

## I. 汽水域の生物と生態

### 5. マングローブの生理・生態, 海岸林としての役割

西村 和雄  
京都大学 農学部

#### Biology and Ecology in Brackish Water Regions

##### 5. Ecophysiological aspects and roles of the mangrove forests

Kazuo NISHIMURA

Faculty of Agriculture, Kyoto University, Kyoto 606-01, Japan

マングローブの生息環境は常時海水の潮汐にさらされているため、植物の生息環境としては非常にきびしいものがある。その理由は、

- 1) 高浸透圧環境
- 2) 湛水・嫌気条件
- 3) 高温・強光

などにあり、海岸植物よりもさらに不利な生息環境に森林を形成している。

海水は約 0.5 モルの塩化ナトリウムに相当する浸透圧を持っている。すなわち、イオン総量として 1 モルになり、これは 1 オスモル (Osmol) の浸透圧値を与える。マイナス 2.4 MPa の水ポテンシャルに相当する。ここでマングローブが根系から水を吸水するには、この大きな浸透圧に対抗するだけの浸透圧を体内で稼がねばならない。また、マングローブは水分経済を有効にすすめるためには、可能なかぎり蒸散を抑制し、なおかつ高温・強光を避けるような葉をもつ必要がある。大部分のマングローブ種では、葉が厚いクチクラをもち、特殊な形態の気孔をそなえて蒸散を抑えている。また、活動中心葉はほとんど垂直にたっており、日中の直射日光下でも葉温をあげないようにしている。土壌の湛水・嫌気条件に対しては、呼吸根と呼ばれる独特の器官を分化させ、地下部に酸素を送り込んでいる。また、根の表面は疎水性のスベリン層でおおわれ、根内部に海水の影響が直接およばないような構造になっている。

以上述べたようなマングローブ植物独特の体制は、常に海水の影響を受ける場所、すなわち潮間帯という特殊な環境条件で生息するための適応である。こういったマングローブの体制は、マングローブが 12 科、24 属、53 種の異なった種を包含しているにもかかわらず、共通している特徴であり、異なった種が平行進化を遂げたと考えてよい。

潮間帯に生息するマングローブは、一見したところ強い植物だとの印象を持つが、上述したような過酷な環境で生息しているために、僅かな環境条件の変化にも非常に敏感で、その打撃を受けやすい植物である。

近年、マングローブ林が錫の採掘、薪炭材あるいはエビの養殖場としてつぎつぎに伐採され、急速に海岸から姿を消しつつある。しかし、マングローブの植林は、その繁殖形態が特殊なために幼植物の確保がなかなか難しい。マングローブ植物は樹上で発芽し、ある程度の大きさに達するまで母樹から栄養を受け取った後に地上に落下する胎生種子や、種皮は破らないが内部で幼植物の形態をすでに備えている、半胎生種子などの形態をとるのが普通である。このような種子は、採種後の保存が困難で、数週間後には出芽・出根能力を失い壊死する。このようなマングローブ種子の特殊性が、マングローブ林再生の足を引っ張っている。

マングローブ林の現状・現況—バングラデシュの例から—

昨年 7 月から 3 カ月間、筆者は JICA の企画調査員

としてバングラデシュに派遣され、スンドルバン (Sundaruban) 地区のマングローブ林を調査してきた。図1にはバングラデシュの位置を示した。このマングローブ林はインドとの国境をまたいで東西に、ガンジスデルタにひろがっている。図2には、バングラデシュにわずかに残っている森林 (国土面積の15%), すなわちスンドルバンのマングローブ林がある地域

と、ミャンマー国境付近にあるチッタゴンヒルトラクトを示した。それでもスンドルバンは、単一面積では世界最大のマングローブ林である。バングラデシュ側だけでも、総面積5,730平方キロを占めている。このうち10%はスンドルバン内部を無数に走る水路で、大きい水路になると2万トンの船が通過できる。スンドルバンのマングローブ林を構成する樹種は、特産の

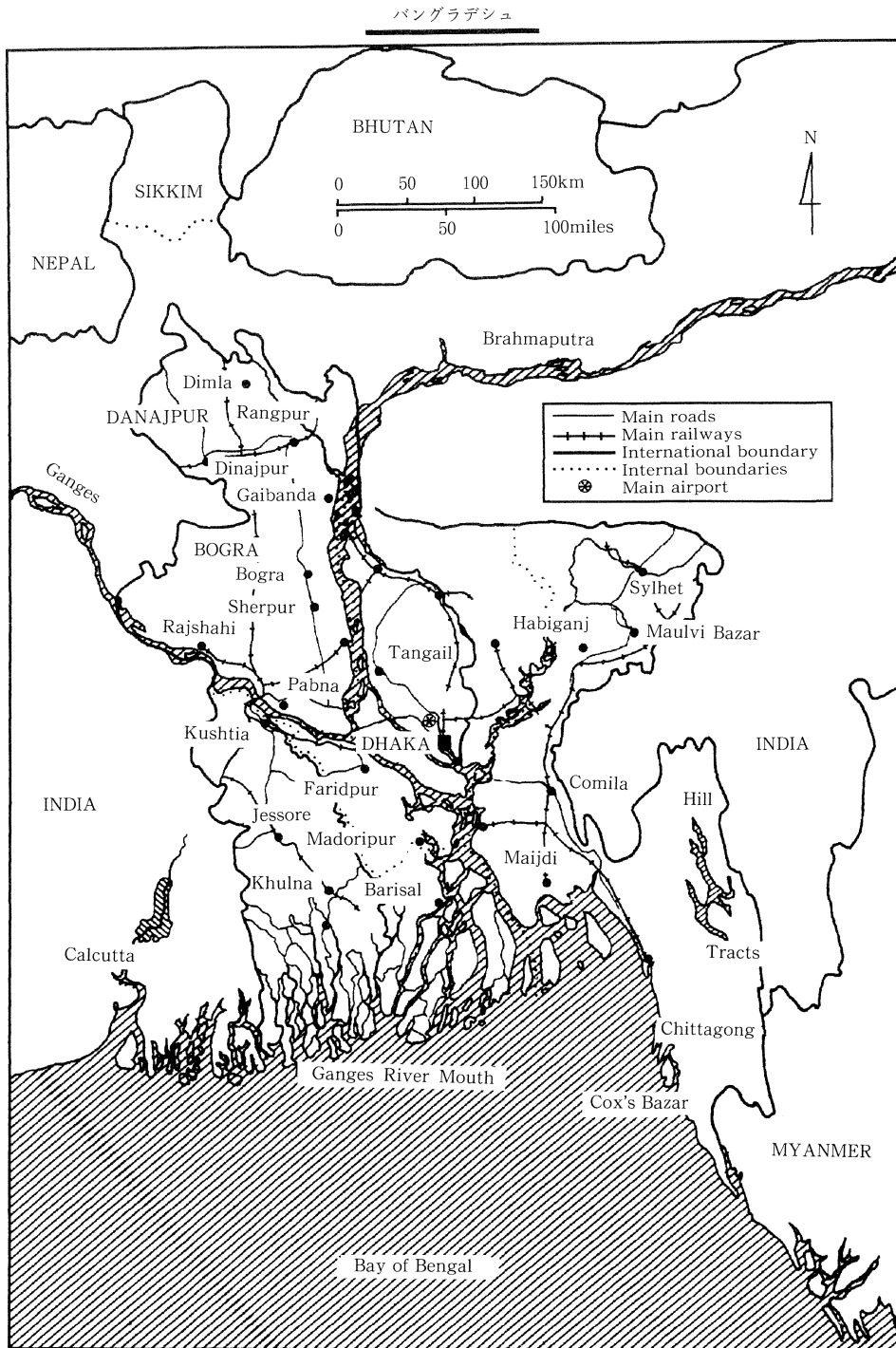


Fig. 1 Map of Bangladesh

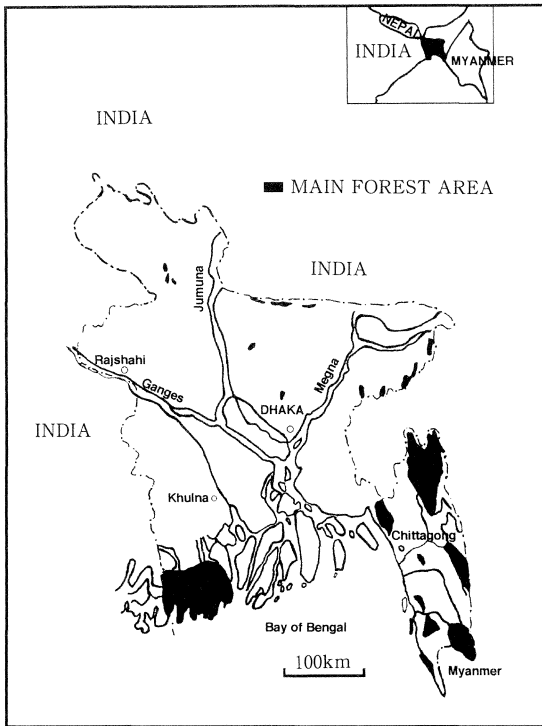


Fig. 2 Forest area in Bangladesh

スンドリ (Sundri; *Helitiera formes*) を含めて 30 種以上、沼沢林を構成する樹種を含めると 60 種以上はあると推定されるが、内部の詳細な調査は現在に至ってもなお、行われたことはない。わずかに、イギリスの ODA で概略調査が行われたにすぎない。1930 年のイギリス海軍水路部の調査によれば、当時のマングローブ林は現存部分の倍の面積をもち、カルカッタの近くにまで達していた。これが 60 年間で半分まで減少したのである。その主な理由は、人口爆発による燃料としての伐採、独立運動・戦争の混乱時に起こった不法な伐採による。森林内部には、絶滅危惧種となりワシントン条約でも保護されているベンガルタイガーをふくめ、貴重な野生動物が今もなお豊富に生息している。水路にもウミガメ、ワニ、ガンジスカワイルカなどが生息し、豊富な魚種は汽水域の漁業を支えている。

ところで、スンダルバンのマングローブ林は今、消滅の危機にさらされている。その原因は、

- 1) 植民地時代、第 2 時世界大戦とバングラデシュ独立戦争時の混乱に、違法な伐採が続いてきたこと。
- 2) スンダルバン地区の上流域で 10 年前から行われてきた、洪水対策のための輪中化によって、それまで平野部に流入していた泥がスンダルバンに直接流れ込むようになった。このために、マングローブ林の水路の縁に沿って泥の堆積現象が急速にすすみ、

森林内部に潮が進入しにくくなってきたこと。

- 3) この堆積現象によって森林内部の土壌が乾燥しつつあり、とくに乾期には塩分を含んだ地下水が上昇する結果、表層土壌の塩類化が進行しつつある。
- 4) 塩類化の進行にともなって、耐塩性の弱い樹種が影響を受け、その樹勢が弱まりつつある。すでにパッチ状の枯死域がスンダルバン全域にみられ、しかも天然更新が塩類化によって阻害されている。
- 5) 灌漑を目的に建設されたガンジス上流部 (インド側) のファラッカダムによって、乾期のガンジス河の水量が減少し、それまで海水の影響のあまりなかった地域まで海水が進入するようになってきた。
- 6) バングラデシュの国情から、森林資源は今もスンダルバンに頼らざるをえないこと。その主たる用途は、薪炭材、船舶用材、新聞用紙、建材などである。スンダルバン地区の現況を述べるまえに、バングラデシュの地況をここで概説する。先の図でもあきらかなように、バングラデシュは水の国である。ガンジス、メグナ、プラマプトラの 3 大河川が集中し、国土のほとんどがそれらの運ぶ沖積土で形成されている。平均海拔は 3 メートルにも達しない。モンスーンの来襲する雨期には、モンスーンがベンガル湾の海水をバングラデシュに向かって南方から押し上げる。海水面が盛り上がる時期に、雨期にさしかかった 3 大河川は大量の水を上流域から運んでくる。このためにバングラデシュの国土全域にわたって、海水と河川水とがぶつかりあい、全土を水が浸してゆく。

図 3 に示したとおり、本来国土の海拔が低いバングラデシュでは、潮汐の影響は内陸深くにまでおよび、汽水が進入する水路の奥行きや、潮汐によって水流が逆行する地域は広い面積に及んでいる。しかも、乾期と雨期における河川の塩分濃度の変動は激しい。図 4 に示したが、スンダルバン地区の中央部を北から南へ流れるパッスール河 (2 万トンの船が航行する) の中流域、すなわちスンダルバンマングローブ林と境界を接し、その北側にあるモングラ港では、乾期と雨期とでは塩分濃度が極端に変わっているのが明らかである。スンダルバンはガンジス河がベンガル湾に注ぐ位置を西から東へと移動する過程で、それを追うように分布域を広げてきた (図 2)。スンダルバンの東端は、ガンジスの支流であるバレスワール河 (広いところでは幅 5 km を越えている) で、マングローブ林はここで途切れている。その理由はこの河の東岸からは水田が広がっているためである。この地域ではバレスワ

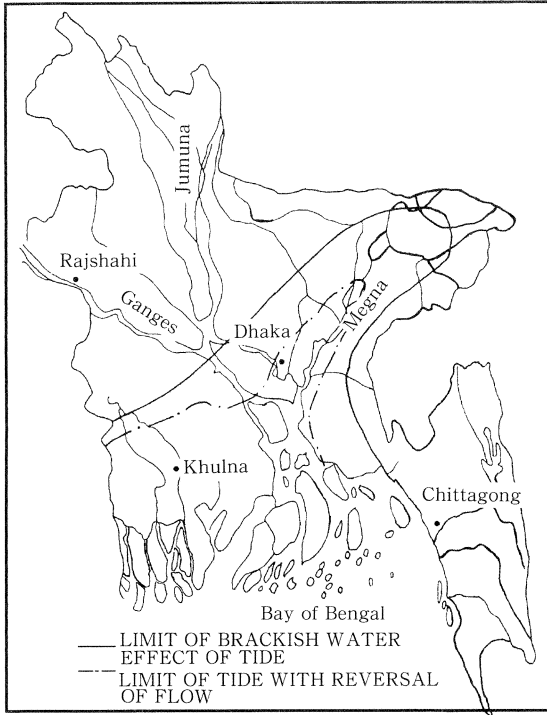


Fig. 3 Tidal effect in Bangladesh flood plain

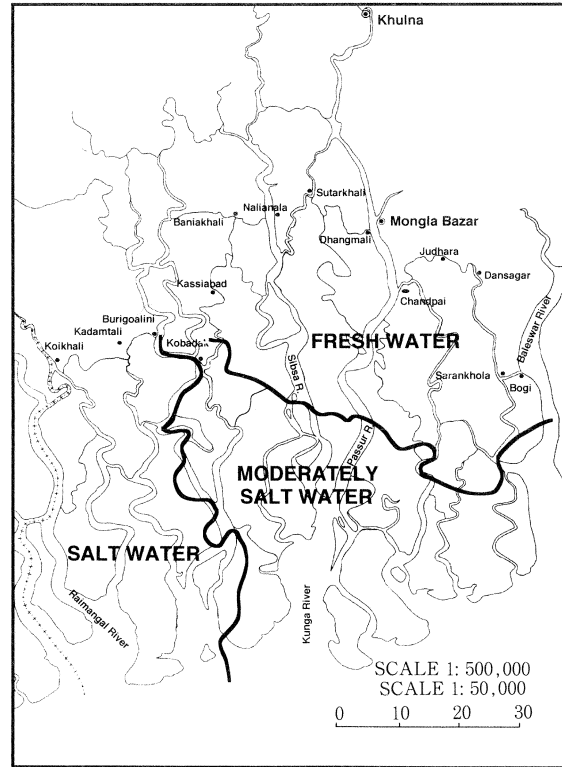


Fig. 5 Area that affected fresh, moderately and salt water in Sundarban mangrove forest

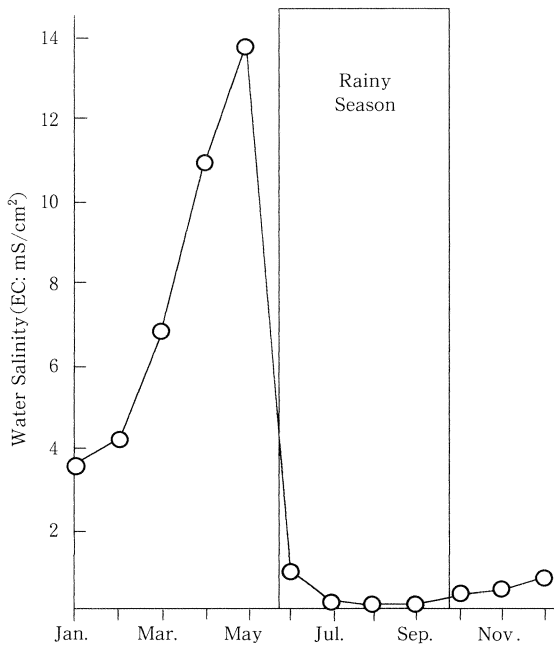


Fig. 4 Seasonal salinity change at Mongla port, Passour River

ル河が持ち込む淡水の影響が強いため、マングローブ林は海水の影響を受けることはない。図5には、スンダルバン地区マングローブ林の土壌塩分濃度の分布を示したが、北東部から南西部にかけて塩分濃度がだいに濃くなっていることがわかる。河川の持ち込む淡

水の影響が大きい地域と、海水が侵入し、その影響が大きい地域とが明瞭に区別される。したがってスンダルバン地区における塩分の影響は、北より南、東より西が大きくなる傾向があり、南西部でもっとも大きく、北東部ではほとんどその影響がない。先述したように、マングローブは海水の影響を受けつつ生育しているが、海水の影響は少ない方が生育には都合がよい。なぜならば、影響の少ない分だけ塩分によるストレスがかからないからである。これはマングローブの生育にそのまま反映する。図6には、スンダルバン地区におけるマングローブの樹高を示したが、図5の塩分濃度の分布とよく一致していることが明らかである。すなわち、塩分濃度が低くて海水の影響を受けにくい地域では樹高が高い。反対に樹高の低い地域では、それだけ塩分（海水）の影響が大きいことを示している。

以上、ここに概説したような事実が、広大な地域に、しかも明瞭に見いだされるマングローブ林は、世界に類を見ない。これを補強する事実として以下の事実があげられる。

マングローブは樹種によって塩分に対する耐性が異なる。それは帯状分布として知られており、海に接し

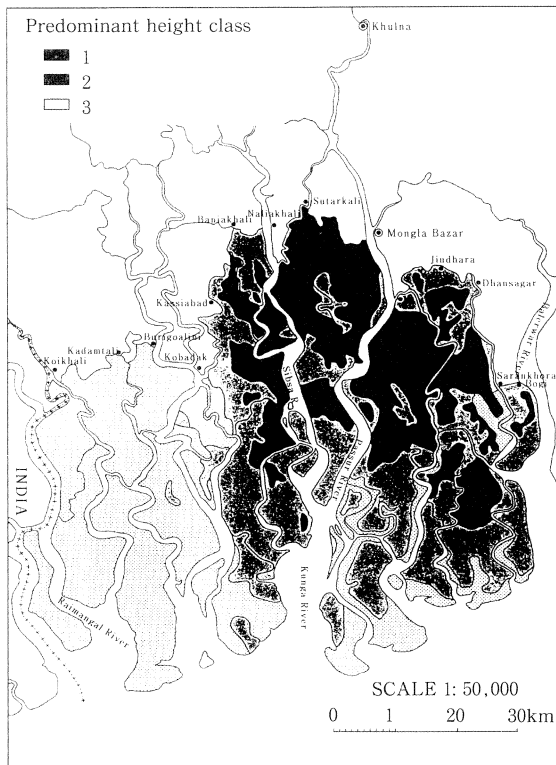


Fig. 6 Predominant tree height distribution of mangrove plants in Sundarban

ている先端部から内陸部にかけて、耐塩性の強い樹種からしだいに弱い樹種へと、植生が遷移していることが知られている。ただし、生態的には、この傾向と一致しないマングローブの生息地が多数知られている。こうした場合、生態学的な調査では生息地における樹種の分布だけの記述にとどまるのが通例である。しか

し、マングローブの種類によって耐塩性が異なるという事実は、筆者がすでに確認しており、耐塩性の強弱は塩分の影響と密接な関係があって、しかもそれが分布を決定している主要な要因であるといえる。図7に、筆者が確認したマングローブの耐塩性の度合いと生息分布の違いを示した。これは沖縄県西表島の例であるが、生息地とその土壤塩分濃度、マングローブの水ポテンシャルおよび、葉のナトリウム含量には密接な関係があった。ところがスンドルバンのマングローブ林では、塩分によるストレスと樹高との関係は明瞭であっても、樹種の分布様式が他のマングローブ林とは一致しない。たとえば、海水の影響がまったくみられない地域でも、30 cm以上の胸高直径を持つ、最も耐塩性の強いマングローブ樹種に属している種類 (*Avicennia* や *Sonneratia*) が生育していた。これが意味しているのは、単に種ごとに固有な耐塩性の違いだけでなく、遺伝的な多様性が存在する事実を示している。つまり、単なる帯状分布だけでは、スンドルバンのマングローブ種の分布を説明できないという点にある。この成立要因は、塩分濃度に地域的な広がりがあり、マングローブ林が東漸して分布を拡大してきたことにもあると言えよう。野生生物もさることながら、マングローブ種にも遺伝的多様性を持つという意味で、単に世界最大であるにとどまらず、スンドルバンのマングローブ林が持つ意義は大きいものがある。

しかし、残念ながらスンドルバンのマングローブ林は荒廃しつつある。全域で枯死木がパッチ状にみられるのとは別に、図8に示したような荒廃地域が広がり

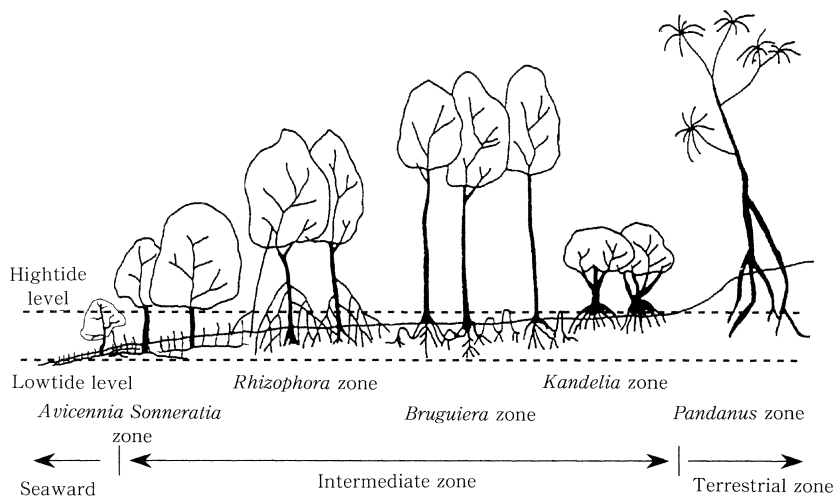


Fig. 7 Representative scheme of zonal formation about major mangrove species founded in Iriomote island

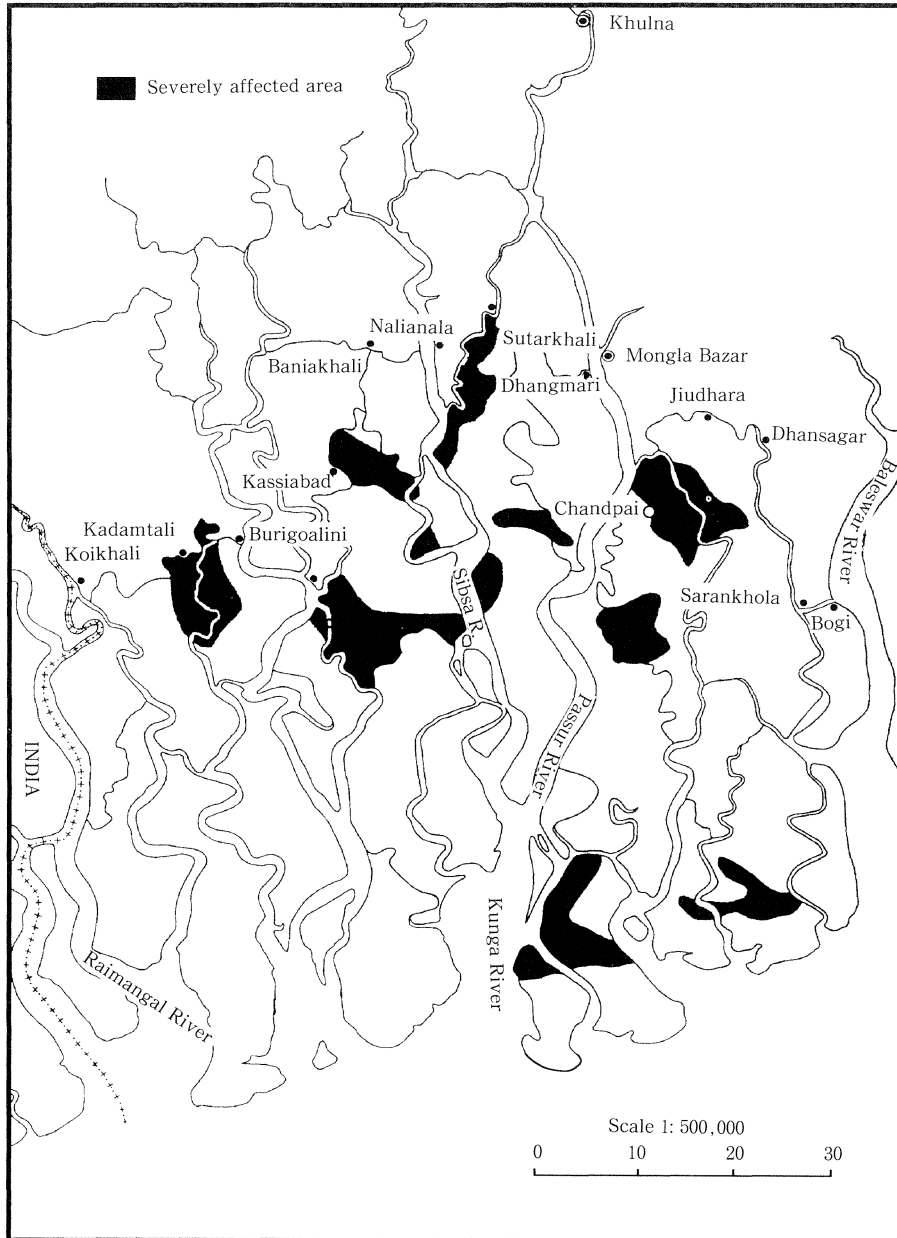


Fig. 8 Main devastated area in Sundarbans mangrove forest by overexploitation

つつある。それもマングローブ林の境界で、地域住民のすむ近くがもっとも荒廃している。このまま荒廃が進めば、マングローブ林だけでなく、貴重な野生生物までもが失われてしまう可能性は非常に高い。

ベンガル湾をはさんだスンドルバンの対岸、チョカリアスンドルバンには、6千haのマングローブ林が、10年前まで存在していたが、現在は1本も残ってはおらず、すべてエビの養殖場に姿を変えてしまった。チョカリアスンドルバンから南北に、南のコックスバザールから北のチッタゴンまで、海岸線のいたるところで零細漁民がプランクトンネットを張った手網を

もって、波打ち際に入り、エビの幼生を採集していた光景を眼のあたりにした。すくった動物プランクトンのうち、養殖の対象となるブラックタイガーの幼生は10%もなく、より分けた後のプランクトンは乾いた砂浜に捨てられていた。一方的な殺りくがベンガル湾の漁業資源を減少させている痛ましい光景でもあった。かつて、チョカリアスンドルバンにマングローブがあった頃は、沿岸漁業資源も豊かだったが、現在ではジリ貧で、しだいにとれなくなっていると、現地の漁民や水産関係者から聞いた。バングラデシュは雨期に、全土が水浸しになるので、内水面漁業が非常に盛

んな国でもある。そのせいからか、あまり沿岸漁業資源の減少は気にしていないようであったが、採卵から始まらないエビの養殖は、一方的な資源の収奪になっているため、近い将来に資源の急激な減少や枯渇が起こるのは必至であろう。

マングローブは、海と陸との境界に位置する森林として、サイクロンの襲来時には、防潮林や防風林の役割を果たし、内陸の塩害を軽減する意味で重要な意義を持っている。また、稚魚の避難場所となる日陰林としても重要であり、河川が運搬する泥や養分をいったん取り込み、リターとして土壤に再び有機物を供給して、森林に生息する無数の生物を養っている。また、

耐塩性を持っていて、なおかつ早く成長する樹種もあり、適度な管理をおこなえば無尽蔵の燃料を供給でき、海岸にすむ人間を含めた社会生態系としても重要な意義を持っている森林として、マングローブをみる必要がある。スندگانの語源は、ベンガル語で美しいを意味するスドゥルと、森を意味するバンに由来している。調査の時にみた、スندگانの緑が地平線の彼方まで、その美しさを保てるようにしなければならない。衰退しつつあるスندگانのマングローブ林が人類の未来の姿と重なってはならないのである。