

羽地内海沿岸干潟に分布する移入種マングローブの  
ヒルギダマシ*Avicennia marina*と  
ウラジロヒルギダマシ*A. alba*の環境適応の比較  
—— 繁殖時期, 果実生産量, 果実サイズ及び幼樹の成長について ——

新 垣 裕 治

Comparison of Environmental Adaptation of Introduced Species  
of Gray Mangroves, *Avicennia marina* and *A. alba*, Distributing  
on the Wetland of Haneji Inland Sea: on Reproduction Season,  
Fruit Production, Fruit Size and Growth of Sapling

ARAKAKI Yuji

名桜大学紀要 第24号  
2019年3月 抜刷



【学術論文】

羽地内海沿岸干潟に分布する移入種マングローブの  
ヒルギダマシ *Avicennia marina* と  
ウラジロヒルギダマシ *A. alba* の環境適応の比較

—— 繁殖時期, 果実生産量, 果実サイズ及び幼樹の成長について ——

Comparison of Environmental Adaptation of Introduced Species  
of Gray Mangroves, *Avicennia marina* and *A. alba*, Distributing  
on the Wetland of Haneji Inland Sea: on Reproduction Season,  
Fruit Production, Fruit Size and Growth of Sapling

新垣 裕 治

要旨

羽地内海沿岸干潟には、ヒルギダマシ *A. marina* (以下、ダマシ) とウラジロヒルギダマシ *A. alba* (以下、ウラジロ) が分布している。これら2種は、いずれも沖縄島における移入種である。ヒルギダマシは、宮古島が北限地で沖縄における国内移入種である。ウラジロは、フィリピンを北限地とする外来種である。ダマシは、羽地内海沿岸干潟の全域に広く分布し、また、屋我地島の羽地内海側干潟は特に高密度に分布している。一方、ウラジロは、屋我地島の羽地内海に面する我部の干潟の一部に分布しているに過ぎない。これらは同属であるが、同干潟における分布状況には大きな違いがある。これは、これら2種の同干潟への適応の違いの結果であると考えられる。本研究では、繁殖時期、果実生産量、果実サイズ及び幼樹の成長を比較することにより、これら2種の羽地内海干潟への適応について考察した。繁殖時期では、ウラジロが2週間から1ヵ月ダマシに先行し、蕾と果実の形成はウラジロがダマシの半分以下であった。果実生産量では、ウラジロはダマシに比べ非常に少ない。幼樹の成長率は、ウラジロがダマシより2倍以上高く、また、実生定着から3年では花芽が3株(10株中)で形成され、台風25号の強風で果実が消失したものの、1株で3果実が成熟まで至った。一方、ダマシの花芽の形成はなかった。本調査で、ダマシがより適応的であると考えられたのは果実生産量の多さであった。これが、羽地内海沿岸干潟におけるダマシの現状の分布密度及び分布域の広さの要因であると考えられる。

キーワード：ヒルギダマシ, ウラジロヒルギダマシ, 繁殖時期, 果実生産量, 幼樹成長

I. はじめに

ヒルギダマシ *Avicennia marina* (以下、ダマシ) は、宮古島を自然分布の北限とし(中須賀・小橋川, 1969; 中須賀, 1979)、沖縄島では国内移入種とされるマングローブの一種である。沖縄島では、植樹活動及びこれを基としての再生産により分布域を拡大している(新垣ら, 2013; 平中ら, 2009)。ダマシは、名護市羽地内海及びうるま市須崎の埋立地と本島間の水路での分布拡大が顕著である(新垣ら, 2013; 平中ら, 2009)。州崎のダマシは、1990年代の始め頃に西表島産の果実から養成さ

れた苗木500本が親水護岸に植栽されたことによる(沖縄県, 2015)。羽地内海では、2000年頃に饒平名干潟で植樹されたダマシが確認され、その後同干潟で急激に分布を拡大し(新垣ら, 2013)、現状では羽地内海沿岸干潟の全域へ分布域を拡大している(新垣, 2017; 新垣・齊藤, 2016)。

また、新垣・齊藤(2016)及び新垣(2017)は、羽地内海沿岸干潟でのマングローブの分布調査の過程で新たな移入種としてウラジロヒルギダマシ *A. alba* (以下、ウラジロ) の群落を屋我地島の我部地区の羽地内海に面した干潟の一部に分布していることを報告している。ウ

ラジロは、太平洋地域での分布北限をフィリピンとしているマングローブで (Spalding *et al*, 1997), 沖縄島における新たなマングローブの移入種 (外来種) である (新垣, 2017; 新垣・齊藤, 2016)。我部地区に分布するウラジロは、2016年の観察において最も高い樹高の株が4.99 mあることより、移植から10年以上は経過していると考えられるとしている (新垣, 2017; 新垣・齊藤, 2016)。

ダマシはこれらの干潟で急激に分布域を拡大し、羽地内海沿岸干潟全域へ分布域を広げているが、ウラジロは我部地区の干潟の一部に分布が限られている (新垣, 2017; 新垣ら, 2016)。両種は同属の移入種ではあるが、分布範囲には大きな違いがあり、この違いはこれら種の新たな生息地となっている羽地内海沿岸干潟環境への適応の違いによると考えられる。本研究では、両種の適応の違いを繁殖要因 (蕾・花・果実の時期と形成量)、果実生産量、果実サイズ及び幼樹の成長を比較することにより考察した。

## II. 方法

ウラジロの特徴は、葉の先端が尖った披針形で果実が鋭先形である特徴により同定がなされている。本調査地

におけるウラジロは、披針形の葉の形態により同種と同定された (新垣・齊藤; 2016)。ウラジロは、屋我地西海岸 (我部) の一部の干潟だけで棲息が確認されているため (新垣, 2017; 新垣・齊藤, 2016), 調査及び果実の採取はこの場所で行った (図 1 b)。調査場所の環境条件を同じにする観点から、ダマシの調査地及び果実採集地も屋我地島西海岸 (我部) の干潟とした (図 1 a)。

### ① 繁殖時期 (蕾・花・果実の形成時期と量)

両種の蕾、花及び果実 (半胎生果実) の形成時期及び量を調べるため、対象木を10本 (樹高が80 ~ 250cmの範囲内) 選定した。両種とも葉腋及び枝先に集散花序を形成し、集散花序の軸の先端には花芽がクラスター (3 ~ 5) として形成される。クラスターの花芽の発達段階は一樣ではなく、それぞれの段階が混在する。花序の発達段階としては最も進んだ段階をその花序の段階とした。それぞれの対象木で毎回花序の発達段階を調べ (50 花序×3回), その平均値を割合 (%) へ換算した。調査期間は、2016年6月から2018年10月までの2年4ヶ月の期間である。

### ② 樹木当たり果実数

樹木サイズが大きくなれば果実生産量も多くなること

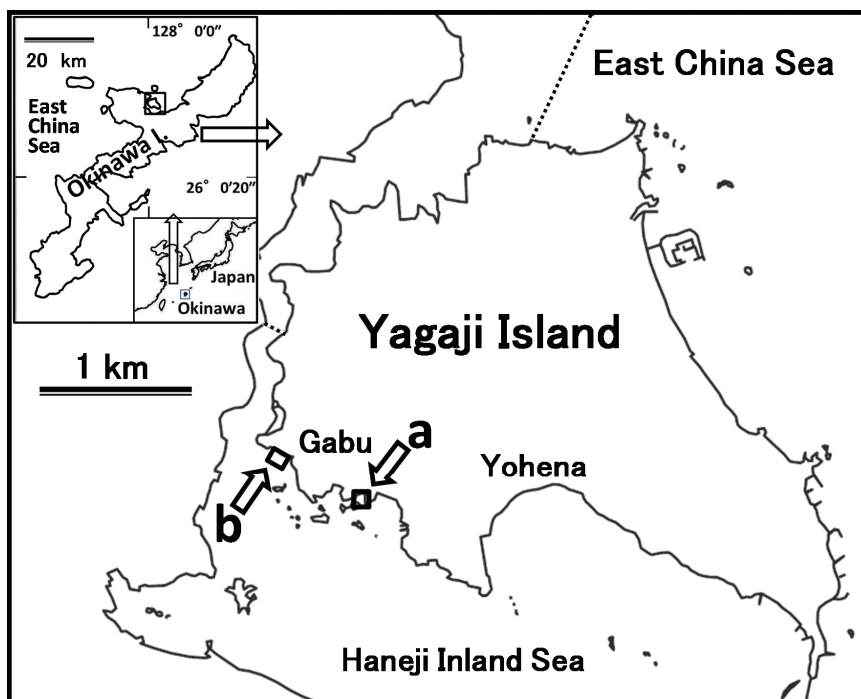


Figure 1. Research site.

The letters, a and b, in the figure indicate research sites of *A. marina* and *A. alba*, respectively. “.....” indicates bridge.

図 1. 調査地

図中の「a」及び「b」はそれぞれヒルギダマシとウラジロヒルギダマシの調査場所を示す。「.....」: 橋を示す。

が予想されることより、樹木サイズによる片寄を避けるために、樹木は小・中・大の樹木サイズが含まれるように選定した。付いている果実を全て数え樹木サイズと対応させた。樹木サイズは、樹高と枝張の長軸と短軸を測定し、それぞれを掛け合わせ樹木サイズ (m<sup>3</sup>) とした。2016年9月19日に調査を実施した。

### ③ 果実サイズ

両種の成熟果実（やや黄味を帯びる）を採取し、長径 (mm)・短径 (mm)・厚さ (mm) 及び質量 (g) を測定した。果実サイズ (cm<sup>3</sup>) は、長径×短径×厚さとして表し、サイズ分布を示した。果実の採取は2016年9月19日に行い、室温で保存し、同月21日に果実のサイズ測定をした。

### ④ 幼樹の成長

本調査で観察対象とした幼樹は、2015年の9月中旬から10月中にかけて自然落下した果実が成長したと考えられる幼樹である。樹高は、根元地面から頂芽までの高さとした。成長に伴って増える茎の節、葉数及び枝（側枝）の数も記録した。調査期間は、2016年4月から2018年7月までの2年3ヵ月の期間である。

## Ⅲ. 結果

### 1) 繁殖時期（蕾・花・果実の形成時期と量）

両種の花序の季節変化を図2に示す。両種とも5月から10月頃にかけて蕾・花・果実が形成され、繁殖時期と

しては夏季であった。しかし、それぞれの花芽の形成時期、形成量 (%) のピークの時期には違いがあった。ウラジロの蕾・花・果実の形成開始時期は、ダマシに先行していた。蕾の形成は2週間 (2018年) から1ヵ月 (2017年)、ウラジロが早くなっていた。花の形成では1週間程度、また、果実の形成では2週間程度、ウラジロが先行していた。蕾・花・果実の形成量 (%) がピークとなる時期も、それぞれの形成開始時期同様にウラジロが先行していた。蕾の量 (%) のピークは2週間 (2018年)、また、果実の量 (%) のピークは1ヵ月 (2017及び2018年)、ウラジロが先行していた。以上より、繁殖時期はウラジロがダマシよりも2週から1ヵ月程度先行していると言える。

蕾、花及び果実の形成量 (%) を比較すると、ダマシのこれらの形成量 (%) が高くなっていた。花芽の段階は、より進んだ段階をその発達段階と判断すると観察方法により、花の段階の量 (%) が低くなることにもよるが、蕾と果実の量 (%) で特にダマシが高くなっていた。2017年のダマシとウラジロの蕾の形成量 (%) では、それぞれ96.8%と50.8%であった。果実の形成量 (%) では、それぞれ89.1%と17.6%であり、これらの差はいずれも有意 (分散分析,  $p < 0.001$ ) であった。2018年の蕾及び果実の形成量 (%) は、ウラジロが2017年に比べやや高く (蕾: 56.9%; 果実: 42.8%) なり、一方でダマシではやや低く (蕾: 79.4%; 果実: 84.5%), これらの差も有意 (分散分析,  $p < 0.01$ ) であった。

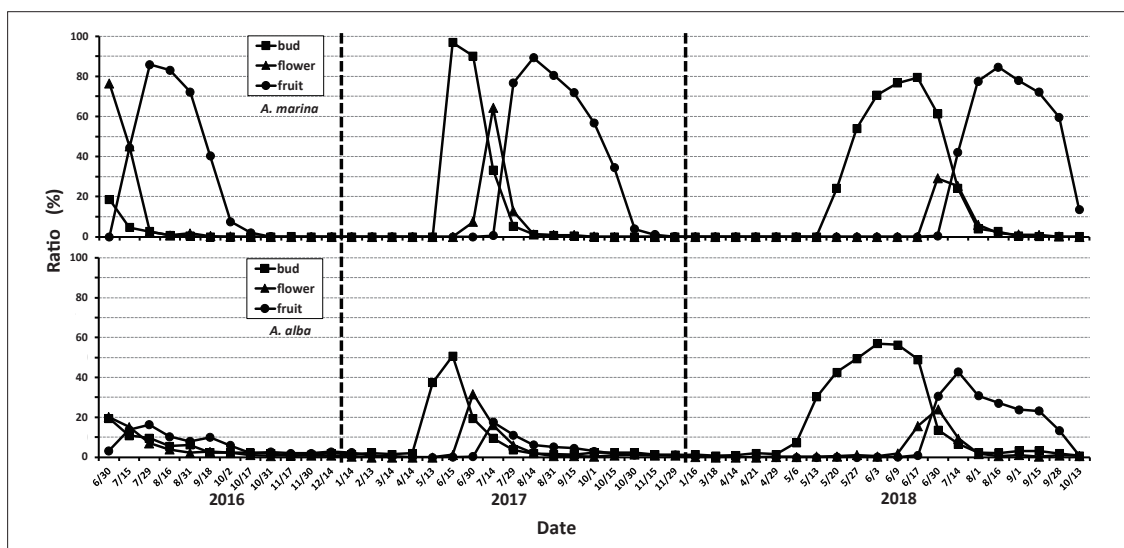


Figure 2. Comparison of bud, flower and fruit formation ratio (%) transition of *A. marina* and *A. alba*. The values are calculated by average of 50 X 3 times inflorescence counts of each stage of bud, flower and fruit, and expressed by percentage (%). Stage of flower bud is judged as the most advanced stage of flower bud. The date is expressed by month/day.

図2. ヒルギダマシ及びウラジロヒルギダマシの蕾、花及び果実の割合 (%) と時期  
値は花序の蕾、花及び果実の観察数 (50×3回) の平均値である。蕾、花及び果実の判断は最も発達した段階の花芽の状態とした。時期 (Date) は、月/日で示す。

樹木サイズ (m<sup>3</sup>) と付いている果実数の関係では、ダマシで相関は高かった ( $r^2=0.9125$ ) (図3)。一方、ウラジロでは傾向としては、樹木サイズが大きくなるに従い果実数が多くなるが、付いている果実数の変動が大きくほとんど相関が無かった ( $r^2=0.1634$ )。樹木当たりの果実数は、ダマシが全体的に多い数で推移し、これに比べウラジロでは少なかった。ダマシの最大果実数は770個 (樹木サイズ:4.55cm<sup>3</sup>) に対し、ウラジロでは309個 (樹木サイズ:7.87cm<sup>3</sup>) である。果実数を同程度の樹木サイズで比較すると、ダマシの770個 (前述) に対しウラジロの119個 (4.93cm<sup>3</sup>)、ダマシの256個 (1.56cm<sup>3</sup>) に対しウラジロの7個 (1.64cm<sup>3</sup>) である (図3)。これはそれぞれ、ダマシの果実数がウラジロの6.64倍と36.57倍になる。これらより、ダマシの樹木当たりの果実数はウラジロに比べ非常に多いと言える。

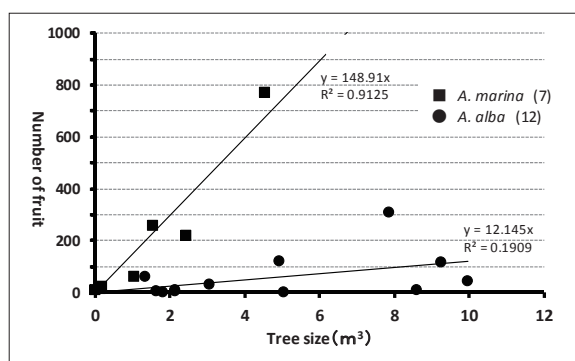


Figure 3 Tree size and the number of fruits. Tree size is calculated by height x width of branch (long) x width of branch (short) of the tree.

図3. 樹木サイズと果実数  
樹木サイズは、樹高×長径 (枝) ×短径 (枝) として算出した。

## 2) 果実サイズ

ダマシは卵形の果実を形成する (小滝, 1997; 吉川, 2014)。一方、ウラジロは先端の尖った細長い果実を形成する (小滝, 1997)。葉の形態同様に果実の形態の違いによりダマシとウラジロを区別することができる (小滝, 1997)。本調査地に自生するウラジロは細長く先端が尖る葉の形態より本種と同定されたが (新垣・齊藤, 2016)、果実の形態はダマシと同じ卵形であった (図4)。ガム島に自生するヒルギダマシ類でも本調査地で生育しているウラジロ同様に葉が細長く先端が尖り卵形の果実であるが、ウラジロと同定されている (小滝, 1997)。

ダマシの果実サイズは、3-4 (cm<sup>3</sup>) の頻度が31.7% (33個) で最も高く、5-6 (cm<sup>3</sup>) の17.3% (18個) が次に高い頻度となっていた (図5)。一方、ウラジロでは、7-8 (cm<sup>3</sup>) と11-12 (cm<sup>3</sup>) でそれぞれ12.6% (15個) と

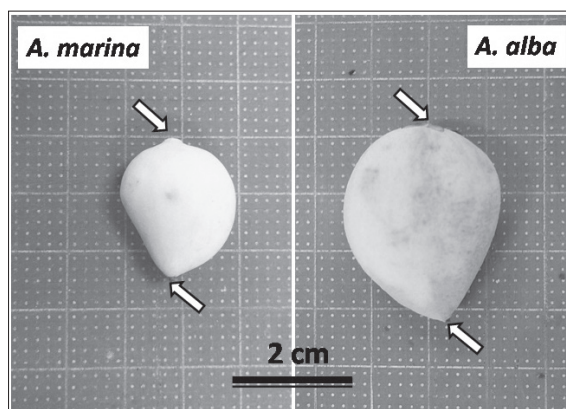


Figure 4. Fruit of *A. marina* and *A. alba*. Arrows indicate the base (top) and the tip (bottom) of fruit, respectively.

図4. ヒルギダマシとウラジロヒルギダマシの果実  
図中の矢印はそれぞれ果実の付け根 (上) と先端 (下) を示す。

14.3% (17個) の比較的高い頻度を示し、最大の果実サイズが15-16 (cm<sup>3</sup>) で0.8% (1個) 及び最小で1-2 (cm<sup>3</sup>) で0.8% (1個) と広範囲のサイズ分布であった (図5)。果実平均サイズは、ダマシ及びウラジロがそれぞれ、4.00 ± 1.60 (cm<sup>3</sup>) と8.94 ± 2.98 (cm<sup>3</sup>) で (図5)、その差は有意 (分散分析,  $p < 0.001$ ) であった。平均サイズで比較すると、ウラジロがダマシに比べ約2.2倍である。

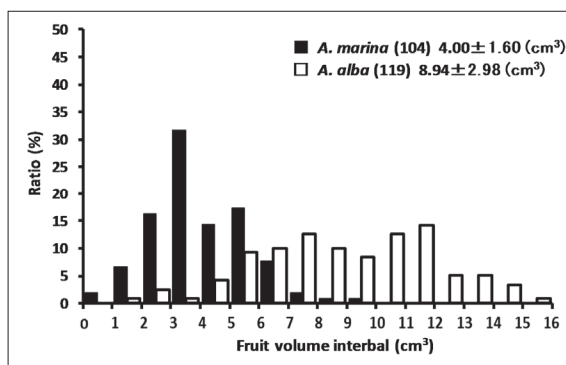


Figure 5. Fruit size distribution of *A. marina* and *A. alba*. Fruit size was calculated by long axis x short axis x thickness of the fruit. The number in parentheses indicates the number of fruits. The number behind the parentheses is average ± SD.

図5. ヒルギダマシとウラジロヒルギダマシの果実サイズ  
果実サイズは、果実の長軸×短軸×厚さにより算出した。括弧内の数値は個数を示し、この後ろの数値は平均±SDを示す。

### 3) 幼樹の成長

観察を開始した2016年4月17日の樹高は、ダマシが  $14.1 \pm 3.6$  (cm) でウラジロが  $14.64 \pm 7.4$  (cm) で、殆ど同じ樹高であった (図6)。ウラジロの成長はダマシに比べて早く、6ヵ月後の2016年11月18日には、それぞれの樹高が  $25.1 \pm 6.08$  (cm) と  $34.9 \pm 14.71$  (cm) までに成長し (図6)、この差は有意 (分散分析,  $p < 0.05$ ) であった。両種共に4月から10月頃までの比較的暖かい時期に成長が促進され、12月から3月までの比較的寒い時期には成長が遅かった (図6)。ウラジロは、比較的暖かい時期の成長量がダマシより大きく、この違いがダマシとウラジロの樹高の違いとなっていた (図6)。成長の速い2016年4月17日から12月14日までの成長率は、ダマシが1.5cm/月、ウラジロが3.0cm/月であり、2017年4月14日から11月15日までは、それぞれ1.4cm/月及び3.2cm/月であった。成長速度は、ウラジロはダマシに比べ2016年には2.0倍、2017年には2.2倍高くなっていた。

### IV. 考察

ウラジロの繁殖時期は、ダマシの繁殖時期に比べ2週間から1ヵ月程度早くなっていた。一方、蕾、花及び果実の形成量 (%) はウラジロがダマシより低かった。果実の形成量 (%) で比較すると、2017年はウラジロが17.6%に対しダマシは89.3%で、2018年はそれぞれ、42.8%に対し84.5%であった。この2年で比較する限りウラジロの果実形成量 (%) はダマシの半分以下であった。また、果実の樹木当たりの生産量は、ダマシはウラジロに比べ非常に高くなっていた。子孫をより多く残すことができることがより適応的であるという観点かするとダマシはウラジロよりも羽地内海干潟の環境において適応的であると考えられる。一方、沖縄島への台風接近が7月から9月にかけて多く、特に8月が多くなることを考慮すると (気象庁, online)、繁殖時期が早く7月中旬に果実量 (%) がピークに達するウラジロが台風による未成果実の落下等の攪乱を受ける確率が低くなると考えることができるので、ウラジロがより適応的である

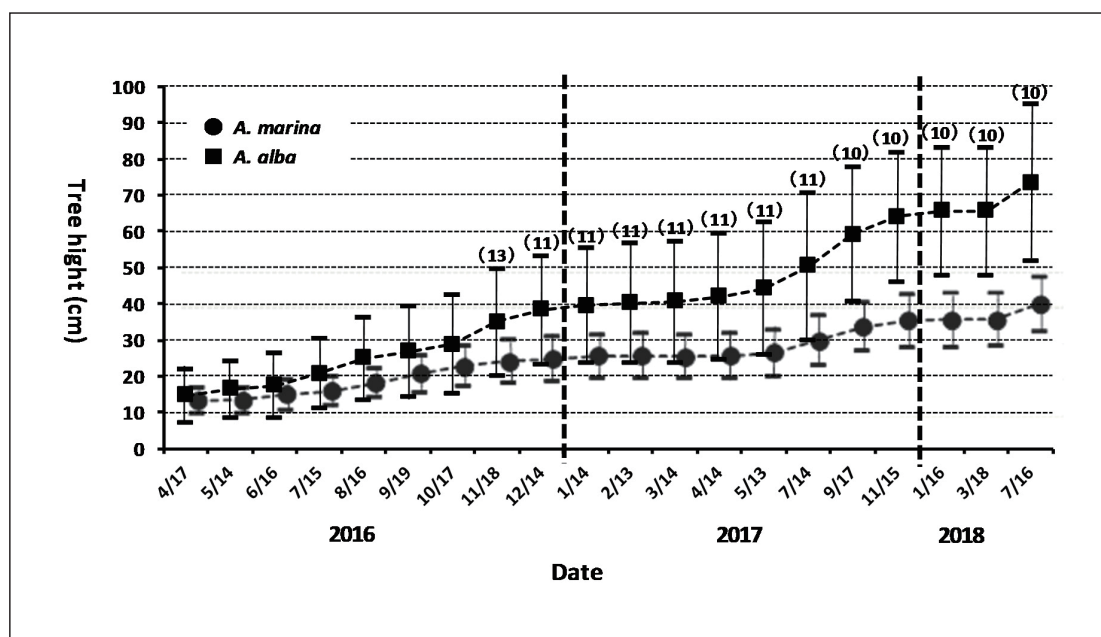


Figure 6. Comparison of the growth of sapling between *A. marina* and *A. alba*. Value indicates average  $\pm$  SD. The number in parentheses indicates the number of samples. The bars without number mean 15 samples of sapling. The date is expressed by month/day.

図6. ヒルギダマシとウラジロヒルギダマシの幼樹成長の比較  
 図中の値は、平均 $\pm$ SDで示す。括弧内の数値はサンプル数を示す。括弧が無いものは、15サンプル数である。期日 (Date) は、月/日で示す。

と考えられる。

果実サイズは、ウラジロは $8.94 \pm 2.98$  (cm) でダマシの2.2倍で、この差は有意 (分散分析,  $p < 0.001$ ) であった。果実サイズは、実生の成長の栄養分量を反映したものである。アイグロマツの果実では重いほど初期 (50 ~ 100日) の成長率が高いことが示されている (橋本・中井, 1959)。マツの果実とヒルギダマシ類の果実 (半胎生種子) は、果実サイズや果実の構造上異なるので一概に比較することはできないが、果実サイズの大きいウラジロはダマシに比べ少なくとも実生の初期の成長においては適応的であると考えられる。

ダマシとウラジロの成長が速かったのは、4月から11月までの比較的暖かい時期であった。この時期の月当たりの成長率は、ウラジロがダマシの2倍以上で3.0cm以上/月であった。観察を始めた2016年よりも2年目の2017年のウラジロの月当たり成長率が3.2cmでダマシの成長率に比べ2.2倍高かった。また、ウラジロは、2018年7月14日には、3株 (10株中) で蕾、花及び果実の花芽が形成され、同年10月4~5日にかけて接近した台風25号の強風によりこれら花芽が消失し、10月28日の観察では1株で3個の果実だけを残した (新垣未発表データ)。このことより、ウラジロは定着から3年では花芽を形成し繁殖に参加するまでに成長することがわかる。一方、ダマシでは、花芽の形成は全く観察されなかった (新垣未発表データ)。ウラジロはダマシに比べ成長が速く成熟も早いことは、ウラジロがダマシに比べより適応的であると考えられる。

以上より、ウラジロはダマシに比べ羽地内海の干潟環境により適応していると考えられることできる。移植から10年以上は経過していると考えられるとされるウラジロではあるが、羽地内海沿岸干潟での分布域は我部海岸干潟に一部地域に限られているのに対しダマシは羽地内海干潟のほぼ全域に分布をしている (新垣, 2017; 新垣・齊藤, 2016)。この違いは、本調査で、ダマシがより適応的であったと考えられる果実生産量の多さに起因すると考えられる。果実生産量の違いがどのような環境要因に起因するかは今後の課題としたい。

## V. 謝辞

本調査は、屋我地島の我部地区の干潟で行われたものである。現在は使われてはいないが、これら干潟は嘗て塩田として利用されていた場所である。地域住民の方々にとっては庭の様な場所である。この様な場所で調査に専念させて頂けたことに感謝を申し上げる。

## VI. 引用文献

- 新垣裕治 (2017) 沖縄県羽地内海沿岸及び屋我地島沿岸干潟におけるマングローブの分布状況について. 名桜大学紀要 (22) : 13-22.
- 新垣裕治・齊藤秀平 (2016) 屋我地島及び羽地内海におけるヒルギダマシ (*Avicennia marina*) の分布現状と新外来種の分布の可能性. 沖縄生物学会第53回大会講演要旨集, p17.
- 新垣裕治・山田慶紀・比嘉博斗 (2013) 沖縄県屋我地島の饒平名干潟に分布拡大するヒルギダマシ (*Avicennia marina*) に関する研究 - 国内移入したマングローブ種の分布動態 -. 名桜大学総合研究所紀要 (22) : 17-23.
- 橋本英二・中井勇 (1959) アイグロマツ果実の重さのちがいが発芽およびその後の成長に及ぼす影響. 京都大学農学部演習林報告, 287 : 85-89.
- 平中晴朗・塩根嗣理・田端重夫・桜井 雄 (2009) 沖縄島における国内外来種のヒルギダマシ (*Avicennia marina*) の分布. 沖縄生物学会第46回大会講演要旨集, p17.
- 気象庁 (online) 沖縄地方への台風の接近数. <https://www.data.jma.go.jp/fcd/yoho/typhoon/statistics/accession/okinawa.html> (閲覧日: 2018年10月27日).
- 中須賀常雄 (1979) マングローブ林の林分析. 琉球大学農学部学術報告 (26) : 413-519.
- 中須賀常雄・小橋川義博 (1976) マングローブに関する研究 IV - (2) 沖縄本島・久米島におけるマングローブの分布状況. 琉球大学農学部学術報告 (23) : 313-337.
- 小滝一夫 (1997) 第2章 熱帯地方のマングローブ探訪 『マングローブの生態 - 保全・管理への道を探る -』 信山出版, pp.56-84.
- 沖縄県 (2015) マングローブ植栽方針. <https://www.pref.okinawa.jp/site/kankyo/shizen/manglobesyokusaishishin.html> (閲覧日: 2018年10月30日).
- Spalding M, Blasco F, and Field C (Eds) (1997) *World Mangrove Atlas*. The International Society for Mangrove Ecosystems, Okinawa, Japan. 178pp.
- 吉川 賢 (2014) ヒルギダマシの種特異性と生存戦略. 日本緑化工学会誌 (J. of the Japanese Society of Revegetation Technology) 39 (4) : 474-480.



## Comparison of Environmental Adaptation of Introduced Species of Gray Mangroves, *Avicennia marina* and *A. alba*, Distributing on the Wetland of Haneji Inland Sea: on Reproduction Season, Fruit Production, Fruit Size and Growth of Sapling

ARAKAKI Yuji

### Abstract

The genus of *Avicennia* mangroves, *A. marina* and *A. alba*, are distributing on the wetland of Haneji inland sea. These two species are introduced mangrove species in Okinawa Island. Northern limit distribution of *A. marina* is in Miyako Island. While, that of *A. alba* is in the Philippines. The distribution of *A. marina* is on the wetland all over the inland sea and dense distribution on the side of the inland sea of Yagaji Island. While, the distribution of *A. alba* is just limited on the wetland of Gabu area of Yagaji Island facing the inland sea. These two species belong to the same genus, however, their distribution is significantly different in the inland sea. It is supposed that this difference caused their adaptation to the inland sea wetland environment. Reproduction season, fruit production, fruit size, and growth of sapling are compared for consideration of their adaptation to the inland sea wetland. Reproduction season of *A. alba* came earlier than two weeks to one month of that of *A. marina* and the formation of bud and fruit are less than half of *A. marina*. As for fruit production, *A. marina* is significantly higher than that of *A. alba*. The fruit size of *A. alba* is 2.2 times larger than that of *A. marina*. The growth rate of *A. alba* is more than 2 times higher than that of *A. marina*, and after three years from seedling rooting, flower bud formation occurred on 3 trees out of 10 saplings of the species, however resulted in three matured fruits adhesion to a branch of one tree as an influence of the Typhoon No. 25 that brought strong gust of wind. On the other hands, no flower bud formation observed on *A. marina*. An adaptive attribute of *A. marina* of the research was fruit production, which supposed to be primary factor to explain current distribution of *A. marina* in the inland sea.

**Keywords:** *A. marina*, *A. alba*, reproduction season, fruit production, growth of sapling

