

機関番号：12601

研究種目：基盤研究(B)

研究期間：2007～2010

課題番号：19405033

研究課題名(和文) 東シナ海沿岸域におけるガラモ場の分布とその流れ藻への寄与

研究課題名(英文) Distribution of Sargassum beds and its contribution to drifting seaweeds in East China Sea

研究代表者

小松 輝久 (KOMATSU TERUHISA)

東京大学・大気海洋研究所・准教授

研究者番号：60215390

研究成果の概要(和文)：

東シナ海においてブリやマアジの稚魚の生育場として流れ藻は重要な役割をはたしている。しかし、流れ藻についての知見は今までほとんどなかった。そこで、東シナ海の流れ藻の分布、生態、供給源について調べた。その結果、流れ藻がホンダワラ類のアカモクのみから構成されていること、黒潮フロントよりも大陸側に多数分布すること、中国浙江省沖合の島のガラモ場ではアカモクが卓越し、供給源となっていることを明らかにした。

研究成果の概要(英文)：

In East China Sea, drifting seaweeds play an important role as nursery ground for juveniles of yellowtail and Japanese mackerel. However, there had been little information about drifting seaweeds. Therefore we studied distribution, ecology and source of drifting seaweeds in East China Sea. Our studies clarified that drifting seaweeds consisted of only *Sargassum horneri*, rafts of drifting seaweeds were distributed shoreward from the Kuroshio front and *Sargassum* forests around the islands off Zhejiang Province, China, consisting of mainly *S. horneri* were a possible source of drifting seaweeds.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2007年度	4,700,000	1,410,000	6,110,000
2008年度	4,100,000	1,230,000	5,330,000
2009年度	4,200,000	1,260,000	5,460,000
年度			
年度			
総計	12,000,000	3,900,000	16,900,000

研究分野：

科研費の分科・細目：農学・水産一般

キーワード：ガラモ場, 流れ藻, 東シナ海, アカモク, 分布, 移動

1. 研究開始当初の背景

温帯域に属する北東アジアのごく沿岸の浅海域の岩礁にホンダワラ科植物と呼ばれる海藻が春季に数mの丈にまで成長し、広大な藻場を形成する。海洋生態学ではこの藻場をガラモ場とよんでいる。ホンダワラ科植物は、気泡とよばれるガスの入った器官を持つ

ために浮力があり、流れや波によって基質から引き剥がされると、海面を浮遊しながら沖合域に流され、流れ藻とよばれる浮遊生物群集を形成する。

近年、九州、琉球列島、台湾、中国大陸、朝鮮半島に囲まれる東シナ海において、流れ藻が大量に分布することが小西(2000)によ

り発見、報告された。この東シナ海はブリ、マアジ、マサバ、カタクチイワシなどの水産上重要な魚種の再生産の場所で、流れ藻はブリやマアジの稚魚の生育場として大きな役割を果たしている。また、ブリ養殖用の稚魚を対象としたモジャコ漁は、流れ藻ごとすくう必要があるため、流れ藻の分布、生態は水産資源学上非常に重要である。

しかし、流れ藻に関連する研究では、1960年代からの研究のほとんどは流れ藻に随伴する魚類に関するもの(最近ではCho et al., 2001)であり、最近ではこの分野の研究についても非常に少ない。そして、長く、東シナ海沖合には流れ藻はないとされてきた(吉田, 1963)。

東シナ海において流れ藻の生産を持続的に確保するという長期的視点に立てば、東シナ海におけるガラモ場分布およびその生態を把握しておくことは、水産学上非常に重要である。そして、東シナ海における日本の経済水域における流れ藻の分布だけでなく、その起源を確かめることも不可欠である。

2. 研究の目的

中国、台湾、韓国の研究者と共同の現場調査を通じて東シナ海沿岸のホンダワラ科植物を含む生物相の分布を種レベルの解像度で明らかにし、ベースラインとなるデータを蓄積する。また、東シナ海沿岸のホンダワラ類、特に、アカモクの遺伝子情報を蓄積し、東シナ海に出現する流れ藻の起源を推定するためのデータベースを構築する。そして、ホンダワラ科植物の流れ藻が多く発生するホンダワラ類を刈り取り ARGOS ブイや漂流ハガキで標識し、中国、韓国、台湾沿岸の藻場からの移動経路について調査する。また、東シナ海東部の大陸棚上の縁辺部で春季に大量に浮遊する流れ藻の分布観測と採集を学術研究船淡青丸により行い、ARGOS ブイ等で標識し、移動経路を追跡する。このようにして海洋物理学的な視点からも流れ藻の集積、移動について検討する。さらに、流れのシミュレーション上にホンダワラ類海藻に見立てた粒子を衛星画像解析で推定したガラモ場の位置に配置し、数値的に軌跡を追跡し、流れ藻の移動を再現する。この数値計算とガラモ場および流れ藻の遺伝子情報解析と合わせて、東シナ海における流れ藻の起源がどの国のガラモ場であり、流れ藻にどのように寄与しているかを明らかにする。最後に、東シナ海沿岸ガラモ場が温暖化によってどのように変化するか、それにより流れ藻の分布や移動経路がどう変化するかについて予測する。

3. 研究の方法

(1) 東シナ海沿岸における現場調査

東シナ海沿岸のガラモ場と流れ藻を構成するホンダワラ類について種のレベルで明らかにした。また、方形枠による刈り取りを行い、ホンダワラ類繁茂期の現存量を推定する。また、繁茂期の刈り取りを行ったホンダワラ類に ARGOS ブイを付け流れ藻となった場合の移動を調べた。

淡青丸研究航海で採集する流れ藻の種組成、それらの成熟状態、気胞の形態、また、基部の状態を調べ、東シナ海沿岸のガラモ場を構成するホンダワラ類との比較を行った。

(2) ガラモ場構成種の遺伝子データベース

ホンダワラ類のうちアカモクについてはミトコンドリアゲノム上の *cox3* 遺伝子と tRNA 遺伝子群のスペーサー領域の DNA 塩基配列の塩基配列を比較し、地域ごとに大きな遺伝的分化があることをつきとめている。そこで、東シナ海沿岸のガラモ場を構成する海藻の中で特に重要であるアカモクについて遺伝子データベースを作成した。また、淡青丸調査の際に流れ藻として出現した海藻を採集し、遺伝子を分析した。

(3) ガラモ場・流れ藻の動物群集の生態

東シナ海沿岸のガラモ場のホンダワラ類に付着する動物を採集し、各地のガラモ場の動物相を比較した。淡青丸研究航海で採集する流れ藻に付着する動物相と随伴する魚類を採集し、採集された海域における動物相の比較、随伴魚類の比較を行った。

(4) 淡青丸による東シナ海流れ藻分布調査

学術研究船淡青丸により東シナ海の流れ藻の分布目視調査を行う。そのため来年度淡青丸共同利用で東シナ海の研究航海を実施した。また、流れ藻を発見した場合に採集を行い解析に使用した。また、採集点で、漂流ハガキを放流、あるいは採集した流れ藻に ARGOS ブイ等を装着して、移動を追跡した。

4. 研究成果

東シナ海において、3月および5月に研究船白鳳丸を用いて、春季に調査した結果、流れ藻は、ホンダワラ科植物のアカモク (*Sargassum horneri*) だけから構成され、おもに、黒潮フロントより大陸側に多く分布していた。そして、九州の熊本以南にはアカモクの産地が日本にはないことから、中国浙江省海洋水産研究所と共同で浙江省の温州から上海市と境を接する離島枸杞島まで調査を行った。その結果、浙江省沖合の離島ではアカモクを主体としたガラモ場が分布していることが確認できた。さらに、これら船山群島においてアカモク繁茂期の3月にアカモクを刈り取り、衛星通信型 GPS ブイをつけて放流したところ、1台は黒潮フロント付近に5月初旬に達した後、韓国の済州島南部に達し、もう1台はやはり黒潮フロントに沿って移動し、九州に到達した。これらの海域は、

白鳳丸航海により目視で多数の流れ藻が確認されたところであった。つぎに、Princeton Ocean Model を用いた数値シミュレーションを行い、中国沿岸のアカモクの産地からアカモク流れ藻に見立てた粒子を流したところ、やはり、5月に黒潮フロントの大陸側に到達した。以上のことから、東シナ海の5月のアカモク流れ藻の産地は、中国沿岸の浙江省沖合の島であると推察された。

5. 主な発表論文等

[雑誌論文] (計 21 件)

- (1) Filippi, B., T. Komatsu and K. Tanaka, Simulation of drifting seaweeds in East China Sea, Ecological Informatics, doi:10.1016/j.ecoinf.2009.08.011. 査読有
- (2) Uwai, S., K. Kogame, G. Yoshida, H. Kawai, T. Ajisaka, Geographical genetic structure and phylogeography of the *Sargassum horneri/filicinum* complex in Japan, based on the mitochondrial cox3 haplotype, Marine Biology, 156, 901-911, 2009. 査読有
- (3) Bellgrove, A., H. Kihara, A. Iwata, M. Aoki, P. Heraud, P., Fourier transform infrared microscopy as a tool to identify macroalgal propagules, Journal of Phycology, 45, 560-570, 2009, 査読有
- (4) 道田豊, 田中潔, 小松輝久, 石神健二, 中嶋理人, 海洋の収束・発散・拡散等による表層浮遊物の移動, 沿岸海洋研究, 46, 77-83, 2009. 査読有
- (5) 小松輝久, 三上温子, 鯨坂哲朗, 上井進也, 青木優和, 田中克彦, 福田正浩, 國分優孝, 田中潔, 道田豊, 杉本隆成, ホンダワラ類流れ藻の生態学的特徴, 沿岸海洋研究, 46, 127-136, 2009. 査読有
- (6) 青木優和, 田中克彦, 熊谷直喜, 伊藤敦, Subhan Beginer, 小松輝久, 流れ藻葉上動物群集の形成パターン, 沿岸海洋研究, 46, 137-140, 2009. 査読有
- (7) 小松輝久, 藤田大介, 青木優和, 藻場研究の今-分布・生態から磯焼け対策・利用まで, 月刊海洋, 41, 593-597, 2009. 査読無
- (8) Komatsu, T., D. Matsunaga, A. Mikami, T. Sagawa, E. Boisnier, K. Tatsukawa, M. Aoki, T. Ajisaka, S. Uwai, K. Tanaka, K. Ishida, H. Tanoue, T. Sugimoto, Abundance of drifting seaweeds in eastern East China Sea, Journal of Applied Phycology, 20, 801-809, 2008. 査読有
- (9) Noiraksar, T., T. Ajisaka, Taxonomy and distribution of *Sargassum* (Phaeophyceae) in the Gulf of Thailand, Journal of Applied Phycology, 20, 963-977, 2008. 査読有
- (10) Itoh, H., M. Aoki, Y. Tsuchiya, T. Sato, H. Shinagawa, T. Komatsu, A. Mikami, T. Hama, Fate of organic matter in faecal pellets egested by epifaunal mesograzers living in a *Sargassum* forest and its implications for biogeochemical cycling. Marine Ecology Progress Series, 352, 101-112, 2008. 査読有
- (11) Tanaka, K., Y. Michida, T. Komatsu, Numerical experiments on wind-driven circulations and associated transport processes in Suruga Bay, Journal of Oceanography, 64, 93-102, 2008. 査読有
- (12) Bellgrove, A., M. Aoki, Variation in gametophyte dominance in populations of *Chondrus verrucosus* (Gigartinaceae, Rhodophyta), Phycological Research, 56, 246-254, 2008. 査読有
- (13) 小松輝久, 地球温暖化による藻場・流れ藻への影響, 養殖, 45, 38-40, 2008. 査読無
- (14) 坂西芳彦・小松輝久・鈴木欽・岸道郎, 北日本沿岸の藻場における温暖化影響, 水産海洋研究, 72, 291-293, 2008. 査読無
- (15) 小松輝久・三上温子・鯨坂哲朗・青木優和・上井進也・田中克彦・石田健一・福田正浩・國分優孝・道田豊, 流れ藻の生態と機能. 海藻資源, 19, 9-17, 2008, 査読無
- (16) Komatsu, T., K. Tatsukawa, J. B. Filippi, T. Sawgawa, D. Matsunaga, A. Mikami, K. Ishida, T. Ajisaka, K. Tanaka, M. Aoki, W. D. Wang, H. F. Liu, S. Y. Zhang, M. D. Zhou, T. Sugimoto: Distribution of drifting seaweeds in eastern East China Sea. Journal of Marine Systems, 67, 245-252, 2007. 査読有
- (17) Aguilar-Rosas, L. E., R. Aguilar-Rosas, H. Kawai, S. Uwai, E. Valenzuela-Espinoza, New record of *Sargassum filicinum* Harvey (Fucales, Phaeophyceae) in the Pacific coast of Mexico, Algae, 22, 17-21, 2007. 査読有
- (18) Miller, K. A., J. M. Engle, S. Uwai, H. Kawai, First report of the Asian seaweed *Sargassum filicinum* Harvey (Fucales) in California, USA, Biological Invasions, 9, 609-613, 2007.

査読有

- (19) Ajisaka, T., S. Kim, S. Uwai, H. Kawai, 2007, *Cladosiphon umezakii* sp nov (*Ectocarpales, Phaeophyceae*) from Japan, *Phycological Research*, 55, 193-202. 査読有
- (20) Mikami, A., T. Komatsu, M. Aoki, Y. Yokohama, Seasonal changes in growth and photosynthesis-light curves of *Sargassum horneri* (Fucales, Phaeophyta) in Oura Bay on the Pacific coast of central Honshu, Japan, *La Mer*, 44, 109-118, 2007. 査読有
- (21) 小松輝久, 三上温子, 松永大輔, 温暖化が及ぼす藻場と流れ藻への影響, 月刊海洋, 39, 336-342, 2007. 査読無

[学会発表] (計 22 件)

- (1) Komatsu, T., M. Fukuda, A. Mikami, Y. Kokubu, S. Mizuno, H. Tanoue, M. Kawamiya, Possible change in distribution of seaweed, *Sargassum horneri*, in East Asia under A2 scenario of global warming and its impact on fishes, ICES/PICES/FAO Symposium on "Climate Change Effects on Fish and Fisheries: Forecasting Impacts, Assessing Ecosystem Responses, and Evaluating Management Strategies", 2010年4月26日, Sendai International Center
- (2) 立川賢一, 上井進也, 伊藤知子, 浙江省南鹿島のアカモク分布, 東京大学海洋研究所共同利用シンポジウム「東シナ海を主としたガラモ場と流れ藻の分布と生態」, 2010年3月23日, 東京大学弥生講堂.
- (3) 鰐坂哲朗, 朝鮮半島南岸のガラモ場, 東京大学海洋研究所共同利用シンポジウム「東シナ海を主としたガラモ場と流れ藻の分布と生態」, 2010年3月23日, 東京大学弥生講堂.
- (4) 上井進也, 遺伝子配列から探る東シナ海流れ藻の起源, 東京大学海洋研究所共同利用シンポジウム「東シナ海を主としたガラモ場と流れ藻の分布と生態」, 2010年3月23日, 東京大学弥生講堂.
- (5) 阪本真吾・青木優和, 流れ藻葉上動物の輸送と分布ヒメオオメアミの群れ構成パターン, 日本ベントス学会・日本プランクトン学会合同大会 (横浜). 2008年9月6日, 熊本県立大学.
- (6) Filippi, J. B., T. Komatsu, Tracking drifting seaweeds in East China Sea with OFES currents forcing, JAMSTEC OFES International Workshop, 2008年8月25日, JAMSTEC Yokohama Institute

for Earth Sciences

- (7) Komatsu, T., J-B. Filippi, A. Mikami, K. Tanaka, M. Fukuda, Y. Kokubu, Y. Michida, Distribution and transport of drifting seaweeds rafts in East China Sea estimated by forward tracking method using OFES surface current dataset, JAMSTEC OFES International Workshop, 2008年8月25日, JAMSTEC Yokohama Institute for Earth Sciences
- (8) 小松輝久・三上温子・佐川龍之・松永大輔・田上英明・Etienne Boisnier・鰐坂哲朗・青木優和・田中克彦 (電中研)・上井進也・杉本隆成, 東シナ海における流れ藻の分布, 日本水産学会 2008年春季研究発表大会, 2008年3月28日, 東京海洋大学.
- (9) Komatsu, T. A. Mikami, E. Boisnier, T. Sagawa, H. Tanoue, T. Ajisaka, Possible change in seaweed distribution in East Asia under a particular scenario of global warming, Third Japan-China-Korea Joint GLOBEC Symposium, 2007年12月14日, Hakodate
- (10) 小松輝久・立川賢一・王偉定・劉恵飛・鰐坂哲朗・章守宇・青木優和・田中克彦・周民棟・上井進也・杉本隆成, 東シナ海にある中国浙江省枸杞島のガラモ場の種組成と繁茂期現存量, 水産海洋学会 2007年度研究発表大会, 2007年11月24日, 静岡県産業経済会館.

6. 研究組織

(1) 研究代表者

小松 輝久 (KOMATSU TERUHISA)
東京大学・大気海洋研究所・准教授
研究者番号: 60215390

(2) 研究分担者

青木 優和 (AOKI MASAKAZU)
筑波大学・生命環境学研究所・講師
研究者番号: 70251014

(3) 研究分担者

鰐坂 哲朗 (AJISAKA TETSURO)
京都大学・農学研究科・助教
研究者番号: 40144349

(4) 研究分担者

石田 健一 (ISHIDA KENICHI)
東京大学・大気海洋研究所・准教授
研究者番号: 40232300

(5) 研究分担者

道田 豊 (MICHIDA YUTAKA)
東京大学・大気海洋研究所・教授
研究者番号: 20323628

(6) 研究分担者

上井 進也 (UWAI SHINYA)
新潟大学・自然科学研究科・准教授
研究者番号: 00437500