

諏訪湖集水域生態系研究

沖野 外輝夫*

Watershed ecosystem research in Lake Suwa
(by Lake Suwa researching group.)

Tokio OKINO

はじめに

昭和52年から、自然環境と人間活動のよりよい調和を求めて、「環境科学特別研究」(文部省科学研究費)の一環として「環境動態研究班」が組織され、その一部で閉鎖水域を含む「地域」を対象とするグループ研究が開始された。湖関係としては、わが国で代表的な富栄養湖である霞ヶ浦地域と諏訪湖地域、そして、中栄養湖であり、わが国最大の湖でもある琵琶湖地域、汽水湖の淡水化をめざして工事中の中の海が研究対象地域としてとり上げられ、それぞれに研究が進められた。

本報告では以上の地域研究の中から、筆者が関係している諏訪湖集水域について、その研究結果の概要を諏訪湖の現況を含めて紹介する。

1. 諏訪湖の概要

諏訪湖はわが国で最も富栄養化の進んだ湖であると同時に、湖沼学的・生物学的に1900年初頭から多くの研究が行なわれ、研究資料が多く集積されている湖でもある。倉沢ら(1982)によると1891年から1980年までの間に、諏訪湖およびその集水域に関係する陸学・生物学および地質学の報文は608編に及び、このうち諏訪湖に関するものは468編の多きに達している。

それらの資料によると、諏訪湖は1900年初期には中栄養湖として分類されている。しかし、その後諏訪湖集水域での各種の人間活動、例えば工業としては製糸、精密機械、醸造等、これに農業および観光業等の活発化と人口増加も加わって湖は大きく変化し、最近では富栄養湖を通り越して過栄養湖と呼ばれるほどになっている。夏期には藍藻類の一種、ミクロキステスを主体とする「水の華」現象が長期、常習的に出現し、資源衛星によるリモート・センシングの映像解析では、陸上の草原よりも

より草原らしく湖が識別されるという信じ難い状態となっている。

一方、周辺住民を中心として1966年ごろより湖の浄化対策が検討された。その一つとして流域下水道の建設による都市廃水の処理計画が立案され、1979年10月には10年近い年月をかけてその一部が操業を開始している。

「諏訪湖集水域研究」は以上の背景に立って、湖の富栄養化の過程から下水道建設後の湖の回復に至る経過を自然環境の変化に対する一つの社会実験としてとらえ、湖の富栄養化の機構を解明し、かつ、地域研究のあり方を模索することを目的として行なわれているものである。図1に、今回の地域研究以前の各研究も含めて諏訪湖での研究の経過を示した。社会特性等の地域特性の把握および湖の回復過程の追跡等今後多くの課題を残しているが、これまでに得られている研究結果については現在まとめを行なっている最中である。

諏訪湖は長野県の中央部(東経163度、北緯36度)、標高759mの比較的高地にある湖である。この地域は日本列島を横断する静岡-糸魚川断層帯、いわゆるフォッサ・マグナの西側の崖に接した地域であり、諏訪湖の成因は断層湖であるとされている。面積は13.30 km²、湖岸線は約16 km、最大水深6.5 m、平均水深4.1 mの扁平な湖岸線の単純な湖であるが、湖底の堆積層は400 m以上に達するといわれている。

湖の集水域の面積は512 km²で、その70%は森林と草原、18%が水田、畑等の耕地で占められている。しかし、二市一町約15万人の定住人口と諸産業が湖に近接して立地しており、1970年ごろまでは、これらの廃水がすべて中小河川を通じて、または直接湖に流入していた。集水域からの流入河川は中小20以上を数えるが、流出河川は唯一天竜川のみで、湖水の滞留日数はおよそ40~50日と短いのが特徴である。

* 信州大学理学部諏訪湖実験所

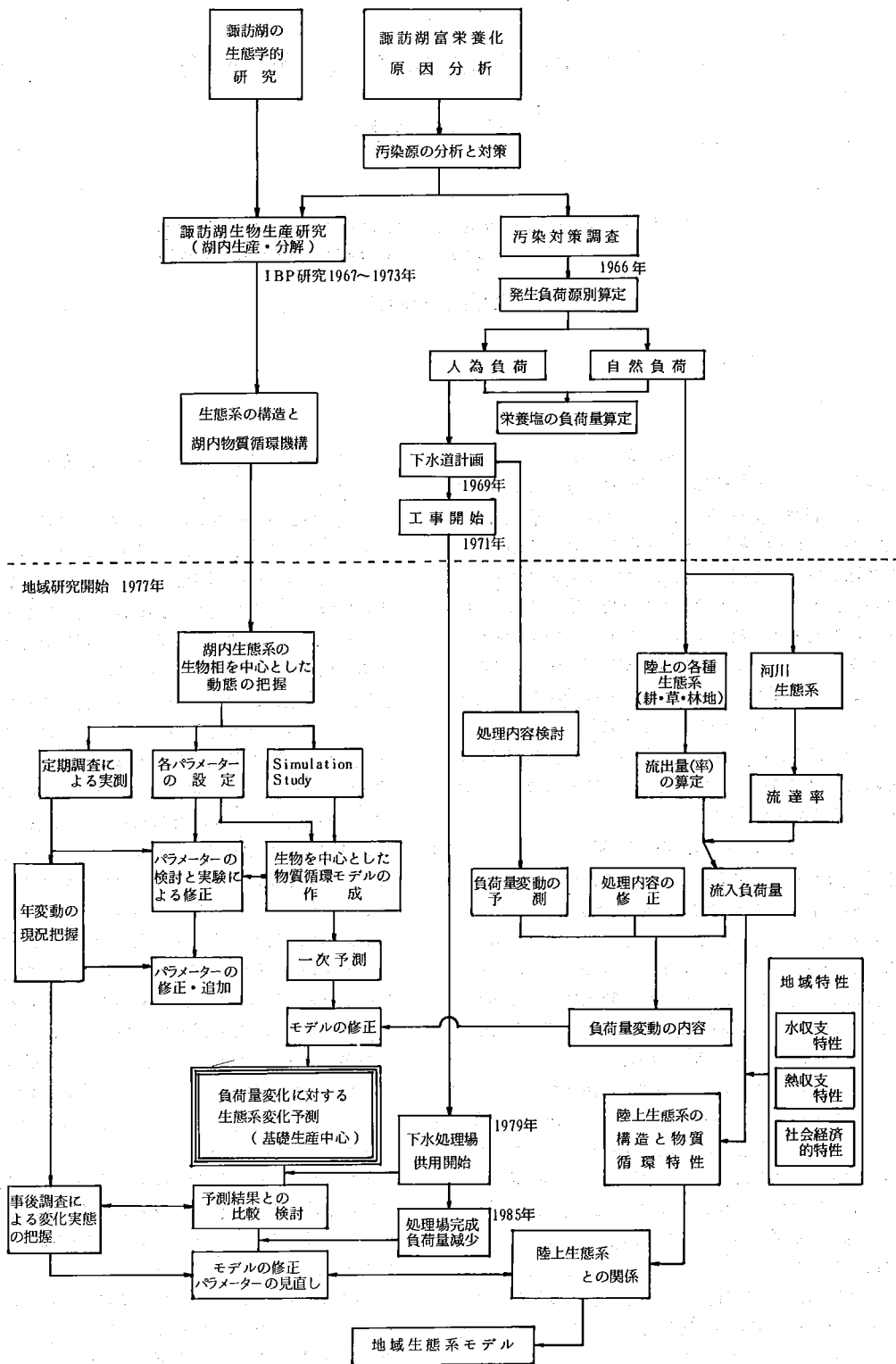


図1. 諏訪湖集水域研究の背景と研究内容および研究の流れ

湖の富栄養化の経過を知るのに最も簡単で、かつわかりやすいのは透明度である。諏訪湖で過去に測定された透明度を1900年初期から現在までについて検討してみると、1960年ごろを境にして急激に変化したことを知ることができる(倉沢・山岸, 1971)。1900年初期の透明度の年間の最高値は2.7m, 最低値は1mであったものが、1970年前後の夏期にはほとんど0cmに近い状態となった。このような時期には湖は緑色のペンキを流したようになるが、その本体は大量の植物プランクトンである。

透明度の急変した1960年ごろはわが国で高度経済成長政策がとられ、経済活動が急速に伸び始めた時期に当たる。この時期はわが国の河川・内湾が全国的に汚染され、水質汚染が目につき、社会問題としてとり上げられ始めた時期と一致している。

透明度の減少と同時に、夏期には湖の底層の溶存酸素量が減少し、貧酸素層が出現して、湖底を生活場所とするエビや貝類の減少の原因となった。その経過は漁獲統計に明らかに表われている。しかし、ここ数年は湖水を緑水と化しているミクロキステスの光合成によって、大量の酸素が湖中に放出され、その結果として底層の酸素条件が回復するという逆の現象が見られるのは、生態系におけるバランスという点で興味深いことである。

2. 諏訪湖の漁業

諏訪湖は単位面積当たりの漁獲量では、わが国の湖の中でも多い湖の一つである。1895年以来の漁獲統計資料によると、過去約80年間の年間総漁獲量の最大値は、1,340 t (1925年)である。しかし、太平洋戦争以後の最大値は515 t (1965年)で、最近10年間は300~450 tの範囲を変動している(倉沢ら, 1980)。

漁獲量の量的な変動は社会情勢を反映している場合が多く、湖内生態系の変化との関係を知るには適切ではない。しかし、漁獲物の組成比は生態系の質の変化を知るうえでの手がかりを与えるものとなる。諏訪湖においても、近年漁獲物組成に著しい変化が認められている。特に、底生魚介類としてのシジミ、エビの激減が目につき、現在ではワカサギが全漁獲量の約70%にも達し、これにコイ、フナを含めると、これら三種で全漁獲量の90%以上にもなっている。ワカサギは1915年に霞ヶ浦より移殖された魚種で、以後、採卵・受精・放流を人工的に行なっている。

諏訪湖におけるワカサギの増加の主な要因は次のようなものであろうとされている。その一つは諏訪湖には肉食性の魚が少なく稚・仔魚の生残率がよいこと、もう一つは餌条件に恵まれていることである。ワカサギは卵からふ化した直後は小型の動物プランクトンであるワ虫類を餌として捕食し、成長する。諏訪湖ではワカサギの稚

魚期と重なってワ虫類が増加し、以後もワカサギの成育による餌生物の転換に同調するように各種の動物プランクトンやユスリカ幼虫等が供給されている。ワ虫類やユスリカ幼虫の増加は湖の富栄養化の結果でもあり、湖内の食物環を考えると、ワカサギの増加は変化しつつある湖の生態系内での有機物の循環に一役かかっているといえよう。

ワカサギだけでなく、湖内での漁獲物が湖内の物質収支上どの程度になっているかを窒素とリンについて計算してみると、窒素では年間に73 t, リンでは2 tが漁獲されて湖外に除去された形となっている。現在の湖への両者の流入負荷量から考えるとわずかな量でしかないが、湖への負荷量が少ない時代においては、湖内での栄養塩の蓄積を抑制する効果があったものと考えられる。しかし、近年の魚種組成に見られるように、湖内の生物相が単純化し、ある種に量的に片寄ってしまうことは天然の湖の生態系と比較した場合、正常とはいえない。

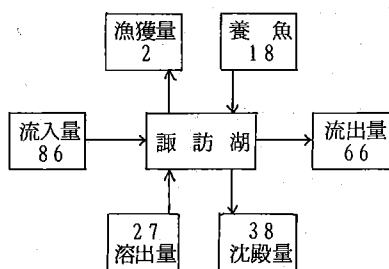
諏訪湖では1964年より湖内での網いけすによる養鯉が行なわれている。一辺が9 mの正方形で深さ2 mの網いけすを湖内に設置し、人工飼料によって養鯉を行なっている。期間は5月から10月の約150日間で、この間に100gの仔魚は1 kgに成長して出荷される。1面のいけすには当初5,000匹の鯉が放養され、湖内で20面が行なわれていたが、1970年ごろには1面に15,000匹で、100面にまで増加した。以後、出荷価格等の低下もあって現在では70面に減少し、1面当たりの数も13,000匹となっている。

この養鯉はワカサギの放流とは当然異なり、人工飼料を与えることから、湖への有機物および栄養塩の負荷が問題となってくる。結果として湖の汚染につながり、これまでの水産業が湖の汚染に対して一方的に被害者の立場であったものが、逆転して加害者の立場とみられるようになった。

養鯉に使われている人工飼料に含まれているリンの含量は表1に示すようにおよそ1.8%で、餌として与えた量から魚体としてとり上げられた量を差し引いた残りが何らかの形で湖に負荷されたものとなる。この仮定で計算すると、養鯉による湖への年間の負荷量は約23 tにもなり、これは湖外から負荷されるリンの約20%に相当することになる(長野県水産試験場諏訪支場資料より, 1982)。

表1. 諏訪湖の養鯉に使われている飼料中のリン含有量(6社平均)(長野県水産試験場諏訪支場資料による)

年度	1979	1980	1981
全リン	1.90	1.82	1.76
PO ₄ -P	0.24	0.21	0.22



{ 収入 : 131 t/年
 { 支出 : 106 "

流入量：発生負荷量から、流達率を考慮して推定した流入負荷量（沖野ほか，1981）
 流出量：天竜川流出水量（ $1.58 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{d}$ ）と湖内の平均リン濃度（ 0.114 mg/l ）から算出（沖野ほか，1981）
 沈殿量：実測値（沖野ほか，1982）
 溶出量：実験値（福原ほか，1981） $2 \text{ g/m}^2 \cdot \text{年}$
 漁獲量：魚体P含量0.58%，総漁獲量473 t
 養魚：林ほか（1979），長野県（1982）

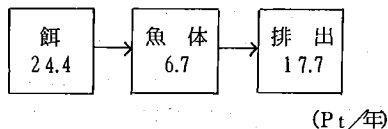
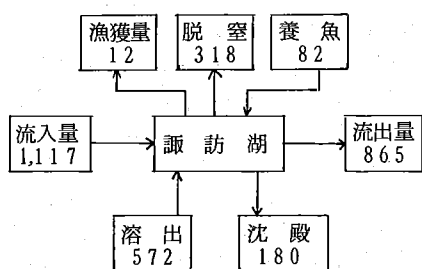


図2. 諏訪湖におけるリンの年間収支（1977年）



{ 収入 : 1,831 t/年
 { 支出 : 1,375 "

流入量：図2に同じ（沖野ほか，1981）
 流出量： $1.58 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{d}$ ，TN： 1.5 mg/l
 沈殿量：沈殿C量（ $81.5 \text{ g C/m}^2 \cdot \text{年}$ ）より，C/N比6として算出*（林，1973） $88.0 \text{ g C/m}^2 \rightarrow 194 \text{ t/年}$
 溶出量： $43 \text{ g N/m}^2 \cdot \text{年}$ （福原ほか，1981）
 漁獲量：魚体N含量2.5%，総漁獲量473 t
 脱窒量： 0.87 t/d （小山，1978）
 養魚：林ほか（1979）

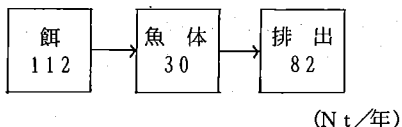


図3. 諏訪湖における窒素の年間収支（1977年）

同様な方法で林ら（1979）が試算した例をもとにして、諏訪湖での年間のリンの収支を示したのが図2である。天然魚の漁獲量による湖内からのリンの除去量を考慮に入れても、年間16 tのリンが水産業によって湖に負荷され、湖の富栄養化の原因の一つとなっていることは事実である。

養魚からの負荷は5月から10月にかけて、魚体の成長に合わせて飼料の投入量を増加させていくとすると、現実には藍藻による「水の華」発生初期にリンが負荷され始め、以後次第に負荷量が増加していくことになり、「水の華」発生量に寄与するところ大なりといえる。その負荷量は養魚期間150日間の単純平均でも1日当たり120 kgにもなる。これは湖外からのリンの1日の総負荷量237 kgの約50%にも相当する。

もう一つの重要な栄養塩である窒素についても、同様に試算してみると図3のようになる。窒素の場合には、養魚による負荷量は湖外からの年間流入量1117 tに対して10%以下に相当する量となっている。しかし、リンの場合と同様に養魚期間の単純平均550 kgは湖外からの1日の流入量の17%になる。リンに比較すると低い割合とはなっているが、集水域での生活雑排水起源の量に匹敵するものである。

いずれにしても、環境保全を必要とする産業でありながら、自らが環境への負荷を与える点に栽培漁業の矛盾がある。

3. 集水域での人間活動

本報告では、たまたま水産業の湖に与える影響を最初に述べたが、湖の富栄養化の原因の多くは集水域での人間活動にあり、湖の富栄養化はその結果である。その主因は窒素、リンという植物にとっての栄養塩の流入にあることはすでに指摘されておりである。

そこで、湖の富栄養化を考える際には、集水域でのそれぞれの発生量および各発生源となる系での物質収支を把握しておくことが必要である。そのことは湖の富栄養化防止対策を立てる際にも重要なことである。特に、地域研究は人間の生活環境としての自然を扱うものであるから、富栄養化防止対策という具体的な問題にも対応し得る内容をも含む必要がある。

諏訪湖集水域における窒素、リンの発生源は大きく10に分けられる。表2に各発生源ごとの原単位を示した。これらの原単位はできる限り諏訪湖集水域で得られたものを用いている。表2の原単位をもとにして各発生源からの発生負荷量を算出した結果を図4に示した。

表 2. 諏訪湖集水域における各発生源ごとの窒素、リンの原単位

発 生 源		全窒素	全リン	単 位
生 活 系	生活雑排水	3.0	0.71	g/人・d
	し尿浄化槽	6.7	0.43	〃
	し尿処理場	11.4	0.62	〃
観 光	宿泊客	9.7	0.91	〃
	日帰り客	4.1	0.33	〃
家 畜	牛	290	50	g/頭・d
	豚	40	25	〃
耕 森 温 ガ ス 井 戸 降	地	0.28	0.021	対施肥量
	林	9.86	0.33	g/ha・d
	泉	2.4	0.3	mg/l
	戸	107.4	1.72	〃
降	雨	36.4	1.48	g/ha・d

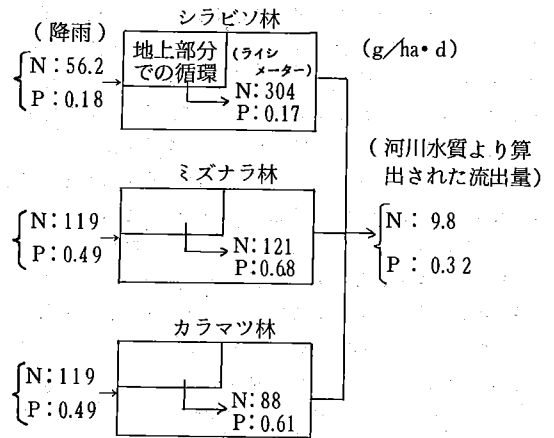


図 5. 各林分における窒素およびリンの収支と河川水質より算出されたそれぞれの流出量 (伊野ほか (未発表) および渡辺ほか (1979) のデータより作成)

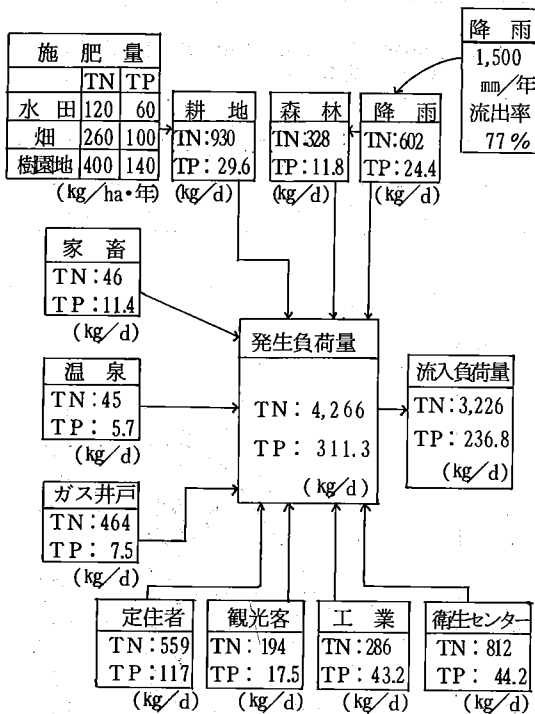


図 4. 諏訪湖集水域における各発生源別の窒素、リンの発生負荷量と諏訪湖への流入負荷量

図 4 から明らかなように、衛生センターからの排水を含めて日常生活に起因する負荷量は、窒素で 1 日当たり 1,371kg、リンは 161kg と全負荷量のそれぞれ 32% と 52% に相当する高い割合となっている。これは環境汚染対策として、生活系排水の対策が遅れていたことを示すものでもある。諏訪湖の場合でも、産業廃水に対する対策はすでに一定規模以上の事業所に対しては行なわれ、それなりの効果はあがっているが、生活系排水について

は下水道の建設中ということもあって手つかずの状態となっていた。

湖への流入負荷量は、発生負荷量と同量ということにはならない。発生源が湖から遠い場合には、河川を流下する間にいくらかの減少がみられる。そこで、いくつかの主要な流入河川の流域と湖に対する地理的位置を考慮して、集水域をさらに小分割し、各ブロック別に窒素、リンの発生負荷量を算出した。その結果をもとにして窒素、リンの各ブロックからの湖への流達率を算定し、積算したものが流入負荷量として図 4 に示されている。

流達率の算定についてはいまだにデータが不十分で、今後の研究課題となる部分が多いが、この流入負荷量の結果は、これまでに主要流入河川の実測値より計算された値ときわめて近い数値となっている。

4. 各発生源での物質収支

集水域における自然負荷の大部分は、70% を占める山林から流出するものである。そこで、集水域の植生を代表するカラマツ林とミズナラ林および地域特性として八ヶ岳亜高山帯に広がるシラビソ林を対象として、それぞれの林分での物質収支 (有機物、窒素、リン) を陸上研究グループが追跡した。その詳細については整理段階であるため、ここでは概略の収支についてのみ触れることにする。

測定は降雨、森林生態系の構成要素および地下浸透水に至る項目について行なわれ、ほぼ 2 年間の継続観測値がもとになっている。地下浸透水については現場にライシメーターを設置して測定が行なわれた。各林分の測定結果から、窒素、リンについての収支を示したのが図 5 である。

ミズナラ林とカラマツ林は場所が近接しているので、降雨に関しては同じデータを用いている。降雨により林内に持ち込まれる窒素、リンの量とライシメーター中に浸透してくる量を比較すると、シラビソ林での窒素の浸透量がきわめて高くなっているのが特徴的である。

一方、ミズナラ林とカラマツ林では、降雨による窒素の持込量 $119 \text{ g/ha} \cdot \text{d}$ に対して $88 \sim 121 \text{ g}$ とほぼつり合った状態であり、リンは $0.49 \text{ g/ha} \cdot \text{d}$ に対して $0.61 \sim 0.68 \text{ g}$ とやや多くなっている。しかし、ライシメーターの結果を山林から流出する溪流の末端で測定して得られた山林からの流出量と比較すると、両者の差はきわめて大きい。特に、窒素についてはライシメーター中の浸透水の10分の1以下しか溪流には流出せず、リンではシラビソ林を除くと2分の1となっている。これは森林の地下から溪流に流出する間の土壤中での物質の動きがまだ把握されていないため、今後の課題となっている。

集水域での窒素成分の主要な発生源とされている耕地についての物質収支は、長野県総合農業試験場が主体となって、ハケ岳山麓の水田を用いて行なわれた。その結果が図6に示されている。

窒素成分についてみると、灌漑用水、降雨および肥料によって持ち込まれる量のうち、肥料の占める割合は全体の85%となっている。一方、水田から流出する量は全流入量の約23%、対施肥量にすると27%となっている。リンの場合は肥料による持込量が全体の97%と圧倒的に多い。しかし、流出量はこの地域の土壌特性もあって対施肥量の2%にもならない。

以上は単位水田を用いた測定結果によるものであるが、諏訪湖集水域には高原野菜を主とする多施肥型の畑が多く、ここから流出する窒素成分の多いことが指摘されて

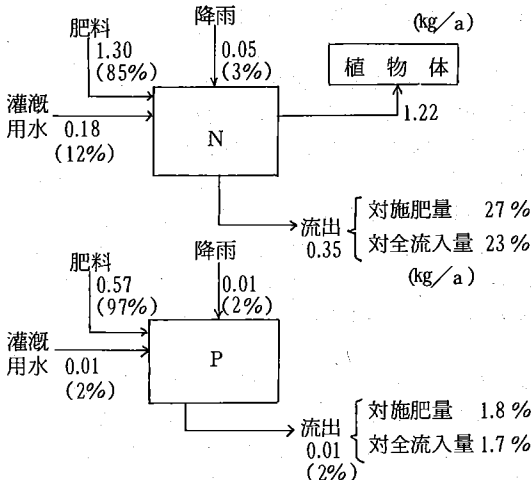


図6. モデル水田における窒素(上段)およびリン(下段)の収支(長野県総合農試資料より作成)

いる。畑からの流出量の算定は困難であり、正確な数字はいまだつかめていない。そこで、耕地を貫流する小河川の水質・水量をもとにして耕地全体からの窒素成分の流出量を求め、その耕地内の水田群からの流出量との差によって畑からの流出率を求めてみたのが表3である。

いずれにしても、集水域で行なわれる人間活動は何らかの形で湖に影響を与えることになるが、その経過を窒素とリンの負荷量の変化で示してみたのが図7である。諏訪湖集水域での各原単位を用いて、集水域全体が山林であった場合、次に山林の一部が現在の広さの農地に転換された場合、さらにそこに現在の人口相当の居住地が加わった場合について、諏訪湖集水域での窒素およびリンの負荷量がどのように変化するかを表わしたものである。この図からも明らかなように、集水域における人間活動が大なり小なり集水域での物質循環に影響を与え、結果として湖の変化につながる事が理解できよう。

表3. 水田および畑からの施肥量に対する窒素、リンの流出率 (%)

		水 田	畑
対施肥流出率	窒 素	16.9	34.8
	リ ン	2.1	0.5

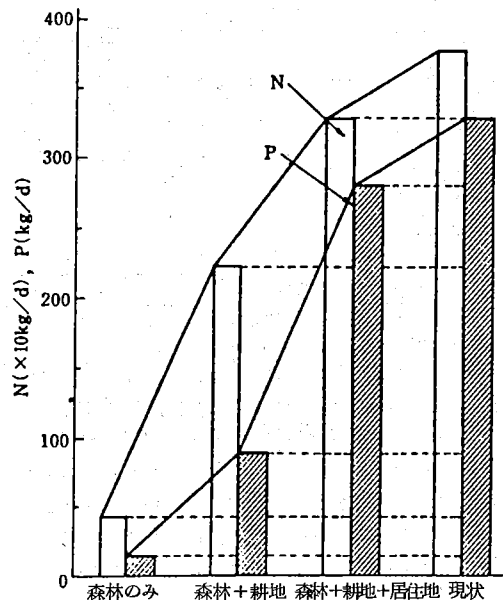


図7. 土地利用の変遷に伴うN, P負荷量の変化(諏訪湖の例)

5. 諏訪湖の浄化対策

諏訪湖の場合、湖の浄化対策をその富栄養化防止を中心にして考える理由は、次の二つに大別できる。その一つは工業系からの重金属、有機物廃水については発生源対策としてすでに法的規制による対策が行なわれ、それなりの成果が得られていること、他の一つは住民の湖浄化の目標が「水の華」現象、俗称「アオコ」発生量削減にあることである。「アオコ」は藍藻の一種、ミクロキステスを主体とする植物プランクトンであり、その大増殖の原因は栄養塩としての窒素およびリンの連続的、かつ大量の流入によることはすでに既知のことである。

そこで、浄化対策としては流入するこれらの物質をできる限り集めて、処理することがまず必要となる。そのためには少なくとも、市街地からの排水を処理する下水道の建設が有効な対策となるはずである。もちろん、富栄養化の主因とされている窒素なり、リンなりの処理を前提としての話である。諏訪湖の流域下水道は、1979年10月に第一次の供用が開始された。

ところで、諏訪湖流域下水道が現在の計画規模で完成した場合、はたして湖内での「アオコ」発生量をどの程度抑制し得るだろうか。研究の一環として、これまでに得られているデータを基礎にして、シミュレーションによる予測を行なってみた(沖野ら、1981)。プランクトンの発生量と栄養塩との関係をもとにした、「プランクトン-栄養塩モデル」によるシミュレーションの詳細はすでに報告しているので、その結果のみを概説すると以下のようになる。

現在の下水道計画より計算すると、下水道完成時に終末処理場に収容される窒素、リンの量は諏訪湖集水域での両者の発生量のそれぞれ50%および75%に相当する。仮りに、処理場において両者が100%処理されるとすれば、諏訪湖での「アオコ」発生量はどうかをシミュレートするために、モデルに組み込まれた湖外からの負荷量を変動させて予測を試みた。

結果として、第一に、現在の諏訪湖において、夏期の「アオコ」発生量を規制しているのは窒素であり、栄養塩の削減初期にはリンよりも窒素の削減の方が「アオコ」発生量に敏感に反応するという予測が得られた。第二に、現実の問題として下水道により削減可能な窒素50%、リン70%が削減された場合を例とすると、夏期に「アオコ」の発生量は最大ピーク時においてほぼ半減し、これは透明度にして現状の30cmが70~80cm程度に改善されると予想されている。

以上の結果は、下水道による対策のみでは住民が期待している程度までに諏訪湖の状態を改善することはできないということの意味するもので、同時併行して集水域

の各発生源でのそれぞれの削減対策が必要であることを示している。そのためには、日常生活も含めて、諸種の人間活動における物質収支を明らかにし、集水域全体としての適切な物質管理がどのようにあるべきかを検討することが重要であろう。

6. 諏訪湖回復への道

すでに述べたように、1979年10月より下水道の第一次供用が開始され、1981年には日量15,000tの汚水が処理場に流入するようになった。計画汚水量に比べると約5%程度の汚水量であるが、1981年4月に、これまで窒素、リンの主要な発生源であった衛生センターの排水が全量下水道に接続され、結果として窒素・リンの湖への負荷量が、それぞれ約30%前後削減されるという効果を生んだ。

さらに、事の善悪は別として、処理場からの排水は湖唯一の流出河川である天竜川への水門直上(湖側)に排水され、湖への影響がないようにされていることで、処理場に流入した物質は、湖にとって100%処理されたと同じ意味となっている。

諏訪湖集水域研究グループは、シミュレーションによる予測と同時に、負荷が削減されていった場合の湖の変化を追跡するために、湖内での定期観測を継続している。そこで下水道供用開始前の1977年の状態と1981年を比較することによって窒素、リンそれぞれ30%削減による状態を実測値によって検討してみると、以下のようになる。

年間の透明度は、明らかに1981年の方が1977年に比べて高く、「アオコ」最盛期の7月~9月にかけての平均値は約70cmと、1977年の約40cmに比べて30cmほどよくなっている(表4)。さらに、「アオコ」の発生量を表現するクロロフィルa量も、そのピーク時において1977年の半分となり、これはシミュレーションにおける下水道完成時に期待された量に匹敵するものとなっている。

表4. 下水道供用開始前(1977年)と窒素、リンが30%前後削減された1981年における湖内の状況の比較

下水道供用開始前後の比較				
		1977年	1981年	単位
透明度	最高	154	195	cm
	最低	30	51	〃
	平均7月~9月	38	71	〃
COD	最高	9.51	6.43	ppm
	環境基準達成率	7	28	%
クロロフィル(最高)		1,150	490	chl. a μ g/m ³
産総量生	4月~12月	1,360	1,010	O ₂ g/m ²
	6月~8月	432	336	〃

数値的なデータだけでなく、周辺の住民および漁業者も湖が以前より回復している印象を受けていることから、1981年の諏訪湖には何らかの変化がみられたことは確かである。その原因については100%下水道の効果とはいえない難く、気象条件との相乗的な効果も大きいと思われるが、湖浄化に第一歩を踏み出したことは間違いないようである。

「地域研究」が始まって以来、できる限りの機会を利用して、研究の成果を周辺住民に伝える努力を行ってきたが、科学的な知識に支えられた住民の意識の向上こそが、湖浄化の原動力となるものであるといえよう。今後は基礎研究の推進と同時に、その結果をどのようにして住民に伝えれば、具体的な湖の浄化という問題に、科学的データを有効に生かすことができるかを模索することも、「地域研究」の重要な課題の一つであると考えている。

以上「諏訪湖集水域研究」の中からいくつかの研究例を中心にして紹介してきたが、信州大学理学部教授倉沢秀夫博士を中心とする、20人以上の研究グループのそれぞれの研究内容についての詳細は、「研究経過報告書」第1号(1978)から第8号(1982)に記されているので参照していただきたい。ただし、まだ継続中の研究であるために、全体を一貫した形でまとめたものは報告されていない。

参 考 文 献

- 1) 諏訪湖集水域生態系研究：経過報告第1号～第8号(1978～1982)
 - 2) 長野県：諏訪湖の有機汚濁予測と処理システムの評価(1979)
 - 3) 関東農政局：富栄養化対策調査報告書(1979)
 - 4) 長野県：自然環境容量手法調査研究結果報告書(1978)
 - 5) 小山忠四郎：諏訪湖における有機物の代謝、水汚染の機構と解析, 125～167(1978)
 - 6) 倉沢秀夫ほか：諏訪湖とその集水域における陸水学、生物学および地質学の文献目録(1891～1980)と研究史, 信大・諏訪臨湖実験所報告第4号, 28～84(1982)
 - 7) 沖野外輝夫：湖への人間の干渉(諏訪湖)地理, 27(5), 50～55(1982)
 - 8) 倉沢秀夫：過去80余年間(1895～1978)における諏訪湖の年間漁獲量およびその出荷金額高の経年変化, 信大・諏訪臨湖実験所報告, 第3号, 1～46(1980)
- (本論文は1982年1月23日に開催された信州大学環境問題研究教育懇談会講演会の要旨である。又、産業公害Vol.18 No.6に掲載された。)