

9 8 2 7 三陸における海草の多様性と海草藻場生態系の発達過程

助成研究者：川口 弘一 (東京大学 海洋研究所)
 共同研究者：相生 啓子 (東京大学 海洋研究所)
 立川 賢一 (東京大学 海洋研究所)
 仲岡 雅裕 (東京大学 海洋研究所)
 大森 雄治 (横須賀市 自然博物館)
 田中 法生 (国立科学博物館・筑波実験植物園)

研究概要

北西太平洋に位置する三陸地方の沿岸には、多様な温帯の海草種が分布している。世界共通種であるアマモ (*Zostera marina*)の他に、タチアマモ (*Zostera caulescens*)、スグアマモ (*Zostera caespitosa*)、岩礁に群落を形成するスガモ (*Phyllospadix iwatensis*)、干潟に出現するコアマモ (*Zostera japonica*)がみられる。三陸地方の中心に位置する岩手県の沿岸に多様な海草種が分布している理由は、津軽海峡を廻り込んでくる津軽暖流の影響と、リヤス式海岸という地形によるハビタットの多様性によるものと考えられる。本研究では、大槌湾、船越湾、山田湾における異なる生息環境の海草の分布について、海草群落の面的な拡がり具合、水深との関係を小型精密音響測深機(魚群探知機)により探査し、海草群落の生産構造、各海草の生物学的な特徴を形態的にとらえ、生活史の違いなどの生態学的解析を加えることにより、海草群落が形成されるための立地条件や環境要因との関連を明らかにすることを目的とした。

小型精密音響測深機による海草の音響特性と分布範囲、水深に関する調査をおこなった。長い花株が直立しているタチアマモ群落の音響特性は、丈の低いアマモとは区別できる。大槌川河口では、川の流れの中心部以外の、河口の水深1m付近と川の両岸にはアマモが分布しているが、河口の水深4mから5m付近にはタチアマモが分布していることが判明した。大槌川河口では、1990年秋から1991年冬にかけて、低気圧が数回襲来した時に、上流からの土砂や材木などによる攪乱によりアマモは殆ど消滅した。その後、埋蔵種子の発芽により群落が復活したものと考えられる。船越湾の吉里吉里港内のタチアマモ群落内で、平均水深2.5mの海底にメモリー式光量子計を設置し、1999年2月に4日間連続記録をおこなった。有線式光量子計による深度別光量子の分布測定結果が得られた。船越湾・吉里吉里の光条件は、水深10mまでの光量子のプロファイルからは、港内の水深5m付近の浅所と比較しても同じぐらいの光透過量が得られた。最も光条件の弱い時期における透明度の良い海況条件が、水深16mまでタチアマモ群落が生育できる要因であると考えられる。大槌湾・箱崎地先の衰退した群落については、攪乱後のアマモ、タチアマモ群落の回復過程を、トランセクトを設置し、センサスによる調査を継続中である。

9 8 2 7 三陸における海草の多様性と海草藻場生態系の発達過程

助成研究者：川口 弘一 (東京大学 海洋研究所)
 共同研究者：相生 啓子 (東京大学 海洋研究所)
 立川 賢一 (東京大学 海洋研究所)
 仲岡 雅裕 (東京大学 海洋研究所)
 大森 雄治 (横須賀市 自然博物館)
 田中 法生 (国立科学博物館・筑波実験植物園)

1. 研究目的

北西太平洋に位置する三陸地方の沿岸には、多様な温帯の海草種が分布している。世界共通種であるアマモ (*Zostera marina*)の他に、タチアマモ (*Zostera caulescens*)、スゲアマモ (*Zostera caespitosa*)、岩礁に群落を形成するスガモ (*Phyllospadix iwatensis*)、干潟に出現するコアマモ (*Zostera japonica*)がみられる。タチアマモ、スゲアマモ、スガモは、朝鮮半島から日本列島周辺の日本海から北西太平洋における固有種である。三陸地方の中心に位置する岩手県の沿岸に多様な海草種が分布している理由は、津軽海峡を廻り込んでくる津軽暖流の影響と、リヤス式海岸という地形によるハビタットの多様性によるものと考えられる [文献1]。本研究では、大槌湾、船越湾、山田湾における異なる生息環境の海草の分布について、海草群落の面的な拡がり具合、水深との関係を小型精密音響測深機 (魚群探知機) により探査し、海草群落の生産構造、各海草の生物学的な特徴を形態的にとらえ、生活史の違いなどの生態学的解析を加えることにより、海草群落が形成されるための立地条件や環境要因との関連を明らかにすることを目的とした。得られた基礎データをもとにして、日本の都市部の内湾にみられる、アマモ場の消失についての予測評価を可能にすること、さらに海草藻場生態系における生物多様性の保護・保全に向けての指針を明かにし、自然と人間社会とが共存するための方策を探ることを目的としている。

2. 調査地の概要

岩手県の海岸線の南から北へ、大槌湾、船越湾、山田湾は連続したリヤス式海岸を形成している (Fig-1)。大槌湾は、湾奥が深い典型的な峡湾であり、船越湾は、湾奥が浅く湾口部が太平洋に大きく開いた開放的な湾である。山田湾は湾奥までが広く巾着型をした湾であり、それぞれ地形や海況が異なるため、海草群落の様相が異なり、各々特徴のある海草藻場生態系が形成されている。大槌湾内では湾奥部の室浜地先にスゲアマモ、箱崎地先、根浜地先、大槌川河口にアマモとタチアマモのパッチ状群落がみられ、船越湾では、港内の水深3~6mの海底と、港外の水深16mまでの海底斜面にタチアマモが優占する純群落を形成している [文献2]。山田湾には、湾内の中心に連続した広がりをもつスゲ

アマモが形成されている〔文献3〕。

3. 調査方法および調査内容

(1) 山田湾内の大島、小島周辺のスゲアマモ群落の分布および大槌湾内の大槌川河口のアマモ群落の分布： 海草群落の分布状況を把握するため、小型ボートに搭載した小型精密音響測深機による海草の音響特性と分布範囲、水深に関する調査をおこなった。海草群落の範囲に、格子状に測線を設定し交点にボンデンを設置して地図上の位置を確定し、同時にSCUBA潜水によるトランセクト・ライン上の海草の種類、株数などの記載を行った。

(2) 船越湾におけるタチアマモの生活史特性： 春から秋にかけてタチアマモの坪刈採集をおこない、株密度および生産構造の解析のための測定を行った。

(3) 水中光量子の測定： 海草の光合成にとって重要な環境条件である水中光量子の測定は、メモリ式光量子計による連続測定および有線式光量子による深度別光量子の分布測定をおこなった。

(4) 箱崎地先の衰退したアマモとタチアマモのラインセンサス： 箱崎のアマモ、タチアマモ群落は、平成9年度の調査結果から著しく衰退がみられた。以前にも低気圧の襲来による攪乱の後、実生により群落が復活したことがある〔文献4〕。今回も自然に再生可能か否かについて、その経緯をモニターするために、海岸線と平行に浅所と沖合いの深所にトランセクト・ラインを設置して海草の有無、密度、草丈に関する記録を行った。

4. 結果と考察

4-1. 小型精密音響測深機による調査結果：

山田湾における小型精密音響測深機によるスゲアマモ群落のセンサス、およびSCUBA潜水によるセンサスの結果から、音響測深機から得られた映像と各地点における実測による出現海草種がほぼ一致していた。群落面積については、データの解析がまだ終了していないため割愛する。

長い花株が直立しているタチアマモ群落の音響特性は、丈の低いアマモとは区別できる。大槌川河口における小型精密音響測深機による測線を設定し船を走行させて映像を捉えた(Fig-2)。その結果、川の流れの中心部以外の、河口の水深1m付近と川の両岸にはアマモが分布しているが、河口の水深4mから5m付近にはタチアマモが分布していることが判明した。アマモ群落の面積については解析途中である。大槌川河口では、1990年秋から1991年冬にかけて、低気圧が数回襲来した時に、上流からの土砂や材木などによる攪乱によりアマモは殆ど消滅した。その後、埋蔵種子の発芽により群落が復活したものと考えられる。今後も長期にわたるアマモ群落のセンサスとモニタリング、STDなどの観測をおこなうことにより、群落の消長と気象条件や環境条件による影響予測が可能になるであろう。

4-2. アマモ(*Z. marina*)およびタチアマモ(*Z. caulescens*)の測定：

アマモは5月に花株が生長し始め開花した。6月から7月にかけて結実し、種子生産が終わると8月には花株は流出してしまった。タチアマモ開花は約1ヶ月遅く、6月に開花、結実は7月から8月までかかる。タチアマモの花株の特徴は、細い鞭のような茎を伸ばし、その先の葉鞘部から伸びた、数枚の長い栄養葉を持っているのが特徴である(Fig-4)。生産構造については、平成9年度に報告済みであるので省略する。大槌川河口の水深4 m付近で、草丈が2 m 8 0 cmもあるアマモが採集された(Fig-3)。このような局所群落における形態変異は、環境条件の違いによる変異であろうと思われる。このような種内変異が、生物多様性の基盤となっているものと考えられる。水生植物の環境適応として生態学的にも興味ある現象である。深所におけるアマモおよびタチアマモの形態的特性と、生物季節的特性については今後のテーマとして残された課題である。

4-3. 水中光量子の測定：

海草群落の光合成にとって光環境は重要な環境条件である。水中光は極く表層で60～70%が吸収され下層に到達する光エネルギーは、大部分が可視域の波長の波長のエネルギーに依存している。懸濁物質によっても光エネルギーの減衰の度合は変化する。このような、水中の光環境の変化に対し、植物の反応は極めて柔軟で、canopyの形態を変えたり、密度を変えたり、生殖戦略にも巧妙な方法を駆使することがある。水草や海草は、このような光環境を最大限に有効に利用できる仕組みを持っている。

船越湾の吉里吉里港内のタチアマモ群落内で、平均水深2.5 mの海底にメモリー式光量子計を設置し、1999年2月17日～21日までの4日間連続記録をおこなった(Fig-4)。深度別の海草群落内の光量子の分布についての観測は、2月18日に有線式光量子計による測定結果である(Fig-5)。2月における船越湾・吉里吉里の光条件は、水深10 mまでの光量子のプロファイルからは、港内の水深5 m付近の浅所と比較しても同じぐらいの光透過量が得られた。最も光条件の弱い時期における透明度の良い海況条件が、水深16 mまでタチアマモ群落が生育できる要因であると考えられる。長期にわたる連続観測が必要であるが、不可能な部分は、少なくとも各季節の光量子観測を行い、アマモおよびタチアマモの季節変化との対応、海草群落の物質生産と日射量との対応についての解析をおこなう必要がある。

4-4. 箱崎地先における衰退したアマモおよびタチアマモのラインセンサス：

アマモ分布している水深1 m～1.5 mにおけるラインではアマモの密度は最大で1平方メートルあたり370株でおよそ半分は裸地であった。水深3 m～5 m付近のライン上の海草の有無についても1998年10月に調査記録をおこなった(Fig-6)。深所でも、タチアマモの衰退はアマモと同様であった。スゲアマモ衰退してはいるが残存していた。同じラインで1999年夏以後もセンサスを続け、その回復過程または衰退過程を追跡する予定である。

4-5. 今後の課題：

(1) スゲアマモ (*Z. caespitosa*) の生育形の特異性: 地下茎が横走する他の *Zostera* 属とは異なり、スゲアマモは、叢生して根際に多数の古い葉鞘を残すことが顕著な生育の特徴である [文献5]。根茎の節間の生長と分枝の起り方は、標識法によりその追跡ができるものと考えられるので、標識法による生長速度の解析を行う必要がある。山田湾のスゲアマモに1998年秋に標識を設置したものを、1999年夏に回収しその生長過程の追跡を継続する予定である。他の *Zostera* 属に比べ、高密度に見えるスゲアマモの根茎の生長様式と、叢状という特異な生育形を持つ他の植物と比較し、その適応的な意味について考察を試みる計画である。

(2) 小型精密音響測深機による測定結果から、海草群落および海草種ごとに、詳細な分布状況のマッピングを完成させる。

(3) 不安定な大槌湾の箱崎地先のアマモとタチアマモの衰退状況の追跡を行う。

(4) 大槌湾、船越湾の海草群落における光条件について、四季にわたる光量子計による観測と解析をおこなう。

(5) 葉上動物群集および付着藻類の関係に関する生態学的研究。

(6) 遺伝子解析用のサンプルは分析途中である。アマモ属の系統関係のみならず、不連続な種個体群(群落)における遺伝的な相違を検定するための分析方法の開発が必要である。

5. 文献

- [1] 相生啓子 1998. 日本の海草-植物版レッドリストより-。海洋と生物, 20(1), 7-11.
- [2] 立川賢一・小松輝久・相生啓子・盛田孝一 1996. 船越湾の吉里吉里地先における海草類の分布。東京大学海洋研究所・大槌臨海研究センター報告 21, 38-47.
- [3] 大森雄治・相生啓子・盛田孝一 1996. スゲアマモ (*Zostera caespitosa* Miki: アマモ科) の新産地-岩手県山田湾におけるスゲアマモの分布-。大槌臨海研究センター報告 21, 32-37.
- [4] Aioi, K. & T. Komatsu 1996. A preliminary report on the recovery process of *Zostera marina* in Otsuchi Bay, northern Japan after disturbance by large atmospheric depressions. Proceedings of an International Seagrass Biology Workshop, Rottnest Isl., Western Australia, 319-322.
- [5] 大森雄治・相生啓子 1998. スゲアマモ *Zostera caespitosa* Miki (アマモ科) の根茎の形態と分枝様式。東京大学海洋研究所・大槌臨海研究センター報告 23, 49-55.

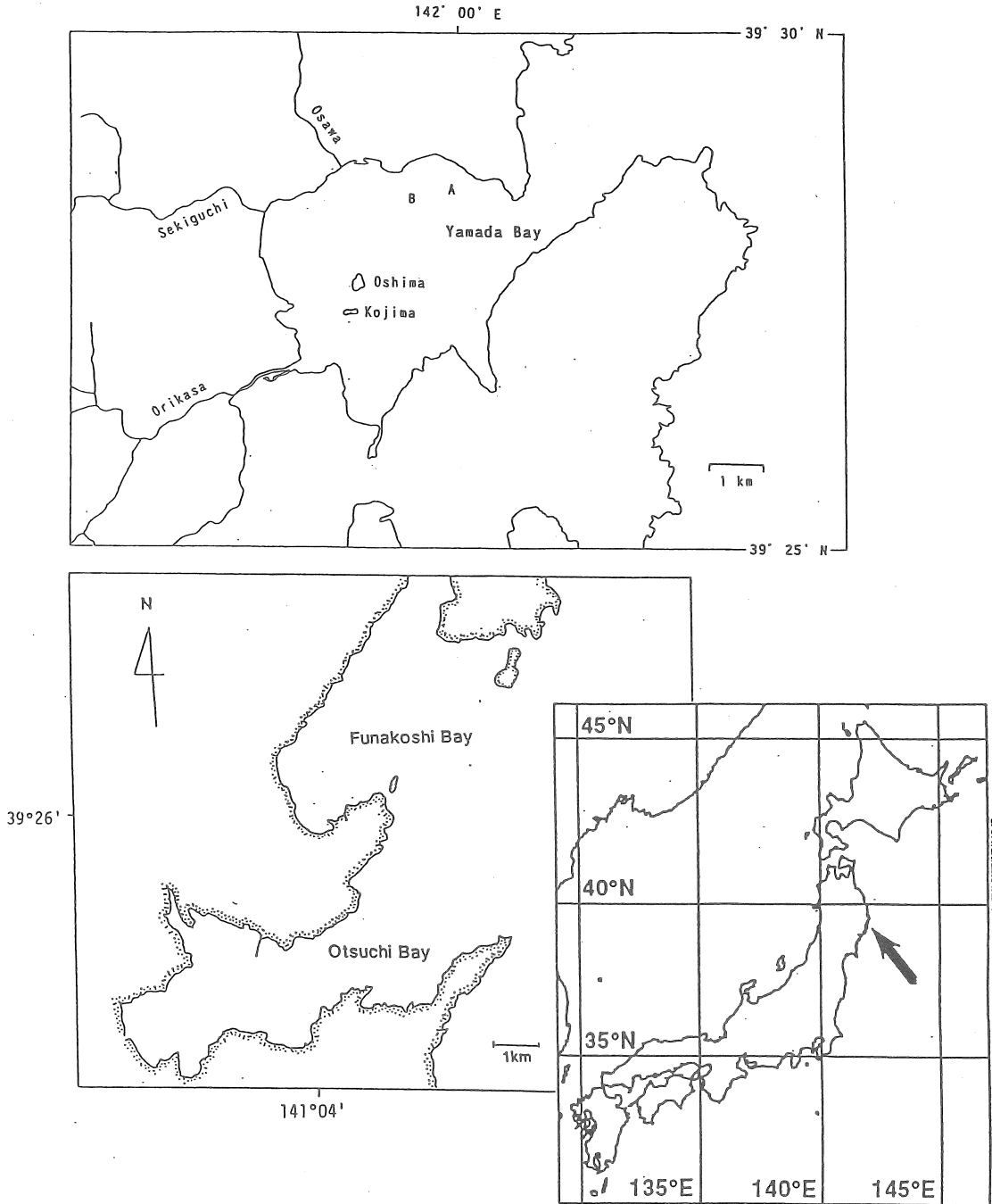


Fig-1. Map of Otsuchi Bay, Funakoshi Bay and Yamada Bay in Iwate Prefecture, where temperate seagrasses diversifying along the coasts of Rias in the northern part of Japan.

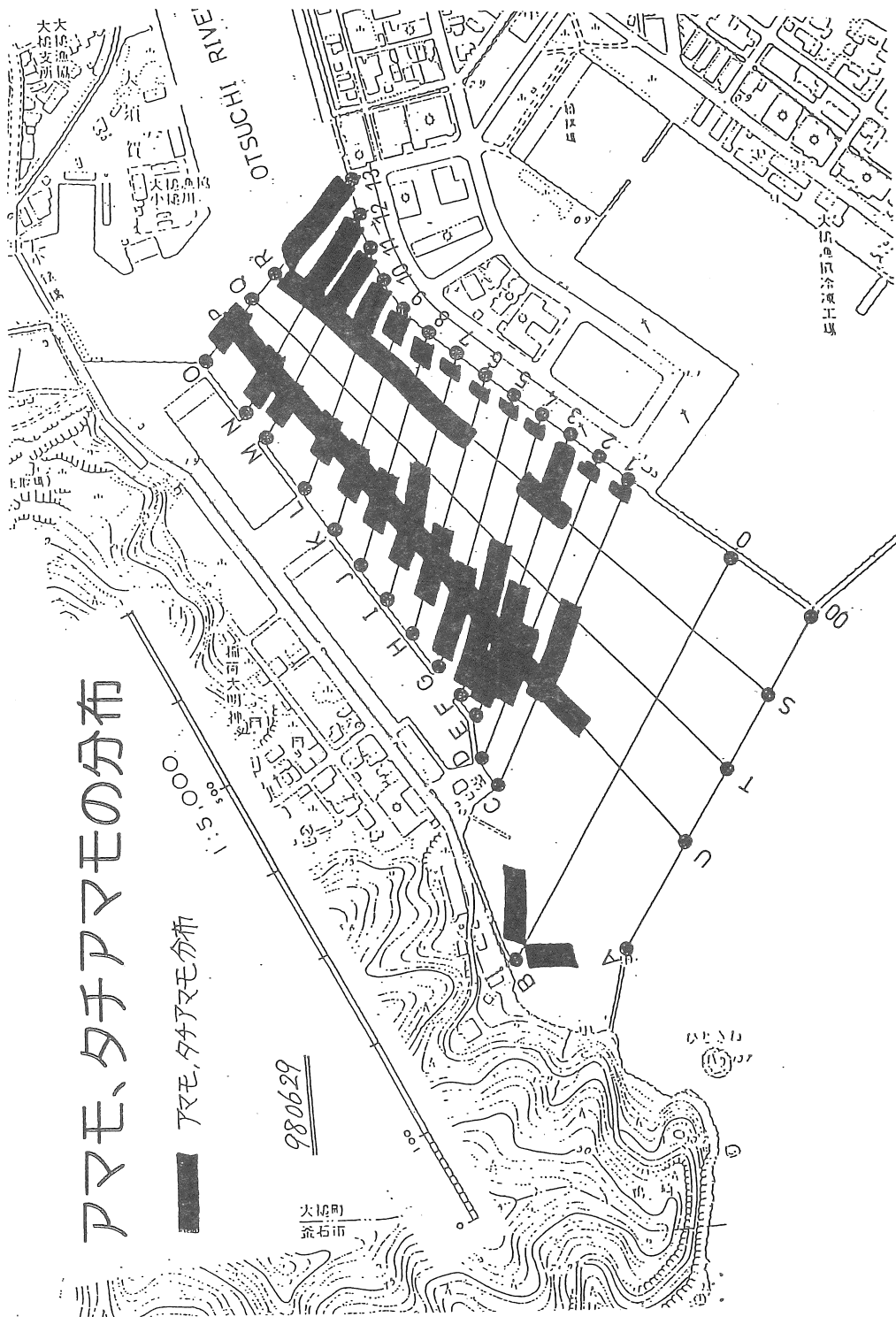


Fig-2. Map of Otsuchi River mouth where the census conducted by the echo sound effects system in June, 1998. The boat was driven on the track lines set from the points of A-U and 00-13. Black area means *Zostera marina* zone recorded.

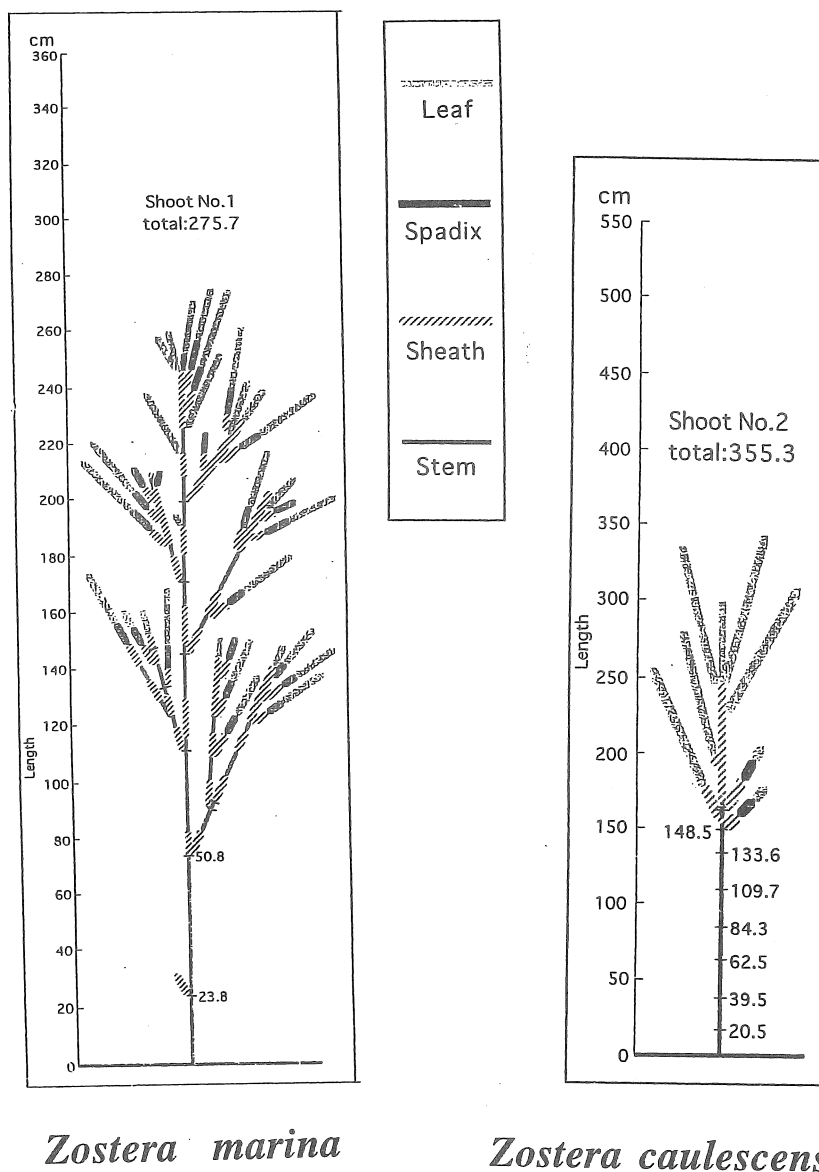


Fig-3. Comparisons of flowering shoot of long type *Zostera marina* obtained at the Otsuchi River mouth in the end of July, 1998 and that of *Zostera caulescens* obtained at Funakoshi Bay in June, 1998. *Z. marina* has plenty of spadices on its shoot. *Z. caulescens* has a thick vegetative canopy on the top and only two spadices, although it is still prematured.

Kirikiri

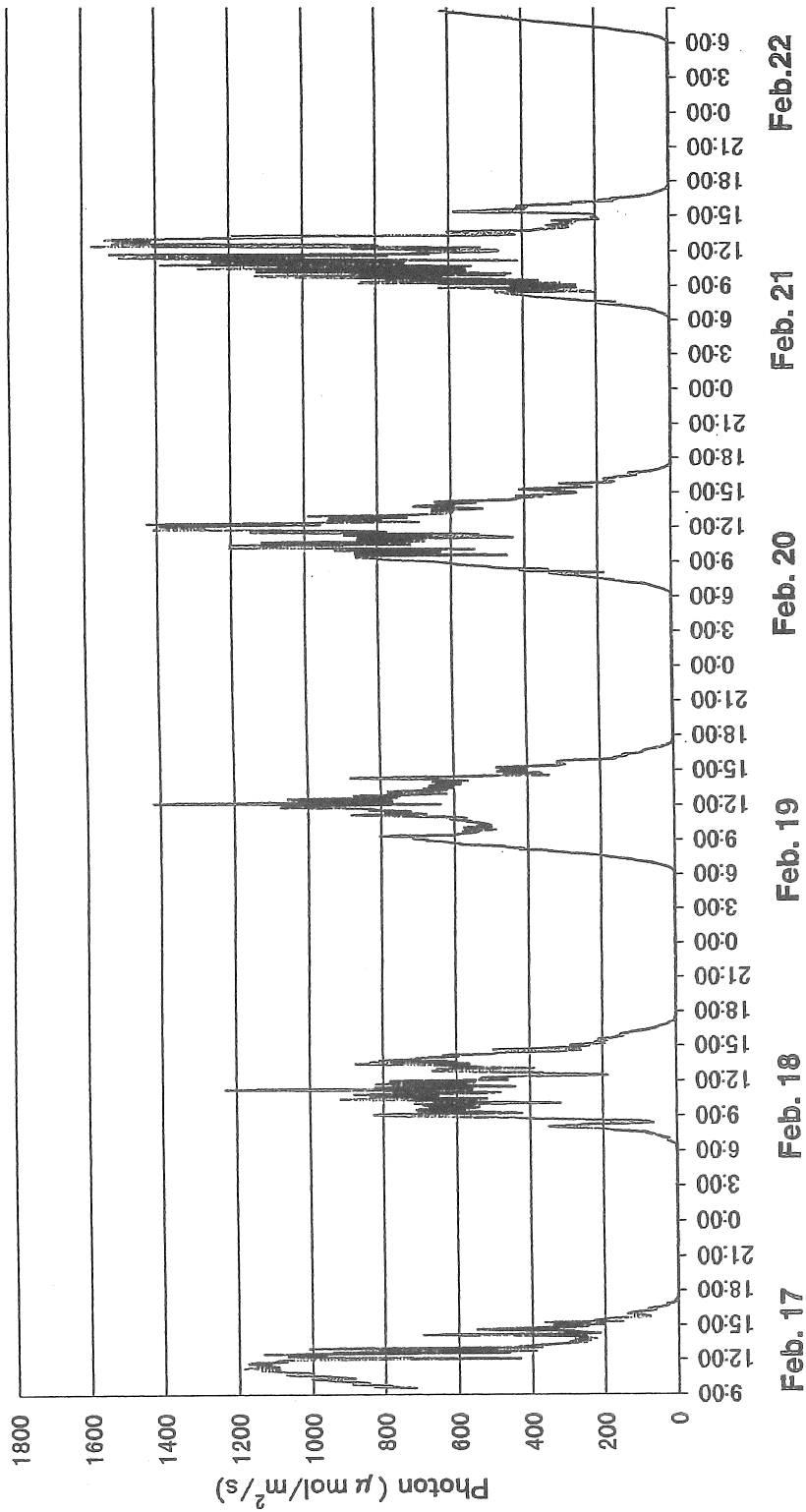


Fig-4. Distribution of photon flux underwater about 2.5m deep in recorded from 17th to 21st of February, 1999 in the seagrass bed of Kirikiri, Funakoshi Bay. The maximum value obtained around 12:00 on everyday.

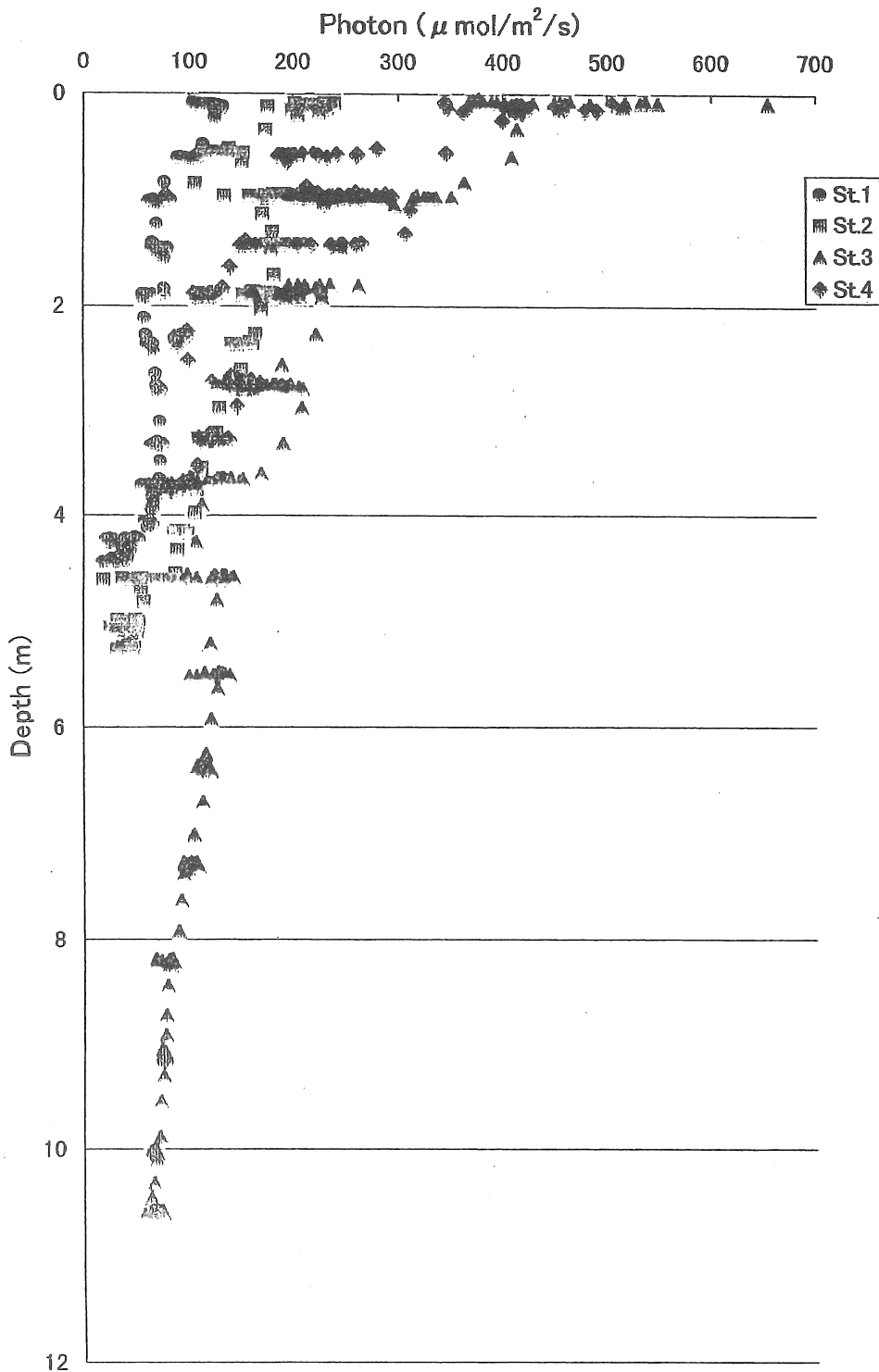


Fig-5. Profiles and distributions of photon flux from the surface to the bottoms at four different stations in the seagrass bed of *Zostera caulescens* in Funakoshi Bay, measured on 18th of February, 1999 by a photon meter with data memory. Penetrating photons ($\mu\text{E m}^{-2} \text{s}^{-1}$) were less at St. 1, 2 and 4 inside of the port Kiri-kiri but they showed higher value recognized outside of the port on the 11m deep bottom.

981006 Hakozaki (deep)

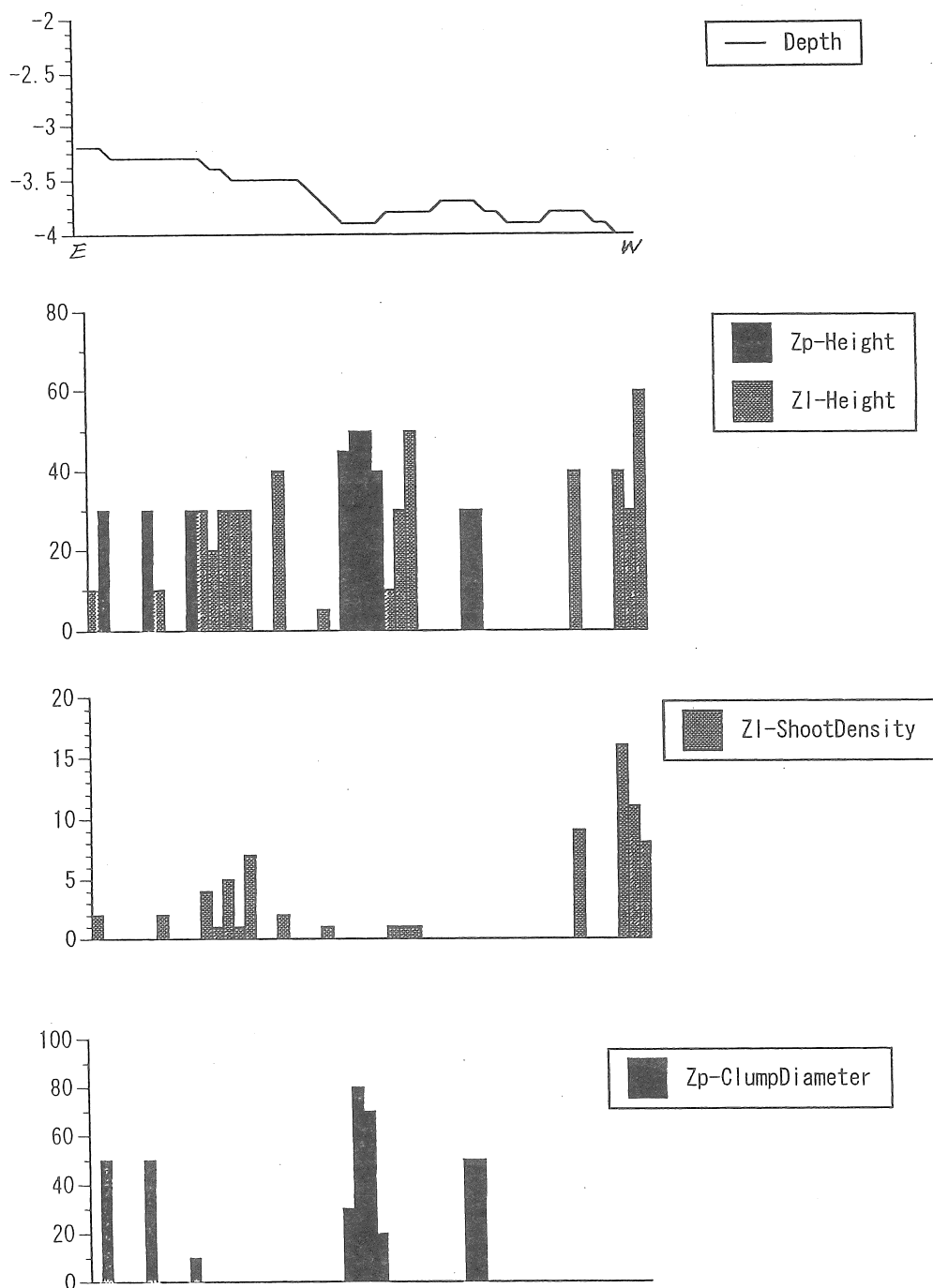


Fig-6. The line census conducted by SCUBA diving in October, 1998. Distributions of *Zostera caespitosa* and *Zostera caulescens* were showed on the transect line in the deep water (about 6~7 m) seagrass bed of Hakozaki, Otsuchi Bay. The grass heights and depths were measured on the same transect line.

Zp: *Zostera caespitosa*

Zl: *Zostera caulescens*

Species Diversity of Temperate Japanese Seagrasses and the Developmental Processes of Seagrass Ecosystems on the Sanriku Coast, Northern Japan

Koichi Kawaguchi⁽¹⁾, Keiko Aioi⁽²⁾, Kenichi Tatsukawa⁽³⁾,
Masahiro Nakaoka⁽²⁾, Yuji Omori⁽⁴⁾ and Norio Tanaka⁽⁵⁾

- (1) Division of Marine Planktology, Ocean Research Institute, University of Tokyo
(2) Division of Marine Ecology, Ocean Research Institute, University of Tokyo
(3) Division of Population Dynamics of Marine Organisms, Ocean Research Institute, University of Tokyo
(4) Science Museum of Yokosuka City
(5) Tsukuba Experimental Botanical Garden of National Science Museum

Summary

Five temperate seagrass species occur along the coasts of northern part of Honshu Island. *Zostera marina* is a cosmopolitan species in the Pacific and Atlantic Oceans of northern hemisphere. Besides *Z. marina*, the four species of *Zostera caulescens*, *Zostera caespitosa*, *Zostera japonica* and *Phyllospadix iwatensis*, a rocky shore phanerogams, are distributed in Otsuchi Bay, Funakoshi Bay and Yamada Bay located along Rias Coast of Sanriku Area in Iwate Prefecture. *Z. caulescens* and *Z. caespitosa* are endemic to the northwestern Pacific. It is concluded that species diversity and endemism of seagrasses along the coasts of Iwate Prefecture are greatly affected by the ocean currents, such as the Kuroshio Current, the Oyashio Current and the Tsugaru Warm Current as well as the topographic features of Rias coasts.

The survey on the seagrasses in Otsuchi Bay, Funakoshi Bay and Yamada Bay were conducted to analyze the distribution patterns of each species and to obtain the ecological information such as morphological differences, biomass, natural histories and phylogeny. Analysis of environmental factors and logging of the data were conducted to analyze the various seagrass beds in the different habitats. To describe the distribution area of seagrasses an echo sounding system was established and applied. The census by the echo sounder was conducted at Yamada Bay where *Z. caespitosa* dominated, and Otsuchi River mouth where *Z. marina* dominated. A long type flowering shoot of *Z. marina* was found on the 4m deep bottom of the Otsuchi River mouth. This morphological flexibility is considered to be an adaptation to the ongoing environmental changes and a process of diversifying ecological features. Further studies concerning environmental factors including photon flux would be continued to understand such ecological developmental processes of seagrass ecosystems.