

## 9. バングラデシュエビ養殖プロジェクト

(1985年評価報告書)

### I プロジェクトの概要

#### 1. 概説

世界の貧困国の一つであるバングラデシュは、重大な長期計画に直面している。1 km<sup>2</sup> 当たり680人の人口密度で、かつ年に約2.6%の割合で人口が増えるので、食糧の供給と雇用問題が悪化している。

国の輸入の1/3より少ない輸出額では、経済は継続的な持続欠損に直面するので、外国援助に依存することになる。GOB政策は、人口の増加を抑制し、食糧生産を増加して栄養の改善を図り、対外貿易欠損を抑えることを強調している。

#### 2. 漁業第2セクター

##### (1) 資源、生産、消費

バングラデシュは漁業資源が豊富である。Brahmaputra, GangesとMeghaのそれぞれの河のデルタ地帯に位置し、その土地の1/5~1/3が年間の3~5ヶ月に亘ってモンスーンの雨(6~10月)で増水する。水、土地、及び気象条件は内水面漁業のためには好都合で、多量の水を漲らせた豊かな農地は、魚やエビの産卵、索餌及び稚魚育成のために広い土地を提供している。その結果として、河と水を漲らせた平原は魚と甲殻類が豊富である。また、バングラデシュは480kmの海岸線を有し、海産魚やエビを提供してくれる4万km<sup>2</sup>の大陸棚を領有している。

1983/84年の魚とエビの生産は、74.3万トンと見積もられ、そのうち80%が内水面漁業から、20%が海洋資源であった。内水面での生産の約97%は、flood lands、河川、及び湖沼での伝統的な小規模漁業によって行われ、残りの3%のみが、プロジェクトが援助するコイやエビ養殖などの魚類養殖となっている。バングラデシュは、内水面生産国として中国、インドに次いで世界第3位に位置している。

1962/63年から1975/76年の間に魚の生産が72万トンから64万トン(1人当たり消費量は12kgから8.7kg)に減少している。その理由としては、①洪水制御装置の建設、工場や農地からの水質汚染、及び産卵群の乱獲などによる魚類資源の悪化、②政府の関心度及び援助不足等が挙げられる。

生産が65万トンであった1980/81年以来内水面の漁業生産は再び回復し、1983/84年までに年間に4.6%成長した。結果として、多少は拡大されたGOBが内水面漁業を増すことを重要視し、河川漁業のための合成繊維製のネットのような漁具を用意した。同じ時期に海面漁業の漁獲が年4.8%の割合で増加し、魚は人々の動物性蛋白摂取の80%に貢献している。1983/84年の年間1人当たりの魚消費量は、1/3の人口密度で1人当たりの収入が2倍であるインドの3kgに比べて約7.5kgであった。

## (2) 経済の役割

漁業第2セクターは、バングラデシュのGDPに対して約3%、また農業GDPに対して約6%寄与している。第2セクターの雇用は、全体の約3%であるが、これらの割合は土地を所有しない多くの家族のための専任、あるいはパートタイマーの活動が漁業の重要性を強調していない。漁業に輸入は無視できる程度であるが、輸出は外貨獲得の主要源で1983/84年には76MUSドルであった。輸出は、過去10年間に年25%以上が伸び、エビが80%以上の貢献をしている。そして、今や皮革やそれらの製品輸出を上回り、ジュートやジュート生産の輸出に次いで第2位を占めている。

## (3) 開発目標

漁業第2セクターのためのGOBの主な目標は以下の通りである。すなわち、①増加傾向にある魚類生産と消費を通して、人々の栄養的レベルの改善（自足ができる水準まで穀類を増産する農業開発目的を補足する）。②雇用機会を拡大し、漁業第2セクターに従事する雇用者間の社会経済的状態を改善する。③エビを含む漁業による輸出収入の増加である。

生産と雇用機会の増加は、養殖が急速に成長する大きな可能性を有しているので、内水面漁業に大いに期待している。プロジェクトの計画は、特にエビの養殖を通して輸出から外貨獲得の目標に取りかかるであろう。

GOBの開発目標を達成するには、海面漁業より内水面漁業開発が有望で、3地域で養殖基盤の開発を行う。すなわち、①排水及び洪水制御計画内での低い窪地のような、大きな内水域での養殖業（主にコイ）、②沿岸域でのエビ養殖開発。高い生産性を有する「大規模」及び「集約的」養殖の中で、今日の低い生産性を持つわな漁法の大規模への転換は、輸出用としての年間生産高を現在のレベルの約68kg/haから250kg/haに増加することができる。加えて、4.2万haの干潟はエビ養殖開発に適していると認められている。③水の制御状態が適地である池でのコイ養殖の強化。魚類養殖業者の「大規模」養殖の技術を取り入れることにより、年間の生産量は115kg/haから500kg/haの増加することができる。

## (4) 開発への制約

漁業第2セクター調査で認められる制約の中で、一つは海面も内水面漁業も共通するもので、それは十分な能力を欠いているDOFによる弱い行政が支援及び先進的の第2セクターの開発を計画し、指導し、そして実行することである。漁業セクターの本格的な利益を調達するためのDOFの能力は、極めて限られている。

計画されたエビ養殖プロジェクトは、エビ養殖拡張業務を確立し、DOFプロジェクトの実行能力を強化する。養殖がGOBの高い優先権を受ける内水面漁業開発に対する主な制約は、不十分な知識と漁民に知識を移転するための効果的な手段の欠如である。また、養殖に必要な投資のための蓄えをするという能力も収入も非常に少なく、そして操

業が小規模である時には限られてしまう。

### 3. エビ養殖開発

#### (1) 背景

暮らしと商業のためのエビを捕獲する「わな」は、バングラデシュでは河、潮の水路及び沿岸に沿って長い間行われてきた。1960年代に農業生産を洪水と海水の侵入から守るために沿岸が埋め立てられたことによって、伝統的なエビ養殖は中断された。

#### (2) 地域と生産

国際市場でエビの需要と価格が上昇しているため、大規模なエビ養殖は埋め立て地で発展した。エビ養殖場は1980/81年以来、年に40%の割合で急速に拡大されている。1984年には沿岸域の約5.2万haでエビが養殖され、そのうち61%が西部のKhulna地区で、36%が東部のCox's Bazar地区で、そして3%が中部沿岸地区で行われている。1984年の生産は、輸出用有頭エビが約3,500トン、及び地方で消費したり、販売したりする種々雑多な小魚とエビが5,200トンであった。

輸出用有頭エビの3,500トンは、無頭エビの2,200トン、また1982/83年におけるバングラデシュのエビ輸出（11,500トン）の19%に相当し、残りの差は沿岸や河での小規模漁業と海洋トロールから産出する。

#### (3) エビ養殖

エビの養殖場は、埋め立て地内の低地域を小さな堤防で囲って開発された。埋め立て地内の平均土地所有サイズは1.9haで、小分けしたものは0.24haであった。囲んだ池は、エビ養殖のための地形上の特徴や土地の慣習によって10haから150haの範囲にあった。典型的なものは、土地所有者がエビ養殖に関心を持つ人に約半年間池の地域を貸与し、残りの半年間は米または塩の生産に使用する。池の水位は土地の高さと潮によって変わるが、0.3～1mの範囲にあった。

大部分のエビは、Khulna地区では稲作と、Cox's Bazar地区では塩生産との輪作を行っている。エビ/米の輪作ではエビが1～5月まで、エビ/塩ではエビが6～11月まで育てる。この両者はエビ養殖を行わなければ半年間土地を休ませなければならない。稚エビは、エビの成長時期の初めに当たる春の到来とともに池に取り込まれ、主に分解中のデトリタスによって成長している。輸出用エビの生産量は、ほぼ70kg/haから150kg/haの範囲にある。生産は近年徐々に好転している。特に西部のKhulna地区における何人かのエビ養殖業者は、漁民が河口で集めた稚エビを池に収容し、150kg/haの生産を揚げている。

エビの単独養殖はBWDB埋め立て地外の限られた地域で行われている。1979年以来、DOFはエビ養殖を促進するために森林局からCox's Bazar地区のRampurにあるマングローブ林の中に1,695haを借りた。この広い面積の土地は、約40haの41個のエビ単独養殖場として、DOFが個人経営者に短期間、又貸しをして運営をしている。

近年GOBの決定に従って、エビ養殖池の貸与の最大サイズを13.2haとしたので、3人の業者が40haの池を共同経営している。

#### (4) 流通と加工

冷凍エビの集荷、輸送、加工、及び積み出しのための地方システムは、全般には十分であり、計画されているプロジェクトで予想される生産量増加を賄うことができる。1984年には45の加工場が操業しており、そのうち15はKhulna地区、28はChittagong地区、2つがCox's Bazar地区であった。これらの加工場の合計年間加工能力は、冷凍無頭エビで約60,000トンと見積もられている。

しかし一年間の原料は設備能力の単なる20%に過ぎず、これは原材料の不足に起因する。加工場の多くは場所によって5年もしくはそれ以上の期間、所得税の支払いを免除する税金猶予システムの下に操業している。

#### (5) 制約と可能性

技術、機構及び政策の変化なしでは、エビ生産の増大の展望は限られてしまう。大規模エビ養殖の適地が段々少なくなり、底曳漁の船団も経営が困難を伴っている。1984年には、エビ養殖のために好ましいと考えられる多くの土地は、既に何らかの形で利用されている。たとえば、総ての適地で現在の技術を活用しても、輸出用エビの生産増加は最少である。

埋め立て地外でのエビ養殖の拡大は、近づき難い土地であったり、費用が高いという制限がある。現在の土地利用政策と法律により、マングローブ林の中での適した干潟での操業を困難にしている。この地域内でのエビ養殖の拡大は、社会的問題を生じるであろう。

エビ養殖は、必要な貸金、技術情報、及び企業的手腕を持った官僚と実業家が共同する比較的大きな土地所有者の活躍が大きい。エビ養殖のために小さな区画を貸している小さな土地の所有者、米農家、及び塩生産者は、エビ養殖からの正当な利益を受けていないと感じている人が多く、エビ生産者が、彼らの利益を配慮していないと主張している。例えば、エビの養殖が、通常の間期間過ぎても行われていると、輪作の米や塩の生産が減り、それによって雇用にも跳ね返ってくる。これらの争いは、東岸域の塩/エビより、西岸帯の米/エビの環境で多い。

エビ養殖の拡大は、海岸埋め立て地での海水取り入れに反対するBWDBによって更に制限されている。

生産及び輸出の維持拡大の鍵は、現存するエビの養殖計画を強化することにある。第一段階の強化と改良したエビの「わな」は、主に改善した水の管理を伴っている。それは輸出用のエビの年生産を現在の平均水準の約70%/haから250kg/haと増加が見込まれる。エビだけの単独養殖を行っているふ化場で生産した稚エビを使うことができれば2,000kg/haまで生産を増加することができる。

エビふ化場に通用する技術的知識や成功させるための集中的な養殖業務はバングラデシュ

では非常に限りがあり、現存する3,000以上のエビ養殖場への適切な知識と養殖技術を普及する手だてもない。更に、エビ養殖の強化は、堤防、水制御建造物、及び支流運河において相対的に高価な投資を必要としている。

プロジェクトは、バングラデシュの漁業第2部門でエビ養殖の生産強化を目指している。それは強化の第一段階で現存するエビ養殖の約15%を生産し、適用範囲及び技術の進歩的レベルの向上によって更なる強化のための基礎固めをする。

## II プロジェクトの対象地域

既にエビの養殖が行われている低地、沿岸地帯約7,000haのプロジェクト地域の改良を行う。その内、約1,400haはKhulna地域に、そして現在埋立てによって開発されているおおよそ3,900haと1979年以来、政府が民間エビ養殖業者に貸与している、以前はマングローブ地帯であったRampurの1,700haの計5,600haがCox's Bazar地区にある。加えて、プロジェクト地域の2,500haが公的投資なしの拡大サービスと借款を通して改良される。なお、これらの追加地域はプロジェクトの実行中に認定されるであろう。

## III プロジェクト

### 1. 目的

プロジェクトの計画は、主に改善された水の処理及び関連するエビ養殖の実行が両立する、改善されたエビ養殖技術の導入を通してバングラデシュの沿岸域の生産を強化することである。

エビ生産の増加を通して、プロジェクトは2つの主要な目的の達成を目指す。

- ① エビの輸出を通じて、外貨獲得の増大。
- ② 沿岸農村地域での収入、経済活動及び栄養の増加。

第2次目的は以下の通り。

- ① 漁業管理と負荷業務の改善。
- ② エビの養殖を行うために養殖政策の改善と埋め立て地での制御された海水の取り入れのための現行法をもとにした手続きの開始。
- ③ 投資を必要とする国有地の長期貸出しをするためのGOBの貸出政策の見直し。
- ④ エビ加工業における生産能力の改善。
- ⑤ エビの流通改善。

### 2. コンポーネント

プロジェクトの目的は、国際市場でのエビの需要に応じて収益と外貨獲得を目指して、現在使用している干満差のある土地からの低生産性のエビ漁を高価格のエビ生産に切り替え強化することにある。

この目的を達成するために、以下の計画を実行する。

- ① 7,000haの主要なプロジェクト地域で、より効果的な水の管理を行い、高品質のエビ種苗を供給する基盤整備（堤防、水制御装置、エビふ化場）。
- ② 養殖場への投資、市場設備、及び民営ふ化場への投資に融資するためエビ養殖業者、商人、及びふ化場経営者への中期借款の補給。
- ③ DOF及びBWDBに対する建造物の修理や待遇の改善を通しての援助。
- ④ プロジェクトの実施、訓練、及び活動の調整に当たっての技術的援助。

### 3. 内 容

#### (1) 支援施設

##### 1) 堤防と調節器

堤防と調節器は、エビ養殖の強化のために必要な施設である。堤防は、①埋立地を囲う洪水防護堤防、②海水の漏水をさけるためにエビ養殖地域を分離し、養殖場もお互いに分離するための第二の堤防、及び③エビ養殖を準備するための給水と排水路としての対の並行堤防である。

水制御調節装置の放水能力は、対象面積とその地域での増水が土地の平均高度を越える高さの機能を持って設計する。

##### 2) エビふ化場

約10Mの稚エビを年間生産できる収容力を持った2つのPIUエビふ化場の建設が、商業及び実演用として融資する。ふ化場は、水質が適当で親エビの入手が容易で、そしてふ化場生産の稚エビの需要が高いエビ養殖地域内かまたはその近くに置く。

ふ化場は、販売可能サイズの稚エビを生産するよう設計、管理されるであろう。このふ化場はCox's BazarとKhulnaに、同時に建設されるであろう。ふ化場が生産する稚エビに対する最初の需要は、一定の稚エビ供給の要望があり、相対的に高水準の生産技術を持っていると思われる、Rampurのエビ単独養殖場から期待される。他の地域でエビ生産が強化されているので、需要は増加すると予想される。ふ化場で生産する稚エビは計画されたエビ生産利益の達成が決定的ではないが、汽水域での稚エビの捕獲を制限することによって天然のエビ資源の保存に役立つであろう。ふ化場が技術上、及び融資上の活性化が示されると同時に、政府は技術上の知識情報を移転して民間セクターのふ化場を建設し運営するであろう。

#### (3) 貸付コンポーネント

##### 1) 養殖場の改良

貸付は、全プロジェクト地域における養魚場への投資に融資が供給されるであろう。また、追加したプロジェクトの地域での貸付は、近郊からエビ養殖場を離す第2の築堤への融資が供給され得るであろう。

##### 2) 販売設備と民間ふ化場

輸出用エビの品質を改善するために、エビの取扱いと養殖場から加工場への輸送方法の

改善が重要である。そのために、エビ養殖業者と商人に対して、①エビの一時的貯蔵のための断熱箱、②運搬中に氷蔵エビの損傷を防ぐためのプラスチック収納箱、及び③水の供給が不十分な遠隔地へ小さな製氷工場の建設などのために貸付が行われる。また、9つの民間エビふ化場建設のために融資されるであろう。

#### (4) 環境への影響

プロジェクトは環境に何らかの有害な影響を与えることはない。プロジェクトの下でのエビ養殖の強化は、既に養殖が実施されている場所で行う。現存の土地利用形態も、現在の生態系バランスも変えることはないであろう。

プラスの効果として、以下のことが達成される。

- ① 適切な境界堤防の建設によって、隣接する農地への海水浸透の防除、
- ② Polder20での米作のための土壌からの塩分を濾し取るための効果的かつ適宜な交換である。

農地及び森林地帯での大規模なエビ養殖業の更なる拡張は、以下によって障害がある。

- ① 海水の取り入れ、及び国有地の貸与に関する政府の政策を再調整するためのプロジェクトの寄与。
- ② 強化したエビ養殖の財政的報酬の提示である。

プロジェクトは、他の河岸の州に影響を与えることはないし、他の州にも水の使用による影響を与えることはない。

## 10. バングラデシュ 第3次漁業プロジェクト

(1990年評価報告書)

### I プロジェクトの概要

この計画は、以下の項目を目標としているセクターの開発を支援する。すなわち、①収入、特に貧困者、及び国内消費と輸出のための魚類生産の増加、②民間セクターの参加に重点をおいた西部での漁業開発計画の支援、③氾濫原での魚類生産の拡大増加、④セクターの制度強化である。

計画は6つのコンポーネントを持っている。すなわち、①10万haの氾濫原への放流による氾濫原での漁業、②既にエビ養殖実施中の埋立地1.3万haでの公的支援施設を改良しての沿岸エビ養殖、③いろいろなUpazilaとDistrictレベルでの計画を一まとめにする財政をも含めた他の漁業、④上述の投資に関連した制度上の支援、投資機関及びDOFとBWDBの増加する作戦上の費用、⑤プロジェクトの関連調査、及び⑥ODAによって融資されたプロジェクトの管理及びUNDPによって融資された技術的及び社会的支援のための技術的援助である。

プロジェクトは、年に魚を42,000トン、輸出用のエビを1,800トン生産し、エビは約268百万TK (830万ドル) の外貨収入を得る。プロジェクトの支援は、①主要な氾濫原を開発するための管理上の手順、②復興した漁業経営、③産業政策の改善、④民間種苗企業のなお一層の動員、⑤特殊グループへのサービス、及び⑥収益配分の改善である。

直接の受益者は、130,000世帯である。プロジェクトは、人口圧と支援施設の作業から生じる環境問題を救済する。

プロジェクトの主なリスクは、①管理の失敗から生じる遅延、あるいは不十分な実行であるが、民間セクターへの本格的技術援助、及び信頼の供与がこれらの危険を減少する、②病気や魚市場の季節的な在庫過剰と同様に、氾濫原での魚の回復率が計画より低い、分析結果では危機的レベルに達しないようである、③GOBが融資の維持ができず、元の費用の回収ができなければ、公共の元の部分は減少する。すなわち、生き延びるための費用の回収政策を公式化することができる、徹底的なモニタリングと研究、及び適切な法的保証がその危険を最小にするであろう。

### II プロジェクト地域

#### 1. 西バングラデシュ

自然地域は、約7,700km<sup>2</sup>、すなわち全領土の62%に及ぶ。それは、約5,500万人(国の人口の50%)の故国であり、GNPのおおよそ53%を産する。主な経済活動は、家畜類と連合した作物農業(国民生産の55%)と漁業(国民生産の53%)である。この地域は輸出用のエビの約60%を生産する。

プロジェクト地域は、北と西はインドとの国境約900km、東はJamuna-Meghna河、南はベンガル湾と定められている。Jamuna河は買入れ勢力(DhakaとChittagong)



の中心で交通を妨害している。しかし、交通は、プロジェクト地域を離れた北方に1955年に完成予定のJamuna橋、進行中の道路工事、及び南部でのフェリー連絡を改善する。その結果、プロジェクト地域の漁業生産のための市場は改善が期待できる。プロジェクト地域の南端は地勢が未だ不安定で、その地域は自然保存が重要なので人間の居住を永久的に締め出すSundarbansからなっている。

プロジェクト地域はGanges河によって、北部と南部の2地区に分けられる。北部は、Rajshahi区と同義語で、プロジェクト地域の35%を占め、その人口は49%を含んでいる。肥沃な氾濫原によって高水準の農業生産を支えていることから、南部より比較的富んでいる。北部はまた、低収入と少ない人口を有する約5,700km<sup>2</sup>のBarind乾燥地帯をも含んでいる。南部は、プロジェクト地域の65%を占め、その人口の51%を有するKhulnaとDhaka区の一部から成り立っている。僅かな地下水施設と厳しい毎年の洪水が南部の集約的農業を低下させ、貧しい生活条件をもたらす。全体で、3区、37地区、そして244Upazilasがプロジェクト地域を占めている。

### Ⅲ プロジェクト

#### 1. 目的

プロジェクトは、以下を目指しているセクター開発過程を支援するために設計されている。すなわち、①収入、特に貧困層を対象としての増加、及び国内消費と輸出のための魚類生産の増加、②民間セクターの関与を強調した西部の漁業開発計画の支援、③氾濫源での魚類生産の拡大促進、及び④部門制度の強化である。

#### 2. コンポーネント

プロジェクトは、6つのコンポーネントを持っている。それは、①氾濫原漁業、②沿岸エビ養殖、③他の漁業、④制度の支援、⑤調査、及び⑥技術援助である。氾濫原漁業は2年のうちに29,000haに、5、6年には100,000haに増やして放流を行う。沿岸のエビ養殖は、既に養殖中の13,000haの埋立地に公共的な水制御のための構造物の改善を行う。他の漁業は、淡水魚やエビの池、小さい氾濫原、河川漁業、及び漁業への女性の関与を発展させるためUpazila及びDistrict-level計画に対する55の融資パッケージである。制度支援は、DOFとBWDBの増加施設と作業資金の融資を含んでいる。調査は、プロジェクトに関連した応用研究を実施するためのFRIに対する基金提供を含む。技術援助は、プロジェクト管理と技術及び社会支援の2つがある。

#### 3. プロジェクトの内容

##### (1) 氾濫原漁業

プロジェクトは氾濫原への費用の効率的な種苗放流技術の開発のために資金援助を行う。氾濫原資源の約20%はコイ類稚魚の放流で、その種類は、silver and bighead (70%)、mrigal、Catla、rohu (20%)、common(10%)である。これらの種は、成長が早い、早い

産卵、そして釣合のとれた種の構成であることから選ばれた。放流は雨期の始めの6月で、魚のために供給される天然餌料が特に多く、漁獲による稚魚の損失が最も少ないときに行われる。稚魚はボートから氾濫原の最も深い所の中央の違った場所で放流する。

放流は多くの地方に公表し、稚魚や若令魚を捕獲することのマイナスの影響を認識させるために、特別の拡大宣伝活動を先に行う。稚魚は放流前と放流中に検査を行う。放流直後から数週間、まだ分散していない稚魚の如何なる漁獲をも防ぐために、放流地域周辺の監視を行う。捕食者による損失を減少するのに重要な、放流稚魚尾数と大きさは、プロジェクトの生命を通して徐々に増加し、2年目には20kg/ha、3年目には25kg/ha、そして4年目以降は30kg/haを放流するであろう。稚魚の重量と大きさは、2年目には7.4gと9.5cm、4年目には11g、14cmに増加させる。稚魚を大きくするという事は、死亡率を減少させるために重要であるから、より大きな稚魚の要求に対して供給者は徐々に適応が必要である。

稚魚の適切な供給がコンポーネントの成功を決定するので、公的種苗放流の管理上の手順開発が必要となる。必要とする稚魚の量が重要で、プロジェクトの5、6年には約3,000トンの稚魚、現在のプロジェクト域での生産の3～4倍が必要となるであろう。既存の民営ふ化場と養殖場は早急に生産を拡大することが出来るが、効果的な供給の組織化には熟練した管理が必要である。十分な組織を保証するために、DOFに技術援助が行われ、限られた数の養殖場から稚魚を購入する。

プロジェクト1年目に稚魚放流の準備を行い、実際の放流は2年目に29,000haで始める。一つの氾濫原は、最初の2年に各区が放流する。最初に放流を行う氾濫原は、周辺の潜在性を代表しており、また容易に近づけることから選ばれた。これらの氾濫原は、Gopalganj窪地のChanda beel地区 (Khulna地区)、Khulna窪地の埋立BSKB原 (Khulna区)、及びChalan窪地の埋立Halti beel地区 (Rajshahi区) を含み、3年間に亘ってこれらの氾濫原の集中的なモニタリングを実施する。

これらの最初の地域の放流は、近接地域内の拡大のために必要とする技術、及び管理上の経験を提供する。選ばれた氾濫原は周囲の潜在性を代表しているので、氾濫原で遭遇かもしれない色々な条件を持った経験を提供する。

プロジェクトの4年で、他の氾濫原への種苗放流を拡大する。このために、Boro beel (Dhaka/Gopalganj)、Chenchuri埋立地 (Khulna)、Uthrail及びHilna bells (Rajshahi) 認められた。プロジェクトの5年で、潜在性を持った550,000haのバングラデシュ西部の氾濫原のうち、100,000haに毎年放流される。すなわち、Dhaka地区では30,000ha、Khulna地区では30,000ha、Rajshahi地区では40,000haの責任を持つ。

## (2) 沿岸エビ養殖

このプロジェクトコンポーネントは、現行のエビ養殖プロジェクトの継続と拡大を図る。その目的は、エビ生産と輸出を増加するために埋立したエビ養殖池の水交換施設の改良である。約13,000haのエビ養殖池が指定された。

BWDBは埋立地の堤防の改善、水門建設、水路を渡るための栈橋の建設を開発する。DOFは地方のコンサルタント（NGOs）と国外熟練者の援助で拡大する。埋立地の外側にある拡大した2,000haは、エビ養殖生産の改良のために提供される。

### (3) その他の漁業

他の漁業コンポーネントは、民間セクターの開発を、区及びUpazilaレベルの地方的支援を行う。これは、①池と湖、②小氾濫原、③川、④淡水エビ振興、⑤女性のような恵まれないグループへの援助、及び⑥プロジェクト実施中に重要と思われる他の活動など、地域レベルでの強化した調査や拡大業務が含まれる。

### (4) 制度上の支援

このコンポーネントは、持続的発展を達成するのに必要で、DOF、Upazilas、BWDBのための幾つかの青銅の改善、及びプロジェクトの実行を支援する。

### (5) 調査

コンポーネントの目的は、バングラデシュ水産研究所（FRI）がプロジェクト活動に直接関連した地域で行う調査を支援することである。調査は氾濫原での魚の餌料、魚病、及び漁具、それに沿岸漁業での漁獲努力のパラメーターに焦点を当てている。

### (6) 技術援助と訓練

技術援助と訓練コンポーネントの主な目的は、漁業開発促進を行っているDOFを強化することである。

## 4. 環境への影響

プロジェクトは、近年取り上げられている環境問題の幾つかを矯正すること、及び、氾濫原漁業と沿岸エビ養殖の環境問題を扱うことを支援する。プロジェクトの環境評価等級はBである。

氾濫原漁業での環境関連の範囲は、発育に伴う密度と関連する種の多様性と健康障害とである。水生環境と魚資源とのバランスは水の制御方法と乱獲によって猛烈に妨げられている。プロジェクトは放流を通してこの不均衡を正すことに寄与する。放流用として選ばれた魚種は、豊富な天然餌料源を効果的に利用できる。用いられた6種のうち3種は在来種で、残りの3種は池中養殖のために20年以上前にバングラデシュに導入されたが、有害な効果はもたらさなかった。放流魚の70%を占めるsilverとbigheadコイはプランクトンを食べている。魚たちの要求を満たすために必要とされる以上に利用可能なプランクトンが存在するので、2魚種は氾濫原に現存する魚と競合しないようである。プロジェクトは、また生産実体のモニタリングと生物学的影響、及びの氾濫原環境をよく理解するための調査を準備する。

プロジェクトは、養殖場からの稚魚の取引を増大することによって、健康障害を減少することが出来る。プロジェクトの下での検査システムによってふ化場、養殖場、及び放流魚の注意深い管理は病気の突発を防ぎ、またもし病気が発生しても影響を制限するのに役立っている。氾濫原における放流密度は、病気を増長するほど高いものではない。プロジェクトにとっては好ましくないが、氾濫原での魚食性の魚資源は餌の利用に応じて増加しているようである。更に、氾濫原からの放流魚の逃亡は、川での魚資源を増やすであろう。

エビ養殖における潜在的な環境問題は、農業、沿岸マングローブ林、及び天然のエビ資源への影響である。プロジェクトはエビの養殖を強化するが、開発する地域は、2,300haを除いて、既にエビの養殖が行われている。エビ／米の環境における増大の効果は、農業にとってはプラスである。改善された水管理施設は、非エビ農業地域への海水侵入を制御し、米栽培準備のための水落とし、水田のための灌漑援助などを支援する。関係者の接近は、農業とエビ養殖とが同じ関心事であることを示している。プロジェクト地域のマングローブ帯は、Sandarban森林保護地区として明確に区別されている。従って、プロジェクトはこの地域を侵害することではなく、多年にわたってエビ養殖と米の栽培を行ってきた地域においてのエビ養殖の改善を行う。Sandarbansは巨大な保護養成地であるので、プロジェクトが提案している開発によって稚エビを著しく枯渇させることはないと思われる。将来のより重要な制限因子は、沖合いでの商業トロールによる親エビへの漁獲圧力の増加である。

## 5. 漁業における女性の役割

プロジェクトは性別論争に関して、国の漁業経営に重要な新制度を導入する。プロジェクトは、DOF本部と支部で漁業婦人細胞を創設し、研究の技術援助やプロジェクトの漁業活動に女性を導入するための作業計画を発展させるための研究を実施するプログラムの公式化を通してこれらの組織を援助し、基金を用意する。これらの組織の仕事は、拡大メッセージ、方法論、及び融資が彼女らが専業漁師の配偶者であるか、彼女ら自身が全日もしくはパートタイマーの漁師をするか、魚や稚エビの池作業か採集をするか、あるいは他の方法によって漁業と連結するかどうか、漁業における女性の要求に合っていることを保証している。正確なデータが欠けているので定量化ができないので、この段階ではプロジェクトにおける漁業への女性の効果を定量化することは難しい。しかしながら、プロジェクトは漁業における女性についての知識を準備し漁業経営に機能するだろうし、特有の論争を提出するだろう。

## 11. インド エビ・魚養殖プロジェクト

(1991年評価報告書)

### I プロジェクトの概要

#### 1. 漁業のセクター

漁業のサブセクターは総GDPの1%以下、農業GDPの2.4%の貢献をしているだけである。しかし、インドでの漁業は主に沿岸の貧しい集落から概算で900万人に対し雇用を与え、栄養状態を上昇させ、外貨を稼ぐのに重要である。1980年と1990年の間で、海面漁業が60%以上を占める漁業生産は2.5mtからおよそ3.7mtまでに増加した。1990年までに、年間およそ360m\$の海面生産の輸出は1980年の2倍になり、エビの輸出が90%を占めていた。インドにとって国内需要の成長に応じた、また輸出市場でのその位置を持続するために、海面漁業における沖合と深海に対する協定上の漁業領域の拡大、及び淡水、汽水養殖の開発に必要な新しい創造力が要求されている。

#### (1) エビ

インドはおよそ17万5千～20万トンで安定した水準の総年間生産量を持って、過去20年間、ほとんどの間世界第1位のエビ生産国であり輸出国であった。しかし、この位置は、海面からの水揚げ量が減少したことから、ここ数年衰退している。一方、これとは対称的に養殖エビの生産が急速の増加した。近年までは、海で捕獲されるエビが重要な資源であったが、1984～1988年には養殖されたエビの生産量が、36%の年間平均成長率をもって、アジアの途上国の3倍以上となった。この成長にとって重要なことは、養殖エビが高値で売れる代表的な大きさであり、種であるからである。

インドの長い海岸線、熱帯気候と大きい川のデルタは汽水養殖にとって、膨大な潜在的可能性を与えている。すでに開発のために特別に提携された20万haがあり、この中の6万haは現在生産の形となっている。この領域のおよそ3万3千haはWest Bengalにあり、8千haはKerala、6千5百haはGoaにある。

現在行われているほとんどのすべてのエビ養殖は、雨期に水田耕作した池で、残った期間をエビと魚の養殖に転換するという伝統的な養殖システムに基づいている。結果として、貧しい基盤設備、低い資源密度、水の交換がないか不十分である、餌料の欠乏、そして低い技術レベルなどをを反映して、エビの生産性は低い(平均して300kg/ha)。現在、サブセクターはインドにとって適切で、より高い生産をもたらす集約的なエビの養殖を広げるために計画している。エビの飼育は収益の多いブラックタイガー (*Penaeus monodon*) の生産を第一目標としているが、種苗、環境状態、そして市場の動向の利用可能性を考慮すると、飼育は白エビ (*P. indicus*)、大マレーシアエビ (*Macrobrachium Rosenbergii*) を含むであろう。

集約的なエビ養殖計画の一部として、エビと孵化場の生産サイクルは、用地、水温の維持を保証することと、種苗の供給が生産サイクルに合わせて生産できるということを考

慮に入れなければならない。モンスーンの雨によって淡水が流入し沿岸に沿って塩分が低下するので、汽水のエビ養殖には不適切な水を使わなければならない。水温は年間を通して変化するので生産に影響する。

エビ種苗生産のための孵化場は、天然種苗の入手が難しく、また環境的にも影響するので集約的な養殖にはとても重要である。さらに、天然種苗利用の可能性は飽和状態にあると考えられている。そしてより集約した捕獲は沿岸漁業にマイナスの結果をもたらすであろう。他のマイナスの要因は、天然種苗を集める過程では他の生物をも混獲されるであろう。それは海面漁業にとって重要なことであり、周囲の堤防の上で分けられた後に捨てられてしまうであろう。

エビの飼料はとても重要で開発が求められている。現在の拡大した養殖のもとでは、特殊化されたエビ飼料工場の必要性はなかった。集約的養殖のもとでは、製品を処方によって作ることができる未加工の材料と良いペレットの擦り潰しを含む、およそ3～4時間の間、水に安定したままで残すことができるエビの飼料工場が必要となるであろう。今のところ市場で多少品質が劣る飼料を生産する2、3の地方工場がある。しかし、一つの工場は適切な開発によるポテンシャルを示している。海外の投資者はすでにエビ飼料の施設開発を始めた。エビ飼料の需要が増加（現在の試算では、10年以内に年間およそ20万トンの飼料が必要と推定している）するので、市場は早く反応することは疑いない。インドはフィッシュミールにおける欠乏を除き、海老の飼料の製造を保護する必要があるいい材料を持つ。そしてそれは輸入する必要がある。

## (2) 内水面漁業

インドは池、沼、湖、2.5mha以上の貯水池、2万5千km以上の川と支流といった魚の生産が可能である豊富な水資源を持っている。これらの水は公共物である。しかし、それらの借用と制限のための特別な政策がない。そして、借用料は一般に名目だけであり、その前の年の歳入と魚の生産に基づく。大きな水において、DOFは組合をとおしてか個人に漁業免許を与えている。貯蓄はなされていない。そして、DOFは保存と規則の基準を負わせたり記録を維持しない。小さく中間の貯水池にとって、DOFは過去3年の平均に基づいた料金で、3～5年の間借りた魚に対する権利持つ貯蓄を引き受ける。貯蓄のレベルはいつも不十分であり、漁業協同組合は不適當に組織化された。オープン競売は小さい水のために用いられ、一般に5年間貸される。そして貯蓄と収穫は賃借者に責任がある。漁業は人口の低い社会経済の部分から一般において、常勤の専門家とパートタイムの農業者により運営される。

近年において、海面生産が全く一定であるために、魚の生産における成長は内水面と養殖に依存されなければならない。1989、90年の1.4mトンの内水面の生産のおよそ48万トン（34%）は養殖から残っているものと一緒の捕獲漁業からである。捕獲漁業は川、湖、沼、貯水池で行われ、主に淡水ではコイとナマズ、汽水ではhilsaとボラからなる。淡水養殖（主にインドゴイ）は池、三日月湖と貯水池で行われる。ほとんどの三日月湖と貯水

池は10haから5万ha以上までの範囲の水である。主にUttar Pradesh, Bihar, West Bengalにあるox bow湖は泥、海藻群、洪水の制御の欠乏、そして適切な借用の整理から苦しむ。そして、このようなことはおよそ160kg/haの低い年間生産量という結果をもたらす。貯水池からの生産量はまたとても低く、相応な貯蓄と収穫を持つ50~250kg/haの簡単になし得る範囲に比較して、平均して12kg/haである。

三日月湖と貯水池の生産を強いる主な要因はボート、網、氷のような品物を含む管理、貯蓄のためと漁業の運用のための金融の欠乏に関係している。相応な管理はいつも存在していない。そして組合のおおくは定期的な選挙はなく、実地義務を持たない。賃借はいつも短く、小魚は小さすぎゆえに高い死亡率をもたらすので貯蓄はいつも不十分である。コントロールされた状態のもとで、引き起こされたインド鯉と異国の鯉の飼育と孵化の最初の内水面の漁業プロジェクト (IFPI) のもとでの拡大は増加した種苗生産に向けられた。

## II プロジェクト

### 1. 目標

プロジェクトはエビの主な輸出者としてその位置を維持するためにインドを助けるだろう。なぜならそれは低い労働賃金と助けとなる気候のおかげで比較的有利であるからである。プロジェクトは関係している州において、エビと魚の生産を増加するであろう。そしてそれは、集落の一番貧しい地域の経済と社会的不公平を改良するであろう。そしてまた、プロジェクトの利益が女性を集めるということを確実にするだろう。プロジェクトは外国為替を増加し、低い生産力の土地の使用を改良、経済的に貧しい地域の保護を協力させ、雇用を創出し、田舎の開発を育成するであろう。プロジェクトはほとんど選択がない1万4千のとても貧しい世帯の生活状況を改良するであろう。現在その90%の人が、年間3,000Rs (110ドル) 以下しか稼げない。男、女、子供が含まれる生活漁業の形をすべて訓練が必要である。

### 2. 内容

7年間で完成を目指すプロジェクトの内容は以下の通り。

- ① 汽水の海老の構成要素はWest Bengal, Orissa, そしてAndhra Pradeshの州に位置している。そして、それはプロジェクトの費用のおよそ80%を供与する。
- ② 内水面漁業はWest Bengal, Orissa, Andhra Pradesh, Bihar, Uttar Pradeshに位置している。そしてそれはプロジェクトの費用のおよそ8%を当てる。
- ③ 環境的な管理を含むプロジェクトの管理とプロジェクトの費用のおよそ12%を占める訓練。

エビのコンポーネントは、大規模な方法において、インドに対して技術的に進んだ集約的なエビ養殖 (伝統的な拡張養殖に比べ) を紹介するため、最初の本当のthrustを保護するのでより複雑になるだろう。それはhaにつき大体30万Rs (1万1千ドル) の開発費用を含んでいる。そして、エビ生産、孵化場、飼料の間で周到な調整を求めるであろう。し

かし、その利益は外国為替の点と受益者に対する収入の両方からみると有益である。出資の大多数が水の貯蓄と保護の準備とサービスの供給に関係したので、内水面漁業のコンポーネントはほとんどが基盤整備の費用を求めないだろう。技術は簡単ですでに知られている。貯蓄は増加し、制度上の修復は与えられたけれども、エビのコンポーネントよりずっと低いレベルだけれども、このコンポーネントは構造的に貧しい多くの人の利益となることが予想される。プロジェクトの管理のコンポーネントはより複雑なエビのコンポーネントにおいてずっと強みとなるであろう。

#### (1) 汽水産エビのコンポーネントと管理

汽水の海老の構成要素はWest Bengal、Orissa、Andhra Pradeshの各州の沿岸の地方に位置付けられるだろう。およそ3,800haの水域を持つおよそ6,000haの土地をカバーする13の場所に位置されるだろう（West Bengalでの1,390haの水域をもつ5カ所、Orissaにおける870haの3カ所、そしてAndhra Pradeshにおける15haをもつ5カ所）。

エビのコンポーネントは将来の開発のためのモデルを与えることが期待されている。そしてそれは、反復可能であり持続的で、以下を含むであろう。

- 1) ①サイクロンの保護、周辺の堤防、1次的、2次的補強、排水溝、調節溝、貯水池、ポンプとホース、handling sheds、倉庫、衛兵所のような共通の基盤整備により保護されたエビの開発と建物、②砂利で覆われた全天候の道、国内の道の建設、深い井戸を含む水の供給、ポンプと供給ライン、発電のシステムを含む池の土地の開発（4千3百万ドル；エビのコンポーネントの73%）。
- 2) 融資（1,200万ドル；エビのコンポーネントの20%）、主にエビの孵化場と養育場、飼料、冷蔵工場、個々の急速冷凍機械の設立、そして投資に関係した認可された他のプロジェクトにとっての個人企業。
- 3) より弱い受益者のための種苗と飼料の貯蓄にとっての最初労働資本（400万ドル；エビのコンポーネントの7%）。加えて、外国為替はCPU経由の魚の飼料の輸入が含まれるだろう。

#### (2) 内水面漁業のコンポーネント

内水面漁業のコンポーネントは西 Bengal、Orisa、Andhra Pradesh、Bihar、Uttar Pradeshの州に定められる。プロジェクトはおよそ46,000haにわたる130の貯蔵所と、およそ5,400haにわたる60の三日月湖を含んでいる。貯蔵所はAndhra Pradesh、Orissa、Uttar Pradeshになるだろう。一方で三日月の湖は西 Bengal、Uttar Pradesh、Biharになるであろう。選択はサイズが基本となる（50haから1,000ha）。それらの場所は施設の監督、有利な貯蔵と放出の割合、適切な利用やすさ、飼育池にとっての土地の有効性、そして漁業集落の存在に対する適切な集団の中にあるだろう。

内水面漁業のコンポーネントは以下の通りである。



- 1) 防護の溝、三日月の湖の囲い、内側と外側のゲート、魚の操作小屋、そして三日月の湖のダイビングの基盤整備の費用（200万ドル；内水面漁業のコンポーネントの33%）から成る。
- 2) ①魚の孵化場と冷蔵施設の設立のための民間企業（企業は彼ら自身で労働資本を得る）、②飼育池、魚の囲いと檻にとっての関係している協同組合に対するクレジット、そして③船、網、そして最初の貯水池と三日月湖の貯蓄にとっての協同組合（300万ドル；内水面漁業の53%）に対する最初の労働資本から成る。

### 3. 環境

環境におけるプロジェクトの潜在的なマイナスの効果を妨げ、減少、排除すること、広い環境管理と監査プランは用意された。この計画は選ばれたサイズのマングローブ林で再び植物を成長させること、天然の海老の種苗資源の収集の監査、海老と漁業の保存と管理の訓練と拡張、効率の良い水の管理にとっての水門の建築、そして重金属からの潜在的な混入のための海老の肉の分析評価のような介入を含んだ。海老の構成要素にとって、一番端の沿岸の塩性の土壌はほとんど経済的に苦しめられている人々の何人かにとって生産されるだろう。そして含まれた環境の保護で、沿岸域の広い開発のモデルとして役に立つであろう。

一方プロジェクトは孵化場を与え、天然の種苗に依存しないので、種苗の分離技術を彼らに教えるため漁業集落の間を抜け目なく創造するための教育プログラムを保護するであろう。そしてそれは、水に対して使われていない組織を戻すことの重要性を含んでいる。西BengalでのMeendwip島の除外条項で、プロジェクトの近所においてマングローブの植林を行う土地はない。そしてプロジェクトはプロジェクトのもとで基盤施設の開発と池が失われるだろう森のカバーを保証するため、マングローブの植林の問題を含むだろう。

DOFは森林局から委任された職員をもちいてこの問題を解決する。以下にその緩和の行動を要約する。

- ① Meendwipの土地の領域でマングローブの植林と再生。
- ② Bideipurでの水門の建築。
- ③ Interuでのラグーンの水門学のCICEFによる研究。
- ④ Meendwipからの海老の組織における重金属の分析評価。

加えて、プロジェクトは、①エビのコンポーネントに関係する3つの州の環境の監査の問題を管理すること、そして②漁獲死亡の劇的な減少のための保存技術におけるテナガエビの種苗の収集を訓練するためのそつのないプログラムと拡張のための基金を含むであろう。

### 4. 女性の役割

この漁業セクターは女性の財政困難のための広範囲な機会を与える一つである。プロジェクトは所有権において関係していることをまた与えるだろう。広範囲なエビの養殖におい

て、女性は天然の種苗の収集、巻き貝とクラムの収集のような餌の用意と収穫や売買の補助において大きな役割を果たす。しかし、池の所有権はいつも男性だけにあり、男性は給与を得る。海老の構成要素においては、夫と妻の合同の所有権が求められ、また世帯の女性の頭により所有権がなる。訓練のプログラムは一番速い段階から含まれるために女性を求めるであろう。女性職員はBFDAsとFFDAsと契約するであろう。内水面漁業において、男が三日月湖と貯水池で漁獲における支配的役割を果たし、女性は池の水産養殖に関係するようになるであろう。少なくとも組合員の30%が女性となる、労働者の全体の自然の区分はプロジェクトのもとで続くことが期待される。彼女らは経済的にいっそう暮らし向きがよくなるだろう。女性はまた伝統的に訓練されてきた。そして、ネットの修理を行ってきた。今や、ゲージと柵の修理のために訓練されるだろう。女性は組合により所持されたゲージと柵を管理、飼育池を用意するためクレジットを返済するための小さい企業として、また関係するのにふさわしくなるであろう。

## 12. モルディヴ 第3次漁業プロジェクト

(1991評価報告書)

### I プロジェクトの概要

#### 1. 産業実績

モルディヴ共和国は、過去20年間に亘り海洋環境資産を巧みに、かつ上手に開発してきた。豊富な魚類資源に恵まれ、伝統的な漁船の動力化及び魚類加工施設の設置により、世界市場で競争ができるように漁業は家内産業から近代産業へと転換した。

魚類生産は、1970年後半の約30,000トンから、1990年には76,000トン以上に増加した。マグロが主である(92%) 1990年の総水揚量は、鮮魚の約59,000トン(77%)が冷凍、缶詰及び乾製品で輸出され、外国に売却した全製品の約80%を占めていた。同国のマグロ生産は、環境に害を及ぼすものではない。それは、漁獲方法が職人的な一本釣り漁法で選択性があり、“イルカと友好的”であるからである。

漁業は経済上、最も重要な一次産業で、一次産業の付加価値の58%以上を、そしてGDPの15%以上を占めている。GDPの実際の市場占有率は、未報告の漁獲や加工、乾製品などがあり、もっと高いと思われる。更に加工は、輸送及び分配が国の製造工業及び輸入活動の重要な部分となっている。また、漁業は同国労働力の最も重要な唯一の事業である。1990年には国の労働力の20%を直接雇用したが、1985年には25%以下に下がった。多くの島、特に最北部及び南端での漁業が中心であったり、それだけが経済活動であったりしている。それで、経済的に健全な漁業セクターの維持は、人工の約26%が住み、ひどく密集している主島Maleへの青年の移動を緩和する決定的な条件の一つである。雇用、収入、及び外貨収入の主要源としての漁業は別として、魚そのものがモルディヴ人の蛋白源となっている。モルディヴ人は1人当たり、年平均約90kg(FFE)を消費し、世界で最も高い水準の一つである。

#### 2. 資源の基礎

##### (1) マグロ資源と生産

同国のマグロ漁業は、地方独特のものである。それは600年前に初めて報告された伝統を継承する全く職人的なものである。これとは対照的に他のインド洋沿岸諸国による多くのマグロ漁業は工業的なものが多く、そして過去25年以前に開発されたものである。

同国の環礁及び島々は、外洋性のマグロの隠れ場としての働きをしている。同国海域における2つの主要マグロであるカツオとキハダマグロがインド洋の重要な資源で、それらは同国の現在の漁業区域以外に拡大されている。同国での全漁獲のほぼ80%を占めているカツオには3つの集団がある。すなわち、1つは南インドとスリランカに分布し、2つめは外洋性で南、西、及び東部に拡がり、3つめは根付きの集団で同国周辺に在るものである。インド洋のマグロ類資源の評価及び限られた漁獲記録からの分析によると、カツオ資源の現行の漁獲は200,000トンであるから、持続性をもとにして350,000トン以上が生産可

能であるとしている。しかし、この評価は、インド洋全体で上昇傾向にある漁獲量の増加を考えると控えめと思われる。モルディヴでの最近の国際会議では、インド洋のカツオ資源はこの海域での産業的及び職人的漁業の単位努力量当たりの漁獲量が適度に利用されていて、資源量は健全であると結論した。それにもかかわらず、インド洋でのマグロ資源の急速な開発発展は、将来の資源管理を決定するためのデータを集めることが必要であった。キハダマグロ資源は、開発されているが、モルディヴでは全漁獲量の7%であるから余り関心がない。

## (2) マグロの生産

同国の伝統的な一本釣り漁業は、沿岸域でのみ開発され、時には15マイルを越えることもある。これまでは、同国は200海里の排他的経済水域（EEZ）内での、いかなる産業的漁業活動をも許可していない。

漁獲の伸びは、温度変化による魚類資源利用の幾つかの変化を反映しているが、主には同国で使っている漁船の利用増加によるものである。1隻当たりの年間漁獲量はかこ10年間でほぼ6倍に増加した。

インド洋のマグロ漁業は、更に拡大の余地がある。種々の漁法に対するマグロ類の有効性は、実際の資源量よりもむしろ水温分布や天気図のような要素によるようである。しかし、現存のカツオの漁獲は持続的生産量（SY）の約60%（このうち同国は1/3弱を漁獲）に達しており、資源に関する知識を強力に必要とすることを意味している。これは総漁獲が一旦持続生産量のレベルに近づくとも最も詳しい資源評価が必要になる。

- ① インド洋及びモルディヴEEZ内でのマグロ資源評価の予備的性質。
- ② 長期間に亘って信頼できる必要なデータの収集。
- ③ マグロ資源の持続的開発がモルディヴの経済に重要であり、マグロ資源の知識を増やすために、国家的及び世界的レベルで今日の努力の拡大を継続することは賢明である。

## (3) 漁期

Gaafu環礁周辺の計画地域における季節的要素……風、海流、全般的気象パターンは、北東及び南西モンスーンの発生をもたらし、12～3月、及び5～7月のそれぞれに起こる。一般に、マグロ類は、環礁の風上側、または冷水の上昇流近くに集まる。風の穏やかな12～4月に環礁の北東側で好漁が期待され、南西側はこの以外に適度な漁獲がみられる。しかし、4～7月は強風によって量が減少する。

## (4) 餌資源と生産

一本釣り漁業は餌魚に依存している。使用する餌の種類は豊富で季節が明らかであることから、年中利用できるものとある時期だけ利用できるものがある。10kgのマグロを漁獲するのに1kg近くの餌が必要であるから、現在の餌の生産量は約7,000トンと見積も

られている。餌の使用と保存に著しく関与している漁船の機械化及び能率改良が無差別な漁獲を実質上少なくしている。すなわち、今日の機械化された漁船は、以前の帆船に比べて餌を節約し、効率的に使用している。

### 3. 漁獲業務と加工

#### (1) 漁獲業務

モルディヴ諸島の漁民が使用している伝統的な多目的ボートのdhonisは、世界で最も費用のかからないマグロ漁船に入っている。

登録されている漁船には2つのタイプがあり、1つは環礁内での漁と運搬に使用される約3,700隻の小型船と、もう1つは大体が動力船（1,650以上）で、まぐろの一本釣りと、時折り環礁内の漁に従事する長さが約15mまでの船 masdhonis約3,000隻である。マグロの一本釣り漁業は、餌魚漁とマグロ漁という2段階の作業からなっている。餌魚は朝早くに目合いの小さい網を使ってラグーン（環礁湖）で漁獲し、その後、マグロを求めて環礁の外に出かけていく。

モルディヴ諸島の漁業は、伝統的に1日航海に制限されている。船の航海当たりの漁獲率は場所によって異なり、また天候や魚資源によって決まるだけでなく、漁民の能力によっても違ってくる。

Male周辺は、大都市人口（約55,000人）を抱えているので消費が多く市場がある。Laviyani環礁のFelivaruでは缶詰工場が多くを購入するので、マグロの集荷規制が行われている。漁民は通常年220回の航海を行い、航海平均700～800kgを漁獲する。これとは対照的に、僅かな工場しかなかったり、漁獲の大部分が地域的な消費や伝統的加工だけに利用される地域の漁民は年に100～120航海で、1航海当たり350～500kgのマグロや他の魚の漁獲を行っている。従って、集荷、加工施設の改良、及び給油などが容易になると、これらの地域の中には漁獲が容易に増加する所もでてくるであろう。

#### (2) 集荷システム

Dhonisは母船に直接引き渡すか、または最終的には母船あるいは缶詰工場に引き渡す前に、一時的に貯蔵する集魚船に引き渡す。現在、23隻の集魚船があるが、その内5,6隻は修理が必要である。一般に、集魚船は有効に作業を行うのには小さい。

#### (3) 魚の利用と加工

##### 1) 伝統的加工品

マグロは、モルディヴ人の食事で主たる品目であるが、マグロの水揚げは消費を遥かに上回っていて、過剰の漁獲物は、冷凍、缶詰、あるいは伝統的な加工によって輸出されている。この最終製品は、塩漬け乾燥したカツオと、環礁魚を含む“Maldivian Fish”である。1970年代の初めまでの輸出は主に婦人による家内工業製品である“Maldivian Fish”であった。この製品は主にスリランカに輸出されていたが、輸入制限により輸出が減少した。

## 2) 冷凍及び缶詰業務

STOはFPIDを通して、魚を受け取って冷凍ができる10隻の母船とFelivaruに陸上の缶詰工場を持っている。全体で1日約300トンの冷凍能力と約5,000トンの冷蔵能力を持っている。

Felivaru缶詰工場は、1日に50トンを缶詰にする能力があり、更に1日40トンの冷凍可能装置と、750トンの冷蔵貯蔵装置を備えており、これは主として1日の缶詰を製造するために必要な量を超えた魚を保存するために使用する。

## (3) 魚市場

### 1) 地方

1990年には、保養地向けの環礁魚のおおよそ1,500トンを含めて、全漁獲量の23%が家庭用として消費された。魚の商取引はMaleのみで、他の地域では生鮮魚の普通の小売りは行われていない。

### 2) 輸出

20年間、モルディヴの全輸出を専ら単一の製品 (Maldivu Fish) と単一の市場 (スリランカ) に頼っていたという歴史的背景もあって、市場とマグロ製品の多様化が、この国の漁業政策の主要テーマであった。

現在、モルディヴはかなりの伝統的製品をスリランカに輸出しているが、マグロの冷凍や缶詰製品はタイ、日本、及び英国などに輸出している。1990年には、約17,000トンのマグロ (全漁獲の約22%) が輸出のために冷凍され、金額にして約1,320万USドルであった。

## II プロジェクトの対象地域

集魚を目的として、地域は南緯1.5度 (One and half Degree海峡) の南に位置するGaafu AlifuとGaafu Dhaaluの2つの環礁である。この地域は、Maleから約250海里離れている。この環礁は約90の島からなり、その内の20の島には人が住んでいる。人口は全部で18,000人近くで、約3,000人の漁民を含んでいる。主な経済活動は、漁業、加工及び農業である。約141隻の動力船が環礁で漁獲を行っている。

港及び冷凍・冷蔵施設の場所選定基準は以下の如し。

- 1) 沿岸から珊瑚礁までの距離、
- 2) 波浪環境に対する暴露、
- 3) 帆船の接近または投錨のための公海への接近、
- 4) 漁場や魚船団への近づき、
- 5) 沿岸整備のための十分な用地などである。

Gaafu Alifuの北端に位置する無人島のKooddooが、最も総ての基準を満たしている。それは環礁の管理センター (Villingili島) から約2 km離れ、深い水路で距てられ、環礁と大きな冷凍船への接近を規定している。

Kooddooは南西及び北東の両季節風から保護されており、このことが相対的に低コストでの施設の建設を容易にしている。礁を越えると深さも十分で、冷凍船の停泊に適している。また同島は近辺の島に機械化された魚船が多く、また好漁場も近い。

### Ⅲ プロジェクト

#### 1. 目的

- ① 魚類生産、政府収入及び低加工賃金での外貨獲得などの増加。
- ② 相対的貧困を緩和するための漁民世帯の収入増加。
- ③ 釣合のとれた地域成長による首都Maleへの移動減少。
- ④ 漁業セクターにおける増えた個人セクター加入のための環境の整備。

#### 2. 概要

(1) 南モルディヴのGaafu AlifuにあるKooddooに、冷凍魚を冷凍船に直接積み込みができる水深の深い停泊場所を持った漁港の建設。

(2) 同じ島に冷凍と冷蔵ができる冷凍・冷蔵施設や作業場、店舗、事務所やスタッフの住居などの付属施設、及び魚の収納箱、フォークリフトやクレーンなどの色々な作業ができる設備などの建設。

(3) 海水冷凍方式を装備した3隻の新造船と、4隻の改造船の計7隻からなる集魚のための1船団と1隻の繋船用の引き船の供与と集魚船の船長や技師たちへの地方での訓練を含む環礁域での集魚システムの強化。

#### 3. 環境状況

準備及び調査期間中の環境評価では、プロジェクトでは何らかの危険な環境問題が発生することは予想されなかった。しかし、環境評価と緩和計画が用意されている。魚類資源に対する単位努力量当たりの漁獲量は、モルディヴの地元漁民では未だ増加しており、この事業計画の中での漁獲量増加は魚類資源に負の影響をもたらすことはないとは予想されている。しかし、熱帯地方のエコシステムは豊富でその回転が早い、非常に繊細で注意深く監視しなければ損害を受ける。プロジェクトの下に、その期間中、マグロの資源評価プログラムの実行及び必要ならば管理手段を施すために、年齢構成変化や漁獲物の体長・体重関係の評価を含む漁獲努力を監視するための資料準備をFRPIが行っている。

海岸工事での不利益な影響を最小限にとどめるために、計画段階において、港湾用地での砂の運搬手段の詳細な評価を野外実験と数値モデル法によって行う。割れり堤の防波堤の設計と長さは、これらの研究の結果に照らして再調査を行う。そして緩和方法は、いかなる重大で不利な影響にも打ち勝つ工夫を行う。

海水及び地下水の汚染は、処理施設と関連した集水システムによって緩和される。これらの施設は、特に、血液廃棄物を除去する海水/血液沈殿システム、総ての衛生施設の浄化槽、冷却システムに閉鎖型環状蒸発凝縮装置、港湾作業用の吸引式浚渫船、海岸での浚

漂物質の処理、固形廃棄物の焼却、及び海水の再利用などである。

更に、燃油施設は耐油性の封じ込み構造物及び筏防材によって取り囲まれている。

負の環境影響としては、割線りのために砂やサンゴを取らないことによって取り除かれる。そしてコンクリートは原料を輸入することによって集める。建設作業が終わった時点で、用地の景観に必要で重要な植物種を書き出しておく。

発電は、音響防止及び排気ガス放出処理をすることによって環境に優しくなる。一時的な仕事のためにMaleに居住した者が彼らの島に戻ったときには、その近くの島民には雇用の機会が与えられるので、Maleへの労働者移動の傾向を逆転させようとするGOMの政策を支援することになる。

前記したにも拘わらず、環礁のあるもの、あるいはココナツの木や灌木のような稀少の陸上資源の損害などの環境破壊が目立って生じる。

プロジェクトの調査期間中には、Kooddoo島はウミガメの重要な産卵場でないことが確かめられた。プロジェクト施設を計画している地域では巣も卵も見つけられなかった。それでも、1992年12月31日までは島及び周辺に棲むウミガメの捕獲及び卵の掘り出しを禁止するために必要なあらゆる措置を施すというGOMの保証を得ている。

緩和計画に従って、事業の環境影響は建設時も運転時もERUによって監視が行われている。調査の内容は、海岸線の変化、砂の動き、排気汚水処理、及び食物、BOD（生物化学的酸素要求量）と重金属の有無と同様に、DO（溶存酸素）及び塩分のような水質パラメータ、そしてEAによって同じ扱いとされた測定の追加項目と緩和計画の勧告、必要があればシルト（沈泥）の保護、浚渫物質の健全な処分、または緩和計画で指摘されたことなどを、建設中に適切な緩和手段を使用することによって、独特で敏感な生息地、または他の海洋植物相/動物相を保護するためのあらゆる努力がなされるであろう。

#### 4. 婦人の役割

島での婦人の役割りは、主として供給不足になっている薪集めや、現存農業を含む“Maldivu Fish”の加工である。他の伝統的な収入源としては、ココヤシからの繊維製造、屋根葺き材料の製造やマット編み、手芸、産婆、及び古来の医術などがある。“Maldivu Fish”の加工は、漁民婦人によって行われ、家族収入に対する貢献は、骨の折れる夜間の仕事であり健康を損なっている。

プロジェクトは、地域での“Maldivu Fish”の現在の生産を変えることはなく、漁民婦人の雇用と収入の機会を減らすことはない。しかし、事業によって供与される鮮魚の集魚容量が受益家族の収入を約32%、すなわち現在Rf6,300（USドル590）であったが、約Rf8,300（USドル780）と増加する。これらの高収入は、計画地域の婦人に“Maldivu Fish”加工で収入はなくなるが、彼女らの生活の質が改善されることになる。



### 13. イエメンアラブ共和国 漁業開発プロジェクト

(1980年評価報告書)

#### I プロジェクトの概要

イエメンの魚類資源は、人口増加に対応した動物性蛋白を海外に依存することを軽減する潜在力がある。直ちに利用のできる魚資源の効果的な開発や分配は国の資本形成に緊急に必要としている多量の外国為替基金を救っているが、その代わりにその基金は、畜産品の輸入や魚の輸入が増えるので海外で使われる。既存の漁獲能力と流通施設は、生産の水準を制限している。この生産水準は、現在の需要を十分満たしているとはいえない。計画されたプロジェクトは、イエメンに価値ある、そして未開発の魚類資源の有効利用を可能にする。

プロジェクトは、イエメンのエビ資源開発のための能力を提供する。エビは、コンチネンタル・シー・フードの研究が明らかにしているように、既に需要がある国内市場に最初に供給されるが、最終的には輸出の第一産品として生産される。近隣の金持ち産油国は、エビのよい輸出市場である。

輸出品目の少ないイエメンにとって、輸入食糧への依存軽減は大変重要である。特に、近隣の産油国の労働市場に対する将来の需要は不確実なので、政府の最優先課題である。これらの国の基本構造開発プログラムは安定し、インド、パキスタン、韓国のような労働力輸出国との競争が激しさを増しているため、これらの国々からの未熟練労働者の需要は頂点に達してしまっただようである。計画されたプロジェクトは、国内資源を基礎とする食糧を増産しながら、輸入食糧への依存度を減らそうとするイエメンの希望を直接的に支援する。

プロジェクトの活動は密接に絡み合っているが、3つの主要な副目的がある。第一に、プロジェクトはその分野の生産基礎を強化する。より高い生産性を上げるために改良された漁船は、漁獲能力を増加する。Hodeidahの海洋施設は、特に小型漁にとって最も危険な、強いモンスーン季における漁船の避難場と安全な係留施設を提供する。適切で、短期間の修理、保守、補給施設は、海上での操業時間を増加させる。第二にプロジェクトは、質の向上と、現在の市場流通システムの配送能力を増加させる。このシステムの目的は、商品の流通を調整し、既存の魚流通システムによって、全くあるいは稀に届けられる地域への魚消費を増加させる。第三にはイエメンの価値あるエビ資源の開発を始めることである。

プロジェクトは、初めは地域の小規模漁業を対象としたものである。組織概要は可能な範囲でのこの分野での既存生産力に期待をよせているので、十分ではないが既に拡大しすぎた私企業資源と外国の技術援助へ最小限の必要性も持ったものとなる。プロジェクト下で導入される新しい機材と技術は、よく計画されたものなので、伝統的な漁民によって容易に適応され、直接的に利用される。このイエメンの状況で、プロジェクトで供与された施設を効果的に利用する最も安全な方法は、活力ある私企業を活用することである。魚や

エビの加工のような商業的に興味あるすべてのこれらの施設は、イエメンビジネスによる適切な利用体勢の下で、利用可能になる。漁業が、ビジネス企業体に協同組合開発を関連づけた段階で、漁業はこれらの施設の運用を巻き込むように促進される。

## II プロジェクト地域

イエメンアラブ共和国（イエメン）の600kmの海岸沿いの地域と、Sanaa-Taizの幹線道路沿い内陸の消費地域の2地域に、プロジェクト投資が提案されている。プロジェクト投資の対象地域は戦略的に選択され、海岸沿いでは漁村に、内陸部の流通市場の場合には人口の集中した地域に大きな貢献をする。国の漁業開発努力としてプロジェクト投資は相対的に大きな規模で展開され、直接的にも間接的にも多くの人々が利益をこうむることになる。

プロジェクトは、主にHodeidahに投資する。Hodeidahは、全国の40%の水揚げを占め、漁業の中心である。計画された漁港は、北のサウジアラビア国境から250km、南のイエメン人民民主共和国（南イエメン）から350kmの所に位置する。ほぼ中央に位置し、強いモンスーン時の待避場所、燃料の補給場所、水揚げのための船の修理設備を利用する場所として、北から南からHodeidahに漁船が集まってくる。

Hodeidahの北側の沿岸では、エビの加工場を含めて関連施設のある水揚げ橋は、北部沿岸で最も重要な漁村であるKhawbahに建設される。砂漠に完全に囲まれた漁村であるKhawbahは、イエメン第二の漁民人口を擁している。沿岸砂漠の踏みわけ道が広大なSabkha干潟を横切る近道があるが、Khawbahへ行くには困難を要する。この道は、度々通行不能となるので、費用の高くつく砂漠を通り抜ける回り道をする必要がある。国の主要な消費地への道が閉ざされているので、Khawbahの漁民は漁業資源を十分に有効利用しているとはいえず、サウジアラビアに大量に漁獲物を水揚げさせ、多くの漁民が近隣の産油国へ仕事を求め、村を離れる原因となっている。プロジェクトは、Jizan-Hodeidahの幹線道路とKhawbahの村をつなぐ32kmの道路を建設する計画で現在建設中である。この道路は、Khawbahの村の孤立化を防ぎ、主要魚市場へ魚介類を供給することになる。北のLuhayyaやMidiの村や、南のIbn Abbas、Salitの村やKamran島などからの漁船にとっても、この計画されている総合水揚げ市場施設は魅力的なもので、このKhawbahでの水揚げ量が大幅に増えることは予測に難くない。

Khawbahに総合的施設が整備されると、現在利用されているサウジアラビアのJizanにとって代わることになるであろう。

Hodeidahの南側、例えばKhawkhahやMochaのような2つの村は、プロジェクトの対象となるであろう。Khawkhahは、Hodeidahの南155kmに位置し、南部沿岸で最大の漁民が定住している。ここは、海に面してまっすぐな海岸線で避難場所もなく、主要な設備を建設するのに費用が高くつくので、ここに主要な沿岸施設を造る正当な理由は見当たらない。以前有名なコーヒーの輸出港であったMochaは、南部第二の魚市場である。

プロジェクトの魚流通市場戦略に対する基礎として、国内の四大消費地が投資対象地域として選ばれた。Tihamaと海岸に沿った魚流通市場は、相対的によく発展しているので、

ここでの市場流通施設投資は消極的である。幹線道路に沿ったSanna、Taiz、Ibn、Dhamarは、大規模な後背地を要する地域流通市場の中心地である。プロジェクトが、イエメンの魚消費を刺激し、拡大に努力を集中することは、これらの中心となる立地の上にあるからである。

プロジェクトの結果として、イエメン漁業の地理的な中心は、Hodeidahから北側に移るであろう。Jizan-Hodeidahの幹線道路をつなぐ道路により、Khawbahへのプロジェクト投資は、イエメンの総水揚量のシェアを25%から40%近くまでに増加させる。一方では、Hodeidahのシェアは、40%から32%に下がる。

Hodeidahの漁業は、相対的な優占度を保持することにはならないが、現在の取扱い高の35%の絶対成長をするであろう。地域的開発の観点から、経済的に遅れた北部地域を、この国の地域的漁業の中心となるような、このプロジェクト誘発による立の移動は多大な利潤をもたらすであろう。

イエメンの主要産業の中心であるHodeidahは、農業に代わる漁業のみが中心である北部よりは、経済的機会がより多様化する。

### Ⅲ プロジェクト

#### 1. 目的

プロジェクトの目的は、以下示す施設を提供し、計画された組織の対応策を実施することにより達成する。

- ① 魚の水揚げ、市場と貯蔵、及び小型造船のための施設を備えたHodeidah地元漁港。
- ② 魚とエビの受け渡し、加工そして貯蔵のための陸上施設を備えたKhawbah地元水揚げ棧橋。
- ③ 沿岸沿いの水揚げ場、市場、及び貯蔵施設。
- ④ 内陸部における魚流通市場施設。
- ⑤ Sambukトロール船、漁船、及び運搬車への設備融資。
- ⑥ 沿岸道路の連結。
- ⑦ 技術援助と教育。

#### 2. 内容

##### (1) Hodeidahの地元漁港

Hodeidah地元漁港は、sambuk船の避難投錨地として建設する。そこで、船から漁獲物を積み下ろし、氷、水、燃料などの供給を受け、小さな造船所や関連施設と同時に魚の処理や貯蔵する施設をも備えている。新しい港は、現在sambuk船が係留され、漁獲物を手渡しで水揚げしている今までの魚市場と村に隣接している。

適当な岩やコンクリートブロックなどを積み上げて作った防波堤は、特に10月から3月にかけて漁業を制約する、南あるいは南西からの大きな波を防ぐために建設する。防波堤

は、一番浅い水深約2.5mの避難口を確保し、岸壁は防波堤の陰に設ける。この岸壁は、長さ140m、平均水深2.0から2.5mで、プロジェクトが作る改良型のsambuk船を含めて、従来からのsambuk船でも十分な水深となっている。両側から突き出た防波堤に囲まれた浜は、水揚げ場、サービス部門に関連する建物や造船所がある既存の道路と連絡する地域を作るために浚渫した泥を利用して埋め立てを行い拡張する。魚を内陸へ配送するためのトラックは、この地域で積み下ろしができるようになる。

よりよい自然の避難所となる場所を探すために、外の幾つかの候補地の検討がHodeidahの近くで行われた。しかし、現在の漁民が住んでいるところから遠かったり、Hodeidahの港の商売を妨害する危険性があるなどの様々な理由で、候補に上がったものの適当な場所は判明しなかった。

Sambuk船の漁獲物は岸壁で陸揚げされ、直ちに荷車でセリ市場や加工工場まで運ぶ。小型hourisは埋立地で直接漁獲物を陸揚げする。岸壁は90隻のsambuk船からの漁獲物を扱うことができる。そして、十分な長さがあるので、氷や水や燃料の供給を受けるためのサービス域へ船を移動することが可能となる。港の配置は防波堤に沿い、そして港の中で将来岸壁の延長が可能な設計となっている。防波堤建設や外の建設工事に必要な岩は、Hodeidahから50kmの石切場から利用可能となる。鉄骨や外の資材は輸入に頼るが、砂はその地域で入手可能である。

## (2) Khawbahの地元水揚げ棧橋

Khawbahで、棧橋は魚やエビの水揚げ、取扱い、加工、サービス用の建物や船に係留するために建設する。漁業活動で現在、第二番目に重要なKhawbahは、Kamran島の避難所内に位置し、費用がかかる防波堤による保護は必要ない。棧橋は一年中漁獲物を効果的に水揚げが可能となり、係留されたsambuk船から手作業で行われている積み下ろし現在の方法を大きく改善できる。漁獲物は直ちに魚やエビの取扱い施設に運び込まれる。

棧橋は水深3mのところまで延長し、約70隻のsambuk船が利用できる水深2.5mから3.5mとなる突堤の両側に停泊が可能となり、長さは45mとなる。棧橋は鉄骨性で、漁獲物の水揚げや、氷を積み込む時に安全に作業をするための設備が備えられている。架台での軽作業は陸上の停泊域に連結している。漁獲物はトラックで内陸へ配送される。

## (3) KhawkhahやMochaの陸上施設

Hodeidahの南の二大漁業中心地であるKhawkhahとMochaに、陸上施設を整備する。各々の地で魚と氷用の冷蔵庫、取扱いやセリ市場、魚の内蔵を除いて洗滌し、氷蔵にするための施設、水供給や汚水処理システム、発電設備などの整備を行う。これらの施設は年間を通して操業し、Khawkhahで1,700トン、Mochaでは1,550トンを扱えるように設計している。Khawkhahからの魚はTihamaの中央市場へ出荷する。一方、Mochaは、Taiz、Ibb、及びDhamarの魚市場への主要魚介類の供給地となる。

#### (4) 内陸部の魚市場

- 1) Sanaa魚市場 : Sanaaの中央市場は、1カ所の卸売り場と12の小売店から構成され、各々急速冷凍、秤、処理台、及び販売物展示台を整備する。市場は適切な氷蔵施設、魚や氷を一時的に保管する容器や冷蔵室を整備する。適切な汚物除去や衛生施設と共に必要な水と電気を供給する。
- 2) Taizの魚市場 : Taizの卸売り市場は、現在の卸売りと小売り市場とが一緒になっている場所に設置する。この新しい市場は、魚を一時保管する冷蔵庫と改良された水供給システムを整備し、更に改善する方向にある。Taiz市当局が約10軒の小売店を肉市場に沿って建造される。各小売店は、Sanaaでの計画と同様の整備が行われる。
- 3) IbbとDhamarの魚市場  
簡単な魚市場施設をTaiz-Sanaa間の道路沿いの2つの町に設置し、魚の流通と小規模卸売り場を備えた3つの小売店を入れる。

#### (5) Sambukトロール船、漁船、船外機、漁具、及び魚運搬船の信用事業施設

漁船やエビトロール船や魚輸送用トラックの信用事業施設は、農業信用組合を通じて利用可能となるであろう。

- 1) sambukトロール船 : このプロジェクトは、標準的な伝統のあるイエメンのsambuk船をもとに設計した完全装備の15m木造エビトロール船30隻に資金を提供する。広い船尾肋骨や60馬力水冷式エンジンを搭載する改良型船は、適切な曳網能力を持つ。船はエビ保管のための船艙にハッチのある甲板をもっている。乗組員は7~8人で、通常日帰りの航海をする。
- 2) 改良型漁船 : 伝統的な船の漁獲能力は、60隻の完全装備改良型sambuk船への投資を通して向上するであろう。標準的なsambuk船の構造や設計は、刺網用の漁船に改良し、強度の高い木製船体として45馬力の空冷式エンジンと揚網機の装備が設計されている。漁獲物は、防熱を施した6m<sup>3</sup>の魚箱に集める。
- 3) houris舟 : Houris舟漁業のみが行われている海の状態がよい地域において、プロジェクトは30隻の小型カヌー型の伝統的なhouris舟に投資する。この舟は、船尾に15馬力の船外機を取り付ける。
- 4) 漁具と船舶用エンジン : 適切な漁具や船舶用エンジンの不足を補うために、投資は9~15馬力の船外機を約100台と同じく、異なる網目の製網、延縄と釣針、釣糸と違った種類の釣り針、浮き、より戻し、ロープ、撚り糸などに利用可能である。

#### (6) 運搬車

鮮度の良い魚を内陸の中央市場へ大量に輸送するために、プロジェクトは、1.5トンから3トンの容量をもつ冷蔵車を供与する。

#### 1) Kawbahと新しいJizan-Hodeidahの幹線道路を結ぶ道路

プロジェクトは、Khawbahと新しいJizan-Hodeidahの幹線道路を結ぶ32kmの道路を整備する。現在、サウジアラビアのJizanとHodeidah間は建設中である。この新しい幹線道路が完成すると、北のTihamaの輸送形態は必ず変わるはずである。計画された砂利舗装道路は、北部の重要な漁業を中心とするKhawbahとイエメンの主要な消費地を結ぶことになる。

#### (7) 環 境

Hoeidahの漁港とKhawbahの魚水揚げ棧橋の開発は、各地域で行われている現在の計画を妨害することはない。陸上集荷と魚体処理のシステムは、水揚げ場や魚市場付近に設置する。トロール漁業に関連する問題としては、操業域でサメ資源の増加を引き起こす可能性のある屑魚の投棄である。エビ操業は比較的少ない伝統的な船を使っているので屑魚の過剰投棄によって引き起こされる大きな問題はないが、他の汚染物についての予見は出来ない。プロジェクトは沿岸漁場に若干の影響を与えるのみであろう。漁場の汚染増加は、Hoeidahの沿岸沖合いに停泊する船からの廃油によって引き起こされる。この汚染は油分を含んだエビが漁獲されることによって証明されており、政府はHoeidah沖の油汚染をモニターし、規制する適切な手段を講じることが求められている。







事例プロジェクトの関係する環境項目の一覧表

プロジェクト名		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13		
		フィリピン養殖開発プロジェクト	マレーシア漁業研究開発プロジェクト	スマトラ漁業開発プロジェクト	インドネシアアタプ漁業インフラ	インドネシアスアスプロジェクト	インドネシア養殖プロジェクト	インドネシア第二次汽水プロジェクト	インドネシア第二次貸付プロジェクト	ミャンマー内水面漁業開発プロジェクト	バングラデシュ養殖プロジェクト	バングラデシュ第三次漁業プロジェクト	インドエビ魚養殖プロジェクト	モルディブ第三次漁業プロジェクト	イエメン・アラブプロジェクト	
環境項目																
社会	生活社会	1. 住民生活・住居移転			○										○	
		2. 同上・生活の変化	○		○		○		○	○	○	○	○	○	○	
		3. 人口問題・人口構成の急激な変化			○											
		4. 住民の経済活動・経済活動の基盤移転	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
		5. 制度、習慣・漁業権・水利権の再調整					○					○				
		6. 同上・組織化等の社会構造の変化			○			○								○
環境	保険衛生	1. 保険衛生・水産医薬品等使用量の増加	○				○	○	○	○	○	○	○			
		2. 同上・伝染性疾病の伝播														
		3. 同上・貝類の毒化														
		4. 同上・残留薬剤	○				○	○	○	○		○	○			
文化	1. 史跡、文化・貴重な景観の喪失				○								○	○		
	2. 同上・史跡、文化遺産の損傷と破壊				○								○	○		
自然	貴重な生物・生態系	1. 植生変化		○					○							
		2. 貴重・固有動植物への影響		○	○	○	○	○	○	○		○	○	○		
		3. 生物種の多様性への影響		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○		
		4. 水産資源への影響	○	○	○	○	○	○	○	○		○	○	○		
		5. 有害生物の侵入・繁殖										○	○			
		6. 干潟の消滅											○	○		
		7. 藻場の消滅														
		8. マングローブ林の消失	○											○		
		9. 珊瑚礁の消滅												○	○	
環境	壤地	1. 土壌・土壌浸食			○	○	○	○	○					○		
		1. 土地・地盤沈下			○	○	○		○	○				○		
		1. 水文・河川の流況変化			○						○	○	○			
水	2. 同上・地下水の流況、水位変化	○		○				○	○	○	○	○				
	3. 同上・流況への影響		○		○			○								
	4. 同上・漂砂への影響		○		○			○					○			
	1. 水、底質・水質汚染	○	○	○	○	○	○	○		○	○	○	○	○		
水質底質	2. 同上・底質汚染		○	○	○	○	○	○			○	○	○	○		
	3. 同上・富栄養化	○		○	○	○		○			○	○	○	○		
	4. 同上・水温の変化									○	○	○	○			
	1. 大気・悪臭			○				○	○			○	○			
大気	2. 同上・騒音、振動								○			○	○			

影響の種類

○印 : 影響がある (好・悪両方を含む)

無印 : 影響がない

## Ⅱ 自然環境調査の事例集

## 自然環境調査の事例について

以下に掲げる3つの自然環境調査の事例は、国連食糧農業機構（FAO）からの報告抜粋したものである。

これらの報告書は、【1】沿岸養殖開発に関連した環境管理促進のためのガイドライン、【2】キプロスでの養殖開発に関連した環境管理、及び【3】ヴィクトリア湖におけるナイル・パーチに関する評価の社会経済的効果が述べられている。

【1】及び【2】は、いずれも養殖開発に関連する環境諸問題と、その問題に対応した対策、及び緩和策など対処すべき項目と事例について述べている。【3】はヴィクトリア湖のナイル・パーチは、過去にもたらされた自然環境の変化によって生じた生態系の現実に対するヴィクトリア湖周辺国の状況を概説している。



# 1. 沿岸養殖開発環境管理促進のガイドライン



Guidelines for the promotion of environmental management of  
coastal aquaculture development

沿岸養殖開発環境管理促進のガイドライン

(抜粋)

by U.C. Barg

U. C. バーク

Consultant

Inland Water resources and Aquaculture Service  
FAO Fishery Resources and Environment Division

Barg, U.C.

Guidelines for the promotion of environmental management of coastal aquaculture  
development (based on a review of selected experiences and concepts). FAO  
Fisheries Technical Paper. No. 328. Rome, FAO. 1992.

122p.

# 沿岸養殖開発環境管理促進のガイドライン

## 要 約

このガイドラインは、沿岸域の幅広い資源利用を行うに当たり沿岸養殖開発計画や管理に係わる養殖開発専門家、沿岸資源利用計画立案者や政府関係者を含む人のためのもので、沿岸養殖環境管理促進を目的とする。このガイドラインは、これまで蓄積された経験や考え方を整理し、沿岸養殖の健全な環境管理についての指針を与える。主に社会経済的および生物物理的要素を考慮しながら、沿岸養殖事業によって引き起こされる負の環境影響について述べる。沿岸養殖のもたらす環境破壊やその影響についての評価やモニタリングに関する方法を提示し、政策レベルでも現場レベルで応用可能な環境管理方策についても記述する。

## 目 次

1. 序章
2. 沿岸養殖開発環境管理促進の手引
3. 沿岸養殖と環境との関係
4. 沿岸養殖の環境に影響を及ぼす要素



## 1. 序章

### 1.1 定義と背景

FAO (1990) は、養殖を、魚介類を含む水生生物を「飼育すること」と定義した。「飼育すること」は親魚の飼育、投餌、捕食生物からの保護など、生産を高める飼育手順への介入の一つである。また、「飼育すること」は、育てたものの個人的あるいは共同所有をも含む。統計上の目的で、漁業許可のあるなしにかかわらず一般の共有資源として公的に利用された水生生物は、漁業からの生産とし、ある飼育期間を通し個人あるいは共同で所有された水生生物を利用した場合は養殖からの生産とする。

このガイドラインの目的として、「沿岸」の意味する地理学的範囲とは、海、すなわち大陸棚の縁辺までの海底とその水塊に沿って影響を受ける海岸域である。すなわち、「沿岸養殖」とは、陸上に基礎を置いたり、水圏に基礎をおく汽水および海水養殖を含んでいる。

養殖は環境と関連する。資源を利用し、環境の変化を引き起こし、そこから利益を得ることである。養殖業の発展により、収入、雇用、外貨獲得の拡大、更に栄養改善などの社会経済的利益を得る。今まで、ほとんどの養殖業は、環境に悪影響を与えないとされていた。しかしながら、ヨーロッパの集約的網いけす養殖場や東南アジアやラテン・アメリカのエビ養殖場などで、沿岸域の環境悪化が目だってきた。

温帯域や熱帯域の国々での養殖事業はまだ改善の余地がある。継続的に養殖を営みなおかつ環境を破壊しない良い管理、運営が出来るように、現在の養殖開発努力を強化する必要がある。しかしながら、十分な技術的および社会経済的な資料を含む適切な情報基盤に裏打ちされた養殖開発計画や実施調整は殆どの国でまだ行われていない。

潜在的な開発可能地域は多いが、養殖は環境、資源、市場に制約されている。養殖は陸資源と水資源との競合関係にあり、養殖以外の資源利用者との争いごとになる。また、持続可能な養殖開発に影響を及ぼす水の汚染の増加とともに、養殖事業による環境への悪影響も含めて、養殖開発と環境関連との問題は大きな社会的関心事となっている。

最近の20年間に、潜在的環境破壊の原因となる養殖開発へ注目が集まっている。養殖最適地の質的低下や水質の悪化のみならず、湿地の転換や栄養塩や有機汚染物質の排出、外来種の導入、化学物質使用などに起因する環境問題がある。

### 1.2 ガイドラインの目的と適用範囲

このガイドラインは、沿岸養殖の環境管理を促進することを意図して作成されたものである。環境を配慮した沿岸養殖の計画・開発・管理に従事する全ての人のためだけのものではなく、沿岸域の環境管理開発を行う専門家にも利用してもらうものでもある。

## 2. 沿岸養殖開発環境管理促進のガイドライン

養殖活動からの生態的及び社会経済的収支は潜在的に大きいので、生態系や養殖活動に従事しない人々を犠牲にしないで利益を保証する政策が必要である。そこで、養殖開発は、確立した原則と政策に従うべきである。以下に、一般的な原則と政策を示した。

### 2.1 一般原則

- 沿岸養殖は、食糧を供給し収入を生み出す社会的・経済的福祉に貢献する潜在力がある。
- 計画的で適正に管理された養殖開発は、持続可能な開発に対する国家経済目的と国家目標に従い、国際的責務に調和した総合沿岸域管理計画などの大きな枠組みの中で、沿岸域を生産的に利用することである。
- 社会的及び生態的環境の中で営まれる養殖及び沿岸開発が及ぼす負の影響を予測し、評価しなければならない。基準値内に影響をとどめる対策をたてる必要がある。
- 負の環境影響が基準値内にあるかどうかを確認し、基準値を越える様な環境影響を未然に防ぐ緊急および他の代替計画を必要とするのは何時かを察知できるように、沿岸域での養殖及び他の開発活動を適正に規制しモニターすべきである。

### 2.2 政策

- 水産物を生産し収入を産むように、沿岸域の生態系許容範囲内での健全な利用。
- 養殖以外の沿岸域での活動による利害対立を軽減する政策管理機構の開発。
- 沿岸養殖およびそれ以外の沿岸域での活動における負の環境影響の防止と軽減。
- 負の環境影響を許容範囲内にとどめるような養殖活動の管理と調整。
- 養殖生産物消費による健康障害の防止。

### 2.3 活動

沿岸養殖の環境管理を促進し、健全な開発を推進するための様々な活動がある。それらを以下に記述する。

- 沿岸養殖と環境：関連性の理解
  - 一 沿岸養殖の社会経済的及び生態的利益の強調。沿岸養殖開発の参入可能性及びその実施業績の情報収集と提供。
  - 一 沿岸養殖で起こりうる負の環境影響を知らせ理解と意識を高める。沿岸養殖活動と関連する生物物理学的および社会経済的視点の環境相互作用の記述。
  - 一 養殖対象種、養殖方法、及び養殖場の顕著な生態的特性間の区別。養殖に起因する負の環境影響に関するほとんどの科学的証拠は温帯域の国々のもので、熱帯域の環境下での養殖には適用できない。沿岸養殖の生態的相互作用の研究奨励。

- 自家汚染の危険性と他の負の環境影響のフィードバック効果の強調。特に、沿岸の内湾での養殖場密度増加による自家汚染の危険性の記述。
- 沿岸域での活動の一つとして養殖があることへの理解を促す。多くの場合、沿岸域の多目的資源利用により、沿岸水域はひどい汚染を引き起こす。沿岸域の汚染増加による養殖への脅威の強調。
- 特に人体への危害、資源利用者間の争い、低所得者層の疎外など、養殖およびその他の開発活動により引き起こされる負の社会的関連性の記述。

● 沿岸養殖の環境適合に影響する制限要因

- あるプロジェクトまたはある国の沿岸養殖の環境適合に影響する要因の決定。沿岸養殖の持続可能な開発に対する環境への管理不行届の原因や制約原因の特定。沿岸養殖開発に関連する社会経済的、組織的、法的条件と同様に生態学的、生物学的、技術環境の記述。

### 3. 沿岸養殖と環境との関係

養殖は、環境と相互に関わりあっている。資源の利用が原因で環境変化を引き起こす。多くの相互作用は利益効果を有している。

#### 3.1 沿岸養殖の利益

一般に、養殖の発展に伴う社会・経済的利益は、栄養と健康の改善・増進に貢献する食糧の提供、収入や雇用の創出、一次産業の多様化、開発途上国が重要性を増しているものとして高価格品の輸出による外貨獲得などである。

養殖は漁業の生産性低下を補う潜在力として奨励され、内水面や沿岸域養殖場で生産した種苗を中間育成し、放流を行い、増殖を基礎にした漁業に貢献している。

養殖は良質の水資源に依存したものであるから、養殖の持続可能な開発は水圏の汚染防止と規制に密接な関係がある。

ある場合、貝類や藻類の養殖は富栄養化水域の栄養塩や有機物増加を防止することもある。一方では、養殖場から排出される栄養塩や有機物質により、貧栄養化した水域の生産性を増加させることもある。

荒廃した土地の再利用により、養殖は郊外地域の蘇生にも役立つ。

#### 3.2 養殖の潜在的な負の影響

##### 3.2.1 生態学的に重要な地域

###### 栄養塩および有機物の豊富な地域

多くの養殖事業では、水環境へ代謝物質（排泄物、それに類する排泄物、及び分泌物）の排泄や残餌の排出は避けられないことである。一般に、可溶性老廃物の受け皿は水塊で、有機物は沈澱物となる。

可溶性非有機物栄養塩（窒素とリン）の放出は水中の過剰栄養塩の原因となり、富栄養化（基礎生産の増加）する。植物プランクトンの生態系に関連する変化として、自然および養殖場の生物に有害となる藻類が大発生する。しかしながら、藻類の大発生は沿岸養殖によって引き起こされるという証拠は今のところない。

有機炭素と窒素化合物として放出される固形排泄物の大部分は養殖場付近の海底に堆積する。生態系は、沈澱物の分解による酸素消費を増大させ、極端な場合二酸化炭素、メタンや硫化水素などのガスを発生させて無酸素状態となる。窒素化合物の無機化及びマクロファウナのバイオマス、現存量、種組成の減少を引き起こす。

排泄された有機老廃物のBODや養殖生物の呼吸要求が原因で、養殖場付近の底層および表層での溶存酸素の地域的な濃度減少が見られる。

#### 湿地帯環境の悪化

マングローブ沼地のような沿岸湿地帯は、最も生産性の高い生態系の一つで、生態系のバランスを保ちながら、隣接する沿岸域の生産を維持している。また、これらの地域は、多くの商業価値の高い魚介類の産卵場であったり稚仔魚の生育場であったりする。熱帯の国々では、魚やエビの養殖場への転換を進め、大規模なマングローブ域が消失した。また、養殖に伴い土壌や帯水層の塩水化や酸化が進行した。

#### 化学物質の使用

様々な化学物質が沿岸養殖に使用されている。治療薬、消毒薬、麻酔剤、殺虫剤、捕食生物をコントロールしたり、病気や寄生虫を予防したり、また性転換をおこさせたり成長を早めたりするホルモンや成長促進剤がある。動物組織中の生物活性化合物の寿命や、水環境中でのこれらの化合物や残留物の影響（目的としない生物への毒化）や、抗生物質に対する微生物群集の抵抗力の増大などが現在の関心事である。

#### 生物相互作用

養殖が目的で導入あるいは移殖された生物は、種間交雑、捕食、競合、生息地の破壊を通して、あるいは寄生虫や病気の伝播を通して、海洋生態系中の生物の多様性や遺伝資源を変化させ単純化させる。

内湾の大規模な二枚貝養殖は、植物プランクトンやデトリタスの減少のみならず他のプランクトン性の草食生物と競合し、海洋食物連鎖に影響を及ぼす。

養殖場付近の事業や養殖を営む周りの状況は、飼育されている生物にストレスを与えているので病気が発生し易い。ストレスによって伝染性の病気に感染し易くなる。ある水質条件で潜在的な病原体の毒性を高める。ストレスと特定の病原菌が結び付くと必ず病気が発生する。しかしながら、病原菌が養殖生物と天然生物の間でやりとりされているということを確認することは難しい。

### 3.2.2 養殖システムの潜在的な生態的影響

特定養殖事業の環境影響を考える時、粗放的、半集約的および集約的養殖システムであるかの区別をつけておくことが必要である。粗放的養殖システムでは、養殖生物は低密度

で飼われ、施肥を行い栄養塩の補給を時々行う。半集約的システムでは、粗放的なシステムより高い密度で飼育し、施肥を行い補助的に給餌も行う。集約的養殖システムでは、他のシステムより高密度飼育を行い、給餌を定期的に行う。普通、特別に加工された餌料を使う。

### 海藻養殖

海藻は、沿岸の浅瀬の底に固定した筏やブイに張り渡したロープや網を使って養殖する。陸上の池、タンクおよび水路での養殖が増加している。

海面利用システムによって起こる環境影響は、海藻養殖が広範囲な表層水域を必要とすることで水圏の底生生物群や基礎生産に影響を与えるであろう。特に水流の弱い水域では、海底に接するような水中養殖からの有機沈澱物により、ベントス群集に変化を引き起こす。

ある水域からある水域への海草移植が与える負の影響について考慮する。何かの手違いで、ホンダワラの一種の *Sargassum muticu* が日本からヨーロッパに伝えられて繁殖し、ある水域では負の重大な影響を及ぼした。

### 二枚貝

定着生物の二枚貝は、稚貝が定着し成長するには付着器が必要である。付着後、植物性プランクトンやデトリタスや原生動物類やバクテリアなどを濾過して栄養を摂取する。カキ、イガイ、ハマグリ、ハイガイやホタテガイの養殖は、天然の植物プランクトンを利用するので、相当広い潮間帯や沿岸域が必要である。二枚貝は、貝殻、タイル、杭、ロープ、盆、浮き棚、筏などのいろいろな付着器を使って水中でも海底でも養殖可能である。

ある水域において高密度で二枚貝の大規模養殖を行うには、大量の植物プランクトンを必要とする。この大規模養殖は沿岸の湾内の基礎生産量を減少させる。

二枚貝養殖構造物は、流れの強さや方向を変える。引き続いてこれらの変化は個々の物質の侵食や沈澱のパターンに影響を与える。減速した水流は、波の作用による自然拡散を遅らせる。その影響は、養殖場に泥が溜り懸濁物質の蓄積となって現れる。

このような物理的影響に加えて、養殖二枚貝は微粒子状の有機物質を豊富に含んだ糞尿(生物堆積物)を産出する。

微細有機汚染物質の堆積は、特に養殖場付近の付着器の物理・化学的变化を引き起こす。有機物質を含む富栄養化された堆積物は、硫酸塩を減少させ、脱窒素作用を高め、イガイ養殖場から出る硝酸塩、亜硝酸塩、アンモニア、珪酸塩、及びリン酸化合物などの無機塩を増加させて、付着器や底層水の脱酸素状態を生み出し、微生物の活性を高める。潜在的に少ない栄養塩の再利用は、基礎生産量を増加させる。

垂下式養殖下の底生生物群へ様々な影響がでる。養殖場の直下で、マクロファウナは完全にいなくなる可能性がある。

二枚貝の導入は特に寄生虫や病気を同時に持ち込み、負の生態的影響を引き起こす。

## エビ養殖

エビ養殖はほとんど池中で行われている。若干小割いけすや網いけすで行われている。エビ養殖池は、稲作田、製塩場、ココナッツや砂糖栽培、未利用地、及びマングローブ林を転換した広大な沿岸域に立地する。

エビ養殖場建設のために広大な処女マングローブ林の完全伐採が行われたことは疑いようもないが、マングローブの生態系は林業、農業、魚の池中養殖など、その他の目的に利用されていることを認識することは重要である。

池中養殖のためのマングローブ林伐採は、海岸線の輪郭、沿岸侵食パターン、及び沿岸の栄養塩の再生や転換にも多大な影響を及ぼし、さらに産卵、生育や索餌場として潮間帯の生態系を利用している多くの商業的な重要生物の生息場にも影響を及ぼす。水産生産パターンはマングローブ林の消失域や悪化の度合によるが、デトリタスからプランクトンを基礎にしたものへと変わる。

マングローブ湿地から転用した養殖池は、通常酸性の硫酸塩土壌である。酸化を起こす池やその付近の水塊に硫酸の放出、高い毒性を示す可溶性硫酸アルミニウムや鰓の酸欠を引き起こす酸化鉄の発生の結果、池底が乾燥すると黄鉄鉱 ( $\text{FeS}_2$ ) の酸化物ができる。

干満による水交換を利用する粗放的な養殖方法が、むしろ潮間帯のマングローブ域には適していると言える。潮間帯のマングローブ域に位置するならば、池の水深1m以上の池を必要とする集約的養殖場では、池を完全に干すためにポンプで水を汲み出さなければならないであろう。

水の供給、排水及び内陸部に汽水の取り入れのための水路建設は、水利学的な変化や泥、また塩水の流入などを引き起こす。内陸部の小規模孵化場へ塩水のポンプでの取り入れやトラックでの輸送は地下水の水質に影響を与える。集約的養殖池は淡水供給を地下水に頼り、これが塩害の原因となり台湾ではひどい地盤沈下を引き起こした。

生産性を上げるための肥料や餌料（雑魚、イガイ、エビの頭、人工餌料）は、池及びその周辺の水質や沈降物の質を変えることが判っている。肥料や餌料の大量使用は、栄養塩や有機物負荷を増加させる危険性を伴う。

エビの餌生物の成長を促進させる三価過リン酸や尿、牛糞、鶏糞、米ぬかなどの肥料は、栄養塩や有機物負荷の一因となる。餌の使用は、また可溶性代謝物質（アンモニア、尿、二酸化炭素）や粒状物（食べ残した餌や排物）の形で栄養塩や有機物負荷を作り出す。これらの物質は、池の無酸素沈澱物をつくり、過剰な藻類を繁茂させる。酸素を供給し余分な栄養塩や有機物質を除くには、半集約的及び集約的養殖システムでは1日に30~40%もの池の水を交換する必要がある、相当な水量を必要とする。

多種多様な化学物質がエビ養殖には使われている。クロロマイセチン、テラマイシン、ストレプトマイシンなどの抗生物質は、病気予防や治療のためにエビの孵化場や飼育池で使われる。抗生物質の大量使用は、ピブリオなどの病原体の薬品抵抗力がつき、人体の病原体への薬品抵抗への移転可能性などの悪影響を及ぼす危険性がある。薬に対する抵抗力がつくと、高濃度の抗生物質を使用するエビ養殖池が増えてくる。ホルマリンやマラカイ

トグリーンの乱用は、クルマエビ類のノープリウスも含んだ藻類や動物性プランクトンに害を与えることが知られている。藻類駆除剤としての硫酸銅、植物成分を基にした生物分解性魚類駆除剤としてニコチン、サポニン、及びロテノン、塩素化炭素水素系（DDT、エンドリン、アルドリン、チオダン）や有機スズ系（プレスタンやアクワタン）などの軟体動物駆除剤としての有機系農薬の使用による不要な種の根だやしがある。これらの有機系農薬の使用は、その毒性と持続性、及び生産物の質や人体への影響に特に注意を払う必要がある。今のところ、次亜塩素酸ナトリウム、塩化ベンザルコニウム、炭化カルシウム、エチレンジアミン四酢酸ナトリウムや沸石などを使った水や土壌薬品処理用の害虫駆除剤や薬品に対する生態への影響に関する報告はない。

IHHNV（伝染性皮下造血器破壊症ウイルス）やMBV（モノドン型バキュロウイルス）のようなエビの疾病は、商業ベースの養殖エビ類を導入したり、移殖した時に広がってゆくことが徐々にわかってきた。過密養殖や過剰な汚染物質による養殖池やその周辺の水質や沈澱物の質的悪化が原因でエビの病気が発生する。十分な証拠はないけれども、慢性軟甲病症候群、赤変病、青エビ症などは、酸性硫酸土壌が原因で起こると考えられている。病気や生産ロスを引き起こす管理問題が発生すると、養殖場の移転や廃棄を行ってきた。

エビ養殖の生物学的関連事項として、種苗や餌の問題がある。人工の後期稚エビが増加はしてはいるが、天然種苗のほうが好まれる。天然種苗採集の結果、稚エビ1kgに対してその他の稚仔を10kgも無駄にすることになる。

1988年、アジアのエビ養殖で、人工餌料として使用されたフィッシュ・ミールは18万トンに達し、2000年までに110万トンが必要となるであろう。増大する需要はわれわれの食糧として漁獲された魚種及びそれらの稚仔魚にまでも最終的に影響を及ぼすであろう。

#### 魚類養殖

沿岸域の魚養殖は池、いけす、タンク及び水路で行われている。エビ養殖が広がる以前にも、ミルクフィッシュやボラのような草食性でデトリタスを餌とする汽水魚類養殖によって、特にマングローブ域などでの大規模な土地の荒廃を経験してきた。汽水ミルクフィッシュ/ボラ養殖は、酸性硫酸塩土壌、水質・底質の悪化、過剰施肥、及び化学薬剤の使用（軟体動物駆除剤としてのオルガノチン）などに関連する潜在的な生態系問題に直面し、将来、隣接するマングローブの生態系に多大な影響を及ぼすと考えられている。

しかしながら、養殖生物体内と外環境の栄養塩や有機物に関連する生態学的問題は、集約的養殖場で、特に給餌を施す肉食魚集約養殖場でより多く見られるようである。余分な餌料や排泄物による可溶性と粒状態の栄養塩と有機汚染物質は、浮遊固形物（SS）、生化学的酸素要求量（BOD）、化学的酸素要求量（COD）、炭素・窒素・リンの増加によって一般に特徴付けられている。養殖場からの汚染物質に関する入手可能な情報は温帯域に棲息する生物に関連するものである。

陸上基盤の養殖場も海上基盤の養殖場もどちらも汚染物質を除去したり、酸素を供給したりするには、相当高い水交換率が必要であることは明らかである。放出された汚染物質の混合/拡散、分布、沈降、そして養殖場付近の潜在的な生態系への影響は、池や水槽や

いけすから流入する汚染負荷の受け皿である水圏の流速や水深によって決まる。

養殖場から溶存無機化合物（アンモニア、硝酸、亜硝酸）の排出、ある場合は汽水環境からリンの排出は、植物性プランクトンや大型藻類の現存量、種組成、生産量の影響について論議が続けられている。

もし微粒子状有機物質の沈降速度が水流より速ければ、放出された微粒子状有機物質は養殖場付近に堆積する。海底に落下する固形物質は自然界の沈澱物に比較して炭素、窒素、リンを豊富に含む。落下する固形物質は多分養殖場直下あるいはその周辺に沈澱し物理化学的变化を引き起こし、沈澱物中の有機炭素含有量を増加させる。硫化水素やメタン、さらに、無機及び有機窒素、リン、シリコン、カルシウム、銅及び亜鉛を増加させる。しかしながら、これらの物理的・化学的影響は養殖場の周辺に限り報告されている。

一般的に、過栄養の影響の大きさや面的広がり、養殖場の生産特性、水深、海底地形、流速、沈降する粒状物質、単位面積当りの有機物質入力の垂直分布、及び底層の汚物の洗い出しや再分布などで決める、例えば、嵐などによって引き起こされる大きな水の動きによる露出などの様々な要素に依存する。有機汚染物質を同化し無機化する在来生物群集の能力は、また重要となる。

魚類の養殖には化学物質が広範囲に利用されている。これらには、治療薬や殺菌剤、ワクチン、ホルモン、ビタミン、麻酔剤、防虫剤、水処理化合物や、養殖場の組立に使われる材料に含まれている化学薬品などがある。化学物質の使用は対象魚種や使用場所、養殖のやり方により異なる。化学薬品は、使用の方法や目的により多岐にわたり、使用量や使用頻度は生態系への影響の程度を決める。

抗生物質に関して、抗生物質は餌に含まれ、魚が実際に取入れるのは20-30%のみで、残り70-80%は薬物混入残餌として環境へ影響を及ぼす。例えば、オキシテトラサイクリンは沈澱物として堆積し、使用中止後12週間も抗菌効果のある濃度のままで堆積物中に残留する。抗生物質は、養殖場からの汚染物質を直接取り込んだ底生生物群や天然魚に広がってゆく。好気性細菌やある種の嫌気性細菌の抗生物質に対する抵抗強度が増すことによって、堆積物中の細菌の無機化、分解パターンと速度に影響を与える。

サケ類に付くシラミの処置に使う有機リン化合物トリクロフォンやジクロロポスの利用は、イセエビ、カニ、イガイ、ニシン、イセエビの稚仔などの対象生物以外にも毒性を引き起こすので一般の関心を呼んでいる。しかしながら、毒性の予測には毒物の投入、化学的变化、変質、保持、それに分布などの資料が必要である。

水面下の構造物や網いけす、小割いけすの網の処理をするのに広く使われているトリブチル（TDT）のような付着生物防止剤は、養殖魚の筋肉中の有機スズや銅の化合物となり、その蓄積に対する恐怖心が広がり、ほとんど使われなくなった。

海産魚の導入や移殖の影響は広範囲にわたり、取り返しのつかないものとなってきた。太平洋サケ類（*Oncorhynchus kisutch*, *O. gorbuscha* と *O. keta*）の大西洋への導入に伴う重要な問題は、ビールス性の伝染性造血器壊死症（IHN）や *Renibacterium salmonicrum* による細菌性腎臓病（BKD）の病気を導入し、大西洋サケの産卵河川や生



育場所の競合である。1987年、ノルウェーの30河川で大西洋サケは、1970年中頃にスウェーデンから移殖された銀化ザケを通して入ってきた外部寄生性吸虫類*Gyrodactylus salaris*によるキロダクチルス症にかかった。“*Tilapia mossambica*” (*Oreochromis mossambicus*) の導入は、養殖ミルクフィッシュと餌の競合を起こし、フィリピン汽水養殖業にとって“最悪の事態”となった。

野生魚集団に対して利用可能な餌（残餌や高密度な大型ベントス集団）を増大させるような地域に養殖場を立地させると、網いけすや小割いけすなどの養殖構造物周辺に魚類とその他の資源の生体量と多様性の増大を期待できる。

肉食性魚の養殖はフィッシュミールを基本とした餌料に依存し、推定によると5.3トンの魚から1トンの養殖サケが収獲できる。フィッシュミールを基本とした餌料の需要増加により、養殖は間接的に天然魚類資源に影響を及ぼす。

#### 負のフィードバック効果

養殖事業から発生する生態系への変化によって影響を受けているのは養殖それ自体であるということの認識は重要である。例えば、流速は養殖構造物（網いけす、小割いけす、筏等）により著しく減速される。流速の減速は、養殖場直下やその周辺の有機物汚染物質の沈澱物、堆積物を増加させ、浮泥の増加や水質悪化（多量の懸濁物による濁りの増加）を促進する。更に酸素供給が減少し、沈澱物から硫化水素やメタンガスが発生する。これらの発生物により成長が抑制され、病気への抵抗力が弱まる。

水交換に潮の干満やポンプを利用する地中養殖では、ゆっくりとした水質悪化に直面する。例えば、インドネシアの集約的エビ地中養殖システムの総水交換必要量が、取水溝となるクリークの流量を越えている。養殖場はきれいな水を汚れた水と交換することなく、汚れた水を再利用している結果となっている。使用する水の自然生産力に頼る粗放的養殖システムでは、養殖構造物や酷い浮泥を通過する流入水を減少させたり流入経路を遮断したりするので、餌や栄養塩の利用率を低下させる。

化学物質の使用は養殖生物への潜在的な危険性を高め、有害物質が混入した生産物は質を低下させ、消費者離れを引き起こすかもしれない。養殖場周辺に存在する（あるいは休眠している）病原体の薬物抵抗力を高めることは、養殖場での生産に深刻な負のフィードバック効果を引き起こすかもしれない。孵化場での化学物質の大量使用は、成長期の健全性低下、低成長率、そして低生残率となって現れる。池底土は過剰な化学処理により適性を欠いたものとなる。

鳥類や魚類の捕食生物は、養殖魚でも天然魚でも餌が供給される場所に集まる。これらの捕食生物は有用な魚を捕らえ消費する。また寄生虫の中間宿主となり病気を蔓延させる可能性がある。養殖場構造物の付着生物や捕食生物は、網やその他の囲い込み材料に損害を与え、いけすなどからの逸散の原因となる。

沿岸養殖事業の負の生態系フィードバック効果の大きさは、拡大及び強度に比例して増大するであろう。養殖事業の占有面積とその数（池、筏、棚、網いけす等）の増加は、養殖場周辺域の環境悪化につながる可能性がある。

天然に利用できる餌や栄養塩に依存する養殖システム拡大の結果、沿岸域における自然生産力は落ちるであろう。マングローブ域を含む、干潟域の大規模な埋立や悪化は野生種に影響を与える。明らかに養殖場が密集してくると、汚染物質の放出の蓄積効果や酸素要求量が増加するであろう。特に、水交換の悪い沿岸の内湾に位置する場合、浮泥や濁り、有機物質の多い沈澱物増加、底層の貧酸素状態、病気の蔓延といった負のフィードバック効果が、その地域のすべての養殖場に影響を及ぼすであろう。深刻な自家汚染問題を起こした適性立地に密集して養殖を営んでいる台湾やタイの集約的なエビ養殖場などの例のように、陸上を基地にした養殖システムも同じような問題に直面している。

### 3.3 沿岸養殖が与える沿岸環境悪化と潜在的影響

経済実体としての沿岸区画域は、農業（例えば、米、ココナッツヤシ、バナナ）、林業（例えば、マングローブ、ニッパヤシ）、漁業と養殖業、人間の居住地、手工業や採取産業（例えば、砂採取、石油、鉱物）、汚染物質処理、港湾と海上輸送、陸上輸送インフラ、上下水道事業、沿岸整備事業、観光とレクリエーションなどの広範囲な人間活動の場として利用されている。沿岸域での多目的資源利用やその活動は、環境や社会経済状態へ様々な変化を引き起こすであろう。この変化は社会問題となってゆく。

多くの沿岸域での養殖以外の人間活動から発生する汚染や生息環境の変化が、養殖産業の成功と開発可能性を制限するだけでなく、養殖資源利用の生産性にも影響を及ぼしているという認識は重要である。

以下は潜在的な汚染が沿岸養殖を脅かす例である。人口密度の高い市街地やリゾート地域から排出された下水中の高濃度有機物や微生物が、養殖された貝類に蓄積される。もしその貝を生や半生で食すると人間に影響を及ぼす。

工場廃水の中に含まれる重金属は、その廃水を利用して飼育された家畜中で発見されるであろう。インドネシア湾での魚介類採集標本の分析結果、WHO重金属基準値を越えていたものは、検体中カドミウムで76%、銅で51%、鉛で44%、水銀で38%、クロムで2%であった。大規模な油流失は大量魚類斃死を引き起こし、目に見える影響は養殖場施設や養殖生物の汚れなどであった。

農業排水には農薬が含まれており、低濃度の農薬では死に至らないが、養殖生物の諸器官に生理的な変化を引き起こし、高濃度では死に至らしめる。

海洋生態系中への無機、有機栄養塩の放出は、過栄養状態を作り出し植物性プランクトンの大繁殖を引き起こす。大繁殖がおさまり分解過程の後、突然の水質悪化を引き起こし、藻類の大発生がおこる。これが原因で養殖魚の大量斃死（エラの損傷や酸欠による窒息死）が起こる。特に二枚貝養殖は、毒化した植物プランクトンの大発生に関連する深刻な問題に直面している。この毒化植物プランクトンの発生頻度の増加は、毒を持った数種類の藻類によって汚染した二枚貝を消費すると人体に影響を与え、酷い場合には死にいたらしめ、さらに養殖生物の死亡率を高めるなどの原因となった。

### 3.4 沿岸養殖開発の社会的関連

沿岸養殖の環境影響あるいは沿岸養殖への環境影響は、深刻な負の社会経済及び保健衛生を含んだ問題である。

南アメリカやアジア諸国で、エビや魚類養殖を行なうために大規模なマングローブ域の転換が行われた。この転換は、このマングローブ域を生活の場としている住民に影響を与えた。“マングローブ域のエビ養殖の拡大は、一般的に多目的、多利用沿岸資源を私的に所有した単一目的利用資源への変化である。さらに社会に対する沿岸生態系破壊の代償は、沿岸侵食や地下水や農業用地への塩水流入、マングローブ林や他の湿地帯の利用可能な資源から生産される幅広い価値ある品物とサービス供給の低下の原因となるであろう”、と考えられている。

養殖生産の減少による経済破綻は、病気発生や有害植物プランクトンの大発生を煽る沿岸水の汚染増加や自家汚染を引き起こす原因となった。

市街地の下水から排出される廃水で有機物や微生物負荷の高くなった沿岸水で育った貝類を生か半生で食べると、例えば胃腸病、腸炎、伝染性肝炎、コレラや腸チフスなど、人体に甚大な影響を与える結果となる。工場廃水が原因となる重金属は、メチル水銀を含んだ工場排水が流れ込んだ水俣湾の例のように、魚介類汚染及び人体へ危害を及ぼす。麻痺性貝毒（PSP）、神経性貝毒（NSP）、下痢性貝毒（DSP）、記憶喪失性貝毒（ASP）の様な人体に有毒なものが多くある。毒化藻類大発生による藻類毒が蓄積された貝類消費が原因で、貝類毒化は世界中で発生している。

沿岸養殖を営む環境内での社会経済状況に、直接的あるいは間接的に影響を及ぼしている生態系の悪化による潜在的な負の関わりは、以下のようなことである：

- 養殖及び漁獲された食用魚類の量と質の低下
- 人間の健康への危険率の増大と栄養状態の低下
- 消費者の信頼性の低下と地域、国家、国際環境での商品価値の増大傾向
- 資源利用者間の競合の増大傾向と、市場と信用の競争激化
- 養殖大企業及び／あるいは加工部門も含んだ他の漁業企業の減少、そして崩壊
- 以下のような地方の社会的変化
  - 一 農業・林業・水産業の地域に根付いた伝統的な活動の変化
  - 一 雇用機会の減少、熟練を必要としない季節的労働への変化
  - 一 収入分布の変化を原因とする定住者による資源利用者と資源を利用しない人の二極分化
  - 一 都市部への集中

### 4. 沿岸養殖の環境に影響を及ぼす要素

沿岸養殖の環境適合性に影響する重要なコンポーネントを以下で説明する。この見通しは、技術適性、経済的実行可能性と社会的容認可能性を決めるコンポーネントに依存する。

各々の養殖事業をうまく軌道に乗せると同時に、その産業を持続可能な開発という点で、これらのコンポーネントは、沿岸養殖を考える上で重要なものである。ほとんどの場合、これらのコンポーネントは相互に絡みあっているので、単独ではなく同時に考慮すべきである。

### 立地

陸上及び／又は水圏という空間が必要である。最も重要な立地要素は表1に、養殖を目的とするほとんどの水質条件を定義している海水特性は表2に示した。水質を維持するために大量の水（塩水や淡水も含む）を必要とするので、立地は水利用可能な場所とする。特に、適切な水交換と拡散が起こるような自然の水の動き（流れや潮）に依存する海上及び陸上を基盤にした養殖にとって、水文や地勢的立地特性は非常に重要である。養殖場の寿命、拡大・集約性の可能性、及び生態系への効果は、選択された立地の物理的特性によって決定される場合がしばしばある。しかしながら、多様性、構造、変動、底生性と表層性群集の関係のような、立地の生態系の特徴は明確である。生態系の変化の程度と範囲は立地により様々である。

### 種

沿岸養殖生物は生物的特徴と生態生理的特徴など、大きく異なっている。再生産、索餌行動、餌と栄養要求、行動、成長能力、水質条件、ストレス許容量と寄生虫や病気のかかり易さなどは、養殖対象種の適性を特徴付けている。養殖生物の特徴は、生態系に密接に関連する形態、大きさ、範囲を決める。養殖生物と野生生物集団との間の生物相互作用は狭い範囲に限られることもあるし、広い範囲に及ぶこともある。

### 養殖方法

養殖方法はある程度選択された種と立地に依存する。資源と入力（土地、水、種苗、肥料／餌料、エネルギー、技術）の利用及び供給可能性は、その立地が粗放的、半集約的、集約的養殖を発達させることが出来る難易度を決めるであろう。養殖場が環境適合に影響を与える主要な要素は、生産過程の事業効率であり、施設の計画と建設工事である。

#### (a) 計画と建設工事

“理想的”な養殖立地はいつも利用可能とは言えないので、理想的な立地に近づけるには養殖場の生産と環境に適合した計画と工学技術力が必要であろう。使用建設資材の種類と量、除去した土と植物の処理などの養殖収容設備の工事、及び付帯設備の技術的健全性は、生態系に関連して重要な要素である。同様に、陸上基盤の養殖場の水交換や廃水処理システムを作ることも重要である。海上基盤の養殖場の水交換については、網とその網目の大きさ、底層カバー範囲、杭間の距離などが有効な流れを作る水深、底層の傾斜や露出に関連して考慮しなければならない。養殖場の推定バイオマス量は、廃水と水交換要求量の大きさによって決まるであろう。不幸にも、環境悪化の影響の程度差が大きいので、養殖場を計画、設計するの時にこれらのことはほとんど考慮されていない。

## (b) 操業

収容設備一式、技術装置（例えば、水門やポンプ）、装備（例えば、エアレーションや給餌器）、及び漁具（例えば、漁獲用網、ボート）の準備と保守は重要である。飼育する当たり良好で健康な種苗入手にバラツキがあるので、しばしば養殖場設備の利用効率は良くない。しかしながら対照的に、低い水交換率を高密度で収容する過密養殖は成長の低下を起し、水質と衛生問題を引き起こす。適切さを欠く養殖場の操業は、直接的にはストレスを高め、必要な水質や底土の質に悪影響を及ぼすことがしばしば起こる。病気や寄生虫にかかり易いということは過剰な予防薬の使用につながる。同様な問題は肥料や餌料の過剰使用にも起こり得る。重要なことは、使う肥料や与える餌料の種類（物理化学的特徴）である。さらに、給餌方法（特に、給餌回数や餌料の拡散）や粒子の大きさが摂食量を決める。養殖場に適切な時期と段階があると同時に、開始の合理的な選択と利用を含む効率的な養殖場管理が、生態系への影響の大きさと程度、そして費用に大きく影響する。

## (c) 生産水準

相対的に低い生産量である個人的な小規模養殖事業は、周りの環境にほとんどといっていいほど影響をあたえないであろう。しかし、生産量は養殖事業あるいは投入の拡大（養殖場の増加）や集約化を通じて増加してゆく。拡大と集約化という2つの要素は、負の生態系に影響する潜在力を増大させてる。

### 技能

養殖従事者は、養殖場を効果的に管理運営してゆく技術的、管理上の、そして実用的な技能を欠いている場合がある。適切な養殖業を営む人的資源は生産性を左右する重要な要素である。

### 技術水準

現在の養殖技術は、多くの場合完全とはいえず、信頼性、効率、応用しやすい技術にするためには改善が必要である。適切な利用可能な技術の適応は、養殖場における環境能力の果たす役割を向上させることができる。

### 資金調達と信用貸の利用

小規模漁業は、健全な種苗、肥料／飼料や機材総てを含む、適切な技術を基礎にした養殖場の管理効果や生産性を向上させる資金の余裕がない場合が多い。さらに、信用貸を得られるまでには多くの障害があり、小規模投資家は適地を選択したり、開発したりする自由がほとんどない。

### 経済的可能性

長期的な経済的实施可能性は、養殖場が位置する地域で必要とする資源や利用可能な投入を得るための費用増大に制約されている。その結果として、養殖場経営者が投入を最適にし、生産物の質を向上させ、生産費用を下げ、生態的影響を軽減することを難しくしている。流通費用（生産物の輸送を含む）は相当高いものになる。高い投資で高い生産をあげる集約的養殖システムでも、低い投資で低い生産をあげる粗放的養殖システムでも、養殖生産物の価格変動は特に利益に影響を及ぼす。資金的・経済的可能性の制約が原因で養

殖場が潰れ、放棄されることが多く、養殖への社会的容認や環境適合性へ疑問を投げかける結果となる。

#### **法的地位**

多くの養殖業者や養殖事業投資家は、必要とする土地や水資源の利用に関する法的な不確実性に曝されている。養殖に対する土地と水利用に関する直接的または間接的に管轄している多くの機関があり、養殖業者を困惑させ、重い官僚的負担を背負わせることになる。土地や水面の短期的及び長期的借地権のような土地保有上の取り決めの種類は、養殖場の開発や寿命に影響する。多くの場合、公的所有地では土地や水資源の配分は不確実で、他の利用者との間に社会的な争いを引き起こす原因となる。たとえ環境立法があったとしても、多くの場合この法律は多岐にわたる沿岸養殖事業の特定の要件や特性について取り扱っていない。

#### **調整**

適切な情報基礎と計画能力によって支援されている沿岸養殖開発の調整は多くの国で欠けている。養殖開発が国家開発計画の中で上位にあっても、この分野への技術的支援や援助体勢の強化が、資金不足で実行に移されていない。沿岸区割域での様々な活動の開発計画（農業、漁業、地場産業開発、衛生）を担当している政府関連機関内での適切さを欠く組織間協力は、環境保全努力と同時に全体的な開発に多大な影響を及ぼすようである。

表1 養殖立地選択に重要な生物物理学的要素

生物環境

- \* 基礎生産： 光合成活動
- \* 地域生態系： 栄養段階の数、卓越種
- \* 対象野生集団： 親魚、種苗生産用親魚確保
- \* 捕食生物の出現と集中度：陸上、水中、空中
- \* 伝染病と寄生虫

地域性要素

- \* 流域特徴： 地域地形勾配（標高と距離）、地被植物、地表水、地形勾配活動
- \* 地下水供給： 表層水、地下水面深度、水質
- \* 潮汐： 範囲、速度、季節と嵐の変位、振動
- \* 波浪： 波高、波長、方向、季節及び嵐による変位、嵐の頻度
- \* 沿岸流況： 大きさ、歩行、そして季節的変位
- \* 既存の施設とその特徴
- \* 立地の歴史： 使用前の状況とその変位

土壌要素

- \* 土壌型、地質断層、下層土の特徴
- \* 浸透率： 浸透性係数
- \* 地勢と土壌型分布
- \* 土壌粒子の大きさと形状
- \* 休止角：乾、湿
- \* 肥沃土
- \* 微生物集団
- \* 濾過可能毒物：農薬、重金属、他の化学物質

気候学的要素

- \* 風： 風向、風速、季節変位、嵐の強度と頻度
- \* 光： 総年間太陽エネルギー量、強度、質、光周期；日周期
- \* 気温とその変化
- \* 相対湿度あるいは露点とその変化
- \* 降雨：降雨量、年間降雨分布、嵐による最大降雨とその頻度

表2 養殖の為の水質管理に重要な海水特性

物理的特性

- \* 温度範囲 (日変化と季節変化)
- \* 塩分範囲 (潮汐変化と季節変化)
- \* 粒土 (固体)  
組成 (有機物及び無機物)、大きさ、密度
- \* 色
- \* 光  
人工又は自然、総年間入射エネルギー、放射エネルギー強度、  
光質、光周期 (日周期)

化学的特性

- \* pHとアルカリ度
- \* ガス  
総ガス圧力、酸素、窒素、二酸化炭素、硫化水素
- \* 栄養塩類  
窒素化合物、リン酸化合物、微量元素ととの特徴
- \* 有機物化合物  
生物分解可能なもの、生物分解出来ないもの
- \* 有毒化合物  
重金属、殺虫剤

生物的特性

- \* バクテリア (型と密度)
- \* ビールス
- \* 菌
- \* その他