

マングローブ造林マニュアル

JICA LIBRARY



1195765 [1]

インドネシアマングローブプロジェクト

JICA
LIBRARY

CR10

マングローブ造林マニュアル

インドネシアマングローブプロジェクト



1195765 [1]

はじめに

本マニュアルは、林業技術者を対象として、当プロジェクトの事業実行地であるバリサイトの養殖池跡地およびロンボクサイトのマングローブ天然林皆伐跡地で実行した造林事業および各種試験の結果を基に作成したものである。

したがって、インドネシア国内の他の地域でマングローブの植栽を行われる場合には、本マニュアルを参考にしつつ、その地域の気候、マングローブ生態、植栽地の立地条件等に適合したマニュアルの作成が必要である。

目次

1 植え付け

1-1 植え付け準備

1-1-1 養殖池跡地における植え付け準備

- 1-1-1-1 植栽予定地の事前調査
- 1-1-1-2 養殖池跡地内の洗浄化
- 1-1-1-3 各養殖池跡地毎の地盤高の把握
- 1-1-1-4 植栽樹種の決定
- 1-1-1-5 植栽間隔の決定
- 1-1-1-6 作業路の整備

1-1-2 マングローブ天然林皆伐跡地の植え付け準備

- 1-1-2-1 植栽地の地盤の把握
- 1-1-2-2 植栽樹種の決定
- 1-1-2-3 植栽間隔の決定
- 1-1-2-4 作業航路の設定

1-2 植え付け実行

1-2-1 ホット苗植栽

- 1-2-1-1 苗木の規格
- 1-2-1-2 苗木の搬出・運搬及び保管
- 1-2-1-3 植栽時期
- 1-2-1-4 植え付け作業

1-2-2 直挿し苗植栽

- 1-2-2-1 種子の成熟期及び適正種子
- 1-2-2-2 種子の運搬及び保管
- 1-2-2-3 植栽時期
- 1-2-2-4 植え付け作業

2 補植

2-1 活着率調査及び枯死原因の究明

2-2 補植の基準

2-3 補植する樹種

3 保育

3-1 カイガラムシ対策

3-2 その他の害虫対策

3-3 倒伏対策

1 植え付け

1-1 植え付け準備

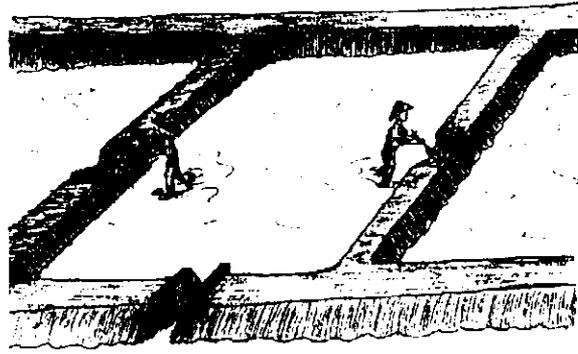
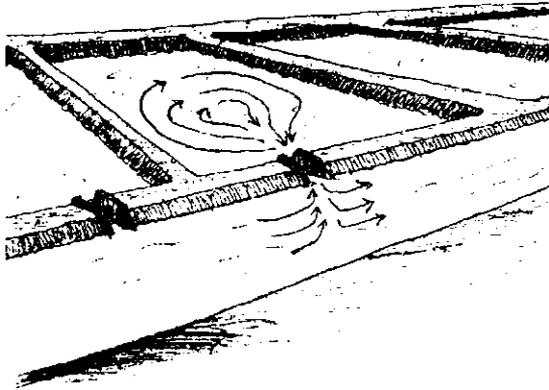
1-1-1 養殖池跡地の植え付け

1-1-1-1 植栽予定地の事前調査

養殖池跡地は、マングローブ林が皆伐され、地盤の掘削、土壌攪乱が行われた場所であり、生態系の激変、帯水時間の長期化及び直射日光を全面的に受光するなど厳しい環境下に置かれている。したがって、植栽する前に各養殖池跡地の潮の流出入の状況、帯水状況、塩分濃度、汚染状況等について調査を行う。

1-1-1-2 養殖池跡地の洗浄化

一般的に養殖池跡地は、餌の腐廃物、エビの排出物等が混在した汚泥等が堆積しており、植栽木の活着、成長に悪影響を与えるために、植栽を開始する前に1年~2年の洗浄期間を置く。潮の流出入がスムーズでない養殖池跡地は堤を開口するが、この場合、苗木運搬等に悪影響を与えることから、開口数は必要最少限度にとどめる。



1-1-1-3 各養殖池跡地毎の地盤高の把握

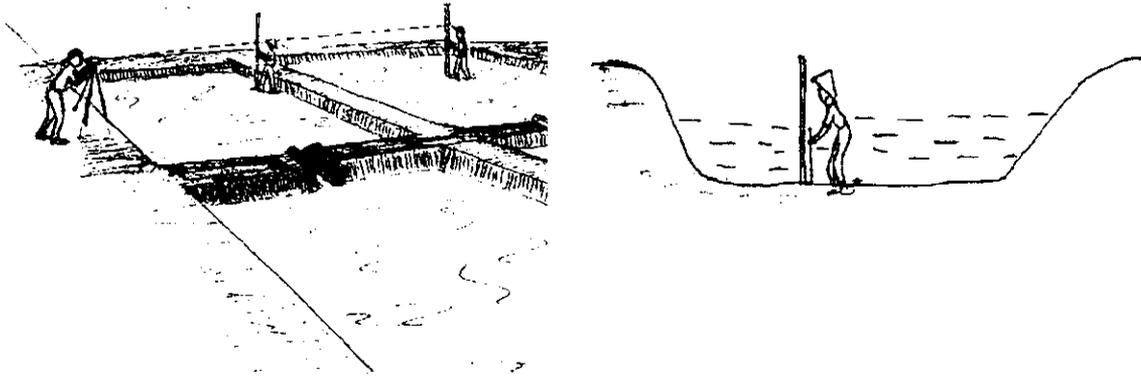
マングローブの活着・成育には、主として地盤高が大きく影響し、各々の樹種に適した地盤高がある。植栽するにあたっては、事前に各養殖池跡地の地盤高を平均小潮満潮位（年間の小潮満潮位の平均潮位）を基準に正確に把握する必要がある。

地盤高の把握は、レベルが正確かつ迅速で最も適しているが、無い場合には竹棒等を利用して人力で測定する。レベルを使用する場合には、小潮満潮位を基準とした基準点（Bench-Mark）を設置し、器械を何回も移動する場合には、移器点（Turning-Point）を設置する。測量は、干潮時に測量者1名、スタッフ使用者2名の3名で行い、測量者は基準点・移器点と養殖池跡地のほぼ中間地点に器械を立て、両地点の高さを測定する。スタッフは垂直に立てるよう注意する。

竹棒等を使用して測定する場合には、干潮時に植栽する養殖池跡地の平均的な地盤高の箇所の竹棒等をあらかじめ立てておき、大潮満潮位時に

マジックインク等で印を付け、干潮時に地際から印までの高さを測り、この高さが平均小潮満潮位からどのような高さに該当するかを把握する。

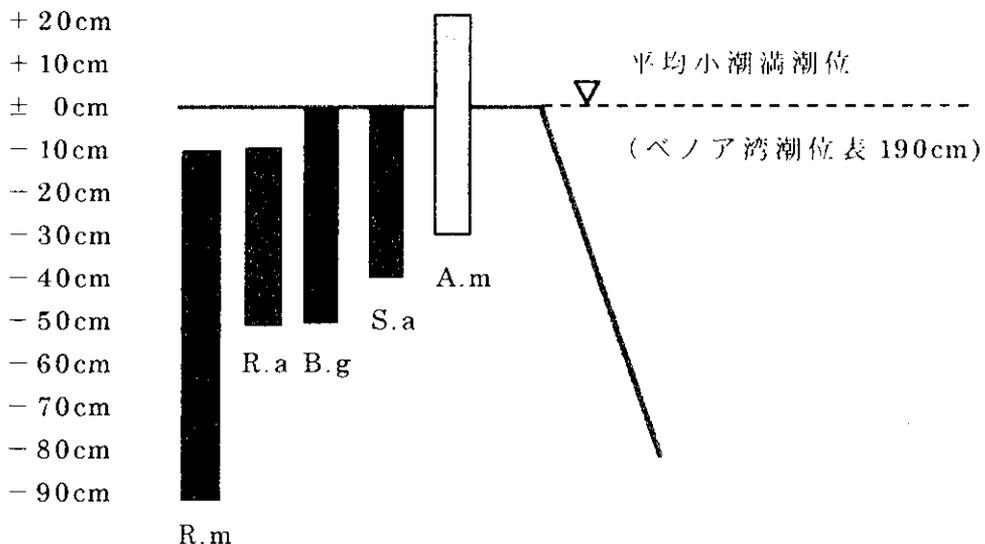
潮の干満の動きは、潮位表から把握できる。潮位表は、各地域の位置及び地形によって微妙に異なることから、各地域の主な港毎に作成され、各港における1年間の潮の干満について、毎月、毎日の一時間毎の潮位が記載されており、港の管理事務所で入手できる。



1-1-1-4 植栽樹種の決定

植栽する樹種は、把握した各養殖池跡地の地盤高がどの樹種に適しているかを照合するとともに生産目標を勘案して決定する。なお、各地域における各樹種の適正地盤高は、その地域における潮位によって異なるものと推察されることから、事前に植栽樹種の活着率、成長と地盤高との関係を明らかにする必要がある。

バリサイトにおける *R.mucronata*, *R.apiculata*, *B.gymnorhiza*, *S.alba*, *A.marina* の適正地盤高は図のとおりである。

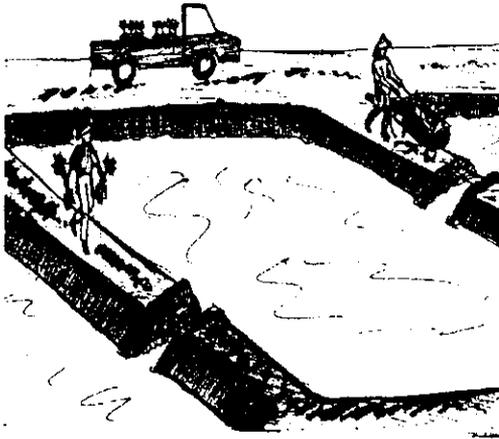


1-1-1-5 植栽間隔の決定

植栽間隔は、目標とする生産物（木炭材等）・最終収穫量、植栽コスト、樹種特性等を総合的に勘案して決定する。

良質な木炭原木の生産、養殖池跡地の早期の緑化を図る観点からは高密度植栽（1m×1m）が望ましい。

1-1-1-6 作業路の整備



苗木、労働者等の運搬を効率的に行うために、小型トラックが通行可能な基幹作業路及び一輪車が通行可能な簡易作業路を整備する。簡易作業路は、既存の堤を利用し、残存するコンクリート製水門の木材、竹材を使って簡易橋を架設する。ヤシ丸太は高価のわりには腐食が早い。

なお、新たに堤を開口した場所には架設した簡易橋は、海水の出入りによって常時浸食・崩壊が進むことから適時適切な補修を行う。

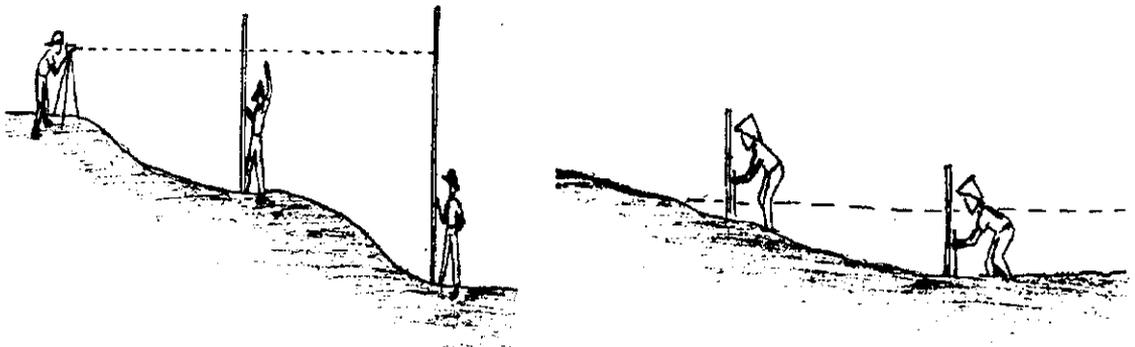
1-1-2 マングローブ天然林皆伐跡地の植え付け準備

マングローブ天然林皆伐跡地（以下「皆伐跡地」という。）は、養殖池跡地と同様に生態系の激変、全面的に直射日光を受光することに加え、露出した土壌が強風、波浪によって流失・流亡を繰り返し地盤高が変化するなど厳しい環境下に置かれている。

植栽するにあたっては、以上のことを十分認識して植え付けの準備をする必要がある。

1-1-2-1 植栽地の地盤高の把握

皆伐跡地のマングローブの活着・成育も地盤高の高低に大きな影響を受けるため、植栽にあたってはまず植栽地の地盤高を把握する。植栽地の地盤高は、まず平均小潮満潮位の線を、小潮時に満ち潮の動きが止まった時点で波打ち際に竹製等の支柱を立てて把握し、これを基準としてレベルまたは竹棒等により、植栽地全体の地盤高を把握する。



1-1-2-2 植栽樹種の決定

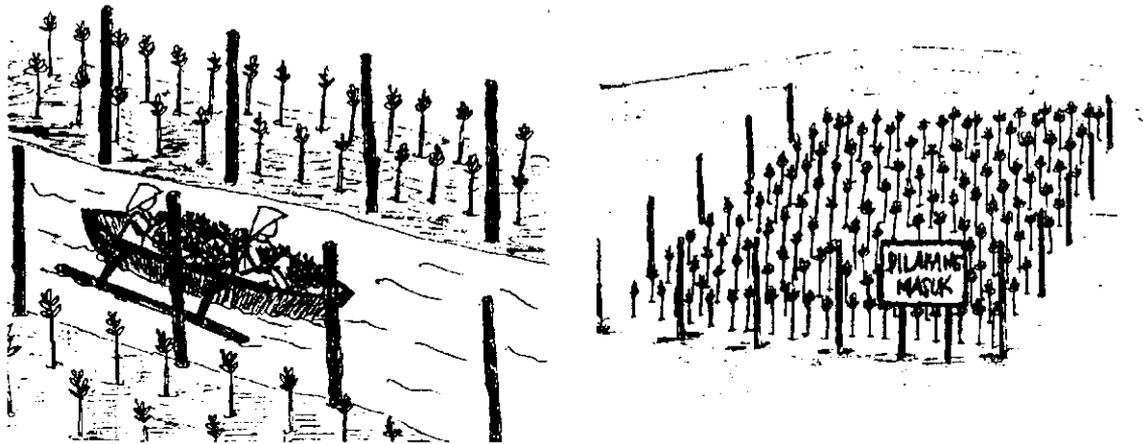
養殖池跡地における植栽樹種の決定に準ずる。

1-1-2-3 植栽間隔の決定

養殖池跡地における植栽間隔の決定に準ずるが、風、波浪が強く植栽地の外縁に防風林を設定する場合には、0.5m×0.5mとする。

1-1-2-4 作業航路の設定

植栽地までの人員、苗木等の輸送・運搬には船が必要であり、このための作業航路を設定する。作業航路の設定は、幅 10m～20m とし、航路の両サイドに長さ 4m～5m の竹棒を 10m 毎に流失しない深さまで差し込む。必要に応じて、地元住民等に対する通行案内標識を立て、植栽地の攪乱を防止する。



1-2 植え付け実行

植え付け作業の形態には、ポット苗植栽と直挿し苗植栽の二形態がある。普通種子（*S.alba*等）及び半胎生種子（*A.mariana*等）は、ポット苗以外の植栽は困難である。胎生種子（*R.mucronata*等）は、ポット苗植栽と直挿し苗植栽が可能である。胎生種子の植栽は、植栽コストの面で直挿し苗植栽がポット苗植栽に比較して有利であり、造林技術上可能であれば極力直挿し苗植栽を採用する。

1-2-1 ホット苗植栽

1-2-1-1 苗木の規格

マングローブ7樹種の苗木の規格は表のとおりである。

樹種	苗長(cm)	葉数(枚)	育苗期間(ヵ月)
<i>Rhizophora mucronata</i> Poir.	55	4	4～5
<i>Rhizophora apiculata</i> Bl.	30	4	4～5
<i>Bruguiera gymnorrhiza</i> Lam.	35	6	3～4
<i>Sonneratia alba</i> J.sm.	30	6	3～4
<i>Avicennia marina</i> Forsk.	15	6	5～6
<i>Ceriops tagal</i> C.B.Rob.	20	4	6～7
<i>Xylocarpus granatum</i> Koenig.	40	6	3～4

(注) 苗長はポット部分を除いた長さである。

1-2-1-2 苗木の搬出・運搬及び保管

苗畑から植栽現場までの運搬は、基幹作業路・簡易作業路及び水路の整備状況に応じて、トラック、一輪車、小船（カヌー）及び人力の各方法を使い分ける。この場合、人力による運搬は多くの時間を要することから極力避ける。また、一輪車による運搬は、運搬距離が600m以上になると運搬時の振動によってポット苗の土と根が分離するため600m未満とする。

運搬した苗木は、植栽地付近の木陰か適当な場所にシートを張って直射日光による乾燥を防止する。養殖池跡地内の海水に浸して保管するのはポット内の土が崩れる場合がある。運搬する苗木量は、日々の植え付け量に見合った量を運搬し、保管期間は極力短期間とする。

養殖池跡地内での苗木の運搬は、ロープ付きベビーバスにホット苗を移し入れ、植え付け者が運搬する。

1-2-1-3 植栽時期

ポット苗の植栽は、苗木が山出し苗規格に達した時から開始し短期間に植栽を終了させる。

苗木は長期間経過するとポットから根が出て、苗畑から出荷する際に根切りを起こす可能性がある。

1-2-1-4 植え付け作業

1-2-1-4-1 作業時間帯

日々の植え付け作業は、潮位表から潮の干満の動向をみて行う。大潮時は干潮時間帯のみに限られるが、小潮時は干潮時及び冠水深が概ね膝まで（50cm）の時間帯が作業が可能である。

1-2-1-4-2 植栽場所

各養殖池跡地内の水門付近及び潮の通り道は、常時水流の強い圧力を受け、植栽木の活着は困難であり、植栽を避ける。

1-2-1-4-3 植え付け作業の作業手順

① 植栽日の潮位表をみて、午前中が作業可能であれば前日に、午後が作業可能であれば当日の午前中に、必要な苗木本数を苗畑から植栽現場まで運搬する。当日の必要な苗木本数は、作業可能時間×作業員数×植え付け本数／人・時間で算出する。

② 苗木の保管場所から、ロープ付きベビーバスにホット苗を移し入れ（10～20個）、植え付け者が各々牽引して運搬する。

③ 植栽間隔の印を付けたビニールロープの両端を各々棒に結び付け、2人で緊張する。

④ 植え付け者は、ホットと同規格の植え穴を手またはスコップ（土

が堅い場合)で掘る。

⑤ポットの土を崩したり、根切りを起こさないよう注意しながらポットを破脱する。破脱したポットは収集・焼却する。

⑥植栽木の根際(ポット部分)と地盤高とが同じ高さになるよう植え付け、掘土を根の周りに植栽木が倒伏しない程度まで盛る。

1-2-2 直挿し苗植栽

1-2-2-1 植栽に用いる種子

直挿し苗植栽に用いる種子は、成熟したものでなければならない。

マングローブ3樹種の成熟状況は表のとおりである。

樹種	成熟状況
<i>Rhizophora mucronata</i> Poir.	コテレドンが黄色に変色
<i>Rhizophora apiculata</i> Bl.	コテレドンが小豆色に変色
<i>Bruguiera gymnorrhiza</i> Lam.	胚軸全体が褐色に変色

1-2-2-2 種子の保管

採集した種子は、種子採集箇所のマングローブ林内または植栽箇所付近に簡易保管施設を作設して保管する。マングローブ林内で保管する場合には、種子の乾燥を防止するため、一日に一度は必ず潮汐がある箇所に漁網等のネットを利用して保管する。この場合、種子を束ねて保管すると内部に熱が発生し腐食の原因となるのでばらまいて保管する。バケツ(直径35cm,高さ31cm)で保管する場合には、直射日光の当たらない場所で、一つのバケツに150本の種子を直立させて保管する。この場合、一日一回種子の上部が十分濡れるようホースで散水する。マングローブ3樹種の最長保管期間は表のとおりである。なお、*B. gymnorrhiza*を保管する場合は、ガクを付けたまま保管する。

樹種	最長保管期間
<i>Rhizophora mucronata</i> Poir.	10日
<i>Rhizophora apiculata</i> Bl.	5日
<i>Bruguiera gymnorrhiza</i> Lam.	10日

1-2-2-3 植栽時期

直挿し苗植栽の植栽時期は、植栽樹種の種子が成熟を始める時から樹上から種子が落下するまでの間である。

1-2-2-4 植え付け作業

1-2-2-4-1 作業時間帯

ポット苗植栽に準ずる。

1-2-2-4-2 植え付け作業の作業手順

- ① 植栽当日の必要種子を保管場所から植栽付近まで船などで運び、各植栽者毎にバケツに50本ずつ移し入れ、植栽地へ運搬する。
- ② 植栽間隔の印を付けたビニールロープの両端を各々棒に結び付け、二人で緊張する。
- ③ 植栽深は、各樹種の種子長の概ね三分の一とする。ただし、潮流の早い所はこれより深めに挿す。また、土壌の堅い場所、伐根などの障害物がある場所では、先のとがった棒で事前に挿してその後に種子を挿す。
- ④ *R. mucronata* 及び *R. apiculata* はガクをはずして植栽する。しかし、*B. gymnorhiza* はガクを付けたまま植栽し、潮汐作用に離脱をまかせて良いが、植栽一週間後においてもガクが付着している場合は手で取り除く。

2 補植

2-1 活着率調査及び枯死原因の究明

補植を行うにあたっては、まず活着率調査を行い、枯死原因を見極めなければならぬ。枯死原因のうち、地盤高の不適合が原因と推察される場合には、再度地盤高を測定する。養殖池跡地内の地盤高は必ずしも均一ではなく、微妙に変化しているのが通常である。したがって、枯死している区域の地盤高は精緻に測定する。

活着率調査の時期は、植栽木の活着が安定する植栽後概ね6ヵ月後以降に行う。調査の方法は、残存木または枯死木を一本々数えて把握するか、視覚的に把握する。

2-2 補植の基準

補植の基準は、造成するマングローブ林のタイプ（生産林、保全林）、生産目標（生産物、最終収穫量）によって決定する。一応の補植率の目安を示せば、20～30%（活着率が80～70%）である。

2-3 補植する樹種

地盤高は植栽後の不適合による枯死の場合は、その地盤高に適した樹種に変更する。その他の場合は、前植栽樹種と同樹種を補植する。

3 保育

植栽木は植栽後様々な要因によって成育が阻害される。一般的に考えられる成育阻害要因及びこれによる被害の被害の状況ならびに対策は表のとおりである。

表 成育阻害要因と対策

成育阻害要因	被害の状況	対策
軟弱地盤	倒伏	支柱杭
風	倒伏	支柱杭
水流	流失	支柱杭・柵
波	流失	支柱杭・柵
油・微粒子	落葉	海水洗浄
ゴミ	倒伏	支柱杭・柵
海草	倒伏	支柱杭
フジツボ	不明（呼吸困難、落葉）	海水洗浄
カニ	食害	大型苗植栽
害虫	食害、落葉	海水洗浄・剝奪

3-1 カイガラムシ対策

3-1-1 被害を受ける樹種

R. mucronata, *R. apiculata*, *B. gymnorhiza*, *S. alba*, *A. marina* など多種にわたっているが、特に、*R. mucronata* SPP.が最も被害を受けやすい。

3-1-2 寄生するカイガラムシの種類

マングローブに寄生するカイガラムシの種類は多いが、*R. mucronata*に被害を与えるカイガラムシは *Chionaspis* 属である。本種は、風や海面を浮遊するなどして移動するが、一旦マングローブの葉面に付着した後は10～20cm程度とごく限定された範囲である。卵からふ化した幼虫は親カイガラムシの付近に定着し、長い口針を植物組織に挿入して汁液を吸収し、被害を与える。

3-1-3 被害の発生時期

カイガラムシの被害は、植栽木の葉層が中潮満潮線を超える頃から始まり、大潮満潮線を超え始めると被害が顕在化する。植栽木が中潮満潮線を超え始めたらカイガラムシの発生に注意を要する。

3-1-4 対策

散水器または人力によって海水を1週間に1回葉面に散水して防除を行う。

3-2 その他の害虫対策

*S. alba*には蛾の一種であるヒメハマキ蛾 (*Lasiognatha leverii* Bradlly)が寄生し、幼虫が葉肉を食害する。この幼虫は視覚でも十分に確認できるので、被害が発見されたら人為的に除去する。

3-3 倒伏対策

植栽木は、常時軟弱土壌の上で風、水流、波等の影響で倒伏する場合がある。最も倒伏の危険性があるのは *R. mucronata* で、植栽後2～3年の間（出始めた

支柱根によって植栽木全体の上下のバランスが不安定化する期間)に倒伏する場合がある。

倒伏対策としては竹杭(幅2.5cm,長さ130cm)が有効であるが、比較的成本が高い(資材費込みで135Rp/本)こと、竹杭が腐食・倒伏した場合には逆効果になることなどを勘案すれば、倒伏の度合いが高い場合のみ使用する。

なお、竹杭を使用する場合には、植栽木の際に竹杭を30cmの深さまで挿し込み、植栽木と竹杭を麻紐で八の字に縛る。この場合、植栽木と竹杭の間は少々の間隔を開ける。

