

平成 26 年 5 月 12 日現在

機関番号：12601

研究種目：基盤研究(B)

研究期間：2010～2013

課題番号：22380108

研究課題名(和文) 東南アジア海域の動物プランクトンセンサス

研究課題名(英文) Census of marine zooplankton in Southeast Asia

研究代表者

西田 周平(Nishida, Shuhei)

東京大学・大気海洋研究所・教授

研究者番号：70134658

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 9,000,000円、(間接経費) 2,700,000円

研究成果の概要(和文)：全海洋中で最も生物多様性が大きい、人間活動や気候変動の影響も顕在化しつつある東南アジアの沿岸生態系を対象とし、動物プランクトンの種多様性に関する定量的知見を拡充した。既存試料の分類学的、遺伝学的、生態学的分析と補足的現地調査により、約20種の未知のカイアシ類を発見・記載し、既知種にも遺伝的に分化した隠蔽種が存在するを見いだした。また、既存の試・資料の分析・整理により新たに約16,000件の定量分布データを電子化した。ヤムシ類については、インド太平洋海域における種多様性の分布を明らかにするとともに、環境要因から種多様性(種数、多様度)を推定するためのモデルを作成・公表した。

研究成果の概要(英文)：Focusing on the coastal ecosystems in Southeast Asia, which is a biodiversity hot spot under the threats of human activities and climate change, this study aimed at expanding our quantitative knowledge on zooplankton. On the basis of taxonomic, molecular-genetic, and ecological analyses of existing materials, we discovered and described ca. 20 species of copepods so far unknown, and demonstrated presence of genetically-differentiated cryptic species within several known species. We also digitized quantitative data of zooplankton distribution from ca. 16,000 data points by analyses/mining of existing samples/papers. As for chaetognaths, we compiled the distributional patterns of species diversity in the Indo-Pacific Region, and established/published a model to predict species diversity (species richness and diversity) from environmental parameters.

研究分野：農学

科研費の分科・細目：水産学・水産学一般

キーワード：プランクトン 生物多様性 環境分析 生態学 分類学 国際研究者交流 東南アジア データベース

1. 研究開始当初の背景

東南アジア海域はサンゴ礁、マングローブ林をはじめとする多様な沿岸生態系のほか、水深 4000 m を超える半閉鎖的な海盆を含み、世界の海洋の中で最も種多様性が高いことで知られる。一方この海域では陸域からの人為的汚染物質の流入負荷が大きく、近年海洋汚染が深刻化するとともに、地球規模の気候変動の影響も顕在化しつつあり、緊急に集中的調査の必要な海域である。また水産資源の供給源として沿岸諸国の経済や国民生活にとっても重要な場である。しかし、この海域における生物多様性に関する知見の多くは、歴史的探検航海による博物学的記載や沿岸諸国による陸棚以浅の調査によるものであり、沖合および深海域の生物相と生態系の構造については未だに知見が乏しい。また個々の縁辺海は地史的成立過程、閉鎖性、陸域の影響等の違いにより異なった生態系構造をもつものと考えられ、生物地理、生物進化、および物質循環の点からも注目される。

2. 研究の目的

本研究は上記 1 に述べた問題をかかえる東南アジア沿岸海域を対象とし、海洋生態系の重要構成群である動物プランクトンの種多様性に関する定量的知見を拡充・整備することを目的とした。研究は日本学術振興会多国間協力事業（沿岸海洋学）、同アジア研究教育拠点事業（東南アジアにおける沿岸海洋学の研究教育ネットワーク構築）および全海洋動物プランクトンセンサス（Census of Marine Zooplankton）との連携と関係諸国研究者との協力のもとに行い、既存試料の分類学的、遺伝学的、生態学的分析と補足的現地調査により、種の分布、遺伝的多様性、群集構造等に関する知見を収集・総合し、生態系の現状評価に資することを目指した。

3. 研究の方法

東南アジア 5 カ国（インドネシア、マレーシア、フィリピン、タイ、ベトナム）の沿岸・沖合を対象海域とし、(1) 各国研究機関で保管する既存の試料および上記事業において採集された動物プランクトン試料から利用可能な試料系列を抽出・分析した。これにより分布生態および群集多様性に関する知見を集積し、この海域における種多様性の現状を把握した。(2) 未記載種が出現した場合は順次新種として記載・公表した。(3) 同時に各国において新たに採集を行い、姉妹種、近似種等に関する分子遺伝学的分析に基づき、種間、地域集団間の遺伝的関係を明らかにした。(4) これらの解析により得られた知見をもとに、東南アジア海域の動物プランクトン多様性データベースを拡充・整備した。

4. 研究成果

(1) 沿岸および縁辺海域における動物プランクトン群集の時空間変動：既存試料の分析に

より、主要分類群および種の時空間変動を明らかにした。とくに、半閉鎖的で高温・均質な中・深層で特徴づけられるスルー海では、中・深層性カイアシ類の種数が周辺海域に比べ著しく小さく、かつ多くの固有種が生息することが示された。また、ヤムシ類について東南アジアと日本近海を含む西部北太平洋の広範な海域における文献情報を収集・分析した結果、種多様性が北緯 40 度を境に北側で激減すること、種組成に 7 つのパターンがあり各々が特徴的な分布と季節変動を示すことなどが明らかになった。フィリピンの沿岸性ヤムシ類については各種の分布パターンと群集構造が太平洋沿岸域とフィリピン島嶼内の海域で大きく異なることを示した。マレーシアのサンゴ礁およびアマモ場における種組成データを解析し、個体数、種組成、および種の時空間的出現パターンが生息場所間で異なること等の成果を含む論文を作成した。

(2) 分類学的知見の拡充：セレベス島（インドネシア）沿岸およびスルー海で採集された動物プランクトン試料から浮遊性カイアシ類の未記載種約 20 種を見いだした。これらは現在新種として公表準備中である。タイから *Pseudodiaptomus* 属のカイアシ類未記載種を見だし、詳細な形態の観察と描画を行い新種として公表した（図 1）。アミ類については、東南アジア海域に出現する全種を対象とした同定マニュアルを作成した。

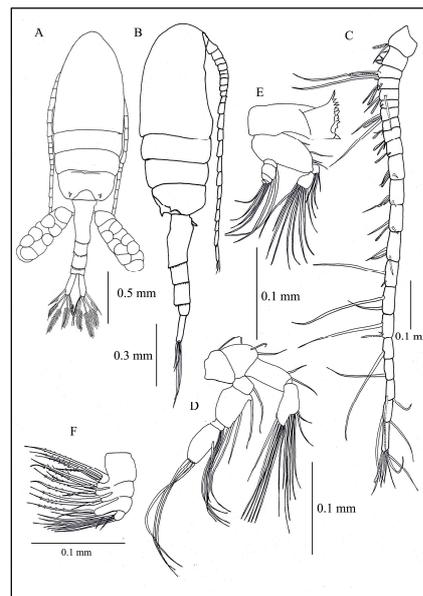


図 1. タイから新種として記載されたカイアシ類 *Pseudodiaptomus siamensis*

(3) 遺伝学的解析：スルー海に関する分析から、特定種のカイアシ類で周辺海域とは遺伝的に大きく異なる集団が存在することが示された。マレーシアのアマモ場から採集されたカイアシ類種内の大型、小型の 2 型が遺伝的に隔離された隠蔽種であること、東南ア

シア海域に分布するユメエビ類が地史および海流系に対応した集団構造を示すこと、タイから採集されたアミ類に*Anisomysis*属の未記載種が存在すること等を明らかにした。

(4) 動物プランクトン試料データベースの構築：マレーシア、ベトナムの研究協力者との協働により各国沿岸域からの採集資料を収集・整理し、それぞれ2300件、1600件の個体数密度のデータを電子化した。インドネシア、ベトナム、マレーシア、タイにおける動物プランクトンの分類、分布に関する研究史を総説した。また、アジア・西太平洋海域のヤムシ類に関する文献を調査し、計12,000観測点の定量的分布データを電子化した(図2)。

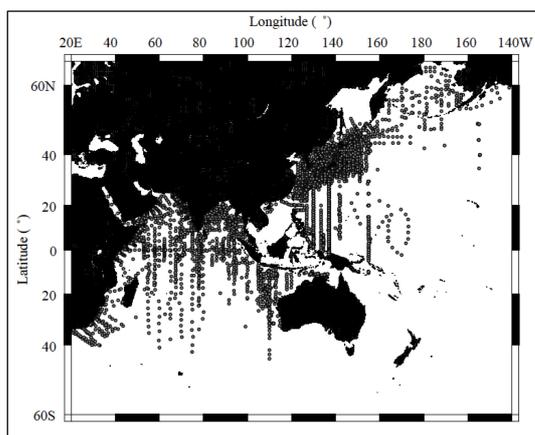
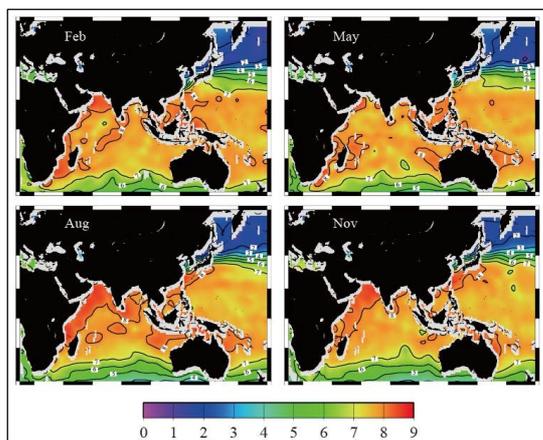


図2 . ヤムシ類データが得られた観測点

これらデータの解析により、ヤムシ類の種多様性の極大が亜熱帯海域にあり、分布様式が水温と強い相関を示すことを明らかにし、環境要因(水温、クロロフィル等)から種多様性(種数、多様度)を推定するための重回帰



モデルに関する論文を公表した(図3)

図3 . モデルから推定されたヤムシ類種数の季節別分布パターン

(5) その他の成果：富栄養化の著しいインドネシアのジャカルタ湾で、カイアシ類主要種に高頻度(>30%)で奇形個体が出現することを見いだした。また、フィリピンで採集した

食用クラゲに様々な魚類および無脊椎動物が共生していることを見だし、論文を作成・公表した(図4)。

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20件)

Miyamoto, H., M. Kotori, H. Itoh and S. Nishida, Species diversity of pelagic chaetognaths in the Indo-Pacific region. *Journal of Plankton Research*, 査読有, 2014, doi: 10.1093/plankt/fbu001

Kondo, Y., S. Ohtsuka, J. Nishikawa, E. Metillo, H. Pagliawan, S. Sawamoto, M. Moriya, S. Nishida and M. Urata, Associations of fish juveniles with rhizostome jellyfishes in the Philippines, with taxonomic remarks on a commercially harvested species in Carigara Bay, Leyte Island, *Plankton and Benthos Research*, 査読有, 9, 2014, 1-6.

Kawabata, T., D. J. Lindsay, M. Kitamura, S. Konishi, J. Nishikawa, S. Nishida, M. Kamio and H. Nagai, Evaluation of the bioactivities of water-soluble extracts from twelve deep-sea jellyfish species, *Fisheries Science*, 査読有, 79, 2013, 487-494, DOI: 10.1007/s12562-013-0612-y

Itoh, H. and S. Nishida, Burrow association of *Hemicyclops* (Copepoda: Poecilostomatoida) as a possible strategy for predator avoidance, *Plankton and Benthos Research*, 査読有, 8, 2013, 141-149.

Srinui, K., S. Nishida, and S. Ohtsuka, A new species of *Pseudodiaptomus* (Crustacea, Copepoda, Calanoida, Pseudodiaptomidae) from the Prasae River Estuary, Gulf of Thailand. *ZooKeys*, 査読有, 338, 2013, 39-54, doi: 10.3897/zookeys.338.5531

Zulikha, N.Z., F.M. Yusoff, J. Nishikawa, A. Arshad, and H.M. Matias-Peralta, Mesozooplankton composition and abundance in a tropical estuary during monsoon season, *Journal of Fisheries and Aquatic Science*, 査読有, 8, 2013, 430-440. DOI: 10.3923/jfas.2013.430.440

Temnykh, A. and S. Nishida, New record of the planktonic copepod *Oithona davisae* Ferrari and Orsi in the Black Sea with notes on the identity of "*Oithona brevicornis*", *Aquatic Invasions*, 査読有, 7, 2012, 425-431, <http://dx.doi.org/10.3391/ai.2012.7.3.013>

Miyamoto, H., R.J. Machida and S. Nishida, Global phylogeography of the deep-sea pelagic chaetognath *Eukrohnia hamata*, *Progress in Oceanography*, 査読有, 104, 2012, 99-109, <http://dx.doi.org/10.1016/j.pocean.2012.06.003>

Miyamoto, H., S. Nishida, K. Kuroda and Y. Tanaka, Vertical distribution and seasonal

variation of pelagic chaetognaths in Sagami Bay, central Japan, Plankton and Benthos Research, 査読有, 7, 2012, 41-54.

Nishida, S. and T. Nonomura, Structure of novel exocrine glands in *Calanus* species with notes on their possible function, Journal of Marine Biological Association of the United Kingdom, 査読有, 91, 2011, 801-805, DOI: 10.1017/S0025315410001323

Miyamoto, H. and S. Nishida, A new deep-sea benthopelagic chaetognath of the genus *Bathyspadella* (Chaetognatha) with ecological and molecular phylogenetic remarks, Journal of Natural History, 査読有, 45, 2011, 2785-2794,

DOI:10.1080/00222933.2011.602806

Nonomura, T., S. Nishida, A. Tsuda and I. Yasuda, Morphological characters for practical identification of the copepodite stages of three sympatric *Calanus* species in the western North Pacific, Journal of Plankton Research, 査読有, 33, 2011, 1496-1509, DOI: 10.1093/plankt/fbr055

Bucklin, A., S. Nishida, S. Schnack-Schiel, P.H. Wiebe, D. Lindsay, R.J. Machida, and N.J. Copley, A Census of Zooplankton of the Global Ocean, Chapter 13, In: Life in the World's Oceans: Diversity, Distribution, and Abundance. Alasdair D. McIntyre (Ed.), Blackwell Publishing Ltd. (Oxford), 査読無, 2010, Pp. 247-265.

Miyamoto, H., R. J. Machida, and S. Nishida, Complete mitochondrial genome sequences of the three pelagic chaetognaths *Sagitta nageae*, *Sagitta decipiens* and *Sagitta enflata*, Comparative Biochemistry and Physiology, Part D, 査読有, 5, 2010, 65-72, doi: 10.1016/j.cbd.2009.11.002

Fujikura, K., D. Lindsay, H. Kitazato, S. Nishida and Y. Shirayama (2010) Marine biodiversity in Japanese waters, PLoS ONE, 査読有, 5, 2010, e11836, DOI:10.1371/journal.pone.0011836

Wiebe, P.H., S.B. Schnack-Schiel and S. Nishida, Introduction to specie diversity of marine zooplankton, Deep-Sea Research Part II, 査読有, 57, 2010, 2061-2063, <http://dx.doi.org/10.1016/j.dsr2.2010.09.009>

Matsuura, H., S. Nishida and J. Nishikawa, Species diversity and vertical distribution of the deep-sea copepods of the genus *Euaugaptilus* in the Sulu and Celebes Seas, Deep-Sea Research Part II, 査読有, 57, 2010, 2098-2109, <http://dx.doi.org/10.1016/j.dsr2.2010.09.013>

Miyamoto, H., R.J. Machida and S. Nishida, Genetic diversity and cryptic speciation of the deep sea chaetognath *Caecosagitta macrocephala* (Fowler, 1904), Deep-Sea

Research Part I, 査読有, 57, 2010, 2211-2219, <http://dx.doi.org/10.1016/j.dsr2.2010.09.023>

Machida, R.J. and S. Nishida, Amplified fragment length polymorphism analysis of the mesopelagic copepod *Disseta palumbii* in the equatorial western Pacific and adjacent waters: Role of marginal seas in the genetic isolation of mesopelagic animals, Deep-Sea Research Part II, 査読有, 57, 2010, 2130-2134, <http://dx.doi.org/10.1016/j.dsr2.2010.09.015>

Asante, K.A., T. Agusa, R. Kubota, H. Mochizuki, K. Ramu, S. Nishida, S. Ohta, H. Yeh, A. Subramanian and S. Tamabe, Trace elements and stable isotope ratios (^{13}C and ^{15}N) in fish from deep-waters of the Sulu Sea and the Celebes Sea, Marine Pollution Bulletin, 査読有, 60, 2010, 1560-1570, <http://dx.doi.org/10.1016/j.marpolbul.2010.04.011>

[学会発表](計20件)

大塚 攻・近藤裕介・岡田昇馬、アジア海域における大型クラゲ類の共生生物群集、東京大学大気海洋研究所共同利用研究会「クラゲ類の生態学的研究の最前線」、2013年11月19日、東京大学大気海洋研究所、柏市

Nishikawa, J., S. Ohtsuka, Y. Kondo, K. Srinui, H. Miyake, D.J. Lindsay, T. Miyajima and S. Nishida, Jellyfish fisheries in Thailand, NRCT-JSPS Joint International Seminar on Coastal Ecosystems in Southeast Asia, 16 Nov. 2013, Chiangmai, Thailand

Nishida, S. and M.M. Noblezada, Molecular-genetic analysis of *Oithona attenuata* (Copepoda, Cyclopoida) populations in the coastal waters of Southeast Asia and Pacific Ocean, NRCT-JSPS Joint International Seminar on Coastal Ecosystems in Southeast Asia, 16 Nov. 2013, Chiangmai, Thailand

Sawamoto, S., E. B. Metillo and M. Moriya, Mysid research with a sledge net in the Philippines, NRCT-JSPS Joint International Seminar on Coastal Ecosystems in Southeast Asia, 16 Nov. 2013, Chiangmai, Thailand

Hayashizaki, K., S. Nishida, T. Tsunoda, M. Sano, F. Md. Yusoff et al., Food web analysis on seagrass bed ecosystem in Malaysia using carbon and nitrogen stable isotopes, NRCT-JSPS Joint International Seminar on Coastal Ecosystems in Southeast Asia, 17 Nov. 2013, Chiangmai, Thailand

Matias-Peralta, H.M., F. Md. Yusoff and S. Nishida, Seasonal and spatial variation of copepod community in a seagrass ecosystem, Straits of Malacca, Malaysia, NRCT-JSPS Joint International Seminar on Coastal Ecosystems in Southeast Asia, 17 Nov. 2013, Chiangmai, Thailand

Sano, M., S. Sakamoto, H. Miyamoto, T. Komatsu and S. Nishida, Estimating biodiversity of seagrass ecosystems in Japan and Southeast Asia, NRCT-JSPS Joint International Seminar on Coastal Ecosystems in Southeast Asia, 17 Nov. 2013, Chiangmai, Thailand

Ohtsuka, S., Y. Kondo, J. Nishikawa, N. Ogawa, N. Ohkouchi, K. Sriuni, H.Y. Soh, B. A. V. Maran and S. Nishida, Symbiotic relationships among jellyfish, fish and invertebrates in Asian waters. Fourth International Jellyfish Bloom Symposium, 5,6 June 2013, International Conference Center, Hiroshima

Nishikawa, J., M. Machida, T. Miyajima, F. Md. Yusoff, P. Kuppan and S. Nishida, Fisheries and biology of the jellyfish, *Acromitus hardenbergi* in the Perak River, Malaysia, 4th International Jellyfish Bloom Symposium, 6 June 2013, International Conference Center, Hiroshima

Nishida, S., JSPS-Asian CORE Program: how can we develop research cooperation? Joint International Seminar on Coastal Ecosystems in Southeast Asia, 2012年11月12日, インドネシア科学院(ジャカルタ、インドネシア)

Nishida, S., Zooplankton biodiversity in the Indo-West Pacific Region: a case study for data mining, compilation, analysis and prediction, Joint International Seminar on Coastal Ecosystems in Southeast Asia, 2012年11月12日, インドネシア科学院(ジャカルタ、インドネシア)

Nishida, S., Zooplankton in seagrass areas of Merambong and Tinggi Islands, Johor, Malaysia: A preliminary report, Joint International Seminar on Coastal Ecosystems in Southeast Asia, 2012年11月12日, インドネシア科学院(ジャカルタ、インドネシア)

Sawamoto, S., Pictorial key to mysid species in the coastal waters of Southeast Asia, Joint International Seminar on Coastal Ecosystems in Southeast Asia, 2012年11月12日, インドネシア科学院(ジャカルタ、インドネシア)

Ohtsuka, S., Symbiotic relationships among jellyfish, fish and invertebrates in Asian waters, Joint International Seminar on Coastal Ecosystems in Southeast Asia, 2012年11月12日, インドネシア科学院(ジャカルタ、インドネシア)

西田周平、小さな大宇宙—動物プランクトンの多様性、東京大学大気海洋研究所共同利用シンポジウム「生物多様性と水族館：研究・展示・啓発活動」、2011年12月12日、東京大学(柏市)

Miyamoto, H., H. Itoh, M. Kotori and S. Nishida, Towards an efficient use of literature information for biodiversity research: Pelagic chaetognaths—a case study, World Conference

on Marine Biodiversity 2011, 2011年9月30日, アバディーン(英国)

西川淳、タイ湾におけるクラゲ漁業、2011年日本ベントス学会・日本プランクトン学会合同大会、2011年9月17日、高知大学(高知市)

Miyamoto, H., H. Itoh, M. Kotori and S. Nishida, Biodiversity of pelagic chaetognath in the Western Pacific: Towards an efficient use of literature information, 8th IOC/WESTPAC International Scientific Symposium, 2011年3月30日, Paradise Hotel (Busan), Republic of Korea

Nishida, S., Mulyadi, BHR Othman, S. Ohtsuka, J. Nishikawa and H. Miyamoto, Zooplankton species discovery in Southeast Asia: A biodiversity hotspot, Science Symposium of the Census of Marine Life 2010: A Decade of Discovery, 2010年10月5日, Royal Academy, London, UK

Nishida, S., Zooplankton biodiversity in Southeast Asia: An overview, Census of Marine Zooplankton Steering Group Meeting, 2010年5月11日, Institute of Oceanology, Chinese Academy of Sciences, Qingdao, China

[図書] (計 3 件)

Wiebe, P.H., S. Schnack-Schiel and S. Nishida (Eds), Blackwell Publishing Ltd., Oxford, Species Diversity of Marine Zooplankton (Deep-Sea Research Part II, Vol. 57, Issues 24-26), 2010, 361 pp.

Nishida, S., M.D. Fortes and N. Miyazaki (Eds), TERRAPUB, Tokyo, Coastal Marine Science in Southeast Asia – Synthesis Report of the Core University Program of the Japan Society for the Promotion of Science: Coastal Marine Science (2001-2010), 2011, 315 pp.

Nishida, S. (Ed.), International Coastal Research Center, The University of Tokyo, Proceedings of the Horiba International Conference "New Direction of Ocean Research in the Western Pacific"-Past, Present and Future of UNESCO/IOC/WESTPAC Activity for 50 years and the JSPS Project "Coastal Marine Science", 2012 (Coastal Marine Science Vol. 35), 1-254.

[その他]

ホームページ等

<http://www.cmarz-asia.org/db/index.html>

<http://mits10.ori.u-tokyo.ac.jp/asiacore/>

<http://mits10.ori.u-tokyo.ac.jp/lirc/>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

西田 周平 (NISHIDA, Shuhei)

東京大学・大気海洋研究所・教授

研究者番号：70134658

(2)連携研究者

西川 淳 (NISHIKAWA, Jun)
東京大学・大気海洋研究所・助教
研究者番号：10282732

大塚 攻 (OHTSUKA, Susumu)
広島大学・生物圏科学研究科・教授
研究者番号：00176934

澤本 彰三 (SAWAMOTO, Shozo)
東海大学・海洋学部・教授
研究者番号：90119678

佐野 雅美 (SANO, Masayoshi)
東京大学・大気海洋研究所・特任研究員

宮本 洋臣 (MIYAMOTO, Hiroomi)
水産総合研究センター・東北区水産研究
所・研究支援職員

(3)研究協力者

MULYADI
Professor, Research Center for Biology,
Indonesian Institute of Sciences, Indonesia

RUMENGAN, Inneke FM
Associate Professor, Sam-Raturangi University,
Indonesia

YUSOFF, Fatimah MD
Professor, Faculty of Agriculture, Universiti
Putra Malaysia, Malaysia

ROSS, Othman BH
Professor, Faculty of Marine Science,
Universiti Kebangsaan Malaysia, Malaysia

SRINUI, Khwanruan
Senior Scientist, Marine Science Institute,
Burapha University, Thailand

SATAPOOMIN, Suree
Researcher, Phuket Marine Biological Center,
Thailand

NGUYEN, Thi Thu
Researcher, Institute of Marine Environment
and Resources, Vietnam

NGUYEN, Cho
Researcher, Institute of Oceanography,
Vietnam

CAMPOS, Wilfredo L.
Professor, University of the Philippines
Visayas, The Philippines

METILLO, Ephrime

Professor, Mindanao State University-Iligan
Institute of Technology, The Philippines