

10. 効率的な汚濁負荷削減のための流域管理の枠組みに関する調査

下水処理研究室 室長 南山 瑞彦
主任研究官 吉澤 正宏
研究官 山縣 弘樹

1. 目的

東京湾・大阪湾・伊勢湾の三大湾を初めとする閉鎖性水域において赤潮の発生等を引き起こす窒素・リンの水質改善が遅れており、下水道における高度処理の効率的実施や、ノンポイント汚濁負荷削減対策等の流域全体での汚濁負荷削減の取組みが求められている。国土交通省等が設置する下水道政策研究委員会流域管理小委員会の中間報告「『流域管理』を進めるために」（平成 16 年 7 月）では、高度処理等に関する経済的手法の導入、流域管理を推進するための制度再構築等の必要性が提言された。前者については、平成 17 年の下水道法改正において、流域の関係地方公共団体による高度処理共同負担事業が創設され、その活用に向けた取組みが行われている。一方、後者については、流域管理を進めるための国による広域調整、国の主体的役割の明確化等流域管理の枠組みのあり方が現在も課題となっており、引き続き流域管理小委員会及び社会資本整備審議会下水道小委員会での検討が行われている。

本調査は、汚濁負荷削減のための流域的な枠組みに関して、流域ごとの汚濁負荷削減の目標設定、流域の関係者の役割分担を含む計画制度、効率的な汚濁負荷削減を図る経済的手法の導入について検討を行うことを目的とする。平成 18 年度は、流域毎の高度処理に関する目標設定、高度処理の位置付け、高度処理の推進方策等について、EU、北米（アメリカ、カナダ）の事例を調査し、わが国への適用性について考察を行った。

2. 欧州連合（EU）における高度処理に関する枠組み

2.1 下水処理推進の枠組み：都市排水指令

(1) 背景と目的

都市排水指令（Urban Wastewater Treatment Directive）は、都市下水の排水および飲食料品業界からの産業排水に起因する水域環境への悪影響を防止するために 1991 年に定められた指令である。「指令」は、EU の閣僚理事会により決定され、EU 加盟国はこれを達成する義務を有する。

この指令の策定の契機は、1988 年にフランクフルトで開催された「欧州共同体の水政策」に関する欧州環境閣僚会議である。この会議では、当時大きく取り上げられた北海におけるアザラシの大量死および大規模な赤潮の発生が議論され、加盟国間において水域における富栄養化防止の重要性が認識された¹⁾。都市下水に起因する汚染がもたらす問題としては、以下の例が挙げられている²⁾。

- ・ 窒素による富栄養化（北海、地中海などの沿岸水域）
- ・ リンによる富栄養化（イタリア・ポー川などの淡水域）
- ・ 排水中に含まれる有機物の分解による水中の酸素量の低下
- ・ 都市下水に含まれる糞便に由来する病原菌の排出
- ・ 有毒物質の排出
- ・ 排水が特別自然保護区域に及ぼす悪影響
- ・ 都市下水によって川や海が汚染されることによる観光価値の損失

都市排水指令の規定は、主に、管渠整備目標（流下能力の確保、不明水の阻止、雨天時流出の制限）、下水処理目標（原則二次処理、重要水域の高度処理実施、汚泥の再利用、再生水の利用）、事業場排水対策（除害施設の設置、直接放流事業場の廃水処理施設の設置）から成る。これらに加えて、加盟国にモニタリングの実施や実施計画および状況報告書の作成・公表を義務付けることにより、指令の遵守を促し、排水処理の向上を目指すものである。

(2) 高度処理を行うべき重要水域（Sensitive area）と目標達成期限の設定

都市排水指令では、EU の全域を、放流水域の水質等の状態により、標準（normal）・重要（sensitive）・

非重要（less sensitive）の 3 つの区域に分けている。そして、それぞれに必要な処理レベルとそれを達成する期限を規定している（表-1）。特に、重要水域の人口当量 10,000 人以上の下水処理場については、1998 年までに高度処理の導入が義務付けられている。

表-1 EU 都市排水指令に基づく必要な下水処理レベルとその達成期限

| (p.e.) | 0-2000 | 2000-10,000 | 10,000-15,000 | 15,000-150,000 | >150,000 |
|---------------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--|
| Sensitive areas | if collection | collection | collection | collection | collection |
| | 12月31日 | 12月31日 | 12月31日 | 12月31日 | 12月31日 |
| | 2005 | 2005 | 1998 | 1998 | 1998 |
| Normal areas | appropriate treatment if collection | secondary* treatment collection | more advanced treatment | more advanced treatment | more advanced treatment |
| | 12月31日 | 12月31日 | collection | collection | collection |
| | 2005 | 2005 | 12月31日 | 12月31日 | 12月31日 |
| Less sensitive areas (coastal waters) | appropriate treatment if collection | secondary* treatment collection | secondary treatment collection | secondary treatment collection | secondary treatment collection |
| | 12月31日 | 12月31日 | 12月31日 | 12月31日 | 12月31日 |
| | 2005 | 2005 | 2005 | 2000 | 2000 |
| | appropriate treatment | appropriate treatment | primary or secondary treatment | primary or secondary treatment | primary (exceptional) or secondary treatment |

* appropriate treatment if discharge to coastal waters

□ : 第3次報告書の報告範囲

p. e. : 人口当量

(European Commission(2007)³⁾に一部加筆)

EU加盟国は、1993年6月30日までに重要水域を設定し、4年ごとにそれらを見直さなければならない。重要水域は、以下の基準に従い設定される。

- ・ 富栄養化している、またはそのおそれのある 淡水域・河口域・沿岸域
- ・ 50mg/L を越える硝酸塩（NO₃-N としては 11.3mg/L）を含む、又はそのおそれのある飲料水源（WHO 飲料水質ガイドラインに準拠）
- ・ その他の指令（例えば、魚類生息域、水浴場、貝類生息域、野鳥の保護等に関する指令）を遵守するために高度処理の必要な水域

たとえば、北海の集水域は国際合意に基づいて重要水域と定められており、ドイツとスイスの大部分とフランスの一部を貫流するライン川とエルベ川全域が重要水域となっている。またバルト海、アドリア海、その他の地中海の一部はEU委員会により重要水域に分類されている。

非重要水域は排水の希釈率が高く、水質上のリスクが少ない地域である。たとえば、水浴の慣習がない大西洋沿岸の小さな集落などである。

現在の下水処理レベルに関するゾーニングの状況を図-1に示す。

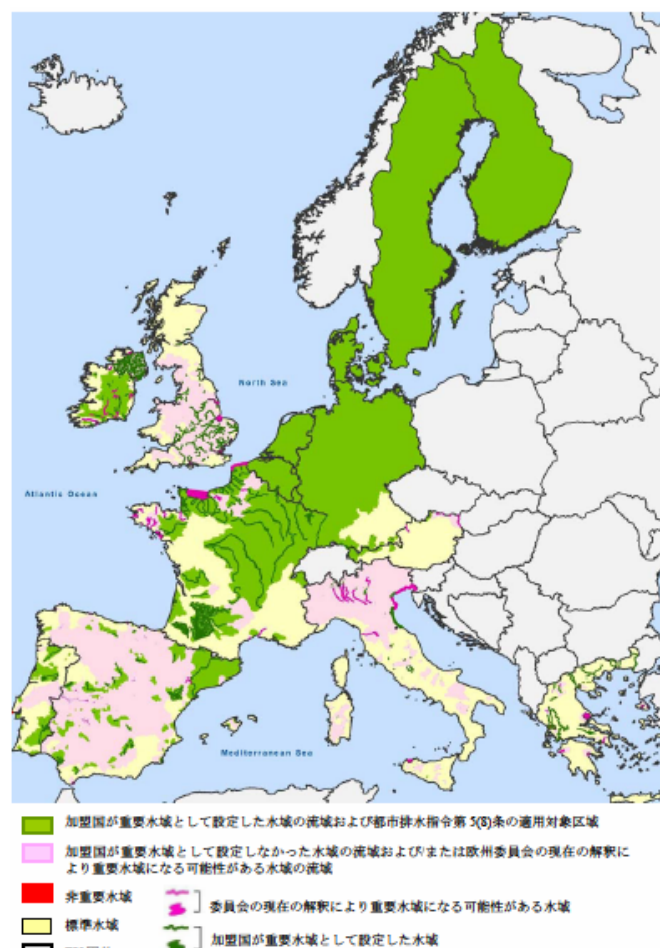


図-1 EU 都市排水指令に基づく重要水域・非重要水域・標準水域の区分

(European Commission(2007)⁴⁾に一部加筆)

(3) 高度処理の定義

都市排水指令は、重要水域に排水を行う都市下水に関して「より厳密な処理 (more stringent treatment)」を行ったうえで放流しなければならないと定めている。「より厳密な処理」とは、二次処理に追加してより高度な処理 (tertiary treatment) を行うことである。

表 2 に標準水域における放流水質基準、表-3 に重要水域における放流水質基準を示す。

表-2 EU 標準水域 (Normal areas) における放流水質基準

| | | |
|-----|---------|--------|
| BOD | 25mg/L | 70-90% |
| COD | 125mg/L | 75% |
| SS | 35mg/L | 90% |

1) 統計学的な上限値として規定
2) 濃度基準、除去率基準のどちらか一方を適用

表-3 EU 重要水域 (Sensitive areas) における放流水質基準

| | | |
|----|---|--------|
| TP | 2mg/L (10,000 人-100,000 人) 1mg/L (100,000 人以上) | 80% |
| TN | 15mg/L (10,000 人-100,000 人) 10mg/L (100,000 人以上) | 70-80% |

1) 年間平均値として規定
2) 濃度基準、除去率基準のどちらか一方を適用

(4) 排水処理導入に関する財政措置

加盟国における都市排水指令の実施を支援するために、EU の基金が設けられている。また、排水処理、水の再利用、汚染防止等に関する研究プロジェクトに対しても、EU の基金が提供されている。

(5) 排水処理目標達成に関する状況報告及び違反時の罰則規定

加盟国は、都市排水指令の実施状況について、下記のとおり情報開示する義務がある。

- ・ 状況報告書—加盟国の関係当局は、都市排水及び汚泥の処分に関する状況報告書を公表しなければならない。状況報告書は 2 年ごとに更新する。
- ・ 実施計画—加盟国は、欧州委員会に実施計画に関する情報を提供しなければならない。実施計画は必要に応じて 2 年ごとに更新する。

都市排水指令の各国の実施状況のとりまとめについては、欧州委員会によってこれまで第 1 次実施報告書 (1999 年)、第 2 次実施報告書 (2002 年)、第 3 次実施報告書 (2004 年)、第 4 次実施報告書 (2007 年) が公表されている。

また、欧州共同体設立条約第 226 条に則り、欧州委員会は、指令に定められた義務の履行を怠った加盟国を欧州司法裁判所に提訴することができる。第 3 次実施報告書⁵⁾には、イタリアおよびスペインが敗訴した事例が挙げられている。

2.2 高度処理の導入状況

図-2 は、第 3 次実施報告書⁵⁾のデータをもとに人口当量による標準水域と重要水域の比率およびそれぞれの区域区分における目標達成状況を国別に示したものである。ドイツおよびオランダは流域目標を採用しており、TN、TP の流域全体の除去率に関する目標達成状況が示されている (目標値は 75%なので、両国とも TP については目標を達成している)。スウェーデン、ドイツ、オランダなど、重要水域の大きい国において高度処理が進んでいる。一方、フィンランドやベルギー、ルクセンブルクも国内全域で重要水域相当の処理レベルの確保することを決めており、本来高度処理を推進していなければならないが、現時点ではまだ遅れている状況である。

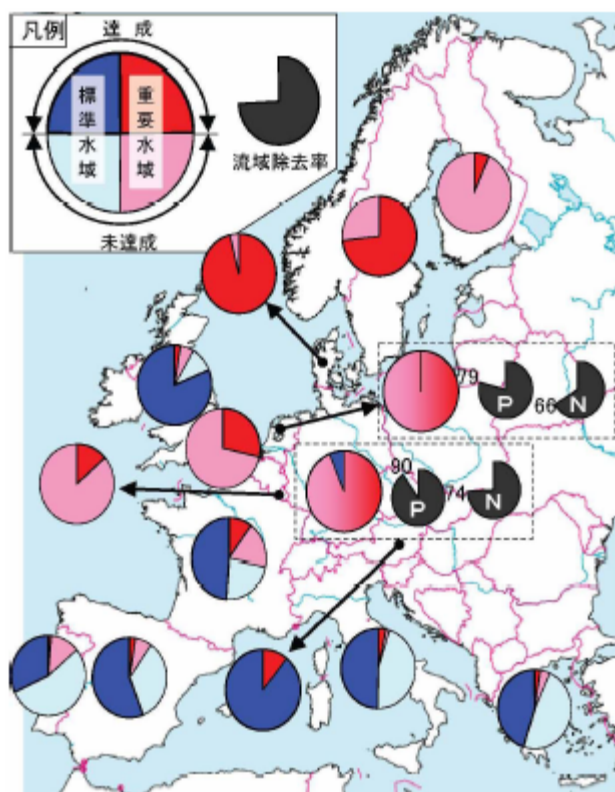


図-2 EU における国別の高度処理目標達成状況

(European commission(2004)⁵⁾データを基に作成)

2.3 流域管理の枠組みの推進：水枠組み指令

EU では、都市排水処理指令に続き、流域の水質保全を図る枠組みとして、水枠組み指令（Water Framework Directive）が 2000 年に決定された。水枠組み指令の基本的な目標は以下の通りである。

- ・ 水の生態系とそれに関わる地域の生態系の保護
- ・ 適切な品質の飲用水、浴用水の供給による人体の健康の保護
- ・ 水の使用に関して他の目的との統合を確実にする持続可能な管理システムの構築

水枠組み指令の適用範囲は、地下水、河川、湖、海岸水域などのすべての水域に及ぶ。水枠組み指令の目標は、法的行使力をもって原則として 15 年以内にすべての水の良い品質（「良好な状態」）を達成し、維持することである。

水枠組み指令の原則の中には、水質管理は、行政境界単位ではなく河川流域単位（河口の海岸水域も含む）で実施するという事項が含まれており、加盟国は、各（国際）河川流域に対して 1 つの河川流域管理計画を作成するために、EU 内の調整を確実に行うことが求められている。

水枠組み指令は 2003 年末までに国内法に組み入れられ、EU 内のすべての河川流域について最初の河川流域管理計画は 2009 年末までに策定することを義務付けられた。

3. 北米における高度処理に関する枠組み

3.1 下水処理推進の枠組み：カナダ・アメリカ五大湖水質協定

(1) 背景及び目的

アメリカ・カナダ両国に跨り、北米における最大の淡水湖群である五大湖では、カナダ・アメリカ五大湖水質協定（Canada-U.S. Great Lakes Water Quality Agreement (GLWQA)）に基づく水質保全の取り組みが行われている。これは、エリー湖をはじめとする五大湖における富栄養化問題を背景として締結された条約で、五大湖の水の化学的・物理的・生物学的に健全な状態の回復・維持を目的とする。

五大湖周辺地域では、農業・移住のための土地開発のために土壌浸食が引き起こされ、1880 年代から湖へのリン流出が増加した。さらに、1940 年代になると、より多くの人々が汚水を未処理のまま直接湖に排出する下水システムに接続し、また高濃度のリンを含む洗剤が使用されることとなった。この結果、五大湖、特にエリー湖におけるリン負荷が 1940 年代に急激に高まり、水質汚染・汚濁などの深刻な環境汚染が引き起こされた。

このため、カナダとアメリカは、栄養塩（特にリン）の増加と藻類の繁殖との間の関係について調査を行い、問題の解決にはリン負荷削減が必要であることを明らかにし、1972 年、両国は五大湖水質協定を締結した。五大湖水質協定で定められたリン負荷削減目標を表-4 に示す。

五大湖水質協定において、都市下水の高度処理については、1982 年 12 月 31 日までに、1) 高度処理目

標達成に必要とされる都市下水処理施設の建設・運営、2) 施設建設資金の提供、3) 施設建設・運営基準の設定、4) 公共下水処理施設を利用する工場に対する前処理の要請などを実施することが求められている。

(2) 重要地域（Areas of concern, AOC）の設定

五大湖水質協定に基づき、水質目標を達成しておらず、当該水域における水の有効利用や水生生物の生存に悪影響が生じている、もしくは生じる可能性がある地域が、重要地域（Areas of concern, AOC）として指定される。現在、カナダに 10 箇所、アメリカに 26 箇所、国境地帯に 5 箇所指定されている（図-3）。

各重要地域には、カナダ・アメリカ両政府と州政府の協力のもと再生行動計画（Remedial action plan, RAP）が策定される。再生行動計画は、問題・原因の定義、改善方法の選定、改善方法の実施、回復モニタリング、AOC リストからの削除、などの段階からなる。

表-4 アメリカ・カナダ五大湖水質協定に基づくリン負荷削減目標

| 流域 | リン負荷目標値 (MTN/年) | |
|---------|--|--|
| スーペリアー湖 | 1 日あたり 100 万ガロン以上を排水する 汚水処理場の排水中リン濃度 (月平均) を 1 mg/L まで削減する | |
| ミシガン湖 | | |
| ヒューロン湖 | | |
| ジョージア湾 | | |
| ノース水道 | | |
| サギノー湾 | 440 | 飲料水の異臭・味問題の解決のための目標値 |
| エリー湖 | 11000 | 月平均 1 mg/L の削減では不十分であるため (推測リン負荷: エリー湖 13000、オンタリオ湖 7430)、更なる削減が求められている |
| オンタリオ湖 | 7000 | |

再生行動計画（RAP）のうち、下水高度処理に関するものとしては、カナダのソルト・セント・マリー下水処理場（2006年完成予定）における生物学的窒素除去の導入などがある。また高度処理以外にも、デトロイト川、ナイアガラ川における合流改善や、セント・クレア川における下水道のアセットマネジメント等が行われている。

(3) 再生行動計画に対する財政措置

各重要地域（AOC）における再生行動計画（RAP）を推進するために、五大湖基金（Great Lakes Sustainable Fund）が創設されている。再生行動計画（RAP）に対する助成金（事業費の1/3まで負担）として、この基金を通じて1990年から2004年までの15年間に9,400万ドルが支出されている。また、2003～2004年には、五大湖基金から101のプロジェクトに対して483.5万ドルが支出されている。



図-3 五大湖水質協定に基づく重要地域（Areas of concern）の位置⁶⁾

3.2 高度処理の導入状況

北米（アメリカおよびカナダ）における下水高度処理の普及状況を図-4に示す。五大湖に接するアメリカ・カナダの州で、高度処理人口普及率が50%以上と高くなっており、五大湖水質協定による水質保全の取り組みの効果であると考えられる。

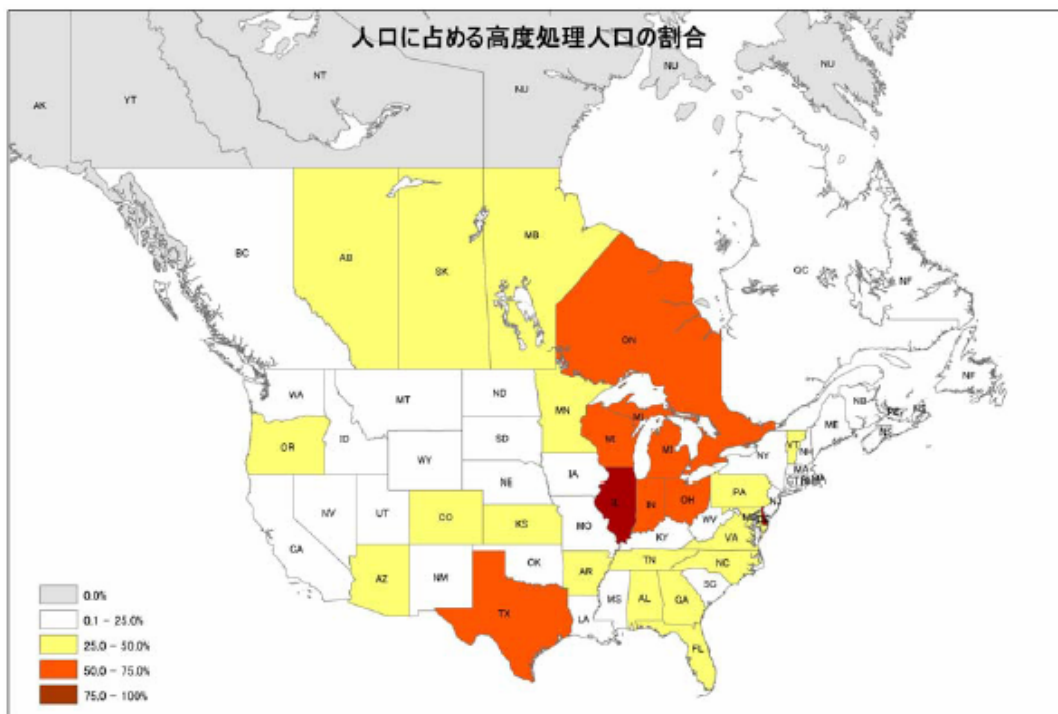


図-4 北米（アメリカ・カナダ）における下水高度処理人口普及率

（Clean Watersheds Needs Survey 2000⁷⁾，US Census Bureau⁸⁾，Urban Water Indicators: Municipal Water Use and Wastewater Treatment, Environment Canada⁹⁾ のデータより作成）

4. まとめ

本調査では、流域毎の高度処理に関する目標設定、高度処理の位置付け、高度処理の推進方策等について、EU、北米（アメリカ、カナダ）の事例を調査した。対象とした高度処理推進方策（EU 都市排水指令、アメリカ・カナダ五大湖水質協定）について、計画(Plan)、実施(Do)、点検(Check)、見直し(Action)の各段階に分類してまとめた結果を表-5に示す。計画段階（Plan）における高度処理の実施水域の設定（Sensitive areas, Areas of concern 等）および目標達成期限の設定、実施段階（Do）における基金による事業や技術研究開発への援助、点検段階（Check）におけるモニタリングや実施状況報告書の提出・公表、実施計画の修正、見直し段階（Action）における指令の見直し等、対象とした高度処理推進方策には共通した特徴が見られた。

表-5 EU、北米（アメリカ・カナダ）における高度処理推進策のPDCAサイクルによる整理

| 高度処理推進策の例 | 計画（Plan） | 実施（Do） | 点検・是正（Check） | 見直し（Action） |
|------------------------|---|--|--|--|
| EU 都市排水指令（1991年） | <ul style="list-style-type: none"> ・重要水域(Sensitive areas)等の設定 ・重要水域における窒素・リンに関する目標水質の設定 ・目標達成期限の設定 | <ul style="list-style-type: none"> ・EU 基金による排水処理事業 ・技術研究開発への援助 ・各国における実施計画策定と事業実施 | <ul style="list-style-type: none"> ・モニタリング、実施状況報告書の提出・公表 ・加盟国の実施計画の修正（2年毎） | <ul style="list-style-type: none"> ・排水指令内容の見直し等 |
| アメリカ・カナダ五大湖水質協定（1972年） | <ul style="list-style-type: none"> ・五大湖のリン削減負荷量目標設定 ・目標達成期限の設定 ・重要地域(Areas of concerns)の設定 | <ul style="list-style-type: none"> ・重要地域（AOC）毎に再生行動計画（RAP）の策定 ・五大湖基金（GLSF）による再生行動計画（RAP）への援助 | <ul style="list-style-type: none"> ・回復状況のモニタリング | <ul style="list-style-type: none"> ・重要地域(Areas of concerns)の見直し ・回復後の重要地域（AOC）リストからの削除 |

一方、わが国の高度処理推進策を PDCA サイクルで整理すると、計画（Plan）における流域別下水道整備総合計画（窒素・リンに関する計画処理水質の策定）、実施（Do）における国庫補助制度や高度処理共同負担事業、点検（Check）における高度処理普及率の公表となる。わが国の流総計画は下水道法に基づき都道府県が策定し、複数都府県に跨る水域については国が同意するものであるが、EU 都市排水指令やアメリカ・カナダ五大湖水質協定は各国に遵守義務があり、法的な拘束力がより強い。また、わが国の仕組みは、EU 都市排水指令やアメリカ・カナダ五大湖水質協定における目標の実施状況報告書の提出や公表、実施計画の定期的な見直し等と比べ、点検(Check)及び見直し(Action)が不十分である点是否めない。わが国の高度処理推進策については、このような点を補強していくことが必要であると考えられる。

参考文献

- 1) Ecologic-Centre for International and European Environmental Research (2000) : Development and Requirements of the Urban Waste Water Treatment Directive (91/271/EEC), p.4
- 2) European Commission (1999) : The first report on the implementation of Council Directive 91/271/EEC of 21 May 1991 concerning urban waste water treatment as amended by Commission Directive 98/15/EC of 27 February 1998 p.3-5
- 3) European Commission (2007) : Urban waste water treatment Directive 91/271/EEC, deadlines, <http://ec.europa.eu/environment/water/water-urbanwaste/deadline.html>
- 4) European Commission (2007) : Environment - Water - Pollution - Urban Waste Water – Implementation, http://ec.europa.eu/environment/water/water-urbanwaste/implementation/implementationreports_en.htm
- 5) European Commission (2004) : The third report on the implementation of Council Directive 91/271/EEC of 21 May 1991 concerning urban waste water treatment as amended by Commission Directive 98/15/EC of 27 February 1998
- 6) Environment Canada Ontario Region (2007) : http://www.on.ec.gc.ca/water/raps/map_e.html
- 7) USEPA (2000) : Clean Watershed Needs Survey. 2000.
- 8) US Census Bureau (2000) : US Census 2000.
- 9) Environment Canada (2001) : Urban Water Indicators: Municipal Water Use and Wastewater Treatment.