

## 三浦半島，小田和湾における海草群落の分布

工藤 孝浩

Distribution of Seagrasses in Odawa Bay. Central Japan

Takahiro KUDO\*

## A B S T R A C T

The survey on the three species of Zosteraceae and one of Hydrocharitaceae was conducted in the term from 1996 to 1998 in Odawa Bay on the western coast of Miura Peninsula. The distribution and vegetation map of seagrasses was described. Vertical distribution was characterized by zonal vegetations along the depth level, where *Zostera japonica* occurred on the tidal flat, *Zostera marina* did in the subtidal depth range from 0.8 to 3.5m, *Zostera caulescens* in the depth range from 3.5 to 8.0m, and *Halophila ovalis* in the depth from 0.3 to 3.5m.

The area of seagrass beds has been decreased as compared with the data in 1977. Remarkable decline and disappearance of *Z. marina* were recognized and it is considerable that the relative increase of *Z. caulescens* has been replaced in the shallower area where *Z. marina* has been at the ebb. However, the expansion of *Z. caulescens* occurred in the quite limited area.

It is considered that thus noticeable decline of seagrass bed areas was caused by surrounding changes of environments along the coastal areas, such as resident increase, the construction of sewage disposal plant, the construction of breakwater of Sajima Marina and the restructions of coastal line. The distribution of photon fluxes was measured and the profiles of light were described. It is considered that the decline of light has been caused by eutrophication accelerated in the bayhead area and inside of the breakwater of Sajima Marina. Sewege freshwater flowing is one of the most influential components to the ecosystem change of Odawa Bay.

The zonal vegetation of seagrass species in Odawa Bay is ecologically important. Further study and analysis of the ecosystem exchange should be done. Census and monitoring of the seagrass bed should be continued to analyze the mechanisms of vegetational replacement and succession. Moreover a useful counterplan should be drawn for the protection and conservation of the seagrass beds in Odawa bay.

## はじめに

三浦半島西岸に位置し 相模湾に開口する小田和湾は、面積約 2.4 m<sup>2</sup>、その大部分が水深 10m以浅の小湾である。Mukai *et al.* (1980)<sup>1)</sup>によれば、湾面積の約 30%をアマモ *Zostera marina* の群落が占めていたとされ、これは相模湾で最大規模のアマモ場と考えられている。アマモ場は、熱帯雨林や温帯草原に匹敵する生産力を有する場合もあり (Lieth・Whittaker, 1975<sup>2)</sup>)、古くから魚類の幼稚仔の生息場として知られており (高間, 1980<sup>3)</sup>)、小田和湾のアマモ場が相模湾の水産資源の再生産に果たす役割は大きいと考えられる。

しかし、埋め立てや水質汚濁によってアマモ場は全国的に著しく衰退しており、その傾向は小田和湾においても例外ではない。1998年3月からは湾奥に建設された

横須賀市の下水処理場が稼働し、松越川を通じて湾内への下水処理水の放流が開始された。この下水処理場には、分水嶺を超えた東京湾側からも下水を集める計画であり、下水幹線の延伸に伴って年々増加する淡水流入量と栄養塩類の負荷が、将来的にアマモ場を含む湾の生態系に悪影響を及ぼすことが懸念される。

そこで、アマモ場の長期的なモニタリングを行うために、まずアマモ場を構成する基本要素である海草群落の分布を明らかにする必要がある。本研究では、潜水・船舶・航空機を組み合わせた目視観察によって、2科4種の海草類を記録し、その分布現状を把握した。さらに、20年前の海草群落の分布状況との比較から海草群落の衰退を明らかにし、その要因を考察したので、併せて報

告する。

### 調査方法

小田和湾の位置および地形の概略は Fig. 1 のとおりである。海草類の群落は次の様な方法を用いて把握した。調査の概要は Table 1 に示した。調査海域は水深が浅いうえに養殖施設や生管、海上係留の船舶等輻輳した水面利用がなされているため、調査船として横須賀市大楠漁業協同組合所属の小型漁船、勘兵衛屋丸（福本三夫船長、1.5 トン）を使用した。

Table 1 Summar of the present surve in 1996-1998.  
表 1 1996 ~ 1998 年の調査の概要

Date	Time	Low tide(level)	Method
24 Mar. 1996	10:30~12:00	12:10( 25cm)	Aerial observation(using a helicopter)
5 June 1996	9:00~12:00	12:45( 6cm)	Boat observation, Snorkeling
27 June 1996	9:00~12:00	7:50( 55cm)	Boat observation, Snorkeling
21 Nov. 1996	9:10~12:30	12:55(101cm)	Boat observation, Snorkeling
27 Jan. 1997	8:50~12:10	13:36( 39cm)	Boat observation
8 Apr. 1997	10:30~12:00	11:29( 8cm)	Aerial observation(using a helicopter)
6 May 1997	8:45~11:30	10:27( 19cm)	Walking observation
6 May 1997	12:10~14:00	10:27( 19cm)	Line transect(using SCUBA)
9 May 1997	9:10~12:50	12:12( 10cm)	Walking observation
16 May 1997	9:15~13:30	6:58( 81cm)	Boat observation, Snorkeling
2 June 1997	9:30~13:00	8:46( 41cm)	Line transect(using SCUBA)
9 Oct. 1997	8:45~12:20	3: 7( 39cm)	Boat observation, Snorkeling
12 Oct. 1997	9:30~1200	7:29( 41cm)	Line transect(using SCUBA)
17 Nov. 1997	8:50~11:50	12:14( 85cm)	Quantum meter observation
15 May 1998	9:00~12:50	12:58( 17cm)	Boat observation, Snorkeling
9 Oct. 1998	8:50~12:30	12:49( 72cm)	Boat observation, Snorkeling

### 1 水平分布調査

調査海域内の潮下帯および漸深帯の海草群落の分布状況を、水面からの相観法（調査船上からの箱眼鏡を用いた観察やスノーケリング遊泳）によって把握した。潮間帯のものについては、大潮の干潮時に干出地の直接踏査法によって把握した。

観察項目は、群落を構成している海草種名とその位置および広さ（長さ、幅、輪郭等）、優占種の被度とした。被度の区分は、「漁場保全対策推進事業調査指針」（水産庁研究部漁場保全課、1997<sup>4)</sup>）に従い、5階級に区分した。また、調査船や観察者の位置は、ハンドコンパス（SAURA HB65G）を用いた三点両角法によって決定した。

なお、1996年3月と1997年4月には、神奈川県出納局所有のヘリコプター「さがみ」を用いて、大潮干潮時に湾上空から航空写真撮影を行い、水面や地上で集められた情報を補完した（Fig. 2）。

### 2 垂直分布調査

調査海域に分布する海草群落の水深方向への分布状況を、ライントランセクト法による潜水目視観察によって把握した。観察は、潮間帯下部に設けた起点から水深方向に直角に伸ばした測線に沿ってSCUBA潜水を行い、10mごとに1×1mの方形枠を置き、群落を構成している海草種名と被度を前項で述べた被度階級により求め、最大・最小草丈、水深、底質を記録した。また、群落や底質が変化した場合は、10m間隔にこだわらず、適宜記

録に留めた。

水深は観察者が携帯したダイビングコンピュータを用いて計測し、底質は目視により岩、礫、砂、泥に4区分して記録した。

観察測線は Fig. 1 中に示す3線で、測線1、2の延長は100m、測線3は200mであった。

### 3 水中光量子調査

1997年11月17日に、Fig. 1中に示したA～Cの3ヶ所において、全方位型のメモリー式水中光量子計（三洋測器社製MPQ-）を用い、水中光量子量を測定した。測定地点は、湾奥部、北部、湾口部の各海草群落の最深部前線にあたる。水中光量子計は5秒ごとに1回のデータを得測するよう設定し、各測定地点では設標してダイバーが潜水し、光量子計を持って所定の水深帯に40秒づつ定位させた。観測水深は、水面、0.5m、1m以深は海底直上まで1mごとに設定した。得測値はコンピュータ上に呼び出して解析に用いた。

## 結 果

### 出現種

調査海域からは、Table 2に示すように1996年6月から1998年10月までに2科4種の海草が確認された。以下にそれぞれの種の観察によって得られた生態的知見を記述する。学名と科については Dahlgren (1985)<sup>5)</sup> の分類体系に従った。

Table 2 Identified seagrasses by present survey.

表 2 本調査で記録された海草

Species		Habitat		
Scientific name	Japanese name	Max length	depth(m)	seabed
Zosteraceae		アマモ科		
Zostera		アマモ属		
<i>Z. marina</i>	アマモ	180cm	0.8-3.5	sandy-muddy
<i>Z. cauiescens</i>	タチアマモ	530cm	1.8-8.0	muddy-sandy
<i>Z. japonica</i>	コアマモ	45cm	-0.5-0.3	muddy
Hydrocharitaceae		トチカガミ科		
<i>Halophila</i>		ウミヒルモ属		
<i>H. ovalis</i>	ウミヒルモ	4.5cm	0.3-3.5	sandy

### アマモ科 Zosteraceae

#### 1. アマモ *Zostera marina*

北半球の内湾に広く分布する世界共通種（相生；1998<sup>6)</sup>）。日照時間が長くなる春から夏に花株が伸長し、いくつもの花穂の形成がみられた（Fig. 3）。小田和湾では4～6月の大潮に同調して開花し、黄色の糸状をした1～2mmの花粉が水面を漂う様子が観察された（Fig.4）。

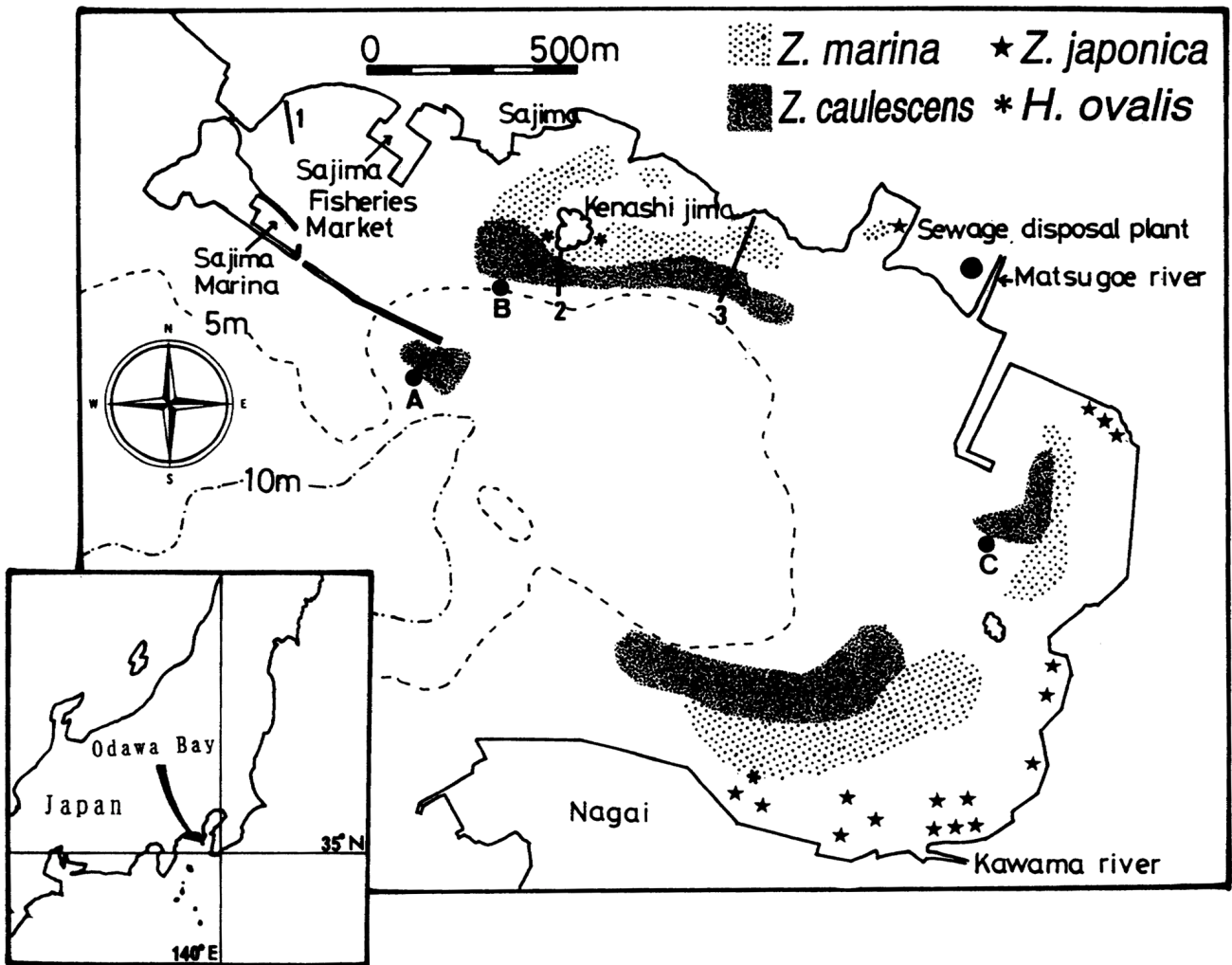


Fig. 1 Distribution of seagrasses, depth contours, transect lines (the numbers), and quantum observation stations (the alphabets) investigated in Odawa bay.

図1 小田和湾における海草の分布と水深

1～4はライントランセクト調査の測線，A～Cは水中光量子調査の測点を示す。

花株は種子が成熟すると枯れ，地下茎で繋がっている栄養株が分枝し，主茎が翌春の花株となった。栄養株は5～6枚の互生した葉を同じ葉鞘から伸ばす。葉身の長さは季節によって変化し，冬に短く夏に長くなる。葉の枚数も冬には少なくなった。

2. タチアマモ *Z. caulescens*

日本周辺の固有種で分布は局所に限られ，太平洋岸では三浦半島，三陸と陸奥湾に（大森，1993<sup>7)</sup>），日本海側では能登と朝鮮半島に分布する（Miki，1933<sup>8)</sup>）。本種はアマモに似るが大型で，湾口部の底深7m地点からは，最大長5.3mの花株が採集された。

本種の花株は冬から成長を始め，開花は大森（1994<sup>9)</sup>）が指摘するように4月下旬からで，花期はアマモと重複した。本種の著しい特徴は，花株の先端が花序ではなく，数枚の葉から成る樹冠（canopy）状の栄養シュートで終わることとされていた（Miki，1933<sup>8)</sup>；Fig. 5）。大森

（1991<sup>10)</sup>）は，花株の解剖学的な検討の結果，その構造からは栄養シュートで終わるとは言えないと結論づけたが，特徴的な花株の形態は簡便に近縁他種と識別しうる有力な特徴である。海草は，透明度や水深の違いに応じて葉長や草丈を容易に変えるので（相生，1989<sup>11)</sup>）本調査では栄養株の形態が類似するアマモとの識別は，花株を持つ時期に限定して行った。

3. コアマモ *Z. japonica*

南北アメリカ大陸を除く南北半球温帯に広く分布する世界共通種（田中他，1962<sup>12)</sup>）。小田和湾においては，湾奥の泥質分が多い干潟面に芝生状の密生した群落を形成する（Fig. 6）。本種がみられる河口干潟等は沿岸域で最も人為的な影響を受けやすい場所であり（工藤，1999<sup>13)</sup>），近年産地は激減している。筆者が知る限り，相模湾沿岸の産地は小田和湾周辺以外になく，東京湾においても分布はごく一部に限られるため，小田和湾が県



Fig. 2 Aerial view of seagrass beds in Odawa Bay.  
 図2 小田和湾海草群落の航空写真

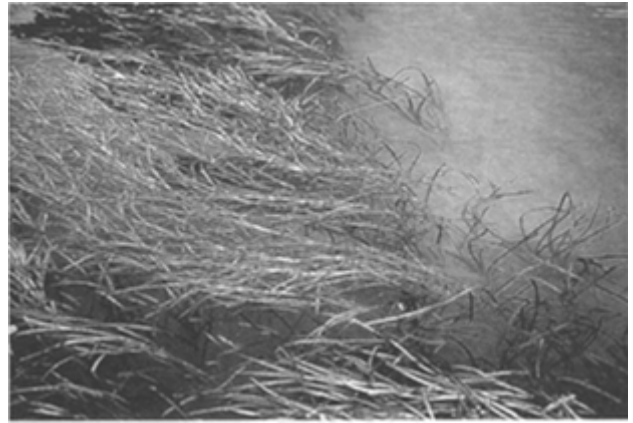


Fig. 4 Flowering shoots of *Z. marina* at surface.  
 図4 水面にでたアマモの花株



Fig. 3 Morphological figure of *Z. marina*  
 (F: flowering shoot; V: vegetative shoot).  
 図3 アマモの形態 (F: 花株; V: 栄養株)

内で唯一まとまった群落が見られる産地である。

葉の幅は1~2mm, 花株は全長30~45cmと全体に小型で, 容易に他種と区別しうる。

トチカガミ科 Hydrocharitaceae

4. ウミヒルモ *Halophila ovalis*

最も高緯度まで分布する熱帯海草で, 国内では東京湾口, 能登半島以南に分布する (Miki, 1934<sup>14)</sup>)。小田和湾は, 太平洋岸における本種の北限と考えられるが, 生

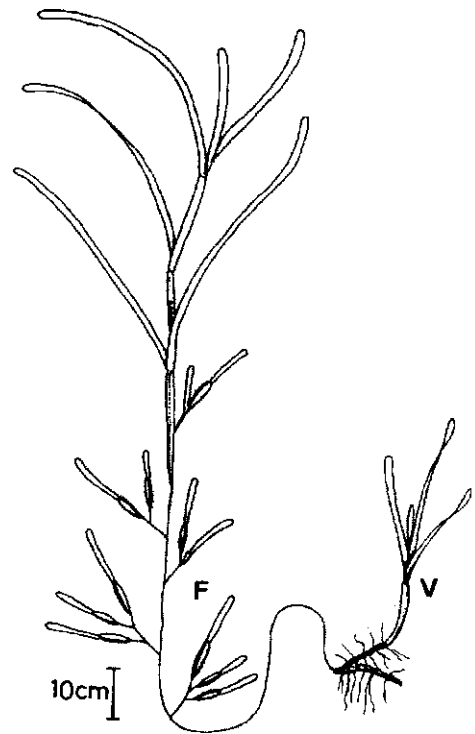


Fig. 5 Morphological figure of *Z. cauliscens*  
 (F: flowering shoot; V: vegetative shoot).  
 図5 タチアマモの形態 (F: 花株; V: 栄養株)

育量は極めて少なく, 潮間帯直下から水深3.5mまでの砂地にアマモと混合し小さなパッチ状群落を形成している。葉は, 長さ2~2.5cmの長楕円形で, 砂の中をほふくして伸びる太さ1mmほどの茎の節から対生する (Fig. 7)。

三浦半島では, 城ヶ島北岸中央の砂浜 (通称白秋碑前) 地先の水深1.5m地点にまとまった群落が確認されていた (大森・林, 1990<sup>15)</sup>)。しかし, 漁港整備事業により



Fig. 6 Seagrass bed of *Z. japonica* on the tidal flat.  
図6 干潟上のコアマモ群落

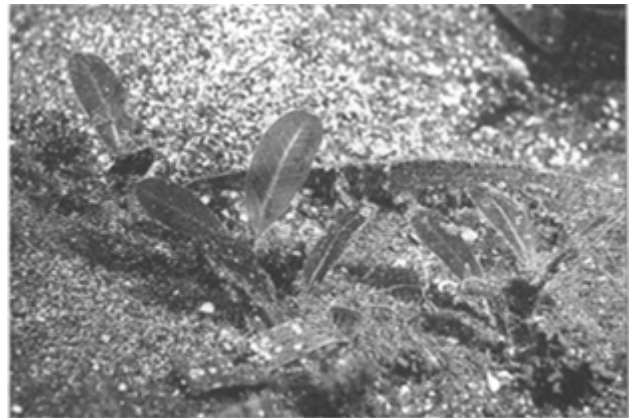


Fig. 7 Seagrass bed of *H. ovalis*.  
図7 ウミヒルモの生態

山砂が入れられ、本種は工事に先立って 1989 年秋に生育地沖側に底質ごと移植された。移植先ではその後 5 年ほど定着したが、群落は年々衰退し現在は消滅している。

水平分布

小田和湾の海草群落水平分布図を前項で述べた方法により作成し、Fig. 1 に示した。海草群落は、湾口の佐島マリーナ防波堤の先端部を除き、水深 5 m 以浅に認められた。

水深 5 m 以浅の群落は、北部、湾奥部、南部の 3 エリアに分断されており、それぞれの群落内では岸側と沖側で優占種が異なっていた。すなわち、岸側はアマモ、沖側はタチアマモが優占した。湾口部の水深 5 m 以深の群落は、タチアマモの純群落であった。

ウミヒルモは、北部の毛無島周辺と南部のアマモ群落内に径 2 ~ 3 m 以下の小さなパッチ状群落として認められた。ウミヒルモ群落における底質は周辺より粒子が粗い砂質底で、アマモ群落がみられない空き地状のギャップを形成している場合が多く認められた。

コアマモは湾奥部を中心とした静穏な潮間帯にみられた。生育密度が高くなるとしばしば芝生状に密生した純群落となるが、生育密度が低い群落においても他の海草類を混じえることはなかった。コアマモ群落前面の潮下帯には必ずアマモの群落が認められた。

垂直分布

ライントランセクト調査によって得られた調査測線ごとの海草群落垂直分布図を Fig. 8 に示した。

1. 測線 1

佐島魚市場の埋め立て地と佐島マリーナ防波堤によって囲まれた閉鎖性が高いエリアの測線である。距岸 25 m までは砂地で急激に落ち込み、距岸 40 m で水深 3.5 m となり、以後はほぼ平坦な泥底となった。

測線上およびその付近において海草類は全く認められ

なかった。一方、ここでは示さなかったが、大型化したアオサ *Ulva* sp. の浮遊藻体が多く認められた。アオサの生育量は調査翌年の 1998 年に激増し、8 ~ 10 月には打ち寄せられたアオサが波打ち際に幅数 m にわたって堆積し、腐敗した。

2. 測線 2

毛無島南端から延ばした測線である。距岸 15 m までは毛無島から連なる岩礁で、アサメ *Eisenia bicyclis* が優占するガラモ場である。水深 2.5 m 以深は砂質底と

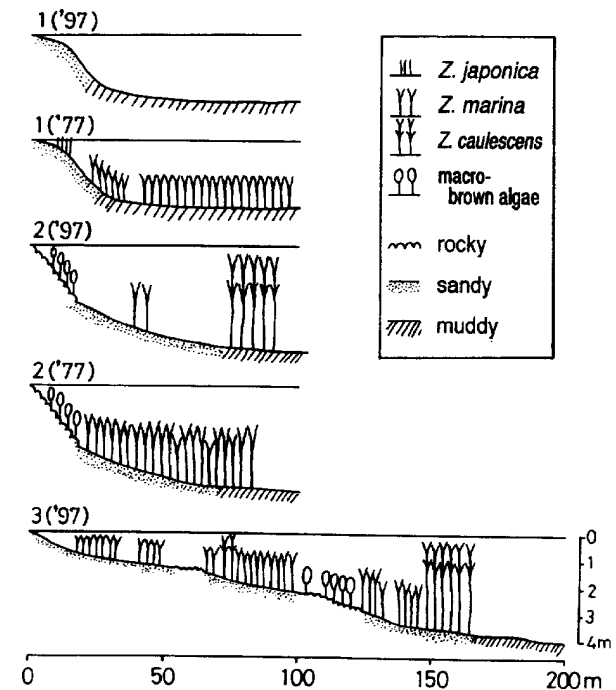


Fig. 8 Profiles of the 3 transect lines investigated in 1997 and 1977 (Mukai et al. 1980<sup>1)</sup>). The lines shown in Fig. 1.

図8 図1に示す3測線における1997年と1977年に観察された海草の垂直分布図

1977年の図は Mukai et al. (1980) から改写了。

なり、距岸約 70m、水深 4 m 付近まで続き、それ以深は泥底となった。

海草類は、距岸 40m、水深 3 ~ 3.5m 付近にまばらなアマモの群落認められ、距岸 70m から先、水深 4 m 以深にタチアマモの群落がみられた。

3. 測線 3

アマモとタチアマモの群落が最も岸近くまで分布している場所に設定した測線である。比較的遠浅で、距岸 50 ~ 75m、100 ~ 125m の 2ヶ所に岩盤をはさみ、距岸 160 m、水深 3.8m までは砂質底、それより先は泥底であった。

海草類は、生育密度に粗密があるものの岩盤を除く距岸 165m までほぼ切れ間なく分布し、距岸 145m、水深 3.5m 付近を境にそれ以浅はアマモ、以深はタチアマモが優占した。なお、沖側の岩盤上にはワカメ *Undaria pinnatifida* の繁茂がみられた。

小田和湾では、アマモは水深 0.8 ~ 3.5m の砂地に、タチアマモは水深 3.5 ~ 4 m 以深の砂または泥底に分布し、両種の分布域は水深によって明瞭に区分された。測線 3 では、水深 1.8m 付近のアマモ群落中に数株のタチアマモが混生したが、偶発的な出現と思われた。

コアマモとウミヒルモは測線付近に出現しなかった。コアマモは前項で述べたとおり潮間帯に分布しており、潮下帯に分布する他の海草とは明らかに分布水深を異にした。ウミヒルモは水深 0.3 ~ 3.5m に分布し、分布水深はアマモと重複した。

水中光量

各水深で観測された平均水中光量子量を、水面との相対値の鉛直プロファイルとして Fig. 9 に示した。

いずれの測点とも相対水中光量子量は 0 ~ 0.5m 層で大きく減衰し、それ以深の減衰は徐々に緩やかになった。同一水深の相対光量子量は湾奥部群落 (測点 C) が常に最小で、北部群落 (B)、湾口部群落 (A) の順に大きく、湾奥部と北部・湾口部の間に少し開きがみられたが、その差はわずかであった。光の条件は湾奥部、北部、湾口部の順に良くなると考えられたが、各測点間の差はあまり顕著ではなかった。

海底直上の相対光量子量は、底深が最も深い湾口部群落で最小となり、底深が湾奥部群落よりやや深い北部群落で最大となった。

考 察

出現種の垂直分布

以上の結果を総合し、小田和湾における海草群落の垂直分布を模式的に表すと Fig. 10 のようになる。

田中他 (1962)<sup>12)</sup> は、ウミヒルモは南西諸島において干潮線より上の海草群落の最上部を占め、九州南部では干潮線から数 m までの深さに出現するが、コアマモはウミヒルモの下部にあり、中部地方から東京湾口では両者

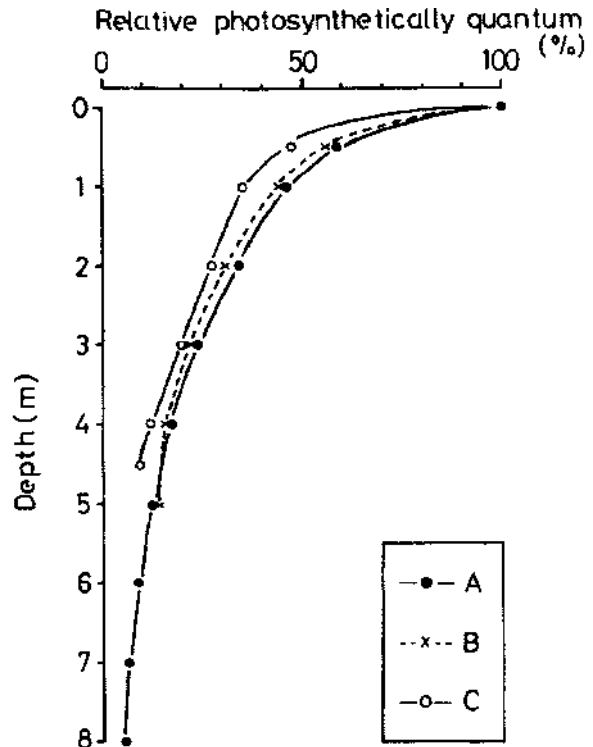


Fig. 9 Profiles of relative underwater photosynthetically available quantum observed at 1 - 3 stations (shown in Fig. 1) in November 1997. 図 9 図 1 に示す 3 測点における水中光量子の垂直分布 (1997 年 11 月測定)

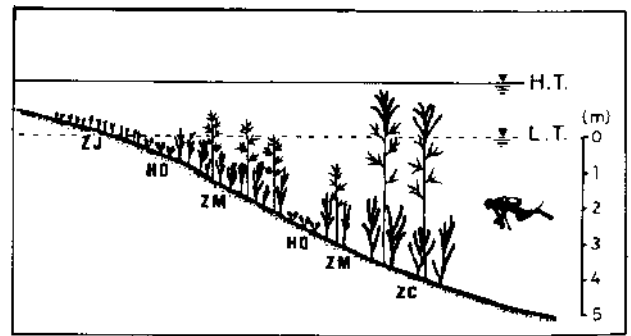


Fig. 10 Vertical vegetation map in Odawa Bay (ZJ: *Z. japonica*; HO: *H. ovalis*; ZM: *Z. marina*; ZC: *Z. caulescens*). 図 10 小田和湾における海草の垂直分布の模式図 ZJ: コアマモ; HO: ウミヒルモ; ZM: アマモ; ZC: タチアマモ

の位置が逆転し、最上部はコアマモが占めウミヒルモはアマモの上限よりやや下位にあると記した。本調査の結果は、この記述と一致しており、熱帯産の種は分布の北限に近づくにつれて生育層が下がるという田中他

(1962)<sup>12)</sup>の説を支持するものである。

#### 海草群落の経年変化

今から20年前の1977年、Mukai *et al.* (1980)<sup>1)</sup>は、今回と同様の調査方法で小田和湾の海草群落の分布状況を調べた(以後、この調査を「前回調査」と称する)。前回調査によって明らかにされた1977年当時の海草群落水平分布図をFig.11に示す。

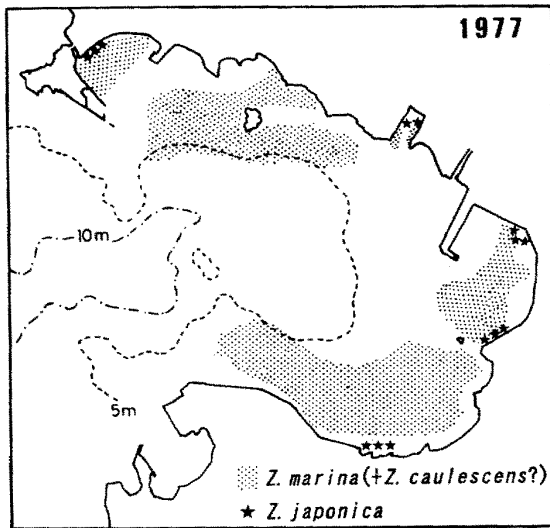


Fig.11 Distribution of seagrasses in Odawa Bay investigated in 1977(Mukai *et al.*, 1980<sup>1)</sup>).

図11 1977年の小田和湾における海草の分布(Mukai *et al.* (1980)<sup>1)</sup>から改写)

前回調査では、タチアマモとウミヒルモが記録されていないが、両種がこの20年間に新たに小田和湾に進入・定着したとは考え難い。特にタチアマモは、地元漁業者が「タカモ」と称して「アジモ」と称するアマモと区別していることから(大森, 1989<sup>16)</sup>)、古くから湾に分布していたことは確実で、寺脇他(1986)<sup>17)</sup>は1984~1985年に湾内でタチアマモの生態調査を行っている。おそらく前回調査では、タチアマモはアマモと混同され、草体が小さく生育量が極めて少ないウミヒルモは未発見であったものと思われる。

Fig.11をFig.1と比較すると、海草群落の分布域がこの20年間で著しく縮小していることが一目瞭然である。特に、湾北西部の佐島魚市場から佐島マリーナ間の群落はほぼ壊滅状態となり、それ以外の群落も明らかに衰退している。北部の群落では、水深が深い沖側で衰退がみられ、湾奥・南部の群落では逆に水深が浅い岸側の衰退が顕著である。これは、両エリアの群落に作用した環境要因が異なるためと考えられた。

前回調査では、湾内11ヶ所でライントランセクト調査を実施しており、今回の測線1, 2は前回調査と同一である。そこで、Fig.8には前回調査の結果も併せて掲載した。

測線1では、今回海草類が全く記録されなかったが、前回調査時には潮間帯直下にコアマモが分布し、水深1.8m以深のほぼ全てにアマモが繁茂していた。また、測線2においても、砂地の全面と水深3.7m付近の泥底までアマモが繁茂していた。前回調査の深場のアマモには、前述したように一部タチアマモが混在していた可能性が高い。しかし、タチアマモが見落とされていたとすれば、その生育現存量は現在ほど多くなかったと考えるのが妥当であろう。

後に検討するように、タチアマモは光の条件の悪化に対する適応性がアマモより高く、水の濁りによってアマモの群落が衰退し、置き換わってタチアマモが侵入し分布を拡大した可能性がある。したがって、測線2の優占種がアマモからタチアマモに置き換わったものと考えられる。

#### 海草群落の衰退要因

##### 1 防波堤の延伸

海草群落を衰退させた要因は種々考えられるが、最も重大かつ把握しやすいものは地形の改変である。この20年間に小田和湾に生じた最も大きな地形改変は、湾口部の佐島マリーナ防波堤の延伸である。

この影響を最も強く受けたのは、佐島魚市場と佐島マリーナの間にあった海草群落で、海水交換が悪い閉鎖的な環境となった結果、光条件や底質の悪化等の複合要因によってアマモの群落が壊滅したものと思われる。ここにはコアマモもみられたが、ともに姿を消した。元来コアマモは閉鎖的な環境に生育する種で、光条件や底質悪化の影響を受けにくいはずである。

近年、東京湾をはじめとする富栄養化した静穏な海域では、浮遊しつつ無性的に増殖するアオサの異常繁殖が報告されている(工藤, 1997<sup>18)</sup>)。筆者は、1993年に小田和湾で初めてこのようなアオサを確認したが、アオサの生育現存量は年を追って増加した。特に、防波堤の延伸によって静穏度が高まった上記群落があった潮間帯には、夏季を中心に大量のアオサが打ち上げられる。打ち上がったアオサはコアマモの群落を覆って腐敗し、直接的ダメージを与えたものと推測される(Fig.12)。

また、アオサの堆積によって、潮下帯のアマモ群落が消滅した事例が報告されており(川端, 1993<sup>19)</sup>)、アオサの異常繁殖はコアマモのみならずアマモにも悪影響を及ぼした可能性がある。

##### 2 小規模埋め立てと直立護岸の整備

防波堤の延伸に次ぐ大きな地形改変は、湾奥部の突堤から南部の長井地先までの全ての海岸線がコンクリートの直立護岸に改修されたことである。このエリアは比較的遠浅で、潮間帯には干潟が発達するが、場所によっては小規模な埋め立てを伴いつつ干潟背後地が直立の壁にされたのである。

その結果、満潮前後には護岸に直接波が当たるように



Fig.12 Stranded a lot of *Ulva* sp. at northwest part of Odawa Bay.

図 12 小田和湾北西部に打ち上げられた大量のアオサ

なり、干潟が有していた消波機能が失われてしまった。沖からの波は、護岸からの返し波と合成されて増幅し、岸近くの広い範囲で海底の安定度が低下し、海草類の生育に適さない環境となったものと思われる。

現在の湾奥・南部のアマモ群落は、浅い岸側の衰退が著しいが、その最大の要因は護岸整備であると考えざるを得ない。北部の海岸線はこの 20 年間に人為的改変が全くなされておらず、佐島魚市場から湾奥部突堤の間の大部分は自然海岸である。群落岸側の衰退状況を北部と湾奥・南部で比較すると、明らかに自然海岸の地先にある北部群落のアマモが健全に生育している。

### 3 光条件の悪化

この 20 年間に流域人口の増大によって富栄養化が進行した小田和湾は、植物プランクトンの増加による透明度の低下、および赤潮の発生により、水中の光の条件が悪化していると考えられる。

北部の群落は、水深が深い沖側の衰退が顕著である。群落の前線は、前回調査では 5 m の等深線上からさらに深い場所にまで拡大していたが、現在は水深 5 m 未満に後退した。これは水の濁りによる光条件の悪化によるものと思われる。

アマモが生育できる深さの下限は、主に光の条件によって決まり、相対照度が 18~24% に相当するとされている (Backman・Birilotti, 1976<sup>20</sup>)。結果の項で述べたとおり、北部群落の方が湾奥部群落よりやや光の条件が良かったが、水深 3 m 層の相対光量子量の差はわずか 5 ポイント程度であった (Fig. 9)。20 年前は、水深 3 m 層における北部群落と湾奥部群落の相対照度の差は 20 ポイント近くも開いており (Mukai *et al.*, 1980<sup>1</sup>)、北部群落の光条件は非常に良好だったことがうかがえる。

湾奥・南部の群落の衰退は岸側に現れており、沖側では顕著ではない。湾奥部群落最深部では、20 年前の相対照度が約 10%、本調査の相対光量子量も 9% で、ほとんど変化がない。これは、湾奥部群落の光条件があま

り悪化していないことを示す。なお、北部群落最深部では、20 年前に相対照度が 30% 近くもあり、本調査で記録された相対光量子量 14% は著しい光条件の悪化を示している。

また、北部群落のみで沖側の衰退がみられた理由は、光条件のほか植物側の特性にも求められる可能性がある。Aioi (1981)<sup>21</sup>) は、光合成をする地上部の葉や葉鞘と地下部の根茎や根の乾燥重量を比較し、湾奥部のアマモは地上部の割合が大きく、湾外の砂底のアマモでは地下部の割合が大きいことを示した。また、葉長が長くなると密度は低く (湾奥の泥底)、葉長が短いと密度は高い (湾外の砂底) という葉長と密度の関係も述べている。本研究では、地上部と地下部の割合は調べられなかったが、現在も北部のアマモは湾奥部のものより葉長が短く密度が高い傾向が目視で認められる。こうした形態の違いが光条件の悪化に対する適応性の差として現れることは十分考えられる。

現在、湾内 3ヶ所の群落の沖側全てはタチアマモが優占し、水深が深い湾口部群落はタチアマモの純群落である。タチアマモは草丈が高く、水中光量が低下する春夏季に水面直下まで伸長する花株の頂上に樹冠を展開させるなど、光条件の悪化に対してアマモより有利と思われる形質を備えている。アマモが衰退する一方でタチアマモが勢力を拡大しているとするれば、その最大の原因は光条件の悪化であると考えられ、両種の勢力の推移を今後注意深く見守る必要がある。

### 海草群落の保全

水産資源の生育場としての海草群落に対する評価は生物多様性の保全の観点からも、世界共通の常識となりつつある。ここでは水産以外の観点から小田和湾の海草群落の価値を論じ、海草群落保全のための具体的な提言をする。

海草は海という特殊な環境に進出した種子植物の一群で、世界に約 60 種を数えるのみである。日本列島沿岸にはその 1/4 に相当する 16 種を産し、オーストラリア周辺に次いで温帯種の多様性が高い地域である (相生, 1998<sup>7</sup>)。日本の温帯域に分布する海草は 8 種あるが、うち小田和湾内にはアマモ科 3 種とウミヒルモの計 4 種を産し、湾の南に隣接する長井地先の岩礁にはエビアマモ *Phyllospadix japonicus* がみられる。この様に狭い海域に 5 種もの海草が分布する温帯域は、おそらく世界でも珍しい。水深に応じた帯状分布がみられる出現様式は、海草分布を一般的に類型化できることから学術的価値が高く (Fig. 10)、環境教育の教材として活用価値が高い。

環境庁の「植物版レッドリスト (我が国における保護上重要な植物)」によると、小田和湾に産するウミヒルモ、タチアマモ、コアマモが、「情報不足 (DD) のため判定が保留された種」としてリストアップされており、これらは今後の調査によって、レッドリストのいずれか



のカテゴリーに追加される可能性が高い(相生, 1998<sup>6)</sup>)。

中でも, 世界最大の海草として知られるタチアママは希少性のみならず, 竹林のようにそそり立つ水中景観は世界にも類がない。花株の長さが 6.8m になる岩手県大船渡湾のタチアママは, 足かけ 2 年をかけてその長さに到達するが (Aioi *et al.*, 1998<sup>2)</sup>), 小田和湾のものはわずか半年で 5 m もの花株を伸長させる。その驚異的な生長速度と生活史は, 今後の研究課題としても注目に値する (Table 3)。

Table 3 Comparison of the length of *Z. caulescens* in Japan

表3 国内におけるタチアママ花株の長さの比較

Locality	Length of flowering shoot	Depth of habitat(m)	Reference
Odawa Bay (Kanagawa Pref.)	250cm	?	Terawaki <i>et al.</i> , 1986 <sup>1)</sup>
Odawa Bay	360cm	5	Omori, 1994 <sup>4)</sup>
Odawa Bay	290-530	7-8	this study
Funakoshi Bay (Iwate Pref.)	190-680	5-16	Aioi <i>et al.</i> , 1998 <sup>2)</sup>

だが, タチアママはアマモより深くやや開放的な場所に局所的な分布をし, アマモより塩分低下に弱い可能性がある。田中他 (1962)<sup>12)</sup> は, 温帯の海草はコアマモ アママ ウミヒルモ スゲアマモ オオアマモ **タチアママ** スガモ エピアママの順に内湾性から外洋性になると述べ, タチアママを外洋性が強い種として位置づけている。

小田和湾に放水される下水処理場の廃水による淡水化の影響は, タチアママの生育に影響する可能性が考えられる。現在, 海草群落の沖側半分は同種が占めており, もしこれが全滅すれば小田和湾の海草群落は半減し, 湾の生態系は大きく変化するであろう。生物多様性保全の観点からも, 小田和湾の海草が絶滅することのないように配慮する必要がある。

そのためには, 湾内外の水交換の向上や, 廃水を速やかに湾外に拡散させる必要がある。海草群落保全のために早急に取り組まなければならない措置は, 佐島マリーナ防波堤を透過型の構造に改修することである。そして, それと並行して下水処理廃水の湾外放流や流域外河川への分散放流など, 根本的な問題解決の方策を探るべきである。

今後も小田和湾の海草群落のセンサスとモニタリングを続けるとともに, 各方面に海草群落保全のための働きかけを行ってゆきたい。

## 謝 辞

東京大学海洋研究所の相生啓子博士には, 調査の指導から文献の提供, 論文の校閲と様々な面でお世話になっ

た。また, 横須賀市自然博物館の大森雄治学芸員, 国立科学博物館筑波実験植物園の田中法生博士からは貴重な助言と文献をいただいた。現地調査では, 横須賀市大楠漁業協同組合の福本三夫氏と中野敏夫参事, 長井町漁業協同組合の飯山健参事, 当研究所の田島良博技師, 清水詢道専門研究員, 北沢奈穂子技師, 久保島康子技師 (現横須賀三浦地区行政センター) 並びに荻野隆太技師 (現湘南地区行政センター) のご協力を頂いた。厚くお礼申し上げます。

## 引用文献

- 1) Mukai H. · K.Aioi · Y.Ishida (1980): Distribution and biomass of eelgrass (*Zostera marina* L.) and other seagrasses in Odawa Bay, central Japan, *Aquatic Botany*, 8, 337-342.
- 2) Lieth H. · R.W.Whittaker: Primary productivity of the biosphere, Springer-Verlag, Berlin, 339pp.
- 3) 高間 浩 (1980): アママ場での葉上付着生物の組成と季節変化, *神水試研報*, 1, 73-79.
- 4) 水産庁研究部漁場保全課 (1997): 漁場保全対策推進事業調査指針, 113pp.
- 5) Dahlgren R.M.T. (1985): The families of the monocotyledons, Springer-Verlag, Berlin.
- 6) 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*, 114, 7-12.
- 7) 大森雄治 (1993): 日本固有のアママ科植物の研究の歴史と現状, *水草研究会会報*, 51, 19-25.
- 8) Miki S. (1933): On the Sea-Grasses in Japan I. *Zostera and Phyllospadix*, with special reference to morphological and ecological characters, *Bot. Mag. Tokyo*, 47, 842-862, p1.3.
- 9) 大森雄治 (1994): タチアママ (アマモ科) の相模湾における生殖枝の季節変化, *横須賀市博研報 (自然)*, 42, 65-69.
- 10) 大森雄治 (1991): タチアママの生殖枝の特異性, *横須賀市博研報 (自然)*, 39, 45-50.
- 11) 相生啓子 (1989): アママの生育環境, *水草研究会会報*, 37, 5-7.
- 12) 田中 剛 · 野沢沿治 · 野沢ヨリ子 (1962): 本邦産海産顕花植物の分布について, *Acta Phytotax Geobot*, Vol. XX, 180-183.
- 13) 工藤孝浩 (1999): 大岡川河口の生態系復元, 月刊「水」, 40(1)28-40.
- 14) Miki S. (1934): On the Sea-Grasses in Japan . *Cymodoceaceae and Marine Hydrocharitaceae* *Bot. Mag. Tokyo*, 48, 131-142.
- 15) 大森雄治 · 林 公義 (1990): 三浦半島沿岸のウミヒルモ (*Halophila ovalis*) の分布と生育状況, *横須賀市博研報 (自然)*, 38, 109-110.

- 16) 大森雄治 (1989): タチアマモとオオアマモの花枝と葉の形態, 横須賀市博研報 (自然), 37, 55-59.
- 17) 寺脇利信・川崎安夫・飯塚貞二 (1986): 三浦半島小田和湾におけるアマモ属3種の季節変化, 昭和61年度日本水産学会秋季大会講演要旨集, 55.
- 18) 工藤孝浩 (1997): 横浜市金沢湾内の人工海浜 (海の公園) と自然海浜 (野島海岸) におけるアオサの現存量比較, 平成9年度日本水産学会春季大会講演要旨集, 99.
- 19) 川端豊喜 (1993): アマモ場造成に関するアマモの生態学的研究, 長崎大学学位審査論文, 128pp.
- 20) Backman T.W.・Barilotti D.C. (1976): Irradiance reduction; Effects on standing crops of the eelgrass *Zostera marina* in a coastal lagoon, Mar. Biol. 34, 33-40.
- 21) Aioi K. (1981): Production of eelgrass, *Zostera marina* L., and its growth types in subtidal environments in Odawa Bay, central Japan. Ph.D.thesis, Tokyo Metropolitan University, Faculty of Science, 78pp.
- 22) Aioi K.・T. Komatsu・K. Morita (1998): The world's longest seagrass, *Zostera caulescens* from northeastern Japan, Aquatic Botany, 61, 87-93.