timimus hermani Rich and Vickers-Rich, 1994

本種の化石は、Dinosaur Cove East から大腿骨が発見されており、これまでに成体のものと幼体のものとが収集された (Rich and Vickers-Rich, 1994)。ビクトリア州で発見された最初のオルニトミムス類の恐竜で体長およそ3.5mであるとされる。

オビラプトロサウルス類 (Oviraptorosauria)

本種の化石は、Dinosaur Cove East より上角骨と脊椎のものが発見された。上角骨の形状より、カエナグナトゥス科 (Caenagnathidae) であると考えられる (Currie et al., 1996)。体長は約2~3mであったと推定されている。

オピラプトロサウルス類は、歯の無い嘴のような顎をもつ特徴があり、北アメリカ大陸やアジアの上部白亜系から多くの化石が発見されている。

3) 小型獣脚類 (Small Theropoda)

おもに Dinosaur Cove より発見されたが、Otway 層群で発見される肉食恐竜の化石の数は少なく、多くが断片的なものである。

オーストラリア南東部で発見された恐竜の特徴

1. 小型化

Strzelecki 層群と Otway 層群より産出する恐竜の化石の多くは断片的なものであるが、それらから推定される恐竜の大きさは小型のものが多く、最も多く産出する“ヒプシロフォドン科”では、体長が1~2 m程度と推定されるものが多く、他の大陸から発見されるものの体長と比較して小さい。

Strzelecki 層群より発見されたアロサウルス上科の恐竜化石は、体長約6 mと推定されている(福井県立恐竜博物館, 2003)。その大きさはオーストラリア南東部で発見された恐竜の中では最大のものである。しかし北アメリカで発見されるアロサウルス科の恐竜は推定体長約9~11mであり、それと比較すると小型である。また、北アメリカで発見されアンキロサウルス類は推定体長約10mであるのに対し、オーストラリア南東部のものは体長約2 mと推定されている。

Strzelecki 層群より発見されたアロサウルス上科の恐竜化石は距骨のみで、それが幼体や亜成体の場合も考えられるが、“ヒプシロフォドン科”も含め他のほとんどのものが小型であることから、オーストラリア南東部より産出した恐竜は他の地域よりも小型化していた可能性がある。

2. “ヒプシロフォドン科”の多様性

これまでにStrzelecki 層群から4属3種、Otway 層群からは3属3種の“ヒプシロフォドン科”の恐竜化石が発見されている。さらにRich (1996) は種の同定に至っていないものも含め、この地域に少なくとも5~6属6種の“ヒプシロフォドン科”の恐竜がいたものとしている。“ヒプシロフォドン科”

の恐竜は世界中の大陸で発見されているが、同一時代の同一地域に3属以上の“ヒプシロフォドン科”が発見された例は他にない。このことから、Rich (1996) とConstantine et al. (1998) は、“ヒプシロフォドン科”の恐竜がオーストラリア南東部の環境に最も適応していた恐竜であると述べている。

3. 歯の条線構造の特徴

Rich et al. (1988) によれば、オーストラリアから発見された“ヒプシロフォドン科”の恐竜は属レベルで固有であるという。また、そのうちビクトリア州から発見された“ヒプシロフォドン科”の恐竜には頬歯に深い溝状の条線があり、その条線はそれぞれの属によって微妙に異なった形状を示し、Rich and Rich (1989) およびRich and Vickers-Rich (1999) はこの条線構造の違いによって属を分類した。

これまでに、このような深い溝状の条線がある頬歯を持つ“ヒプシロフォドン科”の化石が報告されたのは、日本の石川県にある下部白亜系の桑島層のものと南極大陸の上部白亜系のものだけである(真鍋・バレット, 2000)。このことから、真鍋・バレット (2000) は、白亜紀初期の日本の桑島層から発見された“ヒプシロフォドン科”はオーストラリアおよび南極との関連を示していると述べている。

4. 視力の発達

Rich and Rich (1989) とConstantine et al. (1998) は、“ヒプシロフォドン科”レアエリナサウラの頭蓋骨化石の特徴から、レアエリナサウラには大きな眼窩があり、脳の痕跡化石からも発達した視葉があったと考えた。“ヒプシロフォドン科”の恐竜は一般に大きな眼窩をもつ特徴があるが、この視葉の大きさは他の大陸より発見された“ヒプシロフォドン科”よりも大きいことから、Constantine et al. (1998) は当時のオーストラリア南東部が冬期には日照時間が短い極圏地域に位置していたことから、発達した視力が必要であったためと説明した。

5. 成長停止線

Otway 層群より発見されたティムムスの大腿骨

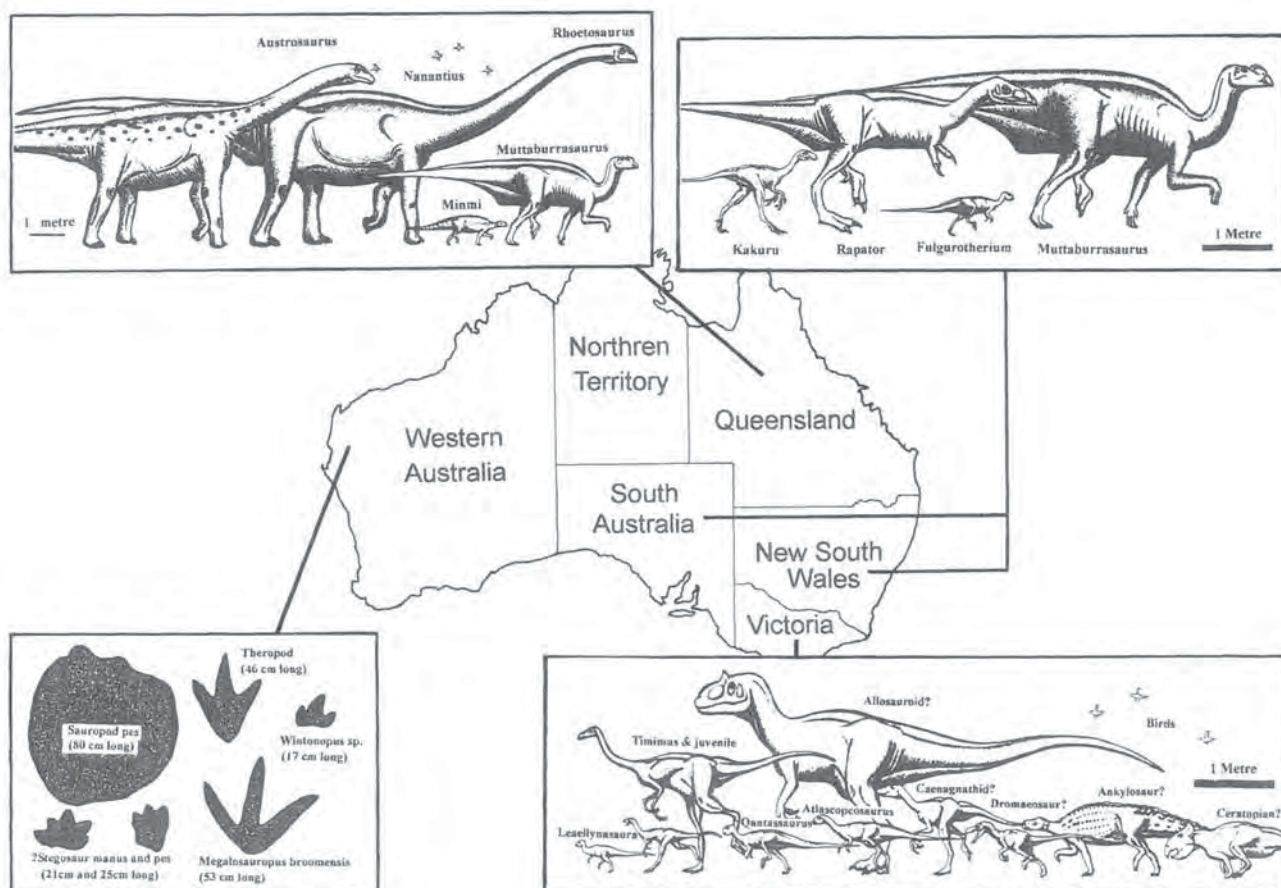


Fig. 5 Compiled map of locations and restoration image pictures of the kinds of dinosaur which have been found from Australia. These image pictures are after the web site of DANN'S DINOSAURS (<http://www.geocities.com/dannsdinosaurs/index.html>).

には明瞭な成長停止線が確認された（ヴィッカーズ＝リッチ・リッチ, 1993; Constantine et al., 1998). しかし, Strzelecki層群とOtway層群から発見された“ヒブシロフォドン科”の恐竜の大腿骨には成長停止線が見られなかった. この成長停止線の有無から, ヴィッカーズ＝リッチ・リッチ (1993) と Constantine et al. (1998) は, “ヒブシロフォドン科”の恐竜は年間を通じて一定の成長速度を保つことができ, 逆にティムスは極地域での冬をしのぐために冬眠をした結果, 成長停止線が形成されたと推定した.

しかし, 北アメリカより発見されるサウロルニトレステス属 (*Saurornitholestes*) などの恐竜化石からも成長停止線は確認されており (Reid, 1997a), シンタルス属 (*Syntarsus*) からティラノサウルス属 (*Tyrannosaurus*) に至る肉食恐竜の骨からも成長停止線が発見されている (ドッドソン, 1994). また, Reid (1997b) は現在生息する動物においても, 病気や餌不足などでも成長停止線が形成される

ことを述べている. ティムスはシンタルスやティラノサウルスと同じ獣脚類に分類され, 成長停止線の有無だけでは恐竜が冬眠したか否かを判断することはできないと思われる.

オーストラリアおよび他大陸の 恐竜との相違と類似

1. オーストラリア大陸の他地域との相違

オーストラリア大陸で発見された恐竜化石については, Rich and Vickers-Rich (2003a) に詳しく紹介されている. それによれば, オーストラリア大陸で発見された恐竜化石の多くはおもに大陸の東部に集中しており, 西部からは足印化石と中部ジュラ系より獣脚類のオズラプトル (*Ozraptor subtaii*) が発見されただけである (Fig.5). ビクトリア州に次いで, オーストラリアで恐竜化石が多数産出する

地域は北部のクィーンズランド州である。クィーンズランド州ではこれまでに、中部ジュラ系から竜脚類のロエトサウルス (*Rhoetosaurus brownie*) が発見されており、下部白亜系からは竜脚類のアウストラロサウルス (*Austrosaurus mckillopi*) や鳥脚類のムッタブラサウルス (*Muttaborrasaurus longdoni*)、鎧竜類のミンミ (*Minmi paravertebra*) が発見されている。また、中部ではサウスオーストラリア州から獣脚類のカクル (*Kakuru kujani*)、ニューサウスウェールズ州からは獣脚類のラパトル (*Rapator ornitholestoides*)、鳥脚類のムッタブラサウルスとフルグロテリウムが発見されており、これらはすべて下部白亜系より発見された。

前述したように、ビクトリア州より発見された恐竜の多くが小型であるという特徴がある。これに対し、クィーンズランド州では全長約15mと推定されているアウストラロサウルスや推定全長約7.5mのムッタブラサウルスといった大型のものが発見されている。ニューサウスウェールズ州では、ムッタブラサウルスが発見されたほか、推定全長約6～9mのラパトルも発見されている。そして、サウスオーストラリアのカクルは全長2mと推定されている。つまり、オーストラリアで発見された恐竜は北部のものほど大きく、南下するにつれて小型のものが多くなる傾向がある。

また、ビクトリア州より発見される恐竜と共通するものはニューサウスウェールズ州のフルグロテリウムだけであり、クィーンズランド州とサウスオーストラリア州からは共通した属は発見されていない。特にクィーンズランド州の Aptian 階から Cenomanian 階では、ビクトリア州で発見されていない竜脚類が発見されており、両地域の恐竜群集に違いがある可能性がある。

ヴィッカーズ＝リッチ・リッチ (1993) は、ビクトリア州の恐竜に小型のことが多いことについて極圏の環境下で小型化したと考えたが、一般に平均気温の低下は動物の体を大型化させることから半島部における島嶼化にも原因を求めた。動物は島のように孤立した地域に隔離された場合、一般に小型化する傾向があり、それは島嶼化と呼ばれる。オーストラリアの下部白亜系から発見される恐竜のうち、ビクトリア州から発見された恐竜化石がオーストラリアの他地域のものと共通する属をもたないことと他の地域のものより小型であることから、ビクトリア州の恐竜が生息していた地域はオーストラリアの他

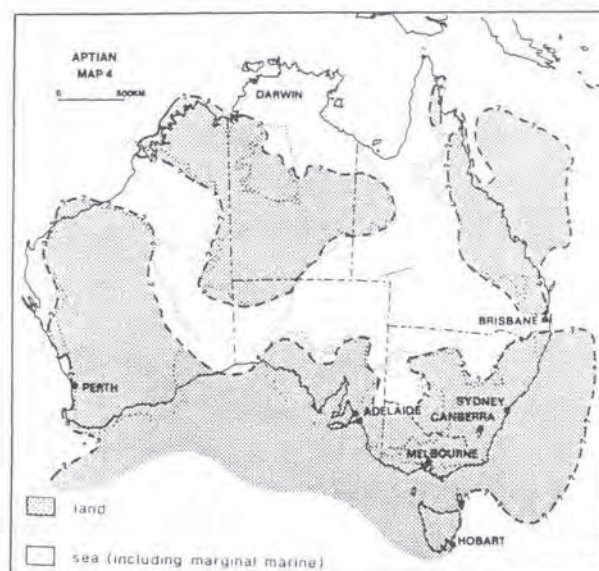


Fig. 6 Paleogeographical map of Early Cretaceous in Australia after Frakes et al. 1987.

地域から孤立または交流が困難な地域になっていた可能性があると思われる。

Frakes et al. (1987) は Aptian 期から Albian 期にかけてオーストラリアの内陸部に海路が広がっていたとし、特に Aptian 期にはオーストラリア大陸は南北に分断されていたとした (Fig.6)。この南北の分断は恐竜が移動をする上で大きな障壁となり、北部と南部の恐竜の種類や大きさに違いを生じさせたと推定される。しかし、前述したようにオーストラリア南東部が他地域と交流が困難な地域になっていたとすれば、Aptian 期には Frakes et al. (1987) が推定しているよりも広く海が広がっていた可能性もある。

2. 他大陸の恐竜との類縁性

Strzelecki 層群と Otway 層群より産出した恐竜化石には、アジア地域との類縁性を示す特徴がいくつか確認されている。前述したように、ビクトリア州より発見される“ヒプシロフォドン科”の頬歯には深い溝状の条線が確認されており、この特徴は石川県の桑島層より発見された“ヒプシロフォドン科”にも見られる (真鍋・バレット, 2000)。桑島層は手取層群の一部であり、Berriasian 期から Valanginian 期の地層 (伊佐治, 2000) とされており、Strzelecki 層群と Otway 層群よりも古い時代のものである。また、Strzelecki 層群より発見されたアロサウルス上科の化石に関しても、距骨の形態が福井県の手取層群の

Albian 階より産出したフクイラプトル (*Fukuiraptor kitadaniensis*) のものと類似しているという報告 (Azuma and Currie, 2000) がある。

Rich and Vickers-Rich (1994) はビクトリア州よりプロトケラトプス科の恐竜化石を発見し、Currie et al., (1996) はオビラプトロサウルス類の恐竜化石を報告した。Rich and Vickers-Rich (1994) と Currie et al. (1996) は、それらがアジアや北アメリカから発見されるものと同時期または古い時代の地層から発見されていることから、プロトケラトプス科とオビラプトロサウルス類が南半球起源である可能性を述べた。しかし、2002年に中国の遼寧省のHauterivian階より、原始的なプロトケラトプス科のリュアオケラトプス (*Liaoceratops yanzigouensis*) とオビラプトロサウルス類のインキシボサウルス (*Incisivosaurus gauthieri*) の発見が報告 (Xu et al., 2002a, 2002b) され、プロトケラトプス科とオビラプトロサウルス類の起源はむしろ中国またはアジア地域であることが推定された。

南極大陸からも恐竜化石は発見されており、それらの恐竜はビクトリア州から発見される恐竜との類縁性が認められる。南極大陸のカークパトリック山の下部ジュラ系より発見された獣脚類のクリオロフォサウルス (*Cryolophosaurus ellioti*) は、Strzelecki 層群から発見されたものと同じアロサウルス上科であり、特に中国の四川省で上部ジュラ系より発見されるヤンチュアノサウルス属 (*Yangchuanosaurus*) と近縁である (Hammer and Hickerson, 1994; Donnan, 1994)。また、南極大陸のベガ島の上部白亜系より発見された“ヒブシロフォドン科”の頬歯には、ビクトリア州の“ヒブシロフォドン科”と同様、深い溝状の条線構造が確認されている (Hammer, 1994; 真鍋・バレット, 2000)。これらのことから、アジア地域とオーストラリア大陸および南極大陸の上部ジュラ系から下部白亜紀系から産する恐竜化石には類縁性があるものと推定される。

前期白亜紀におけるオーストラリア大陸の古地理学的諸問題

オーストラリア大陸から産出する恐竜を含め陸棲四肢動物の化石は断片的なものが多く、また白亜紀初期以前の地層からは陸棲脊椎動物化石がほとんど

発見されていないこともあり、オーストラリア大陸の恐竜や哺乳類 (有袋類) の起源と移住について不明なところが多い。遠藤 (2002) によれば、オーストラリア大陸への有袋類の移住は、北アメリカで発展した有袋類が中生代末期から新生代初期にかけて南アメリカ大陸、ユーラシア大陸に進出し、南極大陸を経由してオーストラリア大陸に到達したとされていると述べている。しかし、遠藤 (2002) は有袋類のマイグレーションと大陸移動との関係は大きな論争のテーマとなっていて、大陸移動の時期とあわせてその移動の実態は謎に包まれているとも述べている。

一般的な大陸移動による陸棲四肢動物の移住の説明として Rich and Vickers-Rich (2000) は、恐竜が現れた後期三畳紀に大陸はまだ連結していたかまたはパンゲアというひとつの巨大な大陸塊として結合していたが、ジュラ紀にその大陸はインドを含めた南の Gondwana 大陸と北のローラシア大陸の2つの大陸に分裂したと述べている。そして、この大陸の分裂と移動の過程はその後も継続して、両大陸間の交流可能な通路を陸棲四肢動物が横断し移住することがより困難になったとしている (Fig.7)。しかし、Rich and Vickers-Rich (2000) は、オーストラリア大陸も含めさまざまな大陸にすむ陸棲脊椎動物相の間で、後期白亜紀になってはじめて地域的差異が強く現れてくるとも述べている。

Rich and Vickers-Rich (2000) は、ビクトリア州で発見された恐竜が古生物地理学的に2つのグループに区分できるとした。そのひとつのグループはヒブシロフォドン類とアンキロサウルス類、獣脚類を含むもので、ジュラ紀の間に Gondwana 大陸東部の半島だったオーストラリア大陸にインド大陸または南極大陸を経由して恐竜が移住したとした。2つ目のグループはプロトケラトプス類、オルニトミモサウルス類、オビラプトロサウルス類を含むもので、これらはアジア地域の恐竜との類縁性が認められている。このこととこれらの化石が白亜紀最末期まで南アメリカから知られていないことから、Rich and Vickers-Rich (2000) は、Gondwana 大陸東部から分離したマイクロ大陸やテレーンが北へ移動し、東南アジアへ衝突・付加したときに島伝い (Island-hopping) にアジアへ移住したという考えを提案した。この移住方法では Gondwana 大陸東部から東南アジアへの一方通行の移住であるが、前述

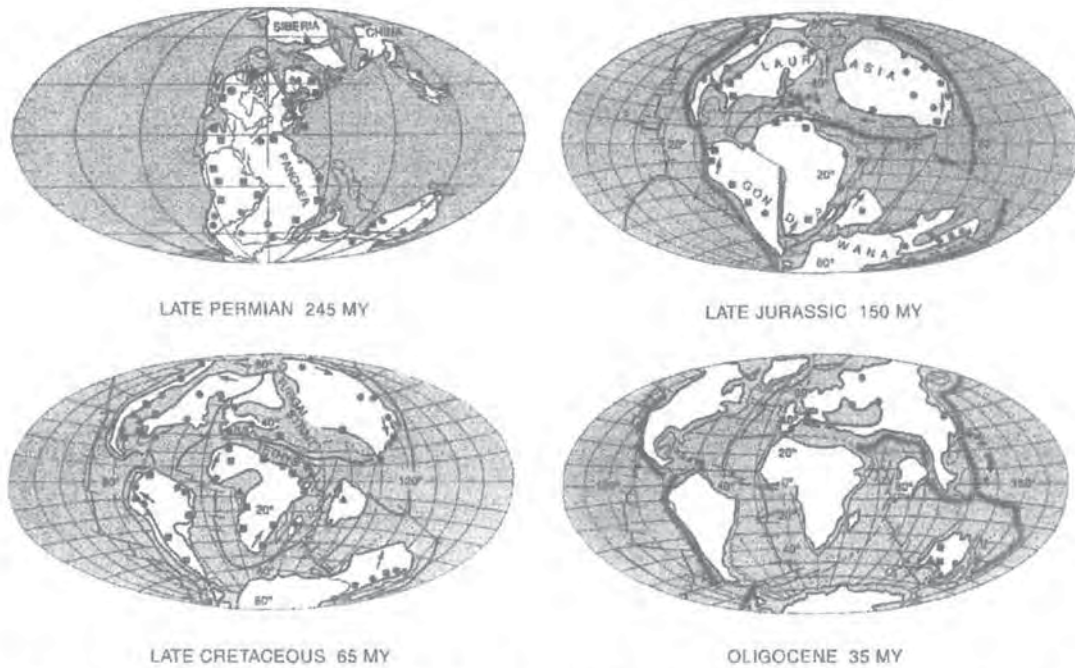


Fig. 7 Paleogeographic reconstructions of the Earth from the late Paleozoic to the mid-Cenozoic (A: Late Permian, B: Late Jurassic, C: Late Cretaceous, D: Mid-Cenozoic). Major divisions of the Earth's crust are shown: hatched lines represent trenches; heavy black lines, ridges; and light black lines, transform faults. Indicators of past climates are plotted on these maps: black squares are salt deposits indicating desert conditions; black triangles are reefs, today restricted to within 30° either side of the Equator, that is, the tropics; and black circles are coals, which from under humid conditions, usually in cool temperate to temperate latitudes. After Rich and P. Vickers-Rich (2000).

した中国遼寧省の白亜紀初期 (Hauterivian階) からの原始的なプロトケラトプス類やオピラプトロサウルス類が発見されている (Xu et al., 2002a, 2002b) ことにより, これらの恐竜の移住についてはアジアからオーストラリアへの逆方向の経路を想定しなくてはならない。

また, 中国遼寧省の白亜紀初期 (Hauterivian階) から発見されたプロトケラトプス類やオピラプトロサウルス類がオーストラリア南東部へ移住したかまたは両地域の恐竜がなんらかの交流がもてたとすると, ビクトリア州で発見される恐竜化石の多くがフルグロテリウムを除き Aptian 期には固有種になっているため, オーストラリア南東部とアジア地域が交流をもてたのは Barremian 期以前までと考えられる。そして, Aptian 期から Albian 期にはビクトリア州は他の大陸およびオーストラリアの他地域との交流が困難かまたは孤立した地域になった可能性がある。

星野 (1991) は, 大陸移動の立場をとらず, 大陸の位置は現在と同じであり白亜紀初期の海水準は現在の水深4500mの位置にあったとし, オーストラリア大陸と南極大陸の間にあるタスマニア島-South

Tasman Rise - Tasman Fracture Zone - Balleny Fracture Zone と続く隆起地形が南極大陸のRoss海に続いていることから, ジュラ紀後期から白亜紀初期にかけてオーストラリア大陸と南極大陸が陸続きであったとした (Fig.8)。さらに, 星野 (1991) はオーストラリア大陸とニューギニア地域との海底地形から, 同時期にはニューギニア主部と Merauke Ridge の間にあるフライ低地が, ニューギニア地域とオーストラリア大陸との陸橋であり, 白亜紀初期まではその陸橋が存在し白亜紀中期以降の海水準上昇によりその陸橋が沈水したとした。また, Frakes et al. (1987) はオーストラリア大陸の堆積層の分布より, ジュラ紀後期の Tithonian 期のオーストラリア大陸は現在よりも大陸面積が広く, 南極大陸およびニューギニア地域とは陸続きであったと述べている。

これまで述べてきたように, オーストラリア大陸からは最近になって多くの恐竜化石が発見されてきたが, それらは産出する地質時代も限られ, 産出する化石も断片的である。本項では, 前期白亜紀におけるオーストラリア大陸の古地理やそこに生息していた恐竜がどこからどのように移住したかについて



Fig. 8 Submarine topography around Australia. Heavy black line shows costal line, and light black lines show contour lines of 200m and 4000m in depth. The shadow area is the sea floor deeper than 4000m in depth.

の諸説をレビューしたが、オーストラリア南東部の下部白亜系から産出した恐竜化石の現在までの証拠だけから、中生代後期の古地理の復元や恐竜の移住について十分に討論することはできないと思われる。

しかし、ビクトリア州の恐竜とアジア地域および南極大陸の恐竜の間には類縁性が認められることから、ジュラ紀後期から白亜紀初期（Barremian期以前）にオーストラリア大陸とアジア地域、南極大陸の間に恐竜がなんらかの方法で交流できた経路があり、それ以後（Aptian期以後）オーストラリア

南東部は海域の拡大により孤立した可能性がある。

星野（1991）が示した移住経路についての仮説は、ビクトリア州の恐竜とアジア地域および南極大陸の恐竜とが類縁性をもつこととその後にビクトリア州が孤立することを説明するのに、それぞれの時代がほぼ一致することから興味深い。今後、オーストラリア南東部およびオーストラリア大陸全体で、さらに多くの恐竜化石と哺乳類化石の発見が行われ、オーストラリア大陸の古地理やこの大陸への生物の移住の経緯が明らかになることを期待したい。

ま と め

オーストラリア、ビクトリア州地域の下部白亜系、Strzelecki層群とOtway層群からは、これまでに“ヒプシロフォドン科”，アロサウルス上科，プロトケラトプス科，アンキロサウルス類，オルニトミムス類，ドロマエオサウルス科の恐竜化石が発見された。そして、これらはほぼすべてが固有種である。また、オーストラリアの他の地域から発見された同時代の恐竜と比較すると、ビクトリア州の恐竜は全般に小型であるという特徴が見られた。このことから、白亜紀前期のビクトリア州南部は他の地域との繋がりを持っておらず、孤立した地域であった可能性がある。

また、オーストラリア南東部より産出する恐竜化石には南極大陸およびアジア地域との類縁性を示すものがあり、ジュラ紀後期から白亜紀初期（Barremian期以前）にオーストラリア大陸とアジア地域、南極大陸の間に恐竜がなんらかの方法で交流できた経路があり、それ以後（Aptian期以後）にオーストラリア南東部は海域の拡大により孤立した可能性がある。

謝 辞

モナッシュ大学サイエンスセンター館長の Patricia Vickers-Rich 氏と Dinosaur Dreaming の発掘現場指揮者 Lesley Kool 氏には、文献収集や本稿の作成に関して多大な御協力とご助言を頂いた。また、Dinosaur Dreaming のボランティアチームの Doris Seegets-Villiers 氏、Matthew Inglis 氏、山田健太郎氏、および東海大学海洋学部の佐藤 武教授にはご助言と激励を頂いた。本稿のFig. 4と5の恐竜のイメージについては、Dann Pigdon 氏の許可を受け、

Web site "DANN'S DINOSAURS" (<http://www.geocities.com/dannsdinosaurs/index.html>) の画像を利用させていただいた。以上の方々に感謝の意を表す。

引用文献

- Anderson, A., L. Kool, C. Hann and P. Vickers-Rich (2002) Dinosaur Dreaming Inverloch Victoria Australia. Monash University.
- Azuma, Y. and P. J. Currie (2000) A new carnosaur (Dinosauria: Theropoda) from the Lower Cretaceous of Japan. *Canadian Journal of Sciences*, **37**, 1735-1753.
- Constantine, A., A. Chinsamy, P. Vickers-Rich and T. H. Rich (1998) Periglacial environments and polar dinosaurs. *South African Journal of Science*, **94**, 137-141.
- Currie, P. J., P. Vickers-Rich and T. H. Rich (1996) Possible Oviraptorosaur (Theropoda, Dinosauria) specimens from the Early Cretaceous Otway Group of Dinosaur Cove, Australia. *Alcheringa*, **20**, 73-79.
- Dettmann, M. E. (1986) Early Cretaceous palynoflora of subsurface strata correlative with the Koonwarra fossil bed, Victoria. 79-110, In Jell, P. A. and J. Roberts eds. : Plants and invertebrates from lower Cretaceous Koonwarra fossil bed, south Gippsland, Victoria. Association of Australian Paleontologist Memoir, **3**.
- Donnan, K. (1994) The newest fossil facts and faces. ジュラ紀のエルヴィス・プレスリー. 59-65, 恐竜学最前線, **5**, 株式会社学習研究社, 東京, 130p.
- ドットソン, ピーター (1995) The Dinosaur Report 恐竜生理学への鍵: 骨の微細構造. 126-127, 恐竜学最前線, **9**, 学習研究社, 東京, 130p.
- Douglas, J. G. (1969) The Mesozoic floras of Victoria, Part 1 and 2. *Memoir of Geological Survey of Victoria*, **28**.
- Douglas, J. G. (1973) The Mesozoic floras of Victoria, Part 3. *Memoir of Geological Survey of Victoria*, **29**.
- Douglas, J. G., C. Abele, S. Benedek, M. E. Dettmann, P. R. Kenley and C. R. Lawrence (1976) Mesozoic. 143-176, In Douglas, J. G. and J. A. Ferguson eds. : *Geology of Victoria*. Special Publication of Geological Society of Australia, **5**.
- Drinnan, B. N., and T. C. Chambers (1986) Flora of the lower Koonwarra fossil bed (Korumburra Group), south Gippsland, Victoria. 1-77, In Jell, P. A. and J. Roberts eds. : Plants and invertebrates from lower Cretaceous Koonwarra fossil bed, south Gippsland, Victoria. Association of Australian Paleontologist Memoir, **3**.
- 遠藤秀紀 (2002) 哺乳類の進化. 東京大学出版会, 東京, 383p.
- Frakes, L. A., D. Burger, M. Apthorpe, J. Wiseman, M. Dettmann, N. Alley, R. Flint, D. Gravestock, N. Ludbrook, J. Backhouse, S. Skwarko, V. Scheibnerova, A. McMinn, P. S. Moor, B. R. Bolton, J. G. Douglas, R. Christ, M. Wade, R. E. Molnar, B. McGowean, B. E. Balme and R. A. Day (Australian Cretaceous Palaeoenvironments Group) (1987) Australian Cretaceous shorelines, stage by stage. *Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol.*, **59**, 31-48.
- 福井県立恐竜博物館 (2003) オーロラをみた恐竜たち—北極・南極圏の恐竜とアジアのなかまたち—, 福井県立恐竜博物館, 72p.
- Gregory, R. T., C. B. Douthitt, I. R. Duddy, P. V. Rich and T. H. Rich (1989) Oxygen isotopic composition of carbonate concretions from the Lower Cretaceous of Victoria, Australia: implications for the evolution of meteoric waters on the Australian continent in a paleopolar environment. *Earth and Planetary Science Letters*, **92**, 27-42.
- Hammer, W. R. (1994) 南極, ジュラ紀の恐竜発見記. 4-19, 恐竜学最前線, **3**, 学習研究社, 東京, 130p.
- Hammer, W. R. and W. J. Hickerson (1994) A crested theropod dinosaur from Antarctica. *Science*, **264**, 828-830.

- 星野通平 (1991) 玄武岩時代. 東海大学出版会, 東京, 456p.
- 伊佐治鎮司 (2000) 桑島化石壁の地質概要. 14-16, 松岡廣繁編: 石川県白峰村桑島化石壁の古生物—下部白亜系手取層群桑島層の化石群—, 石川県白峰村教育委員会, 278p.
- Jupp, R. and A. A. Warren (1986) The mandibles of the Triassic temnospondyli amphibians. *Alcheringa*, **10**, 99-124.
- Kool, L. (2004) Field Report. 1-4, Dinosaur Dreaming 2004 Field Report, Monash University, 16p.
- 真鍋 真・バレット, ポール (2000) 手取層群桑島層の恐竜化石. 93-98, 松岡廣繁編: 石川県白峰村桑島化石壁の古生物—下部白亜系手取層群桑島層の化石群—, 石川県白峰村教育委員会, 278p.
- Molnar, R. E. (1980) Australian late Mesozoic terrestrial tetrapods: some implications. *Memoires de la Societe Geologique de France*. Paris, NS, **59**, 131-143.
- Molnar, R. E., T. F. Flannery and T. H. V. Rich (1981) An allosaurid theropod from Early Cretaceous of Victoria, Australia. *Alcheringa*, **5**, 141-146.
- Molnar, R. E., T. F. Flannery and T. H. V. Rich (1985) Aussie Allosaurus after all. *Journal of Paleontology*, **59**, 1511-1513.
- 西 弘嗣 (2000) 無氷河時代 (白亜紀) の気候と生物の絶滅. 月刊地球/号外, **29**, 189-199.
- O'Neill, G. (1993) Gondwana Park : New Beginnings. Time, August 9, 49-55.
- Parrish, J. T., R. A. Spicer, J. G. Douglas, T. H. Rich and P. Vickers-Rich (1991) Continental climate near the Albian South Pole and comparison with climate the North Pole. *Geological Society of America, Abstracts with Programs* **23**: A302 (abstract).
- Reid, R. E. H. (1997a) How dinosaurs grew. 403-413, In Faelow, J. O. and M. K. Brett-Surman eds., : *The Complete Dinosaur*, Indiana University Press, Bloomington & Indianapolis, 752p.
- Reid, R. E. H. (1997b) Dinosaurian physiology: The case for "Intermediate" dinosaurs. 449-473, In Faelow, J. O. and M. K. Brett-Surman eds., : *The Complete Dinosaur*, Indiana University Press, Bloomington & Indianapolis, 752p.
- Rich, P. V., T. H. Rich, B. E. Wagstaff, J. McEwen-Mason, C. B. Douthuitt, R. T. Gregory, E. A. Felton (1988) Evidence for low temperatures and biologic diversity in Cretaceous high latitudes of Australia. *Science*, **242**, 1403-1406.
- Rich, T. H. (1996) Significance of polar dinosaurs in Gondwana. *Memoirs of the Queensland Museum*, **39**, 711-717.
- Rich, T. H. and P. V. Rich (1989) Polar dinosaurs and biotas of the Early Cretaceous of southeastern Australia. *National Geographic Research*, **5**, 15-53.
- Rich, T. H., P. V. Rich, B. Wagstaff, J. McEwen-Mason, C. B. Douthuitt and R. T. Gregory (1989) Early Cretaceous biota from the northern side of the Australo-Antarctic rift valley. *Origins and Evolution of the Antarctic Biota*, Geological Society Special Publication, **47**, 121-130.
- Rich, T. H. and P. Vickers-Rich (1994) Neoceratopsians and Ornithomimosaur: Dinosaurs of Gondwana origin? *National Geographic Research and Exploration*, **10**, 129-131.
- Rich, T. H. and P. Vickers-Rich (1999) The hypsilophodontidae from southeastern Australia. *National Science Museum Monographs*, Tokyo, **15**, 167-180.
- Rich, T. H. and P. Vickers-Rich (2000) *Dinosaurs of darkness*. Allen & Unwin, NSW, Australia, 222p.
- Rich, T. H. and P. Vickers-Rich (2003a) A century of Australian dinosaurs, Queen Victoria Museum and Art Gallery and Monash Science Center, Monash University, 124p.
- Rich, T. H. and P. Vickers-Rich (2003b) Protoceratopsian? Ulnae from Australia. *Records of Queen Victoria museum*, **113**, 1-12
- Rich, T. H., P. Vickers-Rich, A. Constantine, T. F. Flannery, L. Kool, N.V. Klaveren (1997)

- A tribosphenic mammal from the Mesozoic of Australia. *Science*, **278**, 1438-1442.
- Veevers, J. J. (1986) Breakup of Australia and Antarctica estimated as mid-Cretaceous (95 ± 5 Ma) from magnetic and seismic data at the continental margin. *Earth and Planetary Science Letters*, **77**, 91-99.
- Vickers-Rich, P. (1996) Early Cretaceous polar tetrapods from the great southern rift valley, southeastern Australia. *Memoirs of Queensland museum*, **39**, 719-723.
- ヴィッカーズ=リッチ, P.・リッチ, T. H. (1993) 南極圏の恐竜. *日経サイエンス*, 9月号, 46-54.
- Von Huene, F. (1932) Die fossile reptil-Ordnung Saurischia, ihre Entwicklung und Geschichte. *Monographie Geologie und Palaontologie*, **4**; i-viii, 1-361.
- Wagstaff B. and J. McEwen-Mason, (1989) Palynological dating of some Lower Cretaceous coastal vertebrate fossil localities in Victoria, Australia. *National Geographic Research*, **5**, 54-63.
- Warren, J. W. (1969) A fossil chelonian of probable lower Cretaceous age from Victoria, Australia. *Memoirs of National Museum of Victoria*, **29**, 23-28.
- Welles, S. P. (1983) *Allosaurus* (Saurischia, Theropoda) not yet in Australia. *Journal of Paleontology*, **57**, 196.
- Woodward, A. S. (1906) 'On tooth of *Ceratodus* and a dinosaur claw from the Lower Jurassic of Victoria, Australia', *Annals and Magazine of Natural History*, **18**, 1-3. Reprinted in 1907 in *Records of the Geological Survey of Victoria*, **2**, 135-137.
- Xu, X., P. J. Makovicky, X.-L. Wang, M. A. Norell and H.-L. You (2002a) A Ceratopsian dinosaur from China and the early evolution of Ceratopsia. *Nature*, **416**, 315-317.
- Xu, X., Y.-N. Chang, X.-L. Wang and C.-H. Chang (2002b) An unusual Oviraptorosaurian dinosaur from China. *Nature*, **419**, 291-293.
- 引用したWeb Site
DANN'S DINOSAURS : <http://www.geocities.com/dannsdinosaurs/index.html>

[資 料]

水族館学関連主要文献リスト

鈴木 克 美¹⁾・西 源 二 郎²⁾

Current List of Literatures for the Aquariology Defined in 2005

Katsumi SUZUKI¹⁾ and Genjiro NISHI²⁾

はじめに

著者らは先に機会を得て『水族館学』(2005, 東海大学出版会, 431p.)を上梓した。同書は水族館学を名乗る最初の概説書を目指して編まれたもので、水族館の成立、歴史、設備、資料展示、組織、教育、社会寄与、研究、海洋生物学の8章に構成して論述し、巻末には関連諸法規、水族館年表、文献表、索引などを付した。最初の試みとはいえ、もちろん、本書の内容は不十分で、今後の叱正を俟たなければならぬものであるが、とくに巻末文献表は完成度の低さが気にかかっていた。同書の対象とした学問分野が文理両系にまたがって広範かつ多岐にわたったために、引用参考文献もまた各分野で多数にのぼった一方、種々の制約のために、文献表には引用参照した単行書と著者両名の関連論著だけの掲載に止め、原著論文の収録を省くことになったからである。同書執筆のために探索収集した多数の文献資料の全部を披露できずに終わってしまうのは心残りであった。加えて、水族館学の今後の発展を望む立場からも、改めて詳細な文献表を作成しておきたいと考えた。本資料はそのような意図と目的によって作成されたリストである。前著執筆のために引用参照したほぼ全部の文献資料を記載したほかに、さらに水族館学

一般ならびにその周辺諸科学に関する文献資料の一部を加えて、改めて「水族館学文献表」として再編した。

リストの分類順序は『水族館学』の構成に準拠したが、複数分野にわたる文献も少なくはないので、分類区分の根拠はやや便宜的である。全区分にわたって歴史的意義の認められる資料はさかのぼって記載に努めた一方、とくに自然科学分野で現在は引用価値の見出しにくくなった古資料の記載は省略し、発表年代の新しい資料の収録に重点を置いて同学の人々への便宜をはかろうとした。本リストはあくまで著者両名の手元に提供ないし収集されて目を通した文献の一覧表であって、他の文献表からの転載などの孫引き資料は一切含まれていない。逆にいえば、資料収集の経過と範囲に偏向がある。なお、『水族館学』の「まえがき」に述べたのと同様な理由で、本リストには水生哺乳類、水禽類、およびウミガメ以外の水生爬虫類関連の文献がほとんど含まれていない。また、とくに自然科学関係で同一著者に同一分野の論文が多数ある場合、紙面の都合でその一部を掲載し他を割愛した。これらの点についてご理解とご了解をお願いしたい。本リストが同学発展のためにいささかでも役立てば幸いである。

¹⁾ 〒424-0901 静岡県静岡市清水区三保15-4

15-4 Miho, Shimizu-ku, Shizuoka, 424-0901, Japan

²⁾ 東海大学社会教育センター 〒424-8620 静岡県静岡市清水区三保2389

Social Education Center, Tokai University, 2389 Miho, Shimizu-ku, Shizuoka, 424-8620, Japan

水族館学関連主要文献リスト

水族館学・博物館学

- 安部義孝(1998) 水族館の歴史と展望. まちなみ・建築フォーラム, 1(2), 33-35.
- 安部義孝(1999) 世界動物園保全戦略の周辺. 博物館研究, 34(4), 5-9.
- 雨宮育作(1935) 水族館に就て. 博物館研究, 8(1), 2-5.
- 荒俣 宏(1994) アクアリストの楽園. 角川書店, 東京, 167p.
- 荒俣 宏(1994-2002) 荒俣宏の水族館史夜話—うたかたの夢 [1] 天井金魚と福澤諭吉に始まる— [30] なつかしのマリンパレス再訪. TOBA SUPER AQUARIUM, 12-41.
- 浅倉 彰(2002) アメリカ・スミソニアン自然史博物館研究員に聞く博物館の研究体制. タクサ, 12, 20-27.
- 浅倉繁春(1981) 動物園・水族館の将来像. 博物館研究, 16(3), 1-9.
- 浅倉繁春(1994) 動物園と私. 海游舎, 東京, x ii +185p.
- Bentivegna, F. (1993) Current status of Italian aquaria and future directions. Proc. 3rd Intn. Aqu. Congr. 410-413.
- 文化環境研究所(2002) 特集◎現代水族館事情. Cultivate [カルチベイト 文化と環境を考える] 16. 文化環境研究所, 東京, 47p.
- 文化環境研究所(2003) 特集 博物館とコラボレーション事業. Cultivate [カルチベイト 文化と環境を考える], 20. 文化環境研究所, 東京, 47p.
- 千地万造(1998) 自然史博物館 人と自然の共生をめざして. 八坂書房, 東京, 253p.
- 出口吉昭(1967-68) 世界の水族館飛び歩記1-5. フィッシュマガジン, 3(3), 62-65~4(1) 94-95.
- 動物園・水族館シンポジウム '91実行委員会(1991) こんな動物園・水族館がほしい報告書. 動物園・水族館シンポジウム '91実行委員会, 107p.
- 藤田経信(1922) 飯島先生と水族館. 動物学雑誌, 34, 130-131.
- フォーラム編集部(1998) 特集=陸に上がった海中世界水族館. まちなみ・建築フォーラム, 1(2), 市ヶ谷出版社, 東京.
- FRONT編集部(1989) 特集 アクアリウムの行方. FRONT, 1989(11), 1-72.
- 布施英利(1996) 美術館には脳がある. 岩波書店, 東京, vi+237p.
- 布施英利(1996) 水族館に「現代」を見る. カルチベイトCultivate, 4, 28-33.
- G.ヴェヴァーズ, (羽田節子訳)(1979) ロンドン動物園150年. 築地書館, 東京, 187p.
- 月刊アドバータイジング(2000) 第3特集 「自然」を見せるテクノロジー. 月刊アドバータイジング, 45(2), 58-101.
- 月刊ミューゼ編集部(1999) [特集]水族館のマネジメント. ミューゼ, 35, 4-14.
- 橋爪紳也(1992) 海遊都市 アーバンリゾートの近代 叢書L'SPRIT NOUVEAU 5. 白地社, 京都, 239p.
- Hatai, S. and S. Kokubo (1928) The Marine Biological Station of Asamushi. Its history, equipment and activities. Rec. Oceangr. Wrks. Jpn., 1(1), 26-38.
- Hirai, E. and T. Ito (1962) On the micro-field of invertebrates in the Asamushi Aquarium. Bull. Mar. Biol. Sta. Asamushi, 11(2), 113-116.
- 平井越郎・伊藤健雄(1963) 浅虫水族館の現況. 動水誌, 5(4), 116-119.
- 平田包定(1936) 平田式水族館. 博物館研究, 9(5), 4.
- 廣崎芳次(1994) 水中の生物からのメッセージ 人と生きものの共存共栄. 太陽書林, 東京, 194p.
- 久田迪夫(1962) 水族爬虫館計画の御案内. どうぶつと動物園, 14(5), 12-15.
- 久田迪夫(1966-67) 水族館の歴史(1-7). フィッシュマガジン, 2(5), 94-95~3(6), 96-98.
- 久田迪夫(1968-69) 曲がり角にきた水族館—その未来を予測する(1-7). フィッシュマガジン, 4(9), 78-79, ~5(3), 146-147.
- 堀井直次郎(1999) 「黒船の警告」にこたえて幹部は無私に環境整備を. [水族館・動物園]研究の高揚は可能か. サイエス, May1999, 31-33.

- 堀家邦男 (1936) 裏から見た水族館 阪神水族館.
博物館研究, 9(2), 2-3.
- 堀家邦男 (1972) 水族館物語 (1-8). フィッシュマガジン, 8(5-12).
- 堀 由紀子 (1998) 水族館のはなし. 岩波書店, 東京, ii+200p.
- 井上喜平治 (1964) 水族館発展論—理想と現実—. 博物館研究, 37(2), 1-5.
- 井上喜平治 (1970) 黎明期の我が国の水族館. フィッシュマガジン, 6(5), 143-141.
- 井上喜平治 (1970) 湊川水族館 (神戸市) の記録. フィッシュマガジン, 6(9), 215-219.
- International Aquarium Congress (1996) Proceedings of the Fourth Intn. Aqu. Congr. Tokyo 1966. Central Office IAC, Tokyo, 402p.
- い、ろ (1894) 上野動物園. 動物学雑誌, 71, 343-344.
- 石橋忠信・柴 正博 (1999) ホームページ時代のデータベース. 博物館研究, 34(7), 13-17.
- 磯野直秀 (1988) 三崎臨海実験所を去来した人たちが日本における動物学の誕生. 学会出版センター, 東京, vi+230.
- 糸魚川淳二 (1993) 日本の自然史博物館. 東京大学出版会, 東京, 240p.
- 糸魚川淳二 (1999) 新しい自然史博物館. 東京大学出版会, 東京, 229p.
- 伊藤寿朗 (1993) 市民の中の博物館. 吉川弘文館, 東京, 190+6p.
- 伊藤寿朗・森田恒之 (1978) 博物館概論. 学苑社, 東京, 503p.
- 岩本陽児 (1998・1999) 岩倉使節団の米欧博物館見学—イギリスを中心に (上・下). 博物館学雑誌, 24(1), 1-10, 24(2), 1-18.
- 神奈川県立生命の星・地球博物館 (1996) これからの自然史 (誌) 博物館—生命の星・地球博物館—周年記念論文集. オールプランナー, 小田原, 187p.
- 金山喜昭 (2001) 日本の博物館史. 慶友社, 東京, 424p.
- 金山喜昭 (2003) 博物館学入門 地域博物館学の提唱. 慶友社, 東京, 251p.
- 加藤有次・鷹野光行・西 源二郎・山田英徳・米田耕司 (編) (1999-2001) 新版・博物館学講座. 雄山閣出版, 東京. 第1巻 (2000) 博物館学概論, vi+257p: 第3巻 (2000) 現代博物館論, v+239p: 第4巻 (2000) 博物館機能論, v+235p: 第5巻 (1999) 博物館資料論, iv+247p: 第6巻 (2001) 博物館調査研究法, iv+199p: 第9巻 (2000) 博物館展示法, iv+258p: 第10巻 (1999) 生涯学習と博物館活動, vi+247p: 第11巻 (1999) 博物館情報論, iv+252p: 第12巻 (1999) 博物館経営論, iv+232p.
- 川端裕人 (1999) 動物園にできること. 文藝春秋, 東京, 301p.
- 川村多實二 (1950) 欧米の動物園と水族館. 寶塚昆蟲館報, 68, 1-18.
- 川那部浩哉 (編著) (2000) 博物館を楽しむ 琵琶湖博物館ものがたり. 岩波ジュニア新書360, 岩波書店, 東京, viii+228+8p.
- 記者 (1929) 世界の水族館. 博物館研究, 2(1), 1-6.
- 記者 (1929) 本邦の水族館. 博物館研究, 2(1), 6-7.
- 建築界編集部 (1975) 特大号/海浜のビルコン. 建築界, 24(11), 124p.
- 近代建築編集部 (2000) 特集=博物館・水族館の計画と設計. 近代建築, 51(9), 102-125.
- Kisling, V. N, Jr (2001) Zoo and aquarium history Ancient animal collections to zoological gardens. CRC Press, 415p.
- Klee, A. J. (1967-69) A history of the aquarium hobby in America (1-22). The Aquarium, 1(1)-2(11).
- 小林弘治 (2004) 東海大学海洋科学博物館収蔵資料目録 第1集—魚類の生殖腺組織標本目録—. 海・人・自然 (東海大博研報), 6, 35-111.
- 小原二郎 (1993) 動物園の博物誌. 中国新聞社, 広島, 276p.
- 古賀忠道・徳川宗敬・樋口清之 (監修) (1978-1981) 博物館学講座. 雄山閣出版, 東京. 第1巻 (1979) 博物館学総論, iv+279p: 第2巻 (1981) 日本と世界の博物館史, iv+248p: 第3巻 (1980) 日本の博物館の現状と課題, v+280p: 第4集 (1979) 博物館と地域社会, v+244p: 第5集 (1978) 調査研究と資料の収集, iv+246p: 第6集 (1979) 資料の整理と保管, iv+258p: 第8集 (1981) 展示と展示法 v+266p: 第8集 (1979) 博物館教育と普及 vi+259p: 第9集

- (1980) 博物館の設置と運営 vii+248p: 第10集
(1981) 参考資料集, iv+306p.
- 小久保清治 (1926) 東北大学浅蟲臨海実験所小記 (Ⅲ) 附属水族館記事. 動物学雑誌, **38**(450-451), 130-135.
- Komai, T. and J. Ikari (1929) The Seto Marine Biological Laboratory of the Kyoto Imperial University. Its equipment and activities, with remarks on the fauna and flora of the environs. Rec. Oseangr. Wrks. Jpn., **3**(3), 113-129.
- 駒井 卓 (1923) 京都大学瀬戸臨海実験所. 動物学雑誌, **35**, 258-267.
- 小杉泰一 (1991) 上越における水族館の歴史. 上越市立水族博物館館報, 1985-1990, 54-76.
- 公害対策技術同友会 (1993) シリーズ27特集 新・水族館事情. 緑の読本, **1993**(8), 74p.
- 熊野正也・石渡美江・松浦淳子 (1999) 博物館法・館長・学芸員一生涯学習審議会の答申と文化政策の将来構想を読んで. 明治大学博物館研究報告, **4**, 5-19.
- 倉田公裕 (1979) 博物館学. 東京堂出版, 東京, 7+280p.
- 倉田公裕・矢島國雄 (1997) 新編博物館学. 東京堂出版, 東京, 408p.
- Lackey, J.B. (1956) Some visibility problems in large aquaria. I. Plankton problems at Marineland. Quart. J. Fla. Acad. Sc., **19**(4), 259-273.
- Lloyd, W. A. (1871) The Crystal Palace Aquarium. Nature, **1871**(Oct.12), 469-473.
- Lloyd, W. A. (1876) Aquaria: their present, past, and future. Pop. Sc. Rev., **15**(60), 253-265.
- 前川 望・横畑泰志 (2005) 動物の差別的和名に関する障害者およびその支援者へのアンケート調査. タクサ 日本動物分類学会誌, **18**, 10-19.
- 丸山一男 (1955) 玉野海洋博物館について. 博物館研究, **28**(2), 574-578.
- 松浦啓一 (編) (2003) 標本学 自然史標本の収集と管理. 東海大学出版会, 東京, vii+250p.
- 三宅驥一 (1935) これからの水族館. 博物館研究, **8**(12), 1.
- 毛利匡明 (監修) (1994) 水族館を極める アクリルガラスの向こう側. 徳間オリオン, 東京, 207p.
- 中川志郎 (1997) 学芸員に求められるもの. 博物館研究 **32**(7), 5-10.
- 中川志郎 (2001) 『博物館ビッグバン』の認識が二一世紀型博物館の命運を定める. カルチベイト Cultivate, **13**, 4-11.
- 無記名 (1903) 水族館. 風俗画報 (第五回内国勸業博覧会臨時増刊号), **269**, 39-42.
- 無記名 (1904) 第五回内国勸業博覧会堺水族館に就いて. 動物学雑誌, **16**, 154-158.
- 無記名 (1929) 江の島水族館設計. 博物館研究, **5**(2), 8-10.
- 長崎福三 (1994) 肉食文化と魚食文化. 人間選書183. 農山漁村文化協会, 東京, 208p.
- 中村 元 (1992) 水族館のはなし. 技報堂出版, 東京, 174p.
- 中村 元 (2005) 水族館の通になる 一年間3000万人を魅了する楽園の謎. 祥伝社, 東京, 235p.
- 中村 泉 (1997) 水族館の世界. 海洋と生物, **19**(12), 2-10.
- 中村庸夫 (1997) 水族館ウォッチング. 平凡社, 東京, 259p.
- 中埜栄三・溝口 元・横田幸雄 (編著) (1999) ナポリ臨海実験所 去来した日本の科学者たち. 東海大学出版会, 東京, viii+251p.
- 日動水協教育指導部 (編) (1975-1982) 飼育ハンドブック. 日本動物園水族館協会, 東京. 水族館編 (1975)繁殖・餌料・病気, 86p.: 水族館編 (1976) 収集・運搬・展示, 117p.: 水族館編 (1978)飼育水の管理・施設の運用・水族による事故・馴致と調教102p.: 水族館編 (1979)教育普及活動・飼育管理上の問題点・昆虫類の飼育と展示 92p.: 水族館編 (1982)分類・生態・総論 84p.
- 日動水協運営委総務部会 (編) (1984) 明日の動物園・水族館—動物園基礎理論討論誌創刊号. 日本動物園水族館協会, 東京, 42p.
- 日本動物園水族館協会 (1984) 明日の動物園と水族館 (レクリエーションの場としての動物園水族館) 討論記録. 日本動物園水族館協会, 東京, 36p.
- 日本動物園水族館協会 (1990) 動物園・水族館の在り方に関する調査研究・協議会報告書. 日本動物園水族館協会, 東京, 105p.
- 日本動物園水族館協会教育指導部 (編) (1995-1999) 新・飼育ハンドブック. 日本動物園水族館協会, 東京. 水族館編 第1集 (1995)繁殖・餌料・病気,

- 193p.: 水族館編 第2集(1997)収集・輸送・保存,
169p.: 水族館編 第3集(1999)概論・分類・生理・
生態, 151p.
- 日本動物園水族館教育研究会 (1993)「学校教育と
動物園・水族館」. 日本動物園水族館教育研究会
誌, **1993**, 東京, 106p.
- 日本魚類学会 (1994) 日本における水族館の役割と
将来展望—魚類学との関わり 1994年度日本魚類
学会シンポジウム講演要旨集. 日本魚類学会, 23p.
- 日本博物館協会 (1992) フォーラム1「生涯学習の
時代における動水植館園に市民が何を求めるであ
ろうか」平成3年度博物館指導者研究協議会動物
園・水族館部門. 博物館研究, **27**(6), 16-24.
- 西 源二郎 (1996) 日本のお水族館・求められる姿
明日のお水族館. 望星, **27**(10), 20-27.
- 西 源二郎 (1998) 海のお向こうのお水族館を見て思う.
博物館研究, **33**(7), 5-10.
- 西 源二郎 (2002) 自然科学標本の作成 6. 魚類.
269-272. 全国大学博物館学講座協議会西日本部
会 (編) 博物館実習マニュアル, 芙蓉書房出版,
350 p.
- 西 源二郎 (2003) 博物館と海洋学部が連携し海洋
教育のセンター的な機能を目指す (津田雅人と対
談). Cultivate, **20**, 34-41.
- 布谷知夫 (1999) 博物館を活動の場とするボランティ
アの位置付け. 博物館学雑誌, **24**(2), 19-28.
- 荻野洸太郎 (1989) 博物館としての水族館が一朝一
夕にはできないわけ. 博物館研究, **24**(8), 20-
22.
- 荻野洸太郎 (2000) 水族館に生きて. 鹿児島文庫,
66. 春苑堂書店, 鹿児島, 229p.
- 岡野英伸 (2004)「観光学」論考 都市型観光関連施
設の需要構造について. アートデイズ, 252p.
- 恩賜上野動物園 (編) (1982) 上野動物園百年史.
第一法規出版, 東京, v + 593p.
- 恩賜上野動物園 (編) (1982) 上野動物園百年史
資料編. 第一法規出版, 東京, iii + 852p.
- 尾崎煙雄・大木淳一・長谷川雅美 (2001) カエルが
つないだ子どもたちと地域と博物館. カルチベ
イトCultivate, **13**, 48-55.
- 西条正義・浅野祐市・岩田 満・八木康雄 (1992)
コージェネレーションシステムの運転実績—松島
水族館の例. 空気調和・衛生工学, **66**(11), 31-34.
- 猿渡敏郎・西 源二郎 (コンビナー) (2005) 水
生生物研究機関としての水族館. その研究資源活
用の可能性. 東京大学海洋研究所共同利用シンポ
ジウム, 27p.
- 佐々木時雄 (1975) 動物園の歴史. 西田書店, 東京,
297p.
- 佐々木時雄・佐々木祐二 (編) (1977) 続動物園の
歴史 世界編. 西田書店, 東京, 300p.
- 生物研究社 (1997) 特集 水族館探訪. 海洋と生物,
19(1), 2-41.
- 柴 正博・石橋忠信 (1998) 博物館のデジタル情報
とインターネット利用. 地学雑誌, **107**, 809-816.
- 椎名仙卓 (1988) 日本博物館発達史. 雄山閣出版,
東京, 366p.
- Solsky, L. (2006) Public aquariums 1853-1914-
historical perspective. Zool. Garten N. F., **75**
(5-6), 367-397.
- 水藤 真 (1998) 博物館を考える—新しい博物館学
の模索. 山川出版, 東京, 192p.
- Suzuki, K. (1996) The past present and future of
public aquariums in Japan. Proceedings of 4th
International Aquarium Congress, Tokyo, 1-5.
- 鈴木克美 (1989) 博物館の機能と教育活動. 望星,
20(4), 28-33.
- 鈴木克美 (1994) 水族館への招待 魚と人と海. 丸
善ライブラリー660. 丸善, 東京, 241p.
- 鈴木克美 (1995) ちょっと知的に—博物館で見る、
学ぶ (鈴木健二と対談). 望星, **26**(8), 34-41.
- 鈴木克美 (1999) 二十一世紀に水族館は. 博物館研
究, **34**(12), 4-9.
- 鈴木克美 (2001) わが国の黎明期水族館史の再検討.
海・人・自然 (東海大博研報), **3**, 1-17.
- 鈴木克美 (2001) わが国における水族館創始より第
二次世界大戦前まで58年間の水族館史概説. 動水
誌, **42**(4), 103-113.
- 鈴木克美 (2002) 神奈川県のお水族館史—首都近郊に
おける明治23 (1890) 以降のお水族館の発展—. 海・
人・自然 (東海大博研報), **4**, 1-35.
- 鈴木克美 (2003) 静岡県における水族館の歴史と将
来展望. 海・人・自然 (東海大博研報), **5**, 11-
29.
- 鈴木克美 (2003) 浅草公園水族館覚え書. 海・人・
自然 (東海大博研報), **5**, 43-55.
- 鈴木克美 (2003) 水族館. ものと人間の文化史113.
法政大学出版会, 東京, vi + 280p.

- 鈴木克美・西 源二郎 (2005) 水族館学 水族館の望ましい発展のために, 東海大学出版会, 東京, xi+431p.
- 高田浩二 (2001) 水族館の特性と事業運営～学芸員の立場から考える, 生涯学習空間, 26, 53-60.
- 高田浩二 (1999) ヒトが動物を飼うということ (報告3), 動物園研究, 3(1), 8-14.
- 高橋信裕 (1998・1999) 博物館が日本に根付かない理由 (1・2) - 公立博物館を中心に, 文環研レポート, 12, 1-4～13, 1-5.
- 高見 順 (編) (1955) 浅草, 英宝堂, 東京, 277p.
- 太地町立くじらの博物館・串本海中公園センター (1982) 本邦水族館所蔵稀種魚類標本の調査, 動水誌, 24(1), 10-25.
- 高松史朗 (1968) 水族館における娯楽と教育, 博物館研究, 41(3), 11-15.
- 高松史朗 (1967・1968) 魚の調教1-3 モンキー, 97, 31-33～99, 30-32.
- 瀧 栄六郎 (1937) 水族館増設の急務とわが経営談, 博物館研究, 10(5), 6.
- 瀧 栄六郎 (1937) 水族館増設の急務とわが経営談 (前号より続く), 博物館研究, 10(6), 6.
- 棚橋源太郎 (1950) 博物館動植物園法の制定, (日本博物館協会) 会報, 8, 1-4.
- 棚橋源太郎 (1950) 博物館と動植物園とはなぜ同一法で律するを可とするか, (日本博物館協会) 会報, 9, 1-3.
- 田中茂穂 (1913) 水族館の魚類, 魚学雑誌, 1[7], 167-169.
- 田中徳喜 (1962) 須磨水族館における特集展示 (続) その2 展示, 博物館研究, 35(5・6), 6-9.
- Tokioka, T. (1962) Problems in maintaining aquarium. Bull. Mar. Biol. Sta. Asamushi, 11(2), 117-120.
- Taylor, L. (1993) Aquariums Windows to nature. Prentice Hall General Reference, New York, xxii+168p.
- 鳥羽山照夫 (1990) 水族館に行きたくする本, リバティ書房, 東京, 258p.
- 鳥羽山照夫 (1998) 命を感じさせる水族館を, まちなみ・建築フォーラム1 (2), 6-9.
- T・K生 (1919) ホノルル水族館, 動物学雑誌, 367, 72-174.
- 東京動物園協会 (1998) 特集・動物園学入門 I, II, どうぶつと動物園, 50(1), 4-13: 50(2), 4-15.
- 坪川辰雄 (1982) 土木門 水族館, 風俗画報, 204, 19-26.
- 鶴田総一郎 (1959) 博物館の最低基準に関する一考察, 博物館研究, 32(9), 4-6.
- 筒井嘉隆 (1935) 吾国動物園の改善, 植物及動物, 3(9), 91-97.
- 内田 至 (1991) 水族館における研究の日米比較と今後の展開, 日本の海を巡る: 水族館最近研究事情XII, 遺伝, 45(3), 72-75.
- 内田 至 (1995) 水族館・動物園の展示と運営理念, その社会との関わり 平成6年度博物館指導者研究協議会報告・動物園・水族館部門, 博物館研究, 30(8), 9-13.
- 内田詮三 (1989) 一見に如かず, 海洋と生物, 11(5), 353.
- 内田春菊 (1996) 水族館行こミーンズ I LOVE YOU, 扶桑社, 東京, 213p.
- 渡辺守雄ほか (2000) 動物園というメディア, 青弓社, 東京, 278p.
- Van den Sande, P. (1993) The evolution of the European aquarium landscape, from the past into a possible future. Proc. 3rd Intn. Aqu. Congr., 27-31.
- ボイックス (1996) 特集II 変わる 水族館の施設と事業, 生涯学習空間, 26, 48-67.
- 若生謙二 (1997) 動物園研究の課題と方法, 動物園研究, 2(1-6), 1-6.
- 矢島 稔 (1999) 昆虫館の未来に向けて, インセクタリウム, 36(8), 12-18.
- 矢島 稔 (2001) 日本に於ける昆虫の生態展示-昆虫館の役割と将来への展望-, 動水, 誌, 42(2), 31-38.
- 山本和夫 (1978) わが国の戦後の水族館の展望 (その1), 昭和58年度日本建築学会北陸支部 (講演要旨), 41-44.
- 山本和夫 (1978) 水族館の展示水槽内における光の屈折透過について, 福井工業大学研究紀要, 8, 33-45.
- 山本和夫 (1979・1980) 水族館の展示水槽に関する実践的研究-水槽用板ガラスとアクリル樹脂板との比較について (その1・2), 福井工大研究紀要, 9, 53-65～10, 33-46.
- 山本和夫 (1980) 水族館の潮流型水槽の起源を探る-

- 水族館覚書その3. 掲載誌不明, 24-28.
- 山本和夫 (1972・1973) わが国における水族館のあゆみ (1-3). フィッシュマガジン, 8(11), 202-211~9(1), 198-208
- やつ (1906) ネーブルス水族館. 動物学雑誌, 210, 137-140.
- やつ (1909) ライプチヒよりハンブルグ. 動物学雑誌, 220, 75-79.
- 米谷 修 (1975) 難波のパノラマ館と水族館. 大阪春秋, 5, 41-45.
- 吉田啓正 (1980) 動物園水族館は博物館といえるだろうか. 博物館研究, 15(4), 17-19.
- 吉田啓正 (1998) 生きている多様性との出会いーかごしま水族館における自然の演出. 博物館研究, 33(12), 5-9.
- 吉田啓正 (1999) ジンベエザメの命 メダカの命. 信山社サイテック, 東京, 193p.
- 吉田啓正 (2000) 優秀な研究や議論もある人事を改め「慰楽」脱皮を〔日本の動物園・水族館〕21世紀への変革. サイエス, Jan., 37-39.
- 吉田啓正 (2000) 21世紀へ、変わる水族館. 近代建築, 54(9), 66-73.

教 育 活 動

- 大丸秀士 (2000) 遠隔授業の可能性. 動物園研究, 4(2), 20-24.
- 動物園環境教育会議 (2000) 動物園と環境教育の橋渡しー日本環境教育学会第11回大会 (長野) での活動記録ー. 動物園環境教育会議, 東京, 61p.
- 動物園環境教育会議 (2002) 動物園・水族館が野生動物保全のためにできること. 動物園・水族館と環境教育 2, 動物園環境教育会議, 東京, 95p.
- 遠藤悟朗 (1969) 上野動物園におけるサマースクール実施状況について. 動水誌, 10(4), 112-116.
- 福田 恵 (1994) 動物園・水族館見学を中心とした生物の「進化と適応」の学習. 日本動物園水族館教育研究会誌, 1994, 47-68.
- 市川 寛 (2003) タナゴの飼育活動から学校ピオトープ、そしてふるさと学習への発展と課題. 環境教育, 12(2), 37-43.
- 今井美保 (1999) マリンサイエンスラボにおける参加型の生物実験. 日本動物園水族館教育研究会誌, 1999, 22-27.
- 伊藤芳英・西 源二郎・久保田 正 (2005) ミズウオ *Alepisaurus ferox* を利用した環境教育. 海・人・自然 (東海大博研報), 7, 1-14.
- 加藤浩司 (1999) 名古屋港水族館におけるキーパーヤードの見学と解説について. 日本動物園水族館教育研究会誌, 1999, 18-21.
- 加藤雅文 (1998) 「生物に触れ、生物を飼育する」移動水族館. 日本動物園水族館教育研究会誌, 1998, 17-24.
- 木村綾子・中越信和 (1999) 身近な自然環境を利用した環境教育に関する生態学的視点の必要性. 環境教育, 9(1), 26-31.
- 熊本市動植物園 (1998) 教育普及活動について. 動水誌, 39(3), 96-102.
- 松澤誠二・藤沢裕美・鈴木美和 (2003) さわって、観るー盲学校向け観察支援プログラム. どうぶつと動物園, 55(9), 26-29.
- 中島東夫 (1986) 特別展「メダカの学校」を見ている観客の会話. 和歌山自然博物館館報, 4, 36-44.
- 中嶋清徳 (2001) 教育プログラムへの参加者の活動意欲を高める工夫について. 日本動物園水族館教育研究会誌, 2001, 72-74.
- 中嶋清徳・佐野八重・内田 至 (1998) 港内にすむ付着生物の生活史を観察するサマースクール. 動水誌, 39(2), 39-46.
- 仲尾有加 (2001) ホノルル動物園の教育プログラムを見学して. 動物園研究, 5(2), 29-37.
- 並木美砂子 (1997-99) 動物園における「生きている動物」の教材化ーこども動物園を中心としてその1-4ー. 博物館学雑誌, 23(1), 11-23~25(1), 19-33.
- 日本動物園水族館協会教育事業推進委員会 (2003) 動物園・水族館での教育を考える教育方法論研究報告書. 日本動物園水族館協会, 東京, 86p.
- 日本動物園水族館協会教育事業推進委員会 (2003) 動物園・水族館での教育を考える教育シンポジウム・ワークショップ報告書. 日本動物園水族館協会, 東京, 108p.
- 日本動物園水族館教育研究会 (1988) 「動物園、水族館の教育を考える」第28回日本動物園水族館教育研究会報告. ZOO 教研だより, 43p.
- 日本博物館協会 (2003) 学芸員による学習支援プログラムの開発ー博物館による学習支援調査結果からー. 日本博物館協会, 東京, 187p.

- Nishi, G., K. Ohara and T. Nomura (1997) Educational activities at aquarium in Japan. Proc. 4th Intn. Aqua. Congress, Tokyo, 169-172.
- 西 源二郎 (1985) 東海大学海洋科学博物館のサマースクール. 博物館研究, 20(10), 14-15.
- Ohara, K., G. Nishi, T. Nomura and M. Masuda (1997) Viewing and learning behavior of aquarium visitors. Proc. 4th Intn. Aqua. Congr., Tokyo, 163-167.
- Ohara, K. and G. Nishi (2001) Environmental education in aquariums in Japan. Proc. 5th Intn. Aqua. Congr., Monaco (Part 2), 13-22.
- 奥野良之助 (1963) 須磨水族館におけるスライドの自主制作. 須磨水族館報告, 2, 46-52.
- 奥 修 (1994) 世代間の不公平という視点からみた環境教育のありかたについて. 環境教育, 3(2), 4-16.
- 須磨水族館研究室 (1963) 須磨水族館における「科学教室」. 須磨水族館報告, 2, 42-46.
- 杉本 幹 (1999) 鳥羽水族館少年海洋教室プログラム「つくってみよう私たちの水族館」—9年間の活動記録. 鳥羽水族館年報, 10, 41-44.
- 杉村 誠 (1998) 生物を飼育するという観点から「ふれあい水槽」を考える. 日本動物園水族館教育研究会誌, 1998, 1-3.
- 高田浩二 (1997) 社会教育施設としての水族館. 海洋と生物, 19(1), 11-15.
- 高田浩二 (2002) ネットワーク化された多様なプログラムづくりが新しい教育のフィールドを拓く. カルチベイト Cultivate, 17, 16-22.
- 高田浩二・岩田知彦・森 奈美 (2004) 環境保護における水族館の役割を学ぶ教材開発と授業実践. 博物館学雑誌, 29(2), 27-42.
- 高田浩二・岩田知彦・堀田龍也・中川一史 (2005) 水族館教育における学校を対象とした IT 機器の活用とデジタル教材の開発. 博物館学雑誌, 30(1), 1-20.
- 高橋宏之 (1999) 生涯学習社会における動物園教育の取り組みについて. 博物館学雑誌, 25(1), 1-17.
- 高橋宏之 (2001) 環境教育の視点から見た動物園展示の意義—生態的展示と動物行動学的展示を中心に—. 環境教育, 11(1), 2-10.
- 高橋 理 (2001) 水族館における学習会—魚と人との関わりを学ぶ. 日本動物園水族館教育研究会誌, 2001, 37-41.
- 東京都恩賜上野動物園 (1968) 国内動物園水族館のサマースクールならびに類似行事調査結果について. 動水誌, 10(3), 67-70.
- 東京都恩賜上野動物園飼育課 (編) (1998) こども動物園50年誌. 東京都恩賜上野動物園, 東京, 61p.
- 内田 至 (1977) 北米大陸の主として教育活動について. アメリカの博物館調査報告書 水族館, 58-72, 日本博物館協会.
- 海の中道海洋生態科学館 (1994) 水族館における教育活動の調査. 動水誌, 35(2), 51-67.
- 安増綾子 (1998) 水族館における解説員の小道具. 日本動物園水族館教育研究会誌, 1998, 28-31.

展 示

- 琵琶湖博物館・滋賀県博物館ネットワーク協議会 (編) (2000) ワークショップ & シンポジウム 博物館を評価する視点. 琵琶湖博物館研究調査報告, 17, 1-209.
- 岩田知彦 (2001) 水族館での特別展における参加型解説装置の導入. 日本動物園水族館教育研究会誌, 2001, 75-78.
- Kabasawa, H. (1995) Electric devices in aquarium display. 京急油壺マリンパーク年報, 18, 27-29.
- 樺 沢 洋 (1982) シーラカンス (*Latimeria chalumnae* SMITH) の冷凍標本展示. 京急油壺マリンパーク年報, 11, 37-38.
- 片岡照男 (1963) 鳥羽水族館における博物館展示について. 博物館研究, 36 (2・3), 26-28.
- 金原 功 (2004) どこにいるかな? なにがいるかな? 葛西臨海水族園のハンズ・オン展示のころみ. どうぶつと動物園, 56(7), 16-19.
- 西 源二郎 (1994) 東海大学海洋科学博物館のアンケートによる観覧者分析 (1994年夏). 東海大学海洋科学博物館年報, 22, 51-61.
- 西 源二郎 (2002) 水族館の展示機能に関する考察. 動物園研究, 6(1), 12-18.
- 西 源二郎・佐藤 猛 (1985) 泳ぐ機械生物「キカマンボウ」の誕生. 博物館研究, 20(9), 1-4.
- 西 源二郎・柴田勝重・佐藤 猛 (1992) 博物館におけるHDTVを利用した立体映像. 3D映像, 6

- (2), 69-77.
- 西村博之・真鍋三郎・春日 公・熊谷 滋 (1973) 発泡ウレタンを利用した大型水槽の岩組について. 動水誌, 15(2), 43-45.
- 荻野洸太郎 (1993) 海藻の育成・展示とその意味. 緑の読本, 27, 25-30.
- 奥野良之助 (1966) 特集展示についてのアンケート (1)「海にかえた爬虫類展」(1965年秋). 博物館研究, 39(3), 24-33.
- 奥野良之助 (1971) 魚名板解説板の利用率調査. 動水誌, 13(2), 19-22.
- 須磨水族館資料展示グループ (1964) アンケートによる入館者分析1. 1958年春の展示アンケートの結果. 須磨水族館報告, 3, 36-40.
- 鈴木克美 (1992) 「小さな世界の大きな不思議」ズームアップ水族館の企画と展示 - 参加性のある新しい水族館へ向けて -. 博物館研究, 27(10), 10-16.
- 鈴木克美・西 源二郎 (1972) 東海大学海洋科学博物館における観覧者調査 (予報). 東海大学海洋科学博物館研究年報, 1, 169-178.
- 高家博成 (1981) 水生半翅類のすみわけの飼育展示例. 動水誌, 23(4), 101-103.
- 高田浩二 (2001) 水族館からのハンズ・オンへのチャレンジ. 月刊ミュゼ, 48, 12-15.
- ティム・コールドトン (染川香澄ほか訳) (2000) ハンズ・オンとこれからの博物館 インタラクティブ系博物館・科学館に学ぶ理念と経営. 東海大学出版会, 東京, x iii + 256p.
- 鳥海 衷・伊藤健雄 (1975) 浅虫水族館における貝類標本の展示. 動水誌, 17(4), 87-91.
- 坪山幸王・佐藤信治 (1995) 展示水槽に対する来館者の観覧行動 - 水族館の観覧空間に関する建築計画的研究(1) -. 博物館学雑誌, 20(1/2), 10-21.
- 坪山幸王 (1995) 低・高密度下の個水槽に対する来館者の観覧行為 - 水族館の観覧空間に関する建築計画的研究(2) -. 博物館学雑誌, 20(1/2), 22-30.
- 東北大学臨海実験所 (1970) 「水族館の解説法」に関する調査. 動水誌, 12(1), 5-18.
- Uchida, I. (1973) New educational displays in the Himeji Aquarium. *Intn. Zoo Year Book*, 13, no pages.
- Uchida, I. (1982) The touch tank at the Himeji City Aquarium. *Intn. Zoo Year Book*, 22, 271-276.
- 矢島 稔 (1995) 動物園・水族館の展示 平成6年度博物館指導者研究協議会報告・動物園・水族館部門. 博物館研究, 30(9), 10-14.
- 山本泰司・太田 満・田名瀬英朋・荒賀忠一 (1996) 瀬戸臨海実験所水族館に設置した特集展示用のウォールケース. 瀬戸臨海実験所年報, 9, 23-27.

自然保護

- デヴィッド・ドゥグラツィア (戸田清訳・解説) (2003) 1冊でわかる動物の権利. 岩波書店, 東京, viii+176+15p.
- 藤原秀一 (2002) 海中保護区の歴史. 海中公園情報, 135, 6-21.
- 福田照雄 (1993) 串本海中公園におけるダイビング利用による魚類への影響. 海中公園情報, 100, 13-20.
- 井上雅子 (1991) 15年間の北海道の動物園・水族館における野生動物の保護数について. 動水誌, 33(4), 75-80.
- 環境庁 (編) (1991) 日本の絶滅の恐れのある野生生物 レッドデータブック 脊椎動物編一. 日本野生生物研究センター, 東京, 331p.
- 加藤尚武 (1991) 環境倫理学のすすめ. 丸善ライブラリー-640. 丸善, 東京, 226p.
- 川端裕人 (2000) 緑のマンハッタン. 文藝春秋, 東京, 302p.
- 鬼頭秀一 (1996) 自然保護を問いなおす - 環境倫理とネットワーク. 筑摩書房, 254p.
- 桑原一司・井上 孝・若林文典・足利和英・鈴木信義・小原二郎 (1980) 広島県のオオサンショウウオの保護に関する調査研究その4 松歳川における繁殖行動の観察. 動水誌, 22(3), 55-66.
- 日本動物園水族館協会 (1979) ワシントン条約についての解説. 日本動物園水族館協会, 東京, 20p.
- 日本動物園水族館協会 (2004) 平成16年度 種保存委員会活動報告. 日本動物園水族館協会, 東京, 277p.
- 日本魚類学会自然保護委員会 (編) (2002) 川と湖沼の侵略者ブラックバス - その生態学と生態系への影響. 恒星社厚生閣, 東京, 150p.
- 日本自然保護協会 (編) (2003) 生態学からみた野

- 生生物の保護と法律. 講談社サイエンティフィク, 東京, xii+250 p.
- 日本水産資源保護協会 (編) (1995-1998) 日本の希少な野生水生生物に関する基礎資料 (II-V). 日本水産資源保護協会, 東京. II (1995), 15+751 p.; III (1996) 16+582p.; IV (1997), 17+590p.; V (1998), 9+83p.
- 沼田 真 (1990) 日本人の自然観. 遺伝, **44**(1), 2-3.
- ピーター・シンガー (編) (戸田清訳・解説) (1986) 動物の権利. 技術と人間, 東京, 361+x iii
- 信州大学教養部自然保護講座 (編) (1978) 続自然保護を考える. 共立出版, 東京, 264p.
- 水産庁 (編) (1994) 日本の希少な野生水生生物に関する基礎資料. 水産庁研究部漁場保全課, 東京, 16+696 p.
- 水産庁 (編) (1998) 日本の希少な野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, 16+437+4p.
- 鈴木信義・若林文典・足利和英・小原二郎 (1972) 広島県のオオサンショウウオの保護に関する調査研究その1-2. 動水誌, **14**(4), 83-86; 動水誌 **15**(4), 83-84.
- 竹内 健 (2002) ブラックバス問題に関する来園者へのアンケート調査. 動水誌, **43**(2), 56-61.
- 竹内 健 (2004) 外来種問題に対する人々の認識. 動水誌, **45**(3), 73-80.
- 田村 剛 (1969) 海中公園のあり方. 海中公園情報, **2**(5.6), 3-4.
- 田村 剛 (1969) 海中公園の保護と利用に関する問題点. 海中公園情報, **2**(7), 2.
- 内田 至 (1974) ウミガメの保護. どうぶつと動物園, **26**(3), 92-95.
- 宇井晋介 (1980) 海中展望塔へのサンゴの移植について. マリンパビリオン, **9**(3), 11.
- 宇井晋介 (1981) 移植したサンゴの成長. マリンパビリオン, **10**(12), 4.
- 若林文典・桑原一司・足利和英・井上 孝・鈴木信義・小原二郎 (1976) 広島県のオオサンショウウオの保護に関する調査研究その3 産卵期移住と小堰堤の関係について. 動水誌, **18**(2), 31-36.
- ロン 循環式水槽の収容密度について. バイオテク, **3**(8), 610-613.
- Adey, W. H., K. Loveland (1991) Dynamic aquaria building living ecosystems. Academic Press., San Diego et al, XV+643p.
- 浅野浩司 (1960) 循環ろ過式による魚類飼育法のからくりと硝化細菌. 日本大学農獣医学会会報, **8**, 124-134.
- Atkins, W. R. G. (1931) Note on the condition of the water in a marine aquarium. J. Mar. Biol. Assoc. N.S. **17**, 479-481.
- Atz, J. W. (1964) Some principles and practices of water management for marine aquariums. J. R. Clark and R.L. Clark (eds), Sea water systems for experimental aquariums; a collection of papers. Res. Rep. **63**, Bull. Sport Fish. Wildl., Washington D.C., 3-16.
- Deguchi, Y. (1964) Some studies on the quality of water fish rearing aquarium. 海洋科学, **6**, 49-130.
- Deguchi, Y. and S. Kokubo (1957) Contribution to the study of aquarium conditions. 1. On the physiological balance between fish and plants in the fresh water aquarium. Bull. Res. Coll. Arr. & Vet. Sc., Nihon Univ., **8**, 14-35.
- 出口吉昭 (1960) 水槽内における各種環境条件の研究 III 水族館海水の滴定曲線について. 日本大学農獣医学部学術研究報告, **12**, 34-41.
- Delbeek, J. C. and J. Spring (1994) The reef aquarium 1. Ricordea Publishing, Coconut Grove, x v+544p.
- Downing, A. L. and G. A. Truesdale (1956) Aeration in aquaria. Zoologica (N. Y. Zool. Soc.), **41**(16), 129-143.
- Furuta, T., K. Kikuchi N. Iwata and H. Honda. (1998) Culture of Japanese flounder, *Paralichthys olivaceus*, with a closed seawater recirculation system. Suisanzoshoku, **46**(4), 557-562.
- Handy, R. D. and M. G. Poxton (1993) Nitrogen pollution in mariculture: toxicity and excretion of nitrogenous compounds by marine fish. Reviews in Fish Biol. Fish., **3**, 205-241.
- 羽島 修 (1990) 活魚水槽設備のシステム設計, ろ

濾過設備・水質

荒賀忠一 (1972) 生物の環境を調節する アクアト

- 過システム. 本間昭郎 (編)、活魚大全267-279, フジ・テクノシステム, 東京.
- 橋本芳郎 (1962) 循環濾過式飼育装置に関するシンポジウム. 水産増殖臨時号, 1, 1-2.
- 橋本芳郎・岡市友利 (1958) 小型循環濾過式飼育水槽の設計. 科学, 28(1), 36-37.
- 日野明憲・丸山俊朗・黒倉 寿 (編) (1999) 水産養殖とゼロミッション研究. 水産学シリーズ123, 恒星社厚生閣, 東京, 140p.
- 平山和次 (1960) 循環式海水水族館の濾過槽管理について. 水産増殖, 8(2), 123-132.
- 平山和次 (1962) 循環式海水水族館の水質管理の現状とその特徴について. 水産増殖臨時号, 1, 43-51.
- 平山和次 (1965-1966) 海産動物飼育海水の循環濾過式浄化法に関する研究 I-IV. 日本水産学会誌. I 濾過による海水浄化量の指標としての溶存酸素の減少量, 31(12), 977-982; II 濾過速度および砂層の厚さと海水浄化量との関係31(12), 983-990; III 濾砂の粒径と海水浄化量 (OCF) との関係32(1), 11-19; IV 飼育魚による海水の汚濁、および循環濾過式飼育水槽の安全収容量, 32(1), 20-27.
- 平山和次 (1966) 海水中の硝酸塩のマグロに与える影響. 日本水産学会誌, 32(2), 105-111.
- 平山和次 (1966) 飼育海水中のアンモニアに対する軟骨魚類の抵抗性. 水産増殖, 13(4), 205-207.
- 平山和次 (1969) 濾過装置の基本問題 特集/濾過を科学する. フィッシュマガジン, 5(7), 52-58.
- 広崎芳次 (1959) 飼育水槽に関する二つの試み. 動水誌, 1(1), 11-13.
- 広崎芳次 (1969) 無脊椎動物の新しい飼育装置考案例. 動水誌, 11(2), 30-32.
- 久田迪夫 (1954) 上野動物園水族館の施設と管理. 魚 (魚の会), 5, 17-34.
- 久田迪夫 (1958) 海水魚の飼い方—特に小型循環濾過装置について. どうぶつと動物園 10(7), 5.
- 久田迪夫 (1969) 濾過と水質 特集/濾過を科学する. フィッシュマガジン, 5(7), 38-43.
- Honda, H., Y. Watanabe, K. Kikuchi and N. Iwata (1993) High density rearing of Japanese flounder, *Paralichthys olivaceus* with a closed seawater recirculation system equipped with a denitrification unit. Suisanzoshoku, 41(1), 19-26.
- 本間昭郎 (編) (1990) 活魚大全. フジ・テクノシステム, 東京, 16+712p.
- 堀家邦男 (1936) 水族館に於ける魚類の飼養に適応する換水速度. 博物館研究, 9(3), 3-4.
- 池田 潤 (1974) 海水魚水槽の設計 企画・設備・飼育技術. 商店建築社, 東京, 189p.
- Ip, Y. K., S. F. Chew and D. J. Randall (2001) Ammonia toxicity, tolerance, and excretion. P. A. Wright and P. M. Anderson (ed). Nitrogen excretion. Academic press., 109-149.
- 岩田仲弘・菊池弘太郎 (1999) 生物ろ過法を用いたヒラメの高密度養殖設計. 日野明憲・丸山俊朗・黒倉 寿 (編) 水産養殖とゼロミッション研究, 87-97. 恒星社厚生閣, 東京.
- 河合 章 (1990) 水の浄化システムとその設計, 生物化学的浄化機構. 本間昭郎 (編), 活魚大全, 325-331, フジ・テクノシステム, 東京.
- 河合 章・吉田陽一・木俣正夫 (1964-1965) 循環濾過式飼育水槽の微生物化学的研究 I-II. 日本水産学会誌. I. 魚の飼育に伴う水質ならびに微生物相の変化について, 30(1), 55-62; II 濾過砂の硝酸化成作用について, 31(1), 65-71.
- Kikuchi, K., H. Honda and M. Kiyono (1994) Ammonia oxidation in marine biological filters with plastic media. Fish. Sci., 60(2), 133-136.
- 菊池弘太郎 (1998) 循環濾過養魚のための水処理技術. 日本水産学会誌, 64(2), 227-234.
- 木俣正夫・河合 章・吉田陽一 (1961-1963) 海洋性硝酸化成細菌に関する研究 I-III. 日本水産学会誌. I. 培養法ならびに分布について (予報), 27(6), 593-598; II. 舞鶴湾海底土ならびに海水における細菌の分布について, 29(11), 1027-1030; III. 亜硝酸生成細菌の亜硝酸化成作用について, 29(11), 1031-1036.
- 桑原 連・佐伯有常・中島真一 (1992) 循環濾過式水族飼育装置の設計計画. 日本海水学会誌, 46(3), 135-149.
- 丸山俊朗・鈴木祥広 (1999) 養魚排水の現状と水域への負担—閉鎖循環式養殖への展望—. 用水と排水, 41(2), 5-16.
- 丸山俊朗・鈴木祥広・佐藤大輔・神田 猛・道下保 (1999) 泡沫分離・硝化システムによるヒラメの閉鎖循環式高密度飼育. 日本水産学会誌, 65

- (5), 818-825.
- 益田信之・溝上昭男 (1964) 飼育水槽の溢水機構の改造と飼育成績について. 動水誌, 6(2), 52-56.
- 三村 元 (1998) オゾンの魚類に対する毒性. 月刊海洋, 30(3), 164-170.
- 溝上昭男・野沢豊明 (1968) 宮島水族館における単独循環ろ過飼育装置について. 動水誌, 10(2), 41-45.
- 溝上昭男・野沢豊明・尾浪 功 (1968) 循環ろ過飼育装置の相違による海水水族の飼育成績について. 動水誌, 10(2), 34-40.
- Moe, M. A. Jr (1992) The marine aquarium Reference systems and invertebrates. Green Turtle Publications, 512p.
- 大草重康 (1975) 水族館の魚類飼育用水としての海岸付近の地下海水. 東海大学海洋科博年報, 2/3, 47-51.
- 佐伯有常 (1956) 新造コンクリート水槽の“アク”について. 陸水学雑誌, 18, 118-123.
- 佐伯有常 (1958) 魚介類の循環濾過式飼育法の研究 基礎理論と装置設計基準. 日本水産学会誌, 23(11), 684-695.
- 佐伯有常 (1958) Balanced aquarium における窒素循環と魚の適正飼育密度について. 陸水学雑誌, 19(3/4), 118-129.
- 佐伯有常 (1965) 魚介類の循環濾過式飼育法の研究—II コイの養殖試験. 日本水産学会誌, 31(11), 916-923.
- 佐野和生 (1990) 水の浄化システムとその設計, 物理化学的浄化機構. 本間昭郎 (編)、活魚大全, 318-324, フジ・テクノシステム, 東京.
- Sato, Y., H. Matsumoto, S. Okabe and N. Takematsu (1984) The oxidation rate constant and the residence time of manganese in seawater pumped from under ground. La mar, 22, 241-247.
- 佐藤義夫・西森真理・金森 悟・豊田恵聖・白石 稔 (2000) 水質浄化としての炭素繊維の有用性—地下海水中の溶存成分の除去—. 海・人・自然 (東海大博研報), 2, 9-18.
- Spotte, S. (1979) Seawater aquariums The captive environment. John Wiley & Sons, New York, 413p.
- 水産増殖談話会 (1962) 循環濾過式飼育装置に関するシンポジウム. 水産増殖・臨時号, 1, 水産増殖談話会, 76p.
- 鈴木孝明 (1990) 水の浄化システムとその設計, 浄化処理設備の設計とその事例. 本間昭郎 (編), 活魚大全, 332-351, フジ・テクノシステム, 東京.
- 鈴木祥広・丸山俊朗・竹本 進・小田リサ (1999) 泡沫分離・硝化脱窒システムによるウナギの閉鎖循環式高密度飼育. 水環境学会誌, 22(11), 896-903.
- 鈴木祥広・丸山俊朗・佐藤大輔・神田 猛・道下 保 (2000) 閉鎖循環式泡沫分離・硝化システムを用いたヒラメの飼育における飼育水水質および物質収支. 日本水産学会誌, 66(1), 1-9.
- 竹松 伸・岡部史郎・佐藤義夫 (1982) 東海大学海洋科学博物館地下海水給水系におけるマンガン酸化物の沈殿に伴う遷移金属元素の海水からの除去挙動 (I). 東海大海科博年報, 10, 135-142.
- 竹内 健 (1961) 松島水族館における小水槽の循環濾過装置について. 動水誌, 3(1・2), 5-7.
- 竹内俊郎・廣田哲也・吉崎悟朗・酒井 清 (1998) 循環濾過式水槽で飼育したティラピアの成長と水質変動. 水産増殖, 46(4), 547-555.
- 塚田 修・大東達明・阪本信二・山口勝信 (1996) 水槽透明度向上のため導入した海水電気分解装置の適正塩素注入量について. 動水誌, 38(1), 1-7.
- 内田 至 (1972) 生物の環境を調節する アクアトロニック 水族館の役割と展望. バイオテク, 3(7), 514-517.
- Wilson, D. P. (1960) The new aquarium and new sea-water circulation systems at the Plymouth Laboratory. J. Mar. Biol. U.K., 30, 391-412.
- Wood, C. M. (2001) Influence of feeding, exercise, and temperature on nitrogen metabolism and excretion. P. A. Wright and P. M. Anderson (ed). Nitrogen excretion. Academic press, 201-238.
- Wright, P. A. and P. M. Anderson (2001) Nitrogen excretion. Academic Press, San Diego, x ii + 358p.
- Yoshino, H. K. Miyajima, O. Satoh and K. Nashimoto (2002) Ammonia removal performance of a submerged filter and rotating biological contactor using an interlocked fiber medi-

um. Fisheries Engineering, **39**(2), 145-153.
吉野博之・D. E. Gruenberg・渡部 勇・宮島克己・佐藤 修 (1999) ペヘレイの閉鎖循環 式養殖による水質変化と浄化機構. 水産増殖, **47**(2), 289-297.

採集・飼育・繁殖・病気

- Abe Y. and M. Hisada (1969) On a new rearing method of common jellyfish, *Aurelia aurita*. Bull. Mar. Biol. Sta. Asamushi, **8**(3-4), 205-209.
- 安部義孝・長浜寿郎・内田博道・高橋英夫 (1984) 貝殻を使用したミヤコタナゴの採卵装置について. 動水誌, **26**(2), 44-45.
- 青山 茂 (1987) 飼育下における親以外のクマノミ類による卵保護行動の観察例. 動水誌, **29**(4), 84-88.
- 青山 茂・小野寺宏晋 (1989) 水槽内におけるアツモリウオの繁殖習性と卵仔稚魚. 動水誌, **31**(1), 14-20.
- 青山 茂・房安昌志・稲葉達郎・塚本忠男・土井敏男 (1999) 飼育下におけるアジアアロワナの繁殖にかかわる行動観察. 動水誌, **40**(4), 132-139.
- 青山 茂・田畑友博・馬場宏治・土井敏男・武田曜男・柿本 進 (2001) ピラルク成魚の施設内移送例. 動水誌, **42**(3), 74-77.
- Araga, C. (1962) On fish rearing in the "Oceanarium". Bull. Mar. Biol. Sta. Asamushi, **11**(3), 105-112.
- 荒賀忠一 (1960) 魚病治療の面より見た開放式大プールの利用について. 動水誌, **2**(1), 1-3.
- 荒賀忠一 (1963) タカアシガニ *Macrocheira kaempferi* Haan 周年飼育のころみ. 動水誌, **5**(2), 63-66.
- 荒賀忠一・田名瀬英朋・森山惣一・太田 満・檜山嘉郎 (1973) マンボウの飼育例とその生態の考察. 動水誌, **15**(2), 27-32.
- 栗倉輝彦 (1960) 熱帯性海水魚の鰓病について. 動水誌, **2**(1), 3.
- Breder, C. M. Jr. and D. E. Rosen (1966) Modes of reproduction in fishes. Nat. Hist. Mus. Publ., New York, x+941p.
- Cato, J. C. and C. L. Brown (2003) Marine ornamental species Culture & conservation. Iowa State Press.
- 土井敏男・塚本博一・青山茂 (1999) オオサンショウウオの屋内人工繁殖の試み. 動水誌, **40**(2), 56-64.
- 江ノ島水族館 (1961) 日本のお水族館における鹹水性白点病に関する調査. 動水誌, **3**(4), 113-122.
- 江ノ島水族館 (1970) 飼育ウミガメ類の調査報告. 動水誌, **12**(4), 81-87.
- 江ノ島水族館 (1977) 日本のお水族館の飼育展示施設の現状. 動水誌, **19**(1-2), 31-39.
- 江ノ島水族館 (1979) 水族館で使用されている餌料について. 動水誌, **21**(1), 10-19.
- Fowler, A. J. (1991) Reproductive biology of bisexual and all-female populations of chaetodontid fishes from the southern Great Barrier Reef. Env. Biol. Fish., **31**, 261-274.
- 藤井健一 (2004) アカオビシマハゼの繁殖. アクアマリンふくしまニュース, **6**(3), 1.
- 藤田矢郎 (1957) スズメダイの卵発生と仔魚前期. 魚雑, **6**(4/5/6), 87-90.
- 房安昌志・稲葉達郎 (1962) マツカサウオの空中活力について. 動水誌, **4**(2・3), 59.
- Garnaud, J. (1957) Breeding the black damselfish. The Aquarium, **26**(7), 211-213.
- Gharaibeh, B. M. and N. Hulings (1990) The reproduction of *Chaetodon australis*, *C. fasciatus* and *C. paucifasciatus* (Chaetodontidae, Perciformes) in the Jordan Gulf of Aqaba. Env. Biol. Fish., **29**, 67-72.
- 後藤 晃・前川光司 (編) (1989) 魚類の繁殖行動 その様式と進化をめぐって. 東海大学出版会, 東京, viii+201+30 p.
- 濱本俊策・真鍋三郎・春日 公・野坂克己 (1986) ヤイトハタ *Epinephelus salmonoides* (Lacepede) の水槽内産卵と生活史. 栽培技研, **15**(2), 143-155.
- 濱本俊策・羽野元秀・横川浩治 (1986) キジハタのふ化仔魚飼育時における小型飼料の有効性と照明効果. 香水試研報, **2**, 1-12.
- 碧南海浜水族館 (2002) 水族館における初期餌料生物について. 動水誌, **43**(3), 77-85.
- Hioki, S. and K. Suzuki (1987) Reproduction and early development of the angelfish, *Centropyge*

- interruptus*, in an aquarium. J. Fac. Mar. Sci. Technol., Tokai Univ., (24), 133-140.
- Hioki, S., K. Suzuki and Y. Tanaka (1990) Development of eggs and larvae in the angelfish, *Gentropyge ferrugatus*. Japan. J. Ichthyol., 37(1), 34-38.
- 日置勝三・鈴木克美 (1995) 水槽内で観察されたシテンヤッコ *Apolemichthys trimaculatus* (キンチャクダイ科) の繁殖行動・卵・仔魚および雌雄性. 東海大海洋研報, 16, 13-22.
- 日置勝三・田中洋一・鈴木克美 (1995) 水槽内で観察されたタテジマヤッコ属 (キンチャクダイ科) 2 種, ヒレナガヤッコ *Genicanthus watanabei* と *G. bells* の繁殖行動と卵・仔魚及び雌雄性. 東海大紀要海洋, 40, 51-171.
- 日置勝三・大山卓司 (2000) 水槽内で観察されたオジサン (ヒメジ科) の繁殖行動と卵及び仔魚. 海・人・自然 (東海大博研報), 2, 1-8.
- 日置勝三・大山卓司・吉中敦史 (2001) 水槽内で観察されたスミレナガハナダイ (ハタ科) の繁殖行動と卵・仔魚の形態及び雌雄性. 海・人・自然 (東海大博研報), 3, 19-27.
- 平井越郎 (1968) 水族館に於けるミズクラゲの展示. 動水誌, 10(3), 62-63.
- Hirai, E. and T. Ito (1966) On a new model of the exhibition as a study of exhibitory method in the aquarium. Bull. Mar. Biol. Sta. Asamushi, 12(4), 227-235.
- 平澤 桂 (2005) ボウズイカの繁殖の試み. アクアマリンふくしまニュース, 7(3), 1.
- Hirayama, K. and M. Shiomi (1963) On the countermeasure against disease in marine fishes at the Suma Aquarium of Kobe City. Bull. Mar. Biol. Sta. Asamushi, 11(3), 91-98.
- 平山和次・塩見元晶 (1962) 水槽内での水族の飼育成績を示す 1 つの指標の提唱. 動水誌, 4(2・3), 56-59.
- 平山和次・塩見元晶 (1962) 生存指数を用いてあらわした1960年度1961年度の須磨水族館海水水族の飼育成績について. 動水誌4(2・3), 60-63.
- 広崎芳次・福井洸一・高橋和司・重田 勝 (1955) 飼育鹹水魚類の斃死に関する諸問題 I. 最近1年間における斃死魚の概観. 資源科学研究所彙報, 39, 93-102.
- 広崎芳次・福井洸一・吉田利男・小島忠雄・岩本末吉・志村和子 (1955) 飼育鹹水魚類の斃死に関する諸問題 II-IV. 動水誌, 5(2), 45-50~5(2), 56-58.
- 本田晴朗・今井貞彦 (1973) ナガサキスズメダイの飼育水槽における蕃殖と初期発生. Mem. Fac. Fish., Kagoshima Univ., 22(1), 95-106.
- 堀田拓史 (1989) 水槽内に出現した立方水母のポリプとその変態について. 動水誌, 31(1), 6-10.
- 飯岡正実・郡司義夫 (1979) アツモリウオの水槽内繁殖について. 動水誌, 21(2), 21-25.
- 市川憲平 (1985) タガメの繁殖生態. 動水誌, 27(4), 103-106.
- 入江正巳 (1981) イシサンゴ類の水槽飼育 (1-2). マリンバビリオン, 10(6), 2-4~10(7) 3-4.
- イルカぐるうぶ (編) (1978) 海産魚の稚仔魚飼育—その研究の現状と問題点 SYMPOSIUM 107. 月刊海洋科学, 10(9), 705-777.
- イルカぐるうぶ (編) (1978) 魚卵稚仔の形質と系統 SYMPOSIUM 112. 月刊海洋科学, 11(2), 87-115.
- 伊東祐方 (1959) 硬骨魚類の産卵時刻について. 日本生態学会誌, 9(2), 16-120.
- 伊藤健雄 (1962) 海水魚の越冬飼育試験. 動水誌, 4(4), 84-87.
- 岩瀬文人 (1983) ウミトサカ類の新活着法. マリンバビリオン, 12(3), 17.
- 岩瀬文人 (1986-87) 腔腸動物. 花虫類の飼育 (1-10). マリンバビリオン, 15(6), 4-5~16(10), 2-3.
- 樺澤 洋・渡部秀実・池田熊蔵・大井 繁 (1969) シベリヤチョウザメ (*Acipenser baeri*) の飼育. 京急油壺マリンパーク年報, 1, 19-21.
- 樺澤 洋・山田真利子 (1971) 循環式水槽における逆洗が及ぼす魚類飼育環境の変化について. 京急油壺マリンパーク年報, 3, 44-48.
- 金沢水族館 (1991) 海藻類の展示と育成に関する調査. 動水誌, 33(2), 39-46.
- 神田武志 (2005) クマガイウオの繁殖. アクアマリンふくしまニュース, 7(5), 1.
- 春日井 隆 (1996) 閉鎖循環系におけるアマモの増殖について. 動水誌, 38(1), 8-14.
- 春日井 隆 (1999) のり網を用いた養殖ノリの周年展示. 動水誌, 41(1), 21-24.
- 春日井 隆 (2002) 施肥した底質に植え付けたアマ

- モの育成. 動水誌, **43**(3), 75-76.
- 片岡照男 (1960) 飼育水槽におけるコウイカの産卵生態について. 動水誌, **2**(1), 12-13.
- 片岡照男・窪田三郎 (1966) 海産飼育魚類の眼球突出症について (予報). 動水誌, **8**(3), 78-81.
- 川村 隆 (1990) サンマ稚魚の育成について. 動水誌, **32**(4), 98-103.
- 北藤真人・山本 研 (1998) 海遊館におけるジンベイザメの飼育. 動水誌, **39**(2), 47-54.
- 小林弘治・鈴木克美・塩原美敏 (1993) 駿河湾におけるコウライトラギス *Parapercis snyderi* の繁殖と雌雄同体現象. 東海大紀要海洋, **35**, 149-168.
- 幸塚久典 (2004) 受精後約1年で放卵したトゲバナウミシダ. 動水誌, **45**(3), 81-83.
- Kubota, S. and T. Horita (1995) Life cycle of *Bougainvillia bitentaculata* (Hydrozoa: Anthomedusae) in Japan. Pub. Seto Mar. Biol. Lab., **36**(5/6), 351-363.
- 窪田三郎・片岡照男・伊沢邦彦 (1965) 魚類の角膜涵濁症に関する研究. 鳥羽水族館10年のあゆみ, 研究報告, **3**, 1-8.
- 熊井英水 (1984) イシダイの養殖生物学的研究. 近畿大水産研研報, **2**, 1-127.
- 熊井英水 (1984) 赤い鯛をつくる. 海洋と生物, **6**(1), 30.
- 桑村哲生 (1988) 魚の子育てと社会 誰が子育てをすべきか. 海鳴社, 東京, 136 p.
- 桑村哲生・中嶋康裕 (編) (1996-1997) 魚類の繁殖戦略1-2. 海游舎, viii+196p.: vi+198p.
- Lobel, P. S. (1978) Diel, lunar and seasonal periodicity in the reproductive behavior of the pomacanthid fish, *Centropyge potteri*, and some other reef fishes in Hawaii. Pac. Sc., **32**(2), 193-207.
- Lobel, P. S. (1989) Spawning behavior of *Chaetodon multicinctus* (Chaetodontidae); pairs and intruders. Env. Biol. Fish., **25**(1-3), 125-135.
- 前畑政善・秋山廣光・松田尚一 (1984) ニッポンバラタナゴの飼育下における繁殖例. 動水誌, **26**(1), 13-13.
- Maihara, Y. and Y. Endo (1986) Laboratory observations on molting and growth of Antarctic krill, *Euphausia superba* DANA (extended abstract). Mem. Natl. Polar Res., Spec. Issue, **44**, 125-127.
- 毎原泰彦 (1983) ヤマトメリベの飼育と産卵. 採集と飼育, **45**(10), 440-441.
- 毎原泰彦・鈴木克美 (1987) 清水港沿岸におけるアシナガスジエビ *Palaemon (Palaemon) ortmanni* RATHBUN の繁殖と成長. 東海大海洋研報, **8**, 17-26.
- 真鍋三郎・春日 公 (1988) 水槽内におけるクエの産卵行動と初期生活史について. 動水誌, **30**(1), 16-24.
- 増田元保 (1987) 水槽内に出現したサカサクラゲの繁殖について. 動水誌, **29**(4), 89-92.
- 増田元保・海老名宏毅 (1991) 水槽内におけるサギフェの産卵行動と初期発生について. 動水誌, **33**(2), 33-36.
- 増田元保・手島正広 (1994) シロボシテングザメの水槽内繁殖について. 動水誌, **36**(1), 20-23.
- 増田元保・井澤好之・亀薦重範・生田春幸・磯貝 徹 (2003) トラザメを用いた人工授精の試み. 動水誌, **44**(2), 39-43.
- 益田信之・溝上昭男・北崎和幸・尾浪 功 (1965) 1961年度から1964年度の宮島水族館における海水水族の飼育状況について. 動水誌, **8**(3), 69-74.
- 松岡玳良・松永 繁・長谷川 泉 (1975) 日本産魚類産卵期記録集. 瀬戸内栽培漁業協会, 神戸, 69 p.
- 松田尚一 (1971) 琵琶湖文化館におけるアユモドキの人工採苗飼育経過. 動水誌, **13**(2), 42-44.
- 松岡玳良 (1962) ソラスズメダイの産卵生態について. 水産増殖, **10**(3), 1-6.
- 三上 進・山田俊郎・藤原宏之・師資田 博司・坂本克美・花上勝彦 (1976) オオベソオウムガイの飼育過程について. 動水誌, **18**(3), 60-66.
- 御前 洋 (1988) プラヌラから得たハナヤサイサングの飼育経過. マリンバビリオン, **17**(8), 2-3.
- 宮下 盛 (2002) クロマグロの種苗生産に関する研究. 近畿大水産研研報, **8**, 1-171.
- 水谷精一 (2004) シロクラゲの繁殖. アクアマリンふくしまニュース, **6**(4), 1.
- 水谷精一 (2006) サルシアクラゲの繁殖. アクアマリンふくしまニュース, **8**(1), 1.
- Munro, J. L., V. C. Gaut, R. Thompson and P. H. Reeson (1973) The spawning seasons of

- Caribbean reef fishes. J. Fish Biol., **5**, 69-84.
- 名古屋港水族館 (2001) 水族館における輸入魚類の実態調査. 動水誌, **43**(1), 7-16.
- Nakajima, H., H. Kawahara and S. Takamatsu (1987) The breeding behavior and the behavior of the sharksucker, *Echeneis naucratus*. Japan. J. Ichthyol., **34**(1), 66-70.
- 中島東夫・高松史朗・西 源二郎 (1967) 条件づけた魚の行動変化とその水槽管理への応用. 動水誌, **9**(3), 67-76.
- 中島東夫・高松史朗・堀家 弘・脇坂征一郎・佐藤幸伸 (1972) イシサング類の飼育と展示に関する研究 I 諸餌料およびその関連物質に対するイボヤギ・ポリプの反応. 動水誌, **16**(2), 31-38.
- 中島東夫・高松史朗・脇坂征一郎・佐藤幸伸・堀家 弘 (1976) ウミトサカの飼育に関するいくつかの知見. 動水誌, **18**(2), 37-42.
- 中村幸弘 (1974) イトヨ (潮河型) の周年飼育について. 動水誌, **16**(4), 85-90.
- 中村幸弘 (1987) 新産地である魚野川水系の陸封型イトヨにおける飼育条件下の成長. 動水誌, **29**(4), 79-83.
- 中村幸弘 (1991) 飼育条件下におけるイバラトミヨの成長について. 動水誌, **33**(3), 53-57.
- 日本動物園水族館協会運営委員会教育指導部 (編) (1992) 飼育ハンドブック—資料編—改訂版 分冊①長期飼育記録 含水族. 日本動物園水族館協会, 東京, 84p.
- 西 源二郎 (1984) ハオコゼ *Hypodytes rubripinnis* の卵巣発達におよぼす光周期と温度の影響. 東海大紀要海洋, **18**, 265-273.
- 西口満佐男・奥野良之助 (1964) 海水魚の低温致死限界追記. 動水誌, **6**(2), 45.
- 西村博之・春日 公・畠 弘・佐々木孝夫 (1978) マナガツオの飼育について. 動水誌, **20**(1), 18-19.
- のとじま臨海公園水族館 (1998) イカ類の飼育について. 動水誌, **39**(4), 130-137.
- 小原二郎・足利和英・井上 孝・若林文典・桑原一司・鈴木信義 (1980) 広島県のオオサンショウウオの保護に関する調査研究その 5 飼育下での産卵. 動水誌, **22**(3), 67-71.
- 荻野洸太郎 (1987) 屋外水槽に移植したホンダワラ類の観察. 動水誌, **29**(2), 32-37.
- 荻野洸太郎 (1988) 屋外水槽に自生したアカモクの成長. 動水誌, **30**(4), 102-106.
- 岡 耿一郎・高山英充・中村榮男・道森幸雄 (1983) オサガメの飼育経過—餌付けと外傷の治療—. 動水誌, **25**(3), 67-70.
- 岡本仁氏・橋本 儀 (1959) 鹹水性白点病について (第 1 報). 動水誌, **1**(1), 14-17.
- 岡本仁氏・窪田正文 (1961) 海水魚の低水温における致死限界数例. 動水誌, **3**(1・2), 14-15.
- 岡本一志 (1972) コバルトスズメの産卵と発生. マリンパビリオン, **1**(9), 2-3.
- 岡本一志 (1973) オヤビッチャの産卵行動について その I—II. マリンパビリオン, **2**(5), 6-7; **2**(6), 2-3.
- 奥村重信 (1999) アカアマダイの親魚養成と種苗生産に関する研究. 日本栽培漁業協会特別研究報告, **16**(2001), 1-43.
- 奥野良之助・西口満佐男 (1961) 海水魚数種の低温致死限界について. 動水誌, **3**(4), 91-94.
- 大久保修三 (1976) 動物プランクトン採集器の考案. 動水誌, **18**(4), 101-102.
- 大塚雅広 (1986) 海水電解法による有効塩素の海水性細菌無脊椎動物魚類に及ぼす影響. 動水誌, **28**(2), 29-39.
- 坂本隆志・鈴木克美 (1978) 水槽内で観察されたハリセンボン *Diodon holacanthus* の産卵習性と初期生活史. 魚雑, **24**(4), 261-270.
- 桜井泰憲 (1992) 実験生態学の立場から—スケトウダラ, マダラおよびスルメイカの飼育実験を例として. 水産海洋研究会発足30周年記念シンポジウム「水産海洋研究への提言」(2). 水産海洋研究, **2**, 214-218.
- 佐藤隼夫 (1953) 無脊椎動物の採集と飼育及び実験法. 科学教材研究所, 仙台, 220+18p.
- 清野聡子 (1999) 絶滅危惧生物の棲息地における展示動物の採集と流通のあり方 (報告4). 動物園研究, **3**(1), 15-20.
- 関戸 勝・塚田 修・片岡輝夫・北村秀策 (1976) テラマチオキナエビスガイの飼育について. 動水誌, **18**(2), 49-52.
- 四竈安正 (1960) 日本産魚類の疾病と寄生虫の生物学的研究 1. 鹹水性白点病とその類症について. 総合海洋科学, **2**, 189-199.
- 四竈安正 (1962) 鹹水性白点病に関する研究. 水産

- 増殖, 10(1), 29-73~10(2), 75-108.
- 霜山忠幸・川村 隆 (1978) マンボウの飼育に関する2・3の知見. 動水誌, 20(4), 73-77.
- 志村和子・谷村俊介・島津恒雄 (1988) 江ノ島水族館におけるアカクラゲの繁殖. 動水誌, 30(3), 76-79.
- 志村和子・竹嶋徹夫・足立文・谷村俊介 (1992) 江ノ島水族館におけるクラゲ類の飼育繁殖. 動水誌, 34(4), 57-70.
- 塩原美敏 (2000) 駿河湾から得られたイチモンジハゼの繁殖と雌雄同体現象. 海・人・自然 (東海大博研報), 2, 19-30.
- 塩田昭二 (1988) ゴンズイの水槽内産卵と育成. 動水誌, 30(4), 97-101.
- 塩見元晶・鹿島幸男 (1961) タカアシガニの空輸. 動水誌, 3(3), 73.
- 塩見元晶・鹿島幸男・平山和次・岡田美治 (1964) ミズダコ (*Octopus hongkongensis* Hoyle) の飼育について. 動水誌, 6(2), 49-51.
- 諸喜田茂光 (編著) (1988) サンゴ礁の増養殖. 緑書房, 東京, x+341+1p.
- 祖一 誠 (1976) 飼育下におけるスルメイカ幼体の成長と摂餌量. 動水誌, 18(4), 79-82.
- 祖一 誠・木村英司 (1978) イバラツツの繁殖. 動水誌, 20(3), 56-59.
- 杉田治男・住田 忠・出口吉昭 (1981) 魚類飼育が水中マイクロフローラに及ぼす影響. 水産増殖, 29(2), 73-77.
- 杉山隆二・松本勝時・山本和治 (1972) 東海大学海洋科学博物館の地下海水中におけるマンガン鉱物の生成. 東海大学海洋科学博物館年報, 1, 163-168.
- 須磨水族館採集班 (1962) 須磨水族館における海水水族自家採集. 動水誌, 4(2・3), 41-49.
- 鈴木宏易・野口文隆 (2004) ベニツケギンボの繁殖習性と卵・仔稚魚. 東海大海洋研研報, 25, 13-23.
- 鈴木宏易・山中寛美 (2005) 水槽内におけるオウゴンニジギンボの繁殖習性と育成. 東海大海洋研研報, 26, 33-43.
- 鈴木宏易・日置勝三・鈴木克美 (2005) 日本の水族館における海産硬骨魚類の繁殖状況. 海・人・自然 (東海大博研報), 7, 25-47.
- 鈴木宏易・都築信隆・田辺国広・三宅俊幸・田中洋一 (2006) 水槽内におけるヒゲニジギンボ *Meiacanthus grammistes* (Valenciennes) の繁殖習性と育成. 東海大海洋研研報, 27, 47-60.
- Suzuki, K. and S. Hioki (1979) Spawning behavior, eggs, and larvae of the lutjanid fish, *Lutjanus kasmira*, in an aquarium. Japan. J. Ichthyol. 26(2), 161-166.
- Suzuki, K., Y. Tanaka, and S. Hioki (1980) Spawning behavior, eggs, and larvae of the butterflyfish, *Chaetodon nippon*, in an aquarium. Japan. J. Ichthyol. 26(4), 334-341.
- 鈴木克美・岸本浩和・田中洋一 (1973) カツオ・マグロ類の水槽内飼育に伴う頭部の変形. 魚雑, 20(2), 113-119.
- 鈴木克美・西 源二郎・塩原美敏 (1975) カツオ・マグロ類の採集と輸送. 動水誌, 17(1), 1-6.
- 鈴木克美・西 源二郎・塩原美敏 (1975) カツオ・マグロ類の水槽内長期間飼育. 動水誌, 17(1), 7-15.
- 鈴木克美・田中洋一・日置勝三 (1976) 水族館における海水魚の産卵・育成に関する調査. 動水誌, 18(4), 83-92.
- 鈴木克美・西 源二郎 (1977) 日本におけるチョウザメ類の飼育. Proc. 5th Japan-Soviet Joint Symp. Aquiculture, 379-393.
- 鈴木克美・日置勝三・田中洋一・岩佐和裕 (1979) 水槽内で観察されたタテジマヤッコ *Genicanthus lamarch* およびトサヤッコ *G. semifasciatus* の産卵習性・卵・仔魚および性転換. 東海大紀要海洋, 12, 149-165.
- 鈴木克美・日置勝三・北沢 博 (1983) ギマ *Triacanthus biaculeatus* (フグ目ギマ科) の水槽内産卵と生活史. 東海大紀要海洋, 17, 131-138.
- 鈴木克美・高松史朗 (編著) (1989) 育ててみよう海の生きもの 海水魚の繁殖. 緑書房, 東京, 255p.
- 鈴木克美・久保田 正 (1995) 駿河湾産深海魚スキハダカ (ハダカイワシ科) の採集及び飼育の可能性. 動水誌, 37(2), 41-48.
- 鈴木信義・桑原一司・足利和英・中西正人・南方延宣・森本 博 (2000) 移動式産卵用人口巣穴におけるオオサンショウウオの繁殖. 動水誌, 41(3), 83-87.
- 鈴木則泰 (1990) 2-phenoxyethanol による魚類麻

- 酔 I. 魚類取揚げ時の利用. 動水誌, 32(1), 25-27.
- 田端友博 (2000) 水槽内におけるオオサンゴイソギンチャクの放精・放卵及び幼生の変態. 動水誌, 41(3), 79-82.
- 高橋敬三 (1940) 動物の採集と研究. 研究社学生文庫, 1204. 研究社, 東京, 254p.
- 高橋 清 (1978) 水族館におけるアサクサノリの周年培養展示. 動水誌, 20(3), 66-68.
- 高橋信夫 (1982) ホネガイの成長についての3ヶ月間の飼育観察例. 動水誌, 24(4), 100-103.
- 竹内恒久・樺沢 洋・池田熊蔵・郡司義夫・西村芳博・渡部秀実・大井 繁 (1970) キンメダイ *Beryx splendens* Lowe の飼育について. 京急油壺マリンパーク年報, 2, 59-64.
- Tanaka, S., Y. Shiobara, S. Hioki, H. Abe, G. Nishi, K. Yano and K. Suzuki (1990) The reproductive biology of the frilled shark, *Chlamydoselachus anguineus*, from Suruga Bay Japan. Japan. J. Ichthyol., 37(3), 273-291.
- 田中洋一 (1998) スズメダイ科魚類の繁殖習性と卵・仔魚の形状. 東海大紀要海洋, 45, 167-179.
- 田中洋一 (1998) 本邦産ゴンベ科魚類7属11種の繁殖習性と卵および仔魚. 東海大紀要海洋, 46, 119-149.
- 田中洋一・高宮一浩 (1999) 飼育下におけるヒレナガスズメダイの繁殖と育成. 東海大海洋研研報, 20, 157-171.
- 田中洋一・日置勝三・鈴木克美 (2001) 水槽飼育下におけるチョウチョウオ科魚類, ゲンロクダイ *Chaetodon modestus* の繁殖習性と卵・仔魚. 東海大紀要海洋, 51, 89-100.
- 田中洋一・山田一幸・坂入智子・廣川真知子 (2002) 水槽飼育下におけるナガサキスズメダイの繁殖と育成. 東海大海洋研研報, 23, 27-39.
- 田中洋一・山田一幸・早川雄介・渡辺大樹 (2004) 水槽飼育下におけるクジャクスズメダイの繁殖と育成. 東海大海洋研研報, 25, 1-12.
- 田名瀬英朋 (1971) ルリスズメの産卵とふ化. 動水誌, 13(1), 1-3.
- 田名瀬英朋・荒賀忠一 (1975) クマノミの産卵と仔魚の飼育. 動水誌, 17(1), 16-21.
- 辰喜 洸・岡本一志・宮脇逸朗・御前 洋・松下 甲・中村正吾・入江正巳 (1973) オニヒトデに対するホラガイの捕食行動. 動水誌, 15(1), 16-19.
- 辰喜 洸・宮脇逸朗 (1974) ボウシュウボラ仔貝の飼育について (予報). 動水誌, 16(4), 91-93.
- 辰喜 洸・丸山清重・花野政之 (1985) 飼育下でのマダラトビエイの歯の磨耗と脱落. 動水誌, 27(4), 118-119.
- Thresher, R. E. (1984) Reproduction in reef fishes. TFH, Neptune City, 399p.
- 鳥羽水族館 (1980) 水族館の魚病について. 動水誌, 22(3), 72-82.
- 栃本武良 (1994-1995) 兵庫県市川水系におけるオオサンショウウオの生態 VII-X. 繁殖生態について (1~4). 動水誌, 35(2), 33-41~37(1), 13-17.
- 栃本武良・清水邦一 (1997) 飼育下のオオサンショウウオの再生について. 動水誌, 38(3), 65-68.
- 東海大学海洋科学博物館 (2003) 水族館における海産硬骨魚類の繁殖に関する調査. 動水誌, 44(3), 65-88.
- 堤 俊夫・村田 昭・村田正幸 (1963) 鹹水性白点病の駆除に関する研究. 動水誌, 5(2), 35-44.
- 堤 俊夫・長谷川勇司・穴倉貴之 (2003) キイロハギに障害を与えた吸虫 *Neobenedeniagirellae* と駆虫について. 動水誌, 44(2), 35-38.
- 堤 俊夫・三浦晴彦 (2003) オオクチバスに寄生した単生虫 *Ancyrocephalus* 属の一種と駆虫. 動水誌, 45(1), 14-18.
- 津崎 順 (2000-01) サンマの飼育と展示 I-IV. アクアマリンふくしまニュース, 2(2), 2-3~3(2), 1-2.
- 内田博道・長浜寿郎 (1984) 採卵装置によるミヤコタナゴの繁殖例. 動水誌, 26(2), 46-47.
- Uchida, S., M. Toda, and Y. Kamei (1999) Reproduction of elasmobranchs in captivity. Elasmobranchs as living resources: Advances in the biology, ecology, systematics, and the status of the fisherie. In H. L. Pratt Jr., S. H. Gruber, and T. Taniuchi eds.: NOAA Technical Report, 90, 211-237.
- 内田詮三 (2002) 水族館のサメ類. 海洋と生物, 24(5), 391-400.
- 屋島上山水族館 (1972) タコ類の飼育に関する調査報告. 動水誌, 14(1), 19-22.
- 山田俊郎・坂本克美・師資田 博司・藤原宏之

- (1977) アマクサクラゲの縦分裂の人為的誘発とその飼育について. 動水誌, 19(3-4), 71-72.
- 山本泰司・太田 満 (1997) 水槽内で自然繁殖するヒメイソギンチャクに対する沿岸性動物の捕食効果. 動水誌, 38(4), 97-107.
- 山下弘文・森川仁太 (1963) カニ類の飼育について (附 長崎千々石湾のカニ類). 動水誌, 4(2), 63-68.
- 柳沢踐夫 (1983) アオイガイの飼育例. 動水誌, 25(3), 55-59.
- 横山善勝 (1984) 北海道後志海域におけるヤリイカの生態と水槽内での産卵・孵化. 北水試月報, 41, 1-23.
- よみうりランド海水水族館 (1973) 魚類無脊椎動物の輸送について. 動水誌, 15(4), 87-98.
- 吉田啓正 (1960) 昭和34年度の須磨水族館における飼育について. 動水誌, 2(1), 6-7.
- 吉田啓正 (1972) 循環式水槽における海藻の繁殖. バイオテク, 3(7), ページ不明.
- Zohar, Y., M. Abraham and H. Gordon (1978) The gonadal cycle of the captivity-reared hermaphroditic teleost *Sparus aurata* (L.) during the first two years of life. Ann. Biol. Anim. Bioch. Biophys. 18(4), 877-882.
- 生 物 一 般**
- 阿部勝己 (1994) 海蜃の光—地球生物学にむけて. 筑摩書房, 東京, 214p.
- A.J. サウスワード, (時岡 隆・西村三郎訳) (1974) 海岸の生物 新生物学シリーズ11. 河出書房新社, 東京, 205+19p.
- Akagawa, I., T. Kanda and M. Okiyama (1998) Female choice through spawning parade formed by male-male competition in filefish *Rudarius ercodes*. J. Ethol. 16, 105-113.
- Akagawa, I., K. Tsukamoto and M. Okiyama (1995) Sexual dimorphism and pair spawning into a sponge by the filefish, *Brachaluteres ulvarum*, with a description of the eggs and larvae. Japan. J. Ichthyol., 41(4), 397-407.
- 秋山章男 (1983) 磯浜の生物観察ハンドブック 磯浜の生態学入門, 自然科学への招待, 3, 東洋館出版社, 東京, 372p.
- 秋山章男・松田道生 (1974) 干潟の生物観察ハンドブック 干潟の生態学入門, 自然科学への招待, 1. 東洋館出版社, 東京, 332p.
- Allen, G. R. (1975) Damselfishes of the south seas. T. F. H. Publ., Neptune City, 237p.
- Allen, G.R. (1979) Butterfly and angelfishes of the world vol.2 Atlantic Ocean, Caribbean, Red Sea, Indo-Pacific. MERGUS, Melle, 149-352 (204p.).
- アニマ編集部 (編) (1983) 特集 水族館のゆかいな仲間 アクアリウムの行動学. アニマ, 125, 5-63, 平凡社, 東京.
- 青木淳一・奥谷喬司・松浦啓一 (編著) (2002) 虫の名, 貝の名, 魚の名 和名にまつわる話題. 東海大学出版会, 東京, x iv + 242 p.
- A. P. M. ロックウッド, (大出清訳) (1973) 動物の体液 新生物学シリーズ7. 河出書房新社, 東京, 218+7p.
- 浅倉 彰 (編著) (2003) 甲殻類学 エビ・カニとその仲間の世界. 東海大学出版会, 東京, x iv + 291p.
- Briggs, J. G. (1974) Marine zoogeography. McGraw Hill Book Company, New York etc., x + 475p.
- Burgess, W.E (1978) Butterflyfishes of the world. T. F. H. Publ., Neptune City, 832p.
- 団 まりな (1987) 動物の系統と個体発生. UP BIOLOGY 65, 東京大学出版会, 東京, vii + 137 p.
- デイヴィッド・ラファエリ ステイーヴン・ホーキンス (朝倉 彰訳) (1996) 潮間帯の生態学 INTERTIDAL ECOLOGY 上, 下. 文一総合出版, 東京, 311 p : 205 p.
- デズモンド・モリス (日高敏隆訳) (1969) 裸のサル. 河出書房新社, 東京, 240+iv p.
- 藤井良三 (1976) 色素細胞. UP BIOLOGY, 10, 東京大学出版会, 東京, viii + 135p.
- 羽根田弥太 (1968) チョウチンアンコウの発光器とその発光. Sc. Rep. Yokosuka City Mus., 14, 1-7.
- G. M. ヒューズ, (柳田為正訳) (1973) 動物の呼吸—比較生理学的展望—新生物学シリーズ4. 河出書房新社, 東京, 192+8p.
- 後藤 晃・塚本勝己・前川光司 (編) (1994) 川と海を回遊する淡水魚—生活と進化—. 東海大学出

- 版会, 東京, viii+279 p.
- ハンス・W・フリッケ (日高敏隆監修) (1995) さ
んご礁の海から 行動学者の海中実験. 思索社,
283+xvip.
- Hiatt, R. W. and D. W. Strasburg (1960)
Ecological relationships of the fish fauna on
coral reefs of the Marshall Islands. Ecol.
Monogr., **30**(1), 65-127.
- 日高敏隆 (1983) 動物の体色. UP BIOLOGY 52,
東京大学出版会, 東京, viii+109 p.
- 日置勝三 (1999) キンチャクダイ科アブラヤッコ属
12種の卵・仔魚の形態と亜属間の関係. 海・人・
自然 (東海大博研報), **1**, 1-36.
- 日置勝三・鈴木克美 (1996) 雌性先熟雌雄同体性ア
ブラヤッコ属 (キンチャクダイ科) 3種の雄から
雌への性転換. 東海大海洋研報, **17**, 27-34.
- 平井越郎 (1965) 青森県 海の生物誌. 東奥日報社,
青森, 321p.
- 平野義明 (2000) ウミウシ学 海の宝石その謎を探
る. 東海大学出版会, 東京, xvi+222p.
- 平嶋義宏 (1989) 学名の話. 九州大学出版会, 福岡,
ii+380 p.
- 平嶋義宏 (2002) 生物学名概論. 東京大学出版会,
東京, vi+249 p.
- Horn, M. H., K. L. M. Martin and M. A.
Chotkowski (1999) Intertidal fishes life in
two worlds. Academic Press, San Diego etc.,
xiv+399 p.
- 市川憲平 (1999) タガメはなぜ卵をこわすのか わ
たしの研究⑦. 偕成社, 東京, 158p.
- 市川憲平 (1999) 田んぼの学校・タガメバイオト
ープの1年 わたしの研究⑩. 偕成社, 東京, 180p.
- 伊賀哲郎 (1983) 自然界の色彩学—動物の体色と体
色変化. 動物と自然, **13**(12), 21-27.
- 今福道夫 (1977) ウミサボテン日周性リズム. 遺伝,
31(1), 62-68.
- 井上 実 (1983) 魚の走流行動. 月刊海洋科学, **15**
(4), 215-218.
- 板沢靖男・羽生 功 (編) (1991) 魚類生理学. 恒
星社厚生閣, 東京, 621p.
- Kabasawa, H. and S. Ooka-Souda (1991)
Circadian rhythms in locomotor activity in the
hagfish and the effect of reversal of light-dark
cycle. Nippon Suisan Gakkaishi, **57**(10), 1845-
1849.
- 河合禎次・川那部浩哉・水野信彦 (編) (1980) 日
本の淡水生物 侵略と攪乱の生態学. 東海大学出
版会, 東京, x+194+26p.
- 川本信之 (編著) (1970) 魚類生理. 恒星社厚生閣,
東京, 554p.
- 川村軍蔵 (2002) 魚との知恵比べ—魚の感覚と行動
の科学—ベルソープックス004. 成山堂書店, 東
京, v+168p.
- 岸本浩和 (1974) カミナリベラの斑紋変化について.
魚雑, **21**(2), 101-107.
- 小林照幸 (2002) 海洋危険生物—沖縄の浜辺から.
文春文庫231. 文藝春秋, 東京, 246p.
- 小林弘治 (1999) 日本産ベラ科魚類ほかの雌雄性と
生殖現象. 人・海・自然 (東海大博研報), **1**, 37-
79.
- 小林弘治・鈴木克美 (1992) オキゴンベを中心とす
る日本産ゴンベ科魚類の雌雄同体現象と性機能.
魚雑, **38**(4), 413-426.
- Kobayashi, K. and K. Suzuki (1990)
Gonadogenesis and sex succession in the pro-
togynous wrasse, *Cirrhitilabrus temminckii*,
in Suruga Bay, Central Japan. Japan. J.
Ichthyol. **37**(3), 256-264.
- 幸塚久典 (2001) 水槽内におけるトゲバナウミシダ
の放卵行動と卵・幼生の観察. 動水誌, **42**(4),
124-132.
- 幸塚久典 (2003) 水槽内におけるトゲバナウミシダ
のシスチジアン期の摂餌行動. 動水誌, **44**(4),
93-97.
- Kuwamura, T. and Y. Nakashima (1998) New
aspects of sex change among reef fishes: recent
studies in Japan. Env. Biol. Fish., **52**, 125-
135.
- 桑村哲生 (2004) 性転換する魚たち. 岩波新書909,
岩波書店, 東京, v+204p.
- Leis, J. M. (1989) Larval biology of butterflyfish
(Pisces, Chaetodontidae): what do we really
know? Env. Biol. Fish., **25**(1-3), 87-100.
- 毎原泰彦・鈴木克美 (1993) 駿河湾沿岸のガンガゼ
類に着生するガンガゼカクレエビの生態. 東海大
海洋研報, **14**, 71-81.
- 毎原泰彦・京谷直喜 (2002) 飼育下におけるフシウ
デサングモエビ *Saron marmoratus* (OLIVER,

- 1811) の幼期. 海・人・自然 (東海大博研報), 4, 45-57.
- 松原喜代松・落合 明・岩井 保 (1979) 新版 魚類学 (上). 恒星社厚生閣, 東京, 375p.
- 松井正文 (1996) 両生類の進化. 東京大学出版会, 東京, v+302 p.
- 松井正文 (2002) カエルー水辺の隣人. 中公新書1645, 中央公論社, 東京, iii+194p.
- 松本幸雄・片岡照夫・関戸 勝 (1972) 飼育環境下におけるオキナエビスガイの生態について. VE NUS, 30(4), 147-152.
- 松下 甲・岡本一志 (1980) クマノミ未成魚のイソギンチャク類に対する選択性. 動水誌, 22(2), 27-32.
- 松浦啓一 (1982) 骨にみられる魚の進化. 自然科学と博物館, 49(3), 97-101.
- 松浦啓一・宮 正樹 (編著) (1999) 魚の自然史【水中の進化学】. 北海道大学図書刊行会, 札幌, ix+234 p.
- 松浦啓一 (編著) (2005) 魚の形を考える. 東海大学出版会, 東京, vi+286p.
- 御前 洋 (1985) ヒゲハギの分布について. 動水誌, 27(3), 83-88.
- 森 啓 (1896) サンゴふしぎな海の動物. 築地書館, 東京, 197p.
- 森 主一 (1972) 動物の生活リズム 岩波科学の本 5. 岩波書店, 東京, 242+2p.
- M. ウェルズ (羽田節子訳) (1972) 動くしくみ 無脊椎動物からの歩み. 平凡社, 東京, 234 p.
- 長澤和也・鳥澤 雅 (1991) 漁業生物図鑑 北のさかなたち. 北日本海洋センター, 札幌, xL ii+415 p.
- 中坊徹次ほか (2001) 以布利 黒潮の魚. 大阪 海遊館, 大阪, 300p.
- 中村秀也 (1933-37) 小湊附近に現はれる磯魚の幼期 (2-15). 養殖會誌, 3(10)-7(7, 8).
- 中村庸夫 (2003) チョウチョウウオガイドブック. ティビーエス・ブリタニカ, 東京, 149p.
- 中内光昭 (1977) ホヤの生物学. UP BIOLOGY 18, 東京大学出版会, 東京, viii+158 p.
- 中園明信・桑村哲生 (編) (1987) 魚類の性転換, ⑨動物—その適応戦略と社会. 東海大学出版会, 東京, ix+283 p.
- Nelson, J. S. (1994) Fishes of the world 3rd edition. John Wiley & Sons, New York etc., x vii+600.
- 日本魚類学会 (1988) 硬骨魚類の雌雄性 昭和63年度日本魚類学会シンポジウム講演要旨集, 日本魚類学会, 14p.
- 日本魚類学会 (1995) 魚名に関する諸問題 1995年度日本魚類学会シンポジウム講演要旨集. 日本魚類学会, 8p.
- 西 源二郎 (1990) ベラ科魚類 4 種の運動活動リズム. 魚雑, 37(2), 170-181.
- 西 源二郎 (1991) イトベラの潜砂習性と運動活動リズム. 魚雑, 37(4), 402-409.
- 西 源二郎・野口文隆 (1999) 恒常条件下におけるチゴガニの運動活動リズム. 東海大海洋研研報, 20, 127-138.
- 落合 明 (編著) (1987) 魚類解剖学. 水産養殖学講座1, 緑書房, 東京, iii+347 p.
- 落合 明・田中 克 (1986) 新版 魚類学 (下). 恒星社厚生閣, 東京, x vii+(377-1140)p.
- 落合 明ほか (1994) 検証の魚学 魚に魅せられて. 緑書房, 東京, x+315 p.
- 小川瑞穂 (1978) 腎の生物学. UP BIOLOGY 30, 東京大学出版会, 東京, vi+120p.
- 沖縄県公害衛生研究所 (1993) 平成 2 ~ 4 年度海洋性有害生物実態調査報告書, 沖縄県公害衛生研究所海洋性有害生物研究班, 沖縄県, 104p.
- 沖山宗雄・鈴木克美 (編) (1985) 日本の海洋生物侵略と攪乱の生態学. 東海大学出版会, 東京, ix+160+14 p.
- Okuno, R. (1963) Observations and discussions on the social behaviors of marine fishes. Pub. Seto Mar. Biol. Lab., 11(2), 281-336.
- 奥野良之助 (1962-1963) 水槽内における海水魚の種内・種間関係 I - II. 日本生態学会誌, I チョウチョウウオ類 12(4), 129-133: II スズキ目の魚, その他. 13(2), 46-53.
- 奥野良之助 (1964) ニザダイの群れ行動. 日本生態学会誌, 14(5), 189-195.
- 奥野良之助 (1969) ホンソメワケベラの掃除行動 I - II. 日本生態学会誌, 19(5), 184-191: 19(6), 217-222.
- 奥野良之助 (1995) 金沢城のヒキガエル 競争なき社会に生きる. どうぶつ社, 東京, 242p.
- 奥谷喬司 (編著) (2000) ホタルイカの素顔. 東海

- 大学出版会, 東京, x+273p.
- 尾崎久雄 (1960) 水産生理学 (魚類 I). 金原出版株式会社, 東京, 8+448+10p.
- P. J. Mill (落合威彦訳) (1978) 無脊椎動物の呼吸. 真興交易医書出版部, 東京, 239 p.
- Reese, E. S. (1977) Coevolution of corals and coral feeding fishes of the family Chaetodontidae. Proc. 3rd Intl. Coral Reef Symp., 267-273.
- 佐原雄二 (1987) 魚の採餌行動. UP BIOLOGY 64, 東京大学出版会, 東京, ii+121 p.
- Sakai, Y. (1992) Early sex change of an angel-fish, *Centropyge ferrugatus* (Pomacanthidae). *Galaxea*, 11, 69.
- 桜井泰憲 (1996) 平成 7 年度スルメイカ人工飼育技術開発研究事業報告. 函館水産連合会, 函館, 28p.
- 清野聡子 (1995) 映像生物学 I - 映像生物学概論. 日本動物行動学会 EWSLETTER, 27, 16-25.
- 千田哲資・木下 泉 (編) (1998) 砂浜海岸における仔稚魚の生物学. 水産学シリーズ, 116, 恒星社厚生閣, 東京, 136 p.
- 千田哲資・南 卓志・木下 泉 (編著) (2001) 稚魚の自然史【千変万化の魚類学】. 北海道大学図書刊行会, 札幌, x+303 p.
- 瀬崎啓次郎・尾崎久雄 (1973) 魚類の血液性状. 動水誌, 15(3), 49-53.
- 塩原美敏 (1993) 駿河湾でとれた大きなリュウグウノツカイと小さなリュウグウノツカイ. 魚雑, 38(1), 86-88.
- 塩原美敏・鈴木克美 (1983) ホシノハゼ *Istigobius hoshinonis* とクツワハゼ *I. campbelli* の生活史. 東海大紀要海洋, 16, 193-205.
- 塩原美敏・鈴木克美 (1985) 駿河湾内浦沿岸のアマモ場に出現する魚類群集. 東海大紀要海洋, 21, 129-143.
- Steene, R. C. (1977) Butterfly and angelfishes of the world vol. 1 Australia. John Wiley & Sons, New York, etc., 144p.
- 澄川冬彦・藤田 清 (1984) 魚類の分化と適応 - 透明骨格標本の教材化 (1, 2). 遺伝, 38(9), 67-69, (10), 94-101.
- Suzuki, K. and M. Takeda (1974) On a parthenopid crad, *Zebrida adamsii* on the sea urchins from Suruga Bay with a special reference to their parasitic relation. Bull. Nat. Sci. Mus. Tokyo, 17(4), 288-296, 1p1.
- Suzuki, K. and K. Hayashi (1977) Five caridean shrimps associated with sea anemones in central Japan. Pub. Seto Mar. Biol. Lab. 24 (1/3), 193-208.
- 鈴木克美 (1977) 海産魚に対する超音波標識の装着. 海洋科学, 9(12), 833-839.
- 鈴木克美 (1980) 潮だまりの生物学. 講談社現代新書 586, 講談社, 東京, 220 p.
- 鈴木克美 (1989) 硬骨魚類の雌雄同体現象. 栽培技研, 18(1), 45-55.
- 鈴木克美 (1997) 金魚と日本人 江戸の金魚ブームを探る. 三一新書 1178, 三一書房, 東京, 250p.
- 鈴木克美・小林弘治・日置勝三・坂本隆志 (1974) 駿河湾におけるサクラダイ *Sacura margaritacea* の生態. 魚雑, 21(1), 21-33.
- 鈴木克美・小林弘治・日置勝三・坂本隆志 (1978) 駿河湾におけるキンギョハナダイ *Franzia squamipinnis* の生態. 魚雑, 25(2), 124-140.
- 鈴木克美・日置勝三・柏原正尚 (1985) 駿河湾におけるソラスズメダイ *Pomacentrus coelestis* の生活史. 東海大紀要海洋, 21, 99-114.
- 鈴木克美・日置勝三・栗田雅紀 (1985) 駿河湾におけるスズメダイ *Chromis notatus* の生活史. 東海大紀要海洋, 21, 115-127.
- 鈴木克美・上野信平 (1987) 駿河湾におけるネンブツダイ *Apogon semilineatus* (テンジクダイ科) の生活史. 東海大紀要海洋, 24, 121-131.
- 高松史朗 (1967) マダラエイに随伴して遊泳するスギ. 魚雑, 14(4/6), 183-186.
- 高松史朗・中島東夫・西 源二郎 (1967) 回遊水槽における魚の行動 I - III. 生理生態, 14(2), 43-48 ~ 14(2), 59-63.
- 田村 保 (編) (1977) 魚類生理学概論. 恒星社厚生閣, 東京, 276p.
- 田村 保 (1986) 深海の魚 - 眼とウキブクロとスクワレン 特殊環境下の生物 -. 化学と生物, 24(5), 326-333.
- 谷内 透 (1997) サメの自然史. 東京大学出版会, 東京, vi+270p.
- 谷内 透・須山三千三 (編) (1984) 資源生物としてのサメ・エイ類. 水産学シリーズ 49. 恒星社厚生閣, 東京, 136 p.

- 栃本武良 (1987-1989) オオサンショウウオの研究 I-IV. 兵庫生物, 9(3), 129-131~10(1), 28-30.
- 栃本武良 (1989-1992) 兵庫県市川水系におけるオオサンショウウオの生態 I~VI. 動水誌, 31(4), 112-116~34(2-3), 28-32.
- 時岡 隆・原田英司・西村三郎 (1972) 海の生態学 生態学研究シリーズ第3巻. 築地書館, 東京, vii+317p.
- 内田紘臣・楚山 勇 (2001) イソギンチャクガイドブック. ティビーエス・ブリタニカ, 東京, 157p.
- 内田 至 (1967) アカウミガメの成長について. 日水誌, 33(6) 497-505.
- 内田 至 (1984) ガラスを透して観る海ガメ. 動物と自然, 14(1), 20-25.
- 内田恵太郎 (1966) さかな異名抄. 朝日新聞社, 東京, 223+33p.
- 内田詮三 (1983) ジンベエザメの形態について. 海洋と生物, 5(2), 93-101.
- 植田育男 (2000) 相模湾におけるミドリイガイの分布. 動水誌, 41(2), 54-60.
- 上野信平・鈴木克美・舟尾隆 (1987) 駿河湾におけるクロホシイシモチ *Apogon notatus* (テンジクダイ科) の生活史. 東海大紀要海洋, 24, 111-119.
- 上野輝彌・沖山宗雄 (編) (1988) 現代の魚類学. 朝倉書店, 東京, ii+256 p.
- 上野輝彌・坂本一男 (1999) 魚の分類の図鑑 世界の魚の種類を考える. 東海大学出版会, 東京, xxxv+155p.
- 上野輝彌・坂本一男 (2004) 日本の魚. 中公新書 1736, 中央公論新社, 東京, iv+224p.
- W. ヴィックラー (羽田節子訳) (1983) 擬態 自然も嘘をつく. 平凡社, 東京, 295 p.
- 渡辺哲理・福井 篤・鈴木信洋・魚谷逸郎 (2004) 飼育下でのマアナゴ葉形仔魚の変態と水温. 日水誌, 70(1), 66-68.
- 山名清隆 (1993) カエルの体づくり. 未来の生物科学シリーズ29. 共立出版, 東京, ix+129p.
- 山里 清 (1991) サンゴの生物学. UP BIOLOGY 87, 東京大学出版会, 東京, vi+150 p.
- Yano, K., J. F. Morrissey, Y. Yabumoto and K. Nakaya (eds) (1997) Biology of the megamouth shark. Tokai University Press, Tokyo, xv+203p.
- 山下欣二 (1985・1987) 宮島周辺砂泥底に生息するカニ類の生態 II・III. 動水誌, 27(1), 1-6・29(1), 1-5.
- 吉田啓正 (1969) アフリカ産肺魚の鳴き声について. 動水誌, 11(3), 57-60.

水族館発行の機関誌リスト

次ページのリストは、東海大学海洋科学博物館が保管している資料を元に作成した。したがって、当館開館時（1970年5月）から2004年度末（2004年12月または2005年3月発行まで）までを調査期間としたが、当館開館時すでに発行されていた資料については、創刊時期までさかのぼって調査した。期間の

途中で水族館名、機関誌名、年間発行回数などが変更したものは→で示した。調査対象となった水族館は水族館学（鈴木・西，2005）の「付表3 日本動物園水族館協会・日本博物館協会加盟の現存水族館」に準拠した。

水族館名	機関誌名	創刊		最終確認		状態	年間発行回数
		年月	巻号	年月	巻号		
青森県営浅虫水族館	マリンスノー	1985,3	(1)	2005,3	(25)	継続	[3→1]
ふくしま海洋科学館	しおめの海	1999,10	1(1)	2000,3	2(1)	変更	[4]
	→AMF NEWS	2000,7	2(2)	2004,10	6(4)	継続	[4]
新潟市水族館マリニア日本海	AQLOG	1993,10	(1)	1998,5	(13)	停止	[1～4]
栃木県なかがわ水遊園	なかつびー通信	2001,6	(1)	2005,3	(16)	継続	[4]
大洗水族館	マリニコア	1985,6	(1)	2001,7	(38)	停止	(Vol.3→No.4)[1～3]
→アクアワールド茨城県大洗水族館	Sea遊	2002,2	(1)	2004,12	(7)	継続	[2]
ミュージアムパーク茨城県自然博物館	自然博物館ニュース A・MUSEUM	1994,10	(1)	2004,12	(41)	継続	[4]
鴨川シーワールド	さかまた	1972,3	(1)	2004,12	(64)	継続	[2]
さいたま水族館	SAITAMA水族館だより	1983,10	(1)	1998,3	(15)	停止	[1]
サンシャイン水族館	シティアクアリウム	1986,5	(1)	2002,12	(37)	停止	[不定期]
東京都恩賜上野動物園水族館	どーぶつえんしんぶん	1949,7	(1)	1951,6	(17)	変更	[12]
	→どうぶつと動物園	1951,7	(18)	2004,12	56(12)	継続	[12]
→東京都葛西水族園	SEA LIFE NEWS	1990,6	1(1)	2000,10	11(3)	停止	[4]
模川ふれあい科学館	相模川ふれあい科学館だより	1990,3	(1)	2004,4	(19)	継続	[2→1]
京急油壺マリニパーク	京急油壺マリニパーク水族館年報告	1969,4	(1)	1998,12	(19)	停止	[1→1/2]
江ノ島水族館	水族館資料	1957,1	(1)	1958,	(2)	変更	[1]
	→江の島水族館資料	1959,4	(3)	1994,11	(12)	停止	[不定期]
	ENOSHIMA AQUARIUM NEWS	1988,4	(1)	1997,7	(12)	停止	[不定期]
下田海中水族館	海のよこちょう	1974,	(1)	1997,8	(26)	中断	[不定期]
伊豆三津シーパラダイス	シーパラ	1981,5	(1)	1986,4	(12)	停止	[不定期]
東海大学海洋科学博物館	海のはくぶつかん	1971,9	1(1)	2004,11	34(6)	継続	[6]
	東海大学海洋科学博物館年報	1972,12	(1)	1997,12	(25)	変更	[1]
	→東海大学社会教育センター年報	1998,12	(26)	2004,12	(32)	継続	[1]
魚津水族館	年報	1991,3	(1)	2005,2	(14)	継続	[1]
のとしま臨海公園水族館	能登の海からのたより	1984,11	(1)	2005,3	(50)	継続	[2]
いしかわ動物園	アニマルあいズ	2000,3	1(1)	2004,12	5(4)	継続	[4]
南知多ビーチランド	エコロケーション	1980,9	1(1)	1998,11	(59)	停止	[4]15(4)→(51)
碧南海浜水族館	マリンドリーム	1990?	(1)	2005,3	(46)	継続	[3]
	碧南市青少年海の科学館館報	1988,3	(1)	2005,3	(17)	継続	[1]
名古屋港水族館	さかなかな	1993,10	(1)	2005,3	(45)	継続	[4]
東山動植物園	東山動物園友の会	1986,	(1)	2005,3	(76)	継続	[4]
滋賀県立琵琶湖博物館	うみんど	1996,10	1(1)	2004,10	9(4)	継続	[4]
鳥羽水族館	TOBA SUPER AQUARIUM	1992,4	(1)	2005,1	(46)	継続	[4→2]
	鳥羽水族館年報	1990,3	(1)	2002,	(12)	継続	[1→1/2]
志摩マリンランド	志摩マリンランドクォーター	1972,7	(1)	1986,12	(38,39,40)	中断	[4→不]
	志摩マリンランド研究報告	1972,7	(1)	1999,3	(7)	停止	[不定期]
串本海中公園センター	マリンバビリオン	1971,12	1(1)	2004,12	33(6)	継続	[12→6]
和歌山県立自然博物館	自然博物館だより	1983,3	1(1)	2004,12	22(4)	継続	[4]
	和歌山県立自然博物館館報	1983,4	(1)	2004,12	(22)	継続	[1]
大阪・海遊館	かいゆう	1995,7	1(1)	2005,1	10	継続	[2→1]
神戸市立須磨水族館	うみと水族	1960,4	1(1)	1967,	8(2)	中断	[4]
→神戸市立須磨海浜水族園	→再開 うみと水族	1990,4	9(1)	2005,3	23(4)	継続	[4]
	須磨水族館報告	1962,3	(1)	1989,9	(8)	停止	[不定期]
	須磨海浜水族園報告	1990,3	(1)			継続	[不定期]
姫路市立水族館	山のうえの魚たち	1969,4	1(1)	1976,12	(15)	中断	(Vol.3(4)→(12))
	→再開 山のうえの魚たち	1986,12	(16)	2005,3	(46)	継続	[4→2]
	姫路市立水族館報告	1983,3	I	2004,3	VI	継続	[不定期]
島根県立しまね海洋館	神話の海から	2004秋	1	2005春	2	継続	[2]
島根県立宍道湖自然館	しまねっ湖	2001,10	(1)	2004,12	(13)	継続	[2]
宮島水族館	ノアの箱舟—宮島水族館通信—	1961,1	(1)	1983,4	(27)	停止	[不定期]
海の中道海洋生態科学館	MARINE TOPICS	1989,	1(1)	2004,12	16(12)	継続	[12]
長崎水族館	水の中のともだち	1982,3	(1)	1995,7	(15)	停止	[2→1]
→長崎ペンギン水族館	逢quaアクア	2002,7	(1)	2005,3	(6)	継続	[2]
かごしま水族館	さくらじまの海	1998,3	1(1)	2005,3	8(4)	継続	[4]

東海大学博物館研究報告

1. 東海大学博物館研究報告は、海洋科学博物館、自然史博物館における資料・標本の調査研究または教育活動の研究成果の報告書とし、主に東海大学博物館の学芸員およびその共同研究者から投稿を受け付け、原則として年1回発行する。
2. 原稿には次の種類を設ける。
原著論文、短報、総説、資料など。
3. 原稿の内容や形式は著者の責任において十分に検討されたもので、本規定で別に設ける「原稿作成要領」に従う。
4. 東海大学博物館研究報告の原著論文の査読については、編集委員会が適当と判断した当該分野の研究者2名に依頼する。

原稿作成要領

1. 用 語

原稿は和文または英文とする。

2. 構 成

- (1) 表題、英文要旨 (Abstract)、要旨の直訳、本文 [例：緒言 (Introduction)、材料と方法 (Materials and methods)、結果 (Results)、論議 (Discussion)、謝辞 (Acknowledgment)、引用文献 (Literature cited) の順で作成]、図表及び写真とそのキャプション (英文が望ましい) から構成される。短報についてもこれに従う。
- (2) 表 題
 - (a) 表題、著者名、所属及び住所 (郵便番号必記) を本文とは別の紙に和文及び英文で上記の順に行を改めて書く。
 - (b) 表題を省略した Running head (ハシラ) を和文原稿は和文 (20字程度) で、英文原稿は英文 (30字程度) で指定する。
 - (c) 英文表題の単語のうち、接続詞、冠詞、及び前置詞以外はすべて大文字で書き出す。ただし、文頭は全て大文字とする。

[例：The Evaluation Test of the Xanto Decca Chain in Suruga Bay.]

3. 書 き 方

- (1) 原稿は原則としてワードプロセッサを使用して作成し、紙面出力原稿2部 (1部はコピー) とテキストファイル (.txt) の入った3.5インチフロッピーディスクを1枚提出する。
- (2) 和文の紙面出力原稿はA4判縦置きで、横書き、1行全角36字程度、30行程度で、行間をあけて上下左右に3cm程度の余白をとる。
- (3) 英文原稿は、A4判縦置きで、横書き、30行程度で、行間をあけてワードプロセッサで打ち出し、和文原稿と同様な余白をとる。
- (4) 和文の句読点はピリオド (.) とカンマ (,) を用いる。
- (5) 動植物の学名の属名と種名は、紙面出力原稿にイタリック指定を示す赤の下線を引く。和名の場合には、カタカナを用いる。

[例：Homo sapiens]

- (6) 特殊文字や記号，外字，下付小文字などの指定については紙面出力原稿に赤で指定する。
- (7) 脚注は原則として用いない。
- (8) 本文中に文献を引用するときは著者の姓と年号（カッコで囲む）で表す．たとえば Nishimura (1975) studied..., ...いくつかの研究がある（岩下，1975；西村，1978）．等とする．著者が2人以上の場合は，岩下・西村（1975），Nishimura et al. (1975)，西村ほか（1975）のように書く．
- (9) 図（写真を含む）及び表
 - (a) 図表はそのまま写真版下になるよう作図，作表したものに限る．できれば原寸大のものを提出する．
 - (b) 図表の表題と説明文（キャプション）は原則として英文とする．その原稿は別の紙に順を追って書き，本文中には書かない．
 - (c) 図表には著者名と図表番号を明記する．
- (10) 引用文献
 - (a) 本文中に引用した文献のみを著者の姓のアルファベット順に別紙を並べ，番号はつけない．
 - (b) 引用文献表記の形式は著者名（欧文文献の主著者は姓を先に，第2著者以後は姓を後に），西暦年（カッコで囲む），表題，雑誌名（単行書のときは書名），巻（号）（号のみの場合は巻の表記と同じ），頁-頁とし，単行書のときは表題のあとに出版社，発行都市，総頁数p.の順に記載する．雑誌名の書名は頭文字を大文字で書く．巻と号はアラビア数字とし，ローマ数字を用いない．編著の場合は，編著：書名，を加える（英文ではIn...ed.:...,). 同一著者が単独と他との共著で現れる場合は，単独の文献に続いて，2人共著，3人共著……の順に並べる．著者が何人いても，Aほか，A et al.とはせず，A・B・C・D（和文文献），A, B, C and D（欧文文献）のようにする．同じ著者の論文が続く場合，著者名を略さず，また同じ雑誌名が続くような場合もIbid.等で略さず全部書く．引用文献の表記については下の例を参照．

〔引用文献の表記例〕

鎮西清隆（1980）掛川層群の軟体動物化石群，その構成と水平分布．国立科博専報，13，15-20.

Haq, B. U., J. Hardenbol and P. R. Vail (1987) Chronology of fluctuating sea levels since the Triassic. *Science*, **235**, 1156-1166.

星野通平(1976)駿河湾のなぞ，沈黙の海底と生きている化石．静岡新聞社，静岡，253p.

久保田 正(1995)ミズウオの鳴らす警鐘．67-74，佐尾和子・丹後玲子・根本 稔編：プラスチックの海，おびやかされる海の生きものたち，海洋工学研究所出版部，東京，302p.

Shibata, K., S. Nishimura and K. Chinzei (1984) Radiometric dating related Pacific Neogene planktonic datum planes. 85-89, In Ikebe, N. and R. Tsuchi eds.: Pacific Neogene datum planes - contributions to biostratigraphy and chrono-logy -, Univ. Tokyo Press., Tokyo, 140p.

- (c) 英文論文中に和文の文献を引用するときは，各文献の末尾にカッコをつけて（in Japanese with English abstract），または（in Japanese）と付記する．