

急速な開発に沸く中国と
香港ルーラルエリアとの狭間でゆれる
野鳥の楽園

「マイボ湿地」の環境ミティゲーション

田中 章

(社)海外環境協力センター 主任研究員

マイボ湿地は、ラムサール条約による「国際的に重要な湿地」に1995年登録された河口湿地で、昨年7月に中国に返還されたばかりの香港と中国(深圳市)との境界に位置する。現在のマイボ湿地は、過去数千年の農業と漁業という人間活動により形成された半人工的な自然である。今、この湿地に流入する深圳河の洪水防止を目的とした直線化事業が香港政府と中国政府の合同事業として始まっている。マイボ湿地の自然とここでの環境ミティゲーションの試みを報告する。



マイボ湿地の風景

もともと水田だった場所を改造した「ゲイワイ」(Geiwei)と呼ばれる養エビ池は、マイボ湿地の主要な景観要素である。自然の栄養、自然の

潮の干満、自然の洪水、それに水田の畦(土手)を利用してエビを育て採る。右に写っているのが、エビ漁師の宿泊する小屋と小舟。遠くに見える山並みは香港の山々。ゲイワイは人間

活動と自然との共生により形づくられた優れた野生生物のハビタット(生息地)である。わが国の谷戸における水田を彷彿とさせる「アジア的」なものといえる。© WWF HONG KONG

香港と中国の境を 蛇行して流れる深圳河を 直線化するのだが……



深圳河(Shenzhen River)を
境にした香港と中国

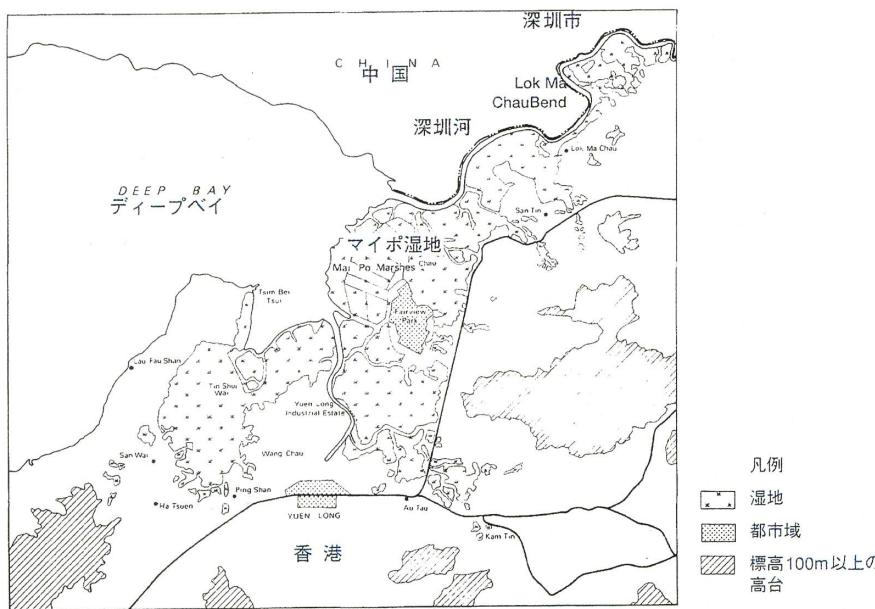
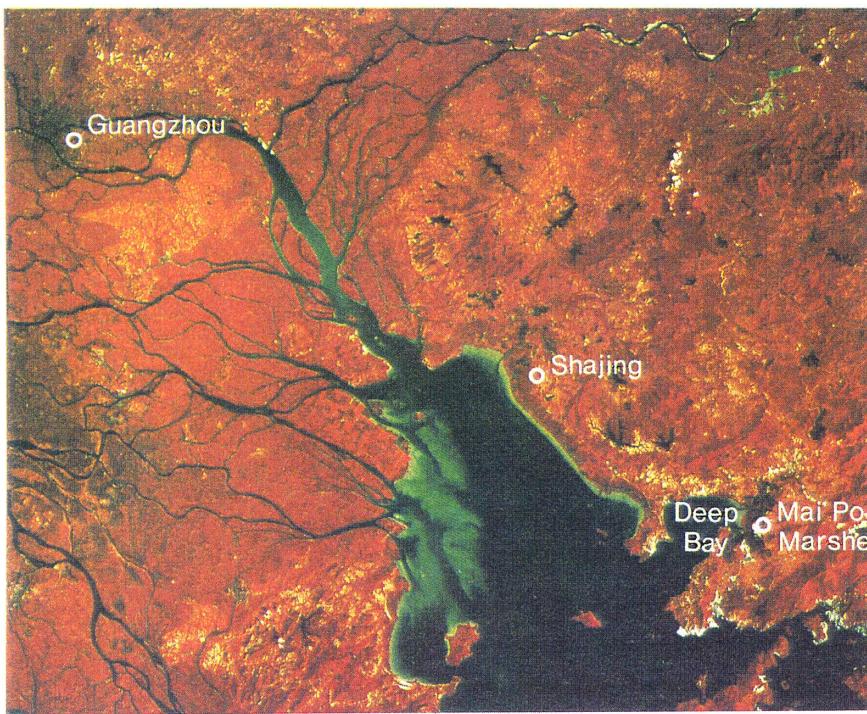
写真上部に立ち並ぶ高層ビル群は中国の経済特区である深圳市で、開発圧力は極めて高い。そのビル群の手前に大きく蛇行しながら走っているのが深圳河。マイボ湿地はこの河口にある（写真では左側）。この蛇行した深圳河を直線化するのが深圳河

直線化事業（Shenzhen River Regulation Project）と呼ばれる大規模国家事業である。河の周囲には、わが国の水田のような形状のゲイワイ（養エビ池）が広がっている。手前の山々は香港の新界（New Territories）と呼ばれる緑の多く残るルーラルエリアである。

このように一つの川をさみ両岸の状況は対照的である。1997年7月に香港が中国に返還され

る以前は、この川は国境そのものであった。返還後の中国と香港の関係は「一国二政府二政策」であり、マイボ湿地を含む深圳河流域の開発と保全の行方が注目される。

© Environmental Protection Department,
HONG KONG



パールリバー(Pearl River、珠江)河口のランドサット・イメージ

深圳河はマイポ湿地を経てディープベイ(Deep Bay)と呼ばれる湾に流入する。このディープベイはさらに大きなパールリバーの河口域に含まれる。

中国、広東省に450,000km²の流域を有するパールリバーの年間流量は3,080億m³で約8500tの堆積物を海に運んでいる。マイポ湿地の干渉を形成するディープベイのシルト(砂と泥の中間の沈泥)の多くはパールリバーから運ばれたものであると考えられている。

ディープベイは、都市からの排水と家畜の糞尿により、著しく富栄養化された深圳河の水の流入により水質汚染が進んでいる。

© WWF HONGKONG

マイポ湿地の木々にむらがる鳥の群れ
マイポ湿地は、渡り鳥の飛行コースにあたり、134種の水鳥を含む325種の鳥類が確認されている。その中には1987年に33羽しか確認されなかったハイイロペリカンをはじめ、カラシラサギ、クロツラヘラサギ、コウノトリ、シベリアオオハシシギ、カラフトアオアシシギ、ヘラシギ、ズグロカモメなどの稀少種も含まれる(IWRB日本委員会、1994)。1995年にラムサール条約の「国際的に重要な湿地」に登録された。

© Atsuki Azuma, University of Tokyo

マイポ湿地とその周辺の土地利用

深圳河は右から左へ(東から西へ)流れでディープベイへ注いでいる。河口だけではなく、深圳河沿いにも湿地が残されている。ディープベイは11,500haの広がりをもつが、最深部でも6mを超せず、平均水深は3mである。そのため、これまでに約380haが水田として埋め立てられた。中国側の土地利用は省略されているが、前頁の空中写真でわかるとおり、深圳河ぎりぎりまで開発されている。ただし、Lok Ma Chau Bendと呼ばれる深圳市側から香港側に大きく突き出した部分は中国側もゲイワイなどの湿地となっている。深圳河直線化事業では、この蛇行部分も直線化される。(注:図中では中国側の土地利用は省略されている)

© WWF HONGKONG

マイホ湿地の生態系(自然生態系)

マングローブ林(Mangrove Swamps)の生態系

◎ WWF HONG KONG

INSECTS AND SPIDERS 昆虫・蜘蛛

- 1.Leaf miner
- 2.Black Tree Ant : Polyrachis sp.
- 3.Sea Skater : Asclepios shiranui coreanus
- 4.Carpenter Bee : Xylocopa sp.
- 5.Bagworm : Family Psychidae
- 6.Spider : Family Clubionidae

SNAILS カタツムリ

- 7.Littorina melanostoma
- 8.Mainwaringia rhizophila
- 9.Dostia violacea
- 10.Stenothyra glabra
- 11.Assiminea nitida
- 12.Assiminea sculpta
- 13.Iravadia bombayana
- 14.Cerithideopsis djadjariensis

CRABS 蟹

- 15.Ilyoplax dentimerosa

干潟(Mud flats)の生態系

◎ WWF HONG KONG

- SNAILS カタツムリ

 - 1.Cerithidea largillieri
 - 2.Cerithideopsis djadjariensis
 - 3.Assiminea sculpta
 - 4.Assiminea nitida

CRABS 蟹

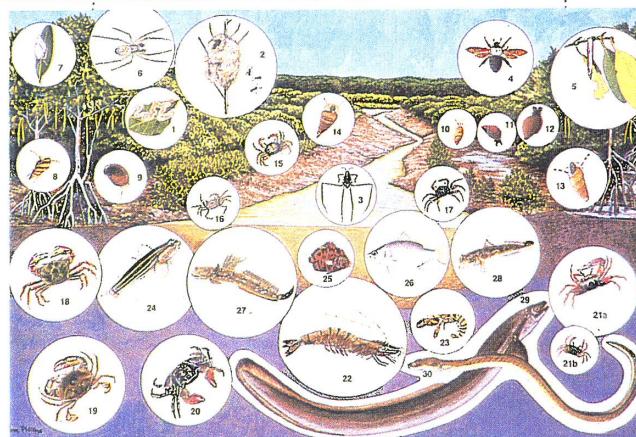
 - 5.Ilyoplax serrata
 - 6.Ilyoplax dentimerosa
 - 15.Uca arcuata
 - 16.Metaplex longipes
 - 17.Helice tridens
 - 18.Macrophthalmus japonicus

- SHRIMPS 蝦

 - 7.Laomedia astacina
 - 8.Alpheus lobidens
 - 9.Palaemon orientis plus parasitic isopod Tachea chinensis

WORMS ミミズ

 - 10.Polydora sp. showing the mud "blisters" it makes in the oyster shell
 - 6.Perinereis nuntia
 - 9.Harmothoe imbricata
 - 11.Phascolosoma japonicus
 - 21.Nereis glandicincta
 - 26.Cerebratulus natans



- 16.Metaplex longipes
 - 17.Helice tridens
 - 18.Chasmagnathus convexus
 - 19.Scylla serrata
 - 20.Chiromantes maipoensis
 - 21.a.Uca arcuata 雄
b.Uca arcuata 雌

SHRIMPS 蝶

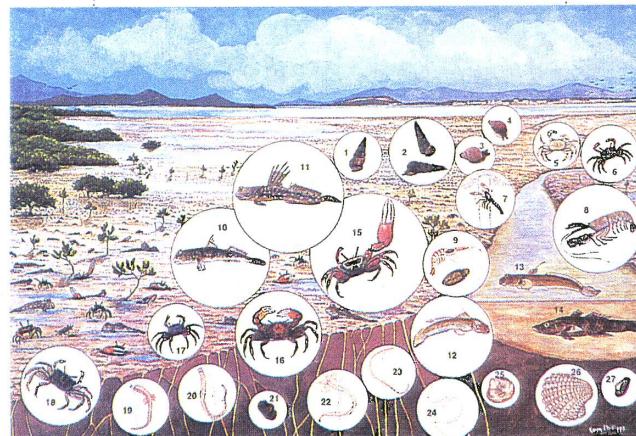
 - 22.Penaeus monodon
 - 23.Alpheus euphrosyne

- FISHES 魚

 - 24.Tridentiger trigonocephalus
 - 25.Scatophagus argus
 - 26.Lates calcarifer
 - 27.Boleophthalmus boddaerti
 - 28.Periophthalmus cantonensis
 - 29.Anguilla japonica
 - 30.Ophichthys celebicus

FISHES 魚

 - 10.Periophthalmus cantonensis
 - 11.Boleophthalmus boddaerti
 - 12.Ctenogobius bremrostris
 - 13.Scartelaos histiophorus
 - 14.Butis butis



- WORMS ミミズ

 - 19.Dendronereis aestuarina
 - 20.Nereis glandicincta
 - 22.Potamilla leptochaeta
 - 23.Tubificid oligochaete
 - 24.Nemertine worm

BIVALVES 二枚貝

 - 21.Estellacar galactoden
 - 25.Cycladicama cumingi
 - 26.Anadara granosa
 - 27.Glauconome chinensis

〈代償生態系〉長い年月の人間の生産活動との共生により生まれた安定した二次的自然。

カキ養殖場(Oyster Beds)の生態系

◎ WWF HONG KONG

WORMS ミミズ

- 1.Polydora sp. showing the mud "blisters" it makes in the oyster shell
- 6.Perinereis nuntia
- 9.Harmothoe imbricata
- 11.Phascolosoma japonicus
- 21.Nereis glandicincta
- 26.Cerebratulus natans

SNAILS カタツムリ

- 2.Stenothyra sp.
- 4.Thais carinifera and egg capsules
- 13.Pseudolotia pulchella
- 17.Amatinia oyamai mortoni
- 20.Amphinerita insculpta
- 25.Semiretusa borneensis

CRABS 蟹

- 3.Acmaeopleura balsii

ゲイワイ(養エビ池、Gei wai)の生態系

◎ WWF HONG KONG

REED アシ

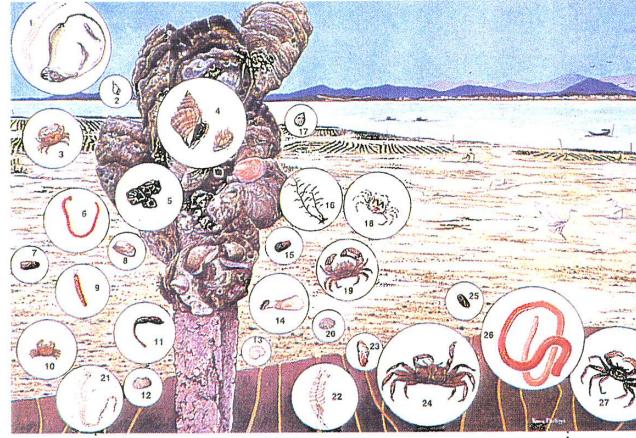
- 1.Phragmites communis

ALGAE 藻類

- 2.Enteromorpha flexuosa
- 3.Cladophora divergens
- SNAIL カタツムリ
- 4.Sermyle tornatella
- 5.Haminoea yamagutii
- 7.Dostia violacea
- 9.Stenothyra glabra

CRABS 蟹

- 6.Varuna literata
- 8.Holometopus serenei
- 10.Chiromantes maipoensis
- 11.Eriocheir sinensis
- 12.Helice tridens
- 13.Cleistostoma dilatatum



- 10.Nanosesarma minutum
 - 18.Pinnotheres sinense
 - 19.Pilumnopneus makiana
 - 24.Macrophthalmus latreille
 - 27.Macrophthalmus bottebagoe

OTHER CRUSTACEANS その他甲殻類

 - 5.Balanus amphitrite
 - 22.Tanaid crustacean

- BIVALVES 二枚貝

 - 7.Botula silicula
 - 8.Trapezium liratum
 - 12.Scapharca sp.
 - 14.Aspidopholas obtecta
 - 15.Xenostrobus atrata
 - 23.Musculista senhousia

HYDROID ヒドロ虫

 - 16.Eudendrium racemosum



- 14.Chasmagnathus convexus
 - 15.Scylla serrata
 - 17.Metaplex longipes 雄
 - 18.Metaplex longipes 雌

WORMS ミミズ

 - 20.Laonome sp.
 - 21.Ceratonereis sp.
 - 22.Dendronereis pinnaticirrhis

- FISHES 魚

 - 16.Periophthalmus cantonensis
 - 19.Mugilogobius abei
 - 23.Oreochromis (=Tilapia) mossambicus
 - 24.Sparus berda
 - 25.Liza pectoralis
 - 26.Ambassis gymnocephalus
 - 27.Platycephalus indicus

SHRIMPS AND PRAWNS エビ類

 - 28.Palaemon orientalis
 - 29.Metapenaeus ensis
 - 30.Macrobrachium nipponense

自然と人間の共生の歴史が創ったランドスケープ

マイポ周辺の水田農業は10世紀頃の中国からの移民により伝播したといわれている。当初は、内陸の平坦な谷を中心に水田(rice paddies)が開発されたが、人口増加にともない、13世紀になるとディープベイ沿いの干潟を埋立てるようになった。その過程で多くのマングローブ林が消失した。

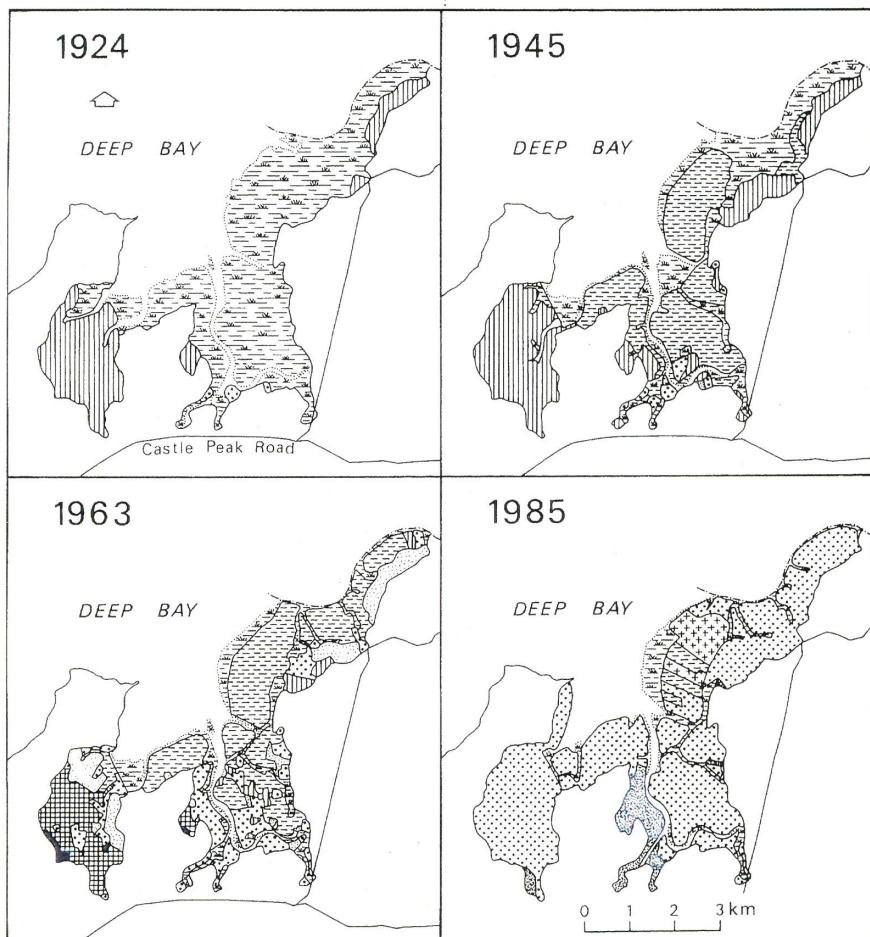
塩分が多い埋立地では「レッドライス」(red rice)と呼ばれる市場価値は低いが塩耐性のある種の耕作が行われていた。しかし埋立て後、何年かすると、海に接した水田の他は塩分がほとんどなくなり、ホワイトライスを収穫できるようになり、農民は競って海へ海へと埋立地を拡大していった。

1940年代になると、農業と土地利用に変化が現れ始め、内陸部の水田は野菜畑に、沿岸域の水田は、イネよりもより高付加価値のエビの養殖池(Geawai)へと変化は急速に広がって行った。このことは、戦前、戦中の日本による中国支配と無関係ではない。

終戦後多くの小規模な埋立てが行われ、1970年代にはマイポ湿地の北端において水深のある養魚池をつくるための大規模な浚渫が始まり、マングローブ林の伐採や野生生物の破壊が行われた。これに危機感を持った香港政府は、1976年に野生動物保護条例を発効させ、マイポ湿地を特別科学地区に指定・保護することとなった。水田や養魚池開発のための埋立ては少なくなったものの、1990年代にはディープベイ周辺にも都市開発の波が訪れ、湿地への新しい脅威となっている。

このような歴史の流れを経てきたマイポ湿地は干潟、マングローブ林などの自然景観と、水田、養魚池、養エビ池(Geawai)などの人工的な代償自然とが絶妙に交じり合ったユニークなランドスケープを呈し、1995年にはラムサール条約の「国際的に重要な湿地」に登録されている。

湿地	
水田（汽水）	
水田（淡水）	
養魚池	
野菜畑	
養エビ池	
改変された養エビ池	
荒地	
集落・都市	



部国境1920年代から1980年代にかけてのマイポ湿地周辺の土地利用変化
© WWF HONG KONG



干潟のあちこちにマングローブの種子が流れ着き、実生は新たな株をつくる。
© Atsuki Azuma, University of Tokyo

深圳河直線化事業に伴う 環境ミティゲーション

深圳河直線化事業の概要

深圳河(Shenzhen River)は、深圳經濟特区(深圳市)と香港の境界を北東から南西に流れる全長27.5kmの河川で、その河口はマイボ湿地である。流域は、香港側125km²、深圳側188km²の合計313km²である。

支川のShawan Riverとの合流点より下流では、そのきわだった蛇行による自然の土砂堆積と近年の流域内の開発によって表層の浸食が著しく進み、毎年のように洪水が起き、深圳及び香港両地域の経済に甚大な被害を与えていた。そのため、香港及び深圳政府は深圳河の蛇行をなくし直線化する「深圳河直線化事業(Shenzhen River Regulation Project)」を共同提案し、その共同実施を決定した。事業は、Shawan River合流点からマイボ湿地までの17kmの区間を3段階に分け、直線化、拡幅、浚渫を行なうというものである。

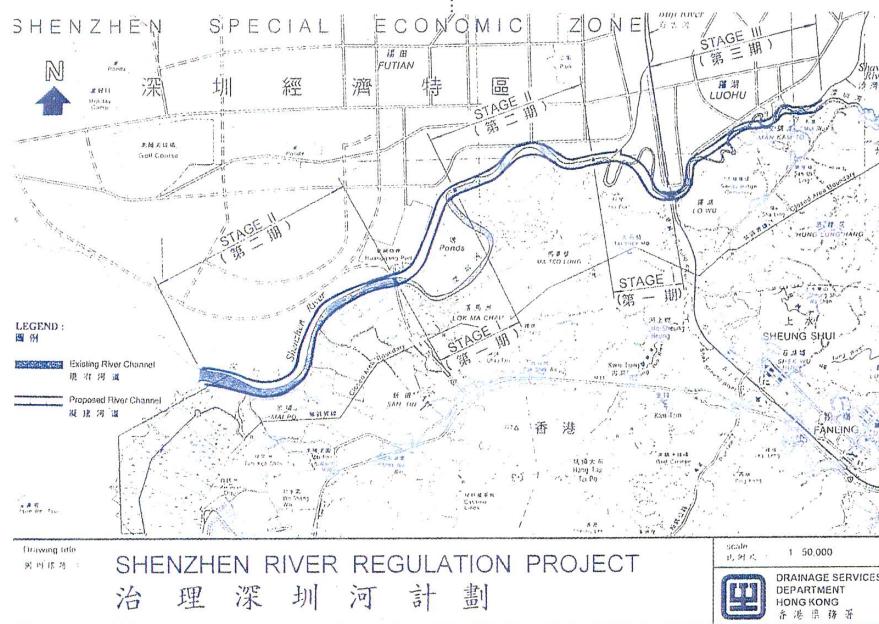
環境アセスメント及び 環境ミティゲーションの概要

事業はラムサール条約に登録されているマイボ湿地に悪影響を及ぼすなどの環境問題発生の懸念があったため、香港政府及び深圳市政府は共同出資で環境アセスメントを実施することとなった。第1および第2ステージを併せた開発に対する環境アセスメントが1993年12月から1995年の7月にかけて行政指導として実施された。

調査の結果、重要な自然的土地利用として、マングローブ林及び養エビ池(Geiwai)が事業による直接的な影響で消失することが判明した。マングローブ林は、深圳河及びDeepBay周辺における自然植生でかつ自然のハビタットであるため特に重要である。養エビ池(Geiwai)は、干潟埋立地に作られた水田の土手(畦)と潮の干満差を利用して

深圳河直線化事業の工期

ステージ	区間及び工法	工期
第1	Lok Ma Chau Bend 及び Liu Pok Bend の直線化	1995年～1997年
第2	Liu Pok bend から河口までの区間、及び Liu Pok から Lok Ma Chau までの区間の拡幅と浚渫	1997年～予定
第3	Shawan River から Liu Pok までの区間の拡幅と浚渫	未定



Drawing title: SHENZHEN RIVER REGULATION PROJECT

治理深圳河計劃

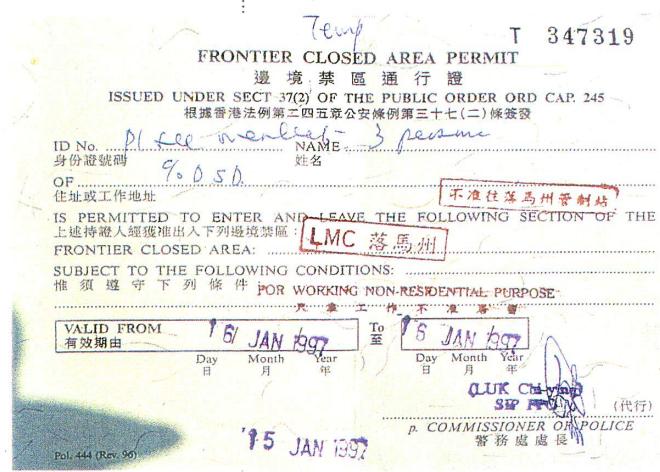
scale: 1:50,000
DRAWING DEPARTMENT HONG KONG
香港地政處

深圳河直線化事業位置図

© Shenzhen River(1995), Hong Kong Government

マイボ湿地へのパスポート

マイボ湿地及びWWF Hong Kong Education Centreに訪問するためには、事前に香港政府の許可を得る必要がある。それは、この地域が中国との旧国境地帯に位置していたためである。そのような場所であったこともマイボ湿地及び深圳河周辺の自然環境が残された理由の一つである。© Atsuki Azuma, University of Tokyo





WWF Hong Kong Education Centreの遊歩道。マイボ湿地の中心にはWWF Hong Kongによる教育センター（Education Centre）があり、マイボ湿地の保護と教育の拠点となっている。教育センターには年間4万人以上のビジターが訪れている。

© Atsuki Azuma, University of Tokyo

ハビタット消失に関する環境インパクトと環境ミティゲーションの概要

種類	環境インパクト	環境ミティゲーション
マンゴローブ林	Stage2工事による直接的な影響で、深圳河の香港側7.8ha、深圳側3ha、合計10.8haが永久に消失する。	河川改修後の土手に5mの幅でマンゴローブを植林する。これは、香港側で1.6ha、深圳側で3.6haの代償となる。 ●マイボ湿地の対岸の中国Futian National Nature Reserveでのマンゴローブ植林3haを、深汕側の代償として行なう。 ●香港側河口部のマンゴローブ植林5.8haを香港側の代償として行なう。
養エビ池 (Geiwei)	工事による直接的な影響で、stage1で84ha（19haは香港側、65haは深圳側）、stage2で22ha（香港側のみ）の合計106haが永久に消失する。	Stage1の深圳側の65haについては、ゴミ処分場として指定されてから1970年代から80年代にかけて掘削して自然性は失われており、ミティゲーションする必要はないとしている。 ●香港政府と深圳市はStage1の香港側の19haの消失は新しい湿地で代償することで合意した。Lok Ma Chau Bendの旧河川の湿地20haを復元・維持管理する。この湿地は、著しい水質汚濁によりまったく動物相がみられない状態であるため、ここを効果的にハビタット復元する。 ●残りのStage2の香港側の22haは、新しい湿地創造によるか現存する湿地の保存・維持管理により代償する。

天然のエビを養殖・捕獲する仕組みであるが、長い間の人々の生活と自然との共生によって維持されてきた代償ハビタットである。

本アセスメントにおいては、このような半人工的なハビタットである養エビ池(Geiwei)までを生態的に重要な場所として認識し、その消失に対する代償ミティゲーション施策が明確に提案されている。

また、環境インパクト(問題)に対する環境ミティゲーション(解決)の対応関係が明確になっている。わが国の環境アセスメントのような形式的な「評価」段階は示されておらず、むしろ、環境インパクトに対する詳細なミティゲーション提案が環境アセスメント報告書の結論となっている。個別のミティゲーション提案は、まず複数のオプションに分けてその実現性が検討され、最終的にレポートとして優先すべきオプションが示されている。

また、個別のミティゲーションの具体的方策については詳細に説明されており、提案内容の実施が容易になっている。

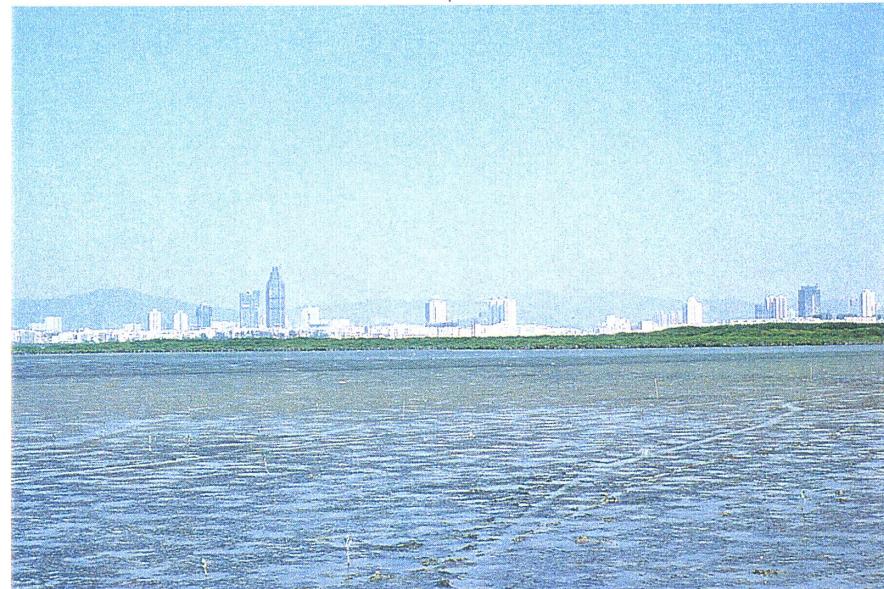
香港の環境アセスメント及び 環境ミティゲーション制度

香港では1997年に1月に環境影響評価条例(Environmental Impact Assessment Ordinance)(香港の法律に相当する)が制定されたが、それ以前の開発事業については行政手続きとして行われていた。香港の行政手続きの環境アセスメントの特徴は、スクリーニング→スコピング→影響評価→ミティゲーション方策→モニタリング→フィードバックというEIA手続きの基本プロセスが一応完備されていることである。ミティゲーション方策のプロセスでは、予測される環境影響は関係法令による環境基準やガイドラインと比較され、それら以下に抑えるような実現可能なミティゲーション方策を提案することが義務づけられている。行政手続きの短所としては、住民参加が保障されていないこと、法的な拘束力はないこと、評価の基準が不明確になることなどである。

新しい環境影響評価条例においてミティゲーションは、表3のように定義されている。(a)は負の影響そのものを対象とする対策行為である一方、(b)は影響そのものは避けられないために行なう代償行為である。

香港では、さらにハビタット消失に配慮して、オフサイトにおける代償ミティゲーションのガイドライン(1997)を発行している。本事業のミティゲーション形成課程にこのガイドラインが直接使われたわけではないが、同様の内容が行政指導として検討された。

ガイドラインは、回避できる影響はまず回避すること、回避できない影響についてはできるだけ最小化すること、どうしても回避も最小化もできない影響は代償する、という優先順位が示されている。また、代償ミティゲーションの場所については可能な限りオフ



マイポ湿地のあるディープベイの対岸は中国経済特区の深圳市。開発と保全、人工と自然、動と静、マイポ湿地は持続可能な社会のヒントを与えていている。

© Atsuki Azuma, University of Tokyo

香港環境影響評価条例による“mitigation”の定義

mitigationの定義	(a) 開発事業による負の影響を、なくす(elimination)、減少させる(reduction)、制御(control)すること
	(b) 置換(replacement)、復元(restoration)、代償(compensation)あるいは他の方法により、環境影響によるダメージを回復(restitution)すること

サイト(プロジェクトサイト)で行なうこと、どうしてもオンサイト(プロジェクトサイト以外の場所)でできなもののみオフサイトで代償すること、質については可能な限り同質のもので代償すること、どうしても同質でできないものの異質のもので代償すること。このようなミティゲーション形成の基本理念はアメリカの国家環境政策法(NEPA)や水質保全法(Clean Water Act 404条)等によるミティゲーション理念と共通している。

開発事業により消失するハビタット

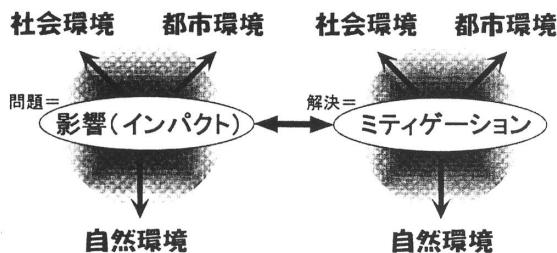
を代償するという政策は、日本を含めたアジア諸国では特異なものである。香港においてこのような代償ミティゲーション政策が整備された背景には、これまで香港の湿地が急速に消失してきたことによる反省がある。

また、間接的な理由としては、香港の人々の生活と湿地との間には密接な関わりがあったこと、香港が土地利用的視点の環境政策に優れた英國の影響下にあったこと、そのためかWWFなどの環境NGOの活動が非常に盛んなことなどが考えられる。

環境ミティゲーションと環境アセスメントの原則

田中 章

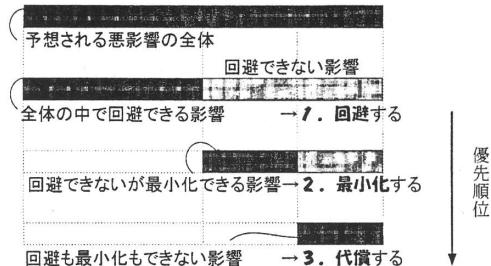
① 環境影響(インパクト)と環境ミティゲーションの対象



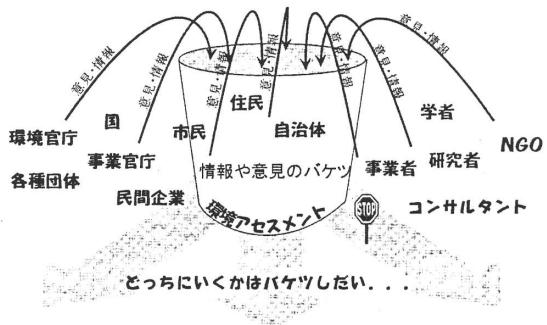
② 環境ミティゲーションと環境アセスメントの関係



③ 環境影響の種類とミティゲーション優先順位



④ 環境アセスメントのバケツ理論



① 環境影響(インパクト)と 環境ミティゲーションの対象

「環境」とは広い概念で、地系、水系、大気系、生態系などの「自然環境」、社会、組織、経済、歴史、文化、風土などの「社会環境」、交通、都市構造、生活空間などの「都市環境」の3つに分けられる。人間活動はこれら3つの環境に何らかの影響を及ぼす。負の影響を受けた自然、社会、都市環境を何とか救おうとすることが環境ミティゲーション(environmental mitigation)である。したがって、環境ミティゲーションの対象は環境影響(インパクト)同様に自然だけでなく、社会、都市環境をも含むものである。

② 環境ミティゲーションと 環境アセスメントの関係

環境アセスメントにおいて、環境影響は「問題」であり、環境ミティゲーションは「解決」である。したがって、環境ミティゲーションは環境アセスメントの結論部分といえるものである。環境アセスメントにおける「評価」は、本

來、予測される悪影響とそれに対する環境ミティゲーションとのバランスを検討する作業である。公平に検討するためには、以下の環境影響の質と量が明示される必要がある。

- 当該事業を行なわない場合の環境影響
- 当該事業による環境影響
- 当該事業に提案された環境ミティゲーションを統合した場合の環境影響
- 環境ミティゲーションを実施しても残る環境影響

③ 環境影響の種類と 環境ミティゲーション優先順位

開発事業による環境影響は大きく3つに分けられる。それは、回避できる影響、回避できないが最小化できる影響、回避も最小化もできない影響である。このような3つの環境影響に対応して、環境ミティゲーションの検討には次のような優先順位がある。

- 1.予測されるすべての悪影響の中でまず回避できるものは回避する。

2.残りの悪影響の中から最小化できるものは最小化する。

3.最終的に残った、回避も最小化もできない環境影響に対しては代償する。

④ 環境アセスメントの バケツ理論

環境アセスメントは「バケツ」に喻えられる。このバケツは、計画事業、環境現況、影響予測、環境ミティゲーションなどに関する、様々な立場の人々の様々な意見・情報を、賛成、反対にかかわらず入れる「うつわ」である。様々な意見・情報が詰め込まれたバケツは前進するかもしれないし、左右に曲がるかもしれない。もしかすると立ち止まったままかもしれない。バケツの行き先はバケツが決めるのである。環境アセスメントを監督する立場にある官庁の義務は、間口ができるだけ広く、たくさんの意見・情報が入れられる、漏れ穴がないバケツを用意することであり、バケツの行き先を決めることではない。

環境アセスメント制度を活かすために

従来の日本の環境アセスメントは欧米先進国とのものとは本質的に異なるものとして発展し、その有効性は開発・保全両サイドから疑問視してきた。そもそも環境アセスメントやミティゲーションとはどういうものであったのだろうか。環境アセスメントは、本来、持続的な開発を形成するための民主主義社会最強のツールである。環境影響評価法が成立し新しい環境アセスメントの実施が期待される今、次の3つの施策が求められる。

- アメリカ、オランダ、カナダなどのアセスメント先進国に専門家を長期派遣し、実際のアセスメントを体験させ、わが国に普及させる。

- アセスメント先進国の環境アセスメントに関する実戦的マニュアルを翻訳しわが国に紹介する。

- 環境アセスメントに関わるあらゆる情報を集積し、公開するための国立環境アセスメント情報センターを設立する。

BIO city

A Magazine
for Sustainable Future.

ビオシティ

「生命都市」時代の環境と
地域づくりを考える総合誌

1998/no.13

特集

「ビオトープ」からの創造

ドイツ・バイエルン州の
ビオトープ図化

海外カラースペシャル

中国「マイポ湿地」の
環境ミティゲーション

デンマーク

「エコビレッジ」の持続的な暮らし