

日本学士院
エジンバラ公賞
受賞者
塚本勝巳



専攻学科目 海洋生物学・魚類生態学

生年 月 昭和二十三年一月

略 歴 昭和四六年 六月 東京大学農学部水産学科卒業

同 四八年 三月 東京大学大学院農学系研究科修士課程修了

同 五五年 一月 農学博士

同 六一年一〇月 東京大学海洋研究所助教

平成 六年 四月 東京大学海洋研究所教授

同 二二年 四月 東京大学大気海洋研究所教授（現在に至る）

農学博士塚本勝巳氏の「魚類の回遊現象

に関する基礎研究——とくにウナギの回

遊機構の発見」に対する授賞審査要旨

生物の回遊現象の謎は、古来より人々を魅了し続けてきた。大回遊をするサケやウナギは、単なる食資源動物としての関心に留まらず、地域の民話や信仰の対象にもなり、人と自然を結ぶ象徴的存在となっている。塚本勝巳氏は四〇年に亘って魚類の回遊現象の研究に携わり、回遊研究の基礎を築いた。中でもウナギ産卵場の発見と回遊機構の解明は際だった成果である。その成果は約六〇〇編の論文にまとめられ、国際的に高い評価を得ている。教育や社会のための出版物も多く、小学四年生の国語の教科書に掲載された「ウナギのなぞを追って」は子供たちに大きな感動を与えている。

1. 魚類の回遊研究

塚本氏は海と川を行き来する回遊魚の中からサクラマス、アユ、ウナギをモデルに選び、まず、サクラマスについての詳細な生態調査から、河岸の抽水植物群落が稚魚の越冬と生残に重要な役割を果

たすことを示した。また標識放流実験により、初期の成長率が降海型と残留型の回遊型分化を決定する要因であることを解明した。

次に、回遊機構の研究をアユで行い、稚アユが河川を遡上する際に「早生まれの個体ほど高成長で、若齢・小サイズのまま早期に回遊する」というアユの回遊の原則を発見した。これは、琵琶湖の流入河川に住む回遊型の「大アユ」と、生涯湖内で過ごし小型で成熟する残留型の「小アユ」が、世代の代わる一年毎に、相互に入れ換わるという興味深い現象の発見に繋がった。Switching Theoryと呼ばれたこの生活史多型現象は、生態学上初の報告として国内外で高い評価を得た。

さらに、稚アユの遡上直前に甲状腺ホルモンの大量分泌が必要であること、遡上行動の解発機構の最終ステップとして、水温、光、個体密度の外部環境要因と空腹度やサーカディアンリズムの内部生理要因が、脳内で遡上行動の動因レベルを上昇させ、最終的に遡上の引き金を引くことを明らかにした。こうした生態学、生理学、行動学の多方面から詳細な観察、実験、解析を加えた包括的回遊研究は過去に例がなく、塚本氏の稚アユをモデルにしたこの研究は、魚類の回遊研究分野の先駆けとなった。

2. ウナギ産卵場の発見

塚本氏とその研究チームは、四〇年間に計二〇回を越える研究航海を実施し、太平洋のウナギの産卵場を特定することに成功した。塚本氏は産卵の起こる場所と時間を正確に特定するため、「海山仮説」と「新月仮説」の二つの仮説を提唱した。海山仮説とは、ウナギ仔魚の分布データに体サイズ、海流、海底地形の情報を総合して導き出された説で、ウナギは西マリアナ海嶺の海山域で産卵するというもの。一方新月仮説は、内耳にある耳石の日周輪に基づく孵化日解析から導かれた説で、ウナギは半年に及ぶ産卵期の中で、各月の新月に同期して一斉に産卵するというものである。これらの仮説は、広大な海洋中でウナギの雄と雌がうまく出会い受精を成功させるメカニズムを合理的に説明している。

この二仮説に基づいて調査を続けた結果、二〇〇五年六月の新月に孵化後二日齢の仔魚四〇〇体をスルガ海山近傍で、また二〇〇九年五月の新月二日前には、ついに三一個のウナギ卵を西マリアナ海嶺南端部の海山域で採集することに成功した。これによって二つの仮説は実証され、長く続いたウナギ産卵場調査に終止符が打たれた。

ウナギの回遊研究は、分類学、生活史、集団遺伝学的研究へ発展し、さらには回遊の起源と進化に関する分子系統学へと展開している。またシンクロトロン放射光による耳石の微量元素分析によ

て、河川に遡上せず、一生海にとどまる個体群「海ウナギ」を発見したことは、学界のみならず社会へも大きな衝撃を与えた。海ウナギの存在は、従来、降河回遊魚と信じられていたウナギの回遊の常識を覆し、教科書の記述を書き改める発見となった。

3. 応用的展開

塚本氏の回遊研究は、基礎生物学の分野への貢献のみならず、水産学や保全生態学など応用的な面でも評価されている。アユの回遊開始機構の基礎研究は、放流用稚アユの種苗性を飛躍的に改善する手法を導き、ウナギ仔魚の回遊メカニズムの解明はシラスウナギの資源管理になくはならない情報を提供している。また海ウナギやサクラマスの回遊型分化の研究は、種の保全と環境保護のために大いに貢献している。

塚本氏は現在地球規模で激減したウナギ資源を保護するために、一九九七年より東アジア鰻資源協議会を組織し、これまで一五年に亘って国際保全活動を展開してきた。日本、韓国、中国、台湾にウナギサンクチュアリ「Est River」を設定し、河口にきたシラスウナギのモニタリングを行って、最適な資源管理方策を探ると共に、社会の保全意識の高揚に努めている。また塚本氏は天然資源にかかる乱獲の負荷を減らすため、ウナギ養殖用の種苗として人工シラスウ

ナギを生産する技術開発にも力を入れている。

以上、塚本氏の魚類の回遊に関する広範で独創的な研究活動は、学界のみならず、生物と自然環境の保全に並々ならぬ貢献をした。よって、塚本勝巳氏の業績は日本学士院エジソンバラ公賞に値する。

主要な著書・論文の目録 (5114編／冊より20編／冊を抜粋)

【原著論文】

1. **TSUKAMOTO, Katsumi**, Seinen CHOW, Tsuguo OTAKE, Hiroaki KUROGI, Noriaka MOCHIOKA, Michael J. MILLER, Jun AOYAMA, Shingo KIMURA, Shun WATANABE, Tatsuki YOSHINAGA, Akira SHINODA, Mari KUROKI, Machiko OYA, Tomowo WATANABE, Kazuhiro HATA, Shigeho JIRI, Yukinori KAZETO and Hideki TANAKA: Oceanic spawning ecology of freshwater eels in the western North Pacific. *Nature Communications*, 2 February, 2011.
2. **TSUKAMOTO, Katsumi**: Oceanic migration and spawning of anguillid eels. *Journal of Fish Biology*, 74, 1833–1852, 2009.
3. **TSUKAMOTO, Katsumi**, Yoshiaki YAMADA, Akihiro OKAMURA, Toyoji KANEKO, Hideki TANAKA, Michael J. MILLER, Noriyuki HORIE, Naomi MIKAWA, Tomoko UTOH and Satoru TANAKA: Positive buoyancy in eel leptocephali: an adaptation for life in the ocean surface layer. *Marine Biology*, 156, 835–846, 2009.
4. **TSUKAMOTO, Katsumi**: Spawning of eels near a seamount. *Nature*, 439, 929, 2006.
5. **TSUKAMOTO, Katsumi**, Tsuguo OTAKE, Noriaka MOCHIOKA, Tae-Won LEE, Hans FRICKE, Tadashi INAGAKI, Jun AOYAMA, Satoshi ISHIKAWA, Shingo KIMURA, Michael J. MILLER, Hiroshi HASUMOTO, Machiko OYA and Yuzuru SUZUKI: Seamounts, new moon and eel spawning: the search for the spawning site of the Japanese eel. *Environmental Biology of Fishes*, 66, 221–229, 2003.
6. **TSUKAMOTO, Katsumi**, Jun AOYAMA and Michael J. MILLER: Migration, speciation and the evolution of diadromy in anguillid eels. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science*, 59, 1989–1998, 2002.
7. **TSUKAMOTO, Katsumi** and Takaomi ARAI: Facultative catadromy of the eel, *Anguilla japonica*, between freshwater and seawater habitats. *Marine Ecology of Progress Series*, 220, 265–276, 2001.
8. **TSUKAMOTO, Katsumi**, Izumi NAKAI and Friedrich-Wilhelm Tesch: Do all freshwater eels migrate? *Nature*, 396, 635–636, 1998.
9. **TSUKAMOTO, Katsumi** and Jun AOYAMA: Evolution of the freshwater eels of the genus *Anguilla*: a probable scenario. *Environmental Biology of Fishes*, 52, 139–148, 1998.
10. **TSUKAMOTO, Katsumi**, Tae-Won LEE and Noriaka MOCHIOKA: Synchronized spawning of *Anguilla japonica* inferred by otolith daily ring of the leptocephali. *Ichthyological Research*, 45, 187–193, 1998.
11. **TSUKAMOTO, Katsumi**: Discovery of spawning area of the Japanese eel. *Nature*, 356, 789–791, 1992.
12. **TSUKAMOTO, Katsumi** and Kazuo UCHIDA: Spacing and jumping behaviours of the ayu, *Plecoglossus altivelis*. *Fisheries Science*, 56, 1383–1392, 1990.
13. **TSUKAMOTO, Katsumi**, Shinji MASUDA, Minoru ENDO and Tsuguo OTAKE: Behavioural characteristics of the ayu, *Plecoglossus altivelis*, as predictive indices for stocking effectiveness in a river. *Fisheries Science*, 56,

- 1177-1186, 1990.
14. **TSUKAMOTO, Katsumi**: Recruitment mechanism of the eel, *Anguilla japonica*, to the Japanese coast. **Journal of Fish Biology**, 36, 659-671, 1990.
 15. **TSUKAMOTO, Katsumi**, Yasuo SEKI, Tadarnichi OBA, Machiko OYA and Masao IWAHASHI: Application of otolith to migration study of salmonids. **Physiology and Ecology Japan**, Special Vol. 1, 119-140, 1989.
 16. **TSUKAMOTO, Katsumi**, Hiroshi KUWADA, Jun HIROKAWA, Machiko OYA, Sachio SEKIYA, Hiroshi FUJIMOTO and Keinosuke IMAZUMI: Size-dependent mortality of red sea bream, *Pagrus major*, juveniles released with fluorescent otolith-tags in News Bay, Japan. **Journal of Fish Biology**, 35 (Supplement A), 59-69, 1989.
 17. **TSUKAMOTO, Katsumi**: Otolith daily increments in the Japanese eel. **Fisheries Science**, 55, 1017-1021, 1989.
 18. **TSUKAMOTO, Katsumi**, Katsumi AIDA and Tsuguo OTAKE: Plasma thyroxine concentration and upstream migratory behavior of juvenile ayu. **Fisheries Science**, 54(10), 1687-1693, 1988.
 19. **TSUKAMOTO, Katsumi**: Otolith tagging of ayu embryo with fluorescent substances. **Fisheries Science**, 54, 1289-1295, 1988.
 20. **TSUKAMOTO, Katsumi**: Mass - making of ayu eggs and larvae by tetracycline-tagging of otoliths. **Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries**, 51, 903-911, 1985.
 21. **TSUKAMOTO, Katsumi**: Contribution of the red and white muscles to the power output required for swimming by the yellowtail. **Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries**, 50, 2031-2042, 1984.
- 【著書 (共著を含む)】
22. 塚本勝巳：回遊。魚類生態学の基礎。(塚本勝巳編) 恒星社厚生閣 東京 57-72, 2010.
 23. **TSUKAMOTO, Katsumi**, Michael J. MILLER, Aya KOTAKE, Jun AOYAMA and Kazuo UCHIDA: The origin of fish migration: the random escapement hypothesis. In: Challenges for Diadromous Fishes in a Dynamic Global Environment (eds. A. Haro, T. Avery, K. Beal, J. Cooper, R. Cunjak, M. Daddswell, R. Klauda, C. Moffitt, R. Rulifson, and K. Smith), American Fisheries Society Symposium 69, 45-61, 2009.
 24. **TSUKAMOTO, Katsumi**, Jun AOYAMA and Michael J. MILLER: Present status of the Japanese eel *Anguilla japonica*: resources and recent research. In: Eels at the Edge (eds. Cassehan, J. and Cairns, D.) American Fisheries Society Symposium 58, 21-35, 2009.
 25. **TSUKAMOTO, Katsumi**: Gran Pacifico Periplus, The Tokai University Press, pp. 200, 2005.
 26. MILLER, Michael, J. and **TSUKAMOTO, Katsumi**: An Introduction to Leptocephali Biology and Identification. pp. 96, Ocean Research Institute, The University of Tokyo, 2004.
 27. **TSUKAMOTO, Katsumi**, Tae-Won LEE and Hans FRICKE: Spawning area of the Japanese eel. In: **Eel Biology** (eds. K. Aida, K. Tsukamoto and K. Yamanchi), Springer, 121-140, 2003.
 28. 塚本勝巳：遊泳生態。魚類生態学の基礎 (會田勝美編) 恒星社厚生閣 東京 109-127, 2002.
 29. **TSUKAMOTO, Katsumi**: Use of otolith-tagging in a stock enhancement program for masu salmon (*Oncorhynchus masou*) in Kaji river, Japan. In: Recent Developments in Fish Otolith Research, (eds. D. H. Secor, J. M. Dean and S. E. Campana), The University of South Carolina Press, 403-422, 1995.
 30. **TSUKAMOTO, Katsumi**, Rikizo ISHIDA, Kenji NAKA and Takeshi KAJIHARA: Switching of size and migratory pattern in successive generations of landlocked ayu. In: Common Strategies of Anadromous and Catadromous Fishes (eds. M. J. Daddswell, R. J. Klauda, C. M. Moffitt, R. L. Saunders, R. A.

Ruilfsen and J. E. Cooper), American Fisheries Society Symposium 1, 492-506, 1987.