

平成 24 年度日本農学賞・第 49 回読売農学賞受章
「ウナギの人工種苗生産に関する研究」の概要

本研究の成果は、水産学全体の長年の夢であったウナギの人工種苗生産及び完全養殖を成功させたことにあり、世界最初の成果である。ウナギ消費量のほとんどは養殖によってまかなわれており、その種苗は 100%天然のシラスウナギの採捕に頼っている。近年、世界的なウナギ資源の減少が指摘されており、ヨーロッパウナギについてはワシントン条約による取引規制が開始された。そのため、天然のシラスウナギを利用する養鰻業は、将来、資源保護の見地から種苗供給の見直しを迫られる恐れもある。このため、ウナギの人工種苗生産技術を開発し、卵から親までの完全養殖を実現することが、関係者の悲願であった。

ウナギ仔魚の人工ふ化は 1973 年に成功してはいたが、その後、仔魚の飼育の研究は全く進展しなかった。本所では、今回日本農学賞及び読売農学賞を受賞した田中グループ長を中心に 1980 年代末からウナギ人工ふ化仔魚の飼育に取り組み、1996 年にはサメ卵凍結乾燥粉末がウナギの初期餌料として有効であることを明らかにし、人工ふ化仔魚を全長 10mm まで成長させることに世界で初めて成功した。さらに 1999 年には餌の改良により 250 日以上飼育を継続し、全長 30mm を越えるレプトセファルス幼生の段階にまで成長させることに成功した。引き続き飼育装置の改良と飼育方法の検討を行い、照度や水温、水槽内の浄化がレプトセファルスに長期にわたって健全に飼育するために重要であることを見出した。また、さらなる飼料の改良を精力的に継続し、飼料に添加していた大豆ペプチドに含まれるフィチン酸を酵素処理により低減することと、タウリンや低分子ペプチドを豊富に含むオキアミ自己消化物を飼料に添加することにより、2002 年にはふ化後 250 日前後で全長 55mm 前後に達したレプトセファルス幼生をシラスウナギに変態させることに成功した。変態したシラスウナギは天然種苗と変わらない成長を示し、人工生産されたシラスウナギが養殖用種苗となりうることを実証した。また、この間ウナギ成魚の成熟過程の詳細を明らかにし、安定的な成熟誘起技術を確立した。そして 2010 年に、人工生産されたシラスウナギを親ウナギまで飼育し、その親ウナギからふ化仔魚を得ること、すなわちウナギの完全養殖に成功した(図 1)。なお、この完全養殖のウナギはシラスウナギへの変態を経て、現在まで順調に成長している。これらの業績により田中グループ長は平成 22 年度には日本水産学会賞も受賞している。

以上、人工ふ化成功後 40 年来の夢であったウナギ人工種苗生産及び完全養殖の実現は、まさに前人未踏の境地をきわめた研究成果であり、この成果は水産増養殖学のみならず、繁殖生理学、飼餌料学の基礎研究の進展に多大な貢献をしたものとして、水産学全体の中でひとときわ光彩を放っている。この成果は天然のウナギ資源の保護につながると共に、未だ謎の残るウナギの生態の完全解明にも大いに役立つものである。

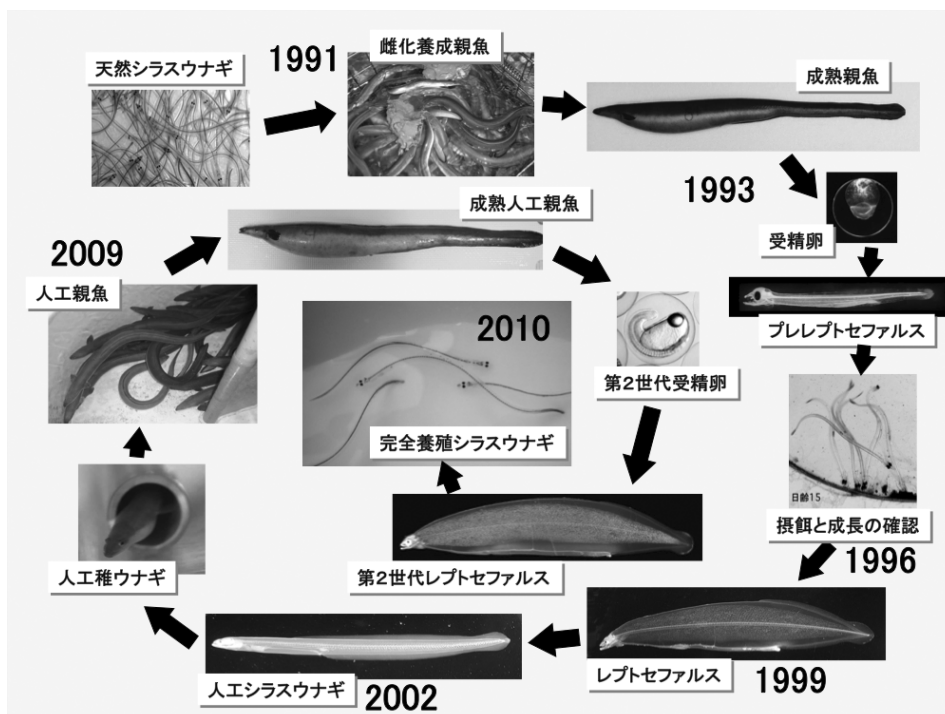


図 1. ウナギの完全養殖達成までの研究の歩み. 図中の数字はそれぞれの段階に到達した年

2. 論文等、主な関連研究業績

- (1) Ohta, H., Kagawa, H., Tanaka, H., Okuzawa, K., Iinuma, N., Hirose, K. (1997) Artificial induction of maturation and fertilization in the Japanese eel, *Anguilla japonica*. *Fish Physiol. Biochem.* 17: 163-169.
- (2) Kagawa, H., Iinuma, N., Tanaka, H., Ohta, H., Okuzawa, K. (1998) Effects of rearing period in seawater on induced maturation in female Japanese eel *Anguilla japonica*. *Fisheries Sci.* 64: 77-82.
- (3) Tanaka, H., Ohta, H., Kagawa, H. (2001) Production of leptocephali of Japanese eel (*Anguilla japonica*) in captivity. *Aquaculture* 201:51-60.
- (4) Kurokawa, T., Suzuki, T., Ohta, H., Kagawa, H., Tanaka, H., Unuma, T. (2002) Expression of pancreatic enzyme genes during the early larval stage of Japanese eel *Anguilla japonica*. *Fisheries Sci.* 68: 736-744.
- (5) Tanaka, H., Kagawa, H., Ohta, H., Unuma, T., Nomura, K. (2003) The first production of glass eel in captivity: fish reproductive physiology facilitates great progress in aquaculture. *Fish Physiol. Biochem.* 28: 493-497.
- (6) Tanaka, H. (2003) Techniques for Larval Rearing. In: *Eel Biology*. Aida, K., Tsukamoto, K. And Yamauchi, K. (eds.) pp.497, Springer-Verlag, 427-434.
- (7) Unuma, T., Kondo, S., Tanaka, H., Kagawa, H., Nomura, K., Ohta, H. (2005) Relationship between egg specific gravity and egg quality in the Japanese eel, *Anguilla japonica*. *Aquaculture* 246: 493-500.
- (8) Furuuta, H., Unuma, T., Nomura, K., Tanaka, H., Okuzawa, K., Sugita, T., Yamamoto, T. (2006) Lipid and fatty acid composition of eggs producing larvae

- with high survival rate in the Japanese eel *Anguilla japonica* T.&S. J. Fish Biol. 69: 1178-1189.
- (9) Tsukamoto, K., Yamada, Y., Okamura, A., Kaneko, T., Tanaka, H., Miller, M. J., Horie, N., Mikawa, N., Utoh, T., Tanaka, S. (2009) Positive buoyancy in eel leptocephali: an adaptation for life in the ocean surface layer. Mar. Biol. 156: 835-846.
- (10) Furuita, H., Unuma, T., Nomura, K., Tanaka, H., Sugita, T., Yamamoto, T. (2010) Vitamin contents of eggs that produce larvae showing a high survival rate in the Japanese eel *Anguilla japonica*. Aquaculture Research 40: 1270-1278.
- (11) 田中秀樹 (2010) 人工種苗生産が天然ウナギの絶滅を救う. (田中 克・川合真一郎・谷口順彦・坂田泰造編, 水産の 21 世紀 海から拓く食料自給. pp.623) 119-127. 京都大学学術出版会
- (12) Tsukamoto, K., Chow, S., Otake, T., Kurogi, H., Mochioka, N., Miller, M. J., Aoyama, J., Kimura, S., Watanabe, S., Yoshinaga, T., Shinoda, A., Kuroki, M., Oya, M., Watanabe, T., Hata, K., Ijiri, S., Kazeto, Y., Nomura, K., Tanaka, H. (2011) Oceanic spawning ecology of freshwater eels in the western North Pacific. Nature Communications. 2: 179, doi:10.1038/ncomms1174.
- (13) Kurogi, H., Okazaki, M., Mochioka, N., Jinbo, T., Hashimoto, H., Takahashi, M., Tawa, A., Aoyama, J., Shinoda, A., Tsukamoto, K., Tanaka, H., Gen, K., Kazeto, Y., Chow, S. (2011) First capture of post-spawning female of the Japanese eel *Anguilla japonica* at the southern West Mariana Ridge. Fish. Sci. 77: 199-205.
- (14) 田中秀樹 (2011) ウナギの人工種苗生産に関する研究. 日本水産学会誌 77: 345-351.
- (15) Kurokawa, T., Koshio, M., Kaiya, H., Hashimoto, H., Nomura, K., Uji, S., Awaji, M., Gen, K., Tanaka, H. (2011) Distribution of pepsinogen and ghrelin producing cells in the digestive tract of Japanese eel (*Anguilla japonica*) during metamorphosis and the adult stage. Gen. Comp. Endocrinol. 173: 475-482.