

【研究ノート】

## 沖縄島の羽地内海干潟に産するヒルギダマシ (*Avicennia marina*) の果皮剥離に及ぼす要因について

新垣 裕治

### Factors affecting pericarp shedding of the Gray mangrove (*Avicennia marina*) inhabiting the wetlands of the Haneji Inland Sea, Okinawa Island

ARAKAKI Yuji

#### 要旨

マングローブ類は、散布体（胎生種子、半胎生種子）が海流等に運搬され分布域を拡大する。羽地内海には、国内移入種であるヒルギダマシが分布している。ヒルギダマシの散布体（果実）は半胎生種子で、防水性の高い果皮の浮力により浮遊し分布域を広げる。本研究では、ヒルギダマシの果実を自然光周期及び連続暗黒の条件下で各処理水（海水、汽水、DW）に浸水し、果皮剥離による果実の沈降及び再浮上について調べ、同種の分散について考察をした。全ての果実の沈降までの平均時間は、自然光周期条件では6.5日、連続暗黒条件では5.4日であった。自然光周期条件では、DWへ浸水した果実が海水と汽水に比べ沈降しやすく、また、再浮上の実験では再浮上しやすかった。この違いはいずれも有意（分散分析,  $p < 0.01$ ）であった。海水及び汽水の処理では、自然光周期及び連続暗黒条件の両方で沈降及び再浮上の違いが無かった。再浮上果実を人工培地へ移し発根と発芽、茎の伸長があったことより、再浮上果実にも本種の分散の可能性があることが示された。

キーワード：ヒルギダマシ、散布体の分散、果実の沈降と再浮上、自然光周期、連続暗黒

#### I はじめに

マングローブ類は、散布体（胎生種子、半胎生種子）が海流等に運搬され分布域を拡大する（Mandal & Bar, 2019；中村・中須賀, 1998）。ヒルギ科のオヒルギ、メヒルギ及びヤエヤマヒルギは散布体として、果実の中の種子が発芽成長し胚軸を伸長させた胎生種子を母樹上で形成する（中村・中須賀, 1998）。一方、クマツヅラ科のヒルギダマシは母樹上の果実の中で種子が発芽はするが胚軸の成長は伴わない半胎生種子を形成する（玉栄, 2000；吉川, 2014）。胎生種子は、これ自体に浮力があり散布体として機能するが（中村・中須賀, 1998）、ヒルギダマシの果実（半胎生種子）では、防水性の高い果皮の浮力により果実が浮遊する（Mandal & Bar, 2019；玉栄, 2000）。ヒルギダマシの果実は、母樹から落下し浸水することにより果皮が剥離し干潟底質

等へ沈み、胚軸の伸長及び発根が起こり定着する（玉栄, 2000）。ヒルギダマシの果実の漂流する距離（分布域の拡大）は、着水後に果実の浮遊時間（果皮剥離までの時間）に比例すると考えられる（Clark, 1993；玉栄, 2000）。

本研究では、国内移入種として名護市羽地内海に繁茂するヒルギダマシの果実を実験材料とし（新垣, 2017；新垣ら, 2016；新垣ら, 2013；平中ら, 2009）、自然光周期及び連続暗黒条件下で各処理水（海水、汽水、蒸留水（以下、DW））に浸水し、果実の沈降時間（果皮剥離までの時間）及び沈降果実（果皮剥離果実）の再浮上を調べ、ヒルギダマシの果実の分散と分布拡大の可能性について考察した。

#### II 方法

本実験は、自然光周期及び連続暗黒条件下で各処理水（海

水：34.5%，汽水：30%，DW）にヒルギダマシ成熟果実（果皮がやや黄味を帯びる）の各20個を供し行った。果実は、2018年11月2日に屋古（屋我地島）の干潟で採取した。実験は、名城大学大学院棟自然実験室で2018年11月3日～11月14日の12日間実施した。自然光条件は実験装置を実験室の窓際に接地することにより設定し、連続暗黒条件はダンボール箱内に実験装置を設置し、自然光を遮断することにより設定をした。期間中の水温は23～25℃、室温は23～24℃であった。

### 1 果実の浸水

自然光周期及び連続暗黒条件下の各処理水に果実を入れ沈降果実（果皮剥離果実）をカウントした。観察は、Wi-Fi対応ネットワークカメラ（スマ見えCAM Robo, GS-SMC021）を設置し（図1）、インターネットを介し6時間毎にスマートホンのスクリーンショット機能で撮影をし（図2）、その画像より沈降果実をカウントした。

剥離果皮は、水質悪化と果実の沈降への影響を防ぐ為に速やかに取り除いた。期間は、11月3日9：30に開始し11月11日9：30までの8日間とした。

### 2 果皮剥離果実の浸水

各条件下の浸水実験で沈降した果実（果皮剥離果実）を別の容器へ移し同条件で再度浸水し、浮上の有無について観察をした（図3）。毎日浮上果実をカウントし、また、果実の入りの容器の水質が悪くならないように適度に処理水の交換を行った。果皮剥離果実は、上記果実浸水の沈降果実（果皮剥離果実）を、随時容器へ移すことにより得た。期間は、11月3日15：20に開始し11月14日15：00までの12日間とした。

### III 結果/考察

ヒルギダマシの果実（半胎生種子）は、防水性の高

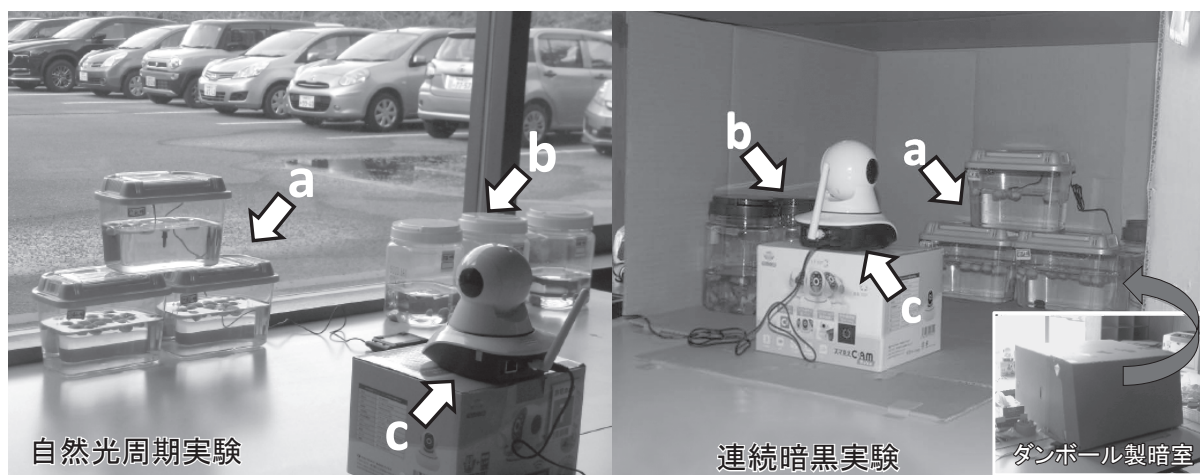


図1 実験装置

「a」は果実浸水実験及び「b」は果皮剥離果実浸水実験を示す。「c」はネットワークカメラである。図の右は、ダンボールで作成した暗室に実験装置を設置している連続暗黒実験装置を示す。

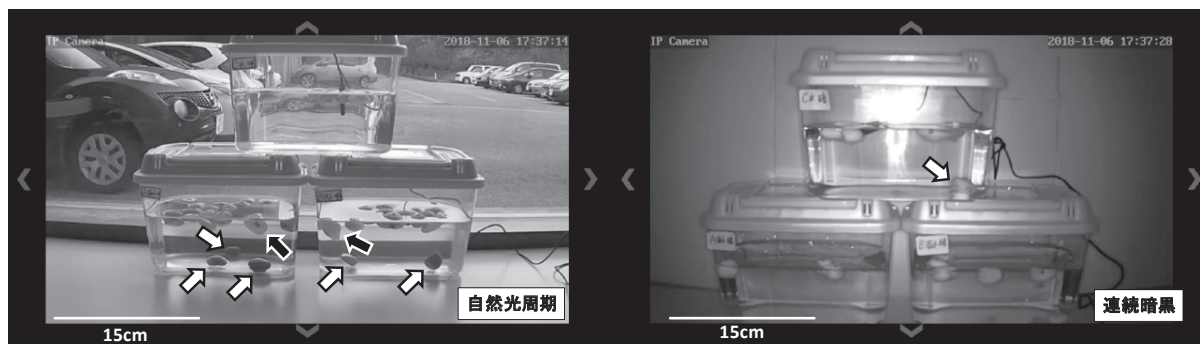


図2 観察画像

白抜き矢印は果皮剥離果実を示し、黒抜き矢印は剥離果皮を示す。連続暗黒条件下（右側）での撮影は、ネットワークカメラの暗視機能での撮影画像である。



図3 果皮剥離果実

連続暗黒条件下での海水（左）、汽水（中央）及びDW（右）の果皮剥離果実の浮遊及び沈降果実を示す。

い果皮の浮力により果実が浮遊する (Mandal & Bar, 2019; 玉栄, 2000; 吉川, 2014)。果実が浸水することにより、果皮剥離が起こり果実は沈降し (Clarke and Myerscough, 1991), 底質に接地し発根が起こる (玉栄, 2000)。本実験でも、浸水することにより果皮剥離が起こり、果皮が剥離すると果実は浮力を失い沈降した。自然光周期条件の、DW浸水での果実の沈降 (果皮剥離) が急に起こり、浸水後6時間では8個の果実が沈降し浮遊果実が12個、36時間では更に5個が沈降し浮遊果実数は7個になり、海水及び汽水の浮遊果実数 (16個) の半分以下であった (図4)。その後の減少は少なく、102時間まで徐々に果実の沈降が起こり、海水及び汽水の浮遊果実数 (5~3個) とほぼ同数の4個となった (図4)。

自然光周期条件においては、実験開始から102時間までの浮遊果実数の変化は有意に異なり (分散分析,  $p < 0.01$ ), DW浸水の浮遊果実の減少、果皮の剥離が他に比べ多いことが分かった (図4)。一方、連続暗黒条件では、各処理 (海水、汽水、DW) とともに、浸水時間に逆比例をして徐々に浮遊果実個数が減少し (図4)、有意な違いはなかった。自然光周期及び連続暗黒条件の果実の沈降の傾向は、自然光周期のDW処理を除けば、違いはなかった。

全ての果実が沈降 (果皮剥離) するのは、自然光周期条件ではDWが最長で198時間 (8.25日)、海水が最短で120時間 (5日)、汽水が150時間 (6.25日) であった (図4)。連続暗黒条件では、海水が最長で180時間 (7.5日)、DWが最短で102時間 (4.25日)、汽水が108時間 (4.5日) であった (図4)。これらを平均すると、自然光周期条件では全ての果実が沈降するまで6.5日、連続暗黒条件

では5.4日になる。これらより、本研究での果実が浮遊する期間はおおよそ1週間程度であると言える。

果実の浮遊時間は成熟果実で短く、未成熟果実では長いことが指摘されている (玉栄, 2000)。玉栄 (2000) の結果では、未成熟果実を海水へ浸水し44時間後には80%が果皮剥離を起こした。また、野外の観察では、Clarke and Myerscough (1991) によれば、汽水に果実が浸水して24時間後には80%で果皮剥離が起こり沈降している。これらと比較すると本研究では成熟果実を選別

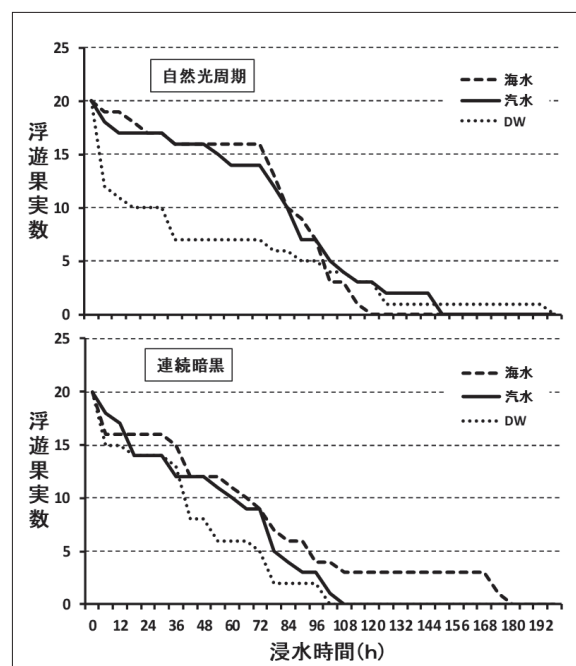


図4 浮遊果実 (果皮付果実) と浸水時間



して実験に供したのではあるが、果実が沈降するまで比較的長い時間がかかっている。

ヒルギダマシの沈降果実は、再浮上することが報告されている (Clarke and Myerscough, 1991; Steinke, 1986; 玉栄, 2000)。本研究でも、果皮剥離果実の浸水実験より、一旦は沈降した果実が再浮上することが示された (図5)。自然光周期条件では、DWで実験開始後12日目には全ての果実が再浮上した。一方、海水と汽水の再浮上果実は、それぞれ13及び11個であった。DW処理の果実の再浮上が海水及び汽水に比べ有意に異なり (分散分析,  $p < 0.01$ )、DW処理は再浮上しやすいことが分かった。連続暗黒条件では、汽気で殆ど (19個) が浮上し、海水とDWではそれぞれ11及び14個であったが、処理水による有意な違いは無かった。

本実験の果皮剥離果実は、果実浸水実験で沈降した果実 (果皮剥離果実) を随時再浮上実験用の容器へ入れて観察した。容器内の果実の区別はしていないので、本実験の時間は個々の果皮剥離果実の再浮上までに要した浸水時間とはなっていない。

果実の分散距離は、果実の漂流時間に関係し、果皮剥離が起りやすい成熟果実では母樹周辺に沈降するが、果皮剥離が起り難い未成熟の果実は遠方まで分散することが可能である (玉栄, 2000)。しかし、未成熟果実は果皮を破る機能が不完全であり、遠方まで分散したとしても生き残る機会は少ないとされる (玉栄, 2000)。

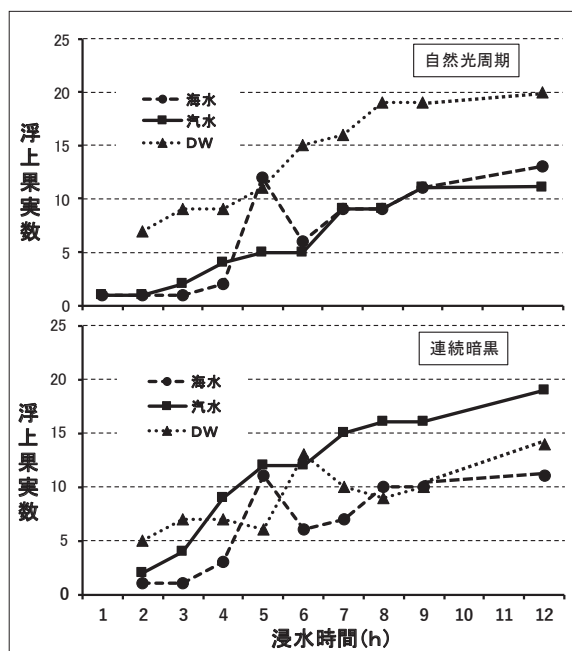


図5 再浮上果実 (果皮剥離果実) と浸水時間

野外の観察においては、母樹周辺の群落の呼吸根に果実が引っかかることにより固定され発芽・定着が促進され

(谷口ら, 2010)、結果として母樹の周辺に分布が集中することになると考えられる。

本実験で果皮剥離果実が再浮上し、遠距離を移動し分散する可能性があることが示された。自然環境下でのような再浮遊がどれだけ起こるのか、また、再浮上果実の定着率がどうなるか調べる必要がある。予備実験的に果皮剥離をした再浮上果実と沈降したままの果実を人工培地 (商品名: 水でふくらむタネまき土ポット) へ移し観察をした。腐敗する果実もあったが、発根と発芽、茎が成長をする果実もあった。人工培地へ移して68日後の自然光条件下 (海水, 汽水, DW処理の合計) では33個 (55%) の果実が生育 (発根, 発芽, 茎の伸長) していた。連続暗黒条件では、DW処理の果実は全てカビが付き腐敗したが、海水及び汽水処理では16個 (40%) の果実が生育していた。

### 謝辞

本研究を実施するに当たり、これまでヒルギダマシの観察フィールドとして利用させて頂いている、屋我地島の屋古地区の方々の本研究への理解に感謝を申し上げます。

### 参考文献

- 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・宮良 工・宮本真琴・伊芸 元 (2016) 沖縄県屋我地島の饒平名干潟に分布拡大する国内移入種であるヒルギダマシ (*Avicennia marina*) に関する研究—干潟生態系へ与える影響について—. 名桜大学総合研究所紀要 (25) : 25-32.
- 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.
- Clark PJ (1993) Dispersal of grey mangrove (*Avicennia marina*) propagules in south-eastern Australia. *Aquatic Botany* (45) : 195-204.
- Clarke PJ and Myerscough PJ (1991) Buoyancy of *Avicennia marina* propagules in southern Australia. *Australian Journal of Botany* (39) 1: 77-83.
- 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, p.17.

Mandal RN and Bar R (2019) Mangrove for building resilience to climate change. Apple Academic Press.

中村武久・中須賀常雄 (1998) マングローブ入門. めんこ.

Steinke TD (1986) A preliminary study of buoyancy behavior in *Avicennia marina* propagules. South African Journal of Botany (52) 6: 559-565.

玉柴茂康 (2000) ヒルギダマシ植林による砂漠沿岸緑化に関する研究：ベルシャ湾沿岸におけるヒルギダマシ種子の生態. 日本生態学会誌 (50) : 121-131.

谷口真吾・藤田ツル・福園幸太郎・比嘉育子・今西剛・中須賀常雄 (2010) ヒルギダマシ (*Avicennia marina*) 胎生芽の定着と分布域拡大要因. 第57回日本生態学会要旨集, p.337.

吉川 賢 (2014) ヒルギダマシの種特異性と生存戦略. 日本緑化学会誌 (39) 4 : 474-480.

# Factors affecting pericarp shedding of the Gray mangrove (*Avicennia marina*) inhabiting the wetlands of the Haneji Inland Sea, Okinawa Island

ARAKAKI Yuji

## Abstract

Mangroves expand their distribution by drifting floaters, viviparous and semi-viviparous seeds, and by being carried by waters such as currents. *Avicennia marina*, a domestic introduced species, is distributed in the Haneji inland sea. The floater, or propagule, of *A. marina* is a semi-viviparous seed, covered by a high waterproof pericarp that keeps its buoyancy, which enables the seed to drift for expansion of distribution. In this research, in order to consider *A. marina* dispersion, the sinking and re-surfacing of *A. marina* propagules after the shedding of the pericarp were observed, under the conditions of natural light and consecutive darkness, and with immersion treatments of the propagules in seawater, brackish water, and distilled water (DW). The average time of all propagules under the natural light and consecutive darkness condition was 6.5 days and 5.4 days, respectively. Propagules immersed in DW under the natural light condition sank more easily than those immersed in seawater and brackish water, and more easily re-surfaced in the re-surfacing experiment. These differences were significant (ANOVA,  $p < 0.01$ ). No significant differences were found between the immersion in seawater and brackish water under the conditions of natural light and consecutive darkness. Findings of re-surfacing propagules showed rooting and germination as well as stem elongation after being transferred into an artificial medium, which was an indication that re-surfacing propagules have the ability to disperse the distribution of this species.

**Keywords:** *Avicennia marina*, distribution of floaters, sinking and re-surfacing propagules, natural light, consecutive darkness