



横浜・八景島シーパラダイスの半野生環境下で撮影された 水面でミズクラゲを捕食するマンボウ

澤井悦郎¹・安部 奏²・横地和正²・前里 馨²

Author & Article Info

¹マンボウなんでも博物館（上牧町）
sawaetsu2000@yahoo.co.jp (corresponding author)
²横浜・八景島シーパラダイス（横浜市）

Received 07 October 2021
Revised 08 October 2021
Accepted 08 October 2021
Published 09 October 2021
DOI 10.34583/ichthy.13.0_13

Etsuro Sawai, Sou Abe, Kazumasa Yokochi and Kei Maezato. 2021. *Mola mola* feeding on *Aurelia coerulea* on the sea surface recorded in the semi-wild environment of Yokohama Hakkeijima Sea Paradise. Ichthy, Natural History of Fishes of Japan, 13: 13–17.

Abstract

On 7 June 2021, a video about an individual of *Mola mola* (70 cm estimated total length) feeding on an individual of wild-derived *Aurelia coerulea* (medusa stage) on the sea surface was recorded at the semi-wild environment fish cage “Umi Farm” in Yokohama Hakkeijima Sea Paradise (Kanagawa Prefecture, Japan). This individual fed on *A. coerulea* four times: biting off pieces of the body of *A. coerulea* little by little and finally sucking all of it. During the second and third feedings, this individual was observed accelerating towards *A. coerulea*. The gaze during feeding was clearly directed towards *A. coerulea*, which supported the view of previous studies that the genus *Mola* relies on visual acuity for feeding.

マンボウ *Mola mola* (Linnaeus, 1758) はフグ目マンボウ科 Molidae に属し、世界中の温帯・熱帯海域に分布する大型海産魚類である (Caldera et al., 2020; Sawai et al., 2020). 日本近海に出現する本科魚類はマンボウの他に、クサビフグ *Ranzania laevis* (Pennant, 1776), ヤリマンボウ *Masturus lanceolatus* (Liénard, 1840), ウシマンボウ *Mola alexandrini* (Ranzani, 1839) がおり (鴨川シーワールド, 2010; 波戸岡・萩原, 2013; 澤井, 2019), 特にヤリマンボウとウシマンボウはマンボウとよく混同される (例えば, 澤井, 2021).

マンボウは水族館で人気の高い魚類であり (荒賀, 1973; 澤井, 2019), 特に日本は水族館でのマンボウ飼育最多国として海外で知られている (Howard et al., 2020).

筆者らが知る限り、日本におけるマンボウ属 *Mola* の飼育は 1950 年代から始まり (時岡, 1956), 長期飼育のために食性や行動などについて調査や観察が水族館で積極的に行われてきたが (例えば, 荒川・益田, 1961; 荒賀, 1973; 荒賀ほか, 1973; 辰喜ほか, 1973; 霜山・川村, 1978), 近年は消極的である (澤井, 2019). 一方, 近年バイオロギングやバイオテレメトリーの分野で本属の生態学的研究は積極的に進められており, 野生環境下における知見が蓄積されてきた (例えば, Nakamura and Sato, 2014; Nakamura et al., 2015; Sousa et al., 2020). しかしながら, バイオロギングやバイオテレメトリーの研究は, 魚体に直接計測機器 (ビデオカメラなど) を取り付けるため, 取り付けた個体の体各部の動きを観察することは難しく, 別視点からの観察が必要になる.

このたび, 横浜・八景島シーパラダイスの半野生環境下で飼育されていたマンボウが水面にいた野生由来のミズクラゲ科ミズクラゲ属ミズクラゲ *Aurelia coerulea* von Lendenfeld, 1884 を捕食する場面が撮影された. マンボウ属がミズクラゲ属 *Aurelia* を捕食すること自体は 100 年以上前から知られており (谷津, 1914; 荒賀ほか, 1973), マンボウがミズクラゲ属を捕食することはバイオロギング研究でも確認されているが (NHK, 2021), マンボウが自発的にミズクラゲ属を捕食した映像は少なく貴重であり, 今後のマンボウの食性や捕食行動の研究の参考になると考えられたため, ここに詳細を報告する.

材料と方法

本研究に使用した動画 (Video 1) は 2021 年 6 月 7 日に神奈川県横浜市にある横浜・八景島シーパラダイス (以下, シーパラダイス) 敷地内の生け簀「うみファーム (35°20'07.5"N, 139°38'47.5"E; Fig. 1)」で撮影された. マンボウの捕食行動は動画の観察や切り抜き画像から調査された.

本研究に使用した動画が撮影された時, 「うみファーム」には 2021 年 3–5 月に神奈川県横須賀市佐島沖 (35°13'N, 139°35'E) に設置された定置網によって漁獲されたマンボウ



Fig. 1. “Umi Farm” in Yokohama Hakkeijima Sea Paradise (Kanagawa Prefecture, Japan).

ウ属 4 個体（うち 2 個体は別館ドルフィンファンタジーの円柱水槽で 1 週間以上飼育された後に「うみファーム」に移された）が入っていた。4 個体のうち、動画に撮影された 1 個体の体サイズは目視によって推定全長 70 cm 前後とされた。「うみファーム」は生け簀内の魚類が外の東京湾に出でいかないように柵で仕切られているものの、柵の目合いより小さな生物は東京湾から生け簀の中に自然と入って来る半野生環境である。「うみファーム」では職員による人工的な餌は与えられておらず、生け簀内の個体は外から入って来る野生由来の餌を捕食していた。

動画に映っているマンボウ属およびクラゲ類の個体は、撮影された現場でそれぞれマンボウとミズクラゲ（以下、本研究でいうミズクラゲ属はすべてメデューサ期を指す）に同定された。両生物の学名については、近年の分類学的研究の進展を考慮して、本研究では以下のように対応した。マンボウは大西洋を主とする集団と太平洋を主とする集団で遺伝的・形態的に若干の差異が示唆されているが、現状ではまだ 1 種として扱われているため (Sawai et al., 2017, 2020; Caldera et al., 2020), 本研究では *M. mola* を採用した。ミズクラゲ属は沖縄県などの南方海域を除いた本州近海（特に東京湾）に出現する種には現在 *A. coerulea* が一般的に用いられているため (Scorrano et al., 2016; 吉川, 2019), 本研究でもその学名を採用した。なお、本研究では明確に種が判断できないマンボウ属やミズクラゲ属の文献は属レベルで扱った。

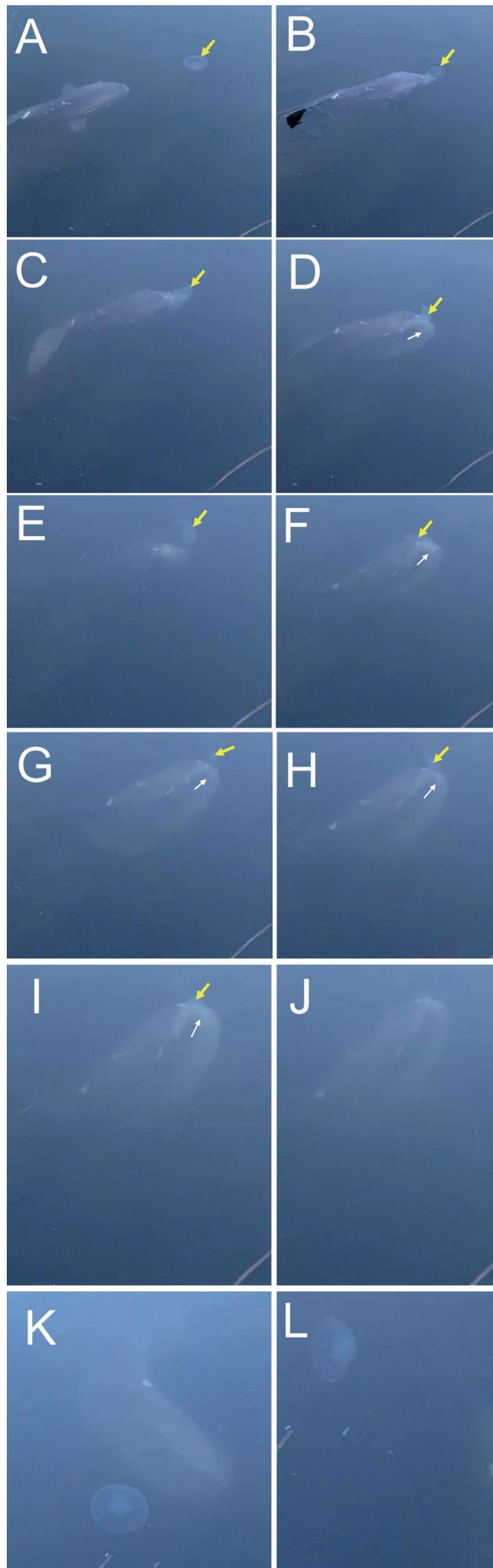
結果と考察

水面で観察されたマンボウの捕食行動

本研究で動画 ([Video 1](#)) から観察されたマンボウの捕食行動について、まず時系列順に詳細な行動を記録する。マンボウは右体側面を水底の方にやや傾けながら、水面付近で浮遊するミズクラゲに向かってまっすぐ進み (Fig. 2A), ミズクラゲの傘（外側）のやや中央部を吸い込んだ (Fig. 2B)。マンボウはミズクラゲを吸い込み続けつつも、水底に対してやや斜めに傾けていた体側面を垂直に戻しつつ、一度ミズクラゲを口から離し、頭部を水面に向けながら体を水底方向にやや沈めた (Fig. 2C)。

その後、マンボウはミズクラゲのいる水面に向かって少し加速し（加速に合わせて背鰭の動きがそれまでよりやや速くなった）、今度はミズクラゲの傘の縁辺部を吸い込んだ (Fig. 2D)。マンボウはミズクラゲの傘の縁辺部を吸い込みつつ、姿勢はさらに立ち泳ぎしているような上向き状態になった。その後、マンボウはミズクラゲを再び口から離し（おそらくこの時ミズクラゲの縁辺部を噛み千切った）、上向き状態のまま少し体を沈めた (Fig. 2E)。水底方向に少し沈んだ際、マンボウは下顎を動かして口を素早く開閉した。

マンボウは明確に視線をミズクラゲの方に向けながら、再び上昇加速してミズクラゲの傘の縁辺部を狙い 3 回目の吸い込みを行った (Fig. 2F)。その後、マンボウは胸鰭を小刻みに動かして上向き状態から水底に対してやや水平（頭部をやや前方に向け）になるように姿勢を変え、ミズ



クラゲの傘の縁辺部を噛み千切ると口から離し (Fig. 2G), 素早く口を開閉した。

マンボウはまたミズクラゲの方に向かって泳ぎ (この時は加速していない), ミズクラゲの傘の縁辺部を狙い4回目の吸い込みを行った (Fig. 2H). 再び上向き状態になりながら, 口を数回開閉しつつも残りのミズクラゲの体を少しずつ吸い込み続け (Fig. 2I), 捕食を完了した (Fig. 2J).

1個体のミズクラゲをすべて捕食したマンボウは上向き状態から頭部を前方に下げて通常の遊泳姿勢に戻し, 別のミズクラゲが泳いで来たにも関わらず, そちらは捕食せずに撮影範囲外に泳ぎ去った (Fig. 2K, L).

定置網など漁網で漁獲された魚の新鮮な消化管内容物は, 水揚げ前に自発的に捕食したのか, 入網中に偶発的に口の中に入ったのが判断し難いが, 本研究では自発的な捕食行動が動画で撮影されているため, ミズクラゲはマンボウの餌生物の一つであるということが明確に示された (Fig. 2A–J). マンボウ属は日中に活発的に活動する昼行性魚類であり, 日中は深海へと潜行してゼラチン状の動物プランクトンを捕食し, 表層に戻って冷えた体温を回復させるという行動を繰り返すことが知られている (Nakamura et al., 2015; Sousa et al., 2020). 本属の深海での捕食行動については先行研究で活発に議論されているが (例えば, Sousa et al., 2020), 水面での捕食行動についてはあまり議論されていないため, 本研究は貴重な観察例になると考えられた。

本研究で観察されたマンボウはミズクラゲを捕食している際, 眼は常にミズクラゲの方を向けていた (Fig. 2D, F, G, H, I). また, Phillips et al. (2020) にあるマンボウ属が水面でカツオノカンムリ *Velevella velevella* (Linnaeus, 1758) を捕食しようとして口を開けている写真を見ても, 眼はカツオノカンムリの方をしっかりと見ていた. 飼育下の本属も餌を捕食する時は視線を餌の方に向けていることが知られている (澤井, 2019). これらは本属が視力に大きく依存して捕食を行っているという先行研究 (Nakamura et al., 2015; Sousa et al., 2020) の見解を支持するものと考えられる. マンボ

Fig. 2. Feeding behavior of an individual of *Aurelia coerulea* on the sea surface by an individual of *Mola mola* in “Umi Farm” (photographed by Yokohama Hakkeijima Sea Paradise on 7 June 2021). A: before feeding. B: first feeding. C: first released *A. coerulea* from the mouth. D: second feeding. E: second released *A. coerulea* from the mouth. F: third feeding. G: third released *A. coerulea* from the mouth. H, I: final feeding. J: end of feeding. K, L: another individual of *A. coerulea* is *M. mola* that swims away without feeding. White arrows indicate direction of line of sight of *M. mola*. Yellow arrows indicate *A. coerulea* being fed on by *M. mola*. See also [Video 1](#) for details of feeding behavior.

ウの主な視軸は前下方を向き、上（背側）はあまり見えていないと推察されており、マンボウが体を水平に傾ける行動はこの問題に対処するためと考えられている（Kino et al., 2009）. 本研究で観察されたマンボウが水面で移動している際に体を斜めに傾けた行動や（Fig. 2A, B）、水面下で上向き状態になって立ち泳ぎした行動は（Fig. 2E–J）、見えにくい水面で浮遊するミズクラゲをより正確に視野に入れて捕食するための行動であったと推測される.

マンボウ属は餌を海水と一緒に一気に吸い込んで捕食するが、大きな餌に対しては餌の一部を骨と癒合した嘴状の歯で切断し捕食することが知られている（Nakamura et al., 2015；澤井, 2017, 2019; NHK, 2021）. 本研究で観察されたマンボウが最初にミズクラゲを吸い込んだ時（Fig. 2B）は、口より大きなミズクラゲの傘の中央部を吸い込んだため、うまく口の中に入れることができず、一度ミズクラゲを口から離れた（Fig. 2C）. しかし、2回目はミズクラゲの傘の縁辺部を吸い込むことができたため（Fig. 2D）、口に入ったミズクラゲの部位を噛み千切ることに成功し、再度ミズクラゲを口から離れたと思われる（Fig. 2E）. 3回目も同様にミズクラゲの傘の縁辺部を吸い込んだ後に（Fig. 2F）、ミズクラゲを口から離れた（Fig. 2G）. 最後の4回目もミズクラゲの傘の縁辺部を吸い込んだが（Fig. 2H）、ミズクラゲを口から離さずそのまま少しずつ吸い込み続け（Fig. 2I）、捕食を完了した（Fig. 2J）. 激しい動きではないものの、マンボウの吸い込み→口から離す→吸い込み→口から離す、この一連の行動や後退は、ミズクラゲを加速して捕食するための助走距離を取っていた可能性がある. 本属が捕食時に加速する場合は野生下でも飼育下でも観察されている（Nakamura et al., 2015；澤井, 2019; Sousa et al., 2020）.

また、マンボウは口の中にある水止膜を上下させて呼吸を行うため口を閉じる必要はないが（澤井, 2019）、捕食後に下顎を素早く動かして口を開閉したのは、より積極的に海水を吸い込んで、食べたミズクラゲの一部を消化管に流し込むための行動だと推測された. Nakamura et al. (2015) ではクラゲ類の生殖巣や口腕などエネルギー価が高い部位を選択的に食べるマンボウ属の行動が観察されているが、本研究ではミズクラゲを丸ごと1個体捕食の様子を確認した. これらより本属は環境条件によって餌の食べ方が変わる可能性が考えられ、さらなる調査が求められる. なお、本研究の観察個体が後から現れたミズクラゲ（Fig. 2K, L）を捕食しなかった理由は、動画撮影はされていないがこのミズクラゲを捕食する前にも別のミズクラゲを1個体捕食していたので腹が満たされたからか、接近してきたマンボウ属の別個体との接触を避けた可能性が考えられた.

マンボウのゼラチン質の動物プランクトン食に関する考察

ゼラチン質の動物プランクトン自体のエネルギー価は比較的低いが、Nakamura et al. (2015) で観察された事例のように生殖巣や口腕などエネルギー価の高い特定の部位を選択的に食べることで、魚類を捕食することと同等のエネルギー価が得られると考えられている（Phillips et al., 2020）. ミズクラゲ属も生殖巣や口腕は傘の部位よりも有機物含有量が多い（Lucas, 1994）. 餌の多い環境ではゼラチン質の動物プランクトンを丸ごと1個体食べるより、複数個体のエネルギー価の高い部位を選択的に食べた方がマンボウ属にとってエネルギーの獲得効率がいいと考えられている（Sousa et al., 2020）.

しかしながら、本研究の観察個体は近くに他のミズクラゲ（Fig. 2K–L）がいたにも関わらず、エネルギー価が低い傘の部位も含めてミズクラゲを1個体丸ごと捕食した（Fig. 2A–J）. これは傘の部位もマンボウにとって捕食する意味があることを示唆する. クラゲ類の体の成分は海水とほぼ同じとされているが（Thiebot and McInnes, 2019）、その体（特にコラーゲン）の吸水性・保水性は生物医学、栄養補助食品、化粧品、土壌改良など様々な分野で活躍が期待されるほど高く（江崎ほか, 2008; Barzideh et al., 2014; Cheng et al., 2017; Emadodin et al., 2020；藤田, 2020）、クラゲ類の水分含量（94–97%；Lucas, 1994；猿渡, 2005; Thiebot and McInnes, 2019）はマンボウ属の水分含量（皮下ゼラチン層で約90%；Watanabe and Davenport, 2020）より高い. マンボウ属は水族館で水分補給に気を付けた飼育がなされており（霜山・川村, 1978；澤井, 2019; Howard et al., 2020；海遊館, 2021）、体の保水性はマンボウにとって重要だと思われる. マンボウ属の体の部位で水分含量が特に高い皮下ゼラチン層は、主にコラーゲンとエラスチンで構成されており（Watanabe and Davenport, 2020）、保水性を維持する物質としてクラゲ類からコラーゲンなどを摂取している可能性が考えられる. マンボウがゼラチン質の動物プランクトンを捕食する理由をより詳細に理解するためには、行動観察に加え、生理学的研究や生化学的研究も必要である.

謝 辞

本研究を取りまとめるにあたり、横浜・八景島シーパラダイスの職員の方々には、本研究で調査した個体に関する情報や動画を提供して頂いた. また、横須賀市大楠漁業協同組合の定置網漁師の方々には、飼育展示用のマンボウ属の漁獲にご協力頂いた. 以上の方々から厚く御礼申し上げます.

引用文献

- 荒賀忠一. 1973. マンボウに関する 12 章. 自然, 28: 68–73.
- 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. 動物園水族館雑誌, 15: 27–32. [URL](#)
- 荒川好満・益田信之. 1961. マンボウの生態. 動物園水族館雑誌, 3: 95–97. [URL](#)
- Barzideh, Z., A. A. Latiff, C.-Y. Gan, M. Z. Abedin and A. A. Karim. 2014. Functional properties of collagen hydrolysates from the jellyfish (*Chrysaora* sp.). *Agro Food Industry Hi Tech*, 25: 27–32. [URL](#)
- Caldera, E. J., J. L. Whitney, M. Nyegaard, E. Ostalé-Valriberas, L. Kubicek and T. M. Thys. 2020. Genetic insights regarding the taxonomy, phylogeography and evolution of ocean sunfishes (Molidae: Tetraodontiformes), pp. 37–54. In Thys, T. M., G. C. Hays and J. D. R. Houghton (eds.) *The ocean sunfishes: evolution, biology and conservation*. CRC Press, Boca Raton.
- Cheng, X., Z. Shao, C. Li, L. Yu, M. A. Raja and C. Liu. 2017. Isolation, characterization and evaluation of collagen from jellyfish *Rhopilema esculentum* Kishinouye for use in hemostatic applications. *PLoS One*, 12: e0169731. [URL](#)
- Emadodin, I., T. Reinsch, R.-R. Ockens and F. Taube. 2020. Assessing the potential of jellyfish as an organic soil amendment to enhance seed germination and seedling establishment in sand dune restoration. *Agronomy*, 10: 863. [URL](#)
- 猿渡 実. 2005. ミズクラゲの食品利用. 日本水産学会誌, 71: 991–992. [URL](#)
- 江崎次夫・河野修一・枝重有祐・車 斗松・全 権雨. 2008. エチゼンクラゲ類を活用した緑化資材の開発. 日本緑化工学会誌, 34: 195–198. [URL](#)
- 藤田華子. 2020. 世界初!? クラゲコラーゲン配合の化粧品は、あなたの肌と海を守ることに繋がる. *Gyoppy!* (2020 年 10 月 13 日付). [URL](#) (6 Oct. 2021)
- 波戸岡清峰・萩原清司. 2013. マンボウ科, pp. 1746–1747, 2242–2243. 中坊徹次 (編) *日本産魚類検索 全種の同定*. 第 3 版. 東海大学出版会, 秦野.
- Howard, M. J., T. Nakatsubo, J. P. Correia, H. Batista, N. Baylina, C. Taura, K. S. Ydesen and M. Riis. 2020. Sunfish on display: husbandry of the ocean sunfish *Mola mola*, pp. 243–262. In Thys, T. M., G. C. Hays and J. D. R. Houghton (eds.) *The ocean sunfishes: evolution, biology and conservation*. CRC Press, Boca Raton.
- 海遊館. 2021. マンボウのヒミツ. [URL](#) (6 Oct. 2021)
- 鴨川シーワールド. 2010. マンボウ類の飼育に関する調査. 動物園水族館雑誌, 51: 62–73.
- Kino, M., T. Miayzaki, T. Iwami and J. Kohbara. 2009. Retinal topography of ganglion cells in immature ocean sunfish, *Mola mola*. *Environmental Biology of Fishes*, 85: 33–38. [URL](#)
- Lucas, C. H. 1994. Biochemical composition of *Aurelia aurita* in relation to age and sexual maturity. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 183: 179–192.
- Nakamura, I., Y. Goto and K. Sato. 2015. Ocean sunfish rewarm at the surface after deep excursions to forage for siphonophores. *Journal of Animal Ecology*, 84: 590–603. [URL](#)
- Nakamura, I. and K. Sato. 2014. Ontogenetic shift in foraging habit of ocean sunfish *Mola mola* from dietary and behavioral studies. *Marine Biology*, 161: 1263–1273.
- NHK. 2021. 放流マンボウ クラゲを捕食 回収したカメラに映る 鹿児島. NHK (2021 年 6 月 7 日). [URL](#) (6 Oct. 2021)
- Phillips, N. D., E. C. Pope, C. Harrod and J. D. R. Houghton. 2020. The diet and trophic role of ocean sunfishes, pp. 146–159. In Thys, T. M., G. C. Hays and J. D. R. Houghton (eds.) *The ocean sunfishes: evolution, biology and conservation*. CRC Press, Boca Raton.
- 澤井悦郎. 2017. マンボウのひみつ. 岩波書店, 東京. 208 pp.
- 澤井悦郎. 2019. マンボウは上を向いてねむるのか: マンボウ博士の水族館レポート. ポプラ社, 東京. 207 pp.
- 澤井悦郎. 2021. 写真に基づく三重県初記録のウシマンボウ, およびマンボウ属の新たな分類形質. *Ichthy, Natural History of Fishes of Japan*, 8: 31–36. [URL](#)
- Sawai, E., M. Nyegaard and Y. Yamanoue. 2020. Phylogeny, taxonomy and size records of ocean sunfishes, pp. 18–36. In Thys, T. M., G. C. Hays and J. D. R. Houghton (eds.) *The ocean sunfishes: evolution, biology and conservation*. CRC Press, Boca Raton.
- Sawai, E., Y. Yamanoue, M. Nyegaard and Y. Sakai. 2017. Redescription of the bump-head sunfish *Mola alexandrini* (Ranzani 1839), senior synonym of *Mola ramsayi* (Giglioli 1883), with designation of a neotype for *Mola mola* (Linnaeus 1758) (Tetraodontiformes: Molidae). *Ichthyological Research*, doi: 10.1007/s10228-017-0603-6 (Dec. 2017), 65: 142–160 (Jan. 2018).
- Scorrano, S., G. Aglieri, F. Boero, M. N. Dawson and S. Piraino. 2016. Unmasking *Aurelia* species in the Mediterranean Sea: an integrative morphometric and molecular approach. *Zoological Journal of the Linnean Society*, doi: 10.1111/zoj.12494 (Oct. 2016), 180: 243–267 (June 2017).
- 霜山忠行・川村 隆. 1978. マンボウの飼育に関する 2・3 の知見. 動物園水族館雑誌, 20: 73–77. [URL](#)
- Sousa, L. L., I. Nakamura and D. W. Sims. 2020. Movements and foraging behavior of ocean sunfish, pp. 129–145. In Thys, T. M., G. C. Hays and J. D. R. Houghton (eds.) *The ocean sunfishes: evolution, biology and conservation*. CRC Press, Boca Raton.
- 辰喜 洸・御前 洋・宮脇逸朗. 1973. マンボウの飼育について. 動物園水族館雑誌, 15: 33–36. [URL](#)
- Thiebot, J.-B. and J. C. McInnes. 2019. Why do marine endotherms eat gelatinous prey? *ICES Journal of Marine Science*, doi: 10.1093/icesjms/fsz208 (Nov. 2019), 77: 58–71 (Jan.–Feb. 2020). [URL](#)
- 時岡 隆. 1956. 水族館記事. 京都大学瀬戸臨海実験所振興会水族館月報, 42: 45–46. [URL](#)
- 谷津直秀. 1914. マンボウの食物. 動物学雑誌, 26: 91. [URL](#)
- 吉川美月. 2019. 通常とは異なる生活史を持つミズクラゲについて. うみうし通信, 105: 10–12. [URL](#)
- Watanabe, Y. Y. and J. Davenport. 2020. Locomotory systems and biomechanics of ocean sunfish, pp. 72–86. In Thys, T. M., G. C. Hays and J. D. R. Houghton (eds.) *The ocean sunfishes: evolution, biology and conservation*. CRC Press, Boca Raton.