

吉備国際大学研究紀要
(医療・自然科学系)
第24号, 1-13, 2014

種子による人工アマモ (*Zostera marina*) 場造成の可能性について

福田 富男, 香田 康年*

On the possibility of artificial eelgrass(*Zostera marina*) bed creation using the seed

Tomio Fukuda and Yasutoshi Kohda

Abstract

To create the eelgrass (*Zostera marina*) bed artificially, we investigated the distribution of the shoot and the seed in a natural eelgrass bed of the central part in Seto Inland Sea(Japan). Additionally, the possibility of large-scale eelgrass bed creation using eelgrass seed was examined. On fixed observation lines, it has been exist a place (A region) where the eelgrass shoot grows densely through the year, and it has been exist the place (B region) where the eelgrass shoot almost disappear October and November. DL depth of A region was from +16cm to -84cm, and ones of B region was from -84cm to -174cm. The seedling of the eelgrass to be observed from end of November to the beginning of December, and grows up to the almost same levels as adult in April. As for the eelgrass shoot in A region, it was continuance, and the eelgrass shoot in B region seemed almost annual type. Especially, it has been understood that presence of eelgrass bed of B region was greatly controlled by seed density. It has been understood that the distribution of the eelgrass shoot of the investigation waters relates greatly to the density of the seed. In conclusion, it is able to create large-scale eelgrass bed by regularly seeding in the area where eelgrass can be exist normally.

Key words : eelgrass, artificial-nursery, seeding, shoot, seed

キーワード : アマモ場造成, 播種, 株, 種子, 分布密度

吉備国際大学短期大学部
〒716-8508 岡山県高梁市伊賀町8
Kibi International University Junior College
8, Iga-machi Takahashi, Okayama, Japan(716-8508)

*吉備国際大学保健科学部
〒716-8508 岡山県高梁市伊賀町8
Kibi International University
8, Iga-machi Takahashi, Okayama, Japan(716-8508)

はしがき

藻場は沿岸水族の生産に関して多くの意義があり、特にアマモ *Zostera marina* L. は、有用魚類幼稚魚の生活にきわめて重要な役割を果たすことは岡山県水産試験場^{55,56)}、大島⁵⁷⁾、布施²⁹⁾、畑中ら³¹⁾、東ら^{7,8,9,10)}、菊池⁴⁴⁾、向井⁴⁹⁾、ら 多くの研究者によって報告されている。しかし近年、内海区水産研究所資源部⁵⁰⁾、大島⁵⁸⁾、南西海区水産研究所^{51,52)}、福田ら^{13,16)}、片山ら⁴¹⁾、向井⁴⁹⁾、らによってアマモ場の荒廃が指摘され、特に瀬戸内海のアマモ場は昭和 25 年頃に比べ 25~50%位に減少している。一方、部分的には再び回復しつつあるアマモ場も福田ら^{14,15,17)}、広島県³⁸⁾、らによって多少は報告されている。しかし、早急で積極的なアマモ場の回復、または増大を図る必要があると思われる。従来 Addy^{1,2)}、Phillips^{60,61)}らは種子によるアマモ場造成は効果が低く、Plug, Sod, アマモの実生苗(以後「実生」)の移植の方が効果的であるとしている。また、幡手ら^{32,33,34,35)}は実生移植、播種などを試みており、実生移植の方が活着率が高いとしている。播種については追跡期間の関係で長期における効果は不明である。また、野外で直接的に播種する方法は発芽、生残率が低く、コンクリート枠、モジ網施設を利用する方が数倍効果が良好であるとしている(幡手ら^{35,36)})。しかし、この方法は手間や経費の面で、広範囲におけるアマモ場造成は、かなり困難であろうと思われる。そこで著者らは新崎⁵⁶⁾、幡手³⁶⁾らの研究を基に、播種によるアマモ場造成の中でも、特に野外における直接播種法の確立を目指し、一部で実証実験も行った(福田ら^{18,19,21,22,23)})。本報では天然アマモ場での株と種子の分布状態を中心に調査し、アマモ場における種子の果たす役割について考察し、種子による大規模なアマモ場造成の可能性について検討した。

報告に先立ち、この研究をまとめるに当たって終始懇切丁寧なご指導を賜った小川良徳博士、種々の調査にご協力いただいた岡山県水産試験場(現岡山県水産

研究所)の職員各位に感謝の意を表す。

材料と方法

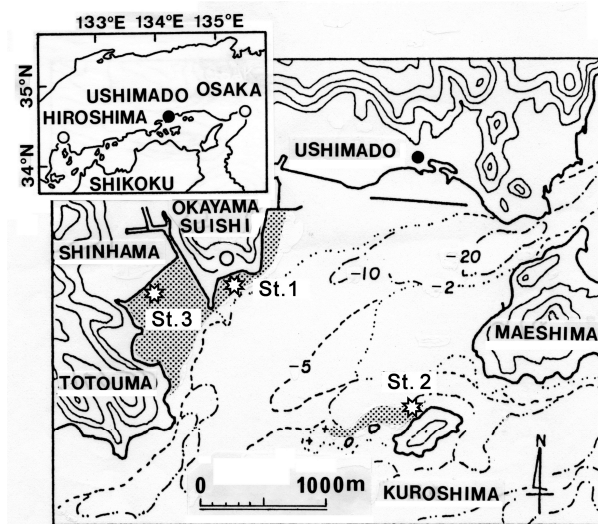


Fig. 1 Surveyed area and investigation point

調査対象水域は Fig.1 に示す岡山県瀬戸内市牛窓町地先のアマモ場である。株の分布と季節的消長の観察は St.1~3 で行った。3 定点とも潮汐基準面(DL)からの水深(以後「水深」)は-2.0m までで、当水域としては比較的濃密なアマモ場である。各定点とも 1979 年 6 月当時の最大満潮線を 0 として沖合い 100m まで潜水観察定線(以後「定線」)を設けた。0m, 100m 点は固定標識し、毎回同一場所が観察できるようにした。St.1 においては 1979 年 6 月~'80 年 4 月まで毎月 1 回調査し、St.2, 3 は 1979 年 7 月から 3 か月毎に 1 回、計 4 回調査した。なお、St.2 は、1979 年 6 月にも調査した。観察は SCUBA を用いて潜水し、アマモの被度、密度などを目視により観察した。定線上における株と種子の関係を調べるため St.1 において、1980 年 9 月 3 日に種子の分布を調査した。田村式採泥器(口径 25×25cm)で 1 定点毎に各々 3 回ずつ採泥し、その中における種子を計数した。採泥は定線上の 0 から 100m にかけて 10m ごとに実施した。種子は実が入っているもの(以後「実入」)と実が認められず外皮殻だけのもの(以後「空殻」)

に分けて選別，集計し m^2 当りの個数に換算した。株の分布は，1979年6月～1980年4月に行った調査結果によるが，特に繁茂期に当たる，1979年6月の結果を用いた。

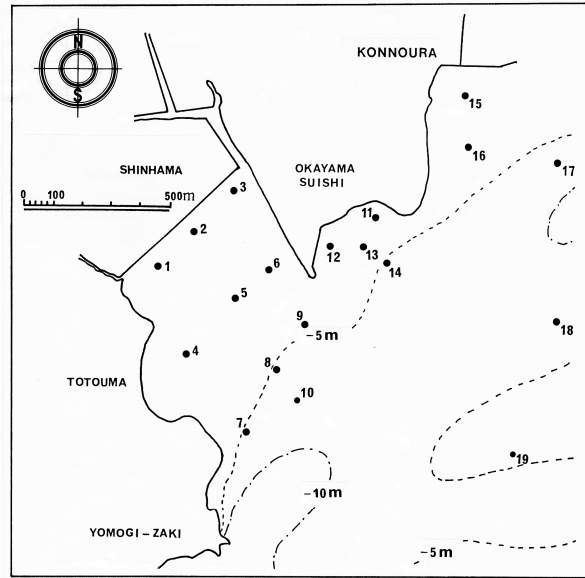


Fig.2 Investigation point to understand the relation between shoot and seed

調査水域全体における株と種子の分布関係を知るため Fig.2 に示す 19 定点において調査を実施した。株は，1981年6月4日に 17 定点(1～17)において SCUBA を用いて潜水観察した。また，浅所においては船上における目視観察も平行して実施した。株の分布は一定水域をどれだけアマモの株が被っているかを計算し，被度で示した。種子の分布は，1981年8月18日に，19 定点(1～19)において田村式採泥器を用いて採泥し，その中における種子を計数することで調査した。1 定点毎に各々3回採泥し，実入と空殻に分けて選別し m^2 当りの個数に換算した。

結果

1 株の分布と季節的消長

Table 1 Depth of each observation line on investigated point

Line(m)	(cm)		
	St. 1	St. 2	St. 3
0*			+18.4
5	+140.2		+12.9
10	+88.0		+5.5
15	+30.8		+3.9
20	-4.3	+49.3	-9.5
30	-56.8	+40.3	-26.1
40	-98.4	+30.8	-39.5
50	-117.4	+9.8	-46.1
60	-136.8	-20.3	-49.5
70	-151.9	-34.8	-49.5
80	-163.4	-39.8	-57.8
90	-171.8	-44.8	-71.1
100	-174.3	-54.8	-77.8

* Maximum high tide on June, 1979

各定線の水深を Table 1 に示した。各観察時に測定した観察線 5m ごときの水深及び観察時の潮位をもとに，潮汐基本水準面(DL)からの水深を算出した。数値は，各調査時の測定値を平均して求めた。海底面の傾斜は St.1 が最も急で，沖合い 30m 付近ではすでに水深約 -60cm に達し，100m では-170cm を越える。一方，St.2 は沖合い 100m 点で水深約-60cm，St.3 は約-80cm である。定線において水深が 0 になる点は，St.1 が約 19m，St.2 が約 53m，St.3 が約 16m である。これらの点は年間の最干潮線とほぼ同じであるが，牛窓地区における平均水面は+120cm 上部に位置するため，通常はほとんど水面下に没している部分である。

St.1 におけるアマモ分布の月別変化を Fig. 3, 4 に示した。

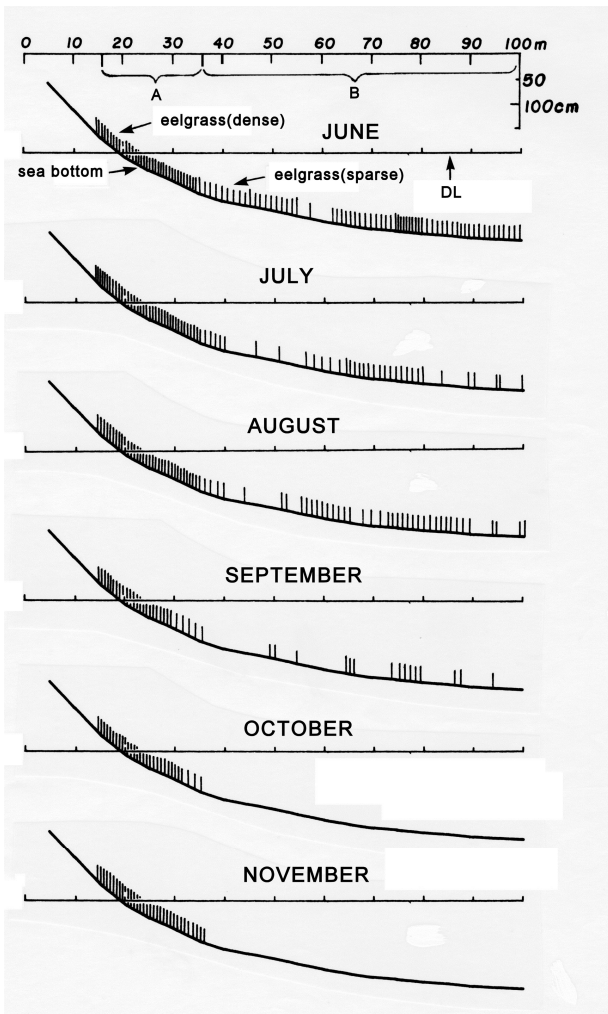


Fig. 3 Monthly distribution of eelgrass at the St.1-1

1979年6月に定線の約16m付近からアマモの濃密な分布がみられる。36m付近からアマモは疎になり、55~63mはほとんどアマモは分布しなくなる。それから沖は100mまで疎であるが、75~80mがやや密である。36mより沖(B域)のアマモ分布は7~9月に次第に疎になり、10、11月にはアマモは全く観察されなくなる。一方、定線上16~36m(A域)のアマモは、あまり変化がみられず、濃密な分布を示す。しかし、沖のアマモが疎となる9、10月は30~36m間もやや疎となる。12月には16~36mの濃密なアマモ分布に加え、実生が観察されるようになる。40~50m間は疎、55~70m間は密であるが沖合いにも実生は観察される。また、親株の濃密分布帯の中にも実生は観察され、20~100m間お

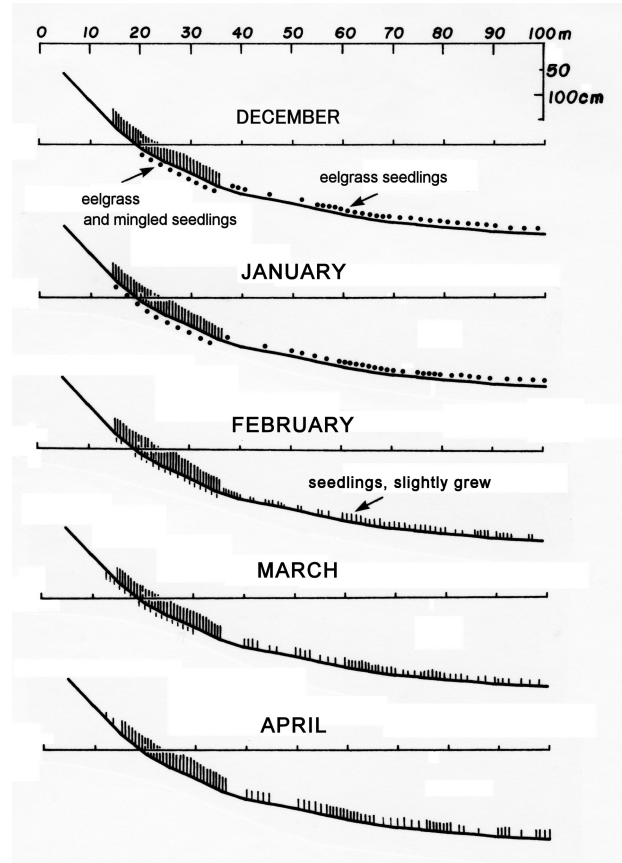


Fig. 4 Monthly distribution of eelgrass at the St. 1-2

よそ全体にわたって観察される。

翌1980年1~4月に、このアマモ実生は次第に成長し、4月の観察では従来の親株と大差なくなるまで成長する。また、実生の本数も、やや増加するように思われ、1、2月は16~20m間、3、4月は従来アマモが分布してなかった12~16m間にも実生が観察されるようになる。2月には36~50m間でも実生が増加し、全域にわたって実生は増加しているものと思われる。実生の分枝は2~3月に始まり、これも全体的に密度が増加したように見える原因であろう。

以上に述べた水平方向のアマモの分布、消長について水深別にみるとA域は+28~-84cmの範囲である。B域は-84~-174cmの範囲である。この部分は季節によって疎密の状態が変わり、10、11月には全く分布がみられないが、6月にはほとんど全域に分布がみられ水深-174cmより更に深い場所までアマモの分布がみ

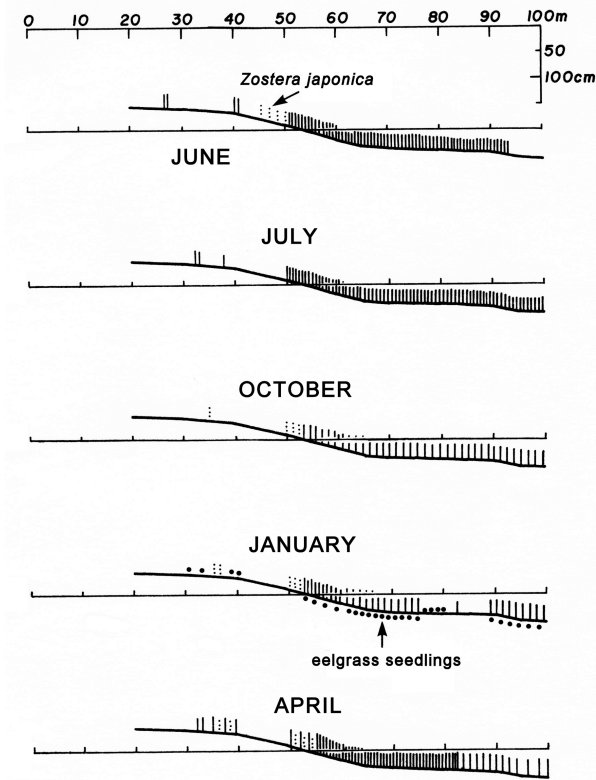


Fig. 5 Distribution of eelgrass at the St.2 in main month

られる。実生は12月前後から観察され、その後発芽本数の増加、分枝などを経ながら次第に成長し、4月にはほとんど親株と同じ状態になる。

次にSt.2, 3の観察結果をFig. 5, 6に示した。年に4回観察しただけであり詳細な周年の月別変化は明確でないが、St.1の変化と対比しながら結果を述べる。

St.2, 3はSt.1の様に周年限定されて濃密に分布する場所がないが、一方、時期によって全く分布がみられなくなる場所も存在しない。これは観察定線の水深が関係していると思われる。つまりSt.2, 3とも定線の100m点でも、St.1におけるアマモの濃密分布が認められなくなる水深「-84cm」に達していないことによるものであろう。アマモの濃密な分布が始まる点はSt.2, 3ともSt.1同様、水深が0cmになる点より、やや上部で、St.2は50m前後(水深+8cm)、St.3は5m前後(水深+12cm)である。St.3の4月において、0~5m間にもアマモが濃密に分布しているのは、St.1の4月に12~16m間で実

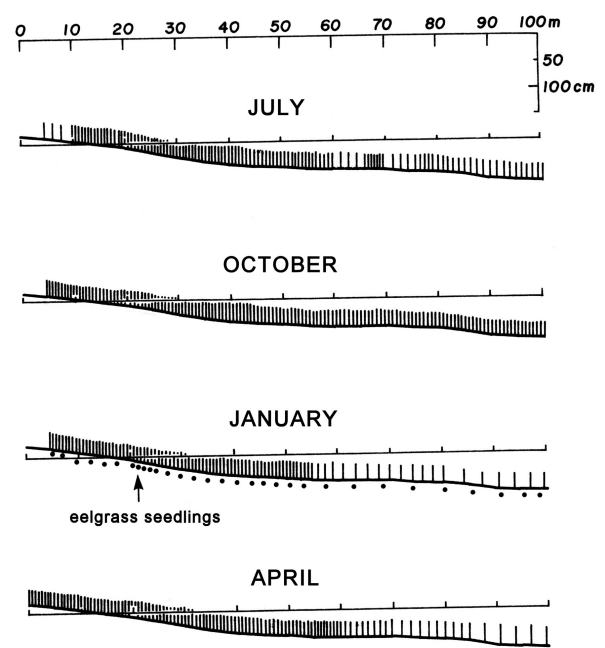


Fig. 6 Distribution of eelgrass at the St.3 in main month

生が生長したアマモが観察されたのと同様の結果であろう。

St.2, 3のアマモ実生は、1980年1月に観察されるが、St.1の結果から推察すると、12月前後から発芽が開始し、やや生長した個体と考えられる。St.1, 3において、観察線100mより沖合いについては急激な水深変化はみられず、アマモが分布しているが、St.2においては急傾斜の海底が続くため、アマモは急激に分布がとどえる。

2 St. 1 (定線上) における種子の分布

Table 2にSt.1におけるアマモ種子の分布を示した。実入は定線上20mで最高の425個/m²を示し、30mでは125個/m²である。10, 40~90mでは0個/m²であるが、100mでは50個/m²である。合計は600個/m²となり、平均は60個/m²である。

Table 2 Seed distribution at the line of St. 1 on the 3rd September, 1980

Line(m)	(nos/m ²)		
	Solid	Empty	Total
10	0	0	0
20	425	25	450
30	125	150	275
40	0	0	0
50	0	0	0
60	0	0	0
70	0	0	0
80	0	25	25
90	0	0	0
100	50	50	100
Total	600	250	850

空殻は定線上 10m では 0 個/m²であり, 20m で 25 個/m²である. 空殻の最高値は 30m に見られ 150 個/m²である. 空殻も 40~70m 及び 90m は 0 個/m²であるが, 80m, 100m で各々 25 個/m², 50 個/m²の値を示す. 合計は 250 個/m², 平均は 25 個/m²となる.

全体的にみて, 実入, 空殻とも 20~30m 付近に種子が多く, 40~70m は全く種子が存在せず, 80~100m 付近になると多少種子がみられるようになる.

3 水域全体における種子と株の分布

16 定点で調査した種子の分布を Table 3 に示した. このうち実入と株の分布について相関係数を求めた結果, 高い有意の相関を示した($r=0.758$, $p<0.01$).

次に水域全体の株の分布を Fig.7 に示した. 株が濃密(81~100%)に分布する水域は紺浦前, 岡山水試前, 新浜から登々馬にかけてである. 中でも新浜から登々馬にかけてはかなり広い範囲を有する. 更に沖には 21~50%, 2~20%の被度を示す水域が岸に沿うような形で認められ, 全体としては水深-5m までアマモの分布が認められた. また, -5m 以深でもアマモの生育は認められるが, あまりにも疎な状態であり, アマモ場とは

Table 3 Seed distribution at the investigation 19 points on the 18th August, 1981

Point	(nos/m ²)		
	Solid	Empty	Total
1	447	258	705
2	258	563	821
3	268	132	400
4	0	53	53
5	100	163	263
6	232	32	264
7	5	0	5
8	0	0	0
9	0	0	0
10	0	0	0
11	142	53	195
12	0	0	0
13	0	5	5
14	0	0	0
15	47	121	168
16	0	5	5
17	0	0	0
18	0	0	0
19	0	53	53
Total	1,499	1,438	2,937

呼べなかった. 調査時点は当水域におけるアマモの繁茂期に当たり, 全体としては周年の内, 最も濃密な分布を示していた. また, 種子の分布を度数化したもの (Fig. 8)と Fig. 7を比較すると, 登々馬前をのぞき, 株が濃密に分布する場所ほど, 種子も多く分布し水域全体として, 株と種子の分布状態は非常に関係深いことが判った.

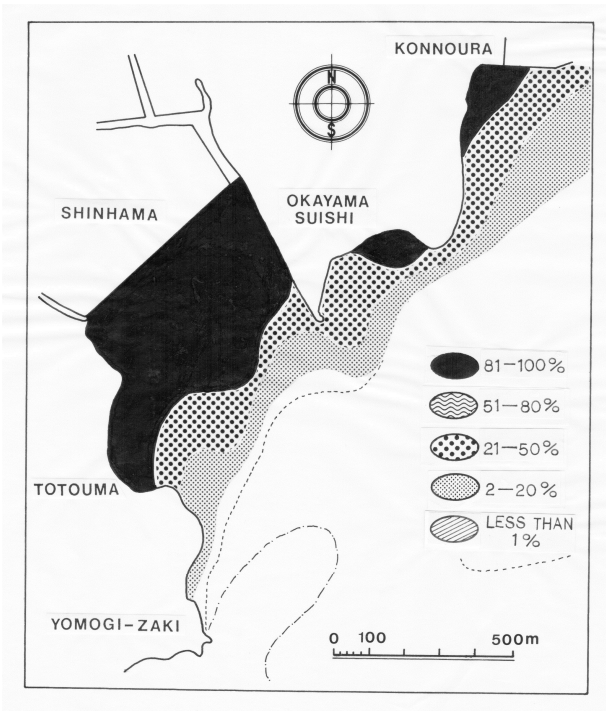


Fig. 7 Shoot distribution of surveyed area

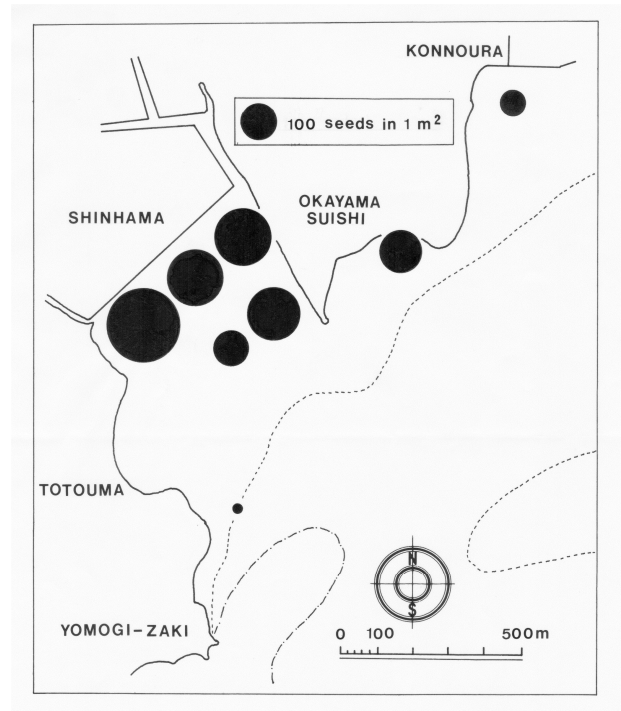


Fig. 8 Seed frequency at the investigation 19 points

考察

1 株の分布する水深帯

従来の観察(福田ら^{14,15,17}, 安家ら⁶³)で、アマモが毎年同じ様な水域に濃密に分布し、しかも海岸線に平行に帯状濃密分布することから、アマモの生育に「好適な環境」が存在し、しかもその範囲はかなり狭いのであろうと考えた。本調査で得られた結果は、この「好適な環境」条件の一つであり、しかもかなり重要なものと思われる。調査結果では、各定点を通じて、通常、海岸線の沖一定の距離からアマモの比較的濃密な分布がみられるようになるが、これは各定点とも最干潮線やや上部あたりに相当し、当水域では、基準面水深(DL)は+28~+8(平均+16)cm付近である。しかし、この点は多くの場合水面下にあり、牛窓地区では平均水面水深は-104cm、最大満潮時には水深-224cmに達する点である。従って調査時の潮位によって異なるが、海岸線沖の一定点よりアマモが出現するようになるのであろう。また、同様に周年にわたって濃密に分布

する範囲は、水深-84cm付近までである。さらに、基準面水深でどの付近までアマモが生育するかについては本調査では明かにできなかったが、全体としてアマモ場と呼べるものについては福田ら^{13,14,15,16}, 東ら⁷の結果から基準面水深-200cm付近と思われる。従ってSt. 1の観察線100m点は基準面水深-174cmでほぼ限界に近いものと思われる。このことから基準面水深-84~-174は天然で3~9月にはアマモが繁茂するが10~翌2月(実生は除く)は、ほとんどアマモが観察されない範囲ということができよう。この結果は、東ら⁷の報告とほとんど一致する。この範囲のアマモについては、一部越年性の個体もあろうが、大部分一年性の個体ということができよう。

アマモが発芽する時期について、新崎⁶⁴は、実験室では随時発芽させることができるが、天然では12月末から翌年4月ごろまで、多くは2~3月頃に発芽するとしている。また、前川⁴⁵は種子の発芽は11月上~中旬頃と推定している。本調査では12月1日からアマモの実生が観察されるが、調査時点ですでに実生が発芽し

てから1~2週間は経過しているものと思われる。従って、前川⁴⁵⁾の結果に近いが、新崎⁶⁾も12月末から発芽するとしており、天然でのアマモ発芽は、地域は多少異なっても11~12月として良いものと思われる。

本調査の結果から考え、調査場所によって周年アマモが濃密に生育する場所(本調査ではA域)と、9、10月頃アマモが減少あるいは消滅し11、12月に実生が出現し、次第に繁茂(葉長、株数、重量なども含め)していく場所(本調査ではB域)があることになる。東ら⁷⁾、服部ら³⁷⁾、福田ら¹²⁾、三重県伊勢湾水産試験場⁴⁶⁾、ら多くの場合はアマモ場において季節的な消長が認められるとしており、B域あるいはA、B両域が総合されたものと思われる。また、広島県³⁸⁾はアマモの成長、枯死など見かけ上の季節変化はあるが、アマモは周年観察され、アマモの単位面積当りの着生数の季節的消長はきわめて少ないとしており、この調査点はA域に属するのではないかと思われる。

静岡県⁶²⁾、今尾ら³⁹⁾は、浜名湖でアマモを「春もく(主に水深2~3mに分布)」と「大べら(水深1.5m)」に分けており、「春もく」は実生の一年性のもので環境の悪い水域で、越年せず、「大べら」は多年生で環境のよい湖南部に多いとし、特に塩分と水温が関係するとしている。浜名湖と当水域ではかなり環境も異なり、単に水深に規定されているとは思われないが、現象面は類似しており、興味深い。

Harrionら³⁰⁾はNova Scotia半島(カナダ)で本調査と類似した調査を実施し、アマモは短葉型と長葉型に分かれて、別々に分布するとしている。本調査のアマモは長葉型にはいるが、これは水深5~10mに濃密分布するとしており、本調査の結果とはアマモの分布水深範囲がかなり異なる。また、このことに関してOstenfeld⁵⁹⁾はデンマークにおいて11mまで、新崎⁵⁾は三河湾で3~10m、Nienhuisらはオランダで7.5m⁵³⁾、4.0m⁵⁴⁾まで、Jacobs⁴⁰⁾はフランスで2~5.5mがアマモ生育の適水深であると報告している。多くの研究者、あるいは観察地点で結果は大きく異なっており、本調査で得られた

水深範囲は牛窓水域における、1979~'80年現在の透明度、栄養塩類などに限定されるものであろう。また、生育水深の上限については、本調査の結果では+28~+8cm付近であるが、これについてKel-lerら⁴³⁾、Jacobs⁴⁰⁾は浸水時間、すなわち乾燥時間が関係するとし、新崎⁵⁾は、それらに伴う温度条件が関係するとしているが、その両者が総合されたものであろう。

以上のことから、調査水域におけるアマモの生育に適する水深は基準面水深+16~-84cmで、-200cm前後まではアマモ場造成の可能性があり、その範囲以外は一時的に生育してもアマモ場と呼べる程度には継続して生育しないものと結論づけられよう。

2 種子と株の分布

種子は底泥中1.5~2.0cmの層にあるものが発芽し、殻はその付近に残ることを報告した(福田²⁶⁾。また、小型の多毛類が外殻のみを残しアマモの果実を食べることも観察された。但し、その数は非常に少なく無視できる(未発表)。更に実入と空殻は高い有意の相関を示す($r=0.677$, $p<0.01$, 1981年8月18日)。これらのことから、空殻は前年あるいは、それ以前に発芽したものの外殻である可能性が高く、これも広い意味でアマモ種子の分布と考えることができるが、本報告では正確を期するため実入のみをアマモ種子の分布として取り扱った。

St-1における実入と株の分布を対比すると、種子が濃密に分布する20、30m周辺は、株も周年濃密に分布しており(16~30m)、種子の少ない40~90mは株もまばらに分布し、しかも季節的な消長がみられる。しかし、100m付近では比較的多くの種子がみられるが、株は必ずしも濃密とは言えず、アマモの生育に適さない要因があるものと思われる。要因については水深、底質、潮流などが考えられるが、水深が最も関係が深いことは前節で述べた。しかし、その他にも既報(福田²⁵⁾)で述べたように粒度組成を中心とする底質、潮流などが総合された結果であろうと思われる。40mより沖の種子については、20~30mで成熟した花枝から放出さ

れたもの、あるいは40mより沖で成熟した花枝から放出されたものがあると思われるが、底質、地形、潮流などが総合された結果として種子分布に濃淡が出たものと思われる。以上については St.1 の定線における比較的狭い範囲での株と種子の分布関係であるが、調査水域全体について広く株と種子の分布を比較した場合も株の分布密度が高い場所ほど、種子が多く分布しており、両者は非常に関係深いことが分かった。

これらのことを総合して考えると、自然環境下において、アマモ場の存在や消長に関して種子は非常に重要な役割を果たしていることが窺われる。つまりアマモ場が存在する条件として、まず第一に水深あるいはこれに伴う光線量(新崎⁵⁾, Backman ら¹¹⁾, Aioi³⁾, Mukai ら⁴⁸⁾, Aioi ら⁴⁾, 向井⁴⁹⁾, 福田²⁵⁾), 底質(新崎⁵⁾, Phillips⁶⁰⁾, 福田²⁵⁾)などの自然環境条件があげられ、次に種子の分布が必要な条件としてあげられよう。そして環境条件が満足されると多年性のライフ・サイクルを示し、また、その場所自体で種子が供給され、再生産を繰り返すようになる。一方、種子が供給されても環境条件が満足されない場合は一年性のライフ・サイクルを示し、季節的变化を繰り返すようになるものと思われる。この場所においても数は少ないが一年で花枝を作ることにも観察されている(Miki⁴⁷⁾, 新崎⁶⁾, 福田ら²⁵⁾)。また、主に一年性のライフ・サイクルを示すアマモについてはむしろ栄養体を作らず花枝のみ作ると報告されている(今尾ら³⁹⁾, Keddy ら⁴²⁾)。従って、この場所自体においても種子は供給されると思われるが、多くの場合近くにある濃密に分布する場所における花枝から、種子が供給されるものと思われる。但しアマモの種子はあまり遠くまで流れて行かない(福田ら^{20,23)})。そのため、さらに密な場所と疎な場所との差が大きくなるように思われる。しかし、6月下旬頃になると花枝は、わずかの刺激で株から分離して流されるようになる。この花枝は成熟した種子を順々に放出しながら海上を潮流によって流され、種子を広く分散させるのに役立つものと思われる。これらによっても濃密にアマモが生育

する場所の付近以外にも種子が給されるものと思われる。

3 播種によるアマモ場造成

以上述べたように、天然状態において種子の分布が少ない場所或は、環境は適しているが種子が、流れ着かないようなところには種子を定期的に播種することが効果的で人工的にアマモ場造成が可能であると考えられる。また、種子は潮止まりに船上から播種した場合ほとんど直下に実生が生育し(福田ら^{20,23)}, Fukuda ら²⁴⁾), 直接播種法で十分と思われる。前述したが Addy^{1,2)}, Phillips⁶⁰⁾らは種子によるアマモ場造成は非能率的で、Plug による方法が最も適しているとしている。彼らによると種子は年によって生産量の差が激しく、しかも予測ができない、発芽率も低い上に、これも予測が困難で多くの種子が無駄になってしまう、さらに実生の生残も低いとしている。しかし、それらのデメリットを補っても、造成体の入手、運搬、移植などに要する労力や、経費についてのメリットの方がはるかに大きく、特に大規模な造成に対しては効果的であると言えよう。また、幡手ら^{34,35,36)}のように、播種に際して種々の施設を用いる方法も労力や、経費の面で不適であろう。

既に得られた知見から直接播種法によるアマモ場造成の方法について以下に検討する。既報(福田ら²³⁾)で述べたように播種した場所と播種を実施しなかった場所では明らかに有意の差が認められる。また、一度播種すれば次年も密度は低下するが実生がみられ、少なくとも2年は播種の効果が確認されている(福田ら²²⁾)。これについては播種した種子がすべてその年に発芽してしまうのではなく、そのまま越年した種子が発芽、成長するものと思われる(安家ら⁶⁴⁾)。播種する場所については以前アマモ場があった場所で、近くに現在もアマモが生えているような場所が望ましく、潮流により、泥や砂の移動があまりない場所が効果的である(福田ら²⁷⁾)。当然、水深は問題となるが今回の調査場所である牛窓では-2.0mまでの水深であろう。また、水深と底質

粒度組成の改良などのため敷砂を実施すれば更に効果があると考えられる(福田ら²³⁾). 播種した種子から発芽生長した株も水深帯によっては当然消長がみられ、季節的には減少する(福田ら²²⁾). この原因について、新崎⁹⁾はアマモが枯れかかる頃には種々の動植物が葉上に着生するとしている。著者らの観察でも管生多毛類を主体とする付着生物が葉上に多く着生することが認められ、これがアマモの光合成を阻害して衰弱、枯死させ、また、ヨコエビを主体とする動物による被食(福田未発表)、あるいは付着生物のため潮流の影響を受けやすくなり流失する等、種々の要因が考えられる。しかし、夏～初秋期には付近のアマモは季節的な衰退、減

少期に当たり、原因はともあれ自然減少と考えられる。このように自然の消長は示すものの播種によって、ある時期にアマモの株が存在すれば、たとえ毎年播種する必要があるにしても、生活環の一つとして、あるいは単に生活の場としてアマモ場が必要な生物にとっては効果的で、生産性を向上させ得るものと考えられる。また、一度播種すれば2年は効果が確認されており(福田ら²²⁾), 花枝の形成により再生産していることも確認されている(福田ら²⁸⁾). 従って、場所の選定次第で一度消滅したようなアマモ場においても、人工的に種子を供給することにより、それが核となり、そのアマモ場を復活させ得ることも可能と考えられる。

文献

- 1) Addy, C.E., 1947a: Eel grass planting guide. Md. Conserv., 24, 16-17
- 2) Addy, C.E., 1947b: Germination of eelgrass seed. J. Wildl. Manag., 11, 279
- 3) Aioi, K., 1980: Seasonal change in the standing crop of eelgrass (*Zostera marina* L.) in Odawa bay, central Japan. Aquat. Bot., 8, 343-354
- 4) Aioi, K., Mukai, H., Koike, I., Ohtsu, M. and Hattori, A., 1981: Growth and organic production of eelgrass (*Zostera marina* L.) in temperate waters of the Pacific coast of Japan II. Growth analysis in winter. Aquat. Bot., 10, 175-182
- 5) 新崎盛敏, 1950: アマモ, コアマモの生態(I). 日本水産学会誌, 15(10), 567-572
- 6) 新崎盛敏, 1951: アマモ, コアマモの生態(II). 日本水産学会誌, 16(2), 70-76
- 7) 東幹夫・原田徳三, 1968: 魚類生産における藻場の意義(I)藻場における動物相の消長について. 昭和42年度指定調査研究「漁場改良造成」研究報告書, 岡山県水産試験場, 29pp
- 8) 東幹夫・原田徳三, 1969: 魚類生産における藻場の意義(II)藻場における動物相の消長について(つづき). 昭和43年度指定調査研究「漁場改良造成」研究報告書, 岡山県水産試験場, 22pp
- 9) 東幹夫, 1981: 稚魚育成場としてのアマモの役割. 日本水産学会編, 水産学シリーズ38. 藻場・海中林(恒星社厚生閣), 34-56
- 10) 東幹夫, 1982: アマモ場の消長と漁業生産. 漁場環境調査検討事業藻場特別部会昭和56年度報告(日本水産資源保護協会), 106-149
- 11) Backman, T.V. and Barilotti, D.C., 1976: Irradiance reduction: Effects on standing crops of the eelgrass *Zostera marina* in a coastal lagoon. Mar. Biol., 34, 33-40
- 12) 福田富男・篠原基之・安家重材・寺嶋朴, 1974: 幼稚魚保育場としての網魚礁の効果. 岡山水試事報, 昭和48年度, 81-113

- 13) 福田富男・松村眞作・安家重材・篠原基之・寺嶋朴, 1976:保護水面内に設置した網魚礁および投石等の効果—II(1975).岡山水試事報, 昭和 50 年度, 149-176
- 14) 福田富男・松村眞作・安家重材・篠原基之・寺嶋朴, 1978:保護水面内に設置した網魚礁および投石等の効果—IV(1977).岡山水試事報, 昭和 52 年度, 40-61
- 15) 福田富男・唐川純一・安家重材・寺嶋朴, 1979:保護水面内に設置した網魚礁および投石等の効果—V(1978).岡山水試事報, 昭和 53 年度, 54-96
- 16) 福田富男・唐川純一, 1980a:保護水面内に設置した網魚礁および投石等の効果—VI(1979).岡山水試事報, 昭和 54 年度, 110—140
- 17) 福田富男・安家重材,1980b:天然モ場におけるアマモの分布と消長.岡山水試事報, 昭和 54 年度, 147-152
- 18) 福田富男・安家重材, 1981:アマモ種子の保存方法,処理等が発芽におよぼす影響について. 栽培技研, 10(2), 7-13
- 19) 福田富男・土屋豊・寺嶋朴, 1983a:アマモ場における種子の分布と成体の生育状態との関連—微小な範囲における検討—.岡山水試事報, 昭和 58 年度, 27-35
- 20) 福田富男・土屋豊・寺嶋朴, 1983b:アマモ場造成実用化試験 実生の生育状況について.南西海区ブロック会議藻類研究会誌, 昭和 58 年度, 27-35
- 21) 福田富男・安家重材・土屋豊・寺嶋朴, 1984a:アマモ場造成に関する研究—I 種子の採集及び保存法について.栽培技研, 13, 77-82
- 22) 福田富男・勝谷邦夫・寺嶋朴, 1984b:アマモ場造成に関する研究—II 播種と敷砂の効果について.岡山水試事報, 昭和 58 年度, 50-56
- 23) 福田富男・寺嶋朴, 1986: アマモ場造成に関する研究—III アマモの生長及び敷砂の変化について.栽培技研, 15, 101-114
- 24) Fukuda, T. and Tsuchiya, Y.,1987a:Development of the techniques for marine macrophyte (*Zostera marina*) bed creation - IV Relation between shoot and seed distributions of eelgrass bed . Nippon Suisan Gakkaishi, 53, 1755-1758
- 25) 福田富男, 1987b:アマモ場造成に関する研究-V 天然におけるアマモの生育状況と環境条件. 岡山水試報,2, 21-26
- 26) 福田富男, 1987c:アマモ場造成に関する研究—VII アマモ種子の播種深度. 岡山水試報,2, 32-34
- 27) 福田富男, 1987d:アマモ場造成に関する研究—VIII 播種によるアマモ場造成手法.岡山水試報, 2, 35-37
- 28) 福田富男・佐藤二郎, 1987e:日生町におけるアマモ場造成.岡山水試報, 2, 195-200
- 29) 布施慎一郎, 1962:アマモ場における動物群集.生理生態, 11(1), 1-22
- 30) Harrison,P.G and Mann,K.H.,1975: Chemical changes during the seasonal cycle of growth and decay in eelgrass (*Zostera marina*) on the Atlantic Coast of Canada. J.Fish.Res.Board.Can.,32(5),615-621
- 31) 畑中正吉・飯塚景記, 1962:モ場の魚の群集生態学的研究—I.優占種をとりまく魚類の栄養生態的地位.日本水産学会誌, 28(1), 5-16
- 32) 幡手格一・上城義信・小川和敏・国武和人, 1974:アマモの増殖に関する研究—I.種子の採取とその発芽および生長について.栽培技研, 3(1),123-131
- 33) 幡手格一・小川和敏・国武和人, 1975a:アマモの増殖に関する研究—II.種子の大量採取と野外での播種につい

て栽培技研, 4(1), 7-13

- 34) 幡手格一・上城義信・小川和敏・国武和人,1975b:アマモの増殖に関する研究—III.播種によるアマモ場造成について栽培技研, 4(2), 21-26
- 35) 幡手格一・上城義信・小川和敏・国武和人, 1976:アマモの増殖に関する研究—IV.播種と地下茎の移植による藻場造成について栽培技研, 5(2), 17-22
- 36) 幡手格一, 1981:アマモ場.日本水産学会編, 水産学シリーズ 38, モ場・海中林(恒星社厚生閣), 93-115
- 37) 服部洋年・松村眞作・福田富男・篠原基之・東幹夫, 1972:牛窓地先における 3 つのアマモ場の動物相の比較.岡山水試事報, 昭和 46 年度, 223-257
- 38) 広島県, 1978:保護水面管理事業調査報告書.昭和 53 年度, 36pp
- 39) 今尾和正・伏見浩, 1985:浜名湖におけるアマモ(*Zostera marina* L.)の生態,特に一年生アマモの成立要因.藻類, 33, 320-327
- 40) Jacobs, R.P.W.M.,1979: Distribution and aspects of the production and biomass of eelgrass, *Zostera marina* L., at Roscoff, France.Aquat. Bot., 7, 151-172
- 41) 片山勝介・篠原基之・石田公行・野上安久・小野秀次郎・土屋豊・鎌木昭久, 1979:岡山県沿岸海域の藻場調査—藻場の分布について—.沿岸海域藻場調査瀬戸内海関係海域藻場分布調査報告—藻場の分布—, 南西海区水産研究所, 77-101
- 42) Keddy, C.J. and Patriquin,D.G.,1978:An annual form of eelgrass in Nova Scotia. Aquat. Bot. 5, 163-170
- 43) Keller,M. and Harris, S.W., 1966 : The growth of eelgrass in relation to tidal depth . J.Wildl. Mgmt.,30, 280-285
- 44) 菊池泰二, 1982:アマモ場の魚類群集・動物にとっての藻場の機能.漁場環境調査検討事業藻場特別部会 昭和 56 年度報告(日本水産資源保護協会), 49-105
- 45) 前川兼佑, 1961:瀬戸内海,特に山口県沿岸における漁業の調整管理と資源培養に関する研究.山口県内海水産試験場調査研究業績, 11(1), 483pp
- 46) 三重県伊勢湾水産試験場, 1979:保護水面調査報告書(アサリ, 藻場).昭和 53 年度, 41pp
- 47) 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
- 48) Mukai, H., Aioi, K. and Ishida,Y., 1980: Distribution and biomass of eelgrass (*Zostera marina* L.) and other seagrasses in Odawa bay, central Japan. Aquat. Bot., 8, 337-342
- 49) 向井宏, 1982:アマモ(*Zostera marina* L.)の生態と生理.漁場環境調査検討事業藻場特別部会昭和 56 年度報告(日本水産資源保護協会), 1-48
- 50) 内海区水産研究所資源部, 1967:瀬戸内海域における藻場の現状.内海区水産研究所刊行物 C 輯, 5, 21-38
- 51) 南西海区水産研究所, 1974a:瀬戸内海の藻場—昭和 46 年の現状—.39pp
- 52) 南西海区水産研究所, 1974b:沿岸海域藻場調査瀬戸内海関係海域藻場分布調査報告—藻場の分布—. 419pp
- 53) Nienhuis, P.H , and de Bree,B.H.H.,1977: Production and ecology of eelgrass (*Zostera marina* L.) in the Grevelingen estuary, The Netherlands, before and after the closure. Hydrobiologia, 52, 55-66
- 54) Nienhuis, P.H. and de Bree, B.H.H.,1980: Production and growth dynamics of eelgrass (*Zostera marina*) in brackish lake Grevelingen (The Netherlands). Neth.J.Sea Res.,14, 102-118

- 55) 岡山県水産試験場, 1924:藻場魚類生育状況調査報告.岡山県水産試験場報告, 大正 11 年度, 34pp
- 56) 岡山県水産試験場, 1978:昭和 52 年度大規模増殖場開発事業調査報告書(児島地先のクロダイ).101pp
- 57) 大島泰雄, 1954:藻場と稚魚の繁殖保護について.水産学の概観(日本学術振興会), 128-181
- 58) 大島泰雄, 1972:瀬戸内海における藻場の消滅あるいは衰退の現状について.さいばい, No.4, 4-7
- 59) Ostenfeld,C.H.,1908: On the ecology and distribution of the grass wrack (*Zostera marina*) in Danish waters. Rep. Dan. Biol. Stn., 16, 1-62
- 60) Phillips, R.C., 1980: Transplanting methods. Handbook of seagrass biology, An ecosystem perspective. Garland STPM Press Lond., 41-56
- 61) Phillips,R.C.,Grant,W.S. and C.P. McRoy,1983:Reproductive strategies of eelgrass (*Zostera marina* L). Aquat. Bot., 16, 1-20
- 62) 静岡県, 1978 : 保護水面管理事業調査報告書(昭和 53 年度)浜名湖・藻場.21pp
- 63) 安家重材・福田富男, 1980:鹿忍湾周辺におけるアマモ種子の採集.岡山水試事報, 昭和 54 年度, 141-146
- 64) 安家重材・福田富男,1981 : 陸上水槽におけるモ実生育苗法について.栽培技研, 10(2), 1-5