

アメリカの環境修復型ミチゲーション

Report on Environmental Restoration Programs in the U.S.A

勝井秀博*, 辰巳勲**, 稲田勉***

Hidehiro Katsui, Isao Tatsumi, Tsutomu Inada

Mitigation technology in the U.S.A. was investigated by the Japan Ocean Development Construction Association Inc. The delegate collected the state-of-art information about evaluation and monitoring techniques. A mitigation program associated with a construction plan at a coastal area is carried out after the permission given by COE. The so-called "restoration programs" are implemented with more flexibility, of which purpose are to restore the lost nature. The paper describes some examples of restoration programs as well as monitoring methods.

Keywords: mitigation, restorationn, monitoring

1. はじめに

我が国の水域環境をよりよくするためには、従来型のパッシブな環境アセスメントだけでは十分でなく、環境創造型のミチゲーションの必要性が叫ばれている。ミチゲーション事業は、生態を含む自然環境の反応を見極めながら実施する必要があり、コストのかかる最先端技術というより低コストでやり直しの効くフレキシブルな技術が要求される。それだけに、ミチゲーション技術のかなめは事前の環境予測・評価、事後のモニタリング、成否の判定方法などであると言える。ミチゲーションの事例については、既に、磯部^{1),2)}、小島¹⁾、ECOSEI95³⁾、鮮子⁴⁾などに詳しい報告がある。しかし、低コストの環境修復型ミチゲーションの実態や予測・評価手法、モニタリングをどのように事業に反映させているかの報告は少ない。

以下、アメリカにおけるミチゲーションの現況調査⁵⁾に基づいて、環境修復事業の現状と評価、モニタリングなどの実態について述べる。

2. 陸軍工兵隊水路実験所(COE/WES)におけるミチゲーション技術の開発

水域に関わる開発計画の許認可は、アメリカでは沿岸警備隊、地方港湾局、地方自治体、州水質局、魚類・野生生物局、国立水産・漁業局、州水産課などを経た後⁶⁾、最終的にEPA(環境局:Environment Protection Agency)とCOE(陸軍工兵隊:U.S.Army Corps of Engineers)が行う。COEは許認可だけでなく、ミチゲーションに関わる最先端の技術開発、技術指導を行っているが、その本拠地がMississippi州 VicksburgのWES(水路実験所:Waterways Experiment Station)である。WESのEnvironmental Labは、現在、生物87名、物理48名、技術39名、社会学6名の構成でWES総予算(総額3.25億\$/年)の1/3を使っている。WESにおける注力テーマは、環境評価手法の開発と普及および、浚渫土砂の有効利用法の研究である。

1) 評価手法: 野生生物の生息面積で評価するHEP(内務省鳥類局開発)がもっとも一般的であるが、1983年COEと道路局は湿地帯(Wetland)における133種の塩水の魚と軟体動物による評価法としてWET-Iを開発した。さらに1987年にはこれを改良し、データ処理プログラムを取り入れたWET-IIを開発した。WETは生息地だけでなく、地下水の水位保持、洪水時の貯留効果、栄養塩の保持、堆積土砂の保持など11の機能に関する評価も行う。WESでは、1990年よりWETをさらに発展させHGM(Hydrogeomorphic)Assessmentを開発し、評価の定量化を図った。現在、全米でHGMの普及に取り組んでいる。

2) 浚渫土砂の有効利用法: 航路開削と維持のために浚渫した土砂を無差別に投棄し、水域環境の悪化を招いた過去の反省に立ち、浚渫土砂を人工養浜や生息地拡大のための人工島作りに利用する実証的研究が盛んである。浚渫土砂による人工島の例として、Alabama州のMobile湾、Erie湖、Chesapeake湾のHartmill Islandなどがあり、毎年、水際付近の生態系のモニタリングが行われている。モニタリングも低コストの方法が工夫されており、New YorkのLong IslandやMobile湾では、底質の堆積状態や底生生物の生息状況を特殊な写真撮影(Sediment Profiling Imagery)で評価している。

* 正会員 大成建設(株)技術研究所構造研究部海洋水理研究室(〒245 横浜市戸塚区名瀬町344-1)

** 正会員 清水建設(株)エンジニアリング本部海洋開発エンジニアリング部

*** 正会員 東洋建設(株)土木本部調査開発室

3. California 州（カリフォルニア）における修復事業

California 州は 1800km の海岸線を有し、住民の 90% 近くが周辺に暮らしている。人口増加と沿岸開発の圧力に対し同州は米国でもミチゲーションの適用度合いが最も厳格であるとされている。以下、この沿岸域を管理している California 沿岸委員会（CCC）、自然の浄化能力を活用した環境配慮型下水処理施設、東京湾と同程度まで開発された San Francisco 湾の修復事業の一例について述べる。

3. 1 California 沿岸委員会（CCC）

住民投票により設立された機関で、海岸資源の保護、開発の管理を行っている。事業計画者は開発行為の申請の際、ミチゲーションの方策を提案した上で公聴会を開催し計画を審議にかける。一般港は、ミチゲーションの実施等の規制が厳しい。しかし州の経済にとって重要と考えられる特定港（Long Beach, Los Angeles, Port Hueneme, San Diego）が例外的な扱いを受けている。但し、インパクトを最小化する努力は常に払われ、原点である「開発がされなかった場合の得失」まで踏み込んで審議される。初めに事業ありきで、許可を前提に対策を検討する姿勢とは異なっている。事業に占めるミチゲーション費用については、10 億 \$ の事業費に対して 6000 万 \$、ボンドとして 500 万 \$ という例がある。ボンドは銀行に預けられ CCC が管理する。

許可認可プロセスの一例として、200ha の港湾施設開発に関して当初の計画書には、ミチゲーションを将来的にやるとの意志が示されていたが、1～1.5 年の交渉の結果、具体性が無いとの理由で却下された。その後さらに交渉を重ね合意に達するまでに 3 年掛かった。別の事例では、私有地の海岸保有者が、海岸侵食を防ぐため防護工設置の許可を申請したが、防護工により漂砂源が減少し下流側の砂浜が侵食される可能性があるため、ミチゲーションが義務づけられた。ここでは、延長 12m の防護工設置を許可する代わりに、下流側の養浜を行うための費用の一部として、防護工費用の 1/10 程度の金額を拠出させている。

CCC は 12 名の投票権を持ったメンバーと 4 名の投票権を持たないメンバーで構成され、6 名は一般市民から、6 名は沿岸条令に示された 6 つの海岸地域を代表する地方役人から選任される。メンバーの任期は 2 年で再任もあり、任命委員会の意見による随時交替もある。

3. 2 Arcata (アルケータ) 市下水処理場 (図-3.1)

Arcata 市は、California 州の計画した周辺 6 市町村を集合した大規模下水処理施設を同市に建設する案に反対した。同市は、その代わり独自の「湿地帯の植生を使った処理システム」を採用し成功した。本システムは失われた湿地帯を再生し、湿地の持つ自然の浄化能力を利用した下水施設の方が好ましいとの市民の意見が強かった為に実現した。再生した湿地帯は野鳥観察やリクリエーションゾーンとして市民に開放されている。

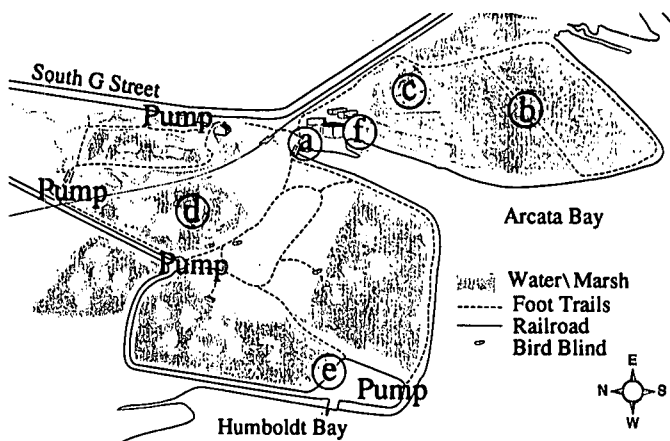


図-3.1 アルケータ市下水処理場

(1) 施設概要 (図中の記号参照)

- a) 一次処理施設 : 処理量 9,100m³/日
- b) 酸化池 (3 ケ) : 20ha, 水深 1.8~2.4m, 滞留時間 (夏 40 日, 冬 15~20 日) 表層は光合成層
- c) 植物処理池 : 2.4ha, リビングフィルターとしてガマ、フトイの濾過機能, 生物膜処理機能を利用
- d) 植物処理補強池 : 19.1ha
- e) 返送ポンプ : 最大処理量 17,000m³
- f) 塩素処理施設 : ここでの水処理は, 流入原水(BOD,SS)=(150,180) ppm に対して, 一次処理施設で(120,70) ppm に浄化した上で酸化池を通して植物処理池に流入させ, 最終は(5,5) ppm で湾に放流する。

(2) 広報, 教育活動 : 下水処理や, Humboldt 湾の浄化機能を向上させるためには, 湿地の様々な生物や生物の育成場所の確保が必要である。「Arcata 湿地情報センター」ではボランティアによって一般の人々への環境教育を行っている。

3. 3 San Francisco 湾干潟修復事業

(1) 概要 : 1960 年代には San Francisco 湾の大規模な埋立計画が立案されていた。その後、東京湾と同様に約 90% の wetland が宅地, 牧場, 塩田などの開発により消滅した。水質の悪化などがきっかけで, 1976 年頃より浚渫土砂を用いた修復事業がスタートした。ほとんどが 4ha 以下の小さな修復であるが, 最近は大規模なプロジェクトが増えてきた。

(2) San Francisco 湾岸での Wetland 修復の目的としては、「野生生物の生息地修復」が大半を占め、「機能置き換え」、「水産資源の生息地修復」、「絶滅危険種保護」などがそれに続く。

(3) Wetland 修復事業の成功のための「3つのポイント」として a) 潮位と地盤高さの適切な設定(経時的地盤沈下への配慮) b) 植生に合致した土壌、土質の選択(浚渫粘性土の活用) c) 地域、環境に最適な植種の選定(Cordgrass, Pickleweeds など)が挙げられる。

(4) 修復事業の事例調査(Muzzi Marsh) : San Francisco 湾では一番古い事例で1976年より20年経過している。開発の為に Wetland が埋め立てられたが、沈下が激しく一部しか宅地に利用されていなかった。そこで、近くのフェリー港建設に伴うミチゲーションの一環として、浚渫土砂を利用した marsh の修復を行った。初めに作潒を行い、潮位差を用いた海水循環を計画した。一般に、環境修復事業の評価法としては HEP などを使うことは少なく、植生の密度・種類、動物の種類・数で判断することが多い。現地は Cordgrass や Pickleweed で植生が修復されており、草→魚→小鳥→野鳥の食物連鎖が出来ている。しかし、水質浄化に役立っているデータは現状では無い。作潒工の効果については、海側の領域では開削時に比べ自然の流れにより滞筋が発達し、計画通りの環境修復がなされているが、陸側では滞筋の発達度合が悪いので、状況に合わせて追加浚渫する予定である。

4. 陸軍工兵隊 New Orleans 支局による河口デルタ低地修復事業

(1) 低地の喪失 : Louisiana 州は現在、年 6500ha の割合で低地を消失しつつある。原因の第1は、Mississippi 川に沿って構築した堤防(levee)である。New Orleans のような河口デルタ(図-4.1)の低地の都市繁栄と引き換えに、levee により河川氾濫による土砂流出が止まり、新しいデルタが形成されなくなった。第2の原因は Mississippi 川上流のダム建設で、我が国と同様、ダム堆砂による海岸への土砂供給減である。河川の護床工なども河床洗掘による土砂供給を妨げている。現在の土砂供給量は100年前の20%に激減している。第3は、圧密沈下である。100年間に1.5mの割合で低地の沈下→水没が進行し、低地が失われている。

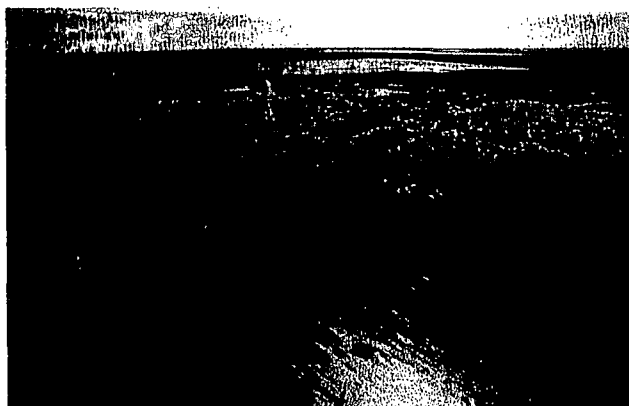


図-4.1 Mississippi 河口デルタ

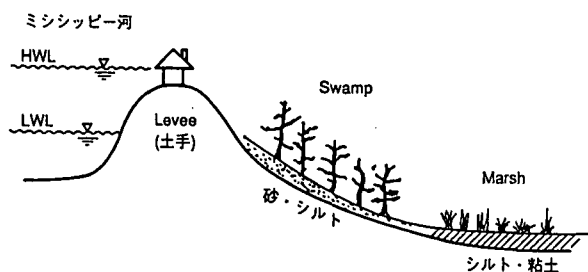


図-4.2 堤防(土手)と marsh の関係

(2) マーシュの喪失 : wetland で重要な役割を果たす marsh も喪失しつつある。marsh とは図-4.2 に示すような低灌木や草が茂る湿地のことで、カニ・エビなどの魚介類の産卵・揺籃に欠かせない、最も動植物の生産性の高い場所である。野鳥やワニなど野生生物の生息地でもある。また、marsh はハリケーンなどの暴風の勢力低減に一役かっている。Louisiana 州の marsh の低減は、1932 年と 1956 年の航空写真の比較により明らかになった。原因として、(1) で述べた低地喪失の3つの原因に加え、さらに、航路開削による浚渫土砂の無計画投棄と、開削による塩水遡上の誘発、航路護岸による水循環の阻止、ハリケーンによる floatant (ピート質の浮島の marsh) の吹き寄せなどがある。

(3) ミチゲーションプログラム : New Orleans 支局では、これまでの開発行為によって失われた低地、marsh を取り戻すことを目的とした「環境修復(restoration)」事業が盛んである。これはミチゲーションプログラムの一環であるが、これから行う開発に対する補償 compensation とは用語を使い分けている。低地、marsh の保存・修復対策について以下に列記する。1) 川・航路の浚渫土砂を利用して新たな marsh を造成している。アメリカではこの浚渫土砂の有効利用の研究が工兵隊を中心に活発であり、事例も南部湿地帯に多い。2) 河川堤防(levee)にサイホンやカルバートを設け、marsh 内に河川水を取り込んでいる。淡水供給により marsh 内の塩分濃度が下がり、河川水に含まれる栄養分により植物の成長が促進され marsh が豊かになる。さらに植物の根の成長により地盤沈下を抑制できる。3) わざわざ施肥を行って、根の成長を促進している。

5. Tampa (タンパ) 湾沿岸の水質改善プログラム⁷⁾

Florida 州西岸の Tampa 湾に面する湿地帯と Tampa 湾全体の水質・底質浄化事業について紹介する。

5.1 Tampa 湾沿岸における環境対策事業の概要

Florida 州には現在 5 つの水質保全局 (Water Management District) があり, SWFWMD はフロリダ南西部を管轄する保全局の一つである。これらの水質保全局はフロリダ州法に基づいて設立されており, 治水・上下水道・水質保全等の管理を行っている。5 つの保全局の区域はさらに 16 の地域に細分化され, 9 つの優先的な水域が指定されているが, 中でもタンパ湾は環境保全面でも優先度の高い水域とされている。

Tampa 湾 (図-5.1) では, 現在までに様々な開発行為によって多くの habitat が破壊されており, 1900 年初等から比べると約 81% の藻場が消失し, 沼地やマングローブ林などの wetland の約 43% が消滅したと推測されている。habitat の消失の原因としては, 以下のような事項が挙げられる。

①人口の増加, ②港開発や水路確保のための浚渫と埋立, ③埋立による住宅建設 (特に finger channel における住宅では, 汚水や芝生の化学肥料流出等が問題), ④水際線における護岸建設, ⑤洪水時の汚染地表水の流出, ⑥海上道路 (causeway) の建設 (盛土工法による水域の遮断効果に起因する湾内流況の変化と海水交換の悪化), ⑦工場排水や汚水の湾内への流出

このような状況の中で, 1960 年代から住民 (地元政治家を含む) による湾内の水質改善に対する運動が盛んになり, タンパ湾を美しく蘇らすための話し合いが自治体や州政府と頻繁に行われた。その結果, 将来の目標を立て, 改善事業のプランニングが政府によって立案され, 現在, 次に示す 4 つのプログラムが実施されている。

- ・ SWIM Program (運営資金: 州税)
- ・ Pollution Recovery Trust Fund Program (運営資金: 企業の罰金)
- ・ Marine Habitat Research and Restoration Program
(運営資金: 漁業ライセンス料)
- ・ Tampa Bay National Estuary Program (運営資金: 税金)

図-5.2 に Tampa 湾における環境修復事業 (全 2 億 6000 万 \$/年) の内訳を示す⁷⁾。図中, 下水処理を除く内容が, いわゆる環境修復事業である。また, 降雨水処理とは Tampa 市が最も注力している SWIM プロジェクトの一つで, 雨水が土壌侵食しながら栄養塩と共に湾内に流れ込むことを防止する事業である。

5.2 SWIM PROGRAM の概要

Florida 州においては, 降雨水処理 (storm water 対策) に関して 1984 年に政府による法的規制が施行され, この年に以降に開発された場所 (地域) に対しては, 洪水調整池などの設置が義務づけられている。このような状況の中, SWIM Program は, 環境修復事業や洪水対策事業, さらに水質改善事業などに対するマネジメントプランを策定することを主な役割として 1987 年に発足した。

SWIM Program では, 1995 年までに 25 のプロジェクト (約 45ha) を完成させ, 26 のプロジェクトが実施中である。これらのプロジェクトのうち, ミチゲーション事業として行われたものは僅かに 1 か所であり, 残りは全て環境修復事業として実施されている。さらに, 今後の 5 ヶ年計画 (1998~2002 年) では 15 のプロジェクトが計画されており, 最終的には 150~200 のプロジェクトを実施する予定となっている。これらのプロジェクトにおいては, いずれも Tampa Bay National Estuary Program: TBNEP (連邦環境保護局管轄) が推奨している "Restoring of Balance" 手法を可能な限り導入し, Tampa 湾におけるエコシステムの 100% の回復を最終目標とした, 総合的な環境修復事業の展開を目指している。SWIM Program における降雨水処理方法としては, 多様な生物が生息する洪水調整池を築造し, 生物による水質浄化を図る方法と, 化学凝集剤を活用する方法が代表的である。

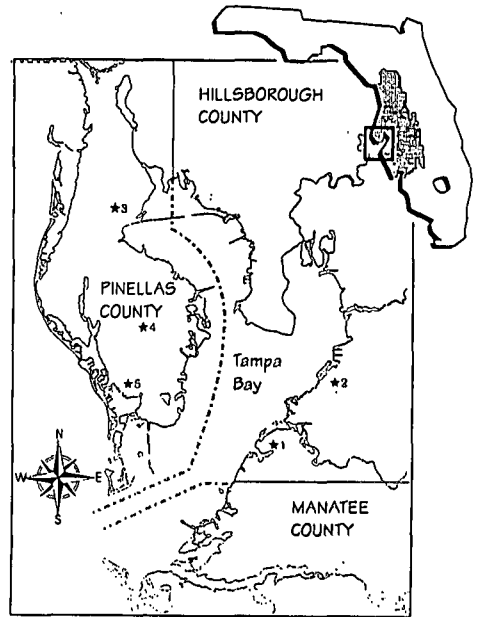


図-5.1 Tampa 湾の概況と視察地

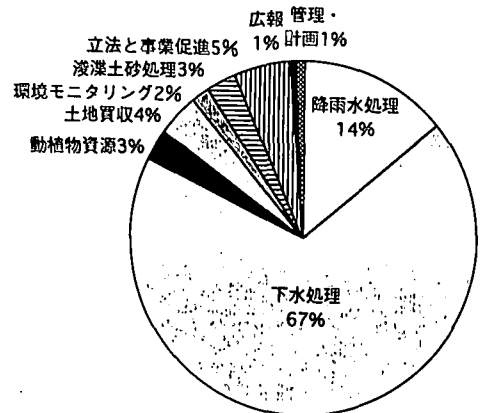


図-5.2 Tampa 湾の環境修復事業割合

5.3 SWIM PROGRAM の事例

図-5.1 に視察した 5 つの SWIM Program 実施箇所を示す(図中の★). その中から、生物の浄化機能を活用した降雨水処理事業と化学凝集剤を活用した降雨水処理事業の 2 事例を次に紹介する。

(1) Cockroach 湾岸：生物浄化機能の活用(図-5.1 の★1/図-5.3)

1) 対象地は、60ha の wetland と 200ha の upland で構成されており、動植物の生息地の消失のみならず、降雨時に農薬等で汚染された雨水が湾内に流出するとともに、ブラジリアンペッパー、オーストラリアンパイン等の帰化植物の繁殖が問題視されている。upland は私有地のため 210 万 \$ で買収した。

2) 推進組織：プロジェクトを推進するにあたり、SWIM スタッフを中心に、連邦政府や州政府など様々な人員で構成された Cockroach Bay Restoration Alliance(COBRA)という組合組織とその下に 3 つの委員会を設立し、プロジェクトの具体的な計画を練った。

3) 事業目標：野生生物のための生息地の提供、農地から流出する雨水の水質浄化、降雨時のシートフロー(表層の泥流)の湾内流入阻止(写真-5.1)、さらに環境修復事業及び雨水処理施設に関する効果の評価を目標とした事業である。

4) 事業概要：プロジェクトは、2つのフェイズに分けられている。第1フェイズは北部の農耕地およびリン鉱石(貝殻)採掘場跡地の環境修復と南東部の洪水調整施設建設の約 80ha の工事であり、第2フェイズは 120ha 以上の upland における環境修復工事である。工事の主な内容は、採掘場跡地に池や水路を掘り込み、これらを利用して水流を制御することによって洪水調整や水質浄化を図るとともに、帰化植物を伐採し在来種を植生することである。なお、伐採された帰化植物は、植木チップや薪材として利用され、在来種の植生作業には数百人にも上るボランティアが参加している。

5) 事業費：第1フェイズの事業費としては、建設費と管理費をあわせて約 210 万 \$ が当てられた。

6) 施工期間：施工は SWIM Department の直轄工事として実施されており、その建設コストは概算で 1 万 \$ /ha 程度となっており、民間の建設業者などに請け負わせた場合に比べ約 25~50% のコストダウンが図られている。工事は 1991 年から開始され、第1フェイズの一部(図-5.3 の 1A)が 1997 年中に完成する予定である。

(2) Pinellas Park での ALUM-Project：化学凝集剤の活用(図-5.1 の★4)

1) 概要：Florida 州では、化学凝集剤(硫酸バンド)を用いた降雨水処理システムのパイロット事業が盛んである。本処理システムは、生物浄化処理に比べ施設規模が小さく、市街地に適している。Pinellas Park での降雨処理面積は約 40ha であり、住宅地からの雨水は直径 1.5 m の地下パイプにより処理小屋まで集水している。処理小屋内にはポンプ、流量調整メーター、PH メーター、凝集剤調整メーター等が設置されている。処理小屋はコンテナ化されており、移動が簡単である。集められた水は、処理小屋、硫酸アルミニウム沈澱池を経由して、上澄み水は放流し、スラッジは処理池より排出する。

2) 処理システムの特徴：凝集剤として使用する硫酸アルミニウムは凝集能力が高く、水と反応して汚染を浄化する能力に優れている。浄化能力としては、DO で 3.5mg/l を 7.4mg/l に、また、TP 除去率は 89%、TN 除去率は 78% であり、脱チッソ、脱リンに優れている。なお、PH 調整のため水酸化ナトリウムが付加されている。

5.4 SWIM の環境教育への取り組み

SWIM は、環境教育の重要性を認識し、環境教育の実践に力を注いでいる。その取り組みの概要を次に示す。

①今回、我々が視察したような環境修復地の学習体験ツアーを企画し、市民は積極的に参加している。②環境教育のための環境教育ガイドブック(STORMWATER AND YOU A TEACHER'S MANUAL)を作成している。③学校の先生は、SWIM が作成した子供向けの「環境教育ガイドブック」を活用し、環境教育授業を行っている。

6. Tampa 湾におけるモニタリング

ミチゲーションの正否の判断には、水質や生態系が事前の予測通りに進んでいるか否かを示すデータが必要である。Tampa 湾では環境修復事業が主であるため、ミチゲーションで実施されるような事前の水質や生態系の価値評価は行っていない。しかし、修復事業の成否を把握し、今後の事業遂行にフィードバックするために、詳細な科学的方法に基づいた環境調査(モニタリングと呼ぶ)を行っている。以下、Tampa 湾でのモニタリングプログラムを紹介する^{7,8}。Tampa 湾では、これまで Tampa 湾を囲む 3 つの郡と Tampa 市が独自にモニタリングを行ってきた。観測点は 125 点に

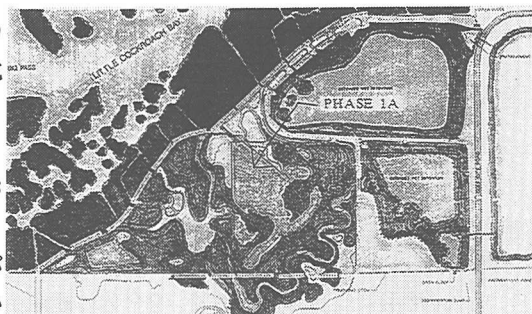


図-5.3 Cockroach 湾岸での計画平面図



写真-5.1 降雨水調整池と水路

のほり各種の水質項目や、底生生物、生態系などが毎月～隔年の頻度で調査されていた。しかし、湾全体に対するデータの整合性に欠けることと不経済性が指摘され、湾全体の環境を統括的に管理する TBNEP(Tampa Bay National Environmental Program)の技術委員会(TAP)勧告を基に、湾全体を統合的にモニタリングするプログラムを構築することになった。このプログラムは、EPA が開発した EMAP(Environmental Monitoring & Assessment Program)を Tampa 湾用に改良したもので、湾全体の観測情報の時間的、場所的バランスを均一にすることを目的としている。このため、上述の4官庁が協力してデータフォーマットを統一し、互いの観測点のデータを共有しあって統計処理する。EMAPの特徴は、統計的に偏りのないデータを得るために、観測点の配置と観測間隔の決定(サンプリングデザイン)に確率論を採用している点である。EMAP のなかでも EMAP-E(Estuarine)では、六角形のグリッドを湾全体にランダムに配置し(図-6.1)、各グリッド内に観測点が1つランダムに存在するように設定するものである。こうして1つの観測点の選定確率と2つの観測点の同時選定確率を計算した上で、以下に示す式(Horvitz-Thompson の推定法)を用いてデータ評価をする。

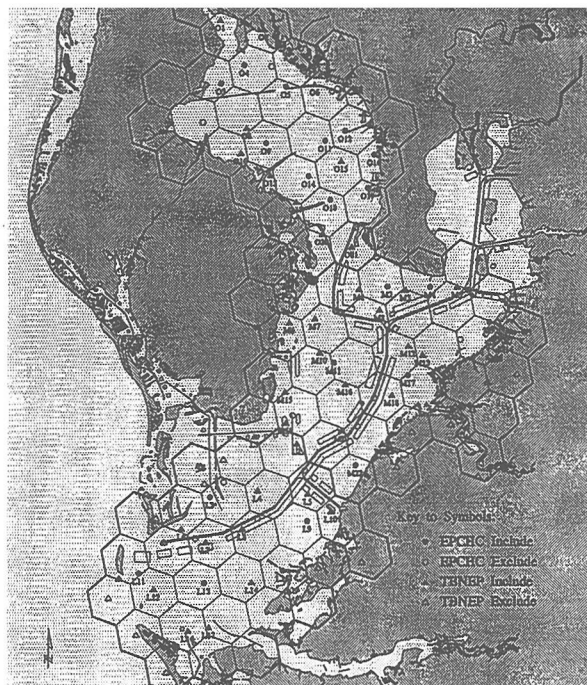


図-6.1 Tampa湾の水質と底生生物調査グリッド

ここで、 Y_m : 平均の推定値, $SE(Y_m)$: 標準偏差の推定値, A : 観測エリアの全面積, Y_i : i 番目の観測点のデータ, π_i : i 番目の観測点の選定確率, π_{ij} : i 番目と j 番目の観測点の同時選定確率。

$$Y_m = (\sum Y_i / \pi_i) / A \quad \dots \dots \dots (1)$$

$$SE(Y_m) = (1/A) \sqrt{[\sum \sum (\pi_i \pi_j / \pi_{ij}) (Y_i / \pi_i - Y_j / \pi_j)^2]}$$

$$\dots \dots \dots (1)$$

$$\dots \dots \dots (2)$$

ここに、 Y_m : 平均の推定値, $SE(Y_m)$: 標準偏差の推定値, A : 観測エリアの全面積, Y_i : i 番目の観測点のデータ, π_i : i 番目の観測点の選定確率, π_{ij} : i 番目と j 番目の観測点の同時選定確率。

TBNEP では、タンパ湾での既設の観測点が EMAP のグリッドと一致するようにした。サンプリング観測項目は 1) 水質, 2) 底生生物と底質, 3) 大気系負荷(沈降性の汚染物質) 4) 生息域 5) 魚介類と野生生物である。一例として、Tampa 湾での海藻モニタリングは、現在、2年に1度航空写真を撮り、50箇所の観測点で潜水調査によるシーツルースを把握している(Level-1)が、今後段階を追って、正方形板を用いた海藻の質と水質の同時測定追加(Level-2)、光量、海藻のバイオマス、水中着生植物、流れ藻の重量、海藻の葉の生産量などの追加(Level-3)、さらに、計測頻度を海上で年4回、航空写真を年1回に引き上げる(Level-4)勧告がなされている。

7. おわりに

アメリカでの調査の結果、ミチゲーションに関する最新の予測・評価技術、モニタリング技術および環境修復技術を知ることができた。アメリカでも San Onofre 発電所のような典型的な「ミチゲーション」事例は少なく、コストを強く意識した、規模の小さい「環境修復型ミチゲーション」が多いことがわかった。今後、これらの事例を参考に、わが国独自の環境修復事業のありかた、ミチゲーション技術の方向性を検討する必要がある。

本論文は、(社)日本海洋開発建設協会海洋工事技術委員会(平島委員長)のミチゲーション技術専門委員会(高野委員長)が派遣した訪米調査団の報告書⁵⁾を基にまとめたものである。調査に同行された団員の方々に感謝申し上げる。準備に当たっては、東京大学工学部の磯部雅彦教授に親身なご助言を頂いた。TEKMARINE社の鮮于博士には、訪問先の紹介から調査旅行への同行に至るまで、懇切丁寧なご支援を頂いた。ここに、深く感謝する次第である。

文献

- 1) 小島治幸・磯部雅彦：アメリカにおける沿岸域管理の現状と制度、リバーフロント研究所・リバーフロント整備センター、1995、p122.
- 2) 磯部雅彦：米国のミチゲーションの動向と日本への適用における課題、海工論文集第43巻、1996、pp.1156-1160.
- 3) ECOSYSTEM'95: International Conference on Ecological System Enhancement Technology for Aquatic Environments, Proc. Vol.I&II, Tokyo, 1995.
- 4) C.J.Sonu：米国におけるミチゲーションの現状、ミチゲーションセミナー講演、日本システム研究所・日本テトラポッド(株)、1993.12.
- 5) (社)日本海洋開発建設協会海洋工事技術委員会・ミチゲーション技術専門委員会：アメリカのミチゲーション技術に関する事前取材調査報告書、平成8年12月、p109.
- 6) 土木学会海岸工学委員会地球環境問題研究小委員会：沿岸域の在り方-21世紀に向けた海岸工学の課題-平成8年12月、p178.
- 7) Florida Tampa Bay National Estuary Program : Charting the Course for Tampa Bay, Jan.1996.
- 8) Florida Tampa Bay National Estuary Program: A Monitoring Program to Assess Environmental Changes in Tampa Bay, February 1994.