

## 河川水質と流域社会特性との関連解析

|       |   |
|-------|---|
| 誌名    | 富山県立技術短期大学研究報告 = Bulletin of research, Toyama College of Technology |
| ISSN  | 03899330  |
| 巻/号   | 20  |
| 掲載ページ | p. 28-33  |
| 発行年月  | 1987年3月   |

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター  
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council  
Secretariat



# 河川水質と流域社会特性との関連解析 —富山県におけるケース・スタディ—

天野智順, 能登勇二

(衛生工学科)

## 1. はじめに

河川の水質汚濁は水質汚濁防止法施行等と平行して昭和40年代後半からは改善され50年以降横ばい状態にある<sup>1)</sup>。しかし、現在においても市街地内を流れる都市内中小河川では生活排水等の影響による汚濁がみられ今後さらに改善されるという保証はなく、河川の水質環境を考える場合、水系全体を考慮した総合的な視野に立った監視、管理等の計画が必要になるであろう。これまで河川の水質汚濁の問題に関して汚濁負荷発生量の算定、汚濁流出現象、水質変動メカニズム等を対象とした数多くの研究が行なわれている。

本報告では河川の水質汚濁が主に人間の社会活動量に起因するものとの考えから流域内での社会活動量と水質との関連性を明らかにするための解析を行なった。水質環境を示す指標として4項目の理化学的水質指標およびそれらを総合した指標を取り上げ、流域特性を示す指標として人口、事業所数、製造品出荷額等の社会活動量に関する指標を取り上げた。同様の研究はこれまでも筆者らが全国の一級河川を対象にしたもの<sup>2)</sup>やその他いくつかの研究例<sup>3)</sup>が見られるがそれぞれ問題点もあり、さらに研究を積み重ねていく必要があると考えられる。本報告ではケース・スタディとして富山県内の中小都市河川を含めた27河川29地点を対象とした解析を行なった。

本解析の結果若干の知見が得られたので報告する。

## 2. 研究の方法

本報告では第1表に示す富山県内27河川29地点を対象としている。調査地点は原則として一河川水系の最下流地点とし、一部支流を対象とした地点も含めている。各地点における流域面積は資料<sup>4)</sup>及び地図を用いて算定している。また、資料の不備のため3河川を対象から除いてある。各地点における水質指標は昭和46年度から57年度までの4項目の理化学的水質指標(SS、DO、BOD、pH)の年平均値<sup>5)</sup>を用いた。また、これら4項目の指標を用いて因子分析を行なった結果得られた総合的な水質を示す指標も用いた。

流域内の社会特性を示す指標として総人口、全事業所数、農家戸数、製造業事業所数、製造品出荷額、商店数、流域面積、下水処理人口比率の8項目を用いた。ここで流域面積及び下水処理人口比率を除く各指標については流域面積で除した値を用いており、単位面積当りの流域内での社会活動量の強度、集積度を表わす指標としている。すなわち、人口は人間活動の集積度、全事業所数、農家戸数、製造業事業所数、製造品出荷額、商店数はそれぞれの産業活動の集積度、流域面積は流域の規模の程度、下水処理人口比率は排水の処理の程度をそれぞれ表わす指標と考えられる。これらの流域特性指標のいくつかは行政区単位の資料<sup>6)</sup>しかなく各流域単位の値に変換するため、各流域内における行政区別の人口比率により推定した値を用いている。また、製造品出荷額については富山県の消費者物価指数で調整した値を用いている<sup>7)</sup>。

解析はこれらの水質及び流域特性指標について昭和47年、50年、55年の各年度及び昭和47年、50年、55年を合せたもの(以下47~55年とする。)のデータを対象としてそれぞれ各指標間の相関を考察し、さらに水質

第1表 河川名及び調査地点

| No. | 河川名 | 調査地点               | No. | 河川名       | 調査地点               |
|-----|-----|--------------------|-----|-----------|--------------------|
| 1   | 境川  | 境橋                 | 16  | 上市川       | 魚躬橋                |
| 2   | 笹川  | 笹川橋                | 17  | 白岩川       | 東西橋                |
| 3   | 木流川 | 未端(県道)             | 18  | 常願寺川      | 今川橋                |
| 4   | 小川  | 赤川橋                | 19  | いたち川(神通川) | 四ッ屋橋               |
| 5   | 入川  | 未端(県道)             | 20  | 新堀川       | 白石橋 <sup>注3)</sup> |
| 6   | 黒部川 | 下黒部橋               | 21  | 下条川       | 稲積橋                |
| 7   | 吉田川 | 吉田橋                | 22  | 小矢部川      | 河川口                |
| 8   | 高橋川 | 堀切橋 <sup>注1)</sup> | 23  | "         | 城光寺橋               |
| 9   | 黒瀬川 | 石田橋                | 24  | 玉保川(小矢部川) | 地子木橋               |
| 10  | 布施川 | 落合橋                | 25  | 仏生寺川      | 八幡橋                |
| 11  | 片貝川 | 落合橋                | 26  | 湊川        | 中の橋                |
| 12  | 鴨川  | 港橋                 | 27  | 上庄川       | 北の橋                |
| 13  | 角川  | 角川橋 <sup>注2)</sup> | 28  | 余川川       | 間島橋                |
| 14  | 早月川 | 早月橋                | 29  | 阿尾川       | 阿尾橋                |
| 15  | 中川  | 落合橋                |     |           |                    |

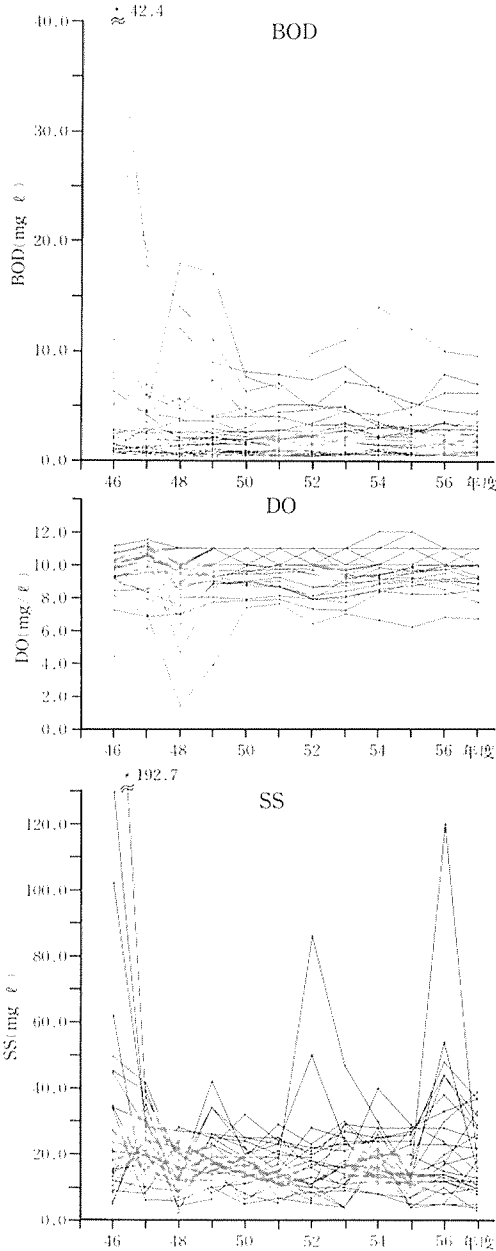
1) 昭和50年まで二ッ屋橋、2) 昭和46年のみ上山橋、3) 昭和48年まで新堀橋  
 ※神通川(全域)、庄川(全域)、放生津内川の3河川を除く。

指標を目的変数とした重回帰分析を用いて流域特性指標との関連性を解析した。流域特性指標のうち該当年の資料がない一部の指標については経年変化を考慮して一年程度前後の値を用いている。

### 3. 解析結果

#### (1) 水質指標及び水質総合指標の特性

各水質指標の29地点における昭和46年から57年までの年平均値と相関係数を第2表に示す。また、第1図

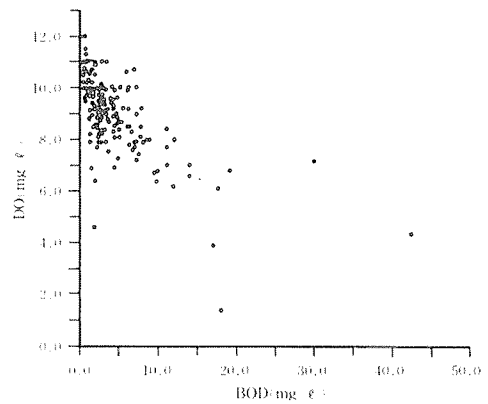


第1図 水質指標の経年変化(昭和46~57年)

に BOD, DO, SS の経年変化を示し、第2図に BOD と DO の相関関係を示す。これによると BOD は一部高い値を示す地点も見られるが昭和46年以降高い値を示すものが減少している傾向にある。DO は50年以前に見られる 6 mg/l 以下の低い値が減少し50年以降大きな変化は見られない。SS は46年に非常に高い値が見られそれ以降も年により大きな変動が見られる。しかし、40mg/l 以上の値を示す地点はいずれもその時点での BOD の値が低い河川 (例えば常願寺川、角川等) であり、調査時の降雨、地質等の自然的要因の影響が考えられ水質汚濁とは直接結びつけにくいと考えられる。pH については経年変化の図は省略するが特異値もなく顕著な変化は見られない。各水質指標間の相関では BOD と DO とが負の相関が高く BOD が高い場

第2表 各水質指標の年平均値と相関係数 (昭和46~57年)

| 年度  | SS    | DO     | BOD    | pH     |
|-----|-------|--------|--------|--------|
| 46  | 35.0  | 9.4    | 5.0    | 7.0    |
| 47  | 22.4  | 9.7    | 3.5    | 6.9    |
| 48  | 14.3  | 8.7    | 3.2    | 7.0    |
| 49  | 19.1  | 9.7    | 3.0    | 6.9    |
| 50  | 16.4  | 9.8    | 2.4    | 6.9    |
| 51  | 15.7  | 9.9    | 2.4    | 6.9    |
| 52  | 18.0  | 9.6    | 2.5    | 6.9    |
| 53  | 17.9  | 9.4    | 2.8    | 6.9    |
| 54  | 19.5  | 9.7    | 2.5    | 7.1    |
| 55  | 14.7  | 10.0   | 2.3    | 7.1    |
| 56  | 24.5  | 10.0   | 2.4    | 7.1    |
| 57  | 18.0  | 9.9    | 2.4    | 7.2    |
| SS  | 1.000 | -0.049 | 0.080  | -0.043 |
| DO  |       | 1.000  | -0.687 | 0.012  |
| BOD |       |        | 1.000  | -0.049 |
| pH  |       |        |        | 1.000  |



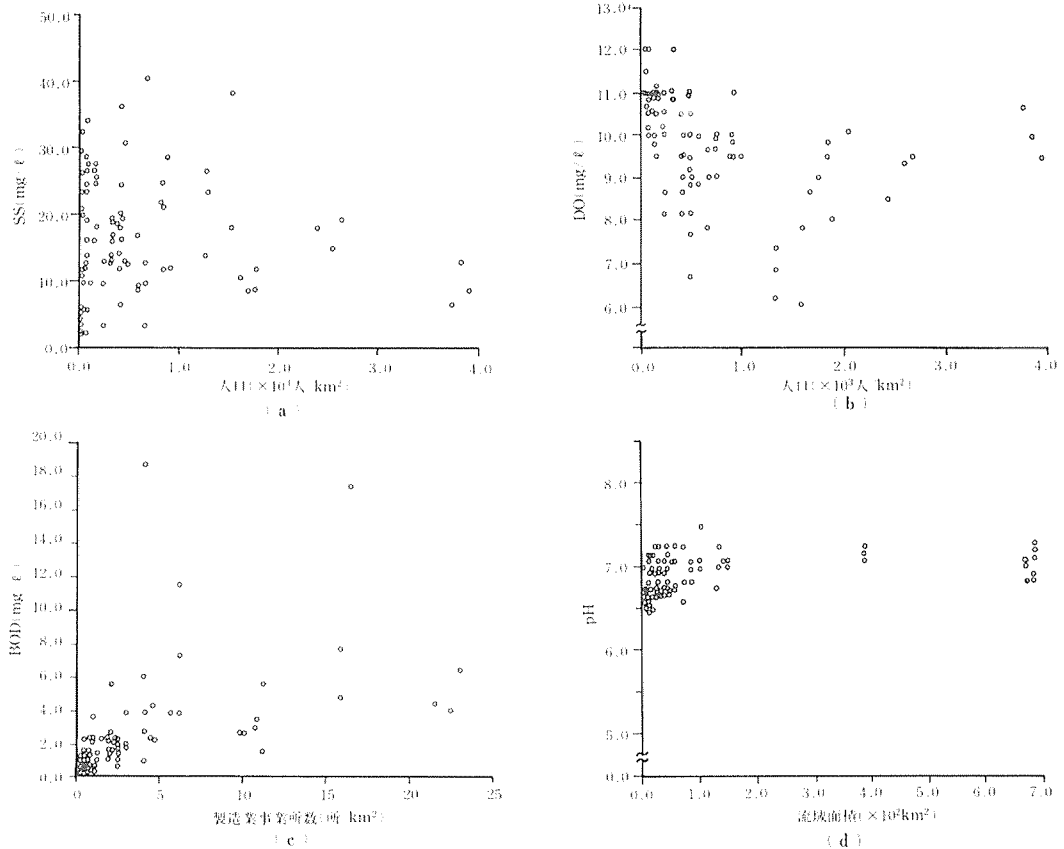
第2図 DO と BOD の相関(昭和46~57年)



はいずれの指標とも低い値を示し相関がほとんどないと考えられる。各年別における値も47年に2~3の指標と0.25程度ある以外は同様の値であり流域の社会活動量の強さでは表わしにくい指標であると考えられる。DOは流域面積を除く他の指標と弱い負の相関を示している。これは各年とも同様の傾向にあり社会活動量が強いほどDOの値が低くなると考えられる。BODはDOとは逆に流域面積を除く指標と正の中程度の相関を示しており社会活動量が強いほどBODの値が高くなると考えられる。その中でも製造業事業所数との相関が高く工業活動量の強度との関連が強くなることを示していると考えられる。これは各年とも同様の傾向を示している。pHはいずれの指標とも相関が弱くSSと同様に社会活動量の強さでは表わしにくい指標であると考えられる。ただし、流域面積とは各年別においても正の弱い相関を示しており流域面積が小さい場合(都市内河川が多く含まれる)、pHの値が低くなる傾向が若干ではあるが見られる。しかし、これは他の自然的要因の影響も考えられ検討する必要がある。F.Iについてはこの値が低くなると汚濁の程度が強いことを示しており、BODと符号は逆であるが同様の傾向

にあると考えられる。これらの各水質指標と流域特性指標との相関は高い値でも0.5程度であり単独の指標との関連はあまり高いとは言えず本解析で取り上げていない指標を含めさまざまな要因が影響し合っていると考えられる。

次に4項目の水質指標及びF.Iを目的変数とし、8項目の流域特性指標を説明変数とした重回帰分析<sup>8)</sup>の結果について述べる。結果を第5表に示し、第4図(a)~(d)に各指標の実測値と回帰値の関係を示す。BODについては各年とも重相関係数が0.7~0.8と高い値を示しF値についてもそれぞれ1%有意水準を上回る値を示しており、ここで用いた指標によりある程度の評価、予測が可能であることを示している。また、下の段は変数増減法による解析結果であるがこれについても同程度の値を示している。説明変数の中では人口、全事業所数、製造業事業所数が変数増減法による解析でも説明変数に取り上げられ標準偏回帰係数の値も他の変数に比べ高く、BODが人間活動量、工業活動量に密接に関連していることを示していると考えられる。しかし、これらの変数は単相関でも分かるようにBODに正の影響を与える指標であり、自然的要因等の負の



第3図 各水質指標と流域特性指標の相関(昭和47~55年)

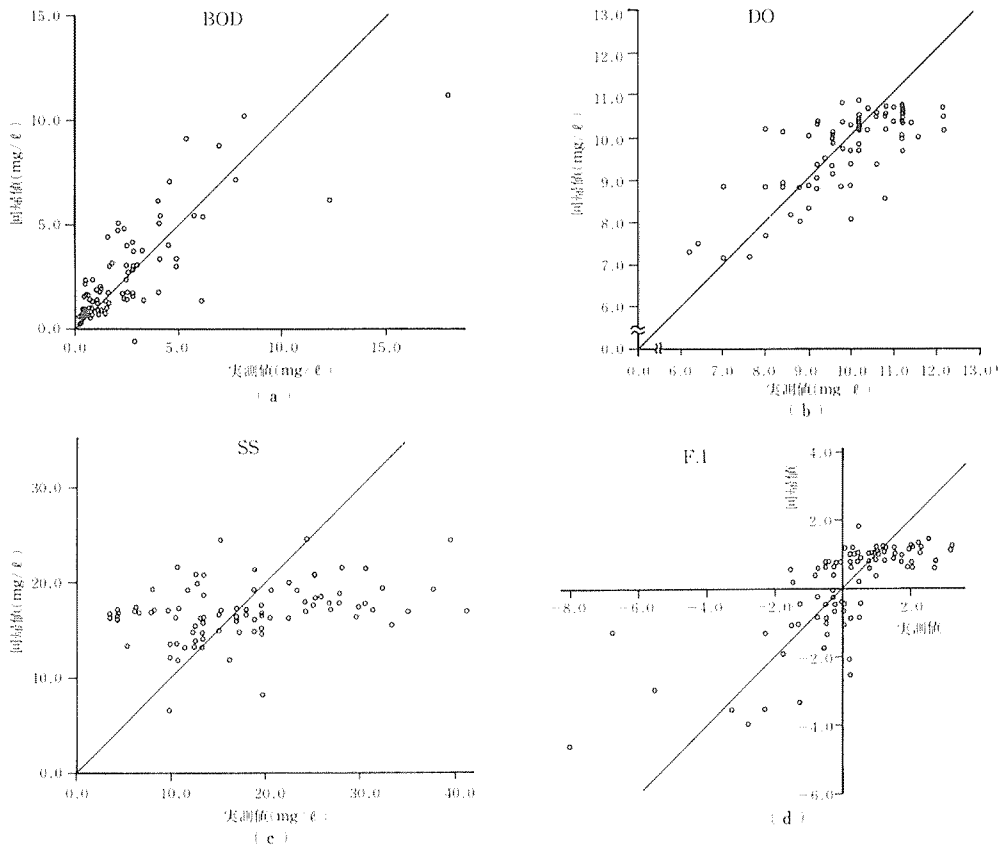
第5表 水質指標及びF.Iの重回帰分析結果

| BOD   |       |            |            |         |        |        |       |        |        |       |       |  |
|-------|-------|------------|------------|---------|--------|--------|-------|--------|--------|-------|-------|--|
| 年度    | 重相関係数 | 自由度調整重相関係数 | F値/0.01F値  | 標準偏回帰係数 |        |        |       |        |        |       |       |  |
|       |       |            |            | 人口      | 全事業所数  | 農家戸数   | 製造事業所 | 製造出荷額  | 商店数    | 流域面積  | 処理人口比 |  |
| 47    | 0.838 | 0.764      | 5.91/3.56  | -0.829  | -0.879 | 0.352  | 1.499 | 0.005  | 0.265  | 0.228 | 0.413 |  |
| "     | 0.832 | 0.801      | 13.53/4.22 |         | -1.338 |        | 1.755 |        |        | 0.223 | 0.315 |  |
| 50    | 0.897 | 0.853      | 10.34/3.56 | 7.125   | -6.404 | -0.143 | 2.259 | -0.125 | -2.217 | 0.130 | 0.239 |  |
| "     | 0.885 | 0.858      | 16.66/3.94 | 5.795   | -5.663 |        | 2.057 |        | -1.694 |       | 0.293 |  |
| 55    | 0.893 | 0.847      | 9.87/3.56  | 4.645   | -5.367 | 0.974  | 0.733 | -0.367 | -0.135 | 0.086 | 0.342 |  |
| "     | 0.890 | 0.857      | 13.95/3.76 | 4.334   | -5.227 | 0.994  | 0.727 | -0.376 |        |       | 0.369 |  |
| 47~55 | 0.730 | 0.697      | 11.14/2.75 | 3.948   | -3.538 | -0.007 | 1.777 | -0.113 | -1.618 | 0.176 | 0.158 |  |
| "     | 0.726 | 0.701      | 14.90/3.04 | 3.695   | -3.354 |        | 1.706 |        | -1.558 | 0.184 | 0.138 |  |

| 年度    | DO    |       |            | SS    |       |           | pH    |       |           | F.I   |       |            |
|-------|-------|-------|------------|-------|-------|-----------|-------|-------|-----------|-------|-------|------------|
|       | R     | R*    | F/0.01F    | R     | R*    | F/0.01F   | R     | R*    | F/0.01F   | R     | R*    | F/0.01F    |
| 47    | 0.851 | 0.784 | 6.58/3.56  | 0.560 | 0.196 | 1.14/3.56 | 0.740 | 0.605 | 3.02/3.56 | 0.834 | 0.758 | 5.72/3.56  |
| "     | 0.805 | 0.778 | 15.32/4.68 | —     | —     | —         | 0.652 | 0.574 | 4.45/4.22 | 0.822 | 0.789 | 12.52/4.22 |
| 50    | 0.844 | 0.773 | 6.19/3.56  | 0.485 | 0.266 | 0.77/3.56 | 0.676 | 0.491 | 2.11/3.56 | 0.810 | 0.720 | 4.76/3.56  |
| "     | 0.768 | 0.735 | 11.95/4.68 | —     | —     | —         | —     | —     | —         | 0.637 | 0.578 | 5.68/4.68  |
| 55    | 0.723 | 0.577 | 2.75/3.56  | 0.393 | 0.429 | 0.46/3.56 | 0.548 | 0.143 | 1.07/3.56 | 0.789 | 0.687 | 4.12/3.56  |
| "     | 0.490 | 0.460 | 8.52/7.68  | —     | —     | —         | 0.405 | 0.365 | 5.29/7.68 | 0.761 | 0.714 | 8.26/4.22  |
| 47~55 | 0.751 | 0.720 | 12.60/2.75 | 0.338 | 0.153 | 1.26/2.75 | 0.401 | 0.274 | 1.87/2.75 | 0.738 | 0.705 | 11.65/2.75 |
| "     | 0.704 | 0.687 | 20.18/3.56 | —     | —     | —         | 0.346 | 0.296 | 3.76/4.03 | 0.731 | 0.707 | 15.33/3.04 |

\* 各年度の下端は変数増減法による結果(Fout=Fin=2.0の場合)



第4図 重回帰分析の結果(昭和47~55年)

影響を与える説明変数を加えた解析も検討する必要がある。DOはBODと同程度の重相関係数の値を示しており、ここで用いた指標によりある程度の評価、予測が可能であると考えられる。しかし、年により重相関係数の値の低いものやF値が1%有意水準に達していないものが見られ他の要因も含め検討が必要である。SSについては重相関係数の値が低くF値についても1%有意水準に達しておらず、また変数増減法ではすべての変数が取り上げられず結果が得られていない。これはSSがここで用いた特性指標では説明しにくい水質指標であることを示していると考えられる。pHについてもSSと同様の傾向にあり、これらの指標の変動については社会活動量等の人為的要因よりも自然的要因に影響される傾向があると考えられる。F.1についてはBOD、DOとはほぼ同程度の重相関係数を示しており、これらの指標によりある程度評価、予測が可能であると考えられる。しかし、一般には単一項目に比べより説明力のある指標であるべきであるが単一指標との差異が見られず説明変数の選択を含め検討が必要である。これらの重回帰分析の結果においてはある程度評価、予測が可能な項目もあるがそれらの回帰の精度は第4図を見てもまだ十分とは言えず水質環境における他のさまざまな要因を検討する必要があると考えられる。

#### 4. ま と め

富山県内の河川を対象とした河川水質と流域社会特性の関連解析の結果及び問題点、今後の課題についてまとめると以下のとおりである。

- (1) 水質の経年変化ではBODが昭和46年から50年にかけて高い値が減少している傾向にある。DOについても同様に低い値が減少している。SSでは年により高い値が見られるがそれらは水質汚濁とは明確な関係が見られない。また、BODとDOとの間には負の相関があり、4項目の水質指標を用いた因子分析の結果から水質の汚濁の程度を示す総合的な水質評価指標が得られた。
- (2) 河川水質と流域特性との関連ではBODは流域面積を除く指標と正の相関が見られ、社会活動量の強さとの関連性が強く特に工業活動量と密接な関係にある。DOではBODとは逆に負の相関が見られた。SS、pH

では流域の社会活動量の強さとは明確な関連が見られず、他の自然的要因の影響を含めた検討が必要である。

- (3) 重回帰分析の結果ではBOD、DO、F.1では0.7~0.8程度の重相関係数が得られ、8項目の流域特性指標を用いた水質の評価、予測がある程度可能である。SS、pHについては重相関係数の値が低く、今回の解析で用いなかった自然的要因を含めた説明変数の選択等について検討する必要がある。

以上のように、河川水質と流域社会特性との関連がある程度明らかにされたが、本解析においては流域特性指標のいくつかが人口比率による推定値であるなどデータ自体の精度の問題あるいは資料の都合上水質指標の負荷量が得られず量的な評価が行えなかったなどの問題点が考えられる。また、重回帰分析の結果の精度も十分とは言えず、今回用いなかった自然的要因等を含めた流域特性指標の選択あるいは流域を単位としたより正確な資料の蓄積などは今後さらに検討すべき課題と言えよう。

最後に本報告の作成にあたり資料の収集・整理に協力していただいた卒研の方々に深く感謝の意を表する次第である。

#### 参考文献及び資料

- 1) 荒木峻他編(1985)：環境科学辞典，東京化学同人，東京。
- 2) 能登，天野(1986)：富山県立技術短期大学研究報告，Vol.19，PP38~43。
- 3) たとえば，林，楠田他(1982)：土木学会第37回年次講演会講演概要集2，PP133~134。
- 4) 国土地理院編(1977)，国土数値情報(流域等)。
- 5) 富山県(1972~83)：環境白書，昭和46年版~昭和57年版。
- 6) ——(1972~83)：富山県統計年鑑，昭和46年版~昭和57年版。
- 7) ——(1972~83)：富山県の歩み，昭和46年版~昭和57年版。
- 8) 奥野忠一他(1971)：多変量解析法，日科技連，東京。
- 9) 能登，安田(1983)：土木学会論文報告集 No.338，PP79~88。