

ヨーロッパ中央部の 河川と湖の水質保全

— ライン川ならびにレマン湖水質保全調査団報告 —



ライン川



ボーデン湖



レマン湖



チューリッヒ市浄水場

平成 20年(2008年) 7月



財団法人 琵琶湖・淀川水質保全機構

はじめに

調査団長 宗宮 功

富栄養化や有害化学物質など、経済の急速な発展により汚濁した河川の水質浄化は万国共通の課題である。諸外国の状況や対策を調査しその先進的な取組みを還元することは、琵琶湖・淀川流域ひいてはわが国の水質浄化の進展に重要な意味を持つ。(財)琵琶湖・淀川水質保全機構では、平成7年度より国際交流に努め各国・地域と協定を結び技術交流を図ってきた。

しかしながら、昨今の水質保全を取り巻く情勢は大きく変化しており、BYQとして今後次のような課題に取り組んでいく必要が出てきている。

- ・湖沼や河川に対する地球温暖化の影響解明
- ・流域での有害化学物質への対応
- ・生態系を考慮した水質改善
- ・今後のBYQの在り方

これらの課題については、ヨーロッパなどの先進事例の調査が取り組みの方向性を出す上で非常に有効であると言える。今回は、欧州水枠組指令などヨーロッパにおける水環境問題の牽引車的役割を果たすヨーロッパ中央部を調査した。これは、ヨーロッパの水環境の状況と水質保全の国際的取り組みについて調査し、今後の琵琶湖・淀川での水質保全に活かすことを目的とする。具体的には、当機構の協定相手である国際ライン汚染防止委員会を始めボーデン湖、レマン湖の各国際委員会ならびにチューリッヒ市水道局を訪問し、次のような調査を実施した。

- ・国を跨る組織の体制、実効性、資金等の調査
- ・栄養物質と有害物質の状況と対策の調査
- ・生態系を含めた再生についての調査
- ・地球温暖化の影響についての調査
- ・水道原水の取水方法と安全性の調査

調査にあたっては、調査団団員を公募し各方面から参加を得、幅の広い調査団を構成できた。また、訪問先へ質問書を事前送付し、訪問の目的を周知すると共に調査の効率化を図った。訪問先では説明用のパワーポイントを作成するなど十分な準備をして歓迎してくれた。また、膨大な資料の提供も受けることができた。ヨーロッパにおけるこれまでの取組みとその成果、これからの展開について、以下のように貴重な情報を収集することができた。

- ・国際組織における事業の推進方法

(大臣会議を頂点として各国及びそれらの地方組織へ施策を浸透させる効果的な手法とその成果)

- ・大河川と自然湖沼における富栄養化の改善状況
(過去の汚染状況及び原因並びに改善手法及び改善状況)
- ・大河川と自然湖沼における有害物質事故対応と微量有害物質の把握
- ・河川と自然湖沼における本来の地形及び生物種の回復を目指した生態系の保全
- ・自然湖沼における地球温暖化の影響
(湖水循環や生態系など水環境への影響の把握)
- ・永世中立国スイスにおける水道の安全性
(水源の危機管理と水質上の安全についての考え方)

今回の訪問は短期間に4箇所という過密スケジュールであったが、前記のような対応の結果成功を収めたと言える。

これらの調査の結果を本報告書にまとめることができたが、あくまで情報収集による事実の報告のみとした。琵琶湖・淀川流域での水質保全活動がいかにあるべきか、BYQはどのような役割を担うべきかについては、今回の調査結果を踏まえて、今後方向性を検討していくこととなる。ただし、調査団員がそれぞれ抱いた感想や水質保全のあり方などについては、印象記として自由に記述してもらった。

最後に、訪問先で懇切丁寧な対応をしてくださった方々、調査団の派遣にあたり尽力いただいた方々、調査を成功に導くため奮闘してくださった団員の方々に感謝を申し上げますと共に、琵琶湖・淀川流域の水質保全の進展を祈念したい。

目 次

1. 調査概要	1
1.1 目的	1
1.2 調査団の構成	1
1.3 行程	2
1.4 訪問・視察先地図	3
1.5 河川・湖の諸元比較	4
2. 調査内容	5
2.1 国際ライン汚染防止委員会(ICPR)	5
2.1.1 ライン川の概要	5
2.1.2 組織の概要	6
2.1.3 訪問日、訪問場所、対応者	8
2.1.4 事前質問	9
2.1.5 調査事項	10
(1) 最近のライン川の水質変化	10
(2) ライン川の水質保全対策と効果	11
(3) ライン川の洪水と対策	12
(4) ライン川流域の 2004 年計画	13
(5) ライン川の持続可能な開発計画	15
(6) ライン川水系における回遊魚に関するプログラム	17
(7) ヨーロッパの水道の国際的な連携取組み	18
(8) 地球温暖化の影響と対策	19
関係写真	
2.2 ネット川の再生プロジェクト	22
2.2.1 ネット川の再生プロジェクトの概要	22
2.2.2 組織の概要	23
2.2.3 訪問日、訪問場所、対応者	23
2.2.4 事前質問	24
2.2.5 調査事項	24
(1) ネット川河口の自然再生	24
(2) ネットゲート堰のバイパス川	25
関係写真	
2.3 チューリッヒ市水道局ハルトホフ浄水場	27
2.3.1 チューリッヒ市水道の概要	27

2.3.2	組織の概要	28
2.3.3	訪問日、訪問場所、対応者	28
2.3.4	事前質問	29
2.3.5	調査事項	29
	【チューリッヒ市水道】	
(1)	水源計画	29
(2)	浄水場計画	30
(3)	安全・安定給水計画	30
(4)	年間給水量	31
(5)	水道料金	32
(6)	損益計算	33
	【ハルトホフ浄水場】	
(1)	取水施設	33
(2)	原水監視装置	35
(3)	浄水施設	35
(4)	浄水場管理施設	36
(5)	地球温暖化対策	36
	関係写真	
2.4	国際ボーデン湖水質保護委員会(IGKB)	38
2.4.1	ボーデン湖の概要	38
2.4.2	組織の概要	39
2.4.3	訪問日、訪問場所、対応者	39
2.4.4	事前質問	40
2.4.5	調査事項	41
(1)	ボーデン湖の水質変化	41
(2)	湖沼専門部会の報告	42
(3)	ボーデン湖の水質保護対策	42
(4)	最近の生態系の変化	44
(5)	ボーデン湖の外来種	45
(6)	微量有害物質汚染	47
(7)	地球温暖化の影響	49
(8)	ボーデン湖の水位変化	52
(9)	グリーンデルワルト氷河視察	53
	関係写真	
2.5	レマン湖水質保全国際委員会(CIPEL)	57
2.5.1	レマン湖の概要	57

2.5.2	組織の概要	57
2.5.3	訪問日、訪問場所、対応者	58
2.5.4	事前質問	59
2.5.5	調査事項	60
(1)	レマン湖水質保全国際委員会の活動の成果	60
(2)	2001-2010 行動計画	60
(3)	レマン湖の水質保全対策	60
(4)	最近の生態系の変化	63
(5)	水質観測地点の合理化	63
(6)	地球温暖化の影響	64
(7)	レマン湖岸水浴場水質評価	66
	関係写真	
3.	調査結果	69
3.1	国際組織における水質保全の推進させる仕組み	69
3.1.1	国際ライン汚染防止委員会(ICPR)	69
3.1.2	国際ボーデン湖水質保護委員会(IGKB)	69
3.1.3	レマン湖水質保全国際委員会(CIPEL)	69
3.1.4	国際組織による水質保全の連携と今後の取組み	70
3.2	ライン川やボーデン湖ならびにレマン湖におけるリン・窒素等の改善状況	71
3.2.1	ライン川	71
3.2.2	ボーデン湖	71
3.2.3	レマン湖	71
3.2.4	各水域での施策と今後の取組み	71
3.3	ライン川やボーデン湖ならびにレマン湖における水質事故対応と微量有害物質対応	73
3.3.1	ライン川	73
3.3.2	ボーデン湖	73
3.3.3	レマン湖	73
3.3.4	各水域の施策と今後の取組み	73
3.4	ライン川やボーデン湖ならびにレマン湖における生態系の保全方針	75
3.4.1	ライン川	75
3.4.2	ボーデン湖	75
3.4.3	レマン湖	75

3.4.4	各水域の施策と今後の取組み	75
3.5	ボーデン湖ならびにレマン湖における地球温暖化の影響把握	77
3.5.1	ボーデン湖	77
3.5.2	レマン湖	77
3.5.3	今後の地球温暖化への対応	77
3.6	永世中立国スイスにおける都市水道の安定性確保	79
3.6.1	水源の多様化	79
3.6.2	浄水場の安全対策	79
3.6.3	浄水処理対策	79
3.6.4	安定供給対策	79
3.6.5	今後の水道が参考とすべき施策	79
4.	ライン川関係資料	81
4.1	「ライン行動計画の結果」	81
4.2	「洪水に関する行動計画」	99
4.3	「ラインに国境はない」	102
4.4	「ライン 2020」	110
4.5	「ラインサーモン 2020」	126
4.6	「ドナウ、マースおよびライン川 覚書 2008」	154
5.	入手資料目録	158
5.1	国際ライン汚染防止委員会関係	158
5.2	国際ボーデン湖水質保護委員会関係	161
5.3	チューリッヒ市水道局関係	162
5.4	レマン湖水質保全国際委員会関係	163
6.	団員印象記	165
・	宗宮 功	165
・	久納 誠	172
・	飯田善朗	177
・	石田文章	178
・	大槻 均	180
・	藤岡荘介	187
・	矢橋正寛	190

1. 調査概要

1.1 目的

ヨーロッパの水環境の状況と水質保全の国際的取り組みについて調査し、今後の琵琶湖・淀川での水質保全に活かすことを目的とする。

- (1) 国を跨る横断タイプの組織における、職員等人材の体制、組織意志決定機能および資金等実行性の担保などについての調査。
- (2) EUの水枠組指令（WFD）にリストアップされている低減すべき栄養物質と有害物質の過去の問題と対策および現在の状況、今後の取り組みについての調査。
- (3) 河川や湖の再生と生態系の保全についての調査。
- (4) 地球温暖化と見られる湖水循環や生態系への影響についての調査。
- (5) 水道原水の伏流水、湖水の取水方法と水の安全性についての調査。

1.2 調査団の構成

当機構の理事兼水質浄化研究所長兼学術委員長である宗宮博士を団長とするとともに、趣旨に賛同する団員の公募を行い、以下の7名で調査団を構成した。

	氏名	所属・役職	専門
団長	宗宮 功 そうみや いさお	京都大学名誉教授 龍谷大学理工学部環境ソリューション工 学科 教授	水質調整工学 水処理工学 水環境工学
副団長	久納 誠 くのう まこと	(財)琵琶湖・淀川水質保全機構 研究所次長	水質保全対策
	飯田 善朗 いいた よしろう	株式会社 IHI 主任調査役	土木工学
	石田 文章 いしだ ふみあき	関西電力株式会社 秘書室 マネジャー	電力工学
	大槻 均 おおつき ひとし	大阪産業大学大学院工学研究科 講師	水資源工学
	藤岡 荘介 ふじおか そうすけ	株式会社ニュージェック 取締役 国内事業本部長代理	上水道及び 工業用水道
	矢橋 正寛 やばし まさひろ	株式会社日立製作所 西部システム技術部 主任技師	公共上下水道 に関する電気制 御技術

1.3 行程

	月日	地名	時刻	行程 (宿泊地)
1	7月12日 (土)	関西空港発 フランクフルト	朝 夕刻	空路、フランクフルトへ (フランクフルト泊)
2	7月13日 (日)	フランクフルト コブレンツ	午前 夕刻	陸路、ライン川に沿って北上し、河畔諸都市を訪問 訪問都市：ウイスバーデン、リュードスハイム ゲート号にてライン川の船上視察 (リュードスハイム⇒ザンクト・ゴアスハウゼン) (コブレンツ泊)
3	7月14日 (月)	コブレンツ	午前 午後	国際ライン汚染防止委員会 (ICPR) 視察 ・意見交換 ・レクチャー ・昼食会 ネッテ川の再生について視察 (コブレンツ泊)
4	7月15日 (火)	フランクフルト チューリッヒ	午前 午後	フランクフルトから空路チューリッヒへ チューリッヒ市水道局 (HARDHOF 浄水場) 視察 ・レクチャー ・現場視察 (チューリッヒ泊)
5	7月16日 (水)	チューリッヒ ランゲナーゲン チューリッヒ	午前 午後 夕刻	陸路、ランゲナーゲンへ 国際ボーデン湖水質保護委員会 (IGKB) 視察 ・意見交換 ・レクチャー ・昼食会 ・現地視察 (ボーデン湖畔) (チューリッヒ泊)
6	7月17日 (木)	チューリッヒ グリンデルワルト ローザンヌ	午前 昼 夕刻	陸路移動 アイガー氷河視察、氷河下流の河川水水質調査 (ローザンヌ泊)
7	7月18日 (金)	ローザンヌ ニヨン ジュネーブ	午前 夕刻	陸路、ニヨンへ レマン湖水質保全国際委員会 (CIPEL) 視察 ・意見交換 ・レクチャー ・親水公園にて湖畔視察 (ジュネーブ泊)
8	7月19日 (土)	ジュネーブ フランクフルト	朝	空路、フランクフルトへ 乗り継ぎ、日本へ (機中泊)
9	7月20日 (日)	関西空港着	朝	

1.4 訪問・視察先地図



1.5 河川・湖の諸元比較

河川

		ライン川	ドナウ川	マース川	淀川
河川長	km	1,320 (アルツヘロツテルグム)	860	925	淀川 : 75 木津川 : 89 桂川 : 107
平均流量	m ³ /秒	2,200	6,400	230	淀川: 163
流域面積	km ²	185,000	871,000	36,000	淀川 : 8,240 木津川 : 1,663 桂川 : 1,159
流域人口	千人	58,000	---	---	12,000
航行可能距離	km	825 (ハーゼル〜ロツテルグム)	---	---	----
水道利用人口	千人	20,000	---	---	16,900

湖

		ボーデン湖	レマン湖	チューリッヒ湖	琵琶湖
流域国等		ドイツ、オーストリア、スイス	スイス、フランス	スイス	滋賀県
位置		北緯 47 度 東経 9 度	北緯 46 度 東経 6 度	北緯 47 度 東経 8 度	北緯 35 度 東経 136 度
標高	m	400	372	406	86
湖面積	km ²	539	584	65	674
湖容量	km ³	49	89	3	28
最大水深	m	252	310	136	104
平均水深	m	90	153	51	41
周囲長	km	255	167	---	235
滞留時間	年	4.5	11.8	1.1	5.5
流域面積	km ²	10,900	7,975	1,740	3,174
流域人口	千人	1,500	950	500	1,156
流域人口密度	人/km ²	138	119	217	346
水 利 用	生活	4.5	2.4	2.2	16.4
	農業	---	---	---	31.3
	産業	0	---	0.07	3.1
	発電	---	---	---	104.5

*出典：世界湖沼データベース、BYQ 水環境レポート

2. 調査内容

2.1 国際ライン汚染防止委員会(ICPR)

2.1.1 ライン川の概要

ライン川流域面積は 18.5 万 km² で、流域の国々はイタリア、オーストリア、リヒテンシュタイン、スイス、ドイツ、フランス、ルクセンブルク、ベルギー、オランダの 9 カ国である。ライン川はヨーロッパ第 3 位の河川で、流域人口は 5,800 万人、この内ライン川の水利用人口は 2,000 万人である。河川延長は全長が 1,320km で、船の航行可能距離は 825km である。

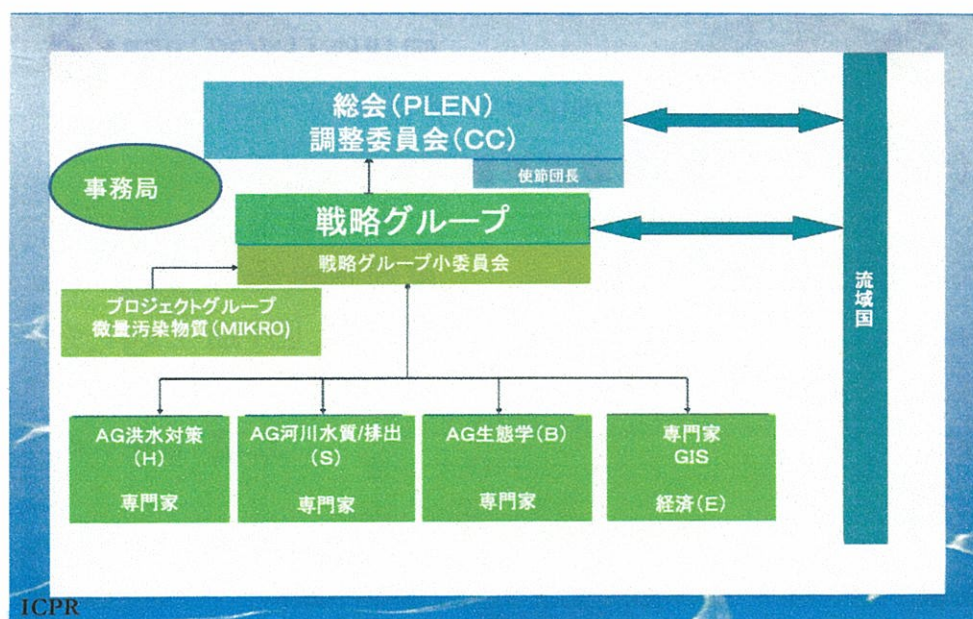


2.1.2 組織の概要

(1) ICPR の組織構成

国際ライン汚染防止委員会は、1950年にドイツで発足したが、当時のオランダでの水質汚濁が背景にある。委員会は、スイス、フランス、ドイツ、ルクセンブルク、オランダ、EUで構成され、この委員会活動の法的な規定、根拠は、1963年の第1回ベルン協定、1999年の第2回ベルン協定、1999年の業務・財政規定に準拠している。本委員会の事務所はコブレンツにあり、年間60～70回の会議を開催し、13項目の管理を行っている。

組織としては、最上位にライン流域の各国代表会議（総会）があり、各国からその国の水の専門家が代表として参加している。事務局はその下に位置して、様々な事項をコーディネートしている。各国代表会議の下位には戦略グループがあり、最下位には、洪水対策、水質汚染、生態系の専門家グループ、特殊・エキストラグループが活動している。



国際ライン汚染防止委員会の組織構成

(2) ICPR の事務局

- ・コブレンツの中心（ドイツ）
- ・会議の開催（80回／年）
- ・職員13名
 - 事務局長1名
 - 副委員長1名
 - 専門家／翻訳、事務、11名
- ・使用言語 ドイツ語、フランス語、オランダ語

(3) ICPR の財政

- ・一般会計
 - 一般会計 (120 万ユーロ)
 - 75% 人件費 (事務局)
 - 家賃、出版、コンピューター等

 - 2.5% : EU 委員会
 - 12% : スイス
 - 85.5% : フランス (32.5%)
 - ドイツ (32.5%)
 - オランダ (32.5%)
 - ルクセンブルク (2.5%)
- ・特別会計 WFD (EU 水枠組指令)
 - 約 32% : フランス
 - 約 1.5% : オーストリア、ルクセンブルク
 - 約 0.5% : ベルギー、リヒテンシュタイン

(4) ICPR の経緯

- ・ 1950 : 設立
- ・ 1963 : ベルン協定
- ・ 1972 : 第 1 回ライン担当大臣会議
- ・ 1976 : 化学物質協定
- ・ 1976 : 塩化物協定
- ・ 1986 : サンドス化学工場火災事故 (スイス・バーゼル)
- ・ 1987 : ライン行動計画 (サーモン 2000)
- ・ 1998 : 洪水行動計画
- ・ 1999 : 新ベルン協定 (2000-WFD)
- ・ 2000 : 欧州水枠組み指令の発効
- ・ 2001 : 第 13 回ライン担当大臣会議、ストラスブルグ
ICPR 計画 “ライン 2020”
- ・ 2005 : WFD の総括
- ・ 2007 : WFD 監視計画
- ・ 2010 ; WFD 管理 (引き渡し)
- ・ 2007 : 洪水管理枠組み指令の発効
- ・ 2007 : 第 14 回ライン担当大臣会議 ボン
委任事項 : 洪水に係る方針の変更についての協議

(5) ICPR の成果の根拠

共同作業規定

- ・ 地方組織
- ・ 国際代表団
 - 政策委任
 - 技術的知識
 - 資金
- ・ 合意形成
- ・ 条約締結者の推進による決定
- ・ 対策変更の報告義務
- ・ 信頼、無制裁
- ・ 事務局の中立性

2.1.3 訪問日、訪問場所、対応者

(1) 訪問日

平成 20 年（2008 年）7 月 14 日

(2) 訪問場所

ドイツ コブレンツ

(3) 対応者

国際ライン汚染防止委員会事務局

アンネ・シュルテ副委員長

ナタリー・ブルーン女史



国際ライン汚染防止委員会事務所

2.1.4 事前質問

調査にあたっては、訪問先へ次のような質問書を事前送付し、訪問の目的を周知すると共に調査の効率化を図った。

(1) 国際委員会等の組織と運営

- ①各機関の委員会業務の概要はどのようなものか、趣意書などの資料があれば頂戴したい。
- ②ライン川においては水量、水質及び環境の総合的な流域管理が行われているが、どのような考え方によるものか。
- ③ライン川の国際委員会はEUの組織の中でどのように位置づけられているのか。
- ④委員会職員の人材確保はどのようにされているのか。また各組織での意思決定方式はどのようになされているのか。
- ⑤水質保全等の目標を達成するための河川維持管理に要する経費及び事業等施策を実施する場合の資金は、どのようにして確保されているのか

(2) 河川及び湖沼の水質

- ⑥水質の安全と水量の安全（再生水も含めて）は現在どの組織でどのように決めているのか。また過去はどうであったか。
- ⑦河川や湖沼において、発ガン物質や抗生物質など近年問題になりつつある汚染物質の汚染状況はどうか。また発生源や流入ルートにおいてどのように制御し、河川水や湖沼水の水質をどのように管理しているか。
- ⑧EU水枠組指令（WFD）において、ライン川、ボーデン湖及びレマン湖に関して、汚染物質（栄養物質）の水質改善目標をどのように定められているのか。それを受けて、ライン川、ボーデン湖及びレマン湖における汚染物質はどのような種類か、また目標値はどのように更新されたか、さらに目標を達成するための対策はどのようなものか。（フッ素やホウ素に対し、どのように対応しているか？）
- ⑨河川や湖沼に放流する下水処理水の水質基準は、どの組織が主体となり決めているのか。
- ⑩上水道及び下水道施設において、地球温暖化に関する省エネルギー対策としてどのように工夫しているか。

(3) 河川及び湖沼の生態系

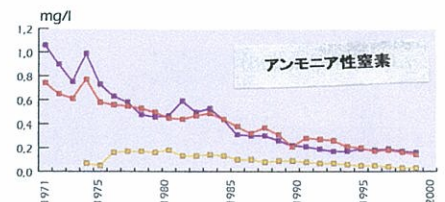
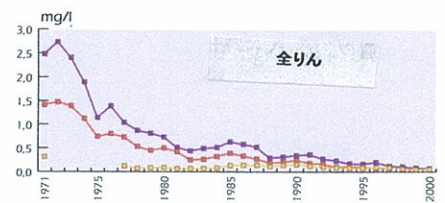
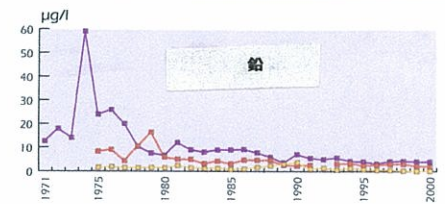
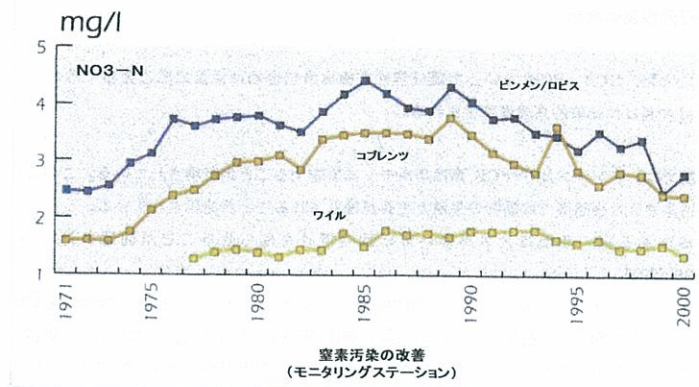
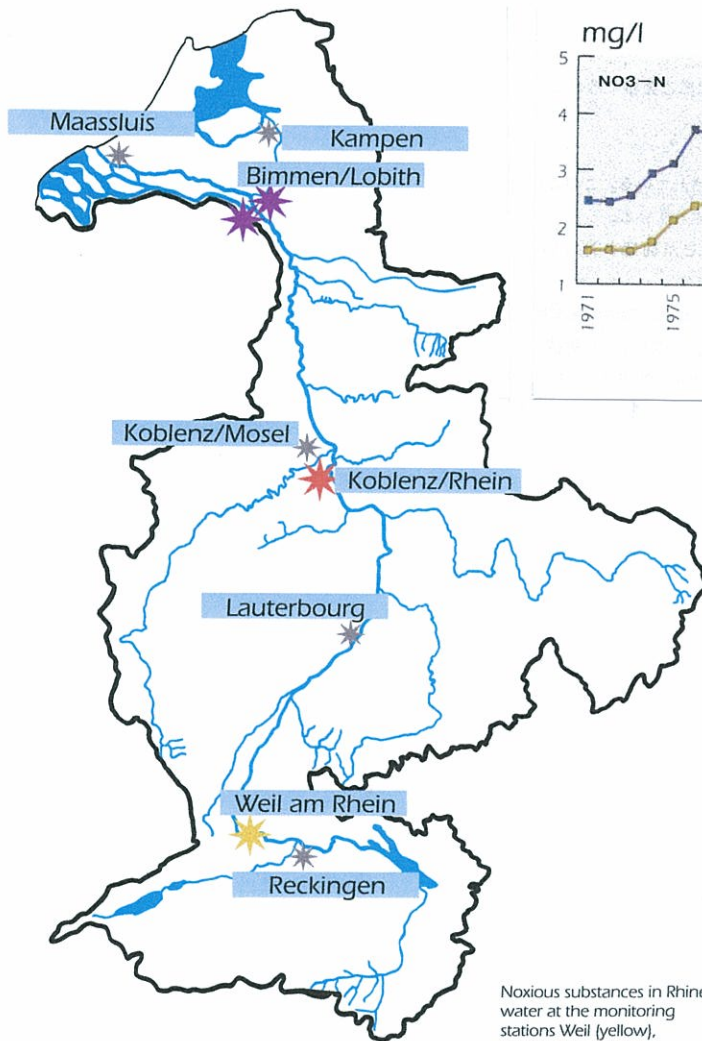
- ⑪ライン川において、魚類産卵地と稚魚生息地の保護はどのようになされているか。またそれらの再生はどのように行われているか。
- ⑫ライン川において、ダム等により分断される魚類等の河川水生動物の上・下流の移動連続性は、どのように確保されているか。また、連続性の確保はどのように検証しているか。
- ⑬河川や湖沼において、地球温暖化が原因と考えられる生態系の変化は出ているか？ その場合どのようなものか、またその対応はどうしているか。

2.1.5 調査事項

(1) 最近のライン川の水質変化

最近のライン川の水質は、コブレンツ地点では、次のような状況になっている。

- ①窒素は、1971年に1.5mg/l程度であったのが1989年まで増加を続け3.5mg/L程度となり、その後減少し2000年では2.3mg/l程度となっている。
- ②鉛は、1975年に10 μ g/l程度であったものが、1979年に一時15 μ g/lに増加し、その後減少して5 μ g/l程度で横ばいが続いている。
- ③アンモニア性窒素は、1991年に0.22mg/l程度であったのが1993年に0.1mg/lまで大きく減少し、その後も減少を続け2006年には0.05mg/l程度となっている。
- ④全リンは、1971年に0.7mg/l程度であったのが年々減少を続け、1999年には0.2mg/l程度となっている。



ライン川の水質変化

(2) ライン川の水質保全対策と効果

ライン川の水質保全対策と効果については、1987年にライン行動計画(サーモン 2000)が策定され、各水質保全対策が実施されてきたが、その効果については、ICPRが「ライン行動計画(RAP)の結果」として、次のような概要が報告されている。

概要

以前、ライン川は慢性的に川が汚水により汚染していたので、「ヨーロッパの下水」と呼ばれて全く当然であった。1986年に発生した薬品事故は深刻に川を毒性化し、バーゼルとコブレンツ間で大量の魚を死に至らしめた。ライン川沿いの国は行動せざるを得なくなり、川を救うための計画を作成することをICPRに課した。1年後にライン行動計画(RAP)の採択の準備が整った。それは2000年までにライン川全体を再生するよう設計されていた。

新世紀の始まりに際して、評価を始める時期である。結果はすばらしいもので、ライン川の状況が好転している。

- 1) 汚水のライン川への排出量が減ったので、水質は大幅に改善した。1985～2000年の「優先物質」に設定した大部分の汚染物質の点源汚染源からの流入が70～100%減少した。廃水処理場に連結した都市排水と工場排水の割合は、85%から95%に上昇した。農地を浸透してライン川へ流入し、北海を富栄養化させている窒素は依然問題となっている。重金属や農薬等の汚染物質はまだ意欲的なICPR目標値を満足していない。
- 2) ライン川沿いの工場が十分な危機体制をとっているので、水に危険をもたらすと思われる物質の流入事故は大幅に減った。彼らは「工場の事故の防止と安全性に関するICPR勧告」を遵守した。
- 3) ライン川の動物相が回復した。ナマズとは別にラインで獲れる魚が再び食べられるようになった。現在、63種の魚類がライン川に生息している。なお、チョウザメはまだ見つかっていないが、昔のライン川の動物相が再構築された。最近、堰に設置された魚道のおかげで、サーモンやウミマスのような回遊魚が北海からアッパーラインやアルサス、ブラックフォレストの支川に産卵のために再び遡上していると考えられる。しかし、彼らはまだバーゼルまでには到達できていない。望ましくない種や新種が増えてきているが、巻貝や二枚貝、昆虫といった微小動物相の種の多様性が回復してきた。

成功したラインプログラムは継続している。ICPRとライン川隣接国はライン川にもっと空間をとるという新たなビジョンを持っている。それは、古い沖積地を川に開放し、自然保護と洪水防止を結びつけようと計画している。ライン川の持続可能な開発を目的とした「ライン2020」はこのような目標に向かって実行することを意図している。同時に、EU水枠組み司令とその主要方針はヨーロッパの水域を「化学的、生態学的に良好な状態」にするのに役立つ。

尚、詳細については、第4章を参照されたい。

(3) ライン川の洪水と対策

1998年の第12回ライン担当大臣会議で、ICPRは「洪水に関する行動計画」を採択した。この計画では、4つの行動目標と結果、この評価で以下のことが明らかになったとしている。

「洪水に関する行動計画」の目標の達成に関して、ライン地域に関係する国や研究機関はいろいろな政治的、行政的レベルの対策を実施した。それらは、ドイツのLänderやスイスのCantonsのような州や地方レベルにおよび、洪水調整地創出計画は消防隊に権限を与え、技術的援助がなされ、洪水管理が市行政レベルで計画された。

この簡単な報告書は、全ての国に共通する主要な対策を記述しているだけである。この評価では、2005年までに約45億(ユーロ?)の経費をかけて、計画した内の主要な対策が実施されたことを明確に示している。

4つの行動目標と結果－調査

コンスタンス湖より下流の洪水に関する
2005年と2020年の行動計画の目標
(比較年1995年)

1995年と比較した2005年までの実施結果

被害リスクを低減させる 2005年までに10%、2020年までに25%	被害リスクは低下した。 ライン沿いでは二重構造が存在することが明らかになった：被害リスクはラン川堤防より堤防のないところがより大きく低減した。
洪水段階の低減－アッパーラインの浸水地域の 下流での大規模洪水段階の低減 2005年までに30cm、2020年までに 70cm	アッパーラインのマグザウ観測点では、ライン川の大規模洪水水位の低減目標30cmは、1995年以来とられてきた対策のおかげで唯一達成された。ミドルラインとローワーライン及びラインデルタでは、ほとんど低減していない。
2005年までに、洪水範囲と洪水リスクのある地域の地図を100%作成して、洪水への関心を増やす。	洪水危険地域とそのリスクを描いた地図(ICPRラインアトラス2001参照)は洪水に関心を示す人口の増加に寄与し、また、住民との連携の有効な手段であることが証明された。将来は、リスクのある地区の個々の財産を描くべきであり、住民が理解しやすく効果的である。
洪水予報システムの改良－ 国際的協力による洪水予報システムを短期間に改良。	予測期間を延ばす目的は100%まで達成された。しかし、短期予測は依然信頼性はない。

この評価で以下のことが明らかになった。

- 1 主要河川沿いにある洪水調整地はライン川の大規模洪水段階を低減する上で最も効果がある。
- 2 洪水警報センターや高い機能をもつ洪水予報システムの協力は洪水に対する効果的な備えの基本的なツールであることを証明した。

3 洪水対策の改良は、流域のすべての活動者に統合的で調和のとれた行動を要求する、永久的な仕事である。

できるだけ多くの関係する人々が活動に参加すべきである。

4 気候変動は将来、冬季に高水量、夏に渇水を招くと考えられている。このような変化が生じることから、行動計画を達成するために努力し続けることがさらに重要になってくるであろう。

(4) ライン川流域の 2004 年計画

EUは水に関する総括的な政策を 2000 年 12 月に「水枠組み指令」として公布している。これは 2015 年までにヨーロッパの水環境を良好な状態にするという目標を掲げており、ライン川水系に関しては ICPR の「ライン 2020」と目標は同様である。関係する国も一部重複しているので、「ライン調整委員会」を組織し、両者の緊密な連携のもとで実施されている。以下、両者が水枠組み指令にもとづいて作成したライン川水系の保護対策を示す。

この対策は、「ライン川に国境はない」という計画で、次のような内容で構成されている。

□□□欧州の水関係法律の統一

水は人・動植物にとって欠かせない。それゆえ、特別の保護の下におこななければならない。WFD では、EC の加盟国は地下水・河川・湖沼・汽水に関わらず、水を高水準に保護することをめざしている。

□□□目標は良好な状態

2015 年までに、河川・湖沼・汽水の水と地下水が良好な状態—多様な動植物のいる自然の状態、天然の表流水・地下水の水塊と変わらない姿に近い状態—に達していなければならない。

その判断は以下のようにしてなされる。

- 表流水（河川水・湖沼水・汽水、沿岸水）の生態学的・化学的状态が良好か。
- 地下水が化学的・水量的状態が良好か。

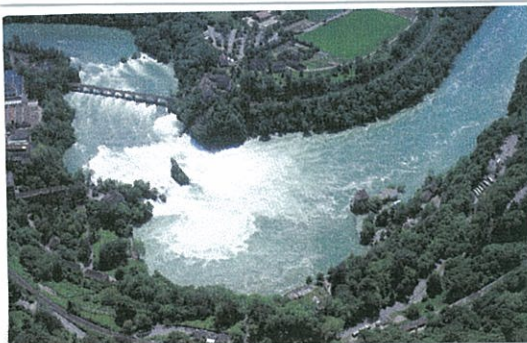


□□□汚染の削減

どのような環境下でも水域の状態が悪化しないこと。EU 加盟国は 2015 年までに環境目標を満足しないと考えられる水域を改善するために、適切な対策をとらねばならない。水を使用することは、工業・航行・水力発電・農業に関わらず、直接的・間接的に水の状態に影響を与えるということを考慮しなければならない。ライン川流域での主な任務は水域から汚染物質を削減することであり、危険な物質を水域から離すことである。



河川堤防とその河床の性質はさておき、河川および沖積地域と自由な魚の移動との相互関係はライン川水系に重大な影響を与え、改善の必要がある。



ライン川水系に関する大がかりな（保護対策実施）計画が 2004 年に完成した。水枠組指令（WFD）にもとづくこの業務に 9 カ国が参加している。この指令は欧州の水関連の法律を刷新し、標準化し、境界を越えた河川流域水管理を求めている。目標はすべての水域が良好な状態に達することである。2015 年までに、清浄であるばかりでなく生態学的に損なわれていない状態にならなければならない。この指令を実行することは、水保護における新しい段階の導入となり、将来的にはヨーロッパ全体で緊密に協力して実施されることとなる。

□□□境界を越えた保護

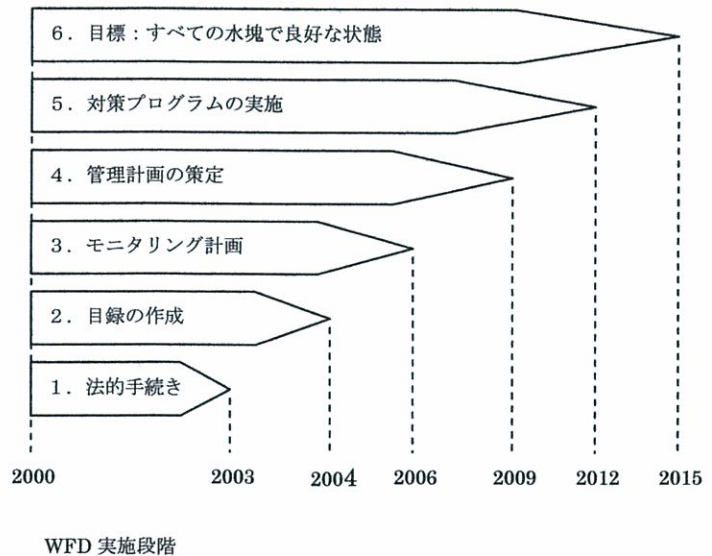
WFD の大きなチャンスとチャレンジの一つは境界を越えて水を管理する義務があることである。河川流域は水源から海の出口までの天然の構成要素である。それは、本流ばかりでなく地上・地下全体の排出地域である流域を構成している。

□□□水の保護のためには費用がかかる

他の新しい側面としては、環境目的を達成するために、EU 指令に、飲料水供給や廃水処理のコストの回収といった経済的原則が初めて組み込まれたことである。水塊の改善を目標としたコスト的に最も効果のある対策が費用便益効果分析に基づき選択されることとなる。

□□□実施スケジュール

詳細なガイドラインとスケジュールに従って対策が実施される。計画書（目録）の中で評価したリスクに応じて水域が監視下におかれる。2009 年までに、すべてのヨーロッパの水系を対象とした水管理計画が策定されなければならない。これらの計画で決めた対策は少なくとも 2012 年までは効力を発揮する。



□□□市民参加

水の保護は市民が情報を得て参加することによってのみ成功する。利害関係団体は、経済的な使用、自然保護、レジャー上の使用が関係していることに関わらず、水関係団体の全体的な範囲の圧力を代表するので、重要な役割を演じる。

River water uses along the R. Main



Salmon patrons in France



Doller near Schwegelhouse in Alsace

尚、詳細については、第 4 章を参照されたい。

(5) ライン川の持続可能な開発計画

2001年の第13回ライン担当大臣会議で、ICPRの計画として「ライン2020」が策定された承認された。その概要と目標は、次のようになっている。

概 要

“ライン2020—ライン川の持続可能な開発に関する計画”は、好結果が得られた“ライン行動計画(Rhine Action Program)”に続くものである。将来のライン川の保全対策の中心的なポイントはライン川の生態系のさらなる改善、洪水対策の改善および地下水の保全である。継続しているライン川の監視や水質のさらなる改善は依然として主要事項である。本計画は総合的な対策を前提としており、包括的で共通の基準のもとで実行するよう考慮されている。



目 標

本計画の重要目標は:

ライン川生態系の改善

- “魚の移動に関する計画”に記載している支川の開放性と同じように、本来の典型的なライン川の生息地のネットワーク(連結した生息地)とコンスタンス湖から北海までのライン川の生態学的開放性(上下流での移動)が修復されること。(コンスタンス湖:バーデン湖の英語名)

洪水対策

- ライン川流域の低地における洪水からの被害リスクを2020年までに1995年と比べて25%まで減少させること。
- ライン川上流(バーデンバーデンの下流)の浸水地域下流における最大洪水水位を1995年より最大70cm下げること。

水質

- 簡易な自然に近い処理方法を用いるだけで飲料水の製造が可能なような水質であること。
- 水に含まれる成分またはそれらの化合物は植物群、動物群、微生物群にいかなる有害な作用も及ぼさないこと。
- ライン川で捕獲された魚や二枚貝、ザリガニ (crayfish) は人の消費にふさわしいこと。
- ライン川の適切な場所で水浴することが可能であること。
- 浚渫物が環境に悪影響を及ぼさないことを保証すること。

地下水保護

- 地下水の水質を回復すること。
- 地下水のくみ上げと涵養のバランスを確保すること。

現在の計画では、2020年までにライン川保護という目標を達成するために、各分野でとられる対策と提案をリストアップしている。さらに、第一作業段階において必要な手段、広報業務、達成状況管理、経費について示している。

2000年12月22日付けEC公報で、「水政策分野でのEC活動の枠組み作成」に関する欧州議会および評議会 (Council) の指令2000/60EU (WFD) が公布され、施行された。WFDを実行することは、本計画“ライン2020”の基本的事業の実施に寄与するものと考えられる。

“ライン2020”計画とWFDの目的が同じであるかぎり、提案された対策は両者の目標を同様に満たす。最初の業務予定は2005年までに実施可能な方法を作成することである。“ライン2020”計画として定期的に起案されるべき業務スケジュールではWFDに設定されている基準を具体的な項目として取り入れなければならないことである。

スイスとEUの水政策は類似している。それゆえ、EU加盟国がWFDを実施するときには、スイスは自身の法律の履行の範囲内で支援するであろう。

“ライン2020”計画はライン川流域国間で2年間にわたる公開討論を経て策定された。自然保護、洪水防止、工業、農業、水運、水道などを代表する種々の圧力団体が繰り返し参加した。このように住民とともにICPR計画を作成することが明らかに望ましく、個々の地域の対策を迅速に実施する上で重要である。

尚、詳細については、第4章を参照されたい。

(6) ライン川水系における回遊魚に関するプログラム

ライン川では、“サーモン 2000”の行動計画に継続し、ICPR が実施する新計画として「ライン 2020」が策定された。その概要は次のようになっている。

概要

回遊魚側に立った“サーモン 2000”とその成功した行動が 21 世紀に継続している。それは ICPR が実施する新計画“ライン 2020”の一部であり、これによりビジョンが現実化できる。

ビジョン1:

ライン川に数千尾のサーモン

ライン川支川のサーモン棲息場が非常に増えている。そのため、ほんの 5 年前に計算した数より多くサーモンを増やすという望みが実現しそうである。精確な推定値：毎年上流に回遊してくるサーモンは 7,000～21,000 尾。

ビジョン 2:

Basel までは確実にサーモン回遊

ラインデルタで 2001 年より新魚道が 3 か所オープンした。ローワー・ミドル・アッパー・ハイラインに流入する支川で多数の堰が変わったかあるいは低くなった。アッパーラインでは 2000 年に Iffezheim 魚道が稼働した。Gambshheim では 2006 年に 2 番目に大きな魚道がオープンする予定である。

ビジョン3:

サーモン増殖が自立

過去 5 年間に、約 1,100 万のサーモン稚魚がライン川流域に放流されてきた。その一部は回帰してきたサーモン成魚の子孫である。

ビジョン4:

2020 年にライン川に天然サーモン

海洋からのサーモンの回帰と、とりわけ、天然の再生産は本計画の成功を証明している。1990 年以來 2,400 尾以上のサーモン成魚の回帰とライン川水系上流へ回遊していることがその証拠である。その内、300 尾以上が河口域上流 700km 地点にある新しい Iffezheim 魚道を通過している。

ラインサーモンはまだ人の助けと放流事業の世話になっている。しかし、彼らはすでにローワー・ミドル・アッパーラインに注ぐいくつかの支川で天然の再生産を行っている。このことは、2020 年までに安定した天然のサーモンの群れがライン川水系で達成されるかもしれないという望みが湧いてくる。

尚、詳細については、第 4 章を参照されたい。

(7) ヨーロッパの水道の国際的な連携取り組み

この「ドナウ、マースおよびライン川 覚書 2008」は、国際ライン汚染防止委員会から、我々調査団が帰国後送付されてきたものである。その内容は、今後の水道にとって非常に重要な事項が示されているので、この内水源保護に関係の深いと考えられる部分の序言を示す。

序言

IAWR (ライン川流域の国際水道協会)は、以下の3つのメンバー組織から構成されている。

- AWBR: 水道作業部会(コンスタンス湖 / ライン川)、ARW: ライン川 水道作業部会
- RIWA-Rijn: オランダ河川 水道協会 - ライン川、IAWD: ドナウ川流域 国際水道協会
- RIWA-Maas: 河川水 水道協会 - マース川

IAWR は、これら流域の17の沿岸諸国の住民1億600万人の利害を代表している(オーストリア、ベルギー、ボスニア・ヘルツェゴビナ、クロアチア、チェコ、フランス、ドイツ、ハンガリー、リヒテンシュタイン、ルクセンブルグ、モンテネグロ、オランダ、ルーマニア、セルビア、スロバキア、スロベニア、スイス)。これらの組織には約160の水道事業体(企業)が参画している。

“当覚書を公表すること”、これが飲料水供給を目的とする水道事業体の戦略、展望における共通の目的である。

これら水道事業体は、水源の持続可能な利用に責任感を感じており、気候変動の観点からもこれは重要なことである。飲料水の供給は、他の水利用よりも優先度が高く、水道事業体の最終目的は、自然の処理で飲料水を供給しうる水質を達成することにある。この原則によると、飲料水供給の前提条件は、水源の総合的な保護、保全である。

予防的水源保全は、持続可能性の観点からも最優先の課題として位置付けられる必要がある。これは、水資源を様々に利用する社会・経済的な利害関係者はもちろんのこと、水道事業体自身にも適用される。水源保護は共通の社会的責任である。

この目標を達成するために、当協会は水に関する基礎的覚書2004を公表し、さらに現在、IAWR ライン覚書2003とドナウ川覚書をもとに、ドナウ、マースおよびライン川覚書2008を草稿している。

ドナウ、マースおよびライン川覚書2008は、EUの水に係る総括指令およびサブ指令(EU Water Framework Directive and subdirectives)を参考に、表流水水質の目標を設定した持続可能な水源保護の具体的要件を提示している。また、覚書は、エルベ川流域の飲料水の課題も考慮している。覚書の目的は、政治家、行政、産業界や水管理分野の意思決定者が、飲料水水源である表流水の必要な水質改善を図ることを、助け導くことにある。

尚、詳細については、第4章を参照されたい。

(8) 地球温暖化の影響と対策

①ライン川の地球温暖化の影響

- ・河川水温が高くなった。
- ・西ヨーロッパで洪水が頻発している。
- ・雨量がドイツで少なくなった。

②当面の対策

ボンで昨年ライン大臣会議があり、地球温暖化に対する、計画や研究を行うと決めた。

③研究事項

- ・気温が最高どこまで上がるのか。
- ・その場合の対策。
- ・地球温暖化による、水質、洪水、水力発電等にどう影響を及ぼすのか対策が必要。



ライン川リュエデスハイム付近



船上から見たライン川



ライン川とモーゼル川の合流点コブレンツ付近



移転した国際ライン汚染防止委員会事務所



国際ライン汚染防止委員会事務所正面玄関



シュルテ副委員長の説明



ライン川の水質保全対策を聞く



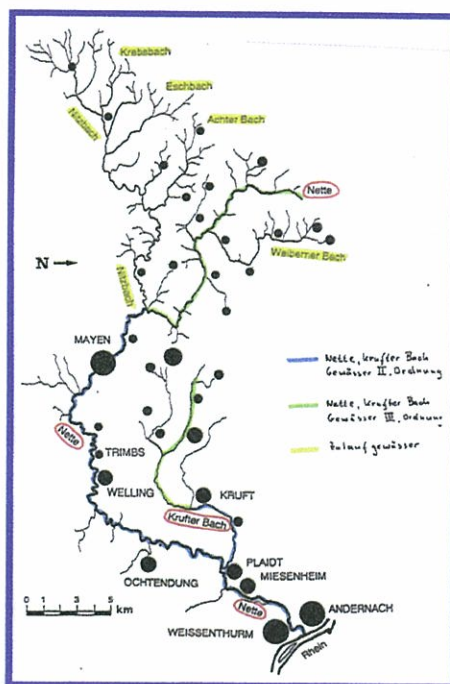
コブレンツのレストランで昼食をしながらの意見交換会

2.2 ネット川再生プロジェクト

2.2.1 ネット川の再生プロジェクトの概要

ネット川は、その水源をホッホアイフェル地方、ホーエンライムバッハ村のホーエン・アハト山近くに発している。ネット川は、約 500m の高さを流れ下り、マイエン・コブレントツ郡のアンデルナハ市、ヴァイセントゥルム市でライン川に注いでいる。

ネット川の流域面積は、約 370km²であり、流域河川を合わせた総延長は、304km である。本川は、ネット川、ニッツ川、クルフター・バッハ川で、その延長は、それぞれ 55km、27km、16km である。流量及び水質は、冬季と春季の大豊水、晩夏と秋の低水量がネット川の特徴である。強雨のときは激流になるが乾期の流れはごく少なく、流水量はわずか毎秒 0.5m³前後にとどまり、平均流量は、毎秒 2.5m³前後である。ネット川の水質は、ラインラント・プファルツ州河川水質診断表の 2004 年版によれば、I～VIIの等級別で並（水質等級 II）～低（水質等級 I～II）であった。しかし、マイエンの上流には、汚濁負荷の認められない地域があるが、クルフター・バッハ川では、汚濁負荷が高めの地域も認められる。



ネット川流域図

ネッテ川の自然再生は、次の施策を講じて達成することとなっている。

- ・堰を改築、または撤去して、魚や河川で生息するその他の生物が、自由に通過できるようにする。
- ・人工の護岸施設を撤去する。これにより、川が自然に近い形で多様な構造を保ち、生物種の豊富なビオトープが実現する。またこれを促進するため、川に緩衝帯を設けず、河畔地の活用強化を図る。
- ・その土地にふさわしい樹木を植栽する。
- ・現地になじみのない渓谷河畔林の針葉樹植生を、長期間掛けて撤去し、それに代えて大水のときは冠水する河畔林の樹木種を植栽する。
- ・各地で適切な対策を講じて、河川と調和させる形で、高水敷の私的な活用を促進する。同様の施策をレジャー目的で活用する場合にも進める。

マイエン・コブレンツ郡行政庁は、早くも 1990 年代半ばには、河川保護育成プランの基
本に則り、EU の水域に関する枠組み指令が設定する目標達成時期に先駆けて、自然再生に
向けた多様なプログラムの実施に着手した。

2.2.2 組織の概要

ラインラント・プファルツ州、マイエン・コブレンツ郡行政庁

2.2.3 訪問日、訪問場所、対応者

(1) 訪問日

平成 20 年(2008 年)7 月 14 日

(2) 訪問場所

- ・ネッテ川河口の自然再生事業とネッテグート堰バイパス川現場
- ・マイエン・コブレンツ郡庁

(3) 対応者

ラインラント・プファルツ州 ヤンセン氏



ヤンセン氏

2.2.4 事前質問

国際ライン汚染防止委員会への質問を含む。

2.2.5 調査事項

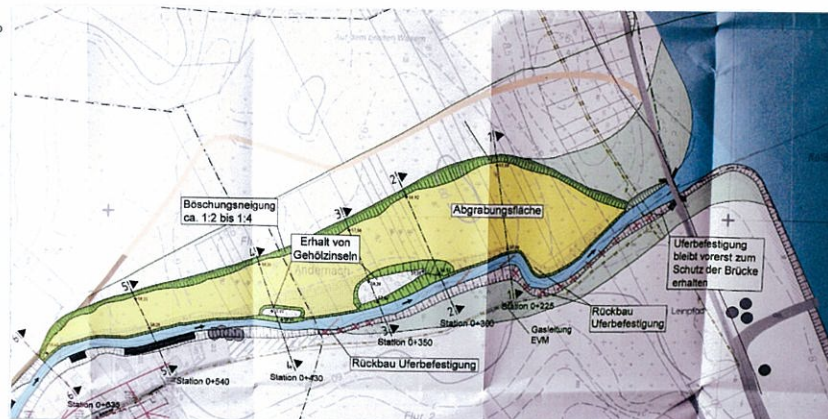
(1) ネットテ川河口の自然再生

ネットテ川河口は、その特色の面で模範例といえる。ここがラインラント・プファルツ州を通過するライン川全体を見渡しても、アール川河口を除けば、流れを遮る工作物がない唯一の河口であるためである。

ネットテ川が再び自然を回復し、河川の構造が改善され、ビオトープが数を増やし、それに伴って生物が豊かになる、これが目標の姿である。

設計と造成の範囲は、700m に及び、ネットテ川左岸で面積 25,000m²の土地を平均で深さ 2m 掘削して、法面護岸部を大規模に撤去した箇所も一部あった。これに絡んで、特筆すべきは、丸太木をいくつか河床に固定し、水の流れを導く仕掛けを設けたことである。これでネットテ川の枝分かれした流れの道をあらたに作ってやろうというわけである。更には、砂洲や砂利洲、季節により冠水する河畔地や流木が漂着する一帯ができてほしくもある。仕上げとして、掘削した範囲に種をまき、ヨシの植栽で自然のタッチを加えておいた。

工事段階が終わった直後には既に、蛇行（湾曲流の形成）が始まりつつある兆候が認められている。



ネットテ川河口の自然再生計画図



ネットテ川河口の自然再生工事施工後

(2) ネットゲート堰のバイパス川

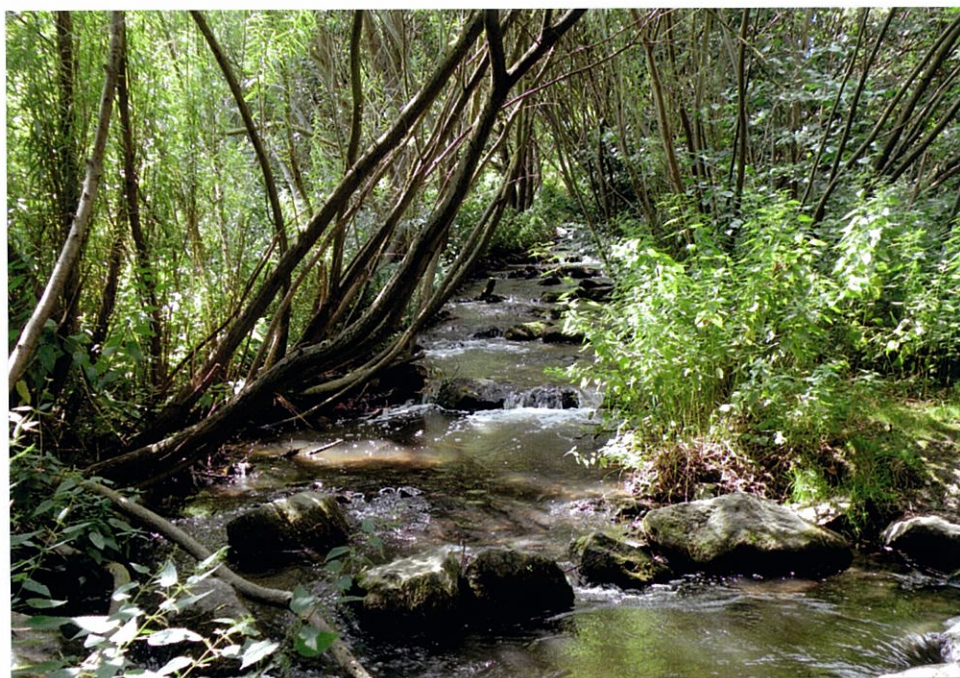
ネットゲート堰は、高さ 3.50m、幅 19m、長さ約 13m の落差工で、堰の天端と背面はコンクリート施工である。この堰は、生物の遡上降下のプロセスを完全の妨げているといつてよい状態である。鍵を握っているのは、堰の位置であった。ライン川へ注ぐ河口から上流側で、最初に遭遇する難攻不落の工作物であった。そのため、上流域で個体群が分布を拡大するのは不可能であった。

途方もない落差があるため、堰堤を「険しい緩斜工」にでも改修していたら、最長で 100m にもなるところであった。そのために要する費用も巨額になったところである。しかし、昔はネット川であった小さな川を、バイパス水路として利用したため、低コストで現地にぴったりなじみ、魚の遡上を効率よくアシストできる流れができあがった。

この土地に在来の河畔林で、なじみの樹木を植栽して、今日ではこの人工の川は周囲の風景に完全に溶け込んでいる。

バイパスの小川は、長さ 119m、幅は 2~5m、上手から下手へ 3.5m の落差がある。小島、早瀬、砂利州があるため、構成に余裕がある造形になっている。

現地では、数年後には早くも新たな生態系が誕生し、水生の動植物、特に回遊魚がこれを受け入れてくれている。漁業生物学の調査により、2000 年以降、ブラウントラフトやとりわけサケといった回遊魚が、このバイパス水路を利用していることが明らかになっている。ネット川では、以前はサケが 1 尾たりともいない川に、サケがこうして再び生息するようになったということは、ラインラント・プファルツ州にとっては前代未聞の出来事である。



ネットゲート堰のバイパス川



ライン川とネッテ川の合流点



ネッテ川河口の自然再生現場



ネッテグート堰



ネッテグート堰のバイパス川



2.3 チューリッヒ市水道局ハルトホフ浄水場

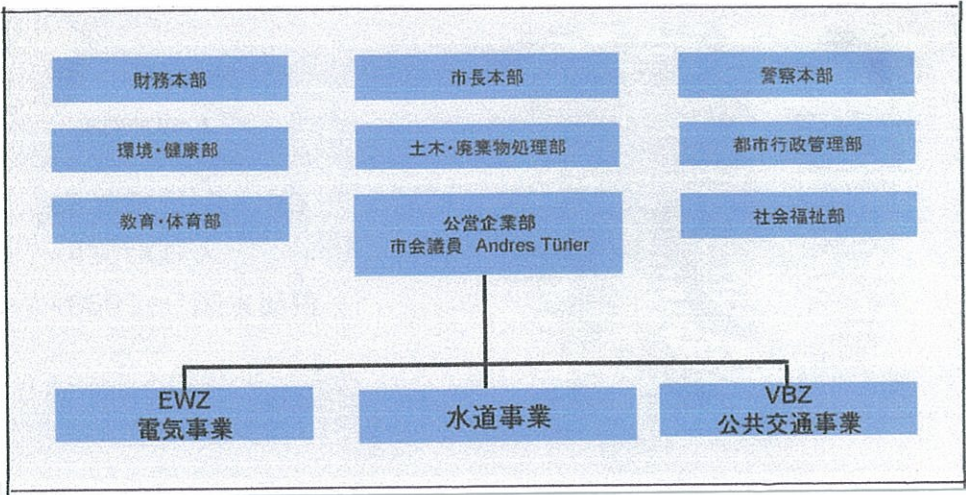
2.3.1 チューリッヒ市水道の概要

(1) 水道の任務

市民に飲料水と消火用水を供給するため、いつでも十分な量を、良質な水質で、十分な水圧で、できるだけ効率的なコストで給水することを任務としており、現在、280人の職員によって運用されている。

(2) チューリッヒ市の公営事業

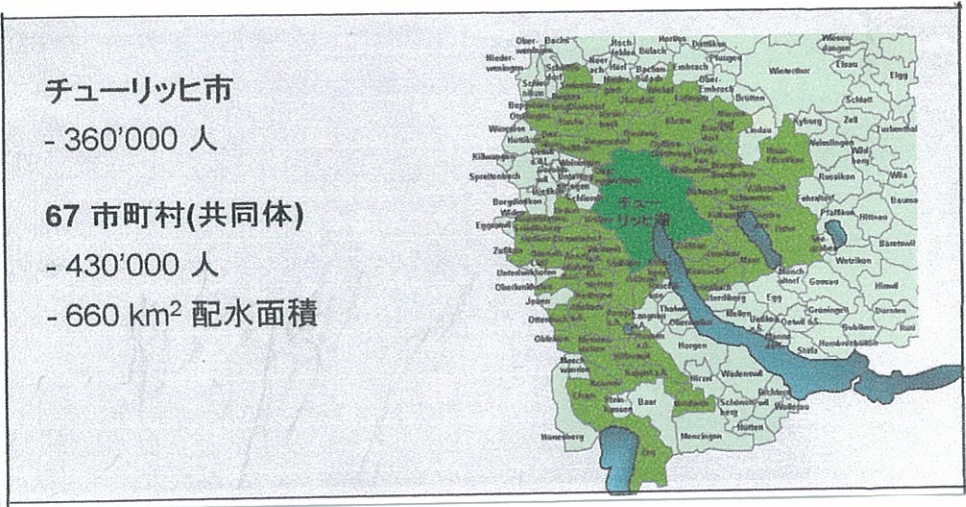
チューリッヒ市は、電気事業、水道事業、公共交通事業を経営しており、水道事業はその一部として運営されている。



チューリッヒ市の公営事業

(3) チューリッヒ水道の配水区域と給水人口

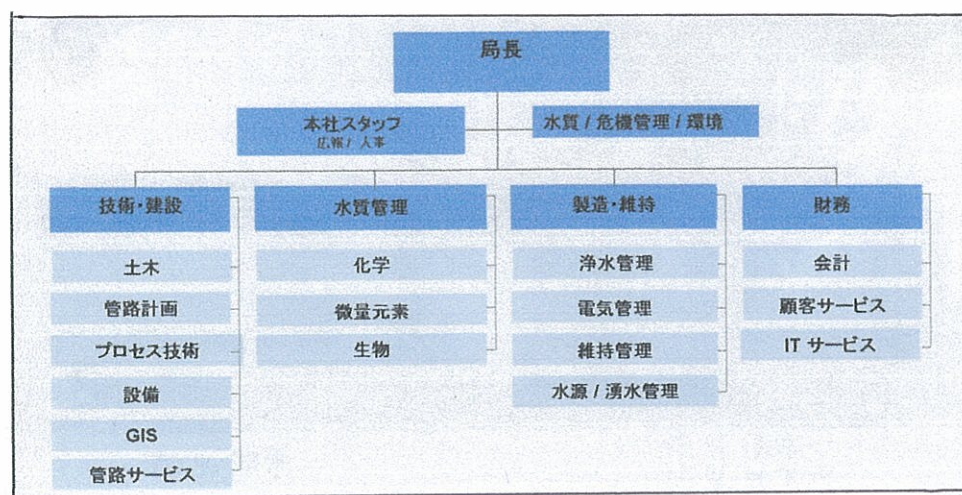
チューリッヒの水道は、660km²を配水区域として、チューリッヒ市の36万人と67市町村（共同体）の43万人に対し給水を行っている。



チューリッヒ水道の配水区域

2.3.2 組織の概要

チューリッヒ市水道は、次の組織図に示すように、局長の下に本社スタッフの広報・人事と水質・危機管理/環境の2部門があり、技術・建設、水質管理、製造・維持、財務の4部があり、各部の担当者が必要な業務を実施している。



チューリッヒ市水道局組織構成図

2.3.3 訪問日、訪問場所、対応者

(1) 訪問日

平成 20 年 (2008 年) 7 月 15 日

(2) 訪問場所

スイス チューリッヒ市ハルトホフ浄水場

(3) 対応者

リチャード・フォルスター氏



ハルトホフ浄水場入口

2.3.4 事前質問

調査にあたっては、訪問先へ次のような質問書を事前送付し、訪問の目的を周知すると共に調査の効率化を図った。

(1) 国際委員会等の組織と運営

①水質保全等の目標を達成するための河川維持管理に要する経費及び事業等施策を実施する場合の資金は、どのように確保されているか。

(2) 河川および湖沼の水質

②水質の安全と水量の安全（再生水も含めて）は現在どの組織でどのように決めているのか。また過去はどうであったか。

③河川や湖沼において、発ガン物質や抗生物質など近年問題になりつつある汚染物質の汚染状況はどうか。また発生源や流入ルートにおいてどのように制御し、河川水や湖沼水の水質をどのように管理しているか。

④水道水の取水方法、浄水方法はどのようなものか。水源別に示してほしい。またそれらの取水方法における水の安全性はどのようなものか。

⑤上水道及び下水道施設において、地球温暖化に関する省エネルギー対策としてどのような工夫をしているか。

2.3.5 調査事項

【チューリッヒ市水道】

(1) 水源計画

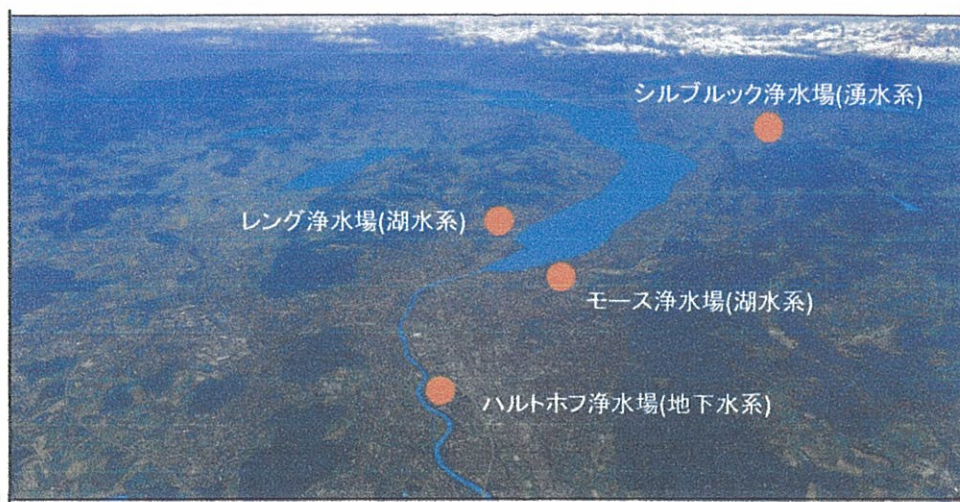
チューリッヒの水道水源は、湖水が70%、湧水が15%、地下水が15%となっており、水源を分散化している。これは、危機発生時の対策として、湖水に災害や事故があった場合、地下水と湧水で供給し、核攻撃などの場合は湧水を利用するなど、選択可能なシステムとなっている。



チューリッヒの水道の源

(2) 浄水場計画

チューリッヒ水道の浄水場は、レング浄水場（湖水系 25 万 m³/日）、モース浄水場（湖水系 8 万 m³/日）、ハルトホフ浄水場（地下水系 15 万 m³/日）、シルブルック浄水場（湧水系 2 万 m³/日）の 4 浄水場があり、各浄水場から配水地を通じて給水されている。



チューリッヒ水道の浄水場

(3) 安全、安定給水計画

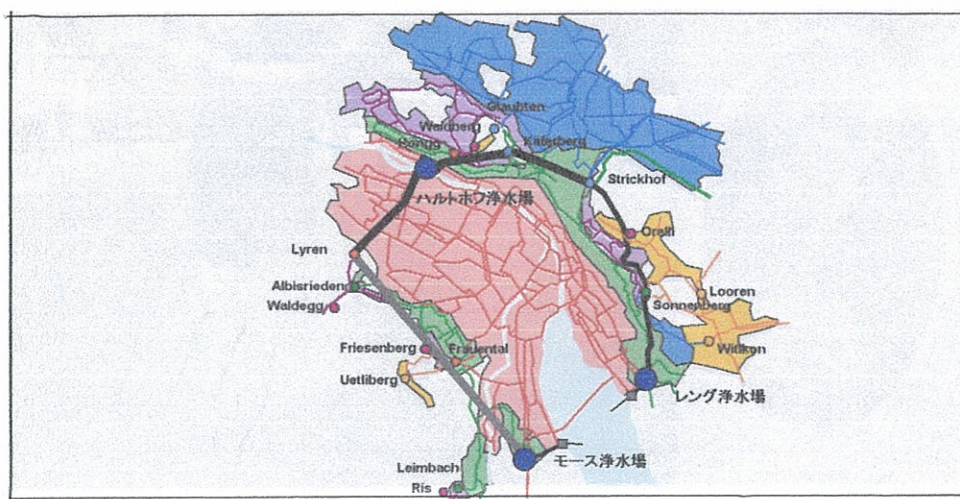
チューリッヒ水道の安全、安定給水計画としては、次の 3 つが実施されている。

① 水源の分散化

水源を湖水、地下水、湧水系に分散して、災害や事故の発生時に選択供給が出来るようになっている。

② 浄水場連絡管の布設

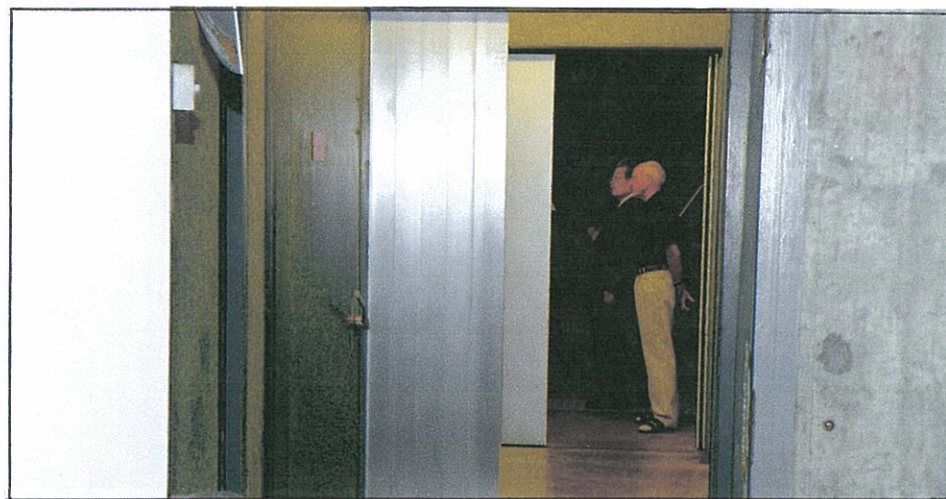
図に示すように、各浄水場間に連絡管を布設して、災害や事故等で水源や浄水場が使用出来なくなった場合、他の浄水場から供給出来るようになっている。



チューリッヒ水道の浄水場連絡管

③水道施設のシェルター化

チューリッヒ水道の取水施設や浄水施設は、地下又は半地下に設置され、分厚いコンクリートと鉄製のトビラで出来ており頑丈な施設となっている。

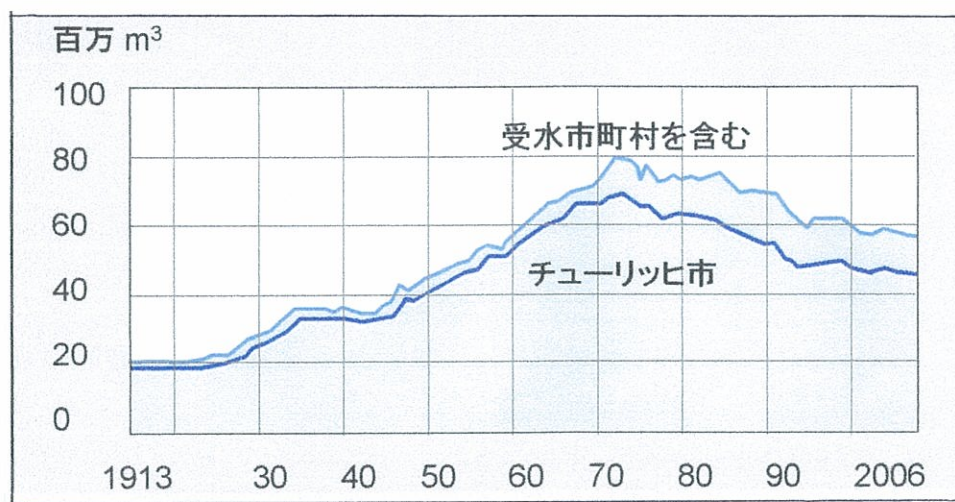


頑丈な鉄製のトビラで仕切られた水道施設

(4) 年間供給量

①年間水需要量

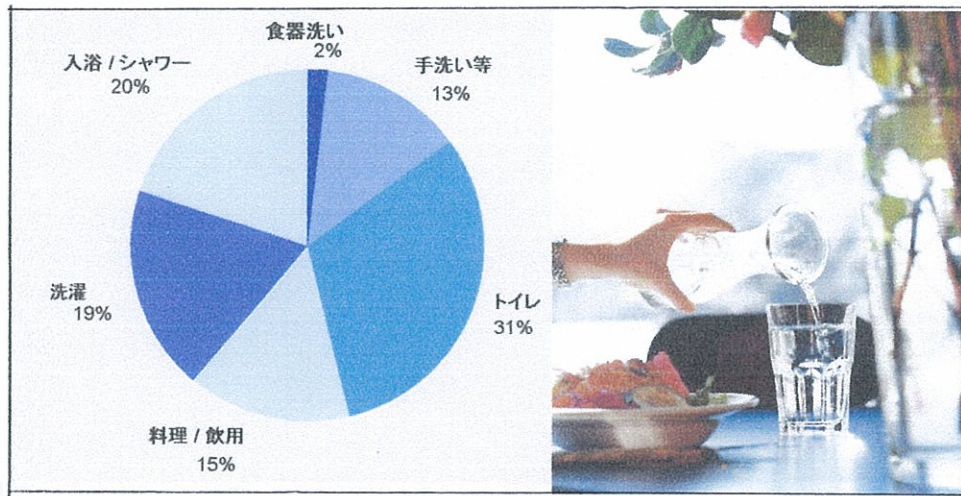
チューリッヒ水道の年間給水量は、1970年代に8千万 m^3 の給水を記録したことがあるが、近年水需要量は減少しており1995年頃以降は6千万 m^3 程度で横ばいとなっている。この内、チューリッヒ市の給水量は、1973年頃の6千5百万 m^3 程度をピークに減少を続け、最近では4千5百万 m^3 程度で横ばいが続いている。



年間水需要量

②家庭での水使用量

家庭での水使用量は、1人1日使用量が160リットルであり、その用途別内訳は、トイレが31%、料理/飲用が15%、洗濯が19%、入浴/シャワーが20%、食器洗いが2%、手洗い等が13%となっている。しかし、工業用水などをいれると1人1日使用量は、250リットルである。



家庭での水使用量

(5) 水道料金

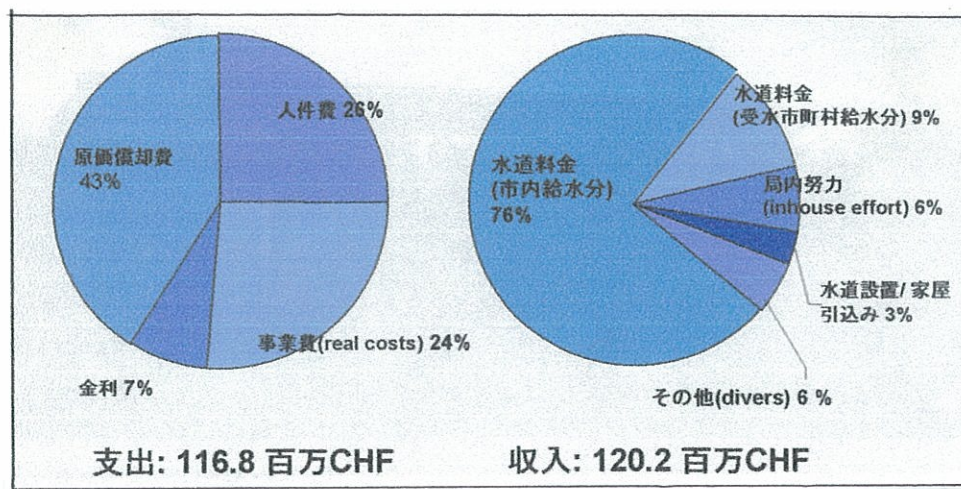
チューリッヒ市水道の料金は、年間基本料金と水使用量料金が加算されたものが水道料金となっており、現在の平均水道料金は、スイスフランで約 $2.5\text{Fr}/\text{m}^3$ となっており、日本円では $250\text{円}/\text{m}^3$ 程度である。

年間基本料金:
a) 容量料金(capacity fee) : 50 Fr. (水道メーターのサイズ(m^3/h)毎に)
b) 家屋料金(building fee) : 家屋保険価格(insured building value)の0.25 %
+
水使用量 = 1.45 Fr. / m^3
=
飲料水の平均水道料金 : 約 2.50 Fr. / m^3

水道料金の構成

(6) 損益計算

チューリッヒ市水道の損益収支は、図に示すように、2007年決算では、支出が116.8百万CHF（スイスフラン）で、収入が120.2百万CHF（スイスフラン）で、黒字ということであった。

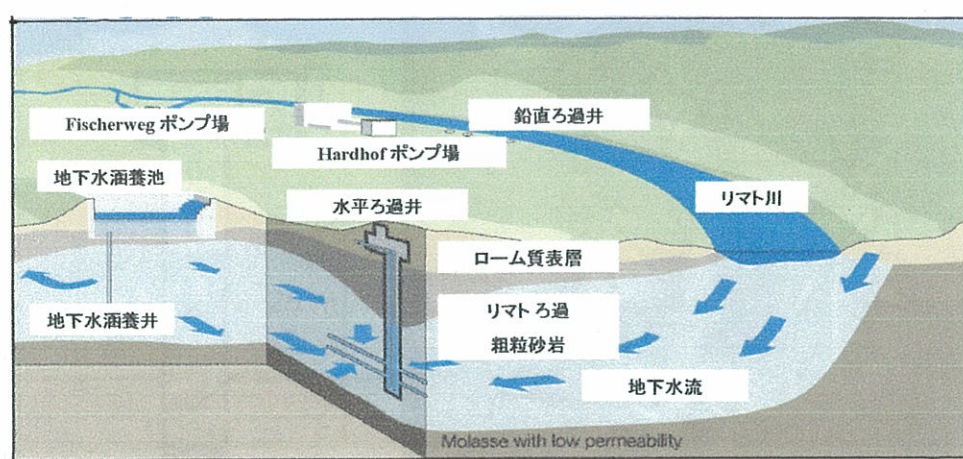


損益計算 (2007)

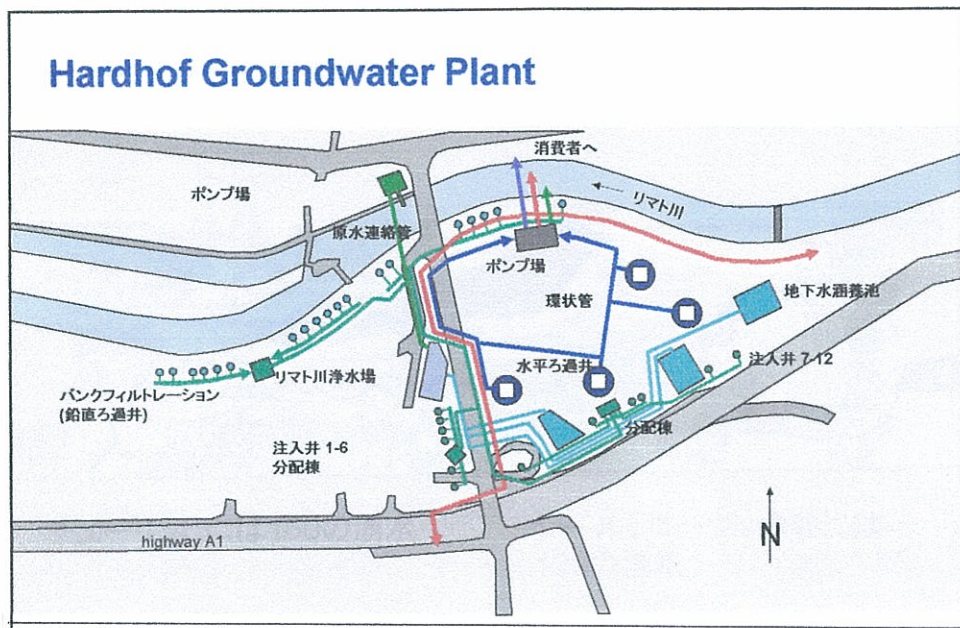
【ハルトホフ浄水場】

(1) 取水施設

ハルトホフ浄水場の地下水取水施設は、図に示すように、リマト川の自然浸透水と人工的地下浸透水を水源として利用している。

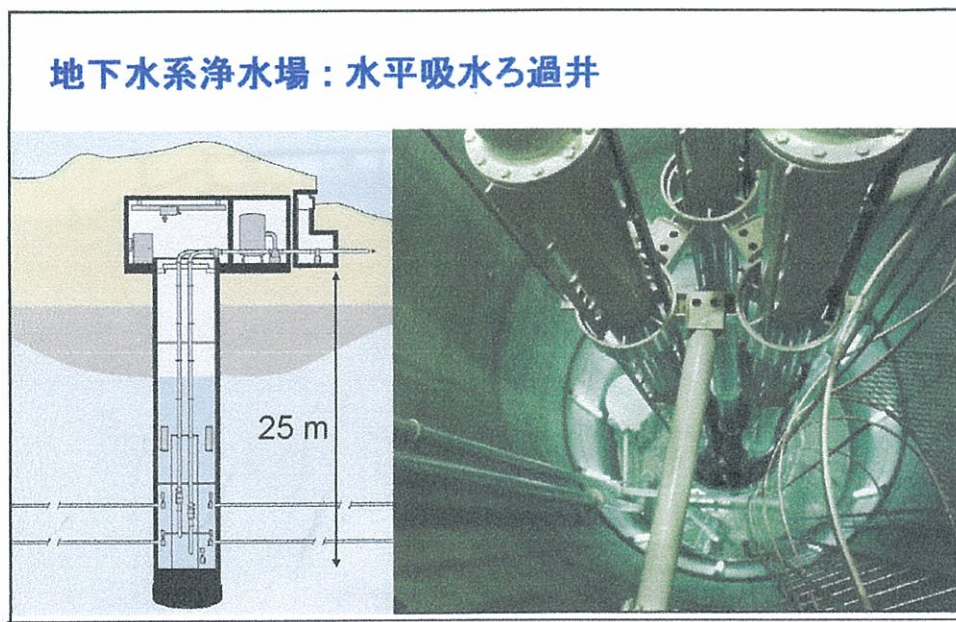


ハルトホフ浄水場地下水取水方法



ハルトホフ地下水浄水場平面図

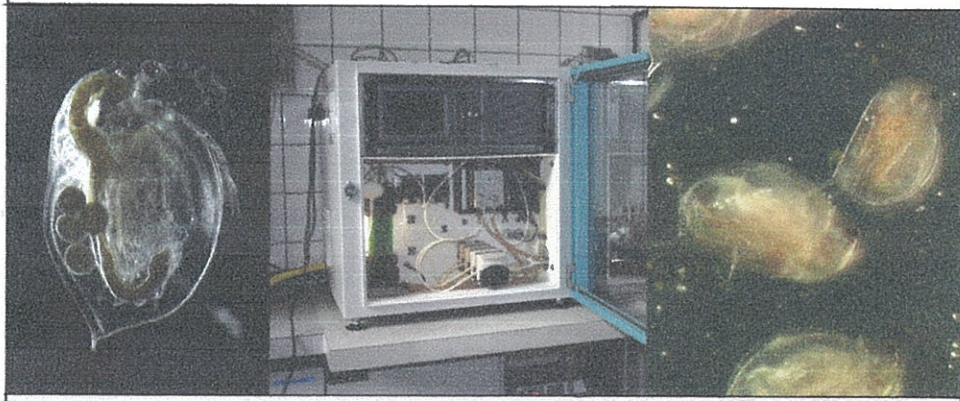
地下水の取水施設は、25m の深さの水平ろ過井からポンプで揚水し取水している。



地下水系浄水場：水平吸水ろ過井

(2) 原水監視装置

原水の監視については、バイオセンサーにより安全確保を行っている。その構造は、ミジンコやマスのような汚染に敏感な生物を使い、水中の毒性物質をチェックしている。



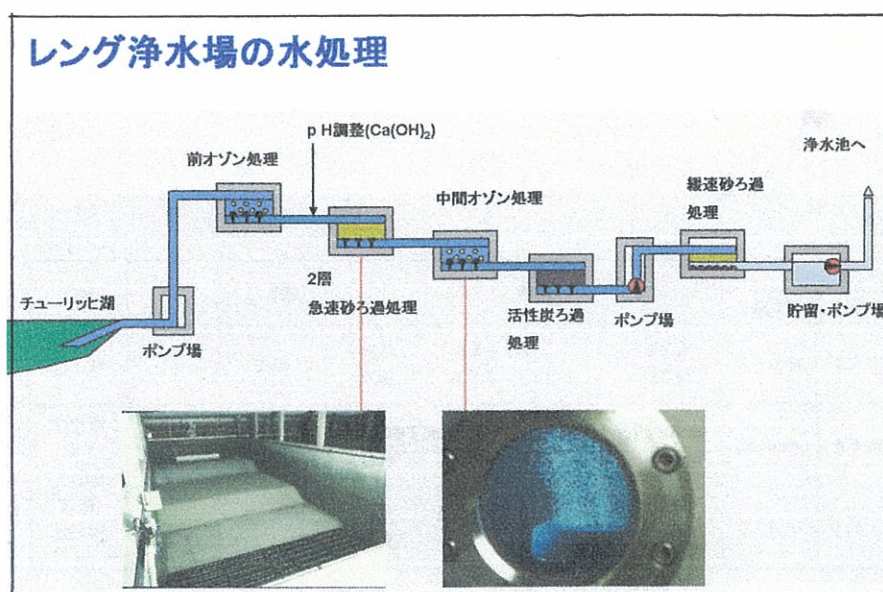
ミジンコやマスによる原水水質監視装置

(3) 浄水施設

ハルトホフ浄水場では、基本的には、水源が地下水であるため、浸透地下水を水平吸水ろ過井で揚水し、給水されているものと考えられる。

しかし、湖水系のレング浄水場では、次のようなプロセスで浄化されている。

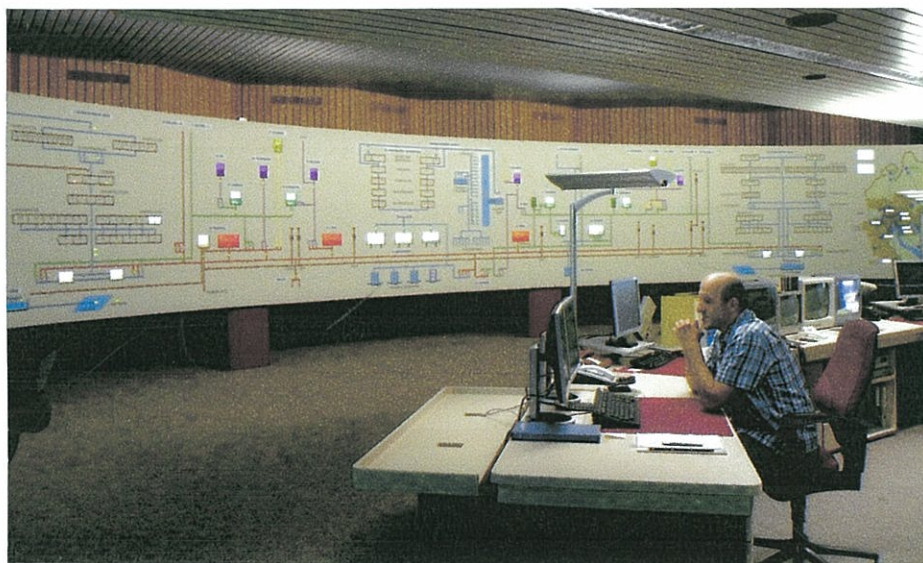
①前オゾン処理⇒②急速砂ろ過⇒③中間オゾン処理⇒④活性炭ろ過⇒⑤緩速砂ろ過。



レング浄水場の水処理

(4) 浄水場管理施設

ハルトホフ浄水場の管理については、中央管理室からポンプや浄水施設の集中管理を行っている。



中央管理室

(5) 地球温暖化対策

チューリッヒ市水道の地球温暖化対策は、市当局から 10～20%の省エネを指示されており、水道局としては次のような対策を実施している。

①水位差発電

これは湧水水源が高いところにあり、この落差を利用して発電を行うものである。

②ポンプの効率化

水道で使用されているポンプの効率化を図るものである。

③建物の熱効率を上げる

現在の浄水場の建物は古くなっているため、この改造を行い熱効率を上げる。



チューリッヒ湖



チューリッヒ湖岸



ハルトホフ浄水場



シェルター内の地下水取水施設

2.4 国際ボーデン湖水質保護委員会 (IGKB)

2.4.1 ボーデン湖の概要

ボーデン湖は、ヨーロッパの心臓部で一番中心の部分にある。ここは、ドイツ、オーストリア、スイスの3国に囲まれている。このボーデン湖は、2つに分けられ、上湖と、コンスタンツ側を下湖と称している。標高が395m、湖面積が571km²、最深部が254m、最長部が63km、最大幅が14km、貯水量が550億m³、集水域が11,500km²、湖水滞留時間が4.3年の湖である。このボーデン湖には、スポーツ、ヨット、湖岸の城郭、館等々、いろいろな表情がある。

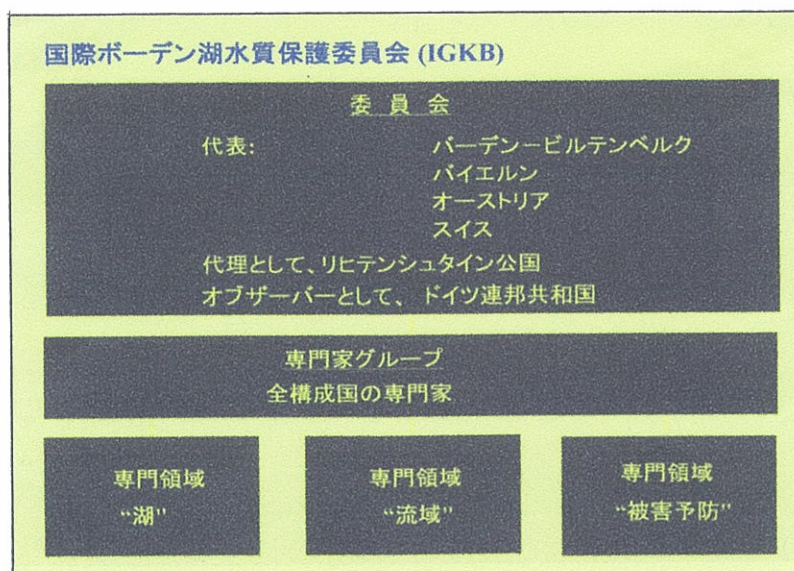


2.4.2 組織の概要

国際ボーデン湖水質保護委員会は、1959年に設立された。委員会は、代表国・州として、オーストリア、スイス、バーデン・ビルデンベルク、バイエルン、代理としてリヒテンシュタインで構成され、オブザーバーとしてドイツが関与しており、これらの調整が委員会の業務である。

共同責任としては、湖沼保全について3カ国（ドイツ、オーストリア、スイス）が協力すること、水質汚染を防止すること、水質を改善することである。また、湖水の利用については、お互いに報告を義務づけ、3カ国間の同意が必要となっている。

本委員会の組織構成は、最上位に、バーデン・ビルテンベルク、バイエルン、オーストリア、スイス、代理として、リヒテンシュタイン公国、オブザーバーとして、ドイツ連邦共和国等で構成する委員会がある。その下に専門家グループ（全構成国の専門家）があり、さらにその下に3つの専門領域に業務が分かれている。一番左が“湖”、次が“流域”、右端が“被害予防”となっている。現在、事務局はボーデン湖湖畔のランゲナーゲンにあり、約40名の州の正職員（研究者、総務職員、技術関係職員）と学生、実習生が活動している。



国際ボーデン湖水質保護委員会組織構成

2.4.3 訪問日、訪問場所、対応者

(1) 訪問日

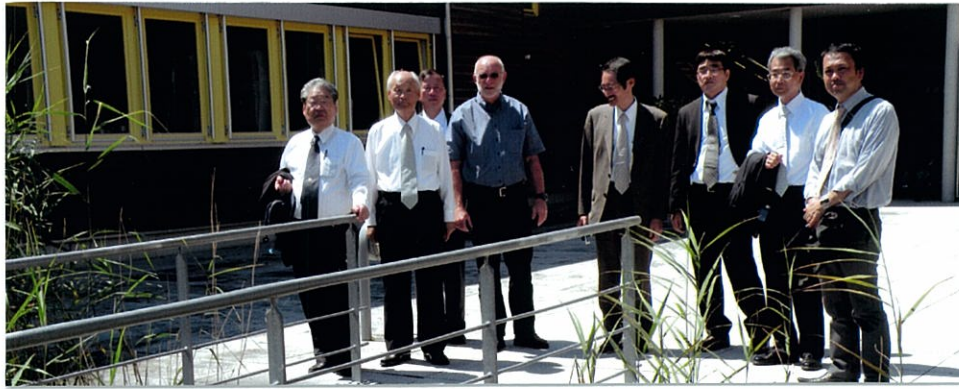
平成20年（2008年）7月16日

(2) 訪問場所

ドイツ ランゲナーゲン

(3) 対応者

ハーバード・リップエル教授



国際ボーデン湖水質保護委員会事務所

2.4.4 事前質問

調査にあたっては、訪問先に次のような質問書を事前送付し、訪問の目的を周知すると共に調査の効率化を図った。

(1) 国際委員会等の組織と運営

- ①各機関の委員会業務の概要はどのようなものか、趣意書などの資料があれば頂戴したい。
- ②委員会職員の人材確保はどのようにされているのか。また各組織での意思決定方式はどのようになっているのか。
- ③水質保全等の目標を達成するための河川維持管理に要する経費及び事業等施策を実施する場合の資金は、どのようにして確保されているのか。

(2) 河川及び湖沼の水質

- ④水質の安全と水量の安全（再生水も含めて）は現在どの組織でどのように決めているのか。また過去はどうであったか。
- ⑤河川や湖沼において、発ガン物質や抗生物質など近年問題になりつつある汚染物質の汚染状況はどうか。また発生源や流入ルートにおいてどのように制御し、河川水や湖沼水の水質をどのように管理しているか。
- ⑥EU水枠組指令（WFD）において、ライン川、ボーデン湖及びレマン湖に関して、汚染物質（栄養物質）の水質改善目標をどのように定められているのか。それを受けて、ライン川、ボーデン湖及びレマン湖における汚染物質はどのような種類か、また目標値はどのように更新されたか、さらに目標を達成するための対策はどのようなものか。フッ素やホウ素に対し、どのように対応しているか？
- ⑦ボーデン湖およびレマン湖において、地球温暖化が原因と考えられる底層の溶存酸素濃度の低下はあるのか。またある場合はその対応はどうしているのか。
- ⑧河川や湖沼に放流する下水処理水の水質基準は、どの組織が主体となり決めているのか。
- ⑨上水道及び下水道施設において、地球温暖化に関する省エネルギー対策としてどのように工夫しているか。

(3) 河川及び湖沼の生態系

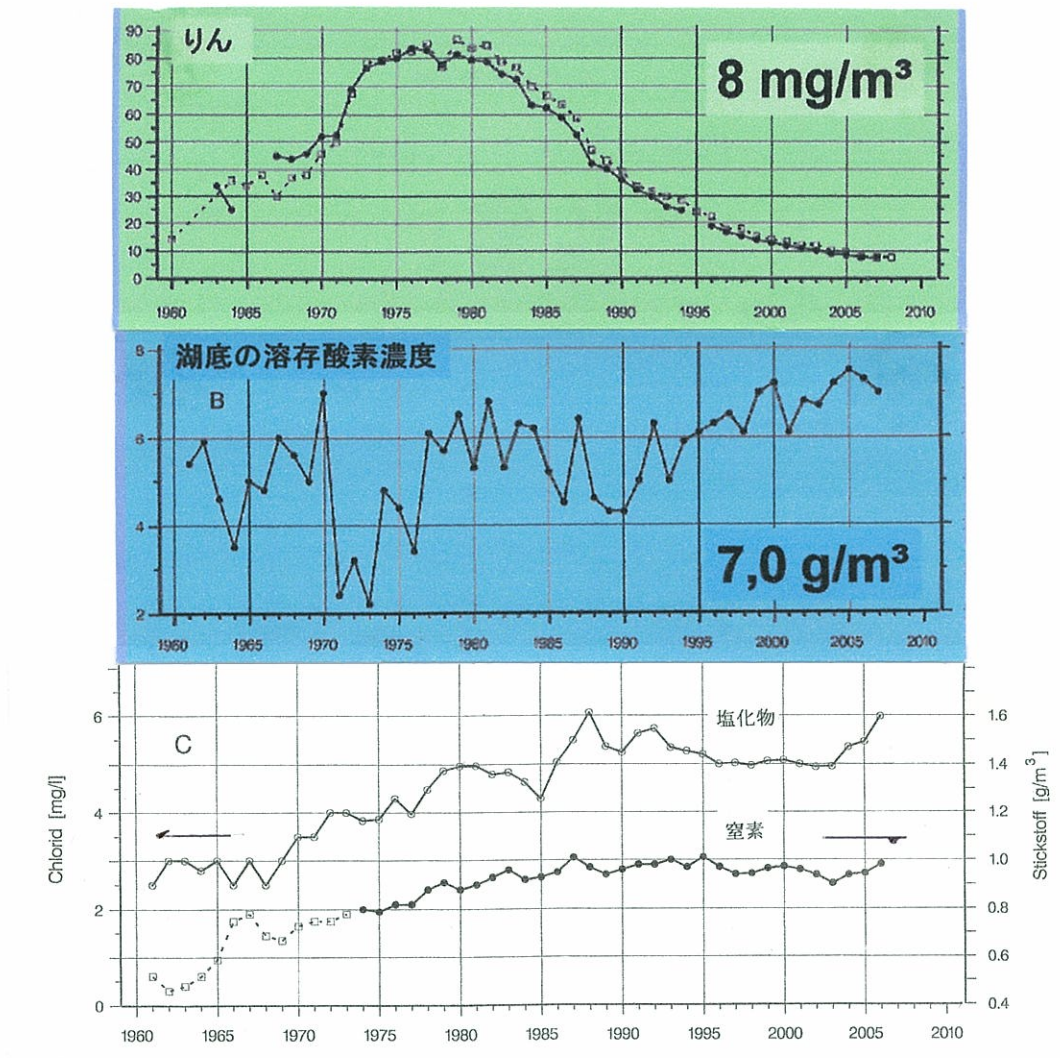
- ⑩河川や湖沼において、地球温暖化が原因と考えられる生態系の変化は出ているか？ その場合どのようなものか、またその対応はどうしているか。

2.4.5 調査事項

(1) ボーデン湖の水質変化

ボーデン湖下湖のフィッシュバッハからウットヴィル間におけるリン、溶存酸素、窒素、塩化物の各濃度の長期推移は、次のようになっている。

- ①全リンは、1960年頃から1975年頃まで急増し、 80mg/m^3 となったが、1980年以來年々減少し2005年には 8mg/m^3 まで改善した。
- ②溶存酸素は、1961年以降1990年まで 2g/m^3 から 6g/m^3 の範囲で増減していたが、1990年以降増加を続け、2007年には 7.0g/m^3 まで改善している。
- ③塩化物は、1961年～1969年に 2.5mg/l であったが、1970年頃から年々増加を続け、1988年に 6mg/l となり、これ以降 6mg/l から 5mg/l の範囲で横ばいが続いている。
- ④窒素は、1961年に 0.5g/m^3 程度であったのが年々増加を続け、1987年に 1.0g/m^3 になり、その後横ばいが続いている。



ボーデン湖フィッシュバッハ～ウットヴィル間における長期推移

(2) 湖沼専門部会の報告

国際ボーデン湖水質保護委員会の湖沼専門部会報告では、現在、ボーデン湖において、次のような課題があり、調査も行われていると述べている。

- ・ボーデン湖（上湖）におけるリンの濃度の減少は止まっているのか
- ・ボーデン湖は塩化しているのか
- ・ボーデン湖における外来の動物種—殆ど気付かない侵入
- ・超音波水中探知、引網による魚の調査
- ・温暖化で何が生じるか—ボーデン湖の気候変化
- ・ボーデン湖調査報告（BUS）

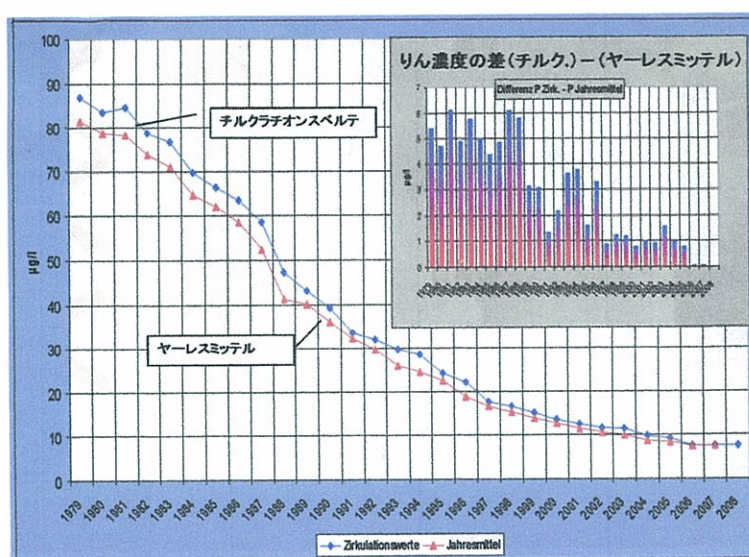
(3) ボーデン湖の水質保護対策

① リンの減少と湖底の溶存酸素の増加

国際ボーデン湖水質保護委員会の設立当時の課題はリンであった。1960年から1980年の20年間にリン濃度は増加し0.08mg/lとなったが、本委員会による努力の結果、その後は減少し、1960年頃と同程度まで低下している。また、湖底上部1mでの溶存酸素濃度は、徐々に増加しており、十分な濃度レベルにある。

リン濃度が減少し、溶存酸素濃度が増加したのは、下水処理場の整備の効果である。ボーデン湖周辺には224箇所の下水処理場があり、湖流域人口の98%の汚水が下水処理されている。これら下水処理場は全てリン除去設備を備えている。また、本委員会では排水基準を提案し、下水処理場に提示している。

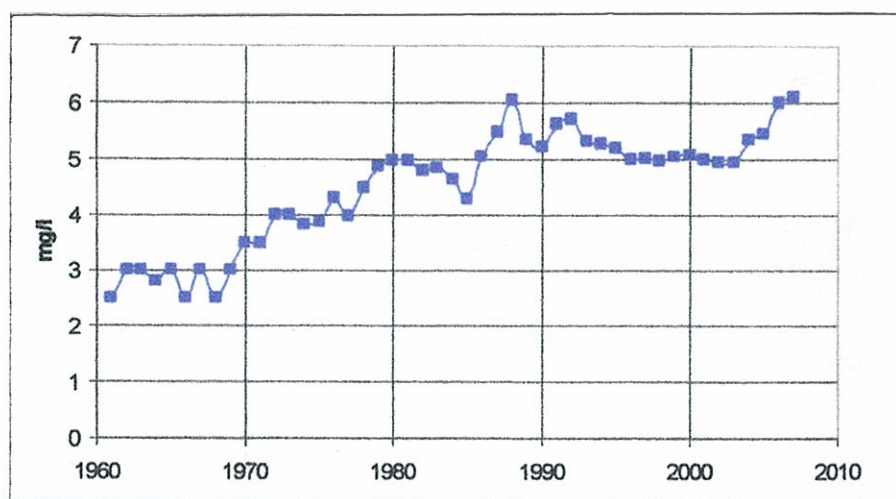
しかし、リン濃度は現時点で最低レベルに達しているのではないかと考えている。春季の循環期と年間平均のリン濃度がほぼ同じであるため、今後もこの濃度レベルで推移すると予想している。



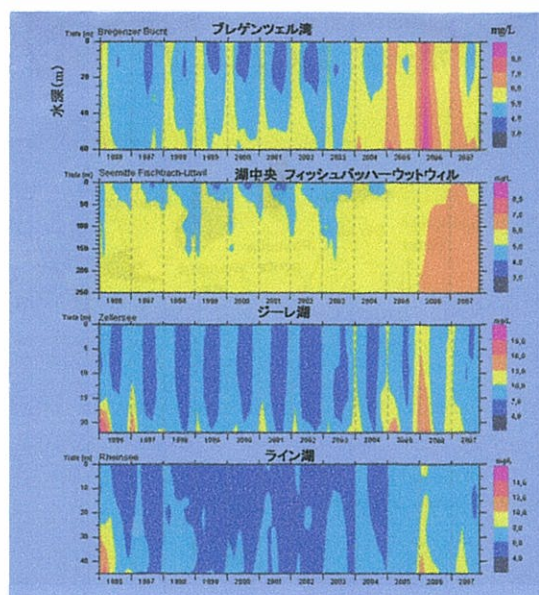
ボーデン湖のリンの変化

②ボーデン湖の塩化物イオンの増加

ボーデン湖の塩化物イオンの濃度は、1960年から増加傾向にあり、そのレベルはまだ低いものの、その発生源がどこにあるのか調査している。塩化物イオン濃度は、湖の東部、中央、西部2カ所、さらに水深で異なっている。また、流入ライン川、シュッセン川、アルゲン川など、流入河川では高い。特にアルプス地方では、冬期の凍結防止に塩を撒き、それが春季に流入してくる。マイナス温度の気温日数が多いほど塩化物イオンの濃度が高い。しかし、この結果だけでは十分に説明しきれないため、湖沼保護委員会でこの課題について詳細な調査をするための討議がなされた。



ボーデン湖の塩化物イオンの変化

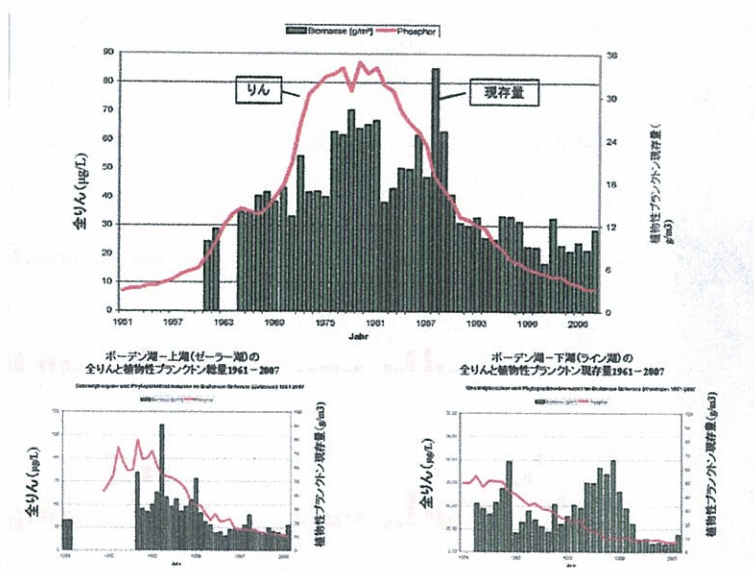


ボーデン湖における塩化物イオンの分布

(4) 最近の生態系の変化

①植物プランクトン

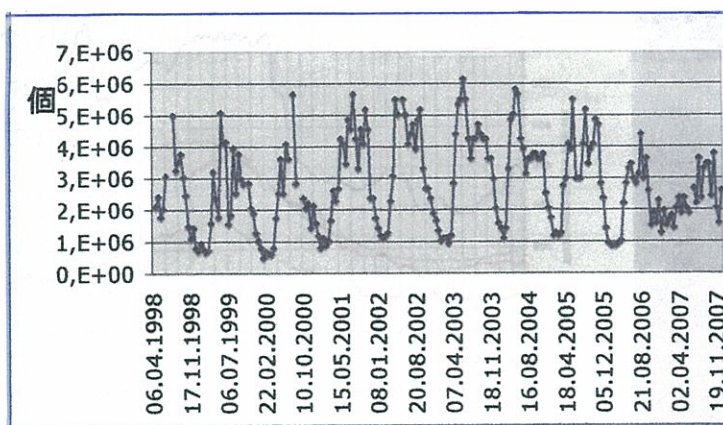
1960年頃以降の湖水のリン濃度と植物プランクトン量の推移を見ると、上湖では両者に同じ傾向が見られるが、下湖では、リン濃度の減少時期に微生物相の変化で植物プランクトン量の増加がみられた。また、上湖・下湖とも植物プランクトン量は、夏季に場所ごとの違いがみられる。



ボーデン湖の全リンと植物プランクトン量の変化

②細菌数(Bakterienzahlen)

細菌数は、2006年から2007年にかけて低下傾向が見られている。

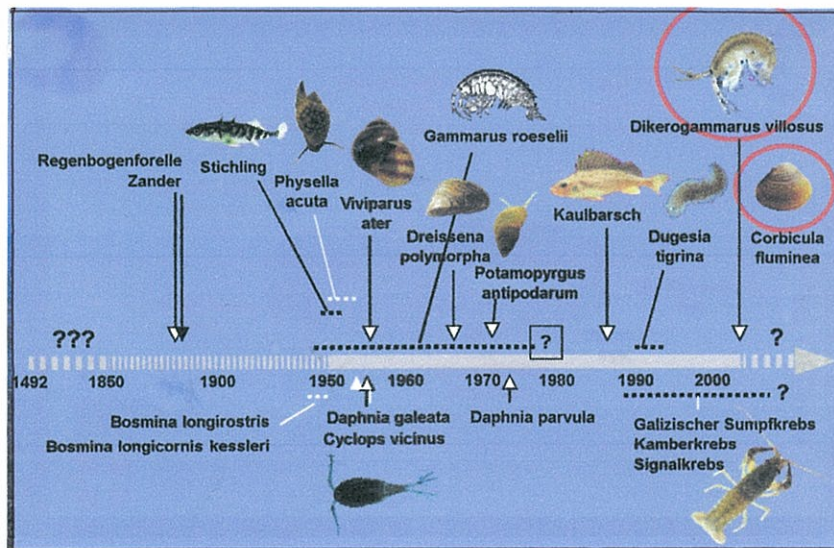


細菌数の変化

(5) ボーデン湖の外来種

①外来種の侵入

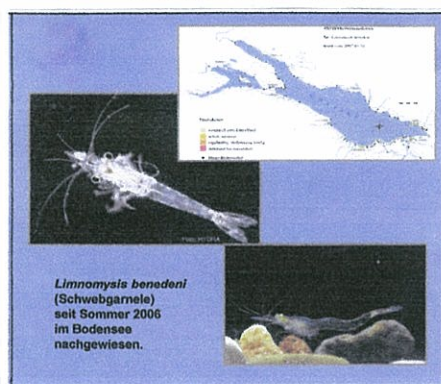
ボーデン湖では、いつの間にか侵入してきた動物、生物が増加している。1492年から現在までの外来生物を見ると、ニジマス、サンダーといった魚類はボーデン湖の漁業の活性化のために導入されたものであるが、2003年夏には、浅瀬域に2種類の外来の貝類、エビが発見された。これについては、EUの援助も受けて、外来種の侵入が生物学的にどのような影響を及ぼしているのか等々を評価するとともに、湖沼保護のためのより良い形態を作り上げるために、侵入ルートや生息量の研究を行っている。



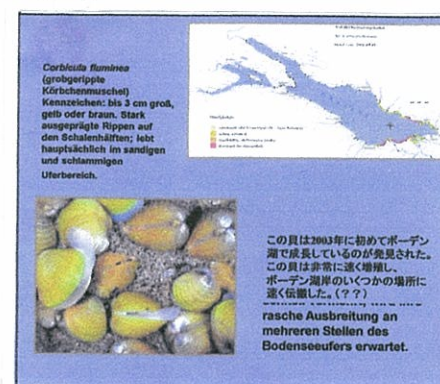
ボーデン湖のカレンダー 新動物種

本来北海に生息するエビが2005年5月に発見された。これは水深20m位に生息しているものが、3年間に浅瀬域や湖全体に繁殖するようになった。

2003年には、カゴ貝が発見されている。これは、東南アジアが本来の生息地であるが、非常に繁殖力が強く、水深の深い所でも生息するもので、水道の取水口（水深60m付近）に繁殖するという問題が生じている。その他、3~4種類の外来種が増加しているが、他の生物への危険性などの影響については判っていない。



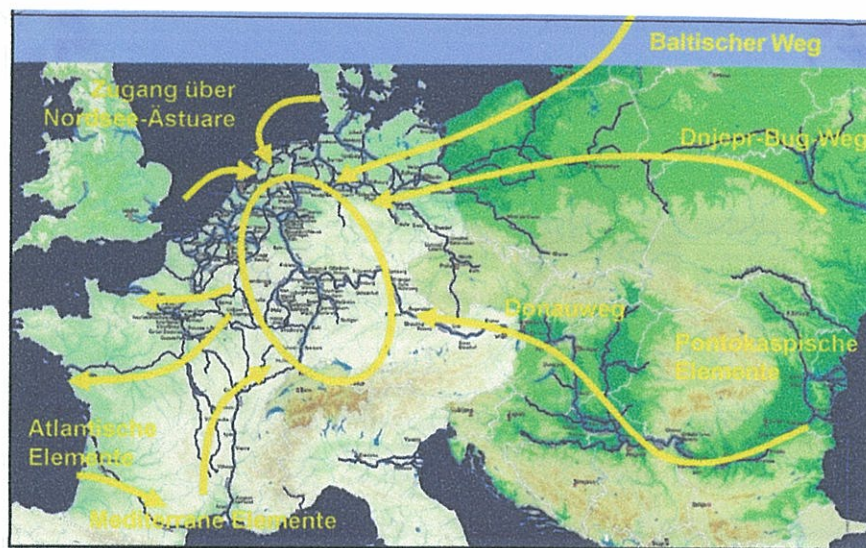
2006年に発見されたエビ



2003年に発見されたかご貝

②外来種の侵入経路

外来種の侵入ルートとしては、地中海、北海、東海ルート、ロシア、カスピ海、ドナウ川、ライン川等が考えられる。



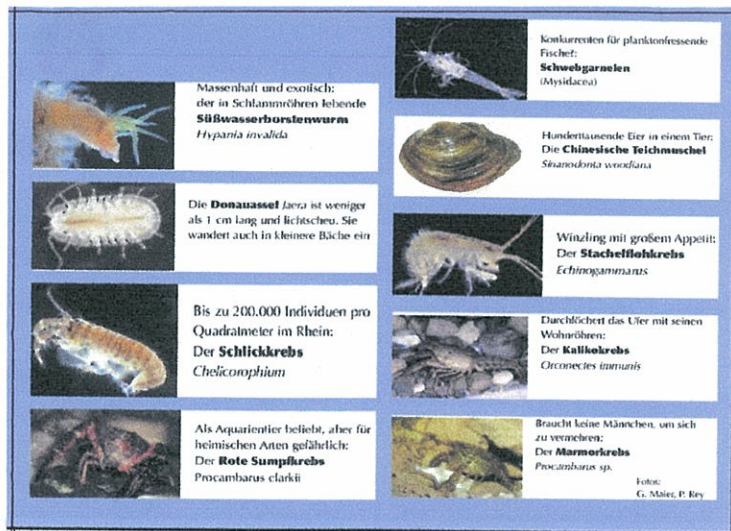
ヨーロッパの河川網

また、外来種の侵入形態としては、船舶、レジャーボート、渡り鳥、魚類水槽、漁業関係が考えられる。このため、パンフレットを通じて、ボート利用者、ボートクラブなどに注意を呼びかけている。



外来種伝搬の方法

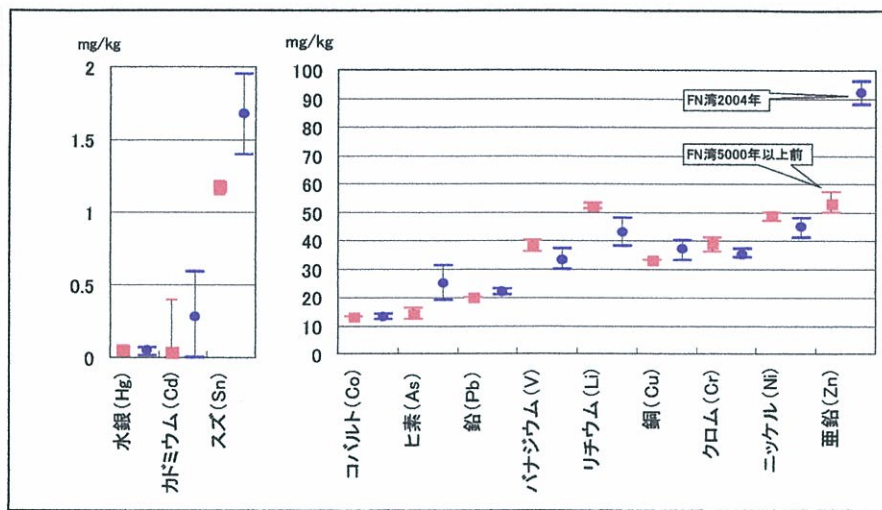
さらに、ライン川では発見されているが、ボーデン湖ではまだ確認されていない新種が多く存在しており、さらなる監視が必要であると考えられる。



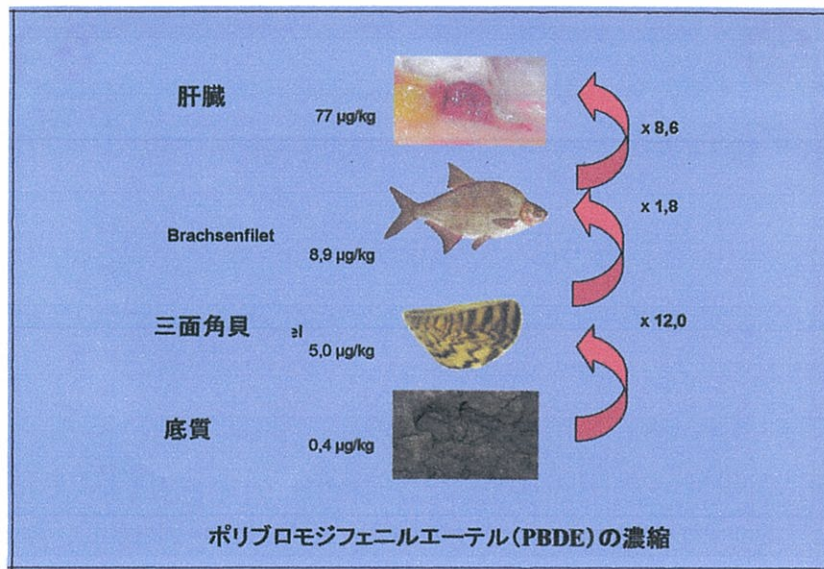
ライン川の新種、しかしまだボーデン湖では確認されていない

(6) 微量有害物質汚染

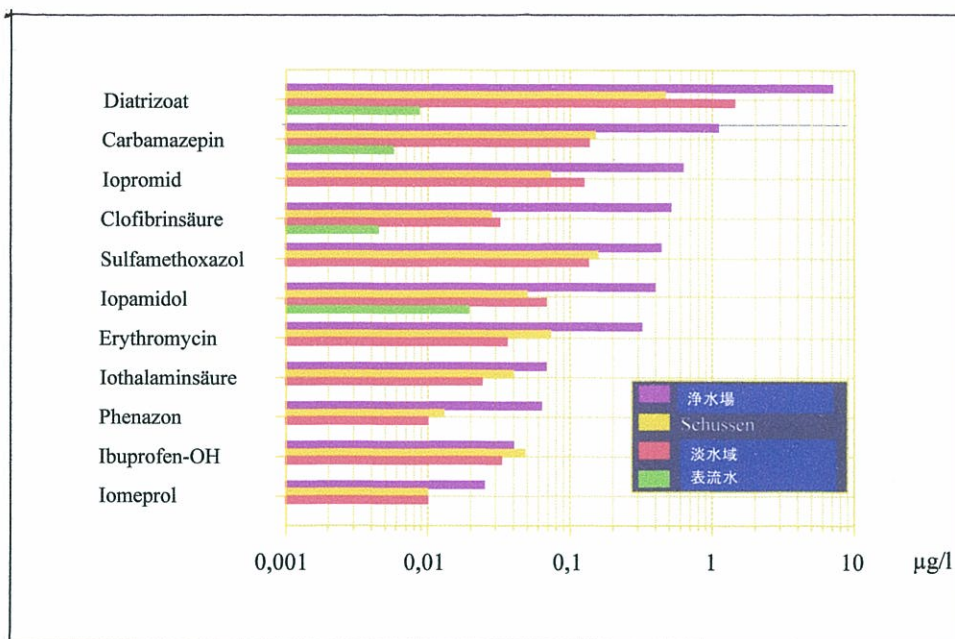
底泥に含まれる重金属量は、5000年前と比べて多くなっている。また、衣類の繊維、特に難燃性の化学繊維が湖底に沈殿していることが判明している。生物濃縮の観点から、貝類、魚類、魚類の肝臓の状況を調査したところ、PBDE（ポリブロモジフェニルエーテル）が上位にいくほど濃縮されている事実が判明した。さらに、下水処理水、河川水、湖水を調査したところ、医薬品—生理活性物質が検出された。しかし、検出濃度は低く、生態系に有害なレベルには達していないため、現状を維持することとしている。



底泥表面の金属



PBDE の濃縮

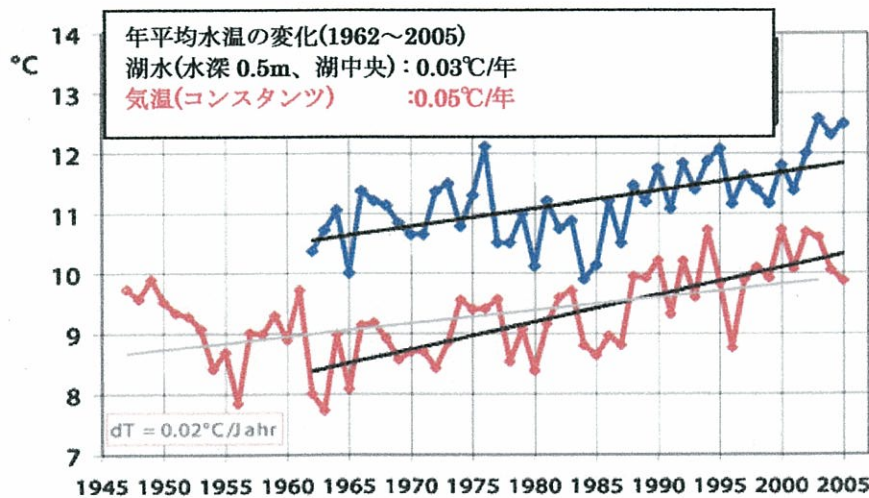


医薬品－生理活性物質の調査結果

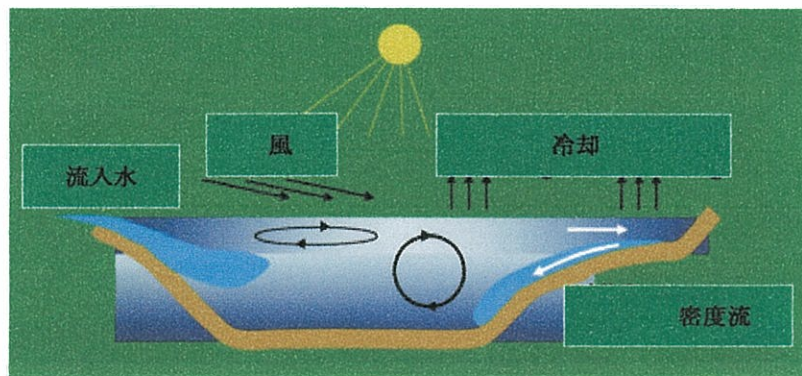
(7) 地球温暖化の影響

①気候変動とその影響

最近、国連事務総長の藩基文と IPCC が世界に向けて発したアピール「人間は壊滅的シナリオを阻止することが出来る。それに向けて行動を変えて行かなければならない」は劇的なもので、11月のIPCC報告は気候変動に対する迅速な行動の呼びかけであった。IPCCは、産業革命以来、気温が0.8℃上昇したのは人為的原因によるものとしている。一部、自然現象が温暖化に関与しているのは確かであるものの、人為活動がその主な原因であるため、地球温暖化は人間の行動変更で抑制することが可能である。気候変動の進行を押し止めることはできないが、重要なのは温度上昇を制御することである。温暖化のボーデン湖への影響について、1962年から2005年の変化を見ると、ボーデン湖付近（コンスタンツ）の気温は0.05℃/年上昇し、その影響を受けて湖水の水深0.5mで0.03℃/年上昇している。春期の到来も年ごとに早くなっており、藻類の発生時期も早まっている。



表層水温及び気温の上昇



冬季のボーデン湖の混合は複雑で既に温暖化の影響を多く受けている

温暖化はボーデン湖に何をもたらすか、既に変化は生じている。KLIWA（共同取組み－“気候変動と水管理”）報告、“ボーデン湖に対する気候の影響”は、ボーデン湖の現象が気象状態に強く依存し、気象変化が湖に影響を与えていると述べている。さらに、湖の経年的な水温上昇など、直接的な影響が湖の現象に複雑に関与しているとも述べている。また、解説文では動植物などの湖の全生態系にも関係していると述べられている。例えば、秋季の水温低下が遅れ、フェルヒェン（マスの一種）の産卵が遅れるなど、多くの事例が見られる。さらに、頻繁に生じる極端な気象状況に伴う水位変動の増大が温暖化によるものであることは明らかである。進行する水位変化は自然保護区や指定湿地区域である湖岸やその隣接域に影響を与え、ひいては湖の温暖化が外来の動植物の侵入を助長し、固有の動植物相に深刻な影響をもたらす。

冬季のボーデン湖の湖水混合は複雑で温暖化が多くの影響を及ぼしている。水温躍層とその年間変動は冬季の湖水混合に関係している。最近では湖水混合の芳しくない年が増え、深層部の酸素濃度に影響を及ぼしている。また、春季の水温が早い時期に温かくなり、水温躍層が早期に生じている。

②氷河融解の影響

ボーデン湖流域には、氷河群がありライン氷河が有名である。夏季や秋季には氷河が、春季には雪解け水が多量の水をボーデン湖にもたらしめている。アルプス地方では世界の他の地域に比べて温暖化を明確に感じ取っている。それは、雪や氷河の融解である。ボーデン・ビルデンベルクでは、1951年以來、1.5℃上昇している。専門家は最近の急速な地球温暖化でアルプスから氷河が消失してしまうという。気候モデルによると、40年後には、アルプスの3分の2が消失するとされている。最近、暑い夏や秋に融解した水が少なくなり、氷河の溪流に水がなくなるという、氷河の消失に伴う多くの影響が現れ、地球温暖化でアルプス氷河が速く消失してしまうことが懸念されている。80年、100年後に氷河の消失があるかどうかは誰も分からないが、それは人間の行動如何にかかっている。

氷河は融解し、山岳河川を流下している。アルプス氷河が無くなったらどうなるか。それはボーデン湖に影響をもたらす。ボーデン湖は容量が大きく取水量が少ないため、水道への危機は生じていない。しかし、夏の終期には全湖岸で水位が下がることで湖岸が広くなり、生態系に影響を及ぼしている。生存基盤の変化は動植物に影響を与える。また、湖の観光産業にも影響を与えている。このような変化への対応を見出すのが国際ボーデン湖水質保護委員会の責務である。



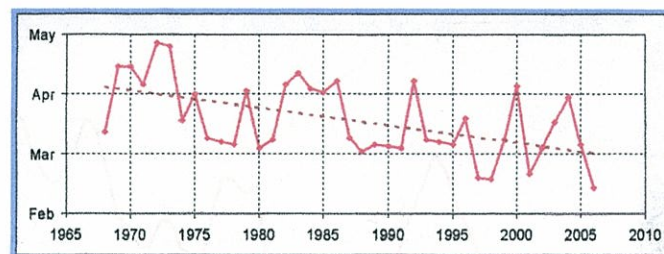
永久氷河は融解しているかもしれない
 温暖化によるアルプス氷河のより早い消失が懸念されている
 (写真：BYQ 調査団撮影、2008 年 7 月)

*KLIWA プロジェクト

共同取組み「気候変動と水管理 (KLIWA)」は、バーデン・ビルテンベルク州、バイエルン州およびドイツの気象サービス機関によって 1998 年に開始された。2007 年からはラインランド・プファルツ州が参加している。この長期プロジェクトは、将来、気候変動が小河川や河川、湖に、また水管理にどう影響するかを知るためのものである。

③水循環

ボーデン湖の水循環については、最も良く混合した月日の推移を見ると、冬期の鉛直混合がより早い時期に完了している。そして、春季の躍層形成が 1 ヶ月ほど早まっている。

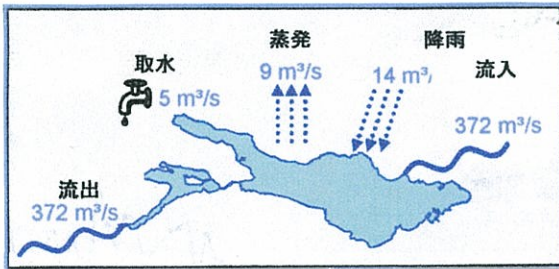


鉛直混合の時期の変化

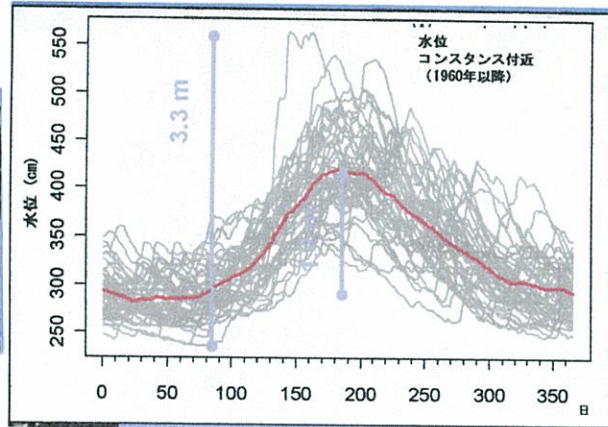
(8) ボーデン湖の水位変化

①河川からの流入・流出と水収支

ボーデン湖の水収支は、降水量が $14\text{m}^3/\text{s}$ 、流入量が $372\text{m}^3/\text{s}$ で、蒸発が $9\text{m}^3/\text{s}$ 、水道取水が $5\text{m}^3/\text{s}$ 、流出量が $372\text{m}^3/\text{s}$ となっている。



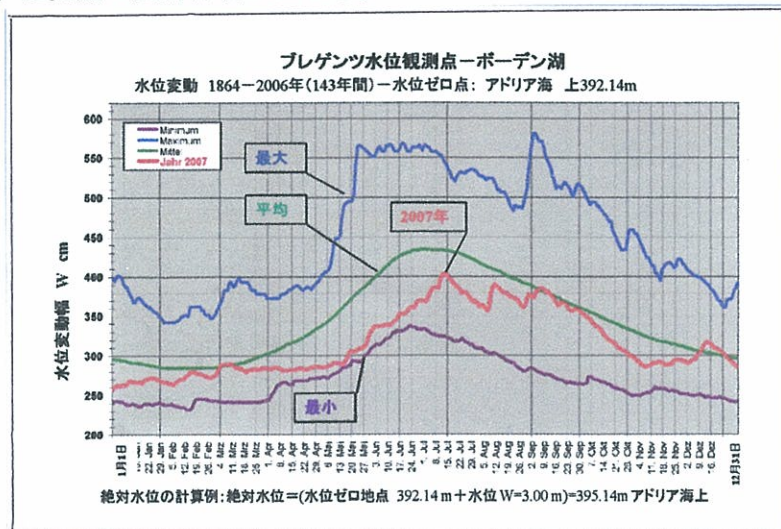
ボーデン湖の水収支



コンスタンス付近の水位変化

②水位変化

ボーデン湖の水位は、ライン川の影響を最も強く受けている。1960年以降の年間の水位変動幅は概ね $1\sim 1.5\text{m}$ である。10年間単位で比較すると、1990年～2000年の夏季の水位が低くなっている。夏季には湖面からの蒸発量が多くなることと、ライン川からの流入量が減少するためと考えられる。ただ、冬季には通常に回復している。この水位の減少による影響としては、①浅瀬域での侵食－沈積プロセスの変化、②湖岸植生の順応（例えば、ヨシ群、餌場・・・）、③湖岸の湿地帯での生息場の変化（自然保護域）、④構造物の改変（港湾の浚渫・・・）がある。湿地帯では水位が下がると、乾燥を招く。また、観光船、遊覧船の航行障害が生じる。



ボーデン湖プレゲンツ水位観測点の変化

(9) グリンデルワルト氷河視察

①期日

平成20年(2008年)7月17日

②場所

スイス・アルプス、グリンデルワルト地方

③視察事項

・グリンデルワルト氷河

ベルーナ・オーバーランドのグリンデルワルトに行き、ゴンドラに約30分乗りフィリスト展望台(標高2,168m)に到着。ここから、ヴェッターホルン(3,701m)、シュレックホルン(4,078m)、アイガー(3,970m)、メンヒ(4,099m)、ユングフラフ(4,158m)と、これらに連なる氷河を視察したが、明らかに減少しているように見えた。これまでは氷河の近くまで行き、手で氷河がさわれたようであるが、現在は危険なため立ち入り禁止になっていた。

・リュッチネ川河川水

グリンデルワルト氷河から流出する河川水は、白濁しており、リュッチネ川からアーレ川を経てライン川に流入している。この河川水を採水して調べてみると、炭酸カルシウムが沈殿しており、これが白濁の原因であると考えられる。水温は8℃であった。



スイス・アルプス(ヴェッターホルン、シュレックホルン、アイガー)



ボーデン湖に流入するライン川



ライン川流入部



ボーデン湖



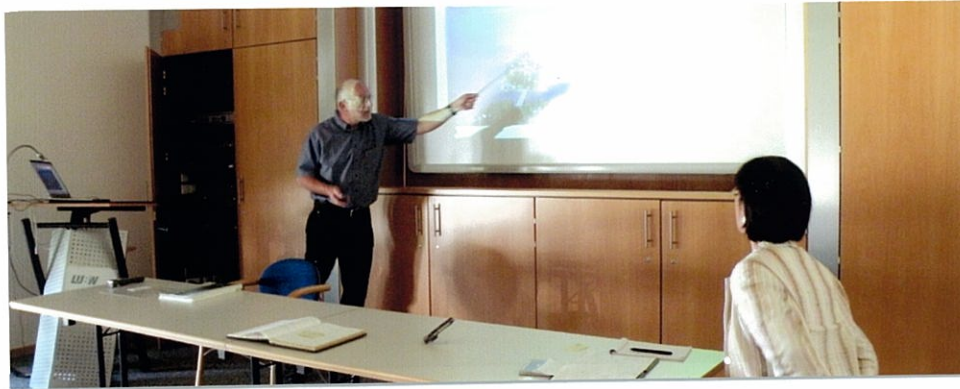
IGKB 近傍のボーデン湖畔



ボーデン湖畔視察



ボーデン湖ヨットハーバー



ハーバード・リップエル氏の説明



ボーデン湖の水質保護対策を聞く



スイス・アルプス (アイガーの北壁)



流出する氷河



フルスト山頂展望台 (標高 2,168m)



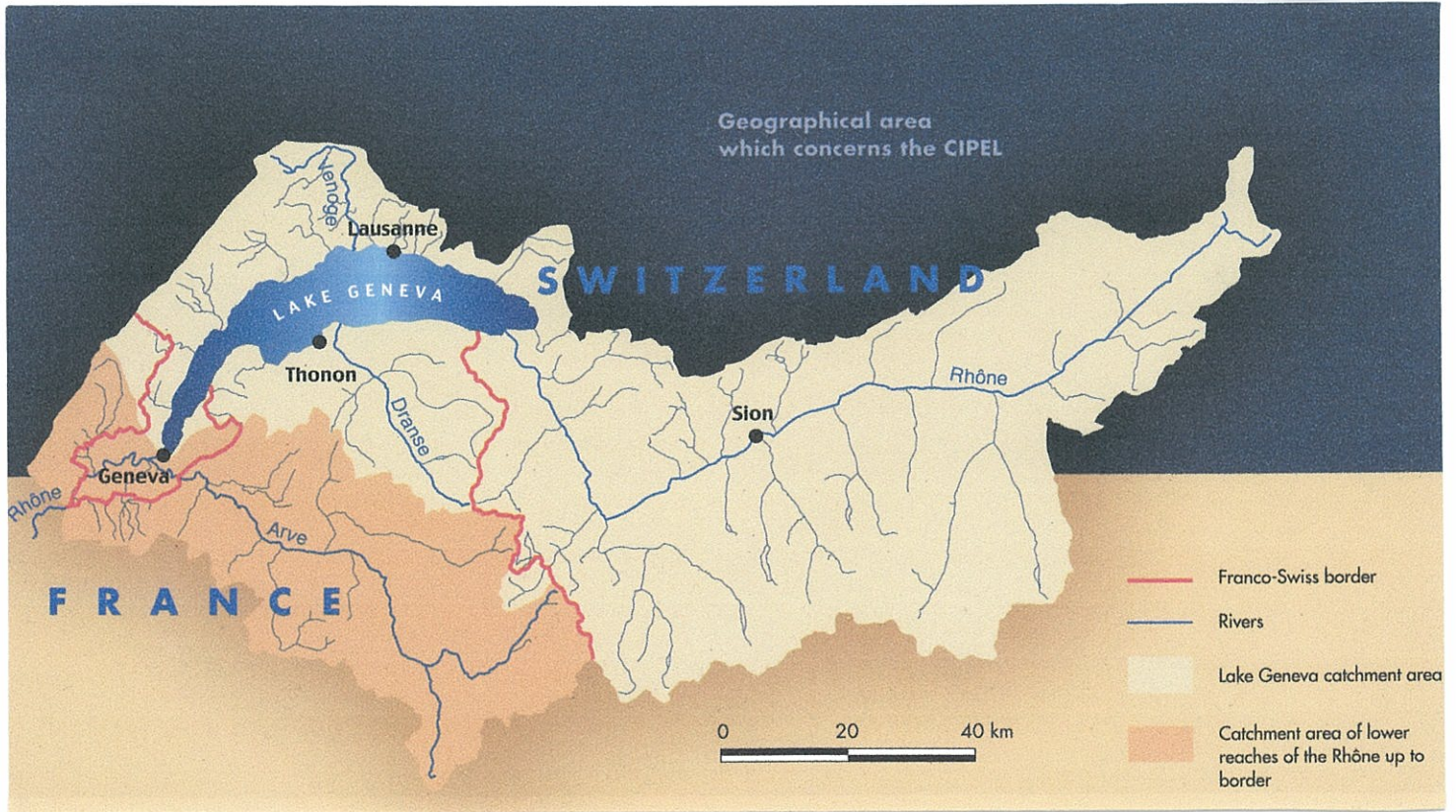
氷河の溶解水を含んだ河川水



2.5 レマン湖水質保全国際委員会 (CIPEL)

2.5.1 レマン湖の概要

レマン湖は、スイス、フランスの国境に位置している。湖面積が 580km²、最大水深が 309.7m、貯水量が 890 億 m³、滞留時間が 11.4 年の湖である。河川流入量の 4 分の 3 がローヌ川から流入し、ジュネーブから流出している。現在、レマン湖の水は約 150 万人の人々に利用されている。



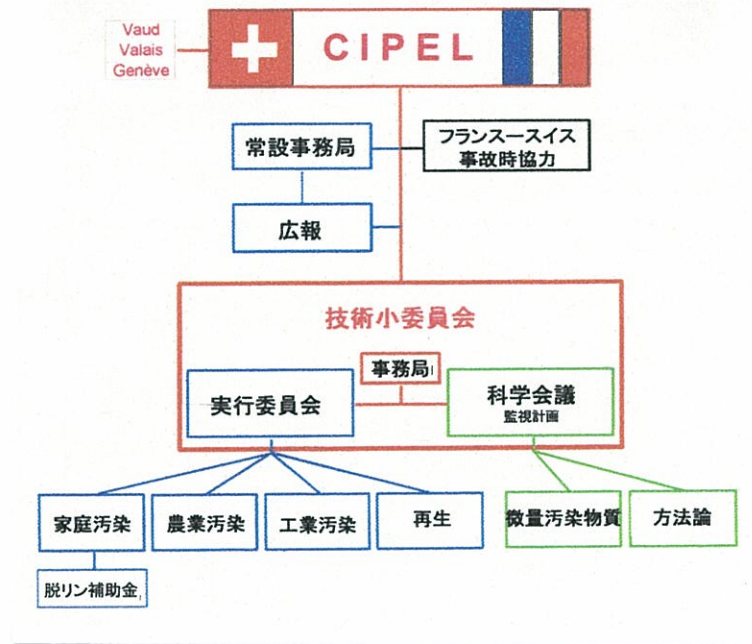
レマン湖流域図

2.5.2 組織の概要

(1) 組織の構成

レマン湖水質保全国際委員会は、1962 年に設立され、事務局は 1972 年に常時事務局としてスタートした。当時、メンバーは 4 名で、コミュニケーションと広報のための事務局長と、1 名の事務職、2 名のエンジニアで構成されていた。その後、1977 年に初めてフランス、スイスの協定が結ばれ、1980 年の協定にリンの除去を盛り込み、1991 年に最初の 10 年プランが作成された。現在の CIPEL の役割は、5 つの部門がある。①レマン湖やレマン湖から流出する河川の監視、②2 カ国の水政策の調整、③研究、特に水質調査、④必要に応じて 2 カ国政府への勧告、⑤情報公開、つまり、市民への水質保全の情報提供である。

本委員会は公的機関であるので、唯一、スイス、フランス政府に対して水質保全についての勧告を出し、対策の実行を指示することができる。また、本委員会のメンバーは16名で、8名がフランスの委員、8名がスイスの委員で、政府関係者である。本委員会の議長はスイス、フランスの輪番制である。常設事務局は4名である。



レマン湖水質保全国際委員会組織図

(2) CIPEL の経過

- ・ 1962 : CIPEL 設立の協定締結
- ・ 1972 : 常設事務局の設置
- ・ 1977 : 事故汚染時の調停に関する合意の締結
- ・ 1980 : 脱リンに関する合意の締結
- ・ 1991 : 第1次行動計画の策定
“明日のレマン湖”
- ・ 2000 : 第2次行動計画の策定
“レマン湖とその支川に生きるもののために”

2.5.3 訪問日、訪問場所、対応者

(1) 訪問日

平成20年(2008年)7月18日

(2) 訪問場所

スイス ニヨン

(3) 対応者

オードレイ・クラウン女史



レマン湖水質保全国際委員会事務所

2.5.4 事前質問

調査にあたっては、訪問先へ次のような質問書を事前送付し、訪問の目的を周知すると共に調査の効率化を図った。

(1) 国際委員会等の組織と運営

- ①各機関の委員会業務の概要はどのようなものか、趣意書などの資料があれば頂戴したい。
- ②委員会職員の人材確保はどのようにされているのか。また各組織での意思決定方式はどのようになされているのか。
- ③水質保全等の目標を達成するための河川維持管理に要する経費及び事業等施策を実施する場合の資金は、どのようにして確保されているのか。

(2) 河川及び湖沼の水質

- ④水質の安全と水量の安全（再生水も含めて）は現在どの組織でどのように決めているのか。また過去はどうであったか。
- ⑤河川や湖沼において、発ガン物質や抗生物質など近年問題になりつつある汚染物質の汚染状況はどうか。また発生源や流入ルートにおいてどのように制御し、河川水や湖沼水の水質をどのように管理しているか。
- ⑥EU水枠組指令（WFD）において、ライン川、ボーデン湖及びレマン湖に関して、汚染物質（栄養物質）の水質改善目標をどのように定められているのか。それを受けて、ライン川、ボーデン湖及びレマン湖における汚染物質はどのような種類か、また目標値はどのように更新されたか、さらに目標を達成するための対策はどのようなものか。フッ素やホウ素に対し、どのように対応しているか？
- ⑦ボーデン湖およびレマン湖において、地球温暖化が原因と考えられる底層の溶存酸素濃度の低下はあるのか。またある場合はその対応はどうしているのか。
- ⑧河川や湖沼に放流する下水処理水の水質基準は、どの組織が主体となり決めているのか。
- ⑨上水道及び下水道施設において、地球温暖化に関する省エネルギー対策としてどのように工夫しているか。

(3) 河川及び湖沼の生態系

- ⑩河川や湖沼において、地球温暖化が原因と考えられる生態系の変化は出ているか？ その場合どのようなものか、またその対応はどうしているか。

2.5.5 調査事項

(1) レマン湖水質保全国際委員会の活動の成果

CIPEL では、次のような活動が行われ成果が得られたと言っている。

- 1960 年代初めから、下水処理場の建設、下水処理システムへの家庭への連結、廃水処理システムの設置
- 汚水と雨水の清浄な水の分離による汚水集水システムの改善（分流式下水道）
- レマン湖流域内の全ての下水処理場に脱リン処理の導入
- 下水処理場の処理効果のモニタリング
- 衣料用洗剤にリン酸塩使用の禁止、1986 年にスイスで、2007 年にフランスで
- 農業で使用する肥料の最適化ならびに検疫品使用と土壌浸食を制限する農法の推進
- 清掃工場由来のものも含めて金属汚染の除去、処理、削減
- 水中の微量有機汚染物質の検出、健康と環境を損なう可能性が増える認識の徹底
- 事故による汚染の防止と防止対策の調整
- 水保全の重要性の住民意識促進

(2) 2001—2010 行動計画

これまでレマン湖水質保全国際委員会は、2 回行動計画を策定している。最初は、1991 年の第 1 次行動計画として、「明日のレマン湖」を策定し、2000 年に、第 2 次行動計画として、「レマン湖とその支川に生きるもののために」を策定している。

現在の第 2 次計画は、2001 年～2010 年にかけての行動計画で、レマン湖、ローヌ川、および支川を保護するための、行動目標を策定している。

この 2001—2010 行動計画の目標は

【環境】

- ・リン—レマン湖水に含まれるリン濃度を約 0.02mg/l まで減少すること
- ・微量有害物質汚染—水中濃度低減すること
- ・湖岸および河川—生態学的質を向上させること

【利用】

- ・飲料水—自然的な処理で、レマン湖の水を飲料水として利用できること
- ・魚類—貴重種が生存可能な状況を確保すること
- ・水浴およびレジャー—良好な条件下において楽しめること

(3) レマン湖の水質保全対策

レマン湖水質保全国際委員会の 2001—2010 年活動計画の課題は 3 種に分けられる。

第一は、リンの削減を優先課題に位置づけている。

第二は、湖水中の微量有害物質を低減すること。

第三は、河川水質の保全を図ること。

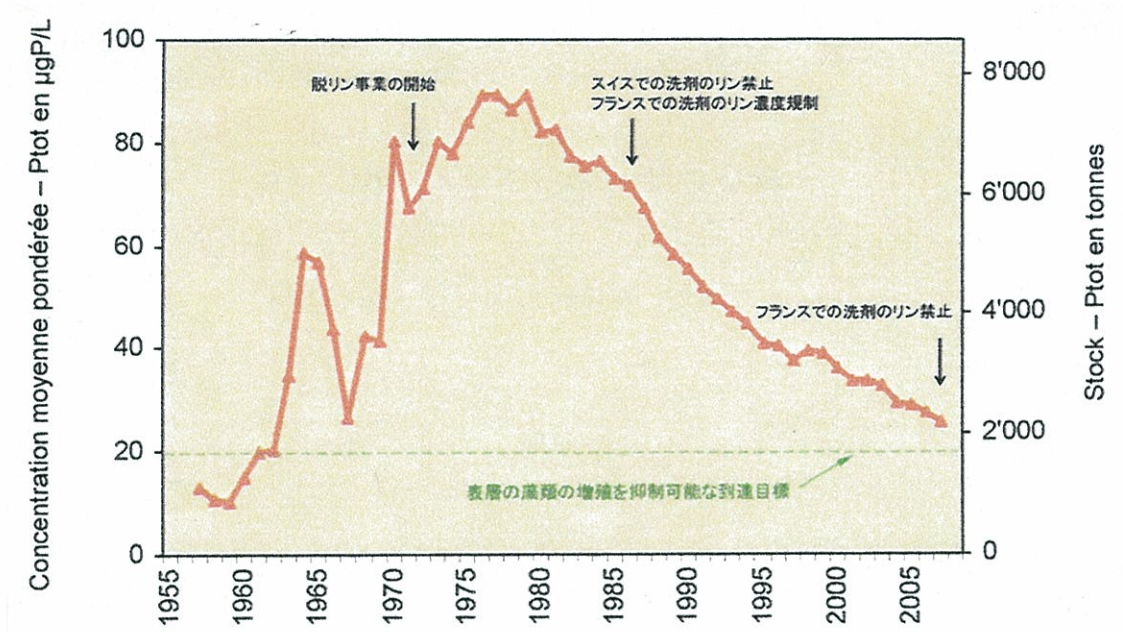
①リンの除去対策

CIPEL の管轄区域には 220 の下水処理場がある。これら下水処理によるリンの除去率は最大 90% で、レマン湖の現在のリン濃度は 1990 年代に比べるとかなり減少している。しかし、CIPEL が目標とする下水処理によるリンの除去率は最大 95% である。1980 年以降、レマン湖岸の下水処理場ではリンの除去設備の設置が義務付けられている。

レマン湖のリン濃度の推移を見ると、1960 年代に約 $20 \mu\text{g/l}$ であったものが、1980 年代に $90 \mu\text{g/l}$ 程度まで急激に増加した。その後、下水処理でのリン除去設備の義務付けによって、リン濃度は減少し、現在は約 $27 \mu\text{g/l}$ まで低下しているが、CIPEL ではリン濃度の目標値を $20 \mu\text{g/l}$ まであと少し低下させるのが非常に難しい。

レマン湖周辺の下水処理場のリンの排水基準は 1.8mg/l で、フランス、スイスとも同値である。レマン湖周辺の下水処理場放流水は、ローヌ川、もしくはレマン湖に放流されている。下水処理場で生じるリン含有汚泥は、スイスでは農業肥料として利用されていたが、2004 年から禁止され、現在は、焼却処理を行っている。フランスでは、現在も農業利用されているが、汚泥基準があり重金属が含まれる場合は使用不可能となる。

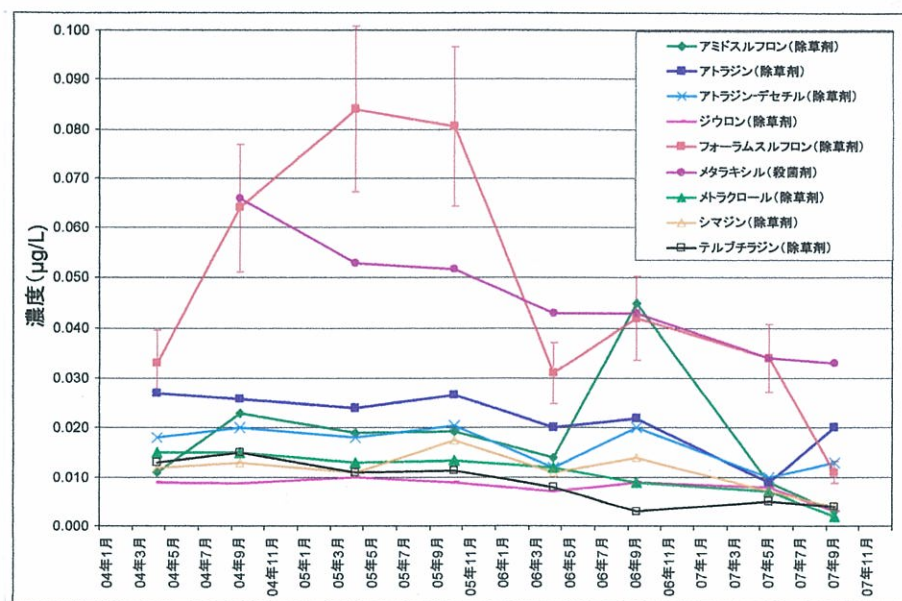
レマン湖の湖水は、浄水処理された後、水道水として供給されている。浄水場の中には微量有害物質を処理できるものもある。なお、レマン湖では湖水の窒素濃度が低い（数 mg/l ）。湖水の観点からの問題はあるが、窒素に関して下水処理場の規制はない。流域では 1ha 当たり 60kg の肥料が使われている。



レマン湖のリンの変化

②微量有害物質対策

レマン湖には、新たな水質問題として微量有害物質がある。検出レベルが水道水質基準に達するおそれのある有害物質（Foramsulfuron）もあり、この物質の濃度は2004年から2005年にかけて急増した。湖中心の最深部でも検出されたが、その後の対策で濃度は減少している。CIPELの研究によると、この物質の水深別濃度が最も高かったのが、表層から50～100mの部分であった。農業由来の有害物質は分散して存在すること、また、この水深部がローヌ川の流入水が流入する部分であることから、この有害物質の流入源がローヌ川であること、さらにバレー州の上流、下流のローヌ川近辺での工業地帯に発生源があることが判った。さらに当該地域の下水処理区域を調査した結果、発生源がバレン州の工場、フェトサニデールが汚染の原因であることを突き止めた。CIPELは、バレー州環境局に工場との協議を依頼し、約1年間半後、水質が改善した。CIPELは水質監視の面で大きな貢献をしており、重要な役割を果たしている。また、レマン湖では、PCBが問題になっており、1980年代に禁止になったものの、フランスの河川では未だ魚類がPCBに汚染されている状況にあり、2007年に新基準が施行された。スイス側の魚類（北イワナ）では検出されていないが、フランス側の魚類（北イワナ）では検出されている。PCB基準はEUの基準であるため、EU加盟国に禁漁命令が出た（スイスには出されていない）が、現在は、最近の知見をもとに、禁漁命令が一部撤回され、39cm未満の北イワナが捕獲可能となっている。



水中の微量有害物質 (2004-2007)

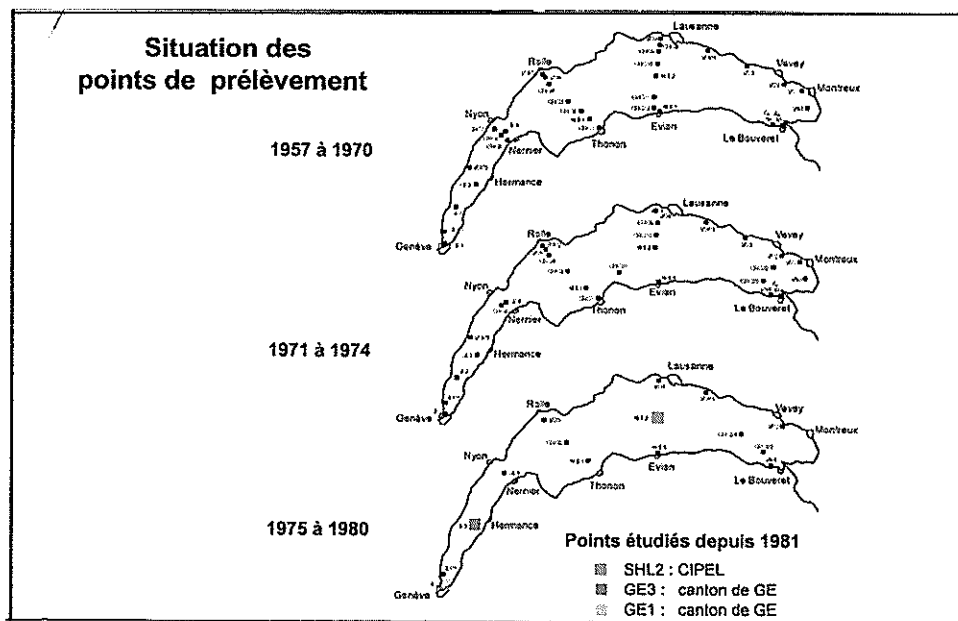
(4) 最近の生態系の変化

魚類はレマン湖の状態を反映している。1990～1995年の調査、また、10年後の調査によると、ペルシュ（スズキの一種）ワカソ属の魚、北イワナ、ブロッシエなど、魚の種類がこの10年間に変化している。例えば、フェラー（イワナの一種）は1980年代、生息数が急減したが、水質の改善とともに増加している。ブロッシエも増えている。一方、淀んだ水を好むペルシュ（スズキの一種、レストランでよく出される魚）の生息数は、減少している。レマン湖の魚類は、水深60mぐらいまでに生息している。通常の冬期、湖水が60～70mの範囲で循環することはないが、魚類の生息する水深部は十分な酸素がある。

レマン湖では、毎年ではないが、水の華の問題が一部で生じている。水生生物の状況が少しずつ変化しており、2007年はムジュウシア（ワカメ様の藻）が魚網に引っ掛かり、魚が捕れなくなった。また、アメリカザリガニに似た生物が人為的にレマン湖に入って増加しており、それがもつ病原体が在来種のザリガニを消滅させている。

(5) 水質観測地点の合理化

レマン湖の水質観測点の数は、1957年から1970年にかけて、さらに1971年から1974年にかけて減少した。現在の観測点は湖の中心部とジュネーブ湖の近くの2箇所である。湖の中心部は水深の最も深い所で、財政的理由からこの1箇所に集約されている。なお、レマン湖は面積の大きい湖部分と小さい湖部分に分けられ、2箇所の観測点はそれぞれの湖部分を代表している。水質分析は、トノンとジュネーブにある研究所で生物・理化学的分析が行われ、特にジュネーブの研究所では微量分析が行われている。CIPELは、それをもとに生態学的、理化学的見地からの水質保全を行っている。なお、レマン湖には環境基準点があるが、2カ国（フランス、スイス）で水道水質基準や水浴基準が異なるため、CIPELはそれら規制の調整を行っている。

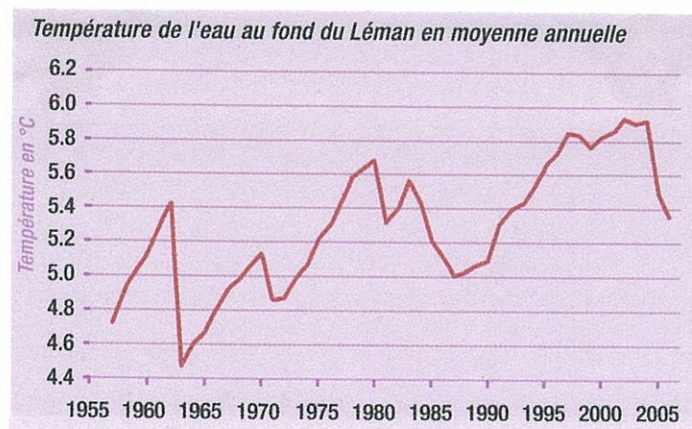


水質観測点の変化

(6) 地球温暖化の影響

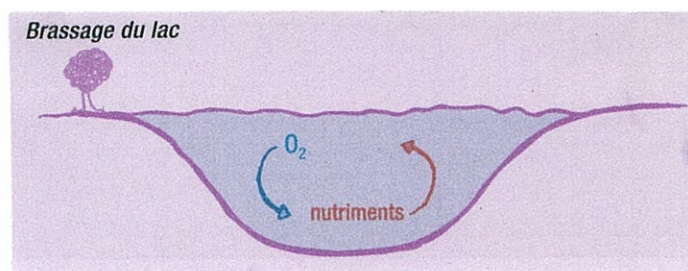
①気候変動の影響

地球温暖化の影響はレマン湖でも顕れている。水温がここ 20 年間に 1°C 上昇した。これだけの容量の湖で 1°C 上がることは大きな変化である。しかし、その対策は、何も採ることができない。水温が上がった原因として、氷河の融解が考えられる。



レマン湖の水温変化

②水循環の変化



湖の水循環

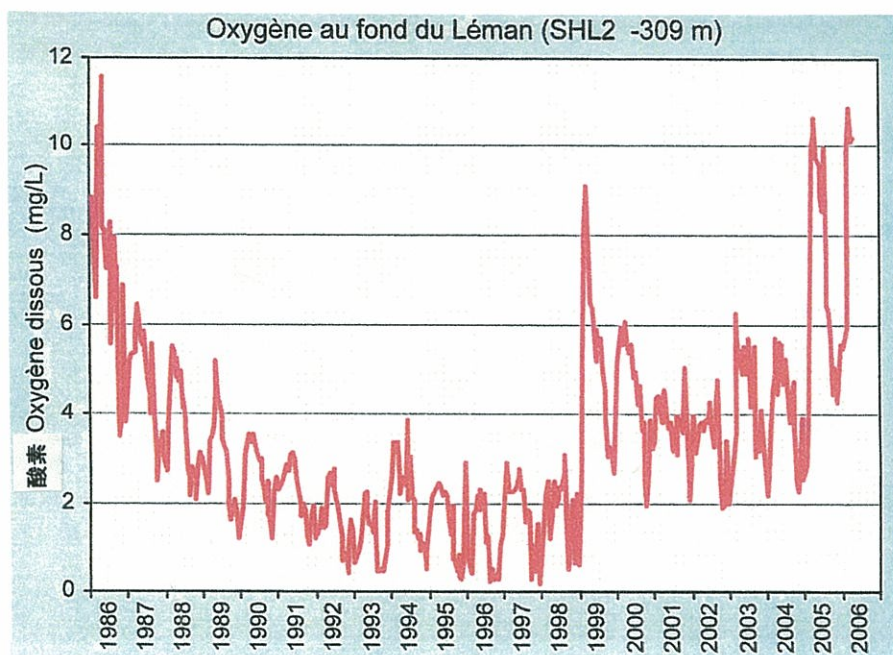
レマン湖の湖底の酸素濃度は、1986 年に 12mg/l あったものが、1990 年頃から減少し 2mg/l 前後で 1998 年まで横ばいが続き、1999 年に一時的に 9mg/l まで増加したが、また、2000 年には減少し 4mg/l 前後で 2004 年まで横ばいが続いたが、2005 年から 2006 年にかけて 10mg/l まで回復している。

また、マンガン濃度は、1995 年から 1998 年までの間で年間最高値が 400 μ g/l から 600 μ g/l であったのが、1999 年から 2004 年までの間で 0 から 200 μ g/l 付近まで減少し横ばいが続いた。しかし、2005 年から 2006 年にかけて 200 μ g/l から 300 μ g/l とまた増加している。

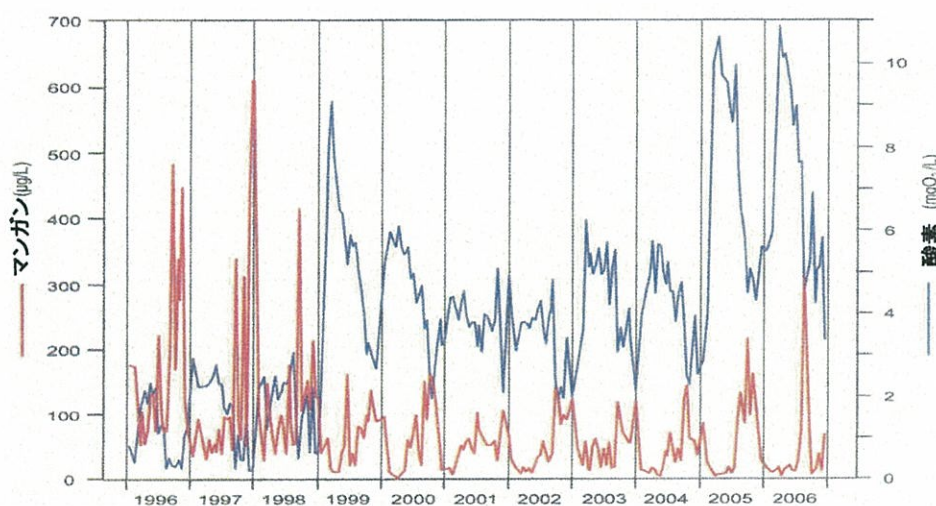
グラン・ラック (Grand Lac) で完全循環を行わなくなってから 13 年後の 1998～1999 年の冬期、ほぼ完全な循環が行われ、また 2004～2005 年と 2005～2006 年の冬期にも完全な循環が行われた。そのため、深部の水中において再度酸素供給がなされた。

最近では気候変動 (地球温暖化) の影響で水温がこの 20 年間に 1℃上昇し、湖水表層の水温が低下せず、また、氷河の溶解も進み、垂直循環が困難な状況になっている。2007 年は水深 5m のところまでしか循環しなかった。

レマン湖の透明度は、季節によって異なるが、平均的にみると、夏季は 6～8m、冬期は 15～16m である。酷暑の時期には藻類が発生するので、4～5m になることがある。



レマン湖の湖底における溶存酸素の濃度変化



レマン湖湖底における全マンガンと溶存酸素の濃度変化

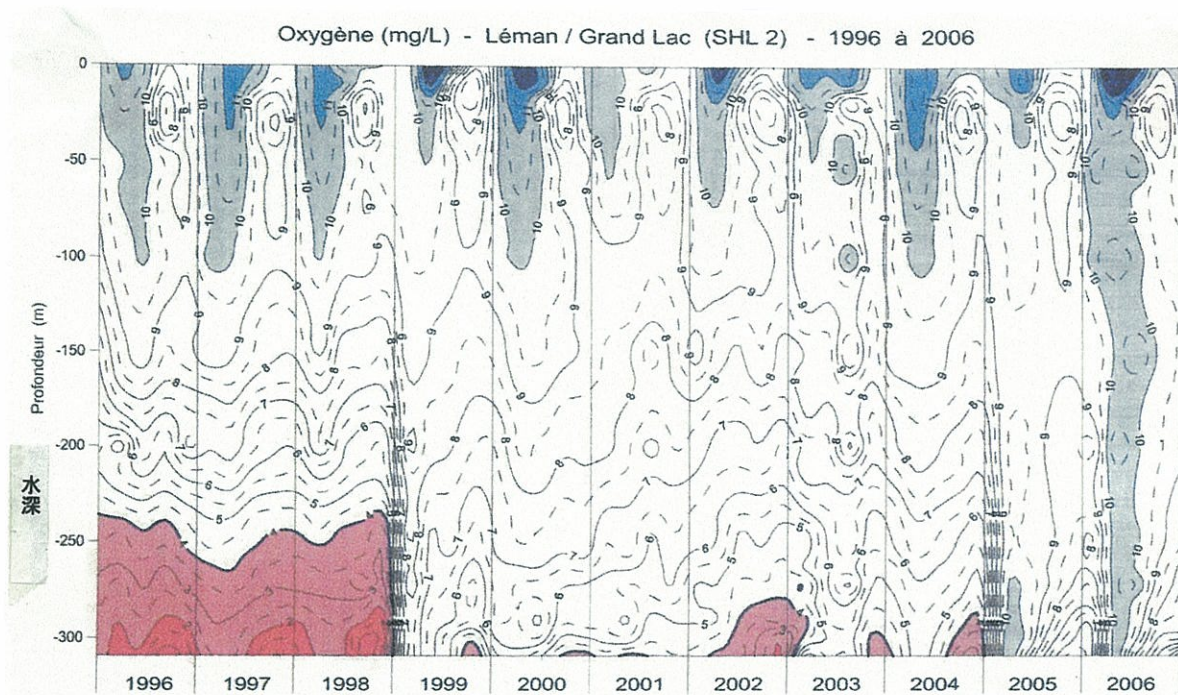


Figure 20 : Concentration en oxygène dissous des eaux du Léman (Grand Lac - SHL2) en fonction de la profondeur. (N.B. : suivant le nombre d'années prises en considération, de très légères modifications de représentation graphique peuvent apparaître - différence de lissage des courbes d'isovaleurs).

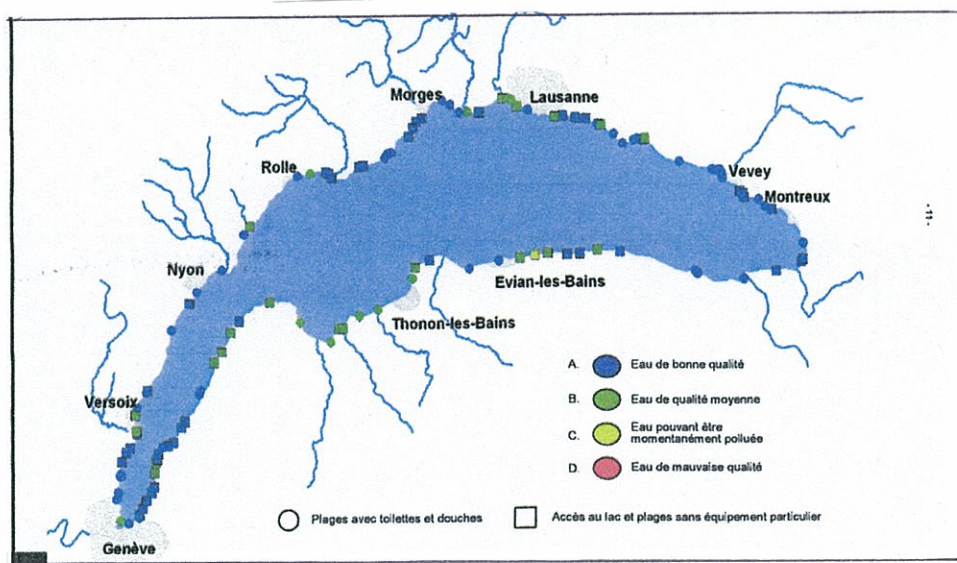
レマン湖の水深別溶存酸素濃度

(7) レマン湖岸水浴場水質評価

CIPEL では、毎年どこの湖岸で泳げるかということについて、次のような図表を作成し発表している。Aの青丸とBの緑丸は、ほぼ全体的に泳げる状態であることを示す。

湖岸水質評価

- A. ● 良好な水
- B. ● 中程度の質の水
- C. ● 一時的に汚染されている可能性のある水
- D. ● 不良な質の水



レマン湖岸の水浴場水質評価



レマン湖



レマン湖水質保全国際委員会事務所



オードレイ・クラウン女史と宗宮団長



レマン湖の水質保全対策を聞く



オードレイ・クラウン女史と記念写真



ジュネーブ湖（レマン湖）



ジュネーブ湖の水浴場



ジュネーブ湖の人工湖岸で泳ぐ子ども達

3. 調査結果

3.1 国際組織における水質保全の推進させる仕組み

3.1.1 国際ライン汚染防止委員会 (ICPR)

ICPRは、1950年に発足した。ライン川流域の国々は、9カ国であるが、委員会は、この内、スイス、フランス、ドイツ、ルクセンブルク、オランダ、EUで構成され、オブザーバーとしてオーストリア、リヒテンシュタイン、ベルギーが関係している。事務局はドイツのコブレンツにあり、13名の職員がライン川の水質保全と洪水対策等の計画策定や事業の推進について活動している。この委員会の業務は、その都度ライン大臣会議でテーマを決めて各施策が実施されている。

これまで、「ライン行動計画 (サーモン 2000)」や「洪水行動計画」の策定、ライン川の水質保全対策の推進、最近では、「ライン行動計画の結果」、「ライン川に国境はない (ライン川流域の 2004 年計画)」、「ライン 2020(ライン川の持続可能な開発計画)」、「ラインサーモン 2020 (ライン川水系における回遊魚に関するプログラム)」等を策定するなど活動している。この内、サーモン 2000 やラインサーモン 2020 では、サーモンを指標としているが、その理由は、ライン川流域の漁師たちはサケで生計を立てていたことやいろいろな文学書によると上流までサケが遡上していたことがわかり、これをシンボルに選んだ。

3.1.2 国際ボーデン湖水質保護委員会 (IGKB)

IGKBは、1959年に設立された。委員会は、代表国・州として、オーストリア、スイス、バーデン・ビルテンベルク、バイエルン、代理として、リヒンシュタインで構成され、オブザーバーとしてドイツが関与している。この委員会の業務は、湖沼保全については、水質汚染を防止すること、水質を改善をすることである。湖水の利用については、お互いに報告が必要であり 3カ国 (ドイツ、スイス、オーストリア) の同意が必要となっている。現在、事務局はボーデン湖湖畔のランゲナーゲンにあり約 40名の職員が活動している。

これまで、ボーデン湖のリンの削減対策、塩化対策、外来種対策、気候変動対策、各種調査を実施してきている。

3.1.3 レマン湖水質保全国際委員会 (CIPEL)

CIPELは、フランスとスイスにより 1962年に設立され、事務局は 1972年に常時事務局としてスタートした。現在の委員会の役割は、レマン湖や流出河川の監視、2カ国の水政策の調整、研究、特に水質調査、必要に応じて 2カ国政府への勧告、情報公開等である。委員会のメンバーは、16名でフランス、スイスそれぞれ 8名であり、常設事務局は 4名である。

これまで、第 1次行動計画として「明日のレマン湖」、第 2次行動計画として「レマン湖とその支川に生きるもののために」を作成し、これを基として、リンの削減や微量有害物質対策、事故による汚染防止対策、水質関係情報の提供等を行っている。

3.1.4 国際組織による水質保全の連携と今後の取組み

(1) 調査のまとめ

ヨーロッパの中央部において、河川や湖沼の水質保全のための国際組織が設立され、活動が開始された結果、ライン川では、「ヨーロッパの下水」と呼ばれていた水質が大きく改善された。ボーデン湖やレマン湖では、リンの値が約 50 年前の値にまで改善された。

(2) 今後の取組み

今後の取組みについては、ICPR が、ボンで昨年ライン大臣会議があり、地球温暖化に対する計画や研究を行なうことを決めた。

(3) 琵琶湖・淀川との比較

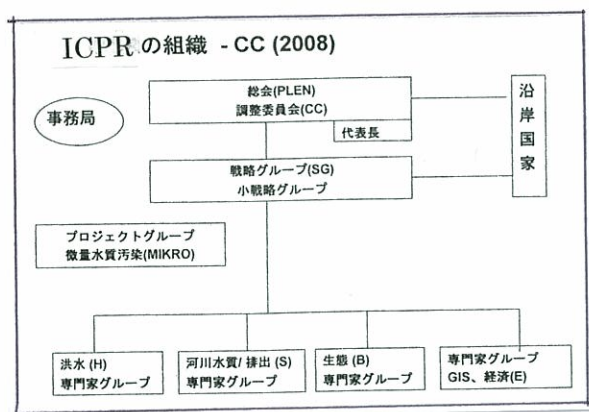
ヨーロッパにおいては、水質保全のための国際連携組織として、ライン川では ICPR、ボーデン湖では IGKB、レマン湖では CIPEL 等がある。

琵琶湖・淀川では、水質保全のための国内の連携組織として、淀川水質汚濁防止連絡協議会、財団法人琵琶湖・淀川水質保全機構、淀川水質協議会等がある。

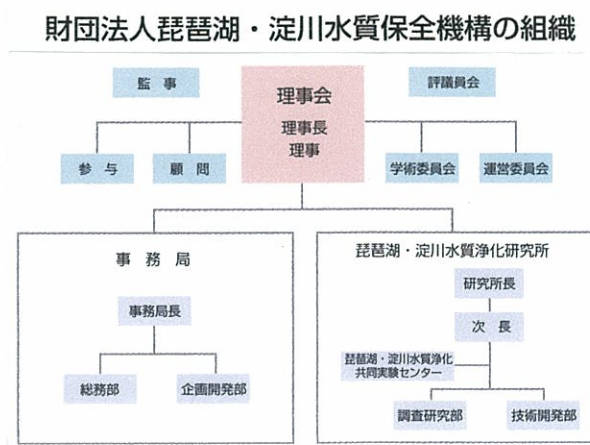
活動については、ICPR、IGKB、CIPEL 等が、各種会議の設営、水質や生態系保全計画の策定水質や生態系保全対策の推進、水質の観測や生態調査、流域住民への啓発活動等を実施している。

淀川水質汚濁防止連絡協議会、(財)琵琶湖・淀川水質保全機構、淀川水質協議会等が、河川や湖沼の水質関係データのとりまとめ、年報の作成、水質観測や調査研究、水質保全対策の推進、異常水質に対する緊急措置、流域住民への啓発活動等を行なっている。

ライン川の流域連携国際組織



琵琶湖・淀川の流域連携組織



3.2 ライン川やボーデン湖ならびにレマン湖におけるリン・窒素等の改善状況

3.2.1 ライン川

ライン川の全リンは、コブレンツで、1971年に0.7mg/l程度であったのが、その後1980年に0.5mg/l程度まで減少、さらに1990年には0.2mg/l程度まで減少し、最近は横ばいが続いている。また、窒素（硝酸性窒素）については、コブレンツで、1971年に1.5mg/lであったのが1974年頃から増加を続け、1989年に4.0mg/l程度と最も高くなったが、その後、減少を続け2000年には、2.3mg/l程度まで改善されている。こうした水質の改善は、1987年にライン行動計画（サーモン2000）が策定され、これに基づき下水処理の普及と処理法の改善等水質保全対策が推進された結果であると考えられる。

3.2.2 ボーデン湖

ボーデン湖の全リンは、1960年頃に15mg/m³（0.015mg/l）であったのが1975年頃まで急増し、80mg/m³（0.08mg/l）となったが、1980年以降年々減少し、2005年には最悪時の10分の1の8mg/m³（0.008mg/l）まで改善された。また、窒素は、1960年に0.5mg/lであったのが年々増加し、1987年には1.0mg/lとなり、その後、2006年まで横ばいが続いている。国際ボーデン湖水質保護委員会の設立時の課題であったリンの増加に対しては、ボーデン湖周辺の下水処理場の整備を推進し、224箇所の下水処理場に対し、リン除去設備の整備や排水基準を提案して削減を行ってきた。

3.2.3 レマン湖

レマン湖のリン濃度は、1960年代に約20μg/l（0.02mg/l）であったのが、1980年代に90μg/l（0.09mg/l）まで急増したが、その後減少し、現在は27μg/l（0.027mg/l）まで低下している。レマン湖の周辺には220箇所の下水処理場があるが、1980年以降、レマン湖岸の下水処理場では、リンの除去設備が義務付けられており、これらの下水処理によるリンの除去率は最大90%で、レマン湖の現在の濃度は1990年代に比べるとかなり減少している。しかし、レマン湖水質保全国際委員会が目標とする下水処理の除去率は最大95%であり、更なる改善が必要である。

3.2.4 各水域での施策と今後の取組み

(1) 調査のまとめ

ライン川では、リンの濃度が1971年に比べ4分の1まで減少した。また、ボーデン湖やレマン湖では、リンの除去は最大の課題として取り上げ、下水処理場でリンの除去対策を進めてきた結果、最悪時よりボーデン湖のリンは10分の1まで減少し、レマン湖のリンは約3分の1まで減少し、対策は成功した。しかし、窒素は、ライン川では減少傾向にあるが、ボーデン湖では増加から横ばいに転じたところである。その汚染源がこの地域で多く生産されているぶどうの生産に肥料として数十年も前から使用されており、農業生産に深く関係していることなどからその削減は難しく、これから本格的な対策が必要であると考えられる。

(2) 今後の取組み

ボーデン湖では、今後もリンの動向を注目している。レマン湖ではリン濃度の目標値が $20 \mu\text{g/l}$ (0.020mg/l) であるので、あと少し低下させるのが非常に難しいと考えている。

(3) 琵琶湖・淀川との比較

① ライン川と淀川

ライン川のコブレントス地点では、最悪時 0.7mg/l であったのが、最近 0.2mg/l となり約 70% 改善されている。淀川の磯島地点では、 0.2mg/l から 0.12mg/l 程度で続いている。この結果、最近、両河川とも 0.2mg/l 程度の横ばいが続いている。

② ボーデン湖、レマン湖、琵琶湖

ボーデン湖では、最悪時 80mg/m^3 (0.08mg/l) であったのが、最近 8mg/m^3 (0.008mg/l) まで、約 90% 改善されている。

レマン湖では、最悪時 $90 \mu\text{g/l}$ (0.09mg/l) であったのが、最近、 $27 \mu\text{g/l}$ (0.027mg/l) まで約 70% 改善されている。

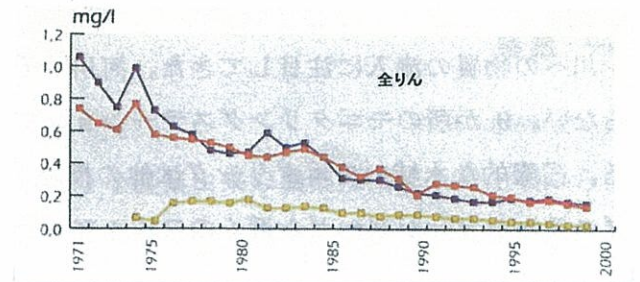
琵琶湖（南湖）では、最悪時 0.035mg/l であったのが、最近 0.016mg/l まで約 60% 改善されている。

この結果を見ると、各湖ともリン濃度が大きく改善されており、それぞれの対策が有効であったことを示している。

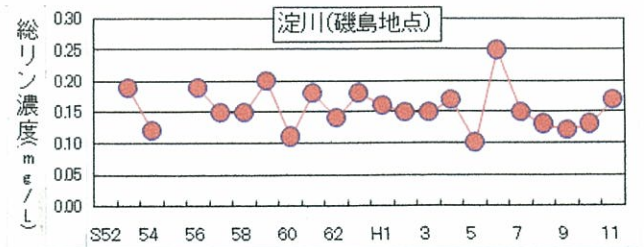
ヨーロッパ中央部河川・湖と琵琶湖・淀川との比較

【リン濃度】

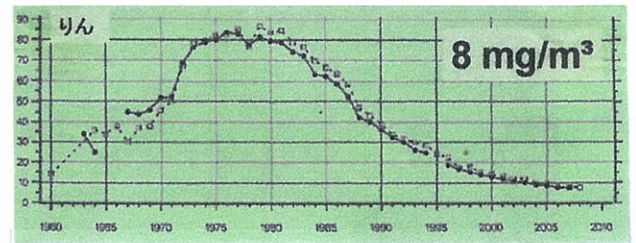
	最悪時の水質	最近の水質
ライン川	0.7mg/l	0.2mg/l
淀川	0.2mg/l	0.17mg/l
ボーデン湖	0.08mg/l	0.008mg/l
レマン湖	0.09mg/l	0.027mg/l
琵琶湖（南湖）	0.035mg/l	0.016mg/l



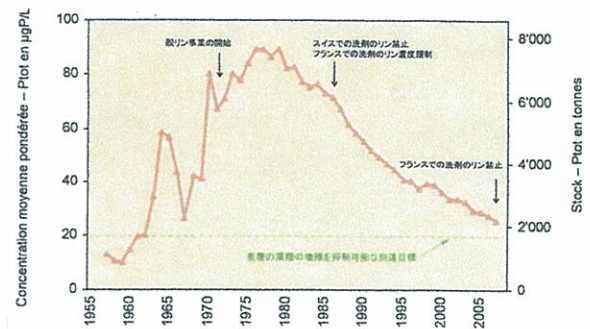
ライン川のリンの変化（コブレントス）



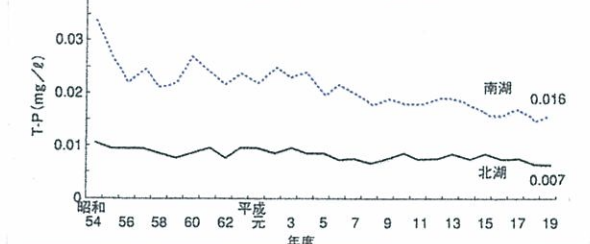
淀川のリンの変化（磯島）



ボーデン湖のリンの変化



レマン湖のリンの変化



琵琶湖のリンの変化

3.3 ライン川やボーデン湖ならびにレマン湖における水質事故対策と微量有害物質対策

3.3.1 ライン川

ライン川では、1986年にスイスのバーゼルでサントス化学工場の火災事故があり、化学薬品が流出しライン川に流入した。この影響でライン川の生態系は破壊し浄化までに最悪の場合20年はかかるといわれた。このため、流域の各国や国際ライン汚染防止委員会では水質保全と改善のための「ライン行動計画」を策定し、更に「ライン川警戒警報システム」を整備し河川の監視にあたっている。

また、微量有害物質汚染については、「ライン行動計画」の実施にともない、都市や工場からの毒性物質の排出は大幅に減少し、優先物質の負荷は70～100%低減した。

3.3.2 ボーデン湖

国際ボーデン湖水質保護委員会では、災害予防専門部会を設置して水質事故等に対処してきており、必要とあれば消防や警察の協力も得られるような体制を確立している。

また、微量有害物質汚染に対しては、底泥に含まれる重金属の調査、生物濃縮の観点から、貝類、魚類、魚類の肝臓の状況調査、医薬品等の生理活性物質の調査等を行っている。

3.3.3 レマン湖

レマン湖水質保全国際委員会では、レマン湖や流出河川の水質監視を行っており、水質事故については、早期発見や対策を実施する体制が整っている。

また、2001～2010年活動計画の課題として、湖水中の微量有害物質の低減に取り組んでいる。一部の水道水質基準に達するおそれのある有害物質について、湖水への流入先の工場の発生源を突き止めて水質改善を行っている。さらに、農薬などの微量有害物質の調査を行っており、2004年～2007年の調査結果では、さまざまな農薬が検出されているがその値は減少傾向にある。さらに、魚類への農薬等の影響調査も行い、禁漁命令やその一部撤回等の対策が実施されている。

3.3.4 各水域の施策と今後の取組み

(1) 調査のまとめ

ライン川では、水質汚染の大事故の発生に対し、これを教訓として素早くライン行動計画を策定し、この中で重金属や農薬等の微量有害物質対策を実施し成果を上げており、さらに、将来に対しても次の保全計画「ライン2020（ラインの持続的な開発計画）」を策定し、この中で微量有害物質対策を実施することになっている。

ボーデン湖やレマン湖では、国家なり地域に対し、水質保全についての勧告や対策の実行を指示することが出来ることから、流域住民に大きな影響を及ぼす水質事故の早期発見と迅速な対応は可能である。また、微量有害物質汚染対策としては、実態調査、発生源の特定、低減対策の検討、使用規制や禁漁命令等が実施されている。

(2) 今後の取組み

ライン川では、水質事故対策として「警告・警報」システムを設置して、早期発見、連絡・通報、対策実施を行なうようにしている。

微量有害物質対策は、「ライン 2020」で対応している。

ボーデン湖では、IGKB に災害予防の組織があり、今後も継続して事故対策を実施するようになっている。

レマン湖では、活動の成果として、事故による汚染の防止と防止対策の調整をあげており、今後も継続して実施されるものと考えられる。

(3) 琵琶湖・淀川との比較

①水質事故対策

ライン川では、水質事故が発生し大量の有害物質がライン川に流入した場合、国際的なライン警報警告計画（WAP）が機能するようになっている。

ボーデン湖では、水質事故対策について IGKB の組織内に専門領域として“災害予防”の部署があり、ここで対応することになっている。

レマン湖では、CIPEL で水質事故による汚染防止対策の調整を行なうようになっている。

琵琶湖・淀川では、異常水質に対する緊急措置を講ずるための組織として、「淀川水質汚濁防止連絡協議会」があり、国土交通省の淀川河川事務所を通報センターとした、管内通報連絡系統図により、連絡体制が整備され、緊急性の高い水質事故に対応している。

②微量有害物質対策

ライン川では、現在実施中の「ライン 2020」において、重要目標として水質改善対策が実施されている。

ボーデン湖では、底泥に含まれる重金属の調査が行なわれている。

レマン湖では、新たな水質問題として微量有害物質対策に取り組んでおり、農薬由来の汚染物質の調査やローヌ川からの流入有害物質の調査と改善対策を実施している。また、魚についても PCB 汚染の調査や対策を実施している。

琵琶湖・淀川では、微量有害物質対策として、水質基準の設定によるトリハロメタン対策やダイオキシン対策、農薬の使用規制等が実施されている。また、近年では POPs（残留性有機汚染物質）汚染等の有害化学物質の調査等を行っている。

3.4 ライン川やボーデン湖ならびにレマン湖における生態系の保全方針

3.4.1 ライン川

国際ライン汚染防止委員会では、ライン川の生態系保全のための、「ライン行動計画」を策定し、2000年までに次の目標を達成することとした。①ライン川から消滅したサーモンのような動物種がライン川に再び蘇ること。②ライン川の水が飲料水として継続して利用できること。③河川底泥の汚染物質が低減されること。

この結果、水質は大幅に改善した。汚染物質の点源汚染源からの流入が70～100%減少した。水に危険をもたらすと思われる物質の流入事故は大幅に減った。ライン川の動物相が回復した等の成果があった。そして、成功したラインプログラムは継続され、「ライン2020」ライン川の持続可能な開発計画が策定され実施されている。

3.4.2 ボーデン湖

ボーデン湖の生態系保全については、ボーデン湖における外来の動物種対策が実施されている。いつの間にか侵入してきた動物、生物が増加しており、2003年夏には、浅瀬域に2種類の外来種の貝類、エビが発見された。これについては、EUの援助も受け、外来種の侵入が生物的にどのような影響を及ぼしているのか等を評価するとともに、湖沼保護のためより良い形態を作り上げるために、侵入ルートや生息量の研究を行っている。

外来種の侵入経路としては、地中海、北海、東海ルート、ロシア、カスピ海、ドナウ川、ライン川等が考えられる。また、外来種の侵入形態は、船舶、レジャーボート、渡り鳥、魚類水槽、漁業関係が考えられ、関係者に注意を呼びかけている。

3.4.3 レマン湖

レマン湖の生態系保全については、2001～2010行動計画で、魚類の貴重種が生存可能な状況を確保することとなっている。魚類はレマン湖の状況を反映している。ペルシュ（スズキの一種）、ワカソ属の魚、北イワナ、ブロッシェなど、魚の種類がこの10年間に変化している。レマン湖の魚類は、水深60mぐらいまでに生息している。通常の冬期、湖水が60～70mの範囲で循環することはないが、魚類の生息する水深部は十分酸素がある。

レマン湖では、毎年ではないが水の華の問題が一部で生じている。水生生物の状況が少しずつ変化しており、2007年はムジェウシア（ワカメ状の藻）が魚網に引っかかり、魚が獲れなくなった。また、アメリカザリガニに似た生物が人為的にレマン湖に入って増加しており、それがもつ病原体が在来種のザリガニを消滅させている。

3.4.4 各水域の施策と今後の取組み

(1) 調査のまとめ

河川や湖沼の生態系保全については、ライン川のように指標とする魚を決めて保全や回復を図り成功した事例がある。また、ボーデン湖、レマン湖のように、固有種の保護や回復、外来種の侵入対策等を実施しているところがある。

(2) 今後の取組み

ライン川では、現在、「ラインサーモン 2020」が実施中である。ボーデン湖では、「外来種一掃ど気付かない侵入」対策を実施中である。

(3) 琵琶湖・淀川との比較

①ライン川の生態系保全

ICPR では、サーモン 2000ーライン行動計画ーで、“ライン川から消滅したサーモンのような動物種がライン川に再び蘇ること”を目標にして、生態系の保全対策を実施し成功した。

その後、また、ラインサーモン 2020ーライン川水系における回遊魚に関するプログラムを策定し、生態系の保全に努めている。

②ボーデン湖の生態系保全

最近の生態系の変化を把握するため、植物プランクトン、細菌（バクテリア）の調査を行なっている。また、外来種対策として、外来の侵入種を特定し、侵入経路の調査も行い、“ボーデン湖を侵入者から守ろう”という対策まで示している。

③レマン湖の生態系保全

2001ー2010 行動計画で、“魚類ー貴重種が生存可能な状況を確認すること”を目標に生態系の保全対策を実施している。

④淀川の生態系保全

淀川では、生態系の育成水域を確保するため、ワンドや干潟の保全や再生事業が行なわれている。また、かつて淀川で多く見られた魚類の保全や回復対策を実施している。

⑤琵琶湖の生態系保全

琵琶湖の魚介類を殖やすため、稚魚や稚貝の放流、魚類の産卵繁殖の場となってるヨシの植栽、水草の刈り取りや外来種の駆逐など様々な取組みをしている。

琵琶湖では、オオクチバス、ブルーギルといった外来魚が異常繁殖し、在来魚の漁獲量が減少し、生態系にも大きな歪が生じている。このため、外来種の駆除事業を強化している。

また、滋賀県では、「魚のゆりかご水田プロジェクト」として、かつて、琵琶湖周辺の水田は、フナ、コイ、ナマズなどの湖魚にとって「ゆりかご」であったのが、様々な開発により、琵琶湖と水田との間に落差が生じた。このため、琵琶湖周辺の水田を魚類の産卵繁殖の場として再生するための事業が実施されている。

3.5 ボーデン湖ならびにレマン湖における地球温暖化の影響把握

3.5.1 ボーデン湖

ボーデン湖における気候変動の影響については、1960年から2005年の変化を見ると、気温が0.05℃/年上昇し、湖水温度が水深0.5mで0.03℃/年上昇している。そして、春季の到来も年毎に早くなり、藻類の発生時期も早まっている。

ボーデン湖流域には、多くの氷河群があるが、バーデン・ビルデンベルクでは、1951年以来気温が1.5℃上昇しており、氷河が融解している。専門家は最近の急速な地球温暖化でアルプスから氷河が消失し、気候モデルによると、40年後にはアルプスの3分の2が消失すると言っている。氷河は融解し、山岳河川を流下している。アルプス氷河が無くなったらどうなるのか。それは、ボーデン湖に影響をもたらす。

また、ボーデン湖の水循環は、冬季の鉛直混合がより早い時期に完了している。そして、春季の躍層形成が1ヶ月ほど早まっている。

3.5.2 レマン湖

レマン湖における気候変動の影響については、水温がここ20年間に1℃上昇した。これだけの容量の湖で1℃上がることは大きな変化である。水温が上がった原因の一つとしては、氷河の融解が進んでいることが考えられる。

また、レマン湖の水循環は、グラン・ラック地点で完全循環を行わなくなってから13年後の1998～1999年の冬期、ほぼ完全な循環が行われた。また、2004～2005年の冬期にも完全な循環が行われた。そのため、深部の水中において再度酸素供給が行われた。しかし、2007年は水深5mのところまでしか循環しなかった。

3.5.3 今後の地球温暖化への対応

(1) 調査のまとめ

地球温暖化に伴う気候変動は、ヨーロッパの水環境に影響を及ぼしていることが確認された。特に、今回調査した、ライン川、ボーデン湖、レマン湖には、アルプスの氷河の融解が進み、この水が河川や湖沼に流入し影響を与えていることは明らかである。

このため、ライン川では、昨年ボンでライン大臣会議があり、地球温暖化に対する計画や研究を行うことが決められた。

ボーデン湖では、国際ボーデン湖水質保護委員会の湖沼専門部会で、温暖化で何が生じるか、ボーデン湖の気候変化について、調査・研究が行われている。

レマン湖では、水質の観測、水温の観測、水循環状況、溶存酸素の動向など調査が行われており、この結果から気候変動の影響が明らかにされるものと考えられる。

(2) 今後の取組み

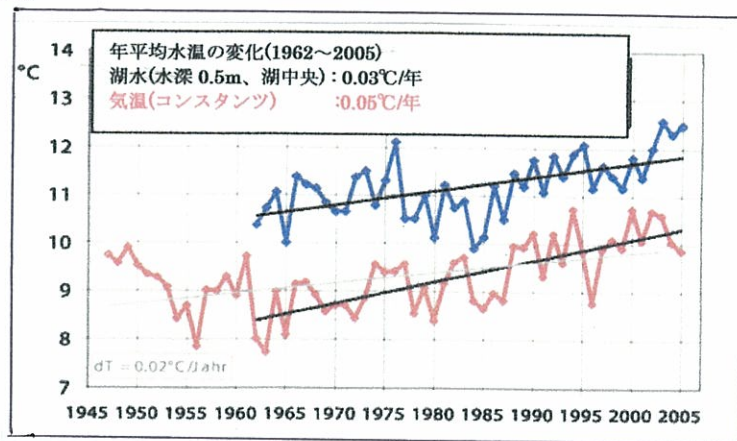
ライン川では、昨年(2007年)のライン大臣会議で、地球温暖化に対する計画や研究を行なうことを決定した。ボーデン湖では、温暖化で何が生じているか、気候変化による影響に関する調査・研究が行なわれている。

(3) 琵琶湖・淀川との比較

地球温暖化が原因と考えられる気候変動の影響について、ボーデン湖、レマン湖、琵琶湖等で、水温の上昇が見られる。特にこれらの3湖では1985年から1990年頃にかけて1℃から1.5℃の範囲で大きく上昇している。

①ボーデン湖

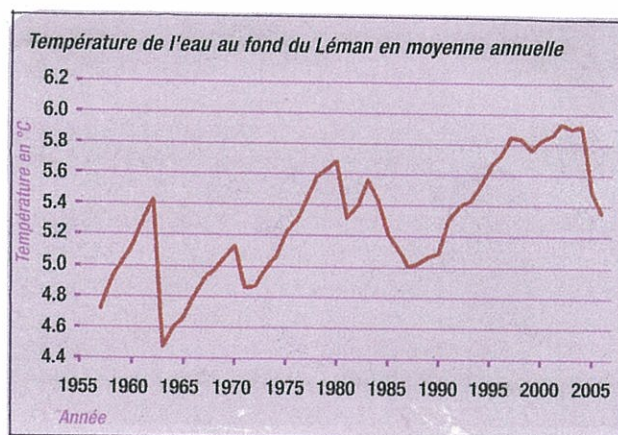
水温は、1962年から1985年頃まで10℃から12℃の範囲でほぼ横ばいが続いたが、1965年頃から急に上昇し、1990年頃から2000年にかけて11℃前後で横ばいが続いた後、2005年で12.5℃になっている。



表層水温及び気温の上昇

②レマン湖

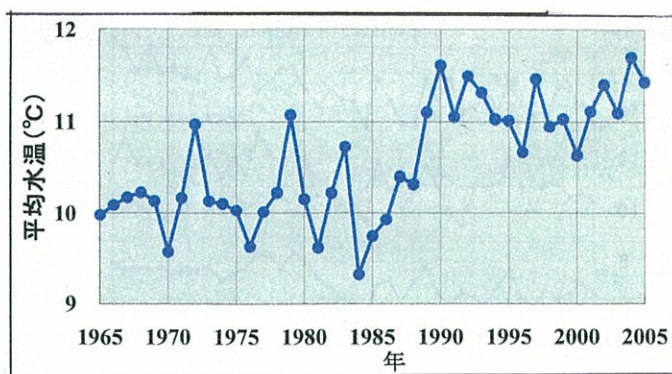
水温は、全体的な傾向として、1963年の4.5℃から上昇を続けたが、1987年に一時5.0℃まで低下し、その後上昇し2002年から2003年にかけて5.9℃になったが、また低下し2005年では5.3℃になっている。



レマン湖の水温変化

③琵琶湖

水温は、ボーデン湖と同じような動向を示している。1965年から9.5℃～11℃の幅で横ばいが続いていたが、1985年頃から上昇し11.5℃前後で横ばいが続いており、2005年には11.5℃になっている。



びわこ全体の平均水温の推移

出典：遠藤修一・山下修平・川上委子・奥村康昭

「びわ湖における近年の水温上昇について」陸水学雑誌、58巻

3.6 永世中立国スイスにおける都市水道の安定性確保

チューリッヒ市の水道とハルトホフ浄水場の水道施設は、次のような状況になっている。

3.6.1 水源の分散化

チューリッヒ市水道は、水源を湖水系（70%）、地下水系（15%）、湧水系（15%）の3系統に分散している。これは、水源に危機発生時の対策として、湖水に災害や汚染事故が発生した場合、地下水や湧水から供給し、核攻撃などの最悪の事態の発生時には湧水を利用するなど、選択可能なシステムとなっており、いかにもスイスらしい対策である。

3.6.2 浄水場の安全対策

チューリッヒ水道では、浄水場の取水施設や浄水施設は、地下又は半地下化に設置されており、分厚いコンクリートと鉄製のトビラの頑丈な施設となっている。

3.6.3 浄水処理対策

チューリッヒ水道の湖水を水源とするレング浄水場の水処理システムは、前オゾン処理、⇒急速砂ろ過⇒中間オゾン処理⇒活性炭ろ過⇒緩速砂ろ過となっている。

この内、急速砂ろ過と活性炭ろ過、緩速砂ろ過等の多重ろ過の採用については、安全な水道水を給水する気迫が伺える。特に、最終段階での緩速砂ろ過は、あくまで自然的な水処理を行った後、飲料水としての水道を給水するという、こだわりが感じられる。

3.6.4 安定供給対策

チューリッヒ水道の安全・安定供給に対するこだわりは、水源の確保、浄水場、浄水処理、送・配水等、各所で見られる。この内、各浄水場の連絡管の布設は、災害や事故等で水源や浄水場が使用出来なくなった場合、他の浄水場から大量の水を供給することが可能な送水施設の整備で画期的な対策といえる。

3.6.5 今後の水道が参考とすべき施策

(1) 調査のまとめ

チューリッヒ市の水道は、水源の確保については、湖水、地下水、湧水の複数水源としている。この内、ハルトホフ浄水場の取水や浄水施設は、地下又は半地下施設となっていた。浄水処理は、急速砂ろ過、活性炭ろ過、緩速ろ過の多重ろ過とオゾン処理を実施していた。また、チューリッヒ市水道は、3箇所浄水場間に連絡管を布設し、浄水場間で相互に水供給が出来るよう施設整備が進められていた。

(2) 今後の取組み

市当局から地球温暖化対策として、10～20%の省エネ対策が指示され、水道局として、水位差発電、ポンプの効率化、建物の熱効率を上げる等の対策を実施する。

(3) 琵琶湖・淀川との比較

チューリッヒの水道と琵琶湖・淀川の水道を比較すると、次のような状況になっている。

①水源の確保

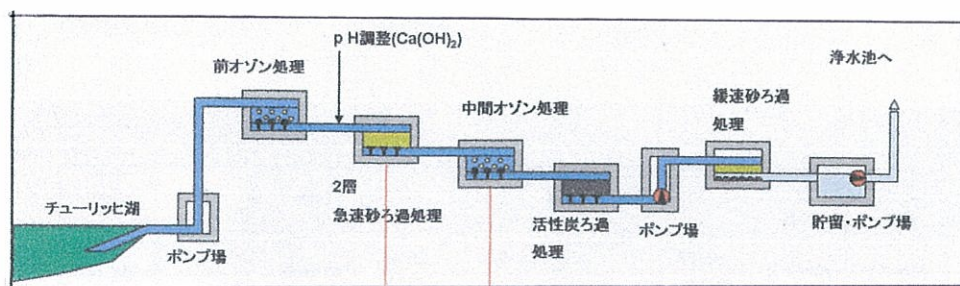
チューリッヒの水道は、湖水、地下水、湧水の3系統に分散している。琵琶湖・淀川

の水道は、一部の市町村水道で河川水や地下水の複数水源のところもあるが、ほとんどの水道は単一水系依存型の水源となっている。

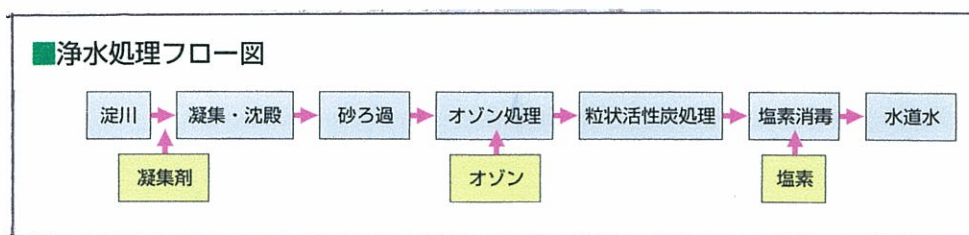
②浄水処理

チューリッヒ市の湖水を水源としている水道では、浄水処理が前オゾン処理→急速砂ろ過→中間オゾン処理→活性炭ろ過→緩速ろ過となっている。琵琶湖・淀川下流の河川表流水を水源とする大規模浄水場では、凝集沈殿→急速砂ろ過→オゾン処理・活性炭処理→滅菌が行なわれており、その他の水道の水処理は、一般的に前塩素、凝集沈殿→急速砂ろ過→滅菌が行なわれている。

・チューリッヒ市レング浄水場（水源チューリッヒ湖水）



・大阪府営水道村野浄水場（水源淀川表流水）



③送・配水施設

チューリッヒ市水道では、浄水場間の連絡管が布設されている。琵琶湖・淀川流域では京都府営水道の一部で浄水場連絡管が布設されているが、殆どの水道では浄水場間の連絡管は布設されていないが、送水管や配水管でループ化されており、相互融通が出来るようになっている。

④危機管理対策

チューリッヒ市水道では、水源の確保、浄水場、浄水処理、送・配水システムの各所で危機管理対策が実施されている。琵琶湖・淀川流域の水道では、水道施設の耐震化を実施しており、ボトルウォーターを備蓄し危機発生時に配布できるようにしている。