

2008
September
Vol.19

建設・環境技術レポート&トピックス

I-NET

Contents

14 12 10 08 06 04 02

生態系の定量的評価手法を用いた河道計画の立案、千葉県一宮川を例として、河口域における希少魚類の保全対策
サンゴ礁の再生に向けた官民一体となった取り組み、石西礁湖自然再生協議会の紹介、河川堤防の質的整備計画、土器川水系土器川、ダム機能向上と機能長期化に向けて
危機管理行動計画について
一般鉛直座標[Generalized Coordinate System]による流動モデル開発

TOPICS

循環式飼育実験施設完成のお知らせ

人と地球の未来のために――



いであ株式会社

Column

カーボン・オフセットとカーボン・フットプリント

発生した二酸化炭素(CO₂)を相殺(オフセット)するサービス「カーボン・オフセット」が地球温暖化対策の大きな柱の一つとして位置付けられています。その現状とカーボン・フットプリントについて簡単に紹介いたします。

わが国の2006年度の温室効果ガス排出量は前年度より1.3%減少しましたが、京都議定書の基準年である1990年度より6%以上増であることは変わらず、6%削減目標に対しては本年度から5年間の約束期間で12%以上の削減が急がれています。政府はこの削減対策として電気事業、森林吸収及び排出権取引で約8割を計画し、残りの2割の削減分は自主的行動や国民運動及び政策牽引で計画していますが、具体性はあまりみえていません。

そのようななか、近年、「カーボン・オフセット」という取り組みが広がってきました。これは、個人や組織が、削減困難部分の温室効果ガス排出量について、クレジット(ほかの場所で実現した排出削減・吸収の証明された量)を購入することにより、排出量の全部または一部を埋め合わせることをいいます。

それはオリンピックや国際会議のような一部の参加者だけでなく、Jリーグのようなイベント、結婚式、旅行、年賀状、宅配便などの市民生活のなかで実施される自主的な取り組みであり、ちょっとした寄付金で「地球環境にやさしい結婚式」などの個人の満足感を得られることが拡大の要因になっています。

環境省では、「カーボン・オフセットに用いられるVER(Verified Emission Reduction)の認証基準に関する検討会」を設置し、2008年3月に第1回検討会を開催しました。このなかで国内森林や海外植林のVER認証基準やVERの信頼性を確保するための仕組み等について検討を進め、さらにカーボン・オフセットフォーラム(<http://www.j-cof.org/>)を2008年4月1日に設立し、4月15日に講演会・会合が開催されました。

基調講演を行った国連環境計画の末吉特別顧問は、「一定要件を満たす民間の自主的・ボランティアなCO₂排出削減事業で発行される排出権(VER)は、数年先には京都議定書クリーン開発メカニズム(CDM)に基づく排出権取

引(CER)と同等の市場になる可能性があり、都会の金を地方で活かすことができ、格差解消にもつながる。」とカーボン・オフセットへの期待を語りました。

こうしたカーボン・オフセットが注目され始めたなか、経済産業省では「カーボン・フットプリント」に着目しています。カーボン・フットプリントとは、製品のライフサイクル(原材料の調達～製造・輸送・使用～廃棄・リサイクルまで)を通して排出されたCO₂量(いわゆる「炭素の足跡」)を製品に表示するもので、商品選択の要素の一つであり、事業者・消費者の相互に温暖化対策とCO₂排出の意識向上を促すことが目的です。

2008年6月17日には、「カーボン・フットプリント制度の実用化・普及推進研究会」(座長・稲葉敦東京大学教授)の初会合が開かれ、制度の基本検討や算定・表示方法のあり方及び表示の信頼性を担保するシステムなどの検討を始めました。12月のエコプロダクツ展では商品サンプルが出品される予定です。

続いて6月19日にはサッポロビールが、2009年から350ml缶生ビール容器の表面に原料栽培から缶容器を廃棄するまで(すなわちライフサイクル)に生じた1缶当たりのCO₂排出量を表示すると発表しました。

こうした国内での基準検討と並行して、わが国は、2008年6月27日にコロンビアで開催されたISOのTC207(技術委員会)において、英国、ドイツとともにISOにカーボン・フットプリントに関する国際規格の作成提案を行っています。

ライフサイクルアセスメントに基づく製品の定量的表示規格である「ISO14025タイプⅢ環境ラベル」として、国内では「エコリーフ認証制度」、国際的にはスウェーデンを中心とした「EPD(製品環境宣言)認証制度」がすでに行われていますが、今後は、この既存認証制度の活用または別の第三者認証制度か自己評価宣言の基準が選択されていくものと考えられます。

生態系の定量的評価手法を用いた河道計画の立案 ～千葉県一宮川を例として～

国土環境研究所 生態解析グループ 前田 研造

近年の河川事業では、従来の治水、利水に加えて、河川環境の観点からも評価・検討を行い、河道改修計画等を立案することが求められています。千葉県の一宮川で行った生態系の定量的評価手法を用いた河道計画の立案事例について紹介いたします。

※本検討は、千葉県から財団法人リバーフロント整備センターに発注された「平成18年度住宅市街地基盤整備委託（一宮川下流整備方策検討）」の一部を当社が担当したものです。業務の成果は、土木学会の河川技術論文集 第13巻（2007年6月）にも掲載されています。

はじめに

1997年の河川法改正で、従来の「治水」「利水」に加えて「河川環境の整備と保全」が河川事業の目的に加われました。これを受けて、国や自治体などの河川管理者は、治水、利水とともに河川環境の観点からも評価・検討を行い、河道改修等の計画を立案する必要があります。また、価値観の多様化が進むなか、河川事業の目標や効果について、流域住民にわかりやすく具体的に説明することが求められています。

しかしながら、河川的环境について具体的な数字等で表現することは難しく、これまで定量的な評価に基づく計画立案はほとんど行われませんでした。

定量的評価手法を用いた河道計画の考え方

今回、千葉県東部を流れる一宮川の河道拡幅工事の計画立案に当たり、米国の環境アセスメント等で広く採用されている“HEP（ヘップ）”という生態系定量評価手法を応用し、河道断面形状の検討を行いました（HEPの詳細い説明については「i-net Vol.9」をご覧ください）。

検討作業は、図1に示す手順で行いました。

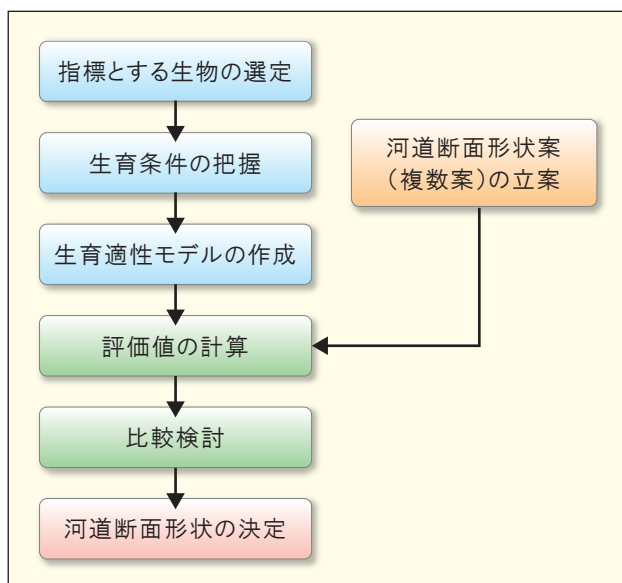


図1 河道断面形状検討の手順

(1)指標とする生物の選定

生態系の定量評価を行うための指標生物として、植物のヨシを選定しました（写真1）。ヨシは、ヨシ原を形成し、クロベンケイガニやオオヨシキリなど一宮川を代表する生物の生息場所や繁殖場所を提供します。つまり、ヨシは当該地域の生態系の基盤となる生物といえます。



写真1 評価のための指標生物として選定したヨシ

(2)生育条件の把握

実際に一宮川で現地調査を行い、ヨシの生育条件を把握しました。ヨシの生育密度と種々の環境要素との関係について調べ、例えば地盤高との関係については、T.P.±0.0m（平均水面付近の高さ）からT.P.+0.7mまでの範囲で生育密度が高いことを確認しました（図2）。

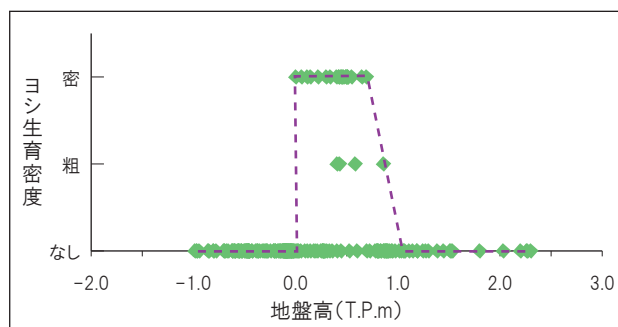


図2 ヨシの生育密度と地盤高との関係

(3)生育適性モデルの作成

現地調査で確認した複数の生育条件をもとに、一宮川のヨシに関する簡易な生育適性モデルを作成しました。表1に示すように、「地盤高」と「勾配」に関する生育条件を便宜的に点数化し、それらの点数の幾何平均をヨシの生育適性を表す値としました。

表1 生育条件の点数化

生育条件	地盤高				勾配		
	T.P.±0.0m 以下	T.P.±0.0m ～ T.P.+0.7m	T.P.+0.7m ～ T.P.+1.0m	T.P.+1.0m 以上	1度 以下	1度 ～ 20度	20度 以上
ヨシの密度	なし	密	粗	なし	なし	密	なし
点数	0点	1点	0.5点	0点	0点	1点	0点

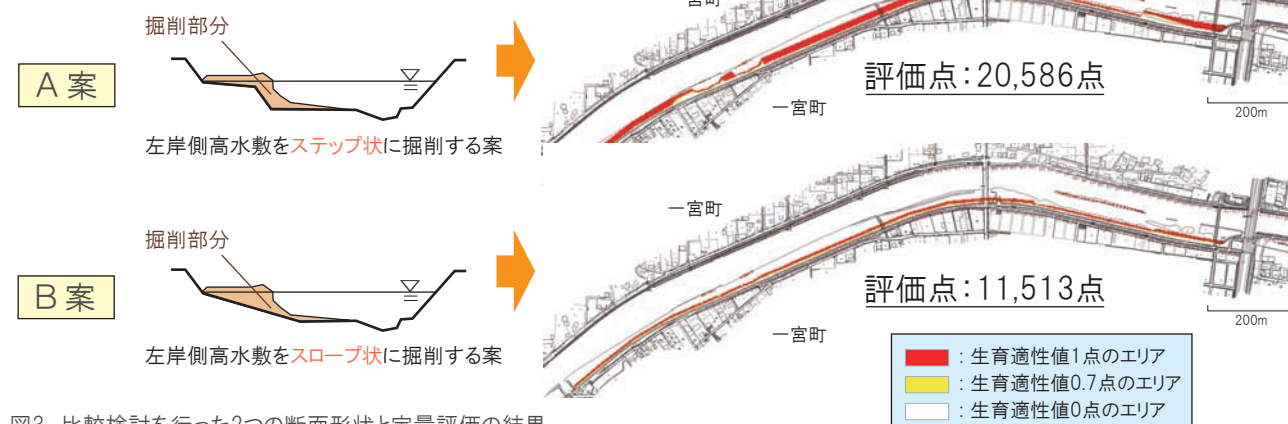
一宮川のヨシ生育適性モデルの式

$$\text{ヨシの生育適性値} = (\text{地盤高の点数} \times \text{勾配の点数})^{1/2}$$

定量的評価による河道断面形状の決定

作成したヨシの生育適性モデルを用いて評価値を計算し、比較検討により河道断面形状を決定しました。

評価値の計算は、左岸側高水敷の掘削形状が異なるA案、B案の2つの断面について行いました(図3)。評価対象範囲を図面上で1m×1mのメッシュセルに区分し、地形測量の結果から各メッシュセルの地盤高と勾配の値を計算しました。それぞれの値を前述のモデルに当てはめ、各メッシュセルの生育適性値を計算し、それらの合計値を評価値としました。計算の結果、A案の評価値は20,586点、B案の評価値は11,513点となり、河川環境の観点からは、A案の方がB案よりも約1.8倍豊かな生態系が形成されるという評価結果となりました。この定量評価結果を根拠として、最終的な河道断面形状をA案に決定しました。



モニタリング調査の実施と順応的管理

上記により決定した断面形状を地元住民代表に説明し同意を得て、実際に河道拡幅工事が行われました。同時に、工事後の生態系の形成状況を監視するために、地形、植生及び生物生息状況に関するモニタリング調査を開始し、1年目の調査では、ヨシ原が順調に形成されつつあることを確認しました(写真2)。

しかしながら一部のエリアでは、土砂の堆積により地盤高が計画した高さよりも高くなっており、ヨシ以外の植物が広がる傾向もみられました。そのため、今後もモニタリング調査を継続することにより生態系の変化を監視し、順応的な管理を行っていくことが必要と考えています。



写真2 工事後1年目の現地の状況

当社の今後の取り組み

生態系の定量的評価手法を用いた河道計画の立案は国内でもまだ事例が少なく、今回の一宮川の事例は先駆的な取り組みといえます。今後当社では、本事例をモデルケースとして、他の河川における自然再生事業等にも適用を拡大していきたいと考えています。

また、将来的にはこの生態系定量的評価手法と当社が得意とする河川の物理環境シミュレーションとを組み合わせ、生物生息場の予測評価モデルを作成したいと考えています。このモデルは、戦略的環境アセスメントにおける合意形成のツールや希少生物保全対策の検討ツールとして幅広く活用可能と考えています。

河口域における希少魚類の保全対策

環境創造研究所 環境生態グループ 南城 利勝、杉島 英樹、山口 友樹
国土環境研究所 環境調査グループ 富永 恭司

狩野川におけるアユカケの産卵場造成と造成地におけるモニタリング調査を例として、希少魚類の保全を目的としたミチゲーション事業について紹介いたします。

はじめに

河川水と海水が混じりあう河口域は、塩分濃度や水温が大きく変化する特異的な環境です。河川水由来の土粒子と潮汐によって運ばれた砂質は河口域に堆積し、干潟や砂州など河口域特有の環境が形成されています。そのため、河口域には水生植物や底生動物など多くの生物が生息し、それらを餌としている魚類や鳥類もまた多くみられます。

魚類にとって河口域は餌場として利用されるとともに、河川と海を行き来する回遊ルートとなっています。生活史のなかで河川と海を行き来する魚類のことを“通し回遊魚”といいますが、アユ、サケ、ウナギなどの漁業上の有用な魚類もそれに含まれます。アユカケもこれら魚類と同じく通し回遊魚で、河口域を産卵場として利用しています。



写真1 狩野川河口域で確認されたアユカケ

アユカケとは

アユカケはカジカ科の魚類で別名カマキリと呼ばれる淡水性魚類です。近年個体数の減少や魚体の小型化が報告されており、環境省(2007)では絶滅危惧Ⅱ類、水産庁(1998)では減少種、静岡県(2004)では準絶滅危惧種に指定されている希少魚類です。主な生息場は河川中流域ですが、冬季には降河して河口域から沿岸付近で産卵します。ふ化した後は沿岸で過ごし、春に河川を遡上します。神奈川・秋田両県以南の本州、四国、九州に分布し、本事業が行われた狩野川での生息も確認されています。

アユカケ産卵場代替地の造成について

狩野川河口域では、隣接する沼津港の改修工事に伴って道路改良工事が計画され、この工事において河口部右岸での浚

渫、河岸の改変が実施されることとなりました。これら河口域で計画された一連の工事により、アユカケの産卵場所が失われることが危惧されました。そのため静岡県では、狩野川においてアユカケの保全事業に取り組むことにしました。当社は2001～2007年度に静岡県から委託を受け、狩野川におけるアユカケ保全に関する一連の調査を実施しました。

狩野川河口域におけるアユカケ保全のためには、まず本種の産卵状況の実態を調べる必要があります。2002～2003年度に実施した調査により、狩野川におけるアユカケの産卵場所は狩野川河口域の両岸沿いにあり、特に右岸では工事による改変区域と重なっていることが分かりました。そこで、アユカケの産卵場の造成を行うとともに、造成後の産卵状況をモニタリング調査によって確認し、狩野川河口域におけるアユカケの保全対策を行いました。

産卵場代替地の造成にあたっては、事前調査で得られた結果や既存知見をもとに、アユカケの産卵時期、産卵場の河床状況、環境特性などの条件を整理し、代替場を造成する時期、場所(面積)、造成方法(施工法)などを検討しました。検討した産卵場代替地造成のポイントは表1に示すとおりです。主な造成方法はアユカケが産卵床として利用しやすい大きさの石を造成場所に配置するというもので、河口域の景観が損なわれず、また低コストで施工することができます(写真2)。

表1 アユカケ産卵場代替地造成のポイント

造成時期	アユカケの産卵期は12～1月のため、代替地施工は遅くとも秋季(10月)までに完了させる。
造成場所	アユカケは河床高T.P. ^(注) -150～65cmを中心とした干潮線以深、礫質の多い河床を好む。造成場所は同様の環境条件を満たす、道路敷設区域の岸から50m沖の1,500m ² を選定する。なお、造成面積は工事によって失われる右岸河床面積と同様とする。
造成方法	アユカケが産卵床として最も利用しやすい一辺40cm×50cmで、地元から採掘される宇久須石を選定。1m ² あたり1つ(合計1,500個)施工。

注)東京湾平均海面



写真2 産卵場代替地に施工したアユカケ産卵床

産卵場代替地におけるモニタリング結果

表1の産卵場代替地造成のポイントに従い、2004年夏に産卵場代替地を造成しました。産卵場代替地造成後、毎年アユカケの産卵時期である12月と1月に、産卵場造成地を中心としたアユカケ産卵状況調査を、潜水目視によって実施しました。

調査の結果、狩野川の右岸・左岸ともにアユカケの産卵が多く確認されました(写真3)。特に、産卵場代替地では2004年12月にアユカケ親魚が多数確認され、それ以降はアユカケの産卵も多数確認されました(図1)。

狩野川河口域の工事は2006年に終了しましたが、工事中～工事後を通して、河口域においてアユカケの産卵個体群が維持されていることが確認できました(図2)。河口域は流況の変化が大きく、また大規模出水等によって河床状況が変化する可能性があります。施工した産卵場代替地をアユカケの産卵場として維持するためには、適宜のモニタリング調査実施や、順応的な対応を行うことが望ましいと考えられます。



写真3 産卵場代替地で確認されたアユカケの卵塊

今後の取り組み

今回のような希少魚類の保全対策を、今後、他の河川や魚類に対して適用するためには、対象となる魚類の現地での生態、及び河川環境の特性を事前に十分に把握・検討してから進める必要があります。当社は、今回紹介したアユカケに限らず、トカゲハゼ、タイワンヒライソガニ、ヒヌマイトシボなど、これまで多くの希少生物の保全事業の経験と実績があります。これらの事業で得られたノウハウと技術力を駆使して、今後も希少生物の保全事業に積極的に取り組み、自然環境及び生態系の保全・再生に貢献していきたいと考えています。

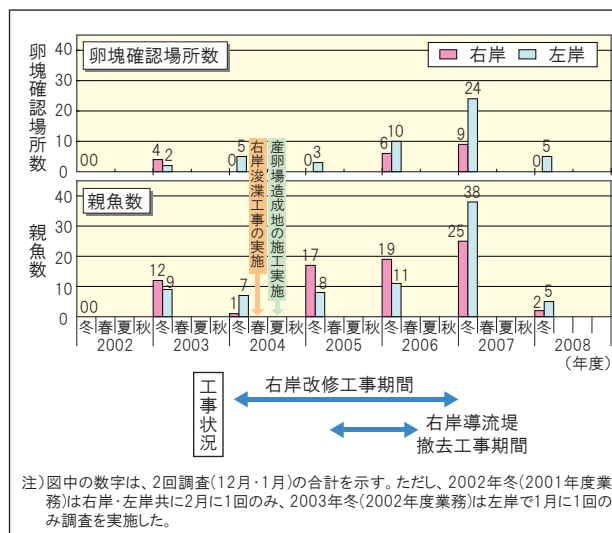


図2 狩野川河口域におけるアユカケの産卵状況

〔引用文献〕

- 水産庁(1998):『日本の希少な野生水生生物に関するデータブック』
- 静岡県(2004):『まもりたい静岡県の野生生物-静岡県版レッドデータブック-』
- 環境省(2007):『改訂・日本の絶滅のおそれのある野生生物-レッドデータブック-』

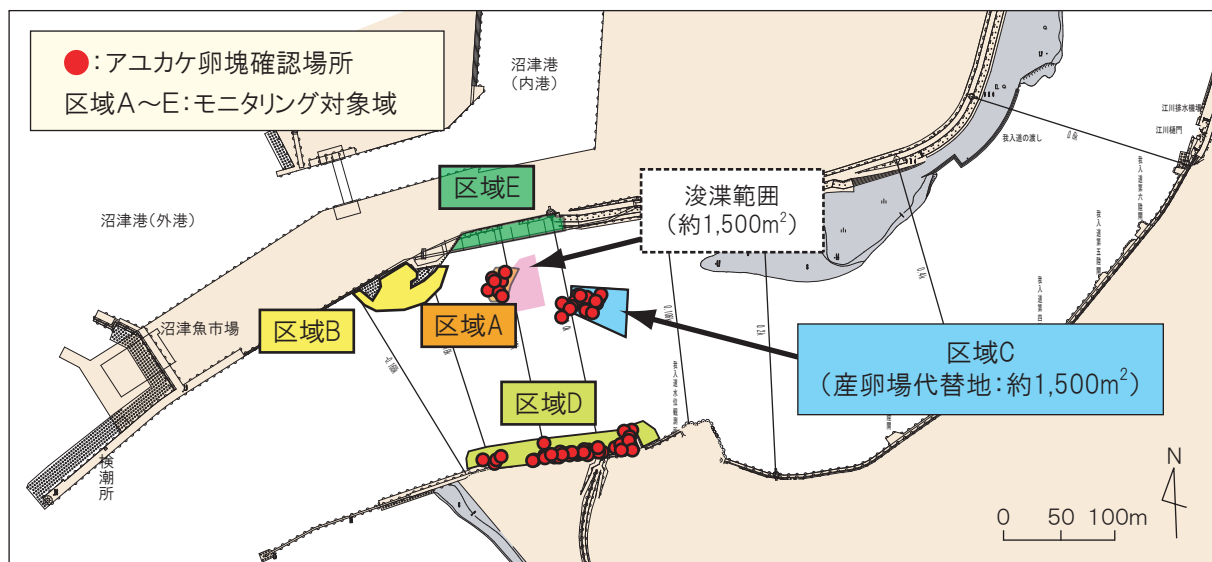


図1 狩野川河口域におけるアユカケ卵塊の確認場所(2004～2007年度調査)

サンゴ礁の再生に向けた官民一体となった取り組み ～石西礁湖自然再生協議会の紹介～

国土環境研究所 環境技術グループ 黒川 忠之

沖縄県の石垣島と西表島の間に広がる日本最大規模のサンゴ礁域である石西礁湖^{せきせいしやうこ}で、官民一体となったサンゴ礁再生に向けた取り組み(石西礁湖自然再生協議会)が進んでいます。当社では、このような協議会やワークショップの運営をお手伝いいたします。

はじめに

石西礁湖は、沖縄県の石垣島と西表島の間に広がる、南北約15km、東西約20kmの日本で最大規模のサンゴ礁です(写真1)。



写真1 石西礁湖の航空写真

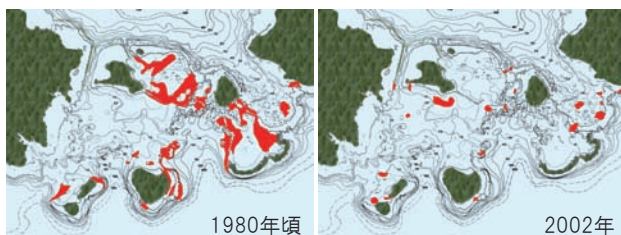
石西礁湖には、約360種のサンゴが生息しており、さまざまな生物の採餌や繁殖の場としても利用され、石西礁湖の生態系の基礎となる重要な生物です。

また、石西礁湖は海の生物にとって重要なだけでなく、地域住民にとっても、魚介類を与えてくれる恵み豊かな海であり、美しい安らぎを与えてくれる海でもあります。

さらに、離島が多く、交通手段は主に船舶となることから、多くの船の往来があり、ダイビングも行われるなど、自然環境が豊かであり、しかも、多種多様な関係者により、高度に利用されている海域でもあります。

しかし、このサンゴが近年衰退しています。

図1は1980年頃と、2002年のサンゴの被度(サンゴが海底を覆っている割合)が高い所を赤色で示したものです。



(※図の赤い部分はサンゴの生育がよいところ)

図1 サンゴの被度の変遷

この衰退の原因は陸域からの赤土等の流入、オニヒトデ等による食害や高水温による白化などさまざまな要因が考えられています(写真2)。



写真2 衰退の要因例

自然再生協議会とは

このように衰退しているサンゴを何とか元の元気な姿に取り戻したいという思いを持った人々が集まり、環境省那覇自然環境事務所、沖縄総合事務局開発建設部港湾計画課が事務局となって、2006年2月に「石西礁湖自然再生協議会」(以後、「協議会」と言う)が発足しました。

協議会は、自然再生推進法という法律に基づき設置されたもので、石西礁湖の自然再生に向けた取り組みを行うために以下の事を行っています。

- (1)石西礁湖自然再生全体構想の作成
- (2)石西礁湖自然再生事業の実施者による実施計画の案に関する協議
- (3)石西礁湖自然再生事業の実施に係る連絡調整
- (4)その他必要な事項の協議

「石西礁湖自然再生全体構想」とは、石西礁湖自然再生の全体的な方向性を定めるもので、自然再生の対象となる区域や目標、自然再生を進めるうえでの基本的な考え方やその具体的な取り組み方法及びその取り組みを行う役割分担などが書かれています(図2)。



図2 石西礁湖自然再生全体構想

この全体構想の完成までに、5回に渡る協議会の開催を行いました。

先に説明したとおり、石西礁湖は多様な主体によりさまざまな利用がなされており、自然再生の考え方も多種多様です。

そこで、協議会では、グループディスカッションなどを通じて、お互いの意見をぶつけ合い、より良い自然再生が行えるように議論をしてきました。

なお、全体構想はホームページ(<http://shizensaisei.com/>)に掲載されています。

協議会の様子

協議会には94の個人・団体が集まっています(2008年3月31日現在)。協議会では、科学的認識の下、共通の認識を持ってサンゴの再生が行えるように、最新のサンゴの状況の紹介や各種取り組みの現状についての説明が行われました。

こうした、最新のサンゴの状況を把握したうえで、委員各自のサンゴに対する思いや自然再生を行う際の問題点等について、グループディスカッション等を通じて合意形成を図り、まとめてきました。

また、委員のみならず、広く一般の方々にも石西礁湖のサンゴの状況について知ってもらうために、さかなクンを招いたトークショーや地元の海人(ウミンチュ:漁師)や専門家による講演会の実施や実際に海に潜ってサンゴを観察する観察会なども開催してきました(写真3)。



写真3 協議会の様子

協議会と当社の係わり

当社は、環境省那覇自然環境事務所より協議会の運営業務を受託し、発足段階から協議会運営をお手伝いさせていただいております。

協議会の運営は、協議会委員の募集から始まり、参加者の取りまとめ、会場の手配、資料の作成、協議会当日の進行、議事録作成、広報資料やホームページの作成、委員意見の取りまとめなど、さまざまな作業があります。

また、協議会にはさまざまな立場の方々に参加しています。そのため、参加人数が多い協議会では、議論の的がうまく絞れない、声の大きい人の意見が通ってしまうなどの問題が時として発生してきます。さらに、委員のモチベーションを保つための工夫も必要となってきました。

そこで、当社ではさまざまな意見を抽出し、建設的に議論が進むような方法を提案し、協議会の運営をお手伝いさせていただきました。例えば、初めての協議会では、どのような立場の人がどのような意見を有しているのかわかりません。

そこで、全ての人の意見を抽出し、各人の思いを共有化するために「意見記入カード」を委員全員に配り、その場で自分の思いを書いてもらい、会場前面のボードに貼り付けてもらいました。

このカードを委員全員で見ながら共感できる意見に赤いシールを貼り付けてもらいます。赤いシールが多くなったカードほど、皆が共通して感じている思いとなります(写真4)。



写真4 意見抽出の様子

このように、議論の成熟の度合いに応じ、テーマを絞ったグループディスカッションの実施、現地視察のコーディネート、専門家への講演依頼など、協議会の運営をサポートさせていただきました。

おわりに

昨今は、環境行政のさまざまな場面で地域住民を交えた合意形成が必要となっております。また、合意形成の過程や結果はすばやく情報公開することが求められます。

当社では、協議会の運営のみならず、さまざまなワークショップや委員会等の運営の実績がございます。

これらの経験を活かし、合意形成が必要となるさまざまな協議会、ワークショップ、委員会等のお手伝いをさせていただきます。

河川堤防の質的整備計画 ～土器川水系土器川～

大阪支社 水圏グループ 志村 智昭

堤防は、長い年月をかけて逐次強化を重ねてできた重要な防災構造物であります。高さや幅など堤防形状の不足を補うこれまでの量的整備に加え、より一層安全性を高めるために、堤防の中身についても評価する質的整備が求められています。

はじめに

国土交通省管轄の一級河川において、将来像となる河川整備基本方針が示され、今後30年間の具体的な整備目標である河川整備計画が策定されつつあります。その中で、洪水から流域住民の生命、財産を守る河川堤防では質的整備計画として、1耐侵食、2耐浸透、3耐地震に対し、安全性評価を実施し、安全率を満足できない箇所には河道特性や堤内地土地利用から選定した堤防強化対策工を検討しています。

- 1 侵食：洪水時に発生する高流速の河川水による河岸の侵食や洗掘から堤防を守れるかを検討する。
- 2 浸透：雨水、河川水によって飽和した堤防が崩れないかを検討する。
- 3 地震：地震で変形した堤防高が復旧までに発生すると想定される水位との高低を比較し、2次災害が発生するかを検討する。

2006、2007年度に参画しました国内有数の急流河川である土器川水系土器川堤防質的整備検討業務について記載いたします。

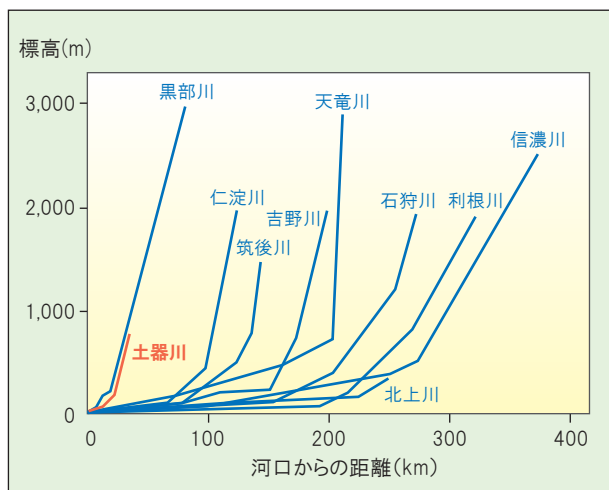


図1 全国主要河川との河床勾配比較縦断面図

土器川の現状

土器川は幹川流路延長33kmと短く、流域で降った雨がすぐに川に集まります。そして、河川水位が上昇し、下流に勢いよく流れて河岸を削り取る河道特性を有しています。過去の出水時で被害も少なからず発生しています。



写真1 侵食による被害状況

質的整備検討

(1)耐侵食

侵食に対する検討では、護岸構造と代表流速でその安全性を評価するため、現地調査より既設護岸工、護床工の有無、種別、設置高や高水敷幅等の現状把握を行います。そのうえで、検討地点における代表流速を算出し、力学的安定性等の照査を行います。

土器川では、流速が早く洗掘等の被災も発生しており、全川に安全性を満足できない箇所が分布しています。

対策工の検討では、出水毎に滞筋が変化することから設置範囲の設定が難しく、流速が早いことから流体力を満足できる護岸構造等に配慮しました。

(2)耐浸透

浸透では、現況堤防が所定の必要断面を満足している区間に対し、洪水氾濫区域が同一な区間や類似する区間を一連区間と設定しました。その中で最も厳しい条件にある箇所を代表断面として選定し、非定常飽和・不飽和浸透流解析により洪水時の水位上昇線を求め、安全性照査を実施しました。

解析結果より不安定区間は、事業実現可能な対策工を選定しました。

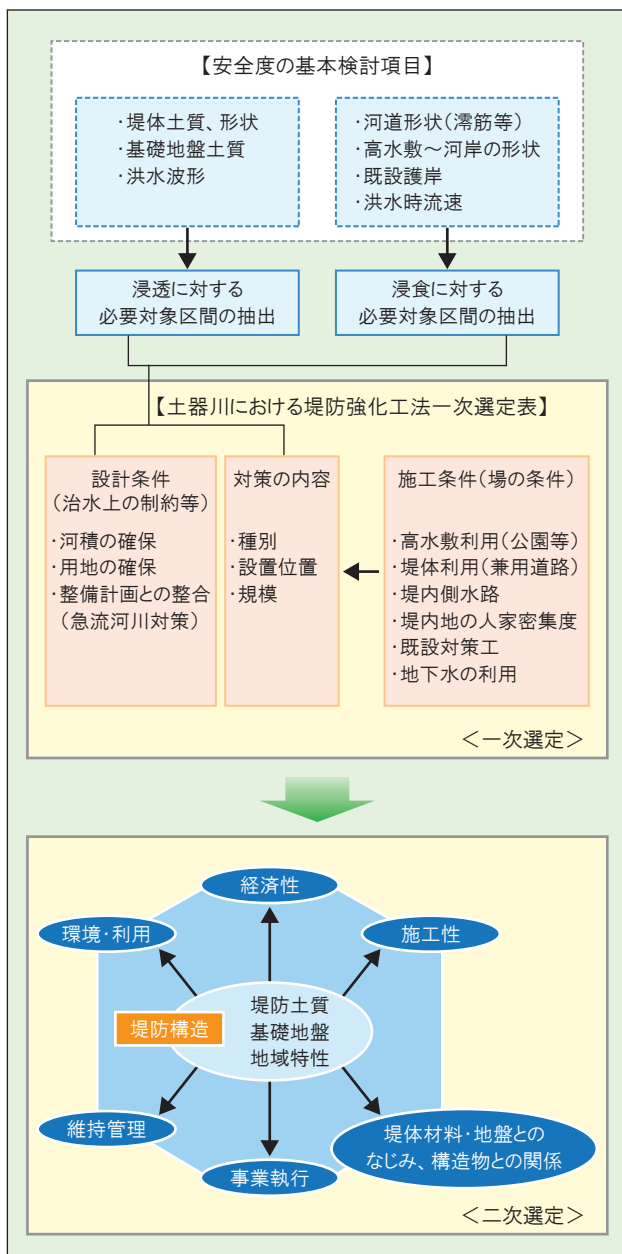


図2 対策工検討フロー

(3)耐地震

耐震照査では、「河川構造物の耐震性能照査指針(案)・同解説－H19.3」により、レベル2地震動に対する安全性照査を実施しました。基礎地盤上部における液状化層の有無が大きな要因となります。

土器川では既往土質調査より下流部に液状化の恐れがある砂質土層(中上流部では礫質土)があり、下流部左右岸の代表断面に対し、有限要素法を用いた静的自重変形解析(ALID)を実施しました。

結果、地震後の堤防形状より堤防高を求め、復旧までに起こりうる河川水位と比較しましたが、下回らないため二次災害がないことを確認しました。

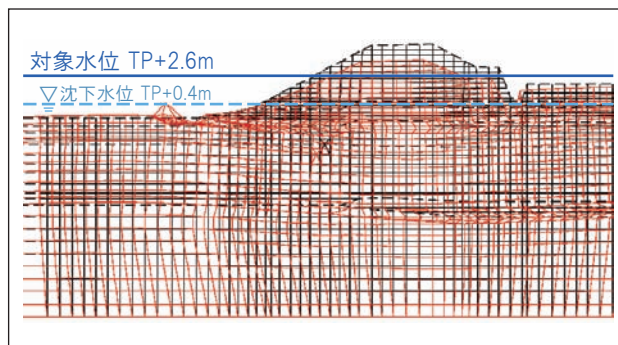


図3 静的自重変形解析(ALID)の解析結果

まとめ

今後の課題として、平常時には河川水が伏流し瀬切れが発生するような河川ですが、洪水時には流速が中～上流地区で非常に速く(8m/sを超える箇所もある)、耐浸食対策工の選定にも限度があります。よって、自然環境・景観も踏まえ流体力に耐える構造の新技术、新工法の開発が望まれます。

また、耐浸透に対しては質的整備対策工法のほか、断面不足区間の量的整備を並行して実施し、近年多発する異常気象に対応できるよう可能な限り、破堤しにくい堤防を目指して堤防整備を実施すべきと考えます。

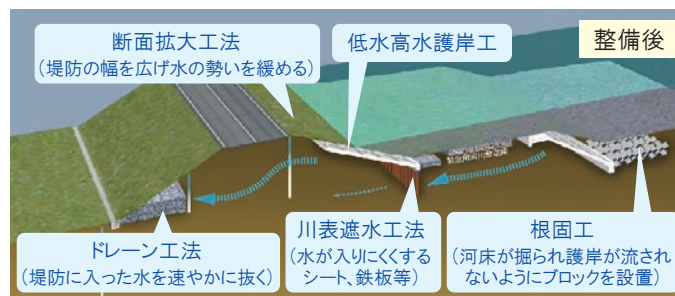
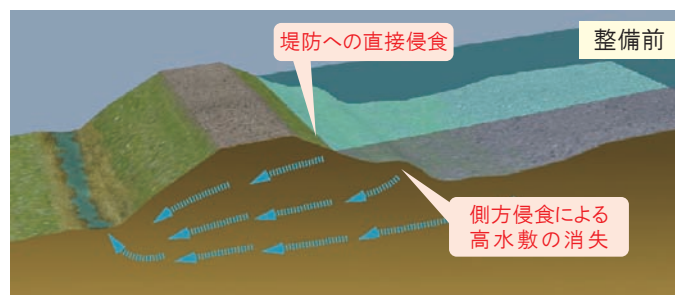


図4 破堤しにくい堤防整備の例

ダムの機能向上と機能長期化に向けて

ダム事業部 伊藤 博、村山 常和、安宅 秀一

地球の温暖化や異常気象により、治水・利水をとりまく環境は大きく変化しています。このような状況に的確に対処する手法の一つとして、既設ダムの有用性に着目し、ダム機能の長期化や強化策が重要なウェートを占めると考え、その検討事例として『洪水調節の簡素化等を目的とした放流設備改造』、『堆砂対策の一提案として湖内輸送管システム』を紹介します。

はじめに

わが国の治水の状況は、着実な投資により洪水氾濫は減少していますが、氾濫区域への資産の増加により被害額は依然減少していません。また利水は欧米に比べ低い安全度1/10で計画されていますが、その整備水準にも達していないのが現状です。こうしたなか、ダム事業を取り巻く情勢は、年々、大きく変化しており、自然環境保全に対する社会的要請の高まりやダム事業を進めるなかでの予算等の問題から、新規ダムの建設は減少してきています。

一方、地球の温暖化等による地球規模の環境変化に伴い、日本の気候変動も大きく影響を受けるとの予測もあります。現に、近年の少雨傾向の影響等から、ダム貯水池の未利用分の有効活用を図っても、数年に一度の割合で渇水が発生しており、水供給の水準が極度に低下し市民生活や産業活動に支障が生ずる状況もみられるようになっていきます。

2004年には、福井豪雨、新潟・福島豪雨等にみられたように、記録的な大雨により堤防の決壊を伴う大災害が発生し、さらには四国・九州を中心に観測史上最大の10個の台風が上陸して、これらに伴う被害が全国各地で発生しました。

こうしたなか、大規模水害対策、少雨傾向を反映した利水安全度の向上といった「治水」・「利水」の両面において、ダムが大きく寄与していることは周知のとおりであり、今後もダムの果たす役割やその重要性については、増大することはあっても減少することはありません。

ここでは、既設ダムを活用するにあたり障害となっている諸課題に対し、ダム再開発等によるダム機能の回復・改善・向上対策、総合土砂管理の視点からの貯水池堆砂に伴う有効容量の減少に対応する堆砂対策について紹介します。

ダム再開発等によるダム機能の回復・改善・向上対策

近年、新規のダム建設が容易でない状況のなか、既設ダムの再開発、ダム運用・操作ルールの見直し等、既存ストックの有効利用の観点から管理中のダムの効率化・長寿命化に向けてさまざまな取り組みが行われています。

ダム再開発を機能面で区別すると、「機能の向上」、「機能の長期化」、「機能の回復」の3分類に整理でき、それぞれの対策方法を整理したものと具体的な事例を表1、図1に示します。

表1 ダム機能の回復・改善・向上対策の方法

機能の向上

- 1) 貯水容量の拡大
 - ・ダムの嵩上げや貯水池の掘削等
- 2) 貯水容量の有効活用
 - ・治水容量と利水容量の振り替え、ダム堤体の改造や放流設備、取水設備の新設・改造等
- 3) 放流能力の向上
 - ・放流設備の改造や中容量放流設備の新設等
- 4) 目的の拡大
 - ・発電設備の新設や増設、危機対応、湖面の利用等

機能の長期化

- 1) 平衡堆砂
 - ・流入土砂に等しい量をダムから排出させる排砂対策を行い、堆砂量を増大させない流砂の平衡状態を保つ
 - ・貯砂ダムの設置と掘削、貯水池の浚渫、排砂バイパス、排砂ゲート、排砂門及び排砂管などの組み合わせ等
- 2) 超過洪水対策
 - ・超過洪水時において、ダムの治水容量を最大限に利用した洪水調節の方策
- 3) 管理の省力化・合理化
 - ・操作の自動化、統合管理、自然調節方式、ゲートレス化等

機能の回復

- 1) 貯水容量の回復
 - ・平衡堆砂に基づく堆砂・排砂対策
- 2) 上下流の連続性の回復
 - (＝流水、土砂、魚類等の生物の上下流の連続性の回復)
 - ・維持流量を放流するための恒常的、一時的な容量の新たな確保、平衡堆砂、魚道の設置等
- 3) 貯水池及びその周辺環境の回復
 - ・ビオトープ整備、選択取水設備や清水バイパスの設置、曝気循環装置の設置、湖岸緑化対策等

【Aダムの施設改造事業について】

洪水調節容量や放流設備の能力不足に起因し、ダム機能が発揮できず、流域の治水安全度が極めて低い状況あるダムである。

その状況を改善すべく「操作の簡素化(自然調節方式)」「ただし書き操作の解消」を目的に放流設備改造を行うこととしている(2008年に施設改良事業として採択された)。

操作の簡素化	①	既設クレストゲート撤去
	②	コンジットゲートの操作を全閉・全開操作のみとする →自然調節方式へ変更
洪水吐き新設	③	放流能力増加のため、堤体を切削し、洪水吐きを新設 (H4.90m×B8.5m×1門、自然越流方式)
減勢工等の能力増加	④	設計対象流量の変化に伴い、堤体導流壁、減勢工等の新設・改造

改造計画図→
(下流側正面)

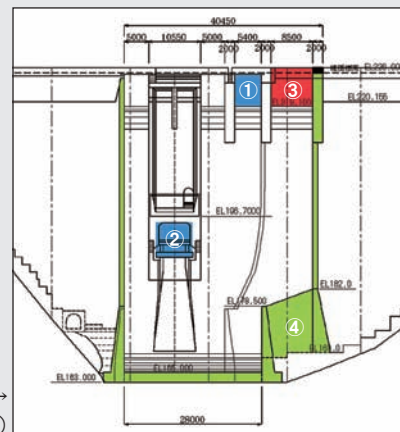


図1 機能の向上・長期化の事例(Aダム)

ダムの堆砂対策

ダムは長期間の効用に耐えうる構造物であり、適切な管理、時代のニーズに対応した再開発などにより長期効用を図ることができます。そのなかで、堆砂問題は最も重要な課題といえます。理想的には、流入土砂と等しい量を排砂する「平衡堆砂」を実現し、永続的に貯水容量を確保することが望ましく、掘削排除や土砂バイパスをはじめとするさまざまな対策がとられてきました。

ここでは、堆砂対策の一案として、既設のBダムで検討した「湖内輸送管方式」の概要を紹介します。

この方式は、湖内に輸送管と中継槽を組み合わせた施設を設け、貯水池とダム下流の水位差を利用して、堆砂をダム直下に排出するシステムです。堆砂は、移動式や定置式の水位差吸引システムで浚渫・捕捉し、輸送管によりダムの下流に排砂します。排砂運用は、下流環境に影響を与えないようにすることが前提であり、基本的には出水時の運用を基本としています。

湖内輸送管方式の特徴は次のとおりです。

堆砂対象土砂：固結性の小さい砂分主体の土砂。

排砂システム：中継槽の配置により、貯水池の堆砂を縦断的に排除でき、ポンプ動力の併用も可能。また集泥エリアの増設も可能。

中 継 槽：堆砂の取り込みとともに、輸送管の維持管理、及び図中のフラッシングゲートにより、輸送管内に堆砂した場合、清水を注入しフラッシングを行う。

工 事 費：バイパストネルと比較し、経済的である。新規ダムへの適用では、予め配管しておくことができ、また転流工の利用などで、安価な工事費となる。

まとめ

治水・利水の両面において、ダムが大きく寄与していることは周知のとおりであり、今後もダムの果たす役割やその重要性については、増大することはあっても減少することはありません。

今後とも既設ダムの有効かつ効率的な活用は最重要課題であり、ダムの機能を長年にわたって適切に維持するとともに、必要に応じてその機能の強化を図ることが求められています。

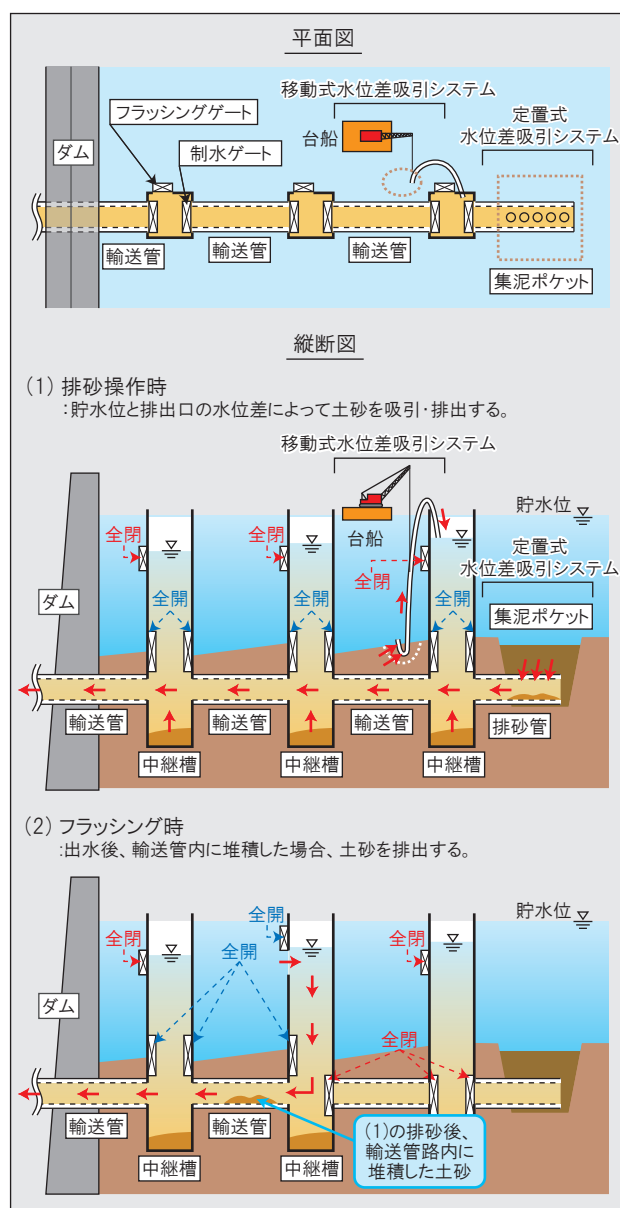


図2 湖内輸送管方式のイメージ図

危機管理行動計画について

フロンティア事業本部 情報・技術推進部 小薮 剛史

地球温暖化に伴い災害が巨大化・集中化するなか、減災に向けての取り組みが盛んに行われています。そのなかでも危機管理行動計画の作成について紹介いたします。

はじめに

2008年5月12日に中国四川省を震源とするM7.9の大地震が発生し、死者数が6万人を超える大規模被害となっています。国内では、2008年6月14日に岩手県内陸南部を震源とするM7.2の岩手・宮城内陸地震が発生し、12名の死者が発生しました。山間部では、河道閉塞による天然ダムができ、決壊や氾濫の恐れが続いています。また、2007年3月25日に起きた能登半島地震では、原子力発電所の設計基準を超える震度を観測しました。2005年のアメリカにおける超巨大ハリケーン「カトリナ」による甚大な被害は、まだ記憶に新しいところです。

このように自然災害は、施設の計画規模を超え、甚大な被害を与えることは少なくありません。計画規模を超える災害に対して、施設整備のみで完全に被害を受けないようにすることは、莫大なお金と資材等が必要ですので、現実的ではありません。しかし、計画規模を超える災害に対して、すぐに行動できるように計画しておくことで、被害を最小限に食い止めることができます。

施設の計画規模を超える災害＝危機時に迅速・的確に行動

を起こすことができるようにするための計画、すなわち、危機管理行動計画を作成しておくことが減災の課題となっています。

危機管理行動計画とは

災害に対して対処する防災機関は、多数あります。例えば、実働部隊を有する自衛隊、警察、消防組織、市町村などの自治体、医療関係の機関、河川や道路などの施設管理者、電気・ガス・水道・通信などのライフラインに関わる事業者、マスコミ、地域の自主防災組織などです。

これらの組織では、各組織において地域防災計画や防災業務計画などがさまざまな災害に対する防災計画が作成されています。組織毎だけでなく、地域で起こる大災害に対して、それぞれの組織が連携して被害を最小化できる危機管理行動計画が、いま、求められています。

次頁に、国内外の危機管理行動計画の策定に関する取り組み事例を紹介いたします。

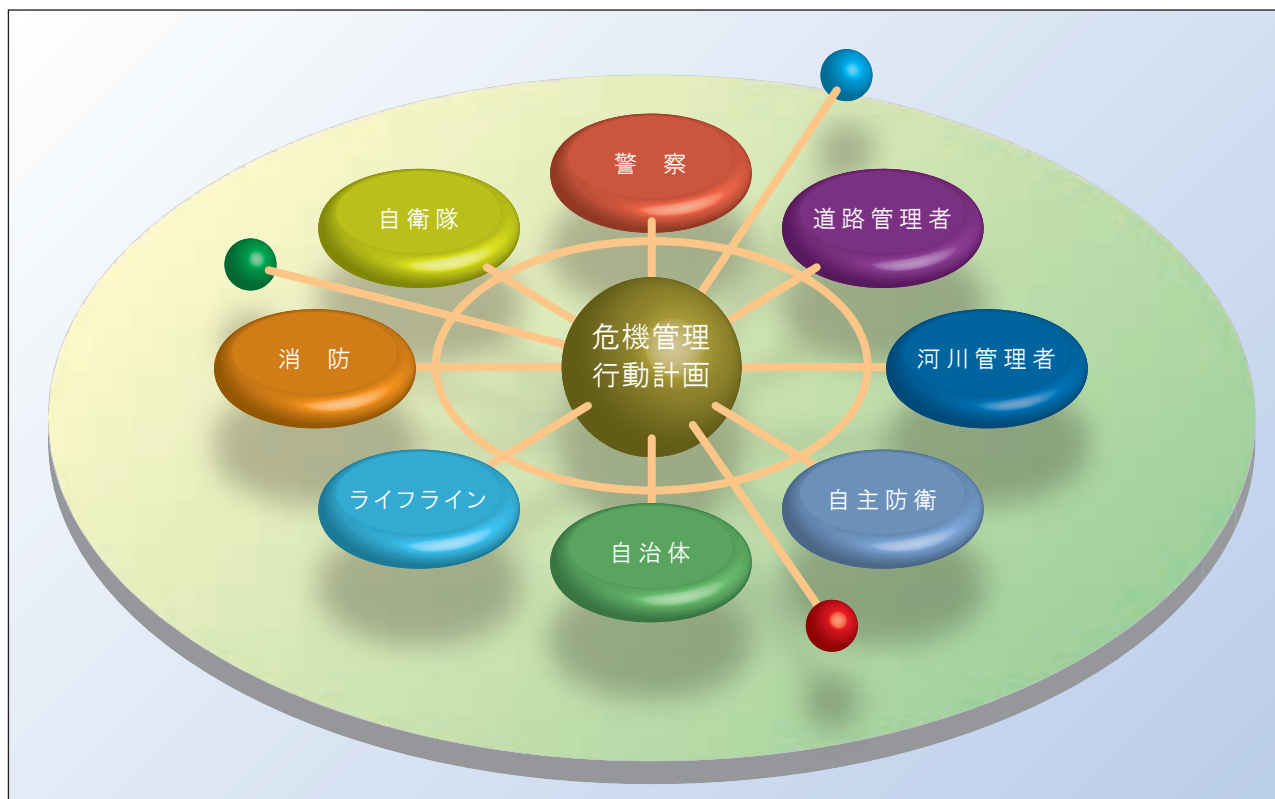


図1 求められている危機管理行動計画のイメージ

危機管理行動計画の策定事例

(1)濃尾平野の複合災害に対する危機管理行動計画

日本の3大湾のひとつである伊勢湾に「スーパー伊勢湾台風」が来襲し、高潮と洪水氾濫とが同時に起こる複合災害を想定した危機管理行動計画(第一版)が、国、地方自治体、施設管理者等の関係機関で構成される「東海ネーデルランド高潮・洪水地域協議会」により、2008年3月に策定されました。

スーパー伊勢湾台風とは、1959年の伊勢湾台風を超えるこれまでわが国で観測された最大規模の台風(1934年室戸台風級)が伊勢湾沿岸に対して最悪のコースをたどった場合の台風です。

危機管理行動計画(第一版)の策定には、計画規模を超える複合災害に対して、どのように連携して関係機関が活動すれば被害を最小化できるか、どのようなタイミングで避難誘導を行えばいいのか、迅速に応急復旧するためには、どう連携すべきか、など、関連するグループに分かれ、ワークショップ形式で議論しました。

議論する際に、共通のシナリオである「スーパー伊勢湾台風」による高潮・洪水被害を基本とした、シナリオ・ドリブン・プランニング手法を用いました。これにより、共通の認識をもち、各機関の行うべき活動内容、検討項目の明確化ができました。

また、討論型図上訓練(写真1参照)を行い、シナリオの確認・検証を行っています。



写真1 討論型図上訓練の様子

(2)米国フロリダ州危機管理行動計画

ハリケーン・カトリナの大災害を受け、米国においても、危機管理行動計画の策定が行われています。

米国危機管理庁FEMAとフロリダ州は、2006年にフロリダ州危機管理計画プロジェクトを立ち上げました。計画策定には、ワークショップ形式を用い、2006年から2008年6月までに、6回のワークショップが開催されています。

ワークショップは、十数個の専門グループに分かれて、専門関係機関や州政府、フロリダ州、郡職員、民間機関などのメンバーで議論されています。グループは、救助活動、瓦礫、災害住宅、医療・保健、輸送、環境問題などに分かれています。

総合調整グループにより、計画の整合性や具体的活動の精

度向上の指導を各グループに行い、危機管理行動計画を策定しています。



写真2 2008年6月開催のワークショップの様子



写真3 2008年6月開催の図上演習の様子

まとめ

国内の事例では、当社も危機管理行動計画策定のサポートを行っています。海外の事例は、調査団の一員として参加したものです。

今後は、米国でのワークショップ参加の経験を活かし、危機管理行動計画の策定支援を行い、わが国の危機管理向上に少しでも貢献できればと考えています。

〔参考ホームページ〕

国土交通省中部地方整備局ホームページ
http://www.cbr.mlit.go.jp/kawatomizu/tokai_nederland/index.htm

〔最近の関連業務の実績〕

- 「平成19年度 濃尾平野0m地帯における危機管理計画策定資料整理業務」
(財)河川情報センター
- 「平成19年度 危機管理情報伝達・共有・提供方策検討業務」
国土交通省 関東地方整備局 荒川下流河川事務所
- 「平成19年度 大規模津波防災総合訓練計画業務委託」
国土交通省 四国地方整備局 企画部
- 「平成19年度 石狩川下流危機管理演習水文条件等資料整理業務」
(財)河川情報センター
- 「平成19年度 天ヶ瀬ダム危機管理演習水文資料整理業務」
(財)河川情報センター
- 「平成18年度 濃尾平野0m地帯における危機管理行動計画策定資料整理業務」
(財)河川情報センター
- 「平成18年度 東京都総合防災訓練・図上訓練企画実施等業務委託」
東京都

一般鉛直座標[Generalized Coordinate System]による流動モデル開発

国土環境研究所 水環境解析グループ 竹内 一浩

多様な水環境解析のニーズに答えることができる「一般鉛直座標による流動モデル」を開発し、水理・水質現象の高度な解析と予測に取り組んでいます。

流動モデル開発の必要性

水域の環境予測の分野では、海域・河口域・河川・湖沼・ダム、など広範囲なフィールドでのニーズがあります。

一方、当社では海域のアセスメントの実績に培われた多層レベルモデル(図1-(a))を長年使用してきました。しかし従来モデルでは多岐にわたる水域予測のニーズ全般に答えることが難しくなり、新規モデル開発が待たれていました。

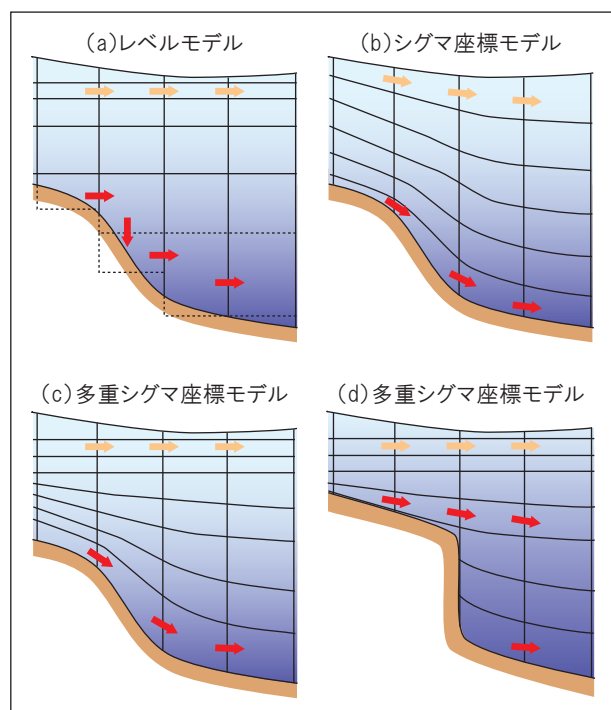


図1 流動モデルによるさまざまな鉛直格子分割の例

環境のシミュレーションに用いる数値モデルの精度は、モデルの格子の設定方法によって大きく変化します。計算機で演算するには、対象水域を3次元的な小さな格子に分割して、格子ごとに物理法則を当てはめ、流れや水質の変化を予測します。そのため、より細かい格子や、地形に滑らかに沿った設定方法を採用することによって、実際の現象をより良く表現することが期待されます。

そこで、近年では海底に沿った座標系を設定するシグマ座標モデル(図1-(b))が使用されることが増えており、新規モデルではシグマ座標モデルをベースにして、今後のニーズを踏まえてよ

り自由度の高い一般鉛直座標系(Generalized Coordinate System:GCSモデル)を導入することとしました。

従来のシグマ座標モデルは、海底地形と密度の変化がともに大きな水域においては、計算上の誤差が大きくなってしまいう問題がありました。しかし、GCSモデルは密度変化が大きな箇所では水平に近い座標が設定できるので、計算誤差を低減することができます。

さらに、従来のレベルモデルやシグマ座標と同様な座標設定が可能だけでなく、多重シグマ座標を含めた両者が複合した座標など(図1-(c)、(d))も実現でき、広範な適用性がうかがえます。

新規モデルの機能と適用性

新規モデルには精度向上や汎用性拡大のため、以下のような新しい機能も加えられています。

- 2方程式乱流モデル
- 干出・冠水スキーム
- TVD法による移流精度向上 など

その主なものとして、干潟やダムのように計算格子上の水が水位変化によって干上がり、再び冠水する過程を計算する「干出・冠水スキーム」の導入が挙げられます。この機能により、河口域のように水面変動(潮汐)が大きく、水面近くでの流れ・物質の変動が複雑な水域でも、水環境の詳細な解析が可能となりました。

図2には、河口域での淡水の挙動についての計算例を「従来モデル」と「GCSモデル」について示します。

一般に河川からの淡水は密度が小さい(軽い)ので、海水の上を滑るように拡散していきます。計算結果をみると、GCSモデルでは満潮時でも海面近くの格子の厚さを小さく維持したまま(高解像度で)計算ができるため、海面近くでの淡水の急激な変化(塩分躍層)が表現され、干潮時に拡散する淡水も薄く表現されています。

しかし、従来モデルでは満潮時には海面近くの格子での解像度が低下するため、塩分分布は深さ方向に一樣になり、塩分躍層の表現が十分ではありません。

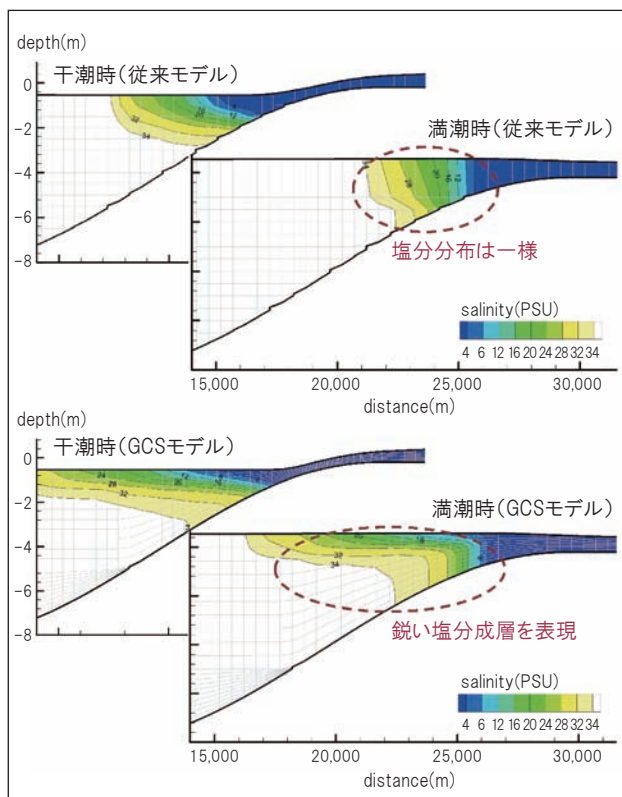


図2 河口域における河川水(淡水)の挙動

一方、図3には大きな潮汐を有する海域やダムなど、水位変動が大きな水域での計算例を示します。図のように非常に大きく水位が変動しても、必要な解像度を保ったまま計算を行うことにより、詳細な解析が可能となります。

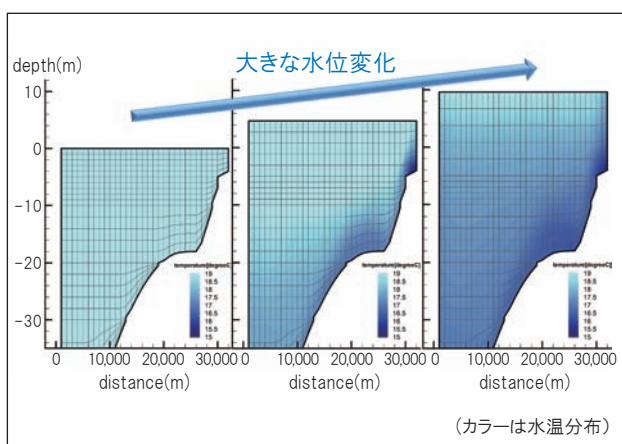


図3 大きな水位変化のある水域での計算例の挙動

モデルの用途と今後の展開

実際の水環境の解析では、今回紹介したような物理的な現象(流れ、水温・塩分)だけでなく、栄養塩やプランクトン、底質など

の生物化学的な側面や、それらの相互の関連性も重要な解析対象となります。

また、この新しい流動モデルを含めて、当社が保有するさまざまな既存モデルを結合(カップリング)することにより、さらに多様な用途における、複雑な生態系や物質循環等を複層的に解析することが可能となります。

表1 モデルの用途

海洋・沿岸域	●アセスメント・港湾計画 ●津波・高潮防災
河口・河川域	●塩水遡上・塩水くさび解析 ●汽水域の流動・水質解析
湖沼・ダム	●水質保全計画 ●濁水問題

今回開発した流動モデルは、フィールドにおける適用性の高さから、さまざまな水域での検討に用いる予測モデル群の中核をなすものとなります。

また、環境・防災の多様なニーズに答えるために、さらに多くのモデル間のカップリングについても対応できるよう開発を進めています。

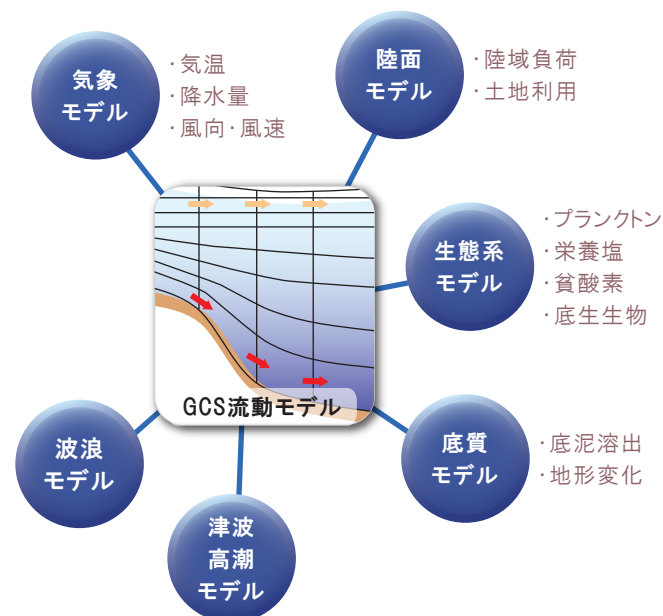


図4 今後の展開 ―モデル間の結合(カップリング)―



CORPORATE DATA

社会基盤の形成と環境保全の総合コンサルタント

Integrated Consultancy on Infrastructure Development and Environmental Conservation

商号 いであ株式会社
創業 昭和28年5月
本社所在地 東京都世田谷区駒沢3-15-1
資本金 31億7,323万円
従業員数 923名(2008年4月1日現在)
役員 代表取締役会長 田畑 日出男
代表取締役社長 入江 洋樹
連結子会社 新日本環境調査株式会社
沖縄環境調査株式会社
東和環境科学株式会社

事業内容

- 河川・海岸の整備・保全計画及び構造物の設計・管理
- ダムの計画・設計・再開発・管理及び水質・堆砂対策
- 道路・交通・都市の計画・設計・管理、橋梁の設計・管理
- 自然及び人工災害に係る事前・事後対策調査、計画・設計
- 環境に関する現況調査、予測、解析
- 環境アセスメント（環境影響評価）、環境保全対策
- 環境に関する生物の調査、分類、同定、実験、解析、育成
- 生物生息環境の保全、再生、創造
- 理化学分析・試験（環境質）、環境リスクの評価・管理
- 気象情報配信とパイオウエザーサービス
- ITソリューション、画像解析

拠点	本	社	〒154-8585	東京都世田谷区駒沢 3-15-1	電話:03-4544-7600
	国		〒224-0025	神奈川県横浜市都筑区早渕 2-2-2	電話:045-593-7600
	土	環	〒421-0212	静岡県志太郡大井川町利右衛門 1334-5	電話:054-622-9551
	境	研	〒105-0004	東京都港区新橋 6-17-19(新御成門ビル)	電話:03-5405-8150
	創	究	〒559-8519	大阪府大阪市住之江区南港北 1-24-22	電話:06-4703-2800
	造	所	〒900-0003	沖縄県那覇市安謝 2-6-19	電話:098-868-8884
	研	支	〒060-0062	北海道札幌市中央区南二条西 9-1-2(サンケン札幌ビル)	電話:011-272-2882
	究	店	〒980-6016	宮城県仙台市青葉区中央 4-6-1(SS30ビル)	電話:022-263-6744
	所		〒455-0032	愛知県名古屋港区入船 1-7-15	電話:052-654-2551
	東	支	〒730-0051	広島県広島市中区大手町 2-1-1(広島商中日生ビル)	電話:082-545-8500
	京	店	〒730-0841	広島県広島市中区舟入町 6-5	電話:082-532-2511
	支	〔環	〒780-0053	高知県高知市駅前町 1-8(第7駅前観光ビル)	電話:088-885-3112
	店	境部	〒812-0055	福岡県福岡市東区東浜 1-5-12	電話:092-641-7878
	四	門〕	〒104-0028	東京都中央区八重洲 2-7-7(八重洲旭ビル)	電話:03-3510-2510
	国	支	〒370-0841	群馬県高崎市栄町 16-11(高崎イーストタワー)	電話:027-327-5431
	支	店	〒950-0087	新潟県新潟市中央区東大通 2-5-1(KDX新潟ビル)	電話:025-241-0283
	州			青森、盛岡、秋田、山形、福島、北関東、茨城、千葉、長野、新潟、富山、金沢、	
	画	環		神奈川、相模原、静岡、岐阜、三重、福井、滋賀、奈良、和歌山、神戸、岡山、	
	像	境		高松、徳島、高知、山陰、山口、北九州、佐賀、長崎、熊本	
	解	事		海外事務所 北京(中国)、ジャカルタ(インドネシア)、マニラ(フィリピン)	
	析	務			
	セ	所			
	ン				
	タ				
	ー				
	シ				
	ス				
	テ				
	ム				
	開				
	発				
	セ				
	ン				
	タ				
	ー				
	シ				
	ス				
	テ				
	ム				
	開				
	発				
	セ				
	ン				
	タ				
	ー				
	シ				
	ス				
	テ				
	ム				
	開				
	発				
	セ				
	ン				
	タ				
	ー				
	シ				
	ス				
	テ				
	ム				
	開				
	発				
	セ				
	ン				
	タ				
	ー				
	シ				
	ス				
	テ				
	ム				
	開				
	発				
	セ				
	ン				
	タ				
	ー				
	シ				
	ス				
	テ				
	ム				
	開				
	発				
	セ				
	ン				
	タ				
	ー				
	シ				
	ス				
	テ				
	ム				
	開				
	発				
	セ				
	ン				
	タ				
	ー				
	シ				
	ス				
	テ				
	ム				
	開				
	発				
	セ				
	ン				
	タ				
	ー				
	シ				
	ス				
	テ				
	ム				
	開				
	発				
	セ				
	ン				
	タ				
	ー				
	シ				
	ス				
	テ				
	ム				
	開				
	発				
	セ				
	ン				
	タ				
	ー				
	シ				
	ス				
	テ				
	ム				
	開				
	発				
	セ				
	ン				
	タ				
	ー				
	シ				
	ス				
	テ				
	ム				
	開				
	発				
	セ				
	ン				
	タ				
	ー				
	シ				
	ス				
	テ				
	ム				
	開				
	発				
	セ				
	ン				
	タ				
	ー				
	シ				
	ス				
	テ				
	ム				
	開				
	発				
	セ				
	ン				
	タ				
	ー				
	シ				
	ス				
	テ				
	ム				
	開				
	発				
	セ				
	ン				
	タ				
	ー				
	シ				
	ス				
	テ				
	ム				
	開				
	発				
	セ				
	ン				
	タ				
	ー				
	シ				
	ス				
	テ				
	ム				
	開				
	発				
	セ				
	ン				
	タ				
	ー				
	シ				
	ス				
	テ				
	ム				
	開				
	発				
	セ				
	ン				
	タ				
	ー				
	シ				
	ス				
	テ				
	ム				
	開				
	発				
	セ				
	ン				
	タ				
	ー				
	シ				
	ス				
	テ				
	ム				
	開				
	発				
	セ				
	ン				
	タ				
	ー				
	シ				
	ス				
	テ				
	ム				
	開				
	発				
	セ				
	ン				
	タ				
	ー				
	シ				
	ス				
	テ				
	ム				
	開				
	発				
	セ				
	ン				
	タ				
	ー				
	シ				
	ス				
	テ				
	ム				
	開				
	発				
	セ				
	ン				
	タ				
	ー				
	シ				
	ス				
	テ				
	ム				
	開				
	発				
	セ				
	ン				
	タ				
	ー				
	シ				
	ス				
	テ				
	ム				
	開				
	発				
	セ				
	ン				
	タ				
	ー				
	シ				
	ス				
	テ				
	ム				
	開				
	発				
	セ				
	ン				
	タ				
	ー				
	シ				
	ス				
	テ				
	ム				
	開				
	発				
	セ				
	ン				
	タ				
	ー				
	シ				
	ス				
	テ				
	ム				
	開				
	発				
	セ				
	ン				
	タ				
	ー				
	シ				
	ス				
	テ				
	ム				
	開				
	発				
	セ				
	ン				
	タ				
	ー				
	シ				
	ス				
	テ				
	ム				
	開				
	発				
	セ				
	ン				
	タ				
	ー				
	シ				
	ス				
	テ				
	ム				
	開				
	発				
	セ				
	ン				
	タ				
	ー				
	シ				
	ス				
	テ				
	ム				
	開				
	発				