

阿嘉島で研究した箱クラゲ の一種 *Carybdea sivickisi*

Ilka Straehler-Pohl
ハンブルク大学動物学研究所・博物館

Biology of the box jellyfish *Carybdea sivickisi* at Akajima

Ilka Straehler-Pohl
E-mail: I.Straehler-Pohl@web.de

●はじめに

ハンブルク大学（ドイツ）の動物学研究所・博物館の刺胞動物グループは、鉢虫類（鉢クラゲ類）と箱虫類（立方クラゲ類：箱クラゲ）の生態学と生活史について研究しており（Holst et al. 2007; Jarms et al. 2002; Straehler-Pohl 2009; Straehler-Pohl and Jarms 2005, 2010; Holst and Jarms 2010）、およそ 40 種の鉢虫類と 4 種の箱虫類の固着世代（ポリプ）を培養し、それらの形態学、解剖学、生活史、DNA 配列を比較して系統学的な位置などを調べてきた。

箱虫類は、亜熱帯から熱帯にすみ、箱型の体（傘部または鐘：bell）とその開口部の 4 角から伸びる触手

(tentacle) によって特徴づけられる小さなグループである。現在 35 種が記載されているが、いくつかの種（例えば、*Carukia barnesi*, *Chironex fleckeri*, *Alatina mordens*）はヒトの命を脅かす毒をもつ(Williamson et al. 1996; Currie and Jacups 2005; Little et al. 2006)ために悪評が高いにもかかわらず、それらの生物学や生態学はあまり知られていない。

Werner et al. (1971) によってカリブ海産の箱虫類の一種 *Tripedalia cystophora* の完全な生活史が記述された。そこには、箱虫類のクラゲが、ミズクラゲ *Aurelia aurita* などの鉢虫類で見られる環溝法（横分体形成＝ストロビレーション：strobilation）とはずい

ぶん異なった過程（現在は変態 (metamorphosis) として知られている）によって生じることが示されている。そのために、箱虫類は系統学的に鉢虫類から離され、独自のグループに置かれた (Werner 1975, 1976)。

私は、18 種の鉢虫類と 4 種の箱虫類について、レンズ眼、変態、配偶行動などの生活史と系統学に関する多くの特徴について研究し、箱虫類がクラゲ類の中でもっとも良く進化したグループであると考えている (Straehler-Pohl 2009)。箱虫類は、'単環溝法' (monodiscal

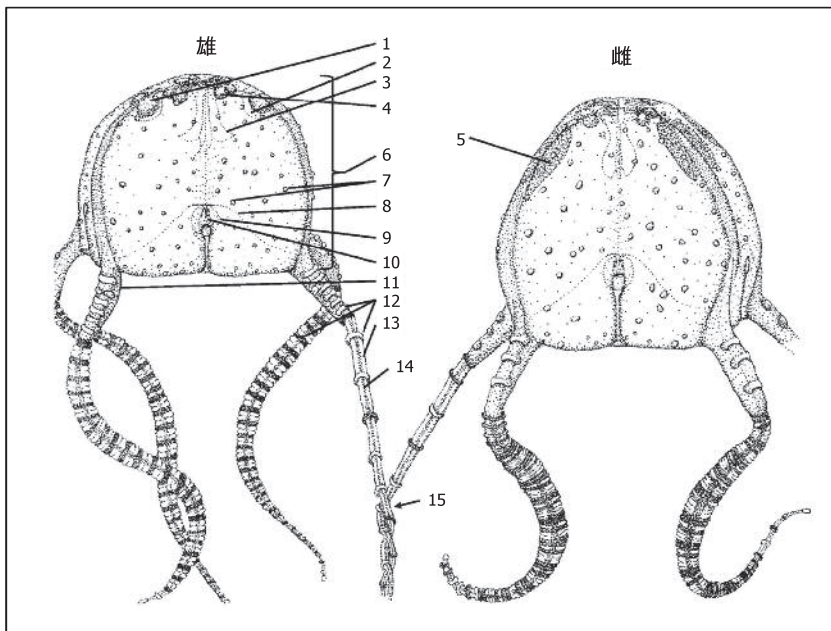


図1 *Carybdea sivickisi* の雄（左）と雌（右）のクラゲ

1=雄性生殖巣（精巣：testis）、2=生殖組織、3=口柄（manubrium）、4=胃腔小囊*（gastric sacculle）、5=雌性生殖巣、6=傘部（bell）、7=刺胞瘤*（nematocyst wart）、8=環状中央神経*（circular central nerve）、9=感覚凹（sense niche）、10=ロバリウム（rhopalium：6つの眼と平衡石からなる感覚器）、11=葉状体（pedalium：収縮しない触手基部）、12=刺胞群*（nematocyst battery）、13=触手（tentacle）、14=胃腔水管*（gastric canal）、15=“配偶ダンス”でつながれた雄と雌の触手

strobilation；主にタコクラゲのような鉢虫綱根口クラゲ類で見られる：Uchida 1926; Sugiura 1963)の過程が‘変態’に変化することによって、鉢虫類から派生したようである (Straehler-Pohl and Jarms 2005)。

この理論を支持するさらなる資料を得るとともに、生物学的な情報のほとんどない箱クラゲ種の謎を解くために、Josep-Maria Gili 博士 (Instituto de Ciencias del Mar：スペイン バルセロナ) のグループと私は、ヨーロッパ、南北アメリカ、アジアの研究者や研究機関と共同で 2010 年に国際的な研究プロジェクトを開始した。

このプロジェクトの 1 つは、箱虫類の一種 *Carybdea sivickisi* の生物学的観察である。本種のクラゲはとても小さく (傘高 5.5–7.0mm)、夜光性で (Lewis and Long 2005)、性的二型性をもち (図 1)、鉢虫類では見られない配偶行動を示す (Hoverd 1985; Hartwick 1991; Lewis and Long 2005)。箱虫類の生態や固着生活世代は、ポリプが野外で見つかっておらず、プラナラから得たポリプの室内飼育も今日まで徒労に終わっているため、ほとんどわかっていない。

Carybdea sivickisi は阿嘉島海域でも見られるため、2010 年 8 月に阿嘉島臨海研究所を訪れ、Anders Garm 博士の比較動物学グループ (コペンハーゲン大学：デンマーク) と Dan Nilsson 博士の視覚グループ

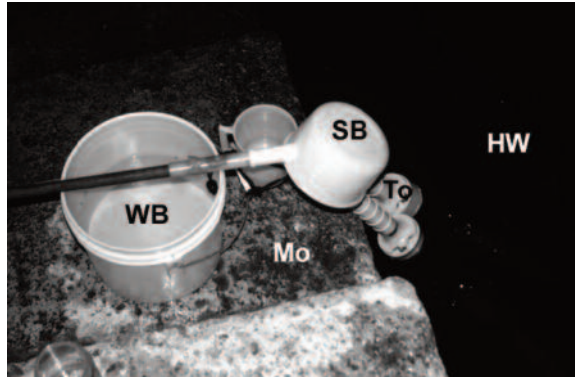


図 2 採集道具
港の海水 (HW) を満たしたバケツ (WB) を防水ライト (To) のおもりとして用いて、30~45° の角度で水面に光が当たるようにライトを防波堤 (Mo) の縁に固定した。柄杓 (SB) を使ってクラゲをすくった。

(ルンド大学：スウェーデン) とともに岩尾研二研究員 (阿嘉島臨海研究所) の協力を得て生物学的な予備研究をおこなった。

デンマークとスウェーデンの研究グループは、主にクラゲの視覚システムの生理学的側面に焦点を絞り (Garm et al. 2006, 2007a,b, 2008)、私は主にクラゲの形態学全般に取り組んだ。さらに、2 つの研究グループと私は、*Carybdea sivickisi* の幼生をペトリ皿に着生させることに成功し、デンマークとドイツの実験室でその後の発達を観察した。

●阿嘉島の *Carybdea sivickisi*

阿嘉港の護岸に日没直後から約 2 時間ライトをセッ



図 4 採集した中で最小のクラゲ
傘高は 1mm 未満。極めて短い触手と口柄、ボール型の傘、感覚凹がまだ形成されずロバリウムが体外にあるなど、遊離直後の特徴を示した。

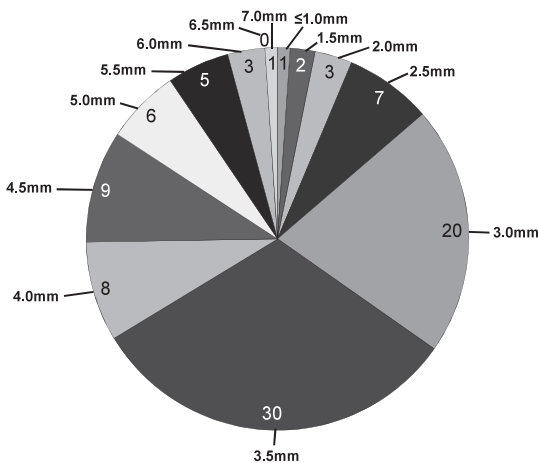


図 3 採集したクラゲの傘高と数 (総数は 95 個体)

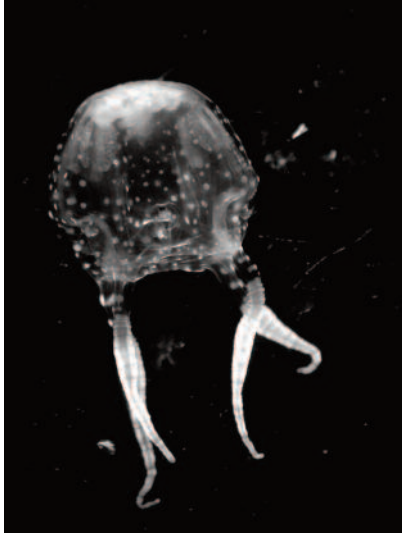


図5 成熟した雄クラゲ
傘高は約 5.5mm。



図6 成熟した雌クラゲ
傘高は約 7.0mm。

トしてクラゲを採集した (図2)。ライトには、カイアシ類など様々なプランクトン、魚類やイカなどのより大型の捕食者、そして *Carybdea sivickisi* のクラゲが集まった。クラゲは、ダメージを避けるために柄杓ですくって採集した。8月末にはひと晩で150個体もの成熟および未成熟のクラゲが見られた。それらのクラゲを、2時間ランダムに採集して実験室に持ち帰り、サイズの測定と性の決定をおこなってサイズと性の分布を定量した。採集した95個体のクラゲのサイズ(図3)は、傘高1mm未満の遊離後間もないもの(図4)から、中型以上の未成熟個体、そして成長しきった5.5mmに達する雄個体(図5)や7.0mmに達する雌個体(図6)まで

さまざまで、平均サイズは2.8mmだった。

本種のクラゲは、典型的な箱虫類の特徴を示す(図1)。傘部は鈍いピラミッド型(開口部でやや広くなり、上部は傘高よりやや狭い)で、開口部の4角に触手が1本ずつある。触手は、収縮したときには他の箱虫類と比較してもきわめて太くなり、橙褐色または明るい紫色の刺胞群* (nematocyst battery) と白色の刺胞群との厚薄のバンドからなる典型的な縞模様を呈する(図5、6)。極度に透明な傘部は、やや褐色気味で刺胞瘤* (nematocyst wart) が点在する。

雄では、正軸の位置に透明で蜂の頭に似た形の生殖

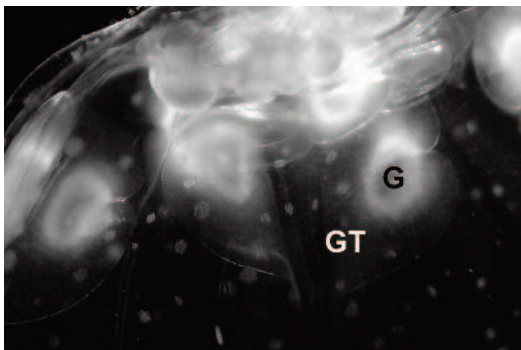


図7 成熟した雄クラゲの生殖巣
蜂の頭のような形の生殖組織 (GT) の中に、2つの雄性生殖巣 (G) がある。

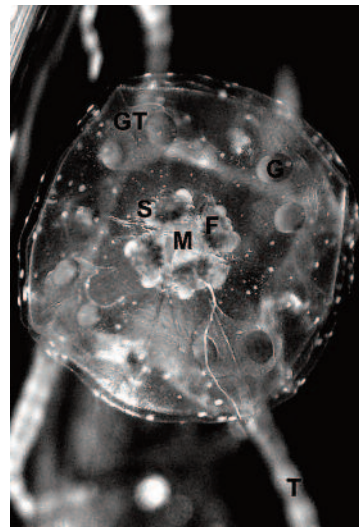


図8 成熟した雄クラゲを傘の上部から見たところ
F=胃糸 (gastric filament)、G=生殖巣 (精巣)、GT=透明で蜂の頭型の生殖組織、M=口柄、S=胃腔小嚢 (gastric saccula)、T=触手

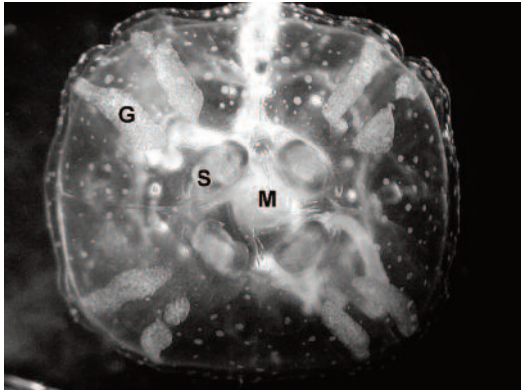


図9 熟した雌クラゲを傘の上部から見たところ
G=生殖帯、M=口柄、S=胃腔小囊

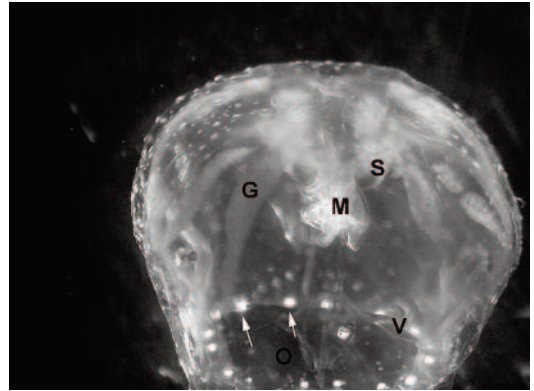


図10 熟した雌クラゲを傘の斜め下から見たところ
矢印が、成熟した雌クラゲにしか見られない白色の瘤。G=生殖帯の帯、M=口柄、O=傘の開口部、S=胃腔小囊、V=擬縁膜 (velarium)

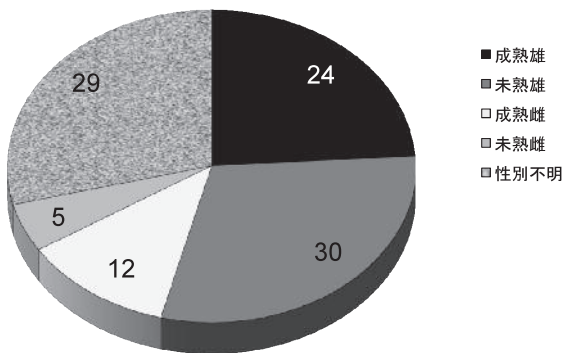


図11 採集したクラゲの成熟、未熟、性別不明個体の割合
2010年8月末の夜間、阿嘉港で採集した。

組織があり(図7)、成熟したクラゲでは、そこに円形～楕円形の明るい黄色～濃いオレンジ色の精巣が2つある(図8)。

雌でもやはり正軸の4つの位置に、ヤシの葉に似た形の2帯の生殖組織がある(図9)。生殖帯の帯は、胃腔の端から傘部の上部1/3にまで達する。成熟した雌の生殖帯は、不透明で白色から褐色がかかる(図10)。成熟した雌の擬縁膜 (velarium; 傘部の開口部を取り巻き収縮する組織) には、はっきりとした白色の瘤が見られる(図10)。

8月末の採集物は、未熟雄(30%)と成熟雄(24%)、

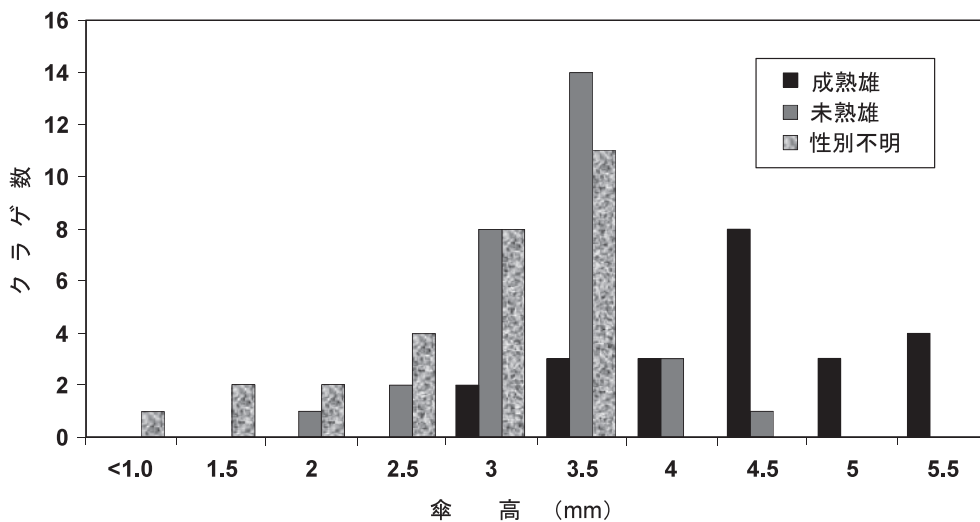


図12 採集した成熟雄、未熟雄、性別不明のクラゲの傘高と数
2010年8月末の夜間、阿嘉港で採集した。

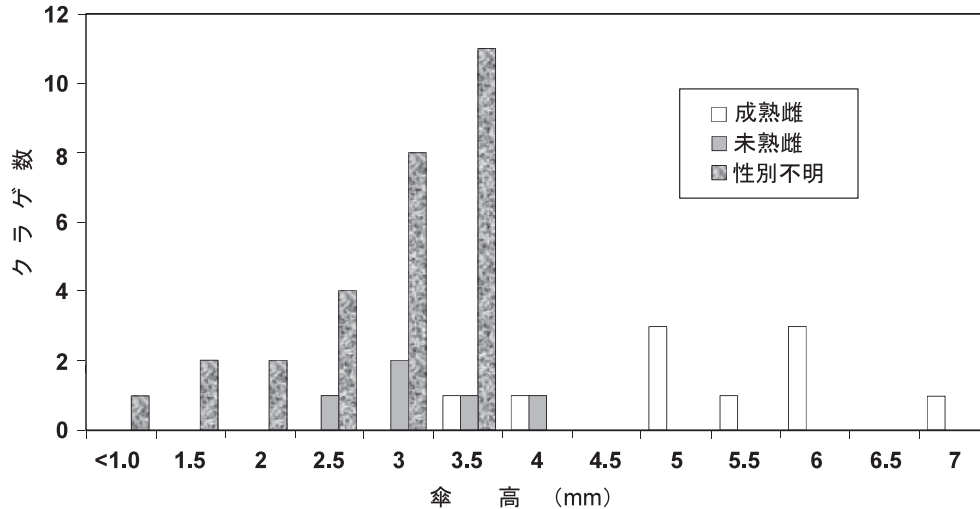


図 13 採集した成熟雌、未熟雌、性別不明のクラゲの傘高と数
2010年8月末の夜間、阿嘉港で採集した。

そして性別不明個体 (29%) が多くを占め、成熟雌は 12% で、未熟雌は 5% とかなり少なかった (図 11)。雌雄の個体を成熟したものと未熟のものに区別すると、雄は 44% しか成熟していなかったのに対し、雌は 69% が成熟していた。雄と判別できた個体は傘高 2.0–5.5mm (平均 3.8mm; 図 12) であったが、雌はやや大きく 2.5–7.0mm (平均 4.3mm; 図 13) であった。性別不明の個体は、1mm 未満から 3.5mm (平均 2.9mm) であった。成熟は、雄では傘高 3.0mm、雌では 3.5mm で明瞭だった (図 12、13)。これらのデータからは、雄に比べて、雌の成熟が遅いか、成長が速いかのいずれかと考えられた。また、この時期、雌は雄に比べて数が少ないようである。これらの示唆を検証するには、今後より詳細なデータを収集する必要がある。

予備実験を予定していた今回の阿嘉島訪問は大成功であり、今後も当地での調査を続けたい。

●謝辞

阿嘉島臨海研究所での協力に関して、Anders Garm 博士に謝意を表します。岩尾研二研究員の助力と助言に感謝します。すばらしい食事を作り美しい蝶につい

て説明していただいた上林利寛氏にも感謝いたします。また、お二人には、日本語の基礎を教えていただきましたことにも感謝しています。

●引用文献

- Currie BJ, Jacups SP (2005) Prospective study of Chironex fleckeri and other box jellyfish stings in the "Top End" of Australia's Northern Territory. *Medical Journal of Australia* 183: 631–636
- Garm A, Andersson F, Nilsson D-E (2008) Unique structure and optics of the lesser eyes of the box jellyfish *Tripedalia cystophora*. *Vision Research* 48: 1061–1073
- Garm A, Coates MM, Gad R, Seymour J, Nilsson D-E (2007a) The lens eyes of the box jellyfish *Tripedalia cystophora* and *Chiropsalmus* sp. are slow and color-blind. *Journal of Comparative Physiology A, Neuroethology, Sensory, Neural, and Behavioral Physiology* 193(5): 547–57. DOI 10.1007/s00359-007-0211-4
- Garm A, Ekström P, Boudes M, Nilsson D-E (2006) Rhopalia are integrated parts of the central nervous system in box jellyfish. *Cell and Tissue Research* 325: 333–343
- Garm A, O'Connor M, Parkefelt L, Nilsson D-E (2007b) Visually guided obstacle avoidance in the box jellyfish *Tripedalia cystophora* and *Chiropsella bronzie*. *Journal of Experimental*

-
- Biology 210: 3616-3623
- Hartwick RF (1991) Observation on the anatomy, behaviour, reproduction and life cycle of the cubozoa *Carybdea sivickisi*. *Hydrobiologia* 216/217: 171-179
- Holst S, Jarms G (2010) Effects of low salinity on settlement and strobilation of scyphozoa (Cnidaria): Is the lion's mane *Cyanea capillata* (L.) able to reproduce in the brackish Baltic Sea? *Hydrobiologia* 645: 53-68. DOI 10.1007/s10750-010-0214-y
- Holst S, Sötje I, Tiemann H, Jarms G (2007) Life cycle of the rhizostome jellyfish *Rhizostoma octopus* (L.) (Scyphozoa, Rhizostomeae), with studies on cnidocysts and statoliths. *Marine Biology* 151: 1695-1710
- Hoverd WA (1985) Occurrence of the order Cubomedusae (Cnidaria: Scyphozoa) in New Zealand: collection and laboratory observations of *Carybdea sivickisi*. *New Zealand Journal of Zoology* 12: 107-110
- Jarms G, Morandini AC, Silveira FLd (2002) Cultivation of polyps and medusae of Coronatae (Cnidaria, Scyphozoa) with a brief review of important characters. *Helgoland Marine Research* 56: 203-210
- Lewis Ch, Long TAF (2005) Courtship and reproduction in *Carybdea sivickisi* (Cnidaria: Cubozoa). *Marine Biology* 147: 477-483
- Little M, Pereira P, Carrette T, Seymour J (2006) Jellyfish responsible for Irukandji syndrome. *Quarterly Journal of Medicine* 99: 425-427
- Straehler-Pohl I (2009) Die Phylogenie der Rhopaliophora (Scyphozoa und Cubozoa) und die Paraphylie der 'Rhizostomeae'. PhD thesis, Universität Hamburg, Hamburg, 372pp. <http://www.sub.uni-hamburg.de/opus/volltexte/2009/4415/>
- Straehler-Pohl I, Jarms G (2005) Life cycle of *Carybdea marsupialis* Linnaeus, 1758 (Cubozoa, Carybdeidae) reveals metamorphosis to be a modified strobilation. *Marine Biology* 147: 1271-1277
- Straehler-Pohl I, Jarms G (2010) Identification key for young ephyrae: a first step for early detection of jellyfish blooms. *Hydrobiologia* 645: 3-21
- Uchida T (1926) The anatomy and development of a rhizostome medusa, *Mastigias papua* L. Agassiz, with observations on the phylogeny of Rhizostomeae. *Journal of the Faculty of Science, Imperial University of Tokyo, Section VI - Zoology* 1: 45-95
- Sugiura Y (1963) On the Life-History of Rhizostome Medusae I. *Mastigias papua* L. Agassiz. *Annotationes Zoologicae Japonensis* 36 (4): 194-202
- Werner B (1975) Bau und Lebensgeschichte des Polypen von *Tripedalia cystophora* (Cubozoa, class. nov., Carybdeidae) und seine Bedeutung für die Evolution der Cnidaria. *Helgoländer Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen* 27: 461-504
- Werner B (1976) Die neue Cnidarierklasse Cubozoa. *Verhandlungen der Deutschen Zoologischen Gesellschaft* 69: 230
- Werner B, Cutress C, Studebaker JP (1971) Life cycle of *Tripedalia cystophora* Conant (Cubomedusae). *Nature* 232: 582-583
- Williamson JA, Fenner PJ, Burnett JW, Rifkin J, (eds) (1996) *Venomous and poisonous marine animals: a medical and biological handbook*. Surf Life Saving Australia and University of New South Wales Press Ltd, Sydney. 504pp

文中の*は、訳者が独自に和訳した用語である。既存の訳語やより適切な言葉のあるものはご指摘いただきたい。(訳責 岩尾研二 E-mail: iwao@amsl.or.jp)