

9725 海草の耐塩性と北西太平洋沿岸生態系における海草藻場の発達過程

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)
 大森 雄治 (横須賀市 自然博物館)
 仲岡 雅裕 (東京大学 海洋研究所)
 田中 法生 (国立科学博物館・筑波実験博物園)

北西太平洋に位置する岩手県の沿岸には、多様な温帯の海草が分布している。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、朝鮮半島と北西太平洋の固有種である。岩手県の沿岸に多様な海草種が分布している理由として、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、海草群落の構造を解析することと、海草群落が成立する環境要因との関連を明らかにし、海草藻場生態系の構造と機能について、解明するための基礎的なデータを集積する。得られた結果をもとにして、海草藻場生態系の保護・保全に向けての指針を明確にすることを目的としている。

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。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、それぞれ特徴のある海草藻場生態系が形成されている。アマモとタチアマモのパッチ状群落、あるいはスゲアマモの連続した群落についての基礎的な情報を集積するための調査を行った。分布状況については、魚群探知機による平面的な広がり、水深に関する正確かつ詳細な記録をとることができた。採集は、SCUBA潜水により定量的なデータの集積を試みた。海草各種の形態、および坪刈サンプルによる生物量の推定、生産構造図の作成を行った。同時に環境要因として、光量子の測定を行った。今後も、生態学的データを集積することにより、三陸リアス式海岸における海草藻場生態系の総合的な類型化を行い、北西太平洋における温帯種の多様性と海草藻場生態系の立地条件を明らかにしていく。

9 7 2 5 海草の耐塩性と北西太平洋沿岸生態系における海草藻場の発達過程

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)
 大森 雄治 (横須賀市 自然博物館)
 仲岡 雅裕 (東京大学 海洋研究所)
 田中 法生 (国立科学博物館・筑波実験博物館)

1. 研究目的

北西太平洋に位置する岩手県の沿岸には、多様な温帯の海草が分布している。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、朝鮮半島と北西太平洋の固有種である。岩手県の沿岸に多様な海草種が分布している理由として、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、海草群落の構造を解析することと、海草群落が成立する環境要因との関連を明らかにし、海草藻場生態系の構造と機能について、解明するための基礎的なデータを集積する。得られた結果をもとにして、海草藻場生態系の保護・保全に向けての指針を明確にす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、湾口が大きく開き湾奥が浅い。山田湾は湾奥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、それぞれ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に、アマモとタチアマモのパッチ状群落が見られ、船越湾には、水深3~16m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

海草の花株が生長して、バイオマスが最大になる6月末から7月にかけて調査を行った。海草群落の分布状況を把握するため、魚群探知機 (エコー・サウンダー・システム) による音響特性と分布範囲、水深に関するデータを記録した。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。持ち帰った海草のサンプルは、主に形態学的な観察と測定、遺伝子解析、および坪刈サンプルは、生産構造の解析

のための測定を行った。海草群落の生育にとって重要な環境条件として、メモリ一式水中光量子計による水中光量子の測定を行った。

4. 結果と考察

4-1. 魚群探知機による観測：

魚群探知機による海草藻場の分布調査結果は、タチアマモ、スゲアマモの音響特性が判明したので、アマモと区別できることが解った(Fig-2)。分布面積については、現在データの解析を行っている。

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

1) 大槌湾・箱崎におけるアマモおよびタチアマモ群落の株密度の季節変化

1997年5月、6月、8月、12月に行った坪刈り(20cm×20cm)の結果は、5月の最大値から徐々に減少していった(Fig-3)。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月までかかり、箱崎では12月に、ごく若い花株が若干採集された。その後1998年の春にかけて箱崎の群落は、さらに衰退し中心部では、地上部が枯死し流出してしまい、根茎がむきだしの状態で壊滅的な状況となってしまった。また海岸線の道路工事から流れ出した土砂による底質の変化が観察された。荒天時に海底の砂が洗われるなど、海草の生育に適さない環境条件となったものと考えられる。現在採集を見合わせているが、自然に群落が復活するものかどうか観察を続けているところである。

2) 吉里吉里湾の港内のタチアマモ群落の株密度および現存量の変化

1997年5月～12月までに5回、坪刈り(20cm×20cm)採集を行い、株密度および現存量の変化を求めた結果示した、株密度は5月に最大であったが8月に減少し、10月に再び花株、栄養株とも増化したが、12月には再び減少した。現存量は7月に最大となり、種子生産が終わり10月に花株が枯死した後、12月には減少した。12月の株密度は、約190株/1平方メートルでそのうち15%が来年種子生産に参加する若い花株であった。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り、その葉部の現存量はいつも同じぐらいの現存量を示した(Fig-4)。

3) アマモとタチアマモの生産構造の比較：

1997年6月に箱崎で、坪刈り採集したアマモおよびタチアマモの地上部を、20cmごとに切断し、葉部、葉鞘と茎を別々に秤量し、はがした付着藻類の乾燥重量についても、縦軸に草高、横軸を重量としてそれぞれの草高ごとにグラフに示した(Fig-5)。大槌湾、吉里吉里湾の海草には、アコヤシタダミなどの葉上動物が付着藻類を利用していることが解っている[文献4]。アマモでは、下方の10～20cmの高さでバイオマスは最大値を示している。タチアマモの草丈はアマモより70cmも高く、バイオマスのピー

クが下部の10 cm付近と100 cm付近の二山型になった。このようなタチアマモの生産構造の特徴は、背が高く伸びる花株の形態によるものである。6月のアマモの草高50 cm～90 cmにかけての付着藻類の値が高くなった。アマモはタチアマモより浅いところに分布しているので、付着藻類の量の違いは光条件の違いが原因であろうと思われる。この時期には、微細藻類だけでなく、緑藻類が付着することがある。アマモ場における基礎生産としては無視できない量であるが、付着藻類を専門とする研究者との共同研究が必要である。

4-3. 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。扁平で斜め上に伸長している根茎から葉鞘と葉が伸びている株をラミートとよび、ラミートが分枝して新たなラミートを形成する。遺伝的に同じ親に由来するラミートの集合をクローンとよぶが、同じ親に由来するクローンの集合体の単位をクランプとよぶ。1997年6月～8月にかけて採集した、数個のスゲアマモのクランプにおけるラミート、および各々のラミートの根茎に形成されている節間についての観察を行った。根茎が横走する他の*Zostera*属の節間は、ほぼ等長であるが（Fig-6）、節間が約1 mmの短い部分と10～20 mmの長い部分があり、基部の根際では、短節間部分が連続していた。葉鞘になる先端部までは、長節間部と短節間部が交互に形成されていた（Fig-6）。節間が短くつまった部分は春から夏に形成され、節間が長い部分は秋から冬に形成されたと考えられる。短い節間部と長い節間部の1セットが1年間の生長した分と仮定し、この間に何回分枝したかを数えると、平均1回であった。つまり最初の1ラミートは2年次には2ラミートであるが、3年次には 2^3 、 2^4 、 2^5 、・・・と、計算上では指数関数的にラミートが分岐して増化することになる。1クランプあたりのラミート数からその年齢を推定することができる。7クランプの測定結果から、最大のもので約8年かかったものと推定された。実際には、クランプの中心部では、周辺部より密度が高くなり、密度効果や自己間引き効果により、計算どおりには行かないと思われる。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。7クランプの各々の全ラミート数のうちに占める、栄養株（ラミート）数の平均値は60株であった。各ラミートの平均葉数は3～5枚、全ラミート数に対する花株（ラミート）の割合は、13～44%であった。花株あたりの花序（花穂）の数は6～11個であった。スゲアマモの群落景観が、他の*Zostera*属に比べ高密度に見えるのは、このようなクランプを形成する叢状の特異な生育形によるものである。

4-4. 水中光量子の観測：

海草群落が生育するための重要な環境条件として、水中光の測定は欠かせないものであるが、継続的な観測の困難さや手間と労力がかかることから、水中光と海草群落との関連

に注目したフィールドの研究は、殆どなされていない。ソルト・サイエンス研究助成により購入した、メモリー式水中光量子計による光量子の測定を行った。1997年9月における、船越湾・吉里吉里の水深12mまでの光量子のプロファイルからは、水深12m付近の海底では、上方向からの光量は水面の10~20%に減衰するが、散乱光は殆ど海草の光合成には影響しないほど低い値であった(Fig-7)。

4-5. 今後の課題:

- (a) 魚群探知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。
- (b) 大槌湾・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。
- (c) スゲアマモ群落の標識法による生長解析と群落構造の解析を継続する。
- (d) 大槌湾、船越湾、山田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を継続する必要がある。
- (e) 葉上動物群集および付着藻類の関係を生態学的に調査する。
- (f) 遺伝子解析用のサンプルは分析中である。系統解析のみならず不連続な種個体群(群落)における遺伝的な違いを検定するための分析方法の開発が必要である。

これらの残された課題を解決することにより、三陸リアス式海岸における海草藻場生態系の総合的な類型化を行い、北西太平洋における温帯種の多様性と海草藻場生態系の立地条件を明らかにしていく。

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] Toyohara, Tetsuhiko 1997. Population dynamics and reproductive traits of phytal Gastropods, *Lirularia iridescens* and *Hilofa tristis*, inhabiting subtidal seagrass bed in Otsuchi Bay, northeastern Japan. Master Thesis, Univ. of Tokyo, 61 pp..

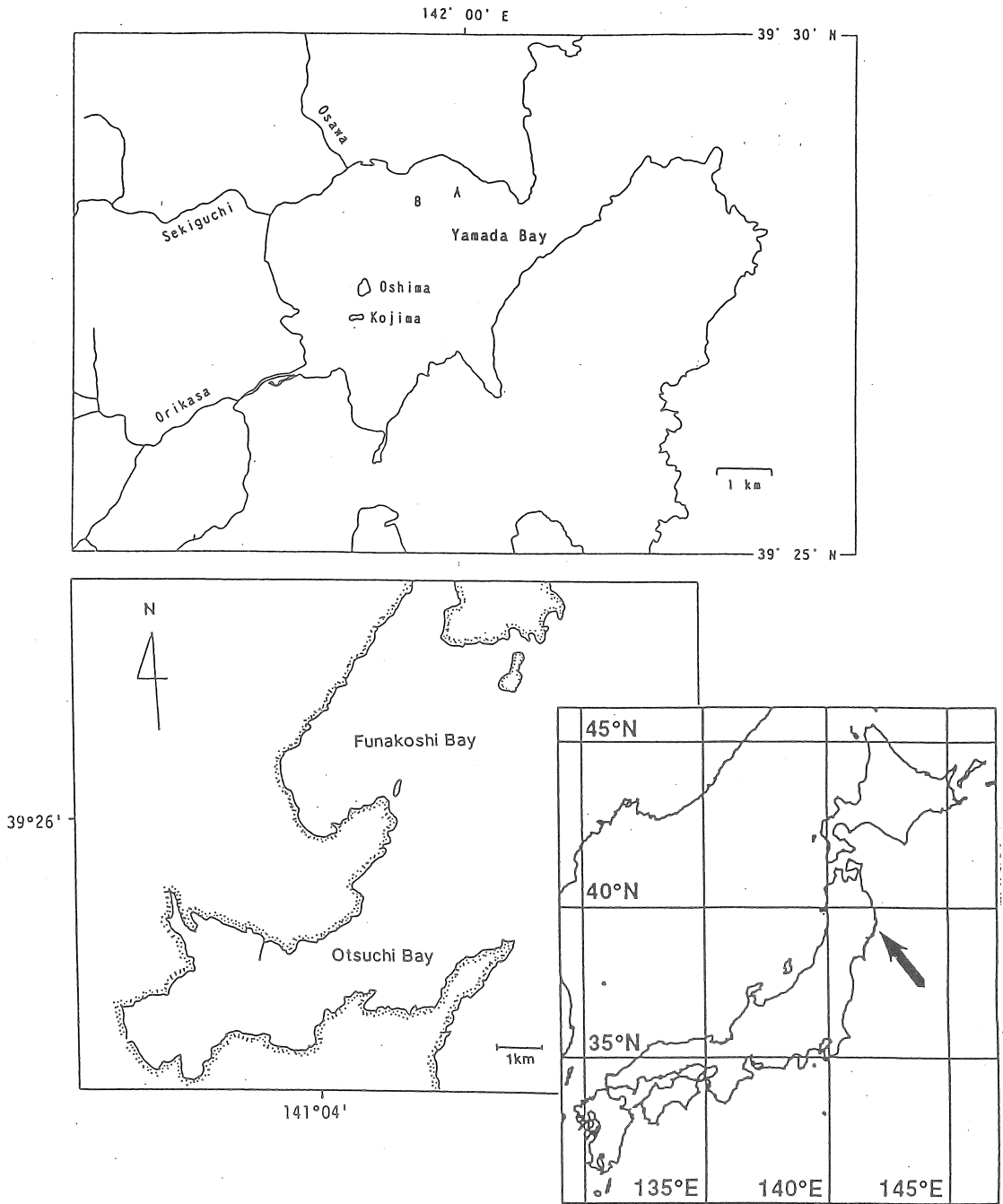


Fig-1. Map of Otsuchi Bay, Funakoshi Bay and Yamada Bay in Iwate Prefecture, where temperate seagrasses diversifying along the coasts of Rias in the northern part of Japan.

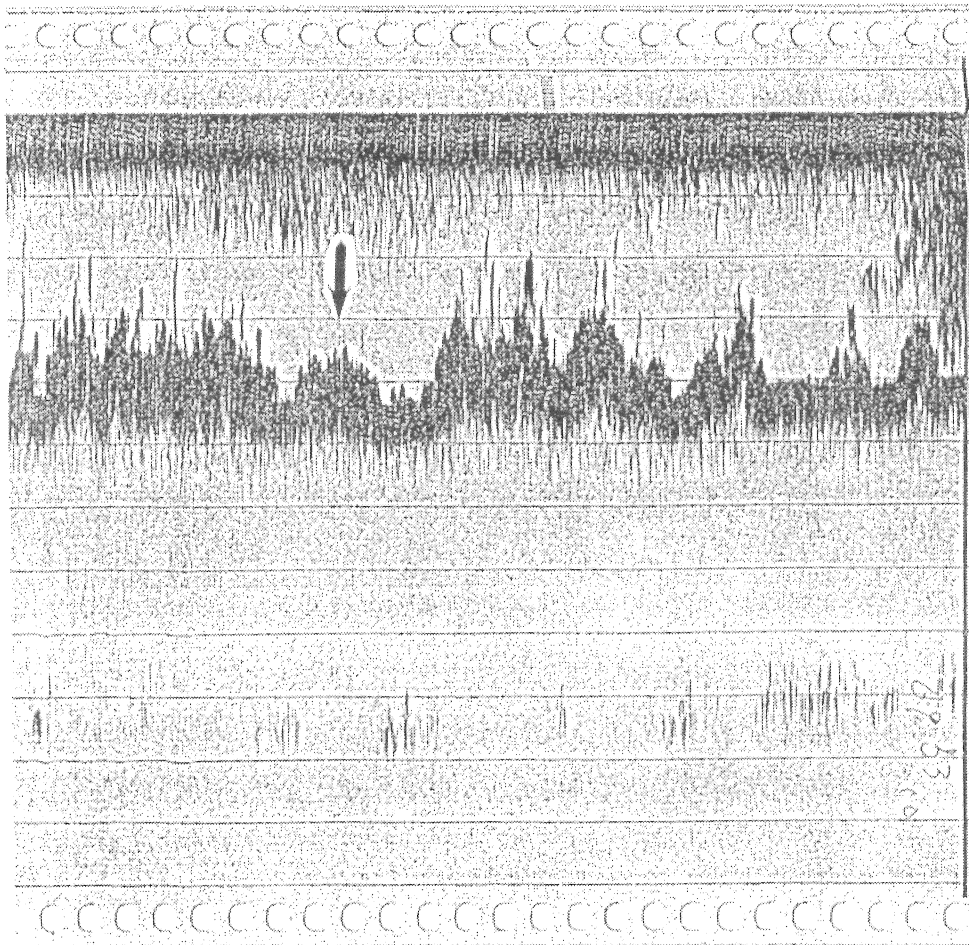


Fig-2. Underwater grass images described by the echo sounding system. Arrow shows a canopy of clumping of *Zostera caespitosa* and adjacent grass canopies are that of *Zostera marina*..

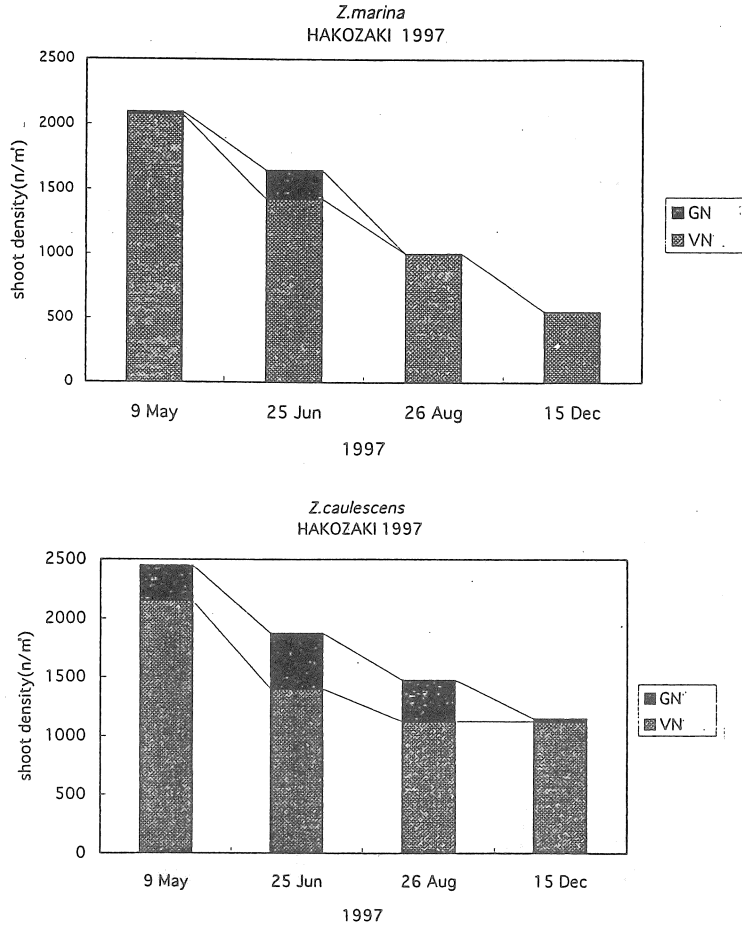


Fig-3. Changes of shoot density (shoot numbers per square meter) of *Zostera marina* and *Zostera caulescens* in the seagrass bed of HakoZaki Area, Otsuchi Bay during May to December, 1997. Generative (flowering) shoots of *Z. marina* occurred in May and June but decayed in August. Generative shoots of *Z. caulescens* were recognized during whole season and they beared fruits in June and August. Both species were on the decline until spring in 1998.
GN: generative shoot **VN:** vegetative shoot

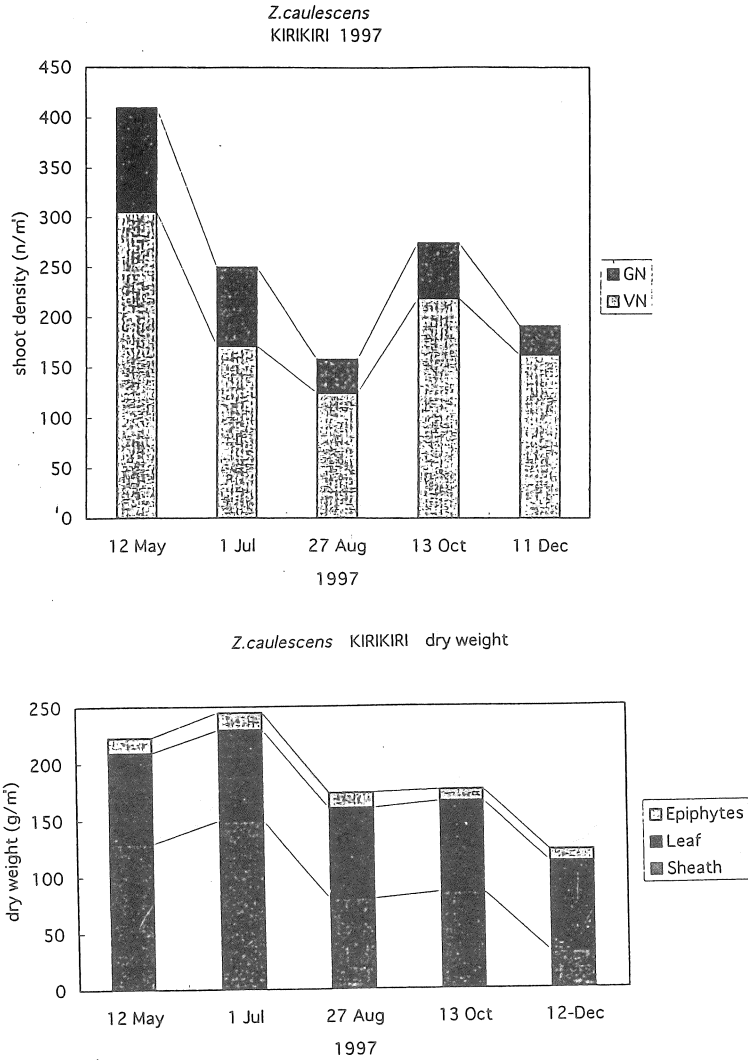


Fig-4. Changes of shoot density (shoot numbers per square meter) and biomasses (standing crops) of *Zostera caulescens* during from May to December, 1997 in the seagrass bed of Kiri-kiri Bay. Biomasses were separated in each photosynthetic organs of leaf, sheath (including stem) and epiphytes, showed in terms of grams dry weight per square meter.

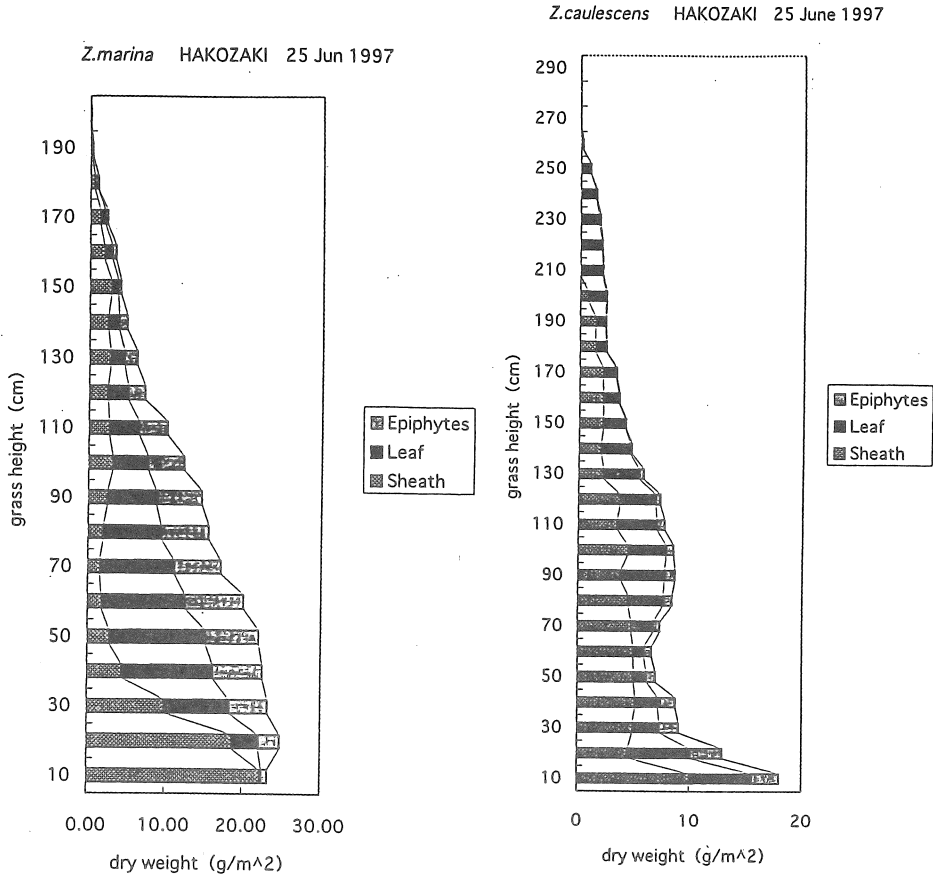


Fig-5. Comparison of biomass structures of photosynthetic organs *Zostera marina* and *Zostera caulescens* in the seagrass bed of Hakozaki area of Otsuchi Bay, are given on each diagram referring to biomass of sheath, leaf and epiphytes. Horizontal axes were showed in grams dry weight per square meter and vertical axes in cm.

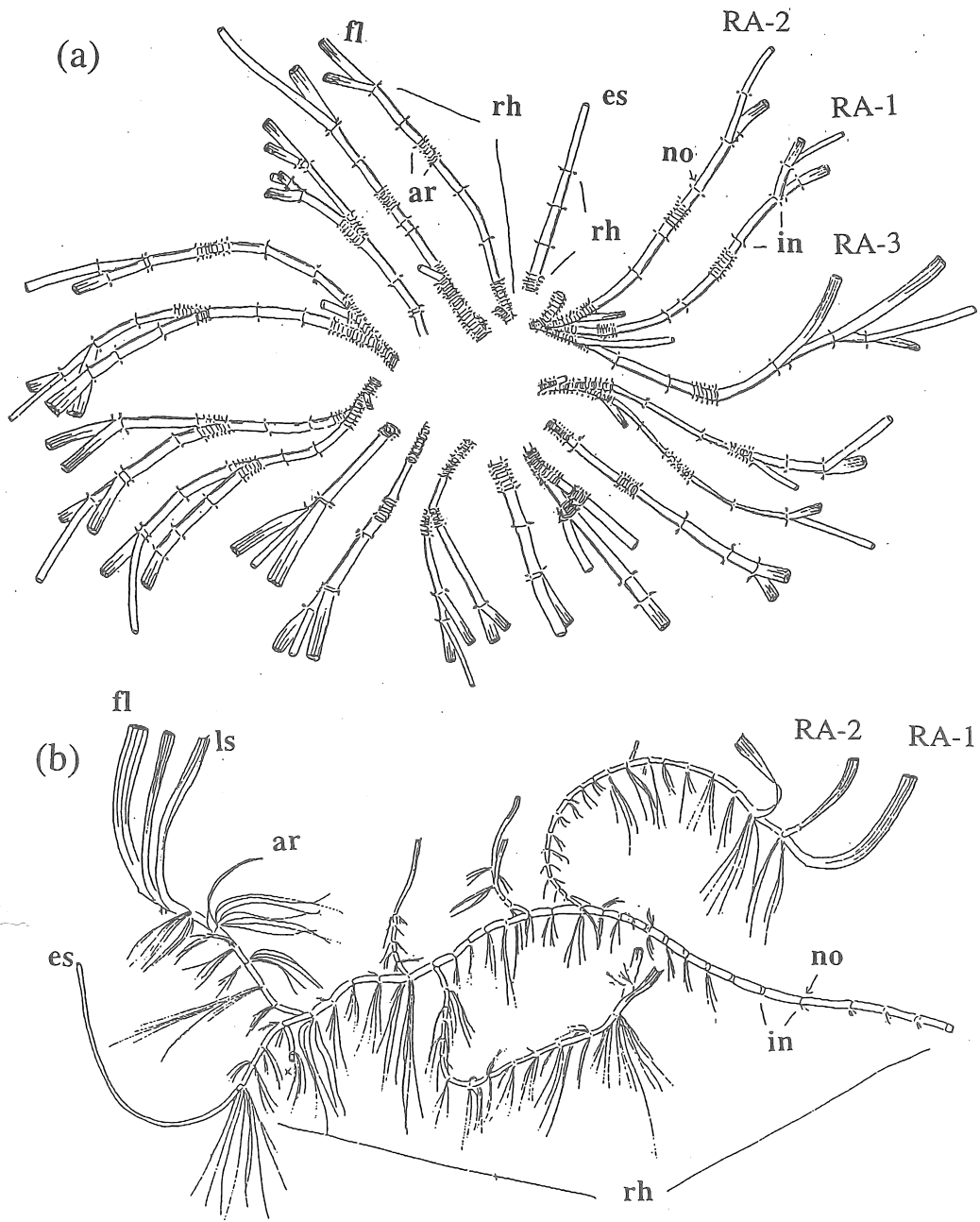


Fig-6. Morphological differences of rhizome figures of *Zostera caespitosa* (a) and other *Zostera* species (b). Narrow internodes and wide internodes were alternately created in vegetative ramets of one clump of *Z. caespitosa*.. Rhizome internodes of other *Zostera* species were usually created in horizontal direction growing in nearly the same width. The example of order of branching ramet as RA-1, RA-2 and RA-3.

ar: adventitious root
 es: erect shoot
 fl: foliage leaf
 in: internode

ls: leaf sheath
 no: node
 rh: rhizome

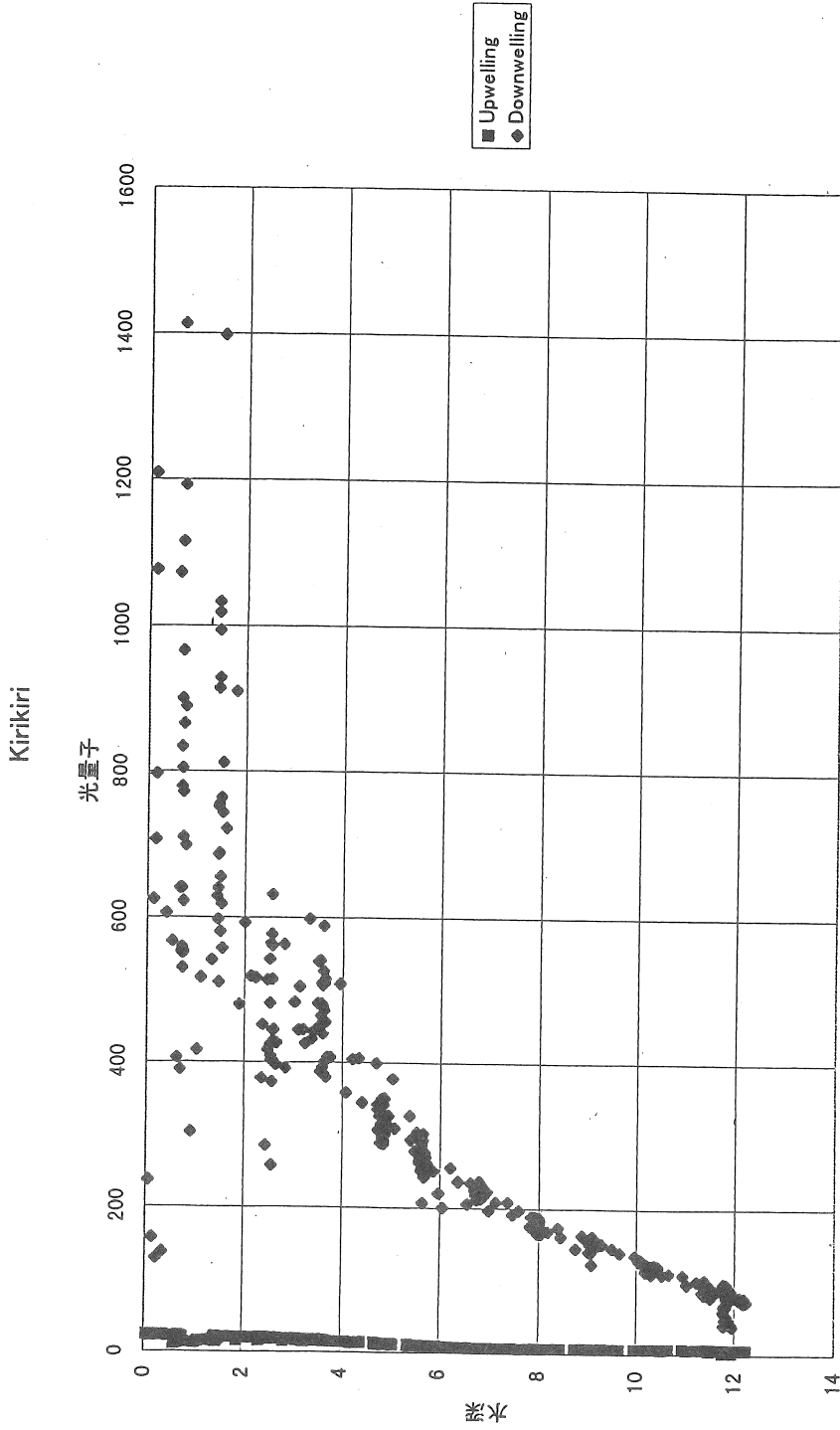


Fig-7. Profiles and distributions of photon flux from the surface to 12 m deep bottom in the seagrass bed of *Zostera caulescens* in Funakoshi Bay, measured in September, 1997 by a photon meter with data memory. Right diamonds are penetrating photons ($wE\ m^{-2}\ s^{-1}$) by downwelling and left squares shapes are scattering photons by upwelling which recognized negligible values.

No. 9725

Developmental Processes of Temperate Seagrass Ecosystems on the Coasts of Northern Japan and Salt Tolerant Features of Seagrasses

Koichi Kawaguchi(1), Keiko Aioi(2), Kenichi Tatsukawa(3), Yuji Omori(4), Masahiro Nakaoka(2) 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*, *Zostera caulescens*, *Zostera caespitosa*, *Zostera japonica* and *Phyllospadix iwatensis*, a rocky shore phanerogam, distribute in Otsuchi Bay, Funakoshi Bay and Yamada Bay in Iwate Prefecture locating along Rias Coast of Sanriku Area. *Z. caulescens* and *Z. caespitosa* are endemic species in the north-western Pacific. It is considered 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 topographic environments of Rias coasts.

The survey on the seagrasses in Otsuchi Bay, Funakoshi Bay and Yamada Bay were conducted to analyze the distribution of seagrass species and ecological informations such as differences of morphology, biomass, natural histories and phylogeny. Analysis of environmental factors is important and logging of data are needed to analyze the diversifying seagrass beds in different habitats.

We are now collecting data for above mentioned study subjects. To describe the distribution area of seagrasses an echo sounding system was used. Biomass structures of *Z. marina* and *Z. caulescens* were obtained and morphology of rhizome system of *Z. caespitosa* was studied. To know an important factor for photosynthesis of seagrasses, photon flux was measured.

Further studies should be continuously going on for the promotion to protect of endangered seagrass species. Logging of basic data is surely help evaluating approaches to the conservation of rare and endangered species in coastal ecosystems and ecosystem communities.