

マングローブ樹種の生長に関する予備実験 (2)

誌名	琉球大学農学部学術報告 = The science bulletin of the College of Agriculture, University of the Ryukyus
ISSN	03704246
著者	中須賀, 常雄 馬場, 繁幸
巻/号	28号
掲載ページ	p. 287-293
発行年月	1981年12月

マングローブ樹種の生長に 関する予備実験(II)

ヤエヤマヒルギ胎生種子の初期発育 に及ぼす塩分と施肥の影響*

中須賀常雄**・馬場繁幸**

Tsuneo NAKASUGA and Shigeyuki BABA: Preliminary studies on the growth of the mangrove species in Japan (II) Effect of salinity and nutrient on bud break, root initiation and early growth of *Rhizophora stylosa* viviparous seeds

I はじめに

マングローブは海水又は汽水域に成立する特殊な群落で、日本のそれは4科7種の樹種から構成されている³⁾。ヤエヤマヒルギはメヒルギ、オヒルギとともに日本のマングローブ林に広く分布するヒルギ科の樹種で約30cm長の胎生種子を着生する。また、本樹種は海淵や河岸側の群落前面に成立し、マングローブ樹種のなかでパイオニアの役を果している。本樹種の胎生種子を採取し、水耕法で育成して、開芽と発根に及ぼす塩分の影響および初期生長に及ぼす施肥の効果について実験したので報告する。実験の実施に当り、本学林学科の佐藤一紘氏には試料を提供していただき、小田一幸氏、北海道大学農学部の中川一志氏には種々の面で御協力いただいた。また、熱帯造林学教室の田中隆行、出口可能の両君には多大なる御助力をいただいた、記して感謝の意を表する。

Table 1. Hydrogen exponent (pH) and electric conductivity (E. C.) of culture solution

	Solution	Sept. 12 new	Sept. 20 old
pH	I (4.0%)	7.8	7.6
	II (2.7%)	7.8	7.6
	III (1.3%)	7.8	7.7
	IV (0%)	7.9	7.9
E.C.	I (4.0%)	6.4	6.3
	II (2.7%)	4.4	4.5
	III (1.3%)	2.6	2.5
	IV (0%)	3.7 [#]	3.5 [#]
E.C. × 10 ⁴ μS/cm. #. × 10 ² μS/cm			

* 昭和55年度文部省科学研究補助金(一般研究C, 556110)の一部で実施した。

** 琉球大学農学部林学科

II 材料及び方法

1、実験Ⅰ 開芽と発根に及ぼす塩分濃度と通気の影響

実験に使用した胎生種子は1980年7月末、西表島船浦湾のヤエヤマヒルギ林⁴⁾で採取した。採取後、現地で種子長と生重量を測定し、実験室へ持ち帰り水耕法で育成した。水耕には容積60ℓ (73×44×23 cm)の市販のプラスチック箱を用い、この上ぶたに10cm間隔で径2cmの穴をあけ、ここに胎生種子の先端から8cmが水浸するように脱脂綿で固定した。培養液は市販のハイポネックス800倍液を各箱で40ℓ用いた。この培養液に食塩を加えて、異なる塩分濃度、Ⅰ区(NaCl 4.0%)、Ⅱ区(2.7%)Ⅲ区(1.3%)、Ⅳ区(0%、水道水)の4区を設定し、更に各区を通気、無通気の2処理区に区分した。通気は小型ポンプを用い、昼夜、液中で発泡させておこなった。水耕液は約10日毎に更新し、更新期間中、液のpHと電導度を測定し、濃度が一定になるように調整したが、若干の変動はみられた。Table 1に液の測定例を示した。各処理区の胎生種子は12個体である。実験期間は1980年8月6日から1981年2月18日の約6ヶ月間である。開芽と発根の観察および測定は発育の状況に合せて適宜実施した。開芽の基準は次のように定めた。

- a: 芽鱗が細く尖っていて、採取時の状態を保っているもの
- b: 芽鱗がふくらんでいるもの
- c: 芽鱗が開いて、葉の一部が見えるもの
- d: 芽鱗が開いて、葉が完全に出ているが未展開のもの
- e: 葉が展開しているもの

発根は幼根の根点から白根が出ているものとした。なお、使用した胎生種子の平均長は23.1cm、平均生重量は15.9gである。また、胎生種子長によって4群に区分し、各群より3個体ずつとって分配し、処理区間の差を小さくした。

2、実験Ⅱ 初期生長に及ぼす施肥効果

胎生種子は1980年8月末、西表島船浦湾のヤエヤマヒルギ林で採取した。栽培法は実験Ⅰと同様で、使用した水耕液は施肥区ではハイポネックス800倍液、無施肥区では水道水である。開芽と発根の観察は実験Ⅰと同じ方法でおこなった。主軸伸長は節間長を1mm単位で測定し、根の伸長は各個体で最も長い根の長さを1cm括約で測定した。使用した胎生種子の平均長は28.3cm、平均生重量は23.3gであった。実験期間は1980年9月6日から1981年3月11日までの6ヶ月間である。

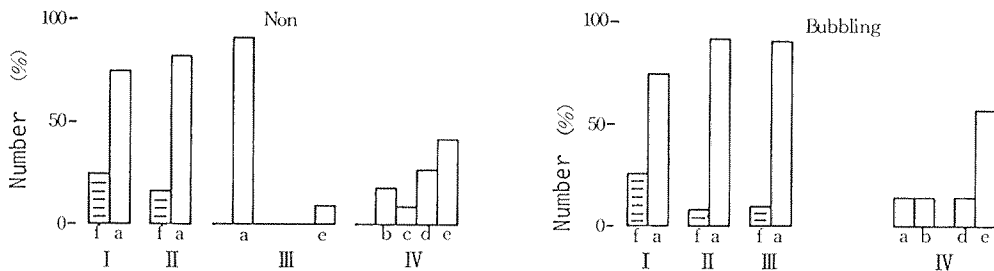


Fig. 1 Stage of bud opening (% of sample) in *Rhizophora viviparous* seeds maintained 6 months in water cultures at different salt concentrations

- I : 4.0% salt concentration
- II : 2.7%
- III : 1.3%
- IV : tapwater
- Stage of bud opening
- a: bud scale tight
- b: bud scale swelling
- c: bud scale expand and part of leaf appear
- d: bud scales separate and leaf appear completely
- e: node elongate and leaves expand
- f: died

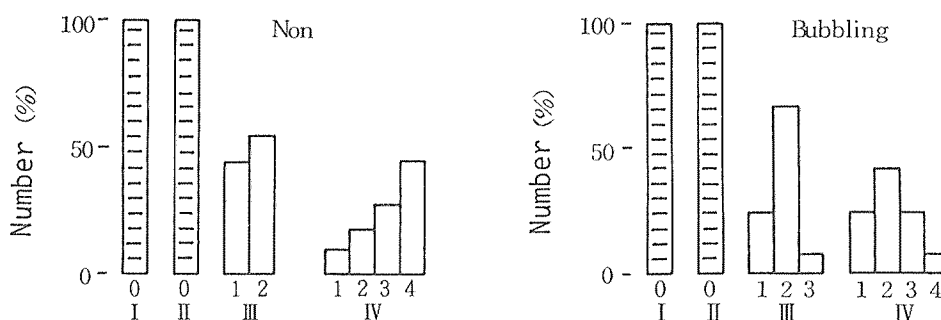


Fig.2 Frequency histograms of root length of the longest root of each *Rhizophora* viviparous seed maintained 6 months in water cultures at different salt concentrations. Range of a class is 1 cm. Dashed class indicates dead seeds. The marks of I-IV were explained in Fig.1.

III 結果および考察

1.実験 I 塩分と通気の影響

開芽と発根に及ぼす塩分と通気の影響について各区ごとに述べる。I区で、実験開始後2ヶ月に両処理区とも半数以上の個体が萎縮し(しおれて柔らかくなる)、3ヶ月後には全個体が萎縮し、頂端の芽鱗が枯死する個体もみられ、芽の発育は全然みられなかった。根は実験開始後、6週間に発根がみられ、通気区で42%、無通気区で25%が発根した。発根した根はほとんど伸長せず、3ヶ月後に根長が1cmにも達しないで全個体で全根枯死した。最終的には幼根の根点部分まで全個体で枯死したが、枯死部のすぐ上部に新たに根点が出現したものの再度発根するものはなかった。II区では胎生種子と芽の状態はI区と同様であったが、萎縮と枯死が幾分おくれてみられた。根は処理間の差がなく、2週間後に13%、1ヶ月後には91%が発根した。発根した根はほとんど伸長せず、3ヶ月後全個体で枯死し、実験終了時には根点部分まで全個体で枯死した。しかし、枯死部のすぐ上部に新たな根点が出現し、再度発根している個体も少数みられた。III区では、無通気区で4ヶ月後に1個体の芽がふくらみ、6ヶ月後に葉が展開したが、他の個体は両処理区で全部芽の発育はみられなかったが、枯死する個体はみられなかった。根

は2週間後、両処理区で大半の個体が発根し、1ヶ月半後には1本を除いて他は全て発根した。IV区では、両処理区で約1ヶ月後から芽がふくらみはじめ、約2ヶ月後には葉が展開する個体もあり、以後その個体数が徐々に増加していった。根は2週間後に両処理区で全個体が発根し、徐々に伸長して、3ヶ月後には2次根が分枝した。実験終了時の開芽状態を Fig.1 に、各個体の最長根の階別分布を Fig.2 に示した。開芽についてみると、塩分区分の I～III 区では III 区、無通気区の1個体が開芽しただけで、他は全て芽の発育が全然みられず、枯死個体が I～III 区全個体の18%を占めている。無塩区分の IV 区ではほとんど全部の個体で芽がふくらんでいるが開芽したものは52%で、これに葉が出ているが未展開の個体も含めると72%となる。通気処理の効果は各区において明瞭ではないが、無塩区分の IV 区で葉の展開した個体は通気区の方が少し多い。しかし、葉の未展開の個体を含めると両処理間の差はみられない。塩分区分の I～III 区での枯死個体数は I 区では両処理区でほぼ同じ、II 区では無通気区が少し多く、III 区では通気区のみで少数みられるものの全体的には差はほとんどないようである。発根は I、II 区では大部分の個体で発根するものの全個体で枯死し、III、IV 区では全個体発根し伸長するという結果となった。根の伸長は無塩区分の IV 区の方が塩分区分の III 区より大であった。通気の効果は II～IV では明瞭でないが、I 区では通気区の方が発根率が大きであった。

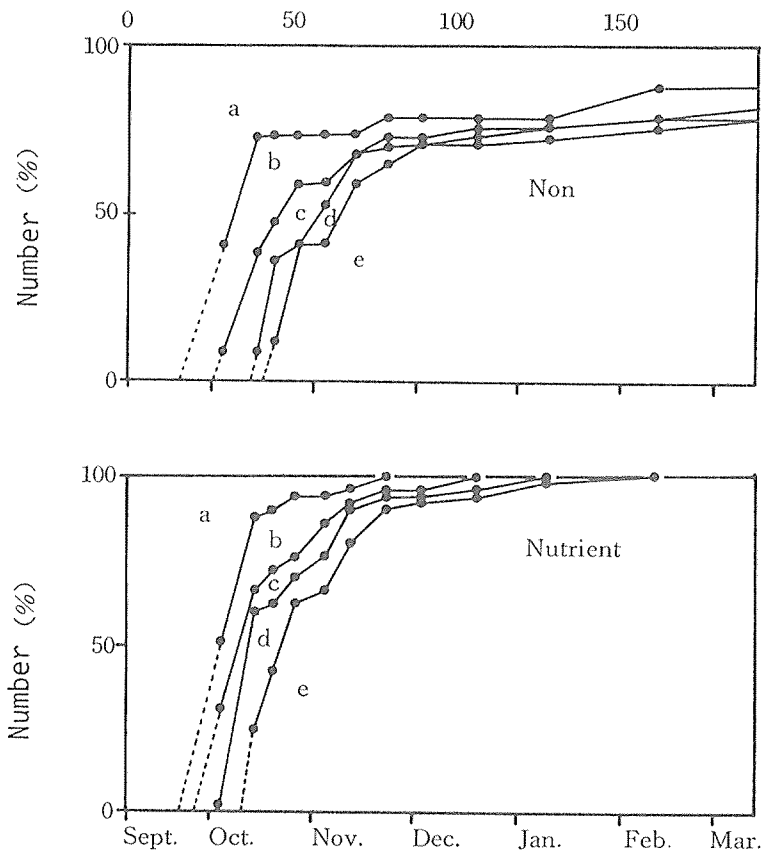


Fig. 3 The course of bud opening, each stage was shown as a percentage of sample viviparous seeds. The marks of a-e, indicate the stage of bud opening, were explained in Fig. 1.

以上の結果から、ヤエヤマヒルギ胎生種子の開芽と発根（初期伸長も含む）は1.3%の塩分濃度で抑制され、開芽の方が強く影響を受けたとみることができる。Clarke & Hannon¹⁾は salt marshの数種での実験の結果、発芽率は水道水下で大きいとし、ヒルギダマシの初期生長は20%海水区で最良であったと報告している。伊藤ら²⁾はマヤシギ種子の発芽は海水を使用しない処理区の方が良好であると報告している。また、高田⁶⁾は塩生植物の発芽は必ずといってよいほど塩分を含まない水の中がもっともよいと記している。本実験では1.3%以下の塩分濃度区を設定していないため、無塩分区の水道水下で開芽と発根が最良となったが、本樹種が胎生種子という特異な種子形態であったとしても任意好塩性植物の代表とされているマングローブ樹種⁷⁾の1つであるヤエヤマヒルギ種子の開芽が塩分を含まない水の中でもっともよいことは予想外のことでないかもしれない。他方、Stevn & Voigtは発根しているが上胚軸の伸長していない、野外で採取した *Rhizophora mangle* の実生を海水濃度以下の塩分濃度で砂耕栽培した結果、海水と同じ塩分濃度下で最良の生長をしたと報告している。また、本実験に使用した胎生種子と同時に採取し、長さと重さを測定した後、採取林分の前面の海水の流入する泥土に植栽した個体群は全て開芽し、伸長している。ヤエヤマヒルギの生育地は海水の影響を直接受けており、大きい河川のない生育地では淡水にちかくなるまで塩分濃度がうすめられることはおこりそうにもない、とすると、本実験の結果からは分布地の稚樹の更新を説明することができない。以上の報告および現実の野外での観察におけるくいちがいについて検討してみると、その原因は砂耕又は水耕という栽培法のちがい、K, CaなどのNa, Cl以外のイオンの有無および量、実験材料のステージのちがいなどであると考えられる。従って、基本的にはマングローブ樹種の初期発育と生長は淡水又は低い塩分濃度で最良であるが、高田⁷⁾が指摘している植物自体が塩分を利用する機能、即ち耐塩機構をどこかのステージで獲得するという考え方が適切であり、この観点から今後の室内および野外における実験、調査は検討されるのが妥当だと考えられる。

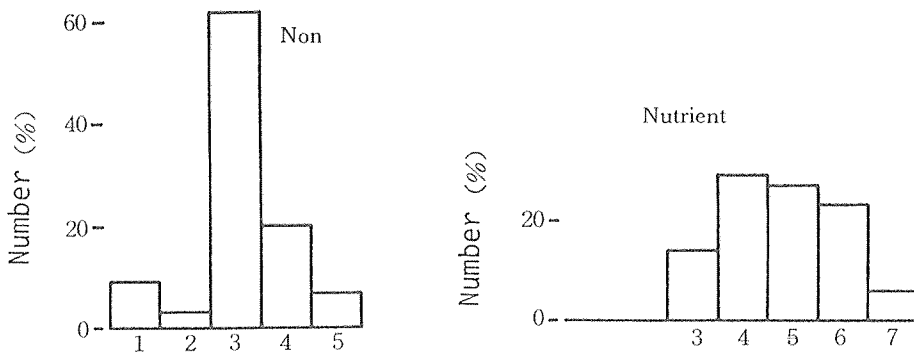


Fig. 4 Frequency histograms of root length of the longest root of each *Rhizophora viviparous* seed maintained 6 months in water cultures at different salt concentrations. Range of a class is 1 cm.

2.実験II 施肥効果

芽は実験開始後、約2週間でふくらみはじめ、施肥区では35日、無施肥区では40日で開芽した。開芽状況を Fig. 3 に示した。施肥区で50日後には開芽率62%、77日後には91%に達したが、全個体の開芽には158日を要している。無施肥区では50日後、開芽率41%、88日後には70%であったが、以後変化が少なく、実験終了時（182日）は79%であった。平均開芽所要日数は施肥区で56日、無施肥区で66日であった。

根は実験開始後、約2週間で全個体で発根した。根長が3cm程になると2次根が分枝した。実験終了時の最長根長の階別個体分布をFig.4に示した。施肥区の方が無施肥区より右偏りの山型分布となっており、伸長が良好である。

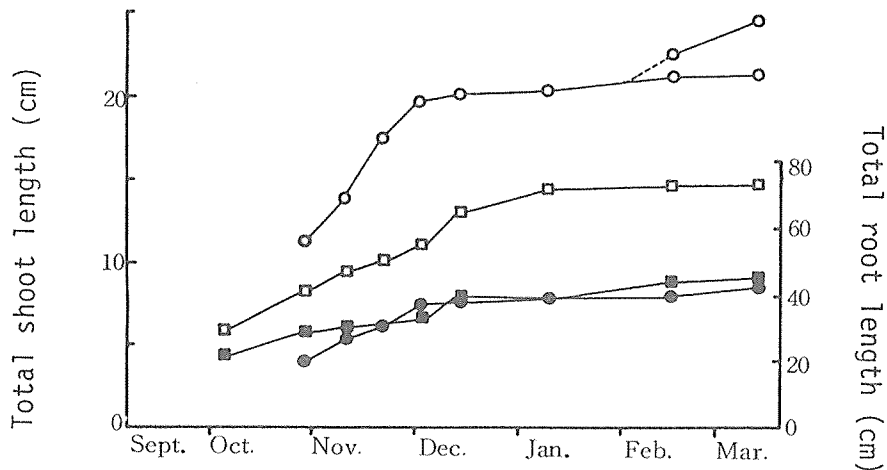


Fig. 5 The course of total elongation of the shoot and the root in *Rhizophora* seedlings. Open circles, shoot in nutrient solution; closed circles, shoot in tapwater; open squares, root in nutrient solution; closed squares, root in tapwater.

主軸および根の伸長経過をFig.5に示した。ヤエヤマヒルギの主軸は節間伸長をくり返す多節型であり、節間は開芽時急速に伸長した後、ほとんど伸長しないが、Fig.5では処理区の総伸長量で示したので、遅れて開芽する個体があるため、伸長量がわずかながら増加している。処理区間に伸長量の差がみられるが、これは開芽後2ヶ月間の伸長量、開芽個体数および施肥区での第2節間の伸長とによっている。実験終了時、施肥区の主軸伸長量は無施肥区の約3倍であった。根は発根後、徐々に伸長しているが、実験開始後3ヶ月頃伸長量が他の時期より少し大きい。平均最長根長は施肥区で4.3cm、無施肥区で2.6cmであった。

IV まとめ

ヤエヤマヒルギ胎生種子の開芽、発根および主軸、根の伸長に及ぼす塩分と施肥の影響について水耕法で実験した。塩分に関する実験は1980年7月末に西表島船浦湾で採取した胎生種子96個体を使用して、8月初めより翌年2月まで約6ヶ月間おこなった。ヤエヤマヒルギの開芽と根の初期伸長は1.3%の塩分濃度でも抑制された。

施肥に関する実験は1980年8月末に西表島船浦湾で採取した胎生種子68個体を使用して9月初めから翌年3月中旬までの約6ヶ月間実施した。開芽および主軸と根の伸長において施肥効果が明らかに認められた。

引用文献

1. Clarke, L.D. and Hannon, N.J. 1970 The mangrove swamp and salt marsh communities of the Sydney district III. J. Ecol. 58:351-369
2. 伊藤和昌, 中須賀常雄 1980 マングローブ樹種の生長に関する予備調査 亜熱帯林 2号 13-25
3. 中須賀常雄 1979 マングローブ林の林分解析 琉大農学報 26 413-519
4. 小田一幸・佐藤一紘・中須賀常雄 1981 ヤエヤマヒルギ幼令木の支持根について 亜熱帯林 3号 (印刷中)
5. Stern, W.L. and Voigt, G.K. 1959 Effect of salt concentration on growth of red mangrove in culture Bot. Gaz. 121:36-39
6. 高田英夫 1974 塩と生物 200p 創元社 東京
7. _____ 1980 海浜植物の生理 植物と自然 14(9) 13-18

Summary

Effect of salinity and nutrient on bud break, root initiation and early growth was examined in viviparous seeds of *Rhizophora stylosa*. The viviparous seeds were cultured by water culture method. To investigate the effect of salinity, twelve seeds were cultured in 4.0%, 2.7%, 1.3% salt concentrations and tapwater, respectively. Each treatment was divided into bubbling and non bubbling treatments. The seeds were maintained in the greenhouse for 6 months from August 1980 to February 1981. Bud break was inhibited even in 1.3% salt concentration and root initiation was inhibited in 2.7% salt concentration. In all salt concentrations and tapwater, effect of bubbling did not seem apparently.

To investigate the effect of nutrient, seventeen seeds were cultured in nutrient solution and tapwater, respectively. Each treatment replicated three times. In *R. stylosa* viviparous seeds, bud break, shoot and root elongation were better in nutrient solution than in tapwater.