

うなぎ初期生活史の問題点

小澤貴和

Problems of early life history of Japanese eel

Takakazu Ozawa^{*1,2}

Keywords : Early life history, Japanese eel, Spawning area, Metamorphosing area

Abstract

This paper discussed the spawning season, spawning area, and metamorphosing area of Japanese eel *Anguilla japonica* based on the collection records of leptocephali until 1999. The spawning season was considered to be May and June. The spawning area was supposed to be located within 131-141° E, 12-18° N, and to specify it, collection of fertilized eggs or the smallest leptocephali was proposed. To determine the metamorphosing area, further collection of metamorphosing leptocephali would be necessary at outside of Kuroshio east of Bashi Channel and inside of Kuroshio.

Fig. 1は1992年までに得られた海域でのウナギ親魚および幼生の採集記録に基づいて想定されたウナギの回遊図¹⁾である。その後1999年までにTable 1に示されるウナギ幼生の採集記録が得られた。特に白鳳丸の2航海(KH-91-4⁴⁾およびKH-94-2⁷⁾によって多量の小型幼生が採集されている。ここでは、まずFig. 1の幼期における回遊想定図が新たな採集記録によって変更されて然るべきか否かを検討する。次に、解明を必要とするウナギ初期生活史の問題点を述べる。

1 ウナギ幼生の採集記録

Fig. 1の幼期における回遊想定図はOzawa et al.²⁾による以下の知見に基づいている。産卵期5, 6月は幼生の採集時期と全長のデータにvon Bertalanffy成長式を当てはめて推定された。132-140° E, 15-18° Nの産卵海域は小型幼生(全長19.5-31.8 mm)の採集域である。幼生の西北西への漂流ルートは1年を4期に、海域を20° N以南と以北に各々区分し、各期および各海域での経度に

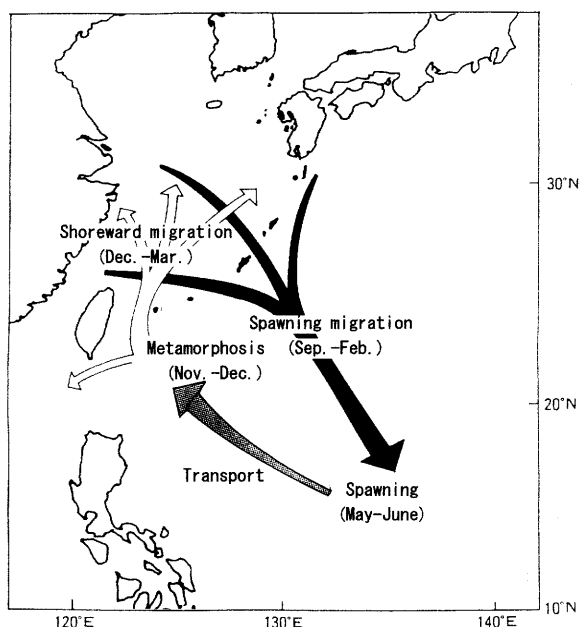


Fig. 1 Migration route and time from spawning of adults to elver arrival at rivers in Japanese eel¹⁾.

*1 鹿児島大学水産学部 (Faculty of Fisheries, Kagoshima University, 4-50-20 Shimo-arata, Kagoshima, 890-0056 Japan)

*2 現住所: 福岡市西区西の丘2-3-1-729 (Present address: 2-3-1-729 Nishinooka, Nishi-ku, Fukuoka, 819-0046 Japan)

Table 1 Collection records of Japanese eel leptocephali until 1999 since Ozawa et al.²⁾

Vessel (Cruise)	Date Year/Month/Day	No.	Total length mm	Sources
Hakuho Maru (KH-88-4)	1988/10/21	1	55.8	Tsukamoto et al. ³⁾
Hakuho Maru (KH-91-4)	'91/6/30-7/19	911	7.9-34.2	Tsukamoto ⁴⁾
Seisui Maru	'92/11/21	1	61.1 ¹⁾	Tsukamoto et al. ⁵⁾
Tansei Maru (KT-94-2)	'94/2/7	1	56.9 ²⁾	Sakakura et al. ⁶⁾
Hakuho Maru (KH-94-2)	'94/6/20-7/3	1105	11.3-31.1	Mochioka et al. ⁷⁾
Suishi 1 Go	'95/8/16-8/23	3	27.4-31.4	Liao et al. ⁸⁾
Tansei Maru	'96/11/20-11/28	5	49.8-58.3	Arai et al. ⁹⁾
Hakuho Maru (KH-98-2)	'98/6/10-6/27	24	10.0-26.0	Otake et al. ¹⁰⁾
Suruga Maru	'98/9/3-9/6	14	21-43	Suzuki and Kondo ¹¹⁾
Suishi 1 Go	'98/8/13-11/9	6	45.9-62.0 ³⁾	Liao et al. ¹²⁾

¹⁾ Metamorphosing larva.

²⁾ Shirasu elver.

³⁾ Inclusive of two metamorphosing larvae.

沿った幼生の採集個体数とそれらの全長の変化から推定された。バシー海峡東方黒潮外側域の変態域は最大全長幼生 (47.0-58.7 mm) の採集海域である。

Fig. 2には新たに得られた幼生の採集日と全長を Ozawa et al.²⁾ の von Bertalanffy 成長曲線とともに示してある。6-8月には矩形で示されるように全長35 mm以下の小型個体が多数採集されている。10月以降は全長約50 mm以上の大型個体が採集されているが、個体数は多くない。新たに採集された個体の全長は von Bertalanffy 成長曲線の周囲に均等に分散している。それ故、その曲線から推定された産卵期5, 6月を変更すべき根拠は得られない。

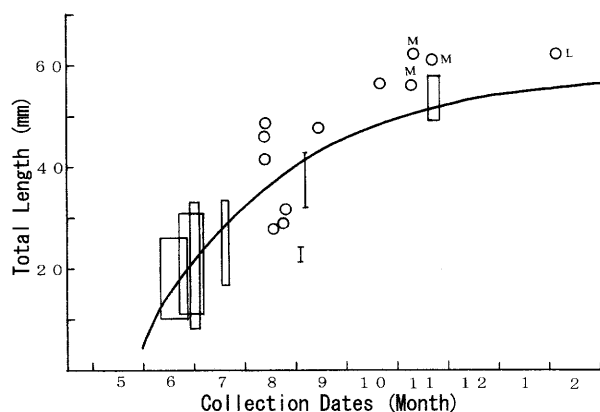


Fig. 2 Relationship between collection dates and total length of Japanese eel leptocephali listed in Table 1. Ranges in total length of many specimens and in collection dates are shown as lines or rectangles. M, metamorphosing stage; L, elver; curve in the figure, von Bertalanffy growth curve in Ozawa et al.²⁾

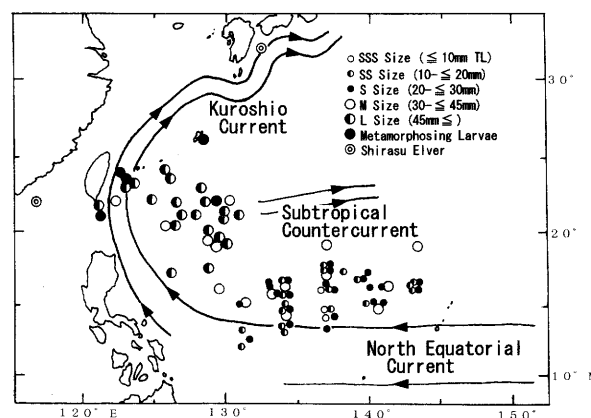


Fig. 3 Collection localities of Japanese eel larvae by three stages, where leptocephalus stage is divided into five size classes.

Fig. 3は Ozawa et al.²⁾ に加え、1999年までに得られた全ての記録を用いて幼期を7期に区分して、採集海域を示したものである。幼生の5期への区分は任意である。SSSおよびSSサイズ幼生は Ozawa et al.²⁾ では設定されていない。S, MおよびLサイズ幼生は Ozawa et al.²⁾ における Small (全長19.5-31.8 mm), Middle (33.9-46.5) および Large (47.0-58.7) 幼生に各々ほぼ対応する。

SSSサイズ幼生はSSおよびSサイズ幼生の採集域のほぼ中央にあたる137°Eの14-16°Nでのみ採集されている。SSおよびSサイズ幼生の採集海域はほぼ重複し、131-143°E, 12-18°Nの広い範囲に亘り、東西軸は東北東から西南西方向に傾いている。この傾きの主な原因は白鳳丸のKH-91-4航海での131°E線上におけるIKPTネット採集記録である。Table 2に同線上の各緯度でのIKPTネット曳網回数とウナギ幼生の採集頻度を示す。15°N以南では13回の曳網に対し幼生の採集回数は

8 (採集頻度61.5%)であるが、16°N以北では曳網回数15であったが幼生は全く採集されていない。このように131°E線上での採集記録は採集努力の違いによる偏りではない。加えて、12°N以南で幼生が採集された可能性も示されている。Ozawa et al.²⁾はSmall幼生の採集域を132-140°E, 15-18°Nとしたが、その範囲は広がり、特に緯度の中心は本稿において約15°Nに変更される。

Mサイズ幼生の採集海域はさらに広く、122-144°E, 14-22°Nの範囲で、東西軸は西北西から東南東方向に傾いている。Ozawa et al.²⁾によるMiddle幼生の採集域は130°E以西であり、新たにそれ以东での出現が加えられた。Lサイズ幼生の採集域は121-131°E, 12-24°Nの範囲で、主に黒潮外側域である。それはOzawa et al.²⁾のLarge幼生の採集域と一致する。変態期幼生の採集例は少なく、それらはLサイズ幼生の採集域内を含み、その外側の西-北海域である。海域でのシラスの採集は僅か2例しかない。そのうちの1例は黒潮内⁵⁾にある。以上の検討において、Ozawa et al.²⁾の幼生分布域において新たに全長20 mm以下の幼生の分布域が加わり、それらを含む30 mm以下の幼生の分布域の中心はほぼ137°E, 15°Nに変更され、そして30-45 mm幼生は130°E以东にも分布することが知られた。

2 ウナギ初期生活史の問題点

1992年以降の採集記録を含めた上での検討において小澤¹⁾が想定した産卵期5, 6月に変更されず、幼生の採集域は若干変更された。しかしながら、そのことによって小澤¹⁾が想定した産卵域とシラスへの変態域が特定された訳ではない。

産卵域についてはピンポイントとして142-144°E, 15°N付近の海山説¹⁴⁾と、そうではなくある程度広がりを持つことの2つが考えられる。海山説は1998年白鳳丸によって調査されたが、支持する結果は得られなかった¹⁴⁾。Fig. 3にはサイズ毎の幼生採集域が示されている。最も小さいSSSサイズ幼生は137°Eの14-16°Nでのみ採集されているが、次に小さいSSおよびSサイズ幼生は重複した幅広い海域から採集されている。そのような採

集記録は小型幼生がある特定のピンポイント海域からではなく、幅広い海域から由来したことを示唆している。また、Table 2で検討した131°E線上での採集記録は幼生が東方から運ばれたとすればKimura et al.¹⁵⁾の幼生輸送モデルに合致しないことを示している。

どちらの説であるかを確認するには受精卵を採集することである。それは多くの努力にも関わらず成功していない。これまでの、特に白鳳丸の3回の調査(KH-91-4¹³⁾, KH-94-2¹⁶⁾およびKH-98-1¹⁷⁾)は産卵期と産卵域を十分にカバーしているはずである。それにも関わらず採集されてなかった理由は採集深度に問題があったと思われる。白鳳丸3航海でウナギ幼生を主に採集したIKPTネットの曳網深度は主に500 m以浅であり、受精卵はそれ以深に存在することが考えられる(全く異なるが、海底堆積物中にウナギの耳石を探索することは産卵場の特定に有効な手段であるとともに、他の知見も提供することも知れない)。

変態域については大陸棚縁辺¹⁸⁾、黒潮内¹⁹⁾およびバシー海峡東方黒潮外側域¹⁾の3説がある。Fig. 3はバシー海峡東方の黒潮外側域に大型であるLサイズ幼生が集中的に分布していることを示している。それら幼生がそこで変態するかあるいは変態せずに西方の黒潮に取り込まれるかを識別する手段として、耳石での海水シラス期日数を比較することを小澤²⁰⁾は提案した。しかしながら、Arai et al.⁹⁾により接岸回遊は変態中に開始されることが示されたため、その手段は用いられない。それで変態域を特定する手段としては変態個体の採集以外に考えられない。Ozawa et al.²⁾とFig. 2から変態個体は11月に採集されており、その月を中心としてバシー海峡東方と黒潮内での採集を行う必要性をここに提案したい。

産卵場と変態域を特定することはウナギの生物学を理解するためだけでない。産卵場が特定できれば受精卵あるいは最小幼生の採集により産卵親魚の量、即ち資源量が評価できる。また、変態域での採集は加入量を評価できる。このように両海域を特定することはウナギ資源の調査にとって極めて重要である。

Table 2 Number of hauls of IKPT net and frequency (%) of collection of Japanese eel leptocephali by one degree of latitude along 131°E in Hakuho Maru Cruise KH-91-4 (calculated from the data in Ocean Res.Inst., Univ. Tokyo¹³⁾).

Latitude, N	11°-12°	-13°	-14°	-15°	-16°	-17°	-18°	-19°	-20°	-21°	-22°
No. of hauls	1	1	1	10	1	8	2	2	1	0	1
Frequency	100	100	0	60	0	0	0	0	0	-	0

文 献

- 1) 小澤貴和 (1993) : ウナギの初期生活史. 第22回養鰻研究協議会講演資料, pp. 75-83.
- 2) Ozawa T., F. Kakizoe, O. Tabeta, T. Maeda, and Y. Yuwaki (1992): Larval growth and drift of the Japanese eel *Anguilla japonica* estimated from leptocephali collection. *Nippon Suisan Gakkaishi*, **58**, 15-23.
- 3) Tsukamoto Y., A. Umezawa, K. Tsukamoto, and M. Okiyama (1992): A fully grown leptocephalus of Japanese eel collected from the western North Pacific. *Nippon Suisan Gakkaishi*, **58**, 2209.
- 4) Tsukamoto K. (1992): Discovery of the spawning area for Japanese eel. *Nature*, **356**, 789-791.
- 5) Tsukamoto Y., Y. Iwatsuki, and S. Kimura (1995): Report on the fishes collected by ring net and ORI net during the Seisui-maru Nansei Islands research cruise 1992. *Bull. Fac. Bioresources, Mie Univ.*, (15), 41-47.
- 6) Sakakura Y., Y. Tsukamoto, K. Tsukamoto, and M. Okiyama (1996): First record of *Anguilla japonica* glass eel collected in the Kuroshio Current. *Fisheries Sci.*, **62**, 496-497.
- 7) Mochioka N., T. Otake, and K. Tsukamoto (1995): Morphology and taxonomy of *Anguilla japonica* leptocephali. "Preliminary Report of the Hakuho Maru Cruise KH-94-2 (Leg 3)" (ed. by T. Inagaki and K. Tsukamoto), pp. 16-25. Ocean Res. Inst. Univ. Tokyo, Tokyo.
- 8) Liao I. C., C. L. Kuo, W. N. Tzeng, S. T. Hwang, C. L. Wu, C. H. Wang, and Y. T. Wang (1996): The first time of leptocephali of Japanese eel *Anguilla japonica* collected by Taiwanese researchers. *J. Taiwan Fish. Res.*, **4**, 107-116.
- 9) Arai T., T. Otake, and K. Tsukamoto (1997): Drastic changes in otolith microstructure and microchemistry accompanying the onset of metamorphosis in the Japanese eel *Anguilla japonica*. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **161**, 17-22.
- 10) Otake T., N. Mochioka, S. Ishikawa, Y. Suzuki, S. Watanabe, M. Oya, T. Yoshinaga, J. Inoue, A. Shinoda, T. Miya, T. Utou, H. Matuura, Y. Kurata, T. Yoshida, P.M. Lokman, A. Torii, H. Katayama, L.T. Won, and K. Fujii (2000): Distribution of *Anguilla japonica* leptocephali around Arakane and Pathfinder Seamounts. "Preliminary Report of the Hakuho Maru Cruise KH-98-2" (ed. by T. Inagaki and K. Tsukamoto), pp. 45-47. Ocean Res. Inst. Univ. Tokyo, Tokyo.
- 11) 鈴木邦弘, 近藤 優 (1999) : 駿河丸ウナギ産卵海域調査. 月刊海洋, 号外 (18), 20-26.
- 12) 廖一久, 廖學耕, 曾萬年, 郭慶老 (1999) : 「水試1号」によるレプトケファルスの調査. 月刊海洋, 号外 (18), 27-33.
- 13) Ocean Research Institute, University of Tokyo (1994): Preliminary Report of The Hakuho maru Cruise KH-91-4 (ed. by T. Otake and K. Tsukamoto), 207 p.
- 14) 塚本勝巳, 稲垣 正 (1999) : 産卵場・白鳳丸航海'98. 月刊海洋, 号外 (18), 12-19.
- 15) Kimura S., K. Tsukamoto, and T. Sugimoto (1994): A model for the larval migration of the Japanese eel: roles of the trade winds and salinity front. *Mar. Biol.*, **119**, 185-190.
- 16) Ocean Research Institute, University of Tokyo (1995): Preliminary Report of The Hakuho maru Cruise KH-94-2 (ed. by T. Inagaki and K. Tsukamoto), 126 p.
- 17) Ocean Research Institute, University of Tokyo (2000): Preliminary Report of The Hakuho maru Cruise KH-98-2 (ed. by T. Inagaki and K. Tsukamoto), 121 p.
- 18) Tabeta O. and T. Takai (1973): An elver of *Anguilla japonica* found in the northern part of the South China Sea. *J. Shimonoseki Univ. Fish.*, **22**, 49-53.
- 19) Tsukamoto K. and A. Umezawa (1990): Early life history and oceanic migration of the eel, *Anguilla japonica*. *La Mer*, **28**, 188-198.
- 20) 小澤貴和 (1999) : ウナギの生物学. "ウナギの科学" (小澤貴和, 林 征一共著), pp. 1-69 (恒星社厚生閣, 東京).