



Title	琵琶湖の再生と下水道の役割
Author(s)	高橋, 正宏; 蒲生, 玲子
Description	第4回衛生工学シンポジウム (平成8年11月7日 (木) -8日 (金) 北海道大学学術交流会館) . 3 計画展望、モデリング . 3-10
Citation	衛生工学シンポジウム論文集, 4, 143-147
Issue Date	1996-11-01
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/7840
Type	departmental bulletin paper
File Information	4-3-10_p143-147.pdf



3-10

琵琶湖の再生と下水道の役割

高橋正宏：滋賀県土木部下水道計画課 蒲生玲子：滋賀県土木部下水道計画課

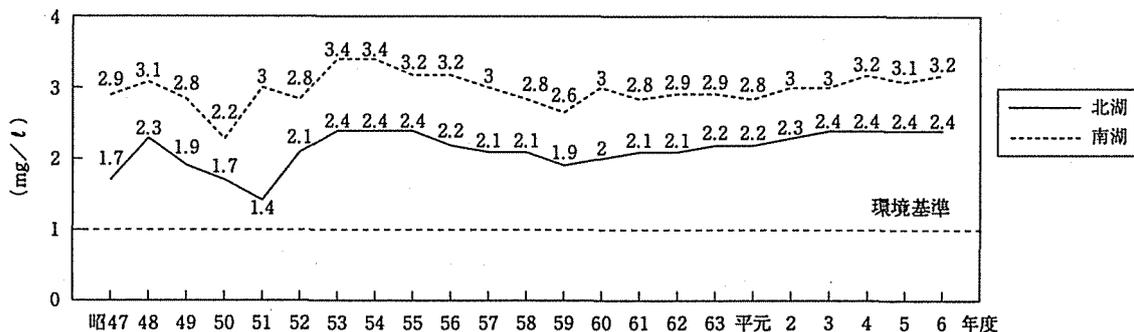
1. 琵琶湖の現状

日本最大の湖、琵琶湖は近畿圏1,400万人の生活と産業を支える水資源としてのみならず、人口の集積した近畿圏内に於ける貴重な自然の宝庫として、豊かな恵みをわが国にもたらしている。平均水深が41m、湖水量275億 m^3 と膨大な水容量を持つ湖であるため、水質汚濁が急速に進行することはないが、確実に富栄養化の影響が現れている。琵琶湖は、大津市堅田付近の琵琶湖大橋で、北湖と南湖に分けて論じられることが多い。北湖は総水容量の99.3%を占め、流域の都市化も南湖ほどは進んでいないため比較的良好な水環境を残しているというものの、CODなどの悪化が認められる。南湖は大津市、草津市などの都市化した流域を抱え、水深も平均4mと浅いため、富栄養化の影響を大きく受けている。図-1¹⁾は近年のCODの推移であるが昭和40年代から急速に悪化した水質は、平成に入っても横這いからやや悪化する傾向にある。この間の滋賀県の人口の推移を示したのが図-2である。昭和40年代半ばまでは大きな変化はないがそれ以降急増し、現在は当時の150%程度に増加している。また昭和51年度から平成5年度までに県民総生産は3.4倍に増加している。人口や経済活動の大きな伸びにも関わらず、琵琶湖の水質がやや悪化した程度に収まっているのは、琵琶湖の水容量が膨大であることに加え、昭和46年より開始された琵琶湖流域下水道事業の進展がある程度の役割を果たしているものと思われる。

2. 下水道事業の経緯

琵琶湖の水質悪化をくい止める手段として、滋賀県は下水道の有効性を位置づけ、昭和45年に建設省が作成した「琵琶湖周辺下水道基本計画策定のための調査報告書」を基に、昭和46年度に「琵琶湖周辺流域下水道計画」を策定した。本計画に検討を加え、「湖南中部」をはじめとする4処理区から成る琵琶湖流域下水道と大津市単独公共下水道を主体とした下水道整備を進めることとした。図-3は滋賀県と全国の下水道普及率の推移を示したものであり、昭和57

図-1 琵琶湖のCODの経年変化 (昭和47年~)



年度の湖南中部処理区の供用開始以来、下水道の普及が急速に進展している様子が解る。国や下流府県のご理解の許、昭和47年より開始された「琵琶湖総合開発特別措置法」に基づく事業の柱として、下水道事業に多くの援助が為されたことが、このような急速な普及を可能にしたものである。

3.琵琶湖の将来と下水道

本県では、西暦2010年を目標年次とする長期構想を策定中であり、目標年次において表-1に示すようにCODで昭和40年代前半の水質への回復を暫定目標としている。高度成長による水質汚濁が顕在化する以前の水質への回復という意味であるが、南湖においては当時でも環境基準の1.0mg/lを超過していたと考えられる。しかし、明確なCODのデータは当時存在しなかった。水道原水の試験のための過マンガン酸カリウム消費量に関してはデータが残っており、ある試算によると当時の南湖のCODは2.0mg/l程度と推定される。当面の暫定目標として、この値を達成するために、本県の下水道整備を今後どのように進めるべきかについて検討を行っている。

県の長期構想は未だ策定段階であるため、独自の人口、産業フレームを用いているが、琵琶湖に流入するCOD、窒素、りんの発生源別負荷を図-4～6に示すように試算した。図には(1)1990年時点(下水道普及率28%)での負荷の現況、(2)下水道事業がその時点より進展しなかった場合の2010年における予想負荷、(3)2010年において水洗化率100%を達成し工場排水も可能な限り取り込

図-2 滋賀県人口の推移

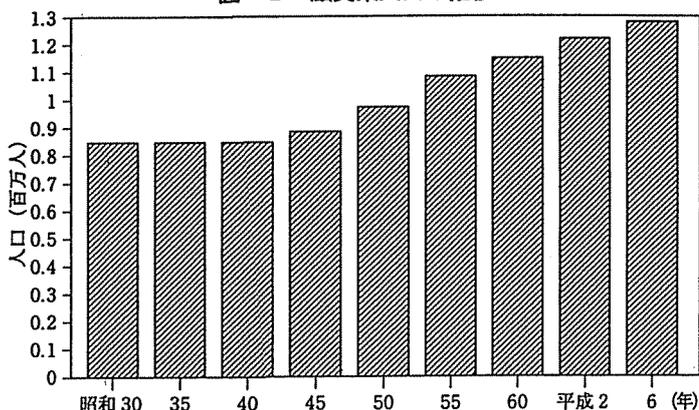


図-3 滋賀県と全国の下水道普及率の推移

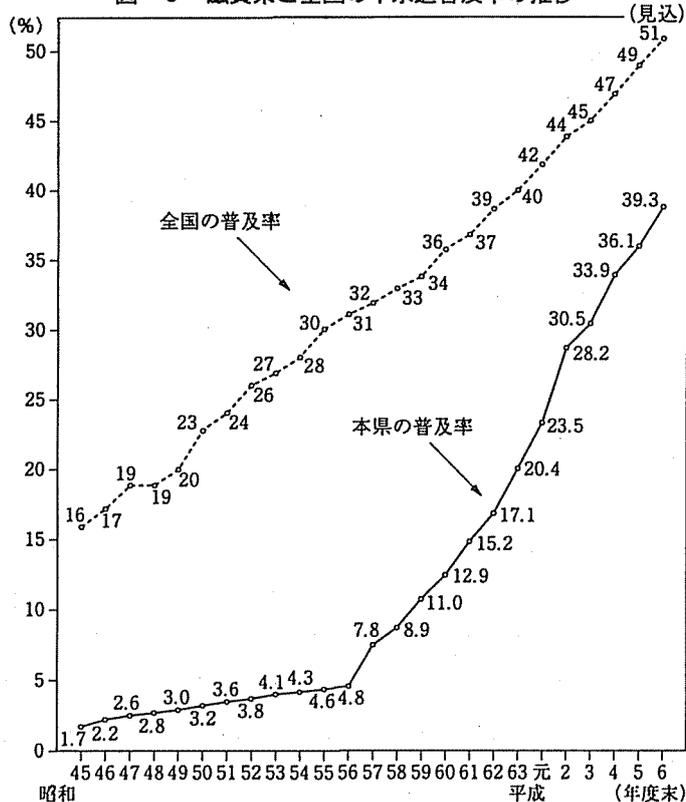


表-1 2010年における琵琶湖水質の暫定目標

	COD		T-N		T-P	
	北湖	南湖	北湖	南湖	北湖	南湖
暫定目標値	昭和40年代前半値		国の環境基準の暫定値		-	国の環境基準の暫定値

注) T-Pの北湖については環境基準達成済

んで、表-2 に設定した高度処理水質（例えばCOD 10mg/l）にて処理水を放流した場合、(4)さらに新しい処理方式の導入によって表-2 に示した、より高度な処理水質（例えばCOD 3mg/l）を達成した場合における琵琶湖流入負荷量の予測値が示してある。

COD（図-4）については1990年で70,000kg/日の流入があり、下水道整備が進展しない場合には2010年で88,000kg/日に増加する。しかし、家庭系、工場系の負荷をほとんど下水道に取り込み、10mg/lまで処理することによって45,000kg/日まで削減することが出来る。仮にCODを3mg/lまで低減できれば琵琶湖に流入する負荷のほとんどが、ノンポイントソース起源となる。

りん（図-5）については更に削減効果が高い。2010年に家庭、工場系のりん負荷は2,300kg/日であるが、処理水質0.5mg/lのレベルで放流した場合には、610g/日まで削減できる。処理水中のりん濃度は、生物脱りんや凝集剤注入を最適に組み合わせることによって0.02mg/l程度に低下させることが可能と考えられるため、これらのより高度な処理によって、処理場由来のりん負荷は30kg/日以下にすることができよう。

図-6 は窒素流入負荷の予想である。尿尿由来の窒素が下水道の進捗と共に下水道システムに流入するため、現水準での高度処理で達成される全流入負荷量は、1990年の全流入負荷量とほとんど変わらないと予想される。現水準における整備が完了した場合、下水道システムからの流入は12,300kg/日、ノンポイントソースからのそれは12,800kg/日とほとんど変わらない割合となる。ただし、下水道システムからの流入のうち8,100kg/日は湖南中部浄化センターを経由し、琵琶湖の流出部に直接放流されるため、湖の富栄養化防止という観点からは大幅な改善

図-4 発生源別COD流入負荷の予測

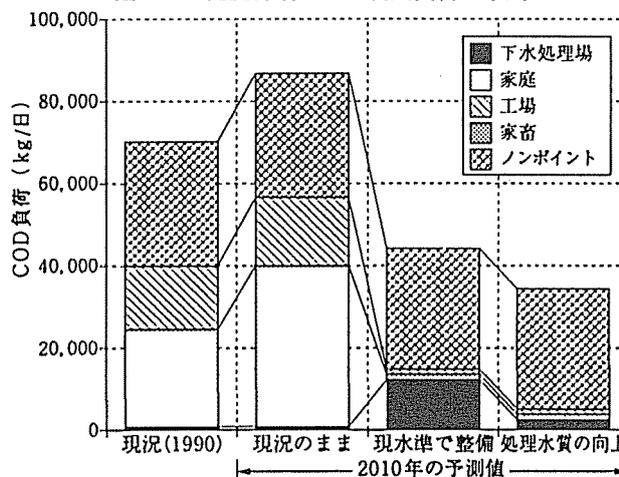


図-5 発生源別全リン流入負荷の予測

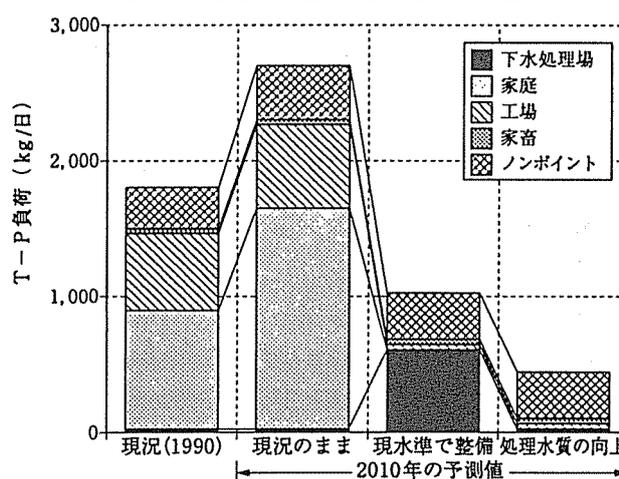


図-6 発生源別全窒素流入負荷の予測

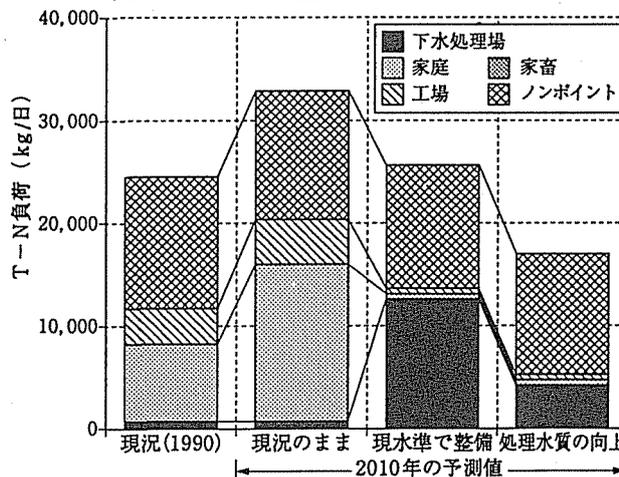


表-2 下水処理場放流水質の認定値

検討ケース	水質項目	処理水質 (mg/l)
現水準で整備 (現在の高度処理)	COD	10.0
	T-N	10.0
	T-P	0.50
処理水質の向上 (新しい処理方法の導入)	COD	3.0
	T-N	3.0
	T-P	0.02

が期待できる。処理水の窒素濃度を3mg/lまで改善すると下水道システム由来の負荷は3,700kg/日まで削減されノンポイントソース由来の負荷が全体の75%を占めるようになる。

表-3はこれまで述べた流入負荷を基に、琵琶湖および流出河川である瀬田川の将来水質を予測した結果である。本シミュレーションでは琵琶湖を平面的に6つのブロックに分割し、水深の深い北湖についてはさらに上層と下層の二ブロックを設定した。既存の水理、水文データを取り込み、河川からの流入負荷や底質からの溶出の他に、降雨や地下水からの流入負荷も考慮してある。これらの水理、水文、負荷量予測をもとに、植物プランクトンの増殖、死滅、沈降を組み込んだ生態学的モデルを掛け合わせ、各ブロック毎の水質を予測したものである。1990年現在の水質は既往水質観測データと整合するように調整してある。

2010年、下水道整備が進まないと仮定すると、南湖の水質は大幅に悪化し、近畿圏の命である瀬田川の水質もCODを中心に汚濁が進むこととなる。

現状の高度処理レベルでの下水道整備が完了した場合には、南湖、北湖ともCOD、全りんがかなり改善されることが予想されるが、窒素については横這い傾向にある。また、瀬田川の水質について見ればCODは若干改善されるものの、窒素、りん濃度は1990年と比較して高いレベルになる可能性がある。

表-2に示した処理水質までの高度な処理を行うことで、やっと瀬田川の水質は顕著な改善が見られ、琵琶湖全体の窒素濃度も1990年時点より低下すると共に、クロロフィルaに示される藻類濃度も大幅に低下すると予想される。

4. 命の水を守るために

前節で見たように、琵琶湖の水質の保全のために下水道が果たすべき役割は非常に大きく、まさに水質保全の主役としての地位を占めていると言っても過言ではない。大都市が少なく人

表-3 各ケース毎の琵琶湖水質の予測

● 1990年現況 (単位: mg/l)

	北 湖	南 湖	瀬田川
COD平均値	2.3	3.0	3.2
75%値	2.6	3.2	3.4
T-N平均値	0.28	0.40	0.55
T-P平均値	0.009	0.024	0.028
Chr-a (μg/l)	5.2	8.3	8.6

● 2010年現況のまま

	北 湖	南 湖	瀬田川
COD平均値	2.7	4.3	4.4
75%値	3.0	5.2	5.3
T-N平均値	0.29	0.63	0.66
T-P平均値	0.013	0.047	0.048
Chr-a (μg/l)	6.0	12.2	12.7

● 2010年現水準で (現在の高度処理)

	北 湖	南 湖	瀬田川
COD平均値	1.7	2.0	2.5
75%値	2.0	2.3	2.9
T-N平均値	0.26	0.42	0.95
T-P平均値	0.004	0.011	0.038
Chr-a (μg/l)	4.0	5.6	5.9

● 2010年処理水質の向上 (新しい処理方法の導入)

	北 湖	南 湖	瀬田川
COD平均値	1.5	1.6	1.7
75%値	1.8	1.8	1.9
T-N平均値	0.25	0.33	0.48
T-P平均値	0.004	0.006	0.007
Chr-a (μg/l)	3.3	3.8	3.7

口が分散している滋賀県で、これだけの規模の下水道システムを短時間の内に建設したことは、世界でも例を見ない快挙と考える。琵琶湖の保全が県民の大きな願いとして広範囲に認められ、建設省、県、市町村の下水道関係者の不断の働きによってこの大事業が来世紀初頭に完成を迎えようとしている。1996年現在でも、普及率43%を数える流域下水道システムによる水質保全効果はかなりの成果を上げており、流域関連市町村からは、より早期の下水道普及率の向上を望む声が強く上がっている。滋賀県としては、これからもより一層の努力を払い、下水道の整備に努める考えである。

しかし、窒素やCODで顕著に見られるように、下水道の効果が上がれば上がるほど、農地、森林、市街地、さらには降雨に由来するノンポイント負荷が、湖の水質に大きな影響を与えるようになってくる。将来的には、これらの汚濁負荷を効果的に削減する方策を検討しなくてはならないであろう。その際には、琵琶湖流域全体を一体として把握し、どのような対策が実施可能か、実施可能な対策の中では何が効果的かを、全的(holistic)に評価し、実施する必要がある。水質問題の専門家としての下水道技術者はそのような評価作業において、中心的な役割を果たすことが求められよう。

一方、瀬田川および淀川水系全体の水環境の保全については、大阪湾の保全まで含めた広域的な論議が必要である。

参考文献

1) 琵琶湖の総合的保全のための課題と今後の取り組み(中間とりまとめ) 資料編、滋賀県、平成8年4月