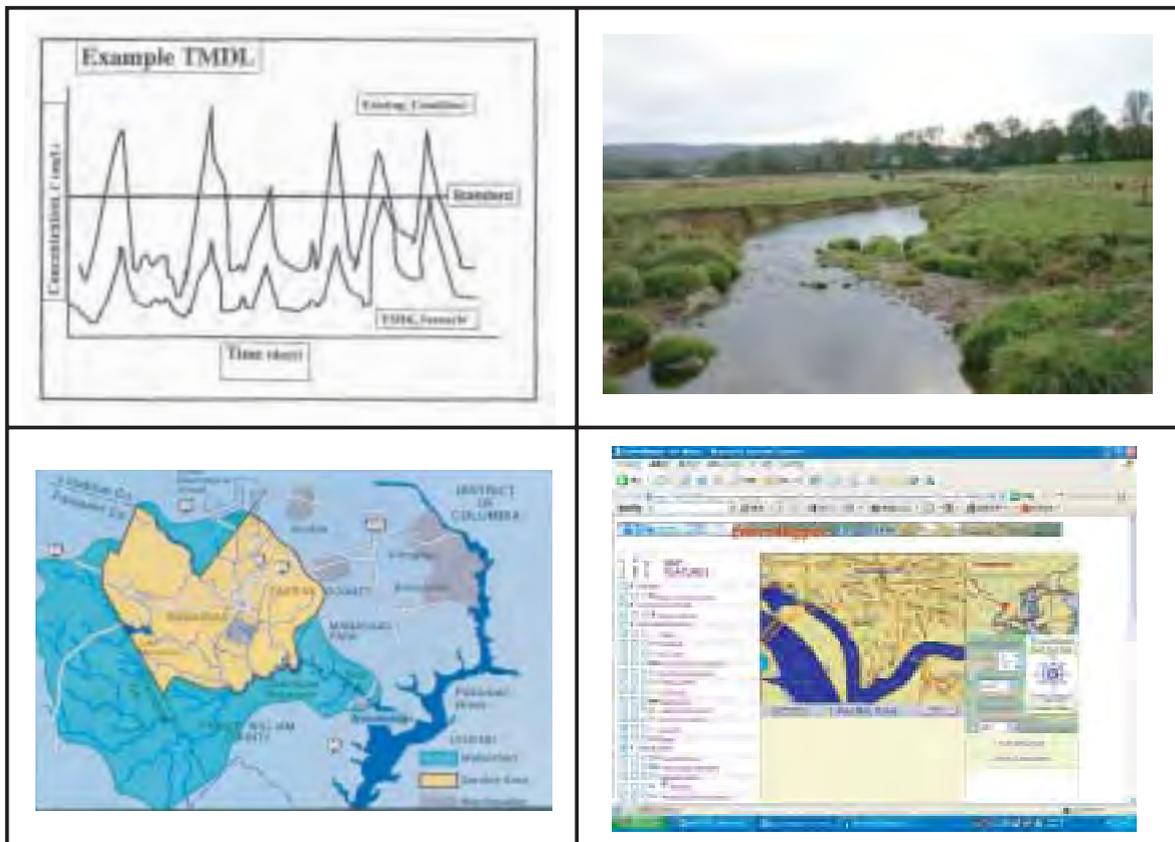


河川環境総合研究所資料
第8号

流域管理に関する米国調査報告書



2005年3月

財団法人 河川環境管理財団
河川環境総合研究所

－ 目 次 －

まえがき.....	1
1. 調査概要.....	2
1.1 調査の目的と背景.....	2
1.2 調査団メンバー.....	4
1.3 調査行程と概要.....	5
2. 米国の水質行政の概要.....	6
2.1 Clean Water Act.....	6
2.1.1 Clean Water Act の制定と目標.....	6
2.1.2 CWA による水質保全プログラムの概要.....	6
2.1.3 Clean Water Act についての EPA ヒアリング概要.....	8
2.2 Clean Water Action Plan.....	10
2.2.1 Clean Water Action Plan の概要.....	10
2.2.2 Clean Water Action Plan についての EPA ヒアリング概要.....	10
2.3 米国の水質状況.....	12
2.4 USGS の取り組み.....	16
2.4.1 USGS の概要.....	16
2.4.2 全国水質評価計画.....	17
3. TMDL について.....	28
3.1 TMDL の解説.....	28
3.1.1 TMDL 計画の概要.....	28
3.1.2 TMDL プログラムの規模.....	35
3.1.3 ふん便性大腸菌群の TMDL.....	36
3.1.4 底生生物の TMDL.....	42
3.1.5 TMDL の課題.....	45
3.1.6 用語と定義.....	47
3.2 St roubles Creek Watershed TMDL.....	60
3.2.1 TMDL 計画案の概要 (Complete Draft Report Oct 6,2003 より).....	60
3.2.2 ストロブレスクリーク流域の現地視察概要.....	69
4. 流域情報の提供.....	75
4.1 Surf Your Watershed.....	75
4.1.1 概要.....	75
4.1.2 データ収集とデータベース管理.....	76
4.1.3 流域指標 (the Index of Watarshed Indicators ; IWI).....	76
4.2 WATERS (Watershed Assessment, Tracking & Environmental ResultS).....	78
4.2.1 WATERS の概要.....	78
4.2.2 WATERS の構造.....	79
4.2.3 WATERS へのアクセス—EnviroMapper for Water.....	80
4.2.4 WATERS 情報の検索.....	81
4.2.5 WATERS で得られる情報.....	84
4.3 STORET (short for STOrage and RETrieval) -生物モニタリングデータベースシステム.....	88
5. 今後の課題.....	91
5.1 TMDLs について.....	91
5.2 TMDLs 策定後の面源負荷削減方策について.....	91
5.3 提供された流域情報の活用状況.....	91
5.4 NGO へのヒアリング.....	91
おわりに.....	92
Appendix.....	95

まえがき

本報告書は2003年10月に米国東海岸地区に調査団を派遣して得た情報を記録したものである。

その年の春、岸田研究第2部長より、米国EPAの水行政についての最近の情報を得たいので調査団を派遣したい。ついては具体的な訪問先などについてサジェスチョンをいただけないかという相談を受けた。この時に最初に頭に浮かんだのが、ヴァージニア工科大学のヴァージニア水資源研究センター所長のタミム・ヨーンズ博士であった。氏は東京大学工学系大学院都市工学専門課程を修了後、米国に渡り大学をいくつか勤めた後に、現職に就いていた。私の旧友でもあり、日本に来られるときは連絡をいただいていたし、当財団の水質勉強会にも講師として来ていただいたこともある。早速氏にメールで相談すると、「それは、まず当方のセンターが主催するヴァージニア水研究シンポジウムに参加していただいてから、各地に情報収集に行くのがよいと思う。なぜならば本シンポジウムの主題がTMDLなどを用いた最近の米国の流域管理であるから。」という渡りに船の返事をいただいたのである。そして最初の4日間はヴァージニア工科大学でのシンポジウム参加、そしてヴァージニア州北部ならびにワシントンD.C.郊外の流域管理の実態の視察、最後にEPA本局でのミーティングという行程が決まったのである。ヨーンズ博士には、シンポジウムのみならず、視察行程やEPAでのミーティングまでそのアレンジの多くの部分をお願いすることになった。改めてヨーンズ博士のご尽力に御礼を申し上げたい。その後、岸田部長が多忙のため全行程の参加が難しくなったので、私が前半の行程に参加させていただくことになり、図らずもヴァージニアの地で旧交を温めさせていただく機会を得たのである。

シンポジウムでは時差ぼけの上に英語の渦の中に置かれるという少し過酷な状況にもあったが、シンポジウム付随の視察やミーティングにでてTMDL手法について実地での理解も得られたし、市民参加による計画意志決定がこのようになされるのかという一端も覗くことが出来たのは幸いであったと思う。恐らく他の団員の方も同様な印象を持たれたのではないかと確信している。

以上のような経緯をへて、米国流域管理調査が実施されたのであるが、当初の目的はほぼ達成されたのではないと思う。本報告書は調査団全員がその視察成果を確認するレポートであるのみならず、米国における流域管理の方策に関する生きた情報が詰まった貴重なレポートにもなっているものと自負している。本報告書が広く関係者に活用されることを願っている。

佐藤 和明

1. 調査概要

1.1 調査の目的と背景

(1) 本調査の目的

河川環境管理財団においては、日本における水質行政施策や水環境行政施策に関して、河川整備基金事業や調査業務関係を通じ様々な調査を実施し、多くの知見を得ているとともに様々な出版物等にもまとめている。この調査をさらに進めていくためには、諸外国特に米国の水環境施策や流域管理の状況を詳細に把握して、比較検討していくことが参考になると考えられるため、今回の調査を行うこととなった。

(2) 本調査の背景

- ① 河川行政においては、水環境管理や流域管理を行っていくことが将来的な課題となっている。この場合に、どのような指標で行っていくべきか、どのように行っていくべきか、また流域住民が流域のことに如何に関心を持ってもらうか重要な観点である。
- ② 河川環境管理財団では、河川整備基金事業として平成 11 年度から 2 カ年の期間で「河川における水環境向上のための総合対策に関する研究」を実施した。この中で米国の「Clean Water Action Plan:EPA1998 年」（クリントン政権下で、米国の貴重な水資源の復元・保護についての今後のあり方を示したもの）について情報収集し、同時に翻訳も行った。この計画の中で「流域単位での管理の必要性」や「あなたの流域をサーフしよう」などが示されている。
- ③ この計画の中には、流域管理を進める上で TMDL プログラム（各流域毎に許容できる汚濁負荷量の計画）の具体的な提案も入っている。このプログラムについては、財団で実施している「水質勉強会」（2 ヶ月に 1 回程度行っている有識者による講演会）においても東京大学・古米教授から「非常に有益な方法である」との紹介を受けている。
- ④ 米国は連邦制で州の権限が大きいので、TMDL プログラムが実際にどのように取り組まれているかは、州に行くことが必要である。しかし、折角であれば TMDL 自体の情報も集めたい。
- ⑤ 上記の計画や過去の調査によれば、米国においては「流域指標（the Index of Watershed Indicators:IWI）」や「Surf Your Watershed」を既にインターネットを通じて公開している。これらからより多くの住民が自分の流域のことに関心を持ち、流域の水環境についての知識が高まり、具体的な行動計画に結びつけやすくなっていると考えられる。

- ⑥ 米国のコンタクトパーソンとしては、財団で行っている「水質勉強会」に講師としてきて頂いた ヴァージニア工科大学のヨーノス教授（当時東京大学招聘研究員）にお願いすることとした。

このような背景をもとに、調整した結果ヨーノス教授に紹介頂いたヴァージニア工科大学で行われる「ヴァージニア州水環境シンポジウム」に参加して TMDL プログラム全体を詳細に把握するとともに、EPA にもコンタクト頂けることになり、米国の水質行政・Surf Your Watershed・TMDL 等についてミーティングを実施頂けることとなった。また合わせて様々な現地調査を実施することとなった。

調査においては、米国におけるそれぞれの施策の実施に当たっての課題や状況を把握するとともに、日本において実施する場合に参考になると考えられる項目を調査するように留意した。

1.2 調査団メンバー

氏名	所属など	担 当
佐藤和明	技術参与	シンポジウム出席 ストロブレス・クリーク流域視察 (Stroubles Creek Watershed)
岸田弘之	研究第2部長	ヴァージニア州北部オコクワン流域(Occoquan Watershed)視察 ハドソン川視察 ポトマック川視察 EPA ミーティング
渡辺 拓	研究第2部 研究員	シンポジウム出席 ストロブレス・クリーク流域視察 (Stroubles Creek Watershed)
村上宗隆	名古屋事務所 調査係長	ヴァージニア州北部オコクワン流域(Occoquan Watershed)視察
大場 昭	北海道事務所 管理課主幹	ハドソン川視察 ポトマック川視察 EPA ミーティング
湯浅 岳史	パシフィックコンサルタンツ 株式会社	ヴァージニア州北部オコクワン流域(Occoquan Watershed)視察 ハドソン川視察 ポトマック川視察 EPA ミーティング

1.3 調査行程と概要

日付	行程	調査内容					本報告書における記載
		CWA CWAP	TMDL	流域管理 の実践例	情報提供	その他	
10/6	日本→米国移動						
10/7	■VT ^{※1} におけるGIS研究の紹介				○		Appendix 4.3
	■シンポジウム ^{※2} 参加 ・研修会(TMDL入門)参加		◎				Appendix 1 3章 Appendix 1.2
10/8	・USGS ^{※3} による特別講演					◎アメリカの水質事情	2.4章
	・研究発表会参加				○		Appendix 1.3 Appendix 4.4
10/9	・研究発表会参加 ■TMDLパブリックミーティング参加			○	○		3章 Appendix 4.1,4.2
10/10	↓・パネルディスカッション参加						Appendix 1.4
	■TMDL対象河川および流域の視察 (ストロブレス・クリーク流域 ^{※4} 視察)			◎			3章
10/11	■オコクワン流域 ^{※5} 管理視察			◎		◎BMP 関連	Appendix 5
10/12	■ハドソン川視察					○アメリカの 河川の状況	
10/13	■ホトマック川視察					○アメリカの 河川の状況	
10/14	■EPAミーティング	◎	◎	◎	◎		2章、4章 Appendix 3
10/15	米国→日本移動						
10/16							

※1 VIRGINIA POLYTECHNIC INSTITUTE AND STATE UNIVERSITY

※2 VIRGINIA WATER RESEARCH SYMPOSIUM 2003

※3 U.S.GEOLOGICAL SURVEY

※4 Strobles Creek Watershed

※5 Occoquan Watershed

2. 米国の水質行政の概要

アメリカ合衆国の水質行政は、連邦法である水質汚濁防止法 The Clean Water Act と、これに基づき制定された行動計画 Clean Water Action Plan に基づいている。本章では、Clean Water Act および Clean Water Action Plan の概要と、これらに基づく合衆国の水質行政について整理し、さらに米国の水質状況や水質調査・評価を行う連邦機関である USGS(米国地質調査所)のとりくみについて紹介する。

2.1 Clean Water Act

2.1.1 Clean Water Act の制定と目標

Clean Water Act (以下 CWA) は、1972 年に制定された、米国の最も重要かつ基本的な水質保全に関する法律である¹。「化学的、物理的、生物的清澄性を保持し回復すること」 (...to restore and maintain the chemical, physical and biological integrity of the nation's waters) を達成すべき国家的目標として掲げ、達成すべき目標水質として「魚介類や野生動物の保護と繁殖、水とのふれあい」 (...provides for the protection and propagation of fish, shellfish and wildlife and provides for recreation in and on the water) を掲げた。この目標水質像は、一般に Clean Water Act の “Swimmable and Fishable” goal とされている。

2.1.2 CWA による水質保全プログラムの概要²

CWA による水質保全プログラムの概要を図 2.1に示す。具体的な手順は、下記の通りである。

- 1) 水域毎に Water Quality Standard (WQS) を定める。WQS は、目指すべき水利用形態 Designated Uses (DUs)、各利用形態毎の水質環境基準 Water Quality Criteria (WQC) からなる。WQC は、定性的目標 Narrative Criteria (においがしないなど) と定量的目標 Numeric Criteria (DO や有毒物質濃度) からなる
- 2) モニタリングが実施される。
- 3) WQS と合致しているかどうかの判断がなされる。
- 4) 合致している場合、汚染防止対策 Antidegradation が実施される。
- 5) 合致していない場合、まず 303(d)リスト (Threatened and Impaired Waters List) に掲載される
- 6) ついで TMDL (Total Maximum Daily Loads) プログラムが策定される。

¹ 大垣眞一郎・吉川秀夫監修、河川環境管理財団編 (2002) 流域マネジメント 新しい戦略のために、技報堂出版

² <http://www.epa.gov/watertrain/cwa/>

- 7) TMDLs プログラムで定められた汚染源の削減負担量に基づき、以下の改善対策 Implement Strategies がとられる。
- 8) 連邦汚染排出除去システム NPDES (National Pollution Discharge Elimination System) によって点源対策が実施される。
- 9) Section 319 program によって面源（農地・森林等）対策が実施される。多くは交付金の形で対策がなされる。
- 10) Section 404 program によって湿地・水域の埋め立てが規制される。
- 11) Section 401 により水域に負荷を排出することが規制される。負荷排出により WQS が犯されない範囲でのみ、排出が許可される。
- 12) 点源、面源等の対策をとる自治体、個人、企業、NPO のために、連邦政府回転融資資金 State Revolving Loan Fund が低金利で貸し付けられる。



図 2.1 Clean Water Act による規制の概要

2.1.3 Clean Water Act についての EPA ヒアリング概要

(1) Clean Water Act の規制対象 (Water of United States)

CWA は、ほぼ全ての地表水を規制対象としている。また、CWA では対象となる汚染物質 (Pollutant) も定義されている。CWA による規制対象となるのは、下記の 3 条件を満たした場合である。

- Water of United States (WUS) であること
- 汚染物質を排出していること
- WUS に排出されていること

地下水は Water of United States (WUS) ではない、すなわち規制対象となっておらず、よって地下水に排出されても CWA は適用されない。しかし、地下水を経てすぐに地表水に出ることが、モニタリングやモデルで証明されれば、規制される場合がある。

(2) Technology-Based と Water Quality-Based

合衆国の水質規制は、1972 年まで、Water Quality-Based (水域の水質を念頭においた水質規制) が中心であったが、CWA 策定後、Technology-Based (技術 (工場における排水処理技術) を念頭においた水質規制) が中心となった。現在は、水質と技術の両面から水質が規制されている。

➤ Technology-Based

CWA PartI の規制方法。経済的・技術的なアプローチで決められ、同一業界 (繊維、鉄鋼...) では全国同一の規制値を取る。水域の現状水質がどのような状態にあるかは考慮されない。

➤ Water Quality-Based

CWA PartI の規制方法。特定の水域が汚染されていれば、その水域に排出する点源負荷源は、Technology-Based で定められる値よりも、より厳しい基準が適用される。水質が汚いところを特定し、汚染源は何か調べる。

(3) Water Quality Standard (WQS)

WQS の「釣りができること (fishable)」は、生息生物の保全も含めた広い概念であり、外来種は保全対象とはならない。むしろ害のあるものとして扱っている。WQS は工場等の排出基準ではなく、川などの水域の守るべき基準。WQS を定めるのは州である。州は WQS を EPA に報告し、EPA は不足などがあればやり直しを命じること、これに従わない場合は EPA が WQS を定める権限を持っている。実際カリフォルニア州では有毒物質 (Toxic) を WQS に入れなかったため、EPA がその基準を定めた。

(4) Water Quality Criteria について

指定用途 (Designated Use ; DU) は目指すべき利用形態、目標と考えればよい。DU は経

済的な影響を考慮して設定する。各種の DU はそれぞれ多数の Water Quality Criteria (WQC) を持つ。WQC は基準値（濃度）、期間、頻度から構成される。

DU のうち Human Health 関連 (Swimming / drinking / eating fish) は全国的に同じ基準値を用いている。人間への影響度合いは地域によって変化しない。aquatic life は対象とする生物によって色々違う基準値を持つ。基準値は、魚等の毒性試験 (96 時間曝露 LC50 試験) などで定める。Human Health 関連の基準値は、疫学的方法で基準値を定める。腹痛で病院にきた患者に、海で泳いだか、どこの海で泳いだか、どの魚をどの程度食べたか、などを聞き、そのデータを蓄積していくことで基準値を定めることができる。これらの基準に違反していた場合でも、特に罰則規定はない。

汚染者負担の原則は、適用される場合と、そうでない場合がある。工場などでは適用される。下水処理場などの場合は処理場に負担はさせず、地方自治体、州などから改善のための補助金が出る。

面源の場合は、改善のための強制力はないが、改善のための援助資金を出すことはできる。

2.2 Clean Water Action Plan

2.2.1 Clean Water Action Plan の概要¹

Clean Water Action Plan (CWAP) は、1972 年の CWA の策定から 25 年経過した 1997 年に、副大統領からの指示により提案された行動計画である。主な目的は、CWA の当初の目標である **Swimmable and Fishable** を達成するために、課題の抽出、水資源浄化計画の強化策、全体的な対策の枠組みのあり方について重要な提言がなされている。

CWAP でポイントとなる手法は、以下の 4 つに集約整理される。

- ・ 流域ベースの管理
- ・ 生態系や天然資源保護を意識した対策管理
- ・ 厳しい水質基準による汚染源対策
- ・ 適正な情報提供

2.2.2 Clean Water Action Plan についての EPA ヒアリング概要

(1) Clean Water Action Plan が策定された経緯

1972 年に CWA が出た時点では、水質改善に関する多くの目標が掲げられたが、現時点では、達成していない目標も多く、モニタリングすら満足にできていない目標項目もある。

もともと、CWA は Technology-Based の規制をめざしたが、全国的な基準を設定することが難しかった。その後、シエラクラブなどの NGO が、Technology-Based ではなく WQ-based で規制すべきであるとの主張を展開し、裁判沙汰にまで発展した。

その後、クリントン大統領の時代になって、この CWA の実効性を高めるために、Clean Water Action Plan (CWAP) が制定された。

CWAP の目的として、次の 3 つが挙げられる。

- 水質保護活動を多省庁間（EPA、内務省、農業省など）で協調して実施する
- 小河川単位や工場単位ではなく、流域単位で行動する
- 関連省庁（農業省、NOAA、USGS など）も含め、追加財政支援を議会から獲得すること

策定当時、CWAP の実施のために、EPA は相当額の予算が配分された。しかし、現在は CWAP の予算は削減されている。

CWAP の掲げた目的は、ほぼ達成された。

CWAP はまた、流域に根ざした NGOs と協働すること、情報を共有することも目指している。そこで National Watershed Forum in summer of 2001 が開催された。ここでは、行政と

NGO が情報を共有し、連邦政府が NGO をバックアップする方法が提案された。

CWAP のもう一つの成果として、Watershed approach が可能となったことも挙げられる。

(2) 「流域」のとらえ方

CWAP で重視される流域は、水理学上の流域、つまり集水域であるが、計画に用いる流域と、規制に用いる流域は違うと考える。計画のための流域は、下水道を無視した自然流域、水理学的な流域でよい。規制のための流域は、下水道など人工的な要素も含めて流域界を定める必要がある。水質規制を考えるときは、後者で考えられる。

(3) モニタリングについて

水質モニタリングは重要である。州が観測態勢を確立しているのは全水域中 30%程度でしかない。ブッシュ大統領は、この 30%のモニタリング率の増加と、モニタリング充実のための EPA による州へのアドバイスの仕組みづくりに着手した。米国のモニタリング状況は、305b list (Inventory Report、全水域の水質状況評価書) として公表される。

\$ 170Million (約 170 億) が CWA のための予算として設定されているが、EPA はこの一部を州に再配布している。州はこの予算を用いて、モニタリングや規制を行う。EPA はモニタリングを CWA のアキレス腱と考えており、非常に重視している。しかしながら、予算が削減されると、まずモニタリングが減らされる傾向にある。

モニタリングの予定日はかなり前から決められており、いかなる天候、流況であっても、予定通り調査され、降雨や洪水などで中止されることはない。採取されたデータは天候や現場状況とセットで解釈され、長期的に見れば降雨時・平常時など様々な状態のデータが蓄積されることになる。

WQ-based の水質規制は、モニタリングデータの充実が必須となる。モニタリングにお金をかけることができないのであれば、水質規制の方法は Technology-Based で考える方が望ましいとされる。

(4) 栄養塩類の管理について

303d リストに載っている 21,000 の Impaired water のうち、半分は栄養塩類による違反となっている (残りのほとんどは底質)。この対策として、現在 EPA では栄養塩の基準の策定作業を進めている。この作業状況の一部は公開されている (<http://www.epa.gov/OST>)。栄養塩類の基準は、生態系への配慮なども念頭におく必要があり、DO などのように簡単ではない。

(5) WCAP の今後について

WCAP の今後のあり方として、これまでは WQS が規制の中心とされてきたが、今後は流域管理が重視されると考えられる。

WCAP はクリントン大統領の時代にはじまったものであり、ブッシュ大統領が今後も同様に続けていくとは限らない。ただし、流域管理指向に変わりはないと考えられる。ブッシュ大統領独自の政策として、「流域 Initiative」が進められている。

2.3 米国の水質状況

水質基準違反水域 Impaired Water をリストアップした 303(d) List³から、米国の水質状況をとりとめる。全米での違反水域は 29,454 にのぼる。州別にみると（表 2.1）、ペンシルバニア州が最も多く 4,298 水域、ついでミネソタ州 1,402 水域、カンザス州 1,367 水域などとなっている（ただし、EPA ヒアリングで明らかになったとおり、モニタリング観測態勢が整っているのは全水域の 30%であり、州によってモニタリングの充実度が異なるため、違反水域の多寡がそのまま水質汚濁状況とはならない）。

項目別にみると（表 2.2）、病原菌類の違反が最も多く 7,742（全違反報告の 14.24%）、ついで重金属類の 6,581（12.11%）、栄養塩類の 5,599（10.31%）、底泥シルト化 5,045（9.28%）などとなっている。

水質基準に違反して 303(d)リストに掲載された水域は、TMDLs プログラムが策定・実行されることになる。実際に承認された TMDLs プログラムを汚染物質別にみると（表 2.3）、重金属類が最も多く 2,794 事例（全事例の 19.79%）、ついで病原菌類の 2,674 事例（18.94%）、栄養塩類の 1,719 事例（12.18%）、底泥シルト化の 1,336 事例（9.46%）となっている。

³ http://oaspub.epa.gov/waters/national_rept.control#TOP_IMP

表 2.1 州別の違反水域数

NOTE: Click on the underlined "State Name" value to see a State Report.		
State Name	Effective Listing Cycle	Waters on List
ALABAMA	2002	183
ALASKA	2002	48
AMERICAN SAMOA	1998	1
ARIZONA	2002	55
ARKANSAS	2002	103
CALIFORNIA	2002	687
COLORADO	1998	79
CONNECTICUT	2002	250
DELAWARE	2002	381
DISTRICT OF COLUMBIA	2002	36
FLORIDA	2002	827
GEORGIA	2002	446
GUAM	1998	3
HAWAII	2002	241
IDAHO	1998	838
ILLINOIS	2002	803
INDIANA	2002	1125
IOWA	2002	184
KANSAS	2002	1367
KENTUCKY	1998	231
LOUISIANA	1998	351
MAINE	2002	165
MARYLAND	2002	408
MASSACHUSETTS	2002	775
MICHIGAN	2002	351
MINNESOTA	2002	1402
MISSISSIPPI	1998	734
MISSOURI	2002	197
MONTANA	2002	527
N. MARIANA ISLANDS	1998	2
NEBRASKA	2002	128
NEVADA	2002	85
NEW HAMPSHIRE	1998	226
NEW JERSEY	2002	953
NEW MEXICO	2002	206
NEW YORK	2002	718
NORTH CAROLINA	2002	630
NORTH DAKOTA	2002	254
OHIO	2002	249
OKLAHOMA	2002	436
OREGON	2002	1551
PENNSYLVANIA	2002	4298
PUERTO RICO	2002	83
RHODE ISLAND	2002	155
SOUTH CAROLINA	2002	710
SOUTH DAKOTA	2002	176
TENNESSEE	2002	863
TEXAS	2000	240
UTAH	2002	197
VERMONT	2002	182
VIRGIN ISLANDS	2002	19
VIRGINIA	2002	1084
WASHINGTON	1998	1327
WEST VIRGINIA	2002	1152
WISCONSIN	2002	604
WYOMING	2002	128

Total Number of Impaired Waters Reported: 29,454

表 2.2 違反物質トップ 100
Top 100 Impairments

NOTE: Click on the underlined "Impairments Reported" value to see a listing of those waters with the impairment. Click on the underlined "General Impairment Name" to see the detailed state reported impairment names.

General Impairment Name	Impairments Reported	Percent of Reported
PATHOGENS	7742	14.24
METALS	6581	12.11
NUTRIENTS	5599	10.30
SEDIMENT/SILTATION	5045	9.28
ORGANIC ENRICHMENT/LOW DO	4398	8.09
FISH CONSUMPTION ADVIS.	3194	5.88
PH	2686	4.94
OTHER HABITAT ALTERATIONS	2390	4.40
THERMAL MODIFICATIONS	2200	4.05
BIOLOGICAL CRITERIA	2119	3.90
FLOW ALTERATION	1469	2.70
PESTICIDES	1436	2.64
TURBIDITY	1139	2.10
SALINITY/TDS/CHLORIDES	977	1.80
SUSPENDED SOLIDS	968	1.78
CAUSE UNKNOWN	896	1.65
UNIONIZED AMMONIA	785	1.44
PCBS	780	1.43
PRIORITY ORGANICS	677	1.25
SULFATES	621	1.14
ALGAL GRWTH/CHLOROPHYLL A	470	.86
NOXIOUS AQUATIC PLANTS	351	.65
OIL AND GREASE	285	.52
UNKNOWN TOXICITY	281	.52
OTHER CAUSE	236	.43
GENERAL WQS (BENTHIC)	197	.36
OTHER INORGANICS	145	.27
DIOXINS	118	.22
CHLORINE	98	.18
NONPRIORITY ORGANICS	96	.18
TASTE AND ODOR	85	.16
STREAM BOTTOM DEPOSITS	75	.14
TOTAL TOXICS	48	.09
BIODIVERSITY IMPACTS	47	.09
CYANIDE	47	.09
EXOTIC SPECIES	42	.08
RADIATION	22	.04
FISH KILL(S)	12	.02
HYDROGEN SULFIDE	4	.01
RDX - HEXAHYDRO-1,3,5-TRINITRO-1,3,5-TRIAZINE	1	.00
1,2-DIPHENYLDRAZINE	1	.00

Total Impairments Reported Nationwide: 54,363

表 2.3 承認された TMDL プログラム数 (汚染物質別)

Approved TMDLs by General Pollutant (Top 100)
since January 1, 1996

NOTE: Click on the underlined "Number of TMDLs Approved" value to see a listing of those approved TMDLs for the pollutant. Click on the "General Pollutant Name" value to see a detailed list of pollutants and TMDLs.		
General Pollutant	Number of TMDLs Approved	Percent of Reported
METALS	<u>2794</u>	19.79
PATHOGENS	<u>2674</u>	18.94
NUTRIENTS	<u>1719</u>	12.18
SEDIMENT/SILTATION	<u>1336</u>	9.46
ORGANIC ENRICHMENT/LOW DO	<u>1176</u>	8.33
SULFATES	<u>583</u>	4.13
UNIONIZED AMMONIA	<u>582</u>	4.12
THERMAL MODIFICATIONS	<u>562</u>	3.98
PH	<u>513</u>	3.63
PESTICIDES	<u>411</u>	2.91
SALINITY/TDS/CHLORIDES	<u>374</u>	2.65
CHLORINE	<u>254</u>	1.80
SUSPENDED SOLIDS	<u>165</u>	1.17
FLOW ALTERATION	<u>126</u>	.89
PCBS	<u>117</u>	.83
TURBIDITY	<u>116</u>	.82
BIOLOGICAL CRITERIA	<u>92</u>	.65
OTHER INORGANICS	<u>70</u>	.50
ALGAL GRWTH/CHLOROPHYLL A	<u>68</u>	.48
PRIORITY ORGANICS	<u>65</u>	.46
OTHER CAUSE	<u>60</u>	.43
OTHER HABITAT ALTERATIONS	<u>48</u>	.34
UNKNOWN TOXICITY	<u>37</u>	.26
NBOD	<u>27</u>	.19
STREAM BOTTOM DEPOSITS	<u>24</u>	.17
CYANIDE	<u>21</u>	.15
CAUSE UNKNOWN	<u>20</u>	.14
DIOXINS	<u>16</u>	.11
NONPRIORITY ORGANICS	<u>14</u>	.10
RADIATION	<u>12</u>	.09
NOXIOUS AQUATIC PLANTS	<u>10</u>	.07
GENERAL WQS (BENTHIC)	<u>9</u>	.06
OIL AND GREASE	<u>8</u>	.06
TOTAL TOXICS	<u>7</u>	.05
PLACEHOLDER TO PROVIDE LINKAGE FOR UNLISTED IMPAIRMENTS AND/OR UNLISTED WATERS	<u>3</u>	.02
MTBE	<u>2</u>	.01
FISH CONSUMPTION ADVIS.	<u>1</u>	.01
TASTE AND ODOR	<u>1</u>	.01

Total Nationwide Number of TMDLs Approved since January 1, 1996 reported to EPA: 14,117

2.4 USGS の取り組み

2.4.1 USGS の概要

USGS (U.S.Geological Survey、米国地質調査所) は、地球科学、自然資源、自然災害そして環境に関する監視・調査を行い、それらの情報を扱う 1879 年に設立された米国内務省に属する連邦機関である。USGS の本部はヴァージニア州レストン (ワシントン D.C.の近郊) にあり、米国内 400 以上の場所で約 10,000 人のスタッフが働いている。USGS の 2003 年度予算は、全体で約 9 億 400 万ドル (約 990 億円) である。そのうち水資源調査関連の予算は約 1 億 7,800 万ドル (約 190 億円) で全体の約 20%を占めており、水資源連携計画関連、全国水質評価関連の順で高い割合を占めている。

表 2.4 2003 年度における USGS の予算概要

区 分		予算 (千ドル)	割合 (%)
マッピング・リモートセンシング・地理調査		129,294	14.3
地質関連災害評価・地質資源評価		224,656	24.9
水 資 源 調 査	地下水源関連	6,422	0.7
	全国水質評価関連	57,321	6.4
	水文調査・開発関連	13,680	1.5
	全国河川情報計画関連	12,214	1.4
	水文ネットワーク分析関連	23,852	2.6
	水資源連携計画関連	64,339	7.1
小計		177,828	19.7
生物調査		160,408	17.7
科学的支援		86,104	9.5
施設運営		88,975	9.8
その他		36,710	4.1
合計		904,048	100

(<http://water.usgs.gov/budget/2003/>)

2.4.2 全国水質評価計画

USGS の水資源調査の部門では、1991 年から全国水質評価計画 (NAWQA: The National Water Quality Assessment) プログラムを開始し、米国内 50 地区以上の主な河川流域と帯水層での化学的・生物学的・物理的な水質データや情報を系統的に収集し分析を行ってきた。このプログラムの目標は、河川水・地下水・水中生態系の特性に関する情報を明らかにし、健全な流域管理とその方針決定に役立てることである。USGS 及び NAWQA に関する更に詳しい情報についてはホームページに掲載されている。ちなみに我々が訪問したヴァージニア州では、ワシントン D.C. を流れる北部のポトマック川流域、南西部のテネシー川流域、南部のアルバマーレ・パムリコ流域の 3 流域が NAWQA による調査対象地区となっている。ここでは NAWQA プログラムについて、シンポジウムにおける基調講演の内容とその際の配布資料を中心に報告する。なお、USGS は基調講演後の事例研究発表でも 7 件発表している。

(1) 基調講演概要

基調講演は、「NAWQA－10 年間の教訓－」(The National Water Quality Assessment Program－A Decade of Lesson－) と題して約 30 分間行われた。

NAWQA の 10 年間の活動で得られた教訓として次の 10 のキーワードが挙げられた。

- ・ Designed and Methodical Protocol : 計画的で系統的な計画案
- ・ QA/QC : 特性の分析と管理
- ・ Laboratory Analysis : 実験室レベルの分析
- ・ Database : データの蓄積
- ・ Planning : 計画の立案
- ・ Method Development : 手法の開発
- ・ Data Rich but Interaction Poor : データが豊富でも、相互関係に関する知見が不足
- ・ Ancillary Data : 補助的なデータ
- ・ Presenting Findings-Simple is beautiful : 結果の発表は、シンプル・イズ・ビューティフル
- ・ Context : 前後関係の理解

基調講演の最後の締め括りとして、特に強調されたのは次の 2 点であった。

- ・ どんな活動をする場合でも、地形・景観 (Landscape) に対して十分に配慮する必要がある。

・我々の長期に渡る使命は、水生生物と人の健康のための水質基準（Aquatic life and Human Health Standard）を達成することである。



写真 2.1 USGS による基調講演

(2) NAWQA プログラムについて—調査は次の 10 年へ突入

USGS は、2001 年からの 2 巡目の 10 年間で集中的に水質を評価する NAWQA プログラムに着手した。米国の主な流域と帯水層を対象に 1991 年からの最初の 10 年で評価した 14 地区の担当スタッフらは、また同じ地区に戻ることになる。その他の 2 つの 14 地区については、2004 年と 2007 年に初めて調査に着手する。最初の 10 年で得られた水質の評価に基づいて 2 巡目の調査が展開されることになる。長期的な傾向に関する調査や水質に影響を及ぼす因子に関する調査が増えることになる。

1) 長期的な使命と目標

NAWQA プログラムは、河川水・地下水・水中生態系の特性に関して長期間かつ全米国内に及んでいる主要な情報源である。この情報は、全国・地域・州・地区による水質管理に関わる政策決定や方針形成に役立つ。

NAWQA の目標は、現状を把握すること（Status）、傾向を分析すること（Trend）、相互に理解すること（Understanding）、と言え、次の 3 つの質問に対する答えを求めることである。

- ・米国内の流域と地下水はどんな状況にあるのか？
- ・水質は時間の経過とともにどのように変化しているのか？
- ・自然特性と人間活動が流域と地下水にどのような影響を及ぼしているのか？

NAWQA では、米国内の主な河川と帯水層が調査地区に区分されている（図 2.3 参照）。USGS のスタッフはこれらの地区内で、水化学・水理学・土地利用・水中生態系・水生生物

に関する情報を収集・分析している。各調査地区では、ある特定の地区または地点での問題といった短期の調査よりはむしろ、全ての水資源を対象とする学際的で長期の評価を行っている。そのため NAWQA の調査結果によって、現在と未来の水問題、すなわち、水質を保全し回復するための現実的な管理戦略の検討に不可欠な情報が示されるばかりでなく、水資源の健全性についても示される。

各調査地区の評価の際には国家的な計画や全国的に一貫したサンプリング・分析方法を厳守しているので、特殊な地域や流域の水質とその他の地域や異なる時期の水質とを比較できる。総括すると評価結果によって、全国的な水質に関しての理解や、水質が時間と共に改善または低下しているかということに関しての理解が促進される。米国の水資源を管理する地区・州・地域・全国的な活動を連携するために、異なるスケールによる情報が役に立つ。

NAWQA は河川水と地下水の水質を評価するために総合的に活動しているが、1つのプログラムで全国的に直接的に関連する全ての水資源問題に取り組んだり、または予想することのできるものはない。NAWQA の情報と地区・州・地域・全国的な利害関係者の要望とが合致するのは、多くの政府・研究・利益団体とで共同作業が行われた場合に限られる。NAWQA 計画においてはこれらの共同作業は重要な要素である。これらの関係者から情報を入手することは 2 巡目の調査の実施において不可欠になってきており、また重点を置くべき水質資源問題の手掛かりを明確にするのに役立ってきている。

2) 河川水と地下水を重視

NAWQA の調査では河川水と地下水に重点を置いている。湖・貯水池・河口・海岸については、特別な調査のために選定されたほんの数箇所で調査されているだけである。河川を対象とした多くの評価結果が湖・貯水池・河口の評価に役立つことから、他の USGS プログラムと共同調査すること、全国河川水質評価ネットワーク・全国海洋大気機関・米国環境保護庁・他の連邦機関と共同調査すること、五大湖・チェサピーク湾・ロングアイランド海峡・サンフランシスコ湾・サンフランシスコデルタ・メキシコ湾といった主な流域の評価の際に州と共同調査することが、現在進行中の目標である。NAWQA はこれらの共同調査によって、(1)主な支川から流域に流入する栄養塩・農薬・堆積物の量（負荷量）や長期の濃度変化傾向、(2)汚染物質の発生源、(3)人口増加と土地利用が汚染物質の濃度と量へ及ぼす影響、といった多くの情報を提供する。この情報は個々の河川の汚染物質やそれらによる流域への負荷を削減することを目指す戦略を検討するために不可欠である。

3) 水道水源の評価

NAWQA の調査では、蛇口の水をモニタリングするといったような水道水の水質を評価することは対象としていない。むしろこの調査は、水源水質の特徴を評価したり、連邦・

州・地区計画が本来重点を置く水道水質基準の遵守状況のモニタリングを補完するものである。2巡目の調査では、表流水や地下水を供給するための水源を評価することの重要性が増すであろうし、水道水を管理・供給する他の機関や組織との共同調査が継続されるだろう。

4) プログラムの目標の進捗状況

1991年からの10年間の調査では、河川水や地下水の水質の現状を評価するという第1の目標に対してかなりの進展が見られた。地方及び全国レベルの水質状況に関する多くの報告書がホームページで公開されており(<http://water.usgs.gov/nawqa>)、全米国内に匹敵する河川水や地下水の情報を提供している。2巡目では、ほとんどの調査地区が集中的に再評価され(図 2.3参照)、地理的な格差を補填し、新規に抽出された汚染物質を調査し、混合物・分解物・季節的な濃度変化といった汚染物質の多くの複雑な事象に取り組む。

NAWQAでは、長期の傾向を評価するという第2の目標に対しても進展が見られた。例えば、長期傾向の評価により、DDTやPCB、鉛といった汚染物質が底泥や魚に蓄積されることが実証された。過去のデータが利用できる調査地区における他の汚染物質についても同様である。しかし最も重要な点は、将来の測定値と比較する際の基盤が確立されたことと、長期のモニタリングが各調査地区で開始されたことである。従って、2巡目で調査地区が系統的に再評価され、益々増える河川水と地下水の採取地点において10年間着実にモニタリングされた時に、水質の傾向評価に向けての大きな推進力が得られるであろう。

最後に、自然特性や人間活動がどのように河川水や地下水の水質に影響を及ぼすかということの評価する第3の目標に対して初期段階の進展が見られた。NAWQAの調査では、土地利用や農薬等の利用状況、流域開発の程度、土壌・地質・水文・気象といった自然特性等の違いによって流域において季節的に汚染物質がどのように変化するかといったことを一貫して明らかにしてきた。2巡目では、水質を支配する鍵となるプロセスを理解すること、そして水質管理の内容を決定することに対して益々重点が置かれるだろう。

5) 汚染物質の発生源と運搬、水質への影響との関連

水質への影響因子を理解することに重点を置くことによって、水質を低下させる汚染物質発生源とその他の攪乱物質源との関連や、水文学的なシステムによって汚染物質が運搬されることとの関連、そして汚染物質とその他の水質攪乱物質が人間と水生生態系に対して及ぼす影響の可能性の関連が明らかになる。この情報は、ある特定の地域において意思決定者が効果的に水質管理戦略を実行するためのより良い科学的根拠となる。またこの情報は、安全な飲み水や灌漑、健全な水生生態系、湿地の保全、天然の種・絶滅の危機に瀕した種の保全、レクリエーションといった競合する要求が増加している中で多くの選択肢から意思決定者が優先順位を決定するためのより良い科学的根拠となる。

発生源 NAWQA では水質と自然由来及び人為的な汚染源との関係、水質と土地利用の変化の関係を調査している。汚染源や水源水質、水中生態系に対して実質的に影響を及ぼすのは都市化や農業、その他の土地利用である。手掛かりとなる問いには次の内容が含まれる。都市化によって及ぼされる地下水と河川水への影響は何か。都市開発が強まると河川水がどのように変化するのか。人口の増加と共に住宅地が拡大すると水質は悪化するのか。耕耘の方法、化学薬品の使用、農作物の種類といった農業による汚染物質源が地下水と河川水に及ぼす影響は何か。

運搬 NAWQA の調査では水質管理手法の効果について評価し、また汚染物質が運搬される過程での土壌・地質・水文といった自然由来の要因の影響について評価する。土地利用や汚染源が同様であっても、自然要因の違いによって汚染の影響を受ける度合いが非常に異なることもあるし、水質管理手法の進行割合の違いによって水質が改善される度合いが異なることもある。手掛かりとなる問いには次の内容が含まれる。地表から浅層地下水や基盤の帯水層へ汚染物質が移動する際の、それらの運搬を支配する要因は何か。地表から河川へ、下流の河川から貯水池や海岸へと汚染物質が移動する時に、これらの汚染物質に何が起こるのか。地下水と表流水の相互作用がどの程度、またどのタイミングで水源での汚染に影響を及ぼすのか。

影響 水中生態系における汚染物質とハビタットの攪乱の影響をより深く理解するために NAWQA プログラムによる努力が継続される。また、水道水源として相応しいかを評価する際には、可能性のある汚染物質が人間にとって重要であることをより深く理解するための努力が継続される。手掛かりとなる問いには次の内容が含まれる。公共用水道の水源として用いられる帯水層と河川水においてどんな汚染物質が発生するのか。汚染物質は人間と水中生態系に關与するレベルで存在するのか。土地利用やハビタットが変化したり、水質が低下するのが原因で、水中生物の多様性や豊富さが変化しているのか。水中生態系における富栄養化の影響はどのようなものか。

6) 新しい汚染物質の着実な拡大への対応

NAWQA の調査では長期に渡って全国的に重要な水質や、確立された分析法のある水質に重点を置いている。米国内の多数の水域で現れる新しい汚染物質を扱う NAWQA の調査を拡大するには、予算枠と技術的対応能力から限界がある。しかしながら、重要な問題が明らかにされ、また分析法が開発されるとともに、全国的に評価するための汚染物質の範囲が徐々に増加する。加えて、新しい汚染物質問題には、毒性物質の水文に関するプログラム(<http://water.usgs.gov/toxics>)といった他の USGS プログラムが取り組んでいる。

2 巡目の調査では、3 つの主な汚染物質の分野の評価に着手することになる。それは全国的な計画であった最初の 10 年には含まれていなかったものである。

(1) 農業地域や居住地域において全国的に多用されている新しく抽出された農薬と農薬副生

産物

- (2)水道水源となる河川水や地下水を経由する水系伝染病の指標、親水利用する河川水を経由する水系伝染病の指標
- (3)魚の消費によって人間へ曝露する可能性が最も高い河川水中の全水銀とメチル水銀

7) TMDL に貢献する地域スケール情報

NAWQA プログラムでは広範囲に及ぶ水質や、米国内の多数の地区で現れる水質に益々重点が置かれる。このことは、USGS とその他の連邦・州・地区の部局が行う、より重要な地域の調査の必要性を低下させるものではない。むしろ、個人や地域によるプログラムや調査では得られない地域的・全国的な水質の大きな枠組みと知見の基盤が提供される。TMDL においては地域スケールの情報が役立つというのが良い例である。特に NAWQA プログラムでは汚染物質の負荷量・発生源・運搬に影響を及ぼす流域・地質特性といった不可欠な要素の知見が提供できる。NAWQA プログラムは、例えば Streamgaging Program といった他の USGS によるプログラムと共同作業を行う。また TMDL で必要な河川流量と、ある汚染物質の量との関連を定めるために州のプログラムと共同作業を行う。

8) 簡単に利用できる NAWQA のデータ

NAWQA による全米の水質とその他の膨大な情報は、それに関心のある全ての個人や組織がインターネットを通じて入手できる。NAWQA プログラムのおかげで、全米・地域・州・地区スケールで広範囲に検討するための全国的なデータベースが活用される。
(<http://water.usgs.gov/nawqa/data>)

9) 国家的な最優先事項

政府や研究機関、利益団体との共同調査を通じて、全国や地域の水質問題と水質優先事項を広範囲に分析する基礎に関する調査のために、5 つの水質に関する課題が選定された。これらの今日的な調査は、これらの課題によって最も影響を受ける地区において実施されることになり、そしてそれは系統的で国家的な評価をするために複数の調査地区から構成される。それぞれの課題の調査では例えば、栄養塩の基準の検討、水源保全の戦略、河川の再生などに関連する水質管理のための重要な事項にも取り組むことになる。5 つの課題と明確にしたい問題は次のとおりである。

- ・河川における富栄養化の影響

様々な環境にある農業用排水路において、生物集団とそれに関連するプロセスがどのように応答して富栄養化のレベルを変えるのか。

- ・農地からの汚染物質の発生源と運搬、変化

環境が変化する過程と農業を行うことは、全国的に重要な農業地帯において化学物質が運搬され変化していく水文学的な過程に対してどのような影響を及ぼすのか。河川水と地下水の水質に影響を及ぼすものは何か。

- ・井戸水への汚染物質の運搬

水道用の井戸から引かれる地下水中に現われる汚染物質に影響を及ぼす主な汚染源と運搬のメカニズムはどのようなものか。

- ・都市化による河川生態系への影響

都市化に関連して土地利用が変化すると河川水中の生態系はどのように応答するのか。これらの応答は様々な環境条件によってどのように変化するのか。

- ・水生生物への水銀の蓄積

メチル水銀は水中の食物連鎖によって毒性が発現するレベルまで蓄積することがあり得るが、そのメチル水銀へと水銀が変化することを決定する環境上、生物上の因子は何か。

これらの今日的な 5 つの調査は多様で複雑であるが、NAWQA プログラムの 2 巡目をとおして継続する水質問題の最優先事項を評価する際の出発点となる。3 つのグループ地区（2001 年着手予定、2004 年着手予定、2007 年着手予定）をとおして進行する今日的な調査は、その過程で調査の相対的な重要度が変化し、新しい調査が追加することもありうる。

10) 近年の開発に伴い都市域を重視

NAWQA プログラムは既に大きく開発された都市域で発生している現象よりはむしろ、住宅・商業地域が水質へ及ぼす影響に重点を置いている。それは農地が開発地域へと転換するような土地利用の変化が水質へ及ぼす影響に重点を置いているのと同様である。大都市圏内の水質や都市施設の経年変化・機能低下による水質への影響については、通常 NAWQA の範囲には含まれない。

11) 未調査地区への調査結果の適用

汚染物質と水質問題に関連する戦略を効果的なものにするためには、直接的な計測結果以上の情報が必要である。さらに、経営戦略のための予算編成から農薬の使用許可に至るまで、多くの運営方針を決定する際には、水質と水中生態系に及ぼす影響の可能性を予測できるかどうかに関係する。実際の水質計測結果を用いて未計測の範囲や比較対照される地区、将来の予測へと適用するためにコンピュータによるモデルやその他の方法が用いられる。

最初の 10 年の調査による広範囲に及ぶ基礎的データを用いることによって、水質を支配する要素を理解し、外挿化や将来状況を評価するための水質モデルを検討し適用することを NAWQA は益々重要視することになる。

NAWQA プログラムは全国的で今日的な調査の一部として最も一般的である土地利用と汚染源の関係の評価や自然特性の評価、水文学的な運搬プロセスの評価に基づいて水質を予測するための最適な方法を探ることになる。

同時にモデルを構築するうえで重要なのは、USGS とその他によって個々の特殊な状況での適用性を検討・試験するために用いられる系統的で質の高いデータが提供されることである。水質に関するモデルは長年用いられてきたが、それらの有用性はどの程度良く現実を表現するかによって左右される。実測値との比較に基づいて信頼性が証明されなければ、モデルの結果は信頼されないこともあるし、水源管理と意思決定、特に問題の多い状況の際にはモデルの有用性は制限される。

12) 水量、水質、水利用の関連

NAWQA の調査には、化学的・生物学的なサンプルや計測と関連する河川流量や地下水位の計測も含んでいる。水道水と水中生態系に対する汚染物質による影響は、時間や場所とともに変化し、河川流量や地下水の流向に大きく左右されるので、このことは重要である。同様に、表流水や地下水の利用に関する情報についてはそれぞれの評価でまとめられている。表流水源や地下水源へ汚染物質が運搬される量と時間に対しては特に、広大な灌漑農業地域や広大で人口が密集する都市域、レクリエーション地域における水の使用量と使用時間が大きく影響することがある。

13) 2 巡目での調査地区

NAWQA プログラムの 2 巡目の調査は、米国内の最も重要な河川や帯水層がある 42 地区に集中されることになる。最初の 10 年計画（59 地区）は、予算削減に伴って変更された。系統的なプロセスによって 13 地区を削減し、8 地区を 4 地区に統合した。調査地区は、広範囲の重要な水文環境や最優先の生態系資源を有する地区、農業・都市・自然由来を含む重大な汚染物質源を有する地区、上水道の普及率が高い地区、そして灌漑農業の地区を代表するために選定された。最初の 59 地区で、全米の上水道用水と灌漑用水の 65% を占めていた。42 地区に削減されても 60% を占めている。この変更された調査計画は、直接測定された水質を用いてモニターされていない米国内の他の類似した地区のために外挿するという目標に合致している。

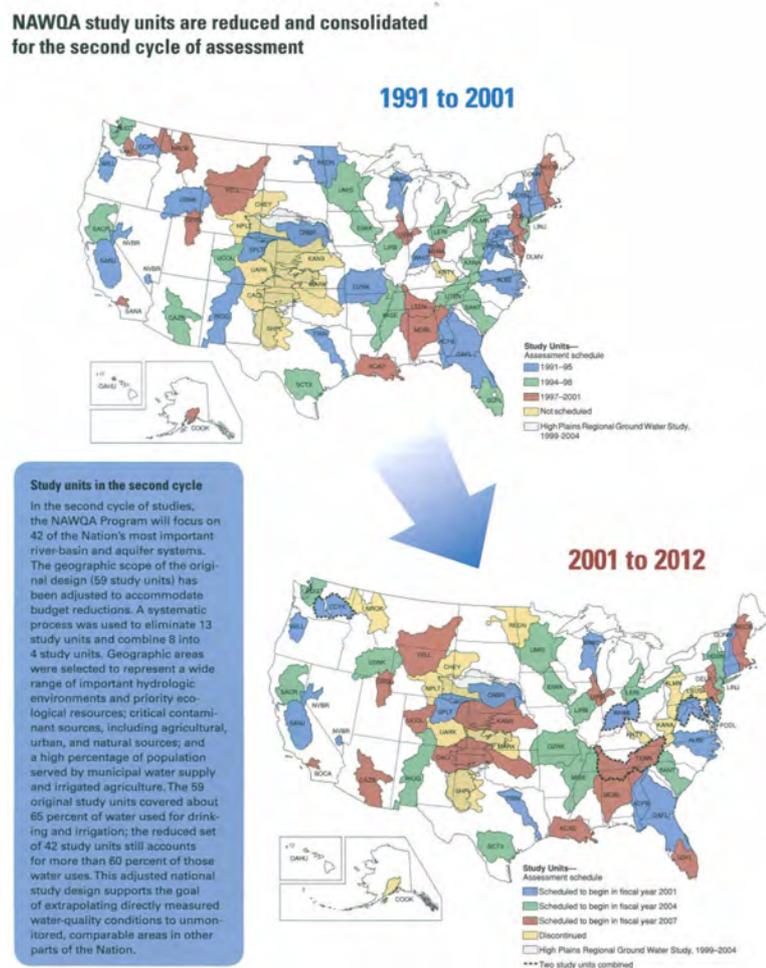


図 2.2 NAWQA 調査地区は 2 順目の 10 年で削減・統合された

14) 地区、地域、全国規模の取り組み

各調査地区の評価内容は、全米で一貫した調査計画及び同一の採取・分析方法によって管理されている。従って水質がどのように、なぜ地域的に、全国的に変化するのかわという知見がその評価から得られる一方で、水質問題に関する局所的な知見と、ある特定の河川や帯水層における傾向が把握できる。一貫していかつ多様な規模を対象として評価することは、ある水質問題のタイプが特定のものなのか全面的に広まっているのかわどうかを判断する際の役に立つし、また、地理学的・環境的に多様な米国で人間活動と自然現象がどのように水質と生態系に影響するのかについて、直接的な比較を可能にする。農薬・栄養塩・揮発性有機物・微量金属・生態系に関しては、調査地区間の知見を相互に分析することによって全国的な規模で総合的に検討・評価されている。

15) 調査計画

全調査地区の3分の1は与えられた3~4年の期間で集中的に調査され、水質の傾向については約10年毎に評価される。2001からの2巡目の10年にかけて14調査地区が再び集中的な調査に着手された。その地区は全て1991年から95年にかけて最初の集中的な調査が行われたところである。2004年にさらに14地区で、2007年に別の14地区で集中的な調査が再開されることになる(図2.3参照)。それまでの間は基本的な水準のモニタリングが継続される。表流水源と地下水源の物理的・化学的・生物学的特性に関しての十分にまとまっていて学際的な調査を達成するために、集中的に調査される期間に多くの財源が各調査地区に配分される。

☆ NAWQA のホームページ : <http://water.usgs.gov/nawqa>

The National Water-Quality Assessment Program— Entering a new decade of investigations

In 2001, the U.S. Geological Survey's National Water-Quality Assessment (NAWQA) Program begins its second decade of intensive water-quality assessments. NAWQA scientists will return to 14 major river-basin and aquifer systems that were assessed in the first decade; another two groups of 14 will be studied beginning in 2004 and 2007. In this second cycle of studies, NAWQA will build upon its initial assessments of water-quality conditions and will increase its investigation of long-term trends and the factors that affect water quality.

Long-term mission and goals

The NAWQA Program is a primary source for long-term, nationwide information on the quality of streams, ground water, and aquatic ecosystems. This information supports national, regional, State, and local decision making and policy formation for water-quality management. The goals of NAWQA are to assess the status and trends of national water quality and to understand the factors that affect it, thus, addressing the questions:

- What is the condition of our Nation's streams and ground water?
- How is water quality changing over time?
- How do natural features and human activities affect the quality of streams and ground water?

Major river basins and aquifers across the Nation define NAWQA "study units" (see maps). Within these areas, USGS scientists collect and analyze information on water chemistry, hydrology, land use, stream habitat, and aquatic life. Each study-unit assessment is an interdisciplinary and long-term evaluation of the total

resource, rather than a short-term study of a specific geographic area or problem at a single point in time. NAWQA findings thereby describe the general health of water resources, as well as current and emerging water issues—information that is essential for developing practical management strategies for protecting and restoring water quality.

Because each study-unit assessment adheres to a national design and nationally consistent sampling and analytical methods, water-quality conditions in a specific locality or watershed can be compared to those in other geographic regions and at different periods of time. Collectively, the assessments advance an understanding of the quality of our Nation's waters and whether water quality is getting better or worse over time. Information at different scales helps to bridge local, State, regional, and national efforts to manage the Nation's water resources.

Although NAWQA is a comprehensive effort to assess the quality of streams and ground water, no single program can

address or anticipate all water-resource issues that are nationally relevant. Only through collaboration with numerous government, research, and interest-group partners can we ensure that NAWQA information will meet the needs of local, State, regional, and national stakeholders. These partnerships are a vital element of the NAWQA design. Input from these partners has been critical as NAWQA moves into its second cycle of investigations, and has helped to define the key water-quality resource issues on which to focus.

"The NAWQA Program...[is] generating high quality data of direct benefit to State agencies. NAWQA has provided the model for how different programs should work together and benefit from each other's research."

—Robert Bode, New York State Department of Environmental Conservation, in U.S. Geological Survey Circular 1165



Photo by Michael Collier

A focus on streams and ground water

NAWQA studies focus on streams and ground water. Lakes, reservoirs, estuaries, and coastal areas are monitored in only a few selected areas for specialized studies. Because many of the assessed streams and rivers contribute to lakes, reservoirs, and estuaries, an on-going goal is to collaborate with other USGS programs, such as the National Stream Quality Accounting Network; with National Oceanic and Atmospheric Administration, U.S. Environmental Protection Agency, and other Federal agencies; and with States in the assessment of major receiving waters, such as the Great Lakes, Chesapeake Bay, Long Island Sound, San Francisco Bay and Delta, and the Gulf of Mexico. In these collaborations, NAWQA provides quantitative information on (1) amounts (loads) and long-term trends in concentrations of nutrients, pesticides, and sediment that enter receiving waters from major tributaries; (2) regional source areas of contaminants; and (3) effects of population growth and land use on the concentrations and amounts of contaminants. This information is critical for developing strategies aimed at reducing contaminants in individual river basins and their contributions to receiving waters.

図 2.3 基調講演時に配布された USGS による全国水質評価計画に関する資料

3. TMDL について

本項では、流域管理の一つである TMDL に関する情報収集の成果として、TMDL の概要と情報収集先であるヴァージニア州での TMDL の実施状況、事例について紹介する。

3.1 TMDL の解説

3.1.1 TMDL 計画の概要

(1) TMDL (Total Maximum Daily Load) とは何か

TMDL は、ある水域において全ての汚染源からの負荷量に安全幅を加えた負荷量が流入しても、その水域の水質規制基準を満たす負荷量のことである。TMDL は特定の汚染物質に対する負荷量なので、もし水域のある部分において基準を超過している物質が複数あれば、その時にはそれぞれの超過汚染物質および原因となる汚染物質に対しての TMDL が個々に実施されなければならない。汚染源には、下水処理場排水や工場排水のような点源、農地や都市雨水排水のような非点源（面源）、野生生物や自然由来によるバックグラウンド汚染源を含む。

$$\text{TMDL} = \text{WLA} + \text{LA} + \text{MOS}$$

WLA : ポイントソース(点源)

LA : ノンポイントソース(面源)と自然系負荷(natural background)

MOS : 安全幅(Margin of Safety)

(汚濁負荷と流入先水域の質との関係の不確かさを考慮したもの)

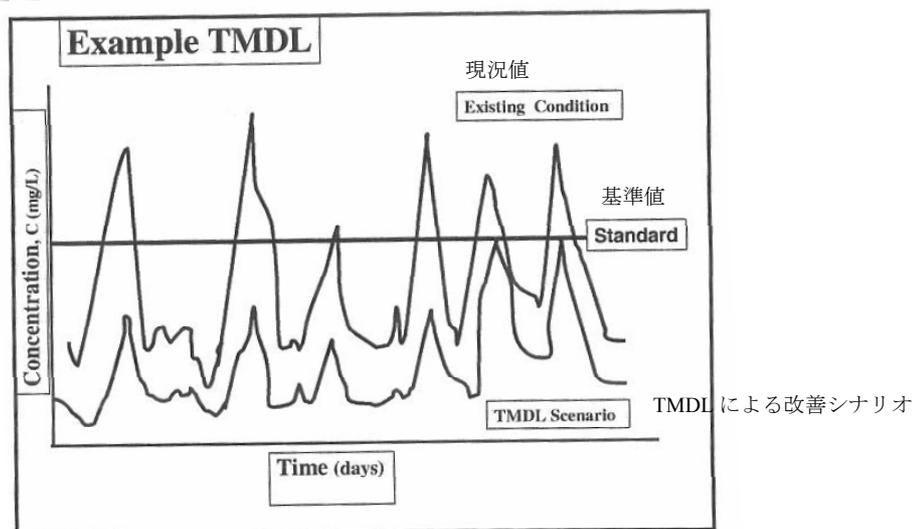


図 3.1 TMDL の概念図

(2) TMDL 研究の目的は何か、そしてそれはどのように行われるのか

TMDL 研究の目的は、水質基準の迅速な達成を導くための方針を確立することである。このプロセスの第1段階は、水質汚染(州の水質基準の超過)を引き起こしている汚染源を特定し、水質基準を達成するために必要な汚染物質の削減量を特定するための研究を行うことである。もしも、これらの削減が実施されれば、水質は州の基準を満足するはずである。第2段階は、提案された汚染物質の削減がどのようにして確実に達成されるかを明記した TMDL 実行計画を作成することである。一般的には、この段階は後で行われる。しかしながら、米国環境保護庁 (USEPA) が提案している TMDL に適用される規則がもし採択されたなら、TMDL の作成と同時に実行計画の作成も必要となるであろう。次の段階では、最適な管理手法 (BMP*) が実施されたり、あるいは点源からの排出許容量の制限が開始されるなどし、加えて実際に水質が改善されるかどうかを調査するために水質のモニタリングが行われる。BMP の実施や水質が州の基準を満足していることを証明するための水質モニタリングには 10 年もしくはそれ以上を要することがある。

* BMP は、Best Management Practices の略で、水中の汚染物質を削減するための合理的で経済的な手法を意味する。BMP には、流域の自浄機能による除去、ろ過による除去、栄養塩の管理計画、農地の保全などを含む。

TMDL の計画に要求されるもの

TMDL は水質基準を満たすものであること。
点源・面源汚染を考慮すること。
バックグラウンドの寄与度を考慮すること。
境界条件を考慮すること。
季節変化を考慮すること。
安全幅を含めること。
公共の参加を含むこと。
社会・経済的に目標を達成されなければならないこと。

TMDL 作成の手順

1. 土地利用データ階層を構築し小流域を特定する。
2. 汚染源を特定し、定量する。
3. 境界条件を特定する。
4. モデル化や他の方法により発生源と川とを関連づける。
5. 負荷配分を実施する。

(3) 市民はどんな役割をするのか

市民は利害関係者(stakeholder)としての参加を通じて、TMDL の作成プロセスに携わる。ここでは、利害関係者は流域の水質に経済的関連のある、あるいは関心をもっている人や組織であれば誰でもよい。利害関係者はさまざまな方法で TMDL のプロセスに関わることができる。それは、パブリックミーティングに参加して、質問をしたり、意見を述べたり、TMDL の作成者が気づくことがない付加的な情報を与えたりすることであり、流域の顧問団に加わるようになったりすることである。

利害関係者に TMDL の目的とそれを達成するための手段について情報を与え、意見などを求めるために、TMDL 作成プロセスの間に 2 つのパブリックミーティングが一般的に開催される。パブリックミーティングの焦点は利害関係者が正しく認識でき理解できる言葉で TMDL の作成プロセスを議論することである。最初のパブリックミーティングでは、大抵数ヶ月をかけて、時には 1 年をかけて開催することもあるのだが、TMDL 作成者は流域とその特性について学んできたことを伝える。このミーティングで作成者はまた TMDL を作成するために、利用しようとしている方法やツールについても説明する。

最後のパブリックミーティングでは、TMDL 計画報告書案を提示する。最初のミーティングと同様、最後のミーティングは流域内で公表され、そしてヴァージニア州規制登記局(Virginia Register of Regulations(<http://legis.state.va.us/codecomm/register/regindex.htm>))において発表される。TMDL 計画報告書案が出来上がってから 30 日間は、一般の人が意見を述べることができる。それから TMDL 報告書と一般からの意見が EPA に提出され、再検討される。EPA が承認した後、ヴァージニア州水管理委員会(Virginia State Water Control Board)に採択のため提出される。委員会による採択の結果、承認された TMDL は、汚濁した川や水路が位置する流域の水質管理計画の一部となり、そして TMDL による改善プロセスが始まるのである。

(4) TMDL 作成後に何が起こるか？

ヴァージニアの法律によれば、採択された TMDL に対して、実行計画が作成されなければならない。TMDL を実行するという事は、水質を回復させるために、特定の汚濁制御や土地利用の管理手法を用いることを意味している。実行計画は、先に TMDL で設定された負荷分配を達成させるために必要な方法を決めなければならない。利害関係者と地方それから州の政府機関の間での協働のもと計画は作られる。

一般的な TMDL 実行計画は以下のものを含んでいる。

- ・ TMDL のレビューと最終的な負荷分配シナリオ
- ・ 実行計画の作成における地方の利害関係者の参加に関する記述
- ・ 障害をうけた水域の水質を回復させるために要求される必要汚濁制御手段の詳細な記述

- ・ 実行計画で決められた汚濁制御手段の費用対効果分析
- ・ 実行のスケジュール
- ・ そして、時系列で水質改善を追跡するための継続した水質モニタリングの計画

実行計画の実行には、十年かそれ以上かかるであろう。そして、計画の目的が底生動物群集の回復にある場合、実際に回復するのはさらに長い時間を要するであろう。こうした水生生物を対象とした計画では、水生生物の指定された利用を問題なく可能にするほどに、水域が十分回復してきた（すなわち、もはや“障害はない”）と一度モニタリングデータが示せば、DEQ は EPA にその水域をリストからははずす（つまり 303(d)リストからははずす）ことを要求する。実際、TMDL の実施過程のどの段階であっても、もし法律的にも科学的にも正当な理由があるのであれば、水域はリストから外されることが可能である。その理由としてあげられるのは、新しいデータによって、適用性のある新しいモニタリング手法を用いた結果によって、新しい基準の適用によって、あるいはリストに掲載する際の単純な誤りなどがあるだろう。303(d)リストからの除外は、その水域が TMDL の要求を満足してきており、なおかつもはや TMDL の作成を必要としないということを意味しているのである。

(5) 土地所有者は、TMDL 研究で提案されている行動を法律上求められているのか

現在州では、自発的な手段によって水質を改善することを望んでいる。連邦水質汚濁防止法（Clean Water Act : CWA）の第 303 項 (d) と、TMDL 実施を義務付けている U S E P A の第 303 項 (d) 規則では、TMDL の目的を達成するために提案されている BMP を実施することを土地所有者に対して求めるという明確な規則上の強制力は規定していない。しかしながら、ヴァージニア州の 1997 年水質モニタリング・情報・再生法（Water Quality Monitoring, Information and Restoration Act）では、TMDL の迅速な実施のための計画を展開することをヴァージニア州環境局（VADEQ）に対して命じている。現在、ヴァージニア州政府は、TMDL のための BMP を自発的な計画によって実施する予定である。

(6) 提案された最適な管理手法の手段に対して支援は得られるのか

支援の供給源はいくつかある（これらの全てが必ずしも現時点で財源があるわけではないが）。TMDL の実施を目的とした財源の 1 つとして可能性があるのは、CWA 第 319 項によるものである。流域の再生活動、例えば優先順位が高く重要な流域内において TMDL を実施する場合には、第 319 項による支援が得られる資格がある。将来、第 319 項による財源が増大すると、それらは TMDL の実施と流域の再生に対して向けられるだろう。ヴァージニア州の Water Quality Improvement Act（水質改善法）によっても資金が入手できるかもしれない。

2000 年 3 月、ヴァージニア州は連邦及び州の農耕地改善計画（Conservation Reserve Enhancement Program : C R E P）にも参加登録した。この計画によって、35,000 エーカー（約 142km²）におよぶチェサピーク湾に沿った環境上汚染しやすい土地やヴァージニア州の水域を

再生するのが望ましい流域として示されるヴァージニア州内の土地の管理者は、9,100 万ドル（約 98 億円）を利用できるようになるだろう。CREP は、現存する農務省（USDA）の計画、すなわち保全保護計画（Conservation Reserve Program : CRP）と、特定の状態や米国の環境上の目的を達成するための共同の枠組みを規定する州の計画とを結び付けている。賃貸支払いや他の動機の代償として耕作地を自生の草や木、他の植生に転換するために農民と自発的に同意することについて、その計画では規定している。この計画による資金は、河岸の柵の設置や遷移帯の回復に対して利用されてもよい。

(7) TMDL 計画における土地所有者や他の利害関係者としての役割は何か

流域の利害関係者には、意見を用意する機会や、TMDL 研究や実行計画の実施に参加する機会があるだろう。その際には、VADEQ や VADCR、その他の関係支援機関の地方支部事務所からの支援が伴う。例えば、ヴァージニア州健康局（VDH）の現在の規定では、全ての直接排水と浄化槽能力不足の改善を要求し、全てのそのような汚染源において規定が遵守されることが推奨される。

流域での BMP は、段階的に実施されることが期待される。段階的に実施することの利点は、水域のモニタリングが連続して行われ、正確な測定値が時系列的に記録されるであろうということである。どんな不明確なこと、それは開発された TMDL モデルに存在するのであるが、があっても、この取り組みによって水質管理の方法が提供される。糞便性大腸菌に関する TMDL 実施の第一段階では、瞬時基準値 1,000cfu/100ml の 10%超過が目標となろう。

(8) 更なる情報はどこを探せばよいか。

DEQ は TMDL の実施を指揮する州の機関である。特定の TMDL に関する質問は、最寄りの DEQ オフィスにてうけてもらえるだろう。DEQ はほかの州機関からの支援をうけている。DCR(ヴァージニア保全・レクリエーション局)は、自発的なノンポイント汚濁源の制御に関するガイダンスを与えており、そして最適な管理手法(BMP)を実行するための資金的な面でのインセンティブを提供している。ヴァージニア鉱山、鉱物、エネルギー局 (DMME) は、鉱物廃水に関する TMDL を支援している。DMME のカスタマーサービスは鉱山に関わる復元活動に対する助成活動を実施している。

参考となる Web

- U.S.EPA: Total Maximum Daily Load Program Description
<http://www.epa.gov/OWOW/tmdl/>
- U.S.EPA: Nonpoint Source Pollution Control Program Description
<http://www.epa.gov/OWOW/NPS/>
- Virginia Department of Environmental Quality TMDL Homepage
<http://www.deq.state.va.us/tmdl/>
- Virginia Department of Conservation and Recreation
<http://www.dcr.state.va.us/sw/>
- USDA Water Quality Information Center
<http://www.nal.usda.gov/wqic/>
- USDA Cooperative States Research, Education, and Extension
<http://www.usawaterquality.org/>
- Conservation Technology Information Center,Purdue University
<http://www.ctic.purdue.edu/kyw/tmdl/tmdlhome.html>

参考となるヴァージニア大学連携講座の発行物

(Companion Virginia Cooperative Extension Publications)

- *A Glossary of Water-Related Terms. VCE publication 442-758,*
<http://www.ext.vt.edu/pubs/bse/442-758/442-758.html>
- *TMDLs(Total Maximum Daily Loads)- Terms and Definitions. VCE publication 442-550,*
<http://www.ext.vt.edu/pubs/bse/442-550/442-550.html>

TMDL の背景

1972年に策定された Clean Water Act (CWA)の基本的な考えは、排水処理技術を念頭に入れた水質基準すなわち technology-based 規制による点源のコントロールであった。そしてもし、点源のコントロールによって水質基準を満たせない場合は、水域の水質を念頭に入れた水質基準が指令された。

TMDL は点源をコントロールする仕組みが満足に水質基準を満たすことができない水域に対し必要とされたのである。

このように、1972年には TMDL の枠組みは作られていたが、州が TMDL を作り始めたのは近年になってのことである。その理由としては、

- ・ ノンポイント汚濁について解析することが求められたが、90年代までは点源に焦点があてられていた。
- ・ EPA は TMDL を避けていたが、このことに対し、訴訟が起こるようになり、これを機に動き始めた。

があげられる。

また原告は、以下の事項を要求してきている。

- ・ すべての TMDL を完成させるスケジュール
- ・ もし州が TMDL を策定しない場合は、EPA が策定すること
- ・ 継続して裁判による監視を保証する和解もしくは同意命令

ヴァージニア州でも 1998年にアメリカカヌー協会とアメリカ沿岸協会によって、訴訟が起こり、1999年に EPA とヴァージニアは 2010年までに 636 の TMDL を策定することに同意している。

3.1.2 TMDL プログラムの規模

ヴァージニア州での TMDL プログラムの規模は以下のように整理されている。

- ヴァージニア州では 303 (d) リストに 883 の水域が掲載されており、1002 の TMDL が必要とされている。
- ヴァージニア州における水質障害は、貝類の生息域の制限・アンモニア・糞便性大腸菌・底生動物の順で多く(図 3.2)、面源による汚染が多い(図 3.3)。

18

Virginia Water Quality Impairments

Impairment	Number of Impairments
Shellfish Restriction	184 (29%)
Ammonia	121 (19%)
Fecal Coliform	108 (17%)
Benthic	70 (11%)
Dissolved Oxygen	38 (6%)
pH	25 (4%)
Other	89 (14%)

図 3.2 ヴァージニア州における水質障害

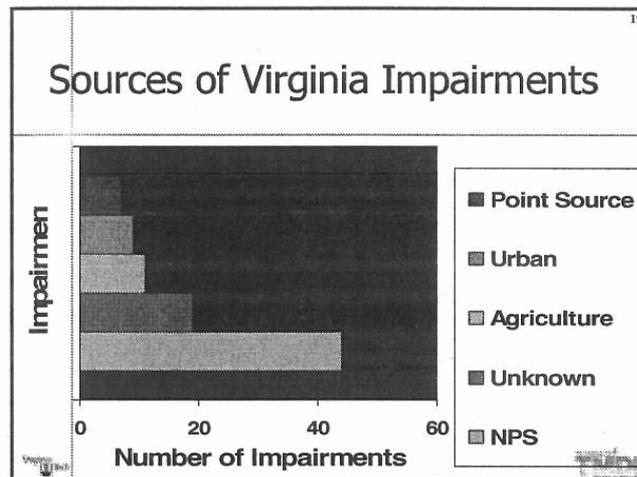


図 3.3 ヴァージニア州の水質汚染源

- ヴァージニア州における今後 10 年間の TMDL 実施に要する推定費用は 5~7 億ドル(約 500~700 億円)。さらに、E P A が推定した全米での TMDL 実施に要する費用は年間当たり 20~44 億ドル(約 2,000~4,400 億円)である。

3.1.3 ふん便性大腸菌群の TMDL

(1) 流域で州の水質基準を超過しているのは何か

現在の TMDL 計画で取り扱っているのは、糞便性大腸菌基準の超過についてのみである。水中で糞便性大腸菌が存在することは、その水が糞便性の物質で汚染されている可能性を示す 1 つの指標となる。糞便性の物質には、これらを含む水と接触すると人が病気になる危険性を増加させるような人や家畜、野生生物由来の病原体が含まれることがあり得る。糞便性大腸菌に対する基準は 2 つあり、(1) 水中の糞便性大腸菌の瞬時値が、100ml 中 1,000 コロニー (1,000cfu/100ml) を超過しないこと、(2) 水中の糞便性大腸菌の 30 日間幾何平均値が、100ml 中 200 コロニー (200cfu/100ml) を超過しないことである。(幾何平均については、次ページ参照。) (ヴァージニア州では大腸菌 (E-coli) についての水質基準を、幾何平均で 126cfu/100ml、単体の検体の最大で 235cfu/100ml に変更している。)

(2) 糞便性細菌の類型分けや細菌源の追跡は行っているのか

我々は、流域中のいくつかのモニタリング地点から細菌源追跡の分析 (Bacterial source Tracking: B S T) を行っている。実施している特別な分析は、抗生物質耐性分析 (Antibiotic Resistance Analysis: A R A) と呼ばれている。A R A の前提は、B S T 分析で利用されている抗生物質薬剤の組み合わせ、あるいはこれらの薬剤の異なる濃度に対して、糞便性細菌の種類が異なれば抗生物質の耐性は異なるパターンをもつであろうということである。これらのパターンの違いから、糞便性細菌の発生源を人間、家畜、野生生物などのグループに分類することが可能となる。これらの発生源をさらに分類することによって、畜牛と家禽あるいはシカと水鳥などのグループに分類される。しかしながら、この TMDL 研究のための考えられる発生源としては、人間、家畜、そして野生生物という 3 つの主要な発生源にグループ分けすることが計画されている。

(3) 浄化槽の能力不足とは

ろ過または浸透プロセスが不十分で、降雨や表面流出により浄化槽越流水 (処理水) が土壌表面へ上昇して水域に流入することが起こっているような、能力が不足している浄化槽システムに関してこの研究では注目している。

(4) 何パーセントの浄化槽が能力不足であると想定しているのか

ヴァージニア工科大学 (VT) の TMDL 研究グループでは (ヴァージニア州における浄化槽の指導的な研究者であるヴァージニア工科大学のレイ・レナウ博士との議論に基づいて) 以下の割合を提案した。これらの割合は、もしかすると利害関係者の意見や V D H の地区スタッフによる情報に基づいて調整されたかもしれない。

- ・ 1964 年の建設まで：能力不足割合 40% (表面流出によって損失を受けるであろうが、土壌

表面に到達する浄化槽越流水には死滅はないと仮定している。)

直接パイプで河川に排水するタイプについては浄化槽の 10% (河川の 150 フィート (約 46 m) 以内の浄化槽の 10%)

- 1964~1984 年の建設まで: 能力不足割合 20% (表面流出によって損失を受けるであろうが、土壌表面に到達する浄化槽越流水には死滅はないと仮定している。)

直接パイプで河川に排水するタイプについては浄化槽の 2% (河川の 150 フィート (約 46 m) 以内の浄化槽の 2%)

- 1984 年後の建設: 能力不足割合 5%未満 (表面流出によって損失を受けるであろうが、土壌表面に到達する浄化槽越流水には死滅はないと仮定している。)

直接パイプで河川に排水するタイプについては浄化槽の 0% (河川の 150 フィート (約 46 m) 以内の浄化槽の 0%)

(5) 幾何平均とは何か、そしてどのように決定するのか

幾何平均は、n 個の数値についての相乗積の n 乗根である。数式では、次のように示される。

$$\overline{X}_g = \sqrt[n]{X_1 \times X_2 \times \dots \times X_n}$$

これは、単純な算術平均よりも極端な数値の重みが減少されるので有用である。例えば、もしも数値が、100、150、75、2000、100 の場合、単純平均は次のようになる。

$$\overline{X} = \frac{100 + 150 + 75 + 2000 + 100}{5} = 485$$

そして、幾何平均は次のようになる。

$$\overline{X}_g = \sqrt[5]{100 \times 150 \times 75 \times 2000 \times 100} = 186$$

従って幾何平均を使えば、2000 という高い値の影響を軽減させることが出来る。実際的な言い方をすれば、もしも極端なサンプルがいくつかあっても、幾何平均ではそれらの影響が軽減され、水質基準を満足し易くなるということを意味する。

(6) もし TMDL が幾何平均に基づいているならば、この方法でどのようにモデル化するのか

現状の TMDL で用いられているコンピュータによる流域モデルは、フォートランによる水文学的シミュレーションプログラム (Hydrologic Simulation Program-Fortran: H S P F) である。H S P F の成果の一つは、日平均の大腸菌の値が得られることである。我々は、上式を用いるか、後処理モジュールによるモデル (post-processing module) を用いるかして、各日毎に 30 日間の幾何平均を計算できる。

(7) そのモデルをどのように実証するのか、何らかの現地確認は行われるのか

モデルを実証するためには、多くの段階を踏む。最初に、他の人が他の状況で使用して好結果が出ているモデルを試しに選定してみる。もしそのモデルを用いて好結果が出てきたのであれば、実証は出来たと普通はみなされる。そのことは、満足に実証されることを意味し、意図した適用方法に対して満足な結果が得られることを意味する。

一度あるモデルを選定したら、変数（パラメーター）やモデルへの入力値を適切に選定しなければならない。HSPFのようなモデルは、TMDLを実施する際に用いているもので、モデルのパラメーターを較正しなければならない。このことは、始めにモデルのパラメーター（入力値）を推定し、そしてモデルによる計算を実行し、予測値が水域で計測されたデータとどのようによく一致するかを調査することを意味している。例えば、もしそのモデルが流量を過小に予測すれば、流量を増加するパラメーターを調整することになる。このプロセスは、予測値と計測値が最も一致するまで繰り返される。一度全てのパラメーターに対して満足がいくと、そのモデルはその流域に対して較正されたと言うことが出来る。普通は、流れに影響するパラメーターを最初に較正しようと試みる。一度それらが適切に較正されたら、汚染物質の損失を支配するパラメーターの調整に取りかかる。HSPFでは、2,3年周期の表面流出について較正しようと試みる。各々の表面流出を完全に予測するのは不可能であるが、もしうまく行けば、その流域が長期間でどのように応答するかを正確にそのモデルは予測する。

モデルを実証する際の次の段階は、我々の流域のためのモデルを検証することである。これを行うために、2,3年分を追加したモデルを動かし、もう一度、モデルによる予測出力値と流域からの計測値（例えば大腸菌濃度）とを比較する。検証プロセスと較正プロセスの違いは、検証プロセスの間では、較正段階では用いない計測データとで比較が行われるということである。それに加えて検証プロセスの間では、較正時に行うようなモデル入力値の調整も行わない。例えば、1992, 1993, 1994年のデータで較正が行われたとしても、検証の際には1995, 1996年の流量データを用いる。言い換えれば、検証の際には、いかなるパラメーターをも調整せずに、そのモデルが我々の流域でどのように計算されるかを調査するために独立したデータ群を用いる。もしもモデルによる予測によって実測値と計画値が接近すれば（例えば25%以内）、そのモデルは自信を持って使用できる。

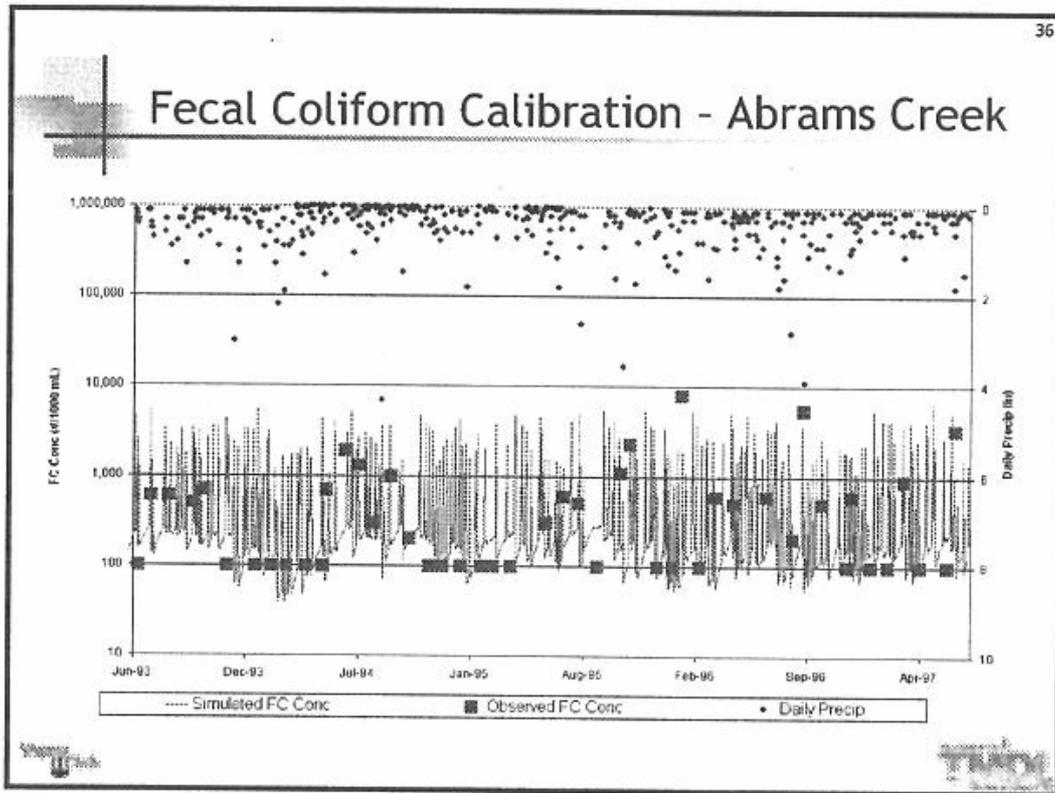


図 3.4 糞便性大腸菌群数における HSPF モデルの較正

(8) 低流量時の境界条件は点源汚染の状況を示すのか

低流量時という境界条件は、点源・直接排水・または過度な家畜（や野生生物）に由来する水域への非降雨時の排出状況を示しうる。

(9) 低流量時および地下水からの大腸菌の寄与度はどれくらいか

他の流域で計測された地下水では 10cfu/100ml をめったに越えず、そして、表流水では高濃度であること、すなわちごく普通に 1,000cfu/100ml を越えることとを比較すると、地下水による寄与度は重要とはみなされない。地下水が重要な汚染源かどうかを決定するために、報告されたその地域の地下水の濃度を確認することになるだろう。

(10) 糞便性大腸菌は水中でどのくらい生存できるのか

この問いに対する簡単な答えは無い。糞便性大腸菌の生存は、次の要素に影響される、すなわち、水温、日射、濁度、栄養塩、乱流度、捕食、毒性物質、その他多くの重要ではない要素、である。糞便性大腸菌は、低水温で長く生存できるが、日射（太陽光中の紫外線放射）によって死滅してしまうこともある。

(11) 糞便性大腸菌の減衰をどのようにモデル化するのか

糞便性大腸菌の減衰は普通、チックの法則を用いてモデル化される、すなわち、

$$N_t = N_0 10^{-kt} \dots \dots (1)$$

ここで、

N_t : ある時点 t での糞便性大腸菌群数 (cfu/ml)

N_0 : 減衰前の糞便性大腸菌群数 (cfu/ml)

k : 一日当たりの減衰率 (1/日)

t : 減衰開始後の日数 (日)

次の例を考えてみよう、すなわち、堆肥が1日分野積みされた場合の糞便性大腸菌群数を100万とする(この場合 $k = 0.07$ /日)。この堆肥が土地に施用される場合 ($k = 0.2$ /日)、堆肥がそのまま水域へ流入する場合 ($k = 3.0$ /日) を想定する。

90%まで大腸菌が減衰する(10万の群数が残る)のにどの位かかるか上式を用いて計算できる。その結果、以下が得られる。

$k = 0.07$ /日の場合 : 90%までに減衰するのは14日

$k = 0.2$ /日の場合 : 90%までに減衰するのは5日

$k = 3.0$ /日の場合 : 90%までに減衰するのは8時間

これは最も単純な例であり、濁度や温度などを考慮していない。しかしながら、これによって、相対的な減衰率について想定される考え方を与えてくれる。ここで、糞便性大腸菌は水中で最も速く減衰し、堆肥が貯留されている時には減衰は最も遅いということに注意すること。家禽に対しての減衰率についても同様である。現実的な問題としては、堆肥が一旦水域に流入したら、非常に高濃度の糞便性大腸菌が見られ、州の基準濃度になるまでには長時間を要するということである。

例えば、1頭の牛は、1日当たり30億の糞便性大腸菌群数を排出する。この1頭の牛からの糞便性大腸菌が2万ガロン(約76m³)の水と混合されると想像しよう。水中で1,000cfu/100mlという基準濃度に低減するまでにどのくらいの時間を要するのだろうか。

約76m³中の糞便性大腸菌群数30億は、3,963cfu/100mlである。

減衰率3.0/日とする上式を用いると、細菌群数が1,000cfu/100ml以下になるにはほぼ5時間を要することを示す。

式(1)より

$$t = 24/k \times \log(N_0/N_t) = 24/3.0 \times \log(3,963/1,000) = 4.78hr$$

実際の状況では、もし堆肥を含んだ水が採水される場所に流下するのに2時間しかかからなか

ったとしても、他の糞便性大腸菌発生源が下流に無ければ、水質基準は超えないこともありうるだろう。実際には、糞便性物質がどれくらい水域に時間をかけて流入するかによって、また、水域がどんな流況かによって濃度は影響されるだろう。流量が多ければ多いほど、希釈するための水があることになる。流量が多い場合はより速く移動するので、高流量時にはモニタリング地点に到達する前までの減衰時間はそれほど多く要しないかもしれない。これはかなり単純化された事例であるが、どんなことが起こるのかということの事例にはなるであろう。

3.1.4 底生生物の TMDL

(1) 底生生物の障害とは何か

底生生物とは、水中や水底に生息する水生生物のことを言う。底生生物は、ザリガニ・水ヘビ・クラム(食用になる二枚貝)・ヒル・水生のぜん虫・ある種の昆虫の幼生(例えばカゲロウ、トンボ)そして水生昆虫(例えば riffle beetles)を含んでいる。一般的には、水質の変化によって底生生物群集の構成、個体数あるいは多様性に変化が生じる。

もし、ある水域が基準における指定用途(designated uses)に適さないものであれば、水質による”障害”が存在しているのが一般的である。

ヴァージニア州水質規制基準では、表流水は”親水利用”(例えば水泳、魚釣り、ボート)や”水生生物による利用”(例えば生存能力のある魚の個体数)といった利用に指定されている。水質環境基準によって、これらの利用は保護されている。ここで、水生生物による利用は、一般的な文言による水質環境基準によって保護されている。すなわち、「すべての州の水は…指定の利用に直接的にあるいは間接的にも影響を与える物質…または人間や動物、植物、そして水生生物に有害である物質を含むべきでない」底生生物群集が減少している水域はこの基準に違反しており、そして“底生成物の障害”があるとみなされるのである。

(2) 底生生物の障害はどのようにして決められるのか

底生生物の障害が存在しているかどうかを決めるために、水域内の大型無脊椎底生動物群集が、定期的に調査される。大型無脊椎底生動物(肉眼でみえるほどの大きさであり、背骨のない生物)は過去と現在の水質の状態に関する生きた記録装置である。ヴァージニア環境質局(DEQ)は、水生生物の利用に関する判定基準に従っているかを決めるために、淡水の小川や河川の大型無脊椎底生動物群集を定量化する、連邦合衆国環境保護局(EPA)公認の方法を最近用いている。DEQの生物学者たちは、問題の水域において大型無脊椎底生動物の調査を行い、比較対象水域での調査結果と比べることによって、その水域が障害をうけているかどうかを決めている。比較対象水域は、評価される水域に似た特徴を持っている(例えば、同じような立地条件、標高、地質、そして水文)、そしてその場所で多様な大型無脊椎底生動物群集が生存可能であるとDEQは決定していた。大型無脊椎底生動物を評価するために用いられる手法についてさらなる情報については、浅い小川や河川の利用のためのEPAの簡易生物評価手法：付着生物、大型無脊椎底生動物、魚類をみてほしい。

EPAの簡易生物評価手法を用いて、“中程度の障害”あるいは“深刻な障害”をうけているという総合評価の判定をうけた河川区域はどこでも障害した河川として州の303(d)リストに入れられる。DEQはこのリストにある水域に対してTMDLを作成する責務をもつことになる。2002年9月現在、149河川区域(約1055マイル)が底生生物の障害のために303(d)

リストにあがっている。

(3) どのようにして、底生動物の障害に対する TMDL は作成されるか。

1) 障害の要因を特定する

底生動物の障害は、ある特定の汚濁物質（例えば小川におけるバクテリアの量など）に基づくものではなく、むしろ底生大型無脊椎動物の調査、評価に基づくものである。障害の原因は明確に特定されていない。底生動物の障害に注意を向けるよう TMDL を作成するには、障害の原因を特定することが重要な作業となる。この作業プロセスは“影響因子の特定(Stressor identification)”として知られている。影響因子を特定するために、底生動物の減少を引き起こす最も可能性のある影響因子—汚濁物質や物理条件を探し求めて水質データを調べる。ここで一般的な底生動物の影響因子として、堆積物 (sediment) や有機物、有害物質、栄養塩類や懸濁態の粒子の増加、温度の増加、流域内での河道や表出水の改良工事や pH の上昇があげられる。底生動物の障害原因が特定されると、特定された因子や汚濁物質それぞれについて TMDL が作られる。

2) 汚濁物質の負荷量を見積もる

TMDL は特定した汚濁物質の目標負荷量を決めなければならない。目標負荷量は、水質の違反を生じない程度の汚濁物量や物理的条件のことである。もし、特定した汚濁物質が水質判定基準値の対象となっている（例えばアンモニア）のであれば、その基準値が目標負荷量として利用される。もし、特定した汚濁物質に対して、水質判定基準値が何も設定されていない（堆積物の場合のように）、目標負荷量を設定するための別の方法が必要となる。この場合、ほかの流域を参照する方法 (reference watershed approach) がしばしば用いられる (図 3.5)。参照する流域は汚濁した流域との比較可能性に基づき選ばれる。そして最も重要なことは DEQ の生物学者が底生大型無脊椎動物調査法を用いて障害をうけていると判定してはいないことである。特定した汚濁源の負荷量が参照する流域において算出され、それが障害した小川の区域や関係する流域の目標負荷量として設定される。

例えば、もし堆積物が重要な影響因子であると決定されたとき、堆積物の負荷量が参照する流域と汚濁した流域に対して算出される。仮に汚濁流域の堆積物負荷量が年間 8000 トンであるとして、参照する流域の負荷量が（汚濁流域の大きさに補正した上で）年間 5000 トンであるならば、汚濁流域の堆積物の負荷量は、目標負荷量を満たすために、年間 3000 トンを減らす必要があることになる。

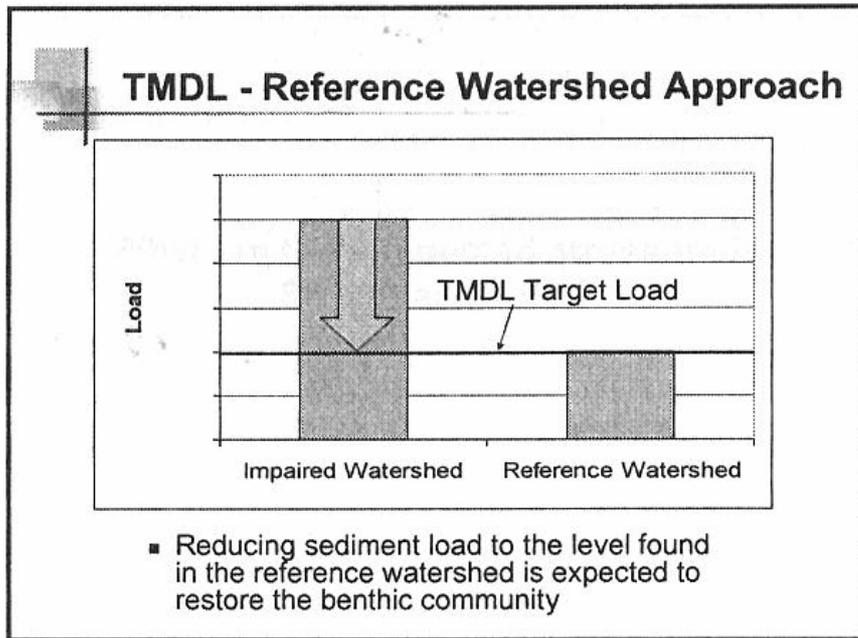


図 3.5 Reference Watershed Approach の概念図
(ほかの流域を参照して目標負荷量を決定する方法)

TMDL ツール

底生動物の TMDL を作成する重要な部分は、流域内の影響因子／汚濁物質負荷量と河川中の水質状況との間の関係を明らかにすることである。シミュレーションモデルは、土地利用や地形、地質、汚濁源などの流域からの“インプット”と河川中の汚濁物質濃度や目標負荷量といった“アウトプット”を関係付けるのに役立つ。一度目標負荷量が決めれば、負荷量は様々な汚濁源に振り分けられる。コンピューターシミュレーションによって、TMDL 目標負荷量を満たすための汚濁物質の減少方法の選択肢を示す複数の汚濁物質分配シナリオが作成される。最終的に選択される汚濁分配シナリオは TMDL の目標を満たさなければいけない、そして、経済的に実行可能で、実践的で、利害関係者に受け入れられるものであるべきだ。汚濁流域において、汚濁物を目標 TMDL 負荷量まで減少させることによって、水質が回復すると期待されるのである。

※「底生生物」の TMDL 計画作成例として、ストロブレス流域における事例を 3.2 に示す。

3.1.5 TMDL の課題

The National Watershed Forum における提言

2001年6月27日から7月1日までアーリントン（ヴァージニア州）において、合衆国の流域の将来を討議するため、480の地域から首長や高官が集まる前例のない会議として、The National Watershed Forum が開催された。

フォーラムでは19の問題別のディスカッショングループが作られ、議論が行われ、地方、州、部族、連邦政府などへの提言が作られた。以下に TMDL に関するディスカッショングループがまとめた提言を紹介する。

「FINAL REPORT of the NATIONAL WATERSHED FORUM」

ここ10年間で、CWAのもとTMDLの実行、特に点源からの流出を減少させることにより、水質改善に向けて大きな進展があったのは重視すべきである。

しかしながら、面源についてのとりくみがより優先すべき事項としていまだ残っている。すなわち、水質改善を継続したものにするために、面源に関わりながら無関係をよそおう人々—例えば農業従事者、畜産業者、市街地からの流出水に責任をもつ機関—に向けて、汚濁削減の調整が必要とされるであろう。

TMDLの実行と規制の中で水質改善を進め継続していくために、優先すべき事項の戦略を立てることに着目していくべきである。

大きな問題は、州間で（そして地区や下部の連邦機関の間でも）TMDLの解釈や実施が一致したものになっていないということである。このことは、基準設定や規制の解釈と実施、そして汚濁水域の特定も一致していないという問題を含んでいる。さらに州の中においても水質基準の設定とTMDLとの間の統合の欠如に関連した不一致がある。州間の不一致の改善に対して、長期間に広範囲に及ぶ影響力を持つであろう唯一のそして最新の機会として、EAPの“2002統一ガイダンス—一覧案”をまとめる努力があることは認める。EPAはこのガイダンスをまとめ、汚濁した水域を特定する過程を改善させるために利害関係者と協働することを強く勧めたい。

もうひとつの提言したい重要なテーマが流域を単位としたTMDLの実行である。多くの場所で、TMDLは流域管理に逆効果となる方法で実施されているのである。

また、TMDLにとってかわって、より積極的に汚濁した水質を扱う仕組みや要求（例えば流域管理の発展形やBMPなど、303(d)リストに加えられ、TMDLを実行されることを求められる前にわれわれの水域を改善する仕組みや要求）が必要であることもよく言われるテーマである。

TMDLに関する重要な提言は以下のとおりである。

連邦政府や議会

- 州の間で、汚濁水域の特定や除外が科学的に守備一貫して矛盾なく行われる判定基準や決まり事、方法論を構築しなさい。
- 汚濁水域の特定や除外を行うのに最低限必要な情報が何かを整理しなさい。加えて、科学的な情報のない流域に関してデータを取得するための計画を明確にしなさい。
- TMDLに関わる市民、草の根の流域組織、土地所有者に統一した（ひとつの情報源から

の) メッセージを伝えることの合意とその手段を作りなさい。

州

- TMDL の作成および実行のプロセスを流域管理や農業計画、モニタリングやほかの州の活動すべてに導入しなさい。A rotating watershed approach を用いて流域管理の活動を調整しなさい。そして順応的管理を積極的に導入しなさい。そして、TMDL の作成と実行のプロセスの中で地方の利害関係者の積極的な参加を政府に要求しなさい。
- 水質問題を戦略的に扱うことに集中しなさい。そして悪化しつつある水域を同定し早い段階で警告するシステムを構築しなさい。その結果汚濁水域に特定されるより前に保全的措置が取られうる。
- 利害関係者による TMDL の策定は、必要とされる TMDL のたくわえ(backlog)に取り組むのに役立つ、訴訟の可能性を減少させるのに役立つ革新的な選択とみなすべきである。柔軟性のある資金供給の仕組みを作ることによって、利害関係者による TMDL の作成を促進すべきである。
- 水質基準を強化して、TMDL 作成の手順を改善するのに役立つべきだ。

流域のグループ

- 結果をよりよいものにするために、TMDL の作成開始から協働的なパートナーシップを築いて進めるやり方を育成すべきだ。(例えば TMDL の策定と実行を調整する連邦政府や州、地方機関によって、協働的なチームによる取り組みを実行させていくなど)
- 一般市民へ説明するとき、TMDL についての情報を”きれいな水”という言葉で表現しなさい。TMDL とその目的、汚濁水域を回復させるという役割について多くの人々が当惑している。しかしながら、市民は“きれいな水”は理解している。
- TMDL の策定や実行に関連する情報に興味を持つ利害関係者に情報センターや対話のネットワークを用意しなさい。

3.1.6 用語と定義

ここで示す TMDL に関連する用語と定義は、ヴァージニア州の TMDL プログラムにおいて適用する実用的な用語の知識を読者に提供することを目的としている。これは、TMDL を特に取り扱う Virginia Cooperative Extension 出版物の初のシリーズである。連邦水質汚濁防止法では、水質基準を満たしていない、またはそれが予想される小川、川、湖及び河口に対して TMDL を実行することを州に求めている。この用語集は、政府機関、環境保護団体、コンサルティング会社、または報道機関といった多様な情報源から得られる TMDL 関連情報について読者が理解でき、解釈できるように支援することを目指している。

用語集

A

急性曝露 (Acute exposure) 重度の生物的傷害または死に至る有毒物質にさらされる(曝露)こと。急性曝露は通常、一日よりも長く継続しないという特徴がある。長期間で低レベルの曝露は慢性曝露と言われる。

急性毒性 (Acute toxicity) 汚染物質による曝露の直後に通常生じる悪影響のこと。一般に急性毒性の程度は、生物の致死率で示される。死が簡単に認められない場合でも、動かないことは死と同等とみなされる。

藻類 (Algae) 水生生物のことで、単一細胞から巨大なケルプまでの大きさに及ぶ。

配分、アロケーション (Allocations) 現状及び将来において水系に流入する汚濁負荷(面源及び点源の両方)に対しての最適な推定値のこと。汚濁負荷の推定では、データの有効性や、特定の負荷を予測するために用いられる技術に依存しているために、合理的で正確な測定値によるものから概略的な推定値によるものまで変動することが有り得る。(負荷配分 (Load allocation (LA)と排出負荷配分(Wasteload allocation (WLA)を参照)

配分のシナリオ (Allocation Scenario) 水質目標を達成するために考慮される、点源汚染負荷と面源汚染負荷について提案される組み合わせのこと。

周辺環境の水質(Ambient water quality) 定期的なモニタリングプログラムの一部として採取される水質の水準のこと。

アンモニア (Ammonia) 無機性の窒素化合物の1つで NH₃ と表記する。水中では、推奨された限界値以上のアンモニア濃度になると水生生物に障害を与えるおそれがある。

人為的 (Anthropogenic) 自然界での人間による影響に関係すること。特に、人間の存在や活動によって誘発されたり、原因となったり、または変化させられる物や作用のこと。

汚染防止政策 (Antidegradation policy) ヴァージニア州の水質汚染防止政策では、3つの水準または“段階”によって水質を保全する。第1段階では、現在の水の用途やその用途を保全するための水質レベルは維持され保全されるべきであるということを明記している。これは、最低限、全ての水系が水質基準を満たすべきであることを意味する。第2段階では、指定された水質基準よりも良い水系を保全する。限られた状況においてのみ、これらの水系の水質が基準より悪い場合があるかもしれない。第3段階は、下水処理水や工場排水、その他の汚染物質の新規・追加・増加が認められない例外的な水系である。これらの水系はヴァージニア州水質基準規則で具体的に記載されなければならない。

水生生態系 (Aquatic ecosystem) 水系の生物的、非生物的な構成要素のこと、すなわち、物理学的・化学的・生物学的な要素のこと。

同化能力 (Assimilative capacity) 効果的に化学物質を減少させ、または分散させるための自然水系における能力の程度のこと。同化能力は、水質を損なうことなく、または水生生態系を悪化させることなく、ある物質を自然の力で同化する能力を定義するために用いられる。数値的には、水質基準を超過することなく、ある特定的水系に排出させることができる汚染物質質量である。(負荷容量 (Loading capacity (LC))を参照)

B

バックグラウンド・レベル (Background levels) 水生生態系において特定の人為的影響を受ける以前の化学的、物理的及び生物学的な状態を表す媒介変数(パラメーター)の値のこと。風化や溶解のような自然のプロセスに起因する状態を表す化学的・物理的・生物学的な水準のこと。

細菌源の探知 (Bacteria source tracking (BST)) 水系で糞便性大腸菌が存在しそうな発生源を特定するために用いられる方法のこと。例えば、BST は人間・野生生物・牛の中からこれらに起因する糞便性大腸菌を識別するために用いられる。

基底流量 (Baseflow) 地下水に由来して小川や川へ流れ込む流量のこと、表面流出によって影響されない流量のこと。

大型無脊椎底生動物 (Benthic macroinvertebrates) 顕微鏡無しで目に見え(大きい)・また背骨が無い(無脊椎動物)・水底中または水底上で生息している生物のこと。大型無脊椎底生動物には、幼虫及びさなぎの形態の昆虫(例えばカワゲラ、カゲロウなど)・甲殻類(例えばザリガニ)・カタツムリ・イガイ・クラム・ミミズ・又はヒルが含まれる。

底生動物 (Benthic organisms) 水底中または水底上で生息している生物のこと。

最適な管理手法 (Best management practices (BMPs)) 水系に入る可能性のある汚染物質を削減するための合理的で費用効果の高い方法のこと。BMPs には、水際周辺での除去・ろ過による除去・栄養塩の管理計画・農地の保全等が含まれる。

生物評価 (Bioassessment) 藻類・大型無脊椎底生動物及び魚類群を評価する方法のことで、その結果によって、州で決定した水生生物のための用途基準を水系が達成しているかを決定する。

生物化学的酸素要求量 (Biochemical oxygen demand (BOD))—水中で細菌が有機物を分解する際に消費される酸素量を表す。

生物学的健全性 (Biological integrity) 生物のバランスがとれていること・完全で順応性のある集団で生物が構成されていること・生物の多様性があること・自然と同様または何も影響を受けていない生息域と比較して生物学的な機能が働いていることなど、これらを達成し、維持するために水系が持つ能力のこと。

水の華 (Bloom) 水系で藻類や水生植物が異常に増殖すること。水の華は多くの場合、水中の栄養塩類(一般にリンや窒素)が過剰な濃度になった結果生じる。

C

(モデルの)較正 (Calibration (of a model)) モデルによる予測結果が観測データに最も良く一致するまで、物理的に合理的な範囲内でモデルの変数(パラメーター)を調整する過程のこと。

クロロフィル a (Chlorophyll a) すべての緑色植物に存在する光合成による色素のこと。クロロフィル a の濃度は、水質の一般的な指標として用いられている。

慢性曝露 (Chronic exposure) 長期の間、低濃度で有毒な化学物質にさらされる(曝露)こと。

慢性毒性 (Chronic toxicity) 不可逆的または進行性のある有害な影響のこと、または汚染物質によって長期に曝露されている間に損傷率が回復率よりも大きいために生じる有害な影響のこと。これには、成長の阻害や再生産の減少のような低濃度、長期間の影響も含む。

連邦水質汚濁防止法 (Clean Water Act (CWA)) CWA は、米国内の水資源保護の基礎となる一連の法律を説明するために一般的に用いられる。水質関連法案の画期的な出来事には、1965 年の Water Quality Act (水質浄化法)、1972 年の Federal Water Pollution Control Act (連邦水質汚濁防止法)、1977 年に可決された CWA (水質汚濁防止法)、そして 1987 年の Water Quality Act (水質浄化法) が含まれる。CWA の各項によって、水質汚濁に関する取り扱い方が異なる。CWA の 305(b) 項及び 303(d) 項では、水質の評価及び TMDL の実施を特に取り扱っている。

大腸菌群 (Coliform bacteria) 全ての定温動物及び人間の消化器官で普通に見られる生物(大腸菌)グループのこと。水中で大腸菌が存在するということは、糞便性物質による汚染の可能性があることや、腸内感染症・赤痢・肝炎・腸チフス・コレラといった病気を引き起こしうる病原性微生物が存在することを示す指標となる。菌の量は、通常 100ml の検体中に群集を形成する数の単位 (cfu) で計測される。(糞便性大腸菌 (Fecal coliform) を参照)

一般水質項目 (Conventional pollutants) CWA で指定されるように、一般水質項目には、浮遊物・大腸菌群・生物化学酸素要求量・pH・油脂が含まれる。ヴァージニア州の水質評価法では、一般水質項目は、pH・水温・溶存酸素・糞便性大腸菌が含まれる。

同意判決 (Consent Decree) ヴァージニア州の TMDL 実施に関する 2010 年までのスケジュールを規定する法的拘束力のある協定のこと。1998 年、米国カヌー協会及び米国沿岸協会がヴァージニア州において CWA の 303(d) 項の条項に従わなかった EPA に対して訴訟を起こした。1999 年、EPA は原告と同意判決に署名した。ヴァージニア州は同意判決及びその条項を受け入れることに同意してきた。

伝導度 (Conductivity) 水中での溶解性物質の存在を間接的に測定する方法のこと。伝導度が高いことは、水中の溶解性無機化学物質濃度が高いことを示す。(総溶解性物質 (Total dissolved solids) を参照)

基準 (Criteria) 濃度・レベル・記述的表現として表される水質基準の構成要素のことで、それらはある指定用途を達成する水質を表す。基準が満たされている時には通常、水質は指定用途を達成している。

境界条件 (Critical condition) 水系が最も損傷を受けやすく、同化能力が最も低い状況における環境要素(例えば流量・温度など)の組み合わせのこと。連邦 TMDL 規則では、TMDL で提案されるどの配分シナリオも、境界条件状態においては水質基準を満たすべきであると義務付けている。

D

リストからの削除 (Delisting) ある汚染されている水系が、303(d) 項による「汚染されている水系リスト」から削除される過程のこと。ある水系を 303(d) 項によるリストから削除するためには、その水系はもはや汚染されていないことをモニタリングや他のデータを用いて EPA に対して州は説明しなければならない。

指定用途 (Designated use) 各水系またはセグメントに対して水質基準によって指定される用途のこと。ヴァージニア州の水系全ては、次の用途として指定される。1) 例えば水泳やボートのようなレクリエーションのための用途。2) 繁殖や成育のバランスが取れていて、流域固有の水生生物の個体群があり、釣りの対象となる魚類を含んでいて、それらが適度に生息することが期待されるための用途。3) 野生生物のための用途。4) 食用及び市場向きの天然資源、例えば魚や貝の生産のための用途。総括すると、これらの用途は一般的に“釣りができ、泳げる”ことと表現される。

これら用途の保護をとおして、工業用水・灌漑用水・航行用水のような他の用途も保護されることになる。

(糞便性大腸菌)の減少 (Die-off (of fecal coliform)) 有害な環境条件（例えば紫外線・高 pH・低 pH 等）によるものと同様、他の細菌による捕食によって糞便性大腸菌が減少すること。

直接流出による面源汚染源 (Direct nonpoint sources) 水系に直接流出する面源汚染源のことで、家畜や野生生物からの糞便性物質が直接的に水系へ流出するようなものこと。

流出量 (Discharge) ある特定の期間中に特定の地点を通過する水量のこと。一般的に 1 秒当たり立方フィート(cfs)、または 1 日当たり百万ガロン(MGD)といった単位で表される。流出量は、パイプの出口から小川へ、井戸または泉から小川または川へ、小川または川から湖または海へのように様々な流れについて表される。小川と川において、ある化学物質の最低・最高濃度のような基準に関連する流出量の評価をする時には、次の用語が用いられる。

1Q10—統計的に 10 年に一度だけ発生すると予想される、1 日間の平均の最低流量。

7Q10—統計的に 10 年に一度だけ発生すると予想される、7 日連続の期間で平均した最低流量。

30Q5—統計的に 5 年に一度だけ発生すると予想される、30 日連続の期間で平均した最低流量。

溶存酸素 (Dissolved oxygen (DO)) 水中で溶解する酸素量のこと(通常 1 リットル当りのミリグラム:mg/l、または 100 万分の 1:ppm で表される)。DO は、水中において生化学的な活動のために利用できる酸素量の指標である。DO 濃度は、水質の重要な指標の 1 つであり、理想的な水生生物の生存を維持するために水系が持つ容量を表す指標の 1 つであると考えられる。

流域 (Drainage basin) 特定の地点・小川・川・湖・海に水が排出したり、水が分配される陸地の範囲のこと。流域は、小さな小川のような数エーカーの範囲から、6 つの州の一部を含むチェサピーク湾流域のような国土の広大な範囲にまで及ぶものもある。(流域(Watershed)を参照)

E

携帯緊急電話サービス(E-911)デジタルデータ (E-911 digital data) ヴァージニア州内の郡によって作成された、道路の中心線及び建物の画像データを含む緊急応答用データベースのこと。このデータベースには、住宅や家畜小屋などの建物の概略図を含んでいる。

大腸菌 (E. coli (Escherichia coli)) 腸管や温血動物の糞に存在する糞便性大腸菌の小グループのこと。大腸菌は、病原体が存在するおそれを示す指標として用いられる。

生態系 (Ecosystem) 動物・植物・細菌などの生物が相互に影響する群集のことで、それらと付随している物理的及び化学的な環境のこと。

生態区分域 (Ecoregion) それ自身の持つ特性によって部分的に区分される地域のこと。これらの特性には、気象要因・高度・植物や動物の種の形成・地形状態・土壌が含まれる。

流出物 (Effluent) (1) 外部へ流出する物質のこと、(2) 動物生産施設、工場、または廃水処理施設で処理された汚水排水のような流出水のこと。

エンドポイント (Endpoint) 測定可能な目標または達成目標のこと。評価上のエンドポイントと測定上のエンドポイントは、水資源管理者によって一般的に用いられる 2 つの別個のタイプのエンドポイントである。評価上のエンドポイントは、貴重な環境特性を一定の形式によって表現するものであり、社会的な関連性(指標)があるべきである。測定上のエンドポイントは、外力または攪乱に対する応答を計測して表現するものである。それは、評価上のエンドポイントとして選定される特定の環境特性と関連をもっている測定値である。伝統的な水質規制基準の一部をなす数値的基準は、測定上のエンドポイント(目標)の良い例である。

腸球菌 (Enterococci) 腸管や温血動物の糞に存在する、糞便性連鎖球菌バクテリア小群(主に大便連鎖球菌やフェカリス菌)のこと。連鎖球菌は、病原体が存在する可能性を示す指標として用いられる。

環境保護庁 (Environmental Protection Agency (EPA)) 米国の緊急な環境問題を扱い、公衆衛生を保護する目的で1970年12月に設立された連邦機関の一つ。

浸食作用 (Erosion) 水や風によって土壌粒子が剥離したり、移動すること。土壌浸食で生じる堆積物は、米国での最大の面源汚染源の1つである。

富栄養化 (Eutrophication) 水系の栄養塩が増加する過程のこと。富栄養化はゆっくりと経年的に変化する一般的な過程であり、その間に湖・河口域・湾が沢や沼に変化して最終的に消滅していく。過剰な栄養塩によって富栄養化が進行した水系は、しばしばレジャーには望ましくなく、正常な魚類の生息を維持することが出来ないこともある。

超過 (Exceedence) 違反、例えば、許容限度または水質基準を超過すること。

現状の用途 (Existing Use) 実際に水系で達成されている、または1975年11月28日以降からの用途のこと。いずれにしても、その用途は、水質基準に含まれる。

F

浄化槽能力の不足 (Failing septic system) 土壌浸透を前提としている浄化槽の越流水(処理水)が地表に上昇し、小川や川に流入し、表面にたまって水系汚染を起こしているような、能力が不足している浄化槽のこと。

汚染物質の遷移 (Fate of pollutants) 汚染物質が環境中で一度は発生する物理的・化学的・生物学的な変化のこと。

糞便性大腸菌 (Fecal coliform) 温血動物の腸管から糞として環境中に排出する大腸菌バクテリア生物群のこと。糞便性大腸菌バクテリアは、水中における病原体の指標としてしばしば用いられる。通常、サンプル水100ml中のコロニー形成単位数(cfu)として報告される。

流量(Flow) 流出量(Discharge)を参照。

G

幾何(相乗)平均 (Geometric mean) n個の値の積をn乗根にした値のこと。数学的に、幾何平均は次のように表される。

$$\text{幾何平均} = \sqrt[n]{x_1 \times x_2 \times \dots \times x_n}$$

nがサンプル数、 x_1 、 x_2 などはある媒介変数の値、すなわち大腸菌濃度である。平均値及び単純平均と比較すると、幾何平均では、ゼロ以上の極端に大きなまたは小さな値による影響が低減される。例えば5つの大腸菌測定値(cfu/100ml)として1500、600、50、120、195を考える。これらの値の単純平均値は次の通りである。

$$\text{単純平均} = \frac{150+600+50+120+195}{5} = 223\text{cfu}/100\text{ml}$$

一方、この測定値に対する幾何平均は次の通りである。

$$\text{幾何平均} = \sqrt[5]{150 \times 600 \times 50 \times 120 \times 195} = 160\text{cfu}/100\text{ml}$$

地理情報システム (Geographic Information System (GIS)) 地球規模の情報を収集・保管・分析・普及するためのハードウェア・ソフトウェア・データ・人々・組織・制度化された組み合わせの体系の

こと。GIS の一例には、携帯緊急電話サービス(E-911)における空間的なデータの利用がある。サービス管理者は GIS を利用して呼び出し人の家の場所を捜し当て、最も近くの応答機を特定し、最短の行程までも判断する。これらの全ての作業は、GIS の電子空間的データを用いて自動化されている。

H

水循環 (Hydrologic cycle) 大気中・地表面・地下での水の恒常的な移動を説明するもの。水循環は降雨・蒸発・凝縮・浸透・流出といった過程によって構成される。

水文学 (Hydrology) 地表・土壌中・下層岩・大気中における水の分布・特性・影響に関する学問のこと。

I

汚染水系 (Impaired waters) 適用されている数値的及び記述的な水質基準に対して、それを超過する状況が長期的にまたは繰り返して観測される水系のこと。

実行計画 (Implementation Plan) ヴァージニア州の法令(WQMIRA を参照)によって要求される文書のこと。汚染水系を改善するために必要とされる一連の汚染物質管理の手段に関して詳述している。一旦、その計画が完全に実行された場合には、以前の汚染水系が、「全面的に基準を達成している」状態を満たすこととなる。(指定用途の達成状況 (Use support)を参照)

指標 (Indicator) 水質の汚染源とそれに対する影響との間の関係を評価するために用いられる、定性的または定量的な測定に対しての代替となるもののこと。例えば、小川での魚類数または種類は、小川における水質の指標といってもよい。

指標生物 (Indicator organism) (1) 存在・不在・頻度・その成長の程度によって、その周辺環境の特定の性質を示す生物のこと。(2) 他の(普通、病原性)生物の潜在的な存在を示すために用いられる生物のこと。指標生物は通常、他の生物と関連しているが、一般に指標生物は容易に採取・測定される。

L

制限因子 (Limiting factor) 生物の存在・成長・数量または分布を制限する、温度・光・水または化学物質といったような因子のこと。例えば、湖・小川または川でのリンの負荷の増加が藻類の成長を誘発させる。

負荷量 (Load, Loading, Loading rate) 一つまたは複数の汚染源から水系に入り込む物質(汚染物質)の総量のこと。単位時間当たりまたは単位面積当たりの重量の割合(例えばポンド/年、ポンド/エーカー)で測定される。

負荷配分 (Load allocation (LA)) 負荷容量の一部分のこと。1) 現状または将来の面源汚染、そして、2) 自然界のバックグラウンド源に由来する。可能な限り面源負荷と自然由来の負荷は区分されるべきである。

負荷容量 (Loading capacity (LC)) ある水系において水質基準を超過せずに許容することができる汚染物質の最大負荷量のこと。(同化能力 (Assimilative capacity)を参照)

M

大形水生植物 (Macrophyte) 植物、特に水中で生育するもので、顕微鏡を使わなくても見えるほど大きい植物のこと。

安全幅 (Margin of safety (MOS)) 点源・面源・バックグラウンド源からの汚染物質負荷の計算において、不確定要素として計上する TMDL における必須の構成要素のこと。

平均 (Mean) 単純平均は、データ値の合計をデータ数によって割ったもの。

メトヘモグロビン血症(青色児症候群) (Methemoglobinemia (blue baby syndrome)) 赤血球の酸素輸送能力を制限する症状のこと。酸素欠乏の結果、身体の蒼白化の原因となる。その症状は、主に9ヶ月未満の乳児に限定される。メトヘモグロビン血症を防ぐためにEPAは、上水道の水に対して最大許容濃度基準(Maximum Contaminant Level)として0.1mg/lの硝酸性窒素(NO₃-N)を設定している。

測定基準 (Metrics) 水系の生物的健康性の状況や特性を測定するために用いられる指数や変数のこと。それは、水質の変化や生物の生息状況とともに予測できる方法によって変化する。

マイクログラム・パー・リッター (Micrograms per liter (µg/l)) 濃度の測定値単位のこと、10億分の1(ppb)と等しい。1,000マイクログラム・パー・リッターは、1ミリグラム・パー・リッターと等しい。

ミリグラム・パー・リッター (Milligrams per liter (mg/l)) 濃度の測定値単位のこと、100万分の1(ppm)と等しい。

混合域 (Mixing zone) 放流水域の限定されたある区域または容量のこと、そこでは許可または認定された排水が放流直後に希釈されることが見込まれている。混合域の目的は、適用される水質基準以下まで汚染物質の濃度を希釈または低減することである。

モデル (Model) 水文学的かつ水質変化の過程によって説明する数学的な表現体系のこと。モデルがTMDL実施のために用いられる場合には、水系での特定の汚染物質負荷を推定することができ、改善の手段が実行されるとともにどのように負荷が変化するかを予測することができる。ヴァージニア州においてTMDLを実施するため用いられているモデルの例には、HSPF(Fortranによる水文学的シミュレーションプログラム)とGWLF(一般化された流域負荷関数)が含まれる。

モニタリング (Monitoring) 空気・土壌・または水のような特定の媒体の物理的・化学的・生物的状态を測定するために、周期的、または連続的に試料を採取し計測すること。

N

記述的な基準 (Narrative criteria) 数値的ではない、定性的な指針のこと、望ましい水質の目標を表す。

硝酸塩 (Nitrate) (NO₃⁻)で表示する無機窒素化合物のこと。硝酸塩は水中に自然に存在しうが、肥料の流出、家畜施設や衛生廃水の排出、そして大気からの沈着(沈着物で溶解する硝酸塩)によって、硝酸塩の高濃度化(2,3ppm以上)のほとんどが起こりうる。飲料水中に硝酸塩が高濃度の場合(10mg/l以上)、メトヘモグロビン血症または、ある種の癌に対しての危険性が高くなるおそれがあると関連付けられる。

窒素 (Nitrogen) 生物の成長に必要な栄養素の1つ。しかし、水中で窒素量が過剰になると、藻類の異常増殖の要因となり、水中生態系に必要な光と酸素が減少することになる。

面源汚染 (Nonpoint source (NPS) pollution) 広範囲の地表面が発生源の由来となる汚染のこと。例えば、地面からの流出水・都市域から流出する雨水・森林での地盤の浸食・また大気からの沈着物などがある。今日のアメリカにおいて、NPS汚染が水質汚染の2分の1以上を占めていると推定されている。(点源汚染(Point source pollution)と対比して)

数値的な基準 (Numeric criteria) ある汚染物質に対して定められる測定可能な値で、もしそれが達成されれば、記載された水系の水質基準を満たす結果になることが期待される。

栄養塩 (Nutrient) (1) 生命に必要な要素または化合物のこと、炭素・酸素・窒素・リン・その他が含まれる。(2)汚染物質としての要素または化合物のこと、リンや窒素のように、過剰な量になると藻類の異常増殖の要因となり、水中生態系に必要な光や酸素が減少することになる。

O

有機物 (Organic matter) 植物・動物の残留物、または生物によって合成される物質のこと。

正リン酸塩 (Orthophosphate) (PO_4^{3-})と表示され、しばしば簡単にリン酸塩と呼ばれる。ほとんどの水中のリンは、正リン酸塩の形態で存在する。植物はリンの供給源として正リン酸塩を利用する。硝酸塩と同様に、リン酸塩が過剰な量になると藻類の異常増殖を引き起こし、水中生態系に必要な光と酸素が減少することになる。

P

病原菌 (Pathogen) 病気の原因となる病原体のことで、特に細菌、原生動物やウイルスのような微生物のこと。

ペーハー、水素イオン濃度 (pH) 酸性度又はアルカリ度の測定値のこと。pH の測定値は 1(酸性)から 14(アルカリ性)までである。pH7 は中性を表す。

段階的な取り組み (Phased approach) 段階的な取り組みの下では、最初に行われる最も費用効果が高い最適な管理手法とともに、汚染物質の負荷を削減するための管理に関する戦略が徐々に実施される。水質改善を評価するために、実施プロセスの間をとおしてモニタリングが継続する。負荷の推定において、または選定された管理戦略の有効性において大きな不確実性がある場合に、この方法が用いられる。(段階的な実施 (Staged Implementation)も参照)

リン酸塩 (Phosphate) 正リン酸塩 (Orthophosphate)を参照。

リン (Phosphorus) 生物の成長に必要な栄養素の 1 つ。しかし、水中でリンの量が過剰になると、藻類の異常増殖の要因となり、水中生態系に必要な光と酸素が減少することになる。

光合成 (Photosynthesis) エネルギー源として太陽光を用い、葉緑素の存在下において、二酸化炭素と水から炭水化物と酸素が植物によって合成されること。

プランクトン (Plankton) 水中で浮遊または漂って生存している植物(植物プランクトン)や動物(動物プランクトン)のこと。動物プランクトンは、植物プランクトンやバクテリア、有機堆積物(死んだ生物)を餌にしている。

点源汚染 (Point source pollution) ある特定の場所で排出される汚染物負荷のこと。点源からの流出は、ヴァージニア州汚染排出除去システム(VPDES)の許可手順によって一般的に規定されている。支流から本流の小川や川への汚濁負荷も点源に含めることができる。TMDL 実施の間、許可された点源が当該汚染物質に対しての負荷配分として割り当てられる。

汚染物質 (Pollutant) 水系に達した時に、放流先水系を劣化させ、特定の使用用途に適さなくする特性や量を持つような物質のこと。特に CWA の 502(6)項で定義されるように汚染物質は、浚渫土砂・固形廃棄物・焼却炉残留物・下水・生ゴミ・下水汚泥・軍用品・化学廃棄物・生物学的物質・放射線物質・熱・破壊もしくは放棄された設備・石・砂・土壌汚染物・そして産業・都市・農業由来の物質が水中に排出される廃棄物をいう。

汚染 (Pollution) 人間の活動によって水の物理的・生物学的・化学的・及び放射学的な健全性が悪化することで、指定用途に対しての水の供給に適さなくする、好ましくなく汚染している特性のこと。特に CWA の 502(19)項で定義されるように汚染は、人為的または人間によって引き起こされる物理的・生物学的・化学的・放射学的な水の健全性の悪化を意味する。

民間意見の調査(広聴)期間 (Public comment period) 州や連法政府局によって提案された方策に関して、一般国民が意見や関心事を述べることを認められた期間のこと。

R

簡易生物調査計画案 (Rapid Bioassessment Protocol (RBP)) 底生大型無脊椎動物の定量的な評価、及び生息域の定性的評価に基づいた一連の測定のこと。RBP の評点は、基準状態と比較されてどの程度水系が生物学的に汚染されているかが判断される。

河川区間 (Reach) 一般的には、ある支流と他の支流の合流部から、また時には支流から河口や、湖、または他の地形へと広がりを持つ小川や川の一区間のこと。

放流先水域 (Receiving Water) クリーク・小川・川・湖・河口・地下水層やその他の水系のことで、表流水や処理又は未処理廃水がそこへ排出される。

基準状態 (Reference conditions) ある大きさ・土地利用の分布・そして他の関連する特徴を有する流域に対して、汚染されていない状態を代表する単一地点または集合地点において示される、化学的・物理的・生物学的な性質または状態のこと。基準状態は、基準地点を説明するために用いられる。

基準地点 (Reference site) ある特定の流域における水質に対して比較対照される地点のこと。例えば、汚染されている程度を決定するために、ある流域での生物学的な評価が基準地点(汚染していない地点)からのものと比較されることになる。

滞留時間 (Residence time) 汚染物質が小川や川のある区域内で留まっている時間のこと。滞留時間は、河川流量と該当範囲の容積によって決まる。

水辺 (Riparian) 河岸・小川・池・湖などに属する場所で、そのような水系に沿った植物や動物のコミュニティも含まれる。

雨水流出水 (Runoff) 浸透せずに土壌表面を流れる降雨や雪解け水の一部のことで、最終的には小川・川・湖や海に流れていく。これが、放流先水域に汚染物質を運ぶことにもなる。

S

305(b)項 (Section 305(b)) 州内の水系の水質について記述する2年毎の報告書を偶数年にEPAへ提出することを州に対して求めるCWAの条項のこと。305(b)による報告書では、州の全体的な水質状況と傾向について記述される。

303(d)項 (Section 303(d)) 適用されている水質基準を満たしていない、または満たしていることが期待されない水系を定期的に特定することを州に求めるCWAの条項のこと。これらの水系は、303(d)による汚染水系リストにおいて特定される。TMDLは、303(d)のリストに挙げられた各水系で実施されなければならない。もしもリストに記載された水系に複数の汚染(水質が悪化した理由が複数ある)があれば、TMDLは各汚染を対象に実施されなければならない。

堆積物 (Sediment) 浸食に伴って陸地から移動し、水中に堆積して水質と関連する土壌粒子・砂及び鉱物のこと。

セグメント (Segment) 化学的・物理的・水文学的に比較的同質な特徴を有する水系または水系の一部のこと。

汚水浄化槽 (Septic system) 家庭汚水を現地で処理するために設計されたシステムのこと。典型的な汚水浄化槽は、住宅や会社からの汚水を受けるタンクと、液体の処理のための一連のろ過ラインからなる排水地や地表下における吸収作用を伴うシステムから構成される。タンク内の細菌によって分解された後に残る固形物(汚泥)は、定期的に汲み出されなければならない。

下水道 (Sewer) 廃水や雨水を発生源から処理場や排水先に運ぶ水路や管路のこと。汚水管では家庭・産業・商業活動による廃水を流下させる。雨水管では雨水や雪を流下させる。合流式下水道は1本の管渠で両方を扱う。

シミュレーション (Simulation) 水質との関連から言うと、シミュレーションは、ある特定の既知の入力値や条件に対応する自然水系の応答に近づけるために数理的なモデルを用いること。一度実証されたシミュレーションモデルは、モデル入力値、すなわち土地利用の変化という特定の変化に対する自然水系の応答を予測するために用いられる。

段階的な実施 (Staged Implementation) 水質基準を達成する際に TMDL の妥当性の評価に対して余裕を見込んでおく過程のこと。河川のモニタリングが継続されることから、段階的な実施によって水質改善が達成されているという状況を記録することが可能になる。それはまた水質管理の手段にもなり、そして、最も費用効果の高い方法が最初に実行されることに役立つのは確実である。

利害関係者 (Stakeholder) ここでは、特定の流域における TMDL の進展や実施の関わりにおいて既得権益を持った人物あるいは組織のこと。

連邦政府回転(融資)資金 (State Revolving Fund (SRF)) 特定の水質汚染の管理を目的とするための貸付けを行い、そして新たな水質汚染管理活動に対する貸付けをするために利子を含む貸付返済金を資金として利用するプログラムのこと。SRF プログラムの下では、州と自治体は主に廃水処理設備の融資・建設・管理に対して責任を持つ。そのプログラムは 1987 年の CWA の改正に基づいている。

STORET 水質データを保存する際に全国的に用いられる EPA による水質監視データ保存システム(STOrage and RETrieval database の略称) のこと。

直接排水 (Straight pipe) 例えば家屋や搾乳場のような建物から近くの小川・池・湖あるいは川へ廃水を(処理しないで)直接流出すること。

河川流量 (Streamflow) 流出量(Discharge)を参照。

河道位数 (Stream order) 流路の相対的な大きさの基準のこと。最も小さい永久的な流路は、1 次水流と呼ばれる。一方、世界で最も大きい川はアマゾン川で、12 次的水流がある。1 次から 3 次水流は上流域と呼ばれる。地球上の全水路延長の 80%以上は、上流域から構成される。4 次から 6 次水流として分類される流路は、中流域とみなされる。7 次またはそれ以上の水流が川を構成する。

有害因子 (Stressor) 有害な影響を水中生態系に及ぼす物質または条件のことで、例えば、高濃度の栄養塩または堆積物が挙げられる。

河床材料(Substrate) 自然水系における水底部の材料を構成する堆積物や石のこと。

地表水 (Surface water) 大気と自然に接触している全ての水 (川・湖・貯水池・小川・貯水・海・河口など) および地表水によって直接的に影響を受けている全ての湧水・井戸・その他の集水設備のこと。

浮遊物質 (Suspended solids) 通常、微細な堆積物や有機物のこと。浮遊物質は、水中への日光の透過を制限し、魚の酸素摂取を妨げ、水中の生息環境を変化させる。

T

技術に基づく排出制限 (Technology-based effluent limitations) 許可された点源に対して技術的根拠に基づく規制から計算された排出制限のこと。これは CWA で定義されるように、現在利用できる最適で有用な管理技術も含まれる。

総溶解性物質 (Total dissolved solids (TDS)) 水中で溶解している無機化学物質の濃度測定値のこと。TDS は、水がどの程度電気を通すかにより間接的に測定することができる。水質分析には、

時としては電気伝導度(EC)が載っている。単位は通常 1cm 当りマイクロモ- (mmho/cm)である。溶解性物質の濃度(ppm)を推定するためには、EC 値(mmho/cm)に 0.64 を乗じる。ヴァージニア州で一般的に見られる溶解性物質は、カルシウム・マグネシウム・ナトリウム・カリウム・重炭酸塩・硫酸・塩化物・シリカである。

一日当たりの最大許容負荷量 (Total Maximum Daily Load (TMDL)) ある水系が水質基準を超過せずを受け入れることができる最大汚染物量を定めるために用いられる汚染物質量のこと。TMDL には、許可された点源(排出負荷配分、WLAS)からの汚染物質・面源・自然バックグラウンド源(負荷配分、LAS)からの汚染物質を含む。負荷配分に加えて、TMDL には安全幅(MOS)を含む。MOS は、負荷配分の評価に関連するあらゆる不確定要素として計上するものである。数学的に TMDL は以下のように表記される。

$$TMDL = LC = WLAS + LAS + MOS$$

TMDL は、ある特定の汚染物質に対して実施され、超過している水質基準に関連する単位時間当たりの量や毒性、その他の適切な手段によって表現される。

TMDL 実行計画 (TMDL Implementation Plan) ヴァージニア州の制定法(WQMIRA を参照) で求められる文書のこと、汚染された川の区間(セグメント)を回復するために必要な一連の汚染管理の手段を詳述するもの。その計画では、実施工程や費用、モニタリングを含むことも求められる。その計画が一旦実行されれば、以前には汚染していた水系が水質基準を満たし、指定用途の達成状況は「完全に達成されている」という結果になるだろう。

(水中での)汚染物質の輸送 (Transport of pollutants (in water)) 2つの主要なプロセスを含むもので、(1)移流、すなわち水流自身に起因するもの、(2)拡散、すなわち水中での乱流による輸送に起因するもの。

支流 (Tributary) 放流先の水域と比較してより低い水流次数の川のこと。支流は放流先水域から上流にあって、放流先水域に流れ込むものである。すなわちミズーリ川はミシシッピー川の支流である。

濁度 (Turbidity) 比濁分析計による濁度の単位(ntu)で表される水の濁りや不透明度の測定値のこと。濁度は水中で浮遊している有機物や無機物の量及び性質に影響される。一般的には、浮遊物質濃度が高い時には高濁度になる。濁度の原因としては、堆積物・有機物・鉄・マンガン・その他の金属酸化物の粒子・腐食配管からの錆・藻類・炭酸塩沈殿物などがある。

U

都市雨水流出量 (Urban Runoff) 都市の排水系に由来する雨水流出量のこと、道路・駐車場・屋根・芝生が含まれる。

指定用途達成可能性の分析 (Use Attainability Analysis (UAA)) 指定用途の達成に影響を及ぼす物理的・化学的・生物学的・経済的要因による体系的な科学的評価のこと。もしも指定用途の達成が実現可能でないことを UAA が示す場合には、州では、世論を考慮した後に、厳しい指定用途を緩和するように変更する選択肢もありうる。

指定用途の達成状況 (Use support) ある水系での指定用途の達成の程度を表すもの。その基準は、指定用途によって異なる。指定用途の達成状況は、305(b)項・303(d)項の文書において報告される。それには、「全面的に達成している」・「全面的に達成しているが汚染の危機にさらされている」・「部分的に達成している」・「達成していない」の4つの分類がある。「部分的に達成している」・「達成していない」に分類される水系は、「汚染している」と判断される。

V

(モデルの)実証 (Validation (of a model)) 調査中の実際の応答や物理的な過程を、数理モデルによる予測によってどれだけよく表現されるかを決定する過程のこと。

W

WQMIRA 1997年の水質モニタリング・情報・再生法(Water Quality Monitoring, Information, and Restoration Act of 1997)のこと。このヴァージニアの法令は、汚染されている水系のリストを作成し、それらの水系でTMDLを実施することをヴァージニア州環境局(DEQ)に対して命じるものである。更にこの法令では、TMDLの実行計画を展開するようにDEQに命じている。

排出負荷配分 (Wasteload allocation (WLA)) 現存または将来許可される点源汚染の1つとして配分される放流先水域における負荷容量の一部分のこと。排出負荷配分は水質基準による排出制限の構成要素となる。

廃水処理 (Wastewater treatment) 汚染物質を削減・低減・中和するために、産業・都市下水廃水・その他の汚染源に対して適用される化学的・生物的・機械的な手段のこと。処理施設はしばしば略称でSTP(汚水処理場)・POTW(公営処理場)・WWTP(廃水処理場)と呼ばれる。

水質 (Water quality) 水系の生物学的・化学的・物理的な状態のこと。それは、水系が有益に利用されるかどうかの可能性を示す基準である。

水質基準による排出制限 (Water quality - based effluent limitations) 単なる技術的根拠に基づく排出制限では水質基準の超過を引き起こす場合に、排出者に対して適用される排出制限のこと。排出負荷配分は、水質基準による排出制限の一種である。

水質環境基準 (Water quality criteria) 良好な水質を表す一般的な記述的文書と汚染物質の特定の濃度に基づく数値的な基準を含むもので、もしもそれを超過している場合、水系が指定用途を達成していないという結果になる。数値的な基準と記述的基準が総合して、指定用途を保全するために必要な水質を表す。

水質規制基準 (Water quality standards) 特定の水質に求められるものを表す規則からなる文書を集合したもの。ヴァージニア州の水質規制基準は次の3つの要素、指定用途・指定用途を保全するための水質環境基準・汚染防止政策から構成される。

流域 (Watershed) 特定の地点・小川・川・湖・または海に水が排出したり、水が分配される陸地の範囲のこと。より大きな流域はbasinとも言われる。流域は、小さな小川のような数エーカーの範囲から、6つの州の一部を含むチェサピーク湾流域のような国土の広大な範囲にまで及ぶものもある。(流域(Drainage basin)を参照)

参考文献

- 1) *ABCs of TMDLs Workshop*
2003 Virginia Water Research Symposium Fralin Biotech Center October 7, 2003 Blacksburg, Virginia
Brian Benham, Kevin Brannan, Theo Dillaha, Gene Yagow
- 2) *TMDLs(Total Maximum Daily Loads)- Terms and Definitions* VCE publication 442-550, 2002
<http://www.ext.vt.edu/pubs/bse/442-550/442-550.html>
- 3) *TMDLs(Total Maximum Daily Loads) for Benthic Impairmennts* VCE publication 442-556, 2003
<http://www.ext.vt.edu/pubs/bse/442-556/442-556.html>
- 4) *FAQs – Frequently Asked Questions About TMDL Studies* VCE publication

3.2 Stroubles Creek Watershed TMDL

ストロブレスクリークは、ヴァージニア工科大学周辺を流れる小河川であり、このクリーク流域を対象に TMDL 計画づくりが進められている。我々調査団は、パブリックミーティングに参加しストロブレスクリーク流域の視察を実施した。

ストロブレスクリーク流域 TMDL 計画作りの特徴として、以下の事項があげられる。

■ 計画の作成と住民への説明を大学の研究者が実施している。

■ 堆積物(Sediment)についての TMDL を策定している。

以下では、ストロブレスクリーク流域の TMDL 計画の概要について、パブリックミーティングで配布された資料をもとにまとめ(3.2.1)、さらに流域の現地視察結果(3.2.2)について示す。

3.2.1 TMDL 計画案の概要(Complete Draft Report Oct 6,2003 より)

(1) 背景

ヴァージニア州、モントゴメリー群に位置するストロブレスクリーク流域は、ブラックバークの町のほとんどを含んでいる。(流域面積は約 6,119 エーカー(約 25km²)である。)ストロブレスクリークはニューリバーの支流である。ニューリバーはカナワ(Kanawha)川に流入し、カナワ川はオハイオ川、オハイオ川はミシシッピ川に流れ込み、最終的にはメキシコ湾にいたる。

5年間にわたるストロブレスクリークの生物モニタリング調査によって、このクリークはヴァージニア州の“基準”を満たしていないことが明らかになってきた。ヴァージニア州では、特定の汚濁物質についての基準がたくさんあるが、それとともに、水生生物群集を大きく変えてしまう汚濁源や環境のストレスを受けてはいけないという基準がある。EPAの簡易生物評価手法(RBP)Ⅱに基づくと、このクリークでは調査期間において“中程度”あるいは“深刻な”障害を受けていると判定されている。生物調査は1994年より実施されている。1996年に底生動物が障害をうけているとしてはじめてリストに掲載されてから、ストロブレスクリークは1998年と2002年のヴァージニア州における303(d)TMDL優先リストにも入れられた。最近実施した調査(2002)では、ストロブレスクリークの底生動物群集が9回調査されたが、それぞれの調査において“中程度に障害をうけている”に判定されていた。調査期間すべてを統合しても、一致して“中程度に障害をうけている”であったために、底生動物の障害がある水域としてストロブレスクリークはヴァージニア州の303(d)リストに掲載されることになったのである。結局クリークはCWAの規定する水生生物の(生息地としての)利用条件を十分には満たしていないことになる。ダックポンドの出口から下流のウォール川との合流地点まで、全流下距離で4.98マイルにわたって障害が認められている。

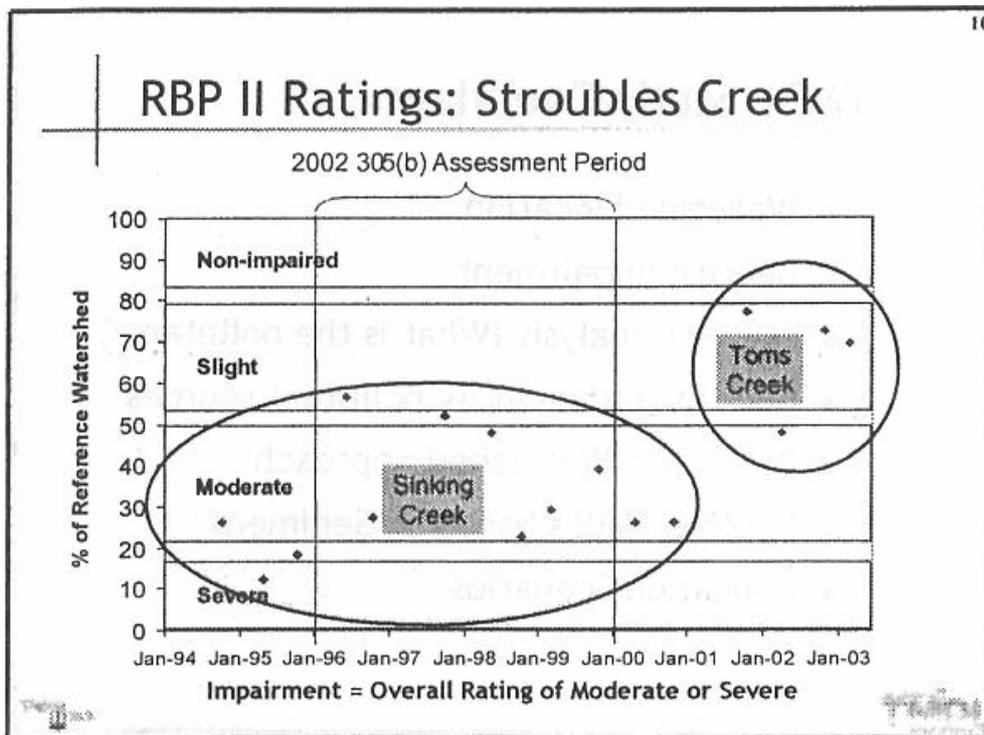


図 3.6 RBP IIによる水生生物評価

RBP II (簡易生物評価手法)の手順

- 大型無脊椎底生動物群集を評価するため、河床サンプルについて測定（個体数、多様性、汚濁耐性を測定）
- 障害のない小河川と比較
- 川岸にそったハビタット調査の実施

底生動物について障害のない流域と比較した際に、同様の底生動物を含む割合が小さく、上図の“中程度(Moderate)”または“深刻(Severe)”に属するくらいの値であれば「障害(impairment)をうけている」と判定する

2002年の調査期間において、生物モニタリング調査地点から約5マイル下流の水質観測地点でストロブレスクリークの物理、化学モニタリングが実施された。生物調査からのデータは底生動物群集の健康状態を判断するのに有効であったが、群集に対するストレス源を特定してはいない。何が底生動物の生息の障害を引き起こしているのかを説明する手助けとなるように、EPAはストレス要因特定手順を概説している。この手順は主要なストレス要因(Key stressors)を特定するために用いられるもので、この方法により、有機物、栄養塩類、そして堆積物(sediment)がストレス要因の可能性があり、さらには都市化した流域の異常な水文学において見られる、複合化し、総合作用するストレス要因を代表するものとして、堆積物を用いることとする方向性も決定した。この決定をうけて、TMDL計画を作成した。すなわち、堆積物の供給源を特定し、TMDL負荷量を計算し、安全幅を適用

して、負荷の配分シナリオを創り出した。

生物群集に関わる水質障害を改善するために、TMDL は可能性のあるすべてのストレス源(汚濁源)と安全幅を考慮して作成された。

※ ストレス要因としての堆積物を肯定する事象

- ・ 17.7%の不浸透域が表面流出や流れの速度を増加させている。
- ・ 進行する都市化とともに観察される河床崩壊
- ・ 岩石などの固い基物に付着して生活する底生生物(Haptobenthos)の確認割合が低い

※ ストレス要因としての堆積物を否定する事象

- ・ 河床への高い負荷に耐性のないシマトビケラ科(Hydropsychidae)が優先していること
- ・ 比較河床変動性評価法によれば、人為改変による堆積物のストロブレスクリークに対する影響はほんのわずかである。(トムズクリークよりも小さい)
- ・ Central Stonerollers(巣を作るときに石を動かす淡水魚)が多く存在すること

※ ストレス要因としての有機物を肯定する事象

- ・ 高い MFBI スコアは有機物によって群集が減少していることを示している。
- ・ ユスリカ科(Chironomidae)とシマトビケラ科(Hydropsychidae)の優占は底生動物群集が変化していることを示している。
- ・ 都市の表面流出は一般的にいろいろな物質が混合した汚染物質を含んでいる。

※ ストレス要因としての有機物を否定する事象

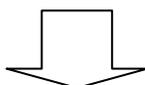
- ・ 高い DO
- ・ 低い BOD

※ ストレス要因としての栄養塩類を肯定する事象

- ・ 富栄養化をもたらす増殖に十分な平均窒素およびリン濃度
- ・ 低密度な水辺の植生が一次生産を増加させる。
- ・ 一日の DO 変動が大きいこと

※ ストレス要因としての栄養塩類を否定する事象

- ・ どんな TP の調査結果も“絶滅を招くおそれがある”という判定基準をこえていない
- ・ 高い DO



「堆積物 = ストレス要因を代表するもの」として設定

- ・ 可能性のある3つのストレス要因(栄養塩類、有機物、堆積物)からの影響は、おそらく相互に関係していると思われる。
- ・ 堆積物を制御するために実行される「最適な管理手法(BMP)」は、結果としてほかの可能性のあるストレス要因の減少をもたらすであろう。
- ・ TMDL の成功を判断する究極の判定基準は、底生動物それ自体の回復—目に見える形で—あるだろう。

(2) 堆積物の流出源

地質学的過程からの流出もあるものの、ストロブレスクリークの障害をうけた区間には、表面流出や河床・河岸の浸食の過程を通じて、そして点源からの流入を通じて、堆積物が供給されてきている。農業や林業、そして都市化などさまざまな土地利用に関して人間が引き起こした土地攪乱活動によって、自然由来である堆積物の発生が加速している。表面流出が起こっている間に、流域の浸透域、不浸透域の両方から堆積物の負荷発生が生じている。流域における人為改変に伴う河岸の不安定性や増加する表面流出速度の結果として生じる岸辺の植物の減少によって、河岸の浸食が引き起こされている。川に近接した岸辺域の牧草を食べる家畜もまた河岸の浸食の一因になっている。ストロブレスクリークとその支流のほとんどの区間でみられる河床の硬化は、上流の河床洗掘を減少させているが、しかし下流部の洗掘を増加させている。都市の成長や発展による流域内の不浸透域の拡大によって、堆積物(Sediment)の輸送はさらに増加している。

(3) モデル化

ヴァージニア州は川の中での堆積物に関わる数値判定条件を持っていないので、障害をうけた流域における許容可能な TMDL 負荷を設定するために、“リファレンス流域”を用いる方法が採用された。リファレンス流域を用いる方法は、二つの流域を対にしている。すなわち、指定用途を可能にしている川をもつ流域と障害をうけている川をもつ流域である。

ストロブレスクリーク流域に対する TMDL のリファレンスとして、トムクリーク流域が選ばれた。TMDL 堆積物目標負荷量は、障害をうけていないトムクリーク流域から発生する現況の堆積物負荷量を定量化して、流域面積の違いを補正した値を設定した。この TMDL 研究では、障害をうけた流域とリファレンス流域の両方を比較可能にするモデルとして、一般化流域負荷量関数 (GWLF) モデル (Haith et al.,1992) が選ばれた。GWLF モデルをキャリブレーションするデータがなかったため、モデルはストロブレスクリークとトムクリークの流域において見いだされる土地利用や状況に対し推奨されるパラメーターを用いてモデル化された。

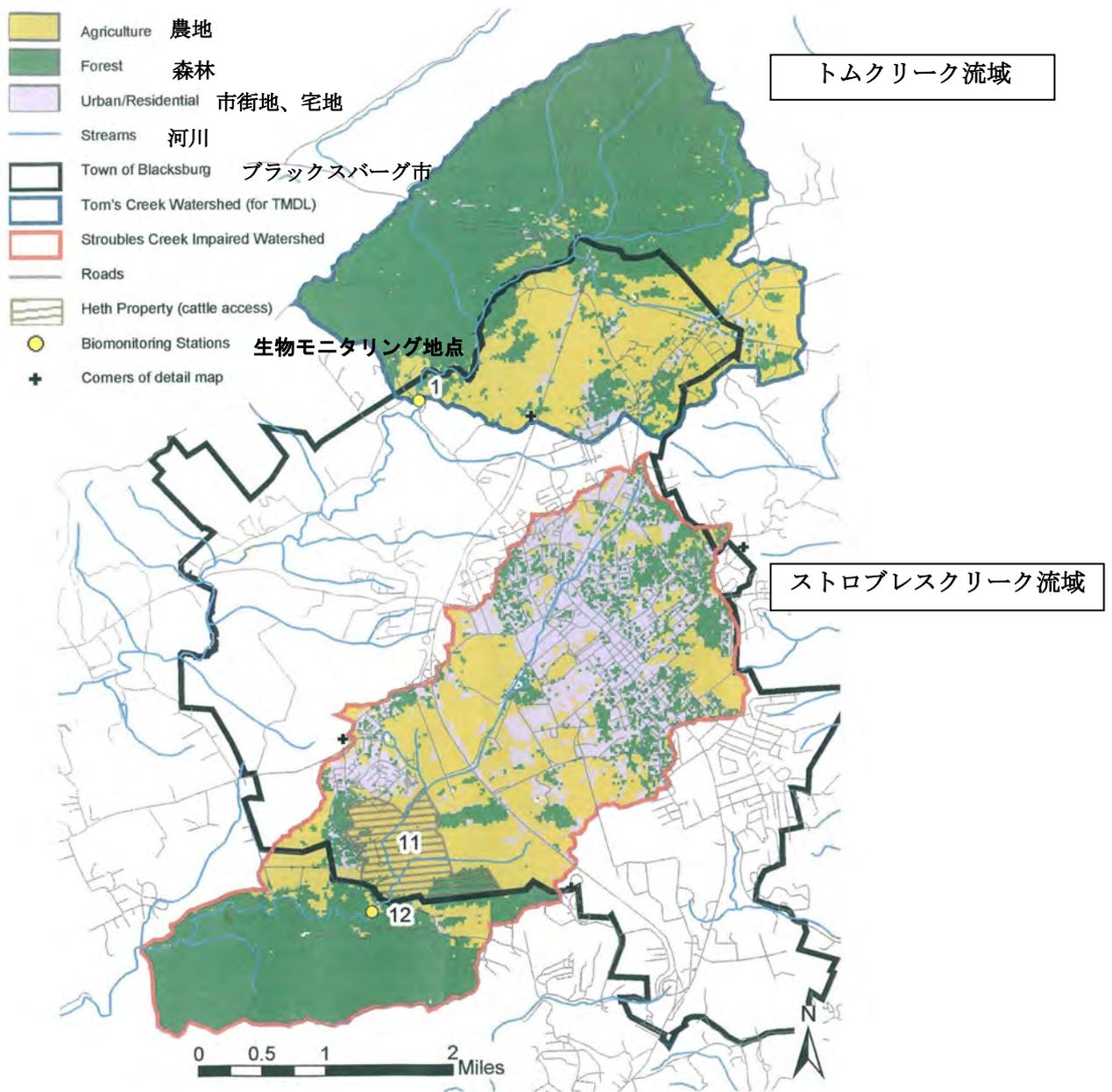


図 3.7 ストロブレスクreek流域とトムクreek流域の土地利用図

(4) 堆積物に関する底生動物 TMDL

堆積物を汚濁物質とし、トムクreek流域を TMDL リファレンス流域として、ストロブレスクreek流域に対する底生動物 TMDL を作成した。トムクreek流域は、ストロブレス流域よりわずかに小さい（ストロブレスクreek流域はトムクreek流域の 1.194 倍）。これら二つの流域間の負荷量を比較できるものにするために、トムクreek流域の土地利用区分のそれぞれの面積をこの値だけかけあわせて大きくした。つまり、障害をうけたストロブレス流域の流域面積(2,471.2ha)と同じ大きさをもつ補正したトムクreek流域をつくりだした。面積補正したトムクreekからの年平均堆積物負荷量 (t/yr) がストロブレスクreekに対する TMDL 堆積物負荷量の設定に用いられた。表 3.1に示す。この負荷量は、降雨量の多いときと少ないときのどちらも含む代表的な期間である 1985~1994 年の 10 年間の年平均堆積物負荷量としている。ストロブレスクreekに対する底生動物 TMDL は三つの重要な TMDL 負荷成分から構成されている。それは、ポイントソースからの排出負荷分配量 (WLA)、ノンポイントソースからの負荷分配量 (LA)、そして安全幅 (MOS) であり、それぞれ定量化した値を表 3.2に示す。安全幅は 10%として計算に盛り込まれた。排出負荷分配量 (WLA) はすべての許可をうけた排出口からの許可をうけた TSS 負荷量を含んでいる。

表 3.1 ストロブレスクreek TMDL—現存堆積物負荷量 (t/yr)

Sediment Sources	ストロブレスクreek Stroubles Creek		Area-adjusted 面積補正した Toms Creek トムクreek	
	(t/yr)	(t/ha)	(t/yr)	(t/ha)
High Till 耕地 (高地)	434.4	46.08	62.7	60.48
Low Till 耕地 (低地)	2,963.9	25.13	427.8	33.00
Pasture 牧草地	366.5	0.73	702.1	1.42
Urban grasses 都市の緑地	338.5	1.08	40.0	2.27
Hay 乾草地	8.1	1.74	0.0	0.00
Forest 森林	106.6	0.16	241.5	0.16
Transitional 移行地	110.8	6.09	0.0	0.00
Pervious Urban 都市の浸透域	95.1	0.24	280.3	0.76
Impervious Urban 都市の不浸透域	22.4	0.05	56.4	0.52
Channel Erosion 河床浸食	1,845.9	0.75	334.8	0.14
MS4 ↓許可をうけている点源	421.8		0.0	
Permitted Point Sources	22.3		0.0	
Watershed Totals	6,736.2		2,145.6	
Target Sediment TMDL Load =			2,145.6	t/yr
10% MOS =			214.6	t/yr
Load for Allocation =			1,931.1	t/yr

表 3.2 ストロブレスクリーク TMDL 堆積物負荷量の目標

TMDL (t/yr)	WLA (t/yr)	LA (t/yr)	MOS (t/yr)
2,145.6	233.2	1,697.9	214.6
	VAR050441 - Litton Systems Inc Poly Scientific Div : 2.7		
	VAR050508 - VT - Central Heating Pit: 0.46		
	VAR10042 - VT - Dairy Science Center: 2.37		
	VAR10267 - VT - Campus: 15.43		
	VAR10275 - Hawthorne Ridge Town Houses: 0.77		
	VAR10282 - Carriage Court II: 0.54		
	VPG120011 - VT - Dairy Science Center: 0		
	MS4s (VAR040019, VAR040049, VAR040016): 210.88		

(5) 将来見込み

ストロブレスクリーク流域は、都市の開発と成長を受けているので、TMDL 分配検討手順の一つとして将来の負荷量をモデル化するには、土地利用の変化が見込まれなければならない。現況の土地利用分布と将来のシナリオの概要を表 3.3 に示す。

表 3.3 現存と将来予測における土地利用の変化

	Existing	%Change	Future
Agriculture	25.7%	-5.9%	19.8%
Urban	46.6%	7.6%	54.1%
Forest	27.7%	-1.6%	26.1%

(6) TMDL の削減と分配

ノンポイントソースを3つのカテゴリー（農地、都市、森林）に整理して、ストロブレスクリーク流域からのこれらカテゴリーの負荷量について、面積補正したリファレンス流域トムクリークの負荷量と比較することで、TMDL の分配シナリオを作成した。表 3.4 に示す。

表 3.4 類型化したストロブレスクリークへの堆積物負荷量(t/yr)

Source Category	Future Stroubles Creek (t/yr)	Reference Toms Creek (t/yr)
Agriculture	3,469.1	1,192.6
Urban	623.7	376.7
Forestry	100.6	241.5
Channel Erosion	2,181.4	334.8
MS4	454.6	0.0
Point Sources	22.3	0.0
Total	6,851.7	2,145.6

この比較によって、森林からの年平均堆積物負荷量は、リファレンス流域よりすでに低いことが分かる。個々のポイントソース負荷量は許可を受けてきているので、それゆえ削減させにくい。

表 3.5に示すように、二つの最も大きな負荷のカテゴリーー農業と河床浸食ーから同じ削減率が必要とされている。この二つの負荷源よりも、都市からの負荷量は相対的に小さいので、負荷分配シナリオの選択肢 1 (TMDL Alternative 1)では、MS4 市街地以外の都市域からは負荷削減を必要としていない。一方、選択肢 2 (TMDL Alternative 2)では、ほかの市街地も MS4 と同様、同じ削減率をあてはめている。MS4 負荷量は、TMDL の WLA(点源)部分に含まれるべきであると要求されているので、MS4 とほかの市街地は別々にリストアップされている。MS4 エリアからの将来見込まれる堆積物負荷量の増加については、“実現可能な最大限”まで汚濁物質を削減するために、最適な管理手法(BMP)の導入を要求する MS4 規制によって軽減されると仮定している。水路の土手の安定化を実施する前に大規模な都市の表面流出とそれとともに生じる河道の浸食に取り組まなければならないということに着目してほしい。

推奨する TMDL の分配シナリオは選択肢 2 である。というのも、リファレンスとして設定した流域よりも大きい負荷量をもつすべての土地利用カテゴリーからの削減を要求しているからであり、そして MS4 負荷量を TMDL へ組み込むという以前の解釈とも矛盾していないからである。それぞれの分配シナリオは TMDL から安全幅(MOS)を引いた値に等しい目標負荷量を満たすように計画されていることに着目してほしい。

ストロブレスクリークにおける底生動物の障害に取り組むために、TMDL は 2,145.6t/yr の堆積物となっている。これは、10%の安全幅を含む将来予測負荷量からの包括的な削減を要するものであり、現存の負荷量の 73%に相当している。

表 3.5 ストロブレスクリークに対する TMDL 分配シナリオ

Source Category	Future Stroubles Creek (t/yr)	Stroubles Creek TMDL Sediment Load Allocations			
		TMDL Alternative 1		TMDL Alternative 2	
		(% reduction)	(t/yr)	(% reduction)	(t/yr)
Agriculture	3,469	83%	598	77%	803
Urban	624	0%	624	54%	289
Forestry	101	0%	101	0%	101
Channel Erosion	2,181	83%	376	77%	505
MS4*	455	54%	211	54%	211
Point Sources	22		22		22
Total	6,852		1,931		1,931

(7) 合理的な保証(Reasonable Assurance)

VADEQ(ヴァージニア環境保護局)による流域における生物および化学的なモニタリングの継続、ヴァージニアの WQMIRA(1997 年の水質の監視、情報、回復のための法律)の規定、策定した TMDL の実行を要求する法律、降雨時の下水越流排水に対する MS4 規制、そしてセクション 319 と USDA の CREP(保護保全促進計画)における資金助成の可能性といったすべてが、この TMDL が実行されるであろうことを保証する根拠となるであろう。

加えて、ブルックスバーグ市は、下水越流水からの負荷を削減する取り組みを始めており、さらに中央支流(the Central Branch)に対する付加的な雨水貯留のための地域計画の作成中でもある。

(8) 住民参加

利害関係者からの知見や意見をもらうために、そして作成の経過を利害関係者に知らせるために、TMDL 策定の段階ごとに住民参加が図られた。2002 年 10 月 17 日にヴァージニア工科大学 TMDL グループは大学キャンパス内のスクワイア学生センターで最初のパブリックミーティングを主催した。このミーティングの目的は 3 つあった。すなわち、一般市民や利害関係者に水質障害について知ってもらうこと、底生動物の影響因子を同定するところまでおえた調査研究を説明すること、そして流域に関する情報の共有化を促進することである。環境質局(DEQ)、保全、余暇局(DCR)、ヴァージニア工科大学 TMDL グループの担当者が情報やデータを提供した。このプレゼンテーションのあとに参加者からの質疑応答が行われた。2 回目のそして最終のパブリックミーティングが 2003 年 10 月 9 日にヴァージニア工科大学のドナルドソンブラウンホテル、成人教育センターで開催された。

3.2.2 ストロブレスクリーク流域の現地視察概要

TMDL 計画流域の一例として VT 周辺のストロブレスクリーク流域を 2003 年 10 月 10 日午後に見学した。視察当日の天候は晴れ、気温は 20℃程度、降雨の状況としては、前日の日中に霧雨が降った程度であった。



図 3.8 ニューリバー周辺図²⁾

(1) 流域の概要

ストロブレスクリーク流域はヴァージニア州の南西部モンゴメリー郡にあり、ニューリバー流域の支流である(図 3.8、3.9)。ラドフォードの少し下流付近で北上するニューリバーに合流し(図 3.8 の矢印付近)、さらにカナワ川、西進するオハイオ川と合流して、最終的には南下するミシシッピー川に注いでメキシコ湾に至る。

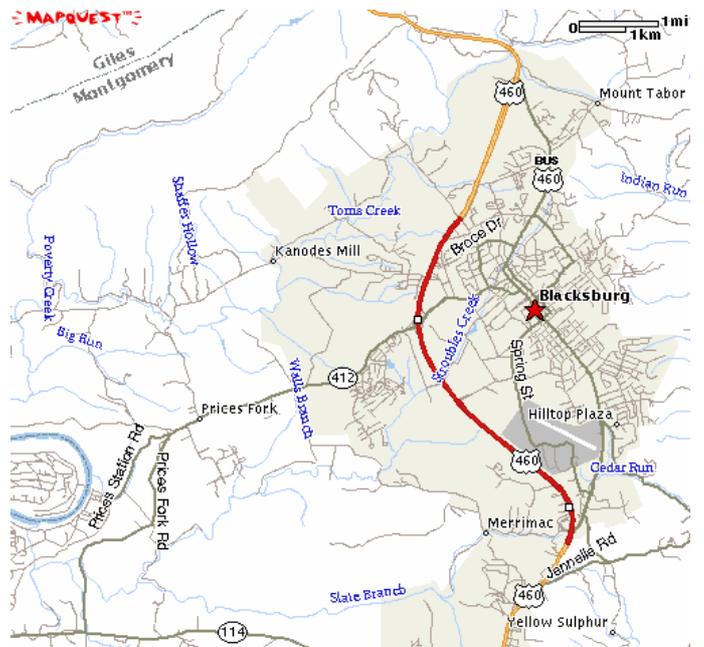


図 3.8 ストロブレスクリーク流域周辺図³⁾

ストロブレスクリーク周辺は石灰岩や苦灰岩から形成され、ドリーネ、天然の湧水に特徴がある。ストロブレスクリークの河床は、砂やシルト、粘土からなる不成層の沖積土氾濫源堆積物である。ストロブレスクリークの水源は天然の湧水であり、ブラックスバークの市街地と周辺、VT、モンゴメリー郡の農地をほぼ北東から南西に流下してニューリバーに注ぐ。ストロブレスクリークの流域面積は約 24km²である。

この流域では、過去 100 年の間に宅地及び農地開発を皮切りに土地利用の大きな変化が起こった。1900 年には、市街地はほん

の数ブロック程度の微々たるもので、VTはいくつかの建物と実験農場のみだけしかなかった。1800年代の中頃から1930年代にかけては、流域の主要な産業は石炭採掘であった。そして、生態学的に重要な出来事が1937年に起こった。すなわち、ストロブレスクリークの主要な支流の自然な流れが変えられ、VTのキャンパスにドリルフィールドを造るのに合わせるために一部暗渠にしたのである。それとほぼ同時に、小さな堰が造られ、レクリエーションを目的としてダックポンドを拡張したのである。

過去5年を超える生物モニタリングの結果、ストロブレスクリークの水域はヴァージニア州の水質基準を達成していないことが示された。

(2) トムクリーク (Toms Creek)

トムクリークは、ストロブレスクリークのリファレンスのための生物モニタリング地点となっている(写真1)。この地点は、VTの北側の方向約2.3マイル(約3.7km)の丘陵地帯にある。ここに至る途中では宅地開発が行われているものの、モニタリング地点周辺ではうねるような丘が連続し、牧歌的な風景が広がっている。(視察時の流量概算:幅4m×水深0.2m×流速0.2m/s \approx 0.16m³/s)



写真1 トムクリークの様子

(3) ストロブレスクリーク上流地点

ストロブレスクリークの視察地点は、ここでは便宜上、ダックポンドの前後で、ストロブレスクリーク上流、下流と区分した。



写真2 ストロブレスクリーク上流付近の様子
この先の森の中に水源があるという

下水管がクリーク上を横断しており(写真3)、降雨時には兩岸のマンホールから汚水が溢れてクリークに流入し汚染源となることもあるという。

(視察時の流量概算:幅0.4m×水深0.2m×流速0.1m/s \approx 0.01m³/s)



写真3 ストロブレスクリークの様子

(4) ダックポンド

VTキャンパスにあるダックポンドは歩いて20分程で1周できる程度の大きさで、散策、憩いの場として学生や教職員、一般市民などに親しまれている。冬には結氷し、スケートリンクとしても使われている。現在、ダックポンドは、レクリエーションと雨水調整池の両方の役割を果たしている。

ダックポンドのそばには、表裏両面を使った案内掲示板がある。片方の面ではダックポンドを含むストロブレスクリーク流域に関する説明が(写真4)、もう一方では、ダックポンド周辺の野生生物および建造物に関する説明がされている(写真5)。どちらも写真や図とともに解説されている。



写真4 流域概要などの案内板



写真5 歴史や生物などの案内板

ダックポンドは水鳥が最も有名で、池の名前はそれが由来となっている。ピークシーズン中は300羽近いカナダガンが見られ、他の種類も含めて多くの動物がたたずむ場所となっている(写真6)。これら野生生物の排泄物も厳密には水質汚染源としてカウントされる。



写真6 ダックポンドでたたずむ水鳥とリス

なお、上流側ダックポンドは改良のため現在閉鎖されている（写真7）。この改良はヴァージニア州保全レクリエーション部局からの \$ 100,000（約 10,000 千円）の援助を受けて、VT の植物園委員会と調整しながら行われているもので、上流側ダックポンドの水質改善を目的としている。主な改良内容は、上流側ダックポンドからの堆積物の除去、上流側と下流側ダックポンドを区分している越流堰の改善、新しい越流水路の建設、堤防の安定化などである。2004 年春には新しいダックポンドが完成する。

（視察時の流量概算：幅 2m×水深 0.3m×流速 0.3m/s \div 0.18m³/s）



写真7 ダックポンド流入部
上流側ダックポンド（左）は閉鎖中のため、
バイパス（右）して下流側ダックポンドへ

(5) 雨水調整池

自然の窪んだ地形を活用した雨水調整池で、中央に見える礫の水路をとって雨水が左側から右側に向けて流入する。現在は待機（空）の状態（写真8）。VT 敷地内にはこのような調整池が他にも数箇所ある。



写真8 VT敷地内の雨水調整池

(6) ストロブレスクリーク下流地点

のどかな放牧風景が広がる放牧地の中をクリークが流れており、この後、ニューリバーへと注ぐ。牛がクリークに入って、直接の汚染源となっている（写真9）。水質改善のためには、特にこの周辺では畜産関係者との調整が求められる。一方、クリーク内に本能的に入ってしまう家畜を遮断するための対策まで実施するのは現実的ではない。

（視察時の流量概算：幅 4m × 水深 0.3m × 流速 0.3m/s ≒ 0.36m³/s）



写真9 クリーク周辺でたわむれる牛

(7) 視察をとおして

米国では、これまでに点源対策を中心に行ってきた。今まさに TMDL によって面源対策に取り組んでいる状況である。視察前にはもっと大きな川を対象に計画しているものであろうと勝手に想像していた。しかし、まさに水質問題は流域内のこのような小さな支流、根源からコツコツと地道に取り組まなければならないことの実例を示すものであり、そのことを今回の視察を通じてあらためて実感した。

流域水質問題の解決のためには利害関係者との調整・協調が最も重要であり、それだけに困難も立ちはだかっているが、立ち止まることはできないので、なんとか前進するのみ

とのことである。また、情報公開と環境教育も重要であるとして、流域の視察会を随時行っているそうである。このような地道な活動を継続するには関係者の相当の努力が必要で、熱意が感じられた。

この視察はシンポジウムに組み込まれたプログラムではないものの、VTのヨーノス氏とヤゴウ氏（生物システム工学部）の両氏（写真 10）のご厚意によって実現し、講師として視察案内、説明をしていただいた。視察をとおして、地元の流域を大切にしていくためのリーダーとしての使命感や責任感のようなものが両講師から伝わってきて感銘を受けた。



写真 10 Dr. Yagow (左) と Dr. Younos
米国滞在中、本調査団に対して多大な協力をいただいた

参考資料

1) *Benthic TMDL for Stroubles Creek Final Public Meeting* October 9, 2003

Complete Draft Report Oct 6, 2003

2) 日経ナショナルジオグラフィック社：ナショナルジオグラフィック日本版、1999年6月

3) <http://www.mapquest.com>

4. 流域情報の提供

米国環境保護庁 (USEPA) は、Surf Your Watershed (流域単位の環境情報提供) や WATERS (Web GIS の技術を用いた水環境情報提供・評価システム) などにより、広く一般に対して情報提供を行っている。USEPA の水情報提供は、

- ▶ 流域の視点に立っている
- ▶ 水環境に関する情報を網羅的に提供している (他サイトへのリンクも含む)
- ▶ WebGIS などの最新技術を用いた情報提供である
- ▶ 以上の理由から、日本のみならず、世界中から注目されている

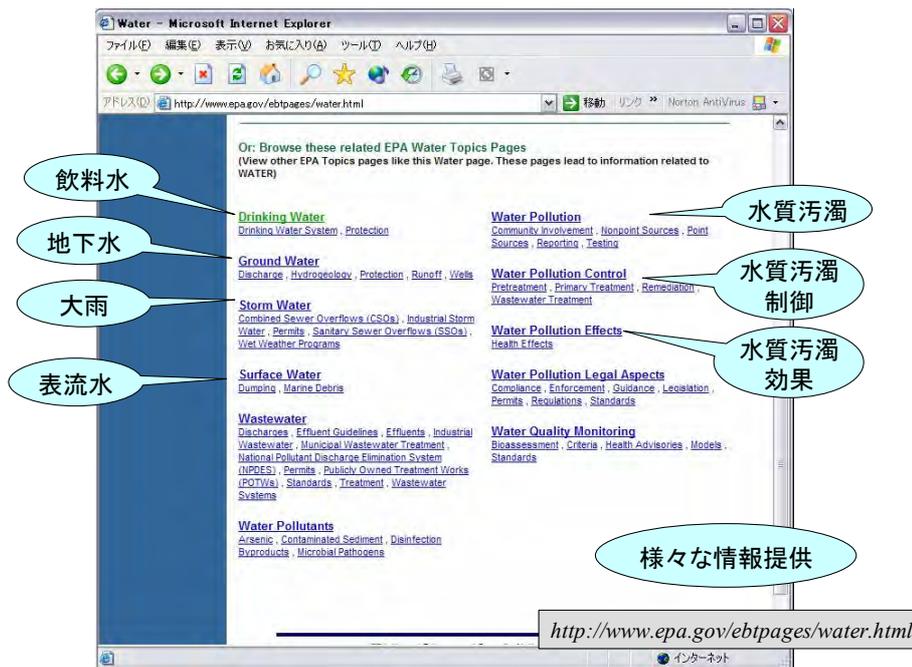
などの点から、本検討の事例として大いに参考になると考えられる。そこでここでは、USEPA の情報提供の概要や情報の種類、情報提供による効果や影響を整理・分析する。

4.1 Surf Your Watershed

4.1.1 概要

インターネットによる流域単位の情報提供であり、国民の知る権利の充実のため、1997年に開設された。ユーザーは郵便番号、河川名、流域名、州、郡などで目的流域を検索する。一画面で流域に関する情報を得ることが可能である。Surf Your Watershed の利用者層は、大都市、知識レベルが高い人などが多い。





4.1.2 データ収集とデータベース管理

Surf Your Watershed のデータは、関係機関や州、自治体から提供を受けている。

関係機関はデータの提供に協力的であり、特に USGS とは年 2 回、データ収集に関するミーティングを開催している。一方、州などのデータは、収集されるデータの質・量にかなり差がある。例えば、ミシガン州は水質が悪いので情報を出したくない、などとなると、「情報無し」（グレーで表示）となるので、データを出していないことがすぐわかる。EPA はマスコミに頻繁に情報を出しており、また Surf Your Watershed はマスコミも注目しているため、データを出していない州については、「どうしてデータを出さないのか」という記事が出ることになり、かえって注目を集めることになる。

Surf Your Watershed のデータベース管理は、EPA が直接行う場合と、外部委託による場合の二通りがある。DB アプリケーションとしてオラクルを使っており、データの更新は用意である。

4.1.3 流域指標 (the Index of Watershed Indicators; IWI)

IWI は、Surf Your Watershed 内で提供されていた（現在は廃止）、流域の水質状況を数値化し可視化して示す指標である。20 の指標からひとつの評価値 (IWI) が計算される。1997～99 年にかけて、連邦の関係機関だけでなく NGO など民間も含めて依頼し、お金と労力をかけてデータを集め、算出された。

IWI の算出は、多数の指標のデータを用意する必要があり、メタデータ（中間データ）、画像など関連する多くの情報を整理する必要があったことなどから、困難を極めた。

当初の予定では毎年更新を理想としたが、各機関のデータが更新されないなどもあり一

度算出したきりとなっていた。労力、費用などが大変であったため、最終的に IWI を廃止した。

Cottonwood-Tijuana

Watershed Profile

Watershed Name:
Cottonwood-Tijuana
USGS Cataloging Unit: 18070305

[Environmental Websites Involving this Watershed](#)

Visit the [Envirofacts Warehouse](#) to retrieve environmental information from EPA databases on [Air](#), [Community Water Sources](#), [Water Dischargers](#), [Toxic Releases](#), [Hazardous Waste](#), and [Superfund Sites](#). Geographic searches include zip code, city, EPA Region, or county.

[Citizen-based Groups at work in this watershed](#) (Provided by [Adopt your Watershed](#))

[River Corridors and Wetlands Restoration Efforts](#)

[National Watershed Network](#) (provided by [Conservation Technology Information Center](#))
[EXIT disclaimer >](#)

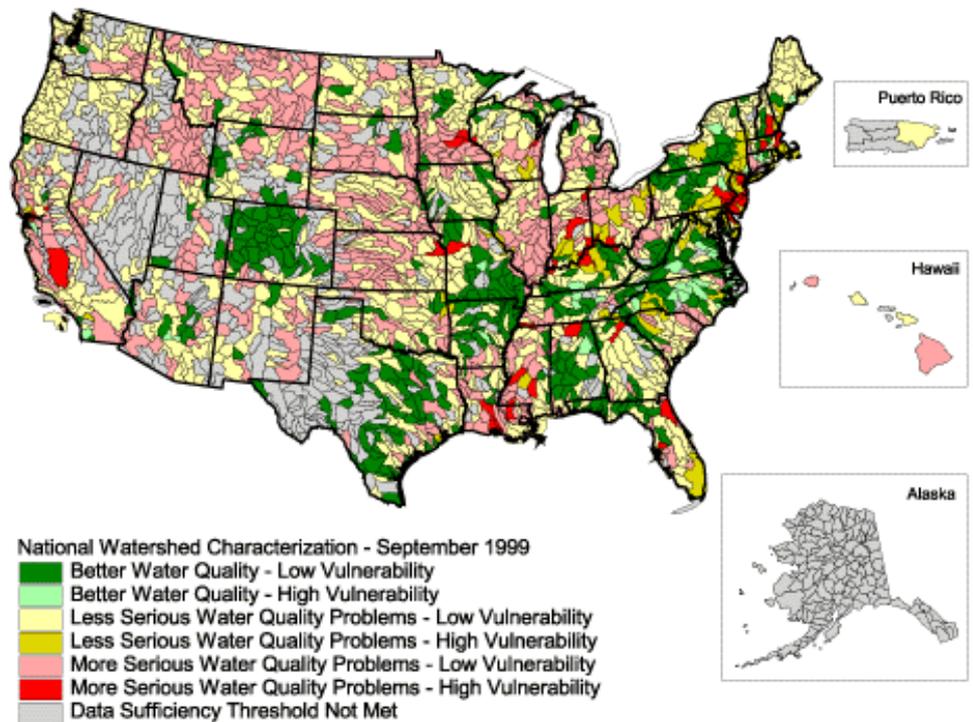
Assessments of Watershed Health

- [Index of Watershed Indicators](#) (provided by EPA)



Surf Your Watershed の一画面
(右上)

IWI の表示
(右下)



4.2 WATERS (Watershed Assessment, Tracking & Environmental ResultS)

4.2.1 WATERS の概要

(1) Web GIS を用いた水環境情報提供

WATERS (Watershed Assessment, Tracking & Environmental ResultS) は、米国の表流水に関する統合的な情報システムであり、Web GIS の技術を用いた水環境情報提供・評価システムである。

もともと、Surf Your Watershed には IWI (the Index of Watershed Indicators) による環境評価システムがあったが、現在は IWI による評価は行われていない。この一因として、IWI の評価単位である「流域」が大きすぎたことがあげられる。流域で一指標を定めても、一般の方の興味の対象である「目の前の川」の評価にはなっていない。問題意識を高めるのに流域単位の指標は役立ったが、さらに市民は、自分の地域、自分の住んでいるところの水質などに関してもっと詳しい情報を知りたがるようになった。これに対応し、EPA は「流域指標を作ったことの1つの成果は、もっとよい情報製品の需要を作ったこと、動機を作ったことである。」として、IWI を廃止し、WATERS による情報提供へ移行している。WATERS のような GIS を用いた情報提供であれば、詳細な情報が整理できるので、流域よりももっと身近な情報を得ることができる。

一方、GIS を用いた WATERS は、操作の面などで一般のユーザーにとってわかりにくい、使いにくいという欠点がある。しかしながら、WATERS のような流域・水質の情報の主たる利用者は技術者であり、彼らにとっては、少々使いづらくとも GIS 情報の方が有用である。

(2) データベースの共有

EPA の地域事務所は、それぞれデータベースとデータ蓄積プログラムを所有しているが、これらのデータベースは個別に管理され、データベース間の調整はほとんどされていない。このような様々なデータベースに蓄積された情報を、「米国水理データセット (National Hydrography Dataset (NHD)) 」と呼ばれる枠組みにリンクすることで、WATERS はデータベースやプログラムの違いを超えて情報の共有を図っている。

別個のデータベースに蓄積されている情報を共有し比較するのは困難であるが、WATERS を用いることで情報が調整され、重ね合わせ的な情報を得たり、データベース間の矛盾を分析したりすることができる。このような機能により、さらに、州を越えた全米的な分析を行ったり、境界問題を検討したりすることが可能となっている。

WATERS では、EnviroMapper for Water と呼ばれる地理情報システム (GIS) のアプリケーションを用いることで、専門家から一般の人々にいたる幅広いユーザーが、カスタマイズされた総合的な水域環境情報を容易に閲覧することを可能にしている。

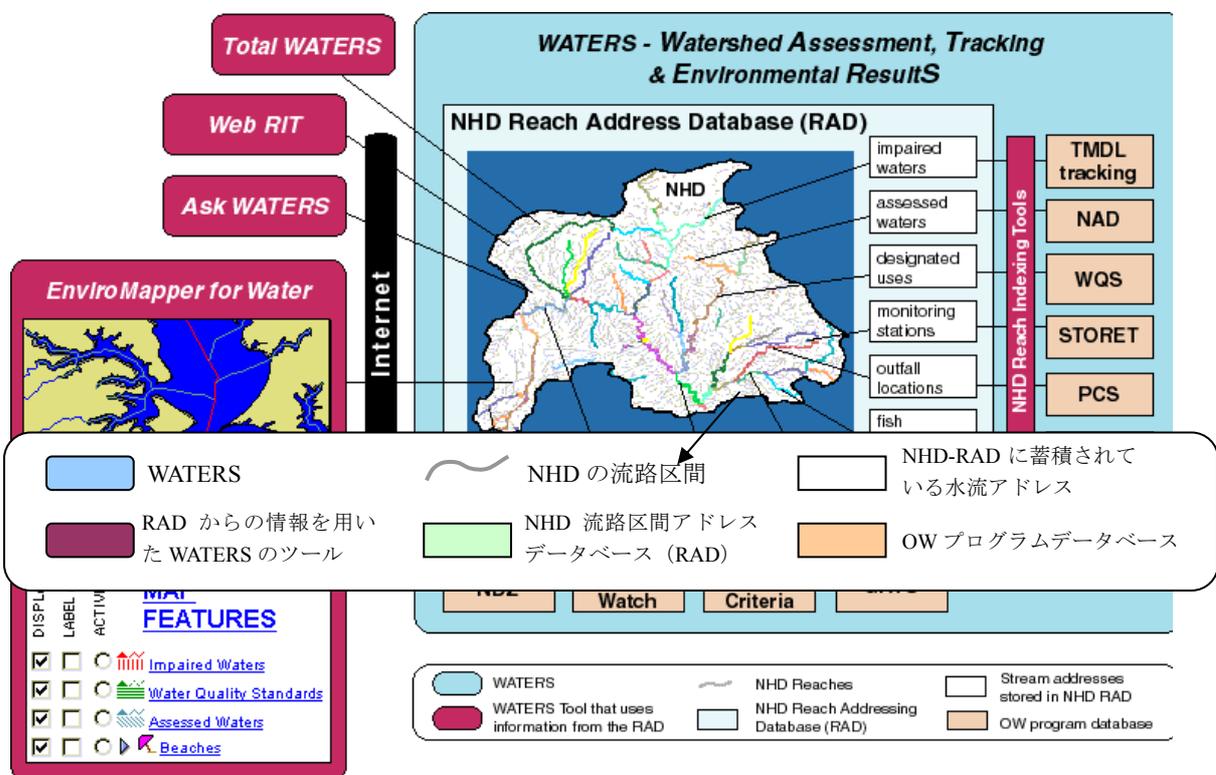
4.2.2 WATERS の構造

WATERS は、次の 3 つの部分から構成されている。

全米水理学データセット (National Hydrography Dataset (NHD)) は、表流水の特性に関する情報を含む、総合的なデジタル空間データセットである。NHD 内では、表流水の特性を組み合わせて、「流路区間 (reaches)」と呼ばれる水域区分が形成されている。流路区間 (reaches) は、道路住所と同じようなやり方で、水関連データを NHD の表流水排水ネットワークにリンクさせる枠組みを提供している。

NHD 流路区間アドレスデータベース (NHD Reach Address Database (RAD)) では、NHD の流路区間 (reaches) にリンクしたプログラム機能の水流アドレスを蓄積している。これらの水流アドレスには、プログラム機能の空間範囲が示されている。

水事務所プログラムデータベース (Office of Water program databases)。EPA の水事務所は、提携するデータベースに水質情報を蓄積するさまざまなプログラムを持っている。プログラムデータベースからのレコードまたは「機能」を NHD にリンクさせることで、プログラムを超えた水質情報の共有が実現でき、水質管理の促進に役立つ。



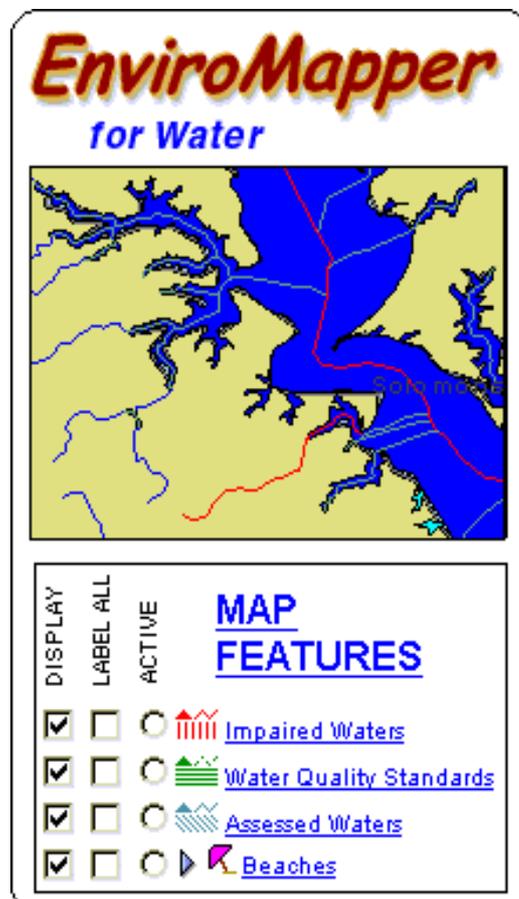
4.2.3 WATERS へのアクセス—EnviroMapper for Water

プログラムを超えた水情報を照会・表示するためには、NHD-RAD の水流アドレスを生成・使用するためのツールやアプリケーションが必要である。

EnviroMapper for Water は、アメリカ合衆国の水域情報を動的に表示する、ウェブベースの地理情報システム (GIS) である。

EnviroMapper for Water は、対話式のツールであるため、米国の表流水が環境データと共に表示されるカスタマイズされた地図が作成される。

このアプリケーションを使うことにより、全米レベルからコミュニティレベル (1 マイル以内) までの環境情報を一度に閲覧することができ、地図を上下左右に移動させたり、拡大させたり、ラベルを付けたり、印刷したりすることができる。さらに、特定の水域を確認した後に、テキストレポートにリンクすることもできる。「自分の近所の川」の健全さを知りたいと思えば、EnviroMapper for Water を用いて地図を作れば誰でも簡単に情報を得ることができる。

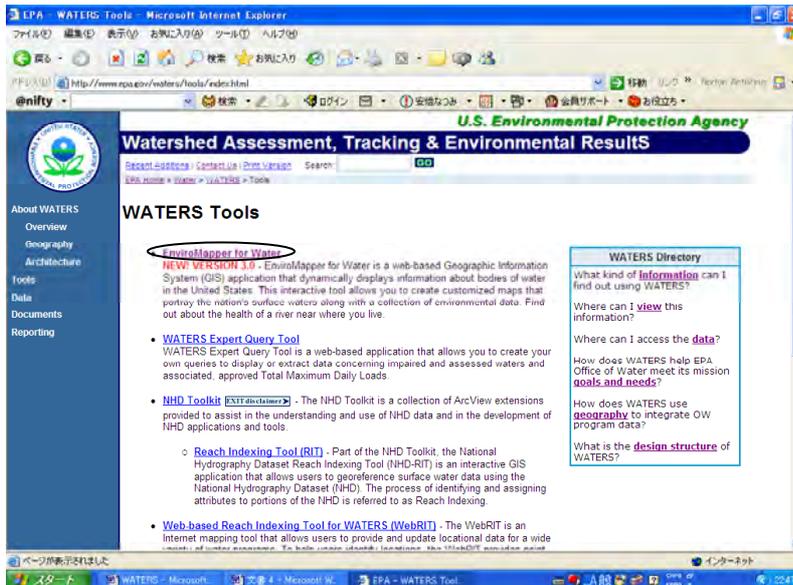


4.2.4 WATERS 情報の検索

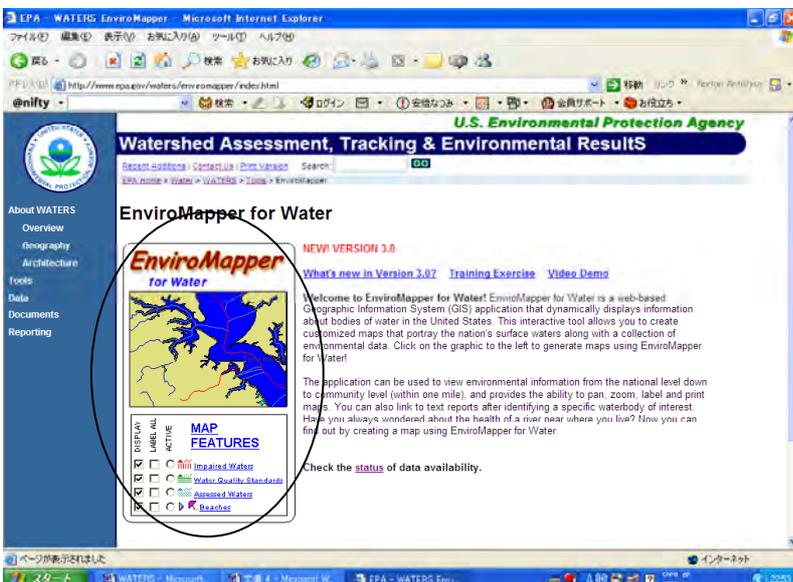
EnviroMapper for Water を用いた WATERS 情報の検索手順を以下に示す。



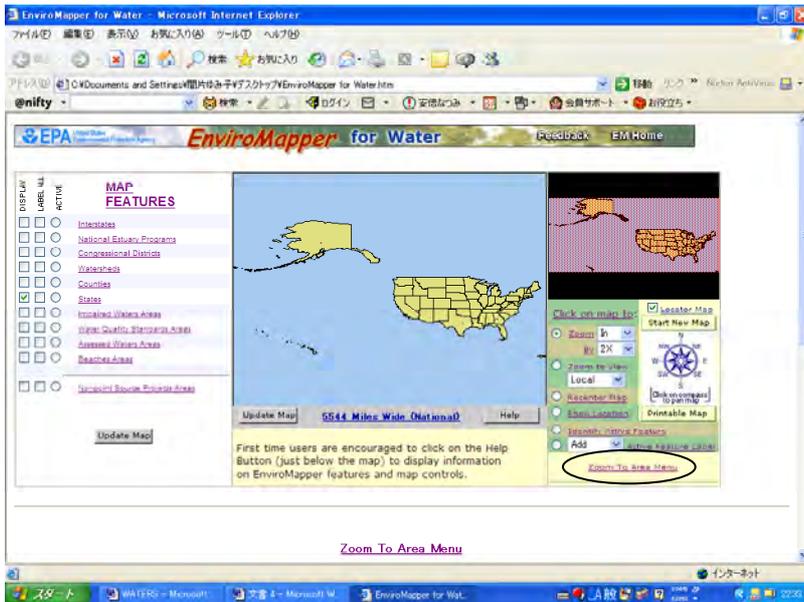
環境保護庁の WATERS のページ（<http://www.epa.gov/waters>）で “Tools” をクリックする。



“EnviroMapper for Water” をクリックする。

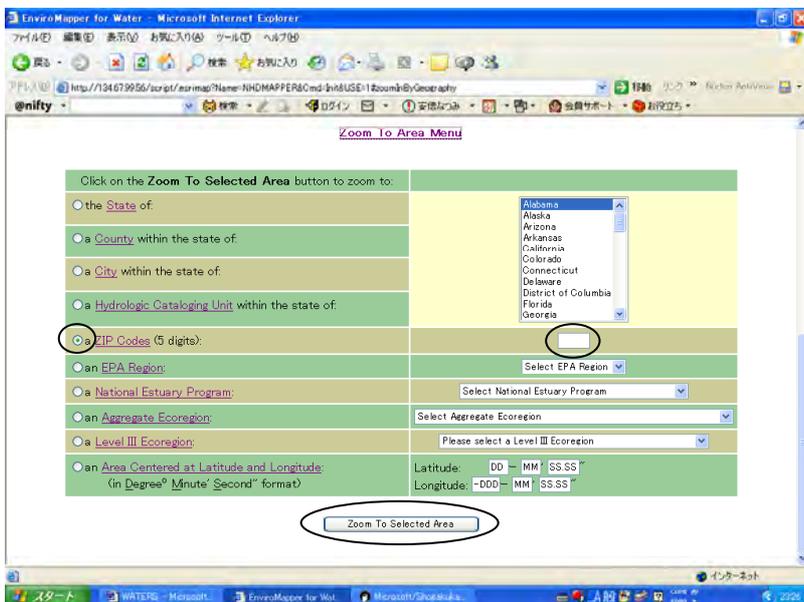


地図上でクリックし、EnviroMapper を開始する。



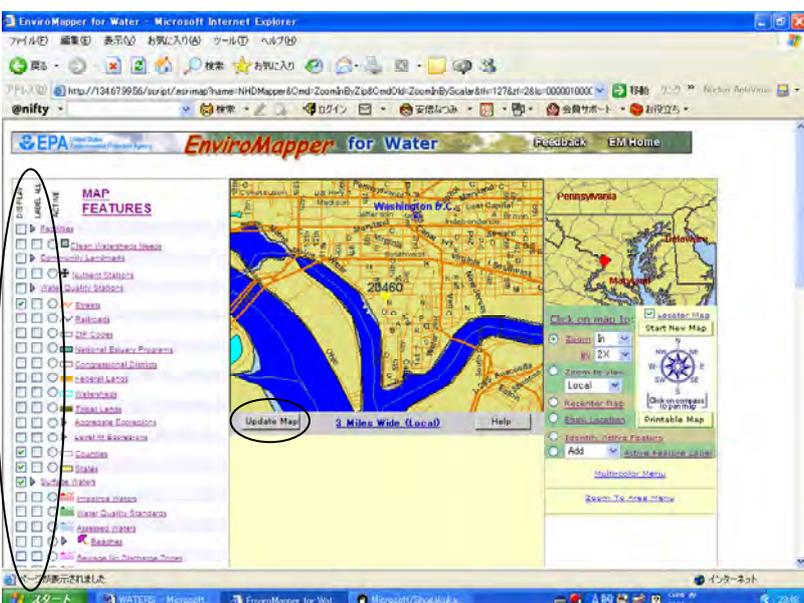
“Zoom to Area”メニューに入る。

そのまま画面をスクロールダウンさせてもメニューに入れる。



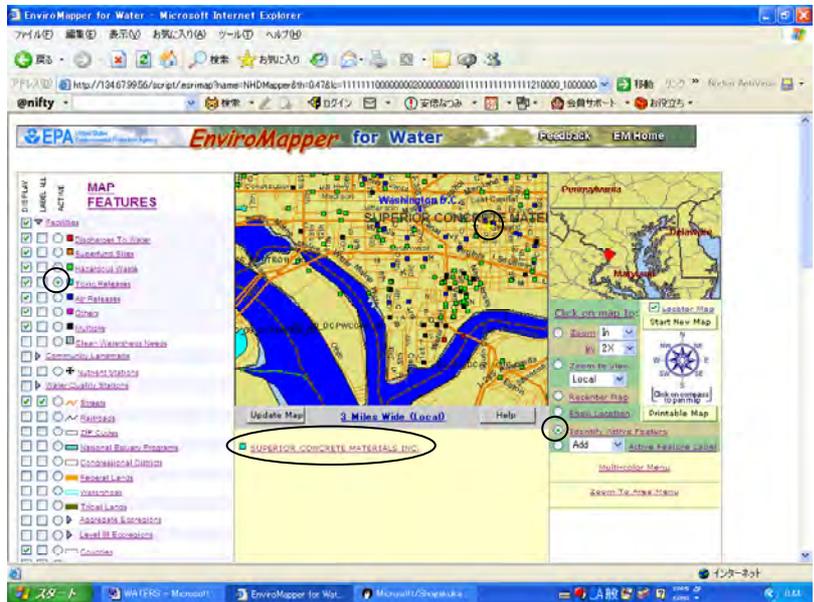
“Zip Codes”ボタンをクリックしたら、同じの行の右側にあるボックスに表示したい地域の郵便番号 5桁を入力する。

画面の下の“Zoom to Selected Area”をクリックして、閲覧したい地域を表示させる。



左図は郵便番号 20460 を入力して、ワシントン DC の地図を表示したものである。

表示したい内容は、左側の凡例の□にチェックをつけ、“Update the Map”をクリックして地図上に表示させる。



表示された内容についてさらに詳しく知りたい場合は、“Active”ボタンをクリックし、次に右側の“Identify Active Feature”ボタンをクリックする。そして地図上の当該の内容を個別にクリックすると、地図の下メッセージ欄に簡単な説明や、より詳細な情報へのリンクが表示される。

4.2.5 WATERS で得られる情報

WATERS は、全米レベルからコミュニティーレベル（1 マイル以内）までの環境情報を提供するものである。1つのデータベースの検索結果だけでは全体の環境情報を知ることは困難であるが、WATERS では、全ての要素を含んだ画像からさまざまな情報を同時に得ることができる。

提供される情報の中には、ノンポイントソース対策に関するものも存在する（Nonpoint Source Projects）。これは、Clean Water Act の Section319（ノンポイントソース関連）に基づくノンポイント管理プログラムに関連するもので、ノンポイント対策に関する技術支援、財政支援、教育訓練、技術移転、規制プログラムなどが含まれ、その実施箇所が示されるようになっている。

EPA の WEB サイトによると、WATERS では今後、魚介類の摂食に関する勧告、汚染の流出を制御するためのノンポイントソースプロジェクト、および施設排水に関する情報を充実させていく予定となっている。さらに、河川の総延長や水域の面積を計算する機能や、WATERS を通してリンクするデータベースの情報を利用して多プログラムの質問に回答する機能も検討されている。

表 4.1 WATERS で選択・表示できる情報

項目	細項目	日本語訳	表示レベル			
			National	Regional	State	Local
 Facilities *		EPA の規制対象施設				○
	Discharges to Water	排水施設				
	Superfund Sites	有害産業廃棄物除去基金関連施設				
	Hazardous Waste Handlers	有害廃棄物取扱施設				
	Toxic Releases	有毒物質排出施設				
	Air Releases	大気汚染施設				
	Others	EPA のプログラムシステムに含まれるその他施設				
	Multiple	2 つ以上の EPA プログラムに報告されている施設				
 Clean Water Needs *		流域浄化要求調査対象位置				○
 Community Landmarks		地域施設				○
	Schools	学校				
	Hospitals	病院				
	Churches	教会				
	Populated Places	人の集まる場所				
 Nutrient Stations *		栄養塩観測地点		○	○	○
 STORET Water Quality Stations *		STORET システムの水質観測地点				
 Legacy Data Center Water Quality Stations *		STORET 遺産データセンターの水質観測地点				
 Interstates		州間高速自動車道	○	○		
 Major Roads		主要道路		○		
 Streets		車道				○
 Railroads		鉄道			○	○
 Rivers		河川			○	
 Zip Code		郵便番号				○
 National Estuary Programs *		全米河口プログラムの調査地域	○	○	○	○
 Congressional Districts		下院議員選挙区	○	○	○	○
 Watersheds		流域	○	○	○	○
 Federal Lands		連邦所有地			○	○
 Tribal Lands		原住民保護区域			○	○
 Aggregate Ecoregions		レベルIII環境地域の集合体		○	○	○
	I-Willamette&Central Valleys					
	:					
	XIV-Eastern Coastal Plain					
 Level III Ecoregions		レベルIIIの環境地域		○	○	○
	1-Coast Range					
	:					
	83-EasternGreatLakes&HudsonLowl					
	84-AtlanticCoastalPineBarrens					
 Counties		郡	○	○	○	○
 States		州	○	○	○	○

項目	細項目	日本語訳	表示レベル			
			National	Regional	State	Local
 Surface Waters		表流水				○
	Stream/River	水流／河川				
	Canal/Ditch	運河／集水溝				
	Connector	連結水路				
	Artificial Path	人工小水路				
	Pipeline	パイプライン				
	Lake/Pond	湖／池				
	Swamp/Marsh	沼／湿地				
	Ice Mass	氷塊				
	Wash	侵食地形				
	Playa	プレーヤ※				
	Complex Channels	水路網				
	Reservoir	貯水池				
	Sea/Ocean	海				
 Impaired Waters Areas *		Local レベルで水質基準不適合水域のある地域	○	○	○	
 Impaired Waters *		水質基準不適合水域				○
 Water Quality Standards Areas *		Local レベルで水質基準を持つ地域	○	○	○	
 Water Quality Standards *		水質基準を持つ地域				○
 Assessed Waters Areas *		Local レベルで水質評価が行われた地域	○	○	○	
 Assessed Waters *		水質評価が行われた場所				○
 Beaches Areas *		Local レベルで海岸を有する地域	○	○	○	
 Beaches *		海岸				○
 Sewage No Discharge Zones Areas *		Local レベルで船舶からの污水排水禁止区域を持つ地域	○	○	○	
 Sewage No Discharge Zones *		船舶からの污水排水禁止区域				○
 Nonpoint Source Projects Areas *		Local レベルで非点源プロジェクトのある地域	○	○	○	
 Nonpoint Source Projects *		非点源プロジェクトの場所				○

※砂漠の窪地平原で、雨季には浅い湖になるが乾季は干上がって粘土・塩・石膏などの堆積物が残る。

注) 項目に*のつくものは、EPAの水事務所プログラム (EPA Office of Water Program) の関連項目。

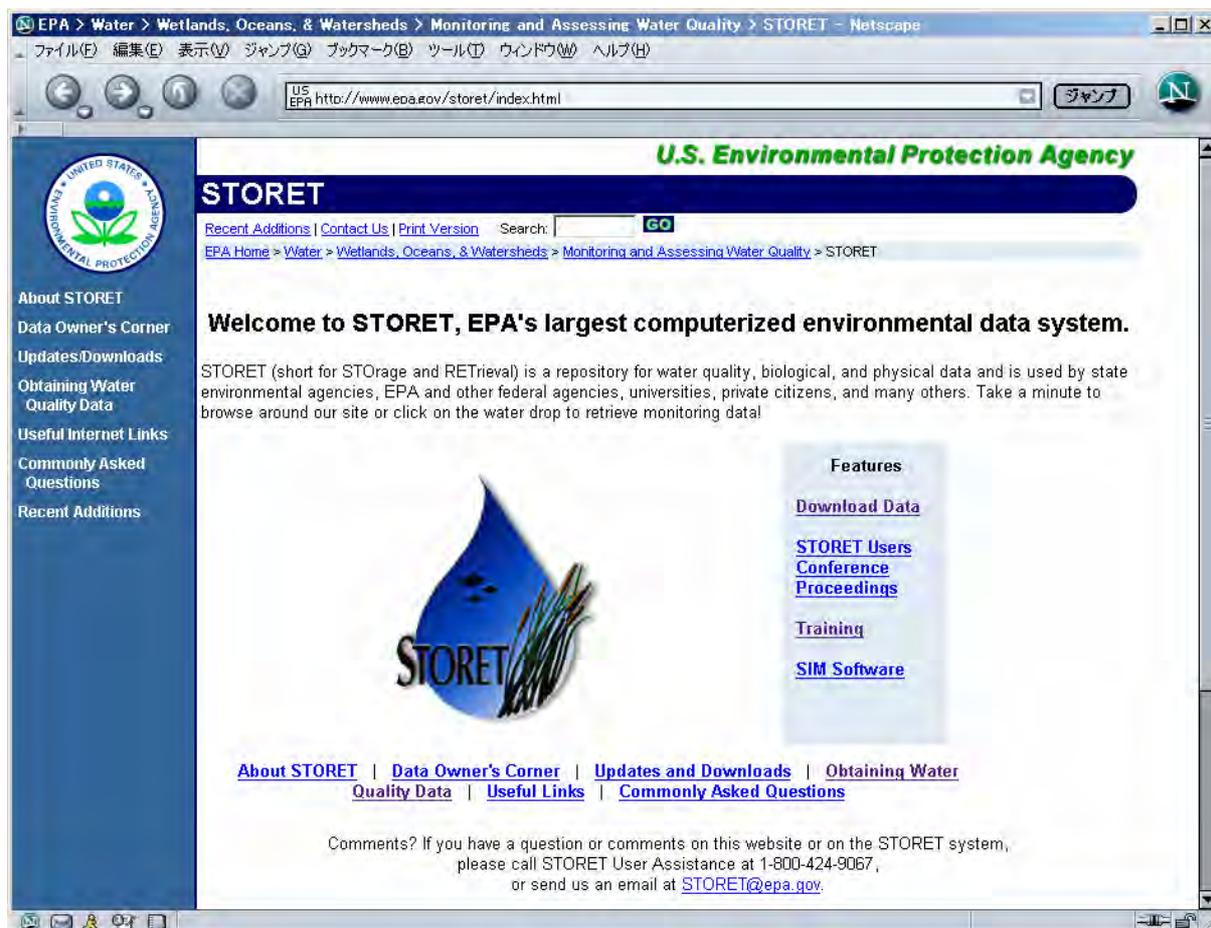
EPA は常に、新しい機能や更なるデータベースとのリンクを WATERS に追加しているが、まだ全ての情報が全ての州に関して得られる状態とはなっていない。現在、各州で得られる情報は以下の通りとなっている。

表 4.2 州別データ入手可能状況

州	水質不適合	水質基準	水質評価	海岸	船舶の汚水排水禁止	非点源プロジェクト
アラスカ	不可	不可	不可	不可	不可	不可
アラバマ	可	不可	可	可	不可	不可
アーカンソー	可	不可	可	不可	不可	不可
アリゾナ	可	可	可	不可	不可	可
カリフォルニア	可	不可	可	不可	可	不可
コロラド	可	可	可	不可	不可	可
コネチカット	可	可	可	可	不可	不可
コロンビア特別区	可	可	可	不可	不可	可
デラウェア	可	可	可	可	不可	可
フロリダ	可	可	不可	可	可	可
ジョージア	可	不可	不可	不可	可	不可
ハワイ	可	不可	可	不可	不可	不可
アイオワ	可	可	可	不可	不可	不可
アイダホ	可	可	可	不可	不可	可
イリノイ	可	可	可	不可	不可	不可
インディアナ	可	不可	可	不可	不可	不可
カンザス	可	不可	可	不可	不可	不可
ケンタッキー	可	可	可	不可	不可	不可
ルイジアナ	可	可	不可	可	不可	不可
マサチューセッツ	可	不可	可	不可	可	不可
メリーランド	可	不可	不可	不可	不可	可
メイン	可	不可	不可	不可	不可	可
ミシガン	可	不可	不可	不可	可	不可
ミネソタ	可	不可	可	不可	可	不可
ミズーリ	可	可	可	不可	可	可
ミシシッピ	可	可	可	可	不可	不可
モンタナ	可	不可	可	不可	不可	可
ノースカロライナ	可	不可	可	不可	不可	不可
ノースダコタ	可	可	可	不可	不可	不可
ネブラスカ	可	可	可	不可	不可	不可
ニューハンプシャー	可	不可	不可	可	可	可
ニュージャージー	可	不可	不可	不可	可	可
ニューメキシコ	可	可	可	不可	可	不可
ネバダ	可	可	可	不可	不可	不可
ニューヨーク	可	不可	不可	不可	可	不可
オハイオ	可	不可	可	不可	不可	可
オクラホマ	可	不可	可	不可	不可	不可
オレゴン	可	不可	不可	不可	不可	不可
ペンシルバニア	可	不可	可	不可	不可	可
ロードアイランド	可	不可	可	可	可	不可
サウスカロライナ	可	可	可	不可	可	不可
サウスダコタ	可	可	可	不可	不可	可
テネシー	可	可	可	不可	不可	不可
テキサス	可	不可	可	可	可	不可
ユタ	可	可	可	不可	可	可
バージニア	可	不可	不可	可	可	可
バーモント	可	不可	不可	不可	可	不可
ワシントン	可	不可	不可	不可	不可	可
ウィスコンシン	可	不可	不可	不可	可	不可
ウエストバージニア	可	可	可	不可	不可	可
ワイオミング	可	不可	可	不可	不可	可

4.3 STORET (short for STOrage and RETrieval) -生物モニタリングデータベースシステム

STORET は、EPA の生物に関する環境データベースである (<http://www.epa.gov/storet/>)。STORET は、1960 年代に開発され、現在においても海水・淡水生物のモニタリングデータに関する EPA の重要なデータベースとなっている。STORET は現在、連邦機関、州、部族、地方自治体、学究団体、流域組織、および一般市民を含むさまざまなグループによって使用されている。



(1) STORET により提供されるデータ

STORET は、魚類、底生無脊椎微生物、および生息地に関するさまざまなタイプの生物モニタリングデータを提供している。さらに、ユーザは、現場データを、いつ、どこで、どのように収集したかを説明するメタデータを記憶させることができる。STORET が蓄積できるデータタイプの事例として、以下のものがある。

- ✓ 魚一サンプリング方法、種の個体密度、体重、体長、組織実験結果
- ✓ 底生無脊椎微生物一サンプリング方法、採集方法、分類群または種の出現率

STORET はさらに、分類情報の正式なソースである分類情報統合システム (Integrated Taxonomic Information System (ITIS)) をサポートしている。全ての生息地評価データは、EPA

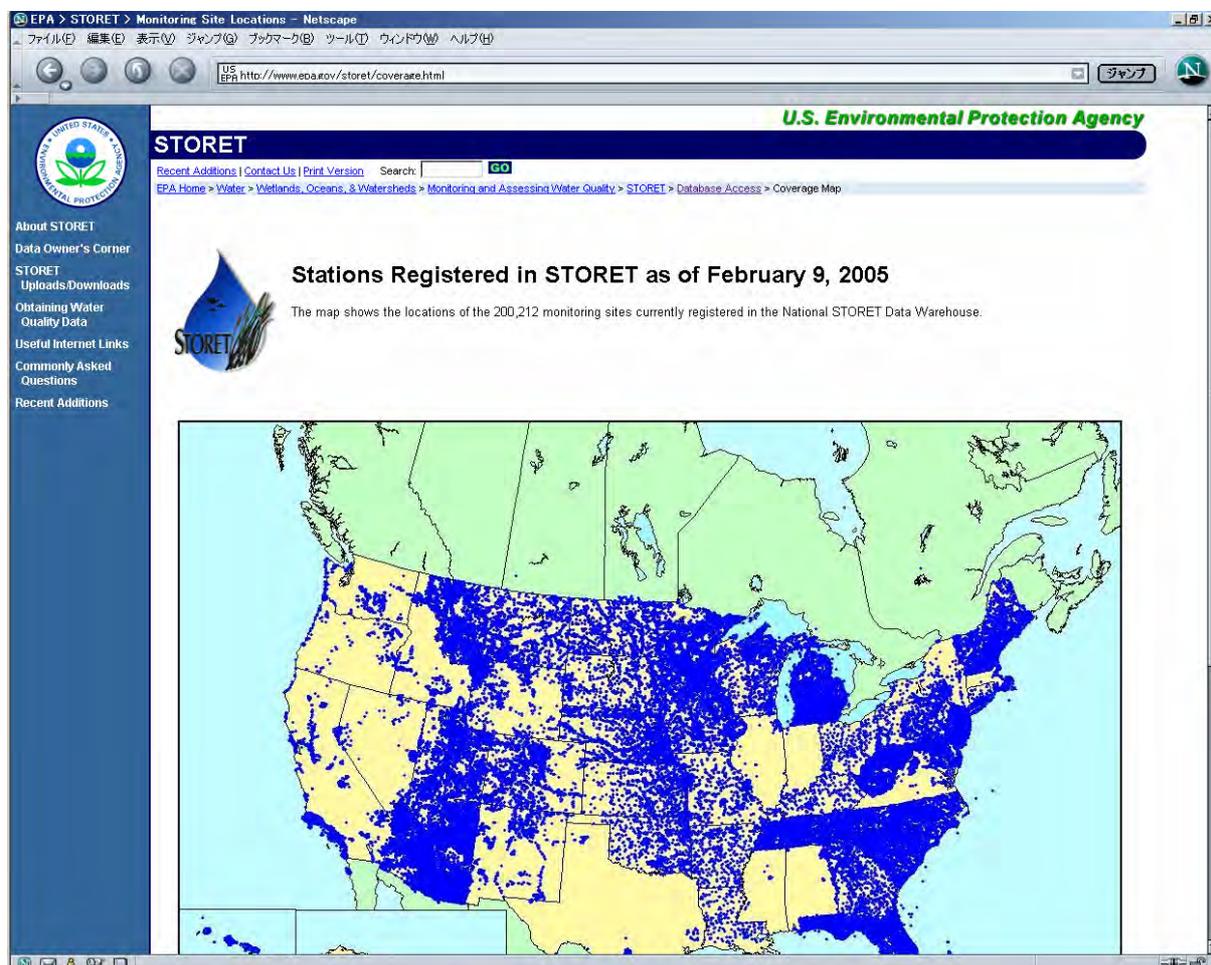
の生物評価高速プロトコルに従って作られている。

- ✓ 生息地評価—河岸性植生、流速、河川勾配、基質の構成要素、淵と早瀬の割合、埋設物、温度、河道幅

STORET は下記の生物分類を対象としており、総数 320,000 種以上の生物種のデータが蓄積されている。

底生無脊椎微生物、魚類、両生類、付着生物、植物プランクトン／動物プランクトン、水生植物、陸生植物、菌類、バクテリア／ウイルス、哺乳類、鳥類、爬虫類

STORET に登録されている地点数は、全 20 万地点である（下記）。



(2) STORET の利点

データの蓄積に関して、STORET は共通のアーキテクチャを提供している。これによって各機関は生物データを容易に共有できる。データが STORET に格納されると、一般の人々はデータの閲覧が可能となる。

STORET はまた、生物モニタリングデータの結果や報告書を作成する機能を提供している。文書、図表、写真を蓄積できるシステムである。

(3) 既存の生物モニタリングデータを STORET に取り込む方法

STORET インポートモジュール (SIM) を用いれば、迅速かつ自動的に、既存のシステム (例えば、エコロジカルデータアプリケーションシステム[EDAS]) から STORET に生物モニタリングデータをインポートできる。

(4) 生物モニタリングサンプルの分類方法

STORET ではモニタリングデータを管理するに当たり、階層的なアプローチを採用している。魚および底生無脊椎微生物に関するサンプルデータは、特定種か一般種のどちらかのカテゴリーに定義および特性付けができる。

ユーザは、現場サンプルに関してより一般的な特性を蓄積することができる。蓄積データに関して、STORET は以下の 3 つの要約方法を提供している。

- (1) 多群個体数調査—1 つのサンプルで観測された分類群毎に総数を表すものである。
- (2) 単群度数階級—生物サンプルは、分類群毎に分類され、その分類された各分類群は、任意の特性に従ってさらに細分される。そして、その細分された全ての下位集団は、数が数えられて表にまとめられる。例えば重さのような、特定の分類群の物理的な測定結果を記述することが可能である。ユーザはさらに、生物条件を定義して、分類群の発達段階毎の数を表にまとめることもできる。
- (3) 単群グループ概要—サンプルが分類群毎に細分されると、個体数や平均長さ等の項目に従って、グループ概要が作成される。

5. 今後の課題

5.1 TMDLs について

今回、TMDLs の基本的考え方や、プログラム策定方法などについては多くの情報を得ることができたが、実際の計画の詳細や、プログラムの実行状況、また各州の取り組みまでは把握することができなかった。今後は、このような実行面の状況についても把握する必要があると考えられる。

5.2 TMDLs 策定後の面源負荷削減方策について

TMDLs が策定された後、面源負荷を削減させるための方策として、BMP (Best Management Practice 最適管理手法) が採用されることが多いようである。BMP とは、水域への汚染物質の流入を減じさせる効果的・効率的手段のことで、具体的には河岸緩衝帯・ろ過帯の設置、浄化機能を付加した調整池、農地保全などがあり、今回の調査でも調整池などの現場を視察することができた。ただし、米国でも BMP の取り組みはまだはじまったばかりであり、削減効果などは不明瞭であるとの話であった。BMP については、今後も継続した調査が必要であると考えられる。

5.3 提供された流域情報の活用状況

今回の EPA ヒアリング調査では、情報提供側である EPA の考え方や情報提供システムについて詳細な情報を得ることができたが、実際の情報の活用状況までは把握できていない。今後は、情報を活用する立場に対するヒアリングが必要である。

5.4 NGO へのヒアリング

今回の EPA ヒアリング調査では、行政の側からみた NGOs との連携に対する考え方や状況を把握することができた。今後は、市民・NGOs の側から、市民・行政連携に対する考え方を把握する必要があると考えられる。

おわりに

今回の海外調査は、米国における水環境施策に関する調査を河川環境管理財団として実施したものであり、訪問先との事前調整や事前調査の実施などを行ったもので極めて画期的な調査であったと言える。日程の都合で調査団員が入れ替わり、前半と後半に分けて行うこととなった。すなわち前半は、ヴァージニア工科大学を中心として流域管理に関するシンポジウムへの参加や実際の TMDL に関する現地調査を実施した、また後半は、首都ワシントンを中心に実際の流域管理に関する現地調査と米国における水環境施策に関する調査を実施した。

今回の調査の目的としては、大きく3点あったと考えている。米国の水質行政について米国の関係行政機関に対しヒアリングをして状況を調べること、TMDL について実際の現地での状況を調べること、流域情報の提供の実態を調べることの3点である。このため丁度良い機会にヴァージニア工科大学で「水研究シンポジウム」が開催されるので、それに参加して情報収集を図ることと、合わせて実際の現地河川や流域の状況を調査することにして、さらに関係機関として米国環境保護庁にヒアリングを実施するといったかなり内容の濃いものとなった。

本報告書は、この米国調査により様々な場所や機関で得られた資料や情報をもとに、項目毎に整理し直しまとめたものである。それぞれ調査団員の熱心な調査とその後のまとめによりかなり良い成果が得られたと考えており、是非ご活用頂ければと思う。但し、調査団員の理解不足等もあり、全て正確に表し切れていない所もあるかもしれないがご容赦を頂きたい。

また合わせて行った現地調査としては、まずニューヨークのハドソン川下流部流域のマンハッタン島を中心に実施した。エンパイアステートビルの展望台から市内から近郊地域を把握し、河口近くに位置する公園からは「自由の女神」像を遠望した。さらにたまたま通りがかったハドソン川沿いのレストランではきれいに着飾った男女混成合唱団と出会った。ニューヨークという大都会が、川とともにあり、そして水と親しむ暮らしが営まれていることに感動した。

さらにポトマック川流域調査では、ワシントン特別市郊外の C&O 運河とポトマック川のグレートフォールズに行った。最近まで石炭を運んでいたという運河が閘門を含めて良く保存されており、ポトマック川の岩石地帯を流下する壮大な姿と合わせて、公園になっていた。都心から車で30分程度の所に、これほど自然豊かで川に触れ合えるような所があるということに感心しながら、渡米直前にこの地域を襲ったハリケーン「イザベラ」の爪痕を色々な所で間近に見て、その凄さに驚いた。

今回の米国調査では、9.11の同時テロ以降、危機管理対策について手荷物検査を含めて非常に厳しくなってから始めて出張したものであるが、確かにそこかしこでの検査や

チェックが厳しいものであった。空港はもちろん EPA の入口、そしてスミソニアン博物館入口にいたるまで非常に厳しい手荷物検査であった。一方、今回調査でお邪魔した米国の関係機関の方々には、我々に対して極めて親切にまた親身になって接してくれ、様々な形でご協力頂いた。この米国の持つ懐の深さというか、自由な雰囲気が「アメリカン・スピリット」を養っているのかもしれない。

余談ではあるが、あの 9・11 同時テロの舞台となったニューヨークの「世界貿易センター」の跡地「グランド・ゼロ」にも行った。ここがあの悲惨な現場であったのかと、犠牲になられた方々のお名前が刻まれている銘板と多くの写真を見て、当時の様子を思い出し思いを新たにするとともに、犠牲になられた方々のご冥福をお祈りした。平和というもの有り難さをあらためて痛感した次第である。首都ワシントンでは、未だにホワイトハウスの内覧が中止になっているが、是非早い内に再開して頂きたいものである。そして世界の各地で起こっている不幸な出来事が解決され、平和な社会が訪れることを祈っている。

最後に今回の調査を通じて、ヴァージニア工科大学のヨーノス教授には事前調査の段階からまた関係機関との連絡も含めて大変お世話になりました。ここに厚く御礼申し上げる次第です。また多くの関係の方々にも色々とお世話になりましたが、合わせて感謝申し上げます。さらにこのような機会を与えて下さった河川環境管理財団にも謝意を表します。

これに合わせて、今回の調査団員一同かなりタイトな日程にも拘わらず、無事に調査を終えかつその後のこの報告書のまとめにも頑張ってきたことを申し添えておきたい。

米国の水環境に関する施策は、調査すればするほどさらに調査すべき事項が増えていると感じているが、この報告書が様々な場で活用され、参考になれば幸いである。そして、これをもとにして今後のさらなる調査が行われることを期待して筆を置くことにする。

岸田弘之

－ 目 次 －

1. Virginia Water Research Symposium について	1
1.1 シンポジウムの概要	1
1.2 TMDL ワークショップ	3
1.3 事例研究発表	12
1.3.1 基調講演	12
1.3.2 事例研究発表	13
1.4 パネルディスカッション	24
1.5 資料集	27
2. 連邦環境保護庁 (Environmental Protection Agency / EPA) について	28
2.1 EPA 設置の経緯と現在の組織形態	28
2.2 EPA の予算	31
3. 環境保護庁 (EPA) とのミーティング要旨	35
3.1 概要	35
3.2 議事要旨	36
3.2.1 Surf Your Watershed (Ms. Susan Fagan)	36
3.2.2 Clean Water Act (CWA) (第 1 部) (Mr. Bill Painter)	38
3.2.3 Clear Water Action Plan (Mr. John Wing Wilson)	39
3.2.4 Clean Water Act (CWA) (第 2 部) (Mr. Bill Painter)	40
4. 流域情報提供の事例	43
4.1 DEQ : 水質モニタリングプログラム	43
4.2 DEQ : 地理環境地図作成システム	46
4.3 Virginia Tech 地理空間情報技術センター	55
4.4 バージニア州猟獣内陸漁業省 (VDGIF) バージニア州魚類野生生物情報サービス	58
5. ヴァージニア州北部オコクワン (Occoquan) 流域視察	60
6. 米国水環境行政と環境 NGO との関わり	118
6.1 ヒアリング概要	118
6.2 ヒアリング要旨	118
7. Thanks List	132

1. Virginia Water Research Symposium について

1.1 シンポジウムの概要

「Virginia Water Research Symposium 2003」（以降、「シンポジウム」という）は、ヴァージニア州内の水資源に関わる研究成果を発表、あるいは討論するためのものであり、毎年1回開催されている。シンポジウムを主催する Virginia Water Resource Research Center 発足から38年目となる今回は、2003年10月7日から10日までの4日間に渡り、ヴァージニア工科大学（以降、「VT」という）において「公共の福祉のための水資源管理」をテーマとして開催された。シンポジウムプログラムの概要は表 1.1に示すとおりである。日本で一般的に言われるシンポジウム、すなわち基調講演とパネルディスカッションが一緒になったものとは趣きが異なり、これにさらに事例研究発表や特定テーマの研修が加わり、バラエティーに富んだ内容となっている。参加者は研究者や教育関係者、行政関係者、環境関連の専門家、環境に関心のある一般の方、学生などであり、参加者総数は約130名、日本からの参加は我々4名である。

会場となったVTのキャンパスおよび会議場の外観を写真 1.1、写真 1.2に示す。VTの学生数は約26千人で市の人口約36千人の7割ほどを占めることからVTがあるブラックスバークは典型的な学園都市といえる。

表 1.1 シンポジウムプログラムの概要

日付	主な内容
10月7日（火）	開幕 研修会 ・ 資金調達の方法と成功する提案書の書き方 ・ 堆積物のデータと収集技術 ・ TMDL 入門
10月8日（水）	基調講演 事例研究発表 ・ 科学的根拠に基づく TMDL と流域管理(4編) ・ 水道－水源から蛇口まで (8編) ・ 濁度と堆積物の計測(9編) ・ 汚染物質の輸送(5編)
10月9日（木）	事例研究発表 ・ 環境中の栄養塩の移動(3編) ・ 水道計画と保全(4編) ・ 水理的な計測とモデル(3編) ・ 地下水の管理(4編) ・ 糞便性細菌の特定と定量化(5編) ・ 流域保護のための土地利用管理技術(4編)
10月10日（金）	パネルディスカッション ・ 水道の現状評価と将来展望 閉幕



写真 1.1 VT キャンパス

奥の美しい建物は Burruss Hall、3,000 人収容の講堂がある
手前の広場はキャンパスの中心にある DrillField



写真 1.2 ドナルドソンプラウンホテル会議センター

ホテルと会議場が合体した施設で、調査団はここに滞在

1.2 TMDL ワークショップ

本項では、流域管理の一つである TMDL に関する情報収集の成果として、シンポジウムにおける TMDL 入門研修会の概要を紹介する。

(1) TMDL の概要

TMDL は、Total Maximum Daily Load の略であり、一日当たりの最大汚濁許容負荷量と訳され、各州で決めた水質基準を超えることなく、どれだけの汚染物質や熱を水域で許容できるのかを示した負荷量である。TMDL は、点源負荷・バックグラウンド負荷を含む面源負荷・そして安全幅 (margin of safety) も考慮した負荷量を加えて計算される。TMDL では、ある流域において汚濁源を特定し、各汚濁源からの汚濁物質の寄与度、そして水質基準を達成・維持するために必要とされる汚濁物質の削減量の検討が行われる。

歴史的には、1972 年に制定された連邦水質汚濁防止法 (CWA : Clean Water Act) という法律で TMDL が規定されてはいるものの、当初の 20 年間はそれほど話題とはならなかった。何故ならその間は、点源に焦点を当てた対策と整備を優先的に進めてきたからであった。点源対策によって水質は改善されてはきたものの、面源についてはあまりコントロールできていなかったため、「魚が獲れて泳げる (fishable and swimmable)」という CWA 制定当時のゴールには達しなかった。

そこで 1998 年に、当時のゴア副大統領による要請を受け、環境保護庁 (EPA : Environmental Protection Agency) と農務省が「Clean Water Action Plan (美しく豊かな水環境のための行動計画)」を提出した。この行動計画は、米国の貴重な水資源の復元・保護についての今後のあり方を示したものであり、流域単位での管理が水域の清浄化活動の鍵となることが提言されている。

このように米国では、点源対策に加え面源対策をも含む TMDL が、今後の流域管理を進めるうえでのキーワードの一つになってきており、水質の回復と保全に向けた取り組みを EPA や各州が行っているところである。

(2) TMDL 入門研修会の概要

シンポジウムでは、最初のプログラムとして表 1.2に示した 3 種類の研修会 (Workshop) が用意された。このうち、我々は「ABCs of TMDLs (TMDL 入門)」を選択し、参加した。

表 1.2 研修会の主題

日時	主 題
10 月 7 日 (火) 1:00~5:30PM	Finding Funding ; Writing Successful Proposals (財源確保の方法と上手な提案書の書き方)
同上	Sediment Data-Collection Techniques (堆積物のデータと収集技術)
同上	ABCs of TMDLs (TMDL 入門)



写真 1.3 TMDL 入門研修会会場のフラリン・バイオテック・センター

TMDL 入門に関する研修会を担当した講師は、VT の TMDL 研究所 (Institute of TMDL Studies) のブライアン・ベンハム (Brian Benham) 所長をはじめ、生物システム工学部 (Virginia Tech Dept. of Biological Systems Engineering) に所属する 4 名で構成される (写真 1.4)。彼らは、糞便性大腸菌や底生生物障害に対応するための約 35 流域における TMDL プログラムに関与している。そして、ノンポイントソース (面源) 汚染源のコントロールには総計 80

年分以上関与し、TMDL には 12 年分以上関与した経験を有している。



写真 1.4 研修会風景（講師の Mr.Yagow（左）と Mr.Benham）

この研修会の目標（ゴール）は、次の内容の講義を通じて TMDL に関する基本的な知識を提供することである。

1. TMDL プログラムの歴史と要求事項について
2. TMDL の進展と、実行状況について
3. TMDL の進展に関連した事業について
4. 近年の TMDL 計画に関する規則の変化と、それに伴う TMDL 関係者への影響について

この研修会において配布された資料は表 1.3に示す 4 種類であり、主に「ABCs of TMDLs Workshop (TMDL 入門研修会資料)」をテキストとして用い、これに基づいて各講師による講義が行われた。No.2～4 の資料の和訳を 3 章に示す。

表 1.3 配布資料

No.	タイトル	概要
1	ABCs of TMDLs Workshop (TMDL 入門研修会資料)	各講師が研修会中で使用したパワーポイントによる解説資料を印刷したもので、テキストとして使用
2	FAQs-Frequently Asked Questions About TMDL Studies (TMDL 研究でよく出る質問)	TMDL に関してよく出る質問に対する回答をまとめたもの
3	TMDLs(Total Maximum daily loads)for Benthic Impairments (底質障害のための TMDL に関する解説集)	底質障害を対象とした TMDL に関して解説したもの
4	TMDLs(Total Maximum daily loads)-Terms and definitions (TMDL に関する用語と定義集)	TMDL に関する用語と定義を A B C 順に解説したもの

この研修会のプログラムは、下表のとおりである。

表 1.4 TMDL 入門研修会のプログラム

時刻	タイトル	テキストページ
1:00PM	Welcome and Introductions (開会挨拶)	1
1:05	Introduction to TMDLs and TMDL Development Process (TMDL 実施のプロセス)	2~9
1:50	TMDL Development Tools-HSPF (TMDL 実施のツール-H S P F)	10~15
2:20	TMDL Development Tools-GWLF (TMDL 実施のツール-G W L F)	16~18
2:45	Alternative TMDL Development Approaches (TMDL 実施の代替方法)	19~23
3:15	Break (休憩)	
3:30	Data Needs for TMDL Development (TMDL 実施のために必要なデータ)	24~31
4:00	TMDL Case Study (TMDL の事例研究)	32~44
4:45	Discussion (討論)	
5:30	Adjourn (終了)	

(3) 主要な話題

TMDL 入門研修会プログラムに沿って、主要な話題をテキストからキーワード的に抜粋する。

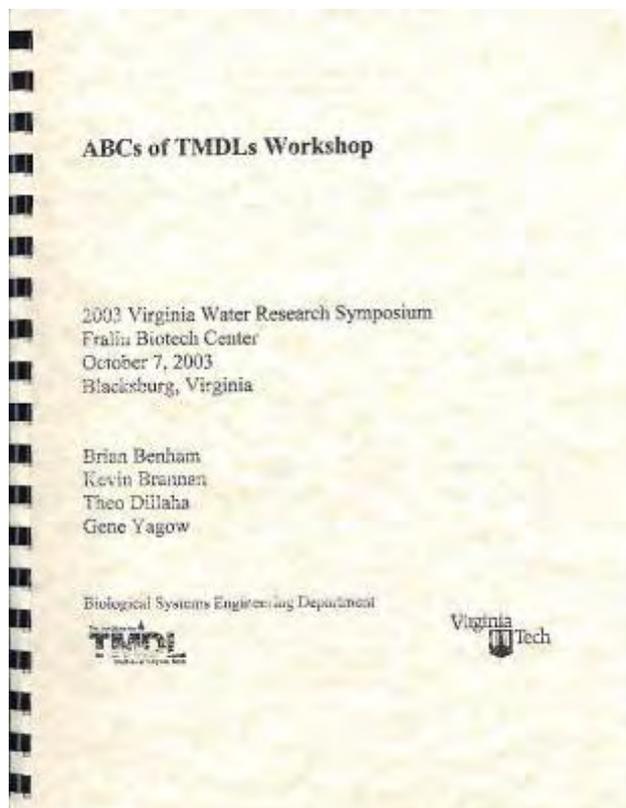


図 1.1 研修会で用いたテキスト

1) TMDL の紹介と TMDL 実施のプロセス

A) 基礎的な情報

a) TMDL の定義 (FAQs 「TMDL とは何か」 参照)

ある水域において水質基準を許容することのできる最大汚染物質負荷量

$$\text{TMDL} = \text{WLA} + \text{LA} + \text{MOS}$$

WLA : 点源負荷

LA : 面源・バックグラウンド負荷

MOS : 不確定な負荷

b) 法律上の権限

ある水域において水質基準を許容することのできる最大汚染物質負荷量

c) TMDL 計画の規模

全米における水質障害は、堆積物・病原菌・金属物質・栄養塩・富栄養化に伴う溶存酸素低下の順で多い。

ヴァージニア州における水質障害は、貝類の規制・アンモニア・糞便性大腸菌・底生動物の順で多く、面源による汚染が多い。

ヴァージニア州における今後 10 年間の TMDL 実施に要する推定費用は 5～7 億ドル(約 500～700 億円)。

EPA が推定した全米での TMDL 実施に要する費用は年間当たり 20～44 億ドル(約 2,000～4,400 億円)。

B) TMDL 実施のプロセス

a) TMDL 計画での要求事項

TMDL が水質基準を満たすこと。

点源・面源汚染を考慮すること。

バックグラウンドの寄与度を考慮すること。

境界条件を考慮すること。

季節変化を考慮すること。

不確定要素を含むこと。

公共の参加を含むこと。

社会・経済的に目標を達成されなければならないこと。

b) 段階的な計画 (TMDL 実施のプロセス)

土地利用データ階層を構築し小流域を特定する。

汚染源を特定し、定量する。

境界条件と特定する。

モデル化や他の方法により発生源と川とを関連づける。

負荷配分を実施する。

C) ヴァージニア州で学んだ教訓

家畜は川から離すべきである。

土地所有者への費用負担補助は不十分である。それを利用しなかった土地所有者は機会を失った。

面源負荷を削減することを要求された TMDL の中には不可能なものもある。

2) TMDL 実施の手段としての HSPF

A) HSPF の概要

- a) フォートランによる水文学的シミュレーションプログラムである。
- b) 完全な流域シミュレーションシステムである。
- c) USEPA や USGS で広く用いられ支持されている。
- d) TMDL 実施のために適用されたモデルである。
- e) 規格化を基礎としている。

B) TMDL への適用

- a) TMDL 計画の実施において適用されている。
- b) 流域も組み込んでいる。

C) 利点と弱点

a) 利点

完全な流域モデルである。USEPA や USGS に支持されている。順応性がある。フォートランにより支援されている。規格化された構成。

b) 弱点

場所的にひとかたまりになる。急勾配な曲線。多くの経験と関連性がある。校正が必要。

D) HSPF による使用例

糞便性大腸菌群数の実測値と HSPF による値との比較例

3) TMDL 実施の手段としての GWLF

A) 一般化した流域負荷関数プログラム

a) GWLF の特徴

場所的、物理的にひとかたまりになったパラメーター。連続的なシミュレーション。日単位の時間間隔。表面・地下水流出を含む。負荷関数を用いる。溶解・固形物状態を考慮。流出・堆積・栄養塩・農薬を考慮。点源と面源を表現。測定されていない流域に適用するために開発。

4) TMDL 実施手法の代替案

- A) 順応的な実施
- B) 記述による TMDL
- C) 経験に則した簡素なモデル
- D) パイロットによる代表的な流域における手法
- E) 負荷継続時間に基づく手法
- F) 単純化された貝類の負荷方法

5) TMDL 実施に必要なデータ

A) データの種類と分析

標高、地質、土地利用、川、流域界、気象、汚染源、降水、水質。

B) 変数評価のためのGIS分析

小流域の形成、水文学的な単位の形成、小流域や土地利用、水文学的な単位による区域平均値の計算。

C) 気候データとの連携

HSPF で必要な時間データ：降水量、蒸発量、気温、風速、日射量、露点温度、雲被覆率

HSPF で必要な日間データ：蒸発量、最高気温、最低気温、風速、日射量、露点温度、雲被覆率

6) アブラムズクリークにおける TMDL の事例研究

細菌と底泥に関する TMDL の事例について

ヴァージニア州では大腸菌に関する水質基準を、幾何平均で 126cfu/100ml、単体の検体の最大で 235cfu/100ml に変更した。

1.3 事例研究発表

1.3.1 基調講演

事例研究発表に先立って「全国水質評価計画－10年間の教訓－」（The National Water Quality Assessment Program－A Decade of Lesson－）と題して基調講演が行われた。その概要は報告書本編にまとめているので、ここでは省略する。

(1) 基調講演者

基調講演は、米国水質調査所（USGS : U.S. Geological Survey）の水質部門の責任者であるティモシー・ミラー氏が行った。ミラー氏は USGS による米国の水質に関わる様々な活動に対する監視・管理責任者である。そしてミラー氏は USGS で 30 年以上勤務し、1995 年からは全国水質評価計画（NAWQA : National Water Quality Assessment Program）の長として尽力してきた。またミラー氏は数学と工学の学位を有し、都市雨水排水の水質や地下水質、大気による沈着、河川における溶存酸素の挙動に関するモデル化など、現場の経験を豊富に有している。



写真 1.5 基調講演の前に挨拶するヨーノス氏

1.3.2 事例研究発表

事例研究発表の概要を、配布資料の概要集(ABSTRACTS)から抜粋して和訳する。なお、講演集(PROCEEDINGS)は、ホームページ(<http://www.vwrrc.vt.edu/Proceedings.htm>)に掲載されている。

WATER RESOURCE MANAGEMENT FOR THE COMMONWEALTH



ABSTRACTS

VIRGINIA WATER RESEARCH SYMPOSIUM 2003

OCTOBER 7-10, 2003

Donaldson Brown Hotel and Conference Center
Virginia Tech Campus
Blacksburg, Virginia



Virginia Water Resources
Research Center



Virginia Polytechnic Institute
and State University



写真 1.6 事例研究発表の様子

(1) 科学的根拠に基づく TMDL と流域管理 (4 編)

1) 流域改善のための統計的手法：森と木を見て

流域改善の成功を判断するために多種多様な生物データが調査される。データの分析のために用いられる統計的な分析は、しばしば複雑で資源管理者や一般の人々に伝えるのは困難である。水中の生物群集分析においてしばしば用いられている複雑な統計的な試験の結果を表現するための新しい手法を提案する。もし適正に実行されれば、水中の生物に影響を与えている因子が解明でき、簡単に理解できる形式で表現できる。この手法は、最終的には流域レベルでのより有益な管理上の戦略に結び付けることが出来る。

2) 底生生物のための TMDL プロセスにおける対照流域に対するアプローチの反応性

CWA における生物学的な健全性に必要な事項を満たすために最もよく使われる手法は生物モニタリングである。水域の生物相に障害がある時には、TMDL プロセスが実行される。このプロセスにおいて、主たるストレス（障害を引き起こす要因）が決定される。この論文では、底生生物の TMDL プロセスに用いられる流域の対照のための手法を検討している。底生生物に関して障害のない流域は、障害のある流域と比較対照するために選定される。なぜなら、ストレスの多くには基準がないからである。異なる対照流域が用いられたら、その結果はどうなるか？この問題は、底生生物に関して障害のあるヴァージニア州モンゴメリー郡のストロブレス・クリークのために評価されている。

3) リンヴィル・クリークのための TMDL の検討ーバクテリアと一般（底生生物）の水質基準障害：事例研究

リンヴィル・クリークを対象に、一般（底生生物）の水質基準と細菌という二つの TMDL が検討された。リンヴィル・クリークでは、堆積物が底生生物群に影響を与える主たるストレスである。ヴァージニア州では堆積物に関する数値的な水質基準はないので、底生生物の TMDL では TMDL の目標負荷を決定するために対照流域が活用された。堆積物の TMDL では 12.3%の負荷削減が要求される。ヴァージニア州では最近、細菌の障害の基準として大腸菌を採用した。大腸菌の基準は、以前の基準よりも限定的である。リンヴィル・クリークでの大腸菌の割当てとして、現在の負荷量に比較して 96%の削減が要求される。

4) 都市化が進む水源域における面源汚染排出の定量化

土地利用状況と水質の長期間のデータ群を用いて基本的な流域との関係を調査した。この研究では、降雨・排出・TSS・TP・TN の各量について、ある川の 4 つの上流域で調査・分析した。その結果、降雨で発生した流量と、面源負荷量成分とに大きな関連があることがわかった。降雨時と平常時の流れで区分すると、負荷量の成分構成に違いがあること、すなわち、降雨時の水質成分は、その土地利用由来成分が混合されて懸濁性成分が支配的である一方、平常時には土地利用由来の溶解性成分と強く関連していることが示唆された。

(2) 水道—水源から蛇口まで (8編)

1) 河川水中の大腸菌と堆積物

この調査では、堆積物粒子と大腸菌との吸着の評価を行っている。大腸菌は捕食者や紫外線、浸透圧の急変から生き残るために堆積物粒子に付着する。大腸菌はまた、堆積物の境界にある栄養分を利用するために堆積物粒子に付着する。この調査では、異なる2つの大腸菌株が異なる水質要因下において砂質ロームへ吸着する状況を比較している。

2) 大腸菌の出現：都市環境中の糞便性細菌

都市環境中における大腸菌のサンプリング結果を報告する。そして人為的負荷と野生生物による負荷とを比較する。その結果は、都市環境中の大腸菌の発生源について一般的に言われている神話を払拭する。

3) 貯水池へ流入する支流域の汚染物負荷を推定するためのサンプリング計画

この調査では、濃度と流量の限られたデータに基づいて汚染物負荷を評価するための異なる統計的な手法の精度と変動性を比較する。その事例としてヴァージニア州北部地区へ水道水を供給するオコクワン貯水池へのリンの負荷が用いられている。

4) 多量の地下水井戸開発をとおした将来の水供給の必要性

5) 消費者による飲料水の種類と関心

この調査は、消費者が飲料水を選ぶ際に用いる要素に注目している。なぜ水道水ではなく瓶詰めの水を選ぶのかという理由と健康への関心について調査されている。消費者が飲用水に関する決定をする際に用いる情報源が示されている。

6) 水道水中の臭気と不快な藻類の発生

自然水中で発生する一般的な臭気と臭気成分がどのように水道水中に混入するかが述べられている。この調査では臭気成分の物理的、化学的、感覚的な特性を考慮している。このような問題のある自然由来の成分に対して浄水場が対処する方法が述べられている。

7) 水道水中の銅

8) 北部ヴァージニア郡における飲料水媒介ラドン環境リスクと井戸から家庭間での減少

(3) 濁度と堆積物の計測 (9 編)

1) USGS によるオンラインの河川堆積物データ

USGS による全米水情報システムの Web サイトにおける 2000 年のデータベースからの検索によって、堆積物の瞬時値と従属的なデータとして全米 50 州とその他の地域における 15,415 の地点からの 260 万以上の数値が明らかになった。この調査は懸濁性堆積物濃度のデータのある 12,115 の地点を含んでいて、その内の約半数は、粒径分布データも含んでいて、238 の地点は河床の土砂流出データも含んでおり、3,623 の地点は河床材料粒径分布データを含んでいる。従属的な数値として水温と流出物データや、多くの化学的なデータも利用できる。これらのデータは、USGS のホームページにオンラインでまとめられており、USGS による懸濁性堆積物、河床土砂、河床材料の瞬時値データの最大の宝庫となっている。

2) 全浮遊物質のデーター不可欠な評価

USGS によって用いられ、確認されている定量的に信頼できる懸濁性堆積物濃度 (SSC) との関連から言うと、水中堆積物の固体相濃度の一般的な測定値である全懸濁物質 (TSS) は負の偏り、バイアスが掛かる傾向がある。負荷を計算するために TSS データを用いると、SSC データから計算されたものよりも大きなエラーを伴う推定値を生じる傾向がある。TSS データと SSC データの相関関係を示すために検討された一般的な式は、各地点からの TSS データを修正する際には信頼できないと考えられる。

3) ヴァージニア州のチェサピーク湾内東部海岸地帯における沈水性植物と清澄度

チェサピーク湾用に提案されている水の清澄度の基準は、湾内で植物が育つ時期にのみ適用されていて、表面水周辺の光が水中を透過して植物に到達する割合として示されている。沈水性植物にとって必要な最小限の光に基づいた水質基準を採用しているかを十分な根拠として示せないかもしれないのはなぜか、ということの本論文で示している。本論文では、チェサピーク湾モニタリングプログラムから入手できるデータに基づいて、ヴァージニア州の干潮域における沈水性植物の面積について概説し、清澄度の状況に関する特徴を述べている。あらかじめ決められた沈水性植物の面積の目標に基づいた代替基準を示している。

4) 濁度とその他の堆積物の代用に関する連邦委員会からの結果概要

2002 年 4 月 30 日から 5 月 2 日における濁度とその他の堆積物の代用に関する堆積物研究連邦委員会小委員会の目標は、(1)技術的に支持でき、濁度の明白な定義を提案すること、(2)選定された懸濁堆積物の特性を表すための信頼できる代用データを提供するための、また堆積物流量の計算のための濁度計やその他の装置の適切な利用、性能、限界を説明すること、であった。定義上、計器の校正上、濁度計測上、かなりの不明確さがある。濁度の計測は信頼出来なく、比較的不正確になり得る。自然水と排水を光学的特性によって計測す

るための新しい標準手法が推奨されている。水の清澄度や懸濁堆積物に関するデータを計測し、保存するために、そして堆積物流量を計算するために、標準的で信頼できる手順が必要とされる。

5) 森林を配置するための水質データに関連した流水路地形学の適用

6) ヴァージニア州の高原地帯流域の緩衝能に対する自然浸食率

米国では流入堆積物は河川にとって最も一般的な汚染物質の一つである。本文では、3つの異なる方法を用いて決定された自然の浸食率を示している。すなわち、全般的な土壌損失方程式（USLE）による方法、堆積物が堆積する広さによる方法、堆積物の流入場所による方法である。低い土壌損失が予測される USLE および、USLE によって予測される1年間の土壌損失は、堆積の広さによって評価されるものよりも、より低くなった。堆積した石は堆積物として捉えられない。その原因は、豪雨時の洗掘によって、もしくは濁水による乾燥した河床によって引き起こされる、と考えられた。異なる管理方法を実施する利点を比較するためのモニタリングをする前に、あるいは、ある土地を管理する活動によって生じる汚染物量を決定しようとする際に、自然発生する浸食を反映する基準値が必要であることについて、この調査で示している。流入堆積物の計測だけでは、土地利用によって生じる浸食の指標としては良くないかもしれない。浸食が少ないと予測される部分ではあるが、河岸地帯を維持することが重要である。

7) USGS による浮遊物質と堆積物の代用の検討その1：堆積物のモニタリング装置と分析調査プログラムの要求

USGS によって管理されている日々の河川堆積物データを収集する地点数は、1980 年からほぼ3分の2までに減少してきた。この減少と同時に、堆積物データの必要性が実質的に増加してきて、連邦の認可が十分ではない堆積物に代わる有用なモニタリング技術の利用の可能性が増加してきた。米国は次の4つから恩恵を得る。(1)調査や試験を促進するためのプログラムや、費用対効果・安全性・定量的に正確な方法という観点から選定された河川堆積物の特徴を計測・モニタリング・分析するための装置と手法の評価、(2)堆積物の代用技術における専門的な相談相手の活用、(3) 堆積物の代用の装置やデータを算出したり使用する中で増す情報、(4) 堆積物の代用技術や派生するデータの精度を評価するための判断基準の確立や公表。

8) USGS による浮遊物質と堆積物の代用の検討その2：光学的技術

USGS は懸濁堆積物の物理的な特徴の推測に有用な可能性のある装置と手法を評価している。本報では、選定された懸濁堆積物の特徴を推測するための光学的（濁度）、レーザー、デジタル光学技術における USGS 調査事例を示している。カンザス州での濁度を用いた、

またアリゾナ州でのレーザー技術を用いた実地試験で成功してきた。デジタル光学技術の実験室での試験結果から、実地試験に向けた計画を開始するのに十分な見込みがある。

9) USGS による浮遊物質と堆積物の代用の検討その 3 : 音響学的、圧力差による技術

USGS は懸濁堆積物の物理的な特徴の推測に有用な可能性のある装置と手法を評価している。本報では、選定された懸濁堆積物の特徴を推測するための音響学的、また圧力差による技術を用いた USGS の調査事例を示している。懸濁堆積物の濃度を推測するためには音響学的後方散乱信号の強度に効果があることがフロリダ州で実証されてきた。圧力差による技術はプエルトリコにおいて検討され、信号対雑音(SN)比の最大値は約 1.02 であった。その技術はアリゾナ州のパリア川で現在試験中であり、信号対雑音(SN)比で約 2.0 である。

(4) 汚染物質の変化と運搬 (5 編)

- 1) 石油に汚染された帯水層における酸化鉄の異化的還元によるヒ素の放出
- 2) 植物の有機汚染物質摂取のためのモデル検討
- 3) 汚泥による重金属の取り込みに向けた調査
- 4) 狩猟区域における弾丸中の鉛の溶解、運搬と変化
- 5) 水溶媒中の鉛イオン吸着剤のスクリーニング

(5) 環境中の栄養塩の運搬 (3 編)

- 1) シェナンドア渓谷における降水とアンモニアに関する予備的検討

ヴァージニア州シェナンドア渓谷には多くの家禽類畜舎があって、アンモニウム塩の析出が増加していることの原因と考えられている。渓谷の至る所で大きな季節的な増加がみられ、家禽類畜舎に近接している地域でより影響が大きいことがこの調査でわかった。この調査は初期段階であって、今後 5 年間でより完全な結果が得られる予定である。

- 2) バイオ固形物により改良された砂礫採掘地の硝酸塩浸出ポテンシャル

改良された砂礫採掘土壌と、人の手が入っていない高地の土壌において、(適用する CN 比を約 20:1 に調整するため) おがくずを添加したりしなかったりすることによって、バイオ固形物の負荷率の範囲(作物学的に 1~7 倍)を 3 回の成長期によって評価した。期待したように我々の結果は、高い作物学的なバイオ固形物の負荷率が、適用した後の最初の冬期を過ぎると硝酸塩の高い浸出ポテンシャルに繋がることを指摘している。しかしながら、これは 1 度の重要性の低い事象のようであり、高められた負荷率で正味の浸出が予想される一方で、それは短期間の影響であるという米国環境保護庁による最初の推定を支持して

いるものである。

3) ヴァージニア州における表流水中の窒素の形態：時間的、空間的なパターン

1978年から1995年にかけて157のヴァージニア州内のモニタリング地点から採水されたデータが分析された。重要な変化があったのは、硝酸性・亜硝酸性窒素(NN)、全ケルダール窒素(TKN)、全窒素(TN)の濃度であった(TNは、NNとTKNの合計として計算される)。TNの季節的、総合的な中央値が計算されNNとTKNの構成割合がわかった。各地点において、そして州全体のケンダル分析によって季節的なNNとTKN、TNの傾向が分析された。NNおよびTKN中のNの構成割合は、季節的に、また地域的に変化する。州の7経済区分域のうち5区域において、調査期間中にTN濃度が増加していることがわかった。TKNの増加、および州の東部地域においての増加が最も激しいこともわかった。

(6) 水道計画と保全 (4編)

1) 水道計画のためのシステムダイナミックモデリング

2) 地域的な水資源計画—ノースカロライナ州の中央海岸平野の事例から

3) 水資源保全手段としての中水道の利用

水資源の保全は深刻な渇水の時にのみ、また水利用の制限を行う時にのみ最も考慮されることである。しかし、水資源の保全は日常業務となるべきである。水需要を削減することは、費用対効果が高く、水の供給量を拡大させる。保全手段として中水道と雨水を利用することは、カリフォルニアやアリゾナ、テキサスの一部のような特に水が欠乏している州では長年に渡る関心事となってきた。ここでは、ヴァージニア州における保全手段として中水道を利用する際の安全性と可能性に関する指針と研究を議論する。

4) 住宅地区の水資源保全プログラムの影響：ヴァージニア州での適用

最近の渇水やその結果として起こる水道水源のひずみについては、ヴァージニア州水資源保全政策において大きな関心が持たれてきた。住宅地区の水需要についての水資源保全プログラムによる影響に関して技術的な情報が不足していることは、水道計画に携わる者にとって長年の難題である。中部大西洋岸地域における様々な水資源保全政策の有効性に関する現状の情報をここでは概説している。ヴァージニア州スタフォード郡の住宅地区の水使用者に対する水資源保全プログラム税による影響に関する調査の結果にも焦点を当てている。

(7) 水理的な計測とモデル (3 編)

1) ヴァージニア州における放流水の音響ドップラー技術を用いた断面流速の計測

ブラウントラウトの漁業調査研究の一部として、ヴァージニア州における放流水の水理的なピークの 2 断面を求めるために 2 次元流モデル RMA-2V が開発された。モデルを校正し、実証するために、多様な流れの場における既知の流速データが必要であった。流速が速すぎて流速計を持って歩いて渡れないところで流速を計測するために、ワイヤレス音響ドップラー装置を利用した。空中ケーブルシステムと、水路と交差して牽引される浮上装置によって、操作員が河岸にいながら安全に最大流速を計測することができる。

2) 1 次元、2 次元生態学的水力学的モデルによる魚類生息状況の評価

ヴァージニア州フィルポットダム下のスミス川において、ブラウントラウトの産卵の生息環境、すなわち産卵床としての可能性が高まることに魚類生物学者は興味を示してきた。フィルポットダムでは毎日短期間で多量にスミス川に放流するため、水中での生息環境において流況が変化することの役割を調査するのが望ましい。流況を調査するために 1 次元と 2 次元による手法が用いられてきた。しかし 1 次元による手法では、不規則な河床の形状を説明することはできない。この欠点を部分的に補正するために、生物生息環境の評価のための 2 次元モデルが益々用いられるようになってきた。この論文では、1 次元及び 2 次元モデルを用いてスミス川の選定地点でのブラウントラウトの産卵床環境の予測を調査した研究結果を示している。2 つのモデルの機能が回帰分析によって評価され、2 つのモデルの違いが述べられている。1 次元モデルと比較して 2 次元モデルは魚類の物理的な生息環境をより良く表現でき得ると結論付けられている。

3) 暗渠中の流体力学のための神経-ファジー理論モデルの適用性の調査

(8) 地下水の管理 (4 編)

1) 地下水と塩分によるチェサピーク湾への影響の構造

2) ブルーリッジ地方における区画された流れでの支流の可能性

3) ブルーリッジ地方における地形学的な地下水涵養の評価

4) 雨水浸透施設下部の地下水上昇のための簡素な解決法

浸透施設下部で過度に地下水が存在すると多くの問題を引き起こすことがあり得るので、いかなる浸透施設的设计においても過度の地下水量の可能性について確認しなければならない。中央部での最大上昇値と上昇する面積範囲の両方が重要である。水量を評価するための既存の方法は複雑で、普通は適用が困難である。ここでは、雨水浸透施設での一般的な近似法として使用可能な、新しく簡素化された方程式を示している。独立した方程式

から、涵養する細長い土地（浸透水路や溝）および浸透盤（円形や矩形の施設）が得られる。

(9) 糞便性細菌の特定と定量化（5編）

1) ワシントン D.C.の水路における糞便性汚染源

ワシントン D.C.の主要な水路における糞便性の水質汚染はレクリエーション利用上問題であり、健康上の関心事である。このプロジェクトの目的は、3つの主要な水路であるロック・クリーク、アナコステア川、ポトマック川を対象として細菌源の追跡によって糞便性汚染源を特定することであった。試料採取期間を通じて、ポトマック川では2つ、ロック・クリークでは3つ、アナコステア川では1つの支配的な糞便性汚染源が明らかになった。人為的由来による糞便性汚染の影響は3つ全ての水路において、特に乾燥した夏期の数ヶ月は重要である。

2) ヴァージニア州フェアファックス郡の表流水における糞便性大腸菌レベルに対する土地利用の影響

この調査の目的は、ヴァージニア州フェアファックス郡の表流水中の糞便性大腸菌レベルを調査することと、問題を説明する上での土地利用の役割を調査することである。フェアファックス郡保健部局のモニタリングデータの分析すなわち、糞便性大腸菌と化学的要因データの両方によって、これらの高い糞便性大腸菌と土地利用との関係が解明されるだろう。この調査では、高い糞便性大腸菌レベルの郡内分布を考察し、土地利用との相互関係を示す。その情報は、フェアファックス郡の水質管理と土地利用管理という2つの重要な分野における意志決定プロセスに利用される。その結果は、北部ヴァージニア州と同様に急速に発展する郊外地域に適用できる。

3) スミス・マウンテン・レイクにおける糞便性大腸菌と大腸菌、人間の影響

4) 堆積物に固着した糞便指標性細菌と遊離したものとの区分

1972年の連邦水質汚濁防止法303(d)項によるTMDLの実行において、糞便性指標細菌の運搬過程に高い関心が持たれてきた。TMDL実行過程で用いられるコンピュータモデルを簡素化するために、堆積物への細菌の付着を無視している。堆積物へ付着した細菌は、付着しない細菌と異なった挙動を示し、より早く水中から沈降し、より生長し、再生することもある。堆積物から細菌が再浮遊することによって、公共の健康に対して脅威となる可能性がある。ここでは、水中で付着した細菌と付着していない細菌とを区別するための異なる実験的な手法を調査している。

5) 大腸菌の同定と定量化のための分光蛍光計による分析

(10) 流域保全のための土地利用管理技術（4編）

1) 北部シェナドア溪谷における水質に影響する住宅地の評価

住宅所有者は水質に対して大きな影響を与え得る。栄養塩、糞便性大腸菌と農薬による水質障害の可能性の一因となっている。しかしながら、住宅での生活と特に関連する活動が水質に対して相当の影響があるかどうかについて、あまり理解されてこなかったし、証拠として文書化されてこなかった。この評価の目的は、北部シェナドア溪谷における住宅所有者の活動や実践、水質に影響を示してきた調査を証拠として文書化することであった。評価のために回答した住宅所有者は次のように報告した。1)芝生や庭の土壌サンプルを取らないこと、2)除草剤の不適切な利用の可能性と、適切な利用に関して必要な情報、3)缶、紙、プラスチックのリサイクル、4)汚水浄化システムを設置していること、システムに空気を注入するために必要の可能性があると、システムの維持管理に関して必要な情報。それに加えて回答者は、芝生や野菜農園で時には不要な除草剤が多量に使われていることがわかった。住民は水質に影響を及ぼす活動に関するより多くの情報を必要としているということが、評価から得られた一貫していて決定的な発見である。

2) ヴァージニア州のカルスト土壌地域における水源保全のための地域特有の規制

本報ではヴァージニア州カルスト地域内の地方行政の調査結果に焦点を当てている。調査では、計画と規則文書における特殊なカルストに関する条項の存在を確かめようと努力した。50 の地方行政（97%）が調査に応じ、応じた全ては、カルストを熟知していることを示した。調査した地方行政の約半数は総合的な計画にカルスト条項を含んでいるが、それを実行しているのはほんのわずかの地域である。激しい開発が起こる前に危険性の可能性について扱う先見的なプログラムを検討するために、他の司法管轄区からのモデル的な法令をヴァージニア州のカルスト地域内の地方行政は使用できる。カルスト地域における効果的な規則の検討に向けた第1ステップとして、データ収集および計画立案者、行政、一般市民の教育の必要性に焦点を当てている。

3) 南部アパラチアの河川における落葉などの流入による農業上の攪乱の影響

4) 樹木の伐採搬出、洪水と訴訟：最適な管理手法のための新しい役割とは？

(11) シンポジウム全体をとおして

ヴァージニア州の水資源に関わる事例研究発表会への参加をとおして、水資源問題には多方面の分野の方々・利害関係のある方々が関わっていること、そのような方々と議論す

る場・学際的な場を継続的に持つことの重要性をあらためて認識した。

事例研究発表のうち、「都市化が進む上流域における面源汚濁の定量について」では、負荷量を計算する場合、一般的には土地利用区別に設定された一律の原単位をあてはめて計算している。しかし、実際には同じ土地利用区分でも発生負荷量はその土地毎で、また降雨状況によっても大きく異なる。この事例は、平常時だけでなく降雨時も含めた現地での調査結果に基づいてその土地の実態に即した負荷量を把握しようとするもので、流域水資源管理の目指すべき1つの方向性を示している。

今回のシンポジウムにおける水質や TMDL に関する口頭発表の話題としては、底生生物にとって川はどういう状態なのか、堆積物の状況はどうなのか、細菌類による汚染の状況はどうなのかという視点からのアプローチが多く見られた。このことは、今回に限って言えば現在の日本における一般的に見られる水質と生物に関する視点、すなわち、BODやCODなどに代表される有機物、あるいは栄養塩などの指標による汚染状況の表現、生物で言えば魚介類を代表とした生息状況の表現に対して、さらに踏み込んだものとなっているようである。つまり、底生生物は水中の生態系の底辺にあって、水域の健康状態を示すバロメーターのとしての役割を担うこと、堆積物がそれらの生息状況に大きな影響を及ぼすことなどから重要視され、モニタリングされていることがうかがえる。さらに、川でのレクリエーションや水道水源としての用途などのために人の手や口に触れることも考慮して、細菌類が衛生上必要な指標として重要視され、モニタリングされている。これらはCWAのゴール、すなわち「魚が獲れて泳げる」ようにするためには、まず優先的に何を把握する必要があるのかということが根底にあるからこそ、これらのモニタリングとその評価が継続されているわけである。

なお蛇足ではあるが、事例研究発表では発表時間の経過を告げるベルが全くなく、淡々と、言わば大人の雰囲気で行き、気が付いたら時間どおり終わっているというのには、日本でしばしば見られる同様の会での状況と対比して新鮮な驚きを覚えた。それは、ステレオタイプかもしれないが、学校教育の早い段階から人前での発表の訓練をしている米国と、そうでないと言われる日本との教育システムの違いに起因しているのではないかとの印象を受け、会をコーディネートする側も発表する側も参考にするべきであると感じた。

1.4 パネルディスカッション

パネルディスカッション（Water Supply Roundtable）は、「水道を取り巻く現状の評価と将来展望」（Assessment of Current Status and Future Prospects）と題して、シンポジウムの最後のプログラムとして行われた。このプログラムのゴールは、将来に向けて持続可能な水道を確保するために必要な課題をリストアップし、パネリストと参加者が一緒になって優先順位を構築するものである。パネリストの顔触れは、水道施設管理者、水道に関心のある個人、水資源規制・管理機関関係者、環境保全関係者という各方面からの代表5名で構成された。



写真 1.7 パネルディスカッションの様子

Mr.Younos（左）とパネリスト

プログラムは次に示すような内容で進行し、パネリストによる発言や参加者を含めた討論を通じて、ヴァージニア州の水道の現状を評価し将来を展望するものである。

- ①ヴァージニア州の水道の現状
- ②将来の水道を適切に構築するために不可欠な課題の特定
- ③多様な視点からの提言
- ④持続可能な水道確保のために必要な課題のリストアップ
- ⑤リストに基づいた優先順位の構築

参加者にはヴァージニア州の将来の水道的な重要度のランクを書き込む用紙、「Ranking of Critical Water Supply Issues in Virginia」が配布され（下図参照）、重要としてリストアップされた項目に対して参加者各自が順位を選定して記入する趣向となっていた。

パネリストによる様々な角度からの提言に基づいて、将来に向けて持続可能な水道を確保するために必要な課題として次の16項目がリストアップされた。

- I: Public Perception of Commonwealth Water (公共の水に対する一般の人々の理解)
- J: Better Definition of Water Resource or Information Base for Better Management Plans (より良い管理計画のための水資源や情報源のよりわかりやすい説明)
- K: Condition of Chesapeake Bay Water Plans (チェサピーク湾水計画の状況)
- L: Importance of Public Education of Water Resources (水資源に関する一般の人々の教育の重要性)
- M: Water Issue (水に関する出版物)
- N: Flexibility and Adaptability with in Water Resource Planning (水資源計画における柔軟性と順応性)
- O: Effectiveness of Regionalization Mechanism (地域分割の手法の有効性)
- P: Water Supply Planning as part of Water Resource Planning (水資源計画の一部としての上水道計画)

これらの項目は、各パネリストの発言を聞きながら、スタッフが大きな紙（写真 1.7の左側、米国国旗の前の白い紙）に 1 項目 1 枚に手書きでその場で書かれたものである。その手法としては少しアナログ的ではあるものの、それが逆にその場で書かれたという臨場感、参加者も優先順位選定に加わることによる一体感や双方向性を醸し出す良い方法と感じた。

ただ、プログラムの時間内では参加者が重要度のランクを用紙に書き込むまでにとどまり、ランクの集計、結果発表までには至らなかったのは残念であった。後日まとめられるという講演集が待たれるところである。

リストアップされた内容を集約してみると、①水源の保全、②利害関係者間の協力と調整・連携、③情報の提供と交換、④教育の充実、⑤柔軟性・順応性のある計画と実施、の大きく 5 つに区分されよう。これらは“水道”を越えて広く水問題に関するキーワードとして、またヴァージニア州という 1 つの州を越えてユニヴァーサルなキーワードとして参考になる。

そして、ここで議論された課題から次のステップへと展開するために、個々の課題の解決に向けた具体的なアクションプランのようなものを立案することが求められよう。

1.5 資料集

シンポジウム関連資料リストを次に示す。

各項で完結するものは各項で、

全体に関わるものは本項で、なにを（どこまで）示すか要確認

表 1.5 シンポジウム関連資料

No.	タイトル	概要
1	ABCs of TMDLs Workshop (TMDL 入門研修会資料)	各講師が研修会中で使用したパワーポイントによる解説資料を印刷したもので、テキストとして使用
2	FAQs-Frequently Asked Questions About TMDL Studies (TMDL 研究でよく出る質問)	TMDL に関してよく出る質問に対する回答をまとめたもの
3	TMDLs(Total Maximum daily loads)for Benthic Impairments (底質障害のための TMDL に関する解説集)	底質障害を対象とした TMDL に関して解説したもの
4	TMDLs(Total Maximum daily loads)-Terms and definitions (TMDL に関する用語と定義集)	TMDL に関する用語と定義を A B C 順に解説したもの

2. 連邦環境保護庁 (Environmental Protection Agency / EPA) について

2.1 EPA 設置の経緯と現在の組織形態

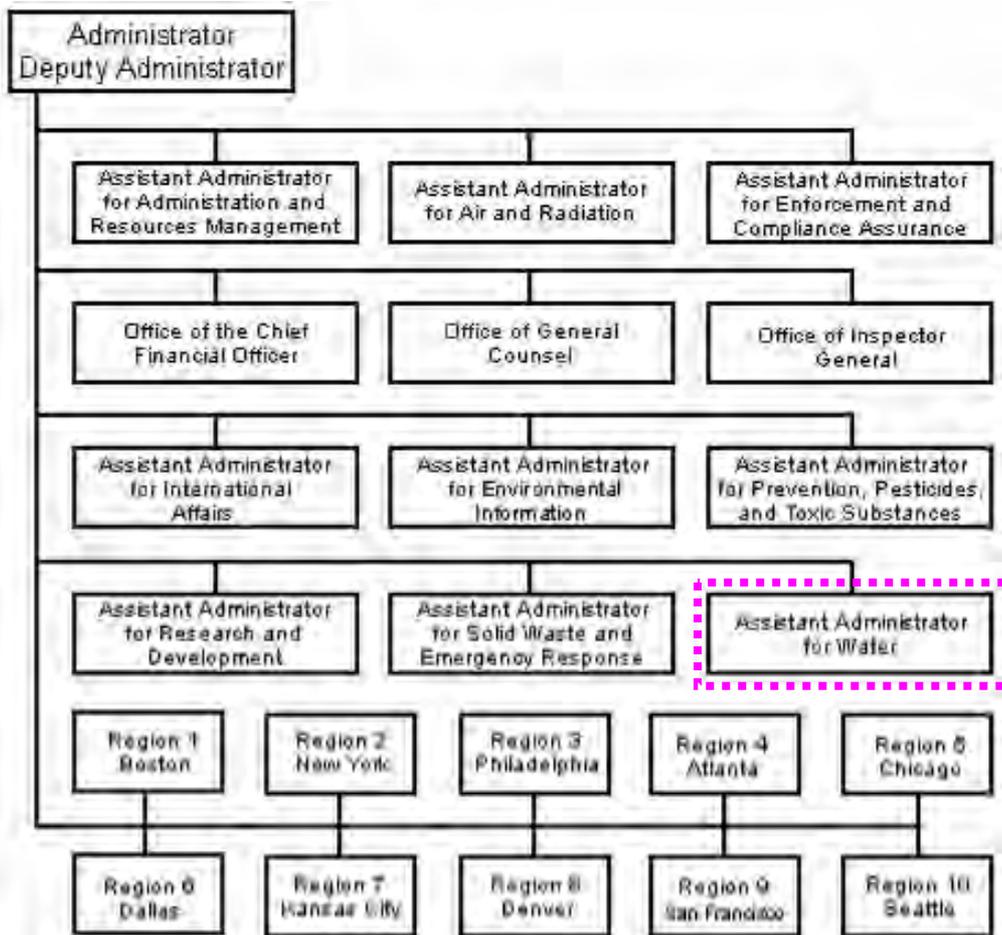
米国の水質管理行政は環境保護庁 (Environmental Protection Agency/EPA) に責任が課されている。連邦政府の環境対策への積極的な取り組みは、1969 年の「国家環境政策法 (National Environmental Policy Act/NEPA)」が成立したことにもない、ニクソン大統領が 1970 年に政府組織の改革に乗り出したことから始まった。大統領府の中に「環境の質に関する諮問委員会 (Council on Environmental Quality/CEQ)」を設置し、環境関係の長期計画の策定、大統領への助言、環境影響評価書 (EIS) の作成過程を監視する権限を与えた。

さらに、健康教育福祉省、内務省、農務省、大統領府など 15 省庁に分かれていた環境施策をまとめるため、独立した行政組織である環境保護庁 (EPA) を大統領令で同年 12 月に設置した。同庁は、資源保護回復法 (Resource Conservation and Recovery/RCRA) の他、大気浄化法 (Clean Air Act/CAA)、水質汚濁防止法 (Clean Water Act/CWA) などの主要環境法を所管している。

EPA は、ワシントン DC の本部、10 の地域事務所、および多くの研究実験施設から構成され (図 2.1 参照)、米国全体で 18,000 人の職員が所属している。職員は高学歴で技術レベルが高く、全体の半分以上はエンジニア、科学者、政策分析者からなる。加えて、法律、財政、情報管理、コンピューター技術者も多い。EPA 長官は大統領から任命される。

国家環境政策法 (National Environmental Policy Act/NEPA NEPA)

連邦政府の行為に対して環境影響評価書 (EIS) の作成を義務付けた法律で、1969 年に成立した。この法律は、連邦のプログラム (事業) が人間の住む環境の質に著しい影響を与えるときには、EIS の作成を要求している。その後の裁判で、対象は連邦政府の直接プログラムだけでなく、地方自治体への補助金や民間への融資、許認可などで、連邦が関係するプログラムも環境影響評価の対象になった。作成された EIS の結果に対して、環境 NGO や住民らが「内容に不備がある」と訴訟を起こすことも可能になった。



※ワク囲みは Clean Water Act を管轄する Office of Water (次ページに詳細の組織図)
 出典：EPA WEB サイト (<http://www.epa.gov/epahome/organization.htm>)

図 2.1 EPA の組織概要図

Office of Water Organizational Chart

Management & Operations Susan Gibertson, Staff Dir. (202) 564-5721	Assistant Administrator Benjamin Grumbles (202) 564-5700	Communications Team Pamela Wade Grant Director of Communications (202) 564-5777
Water Policy Staff Sharon E. Hayes, Staff Dir. (202) 564-0469	Deputy Assistant Administrator Michael H. Shapiro (202) 564-5700	Senior Policy Advisor Anthony Moore (202) 564-1198
Resource Management Staff Timothy Ferrinone, Staff Dir. (202) 564-0318	Deputy Assistant Administrator Vacant	American Indian Environmental Office Carol J. Jorgensen, Dir. (202) 564-0303 Gary Hudburgh, Dep. Dir. (202) 564-0878

Office of Ground Water & Drinking Water Cynthia C. Dougherty, Dir. Nanci Gelb, Dep. Dir. (202) 564-3750	Office of Science & Technology Geoffrey H. Grubbs, Dir. Patricia S. Barr, Dep. Dir. (202) 568-0430	Office of Wastewater Management James A. Hunlon, Dir. Jane S. Moore, Dep. Dir. (202) 564-0748	Office of Wetlands & Oceans & Watersheds Diane Regus, Dir. Craig Hooks, Dep. Dir. (202) 568-1148
Resources Management & Evaluation Staff Clare Donohue, Acting Chief (202) 564-3787	Resources Management & Information Staff Dennis McDonald, Acting Chief (202) 568-0437	Planning, Information and Resources Management Staff Len Bechtel, Chief (202) 564-1887	Policy, Communications & Resource Management Staff Bonnie Thie, Dir. (202) 568-0454
Water Security Division Janet Pawlukowicz, Acting Dir. (202) 564-3779 David Travers, Assoc. Dir. (202) 564-4838 Security Assessment Branch Debbie Newberry, Chief (202) 564-1415 Threats Analysis, Prevention, and Preparedness Branch Grace Robiou, Chief (202) 564-8316	Engineering & Analysis Division Mary T. Smith, Dir. Debra Nixol, Dep. Dir. (202) 568-1000 Cooling Water Intake Task Force Martha Segal, Acting Chief (202) 566-1041 Economic & Environmental Assessment Branch Nicholas Brouwer, Chief (202) 566-1002 Chemical Engineering Branch Thomas Wall, Chief (202) 568-1060 Environmental Engineering Branch Marvin Rubin, Chief (202) 566-1050 Statistics & Analytical Support Branch Mara Gomez-Taylor, Chief (202) 566-1005	Municipal Support Division Sheila Franco, Dir. Sybil Bell, Dep. Dir. (202) 564-0748 Municipal Assistance Branch Ellen Hoffa, Acting Chief (202) 566-0421 Municipal Technology Branch Phil Zahradnick, Chief (202) 564-0507 State Revolving Fund Branch George Ansa, Chief (202) 564-0861	Assessment & Watershed Protection Division Dana Evans, Acting Dir. Michelle Wilson, Acting Dep. Dir. (202) 568-1155 Monitoring Branch Peter Grevatt, Chief (202) 566-1925 Watershed Branch John Goodin, Chief (202) 566-1373 Watershed Source Control Branch Dov Weisman, Chief (202) 568-1207
Drinking Water Protection Division Stephen Hears, Dir. (202) 564-3751 Elizabeth Carr, Assoc. Dir. Dir. (202) 564-3798 Infrastructure Branch Charles A. Job, Chief (202) 564-3941 Prevention Branch Joan Harnagan-Farchy, Chief (202) 564-3867 Protection Branch Hon Uergman, Acting Chief (202) 564-3823	Health & Ecological Criteria Division Lorard Ohanian, Dir. (202) 566-1100 Dep. Dir. Vacant Human Health Risk Assessment Branch Beth Doyle, Chief (202) 568-0058 Ecological Risk Assessment Branch William Swetick, Chief (202) 566-1129 Ecological and Health Processes Branch Handy Wentsel, Chief (202) 568-1118	Water Permits Division Linda Boonazian, Dir. Laine Brenner, Assoc. Dir. (202) 564-9545 Industrial Branch Deborah Nangle, Chief (202) 564-1185 State and Regional Branch Tom Lavery, Branch Chief (202) 564-7974 Municipal Branch Don Brady, Acting Branch Chief (202) 564-0847 Rural Branch Allison Wintersom, Chief (202) 564-0901	Oceans & Coastal Protection Division Suzanne L. Schwartz, Dir. Craig Vogt, Dep. Dir. (202) 566-1200 Marine Pollution Control Branch David Pedroni, Chief (202) 566-1288 Coastal Management Branch Darrell D. Brown, Chief (202) 566-1256
Standards & Risk Management Division Fahim S. King, Dir. (202) 564-8594 Targeting & Analysis Branch Linc Barneson, Chief (202) 564-4888 Standard & Risk Management Branch Jennifer McLean, Chief (202) 564-4848 Technical Support Center - Chemical Gregory Carroll, Chief (515) 589-7548	Standards & Health Protection Division Dorise Keelner, Dir. (202) 566-0100 Water Quality Standards Branch Donna Davis, Chief (202) 566-0379 Health Protection & Modeling Branch James Pambiguel, Chief (202) 568-0308		Wetlands Division John W. Maagher, Dir. (202) 568-1343 Robert Wood, Deputy Dir. (202) 568-1822 Wetlands Strategies & State Programs Branch Stanley J. Austin, Chief (202) 568-1385 Wetlands & Aquatic Resources Regulatory Branch Cly Miller, Acting Chief (202) 568-1385

※ワク囲みは今回の視察でヒアリングさせていただいた部署

出典：EPA WEB サイト (<http://www.epa.gov/water/programs/orgchart.html>)

図 2.2 Office of Water の組織概要図

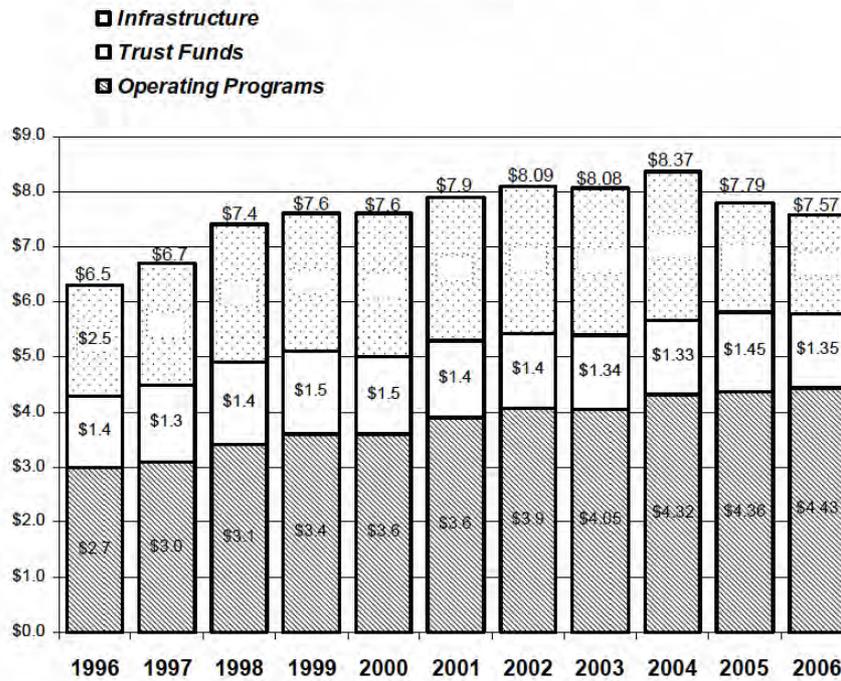
2.2 EPA の予算

EPA の 2006 年度予算は、75.7 億ドル（日本円で約 7,800 億円）であり、前年度と比較して 2.2 億ドルの減少となっている（図 2.3）。近年の傾向としては、96 年以降増加傾向にあったが、2004 年度の 83.7 億ドルをピークにここ 3 年は減少傾向にある。

2006 年度予算 75.7 億ドルの内訳を EPA が目指す 5 つの目標別にみると（図 2.4）、「清澄かつ安全な水」（Goal2 : Clean and Safe Water）関連が最も多く 37.2%、ついで「土地利用保全」（Goal3 : Land Preservation and Restratement）関連が 22.3%、以下「健全な社会と生態系」（Goal4 : Healthy Communities and Ecosystems）が 17.7%、「清澄な大気と地球規模の気候変動」（Goal1 : Clean Air and Global Climate Change）が 12.8%、「環境法令遵守と環境価値向上」（Goal5 : Compliance and Environmental Stewardship）が 10.1%となっている。

なお、「清澄かつ安全な水」（Goal2 : Clean and Safe Water）関連予算 28.1 億ドルの内訳は、水質保全に関するものが最も多く 14.8 億ドル、ついで健康の保護に関するものの 12.0 億ドル、残りが調査研究促進費で 1.3 億ドルとなっている（表 2.1）。

Environmental Protection Agency's Resources by Major Category *(Dollars in Billions)*



FYs 1996-2004 reflect EPA's final Enacted Operating Plan
 FYs 2005-2006 reflect the President's Budget. (Figures exclude offsetting receipts of \$30 million in FY 2005 and \$50 million in FY 2006.)

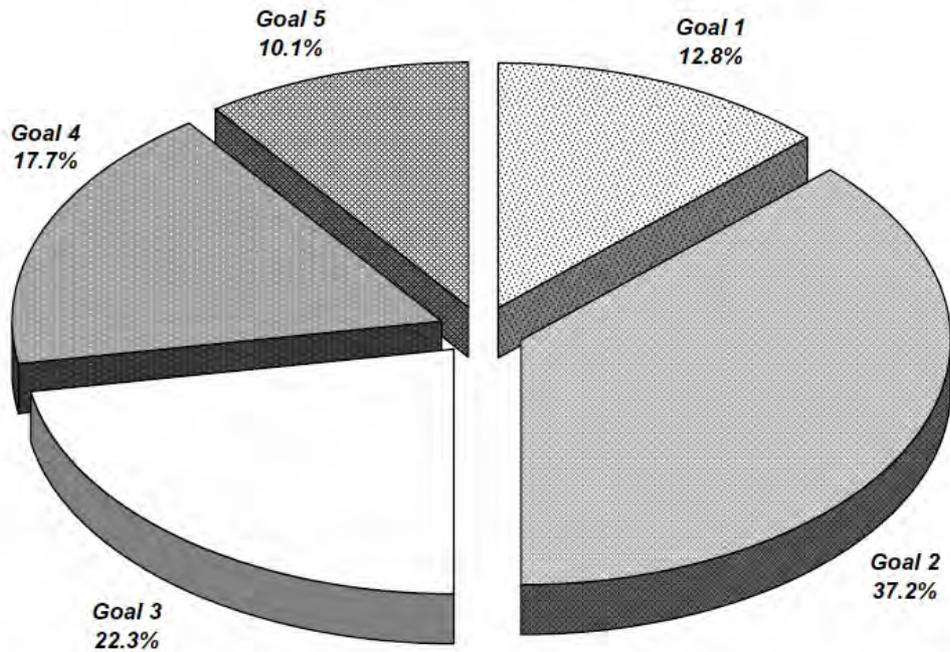
FY 2002 does not include \$175.6 million provided for Homeland security in the Emergency Supplemental Appropriations Act.

出典 : Summaries of the EPA's 2006 Budget (<http://www.epa.gov/ocfo/budget/2006/2006bib.pdf>)

図 2.3 EPA 全体の予算

**Environmental Protection Agency's
FY 2006 Budget by Goal**

Total Agency: \$7,571 Million



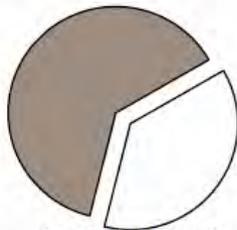
- Goal 1: Clean Air and Global Climate Change
- Goal 2: Clean and Safe Water
- Goal 3: Land Preservation and Restoration
- Goal 4: Healthy Communities and Ecosystems
- Goal 5: Compliance and Environmental Stewardship

図 2.4 2006 年度 EPA 予算の使途

表 2.1 水質関係の 2006 年予算

Goal 2: Clean and Safe Water

Strategic Goal: Ensure drinking water is safe. Restore and maintain oceans, watersheds, and their aquatic ecosystems to protect human health, support economic and recreational activities, and provide healthy habitat for fish, plants, and wildlife.



37.2% of Budget

Resource Summary

(\$ in 000)

	FY 2005 President's Budget	FY2006 President's Budget	Difference
1 - Protect Human Health	\$1,169,287.4	\$1,195,366.2	\$26,078.8
2 - Protect Water Quality	\$1,653,907.9	\$1,483,516.9	-\$170,391.0
3 - Enhance Science and Research	\$121,680.5	\$134,145.2	\$12,464.8
Goal 2 Total	\$2,944,875.7	\$2,813,028.3	-\$131,847.4
Workyears *	3,088.5	2,916.9	-171.6

* Agency authorized FTE levels are being aligned with actual utilization. See workforce section in the overview.

出典 : Summaries of the EPA's 2006 Budget (<http://www.epa.gov/ocfo/budget/2006/2006bib.pdf>)

3. 環境保護庁(EPA)とのミーティング要旨

3.1 概要

開催日：2003/10/14（火）

開催場所：

U.S. EPA 会議室

出席者：

環境保護庁（U.S. EPA）

International Visitors Coordinator Ms. Diana Gearhart

Program Analyst Ms. Susan Fagan

Watershed Branch, Office of Water Mr. Bill Painter

Assesment and Watershed Protection Mr. John Wing Wilson

河川環境管理財団 岸田部長、大場、村上、渡辺

パシフィックコンサルタンツ株式会社 湯浅

Mr. Randal Helten（通訳）



3.2 議事要旨

3.2.1 Surf Your Watershed (Ms. Susan Fagan)

(1) Surf Your Watershed の作成経緯、目的、全体像

- Surf Your Watershed (以下 SYW) は、国民の知る権利の充実のために作った。
- 行政単位ではなく、流域毎に問題を捉えて欲しいという想いがあった。
- 1996 年、流域管理に関する会議が開催され、副大統領ゴアも参加し、流域の重要性について確認した。
- Ms.スーザンは 1997 年以降このプロジェクトに関わっている。当初は Yahoo などの検索エンジンで、流域に関する情報を探し出して取捨選択するなどの作業を行った。
- アメリカの 50 州の情報しか入っていない。
- Locate Your Watershed という流域検索画面が SYW の鍵であり、郵便番号、州の略記号、河川名、流域名、州、郡などで検索することが可能。
- 流域に関する全ての情報を、一画面で見ることができる。
- 全米を 2000 ぐらいの流域に分けている。各流域には 8 桁の ID がついている。この ID は地域 (2 桁)、大流域 (2 桁)、小流域 (4 桁)、からなる。この ID は、USGS (合衆国地質調査局) のシステムであり、Hydrologic Unit Code と呼ばれる。
- SYW の目的は、流域を指定すると、流域に関する全ての情報を入手できることにある。
- 一部の情報は、EPA 以外のページへのリンクがあるのみ。
- EPA の報告書などは詳しく掲載している。
- 一部のデータは州から提供を受けている。この場合、なるべく流域単位で情報を整理するようお願いしている。
- 州の単位、自治体の単位で情報を集める。EPA はデータを集める。

(2) 情報収集について

- 利用者 (市民) からすると、情報源はどうでもいいことであって、情報そのものが重要である。情報源による違いを感じさせないことが肝要である。
- データの収集に関して、インターネットを利用できるので非常に便利である。
- データの収集に関して、他機関はかなり協力的である。USGS とは、データ収集に関して年 2 回ミーティングを開催している。
- 州から収集する情報に関しては、州によってデータの多寡に差がある。
- 例えば、ミシガン州は水質が悪いので情報を出したくない、などとなると、「情報無し」(グレーで表示) となるので、データを出していないことがすぐわかる。
- EPA はマスコミに緊密に情報を出しており、また SYW についてはマスコミも注目しているため、データを出していない州については、「どうしてデータを出さないのか」という記事が出ることになり、かえって注目を集める。

(3) 流域指標 (the Index of Watershed Indicators ; IWI)

- 1997-1999 年に IWI をはじめた。連邦のパートナーだけでなく NGO など民間も含めて依頼し、お金と労力をかけてデータを集めた。

- ・流域の水質状況を IWI の数値で可視化して示した。
- ・20 の指標からひとつの評価値 (IWI) を出す計算式をつくった。この点については、批判もあった。
- ・こういう評価値をつくるのは大変である。多数の指標のデータを用意する必要があり、メタデータ (中間データ)、画像など関連する多くの情報を整理しないといけない。
- ・指標データの収集に協力してくれるはずの組織が、口約束だけで全然動かないこともあって大変であった。
- ・データの更新頻度は？
⇒ 最初の予定では毎年更新を理想としたが、陸軍工兵隊は 92 年のデータを提供を受けたのみでその後は一度も更新されていないなど、なかなか更新は難しい。
- ・労力、費用などが大変であったため、結果的に IWI はやめた。

(4) 新技術、GIS を用いたデータ提供

- ・SYW の各情報は GIS では作成していない。
- ・IWI の代替として、新技術で流域を評価し、すでに公開している (WATERS ; Watershed Assessment, Tracking & Environmental Results) (<http://www.epa.gov/waters/>)。もうすぐ SYW ともリンクする予定。
- ・IWI の更新は思うように進まなかったが、こちらの新しい評価は、随時更新していく予定。
- ・新たなわかりやすい情報提供 (WATERS) ができたので、IWI をやめたということか。(渡辺)
⇒ GIS を用いた WATERS はある意味わかりにくい。使いにくいかもしれない。しかし、情報の利用者は誰か、が重要である。素人なら信号のような単純な表示がわかりやすい。けれども、流域・水質の情報を利用するであろう技術者は、少々わかりにくくても GIS の方が使いやすい。
- ・IWI をやめたのは、「流域」というのが大きすぎるという要因もある。流域で一指標を定めても、一般の方の興味の対象である「目の前の川」の評価にはなっていない。
- ・問題意識を高める段階では、流域単位での評価は重要である。しかし、意識が高くなったあとは、むしろすぐ近くの川に興味を持ってもらうことの方が重要である。
- ・GIS なら詳細な情報が整理できるので、流域よりももっと身近な情報が得られる。その情報を得るための操作は難しいが。
- ・一部の州では、ID を 8 桁 (全米で 2000 の流域) から 14 桁 (約 15000 の流域) まで増やして、より細かい流域分割を試行しているが、莫大な情報量になる。
- ・流域分割を増やすと、その分州に依頼するデータ収集が大変になる。カリフォルニア州やメリーランド州などは頑張っているが、地方の州では難しい。
- ・WATERS の担当は他の部署 (担当 : Mr. Tod Dabolt) なので、後日メールアドレスを教える。

(5) その他

- ・SYW のデータのリアルタイム更新はやっているか？
⇒ WATERS のデータは常に最新で、データが更新されれば WEB 情報もすぐ更新される。
⇒ 時系列データ提供という意味でのリアルタイム更新はやっていない。
⇒ SYW は DB にオラクル使っているので、データの更新は簡単。
- ・SYW などデータベースの構築、管理は誰が行っているか？

⇒EPA と外部委託の双方でやっている。

- SYW の利用者は？
⇒大都市、知識レベルが高い人などによく使われている。
- STORET は、州によってはデータを提供していない。あとで資料持ってくる。
- STORET の担当は他部署なので（担当：Lee Manning）、後日メールアドレスを教える。
- SYW の今後についての考えは
⇒来週、この点についてミーティングを開催する。
⇒ミーティングの結果は後日メールで報告する
- バージニア工科大学を訪問し、またシンポジウムにも参加した。バージニア州は流域管理施策が非常に進んでいると感じたがいかがか。他の州はどうか？
⇒バージニア州は非常に進んでいる。ワシントン DC の周りの州はとても良い。

3.2.2 Clean Water Act (CWA) (第 1 部) (Mr. Bill Painter)

(1) Technology-Based と Water Quality-Based

- 1972 年まで、Water Quality-Based (水域の水質を念頭においた水質規制) が中心であった。その後、Technology-Based (技術 (工場における排水処理技術) を念頭においた水質規制) が中心となり、現在は、水質と技術の両面から水質を規制している。
- Technology-Based
汚染源>汚染物質>(水域の水質) 水域の水質はあまり気にしない。
- Water Quality-Based
水域の水質>汚染物質>汚染源 結果としての水質をまず規制する。水質が汚いところを特定し、汚染源は何か調べる。

(2) Clean Water Act の規制対象 (Water of United States)

- ほとんどの地表水が入る。地下水は入らない。
- 汚染物質 (Pollutant) の定義はとても大切である。法規制のおよぶ範囲の定義となる。
- 点源の定義：
 - 人間がつくった水路であれば定義に入る。
 - Rolling Stock：トラックや貨車など Pollutant を運ぶもの
 - 家畜など動物に餌を与える施設
- CWA による規制の 3 条件：Water of United States (WUS) であること / Pollutant であること / WUS に排出されること
- 地下水に排出されても CWA は適用されない。しかし、地下水を経てすぐに地表水に出ることが、モニタリングやモデルで証明されれば、規制される場合がある。
- CWA Part I Technology-Based
70～80 年代は Technology-Based の規制のみであった。今はこれに WQ-based の管理も加えている。経済的・技術的なアプローチで決められ、同一業界 (繊維、鉄鋼...) では全国同一の規制値。
- CWA Part II WQ-based
ある工場の排出の水域が汚染されていれば、Technology-Based で定められる値よりも、より厳しい基準が適用される。
- 現在は WQ-based と Technology-Based の両面で規制している。

(3) Water Quality Standard (WQS)

- WQS の「釣りができること (fishable)」は、生息生物の保全も含めた広い概念である。(外来種は保全対象とはならない。むしろ害のあるものとして扱っている。)
- WQS は工場等の排出基準ではない。川などの水域の守るべき基準。
- WQS を定めるのは州である。州は WQS を EPA に報告し、EPA は不足などがあればやり直しを命じること、これに従わない場合は EPA が WQS を定める権限を持っている。
- 実際カリフォルニア州では有毒物質 (Toxic) を WQS に入れなかったため、EPA がその基準を定めた。

3.2.3 Clear Water Action Plan (Mr. John Wing Wilson)

(1) Clean Water Action Plan

- Clean Water Action Plan (CWAP) を策定した理由は？
 - ⇒ 1972 年に CWA が出た時点では、いろいろなことを目指したが、達成していない目標も多く、モニタリングすら満足にできていない状況である。
 - ⇒ Technology-Based の規制では全国的な基準を設定することが難しかった。
 - ⇒ シェラクラブなどの NGO が、Technology-Based ではなく WQ-based で規制すべきであると圧力をかけ、訴訟を起こした。これによってだいぶ状況が変わった。
- CWAP はクリントンの時代にはじめたものであるが、ブッシュになってだいぶ消極的になった。
- 正直に言えば、NGO の裁判への対応の一環で CWAP をつくった。
- 目的は 3 つ：
 - (1) 水質保護活動を多省庁間 (EPA、内務省、農業省など) で協調して実施する
 - (2) 小河川単位や工場単位ではなく、流域単位で行動する。
 - (3) 関連省庁 (農業省、NOAA、USGS など) も含め、追加財政支援を議会から獲得すること
- CWAP の実施に関して、EPA はかなりの予算をつけてもらった (CWA を実行するための予算)。水質管理に関連する他の省庁はそれほどでもなかったにも関わらず。
- 今は予算はカットされている。
- 資金の面では現在うまくいっていないが、他の目的はうまく達成できたと考えている。
- CWAP はまた、流域に根ざした NGOs と協働すること、情報を共有することも目指している。
- そこで National Watershed Forum in summer of 2001 が開催された。ここでは、行政と NGO が情報を共有し、連邦政府が NGO をバックアップする方法が提案された。(FORUM の要項集を頂いた)
- CWAP のもう一つの成果は、Watershed approach ができたこと。

(2) 「流域」のとらえ方

- 流域の定義は？
 - ⇒ 水理学上の流域、つまり集水域である。大きな流域から考えて、それをだんだん分割していく。一番細かくは、数マイル平方まで分割する。
- 下水道網が流域界を超えて整備されている場合、流域をどう捉えるか？
 - ⇒ この場合の流域の考え方は、違ってくる。

⇒計画に用いる流域と、規制に用いる流域は違うと考える。計画のための流域は、下水道を無視した自然流域、水理学的な流域でよい。規制のための流域は、下水道など人工的な要素も含めて流域界を定める必要がある。水質規制を考えるときは、後者である。

(3) 流域協議会

- ・州をまたぐ流域協議会も良く開かれているのか？
⇒今増えている。州によって考え方が違うから大変である。
⇒EPA がファシリテーターを斡旋している。

(4) WCAP の今後について

- ・上流の WQS が高いと、下流が迷惑なので、EPA は上流の WQS を低く改善させる。
- ・これまでは WQS が中心だったが、これからは流域の話が重要になる。
- ・80年代は Technology-Based、一業界に対して同一の規制で何とかなるといった。でも NGO の提訴により間違いであるとわかった。
- ・モニタリングもうまくいっていない。州がきちんと観測しているのは全水域中 30%程度である。そのうち基準超過 (Impaired Water) が半分ぐらい。今もそう。
- ・経済的にモニタリングネットを整備するのが重要である。
- ・305b list (Inventory Report、全水域の水質状況評価書) にモニタリング状況が記載されている。(Inventory Report をいただいた)
- ・WCAP はクリントンによるもので、ブッシュが同様に続けるとは限らない。ただ、流域で考えていくことは変わらない。
- ・ブッシュは「流域 Initiative」というのをやっている。
- ・ブッシュのモニタリング施策の2例：
 - (1) モニタリングの充実 (30%を増やす)
 - (2) EPA が州に対して適切なモニタリングのアドバイスをする。
- ・栄養塩類の基準については今後どう考えているか？
⇒303d リストに載っている 21000 の Impaired water のうち半分は栄養塩類が違反である。残りのほとんどは底質の違反 (底質がシルトで覆われること) である。
- ・現在 EPA は栄養塩の基準を定めている。DO のように簡単ではない。生態系にも配慮しなくてはならない。一部は公開されている (<http://www.epa.gov/OST>)。残りはまだ検討中。
- ・Nature Watershed Forum は、NGO は続けたがっているが、どうなるかわからない。地域的には色々やっている。

3.2.4 Clean Water Act (CWA) (第2部) (Mr. Bill Painter)

(1) WQS について

- ・想定利用 (Designated Use ; DU) は目指すべき利用形態、目標と考えればよい。
- ・DU は経済的な影響を考えて設定する。
- ・各種の DU はそれぞれ多数の Water Quality Criteria (WQC) を持つ。
- ・WQC は基準値 (濃度)、期間、頻度から構成される。
- ・DU のうち Human Health 関連 (Swimming / drinking / eating fish) は全国的に同じ基準値を用いている。人間への影響度合いは地域によって変化しない。

- aquatic life は対象とする生物によって色々違う基準値を持つ。基準値は、魚等の毒性試験（96 時間曝露 LC50 試験）などで定める。
- Human Health 関連の基準値は、疫学的方法で基準値を定める。腹痛で病院にきた患者に、海で泳いだか、どこの海で泳いだか、どの魚をどの程度食べたか、などを聞き、そのデータを蓄積していくことで基準値を定めることができる。
- もし違反していたら罰せられるか？
⇒誰も罰せられない。
- 汚染者負担の原則は、適用される場合と、そうでない場合がある。工場などでは適用される。下水処理場などの場合は処理場に負担はさせず、地方自治体、州などから改善のための補助金が出る。
- 面源の場合は、改善のための強制力はないが、改善のための援助資金を出すことはできる。

(2) Total Maximum Daily Loads

- Total Maximum Daily Loads (TMDLs) は汚染物質の収支 (Budget) である。
- TMDLs のアロケーションは様々な方法がとられる。これまでの実績、経済性などで定める。点源で 15 まで減らすのは難しいから 20 とする、そうすると自動的に面源は 35、などと定める。
- 現状の負荷を計算する必要はないし、計算しない。TMDL だけを決めて、適当にアロケーションする。
- 点源は EPA が規制する強制力をもっている。
- 面源については、EPA は強制力を持たない。しかし、面源も CWA の対象である。
- 面源を対象にしないのは、農家を規制しにくかったからである。農家の面源を CWA で規制することは今まで難しかった。というのも、この 20 年間はアメリカの農家は非常に破産 (Bankruptcy) などが多くて、排出量で見れば大規模な汚染源であるのに、厳しく規制することは政治的な側面からは難しかった。
- CWA では EPA 面源に対する強制力を持たないが、しかし面源負荷を計算して提示することはできる。それは重要なことである。

(3) モニタリング

- \$ 170Million (約 170 億) が CWA のための予算として設定される。EPA はこの一部を州に再配布する。州はこのお金を用いて、モニタリングや規制を行う。
- モニタリングは CWA のアキレス腱である。予算が切られると、まずモニタリングが減らされる。
- 洪水時のモニタリングはやっているのか？
⇒モニタリングの予定はかなり前からぎっしりと決まっており、いかなる天気でも予定通り調査する。洪水、渇水、何でも。それぞれ、どのような状態の時のデータであるか、ただそれだけである。
- 個人的な考え方であるが、我々の経験から、WQ-based にはあまり頼らない方がよいと考える。モニタリングのお金を十分につけられないなら、Technology-Based の方法をとるべきである。

(4) 再び TMDLs について

- TMDLs から撤退すると聞いたが、本当か？

⇒色々誤解されているが、91年にTMDLsが定められてから、以降今まで何も変わらず続いている。00年に修正案が出されたが、実質何も変わっていない。

- 日本だとBODで評価することが多い。米国では大腸菌などでもTMDLをやっているのか？

⇒底質、腸菌、栄養塩が303 dの3大違反なので、しぜんこれらのTMDLが多くなる。

WEBサイトに詳しく説明しているので、わからなければメールで質問してほしい

⇒なお、「底質」とはcobble embeddedness（礫間にシルトが堆積した状態）かどうかを判断することで、底質の有機分や有害物質という意味ではない。底質に関しては、WQCが定めにくいことから、WQCを持たない水域無いところが多い。

- 栄養塩は、現時点ではWQCがないから、TMDLsはつくりにくい。でも、許容負荷をつくることできる。
- EPAは州政府にtranslator mechanism（計算するための係数）を提供し、例えばリンの適切な濃度から、許容負荷を計算する。

(5) 今後の流域管理のあり方

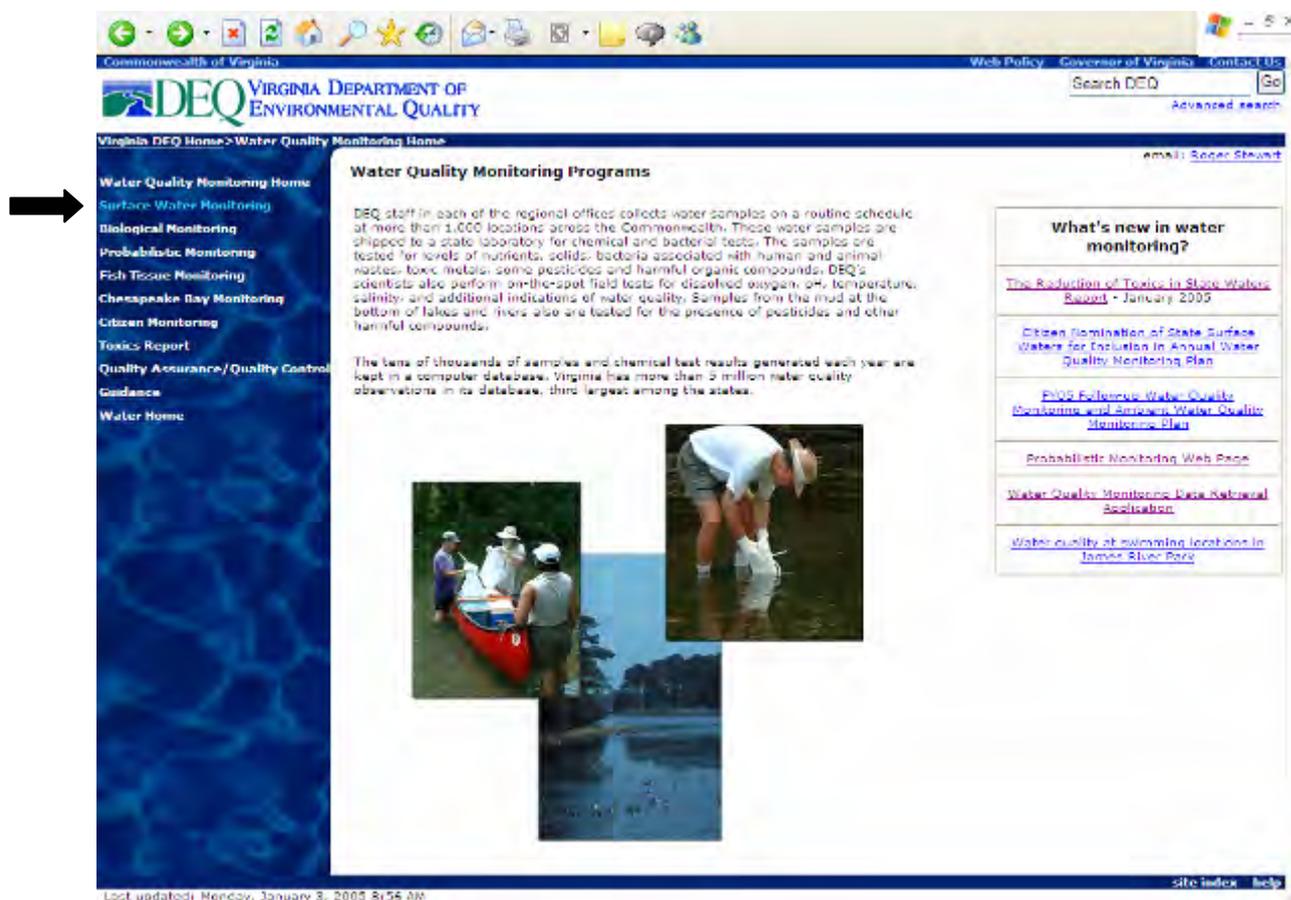
- EPAは、今までと違って、わかりにくい問題を扱わなければならない時代になってきている。
- Adaptive Managementこそが重要であると考えている。

4. 流域情報提供の事例

4.1 DEQ : 水質モニタリングプログラム

DEQ (Virginia Department of Environmental Quality) のウェブサイトにある水質データを開覧するには、以下の手順に従う。例として、フロイド郡のドッドクリークのウェブデータを手入手する方法を示すが、バージニア州内のどんな河川でも同じ方法で水質データを手入手できる。

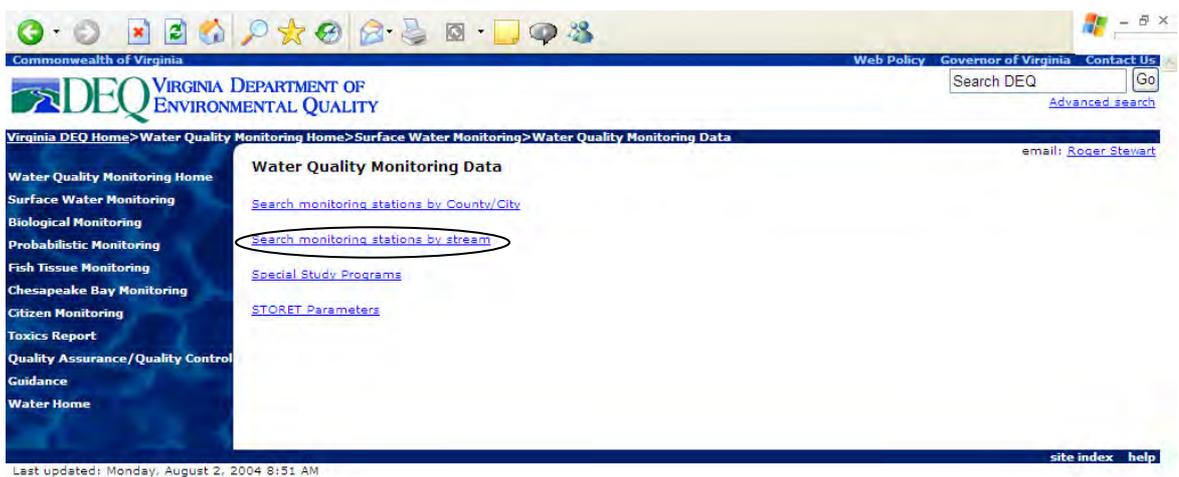
- (1) <http://www.deq.state.va.us/water/monitoring.html>に入る。
- (2) 左コラムの Surface Water Monitoring (表流水監視結果) をクリックする。



- (3) View DEQ's ambient monitoring data by Station (観測所毎のデータ閲覧) をクリックする。



(5) Search Monitoring Stations by County/City (郡／市毎に観測所の検索) をクリックする。



(6) Select County/City (郡／市の選択) ボックスの右側の矢印をクリックし、フロイド郡 (Floyd County) が見つかるまでリスト内をスクロールする。

(7) フロイド郡 (Floyd County) を選択したら、'Query (照会)' ボタンをクリックする。

(8) 'Station ID (観測地点識別番号)' をクリックし、水質情報を閲覧する。この例では、観測地点識別番号 9-DDD002.62 を選択した。これはドッドクリークの 696 号線橋に位置する。

(9) 大腸菌群のデータを閲覧するには、Chemical Parameter (化学物質パラメータ) ボックスまでスクロールダウンして、'Click here (ここをクリック)' のハイパーリンクをクリックする。

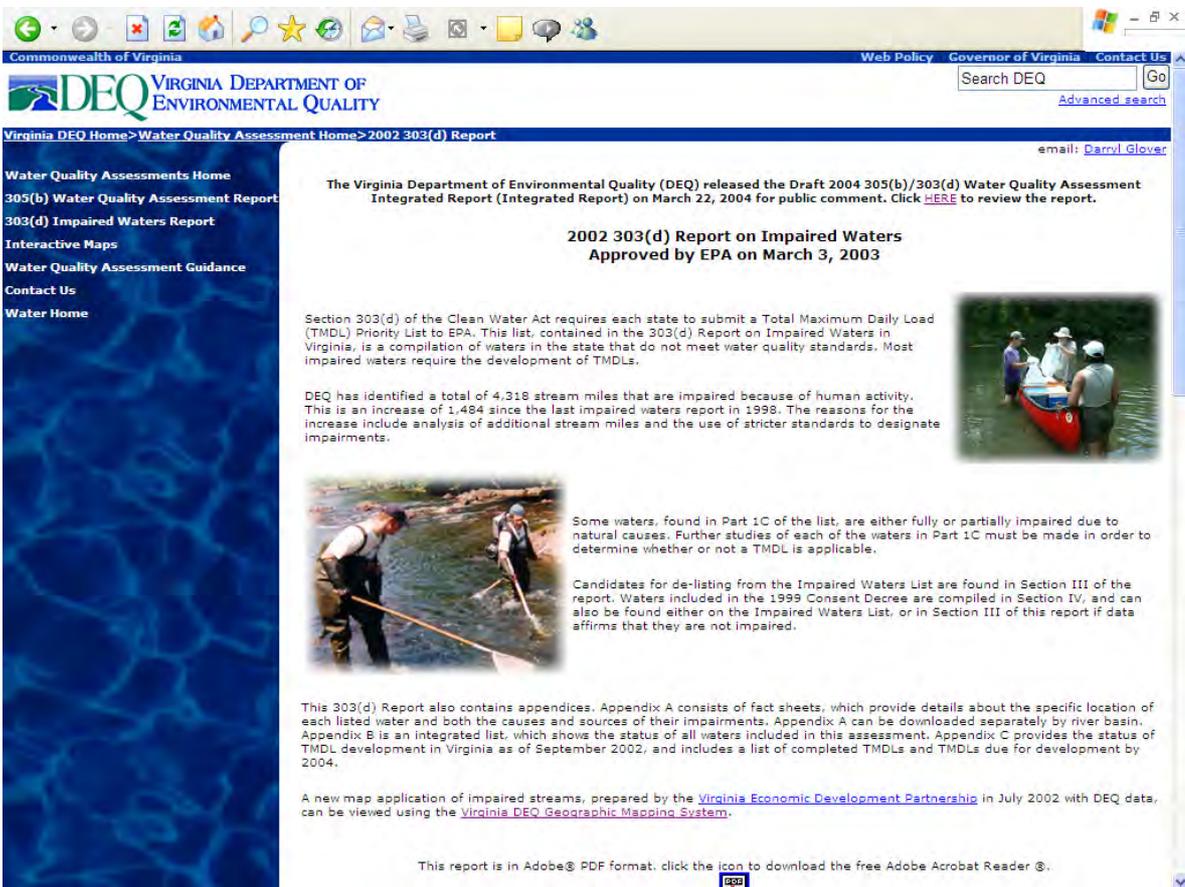
(10) 試験結果を見るには、Fecal Coliform (大腸菌) ボックスまでスクロールダウンして、'Click here (ここをクリック)' のハイパーリンクをクリックする。

- (11) 大腸菌群の試験結果は‘Value (値)’列の下に示される。この例では、4つの試験結果が示されている。1994年6月4日に収集されたサンプルは、1000という瞬間基準を満たしていないことに注意。
- (12) 同じ群内の他の観測地点のデータを見るには、‘Water Quality Monitoring Stations (水質観測地点)’画面 (ステップ5) に戻るまで、ページの下にある‘back (戻る)’ボタンを押す。他の観測地点のデータを見るにはステップ5からステップ8までの手順を行う。

4.2 DEQ : 地理環境地図作成システム

バージニア州には、一般市民がオンライン地図作成システムを用いて水質データを見ることが可能な新しい効果的なシステムがある。このパンフレットは、このシステムの使い方の例を段階的に示したものである。この例では、ロアノーク市に住んでいる市民が、ティンカークリークについての情報を調べている。この例と同じ方法を用いれば、誰でもバージニア州内の河川の水質データを閲覧することができる。

- (1) DEQ のホームページ <http://www.deq.state.va.us/water/303d.html> に入る。
- (2) 左コラムの Interactive Maps (対話式地図) をクリックする。



Commonwealth of Virginia

Web Policy Governor of Virginia Contact Us

Search DEQ [Advanced search](#)

Virginia DEQ Home > Water Quality Assessment Home > 2002 303(d) Report

email: [Daryl Glover](mailto:Daryl.Glover@deq.state.va.us)

Water Quality Assessments Home
305(b) Water Quality Assessment Report
303(d) Impaired Waters Report
Interactive Maps
Water Quality Assessment Guidance
Contact Us
Water Home

The Virginia Department of Environmental Quality (DEQ) released the Draft 2004 305(b)/303(d) Water Quality Assessment Integrated Report (Integrated Report) on March 22, 2004 for public comment. Click [HERE](#) to review the report.

**2002 303(d) Report on Impaired Waters
Approved by EPA on March 3, 2003**

Section 303(d) of the Clean Water Act requires each state to submit a Total Maximum Daily Load (TMDL) Priority List to EPA. This list, contained in the 303(d) Report on Impaired Waters in Virginia, is a compilation of waters in the state that do not meet water quality standards. Most impaired waters require the development of TMDLs.

DEQ has identified a total of 4,318 stream miles that are impaired because of human activity. This is an increase of 1,484 since the last impaired waters report in 1998. The reasons for the increase include analysis of additional stream miles and the use of stricter standards to designate impairments.

Some waters, found in Part 1C of the list, are either fully or partially impaired due to natural causes. Further studies of each of the waters in Part 1C must be made in order to determine whether or not a TMDL is applicable.

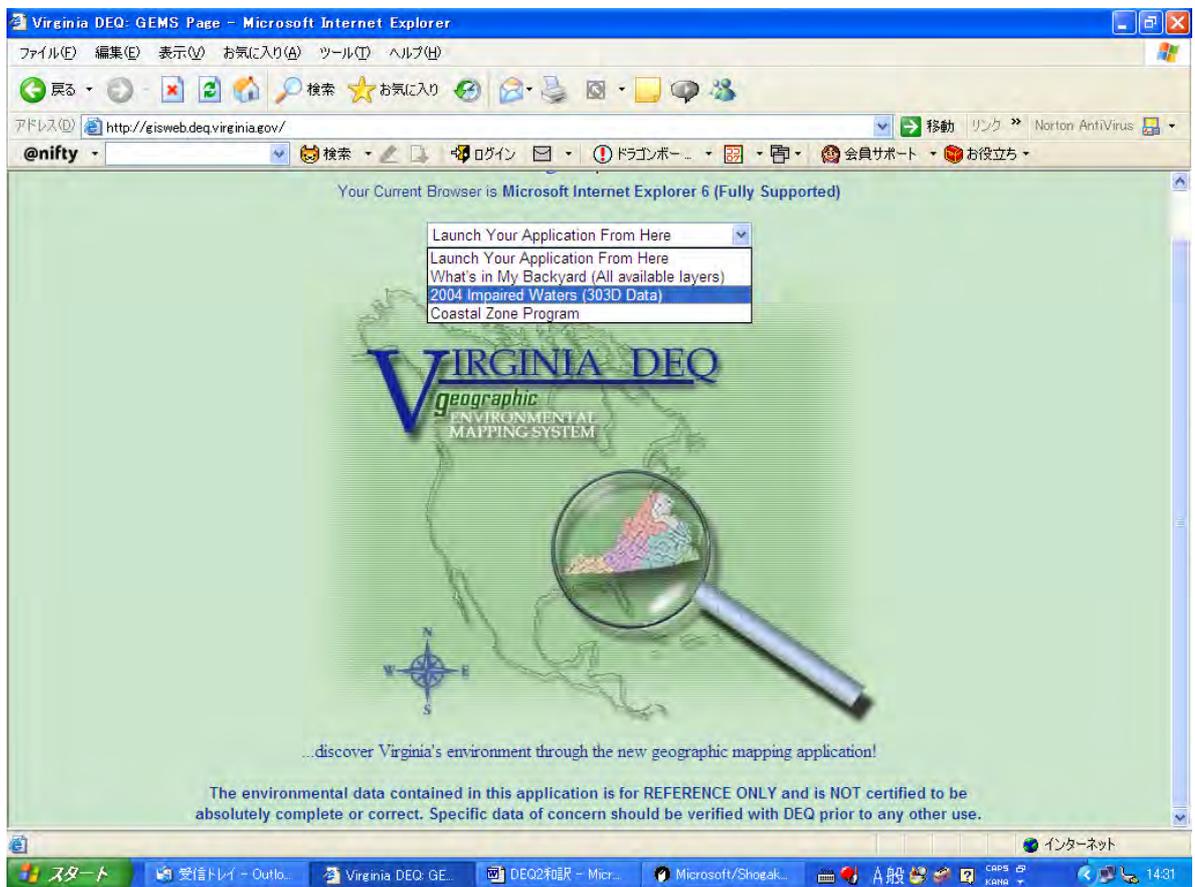
Candidates for de-listing from the Impaired Waters List are found in Section III of the report. Waters included in the 1999 Consent Decree are compiled in Section IV, and can also be found either on the Impaired Waters List, or in Section III of this report if data affirms that they are not impaired.

This 303(d) Report also contains appendices. Appendix A consists of fact sheets, which provide details about the specific location of each listed water and both the causes and sources of their impairments. Appendix A can be downloaded separately by river basin. Appendix B is an integrated list, which shows the status of all waters included in this assessment. Appendix C provides the status of TMDL development in Virginia as of September 2002, and includes a list of completed TMDLs and TMDLs due for development by 2004.

A new map application of impaired streams, prepared by the [Virginia Economic Development Partnership](#) in July 2002 with DEQ data, can be viewed using the [Virginia DEQ Geographic Mapping System](#).

This report is in Adobe® PDF format. click the  icon to download the free Adobe Acrobat Reader®.

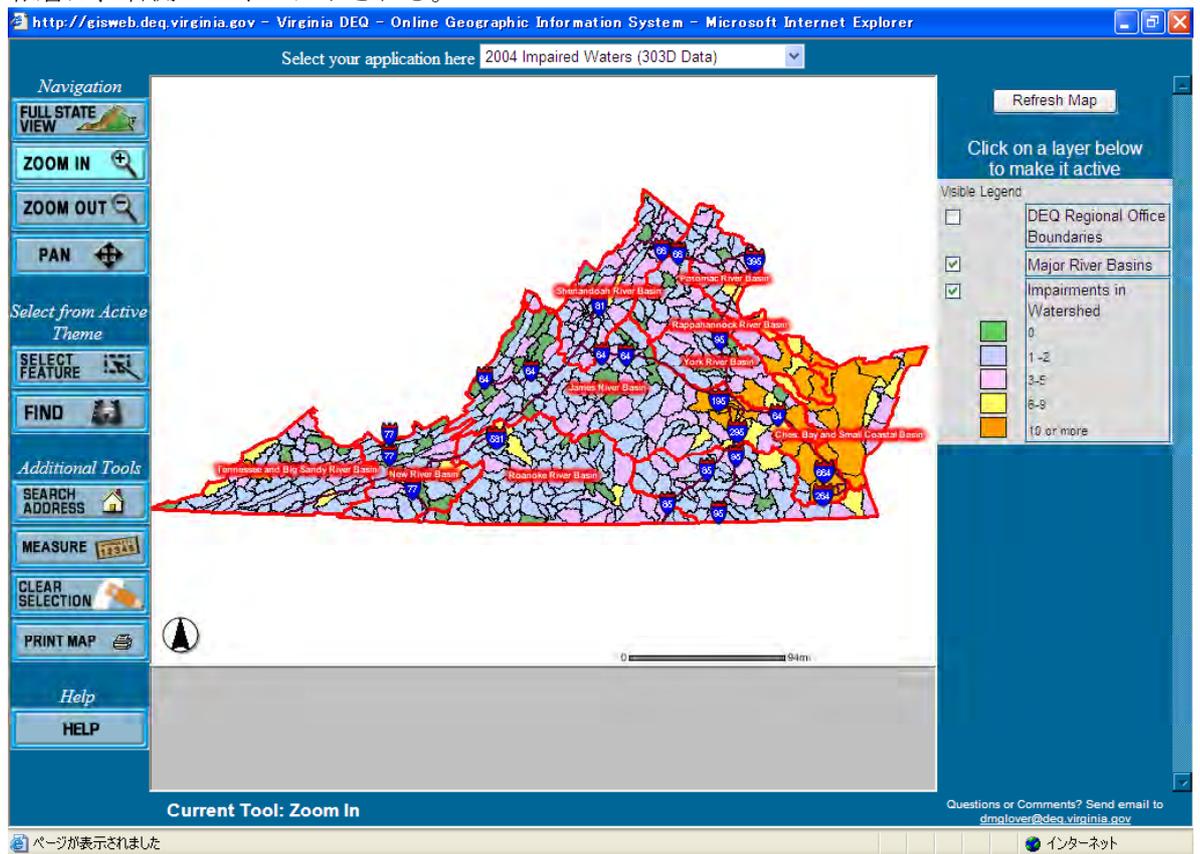
- (3) 以下の画面が現れたら、Launch Your Application From Here の右側の下向き矢印をクリックし、2004 Impaired Waters (303D Data) (水質基準に満たない水域) を選択する。



(4) Impaired Waters (水質基準に満たない水域) ボタンをクリックすると以下の画面が現れる。

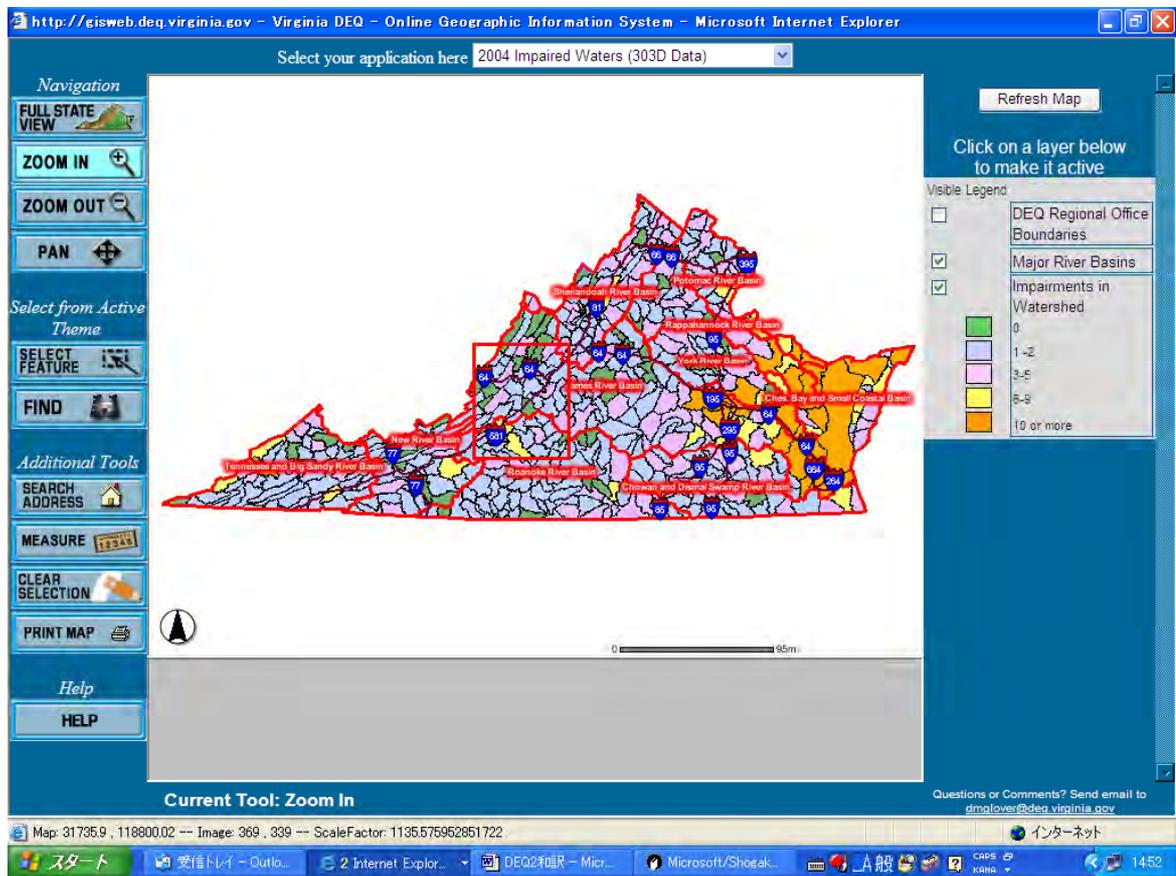
サイト (デフォルト) アクティブ移動ツールのエントリ項目では、‘ZOOM IN (拡大)’ ボタンが選択されている。左側のパネルを見るにはしばらく時間がかかる。これらの移動・選択ツールは地図作成セッション中に使うことができる。各ツールはその実行前に選択しなければならない (強調表示された薄青)。

更なる情報層を拡大して見ることも可能である。現行の縮尺で閲覧できるすべての情報層は、右側のパネルに示される。



この例ではティンカークリーク流域を用いた。ティンカークリークは Botetourt 郡およびロアノーク郡に位置する。ロアノーク郡は、郡の中でもっとも北に位置する郡で、青色で強調表示されている (ロアノーク流域)。

- (5) 調べたい地域（ここでは Botetourt 郡およびロアノーク郡地域）を拡大するには、下に示すように、マウスの左ボタンを押したまま、調べたい地域を囲む。調べたい河川に到達するまで拡大を繰り返す。地図を描き直す際には少し時間がかかる。



- (6) この例では、ティンカークリーク流域（次頁）で画像を拡大した。ここでは「アクティブにできる層」は7つあることに注目。Impaired Rivers and Streams（水質の悪い河川および水流）層はデフォルトのアクティブ層である。

層が見える状態にするには：層を表示するには四角い箱をクリックしてチェックマークをいれ、層を消すには四角い箱をクリックしてチェックマークを消す。

層をアクティブにするには：円でクリックすることにより円の中に点を入れたり消したりする。

以下は地図記号の限定キーである。（地図の凡例を全て示したリストは、‘Click to Show Legend（凡例を示すためにクリック）’をクリックして入手できる。層に戻るには‘Click to Show Layers（層を示すためにクリック）’ボタンをクリックする。）

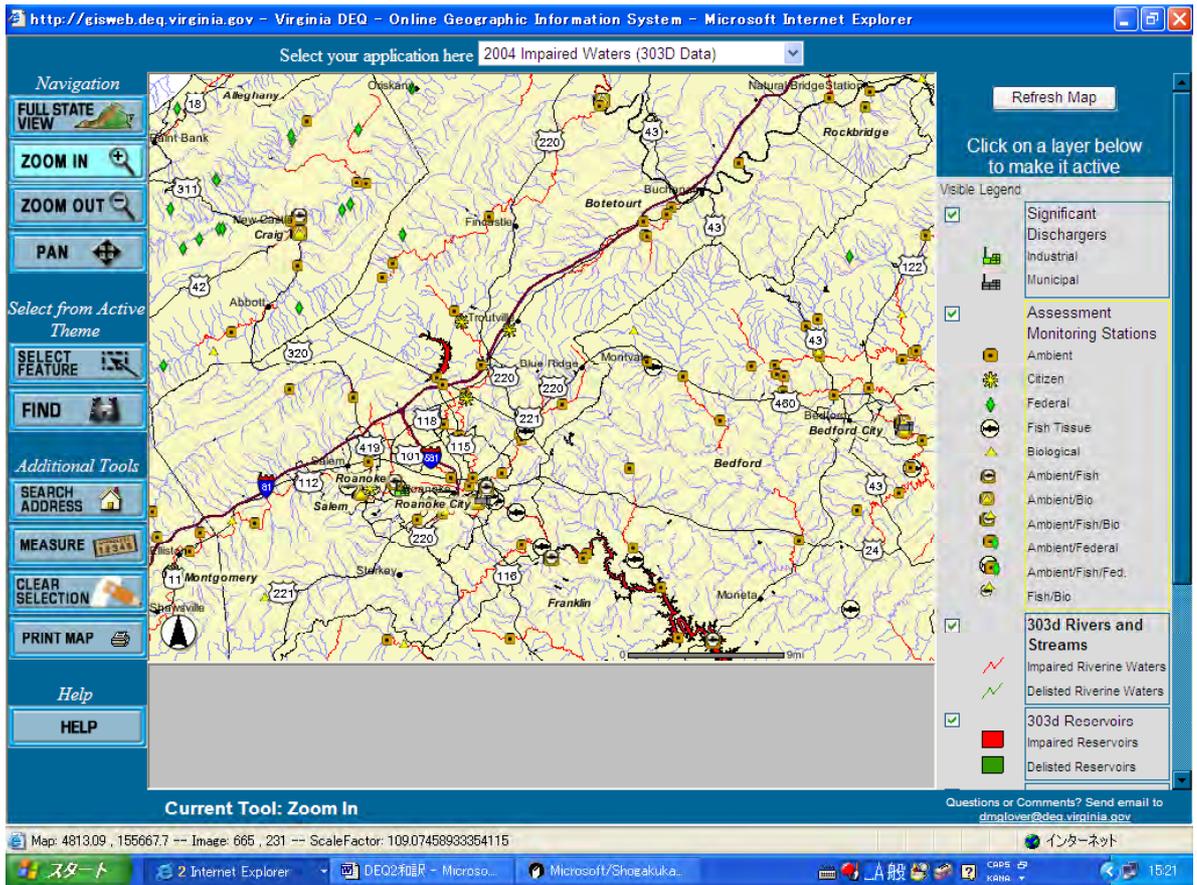
地図キー

茶色の丸＝DEQの観測地点

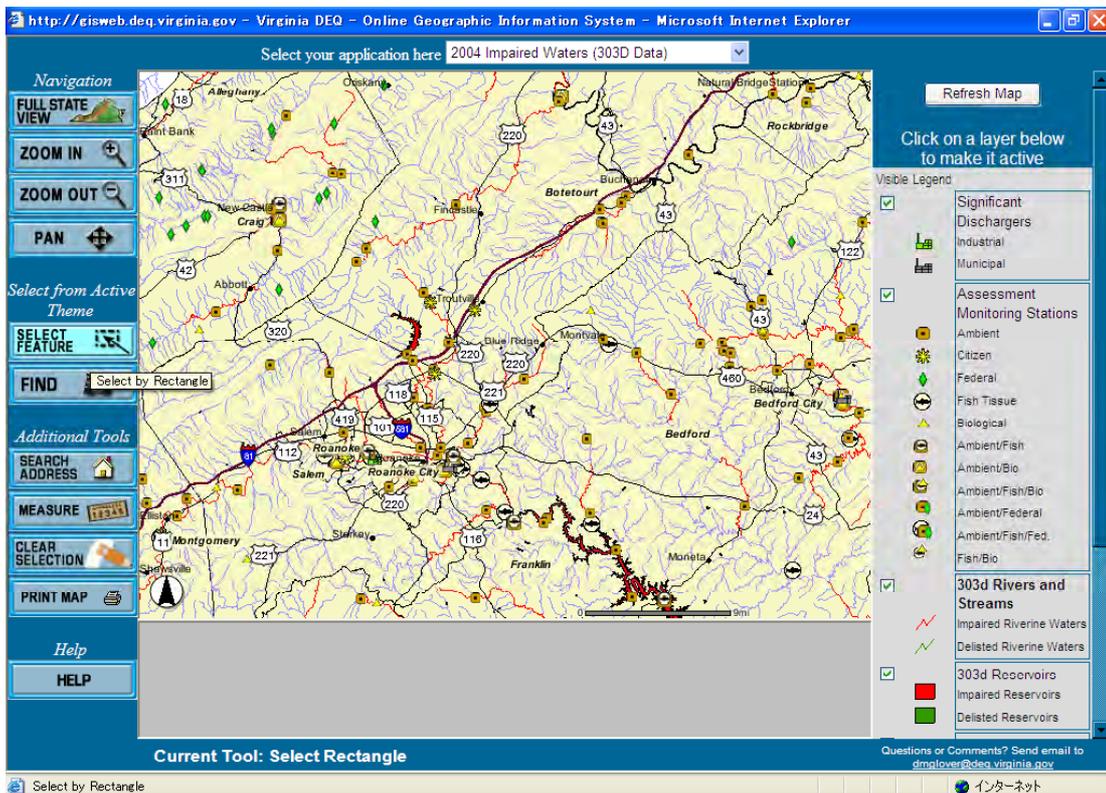
赤い線＝水質が悪い河川および水流

赤い湖＝水質が悪い湖

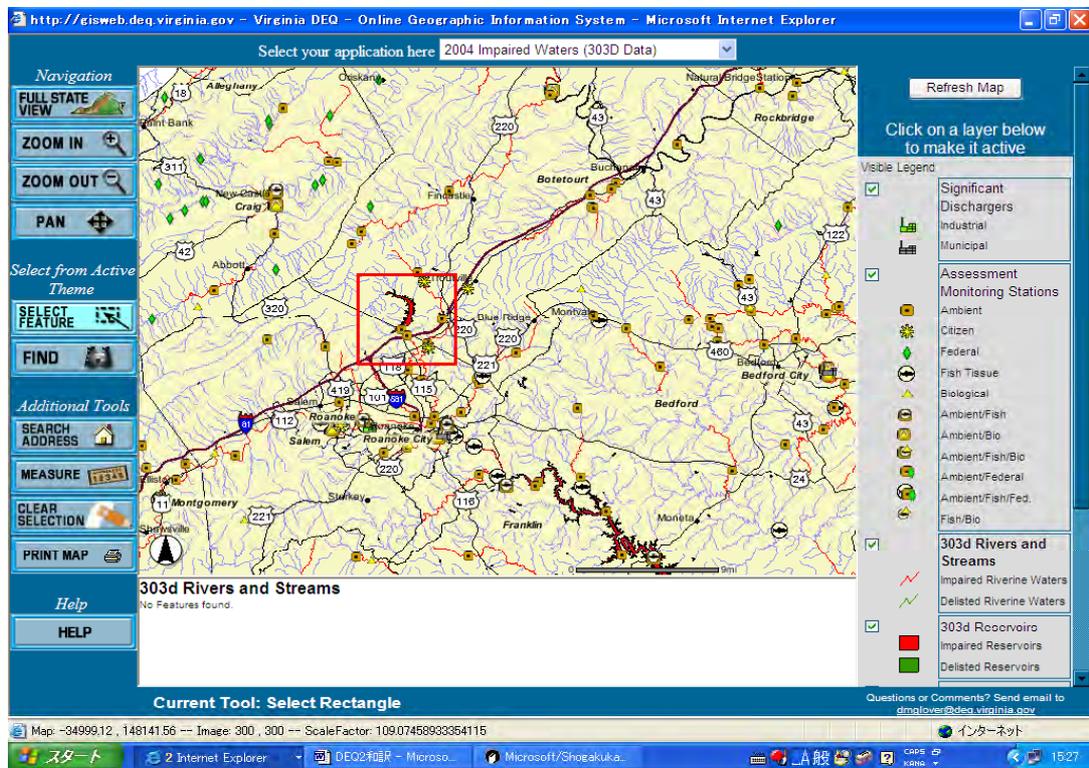
赤い河口＝水質が悪い河口



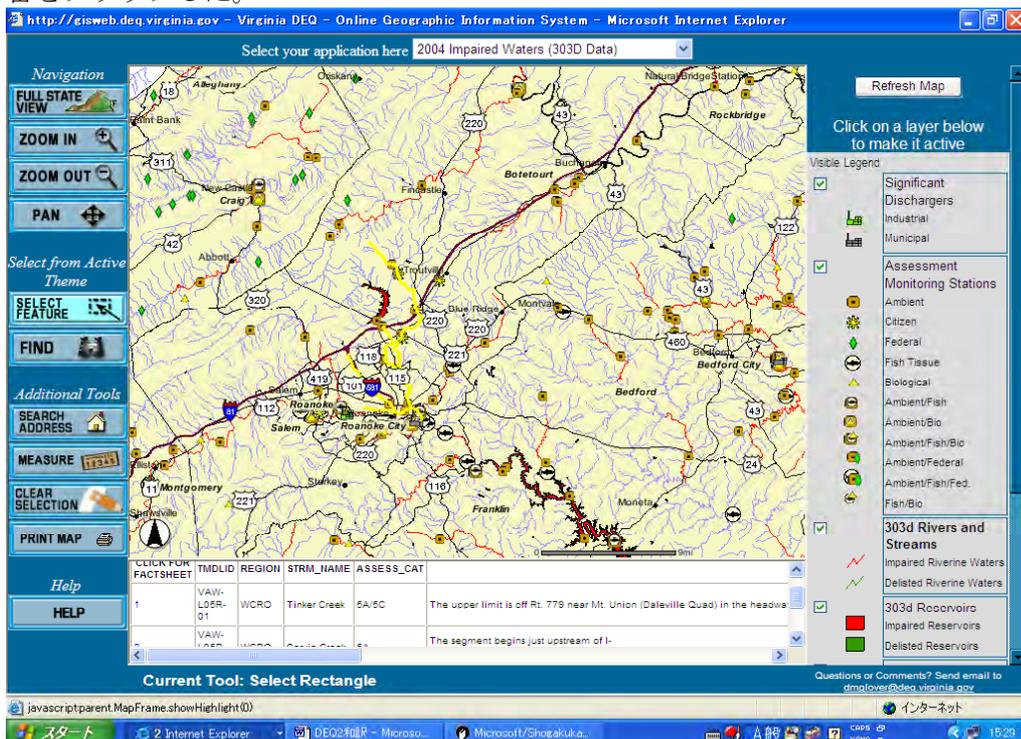
(7) ティンカークリーク流域の水質の悪い部分を表示するには、‘select feature (特性を選択)’ をクリックする。



- (8) 次に、マウスの左ボタンを押したまま、ティンカークリーク流域の上に箱をドラッグする。これにより、この流域における水質の悪い水流が全て選択される。



- (9) 水質の悪い水域の知りたい部分の概況を表示するには、知りたい水流が見つかるまで下の箱の中をスクロールする。この例では、ティンカークリークの概況を説明する 1 番をクリックした。



- (10) 概況報告を読むかコピーを印刷してからウィンドウを閉じれば、流域の他の概況報告を表示できる。

303d FactSheet - Microsoft Internet Explorer

アドレス http://gisweb.deq.virginia.gov/deqims/factsheet2004.cfm?tmdlid=VAW-L05R-01

DEQ
VIRGINIA DEPARTMENT OF ENVIRONMENTAL QUALITY

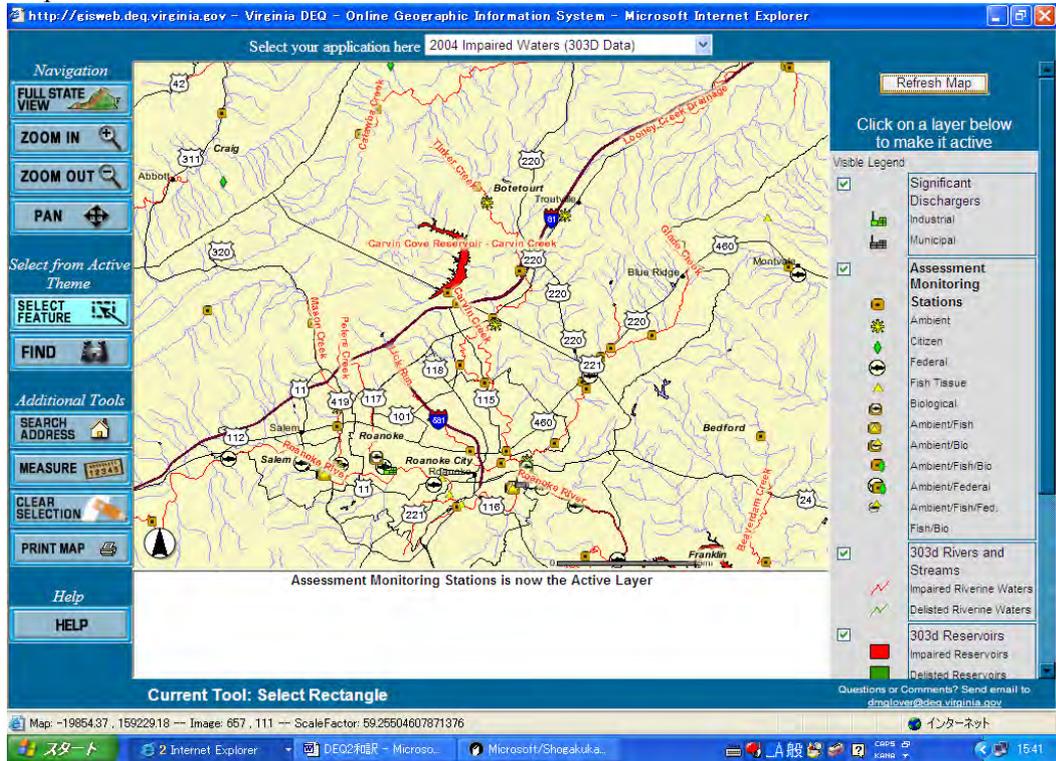
2004 Fact Sheets for Category 5 Waters

RIVER BASIN:	Roanoke/Yadkin River Basins		
CITY/COUNTY:	Botetourt, Roanoke, Roanoke City		
STREAM NAME:	Tinker Creek		
HYDROLOGIC UNIT:	03010101		
TMDL ID:	VAW-L05R-01		
ASSESSMENT CATEGORY:	5A/5C		
SEGMENT SIZE:	19.38 - Miles		
INITIAL LISTING:	1996	TMDL SCHEDULE:	2004
UPSTREAM LIMIT:			
DESCRIPTION:	Tinker Cr. headwaters off Rt. 779		
RIVER MILE:	19.38		
LATITUDE:	37.4477777778	LONGITUDE:	-79.9725
DOWNSTREAM LIMIT:			

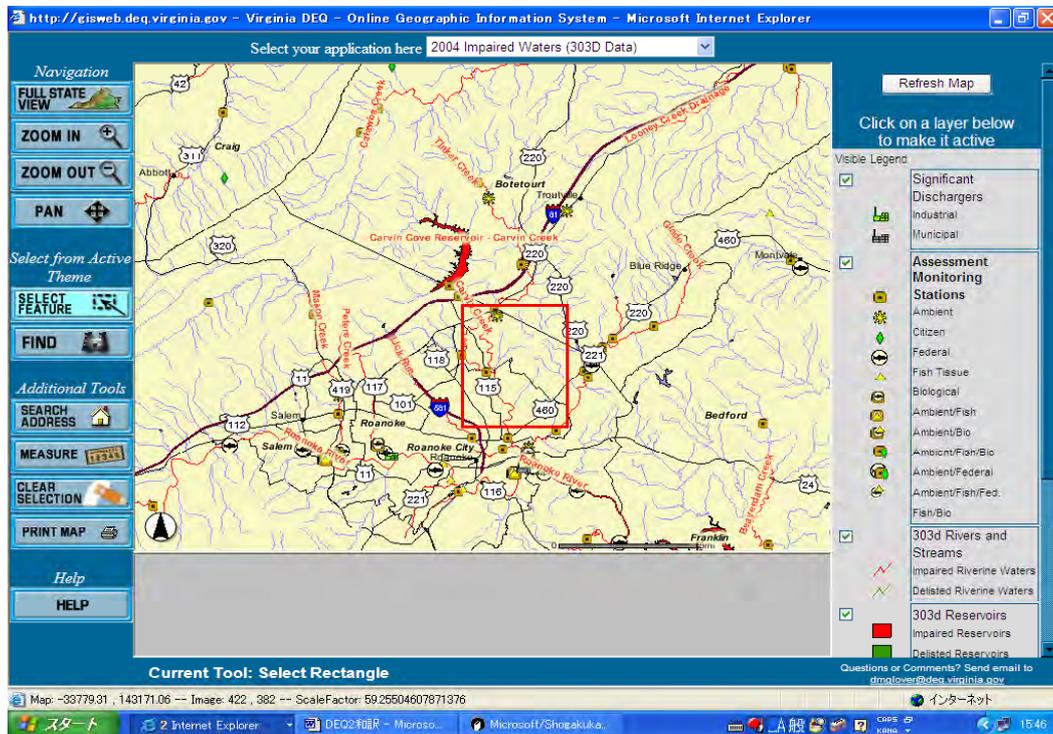
ページが表示されました

スタート | 3 Internet Explorer | DEQ2特設 - Microso... | Microsoft/Shoekuka... | 15:04

- (11) この流域の水質監視データを閲覧するには、アクティブ層を観測所に変え、‘Refresh Map (地図を新しくする)’ボタンをクリックする。



次に、マウスの左ボタンを押したまま、ティンカークリーク流域を四角で囲う。これにより、選択ボックスの中の観測所が全て選択される。



- (12) 各観測所の水質情報を閲覧するには、知りたい観測所が見つかるまで下の箱の中をスクロールする。この例では、ティンカークリークの 9.30 マイル地点の水質観測所を表示する 3 番をクリックした。

The screenshot shows the Virginia DEQ Online Geographic Information System interface. The map displays the Roanoke River Basin with various monitoring stations marked. A table at the bottom of the map area lists the following data:

Record Number	STATION	DECLAT	DECLONG	REGION	MAPSTATYPE	STREAM	Basin_NAME	MAP
1	4ACRV000 28	37.320933	-79.934444	WCRO	A	Carvin Cr.	Roanoke River Basin	roanok
2	4ACRV001 38	37.330002	-79.950463	WCRO	A	Carvin Cr.	Roanoke River Basin	roanok
3	4ATKR009 30	37.365833	-79.928444	WCRO	A	Tinker Cr.	Roanoke River Basin	roanok
4	4ATKR-1-SOS	37.3524	-79.9288	WCRO	C	Tinker Cr.	Roanoke River Basin	roanok

The third record (4ATKR009 30) is highlighted in blue, indicating it is the selected station. The interface also includes navigation tools, a legend, and a search bar.

- (13) 水質データを閲覧するには、‘Chemical Parameters（化学物質パラメーター）’ボックスまでスクロールダウンし、‘Click here（ここをクリック）’のハイパーリンクをクリックする。

- (14) ティンカークリークの水質情報を閲覧するには、Fecal Coliform（大腸菌）ボックスまでスクロールダウンし、‘Click here（ここをクリック）’のハイパーリンクをクリックして結果を見る。

- (15) 大腸菌の試験結果は‘Value（値）’列の下に示される。サンプルは 1000CFU を越えており、バージニア州の瞬間水質基準を満たしていない。

4.3 Virginia Tech 地理空間情報技術センター

地理空間情報技術センター (Center for Geospatial Information Technology (CGIT)) は、バージニア工科大学にあり、多くの学問分野にまたがる全大学的な新しい総合施設である。ここでは、地理情報システム (GIS) および全地球測位システム (GPS) に関する研究を行っている。GIS は「コンピュータによる地図作成」以上のものであり、記憶・検索・地図作成・地理データの解析に用いるハードウェアとソフトウェアを包括したシステムである。GIS に関するデータを収集するのに使われる主要なツールは GPS である。GPS では、地球の周囲にちりばめられた人工衛星により、ユーザは地上の位置を三角測量することができる。

CGIT とは

CGIT は、空間分析、リスク評価、意思決定支援、地図作成、プログラミング等の専門知識を提供する学部会員および研究準会員から成り立っており、研究プロジェクトに関するバージニア工科大学の他の学部、研究センター、州機関、または外部の協力者とも協力し合っている。CGIT に参加している研究所や学部は以下の通りである。

農業および生命科学：作物土壌環境科学、昆虫学

建築および都市研究：景観設計、都市問題と都市計画

工学：大気圏および宇宙空間、生物学システム、土木工学および環境工学、電子工学およびコンピュータ、採鉱および鉱物

自然資源：リモートセンシング環境アプリケーションセンター、保全管理研究所、漁業および野生生物、林学、地理学

科学：生物学、地質学

獣医学

バージニア工科大学図書館

CGIT はバージニア州ブラックバーグとアレキサンドリアに職員と施設があり、バージニア工科大学情報技術国際研究所 (Virginia Tech International Institute for Information Technology) と提携している。

CGIT が行っていること

研究、授業、奉仕活動の一部として地理空間情報技術を使ったり、あるいは専門的に扱っているバージニア工科大学の学部および職員にとって、CGIT はその中心となるものである。CGIT は、バージニア州と国家における重要な研究問題の解決に向けて、最新かつ最適な地理空間情報技術ツールを利用して協力に努めている。CGIT の中心的な研究分野は以下

の通りである。

- 環境管理
- スマートグロース
- ホームランドセキュリティー
- 輸送／インフラストラクチャー
- 公衆衛生
- 無線通信

何が提供できるのか

経験と専門知識

CGIT の学部会員および研究準会員は、地理空間情報技術を利用した幅広い分野の専門知識を持っている。過去数年間、学部会員は、外部の研究基金から 300 万ドル以上を受け取ってきた。プロジェクトの範囲は、マイマイガの発生拡大、炭鉱再生利用、流域水質、流域管理者に対するインターネットの空間決定支援システム等、環境問題を扱ったアプリケーションから、無線電気通信システムの設計等のインフラ問題を扱ったアプリケーション、または、地雷撤去作戦のための地雷地形や地震リスク評価等の危険評価問題まで及んでいる。この経験は、以下の協力者と共同で行ってきたプロジェクトを通じて構築されたものである。

- Autodesk
- 環境システム調査研究所 (ESRI)
- アメリカ航空宇宙局 (NASA)
- 米国科学財団 (NSF)
- Trimble
- 農務省森林局
- エネルギー省 (DOE)
- 環境保護庁 (EPA)
- 米国地質調査所 (USGS)
- バージニア州イノベティブテクノロジーセンター
- バージニア州森林省
- バージニア州運輸省 (VDOT)

- バージニア州宇宙補助金共同事業体
- バージニア州警察

職員

CGITは研究総合施設として、GISおよびGPSの研究を支援する職員と施設を有している。ブラックバーグのバージニア工科大学本部にある事務所と、北部バージニアのアレキサンドリアの施設において、CGITは協力者と共にバージニア州全土にわたる仕事をしている。研究準会員や大学院生といったCGITの職員は、地形モデル化、ネットワーク解析、インターネットベースのGISアプリケーション等、地理空間アプリケーションに関する専門知識を提供することで研究を支援している。職員はさらに、CGITのウェブサイトWWW.CGIT.VT.EDUの管理も行っている。CGITのウェブサイトでは、CGIT、過去の研究プロジェクト、学部に関する情報を提供したり、最新のGISおよびGPSにリンクすることができる。

施設

CGITと学部会員は、地理空間情報技術に関するプロジェクトのために、最新施設へのアクセスを提供している。CGITは、データの入手・解析・蓄積・引渡し、ソフトウェア開発、およびインターネットベースのGISホスティングに使用する専用のコンピュータ、GPS設備、および多重サーバを有している。学部会員は、大型フォーマットスキャナ、測量グレードGPS設備、先進的写真測量設備等の追加的資源へのアクセスを提供している。さらにCGITは、GPS信号シミュレーションや3次元仮想環境等の最先端のテクノロジーへのアクセスを提供するため、バージニア工科大学の他の学部やセンターとも提携している。

4.4 バージニア州猟獣内陸漁業省 (VDGIF) バージニア州魚類野生生物情報サービス

VDGIF の野生生物データベースシステムがリエンジニアリングされた (www.dgif.state.va.us)。このシステムは、政府機関に属する生物学者には 1984 年から、またモデムダイヤルインによる加入者には 1994 年から利用できるものであったが、今回、新しいソフトウェアに移行され、ユーザインタフェースが更新され、機能が向上した。ビジターと加入者の両方が、ウェブを通して簡単にアクセスできるようになった。ウェブサイトのメインページから、**Wildlife**、次に **Wildlife Information & Mapping Services**、そして **Wildlife Information Online Service** を選択する。

登録されたユーザは、次の 4 つのオプションを利用することができる。

種の情報—バージニア州に生息する 3,000 以上もの魚類や野生生物の種について、その生活史、分布、生息地群集などの情報を見ることができ、選択された郡・区域・流域に生息する種のリストが作成される。

地理検索—中心点と半径を選択すると、選択された地域に生息する野生生物資源の報告が作成される。中心点の選択は、地図を利用するか、座標を入れるか、USGS の地名データベースから選択して行う。

データベース検索—種または地域毎に、関係する 9 つのデータベースの一部または全部を照会し、データベース記録の報告書を作成する。

ヘルプ—VAFWIS の使用に関するユーザマニュアル、チュートリアル、ヘルプ文書を提供する。

種の分布、種の生息、および地理検索地域に関する**地図**は、表示したり印刷したりすることが可能である。地図のオプションに含まれるものは、ポイントアンドクリックの位置選択、拡大と縮小、マスの生息する川と障害物といったデータ層を追加したり削除したりするオプション、さまざまな基底層のタイプ、地図の大きさを変えるオプションである。

データベースに含まれるものは、科学研究者や政府機関の生物学者によって報告された記録、州全体にわたる魚類・鳥類・爬虫類の調査書、群体鳥類調査書、連邦および州の鳥類監視データベース、州全体にわたる低温水流調査書（マスの生息する川を含む）、絶滅の危機にある種の生息する水域の調査書、遡上性魚類の回遊の障害物等である。

ユーザが地理検索を実行すると、これらのデータベース**全て**が照会される。しかし、カスタマイズされたデータ検索では、データベースの照会は別個的に行われる。

州レベルの**絶滅危惧種の規制機関**として、猟獣内陸漁業省は、バージニア州の絶滅危惧種と全ての野生生物に対する管理責任を負っている。したがって、猟獣内陸漁業省は、それらの主がどこに生息するのかを把握しておかなければならず、また、このシステムは我々がこれらの場所をどのように管理しているのかを示すものである。このシステムは、バー

ジョージア州の野生生物に関する**最新かつ総合的**な情報を提供するものであり、野生生物への潜在的な影響に関するプロジェクトにおいてVDGIFとの調整を非常に容易にするものである。

5. ヴァージニア州北部オコクワン(Occoquan)流域視察

ワシントン D.C. から「インターステート 66」を經由して西へ約 50km、車で 1 時間ほどのマナサス (Manassas、図 5.1) という町を 10 月 11 日に訪れ、周辺にある V T オコクワン流域モニタリング施設、雨水排水負荷削減施設、上流オコクワン下水処理施設 (Upper Occoquan Sewage Authority) を視察した。マナサスの人口は十数万人、もともとは農業の町であったが、最近ではワシントン D.C. のベッドタウンとしての開発が進んでいる。

ちなみにここマナサスは、南北戦争 (1861~1865 年) 最大の激戦地でもあったところである⁴⁾。

(1) オコクワン流域の概要

オコクワン流域は、6 つの行政区域 (Fairfax 郡、Prince William 郡、Loudoun 郡、Fauquier 郡、マナサス (Manassas) 市、マナサス公園) 内に位置する。流域の水路や河川は、75 万以上の世帯 (Hirschman & Roth, 1991) に飲料水を供給するオコクワン貯水池 (Occoquan reservoir) に流入している。1960 年代の後半には、人口増加によって飲料水の保全があやうくなるだろうと認識されていた。そこで各地方政府は協調して人口の飲料水に対する影響を減少させる試みをはじめた。下水処理場が高度処理施設に更新され、そして 1982 年には地方行政が北ヴァージニア計画委員会 (the Northern Virginia planning District Commission: NVPDC) とともに、オコクワン流域ノンポイント汚濁管理計画を策定した。

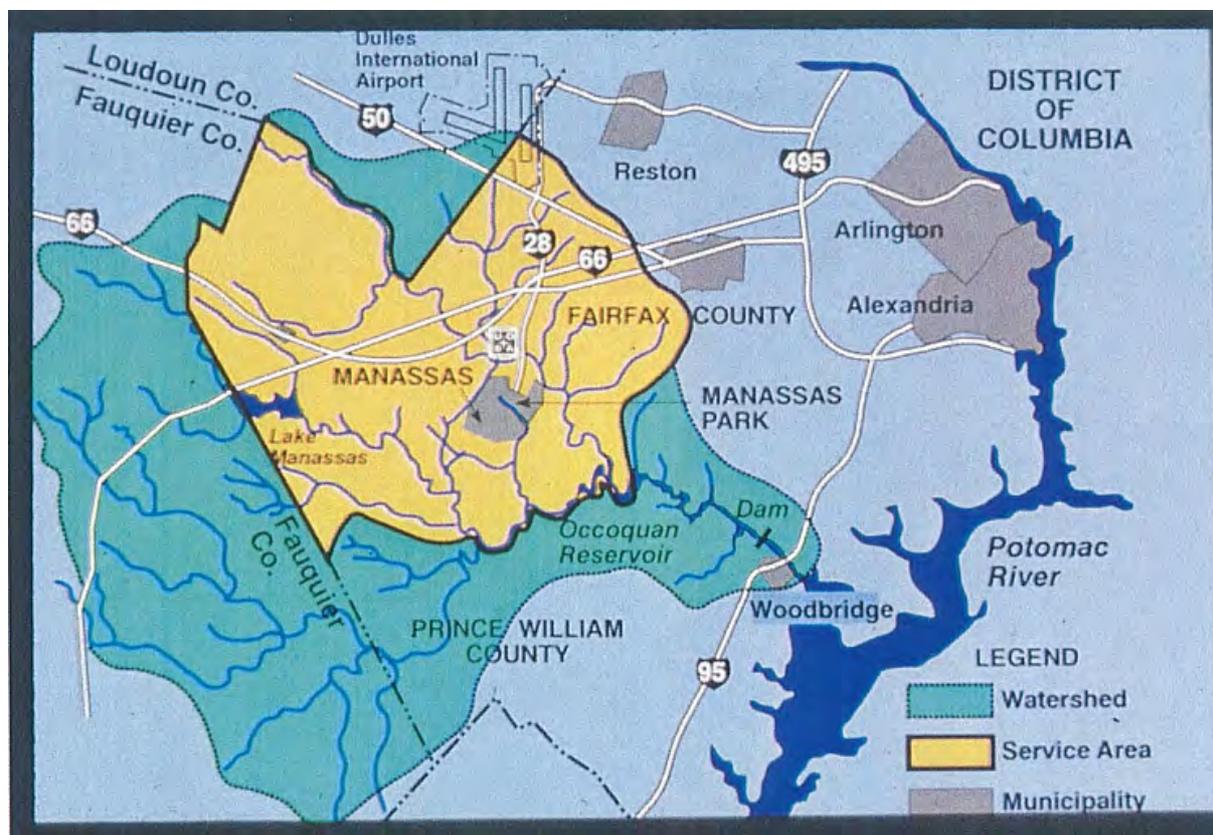


図 5.1 ワシントン D.C. 近郊のマナサス位置図

この計画の目的は次のように示されている。

- 計画の活動を監督するオコクワン行政会議を設置する。会議はそれぞれの地方行政の代表者、流域内の4つの Storm Water Conservation 地区の代表者、そして NVPDC の代表者からなるものである。
- 地方行政がノンポイント汚濁管理を総合計画に含めるための改定の支援
- ゾーニング、区画割り、地点の再検討、浸食や堆積、そして雨天時流出水の管理に関する法令の改正する際に地方行政を支援する。
- BMP の形状、構造、維持に関する技術的支援をすることによって、そして提案された BMPs を再検討することによって、BMP の利用を促進する。

(2) VTオコクワン流域モニタリング施設 (VT Occoquan Watershed Monitoring Laboratory)

この施設は、周辺のおコクワン流域 (Occoquan Watershed、図-4の緑色着色部分) のモニタリングを中心に行うための施設で、1972年に創設された。30年を経過した現在、環境エンジニアや現場の専門家、分析の専門家など、14名のスタッフからなり、1.3百万ドル(約143百万円)の予算で運営している。

各種の物理、化学、生物、水質実験・分析設備や現場用のボート、サンプリング装置なども備えてあり、ブラックスバーグにあるVT本部と連携しながら、次に示すような流域の水環境管理に関する業務を行っている(写真-5.1~4)。

- ・ 排水の利用と飲用水の供給が競合する流域のための管理技術
- ・ 面源負荷および市街地負荷対策のための技術的な評価
- ・ 流域における水質構成要素の挙動を追跡するモデルの開発 など



写真 5.1 施設説明の様子

本施設で働く左端ポスト氏と説明するゴレ氏



写真 5.2 実験・分析室内の様子



写真 5.3 出動を待つボート



写真 5.4 流域で獲れた自慢の魚

(3) 雨水排水負荷削減施設

市街地負荷対策の事例として、マナサス近郊の新興住宅地からの雨水排水を、礫間を通過させる過程で夾雑物などを除くことによって、負荷を軽減させた後に川に排水する施設を視察した。

この施設は完成したばかりで、まだほとんど稼働していない。自然流下式で、3段階式（ジャカゴ）となっている。施設の規模は、幅約10～20m、長さ約100m、段差の高さ約1m（写真－5.5～11）。礫の1つの大きさは大体20cm程度。



写真 5.5 施設の全景（左から右側に向けて流下する）



写真 5.6 施設入口



写真 5.7 2段目の様子



写真 5.8 最終段の様子（上流方向）



写真 5.9 最終段の様子（緑色の部分が川への排出口）



写真 5.10 雨水は奥から手前の川に排出される



写真 5.11 処理対象となる新興住宅の様子

降雨時の水域への直接流出を抑制する市街地負荷対策として、この他にも、堰で一旦受けて貯留させた後に越流させるタイプや、透水性舗装によって浸透させるタイプなどの事例もある。

但し、水辺が増えることによって、新たな問題を引き起こすこともありうるので留意する必要がある（写真－5.12、13）。

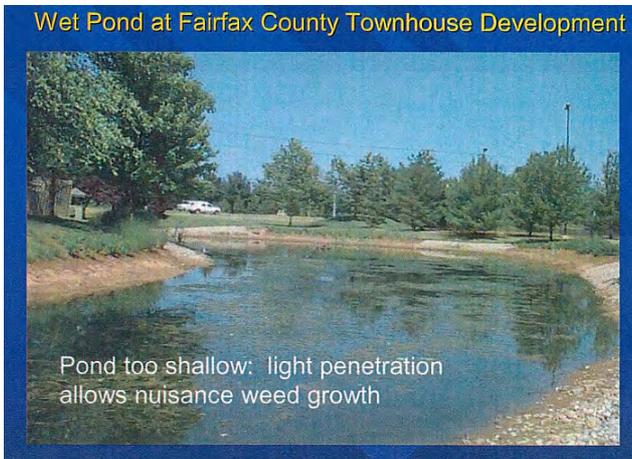


写真 5.12 滞水池の失敗例

浅すぎて太陽光が底まで届いて藻が大量発生してしまった



写真 5.13 水辺にやってきた水鳥

排泄物が汚染源になる、清掃も必要

(4) 下水処理施設

本施設の現有処理能力は32百万ガロン/日（約120千 m^3 /日、札幌市人口約180万人の現有下水処理施設能力約1,000千 m^3 /日の約8分の1）、将来処理能力は54百万ガロン/日（約200千 m^3 /日）である。

この処理施設では、通常の活性汚泥法に加え、処理水を水道水として供給するための高度処理を実施しているのが特徴であり、ここでは、カルシウム除去処理とイオン交換処理を中心に行っている（写真-32～37）。水処理施設（最初沈殿池、活性汚泥反応タンク、最終沈殿池）は上部オープンで、この地域がそれほど寒冷な地域ではないことがうかがわれる。処理時間は約24時間で、その後、放流水は貯留池（retention time 15日）をへて、下流のオコクワン貯水池にいたる。処理水が水道水として使われるまでに約60日間を要する。（写真-5.14～22）。



写真 5.14 Upper Occoquan Sewage Authority 鳥瞰図

手前が処理施設群、中央四角の建物が管理棟、奥が処理水貯留池



写真 5.15 施設概要の説明



写真 5.16 管理棟最上階にある中央操作室での説明



写真 5.17 反応タンク（中央四角の池）と最終沈殿池（左）



写真 5.18 最終沈殿池（中央）と高度処理施設棟（左）

手前の空の最終沈殿池は、冬を前に点検整備中



写真 5.19 最終沈殿池排出（スケール付着）状況

この後、高度処理施設へ、



写真 5.20 処理水放流状況

見学者に放流状況を見せるのは珍しい。この後、貯留池へ



写真 5.21 処理水貯留池

この先に広大な貯留池が広がる



写真 5.22 マナサスにあるVTモニタリング施設前で

次ページ以降に訪問先でうけた講演時の配布資料を添付する。

訪問先	講演タイトル	ページ
ヴァージニア大学オコクワン川 流域モニタリング施設	オコクワン川流域と本施設の概要	68
Occoquan Watershed Monitoring Laboratory, Department of Civil and Environmental Engineering, Virginia Tech	Introduction to the Occoquan Watershed and the Occoquan Watershed Monitoring Laboratory	
オコカン川上流域下水道公社 UOSA: Upper Occoquan Sewage Authority	UOSA の概要	118



Occoquan Watershed
Monitoring Laboratory



Department of Civil and
Environmental Engineering



Occoquan Watershed
Monitoring Laboratory



Department of Civil and
Environmental Engineering

Introduction to the Occoquan Watershed and the Occoquan Watershed Monitoring Laboratory

Prepared by

Dr. Thomas J. Grizzard, P.E.
Dr. Adil N. Godrej

Occoquan Watershed
Monitoring Laboratory



Department of Civil and
Environmental Engineering

Occoquan Watershed



Source: FCWA

Post-World War II Population Trends Virginia Suburbs of Washington, D.C.

- Population initially moved south from the developed core of Arlington and Alexandria
 - Facilitated by presence of I-95
- Next trend was characterized by movement west
 - Western Fairfax
 - Western Prince William
 - Manassas, Manassas Park
 - Completion of I-66 increased pace of development

Occoquan Watershed
Monitoring Laboratory



Department of Civil and
Environmental Engineering

Occoquan Reservoir Statistics

- Length: 14 miles / 22.5 km
- Dam Distance from AWT Discharge: 18.6 miles / 29.9 km
- Maximum Width: 900 feet / 274 m
- Surface Area: 1,880 acres / 761 ha
- Full Pool above MSL: 122 feet / 37.2 m
- Maximum Depth: 65 feet / 19.8 m
- Mean Depth: 14 feet / 4.3 m
- Storage Capacity (1995): 8.5 BG / 32.2 x 10⁶ m³
- Average Annual Natural Inflow: 560 cfs / 15.6 m³/s

Occoquan Watershed
Monitoring Laboratory



Department of Civil and
Environmental Engineering

The Occoquan Reservoir: History and Statistics

- Impounded in 1957 by Alexandria Water Company
- Transferred to FCWA in 1967
- 570 mi² drainage area lies in six counties and cities
- Original Storage: 9.8 billion gallons
- Dam height raised 2 feet in 1982, but storage declined to 8.5 billion gallons
- Major part of water supply system serving over 1,000,000 Northern Virginians [10 mgd Capacity]
- Currently, capacity is nearly equal between Potomac and Occoquan Sources

Occoquan Watershed
Monitoring Laboratory



Department of Civil and
Environmental Engineering

Occoquan Reservoir High Dam



Occoquan Watershed
Monitoring Laboratory



Department of Civil and
Environmental Engineering

Occoquan Reservoir



Occoquan Watershed
Monitoring Laboratory



Department of Civil and
Environmental Engineering

Occoquan Reservoir, 1994



Occoquan Watershed
Monitoring Laboratory



Department of Civil and
Environmental Engineering



Occoquan Watershed
Monitoring Laboratory



Department of Civil and
Environmental Engineering

Western end of Occoquan Reservoir, 1994



Occoquan Watershed
Monitoring Laboratory



Department of Civil and
Environmental Engineering

**Central Section of
Ocoquan Reservoir, 1994**



Department of Civil and
Environmental Engineering

Wright Tech

Ocoquan Watershed
Monitoring Laboratory

**River Station and
Lorton Plants and
New Construction at
Griffith Plant**



Department of Civil and
Environmental Engineering

Wright Tech

Ocoquan Watershed
Monitoring Laboratory

**Eastern end of
Ocoquan
Reservoir, 1994**



Department of Civil and
Environmental Engineering

Wright Tech

Ocoquan Watershed
Monitoring Laboratory

**Lorton and River
Station Treatment
Works and Sludge
Disposal Quarry**



Department of Civil and
Environmental Engineering

Wright Tech

Ocoquan Watershed
Monitoring Laboratory

Water Quality Problems: The 1960s

- Frequent & intense Blue-Green algae blooms
- Frequent taste & odor episodes in water treatment
- Treatment problems from algal mats in raw water
- Oxygen loss and fish kills in Reservoir
- Sulfide presence in deep water from Reservoir
- Increased organic matter in the reservoir system
- Active viruses detected in streams and reservoir
- During low flow, poorly treated wastewater was a major part of inflow

Occoquan Watershed
Monitoring Laboratory



Department of Civil and
Environmental Engineering

Algal Bloom at Jacob's Rock on 06/24/69



Occoquan Watershed
Monitoring Laboratory



Department of Civil and
Environmental Engineering

Responses to Water Quality Deterioration

- Development moratorium imposed by State Water Control Board: No new sewer connections
- State Water Control Board commissioned firm of Metcalf & Eddy to conduct comprehensive study of the Occoquan Watershed and Reservoir
- Studies directed by Dr. Clair N. Sawyer
- 1968 - 1969

Occoquan Watershed
Monitoring Laboratory



Department of Civil and
Environmental Engineering

Algal Bloom at FCWA Raw Water Intake on 08/18/69



Occoquan Watershed
Monitoring Laboratory



Department of Civil and
Environmental Engineering

Algal Bloom in Occoquan Reservoir: Summer, 1973



Source: OWML

Department of Civil and Environmental Engineering

Virginia Tech

Occoquan Watershed Monitoring Laboratory

Algal Bloom in Occoquan Reservoir: Summer, 1973



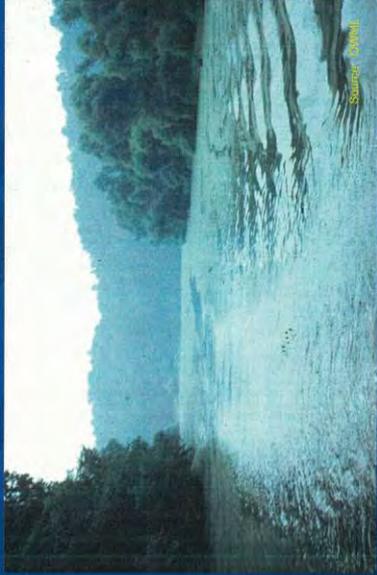
Source: OWML

Department of Civil and Environmental Engineering

Virginia Tech

Occoquan Watershed Monitoring Laboratory

Algal Bloom in Occoquan Reservoir: Summer, 1973



Source: OWML

Department of Civil and Environmental Engineering

Virginia Tech

Occoquan Watershed Monitoring Laboratory

Algal Bloom in Occoquan Reservoir: Summer, 1973



Source: OWML

Department of Civil and Environmental Engineering

Virginia Tech

Occoquan Watershed Monitoring Laboratory

Metcalf & Eddy Study Results

- Both point and nonpoint source pollution contributed to water quality degradation
- Principal culprits were identified to be discharges from 11 secondary sewage treatment plants in the watershed
- Study provided three principal recommendations

Occoquan Watershed
Monitoring Laboratory



Department of Civil and
Environmental Engineering

Activities During 1970

- Extensive review and comment on Metcalf & Eddy findings and recommendations by public agencies and consultants
- Many public hearings

Occoquan Watershed
Monitoring Laboratory



Department of Civil and
Environmental Engineering

Metcalf & Eddy Recommendations

- **Option 1**
 - Export all wastewater for treatment outside the Occoquan Watershed
- **Option 2**
 - Provide highest treatment technically achievable
 - Contract with local jurisdictions to purchase reclaimed water for drinking water
 - Limit watershed population to that which would use reclaimed water
- **Option 3**
 - Provide highest treatment technically achievable
 - Discharge reclaimed water to the Occoquan Watershed
 - Limit Basin Population to 100,000

Occoquan Watershed
Monitoring Laboratory



Department of Civil and
Environmental Engineering

State Water Control Board Proposed In-Basin Solution

- High performance regional water reclamation plant to replace existing plants in the watershed
 - New public service authority created: UOSA
- Independent agency to monitor reservoir water quality
 - New laboratory established: OWMML

Occoquan Watershed
Monitoring Laboratory



Department of Civil and
Environmental Engineering

Positions of Key Agencies on SWCB Proposal

Ocoquan Watershed
Monitoring Laboratory



Department of Civil and
Environmental Engineering

Virginia Department of Health

- Expressed reservations about the proposed SWCB *Ocoquan Policy*
- Agreed to support *Ocoquan Policy* provided all safety features were incorporated into plant design, and a meaningful water quality management and surveillance program was implemented

Ocoquan Watershed
Monitoring Laboratory



Department of Civil and
Environmental Engineering

Fairfax County Water Authority

- Supported in-basin discharge provided:
 - A comprehensive water quality monitoring program was implemented as soon as possible
 - Initial AWT plant capacity was limited to 10 mgd, and provided standby facilities (redundancies)
 - Future expansions would be limited to 5 mgd increments
 - Export would still be an option if proven necessary

Ocoquan Watershed
Monitoring Laboratory



Department of Civil and
Environmental Engineering

Environmental Protection Agency

- Pledged complete cooperation on the project, provided:
 - All proposed safeguards were implemented, including state-of-the-art wastewater treatment facility with extensive failsafe features, an independent monitoring program, and incremental increases in treatment capacity approved only with satisfactory monitoring results
 - Formation of a committee of local, state, interstate, and federal agencies to monitor the program

Ocoquan Watershed
Monitoring Laboratory



Department of Civil and
Environmental Engineering

OWML: Major Laboratory Equipment

- 2 Astoria-Pacific Nutrient Analyzers
- 1 Rosemont-Dohrmann TOC Analyzers
- HP Model 5890/5971 GC/MS
- Dionex Ion Chromatograph with HPLC module
- Milton-Roy UV/VIS Spectrophotometer
- Horiba OCMA-220 IR Hydrocarbon Analyzer
- Various types of storage, preservation, extraction and preparation equipment

Oregon Watershed
Monitoring Laboratory



Department of Civil and
Environmental Engineering

OWML Research Topics: I

- Management techniques for watershed(s) subjected to competing uses of wastewater disposal and potable water supply
- Methods to characterized constituent fluxes in large river basin systems
- Technology assessments for nonpoint source and urban runoff control
- Reliability of advanced wastewater treatment processes for re-use of wastewater in public water supply

Oregon Watershed
Monitoring Laboratory



Department of Civil and
Environmental Engineering

OWML: Field Equipment

- Boats (3) ranging from 12 - 20 feet and outboard motors from 5 - 100 hp
- Trucks (5), including carryalls and 4wd pickups
- In-house shop to support equipment repair and construction capability
- Stream gaging and water sampling equipment
- Automated chemical data collection systems
- Automated stream gaging and sampling systems to support measurements of constituent fluxes in flowing waters
- Specialized equipment for sampling and analysis in storm and combined sewer systems

Oregon Watershed
Monitoring Laboratory



Department of Civil and
Environmental Engineering

OWML Research Topics: II

- Sources, fate, and survival of human enteric viruses in water supply watersheds
- Role of extracellular algal metabolites in the formation of THM's in disinfected drinking water
- Effects of land use on constituent export in runoff from small catchments and large river basins
- Relative role(s) of point and nonpoint sources on the eutrophication of surface waters
- Development of standard methods for determining and reporting sediment oxygen demand (SOD)
- Cycling of nutrients and trace metals between reservoir water column and deposited sediments

Oregon Watershed
Monitoring Laboratory



Department of Civil and
Environmental Engineering

Dr. Abel Wolman

- Regardless of zoning, the Occoquan Watershed population may be expected to increase and to impact Reservoir water quality
- The high performance plant proposed by SWCB contains the necessary safeguards
- An independent water quality monitoring program is essential
- If SWCB safeguards are implemented, public health risks are minimal

Occoquan Watershed
Monitoring Laboratory



Department of Civil and
Environmental Engineering

Principal Occoquan Policy Provisions

- State-of-the-art water reclamation plant with:
 - Standby treatment units
 - Emergency holding basins
 - Three independent electrical power sources
- Independent water quality monitoring program
- Limited initial plant capacity and incremental increases in capacity only to the extent that satisfactory Reservoir water quality may be maintained

Occoquan Watershed
Monitoring Laboratory



Department of Civil and
Environmental Engineering

Virginia State Water Control Board

- “A Policy for Waste Treatment and Water Quality Management in the Occoquan Watershed”
- Short Title: “The Occoquan Policy”

Occoquan Watershed
Monitoring Laboratory



Department of Civil and
Environmental Engineering

Occoquan Watershed Monitoring Laboratory

- Established in Manassas in 1972 in 1,200 sf lab with a total staff of 5, including program director
- Sponsored funding in 1972 was less than \$200k
- In 2003, lab facility is over 8,000 sf and technical staff includes:
 - 2 Environmental Engineers
 - 1 Hydrologist
 - 1 Senior Analytical Chemist
 - 8 Laboratory/Field Specialists
 - 1 Laboratory Technician
 - 2 Office support staff
- 2003 sponsored program funding is \$1.3 million

Occoquan Watershed
Monitoring Laboratory



Department of Civil and
Environmental Engineering

OWML Research Topics: III

- Interactions between oxidized nitrogen forms and deposited sediments in impounded waters
- Effects of composted wastewater sludges on pollutant export rates from turfgrass
- Development of detachment and washoff coefficients for pollutants deposited on impervious urban surfaces
- Sources of protozoan cysts (*cryptosporidium* and *giardia*) in water supply watersheds

UOSA Plant Treatment Standards

OWML Research Topics: IV

- Model development for fate and transport studies of water quality constituents in large multi-land use watershed (HSPF)
- Model development for fate and transport of water quality constituents in impounded surface water systems (CE-QUAL-W2)
- Bench, pilot, and full-scale studies of biological nutrient removal processes

The Occoquan Policy

- Adopted by VSWCB in 1971, revised in 1981, 1991
- Limited AWT plants in watershed to three (3)
- Limit of technology effluent requirements:
 - COD 10 mg/L
 - TSS (current) 1 mg/L
 - TN¹ 1 mg/L
 - TP 0.1 mg/L
 - MBAS 0.1 mg/L
 - Turbidity 0.5 NTU
- Created Monitoring Subcommittee and required Independent receiving water monitoring program prior to AWT plant construction or future expansion

*Note: TN is as total unoxidized N (TKN). Also, process to be operated to maintain less than 5 mg/L NO₃-N at raw water intake.

Nonpoint Source Control in the Occoquan Watershed

- Local government NPS programs began in early 1980s, and significantly in advance of regulatory requirements
- Structural and non-structural BMP programs widely applied in both urban and agricultural areas of basin:
 - Regional and site level stormwater management
 - Land Use Decisions
 - zoning
 - acquisitions for parkland
- Education programs: agricultural and urban

Occoquan Watershed
Monitoring Laboratory



Department of Civil and
Environmental Engineering

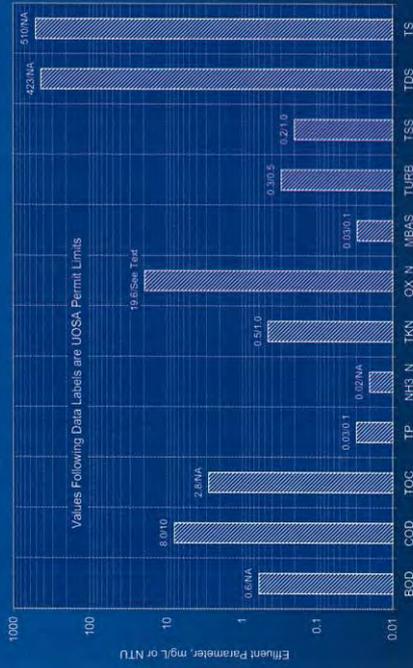
The Results

Occoquan Watershed
Monitoring Laboratory

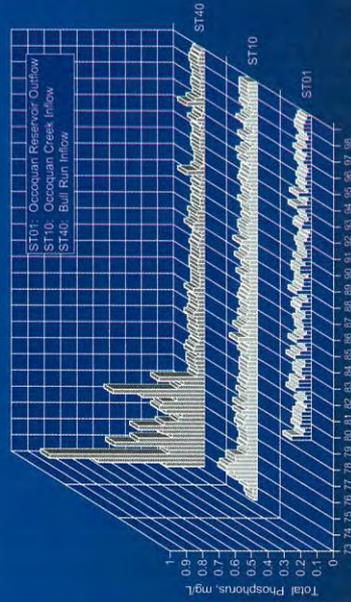


Department of Civil and
Environmental Engineering

Median Values for UOSA Discharge: 1982 - 1998



Seasonal Average Total Phosphorus in Reservoir Inflows and Outflows



Water Quality Data Summary: Phosphorus

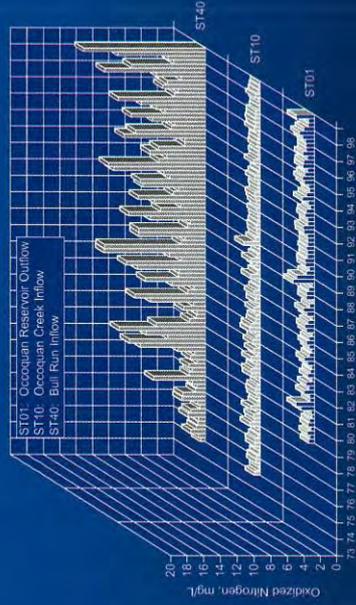
- Bull Run inflow TP concentrations have declined to low values since UOSA start-up.
- TP concentrations are generally lower in Bull Run during base flow than in Occoquan Creek
- TP concentrations observed at the Occoquan Dam are in the range of 0.05 - 0.06 mg/L
- Significant reduction in phosphorus available to algae in spite of new development and increased flows from UOSA

Occoquan Watershed
Monitoring Laboratory

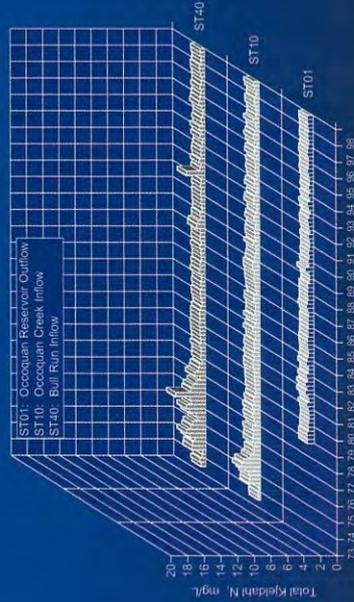


Department of Civil and
Environmental Engineering

Seasonal Average Values of Oxidized Nitrogen in Reservoir Inflows and Outflows



Seasonal Average Values of Total Kjeldahl Nitrogen in Reservoir Inflows and Outflows



Water Quality Data Summary: Nitrogen

- Since UOSA start-up, ambient $[NH_4^+]$ and $[TKN]$ have declined dramatically in the reservoir
- Operation of UOSA in nitrification mode has raised the concentrations of $[NO_3^-]$ in Bull Run
- Dilution and denitrification lower concentrations of $[NO_3^-]$ as flows move to the lower reservoir
- Peak Bull Run inflows approach 15 mg/L as N;
- Raw water intake $[NO_3^-]$ remains < 3 mg/L
- OWML/UOSA have monitoring trigger points to initiate N removal

Occoquan Watershed
Monitoring Laboratory

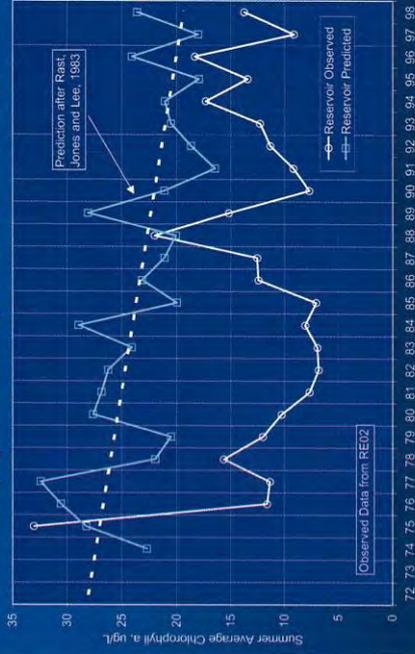


Department of Civil and
Environmental Engineering

Nitrogen Interactions in Stratified Reservoir

- UOSA is a continuous source of high nitrate concentrations [up to 18 mg/L as N] in Bull Run
- When reservoir is stratified, Bull Run is cooler than surface waters, and flows mix towards anoxic bottom
- If bottom water O_2 is absent, some organisms use nitrate as a combined oxygen source and reduce it to nitrogen gas
 - Keeps phosphates bound to iron in sediments
 - Alkalinity increase caused by denitrification
 - Low NO_3^- concentrations maintained in Reservoir
 - Some risk of NO_3^- increasing to higher levels during the special case of a winter drought

Predicted and Observed Summer Average
Chlorophyll *a* at Ocoquan Dam, 1974 - 1998

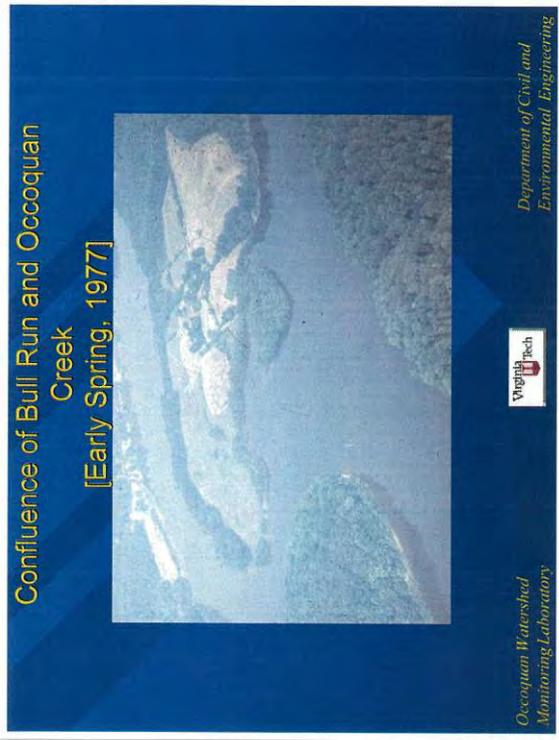
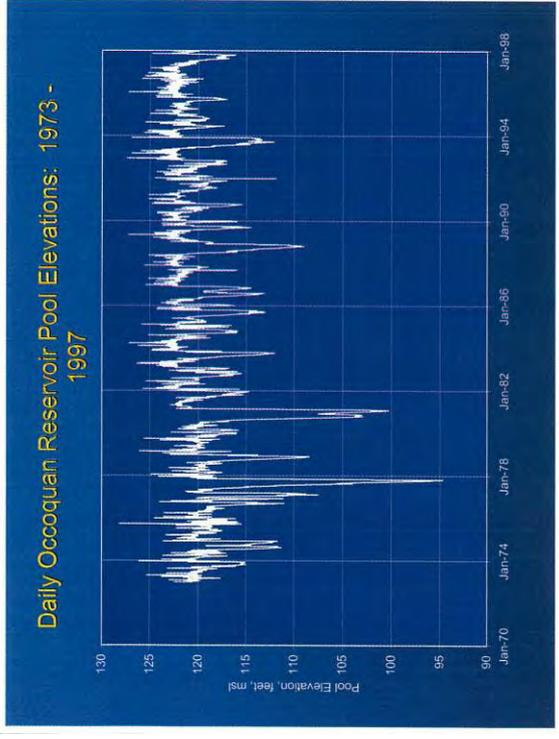


Nitrogen Issues for UOSA Discharge Permit

- Unoxidized nitrogen limit is 1 mg/L
 - Unoxidized Nitrogen = TKN = Organic-N + NH_4^+ - N
 - Nitrogenous oxygen demand
 - Ammonia Toxicity
- “Operation of the nitrogen removal facilities is required when the ambient nitrate concentration (as N) is 5.0 mg/L or higher in the Ocoquan Reservoir in the vicinity of the Fairfax County Water Authority intake point.” - Ocoquan Policy, 1990
- Necessary to avoid exceeding 10 mg/L MCL at FCWA Intake in order to protect against Methemoglobinemia

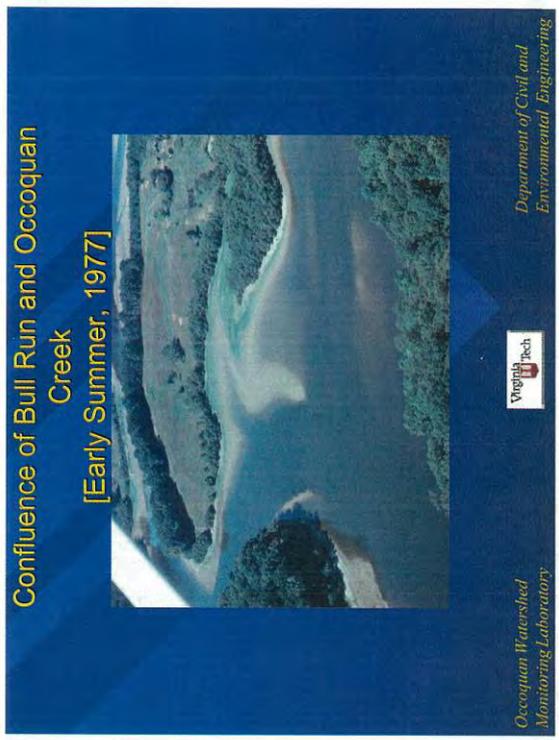
Algae Control in a Multi-Use Water Supply Watershed

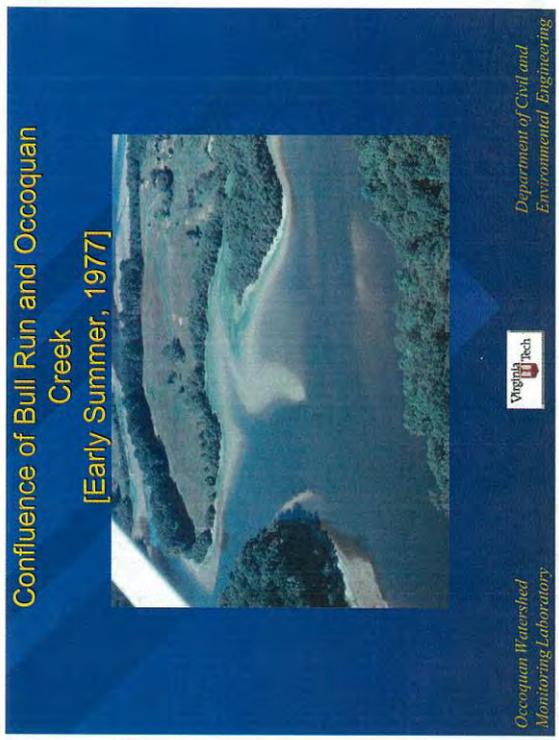
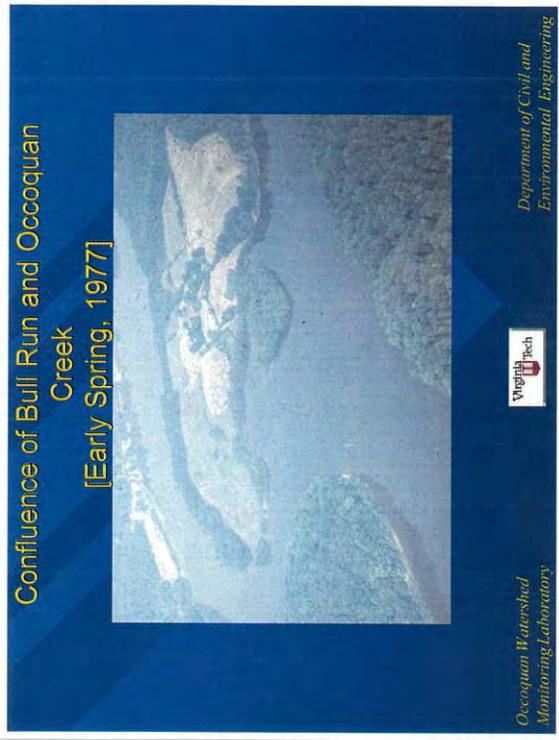
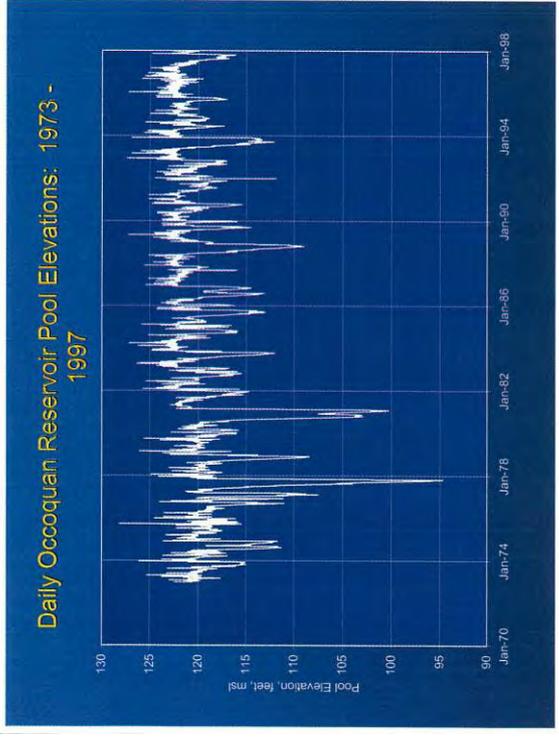
- External Nutrient Source Control
 - Atmospheric Sources
 - Wastewater Discharges
 - Agricultural Runoff
 - Urban Runoff
- Internal Nutrient Source Control
 - Sediment nutrient cycling
- Algal Control *In Situ*
 - Application of algicides
 - Shift species dominance



Occoquan Reservoir Drawdown During Drought of 1977

Department of Civil and Environmental Engineering
Virginia Tech
Occoquan Watershed Monitoring Laboratory





Some Local Government Actions Taken to Protect Reservoir Water Quality

- Acquisition of Lands Directly Adjacent to Reservoir and Maintenance as Park Land
- Adoption of BMP Ordinances Well in Advance of Chesapeake Bay Preservation Effort
- Low Density zoning adopted for Large Land Parcels in Watershed
- Establishment of Multi-Jurisdictional Agency to Coordinate Water Quality Management Activities

Ocoquan Watershed Monitoring Laboratory



Department of Civil and Environmental Engineering

Indirect ReUse of the UOSA Discharge has Increased Reservoir Safe Yield

- **1960s**
 - Safe Yield from Natural Streamflow: 65 mgd
- **Current**
 - Safe Yield from Natural Streamflow: 65 mgd
 - UOSA Discharge, 1998: 20 mgd
 - Total Yield: 85 mgd
- **Future**
 - Safe Yield from Natural Streamflow: 65 mgd
 - UOSA Discharge, 2001: 38 mgd
 - Total Yield: 103 mgd

Ocoquan Watershed Monitoring Laboratory



Department of Civil and Environmental Engineering

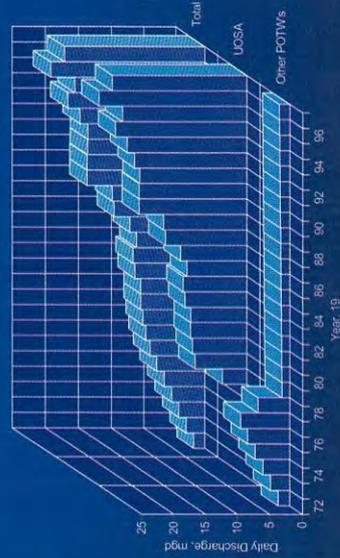
UOSA Impacts on Safe Water Supply Yield of the Ocoquan Reservoir

Ocoquan Watershed Monitoring Laboratory



Department of Civil and Environmental Engineering

POTW Flows in the Ocoquan Basin: 1972 - 1997



Confluence of Bull Run and Occoquan Creek
[Summer, 1977]



Occoquan Watershed
Monitoring Laboratory



Department of Civil and
Environmental Engineering

The Future

Occoquan Watershed
Monitoring Laboratory



Department of Civil and
Environmental Engineering

Confluence of Bull Run and Occoquan Creek
[Fall, 1977]



Occoquan Watershed
Monitoring Laboratory



Department of Civil and
Environmental Engineering

Key Agency Positions on Proposed Expansion

Occoquan Watershed
Monitoring Laboratory



Department of Civil and
Environmental Engineering

Occoquan Watershed Monitoring Subcommittee

Increased discharges by UOSA are essential to offset the increases in nonpoint source pollution from development

Department of Civil and Environmental Engineering

Virginia Tech

Occoquan Watershed Monitoring Laboratory

UOSA Water Reclamation Plant

Department of Civil and Environmental Engineering

Virginia Tech

Occoquan Watershed Monitoring Laboratory

Fairfax County Water Authority

UOSA is our most reliable source of high quality water. The more effluent discharged, the better.

Department of Civil and Environmental Engineering

Virginia Tech

Occoquan Watershed Monitoring Laboratory

**Virginia State Department of Health
Virginia Department of Environmental Quality**

Endorsed proposed expansion without reservation

Department of Civil and Environmental Engineering

Virginia Tech

Occoquan Watershed Monitoring Laboratory

Summary of the Occoquan Experience

- Institution of AWT Practices and NPS controls have ameliorated extremely poor water quality conditions of the 1960's and 1970's
- Reservoir remains eutrophic but enrichment rate is substantially lower
- Continued care in management of point and non-point sources maintains acceptable source quality while allowing a variety of basin land uses and activities

Occoquan Watershed
Monitoring Laboratory



Department of Civil and
Environmental Engineering

Direct and Indirect Reuse

- **Direct Reuse** means a direct link exists between the reclaimed water system and the beneficial use
 - Applications to drinking water generally rare
 - Agricultural and urban Irrigation, industrial applications, dual water systems
- **Indirect Reuse** means that the reclaimed water is mixed or dispersed into the environment such as a stream, lake, reservoir, or groundwater aquifer prior to being withdrawn for reuse

Occoquan Watershed
Monitoring Laboratory



Department of Civil and
Environmental Engineering

Reclamation, Recycling, and Reuse

- **Wastewater Reclamation** is the treatment or processing of wastewater to make it reusable in some beneficial manner
 - Apply technology to achieve in less time/space what nature does to all wastewater discharges
- **Wastewater Recycling** is also the beneficial use of reclaimed water, but generally involves only one use or user, such as an industry
- **Wastewater Reuse** is the beneficial use to which the reclaimed water is put
 - Often requires conveyance or distribution system

Occoquan Watershed
Monitoring Laboratory



Department of Civil and
Environmental Engineering

Potable and Non-Potable Reuse

- **Potable Water Reuse** means using highly treated reclaimed water to augment drinking water supplies
- **Non-Potable Reuse** means all those applications other than drinking water
 - Irrigation
 - Industry
 - Dual water systems

Occoquan Watershed
Monitoring Laboratory



Department of Civil and
Environmental Engineering

Wastewater Re-Use

Occoquan Watershed
Monitoring Laboratory



Department of Civil and
Environmental Engineering

Major Indirect Reuse Projects in the U.S.

- In Operation:
 - Water Factory 21 - Orange County, CA
 - **Upper Occoquan Sewage Authority, No. VA**
- Currently or Previously Contemplated
 - San Diego, CA
 - Tampa, FL
 - Newport News, VA

Occoquan Watershed
Monitoring Laboratory



Department of Civil and
Environmental Engineering

Water Quality Concerns in Re-Use Systems

- Unusual wastewater characteristics
- Quality and reliability of wastewater treatment
 - Conventional/non-conventional pollutant removal
 - Endocrine disrupting compounds
 - Disinfection (including viruses)
- Build-up of dissolved materials
- Spatial & temporal separation of discharge(s) from raw water intake(s)
- Wastewater to natural stream flow ratio

Occoquan Watershed
Monitoring Laboratory



Department of Civil and
Environmental Engineering

Important Aspects of the Occoquan System

- UOSA AWT discharges to Final Effluent Reservoir (FER), providing additional t_d prior to entering Bull Run
- 20 stream mile separation of AWT discharge and raw water intake
- AWT Discharge is relatively small annual fraction of natural stream flow from 570 $mi.^2$ drainage basin (<15% @ P54)
- Reservoir is run-of-river and essentially plug flow so AWT effluent can be a significant fraction of flow in droughts
- Relatively "Open" system: Principal UOSA wastewater sources are:
 - Potomac River, Lake Manassas, Groundwater

Occoquan Watershed
Monitoring Laboratory



Department of Civil and
Environmental Engineering

Wastewater Re-Use

Occoquan Watershed
Monitoring Laboratory



Department of Civil and
Environmental Engineering

Major Indirect Reuse Projects in the U.S.

- In Operation:
 - Water Factory 21 - Orange County, CA
 - **Upper Occoquan Sewage Authority, No. VA**
- Currently or Previously Contemplated
 - San Diego, CA
 - Tampa, FL
 - Newport News, VA

Occoquan Watershed
Monitoring Laboratory



Department of Civil and
Environmental Engineering

Water Quality Concerns in Re-Use Systems

- Unusual wastewater characteristics
- Quality and reliability of wastewater treatment
 - Conventional/non-conventional pollutant removal
 - Endocrine disrupting compounds
 - Disinfection (including viruses)
- Build-up of dissolved materials
- Spatial & temporal separation of discharge(s) from raw water intake(s)
- Wastewater to natural stream flow ratio

Occoquan Watershed
Monitoring Laboratory



Department of Civil and
Environmental Engineering

Important Aspects of the Occoquan System

- UOSA AWT discharges to Final Effluent Reservoir (FER), providing additional t_d prior to entering Bull Run
- 20 stream mile separation of AWT discharge and raw water intake
- AWT Discharge is relatively small annual fraction of natural stream flow from 570 $mi.^2$ drainage basin (<15% @ P54)
- Reservoir is run-of-river and essentially plug flow so AWT effluent can be a significant fraction of flow in droughts
- Relatively "Open" system: Principal UOSA wastewater sources are:
 - Potomac River, Lake Manassas, Groundwater

Occoquan Watershed
Monitoring Laboratory



Department of Civil and
Environmental Engineering

Major Concerns in Reuse Systems

- Microbial Contaminants
 - Viruses, Bacteria, Protozoa, Helminths
- Chemical Contaminants
 - Inorganics
 - » Trace Metals (As, Cu, Pb, Se, Ba, Cd, Cr, Hg, Ni, etc.)
 - » Other metallics (e.g., Na, hardness)
 - » Anions (nitrate, sulfate, chloride)
 - Organics
 - » Synthetic Organic Chemicals
 - » Disinfection By-products

Ocoquan Watershed
Monitoring Laboratory



Department of Civil and
Environmental Engineering

American Waterworks Association Reuse Policy

“...when raw water supply sources to an area are limited and reclaimed water is generally of equal or superior quality to other raw water supplies, AWWA does not oppose indirect reuse of wastewater, whereby reclaimed water is a supplement to existing raw water sources receiving appropriate subsequent treatment.”

- American Waterworks Association
Board of Directors
1 January, 1995

Ocoquan Watershed
Monitoring Laboratory



Department of Civil and
Environmental Engineering

Water Environment Federation Reuse Policy

“...in those situations where water sources are insufficient to meet projected potable water demands, the Federation finds reclaimed water derived from municipal wastewaters should be considered a viable alternative to supplement a potable water resource.”

- Water Environment Federation
Executive Committee
18 January, 1990

Ocoquan Watershed
Monitoring Laboratory



Department of Civil and
Environmental Engineering

Urban Stormwater Quality and BMPs

Ocoquan Watershed
Monitoring Laboratory



Department of Civil and
Environmental Engineering

The Three Laws of Ecology

- Everything has to go somewhere
 - Everything is hooked to everything else
 - There ain't no free lunch
- Barry Commoner

Occoquan Watershed
Monitoring Laboratory



Department of Civil and
Environmental Engineering

Urban Stormwater Pollutants of Concern

- Suspended Sediment
- Nutrients [Nitrogen and Phosphorus]
- Oxygen-Demanding Substances
- Petroleum Hydrocarbons
- Trace Metals
- Synthetic Organic Chemicals
- Heat
- Other

Occoquan Watershed
Monitoring Laboratory



Department of Civil and
Environmental Engineering

Urban Stormwater Quality Issues

- Alteration of Watershed Hydrology
- Alteration of Streambed Morphology
- Development Phase Pollutant Export
- Stabilized Phase Pollutant Export
- Impacts on Local and Downstream Aquatic Habitat

Occoquan Watershed
Monitoring Laboratory



Department of Civil and
Environmental Engineering

Urban Stormwater Pollutants of Concern Suspended Sediment

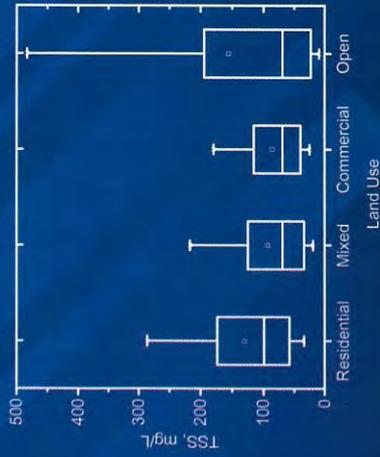
- Reduction in light penetration
- Damage to benthic habitat by blanketing
- Scour impacts on periphyton community
- Storage and cycling of other benthic pollutants
- Food chain impacts
- Impact on withdrawal uses
- Reduction of depth of compensation point
- Impacts on population diversity

Occoquan Watershed
Monitoring Laboratory



Department of Civil and
Environmental Engineering

TSS EMC's from EPA NURP Program



Ocoquan Watershed
Monitoring Laboratory

Department of Civil and
Environmental Engineering



Effects of Nutrient Enrichment

- Increased Nutrient Input
- Nutrients increase in water column
- Increased algal growth
- Increased particulates and decreased clarity
- Settling and decay of particulate organic matter
- Decreased oxygen in deeper waters
- Decreased biological diversity as populations shift to pollution-tolerant species

Ocoquan Watershed
Monitoring Laboratory

Department of Civil and
Environmental Engineering



Urban Stormwater Pollutants of Concern Plant Nutrients: N & P

- Eutrophication: Nutrient enrichment and resulting nuisance growth of algae
- N & P usually limiting nutrients in aquatic systems
- N:P ratio \ll 14:1 for nitrogen limitation to occur
- BOD from decaying algae; taste and odor; WTP filter clogging; extra-cellular metabolites may be THM precursors; ammonia toxicity; nitrogenous oxygen demand
- Desire TP $<$ 50 $\mu\text{g/L}$ in streams; $<$ 25 $\mu\text{g/L}$ in lakes; 0.01 mg/L un-ionized $\text{NH}_3\text{-N}$; 10 mg/L $\text{NO}_3\text{-N}$

Ocoquan Watershed
Monitoring Laboratory

Department of Civil and
Environmental Engineering



Algal Bloom from Nutrient Oversupply



Ocoquan Watershed
Monitoring Laboratory

Department of Civil and
Environmental Engineering



Acute NH₃ Toxicity Effects on Fish

- Acute exposures are generally to high concentration over short time period
- Loss of equilibrium
- Hyperexcitability
- Increased respiration rate and cardiac output
- Increased oxygen uptake
- Convulsions, coma, death

Oceoquan Watershed
Monitoring Laboratory



Department of Civil and
Environmental Engineering

EPA Acute Ammonia Toxicity Calculation

Allowable Un-ionized NH₃ = 0.52/FT/FpH/2

Where,

$$FT = 10^{0.03(20-TCAP)}$$

$$FT = 10^{0.03(20-T)}$$

$$TCAP = 25 \text{ c}$$

$$TCAP = 20 \text{ c}$$

$$FpH = 1$$

$$FpH = [1 + 10^{(7.4 - pH)}](1.25)$$

$$TCAP < T < 30 \text{ c}$$

$$0 < T < TCAP$$

[trout not present]

[trout present]

$$8.0 < pH < 9.0$$

$$6.5 < pH < 8.0$$

Oceoquan Watershed
Monitoring Laboratory



Department of Civil and
Environmental Engineering

Department of Civil and
Environmental Engineering



Chronic NH₃ Toxicity Effects on Fish

- Chronic exposures are to lower concentrations over longer time
- Reduced hatching success
- Reduced growth rate
- Reduced development of body structures
- Pathological changes in gills, liver, kidneys

Oceoquan Watershed
Monitoring Laboratory



Department of Civil and
Environmental Engineering

EPA Chronic Ammonia Toxicity Calculation

Allowable Un-ionized NH₃ = 0.80/FT/FpH/Ratio

Where,

$$FT = 10^{0.03(20-TCAP)}$$

$$FT = 10^{0.03(20-T)}$$

$$TCAP = 25 \text{ c}$$

$$TCAP = 20 \text{ c}$$

$$FpH = 1$$

$$FpH = [1 + 10^{(7.4 - pH)}](1.25)$$

$$\text{Ratio} = 13.5$$

$$\text{Ratio} = 20.25(10^{(7.7 - pH)})(1 + 10^{(7.4 - pH)})$$

$$TCAP < T < 30 \text{ c}$$

$$0 < T < TCAP$$

[trout not present]

[trout present]

$$8.0 < pH < 9.0$$

$$6.5 < pH < 8.0$$

$$7.7 < pH < 9.0$$

$$6.5 < pH < 7.7$$

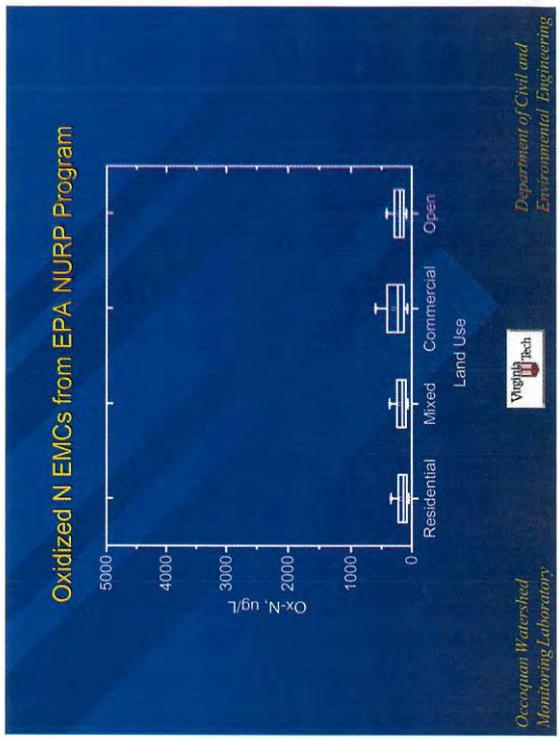
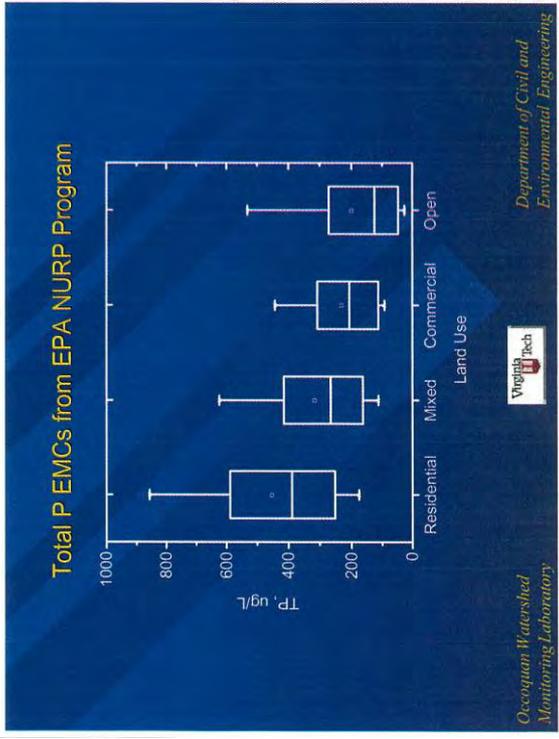
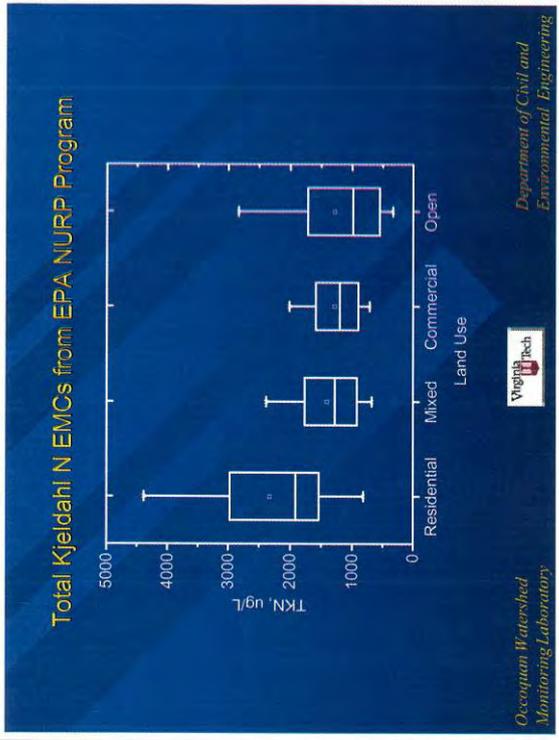
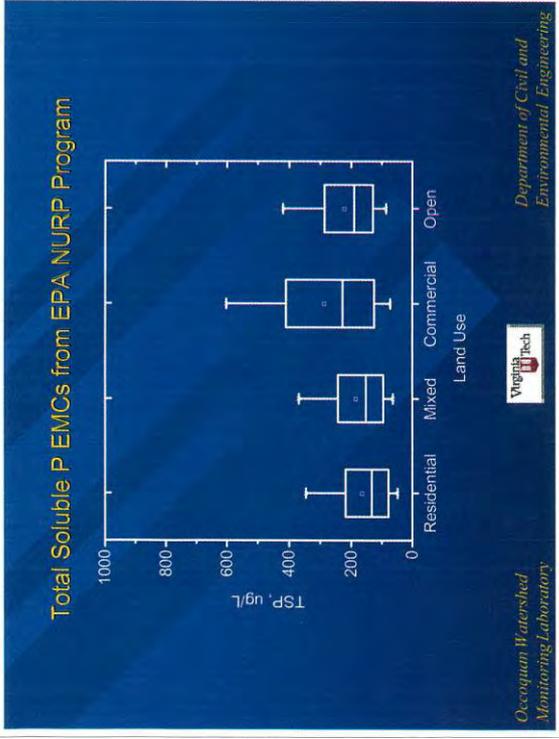
Oceoquan Watershed
Monitoring Laboratory



Department of Civil and
Environmental Engineering

Department of Civil and
Environmental Engineering





Urban Stormwater Pollutants of Concern Oxygen-Demanding Substances

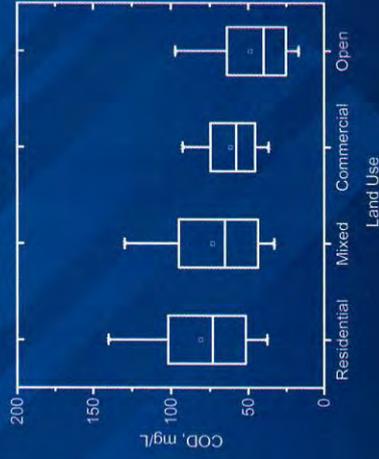
- Affects oxygen available to higher life forms
- Water column oxygen depletion by bacteria & fungi
- Benthic O_2 demand (SOD) from deposited organics
- Algal respiration in the absence of light energy
- Bacterial oxidation of reduced nitrogen forms
- ORP-mediated cycling of sediment P and NH_3-N
- 4 mg/L instantaneous and 5 mg/L daily minima

Ocoquan Watershed
Monitoring Laboratory



Department of Civil and
Environmental Engineering

COD EMCs from EPA NIURP Program

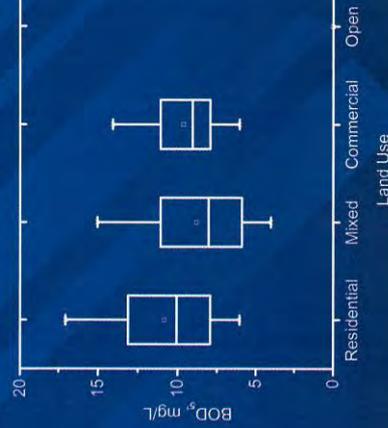


Ocoquan Watershed
Monitoring Laboratory



Department of Civil and
Environmental Engineering

BOD₅ EMCs from EPA NIURP Program



Ocoquan Watershed
Monitoring Laboratory



Department of Civil and
Environmental Engineering

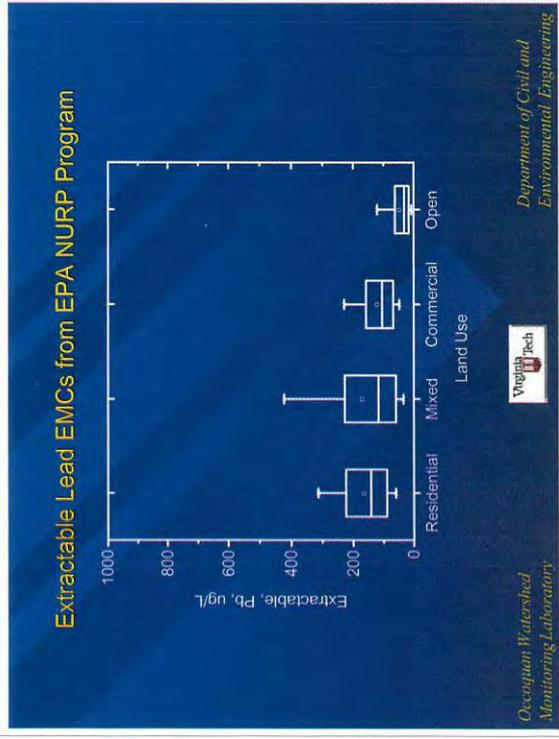
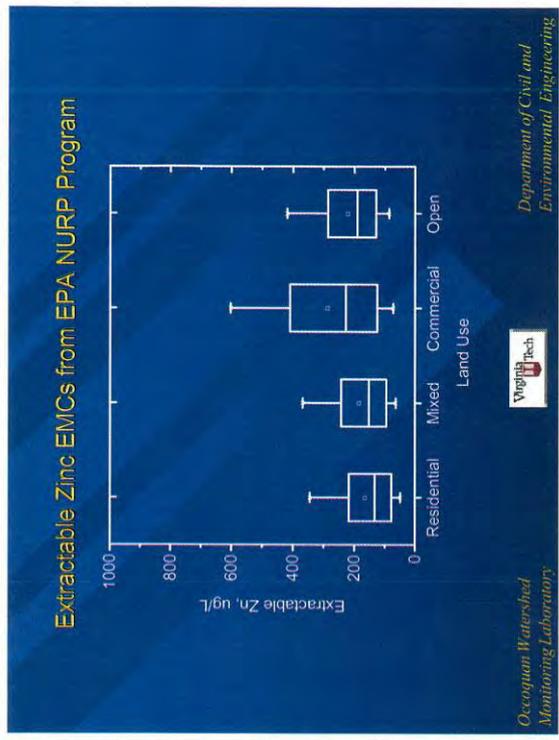
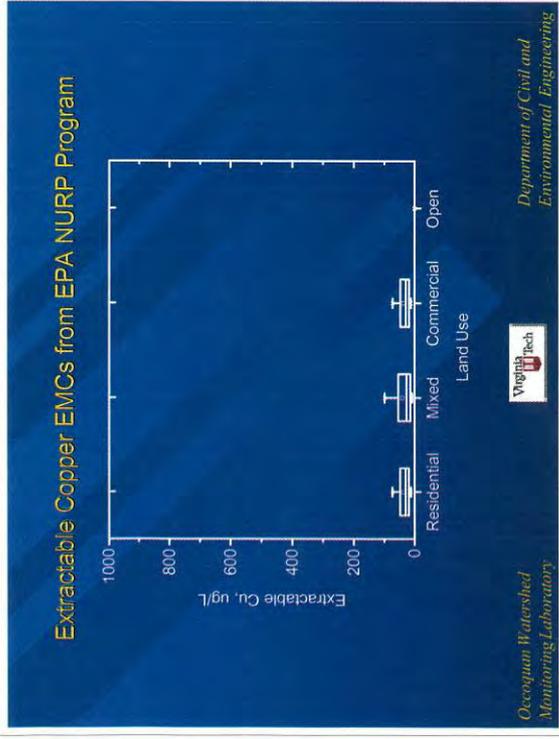
Urban Stormwater Pollutants of Concern Trace Metals

- Most occur naturally at trace concentrations, and many are required by biological systems
- Concentrations in the environment are enhanced by anthropogenic activity
- Some have fixed standards: As(III), Cr(VI), Hg, Se
- Some have hardness variable standards: Cd, Cr(III), Cu, Pb, Ni, Ag, Zn

Ocoquan Watershed
Monitoring Laboratory



Department of Civil and
Environmental Engineering



- ### Urban Stormwater Pollutants of Concern Synthetic Organic Compounds
- Over 80,000 SOC's currently known
 - Highly variable toxicity from compound to compound
 - Bioaccumulation may be a problem in food web
 - Pesticides, herbicides, polynuclear aromatics (PNA)
 - Volatiles generally not a problem
 - Standards may be based on aquatic life or human health, and are often well below the µg/L level
- Department of Civil and Environmental Engineering
Viggo Pich
Ocoquan Watershed Monitoring Laboratory

Urban Stormwater Pollutants of Concern Heat

- Urbanization tends to increase ambient water temperatures due to greater heat transfer to runoff from impervious surfaces
- BMPs that rely on impoundment of runoff waters also serve to increase heat absorption
- Higher temperatures increase oxygen depletion rates and lower solubility
- Higher temperatures increase Biochemical reaction rates
- Increased temperatures select for pollution-tolerant organisms

Ocoquan Watershed
Monitoring Laboratory



Department of Civil and
Environmental Engineering

Urban Runoff BMPs

- Non-Structural Measures
 - Atmospheric source control
 - Street sweeping and/or washing
 - Catch basin cleaning
 - Waste oil and household waste collection
 - Illicit collection control
 - Zoning (e.g., development density, development patterns, clustering)
 - Materials application controls
 - Educational programs

Ocoquan Watershed
Monitoring Laboratory



Department of Civil and
Environmental Engineering

Urban Runoff BMPs

- Structural Controls
 - Detention ponds, extended detention ponds
 - Retention ponds
 - Oil/grit separators
 - Created wetlands, grassed waterways, riparian buffers, bioretention
 - Infiltration trenches and basins; porous paving
 - Sand filtration systems
 - Combined systems
 - Retrofitted Systems

Ocoquan Watershed
Monitoring Laboratory



Department of Civil and
Environmental Engineering

BMP Pollutant Removal Processes

- Solids: Sedimentation, Interception, filtration, flocculation
- Nitrogen: Plant uptake, ammonium sorption, ammonia volatilization, nitrification/denitrification
- Phosphorus: Plant Uptake, removal with sediment, precipitation, ORP/pH mediated sorption/release
- Metals: Chemisorption on sediments, precipitation, plant uptake
- BOD/COD: Removal with sediment; aerobic, anoxic, anaerobic decomposition

Ocoquan Watershed
Monitoring Laboratory



Department of Civil and
Environmental Engineering

General BMP Design Criteria

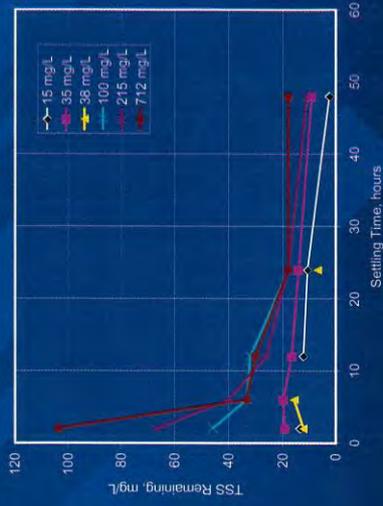
- Integrate with stormwater *quantity* management to provide water quality storage for pollutant removal
- Capture and treat the *frequently* occurring event
 - Variety of design approaches:
 - » 0.5-1.0 runoff inches ED and 24-40 hours drawdown
 - » 14-day average t_d for wet ponds with 3-10 ft. depth
 - » Wetlands sized at 3 % of drainage area
- Enhance pollutant removal with biological uptake by selective plantings

Ocoquan Watershed
Monitoring Laboratory



Department of Civil and
Environmental Engineering

Settling Column Results for TSS Removal

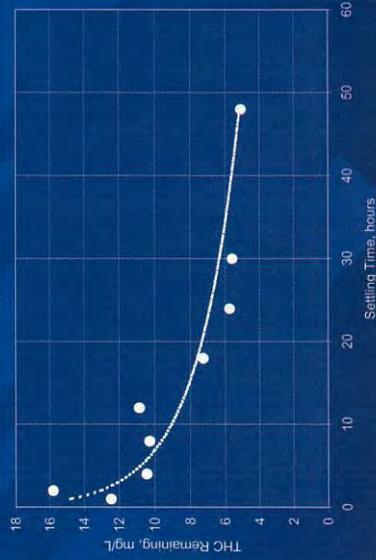


Ocoquan Watershed
Monitoring Laboratory



Department of Civil and
Environmental Engineering

Settling Column Results for THC Removal

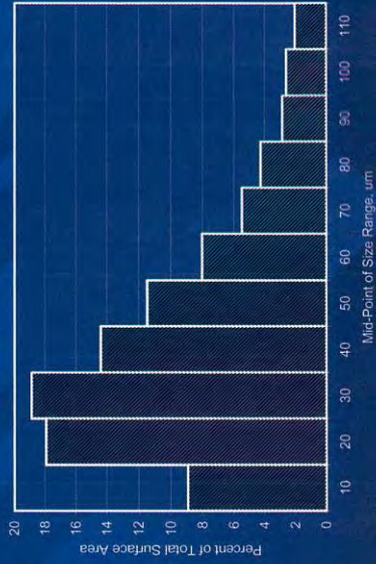


Ocoquan Watershed
Monitoring Laboratory



Department of Civil and
Environmental Engineering

Particle Surface Area Distribution in Urban Runoff (Grizzard, et al., 1986)

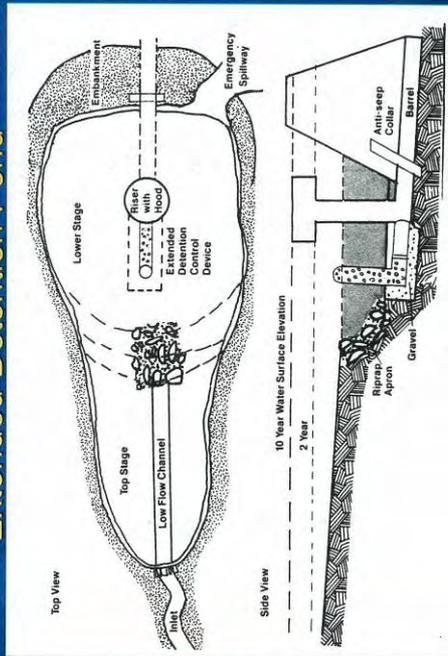


Ocoquan Watershed
Monitoring Laboratory



Department of Civil and
Environmental Engineering

Extended Detention Pond



Ocoquan Watershed
Monitoring Laboratory



Department of Civil and
Environmental Engineering

Extended Detention Pond - Fairfax, County



Ocoquan Watershed
Monitoring Laboratory



Department of Civil and
Environmental Engineering

Warning Sign at ED Stormwater Pond



Ocoquan Watershed
Monitoring Laboratory



Department of Civil and
Environmental Engineering

Extended Detention in Roadside Swale

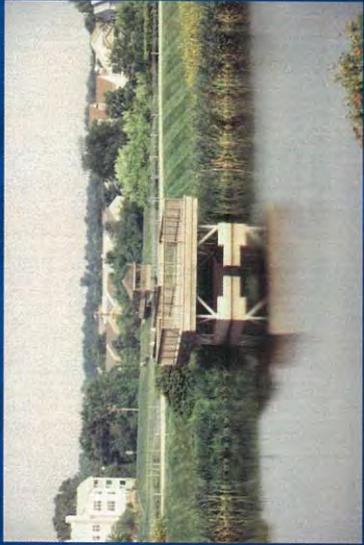


Ocoquan Watershed
Monitoring Laboratory



Department of Civil and
Environmental Engineering

Retention Pond and Outlet Structure



Occoquan Watershed
Monitoring Laboratory



Department of Civil and
Environmental Engineering

Wet Pond in Fairfax County



Occoquan Watershed
Monitoring Laboratory



Department of Civil and
Environmental Engineering

Wet Pond with Emergent Vegetation



Occoquan Watershed
Monitoring Laboratory



Department of Civil and
Environmental Engineering

Wet Pond Outlet Structure



Occoquan Watershed
Monitoring Laboratory



Department of Civil and
Environmental Engineering

Wet Pond - George Mason University

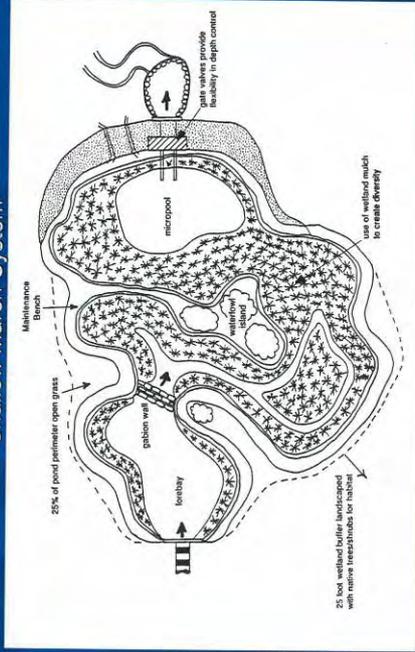


Occoquan Watershed
Monitoring Laboratory



Department of Civil and
Environmental Engineering

Shallow Marsh System

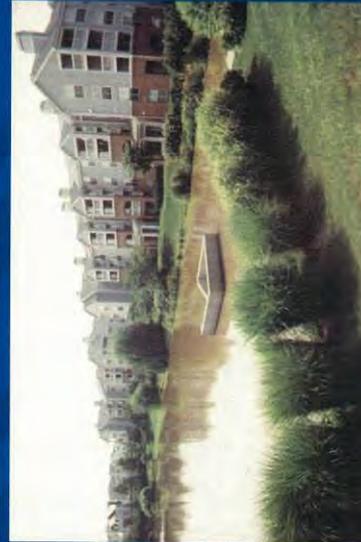


Occoquan Watershed
Monitoring Laboratory



Department of Civil and
Environmental Engineering

Retention Pond and Outlet Structure

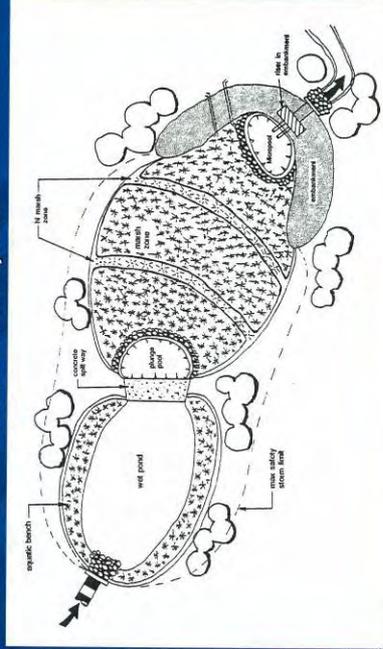


Occoquan Watershed
Monitoring Laboratory



Department of Civil and
Environmental Engineering

Pond Wetland System

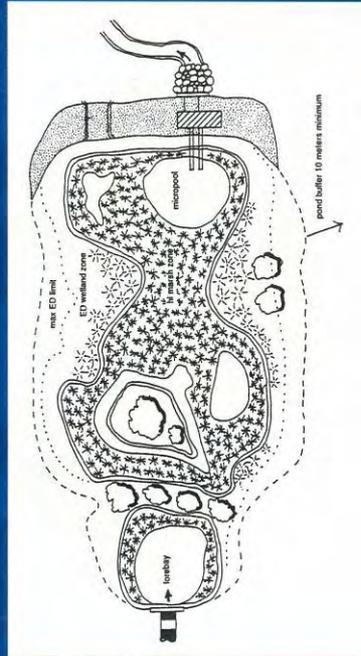


Occoquan Watershed
Monitoring Laboratory



Department of Civil and
Environmental Engineering

Extended Detention (ED) Wetland



Ocoquan Watershed
Monitoring Laboratory



Department of Civil and
Environmental Engineering

Created Wetland at Ballston & I-66

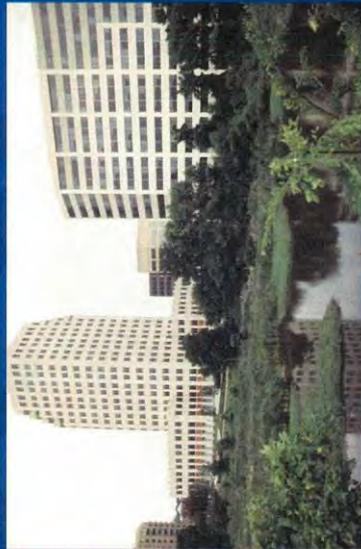


Ocoquan Watershed
Monitoring Laboratory



Department of Civil and
Environmental Engineering

Created Wetland at Ballston

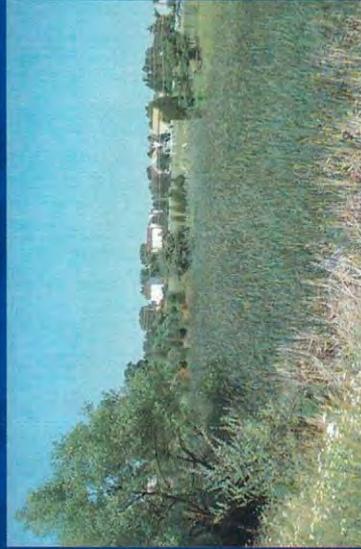


Ocoquan Watershed
Monitoring Laboratory



Department of Civil and
Environmental Engineering

Created Wetland at Franklin Farms



Ocoquan Watershed
Monitoring Laboratory



Department of Civil and
Environmental Engineering

Created Wetland Outlet Structure



Ocoquan Watershed
Monitoring Laboratory



Department of Civil and
Environmental Engineering

Filter Strip at George Mason University

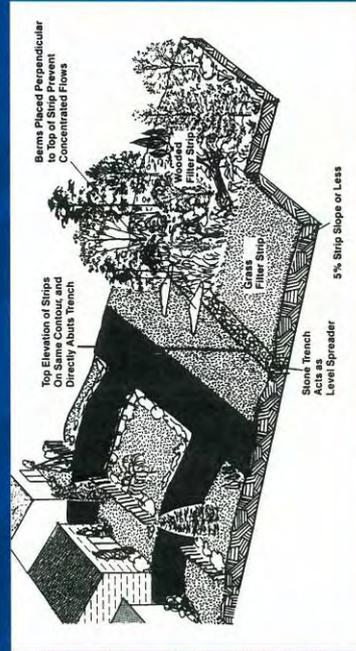


Ocoquan Watershed
Monitoring Laboratory



Department of Civil and
Environmental Engineering

Schematic of Residential Filter Strip



Ocoquan Watershed
Monitoring Laboratory



Department of Civil and
Environmental Engineering

Bioretention Site in Prince William County



Ocoquan Watershed
Monitoring Laboratory



Department of Civil and
Environmental Engineering

Bioretention Site in Prince William County

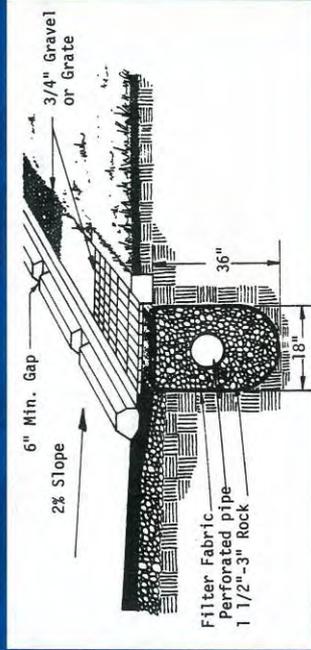


Ocoquan Watershed
Monitoring Laboratory



Department of Civil and
Environmental Engineering

Parking Lot Infiltration Trench



Ocoquan Watershed
Monitoring Laboratory



Department of Civil and
Environmental Engineering

Bioretention Site in Prince William County

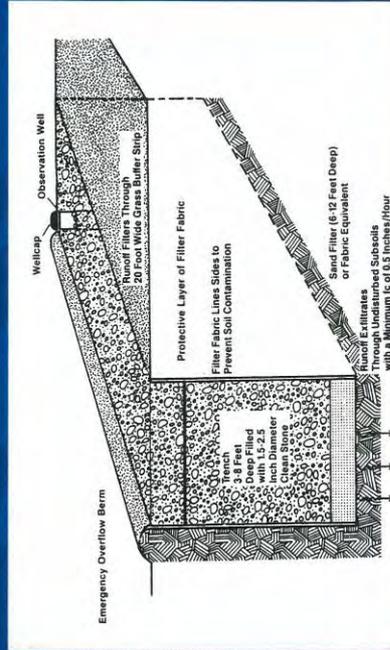


Ocoquan Watershed
Monitoring Laboratory



Department of Civil and
Environmental Engineering

Infiltration Trench with Filter Fabric



Ocoquan Watershed
Monitoring Laboratory



Department of Civil and
Environmental Engineering

Parking Lot Infiltration Trench

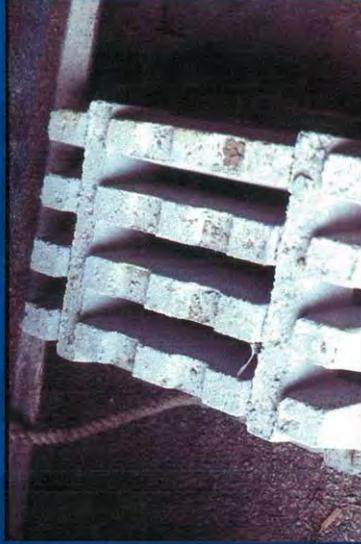


Occoquan Watershed
Monitoring Laboratory



Department of Civil and
Environmental Engineering

Paver Block System

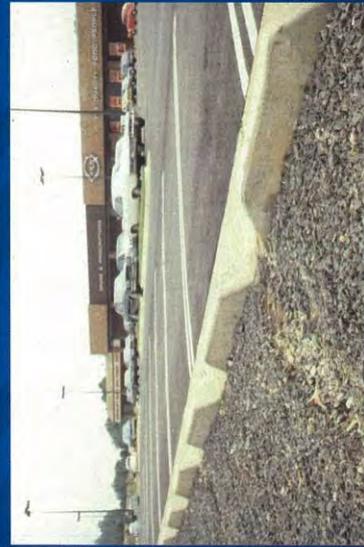


Occoquan Watershed
Monitoring Laboratory



Department of Civil and
Environmental Engineering

Parking Lot Infiltration Trench



Occoquan Watershed
Monitoring Laboratory



Department of Civil and
Environmental Engineering

Open Paver System in Copenhagen

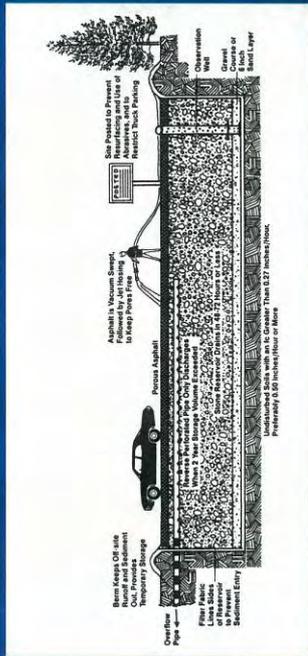


Occoquan Watershed
Monitoring Laboratory



Department of Civil and
Environmental Engineering

Porous Paving Schematic

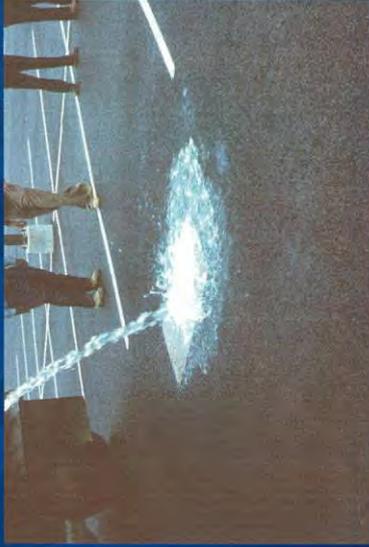


Occoquan Watershed
Monitoring Laboratory



Department of Civil and
Environmental Engineering

Water Applied to Porous Asphalt

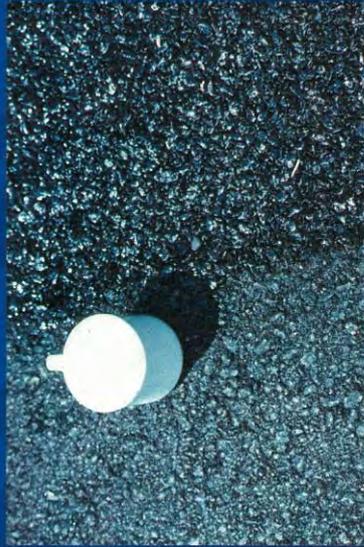


Occoquan Watershed
Monitoring Laboratory



Department of Civil and
Environmental Engineering

Conventional and Porous Asphalt



Occoquan Watershed
Monitoring Laboratory



Department of Civil and
Environmental Engineering

Artificial Rain Experiment on Porous Paving

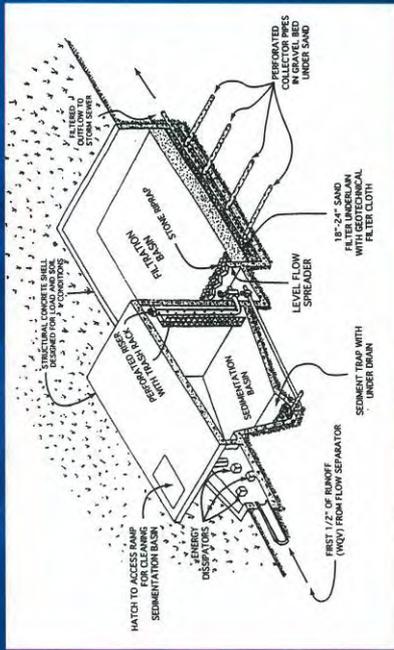


Occoquan Watershed
Monitoring Laboratory



Department of Civil and
Environmental Engineering

Austin Sand Filter



Ocoquan Watershed
Monitoring Laboratory

Department of Civil and
Environmental Engineering



Summary of BMP Performance Percent Removal in Pond Systems

BMP Type	TSS	TP	TN	Oxygen Demand	Zn	Pb
Dry Pond	14	20	10	-	10	-
Extended Detention Dry Pond	50-70	10-20	10-20	-	30-60	75-90
Retention Pond	54	66	28	30	51	65

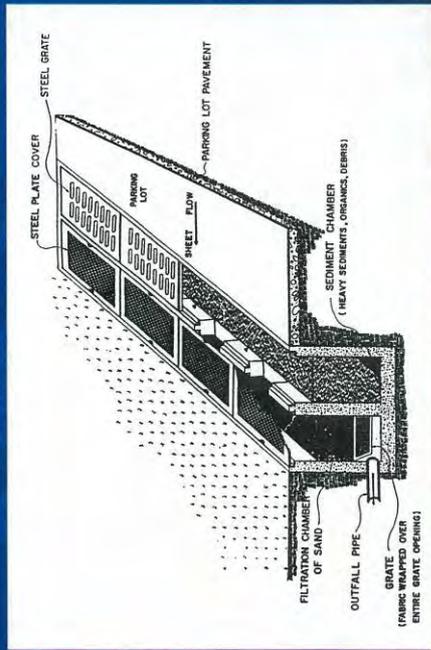
Sources: OWML, Schueler, Urbanas, Bell

Ocoquan Watershed
Monitoring Laboratory

Department of Civil and
Environmental Engineering



Delaware Sand Filter with Grated Inlet



Ocoquan Watershed
Monitoring Laboratory

Department of Civil and
Environmental Engineering



Summary of BMP Performance Percent Removal in Infiltration Systems

BMP Type	TSS	TP	TN	Oxygen Demand	Zn	Pb
Infiltration Basins	0-99	0-75	0-70	0-90	0-99	0-99
Infiltration Trenches	99	65-75	60-70	90	95-99	-
Porous Pavement	85-95	65	75-85	80	98	80

Sources: OWML, Schueler, Urbanas, Bell

Ocoquan Watershed
Monitoring Laboratory

Department of Civil and
Environmental Engineering



Summary of BMP Performance Percent Removal in Other Systems

BMP Type	TSS	TP	TN	Oxygen Demand	Zn	Pb
Created Wetland	75	45	25	15	50	75
Grassed Swales	0-40	0-40	0-40	0-40	-	-
Filter Strips	20-99	0-60	0-60	0-80	-	-
Sand Filters	70-87	50-65	31-47	26-59	78-84	79-85

Sources: OWML, Schueler, Urbonas, Bell

Occoquan Watershed
Monitoring Laboratory



Department of Civil and
Environmental Engineering

Other Issues

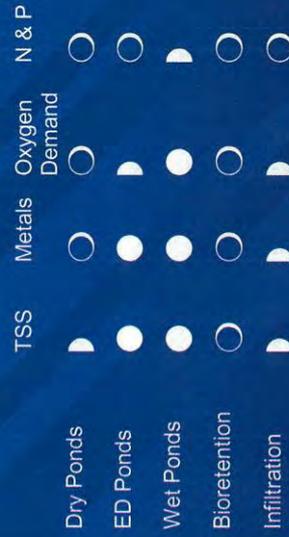
- Maintenance
 - Least attractive activity for privately owned BMPs
 - If not maintained, may become "pulse" sources
- Unintended consequences
 - Attractive Nuisance
 - » Nutrients
 - » Microbial Contamination

Occoquan Watershed
Monitoring Laboratory



Department of Civil and
Environmental Engineering

Comparative BMP Performance

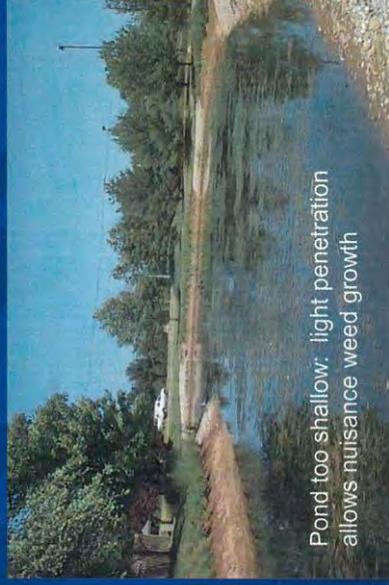


Occoquan Watershed
Monitoring Laboratory



Department of Civil and
Environmental Engineering

Wet Pond at Fairfax County Townhouse Development



Pond too shallow: light penetration
allows nuisance weed growth

Occoquan Watershed
Monitoring Laboratory



Department of Civil and
Environmental Engineering

Closeup of Milfoil in SWM Wet Pond



Ocoquan Watershed
Monitoring Laboratory



Department of Civil and
Environmental Engineering

Milfoil Removed from SWM Pond



Ocoquan Watershed
Monitoring Laboratory



Department of Civil and
Environmental Engineering

Milfoil Removal from SWM Wet Pond



Ocoquan Watershed
Monitoring Laboratory



Department of Civil and
Environmental Engineering

The Law of Unintended Consequences....

Ocoquan Watershed
Monitoring Laboratory



Department of Civil and
Environmental Engineering

“If you build it, they will come”



Ocoquan Watershed
Monitoring Laboratory



Department of Civil and
Environmental Engineering

Waterfowl and Wastes Attracted to Open Water Ponds



Ocoquan Watershed
Monitoring Laboratory



Department of Civil and
Environmental Engineering

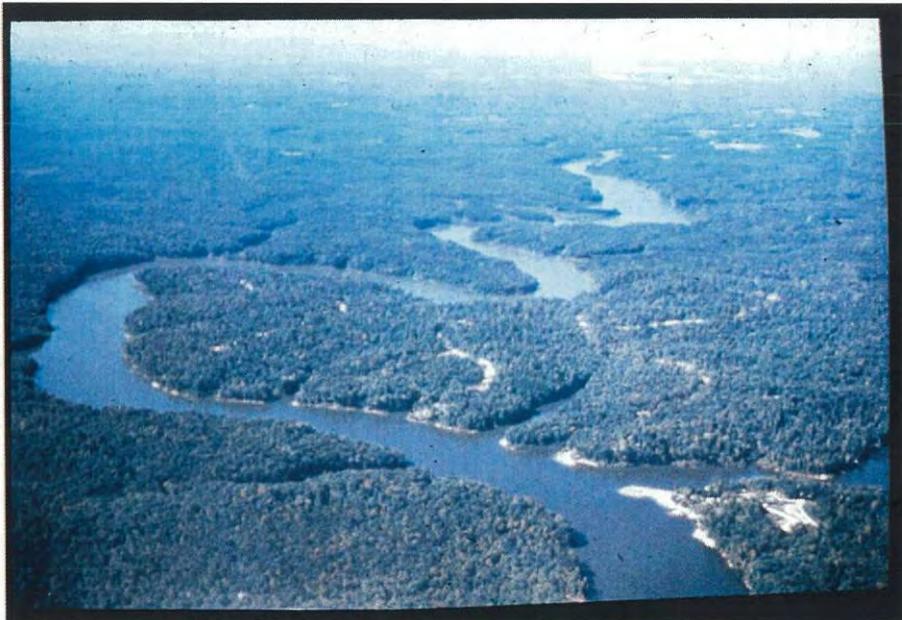
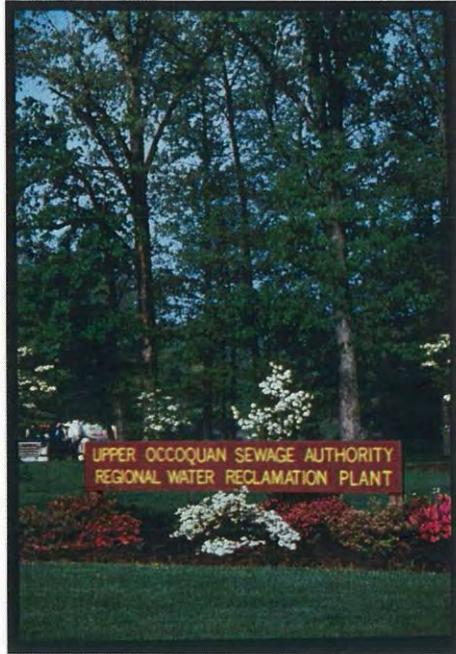
Waterfowl and Wastes Attracted to Open Water Ponds



Ocoquan Watershed
Monitoring Laboratory



Department of Civil and
Environmental Engineering





Upper Occoquan Sewage Authority

- UOSA placed on-line in 1978 to replace 11 secondary plants
- Discharges effluent to unnamed tributary of Bull Run
- Discharges about 20 stream miles upstream the water treatment plant intake
- Current capacity 32 million gallons per day (mgd)
- Expansion to 54 mgd





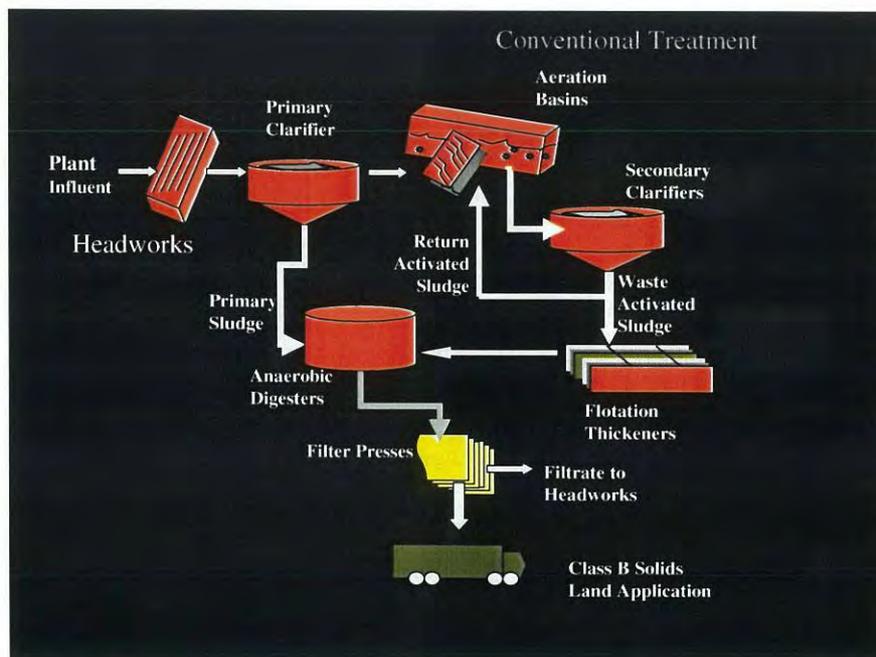
Virginia Pollutant Discharge Elimination System

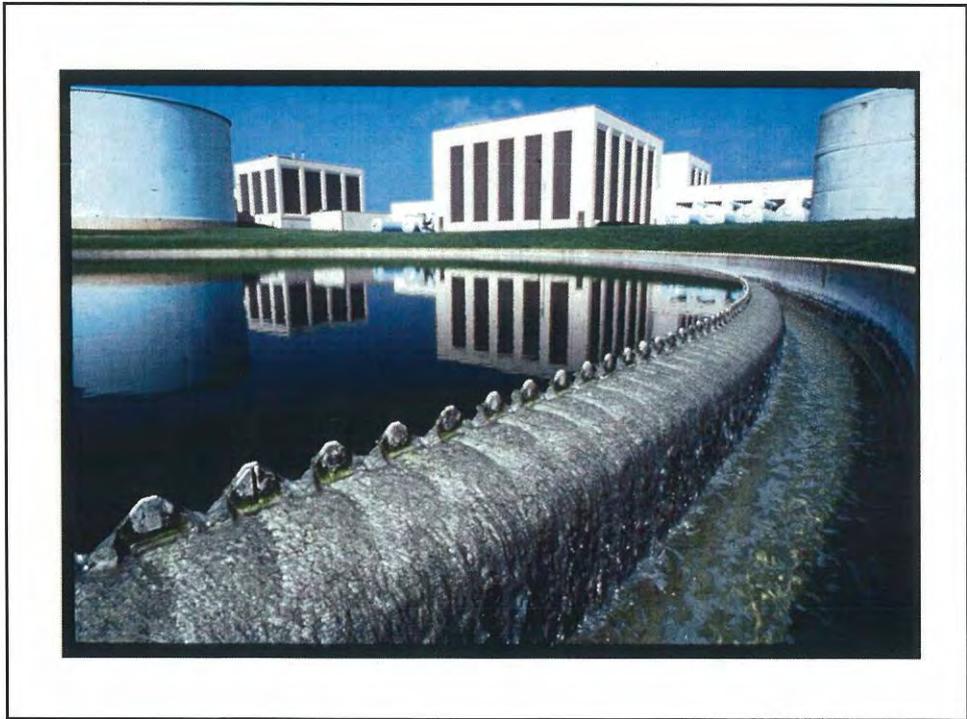
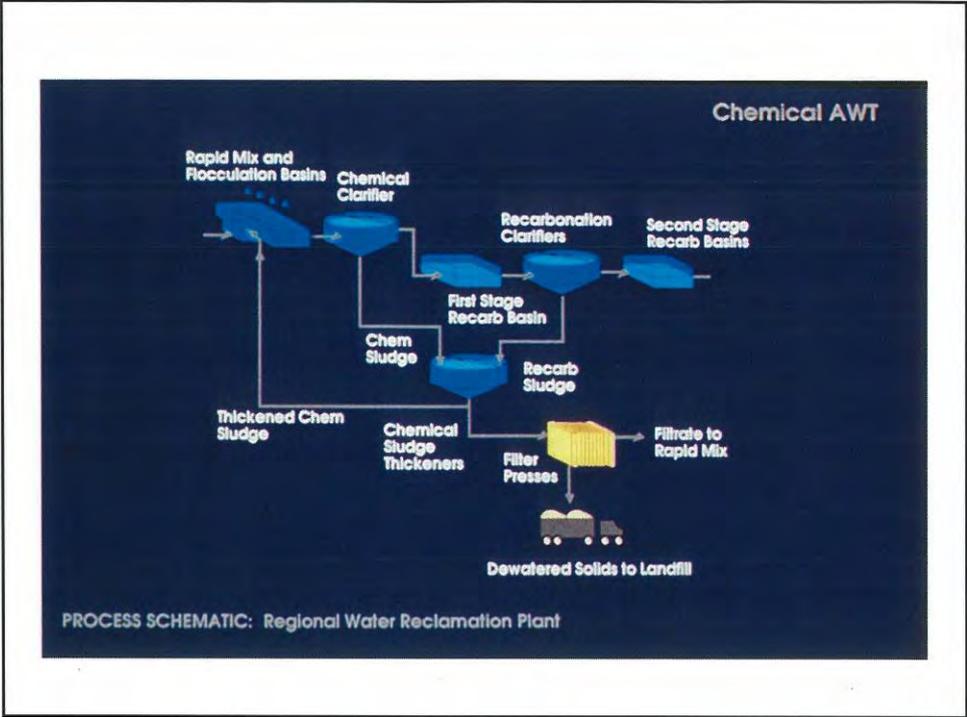
- VPDES discharge permit as required by the Clean Water Act
- The State of Virginia has primacy under the Clean Water Act
- Among others the permit specifies:
 - discharge quality--permit limits
 - storm water management
 - sludge monitoring
 - testing requirements, reporting, and laboratory conditions
 - industrial pretreatment program
 - operations and maintenance

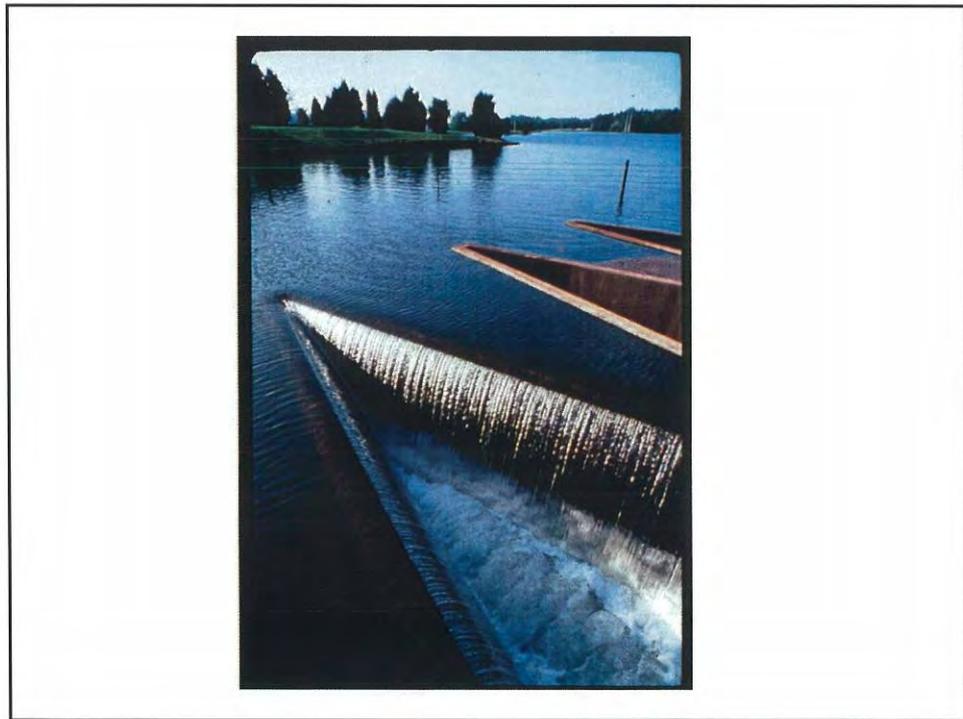
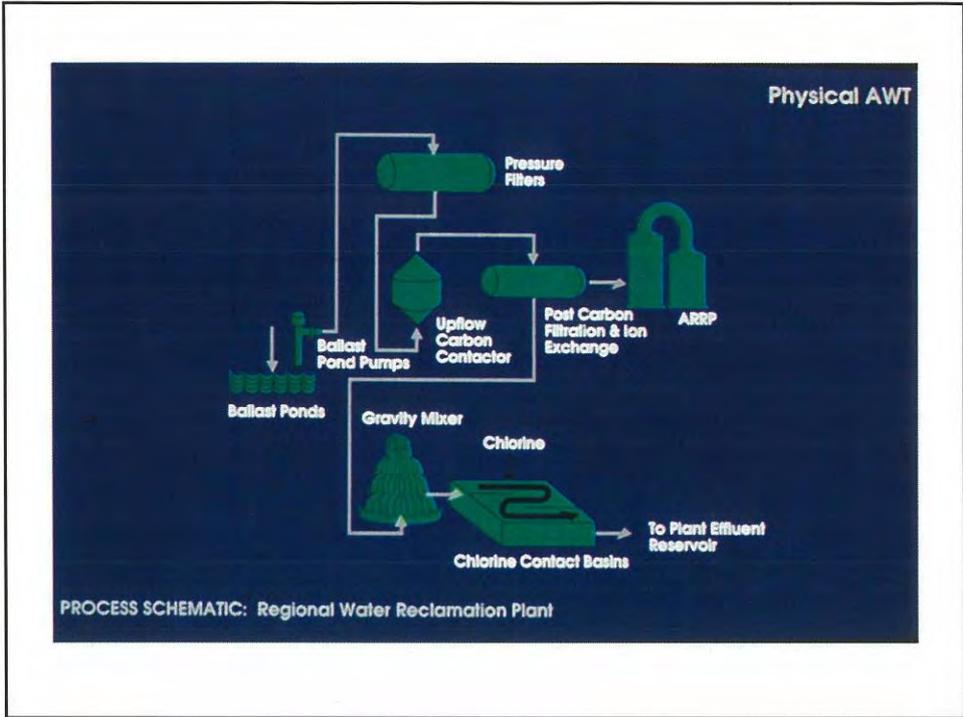


Plant Treatment Standards

<i>Parameter</i>	<i>Unit</i>	<i>Limit</i>
<i>Chemical Oxygen Demand</i>	mg/L	10.0
<i>Suspended Solids</i>	mg/L	1.0
<i>Unoxidized Nitrogen</i>	mg/L	1.0
<i>Total Phosphorus</i>	mg/L	0.1
<i>Surfactants</i>	mg/L	0.1
<i>Turbidity</i>	NTU	0.5
<i>Fecal Coliform</i>	Per 100 mL	<2







6. 米国水環境行政と環境 NGO との関わり

本視察中、米国の環境 NGO とのミーティングの機会を得て、米国の水環境行政に対する環境 NGO の関わりについてヒアリングを行った。以下に要旨を整理する。

6.1 ヒアリング概要

ヒアリング対象：Mr. Richard Forrest (Clean Water Network、<http://www.cwn.org/cwn/>)

ヒアリング日時：2003 年 10 月 14 日



写真 6.1 NGO とのミーティング後の会食

6.2 ヒアリング要旨

合衆国では、水環境や湿地保護のために数千の NGOs が活動している。水質保全に対し NGOs は政府を相手取って数多くの訴訟を行っており、この一連の政府の水質保全政策を決定づける上で重要な要因となっていると、EPA スタッフも認識している。多くの NGOs が水質保全に関わっているが、特に大きな NGO は下記の通りである。

- National Wildlife Federation, Ms. Julie Sibbing, sibbing@nwf.org, www.nwf.org
- Clean Water Network, Mr. Eddie Scher, escher@nrdc.org, www.cwn.org
- American Rivers, www.americanrivers.org
- National Resources Defense Council, www.nrdc.org

近年の NGOs の最大の関心事は、ブッシュ政権が Clean Water Act に対して関与を弱めるのではないかという点である。

合衆国では、大統領が退任すると、これに合わせて政府上層部も大幅に入れ替わる。EPA においても、上層部が退職して NGOs に移籍したり、逆に NGOs から EPA に入ったりすることが通常である。

いくつかの関連する資料を、次ページ以降に添付する。

- Letter (25 July 2003) to Members of the House asking for endorsement of letter urging President Bush NOT to remove waters from federal protection under the CWA.
- Clean Water Network, Important Legislation Summary, 27 June 2003
- New York Times Editorial, 26 June 2003 (about outgoing EPA head Carol Whitman's actions, which may leave 60% of stream and 20 million acres of wetlands unprotected).
- U.S. Plans Could Ease Limits on Wetlands Development, New York Times, 10 January 2003
- Clean Water Authority Restoration Act (proposed), by National Wildlife Federation, Julie Sibbing.

Congress of the United States

Washington, DC 20515

July 25, 2003

Dear Colleague,

We write to ask your support to ensure that the Clean Water Act continues to protect the nation's waters, including streams, wetlands, ponds and other waters, as it has for the past 30 years. Protecting our country's precious waterways is essential to safeguarding our drinking water, alleviating flooding conditions, providing recreational opportunities, maintaining fish and wildlife habitat, and promoting a healthy economy.

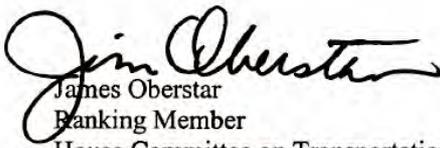
On January 15, 2003, the U.S. Environmental Protection Agency and Army Corps of Engineers published in the Federal Register an Advance Notice of Proposed Rulemaking (ANPRM) and a policy guidance that raised questions about the long-standing jurisdiction of the Clean Water Act. Both the ANPRM and guidance represent attempts to remove federal protection from many waters that have been protected by the Clean Water Act for three decades. The guidance will have an immediate impact on wetlands, creeks, and streams because it is already in effect. It and the proposed rule mark the beginning of a longer process that may result in even more sweeping changes that would severely undermine the effectiveness of the Clean Water Act.

We are concerned that the guidance and rulemaking proposal will lead to increases in water pollution that will undermine public health and harm the environment.

Please join us in sending a letter to President Bush urging him not to eliminate existing Clean Water Act protections for the nation's waters and to rescind the guidance. To add your name to this letter, please contact Katie Murtha in Representative Dingell's office at 225-4071.

Thank you for your consideration.

Sincerely,



James Oberstar
Banking Member
House Committee on Transportation and Infrastructure



James Leach
Member of Congress



Jim Saxton
Member of Congress



John D. Dingell
Member of Congress

PRINTED ON RECYCLED PAPER

The Honorable George W. Bush
The White House
1600 Pennsylvania Avenue, N.W.
Washington, D.C. 20500

Dear President Bush:

We are writing to urge you not to pursue any policy or regulatory changes that would reduce the scope of waters protected under the Clean Water Act. In particular, we ask that you not amend the long-standing definition of waters as suggested by the January 15, 2003 Advance Notice of Proposed Rulemaking (ANPRM) and that you rescind the policy guidance that was issued at the same time.

Over the last 30 years, our nation has made great progress towards meeting the Clean Water Act's goal "to restore and maintain the chemical, physical and biological integrity of the nation's waters." As Congress recognized in 1972, this goal cannot be met unless the Clean Water Act is applied broadly. The application of the law to the nation's lakes, ponds, streams, wetlands and coastal waters has been critical to reducing water pollution. Despite the Act's successes, almost 45 percent of our waters still are not clean enough for fishing, swimming and other uses. Reducing the scope of waters protected by the law will reverse our country's progress towards eliminating our remaining water pollution problems and undermine the significant investments we have made to improve water quality.

Both the ANPRM and guidance represent attempts to remove federal protection from waters – including many streams, wetlands and natural ponds – that have been covered by the Clean Water Act for decades. These new policies claim reliance on the Supreme Court's ruling in *Solid Waste Agency of Northern Cook County v. U.S. Army Corps of Engineers (SWANCC)*. That decision eliminated Clean Water Act jurisdiction over so-called "isolated" intrastate, non-navigable waters where the sole basis for jurisdiction is the use of the waters as habitat for migratory birds. While this decision was very troubling and places many wetlands and streams at risk, it did not invalidate any other existing basis of Clean Water Act jurisdiction, nor did the Court's decision require a rule-making process to re-define the scope of waters protected by the law.

Not only do the January 15 ANPRM and guidance reach far beyond the holding of the *SWANCC* case, they also both apply to the entire Clean Water Act. The Act has one definition of waters, so whatever wetlands, streams, ponds and other waters the proposed rulemaking and guidance try to leave behind would no longer have any federal legal protections against pollution, filling, and destruction. The guidance is already in effect and it alone may remove protection from an estimated 20 percent of the nation's wetlands, some 20 million acres, as well as countless miles of streams across the country.

Excluding waters from the Clean Water Act will lead to unregulated discharges of pollution into streams, ponds, and wetlands and, as this pollution flows downstream, greater pollution of our lakes, rivers and coastal waters. The destruction of wetlands results in the loss of habitat for waterfowl and endangered wildlife, exacerbates flooding, harms water quality and reduces stream flows and groundwater recharge. Finally, we note that excluding waters from the Act would present many states with new financial burdens, as they would be on their own to safeguard those waters left without federal protection.

We urge you to stop the rulemaking process, rescind the January 15 guidance memorandum, and issue guidance that accurately reflects the Supreme Court's decision.

Sincerely,

CWN Important Legislation Summary

Pending Legislation affecting Clean Water – 108th Congress, 1st session
Updated June 27, 2003

HOUSE BILLS

WE LIKE

- 1) **HR 962** - Clean Water Authority Restoration Act – introduced 2/27/03 by Reps. Oberstar (MN), Dingell (MI), Boehlert (NY), and Leach (IA)

With 66 co-sponsors, this bill would restore the protection that existed for all U.S. waters and wetlands prior to the **SWANCC** Supreme Court decision in January 2001 by:

- A) Adopting a statutory definition of "waters of the United States" based on a longstanding definition of waters in the Corps of Engineers' regulations (at 33 CFR 328.3);
- B) Deleting the term "navigable" from the Act to clarify that Congress' primary concern in 1972 was to protect the nation's waters from pollution, rather than just sustain the navigability of waterways;
- C) Including a set of findings that explain the factual basis for Congressional assertion of constitutional authority over waters and wetlands, including those that are called "isolated."

Companion bill is S 473.

LATEST ACTION: Referred to House Subcommittee on Water Resources and Environment on 2/28/03

- 2) **HR 738** – Clean Water Protection Act – introduced 2/12/03 by Reps. Pallone (NJ) and Shays (CT)

With 39 co-sponsors, this bill would insert a definition of "fill material" into the Clean Water Act. The proposed definition in the bill states that "fill material" means any pollutant which replaces portions of the waters of the United States with dry land or which changes the bottom elevation of a water body for any purpose. The term does not include any pollutant discharged into the water primarily to dispose of waste. This definition contains the "waste exclusion" language that was in the Corps' own rules for many years.

LATEST ACTION: Referred to Subcommittee on Water Resources & Environment on 2/13/03

- 3) **HR 20** – Clean Water Infrastructure Financing Act of 2003 – introduced 1/7/03 by Reps. Kelly (NY) and Tauscher (CA)

With 139 co-sponsors, this bill would authorize \$3 billion for FY 2004 for the State Revolving Fund (with a \$1 billion increase per year through FY 2008; FY 2008 appropriation would be \$7 billion). From this fund, monies would be available for construction of publicly owned treatment works, restoration or protection of

riparian areas, land acquisitions, measures to promote beneficial reuse of wastewater, measures to intercept, control, or treat CSOs and SSOs, and CWA sections 314, 319, 320.
Companion bill is S 170.

LATEST ACTION: Referred to Subcommittee on Water Resources and the Environment on 1/8/03

4) **HR 784** – Water Quality Investment Act of 2003 – introduced on 2/13/03 by Rep. Camp (MI)

With 30 co-sponsors, this bill would re-authorize appropriations for fiscal years 2004 and 2005 for sewer overflow control grants to states and other delegated authorities.

LATEST ACTION: Referred to Subcommittee on Water Resources and Environment on 2/14/03

5) **HR 961** – Upper Mississippi River Basin Protection Act – introduced on 2/27/03 by Rep. Kind (WI)

This bill would authorize \$6.25 million for FY 2004 for the U.S. Geological Survey to implement a sediment and nutrient monitoring network for the Upper Mississippi River watersheds. In addition, this bill would authorize \$650,000 for a National Research Council study of the comprehensive water resources of the Upper MS River Basin.

LATEST ACTION: Passed the House of Representative by roll call vote on 3/25/03. Referred to the Senate Committee on Energy and Natural Resources on 3/26/03

6) **HR 837** – Fuels Security Act of 2003 – introduced on 2/13/02 by Rep. Peterson (MN)

With 24 co-sponsors, this bill would, among other items, require that all MTBE production, use, and distribution end 4 years after passage of the legislation, authorize \$250 million for each of the fiscal years 2003 through 2005 in assistance funds to domestic MTBE producers to phase out production, and provide \$200 million for fiscal years 2003 through 2008 to fund the Leaking Underground Storage Tank Trust Fund.

LATEST ACTION: Referred to Subcommittee on Energy and Air Quality on 3/10/03.

WE DO NOT LIKE

6) **HR 1027** – Recreational Waters Protection Act – introduced 2/27/03 by Rep. Jim Saxton (NJ)

With 1 co-sponsors, this bill proposes to revise effluent water quality performance standards for Marine Sanitation Devices (MSDs) and would exempt vessels with a particular type of MSD from compliance with no-discharge zones (NDZs) established by states under the Clean Water Act.

LATEST ACTION: Referred to House Subcommittee on Water Resources and Environment on 2/28/03

DO NOT KNOW

- 7) **HR 504** – Abandoned Hardrock Mines Reclamation Act – introduced 1/29/03 by Rep. Udall (CO)

With 7 co-sponsors, this bill would facilitate cleanup of inactive and abandoned mine sites by establishing a source of funding for that purpose and by limiting the potential liability of parties undertaking to carry out such cleanup through permitted discharges exempted from CWA.

LATEST ACTION: Referred to Subcommittee on Energy & Mineral Resources on 2/12/03

Referred to the Subcommittee on Water Resources and Environment on 1/29/03

Executive Comment Requested from DOI on 2/12/03

SENATE BILLS

WE LIKE

- 1) **S 473** - Clean Water Authority Restoration Act – introduced 2/27/03 by Sens. Feingold (WI), Jeffords (VT), and Boxer (CA)

With 8 co-sponsors, this bill would restore the protection that existed for all U.S. waters and wetlands prior to the SWANCC Supreme Court decision in January 2001. **Companion bill is HR 962.**

LATEST ACTION: Referred to Committee on Environment and Public Works on 2/27/03

- 2) **S 170** – Clean Water Infrastructure Financing Act of 2003 – introduced 1/15/03 by Sen. Voinovich (OH)

With 3 co-sponsors, this bill would authorize \$3 billion for FY 2003 through FY 2007 for the State Revolving Fund. From this fund, monies would be available for construction of publicly owned treatment works, restoration or protection of riparian areas, land acquisitions, measures to promote beneficial reuse of wastewater, measures to intercept, control, or treat CSOs and SSOs, and CWA sections 314, 319, 320.

Companion bill is HR 20.

LATEST ACTION: Referred to Committee on Environment and Public Works on 1/15/03

3) **S 385** – Fuels Security Act of 2003 – introduced on 2/13/02 by Sen. Daschle (SD)

With 18 co-sponsors, this bill would, among other items, require that all MTBE production, use, and distribution end 4 years after passage of the legislation, authorize \$250 million for each of the fiscal years 2003 through 2005 in assistance funds to domestic MTBE producers to phase out production, and provide \$200 million for fiscal years 2003 through 2008 to fund the Leaking Underground Storage Tank Trust Fund.

LATEST ACTION: Referred to the Committee on Environment and Public Works, Subcommittee on Clean Air, Climate Change, and Nuclear Safety. Hearings held on 3/10/03.

New York Times Editorial

June 26, 2003

An Environmental Report Card

On her way out the door, Christie Whitman has issued the Environmental Protection Agency's first statistical assessment of the nation's environment. The bottom line is that although much remains to be done, things are greatly improved from 30 years ago. The air is healthier, the water cleaner. But underneath the numbers, and of course unobserved in the report, lies an exquisite irony: what has brought us here are the landmark environmental laws of the early 1970's — laws that the industries bankrolling the Bush administration have been fighting tooth and nail ever since, laws that the administration itself has tried to amend or weaken.

The report has already acquired a certain notoriety because it omitted, on White House orders, any meaningful discussion of global warming, a problem that President Bush seems to think will go away if nobody talks about it. In a sense, this may have been the administration's final insult to Mrs. Whitman, who has been bounced around on other issues during her two-plus years as the agency's administrator. Now most people are likely to remember her report, which she had intended as an apolitical statistical portrait, for what it leaves out rather than for the useful information it contains.

On the plus side, the report shows that air pollution has declined by 25 percent over the last three decades even as the country's population, economy and vehicle traffic have exploded. Fully 94 percent of Americans are served by drinking water systems that meet federal health standards, as opposed to 79 percent 10 years ago. Major rivers, like the Hudson, are no longer used as industrial and municipal sewers. Yet in a sense we have just begun. More than 125 million Americans suffer from intermittent unhealthy air, 270,000 miles of rivers and streams remain too polluted for fishing and swimming, coastal estuaries are in generally poor shape, and suburban sprawl continues to devour open space at an alarming rate.

The report is a compelling argument for preserving — and broadening where necessary — the reach of environmental law. Mrs. Whitman recognized as much when, in one of her last acts, she proposed tough new regulations on construction equipment and other diesel-powered off-road vehicles, a huge and lightly regulated source of air pollution. But she has spent most of her tenure playing defense. The administration moved to weaken the existing Clean Air Act without putting anything in its place. It has done little to regulate farm runoff, a major source of water pollution. And Mrs. Whitman herself has set in motion a review of the Clean Water Act that could leave over 60 percent of the nation's streams and 20 million acres of wetlands exposed to development and pollution. Indeed, before she leaves town, and as a final legacy, Mrs. Whitman might consider taking that unfortunate proposal off the table. That could make her agency's next report even rosier.

U.S. Plan Could Ease Limits on Wetlands Development

New York Times

By DOUGLAS JEHL

WASHINGTON, Jan. 10 — The Bush administration opened the way today for a redefinition of federal rules that could remove obstacles to development on millions of acres of isolated wetlands historically protected under the Clean Water Act.

Inviting public comment on the shaping of new rules, the administration said it was acting in response to a 2001 Supreme Court ruling that limited the scope of the Clean Water Act's jurisdiction over isolated wetlands. But in contrast to the Clinton administration, which interpreted that opinion very narrowly, the Bush administration signaled its willingness to consider a much broader approach that could ultimately remove from federal jurisdiction up to 20 percent of the country's wetlands.

The Environmental Protection Agency and the Army Corps of Engineers said the action would "clarify and reaffirm" the agencies' authority "over a vast majority of the nation's wetlands." But critics, including leading environmental organizations, said the plan could reduce the scope of the Clean Water Act well beyond what the court required. Depending on the outcome of the rule-making process, they said, developers would no longer need to seek federal permits before filling in land on millions of acres of wetlands where their actions have until now been strictly regulated.

In the meantime, until any new rules are made final, the corps and the E.P.A. issued new guidance to their field offices discouraging them from asserting jurisdiction over wetlands unless they lie adjacent to traditional navigable rivers, streams and their tributaries. In cases involving isolated non-navigable waters located within a single state, the guidance said, formal approval from the agency's headquarters would now be required to assert federal jurisdiction.

The administration move could benefit homebuilders and other developers, who have long complained that federal agencies unlawfully extended the reach of the Clean Water Act to include waters and wetlands that should not fall under the jurisdiction of the federal government. Homebuilders' organizations backed the challenge to the rule that was upheld by the Supreme Court in January 2001, in *Solid Waste Agency of Northern Cook County v. Corps of Engineers*.

But today's move was denounced by some environmentalists and their allies in Congress, including Senator James M. Jeffords, the independent from Vermont, who said in a statement that it would "roll back 30 years of progress" under the Clean Water Act. At issue is the question of to what extent the act should extend to isolated wetlands. The Supreme Court decision in the 2001 case, involving an isolated pond, invalidated the corps' "migratory bird rule" as the basis for regulating wetlands with no connection to navigable waterways. That rule said that because migratory birds, which use isolated wetlands, are significant to interstate commerce, the federal government may regulate ponds, even if they have no other connection to commerce or federal waters.

But the Supreme Court's decision striking down that rule created confusion among federal and state officials over which waters remain under federal control. In arguing cases since in federal court, the Justice Department has generally interpreted the decision narrowly, saying the only waters that lost federal jurisdiction were those completely isolated from streams and rivers and where the migratory bird rule was the only basis of federal regulation.

Environmentalists agree with the narrow interpretation and have been lobbying the Bush administration to issue a guidance policy directing regional officials to take that view. Developers, property rights advocates and Western lawmakers, however, say that the court's decision invalidates the federal government's jurisdiction over any waters that are not navigable or directly adjacent to navigable waters.

Today's action by the administration did not settle the issue, but it went well beyond strict compliance with the Supreme Court decision.

As a test of which waterways and wetlands might fall under the Clean Water Act, it ruled out those that were completely isolated and whose sole qualification for federal jurisdiction was their use by migratory birds, the one standard the court explicitly rejected.

In addition, however, by inviting 45 days of public comment in preparation for proposing new rules, the administration also opened the way for a broader reinterpretation that could rule out other isolated wetlands from Clean Water Act protections, including those adjacent to waterways that, while non-navigable, have until now been regarded as subject to federal law because of links to recreation and other interstate commerce.

Representative Doug Ose, a California Republican who is chairman of a House subcommittee with oversight over the issue, said today that he hoped that new regulations would "provide clarity and certainty to what is and isn't federal jurisdiction on wetland matters."

But Daniel Rosenberg, a wetlands expert at the Natural Resources Defense Council, an environmental advocacy group, criticized the administration's proposal as "scientifically bankrupt."

"The Clean Water Act has been tremendously successful because its longstanding rules ensure that all water bodies, large or small, are protected," Mr. Rosenberg said. "Once again, the White House has tuned out the science and is only listening to the siren song of developers and mining companies."

At the same time, however, the National Association of Homebuilders, a lobbying group that represents most developers, complained that the administration action was ambiguous and did not resolve the confusion over what was covered under the Clean Water Act.

"With or without today's revised guidance, our position on isolated wetlands regulation could not be more clear," said Gary Garczynski, the organization's president. "The federal

government cannot require a permit when a landowner wants to fill an isolated wetland that is located only within one state and has no connection to navigation."

The shape of the new proposal had been the subject of intense, high-level discussions within the administration, a sign of recognition that any action that could be interpreted as a blow to clean water would be politically charged. Today's announcement followed several days of postponements as the proposal was redrafted to emphasize what a senior E.P.A. official, Ben Grumbles, said at a briefing was the administration's commitment to the federal protection of wetlands "to the full extent possible under the Clean Water Act and the recent Supreme Court case."

According to the agency, the country has about 100 million acres of wetlands, and at least 80 percent of them will remain subject to the Clean Water Act because they lie adjacent to traditional navigable waters and their tributaries, under standards that the Bush administration has not opened to review.

The agency said it did not know what portion of the remainder, up to 20 million acres, had qualified solely because of its use by migratory birds, and what portion might still qualify under other standards not struck down by the Supreme Court. But the agency and the corps seemed to raise doubts about those standards as well, saying in their new guidance today that "field staff should seek formal project-specific HQ approval prior to asserting jurisdiction over isolated non-navigable intrastate waters based on other types of interstate commerce links."



Contact: Julie Sibbing (202) 797-6832

Clean Water Authority Restoration Act of 2003 H.R. 962 and S. 473

Reestablishing protection for our nation's wetlands:

Over the last 30 years, the Clean Water Act has enabled great strides in improving the health of our nation's waters by protecting them from unfettered pollution, filling, and destruction. However, a 2001 Supreme Court decision, and recent attempts by the regulatory agencies to re-define Clean Water Act jurisdiction, now jeopardize protection for many of our nation's wetlands, ponds, lakes and streams. This situation not only endangers wildlife and wild places, but also puts people at risk. H.R. 962 and S. 473 address this problem by reaffirming protection for these waters as originally intended by Congress.

The SWANCC Decision

The 2001 U.S. Supreme Court decision in Solid Waste Agency of Northern Cook County v. United States Army Corps (SWANCC), limited the authority of federal agencies to extend Clean Water Act protections to non-navigable, intrastate, isolated waters based solely on their use by migratory birds.

Although the Court's SWANCC ruling was quite narrow, various industry groups, administration officials, and some federal regulatory staff have sought to stretch its meaning in order to remove protection from many additional waters. This could have broad consequences as waters no longer determined to fall under the jurisdiction of the Clean Water Act will no longer have protection from the discharge of pollutants and other destructive activities. And since very few waters are actually "isolated," (most are connected to other larger waters in some way), pollution and/or destruction of these waters is very likely to impact other waters, including public drinking water supplies.

As a result of these efforts, the kinds of wetlands most at risk include prairie potholes, playa lakes, bogs, fens, vernal pools, Carolina bays and many others. These wetlands absorb floodwaters, prevent pollution from reaching our rivers and streams and provide crucial habitat for most of the nation's ducks and other waterfowl as well as hundreds of other bird, fish, shellfish and amphibian species. Loss of these waters would have a devastating effect on our economy as well as the environment.

Administration Efforts

This significant but narrow decision has prompted the administration to issue confusing and inappropriate guidelines and to initiate an unnecessary rulemaking process that could jeopardize protection for even more wetlands, streams and other waters.

In January of 2003, the U.S. Environmental Protection Agency and the U.S. Army Corps of Engineers issued new guidelines directing their field staff to stop protecting so-called “isolated” waters. At the same time, the administration also issued an “Advance Notice of Proposed Rulemaking” (ANPRM) that sets the stage for stripping federal safeguards from many other types of non-navigable waters such as ponds, lakes and streams.

The administration itself estimates that the new guidelines remove Clean Water Act protection from 20 million acres of the nation’s wetlands, or 20 percent of the remaining wetlands in the lower 48 states. Additionally, because of the confusing and inappropriate interpretation of the SWANCC decision in the guidelines, certain streams could be put at risk- especially those that do not flow year-round- as well as many ponds and small lakes. More than 60 percent of stream miles in the United States are streams that do not flow year-round. In arid regions of the Southwest, this figure is much higher.

H.R. 962 and S. 473:

H.R. 962 and S. 473 would end this debate by reaffirming Congress’ original intent to broadly interpret the Clean Water Act’s jurisdiction in order to meet the Act’s goal of restoring the chemical, physical and biological integrity of the nation’s waters. The bills simply restore the level of protection for the nation’s waters that existed prior to the SWANCC decision by:

- 1) Adopting a statutory definition of “waters of the United States” based on the longstanding definition of waters in the Corps’ of Engineers’ regulations (at 33 CFR 328.3.)
- 2) Deleting the term “navigable” from the Act to clarify that Congress’s primary concern in 1972 was to protect the nation’s waters from pollution rather than just sustain the navigability of waterways.
- 3) Including a set of findings that explain the factual basis for Congressional assertion of constitutional authority over waters and wetlands, including those that appear to be hydrologically “isolated.”

There is no “new” protection in this legislation. These bills simply restore the protections afforded these crucial water resources prior to the 2001 SWANCC ruling. No existing exemptions in Clean Water Act regulations (including those for ongoing farming and silvicultural activities) are affected. The bills reaffirm the common understanding that “waters of the United States” should be interpreted broadly— the understanding that Congress held when the Act was adopted in 1972 — as reflected in the law, legislative history, and longstanding regulations, practice, and judicial interpretations.

7. Thanks List

本調査の遂行にあたり、Virginia Tech の先生方ならびに U.S.EPA の担当者の方々には、ヒアリング、現地視察等で大変お世話になった。ここにお世話になった方々を記し感謝の意を示す。

Name	Organization	E-mail
Dr.Tamim Younos	Virginia Water Resources Research Center, Virginia Tech Universities Council on Water Resources (UCOWR) American Water Resources Association	tyounos@vt.edu
Dr.Gene Yagow	Biological Systems Engineering Dept, Virginia Tech	eyagow@vt.edu
Dr.Adil N. Godrej	Occoquan Watershed Monitoring Laboratory The Via Department of Civil and Environmental Engineering, Virginia Tech	agodrej@vt.edu
Dr.Harold E. Post	Occoquan Watershed Monitoring Laboratory The Via Department of Civil and Environmental Engineering, Virginia Tech	hpost@vt.edu
Dr.Evelyn Mahieu	Upper Occoquan Sewage Authority	evelyn.mahieu@uosa.org
Mr.John C. Sellman	Upper Occoquan Sewage Authority	jack.sellman@uosa.org
Mr.Bill Painter	Watershed Branch Office of Water, EPA	painter.william@epa.gov
Mr.John Wing Wilson	Environmental Protection Agency	wilson.john@epa.gov
Ms.Susan Fagan	Environmental Protection Agency	fagan.susan@epa.gov