ISSN 0386－5878
土木研究所資料第3682号

マイクロフィルム用資料

土 木 研 究 所 資 料

日米流域管理ワークショップ

――今後の方向性に関する徹底した議論――

報 告 書

平成12年３月

建設省土木研究所

Copyright © (2000) by P.W.R.I.

All rights reserved. No part of this book may be reproduced by any means, nor transmitted, nor translated into a machine language without the written permission of the Director General of P.W.R.I.

この報告書は、土木研究所長の承認を得て刊行したものである。したがって、本報告書の全部又は一部の転載、複製は、土木研究所長の文書による承認を得ずしてこれを行ってはならない。

土木研究所資料
第3682号2000年3月

日米流域管理ワークショップ

——今後の方向性に関する徹底した議論——

報　告　書

河川部　河川管理
総括研究官　益倉　克成
水文研究室　室　　長　金木　　誠
主任研究員　吉谷　純一

要　旨

当報告書は，1999年3月8日に土木研究所が開催した「日米流域管理ワークショップ—今後の方向性に関する徹底した議論—」の報告書である。米国内務省開拓局，米国内務省地質調査所，九州大学，土木研究所の専門家による合計8つの講演と，参加者全員による総合討議を収録した。

キーワード：流域管理，土砂管理，米国開拓局，米国地質調査所，貯水池管理，
意思決定プロセス，問題解決アプローチ，環境ホルモン，合意形成

はじめに

日米流域管理ワークショップは、米国内務省開拓局、同地質調査所の研究者が土木研究所との水文・水資源に関するワークショップに参加するために来日した機会を利用し、1999年3月8日に、土木研究所が開催した一般公開のワークショップである。

年度末に開催されたにもかかわらず、流域管理という重要なテーマが議題であったため100名を超える参加者があった。ワークショップでは、日本の学界を代表して九州大学の楠田哲也教授にも講演をお願いし、また、日米両国の事情に詳しく、長く土木研究所と米国政府との橋渡しにご尽力いただいてきたカリフォルニア大学デーヴィス校の浅野孝教授にも参加していただいた。ワークショップの総合討議では、表面的な情報交換にとどまらず、水に関する多くの分野の専門家、研究者が、水と生態系のマネジメントに関して本音で徹底した議論を行うことができた。

このような貴重な体験を記録に残し、今後の参考にするため、ワークショップの事務局を勤めた河川管理総括研究官と河川部水文研究室が土木研究所を代表してこの報告書をとりまとめたものである。このワークショップを起点として、領域を越え、真の問題解決につながる研究が促進されることを希望する。

2000年3月　建設省土木研究所長
藤井友竝

目　次

1　概要 1

1.1　開催趣旨 1
1.2　プログラム 1
1.3　開催日時及び開催場所 2
1.4　講演者 2
1.5　講演及び総合討議の概要 4
1.6　写真集 9

2　講演内容 19

2.1　開拓局の任務の変遷(Robert W.Hickox) 19
2.2　建設省の流域管理施策と土木研究所における研究（京才俊則） 30
2.3　米国開拓局の流域研究(James F. Labounty) 43
2.4　日本における流域管理研究―都市域の水資源―(楠田哲也) 50
2.5　米国西部での開拓局施設マネジメントにおける水生生態系と水質の研究
(James F. Labounty) ... 56
2.6　水質・生態系維持のための貯水池管理方法（Tracy B. Vermeyen） 69
2.7　流域管理のための意志決定プロセスと支援システム（Terrance J. Fulp） .. 78
2.8　流砂系における土砂管理のあり方（反町雄二） 85

3　総合討議 95

3.1　オープニング 95
3.2　内務省開拓局はダムを建設しない？その真相について 97
3.3　境界を超えた問題解決のアプローチ 102
3.4　環境ホルモン等　水質について 113
3.5　合意形成について 116
3.6　クロージング 125

参考資料編

① 特別プレゼンテーション：RiverWare と MSS の統合
② 流域・水系管理計画：ﾜｼﾝﾄﾝ州 Yakima 川流域への適用（和文及び英文）
③ 講演概要（和文及び英文）
④ 配布資料（英文）

Ⅰ．概　　要

1.1 開催趣旨

流域管理には流域の特性、流域への歴史的な関わり、社会制度、住民の要望等のさまざまな要因により、多様な問題、目標、アプローチがみられます。日本において、この流域管理を進めるべきと一般的に認識されるようになりましたが、共通の意義と目標を共有できるほどの議論はなされているとは言えません。当ワークショップは、エンジニア、科学者、意志決定者が流域管理の意義・必要性、方法、マネジメント過程を再検証する機会を与え、米国開拓局との活発な意見の交換をとおして今後の方向性を議論することを目的としています。

1.2 プログラム

10:30 開会
10:30-10:35 日本側挨拶（土木研究所所長 井上靖武）
10:35-10:45 米国側挨拶（Harry F. Lins 及び Robert W. Hickox）

10:45-12:15
[午前の部]
開拓局の任務の概要（Robert W. Hickox）
建設省の流域管理施策と土木研究所における研究（京才俊則）
開拓局の流域研究（James F. Labounty）
日本における流域管理研究―都市域の水資源―（楠田哲也）

12:15-13:45
[昼 食]
特別プレゼンテーション：RiverWare と MSS の統合：参考資料に概要を示す。
（George H.Leavesley, Terrance J. Fulp）

13:45-15:45
[午後の部その１]
水生生態系と水質のマネジメント（James F. Labounty）
水質・生態系維持のための貯水池管理方法（Tracy B. Vermeyen）
流域管理のための意志決定プロセスと支援システム（Terrance J. Fulp）
流砂系における土砂管理のあり方（反町雄二）

15:45-16:05 休憩

16:05-17:45
[午後の部その２]
総合討議（司会：土木研究所河川部長 宇多高明）
閉会挨拶（土木研究所次長 山本晃一）

17:40 閉会

1.3 開催日時及び開催場所

開催日時　平成11年3月8日（月）午前10:30－午後5:40

開催場所　建設省土木研究所　8階会議室

1.4 講演者

□米国側講演者



HARRY F. LINS、博士

ハリー　F.　リンス

米国内務省地質調査所　水資源部　水文気象学専門員

流域・河川システムマネジメントプログラム責任者

学歴

バージニア大学　大気科学　博士

デラウェア大学　気候学　修士

メリーランド大学　地球科学　卒業

職歴

IPCC 水文水資源ワーキンググループのコ・チェアマン及び IPCC 第2次・第3次レポート共著者、WMO 各種パネル及び委員会の地域専門家及びラポーチャー、1989-1998年に地質調査所の地球規模変化水文プログラムの責任者、1991年より続いている建設省土木研究所・米国地質調査所、水文・水資源に関する共同研究の米国側責任者



ROBERT W. HICKOX

ロバート　W.　ヒコックス

所属

米国内務省開拓局　外務グループ　主任外務専門員

職歴

米国内務省開拓局　外務グループ　外務専門員

米国内務省開拓局　工学・研究センター

学歴

フンボルト州立大学　地質学　卒業



JAMES FRANCIS LABOUNTY, SR., 博士

ジェームス　フランシス　ラバウンティ

所属

米国内務省連邦開拓局　技術サービスセンター

生態学研究グループ　主任生物学研究員

職歴

1982－現在　現職

1974-1982　米国内務省開拓局　研究局　生物学研究員、米国内務省開拓局　コロラド下流地区

学歴

アリゾナ州立大学　動物学　博士

ネバダ大学　生物学　修士

ネバダ大学　生物学　卒業



TRACY B. VERMEYEN

トレイシー　バーミヤン

所属

米国内務省開拓局　水資源研究所　水理研究エンジニア

職歴

1989-現在　米国内務省開拓局　水資源研究所

1987-1989　コロラド州フォートコリンズ Simons, Li and Associate 勤務

学歴

1986年　コロラド州立大学　土木工学科　修士



TERRANCE J. FULP, 博士

テランス J. フープ

所属

米国内務省連邦開拓局　コロラド下流地区

経歴

1989-現在　米国内務省連邦開拓局　コロラド下流地区

コロラド大学　環境水資源システム高度意志決定支援センター　主席研究員

1977-1986　アトランティク　リッチフィールド会社

1975-1977　スタンフォード大学　地球物理学科　助手

学歴

コロラド鉱山大学　数学・コンピュータ科学博士

コロラド大学　土木工学科　修士

スタンフォード大学　地球物理学　修士

タルサ大学　地球科学　卒業

□米国側参加者



GEORGE H. LEAVESLEY、博士

ジョージ H. リーブスレイ

所属

米国内務省地質調査所 主任水文科学者

職歴

1997-現在 米国内務省開拓局国家研究プログラム 各種の降雨・流出ﾓﾃﾞﾘﾝｸﾞ研究ﾌﾟﾛｼﾞｪｸﾄの責任者
1973-1977 米国内務省開拓局コロラド地区 各種漂流水水文研究プロジェクト責任者

学歴

コロラド州立大学 流域科学 博士
ペンシルバニア州立大学 森林水文学 修士
ペンシルバニア州立大学 卒業

□日本側講演者



京才俊則、博士

建設省土木研究所研究調整官

学歴

東京都立大学工学部 修士
東京都立大学工学部 卒業

略歴

横浜市、土木研究所下水道部三次処理研究室、汚泥研究室長、新下水処理研究官、日本下水道事業団、土木研究所下水道部長を歴任、1998年より現職



楠田哲也、博士

九州大学工学部建設都市工学科教授
土木学会環境工学委員会流域水環境マネジメント研究小委員会委員長

学歴

九州大学大学院工学研究科博士課程土木工学専攻修了
九州大学大学院工学研究科修士課程土木工学専攻修了
九州大学工学部土木工学科卒業

略歴

1986-現在 九州大学工学部教授
1973-1986 九州大学工学部助教授
1995-1998 九州大学環境システム工学研究センター長



反町雄二

建設省土木研究所砂防部砂防技術総括研究官

学歴

東京農工大学農学部林学科 卒業

略歴

建設省河川局砂防部砂防課、土木研究所砂防部急傾斜地崩壊研究室、東北地方建設局企画部電算情報課長、環境庁環境管理課計画官、東北地建新庄工事事務所長、建設省河川局砂防部傾斜地保全課特定斜面整備対策官、宮城県土木部技術参事兼砂防課長等を経て1998年より現職

1.5 講演及び総合討議の概要

1.5.1 開拓局の任務の概要（Robert W. Hickox）

Robert W. Hickox 氏の講演の要点は以下の通りである。

(1) アメリカ全土の降水量状況
(2) 開拓局の設立目的
(3) 開拓局の事業の変遷
(4) 水供給の状況
(5) 水力発電による電力供給の状況
(6) その他の水資源の利用状況
(7) 社会情勢の変化に対する任務の方向転換
(8) 効果的かつ持続可能な水資源管理に向けて
(9) 意思決定プロセスの実現
(10) 将来を見据えた開拓局の組織・体制と研究課題

1.5.2 建設省の流域管理施策と土木研究所における研究（京才俊則）

京才俊則氏の講演の要点は以下の通りである。

(1) なぜ流域管理が必要なのか
(2) 現状の流域管理の課題
(3) 土砂移動（海岸侵食の事例）
(4) 洪水について
(5) 水資源について
(6) 水質について
(7) 利根川の抱える課題（利根川の概要・水質・下水道整備・水質改善）
(8) 住民との合意形成の事例（荒川）
(9) 流域管理に関する建設省の施策と土木研究所の研究について
(10) 健全な水循環及び流域管理の必要性

1.5.3 開拓局の流域研究（James F. Labounty）

James F. Labounty 氏の講演の要点は以下の通りである。

(1) なぜ流域管理が必要なのか
(2) 開拓局の展望（開拓局技術研究移行プログラム、研究プログラム）
(3) 水資源概要及び水資源プログラム
(4) 環境資源概要及び環境資源プログラム（環境資源施設の事例）
(5) 設備インフラ概要及び設備インフラプログラム（施設インフラの事例）

1.5.4 日本における流域管理研究—都市域の水資源—（楠田哲也）

楠田哲也氏の講演の要点は以下の通りである。

(1) 「自然の循環」と「人工的な循環」について
(2) 流域水管理におけるファクター
(3) 流域水管理の最終目標
(4) 流域水管理の目的
(5) 日本における水利権の階層構造
(6) 河川管理者について
(7) 「縦割り行政」による水管理
(8) 淀川における水道原水取水口と下水放流口の分布
(9) 荒川および利根川における水道原水取水口と下水放流口の分布
(10)流域のプラニングとマネジメントに関する研究

1.5.5 水生生態系と水質のマネジメント（James F. Labounty）

James F. Labounty 氏の講演の要点は以下の通りである。

(1) 環境研究調査プログラム
(2) レッドブラフ流域
(3) サクラメント川分流口
(4) ポンプの概要
(5) トレーシー漁業施設
(6) 貯水池の生態系及び水質（貯水池の温度成層図）
(7) フーバーダム付近の流域（洪水の状況、温度成層図）
(8) 外来種

1.5.6 水質・生態系維持のための貯水池管理方法（Tracy B. Vermeyen）

Tracy B. Vermeyen 氏の講演の要点は以下の通りである。

(1) 開拓局の貯水池管理の目的
(2) 水質
(3) 河道内流量
(4) 魚類及び野生生物
(5) ケーススタディ（グレンキャニオンダム）

1.5.7 流域管理のための意志決定プロセスと支援システム（Terrance J. Fulp）

Terrance J. Fulp 氏の講演の要点は以下の通りである。

(1) コロラド川の概要
(2) コロラド川の管理目

(3) 治水
(4) 利水
(5) 絶滅危惧種の保全・回復
(6) 均等なバランスを目指した管理
(7) 公正なバランスを達成するために必要となる要素
(8) コロラド川における意思決定の階層構造
(9) 長期計画からみた展開（法的・政治的規制、実施基準）
(10)リバーウェアによるルールベース・シミュレーション
(11)アニュアル・オペレーティング・プラン（ＡＯＰ）
(12)ＡＯＰの問題点と対策
(13)将来の方向性

1.5.8 流砂系における土砂管理のあり方（反町雄二）

反町雄二氏の講演の要点は以下の通りである。

(1) 日本の国土と流域
(2) 日本の地質
(3) 過去の地震の震源地
(4) 活火山
(5) 雨量図
(6) 扇状地の事例
(7) 天井川の事例
(8) 海岸侵食の事例
(9) 融雪による地すべりの事例
(10) ダムの土砂堆積の事例
(11) 河床低下の事例
(12) 日本における土砂移動の活発さ
(13) 土砂堆積による多目的ダム機能低下への対策
(14) 河床低下への対策
(15) 海岸侵食への対策

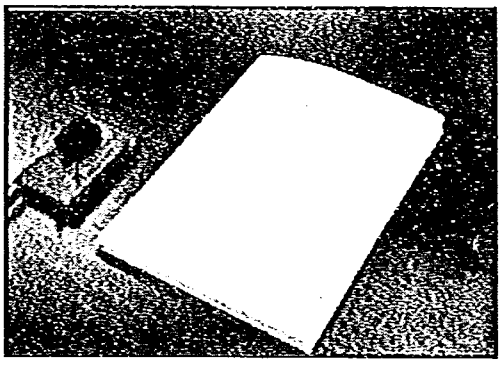
1.5.9 総合討議

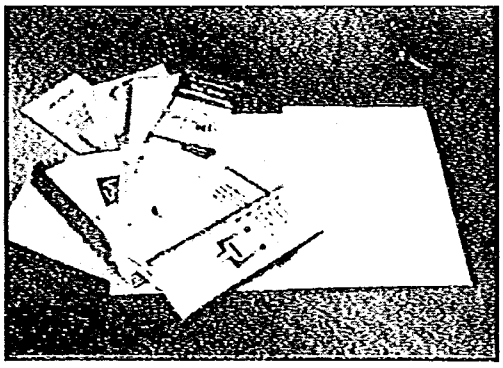
総合討議の要点は以下の通りである。

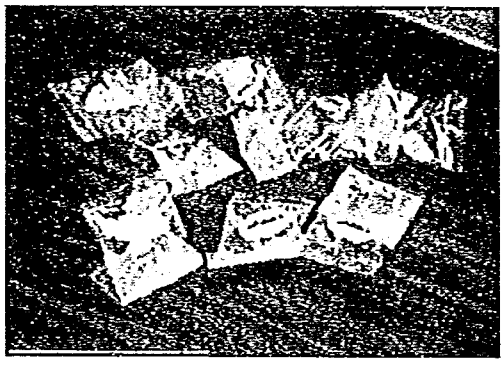
(1) 内務省開拓局はダムを建設しない？その真相について
(2) 境界を超えた問題解決へのアプローチ
(3) 環境ホルモン等　水質について
(4) 合意形成について

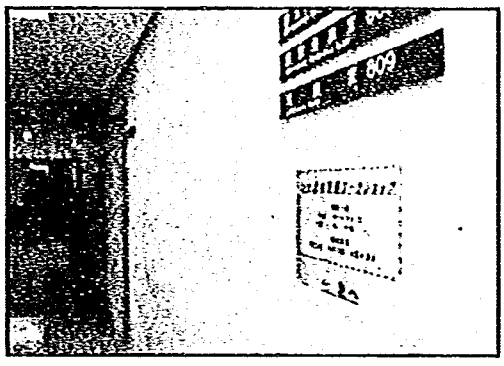
1　6　写真集

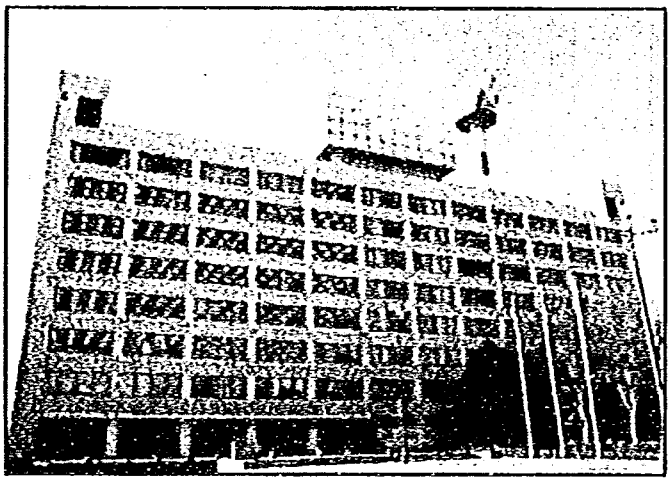
①　会議資料及び会場

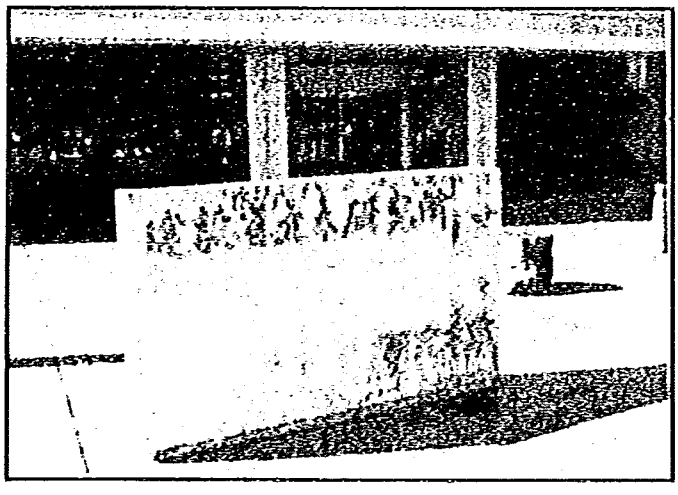






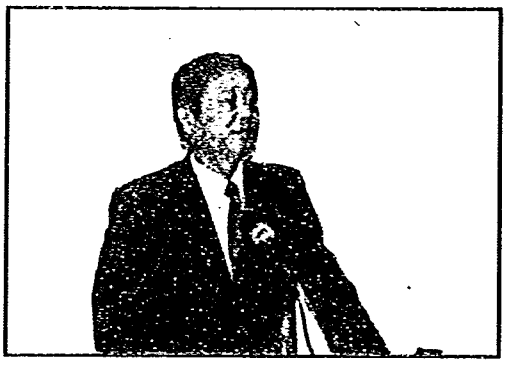


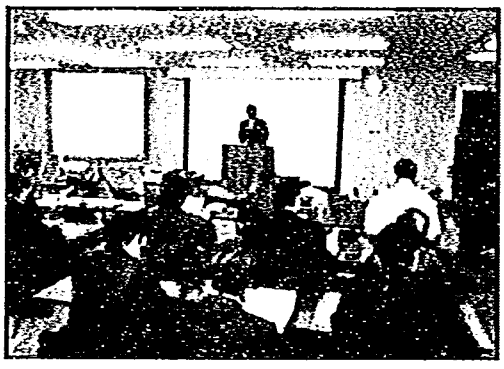




② 開会の挨拶





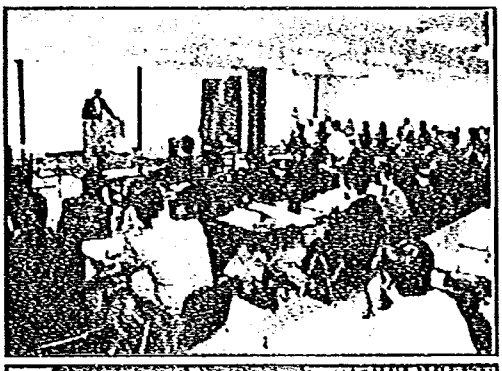
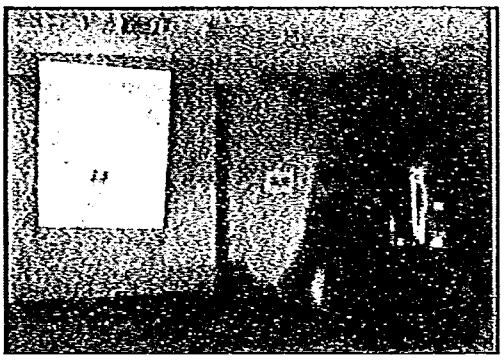


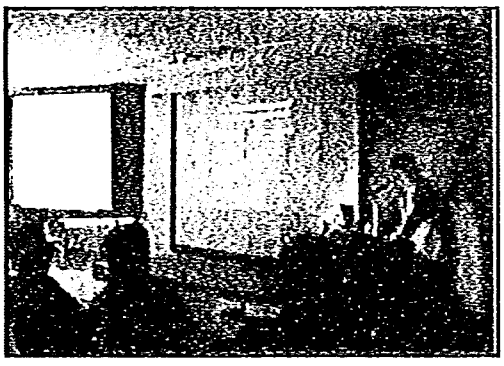
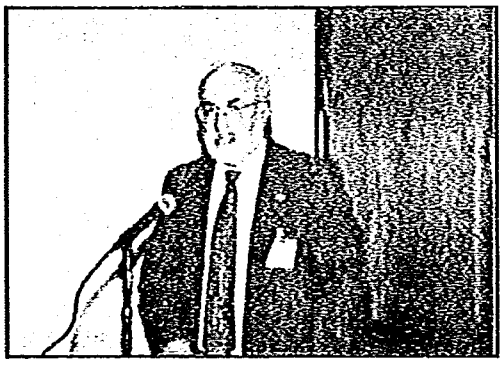


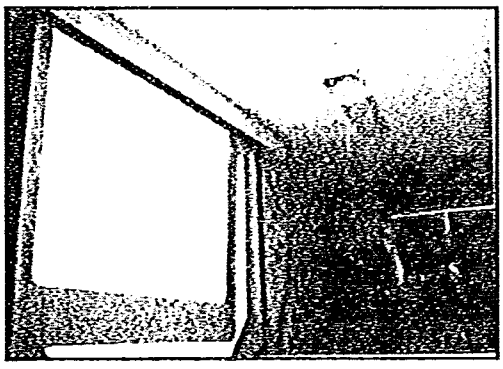
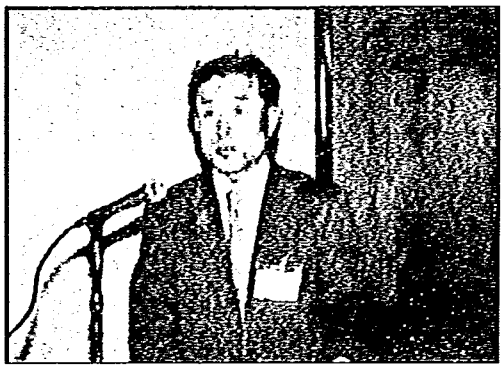
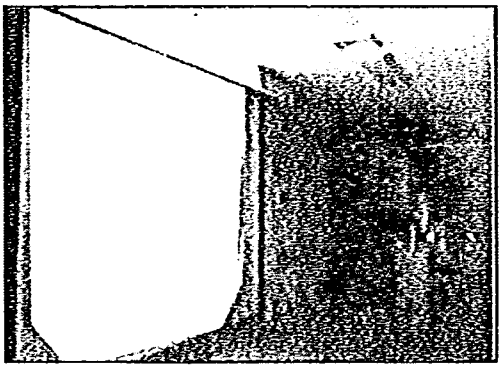




③　午前の部

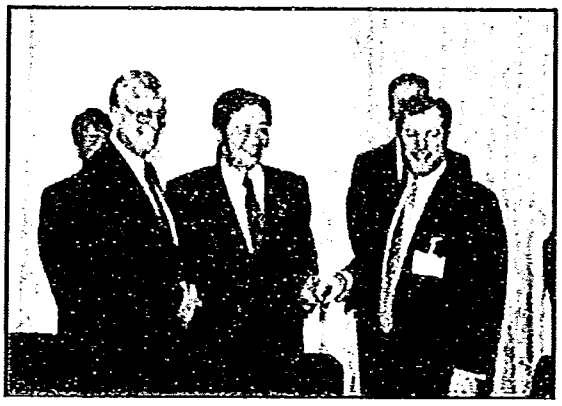




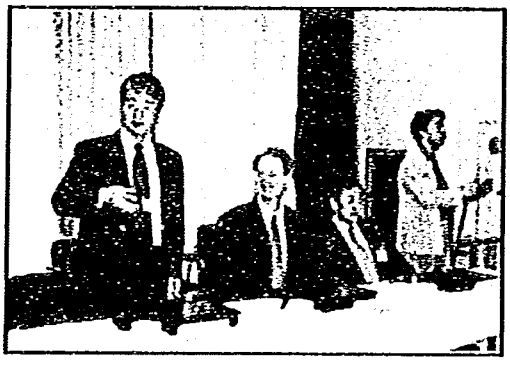



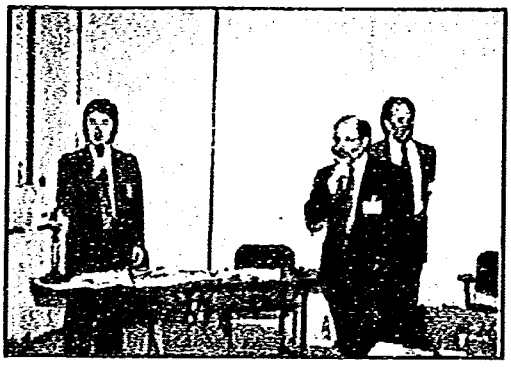
④ 昼食



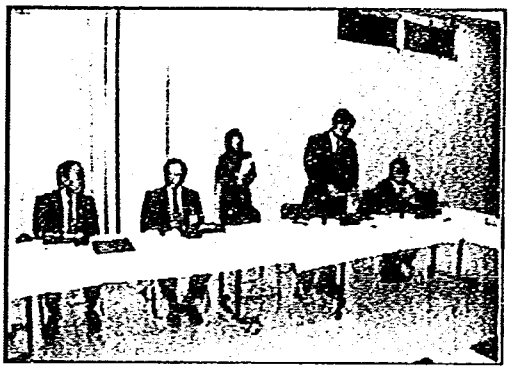


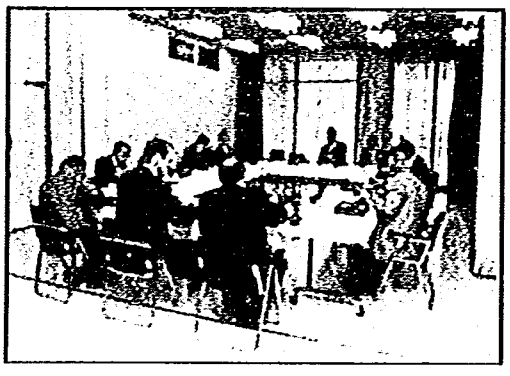










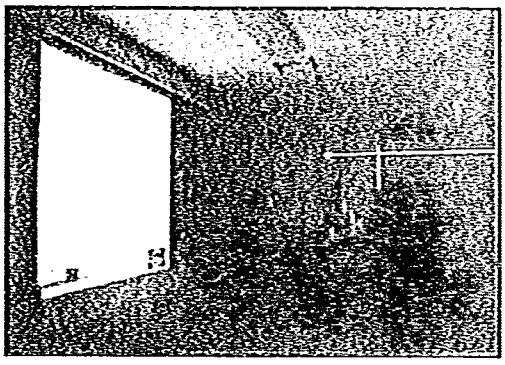


⑤ 特別講演

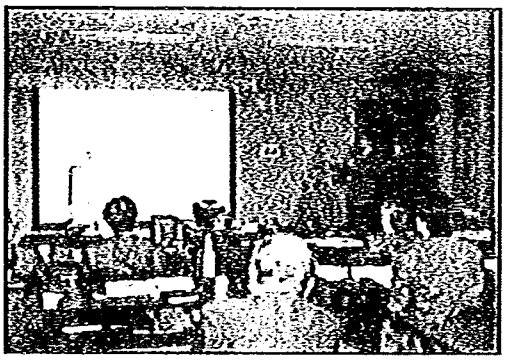




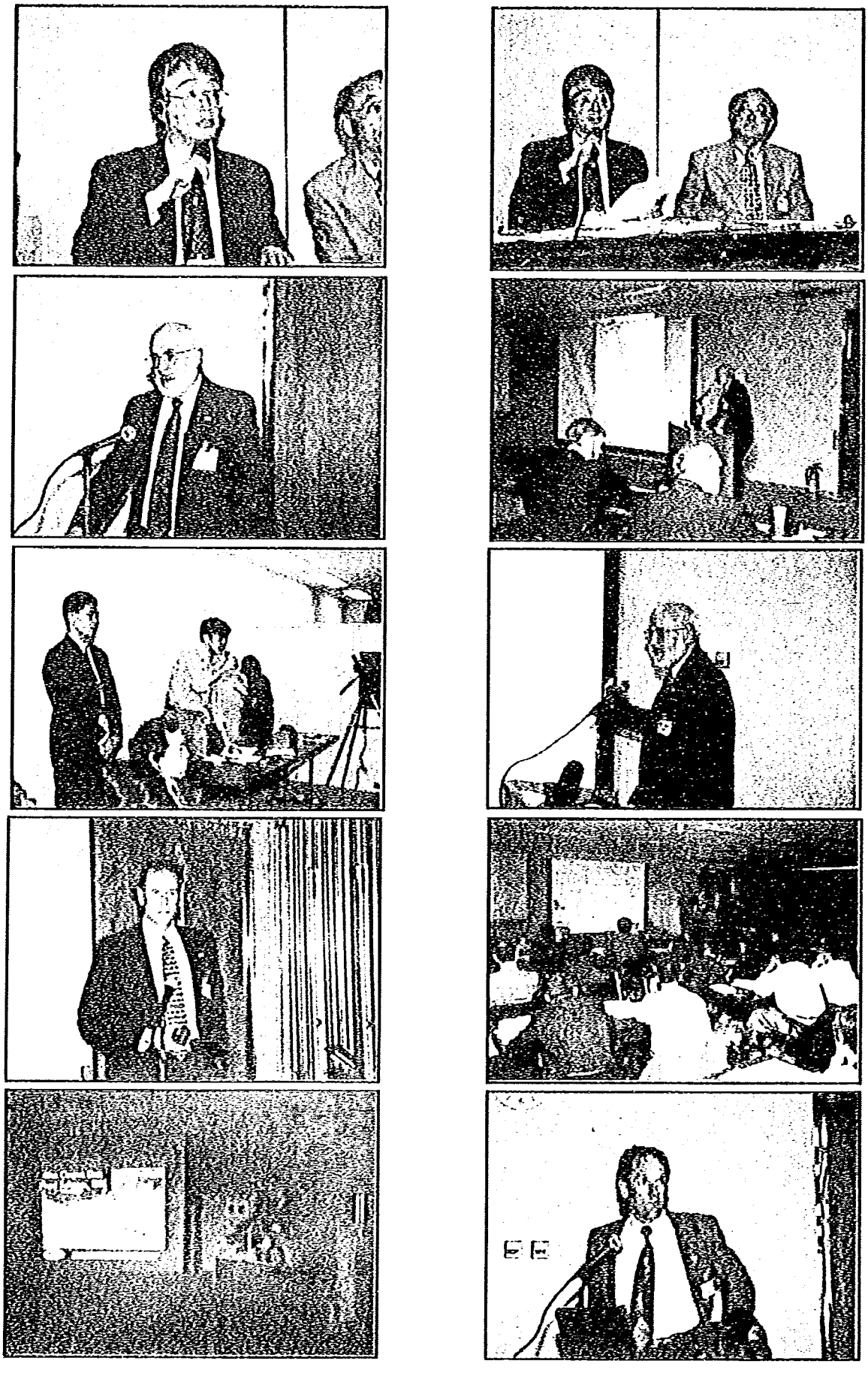


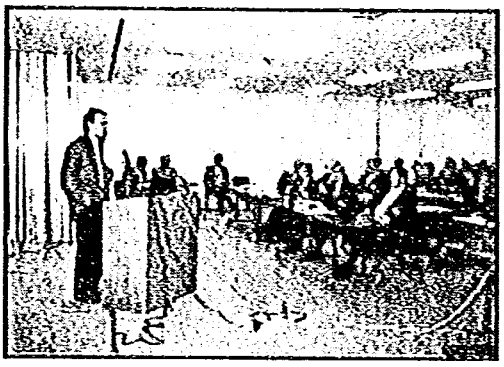






⑥午後の部

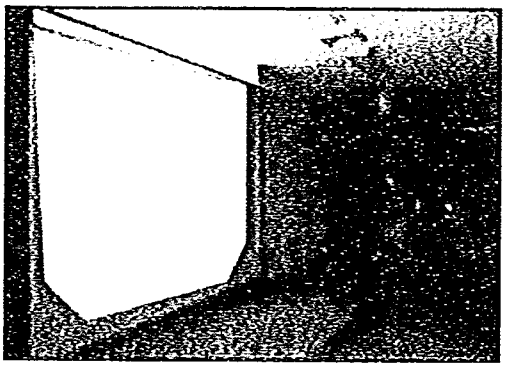


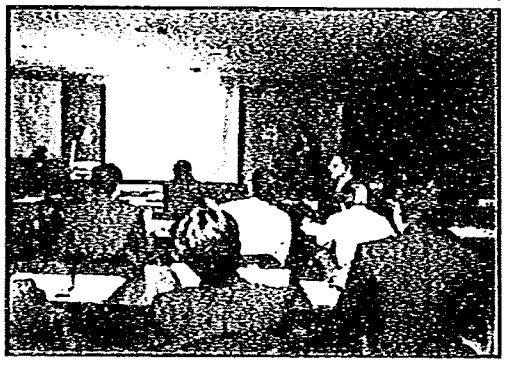




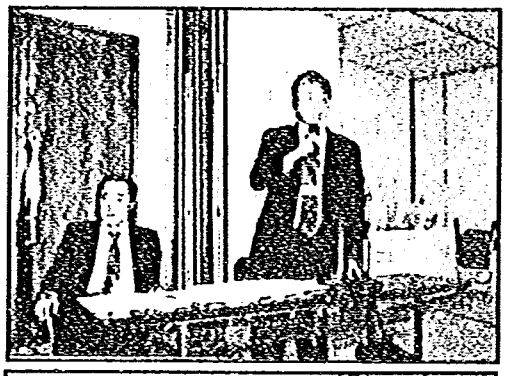


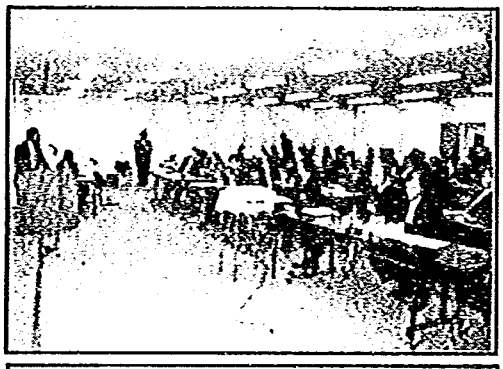


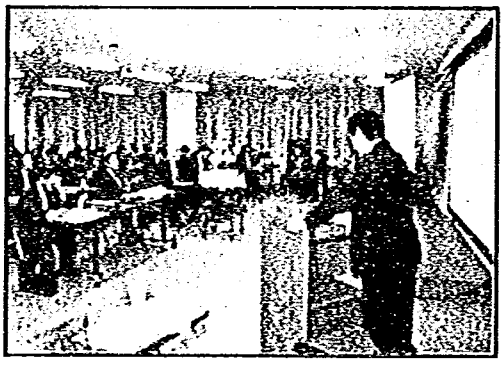
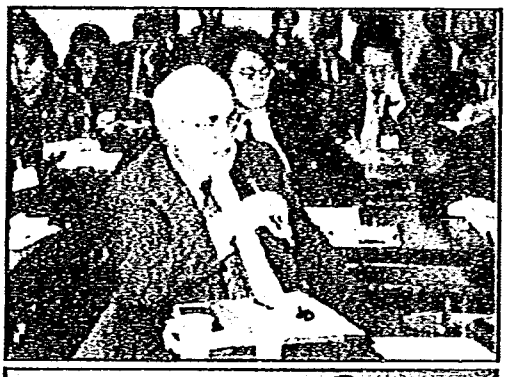


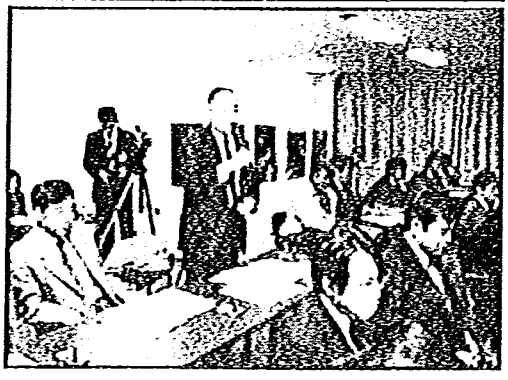


⑦ 総合討議

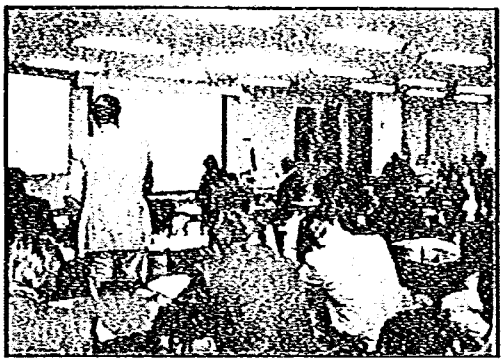


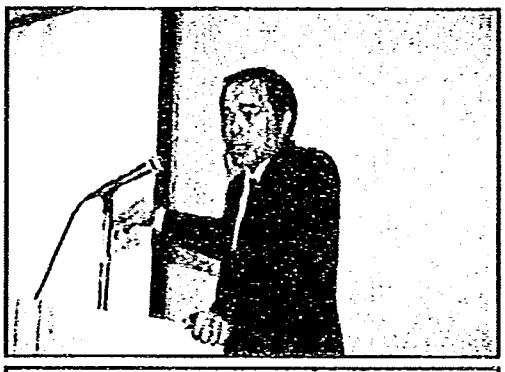
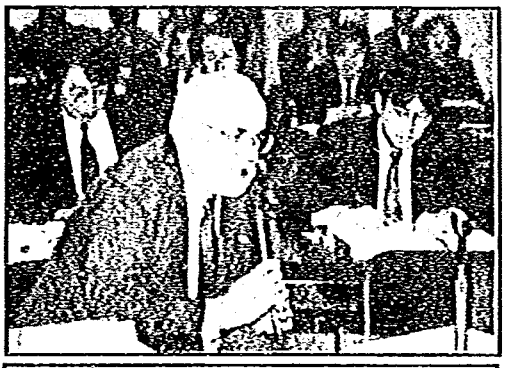











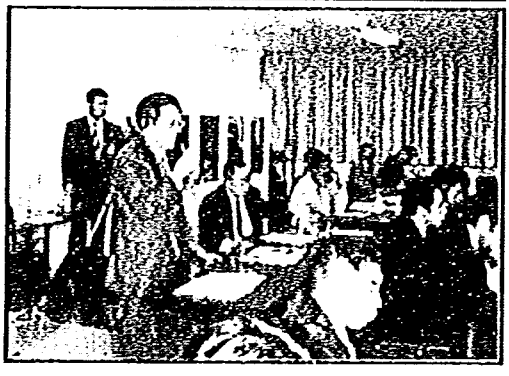








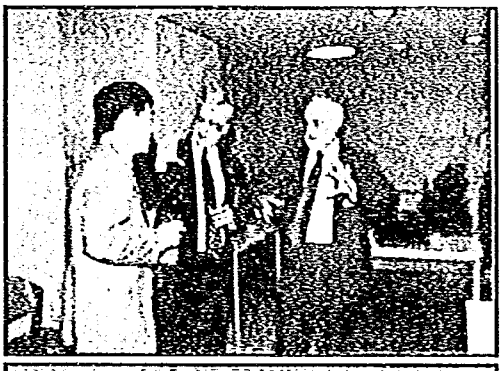





⑧　閉会挨拶及び懇親会



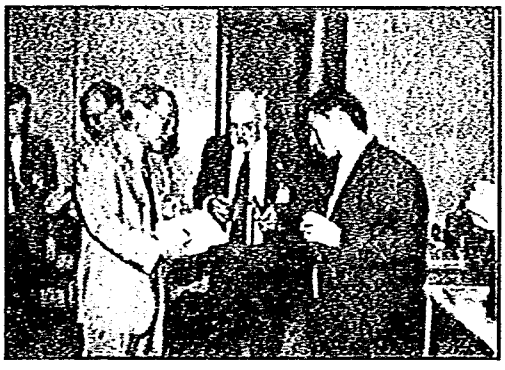










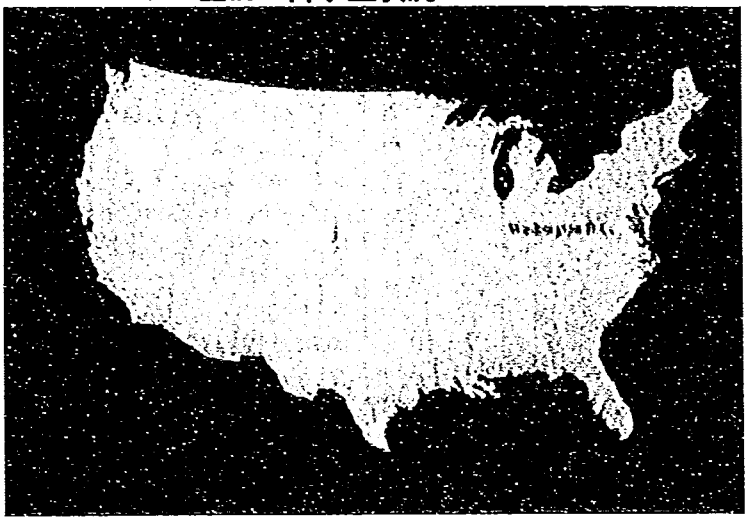




2．講演内容

2.1 開拓局の任務の変遷（Robert W.Hickox）

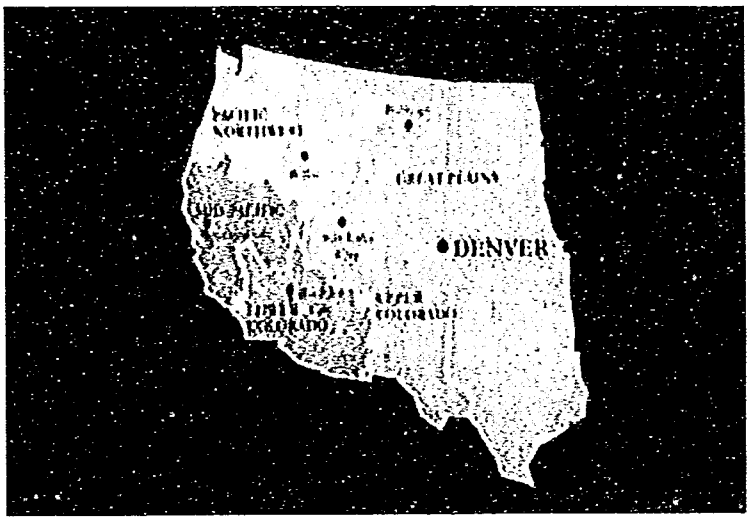
1　アメリカ全土の降水量状況



アメリカ東部の降水量は一般的に豊富で、1年間を通して、平均しています。

アメリカ西部の降水量は一般的に少なく、1年間の数ヶ月に集中しています。

2　開拓局の設立目的



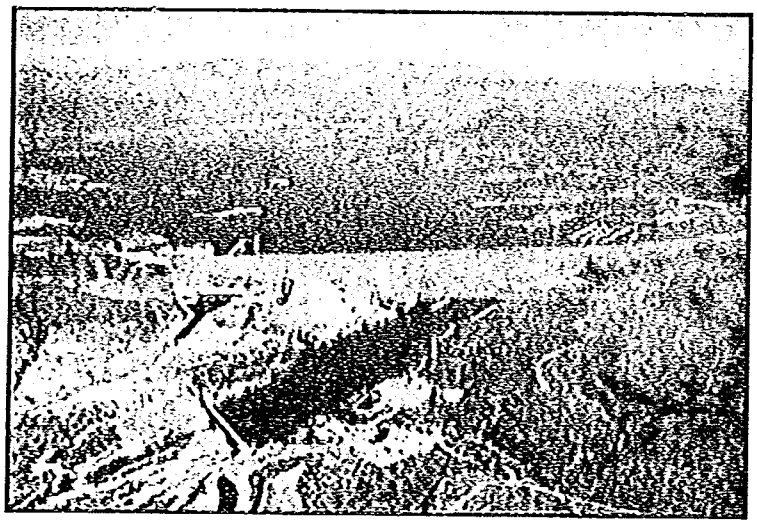
1900年以前、アメリカ合衆国の指導者はどのようにしたら不毛の西部に定住できるかということを考えていました。アメリカ経済の成功の場所として、この地域に人々に定住してもらえるようにということを考えていました。

このような経緯から、開拓局が1902年に土木建設機関として設立されました。主要な設立目的は、河川の流水を貯留して、農業の灌漑用水を整備することでした。

左の地図は17の西部の州を示しています。それぞれの州で開拓局の事業が実施されています。

また、5つの区域が示されていますが、これが5つの管理地域でありまして、一般には流域境界線で分割しています。そして、左図の5つの点が地域事務所の位置で、各管理本部が設置されている場所です。

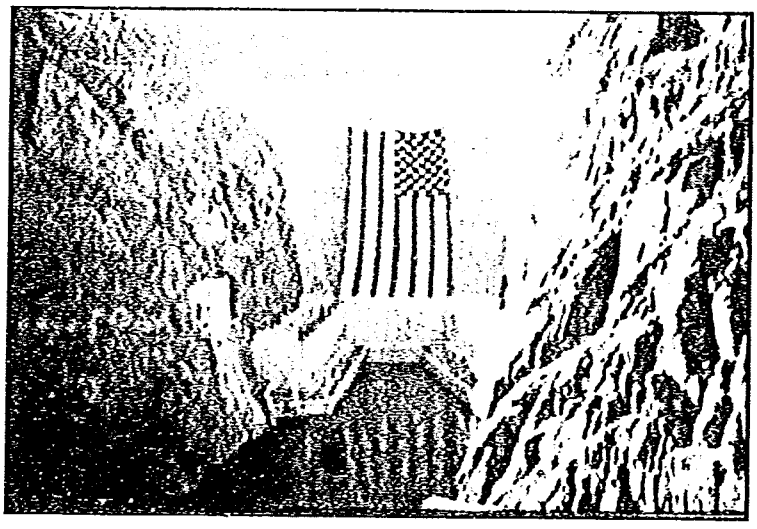
3　開拓局の事業の変遷

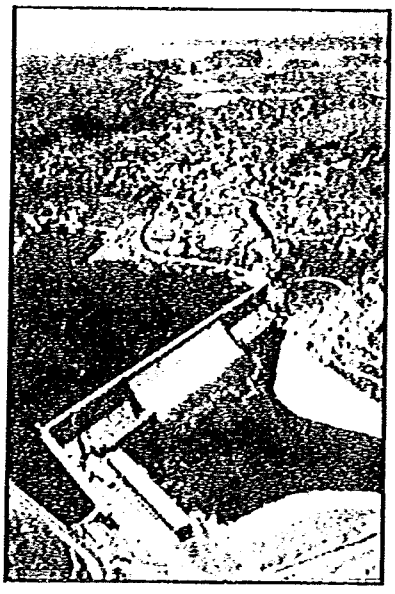


開拓局の初期の事業は、殆どが小規模で単一目的の灌漑事業でした。しかし、時代の変遷とともに、ダムの目的に水力発電が付加されました。

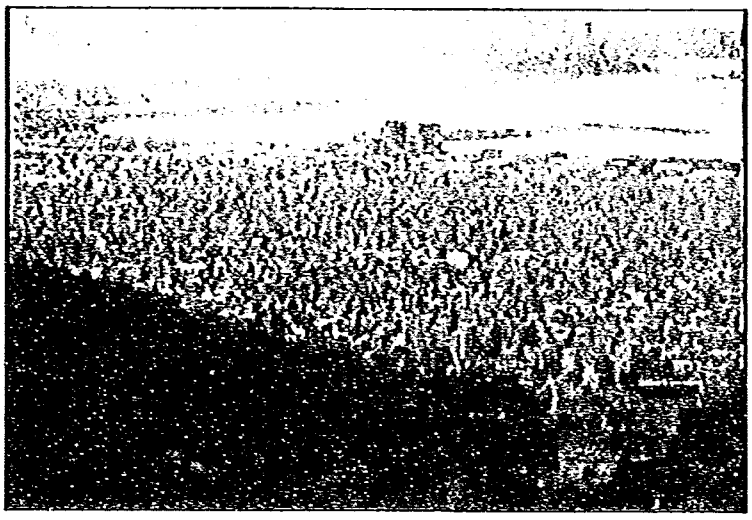
開拓局の歴史を見てみると、その焦点は、技術的な解決法を提供し、水利用者の必要性を満たすことにありました。

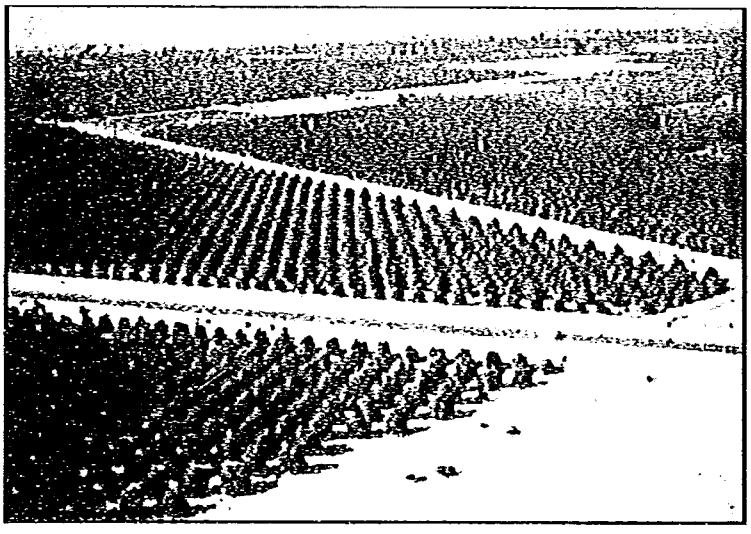
左図のクランク・クーリー・ダムはその当時建設されたダムです。





4　水供給の状況

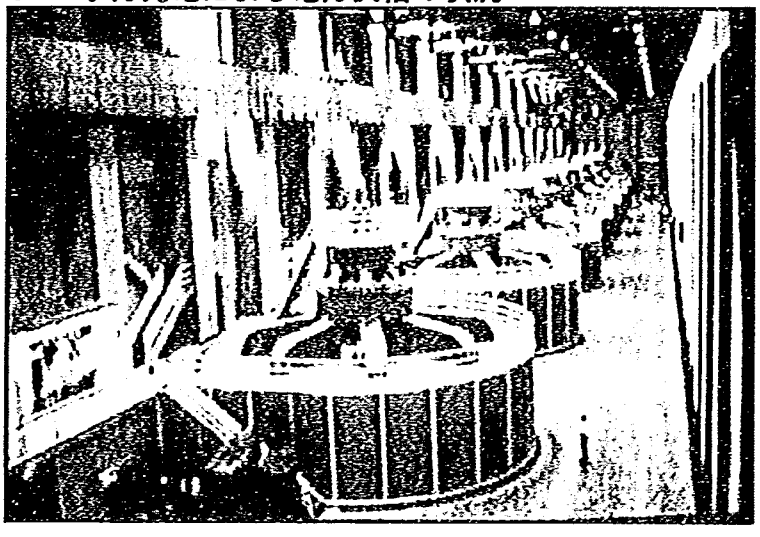




これまでの開拓局の実施した事業により、アメリカでは、最大の「水の卸売提供事業者」になりました。量的には、年間 380 億立方メートルの水を 3,100 万人の人々に届けています。

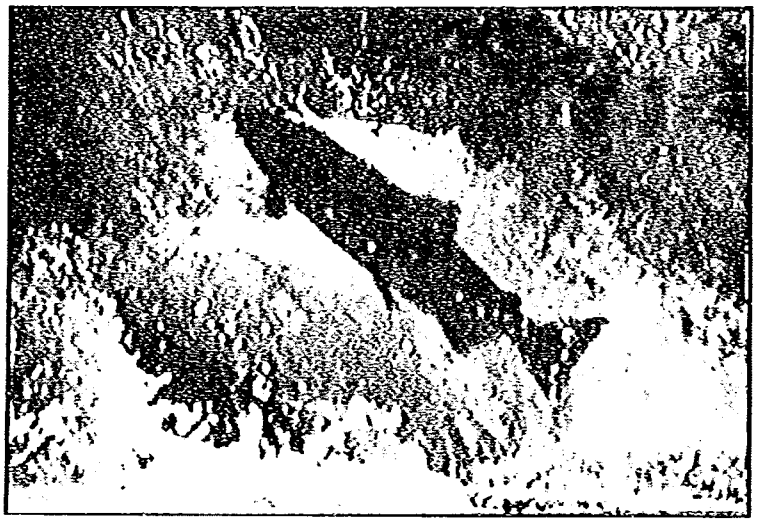
農業面では、14 万人の農業事業者が開拓局から水の供給を受けており、全米の野菜の 60%、果実の 25%が生産されています。

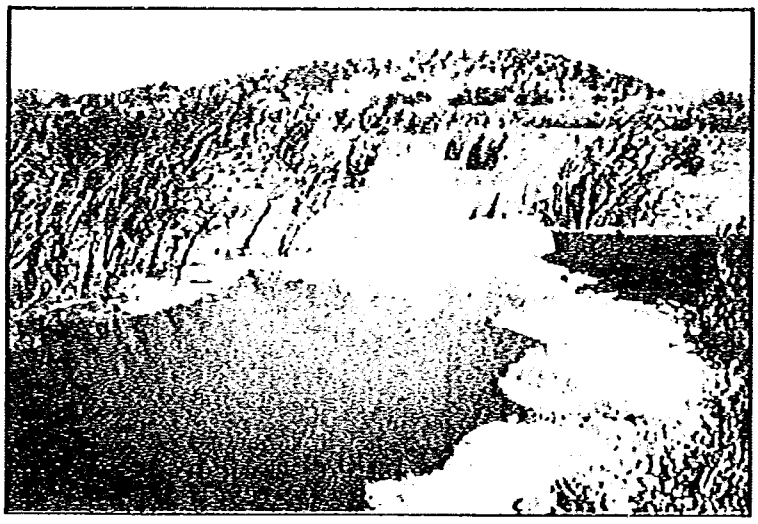
5　水力発電による電力供給の状況

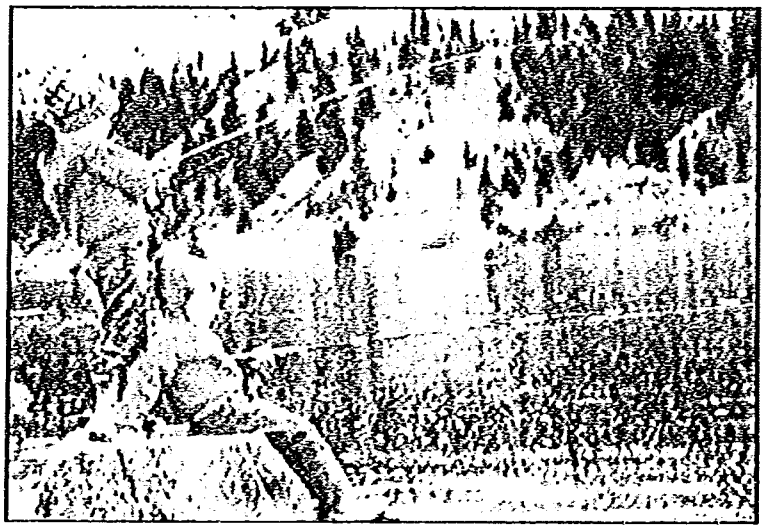


水力発電については、毎年 58 の水力発電所で 420 億 KW/h の電力を発電しています。

6　その他の利用状況







更に時がたちますと、ほかの目的も事業に取り込むようになりました。この中には、洪水調節、工業用水、自治体用の水、魚類や野生動物の生息域、環境、そしてレクリエーションの目的も取り込まれるようになりました。

7　社会情勢の変化を受けて



1960 年代以降、アメリカでは幾つかの変化がありました。開拓局はその変化を受け、建設機関から水資源マネジメント機関へと移行してゆきました。

①環境インパクト
　これらの変化の中には、環境インパクトの認識など、ダムの建設や操作に関わるものもありました。

②事業費の削減
　大規模な政府出資の公共事業に対して、政府からの資金援助が減少してきました。

③水需要の競合
　乾燥地域では水供給量が限られているので、水需要の競合が激しくなりました。

　開拓局では、今日、設立当時からの任務と共に、更に多くの広範囲な、そして時には競合するような目的のバランスを目指しています。

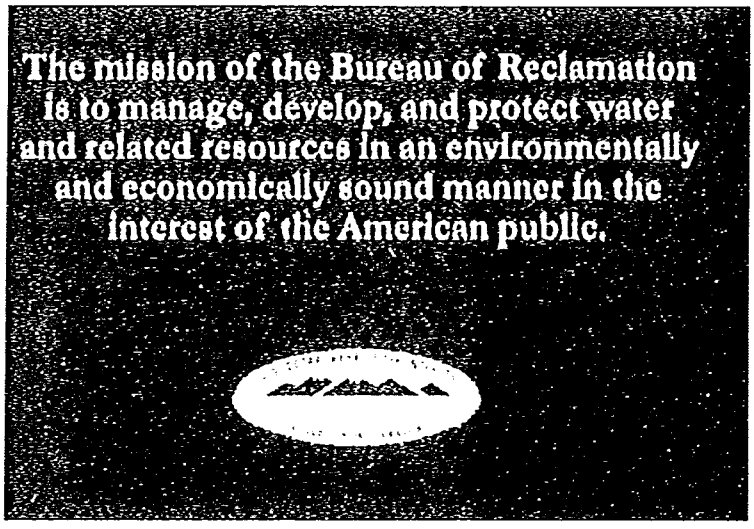
　具体的には、コロラドの西部からアメリカとメキシコの国境まで 7 つの州を流れているコロラド川(約 1,400 マイル)の水資源を管理しています。更に、州間の協定の交渉や執行の支援をしています。

8　社会情勢の変化への対応



さらに以下の８つの対応も実施しています。
①環境回復、多生物種の保護活動も提供しています。
②共同の流域全体の地表水や地下水の利用を進めています。
③自治体、工業、家庭、農業用水の需要を満たすことにしています。
④連邦が認定した先住民族に対しての責任を果たしています。
⑤事業運営の効率を高める方法を見つけています。
⑥水力発電の効率化を高めています。
⑦魚類や野生生物の生息地を保護、環境保全を実施しております。
⑧科学技術を資源管理に役立てています。

9　開拓局の任務の方向転換



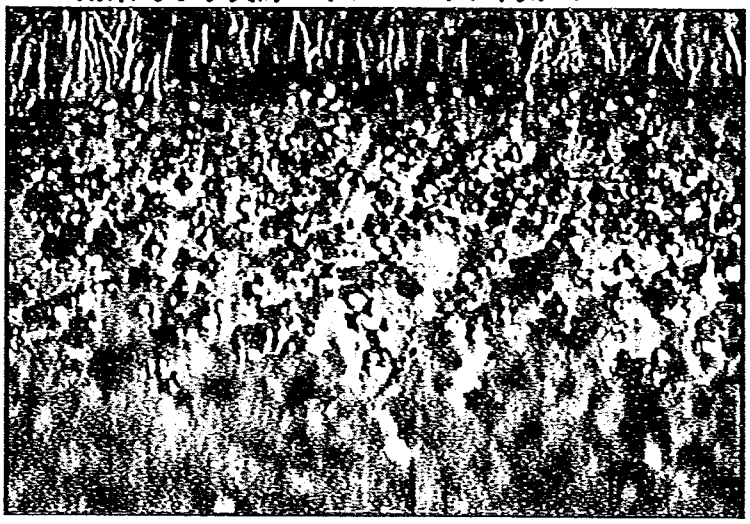
アメリカ西部で、最近注目されている問題として、食糧生産が危機的状況にあるということがあります。これは、社会の安定性や複数の水利用者の協力に影響を与えてきています。

西部は急成長する地域では、急激に都市化が進み、郊外の人口が増加することにより、水需要が高まってきています。さらに、高品質の水が一般市民に望まれています。同時に水生生態系の健全さ、環境等も、懸念されています。

上述の問題に対応するために、開拓局は1992年に事業を見直しまして20%の職員数のカット、それから予算を25%削減しました。

そして任務の方向を転換し、「管理、開発、保護を水の関連資源に関して行うことで、環境的また経済的に健全な方法でアメリカ国民の役に立つ」ということとなりました。

１０ 効果的な水資源マネジメントに向けて

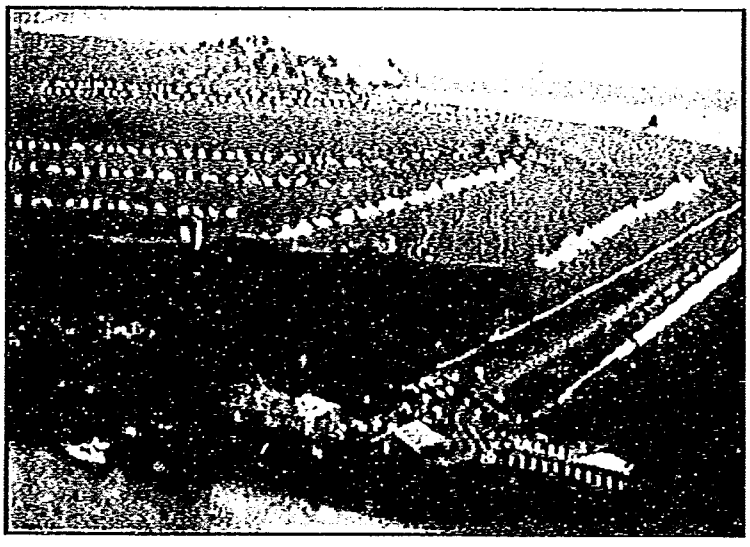


今日、開拓局では更に効果的な水資源マネジメントを実施しています。様々な革新的な技法を使い、利害関係者と協力しながら、水資源マネジメントを実施しています。

水資源マネジメントを改善することにより、水の再利用、または効率化、将来の水資源確保が可能となります。

水資源マネジメントにより、様々な競合する西部のニーズを満たし、技術的な専門性を活用し、設備を的確に運用し、安全を確保しています。

１１ 持続可能な水資源マネジメントに向けて



前述の要求、一般市民の将来の世代に関する不安、複雑な法的な任務、既存の制度上の取り決め等が介在するなか、どのようにして水資源を持続可能なかたちでマネジメントしていくかは、技術進歩ということが課題でもあり、チャンスでもあると捉えられます。

20 世紀の終わりが間近であり、政策、制度、戦略、企画過程が再評価され、必要に応じて課題毎に修正されています。時には相反する任務を評価する複数の制度があり、公共過程というものが再評価において重要な部分を占めています。

つまり、持続可能な水資源マネジメントの方向性を決定するという課題は現実のものになっています。

１２ 意志決定プロセスの実現



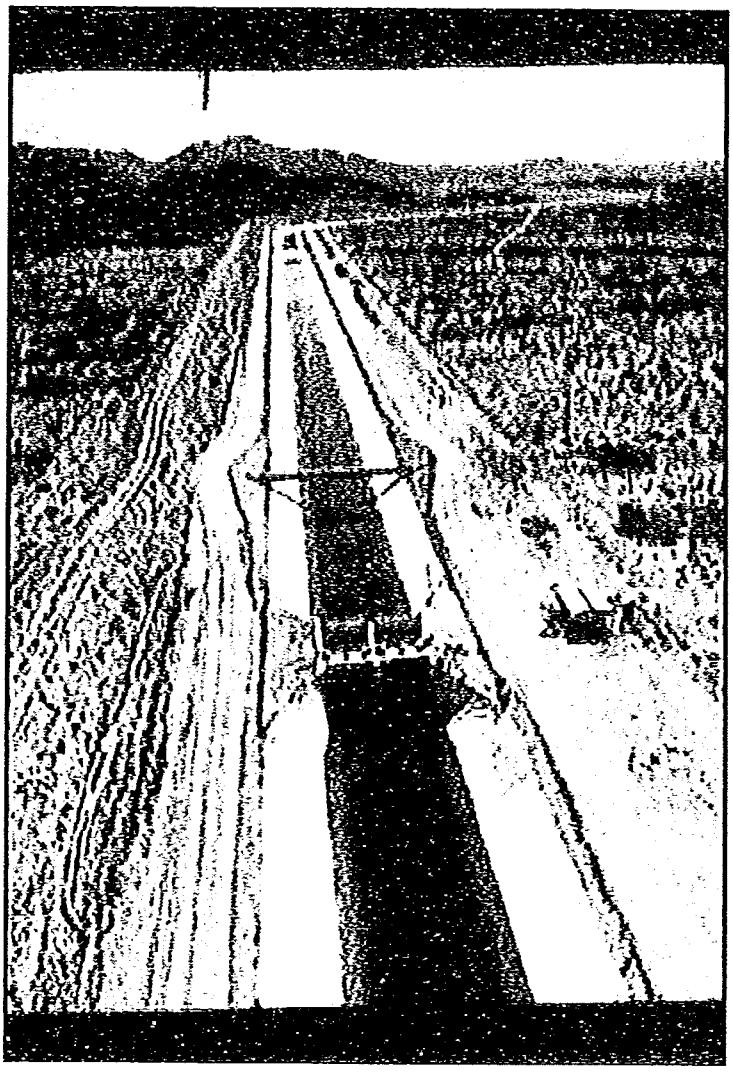
持続可能な水資源マネジメントへの展開は、世界中の多くの地域で起こっています。各国では、経済、環境的なコストで水の確保を評価しており、最も良いバランスを取ることに力をいれています。その中で、ダム建設はオプションの１つと言えると考えられます。

しかし、ここで認識しなければならないのは、選択肢の１つにすぎないということで、我々は様々な代替案を見ており、事業の実現可能性を評価しています。最も利益が出て、損害が最も低い道を選んでいく訳です。

開拓局は、機関として一般市民を意思決定プロセスに取り込み、さらに透明性の高い意思決定を実現しています。そして、開拓局の計画プロセスを公開し、全ての利害関係者を計画の段階に取り込むことにより、初期の段階から参画してもらい、最終的な代替案が決定されるのです。その結果、事業に対し、満足する利用者が出現し、当事者の関わりも深くなります。

政治的な現実としては、恩恵を受ける当事者がより高い開発、建設費を負うということになります。重要な資源を保全するために、農家や灌漑地区と緊密な作業をしています。

１３ 開拓局の新たな仕事



意志決定プロセスの実現により、現在までの仕事の方法を変更させています。更に効率の良い灌漑方法を採用することを勧めています。

①灌漑設備

例えば、現在まではスプリンクラーや洪水灌漑でしたが、微量点滴方式の灌漑設備を設置したり、水を多く必要とする作物を、水をあまり必要としない作物へ転換するということも実施しています。

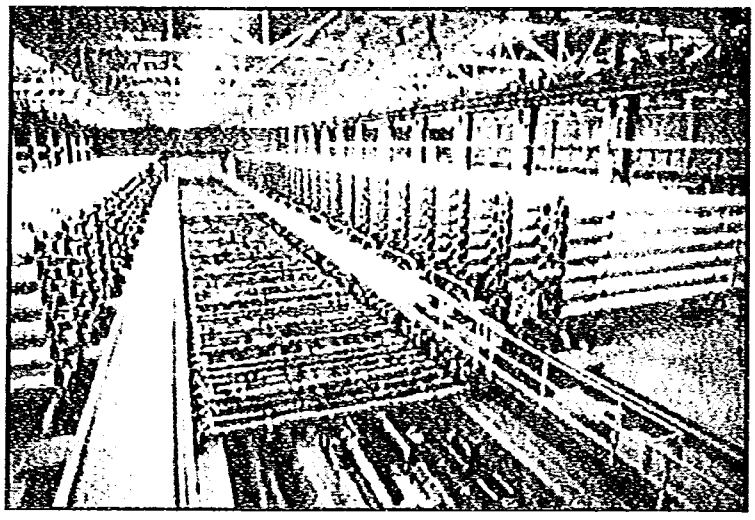
②水路

構造的な代替案としては、ライニングの無い水路をライニングする、もしくは、運河をやめてパイプラインにするなど、浸透や蒸発損失を減少させます。

③その他

その他の運用方法として、開拓局の独自の事業を、地元の水利用者に譲渡することがあります。更に、地元の機関と協力して、水利用者グループ間の水の融通を促進したり、将来の水融通を促進する「水の銀行業」もやっています。また、様々な組織と緊密に合同作業を実施し、水利用のための放水時間を最大限にしています。例えば、発電また魚の回遊、灌漑用水の放水です。

１４ 将来を見据えた開拓局の組織・体制と研究課題



また、開拓局の組織・体制と研究課題も変化してきています。

①組織・体制

当初、17の西部の州が７つの管理地域に分けられ、多くの事業事務所が存在しました。各事業所の多くの事業は、地域事務所で決定されていましたが、建設予算が減少したことにより、７つの地域を５つの地域に統合することとしました。これにより、管理経費を削減することができました。

さらに、多くの事業事務所を統合したことにより、26の地区事務所を設定しました。地区事務所は、地域事務所の下部組織ですが、プロジェクト関連の問題や発注者のニーズを把握していることから、地区事務所が管轄区のプロジェクトの責任を持っており、多くの意思決定は地区事務所に委任されています。

②研究課題

更に、ダム建設を実施することは、西部では限界があるので、大学や都市、非政府組織と淡水化に関しての研究を実施しています。

また、廃水の再生や再利用についての研究もしています。

将来的に開拓局では共同研究事業を支援したり、研究しています。様々な処理法、また可能性としての二重水道網の利用など、多くの水資源マネジメント方法が研究対象です。

例えば、需要調整や保全を通して、水の価格付けにより水の割り当てを決定するということや、オープンで包括的な意思決定、水資源計画を情報化時代のツールと統合化することを考えています。

１５ 最後に



持続可能な資源管理計画等は、興味深いものであります。しかし、水資源の分野における、苦しい時でもあります。皆様の多くも、やはり皆様方の戦略や任務を再評価していると思います。開拓局でも実施してきました。皆様の幸運をお祈りします。

開拓局のホームページをこちらに示しています。

http://www.usbr.gov

です。

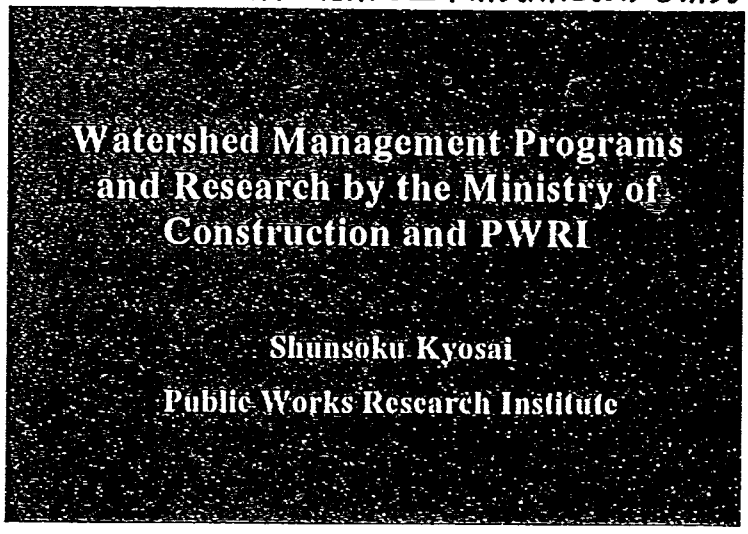
ぜひ、開拓局のホームページを見ていただき、開拓局が何を実施してきたのか、現在、何を実施しているのか、さらに将来とのようなことを実施する予定なのかということを見てください。

皆様方と総合討議でお話しするのを楽しみにしています。次回はアメリカでお会いできるかもしれません。

今回、皆様の美しい国を訪問して皆様と話し合える素晴らしい機会をありがとうございました。

2.2 建設省の流域管理施策と土木研究所における研究（京才俊則）

1　建設省の流域管理施策と土木研究所における研究

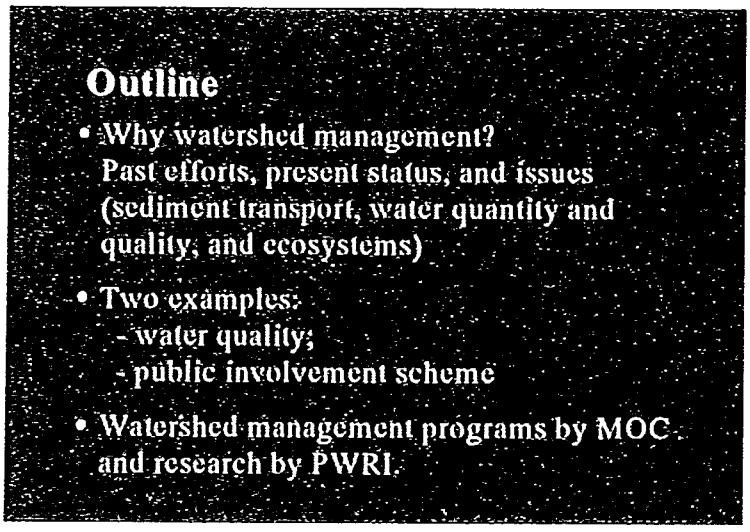


建設省の流域管理施策と土木研究所における研究を発表します。

我が国では、河川、ダム、海岸、上水道、下水道等、これまでの個別事業では、個別の最適化は行われても、流域全体の最適化は図れないため、様々なひずみが出ていること、このため流域管理が必要であるということが、関係者間では認識されつつあります。

しかし、我が国では流域管理がシステムとしてはまだ動いていません。

2　概要



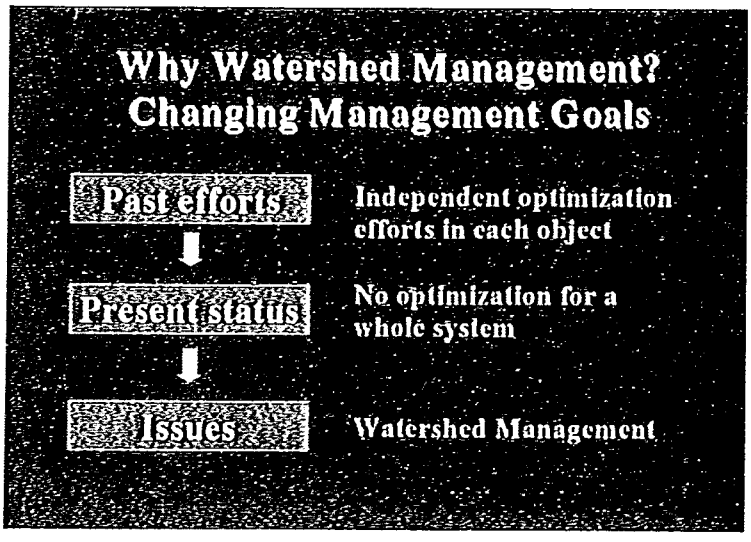
私の発表は3つのトピックスから成り立っています。

・まず、なぜ流域管理が必要なのかという視点から、流砂、水量、水質、及び生態系に関し、これまで実施してきたこと、現状、及び今後の課題を述べます。

・続いて、2つの事例を紹介します。流域管理の概念が必要とされる利根川の水質問題と、合意形成の試みの例です。

・最後が、建設省の流域管理プログラムと土木研究所の研究です。

3　なぜ流域管理が必要なのか



まず、なぜ流域管理が必要なのかという最初のトピックスです。

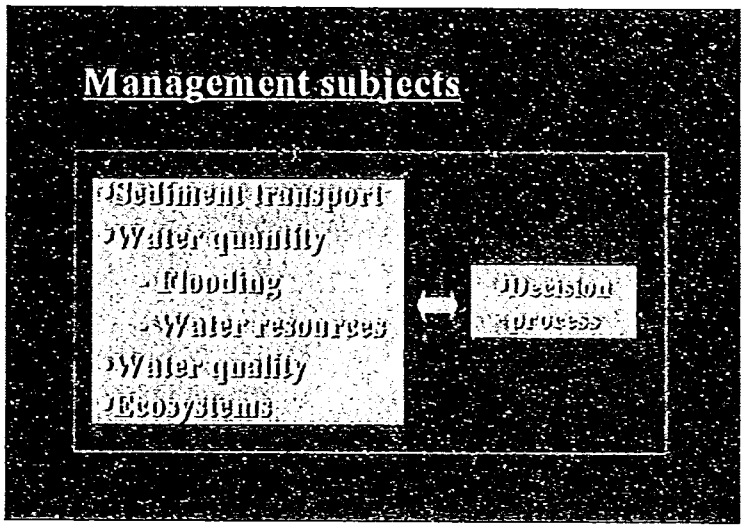
いくつかの課題について、マネジメントの目標の変遷の観点からこれまでの事業、現状、これから実施すべきことをまとめます。

これまでの事業は、それぞれに、独立した目的があり、個別問題を解決してきています。

しかし、個別の最適化が図られてきたために、現在では、必ずしも流域全体としての最適化がなされていないため、種々の問題が顕在化してきています。

このため、今後は流域全体を捉えて最適化していく流域管理が必要です。

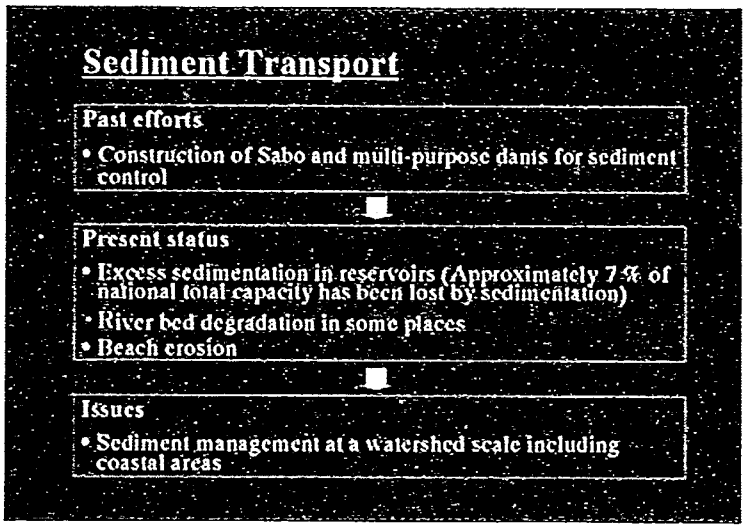
4　管理上の課題



取り上げる課題は、土砂移動、洪水の点から見た水量、水資源の点から見た水量、水質、および生態系の5つです。

これらの流域管理に係わる課題を、よりよい方向に持っていくために、今後確立して行かなくてはならない重要なプロセスとして、住民や市民との「意志決定」があります。

5　土砂移動



まず、土砂移動について考えてみます。

これまでは、土砂の流出を防止するため、砂防ダムや、多目的ダムが建設されてきました。

このため、ダムにおける土砂の堆積や、流下する土砂の減少による問題が生じています。

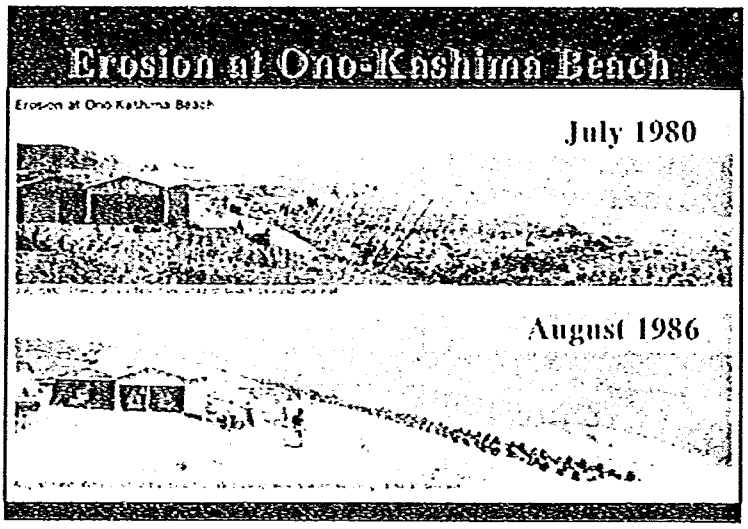
我が国には709のダム貯水池がありますが、土砂の堆積によって、毎年、ダム貯水池1つ分の貯水容量が失われています。現在の、平均堆砂率は7%となっています。

一方、流下土砂の減少によって河床が低下しています。このため、橋脚の根入れ長さが不足するなどの被害が出ているところもあります。

また、流下土砂の減少は海岸の浸食をもたらしています。

このため、土砂の発生源から沿岸域に至るまでの、流域スケールの土砂管理が必要になってきています。

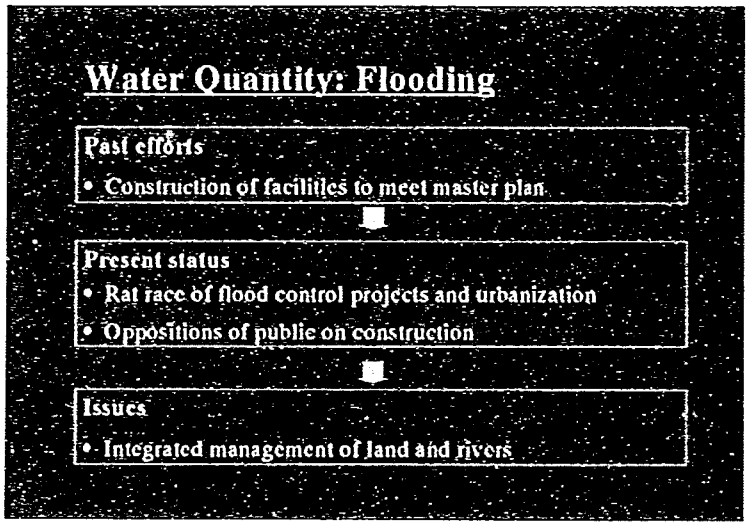
6　海岸浸食の事例



これは海岸浸食の例です。

1980年には、まだ、十分な砂浜がありました。
6年後の1986年には、テトラポットを設置したにも拘わらず、海岸が後退し、民家の近くまできています。
この原因の1つとして、土砂供給の不足が考えられます。
現在は、突堤、ヘッドランドが設置され、砂浜の回復を待っている状態です。

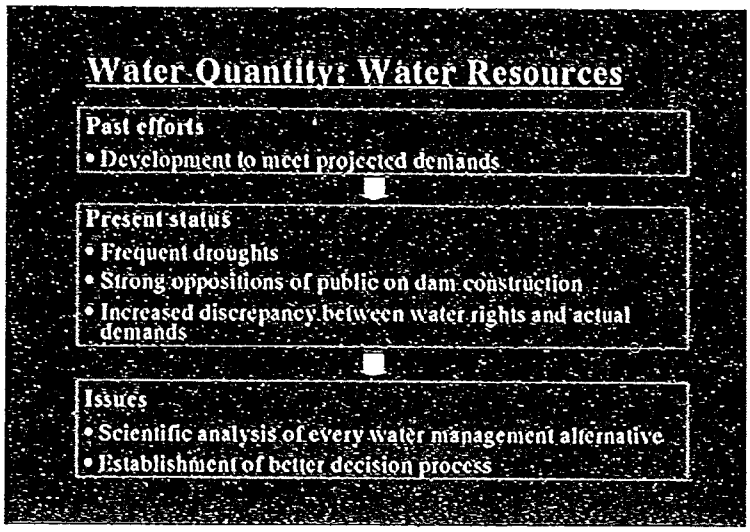
7　水量：洪水



つぎは洪水の問題です。

これまでは、工事実施基本計画を満たすため、堤防、ダム、放水路、遊水池などを建設してきました。計画流量は最大で、200年確率となっています。
この結果、治水事業と都市化のいたちごっこが生じています。治水により安全度があがると、従来は住まなかったところに、人が住みはじめ、洪水被害ポテンシャルが上がる、そうするとまた、堤防を高くしなければならなくなります。
都市化によって、雨水流出量も増えてきています。
今までは土地収用で反対を受けることはあっても、それ以外の理由で、これらの事業は、大きな反対を受けることはありませんでした。
しかし、生態系の保全のため、治水事業に対する、反対の声が大きくなってきているところもあります。
このため、土地利用をうまくコントロールした方が経済的で、壊滅的被害を防ぐことができると言う考え方が出てきています。
米国では、1993年のミシシッピ大洪水を契機に、このようなことを勧告するレポート（Sharing the challenge）が出されました。
今後は、洪水防御のため、土地と河川を一体的に管理する必要があります。

8　水量：水資源



次は、水資源の確保の問題です。

これまでは、需要予測を満たすため、ダム建設などによって、水資源を開発してきました。

しかし、我が国では、依然として、頻繁に渇水が起こっています。

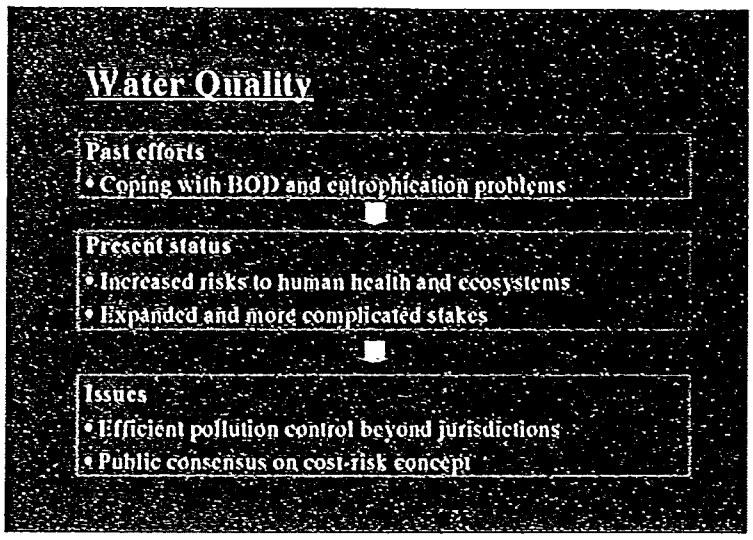
生態系保全や、立ち退き住民の問題から、ダム建設に対し、住民の強固な反対があり、場所によっては、容易にダムを建設できない状況も生まれています。

実際の水需要と水利権が乖離しており、合理的な水利用がなされていない問題もあります。

このため、水利権の見直し、下水再利用などを含む、あらゆる水管理代替案を科学的に解析し、合理的な水資源の確保手法を確立していく必要があります。

更に、利害関係者(stakeholder)間での、よりよい意志決定システムの確立も、求められます。

9　水質



続いて、水質についてです。

これまでは、水質環境基準の達成を目標に、主に、生活排水や、工場排水などの点源汚濁源に対する対策などが実施されてきました。

水質環境基準項目の主なものは、有機物、大腸菌、および湖沼、内湾等における富栄養化防止のための窒素・リンです。

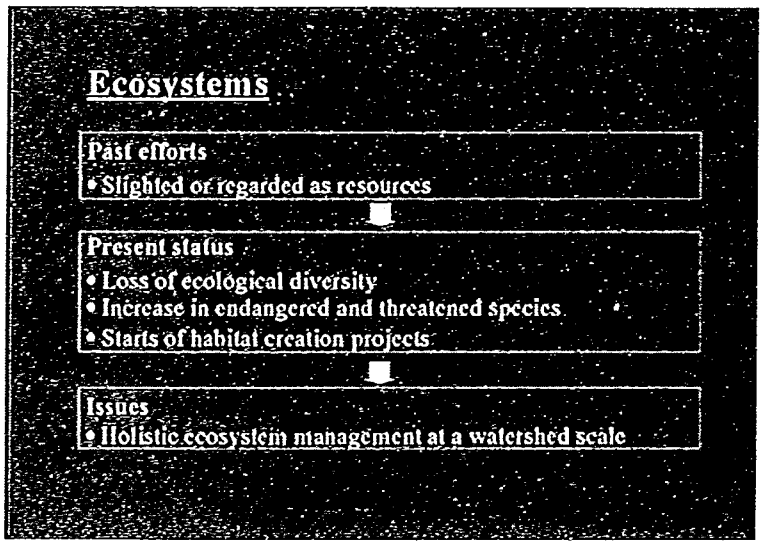
しかし、近年になって、環境ホルモン、クリプトスポリジウムといった未規制物質による人間への健康、生態系へのリスクの増加が顕在化してきています。

また、都市や農耕地などから雨水に伴って流出する、非点源汚濁源（ﾉﾝﾎﾟｲﾝﾄｿｰｽ）問題や、上下流問題など、水質に係わる利害関係が拡大し複雑化してきています。

このため、行政の枠を越えた、総合的な水質汚濁対策の樹立が、求められます。

また、限りなき安全性の追求は、水質汚濁対策費用の飛躍的な増大をもたらします。経済性も考慮した合理的な安全性の設定に関する、国民的な合意も重要です。

10　生態系



次は、生態系についてです。

これまでは、生態系の保全に対し、あまり大きな関心が払われてきませんでした。

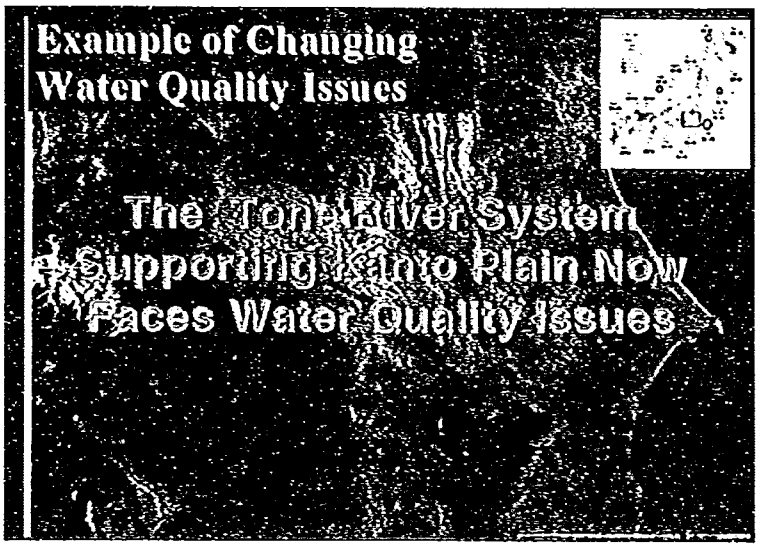
食料資源としての魚の観点から、漁業問題に注意が払われてきた程度です。

この結果、生物多様性の喪失や絶滅危機種・絶滅危惧種の増加といった問題が、顕在化してきています。

このため、生態系保全を目指した多自然型川つくりなど、環境を配慮した事業が展開されつつあります。

今後は、流域スケールでの全体的な、生態系マネジメントが必要です。

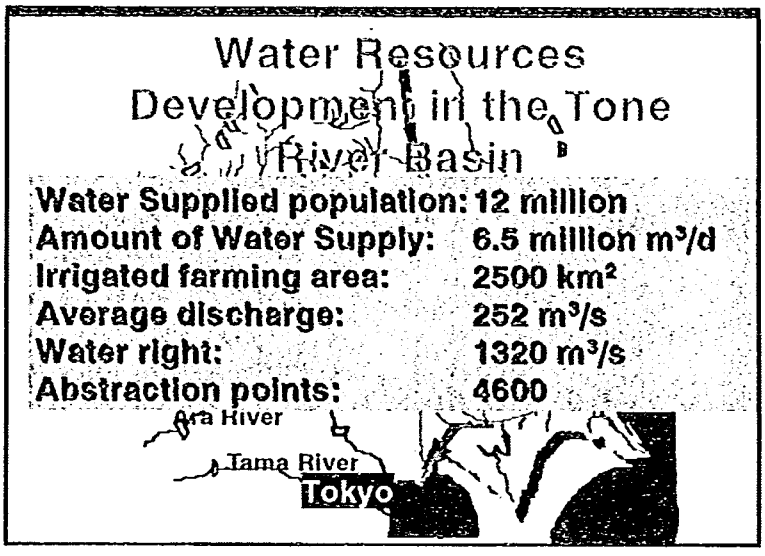
１１ 利根川の抱える課題



以上で、なぜ流域管理が必要なのかという最初のトピックスを終わりにさせていただき、2つ目のトピックスの事例紹介に移らせていただきます。

まず、流域における水質問題の例として、我が国で最大の流域面積を持つ、利根川の課題を述べます。

１２ 利根川の概要



利根川の流域面積は、16,840km²となっています。

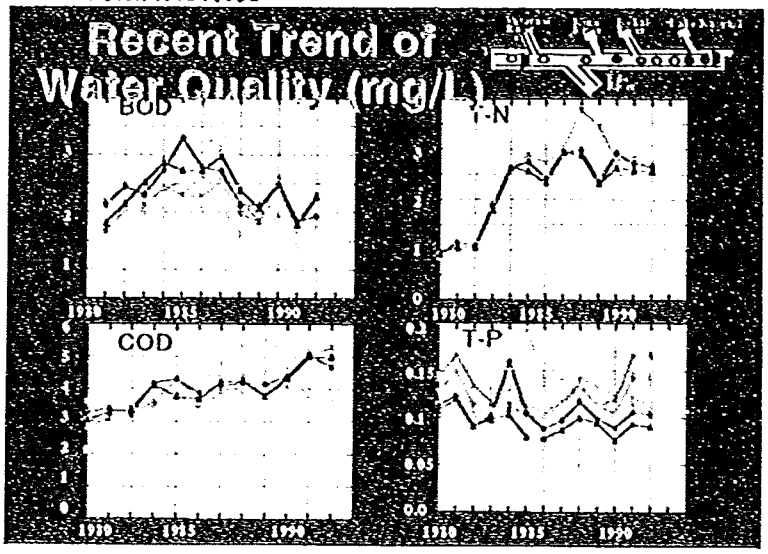
左図は、利根川の水利用状況を示しています。

水道水源としている人口、浄水供給量、潅漑農地面積、平均流量、水利権流量、取水地点数を示しています。

1,200万人の水源となっていることなどから、利根川がいかに人の生活に密着しているかがお分かり頂けると思います。

関東地方の水利用率は50%以上で、日本で一番大きくなっています。

１３ 利根川の水質



左図は、利根川の12年間の水質変化を示したものです。

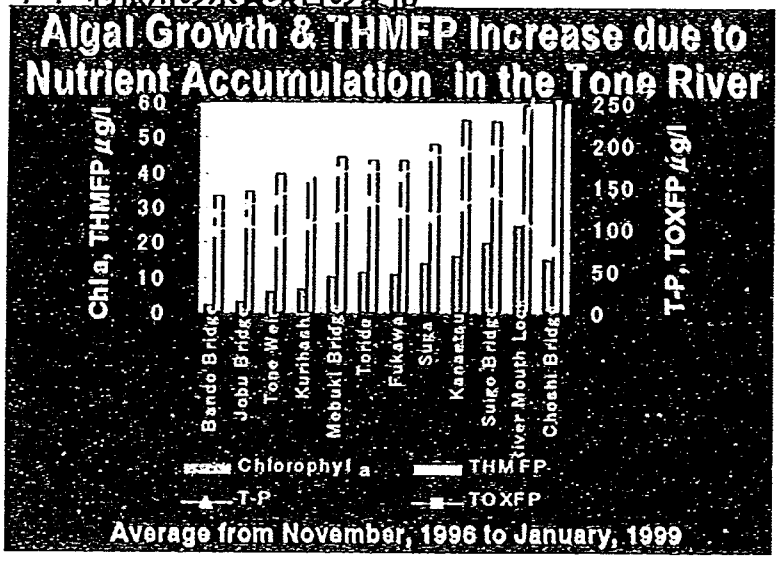
環境基準項目であるBODは一時期増加しましたが、その後下水道整備等によって改善されてきています。

しかし、CODは増加傾向にあり、生物難分解性の有機物が増加していることを示しています。

また、富栄養化をもたらす栄養塩類のうち、リンは横這いですが、窒素が増加傾向にあります。

環境基準項目であるBODは改善されているものの、環境基準項目となっていない生物難分解性の有機物や窒素の増加によってどんなことが生じているのか、次に見ていきたいと思います。

１４ 利根川の水質項目の変化



左図は、水質項目が利根川を流下するに従ってどのように変化しているかを示したものです。

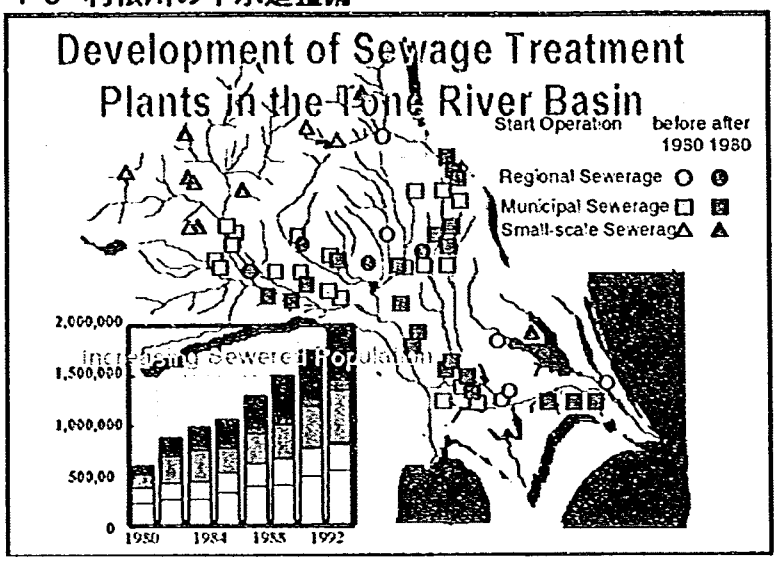
トリハロメタン生成ポテンシャルやクロロフィルＡは、流下に従って増加しています。

トリハロメタンは発ガン性物質とされています。

このため、生物難分解性の有機物と塩素が反応して生成されるトリハロメタンの生成ポテンシャルの増加はリスクの増大を示唆しています。

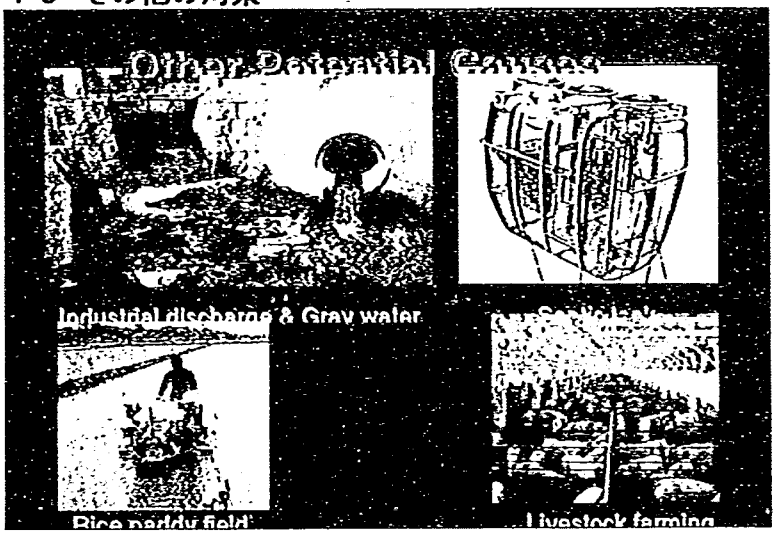
クロロフィルＡは富栄養化の指標となりますので、利根川は窒素・リンによって流下に従い富栄養化が進行していると考えられます。

１５ 利根川の下水道整備



水質改善の主要施設である下水道の整備は利根川流域において、着実に進められています。

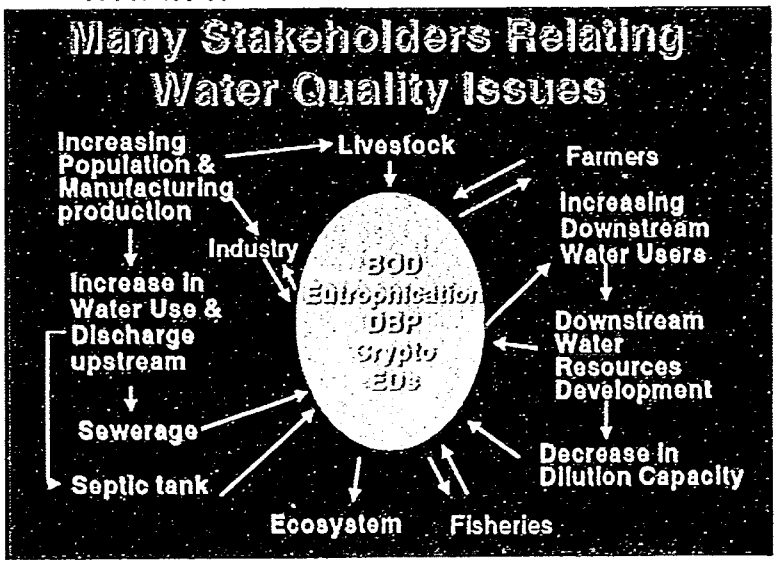
１６ その他の対策



利根川の水質改善のためには、下水道整備に加え、様々な汚濁発生源からの負荷量調査に基づいて、総合的な対策が進められなくてはなりません。

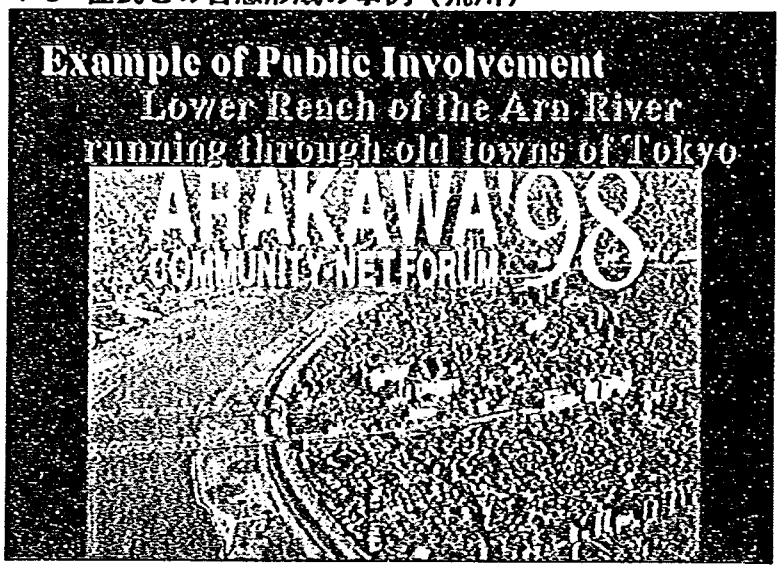
また、窒素・リン除去のため、下水の高度処理も必要になります。

１７ 利害関係者



このためには、数多くの利害関係者における合意が必要になってきます。

１８ 住民との合意形成の事例（荒川）



続いて、住民との合意形成、協力の例です。

左図は東京の下町を流れる荒川の下流です。

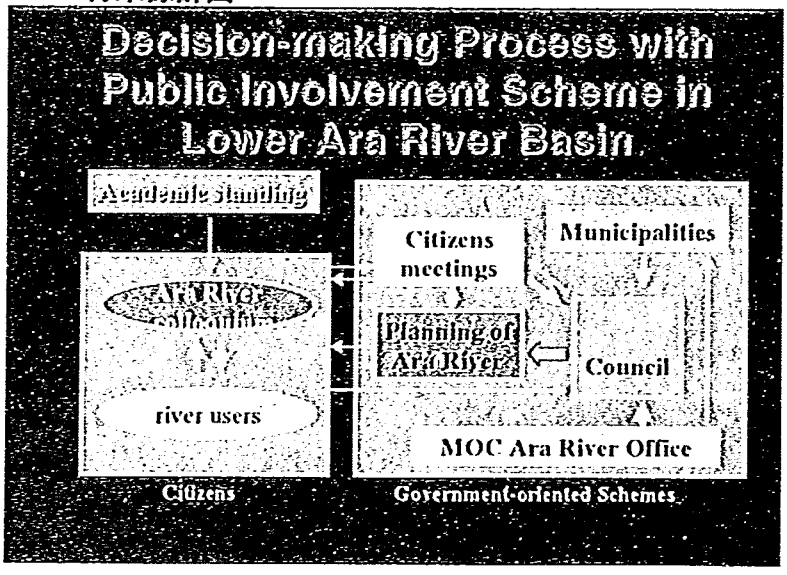
水害常習地帯であったこの地域は河川改修により洪水被害が減るようになりました。

このような人口密集地帯では、川は、人々や生物にとって貴重な憩いの空間ですが、治水のための築堤によって、人々は川から遠ざけられ、人々は川に無関心になってしまいました。

上流のダムが洪水を軽減していることも意識しなくなってしまいました。

このため、建設省荒川下流工事事務所では、住民に川への関心を持ってもらうよう、更には意志決定のプロセスに参加してもらうよう、「多様な主体間のパートナーシップの構築」を目指しています。

１９ 将来像計画



まず、住民との合意形成を取り込んだ、荒川将来像計画の策定プロセスについて説明します。

沿川の9名の首長と工事事務所から構成される、荒川の将来を考える協議会(Council) が、荒川将来像計画の案を策定しました。

この案について理解を深めるため、89カ所で1ヶ月間閲覧、26カ所で説明会、2ヶ所でシンポジウムを開きました。

この結果、171の意見が寄せられました。

協議会では、この意見を基に案を修正し、荒川将来像計画が策定されました。

沿川の自治体9ヶ所に設けられた荒川市民会議(Citizens meetings) は計画実現のために、協議会に評価や提言を行います。

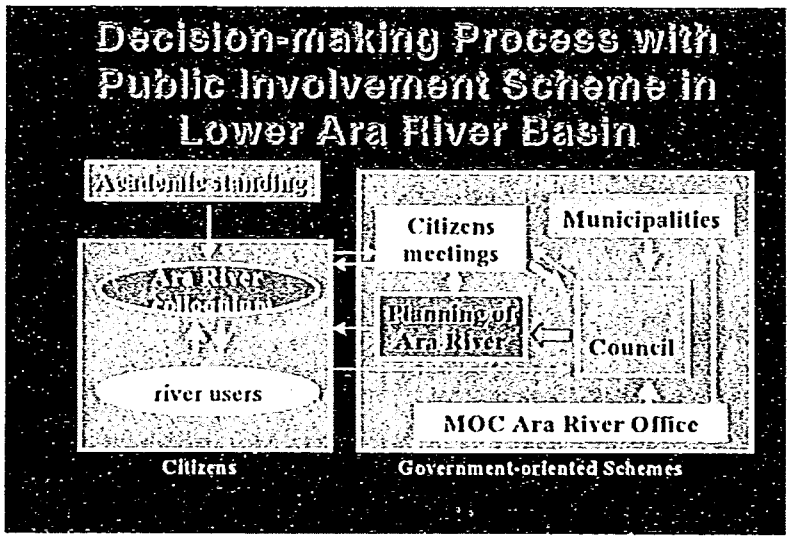
２０ 住民参加の活動の事例（１）



次は、荒川将来像計画等に基づいて実施されている、荒川下流での住民参加の活動、協力や交流の例を紹介します。

誰でも参加できる、あらかわ学会(Ara River Colloquium)が、市民の研究活動や情報交換の場として活動しています。

２１ あらかわ学会の位置づけ



あらかわ学会(Ara River Colloquium)は左図の中央左に位置づけられています。

２２ 住民参加の活動の事例（２）



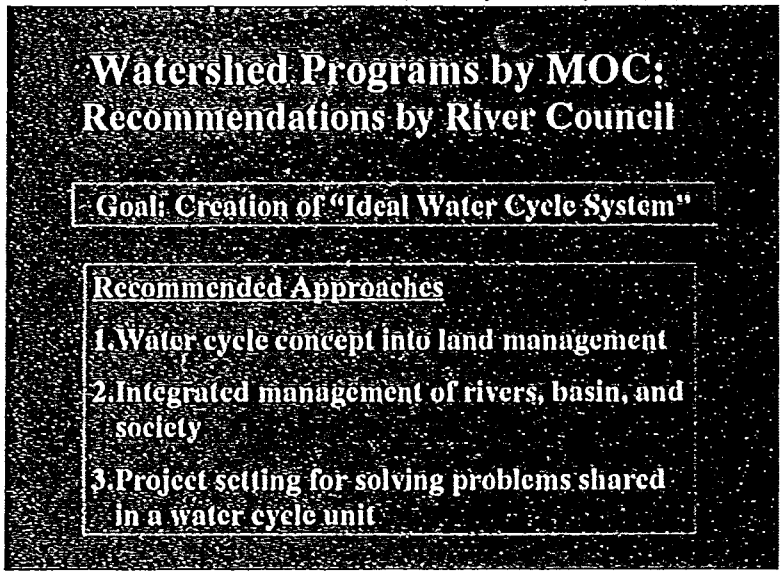
荒川の理解を深めたり、市民交流の場として活用される、荒川知水資料館「アモア」が、1年前にオープンしています。

絶滅危惧種のヒヌマイトトンボの生息地の保全のための事業が計画されています。

市民が荒川をよりきれいな川とするため、環境保全活動を行っています。荒川クリーンエイドと呼ばれています。

合意形成手法の確立や、市民と川との交流を深めていくため、このような活動の経験を蓄積することが、必要です。

２３ 流域管理に関する建設省の施策と土研の研究について



最後のトピックス、流域管理に関する建設省の施策と土研の研究について述べます。

左図は、昨年の7月に出された建設省の河川審議会・水循環小委員会中間報告の骨子です。

今後の流域の整備目標を理想的水循環系の実現としています。

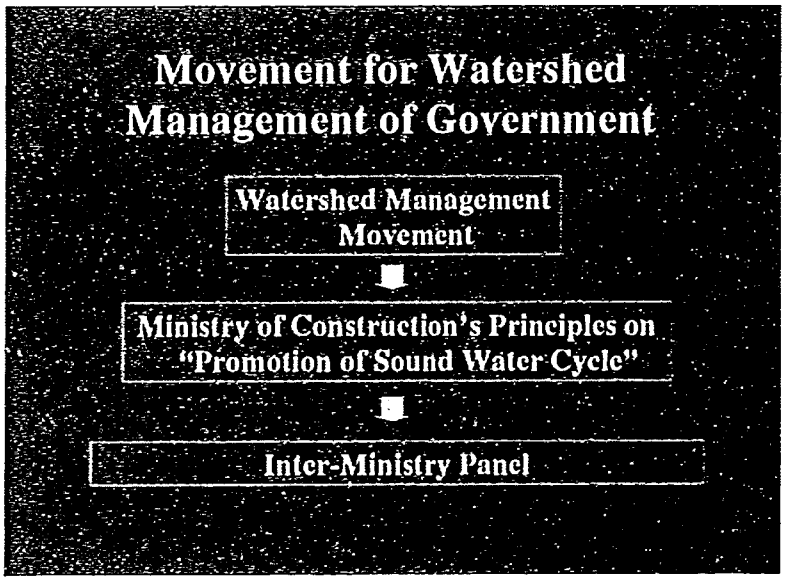
この目標実現のため、3つの基本的な考え方を提示しています。

・1つは、国土マネジメントに水循環の概念を取り入れることです。

・2つめは、河川・流域・社会が一体となって取り組むことです。

・3つめは、水循環を共有する圏域毎の課題を踏まえた取り組みです。

２４ 「健全な水循環系に関する省庁連絡会議」



健全な水循環や流域管理の必要性に関する報告書は、河川審議会の他、建設省下水道部、環境庁、国土庁等の関連省庁からも、相次いで出されています。また農林水産省でも議論されています。

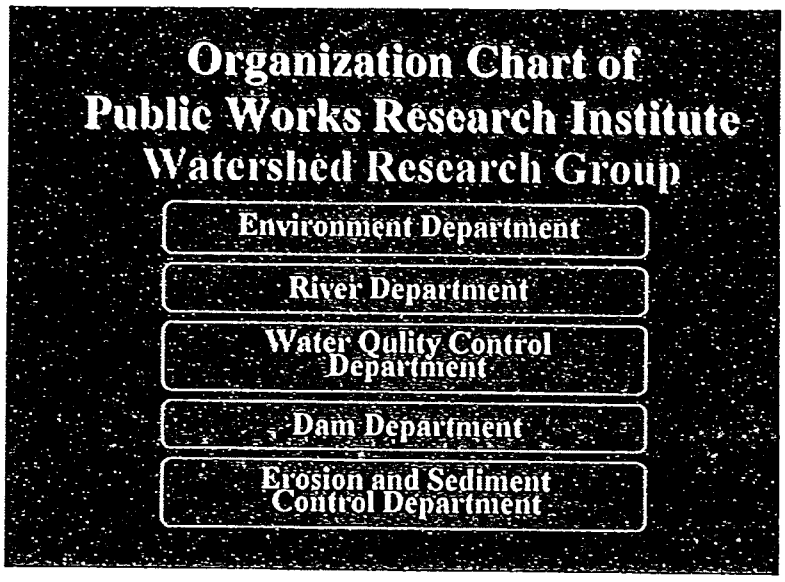
このように、健全な水循環や流域管理の必要性に関する認識は、それぞれの関連省庁で深まっています。

このような動きをひとつにするため、建設省は関連省庁と連携して「水循環健全化大綱」の策定を、1999年度の重点施策としています。

なお、「健全な水循環系に関する省庁連絡会議」が既に設置されています。この会議は、国土庁、環境庁、厚生省、農林水産省、通産省、建設省で構成されています。

こうした施策が、流域管理の定着につながっていくことが望まれます。

２５ 土木研究所の動向



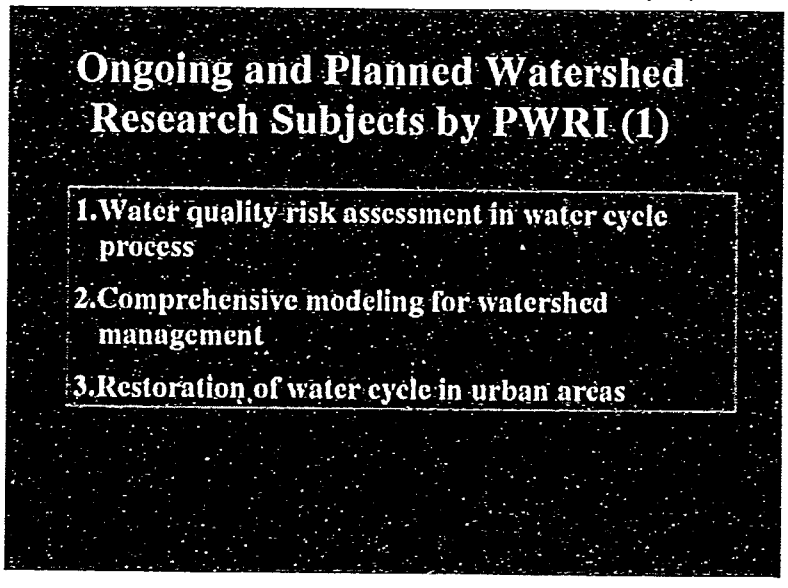
続いて、土木研究所の動向です。

土木研究所には10の研究部・研究センターがあります。このうち、水に関連する研究部は5部あります。環境部、河川部、下水道部、ダム部、砂防部です。

昨年の夏にこの5部で、流域管理研究会を立ち上げました。

土木研究所では、この研究会を中心に、部を横断して、今後精力的に流域管理に関する研究を行っていきます。

２６ 土木研究所の流域管理に関する研究課題（１）



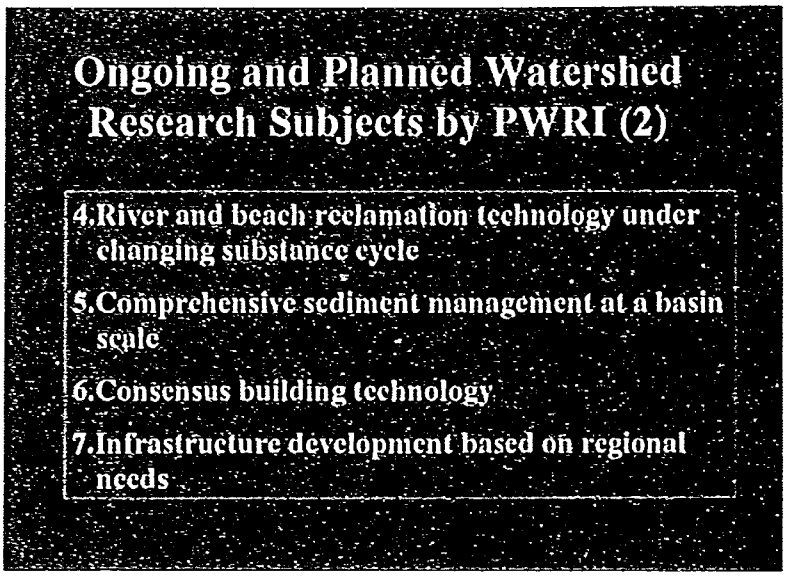
土木研究所において進行中、あるいは予定されている主な流域管理に関する研究課題は次の7つです。

・1つめは、水循環における水質リスク管理で、主に環境ホルモンやクリプトスポリジウム問題を、総合的に扱っています。

・2つめは、総合的な流域管理モデルの構築です。今後の流域管理の研究や、実行に当たっての基盤を用意するものです。

・3つめは、都市の水循環再生です。

２７ 土木研究所の流域管理に関する研究課題（２）



・4つめは、物質循環に対応した河川・海岸の創生技術です。

・5つめは、流域の総合的土砂管理です。このテーマに関して、午後に反町さんが発表します。

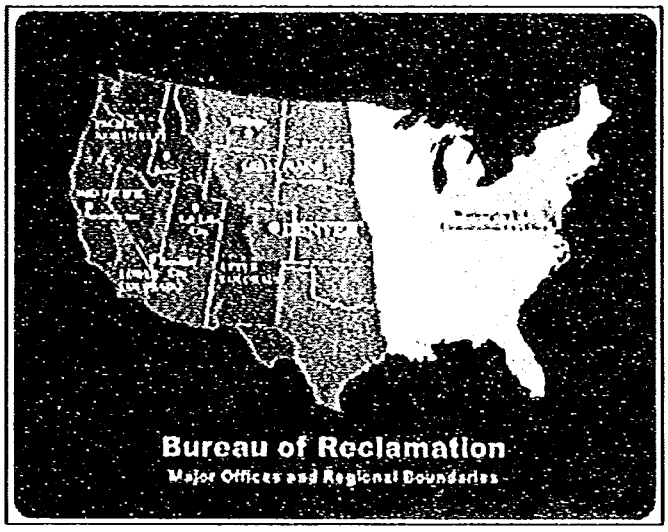
・6つめは、合意形成のための技術です。

・7つめは、地域のニーズを反映した社会資本整備に関してです。

以上で、私の発表を終わります。ご静聴ありがとうございました。

2.3 米国開拓局の流域研究(James F. Labounty)

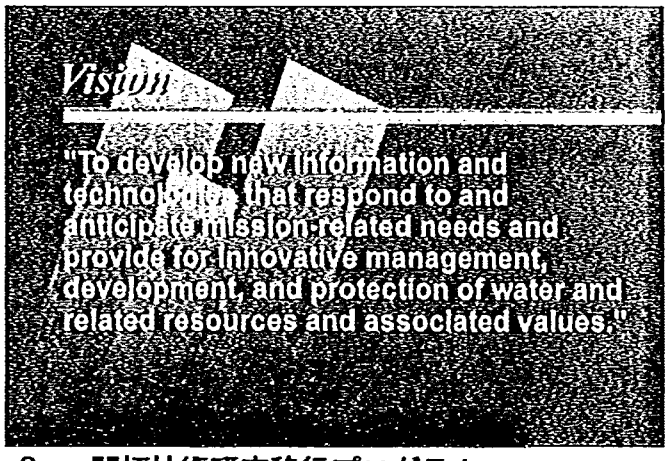
1　研究機関地域図



アメリカの開拓局を代表して開拓局の流域研究についてお話しすることができて、うれしく思っております。

西部の17の州を担当しているのが開拓局です。今日はどのように開拓局の研究プログラムを位置付けているか、また、現在開拓局で実施しているかについて、お話ししたいと思います。

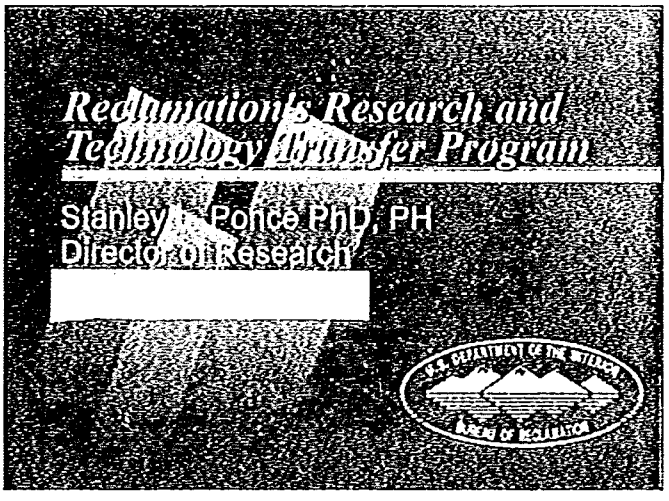
2　開拓局の展望



開拓局の役割は、研究調査を実施することにあります。研究の資金は、科学的な調査の項目として年間予算として位置付けられており、より多くのプロジェクトと応用調査に関しての資金が提供され、また水マネジメントの質問に答えています。

「任務関連ニーズの対応予測、革新的マネジメント、開発、保護、水資源関連価値に対して提供する新しい情報技術を開発すること」は、我々のビジョンです。

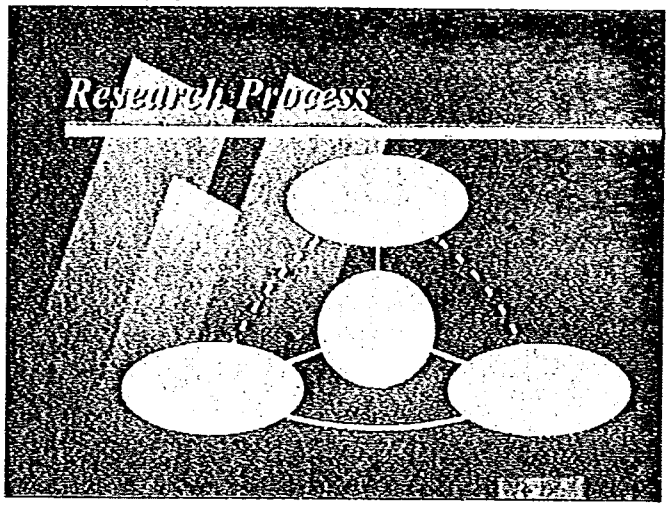
3　開拓技術研究移行プログラム



研究管理、資金管理は、主に開拓局の中央で行っておりますが、開拓局の地域事務所または地区事務所でも行われおり、これはアメリカ西部の「開拓技術研究移行プログラム」です。

この研究プログラムの長がスタンリー・ポンス博士です。

4　研究プロセス



ワシントンＤＣの開拓局コミッショナーの一員である管理スタッフはコロラド州デンバーにいます。さらにプログラムのマネジャーは以下の３つのテーマに分かれております。

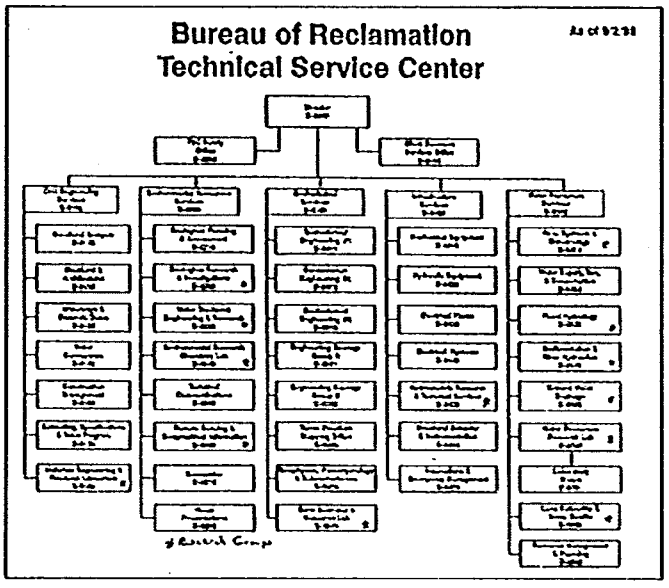
テーママネジャーは、全体的な事業の選定を担当しており、研究管理チームのメンバーとしての役割も担っています。左図の２つの項目の左側は研究/技術移転コーディネーターです。右側のグループが管理グループとしての役割を担っています。研究のディレクターが中央に位置づけられ、長になっています。

研究プログラムマネジャーが存在し、テーママネジャーと共に、1人の研究コーディネーターが５つの地域事務所から選ばれます。それに技術サービスセンターからの1人の代表者が参加し、毎年会合を持ち、研究プログラムを次の年度予算に対して決めていき、プログラムを策定していきます。次年度の予算に関して2年に1回に実施しているということになります。また、電話会議を毎月このグループと共に行っています。

最後に、左図の上部に顧問団があります。これは理事会のようなものでこの中には、研究ディレクター、開拓局の地域事務所からの上級官吏の代表者、大学や民間企業といった開拓局以外の人も集まってきます。これによりプログラムが始動し、開拓局の意思決定を支援しています。

それぞれの一般的なトピックは主幹調査官が決めています。例えば、主幹調査官のもとに水産関係の調査を行っており、基本資金が研究資金から付いて、研究のほとんどは、デンバー技術サービスセンターのスタッフである開拓局の科学者、コントラクター、下請け事業者によって調査が行われています。

5　開拓局技術サービスセンター組織構成



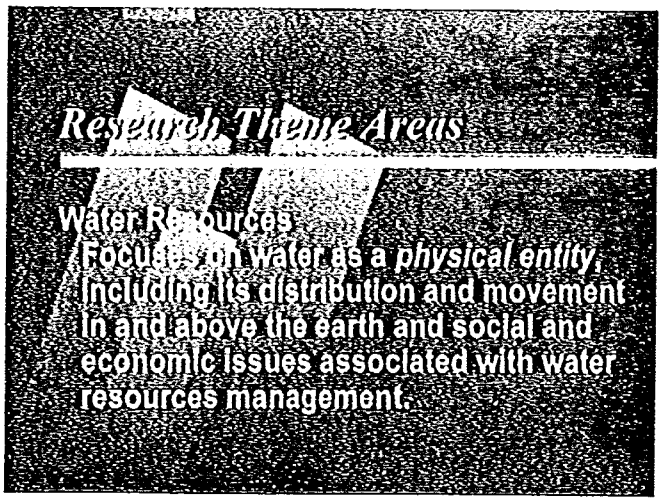
左図がテクニカル・サービス・センターの組織図です。グループの数が分かると思います。以前、開拓局にはエンジニアリング・リサーチ・センターがあり、それが現在のテクニカル・サービス・センターになりました。

星印が付いているものは研究志向であり、基本的に研究はどのグループで行なってもいいことになっており、一貫した作業により、非常に良い結果が出ています。

技術サービスセンターの機能としては、技術調査があげられます。コストが払い戻される形がとられているテクニカル・サービス・センターは、小さな予算でありながら、開拓局の任務に関しては非常に重要な位置づけになっています。センターは新しい技術を開発することと、水資源開発マネジメントの応用の側面に関しての技術向上の調査が重要になっています。

毎年の研究予算が地域事務所に割り当てられており、これにより草の根ニーズの開発が促進されています。この件に関しては市民グループもあり、地元の水関連機関と共にアイデアを作っていきます。これによって我々のプログラムを応用的に展開し、研究管理、資金の管理も中央で行っております。

6　水資源概要



次に、研究分野の基礎になっている3つの分野についてお話します。

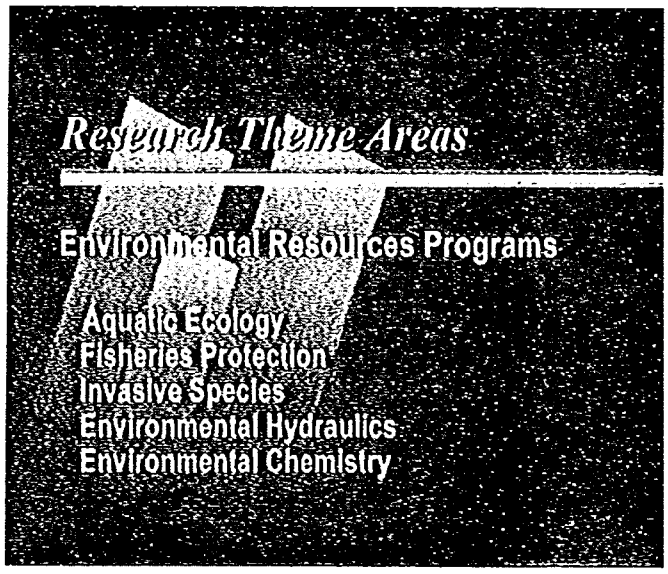
最初は「水資源」です。水を物理的な存在物として扱うことに焦点をあてており、地球上、あるいは土中での分布や動き、また水資源管理にかかわる社会的、経済的な課題に対しても焦点を当てていきます。

7　水資源プログラム



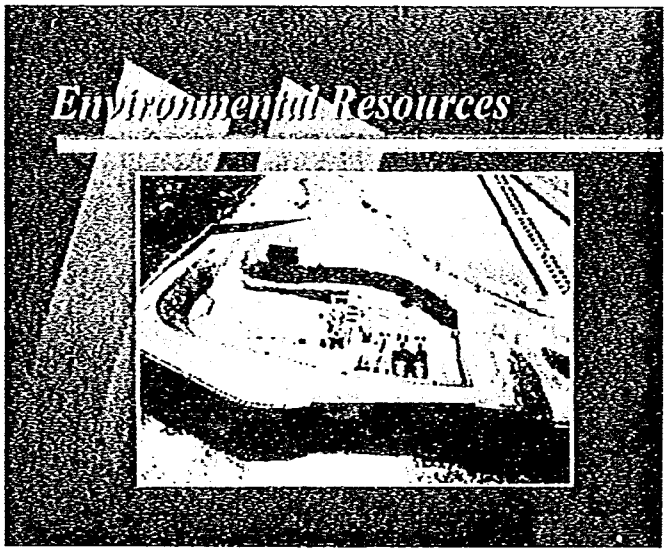
水保全、地下水、排水、土砂堆積、土地の適応性、水質、社会化学、経済、脱塩、流域水系管理、また地下水の涵養等の内容が水資源プログラムに組み込まれています。

8　環境資源概要



次の分野としては「環境資源」です。これは、水質の問題で水と関連するもの、種の生息地、健康に関連する研究が含まれており、水生生態学、漁場の保護、侵入種、環境水理学、環境化学がこのプログラムにあります。

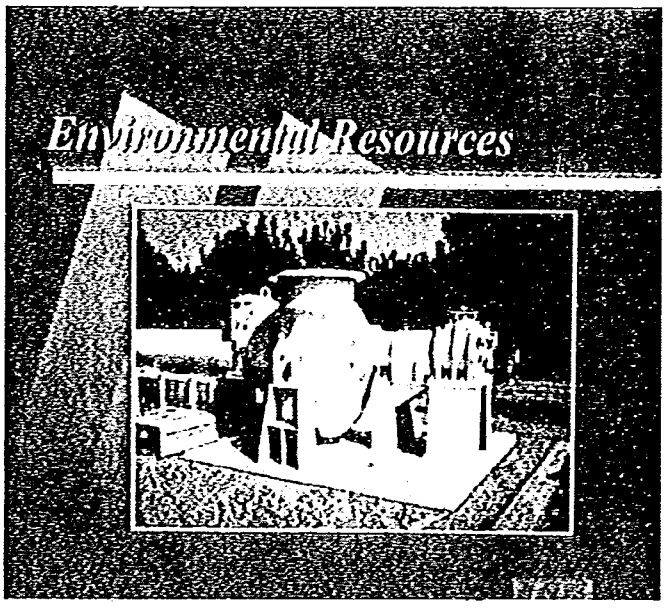
9　環境資源施設事例（取水施設）



一例を紹介しましょう。左図の下部がサクラメント川で右から左に流れています。上部が運河で、この川から灌漑用に水を取っているところです。中央の施設が6・7年前に設置された設備で、3つの実験用ポンプ、魚に優しいポンプによって魚を傷めないかたちで水を運河の水路のほうに取水し、魚は川に戻します。

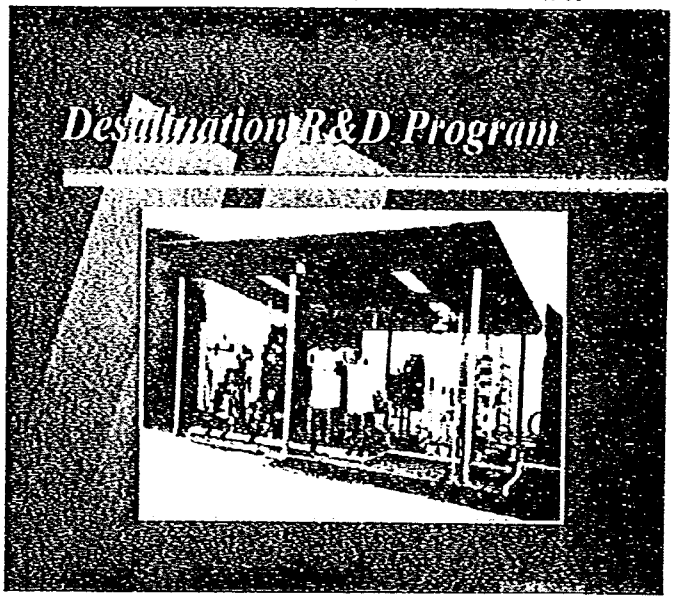
これは研究施設であり、約3,000万ドル出資したもので、うまく機能しています。

10　環境資源施設事例（取水ポンプ）



左図がポンプの一つで、ヘリカル型、アルキメデスポンプ方式を採用しています。

１１　環境資源施設事例（移動式脱塩施設）

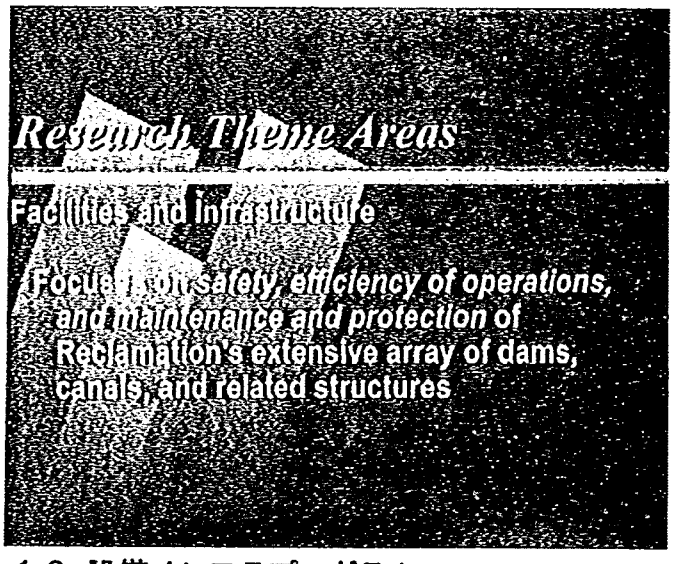


一例として移動式の脱塩施設を紹介します。アメリカ西部は、水に塩分が混じることがあり、メキシコとの協約により塩分を下げて水を提供しています。(注：コロラド川のこと)

これは移動式施設で、さまざまな所に持っていって脱塩し、水をどのようにしてクリーニングできるかを実証することができます。

塩分を取って、地下水に戻すこともあります。最近では脱塩の分野が盛んです。開拓局の中でも非常に成功している分野でもあります。

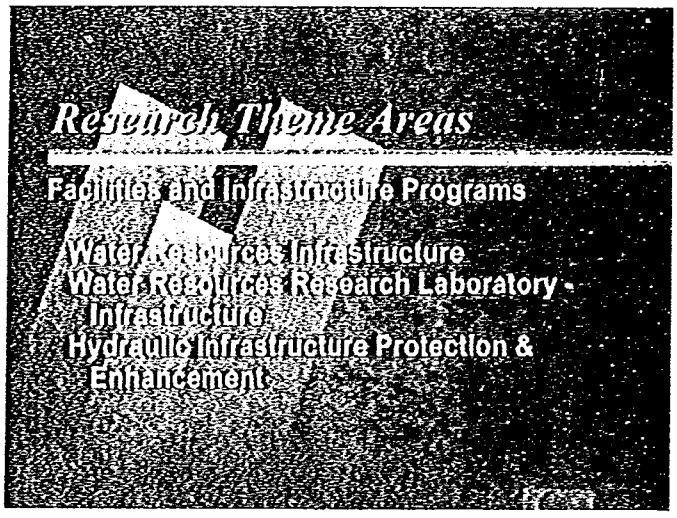
１２　設備インフラ概要



最後の分野として、「設備とインフラ」に関して紹介します。

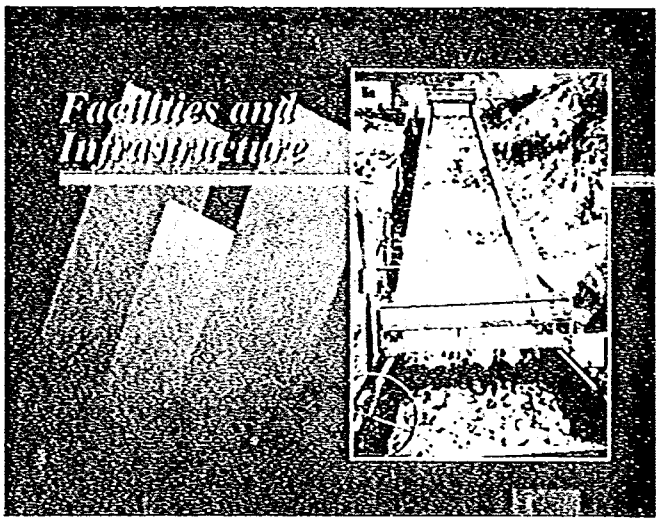
これは安全効率、運用効率に焦点を当てています。また、開拓局のさまざまなダムのメンテナンス、保護を行っており、その他の構造物に関しても取り扱っています。

１３　設備インフラプログラム



この中には水資源インフラ、水資源研究所のインフラ、水理学的なインフラの保護または強化があります。

１４ 施設インフラ（取水設備土木工事）



これは取水設備の土木工事です。高さ50ft.幅3mで、2:1の傾斜がついています。これが使われるのは堤防の越水を実験するためのものです。ここに示しているのは、砕いた岩の保護層があり平均ｻｲｽﾞが60cm、流量としては0.04m^3/m/sあります。崩壊した流量は0.07 m^3/sです。これは一つの例として、開拓局がプログラムでやっていることの一例としてお見せ致しました。

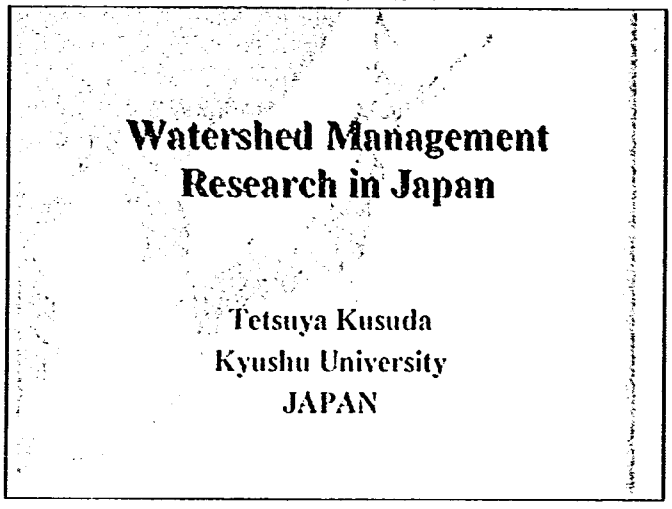
3年前より内務省の管理、応用研究が実施されることになり、機関及び、その他の水利用者という組織が一体となってプログラムを実施するようになりました。多くの組織が一体となって、プログラムを実施することにより直接的に地域、地区事務所と地元の機関が係わるようになりました。

その例として、新しい概念の恩恵として実現したものがあります。調査の中でフィッシュ・スクリーンの評価を行なっています。魚の救助を大きなポンプがサクラメントのサンホアキンデルタから取水する直前で行われています。水は中央カリフォルニア部に灌漑用水を提供しており、一方、魚のほうは大きなポンプに入る前に取り除かれ、多くの自生の魚類を守ることができました。カリフォルニアのこのようなプロジェクトは、連邦と州のコンソーシアムがあり、何十億ドルという資金を提供し、環境問題に対処しようとしています。

その中の一つとして、魚救助設備の強化があり、我々の研究に基づき、最近、エンジニアリングまた環境調査を実施しています。そして、試験施設を実用モデルとして使用し、既存の設備を置き換えることに使っていきます。これは1億ドル以上のもので、これらの設備の評価、再建をしていきます。既存の設備、研究エンジニア、生物学者が協力しこの作業を行っていき、研究プログラムがきちんと機能する方法で、よりよい水管理の実施につながっていくと考えています。

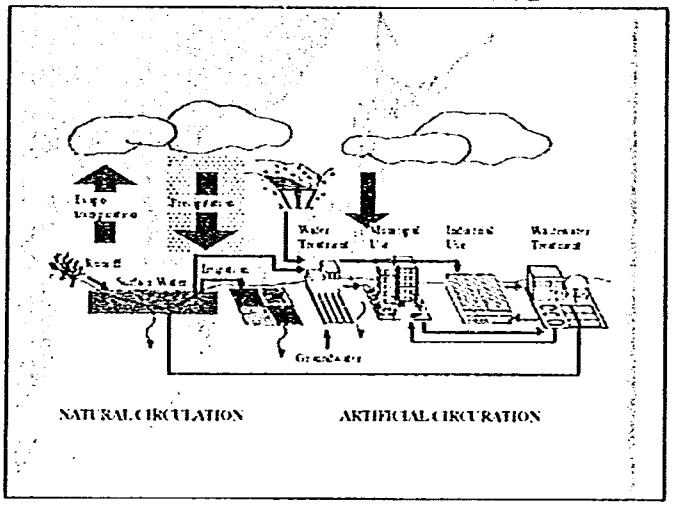
2.4 日本における流域管理研究―都市域の水資源―(楠田哲也)

1　日本における流域管理研究



日本における流域管理研究について発表します。

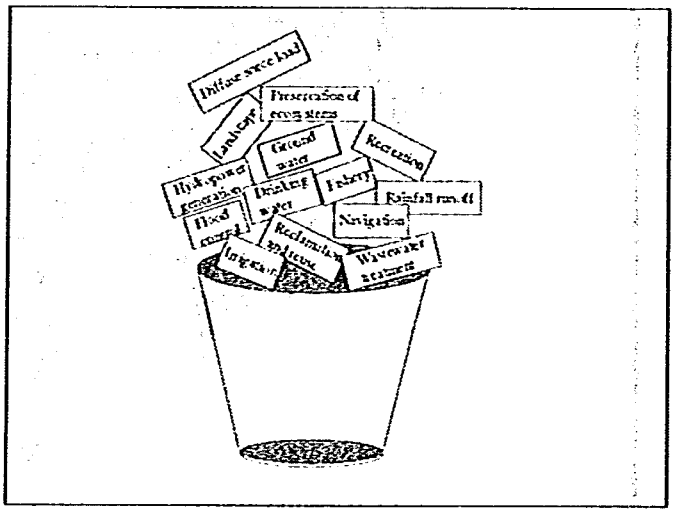
2　「自然の循環」と「人工的な循環」



自然における流域の水循環は、「自然の循環」と「人工的な循環」の2つの要素からなっています。

まず「自然の循環」とは海水、湖水などからの蒸発、降水、そして河川から海域への流出といったプロセスであり、次に「人工的な循環」とは水道からの取水、浄水処理、工業用水の使用、下水処理、そして排出といったプロセスであります。

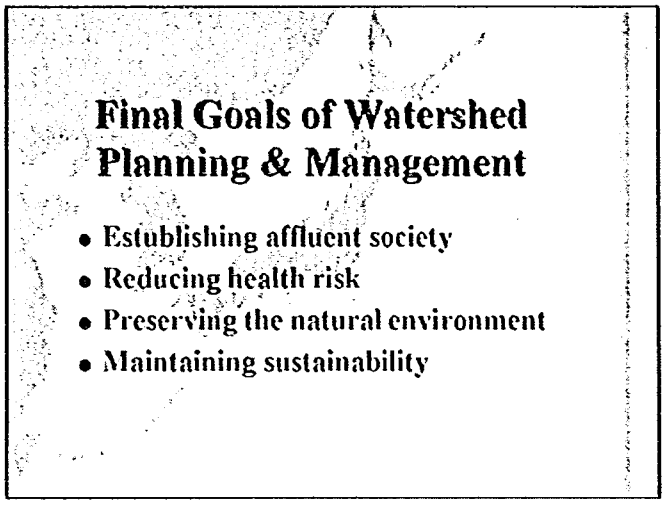
3　流域水管理におけるファクター



流域水管理の重要なファクターとして人間活動による水循環への影響として、河川の氾濫、地下水の減少や渇水などの水量的な問題と汚染物質の流出といった水質の問題が挙げられます。

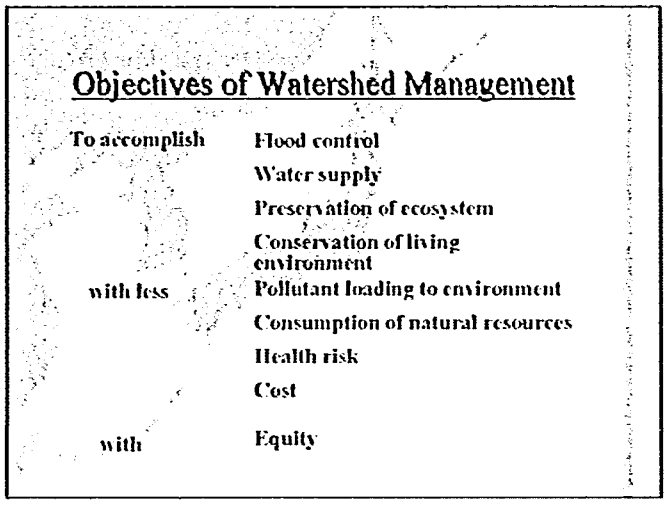
この課題に対して多大な費用とエネルギーをもってすれば水環境を維持することは可能であり、流域の水管理を考える際には、水資源の問題、浄水、下水の使い方、処理の仕方、水の循環、水質保全などといった問題をサステイナビリティーのもとで考えていく必要があるのです。

4　流域水管理の最終目標



土木学会では流域水管理の最終目標として、豊かな社会を作ること、我々の健康リスクを低減すること、自然環境を保全すること、そしてサステイナビリティーを持続し続けることを考えております。

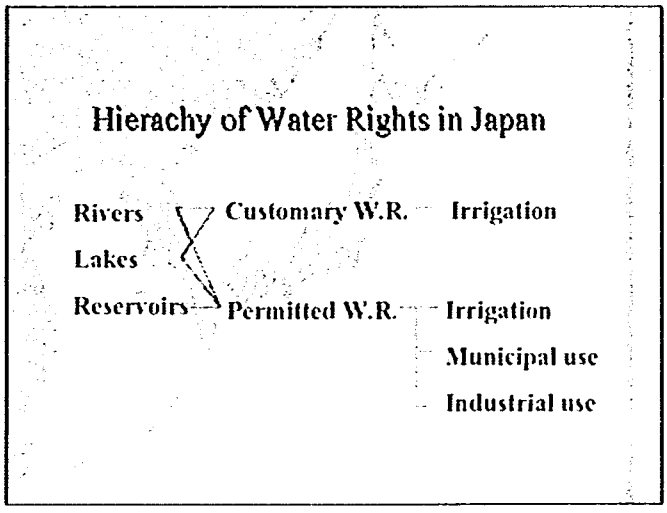
5　流域水管理の目的



流域水管理の目的は、洪水の管理、水資源供給、生態系の保全、そして我々の生活環境の保全でありますが、環境への排出物、自然資源の消費、健康リスク、費用削減を図り、社会的公平性を確保することを条件にこの目的を達成する必要があります。

自然的循環と人工的循環を組み合わせ、次世代の住民に対してトータルベネフィットを最大にする目的を果たすために現行制度の修正、上下水の処理や利用法の改善、流域のプランニングに関するテクノロジーの開発が求められています。

6　日本における水利権



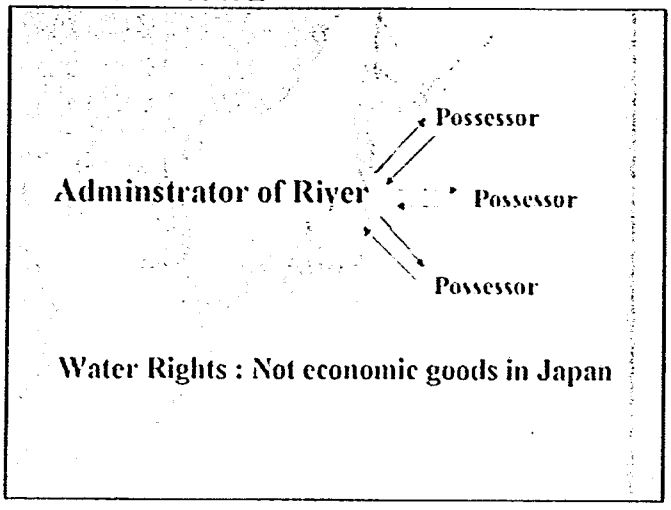
我々が流域を管理する際に水利権の問題があります。日本の水利権は大きく2種類あります。

・1つは伝統的な慣行水利権で、主に農業用の水田に配られる灌漑用水に使われます。

・2つめは許可制になっている認可水利権で、灌漑用水、都市用水や家庭用水、工業用水等に使われます。

新しく水源を得るには、新たにダムの建設する等の開発により水利権を得ることができます。

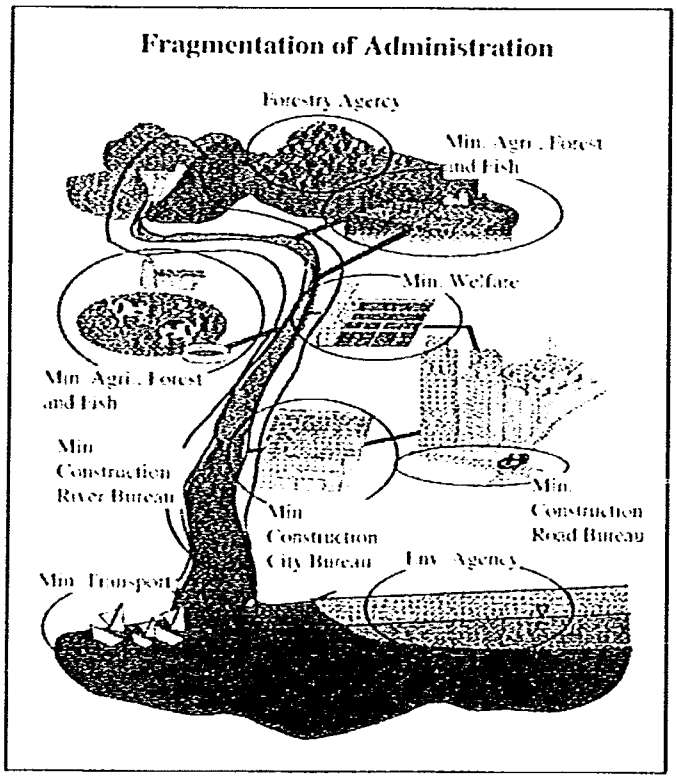
7　河川の管理者



日本の場合には、河川の管理者が水資源に対して全ての責任を負っており、経済財としてとらえられていないため、水資源を一度保持した者同士が都合に応じて他人に譲るということは法制度上許されていないのです。

多くの権利保持者は水利権を管理者に返そうとしない結果、水資源の配分が社会的な要求からはずれているのです。このようなシステムが流域水管理をかなり硬直化させ、国民の負担を増やしていると思われます。

8　「縦割り行政」による管理



日本の水資源の管理は、7つの省庁（5省、2庁）による「縦割り行政」が行われています。こういった中でも地下水の量を例に挙げると、それを管理する役所が我が国には存在せず、この状況は2001年に予定されている省庁改編においても変わらないと思われます。

水資源や水質変換用装置の管理体系におけるこういった分断化が現実の日本の流域水管理を考える場合に非常に大きな問題となっているのです。

左図は1つの川を示しているわけですが、森林は森林庁に、農村地域は農水省にといったようにそれぞれが別々に管理されており、全体を一括管理できるようなインテグレートされた水循環の組織が切望されています。

9　「縦割り行政」による流域水管理

Fragmentation of Administrarion in Watershed(1/2)

Sector	Administration	Problems
Forest	Governments Private property	Preservation of ecosystems Nutrient release
Rice paddy Farmland	Private property	Reducing water stock Nutrient release
River	Governments	Flood control Sediment transport control Flow rate Water quality Ecosystems
Water works	Governments Private firms	Water shortage Contamination Off flavor
Septic tank	Private property Association	Low treatment efficiency
Sewer system in villages	Governments	Nutrient removal
Sewer system in urban areas	Governments	Nutrient removal Reclamation CSO, SSO

Fragmentation of Administrarion in Watershed(2/2)

Sector	Administration	Problems
Urban area	Governments Private property	Pollutant release Imperviousness Landscape
Aquifer		Pollution
Coastal zone		Water quality Production of fish

流域水管理に対してそれぞれの役所は各々の課題を持って取り組んでいます。

例えば、林野庁の森林管理については、全面伐採ということになると栄養塩の流出という問題が起きるので最近は環境保護に力を注ごうという動きがみられています。

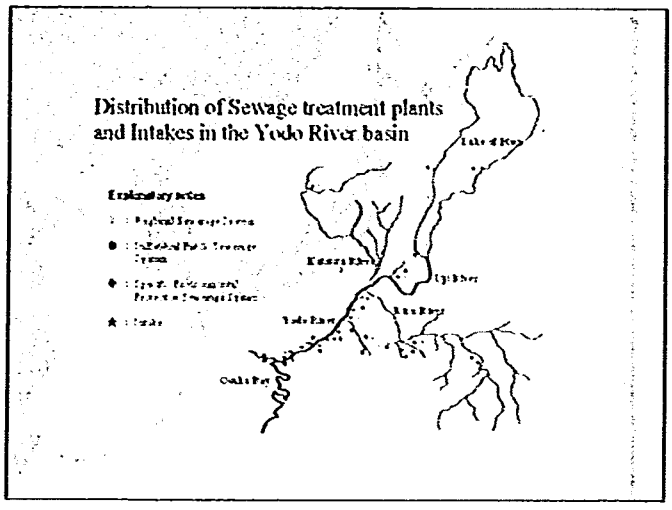
農業用セクターについては、森林、農地、果樹園や水田から河川や水域に放出される栄養塩や化学物質を低減することを課題として取り組んでおり、貯水機能を減らすということから休耕田の問題について真剣に考えられ始めています。

河川の管理については建設省が流量管理だけではなく最近は特に生態系維持に力を注ぎ、よりよい水環境をつくっていこうとしています。

上水道については、水資源を流域外から導水し始めた市・町がいくつかあります。東京、大阪、福岡などがその例として挙げられますが、これらの町は下水処理水の再利用と雨水利用を水洗用や工業用に利用しています。この量は全体に比べると少ないので水の再利用に関する技術はさらなる開発が必要になっています。

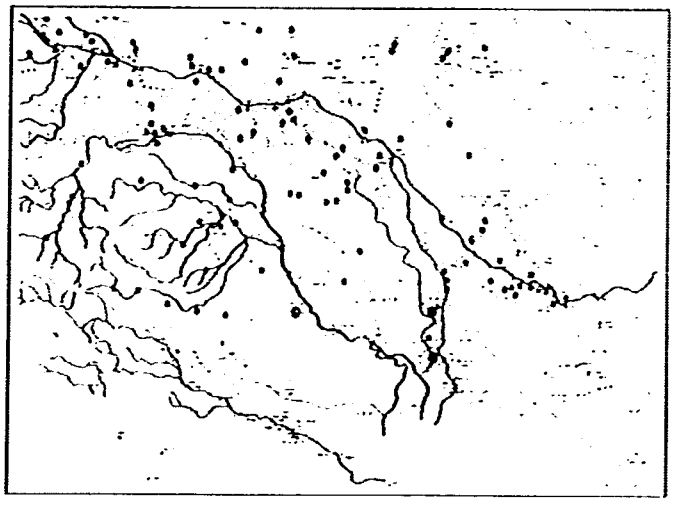
海水淡水化などによって飲料水の不足を補おうという動きが福岡で始まっており、4万トンもの供給が可能になっています。しかし、二酸化炭素を大量に排出し、地球温暖化防止の動きには逆行しており、さらに酵素の含有量がWHOの基準を超えているので乳幼児に対して睾丸萎縮を引き起こすなどの問題があり、他の方法を考える必要があると思います。

１０　淀川における水道原水取水口と下水放流口の分布



日本では水道水の水質管理が以外とずさんに行われており、水道原水の取水口が下水の放流口の下流側にあることが多くみられます。これは関西の例ですが、下側に大阪湾、上側に琵琶湖があり、星印が水道取水地点で赤い印が放流地点になっております。

１１　荒川および利根川における水道原水取水口と下水放流口の分布

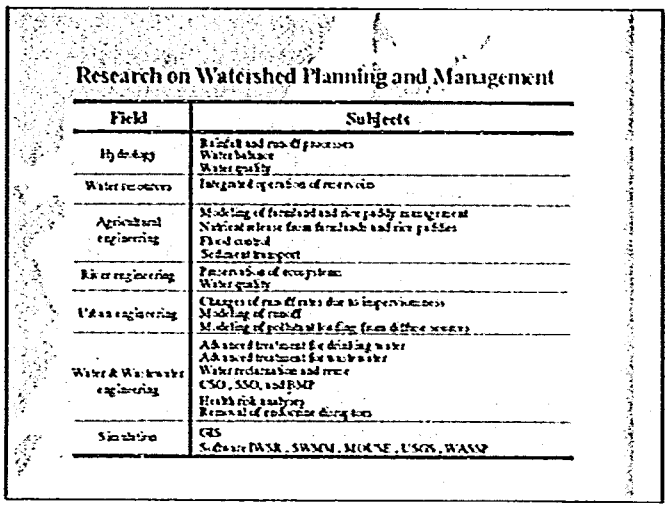


これは東京の荒川と利根川の例でありますが、緑の印が水道原水の取水地点で、その上側に赤い印の下水の放流地点があります。この例からも水質上の管理は重要な問題として考えられます。

下水道分野において合流式下水道対策や分流式下水道対策、いわゆるCSOやSSOと呼ばれるものがすでに土木研究所を中心にして始められておりますが、費用もかかり時間がかかるのは残念なところです。

健康リスク管理というのも非常に重要であり、日本人の意識としての「1人の人命というのは地球よりも重たい」という考えがある限りにおいてはトータルリスクコントロールを議論できる状況にはありません。したがって、より統合的なリスクマネージメントが水のマネージメントと同様に必要だと考えます。

１２　流域のプランニングとマネージメントに関する研究



Research on Watershed Planning and Management

Field	Subjects
Hydrology	Rainfall and runoff processes Water balance Water quality
Water resources	Integrated operation of reservoirs
Agricultural engineering	Modeling of farmland and paddy management Nutrient release from farmlands and rice paddies Flood control Sediment transport
River engineering	Preservation of ecosystems Water quality
Urban engineering	Changes of runoff rate due to improvements Modeling of runoff Modeling of pollutant loading from diffuse sources
Water & Wastewater engineering	Advanced treatment for drinking water Advanced treatment for wastewater Water reclamation and reuse CSO, SSO, and BMP Health risk analysis Removal of refractory organics
Simulation	GIS Software: HSPF, SWMM, MOUSE, USGS, WASP

現在の水環境管理の研究状況でありますが、流域の水管理というものはインターディシプリナリーなものであって、大きく2つの部分に分けられます。1つはコンセプトを形成する部分、もう1つはエレメントの部分です。

現実問題として日本ではまだ流域管理、流域のプランニングとマネージメントを含めた総合的な管理の研究はされておらず、各々の研究を統合化する方法論というのがまだ開発されていません。さらに問題なのが統合化するために必要なデータが不足しています。

流域管理の研究はかなり制約されており、縦割り行政システムの中にあるために統合的な研究のインセンティブをなかなか持つことができないでいます。そういう意味で、流域管理の研究、手法あるいは技術に関して日本のレベルは世界のレベルと比べてかなり低いと考えられます。

最近のトピックスとして水資源管理のための意思決定をサポートするシステムの開発、さらに水質を含めた水資源管理ということが挙げられます。

特に意思決定に関して管理者側と住民が意思を交換し合うというデュアルモードで決定し合うシステムの開発が一部で始まっています。

流域管理には制度の問題も含めより統合的に管理していける方向を目指すことを願っており、我々もいっそうの努力をしたいと考えております。

2.5 米国西部での開拓局施設マネジメントにおける水生生態系と水質の研究
(James F. Labounty)

1 環境研究調査プログラム



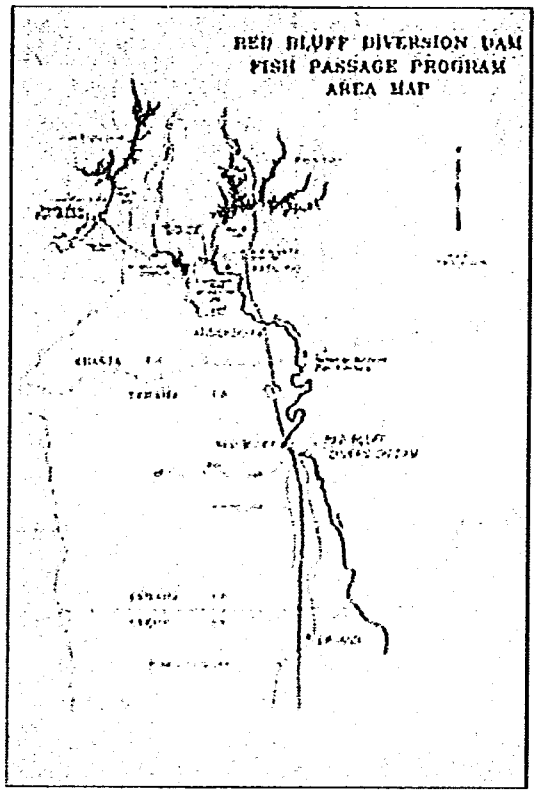
開拓局で実施している環境研究についてお話ししたいと思います。多くのプログラムの中で特に３つの具体的な例をご紹介します。環境研究調査プログラムは応用的な研究をしており、すべての地区、地域にまたがっています。

1．「魚類応用研究調査」
2．「水生生態、貯水池、湿地の生態」
3．「侵入種」

他の様々な水資源開発に関する生態学的な陸生生物や流域の生物については、開発局のホームページを活用してください。

最初に「魚類応用研究調査」に関する研究プログラムとしてサクラメント渓谷の上流のものについてお話ししていきます。左図がカリフォルニア州の谷の中央部の地図ですが、サクラメント川は南方のほうに向かって流れていき、サンホアキン川が北のほうに流れてサンフランシスコ湾に到達しています。

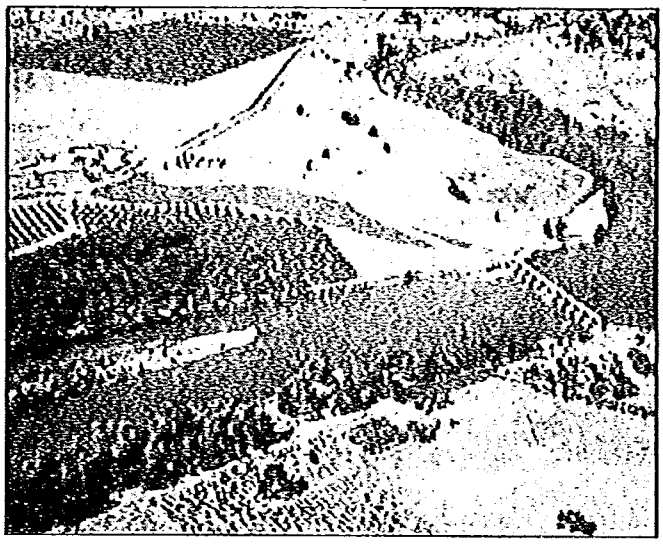
2 レッドブラフ流域図



左図の地区は、「レッドブラフ」と呼ばれ、これが詳細なレッドブラフの地図です。大規模なシャスターダムがあり、サクラメント川はサンフランシスコ湾に通じています。

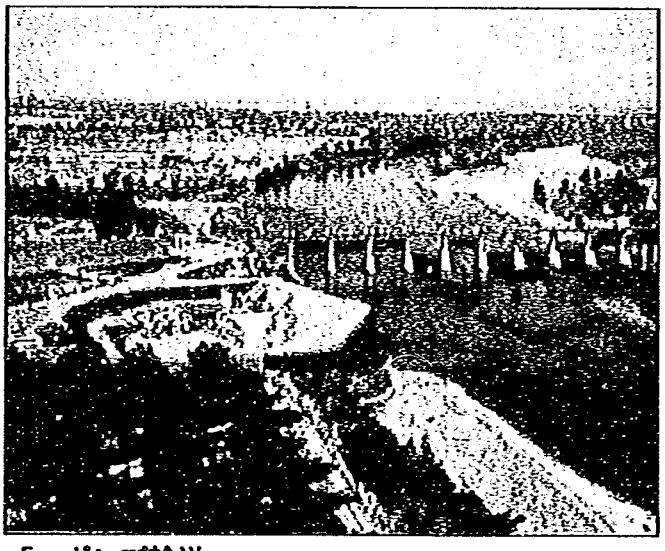
ここには4種の系統、あるいはサケの亜種があり、サクラメント川を上ったり下ったりしています。これらの4種の系統は年、あるいは季節によって決まってきます。川には分流口があり、これはブロックで特定の種の回遊を防ぐものになっています。その一つの亜種としまして、絶滅の危機に瀕していると州でも連邦政府でも認めています。分流ダムによる影響だけではないのですけれども、大きな影響を与えていることは確かです。

3　サクラメント川分流口①



分流口は、年間6~7ヶ月使用されています。その時期には灌漑用に水が取水されます。ですから、魚は上流に行って産卵することができません。遡河（そか）性のサケが、上流に行って産卵をし、孵化した稚魚が海へ向かえることができるよう、何らかの方法で修正しようと考えました。

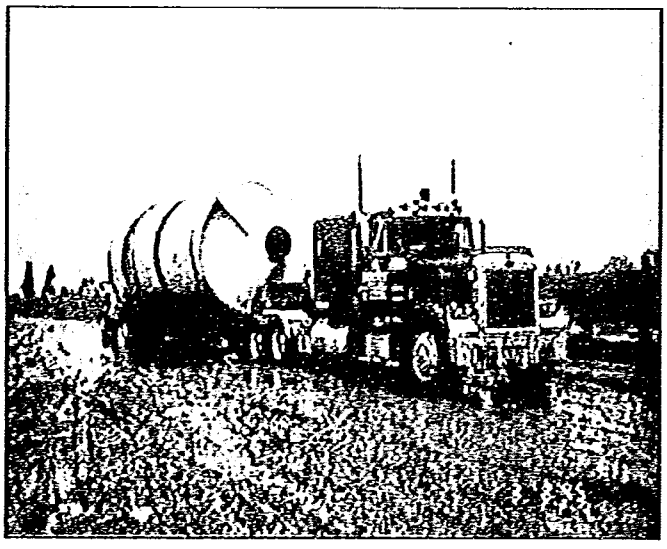
4　サクラメント川分流口②



これがもう１枚の写真です。我々はエンジニアと生物学者のチームを組み、研究ポンプ施設を造りました。決定には、多くの機関とアメリカ政府、州政府の機関との協力を図る必要があります。

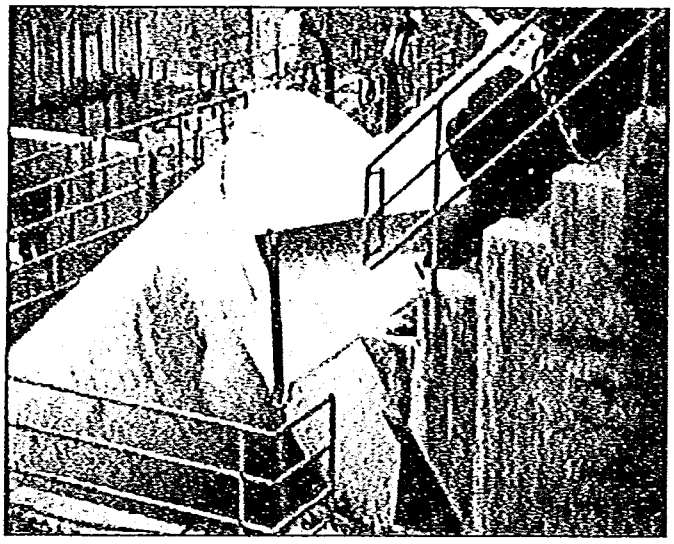
ある時期には2つの種が上流に上がれないため、その亜種が通過できるように堰を低くする方法が必要とされました。また取水に関しても、魚に優しい形で川から取水をし、紛れて施設に入った魚を川に戻すことがこの事業の目的でした。

5　ポンプ輸送



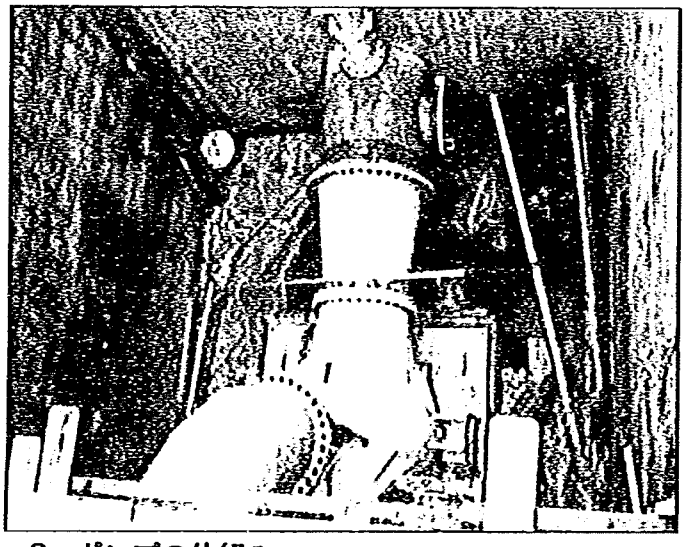
そこで決定したのが、2種類のポンプを造ることでした。ヘリカル型のポンプとアルキメデス型のポンプです。左図が1台の大きさを示しています。

6　ポンプ設置①



ポンプが設置されるところです。

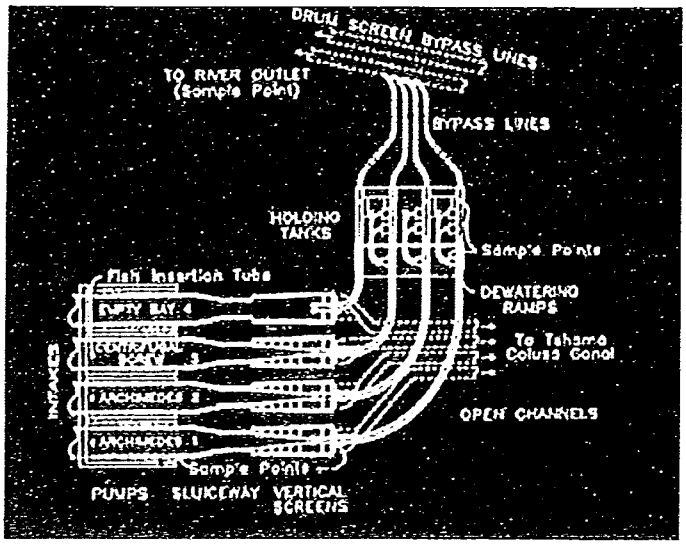
7　ポンプ設置②



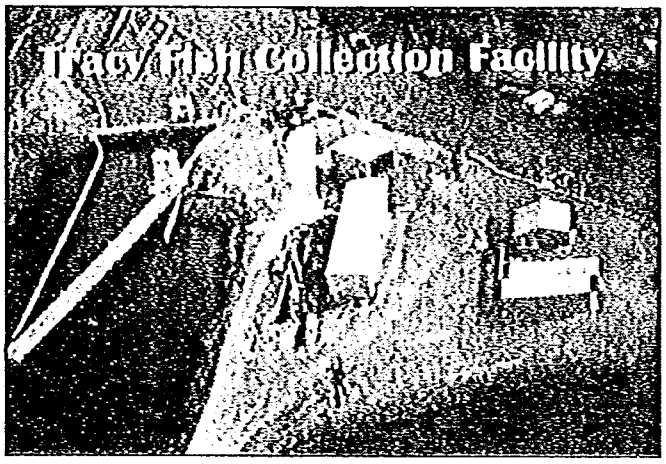
3基のポンプが3年前に設置されました。魚に優しいポンプとなるように、魚を傷つけないよう鋭角な曲がり等はすべて取り除くことが、エンジニアリングと水産に関する課題でもありました。

取水による魚の生存率を調査した結果、稚魚に関しては99%の生存率が達成されました。今では、この施設は、他の場所でも試験されており、水産研究に関しての応用研究に役立っています。

8　ポンプの仕組み



9　トレーシー漁業施設

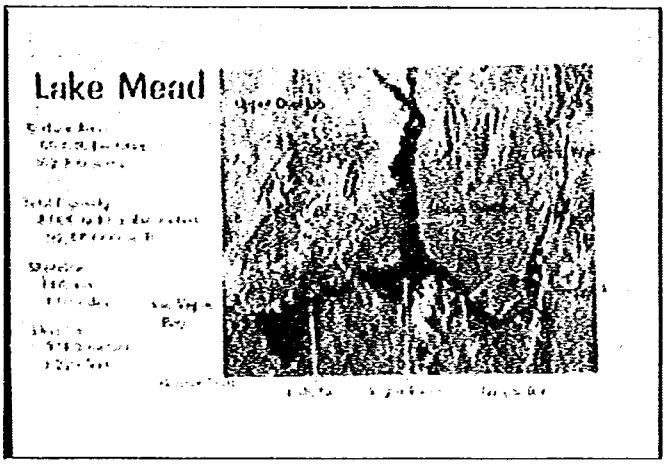


次に紹介する施設は、更にサクラメントとサンホアキン川が合流する下流施設の航空写真です。

研究予算を確保し、50年代に造られた古い漁業構造物を改造しようというものです。サクラメント川のかなり下流ですが、分流口で運河流入しています。一方の水路がサンホアキンバレーの灌漑に使用されています。古いやり方ですが、施設に入った魚は、トラックにより下流に運んでいきます。

構造物は全体的に改造しなければなりません。なぜなら、小さな絶滅危惧種を救うことができていないからです。これはポンプではないのですけれども、魚にふるいを掛ける方法で、他の絶滅危惧性をふるいに掛けるということはアメリカ西部では非常に大きな課題となっています。

１０　「貯水池の生態系・水質」について

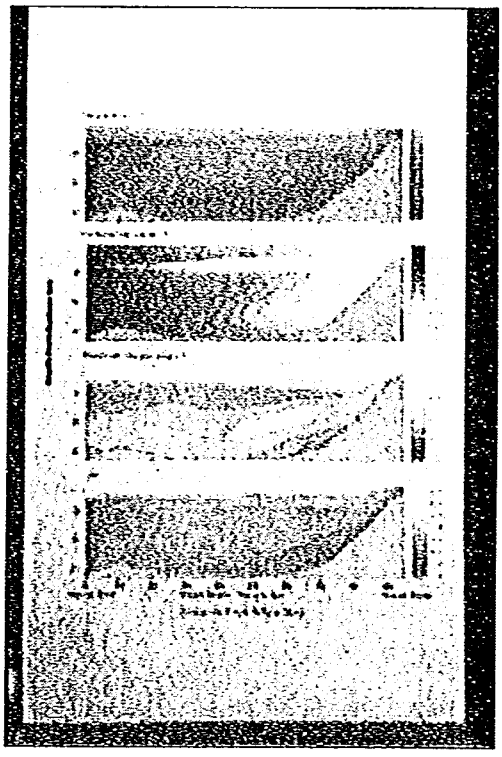


次に「貯水池の生態系・水質」という研究分野についてお話ししたいと思います。

左図はコロラド川下流のミード湖で、アリゾナ州とネバダ州とカリフォルニア州の間にあり、非常に大きな貯水池です。

左図が湖の地図です。この川が、分流し別の支流になっています。流量の約1パーセントにあたります。さらに1パーセントの流量がラスベガスにクリークで入っていきます。

１１　貯水池の温度成層図①

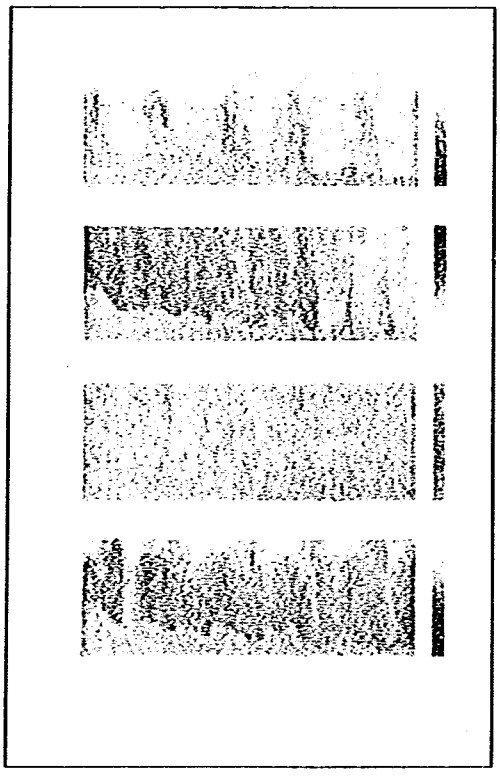


左図は10年間の季節による貯水池の水質調査の結果です。ここで貯水池の水温から湖沼学者また生物学者の視点からどのように貯水池は影響を与えられているのか、判断しようとしています。

この貯水池は、1930年代に主に灌漑用と発電用に建設されました。それ以降目的が変わってきました。貯水池から水を2,200万人に供給しています。最近は、もっと多くの自治体に対しても水を供給しており、ロサンゼルス市・アリゾナ州フェニックス市、また最近では150万人のラスベガスにも水を供給しています。

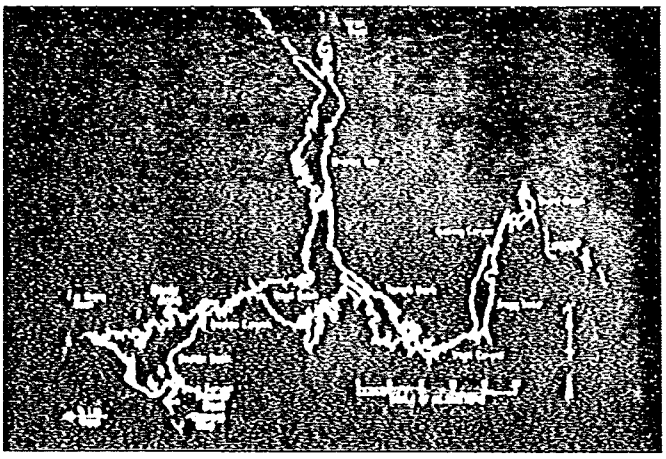
開拓局の貯水池研究により、分かったことが１つあります。これは密度流についてです。これは内部の流れで、今までは発見されていないものですが、貯水池に温度成層ができることによって流出が起こるのです。上流からの水は塩分が低いのですが、放流水は塩分が高いのです。貯水池を長く伸ばしてみますと、左図のグラフを書くことができます。上部が表面になり、下部が貯水池の底になります。右側が90km上流のグランドキャニオンで左側がフーバーダムになります。2年前の8月のデータによるすべてのサンプリングポイントをよく見ると、ご覧いただけますように温度成層ができています。塩分が低く伝導度の低い水で、コロラドの流れがフーバーダムの所まで届いています。

１２　貯水池における温度成層図②



次のスライドを見てみましょう。
左図は別の温度成層図です。6年間のデータを蓄積しており、表面、時間、温度、伝導度を示しています。こちらのほうでもコロラド川の流れがフーバーダムまで伸びているのが分かります。

１３　フーバーダム付近の流域図



ネバダ州ラスベガスの一つの流域だけ取り上げてみます。

左図は流域管理のアプローチの一つの例になると思います。この流域の中には140～150万人ぐらいの人口があります。日に約3～6千人ぐらいの旅行客が来ます。ここは、比較的小さな流域ですが、ラスベガスからの排水はこちらの貯水池に入ります。そしてコロラド川の水も同様にこの貯水池に入ってきます。

ここで特徴的なのは、4km先の下流の貯水池から取水されラスベガスに給水されているわけです。さらに、地下水が浅い、洪水が発生する、比較的小さな流域からすべて湖に流れ込んでいるという点で、特徴のあるシステムから実際に飲料水が確保されているわけです。

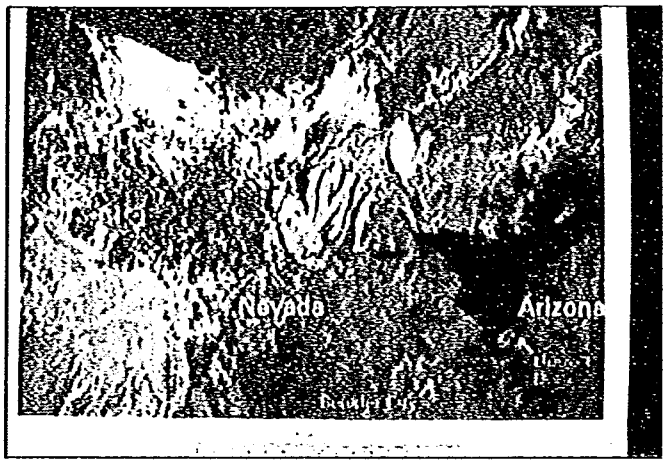
１４　フーバーダム付近の洪水



さらに、洪水を見てみますと、それほど頻繁ではありませんけれども夏に鉄砲水というようなかたちで起こります。そうしますと、都市部の土壌を運んでしまうわけです。同時に、そこにあった殺虫剤とかいろいろな汚染物質を流してしまうことになります。それが貯水池に流れ込むわけです。

さらに、地下水を通して汚染物質が貯水池に流れ込んでいます。ここの地下水は3000～6000の伝導度を持ちます。

１５　フーバーダム付近の航空写真

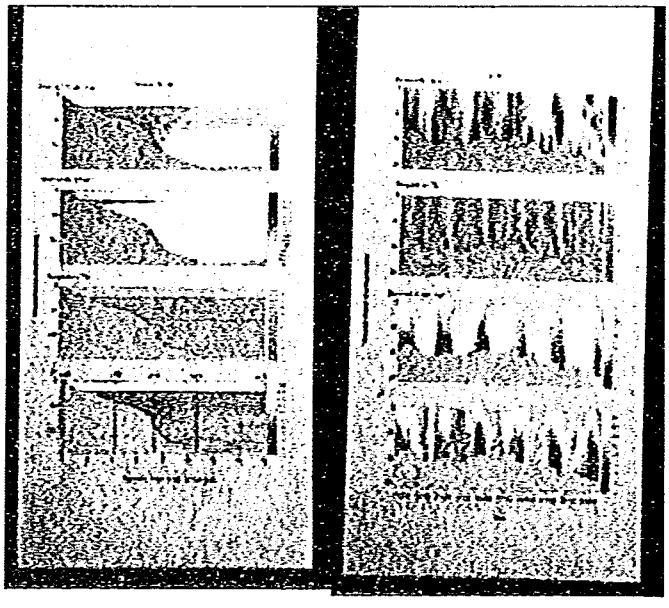


フーバーダムの流域を着目してみますと、流域からフーバーダム地点まで密度流の非常に高い伝導性を見ることができます。

夏季には水は混合せず、成層ができます。取水地点にこの密度流がかかると、処理水と地下水、洪水水がその地域の飲料水になり浄水場に行くわけです。それによって被害が出たこともあります。

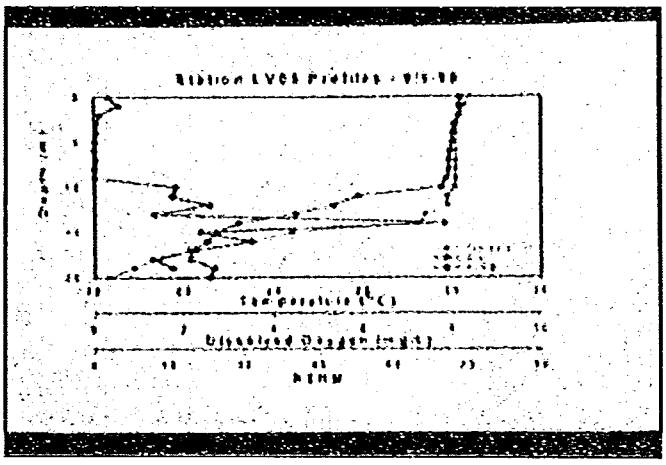
都市にはいろいろな問題がありますけれども、そういった意味で流域管理でこのような研究をするということは非常に意味があることです。

１６　貯水池の温度成層図（１）



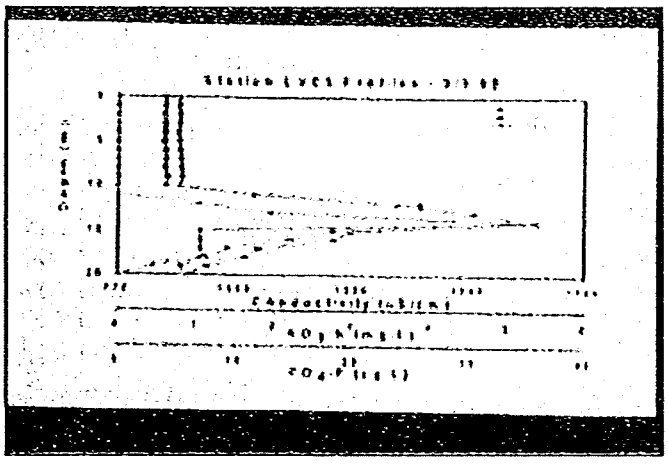
左図のように時系列的に見ていきますと、夏はこのようにブルームが見られます。この中には、先程言いましたいろいろなものが入っているわけです。それをご説明したいと思います

１７　貯水池の温度成層図（２）



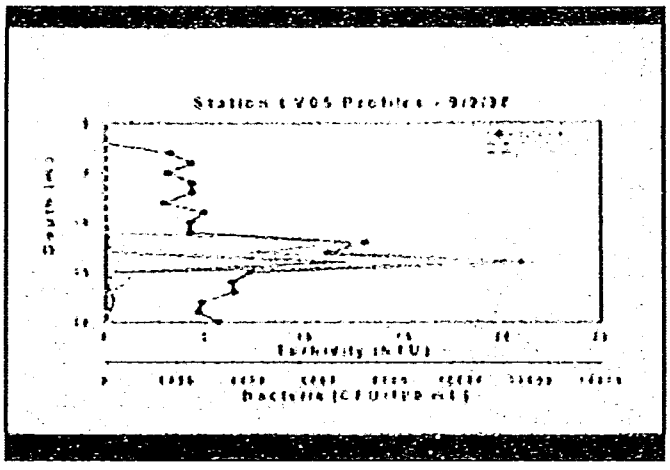
左図は典型的な温度成層ですけれども、表層から底まで見てみます。去年の9月の温度成層を見てみます。ここにありますように温度を赤で示し、それから溶存酸素を青で示しています。それからブルームですが、これは伝導性の高い水流ですが、そのほかの特徴もご説明したいと思います。

１８　貯水池の温度成層図（３）



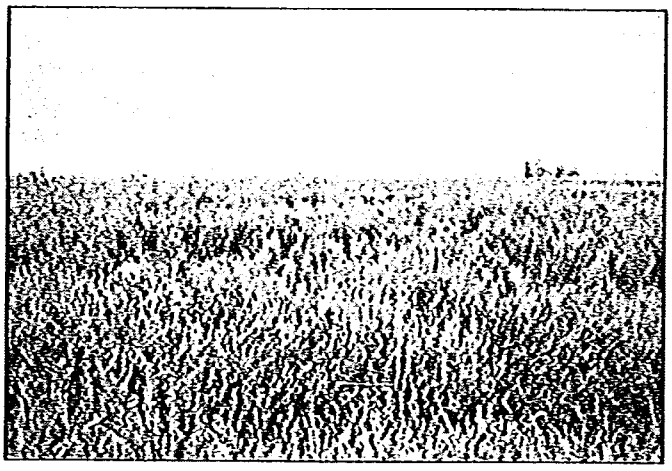
もっと皆さんに意味を分かっていただくために更にご説明をしますと、伝導性が青で説明されています。それと共に、窒素とリンも示されています。

１９　貯水池の温度成層図（４）



左図はクリプトスポリジウムの指標になりますし、またビココリフォームと呼ばれる大腸菌の指標です。つまり、飲料水としては適さないということが明らかになるわけです。

２０　外来種（１）

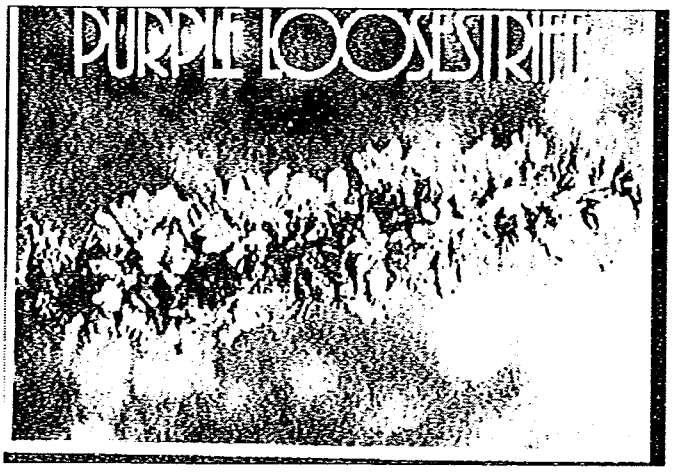


次にお話ししたいのは、「外来種」についてです。我々は、長期的に研究を行ってきました。研究は、Ａ地点からＢ地点までの水路を調査し、周りの雑草がどのように植生しているのか、効果的な水量を獲得するためにどのような貢献をしているかを見ていくわけです。また、殺虫剤などの化学物質を見ていきます。

環境法では、外来種の問題について解決が求められており、外来種の生物学的なコントロールが求められております。新しい種が他の地域からアメリカ西部に持ち込まれると問題になることがあり、そのような種の一例を挙げてご説明しようと思います。

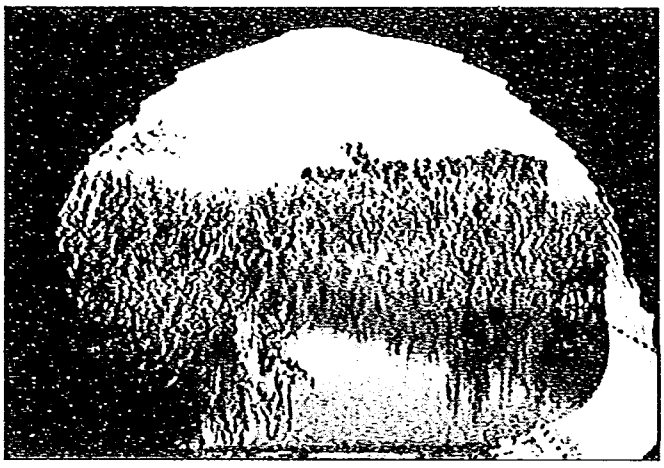
これはムラサキヒロハクサレダマと呼ばれる雑草です。きれいなヨーロッパの花です。しかし、このような外来種についていつも言えることですが、それが国内に入ってきても天敵が存在しないために、この種が非常に簡単に繁殖してしまうわけです。これは外来種でこの種は地元地域の野生には全く存在していなかったわけです。

２１　外来種（２）



拡大した写真が美しいムラサキヒロハクサレダマという植物です。

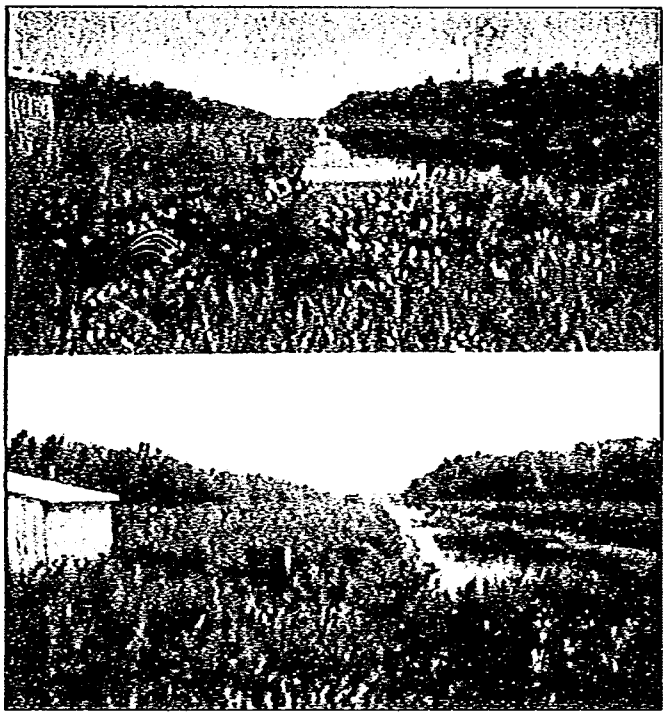
２２　外来種（３）



このように他の北米の種をすべて抑えてこのように繁茂してしまうわけで、ほかのものは生えることができません。

もともとヨーロッパで生息しているわけですが、それほどうまく繁茂していません。なぜこのようにヨーロッパで広く繁茂しないのかということを調べました。

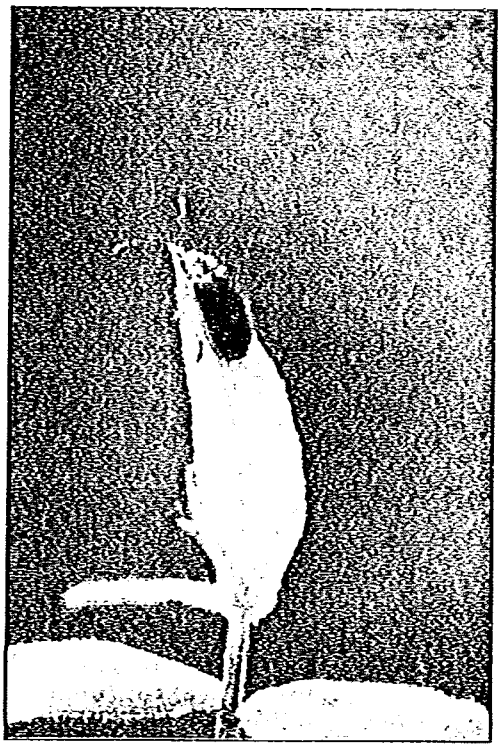
２３　外来種（４）



こちらのほうは10年間たったものです。10年前の写真が上で、10年後の写真が下です。

どのようなかたちで変わったのかお分かりになると思います。

２４　外来種（５）



外来種の雑草の繁茂を抑制するために、葉、花、根、それぞれを攻撃する虫を探しました。その種に特定の天敵を見つけたわけです、もちろんほかの穀物に害が出てはいけませんので、１つの問題を解決しても別の問題が出てくるようでは困ります。しかし、この虫については非常に成功しました。現在も研究から3、4年たっておりまして、実用の段階に入っております。

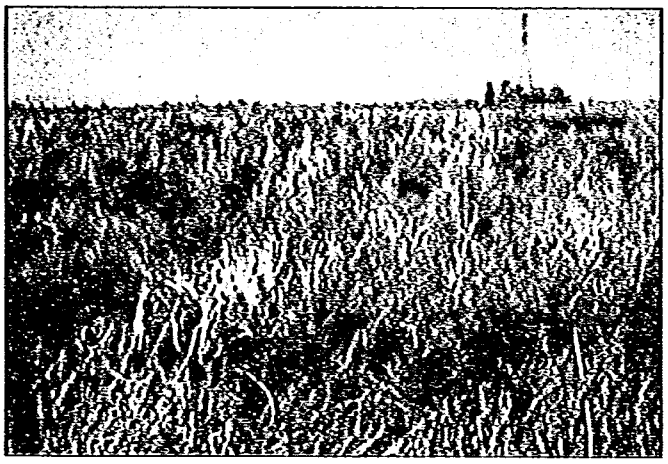
１つの昆虫が攻撃をかけているのが分かります。

２５　外来種（６）



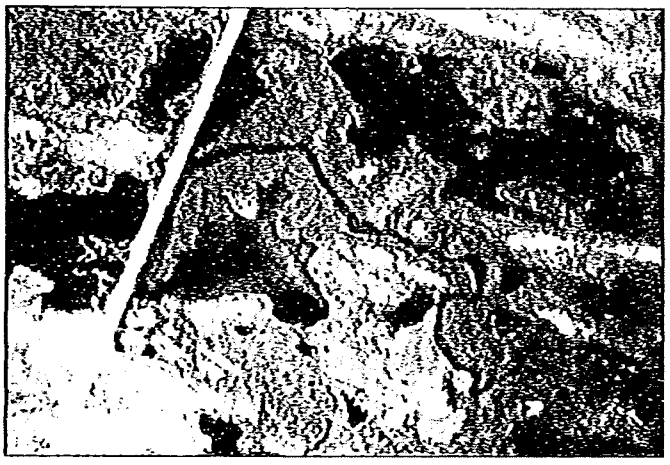
昆虫が攻撃をかけた後の雑草の状態です。

２６　外来種（７）



コロンビア川流域の2年後の様子です。実はこのような形で、短期間で雑草を除去することができました。期待以上に早く効果を上げることができ驚嘆しました。

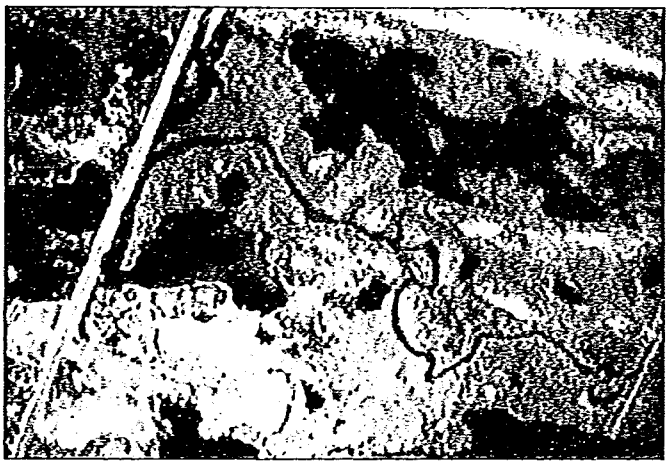
２７　外来種（８）



左図は航空写真ですが、同じ流域を見たものです。これは前の状態で、緑の部分がすべてムラサキヒロハクサレダマの植生となっています。

ワシントン州の中でもかなり幅の広い面積を占めています。プロジェクトがこの雑草除去に向けてスタートしたわけです。

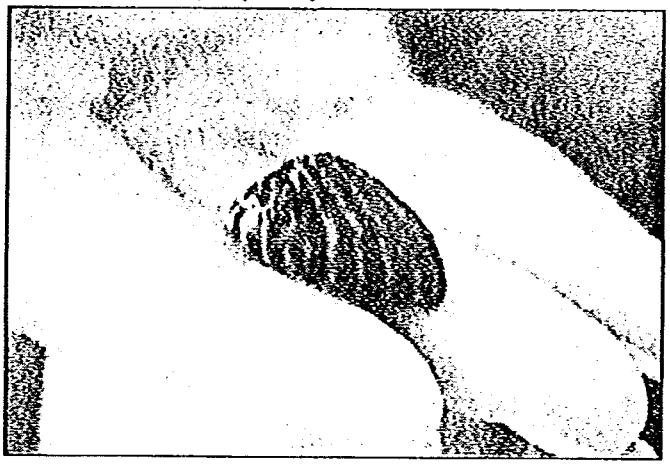
２８　外来種（９）



2年後には左図のように、天敵の虫により絶滅状態に追い込むことができ、根絶することができ、プログラムは大きな成功を納めました。

内務省の中でもかなり注目を浴び、かなり資金を獲得することができたという背景もあります。

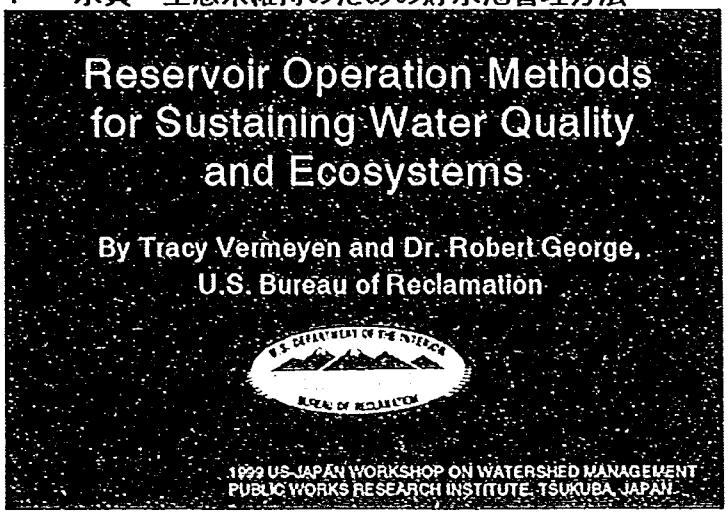
２９　外来種（１０）



もう一つの例を挙げますと、アメリカで大問題になりましたシマウマ貝の繁殖です。これは小さなハマグリのような感じですが、実際これは淡水貝で、多分五大湖に船を経由して入ったのではないかと言われています。

2.6 水質・生態系維持のための貯水池管理方法(Tracy B. Vermeyan)

1　水質・生態系維持のための貯水池管理方法



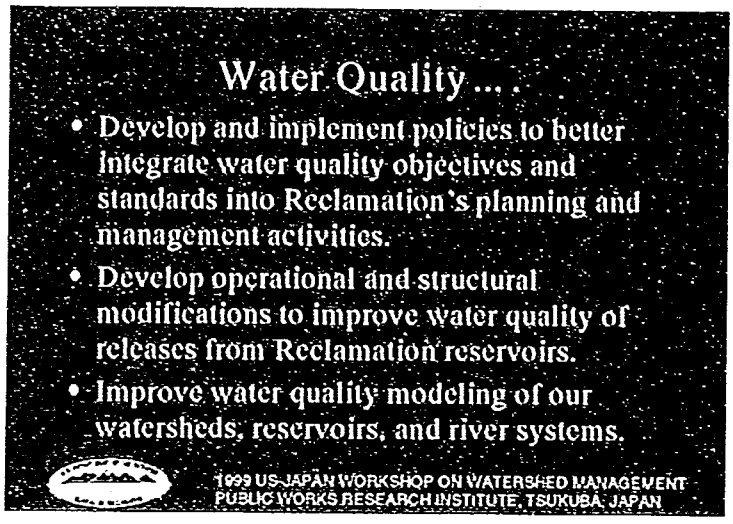
開拓局の1997年戦略計画で概観したように、開拓局は水資源の改善管理および保全を重視してきました。これは、社会的な価値や要求の変化、環境についての知識の増加、および資源開発重視から生じた当然の成行きを反映しています。その結果、顧客の水や電力の需要を今なお満たしつつ、開拓局の事業は環境資源を保全し向上させるために、立案され、設計され、建設され、また運用されています。その一方で、開拓局の関心は水資源開発が水質に関する悪影響を削減することにあります。これらの影響とは、現場の特性に応じた魚類・野生生物生息域の衰退に寄与する塩分増加、水温、沈殿物、有害物質、低溶解酸素、および気体過飽和等が含まれています。他の事業体により開拓局の良好な水質を供給する能力が影響を被るおそれがあることに注目しています。

2　開拓局の貯水池管理の目的



開拓局の事業および管理戦略は、すべての水利用の間で適切な均衡を保とうと努めることです。水利用には、水質目標を満たすこと、必要流量を提供すること、および魚類・野生生物生息域ならびに資源を保全して向上させることが含まれています。

3　水質



地表水および地下水の水質は、米国の経済および環境の健全性にとって、きわめて重要であり、保全されなければなりません。開拓局の目標は、水資源を管理することによって、農業、家庭、自治体、工業、非事業目的（魚類、野生生物、およびレクリエーション目的）に向けて、適切な水質を有する安全で確実な給水を保全し準備することであります。目標を達成するためにわれわれが用いている戦略は、以下のとおりです。

- 地表水および地下水の水質の目標ならびに基準を開拓局の計画立案および管理活動に統合するための政策および手続きを作成し、実施する。
- 運用および構造の修正方法を作成して、開拓局の貯水池から放出される水の水質を改善する。
- 流域、貯水池、および河川水系の水質モデリングを改良する。

水質面における目的としては、水質基準を開拓局の計画マネジメント活動の中に統合していきたいと考えています。

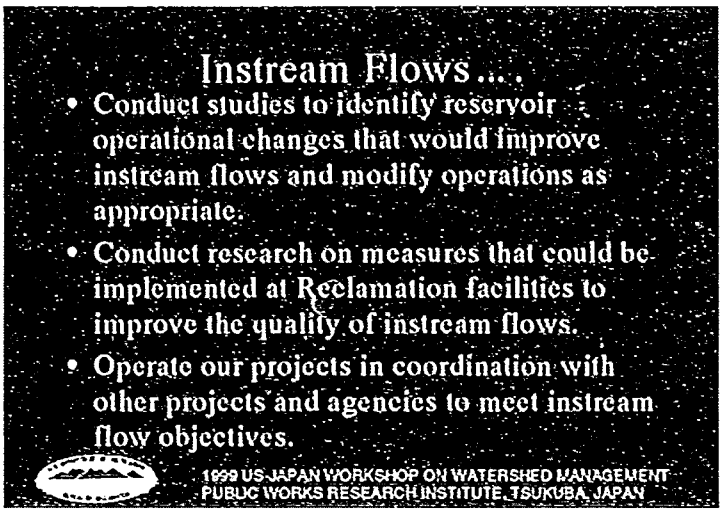
例えば、最近では改修工事を実施しているカリフォルニア北部の大規模ダムであるシャスタダムです。同ダムでは、8,000万ドルの修復を実施しており、取水調整を実施しています。

これにより、サクラメント川の水温調整が可能となりました。

当初、シャスタダムの建設により、サクラメント川の温度が急激に上昇し、産卵地でのサケに悪影響を与えました。

この問題に対処するため、開拓局は絶滅の危機に瀕している種を保護するために、様々な改修を実施しました。具体的には、サクラメント川の水温を13度C程度に下げることにしました。これより、サケのように絶滅の危機に瀕した種の産卵が可能になりました。

4　河道内流量

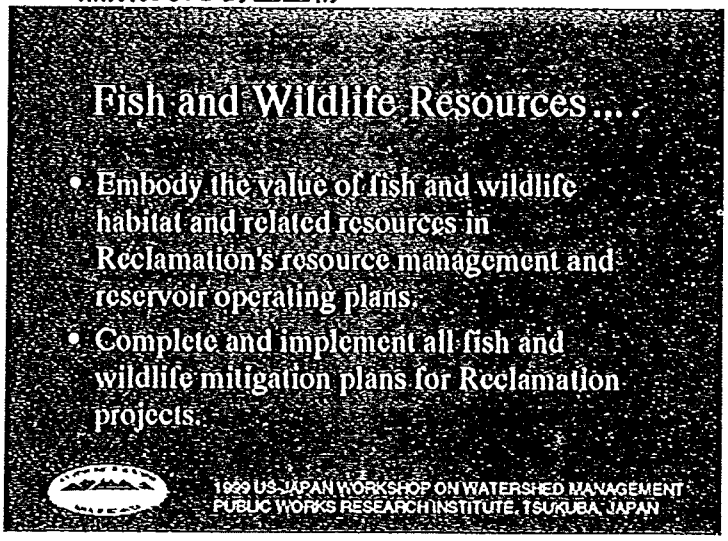


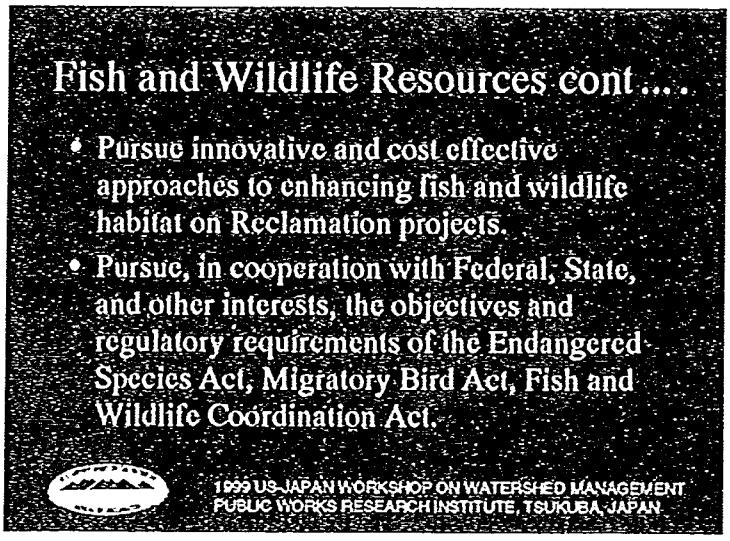
河道内流量は、水質、魚類・野生生物、およびレクリエーション目的を満たすために不可欠なものです。我々の目的は、事業目的に一致した必要流量を満たせるように、開拓局の貯水池を操作することです。目的を達成するために我々が用いている戦略は以下のとおりです。

- 詳細な操作の調査を実施して、貯水池操作についての弾力性を認定します。この弾力性によって、河道内流量が改善されて、適切ならば操作方法を修正します。
- 費用効果の高い対策についての調査を実施します。この対策を開拓局の施設で実施することによって、河道内流量の水質を改善します。

河道流量の目的を満たすために、そのほかの事業や機関と協調して開拓局の事業を行います。

5　魚類および野生生物



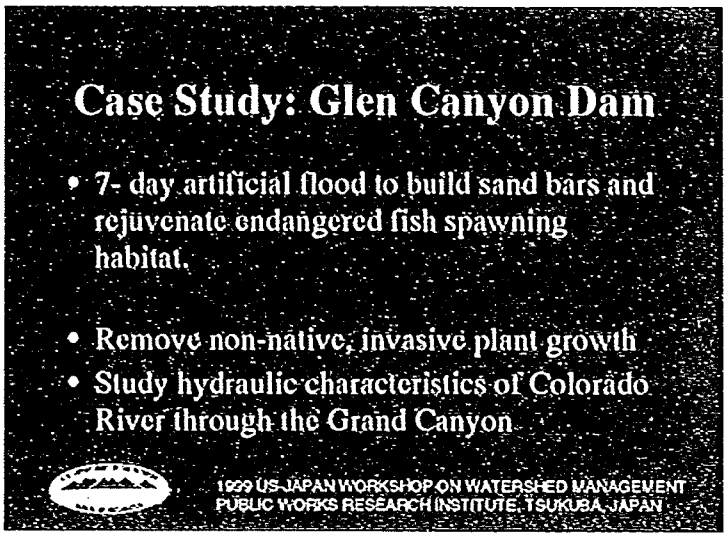


天然資源の責任ある管理には、水および土地資源の開発管理に関連した魚類および野生生物の保全・向上が含まれています。我々の目的は、魚類・野生生物生息域および個体群を保全して、適切ならば、それらを向上させるために、開拓局の事業を開発管理することなのです。目的達成のためにわれわれが用いている戦略は以下のとおりです。

- 魚類・野生生物生息域および関連資源の価値を開拓局の資源管理および事業運用計画の中に含めます。
- 開拓局の事業に関して、魚類・野生生物の軽減計画をすべて完成して実施します。
- 開拓局の事業において、魚類・野生生物生息域を向上させるために、革新的で費用効果の高い対策を模索します。

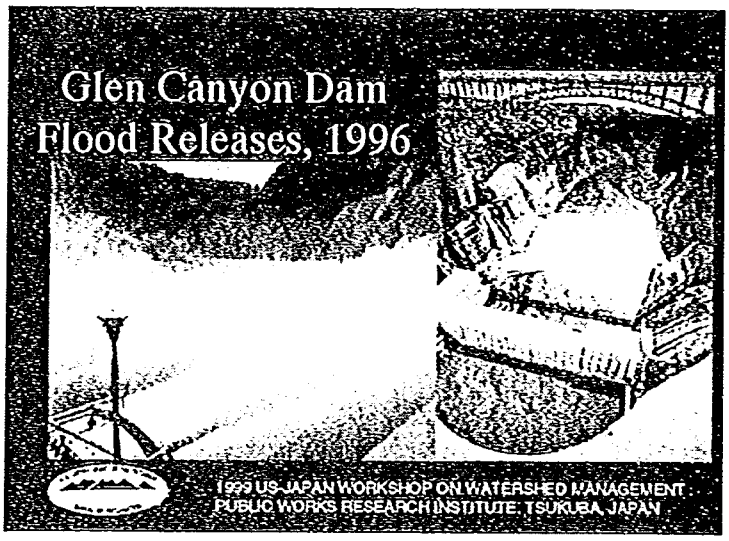
連邦、州、およびそのほかの関係機関と協力して、絶滅危惧種法、渡り鳥法 (Migratory Bird Act)、魚類および野生生物調整法、およびそのほかの法律を開拓局の事業との関連に従って遂行します。

6　ケーススタディ：グレンキャニオンダム（1）



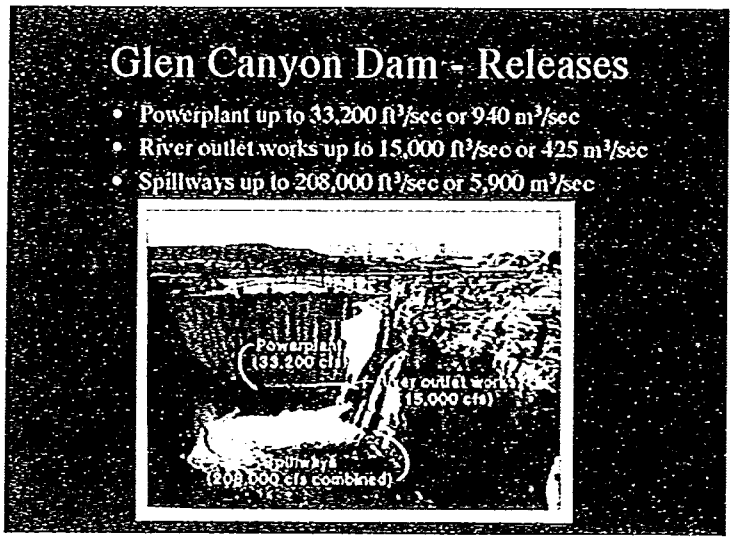
グレンキャニオンダムは、コロラド川沿いにあって、地球上でもっとも美しい景観の場所の一つであるグランドキャニオンの上方に位置しています。グレンキャニオンダムは、1960 年代初期に開拓局によって建設されました。8 機のタービンが、年間およそ 670 億 kWh のエネルギーを生産しています。これは 1 億 2,800 万ドルに相当します。問題は、このダムの建設によって下流環境（グランドキャニオン内）に及ぼされる影響が、事業立案時には十分考慮されなかったことなのです。水温の変化、沈殿物の移動、河岸侵食、および生息域の変容は、評価されていませんでした。ダムの操作開始以来、絶滅の危機に瀕しているカラフトマス・チャブ（humpback chub）の生息域などが壊され、外来種の侵入が発生しました。これは、魚類・野生生物だけではなく、レクリエーション産業にも影響を及ぼしました。真っ先に影響を受けたのは、いかだによる河下りです。1980 年代初期に、科学者はグレンキャニオンダムが環境に及ぼす影響の調査を開始しました。開拓局は、環境影響評価書を完成して、この評価書を通じて、ダムを操作し、水保全を提供し、電力を生産し、また生態系への影響を削減するための革新的な手法を提案しました。

7　ケーススタディ：グレンキャニオンダム（2）

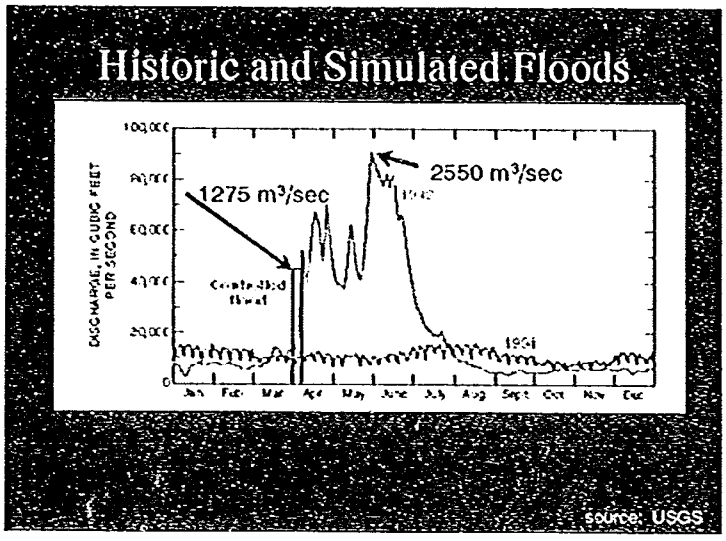


1996 年 3 月に、Babbitt 内務長官が、グレンキャニオンダムによる洪水の実験を提言しました。この提言は、ダム閉鎖時に先立って発生する天然の春期洪水をシミュレートしようと企図したものです。開拓局のダムが環境向上のための手法研究のために操作されたのは、この時が最初です。7 日間にわたる春期洪水の実験は、グランドキャニオンへ影響を与えました。この実験は、河岸の天然砂浜および絶滅危機に瀕した魚類の産卵生息域を回復し、また非自生の侵入種によって荒廃した地域の洗掘を通じて、グランドキャニオンの自然環境を修復することに成功しました。

8　ケーススタディ：グレンキャニオンダム（3）

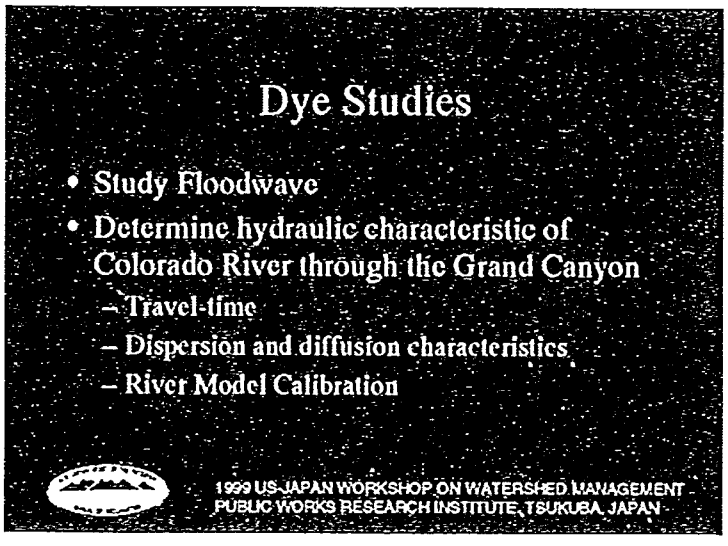


9　ケーススタディ：グレンキャニオンダム（4）

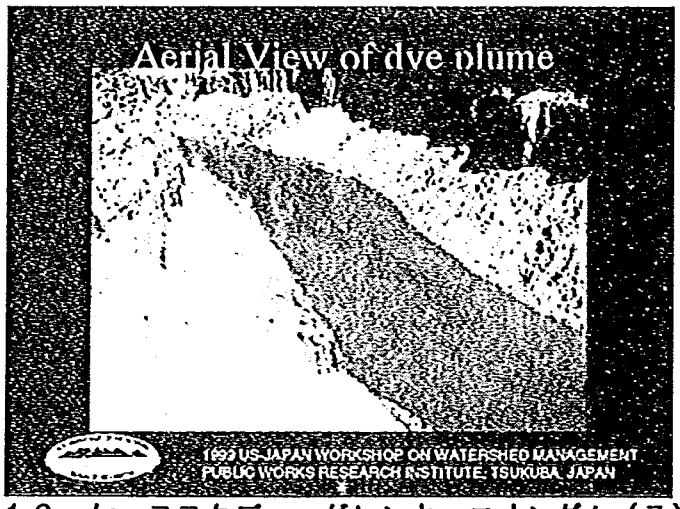


全体として、この実験は、環境目的でグレンキャニオンダムを操作した場合の可能性を試験するための機会を開拓局に与えました。現在、生態学者は、調節された洪水は生態系管理に利用することができると考えています。グランドキャニオンの生態系における我々の仕事は、環境修復にかかわるそのほかの連邦事業にとって、主導的な例として役立ちました。そのほかに、グレンキャニオンダムに選択取水能力を提供するために、多元レベルの取水構造物が設計されつつあります。これらの修正によって、管理者は、絶滅危機に瀕しているカラフトマス・チャブやそのほかの温水に生息する種のために、より多くの生息域を創出する努力の一環として、グレンキャニオンダムから下流のコロラド川における水温目標を満たすことが可能になりました。

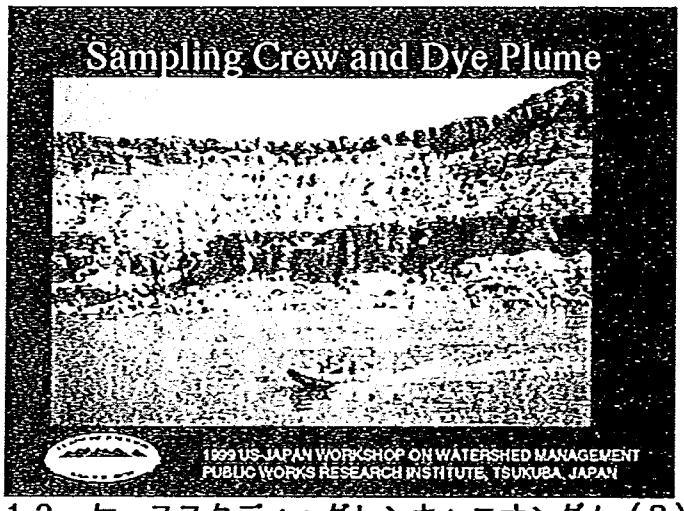
10　ケーススタディ：グレンキャニオンダム（5）



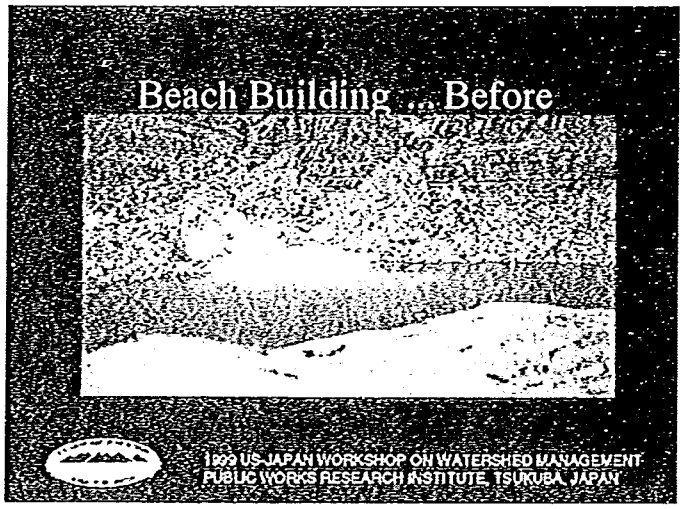
１１　ケーススタディ：グレンキャニオンダム（６）



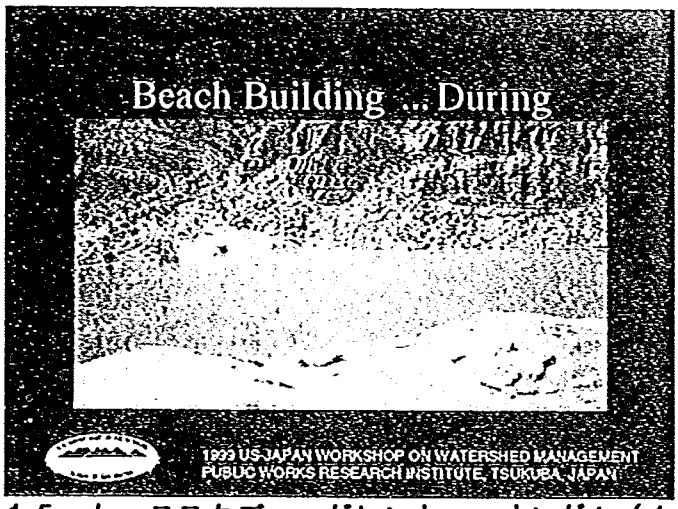
１２　ケーススタディ：グレンキャニオンダム（７）



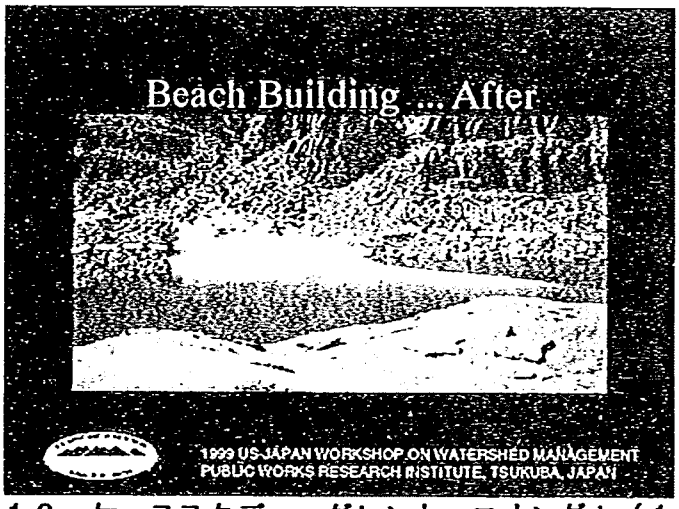
１３　ケーススタディ：グレンキャニオンダム（８）



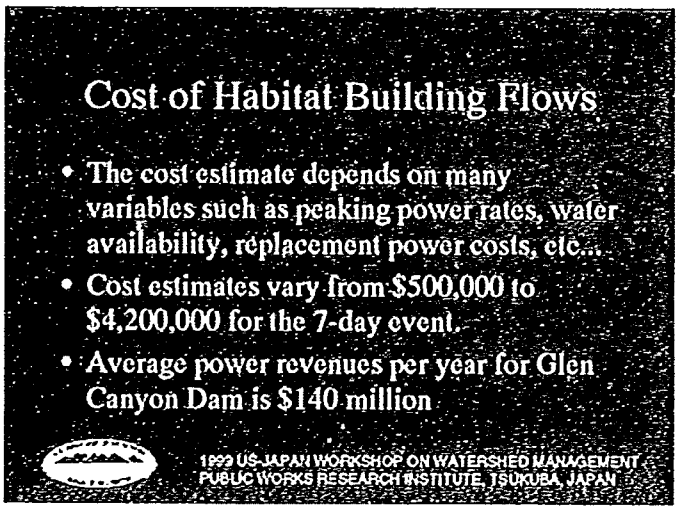
１４　ケーススタディ：グレンキャニオンダム（９）



１５　ケーススタディ：グレンキャニオンダム（１０）



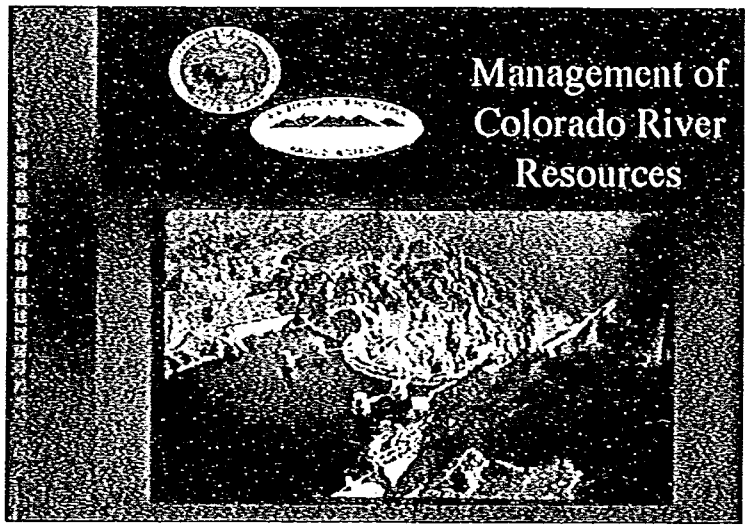
１６　ケーススタディ：グレンキャニオンダム（１１）



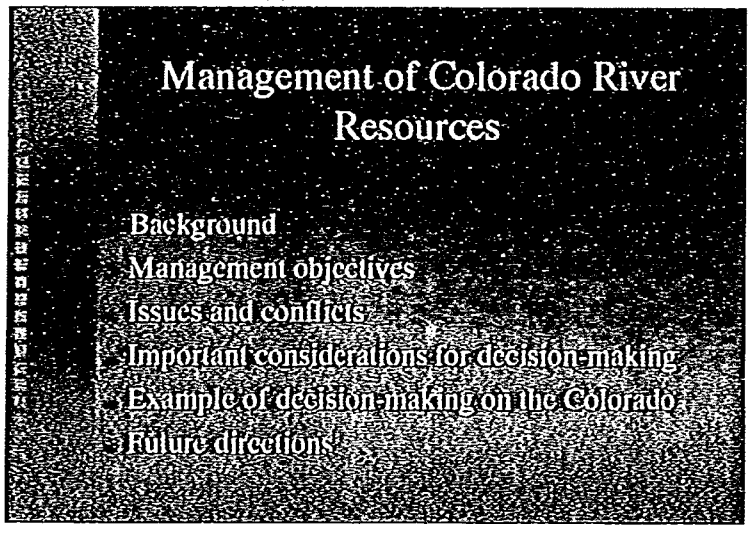
この要約においては、貯水池の影響を被る水質ならびに生態系を向上させることに関連して、開拓局の方針を簡潔に概観しました。今後も、開拓局は、我々の事業において増大する困難な水資源管理問題への取組みを継続します。我々は、日本の同僚と協力して、貯水池および規制河川水系に関連した水質問題への解決策を開発することを楽しみにしています。

2.7 流域管理のための意志決定プロセスと支援システム(Terrance J. Fulp)

1　タイトル

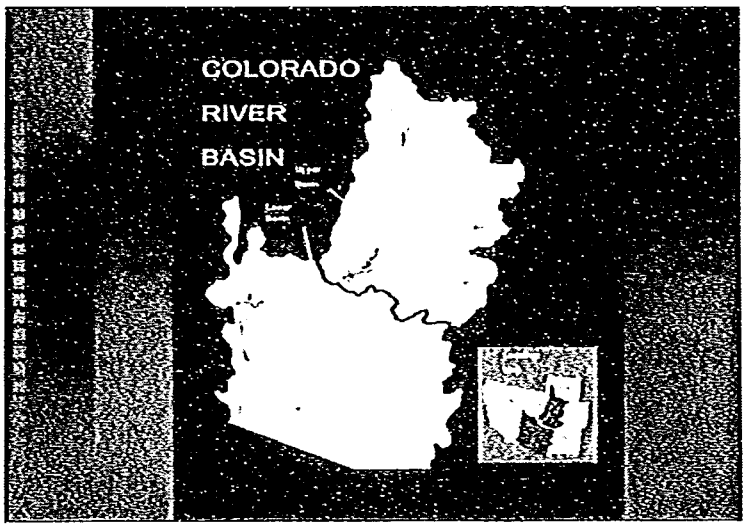


2　コロラド川の管理



私からはコロラド川の管理上の背景、管理目的、事例、意思決定における重要な考察、コロラドにおける合意形成の例、将来の方向性について、お話します。

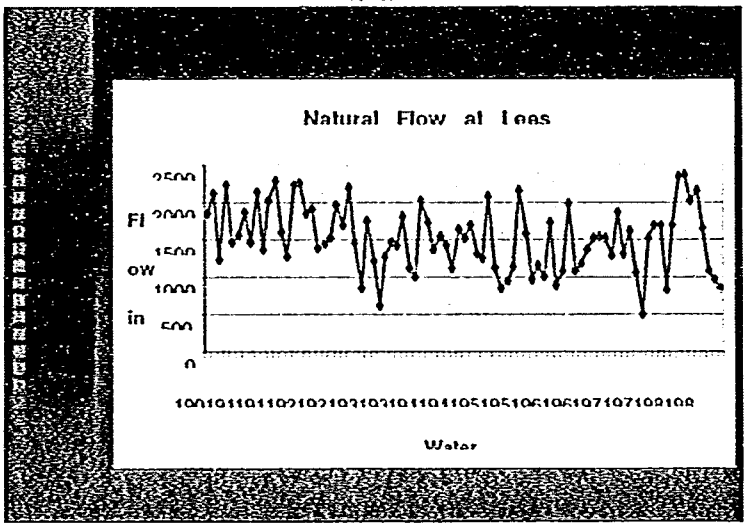
3　コロラド川流域



コロラド川流域はアメリカ西部の大半を流域面積としています。支流として、グリン川・ガニソン川・サンフォアン川・キーラー川を有し、アリゾナ州に流れています。また、コロラド川は7つの州を流れ、各州に水利権が存在します。

構造物としては、グレン・キャニオンダムがあり、下流部のリーズフェリーという地域で流域が分かれ、水資源の配分上、重要な位置を占めております。

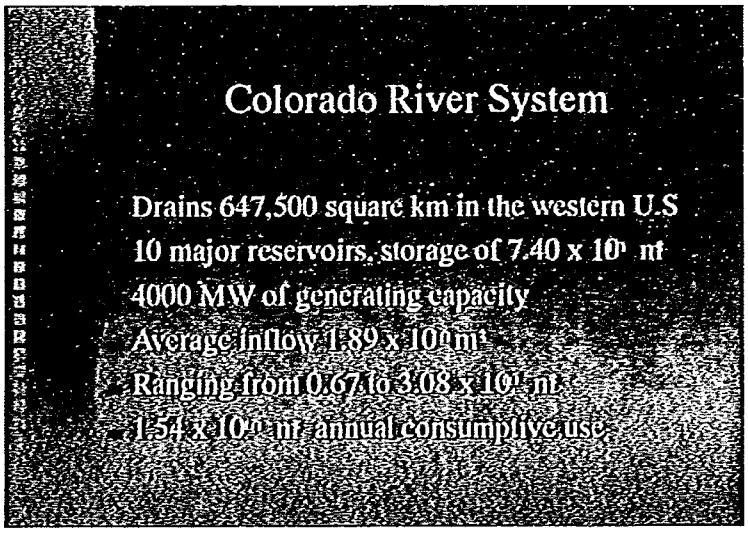
4　コロラド川の流量の推移



左図に1906年～1990年までの流量の推移を示します。図をみてわかるとおり、年により流量の変動幅が大きいことが特徴的です。流量の大半は融雪によるもので、積雪量で流量を予測することは重要であります。

データ的に1930年は特に流量が多く、原因は冬季の後半に大雪が降り、数週間で気温が上昇したことにより、流量が増加したと考えられます。流量が増加したことにより、被害が発生しました。

5　コロラド川の諸元



コロラド川の諸元は以下のとおりです。

①流域面積：647,500km²

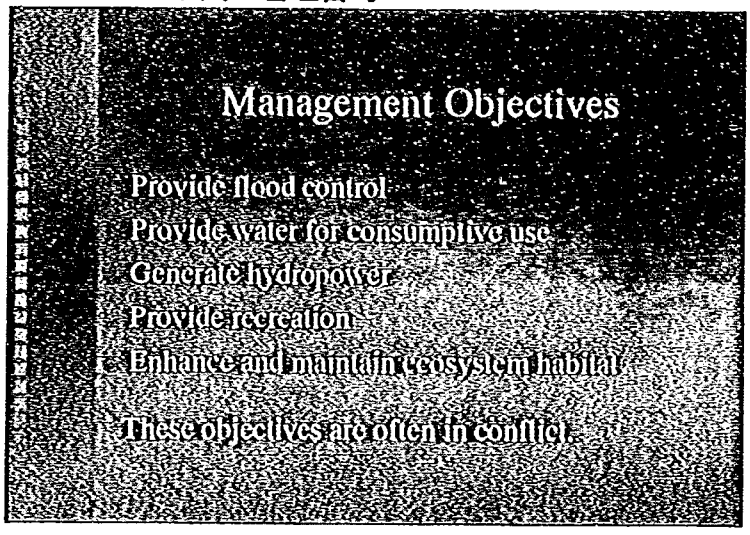
②施設：大規模貯水池　10基
　　総貯水容量$7.40\times10^{11}m^3$

③水力発電量：4000MW

④平均流量：$1.89\times10^{11}m^3$

⑤利用水量：$1.54\times10^{11}m^3$

6　コロラド川の管理目的

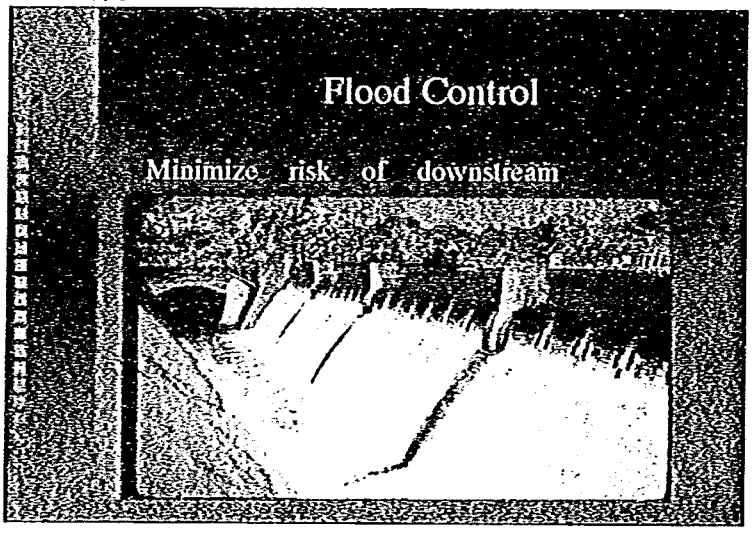


コロラド川を管理する目的としては、以下のとおりです。

①治水
②利水
③水力発電
④レクリエーションの提供
⑤生態系や生息地の保全

以降にそれぞれの内容を詳しく説明します。

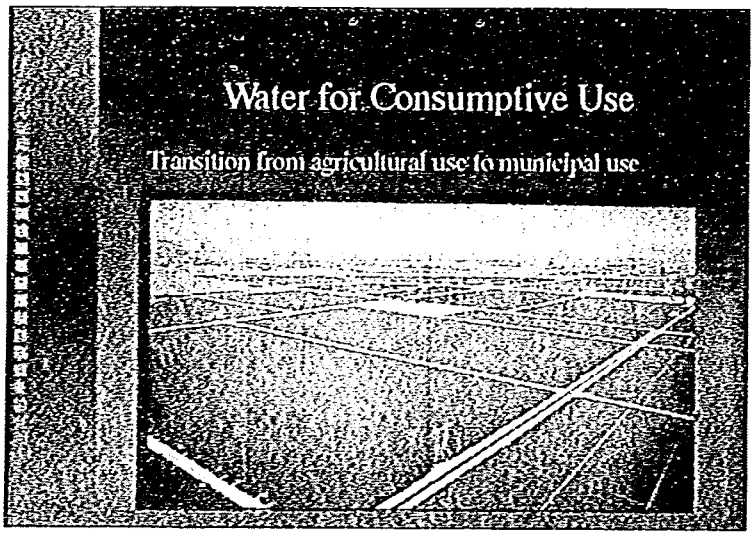
7　治水について



治水面で考えた場合、下流部氾濫の危険性を最小限にすることが重要になりますが、利水面、水力発電としての水量の確保を考えると、可能な限り、水量を多くする必要があり、治水面での危険性が上昇してしまいます。

左図の写真に示すように、フーバーダムでは、非常用の洪水吐きがあるので一度に大量の水を放水する必要はなく、貯水池を調整することにより、流入ハイドロを減少させることができました。

8　利水について



左図はアリゾナ州のユマです。従来は農業用水が主体でしたが、近年、都市部の人口増加に伴い、農業用水以外に都市用水を供給しなければならなくなってきました。これにより、農業用水の都市用水への転用が行われてきました。

この水需要の変化により、現在開拓局では水利権の融通を検討するようになりました。

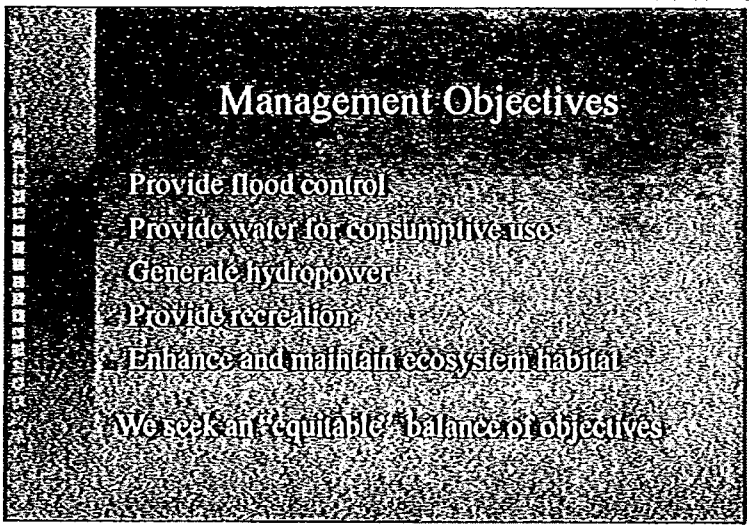
9　絶滅危惧種の保全・回復



目的には絶滅危惧種の保全・回復することも含まれています。

かつては、コロラド川にレーザーバックサッカーと呼ばれる絶滅危惧種が多く生息していましたが、ダムや貯水池の建設により、減少してしまいました。そこで、モハビ湖という貯水池において、魚種の回復事業を実施することとしました。しかし、湖自体が発電を目的に建設したため、産卵期に貯水池の水位を上昇させることはできませんでした。僅かな期間なのですが、流量を調節したくてもできないという葛藤が生まれました。

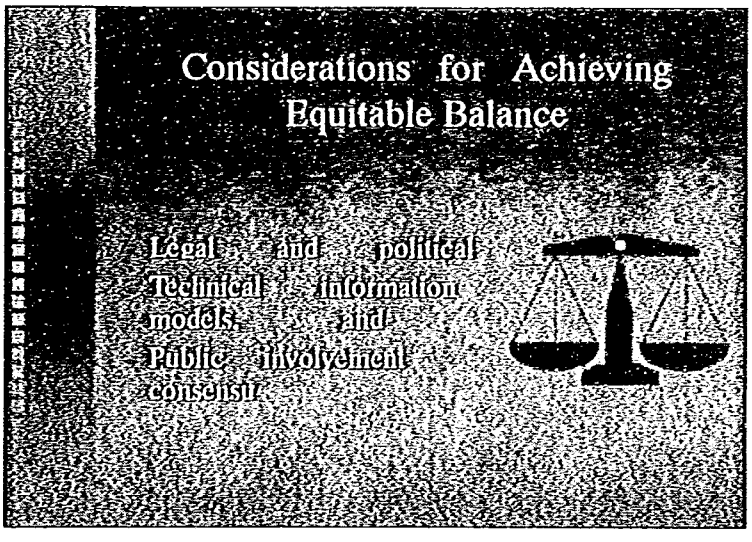
10 コロラド川管理の目的（均等なバランスを目指す）



このように、複数目的の調整なしに個々の目的を満足させることはできないという結論に達し、均等なバランスを目的間で見つける必要が生まれました。

そこで「公正なバランスとは何か？」ということを考えるようになりました。とても困難なものであるものの、努力することにより、各々の利害関係者に対し、公平である解決方法を見出すことができ、誰からも受け入れられる方法を見つけることができるのではと考えるようになりました。

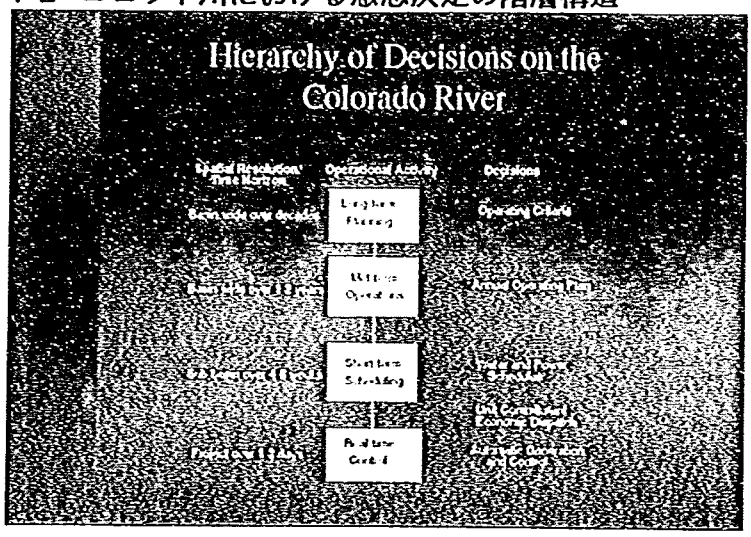
11 公正なバランスを達成するために必要となる要素



公正なバランスを達成するために必要な要素としては、大きく分けて以下の3つがあげられます。

①法律および政治的な制約
②技術情報
（データモデル・分析手法の確保）
③パブリックの参加とコンセンサス

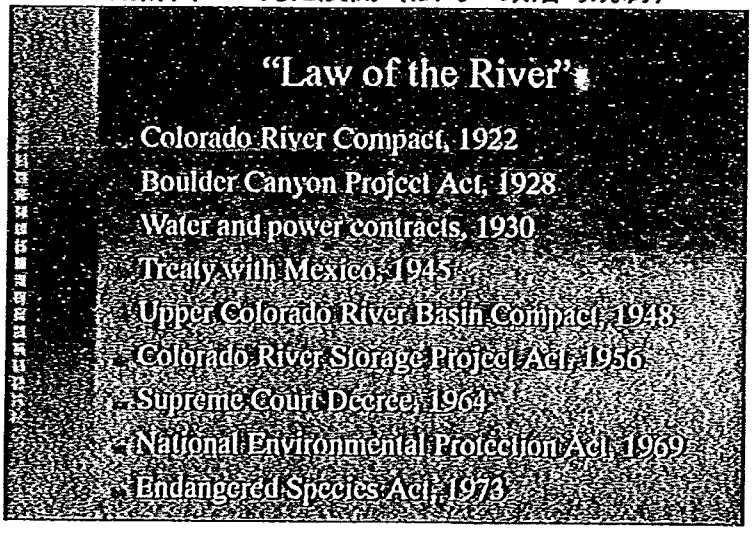
１２ コロラド川における意思決定の階層構造



コロラド川における意思決定の階層構造としては、3つの点を実施してゆくことを考えています。

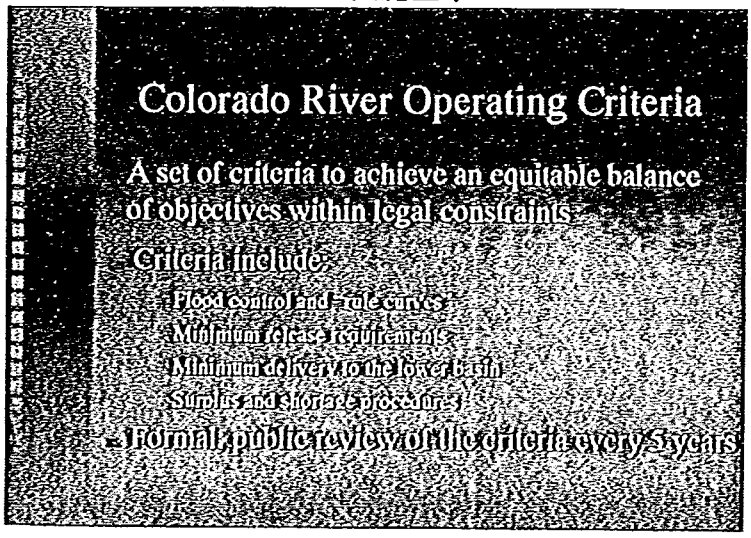
①長期的な計画
流域全体をカバーする。50年が対象期間。
②中期的な計画
流域全体をカバーする。1～2年が対象期間。
③短期的なレベル
流域全体以外に流域の１部もカバーする。4～6週が対象期間。

１３ 長期計画から見た展開（法的・政治的規制）



コロラド川に係わる法律及び規制を左図に示しましたが、非常に多くの法的・政治的規制があることがわかると思います。

１４ コロラド川における実施基準



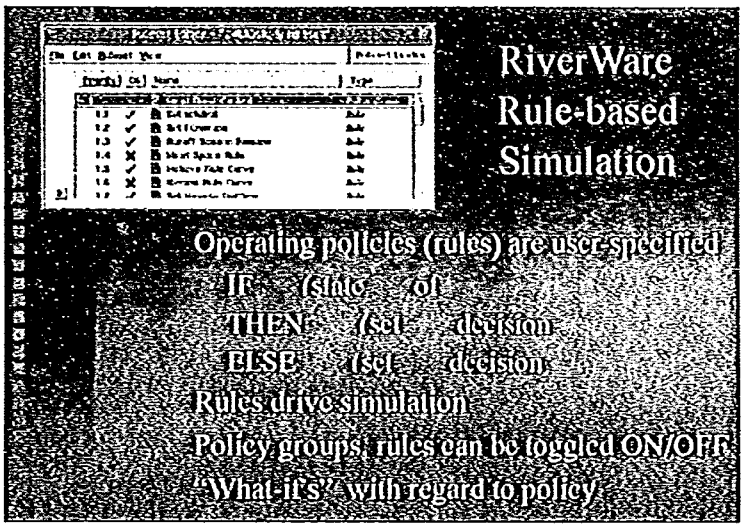
コロラド川では、前述の法的・政治的規制に柔軟に対応するために、左図の実施基準を設けました。

実施基準には以下の要件が含まれています。

①治水及び「ルールカーブ」
②最低放流基準
③下流域への最低供給
④余剰及び不足時の手順

さらに5年おきに利害関係者とパブリックレビューを実施しています。

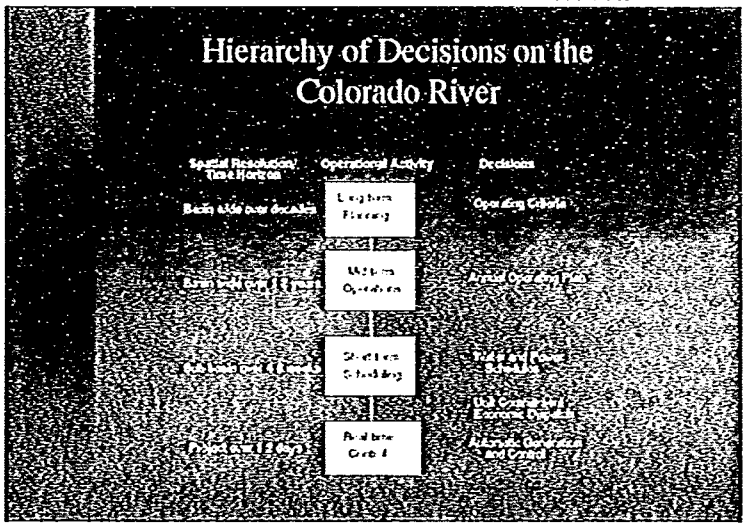
１５ River Ware Rule-Based Simulation



次に技術情報については、リバー・ウェア規制シミュレーション（River Ware Rule-Based Simulation）を用いて、利用者が一連のルールとして、ポリシーを規定することができます。利用者にわかりやすいインターフェイスが用意されており、ルールに対し優先順位を設けることも可能です。

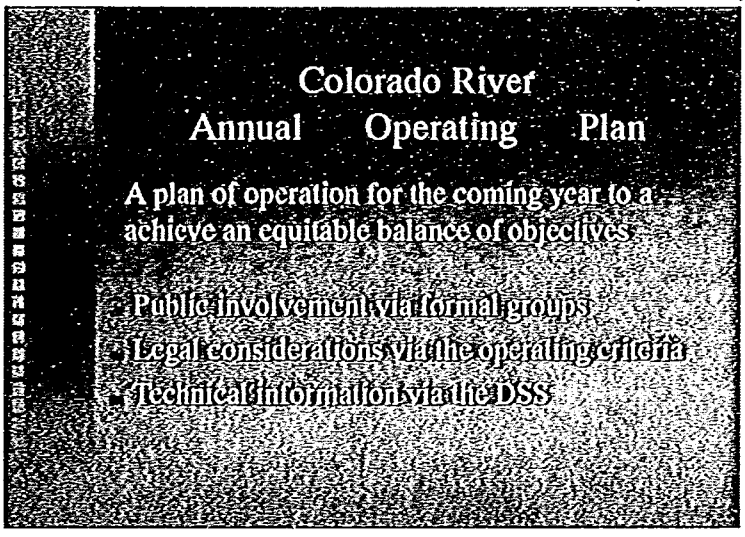
さらにモデリングシステムを用いることにより、長期的な影響を見たり、特定条件を入力することにより、シナリオを見ることができます。

１６ （中期的計画における）意思決定の階層構造



再度、意思決定の階層構造を見ていただきますが、前述の内容は長期的な計画でありますが、次に中期的計画に注目します。中期的計画では、アニュアルオペーレーティングプランを作成することが目的になります。

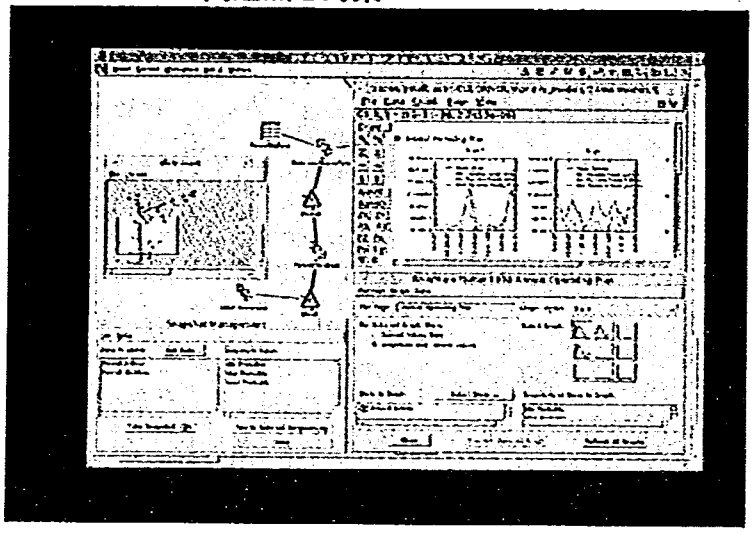
１７ アニュアル・オペレーティング・プラン（ＡＯＰ）



今まで長期計画の部分を見てきましたが、ここでは1、2年のスパンの中期計画に注目してみたいと思います。左図の中期計画では、アニュアル・オペレーティング・プラン、（ＡＯＰ）というものを作るのが目的となり、これは来たる年の運営プランを、複数目的のバランスを取りながら作成します。

①ワークグループ
各省庁の意思決定者が春と夏に集合し、計画に対する意見を出し合います。
②技術グループ
プロセス時のモデリングを作成することを目的としています。目指すところは理解しやすい情報を作るところにあります。

１８ ＡＯＰの問題点と対策

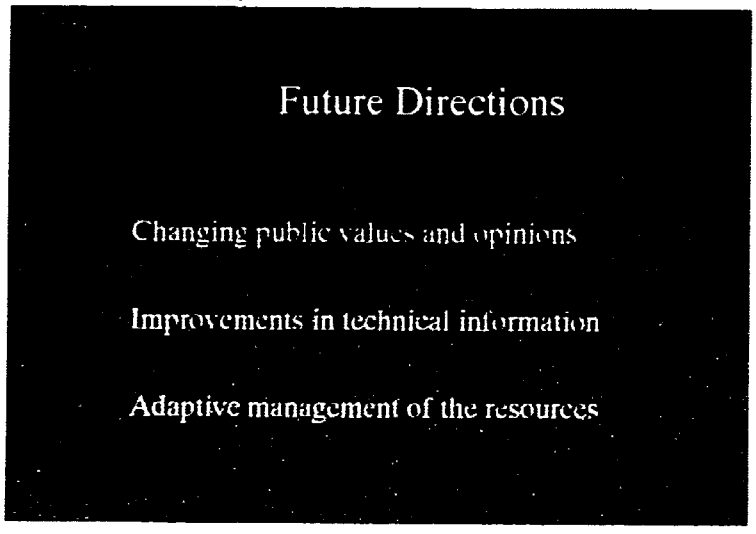


法的な側面では、前述の結果がＡＯＰに組み込まれ、技術情報は意思決定システムから提供されます。

ＡＯＰの最大の問題点は、毎年の水量の予測にあります。そのために、3つのスパンで計画をたてるのです。3つのシナリオには最小・最大等確率論として考えられます。

それらが承認されたのち、内務省長官がサインすることになります。

１９ 将来の方向性



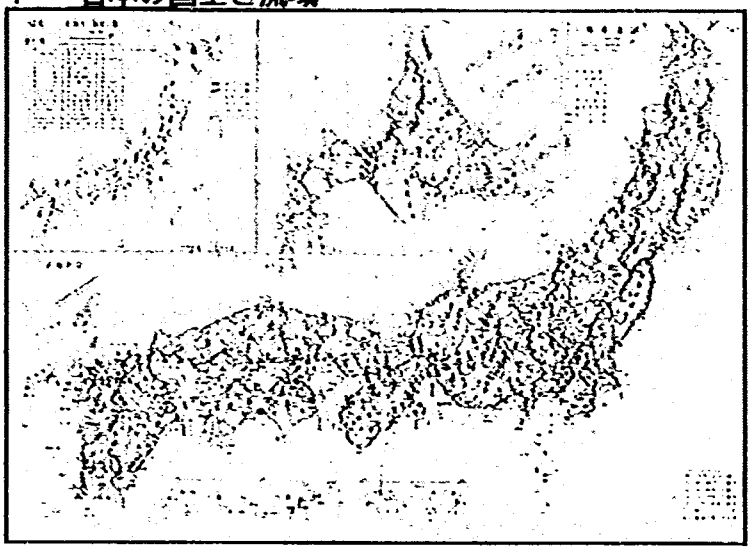
今後の動向ということでありますが、今までの話でコロラド川水系のマネジメントの方法について少しご理解をしていただけたのであればと思います。いろいろな法的、政治的な制約がある中で、確固たる技術情報を提供して、一般の人にもかかわってもらうという体制を作りながら、このような目的の公正なバランスを取っていくということがこちらの希望であります。しかしながら、すべてが完璧にできているというわけでは決してありません。もちろん、パブリックの価値観も変わっている、意見も変わっていく、そして今まで注目してきたことが、また明日そのまま続くというわけではありません。

この流域におきまして、生態系、そして絶滅の危機にひんしている種に対しての注目が高まっているというのが非常に大きな特徴であります。特定の目的にそれだけ優先度が高まりますと、その他のものに対する力が圧縮されてしまうということもあります。

将来的には技術情報を改善していきたいと思います。ですから、データ収集・分析をよりいいものにしていきたいということで、さまざまな貯水池のオペレーション、管理に関してもより多くの方法を使って分析をしていきたいと考えています。

2.8 流砂系における土砂管理のあり方（反町雄二）

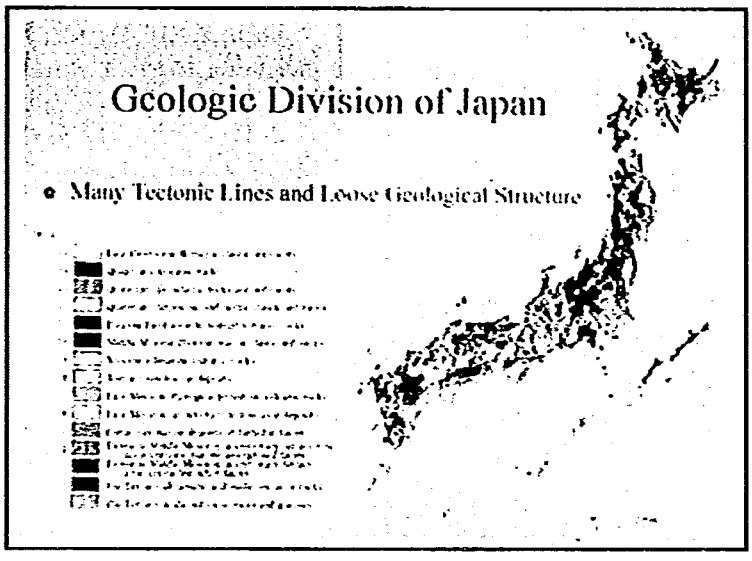
1　日本の国土と流域



日本の国土は山地が多く、傾斜が急であり、個々の流域毎に気候が異なります。

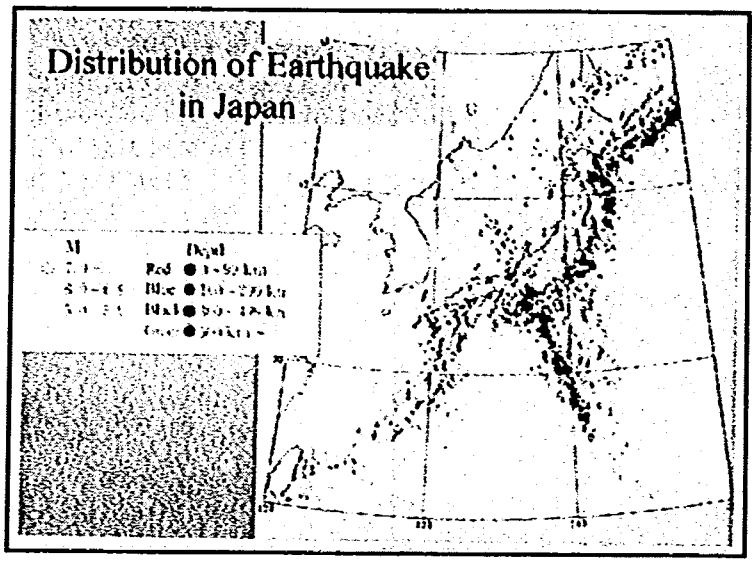
また、日本の川は傾斜が急であることから、土砂が生産されやすく、土砂災害が多い原因であります。

2　日本の地質



左図は日本の地質図です。日本には中央構造線という大きな断層が中央にあり、その他には各地に細長い断層があり、土砂災害を引き起こしやすい状況にあります。

3　過去の地震の震源地

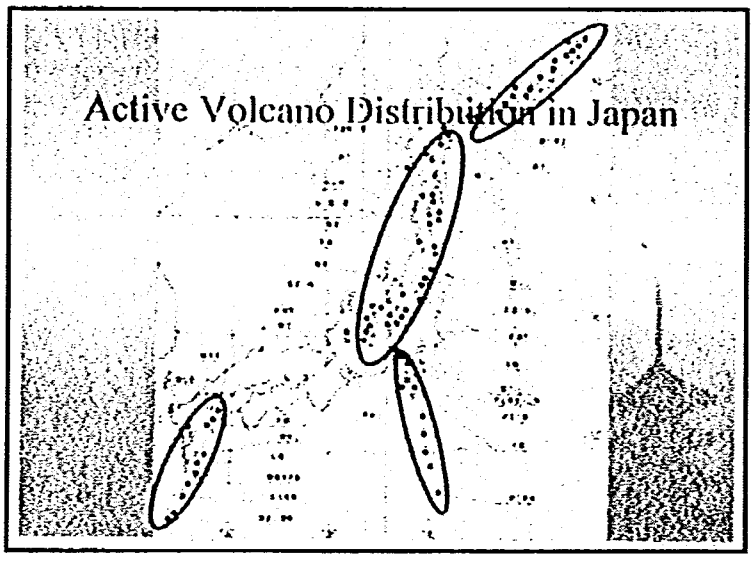


日本列島の東側では比較的浅い震源で地震が発生しており、西側に向かうほど、深い震源で地震が発生しております。

これは、日本列島がユーラシアプレートと太平洋プレートの交わる地域であり、摩擦が発生する場所であります。

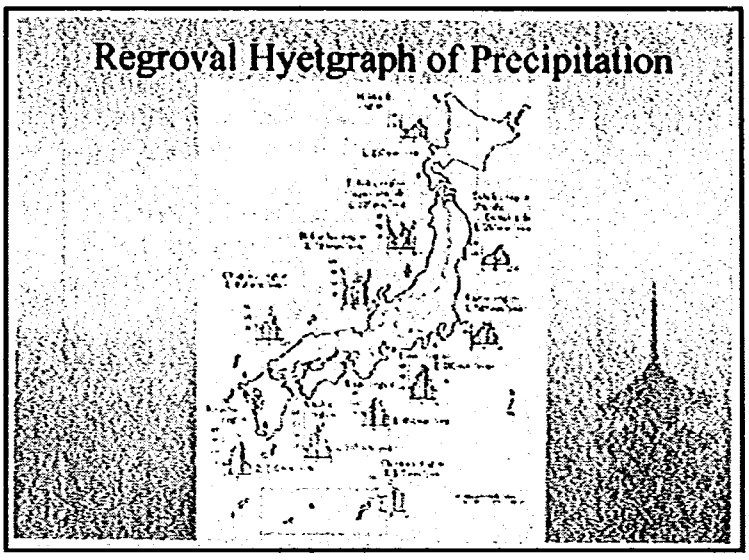
赤：震源の深さが100km以下
青：震源の深さが100km~299km
黒：震源の深さが300km~499km
緑：震源の深さが500km以上

4　活火山の位置



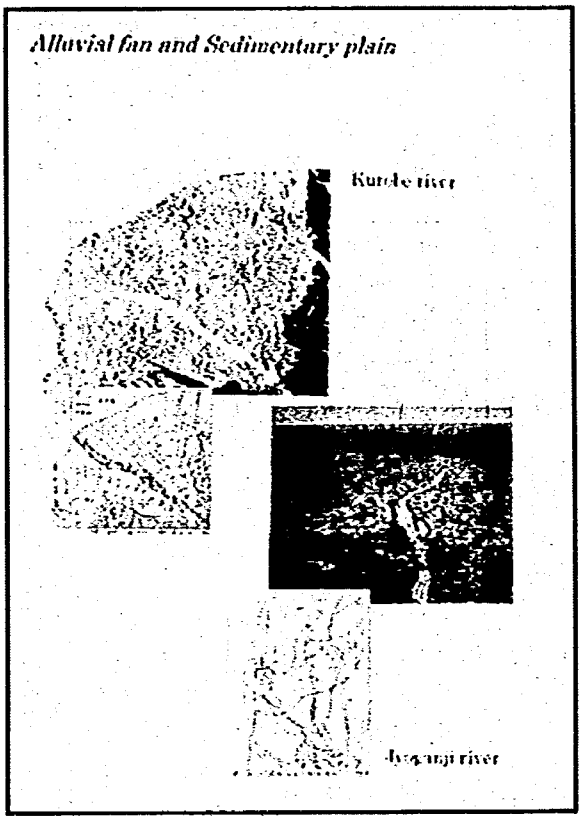
左図の黒点は、日本の活火山の位置を示しております。日本には火山が多く、火山周辺の土砂は侵食に弱いことから、土砂災害の原因になります。

5　雨量図



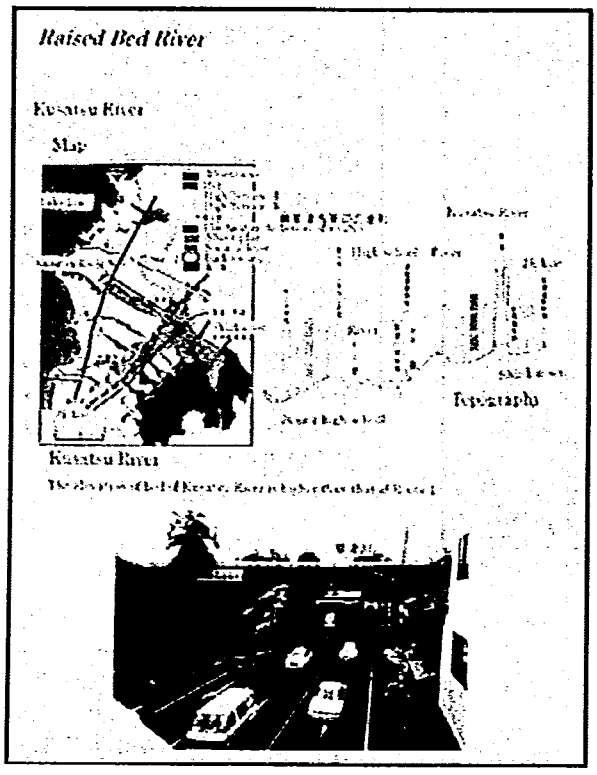
左図は日本の主要各地における雨量図を示しています。
日本の太平洋側は6月～9月頃に雨量が多いのですが、日本海側では12月や1月頃に雨量が多くなっています。
太平洋側では夏季に雨量が多いのは台風や梅雨前線による豪雨が原因で、土砂崩壊も多く発生致します。
日本海側で冬季に雨量が多いのは冬季の降雪によるもので、春先の雪解けによる土砂崩壊が比較的多く発生致します。

6　扇状地の事例（黒部川・常願寺川）



前述のように、日本国内では地形・気象・地震等により、土砂の侵食、運搬、堆積が活発であります。
扇状地では、河川の上流から流出した土砂が堆積します。左図に示す常願寺川の下流部には人口30万人を有する富山市があり、扇状地という地形上、流行が定まらず、土砂の流入が多い所です。

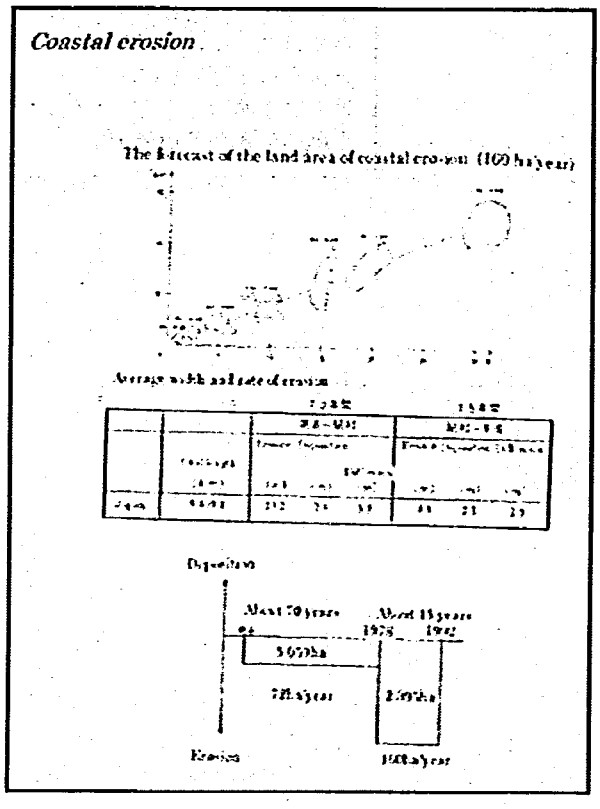
7　天井川（琵琶湖の事例）



左図は日本最大の湖である琵琶湖の天井川の事例です。天井川は、河川の位置が道路・鉄道や住宅といった所よりも高い位置を流れている川を指します。

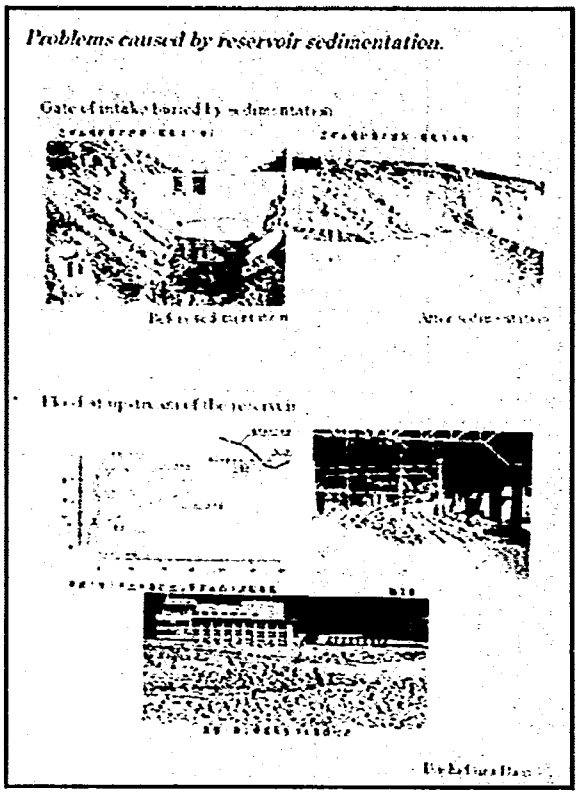
その発生要因は、琵琶湖が海同様に河口部のようになり、土砂が堆積することにより、河川の位置が高くなります。

8　海岸の侵食



日本では川だけでなく、海岸の浸食、海砂・海浜の侵食が進んでおり、年間平均160ha程度侵食しております。侵食が継続した場合、東京都の三宅島という島程度の面積が侵食されてしまいます。

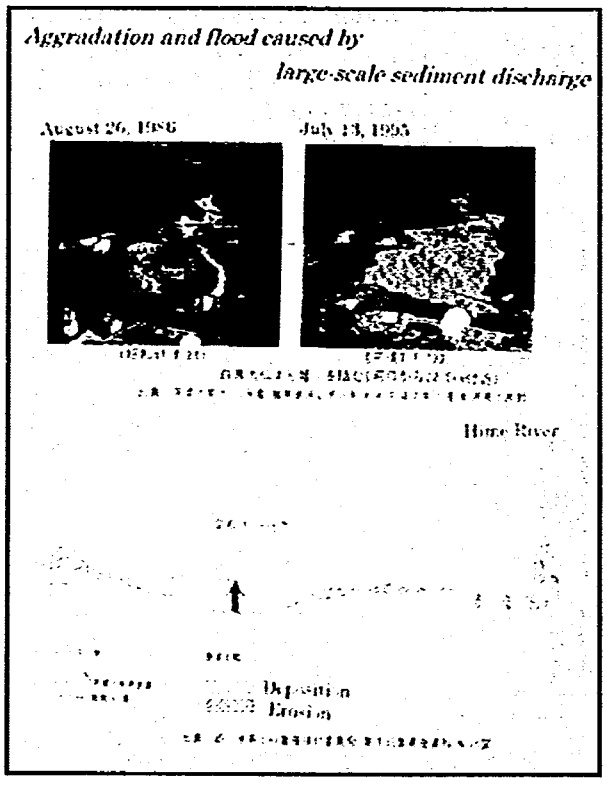
9　融雪による地すべりの事例



左図は、前述した融雪は原因となって発生した地滑り（長さは800m、幅が400m程度）の写真です。被害は温泉街が埋まってしました。

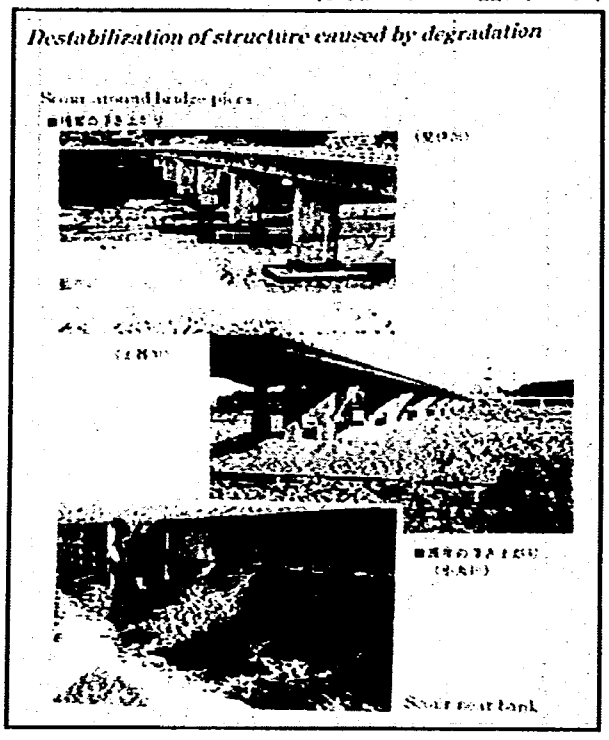
積雪地域では、3月～5月ころにかけて、融雪に伴う地滑りが非常に多く発生しています。

１０ ダムの土砂堆積



左図は建設後17年を経過した多目的ダムの土砂の堆積状況を比較しております。写真のように、土砂が堆積したことにより、利水機能の低下等、他の目的を含めダム機能の低下を引き起こしています。

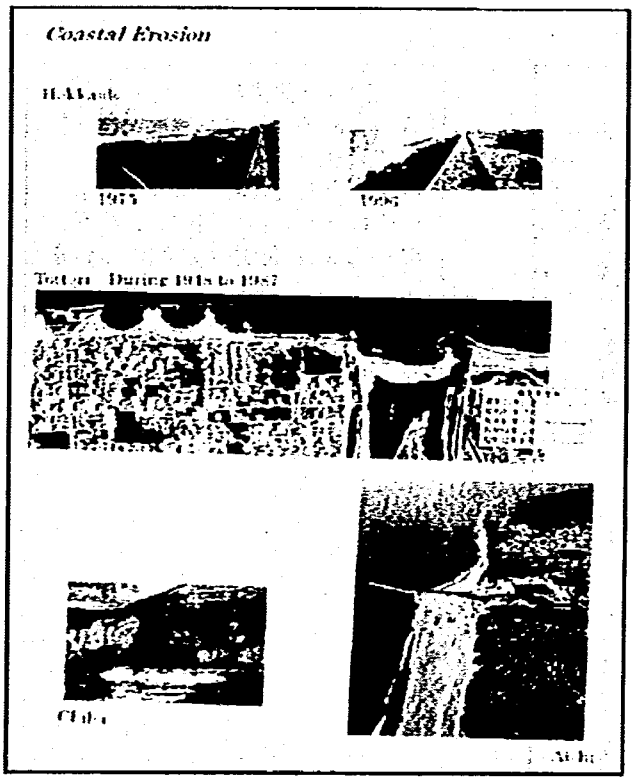
１１ 河床低下の事例（斐伊川・土器川・小丸川）



土砂の堆積は洪水により堆積したもので、鉄道橋の橋干を見てわかるとおり、概ね10m程度の土砂が堆積しております。

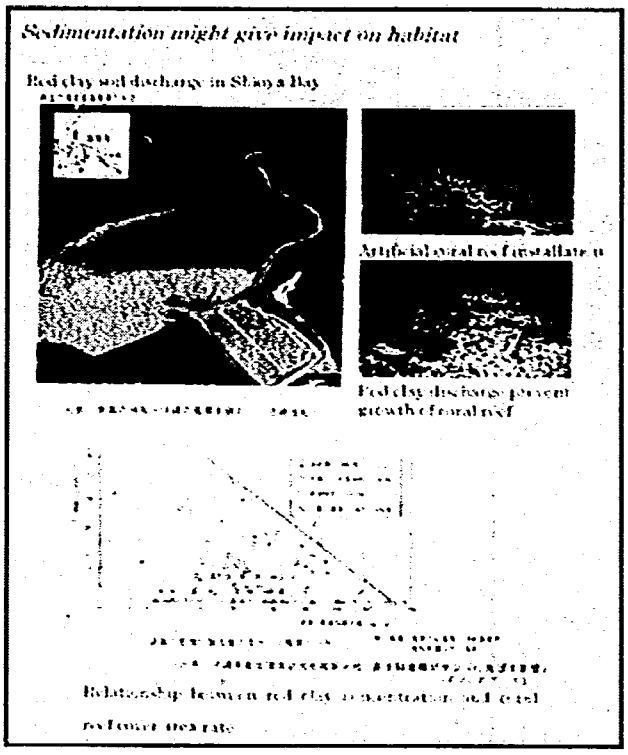
また、反対に河床の土砂が流出し、河床が低下する問題もあります。左図は河床低下の事例です。これにより、鉄道橋などの基礎が表面に現れ、構造物の安定性が減少します。

１２ 海岸侵食の事例（北海道・鳥取・千葉・愛知）



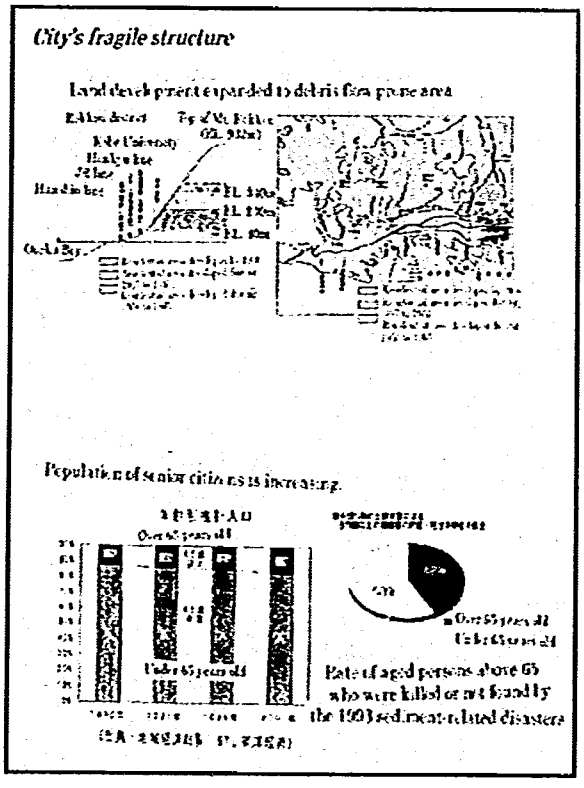
左中図の鳥取の事例では、黄色の線が1977年当時の海岸線であり、現在はこのような形状になっています。対策として、離岸堤を施しています。

１３ 海岸侵食の事例（沖縄）



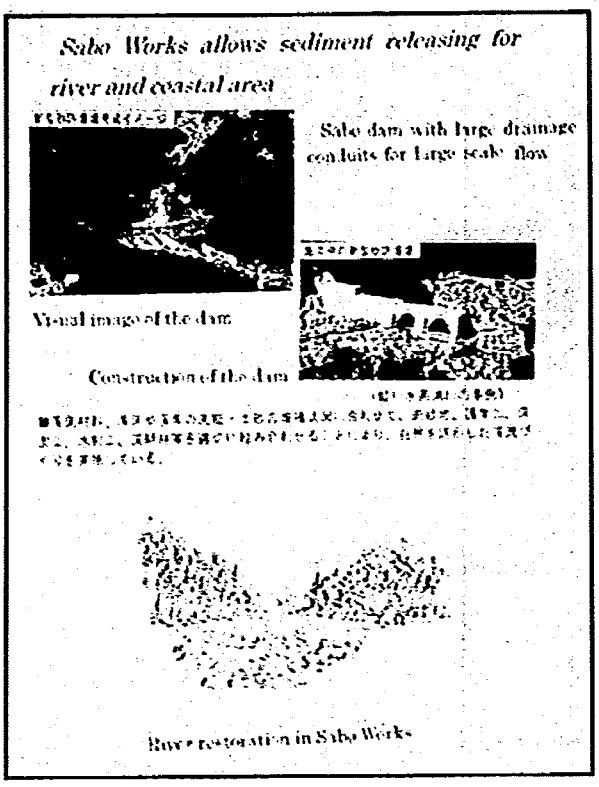
左図は沖縄の赤土砂という土砂が海に流出した時の写真です。赤土砂が海に流出し、サンゴ礁を覆うとサンゴが死滅し、生態系等の自然環境に影響を及ぼします。

１４ 活発な土砂移動による問題



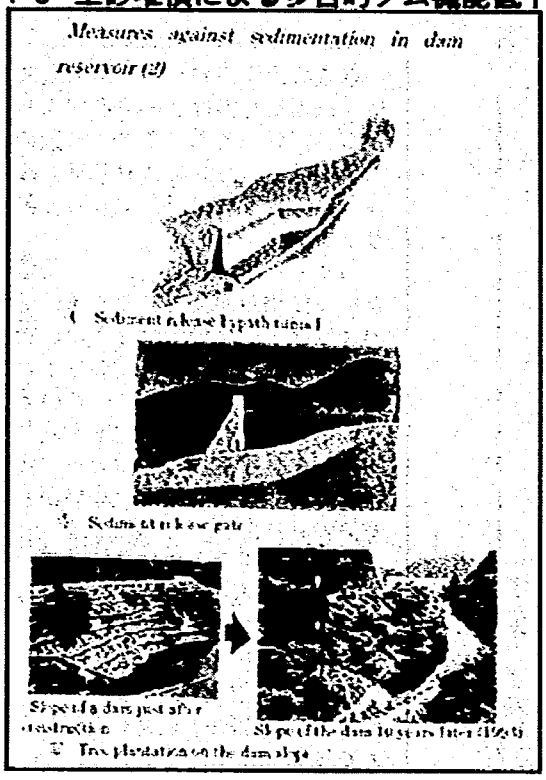
前述のように、日本では活発な土砂の移動により、山間部では土砂災害が発生し、ダム機能の低下をもたらします。また、中下流の河川では、河床の上昇・低下、海岸では侵食が問題となっています。

１５ 河川及び海岸における土砂移動への対策



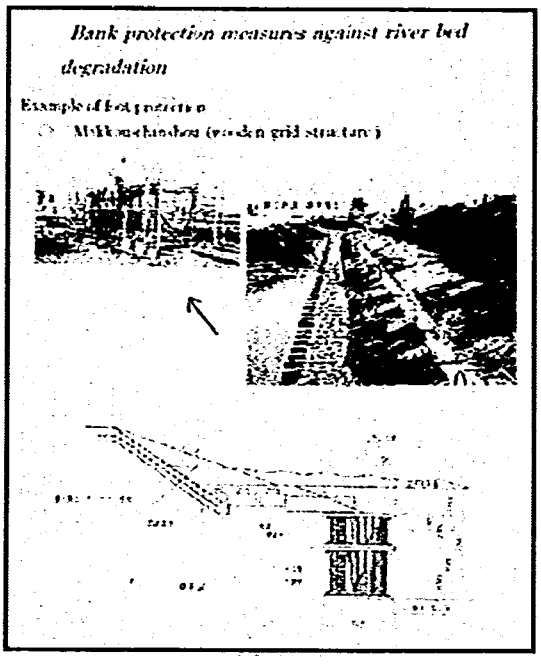
左図に示すように上流域で土砂を堆積させるだけではなく、暗渠（あんきょ）を設けたダムを造って、大きな出水があったときには、土砂移動へ抑制を図り、それ以外の時には、暗渠から土砂を流します。

１６ 土砂堆積による多目的ダム機能低下への対策



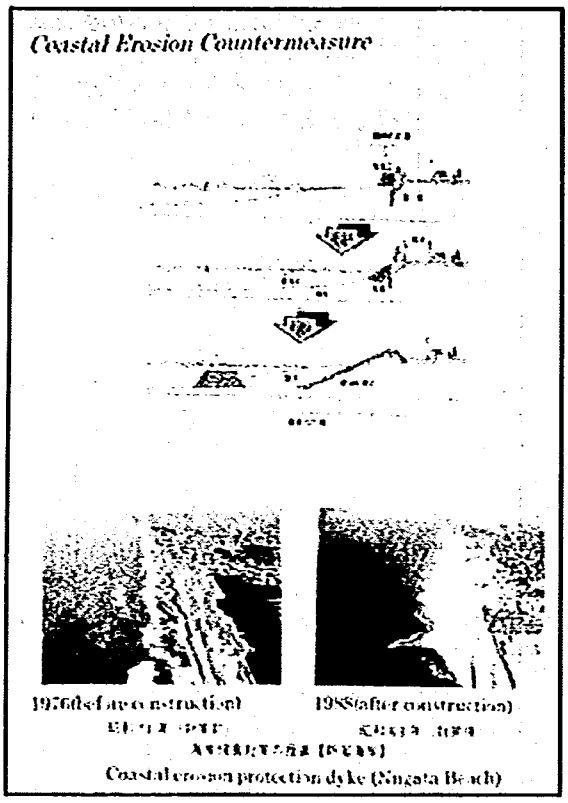
前述の堆砂によるダムの機能低下への対策としては、ダムにバイパスおよび排砂ゲートを設け、土砂を排出することを検討しております。

１７ 河床低下への対策



前述の河床低下への対策としては、左図に示す根固め工を設け、侵食に対し、構造物の基礎の安定性を確保しております。

１８ 海岸侵食への対策



Coastal erosion protection dyke (Niigata Beach)

前述の海岸侵食への対策としては、離岸堤を設け、砂浜を保護しかつ、復元しております。左図の事例では、離岸堤により1988年段階でこのように砂浜が復元しております。

日本の河川は浸食・運搬・堆積という作用が活発であります。そのような土砂移動の活発さが、災害や河床低下・ダム機能の低下と諸々の問題を引き起こしています。そのために様々な対策を施しておりますが、流域全体でみた場合は最適ではないのではないかと考えております。

それを解決するためには実際の土砂の移動を把握することが重要であると考えております。

しかし、現段階は計画段階であり、現在の成果はありませんが、今後の研究を続けてゆくことを考えております。

3．総合討議

3.1 オープニング

土木研究所 河川部 宇多 部長 （司会）：

- 午前中からずっと発表が続きましたが、これからは、具体的な議論をひとつづつしていきたいと思います。
- 今日は表題にありますように、徹底した討論をやりたいと思います。普段ですと行政的な問題だから言ってはいけないとか、あるいはタブーだというようなことがありますが、今日はそういう問題も含めて我々は何を達成すべきかということに集中して議論をしていただければと思います。
- ここでは皆さんの率直な意見を自由に闘わせたいと思いますが、時間を効率的に使うため少し私のほうで交通整理させてください。大きなトピックスとしては６つあると思います。
- 第１番目は、非常に多くの日本の方が知っている開拓局は、ダムを造るのをやめたということです。オリンピック国立公園でダムを壊すプロジェクトをやっているという話が入ってきていまして、その真意のほどはどうなっているのだと、どういう経緯でそうなったのかというようなことを、多分多くの人は聞きたいのではないかと思います。
- 第２番目は、境界を超えて問題解決に向けてどのようにアプローチしていくかということです。今朝ほどの京才調整官もそうですし、楠田先生もお話になりましたが、歴史的風土、あるいはものの考え方、その根本のところまで踏み込まないと、シミュレーションモデルができて非常に結構なことだと言っても、恐らく実際の問題は何一つ解決しないはずです。
- これは、一方的にアメリカ側から教えていただくというのではなくて、パートナーシップのもとに徹底した議論が必要だろうと思います。
- 決して英文を日本語に訳して、うのみにしたようなかたちでやってもうまくいきません。そこのところに、本当に文化のベースにまで踏みこんだ議論を何度もやる必要があるのだと感じています。
- 第３番目は、「質」の問題です。楠田先生の講演内容は私にとっては非常にショックな話でした。４０パーセントまで下水の水が飲み水に使われているという話は、「人

間は生けるモルモット」を連想させました。我々はいったいそういう状況でどうしていったらいいかを議論したいと思います。

- 第４番目は、やはり合意形成です。これからの公共事業、河川事業は、すべての納税者からお金をもらって進める事業については、パブリック・インボルブメントというか合意形成がどうしても必要です。
- 先程申し上げた文化の違いがあるでしょうがベースは一緒です。納税者から私たちはお金をいただいて事業を行うのですから、できるだけ多数の人にハッピーな状態が作れるような、そういうスタンスが必要だという総論は分かるんですが、では具体的にどういうアプローチで、何を研究して、どうしたらいいかは分かりません。これについては開拓局のほうが私どもより早く、恐らく２０年ぐらい前からずっと苦労をされてきているので、その辺の意見交換が、多分非常に重要なのではないかと思います。
- 第５番目は、魚の問題ですとかミティゲーションです。先程、この話もたくさん出ましたけれども、こんな問題も、日本人はややもするといいとこ取りをしてしまいます。ほとんどその精神を理解せずに、取って付けたデコレーションをもってミティゲーションと呼ぶこともあります。
- こういうようなミティゲーションをやっている限りでは、本当の問題解決は多分できません。そこら辺の違いについてどう考えたらいいかというようなことまで含めた議論をしたいと思います。
- 第６番目は、研究の位置付けというものを考えてみたいと思います。アメリカ側のお話をいうのは、多くの場合、具体的に、例えば魚を殺さないで本流に戻すポンプはこれだと、こういうふうなものを造りましたというような発表が多かった。
- 私も含めて日本側はややもすると総論的な話で、では具体的に、どういう成果を、いつまでに上げて、それがどのように社会にインパクトが与えられるかというものを理解をしないままに、つまみ食い研究をすることが多々あります。それはいくらやってもほとんどざるで水をすくっているようなものです。
- それから、何人かの先生方については、先程の発表では少し時間が短かった、もうちょっと具体的なところを話したかったんだけれどもどうかという話がありましたので、多少時間が取れれば、話題提供のことも含めてしていただければと思います。

３．２ 内務省開拓局はダムを建設しない？ その真相について

（司会）

- まず最初に、第１番に冒頭に申し上げました開拓局はダムを造るのをやめたのかと、いったいどういうプロセスでそうなったのかということについて、多くの方が関心があると思います。会場のほうからも、ぜひ聞きたいという話がありましたので、少しその辺の経緯のほどをお話していただければと思うのですが。よろしいでしょうか。

（Hickox）

- 現実的に、開拓局はダムを造るのをやめたとまでは言い切れないと思います。私どもが議会の許可を待っているダムが一つあります。そしてその環境調査をやろうとしています。
- 今朝も私が申し上げましたけれども、いくつかの要因が複合的に絡んでいます。その結果、米国西部において新しいダムの構造物が、開拓局によっては造られないことになるのではないかと思います。維持しなければならないダムの数もたくさんあります。
- ですから、最終的に、ダムを更に拡張するということも必要になってくるかもしれません。改修工事が必要なものもあると思います。
- しかしながら、新しい構造体を造ることは可能性として少ないのではないかと思います。
- 環境上の問題もあります。過去３０年間の間、米国におきます環境運動というのが幅広く広まっているわけであります。一般の人の認知度、連邦政府の認知度もその方面において高まっているわけであります。
- 経済的な側面もあります。米国のダムというのは、非常に高価なものであります。日本でも多分そうではないかと思います。
- 連邦政府がかかわるということは全体を対象と考えることになります。過去、ダムの建設においてもっと議会の支持があったわけですが、十分なサポートが議会で得られないという現状があります。なかなか議会のほうからお金が得られないということもあります。
- また、利害関係も相対立しています。ですから、郡、州、市、それからそれぞれの民間の企業がダムを造るということが米国では見られるわけであります。米国政府は、そういった利害関係にかかわらないというものであります。今までダムの建設に関わ

ってきたのも、州あるいは自治体のほうから要請があったからです。それから、議会に持込み予算を獲得するといった手順を経てきたわけであります。

- しかしながら、財政上の制約がありますので、そういった賛同を得られないのではないかという危惧もあります。

（Labounty）

- Hickoxさんの方からも話がありましたように、小規模のダムは建設されています。そして、米国政府の資金で小額融資プログラムで実施されているものもあります。カリフォルニアでも複数あるかと思います。
- しかしながら、ダムを造って欲しくないという状況があるわけです。３０年代、４０年代、５０年代では、建設をしてほしいという要請が高かったわけですが、それが変わってきています。
- 今後、そのような要請が高まり、議会でダムの建設が認可されれば、私どもも対応したいと思っています。
- それから、水管理を担当する省もあるわけであります。今までの経緯を見てみますと、かなり変わってきています。そして、エンジニアリングにかかわる省としてはものを造るわけですから、計画をして設計をし、建設をするというのが仕事であると言えるわけであります。
- このような移行期には、多くの議論をしました。魚道とかダムの安全対策というものをプロジェクトに組み込むなど、幅の広い水管理思考を広めることも言われた時があります。
- ですから、コンクリートダム以外のものも検討したらどうですかということで、今それにかかわっているわけです。この思考が浸透するのに８年、１０年かかって今あるところまで来ました。

（司会）

- おふた方の話があったのですが、日本側から追加質問はありませんか。

（原田）

- 事実関係について、ちょっと質問をさせていただきたいんですが。一つは、オリンピック公園の中のエルワ・ダムとグラインズ・キャニオン・ダムの現状はどうなってい

るのか、予算が付いて撤去に掛かっているのかどうかということをお尋ねしたいと思います。

（Hickox）

- 昨年の予算を振り返ってみますと、2001年の予算も決まっていると思います。確か大統領のほうで、何らかのファンディングをそちらのほうに振り分けていた、要請していると思います。ですから、撤去のための全額になっているかどうかは分かりません。
- これらのダムは非常にユニークなものであります。ダムのある川は非常に大きなオリンピック国立公園の中を流れています。それ以外にも、先住民の問題もあります。それから、重要な種であるサケが、ダムによって生息に影響を受けるということになっているわけであります。
- こういったダムというのは、取り除かれることになるかと思いますが、一番の問題はコストであります。私ども、開拓局におきましては、提案を出すように言われています。ダムの撤去にどれぐらいコストが必要か見積もりを出して欲しいと。１億２千万ドル相当になるのではないかと言われています。

（原田）

- もう１点、よろしいですか。実は、ダニエル・ビヤード開拓局元総裁のご発言は、非常に日本に大きなインパクトをもたらしました。特に、日本のダム反対派であるとかあるいはマスコミ、そういうところを大いに元気付けたわけであります。
- その後、日本の国会議員であるとか、あるいは自然保護者が大挙して開拓局に訪れていると思います。そういう中で、彼らはある意味では自分の反対の論旨といいますか、そういうものを構築して行っているものですから、皆様方がお答になったものの中からいいところを取り、日本のダム反対運動に役立てておるわけでございます。
- 私どもと致しましては、ぜひとも真実を、また皆さんの真意を彼らに対して話してくれればと思います。例えば、もうアメリカではエルワ・ダムは撤去したというふうに言っている大学の先生もおります。
- それから、1993年のミシシッピ川の洪水は、ダムと堤防では防げなかったと、いわゆるノンストラクチュラルの思想が、今アメリカでは蔓延（まんえん）しているので、アメリカは非常に優等生であると。
- それに比べると、「日本は随分遅れている、民主的ではない」という議論が、ダム反

対派ないしマスコミの中で主流になってきて、だんだんそれを何回も言うたびに、既成事実となり、それが日本の新聞、マスコミ、反対派の巻頭言のようになっているわけです。

- 従いまして、ここで我々としては、ぜひともアメリカの真実というのを彼らに教えてあげてほしいということを、これはちょっとないものねだりかもしれませんけれども、日本から行くツアーはそういう人が多いので、丁寧にお答えいただきたいというふうに思っている次第でございます。

（司会）

- 少しポリティカルな含みもありますけれども、できる範囲でお答え願えればと思います。

（Hickox）

- こういったコメントは、ビアード氏が開拓局のコミッショナーだった時に言ったんです。確かに哲学者的な発言でした。新しいコミッショナーが勿論現在はいます。ビアードさんを任命したのと同じ政権下でです。現実には、ビアード氏が言ったのは、明らかなことを申し上げたんだと思います。ビアード氏が入ってきた以前に、ダムの建設に関しては開拓局はもっと変わっているべきだったと考えています。
- そして、彼が入ってまた出て、もう既に実行されていたこと、つまり大規模なプロジェクトはもうやっていないということを申し上げただけなんです。自分自身の国の必要性、また展望を見る必要があると思います。そして、自分自身の国のダムの必要性を評価するべきだと思います。ですから、我々アメリカが他国のことをどうこう言うものではないと思います。
- しかし、連邦政府の関連という点で、恐らく開拓局はあまり将来ダムは造らないだろうという考えをお話ししたまでです。

（浅野）

- ダムがアメリカではできなくなっていることに対してのお答なんですが、米国開拓局のダムはできなくなっているけれども、実際にカリフォルニアにおいては、今大きなダムが二つ建設されております。
- 一つは、北カリフォルニアにあるコントラカスタ・ウオータ・ディストリクトという

水組合のダムですが、これはあくまでも利水の安全度と水質を確保するためのオフ・ストリームの(off-stream)貯水池です。

- それからもう一つは、南カリフォルニアのメトロポリタン・ウオータ・ディストリクト・オブ・サウザン・カリフォルニアという水組合のダムですが、これはイーストサイド貯水池と言って、あの地方の６カ月分の水を、例えば地震があって導水道が壊れたときに貯水できるような非常に大きなダムです。
- そういうわけで、連邦政府のレベルではダムは造ってないけれども、むしろ地元の水組合の利水の安全度という意味で大きなダムが二つ出ております。その報告の見聞記が土木学会誌に去年（1998年）の１１月に載っておりましたけれども、そういう意味でダムが全くできなくなったというのは正しい報道ではありません。
- ただ連邦政府の国策としてのダムはできなくなっただけのことで、州や地方の自治体のダムは、洪水制御と利水の安全度ということからできております。但し、環境保全がディシジョン・メーキングの要になっていることは確かです。

3．3 境界を超えた問題解決のアプローチ

（司会）

- ここで話題を転換します。楠田先生から発表がありましたとおり、日本の水は縦割り行政で管理されています。
- 山に雨が降って海に流れ出るまでに、水は、農水省、建設省といったテリトリーには関係なく流下します。しかし、今の日本人はテリトリーの中でしかものを考えない癖をつけてしまっているわけです。
- 今朝ほどの発表の中で、開拓局の立場というのは、建設省も農水省もないというか、非常に幅広いバックグラウンドで話ができるのにもかかわらず、こちら側は、矮小（わいしょう）化された状態のまま議論をしていくような感じになるので、そこら辺の違いが心配なんです。
- そういう面について、最初に議論をしていきたいと思うんですが、ご意見ございませんか。つまり、よって立つ所の違いを理解したうえでシミュレーションなどの話をしないと、どうも細かい話になるのではないかという危惧があるんですけれども、いかがでしょうか。

（高須）

- ちょっと焦点がずれてしまうかもしれませんが、開拓局の戦略という視点から、今のようなことをお尋ねしたいと思います。
- 先程のプレゼンテーションの中で、作物の転換とか水路をパイプラインに換えていくというような戦略があるというお話がありましたけれども、これを考えてみますと非常に長期的な施策だと思うんです。
- そういう意味で、ここ数年、要するに先程のお話の中でも環境のために水をどんどん使わなければいけないというような状況も出ているということを踏まえたときに、本当にそういった作物の転換とかの施策ができるまで、今の水の需要のバランスというものを保っていけるのかという点についてご質問をしたいんですけれども。
- これは、開拓局がいろんな側面を持っているということで、こういうご質問をしたいということでございます。

(Hickox)

- 質問を理解したとしますと、作物を転換するということは、ただ単に一つの側面なんです。そして、水を保全しようとしているほんの一つのやり方にすぎません。
- これは、いくつも方法があるやり方なんですけれども、運河のライニングをする、運河の中には、５０パーセントの水が蒸発あるいは地中に染み込んでしまうということで損失しています。そこで、運河、水路のライニングをすることで、多くの水を失わずに済みます。
- もう一つの作物を換えると言うことなんですけれども、例えばロサンゼルスでは、水がどんどんと高価になってきています。というのは、コロラド川からの導水量が少なくなっている。
- 従って、家を売るときには、節水型のトイレを入れなければならないということなんです。今までのものよりも半分の水で済む水洗トイレのことです。これは法律ですので、やるしかありません。多くの小さなやり方でできる限り節水と水の保全をしようとしています。
- ただ単に作物だけではなく、長期的な対策もあります。都市では法制化することができますが、農家では仕事のやり方を変えることが難しいことは問題の一つです。これだけの水の量は使ってもいいということになっています。農家の経済的な恩恵がありますので、強制的に灌漑の方法を変えさせるということはできません。経済的な価値を見つければ、そのような転換も可能だと思います。

(高須)

- 日本の場合、水の調整というものは非常に難しい話だというふうに思っているんですが、今のお話は開拓局が中心になって関係する市町村あるいは農業者、そういった者の水管理といったものについては比較的システムができていてやりやすいと思われます。
- ちょっと答え方が難しいかもしれませんけれども、ある程度システマチックにできるような状況にあるのかどうかという点についてお答を願えればありがたいんですが。

(浅野)

- 私から解説しますと、米国開拓局というのは、先程のミシシッピ川西側の西部１７州にわたって水を供給して、農業を盛んにして、国を豊かにするという、いわゆる西部

開拓の歴史です。

- そういうことで、この水そのものは、あくまでも農業のための水を開発するというのが、開拓局なんです。ですから、農業の水のためにダムを造り、農業のために発電しかんがいをするのが開拓局の任務です。
- ただ、そのために、カリフォルニアの例を見てみるといいのですが、農業利用の水資源開発は1940年代の後半にほぼ終えています。シャスタダムで代表されるセントラル・バレー・プロジェクト(CVP)なんかができたのは1945年代です。
- それに対して、いわゆる州のプロジェクト、アリゾナもそうだしカリフォルニアもそうですけれども、都市用水、工業用水のための設備は、1960年代に州が建設しています。
- そういう意味では、農業利用の水は連邦政府の開拓局が大きな影響力を持っているわけです。楠田先生の今朝の講義では、日本では非常に水の遣り繰りは難しいとのことでした。その水の遣り繰り、いわゆるウオータ・バンキングというような言葉をHickoxさんが使っていましたけれども、その辺のことをお聞きになると、開拓局の現在の役割というのが、よくお分かりになると思うんですが。
- もう少しこの課題についてどなたかお話になってはいかがでしょうか。どのような状況なのか、水銀行ということ、柔軟性をもった水利権、水の供給ということなんですが。

(Hickox)

- アメリカでの水利権についてですが、アメリカの西部では二つの種類の水権利があります。東では、だれもが川に沿って住んでいる人は同等の権利を持っています。しかし、西部のほうでは水が不足しています。
- ですから、最初の期間、最初に水を使うことができた農家、組織が第一権利を所有します。例えば、川があって２０人が住んでいたとします。だれにとっても十分な水があるとしますと、だれもが水を入手することができます。
- しかし、干魃（かんばつ）があった場合、リストのトップの人がまず最初に水の権利があります。それからほかの人に回るということになりますので、農家でまず最初に水を使う所は、水全部を使う、また農家によっては全く水を得られないということがあるわけです。
- また、魚類や野生生物の保護のために放水をするということもあります。農業に関し

ましては、西部ではまず最初に使った人が権利を持っています。

（司会）

- 水問題だけでなく、すべてに共通する問題ですが、日本の状況を少しだけ紹介しておきたいと思います。
- 日本では一般に、個々の分野で、例えば河川工学者だというと、その分野でのことは非常にいい考えを出します。水力発電というとその分野の人が出る。農業水利というとその分野の人が出る。ある会議をやりますと、大学の先生も含めて、全部色分けが完全についています。その典型例が日本の国の審議会です。ですから国全体としての最適な判断の議論ができません。
- あるいは流域での最適化でも、だれが、どう調整してというのがはっきりと見えません。今までは、そういう大きな問題については触れることなしに、ぼんやりとやってきたところがあるんですが、最近は異なった価値観の人たちが問題の大きさにかかわらず発言するようになったので、収まりがつかなくなっています。
- 農水、建設、厚生、通産の各省で問題解決を話合っても、ちょっと言い過ぎかもしれませんが、みんな平行線で終わってしまうという状況がどうもあるようです。
- 先程、ダムを造りにくくなったというところに、環境問題という話が随分出ていました。どなたがお答になるか分からないのですが、こういう質問をさせてください。
- 日本では、例えば川の問題を考えていこうとすると、絶滅危惧種の特定の生物について非常に詳しい生物学者がたくさんいます。ところが、多くの場合そういう方々は自分の枠の中においては非常に卓越した見識を持っているんですが、全体の場、そのものについての理解は必ずしも十分ではありません。
- ですから、土木系のエンジニアは自分の流水がどうなるかとか、流体力学はどうかというスタンスを超えて、そういう分野外の領域にまで入っていくような、そういう人材がたくさんいるようになったらどうかと、私は考えるんです。
- 米国側におけるそういう経験、あるいは、例えばバイオロジストとエンジニアがどうやって本当に手を取りながら、特定の問題を解決していってるのか、あるいはそういうところについては、障害が本当にないのかどうかをお聞きしたいと思います。何人かの方が順番にお答え頂ければありがたいんですけれども。

(Labounty)

- アメリカは、生物学者の中でも多くの人がこの水資源関係の人たちと協力しようという人がいます。素晴らしいエンジニアであり、同時に素晴らしい生物学者であるという人が出てきています。
- 最近の方法としては、１０年、１２年ぐらい前から出てきたので、そんなに新しいわけではありませんけれども、多くの大学で環境学というのが教科の中に出てきました。カリフォルニア大学のデービス校で始めたのではないかと思いますけれども、学際的なプログラム、コースが生まれてきました。
- 工学や化学、物理学、生物学、環境学、そういったものが全部関わってくる学際的なプロジェクトが、大学で生まれてきています。タホ湖の総合的な研究などはその例です。
- 環境学の学生は、少なくとも、９カ月、「ブラックハット組織」で働く必要があります。これは、通訳が困るかもしれませんけれども、何かといいますと、例えば開拓局とかあるいは産業界でもいいんですけれども、建設関係の組織で、無償で働いて、そこで経験することによって単位を得るというものです。
- 現実の世界から教育を受ける、学生でありながら素晴らしい従業員になることができ、学校の教育の一環の中で経験をしていますので、非常に優秀な生徒が生まれるという方式があります。

(Fulp)

- LaBountyさんのおっしゃる通りだと思います。端的に言うと、おっしゃるようなことがいい解決になると思います。開拓局が何をしているかというと、学際的なチームをまず作るわけです。
- 例えば、コロラド下流におきましては、非常に詳細な調査を行っていまして、生物学的な効果、生態系にどういう影響があるかということを、現在、それから将来の水の操作によってどう変わるかを見ているわけです。
- そして現地に行きまして、具体的な河川に流れる流水を見ながら、今行っていることが生態系にどのような影響を与えるだろうかということを調査するわけです。そして逆効果、悪影響がある場合にそれをどのように緩和できるか考えていきます。
- それを、例えば私のようなエンジニアと生物学者とチームを組んで、協力しながら、それぞれの専門分野を生かしながら調査を進めていくわけです。そこで出てきた結果

として、ただ単に仕事を成し遂げるというだけではなくて、お互いに学習する部分が非常に大きかったと言えます。

- これは、日常の学習の中で、職場の中で生まれてくるもので、これが非常にうまく機能しているように思います。

(Vermeyen)

- 私も付け加えたいんですけれど、エンジニアと生物学者がミーティングだけではなくて常に同じように仕事をすることによって、例えば休憩時間とかコーヒーブレイク、ティーブレイクのときにもっと密接にかかわることができるようになると思います。
- そうすればお互いにデザインのプロセスにもたらすことのできる知識とか、また生物学の限界とか工学エンジニアの限界を理解することができます。このように協力することによって、より高いレベルの問題に対する解決法を見いだすことができると思います。これは、ハードウエア、ソフトウエア両方含めたかたちで、生物学者もエンジニアもすべて協力することによって、より良い解決が見いだせると思います。

(Labounty)

- 一つ追加したいんですけれども、開拓局のわれわれのグループはデンバーのグループなんですけれども、３０人以上の生物学者がおりまして、そこを辞めた人が１人しかいないわけです。みんなとても楽しく仕事をしています。
- ですから、こういった人たちにとって見返りのある仕事だというふうに認められているんだと思います。魚を保護しようというプログラムで、生物学者とエンジニアが協力したわけですけれども、これが非常にいい事例になっていると思います。

(渡辺)

- 私は、アグリカルチャル・エンジニアで、ノンポイント・ソース・ポリューションの仕事をしています。私は、除草剤のトランスポート（移行）研究の部署にいますが、日本に去年帰国しました。浅野先生のカリフォルニア大学デーヴィス校でPh.Dをしていましたけれども、インターデシプリヤリーのコラボレーション（学際的協力）が、日本にはとても少ないように思います。
- 私は、現在除草剤のトランスポートモデルを研究しているんですけれども、農薬についてのモデリングとかはほとんどされておりません。どうしてかと考えたのですが日

本では多分農薬に関する化学的なことと数学的なこと物理的なことを一緒につなぐことがあまりできていないからだと思います。

- というのは、アメリカの大学では、学校の科目が学科にかかわらず自由にいろいろ取れるんですけれども、日本ではあまり取れないから、個人に知識の広がりがなくて、その面があってほかの分野の人とコラボレーションができなかったりするのが一つだと思います。あとは、これから少し努力をして、将来そういうふうなコラボレーションをやっていけばいいのではないかと思います。

(Hickox)

- ひとつ、私の同僚からもお話があったことですけれども、エンジニアに対して環境に関するトレーニングを受けさせる、そして生物学者のほうでもやはりエンジニア関係のトレーニングを受けてもらうことが良いと思います。そんなに長い時間ではなくて、例えば1週間ぐらいの短いトレーニングでも、興味を持ってもらう、それから知識を提供する、関連する分野や新しい学問分野について知識を身に付けてもらうとことができると思います。
- 私自身もいくつか開拓局の中でも研修コースを受けておりまして、それによって両方の分野について理解を深めることができたと思います。

(司会)

- アメリカ側の状況説明が多かったんですが、日本側の状況をどなたか説明してください。

(藤田)

- 今の議論に関連して、日本の状況を少し話しますと、確かに日本においては学際的な研究というものが、以前はさほどされていなかったということについては、私も同意します。
- ただ、最近は学際的な研究が非常に進んできたと思います。私の個人的な事例でも、今、多摩川と千曲川という二つの川で土木の分野と生物、水質、いろんな分野の学者、研究者が、非常に狭い範囲について集中的な調査研究をしておりまして、そこからは非常に学際的な文脈の中で多くの成果が上がってきております。私自身、これは宝の山だと思います。

- これからこういう研究が、日本において非常に伸びていくということを、私は確信しています。その理由は、単にそういうことが必要だということではなくて、学問としても、そういう所にほかの単一の分野にはない宝の山が埋まっているので、みんながそこに手を着けないわけがないとさえ思っております。
- そういう意味で、そういった中からますます総合的な、学問を超えた川に対する理解というものが深まることについては、非常に楽観的であります。
- ただ、それをもうちょっと大きなスケールに持っていって、どんな自然環境であれば我々はいいのであろうか、それから自然環境の復元を、ほかの目的とどういうふうに整合させるかというレベルになると、まだまだ合意形成には非常に難しい問題がたくさんあるように思います。
- 例えば、自然環境の復元、ダムを撤去するというのは非常に極端な事例がございますけれども、恐らくアメリカでも、普通のダムについてダムを全部取ってもとの環境に戻すという極端な答えは、あまり一般的ではないと思います。
- そうすると、どの辺で我々は、自然環境の復元を妥協すればいいのか、それについてどういう判断尺度があるのか。そういうことについては、まだこれからいろんな勉強をしていかなければいけないし、逆に、その辺の尺度をアメリカの方はお持ちなのか。これぐらいのお金をかけて、ここまで自然を復元するということについて非常に明快な尺度が果たしてアメリカの方にあるのかどうか、その辺が私は非常に興味があります。

(Hickox)

- 一般的な基準というものは設定されていないと思います。ですから、最適な選択方法は何であるのか、その尺度はなかなか難しいと思います。どうしても、ケース・バイ・ケースになってくるのではないかと思います。
- 少なくとも米国におきましては、例えばダムがある地域にあったとします。そして穀物のかんがい、農業用水として継続して使われることもあるかと思います。しかし、隣の川で同じような構造物があったとしても、例えば絶滅危機種があったのか、あるいは住民が反対しているのか、それは撤去されるかもしれないということで、一般的な基準というのはなかなか設けにくいのではないかと思います。これは市民の価値感に基づいた政治の問題で米国でもその他の国でも難しいものだと思います。

(Vermeyen)

- 私からも一言申し上げたいと思います。米国で一つ言えることとは、ダムのプロジェクトの再承認を連邦エネルギー規制委員会より得るためには、野生動物への影響というものを再考することになっています。
- ですから、場合によっては非常に極端な作業が必要になってくることがあります。環境保全のために経済的でなくなってしまうこともあります。こういったプロジェクトは撤去されることもあるわけであります。
- また、もう一つ新しい研究分野としては、例えばダムを撤去して川の復元をするというのが新しい分野になってきます。非常に大きなチャレンジだと思います。
- しかし、環境的上のいろいろな関心のために、何がメリットなのかがなかなか合意できないときがあります。一つのグループはこれはいい、しかし別のグループはそれは必ずしも良くないと、いろいろな意見があるわけです。Hickoxさんも言ったように、なかなか普遍的なクライテリアは設定しにくいというのは、その通りだと思います。

(藤田)

- もう一つは、若干関連する話ですが、これも個人的ないろんな最近の状況に根ざした話ですけれども、いろいろなことを勉強しているはずの専門家と、一般的な市民の方の役割分担というものの境界が、日本の場合には、一昔前はクリアーすぎるほどの線があって、アンタッチャブルだったようだと思いますが、今はその線がぼやけすぎて、お互いのクロスオーバーが強すぎて、少しある種の混乱的な状況になって来ているのと思います。
- 例えば、Fulpさんがああいうデータベースとか、非常にテクニカルなツールやインフォメーションの整備が、合意形成において非常に大事な役割を果たすということで、なるほどなと聞きました。日本の場合にも、同じようなデータを建設省が出すわけですが、すべての場合ではないですけれども、非常に先鋭的な問題においては、必ずしも建設省と同じ意見を持たない方は、それを信じないということがあります。
- そのプログラムの考え方、データの取り方、果たしてそれは本当に正しいのか。そこから議論をスタートさせて、市民の方も市民の方なりのいろんなテクニカルな情報を出してきて、それが一緒に同じ土俵に出てきたときに、ここまでは専門家が判断して、ここから先は市民を交えて合意形成の世界だと、そういう線引きのようなものがあるでしょうか。むしろアメリカの場合は、最初のプログラムの段階からみんなで議論し

てやるのか、その辺をちょっと質問をしたかったんです。

(Fulp)

- 米国では、連邦政府、特にＵＳＧＳが長い間有効な科学データを適用するところと見なされているわけです。ですから、例えば私どもが米国全土で観測ネットワークを管理しています。質も非常に管理されておりますし、インターネットで情報を普及させているわけであります。
- このようなプロセスは１００年ぐらい続いています。Leavesleyさんはもっと長いと言っています。ですから、これだけの歴史があるわけです。伝統がそれによって構築されているわけです。
- また、ＵＳＧＳは米国の人から、ここは学術的な組織だ、グッド・サイエンスを提供する所だと見なされています。開拓局は、一生懸命努力はしていますけれども必ずしも同じように見られていないかもしれません。いずれに致しましても、伝統がある、そしてそれをうまく使っているという違いがあるのではないかと思うわけです。
- そして、一般の人は私どものデータを信じてくれます。場合によっては、質問を投げかけられることがあり、それはもちろん必要です。しかしながら、大きな問題に至ることは、あまりありません。

(Leavesley)

- 私どもが信頼性が高いというのは、資源の「マネジメント」はしていないということがあります。「マネジメント」に責任がなく、中立的な第三者としてみなされる傾向があるわけです。
- ですから、私どもがデータを改竄（かいざん）しても、こちらに何もメリットがないというふうに見なされているんです。

(司会)

- ハリー(Lins)さんに、もう一回確認をしたいんですが、ＵＳＧＳというのは、中立の機関だとパブリックから見られているのでしょうか。
- 土木研究所は、限りなく中立に近いけれども、完全にそうかどうかは、ちょっと不安なところがあるので教えてください。

(Lins)

- それは、一般の人はＵＳＧＳをかなり信頼性を持って見なしていると言ってよいのではないかと思います。確かに、建設省と同じように、地震を研究している人がいる、火山を研究している人もいる、そして水資源担当の人もいます、それ以外の地図など地形情報なども提供しているわけであります。
- そして、この１００年以上の間のＵＳＧＳの産物、信頼性の高さについて、理解が深まっていると言えるかと思います。
- Leavesleyさんが言ったように、資源とか土地のマネジメントの責務がないということがあります。ですから、そういった論争につながるようなところにかかわっていないとも言えるわけです。
- 一般の人は、独立した仲介者といったような組織として見てくれるわけです。何か論争があれば、私どもを訪れ、情報を集めていきます。コンサルタントとして私どもを使うことが多いわけです。特定の所に対して利害関係を持っているというわけではありませんし、常にオープンでありたい、そして客観的であるようにしています。
- ですから、確かに一般の人は、ＵＳＧＳを非常に温かい目で見守ってくれているというふうに言えるのではないかと思います。怒りの対象にはあまりなりません。

3．4 環境ホルモン等 水質について

（司会）

- ここで、話題を転換します。日本では、今、環境ホルモンに関するいろんな問題が起こってきていまして、土木研究所の下水道部などは日夜これに取り組んでいます。
- 私もよく知っている訳ではないのですが、これは、一つ問題を見つけると別の二つの問題を見つける、また二つ問題を見つけると四つ問題が見つかって、どんどんやっていくと日本の財源の大部分を下水道の処理に投入しなければならないほど、大きな問題だと感じます。素人っぽい言い方なんですが、これだけ狭い所に過密に住んでいる日本で環境ホルモンの問題解決するのは不可能に近いのではという印象をもっています。このような印象は間違っていますか。
- そういう状況は、日本だからこそあったのか、それとも、アメリカでもやはり近代科学の発展と共に、いろんな便利なものを使うためにどうしても避けて通れないのか、その辺についてご意見をいただければと思います。

（田中）

- 今の環境ホルモンの話が出たわけですけれども、建設省が環境ホルモンで今調査をやっているわけですが、わが国の一つのターゲットというのは、特に我々サイドは、水の利用で取水と排水の部分が非常に近づいているというのが一番の問題としてあるのではないかと考えています。
- この問題については、環境ホルモンだけの問題ではなく、すべての問題について、富栄養化の問題もそうですし、今日の午前中に京才調査官からも話がありましたが水道に対するリスクの問題とか、要するに我々自身が流しているものが、自分たちの身に降り掛かっている問題です。
- 次から次に問題は出てくる、そのときに水の問題というのは、物質については上流から下流へしか流れないという問題の特性が一つあります。
- 今日、Labourtyさんの方から話があったラスベガスの問題であれば、自分の流したものを自分で飲む。ある意味ではどこで妥協するかという問題があるのですが、あるいは水サイクルの中の問題としてある程度解決が着きます。
- 日本の一つの問題として、今日楠田先生からも指摘がありましたとおり、琵琶湖あるいは淀川水系の例ですと、上流にある京都の下水を大阪の人が飲むようになっていま

す。技術的には、恐らく楠田先生が言われたように、かなりの物質までも多分除去できます。

- ただ、本当にだれが、どこまでゴールを決めて下流側の人の健康を守るのか、あるいはカウンターメジャーといいますか、対策をいったいだれが、どういうふうに費用負担をするのか、この辺についての根本的な流域の中でのコンセンサスが、わが国の場合には基本的に欠如している部分があります。
- 一つは、例えば環境基準というものを設定すればいいではないかという話もあるのですが、環境基準を決めるだけでは解決しない。排出基準と環境基準の達成が、果たして環境基準を達成するのに排出基準を何らかのかたちで決めてできるかどうかという部分についての法的な枠がない。
- 恐らくアメリカでは、そういう部分もある程度あると思いますけれども、そういう部分からスタートしなければならないという大きな問題があります。
- いずれにしても、技術的には、何かゴールを決めれば達成できる方法はあると思いますが、どの程度のゴールをいったい達成すべきなのかというコンセンサス、それからそれを達成するためにどういうふうに、だれが、どれぐらいの役割を持ってやるのかという部分についての議論をする枠組が、今のところ日本では欠けているという一番大きな問題があると思います。

（司会）

- という日本側からの評価があったんですが、これはいろいろご意見があると思うので、アメリカ側で何かもしあれば、最初にアメリカ側からお答え願いたいのですが。

(Labounty)

- この環境ホルモンというのは、新しい概念で、まだまだ学術的に未知数でもあるわけです。ＵＳＧＳの論文で一つ出ているもので、ＵＳＧＳの科学者が出していろいろ論争を巻き起こしているものがあります。
- 新聞にも載りましたが、ミード湖での状態を研究しているものであります。そして、地元の人が必要以上に関心を示しているといったような状況にもなっております。しかしながら、科学的には意味あるものであったかと思います。この点に関連してですが、まだまだ道のりは長いと言えるかと思います。
- 環境ホルモンに関して、まだ分かっていないことが、あまりにもあります。どういっ

た有機物がその原因になっているのか分かりません。そういった意味で、実際の影響は何であるのかも分かりません。

- ですから、何年も研究が必要であるというふうに考えます。これは、もちろん科学者はなるでしょうけれども、現時点であまり興奮してもいけないと思うのです。
- それ以外にも有害なものはたくさんあるわけです。クリプトスポリジウム、ジアルディア、出血性大腸菌などいろんなものがあるわけです。まずそういったものにもっと注目していく必要もあるのではないかと思います。
- もちろん研究は必要ですけれども、まずそちらを解決してから環境ホルモン問題にとりかかる順番が必要なのではないでしょうか。

3．5 合意形成について

（司会）

- また、話題を転換します。パブリック・インボルブメント、合意形成というのは、先程ちょっと触れましたけれども、アメリカではもう当然のように行っています。
- 行政と一般大衆、民衆、住民がたくさんの人たちの間の調整をする環境調停者、エンバイロンメント・ミィディエーターというような人がアメリカには５０人ぐらいいると聞いています。
- どういう立場かというと、コンフリクトが起こった場合、行政でもない、住民でもない、ちょうどニュートラルな立場にいて、問題をより良き方向に、背中合わせではなくて、何とか調整しながら妥協点を見いだすというようなことを、本当の職業にしている人がいると聞いています。
- それは事実ですかという話から始めたいんですけれども。話としては合意形成の話に入っていきたいんですけれども、何かご存知の方がどなたかおられれば。

（Hickox）

- ミディエーターというのはいろいろな分野で働いていますので、環境ミディエーターというのはちょっと聞いたことがあるかどうかですけれども、可能性がないということではないのですけれども、まだ聞いたことがありません。

（Fulp）

- その通りだと思います。この用語というのは、恐らくまだ我々が知らないものだと思います。例えばコロラド下流の場合、ファシリテーターという言葉を使いました。
- もし何らかの事故、あるいは我々のディスカッショントピックが非常にデリケートな問題だとしますと、メディエーターが必要だと思います。
- このような状況の中では、しばしば連邦政府のほうから外部の当事者とファシリテーターとして投入してきます。社会科学の専門家で、通常民間のコンサルタント会社から来ます。このサービスが提供されています。

（司会）

- 環境ミディエーターではなく環境ファシリテーターだったかもしれません。これらの

違いについてどなたか説明していただけませんか。

(Hickox)

- 私の経験と致しましては、自治体の水道を担当している水の機関と市民の顧問団を設置しました。我々の中の何人かと一緒に作業をしまして、このような人々と一緒にモデレーターとして作業をしました。中には、市民よりももっと攻撃的でした。ですから、どんな効果があったか分からないんですけれども、中間的な立場を提供したと言えるかもしれません。
- 私の意見が間違っていたら直してください。アメリカでは、一般的にミディエーターと言った場合、決定ができる権利を持っています。ですから、両者が合意できない場合は、ミディエーターが決める決定権を持っています。
- ファシリテーターというのは、プロセスを助けて両者の合意を得ようというのがファシリテーターです。仲介役です。

(司会)

- いよいよ議論をしたいんですが、住民合意、あるいはパブリック・インボルブメントという話をたくさん聞きますが、よく考えてみる必要があります。
- それは、日本ですと、何か物事を説明しようと思うと、事業実施段階になって、事業をやりたいからそのことを説明するということがたびたび起こります。
- ところが、広く住民合意をやろうと思えば、事業実施段階で話に行くのではなくて、普段から非常に分かりやすい言葉で、川というのはこういうことなんです、洪水が来るとこういうことが起こるんですということを話しておく必要があります。
- これは何も堤防を高くしたいということを理解してもらうのではなくて、率直に事実をきっちりと住民に伝えるということです。しかし、日本にはそれをできる人はいません。
- 非常に専門家された技術者と、非常に何も分かっていない一般大衆、それとごく突出したようなかたちでの住民がいて、意思疎通がうまくできていません。
- さらに、住民という言葉が非常にあいまいで、昨日も出ていましたけれども、１人でも住民だし、千人でも住民です。その辺で議論が不毛になってしまうことが非常に多い。
- どうやって、そういうところを議論する雰囲気に持っていくかというのをひとつ知りたい。

- それから、さっきトレーニングという話をたくさん出していましたけれども、土木研究所の職員も、実際にパブリックインボルブメントをやったことがない人がほとんどですから、実際の問題に遭遇してどういうふうに判断していくかという具体的なトレーニングを、どんなかたちで米国がおやりになっているのか非常に興味があります。
- もしそのノウハウがあれば、我々は勉強をすべきではないかと思うのですが、その辺を教えていただければ。どなたか・・・。

(Hickox)

- 我々のほうでも似たような問題が過去ありました。1996年に「意志決定プロセス・ガイドブック」(How to get things done.)というのを作りました。
- そこでは、まずダムあるいは何でもいいのですけれども、個人にこのプロセスを追って経験してもらいます。まず出発点から結論へ導くまでです。すべてそのプロセスで見なければならないものを学びます。
- その中にはパブリック・インボルブメントというのがあります。古いマニュアルと致しまして、１９８０年に作成されたものだったと思いますけれども、大体２０センチぐらいの厚みのある本でした。これが「パブリック・インボルブメント」というマニュアルでした。現在も使っていますが、これが「意志決定ガイドブック」によって置き換えられたわけです。これを経験することがいいと思います。
- 公共のミーティングをやるために、我々の機関と致しましては、多くの職員をファシリテーターとして送り出しました。モデレーターではありません。環境インパクト、すべての連邦の事業に関して、実際に行動をする前に、例えば土地を売ったり、ハイウエーを造ったりする前に、環境に影響のあるものに関しましては、環境アセスメントという過程を通らなければなりません。
- その環境アセスメントの一部としまして公聴会があります。これで合意に到達するわけですけれども、それのトレーニングを我々はやっているんです。トレーニングとしましては、我々の機関の中では、職員をトレーニングするためのトレーニング、あるいは民間の企業も同じようなトレーニングを提供しています。ここでは、どのようにして一般市民とかかわりを持たせるかということを扱っています。

(司会)

- どのレベルの人にそういう、例えば開拓局に入ってから何年目ぐらいの人にそういう教育をなさっているのか。

(Fulp)

- 我々には、まだそのようにきちんとしたものはないと思います。興味を持っているのか、能力を持っているのかということによって決まってくると思います。私のオフィスではそのようにやっています。そして、そういうコースのことを聞きますと、トレーニングに送られます。
- その環境で働いている技能、きちんと学びたいということがあればトレーニングを受けることができます。また、我々の所では、人によっては社会学者がいます。そしてそのほかにデンバーにもオフィスがありますが、そこで環境アセスメント、環境インパクトステートメントを出すという仕事をしている人がいます。
- 一般市民とのミーティングを主催するというのが仕事です。そういった人は、よりパブリック・インボルブメントに経験を持っています。

(Vermeyen)

- それに関して、多くの場合私のように若い人ですけれども、例えば数年前、事業に関わっていました。そして一般市民に対しての情報の公開がありました。ミーティングというのは技術的なレベルでした。ですから恐らくもっと上の人も参加していると思います。
- また下の人も参加をさせるということがあります。難しい質問ではないのでが、経験するとプロセスがどのように機能するかが分かります。
- 議論を呼ぶこともありますけれども、ファシリテーターによって、その状況をうまく扱うことができます。これはどんどん使われているプロセスで、早く経験させることが一番いいと思います。

(Fulp)

- Hickoxさんが言ったことですが、私のほうから更に強調したいこととして、ファシリテーターということは、ディスカッションを促進するということなんです。ミディエーターではありません。ミディエーターは決定をするわけですから。

（司会）

- それを日本に持ってきて、テキストブックに使うことは可能ですか。もしやったとしたら、成果が上がりますでしょうか。あるいは、どういうふうにやったら成果が上がるのかというようなご意見はございませんか。

（浅野）

- 合意形成・方式については私も非常に興味があったので、去年デンバーで水資源会議があった帰りに、たまたまそういうワークショップが開拓局でありましたので出席しました。
- それによると、どちらかというと、マニュアルそのものは日本人の感覚から言うと「かっこ悪くて、小学生のように壁新聞なんか作ってやれないよ」というような感じのトレーニングでした。
- 問題は、一番最初に「あなたの人生にとって成功とは何ですか、紙に書いてください」などと言われて、いろんなことを書いたけれども、「そうではなくて水資源に関してです」とか言われて、「ダムの所長さんになって大変嬉しかったです」などというのが成功の一つです。そういうレベルから出発していって、どうやって合意を形成するかということです。
- 実は、先週の熱海の会議（第5回日米水資源ワークショップ）以来、けっこういろんな人が興味があるらしくて、内輪だけで「味見」として１回合意形成法のトレーニングをやってみようかという気運もあるように聞いております。ただそのためには、非常に大事なことが二つあります。
- 一つはアメリカの社会の中でグラスルートの民主主義というような感じで、いわゆるボランティアの役割、ボランティアリズムというのと、例えばウオターシェツドマネジメントというと市民の団体が川を監視しているというような感じのニュアンスがあるんです。
- もう一つは、どちらかというと、環境団体のＮＧＯの力が非常に強くて、それが同じ土俵に上がって議論をする。外野で大きな声を出して、雑音出して、座布団を投げているやつはルール違反で、民主主義の原則に反するという、そういう一つの倫理観があればできるんだけれども、その辺りの土壌が日本にあるかどうかということ。
- それから、日本流の、いわゆる先程から議論のある「人の命は地球よりも重い」とい

う情感でリスク論が正当に評価されないと先に進まなくなってしまう。ゼロ・リスクはコンセプト（概念）で現実ではない訳ですから…。

（司会）

□ これについて、日本側からどなたか意見ありますか。

（今村）

□ 合意形成については、非常に興味深い問題なのですが、まず今浅野先生がおっしゃられたＮＧＯとか、その辺の問題が日本の場合すごく大きいと思います。

□ 私はアメリカの事情をよく存じ上げませんけれども、イギリスなんかですとナショナルトラストなどが１０万人規模の会員を持って、専任のスタッフが数百人としっかりした組織でやっていますから、かなり専門的なことをいろいろ言えると思うんです。

□ それに対して、日本の現実は、ＮＧＯの会員の規模も少ないですし、やはりそういう専門性も少ないので、なかなか十分な議論ができない土壌にあるのではないかと思います。そういう意味で、私などはもっとそういう専門的なＮＧＯを育てていかないとうまく議論ができないのではないかというふうに思っています。政府がＮＧＯを助けるというのはちょっと変な話なのですが。

□ それともう一つ、私が非常に感じているのは、土木技術者としての私たちが合意形成を達成するときに二つの立場があると思うんです。

□ 一つはエンジニアの立場です。それから、もう一つは合意形成をまとめるための、先程あったファシリテーターだとかコーディネーターという立場があって、その二つのことを同じ人がやるというのは非常に矛盾が出てきてしまうと思うんです。

□ ただ、一般的に過去土木技術者というのは、かなりいろんなことを計画だとか、環境などどいうのも、最近の日本の土木工学などでは取り込んできているので、若い世代の人たちというのはそういうことについて抵抗なくやってくいということになってくるので、非常に向いていると思うのです。

□ しかし、対外的に、一般の人は役人を中立的な立場ではないのではないかというふうに見てしまうという問題点があります。

□ その関連でお聞きしたいんですが、そういう意味で合意形成を丁寧にやっていくというのはこれから必要ですが、非常に手間の掛かることではないかと思っています。それに対して、今日の一番初めのヒコックスさんの話で、２０パーセントもの職員数を

削減したという話があって、逆に本当を言うと、これからは人をもっと増やしていかないとやっていけないのではないかと思っているのですが、この辺はどういうかたちで対処されているのかということを教えていただければと思うのですが。

(Hickox)

- まず、人員削減については、監督職をまずカットするということが一番あったわけです。組織を縮小するということです。ですから、１人で５人、６人、７人部下がいた時に、１人のボスのもとに１２人、１３人働くようにするというような組織の変革でもあったわけです。
- 現実は大きな組織を造ろうということではなく、設計に関わるエンジニアがもっと必要なのだ、上の人が必要なのではないということを考えたわけです。そこで、人員を改編していった。
- 生物学、社会学をやっている人はもっと必要である、エンジニアだけではなく、もっとさまざまな専門を持った人達が必要であろうということを結論付けたわけです。そして、３分の１以上そういった人たちが必要であるということで、組織の改編を行っています。現実的に、それが必要であったという状況です。
- それから、パブリック・インボルブメントについてコメントしてもよろしいでしょうか。これは、私自身の私見なんですが、パブリック・インボルブメント、市民の参加というのは非常に大きな意味を持つようになってきました。市民の人たちが実際にかかわるようになってきて、例えば建設省の意志決定にも関わるようになってきた。
- このように市民が参加するようになって、一般の人に教育、啓蒙活動をするようになってきますと、もっと良くなるはずです。我々もデザインのプロセスを行って、最終的にこれが一番いいデザインだろうと我々自身が決めて、それを公聴会をして市民、住民から合意を得ていたわけですけれども、もうそれは無理です。それは理想的とは見られていません。
- 今は市民、住民に来てもらって、利害関係者と呼ばれる人たち、つまりプロジェクトから益する人たち、それから影響を受ける人たちに集まってもらって、そしてこの人たちにも意志決定プロセスに早期から参加してもらうようにしています。
- 四つあるいは五つぐらいの選択肢を設けて、そして給水の判断をしてもらうわけです。こういう選択肢がありますよということを見せて、意見を聞く。あるいは、別のより良いアイデアが出てくる場合だってあります。

- そういったことが出なかったとしても、参加してもらうことによって、そして住民が意思決定の一部を担うことによって、もちろんすべてに合意が形成できるとは限りませんけれども、みんなが妥協して、一つの対策に対して決めますと、あとで「ノー」と言うことがなくなってくると思います。選択する際に、住民の参加を得ることによってみんなが満足のいく結果が出てくるということです。

（司会）

- 日本の事情を話しますと、基本的考え方は同じで、まだまだ始まったばかりですけれども、いくつかの代替案を示して、それも当初段階から示して、そして議論をしていくというのが、今行われるようになりつつあります。
- 会場のほうから何かご質問はございませんか、どうぞ。

（原田）

- 日本の公共事業において、意思形成過程が民主的でなかったわけではありません。日本は日本流の意思形成過程をやって参りました。今のパブリック・インボルブメントの一つの例としても、例えば計画を立てる際に、川をどういうふうに扱うかというふうな試みは１０年ほど前からやっておりますし、その辺は誤解をされないようにお願いをしたいと思います。
- 専門的すぎるかもしれませんが、環境の価値の数値化ということについて質問をさせていただきたい。合意形成のためには、費用効果分析であるとか代替案であるとかいうふうな言葉がよく出てきます。その中で、環境の価値というのを数値化するという方法が非常に進んでいる。日本ではこれが非常に遅れている分野だと思いますが、いろいろな確立された手法というのがあるのでしょうか。
- 例えば、一つにＣＶＭという方法があると聞いております。Contingent Valuation Method ですか、Willingness-to-pay の量として計るということだそうですが、開拓局のほうでは、例えばＣＶＭというのが非常に主流になっているのかどうか、そのほかにも非常に役立つ方法があるのかということをお聞きしたいと思います。

(Labounty)

- 我々が行っているやり方というのは、ほとんど法律に基づいています。例えば、絶滅危機種保護法とかあるいは環境基準法というのがあります。例えば、ある魚について

５千ドルという価値が設けられているものもあります。ですから、義務があるわけです。

- それから、もう一つの側面として、アメリカの最高裁で決定した内容ですけれども、何年も前にテレコ・ダムが建設されましたけれども、それも一つの最高裁の決定であったわけです。コスト便益分析、エコノミストが環境のコストを計算するという手法がありますけれども、これは私は全く知りません。全く違う分野だと思います。経済的分野と言うことができるかも知れません。
- また、魚類及び野生局においてもそういった手法を使っていると聞いておりますけれども、例えば漁業権を獲得するためにどれだけのコストがかかるのかというコストなどを計算しているわけです。これは、レクリエーション目的の釣りということですけれども、ほとんどベースになるのが法律、規則であるということです。

（原田）

- 先ほどのLabounty博士の魚道を新しくリニューアルするということを試験されているということですが、これを実現するためには、例えばコスト効果分析を魚道についてきちっと打ち立てないと実現しないものでしょうか。

（Labounty）

- これも法律によるのです、コストではありません。資金はアメリカ議会から割り当てられます。そしてその構造物を造るわけです。ですから、それは法律なんです。つまり絶滅危機種保護法、議会が承認した法律、そして予算が決められる。ほかの問題も、すべてそういった法律をベースにして決定されるものです。

3．6 クロージング

（司会）

- 時間があと２分となってしまいました。魚の問題と研究の位置付けについて議論する時間はなくなってしまいましたが、全体を通じてあるいは言い残したということがあれば、二つぐらいの質問のやり取りができると思うんですけれども、いかがでしょうか、どうぞ。

（忌部）

- 素朴な質問なんですけれども、先程合意形成のときに、利害関係のある人を集めて、そこで調整するというお話が出たんですけれども、単純に考えると住民というのはけっこうたくさんいて、例えばすべての人を集めようとするとかなり大きな会議になり、大変なことになりそうです。その辺はどのようにして人数を絞るのか、市民代表者というのはどういう人を指すのか、その辺をお伺いしたいんです。

（Fulp）

- 往々にして関係する市民、興味を持っている市民が、ある一定のグループと関係していて、それを経由してそのグループに参加するように招聘されるというかたちです。場合によっては、問題が非常にその地元に大きな問題であるために、例えばその市全部がかかわるような、すべての人を招待するという場合もあります。
- これは大変で、本当に困難な会議になります。ただ、それは現実に非常にうまくプロセスの一部として機能していくんだと思います。もちろん、一つの方法だけではなく実行する方法はたくさんあります。そういったかたちでコロラド州下流地域においては行っています。

（Hickox）

- Fulpさんの言ったことに続けてですけれども、かなり大変というのは確かにそうなんですけれども、このような一般の人たちとの会議、これは通常はだれでも来たい人に対しては、その人の意見を聞くという姿勢は持っています。
- 実際に書状でも意見を受け付けます。また、すべての質問に答えようとします。必ずしもその現場で答えられないかもしれませんけれども、例えば文書を出版することに

よって皆さんにお答えするというかたちを取ります。コストもかかります。非常に大変です。もちろん、非常に厳しい言葉でおしかりを受けることもあります。でも、それに対しては実際に対処しなければなりません。

（京才）

- 合意形成というのは、非常に難しい問題だと思います。宇田河川部長のほうからもお話がありましたように、バックグラウンドが相当違うということを、我々は充分注意をしなければいけないのではないかと思います。
- アメリカの方法論が必ずしも日本に向いているとは言えない。その一つの例として、私が常々思っているのは、合意形成というか物事を決定する一つの方法に裁判があると思うんです。アメリカで定着している陪審員制度というのが、日本ではないわけです。
- 陪審員制度は、実は日本でも、１９２３年から４３年まで２０年間ぐらいあったようなんですが、あったことも私などは知らないぐらいにしか盛り上がらなかったのではないかというふうに思っているわけです。
- そういう陪審員制度を育てた国と日本との違いがあるので、文化の問題とか背景の問題を考えるときに、その辺から突っ込んでいくのもいいのかなというふうに思っています。

（司会）

- ありがとうございます。最終結論に近いことを私に代わって言っていただきましたので、私の荷が降りました。
- 今日はあちこちに議論が飛びすぎて、締まりがないという印象があるかもしれませんが、多面的な議論をやろうと思ってこんなふうになってしまいました。
- 今、京才研究調整官のほうからありましたとおり、これで終わりではなくて、しかもきれい事ではなくて徹底した議論をやって本当に納得したところでないと、私たちが充分納得できないものは、ほかの人に伝えようがありません。完全に納得して初めて地方に広げることができると思うので、そういう場を何遍もやりながら、いいものは取る、だめなものは自分で作るというようなことでやっていく必要があると思います。
- 今日は、ＵＳＧＳと開拓局の方々にはるばるつくばまで来ていただきまして、長いディスカッションに付き合っていただきまして、本当にありがとうございます。こうい

う機会は、なかなかきれい事で終わってしまうものが多いものですから、今日はわざとかき回すような感じでやりましたけれども、そういう機会をできるだけ前向きに作っていきたいと思いますので、これからも協力をお願いしたいと思います。本日は、どうもありがとうございました（拍手）。

参 考 資 料 編

① 特別プレゼンテーション：River WareとMSSの統合

② 流域・水系管理計画：ワシントン州Yakima川流域への適用（和文及び英文）

③ 講 演 内 容（和文及び英文）

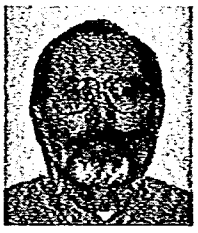
④ 配 布 資 料（英文）

① 特別プレゼンテーション
River WareとMSSの統合

特別プレゼンテーション

RiverWare と MSS の統合

講師



GEORGE H. LEAVESLEY、博士
ジョージ H. リーブスレイ
所属
米国内務省地質調査所　主任水文科学者
職歴
1997-現在　米国内務省開拓局国家研究プログラム　各種の降雨・流出ﾓﾃﾞﾘﾝｸﾞ研究ﾌﾟﾛｼﾞｪｸﾄの責任者
1973-1977　米国内務省開拓局コロラド地区　各種漂流水水文研究プロジェクト責任者

学歴
コロラド州立大学　流域科学　博士
ペンシルバニア州立大学　森林水文学　修士
ペンシルバニア州立大学　卒業



TERRANCE J. FULP, 博士
テランス J. フープ
所属
米国内務省連邦開拓局　コロラド下流地区
経歴
1989-現在　米国内務省連邦開拓局　コロラド下流地区
　　コロラド大学　環境水資源システム高度意志決定支援センター　主席研究員
1977-1986　アトランティク　リッチフィールド会社
1975-1977　スタンフォード大学　地球物理学科　助手

学歴
コロラド鉱山大学　数学・コンピュータ科学博士
コロラド大学　土木工学科　修士
スタンフォード大学　地球物理学　修士
タルサ大学　地球科学　卒業

MMS (Modular Modeling System)

USGS とコロラド大学が中心となって開発したシステム。MMS は

（1）個々の水文素過程のこれまでの研究成果を活用したモデルをモジュール化し、ライブラリとして蓄積することができる。

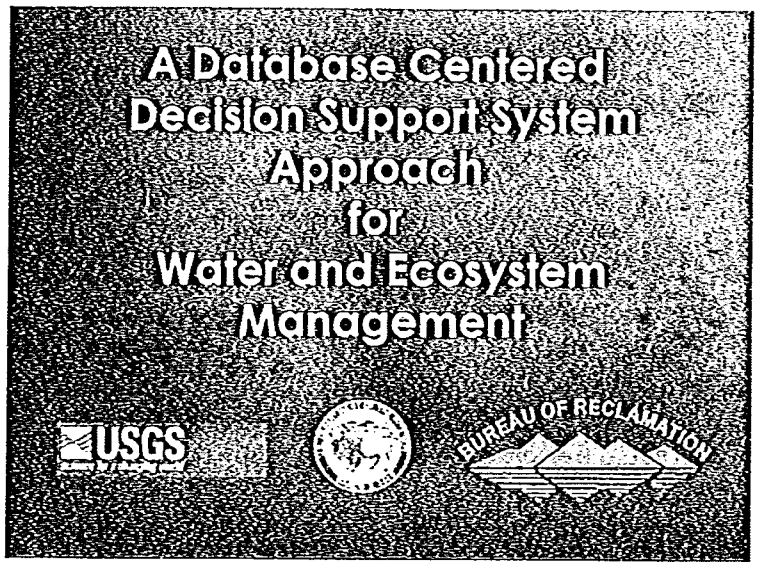
（2）個々の素過程モジュールは、別個のプログラムとして独立した修正・改良が可能であり、各モジュールを任意に組み合わせてオリジナルな流域水文モデルを構築することもできる。そのため、変数のデータ形式や各タイムステップ毎の変数のやりとりを容易に統一化することができる。

（3）モジュール組み合わせの適否の判断、各モジュールの定数や変数の初期値の設定、モデル出力の編集等を、統一したグラフィカルインターフェース(GUI)によって、簡単に行うことができる。

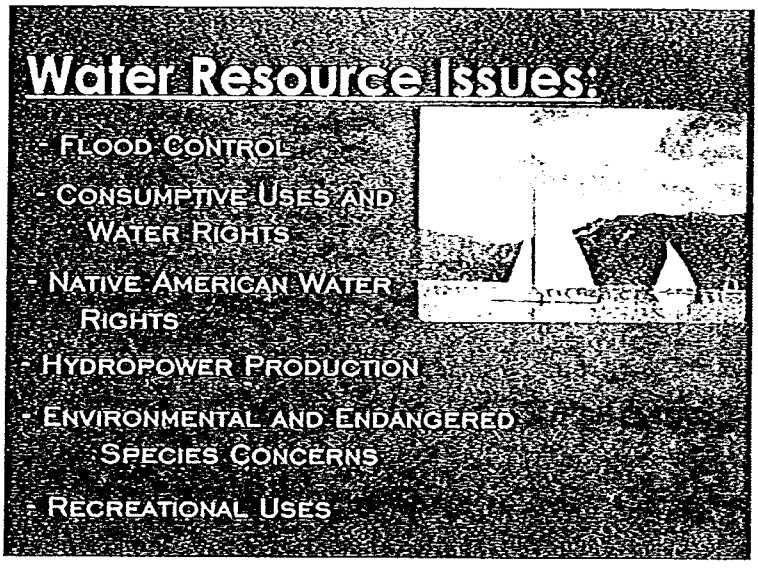
の特徴を有する。(寺川　陽　深見和彦、モジュラー型水文循環モデルにおけるリモートセンシング情報活用手法ーマイクロ波リモートセンシング応用のケーススタディー土木技術資料 37-11、1995 より引用)

RiverWare

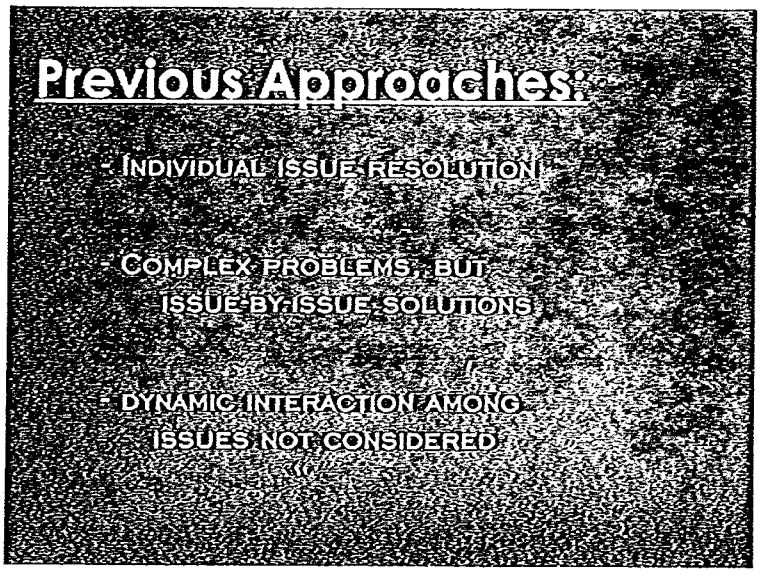
別資料をご覧下さい。



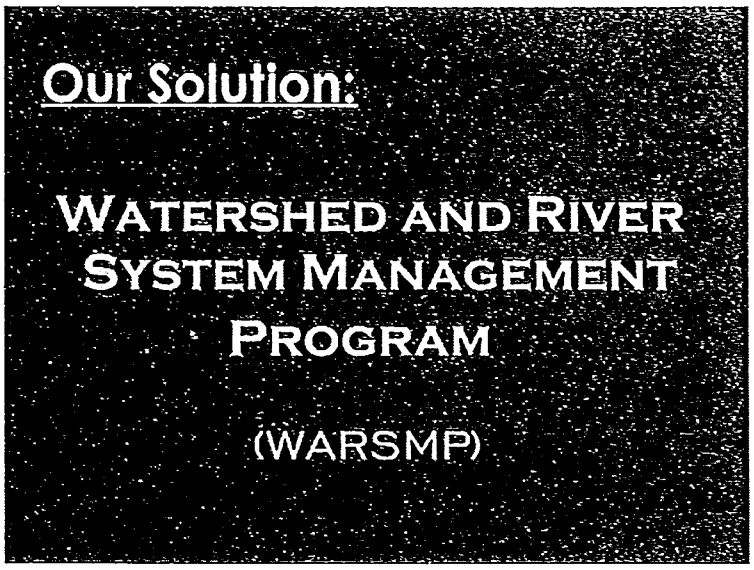
（ジョージ　リーブスレイ）　地質調査所と開拓局で共同で開発した、水及び生態系マネジメントのためのデータベース中心型意思決定支援システム・アプローチについて話します。



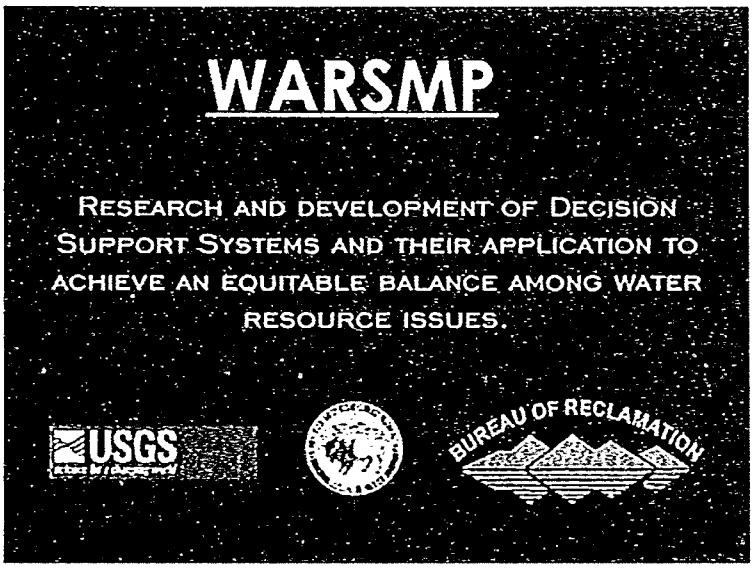
アメリカは、日本と同様に多くの水資源の課題があります。
治水、水消費と水利権、西部地域におけるアメリカ原住民の水利権、発電、環境及び絶滅危機種への配慮、リクリエーションです。たくさんの競合する課題があります。



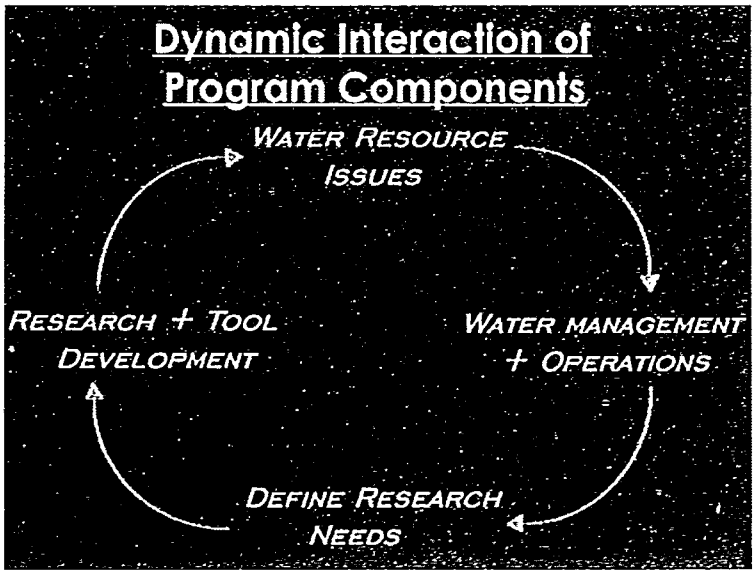
このような水に関する課題に対するアプローチは、午前中の講演にあったように、複雑な問題ではありますが、個々の課題内での解決であり、
複数の課題はダイナミックな関係をもちますが、過去、これを考慮しないというアプローチをとっていました。



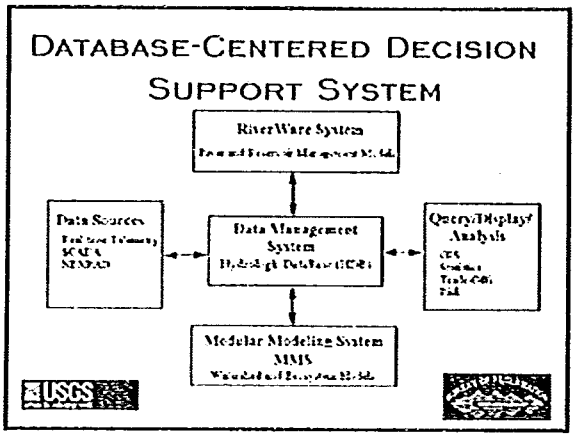
これに対する我々の解決方法は、「流域・河川システム・マネジメント・プログラム」というプロジェクトで検討されています。これは WARSMP と呼ばれています。



WARSMP の目的は、意思決定支援システムの研究と開発、及び水資源の課題間の公平なバランスを達成への応用です。複数の競合するニーズのバランスを達成しようとしているわけです。



このプログラムのコンポーネントも、ダイナミックな関係を持っています。
ある水資源の課題があり、水資源の管理者はこれを解決しようとしますが、そのツールは限られています。そこで、新たな研究の必要性が生まれ、研究により新たなツールが開発されます。それにより、また新たな課題が生じるという循環になっています。



これは、データベース中心型意思決定支援システムの構造図です。システムの中心にデータベースがあります。リレーショナルデータベースであれば何でもかまいません。このデータベースのひとつの端に、リバーウェアがあります。これは、河川、貯水池の運用のマネジメントモデルが含まれています。もうひとつの端にはモジュラー・モデリング・システム（MMS)があります。これは、流域と生態系のモデルが含まれています。これら２つのシステムは中心にあるデータベースを通じてインタラクトするようになっています。
ここでテリーに代わります。
（テリー　フープ）
データ収集は非常に重要なパートです。左のボックスは、データの収集のプラットフォームです。そして、中心にあるHDBと呼ばれるデータマネジメントシステムとリンクしています。

What Is the Hydrologic DataBase (HDB)?

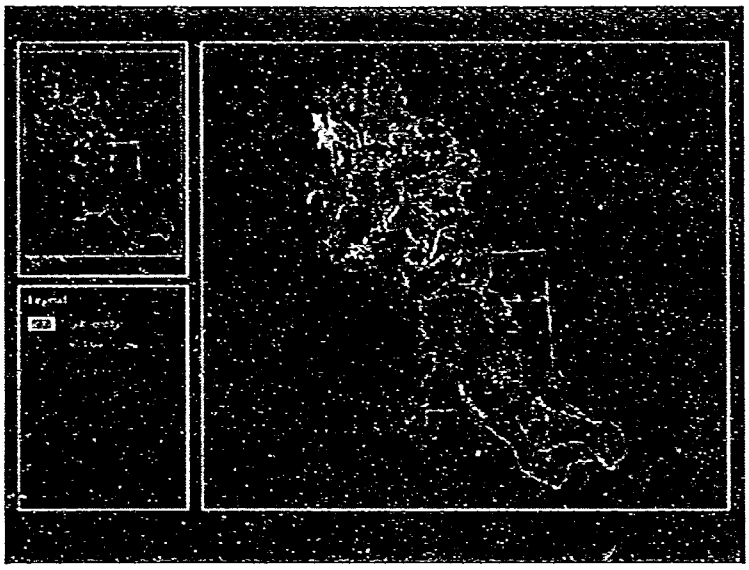
- RELATIONAL DATABASE TO SUPPORT WATER MANAGEMENT DECISION MAKING
- DATABASE IS USED FOR:
  - Repository for multiple data types
  - Overall data management
  - Report generation
  - Ad hoc data retrieval
  - Model initialization and output storage

水文データベース（HDB)とは、水マネジメントの意思決定をサポートするリレーショナルデータベースです。
データベースは、複数のデータタイプの貯蔵庫，すべてのデータのマネジメント、WWWで公開するようなレポートの作成、不定期なデータの利用、そして、モデル初期化及び出力値の記録、等に用いられます。

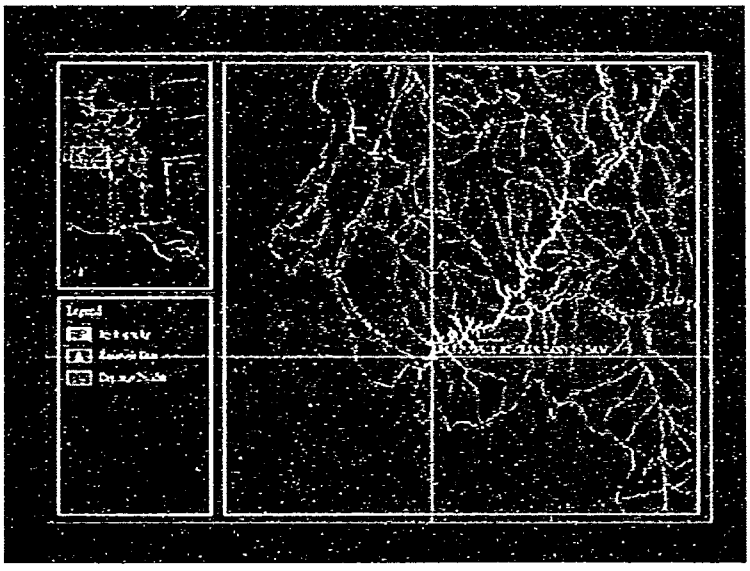
What Is the Hydrologic DataBase (HDB)?

- PROVIDES A CONSISTENT, RELIABLE VIEW OF THE RIVER BASIN SYSTEM
  - Historical data
  - Current data
  - Forecasts

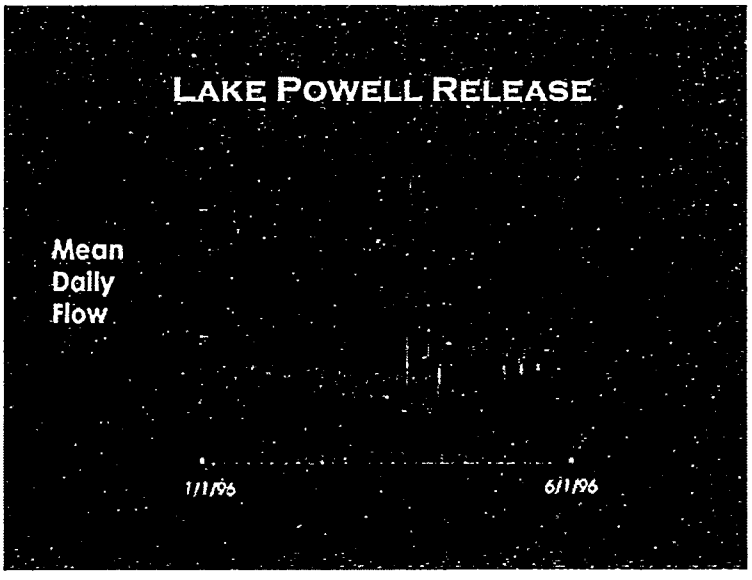
水文データベース（HDB)は、整合が取れ、信頼のおける流域システムの情報を提供します。過去、現在のデータに加え、将来像も提供します。



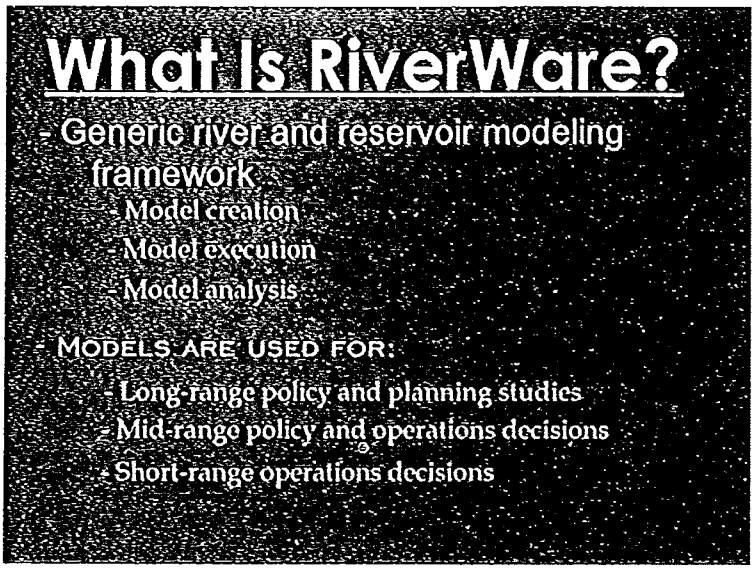
これは、コロラド川流域のデータベースの例です。GIS を用いています。ここをズームします。



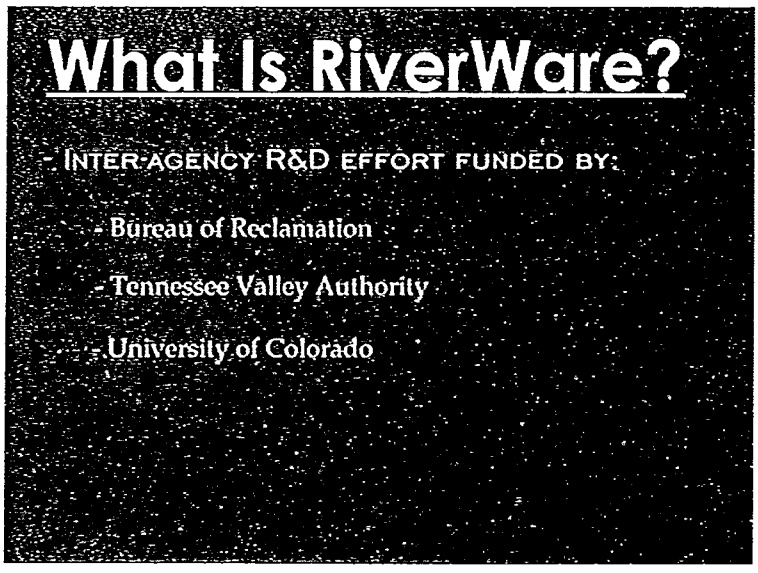
さらにグレンキャニオンダムをクリックして、ズームインします。



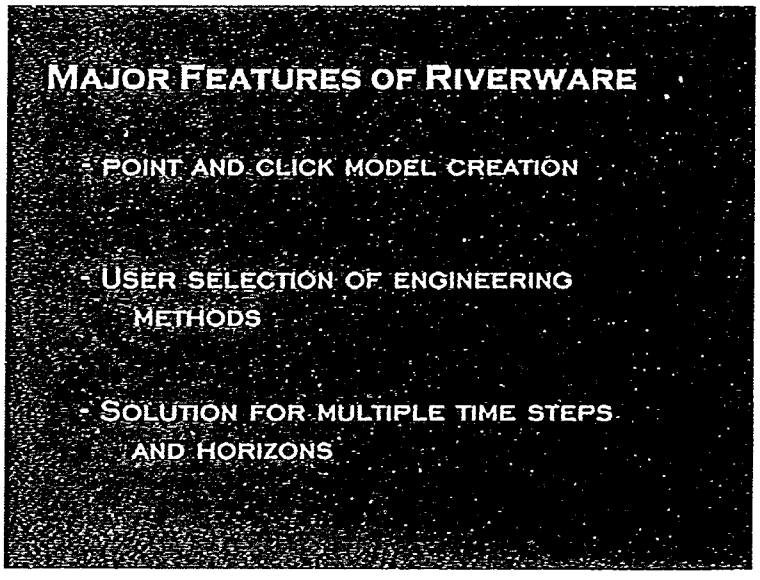
このようにして特定のデータにアクセスし、データを得ることができます。これは、パウエル湖（グレンキャニオンダムの貯水湖）の放流量です。



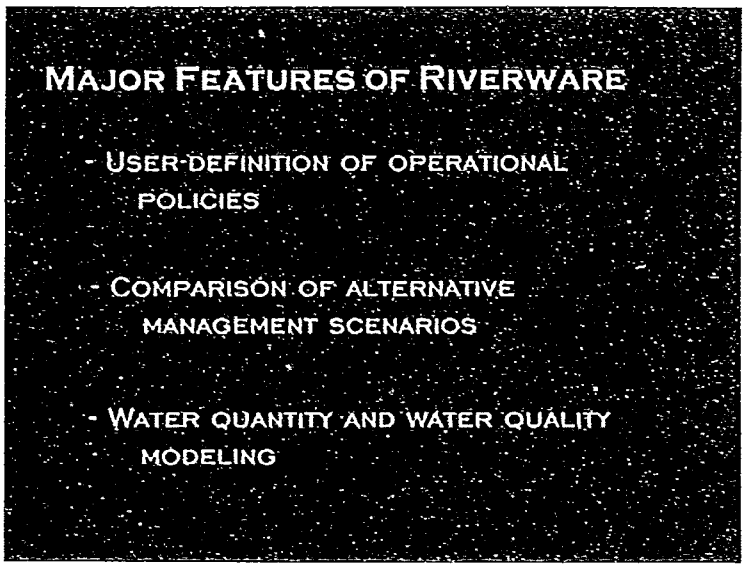
次に、リバーウェアを見てみましょう。
これは、河川と貯水池のマネジメントのためのツール、フレームワークです。それは、モデル作成、実行、分析から成ります。リバーウェアは、長期的なポリシーと計画調査、中期的なポリシーと運用方法の決定、短期的な運用方法の決定に用いられます。



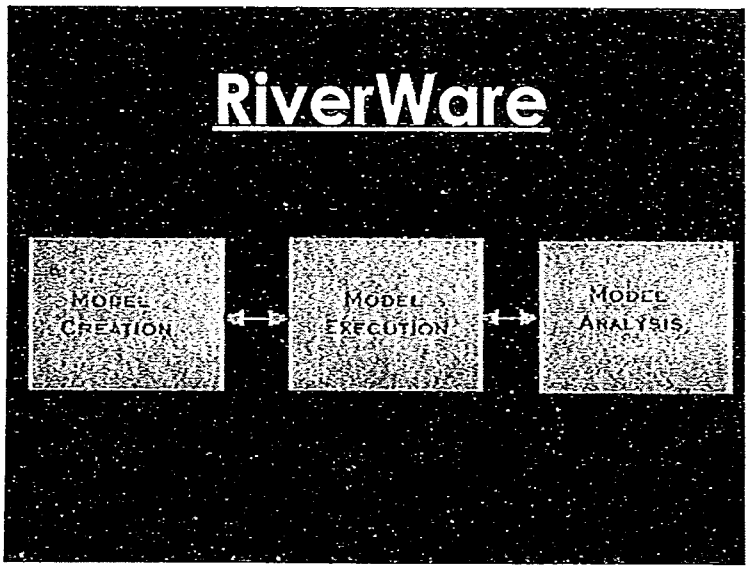
リバーウェアの調査研究は、開拓局、テネシー・バレー・オーソリティ、コロラド大学により支援されています。



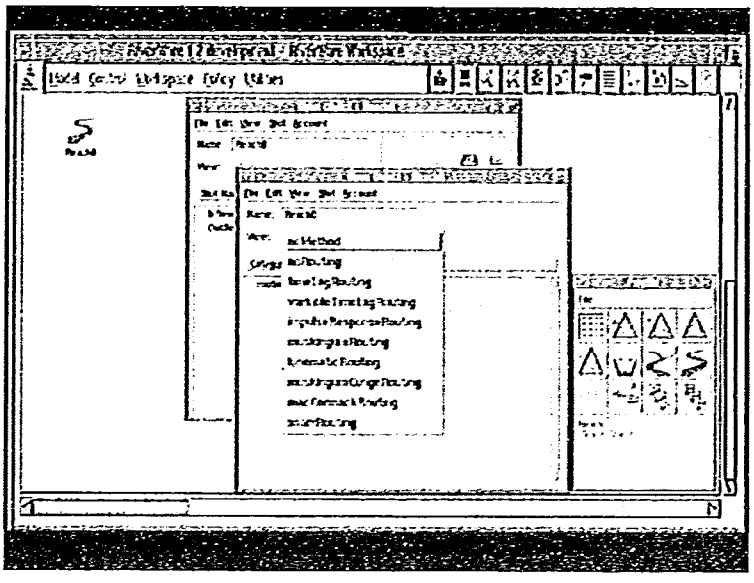
リバーウェアの主要な特徴は、
－ポイントとクリックでできるモデル作成
－工学的モデルをユーザが選択しカスタマイズできること
－複数の時間ステップと範囲
です。



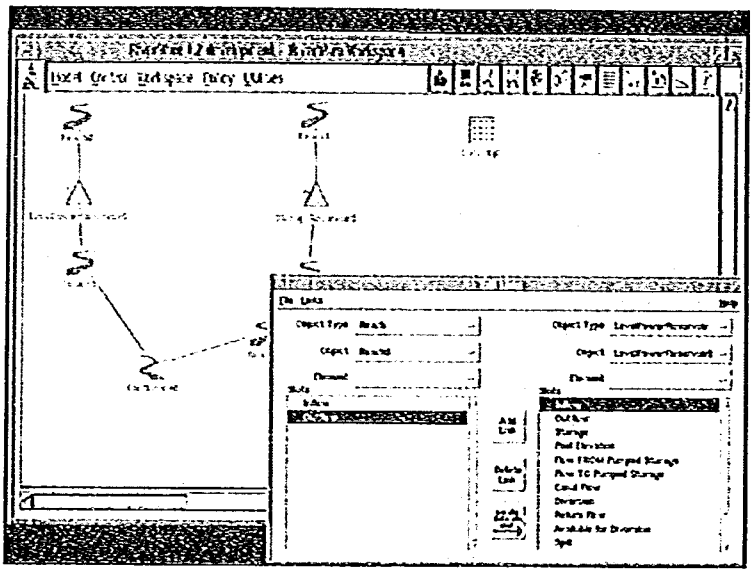
さらに、
－運用のポリシーをユーザが決定、
－マネジメントのシナリオ代替案の比較、
－水量・水質のモデリング、
が可能です。



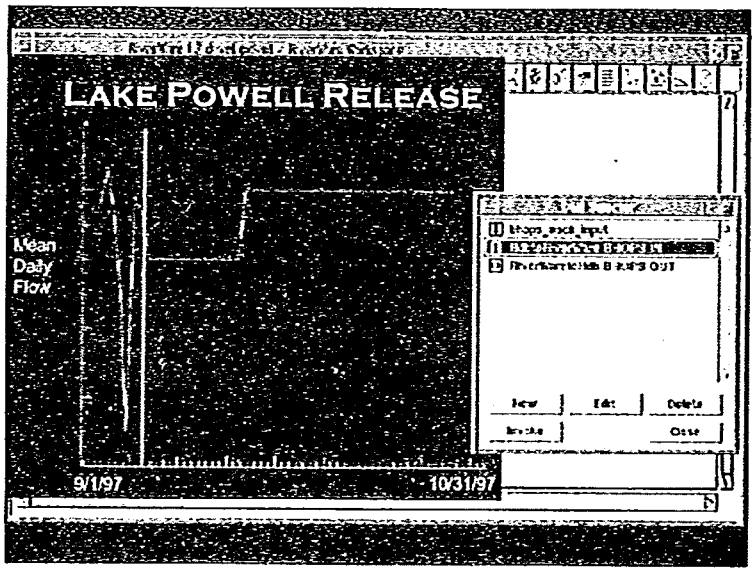
モデル作成の様子を紹介しましょう。



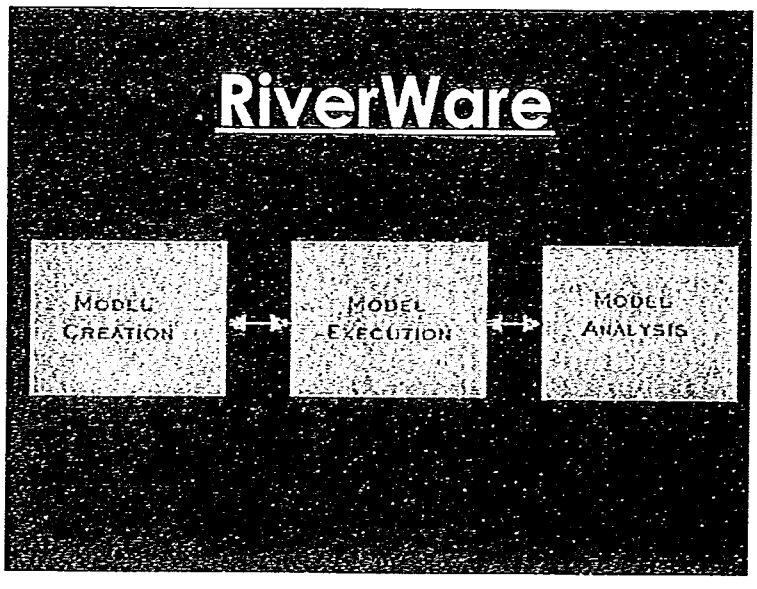
まず、パレット（右下のボックス）をひらき、必要なオブジェクトをドラッグして、画面に落とします。この例では、「河道」オブジェクトをドラッグし、河道モデルをつくりました。次に、ライブラリを開き、追跡モデルから使用するモデルを選定します。



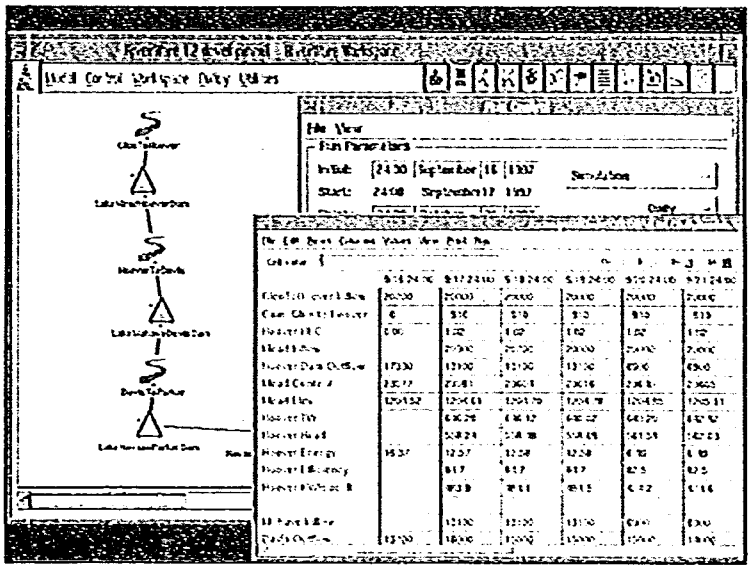
同じようにオブジェクトを選び画面に落とした後、これらを結びつけ、実際の河道網と同じネットワークを作ります。



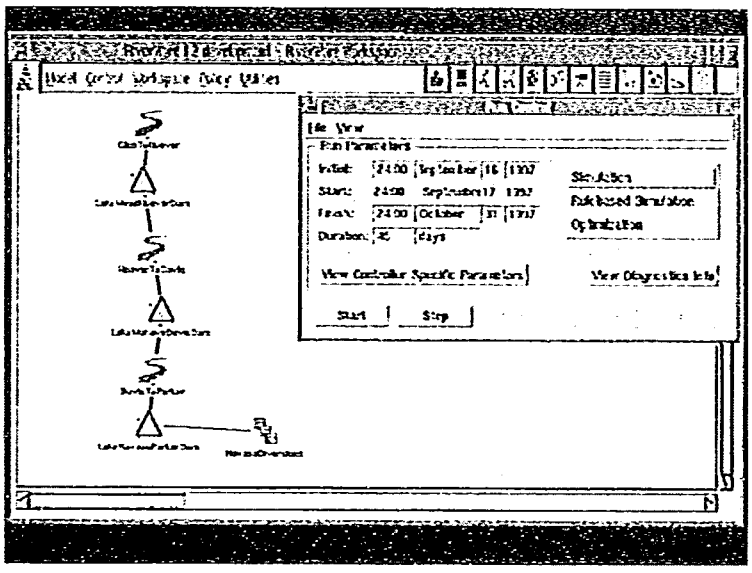
モデルをセーブした後、データベースと結合させます。これは、フーバーダム下流の河川のモデルの例で、パウエル湖からの放流量のデータを取り出し、河道モデルの初期条件を作るのに用いられます。



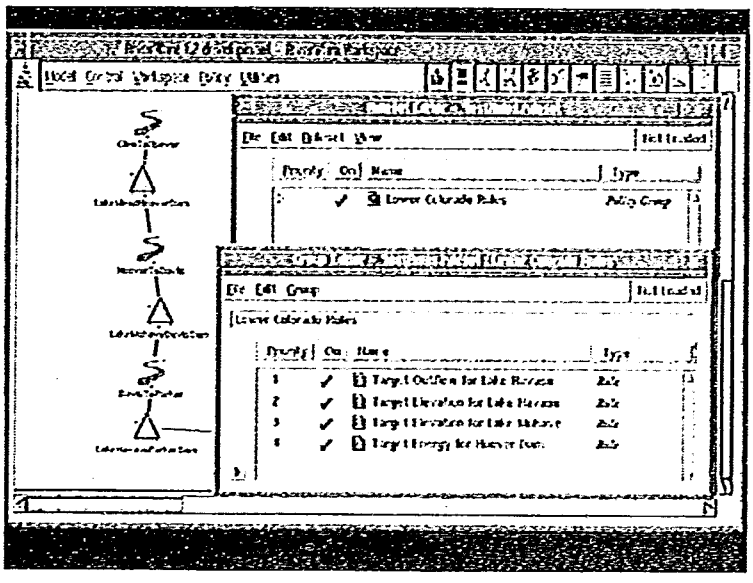
次は、リバーウェアの実行例です。



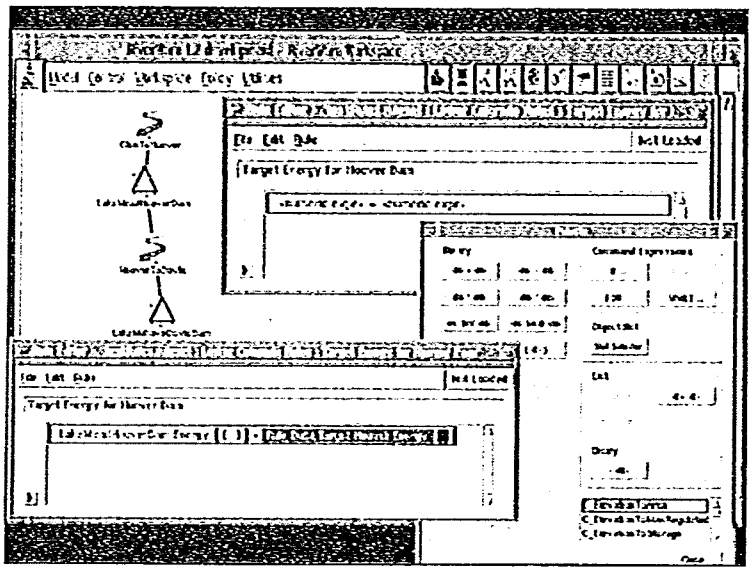
これが実行中の画面です。オペレータにわかりやすいようにスプレッドシートを用いています。ダムからの放流量を変えたランを実行し、シナリオを判断することができます。



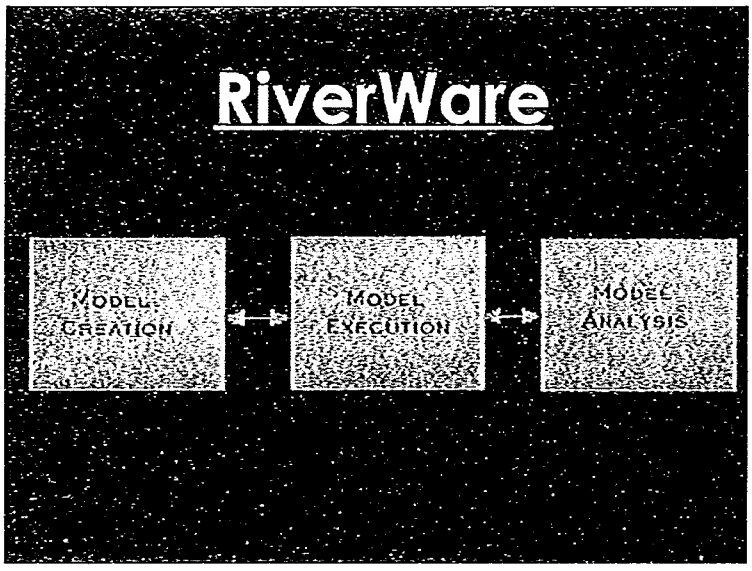
計算は、単純な水の追跡から、複数の目的関数の最適化まで行うことができます。自分で、ユーザ・サプライ・ルールを付け加えることもできます。



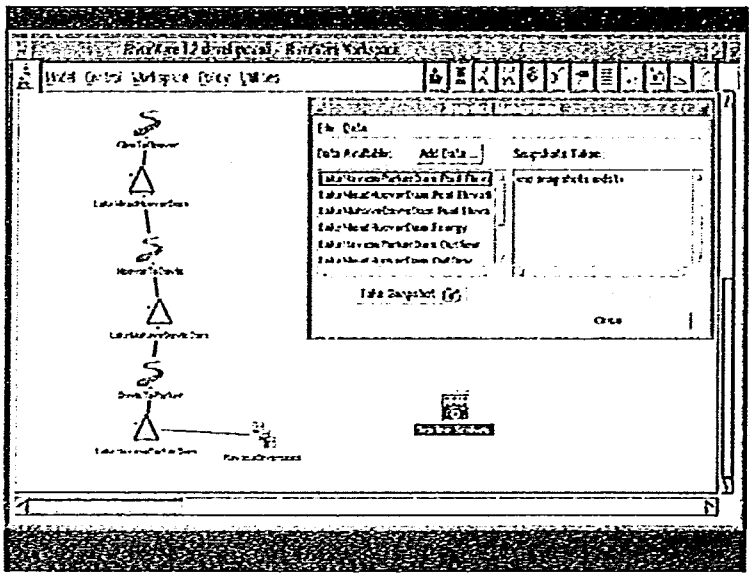
ひとつのオブジェクトには、たくさんのサブルーチンが含まれています。上にルールのオブジェクトひとつがあり、その下にルールのいくつかのサブルーチンがあります。



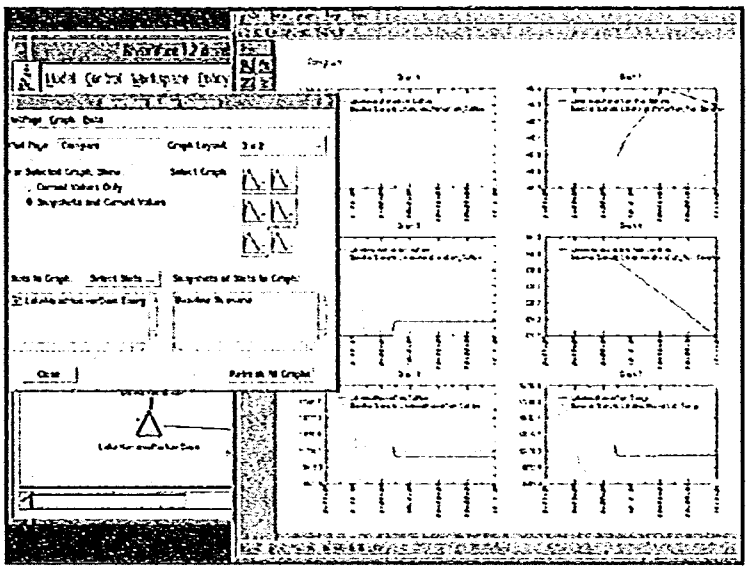
ルールは自然な言語で書かれていますので、メニューからポイントしクリックするだけで簡単に運用ポリシーを作ることができます。



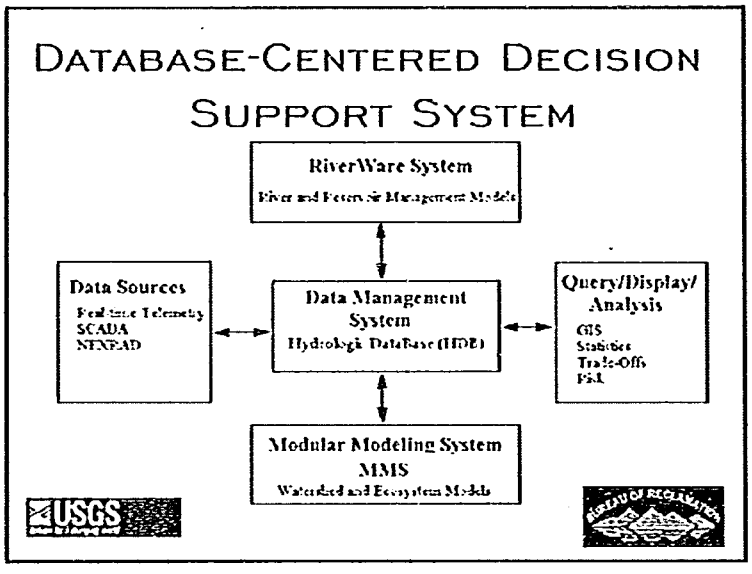
最後に、モデル解析です。



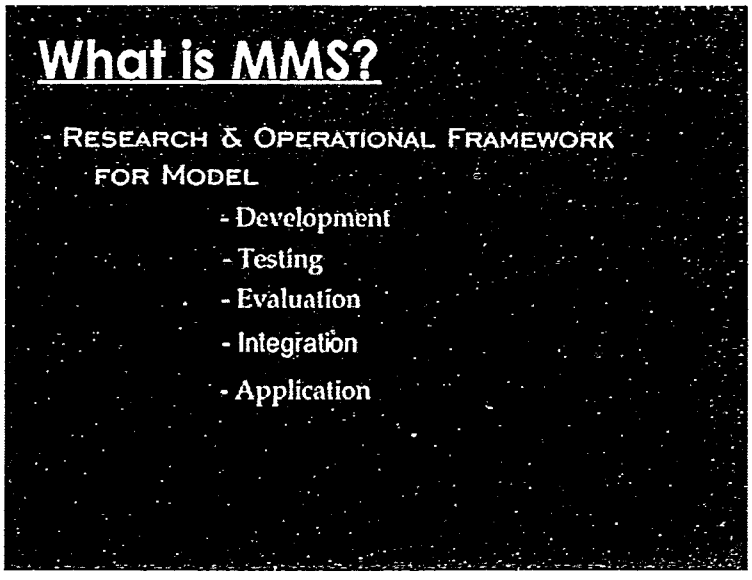
いくつかのシナリオを比較することは、重要な課題です。



計算結果は、シナリオごとに比較できるようにグラフに出力することができます。
ここで、ジョージに代わります。



（ジョージ　リーブスレイ）
データ中心型意思決定支援システムの最後の部分は、モジュラー・モデリング・システム、MMS です。



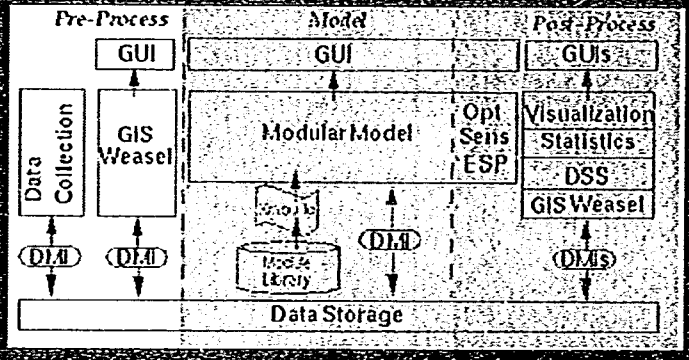
MMS は、開発、テスト、評価、統合、適用のモデルのための研究、運用のフレームワークです。ここで重要なのは、フレームワークであることです。

MMS Collaborators

- Department of Interior
  - U.S. Geological Survey
  - Bureau of Reclamation
- Department of Agriculture
  - Forest Service
  - Agriculture Research Service
  - Natural Resources Conservation Service
- NASA
- Department of Defense
- University of Colorado
- Friedrisch Schiller University, Germany
- Public Works Research Institute, Japan

MMS の協力者は、地質調査所、開拓局、森林サービス、農業研究サービス、自然資源研究保全サービス、NASA、国防省、コロラド大学、ドイツ・フレドリッヒ・シェラー大学、日本国土木研究所です。

Components of MMS

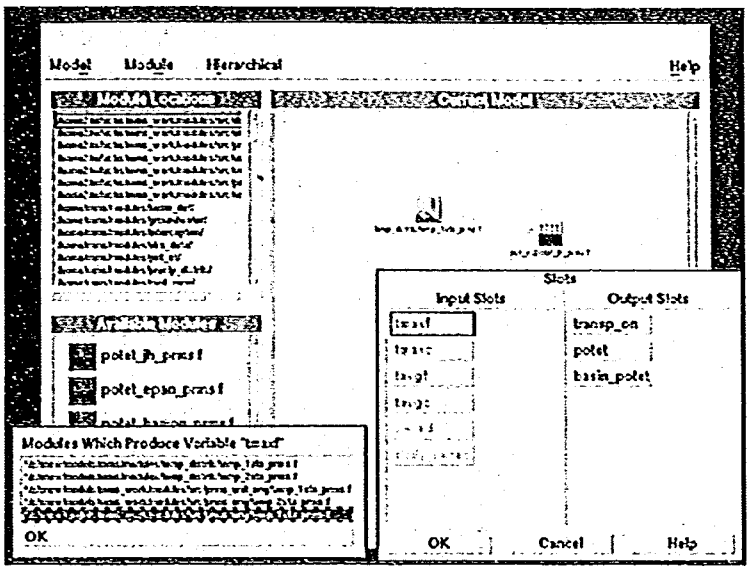


一般的な構成は、前処理プロセス、モデル、後処理プロセスから成ります。
前処理プロセスでは、データ収集インターフェイスと GIS インターフェイスがあります。GIS は、流域を描写し、モデルのパラメタを決めるのに使います。
モデル・コンポーネントのキーとなるコンセプトは、モジュール・ライブラリです。

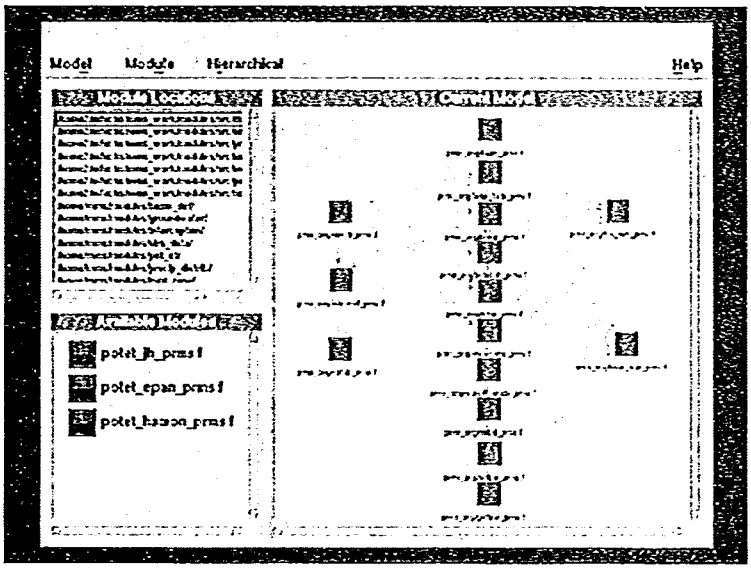
Module Library

Precip	Evap	Solar Rad	Soil	Snow
A	A	A	A	
B	B	B	B	
C	C		C	
			D	
			E	

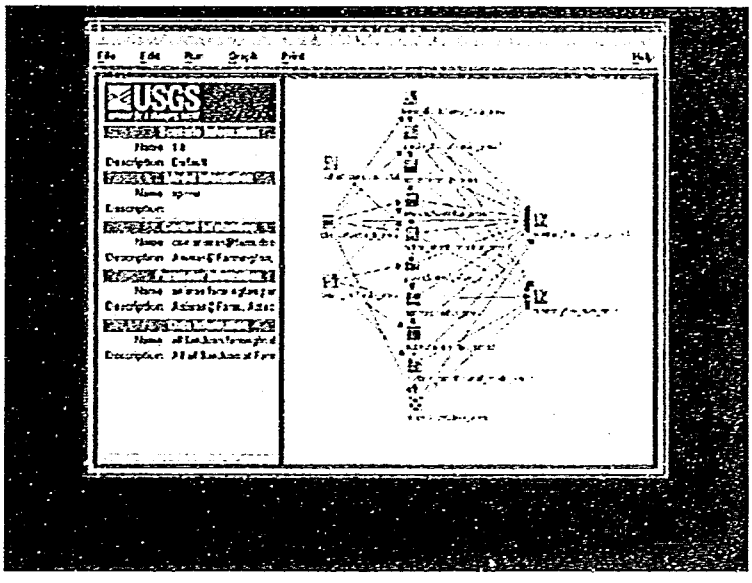
たくさんある水文過程のそれぞれには、多くの計算モデルがあります。これらは、計算の目的やデータの制約により選ばれます。ここでのアイディアは、問題に応じて問題にあった概念のモデルを各カラムから選び、全体のモデルを構築することにあります。



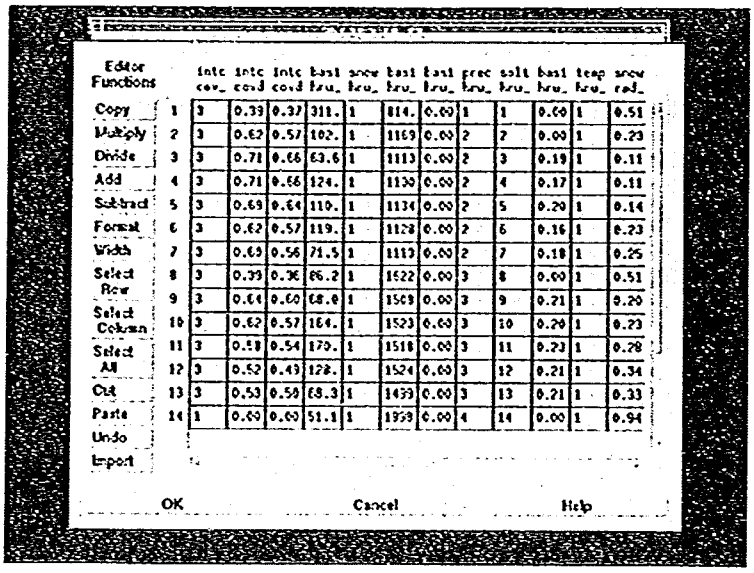
MMS はこのような画面でできています。右が作業パレットです。左上のモジュールの中から、例えば蒸発散を選ぶと、左下にあるようにいくつかの蒸発散モデルが表示されます。これから一つを選ぶと、作業パレットにアイコンが表示されます。そして、アイコンをリンクさせます。アイコンをクリックすると、インプットとアウトプットの項目が表示されます。アウトプットはリンク先のモジュールのインプットとなります。



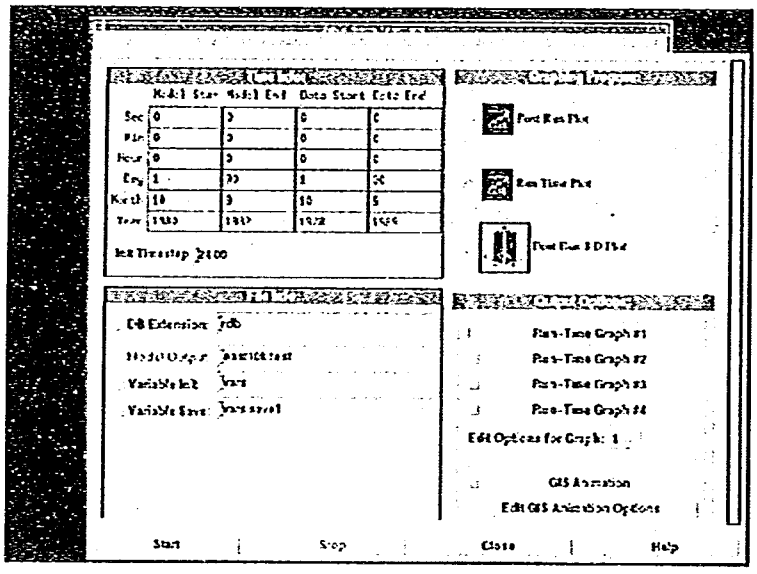
モジュールを作りリンクし終えると、全体のモデルがこのようにできあがります。



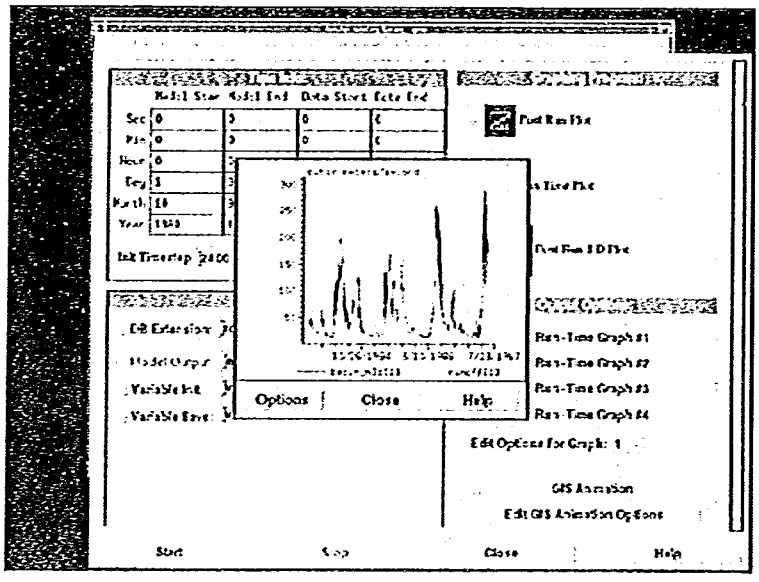
このモデルを実行するとき、インターフェースを把握するためのスキーマティク・ダイアグラムが必要になります。



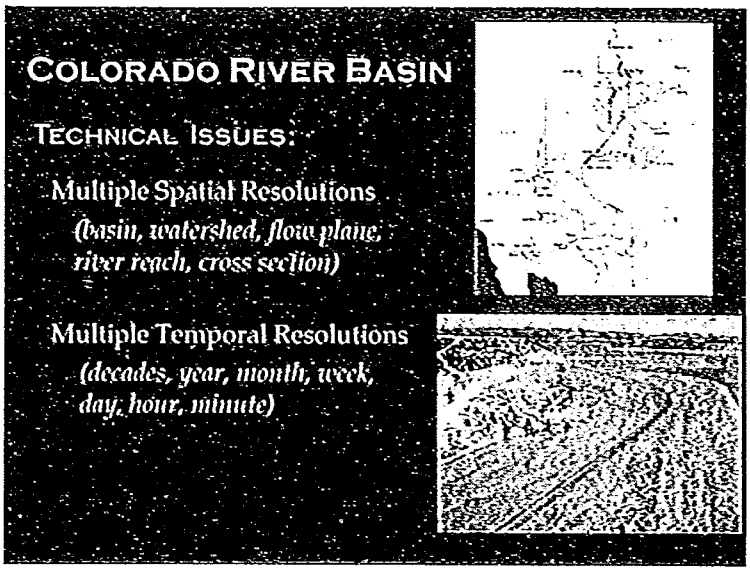
パラメタのインターフェイスは、スプレッドシートで、これによりパラメタ変更を把握することができます。



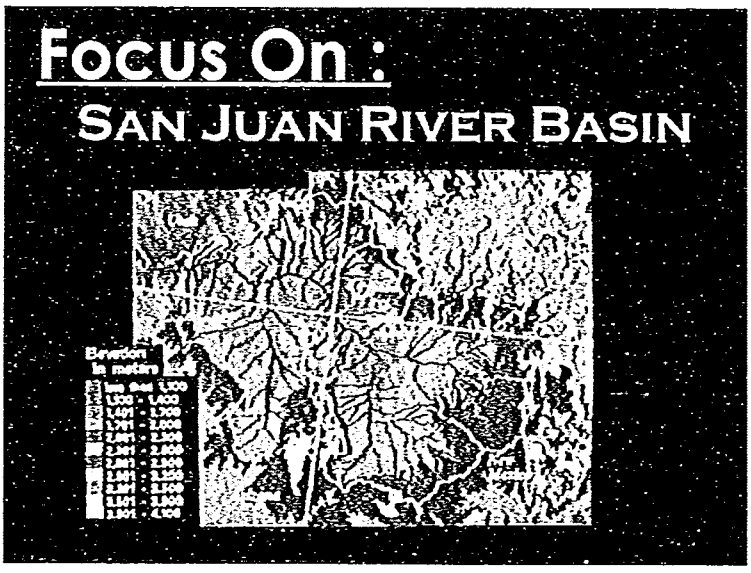
このインターフェースでは、計算ステップを変えたり、グラフィックをオプションで提供します。



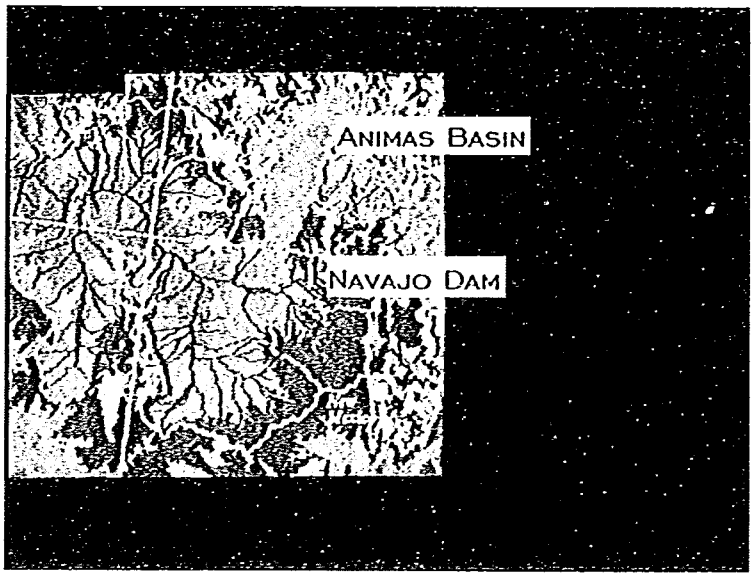
グラフィックを選ぶと、いくつかの計算結果のハイドログラフが表示されます。



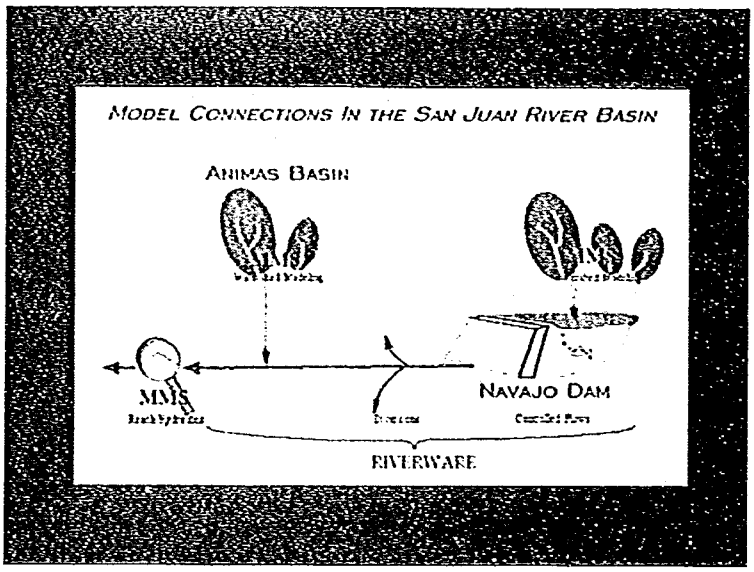
次に、コロラド川流域でのケーススタディを紹介します。
技術的な課題は 2 種類あり、空間と時間の分解能の課題があります。空間スケールに応じて、水系、流域、流水域、河道、横断面での課題があります。時間スケールに応じて、数 10 年、年、月、週、日、時間、分の課題があります。



コロラド川流域内の、サン・ホアン川流域に焦点をあてます。ここは、ユタ、コロラド、ニューメキシコ、アリゾナ州にまたがっています。流域面積は、約 62,000 km² で、画面右上には 4000m 級の山脈があります。ここからの融雪が主な水源です。



問題は、ここの水資源をどうマネージするかです。流域にはダムが 1 つあり、その上流からの水はコントロールされますが、別の大支川にはダムはありません。



そこで我々は、コントロールできない流域からの流出を予測しなければなりません。我々の関心のひとつは、画面左に虫眼鏡で表した下流端です。

Habitat Creation and Maintenance

- Creation of spawning bars
- Maintenance of spawning bars
- Creation of backwater nurseries
- Maintenance of backwater nurseries

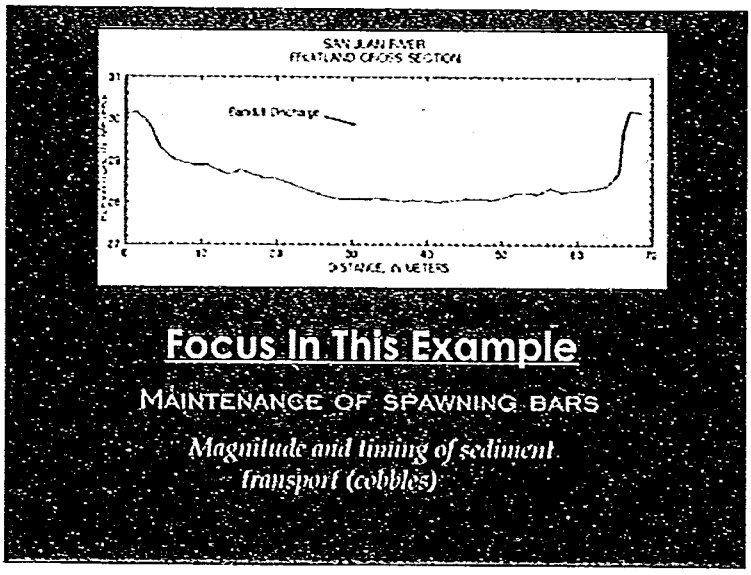
ここには、絶滅危機種が生息し、この生息域を創造し、維持しなければなりません。
すなわち、産卵のための水制をつくり維持し、背水域の養殖場をつくり維持することが必要となります。

Habitat Creation and Maintenance

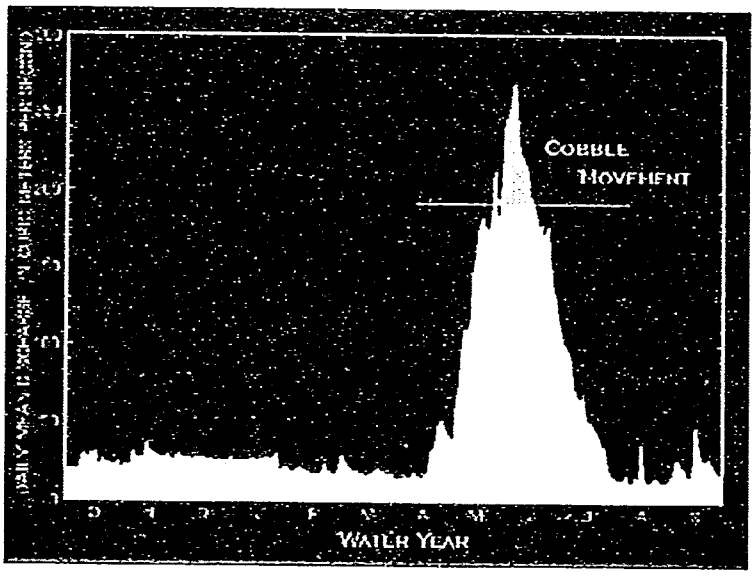
Need to Know:

- Cross section and Channel characteristics
  (depth, velocity, shear stress, size of bed material)
- Magnitude, duration, and sequence of flows
  (unregulated flow, reservoir releases, water rights)

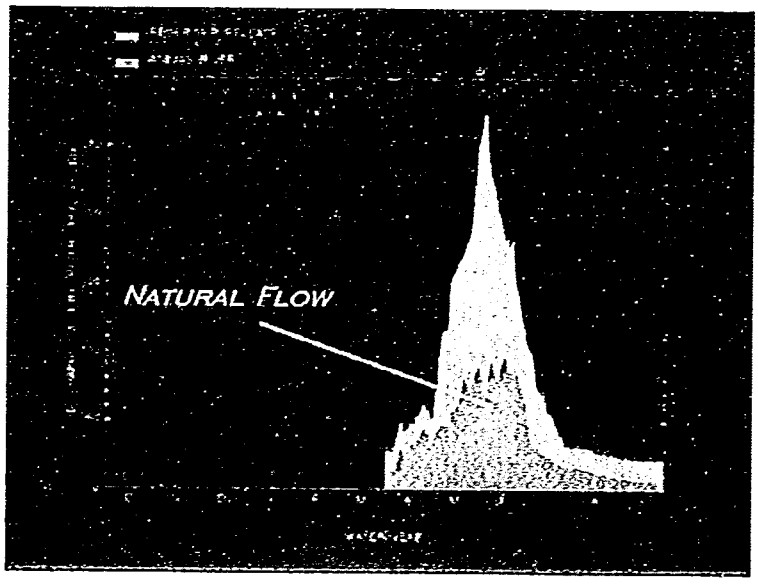
そのためには、横断面と河道の特性、流量の規模、継続時間、パターンを知る必要があります。



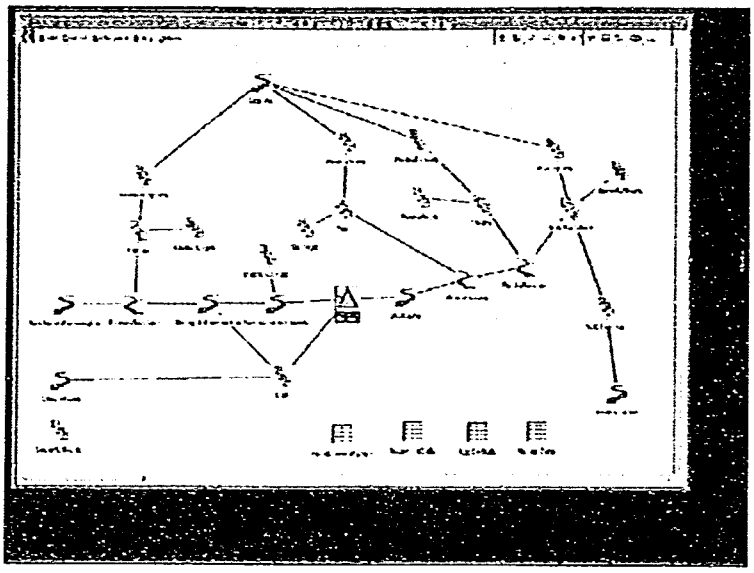
横断面において、産卵のための水制を維持する例で、玉石の供給と量と時期をコントロールする必要があると仮定します。



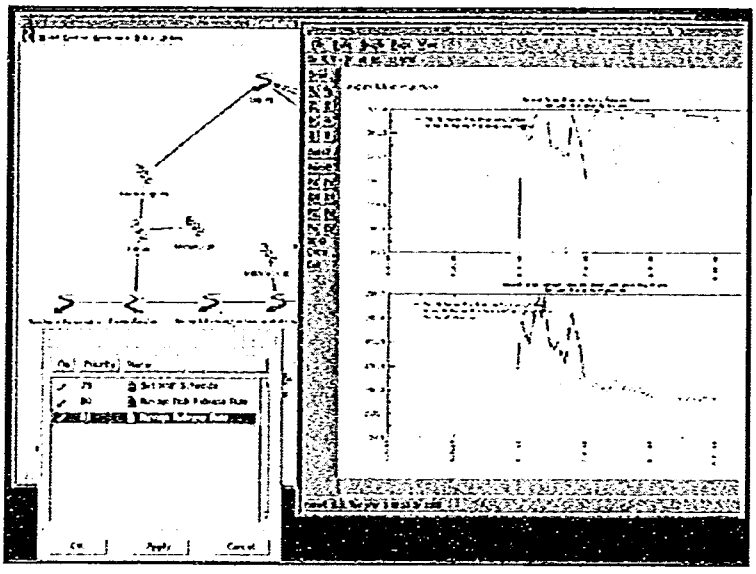
玉石を移動させるためには、一定以上の流量が必要です。この流量を超えることだけでなく、その期間も影響します。量と時間の課題です。



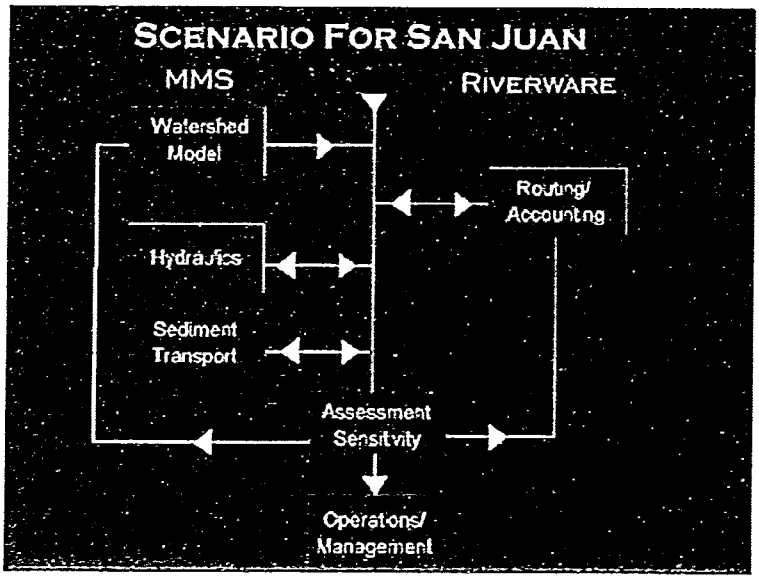
ダムのない流域からの流量は青で、ダムからの放流量は赤で示してあります。この両者の合計が、この断面での流量になります。



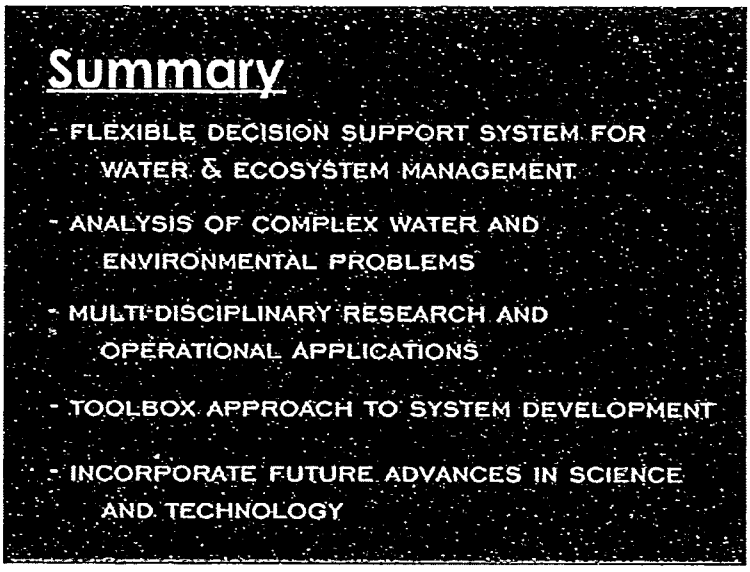
流量は、この２流域からの流出だけで決まるのではなく、潅漑、分流、洪水調整など、さまざまな要因が関与しています。これらをすべてを、リバーウェアでモデル化したのがこの画面です。ネットワークは、ノードでつながれています。リバーウェアと MMS はノードで結ばれます。



魚のためのルール等をここで設定できます。モデルランの結果は、グラフで表示されます。貯水池運用のストラテジーが、玉石を移動させるのに十分かを把握することができます。



このように MMS とリバーウェアが結合されました。これは、シナリオをあてはめ計算し、結果を評価し、また別のシナリオを試みるという、繰り返しのプロセスとなります。



データベース中心型意思決定支援システムアプローチは
・水および生態系マネジメントのフレキシブルな意思決定支援システムであり、
・複雑な水・環境問題の解析、
・学際的研究と実務への適用、
・ツールボックス・アプローチによるシステム開発、
・将来の科学技術の発展への取り込み、
を可能にしています。

② 流域・水系管理計画：ワシントン州Yakima川流域への適用（和文及び英文）

USGS
science for a changing world
USGS（地質調査局）

変化する世界のための科学

内務省開拓局 流域・水系管理計画： ワシントン州 Yakima 川流域への適用

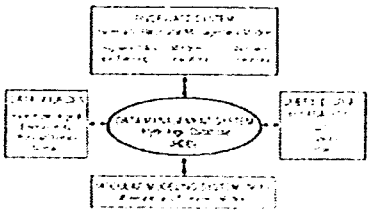
この共同計画の目的は、流域規模の水・環境資源管理を促進することにあり、そのために、物理的水文状況と洪水追跡を記述する流域モデル、下流域での水利用を説明している貯水池管理モデル、および上流域の流量に左右される流路区間固有の水理および生物地球化学的モデルを連結する。

米国西部の多くの流域では、水資源利用者の間で競争がおこなわれており、その結果、水の利用をほぼリアルタイムで評価する必要が生じている。水文モデルと水管理モデルを連結して使用することによって、こうした評価が可能となり、水資源の立案・運用にとって大きな便益をもたらす。コンピュータ・ハードウェアおよびモデリング・ソフトウェアの進歩によって、このような水資源モデルの開発ができるようになった。

米国内務省地質調査所（USGS）および同省開拓局は、流域・水系管理計画（WARSMP）と称する長期的な事業を共同で実施している。この計画の目標は、物理的水文状況・洪水追跡をシミュレートしている流域・流路区間モデルと、水の効用・利用を説明している貯水池管理モデルを連結することにある。これらの連結モデルは、西部での開拓局による事業に適用されることになっている。また、この計画は、モデルを連結し、使用するためのモデルと必要なソフトウェアの開発も支援する。

データベースを中心とした手法

これらのモデルを連結するうえで重要なのは、共通のデータベースすなわち水文データベース（HDB）にもとづいてモデルを結びつけることである。データベースの結合により、データベース中心型意志決定支援システム（DSS）が供給される。このシステムでは、一つのモデルからの出力を別のモデルの入力用に書き換えることができる（図 1）。HDB は、個々のモデルに必要な、たとえば地理情報システム（GIS）、統計解析、およびデータの照会・表示性能などの補助ツールも結びつける。GIS は、分布モデルパラメータに関する値を明確にするための自動化方法を供給し、シミュレートした水文変数の空間分布および時間分布を可視化し、解析するためのアニメーション・ツールを供給し、また、空間・時間的な変動に関する独立した基準とこれらの変数を比較できるようにする。このように、DSS は、短・中期的な運用、日程計画、および計画決定に関する改善を大幅に促進させるほか、長期的な計画、および政策決定の評価に関する改善を考慮に入れている。



WARSMP が最初に適用されたのは、アリゾナ州、コロラド州、ニューメキシコ州、およびユタ州にまたがる 59,566k ㎢の San Juan 川流域であった。同河川は、コロラド川の一大支川である。1997 年度にはじまった WARSMP の重点は、ワシントン州東部に位置する Yakima 川流域へ DSS を適用することにある（図 2）。この流域について、集水面積は約 16,057k ㎢、年平均未調節流出量は約 158m³／秒（約 500387 万m³、調節流出量は約 102m³／秒である。大規模な支川は 8 本あり、小規模な支川の数は多い。



図2 Yakima 川流域の位置および地形

水源地は、Cascade 山脈の多湿性の東側斜面にあり、同地での平均年降水量は、90 インチ（2,286mm）以上である。Yakima 川流域下流端は、Yakima 川がコロンビア川に流入している地点であり、年降水量が約 6 インチ（152mm）の乾燥した低地に

おいて。降水量の大半は、冬期におけるものであり、山岳部での降雪に伴って生じる。流域の合計年降水量は、約27インチ(686mm)（約12,000ft^3／s（340m^3／秒）または8,700万エーカ・フィート（107億m^3）である。

地形は、非常に変化に富んでおり（図2)、平均年降水量の面的分布と対応している。流域の標高は、400～8000フィート（122m～約2,438m）である。

Yakima川流域での主要経済活動は、農業であり、レクリエーションおよび木材がそれに続いている。年平均水需要は、2,500,000エーカ・フィート（約31億m^3)、すなわち年平均未調節流量の約65%である。この水需要の大半は、流域における半乾燥～乾燥の低地を占める約500,000エーカ（20万ha)の土地をかんがいするために用いられている。この水需要を満たしているのは、五つの大規模貯水池である。これらの貯水池は、1,065,000エーカ・フィート（13億m^3)、すなわちYakima川の年平均自然流量の約26%を貯水することができる。この流域には、80を超える水路、五つの取水ダム、および15の大規模な還元水がある。かんがい向けとして転用される水の約45%は、さまざまな時間差で、かつ地表水と地下水両方として、最終的にこの水系にもどってくる。流量が少ない時期の間、還元水は、下流水系における水量の約75%を占める。

源流域は水源であり、大量の水需要は流域の乾燥地域である下流側で生じる。したがって、地形、気候、および水利用が不定であるため、供給と需要の間の距離は長くなり、その結果として、河川水質や水量は、流域全体を通じて空間・時間的に変動する。

水問題

西部各州の多くが抱えている課題は、この流域に共通している。こうした課題に含まれるのは、先住民の協定上の権利、歴史的な用水権、水の過剰割当、貯水池・かんがい用水の開発、野生生物や遡河魚・定住魚向けの水需要の増加、河川水や地下水の水質、および地下水と河川流量の相互作用である。新規の水需要は、地下水源によって満たされており、これらの課題を複雑なものにしている。また、訴訟法は、流域における水管理に影響を及ぼしており、今後もこうした状況は続くものと思われる。

モジュラー・モデリング・システム

USGSのモジュラー・モデリング・システム（MMS）は、本調査の流域モデル化要素に用いられている。水、エネルギー、および生物地球化学のさまざまな過程をシミュレートするには、モデルを開発・適用するための枠組みが必要である。この枠組みを提供するためにコンピュータ・ソフトウェアが開発されており、MMSは、このコンピュータ・ソフトウェアの統合システムである（Leavesleyら、1996年)。

MMSは、前処理、モデル、および後処理の三つの主要素からなる（図3)。前処理要素に含まれるのは、空間・時間シリーズデータを入力、解析、作成するためのツールであり、このツールはモデルの適用に必要である。モデル要素に含まれるのは、モデルを開発応用するためのツールである。後処理要素は、モデル結果を表示し、解析するためのツール、およびその結果を管理モデルに移すためのツール、またはHDBなどのそのほかの種類のソフトウェアに移すためのツールを供給する。これら三つの要素のすべてには、グラフィカル・ユーザー・インターフェース（GUI)、およびデータ・マネジメント・インターフェース(DMI)が含まれている。モデル要素の主要な特徴は、水、エネルギー、化学、および生物の過程をシミュレートするためのさまざまなモジュールを収めているモジュール・ライブラリーである。ユーザーは、対話型モデル作成者インターフェース（xmbuild）を通じて、特定モデルを作成するためにモジュールを選択し、連結する。

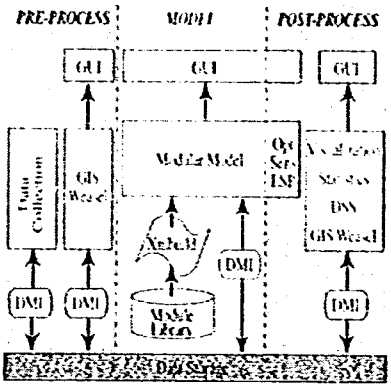


図3 モジュラー・モデリング・システム（MMS)

GISインターフェースは、GIS Weaselと称され（Leavesleyら、1997年)、MMSの一部である。Weaselは、モデルの開発を促進するとともに、流域の解析ツールとしても使用することができる。流域のデジタル標高モデルは、モデル化または解析の対象となる流域については自動図示するため、および同じく対象となる分割流域については図示するため、Weaselへの入力データを供給した。流量地点の位置、流量未測定流域の末端における川の位置、および水管理地点にもとづき、59の分割流域の境界が定められた（図4)。

非農業用の分割流域のモデル化方法は、分割流域をモデル用応答単位（MRU）に分割することによって、または分割流域の特性を決定することによって、水文パラメータの空間分布を考慮に入れている（Leavesleyら、1983年)。MRU(正式には水文応答単位と称する）内は、均一な水文応答であると仮定している。Weaselは、分割流域に関して、MRUの限度を調査し、変更するためのメニューを提供する。調査過程の一部として、GISに現在備わっているどのような特性であっても、MRUを得るために提供される。

最初のデジタル標高モデルから得たデータ（たとえば勾配、面)、およびそのほかのグリッド特性データ（たとえば、植生、深さ）は、選定したMRU、および分割流域パラメータを評価するために用いることができる。MRUは、景観の特

性、降水量、および土の特性に関する情報にもとづき、Weasel を用いて特性が示された。分割流域の特性を最初に決定した結果、約1,000MRU であった。

モデル化過程の範囲内において、毎日の水収支は、気候入力データ（大気温度、降水量、および日射の毎日の値）、ならびにモデル・パラメータにもとづき、それぞれのMRU ごとに算定される。すべてのMRU の応答は、DSS や RiverWare システムの河川・貯水池管理モデル要素による使用に適合させるため、HDB へ入力する際に合計される。RiverWare システムは、開拓局のアナリストによって現在適用されている。

RiverWare システム

RiverWare システムは、San Juan 川流域および Yakima 川流域で現在用いられている河川・貯水池管理モデルである（図5）。



図4 GIS Weasel を用いて描出した59の第二次流域の位置

RiverWare は、汎用性の対話型モデル構成ツールであり、短期的運用・日程計画、中期的運用、および計画に適した水配分モデルを開発するために用いられる。モデル化の枠組みは、コロラド大学の水・環境システム高度意志決定支援センター（CADSWES）が、開拓局、テネシー川流域開発公社（TVA）、および電力研究所（EPRI）からの財政援助を受けて開発した（Fulp ら、1995 年）。

RiverWare の範囲内において、ユーザーは、水系の基本ネットワークを構築する。このネットワークには、貯水池、分流、河道区間、合流、またはそのほかの要素等から成る。各要素と関連するデータは、スプレッドシートを通じて画面に入力すること、またはデータベースからインポートすることができる。貯水池または流域内のそのほかの水系要素と関連する運用上の方針・規則は、既存の制約エディターを通じて、RiverWare に追加される。RiverWare の範囲内における最新モデル化手法は、ネットワーク全体の基本的な貯水池シミュレーションおよび水配分を含んでおり、線形計画法、目標計画法、およびルールベース・シミュレーション手法を用いる。Yakima 川流域 WARSMP の一環として、水利権の調整が、追加モデルとして開発されている。毎時、毎日、毎週、および毎月の計算時間ステップがサポートされている。

モデルの連結

DSS 内でモデルを連結すれば、流域全体の水資源を反映している河川流量を利用することによって、水資源問題を河道区間規模および断面規模で調査する方法が得られる。多くの水管理問題、たとえば漁業・鳥の生息域、水質、および河川レクリエーションのための河道維持管理などの問題は、上流域の流量に左右される河道区間固有の水理的および化学的情報を必要とする。すなわち、所定の河道区間の詳細な水文要素には、流域の範囲内における物理的水文・水管理の全体に関する制約が含まれていなければならない。

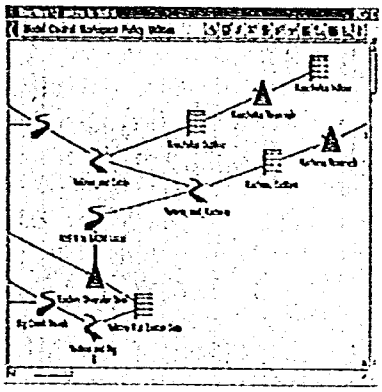


図 5 Yakima 川に関して、RiverWare のモデル配置を表示しているコンピュータ画面。二つの貯水池、一つの取水ダム、流入量、流出量、および六つの流路区間が示されている。

これらの制約を含めるための一つの方法は、モデリング・シーケンスの範囲内で河道区間特有のモデルを用いることである。数個の河道モデルは、MMS に含まれており、流域モデル、または RiverWare 出力データと連結することができる。たとえば、現地の地形および河床材料に関する詳細な情報とともに、RiverWare から得た日河川流量を用いている一次元水理モデルを利用すれば、水位－流量関係、河道区間平均の流速・垂直分布、および断面での応力を予測することができる（Nelson ら、1991 年）。これらの関係は、河床の土砂流量を算定するために必要な水理入力データを提供する（Parker ら、1992 年）。土砂流量および関連水理条件を特定し、ハイドログラフの変化に伴って生じる変動を予測することは、河道・生息域の維持管理を理解するうえで非常に重要である。

Yakima 川流域で検証された連結は、MMS での河道区間生息域特性と RiverWare の連結である。河川網と上流域・勾配・降水量・流量・森林密度・土地利用の間の関係について解析がおこなわれる。この解析では、河川網は、デジタル標高モデルにもとづき、GIS Weasel を用いて明らかにされた。詳細な河川網である流域面積が 0.47mi² (1.22k ㎡) 以上であればいかなる流域でも河道が定義される(図6)。次いで、7007(1万km)以上のこの河川網は、流域特性、河川勾配 (傾斜度)、川幅、および氾濫原の範囲との関係について、調査がおこなわれることになっている。結果が有望であるということが判明すれば、その情報は、MMS モジュールおよび RiverWare への連結に適した生息域型曲線を開発するために用いることができる。

今後の活動

WARSMP プロジェクトは、Yakima 川流域、およびニューメキシコ州の Rio Grande 川流域に続けられる予定である。それぞれの新規プロジェクトの目標は、さらなる水資源問題、特に生物学上の問題と関連したもの、および需要に関連したものの解決を支援するため、MMS および RiverWare システムに追加するアルゴリズムを開発することにある。



図6 GIS Weasel を用いて描いた Yakima 川流域の河川網

参考文献

Fulp,T.J.、Vickers,W.B.、Williams,B.、および King,D.L.、1995 年、コロラド川地域における水資源管理のための決定支援：L.Ahuja、J.Leppert、K.Rojas、および E.Seely (編集責任者)、水管理におけるコンピュータ利用に関するワークショップ、コロラド州水資源調査研究所、Fort Collins, CO.、情報シリーズ第 79 号 p.24-27

Leavesley,G.H.、Lichty,R.W.、Troutman,B.M.、および Saindon,L.G.、1983 年、降水ー流出モデリング・システム　ユーザー用マニュアル：地質調査局水資源調査報告書 83-4238、207p.

Leavesley,G.H.、Restrepo,P.J.、Markstrom,S.L.、Dixon,M.、および Stannard,L.G.、1996 年、モジュラー・モデリング・システム (MMS) ユーザー用マニュアル：地質調査局オープンファイル報告書 96-151、142p.

Leavesley,G.H.、Viger,R.J.、Markstrom,S.L.、および Brewer,M.S.、1997 年、環境モデリングと GIS の統合へのモジュラー手法：科学的計算、モデリング、および応用数学に関する第 15 回 IMACS 世界大会の会議録、ドイツ国ベルリン市

Nelson,J.M.、Emmett,W.W.、および Smith,J.D.、1991 年、粗い河道における流量および土砂流送：Shou-Shen Fan および Yung-Huang Kuo (編集責任者)、第5回連邦政府省庁間堆積作用会議の会議録、第 1 巻 p.4-55 から 4-62 まで

Parker,R.S.、Nelson,J.M.、Elliott,J.G.、および Carey,W.P.、1992 年、Gunnison 川流域の玉石層の峡谷における河川流量の変化による河床移動性の変化：米国地理学連合報告書、第 73 巻第 43 号 p.239

USGS
science for a changing world

U.S. DEPARTMENT OF THE INTERIOR
BUREAU OF RECLAMATION

Watershed and River Systems Management Program: Application to the Yakima River Basin, Washington

This is a collaborative program to facilitate basin-scale water and environmental resource management by coupling watershed models that describe the physical hydrologic setting, routing and reservoir management models that account for downstream water use, and reach-specific hydraulic and biogeochemical models conditioned on upstream streamflow.

Competition among water-resource users in many basins in the western United States has resulted in a need for near real-time assessments of water availability and use. The use of coupled hydrologic and water-management models can provide these assessments, with substantial benefits for water-resource planning and operation. Advancements in computer hardware and modeling software have enabled the development of such water-resource models.

The U.S. Geological Survey (USGS) and the Bureau of Reclamation (Reclamation) are working collaboratively on a long-term project, termed the Watershed and River Systems Management Program (WARSMP). The goal of the program is to couple watershed and river-reach models that simulate the physical hydrologic setting with routing and reservoir management models that account for water availability and use. The coupled models are to be applied to Reclamation projects in the western United States. The program also supports the development of the models and necessary software tools for coupling and use of the models.

A Database-Centered Approach

The key to coupling these models is linking them through a common database, the hydrologic database (HDB). The coupling provides a database-centered decision support system (DSS) where output from one model can be written to the database for use as input to another model (fig. 1). The HDB also links ancillary tools needed by individual models, such as a geographic information system (GIS), statistical analysis, and data query and display capabilities. The GIS provides an automated method to define values for distributed model parameters, provides animation tools to visualize and analyze the spatial and temporal distribution of simulated hydrologic variables, and allows comparisons of these variables with independent measures of their spatial and temporal variation. Thus, the DSS allows for improved assessments of long-term planning and policy decisions, in addition to the major thrust of improving short-term and mid-term operations, scheduling, and planning decisions.

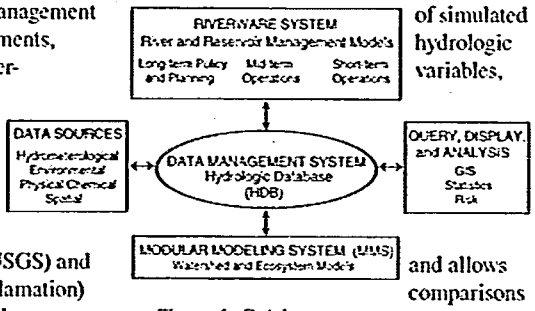


Figure 1. Database-centered decision support system (DSS).

Application to the Yakima River Basin

The initial application of the WARSMP was in the 23,000 mi² San Juan River Basin in Arizona, Colorado, New Mexico, and Utah, a major tributary to the Colorado River. Beginning in fiscal year 1997, the focus of the WARSMP has been the application of the DSS to the Yakima River Basin located in eastern Washington (fig.2). The basin has a drainage area of about 6,200 mi² and produces a mean annual unregulated runoff of about 5,600 ft³/s (about 4,055,000 acre-feet) and a regulated runoff of about 3,600 ft³/s. There are eight major tributary rivers and numerous smaller tributary streams.

The headwaters are on the humid east slope of the Cascade Range, where mean annual precipitation is more than 90 inches. The basin ends where the river discharges to the Columbia River in the low-lying, arid part of the basin that receives about 6 inches of precipitation per year. Most of the precipitation falls during the winter, and occurs as snow in the mountains. Total mean annual precipitation in the basin is about 27 inches (about 12,000 ft³/s or 8.7 million acre-feet).

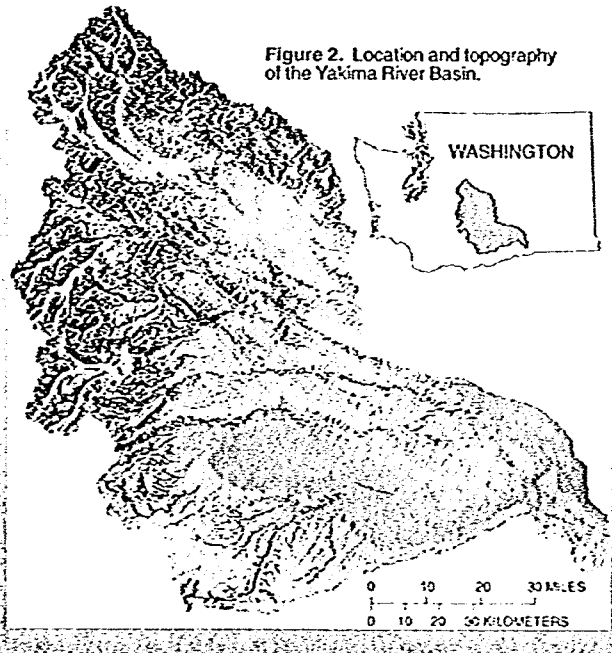


Figure 2. Location and topography of the Yakima River Basin.

The topography is highly varied (fig. 2) and parallels the spatial pattern of mean annual precipitation. Altitudes in the basin range from 400 to nearly 8,000 feet.

Agriculture is the principal economic activity in the basin, followed by recreation and timber use. The average annual water demand is about 2,500,000 acre-feet, or nearly 65 percent of the mean annual unregulated flow. Most of the demand is for irrigation of about 500,000 acres in the low-lying semiarid to arid parts of the basin. The demand is met by storage of water in five major reservoirs that can store 1,065,000 acre-feet or about 26 percent of the mean annual natural flow of the river. The basin has more than 80 canals, 5 diversion dams, and 15 major return flows. Nearly 45 percent of the water diverted for irrigation is eventually returned, at varying time-lags and as both surface and ground water, to the river system. During the low-flow period, these return flows account for about 75 percent of the water in the lower river system.

The headwater drainages are the sources of water, and the major water uses occur downstream in the drier parts of the basin. Thus, the variability in topography, climate, and water use creates long distances between supply and demand, which in turn results in spatial and temporal variations in the quantity and quality of streamflow throughout the basin.

Water Issues

Issues of many western States are common to the basin. These issues include Indian treaty rights, historical water rights, over-appropriation of water, reservoir and irrigation development, increasing demand for wildlife and anadromous and resident fish, water quality of the streams and ground water, and the interaction of ground water and streamflow. New demands are being met by ground-water sources and compound the issues. Judicial law also affects water-management in the basin, and will continue to do so.

The Modular Modeling System

The USGS Modular Modeling System (MMS) is being used for the watershed modeling component of this study. MMS is an integrated system of computer software developed to provide a framework for the development and application of models to simulate a variety of water, energy, and biogeochemical processes (Leavesley and others, 1996).

MMS has three major components: pre-process, model, and post-process (fig.3). The pre-process component includes tools used to input, analyze, and prepare spatial and time-series data for use in model applications. The model component includes tools to develop and apply models. The post-process component provides tools to display and analyze model results, and to pass results to management models or other types of software such as the HDB. All three components include graphical user interfaces (GUIs) and data-management interfaces (DMIs). A major feature of the model component is the module library that contains a variety of modules for simulating water, energy, chemical, and biological processes. The user, through an interactive model builder interface (xmbuild), selects and links modules to create a specific model.

A GIS interface, termed the GIS Weasel (Leavesley and others, 1997), is part of MMS. The Weasel facilitates model development, and also can be used as a watershed analysis tool. A digital elevation model for the basin provided the input to Weasel for automatic delineation of the basin and for delineation of subbasins to be modeled or analyzed. Based on locations of streamflow sites, stream locations at mouths of ungaged watersheds, and water-management points, 59 subbasins were defined (fig. 4).

The models being constructed for the non-agricultural subbasins allow for the spatial distribution of hydrologic parameters by partitioning or characterizing a subbasin into modeling response units—MRUs (Leavesley and others, 1983). MRUs (formerly called hydrologic response units) are assumed to be homogeneous in their hydrologic response. The Weasel provides a menu for examining and modifying the MRU boundaries for a subbasin; as part of the examination process, any attribute currently residing in the GIS for a MRU is provided.

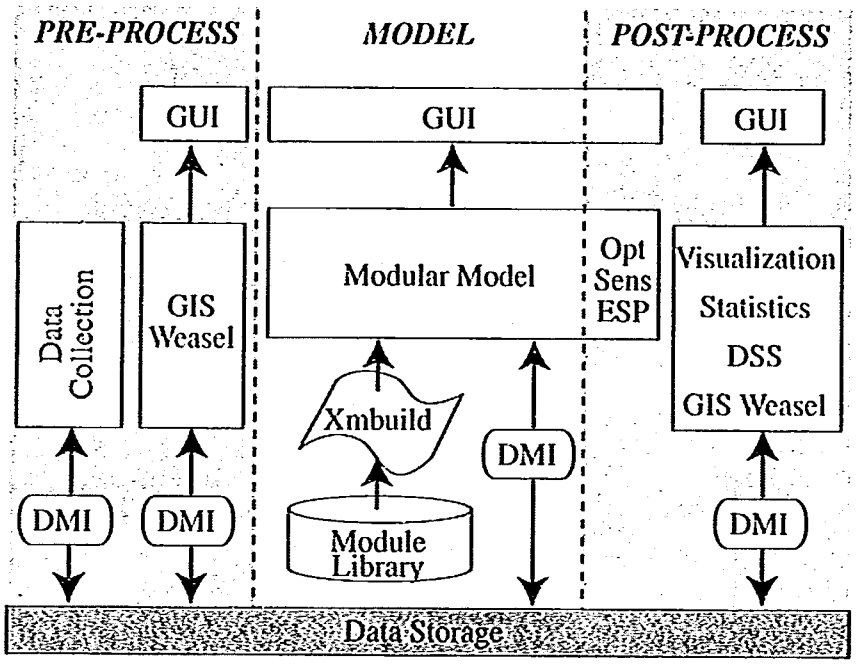


Figure 3. Schematic diagram of the components of the Modular Modeling System (MMS).

Data derived from the original digital elevation model (for example, slope, aspect) and other gridded attribute data (for example, vegetation, soil depth) can be used to estimate selected MRU and subbasin parameters. MRUs were characterized using the Weasel, based on information about landscape characteristics, precipitation, and soil characteristics. Initial characterization of subbasins resulted in about 1,000 MRUs.

Within the modeling process, a daily water balance is computed for each MRU on the basis of climate inputs (daily values of air temperature, precipitation, and solar radiation) and model parameters. The responses of all MRUs are summed on a input into the HDB for use by the river and reservoir management model component of the DSS, the RiverWare system. The RiverWare system is being applied by Reclamation's analysts.

The RiverWare System

The RiverWare System is the river and reservoir management model being used in the San Juan and Yakima River Basins (fig. 5).

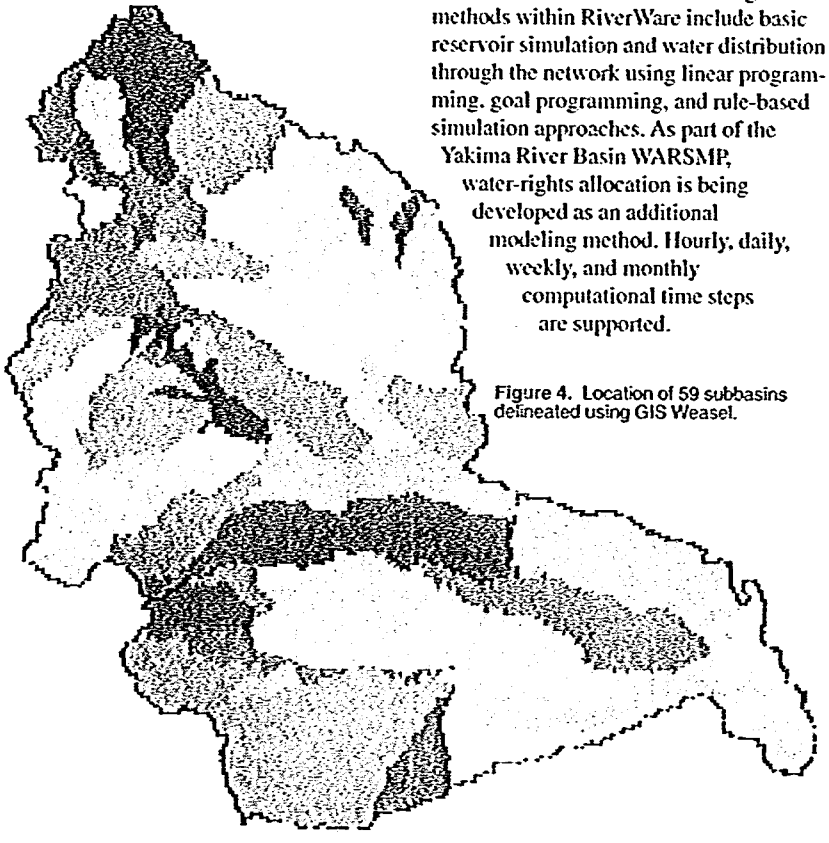


Figure 4. Location of 59 subbasins delineated using GIS Weasel.

RiverWare is a general-purpose, interactive model-building tool used to develop water-distribution models for short-term operations and scheduling, mid-term operations, and planning. The modeling framework was developed by the Center for Advanced Decision Support for Water and Environment Systems (CADSWES) at the University of Colorado with funding provided by Reclamation, Tennessee Valley Authority (TVA), and Electric Power and Research Institute (EPRI) (Fulp and others, 1995).

Within RiverWare, the user constructs the basic network of a river system that may include reservoirs, diversions, river reaches, confluences, or other components. Data associated with each component can be entered on-screen through spread sheets or imported from the database. The operations policy and rules associated with reservoirs or other system components within the basin are added to RiverWare through an existing constraint editor. Current modeling methods within RiverWare include basic reservoir simulation and water distribution through the network using linear programming, goal programming, and rule-based simulation approaches. As part of the Yakima River Basin WARSMP, water-rights allocation is being developed as an additional modeling method. Hourly, daily, weekly, and monthly computational time steps are supported.

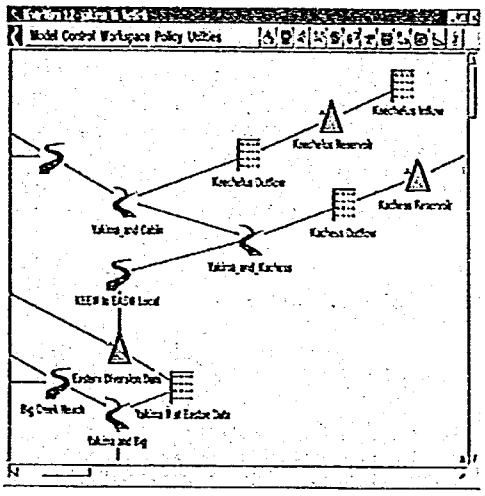


Figure 5. Computer screen showing model layout of RiverWare for the upper Yakima River, showing two reservoirs, a diversion dam, inflows, outflows, and six reaches.

Model Linkages

Linking of models in the DSS provides a way to examine water-resource problems at reach and cross section scales using streamflow that reflects basin-wide water resources. Many water-management issues, such as fisheries and water-fowl habitat, water-quality concerns, and channel maintenance for river recreation, need reach-specific hydraulic and chemical information, conditioned on upstream streamflow. That is, the detailed hydrology of a given reach must include the constraints of the overall physical hydrology and water-management within the basin.

One way to include these constraints is to use reach-specific models within the modeling sequence. Several reach-specific models are included in MMS and can be linked with the watershed model or RiverWare output. For example, a one-dimensional hydraulic model using daily streamflow from RiverWare, along with detailed local topography and bed material information, can be used to predict a stage-discharge relation, reach-averaged vertical distributions of velocity, and stress at a cross section (Nelson and others, 1991). These relations provide the necessary hydraulic input to compute bed sediment discharge (Parker and others, 1992). Identifying sediment discharge and associated hydraulic conditions, and predicting changes that occur with alterations in the hydrograph, are critical to an understanding of channel and habitat maintenance.

A linkage being examined for the the Yakima River Basin is the use of river-reach habitat characteristics in MMS and linkage of them to RiverWare. For this work, the relation between stream networks and the upstream area, slope, precipitation, runoff, forest density, and land use will be analyzed. For this effort, a stream network was defined using the GIS Weasel based on the digital elevation model. A stream channel was defined wherever the drainage area was greater than 0.47 mi^2 resulting in a detailed network (fig. 6). This network of more than 7,000 miles will then be examined for relations to the basin characteristics, stream-slope (gradient), width, and flood-plain extent. If the results prove promising, the information may be used to develop habitat-type curves for a MMS module and linkage to RiverWare.

Future Efforts

Continued work in the WARSMP will be in the Yakima River Basin and the Rio Grande Basin, New Mexico. The goal of each new project is to develop additional algorithms to the MMS and the RiverWare system in order to help solve additional water-resource problems, especially related to biologic problems and needs.

References

Fulp, T.J., Vickers, W.B., Williams, B., and King, D.L., 1995, Decision support for water resources management in the Colorado River region: *in* L. Ahuja, J. Leppert, K. Rojas, and E. Seely (eds.), Workshop on Computer Applications in Water Management, Colorado Water Resources Research Institute, Fort Collins, CO., Information Series no. 79, p. 24-27.

Leavesley, G.H., Lichty, R.W., Troutman, B.M., and Saindon, L.G., 1983, Precipitation-runoff modeling system—users manual: U.S. Geological Survey Water-Resources Investigations Report 83-4238, 207 p.

Leavesley, G.H., Restrepo, P.J.,Markstrom, S.L., Dixon, M., and Stannard, L.G., 1996, The modular modeling system (MMS)—user's manual: U.S. Geological Survey Open-File Report 96-151, 142 p.

Leavesley, G.H., Viger, R.J., Markstrom, S.L.,and Brewer, M.S., 1997, A modular approach to integrating environmental modeling and GIS: *in* Proceedings of 15th IMACS World Congress on Scientific Computation, Modelling, and Applied Mathematics, Berlin, Germany.

Nelson, J.M., Emmett, W.W., and Smith, J.D., 1991, Flow and sediment transport in rough channels: *in* Shou-Shen Fan and Yung-Huang Kuo, eds., Proceedings of the Fifth Federal Interagency Sedimentation Conference, v. 1, p. 4-55 to 4-62.

Parker, R.S., Nelson, J.M., Elliott, J.G., and Carey, W.P., 1992, Changes in bed mobility due to altered streamflows in cobble-bedded mountain streams in the Gunnison River basin: EOS, Transaction of American Geophysical Union, v. 73, no. 43, p.239.



Figure 6. The stream network defined for the Yakima River Basin using the GIS Weasel.

Contacts

U.S. Geological Survey:
Randy Parker, (303) 236-4882, ext. 295 e-mail: rsparker@usgs.gov
George Leavesley, (303) 236-5026 e-mail: george@usgs.gov
John Vaccaro, (253) 428-3600, ext. 2620 e-mail: jvaccaro@usgs.gov

Bureau of Reclamation:
Terry Fulp, (303) 492-8572 e-mail: tfulp@cadswes.colorado.edu
Don Frevert, (303) 236-0123, ext. 225 e-mail: dfrevert@ibr8gw80.usbr.gov
Chris Lynch, (509) 575-5848, ext. 252 e-mail: clynch@pn.usbr.gov
Warren Sharp, (509) 575-5848, ext. 283 e-mail: wsharp@pn.usbr.gov

World Wide Web sites:
http://wwwbrr.cr.usgs.gov/mms http://www.usbr.gov/rsmg/warsmp

U.S. Department of the Interior
U.S. Geologic Survey

USGS Fact Sheet 037-98
April 1998

* U.S. GOVERNMENT PRINTING OFFICE: 1998 - 673-248 / 25021 REGION NO. 8

③ 講演アブストラクト（和文及び英文）

1999年2月18日

開拓局の任務の変遷

開拓局　上席国際問題専門家（Senior International Affairs Specialist）
Robert W. Hickox
1999年3月8日
建設省土木研究所

はじめまして。本日、私ども開拓局を代表して、皆様とお会いする機会が持てたことに感謝いたします。私は、Robert Hickox と申しまして、ワシントン DC の内務省開拓局の国際課（International Affairs Office）に勤務しています。国際課は、国際的な開拓活動の管理および調整の業務にあたっています。これからしばらく、開拓局について概括しながら、われわれの任務が長年の間にどのように変化してきたかについて述べてみたいと思います。

降水量をもとにしますと、米国は二つの地域に分けられます。米国は、東部地域では雨が多く、西部地域では乾燥しています。また、東部は降水量が概ね豊富であって、年間を通じて均等に降雨があります。それとは対照的に、西部の降水量は通常はるかに少なくて、雨期は1年のうちわずか2、3か月間に集中しています。

19 世紀まで、米国の指導者は、不毛の西部に入植する方法を探求していました。それは、米国が東部・西部の両方において経済的繁栄を起こすためであり、またこの地域への定住を国民に促進するためでもありました。開拓局は、1902 年に土木建設のための組織として創設されました。その主要な目的は、河川水を貯留して、農業者にかんがい用水を提供することでした。

この地図は、開拓事業がおこなわれている西部の 17 州を示しています。表示されている五つの地域は、おおむね流域境界線に沿って分割された行政区域です。

初期の事業の大半は、小規模で単一目的のかんがい事業でした。しかし、やがて建設中の大規模構造物に水力発電所を付属させるようになりました。歴史的にみても、われわれは、水利用者の要求を満たすための技術対策に重点をおいて取り組んできました。その結果、われわれは、公共事業を通じて米国最大の水の卸売供給事業者となりました。現在では、毎年 3,100 万の国民に 380 億 m^3 の水を配給しています。われわれの給水を受けている 14 万人の農民は、わが国の野菜の 60%と果実の 25%を生産しています。このほかに、58 か所の水力発電所では、年間 420 億 kWh の電力を生産しています。

時代が経つにしたがい、われわれは、事業にほかの目的も付け加えるようになりました。その目的には、洪水調節、工業および自治体の利用水、魚類および野生生物の生息域、環境、およびレクリエーション目的が含まれます。

1960 年代の初頭に、米国にいくつかの変化が起こったために、開拓局は建設重視の機関から、水資源マネジメント機関へと変わっていきました。いくつかの変化とは、ダム建設が環境に及ぼす影響が問題となってきたこと、政府出資の大規模公共事業への政治的支持が低下したこと、開拓がおこなわれる乾燥地域で給水をめぐる競争が増えたこと、および米国経済の変化によって大規模土木事業の予算が減少したことです。

今日、開拓局は、従来からの任務に取り組む一方で、その業務範囲は拡大し、新たにたくさんの目標を競合して掲げるようになっています。それらの目標を次に挙げてみます。

- コロラド州西部の丘陵地帯からメキシコ国境まで七つの州を流下する 1,400 マイルのコロラド川の水資源管理
- 州際協定の交渉および管理に対する援助
- 環境回復および多様な生物種の保全
- 流域全体で効率的な連結利用を促進する地表水および地下水の保全
- 再生・再利用の給水量の増加
- 自治体、工業、家庭、および農業において増加する水需要量を満たすこと。
- 連邦から認定された先住民に対する責任およびそのほかの特殊な義務の履行
- 事業運用の効率および有効性を改善するための組織的また非組織的な対策
- エネルギー保全だけではなく、水力発電の効率および供給力の改善
- 魚類および野生生物の生息域の保全、および環境保全の整備
- 水資源管理における科学技術のより良好な利用法の提供

給水量の不足のため、多様な水利用者と公共機関との前向きな協力体制、継続的な食糧生産、生態系の健全性、社会の安定などに対する潜在的な障害が生じるといった見解が米国西部で出ています。西部は、わが国においてもっとも急速に成長している地域です。この拡大を続ける都市および近郊の人口は、限りある水資源により大きな需要を求めています。都市と工業の開発のために高い水質の水をさらに多く振り向けることが、住民から求められているのです。と同時に、水生生態系の健全性および環境に対する公共の関心も大きくなりつつあります。

これらの条件およびそのほかの条件に対応して、開拓局は、1992 年に見直しを開始しました。この見直しでは、職員数の 20%以上を削減し、予算を 25%縮小し、またわれわれの任務の方向を「開拓局の任務は、水関連資源を米国民のために環境的および経済的に健全な方法で

管理し、開発し、保全することである」と転換しました。

現在、われわれは、多様な新技術を踏まえて、利害関係者と協力しながら、水資源をより効率的に管理しています。われわれは、水の再利用および水利用効率の増大を含む水資源管理改善のために働いており、安全な給水の確保に努力しています。また、われわれは、成長する西部において、多くの要求を満たすために利用できる水があると確信したいのです。それと同時に、施設の確実な操作や安全性確保のために、専門技術者を雇っています。

これら要求は、将来に対する国民の関心、複雑な法的な問題、既存の制度上の取決め、持続可能性にもとづく水資源マネジメント手法、および技術進歩などとともに、重要な課題を提起しており、また西部におけるすべての水資源の責任者に機会を与えています。この責任者の中には、もちろん開拓局も含まれています。

20 世紀末を迎えて、西部の水資源に影響を及ぼす政策、制度、および戦略立案の過程について、再評価がおこなわれていて、立ちはだかる難問に対処するために、必要に応じて変更が加えられています。矛盾する命令、多様な制度、および公共の過程について査定を行うことは、この再評価には不可欠の部分です。また、西部における水資源の管理および利用のために持続可能な経路を設定するという困難な問題もあります。

米国で起こった変化は、世界の多くの地域でも起こっています。水の確保にかかわる経済的評価や環境費用評価を行う国が次第に増えており、水需給の均衡を図ろうと懸命になっています。今なお、ダム建設は水需要に応えるための選択肢の一つではありますが、これは選択肢の一つにすぎないのです。われわれは、事業の実行可能性を評価する際にあらゆる代替案を検討しており、もっとも実効性があってもっとも影響の少ない代替案を探しています。

われわれは機関として、水需要を満たす代替案の選択決定過程への住民参加の機会を増やしています。意思決定に際しての透明性を高めて、計画立案過程がさらに公開されるように努めています。このことは、最終案が決定される前の早い段階から、すべての利害関係者に計画立案過程へ加わってもらうことによって実現されます。結果として、より多くの利用者に満足してもらえ、また利害関係者の所有権を拡大することにもつながります。このほか、政治の現実面では、水の便益を受ける者は、開発費用や建設費用のさらに多くの部分を支払うように請求されています。

貴重な水資源を保全するために、われわれは、農業従事者やかんがい組合とさらに密接に協力して、彼らの従来からの経営方法を改めていきます。そして、より効率の高い改善かんがい実施法を利用するように奨励しています。これには、スプリンクラーや、洪水かんがいとは対極的な微量点滴方式（drip and micro-burst）のかんがい設備を利用することが含まれます。

高度の水集約的穀物（high water intensive corps）から水の必要量がより少ない穀物への転換を検討するために、討論会も開かれています。

浸潤や蒸発損失を減らすために、無巻水路のライニングや水路の取替えなど、構造的な代替案も検討されています。

われわれが運用手法の変更に用いる別の手法として、単一目的の事業のいくつかを地方の水利用者向けに転換することが挙げられます。われわれは、将来の利用のための「水銀行」だけでなく、地方の事業体とも協力して、水不足の時期には、水利用団体の間で水の融通や交換が容易におこなえるように手助けしています。さまざまな組織との密接な協力によって、施設からの放水時期を指定し、水から複合的で最大の便益を得ることを通じて、発電、改善された魚類回遊、およびかんがい放水など、競合しあう要求を満たしています。

事業を計画し、開発するや方法に変化が生じただけではなく、それらを管理手法も、根本的に再構成しました。最初に、西部17州における事業地区を事業事務所の規模に従って七つの管理地域に分割しました。個別事業についての決定の多くは、地域事務所（Regional Office）によっておこなわれました。工事予算が縮小されたので、7地域を5地域にまとめることによって、一般管理費の額を減らしました。26の地区事務所（Area Office）も設立して、事業事務所の多くをこれらの地域事務所に統合しました。地区事務所は、対応する地域事務所の監督下にありますが、地区事務所は、管轄内の事業に責任を負っています。決定の多くが地区事務所へ委任されるのは、地区事務所のほうが、対応する事業関連問題や発注者それぞれの要求について、より精通しているからです。

西部の要求を満たすための追加的ダム建設が制限されていることがわかりましたので、われわれは、都市、大学、および非政府組織と協力して、脱塩化、排水の再生利用、および再利用について調査を行いました。これらについては、今後、需要が急増すると予測されますので、われわれはこの分野における合同調査事業を支援しています。調査では、さまざまな利用法および処理法、ならびに二重水道網の利用可能性を検討しています。

現在、われわれは、水資源管理には多くの手法があることを認識しています。水資源管理を行う手段としては、需要管理および水保全による便益、水の割当量決定の具体化を支援するための水価格設定の有用性、開放的で包括的な意思決定の利点、および情報化時代の機器を用いて水資源計画を統合することの重要性などがあります。われわれにとって重要なことは、創造力です。われわれの新たな水資源管理手法は、住民参加過程を踏まえて、持続可能な資源管理計画を開発することであり、その次に、国内外で情報を共有することです。われわれは、改善された水資源管理および水保全が、限られた給水の割当てをめぐる利用者の競争を減らす手助けとなると考えています。

以上述べてきた仕事内容は、興味をそそります。しかし、水資源分野における試練の時期でもあります。皆様の多くも、われわれ開拓局と同様に、戦略と任務を再構成し、これらについてじっくり考えられることでしょう。皆さんの幸運をお祈りします。

開拓局のホームページのアドレスは、http:/www.usbr.gov です。皆さんすべてにこのホームページを訪れていただいて、われわれがこれまで成し遂げたこと、現在行っていること、および今後行うことの内容をご覧いたきたいと思っています。本日は皆さんとの話合いを楽しみにしていますので、講演の後でお会いしましょう。たぶん次回は、米国でお会いすることになるでしょう。今回、皆さんの美しい国を訪問して、皆さんと話し合えるすばらしい機会を持てたことに感謝いたします。

日本における流域管理研究一都市域の水資源一

九州大学大学院工学研究科都市環境システム工学専攻
楠田哲也

1．流域水マネジメントの目指すところ

命の源である水の循環は海面や地表面からの蒸発、降水、河川・地下水からの流出という自然循環と利水、排水、水処理という人工循環から成り立っている。流域における水の循環は人が原野を開拓したときから影響を受けている。地表面の被覆は降雨の流出率を高め、流出時刻を早め、内水氾濫を引き起こし、地下水を涸らし、水辺の景観や生態系の質を低下させた。さらに、都市への人口集中は渇水をももたらすようになった。また、人間活動 は、化学物質、農薬、肥料、病原性生物などを水系に排出し人間自身や生態系に異変を生じさせることとなった。

そこで、人々は少しでもこのような問題が少なくなることを願うようになり、流域における水の配分、利用形態、循環形態、水質を望ましいように制御・管理すること、つまり流域水マネジメントが必要とされるようになってきた。低負荷型社会の創出をもできるように、流域水マネジメントとは、「流域において住民が求める治水・利水、生態系保全、生活環境保全を、より少ない環境負荷、資源消費、リスク、およびコストで社会的に公正になるように達成し、永らく維持できるようにすること」と定義される。具体的には流域において自然と人工の水循環系を組み合わせ、水資源の確保、洪水制御、利水、水産、自然環境保全に関わる便益を、社会的により少ない不平等さ、環境負荷、資源消費、費用のもとで最大にできるようにすることを目指すことになる。そのために、水管理制度の改善、環境低負荷型の地域計画や計画技術・処理技術の開発が求められている。

2．わが国の流域管理上の問題点

わが国では 1000 年以上にわたって稲作に河川水量が重点配分管理されてきた。しかも第2次世界大戦後氾濫の防止にも力を傾注してきたという長い歴史の故に、最大流量管理と農業用水供給が最優先になっていて、現在の水資源配分は社会的要求とは少しずれている。水利権はアメリカでは経済財になっているが、わが国ではそうなっていない。また、何れの国でも似たようなことがあるが、いわゆる「縦割り行政」により、わが国では、水の管理は建設省、国土庁、厚生省、運輸省、農水省、通産省、環境庁に分れている。そして地下水量を管理できる権限はいずれの機関にも賦与されていない。2001 年の省庁再編時にもこの状況は改善されそうにない。

個々の事例について見る。まず、森林や田畑の環境機能と農用地の非点源汚染源対策の必要性がやっと認識され始めたところである。従来の経済性のみの林業施策、省力化のみを考えた農業政策が水環境をかなり劣化させてきたことは否めない。また、現行の河川の管理理念は、水量管理優先、利水と環境従属、土砂輸送不問となっている。このため、重要な生態系がある

場合の水量管理や土砂流量管理が難しくなっている。水道用水資源を域外にも頼っている東京、福岡等では下水処理水のトイレ洗浄用水・雑用水化を図っているが、未だ量的に少なく技術上の課題も残されている。福岡で水道用水資源の不足を環境高負荷型の海水淡水化により解決しようとしているのは、 世界の流れに逆行する方針である。水道用水源の水質管理は、アメリカ、ヨーロッパに較べかなり甘く、水道原水の取水口が下水処理水の放流口の下流側にあることも珍しくない。このため高度の健康リスク低減処理と消毒が求められている。受水域の水質管理にかかわる合流式下水道対策や分流式下水道対策も完了までにはかなり時間が要りそうである。

流域の水質に関わる健康リスク管理は極めて重要であるが、「人の命は地球より重たい」とする国民的考え方のために、リスク管理の議論が進んでいない。限られた予算の配分順序の決定には便益(リスクは負の便益)の大きいものからすべきとする考え方と矛盾するものである。長期的には、少子化、過疎化での都市集中への対応、地球環境負荷の一層の削減などこれから表面化する問題も多い。

3．流域水マネジメント研究の現況と課題

流域水マネジメントの研究は概念と要素に関わるものからなっている。この概念はかなり議論されており、個々の要素研究も進展している。水循環に関係する学問は発展にしたがい細分化され、水文学、水資源工学、農業工学、林学、河川工学、上水道学、下水道学、水質工学、生態学、毒性学、微生物学、危機管理学、環境管理学などからなっている。総合科学としての流域水マネジメント学は学際的統合なしでは進まない。流域水マネジメント研究の統合化が遅れている理由には、すでに述べた行政上の問題に加えて、研究成果を統合するときの手法や得られた最適解の実現化手法が未開発であること、解析に必要なデータの不足などがある。

個々の分野における進行概況をみる。水文学では降雨・降雪過程、流出過程、流域・都市域での水収支や自然界での水質の検討が進められている。水資源工学では貯水池の統合管理や水資源配分の意志決定支援システムの開発、地下水の流動解析などがなされている。この分野で水質が議論されることは多くない。農業工学では農山村における水マネジメントを可能にするモデルが作られつつある。それは、GISとして国土数値情報と社会情報をレイヤー構造化して負荷量算定を可能にし、さらに流達負荷をもシミュレーションできるようにしたシナリオ分析サブシステム、技術情報等を含むデータベース部、入出力部からなるものである。ただ、効率の良い非点源汚染源対策は未着手でありこれからの課題である。河川工学では洪水制御や土砂輸送に加えて水辺の環境の整備手法を水理学と生態学との統合により作り上げることに力が注がれている。生態系保全を目指して力学的条件だけでなく、水量の確保、水質の維持、上下流の生態系の連続性などを満たすように、対象領域の拡大や他のシステムとの連携を深めることが望まれる。

都市工学の分野では都市用水の不足解消の研究がかなり盛んになっている。節水に始まり、雨水利用、カスケード利用、地域循環再利用、下水処理水再利用、用水転換、地下水利用などを水供給手段とし、LCE、コストを最少にする条件で、GIS 手法を用いて最適解を提言でき

るシステムの開発が進んでいる。流域への汚濁物質の負荷量を削減するための合流式下水道改善やBMPの実施にはもう少し時間がかかるようである。飲料水に病原性生物やウイルス、発ガン性物質、EDsなどを限界量以上含まないようにするには、水源域を人間活動域とはアメリカのように分離すべきであるが、地域の特性から見て容易でない。わが国では最大４０％の下水処理水が混入する水道水源もあるため不測の事故対策のためにも、飲料水の安全性確保のための理念、水源環境保全手法、高度水処理技術、消毒技術、リスク管理手法の研究を一層進めなければならない。化学物質からの安全性確保のための研究も同様である。GISを用いた水循環解析技術は大いに進展しつつあり、IUSR、SWMM、USGS、WASSP、CAREDAS などの利用が進んでいるが、わが国独自のものは見受けられない。さらに、住民参加に向けての双方向伝達方式などの研究もなされている。

すでに述べてきたように、流域の水マネジメントにはさらなる要素の統合と枠組みの拡大、それを解析し実施できるようにする手立てが必要である。また、本マネジメントには社会的公平性の確保、住民参加による意志決定など社会学的な配慮もなされることが望まれる。

米国西部の開拓局施設の管理における水中生態および水質の調査

James F. LaBounty 博士
生態研究調査
P.O.Box 25007
Denver, CO 80225-0007 USA
(303) 445-2201
(303) 445-6328 (ファックス)
電子メール : jiabounty@do.usbr.gov

キーワード : 応用研究、水資源管理、貯水池、河川、生態、環境、水質、生物学、環境影響、侵入種、給水

環境資源研究調査計画は、利用研究を実施していて、研究の対象は、開拓局のすべての地域・地区事務所に及んでいる。この計画全体には三つの主要な重点分野がある。その三つとは漁業利用研究調査、水中・貯水池・湿地における生態、および侵入種である。自然の生態について陸上や流域の問題を扱った調査が多数おこなわれているが、これらの調査は、概して特殊な問題や生物種に偏っている。本プレゼンテーションでは、こういった特殊なテーマについては詳述しないが、質問にはお答えする。また、陸上・流域問題担当の開拓局調査官との連絡方法も教示する。

漁業利用研究調査には、だいたいどの事例でも漁業生物学者および技術者が加わっている。一般的に、この研究調査の任務は、特殊な技術機能を細心に調査して、それが調査対象の漁業に及ぼす影響を知ることである。特殊な技術機能には、河川から大規模な幹線運河への単純な取水構造物、特殊漁業保護を助けるために建設された構造物、あるいは、河川下流での漁業を改良するために新たな構造物を増設することによって改善される高地ダムが含まれる。本計画の成功は、水道網の管理運用手法が決定される以前に、技術者と生物学者が密接に協力して、重要な疑問に対する解答を見出だせるか否かにかかっていまる。本計画の最重要事例は、北カリフォルニアのサクラメント川上流における開拓局の Red Bluff 取水施設である。サクラメント川は、異なる 4 系統 (亜種と定義してもかまいません) の遡河性サケの生息域でである。これらの系統は、サンフランシスコ湾を経由してサクラメント川を遡ってくる季節を基準にして、分類される。Red Bluff の取水構造物は、春から秋までのかんがい用水を取水しているが、ある系統のサケの個体群削減に寄与した。この施設についての評価が、技術者・生物学者チームによっておこなわれた。その結果、調査用揚水施設の建設が認可された。この揚水施設には、魚を傷つけることないヘリカルポンプおよびアルキメデスポンプが設置されている。集中研究は、この認可の一部を成すものであった。過去 2 年間にわたって、これらのポンプを操作した。

その結果、かんがい期間全体を通して、必ずしも取水施設を用いる必要はないことが判明した。取水施設を使わなければ、サクラメント川は構造物を自由に通過することが可能になり、ポンプはかんがい用水を配給する仕事を行える。それと同時に、構造物は天然の魚を安全に河川に返して、遡河を続けさせる。この施設は、比較的小規模ではあるが、うまくいっている。これで、施設が機能する時点がわかった。現在、この技術の利用は米国西部のほかの場所でおこなわれている。

水中、貯水池、および湿地の生態は、もう一つの広範な分野であって、これについても多くの事業がおこなわれている。それらの事業には、次のものがある。

- 酸性鉱山排水の影響を受ける地域での水質調査
- 排水処理施設と生息域向上が必要な地域との両方に関連する湿地施設の建設
- 飲料水、レクリエーション、水力発電、およびかんがいのために水質面を改善することを目的とした貯水池および貯水池網の湖沼学的調査

以下の事柄は、上述の事業の1例として述べる。

Hooverダムの背後に位置するMead湖は、ある基準で判断すれば、米国最大の貯水池である。この湖沼は、2,200万人を超える下流の利用者の要求に応じている。その中には、ロサンゼルス、フェニックス、ツーソン、およびラスベガスという大都市が含まれている。Mead湖は、かんがい用水を供給し、水力発電をおこない、充実したレクリエーションを備えている上に、良好な貯水池釣り場であり、また直接飲用水として配水されている。

人口が140万人を超える共同体であるネバダ州ラスベガス市は、Mead湖から直接、家庭に圧送している唯一の大都市である。同時に、ラスベガス市のわずか4マイル上流（あるいは、同一流域にある貯水池の上方）では、処理排水のすべて、洪水流量のすべて、およびラスベガスを含む流域からの表層地下水排出のすべてが、この湖に流入する。世界のほかの都市地域で知られているあらゆる水質問題が、この地で見られると思われる。そのほかに、表面流出に関連すると思われる固有の問題もある。それらの問題には、過塩素酸アンモニア（ロケット燃料生産の残留物で、肝機能不全の原因として疑われている）の存在、表層地下水からの非常に多量の塩分、高濃度の糞便大腸菌、病原体汚染（クリプトスポリジウム）の発生、潜在的に内分泌線破壊作用を有する化学薬品（たとえば、エストロゲン化合物、溶質殺虫剤など）がある。

Mead湖流域の力学調査から、同流域の排水がプルームを形成して、このプルームは、家庭に水を圧送する施設を越えて広がることがわかっている。プルームは、じかに変温層の上に形成されて、季節が冬に向かうにつれて自然に沈む。したがって、物理的に、ポンプ取水施設の貯水池標高の範囲内に、プルームが位置することもまれにある。実施された研究からは、高レ

ベルの討論チームが生まれているので、ラスベガスの生活用水の水源を保全するための重要な対策がもたらされるであろう。われわれは、日本の研究者との協力計画を通じて、われわれが米国西部で直面しているあれこれの類似状況の解決に役立つような経験をお伺いできるものと楽しみにしている。

研究調査における3番目に重要な分野は、侵入種である。地球上における人間の移動範囲が拡大するにつれて、より多くの動植物種が大陸間を輸送されるようになった。これらの種の多くは好ましくなく、適正な水資源管理に関して、経済的に大きな打撃および結果を与えている。その1例として、雑草種の大型水生植物が、運河の流れやかんがい用水の配給を妨げていることが挙げられる。運河の開放性を保ち、急速に生長するこれらの雑草を抑制するための、環境上安全で効果的な手法は、これまで大きな難題であったが、現在も依然として難題である。

北米の湿地帯に侵入して全面的に占拠する植物の持込みは、特に問題である。非自生植物が持ち込まれて繁殖する際に、その天敵は持ち込まれないということは、おおむね真実である。その1例として、Lythrum salicaria という欧州からの侵入種が挙げられる。この植物が単一栽培されても、食糧あるいは生息域のどちらとしても野生生物にとっては価値はない。われわれの最近の研究から、Lythrum salicaria を抑制する特定の小型種昆虫を使って、生物的規制を加えることが非常に有望であると判明した。これらの昆虫は、原産地では Lythrum salicaria を自然に規制しており、将来、北米においてこの侵入種の抑制に利用できると思われる。

持込み動物の例としては、東欧原産の zebra mussel (Dreissena polymorpha) がある。これは、バラスト水を経由して五大湖に持ち込まれた。この侵入種を抑制する方法を見出だすために、巨額の予算が費やされた。この動物がもたらすマイナス面は、迅速に層を成すので、配水管や水道網関連のほかの構造物を妨害することである。現在、この種は米国西部にも出現しはじめている。この種の出現に対する監視および抑制手法開発の両面で研究がおこなわれている。

本プレゼンテーションは、開拓局およびその協力機関によって実施されている多彩な利用環境研究調査を一瞥したにすぎない。われわれの研究計画は、生態特徴のための水資源管理手法改善に向けて、解答を出すべく立案されている。ただし、特定の施設それぞれの可目的にも注意を払っている。

持続する水質および生態系のための貯水池操作手法

Tracy Vermeyen および Dr. Robert George
米国開拓局
P.O.Box 25007, D-8560
Dener, CO 80225-0007 USA
電話：(303) 445-2145、ファックス：(303) 445-6324
E メール：tvermeyen@do.usbr.gov

重要語：水質、水資源管理、貯水池操作、規制河川、生態系、流量、グレンキャニオンダム、選択取水、魚類・野生生物資源

はじめに

開拓局の 1997 年戦略計画で概観したように、われわれは、水資源の改善管理および保全の重視を強めてきた。このことは、社会的な価値や要求の変化、環境についての知識の増加、および資源開発重視から生じた当然の成行きを反映している。その結果、発注者の水や電力の需要を今なお満たしつつ、開拓局の事業は、環境資源を保全し向上させるために、立案され、設計され、建設され、また運用されている。その一方で、開拓局の関心は、水資源開発が水質へ及ぼす影響を削減することである。これらの影響には、現場の特性に応じて、魚類・野生生物生息域の衰退に寄与する塩分増加、水温、沈殿物、有害物質、低溶解酸素、および気体過飽和が含まれている。ほかの事業体によって、開拓局の高水質供給能力が影響を被るおそれがあることに注目すべきである。

開拓局の事業および管理戦略は、すべての水利用の間で適切な均衡を保とうと努めている。水利用には、水質目標を満たすこと、必要流量を提供すること、および魚類・野生生物生息域ならびに資源を保全して向上させることが含まれている。

水質

地表水および地下水の水質は、米国の経済および環境の健全性にとって、きわめて重要であって、保全されなければならない。われわれの目的は、水資源を管理することによって、農業、家庭、自治体、工業、非事業目的（魚類、野生生物、およびレクリエーション目的）に向けて、適切な水質を有する安全で確実な給水を保全し準備することである。目的を達成するためにわれわれが用いている戦略は、以下のとおりである。

- 地表水および地下水の水質の目標ならびに基準を開拓局の計画立案および管理活動に統合するための政策および手続きを作成し、実施する。

●運用および構造の修正方法を作成して、開拓局の貯水池から放出される水の水質を改善する。
●流域、貯水池、および河川水系の水質モデリングを改良する。

河道内流量

河道内流量は、水質、魚類・野生生物、およびレクリエーション目的を満たすために不可欠なものである。われわれの目的は、事業目的に一致した必要流量を満たせるように、開拓局の貯水池を操作することである。目的を達成するためにわれわれが用いている戦略は以下のとおりである。

●詳細な操作の調査を実施して、貯水池操作についての弾力性を認定する。この弾力性によって、河道内流量が改善されて、適切ならば操作方法を修正する。
●費用効果の高い対策についての調査を実施する。この対策を開拓局の施設で実施することによって、河道内流量の水質を改善する。
●河道流量の目標を満たすために、そのほかの事業や機関と協調して開拓局の事業を行う。

魚類および野生生物

天然資源の責任ある管理には、水および土地資源の開発管理に関連した魚類および野生生物の保全・向上が含まれている。われわれの目的は、魚類・野生生物生息域および個体群を保全して、適切ならば、それらを向上させるために、開拓局の事業を開発管理することなのである。目的達成のためにわれわれが用いている戦略は以下のとおりである。

●魚類・野生生物生息域および関連資源の価値を開拓局の資源管理および事業運用計画の中に含める。
●開拓局の事業に関して、魚類・野生生物のミティゲーション計画をすべて完成して実施する。
●開拓局の事業において、魚類・野生生物生息域を向上させるために、革新的で費用効果の高い対策を模索する。
●連邦、州、およびそのほかの関係機関と協力して、絶滅危惧種法、渡り鳥法（Migratoru Bird Act)、魚類および野生生物調整法、およびそのほかの法律を開拓局の事業との関連に従って遂行する。

ケーススタディ：グレンキャニオンダム

グレンキャニオンダムは、コロラド川沿いにあって、地球上でもっとも美しい景観の場所の一つであるグランドキャニオンの上方に位置している。グレンキャニオンダムは、1960 年代初期に開拓局によって建設された。8 機のタービンが、年間およそ 670 億 kWh のエネルギーを生産している。これは 1 億 2,800 万ドルに相当する。問題は、このダムの建設によって下流

環境（グランドキャニオン内）に及ぼされる影響が、事業立案時には十分考慮されなかったことなのである。水温の変化、沈殿物の動向、河岸侵食、および生息域の変容は、評価しなかった。ダムの操作開始以来、絶滅の危機に瀕しているカラフトマス・チャブ（humpback chub）の生息域などが壊され、外来種の侵入が発生した。これは、魚類・野生生物だけではなく、レクリエーション産業にも影響を及ぼした。真っ先に影響を受けたのは、いかだによる5蛍流下りであった。

1980年代初期に、科学者はグレンキャニオンダムが環境に及ぼす影響の調査を開始した。開拓局は、環境影響評価書を完成して、この評価書を通じて、ダムを操作し、水保全を提供し、電力を生産し、また生態系への影響を削減するための革新的な手法を提案した。1996年3月に、Babbitt 内務長官が、グレンキャニオンダムによる洪水の実験を提言した。この提言は、ダム閉鎖時に先立って発生する天然の春期洪水をシミュレートしようと企図したものであった。開拓局のダムが環境向上のための手法研究のために操作されたのは、この時が最初であった。7日間にわたる春期洪水の実験は、グランドキャニオンへ多くの肯定的な環境影響を与えた。この実験は、河岸の天然砂浜および絶滅危機に瀕した魚類の産卵生息域を回復し、また非自生の侵入種によって荒廃した地域の洗掘を通じて、グランドキャニオンの自然環境を修復することに成功した。

全体として、この実験は、環境目的でグレンキャニオンダムを操作する能力を試験するための独特の機会を開拓局に与えた。現在、生態学者は、調節された洪水は生態系管理に利用することができると考えている。グランドキャニオンの生態系におけるわれわれの仕事は、環境修復にかかわるそのほかの連邦事業にとって、主導的な例として役立った。そのほかに、グレンキャニオンダムに選択取水能力を提供するために、多元レベルの取水構造物が設計されつつある。これらの修正によって、管理者は、絶滅危機に瀕しているカラフトマス・チャブやそのほかの温水に生息する種のために、より多くの生息域を創出する努力の一環として、グレンキャニオンダムから下流のコロラド川における水温目標を満たすことが可能になる。

この要約においては、貯水池の影響を被る水質ならびに生態系を向上させることに関連して、開拓局の方針を簡潔に概観した。今後も、開拓局は、われわれの事業において増大する困難な水資源管理問題への取組みを継続する。われわれは、日本の同僚と協力して、貯水池および規制河川水系に関連した水質問題への解決策を開発することを楽しみにしている。

流域および水系管理のための技術支援

Terrance J. Fulp
オペレーションズ・リサーチ・アナリスト
米国開拓局コロラド川下流地域
Boulder, CO

Donald K. Frevert
水文技術者
米国開拓局デンバー技術サービスセンター
Denver, CO

要約

米国における水資源水系に対する需要は、過去20～30年の間に大きく増加した。洪水調節必要条件への適合、農業および自治体利用のための水の提供、ならびに水力発電は、今なお非常に重要ではあるが、もはや運用および計画立案の意思決定において検討すべき唯一の目標ではなくなった。レクリエーションおよび環境への関心は、絶滅危機に瀕している種およびそのほかの水中種ならびに流域種のために生息域を提供することも含めて、もっとも中心的なものである。水質（塩分、水温、溶解酸素、および有害化合物に関しては特に）もまた、主要な問題である。

これらの問題に取り組むために、水管理者は、変化しやすい水文条件に関して、広範な水資源管理対策の結果を予測する必要がある。必要な予測は、修正管理戦略に従った水資源網全体の運用についての長期シミュレーションから、特定の運用対策の影響を予測するために流量および需要量の予測を含んだ空間規模がより小さい短期シミュレーションに及んでいる。水文および水管理の全過程は、モデルおよびデータの両方によって表現されなければならない。予測の対象となる変化には、物理過程に関連する変化（流量や濃度、水路形態、および沈殿など）だけでなく、意思決定過程に関連する変化（水利権の優先順位、譲渡、および取り決められた協定など）も含まれている。さらには、これらの情報のすべては、一目でわかる形式に則って、タイミングよく意思決定者に提示されなければならない。

データ集中による意思決定支援システム（DSS）が、開拓局（USBR）および地質調査所（USGS）によって研究開発されつつある。このシステムは、関連のデータベースおよび先端モデリング技術を用いて、水、電力、および気象についての既往および予測の両方のデータを統合するものである。本システムは、互いに競争しあう目標に関して、運用および計画立案の

代替モデルの試験、条件設定、および分析を容易におこなえるようにして、流域資源のもっとも効率的で責任ある利用を確実にするための、実際的な手段を提供するものである。本システムは、一般的手段を用いて開発されつつあるが、現場固有の要求に合わせて、仕様を容易に変更することができる。現在、本システムが利用されているのは、コロラド川、Yakima 川、およびリオグランデ川それぞれの流域である。

現在までに開発されて実現されたシステムの主な要素には、水文データベース（HDB）、RiverWare 貯水池および河川水系モデリング環境、およびモジュール方式モデリングシステム（MMS）環境がある。

水文データベース（HDB）は、水文時系列データ、アトリビュート・データ、統計情報、および水資源管理活動に直接関係のあるそのほかの種類のデータを記憶するために設計された。本データベースは、当初は、Ingres リレーショナル型データベース管理システム（RDBMS）を用いて実現されていたが、最近では Oracle RDBMS に移植されている。設計には大量の「メタデータ」表が含まれているが、この表は、データの最適な記憶および検索のためであり、またデータを使用する利用法を管理するためでもある。設計は、データ統合を維持するための多くの制約を特徴としている。現在、100m³ を超えるデータの種類（平均流量、発電量、最低水温、降雪に相当する水量、総溶解固体量など）が、HDB に確立されている。現場は、対象の種類（すなわち貯水池、発電所、流量測定器など）に分類される。モデル化された（予測された）時系列データは、既往データとは別の表に記憶されている。はっきりしているのは、すべての予測データが、長い記憶期間中ずっとデータベースに属しているわけではないということでである。ただし、状態変数についての重要予測が入手されたときには、これらの結果は、さらなる参照のために、HDB に入れることによって明確な形をとる。これによって、組織全体で、また住民に対して、システムの計画状態について一致した見解が確保される。

USGS モジュール方式モデリングシステム（MMS）は、統合モデリング環境であって、多様な水、エネルギー、および生物地化学の過程をシミュレートするために用いることができる。現在までのところ、MMS は、考察対象である流域についての、自然の法則に従った降水・流出モデル（PRMS）の開発・分析に、主として利用されている。MMSP における RMS 要素は、地理情報システム（GIS）のツールを提供する。このツールは、流出量予測に必要な水文パラメーターの空間分布を説明分析するために用いることができる。各種の自然法則過程は入手可能なので、ユーザーは、必要に応じて自分のモジュールを開発することができる。

RiverWare は、一般的な河川流域モデリング環境であって、運用および計画立案の両方に用いることができる。RiverWare は、平易なモデル形成、モデリング対象の挙動を特化する技術手法のユーザーによる選択、およびもたらされたネットワークを解決するための代替算法（シミュレーション、ユーザー固有の政策にもとづくシミュレーション、および最適化・目的

プログラミング）を提供する。時間ステップ（time step）の規模は、時間や年によってさまざまであり、モデル走行の継続時間には制限がない。RiverWare は、開拓局とテネシー川流域開発公社（TVA）の指示および資金提供にもとづいて、コロラド大学の水環境システム高度決定支援センター（Center for Advanced Decision Support for Water and Environmental Systems）で開発された。開拓局とテネシー川流域開発公社はともに、運用および計画立案に RiverWare を利用している。コロラド大学全体では、認可取決め手続きを経れば、ほかの者も RiverWare を利用することができる。

HDB にふさわしいデータ管理インターフェース（DMI）を開発することによって、必要に応じた追加手段が DSS へ統合されている。これらの手段の多くは、実質的に開発費用のいらない追加機能を提供する「既製品」である。たとえば、質問／表示や統計パッケージが統合されていて、水質管理およびデータ分析を容易にしている。

本プレゼンテーションでは、われわれは、コロラド川への DSS の利用を重点的に取り上げた。この川は、米国西部のおよそ 64 万 7,500km^2 の地域で排水をしている。開拓局は、コロラド川流域の 10 か所で主要なダムを操作しており、その貯水容量は 7.40×10^{10} m^3 で、供給力は 4,000MW に達する。水系への流入量は、年間 $0.617\sim3.08\times10^{10}$ m^3 の間で変動があり、消費使用量は、年間 1.54×10^{10} m^3 を超える。前述の問題のほかに、コロラド川資源の管理は、過去 75 年間において取り決められた協定、国際条約、裁判所の命令、および議会での立法によって、いっそう複雑さを増している。DSS は、コロラド川に関する決定の階層構造を維持している。これらの決定には、長期の政策・計画、中期運用計画、ならびに短期運用予測が含まれている。

THE BUREAU OF RECLAMATION'S CHANGING MISSION

Robert W. Hickox
Senior International Affairs Specialist
Bureau of Reclamation
March 8, 1999
Public Works Research Institute
Tsukuba, Japan

Hello. On behalf of the Bureau of Reclamation, my colleagues and myself, I want to thank you for the opportunity of meeting with you today. My name is Robert Hickox and I work in the International Affairs Office of the Bureau of Reclamation in Washington, DC. The International Affairs Office is responsible for managing and coordinating the international activities for Reclamation. During the next few minutes, I would like to provide you with a brief overview of Reclamation, and how our mission has changed over time.

Based on precipitation amounts, the United States can be divided into two regions: the Eastern, wetter part of our country, and the drier, Western part. Precipitation in the East is generally more abundant and more evenly distributed throughout the year. In contrast, precipitation in the West is generally much less, and is concentrated in only a few months of the year.

Before 1900, the leaders of the United States were looking for ways to settle the arid West, to make it both an economically successful part of the United States, and to encourage people to settle in this region. Because of this need, the Bureau of Reclamation was created in 1902 as a civil works construction agency, with its main purpose of capturing and storing the runoff from our rivers to provide irrigation water for our farmers.

This map shows the 17 Western states, where Reclamation's projects are located. The five areas shown are our five administrative regions, which are generally divided along watershed boundaries.

Most of our early projects were smaller, single-purpose irrigation projects. As time went on, however, we began adding hydroelectric powerplants to some of the larger structures we were building. During most of our history, we focused on engineering solutions to

meet the needs of our water users. As a result, our civil works have made us the largest wholesale water supplier in the United States, delivering 38 billion cubic meters of water to 31 million people each year. The 140,000 farmers receiving water from us produce 60% of our nation's vegetables and 25% of the fruits and nuts. In addition, our 58 hydroelectric powerplants produce 42 billion kilowatt-hours of electricity a year.

As time passed, we also began adding other purposes to our projects, including flood control, water for industrial and municipal use, fish and wildlife habitat, the environment, and for recreational purposes.

Beginning in the 1960's, several changes took place in the United States which have led to Reclamation moving from a construction-focused agency to a water resources management agency. These changes include an awaking realization of the environmental impacts related to dam construction and operations; decreased political support for large, government-funded civil works; increased competition for the finite water supplies available in the dry portion of our country where Reclamation works; and changes in the economics of our country, which have resulted in less dollars being made available for construction of large civil engineering projects.

Today, while addressing its historic mission, Reclamation's contemporary responsibilities have grown to include many broad and sometimes competing goals. These include:

- managing water resources in the 1,400-mile Colorado River, which reaches from the western slopes of Colorado to the U.S.-Mexico border, and flows through 7 states;
- providing assistance in interstate compact negotiations and administration;
- providing environmental restoration and multi-species conservation efforts;
- promoting efficient conjunctive and basin-wide use of surface water and groundwater through conservation;
- increasing water supplies through reclamation and reuse;
- meeting growing municipal, industrial, domestic, and agricultural water demands;
- fulfilling trust and other special obligations to federally recognized Indian Tribes;
- finding structural and nonstructural approaches for improving the efficiency and effectiveness of project operations;
- improving hydropower efficiency and capability, as well as energy conservation;
- protecting fish and wildlife habitat, and preserving and enhancing the environment; and

- providing better use of science and technology in managing our resources.

An understanding is emerging in the western United States that the scarcity of adequate water supplies is a potential impediment to continued food production, ecosystem health, social stability, and progressive cooperation between multiple water users and public institutions. The West is the fastest growing region in our nation. This expanding and increasingly urban and suburban population is placing greater demands on finite water resources. More water of higher quality for urban and industrial development is being demanded by the public, and at the same time, the public's concern for the health of aquatic ecosystems and the environment is growing.

In response to these and other conditions, Reclamation started a process in 1992 that has led to trimming of our workforce by more than 20 percent, reducing our budget by 25 percent, and refocusing of our mission. "The mission of the Bureau of Reclamation is to manage, develop, and protect water and related resources in an environmentally and economically sound manner in the interest of the American public."

Today, we are more effectively managing water through a variety of innovative techniques and in partnership with our stakeholders. We are working to improve water resource management, including water reuse and increased water use efficiencies, in an effort to ensure secure water supplies for the future. We want to be certain that there is water available to meet the many competing needs of the growing West, while maintaining the technical expertise to ensure that our facilities are well-operated and safety is guaranteed.

These demands -- taken together with the public concern for future generations, complex legal mandates, existing institutional arrangements, greater knowledge of how to manage water resources on a sustainable basis, and increasing technological advances -- impose significant challenges and provide opportunities for all those with water resource responsibilities in the West, including Reclamation.

As we approach the end of this century, the policies, institutions, and strategic planning processes affecting water resources in the West are being reassessed and, as necessary, modified to meet the challenges ahead. Evaluating sometimes conflicting mandates, multiple institutions, and public processes is an integral part of this reassessment. The challenge of charting a sustainable course for water management and use in the West is real.

This kind of evolution is also occurring in many areas around the world. Countries are more and more beginning to assess the economic and environmental costs associated with water capture, and are working hard to find a balance. While construction of dams is still one of the options available to meet water needs, it must be recognized that it is only one of the options. We are looking at all of the alternatives when we evaluate the viability of a project, and we look for the alternative which will provide the most good, while doing the least damage.

We as an agency are involving the public in more of the decision making choices on the alternatives for meeting their water resources needs. We are trying to be more transparent in our decision making, and more open in our planning process. This is done by bringing all of the interested parties into the planning process at an earlier time, before a final alternative has already been decided upon. This results in more satisfied customers, and increases ownership by the affected parties. In addition, the political realities are such that the persons who will receive the benefit of the water are being asked to pay a higher portion of the development and construction costs.

In trying to conserve our precious resource, we are also working more closely with farmers and irrigation districts to change or modify the way they have traditionally done business. We are encouraging the use of improved and more efficient irrigation practices, including using sprinkler, drip and micro-burst irrigation equipment versus flood irrigation. Discussions are also taking place which look at changing high water intensive crops to those requiring less water.

Structural alternatives, such as lining unlined canals or replacing canals with pipelines to decrease seepage and evaporation losses, are also being considered..

Other ways in which we are changing our methods of operation include turning some of our single-purpose projects over to the local water users. We are working with local entities to help facilitate movement and exchange of water between water user groups during times of water shortages, as well as water "Banking" for future use. We are also working closely with different organizations to time water releases from our facilities to get multiple and maximum benefit from the water to meet competing needs, such as power generation, improved fish migration, and irrigation releases.

Not only have changes come about in the way we plan and develop our projects, we have also reinvented the way are we administering them. Originally, the areas in the 17

Western States where we work were divided into 7 administrative Regions, with a multitude of project offices. Many of the decisions for the individual projects were made in the Regional Offices. As our construction budget has decreased, we have consolidated our seven Regions into five regions, thus decreasing the amount of administrative overhead. We have also established 26 Area Offices, and consolidated many of the project offices into these Area Offices. The Area Offices are under the relevant Regional Offices, but the Area Offices are responsible for projects within their jurisdiction. Many of the decisions have been delegated down to the Area Offices, which are more knowledgeable of the relevant project-related issues and the needs of their respective clientele.

Realizing that construction of additional dams to meet the needs of the West is limited, we are also working with cities, universities and non-governmental organizations to study desalination, and wastewater reclamation and reuse. These are the wave of the future, and we are assisting in joint research projects in these fields. The studies are looking at different uses and treatment, as well as at the possibility of using dual water systems.

We recognize now that there are many ways to manage our water resources, such as through the benefits of demand management and conservation; the value of water pricing to help shape water allocation decisions; the merit of open, inclusive decision-making; and the importance of integrating water resource planning with the tools of the Information Age. The key for us now is creativity. Our new way of doing business is through using a public process, developing a sustainable resources management plan, and then sharing that information at home and abroad. We believe improved water management and conservation can help reduce controversy among competing users over the allocation of limited supplies.

These are interesting and sometimes trying times for us in the field of water resources. We know many of you are also having to reinvent and rethink your strategy and mission, as we in Reclamation have done. We wish you luck.

The Bureau of Reclamation's website address is http:/www.usbr.gov. I encourage all of you to visit our website to see what we have done, what we are doing, and what we will be doing in the future. I look forward to talking with you here today, and hope we can meet again. Maybe in the United States next time. Thank you for this excellent opportunity to visit your beautiful country and to talk to you.

Watershed Research in the United States Bureau of Reclamation

James F. LaBounty, Ph.D.
Ecological Research and Investigations
P.O. Box 25007
Denver, CO 80225-0007 USA
(303) 445-2201
(303) 445-6328 (fax)
E-mail: jlabounty@do.usbr.gov

Keywords: Applied Research, Water Resources Management, Reservoirs, Rivers, Ecology, Engineering, Environment, Administration

The Bureau of Reclamation has a mandate to carry out research investigations. Funding for research is appropriated under a line item for scientific investigations in Reclamation's annual budget. Additionally, funding for more project focused applied investigations is provided to both augment the research budget and provide answers to water management questions. Funding for specific investigations is appropriated to the project being investigated. Management and funding for research is centralized, while management and funding of project directed investigations is carried out in Reclamation Regional and/or Area offices throughout the western United States.

Reclamation's Research Program is directed by Dr. Stanley Ponce, and he is a member of the Commissioner of Reclamation's staff in Washington, D.C. His administrative staff is located in Denver, Colorado, and Ms. Lisa Henthorne is the Research Program Manager there. The program is divided into three Theme Areas: Environmental Resources, Water Resources, and Facilities and Infrastructure. Theme Managers are responsible for overall selection of projects and serving as members of a Research Management Team. This Team is led by the Director of Research and Research Program Manager, and includes, along with the Theme Managers, one Research Coordinator from each of Reclamation's five Regions plus one from the Technical Service Center in Denver. This Team meets once each year in order to establish the research program for the next budget year, and to formulate the program request for the following budget year. A telephone conference is held each month with this group. Finally, an Advisory Board for the research program exists and meets once each year in order to approve the requests of the Research Management Team. This Board acts as a Board of Directors and consists of the Research

Director and representative upper level management from each of Reclamation's Regions and one or two Area Offices. Additionally, two to three members are from outside of Reclamation, such as another agency, a university, or a research institution. This Board is led by the Director of Operations of Reclamation. Following one or more days of presentations by the overall Research Team, this Board meets in Executive Session to formulate their direction for the research program.

Each general topic area is directed by a Principal Investigator (PI). For example, investigations of Fisheries are under the general leadership of a PI. Each of the topics and their specific projects are provided base funding from the Research budget, and additional funds are leveraged from other sources. In some cases the additional funding barely matches the base funding, while in others the match is 40 or 50 to one. Research is carried out by either Reclamation staff scientists or contractors. Most of the investigations are done by the staff of Reclamation's Technical Service Center (TSC) located in Denver. The function of the Technical Service Center (formerly know as the Engineering and Research Center) is to perform technical studies on a cost- reimbursable basis. Funding from Reclamation's Research budget makes up a relatively small part of the TSC's overall budget. However, it is considered extremely important to Reclamation's mission, as it provides in many cases the "seed" money for our agency to be on the "Cutting edge" of new technology related to the applied aspects of water resources development and management. A defined portion of each year's research budget is directed to each of the Regions in order to promote the development of "Grass roots" needs. This process allows funding of some very local programs which may have less Reclamation-wide application than is required of the bulk of the research funded projects.

This concept of administering and carrying out our applied research investigative program was instituted less than three years ago. The agency and other users of the research products are just now beginning to see the rewards from such a neatly organized program. One of the most substantial improvements we have seen resulting from these changes in administering and managing the program, is the direct involvement from our Regional and Area Offices.

An example of one of the major rewards of the new concept came recently. One of our research investigations involves evaluating the efficiency of a fish screen and continuous fish salvage operation that is located just before large pumps take water from the Sacramento-San Joaquin Delta in California. Water from the system is pumped to irrigate the fields of Central California. Fish must be salvaged successfully before they might

otherwise get into the giant pumps. Our applied research has been recognized by many as very sound and valuable to protecting, and perhaps saving, many native fish species. The politics of water projects in California has been such that the Federal-State consortium of agencies has committed billions of US dollars to find solutions to environmental problems. One of which is to find a solution to updating the aforementioned fish salvage/protection facility. Based upon the reputation of our research we were recently selected to carry out the endeavor of performing the engineering and environmental studies necessary, and to construct testing facilities that can be used as working models to formulate final design to replace the existing facility. This will involve well over 100 million US dollars to build and evaluate these test facilities. They will be constructed in parallel to the existing structures. Research biologists and engineers will work side-by-side in carrying out this activity to a quick completion with recommendations. This exemplifies how we envision our research program to work. It is applied and meant to eventually contribute to better management of water resources in the Western United States.

In the forthcoming presentations you will learn more specifically about some of the activities being done in the three Theme Areas of Bureau of Reclamation research.

Watershed Management Research in Japan
-Water Resources for Urban Areas-

Tetsuya Kusuda
Department of Urban and Environmental Engineering
Graduate School, Kyushu University
Fukuoka, Japan

1. Objectives of watershed management

The circulation of water on the earth consists of the natural circulation with evaporation, rainfall and snowfall, and runoff from rivers and aquifer, and artificial circulations with water use, water and wastewater treatments, and discharge. Water circulation in watersheds has been affected since the wilderness was cultivated. Covering the land surface increases the runoff rate of rainfall, shortens its duration time, causes floods, dries up aquifer, and degrades ecosystems and landscape. Furthermore, the concentration of population into the urban area brings a shortage of water. Human activities bring chemicals, fertilizers, and pathogenic organisms to the aquatic environment and influence our living environment and the ecosystem.

In order to reduce these influences, the watershed management on water resources distribution, water use, water circulation, water quality, and so on, becomes necessary. The watershed management, based on the concept of establishing a society with low pollutant loading to the environment, is defined as "to accomplish flood control, water use, and the protection of the ecosystem and our living environment with less pollutant loading to the environment, less consumption of natural resources, less risk and the minimum cost under the more social fairness, and to maintain them forever." That is, it is maximizing the total benefit on them by combining the natural water circulation and several artificial water circulations. To carry out the watershed management, the improvement of water supply-use-treatment systems and the development of the regional planning technology with less pollutant loading and the treatment technic are inevitable.

2. Subjects to be solved on watershed management

River water has been distributed to the rice paddies for more than one thousand years and flood control has been the major target after World War II in the river administration in Japan. Due to a long history of the administration, even now flood control and irrigation are prioritized, so that the water resources distribution has been biased against the present social needs. The water rights are economic goods in USA, but not in

Japan. Water is administered by seven ministries in Japan, based on so called 'vertically divided administration,' which can exist in any country. On the other hand, no ministry administers water quantity in the aquifer. Even in the coming reform of the government organization in 2001, there is no change for this situation.

Each administration sector relating to watershed management has its own problems. The agriculture sector has begun to recognize environmental functions of forest and rice paddies and the necessity of taking countermeasures for nutrient release from farmland. The current forest administration and agricultural policy based on profits and saving labor, respectively make water quality deteriorate. The targets of the current river flow administration are, at first, flow rate control and secondly water use and environment protection. Sediment transport is out of target, so that the flux control of water and sediments is not applicable to get ecosystem protection. Some local governments introducing raw water from outside of the watershed like Tokyo and Fukuoka have already started to reuse treated wastewater for flushing toilet and industrial use, but the amount of reuse water is still less. Some technologies for reuse are still to be improved. Desalination to supplement a shortage of drinking water will soon be in Fukuoka. This process is high in carbon dioxide production and causes global warming. Administration of water quality for water works is not strict in Japan, so some intakes for water works are located downstream of the discharging points of treated wastewater. Therefore, advanced treatment in water works becomes important for the reduction of health risk. CSO and SSO have started in Japan for water quality protection but they take time to be completed. Although health risk control is of importance, Japanese people believe that "a human life is heavier than the globe," therefore the risk control has not been debated thoroughly. This belief makes the distribution of the budget unreasonable. Subjects in the near future would be countermeasures for the reduction of population and depopulalization in rural areas.

3. Present situation and subjects on watershed management research

The watershed management research is composed of two parts; the concept and the study of each element. The concept has almost reached the goal. The watershed management research as an integrated science is to be interdisciplinary. The integration of the watershed management measures delays because methodologies to integrate them and to obtain an optimum solution are undeveloped and the data obtained are insufficient in addition to the problems resulting from the administration.

Each element of the study is also in progress. Hydrology: The processes of rainfall and runoff, water balance in watersheds, and water quality in the natural environment are investigated. Water resources: Integrated operation of reservoirs, support systems for decision making on water resources distribution, and hydraulics of groundwater are

discussed. Agricultural engineering: Making a simulation model with a layered structure which enables watershed management on the country side, is executed in terms of digitized information of regional characteristics. This model consists of three parts; a subsystem for scenario analysis which enables calculation on pollutant loading and discharging rates, the data base, and the input-output part. Countermeasures on diffuse source pollution with high efficiency have not been developed yet. River engineering: New methods to maintain ecosystems have been developed in a combination of hydraulics and ecology. Extending the target region and collaborating with other research fields on biology, are necessary to establish successive ecosystems from upstream to downstream and to maintain water quality. Urban engineering: Research work on water circulation in urban areas is active for solving water shortage. A system on it with GIS has been developed to obtain an optimum solution in association with LCE and minimum cost, and in terms of technologies such as saving water at home, reuse of rainfall, reuse of cascade-like water at home, wastewater reuse in regions, conversion of water uses, and groundwater use. BMP and CSO research to reduce pollutant loading into receiving waters is inactive at this moment. The catchment area is not separated from farmland and urban areas, so that the research on disinfection technologies is done actively in order to meet the standards on pathogenic organisms and carcinogens, and in order to reduce viruses and EDs. In Japan, there is a water source for water works which contains 40% of treated wastewater at highest, therefore we have consider the safety of drinking water, to develop technologies on advanced wastewater treatment and disinfection and to establish risk management. Research on safety from chemicals is in a similar situation. Technologies to analyze water circulation are in progress in terms of GIS and other software such as IUSR, SWMM, USGS, WASSP, and CAREDAS, but there is few original software made in Japan for this purpose. Dual mode communication systems for decision making with participation of residents has also been investigated.

As mentioned above, the watershed management needs measures to integrate each element, extension of its framework, and execution for further development. The management should include the consideration for social fairness and for participation of residents.

Investigations of Aquatic Ecology and Water Quality in the Management of Bureau of Reclamation Facilities in the Western United States

James F. LaBounty, Ph.D.
Ecological Research and Investigations
P.O. Box 25007
Denver, CO 80225-0007 USA
(303) 445-2201
(303) 445-6328 (fax)
E-mail: jlabounty@do.usbr.gov

Keywords: Applied Research, Water Resources Management, Reservoirs, Rivers, Ecology, Environment, Water Quality, Biology, Environmental Impacts, Invasive Species, Water Supply

The Environmental Resources Research and Investigation Program conducts applied research and reaches into all Regions and Area offices of the Bureau of Reclamation. There are three major emphasis areas to the overall program. They are Fisheries Applications Research and Investigations; Aquatic, Reservoir, and Wetland Ecology; and Invasive Species. While there are numerous investigations that are ecological in nature and deal with terrestrial and riparian issues, these are generally more focused on a particular issue or species of concern. Time in this presentation does not allow elaboration further of this particular subject. However, I will answer questions or provide contacts with Reclamation investigators who are working on terrestrial and riparian issues.

Fisheries Applications Research and Investigations include fishery biologists and engineers in nearly every case. Generally, the mission is to take a careful research look at a particular engineering feature to learn its impact on the fishery of concern. This may include a simple diversion structure from a river to a large main canal; structures that were constructed to help protect a particular fishery; or a high dam that can be improved by including a new structure to improve a fishery in the river below. The success of this program is due to the fact that engineers and biologists work closely together to find answers to the critical questions prior to decisions on how to manage and operate water systems.

One prime example of this program is at Reclamation's Red Bluff diversion facility on the upper Sacramento River in northern California. The Sacramento River is home to four

separate strains (or what may be defined by some as sub-species) of anadromous salmon. These strains are separated by the season of the year during which they migrate up the Sacramento River by way of the San Francisco Bay. A diversion structure at Red Bluff diverts irrigation water from Spring through Fall, and has contributed to the population reductions of some strains of salmon. An evaluation of this facility was made by a team of engineers and biologists. The result was authorization to construct a research pumping facility, which includes helical and Archimedes pumps that are "fish friendly" and cause no physical damage to the fish. Intensive research was part of this authorization. For over the past two years, these pumps have operated, with the resultant finding that the diversion facility does not need to be used for the entire irrigation season. Instead, the river can be allowed to run free through the structure and the pumps can do the job of delivering irrigation water, as the structure safely diverts native fish back to the river to continue their migration. This facility is relatively small but successful. It has proven the point that it will work. Application of this technology is now occurring at other places in the western United States.

Aquatic, Reservoir, and Wetland Ecology is another broad area with numerous projects. Included are investigations of the water quality in areas impacted by acid mine drainage; constructing wetland facilities both in conjunction with wastewater treatment facilities and in areas that need habitat enhancement; and limnological investigations of reservoirs and reservoir systems in order to improve water quality aspects for drinking water, recreation, hydroelectric power and irrigation aspects. The following is provided as an example.

Lake Mead, located behind Hoover Dam, is the largest reservoir in the United States by some measures. It serves the needs of over 22 million downstream users, including the major cities of Los Angeles, Phoenix, Tucson and Las Vegas. It supplies irrigation water, produces hydroelectric power, provides for substantial recreation, is a good reservoir fishery, and serves as a direct drinking water supply.

Las Vegas, Nevada, a community of over 1.4 million people, is the only major city that pumps its domestic water directly from Lake Mead. At the same time, only four miles upstream (or up reservoir in the same basin), all of the treated wastewater, all of the flood flows, and all of the shallow groundwater drainage from the watershed that includes Las Vegas enters the lake. All of the expected water quality problems that are known from other urban areas in the world may be seen here. In addition, there are some unique problems that are found associated with this runoff. These include presence of ammonium perchlorate (residual from rocket fuel production that is suspected to cause

kidney dysfunction), extreme amounts of salts from the shallow groundwater, high concentrations of fecal coliforms, incidence of pathogen pollution (cryptosporidiosis), and potential endocrine disruption chemicals (e.g. estrogen compounds, soluble pesticides).

Investigation of the dynamics of the Lake Mead basin show that the drainage from the basin forms a plume that extends past the facility that pumps the domestic water. The plume is found directly above the thermocline, which naturally sinks as the season progress to winter. Therefore at times it is physically located within the reservoir elevations of the pumping intake. The research performed is leading to high level discussion groups that will result in major actions to protect the drinking water source for Las Vegas. We are looking forward to the cooperative program with Japanese researchers in learning about experiences that can help this and other similar situations which we are facing in the western United States.

The third major area of research and investigations is Invasive Species. As humans travel more around the earth, a greater number of animal and plant species are being transported between continents Many of these species are undesirable, and have great economic impact and consequences with regard to the proper management of water resources. An example is the weed species of macrophytes that clog canals and slow or impede delivery of irrigation water. Finding environmentally safe and effective methods of keeping the canals open and controlling these fast growing weeds has been and continues to be a great challenge.

Introductions of plants that invade and totally take over wetland areas of North America are particularly problematic. It is generally true that when a non native plant is introduced and flourishes, its natural enemies are not also introduced. An example is one of the invaders from Europe called purple loosestrife (Lythrum salicaria), which becomes a monoculture with no value to wildlife either as food or habitat. Our recent research is very encouraging in that we have applied biological control in the form of small species specific insects that control purple loosestrife. These insects naturally regulate loosestrife in its native land and it looks like they can be used to control this invasive plant in the North America in the future.

Another example of an introduced animal is the zebra mussel (Dreissena polymorpha), which is native to eastern Europe. It was introduced via ballast water into the Great Lakes. Millions of dollars have been spent to find ways to control this invader. Among its other negative aspects, it quickly builds up layers which will clog pipes and other associated

structures related to water systems. This species is just beginning to appear in the western United States. Research is both monitoring for its appearance and developing methods for controlling this species.

This presentation is merely a glance at the myriad of applied environmental research and investigations being performed by the Bureau of Reclamation and its cooperating agencies. Our research program is designed to answer questions that will lead to improvement of the way we manage water resources for ecological features, yet keeping in mind the authorized intention of each of our specific facilities.

Reservoir Operation Methods for Sustaining Water Quality and Ecosystems

Tracy Vermeyen and Dr. Robert George
U.S. Bureau of Reclamation
P.O. Box 25007, D-8560
Denver, CO 80225-0007 USA
(303) 445-2154 voice, (303) 445-6324 (fax)
E-mail: tvermeyen@do.usbr.gov

Keywords: Water quality, Water resources management, Reservoir operations, Regulated rivers, Ecosystems, Instream flows, Glen Canyon Dam, Selective withdrawal, Fish and wildlife resources

Introduction - As outlined in Reclamation's 1997 Strategic Plan, we have developed an increased emphasis on improved management and protection of water resources which is reflective of changing societal values and needs, greater environmental knowledge, and the natural evolution from a resource development focus. As a result, Reclamation projects are being planned, designed, constructed, and operated to preserve and enhance environmental resources while still meeting our client's water and power supply needs. Reclamation is concerned with reducing the water quality impacts of water resource development. These impacts, on a site-specific basis, include increased salinity, temperature, sediment, toxic substances, low dissolved oxygen, and gas supersaturation which in some cases contribute to fish and wildlife habitat degradation. It should be noted that the actions of other entities may affect Reclamation's ability to deliver a quality water supply.

Reclamation projects and management strategies strive for the appropriate balancing of all uses, including meeting water quality objectives, providing for instream flow needs, and conserving and enhancing fish and wildlife habitat and resources.

Water Quality - The quality of surface and ground water is critical to the economic and environmental health of the U.S. and must be protected. Our goals are to manage resources to protect and provide for safe and reliable water supplies of adequate quality for agricultural, domestic, municipal, industrial, and non-project uses--such as fish, wildlife, and recreational purposes. Strategies we are employing to attain our goals are as follows:

- Develop and implement policies and procedures to better integrate surface and ground water quality objectives and standards into Reclamation's planning and management activities.
- Develop operational and structural modifications to improve the quality of water released from Reclamation reservoirs.
- Improve water quality modeling of our watersheds, reservoirs, and river systems.

Instream Flows - Instream flows are integral to meeting water quality, fish and wildlife, and recreational objectives. Our goal is to operate Reclamation reservoirs to meet instream flow needs consistent with the project purposes. Strategies we are applying to attain our goals are as follows:

- Conduct detailed operational studies to identify flexibility in reservoir operations that would improve instream flows and modify operations where appropriate.
- Conduct research on cost-effective measures that could be implemented at Reclamation facilities to enhance the quality of instream flows.
- Operate Reclamation projects in coordination with other projects and agencies to meet instream flow objectives.

Fish and Wildlife Resources - Responsible stewardship of natural resources includes conservation and enhancement of fish and wildlife resources in conjunction with the development and management of water and land resources. Our goal is to develop and manage Reclamation projects to conserve and, where appropriate, to enhance fish and wildlife habitat and populations. Strategies we are applying to reach our goal are as follows:

- Include the value of fish and wildlife habitat and related resources in Reclamation's resource management and project operating plans.
- Complete and implement all fish and wildlife mitigation plans for Reclamation projects.
- Pursue innovative and cost-effective approaches to enhancing fish and wildlife habitat on Reclamation projects.
- Pursue, in cooperation with Federal, State, and other interests, the objectives and regulatory requirements of the Endangered Species Act, Migratory Bird Act, Fish and Wildlife Coordination Act, and other pertinent acts as they relate to Reclamation projects.

Case Study: Glen Canyon Dam - Glen Canyon Dam, which is located on the Colorado River above one of the most scenic places on earth, the Grand Canyon. Glen Canyon Dam was constructed by Reclamation in the early 1960's. The eight turbines generate approximately 6.7 billion kilowatt-hours of energy a year, worth $128 million. The problem was that impacts on the downstream environment (in the Grand Canyon) from constructing and operating this facility were not fully considered when planning the project. Changes in water temperature, sediment movement, beach erosion and habitat modification were not evaluated. Since operation of the dam these and other factors, such as the habitat of the endangered humpback chub, have deteriorated and invasion of exotic species occurred. This affected not only fish and wildlife, but also the recreation industry-- primarily whitewater rafting.

In the early 1980's, scientists began studying the environmental impacts of Glen Canyon Dam. Reclamation completed an Environmental Impact Statement that proposed innovative methods to operate the dam and provide water conservation, generate power, and reduce impacts to the ecosystem. In March 1996, Interior Secretary Babbitt initiated an experimental flood from Glen Canyon Dam which attempted to simulate the natural spring flooding that occurred prior to the dam's closure. This was the first time a Reclamation dam was operated to study methods for environmental enhancement. The 7-day simulated spring flood had a number of positive environmental impacts on the Grand Canyon. The experiment was successful in restoring some of the natural Grand Canyon environment by rejuvenating natural sand beaches along the river, endangered fish spawning habitat, and scouring areas which were overrun with non-native, invasive plants.

Overall, the experiment provided Reclamation with a unique opportunity to test our ability to operate Glen Canyon Dam for environmental purposes. Ecologists now believe that controlled floods can be used for ecosystem management. Our work in the Grand Canyon ecosystem has served as a leading example for other Federal projects involving environmental restoration. In addition, a multi-level intake structure is being designed to provide selective withdrawal capability at Glen Canyon Dam. These modifications will allow managers to meet temperature objectives in the Colorado River below Glen Canyon Dam in an effort to create more habitat for the endangered humpback chub and other warmwater species.

This abstract provides a brief overview of Reclamation's direction related to enhancing water quality and ecosystems impacted by reservoirs. In the future, Reclamation will continue to address water management challenges which develop at our projects. We look

forward to working with our colleagues in Japan to develop solutions to water quality concerns associated with reservoirs and regulated river systems.

DECISION SUPPORT FOR WATERSHED AND RIVER SYSTEMS MANAGEMENT

By Terrance J. Fulp, Operations Research Analyst, U.S. Bureau of Reclamation, Lower Colorado Region, Boulder, CO; and Donald K. Frevert, Hydraulic Engineer, U.S. Bureau of Reclamation, Denver Technical Services Center, Denver, CO

Extended Abstract

The demands placed on water resource systems in the United States have increased greatly over the past few decades. Meeting flood control requirements, providing water for agricultural and municipal use, and producing hydropower, while still vitally important, are no longer the only objectives to be considered in operational and planning decision making. Concerns for recreation and the environment, including providing habitat for endangered and other aquatic and riparian species, have come to the forefront. Water quality (particularly with regard to salinity, temperature, dissolved oxygen, and toxic compounds) is also a major concern.

In order to address these issues, water managers need the ability to predict the outcomes of a wide range of water management actions with variable hydrologic conditions. Necessary predictions range from long- term simulations of the operation of complete water resources systems under modified management strategies to short-term simulations of smaller spatial scales involving forecasts of inflow and demand to predict the impacts of specific operational actions. The entire hydrologic and water management processes must be represented by both models and data. The variables of interest include those associated with the physical processes (such as flows and concentrations, channel morphology, and sedimentation), but also, those associated with the decision processes (such as the priorities of water rights, transfers, and negotiated agreements). Furthermore, all of this information must be presented to the human decision maker in an intuitive format and in a timely manner.

A data-centered decision support system (DSS) is being researched and developed by the U.S. Bureau of Reclamation (USBR) and the U.S. Geological Survey (USGS) that utilizes relational database and advanced modeling technologies to integrate water, power, and weather data, both historical and forecasted. The system facilitates the postulation, testing, and analysis of alternative operational and planning scenarios with respect to competing objectives and provides a practical tool to ensure the most efficient and responsible use of

basin resources. The system is being developed using generic tools yet is easily customized to meet site-specific needs. Current applications include the Colorado, Yakima, and Rio Grande River basins.

The major components of the system developed and implemented to date include the Hydrologic Data Base (HDB), the RiverWare reservoir and river system modeling environment, and the Modular Modeling System (MMS) environment.

The Hydrologic Data Base (HDB) has been designed for the storage of hydrologic time series data, attribute data, statistical information, and other types of data pertinent to water management activities. It was initially implemented using the Ingres Relational Database Management System (RDBMS), but has recently been ported to the Oracle RDBMS. The design includes a significant number of "metadata" tables for optimal storage and retrieval of data, and for the management of applications which use the data. The design also features a number of constraints to maintain data integrity. Currently, over 100 data types (such as average streamflow, power generation, maximum temperature, snow water equivalent, total dissolved solids) have been defined in HDB. Sites are categorized into object types (i.e. reservoir, powerplant, streamflow gage, etc.). Modeled (forecasted) time series data is also stored in tables separate from the historical data. Clearly, not all forecasted data belongs in the database for long term storage; however, when significant forecasts of the state variables are obtained (such as an official operational forecast), these results are formalized by placing them in HDB for further reference. This ensures a consistent view of the projected state of the system throughout the organization and to the public.

The USGS Modular Modeling System (MMS) is an integrated modeling environment that can be used to simulate a variety of water, energy, and bio-geochemical processes. To date, the primary use of MMS has been for the development and analysis of physically-based, precipitation-runoff models (PRMS) for the watersheds of interest. The PRMS component of MMS provides Geographic Information Systems (GIS) tools that can be used describe and analyze the spatial distribution of the hydrologic parameters needed for the runoff prediction. Various physical processes are available and users can develop their own modules as needed.

RiverWare is a generic river basin modeling environment that can be used for both operations and planning. RiverWare provides point-and-click model building, user selection of engineering methodologies to customize the behavior of the modeling objects,

and alternative solution algorithms to solve the resulting network (simulation, simulation with user-specified policies, and optimization/goal programming). Time step size ranges from hourly to yearly, with no limit on the duration of a model run. RiverWare has been developed at the University of Colorado's Center for Advanced Decision Support for Water and Environmental Systems under the direction and funding of USBR and the Tennessee Valley Authority (TVA). Both USBR and TVA use RiverWare for operational and planning applications. RiverWare is also available to others via a licensing agreement through the University of Colorado.

By developing appropriate Data Management Interfaces (DMI's) to HDB, additional tools are being integrated into the DSS as needed. Many of these tools are "off-the-shelf" providing additional functionality with essentially no development cost. For example, query/display and statistical packages have been integrated to facilitate quality control and analysis of data.

In this presentation, we focus on the application of the DSS to the Colorado River, which drains approximately 647,500 square km in the western United States. USBR operates ten major dams on the watershed with storage capacity of 7.40×10^{10} m^3 and generating capacity of 4000 MW. Inflows to the system vary from 0.617 to 3.08×10^{10} m^3 annually and consumptive use exceeds 1.54×10^{10} m^3 per year. In addition to the aforementioned issues, management of Colorado River resources is further complicated by 75 years of negotiated agreements, international treaties, court decrees, and congressional legislation. The DSS supports a hierarchy of decisions on the Colorado, including long-term policy and planning, mid-term operational planning, and short-term operational forecasting.

④ 配 布 資 料 (英文)

Written in Water Reclamation's Water Resources Mission
A Commitment To Fish & Wildlife
Bureau of Reclamation International Affairs Program
Estimating Specifications & Value Program Group
Flood Hydrology Group
Reclamation Value Program
Social Analysis and Public Involvement
The Yuma Desalting Plant's Water Quality Improvement Center
Water Conservation:An Overview
Watershed and River System Management Program

Mission

To manage, develop, and protect water and related resources in an environmentally and economically sound manner in the interest of the American public.

Revised 4/98

WRITTEN IN WATER

U.S. Department of the Interior • Bureau of Reclamation



Reclamation's Water Resource Mission

Bureau of Reclamation Regions



WRITTEN IN WATER

U.S. Department of the Interior • Bureau of Reclamation

Reclamation's Water Resource Mission

U.S. DEPARTMENT OF THE INTERIOR
MARCH 3, 1849
U.S. DEPARTMENT OF THE INTERIOR
BUREAU OF RECLAMATION

CONTENTS

I. Introduction: Mission for a Changing West ....

II. Water Conservation .....
Recycling and Reuse .....
Conservation Guidelines for Water Use. ...

III. Farming and Irrigation .....

IV. Environmental Protection .....
The Riverine Environment .....
Wetlands Preservation .....
Protecting the West's Endangered Species ..

V. Water Quality and Public Health .....

VI. Native American Responsibilities .....

VII. Recreation Facilities and Programs .....

VIII. Dam Operations and Safety .....

IX. Bringing Competing Interests Together .....

X. Our Promise to the American Taxpayers .....

INTROD UCTION:
Mission For a Changing West

As the American West was settled, one thing quickly became evident: rainfall didn't always come at the right time, the right place, or in the amounts needed for homesteaders to thrive and prosper.

In 1902, the Bureau of Reclamation was created to help alleviate this problem by storing water for later use and moving it to the arid lands where it was needed. After constructing more than 600 dams and reservoirs, including such national treasures as Hoover and Grand Coulee dams, Reclamation's initial mission has been accomplished. Today, we are the largest water wholesaler in the country, bringing this precious resource to more than 31 million people and irrigating 10 million acres of land. Reclamation also is the nation's second largest producer of hydroelectric power and the fifth largest electric utility. Our 58 powerplants annually generate more than 40 billion kilowatt-hours of electricity, providing nearly a billion dollars in power revenues and serving six million homes.

"The West is a land where life is written in water." These words, inscribed on the Colorado State Capitol building, are more true today than ever.

But the needs of the West have changed dramatically since the early 1900's. Demands on Western water have grown exponentially in the past 100 years. Residential, industrial, agricultural, recreational, hydropower, and environmental needs all compete for this finite resource.

This change in the realities of Western water means that Reclamation's basic mission has had to evolve. Few if any new federally funded dams are likely to be built in the United States because of high financial costs and environmental impacts. We are now more engaged in managing scarce water resources in the most efficient way possible.

Our evolving mission places greater emphasis on water conservation, recycling, and reuse; developing partnerships with our customers, states, and tribes; finding ways to bring competing interests together to address everyone's needs; transferring title and operation of some facilities to local beneficiaries who might more efficiently operate them; and achieving a higher level of fiscal responsibility to the taxpayer.

All these changes have one goal — to meet the increasing water demands of the West while protecting the environment and the public's investment.

WATER CONSERVATION

Supply is finite. Demand is growing. So conservation becomes essential.

That is the fundamental equation of Western water today.

Unless the West can develop and maintain highly efficient water use practices, it will be difficult to provide the water needed to sustain its ecosystems while maintaining a prosperous growing economy. For these reasons, water conservation is one of Reclamation's top priorities.

The Bureau of Reclamation has undertaken a series of conservation initiatives designed to stretch water supplies to meet additional needs. We believe that with the help of water users throughout the West, conservation can help to meet much of the increasing demand for water.



Hungry Horse Dam in Western Montana

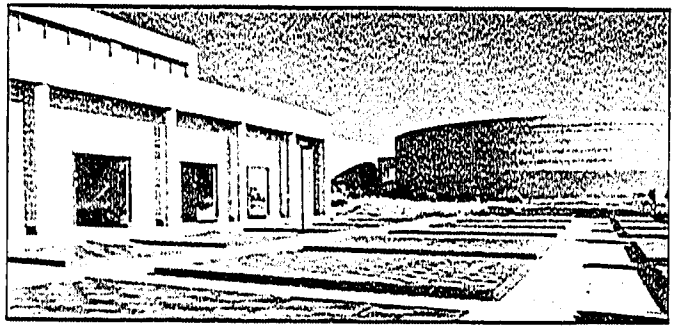
Recycling and Reuse

In the past few decades, Americans have learned to recycle and reuse everything from beverage containers to newspapers to automobile tires. Now we are learning how to recycle water.

Technology is emerging which is making water reuse increasingly efficient — and Reclamation is on the cutting edge. Typically, the process involves treating previously used water for reuse as cooling water for powerplants, irrigation water for crops, and replenishing groundwater supplies.

In recent years we have increased our investment in recycling, allocating more than $80 million for water reclamation and reuse. This part of our mission will continue to expand.

Most of our recycling projects are in California, such as the water reclamation projects in San Diego and San Jose. We are supporting similar efforts in Los Angeles, including the West Basin and East Valley reclamation projects. These programs will help Los Angeles meet its water supply needs while easing demands on the Mono Lake Basin, a Southern California watershed of spectacular scenic and natural values.



Reclamation is funding construction of a de-mineralization addition to this San Diego Water Reclamation Plant

Conservation Guidelines for Water Use

Nearly 140,000 farmers and ranchers, as well as hundreds of residential communities throughout the 17 Western states, receive water from Reclamation. Encouraging efficient water use is one of Reclamation's priority programs. Reclamation actively encourages innovation in water resources management and supports technical assistance to districts and water users in planning, demonstrating, and implementing water efficiency measures.

In partnership with others, Reclamation provides technical assistance in developing and implementing water conservation plans, financial assistance through cooperative agreements, support for installing cost-effective water saving and water measurement equipment, applied research on innovative water saving technologies, and Agrimet partnerships to assist farmers with irrigation water management.

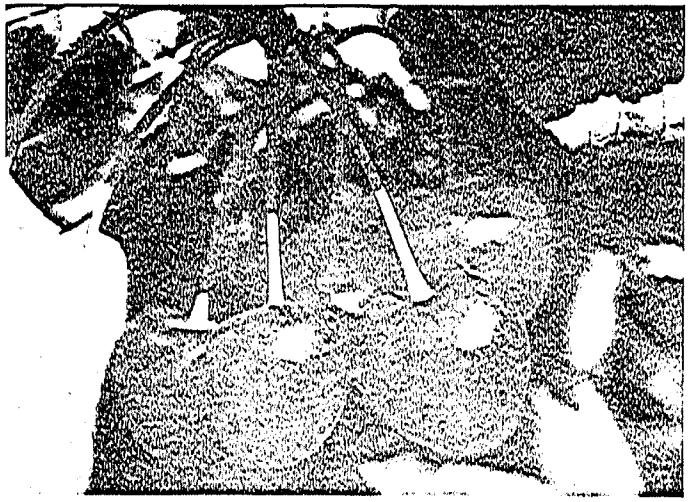
Reclamation assistance programs support and complement state and local agency water conservation efforts.



FARMING AND IRRIGATION

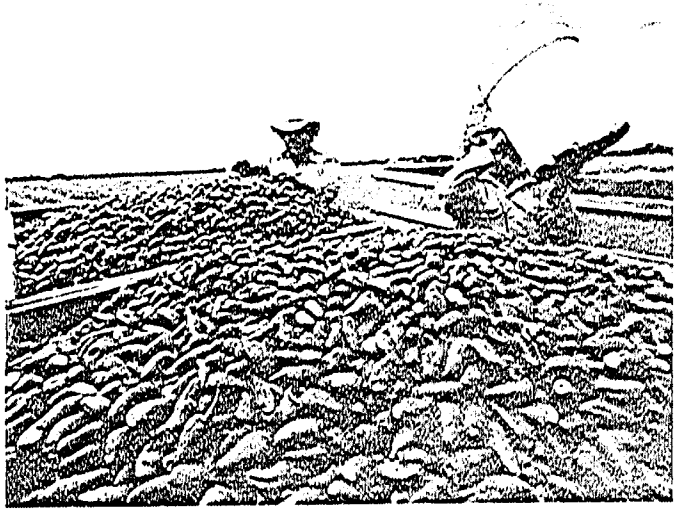
The Bureau of Reclamation is so named because our founding mission was to reclaim the lands of the arid West through irrigation so that farms and ranches could support increasing Western settlement. This mission continues to be a mainstay of our programs.

The variety and amounts of foods raised with water from Reclamation's projects is astounding. These crops yield a cornucopia as rich as any in world history, providing more than one-third of the nation's fruits, nuts, and vegetables. In California alone, farmers raise avocados, artichokes, berries, tomatoes, almonds, walnuts, olives, oranges, grapes, and rice, to name a few.



Each of the 17 Western states served by Reclamation makes its special contribution to the nation's agricultural wealth: Arizona provides oranges and pecans, Colorado peaches and cherries, Idaho its famous potatoes, Washington State its world-renowned apples, Texas wheat and soybeans, Nebraska corn, Montana small grains, Wyoming sugar beets, Utah corn and soybeans, New Mexico squash and melons, the grains and corn of North and South Dakota, Oklahoma cotton and wheat, Oregon orchards, Nevada melons and alfalfa, Kansas grains, and other crops in each of these states.

The farmers and ranchers who receive Reclamation project water have met the goal of providing food for the West. Indeed, they produce a reliable breadbasket and salad garden for all of America and much of the world.



ENVIRONMENTAL PROTECTION

The harnessing of rivers inevitably affects the environment. When Reclamation was founded by Theodore Roosevelt, America's first great conservationist President, the way dams change river systems and their wildlife was not well understood. Today, after decades of study, we know a great deal more about these impacts.

With that knowledge comes a responsibility and trust.

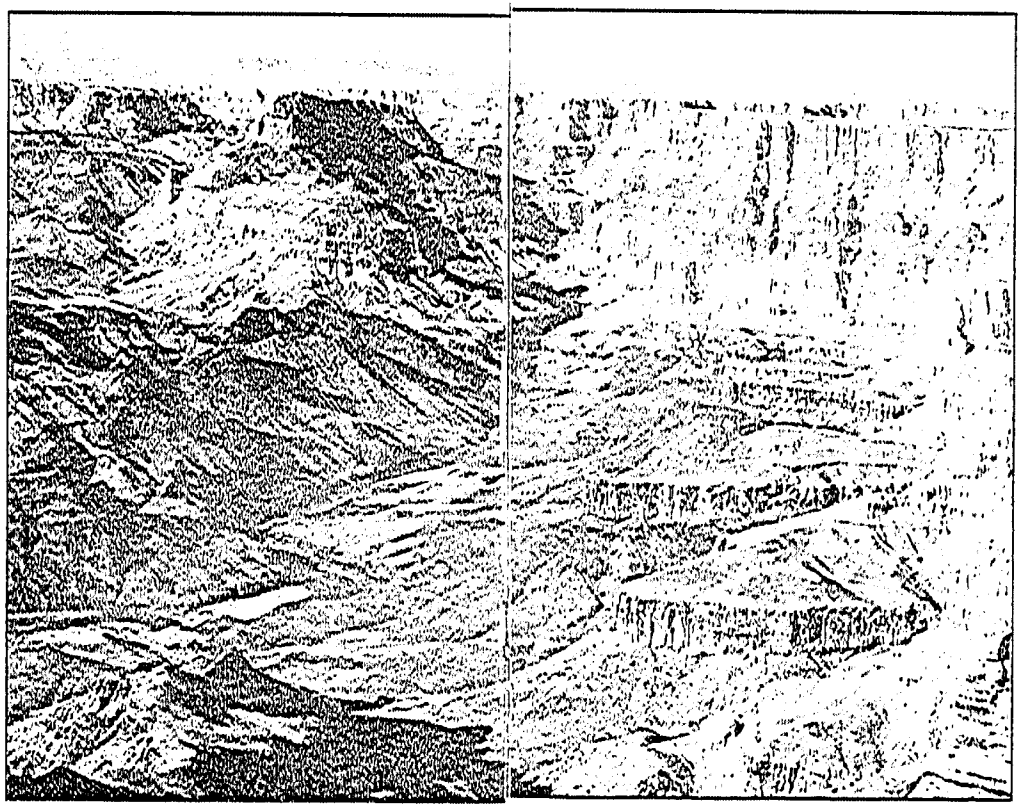
The river systems in which our projects operate are home to thousands of species, millions of trees, majestic mountains, plains, canyons, and deserts unlike any other in the world.

Preserving wetlands, enhancing instream flows, conserving and enhancing fish and wildlife habitat, controlling water salinity and sources of pollution, and preventing ground water contamination all are vital environmental concerns Reclamation is addressing to help protect the West's unique environment.

One of the many ways Reclamation promotes the environmental health of the West is by providing challenge grants, such as the 20 or so we provide in partnership with the National Fish and Wildlife Foundation each year. Many of these grants involve the Bring Back the Natives program, an initiative that restores native fish species and their habitat and encourages good land management.

In the Rockies, for example, the greenback cutthroat trout, once thought extinct, is making such a comeback that it was recently designated Colorado's state fish. The program also has helped increase Nevada's state fish, the Lahontan cutthroat trout.

Bringing water and economic development to the arid West is important, but preserving the West's biodiversity is also crucial. With application of sound science, we can achieve both economic strength and environmental stewardship.



Colorado River flowing through the Grand Canyon

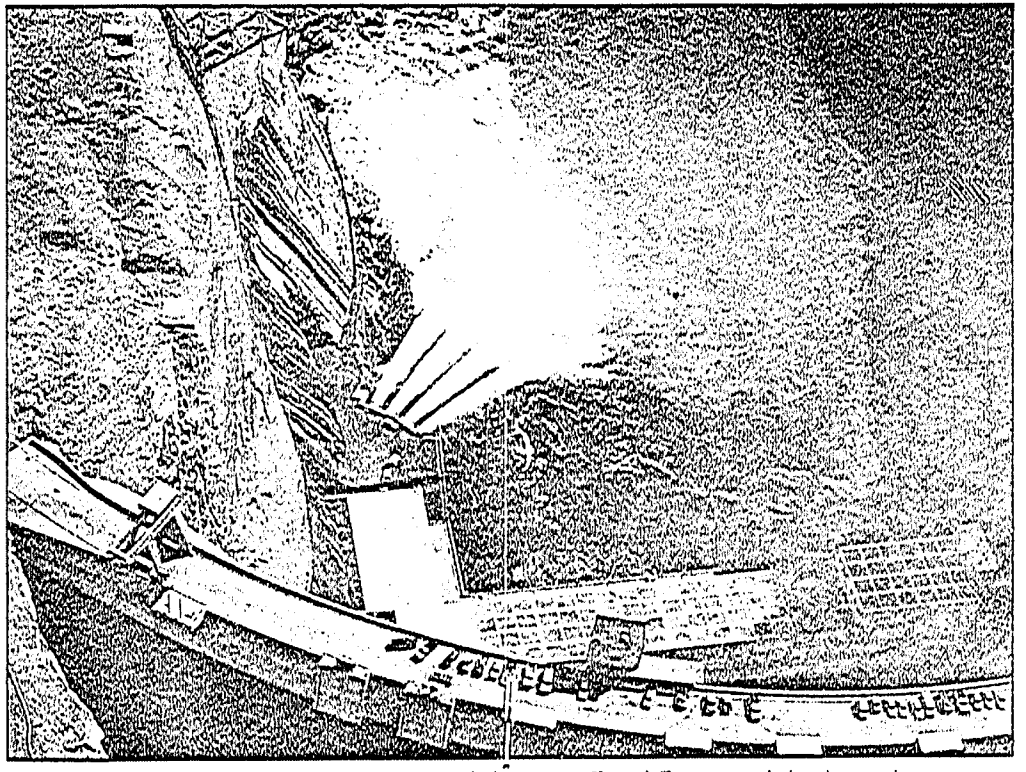
The Riverine Environment

Reclamation — along with state and other federal agencies — has devoted substantial time and energy towards learning how to reduce our impact on the environment of Western rivers.

In 1963, for example, Reclamation completed Glen Canyon Dam on the Colorado River, 15 miles upstream from the Grand Canyon. Over time concern grew that the highly variable water releases from the dam were disturbing the natural riverine environment on the Colorado River through the Grand Canyon.

At the direction of the Secretary of the Interior, Reclamation in 1989 undertook the most extensive scientific study ever conducted on the effects of a dam on a river system. Thousands of people participated, contributing more than 33,000 comments on a draft Environmental Impact Statement. This study was produced with the cooperation of scientists from federal, state and Native American interests, power users, environmentalists, recreation industry representatives, as well as private citizens.

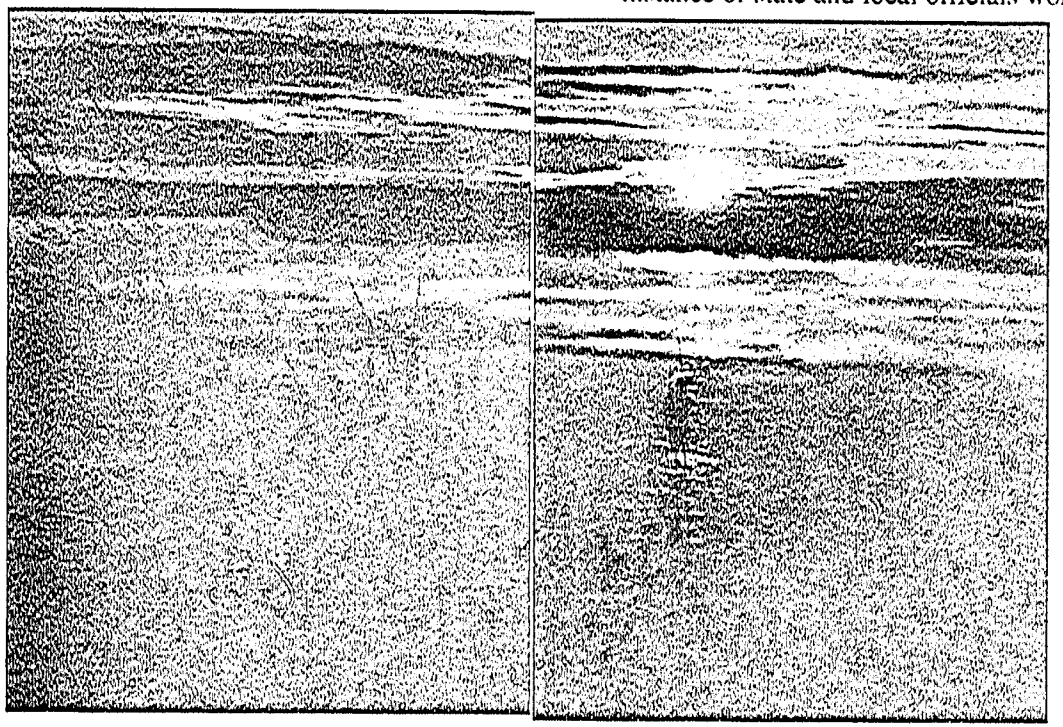
It was determined that changing water flows were eroding sandbars, interrupting the flow of back waters and the deposit of nutrients, causing return channels to become overgrown with vegetation, changing water temperatures, and harming endangered fish species. In the final Environmental Impact Statement, Reclamation in early 1995 recommended that permanent changes be made in the operation of Glen Canyon Dam to address adverse effects on the Colorado River and Grand Canyon. Those recommendations called for the first ever man-made flood of a river system for environmental purposes. In March 1996, 45,000 cubic feet per second of water was released from Glen Canyon Dam, creating floodwaters which had significant restorative effects on the Colorado River and the Grand Canyon.



Man-made flood from Glen Canyon Dam to help restore Grand Canyon and riverine environment

Wetlands Preservation

Wetlands are extremely valuable to the environmental balance of the United States. Marshlands, bogs, and bayous are home to some of the most diverse wildlife in North America, particularly among birds and amphibians. In addition, wetlands have an important role to play in filling groundwater and aquifer needs in the West, acting as natural filters to maintain water quality and in sustaining entire ecosystems.



For example, Reclamation is working in Texas with state, local, and university partners to restore the Rincon Bayou, a unique and complex delta of wetlands providing critical habitat for numerous plants and animals.

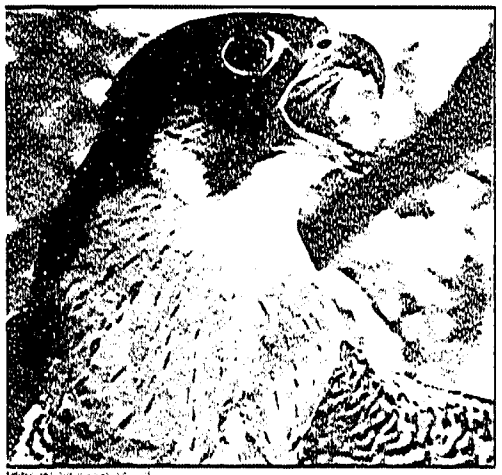
The 6,000 square-mile watershed is home to more than 200 species of birds, 90 types of reptiles and amphibians, and nearly 50 species of mammals. The objective of the partnership is to promote sensible, long-range planning and management of the ecosystem, including providing research, environmental education, and recreational opportunities throughout the basin.

Cottonwood Drain in central Wyoming is another instance of state and local officials working with Reclamation to sustain wetlands and their wildlife habitat.

With local water district authorities and the Wyoming Game and Fish Department, Reclamation led a project to prevent a stream channel from eroding and draining away wetlands precious to a region which receives only three to five inches of rainfall annually. By building structures to decrease the channel gradient and reduce flow velocity, upstream wetlands have emerged, providing a habitat for migratory and resident wildlife.

Reclamation is engaged in other wetland restoration, preservation, and creation throughout the West.

Protecting the West's Endangered Species



Peregrine Falcon

From the salmon of the Pacific Northwest to the endangered species of the Colorado River, numerous native fish species in the West are facing conditions which threaten their existence. Reclamation has undertaken a wide variety of programs with the goal of protecting and preserving the West's fish and wildlife.

The most well-known endangered fish in the West is the salmon. Today, many once plentiful salmon runs are dangerously depleted and facing extinction. Among the many reasons believed to contribute to this decline are more than 100 years of overfishing, construction of dams, weakening of native fish stocks by hatchery fish, and demands on instream river water by farmers and metropolitan populations.

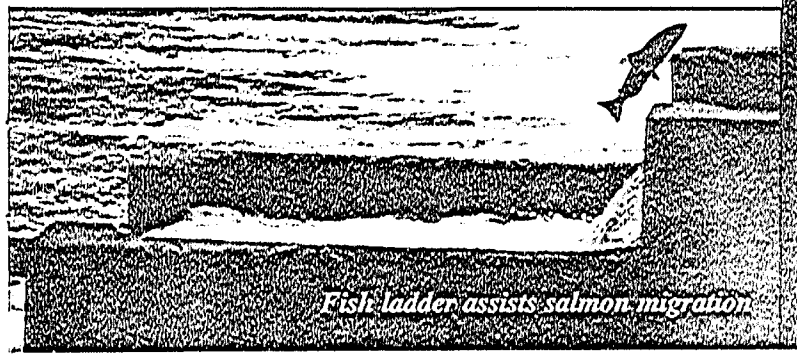
Reclamation is working with other federal and state agencies to help reverse the decline of the salmon by supporting water conservation programs to increase instream flows in Oregon, Washington, and Idaho. We also are buying uncontracted reservoir storage to augment river water flows, studying modifications of operations to improve instream flows, investigating new storage potential on the Snake River, and employing fish screens to prevent the loss of fish through dam turbines.

Salmon are not the only fish threatened in the West. Four native Colorado River basin species also are endangered. Reclamation, with Colorado, Utah, and Wyoming, and numerous federal agencies, water users, and environmental groups, is participating in an effort aimed at the recovery of these species. Recovery plan projects include construction of fish ladders, reoperation of federal projects to enhance instream flows, restoration of flooded bottomlands, a native fish-rearing program in Lake Mohave in the lower basin to replace senescent populations, and management of predatory, non-native fish species which threaten the native stocks.

Reclamation also is developing a broader multi-species conservation management plan for the Lower Colorado basin in cooperation with other federal agencies and the region's states.

This effort has been called a "model program" because it not only brings together all concerned groups to protect threatened species, it also allows for continuing water resource development for other purposes — a goal of all Reclamation's fish protection and recovery plans.

Hundreds of plant and animal species depend on the rivers, lands, and reservoirs Reclamation manages. We are committed to protecting their habitat through innovative water management practices and working with water users as well as local, state, and federal agencies.



Fish ladder assists salmon migration

WATER QUALITY & PUBLIC HEALTH



Most Americans take it for granted; however, not everyone has access to fresh, clean water.

Reclamation is studying and implementing many new approaches to maintain water quality. Because 20 million people rely on the Colorado River for their water supply, its maintenance is essential. Reclamation, in cooperation with Colorado River basin states and the Environmental Protection Agency, designed the Colorado Water River Quality Improvement Program to halt salinity increases in the river and prevent further degradation.

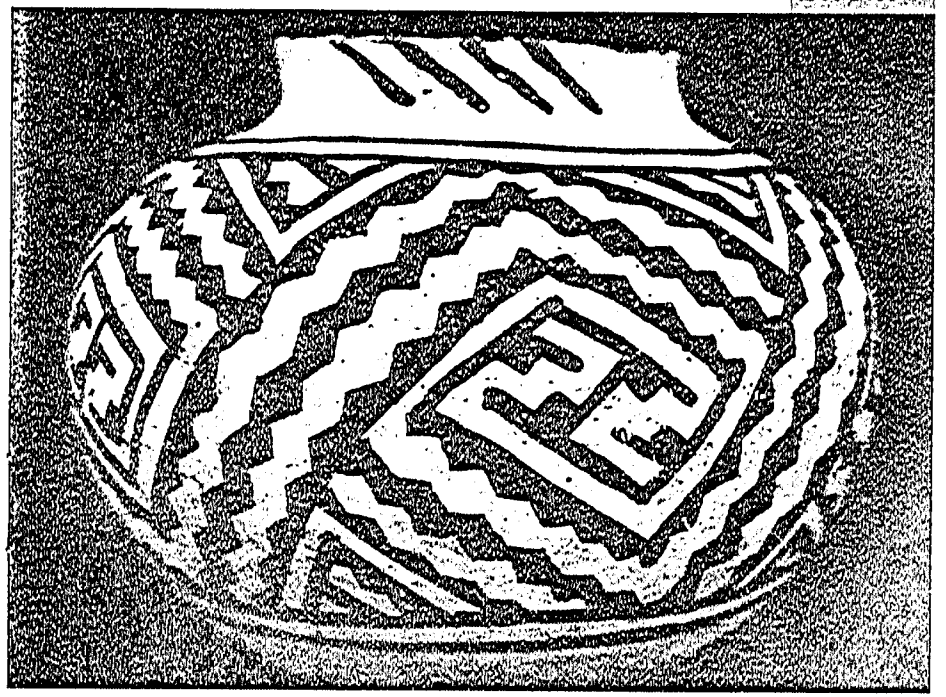
Sometimes water becomes a health hazard, as it has in three rural Texas communities along the U.S.-Mexico border. The water was so polluted that 90 percent of the population was infected with hepatitis A. Reclamation has constructed pipelines to clean up many of the sewage-contaminated irrigation drainage ditches and is providing further engineering and construction support to the local government in El Paso.

As the quality of our riverways is protected, the same river flow which provides benefits to recreationists and fish and wildlife can be used for municipal and industrial water supply processes and then reclaimed for other economic uses. Thus, water quality works hand-in-hand with our important goals of water reuse and conservation.

18

NATIVE AMERICAN RESPONSIBILITIES

Reclamation supports the responsibility of the federal government to protect the trust assets of Native Americans and provide for natural resource development and management on Indian reservations. We work in partnership with Indian tribes to establish technical and management programs, as well as facilities and infrastructure for the health and economic well-being of the tribes. Such projects include a Mobile Treatment Pilot Plant to remove the health risks from tribal water supplies and a solar-powered water treatment system on the Navajo Nation which is exploring alternative energy sources for clean, potable water. We are committed to furthering tribal self-governance.

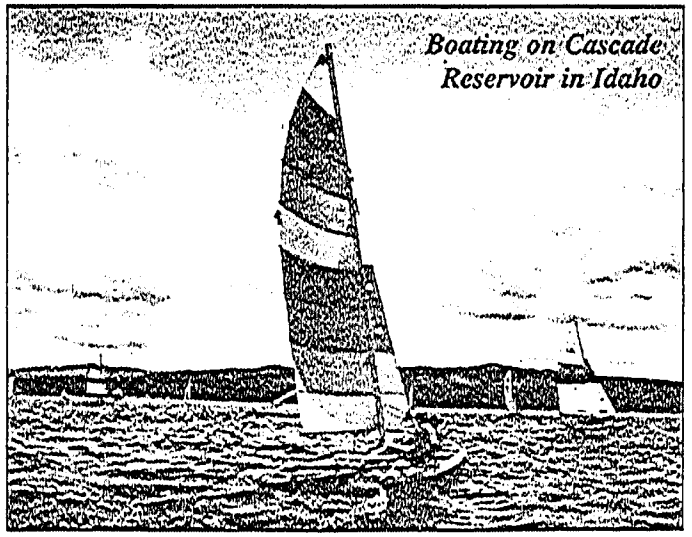


Salado pottery, dated 1300-1400

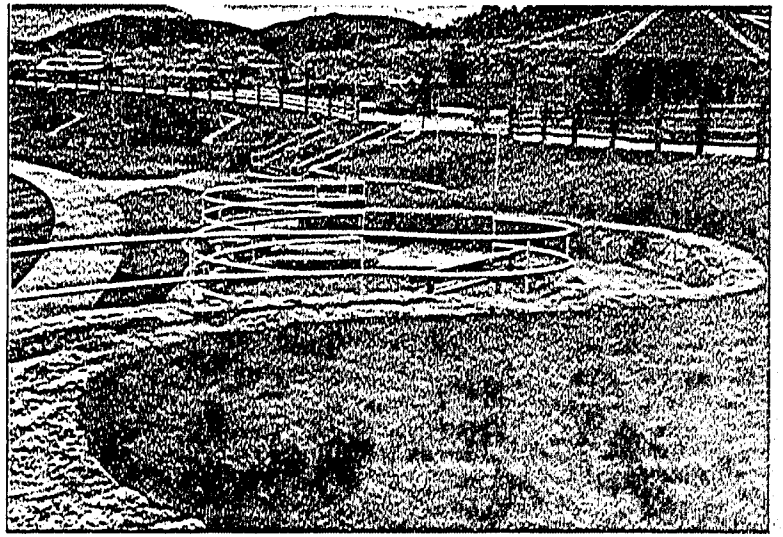
RECREATION FACILITIES & PROGRAMS

More than 90 million visitors each year — a dramatic increase from just ten years ago — enjoy 300 recreation sites created by our projects. Among the activities available are fishing, sailing, kayaking, swimming, boating, water skiing, and hiking. Nearly 200 of these recreation areas are managed by non-federal entities such as state and county parks. Many, including such world-famous destinations as Lake Mead and Lake Powell, are managed by other federal agencies, such as the National Park Service.

We also offer tours at some of the major facilities including Grand Coulee Dam in Washington State and Hoover Dam near Las Vegas, which is visited by more than one million people a year.



Boating on Cascade Reservoir in Idaho



Accessibility ramp to Ridgway Recreation Facilities

Reclamation is also making it easier for persons with disabilities to enjoy America's recreation areas. With federal partners around the country, Reclamation developed a database called the Accessibility Data Management System that allows anyone who calls a toll-free number or accesses the internet address to learn which of America's recreation areas are accessible to persons with disabilities. We are also making more of our own facilities accessible. Reclamation's Dutch Charlie Recreation Area at Ridgway Reservoir in Colorado, for example, was named by the Physically-Challenged Access to the Woods organization as the recreation area most accessible to persons with disabilities in the United States.

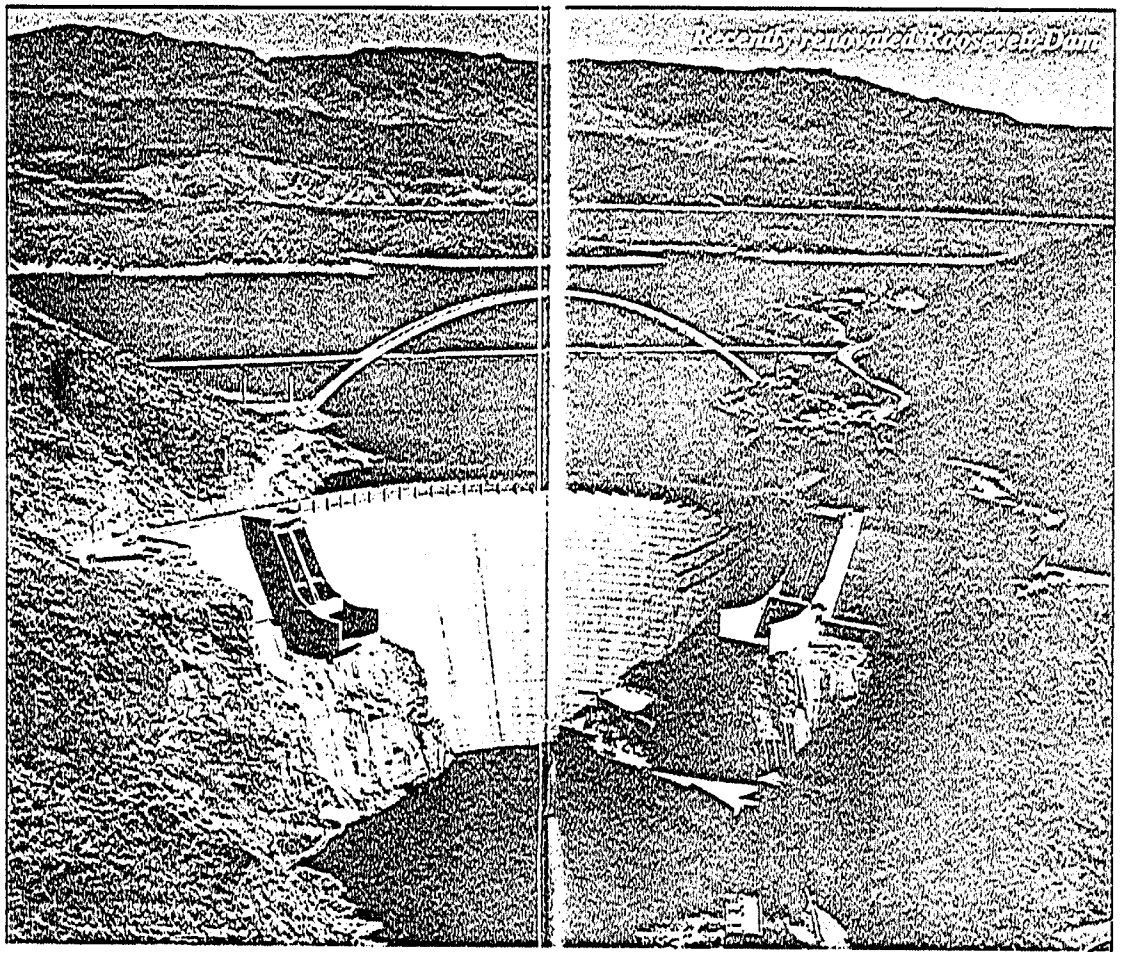
Reclamation has developed partnerships with organizations including the Bass Anglers Sportsman's Society, Trout Unlimited, and America Outdoors to sponsor fishing and outdoor events in cooperation with local businesses and community groups. Examples include National River Cleanup Week, National Fishing Week, and Catch a Special Thrill, which encourages children with disabilities to learn to fish.

DAM OPERATIONS & SAFETY

Safety in the operation and maintenance of our dams is a high Reclamation priority. In recent years, our dam safety budget has increased by more than 200 percent, reflecting investments in new research and technology. We have called on a panel of distinguished, outside engineering experts to assess Reclamation's dam safety program and recommend improvements.

In recent years, Reclamation performed significant safety-related construction on nine structures, including Steinaker Dam in Utah, Meeks Cabin Dam in Wyoming, and Ochoco Dam in Oregon. We inspect our structures every three years. Reclamation offers all communities downstream from Reclamation facilities assistance in preparing emergency evacuation plans in the unlikely event that a structure should develop serious problems.

These steps are important and necessary as our structures age. At Roosevelt Dam on the Salt River in Arizona, originally constructed between 1903 and 1911, Reclamation completed a $410 million renovation of this largest masonry arch dam ever built. The recent renovation improved public safety by providing for secure dam operations and adding a flood control function.



Through our renovations, operations, flood control, and general safety plans, Reclamation's structures are among the safest and most secure in the world.

BRINGING COMPETING INTERESTS TOGETHER

Because of water's scarcity, water interests carefully guard their precious share, often leading to competition among agricultural interests, environmentalists, urban water managers, Native Americans, recreationists, and business leaders. These and other groups often have conflicting ideas on how to best use the West's limited water supplies. Reclamation is working to find consensus among competing parties.

Charged with establishing water quality standards and Endangered Species Act protectoins for the Sacramento San Joaquin Delta/San Francisco Bay in California, Reclamation sat down with the many competing stakeholders and worked out a landmark agreement. The accord will protect this fragile estuary while providing certainty about water supplies to agricultural and urban water users.

Another historic agreement in the works is our continuing negotiation of Platte River resource issues. Working closely with Nebraska, Colorado, and Wyoming interests, Reclamation is helping facilitate discussions to reach an agreement that will restore fish and wildlife habitat while meeting the economic needs of the region.

Everyone is affected by water policy. These and other agreements are proving time and again that, with innovation and a lot of dedication and patience, economic and environmental interests can coexist. There can be water for all if we use it wisely and if we come together to work out agreements.

Our Promise to the American Taxpayers

More than 31 million people use Reclamation water to irrigate crops, for drinking and bathing and cooking, for recreation and industry, for power generation, and for sustaining the West's environment. Although in recent years, Reclamation has reduced its workforce by more than 20 percent and its budget by more than 10 percent, we remain dedicated to providing the American public the most effective water resource system in the world in the most cost-efficient manner possible.

Better service at less cost — that is what we promise to deliver.

U.S. DEPARTMENT OF THE INTERIOR
BUREAU OF RECLAMATION

For more information, contact one of our Reclamation offices or check out our web site at www.usbr.gov

Commissioner's Office
1849 C Street, NW
Washington, DC 20240
(202) 208-4662

Denver Office
Denver Federal Center
P.O. Box 25007
Denver, CO 80225
(303) 236-7000

Pacific Northwest Regional Office
1150 North Curtis Road, Suite 100
Boise, ID 83706
(208) 378-5020

Mid-Pacific Regional Office
2800 Cottage Way
Sacramento, CA 95825
(916) 978-5100

Lower Colorado Regional Office
Nevada Highway and Park Street
Boulder City, NV 89005
(702) 293-8419

Upper Colorado Regional Office
125 South State Street
Salt Lake City, UT 84138
(801) 524-3793

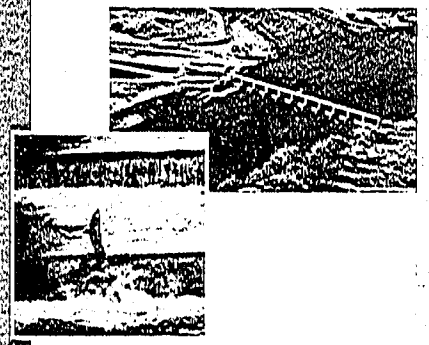
Great Plains Regional Office
P.O. Box 36900
Billings, MT 59107
(406) 247-7610

Managing The Resource

9 Red Bluff Fish Passage Program, California

To improve protection for salmon, steelhead trout and other anadromous fish in the upper Sacramento River, the Bureau of Reclamation:

- Installed a $15 million dollar screening and bypass system.
- Implemented an Endangered Species Act plan to raise the gates at Red Bluff Diversion Dam for eight months of the year to allow free upstream and downstream fish passage.
- Is installing a low-mortality research pumping facility using low-speed archimedes screw and helical pumps for winter diversions.
- Will modify the existing fish ladders and is evaluating these and other actions for long-term implementation.



10 Colorado River Native Fish Rearing Project, Arizona and Nevada

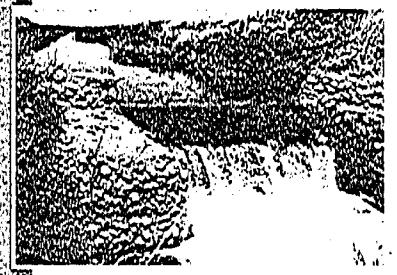
Lake Mohave, Arizona/Nevada, is home to about 25,000 adult razorback suckers, an endangered species. These fish range in age from 35-45 years old; remarkably, there are no young fish in the population. Fishery biologists view this as a "sunset" population and believe that if replacement or recruitment does not occur, it will become extinct by the year 2000.

To preserve the Lake Mohave gene pool and augment the present population, the Bureau of Reclamation led the formation of a multi-agency work group to rear young razorback suckers in lakeside backwaters. Fisheries biologists believe this will maintain a population of genetically diverse razorbacks in the lake for 30 or more years while scientists unravel the reasons for the population's lack of natural recruitment.



11 Cottonwood Drain, Wyoming

Working with the Wyoming Game and Fish Department and a local irrigation district, the Bureau of Reclamation constructed 20 small gabion drop structures along eight miles of channel to slow water flows in the erosive Cottonwood Drain. The structures created long, narrow ponds of three to five feet deep, 20 to 50 feet wide and 500 to 2,000 feet long. The new areas immediately attracted waterfowl in this arid region of Wyoming. Cattails, bullrushes, willow, and other riparian vegetation established creating wetlands and wildlife habitat.



Watchable Wildlife Program, Bureau Wide

The Bureau of Reclamation, in cooperation with other Federal, State and local entities manages over 1.5 million acres of land which include over 350 reservoirs and 16,000 miles of canals. These land and water resources provide the opportunity for the public to watch and enjoy many different fish and wildlife species in the 17 western states. Viewing opportunities range from watching bald eagles feed on kokanee salmon in Montana to watching alligators and javelinas (a small wild pig) in Texas.

In connection with a National Memorandum of Understanding (1990) Reclamation is participating with other Federal, State, local and private groups to provide enhanced public opportunities to view wildlife on Federal lands and to actively support wildlife conservation for the American Public.

Partners in Flight Bureau Wide

The Bureau of Reclamation is one of numerous Federal, State and non-governmental organizations that have combined forces to identify and coordinate priority conservation needs to help reverse the decline of neotropical species of migratory birds and their habitats. Partners in Flight member organizations signed an agreement which calls for all partner entities to undertake actions to better understand the reasons for the disappearance of the migratory species and undertake certain actions to ameliorate the disappearance. Westwide, the Bureau of Reclamation has undertaken numerous projects to improve migratory species habitat that ranges from converting farmland back to native prairie grasslands to providing wetland resting areas for migratory species.

United States Department of the Interior

Bureau of Reclamation

The mission of the Bureau of Reclamation is to manage, develop, and protect water and related resources in an environmentally and economically sound manner in the interest of the American public."

United States Department of the Interior

Bureau of Reclamation

A Commitment To Fish & Wildlife

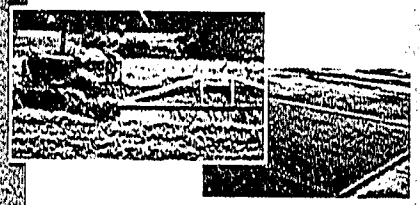


The wise stewardship of natural resources entails conservation and enhancement of fish and wildlife resources in conjunction with the development and management of water and land resources.

Improving the Habitat

1 Sacramento Valley Rice and Wetlands Demonstration Pilot Project, California

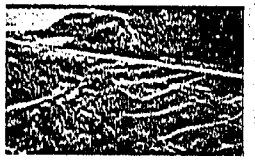
In cooperation with the California Rice Industry, Ducks Unlimited, California Waterfowl Association, and the Central Valley Habitat Joint Venture (a component of the North American Waterfowl Management Plan), the Bureau of Reclamation is providing funds for research and demonstration projects in the Sacramento Valley. The objective of this cooperative effort is to demonstrate the desirability of shallow flooding harvested ricelands as a solution to the problem of disposing of rice straw when post harvest burning is no longer permitted. Supplemental benefits will include additional habitat for waterfowl and other water dependent species of wildlife.



2 Jordanelle Wetlands, Utah

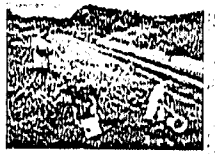
In coordination with public and private agencies, the Bureau of Reclamation is creating approximately 100 acres of wetlands as mitigation for the construction of Jordanelle Dam and Reservoir. This is one of the largest inland wetland creation projects in the western United States.

The project features a flowthrough system of wetland sites created by a series of dikes which will produce a diversity of vegetative communities and habitat types. The site will be revegetated with native plant species indigenous to the area. Additional enhancement measures include educational and public access facilities, shorebird nesting areas, and special consideration for the sandhill crane and the western spotted frog.



3 Phantom Lake Springs Endangered Fish Refugium, Texas

Phantom Lake Springs, discovered in 1855, are the home of several unique species including two Federally-listed endangered fish, the Comanche Springs Pupfish and the Pecos Gambusia, as well as numerous candidate invertebrate species.



Currently, a Bureau of Reclamation concrete-lined irrigation canal captures all flows from Phantom Lake Springs.



Working with the Rio Grande Fishes Recovery Team, Reclamation biologists and engineers have designed an endangered fish refugium channel which will parallel the irrigation canal and provide a home for endangered fish species. The specially designed channel utilizes redirected water from Phantom Lake Springs, providing maximum quality habitat over a variety of flows for the endangered fish while minimizing evaporation losses to downstream water users.

4 Island Stabilization at Audubon Lake, North Dakota

To reduce shoreline erosion at Audubon Lake, concrete pipe bulkheads made of 4'X4' culverts were placed on end in front of a sand and gravel backfill slope. The pipe was filled with sand and gravel and a layer of topsoil was added and planted to dense nesting cover which provides habitat for migratory birds.



Building Partnerships

5 Catch a Special Thrill (C.A.S.T.)

The Bureau of Reclamation has teamed up with the C.A.S.T. For Kids Foundation and several Bass Anglers Sportsman Society (B.A.S.S.) Federations in Washington and Idaho to provide the pleasures of fishing to disabled children.



6 Alpine Wetlands Enhancement Project, Wyoming

The Alpine Wetlands Enhancement Project is the result of a Bureau of Reclamation wetland initiative. A series of dikes and channels were built to form seven shallow ponds with a total surface area of 115 acres and includes a wildlife viewing area along Highway 89. This project will provide a permanent wetland area for migrating waterfowl. This project was made possible through a cooperative partnership among the Bureau of Reclamation, U.S. Fish & Wildlife Service, U.S. Forest Service, and Teton County Natural Resource District.



7 Pathways to Fishing

Working with local schools, the Bureau of Reclamation, U.S. Forest Service, National Park Service, Trout Unlimited, Colorado Division of Wildlife, Boy Scouts of America, Colorado Farm Bureau, Larimer County Parks Department, and the Family Sports Center of Loveland, Colorado, teamed up to provide elementary school children with "Hands-On" exposure to fishing. Through a series of learning stations, children learned about fishing basics, casting, biology, aquatic ecology, angler ethics, safety and local fishing opportunities.

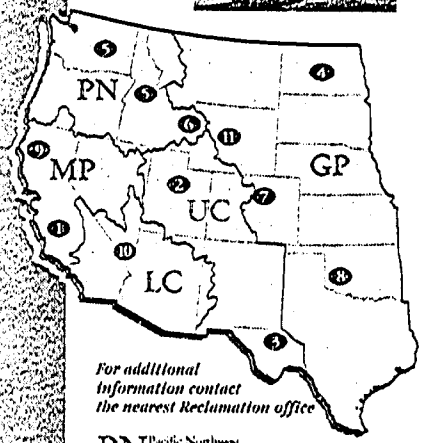




8 Moist Soil Management Unit, Oklahoma

At the Washita National Wildlife Refuge, Oklahoma, Reclamation and the U.S. Fish & Wildlife Service have entered into a cooperative agreement to develop up to 100 acres of moist soil units to enhance duck populations on the refuge. Refuge manager's speculate that a lack of high productivity wetlands may be a contributing factor to declining duck populations. The moist soil units can be operated to provide concentrated feeding areas for migrating waterfowl and shore birds. Forty acres of habitat have already been constructed.





For additional information contact the nearest Reclamation office

PN Pacific Northwest Regional Office
Bureau of Reclamation
1150 North Curtis Road
Boise ID 83706-1234

MP Mid-Pacific Regional Office
Bureau of Reclamation
Federal Office Building
2800 Cottage Way
Sacramento CA 95825-1898

LC Lower Colorado Regional Office
Bureau of Reclamation
PO Box 61470
Boulder City NV 89006-1470

UC Upper Colorado Regional Office
Bureau of Reclamation
PO Box 11568
Salt Lake City UT 84147-0568

GP Great Plains Regional Office
Bureau of Reclamation
PO Box 36900
Billings MT 59107-6900

—or—

Bureau of Reclamation
PO Box 25007
Denver CO 80225-0007

Reclamation also offers workshops and seminars related to specific technical topics. These workshops and seminars are usually held in Denver, Colorado. For example, 'Dam Safety, Operation and Maintenance' is a 2-week seminar which includes a study tour focusing on safety of dams modifications and simulated dam safety examinations. It is held on a biennial basis with one scheduled for late summer/early fall, 2000.

Reclamation can also provide training, technical seminars and/or workshops outside of the United States. This can be a cost-effective means of providing programs to a large number of trainees.

Applicants are encouraged to provide detailed information related to the subject matter to be studied, biographical information such as education, work experience, and other personal data.

Participants must be proficient in English, have appropriate academic and work experience, and be able to meet U.S. Department of State passport and visa requirements.

Visitors

Visits of less than 8 hours do not require reimbursement. These short-term visits generally provide the visitor with an overview of the Reclamation organization or an on-site visit to any of our facilities.

Program Administration

For additional information contact:

Technical Assistance

Mr. Richard Ives
Bureau of Reclamation
International Affairs Group
1849 C Street, N.W.
Washington DC 20240-0001
(202) 208-6643
FAX (202) 208-3394
e-mail: rives@usbr.gov

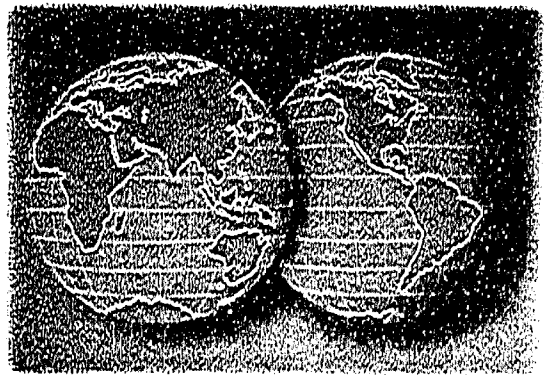
Training and Visitor Programs

Ms. Leanna Principe
Bureau of Reclamation
International Affairs Team
PO Box 25007
Denver CO 80225-0007
(303) 445-2127 or 445-2126
FAX (303) 445-6322 or 445-6301
e-mail: lprincipe@do.usbr.gov

Bureau of Reclamation Mission

To manage, develop, and protect water and related resources in an environmentally and economically sound manner in the interest of the American public.

BUREAU OF RECLAMATION



INTERNATIONAL AFFAIRS PROGRAM

October 1998

Bureau of Reclamation Background

The Bureau of Reclamation is best known for the dams, reservoirs, powerplants, and canals it constructed to develop water resources and to open the American West to homesteading. Since its inception in 1902, Reclamation has played a pivotal role in developing water resources in the 17 western states. Over the past 95 years, Reclamation's programs have evolved from those with an emphasis on irrigation and power development to a much broader water resource management focus.

Today Reclamation balances its traditional mission with water supply requirements for a multitude of public purposes including the water needs of urban populations, Native American self-sufficiency, fish and wildlife protection, endangered species recovery, recreation, environmental restoration, and flood and drought management. Water that was available to serve a population of 10 million people in 1902 must now serve a growing population of 80 million. The increased urbanization of the west coincides with increased public concern for protecting and recovering environmental resources and enhancing water dependent recreational resources. The current challenge is to manage and maintain the quality of finite water resources in an area that is experiencing dramatic population growth and impacts to critical aquatic ecosystems.

As a Federal water resources management agency, Reclamation employs innovative ideas and cooperative efforts to fulfill these water related resource needs. There is an increased program emphasis on water conservation, water reclamation and reuse, and efficiency improvements to help meet the demands for quality water supplies.

Reclamation's focus is now on new methodologies which will promote water conservation and enhance protection of our infrastructure to ensure system reliability for meeting water delivery requirements and facilitate water transfers. These actions will be critical to satisfying the broad range of competing uses. For nearly a century, Reclamation has and will continue to provide leadership with our partners in meeting the water and related resource needs of the 21st century.

International Activities

The scope of the Reclamation domestic program involves the use of many different disciplines and skills which serve as a basis for Reclamation's International Affairs Program opportunities. Almost from its inception, Reclamation has had an active international program. Reclamation can make available its expertise in water resources through specially designed reimbursable technical assistance and training programs.

Technical Assistance

At the request of counterpart governmental water resource agencies, Reclamation may provide technical assistance at either Reclamation facilities in the U.S. or in another country. Programs may entail the travel of Reclamation experts overseas on long-term assignments (usually 2 years), on a short-term basis, or a combination of both. Each technical assistance program is designed to address the specific needs of the requesting agency.

Examples of Reclamation International Technical Assistance:

- Provides technical assistance to the Water Working Group seeking solutions to Middle East Water Issues, at the request of the State Department's Middle East Peace Process
- Since 1986, has provided on-going technical support to the Government of Brazil in the development and management of the water resources in the semiarid region of northeast Brazil
- Assists the Guam Water Authority in the analysis and improvement of the island's water system, while assisting in development and implementation of Guam's Water Facilities Master Plan
- Provides technical assistance and training in desalting technology to the Government of Saudi Arabia's Saline Water Conversion Corporation
- Through the American Institute in Taiwan, provides technical assistance and training to Taiwan in the areas of water resource management, planning and dam safety

All costs associated with technical assistance programs are fully reimbursable to Reclamation. Each request for technical assistance is reviewed to ensure continuity with Reclamation's domestic program and mission.

Training

Reclamation routinely assists other water resource agencies by providing reimbursable technical training programs for their staff. Training programs are tailored to fit each request and vary in length from 2 days to as long a year, usually combining office assignments and field visits or study tours to Reclamation's Denver, Regional, and Area Offices. Programs may include classes at universities, visits to irrigation districts, and meetings with the private sector and non-governmental organizations. All costs involved with providing training are fully reimbursed to Reclamation by the trainee's government or by a sponsoring agency.

For additional information, please contact the following:

Robert (Bob) A. Baumgarten, P.E.
Group Manager
Phone (303) 445-3076
www: rbaumgarten@do.usbr.gov

For Estimating
Robert (Bob) A. Baumgarten, P.E.
Civil Engineer/Estimator
Phone (303) 445-3076
www: rbaumgarten@do.usbr.gov

For Specifications
Gregory (Greg) E. Gulsvig, P.E.
Civil Engineer/Specifications
Phone: (303) 445-3082
www: ggulsvig@do.usbr.gov

For Value Engineering/Value Analysis
Francis McLean, P.E.
Value Program Manager
Phone (303) 445-3091
www: fmclean@do.usbr.gov

Bureau of Reclamation
Estimating, Specifications and Value Program Group
Bldg. 67, DFC, Code D-8170
PO Box 25007
Denver CO 80225-0007

FAX: (303) 445-6475

ESTIMATING SPECIFICATIONS & VALUE PROGRAM GROUP

U.S .Department of the Interior
Bureau of Reclamation
Denver, Colorado

• Estimating

Civil/mechanical/electrical estimators, all of whom are engineers, and most of whom are registered professional engineers, provide estimating expertise to virtually all types of construction projects throughout the United States. We can develop and recommend policy on all phases of estimating construction costs. The group develops Construction Cost Trends (Cost Index) which are published on the Internet, address http://www.usbr.gov/tsc/cost_trend.html

We can meet the needs of Federal Acquisition Regulation (FAR) requirements concerning Independent Government Cost Estimates (IGCE), and can prepare estimates in any form to meet clients' needs.

We can prepare the following levels of estimates:

- Planning and Design State
- Construction State (pre-award)
- Construction State (post-award modifications)

• Specifications

Engineers specializing in specifications preparation can prepare specifications in any specifications format requested by the client, including CSI format. Specifications can be produced in any word processing format.

We provide specifications writing expertise for civil and architectural construction. We also provide specifications coordination expertise for combining civil, architectural, geotechnical, mechanical, and electrical specifications, including hazardous waste remediation specifications, including hazardous waste remediation specifications.

We can furnish selected technical specifications or we can furnish complete, coordinated technical specifications for an entire project.

• Value Engineering/Value Analysis

We offer Value Engineering/Value Analysis/Value Planning (VE/VA/VP) expertise that you can employ to reap immediate benefits from value improvements and/or money-saving proposals generated through the use of the Value Method. The staff has the background and experience to support the full range of value method applications:

- Consulting on the application of the value method, including identifying projects or processes that may benefit from the value method, and complying with the current federal and departmental guidelines and regulations.

- Illustrating how your organization can employ value methods effectively for simple problem solving, routine decisions or large, complex projects.

- Value Method training, on-site or in Denver, including techniques for applying the value method to individual projects and processes, and establishing, operating, and maintaining an effective value program.

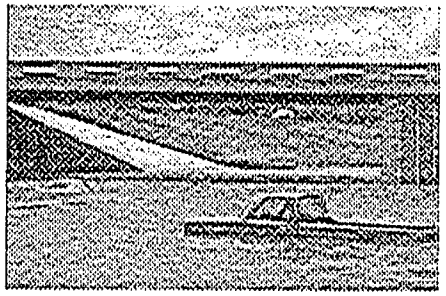
- Leading or facilitating value studies, including oral presentations and report preparation.

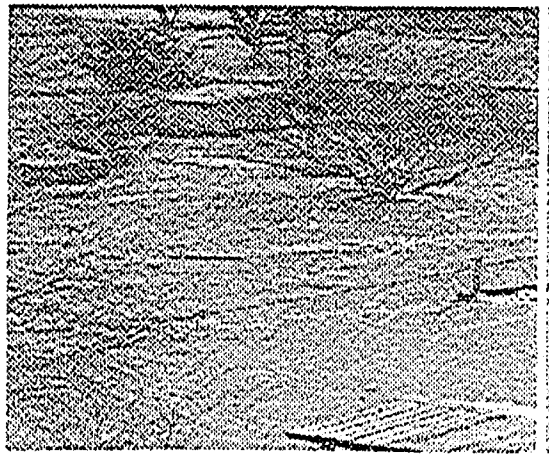
Recent Projects

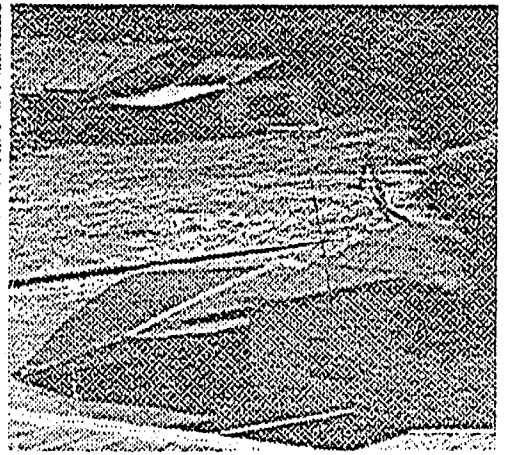
1. Pueblo Dam Modification CO (GP)
2. Tieton Dam Spillway Modifications WA (PN)
3. Stoney Creek Siphon
4. Horse Mesa Dam Modifications, AZ (LC)
5. Bradbury Dam Spillway Modification CA (MP)
6. East Unit Pumping Plant Fish Screens WA (PN)
7. Glen Colusa Fish Screen Replacement CA (MP)
8. Leadville California Gulch OU6 CO (EPA)
9. Water Island Catchment Basin Remediation, Virgin Islands (EPA)
10. Ochoco Dam Modification, OR, PN
11. Folsom Dam Spillway Rehabilitation CA (MP)
12. Folsom Dam Gate Automation, CA (MP)
13. 230-kV and 115-kV Transformer Replacements, various Reclamation sites
14. Santa Cruz River Bank Stablization, AZ (LC)
15. NEHRP Implementation Study, (DOI)
16. Jordanelle Dam Gate Chamber Mod.,UT (UC)
17. Morrow Point Cable Replacement, CO (UC)
18. Hoover Hwy. 93 Rehabilitation, NV (LC)

CLIENTS AND PARTNERS

- Bureau of Reclamation Regional and Area Offices
- Dam Safety Office
- Policy Analysis Office
- Bureau of Indian Affairs
- Environmental Protection Agency
- National Weather Service
- National Park Service
- Other government agencies, both domestic and international







For additional information contact the Flood Hydrology Group at 303-445-2535

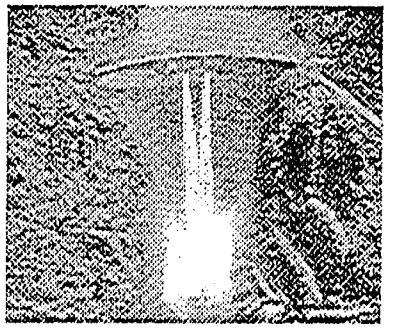
	Area Code: 303
Jim Thomas, Group Manager	445-2538
Jessie Haragara, Group Secretary	445-2536
Annette Vigil, Automation Clerk	445-2537
Ken Bullard, Hydraulic Engineer	445-2539
Jo Camrud, Hydraulic Engineer	445-2568
Colette Collins, Hydraulic Engineer	445-2540
John F. England, Jr., Hydrologist	445-2541
David Fisher, Hydraulic Engineer	445-2542
Walter Johnson, Meteorologist	445-2543
Lex Kamstra, Hydraulic Engineer	445-2544
Monica Norval, Hydraulic Engineer	445-2545
Lou Schreiner, Meteorologist	445-2546
Bob Swain, Hydraulic Engineer	445-2547
Karen Weghorst, Hydraulic Engineer	445-2548

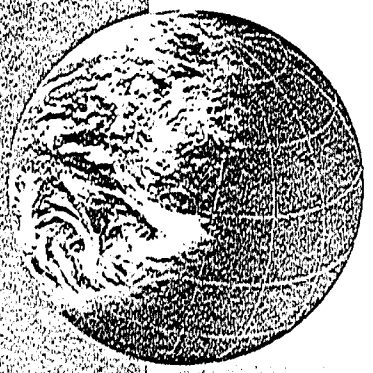
FAX: 303-445-6351
EMAIL: jthomas@do.usbr.gov

United States Department of the Interior
Bureau of Reclamation
Technical Service Center
Flood Hydrology Group, D-8530
Denver Federal Center
P.O. Box 25007
Denver, Colorado 80225-0007

Flood Hydrology Group

Technical Service Center
Bureau of Reclamation





Flood Hydrology Group
Technical Service Center
Bureau of Reclamation
Denver, Colorado

The Flood Hydrology Group conducts a variety of technical activities related to probabilistic and deterministic hydrology, extreme precipitation, early warning systems, statistical and stochastic analyses, cross drainage systems, drought investigations, and general hydrology. We are heavily involved in the hydrologic aspects of Reclamation's Dam Safety Program and provide similar services to other agencies in the Department of the Interior. The group develops and coordinates standards and criteria with other Federal agencies concerned with flood hydrology, hydrometeorology, and dam safety.

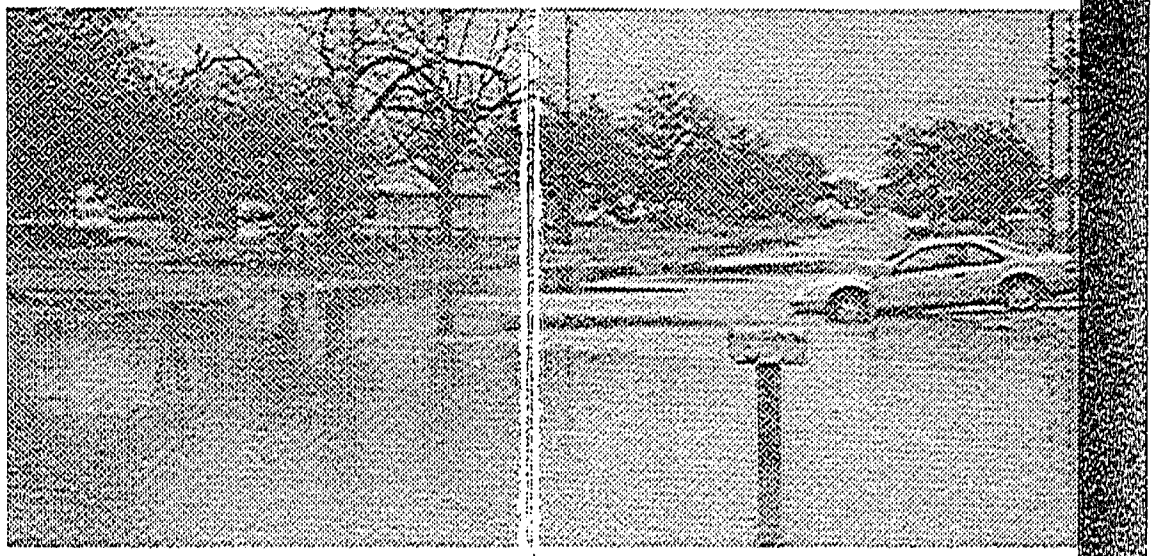
TECHNICAL CAPABILITIES

General Capabilities — Technical expertise:

- Design Flood Hydrographs
- Extreme Event Precipitation Studies
- Flood Frequency Analyses
- Cross Drainage Studies
- Statistical and Stochastic Analyses
- Early Warning Systems Evaluation and Design
- Drought Indices
- Hydrological and Meteorological Research
- General Hydrologic Investigations

Specific Capabilities

- Develop criteria and standards for flood hydrology investigations
- Determine extreme flood hydrographs for dams
- Develop extreme precipitation studies
- Develop design hydrographs
- Develop flood frequency information
- Prepare cross-drainage studies for canals, roads, siphons, etc.
- Conduct stochastic hydrologic analyses
- Evaluate Early Warning Systems to prevent loss of life in the event of dam failure
- Design and install Early Warning Systems for dams
- Develop drought indices
- Conduct hydrologic research
- Conduct hydrometeorological research related to extreme events
- Assists in risk assessments
- Develop criteria and standards for hydrometeorological investigations
- Perform statistical analyses of a variety of hydrologic problems
- Provide advice, assistance, and training on hydrometeorology, flood hydrology, early warning systems and related topics
- Participate in Federal Emergency Management Agency's response to disasters



Visit our homepage- http://www.usbr.gov/valuprog

Bureau of Reclamation
Value Program Manager
PO Box 25007, D-8170
Denver, Colorado 80225

Reclamation Value Program

The Value Method is a powerful strategy for solving problems and reducing costs while improving performance.

THE VALUE PROGRAM

To enhance benefits for our customers, Reclamation began a Value Program using the Value Method in the mid 1960's. After a short interlude, Reclamation restarted the Program in the 1980's. Reclamation is an acknowledged leader in the Value Method field and was one of the first Government agencies to adopt its use. While the use of the Value Method has become regulated, Reclamation principally continues to use it for the benefits it provides to our customers.

Offering services throughout the nation, we extend strong skills and expertise to Reclamation, its customers, and other agencies. In addition to our Value Method expertise, we have a diverse knowledge of Reclamation projects, Government practices and policy, technical disciplines, and professional education.

Generating within staff Value Method expertise is a key to winning continuous benefits. We provide Value Method specialists for value studies, consultations, training, and other needs. Also, thanks to Reclamation's nation-wide expertise in management, engineering, administration, procurement, and other fields, if needed we can obtain for our clients some of the very best people to serve on teams for technical issues.

Extending assistance to our customers to increase the worth of their products and services, while reducing its cost in any phase of the project or activity, is our mission. However, it is our clients and their needs, activities, and expertise that generate the true value enhancement. We are the consultants and facilitators that help win the added benefits of the Value Method in your work.

Power your staff with the Value Method.

THE VALUE METHOD IS AN EFFECTIVE DECISION AND MANAGEMENT TOOL

The Value Method uses a job plan to keep activities moving and directed. The job plan highlights and focuses attention on the issues, essential needs, criteria, problems, objectives, and concerns involved. Each job plan phase contributes to the high quality results typically attained through the Value Method. Major job plan elements are:

- **Selection** Identify activities (programs, processes, projects, designs, etc.) that could benefit most from the use of the method. Once identified, select the optimum expertise and time needed to value study it.
- **Information** Gather information and identify the components, cost, functions, criteria, objectives, involvement, and essential needs.
- **Creativity** Generate the largest number of ideas to meet the identified essential needs.
- **Analysis** Determine which blend of ideas should produce the greatest value (worth as compared to cost).
- **Development** Refine the projected highest value ideas into feasible concepts. Evaluate benefits, disadvantages, and potential risks to further enhance the value of the concept.
- **Presentation** Present the ideas as written proposals to decision makers and clients.
- **Implementation** Further examine the proposals, their application, and enact them.
- **Verification** Review and evaluate results to improve the Value Program activities and its benefits to customer.

Use the Value Method-
-Reap its Benefits

WINNING THE BENEFITS

Why not benefit from one of the most successful value enhancement processes available? Reclamation and its customers obtain a multitude of benefits by using the Value Method. For example:

Anticipate and avoid problems that raise costs and decrease customer satisfaction. The Value Method is a creative decision tool that produces quality alternatives and generates support for the direction chosen. It is a proven, documented, and accepted process with a record of more than 50-years of success. Its use can be cited as evidence of prudent management of resources (1994 Performance Act).

The Value Program studies return an average of more than $20 for every dollar invested. Funds saved through the use of the Value Method may be used for other authorized but under-funded activities. These savings effectively increase the funds available to achieve mission objectives.

Enhance customer, staff, contractor, and public communication. Improve quality, productivity, performance, and safety.

Reduce the time, resource, cost, and support requirements. Resolve problems and issues that inhibit meeting the optimum successful performance of Reclamation's mission of "managing the nation's water resources for the future."

Using the Value Method to enhance your activities is a winning strategy.

GENERAL VALUE PROGRAM FEATURES

Helping customers and employees benefit through the application of the Value Method is the goal of the Value Program. The Value Method is a creative, systematic, function oriented approach that enhances decisionmaking, improves products and processes, and increases customer satisfaction.

- ☐ **Services** The Program provides consultation on use of the Value Method; assists in identifying projects and activities that can benefit from the process, and provides value study facilitation and leader services, training, and other assistance.
- ☐ **Experience** Value Program staff are highly trained and experienced. Reclamation is a leader in the field and was one of the first Federal agencies to adopt Value Engineering (mid-1960's).
- ☐ **Availability** Reclamation has coordinator and team leader/facilitator staff in each regional office and service center, several area and project offices, and oversight managers and trainers in Colorado. To meet your needs and/or assist you, many activities can be done at your site.

Arrange with a Value Program Coordinator, or Reclamation Value Program Manager, to schedule services (value study, identification, training, etc.), or to obtain further information on the Program, its benefits, and how it can help you.

Supervisor, manager, administrator, engineer, or secretary; the Value Program may be able to help you to improve products, satisfy clients, and/or save money.

HIGHLIGHTED SERVICES

Value Method processes are also often referred to as Value Management, Value Analysis, Value Planning, and Value Engineering (VE). All these types of value study operations and more are available through your local Value Program Coordinator (VPC).

Assistance, information, identification activities, supporting and informing clients, and other services are available from dedicated Value Program staff.

Leaders for value study teams with excellent training and professional experience are available to facilitate your value study team. Study team members with technical expertise applicable to your value study are also available.

Using Value Program consultation and presentation services can assist managers, administrators, engineers, and staff to obtain the highest return for their activities.

Every site is a potential location for training. Staff training may be conducted at your site, a central regional location, or in Denver, CO by highly qualified and recognized Value Method professionals. Courses include: how to identify high return activities, perform Value Method studies, incorporate the Method into normal operations, facilitate teams, and enjoy staffing benefits from its use. Courses in program operations, setting up programs, and the requirements of the VE law and the VE Incentive Clause are also available.

WE CAN HELP. FILL OUT THIS FORM, CLIP IT, AND MAIL IT

Start taking advantage of the Value Method now. We can help you to use the process on a specific project or to establish a Value Program within your organization.

✓ Check the box or boxes in the main areas where you would like us to assist you.

- ☐ **Consultations** To advise on establishing a local program, overall Value Method activities and measurement parameters, or other items.
- ☐ **Identifying Assistance** Estimate potential benefits or identify if a particular problem or activity has high potential for enhanced value.
- ☐ **Team Leader/Facilitation** Scheduling services from our extensive network of qualified and experienced personnel.
- ☐ **Technical Team Members** To supplement your staff's expertise in a value study.
- ☐ **Presentations** Covering the Value Method, VE Incentive Clauses, or other Program issues tailored to match your organization's and customer's interests and needs.
- ☐ **Training** An extensive list of standardized courses in the Value Method, its use and benefits, the VE Incentive Clause and others are available.

Other_____

Name:

Address:

City/State/Zip:

Phone:

FAX/Net:

We can help you spend your time and money where it really counts--to identify issues and groups, consider impacts, and effectively solve problems. Involving the public helps avoid costly delays and conflicts and focuses everyone's efforts on accomplishing the purpose of the project. Doing this early in the project ensures that everyone's input is considered. You will be better able to identify potential problems while they are still resolvable.

The bottom line for Reclamation's actions is to serve our customers. We can help you do this by:

- Identifying customers and their needs
- Designing, distributing, and analyzing customer surveys
- Designing comment/response procedures
- Formulating solutions to meet customer needs

We are a professional group eager to meet your social analysis and public involvement needs. We have experience in all 17 Western States, working with Indian Tribes, international, Federal, State, and local governments, nongovernmental groups and organizations, and private individuals.

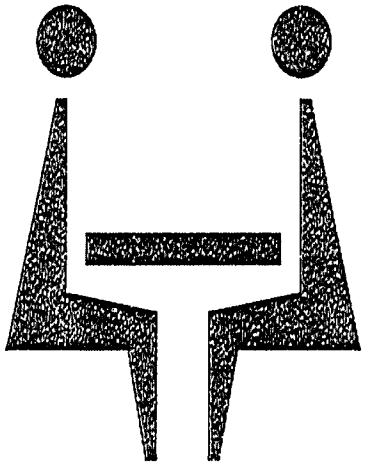


To discuss your needs, please contact us:

Social, Cultural and Recreation Group, D-8280
P.O. Box 25007
Denver, CO 80225-0007

Phone: 303-236-2722
Fax: 303-236-4947

Social Analysis and Public Involvement



Social, Cultural and
Recreation Group
Bureau of Reclamation
Department of the Interior

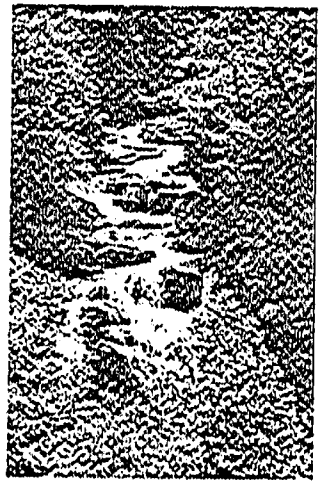
Social Analysis

Considering impacts on humans from the perspective of the affected individuals and groups is a required part of NEPA compliance documents and planning and resource management plans. You may also need to consider this in special studies such as water conservation plans, relocation analyses, land retirement, and eco-system management studies.

Social analysis considers impacts from the earliest moment of a decision process through the life of the solution.

Our analyses include:

- Social consequences
- Human impacts
- Socio-economic analysis
- Sustainable development
- Alternative formulation



Public Involvement

Affected publics need to be involved in any Federal action--be it a study, program, or project. This interaction often includes but goes beyond public relations, information, or education, because it communicates with the public to meet the needs and solve the problems. These services are most often provided in cooperation with local Public Affairs Officers.

We have the expertise to meet all public involvement needs (from setting up meetings to in-depth consultation), including:

- Scoping for environmental compliance
- Conflict management
- Decision making processes
- Consulting with affected groups and individuals
- Community participation and public involvement plans
- Mailing Lists and information

Environmental Justice

For all Federal actions, Executive Order 12898 requires clearly identifying who will win and who will lose and showing impacts to under represented groups. We analyze the equity of an action on ethnic and economic minorities for:

- Fair treatment
- Disproportionate share of negative consequences
- Environmental hazards

Indian Trust Assets

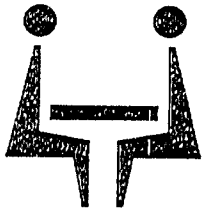
Reclamation has trust responsibility to protect and maintain the rights of American Indian tribes and individuals. Reclamation's decision processes must provide for maximum participation by Native Americans in Federal programs and services. We can:

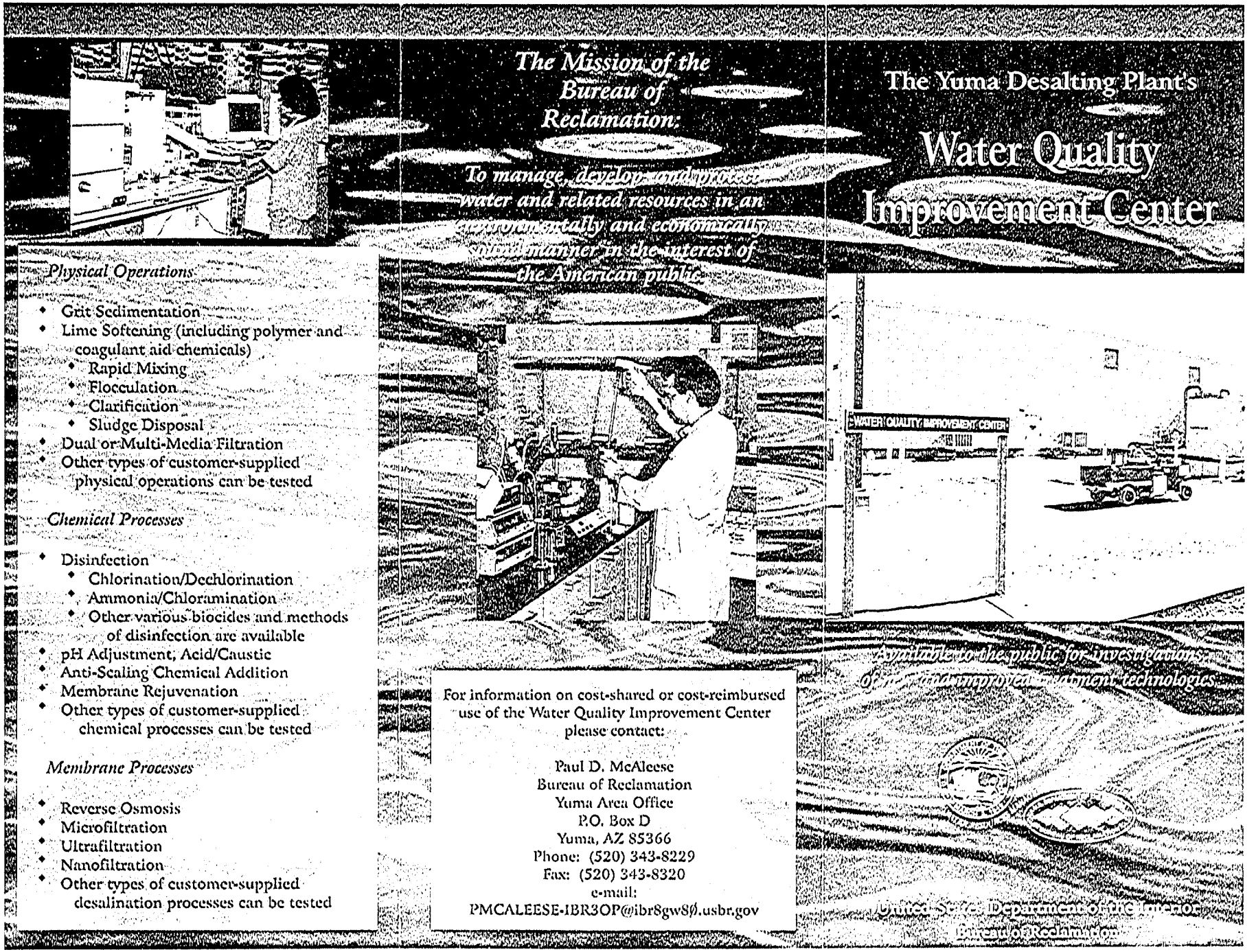
- Identify Indian Trust Assets and assess impacts
- Facilitate government to government relationships
- Help consult with potentially affected tribes

Contracting Assistance

We can help you develop and oversee effective contracts that help accomplish your project's purpose. We provide:

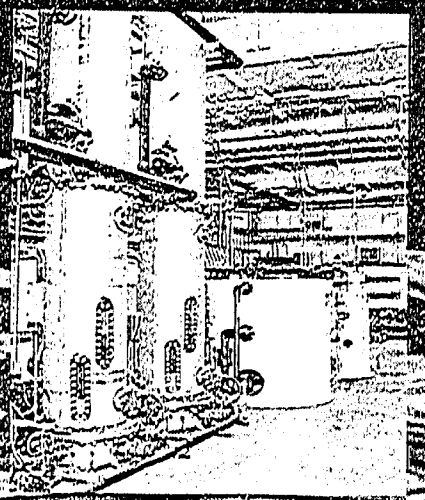
- Statements of work
- Study designs
- Technical consultation
- Product and deliverable reviews to assess compliance with relevant standards
- Government cost estimates




The Mission of the Bureau of Reclamation:
To manage, develop and protect water and related resources in an environmentally and economically sound manner in the interest of the American public.
The Yuma Desalting Plant's
Water Quality Improvement Center
Physical Operations
Grit Sedimentation
Lime Softening (including polymer and coagulant aid chemicals)
Rapid Mixing
Flocculation
Clarification
Sludge Disposal
Dual or Multi-Media Filtration
Other types of customer-supplied physical operations can be tested
Chemical Processes
Disinfection
Chlorination/Dechlorination
Ammonia/Chloramination
Other various biocides and methods of disinfection are available
pH Adjustment, Acid/Caustic
Anti-Scaling Chemical Addition
Membrane Rejuvenation
Other types of customer-supplied chemical processes can be tested
Membrane Processes
Reverse Osmosis
Microfiltration
Ultrafiltration
Nanofiltration
Other types of customer-supplied desalination processes can be tested
WATER QUALITY IMPROVEMENT CENTER
Available to the public for investigations of new and improved treatment technologies
For information on cost-shared or cost-reimbursed use of the Water Quality Improvement Center please contact:
Paul D. McAleese
Bureau of Reclamation
Yuma Area Office
P.O. Box D
Yuma, AZ 85366
Phone: (520) 343-8229
Fax: (520) 343-8320
e-mail:
PMCALEESE-IBR3OP@ibr8gw8ø.usbr.gov
United States Department of the Interior
Bureau of Reclamation

The Water Quality Improvement Center





The Bureau of Reclamation's Yuma Desalting Plant has a new water quality research facility. The Water Quality Improvement Center (WQIC) will serve as a field site to investigate new and improved water treatment technologies, including pretreatment associated with desalination. The intent is to make pilot water research and field testing more cost effective and practical for entities such as the U.S. Government, desalting researchers, universities, water treatment companies, municipalities, private industries, and foreign governments. The WQIC is offered on a cost-shared or cost-reimbursed basis.

The WQIC is a cornerstone of the National Centers for Water Treatment Technology initiated by the Bureau of Reclamation, the National Water Research Institute (NWRI), and the U.S. Army. The Center's program is a united effort to coordinate the water quality research efforts of government, academia, and private industry to efficiently advance research.

Services Provided at the WQIC to Benefit our Customers

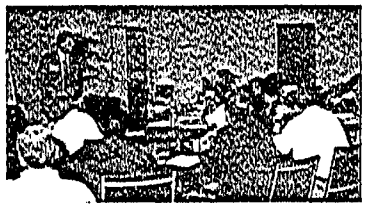
- Experienced maintenance workers and 24-hour licensed water treatment operators
- Engineering and technical staff with expertise in water treatment processes and instrumentation, including services relating to computer control and data acquisition
- Fully staffed and licensed State of Arizona environmental laboratory that can conduct drinking water and waste water analyses, bacteriological analyses, and analyses of major inorganic constituents of water
- Fully furnished office facilities with utilities including: telephone, fax, and computer data transfer lines
- Discharge and waste permits are in place
- Classroom and hands-on operator training programs are available
- Cooperative Research and Development Agreements can be implemented to handle the individual needs of an entity taking into account such concerns as patenting rights and non-disclosure of proprietary data

WQIC Technical Information and Features

- Various process trains: one at 600 gallons per minute, two at 50 gallons per minute as well as a 600-gallon-per-minute connection to an on-site groundwater (Colorado River) well
- Process trains include: sedimentation, lime softening (rapid mix, flocculation, and clarification), chemical addition, media filtration, microfiltration, ultrafiltration, nanofiltration, and reverse osmosis membranes
- A range of brackish feedwater salinities can be made available for testing
- Processes are fully instrumented and feature a networked Supervisory Control and Data Acquisition (SCADA) computer system with Internet access to data files
- A 11' X 15" computer control room
- A 11' X 20' wet laboratory room is available

Coordination, Education and Information

- Sponsoring joint conferences on water conservation
- Executing cooperative agreements with the Western States, private industry and non-profit organizations
- Encouraging the sharing of resources regarding water management and conservation
- Providing training through workshops, meetings and consultations



Reclamation, through participation with numerous partners, is providing assistance in several specific areas. Water conservation measures and practices are tailored to individual circumstances and State water laws. Some key areas of focus are:

Technical Assistance to Water Users



- Assisting with evaluations, investigations, assessments or technical studies
- Providing survey and design assistance for implementation of water conservation measures
- Facilitating coordinated water management planning between water user organizations
- Developing water conservation planning guidebooks
- Developing manuals on specific water conservation measures



Water Conservation Centers/Contacts:

Pacific Northwest Region
Boise ID, (208) 378-5280

Area Offices
Lower Columbia AO, Vancouver WA, (360) 576-8858
Upper Columbia AO, Yakima WA, (509) 575-5848, ext. 225
Snake River AO, Boise ID, (208) 334-1750

Mid-Pacific Region
Sacramento CA, (916) 979-2388

Area Offices
Central California AO, Folsom CA, (916)-988-1707
South-Central California AO, Fresno CA, (209) 487-5255
Northern Calif. AO, Shasta Lake CA, (916) 934-7069, ext. 327
Klamath Basin AO, Klamath Falls OR, (503) 883-6935
Lahontan Basin AO, Carson City NV, (702) 882-3436

Lower Colorado Region
Boulder City NV, (702) 293-8186

Area Offices
Phoenix AO, Phoenix AZ, (602) 870-2575
Yuma AO, Yuma AZ, (602) 343-8155
Grand Canyon AO, Boulder City NV, (702) 293-8534
Southern California AO, Temecula CA, (909) 695-5310

Upper Colorado Region
Salt Lake City UT, (801) 524-3305, ext. 3

Area Offices
Albuquerque AO, Albuquerque NM, (505) 766-3381
Grand Junction AO, Grand Junction CO, (970) 248-0652
Provo AO, Provo UT, (801) 379-1069

Great Plains Region
Billings MT, (406) 247-7707

Area Offices
Montana AO, Billings MT, (406) 247-7298
Nebraska-Kansas AO, Grand Island NE, (308) 389-4622
Eastern Colorado AO, Loveland CO, (970) 962-4300
Wyoming AO, Mills WY, (307) 261-5671
Oklahoma-Texas AO, Oklahoma City OK, (512) 916-5641
Dakotas AO, Bismarck ND, (701) 250-4242

Commissioner's Office
Washington DC, (202) 208-7587
Denver CO, (303) 236-1061, ext. 285
Reclamation Water Conservation Web Page:
http://ogee.hydrolab.do.usbr.gov/rwc/rwc.html

United States Department of the Interior
Bureau of Reclamation

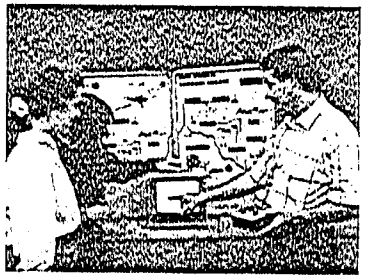
Water Conservation An Overview

Rated as a high priority program by Reclamation, water conservation fosters further improvement in the efficiency of use and management of water supplies. Water conservation has the following potential benefits:



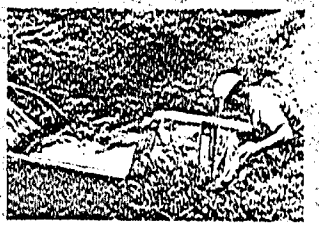
Benefits of Water Conservation Projects

- Reduce Federal and water user costs
- Improve reliability of existing water supplies
- Postpone the need for new or expanded water supplies
- Reduce the impacts of drought
- Improve and protect surface and groundwater quality through the reduction of non-point and point sources of pollution
- Improve the economics of water supply and use
- Conserve energy
- May provide a source of water to meet growing water needs for economic growth and human consumption
- May improve instream flows for fisheries, wildlife, riparian habitat, and recreation

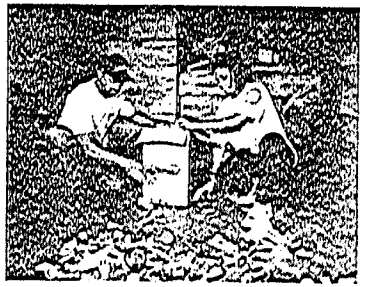


Cost Sharing with Water Users

- Developing quality water conservation plans
- Stimulating new approaches to water conservation

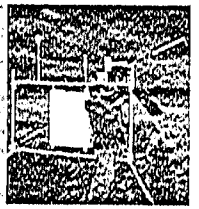


- Evaluating the effectiveness of specific conservation measures
- Encouraging the implementation of specific measures



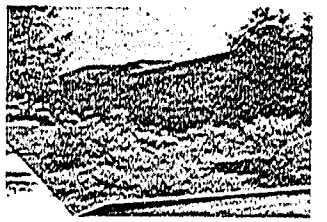
Cooperative Partnerships with Industry, Agricultural Interests, Universities, Nonprofit Organizations, Public-Interest Groups, and Others

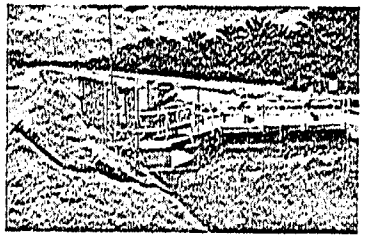
- Encouraging widespread engagement in water conservation practices
- Supporting research on emerging water-efficient technologies
- Collecting and disseminating information on currently available technologies



Achieving Greater Efficiencies at Federal Facilities by

- Installing cost-effective water- and energy-saving equipment at all Reclamation facilities
- Participating in developing Federal guidance for water-efficient landscaping at Federal facilities





WARSMP

The Watershed and River System Management Program is sponsored by the Bureau of Reclamation's Research and Technology Transfer Program and the U.S. Geological Survey's Water Resources Division. This program provides a data-centered framework for water resources decision making. Today's complex water resources management issues require flexible, comprehensive decision support tools that display timely information to water managers. River systems operate under laws, compacts, treaties and court decrees, while meeting increasing demands that compete for limited fresh water supplies. This interagency program supports the development and application of decision support systems that will assist the resource manager to achieve an equitable balance among the following uses:

- municipal
- fish and wildlife
- agricultural
- recreational
- hydropower
- water quality



Initial applications have focused on the Colorado River. These include long-term policy and planning, development and administration of the Annual Operating Plan, water supply, and daily operations. Subsequent applications will focus on the Yakima, Rio Grande and Pecos River basins.

Contributing, Participating and Cooperating Agencies

US Bureau of Reclamation
US Geological Survey
National Oceanic and Atmospheric Administration
Tennessee Valley Authority (TVA)
Western Area Power Administration
Agricultural Research Service

External Technical Review

An ad-hoc User Group reviews the models and other products developed with this program. Any interested party is invited to join the User Group.

Contacts

U.S. Bureau of Reclamation:

Terry Fulp	Phone: 303-492-8572 E-Mail: tfulp@cadswes.colorado.edu
Paul Davidson	Phone: 801-524-3642 E-Mail: pdavidson@ucsun5.uc.usbr.gov
Don Frevert	Phone: 303-445-2473 E-Mail: dfrevert@do.usbr.gov
Dave King	Phone: 303-445-2471 E-Mail: dking@do.usbr.gov
Chris Lynch	Phone: 509-575-5848, etx 252 E-Mail: clynch@pn.usbr.gov

U.S. Geological Survey:

Randy Parker	Phone: 303-236-4882, ext 295 E-Mail:rsparker@usgs.gov
George Leavesley	Phone: 303-236-5026 E-Mail: george@usgs.gov
John Vaccaro	Phone: 206-593-6510 E-Mail: jvaccaro@usgs.gov

Contractor:
Center for Advanced Decision Support for Water and Environmental Systems (CADSWES)
Edith Zagona Phone: 303-492-2189
E-Mail: zagona@cadswes.colorado.edu

World Wide Web Addresses:
http://www.usbr.gov/rsmg/warsmp
http://wwwbrr.cr.usgs.gov/mms

Watershed and River System Management Program

A cooperative program between government agencies

The Riverware Systems Model

Riverware is a general-purpose, interactive model building tool used to develop water distribution models for:

- *short-term operations and scheduling*
- *mid-term operations and planning*
- *long-term policy and planning*

Riverware is an object-oriented reservoir and river system modeling framework developed by the Center for Advanced Decision Support for Water and Environmental Systems (CADSWES) at the University of Colorado with funding provided by Reclamation, and the Tennessee Valley Authority (TVA).

MMS - The Modular Modeling System

MMS is a model building framework to simulate a wide range of interdisciplinary environmental and water resource physical processes. MMS was initially developed collaboratively by CADSWES and the US Geological Survey (USGS). Enhancements are presently being made and supported by the USGS. Components of MMS include:

- Pre-processors to access and prepare data,
- A library of models and modules to simulate hydrologic and ecosystem processes, and
- Post-processors to display and analyze model results.

Basin models may be run using meteorological historic data or input from weather and climate models. Resulting simulated streamflow is used directly by river basin managers or to subsequently simulate alternative operating scenarios.

HDB - The Hydrologic Data Base

The HDB is a relational data base which includes streamflow, reservoir operations, SNOTEL and other snowpack data and weather data. Data is continually updated automatically from telemetry, SCADA, and other real-time systems. Ultimately, it will include water accounting, water rights information, data and NEXRAD precipitation estimates. HDB is the key to successful decision making with rapid access to timely information.

The ability to link other modules to the database (including the modeling components) provides a consistent view of the historical, current, and future predictions. Other modules make it easily to query, analyze, and display this information to the water resource managers.

Water Resources Management Applications

Operational Analysis and Runoff Prediction Tools

- Improve precipitation and snowmelt forecasting to allow more effective and efficient river basin management
- Determine Available Water in the River Basin System
- Predict short-term (12 to 48 hour) supply and flood threats
- Estimate long term (1 to 12 month) probable supplies (10, 50, 90% exceedence) for Annual Operations Plans
- Simulate long term (10 to 85 year) river basin management scenarios (using historic and stochastic streamflow data)
- Water scheduling for:
    1. Irrigation Delivery
    2. Hydroelectric Power
    3. Instream Flows
    4. Water Quality

