

(科学研究費補助金「諏訪湖・天竜川水系の物質循環、水循環とマネーフローからの研究」最終報告)

## 天竜川流域における地域環境の変容に関する基礎的研究

石澤 孝<sup>1)</sup>・高木直樹<sup>2)</sup>・土本俊和<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> 信州大学教育学部 <sup>2)</sup> 信州大学工学部

### Basic Study on Areal Changes in Tenryu Basin

ISHIZAWA Takashi<sup>1)</sup>, TAKAGI Naoki<sup>2)</sup> and TSUCHIMOTO Toshikazu<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Faculty of Education, Shinshu University

<sup>2)</sup> Faculty of Engineering, Shinshu University

---

キーワード：諏訪湖，地域変容，衛星画像，地理情報システム，水質  
Key words : Lake Suwa, Areal Changes, Satellite Imagery, GIS, the water quality

---

#### I はじめに

天竜川流域の水質変化の要因をさぐるために、自然的人文的環境の変容という観点から解明を進める。このために狭域的、地域的、広域的という3つのスケールから分析を進めた。以下、2005年度における研究進展の状況について述べる。

#### II 現地調査による狭域的なレベルにおける考察—居住環境の変容に関する考察—

天竜川上流域の辰野町の宮木と小野において、昭和初期の水利用と水環境に注目して、コミュニティの形態と規模に関する考察を継続し、両者の比較をおこなった。この比較考察は、水環境において維持管理システムをになう社会的共同体とそれを実行す

る伝統的慣習が存在するという想定とともに、その姿が多様であるという想定にもとづく。とくに、水環境において維持管理システムをになう社会的共同体を水系コミュニティとした。また、辰野町宮木・小野は、伊那街道にそって連続したふたつの宿場町で、開渠の用水と湧水や井戸が混在する。

小野では、防火に重点を置いた用水の水路形態により、この用水にしたがった横のつながりが重視され、用水の流路を管理システムの基盤として帯状の水系コミュニティが形成された。他方、宮木では、日常生活用水は自宅敷地外の共同井戸から得ており、それらを中心に円状の水系コミュニティが形成された。防火に重点をおいた用水は、生活用水への関連がうすいために、防火に重点をおいた用水にみられた帯状のコミュニティよりも、湧水や共同井戸を基盤

とする円状のコミュニティが優先されるとの結論を得た。

用水形態の特徴として、宮木では、比較的規模の大きな灌漑用水が何本も南北に流れており、その間をつなぐように小さい用水や小河川がみられた点を指摘することができる。人の生活に密着したこのような小さな流れは、伊那街道周辺の一部の集落のみにみられた。

対して、小野では、宮木に比べて規模の小さい数本の用水が伊那街道の南北に平行して流れる程度であった点を指摘することができる。集落のほとんどの住宅をめぐるこの用水は生活への密着度がひくくないといえる。このように、小野では、飲料水を含む生活用水を自宅の井戸でまかなうので、共同利用の井戸と中心とした水系コミュニティの形成はみられないが、集落を縦断する町裏用水の存在とその管理システムが生活に密着した姿をなして、水系コミュニティが形成されていた。すなわち、小野では、用水を基盤とした帯状の水系コミュニティを確認することができる。

宮木と小野では、慣習や管理システムの運営体系に即して、それぞれ異なった水系コミュニティが形成されていたことが明らかである。宮木では、生活用水を自宅敷地外の共同利用の井戸に求めており、それを中心に円状の水系コミュニティが形成されていた。小野では、共同利用の井戸がみられず、自宅の井戸を水源としていたが、集落を縦断する用水を基盤とした管理システムがあって、帯状の水系コミュニティが形成されていた。また、慣習として根付いている決まり事に加え、祭事を担うまとまりや組織化された維持管理システムがあって、これらは、水道水が集落内に普及するまで残され、一部では今でも続けられている。

### Ⅲ 地形図・統計などを用いた地域的なレベルにおける考察

#### 1 諏訪湖の水質変化

天竜川は諏訪湖の釜口水門からはじまる。釜口水門より上流の諏訪湖には、諏訪市・茅野市・富士見町・原村から上川と宮川が、下諏訪町からは砥川が、岡谷市からは横河川が流入している。これらの中から、流域面積的にみて影響が少ないと考えられる富士見町と原村を除いた4市町を諏訪湖への影響を与える地域とし、釜口水門における1976年から2003年までの水質調査のBOD値<sup>1)</sup>を用いて分析を進めることにした。

釜口水門におけるBOD値の推移をみると、1976年以降減少傾向にあり、諏訪湖の水質が改善される方向に進んでいることがわかる。しかしながら、より詳細にながめると、年ごとの変動も大きく、特に1980年代後半と2000年前後には数値の大きな上下変動がみられる。そこで、3年移動平均値を算出し、1977年から2002年の26年間において検討を加えることにした。

分析は、千曲川水系の分析で用いた手法に準じておこなった。まず、水質変化には自然的因子が働かず、人為的因子のみが働くとの前提をおく。人為的因子は「生活排水系」、「事業所排水系」、「農畜産排水系」に大別されるが、ここでは「生活排水系」として「住民基本台帳の人口」を、「事業所排水系」<sup>2)</sup>として「工業従業者数」と「ゴルフ場面積」を、「農畜産排水系」<sup>3)</sup>として「田の面積」、「畑の面積」、「樹園地の面積」、「牧草地の面積」、「牛の飼育頭数」を用い、パス解析により検討をおこなった。

#### 2 水質変化の要因

パス解析とは、あらかじめ要因と考えられる因子を設定し、それらの因子の関わり

合いの強さを重回帰分析によって確認するという分析手法である。BOD値を従属変数、人為的因子としてあげた8指標を独立変数とし、ステップワイズ(変数増減)法により重回帰分析をおこなった。なお、分析にはSPSSを用いた。

3ステップにわたる変数の増加の結果、プラスの2因子とマイナスの1因子の計3因子が求められた。重相関係数は0.9226と高く、全変動の85%が説明された。因子の寄与の割合を示すパス係数(標準偏回帰係数)は、「牛の飼育頭数」が0.8706、「牧草地の面積」が-0.4428、「樹園地の面積」が0.2881である。いずれも農畜産排水系の要因である。

以上みてきたように、1970年代後半以降における諏訪湖の水質においては、生活排水系や事業所排水系の要因は小さくなく、農畜産排水系が大きく作用していることが明らかになった。

ここでは、農畜産排水系の指標を多く入力して分析をおこなってみた。今後は、他の系統の指標を加味しながら、さらに検討を加えてみたい。

資料の入力に際しては、信州大学教育学部学生の協力を得た。記して感謝の意を表す。

#### IV 衛星画像などを用いた広域的レベルにおける考察

##### 1 天竜川流域における都市開発の実態

天竜川は諏訪湖を源流とした河川で、長野県の中中部から南部にかけての市町村の中心となっていて、周辺に住む人たちの生活に大きな影響を与えている。そこで、建築という観点から、天竜川流域の市町村の様々な統計や都市開発・環境に関するデータ、人工衛星データ LANDSAT TM などを用いて、これからのまちづくり<sup>4)</sup>を考える上で問題点の抽出を目的とする。

##### 2 用いた資料

###### 1) 統計データ

長野県統計書や市役所の情報より、人口(図1)・高齢人口割合(65歳以上)・年少人口割合(0~14歳)・製造品出荷額(図2)・年間商品販売額・農業産出額・事業所数・3,000㎡以上の開発件数(図3)について経年変化を考察した。

###### 2) 環境データ

長野県生活環境部公害課が発行している「大気汚染等測定結果」や、長野県地球環境課発行の「長野県環境白書」より、水質汚濁(生物化学的酸素要求量(BOD)(図4):天竜川本流の環境基準点で原則的に毎月1日2回の水質測定)、大気汚染(二酸化硫

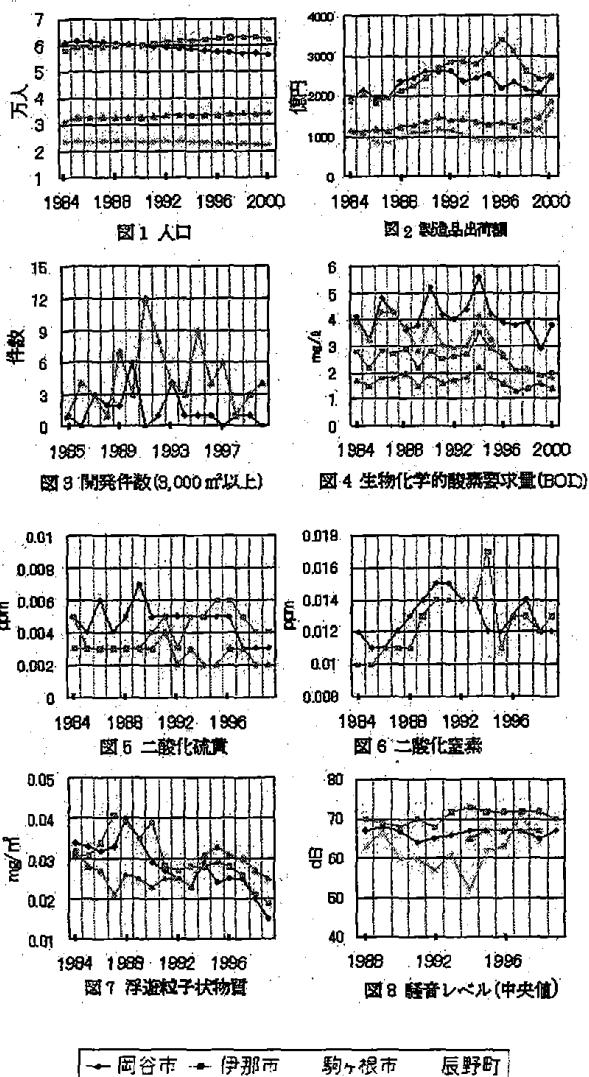


表1 騒音の測定場所

|      | 種類        | 車線数 | 車道端から<br>の距離(m) | 地上から<br>の高さ(m) | 路線名 |              |
|------|-----------|-----|-----------------|----------------|-----|--------------|
| 岡谷市  | 阪座2-2-17  | B   | 2               | 3              | 2   | (主)下諏訪辰野線    |
| 伊那市  | 西寄近5124-1 | O   | 2               | 1              | 1.2 | 国道153        |
| 駒ヶ根市 | 上北道11-3   | A   | 2               | 0              | 1.2 | (主)駒ヶ根駒ヶ岳公園線 |
| 辰野町  | 平出1602    | A   | 2               | 1              | 1.2 | (主)下諏訪辰野線    |

A:専ら住居の用に供される地域、B:住居に供される地域、O:指定黄(図5)、二酸化窒素(図6)、浮遊粒子状物質(図7)、光化学オキシダント、一酸化炭素:一般環境大気測定局で連続測定装置にて常時観測)、騒音(騒音レベルの90%レンジの中央値(図8):自動車交通騒音実態調査を実施している長野県の市町村の調査結果)などを用いて都市環境の側面から都市をみる。大気汚染物質は、光化学オキシダント以外環境基準を達成している。BODの環境基準は図4の赤線で示す。長野県環境白書より、BODは下水道の整備で諏訪湖の浄化が進み減少しているが、生活排水や工場排水がBOD増加の原因になっている。騒音は、都市の例として昼(午前8時~午後6時)のデータを1箇所示す(表1)。

### 3) リモートセンシングデータ

対象地区の諏訪湖~駒ヶ根市までのデータを切り出し、幾何補正したものを使用する。土地被覆分類図(図9)、正規化植生指

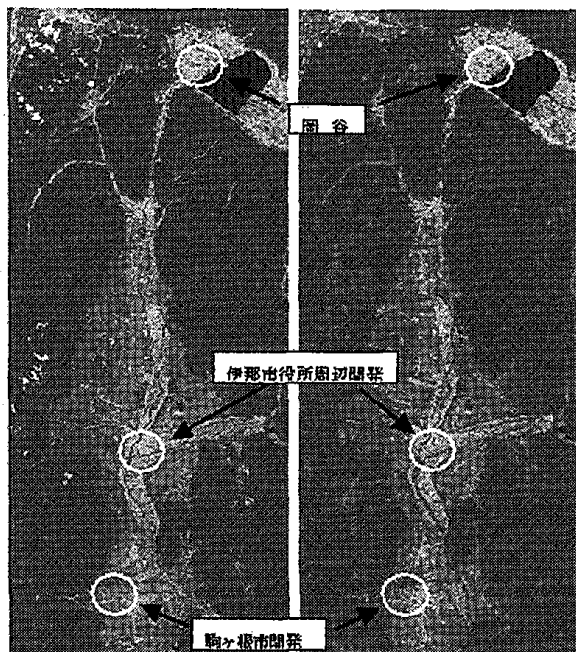


図9 土地被覆分類図(左:1984年、右:2000年)

数分布図、地表面温度分布図を抽出し、土地被覆状況の経年変化を解析した。土地被覆分類のカテゴリーは水域、緑地(森林)、田、畑・草地、裸地、低層建物地区、中層建物地区、雲の8つを設けた。

### 4) 現地調査

1984年~2000年にかけて開発が行なわれたところを、市役所で情報を得たり、都市計画図や土地被覆分類図を参考に大きな変化のあった場所へ現地調査を行い、開発による現状を確認した。

## 3 都市の変遷

### 1) 岡谷市

明治~昭和初期にかけて蚕糸業が盛んで、戦後は製糸業から精密工業中心に発展してきたが、ここ10年間は製造品出荷額がやや減少してきている。1960年~1970年代にすでに成長を遂げ、1980年代に人口減少を始めた。そのため、開発圧力が少なく他と比べると大規模な開発の件数は少ない。また1980年代後半に二酸化硫黄、二酸化窒素がやや増加しているが、これは工場の開発件数の多い時期と一致している。騒音は市役所近くの測定点で僅かに増加してきている。BODは諏訪湖のアオコの影響もあって環境基準の3mg/lを超えているが、諏訪湖の浄化により最近は減少傾向にある。1990年と1994年で上がっているが、開発件数が多い時期と一致するので、諏訪湖の影響だけではなく開発が天竜川の水質に少なからず影響を与えていることが考えられる。新たな住宅地の開発は少ないことが土地被覆分類図より分かる。

### 2) 伊那市

ここ20年間で成長してきた都市なので、1980年~1990年代後半までに、人口、製造品出荷額に大幅な伸びが見られる。しかし、最近では停滞してきている。大気汚染物質をみると、浮遊粒子状物質は減少してきているが、他の大気汚染物質は増加している傾

向が見られる。特に 1992 年～1994 年にかけては大気汚染物質の濃度だけではなく、諏訪湖や上流の開発の影響もあるだろうが BOD も増加しているため、この時期に工場や住宅などの開発が多く行われたと考えられる。実際に、騒音は、1995 年以降は横ばいだが、この国道 153 号沿いの測定点で騒音レベルの中央値が 70dB を越えるという高い数値が示されている。この周辺は国道であることから自動車の交通量も多く付近に工場も存在しているということが原因であると考えられる。伊那市役所や平成大橋ができたことにより、市役所の通りに中層建物が進出してきたことが土地被覆分類図の経年変化をみることで確認できる。市役所の移転や工場団地が作られたことでこの 16 年間で都市が発展し変化したことが分かる。

### 3) 駒ヶ根市

この 16 年間で人口、製造品出荷額などの統計が全体的に増加している。1990 年代に 3,000 m<sup>2</sup>以上の開発が多く行われているのでこの時期に都市が発展したと分かる。BOD はこの 16 年間はほぼ環境基準の 2mg/l を達成している。少し上がっている年は、開発が多く行われた年の後であるため、開発が天竜川の水質に影響があったと考えられる。二酸化硫黄、浮遊粒子状物質ともに同じ時期に増えているが、この時期の上の原工業団地などの開発により工場が増えた影響であると考えられる。現地調査や土地被覆分類図より、多くの店舗が進出した新たな開発が行われた地域がみられた。騒音のデータは 5 年間しかないが、開発された地域の騒音は僅かに増加していて、この開発により自動車交通量が増えたと思われる。

### 4) 辰野町

1991 年辺りまでは人口、製造品出荷額などわずかに増えているが、それを境に 1990

年代後半にかけて全体的に減少してきている。1990 年近くには BOD の値は環境基準を超えていたが、1990 年代後半に低くなってきて基準を達成している。騒音は、1989～1990 年代前半にかけて下がってきているが、この測定点近くの新町工業団地がつけられた 1994 年あたりから上がっている。荷物を搬入出する自動車の影響があると考えられる。また、安全で快適なまちづくりのため都市計画道路の整備が多く行われていることが、都市計画図や現地調査より分かった。

## 4 都市の比較

天竜川流域の都市で 15 年前から人口減少を始めた岡谷市と、増加してきた伊那市とを比較する。まず、岡谷市は地域的にも諏訪湖や山に四方を囲まれていることから、これ以上都市を広げていくというのは難しい。伊那市は土地被覆分類図より地域的にもまだ田や畑・草地がみられるため、新たに開発されていく可能性がある。統計的にみても人口は 1990 年を境に逆転していて、高齢化も岡谷市の方が進行している。伊那市に工業団地が多くつくられ工場が増えたことで、製造品出荷額も 1990 年に岡谷市を超えている。都市環境の面では、二酸化硫黄は 1990 年後半にかけて岡谷市が減少していて伊那市が増加してきている。二酸化窒素、浮遊粒子状物質はともに同じような変化をしているが、やや伊那市の方が高くなってきている。これは、伊那市が岡谷市に比べ開発が多く行われているので、自動車の交通量や工場が増えて大気に影響していることが考えられる。今後は、都市環境を考慮し、大気汚染物質や騒音を抑えていくことが課題とされる。また、人口減少や高齢化のため開発圧力が少なくなるので、このような人口減少に転じた場合のまちづくりの方向として、新たな土地への開発ではなく再開発や整理事業に力を入れ、その

土地らしさを考慮し都市を充実させることも課題になってくると考えられる。

## 5 まとめ

今回の研究では、統計データや環境データ、抽出したリモートセンシングデータを用いて天竜川流域の都市の変遷を把握することができた。また、都市の変遷の比較を行っていく中で、天竜川流域の都市の問題の一部を理解できた。そして、都市の変遷を把握したことで、天竜川都市開発・都市環境の一端が明らかになったと思われる。

## 注

- 1) 長野県公害課の「水質測定結果」による。
- 2) 製造業従業者数は「工業統計表」、ゴルフ場の面積は長野県自然保護課の資料による。
- 3) これらの数値は、「農林業市町村別統計表」による。また、千曲川水系の分析で使用した「豚の飼育頭数」においては、秘匿数値が多かったため、除外した。
- 4) 環境に配慮したまちづくりとして、松川町のエコステーションをあげることができる。全国的に近隣型の商店街に設置されていることが多いが、山形市では中心商店街に設置されている。

## 文献

石澤 孝 (1996) : 千曲川水系における水質変化とその要因に関する試行的考察. 環境科学年報,

第 18 号, 51-56.

石澤孝・高木直樹・土本俊和 (2004) : 天竜川流域における地域環境の変容に関する基礎的研究. 環境科学年報, 第 26 号, 109-114.

長野県生活環境部公害課 (1987-2004) : 大気汚染等測定結果

## 関連業績

石澤 孝 (2006) : 諏訪・上伊那地方における人口変化-GIS を用いた人口分布に関する解析-I. 信州大学教育学部紀要, 第 117 号, 85-96.

石澤 孝 (2006) : 諏訪湖における水質変化の要因に関する一考察. 環境科学年報, 第 28 号印刷中.

天野雄一郎・高木直樹 (2005) : ハイパースペクトルデータ AVIRIS を利用した都市域植生分類制度に関する研究. 日本建築学会環境系論文集, No.590, 49-55.