

沖縄島におけるヒジキの分布と季節的消長

当真 武

The Distribution and Seasonal change of *Hijikia fusiformis* OKAMURA
in OKINAWA Island

Takeshi TOMA

Abstract

The present paper deals with the distribution and seasonal change of edgble brown alga *Hijikia fusiformis* (HARV.) OKAMURA in the Ryukyus. This species occurs in only three sites in the southeast coast of the island of Okinawa. Vertical distribution is between mean standard sea level (MSL) and mean low water of spring tide (MLWS). The germination starts in the beginning of December and disappear in the beginning of June. Plumules of *Hijikia* is observed on the many filamentouse roos on rocks in the beginning of May 1990, and grow up to 2cm in August. They are not observed in period from August to December. Plumules can again be observed growing in the holes of the same rock in the beginning December, and grow to adult gradually. The environmental factors that limit the distribution are as follows: exposed rocky substratum in once a day facings Seasonal wind of north-east direction in winter and shallow submarine topography moderating wave action. Maximum of *Hijikia fusiformis* reached in 15 kg/m² in late April 1991.

ヒジキ *hijikia fusiformis* (HARV.) OKAMURA はホンダワラ科の褐藻で潮間帯下部に成育する食用藻である。本種は西太平洋の特産種であり、国内では北海道南部から沖縄県まで、外国では韓国、中国、香港にそれぞれ分布する (Setchell 1931, 1933, 吉田 1986)。生産量は千葉、長崎、神奈川、韓国の済州島などの温帯に多い (水産庁 1986, 当真 1984)。本種の生態と増殖学的研究は片田 (1941, 1952) と須藤 (1951, 1951, 1953) によって詳しく行われている。北海道については長谷川 (1949) の報告があり、最近では新井 (1983)、寺脇 (1985)、四井 (1992) などの報告がある。沖縄島産については瀬川・香村 (1960)、大城 (1946)、香村 (1981) があり、さらに当真 (1974, 1983, 1988) の概略的な報告がある。沖縄県のヒジキ生産量は少ないものの貴重な海藻資源であり、また亜熱帯地域の海藻群落の構造を解明する上で重要と考え、1983年以降さらに詳しく調査し若干の知見を得たので報告する。なお、同様な趣旨で紅藻ハナフノリ *Gloiopeltis complanata* とイワノリ類 *Porphyra* sp. 褐藻ホンダワラ類 *Sargassum* spp. についても並行して調査したので、それらの詳細についても順次報告したい。

材料と方法

沖縄島については1973、1982、そして1990から1991年に図-1に短線で示すように延べ92海岸で調査した。久米島、慶良間諸島、伊江島などの離島を調査した。宮古諸島においては1978年以降与那覇湾域や東平安名崎他10数箇所を実施した。八重山諸島の石垣島においては1973、1982、1990年に御願岬の他数箇所調査し、西表島では船浦、船浮など十数箇所調査した。与那国島はテナバナ他数箇所と一部聞き取り調査を実施した。サンゴ礁地形は沖縄県(1989)が撮影したカラー航空写真「沖縄島東海岸域(1/10,000)」と海上保安庁発行の海底地形図(1/5000)の久米島(1990)慶良間列島(1988)、辺戸岬(1989)、金武湾(1988)、中城湾(1985)、宮古島(1986)、波照間島(1988)を参考にした。

季節的消長は沖縄島中城湾に位置して比較的に多産する与那原町当添において、1990年11月から1991年10月まで、月1回割合で採集し実験室に持ち帰った標本を生重量、長さなどを測定した。コードラートを置く回数を大きな藻は50×50cmで2回、幼芽の場合は25×25cm大のものを使用して2～3回採集し平均した(図-2)。月別生育量はそれぞれ1㎡に換算しに示した。

垂直分布は1983年3月15～16日1991年4月6日、毎月1回の調査は1990年10月～1991年10月にかけて調査した。干潮時には徒歩で、満潮時にはスキングダイビングで水平分布調査を行った。調査地域は図-1に短線で示したように、沖縄島海岸線のほぼ全域をカバーした。垂直分布は海岸からリーフ縁辺に向けて横断するようにメートル縄を張り、測線(Tr.)として行った。測線数は与那原で5本、金武湾の具志川で3本、勝連で2本を設定した。その内の7Tr.について詳しく述べる。測線のプロフィールは水面から露出する場所では10m毎、凹凸のある場所では測定間隔を狭くしてそれぞれ水深を測り、那覇港の検潮表から潮位を換算し横断面を描いた。断面図には朔望月の平均高潮位(MHWS)、平均潮位(MSL)、平均低潮位(MLWS)を「沖縄の気象暦」(1982、1991)から記入した。海藻の被度はPenfoud-Houwardの方法により、図-3に示す被度階級に区分した。1992年の11月下旬の発芽時期を観察した。

結 果

1. 地理的分布

沖縄島東海岸域においてヒジキ帯のある場所は中城湾奥部、そして勝連半島先端部の平敷屋からホワイトビーチまでの中南部域の3地域であった。詳しい生育状況は金武湾内では石川市東恩納(図-1で示す9、以下数字は同様に場所を示す)から具志川市宇堅8の延べ海岸線長約4km、勝連半島の平敷屋4からホワイトビーチまでの約0.3km、中城湾内では中城村浜3に数株、与那原町当添2から佐敷町佐敷間の3.4km、知念村海野1から板馬間に僅か、喜屋武岬19の巨岩の下に数株観察された。板馬付近については1973年2月に消滅を確認して以来、1991年に約18年ぶりに小規模ながら生育の復活を見たが、1992年の漁港拡張工事で再度消滅した。そして同村安座真の離れ岩に1990年5月と1991年5月にそれぞれ2～3株の生育を認めたが、着生面積が拡大する様子にはなかった。中城村浜産も1990年4月に調査したが、同様にこれらの場所は明らかに分布の端に位置しているようであった。ヒジキが生育する条件として、ある程度保護された海岸で、しかも波あたりが必要で

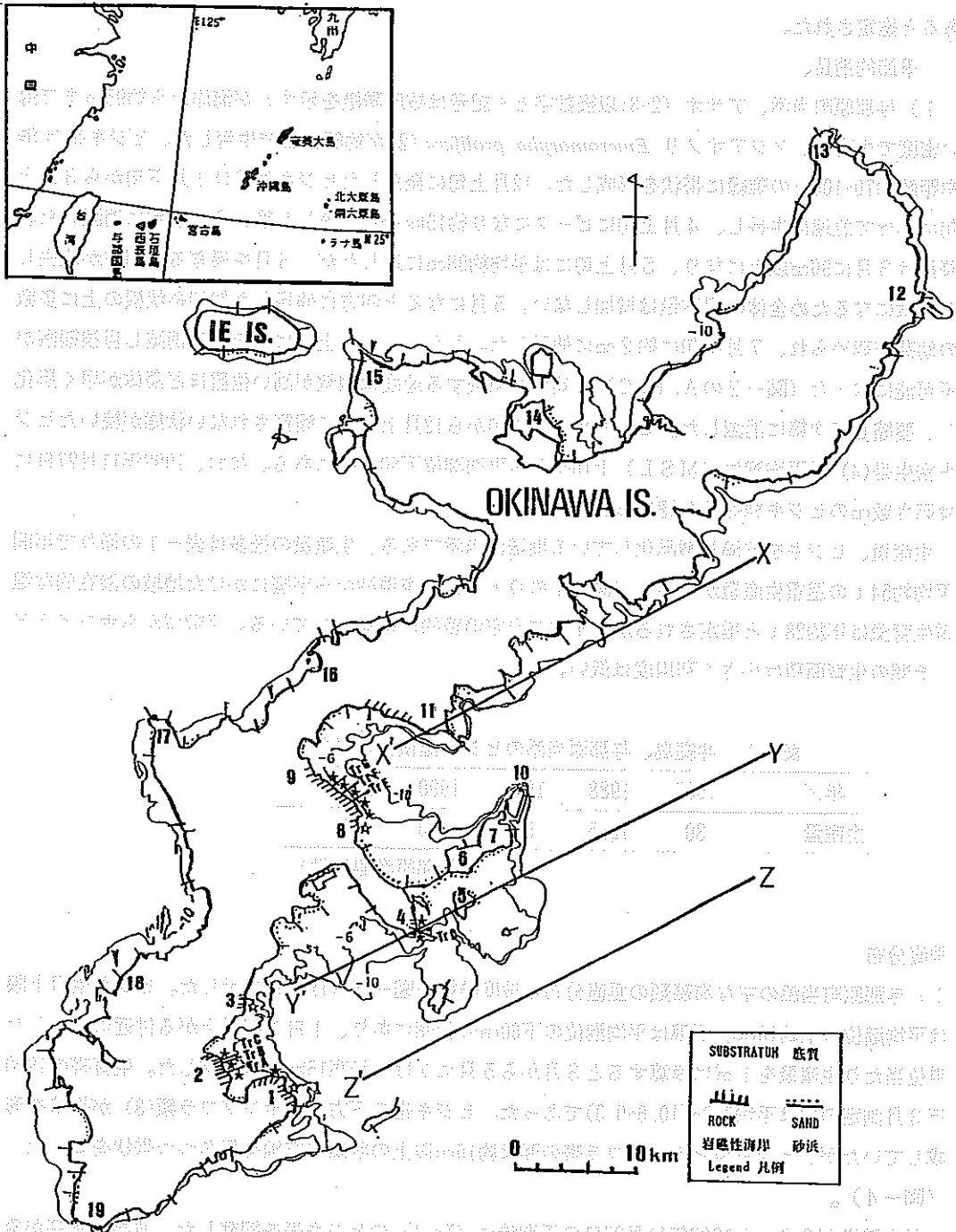


図-1. 沖縄島におけるヒジキの水平分布と調査地域。

1 ; 知念半島海野～板馬、2 ; 与那原当添～佐敷、3 ; 中城村浜、4 ; 勝連半島平敷屋～ホワイトビーチ、5 ; 浜比嘉島、6 ; 平安座島、7 ; 宮城島、8～9 ; 東恩納～宇堅、10 ; 伊計島、11 ; 金武岬、12 ; 安田、13 ; 辺戸岬、14 ; 屋我地島、15 ; 本部半島備瀬、16 ; 恩納村屋嘉田潟原、17 ; 残波岬、18 ; コンベンションセンター、19 ; 喜屋武岬。

あると推定された。

季節的消長、

1) 与那原町当添、アサオ (2~3;以後数字と+記号は被度階級を示す) が海岸から約95mまで薄い密度で生育し、スジアオノリ *Enteromorpha prolifera* (2) が約67mまで生育した。ヒジキ帯は離岸距離約70~100mの礁縁に帯状を形成した。12月上旬に発芽したヒジキ幼芽は1月下旬から3月上旬にかけて急速に生長し、4月上旬にピークになり約15kg/m²に達した後、6月上旬に消滅した。藻長は3月に90cm以上になり、5月上旬には平均約98cmに達したが、5月を過ぎると側枝が流失した状態になるため全体の湿重量は増加しない。5月になると四方に伸長した葡萄糸状根の上に多数の幼芽が認められ、7月中旬に約2cmに伸長した。しかし、8月上旬にはそれは消滅し目視観察が不可能になった(図-2のA, B, C)。幼芽が消失する速度は地盤が高い位置ほど藻体が早く黒化し、萎縮して次第に消滅した。ヒジキが8月中旬から12月上旬まで観察されない状態が続いたヒジキ密生帯(4)は平均潮位(MSL)上10cmから平均潮位下60cm間にある。なお、1992年11月27日には高さ数cmのヒジキ発芽体が認められた。

生産量、ヒジキを乾燥し製品化している地域は当添である。生産量の推多は表-1の通りで年間平均約54tの湿重生産量がある。(図版IのD・E)。東恩納から宇堅にかけて地域の潜在的な湿重生育量は年約28tと推定されるが、すべて自家消費的に採集されている。平敷屋からホワイトビーチ間の生育面積は小さく利用度は低い。

表-1, 沖縄島、与那原当添のヒジキ湿重生産量(t)

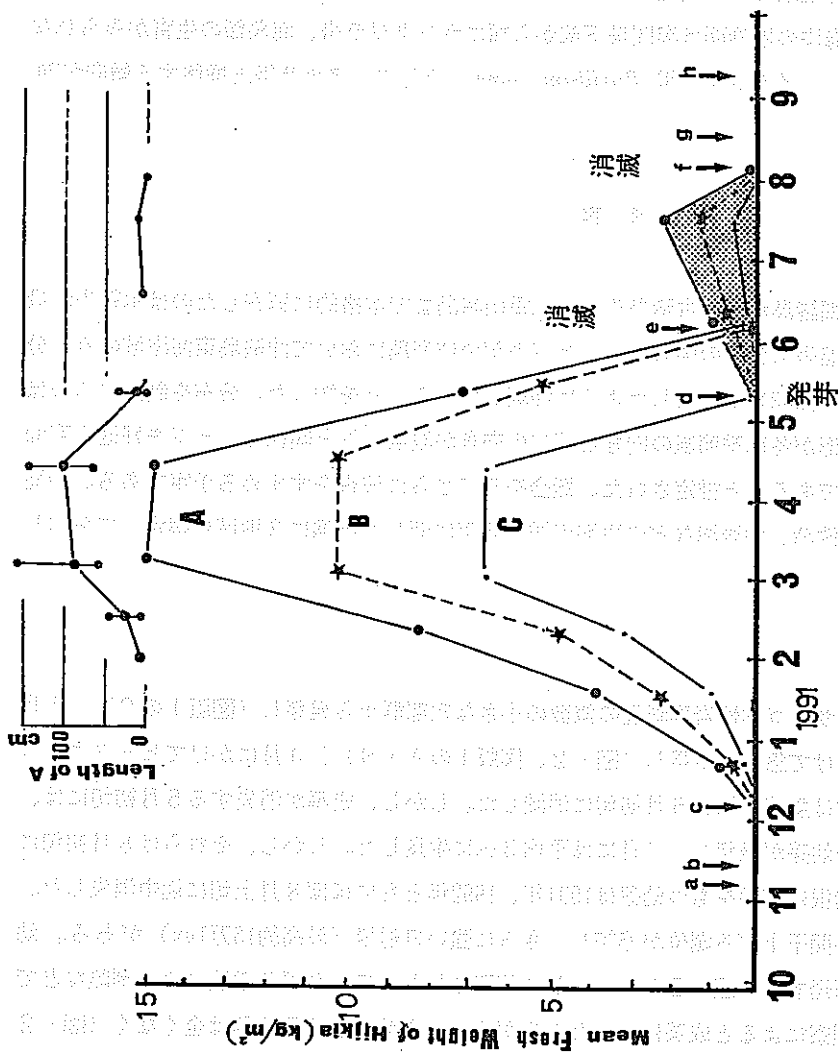
年/	1987	1988	1989	1990	1991
生産量	30	72.5	53	47.5	65

(与那原漁協提供)

垂直分布

1) 与那原町当添の主な海藻類の垂直分布と被度階級を図-3 (Tr. A) に示した。ヒジキ生育上限は平均潮位の上約10cm、下限は平均潮位の下60cmの範囲にあり、1日1回干上がる付近に集中した単位当たり生産量を1m²に換算すると3月から5月にかけて最高15kg/m²に達した。生育帯の1990年3月測定の間幅は平均2.8m(10.6~0.3)であった。ヒジキ帯の下方にはホンダワラ類(3)が帯状を形成していたが、ヒジキ帯とホンダワラ帯の間は約10cm以上の明瞭な空地を保ちつつ帯状を呈した(図-4)。

風力階級が6あった1992年11月27日の干潮時に(Tr. A)のヒジキ帯を観察した。波高は水深が急に浅くなるホンダワラ帯付近で急激に陰しい砕け巻き波になり、ヒジキ帯からアオサ帯にかけた斜面で波形は崩れて混乱し、この乱れに波のエネルギーの大部分が消費されて膜状になって岩面を駆け上り、打ち寄せ波に変化した。潮の大部分はアサオ帯 *Ulva* sp. から約3m(離岸距離約80m)離れた所で打ち寄せ波となってほとんど分散した。風力階級が小さい時は、アオサ帯(離岸距離約95m)を越えないことを棒とり調査中数回観察している。



図一2. 沖縄産ヒジキの季節的消長 (当添)

A: 平均低潮位より約10cm上部ヒジキ帯、B: 平均潮位より約10cm下部のヒジキ帯、C: 平均潮位より約10cm上部のヒジキ帯、c: 岩礁の小穴群からヒジキ発芽、d: 平均潮位より約10cm上のヒジキの消滅期、そして糸状根からの発芽、e: 平均低潮位より約10cm上のヒジキの消滅期、f: 糸状根から発芽した幼芽の消滅期、a・b・g・h: ヒジキの生育が観察されない時期。

特徴的なことはヒジキ帯にナガウニ *Echinometra mathaei* (Blainville) は発見されず (ナガウニはサンゴ礁に普通に生息する種である)、溝の部分で30分に約1個体の割合で発見される程度であった。

2) 与那原当添 Tr. B と Tr. C における海藻の垂直分布を図-4 にまとめて模式的に示した。2本のトランセクト間の距離は約20m である。生育上限は Tr. B が平均潮位の上約10cm、下限は平均潮位の下40cmの間、Tr. C の生育上限は平均潮位の上約5cm、下限は平均潮位の下30cmの間にある。ヒジキが帯状を形成する当添海岸の岩礁面は潮間帯下部から順にホンダワラ帯、海藻類の生育がみられない貧植物帯、ヒジキ帯、ハイテングサ帯 *Pusillum zone*、そして、アオサ帯と推移する傾向が顕著であった。

考 察

1. 地理的分布

ヒジキ帯について沖縄諸島から宮古諸島そして八重山諸島まで本格的に調査したのは本報告が最初である。その結果、温帯に分布の中心をもつヒジキが琉球列島において沖縄島東海岸域のみに分布し、その南限は香村 (1983) が報告したように沖縄島にあることを知った。分布を制限するのはサンゴ礁を含む陸上地形が冬期季節風の向きと湾口の向きが波当たりと関係し、ヒジキ好適生育面が形成されにくい地形であろうと推定された。機会をみてさらに調査をすすめる予定である。沖縄島に於けるヒジキは金武湾、中城湾などの東海岸域の北東に面した岩礁に3地域に限定して分布した。

2. 季節的消長

ヒジキが12月上旬にサンゴ礁性岩礁斜面の無数の小さな穴部群から発芽し (図版 I の C)、1月下旬から3月下旬にかけて急速に生長し (図-2、図版 I の A・B)、4月にかけてピークになった。5月を過ぎた藻体は急速に枯れ6月初旬に消滅した。しかし、成藻が消失する5月初旬には、匍匐糸状根から無数の幼芽が発芽し、7月には平均3cmに生長した。しかし、それらは8月初旬になると消失した。匍匐根に起源をもつ幼芽は1991年、1992年ともにほぼ8月上旬に途中消失した。その時期は昼間に長時間干上がる潮位が連続し、さらに強い日射量 (最高約15万lux) がある。幼芽群の消滅は台風が通過する (図-2の f) 以前に確認されたので、台風の激浪による剥離などではない。これまでの観察によると成藻になったものがそのまま越冬する個体群は全くなく (図-2の g, h, a, b)、多年生藻といえる状態ではなかった。12月上旬に再び発芽してくるが、その発芽率は平均低潮線が多いので生残率は底質の度合と関係が深いと思われる。なお、発芽体が匍匐糸状根、あるいは卵のいずれに由来するかは不明である。目視観察されなくなった匍匐糸状根の推移について継続観察中である。幼芽が途中消失することなく成藻になることを報告されている香村 (1981)。本報告あるいはこの数年の観察によると幼芽は夏期に消失した。しかし、ヒジキが周年生育する可能性も否定できないので、観察はさらに年数年間継続する予定である。ヒジキ生育帯にホンダワラ科の一種 (小型種) が薄い生育密度で混生した。その種は干潮時にかなり干上がる位置で普通に認

められる種である(当真1991)。コバモク *S. polycystum* がヒジキ帯に混生すると香村(1981)は報告しているが本調査では観察されなかった。なお、瀬川・香村(1960)は本部半島にヒジキが生育するとしているが、本調査では確認できず、コバモクが帯状を形成した。その一帯は本調査結果によると、ヒジキ帯の好適生育面になりにくい地形であるので偶発的に少量生育した可能性が高い。

本調査ではヒジキが8月から12月にかけて消失することが観察されたが、片田(1941)、須藤(1953)はヒジキ発芽体そのまま成藻までなることを本州産で観察し、香村(1981)は沖縄産で観察している。しかし、四井(1992)は長崎産ヒジキ発芽体が一時期消失することを観察し、ヒジキが多年生か疑問と提起している。本調査によると沖縄産ヒジキ発芽体がこの数年一時期消失したことから、多年性に疑問を持つ四井(1992)の考えを支持する。

3. 生態分布

ヒジキの生育状況をみると伊計島北端、本部半島12、辺戸岬13などのような波が激しく当たる場所や、逆に金武岬11から東恩納9、勝連半島4、から中城村浜3などのように静穏な場所では全く観察されていない。ヒジキ帯が飛沫帯に形成されることはなく、イワノリ帯とハナフノリ帯と基本的に違う場所に形成される要因であると推定された。ヒジキ帯が出現する2つ湾の奥部の南岸であることを考慮すると、風向出現の頻度から冬季にReef内で生成される(河野ら1973)波当たりの強さが重要な意味を持つと考えられる。津嘉山(1968)によると沖縄島の中部海岸は北部海岸と比較して海浜勾配がゆるい地域が多く、水深減少による波高減衰の割合は中部海岸の方が大きいと報告している。図-1に-6mと-10m等深線を示したが、それからも同様な傾向が読み取れる。金武湾と中城湾内の2地域は時岡ら(1972)に従うと保護海岸(protected coast)に入る。

沖縄本島の風の生起回数頻度をみると、NNW~Eにかけての風が全生起回数の76%を占め、偏北風の出現率が高く、波高調査によると湾部は南岸ほど直進波の襲来が多いことを予想し、さらにヒジキ帯がある当添と以前にヒジキ帯があった板馬付近の高波がほぼ同じ程度であるとしている(津嘉山1968)。沖縄気象台資料(1985)によると10月から3月の最多風向はN~NEであり、4月から9月はSSW~Eである(表-2)。

植生と波高調査結果からヒジキ帯が形成される海岸環境をみると、金武湾の具志川宇堅地域は金武岬に、そして中城湾の当添地域は勝連半島によって、地形的にそれぞれ遮蔽される効果が薄れるため高い波を受ける割合が高いと推定される。沖縄島のヒジキ生育帯を鳥瞰すると、図-1で示すX-X、Y-Yの間、そしてY-YとZ-Zの間に形成されている。ヒジキ生育条件は水温の他に卓越風、陸上地形、波の来襲方向に対する海岸線の向き、海岸の開放度、および海底勾配が大きく関係することが示唆される。

勝連半島の先端に位置するヒジキ帯も北東方向の沖側にゴンジャン岩、浜比嘉島があるためある程度遮蔽され、さらに前方に小島が点在しているので波高の減衰率は高いと推定される。勝連半島の先端のヒジキ帯上部にウミトラノオがやや密に生育するので、相対的に波当たりの強度は他2地域よりやや強い。ヒジキ群落構成には冬の偏北風とサンゴ礁を含む地形的が重要な要因であると

推定される。沖縄島におけるヒジキは局所的に特徴ある分布パターンを植生を示すことから、概略的に見れば3地域のヒジキ生育環境はほぼ同じ範疇にあると推定される。

冬の季節風が沖縄島の海産植物群落形成に与える影響は紅藻イワノリ類と海草帯 (sea-grasses beds) でさらに顕著に認められている (当真 1990, 1991, 1992)。飛沫帯に生育するイワノリ類が沖縄島西海岸域のみに特異的に生育した。その理由は島軸の傾きがNE-SWに走るため、それと冬季の偏北風との関係から東海岸域に飛沫帯が形成されにくいと推定されている。逆に、海草帯 (海産顕花植物) は全面積の約90%が沖縄島東海岸域に存在することから底砂の安定度と海草帯は密接に関係しているとみてよい。

4. 垂直分布

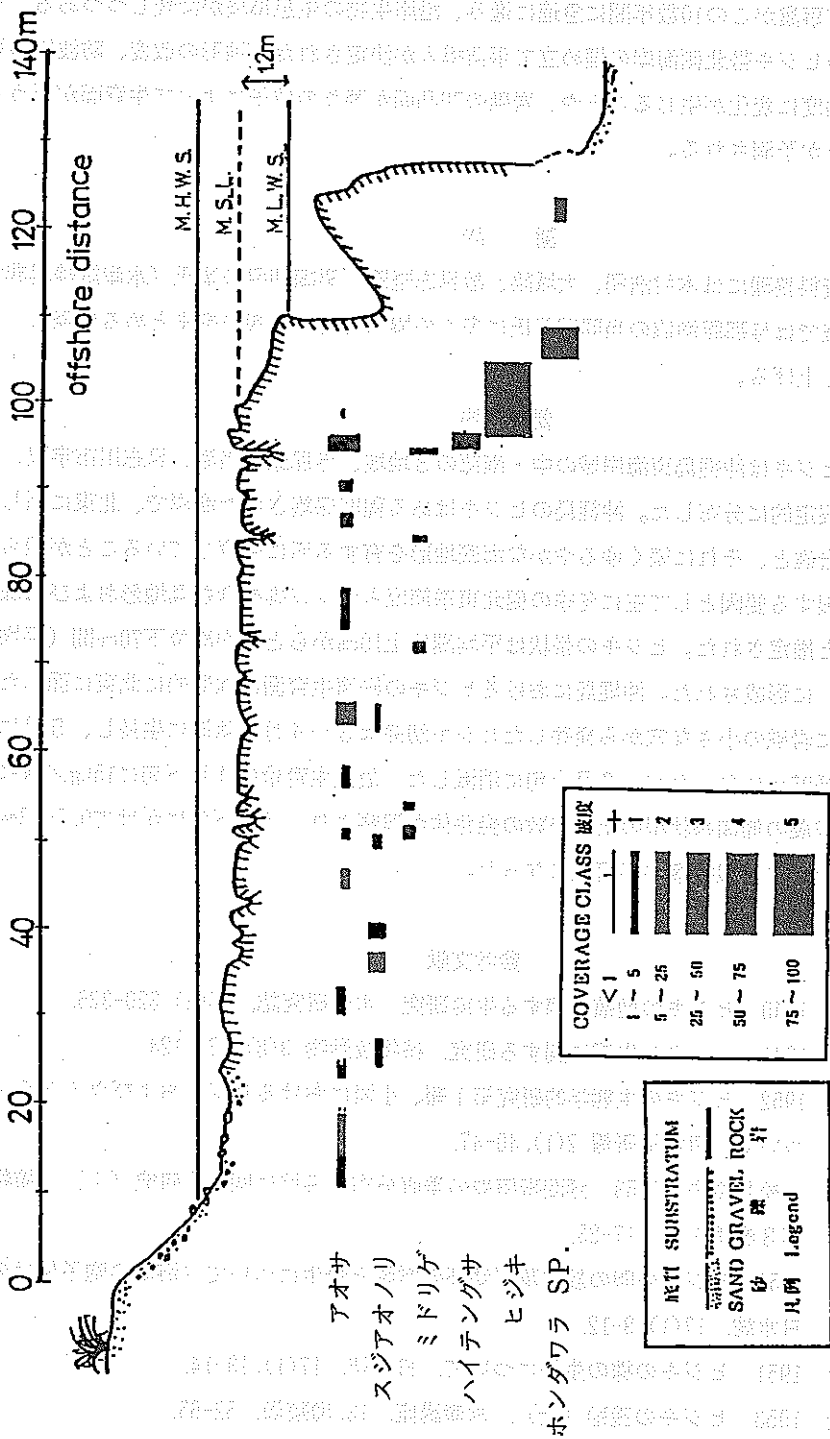
生育上限は平均潮位の上約10cmから平均潮位下70cm間の範囲にあり、1日1干上がる所である。ヒジキ帯の幅は着生基質の勾配と潮位によって生じる乾燥時間と関係があると推定された。常時帯水する所にはヒジキは生育できないようである。片田 (1952) によるとヒジキは浸水したままでは生存できないと推定されている。当添海岸の岩礁幅 50~120m、ヒジキ帯の幅は2.8m (10.5~0.3m) で宇堅海岸の岩礁幅は約3m、ヒジキ帯は0.7m (6.1~0.2m) でいずれも当添が広い。宇堅のヒジキ帯幅が狭いのは生育適正となる水深が急勾配であることが原因であろう。

当添の岩礁面は潮間帯下部から順にホンダワラ帯、貧植物帯、ヒジキ帯、ハイテングサ帯、そしてアオサ帯と推移する傾向が顕著であった。ホンダワラ帯とヒジキ帯の間にある貧植物帯は宇堅海岸でもほぼ同様な現象が認められた。その貧海藻帯の部分は単に深度の違いによる乾燥度の差によるのか、あるいは激しく波の当たる斜面であるのでヒジキ幼胚がそこに残る機会が少ないためか、さらには両種の増殖阻害の発現 (アレロパシー) ということも考えられるが詳しいことは不明である。なお、須藤 (1951) によるとヒジキ幼胚は受精後18時間頃までは着生力を示さず、24時間頃の粘質と内膜が破れて裸になった幼胚は強い着生力を示し、それ以後は着生力が弱まる。

ヒジキの着生と波当たりの強さの関係、および垂直分布範囲については基本的には片田 (1941) と大きな相違はなかった。なお、日本列島はアジア大陸東岸の季節風 (モンスーン) 域に属しているが、本土側の冬の季節風は地理的位置と関連して沖縄側での北東風から北西風に変わっている (西島 1985)。ヒジキ帯にウミトラノオとの混成が千葉県産で報告されている (片田 1953、新井・新井 1983)。沖縄島においては平敷屋で両種の混生がやや見られ、具志川で僅かに点在して分布したが、当添地域ではウミトラノオは観察されなかった。なお、ウミトラノオは沖縄島西海岸域の羽地外海の離れ岩14、本部半島の備瀬崎15、名護市喜瀬、恩納村の屋嘉田潟原の離れ岩16、宜野湾市コンベンションセンター裏海岸18などのように波当たりがやや強い場所で普通に観察されている (当間他 1988)。

ヒジキ帯におけるナガウニの生息数はきわめて少ない。1日1回以上長時間干上がるヒジキ帯はナガウニが生息するには不適環境と思われる。ヒジキ匍匐糸状体が凹部に周年生残しているとすれば、ナガウニなどの底生動物の食害から防除されていることも大きな要因であると考えられる。

琉球列島におけるヒジキは沖縄島のみ分布し、生育条件がかなり制限された岩礁性海岸に生育



図一3, 沖縄島、与那原町当添の調査地(Tr. A.)のプロファイルと主要海産植物の分布. (1990, 2, 13)

する貴重な海藻資源であることが判明した。しかし、沖縄県においては干潟、あるいは潮間帯の沿岸埋め立て事業がこの10数年間に急速に進み、沿岸生物の生息環境が激変しつつある。そのような中で当添のヒジキ帯北側海岸の埋め立て事業導入が決定された。地形の改変、防波堤の設置によって波浪の強度に変化が生じることや、岩礁の凹凸面が濁りの粒子によって生育面が覆われ影響を受けることが予測される。

謝 辞

調査と資料整理には本村浩司、大城謙、故具志堅剛、栗国朝厚の諸氏（水産試験場非常勤職員）と現地調査では与那原漁協の当間嗣英氏に多くの協力を得た。報告をまとめるに際し、ここに記してお礼申し上げる。

要 約

沖縄産ヒジキは沖縄島東海岸域の中・南部の3地域、与那原町当添、具志川市宇堅、勝連町平敷屋海岸に限定的に分布した。沖縄島のヒジキはある程度保護された海岸で、北東に面した1日1回干上がる岩礁と、それに続くゆるやかな海底地形を有する所に生育していることが明らかになった。分布を制限する要因として主に冬季の偏北東季節風とサンゴ礁を含む島地形および海底勾配が関係していると推定された。ヒジキの帯状は平均潮位上10cmからと平均潮位下70cm間（平均潮位と平均低潮位間）に形成された。沖縄島におけるヒジキの好適生育面は地形的に北東に面した岩礁があり、12月上旬に岩礁の小さな穴から発芽したヒジキ幼芽は3～4月に急速に生長し、5月にピークになり平均藻長95cmになったが、6月上旬に消滅した。最大生育量は4月下旬に15kg/m²に達した。5月上旬の成藻の匍匐糸状根の上に無数の発芽体が観察され、7月下旬にかけて0.5～2cmまで生長するが8月上旬に目視観察が不可能になった。

参考文献

- 片田 實 1940 ヒジキの増殖に関する生態研究. 水産研究誌, 35(2), 320-326.
- 片田 實 1941 ヒジキの生態に関する研究. 植物及動物 9(8), 121-124
- 片田 實 1952 ヒジキの生態学的研究第1報、小湊におけるヒジキおよびウミトラノオの群落について. 農水講研報 2(1), 40-47.
- 片田 實・松井俊夫 1953 潮間帯植被の垂直分布と遷移に関する研究(Ⅰ). 植物生態学会報、第3巻第1号, 17-23.
- 須藤俊造 1951 ヒジキの卵の放出及び幼胚の離脱と着生について(海藻の胞子付けの研究第11報) 日水誌, 17(1), 9-12.
- 須藤俊造 1951 ヒジキの株の生長について. 日水誌, 17(1), 13-14.
- 須藤俊造 1953 ヒジキの養殖(全). 水産講座, 13, 増殖篇, 52-65.
- 水産庁 1982 水産貿易統計. 299pp.
- 四井俊雄 1992 ヒジキ. 食用藻類の栽培(三浦昭雄編), 恒星社厚生閣, pp. 88-93.
- 宮脇 昭・佐々木好之 1976 植生の調査法. 生態学実習書(生態学実習懇談会編), pp. 50-56

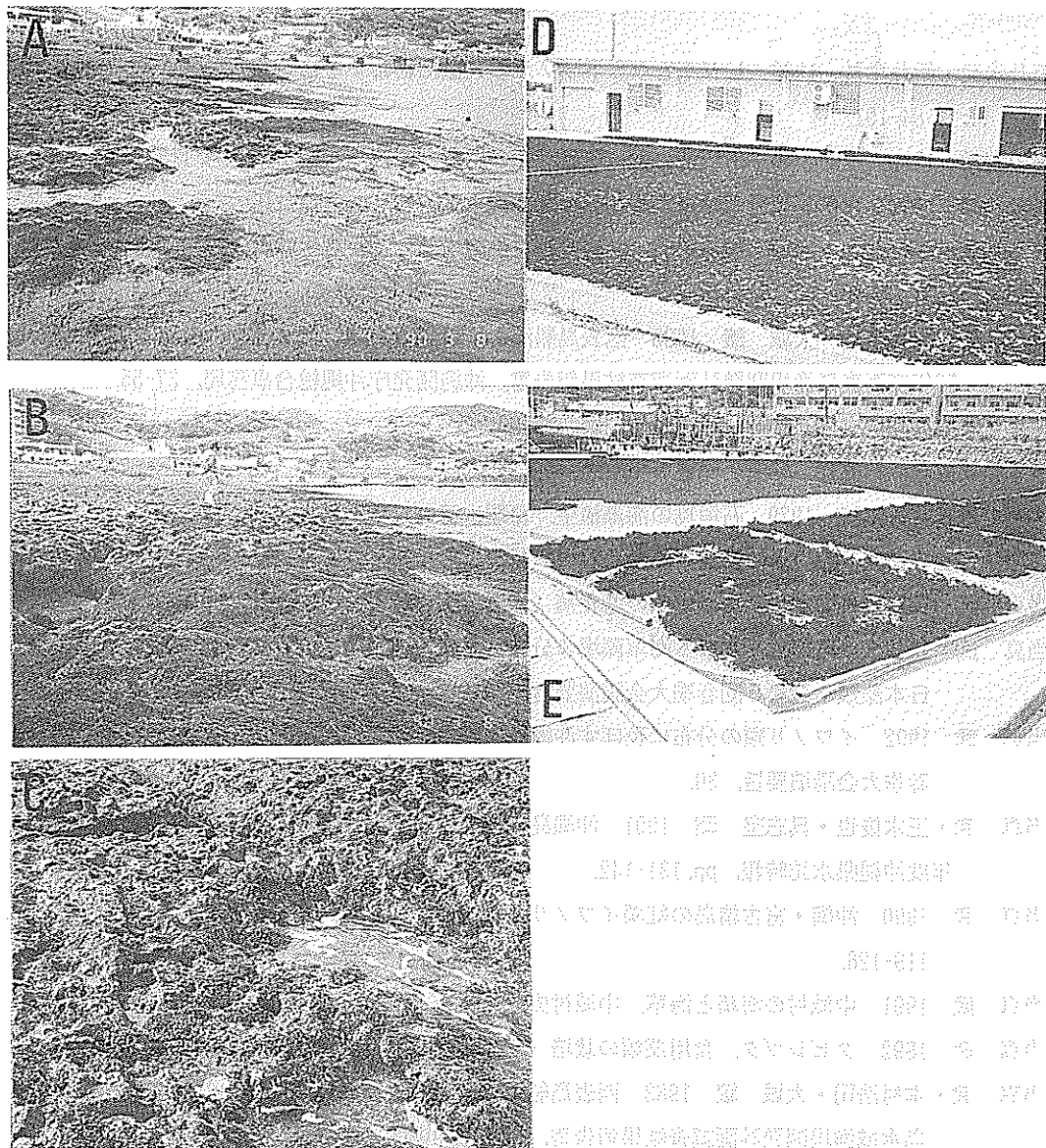
- 香村真徳 1981 沖縄産ヒジキの生態的研究。藻場（ガラモ場）の生態の総合的研究（梅崎勇編），pp. 48-50.
- 香村真徳 1974 宮古島の海藻-1。沖縄生物学会誌，15: 25-34.
- 瀬川宗吉・香村真徳 1960 琉球列島海藻誌。琉球大普及書，pp. 72.
- 大城 肇 1964 沖縄諸島の海藻。国際大学紀要，2巻，2号，53pp.
- 西島信昇 1985 第27章 沖縄本島周辺海域，II 物理。日本全国沿岸海洋誌（日本海洋学会沿岸海洋研究部会編），1058-1071.
- 新井朱美・新井章吾 1983 ヒジキとウミトラノオの入植に影響する諸条件。水産増殖，30(4)，184-191.
- 寺脇利信 1985 三浦半島小田和湾におけるヒジキの生長と成熟。水産増殖，33, 115-118.
- 当真 武 1974 有用藻類分布調査。昭和48年度沖縄水誌時報，pp. 114-116.
- 当真 武・本村浩司・大城 譲 1984 沖縄産ヒジキの増殖に関する生態的研究。昭和57年度沖縄水誌時報，pp. 163-173.
- 当真 武・本村浩司・大城 譲 1983 西表島船浦および周辺海域の海産植物の分布と生態。昭和57年度西表島漁場開発計画調査結果報告書，沖縄開発庁沖縄総合事務局，37-55.
- 日本気象協会沖縄支部 1982 沖縄の気象暦。pp. 90.
- 日本気象協会沖縄支部 1991 沖縄の気象暦。pp. 89.
- 大葉英雄・有賀祐勝 1979 石垣島の海藻植生。藻類，25(1): 49.
- 赤塚伊三武 1966 石垣島の海藻。藻類，21: 39-42.
- 当真 武 1988 ヒジキ・サンゴ礁域の増養殖（諸喜田茂充編著）、縁書房，pp. 68-73.
- 当真 武 1981 琉球列島における海草藻場の分布、生態及び海産植物群落の制限要因について。日本藻類学会第5回春季大会講演要旨，23.
- 当真 武 1992 イワノリ類の分布に及ぼす沖縄島地形と冬期季節風の関係。日本藻類学会第16回春季大会講演要旨，30.
- 当真 武・玉木俊也・具志堅 剛 1991 沖縄島および周辺離島の海草・ホンダワラ藻場。平成元年度沖縄県水誌時報，pp. 131-142.
- 当真 武 1990 沖縄・宮古諸島の紅藻イワノリの生育状況（I）。昭和63年度沖縄水誌時報，pp. 119-126.
- 当真 武 1991 中城村の海藻と海草。中城村史，第2巻、自然編1，174-184.
- 当真 武 1992 クビレツタ。食用藻類の栽培（三浦昭雄編），恒星社厚生閣，pp. 69-80.
- 当真 武・本村浩司・大城 譲 1983 西表島船浦および周辺海域の海産植物の分布と生態。西表島水域漁場開発計画調査結果報告書，37-55. 沖縄開発庁.
- 時岡 隆・原田英司・西村三郎 1972 海の生態学。築地書館，pp. 317.
- 津嘉山正光 1968 沖縄本島の実態調査（第1報）。琉球大理工学部紀要工学編第1号，81-90.
- 津嘉山正光 1969 沖縄本島の実態調査（第2報）。琉球大理工学部紀要工学編第2号，127-151.

津嘉山正光 1970 沖縄本島の実態調査(第3報). 琉球大理工学部紀要工学編第3号, 129-153

Yamada, Y. and Tanaka T. 1938 The marine algae from the Island of Yonakuni. Sei. Pap. Inst. Algal. Res., Fac. Sci., Hokkaido Imp. Univ., 2(1), 53-86.

河野二夫・津嘉山正光・伊良波繁雄・大嶺洋一・照屋義明 1973 沖縄本島備瀬海岸の波について. 琉球大理工学部紀要工学篇, 第6号, 77-86.

吉田忠生 1986 ホンダワラ類の分類と分布(12). 海洋と生物, pp. 298-301.



図版 I, 沖縄島当添のヒジキ. A・B; ヒジキの生育状態(1990,03,08). C; 岩礁の窪みから発芽したヒジキ幼植物. D・E; ヒジキの乾燥風景(Dの建物は加工場).