

マングローブの復元を目指して

慶應義塾大学 経済学部 4年

学籍番号 20308015

大沼あゆみ研究会 神崎雄介

目次

序章

1章 マングローブの特徴

1-1 マングローブとは

1-2 マングローブの形成過程

1-3 マングローブの生態系

1-4 マングローブの特徴について

2章 マングローブの現状について

2-1 マングローブが直面している問題

2.2 マングローブ減少の理由

2.3 マングローブ林現象に対する対策

2.4 問題点

3章 経済分析

3-1 マングローブ林伐採による外部不経済について

3.2 データによる分析

まとめ

参考文献

「見込みあればこれを試みざるべからず。
未だ試みずして先ずその成否を疑う者は、
これを勇者というべからず」

福沢諭吉

序章

われわれが住んでいる地球は森林や水など自然豊かな星であり、そしてこの地球に存在する多彩な生命がこの自然の恵みの恩恵によって今日も生活することができている。しかしこの我々の生活を支えている地球の自然が現在危機に瀕している。それは高度経済化が進む中で各国の人々がよりいい生活を目指した結果、森林は伐採されて工場や人々の住む場所へと変わっていき、それに続く形で川や海といった水も汚染されていった。高度経済成長を遂げていた当時は全く気づかなかったがその自然破壊による対価というものは地球の温暖化など今日人々に体感することができる形で現れてきてしまっている。

今でこそ先進国と呼ばれている国々ではこの問題、すなわち環境に関する問題について重要視するようになりさまざまな対策をとるようになってきた。とりわけ森林などの樹木は光合成を行うことで二酸化炭素を吸収することができ、地球温暖化問題において重要ということから今までに失われていってしまった緑の価値というものが再認識されてきている。こういった歴史がある中で今回はその緑の中でも二酸化炭素吸収としての役割をはたすと同時に生態系も成り立たせているものとしてマングローブを取り上げた。

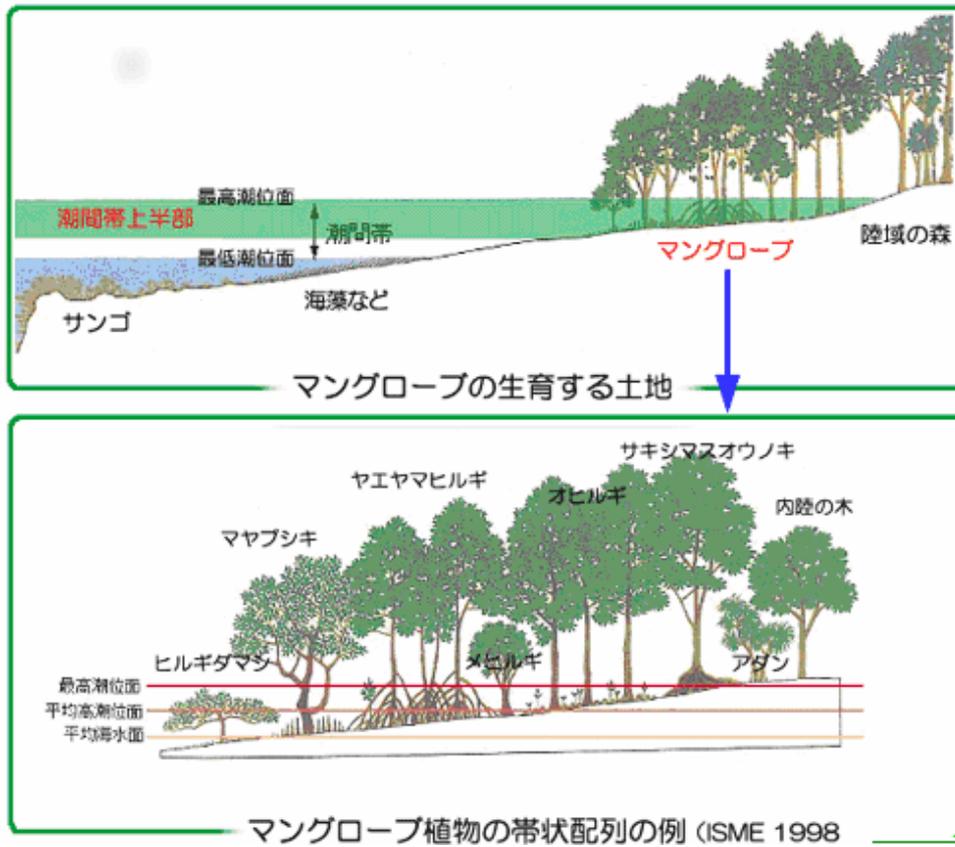
マングローブの利用価値が多様にあるにもかかわらず1980年代あたりから大幅に減少してしまったことについて原因などをみつつ、マングローブの新たな価値を以下で考えていきたい。

第一章 マングローブの特徴

1-1 マングローブのとは？

まず本論に入る前にマングローブとはいったいどういったものをさすのかということについて触れていきたいと思う。マングローブとは、熱帯・亜熱帯地方の海岸線や河口域に繁茂する植物群の総称である。海岸線や河口域は、「陸水（表層を流れる河川や地中を流れる地下水）」と「海水」が混じりあう「汽水域」である。マングローブの成育には「満潮」や「干潮」の潮流の変化が必要であり、こうした地域を「潮間帯」とも呼んでいる。「汽水域」は陸水と海水が混じりあう地域であり、「潮間帯」は海水の干満により水位が変化する地域を言い、両者は必ずしも一致しない。感潮帯の方が汽水域の範囲より広い。このようにマングローブという名の植物は存在しておらず上記の条件内に当てはまる植物群の総称をさすものである。そしてこのように生息環境に限りがあるためその分布は世界中のマングローブ域をあわせても約 180,000 k m²、熱帯雨林総面積の 2%にも満たない数値となっている。そのような総称となっているマングローブだが現在わかっている種類は 33 属 82 種となっている。（しかし研究者の間で含めるべきか否か意見が分かれているものありそれを含めると 100 種になる）そして構成されている樹種の違いなどによってインド洋～太平洋に分布する群とアフリカ大陸西岸・カリブ海と南米の赤道近くに分布するものとは大別される。日本はインド洋～太平洋の群の北限にあたり、沖縄県を中心に 9 種類のマングローブ植物が分布している。

マングローブの生育する潮間帯内部は、潮汐の影響を強く受ける環境にあり、冠水頻度の違いなどによって環境が大きく変化している。従って、そこに生育するマングローブ植物も潮位（＝地盤高）に応じて違った種類の植物が成立し、帯状配列が見られます。マングローブが生育する潮間帯の地盤は、潮汐の影響で塩分濃度が高く軟弱である。この特殊な環境に対応するためマングローブ植物は特異な生態を持ちます。具体的には、葉に排塩孔を持つものや、落葉に塩分を蓄積して排出するものが存在したり、軟弱地盤で体を支えるために不思議な形をした根をはるものもいる。



http://www.tsc.tohoku-gakuin.ac.jp/~miyagi-lab/ma_page1.htmlより

上図のように潮間帯の間で最低潮面～最高潮面の間で生えることができる種類も換わっていきることがわかる。この最低～最高潮面で生えるものを総称としてマングローブと呼ぶ。このように種類が分かれるマングローブだが「高木類」「灌木類」「ヤシ類」「シダ類」の4つの項目に分類することができ詳しくは下の図のようになる。

区分	属の数	種の数	備考
高木類 (trees)	22	62	樹高 3m以上
灌木類 (shrubs)	6	10	樹高 3m以下
ヤシ類 (palms)	3	3	
シダ類 (ferns)	1	3	
高木・灌木類	1	4	
計	33	82	

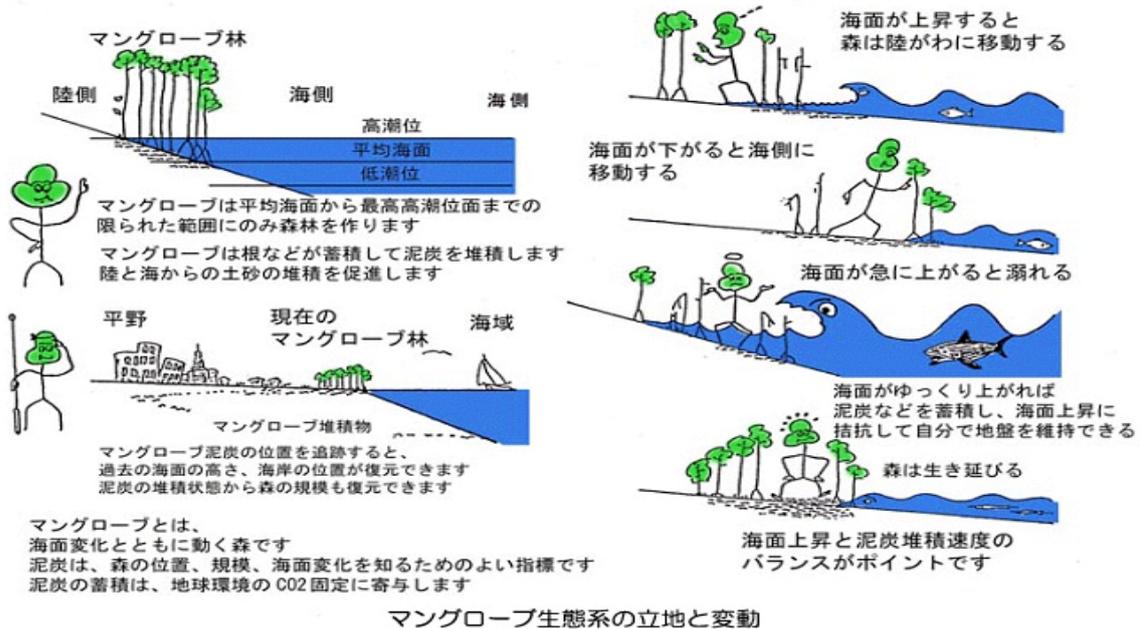
表①マングローブの分類について マングローブ入門より

1-2 マングローブの形成過程

次にマングローブの森とそれにかかわる環境は、具体的にどのような要素がどのように関係しあい、生態系を作っているのか、その形成過程についてみていきたいと思う。潮間帯上半部の土地にマングローブ植物の先駆種が定着し成長すると、土壤に張り巡らされた不思議な形をした根や幹枝が陸域からの供給土砂を捕らえ、さらにマングローブ植物自体が根や葉を蓄積させ（潮間帯は塩分濃度が高いため、有機物の分解が抑制される）地盤高を高めていく。するとそれによってマングローブ植物の種が置き換わり、ヤエヤマヒルギやオヒルギの仲間たちが成育するような地盤になるとさらに有機質に富んだ堆積物が蓄積され、カニなどの甲殻類や貝類、他の動物たちが多く住む豊かな森になります。さらに地盤高が高まると、潮汐の影響が少なくなるためにオキナワアナジャコなどの甲殻類が土壤を攪乱する影響が大きくなり、土地の表面はオキナワアナジャコのつくる塚によって起伏が生じます。一年の最高潮位面よりも高くなった塚や複合塚には陸域の植生や生物が現れるようになります。

マングローブ植物はそれぞれのステージにおいて特徴的な堆積物を林床に蓄積させている。また、マングローブの森は過去の海水準変動に合わせて、その立地を海側や陸側に変動させていて、時には急激な海面上昇によって溺れてしまった時期もある。（タイでの調査では数十年前の地球では今よりも10キロも沖合いにマングローブ有機物が発見され当時は今よりもかなり沖合いにマングローブ林が生息していたということが報告されている*4）これらに関する研究は、近い将来に起こりうる地球温暖化による海面上昇に対してマングローブ生態系がどのような反応を示すのか考えるにあたって重要なものです。これまでの研究では温暖化による海面上昇が5mm/年ほどのペースであれば、現在の森林は生き延びることが出来るのではないかと予測されている。

次の図のようにマングローブは地球環境の変動とともに生息域を変えていく植物であり、今日問題となっている地球温暖化問題に伴って今後も生息域が少しずつ変わっていくこともありうる。



http://www.tssc.tohoku-gakuin.ac.jp/~miyagi-lab/ma_page1.htmlより

1-3 マンングローブの生態系

前述のようにマンングローブは特殊な環境で生息することが出来るが特異性はそれだけではない。マンングローブ域では「生命のゆりかご」と言い表されるほど豊かな生態系が形成されている。そこでは陸上の森林生態系とは異なり、潮汐によって冠水、干出を繰り返すため海洋生態系が形成されている。しかし、マンングローブ生態系は、重荷中緯度で見られるような植物プランクトンから始まる食物連鎖による海洋生態系とは異なり落葉などのマンングローブ有機物からスタートしそれをカニ類や貝類が摂食、排出活動しそれを微生物が分解し魚がそれをえさにするという特異な食物連鎖になっている。そしてまた、マンングローブ域は干潮時の底泥面の露出と満潮時の樹冠を残しての水没を潮汐周期で繰り返すため、干潮時には陸棲生物の生活の場を、冠水時には水棲生物の生活の場を与えており、様々な生物の保育場となっている。たとえば写真で示すような熱帯、亜熱帯の水産価値の高いエビ類、カニ類はマンングローブ域を生活の場として利用している。Primavera (1998) においてマンングローブ域では多くのエビ幼生が見られ、マンングローブがない干潟域ではエビ幼生が見られないと報告されている。またマンングローブが存在することによって日陰や複雑な形で張りめぐらされている地上根は稚エビに対して隠れ蓑としての役割を提供し、捕食者からの生存率を高めているという。またマンングローブ起源の有機物がエビの餌として利用されているといわれている。当然それらエビやカニが豊富にいるということでそれを捕食する野鳥にとってもマンングローブ域は楽園であり、鳥のほかにもフィリピンモンキーといった猿などもマンングローブ林に住み着いていたと言う。そしてそういった側面を持

一方でマングローブ域では、海水流動によって侵食・堆積が繰り返されることによって地形をかえることがありこの変化はマングローブ樹林の規模や植生を大きく変え、これらの地形や植生の変化は海水流動を変える。

これらのマングローブ域による生態系の多様さやマングローブ自体の存在は生物界だけではなく我々人間の世界にも大きく恩恵を与えてくれる。それは前述した豊富な魚介類を食料として捕獲したりすることやマングローブ自体を伐採することによって高品質の牧や隅にすることによって現地民にとって重要なエネルギー源となっていたりすることである。戦前のフィリピンでは両氏が竹で作ったモリによって 1 日に数十キロ、多いときには 100 キロもの魚を取ることが出来たとの記述もある。

またそのほかにも近年問題視されている地球温暖化に対してもマングローブ林は、注目されている。詳しくは後述で述べるが、簡単に述べるとマングローブ林には多くの炭素が蓄積されていることから、大気中の二酸化炭素を固定する場として注目されている。蓄積場所としては樹木として炭素固定される以上にその地下部に形成される泥炭層に炭素を多く蓄積するといわれている。その吸収量は陸地にある熱帯雨林にひけをとらないものである。そのほかにも津波や台風の際での波に対する防波効果や防風効果も多分にありマングローブ林があるかないかで先のインドネシア沖の地震による津波の被害に大きく差が生じたとの報告もある。このようにマングローブというものの存在はマングローブだけではなく生態系を形成する場、そして我々人間が直面する問題に対しても多くの恩恵を与えているのでその存在意義というものは多分にあるということがよくわかる。

1-4 マングローブの特徴について

次に上でも軽く述べたがマングローブが持つ特徴について見ていきたいと思う。まず大きく分類してマングローブ林には 4 つの特徴があるといえると思う。

- ① 生物多様性について富んでいる
- ② 沿岸への防波効果
- ③ 高い炭素ガス固定能力
- ④ その他

まず 1 についてだが上述のようにマングローブ林を取り巻く中での生態系とは非常に多彩なものがある。それはそこに生息するエビやカニほかの貝類をはじめとしたマングローブ林に依存して生きる生物もいる一方で、マングローブの若い葉をラクダやヤギのえさとして利用することや、マングローブの種子や種を食料とするサル、もしくはそれらを薬として扱っているわれわれ人間。（魚を捕まえるためのわななどもマングローブの枝や細い木を利用して作ることができる。）南アメリカのエクアドルにあるガラパガス諸島ではマングローブに含まれているヒルキダマシの木の下をアシカの親子が餌場として利用していること

でもしられている。また西表島などでもマングローブ林で水鳥たちが休息している光景をよく見ることができる。このようにマングローブには多種多様な生物たちが絡んでいることがわかりマングローブ林における生態系の中のみでわれわれ人間が生活できる環境もとのっている。

② 沿岸への防波効果について

次にマングローブ林があることによる津波や台風などがあつた際における防波効果についてみていきたい。この防波効果とは海から押し寄せてくる波浪に対してマングローブ林がどの程度減衰できるかというものを示すものである。では非マングローブ域と植林されたマングローブ林（0.5年、2～3年、5～6年の三種類）計4地域においてどの程度波高減衰係数に差があるかを実験した。それによると下の図のようになり、これはたとえば沖合いで1mの波高の波が発生した場合陸地に着く際には6年地域では2～5cm程度の波になるということを示している。非マングローブ域ではほぼ減衰なくくるといふことを考えるとこのマングローブ林があるかないかという差は非常に大きいといえるであろう。

地域	波高減衰係数(r)
非マングローブ域	0～0.01
マングローブ域(0.5年)	0.04～0.14
マングローブ域(2～3年)	0.07～0.18
マングローブ域(5～6年)	0.20～0.25

表2 マングローブ域と非マングローブ域の波高減衰係数について
(エレクトロヒートより)

この実例として1988年バングラディッシュでは洪水によって国土の役60%が水没した。この原因は国土の約半分が海拔8m以下ということ、熱帯雨林の過剰伐採、そしてマングローブ林の大半を外貨獲得のためにエビの養殖池にしてしまったことがある。上述のようにマングローブ林には防風、防波林としての役割がありもし大量伐採がなかったとしたら洪水の被害は実際の10分の1ですんだと報告されている。

また2004年に起こったスマトラ沖地震の津波の際にタイではマングローブがそばに生えていた村では壊滅的なダメージを受けたのに対してマングローブ林があつた村では海辺にあつた小屋こそ壊れたものの村がある内陸に対しては被害はほとんどなかった。



海辺の小屋こそ被害があったがこの奥の村には被害がなかった



海岸にマングローブが生えていない村の場合被害は甚大なものになった

③ 炭素ガス固定能力について

次にマングローブ林の炭素ガス固定能力について目を向けてみるとマングローブ林は1ヘクタール当たり二酸化炭素を炭素換算で毎年7トン以上を固定する。

これを乾物生産能力で比べてみると下の表3のようにマングローブ林の能力は熱帯雨林に勝り、探査換算地すなわち炭素固定能力では7.5トン/ha・年と湿地に並んで最も高い。表4で示すマングローブの炭酸ガス固定能力は表3より若干低い6.9トン/ha・年であり約7トンということがわかる。

光合成による乾物生産力		
地域・植物種	乾物生産力(t・ha/year)	炭素換算の年間固定量t・c/ha・y
湿帯常緑樹	13	4
農耕地	13	4
湿地	25	7.5
概要	1.3	
大陸棚	3.6	
さんご礁	20	
加工	18	
熱帯雨林	20	6
マングローブ 域	25	7.5

表③植物の生産能力 (エレクトロヒート 111 より)

マングローブ林のCO2 固定機能	
部位	炭素基準の固定量t・c/ha・year
地上部	4
根	1.2
地価堆積物	1.7
固定総量	6.9
地上部の固定能力は熱帯雨林並み(IPCC)	
地価堆積物まで含めた固定能力は熱帯雨林の 2 倍	

表 4 マングローブの機能 (エレクトロヒート 111 より)

マングローブは潮の干満があり干潮時には地面が空気にならされる海域に飼育するので熱帯雨林のように農耕地に転用することがない。すなわち農耕地と競合せずに植栽面積が大きく増やせて大きな炭酸ガス吸収、炭素固定能力を持っている。水辺の地の利を生かして森林ふあ成熟した時に伐採や再植林が容易であるといえる。また植林した後の下草刈りなどのメンテナンスがないので陸上の植林より低コストですむ。

もし全世界のマングローブ林を復旧させて減少してしまった現在の面積の 2 倍を確保することができた場合、3400 万 h a の森林に毎年 4.4 億トンの炭素が固定できることになる。これは日本が一年で排出する二酸化炭素の総量 (約 7 億トン) の約 7 割を吸収できるという計算になり地球温暖化という問題に対しても大きく効果をあげることが期待できると報告されている (*9)

④ その他の効果

上記に述べた三点のほかにもマングローブの効用はあると考えられる。以下にその内容について表を作成した。この表のようにマングローブは古くから直接的、そして間接的に周辺住民に利用され、人間と自然の共存関係にあった。世界のマングローブの半分を占めるアジア地域では主に薪炭材や健在利用と漁場利用が基本的な利用形態であるといえる。

		用途
樹木の利用	燃料	木炭、アルコール採取用など
	染料	漁網、衣類、帆布の染色
	飼料	ヤギやラクダの飼料
	用材	建築用材、家具材、船材、パルプ材、足場材など
	食用	蜂蜜生産、野菜、果物、ジュース、酒の製造、薬剤など
	その他	屋根葺材、壁葺き材、巻きタバコの紙の代用
		塩の生産、皮なめしなど
林地の利用	資源生産	森林資源の生産、製造（製塩場所の提供と製塩）
	水産資源の涵養	水産資源（カニ、エビ、貝など）の育成の場と餌場の提供
	災害防止機能	飛砂防備、海岸侵食防止、水路の保全、土壌の堆積促進、
	森林風致機能	観光、リクリエーションの場の提供
	その他	動植物の遺伝子源の提供

表 5 マングローブのそのほかの用途

第二章 マングローブの現状について

2-1 マングローブが直面している問題

マングローブは 1980 年台には約 2000 万ヘクタールほど存在していたが 90 年代そして 2000 年にかけて総面積が減少の一途をたどっている。その面積の推移を地域別そして世界全体でまとめたものと地域別の面積割合そして 90 年代後半のマングローブ林の面積を国別に上位からまとめたグラフを次のページに載せた。

表 2-1 でわかるように全世界で 80 年代に 2000 万ヘクタールほど存在したマングローブ林は 90 年代には 1600 万ヘクタールにそして 2000 年には約 1500 万ヘクタールへと減少している。(グラフ 2-1 および 2-2 に含まれる国の数だがアフリカ地域は 32 カ国、アジア地域は 24 カ国、オセアニア地域は 20 カ国、アメリカ地域は北が 34 カ国、南は 8 カ国二つをあわせて 42 カ国の集計となっている) グラフ 2-1 を見てわかるように特に著しく減っているのがアジア地域であり、グラフ 2-2 をみると地域別面積割合でも多くを占めているのがアジア地域というのがわかる。(アメリカ地域のほうが減少幅が大きいと思われるがアメリカ地域が 42 カ国に対してアジア地域は 24 カ国であること。また国の面積を考えるとマングローブ林がアジア地域に集中していることが理解できる)

以上 2 つのグラフからアジア地域においてマングローブ生息域が広いこと、そしてこの地域のマングローブ面積の減少が 1980~2000 年にかけて大きかったことがわかると思う。他の地域と異なりアジア地域では主に薪炭材や建材利用と漁場利用が基本的な利用形態であるといえ、それらの点でマングローブが地元の人々の生活を支えてきた点で果たしてきた役割は大きい。しかしこの古くから行われてきた人間と自然との共存関係とは異なる人為的な行動が近年増大し、アジア地域でのマングローブの大規模な減少という結果を招いてしまった。次にグラフ 2-3 を見てみるとインドネシアやブラジルなど近いうちに経済発達が見込まれるだろう国々が上位にあるのがわかる。(インドネシアは 2004 年における GDP 成長率 5.1% ブラジルは 5.2% と高水準を達成していてこれからも継続的に成長が見込まれている。) このことから経済の高度成長に伴う森林の減少といった過去先進国がたどった過ちをマングローブ林が減少してしまった現在でも再び起こしてしまう可能性もあるということが問題視されている。次からはこの過去どういったことでマングローブ林がこんなに減少していったかという要因をアジアの地域に着目して紹介する。

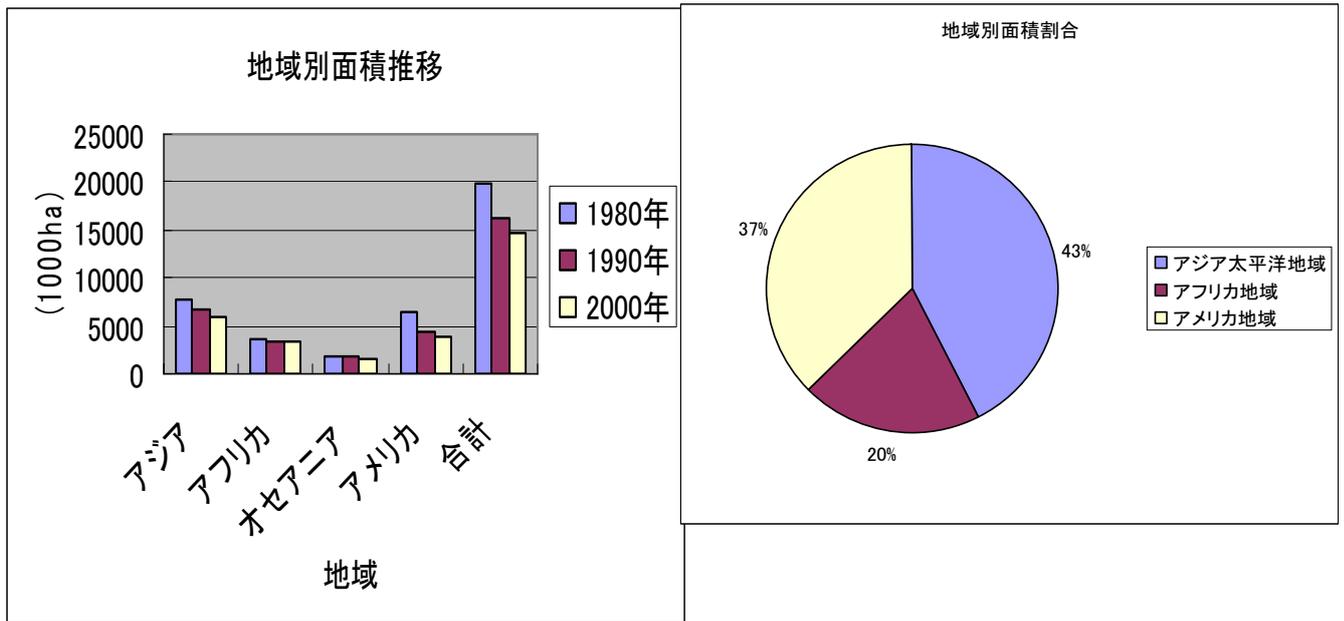


表 2-1 地域別の面積推移

(共に FAO COARPORATE DOCUMENT より作成)

表 2-2 地域別面積割合

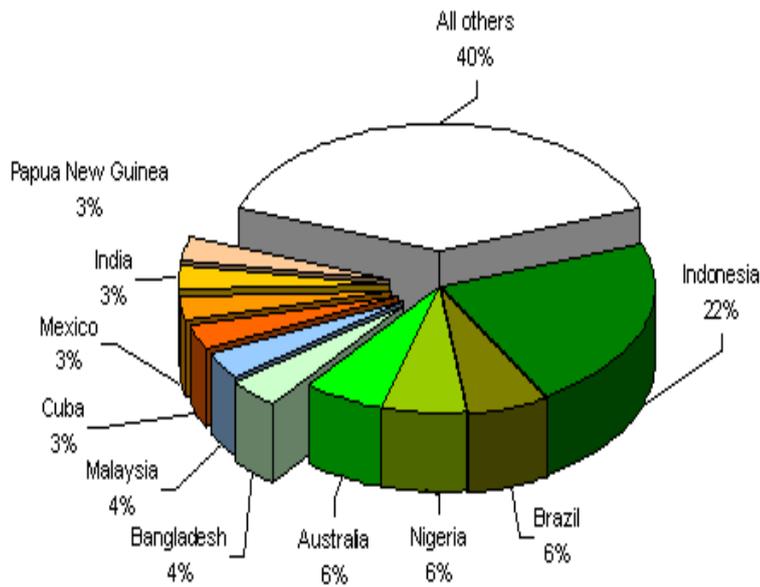


表 2-3 マングローブ林を多く保持している国

(FAO COARPORATE DOCUMENT より)

2-2 マングローブ減少の理由

上述で世界のマングローブ林とりわけアジア地域の減少が著しいということがわかったがその原因や背景はどこにあったのか。ここではその理由について触れていく。

表 2-1 で地域別の減少していった傾向はわかったが、ここでは具体的な例としてとくに減少が激しいアジア地域でどのように減少していったかを知るために国としてタイ、インドネシア、フィリピンの面積推移を図 2-4~2-6 で示した。この三つのグラフを見てわかるように 1960 年代に存在していたマングローブ林が時間を経過するにしたがって減少していき特に 80 年代の減少の幅は大きくなっているのが理解できると思う。ここではこの時期にマングローブ林が著しく減った原因について見ていきたいと思う。

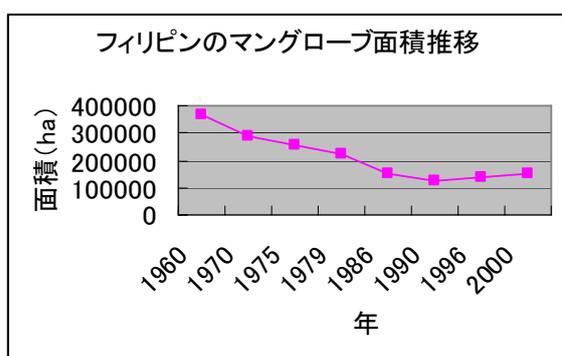


図 2-4 フィリピン

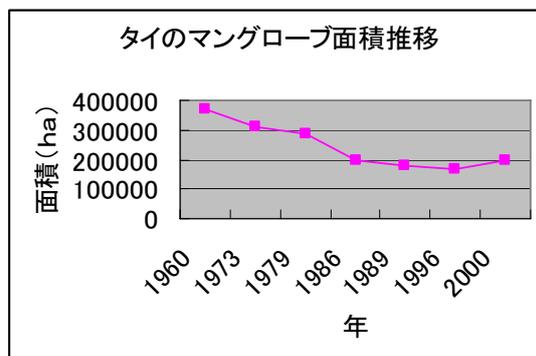


図 2-5 タイ

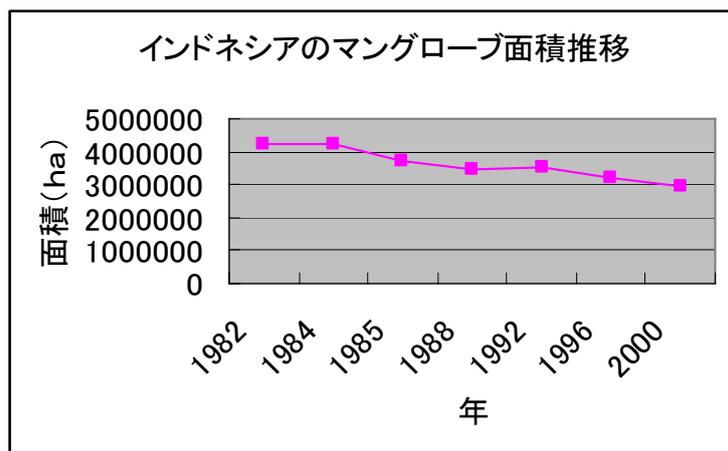


図 2-6 インドネシア

(図 2-4~2-6 まで FAO Corporate Document より作成)

マングローブの大破壊を引き起こした要因は主に林地をほかの用途に利用する行為（排他的利用）である。これはマングローブ域を開発し、その用地をエビやカニなどの養殖池、サトウキビや水田のための農地、塩田、または住宅地、工業団地や港湾などに転用するという開発行為が急速に進められてきたことを意味する。この行為は、地元住民によるマングローブの持続的・共存的利用とはまったく性質が異なる排他的な利用であり、直接的にマングローブの破壊を引き起こしてしまうものである。表 2-7 に示すように各国でどのような目的であるかというのはばらつきがあるが、今回注目したアジア諸国では養殖池への転用が大規模かつ急速に進められてきた。

① 養殖池

マングローブ減少の最大の原因は外貨獲得のために大規模なマングローブ林伐採をして集約的な生産が可能となる養殖池に作り変えてしまったことにある。すでに述べたように、マングローブ域はもともと水産資源の宝庫であり、エビやカニ、魚類などを涵養する場所である。またマングローブ域が潮間帯であるために、ここに養殖池を造成すれば潮の干満を利用して池の換水を容易に行うことができる。こうした自然条件を利用してインドネシアやフィリピンなどでは、古くから汽水域で育つ魚類の粗放的な養殖が行われてきた。これはいわゆる「共存的利用」であり、マングローブ域に生息する天然エビ類や魚類を取水によって池に取り込み、餌の投入はせずに養殖するものである。このような環境負荷の大きくない伝統的な養殖だけならば、問題になることはなかったが、近年の集約的なエビ養殖の大規模な発展と拡大が加わったことによって、マングローブ域の破壊が一層顕著になってきたといえる。

この破壊の原因を作ってしまった養殖の形態を集約的養殖と呼ぶ。この集約的養殖の形態は国々によって多少異なるが、タイやフィリピンでの集約的養殖の形態はマングローブを皆伐して、換水のためのポンプ、池の中に酸素を供給する水車、蛍光灯などの設備をそろえた 1~7ha 程度のエビ養殖池を造成し、人工種苗（稚エビ）を投入し、人工資料や抗生物質を投与しており、生産性が高いという特徴を持っている。（平均 13200Kg / ha / year）このような養殖池での具体例としてはベトナム最大のマングローブ域であるメコンデルタ地帯がある。この地域では 1980 年代まではエビの粗放的な養殖地として約 1 万 ha ほど存在していた。しかしその 1980 年から 1995 年までの間には 12 倍の 12 万 ha まで養殖池への転用が進んだという。フィリピンでは 1960 年代まではおなじように自国民への食料の供給としてマングローブ域を開拓して養殖が行われていたが、1980 年代は日本向けの輸出用の商品生産が主流となり、最近 30 年間で約 3 分の 2 のマングローブ林が養殖池の造成で失われた。上記したタイやフィリピンのようなところで見られる集約的な養殖は、持続的に生産ができないという欠点も持っている。これは集約的に育てるということが災いして、エビに対する疫病、過剰な人工資料や疫病にかからないために抗生物質の投与、そしてそれらの投与によって水質や土壌の汚染、マングローブ域の土壌が酸性化する

ることで水質が酸性化するためだという報告がある。このような自然生態系の機能を無視した養殖経営は、養殖池の環境劣化をもたらし、数年～10年ほどで経営が放棄される場合が多く、そして新たにマングローブ林を伐採して養殖池が造成されていく。こうした悪循環がマングローブの破壊に拍車をかけたといえる。このように放棄された養殖池は報告によるとタイで全体の70%を占めるといわれている。上記のような酸性化した土壌は、植物や水生生物の生育を阻害しており、その影響の度合いは乾燥に強く依存する。そのため、定期的に冠水や干出が起きないように放置された養殖池では、劣化が進行し、限られた植物しか生育できない土壌となってしまう利用方法が限定されてしまう。以下ではタイで起きた事例を紹介したい。

タイでの事例

タイでは1961年に364000haあったマングローブ林が、1993年には168700haにまで減少した。この森林面積の減少にはエビ養殖の拡大が関与していると考えられている。タイのエビ養殖は1935年ごろにタイ湾東部で始まったとされる。当時の養殖方法は粗放型ようしょくであった。1973年から、日本のエビ市場の拡大に伴い、アメリカやECによる半集約型養殖技術の移転がおこなわれた。その後、1980年代中ごろから集約型養殖が開始され、1997年には8万haのエビ養殖池の85%が集約型となっている。

タイ湾では、主に内湾でエビ養殖が拡大した1975～83年にかけて、この地域ではマングローブ林の85%が消失した。こうしたエビ養殖の拡大は、内湾の環境劣化を引き起こし、1980年代の末になると、エビの病気が蔓延するようになった。この病気は、大量の飼料投与や稚エビの過放流による生育密度の高さによる水質悪化が原因とされた。多くの養殖業者は、内湾でのエビ養殖操業を継続することができず、新たな新天地としてタイ湾西部へと移動していった。しかし、1990年代中ごろには再びエビの病気が蔓延して、今度はタイ湾東部地域への移転が相次ぐ。そして2000年には、インド洋側のアンダマン海域へと養殖の中心地は移動した。おおむね10年のタイムスパンでエビの病気が発生し、養殖の中心地が移転していったことになる。この移転は当然、移転先のマングローブ林を破壊していった。

これがタイで過去に起きた事例でありマングローブ林減少の姿である。

②錫鉱石の採掘

マングローブが減少をたどった要因の二つ目として錫鉱石の発掘が挙げられる。これはタイなどで主に行われ原因のひとつとして数えられる。

昔からマレー半島は豊かなスズ鉱脈が走っていることで知られており、これに着目した中国系の資本家が競ってやってきて、各地で「スズ」採掘を展開した。同地のスズ採掘は1685年頃から始められたと言われている。同地のスズ鉱脈は地表近くに埋蔵されていたので、最初は「手掘り」で、途中からは「高圧水による流水工法」で採掘が行われた。いずれも露天掘りであった。また、近年、内陸部から沿岸域に採掘が移るに従って「採掘船による

機械掘り」が行われた。採掘用のバケットをベルト・コンベアー方式で連続して回転させ、土砂と一緒にスズ鉱石を掘り上げる。この土砂を流水とともに篩い落とし選鉱を行う。採掘船は浚渫船に似た動く工場である。こうして「スズ」はタイ国の花形輸出品目になっていった。1957年当時の「スズ価格」は50kgあたり12,000バーツ（現在の為替レートで邦貨に換算すると33,000円になる）で、「スズ」はタイの総輸出金額中第二位を占めるに至った。最盛期の1975年～1985年は「スズのゴールド・ラッシュ」で、3,000鉱区で昼夜兼行の操業が続いた。しかし「スズの全盛時代」は、いつまでも続きはしなかった。1985年末、スズの国際価格が大暴落したのだ。ほとんどの採掘業者は多額の負債をかかえたまま倒産し、つぎつぎと操業を中止した。パンガ州のバントイ地区の入口でも、1999年まで、赤錆びた「採掘船」が廃虚のように放置されているのが見られた。300年以上にわたって続いた「スズ採掘ブーム」は終わった。しかし、沿岸域の破壊されたマングローブは何時まで経っても蘇生しなかった。沿岸域で「スズ」を採掘するためには、地表のマングローブを根こそぎ刈り倒し、機械力を使って土砂を掘り上げる。採掘跡地は大きな沼地と化す。熱帯の森林では優秀な「母樹」から多数の種子が放出され、これが地表に落ちて根づき子孫を増やしてゆく。この方式を「天然更新」と呼ぶ。しかし、一本残らず刈り取られたマングローブ林域では「天然更新」が出来ない。スズ採掘跡地は、今でも木一本生えぬ「荒地」や「沼地」のまま放置されているところが多いという実情がある。

③製炭業

減少の3つ目の理由として製炭業がある。これは住民の生活に使われるもの、商品として海外に輸出されるものといった形で利用されていった。日本などの先進諸国の家庭では毎日の料理をするときにはガスや電気をつかっているのがスコンロのスイッチを押したりするだけで火がつくので木炭などを使う機会は少ない。しかしタイやインドネシアなどの熱帯の多くの国々では、ガスや電気、石油を使っていない地方がたくさんありそこにもたくさんの人たちが住んでいる。そういった地域では毎日の料理をするのに木炭や炭といったものはとても重要な燃料である。こういった生活での必需品であると同時に輸出用としても活用された。

1991年頃のタイでの実際の向上の様子としてはひとつの木炭の釜に150トンのマングローブの木をいれ火をつけ45日後に約30トンの木炭を取り出すということであった。工場ではその木炭を、形が整っていて高く売ることができる高級品、あまり形のよくない中級品、安くしか売れない普及品に区分して各用途に分けていた。高級品の木炭は日本などへの国外輸出用で20kg詰め一袋が約500円、中級品は国内の大都市へ20kg詰め一袋が400円、普及品が木炭工場のある町へ30kg350円で売られていた。上記に書いたエビでの養殖以外にも我々の野外のキャンプなどで使っている木炭のために伐採されたことが減

少の一要因となっている。

④その他の原因

上記 3 つ以外の原因としてはマングローブ分布地域の人口増加に伴う住宅地の拡大による伐採やゴルフ場、ホテル建設のための伐採と開発などがある。とくに人口増加による問題は住宅地が拡大すると共に薪や炭への需要も増加させるものであった。

人口の増加はタイにおいて 1960 年代には約 2 千万人だった人口が 1990 年ごろには約 5 千万人へ増加し、インドネシアでも 1960 年代に 1 億人だった人口が 1990 年代には 1 億 8 千万人にまで増えていた。こういった人口の増加で地域住民の居住区が内陸部から海のほうへずれていくことで開発されていきマングローブ林もその被害を受け伐採されていってしまったのである。

2-3 マングローブ林減少に対する対策

ここまででマングローブの減少の推移およびその原因と考えられるものについて紹介してきたがここではそういった状況に直面してどのような対応をしてきたのかをみていく。80年代に活発化したマングローブ林の転用。それがもたらしたものは放棄されたエビ養殖池や汚染された土壌であった。このような流れの中で世界ではそれを危惧するような声もあった。世界野性生物基金（WWF）は1981年に「マングローブ林が世界の沿岸漁業資源の3分の2と深いかわりがあり、マングローブの伐採は海の生態系の破壊につながる」と警告した。また1992年にブラジルで開催された地球サミットにおいてもマングローブ林の破壊の問題は大きく取り扱われた。

タイではエビ養殖の拡大と、マングローブ湿地の環境劣化に対して、1991年に水産省がエビ養殖に関する規制を行ったが、その対象となったものは6000ほどの養殖池であり、その生産量はタイ全土で生産されるえびのわずか1%でしかなかった。1996年には、マングローブの伐採が全面的に禁止されるようになった。現在タイ政府では、国家政策としてマングローブ林を持続可能な形で管理するために長期的かつ意義がある取り組みを行っている。マングローブ資源を管理、保全し持続可能な開発をするために国家森林政策にかかわる主要な4活動を策定し、直ちに実施されることになっている。この4つとは研究とその応用、マングローブ林の回復と保護、自然保護に関する人々への啓発と教育そして持続可能な管理システムの構築である。

フィリピンでは保護政策としては81年に大統領令に基づきマングローブ保護林が一部ではあるが設けられ86年には閑居運年始減少が行政例に基づき台風通過地域におけるマングローブ林帯の設定がなされた。本格的には90年代には言って保護政策が行われ出す。環境天然資源省は90年には「マングローブ林資源の利用、開発ならびに管理にかかわる規制」を発行し養魚池への転換を全面的に禁止し地域住民による再生管理契約の方向を打ち出した。また、92年には「国家総合保護地域制度」が設けられ、マングローブに関しては危機に瀕している天然資源として位置づけられ、保護指定地域の拡大と保護地域での伐採禁止によるマングローブ林保護の強化に乗り出した。

上に述べたタイやフィリピン以外にもマングローブ減少による現状を踏まえ各国は失われたマングローブ林の復元のための植林活動をおこなっている。Field（1998）のほうくをもとに紹介するとバングラディッシュ（1200 km²）、ベトナム（530 km²）、インドネシア（400 km²）などでほかにもオーストラリアや中国、ミャンマーなど多くの国々が植林活動を行っている。こうしたプロジェクトは欧州連合、世界銀行、アジア開発銀行、世界保護基金、国際自然保護連合、国際連合食料農業機関、国際連合教育科学文化機関、

国連環境計画などの活動による。しかし、失われたマングローブを回復させるには長い期間が必要である。たとえばフィリピンでは 1970 年から 97 年までの間で 20 万 h a のマングローブ林が消滅したのに対し、植林は 4.4 万 h a にすぎない。また放置された養殖池でのマングローブ樹木の再生には多大な労力が必要になるといわれている。このように 1980 年代はマングローブは資源開発のために大量に伐採されて転用されることに終始し、80 年代末から 90 年代初頭にかけては開発規制と養殖池開発との確執の時代となり、そして 90 年代半ばを過ぎると保護と再生へと時代が変わってきた。その結果マングローブ林の減少率は図 2-4~2-6 で見てもわかるように鈍化もしくは増加傾向が見られるようになってきた。

2-4 問題点

マングローブ林は地域の住民にとって重要なものである。漁業を営むことや地域の大事な燃料としてもつかえ、生態系の観点から見てもそこに暮らすカニ、エビ、魚そしてそれらを捕食するためにやってくる野鳥など実に様々な生物の温床になっている。しかし世界のマングローブ面積は 1980 年代の開発によって激減してしまった。(約 500 万ヘクタールほど失った。)

このようなマングローブ林の消失はどのような被害をもたらしたか。第 1 には、森林資源の枯渇である。建材や燃料、パルプ材、医療、家畜の飼料などそのようとは多岐にわたるマングローブ。そのどれもが重要であったがその中でも炊事用の燃料不足はきわめて深刻である。都市部ではそうでもないがマングローブ林に依存してくらしている地方の住民にとっては重大である。2 番目には生態系破壊との関係である。マングローブ林が失われれば、鳥や獣が去り、海からは魚介類が姿を消す。また、マングローブ林によって守られていた海岸土壌は、波や潮流で激しく侵食されるようになる。その土砂は浅海域にひろがっていきマングローブ林と同じくらい魚を養うことが出来るさんご礁や海草を殺してしまい、魚をいっそう少なくしてしまった。これは周辺地域に住んでいる住民の貴重な蛋白源の魚が減り食料事情に影響をもたらしてしまった。

3 番目は沿岸保護機能の消失である。高波や潮風を防ぐマングローブ林がなくなり、村を守るものがなくなってしまい高波が襲ってきた際村に多大な被害を与えてしまう。これについては 1 章でも書いたが 2004 年におきたスマトラ沖地震の際の津波で防波林としての役割を立派に果たしたとして各国でマングローブの持つ能力に対して再認識した。

上記 3 つがマングローブ林消失に伴った主な被害だがここからいえることはマングローブ林が失われたことにより、貧しい途上国がさらに貧しくなったということである。それはエビの養殖ブームなどによって他見から来た投資家に多くの村人は土地を売り村人達はエビ養殖場の従業員となって収入を得ることで満足した。しかし養殖場は 10 年ほどでエビの病気や土壌汚染等で荒廃してしまい投資家は土地を放棄し次の養殖池へと移り、後には汚染された土地や水、土地を失った貧しい住民だけが残ったという過去の実例からわ

かる。このように貧しい途上国がさらに貧しくなってしまう、そしてその中でも最も被害を受けたのが圧倒的多数のマングローブ林帯にすむ人々である。しかしこういったマングローブがみられる熱帯沿岸地域は世界でもっとも人口が集中しているところなのである。推定ではそういった地域に世界人口の半分が居住すると推定されている。

こういった被害に関する状況がある中で私は、近年に起きた津波などで効果があるといわれているマングローブがもつ防波効果について注目しそれが今まであまり考えられていなかったマングローブ林の保護や再生の促進になるのではないかと考え、次の章以降でエビ養殖と結び付けて考察していきたい。

第3章 経済分析

3-1 マングローブが伐採されたことによる外部不経済について

1980年代マングローブ林をエビ養殖池などに転用して利用された際にかかる費用というものは単にエビを生産されるためにかかった投入コストしか認識されていない。(私的費用)しかし実際は2章で見たようなマングローブ林がないことによる防風防波林としての機能がなくなったことによる外部不経済の外部費用も考慮しなければならない(ここではマングローブ林がなくなったことによって増大したとされる)

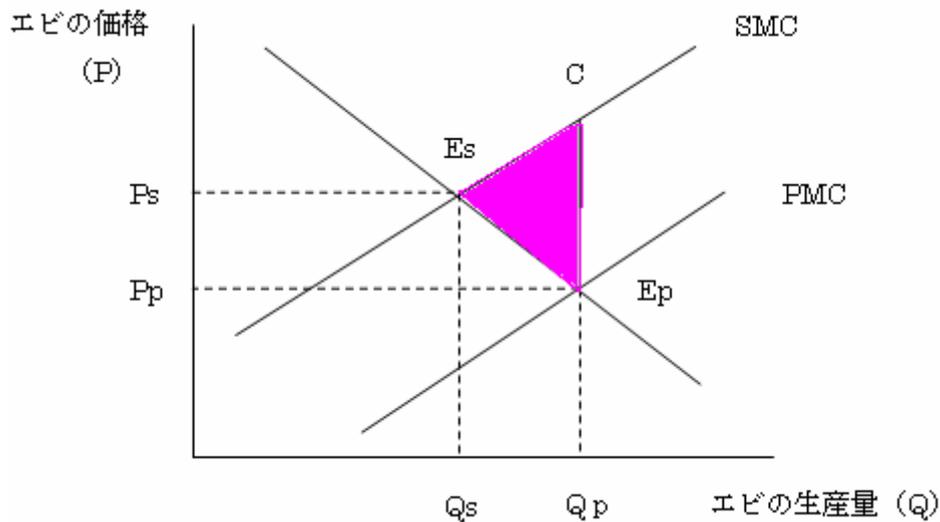


図 3-1 外部不経済

図 3-1 において、横軸は外部不経済を伴うエビの生産量 Q を、縦軸はエビの価格 P を示している。エビ生産に伴う私的限界費用を曲線 PMC で表す。市場に任せると、 PMC と需要曲線 D との交点 E_p における生産量 Q_p が達成される。外部不経済が存在する場合、エビ生産に伴って社会が負担する費用は私的費用だけではない。その私的費用にプラスされて外部費用も負担しなければならない。したがって社会的限界費用は指摘限界費用を限界外部費用分だけ上回ることになり、社会的限界費用曲線 SMC は PMC よりも情報に位置することになる。そのため社会的限界費用が、社会的限界便益とひとしくなる経済的に効率的な点 E_s におけるエビの産出量 Q_s は、市場均衡点 E_p (私的費用しか存在していない場合) におけるエビの生産量 Q_p よりも少ない。つまり、生産量 Q_p では厚生損失 $\triangle C E_s E_p$ が生じてしまうのである。以上のように外部性が存在しないと考える自由な完全競争市場でもとめられてきた私的限界費用曲線と需要曲線との交点 (Q_p) では外部不経済を生み出す

エビ生産の水準での社会的に望ましい水準 (Q_s) よりも過大になってしまう。つまりは従来のエビ生産には投入コストのみで費用を計上していたが社会的に見ると費用とは目に見えないものである外部費用も加えたものでなければならないのである。

解決策として環境税

いわゆる市場の失敗が起きているのだがそれを補正し、外部不経済を内部化させる手段としてピグー税を考えてみたい。

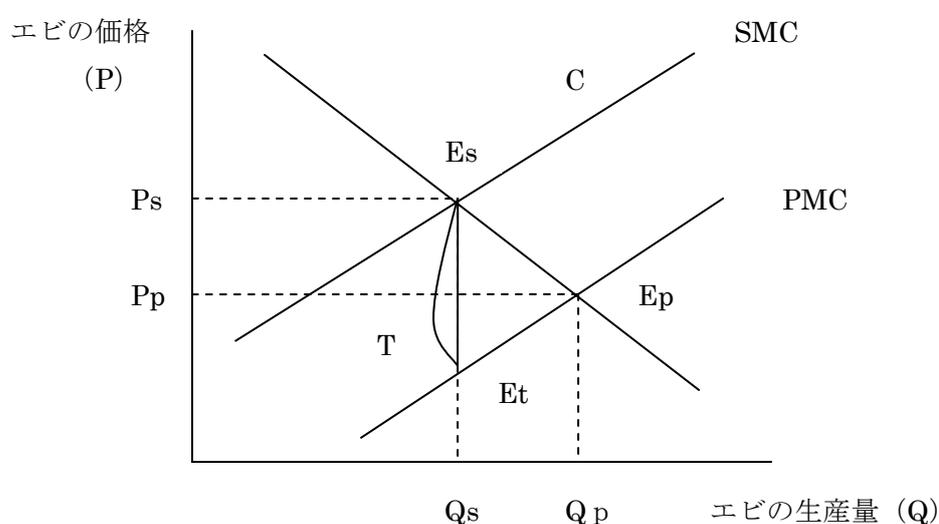


図3-2 ピグー税

図3-2におけるエビの生産は、外部不経済が生じるので私的限界費用曲線 PMC と社会的限界費用曲線が乖離してしまっている。ここでピグー税においては最適生産水準 Q_s における私的限界費用と社会的限界費用との差、つまり Q_s における限界被害額である $EsEt$ に相当する分に T をエビの単位当たりの生産に課す税である。ピグー税は、外部不経済を伴うエビの生産の私的限界費用に T を付加して社会的限界費用に一致させ、税込み市場の価格を P_p から P_s へと引き上げて結果的にエビの生産量を Q_p から最適水準である Q_s に抑えることができることになる。ピグー税を課せば、二つの意味での静学的効率性が同時に実現できることとなる。それは、課税することによって、各汚染源の限界排出削減費用が均等化されると同時に、実現される環境水準が最適汚染水準になっている。つまり、最適汚染水準が最少の社会的費用で達成することができるのである。この環境税であるピグー税は外部不経済の内部化という事を実現できるものであるが問題もある。それはその実行の困難性である。ピグー税の税率を決定するためには、一般に社会的限界排出削減費用曲線と社会的限界損害費用曲線の形状を知らなければならない。しかしこの最適税率決定のた

めの情報を集めるのが大変困難といえる。これを収集するのが限りなく難しいので今回は扱わない

解決策② コースの定理

つぎに別の路線としてコースの定理の見方考えていきたい。

まずマングローブ林を伐採してエビ養殖池を大量に作ったことによりおきた汚染は一種の公害と捉えることができる。それは養殖池のエビ生産活動が、近隣に住んでいる住民に対して悪影響（潮風の進入など）を与えていたりすることである。この場合自然環境を汚染しているのは養殖池生産のためにマングローブ林を伐採したことによって近隣住民が被害を受けている。したがって、汚染者であるエビ養殖業側が住民にあたえてしまった被害を補償すべきという考え方がある。これはいわゆる汚染者負担の原則（PPP）といわれている。

この汚染者負担の原則は公害の歴史、ないし現在の環境破壊の様相が見えるときに当然の原則のようにいわれている。しかし実際の環境悪化による費用を誰が負担すべきかというところは直感のみによっては把握し得ないさまざまな問題があり、汚染者負担の原則がどうしてだとうするのかについては吟味しなければならない。このことを考える際にエビ養殖の伐採による問題で考えてみる。ここでは簡略化するためにひとつの養殖池を作って生産を開始した際の影響が近隣の1軒の家のみに影響を及ぼすと考えてみる。（生産方式は主流であった集約的養殖方法とする）上で述べた汚染者負担の原則によればこの養殖池の持ち主が補償金を近隣の家に払ったり、生産規模を縮小（マングローブ林を使った結合型養殖など）したりすることで費用を負担しなければならない。これはいつけん正論のように見える。しかしもしも、もともとは人々がほとんど住んでいないところを開拓しその後周辺に人が住むようになった場合もそうなるのであろうか。養殖池の稼働によってそういった周囲への被害があるということを承知で近隣に住んだ人々には、それでも伐採して転用地にした際におきた被害を養殖業者に負担させることができるのだろうか。逆に人々がもともと住んでいるところに土地をかった投資家がマングローブを伐採し養殖池に転用して操業をはじめそれによって隣家に被害を与えた場合はどうなるか。この場合は上で書いたケースに比べて養殖業者のほうが分が悪いように見える。このようにどちらが先かあとかで負担というものについて疑問を感じてしまう。このような場合についてだれがどのように費用負担するかについては2つの方法がある。ひとつは養殖業者が補償金を支払うことによって隣家がうけた被害を償う、ないしは費用をかけて隣家への被害が少なくなるように操業していくやり方である。もうひとつは、隣家が養殖業者に費用を支払うことによってマングローブ林の伐採による集約的農業を控えてもらうというやり方である。

以上の二つのやり方があるのだがどちらが選択されるのか。つまり資源配分の効率性という観点から見て補償の方法、すなわちどちらが補償すべきかということになるのだろうか。コースはこのような例でいえばどちらがどちらに保障するかにかかわらず、最も浪費

被害曲線が少ないような、したがって全体の便益の犠牲の最も少ないような資源配分が決まるとしている。これがコースの定理である。

もしこのことが事実とするならば、どちらがどちらに費用を支払っても全体の便益という点では結果は変わらないことになる。いいかえれば、養殖業者と養殖池にしたことによる被害を受けた当事者 2 人が交渉のテーブルについて補償交渉をしたとき、どんな補償方法に落ち着いたとしても、2 人が交渉のテーブルについて補償交渉をしたとき、どんな補償方法に落ち着いたとしても、2 人が合理的であるならば出てくる結果は全体の便益を最大にしているということがいえる。このことを図 3-3 で考えてみる。

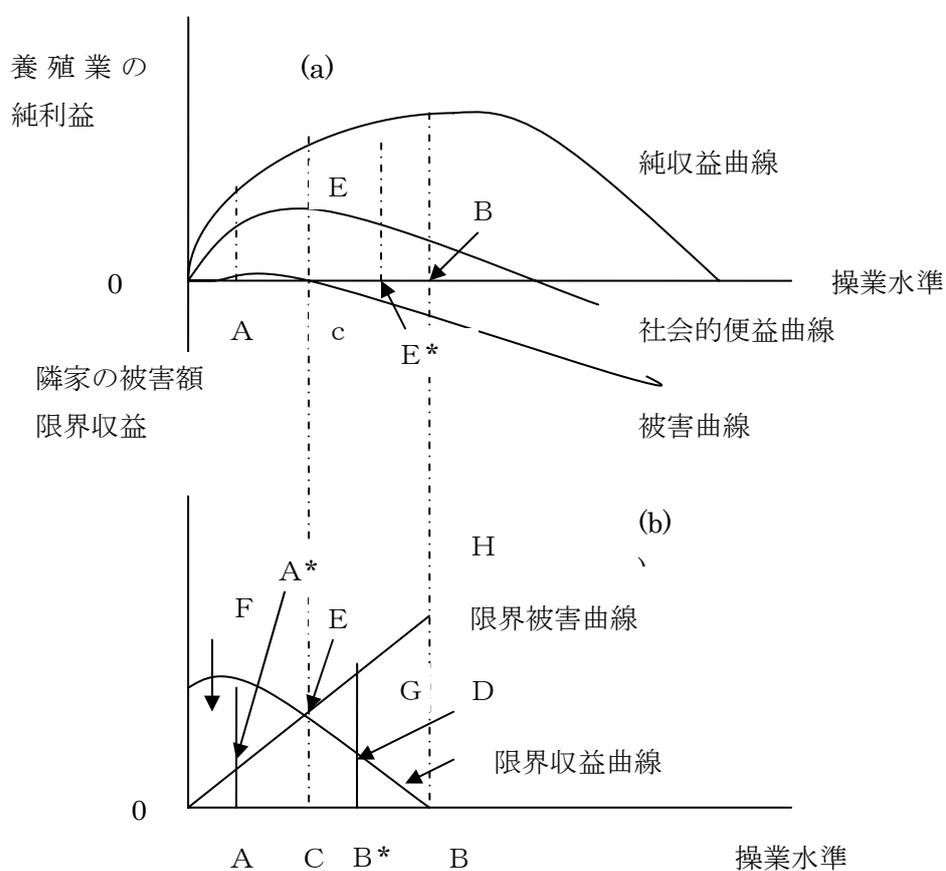


図 3-3 汚染者支払い原理とコースの定理

図 3-3 の (a) の横軸にはエビ養殖業の操業水準、縦軸には原点より上の方向に養殖業の純収益をとる。また同じ縦軸の原点の下の方向には隣家の被害額を取る。

操業水準を上げれば養殖業の純収益は増加するから、収益居 s 苦戦は右上がりに描かれている。しかし、操業水準を増加させても、純収益は比例的以下にか増加しない。やがて、

収入の増加を費用の増加が上回るため、収益は減少する。このため収益曲線は図のような凸な曲線となっている。

つまり限界被害が増増すると想定すると、操業水準の増加とともに傾きが急になるような被害曲線を描くことができる。

図 3-3 (b) では限界収益曲線と限界被害曲線が描かれている。この 2 つの曲線はある操業水準に対する収益曲線、被害曲線それぞれの傾きをプロットしたものに他ならない。

もし、隣家の費用をまったく考慮せずに養殖業者が操業水準を決定するとき B のような点を選ばれる。この時点で、限界費用と限界収入（完全競争の場合は価格）が等しく、利潤は最大化されている。しかし、B 点で養殖業者の利潤は最大化されているが社会的には便益は低く最大の便益は得られていない。隣家に大きな被害が発生してしまっているからである。このことは次のように考えることができる。B 点から操業水準を少しだけ落として B* 点へと移ったとする。養殖業の失う利益は図 3-3 で三角形 B B* D となる。一方、隣家の受ける被害額は三角形 B B* D およびその上の図形 G の面積に相当する部分だけ減少する。減少する被害額の大きさが、減少する利益の大きさを上回る（この場合は G の面積）場合、三角形 B B* D だけの額を隣家が養殖業者に支払って操業水準を落としてもらうインセンティブが働く。そうすれば養殖業は操業水準を落とすことによって失った利益を、隣家によって補償してもらえることになるし、隣家は被害額を減らすことができるのである。つまり社会全体での便益は増加するのである。

つぎに原点での養殖業の操業も、社会全体の便益を最大にしていないことが以下でわかる。原点から少しだけ操業水準を増加させて A 点に移ったとする。養殖業者は三角形 O A A* およびその図形の上にある図形 F の面積だけ利益を増加させることができる。一方このとき、隣家は三角形 O A A* の分だけ被害額が増加する。しかし図のように養殖業者の利益の増分が被害の増加（図形 F）を上回る場合三角形 O A A* の部分だけ養殖業が隣家に補填しても、まだ利益の増加が望める。隣家は被害額を養殖業者に補償してもらっているのだから実質的な便益のマイナスはない。つまり原点から A 点にうつることで社会の便益は増加したといえる。

それでは社会全体の便益が最大化される点はどこなのか。それはある操業水準の点から操業量が微小分増加したとき、養殖業の収益増分（減少した場合は減少分）と均衡した点、すなわち限界収益と限界被害が等しくなった点である。それは図 3-3 では C 点あるいは E 点によってあらわされている。

以上エビ養殖業と近隣に住んでいる人々との公害の被害をもちいて説明した。ここでコースの定理に照らし合わせて考えてみると、養殖業者と隣家が交渉のテーブルに着いたとき、どのようになっていくか。交渉を始めるに際しての現状が B 点のようなとき（養殖業者に権利がある）、双方がともに合理的な行動をとるのであれば隣家は養殖業者に補償金を支払うことによって公害の被害を減らすことができるであろう。

逆に交渉の出発点が原点のようなとき（住民に権利がある）養殖業は隣家に補償するこ

とによって、利益を増大することができる。

しかし交渉の出発点がどのような点になっても行き着いた先の点はおなじC点のような状態にある。いいかえれば、出発点をどこに取るかに依存して補填するのがどちらになっても最終的な到達点は等しいのであり、これがコースの定理の重要なところといえるだろう。

3-2 データによる分析

ではつぎにタイを対象にしてエビ養殖者と地域の住民との交渉をすることによってについて考えてみたい。

まず仮定として

- ・ 交渉費用はかからないとする
- ・ 沿岸のマングローブの土地の権利は主としてエビ養殖業者にあるとする。

この土地の権利はエビ養殖業者にあるとするというのはタイでは1954年に土地法が發布され、国有地の利用を希望するものは、国家から土地を賃貸できるようになった。その後土地使用証書の発行がはじまり、土地賃借期限が5~10年と決められた。そしてこの土地使用権は一定の制限があるものの、土地所有権へと変更された。タイでは所有権が憲法によってほごされているので土地所有権の導入は、土地にまつわる諸権利の強化を意味することになった。またタイでは1996年にマングローブの伐採が全面的に禁止されているが、すでに土地所有権を有する債権者の80%は伐採件を保有したままであった。つまりタイ政府がおこなった規制は、憲法に規定された私的所有権の前に極めて脆弱なものであり、憲法で保護されているということでマングローブ林域のほとんどはエビ養殖業者にあるといえる。

ここでの分析は主に集約的養殖方法をとっているエビ養殖方法からマングローブ林を活用した結合型養殖に移行させることで減る利益を地域住民が補償できるかということについてみていく。

π_1 = 集約的なエビ養殖の利潤

π_2 = 結合型エビ養殖の利潤

P_1 = エビの価格

P_2 = エビの価格

X_1 = 集約的エビの養殖の生産量

X_2 = 結合型エビ養殖での生産量

C_1 = 集約的エビ養殖にかかるコスト

C_2 = 結合型エビ養殖にかかるコスト

エビ養殖における利潤の求め方としてまず集約的エビの養殖（過密的な養殖方法）

$$\pi_1 = P_1 X_1 - C_1 \dots \textcircled{1} \text{となる}$$

そして結合型養殖（マングローブ林を使った養殖）の利潤の式

$$\pi_2 = P_2 X_2 - C_2 \dots \textcircled{2}$$

この1と2の差額が地域住民が補償すべき額となる。

$$P_1 = 970$$

$$P_2 = 1020$$

$$X_1 = 1200 \text{ (kg} \cdot \text{年)}$$

$$X_2 = 550 \text{ (kg} \cdot \text{年)}$$

$$C_1 = 208380 \text{ (円} \cdot \text{ha)}$$

$$C_2 = 169400 \text{ (円} \cdot \text{ha)}$$

この数値の根拠は P_1 はタイにおける集約的エビ養殖をおこなっている生産者の粗収入を重量 (kg) で割ったものを、 P_2 も同様に結合型養殖によるエビの生産の粗収入を kg で割ったものである。集約的養殖では 1 ha あたり 10 万匹のエビが、結合型養殖では 1 ha あたり 1 万 1 千匹が生産できるというデータを使った。

X_1 は上で述べた集約的生産が 10 万匹取れるときに平均 12 g というデータから 12 kg とした。 X_2 は出荷時の 1 kg あたりの個体数は 20 匹というところから 1 匹 50 g と計算して生産数をかけ 550 kg ととめた。*1

C_1 は出展「Promavera」(1991) より C_2 は結合的養殖のコストを参照にした*1 以上を参考に計算すると

$$\pi_1 = 970 * 1200 - 208380 = 955620 \dots \textcircled{1}$$

$$\pi_2 = 1020 * 550 - 169400 = 391600 \dots \textcircled{2} \quad \text{となる。}$$

この1と2が集約的養殖と結合型養殖の利潤となる。

$$\text{そして } \textcircled{1} - \textcircled{2} = 564020 \dots \textcircled{3}$$

が 1 ha あたりの生産による利潤の差である。

そして次に結合型養殖に移行してマングローブ林をつくることによってもたらせられる効果というものについて考えると残念ながらマングローブがある地域とない地域での災害費用の差を詳しいデータとしてさがすことができなかった。しかしマングローブがあることで台風や高波を減衰することによって堤防の修繕費が年間約 9 億円節約されるというデータがあったのでそれを結合養殖にしたときの効果として扱いたい

*1 論文「マングローブ湿地の政治経済学」 鈴木伸二より

*2 日本赤十字国際活動HPより

そしてタイにおける沿岸に必要なマングローブ林を 2000 h a (*3) としたとき、そこに③をかけて $564020 \times 2000 = 1128040000$ 円の利潤差額が出る。

そしてこれにマングローブ 1 h a あたりの植林コスト (4 万とする*4) を 2000 h a 分として加えるとトータルで金額は 1208040000 円 (1 2 億 8 4 万円) となる。

そしてタイの人口は全体で 6 千万人でありこういったマングローブを必要とする沿岸地域に住んでいる人々は 47% (2 8 2 0 万人) とされもしこの人数で割って計算するとひとりあたり 4 3 円の補償をすることで集約的養殖から結合的養殖へ移転することができる。

また節約される堤防の修繕費 9 億円を政府が補助金としてまわすとする と 1 人あたりの負担は 1 1 円程度で済むことになる。災害費用の詳しいデータがなかったため厳密にやすいたかいということとはできないが、世界マングローブ協会の方にきいたところもしスマトラ沖地震のようなことが再び起きた場合の被害額をマングローブの有り無しで考えた場合それは大きな差になると答えてくれたので、この移転を行うということは経済的にも環境的にも非常に重要なことであろう。

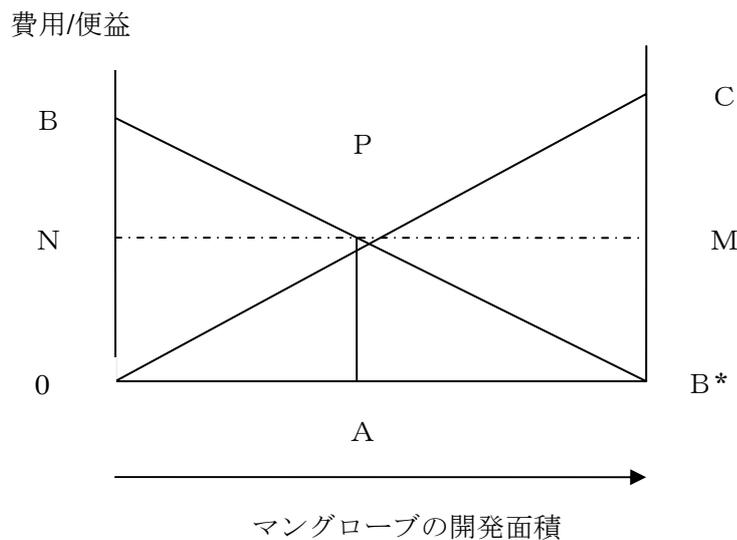


図 3-4 伐採権利の費用と便益

*3 タイ政府による報告書より

*4 朝日新聞ウィークリー 1996年9月号より

最後に今の分析をコースの定理にあわせて説明すると、

図 3-4 において横軸はある土地のマングローブ林が開発される面積を表している。直線 B B^* は、エビ養殖業者が 1 単位余計にエビ養殖池を作ったときに生ずる経済的利益の限界的増加分を示し直線 OC はエビ養殖池が 1 単位増加したときに生ずる被害の限界的被害の増加分を描いている。

コースの定理では地域の住民に公害に防ぐ権利を認めても、エビ養殖者に開発する権利をみとめても OA だけ開発されてしまうというものであった。

ここで交渉ということについて考えると仮定で権利は養殖者側にあるとしているので開発面積が OB^* となることからスタートする。その結果開発される面積は OA となるので、養殖業者は OA だけの面積を開発できるとともに四角形 PAB^*M だけの謝金を獲得することができる。一方この場合地域の住民は OA による公害による被害 POA をこうむるだけではなく開発が OB^* になった場合に追加的に生じたであろう AB^* 分の開発による公害費用を謝金 PAB^*M を支払ってとめたことを意味する。今回の分析ではこの PAB^*M の部分が総額 1 億 2 千万円であった

まとめ

人々の暮らしや動植物の生態系を豊かにはぐくんでいるマングローブ林。1980 年代にかけて多くの面積が失われてしまった。しかしその後保護、再生活動が年々に強まっていき近年ではようやく面積が回復する地域も出てきた。そして 04 年におきたスマトラ沖大地震による津波。マングローブが自然の防波林として機能して被害を少なくとどめた地域などが実際にあって注目を集める。今回はマングローブがある地域とない地域での災害費用の差というものは残念ながらデータが得られなかった。しかしマングローブ林があることで堤防の修繕費が年間 9 億円節約できるのは大きな効果であるといえよう。今回の分析では地域の住民の負担額は 43 円。政府の補助金（堤防修繕費分）ができれば 11 円になると計算した。しかしこれは交渉費が 0 という過程があるため実際には交渉費用が高額について負担額はもっと増えてしまうかもしれない。そしてその額を地域の住民が負担できないかもしれない。だが私はそういった負担というものを乗り越えてやる価値がマングローブ林にはあると信じている。地域の人々の防波林としての効果だけではなくグローバルな価値として温暖化対策のひとつの手段として利用できると信じており今後マングローブ林が減少することなく増えていってほしいとねがっている。

参考文献

- 依光良三 編著 2003 「破壊から再生へアジアの森から」
慶應義塾大学環境プロジェクト 1995 「地球環境経済論」
植田和弘 1996 「現代経済学入門 環境経済学」
山口光恒 2000 「地球環境問題と企業」
武隈慎一 1989 「ミクロ経済学」
岡敏弘 2006 「環境経済学」
池田三郎・酒井康弘・多和田眞 2004 「リスク環境および経済」
福岡克也 1998 「エコロジー経済学」
中村武久 1998 「マングローブ入門」
鶴見良行 1994 「マングローブの沼地で」
高谷好一 1988 「マングローブに生きる熱帯雨林の生態史」
AERA 1992.9.8
国際協力 2002.5
Green Power 2006.2
熱帯林業 1998NO41
東海大学紀要学部 1996
エレクトロヒート 2000 NO111

東北学院大学宮城研究室

http://www.tscg.tohoku-gakuin.ac.jp/~miyagi-lab/ma_page1.html

ODA 新聞 <http://www.apic.or.jp/plaza/oda/special/20050706-01.html>

東京海上日動 http://www.tokiomarine-nichido.co.jp/social_respon/pdf/millea2005.pdf

沖縄国際マングローブ協会 <http://www17.ocn.ne.jp/~okinam/>

日本赤十字社 <http://www.jrc.or.jp/active/kokusai/report/08.html>

FAO Corporate Document <http://www.fao.org/documents/>

マングローブ植林大作戦 <http://www.alles.or.jp/~mangrove/index.html>

論文

マングローブ湿地の政治経済学 鈴木伸二

マングローブ域の保全と利用に関する基礎研究 大塚大輔