

## ジンベエザメ 日本周辺

(Whale Shark, *Rhincodon typus*)



ジンベエザメ (Last and Stevens 1994)

### 最近の動き

3 つのまぐろ類地域漁業管理機関 (RFMO) で資源管理方策が決められている。中西部太平洋まぐろ類委員会 (WCPFC) では CMM-2012-04、インド洋まぐろ類委員会 (IOTC) では Resolution 13/05、全米熱帯まぐろ類委員会 (IATTC) では Resolution C-13-04 がそれにあたる。いずれも、ジンベエザメを視認した際の付近でのまき網操業を禁止する措置である。WCPFC ではさらに、2015 年 12 月の WCPFC 年次会合において、まき網漁具にまかれたジンベエザメを安全に放流するためのガイドラインが採択された。

### 利用・用途

鰓はフカヒレスープの原料に、肉は食用になるが、日本ではほとんど利用されない。竿釣り漁業のさめ付き操業の指標となっている。水族館で飼育、展示されている個体は、定置網で混獲された個体である。エコツーリズムの高まりを背景に、ダイビングをはじめとした観光資源として重要である。

### 漁業の概要

我が国では本種の漁獲を対象とした漁業はない。定置網への迷入は、主に沖縄本島から九州、四国太平洋沿岸で発生している (内田 1995) が、千葉以西の本州太平洋沿岸や能登半島以西の日本海沿岸でも確認されている。定置網からは放流されるとみられ、市場に水揚げされる例はほとんどないと思われる。

### 生物学的特性

ジンベエザメが学術上の文献に初めて登場したのは 1828 年である (Smith 1828、Stevens 2007)。その後、1980 年代半ばまでは、世界各地での出現情報を中心に学術的知見が集積されてきた (Wolfson 1986)。この時期の知見から、ジンベエザメの出現場所は海流、餌生物などと関連があるものと考えられた (たとえば、Gopalan 1963、岩崎 1970)。その後、エコツーリズムの普及と共に、ダイビング等によるジンベエザメの群れの発見が世界各地で相次いだ (たとえば、Taylor 1989、Heyman *et al.* 2001)。ジンベエザメの観光資源としての重要性の高まりを背景に生物学的な調査が行われ、水族館での飼育も試みられた。これらの飼育個体の観察記録から、

この時期に成長に関する知見が充実した (たとえば、Joung *et al.* 1996、Kitafuji and Yamamoto 1998、Uchida *et al.* 2000)。1990 年代には、諸外国でジンベエザメを食用とする需要も高まっていた。2000 年ごろには、放流位置からの移動経路が分かるタイプの電子型標識が発達したことを受けて、移動生態に関する報告が多数なされるようになった (Stevens 2007)。

#### 【摂餌・被捕食】

胃内容物の報告は多い (たとえば、McCann 1954、Silas 1986、Clarke and Nelson 1997、Heyman *et al.* 2001)。これらによれば、海藻、頭足類、フエダイ等の小魚及びクラゲ類などが記録されている。オーストラリア西海岸にあるニンガルー・リーフ (珊瑚礁) では、ジンベエザメがサンゴ虫の卵を捕食している様子が観察されている (Norman 1999)。また、同珊瑚礁で見つかったジンベエザメの排泄物からオキアミが発見されている (Wilson and Newbound 2001、Jarman and Wilson 2000)。ニュージーランド近海では、カタクチイワシの群れを捕食するのが確認されている (Duffy 2000)。摂餌は、口から海水と共に餌生物を飲み込み、鰓にある櫛の形をした器官 (鰓耙) で水だけを排出し、残った餌生物を飲み込む濾過摂食によって行われる。

大西洋の熱帯域でヨシキリザメの胃内容物から全長 55.7 cm のジンベエザメが発見されている (Kukuyev 1996)。モーリシャス沖で漁獲されたニシクロカジキの胃内容物から生存した状態の全長 61 cm の個体が出現した (Colman 1997)。全長 8 m の個体が、2 個体のシャチに捕食された例が報告されている (O'Sullivan 2000)。

#### 【産卵・成熟】

スリランカで得られた雌個体の輸卵管に 16 個の卵殻が発見されたのが、産卵に関する最初の学術的知見 (Southwell 1912/1913) である。その後、1953 年に、卵殻に包まれたままの胎仔が漁網にかかった。このためジンベエザメは卵で産まれ、海中でふ化するもの (卵生) と思われていた (Breuer 1954)。一方で、この発見された卵殻は、典型的な卵生のサメ類の卵殻と比べると発達が貧弱であることから、母体から異常排出された可能性も考えられ (Wolfson 1983)、卵生であるとの確証は得られていなかった。ところが、1995 年に

台湾沖で、サメ鈎突き漁業により、全長 10.6 m の妊娠個体が漁獲され、この個体の体内から 304 個体の卵黄を持つ胎仔と卵殻が発見されたことにより、本種は母体内でふ化する卵黄依存型の卵胎生であることが明らかになった (Joung *et al.* 1996)。この 304 個体の胎仔の体長は、3 つのクラス (42 ~ 52 cm, 52 ~ 58 cm 及び 58 ~ 64 cm) に分けられ、最も大きなクラスは、すでに卵殻から脱し、卵黄も吸収され、誕生の準備ができているようにみえた。なお、このときの卵殻や胎仔の形態について、詳細な報告がある (Chang *et al.* 1997)。フィリピン近海では、卵黄が吸収された状態の全長 46 cm の個体が遊泳しているところを発見されている (Aca and Schmidt 2011)。一方で、インド沖では全長 94 cm の卵黄を持つ個体が出現しており (Manojkumar 2003)、産卵時の体長にはばらつきが大きいことがわかる。妊娠個体や小型個体 (後述) は滅多に見つからないので、産卵場所の推定は難しいものの、東部太平洋のバハ・カリフォルニア沖で妊娠個体が発見されることがあり (Eckert and Stewart 2001)、ガラパゴス諸島周辺やフィリピン近海では大型の雌個体がよく見られる (Rowat and Brooks 2012)。

ジンベエザメが成熟する体長についての知見は少ない。雌雄共に全長 9 m 以上で成熟するとの見解があるものの (Colman 1997)、サンプル数は少ない。Beckley *et al.* (1997) は、南アフリカ沿岸に座礁した全長 3 ~ 11 m のジンベエザメ 36 個体のうち 21 個体について成熟を調査し、雌 8 個体は全て未成熟 (最大全長は 8.7 m) で、雄 13 個体のうち、3 個体が成熟 (全長 9.03 m, 9.38 m 及び 10.26 m) とみなされ、未成熟の雄の最大全長は 9.20 m と報告した。しかし、この報告で未成熟とされた全長 8.59 m の雄の同じ個体を再検討したところ、成熟と判断されている (Wintner 2000)。後述の成長解析において、脊椎骨に形成される輪紋数が 20 (20 歳) の雄 (尾柄部前長 (PCL) 6.7 m) は成熟していたが、輪紋数 22 (22 歳) の雌 (PCL 4.5 m) は未成熟であった。

#### 【年齢・成長】

台湾沖で得られた上述の 304 個体の胎仔のうち、1 個体が陸上水槽で飼育された (Chang *et al.* 1997)。全長 60 cm、体重 1 kg の個体は、水槽搬入後、餌料としてサクラエビの一種を与えられたが、17 日間は摂餌しなかった。次第に成長し、敗血症で死亡するまで 143 日間生存した。飼育開始から 30 日目、60 日目、90 日目及び 120 日目の全長と体重は、68 cm (2.2 kg)、97 cm (7.6 kg)、126 cm (14.4 kg) 及び 139 cm (20.4 kg) であった。この時期に、日本の水族館から、より大型の個体の飼育記録が報告された。大阪の海遊館では、全長 4 m の雌が 8 年間で全長 8 m に成長し、全長 4.5 m の雄は 4 年間で全長 5.5 m に成長した (Kitafuji and Yamamoto 1998)。一方、沖縄の美ら海水族館では、全長 3.65 m の雌が 5.5 年間 (2056 日) で全長 5.3 m に成長し、全長 4.5 m と 4.85 m の雄が、それぞれ 2.8 年間 (1040 日)、1.2 年 (458 日) で、両方とも全長 5.1 m に成長した (Uchida *et al.* 2000)。野外個体の成長記録は少ないが、Wintner (2000) が、計 15 個体の脊椎骨に形成される輪紋を解析し、輪紋数

と体長の間に直線関係があることを見いだした。脊椎骨の輪紋は、沖縄での飼育結果から 1 年に 1 つ形成されることが知られている (Colman 1997)。これらの輪紋解析の結果と併せて、最大体長 (PCL 11.02 m) に到達する年齢を 60 歳あるいは 100 歳と仮定して、von Bertalanffy 成長式が推定された (Pauly 2002)。また、全長 =  $1.252 \times PCL + 20.308$  (適用範囲 PCL 2.54 ~ 7.80 m) の関係がある (Wintner 2000)。

最大体長到達年齢が 100 歳の仮定の場合：

$$PCL = 1179 \times (1 - \exp(-0.032 \times (t + 0.85)))$$

最大体長到達年齢が 60 歳の仮定の場合：

$$PCL = 1554 \times (1 - \exp(-0.021 \times (t + 1.03))) \quad (t \text{ は 年 齡。} PCL \text{ は cm})$$

#### 【分布・回遊】

全世界の南緯 30 度から北緯 30 度の熱帯海域及び温帯海域の沿岸から外洋まで分布する (図 1) (Compagno 2001)。従来、存在しないとされてきた地中海でも分布が確認されている (Jaffa and Taher 2007)。日本周辺で竿釣り漁業のさめ付き操業の指標にされるのは夏季であり、温暖な黒潮の北縁部に分布している (岩崎 1970) が、カリフォルニア沖では、水温 10 度の海域にも分布するので、水温がジンベエザメの移動をコントロールすることが常に起きているわけではない (Eckert and Stewart 2001)。季節的に特定の海域に集群することが、ダイビングの普及と共に知られてきた (Colman 1997, Compagno 2001)。集群については多くの報告があり、たとえば、オーストラリア西海岸のニンガルー・リーフ (Taylor 1989, Norman and Stevens 2007)、フィリピン (Rowat and Brooks 2012)、南アフリカ東岸クワズールー・ナタール沖 (Beckley *et al.* 1997)、セーシェル (Rowat and Gore 2007)、モルジブ、ジブチ (Rowat and Brooks 2012)、ベリーズ (Heyman *et al.* 2001, Graham and Roberts 2007)、カリフォルニア湾 (Eckert and Stewart 2001)、南カリフォルニア (Ketchum *et al.* 2013) 及びインド西岸ベルパル沖 (Vivekanandan and Zala 1994) などがあげられる。

分布水深や周辺の水温を記録できる電子標識を用いてニンガルー・リーフで行われた調査が、鉛直移動に関する最初の学術的知見である (Gunn *et al.* 1999)。ある個体は、昼の間は水深 10 m より浅い層に分布しがち (昼の時間の 60%) で、夜になると、ほとんどの時間を水深 90 m より深い層で過ごした。移動速度は 0.36 から 6.48 km h<sup>-1</sup> とばらついた。昼間は海表面近く、夜間はやや深い層に分布する傾向は、その後の標識放流調査でもたびたび観測された (Wilson *et al.* 2006, Motta *et al.* 2010, de la Parra Venegas *et al.* 2011) が、外洋域でこの鉛直分布パターンが逆転する場合もみられた (Wilson *et al.* 2006)。

ベリーズ沖 (Graham *et al.* 2006)、セーシェル沖 (Rowat and Gore 2007) で行われた標識放流調査では、ほとんどの時間 (96%) を水深 100 m より浅い層で過ごすが、ときおり、水深 1,000 m を超すダイブを行う様子が記録された。このとき記録されたジンベエザメの周辺の水温の最低値は 2.2°C であった。これらのダイブは夕暮れや明け方に起きることが多かった。報告された中で、最も深いダイブは 1,928 m で

ある (Tyminski *et al.* 2015) が、電子標識が水圧により破損することを防ぐ機構により、水深 2,000m 以上は記録されないので、実際に潜る水深はもっと深い可能性がある。

大洋レベルの大きなスケールでの水平的な移動についても、電子標識放流調査から多くの知見が得られている。この種の調査の嚆矢として、北米バハ・カリフォルニア沖で放流された個体が 37 か月後に西部太平洋赤道域まで移動した例があげられる (Eckert and Stewart 2001)。このときの平均的な移動速度は 3.9 km/h と推定された。引き続いて、東南アジア沖 (Eckert *et al.* 2002)、南アフリカ近海やホンジュラス沖 (Gifford *et al.* 2007)、セーシェル沖 (Rowat and Gore 2007)、台湾沖 (Hsu *et al.* 2007) などでの標識放流調査が行われた。水平的な移動生態と大規模な海流や局所的な水深との関連を伺わせる結果がみられるものの、ジンベエザメの大規模なスケールの水平移動と海洋学的な特徴との関連に関する研究は十分に行われていない。

本種の系群構造について DNA マイクロサテライトを用いた研究から、大西洋に分布する系群と太平洋及びインド洋に分布する系群は別系群とされた (Vignaud *et al.* 2014)。一方で、これまでの集群の状況、大規模なスケールの水平移動

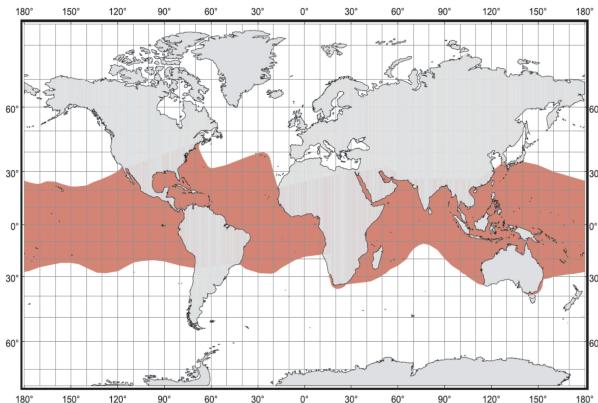


図 1. 日本周辺と世界におけるジンベエザメの分布  
(Compagno 2000)

の情報を統合すると、各海域で集群している個体は、2 ~ 4 年のうちに全世界の全ての海域を訪れることが可能と試算するとともに、その際の移動経路を推定するなど興味深い研究がなされている (Sequeira *et al.* 2013)。

#### 【漁業との関連】

日本にはジンベエザメを対象とした漁業はない。定置網への迷入は、沖縄本島の定置網で 1979 ~ 1994 年の 16 年間に 78 個体が報告されている。年平均 4.9 個体であり、季節は 3 ~ 9 月であるが夏が多い。四国太平洋岸では 1989 ~ 1993 年の 5 年間で 25 個体が報告されている。本海域でも年平均 5 個体であり、6 ~ 7 月に最も多く報告されている (内田 1995)。

肝油または鰓を採集するために、インドで 1980 年代後半から 1990 年代にかけて漁獲されていた記録がある (Vivekanandan and Zala 1994)。ジンベエザメを対象とす

る小規模な漁業がイラン、モルジブ、パキスタン及びフィリピンに存在した (Anderson and Ahmed 1993, Alava *et al.* 1997, Hanfee 1997)。台湾の南西部で 1970 年代から食用目的に、夏季に漁獲されていた (Joung *et al.* 1996, Chen *et al.* 2002)。1990 年代に入るとジンベエザメの肉の需要が高まり、インド、フィリピンなどでも漁獲がされるようになった (Rowat and Brooks 2012)。フィリピンでは 1990 年代半ばに年間 450 ~ 799 個体の漁獲があり (Alava *et al.* 2002)、インドではおよそ 430 個体の漁獲が記録されている (Hanfee 2001)。1990 年代後半には、各地で漁獲の減少が見られるようになった。2000 年代にインドネシア東部で小規模な漁業により、鰓を採集する目的で漁獲が行われていた (White and Cavanagh 2007)。1995 年にモルジブ、2007 年にフィリピン、2008 年に台湾でジンベエザメ漁獲が禁止された (Rowat and Brooks 2012)。

近年は、まぐろ類の地域漁業管理機関において、ジンベエザメを視認した際の付近でのまき網操業の禁止措置が採用されたことに伴い、まき網操業で網内に入ったジンベエザメの放流後の生残調査結果が報告されている (Escalle *et al.* 2014, Murua *et al.* 2014)。

#### 資源状態

ある海域に季節的に集群する個体群の来遊豊度を推定した学術的知見は多い (たとえば、Burks and Mullin 2006, Bradshaw *et al.* 2008, Holmberg *et al.* 2009, Rohner *et al.* 2013, Sequeira *et al.* 2013)。しかし、大きな水平スケールで回遊するジンベエザメを国際的な枠組みで資源評価した例はなく、全体的な資源状態は不明である。

#### 管理方策

3 つのまぐろ類 RFMO で資源管理方策が決められている。WCPFC では CMM-2012-04、IOTC では Resolution 13/05、IATTC では Resolution C-13-04 がそれにあたる。いずれも、ジンベエザメを視認した際の付近でのまき網操業を禁止する措置である。WCPFC ではさらに、2015 年 12 月の WCPFC 年次会合において、まき網漁具にまかれたジンベエザメを安全に放流するためのガイドラインが採択された。

ジンベエザメは、2000 年のワシントン条約 (CITES) 第 11 回締約国会議において米国から附属書 II への掲載が提案されたが否決され、2002 年の第 12 回締約国会議ではインド、フィリピン、マダガスカル共同の附属書 II 掲載が提案され、可決された。このため国際取引が規制されるようになったが、我が国はサメ類を含む海産種の資源管理については、漁業管理主体である RFMO 又は沿岸国が適切に管理していくべきとの立場等から、ジンベエザメの附属書 II への掲載に関して留保を付している。

## 執筆者

かつお・まぐろユニット  
熱帯まぐろサブユニット  
国際水産資源研究所 かつお・まぐろ資源部  
まぐろ漁業資源グループ  
佐藤 圭介

## 参考文献

- Aca, E.Q. and Schmidt, J.V. 2011. Revised size limit for viability in the wild: neonatal and young of the year whale sharks identified in the Philippines. *Asia Life Sciences* 20, 361–367.
- Alava, M.N.R., Dolumbal, E.R.Z., Yaptinchay, A.A., Trono, R.B., 2002. Fishery and trade of whale sharks and manta rays in the Bohol Sea, Philippines. In: Fowler, S.L., Reed, T.M., Dipper, F.A. (Eds.), *Elasmobranch Biodiversity, Conservation and Management: Proceedings of the International Seminar and Workshop*, Sabah, Malaysia, July 1997. IUCN SSC Shark Specialist Group. IUCN, Gland, Switzerland, pp. 132–148.
- Alava, M. N. R., Dolumbal 'o, E. R. Z., Yaptinchay, A. A. and Trono, R. B. 1997. Fishery and trade of whale sharks and manta rays in the Bohol Sea, Philippines. In *Elasmobranch Biodiversity, Conservation and Management* (Fowler, S. L., Reed, T. M. and Dipper, F. A., eds.), p. 260. Sabah: IUCN.
- Anderson, R. C. and Ahmed, H. 1993. *Shark Fisheries of the Maldives*. Rome: Ministry of Fisheries and Agriculture, Maldives, and FAO.
- Beckley, L.E., Cliff, G., Smale, M.J., Compagno, L.J.V., 1997. Recent strandings and sightings of whale sharks in South Africa. *Environ. Biol. Fish.* 50, 343–348.
- Bradshaw, C.J.A.C., Fitzpatrick, B.B.M., Steinberg, C.C., Brook, B.W., and Meekan, M.G. 2008. Decline in whale shark size and abundance at Ningaloo Reef over the past decade: The world's largest fish is getting smaller. *Biological Conservation*, 141(7), 1894–1905.
- Breuer, J.P., 1954. The littlest biggest fish. *Texas Game Fish.* 12, 29. (cited in Stevens 2007)
- Burks, C.C.M., and Mullin, K.D. 2006. Abundance and distribution of whale sharks (*Rhincodon typus*) in the northern Gulf of Mexico. *Fish. Bull.*, 104, 579–584.
- Chang, W.B., Leu, M.Y. and Fang, L.S. 1997. Embryos of the Whale Shark, *Rhincodon typus*: Early Growth and Size Distribution. *Copeia*, 2: 444–446.
- Chen, C.T., Liu, K.M., Joung, S.J., 2002. Preliminary report on Taiwan's whale shark fishery. In: Fowler, S.L., Reed, T.M., Dipper, F.A. (Eds.), *Elasmobranch Biodiversity, Conservation and Management: Proceedings of the International Seminar and Workshop*, Sabah, Malaysia, July 1997. IUCN SSC Shark Specialist Group. IUCN, Gland, Switzerland, pp. 162–167.
- Clarke, E., Nelson, D.R., 1997. Young whale sharks, *Rhincodon typus*, feeding on a copepod bloom near La Paz, Mexico. *Environ. Biol. Fish.* 50, 63–73.
- Colman, J.G., 1997. A review of the biology and ecology of the whale shark. *J. Fish Biol.* 51, 1219–1234.
- Compagno, L.J.V. 2001. *Sharks of the world. An annotated and illustrated catalogue of shark species known to date. FAO Species Catalogue for Fishery Purposes No.1, Vol.2.* FAO, Rome, Italy. 269pp.
- Duffy, C.A.J., 2002. Distribution, seasonality, lengths, and feeding behavior of whale sharks (*Rhincodon typus*) observed in New Zealand waters. *N.Z. J. Mar. Freshw. Res.* 36, 565–570.
- Eckert, S.A. and Stewart, B.S. 2001. Telemetry and satellite tracking of whale sharks, *Rhincodon typus*, in the sea of Cortez, Mexico, and the North Pacific Ocean. *Env. Biol. Fish.*, 60: 299–308.
- Eckert, S., Dolar, L., Kooyman, G., Perin, W. and Rahman, A. 2002. Movements of whale sharks, (*Rhincodon typus*), in South East Asian waters as determined by satellite telemetry. *Journal of Zoology* 257, 111–115.
- Escalle, L., Chavance, P., Amandé, J.M., Filmalter, J.D., Forget, F., Gaertner, D., Dagorn, L., Mérigot, B. 2014. Post-capture survival of whale sharks released from purse seine nets: preliminary results from tagging experiment. ICCAT-SCRS/2014/135.
- Gifford, A., Compagno, L. J. V. and Levine, M. 2007. Aerial survey of whale sharks (*Rhincodon typus*) off the East Coast of Southern Africa. In *First International Whale Shark Conference: Promoting International Collaboration in Whale Shark Conservation, Science and Management - Conference Overview, Abstracts and Supplementary Proceedings* (Irvine, T. and Keesing, J. K., eds), pp. 53–57. Perth: CSIRO Marine and Atmospheric Research, Australia.
- Gopalan, U.K., 1963. Occurrence of a whale shark at Veraval Gujarat State. *J. Mar. Biol. Assoc. India* 4, 231–232.
- Graham, R. T., Roberts, C. M. and Smart, J. C. R. (2006). Diving behaviour of whale sharks in relation to a predictable food pulse. *Journal of the Royal Society Interface* 3, 109–116.
- Graham, R.T. and Roberts, C.M. 2007. Assessing the size, growth rate and structure of a seasonal population of whale sharks (*Rhincodon typus* Smith 1828) using conventional tagging and photo identification. *Fish. Res.* 84: 71–80.
- Gunn, J.S., Stevens, J.D., Davis, T.L.O., Norman, B.M., 1999. Observations on the short-term movements and behavior of whale sharks (*Rhincodon typus*) at Ningaloo Reef Western Australia. *Mar. Biol.* 135, 553–559.
- 岩崎行伸 . 1970. 西部太平洋カツオ漁場におけるジンベエザメ

- メの分布と二、三の生活環境条件について。東海大学紀要 海洋学部, 4: 37-51.
- Hanfee, F. 2007. Indian whale shark fishery. In The First International Whale Shark Conference: Promoting International Collaboration in Whale Shark Conservation, Science and Management (Irvine, T. R. and Keesing, J. K., eds), p. 74 Perth: CSIRO Marine and Atmospheric Research, Australia.
- Heyman, W.D., Graham, R.T., Kjerfve, B., Johannes, R.E., 2001. Whale sharks *Rhincodon typus* aggregate to feed on fish spawn in Belize. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 215, 275–282.
- Holmberg, J., Norman, B., and Arzoumanian, Z. 2009. Estimating population size, structure, and residency time for whale sharks *Rhincodon typus* through collaborative photo-identification. *Endangered Species* 7, 39–53. doi:10.3354/esr00186
- Hsu, H., Joung, S. J., Liao, Y., and Liu, K.M. 2007. Satellite tracking of juvenile whale sharks, *Rhincodon typus*, in the Northwestern Pacific. *Fisheries Research*, 84(1), 25–31.
- Jaffa, K.-S.v. and Taher, N.A.B.A. 2007. Whale sharks in Palestinian waters: a whale shark (*Rhincodon typus*, Smith 1828) rescued near the Tantura Beach, Carmel Coast, North Palestine. The first record from the Palestinian Mediterranean Coast. *Gazelle: The Palestinian Biological Bulletin* 71, 22–23.
- Jarman, S.N. and Wilson, S.G., 2004. DNA-based species identification of krill consumed by whale sharks. *J. Fish Biol.* 65, 586–591.
- Joung, S.J., Chen, C.T., Clark, E., Uchida, S. and Huang, W.Y.P. 1996. The whale shark, *Rhincodon typus*, is a livebearer: 300 embryos found in one 'mega mamma' supreme. *Env. Biol. Fish.*, 46: 219-223.
- Ketchum, J., Galván-Magaña, F., and Klimley, A. 2013. Segregation and foraging ecology of whale sharks, *Rhincodon typus*, in the southwestern Gulf of California. *Environmental Biology of Fishes*, 96(6), 779–795.
- Kitafuji, M. and Yamamoto, K., 1998. Rearing of the whale shark, *Rhincodon typus*, in the Osaka aquarium 'Kaiyukan'. *J. Jpn. Assoc. Zool. Aquat.* 39, 47–54.
- Kukuyev, E.I., 1996. The new finds in recently born individuals of the whale shark *Rhiniodon typus* (Rhiniodontidae) in the Atlantic Ocean. *J. Ichthyol.* 36, 203–205. (cited in Stevens 2007)
- Last, P.R. and Stevens, J.D. 1994. Sharks and rays of Australia. CSIRO, Australia. 513pp.
- Manojkumar, P.P. 2003. An Account of the Smallest Whale Shark, *Rhincodon typus* (Smith, 1828) Landed at Calicut. Cochin: Central Marine Fisheries Research Institution
- McCann, C., 1954. The whale shark *Rhineodon typus* Smith. *J. Bombay Nat. Hist. Soc.* 52, 326–333.
- Motta, P. J., Maslanka, M., Hueter, R. E., Davis, R. L., Parra, R. d. I., Mulvany, S. L., Habegger, M. L., Strothere, J. A., Mara, K. R., Gardiner, J. M., Tyminski, J. P. and Zeigler, L. D. 2010. Feeding anatomy, filter-feeding rate, and diet of whale sharks *Rhincodon typus* during surface ram-filter feeding off the Yucatan Peninsula, Mexico. *Zoology* 113, 199–212.
- Murua, H., I. Fraile, I. Arregi, A. Delgado de Molina, J. Santiago, H. Arrizabalaga, G. Merino and J. Ariz. 2014. Investigating the post-release survivorship of whale sharks encircled by European purse seiners: first insight from electronic tagging. ICCAT-SCRS/2014/180
- Norman, B.M. and Stevens, J.D. 2007. Size and maturity status of the whale shark (*Rhincodon typus*) at Ningaloo Reef in Western Australia. *Fish. Res.* 84: 81–86.
- Norman, B.M., 1999. Aspects of the biology and ecotourism industry of the whale shark *Rhincodon typus* in north-western Australia. MSc Thesis, Murdoch University, 115 pp.
- O'Sullivan, J.B., 2000. A fatal attack on a whale shark *Rhincodon typus*, by killer whales *Orcinus orca* off Bahia de los Angeles Baja California. In: Abstracts of the American Elasmobranch Society 16th Annual Meeting, La Paz, Mexico, June 14–20, 2000, p. 282.
- de la Parra Venegas, R., Hueter, R., Cano, J. G., Tyminski, J., Gregorio Remolina, J., Maslanka, M., Ormos, A., Weigt, L., Carlson, B. and Alistair, D. 2011. An unprecedented aggregation of whale sharks, *Rhincodon typus*, in Mexican coastal waters of the Caribbean Sea. *PLoS One* 6, e18994.
- Pauly, D., 2002. Growth and mortality of the basking shark *Cetorhinus maximus* and their implications for management of whale sharks *Rhincodon typus*. In: Fowler, S.L., Reed, T.M., Dipper, F.A. (Eds.), Elasmobranch Biodiversity, Conservation and Management: Proceedings of the International Seminar and Workshop, Sabah, Malaysia, July 1997. IUCN SSC Shark Specialist Group. IUCN, Gland, Switzerland, pp. 199–208.
- Rohner, C., Pierce, S., Marshall, A., Weeks, S., Bennett, M., and Richardson, A. 2013. Trends in sightings and environmental influences on a coastal aggregation of manta rays and whale sharks. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 482, 153–168. doi:10.3354/meps10290
- Rowat, D. and Gore, M. 2007. Regional scale horizontal and local scale vertical movements of whale sharks in the Indian Ocean off Seychelles. *Fish. Res.* 84: 32–40.
- Rowat, D. and Brooks, K.S. 2012. A review of the biology, fisheries and conservation of the whale shark *Rhincodon typus*. *Journal of Fish Biology* (2012) 80, 1019–1056.
- Sequeira, A.M.M., Mellin, C., Meekan, M. G., Sims, D. W., and Bradshaw, C. J. A. 2013. Inferred global connectivity of whale shark *Rhincodon typus* populations. *Journal of Fish*

- Biology, 82(2), 367–389.
- Silas, E.G., 1986. The whale shark (*Rhiniodon typus* Smith) in Indian coastal waters: is the species endangered or vulnerable? Indian Counc. Agric. Res.Tech. Extension Ser., 17 pp.
- Southwell, T., 1912/1913. Fauna of the Ceylon pearl banks. Ceylon Admin. Rep., Part IV. Education, Science and Art Appendix 1. Mar. Biol. E44. (cited in Stevens 2007)
- Smith, A. 1828. Description of new, or imperfectly known objects of the Animal Kingdom, found in the south of Africa. African Commercial Advertiser 3, No. 145. (cited in Rowat 2012)
- Stevens, J.D. 2007. Whale shark (*Rhincodon typus*) biology and ecology: A review of the primary literature. Fisheries Research, 84(1), 4–9.
- Taylor, J.G., 1989. Whale sharks of Ningaloo Reef, Western Australia: a preliminary study. West. Aust. Nat. 18, 7–12.
- Tyminski, J.P., de la Parra-Venegas, R., González Cano, J., Hueter, R.E. 2015. Vertical Movements and Patterns in Diving Behavior of Whale Sharks as Revealed by Pop-Up Satellite Tags in the Eastern Gulf of Mexico. PLOS ONE 10(11): e0142156. doi: 10.1371/journal.pone.0142156
- 内田詮三 . 1995. 3. ジンベエザメ . In 日本水産資源保護協会 (編) , 日本の希少な野生水生生物に関する基礎資料 (II). 日本水産資源保護協会 , 東京 . 146-153 pp.
- Uchida, S., Toda, M., Kamei, Y., Teruya, H., 2000. The husbandry of 16 whale sharks *Rhincodon typus*, from 1980 to 1998 at the Okinawa expo aquarium. In: Abstracts of the American Elasmobranch Society 16th Annual Meeting, La Paz, Mexico, June 14–20, 2000, p. 359.
- Vignaud, T.M., Maynard, J.A., Leblois, R., Meekan, M.G., Vazquez-Juarez, R., Mamirez-Macias, D., Pierce, S.J., Rowat, D., Berumen, M.L., Beeravolu, C., Baksay, S. and Planes, S. 2014. Genetic structure of populations of whale sharks among ocean basins and evidence for their historic rise and recent decline. Mar. Ecol., 23, 2590-2601.
- Vivekanandan, E., Zala, M.S., 1994. Whale shark fishery off Veraval. Indian J. Fish. 41, 37–40.
- White, W.T. and Cavanagh, R.D. 2007. Whale shark landings in Indonesian artisanal shark and ray fisheries. Fish.Res. 84: 128–131.
- Wilson, S.G. and Newbound, D.R., 2001. Two whale shark faecal samples from Ningaloo Reef, Western Australia. Bull. Mar. Sci. 68, 361–362.
- Wilson, S., Polovina, J., Stewart, B., and Meekan, M. 2006. Movements of whale sharks (*Rhincodon typus*) tagged at Ningaloo Reef, Western Australia. Marine Biology, 148(5), 1157–1166.
- Wintner, S.P., 2000. Preliminary study of vertebral growth rings in the whale shark, *Rhincodon typus*, from the east coast of South Africa. Environ. Biol. Fish. 59, 441–451.
- Wolfson, F. 1983. Records of seven juveniles of the whale shark, *Rhiniodon typus*. Journal of Fish Biology, 22(6), 647–655.
- Wolfson, F. 1986. Occurrences of the whale shark, *Rhincodon typus* Smith. In Proceedings of the second international conference on Indo-Pacific Fishes. 208–226.

ジンベエザメ（日本周辺）の資源の現況（要約表）

資 源 水 準	—
資 源 動 向	—
世 界 の 漁 獲 量 (最近 5 年間)	調査中
我 が 国 の 漁 獲 量 (最近 5 年間)	年間数個体程度が定置網等に迷入
管 理 目 標	な し
資 源 の 状 態	検討中
管 理 措 置	—
管理機関・関係機関	CITES、WCPFC、IOTC、IATTC
最新の資源評価年	—
次回の資源評価年	—