

# 琉球大学学術リポジトリ

## メヒルギ植栽基礎試験 (II) : 人工培地における初期生長(生産環境学科)

メタデータ	言語: 出版者: 琉球大学農学部 公開日: 2008-02-14 キーワード (Ja): マングローブ, メヒルギ, クリンカ, 造粒灰, 培地試験 キーワード (En): mangrove, Kandelia candel, planting soil, clinker, ash 作成者: 中須賀, 常雄, 山口, 本, 岸本, 司, Nakasuga, Tsuneo, Yamaguchi, Moto, Kishimoto, Tsukasa メールアドレス: 所属:
URL	<a href="http://hdl.handle.net/20.500.12000/3753">http://hdl.handle.net/20.500.12000/3753</a>

## メヒルギ植栽基礎試験（Ⅱ） 人工培地における初期生長

中須賀常雄\*・山口 本\*\*・岸本 司\*\*\*

Tsuneo NAKASUGA, Moto YAMAGUCHI and Tsukasa KISHIMOTO :  
Preliminary Studies for Planting of *Kandelia candel* Seedling (Ⅱ)  
Early growth on artificial medium

キーワード：マングローブ，メヒルギ，クリンカ，造粒灰，培地試験

**Key words** : mangrove, *Kandelia candel*, planting soil, clinker, ash

### Summary

Clinker and ash of coal were examined for artificial planting soil of *Kandelia candel* in the greenhouse, University of the Ryukyus, from June to December 1994. Types of artificial planting soil were clinker (A), granulated-ash, (B) and control (C). The former two types were divided into three conditions respectively : A-1 ; clinker, A-2 ; mixed soil of clinker, vermiculate and leaf compost (5 : 4 : 1 in volume), and A-3 ; mixed soil of clinker, jaagaru (mudstone soil) and leaf compost (ditto). B-1 ; granulated-ash, B-2 ; granulated-ash, vermiculate and leaf compost (ditto), and B-3 ; granulated-ash, jaagaru (mudstone soil) and leaf compost (ditto). The control planting soil was mixed one of vermiculate and leaf compost (7 : 3 in volume). Each planting soil was put into the Wagner's pot (1/5000a) and three viviparous seedlings were planted in each pot in July 1994. The planted seedlings were controlled under the water level same as soil level in the pots and liquid nutrient was used every two weeks. During the cultivating period, shoot length and number of node were measured one month interval and chlorophyll content was measured in the last two months. And, after 160 days cultivation, six sample seedlings in each condition were dug up, and length and weight of each part of seedling were measured.

The number of node was almost same value in the all conditions, and it was not significant between the conditions. But, the other elements, shoot length, chlorophyll content, weight of shoot, leaf and root, and leaf shape were showed small value in A-1 and B-1 conditions, and in the mixed soil conditions of A and B soil types, these values were a little smaller than those of the control condition, and these was significant

---

\* 琉球大学農学部

\*\* 当時同上

\*\*\* 沖縄国際マングローブ協会

琉球大学農学部学術報告 42 : 125~131 (1995)

between the control and each condition. From these results, it can be said that pure clinker and pure granulated-ash were not useful for the planting soil of *Kandelia candel* seedling, but these were useful for mixtural material for them under 50% in volume.

## 緒 言

マングローブとは熱帯及び亜熱帯地域の海水や汽水に冠水する立地に成立する特殊な群落で、その構成種は世界中では90種以上になると言われている。日本におけるマングローブの分布は鹿児島県と沖縄県とにみられ、その主要構成種はヒルギ科のメヒルギ (*Kandelia candel* (L.) Druce.), オヒルギ (*Bruguiera gymnorrhiza* (L.) Lamk.) 及びヤエヤマヒルギ (*Rhizophora stylosa* Griff.) の3種である。これらの樹種の中で、メヒルギは沖縄本島以北のマングローブ林で優占している樹種で、世界的にみても典型的マングローブ樹種の中で北限に分布している樹種である。また、先駆的性質を持っており、環境保全のための緑化木として有効利用できる樹種でもある。筆者らは、マングローブ林の再生及び水際緑化を図るための基礎的研究を継続しているが<sup>1-5)</sup>、本論では、人工的に造成したマングローブ用植栽床に使用する人工培地として産業廃棄物である石炭灰の利用可能性について試験した。

実験の実施に際して御協力頂きました電発環境緑化センター石川事業所、本学熱帯造林学教室の学生諸君に御礼申し上げる。

## 実験材料及び方法

実験に供したメヒルギ胎生芽は1994年6月、金武町億首川のメヒルギ林で採集し、生育良好で健全な個体を選別した後、実験開始まで水挿しして発根促進を行った。人工培地として使用した材料は、石炭灰を粒状に固めた造粒灰(粒灰0.5~3mm)とクリンカ(粒径2mm以下)と呼ばれる石炭の燃えかす、バーミキュライト、ジャーガル(泥灰岩土)及び腐葉土で、処理区は以下のとおりである。

A : クリンカ区

A-1 : クリンカ

A-2 : クリンカ+バーミキュライト+腐葉土(体積比5:4:1)

A-3 : クリンカ+ジャーガル+腐葉土(体積比5:4:1)

B : 造粒灰区

B-1 : 造粒灰

B-2 : 造粒灰+バーミキュライト+腐葉土(体積比5:4:1)

B-3 : 造粒灰+ジャーガル+腐葉土(体積比5:4:1)

C : 対照区

C-1 : バーミキュライト+腐葉土(体積比7:3)

上記の各培地を5000分の1ワグネルポットに入れ、灌水して安定させた後、7月7日に1ポット当り3本の胎生芽を植付けた。植付け後ポットはガラス室内で管理し、灌水は水道水を適宜行った。肥料は市販の培養液を2週間毎に施用した。なお、各処理区には7ポット、21本を配置した。各処理区において実験開始時と終了前に全ポットで土壌pH測定を行った。伸長生長量の測定は、主軸長については7月から12月までに月に1回測定し、節間数については9月から12月まで同様に測定した。葉緑素含有量については、11月と12月とに各処理区において全木の上部から2番目の成葉を用いて、ミノルタSPAD-502型でSPAD値を測定し、前もって作成していた検量式を用いて算出した。メヒルギのSPAD値(x)と葉緑素含有量(y)との検量式は以下のとおりである。

$$y = 0.0153 + 0.0141x \quad (r = 0.896)$$

重量生長については、植付け160日後の12月13日、各処理区で平均的な生長を示している2ポットを

選び、苗木の堀取りを行った。掘取った苗木は、胎生芽、主軸、葉、芽及び根に区分し、長さ及び重量を測定し、所定の方法で乾重量を算出した。また、葉面積の測定も同時に行った。なお、根は大根（直径5mm以上）、中根（直径2～5mm）及び小根（直径2mm以下）に更に区分した。

Table 1. Change of pH value at the beginning and finishing time of cultivation

Condition	Clinker			Granulated-ash			Control
	A-1	A-2	A-3	B-1	B-2	B-3	
Time	A-1	A-2	A-3	B-1	B-2	B-3	C-1
Beginning time (July)	7.40	7.31	7.44	7.94	7.70	7.73	6.37
Before finishing (November)	7.37	7.34	7.41	7.83	7.52	7.66	6.52

A-1 : clinker only, A-2: mixed soil of clinker, vermiculite and leaf compost (5:4:1 in volume)  
 A-3 : mixed soil of clinker, jaagaru and leaf compost (ditto)  
 B-1 : granulated-ash only, B-2: mixed soil of granulated-ash, vermiculate and leaf compost (ditto)  
 B-3 : mixed soil of granulated-ash, jaagaru and leaf compost (ditto)  
 C-1 : mixed soil of vermiculate and leaf compost (7:3 in volume)

### 結果及び考察

#### 1) 各処理区の土壌の pH

各処理区の実験開始時及び終了前の pH 値を Table 1 に示した（7ポットの平均値）。また、実験開始前のクリンカ及び造粒灰のみの pH は、各々8.09、8.16であった。実験開始時の培地の pH は、クリンカ区で7.31～7.44、造粒灰区で7.70～7.94と後者が少し高く、対照区は6.37と明らかに差がみられた。実験終了前になると、クリンカ区で7.34～7.41と同開始時とほとんど変化なく、造粒灰区でも7.52～7.83と幾分下がっているが変化はほとんどみられなかった。また、対照区のそれは6.52と同様であった。

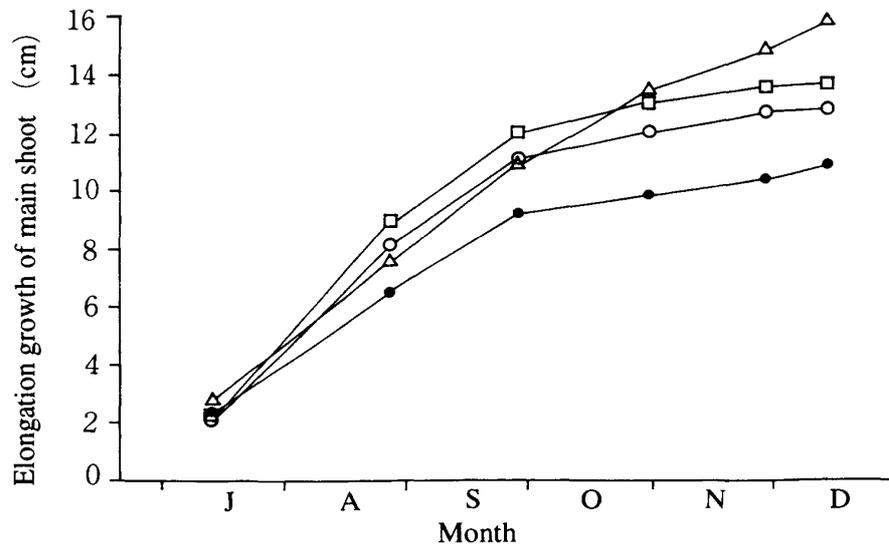


Fig. 1 Elongation growth of main shoot in each condition of clinker type  
 ● ; A-1 ○ ; A-2 □ ; A-3 △ ; C-1  
 Each planting soil condition was explained in Table 1

#### 2) 主軸伸長

クリンカ区の主軸伸長経過を Fig. 1 に示した。植付け1ヶ月後の伸長量は、C-1区>A-1区、B-2区、A-3区の順で、A-3区は9月まで最も良好であった。10月になると速度が落ちてC区と

同じ伸長量となり、以後C区との差が大きくなっていった。クリンカのみA-1区は、当初から最も少ない伸長量であったが、8月になると他区との差が開き始め、その後伸長差が大きくなった。A-2区は当初はC区と同様の伸長を示したが、10月以後伸長が鈍った。植付け5ヶ月後の主軸伸長量は、C区>A-3区>A-2区>A-1区の順となり、A-2区とA-1区とはC区と1%レベルで有意差が認められた。また、A-1~3間には同じレベルで有意差は認められなかった。

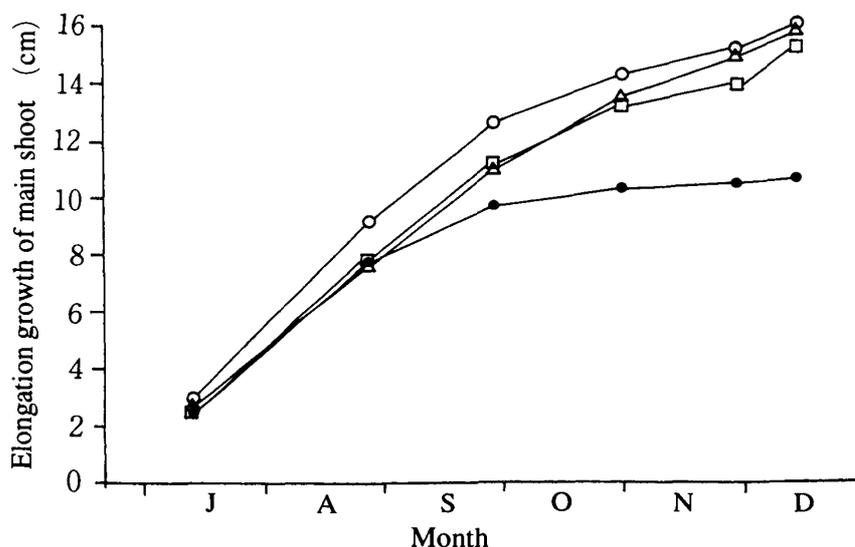


Fig. 2 Elongation growth of main shoot in each condition of granulated-ash type  
 ●; B-1 ○; B-2 □; B-3 △; C-1  
 Each planting soil condition was explained in Table 1

造粒灰区の主軸伸長経過を Fig. 2 に示した。植付け1ヶ月後の伸長量は、B-2区>B-3区>B-1区、C区の順で、B-2区はその後にも良好に伸長したが、11月にはC区とほぼ同じとなった。B-3区は10月まではC区と同様の伸長経過をたどっているが、11月になると伸長量が減少し差が開いた。B-1区は8月まではC区と同様であるが、9月になると伸長が鈍り、その後はほとんど伸長しなかった。植付け5ヶ月後の主軸伸長量は、B-2区>C区>B-3区>B-1区の順で、B-1区のみが対照と1%レベルで有意差が認められた。また、B-2区とB-3区とはB-1区と同じく有意差が認められた。

Table 2. Number of node in each condition

Condition Days after planting	Clinker			Granulated-ash			Control
	A-1	A-2	A-3	B-1	B-2	B-3	C-1
80	4.0	4.4	4.5	4.6	4.8	4.3	4.6
115	4.6	5.3	5.5	4.9	6.2	5.6	6.0
145	5.3	5.8	6.0	5.2	6.7	6.0	6.4
160	6.7	6.0	6.2	6.5	7.0	6.2	7.2

Each planting soil condition was explained in Table 1

## 3) 節間数

各処理区の節間数増加経過を Table 2 に示した。植付け3ヶ月後の節間数は全処理区で4.0以上であり、この間1ヶ月に1節以上形成されたことを示している。なお、各処理区の節間数は4.0~4.8で、処理区間に有意差は認められない。植付け約6ヶ月後の12月の節間数は6.0~7.2で、処理区間に有意差は認められなかった。しかし、クリンカ区及び造粒灰区とも伸長量の少ないA-1区とB-1区とで平均節間数が比較的大きい値を示したが、このことは両処理区で短縮型となったことを示している。また、主軸伸長量と節間数とからみると、主軸伸長の差が節間数の多少によるものではなく、節間長の差によることを示している。このことは、処理区間の生長差が分化に起因するものではなく、分化後の細胞の生長に起因していることを示している。

Table 3. Chlorophyll content in each condition at 145 day after planting (mg/g · fresh)

Condition Item	Clinker			Granulated-ash			Control
	A-1	A-2	A-3	B-1	B-2	B-3	C-1
Value of SPAD	51.1±8.4	55.8±6.7	58.1±8.9	33.8±10.7	53.5±8.5	57.8±9.4	68.4±5.1
Chlorophyll content	0.7358 (75.1)	0.8021 (81.9)	0.7457 (76.1)	0.4919 (50.2)	0.7696 (78.6)	0.8303 (84.7)	0.9797 (100)

Each planting soil condition was explained in Table 1

## 4) 葉緑素含有量

植付け4ヶ月後の各処理区における葉緑素含有量を Table 3 に示した。対照区の葉緑素含有量0.9797 mg/g 生は稚樹成葉の含有量としては一般的な値である<sup>5)</sup>。この対照区の含有量を基準とした時の各処理区の葉緑素含有量の比率は Table 3 に示したとおりで、クリンカ区が75.1~81.9%、造粒灰区が50.2~84.7%と両処理区とも小さい値を示していた。最小値は造粒灰のみのB-1区、最大値は造粒灰区のB-3区であった。

Table 4. Dry weight growth in each condition at 160 days after planting (g/per seedling)

Condition	Part (upper)	Viviparous	Main shoot	Leaf	Bud	Above-ground part	Viviparous (lower)				Root			Under-ground part	Top-root ratio
							large	medium	small	total	large	medium	small		
A-1		1.80	0.21	0.06	0.02	2.09	1.01	0.26	0.31	0.12	0.69	1.70	1.29		
A-2		1.65	0.43	0.12	0.02	2.22	1.53	0.85	0.36	0.22	1.43	2.96	0.40		
A-3		1.44	0.41	0.15	0.03	2.03	1.36	1.03	0.27	0.39	1.69	3.05	0.66		
B-1		1.94	0.24	0.07	0.01	2.26	1.01	0.11	0.36	0.11	0.58	1.59	1.42		
B-2		2.13	0.49	0.16	0.05	2.83	1.04	0.57	0.31	0.20	1.09	2.13	1.33		
B-3		1.96	0.56	0.17	0.03	2.72	1.50	0.96	0.52	0.34	1.82	3.32	0.82		
C-1		2.02	0.55	0.17	0.02	2.76	0.84	0.58	0.24	0.39	1.21	2.05	1.35		

Each planting soil condition was explained in Table 1

## 5) 重量生長

植付け後160日経過した苗木の平均重量生長を Table 4 に示した。先ず地上部では、主軸の重量は0.21~0.56gで、クリンカ及び造粒灰のみのA-1区とB-1区が対照区の半分以下、A-2, 3区とB-2区は同じく75~90%で、B-3区が対照区と同様の値であった。葉重量は、0.06~0.17gで、主軸と同様に、A-1区とB-1区では対照区の35~37%、クリンカ区のA-2区とA-3区が同じく70~80%、造粒灰区のB-2区とB-3区は同じく92~95%と、造粒灰区の方が少し大きい値を示していた。クリンカ区のA-1区とA-2区及び造粒灰区のB-1区は対照区と1%レベルで有意差が認められた。次に地下部の根は0.58~1.82gで、A-1区とB-1区は0.58~0.69gと最小値を示し、対照区の48~57%、クリンカ区のA-2, 3区は対照区の120~140%と生育良好で、造粒灰区のB-2区は対照区の90%、B-3区は同じく150%と最大値であった。根重量の差は主に大根の出方による傾向がみられた。また、地上部及び地下部において胎生芽重の各処理区間における変動が大であったので、胎生芽重を除外して新しく形成された部位のみでTR率を計算すると、その値はクリンカ区で0.34~0.43、造粒灰区で0.41~0.65、対照区が0.61と、B-2区と対照区で大きい値を示した。

TR率は1以上はA-1区、B-1, 2区とC区で、他区は0.66~0.82と小さい値を示したが、メヒルギ苗木の値としては一般的な値である。

Table 5. Leaf shape and total root length at 160 days after planting in each condition

Item	Length	Width	Thickness	Total leaf area	Number of leaf	Average leaf area	SLA	Root Length (cm)			
Condition	(cm)	(cm)	(mm)	(cm <sup>2</sup> )	(no.)	(cm <sup>2</sup> )	(cm <sup>2</sup> /g)	large	medium	small	total
A-1	4.8	1.9	0.47	32.6	4.7	7.1	114.0	12	122	298	432
A-2	6.3	2.9	0.47	87.6	6.7	12.9	107.0	47	136	379	562
A-3	6.9	3.0	0.46	96.3	6.3	15.2	107.1	32	95	480	607
B-1	4.4	2.1	0.44	35.3	5.2	7.2	117.1	6	120	220	346
B-2	8.0	3.2	0.48	110.1	5.7	19.1	121.1	28	127	327	482
B-3	7.4	3.4	0.45	129.8	7.3	18.0	109.1	34	172	694	900
C	7.9	3.5	0.46	167.6	8.2	20.2	116.7	35	86	702	823

Each planting soil condition was explained in Table 1

## 6) 葉の性質及び根長

各処理区の葉の性質及び根長を Table 5 に示した。先ず、葉の性質ではクリンカ及び造粒灰のみの処理区では長径、短径とも対照区の約半分しかなく矮生化現象を示し、1枚当りの平均葉面積は対照区の20.2cm<sup>2</sup>に比して、7.1~7.2cm<sup>2</sup>と約3分の1の面積しかなかったが、葉厚には差がみられなかった。着生葉数は最少がA-1区の4.7枚、最多が対照区の8.2枚で、他の処理区でも対照区より小さい値であった。そのため、1本の苗木当りの全葉面積には大きな差がみられ、対照区の168cm<sup>2</sup>を基準とした時、A-1区とB-1区とは約20%、A-2, 3区が52~57%、B-2, 3区が66~77%であった。次に根長は、対照区が823cm、クリンカのみA-1区が432cmと最小値で、造粒灰区のB-3区は900cmと対照区より大きい値を示した。また、根長の大半は全区で小根が占めている。全根長はクリンカ区のA-1区及び造粒灰区のB-1区とB-2区とが対照区と1%レベルで有意差が認められた。なお、苗木の各部位の含水率は主軸で70~76%、葉で77~80%、根では大根が84~86%、中根が80~87%、小根が80~89%と全ての部位で、処理区間の差は明瞭ではなかった。また、苗木の性質を示す指標として弱さ度があるが、ここでは主軸長と胎生芽を除いた地上部重との比でそれを示すと、クリンカ区では

A-1区から順に38.6, 22.4, 24.0, 造粒灰区では同じく33.6, 22.9, 20.3, 対照区で21.4と, 造粒灰区のB-3区のみが対照区より小さい値を示し, クリンカ区のA-2, 3区, 造粒灰区のB-2区が対照区とほぼ同じ値であった。

以上, クリンカ及び造粒灰を用いた人工培地でのメヒルギ苗の初期生長を, 主軸長, 節間数, 葉緑素含有量, 重量生長, 葉の性質, 根長及び弱さ度の項目について検討した結果, クリンカ及び造粒灰のみでの生育は不良, バーミキュライトと腐葉土を混合した培地ではクリンカ区及び造粒灰区とも対照区の約70%の生育を示し, ジャーガルと腐葉土を混合した培地ではクリンカ区が対照区の70%, 造粒灰区が同じく136%の生育を示した。これらの結果から, クリンカ及び造粒灰はメヒルギ植栽用の人工培地としてバーミキュライトやジャーガル及び腐葉土と混合して用いれば利用可能と言える。また, その混合比は本実験からは体積比で50%以下と言える。前報では石炭灰と国頭マーチを混合した人工培地で実験を行い, その混合比は30%以下と報告したが, 本実験では混合比が50%でも生育良好であったことから, 灰を粒状に固めた造粒の効果があったものと考えられる。また, 混合材としての国頭マーチとジャーガルとを比較した時, 石炭灰とジャーガルの混合培地で生育が良好であったことは混合材料粒径について検討する必要がある。また, pH値からみると, クリンカ及び造粒灰ともアルカリ性でジャーガルもアルカリ性であるが, 前報でも言及したとおり, 現地で用いる場合は多量の海水が出入りするので培地のpH値は短期間内に変化するものとして考える必要がある。最後に, 石炭火力発電の廃棄物であるクリンカ及び石炭灰は混合材としてメヒルギの人工植栽用培地に利用可能であるという結果が得られたので, 今後は現場での応用実験を実施してその有効利用の技術を確立する必要がある。

## 摘 要

1. 石炭火力発電の産業廃棄物であるクリンカ及び石炭灰がメヒルギ植栽の人工培地として利用可能かどうかについて, 1995年6月~12月間に琉球大学構内の温室内で実験を行った。
2. 人工培地の材料は, クリンカ, 造粒灰, バーミキュライト, ジャーガル及び腐葉土である。
3. 処理区は, クリンカ (A) 区, 造粒灰 (B) 区及び対照区 (C) で, 以下のとおりである。A-1区: クリンカ (100%), A-2区: クリンカ+バーミキュライト+腐葉土 (体積比5:4:1), A-3区: クリンカ+ジャーガル+腐葉土 (体積比5:4:1), B-1区: 造粒灰 (100%), B-2区: 造粒灰+バーミキュライト+腐葉土 (100%), B-3区: 造粒灰+ジャーガル+腐葉土 (体積比5:4:1), 対照区: バーミキュライト+腐葉土 (体積比7:3)
4. メヒルギ苗の生長について, 主軸長, 節間数, 葉緑素含有量, 重量生長, 葉の性質, 根長及び弱さ度の各項目について分析し, 総合的に判定した結果, クリンカ及び造粒灰のみでは利用不可であるが, 50%の混合比では利用可能で, ジャーガルと造粒灰との混合区では対照区より生育良好であった。

## 引用文献

1. 亀谷 仁・中須賀常雄 1991 メヒルギの初期生長について 日林会九支論 44:73~74
2. 中須賀常雄 1983 ヤエヤマヒルギの植栽試験, 亜熱帯林 5:54~673.
3. 中須賀常雄・下田淳康・岸本 司 1993 メヒルギの育苗試験, 琉大農学報 40:115~121
4. 中須賀常雄・岸本 司・楊 盛昌 1994 マングローブ樹種の育苗に関する研究 日林会九支論 47:67~68
5. 中須賀常雄・丸田 智彦・岸本 司 1994 メヒルギ植栽基礎試験 琉大農学報 41:291~298