

吉備国際大学研究紀要
 (医療・自然科学系)
 第30号, 23-31, 2020

環境保全を考慮したアマモ (*Zostera marina*) 場造成基礎研究—Ⅲ

—花枝・花穂・種子の関係性の検討—

福田 富男・香田 康年*¹・水谷 雅年*²

Fundamental Research on Construction of Marine Macrophyte Bed (Eelgrass, *Zostera marina*) in Consideration of Environmental Conservation-Ⅲ

— On Relation among Flowering shoot, Spadix and Seed —

Tomio FUKUDA, Yasutoshi KOHDA*¹, Masatoshi MIZUTANI*²

Abstract

Eelgrass has a very important role in the animals living in shallow sea area. It is important to a useful kind of young stage fishes, in fishery industry. Moreover, the eelgrass protects nature from environmental destruction. However, the Eelgrass bed is decreasing in recent years. Therefore, authors have positively made the Eelgrass bed. Sowing method was mainly adopted in the program. To obtain a basic knowledge, this research was executed. Especially, it was researched to obtain relations among flowering shoot, spadix, and seed.

Key words : Eel-Grass, *Zostera marina*, Sowing methods, Flowering shoot, Spadix, Seed
 キーワード : アマモ, 播種法, 花枝, 花穂, 種子

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

*¹ 吉備国際大学保健医療福祉学部作業療法学科
 〒716-8508 岡山県高梁市伊賀町 8
Kibi International University
 8, Iga-machi, Takahashi, Okayama, Japan (716-8508)

*² 吉備国際大学保健医療福祉学部理学療法学科
 〒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* 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、瀬戸内海のアマモ場を中心に多くの研究者によって報告されている(東ら^{5, 6)}, 布施³¹⁾, 服部ら³⁸⁾, 倉敷市⁴¹⁾, 前川⁴³⁾, 岡山県水産試験場^{50, 51)})。また畑中ら³²⁾ は宮城県、大島⁴⁸⁾ は愛知県のアマモ場で、さらに東^{7, 8)}, 菊池⁴²⁾, 向井⁴⁴⁾, らは広く全般的な視点からその重要性を述べている。しかし、特に瀬戸内海のアマモ場は昭和25年頃に比べ25から50%位に減少しているとされる(福田ら^{9, 12)}, 片山ら⁴⁰⁾, 向井⁴⁴⁾, 内海区水産研究所資源部⁴⁵⁾, 南西海区水産研究所^{46, 47)}, 大島⁴⁹⁾)。部分的には回復しつつあるアマモ場も報告されている(福田ら¹⁰⁻¹²⁾, 広島県³⁹⁾) が非常に稀な例と言える。そこで、アマモ場の減少を阻止し積極的なアマモ場造成が岡山県日生町漁業協同組合(福田ら¹³⁻²⁵⁾)などで試みられている。

従来は種子によるアマモ場造成は効果が低く、アマモの栄養株ごと柱状に採取したもの(Plug)、同様に栄養株をスコップなどで採取したもの(Sod)、あるいはアマモの実生苗移植などの方が効果的であるとしている文献が多い(Addy^{1, 2)}, Phillips⁵²⁾, 幡手ら³³⁻³⁵⁾)。さらに直接的に播種する方法は長期における効果は不明であるとし、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^{36, 37)})。しかし、これらの方法は経費や手間の面で、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^{3, 4)}, 幡手³⁷⁾の研究を基に、播種によるアマモ場造成の中でも、特に直接播種法の確立を目指し、実証実験を行い、その一部を報告した(福田ら¹³⁻²⁵⁾)。

アマモは基本的にFig. 1に示すような構造をしており、株(アマモ本体・栄養株=Main stem)、花枝(Flowering Shoot)に大別される、栄養株は地下茎

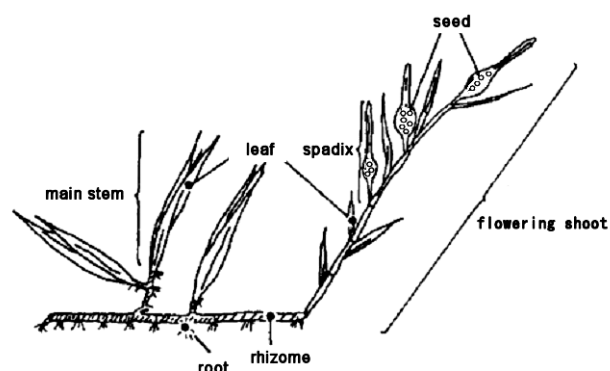


Fig. 1 Schematic Structure of Eel Grass

(Rhizome)を延ばして主に10-翌5月頃の低水温期に成長を続ける。そして6-9月の高水温期には衰退する。一方花枝は生殖株であり2-7月頃成長する。そして、花穂(Spadix)部分で陸上植物の花のように開花、受粉、結実し種子(Seed)を作る。なお、Fig.1の斜線部分は地下に埋没して生育し、地下茎とひげ根(Root)に分かれる。

播種法の基礎になるのは当然種子に関する基礎的な知見であるが、種子の採集方法と保存および播種方法、その他などは、福田¹³⁻²⁹⁾の報告に詳細に述べられている。その基礎となるのは、花枝採集に基づく種子の入手である。しかし、花枝と花穂、および種子の関係に関してはまとめて論議された文献は少ない。そこで、本報告では、花枝、花穂、種子の状態を中心に観測し、その関係性などを検討した。それらを基に種子によるアマモ場造成の一助とすることを目的とした。

さらにPhillipsら⁵³⁾は北米海岸のアマモの再生産機構について研究し、「花枝標本間での種子密度は、潮間帯と潮下帯あるいは緯度も含めて場所による変異は認められなかった。しかし、このことは不思議に思われる。というのは、個人的な観察結果から潮下帯の花枝はいつも潮間帯の花枝よりも長く、おそらく多くの花穂と種子を生産するはずだからである。しかしそうでなかったことにより、花枝当たりの種子数はその場所におけるアマモの遺伝子によって左右されていることがうかがわれる」としている。また、福田ら³⁰⁾も「こ

の問題点に関して、著者らも花枝採集時の観察結果からその差について長年疑問に思っていた。花枝と花穂の個数、ひいては花枝1本当たりの種子粒数の関係については、その時々に応じてデータは採集したものの正確な検討を実施していない。そこで、今後花枝の長さとの関係も含め、岡山県下のアマモを中心に近日中に明らかにする計画である」としている。そこで本報告は花枝長と種子数の関係を求めることにも重点を置いて検討を実施した。

材料と方法

今回使用したアマモ花枝は2017年5月31日にFig. 2に示す岡山県備前市日生町寒河のフェリー乗船橋付近St.1に自然に漂着したアマモ花枝を手鉤などで採集したものである。これらの花枝は天然のアマモ場から自然にアマモ本体から離脱し、分散、漂着して来た個体である。また、2018年6月15日にFig. 2, St.2に示す岡山市小串相引浜においても花枝を採集して、追加調査を実施した。

St.2で採集した花枝は船上から直接花枝を手などで

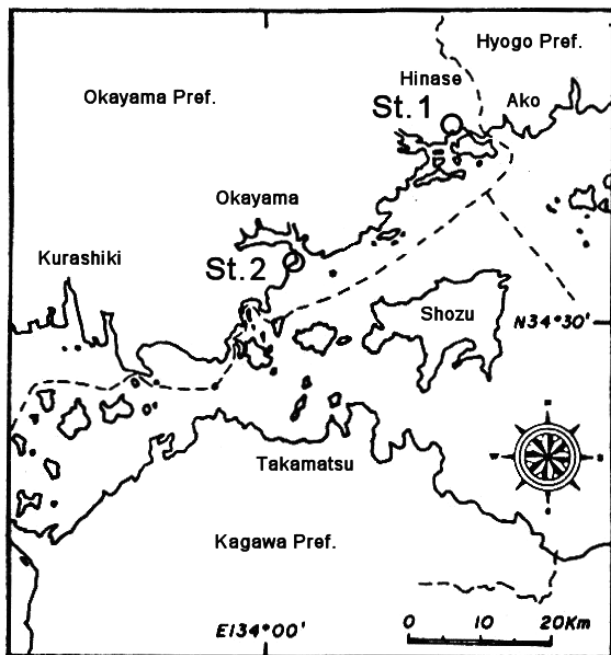


Fig. 2 Sampling Point of Eel Grass

抜き取り採集したものであるが、St.1で採集した花枝は前述したように自然に漂着したものである。しかし、St.1の花枝もごく自然の生態で離脱漂流したものであり、基本的には同一であると言える。つまり、花や種子などが成熟した花枝は自然に本体から離脱し漂流する。また、漂流中にも種子の成熟は進むものと考えられており、これはあたかもタンポポ (*Taraxacum japonicum*) の種子が風で飛散し分布域を拡大する再生産戦略の現れと同一の現象と考えられている。

それぞれの定点で採集したアマモはその場で70%エタノールを用いて固定し研究室に持ち帰った。

測定は固定標本を水道水で水洗し、アルコールを除去後、5mのメジャーと電子天秤を用いて室内で測定した。花枝長は30本をmm単位で測定し、重量はペーパータオルなどで水分を除去した後g単位で湿重量を測定した。報告中では理解し易いように必要に応じてcm, m, mg, kg, 単位での表現を用いた。

花穂は花枝ごとに個数を計数し、その後、1個当たりの重量を30個測定した。重量を測定した花穂から種子を取り出し花穂ごとの個数を計数した。

結果

花枝1本当たりの花枝長、花枝重量、花穂数、および花穂1個当たりの重量と種子数について調査定点別の結果及び信頼率95%における有意差をTable 1に示した。

花枝長の平均値はSt.1, $1,538.5 \pm 174.2$ mm, St.2, $1,327.5 \pm 79.5$ mmであり、有意差は認められなかった。

この結果および最小、最大値などによれば岡山県東中部でのアマモ花枝長は約50cmから2.5m、平均1.4mくらいであると言える。

次に、花枝重量についてはSt.1, 10.6 ± 1.7 g, St.2, 17.2 ± 2.5 gであり、有意差が認められSt.2の方が重い結果となった。また、花穂数はSt.1, 12.7 ± 1.9 個, St.2, 9.1 ± 1.7 個であり、有意差が認められ、St.1の方が個数

Table 1
Mean and Confidence Interval between St.1 and St.2
Concerning about each LFS, WFS NSF, WS and NSS

| | | St.1 | St.2 | significant difference | remarks |
|---|---------|--------------|-------------|------------------------|------------|
| | n | 30 | 30 | | |
| LFS; Length(mm) of a Flowering Shoot | mean±CI | 1538.5±174.2 | 1327.5±79.5 | | unprobable |
| | min | 530 | 895 | | |
| | max | 2380 | 1729 | | |
| WFS; Weight(g) of a Flowering Shoot | mean±CI | 10.6±1.7 | 17.2±2.5 | | probable |
| | min | 1.4 | 4.4 | | |
| | max | 18.6 | 34.6 | | |
| NSF; Number of Spadices per a Flowering Shoot | mean±CI | 12.7±1.9 | 9.1±1.7 | | probable |
| | min | 3 | 0 | | |
| | max | 23 | 23 | | |
| WS; Weight(mg) of a Spadix | mean±CI | 200.7±29.6 | 464.4±30.4 | | probable |
| | min | 60 | 180 | | |
| | max | 360 | 780 | | |
| NSS; Number of Seeds per a Spadix | mean±CI | 8.23±1.1 | 11.0±0.7 | | probable |
| | min | 2 | 4 | | |
| | max | 12 | 19 | | |

n; Number of Samples, CI; Confidence Interval(level 95%)

Table 2
Relation between NSF and LFS, and relation between NSS and WS.
NSF; Number of Spadices per a Flowering Shoot, LFS; Length (mm) of a Flowering Shoot
NSS; Number of Seed per a Spadix, WS; Weight (mg) of a Spadix

| | St.1 | St.2 | remarks |
|-------------|--------------------------------|--------------------------------|---------|
| n | 30 | 30 | |
| r | 0.73 | 0.12 | |
| NSF and LFS | $NSF=9.9 \times \ln(LFS)-59.6$ | $NSF=3.1 \times \ln(LFS)-12.5$ | |
| n | 30 | 77 | |
| r | 0.87 | 0.44 | |
| NSS and WS | $NSS=6.1 \times \ln(WS)-23.6$ | $NSS=4.3 \times \ln(WS)-15.3$ | |

n; Number of Samples, r; Correlation of Coefficient

が多い結果となった。一方花穂の重量についてはSt.1は200.7±29.6mg, St.2, 464.4±30.4mgで、有意差が認められSt.2が重い結果となった。

花穂1個当たりの内部に含まれている種子数についてSt.1は8.23±1.1個, St.2は11.0±0.7個と有意差が認められSt.2の方が個数が多い結果となった。上記したようにSt.2の方が平均花穂重量が重かった原因は種子の個数が多いためではないかと思われる。

花枝1本当たりの花穂個数と花枝長, および花穂1個当たりの種子数と花穂重量の関係について調査定点別の関係式をTable 2に示した。

花枝長と花穂数の関係はPhillipsら⁵³⁾が述べている

ように花枝長が長くなるほど花穂数は当然増加するが、経験的に無限に増加するとは思えず、どこかの長さでいわゆる頭打ちを起こす指数曲線的に増加するものと推測される。

この際は花枝長を対数変換処理することにより、Fig. 3とFig. 4に示すような指数関数曲線を描く指数関数式を得た。

St.1は

$$NSF=9.9 \times \ln(LFS) - 59.6 \quad \dots\dots (1)$$

となり、Fig. 3のような曲線式となる。なお、図の数値は実測値の個数と図上での位置を示し、*印は回帰式にx軸の数値を当てはめた曲線を示している。

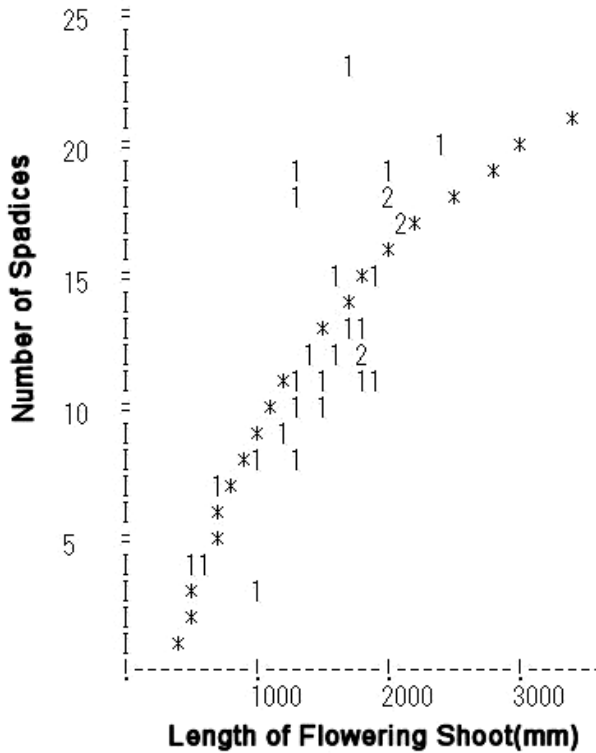


Fig. 3 Relation between LFS and NSF at St.1
The numeral shows number of basic data, and asterisk shows regression line.

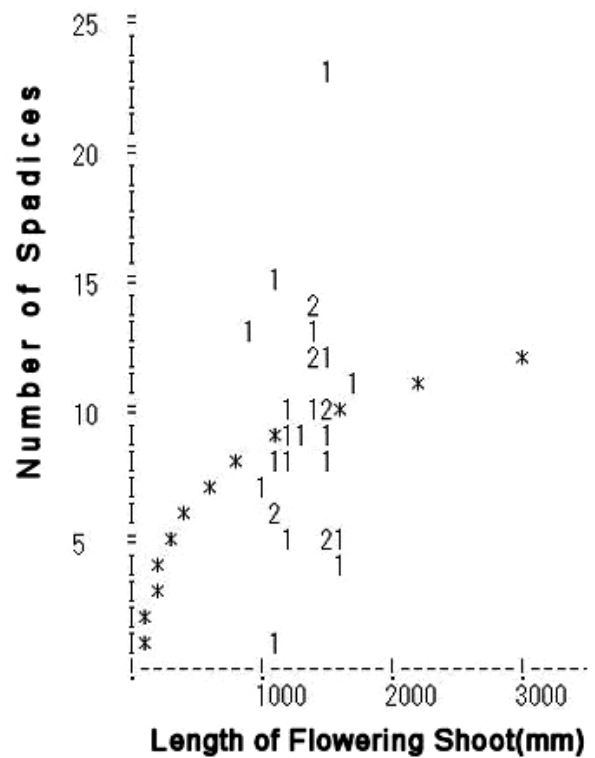


Fig. 4 Relation between LFS and NSF at St.2
The numeral shows number of basic data, and asterisk shows regression line..

St.2は

$$NSF=3.1 \times \ln(LFS) - 12.5 \quad \dots\dots (2)$$

となり、Fig. 4のような回帰曲線式となる。

ここに、(1, 2)式ともNSFは花枝長一本当たりの花穂数LFSは花枝長 (mm) を示すものとする。

相関係数 (r) はSt.1が0.73, St.2が0.12であり、St.1の方がより相関が高い結果となった。

1個当たりの花穂中に含まれる種子数と花穂重量にもほぼ同様の指数関数曲線が想定されるので同様の処理を実施し、花穂重量を指数変換処理し

St.1は

$$NSS=6.1 \times \ln(WS) - 23.6 \quad \dots\dots (3)$$

St.2は

$$NSS=4.3 \times \ln(WS) - 15.3 \quad \dots\dots (4)$$

の回帰曲線式を得た。

相関係数 (r) はそれぞれ、0.87, 0.44である。

ここに、NSSは花穂1個に含まれる種子数、WSは

花穂1個当たりの重量 (mg) を示すものとする。

考察

著者らが従来実施してきたアマモ場造成では種子を播くいわゆる播種法を採用してきた¹³⁻²⁵⁾。

その際まず花枝を採集して各種の処理を実施²²⁾し、種子を得てきた。そのため最終的な種子数の目安を得るためには花枝の量と種子数の関係を把握することが重要である。従来はその時点に応じて適当に算出していたが確実な関係は把握していない。そのため今回2定点を定めそれらの関係を把握した。2定点で得た数値間で有意差が認められるものもあるが、採集した年度も異なるため有意差が生じた原因は特定できない。

しかし、これらの数値は今後同様の事業などを実施する際の重要な目安となるものと思われ、以下にそれらについて検討する。

確実に海底から直接入手したSt.2の資料について、Table 1の結果から、花枝1本当たりの平均重量(17.2g)、花穂数(9.1個)、花穂1個当たりの重量(0.46g)から計算し、

花枝1本当たりの花穂総重量 $=9.1 \times 0.46 = 4.2\text{g}$
を得る、これをもとに花枝重量に対して

花穂重量 $= (4.2/17.2) \times 100 = 24.4\%$
の結果を得る。同様にSt.1ではほぼ同様の24.1%を得る。また、花穂除去後の重量など実測した結果もほぼ同様の値を得ており、花枝重量に占める花穂の重量は約25%で計算可能であることが判明した。

従って採集した花枝総重量の25%を花穂重量としこれをもとに花穂総数、花穂1個当たりの種子数(St.1では11.0個、St.2では8.2個)などから種子の総個数を把握することが可能となる。有意差が認められたため、どちらを使用するかは、随時柔軟に対応すれば良いであろうがここでは平均的な概略の数値を採用して花穂重量は300mg/個、種子数は10個/花穂を採用すれば良いと考えられる。

この結果をもとに1kgの花枝を採集した場合は花穂総重量は $1,000\text{g} \times 0.25 = 250\text{g}$ となり、

種子数 $= 250/0.3 \times 10 = 8,333$ 約8,500粒を得る。

逆に10,000粒の種子を必要とした場合

花穂総重量 $= 10,000/10 = 1,000 \times 0.3 = 300\text{g}$

花枝総重量 $= 300/0.25 = 1,200\text{g}$

1.2kgの花枝を採集すればよいことになる。この計算方法をここでは便宜的に“花枝重量法”と呼ぶことにする。

次に、少量の場合は花枝の本数を算出し、それによって種子数を得る方法の方が誤差も少ないと考えられる。そこで花枝1本当たりの平均花穂数及び花穂1個当たりの種子数を用い

種子数(St.1) = 花穂数 \times 種子数 $= 12.7\text{個} \times 8.23\text{個} = 104.5\text{粒/花枝}$

種子数(St.2) $= 9.1 \times 11.0 = 100.1\text{粒/花枝}$

となり、花枝1本当たり約100粒の種子を得られるこ

とになる。

この数値は従来経験的に得られた値とも一致するため、信頼性が高いと推測される。この値を基に花枝重量法によって算出された8,500粒の種子を得るとして

その花枝の総重量を算出すれば、

St.1では必要花枝本数 $= 8,500/100 = 85\text{本}$

花枝総重量 $= 85\text{本} \times 10.6\text{g} = 901\text{g}$ となり、

上述した1kgとほぼ誤差がないが、St.2では1,462gとなり多少誤差が生じる。ここではこの計算方法を便宜的に“花枝本数法”と呼ぶことにする。

花枝重量法と花枝本数法で多少の誤差が生じる原因として、標本測定の時点で花枝本数計数より、花枝湿重量測定の方が正確性に欠けることがあげられよう。

そこで正確を期する場合は花枝本数法を用いた方が賢明と考えられる。しかし、実際の現場で花枝の本数を把握することは困難な場合が多いので、概略の数値でも有効と考えられる場合は花枝重量法による試算の方が実用的と言えよう。

次に、花枝長と花穂数の関係について検討を進める。St.2の結果は相関係数が低いためSt.1の結果を採用しその関係を検討する。花枝長と花穂数の関係式は

上述した(1)式

$NSF = 9.9 \times \ln(LFS) - 59.6$ となる。

これはFig. 3のような、x軸片対数の指数曲線で、花枝長が増えると花穂数も増加する。ここで

増加係数 $=$ 増加数 $-$ 増加前数 …… (5)

とする。

増加係数が0.3以下となる2,000mm付近を頭打ちと仮定すると花穂数は15.6個となる。また、St.1の花枝長の平均値1,538.5mmでは13.0個となる。

St.2の結果はFig. 4に示す通り、実測値は花枝長1,000mmから1,500mmにかけてランダムに分布しあまり相関が認められない。あるいはSt.1の結果についても花枝長2,000mm近辺から実測値はかなりランダムな分布を示していると言える。

しかし、総合して考えると、花枝長2,000mmまでは

花枝長が長くなるほど花穂数が増える傾向もSt.1で認められる。従って花枝長2,000mmまでは花枝長が長いほど花穂数は増加し合計の種子数も増えるが花穂13-14個付近で頭打ちになると考えられる。その後継続して水深が深くなり花枝長が例え長くなっても花穂数はあまり増加せず、合計種子数も増加しないで、一定の値に落ち着くはずである。

このことがPhillipsら⁵³⁾が述べる水深が深くても種子数が増加しないことの一つの要因であると結論づけられよう。しかし、これは日本における岡山県付近の狭い範囲で、しかも水深が浅い海域における現象であり、海外の10mにも達する水深帯のアマモには適用できないかも知れず、今後検証が必要であると考えられる。

いずれにしても今回得られた諸知見や関係式などは、播種によるアマモ場造成を行う際の種子採取に関

する指標として利用価値は高いと期待される、これらの知見を基に、今後種子を採取しアマモ場造成を行う際の参考として提言して行きたい。

謝辞

本研究を実施するにあたり、St.1での花枝採集に際しては日生町漁業協働組合の天倉辰巳専務理事はじめ職員諸氏に多大のご協力をいただいた。さらに、St.2での花枝採集に際しては岡山市小串漁業協同組合の藤澤正直組合長はじめ漁業者諸氏および岡山市立小串小学校の教員諸氏、児童の皆様にも多大のご協力をいただいた。また、資料の測定、整理などでは以下に示す諸氏に多大の協力をいただいた。岡山県立備前緑陽高等学校檜垣正人教諭、橋本颯真、柿本祐来、大井智貴、沖龍太郎、杉本雄輝、前原佑美菜の生徒諸氏にここに改めて深謝の意を表したい。

引用文献

- 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) 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
- 4) 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
- 5) 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
- 6) 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
- 7) 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
- 8) 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
- 9) 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
- 10) 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
- 11) 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
- 12) 福田富男・唐川純一, 1980: 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

- 13) 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
- 14) 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
- 15) 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
- 16) 福田富男・安家重材・土屋豊・寺嶋朴, 1984: 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
- 17) 福田富男・勝谷邦夫・寺嶋朴, 1984: 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
- 18) 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
- 19) Fukuda, T. and Tsuchiya, Y., 1987: 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
- 20) 福田富男, 1987a: 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
- 21) 福田富男, 1987b: 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
- 22) 福田富男, 1987c: 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
- 23) 福田富男・佐藤二郎, 1987a: アマモ場造成に関する研究－Ⅵ アマモ種子の播種密度と発芽率及び岡山県下2水域で採取したアマモ種子の発芽率. 岡山水試報, 2, 27-31
- 24) 福田富男・佐藤二郎, 1987b: 日生町におけるアマモ場造成. 岡山水試報, 2, 195-200
- 25) 福田富男・植木範行, 1996: アマモ種子の埋没深度と発芽の関係. 岡山水試報, 11, 1-6
- 26) 福田富男・香田康年, 2010: 走査型電子顕微鏡観察によるアマモ種子発芽時の外部形態について. 吉備国際大学短期大学部研究紀要, 39, 27-36
- 27) 福田富男・香田康年, 2014: 種子による人工アマモ (*Zostera marina*) 場造成の可能性について. 吉備国際大学研究紀要 (医療・自然科学系), 24, 1-13
- 28) 福田富男・香田康年・坂本竜哉, 2014a: 環境保全を考慮したアマモ (*Zostera marina*) 場造成研究－Ⅰ アマモ種子の播種深度と子葉の成長開始について. 吉備国際大学保険福祉研究所研究紀要, 15, 7-12
- 29) 福田富男・香田康年・坂本竜哉, 2014b: 環境保全を考慮したアマモ (*Zostera marina*) 場造成研究－Ⅱ アマモ種子発芽における幼芽鞘の機能－底泥表面認知要因について－. 吉備国際大学保険福祉研究所研究紀要, 15, 13-19
- 30) 福田富男・香田康年・水谷雅年・坂本竜哉・草加耕司・泉川晃一・濱崎正明, 2019: アマモ (*Zostera marina*) の再生産機構. 吉備国際大学研究紀要, 29, 1-20
- 31) 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
- 32) 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
- 33) 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
- 34) 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
- 35) 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

- 36) 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
- 37) 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
- 38) 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
- 39) 広島県, 1978: 保護水面管理事業調査報告書. 昭和53年度, 36pp
- 40) 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
- 41) 倉敷市大畠地先アマモ場環境・調査委員会, 1994: 倉敷市大畠地先アマモ場環境調査学術報告書. 83pp
- 42) 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
- 43) 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
- 44) 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
- 45) 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
- 46) 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
- 47) 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
- 48) 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
- 49) 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
- 50) 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
- 51) 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
- 52) Phillips, R. C., 1980: Transplanting methods. Handbook of seagrass biology, An ecosystem perspective. Garland STPM Press Lond., 41-56
- 53) Phillips, R. C., Grant, W. S. and McRoy, C. P., 1983: Reproductive strategies of eelgrass (*Zostera marina* L.), Aquat. Bot., 16, 1-20