

諏訪湖流入河川における水質特性

富所研究室

02T3069E

福島 麻奈美

平成 18 年 2 月

諏訪湖流出入河川における水質特性

平成 18 年 2 月 福島 麻奈美

要旨

目的

湖の諸性質を把握するにあたり，それらの性質に強い影響を与える集水域および流出入河川の特徴を知ることが重要となる．本研究では諏訪湖流出入河川における水質観測結果から，流出入河川の水質特性を把握する．

方法

本研究では月 1 回の定期観測結果と 2 日間の集中観測結果を用いて年周変動と日周変動の検討を行った．定期観測の測定項目は水温・溶存酸素濃度・pH・懸濁物質濃度の 4 項目とし，集中観測の測定項目は前述の 4 項目に有機物濃度・電気伝導度を加えた 6 項目とした．

特徴

諏訪湖流出入河川では栄養塩や有害物質等の流出入に関わる研究は数多くなされているが，その水質特性についての広範な考察はあまり行われていない．このようなことから，水質の観測を行い，流出入河川の水質特性を把握することは，今後の諏訪湖における研究の参考となりうる．

結論

諏訪湖の南側から流入する上川と宮川がよく似た水質傾向を示し，その水質は人間活動の影響を受けている．上川では人為的影響以外に水温は流量，pH は八ヶ岳の地質の影響を受けている．宮川では全水質項目で農業排水の影響がみとれる．また，諏訪湖の北側から流入する横河川と砥川ではよく似た水質傾向を示し，その水質は流路延長や河川勾配など河川の諸元に影響されている．一方，流出河川である天竜川は，湖の影響を強く受けている．

指導教員 富所 五郎 教授

目次

第 1 章	はじめに	1
第 2 章	諏訪湖流域の概要	2
2-1	諏訪湖の概要	2
2-2	流入河川・流出河川	2
2-3	集水域	3
第 3 章	流出入河川の水質特性	6
3-1	水質観測の概要	6
3-2	観測結果と考察	7
3-2-1	水温	7
3-2-2	溶存酸素濃度 (DO)	8
3-2-3	pH	10
3-2-4	懸濁物質濃度 (SS)	11
3-2-5	電気伝導度 (COND)	11
第 4 章	おわりに	23
	参考文献	25

第 1 章 はじめに

現在，諏訪湖では富栄養化が問題となっており，様々な水質浄化対策が行われている．その結果，2002 年には全リンの環境基準が達成されるなど，諏訪湖の水質は徐々に水質改善傾向にある．しかし，窒素・COD は環境基準に達しておらず，依然として水質浄化が求められている．さらなる水質改善のためには，諏訪湖の諸性質を把握することが重要である．

湖は閉鎖性の強い水域といわれているが，その性質は集水域の影響を強く受けている．集水域からの影響を湖に伝えるものには河川水と地下水があるが，これまでの調査から諏訪湖の場合には地下水の湧出量は少なく，流入水量のほとんどを河川水が占めているといわれている（信州大学山岳科学総合研究所・沖野・花里，2005）．よって，湖の変化を知るためには，集水域の状況や流入・流出河川の水質変化を知る必要がある．諏訪湖流出入河川では栄養塩や有害物質等の流出入に関わる調査・研究は数多くなされている（戸田ら（2002），Ikenaka et al.（2003）など）が，その水質特性についての広範な考察はあまり行われていない．このようなことから，水質の観測を行い，流出入河川の水質特性を把握することには意味があるといえる．

そこで本研究では，2004 年 10 月に行った集中観測および県による定期的な水質測定の結果をもとに流出入河川における水質特性の検討を行った．

本論文は，4 章からなる．以下にその構成を示す．

第 2 章では，流出・流入河川および諏訪湖集水域の概要について述べる．

第 3 章では，水質観測の概要を示し，観測結果について考察を述べる．

第 4 章では，結論を述べる．

第 2 章 諏訪湖流域の概要

本章では，諏訪湖の概要および諏訪湖の水質変化に影響を与える流出・流入河川と諏訪湖集水域の概要について述べる．

2-1 諏訪湖の概要

諏訪湖は長野県最大の天然湖沼であり，観光・水資源の確保・治水など多くの公益的機能を有している．湖心は北緯 36 度 03 分，東経 138 度 05 分にあり，長野県中央部の霧ヶ峰山麓と赤石山脈にはさまれた諏訪盆地の北西端に位置している．

図 2-1 に諏訪湖の形状，表 2-1 に諏訪湖の諸元を示す．最大水深 7.2 (m)，平均水深 4.7 (m) であり，湖面積 13.3 (km²) に対し水深が小さいという特徴をもつ．また，平均滞留時間 (貯水量/流入水量) が野尻湖では 738 日，霞ヶ浦では約 200 日であるのに対し，諏訪湖では 39 日と他の湖沼と比較して短い (環境省，2003)．

2-2 流出・流入河川 (宮原，2005)

諏訪湖に流入する河川は，全部で 31 河川 (一級河川 15，準用河川 2，普通河川等 14) 存在する．流域面積で見ると上川が一番大きく 245.3 (km²)，ついで宮川 94.1 (km²)，砥川 60.1 (km²)，横河川 24.5 (km²) となっており，これら 4 河川で諏訪湖全流域面積の約 8 割を占めている．また流出河川は天竜川のみ 1 河川であり，流入した河川水は釜口水門より天竜川として流出する．本研究では，諏訪湖の流出入河川として，上記の 5 河川を考えることとする．

表 2-2 に，1994 年 4 月～2000 年 3 月における平水時の上川，宮川，砥川，横河川の流量 (長野県，1996～2002) の平均値および標本メディアンを示す．標本メディアンとは，標本を小さいものから大きいものへ順に並べたとき，中央の順位に相当する値である．これをみると，上川が最も多く，ついで宮川，砥川，横河川となっていることがわかる．これは流域面積にほぼ対応した量となっている．

2-3 集水域

諏訪湖の集水域面積は 531.8 (km²) であり，湖面積 13.3 (km²) の約 40 倍となっている．これは日本における他の湖沼（琵琶湖 4.7 倍，霞ヶ浦 9.7 倍）と比較しても大きく，諏訪湖集水域の特徴の一つといえる（信州大学山岳科学総合研究所・沖野・花里，2005）．図 2-2 に示すように集水域の境界としては，

東：八ヶ岳連峰

北：蓼科山から大門峠を越えて，鷲ヶ峰，三峯山，鉢伏山に至る分水嶺線

西：高ボッチ山，塩尻峠を経て，岡谷市釜口水門に至る分水界線

南：釜口水門から有賀峠，杖突峠，金沢峠を経て入笠山の北側を通り，富士見を経て八ヶ岳の最高峰，赤岳に至る分水界線

となっている．地理的には，北緯 36 度 09 分から 35 度 53 分，東経 138 度 22 分から 138 度 1 分に囲まれた地域に位置する．標高は諏訪湖水面の 759m を最低，赤岳の 2,899m を最高とし，その標高差は 2,000m を超え急傾斜地の多い地域といえる．

GIS を利用した土地利用区分結果（金谷，2003）を表 2-3 に示す．これによると，集水域全域の 56% が森林，31% が荒地を含む農耕地と草地，9.6% が市街地や道路で占められている．また，霧ヶ峰を含む草地面積は全域の 12% を占め，7.1% が農耕地である．農耕地のうちの約 70% が水田，残りが畑地となっている．各河川における流域の特徴としては，砥川・横河川では流域のほとんどを森林が占めており急傾斜地が多い．一方，上川・宮川流域には農耕地が多く，特に宮川上流域の原村では高原野菜の栽培が盛んであり，集水域全域における畑地の多くを占めている．また，人口集中地である茅野市，諏訪市を含むことも特徴の一つといえる．

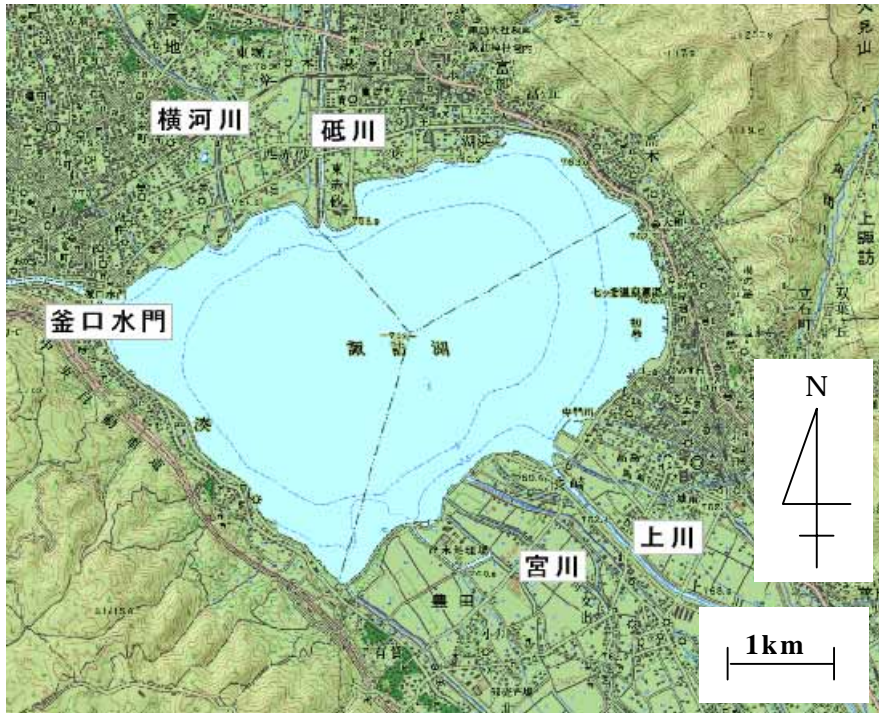


図 2-1 諏訪湖の形状および流出入河川

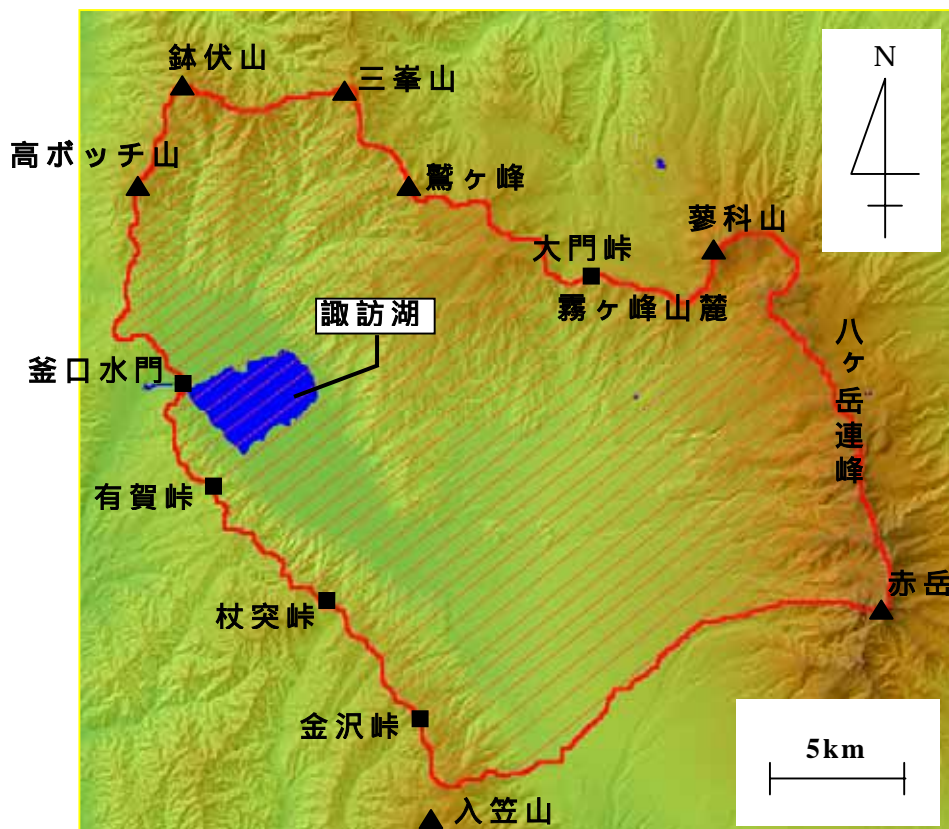


図 2-2 集水域の概要

(▲山岳, ■ : 主要地点)

表 2-1 諏訪湖の諸元

湖面標高	759m	洪水調節容量	14,630,000m ³
湖面積	13.3km ²	滞留時間	39日
最大水深	7.2m	流入河川	31河川
平均水深	4.7m	流出河川	1河川(天竜川)
総貯水量	62,987,000m ³	流域面積	531.2km ²

表 2-2 平水時の流入流量 (m³/s)

	上川	宮川	砥川	横河川	合計
平均流量	5.6	3.0	2.4	0.3	11.3
流量(標本メディアン)	3.1	1.6	1.7	0.1	6.5

表 2-3 土地利用区分

土地利用	面積 (km ²)	面積構成比 (%)
水域	14.00	2.67
市街地	28.52	5.43
交通用地	21.85	4.16
水田	27.83	5.30
畑地	9.58	1.83
草地	63.08	12.01
荒地	62.22	11.85
湿地	0.93	0.18
広葉樹	66.34	12.63
針葉樹	228.89	43.59
その他	1.90	0.63
総計	525.15	100.00

第3章 流出入河川の水質特性

湖の水質特性は、風や日射などの外力や湖内の生物生産だけでなく、集水域の影響を強く受けている。集水域の影響を湖に伝えるものが河川であり、湖の水質変化を知るためには、流出入河川の水質変化を把握することは重要である。このようなことから、水質観測を行い、流出入河川の水質特性を把握することには意義があるといえる。

本章では、まず水質観測の概要を示し、次に観測時の気象を示す。最後に水質観測から得られた結果と考察を述べる。

3-1 水質観測の概要

河川の水質はさまざまな時間単位で変動することが判明しており、その中でも年周変動と日周変動の存在は一般的に知られている(たとえば、戸田・池田、1999 など)。そこで、本研究では長野県による月 1 回の定期観測から年周変動を、2 日間の集中観測から日周変動をみていく。

定期観測のデータは、2001～2003年に月 1 回長野県生活環境部公害課が測定したものをを用いた(長野県、2001～2003)。測定項目は水温・DO・pH および SS である。図 3-2 に県の水質測定地点を示す。計測は、上川と宮川では中流と下流の 2 地点、横河川と砥川では下流の 1 地点、天竜川については釜口水門で行われている。測定時間差は最大で約 3 時間であり、平均で約 1 時間半となっている。

集中観測のデータは 2004 年 10 月 26 日～27 日に測定されたものをを用いた。図 3-1 に水質測定地点および気象の観測地点である諏訪特別地域気象観測所の位置を示す。上川、宮川、砥川、横河川については河口付近の橋上から河川水を、天竜川については釜口水門から放流される水を採水測定した。計測は上川、宮川、天竜川、横河川、砥川の順に行い、上川と砥川の測定時間差は約 1 時間～1 時間半であった。上川では 10 月 26 日の 7 時から 10 月 27 日の 11 時まで 2 時間ごとに計 15 回、宮川・天竜川・横河川・砥川は 2 日間で計 7 回の測定を行った。測定項目は、水温・溶存酸素濃度(DO)・pH・懸濁物質濃度(SS)・浮

遊有機物濃度 (IL) および電気伝導度 (COND) である。水温・DO・pH・COND の測定には YSI Incorporated 社製 Model 55/50 FT を使用した。また、SS は各地点で採水した水を濾過し 800 で 1 時間以上乾燥させ、乾燥前後の質量変化より SS を算出した。IL については SS 測定と同様の手順を行った上、乾燥させた試料を約 600 で 2~3 時間加熱し、加熱前後の質量変化より IL を算出した。

ここで、河川水質に大きな影響を及ぼすと推測される集中観測期間の気象について述べる。表 3-1 に諏訪特別気象観測所の 2004 年 10 月 24 日~27 日における気温、風向・風速、降水量、日照時間を示す。24 日・25 日は日照時間が長く、それに対応した気温の上昇がみられ、比較的天候の良い日といえる。25 日については午後から風が強くなっている。26 日には日射がなく、一日を通して気温の変動が小さい。午前中は風向にばらつきがあり風速も小さいが、午後からは北西方向の風となり夜には風速 10 (m/s) を超える強風が観測されている。27 日には日射があるものの、一日を通して気温は低く、また前日から北西方向の強風が連吹している。降雨については 26 日の 11 時~16 時に少量の降雨が観測されているが、それ以外の期間において降雨は観測されていない。

3-2 観測結果と考察

本節では、定期観測と集中観測の結果から、各河川における水質の年周変動および日周変動特性を考察していく。

3-2-1 水温

水温は主に季節的な変化および標高や緯度などの地理的な変化により変動する。また、工業、農業、生活排水など人為的な影響によっても水温は変化する。一般的に水温が高くなると生物の活性も高くなるなど、水温の変動は河川に生息する生物の生活に影響を及ぼしている (西条・三田村, 1995)。

定期観測の結果を以下に示す。図 3-3 (a)・(b)・(c) をみると、流入河川においては、北側から流入する河川 (横河川・砥川) の水温が南側から流入する河川 (上川・宮川) と比べて 1~2 低いことがわかる。この水温差は流路延長によるものと考えられる。横河川・砥川は上川・宮川に比べ流路延長が短く、河口への到達時間が短いため外気や日射が水に与える影響も小さくなり、結果

として水温が低いまま河口に到達したと考えられる。次に上川と宮川を比較すると、夏期には宮川の方が高く冬期には上川の方が高いという傾向がみられる。季節により傾向が変わる原因を以下に示す。まず、流量差の影響が考えられる。表 2-1 に示す平水時の平均流量をみると、上川の流量が宮川に比べかなり大きいことがわかる。同量の日射を受けた場合、流量が小さい方が暖められやすく冷えやすいため、上述のような季節的な変化を示すと考えられる。次に、農業排水の影響が考えられる。一般的に、稲の生育には 17 以上の水温が必要といわれている。宮川流域では水田や畑地が多く存在しており、農繁期である春から夏にかけては水温の高い水が大量に宮川へと流れ込み、その影響を受け夏期には宮川の水温が高くなるものと推測される。流出河川である天竜川の水温は、流入河川に比べて高い傾向がみられる。夏期はその傾向が顕著であるが、冬期では流入河川の水温を下回る場合もみられる。これは、湖の影響を受けたものと考えられる。湖のように水の動きが小さい水域では、乱流拡散の効果が小さく熱の混合がされにくいため、水は暖められやすく冷えやすい。一方、河川のように水の動きが大きい水域では、乱流拡散の効果が大きく熱が平均化されるため急激な水温の上昇・低下は起こらない。このことから、天竜川の水温は湖の影響を受け、流入河川に比べ年較差が大きくなると推測される。

集中観測の傾向を以下に示す。図 3-3 (d) より、全河川で気温変動に対応した水温変動がみられる。水温と気温の変化する時刻が一致していることから、河川においては気温の変化は短時間で水に伝わるといえる。また、定期観測と同様に北側から流入する河川と南側から流入する河川の水温差がみられる。天竜川についても、流入河川に比べ水温が高い傾向がみられる。

3-2-2 溶存酸素濃度 (DO)

DO は河川や湖沼における生態系の概略を知る有効な指標のひとつとして広く用いられている。DO の増減には生物的要因と物理的要因が考えられる。生物的要因としては、植物による光合成と植物も含めた全ての生物による呼吸・分解作用がある。光合成作用では、植物は二酸化炭素と水から有機物を合成し、酸素を放出するため DO は高くなる。一方、呼吸・分解作用では、生物は酸素を消費して有機物を酸化分解し、二酸化炭素を放出するため DO は低くなる。

このため、植物量が多いと酸素の生産量も増加するが、酸素の消費量も増加する。日射のない夜間などでは光合成は行われなため、酸素の消費量が生産量を上回り低い DO を示すことがある。物理的要因としては、空気の連行がある。流速の大きい河川では、空気が水に連行されるため水面からの酸素の供給量が増加し、DO は高くなる。また、気温や気圧により飽和溶存酸素量そのものが増減する。表 3-2, 3-3 に示すように飽和溶存酸素量は水温が高くなるほど小さくなり、気圧が低くなるほど小さくなる（西条・三田村, 1995）。なお、標高 759m の諏訪湖での飽和溶存酸素量は、標高 0m の値の約 91% となる。

定期観測の結果を以下に示す。図 3-4 (a)・(b)・(c) をみると、流入河川においては横河川・砥川の DO が上川・宮川に比べ平均的に高いことがわかる。横河川・砥川では流速が大きく、栄養塩の供給が少ないため植物プランクトンは増殖しにくいと考えられる。一方、上川・宮川では流速が小さく、栄養塩の供給が多いため植物プランクトンは増殖しやすいと考えられる。これは、上川・宮川において光合成活性が高くなる夏期には DO が高くなり、光合成活性が低くなる冬期には DO が低くなる傾向からみてもいえる。このため横河川・砥川での DO の上昇に光合成作用が与える影響は小さく、空気の連行作用が与える影響は大きいと考えられる。また、植物プランクトン量が少ないと、それに対応して他の生物も少なくなり、植物を含む生物の呼吸・分解作用による酸素の消費量は少なくなる。その結果、横河川・砥川の DO が上川・宮川に比べて高くなったと考えられる。上川と宮川を比較すると、宮川の方が高い傾向がみられる。宮川では河口部で流れがほとんどなく河川水は停滞している。また、宮川流域では農耕地が多く、栄養塩を大量に含んだ農業排水が河川へと流入している。それに対し上川では、宮川に比べ流速が大きく栄養塩の供給量が少ない。このように、宮川では植物プランクトンの増殖しやすい環境であることから、上川と比べて光合成作用による酸素の供給生産量が多く、結果として宮川の DO が高くなったと推測される。流出河川である天竜川の DO は変動の幅が大きいことがわかる。これは、湖内の植物プランクトンによる光合成や呼吸・分解作用の影響を受けたものと考えられる。特に変動の大きい春と夏はブルームの発生時期と一致しており、光合成の活性が低くなる冬期では変動の幅も小さくなっている。このことから、天竜川の DO は湖内の植物プランクトンによる光合

成の活性に左右されているといえる。

集中観測の結果を以下に示す。図 3-4 (d) より、全河川において 10 月 26 日の 11 時から 13 時にかけて DO の低下がみられる。13 時以降に大きな変化はみられず、一定値を保つ傾向となる。DO 低下の原因としては、全河川で同様の傾向がみられることから気象の変化によるものと考えられる。表 3-1 より、北西方向の強風が吹き始めた時刻と DO 低下の時刻が一致することから、風により DO の高い表層の水と DO の低い底層の水が混合され、採水水深においては DO が低下したと推測される。

3-2-3 pH

pH は、多くの物質の存在形態に影響しているため、基本的な水質指標として広く用いられている。主に集水域の地質条件によって支配されるが、人間活動や光合成による影響も考慮する必要がある。

定期観測の結果を以下に示す。図 3-5 (a)・(b)・(c) より、流入河川においては横河川と砥川で同様の変動傾向がみられ、上川と宮川で同様の傾向がみられる。これは、流域が近く気象条件が似ているためと考えられる。上川と宮川を比較すると中流・下流ともに宮川が高い傾向がみられる。上川と宮川で pH の違いを生じさせる原因を以下に示す。一つめに、植物プランクトンによる光合成の影響が考えられる。光合成作用では二酸化炭素 (CO_2) と水 (H_2O) より炭酸 (H_2CO_3) が作られるが、水中では炭酸から水素イオンが解離するため、結果として水素イオンが減少し pH が上昇する (西条・三田村, 1995)。前項で述べたように宮川は上川に比べ植物プランクトンが多いと考えられ、光合成が行われると宮川の pH の方が高くなると考えられる。二つめに、集水域の地質の影響が考えられる。上川の集水域である八ヶ岳山系と宮川の集水域である入笠・釜無山系では地質が異なっている。上川の主な集水域である八ヶ岳山系は火山活動により造山された山系であり、八ヶ岳側の逆川、渋川といった上川上流の河川では pH 3.0 から pH 5.0 の間と酸性の値を示す。そのため、上川の中流・下流でも上流の影響を受け pH が低く出たものと考えられる。三つ目に農業排水の影響が考えられる。宮川流域では農耕地が多く、そこで使用された肥料や除草剤などの成分が宮川に流出し、pH に影響を与えると推測される。流

出河川の天竜川においては、pH9.0以上の値がときどきみられる。これは、湖内の植物プランクトンによる光合成の影響を受けたものと考えられる。

集中観測の結果を以下に示す。図3-5(d)をみると、全河川でpH7.2~8.0の間の値を示しており、有意差がないことがわかる。

3-2-4 懸濁物質濃度(SS)

SSとは水中に溶解せずに懸濁している物質で、濁質には土砂などの無機物と、植物プランクトンなどの有機物が存在する。懸濁物質が多いと魚類の呼吸を妨げる、太陽光線の通過を妨げて藻類の光合成を阻害するなどの影響がある(土木学会,1999)。集中観測では、SS中に有機物量が占める割合を表すILについても測定した。図3-6に示すIL測定の結果をみると、天竜川が最も有機物量が多く、次いで宮川、上川、横河川・砥川となっている。このことを踏まえ、SSの考察を行う。

定期観測の結果を以下に示す。表4-3に示すSSの平均値をみると(長野県,1996~2002)、流入河川の中では砥川が最も大きく、次いで宮川、横河川、上川となっている。これまでの水質項目の考察から、砥川の水質は良いと推測されるが、SSについては流入河川で最も高い値を示す。その原因を以下に示す。前述のように、砥川ではILが小さいため、砥川のSSは土砂由来のものと考えられる。砥川の集水域では森林がそのほとんどを占めており、洪水時の土砂生産量も多いと考えられる。また、流路延長が短く河口への到達時間が短いため、土砂の沈降量も少なく、濁度の高い水がそのまま湖へと流入すると考えられる。それらの結果として、砥川のSSが高くなったと推測される。流出河川である天竜川においては、平均してSSが高い傾向を示す。ILが高いことから、湖内で生産される有機物の影響と考えられる。

集中観測の結果を以下に示す。図3-6および図3-7(d)より、全河川でSSとILが同様の変動を示していることがわかる。このことより、平水時であれば有機物の増減がSSの増減に反映されると考えられる。

3-2-5 電気伝導度(COND)

CONDとは、水の持つ電気抵抗を表す指標であり、水中のイオン成分の量を

おおまかに知る簡便な方法として広く用いられている。CONDの数値が高いほどその水は汚濁されているといえる。しかし、汚濁に関する物質のうち、有機物のようなイオン電荷を持たない成分は電気伝導度に反映されないため、測定した電気伝導度の値は、化学成分の多少の目安である。なお、日本における河川水の電気伝導度の平均値は、 $130 \mu\text{S}/\text{cm}$ （水温 25 のとき）である（西条・三田村，1995）。

集中観測の結果を以下に示す。図 3-8 より、流入河川では宮川が最も高く、次いで上川、砥川、横河川となっていることがわかる。また、南側から流入する河川（上川・宮川）は北側から流入する河川（横河川・砥川）の 2 倍近く値が高い。最も高い値を示す宮川では、農業排水に含まれる多量の栄養塩や化学物質などがイオン化していると考えられる。流出河川である天竜川は、日本における河川水の平均値を上回っており、湖の影響を受けて汚濁の程度が高くなっていることがわかる。



(a) 上川・宮川・諏訪特別地域気象観測所



(b) 釜口水門・横河川・砥川

図 3-1 集中観測時の水質測定地点および諏訪特別地域気象観測所の位置

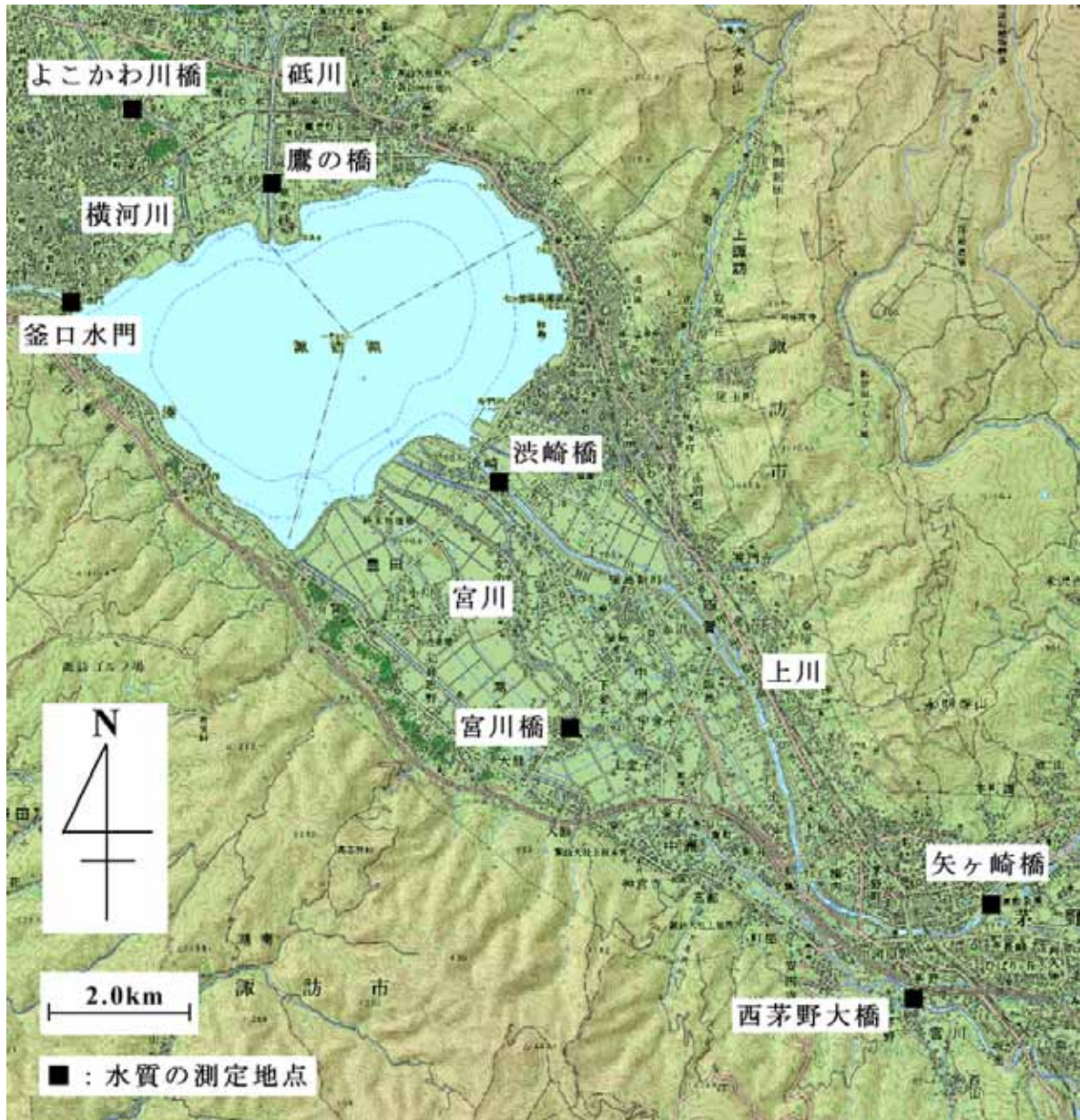
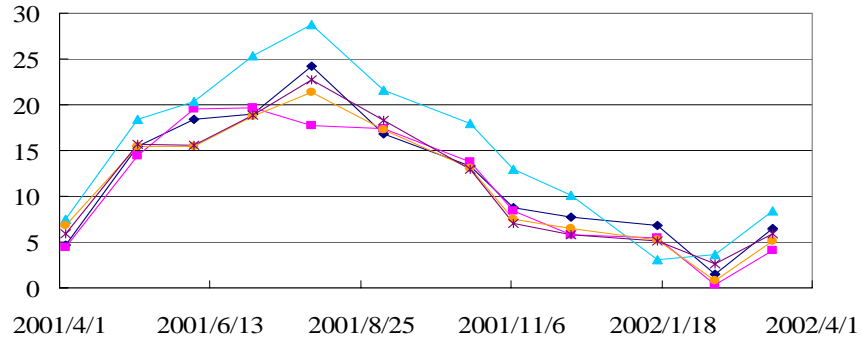
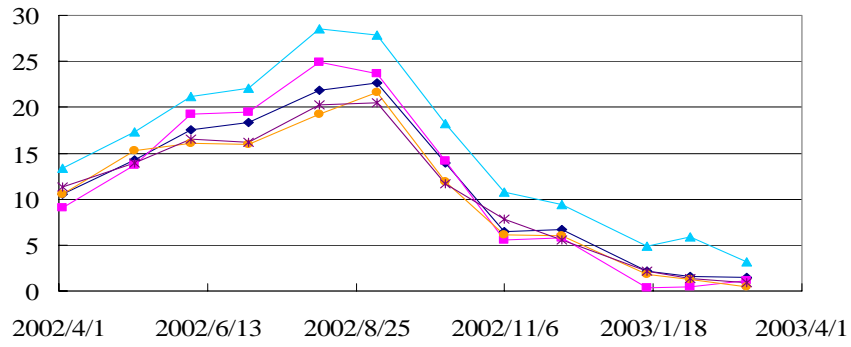


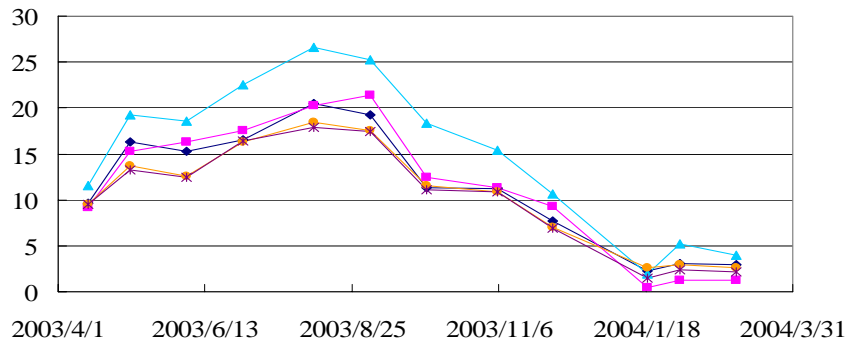
図 3-2 県の水質測定地点



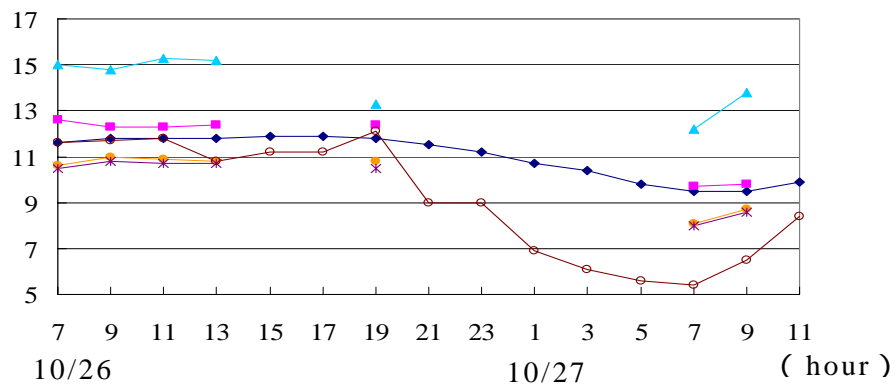
(a) 2001 年



(b) 2002 年



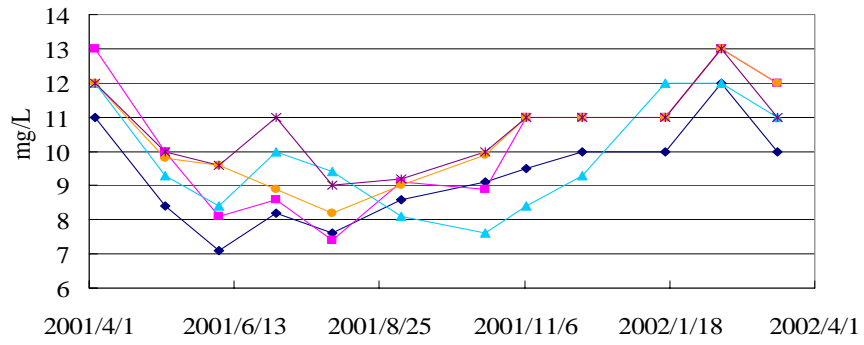
(c) 2003 年



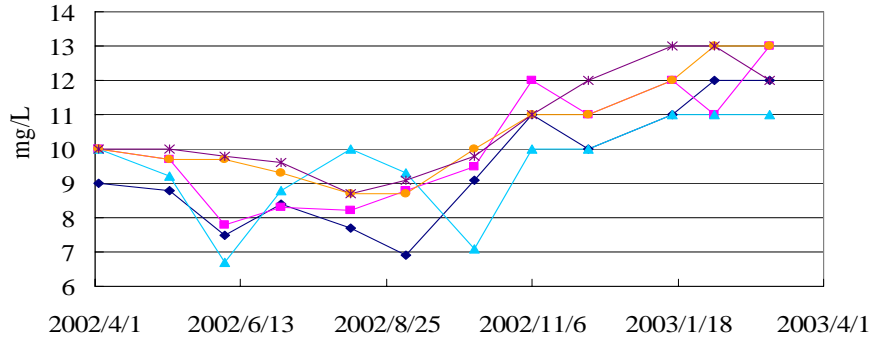
(d) 集中観測

—◆— 上川 —■— 宮川 —▲— 天竜川 —●— 横河川 —*— 砥川 —○— 気温

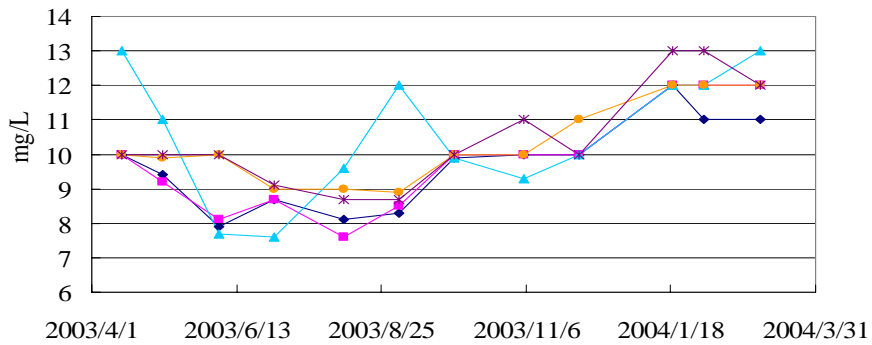
図 3-3 水温の観測結果



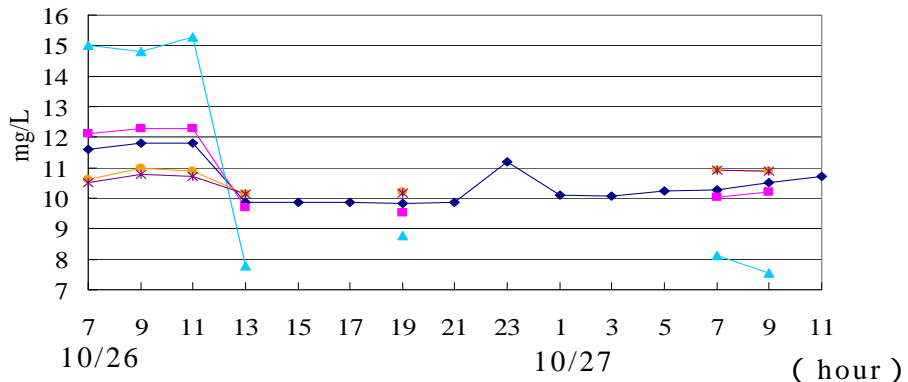
(a) 2001 年



(b) 2002 年



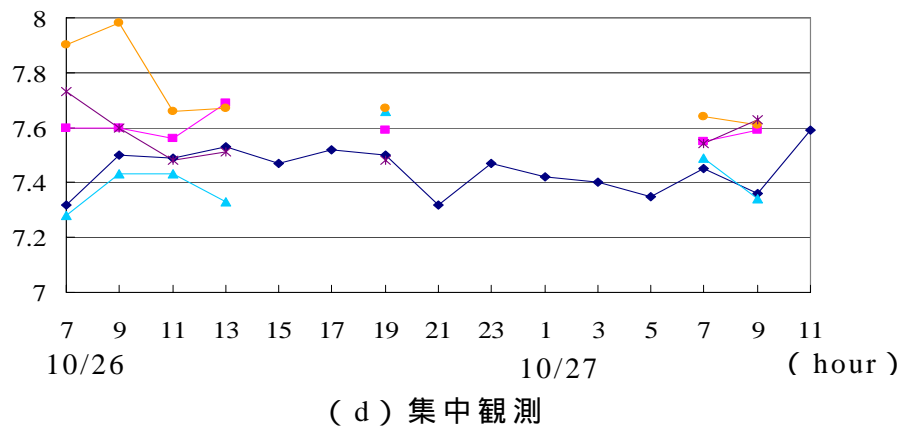
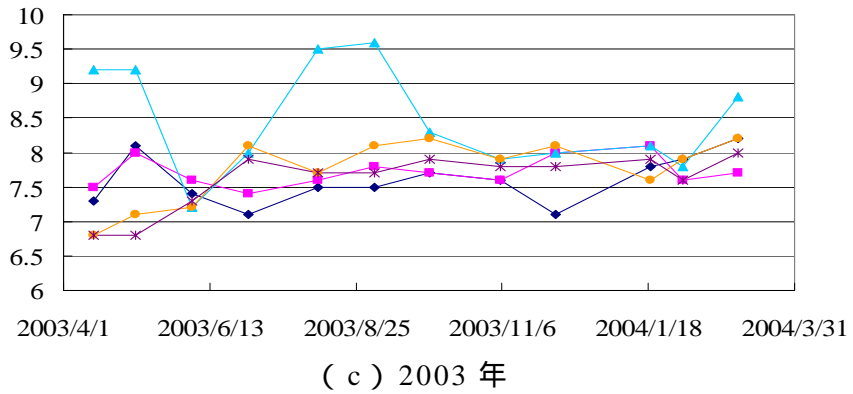
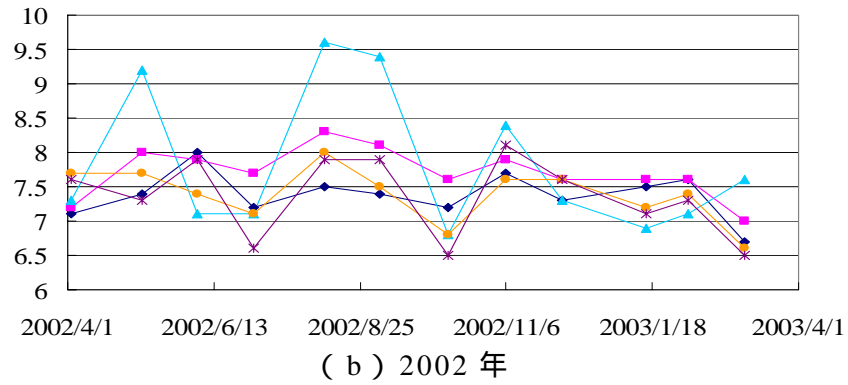
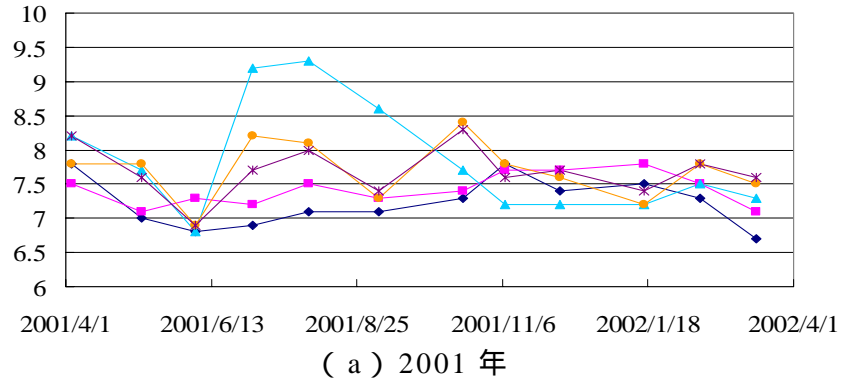
(c) 2003 年



(d) 集中観測

◆ 上川 ■ 宮川 ▲ 天竜川 ● 横河川 * 砥川

図 3-4 DO の観測結果



◆ 上川 ■ 宮川 ▲ 天竜川 ● 横河川 * 砥川

図 3-5 pH の観測結果

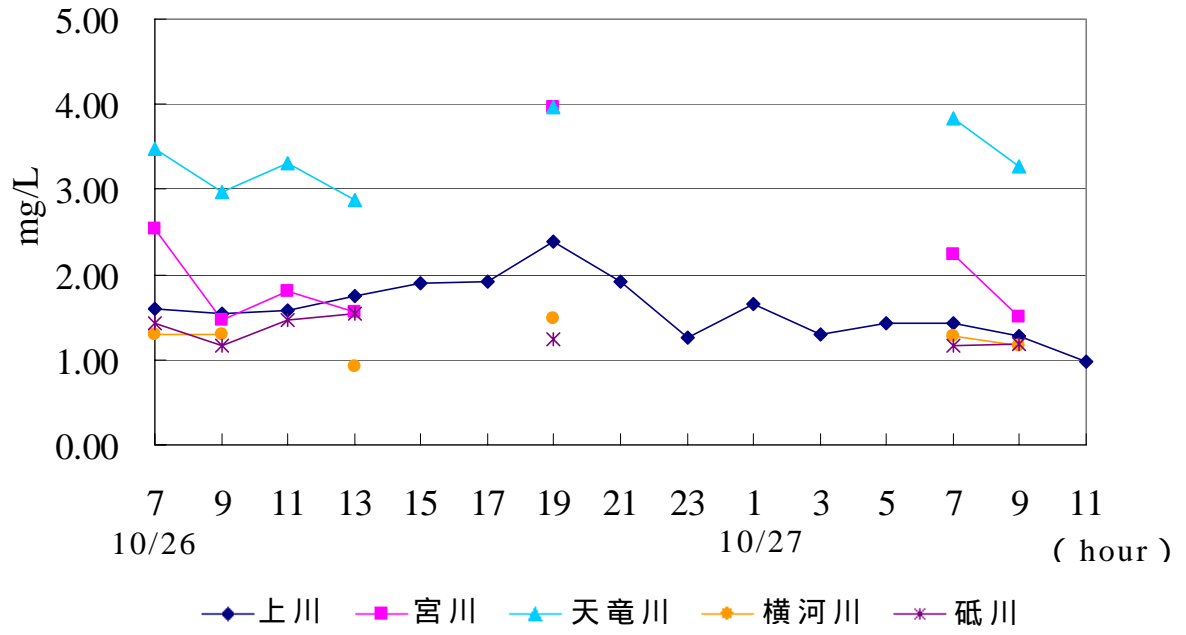
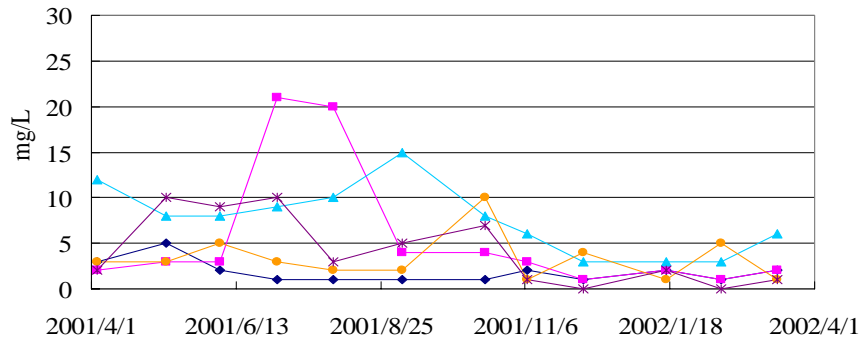
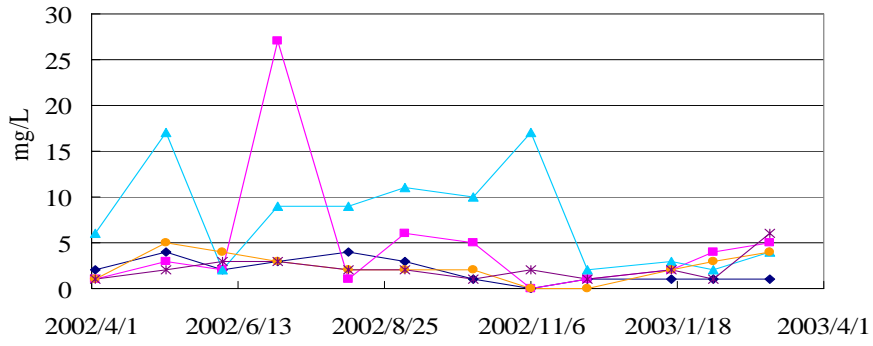


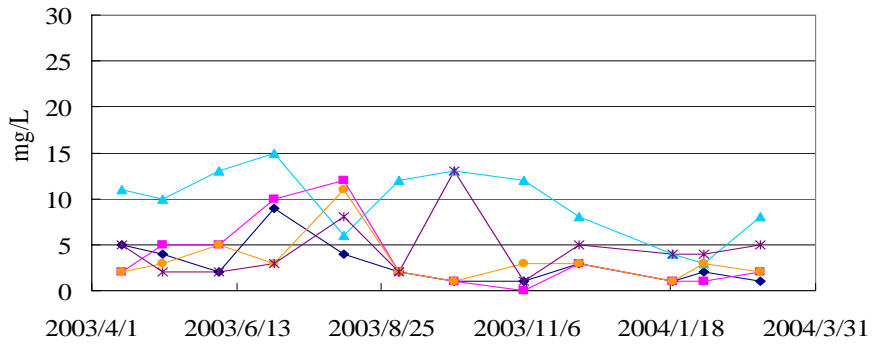
図 3-6 ILの観測結果



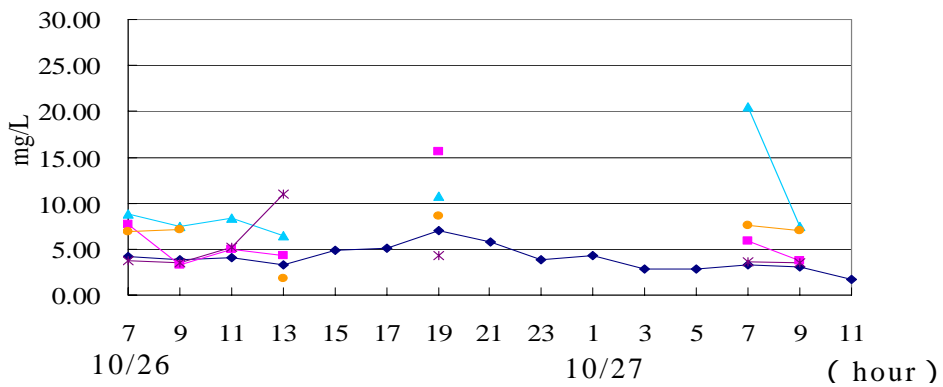
(a) 2001 年



(b) 2002 年



(c) 2003 年



(d) 集中観測

◆ 上川 ■ 宮川 ▲ 天竜川 ● 横河川 * 砥川

図 3-7 SS の観測結果

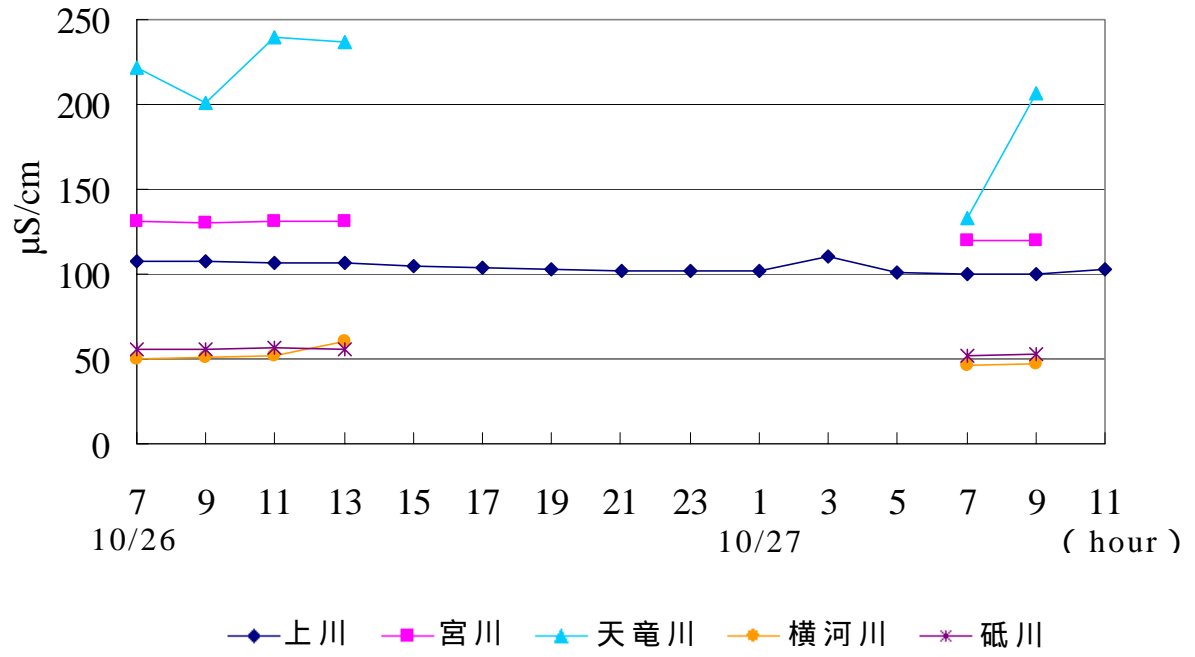


図 3-8 COND の観測結果

表 3-1 2004 年 10 月 24 日 ~ 27 日の気象データ

(a) 24 日

24日	気温	風向	風速	降水量	日照時間
			m/s	mm	h
1時	7.1	北西	3.2	-	
2時	6.9	北西	2.9	-	
3時	6.1	北西	2.4	-	
4時	5.7	南東	1.4	-	
5時	5.3	南南東	1.4	-	
6時	4.7	南南東	1.8	-	
7時	4.9	南南東	1.7	-	0.5
8時	6.7	北東	0.6	-	0.9
9時	8.1	西	0.7	-	1
10時	9.4	北西	1.3	-	1
11時	11.5	北西	1.3	-	1
12時	14	北西	2	-	1
13時	14.9	北北西	1.3	-	1
14時	16.7	北北東	3	-	1
15時	17.7	南南西	2.7	-	0.8
16時	15.6	南南東	4	-	0.2
17時	14.9	南東	2.9	-	-
18時	14.1	南東	3.3	-	-
19時	12.9	南	2.7	-	-
20時	11.8	南南東	2.2	-	-
21時	11.3	南東	1.7	-	-
22時	10.7	南南東	2	-	-
23時	10.7	南南東	1.8	-	-
24時	10.6	南東	1.6	-	-

(b) 25 日

25日	気温	風向	風速	降水量	日照時間
			m/s	mm	h
1時	7.1	南南東	0.6	-	
2時	6.9	南東	1.4	-	
3時	6.1	東南東	1.3	-	
4時	5.7	南南東	1.4	-	
5時	5.3	南東	1.2	-	
6時	4.7	南南東	2	-	
7時	4.9	南	1.3	-	-
8時	6.7	北	0.5	-	0.1
9時	8.1	西北西	1.2	-	0.7
10時	9.4	北北西	2.2	-	1
11時	11.5	北	2.2	-	1
12時	14	西	5	-	1
13時	14.9	西南西	4.3	-	1
14時	16.7	南南西	4	-	1
15時	17.7	西	5.2	-	1
16時	15.6	西北西	6.1	-	1
17時	14.9	西北西	5.5	-	0.5
18時	14.1	西北西	6.8	-	-
19時	12.9	西北西	6	-	-
20時	11.8	北西	5	-	-
21時	11.3	北西	4.4	-	-
22時	10.7	北西	5	-	-
23時	10.7	西	4.1	-	-
24時	10.6	西北西	3.9	-	-

(c) 26 日

26日	気温	風向	風速	降水量	日照時間
			m/s	mm	h
1時	11.9	西北西	1.6	-	
2時	11.8	南東	1.1	-	
3時	11.8	北西	3	-	
4時	11.7	南南西	1	-	
5時	11.5	北西	0.5	-	
6時	11.2	南南西	0.9	-	
7時	11.6	南西	1	-	-
8時	11.5	南	1.4	0	-
9時	11.7	西北西	1.2	0	-
10時	11.9	北西	2.4	0	-
11時	11.8	南西	1.8	0.5	-
12時	11.2	西	1.4	0.5	-
13時	10.8	北西	2.6	0.5	-
14時	11	北北西	3.2	0	-
15時	11.2	北北西	3.5	0.5	-
16時	11.1	西北西	4.1	0.5	-
17時	11.2	西北西	3.1	0	-
18時	11.7	北北西	3.3	0	-
19時	12.1	北西	3.9	0	-
20時	9.9	西北西	10.3	-	-
21時	9	西北西	9.7	-	-
22時	8.7	西北西	9.8	0	-
23時	9	西北西	7.5	0	-
24時	7.7	西北西	9.1	-	-

(d) 27 日

27日	気温	風向	風速	降水量	日照時間
			m/s	mm	h
1時	6.9	西北西	7.8	-	
2時	6.1	西北西	6.9	-	
3時	6.1	西北西	7.2	-	
4時	5.6	北西	6.4	-	
5時	5.6	西北西	6.1	-	
6時	5.3	西北西	7.3	-	
7時	5.4	西北西	5.9	-	0.4
8時	5.9	西北西	6.1	-	0.3
9時	6.5	西北西	4.2	-	0.2
10時	7.2	西北西	9.2	-	1
11時	8.4	西北西	9.3	-	0.9
12時	9.5	西北西	9.8	-	1
13時	9.2	西北西	11.1	-	0.5
14時	8.1	西北西	10.5	-	0.8
15時	7	西北西	9.5	-	0.2
16時	7	西北西	9.7	-	-
17時	6.4	西北西	9.8	-	-
18時	6.4	西北西	8.2	-	-
19時	6.1	西北西	8	-	-
20時	5.9	西北西	7.4	-	-
21時	5.7	西北西	6.6	-	-
22時	4.8	西北西	6.2	-	-
23時	4.4	西北西	4.7	-	-
24時	4.3	西北西	3.7	-	-

表 3-2 純水中の飽和溶存酸素濃度

水温 ()	飽和量	水温 ()	飽和量	水温 ()	飽和量
0	14.16	10	10.92	20	8.84
1	13.77	11	10.67	21	8.68
2	13.40	12	10.43	22	8.53
3	13.05	13	10.20	23	8.38
4	12.70	14	9.98	24	8.25
5	12.37	15	9.76	25	8.11
6	12.06	16	9.56	26	7.99
7	11.76	17	9.37	27	7.86
8	11.47	18	9.18	28	7.75
9	11.19	19	9.01	29	7.64

表 3-3 高度による気圧の変化

高度 (m)	補正係数 (%)	高度 (m)	補正係数 (%)	高度 (m)	補正係数 (%)
0	100.0	1,000	88.3	2,000	78.2
100	98.8	1,100	87.3	2,100	77.2
200	97.6	1,200	86.2	2,200	76.3
300	96.4	1,300	85.1	2,300	75.4
400	95.2	1,400	84.0	2,400	74.5
500	94.0	1,500	83.0	2,500	73.7
600	92.8	1,600	82.0	2,600	72.8
700	91.7	1,700	81.0	2,700	71.8
800	90.5	1,800	80.1	2,800	70.9
900	89.4	1,900	79.1	2,900	70.2

表 3-4 流入河川の SS

	上川	宮川	砥川	横河川
平均 SS	3.9	5.1	9.2	4.8
SS (標本メディアン)	3.0	3.5	4.0	2.5

第 4 章 おわりに

本研究では、湖の諸性質を把握するにあたり、それらの性質に強い影響を与える集水域および流出入河川の特徴を知ることが重要であると考え、諏訪湖流出入河川における水質特性を検討した。以下に得られた結果を述べる。

流入河川の水質特性を以下に示す。諏訪湖の南側から流入する上川と宮川がよく似た水質傾向を示し、その水質は人間活動の影響を受けている。上川では人為的影響以外に水温は流量、pH は八ヶ岳の地質の影響を受けている。宮川では流域に農耕地が多く、全水質項目で農業排水の影響がみてとれる。また、諏訪湖の北側から流入する横河川と砥川ではよく似た水質傾向を示し、その水質は流路延長や河川勾配など河川の諸元に影響されている。一方、流出河川である天竜川は、湖の影響を強く受けている。

今後の課題として、以下のことが考えられる。

本研究では、流域の土地利用を文献から判断しているがその土地利用区分は大まかな分類であり、人為的影響を十分に反映させた評価はなされていないため、本研究は人為的影響による水質変動の考察としては不十分である。そこで、詳細な土地利用を考慮し、人間活動が河川の水質に与える影響を検討していく必要がある。

本研究では、湖内の水質特性について考察を述べていない。そこで、湖内の水質特性を考察することにより、湖が天竜川に与える影響を把握できる。集中観測日は日射がなかったため、日周変動はみられなかった。晴天時の観測を行うことにより各河川の日周変動を把握することが望ましい。

このように、本研究では多くの検討課題が残されている。したがって、さらなる観測およびその検討を行うことでより詳細に流出入河川の特徴を把握し、今後の諏訪湖の研究に役立てていくべきである。

謝辞

研究においては適切な御指導・御助言を，山登りや酒宴においてはとても楽しいひとときを頂きました富所五郎教授に深く感謝をいたします。

どうしようもない私を最後まで必死に指導して下さった豊田政史助手に心から感謝します。ちゃんと怒ってくれる人がいる大切さ・嬉しさを心から実感しました。これからの2年間もどうかよろしくお願いします。

水質観測では，信州大学理学部山地水環境教育センターの宮原裕一助教授および学生の方々に多大なるご協力を頂きました。ここに記して感謝の意を表します。

柿澤さんには，お菓子の差し入れなど，優しい心遣いありがとうございました。末吉でのビールの飲みっぷりは忘れません。

「お兄ちゃん」こと岩佐さんの優しさにいつも甘えてしまってすいませんでした。これからも頼りにさせてください！！

俊也さんにはたくさんの貴重な経験をいただきました。ただ，飲み過ぎには注意しましょうね。

岸さんにはお世話になりっぱなしで頭が上がらないです。熱が入ったトークでは笑いすぎて腹筋が鍛えられました。また，温泉に連れてって下さい。

萌にはいくら感謝してもしきれないくらいです。この1年間でさらに大切な人となりました。ありがとう。これからもよろしく！

私のわがママを許してくれた両親へ感謝の言葉を贈ります。その他にも，翠ちゃん，ゆりさん，こーべ，山さん，上様，諏訪の聖人などなど多くの人にたいへんお世話になり支えていただきました。ほんとにありがとうございました。

最後に大切な仲間の雄介とヤナギへ。ほんとに二人と同期でよかった。何度となく壊れそうになった私を見守ることで支えてくれた二人の優しさのおかげで，何とかここまでやり遂げることができました。本当にいくら感謝してもしきれません。二人に出会えたことは私の宝です。本当に，ありがとう。

参考文献

- 金谷篤志 (2003): 信州大学大学院工学系研究科修士学位論文
- 西条八束・三田村緒佐武 (1995): 新編 湖沼調査法, 講談社
- 信州大学山岳科学総合研究所・沖野外輝夫・花里孝幸 (2005): アオコが消えた諏訪湖, 信濃毎日新聞社, pp.44-104
- 戸田任重・山崎未月・沖野外輝夫 (2002): 信州大学環境科学年報, 第 24 号, pp.127-130
- 土木学会 (1999): 土木用語大辞典, 技報堂出版, p.1111
- 長野県 (1996-2002): 水質測定結果, 平成 6 年度版-平成 12 年度版
- Ikenaka, Y., Eun, H., Watanabe, E., and Miyabara, Y. (2003): Congener profiles of PCDDs, PCDFs and coplanar-PCBs in sediment from lake Suwa in Japan, Organohalogen Compounds, Vol. 62, pp.69-72