

## 9620 マングローブ樹種、オヒルギ苗木の植栽に及ぼす塩分の影響

助成研究者：中須賀 常雄(琉球大学 農学部)  
共同研究者：塩月 正敏(琉球大学 農学部)  
岸本 司(沖縄国際マングローブ協会)

【目的】世界のマングローブ林は最近急速にその分布面積が減少し、また、その質が劣化している。本林は陸域と海域との間にあって移行帯(エコトーン)として重要な働きをしている生態系で、その保全及び再生が急務である。本研究はマングローブ林再生のための苗木生産及び植栽技術検討の一つとして、前報のメヒルギに引き続きオヒルギ苗木の植栽に及ぼす塩分の影響について検討した。

【方法】材料は沖縄産ヒルギ科樹種のオヒルギ(*Bruguiera gymnorrhiza*(L.)Lamk.)の苗木である。オヒルギ胎生芽は温室内の人工培地で約10ヶ月間、淡水で育成した。その後、1/2海水で2週間、海水及び1/2海水で4週間前処理した後、10%塩水をポット上面より灌水し、底口から流れ出る水の塩分濃度が7%以上となった時、ゴム栓をしてポットを満水状況にした。その後適宜上面より灌水し、ポット内の水を採取して塩分濃度を確認した。高濃度塩水処理後の苗木の生育反応を外部形態及び光合成の変化より検討した。

【結果と考察】本実験のオヒルギ苗木では塩水下で1.5ヶ月間の前処理であったので、高濃度塩水処理に対するハードニング効果はみられなかった。まず、生存率は葉の生存率で示したが、処理区間に差はみられず、処理後20日目に0%となった。また、この時点で主軸の生枯も肉眼で判定可能となり、全個体枯死した。光合成は高濃度塩水処理前の前処理期は塩水下の方が淡水下より大で、前報のメヒルギ苗木と同様の傾向であった。しかし、処理後の光合成は葉での傷害が肉眼でみられない2日目に各処理区ともほとんど $0\ \mu\text{mol}/\text{m}^2\cdot\text{s}$ となり、その後傷害や落葉が著しくなったことから、生理的機能は処理後早い時点で傷害を受けたことを示している。メヒルギより耐塩性が強いと報告されているオヒルギが、本実験では生存個体がなかったことは、塩水による前処理期間が短期間であったこと、高濃度塩水処理が新葉展開と重なったことが原因と推定された。また、傷害の現れ方が樹種により異なっており、各樹種の高濃度塩水に対する主な生理反応は種特異性がみられた。



## 9620 マングローブ樹種、オヒルギ苗木の植栽に及ぼす塩分の影響

助成研究者：中須賀 常雄(琉球大学 農学部)  
 共同研究者：塩月 正敏(琉球大学 農学部)  
 岸本 司(沖縄国際マングローブ協会)

## 1. 研究目的

マングローブ林は熱帯や亜熱帯の海水や汽水に冠水する立地に生立する特殊な森林で、陸域と海域とを結ぶ移行帯として重要な生態系である。最近、本林は過度の伐採や養殖場造成をはじめとし、その他種々の開発により質の低下や破壊が進行中で、本林の保全及び再生が望まれている。しかしながら、本林の再生に関する技術研究は少なく、育苗や植栽法についての研究が急務である。筆者らは沖縄やフィリピンなどでヒルギ科樹種の育苗や植栽試験を実施中であるが、淡水下で育苗した苗木を海水の影響のある立地へ植栽した時、枯死する苗木がみられるので、塩水・処理による塩分ハードニング効果について試験を行い、山だし苗の耐塩性を高める試験を行い、マングローブ樹種の植栽技術の向上に寄与することを目的とする。

## 2. 研究方法

実験材料はヒルギ科のオヒルギである。オヒルギの胎生芽は1996年5月、沖縄市泡瀬のオヒルギ植栽地より採集した。採集した胎生芽は大きさや虫害などを見ながら選別した後、パーミキュライトと腐葉土を2:1に混合した培地を入れた1/5000aワグネルポットに1ポットに2本あて植え付けた。植え付けた後、適宜灌水と施肥を行い1997年4月まで温室内で管理した。その後、各処理区に10ポット(20個体)あて割り付け、塩分処理区の2処理区では前処理として、1/4海水(水道水+海水、塩分濃度0.8%)で2週間管理した後、海水区(海水のみ、塩分濃度3.6%)及び1/2海水区(水道水+海水、塩分濃度1.8%)では各々所定の塩水を入れて4週間管理した。その後、海水に市販の塩を加えて約10%にした塩水を灌水し、オヒルギ苗木の生育状況を観察した。

苗木の生育状況は前処理をする際に主軸長、葉数などについて測定し、同時に葉緑素計(ミノルタSPAD 502)を用いて葉緑素計値を測定した。葉緑素計値については10%塩水処理後4日目にも測定を行い、塩水が葉緑素に与える影響について比較した。また、10%塩水処理後4日目及び16日目に各処理区で2ポットあて掘取り、苗木の各部位の含水率を測定した。

### 3. 結果及び考察

#### 3.1 オヒルギ苗木の生育状況

塩水処理直前の各区の苗木の生育状況をTable 1に示した。主軸長、胎生芽長、節数及び葉数は各処理区間に1%レベルで有意差はみられず、実験に供したオヒルギ苗木は各処理区間に生育差がないことを示している。

次に、塩分処理直前の葉緑素計値はTable 2のとおりで、この値も各処理区間に1%レベルで有意差はみられず、葉緑素含量にも差がないことを示している。

#### 3.2 高濃度塩水処理に対する反応

##### 3.2.1 外部形態の反応

高濃度塩水処理による傷害の現れ方が前報のメヒルギ苗木と本実験のオヒルギ苗木とは異なっていた。メヒルギ苗木では、葉では処理後1日目から壊死が葉縁部から始まり、その後拡大して葉身が枯死したが、落葉しなかった。また、主軸部は葉の枯死に伴いしおれていって、処理後7日目には枯死する個体もみられた。

本実験のオヒルギ苗木では下記のとおりであった。

オヒルギ苗木の葉では処理後4日目に傷害を肉眼で確認できたが、その現れ方は、成葉では①葉身基部に中肋をはさんで両側に目玉状に2つの壊死部が現れた。②葉身基部から2/3葉身長位まで中肋をはさんで両側の支脈部が肋骨状に部分的に壊死した。③新葉では、上部の①の傷害と、葉身長の1/2以上より葉先側に中肋の両側が斑状に壊死して葉身が折れ曲がった。処理後4日目に成葉では落葉する個体もみられたが、落葉した個葉には壊死部がみられない葉が多かった。処理後7日目には、上記の壊死部は成葉では拡大することなく落葉し、新葉では壊死部が拡大したが、落葉しなかった。また、壊死が現れない葉も落葉するものが多くみられた。Fig. 1に各処理区における葉の生存率の変化を示した。落葉は処理4日目頃より始まり、7日目には1.8%区>3.6%区=0%で、10日目には各区とも50%以下となり、20日目には全葉が落葉又は枯死した。各苗木の生枯の判定は落葉後も肉眼的には困難であったが、処理16日後からは主軸が枯死と判定された。以上のことから、高濃度塩水に対する生理反応がメヒルギ苗木とオヒルギ苗木とは異なっており、オヒルギ苗木では葉に取り込んで、葉を落とすのに対してメヒルギ苗木の葉では、葉に取り込む機作はなく高塩分の傷害が直ちに現れているようである。このことは、塩分の体内での移動や取り込み先、すなわち、維管束や葉肉組織などに違いがあるものとみられ、今後の研究視点として重要である。

##### 3.2.2 葉緑素含有量

Table 2に処理後4日目の処理区の葉緑素計値を示した。各処理区間及び各処理区での

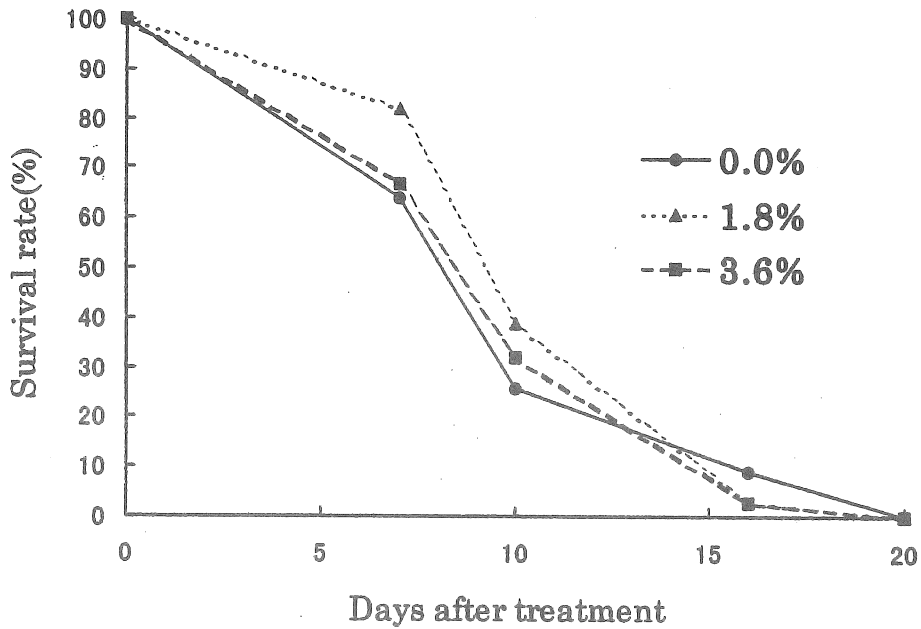


Fig.1 Survival rate of *B.gymnorhiza* seedling after high concentration of salt water treatment

処理前後に有意差はみられない。このことは、成葉の壊死部以外では肉眼で葉の状態には変化がみられず、葉緑素含有量にも差がないことを示している。

### 3.2.3 含水率

高濃度塩水処理後4日目に各処理区より2ポットあて掘取り、所定の方法で含水率を測定した (Table 3)。本表にみられるように、塩水処理区間は各部位とも含水率の差は大きくないが、葉での傷害葉と健全葉とでは少し差がみられるのみである。しかし、処理区と対象区とには各部位とも含水率に差がみられ、特に胎生芽では塩水処理区の含水率が無処理区に比べて10%程度低くなっており、根でも同様に5%位の差がみられる。前報のメヒルギ苗木では、各理後4日目で、胎生芽の含水率が10%以上、粗根でも6~7%減少し、今回のオヒルギ苗木と同様の傾向を示しているが、細根の含水率がメヒルギ苗木の塩分区分で増加したのに対し、オヒルギ苗木では減少しており、この細根の吸水力の差が両苗木の生存力の差となったものと考えられる。

Table 1 Growth of *Bruguiera gymnorhiza* seedling

Parts Condition	Length of viviparous (cm)	Length of shoot (cm)	Number of node	Number of leaf
3.6%	10.4±2.7	19.1±3.0	8.3±0.6	11.0±1.3
1.8%	10.8±1.2	20.8±3.2	8.6±0.5	11.0±1.6
0%	10.7±0.8	20.9±2.9	8.6±0.7	11.5±1.5

Table 2 SPAD value of *B. gymnorhiza* seedling in each salt condition

Condition	Before treatment	After treatment
3.6%	64.9±4.2	61.4±3.6
1.8%	64.6±5.5	62.9±4.1
0%	64.0±5.1	63.6±2.0

Table 3 Water content in each part of *B. gymnorrhiza* seedling after high concentration of salt water treatment (%)  
A) 4 days after treatment

Parts Condition	Shoot			Leaf		Root		
	Viviparous	Injured	Normal	Medium	Fine	Viviparous	Injured	Normal
3.6%	56.9±0.1	67.9±0.5	78.4±0.2	80.2±1.1	74.6±3.2	77.2±1.4		
1.8%	59.3±0.8	69.1±1.6	79.2±0.1	81.6±1.0	78.8±0.4	76.1±0.1		
0%	59.8±0.4	65.9±0.6	78.0±0.2	80.2±2.2	75.6±0.4	76.6±1.0		
Cont.	70.1±1.0	72.1±1.2		83.0±0.5	87.2±1.0	82.6±1.4		

B) 16 days after treatment

Parts Condition	Shoot			Leaf		Root		
	Viviparous	Injured	Normal	Medium	Fine	Viviparous	Injured	Normal
3.6%	32.8±0.8	51.5±4.5	71.9±1.0	75.3±1.8	76.6±0.1			
1.8%	31.2±0.1	57.7±0.3	73.2±1.3	78.5±0.8	78.1±0.3			
0%	31.7±0.5	52.8±0.9	75.2±1.5	77.4±0.4	77.2±1.9			
Cont.	70.1±1.0	72.1±1.2		83.0±0.5	87.2±1.0	82.6±1.4		

### 3.2.4 光合成の変化

塩水処理を開始して2週間後と、高濃度塩水処理前日（4週間後）及び同処理後2日目に各処理区で光合成を測定した。

まず、塩水処理2週間後の光合成は、光強度 $500\mu\text{mol}/\text{m}^2\cdot\text{s}$ 以下では光合成速度は3.6%区>1.8%区>0%区の順であるが、光強度が大きくなると1.8%と0%とが入れかわっており、光合成速度は光強度 $2,000\mu\text{mol}/\text{m}^2\cdot\text{s}$ では、3.6%区が $17\mu\text{mol}/\text{m}^2\cdot\text{s}$ 、0%区が $13\mu\text{mol}/\text{m}^2\cdot\text{s}$ 、1.8%区が $11\mu\text{mol}/\text{m}^2\cdot\text{s}$ となっている。前報のメヒルギ苗木では3.6%区と0%区が同じ光強度で $16\mu\text{mol}/\text{m}^2\cdot\text{s}$ 、1.8%区で $12\mu\text{mol}/\text{m}^2\cdot\text{s}$ であったが、両樹種ともほぼ同じパターンを示している。次に、塩水処理4週間後の光合速度は、3.6%区>1.8%区>0%区の順で、塩水区が無処理区より大で、この結果は、いずれの処理区とも $1\mu\text{mol}/\text{m}^2\cdot\text{s}$ 以下でほとんどゼロに近く、前報のメヒルギ苗木の反応と異なっていた。その原因として、メヒルギ苗木は約4ヶ月間塩水下で育苗した後、高濃度塩水処理を行ったのに対し、オヒルギ苗木は約1.5ヶ月しか塩水処理下で管理しなかったという育苗期間の長短が一つ、他の一つは、前記したように高濃度塩水に対する反応が両樹種によって異なること、例えば、メヒルギ苗木の葉は主軸に着生したまま枯死するが、オヒルギ苗木の葉は傷害の現れていないものまで落葉する、によるものとみられる。

### 3.3 まとめ

オヒルギ苗木を淡水下で約10ヶ月間育成した後、塩水下で6週間前処理し、高濃度塩水（10%）処理に対する反応について実験した。その結果は以下のとおりであった。

- 1) 淡水下で育成したオヒルギ苗木に、1/4海水で2週間前処理した後、1/2海水及び海水を灌水しても何らの傷害も現れなかった。
- 2) 海水区（3.6%区）、1/2海水区（1.8%区）及び淡水区（0%区）とも高濃度塩水処理後20日目に生存個体はなかった。
- 3) いずれの塩分区でも、処理後4日目位から葉に傷害が現れ始め、また落下する葉がみられ、同10日後には半分以上が落葉し、16日目には全葉が枯死又は落下した。
- 4) 処理後の葉での傷害の現れ方が、前報のメヒルギ苗木と異なっており、高濃度塩水への反応がメヒルギとオヒルギとは異なることが示唆された。
- 5) 光合成反応は、塩分区の方が淡水区より高い傾向を示し、この点はメヒルギと同様であったが、処理後、オヒルギ苗木では肉眼的に健全で、葉緑素も破壊されていないのに光合成はほとんどゼロ又はマイナスで著しい害を受けていた。
- 6) 以上の結果より、オヒルギ苗木は塩水下で育成した方が苗木の生育及び植栽に有利であると結論付けられる。



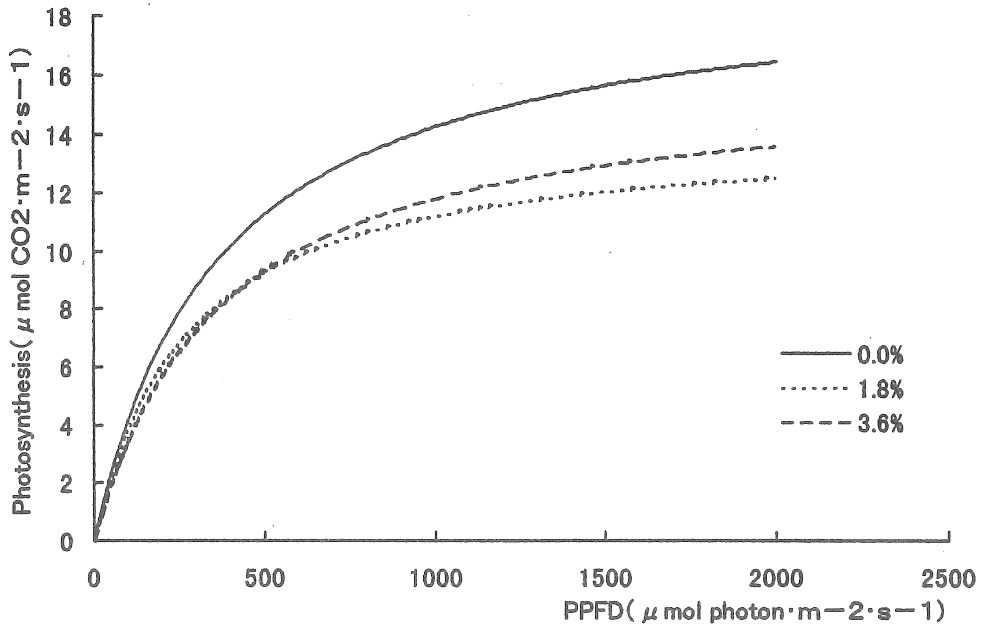


Fig2 Light-effect curves of *B.gymnorhiza* seedling(10 days after salt water treatment)

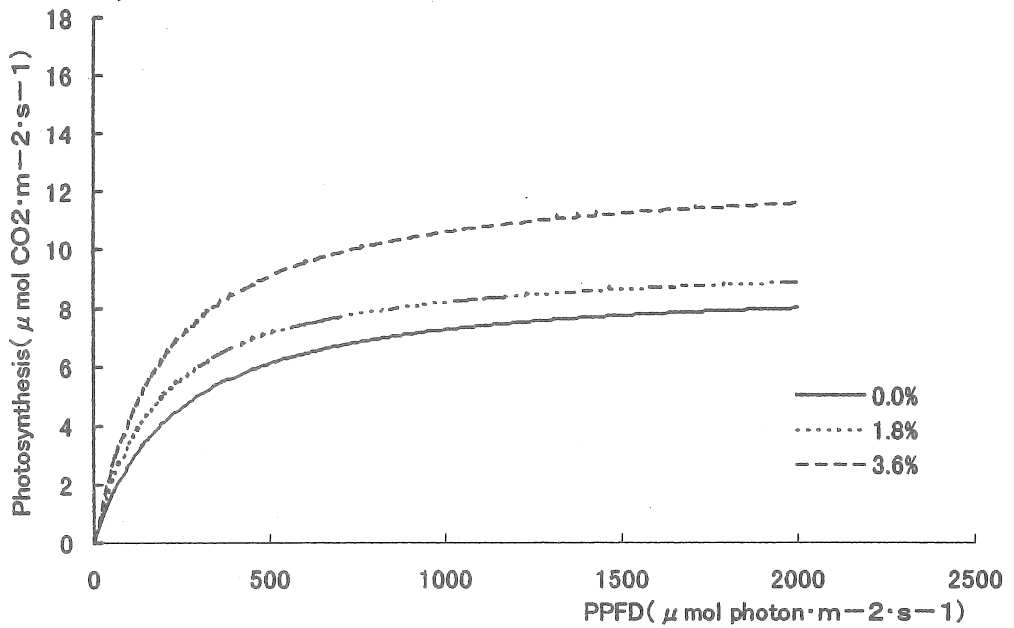


Fig3 Light-effect curves of *B.gymnorhiza* seedling( 4 weeks after salt water treatment)

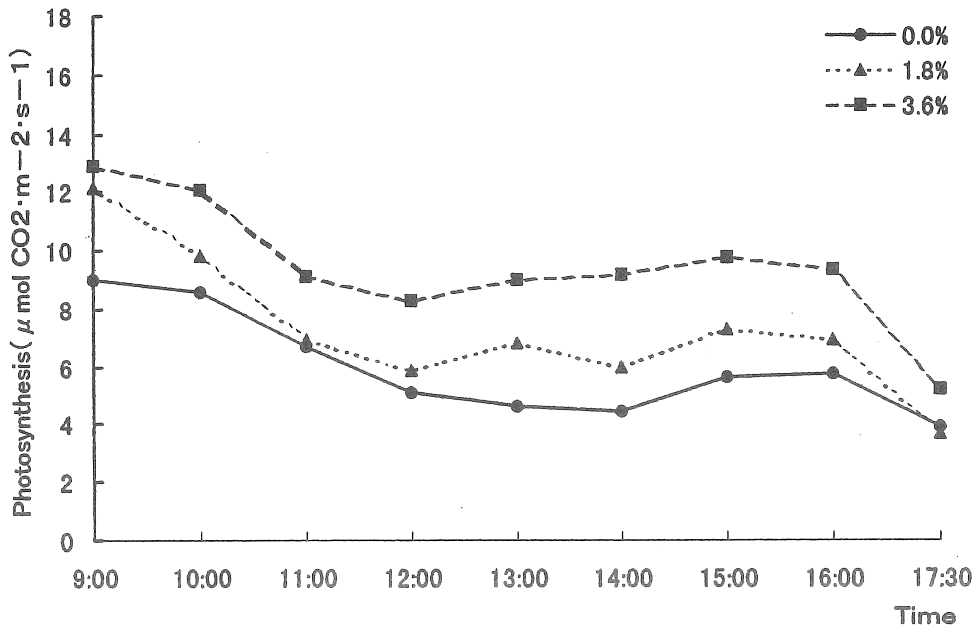


Fig4 Photosynthesis curves of *B.gymnorhiza* seedling in a day(4 weeks after salt water treatment).

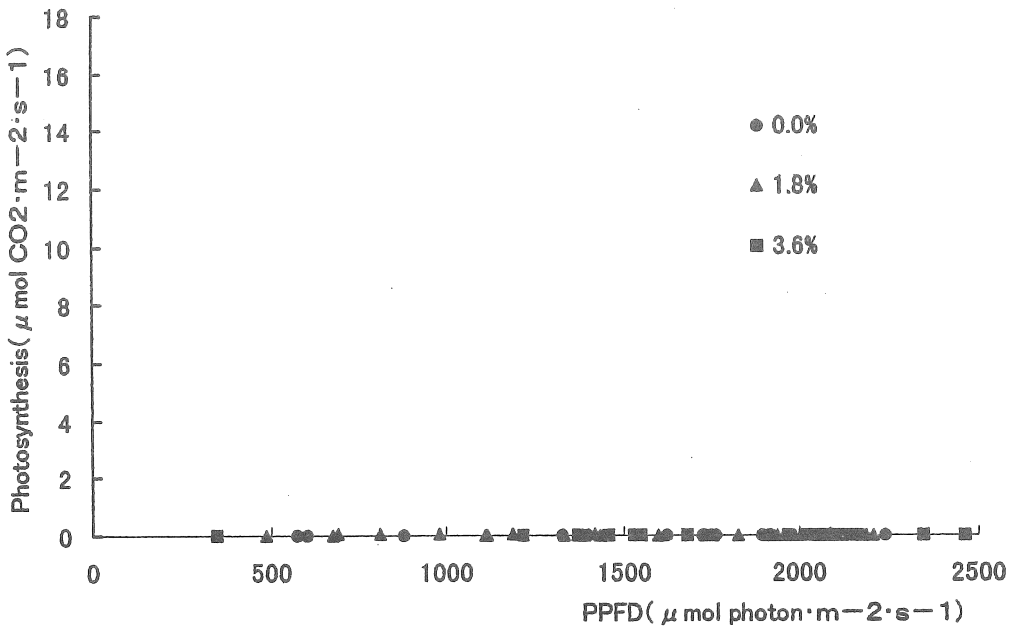


Fig5 Light-effect curves of *B.gymnorhiza* seedling( 2 days after high concentration of salt water treatment)

The effect of sea water on planting of mangrove tree species, *Bruguiera gymnorrhiza* seedling

Tsuneo Nakasuga (Faculty of Agriculture,  
University of the Ryukyus)

Maatoshi Shiotsuki (Faculty of Agriculture,  
University of the Ryukyus)

Tsukasa Kishimoto (Okinawa International  
Association for Mangroves)

Summary

The mangrove forest is decreasing rapidly on the both stands of distribution area and resources in the world. The forest of mangrove is the important ecosystem called "ecotone" which occupied the coastal and river mouth area. The conservation and reforestation of the mangrove forest is an important problem for the environmental tasks in the world, especially in the tropical and subtropical zone. In this study, the effect of sea water on planting of *B. gymnorrhiza* seedling was examined under the greenhouse condition.

The viviparous seedling of *B. gymnorrhiza* sprouted fresh water and grew about ten months under the greenhouse conditions. After six weeks of pre-treatment of 25% to 100% sea water condition, all the seedling were moved to 10% salt water condition.

On the 2nd days after treatment, photosynthesis rate was measured in each condition which was sea water, 50% sea water and fresh water, it was almost null or minus in numerical value, however, it seemed that leaves showed no injured by the treatment. After 10 days, more than 50% of leaves die or fell in each condition and all leaves die on 20 days after treatment. From these behavior to the high concentration of salt water, *B. gymnorrhiza* seedling has specific reaction to compare with it of *Kandelia candel* seedling.