

諏訪湖の保全対策

沖野 外輝夫*

On the Conservation of Lake Suwa

Tokio OKINO*

要 旨

諏訪湖は人為的な富栄養化の著しい湖として知られている。その原因は諏訪湖集水域で行なわれている各種の人間活動にあることはわが国の他の湖の場合と同じである。513 ㎥の集水域には約18万人が生活し、その大半が湖に近接する市街地に集中している。さらに、精密、食品を中心とする産業、温泉と自然景観を売物とする観光関連の施設、高原野菜を主力とする多施肥型の農業など、長野県下でも高い生産性をもつ地域である。にもかかわらず昭和54年までは下水道もなく、各種の汚水は河川を経て、または直接に諏訪湖に流入していた。諏訪湖の水質汚染、富栄養化はその実情から見て必然的なものであったと言えよう。このような諏訪湖の汚染にたいして、汚染防止対策が組織的に取組まれるようになったのは昭和40年の諏訪湖浄化対策研究委員会の発足が最初である。その結論として立案、実行された計画の一つである諏訪湖流域下水道は昭和54年秋にその一部供用が開始され、59年12月現在、処理計画人口の34%の整備率に達している。すでに整備された地域の下水道接続率も76.3%の高率を示し、下水道終末処理場の初沈流入量は日量にして約38,000 tonに達している。結果として、昭和58年の諏訪湖の年間平均水質は52年に比較して、リンで56%に、チッソでは81%に減衰している。夏期、『水の華』発生時期の植物プランクトン量も最大値で70%程度に減少、年間の平均では52%まで減少している。その原因の全てを下水道の効果とみるのは楽観的に過ぎるが、台風による出水など、自然現象との相乗効果によって下水道がより効果的に働いていることは確かなようである。しかし、下水道の接続率にみられるように、諏訪湖浄化にたいする住民意識の向上も見逃すことは出来ない。下水道建設というハードな対策に加えて、社会教育を通してのソフトな対策が重要なことを示すものでもある。地域の環境保全の原動力として住民の郷土に対する愛着が重要であるという指摘は諏訪湖の場合にも良くあてはまる。その愛着を育てるためにも湖の湖岸の景観は重要な要素であり、その回復は諏訪湖の保全にとって今後に残された大きな課題である。さらに、諏訪湖の保全には集水域全域での総合的な取組が重要である。

緒 言

諏訪湖は長野県の中央部にある。標高759 mという比較的高い位置にありながら富栄養化が著しく進行していることで知られている。湖面積13.3 ㎥に対して集水域は513 ㎥で、そのうち約70%が森林、草原で占められている。このような豊かな自然に囲まれている諏訪湖が何故全国でも有数の富栄養湖となったかは集水域で行なわれている各種の人間活動の内容を見れば明らかである。湖に近接している市街地、そこに集中している精密、食品を中心とする産業。温泉と湖、山の自然を核とする観光関連の施設、高原野菜を主力とする多施肥型の農業など、長野県下でも高い生産性をもつ地域である。生産力の高いということは、その地域への物質の負荷も大きいことを意味している。地域に発生する負荷に対して適切な処理がされていなければ、その物質は水を通して最終的に

は諏訪湖に集められることになる。湖の富栄養化の原因となる主な物質はリンとチッソであることはすでに知られている。リンとチッソはこれまで環境基準の規制項目からはずれていた物質である。そのために無処理のまま日夜諏訪湖に流入しつづけてきたわけで、諏訪湖の富栄養化は、その集水域の人間活動の活発化と併行して、必然的に起こったものと言えよう。昭和59年7月に成立した「湖沼法」はその意味で湖の富栄養化に対する一つの歯止めとなることが期待される。しかし、生命の根源である水を湛える湖の浄化、あるいは湖の回復にとって、水質規制だけでは真の効果を期待することは困難である。より広い、集水域全域を含む全ての人間活動を対象とした、湖の富栄養化防止のための総合的な対策が可能となる法案の成立が望まれる。その点では、今回の「湖沼法」に一歩後退の感じを拭えないのも事実である。

以下に、諏訪湖の現況を含めて、これまでの諏訪湖汚染防止対策の経過と今後の課題を述べる。

*信州大学理学部諏訪臨湖実験所

諏訪湖での富栄養化防止対策の経過

諏訪湖の水質汚濁が社会的問題となり、その対策についての協議が行われるようになったのは昭和40年前後とされている。この時期は、諏訪湖を含む松本、諏訪地域が唯一の内陸の新産業都市として指定された(昭和39年)時期と一致している。そして、昭和40年11月に諏訪湖浄化対策研究委員会が発足し、諏訪湖の汚濁についての調査・研究が公的に始められ、昭和44年に長野県諏訪湖公害防止協議会および関係市町村による諏訪湖浄化対策連絡会議の発足となる。現在までに諏訪湖の浄化対策として行なわれたもの、または行なわれつつある対策はほとんどがこの時に協議されたものである。

その内容は、(1)法的規制として環境基準のあてはめと水質基準の設定、(2)湖の沿岸帯の浚渫と湖岸堤防の護岸工事、(3)諏訪湖流域下水道基本計画の策定である。これらの対策のうち流域下水道の完成はまだ10年先ではあるものの、昭和54年の秋に一部供用が開始されており、他の二つはすでに行なわれたものである。

ところで、これらの対策が諏訪湖の富栄養化防止に果たして適切なものであったか否かを評価してみると、いくつかの問題点を指摘することが出来る。

その第一は、今回の「湖沼法」に定められたリンとチッソに関するものである。これは諏訪湖に限ったことではなく、全国の湖沼・内湾のすべてにあてはまる問題点である。諏訪湖の浄化の目標は「アオコ」(植物プランクトン、藍藻類に属する *Microcystis* spp. による『水の華』現象)が発生しないことにあり、下水道計画策定の時点で「アオコ」の発生の原因がリンとチッソの湖内への流入にあることは明らかになっていたはずであるから、リン、チッソについてなんらかの対策を取りこむことが必要であった。その時点で何故リン、チッソ対策が取りこめなかったかは技術的な理由もさることながら、湖の富栄養化の内容を正しく伝え得なかった研究者側の責任も大きい。結果として、流域下水道の終末処理場での処理方法は従来の標準活性汚泥法となり、さらに、合成洗剤の飛躍的な普及によって、生活排水中に大量のリンが混入し、湖の富栄養化に拍車をかける事態を招くこととなった。

第二は、それぞれの対策が湖の回復にとって適切なものであったか否かという問題である。特に、(2)に示した沿岸帯の浚渫、護岸は対策として必ずしも適切なものとは言いがたいものがある。湖の浄化対策に何故護岸が登場するのか、沿岸帯を全面的に浚渫することが妥当なものであるのか、湖の回復という総合的な観点から各対策の評価が行なわれたのかどうかについては疑問を感じざるを得ない。

沿岸帯の浚渫の目的は水生植物の除去とヘドロの除去

であり、一見正当にみえるが、その論拠には知識の短絡があるように考えられる。確かに、湖内での水生植物の繁茂は流入する栄養塩を使っての内部生産であることには間違いはない。結果として、水生植物体としての有機物が湖内で生産される。しかし、この有機物と湖に流入する各種廃水中の有機物とを同質のものと評価するところに誤解がある。仮に、水生植物が繁茂しなくなっても、流入する栄養塩の量が変らなければ、水生植物が吸収していた栄養塩は植物プランクトンに利用され、諏訪湖浄化の目的となっている「アオコ」の発生量を逆に増加させることになる。

流域下水道の問題点としては終末処理場での下水処理方法を挙げることが出来る。流域下水道が計画された当時は、リン、チッソの除去に関しては技術開発が進んでいなかったことも事実であるが、それよりも湖の富栄養化に対する認識が欠けていたとみたほうが良い。これについては、昭和53年に諏訪湖流域下水道三次処理調査委員会が発足し、技術的、経済的、社会的見地からの調査・研究が行なわれているが、現段階では脱リン、脱チッソ技術を現実の処理にとりいれるにはいたっていない。しかし、この委員会での結果の一部は、長野県水質審議会の知事への答申「諏訪湖に係わる窒素・燐環境基準類型指定報告」に生かされ、「湖沼法」の成立を待つことなく、昭和58年11月に諏訪湖に関してのリン、チッソの目標値を設定することを可能としている。その内容は、諏訪湖の水質浄化目標をワカサギの成育に適した水準におき、最終的には全チッソ $0.6 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 以下、全リンは $0.05 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 以下の、環境庁告示第140号によるⅣ類型達成を目指し、各種対策を組合せることによって目標を達成するとしている。しかし、現実には全チッソに関してはその達成が困難であることから、流域下水道完成の目標である昭和70年には、当面Ⅴ類型を暫定目標とし、段階的な水質回復を期待している。

湖沼の汚染と郷土に対する愛着

これまで述べてきた技術的な面での湖に対する浄化対策のほか、広報、公民館活動、各種団体による浄化行動が社会教育を通して発展し、一つの効果を諏訪湖浄化の面に及ぼしている。河川清掃、湖畔清掃などのボランティア活動もその一つであるが、下水道供用開始地域における76.3%という接続率に湖沼浄化に対する住民の認識の広がりをみることが出来る。

東京大学文学部辻村明教授は、地域の環境保全には住民の郷土に対する愛着が重要であると指摘している。文部省科学研究費「環境科学」特別研究の一課題である「諏訪湖汚染と住民意識」(代表者:辻村 明)のアンケート調査の結果によると、諏訪湖の汚染防止対策への

住民の取組みと郷土に対する愛着には正の相関がみられている。例えば、諏訪湖の汚染についての現状認識と湖沼回復のためにしなければならないと考える手段についての認識に関しては、住んでいる場所の湖からの遠近にかかわらず、ほぼ同様な程度の認識を大多数の住民が有している。しかし、現実的に湖の回復に対して具体的な行動をとるかどうかということになると、明らかに地域的な差と、年齢的な差が認められている。即ち、本音と建前の差は湖から地理的に遠い茅野市がもっとも大きく、湖に近接する地域の方が具体的な浄化行動への参加率が高い。しかし、湖に近接する岡谷市、下諏訪町と諏訪市といった三つの地域間にも差があり、中でも下諏訪町は湖の回復に特に具体的な行動をとっている率が高い。その原因としては、住民の中に具体的かつ中心的な行動をとる団体があること、行政の姿勢も、その行動を積極的に支え、運動を持続させていることを挙げることができる。社会教育活動もその一つである。

では、その具体的な行動をひきだすものは何であろうか。それを知る手掛かりとしてアンケートの中に次の二つの問いに対する解答結果がある。その一つは具体的な浄化行動をとっている人達の年代層であり、もう一つは過去に湖に接したことのある体験である。具体的な浄化行動に参加する率の高い年代は中高年齢層で、二十代前後の世代は低い。一方、水泳、魚とりなど、湖との接触の多かった人ほど具体的な浄化行動を多くとっている。これらのことは、すでに湖が汚れ、湖岸に親水性の薄れた時代に育ち、湖での遊び、湖とのふれあいの体験がない世代では湖に対する関心が薄いことを物語っている。逆に、原体験のある中高年齢層に、湖に対する愛着と、その湖を汚してきたことに対する自責の念の現われをみることができる。アンケートの結果は辻村教授が分析するように、湖への愛着度の強さが湖回復への具体的な行動に参加する原動力となっていることを示している。

では、何故に愛着をもっていた湖がこれほど変化してしまうまで放置されてしまったのであろうか。その点の解析はまだ行なわれていないが、一つは住民の自然に対する甘えと考えることができよう。湖の水を上水として利用していない諏訪湖周辺の人達にとって、湖は自分たちの生活の後始末を黙って引受けてくれていた場であり、その意味では母なる湖であったに違いない。その抱擁力を信じ、甘えて、自分自身の生活の便利さのみを追求することに気を奪われて、気がついた時にはすでに湖は疲へいし、自分たちの子供は湖とのふれあいを拒否されるほどに愛容していたと言えよう。その責任の一端には親水性を喪失させた湖岸の浚渫と護岸といった工事がある。

とはいっても、湖との原体験のあった世代にとっては母なる湖は母なる湖であることには変わりなく、その愛着

が湖回復への原動力として再生されつつあるのが諏訪湖周辺の現状であるとみることができる。

諏訪湖の現状

諏訪湖流域下水道は昭和54年にその一部を供用開始して以来5年を経過している。すでに関連公共下水道の費用も含めると564億円(実施率39%)が投入され、計画面積4627haのうちの27%に当たる1237haが整備されている。汚水処理計画人口192,400人に対してはその34%に相当する人口が下水道に接続可能な段階にあり、その接続率は全域で76.3%となっている(昭和59年12月現在)。各市町村別の接続率および整備率は表1.に示すように、建設の遅れた茅野市を除くと、ほぼ近い進捗率と接続率となっている。

表1. 諏訪湖流域下水道事業における整備率と接続率の現況(59年12月現在)。諏訪湖流域下水道事務所資料

市町村名	接続可能人口(人)	整備率(%)	接続率(%)
岡谷市	22,668	34.0	77.9
諏訪市	21,961	38.0	73.1
茅野市	6,045	20.0	82.4
下諏訪町	12,760	43.0	75.4
合計	64,729	34.0	76.3

終末処理場初沈流入量は、年平均で37,914m³/dayに達し、流入水の年平均BODは131ppmとやや低い。その原因の一つは諏訪市を主とする温泉水の流入で、現在諏訪市から流入する汚水の28%が温泉起源となっている。諏訪湖流域下水道事務所の資料から汚水の除去率および放流水の水質をみると、全チッソは除去率37.8%、放流水の水質は23mg/L、全リンでは42.1%、2.2mg/Lとなっている(表2)。

表2. 終末処理場での年間平均の除去率と放流水の水質(諏訪湖流域下水道事務所資料より作成)

水質項目	流入水	放流水			除去率%
		Min.	Max.	Mean	
COD ppm	68	8.1	11.0	9.3	86.3
BOD ppm	131	3.1	13.0	6.9	94.0
SS ppm	81	1	4	2	97.5
Total N ppm	37	15	28	23	37.8
Total P ppm	3.8	1.6	3.0	2.2	42.1

表2の水質と流入汚水量から下水道に収容された全チッソと全リン量を計算すると、それぞれ1295kg/day、133kg/dayになり、この量は下水道が稼働する前に湖に

流入していたと推定されている量の全チッソで約40%、全リンでは56.2%に相当するものとなる。

一方、湖内の水質は56年以来若干の変化がみられ、年間の植物プランクトンによる基礎生産量は下水道稼働以前の52年に比べて20~30%程度の減少を示している。そこで、その変化をみるために示したのが表3である。それぞれの数値は、年間10日間隔で行っている信州大学諏訪臨湖実験所の定期観測資料をまとめたものである。採水は毎回表面から湖底まで1m間隔で、計7層から行いその平均水質および平均クロロフィル量をもとにして、各濃度階層ごとの頻度と年間の平均値について比較を行っている。その結果はチッソ、リンおよびクロロフィルa量ともに濃度あるいは密度が低い方に移行していることを示している。即ち、湖内の水質に改善のきざしがみられ、植物プランクトンの発生量も減少していることが分る。特に、リンは年間の平均濃度で約56%に減少し、それに対応するように、クロロフィルaの量も約52%にまで低下している。しかし、チッソに関しては著しい減少はみられなかった。

58年のそれぞれの結果はけっして下水道の効果だけによるものではなく、56、57年と2年続けて諏訪地方に大量の雨を降らせた台風や、経済的理由による湖内での鯉

養魚生産量の削減、合成洗剤の無リン化などが相乗的な効果となって現れたものと考えられる。

諏訪湖保全の課題

諏訪湖汚染の原因と経過をみれば、その保全のための手段は自ずと明らかである。要は、汚染の真の原因を断つことにあり、原因を除去せずに姑息な手段で糊塗しようとしても湖の保全には何の役にもたない。幸い、「湖沼法」の成立によって、諏訪湖のチッソ、リンの環境基準類型指定が生きる可能性がでてきた。目標達成のためにはチッソ、リンの各発生源での削減対策が強力に推しすすめられなくてはならない。そのためには総合的な施策と各分野の理解ある協力が必要である。行政の縦割り意識から湖浄化の足を引張ることのないように、行政内部でも湖の保全に対する正しい認識のひろまりを期待したい。

ところで、諏訪湖を回復し、保全するためには、湖の汚染源を抱える集水域全域に対しての総合的な対策が必要である。そして、その対策の内容も汚染源の質と量によって、それぞれに適切なものを組合せることが重要である。下水道のように、すでに行なわれている対策も含めて、各発生源および湖内での対策と課題を整理してみ

表3. 諏訪湖における流域下水道供用開始前後の水質と植物プランクトンの発生量の比較。各年ともに10日間隔の測定値をもとにして、各測定値は湖心で得られた平均水質を使用している。下段は下水道供用開始前後での年間平均水質の相対比を示している。

Total P (mg·L ⁻¹)	Frequency(%)		Total N (mg·L ⁻¹)	Frequency(%)		Chlorophyll amount mg·m ⁻²	Frequency(%)	
	1977	1983		1977~1978	1983		1977	1983
~0.050	0.0	12.8	~0.50	0.0	0.0	~ 200	23.3	43.8
0.051~0.100	32.1	66.7	0.51~1.00	10.5	16.0	201~ 400	23.3	40.6
0.101~0.150	25.0	12.8	1.01~1.50	47.4	60.0	401~ 600	20.0	12.5
0.151~0.200	7.1	5.1	1.51~2.00	31.6	24.0	601~ 800	26.7	3.1
0.201~0.250	14.3	2.6	2.01~2.50	10.5	0.0	801~1000	0.0	0.0
0.251~0.300	14.3	0.0	2.51~3.00	0.0	0.0	1000~	6.7	0.0
0.301~	7.1	0.0	3.01~	0.0	0.0			
Annual mean value mg·L ⁻¹	0.157	0.088	Annual mean value mg·L ⁻¹	1.52~1.61	1.31	Annual mean value mg·m ⁻¹	684	353
1983/1977(%)	55.9		1983/1977(%)	81.4		1983/1977(%)	51.5	
			1983/1978	86.2				

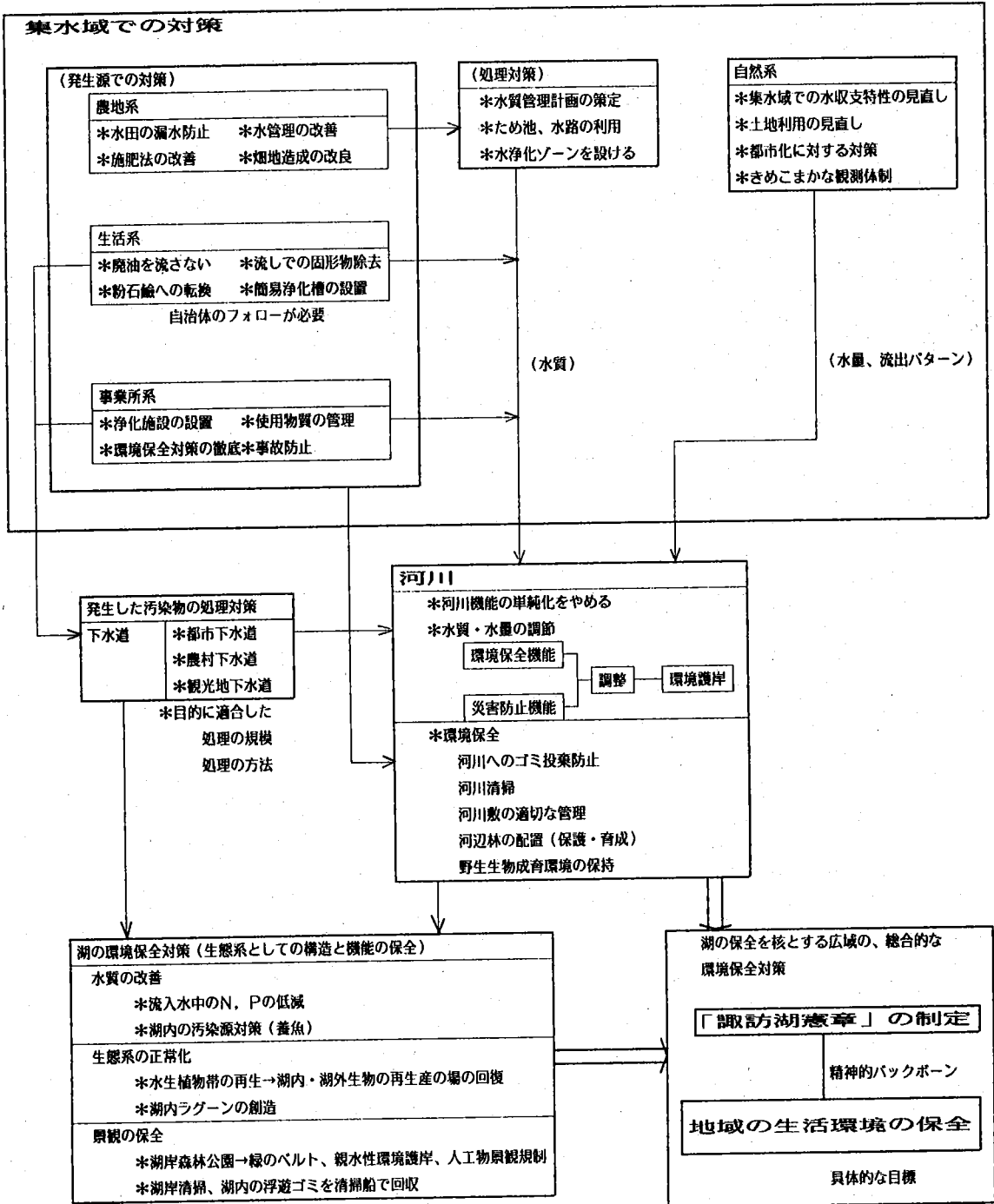


図1. 諏訪湖の保全を核とする地域環境保全のための諸対策

ると図1のようになる。

集水域での対策は大きく二つに分けられる。その一つは発生量の削減であり、他の一つは発生してしまったものの処理対策である。特に、面的発生源である農・畜産系にあっては処理対策が非常に困難であることから、施肥方法または肥料の質の変換、水田の漏水防止、畑地造成の改良などによる発生量自体の削減に有効な対策を考える必要がある。農地自体は食料生産の場であるから、生産を削減することはできない。現状の生産量を維持しながらチッソ成分の発生量を抑制することには難しい面が多々あると思うが、そこを人間の知恵で乗切ることが環境保全にとって大切なことでもある。

生活系の発生源についても同様である。下水道ができれば全て収容されるといった安易な考え方で真の環境保全にはつながらない。やはり、発生源での量的削減と有害物の除去の意識が重要である。湖の浄化を含めて、人間の生活環境の保全という立場からの対策となれば、廃油を流さないことや、合成洗剤の粉石鹸への切替えなども必要となろう。しかし、これらのことは住民に任せておけば良いというわけではなく、関係自治体の適切な支援が必要である。例えば、雑排水処理のための浄化槽が設置されても、その汚泥処理には自治体でのなんらかの支援態勢がなくては本来の目的である発生量の削減にはならない。

最近、生活系からの発生量の比重が増加していることから、事業所系の排水についてはややもすると見逃ししやすい。確かに、排水量の多い事業所についてはすでに処理施設が整備され、一時期に比較すると相当の努力が行なわれている。しかし、それは相対的なもので、発生量としてはまだまだ削減の努力が必要であり、できることならばクローズド・システムへ向けての努力が望まれる。その他にも、処理施設の維持・管理については責任をもって当たっているかを常時チェックすることは必要であろう。これからの湖についての保全対策はこれまでの水質の浄化というせまい視点を離れて、諏訪湖という生態系の構造と機能の保全を目的としたものとすべきであろう。湖が正常であるということは、湖としての構造と機能が維持され、湖内の生物の再生産の場も確保されなくてはならない。諏訪湖の場合には、その意味で沿岸

帯の再生は早急に取組まれるべき課題である。沿岸帯の再生は住民にとっても、諏訪湖らしさを取り戻し、親水性を回復することでもある。湖の保全にとって、住民の湖に対する愛着が重要であることについては辻村教授の指摘を紹介したが、今後の諏訪湖の保全計画にとっては何としても取上げなくてはならない重要な課題の一つである。それには、湖水側の水草帯の再生と同時に、陸側の緑の創造は湖の景観の保全のためにも関係者に是非真剣に考えて貰いたいところである。

諏訪湖の保全は、今回の「湖沼法」による水質の浄化を超えた、集水域全域の生活環境の保全といった見地から取組むべき課題であり、一つの地方の街づくりのありかたを示すものでもある。そのためには、住民の一致した心のよりどころとして、住民自らによる住民憲章「諏訪湖憲章」を制定することも一案ではないだろうか。

参 考 文 献

- 長野県衛生公害研究所(1975)諏訪湖富栄養化調査, 1~109
- 長野県衛生公害研究所(1982)諏訪湖の富栄養化に関する研究, 1~180
- 長野県(1979)諏訪湖の有機汚濁予測と処理システムの評価(諏訪湖流域下水道三次処理調査委員会資料), 1~80
- 倉沢秀夫, 沖野外輝夫(1982)諏訪湖, 諏訪の自然誌(陸水編), 113~176
- 長野県(1983)諏訪湖に係わる窒素, りん環境基準類型指定報告書, 1~7
- 辻村 明, ほか(1984)諏訪湖の汚染と住民意識, 「環境科学」研究報告書B 215-R 40, 74~117
- 農林水産省関東農政局(1984)農村地域広域水質管理計画(諏訪湖地域)
- 沖野外輝夫(1984)諏訪湖, 今後の保全対策のあり方, 公害と対策, 20(10), 40~43
- 沖野外輝夫(1984)諏訪湖の保全対策, かんきょう, 9(5), 36~40

この文章は「かんきょう」9(5)に掲載されたものに若干の修正, 追加をしたものである。