

機関番号：12601

研究種目：基盤研究（A）

研究期間：2007～2010

課題番号：19208018

研究課題名（和文）生態的特性を基礎とした浅海資源の管理・増殖手法の確立

研究課題名（英文）Establishing technologies of management and enhancement of coastal fisheries resources based on the ecological traits

研究代表者 渡邊 良朗 (WATANABE YOSHIRO)

東京大学・大気海洋研究所・教授

研究者番号：90280958

研究成果の概要（和文）：本研究は、寒流域と暖流域という異なる海流系の影響を強く受ける沿岸海域生態系において、浅海資源の再生産がどのように行われ、再生産に人間がどのように関わることで、更新可能な生物資源として将来にわたって持続的利用が可能になるかを生態学的に明らかにし、それに基づいた資源の管理・増殖の新しい考え方と方法を提示した。

研究成果の概要（英文）： This study revealed reproductive processes of coastal fisheries resources in the subarctic and subtropical water areas along the Japanese archipelago. Ecological bases of stock enhancement and management for sustainable use of the resources were presented for several important fishes and shellfishes.

交付決定額

（金額単位：円）

| | 直接経費 | 間接経費 | 合計 |
|--------|------------|------------|------------|
| 2007年度 | 18,200,000 | 5,460,000 | 23,660,000 |
| 2008年度 | 7,200,000 | 2,160,000 | 9,360,000 |
| 2009年度 | 7,200,000 | 2,160,000 | 9,360,000 |
| 2010年度 | 5,400,000 | 1,620,000 | 7,020,000 |
| 年度 | | | |
| 総計 | 38,000,000 | 11,400,000 | 49,400,000 |

研究分野：水産学

科研費の分科・細目：水産学一般

キーワード：浅海資源、繁殖生態、初期生態、新規加入量、管理・増殖

1. 研究開始当初の背景

1980年代以降、我が国の沿岸漁業生産は減少の一途をたどっている。ほとんどの漁獲対象生物が減少傾向を見せていることに、事態の深刻さが表われている。

日本周辺の西部北太平洋は世界三大漁場の一つである。寒流域では莫大な新生産を利用して発生する卓越年級群が高い資源量を支えらるが、大きな年変動を避けられない。これに対して暖流域では、各発生群の生残率変動が小さく、加入量は低水準ながら安定している。

浅海域は陸起源の栄養物質と太陽光が豊

かで生物生産力が大きく、多くの海洋生物が再生産・成育の場として利用している。自然的な要因とともに、人口が集中する臨海地域に隣接する浅海域は、人間活動の影響を集中的に受ける場でもある。これまでの浅海資源の管理や増殖は、寒流域と暖流域における海洋環境の変動特性や資源の生物特性の違いを十分考慮しないままに、人間の都合にしたがって行われてきた感がある。海域特性や資源の生態的特性を基礎としない浅海資源の管理や増殖が、沿岸漁業生産の維持・拡大の極桔となってきた。

2. 研究の目的

- (1) 寒流域と暖流域という異なる生態系において、浅海資源の再生産がどのように行われ、人間が資源の再生産にどのように関わると、更新可能な資源として将来にわたって持続的利用が可能になるかを生態学的に明らかにする。
- (2) 野外調査と野外および室内実験によって、対象とする浮魚資源、底魚資源、岩礁資源、干潟資源の生態学的特性を明らかにする。
- (3) それぞれの資源について、(2)で明らかになる生態学的特性に基づいて、資源の管理・増殖の新しい考え方と方法を提示する。

3. 研究の方法

浮魚資源、底魚資源、岩礁資源、干潟資源について、暖流域と寒流域における繁殖生態と初期生態を比較生態学的に明らかにする。2海流域における4群の生物資源の再生産機構の特徴を解明し、それに基づく資源の保全と持続的利用方法を定式化する。

- (1) 浮魚資源研究では、沖合で生まれた後に海流に乗って浅海域に来遊するイワシ資源の初期生態を解明し、浅海域での資源利用方法を沖合に存在する資源との関係で考察する。
- (2) 底魚資源研究では、ヒラメ・ホシガレイやクロソイなど砂浜や岩礁域の底魚類について、加入量変動特性を環境変動特性と関連づけて解明し、合理的な種苗放流技術を提言する。
- (3) 岩礁資源研究では、寒流系のエゾアワビと暖流系のトコブシの繁殖生態と初期生態を解明する。その結果として、これまでとはまったく異なる資源増殖の手法を提言する。
- (4) 干潟資源研究では、干潟域におけるアサリの食性や成長などに関する知見を蓄積して、資源量減少原因を解明し、回復策を考える。

4. 研究成果

- (1) 相模湾に来遊するイワシ類（マイワシ、カタクチイワシ、ウルメイワシ）の初期生態に関する知見を集中的に蓄積して、季節的に出現するシラスの生物学的特性の種特異性を明らかにした。沖合の資源量水準の変動に伴って、浅海域に来遊するシラス資源の合理的な利用方法が変化することを示した。
- (2) ヒラメ稚魚で、寒流域と暖流域の間で成長速度や生残率が異なるという南北差が見られること、天然発生群の水準が沿岸成育場への来遊率の年変動によって決まることが解明され、稚魚放流による資源増殖は、稚魚の餌生産力が高い寒流域において有効であることを提言した。

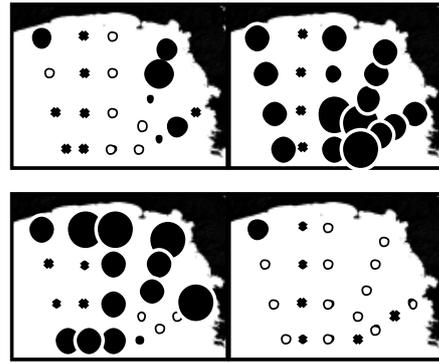


図1. カタクチシラス 4 月下旬孵化群の相模湾内分布の経時変化. 5 月 9 日(左上)、24 日(右上)、6 月 6 日(左下)、6 月 20 日(右下).
○は0、最大●は 10^4 尾/100m²、×は欠測

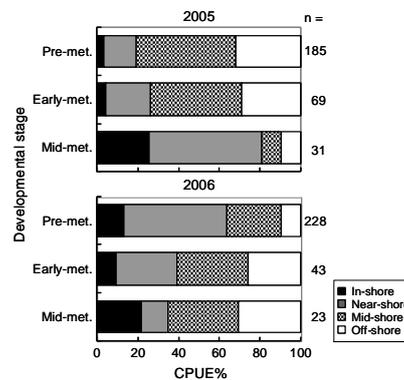


図2. 仙台湾・常磐海域におけるヒラメ浮遊仔魚の発生ステージ別分布

- (3) 暖流域と寒流域のアワビ類が生息する岩礁域生物群集を構成する生物群の季節的密度変化や安定同位体分析によって緻密な知見を蓄積した。岩礁域群集中における、アワビ類の稚貝期における食性変化や捕食者の特定、放卵・放精行動、浮遊幼生の岩礁域への輸送過程を、水槽実験やモデルシミュレーションを用いて新たな知見を集積した。その結果、高密度の母貝集団を形成することが資源増殖法として重要性であることが明らかとなった。

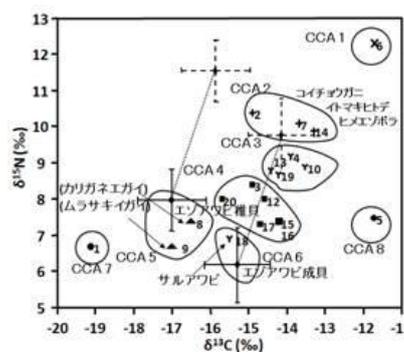


図3. エゾアワビ稚貝生息場の食物網構造.

(4) アサリの安定同位対比分析の結果、北海道から九州の各海域で、底生珪藻と浮遊珪藻に対する依存度が異なること、給餌実験によって、珪藻の細胞殻の壊れやすさに依存してアサリに対する餌料価値が大きく異なることがわかった。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 67 件)

【浮魚資源】

Kanaji Y, Kishida M, Watanabe Y, Kawamura T, Xie S, Yamashita Y, Sassa C, Tsukamoto Y (2010). Variations in otolith patterns, sizes and body morphometrics of jack mackerel *Trachurus japonicus* juveniles. *Journal of Fish Biology* 77, 1325-1342. 査読有

Kishida M, Kanaji Y, Xie S, Watanabe Y, Kawamura T, Masuda R, Yamashita Y (2010). Ecomorphological dimorphism of juvenile *Trachurus japonicus* in Wakasa Bay, Japan. *Environmental Biology of Fishes* 90, 301-315. 査読有

Watanabe Y (2009). Recruitment variability of small pelagic fish populations in the Kuroshio-Oyashio transition region of the western North Pacific. *Journal of Northwest Atlantic Fisheries Science* 41, 197-204. 査読有

Chimura M, Watanabe Y, Okouchi H, Shirafuji N, Kawamura T (2009). Hatch-period-dependent early growth and survival of Pacific herring *Clupea pallasii* in Miyako Bay, Japan. *Journal of Fish Biology* 74, 604-620. 査読有

Takahashi M, Watanabe Y, Yatsu A, Nishida H (2009). Contrasting responses in larval and juvenile growth to a climate-ocean regime shift between anchovy and sardine. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 66, 972-982. 査読有

Watanabe Y (2007). Latitudinal variation in the recruitment dynamics of small pelagic fishes in the western North Pacific. *Journal of Sea Research* 58, 46-58. 査読有

Xie S, Watanabe Y (2007). Transport-determined early growth and development of jack mackerel *Trachurus japonicus* immigrating into Sagami Bay, Japan. *Marine and Freshwater Research* 58, 1048-1055. 査読有

Shirafuji N, Watanabe Y, Takeda Y, Kawamura T (2007). Maturation and spawning of

Spratelloides gracilis in the temperate waters around Cape Shionomisaki, Japan.

Fisheries Science 73, 623-632. 査読有

渡邊良朗 (2007). マイワシ資源減少過程の2つの局面. 日本水産学会誌 73, 754-757. 査読有

【底魚資源】

Oshima M, Robert D, Kurita M, M. Yoneda, O. Tominaga, T. Tomiyama, Yamashita Y, Uehara S (2010). Do early growth dynamics explain recruitment success in Japanese flounder *Paralichthys olivaceus* off the Pacific coast of northern Japan? *Journal of Sea Research* 64, 94-101. 査読有

Omoto N, Koya Y, Chin B, Yamashita Y, Nakagawa M, Noda T (2010). Gonadal sex differentiation and effect of rearing temperature on sex ratio in black rockfish (*Sebastes schlegeli*). *Ichthyological Research* 57, 133-138. 査読有

Chin BS, Nakagawa M, Tagawa T, Masuda R, Yamashita Y (2010). Ontogenetic changes of habitat selection and thyroid hormone levels in black rockfish (*Sebastes schlegeli*) reared in captivity. *Ichthyological Research* 57, 278-285. 査読有

Oshima M, Kato Y, Masuda R, Kimura S, Yamashita Y (2009). Effect of turbulence on feeding intensity and survivorship of Japanese flounder pelagic larvae. *Journal of Fish Biology* 75, 1639-1647. 査読有

Wada T, Aritaki M, Yamashita Y, Tanaka M (2007). Comparison of low-salinity adaptability and morphological development during the early life history of five pleuronectid flatfishes, and implications for migration and recruitment to their nurseries. *Journal of Sea Research* 58, 241-254. 査読有

Chin B S, Nakagawa M, Yamashita Y (2007). Effects of feeding and temperature on survival and growth of larval black rockfish *Sebastes schlegeli* in rearing conditions. *Aquaculture Science* 55, 619-627. 査読有

【岩礁資源】

Onitsuka T, Kawamura T, Ohashi S, Iwanaga S, Horii T, Watanabe Y (2010a). Effects of delayed metamorphosis and delayed post-settlement feeding on post-larval survival and growth of the abalone *Haliotis diversicolor*. *Aquaculture* 298, 239-244. 査読有

Won N-I, Kawamura T, Takami H, Watanabe Y (2010a). Ontogenetic changes in the feeding habits of an abalone *Haliotis discus hannai*: field verification by stable isotope analyses. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 67, 347-356. 査読有

Hayakawa J, Kawamura T, Ohashi S, Horii T, Watanabe Y (2010). Importance of epiphytic diatoms and fronds of two species of red algae as diets for juvenile Japanese turban snail *Turbo cornutus*. *Journal of Shellfish Research* 29, 233-240. 査読有

Won N-I, Kawamura T, Takami H, Watanabe Y (2010b). Stable isotope analyses as a tool to examine post-larval diets of *Haliotis discus hannai*. *Journal of Shellfish Research* 29, 655-662. 査読有

Miyake Y, Kimura S, Kawamura T, Horii T, Kurogi H, Kitagawa T (2009). Simulating larval dispersal processes for abalone using a coupled particle-tracking and hydrodynamic model: implication for refugium design. *Marine Ecology Progress Series* 387, 205-222. 査読有

Takami H, Saido, T, Endo T, Noro T, Musashi T, Kawamura T (2008). Overwinter mortality of young-of-the-year Ezo abalone (*Haliotis discus hannai*) in relation to seawater temperature on the Northern Pacific coast of Japan. *Marine Ecology Progress Series* 367, 203-212. 査読有

Hayakawa J, Kawamura T, Ohashi S, Horii T, Watanabe Y (2008). Habitat selection of Japanese top shell (*Turbo cornutus*) on articulated coralline algae: combination of preferences in settlement and post-settlement stage. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 363, 118-123. 査読有

Hayakawa J, Kawamura T, Horii T, Watanabe Y (2007). Settlement of larval top shell, *Turbo (Batillus) cornutus*, in response to several marine algae. *Fisheries Science* 73, 371-377. 査読有

Fukazawa H, Kawamura T, Takami H, Watanabe Y (2007). Oogenesis and its relevant changes in egg quality of an abalone *Haliotis discus hannai* during a spawning season. *Aquaculture* 270, 265-275. 査読有

河村知彦 (2007). アワビ類浮遊幼生の着底場選択とその生態的意義. *Sessile Organisms* 24, 27-34. 査読有

【干潟資源】

Watanabe S, Katayama S, Kodama M, Cho N, Nakata K, Fukuda M (2009). Small-scale variation in feeding environments for the Manila clam *Ruditapes philippinarum* in a tidal flat in Tokyo Bay. *Fisheries Science* 75, 937-945. 査読無

〔学会発表〕 (計 94 件)

【浮魚資源】

Fukamichi K, Watanabe Y, Mitani I, Kawamura T. (2010). Metamorphosis is closely associated with condition factor in Japanese anchovy in the Pacific coastal waters of central Japan. *Climate Change Effects on Fish and Fisheries*, 仙台市, 2010年4月27, 28日.

Suhara M, Watanabe Y, Katsukawa Y, Mori Y, Katayama S, Yamamoto Y, Kawamura T (2010). Comparative reproductive ecology of Japanese anchovy, *Engraulis japonicus*, in different current areas off Japan. *Climate Change Effects on Fish and Fisheries*, 仙台市, 2010年4月27, 28日.

Watanabe Y (2009). Synchronous changes in small pelagic fish populations in the Kuroshio-Oyashio area. 3rd. GLOBEC Open Science Meeting, Victoria, 22-26 June.

Watanabe Y (2009). Linear response of growth rates to ambient temperature in larval round herring *Etrumeus teres* in the Pacific coastal waters off southern Japan. PICES-2009, Jeju, Korea, 23 October – 1 November.

須原三加・勝川木綿・森泰雄・片山知史・山本昌幸・河村知彦・渡邊良朗 (2009). 日本周辺海域におけるカタクチイワシの成熟状態の比較. 水産海洋学会研究発表大会, 長崎, 2009年11月17-19日.

深道絹代・三谷勇・仲手川恒・河村知彦・渡邊良朗 (2009). 成長速度と肥満度がカタクチイワシの変態に与える影響. 水産海洋学会研究発表大会, 長崎, 2009年11月17-19日.

山内梓・佐々千由紀・志村健・小松幸生・河村知彦・渡邊良朗 (2008). 黒潮域と対馬暖流域におけるマアジの初期生態比較. 2008年度水産海洋学会研究発表大会, 東京.

Katsukawa Y, Watanabe Y, Nakategawa H (2008). Changes in the life history traits and population dynamics of Japanese sardine and anchovy. 5th World Fisheries Congress, Yokohama.

深道絹代・三谷勇・仲手川恒・河村知彦・渡邊良朗 (2008). 相模湾のシラス漁場におけるカタ

クチイワシ仔魚の肥満度と成長速度の季節変化. 2008年度水産海洋学会研究発表大会, 東京.

【底魚資源】

- Walsh M L, Fujimoto H, Yamamoto H, Yamada T, Takahashi Y, Yamashita Y (2010). Case studies in flatfish stock enhancement: Evaluating the impact of acclimation cage conditioning for Japanese flounder, *Paralichthys olivaceus*, in Wakasa Bay, Japan. 12th Flatfish Biology Conference. Westbrook, CT. Book of abstract, 19.
- Fujinami Y, Shimizu D, Okouchi H, Yamashita Y (2008). Relationship between the return rate decrement of Japanese flounder hatchery-juveniles and fisheries management in Miyako Bay, Japan. 7th International Flatfish Symposium, Sesimbra (Portugal), Book of Abstract, 58.
- Fukunishi Y, Masuda R, Aritaki M, Yamashita Y (2008). Comparison of UV-B tolerance in early life stages of slime flounder *Microstomus achne* and spotted halibut *Verasper variegatus*. 7th International Flatfish Symposium, Sesimbra (Portugal), Book of Abstract, 29.
- 大嶋真謙・上原伸二・栗田 豊・米田道夫・富永修・上野正博・山下 洋 (2007). 若狭湾と仙台湾・常磐海域におけるヒラメ浮遊仔魚期の成長依存減耗. 平成 19 年度日本水産学会秋季大会講演要旨集, 161.

【岩礁資源】

- 河村知彦 (2010a). 水産生物の種苗放流が岩礁生態系の生物多様性に及ぼす影響. 沿岸環境関連学会連絡協議会第 23 回ジョイントシンポジウム「水産からみた生物多様性とは何かを考える」, 東京, 2月.
- Won N-I, Kawamura T, Takami H, Hoshikawa H, Watanabe Y (2010a). Comparison of benthic community structure in natural habitats of abalone *Haliotis discus hannai* affected by different current systems. International symposium “Climate change effects on fish and fisheries: forecasting impacts, assessing ecosystem responses, and evaluating management strategies, 仙台市, 4月.
- 高見秀輝・元 南一・河村知彦 (2010a). エゾアワビの成長に伴う棲み場の変化. 平成 22 年度日本水産学会秋季大会, 京都市, 9月.
- 早川 淳・河村知彦・大橋智志・堀井豊充・渡邊良朗 (2009). ヒメヨウラクとサザエ稚貝の捕

食一被食関係. 平成 21 年度日本水産学会春季大会, 東京, 3月.

- Kawamura T, Takami H, Onitsuka T, Won N-I, Hayakawa J (2009). Early life ecology of abalone in CCA habitats, I: Ecological implications of larval selective settlement. 7th International Abalone Symposium, Pattaya, タイ, 7月.
- Onitsuka T, Kawamura T, Iwanaga S, Ohashi S, Horii T (2009). Early life ecology of abalone in CCA habitats, II: Dietary values of gametophyte and juvenile sporophyte of a brown macroalga (*Eisenia bisyctis*) for juvenile *H. diversicolor*. 7th International Abalone Symposium, Pattaya, タイ, 7月.
- Won N-I, Kawamura T, Takami H, Watanabe Y (2009a). Early life ecology of abalone in CCA habitats, III: Stable isotope analyses as a tool to examine post-larval diets. 7th International Abalone Symposium, Pattaya, タイ, 7月.
- Won N-I, Kawamura T, Takami H, Hayakawa J, Onitsuka T, Horii T, Watanabe Y (2009b). Early life ecology of abalone in CCA habitats, IV: Food web structures revealed by stable isotope analyses. 7th International Abalone Symposium, Pattaya, タイ, 7月.
- Miyake Y, Kimura S, Kawamura T, Horii T, Kurogi H, Kitagawa T (2009). Simulating dispersal processes of abalone larvae using coupled particle-tracking and hydrodynamic model. 7th International Abalone Symposium, Pattaya, タイ, 7月.
- 河村知彦 (2009a). アワビはなぜ増えないのか? —アワビ類の生態からみた資源管理・増殖のあり方—. 海の博物館特別展「あわび・アワビ・鮑—神様も大好きな不老長寿の妙薬」フォーラム「アワビを増やすために」, 鳥羽市, 9月.
- Won N-I, Kawamura T, Takami H, Watanabe Y (2009c). Ontogenetic niche shift of abalone *Haliotis discus hannai* in relation to population dynamics. X International Congress on Medical and Applied Malacology, Busan, 韓国.
- 河村知彦 (2009b). アワビはなぜ増えないのか? その生態から考える. 海洋生物環境研究所中央研究所設立 30 周年記念シンポジウム「豊かなアワビの浜を取り戻すために」, 御宿町, 12月.
- 元 南一・河村知彦・高見秀輝・渡邊良朗 (2008a). 給餌実験によるエゾアワビ稚貝の安定同位体比の変化と濃縮係数の推定. 平成 20 年度日本水産学会春季大会, 静岡市, 3月.
- 早川 淳・河村知彦・大橋智志・堀井豊充・渡邊

- 良朗 (2008a). サザエ浮遊幼生に対する有節サンゴモ藻体の着底誘引因子. 平成 20 年度日本水産学会春季大会, 静岡市, 3 月.
- 河村知彦 (2008). アワビ類の種苗放流と資源管理. 第 58 回水産資源談話会「人工種苗放流による水産資源の増殖と管理」, 東京, 9 月.
- Onitsuka T, Kawamura T, Horii T, Watanabe Y (2008). Reproduction and early life ecology of abalone *Haliotis diversicolor*. 5th World Fisheries Congress, 横浜市, 10 月.
- 三宅陽一・木村伸吾・河村知彦・堀井豊充・黒木洋明・北川貴士 (2008). 幼生輸送に基づいた暖流系大型アワビ類資源保護区の選定. 2008 年度水産海洋学会研究発表大会, 東京, 11 月.
- Kawamura T (2008). Progress and problems in the seed production and reseedling of abalone in Japan. 1st international symposium on marine bioscience; functional materials from abalone and its use, Wando, 韓国, 11 月.
- Won N-I, Kawamura T (2008). Recent progress in abalone ecological studies in Japan. 1st international symposium on marine bioscience; functional materials from abalone and its use, Wando, 韓国, 11 月.
- 河村知彦 (2007d). 生態的特性に基づいたアワビ類種苗生産技術. 東京大学海洋研究所共同利用研究集会「アワビ類栽培漁業の検証と今後の展望」, 東京, 8 月
- Kawamura T, Onitsuka T (2007). Reproduction and early life ecology of *Haliotis diversicolor* in Sagami Bay, Japan. Seminar on “The resource recovery of an abalone *Haliotis diversicolor* in Korea”, Jeju, 韓国, 9 月.

【干潟資源】

- 伯耆匠二・元 南一・河村知彦・渡邊良朗 (2011). アサリの摂餌速度と消化率に及ぼす珪藻の種および密度の影響. 平成 23 年度日本水産学会春季大会. 東京都, 3 月
- 大村文乃・鬼塚年弘・元 南一・河村知彦・渡邊良朗 (2009). 数種の餌料珪藻に対するアサリの摂食と消化. 平成 21 年度日本水産学会秋季大会. 盛岡市, 10 月.

【図書】(計 8 件)

- 千葉 晋・河村知彦 (2011). 無脊椎動物資源から見た生態系サービス. 浅海域の生態系サービス (小路淳・堀正和・山下洋 編), 38-52, 恒星社厚生閣, 東京, 150pp.
- Yamashita Y, Aritaki M (2010). Stock enhancement of Japanese flounder in Japan. In: Daniels HV and W Watanabe (eds) Practical Flatfish Culture and Stock

Enhancement. Wiley-Blackwell, Ames. 239-251.

渡邊良朗 (2010). 個体数変動, 「魚類生態学の基礎」(塚本勝巳 編). 恒星社恒星閣, 東京, 278-298.

渡邊良朗 (2009). 変動する海の生物資源. 海と生命 (塚本勝巳編). 東海大学出版会, 東京. pp. 388-401.

山下 洋, 田中 克編 (2008). 森川海のつながりと河口・沿岸域の生物生産. 水産学シリーズ 157, 恒星社厚生閣 147pp.

山下 洋 (2008). カレイ類稚魚育成場としての河口域の役割. 「稚魚学」(田中 克, 田川正朋, 中山耕至 編) 生物研究社, 108-114.

渡邊良朗・高橋素光 (2007). イワシ類の生態とレジーム・シフト. 「レジーム・シフト - 気候変動と生物資源管理 -」(川崎健, 谷口旭, 花輪公雄, 仁平章 編). 成山堂書店, 東京, 141-155.

山下 洋 (2007). 水産資源の再生を考える. 「瀬戸内海の里海構想」(瀬戸内海研究会議編) 恒星社厚生閣, 17-28.

[その他]
ホームページ等

6. 研究組織 (1) 研究代表者

渡邊 良朗 (WATANABE YOSHIRO)
東京大学・大気海洋研究所・教授
研究者番号: 90280958

(2) 連携研究者

山下 洋 (YAMASHITA YOH)
京都大学・フィールド科学教育研究センター・教授

研究者番号: 60346038

河村 知彦 (KAWAMURA TOMOHIKO)
東京大学・大気海洋研究所・准教授
研究者番号: 30323629

木村 伸吾 (KIMURA SHINGO)
東京大学・新領域創成科学研究科・教授
研究者番号: 90202043

渡部 諭史 (WATANABE SATOSHI)
水産総合研究センター中央水産研究所・研究員 (2007 年度)
研究者番号: 40371877