

Title	住民意識をもちいた地域環境の分析と予測
Author(s)	积迦戸, 美由規
Citation	
Issue Date	2001-03
Type	Thesis or Dissertation
Text version	author
URL	http://hdl.handle.net/10119/727
Rights	
Description	Supervisor:中森 義輝, 知識科学研究科, 修士

修 士 論 文

住民意識を用いた地域環境の
分析と予測

指導教官 中森義輝 教授

北陸先端科学技術大学院大学
知識科学研究科知識システム基礎学専攻

950044 釈迦戸 美由規

審査委員： 中森 義輝 教授（主査）
橋本 敬 助教授
本多 卓也 教授

2000年2月

目次

1	はじめに	1
1.1	研究の背景と目的	1
1.2	本研究の研究手順	2
1.3	本論文の章構成	3
2	環境指標の展開	4
2.1	環境指標の歴史的変遷	4
2.2	快適環境指標	5
2.2.1	快適環境指標の作成方法	5
2.2.2	住民意識調査	6
2.3	川崎市環境観察指標	8
3	石川県における環境問題	10
3.1	石川県における自然環境の特徴	10
3.2	石川県の水環境問題	11
3.2.1	水環境の現状	11
3.2.2	水質保全対策	12
4	河北潟流域5市町村住民意識調査	13
4.1	アンケート調査の趣旨	13
4.2	アンケート調査概要	14
4.3	調査票作成手順	15
4.4	分析結果	17
5	環境属性による石川県の市町村分類	23

5.1	クラスタリングを行う理由	23
5.2	クラスタ分析による市町村の統合	23
5.2.1	クラスタ分析手法	23
5.2.1.1	ウォード法	24
5.2.1.2	ファジィ c-means 法	25
5.2.2	変数選択	26
5.2.3	クラスタリングの実行と結果	29
5.2.4	メンバシップ関数	31
6	加賀地方住民意識調査	33
6.1	アンケート調査の概要	33
6.2	分析	34
7	住民意識を用いた水質予測モデル	41
7.1	モデリング概要	41
7.2	ルールモデル	42
7.2.1	クラスタ1(金沢市)	43
7.2.1.1	クラスタ1 BOD値1.0未満ルール	43
7.2.1.2	クラスタ1 BOD値2.5未満1.0以上ルール	49
7.2.1.3	クラスタ1 BOD値4.0未満2.5以上ルール	51
7.2.1.4	クラスタ1 BOD値4.0以上ルール	51
7.2.2	クラスタ2(松任市・野々市町・美川町・川北町・根上町・寺井町)	52
7.2.2.1	クラスタ2 BOD値1.0未満ルール	53
7.2.2.2	クラスタ2 BOD値2.5未満1.0以上ルール	53
7.2.3	クラスタ3(小松市・加賀市・津幡町・高松町・辰口町・鶴来町・山中町)	55
7.2.3.1	クラスタ3 BOD値1.0未満ルール	56
7.2.3.2	クラスタ3 BOD値2.5未満1.0以上ルール	58
7.2.3.3	クラスタ3 BOD値4.0未満2.5以上ルール	60
7.2.3.4	クラスタ3 BOD値4.0以上ルール	60

7.2.4 クラスタ4(宇ノ気村・鳥越村・河内村)	62
7.2.5 クラスタ6(吉野谷村・尾口村・白峰村)	64
7.2.6 水辺の利用目的・頻度と住民評価との関連性)	65
7.2.7 BOD 値別に見た住民意識との関連性	66
7.2.8 BOD 地区爛推定モデルのまとめ	68
7.3 線形回帰モデル	71
8 地理情報システム(GIS)の展開	73
8.1 環境情報システム	73
8.2 地理情報システム(GIS)の概要	74
8.3 本研究における GIS の役割	75
9 おわりに	76

謝辞

参考文献

付属資料

1 河北潟流域5市町村住民意識調査報告	81
1.1 河北潟流域5市町村住民意識調査報告質問票	81
1.2 河北潟流域5市町村住民意識調査報告グラフ	92
2 加賀地方住民意識調査報告	87
2.1 加賀地方住民意識調査質問票	103
2.2 加賀地方住民意識調査結果報告グラフ	111
2.3 加賀地方住民意識調査結果のGISへの展開	145
2.4 金沢市・河北郡地方BOD測定地点図	156
2.5 南加賀地方BOD測定地点図	157
2.6 1998年BOD値	158
3 メンバシップ関数	159
3.1 下水道普及率メンバシップ関数	160
3.2 人口密度メンバシップ関数	160

3 . 3 . BOD メンバシップ関数	161
--------------------------------	-----

目 次

4.1	住民の居住地と選択河川との分布(金沢市)	22
4.2	住民の居住地と選択河川との分布(津幡町)	22
5.1	表5.3のクラスタの分布	31
6.1	加賀地方クラスタ分析図	40
7.1	石川県地形図	45
7.2	クラスタ1水辺に行く目的(BOD1.0未満)	65
7.3	クラスタ1水辺に行く目的(2.5未満1.0以上)	65

表 目 次

4 . 1 河北潟周辺 5 市町村 回収率	15
4 . 2 河川の測定地点近接住民数	21
5 . 1 13 属性の内容	28
6 . 1 加賀地方住民意識調査回収率・有効回答数	35
6 . 2 住民意識と統計データとの相関テーブル	36
6 . 3 クラスタ別統計データ平均	36
7 . 1 クラスタ 1 BOD 測定地点と 1km 以内居住者数および 1998 年の BOD 値	46
7 . 2 クラスタ 1 BOD 一定幅ごとの居住者数	46
7 . 3 クラスタ 1 BOD1.0 未満ルール	47
7 . 4 クラスタ 1 BOD1.0 未満ルール (森下川)	47
7 . 5 クラスタ 1 BOD1.0 未満ルール (森下川除く)	47
7 . 6 クラスタ 1 BOD2.5 未満 1.0 以上ルール	49
7 . 7 クラスタ 1 BOD2.5 未満 1.0 以上ルール (粟崎橋)	50
7 . 8 クラスタ 1 BOD2.5 未満 1.0 以上ルール (平栗橋)	50
7 . 9 クラスタ 1 BOD2.5 未満 1.0 以上ルール (粟崎橋・平栗橋除く)	51
7 . 10 クラスタ 1 BOD4.0 未満 2.5 以上ルール	51
7 . 1 1 クラスタ 1 BOD4.0 以上ルール	52
7 . 1 2 クラスタ 2 BOD 測定地点 2km 以内住民数および 1998 年度の BOD 値	52
7 . 1 3 クラスタ 2 BOD1.0 未満ルール	53
7 . 1 4 クラスタ 2 BOD1.0 未満ルール (辰口橋除く)	53
7 . 1 5 クラスタ 2 BOD2.5 未満 1.0 以上ルール	54
7 . 1 6 クラスタ 3BOD 測定地点と 2Km 以内居住住民数および 1998 年度 BOD 値	55
7 . 1 7 クラスタ 3BOD 別住民数	56

7.18	クラスタ3 BOD1.0未満	56
7.19	クラスタ3 河北郡地方 BOD1.0未満ルール	57
7.20	八野橋ルール	57
7.21	河北郡ルール(八野橋を除く)	57
7.22	南加賀地方 BOD1.0未満ルール	58
7.23	南加賀地方 BOD1.0未満ルール(辰口橋・白山合口堰除く)	58
7.24	クラスタ3 BOD2.5未満1.0以上ルール	59
7.25	クラスタ3 河北郡地方 BOD2.5未満1.0以上ルール	59
7.26	クラスタ3 南加賀地方 BOD2.5未満1.0以上ルール	59
7.27	4.0未満2.5以上のルール	60
7.28	クラスタ3 BOD4.0以上ルール	60
7.29	クラスタ3 御幸橋ルール	61
7.30	クラスタ3 浮柳新橋ルール	61
7.31	クラスタ4 BOD測定地点および2km以内居住住民数	62
7.32	クラスタ4 BOD別住民数	62
7.33	クラスタ4 BOD1.0未満ルール	62
7.34	クラスタ4 BOD3.0未満2.0以上ルール	63

第 1 章

はじめに

1.1 研究の背景と目的

環境問題とは、「人間社会がこれを取り巻く外囲としての自然生態系にさまざまな変化を与え、これが再び人間や社会に悪影響をもたらす事象で、そのような社会と環境との“関係性”のことである。」と定義される[1]。環境問題の持つ大きな特徴のひとつは、その複雑性である。そこには、人間を取り巻く自然環境や生態系そのものの複雑さに加えて人間社会との関わりの複雑さが含まれるからである。

上記のような複雑性をひもとき、環境の評価・制御・管理・創造を行うために有効な手法と考えられてきたのがシステムズアプローチである。これは、ある問題を設定し、対象範囲や問題構造を明確にする問題同定を行い、その上で問題をできるだけ定量的な数学モデルで記述し、それを解くことで最適解を発見するというものである[2]。このとき作成されるモデルでは、環境に対する人間活動の影響や応答を記述する環境経済モデルなどがあり、そのなかでは自然環境の測定データや経済データをはじめとして様々な統計データが活用されている。このように、統計データはモデル作成になくてはならないものである。

環境の状態を広域的に把握するには、対象地域に配置した測定局や設定した観測地点の測定データが空間的に離散的であるため、汚染の空間的な濃度分布を推定する必要が生じる。しかし、観測データがその地点の環境状態を正確にあらわしているとは限らない。なぜなら、観測データの実測値は、その時々々の自然条件など局所的な空間変動の影響をうけるものだからである。また、観測局の数と位置は資金的・行政的な配慮から決定されるものであるため、収集されるデータには、地域的な偏りが生じたり、設置場所の特性を反映したものとなることもある。また、統計デー

タの収集スケールは、モデル作成の際のデータニーズからすると不十分であるという指摘がある[3]。

従来、自然環境を予測するようなモデルは、物理・化学的なモデルのほかに社会・経済データを用いた環境経済モデルなどがある[4]。しかし、本研究では、環境統計の整備に関して、従来とは異なったアプローチをとる。環境予測モデルに、これまで入り込む余地のなかった人的要素を加味しようというのである。これ以後、統計データのなかで、機器による測定が行われている大気・水質・騒音などに関する数値データを物理データと呼ぶことにする。

本研究の物理データ予測モデルは、石川県加賀地方における河川 BOD(Biochemical Oxygen Demand ; *mg/l* ; 生物化学的酸素要求量) を対象とする。

われわれは、日常的に、自らの周辺の自然環境とふれあいながら生活している。そこで、地域に密着して居住している地域住民は何らかの形で居住地域近辺の水辺環境と接している。地域住民は、その近隣の水辺環境を生活していく上でさまざまに利用し、そこから影響を受けていると考えられる。そこで、その水辺環境に対し、普段は意識にのぼらないであろうなんらかの思いを抱いていたたり、感じていたりするものである。本研究では、地域住民の水辺環境に対する感覚や感性を利用することで、水環境を予測しようとするものである。そのため、水辺環境の状態と住民意識との関連性をときほぐし、水辺環境の状態や水辺環境のありように対して、住民が抱く意識を多角的な面から抽出することで、石川県加賀地方の水質を推定するという新たな手法を作成することを目指すものである。また、研究を進めるにあたっては、GIS (Geographic Information System) をもちいる。これは、本研究においてはその地理的特性が大きな意味合いを持つであろうことや、GIS の活用による研究の効率化とよりわかりやすい研究結果の提示を目指すものである。

1.2 本研究の研究手順

1. データや文献から、石川県の環境問題や環境政策について調べる
2. 石川県の環境質をあらわすデータの収集・データベース化を行う

- 3 . データなどは適宜 GIS に展開する
- 4 . 過去に行われた住民意識調査例などを参考に，環境意識を多方面からとらえる質問票の設計を行う
- 5 . プロトタイプとなる住民意識調査の実施と結果の分析
- 6 . 石川県における地域特性の違いを水質予測モデルにあてはめるため，石川県の市町村レベルでクラスタリングを行う
- 7 . プロトタイプとなるアンケート調査を参考に加賀地方全域を対象とした住民意識調査の実施と分析
- 8 . 加賀地方住民意識調査のデータをもとに，BOD 値を区間推定する環境予測モデルの構築
- 9 . 回帰モデルの構築
- 10 . 考察

1.3 本論文の章構成

本章では，次章以降の論文構成についてのべる．まず，第2章では，住民意識を抽出した例および住民意識と物理データを結びつけた例として，環境指標について概説する．第3章では，本研究で対象とする石川県の水環境の実情についてのべる．第4章では，河北潟流域の5市町村を対象としたプロトタイプのアンケートの結果と分析を行う．第5章では，石川県加賀地方の市町村をその特性によってクラスタリングし，分類した結果を示す．第6章では，河北潟流域の5市町村を対象としたアンケートの結果を踏まえて行った石川県加賀地方を対象とした住民意識調査の概要・結果を明らかにする．第7章では，以上のアンケート結果をふまえた水辺環境と住民意識とのかかわりと BOD 予測モデルについて詳述する．第8章では，GIS の本研究における活用例や位置付けについてのべる．第9章では，本研究に関するまとめを行う．

第 2 章

環境指標の展開

本章では、関連研究として環境指標についてまとめている。本章で特に参考文献の記載のない文章は、環境指標の展開[5]を参考文献としている。

2.1 環境指標の歴史的変遷

環境行政において、環境の実態把握にくわえ、めざすべき環境状態を明確な目標として知ることが必要不可欠である。この行政上のニーズにこたえる道具として期待されてきたのが環境指標である。ここで、環境指標とは、「環境のある状態を、環境に関する価値を評価した値にして表現する手段」と定義されている。

1960年代以降、公害の深刻化につれて環境汚染の実態把握と汚染物質規制の必要性がたかまり、環境基準の制定がおこなわれた。環境基準は、政策目標を具体的に表す定量的な評価基準としての役割をはたすものである。この環境基準が有効に機能するのは、環境行政の目標が深刻な大気汚染や水質汚濁をすみやかに改善するというものであるというときである。この理由は、環境基準が個別汚染物質の環境中濃度を数値目標として具体的に示すものであるからである。しかし、時代とともに環境問題の様相が大きく変化してきた。人間生活の安全性や健康性といった人間の生存そのものに影響する基本的なものから、快適性といった人間の多様な選択性を反映しより幅広い事象をふくむようになってきたのである。そのため、さまざまな状況に対応するような目標設定がもとめられるようになると、環境基準だけをよりどころに環境政策を進めていくのは困難になってきた。そこで、環境基準にかわって政策目標を具体的に提示したり、政策効果を評価するものとして「環境指標」

が注目されるようになったのである。また、環境基本法に基づく環境管理計画のなかでも環境計画の目標に指標をもちいることがうたわれている。

1970年代後半から1980年代は、環境の状況を地域住民の生活環境という形で表現する指標に社会的な関心が向かっていった。その結果、生活環境を「快適性」や「利便性」といったWHO提唱したカテゴリーであらわしたり、「緑量」や「視程」などももう少し限定した形での指標が作成された。また、指標値を、NO_xに代表されるような大気質・水質・土地利用といった環境変数と対応付けることにより操作性を持たせることも行われた。

1980年代後半以降、環境管理の必要性から、その有効な道具として快適環境指標というものに注目が集まった。これは、地域の生活環境を快適環境という視点でとらえようとするものである。そのため、地域環境を住民の意識を通して総合的にとらえて指標化しようという動きが活発となった。この詳細は次節に譲るものとする。

こうして環境指標の歴史をたどると、あるひとつの点が浮かび上がる。すなわち、時代が下るにつれ、環境指標を構成する環境変数の幅が広がってきたという事実である。当初は、汚染・公害的要因中心であったものが、やがて土地利用・生物生態・地理地質さらには社会的諸要因にまで、年代とともに拡大してきているのである。そしてそれは、環境指標が、主に環境行政上の必要性から発展してきたものであるという事実を裏付けている。また、環境行政・環境政策というものが求められている範囲も広がっているということである。

2.2 快適環境指標

2.2.1 快適環境指標の作成方法

快適環境指標とは、ひとことでいえば、住民意識を環境についての物理データから類推することで環境政策の目指すべき方向性を示すために使われる。

ここでは、住民意識にもとづく環境指標を作成する一般的手順について述べる。

1. 指標作成の方針決定

この段階では、行政ニーズに基づいて指標の利用目的・利用主体・評価対象・評価方法など、指標を作成する際の基本方針を設定するとともに、指標の構成や集約方針などの構造も決定する。また、評価対象とする地域の設定や地域のメッシュ単位の決定、住民意識調査のための代表メッシュの選定などを行う。

2. 住民意識調査の実施

ここでは、代表メッシュに居住する住民の中から無作為に相当数の標本を抽出してアンケート調査を実施する。調査内容は、1で決定された指標策定の方針に基づいて決定するが、おもに各種環境項目に対する住民の満足度に関するものである。この調査結果に基づいて代表メッシュごとに住民の意識を集計して各メッシュの評価値を得る。

3. 環境情報システムの整備

環境指標の作成に関連する各種の環境データの収集・整備を行う。

4. 指標の作成と算定

1から3の作業に基づき、代表メッシュにおける意識データと環境データとの関係を統計的に分析し、環境データから住民の満足度を推計するモデル式を作成する。これから、個々の環境項目ごとに指標の構造を決定する。このとき求めた環境項目間の重みをもちいて、個別の環境項目指標を総合化した総合指標を作成する。

上記では、快適環境指標の一般的な作成手順をみた。次節では、本研究と最も関連深い住民意識調査に焦点を当てることとする。

2.2.2 住民意識調査

快適環境指標作成における住民意識調査例は多いが、主だったものとしては東京都や北九州市をはじめとして11例挙げられる。そこで、これらの調査の共通点につ

いて述べる。

1. 調査内容と質問数

これらの意識調査の質問内容は、15種類もの広範囲に及ぶ。これらのなかで、共通して選ばれている調査項目は環境の現状評価およびその具体的根拠に関するものである。例を挙げると、騒音についての不満度や緑についての満足度、不満の場合にはそう思う理由である。その他の質問項目は大別して3つ挙げられる。第1に、望ましい環境像に関するものである。具体的には、理想とする居住地や残したい環境素材、個別環境の重要度などである。第2には、環境改善についての質問項目である。例えば、環境に関する重点課題や方策などである。第3に、環境問題に関する意識・関心・知識の度合いを問うものである。

2. 対象環境の範囲

調査範囲とした環境の範囲については、意識調査ごとの目的が違っているし重点の置き所が異なるため比較しにくい。ただし、従来の環境行政が扱ってきた分野である公害や自然環境にとどまらず、ひじょうに広範な環境が対象にされている。日照や風通しといった生活に密着した近隣公害をはじめ、緑や自然といった身近な自然、まちの美しさやゆとりといった都市環境、水害や避難路などの安全性、買い物のしやすさや交通の整備といった利便環境、ランドマークや歴史といった都市の個性にかんするものと多岐にわたっている。

3. 調査の対象者

調査対象者は、該当する行政区域に居住する成年男女とするのが一般的である。標本数は1000から4000ほどの間で、ほとんどの事例で3000以上である。これは、調査の精度・調査方法と回収率・調査費用によって決定される。

また、標本抽出には層化二段抽出法がもっとも多く用いられている。この方法は、まず調査対象とする地区を各層(例:土地利用により特性付けられるグループなど)にわけ、その各層から無作為に一定数抽出を行う。さらに、その抽出された中から、地区ごとに無作為に一定数抽出する方法である。

4. 調査方法と回収率

調査方法には、郵送法・留置法・訪問面接法の3種類が用いられている。調査費用の点からみると、郵送法が最も安くすむが、回収率が低くなる。住民意識調査事例でも、留置法や訪問面接法ではすべて回収率は80%をこえているが、郵送法では50%をきるなどしている。したがって、郵送法では依頼文をつけて調査の趣旨をよく説明するなどのほか、電話や葉書による督促を行うなどの工夫が必要である。

なお、郵送法では全質問に答えていない不完全なデータが生まれやすいため、分析の際には注意が必要である。

2.3 川崎市環境観察指標

快適環境指標の具体例として、川崎市環境観察指標をあげる。また、ここでは本研究との関連性との視点から、環境指標としての特徴と使用した住民意識調査を中心にのべる。

1980年代後半、川崎市では、市民の生活水準の向上や消費の拡大・多様化に伴い、ゆとりや潤いといった環境の快適さ(アメニティ)を求めるようになった。そこで、そのような環境に対するニーズにこたえるために環境指標の開発が計画された[6]。

川崎市環境観察指標の特徴は、環境指標の作成・利用について、住民参加をねらったものであることが挙げられる。そのため、市民が自らの手で環境の状態を観察し、この結果に基づいて環境を診断できる指標をめざした。これは、住民を環境の満足度の評価者としてだけでなく、環境の観察・計測者としても位置付けたということである。一般的な快適環境指標では、説明変数にふくまれる水質や大気質の値は、物理データをもちいている。しかし、本指標では、地域住民の五感によってもそれを把握しようとしているのである。これは、快適環境の要素には町並みや景観のようにそもそも機器による計測が困難なものも存在するからである。そこで、これらの項目をも含め、環境の物的状態も人間の目や耳でとらえ、この住民のよる観

察結果をおなじ住民による評価値と結びつける環境指標の作成をめざした。また、人間の快適性を規定する要因となる項目の多くは、人が目で見て耳で聞き肌で感じるものである。そこで人間の五感による環境状態の測定を導入して物理データの補完を試みている。しかし、これに際し注意しておかなければならない諸点もある。

1. 人間が認知し観察できる範囲に限界がある点
2. 専門家でない一般市民の観察であるため、回答のゆらぎが大きくなるだろうという点
3. 環境の観察には、主観や好みが評価としてはいりやすい点
4. 観察項目は、ある程度総合的・複合的な意味合いを持ちがちなので、項目間の相関に留意しなければならないという点

以下に、対象とした環境要素と質問項目をあげる(4段階評価)。

1. きれいな空気
 - a. ものほしのほこり
 - b. におい(地区・排気ガス)
2. 親しみのある水辺
 - a. よく行く川
 - b. 水の様子
 - c. 土手の様子・利用のしやすさ
3. まちの静けさ
 - a. 道路・工場・商店の音
4. ゆたかな緑
 - a. 田・畑・林の様子
 - b. 公園の様子
5. 良好なまちなみ
 - a. 看板・道路のきれいさ
 - b. 家並みの様子
6. 環境の総合満足度(5段階評価)

このように、それぞれの環境要素を示し、市民が観察できるような項目を挙げている。また、回答は4段階評価でわかりやすい表現をもちいている。

本指標では、この結果を用いて質問項目を被説明変数、物理データを説明変数とした個別指標の作成やそれらを総合化した総合評価指標の作成を行っている。

第 3 章

石川県における環境問題

本章では、関連研究として環境指標についてまとめている。本章で特に参考文献の記載のない文章は、石川県環境基本計画[7]および平成 11 年度石川県環境白書[8]を参考文献としている。

3 . 1 石川県における自然環境の特徴

石川県は、本州中央の日本海岸に位置し、面積は 4185km² である。石川県の地形的特徴は能登と加賀地方で大きく異なる。能登地方がおおむね標高 300m 以下の低山地であるのに対し、加賀地方は白山(2702m)を最高峰とする山岳地帯と山地帯が発達している(図 7 . 1 参照)。

石川県西部にはそこから流れ出る手取川・犀川・浅野川といった河川の侵食や堆積によって成立した沖積平野がひろがっている。これらの河川の特徴は、流程がみじかい急流河川である点で、石川県内でもっとも長い手取川も全長は 40km をわずかに

こえる程度である。

また、気候は、日本海側気候に属し、年平均降水量が 2700mm と全国で 2 番目に多いため、水資源は豊富である。

3.2 石川県の水環境問題

3.2.1 水環境の現状

石川県では水質の現状を把握するため、主要河川 165 地点、湖沼 8 地点、海域 61 地点で水質測定を行っている。河川・湖沼・海域を総称して公共用水域といい、ここには環境基準法に基づき水質汚濁に関する環境基準が定められている。環境基準はおおきく 2 種類に分類できる。

1. 人の健康の保護に関する環境基準

これは、重金属や有機塩素系化合物や農薬など 23 の項目があり、健康項目と呼ばれている。この環境基準は全国一律であり、1999 年度では石川県では全測定地点で基準に適合している。

2. 生活環境の保全に関する環境基準

これには、有機物による水質汚濁の指標となる生物化学的酸素要求量(BOD)や化学的酸素要求量(COD)などのほか、閉鎖性水域で富栄養化の原因となる全窒素や全磷などがあり、生活環境項目と呼ばれている。

この項目では、水域の利用目的に応じて環境基準を類型化し、水域ごとに該当する類型を指定することによって各水域の特性を考慮した環境基準を設定している。

平成 11 年度では、河川環境基準達成率は約 90%であり、一部の都市河川で生活廃水などによる汚濁が進んでいるものの、河川の水質は比較的良好であるといえる。しかし、柴山潟・木場潟・河北潟などの湖沼では、COD 加えて全窒素や全燐のいずれも環境基準を達成していない。また、海域環境基準達成率は約 42%であり、七尾南湾や能登沿岸海域で基準を達成していないものの、そのほかの海域の水質は比較的良好であるといえる。

3.2.2 水質保全対策

石川県では、石川県環境基本計画[7]において、環境の現状を踏まえた環境保全計画として「いしかわビッグ 10」をうちだしている。このなかでも、石川県における水環境問題として、湖沼等の閉鎖性水域および一部都市河川の水質浄化が緊急課題としてとりあげられている。

公共用水域の汚濁原因としては、工場・事業場からの産業系の汚濁や人間の生活に伴う生活廃水による汚濁および自然界からの汚濁物質の流入などが考えられる。

工場や事業場などからの産業系の汚濁は、水質汚濁防止法にくわえ、さらに厳しい排水基準を定めた県独自の上乘せ排水条例などが適用されている。

近年では、都市域の拡大や水への負荷を伴う生活様式の普及などにより生活系の汚濁負荷の比率が高くなってきている。

石川県の下水道普及率は約 45%と全国平均の 55%をすくまわっている。また、下水道以外の污水处理施設の普及率は、農業集落排水施設が 4%、コミュニティプラントが 1%で、あわせて 50%となっている。なお、農業集落排水施設とは農山漁村の 1000 人以下の小集落に設置されるもの、住宅団地などの開発に伴い設置されるものがコミュニティプラントである。生活廃水対策は下水道による対策を基本とし、廃水による汚染の防止、下水道の早急な整備が求められている。しかし、下水道整備にはかなりの時間と多額の費用が必要である。そこで、下水道の整備の遅れがみこまれる地域では、一般家庭に対し、小型合併処理浄化槽の整備に補助金の支出などの政策を行っている。また、家庭からの生活廃水対策をすすめるため、意識啓発事業を実施している。

しかし、県の環境問題担当者などには、石川県の環境問題はそう深刻ではないという認識があるという報告もあるが[9]、まだ深刻でないからこそ予防的な対策が望まれる。

第 4 章

河北潟周辺 5 市町村住民意識調査

4 . 1 アンケート調査の趣旨

本研究では、石川県加賀地方を対象として、人的要素を加味した水質予測モデルの構築をその研究目的においている。そのため、石川県の地域住民の環境意識を知ることが必要不可欠である。そこで、加賀地方北西部にひろがる河北潟をとりかこむ形で広がる 5 市町村(金沢市・津幡町・宇ノ気町・内灘町・七塚町)を対象としたアンケート調査を実施した。

本調査の目的のひとつは、地域住民がどのくらい環境に関心があるのか、身近な自然環境についてどのように思いを抱き、感じているのかを知ることである。そのため、地域住民を取り巻く環境に対する事象をとりあげ、短い簡潔な質問を設定することで住民が答えやすいアンケート調査の設計をめざした。

さらに、この後行う加賀地方全域での住民意識調査の予備的調査の性格を持つものである。そのため、本調査では多種多様な方向からの質問をおこない、分析を通じて質問項目の絞込みを行った。

具体的な調査項目は以下の通りである。

1. エコマーク
2. 水環境

3. 大気環境
4. 廃棄物
5. 環境商品
6. 環境認識
7. 回答者の属性

なお、本調査は中森研究室でプロジェクトとして行ったため、本研究でとりあげるのはその一部、2. 水環境、7. 回答者の属性の2項目である。

4 . 2 アンケート調査概要

アンケート調査の実施次第は以下の通りである。

1. 調査対象地域

河北潟及び河北潟に流入する河川を持つ金沢市・津幡町・宇ノ気町・内灘町・七塚町

2. 調査対象

金沢市の町会長・副会長 207 名、津幡町・宇ノ気町・内灘町・七塚町のそれぞれの区長 86 名・ 25 名・ 16 名・ 7 名の合計 3 4 2 名

3. 調査時期

2000 年 8 月 8 日～8 月 27 日

4. 調査方法

郵送法

5. 回収率

市町村	送付数	回収数	回収率
金沢市	208	125	60%
津幡町	87	42	48%
宇ノ気町	25	17	68%
内灘町	16	9	56%
七塚町	7	6	85%
合計	342	199	58%

表 4.1 河北潟周辺 5 市町村 回収率

4.3 調査票作成手順

まず、研究室内で、環境の状態をあらわすような事項について KJ 法を行い、その後質問項目の集約を行った。その過程で、水辺環境に対しては、水辺環境の現状の周知度・現状把握（過去・現在・未来）にかんする項目群が有力となった。また、対象とする水辺環境では、河川・湖沼・海域・水道水・地下水といった身近な項目があった。

また、人間は、日常的に生活するうえで、知らず知らずのうちに自然と触れ合っているが、そのなかで、環境を認識するには感覚器官をもちいている。そこで、人間のみる・きく・触れる・嗅ぐ・味わうという五感にそくした質問項目を用意し、その感じる度合いを 5 段階評価(1. そう思う 2. あまりそう思わない 3. ふつう 4. ややそう思う 5. そう思う)で問うこととなった。

以下、河北潟住民意識調査で質問した中で、水辺環境に関する項目を列挙する。

1. 最も親しんでいる水辺空間 (22 択)
2. そこへいく目的 (記述式)
3. そこへいく頻度 (5 択)

- 4 . 水辺環境に対する印象について（5段階評価）
 - 1 . ごみがめにつく
 - 2 . にごっている
 - 3 . においがある
 - 4 . 水の色が茶色い
 - 5 . 緑があって美しい
 - 6 . 護岸工事がされている
 - 7 . 魚の死骸が浮いている
 - 8 . 散歩やサイクリングができる
 - 9 . バーベキューやキャンプができる
 - 10 . 通勤途中によりたい
 - 11 . 農業用水に使える
 - 12 . ドライブできる
 - 13 . ボートやカヌーなどの水上スポーツができる
 - 14 . 水遊びができる
 - 15 . 釣った魚がたべられる
 - 16 . 清掃する必要がある
 - 17 . 水鳥・魚・植物などの自然観察に適している
 - 18 . 水の色が抹茶色
 - 19 . ヨシやアシをみかける
 - 20 . 水が澄んでいる
 - 21 . カラスを見かける
 - 22 . チュウヒをみかける
 - 23 . ハヤブサをみかける
 - 24 . フナがいる
 - 25 . シロウオがいる
- 5 . 選択した水辺空間の総合判断（過去・現在・将来）

次に、被験者の属性に関する項目を挙げる。

1. 性別
2. 年齢（6 択）
3. 家族構成（5 択）
4. 居住地（記述式）
5. 居住形態（5 択）
6. 居住年数（7 択）
7. 以前の居住地（4 択）
8. 職業（10 択）
9. 勤務地（記述式）

以上の水環境に関する質問項目は，水環境の観察項目・アメニティや利用項目・健康項目・生息生物項目という 4 種類のカテゴリーに分類される．これらのうち生息生物項目については，金沢市河北潟流域生活排水対策推進計画[10]を参考に，環境指標となる動植物やこの地域の河川にひろく生息する生物，絶滅危惧種など様々な種類から選択した．

4.4 分析結果

分析にあたり，市町村よりも細かいレベルで行った．まず，回答者のデータを水辺の水質と結びつけた．そこで，今回は，回答者が最も親しみを感じていると考えている水辺空間に対し，その中で，居住地からもっとも近い測定地点データを居住者のソフトデータと結びつけた．河川の測定地点とその近隣住民数は表 4.2 である．

また，質問項目と BOD 値との相関を調べた．なお，表 4.2 の住民全員のデータを使用したものの結果を挙げる． r は相関係数である．

$$-0.6 \geq r$$

質問項目：「水遊びができる」，「釣った魚が食べられる」，「バーベキューやキャンプができる」

- $0.6 \leq r \leq -0.4$

質問項目：「フナがいる」，「水が澄んでいる」

$0.4 \leq r \leq 0.6$

質問項目：「魚の死骸が浮いている」，「にごっている」

次に，表 4.2 のなかから，住民数の多い順に 5 ヶ所の測定地点(大桑橋・JR 鉄橋・
応化橋・鈴見橋・津幡川橋・二万堂橋)を選んで相関をとった．その場合に新たに相応
の相関がでたものを挙げる．

- $0.6 \geq r$

質問項目：「現在の水辺はどうか」

- $0.6 \leq r \leq -0.4$

質問項目：「緑があって美しい」，「ハヤブサをみかける」，「シロウオがいる」

$r \geq 0.6$

質問項目：「にごっている」，「においがある」，「水が茶色い」，「清掃の必要がある」

$0.4 \leq r \leq 0.6$

質問項目：「ごみがめにつく」，「水が抹茶色」

以上の結果をふまえて，次回行う加賀地方の住民意識調査で使用する質問項目
の選定をおこなった．

水環境の観察項目としては，「水が澄んでいる」，「にごっている」，「においがある」
，「水が茶色い」などが候補に挙げられる．このなかで，「水が澄んでいる」はその
他の質問項目と反対の関係にあるのでまずはずした．また，ひじょうに汚い水
辺である河北潟では水が茶色くなっていることや，加賀地方にはにおいがひどい
どぶ川はないこと，水の澄み切ったというのは山間の溪流などにしかあてはまり

にくいことを考慮して、「水が茶色」が最良であると選択した。

人間は、自らの健康が脅かされるような環境危機には敏感に反応すると思われる。そこで、健康項目として、「釣れた魚がたべられる」を選んだ。

次に、水辺のアメニティや利用に関する項目では、「水辺でバーベキューやキャンプができる」をまず選択した。これは、 $r = -0.7$ と最も高かったためである。また、「水遊びができる」は、河川と湖沼・海域ともで相関が高かったため取り上げた。

生息生物項目であるが、植物では、「ヨシやアシを見かける」を選んだ。また、鳥や魚で相関の低いものもあるが、ひとつには決めにくいので、「鳥や魚を見かける」をいう集約項目にしてみることにした。

最後に、本住民意識調査の反省点をふまえた改善点について考える。

まず、アンケートの分量である。今回は、全 20 ページ 100 問以上とたいへん分量の多い調査となった。これは、様々な分野の質問をしたからであり、盛りだくさんの内容であったかもしれないが回答者にとっても負担は大きいものとなった。回答者のなかには、まじめに取り組むには 1 時間以上かかるという意見もみられた。その結果、答えられていない項目が増えているのではないと思われる。これまでの住民意識調査例をみても、回答は 30 分以内としている例が多く、質問票の簡素化が必要である[11]。

水の質問項目では、一番初めの質問として、最も親しみを感じている水辺について選択形式で回答を求めた。しかし、図 4.1 や図 4.2 をみるとわかるとおり、いくつか近くに河川があっても、居住地に最も近い河川を選んでいる例がほとんどである。ならば、回答者の負担を軽減する意味においても、次回からはこの質問は省くことができるものと思われる。

次に、水辺空間の過去 10 年前・現在・未来の総合評価に関する項目について取り上げる。ここでは、質問の回答による解釈に問題がでた。例えば、現在の水辺を「良い」、将来を「やや悪い」、過去 10 年前を「良かった」とした場合、現在評価は 5、将来は 2、過去 10 年前は 5 という回答の仕方を想定していた。しかし、被験者の中には、現在評価が 5、将来については 2、そして過去 10 年前の評価が 3 と回答する人がでてきた。この被験者は、現在と過去 10 年前はどちらも「良い」と思っているのに、後者のやり方で回答されると、10 年前は普通で現在は良くなったという解釈も成り立ってしまった。そこで、もし次回のアンケートで 3 を「ふ

つう」とするとしてはどうかという意見もでたが、「ふつう」だと、例えば現在を「よい」とした人にとって、将来「よい」ままが「ふつう」なのか、それより悪くなって「ふつう」になるのか判断できないのではないかという反対意見がでた。それでは「かわらない」などの方が良く、現在との比較をはっきりさせるといふ方向となった。そのため、次回のアンケート調査では「かわらない」という言葉に「どこと」比較して「かわらない」のかという対象をはっきりとさせるといふ改善を加えた。

次に、対象者の属性についてである。今回は、対象者のほとんどが50代以上の男性になっている。これは、区長という役割に付随する特徴であるが、調査以前に考えにいれておくべき可能性であったと思われる。

河川の測定地点毎の住民サンプル数	
上田上橋(浅野川)	2(人)
住之江橋(津幡川)	3
水淵橋(犀川)	2
大桑橋(犀川)	10
JR 鉄橋(犀川)	20
鈴見橋(浅野川)	8
環衛橋(宇ノ気川)	2
茅原橋(浅野川)	3
応化橋(浅野川)	12
二万堂橋(伏見川)	6
米泉橋(伏見川)	2
宇ノ気大橋(宇ノ気川)	4
津幡川橋(津幡川)	11
二つ寺橋(犀川)	3
鞍降橋(浅野川)	3
伏見川橋(伏見川)	1
松寺橋(浅野川)	1

表 4 . 2 河川の測定地点近隣住民数

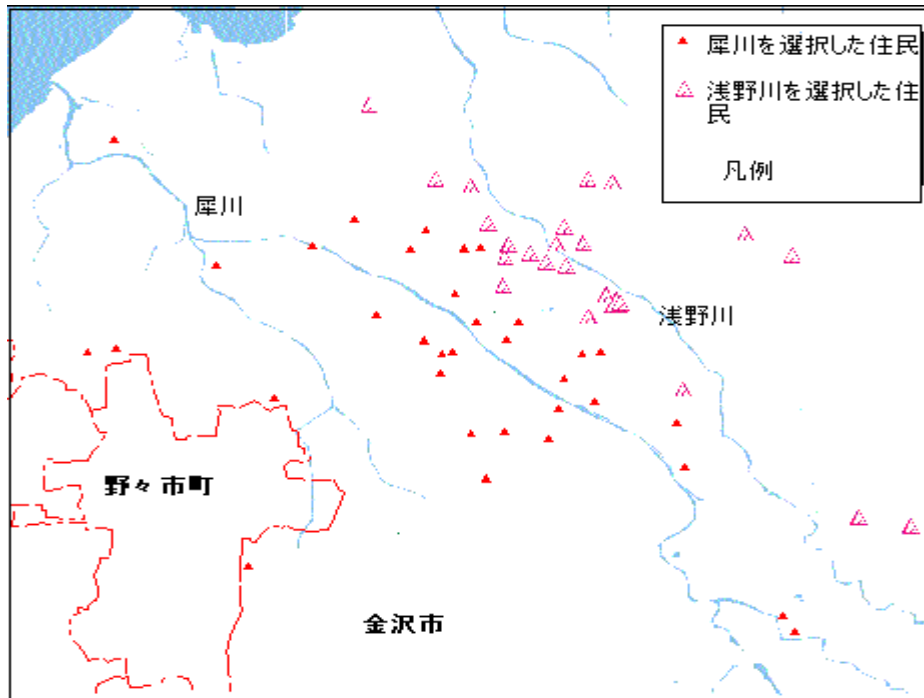


図 4.1 住民の居住地と選択河川との分布(金沢市)

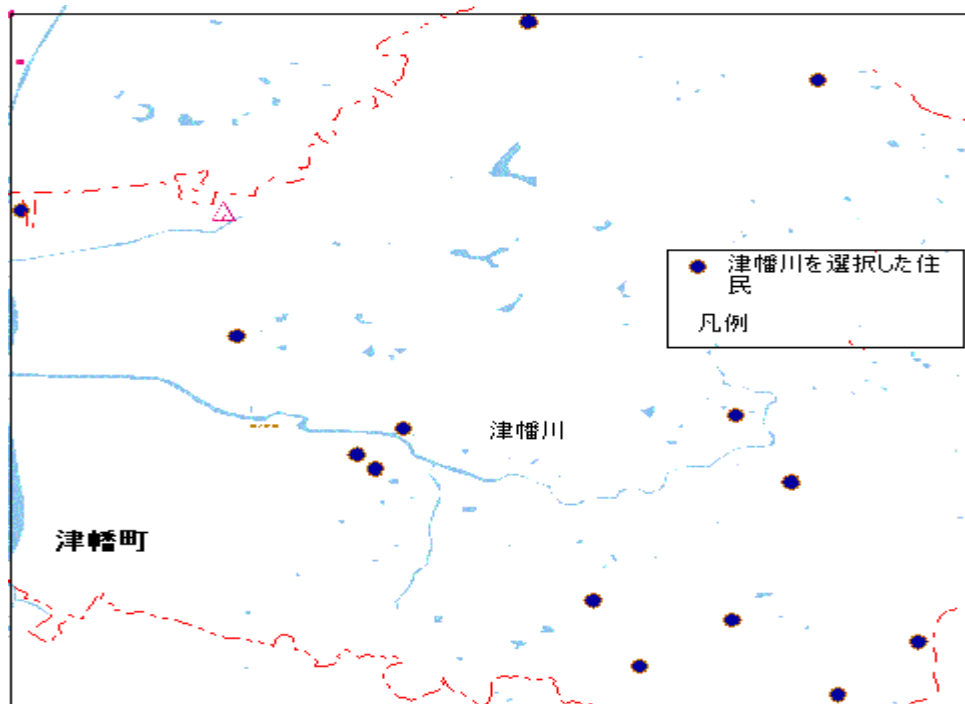


図 4.2 住民の居住地と選択河川との分布(津幡町)

第 5 章

環境属性による石川県の市町村分類

5 . 1 クラスタリングを行う理由

住民意識というものは、地域によって異なるのは当然である。しかし、住む環境が似かよっていけば、住民同士の環境に対する意識にはある共通性がうまれると考えられる。なお、ここでいう環境意識とは、自然や都市化の状態まで含めた地域環境に対する住民の感じ方やとらえ方のことである。

また、都市の状態を客観的に表していると考えられる統計データを用いて市町村の分類を行うので、クラスタ分析の結果分類された都市郡では環境に対する負荷の程度も同程度だということができる。そこで、クラスタ分析によりハード面や意識の面でも同じような特徴をもつ市町村を見出すことは、次章以降でとりあげる水質予測モデルの構築に役立つと思われる。なお、クラスタ分析による都市の分類に基づいた環境予測モデルとしては、[4]や[12]があげられる。本章では、特に[4]に基づき、石川縣市町村別データ[13]を用いてクラスタ分析を行い、石川県の市町村をその特性に応じたいくつかの地域に分類することにする。なお、以下にも詳しく述べるが、石川縣市町村のクラスタ分析の詳細は、[14]を参照されたい。

5 . 2 クラスタ分析による市町村の統合

5 . 2 . 1 クラスタ分析手法

クラスタ分析とは、外的基準なしに異なる対象の集まりから算出された類似度に基づいて似たものを集め、いくつかの均質なもののクラスタに分類する手法のことをいう。これは、階層型と非階層型の2種に大別される。距離の最も近いクラスタ同士を統合していきクラスタ数を減らしていく階層型と、あらかじめクラスタ数を定めたとえでクラスタの中心を計算し、それを基準にして対象がどこに含まれるかをクラスタリングする非階層型である。

まず、階層型であるウォード法[15]、次に非階層型であるファジィ c -means法[16]についてみていく。

(1) ウォード法

ウォード法は、距離の近いクラスタから順番に統合する。統合するたびに、他のクラスタとの距離を計算し、再び統合を行う。そして、ある程度の距離にクラスタが分かれば終了する。ここで類似度となるのはクラスタ内平方和である。クラスタ p に属する i 番目の対象の第 j 変量を x_{ipj} とするとクラスタ p 内の平方和は

$$S_p = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^{n_p} (x_{ipj} - \bar{x}_{ip.})^2 \quad (5.1.1)$$

となる。ここで

$$\bar{x}_{ip.} = \sum_{j=1}^{n_p} x_{ipj} / n_p \quad (5.1.2)$$

である。全体のクラスタ数を K とすると、全体のクラスタ内平方和 S は

$$S = \sum_{p=1}^K S_p \quad (5.1.3)$$

となる。ここでクラスタ p とクラスタ q を統合し、あらたなクラスタ t ができたとき、これらの各クラスタ内平方和には

$$S_t = S_p + S_q + \Delta S_{pq} \quad (5.1.4)$$

$$\Delta S_{pq} = \frac{n_p n_q}{n_p + n_q} \sum_{i=1}^m (\bar{x}_{ip} - \bar{x}_{iq})^2 \quad (5.1.5)$$

のような関係式が成り立つ．また，続いてクラスタ t とクラスタ r を統合したときの ΔS_{tr} は

$$\begin{aligned} \Delta S_{tr} &= \frac{n_t n_r}{n_t + n_r} \sum_{i=1}^m (\bar{x}_{it} - \bar{x}_{ir})^2 \\ &= \frac{1}{n_t + n_r} [(n_p + n_r) \Delta S_{pr} + (n_q + n_r) \Delta S_{qr} - n_r \Delta S_{pq}] \end{aligned} \quad (5.1.6)$$

となり，クラスタ p ， q を統合してできたクラスタ t と他のクラスタとの類似度は

$$S_{tr} = \frac{n_p + n_r}{n_t + n_r} S_{pr} + \frac{n_q + n_r}{n_t + n_r} S_{qr} - \frac{n_r}{n_t + n_r} S_{pq} \quad (5.1.7)$$

で表される．なお， $n_t = n_p + n_q$ である．

ワード法では，クラスタ内平方和 S の変化が最小になるように，各段階で可能なクラスタの組み合わせのうちで ΔS_{pq} がもっとも小さい変化となるクラスタの組を統合する．距離の初期値は対象間のユークリッド平方距離の $1/2$ とし，クラスタが統合されるたびに，上記の式に従って距離を更新する．

(2) ファジィ c -means法

クリスプな c -means法は，クラスタ数 c をあらかじめ与えておき，クラスタのそれぞれの中心を計算し，それに近いものを集めてクラスタリングを行う手法である．この場合，クラスタへの帰属度は属するか属さないかの2値である．この帰属度をファジィ化したものがファジィ c -means法である．帰属度（メンバシップ値） u_{ik} は，0 から 1 の間の値をとる．

ファジィ c -means法は以下に示す目的関数を用いる．

$$J(U, V) = \sum_{k=1}^c \sum_{i=1}^n (u_{ik})^m d_{ik} \quad (5.1.8)$$

1.8)

$$d_{ik} = \|x_k - v_i\|^2 \quad (5 .$$

1 . 9)

ここでは, 対象を p 次元ユークリッド空間の点 $x_k = (x_k^1, \dots, x_k^p)^T, k = 1, \dots, n$ とみなし, U をメンバシップ値 u_{ik} の $c \times n$ 行列とする. また, クラスタ中心を $v_i = (v_i^1, \dots, v_i^p)^T$ とし, まとめて $V = (v_1, \dots, v_c)$ とする. スムージング・パラメータ m は $m > 1$ を満たす.

この目的関数に関して, まず V の初期値を得る. 次に V を固定し, $J(U, \bar{V})$ を最小化する帰属度 U を以下の式に従って求める.

i) すべての $v_i, i = 1, \dots, c$ に対し, $x_k \neq v_i$ である場合

$$u_{ik} = \left[\sum_{j=1}^c \left(\frac{\|x_k - \bar{v}_i\|^2}{\|x_k - \bar{v}_j\|^2} \right)^{\frac{1}{m-1}} \right]^{-1} \quad (5 .$$

1 . 10)

ii) ある v_i に対し, $x_k = v_i$ である場合

$$u_{ik} = 1; u_{jk} = 0 \quad (i \neq j) \quad (5 .$$

1 . 11)

最適解 \bar{U} が求めれば, 次は \bar{U} を固定して $J(\bar{U}, V)$ を最小化する V を求める. 最適解 \bar{V} は, 以下の式によって得られる.

$$v_i = \frac{\sum_{k=1}^n (\bar{u}_{ik})^m x_k}{\sum_{k=1}^n (\bar{u}_{ik})^m} \quad (5 .$$

1 . 12)

以上の流れにおいて $J(\bar{U}, \bar{V})$ が収束すれば終了する. 今回用いた収束条件は, 小さな整数 $\varepsilon > 0$ (今回は $\varepsilon = 10^{-4}$ とした) を与え, \bar{U} と一つ前の最適解 U との差が,

$$\min_{i,k} |\bar{u}_{ik} - u_{ik}| < \varepsilon \quad (5 . 1 . 13)$$

を満たすときに, 収束したと判定し終了した. もし, これを満たさなければ V を固定するところへ戻り, 収束条件を満たすまで, 繰り返し計算する.

5.2.2 変数選択

クラスタリングに用いるデータとして、1997年の石川縣市町村別データ[13]を用いた。1997年を用いた理由は、近年でもっとも欠損なくデータが揃っていたからである。このデータには石川県の41市町村について多くの属性が含まれている。そこで、以下のような変数の選択を行った。

まず、データの欠損がない30属性を抜き出した。その属性に対し、町ごとの比較が可能となるように以下のとおりに密度や割合を求めた。

<面積率>

その他面積率(%) = その他(ha) / 総面積(ha) × 100

原野面積率(%) = 原野面積(ha) / 総面積(ha) × 100

山林面積率(%) = 山林面積(ha) / 総面積(ha) × 100

宅地面積率(%) = 宅地面積(ha) / 総面積(ha) × 100

田面積率(%) = 田面積(ha) / 総面積(ha) × 100

畑面積率(%) = 畑面積(ha) / 総面積(ha) × 100

<商業売上密度>

飲食店売上額密度(万円/ha) = 飲食店売上額(万円) / 総面積(ha)

卸売・小売業売上額密度(万円/ha) = 卸売・小売業売上額(万円) / 総面積(ha)

<人口密度>

完全失業者密度(人/ha) = 完全失業者(人) / 総面積(ha)

就業者人口密度(人/ha) = 就業者人口(人) / 総面積(ha)

第一次人口密度(人/ha) = 第一次人口(人) / 総面積(ha)

第二次人口密度(人/ha) = 第二次人口(人) / 総面積(ha)

第三次人口密度(人/ha) = 第三次人口(人) / 総面積(ha)

非労働者人口密度(人/ha) = 非労働者人口(人) / 総面積(ha)

人口密度(人/ha) = 総人口(人) / 総面積(ha)

< 出荷額密度 >

製造品出荷額密度(万円/ha) = 製造品出荷額(万円) / 総面積(ha)

< 一人一日あたりのゴミ >

一人一日あたりの可燃ゴミ(t) = 可燃ゴミ(t) / (総人口(人) _ 365(日))

一人一日あたりの資源ごみ(t) = 資源ごみ(t) / (総人口(人) _ 365(日))

一人一日あたりの粗大ゴミ(t) = 粗大ゴミ(t) / (総人口(人) _ 365(日))

一人一日あたりの直接搬入ゴミ(t) = 直接搬入ゴミ(t) / (総人口(人) _ 365(日))

一人一日あたりの不燃ゴミ(t) = 不燃ゴミ(t) / (総人口(人) _ 365(日))

< 一人あたりの苦情 >

一人あたりのその他の苦情(件/人) = その他の苦情(件) / 総人口(人)

一人あたりの悪臭の苦情(件/人) = 悪臭の苦情(件) / 総人口(人)

一人あたりの水質汚濁の苦情(件/人) = 水質汚濁の苦情(件) / 総人口(人)

一人あたりの騒音・振動の苦情(件/人) = 騒音・振動の苦情(件) / 総人口(人)

一人あたりの大気汚染の苦情(件/人) = 大気汚染の苦情(件) / 総人口(人)

< 一人あたりの車保有台数 >

一人あたりの自動車保有台数(台/人) = 自動車保有台数(台) / 総人口(人)

< 工場密度・事業所数密度 >

工場数密度 = 工場数 / 総面積(ha)

事業所数密度 = 事業所数 / 総面積(ha)

次に、相関行列を求め、相関係数が0.8以上となる属性の組の片方を排除した。結果、13属性（表5.1参照）に絞り込まれた。

下水道普及率(%)
一人一日当たりの可燃ゴミ(t/(365_人))
原野面積率(%)
工場密度
山林面積率(%)
一人一日当たりの資源ゴミ(t/(365_人))
一人あたりの自動車保有台数(台/人)
人口密度(人/ha)
水洗化率(%)
第一次人口密度(人/ha)
田面積率(%)
道路実延長(km)
畑面積率(%)

表5.1 13属性の内容

5.2.3 クラスタリングの実行と結果

表5.1の属性を組み合わせてクラスタリングを行い、なんらかの意味付けが可能な結果のみを比較した。尚、ファジィc-means法において、クラスタ数の初期設定を6,7,8で、スムージング・パラメータを1.5または2.0とした。クラスタ数の初期設定を6~8としたのは、先にワード法を行った結果、この数字がよいという知見を得たためである。

クラスタリングの結果、6属性（一人一日あたりの可燃ゴミ・工場密度・一人一日あたりの資源ゴミ・人口密度・田面積率・宅地面積率）を用いたファジィc-means法の結果（表5.2参照）よりも、13属性を用いたワード法（表5.3参照）の方が、よいクラスタリング結果が得られた。よって、この結果をクラスタリング結果とした。理由と経緯は次に示すとおりである。

	クラスタに含まれる市町村
クラスタ 1	宇ノ気町,鹿西町,鹿島町,中島町,鳥越村,鳥屋町,津幡町,田鶴浜町,能登島町,吉野谷村
クラスタ 2	根上町,寺井町,七塚町,松任市,川北町,美川町
クラスタ 3	山中町,珠洲市,内浦町,能都町,門前町,輪島市,穴水町,高松町,富来町
クラスタ 4	七尾市,羽咋市,小松市,鶴来町,内灘町,加賀市,金沢市
クラスタ 5	志賀町,志雄町,辰口町,鳥越村,押水町,白峰村,尾口村,柳田村,河内村,吉野谷村,高松町
クラスタ 6	野々市町

表5.2 ファジィc-means法($m = 1.5$)の結果

	クラスタに含まれる市町村
クラスタ 1	金沢市
クラスタ 2	根上町,寺井町,美川町,松任市,川北町,野々市町
クラスタ 3	山中町,七尾市,羽咋市,加賀市,小松市,辰口町,津幡町,鶴来町,高松町
クラスタ 4	宇ノ気町,鹿西町,鹿島町,中島町,鳥越村,鳥屋町,田鶴浜町,能登島町,河内村
クラスタ 5	七塚町,内灘町
クラスタ 6	白峰村,吉野谷村,尾口村
クラスタ 7	志賀町,穴水町,珠洲市,門前町,富来町,能都町,輪島市,内浦町,志雄町,押水町,柳田村

表5.3 ウォード法の結果

クラスタリング結果を決定する過程において、結果だけを比較するとファジィc-means法もウォード法もよく似た出力をした。そこでデータの2次元の散布図により、視覚的にクラスタリングされているかを調べたが、クラスタをうまく分割する属性の組み合わせは見つからなかった。そこで、クラスタごとに石川県地図に塗り分けると(図5.1参照)、ウォード法の結果には意味付けを行うことが出来た。ウォード法のクラスタは、クラスタ1の金沢市を中心に地域が分けられたのである。このような経緯から、ウォード法をクラスタリング結果として採用した。

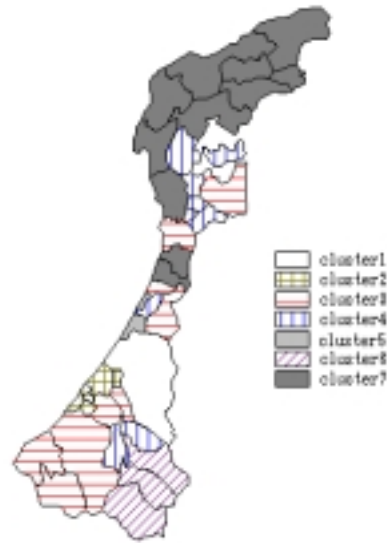


図5.1 表5.3のクラスタの分布

ファジィ c -means法を採用しなかった理由として、表5.2のように結果の多くが野々市町のみをクラスタとしている点が挙げられる。金沢市は石川県だけではなく、北陸を代表する都市である。ワード法の結果では金沢市は一つのクラスタを形成している。しかし、金沢市は山林面積率が高く、一般的な都会といわれる町の属性を持つのは、山林がなく人口密度の高い野々市町のみである。ただ、その結果、金沢市が他のクラスタに含まれるために意味付けが困難となったことから、ファジィ c -means法の結果を採用しなかった。

5.2.4 メンバシップ関数

クラスタ分析で得られたクラスタの特徴を知るために、それぞれの属性についてクラスタごとのメンバシップ関数を求めた。

クラスタ k における属性ごとのデータの第1, 第2, 第3四分位点をそれぞれ q_{ki1} , q_{ki2} , q_{ki3} とし (等しいときにはとても小さな揺らぎを与えた), 変数 x_i のメンバシ

メンバー関数 $u_{ki}(x_i)$ を(5.2.1)式により定義する[4] .

$$u_{ki}(x_i) = \begin{cases} \exp\left\{-\frac{(x_i - q_{ki2})^2}{2(q_{ki1} - q_{ki2})^2}\right\}, x_i < q_{ki2} \\ \exp\left\{-\frac{(x_i - q_{ki2})^2}{2(q_{ki3} - q_{ki2})^2}\right\}, x_i \geq q_{ki2} \end{cases} \quad (5.2.1)$$

全体として、表 5.3 のクラスタに含まれる市町村の分布は、金沢市を中心としている。

(5.2.1)式により得られるメンバー関数や分離度[4]を用い、視覚的に判断した結果、クラスタを分割する変数は下水道普及率（メンバー関数は付録3.1参照）と人口密度（メンバー関数は付録3.2参照）であると思われる。

第 6 章

加賀地方住民意識調査

6.1 アンケート調査の概要

今回の調査では、本学の立地する石川県加賀地方の住民の抱く環境意識について広域的に把握することを目的とする。そのため、第 4 章で行った住民意識調査の結果に基づき、河川の水質を予測するのに有効であると考えられる質問項目を選択した。また、前回の調査から得られたアンケートの選択・記述形式の加減や内容量、質問文についても改善を試みた。なお、本調査結果地図やグラフは付録 2 を参照さ

りたい。また、本地方の地図とクラスタリングの結果は図 6.1 である。

アンケート調査の実施次第は以下の通りである。

1. 調査対象地域

石川県加賀地方に属する 22 市町村

(金沢市・津幡町・内灘町・宇ノ気町・七塚町・高松町・小松市・加賀市・松任市・山中町・根上町・寺井町・辰口町・川北町・美川町・鶴来町・野々市町・河内村・吉野谷村・鳥越村・尾口村・白峰村)

2. 調査対象者

該当市町村に居住する住民 3000 人

(電話帳からの無作為抽出・市町村人口規模に応じた割り振り)

3. 調査時期

2000 年 12 月 1 日～12 月 26 日

4. 調査方法

郵送法

本調査では、石川県加賀地方の 22 市町村民 3000 名を対象とした。回答者の市町村別割り振りは、3000 名のうち 2000 名を前回の調査地である河北潟流域 5 市町村(金沢市・津幡町・内灘町・宇ノ気町・七塚町)に、1000 名をその他の加賀地方に属する市町村へとそれぞれの人口規模に応じて配分した。そのうち、質問票を郵送(返信用封筒同封)し、無記名の郵送によって回答を回収した。調査対象者数、回収数・回収率などの内訳は表 6.1 である。

今回の調査では、第 5 章で行ったクラスタ分析の結果にもとづき、分析はクラスタ単位で行う。また、第 7 章以降でモデリングを行うため、回収した質問票のなかで無回答が 1 問でも含まれる場合は無効票とし、分析対象から排除した。

また，本住民意識調査は研究室内プロジェクト形式で行ったため，本研究で対象とするのはその中の一部，水辺環境に関する項目と属性の項目である．

6 . 2 分析

本節では，次章で行うモデル作成にあたっての分析に焦点を当てる．そこで，住民意識調査結果である住民意識とさまざまな統計データのもつ関連性について考える．

なお，本住民意識調査の分析は，付録 2 に添付する．

調査結果を踏まえ，質問の結果が環境の実態にふさわしいものになっているかどうかを検討する必要がある．そこで，クラスタごとの住民意識と各種の物理データとの相関分析を行った(表 6 . 2) ．

	市町村	市町村別 有効回答 数	回収数	送付数	回収率	クラスタ 別 有効回答 数	回収数	送付数	回収率
クラスタ 1	金沢市	503	595	1669	35.7%	503	595	1669	35.7%
クラスタ 2	松任市	53	65	181	35.9%	102	118	335	35.2%
	野々市町	29	30	86	34.9%				
	根上町	3	4	19	21.1%				
	寺井町	3	3	17	17.6%				
	美川町	8	8	20	40.0%				
	川北町	6	8	12	66.7%				
	クラスタ 3	加賀市	38	45	159				
小松市	88	111	280	39.6%					
山中町	15	21	47	44.7%					
津幡町	52	60	191	31.4%					
高松町	10	13	29	44.8%					
辰口町	13	16	36	44.4%					
鶴来町	25	30	53	56.6%					
クラスタ 4	宇ノ気町	5	9	42	21.4%	21	27	84	32.1%
	河内村	5	6	13	46.2%				
	鳥越村	11	12	29	41.4%				
クラスタ 5	内灘町	22	26	82	31.7%	26	31	98	31.6%
	七塚町	4	5	16	31.3%				
クラスタ 6	尾口村	4	5	9	55.6%	7	9	19	47.4%
	吉野谷村	1	2	7	28.6%				
	白峰村	2	2	3	66.7%				
	不明	0	5	0					
	合計	900	1081	3000		900	1081	3000	

表 6.1 加賀地方住民意識調査 回収率・有効回答数

	下水道普及率 (%)[下水処理]	原野面積率 (%)[土地利用]	工場密度	山林面積率 (%)[土地利用]	自動車保有台数(台/人)	人口密度	水洗化率 (%)[下水処理]	第一次人口密度(人/ha)[人口]	田面積率 (%)[土地]	道路実延長 (km)[交通]
鳥魚	0.27	-0.03	-0.92	0.379	0.714	-0.78	0.282	-0.97	-0.93	-0.03
水遊び	-0.8	-0.23	-0.2	-0.12	0.4	-0.55	-0.6	-0.15	0.098	-0.95
釣れた魚	-0.17	-0.56	-0.15	-0.48	0.796	-0.34	0.113	-0.17	0.023	-0.75
茶色	-0.2	0.436	0.449	0.257	-0.92	0.467	-0.41	0.5	0.381	0.423
水辺	-0.3	-0.33	-0.47	-0.14	0.805	-0.66	-0.07	-0.47	-0.27	-0.74
汚濁原因	-0.57	0.499	-0.3	0.665	-0.46	-0.38	-0.75	-0.23	-0.21	-0.01
植物	-0.31	0.55	-0.92	0.845	0.188	-0.91	-0.42	-0.86	-0.83	-0.08
現在	0.211	-0.48	-0.6	-0.17	0.982	-0.59	0.409	-0.67	-0.53	-0.41

表 6.2 住民意識と総計データとの相関テーブル

	下水道普及率 (%)[下水処理]	原野面積率 (%)[土地利用]	工場密度	山林面積率 (%)[土地利用]	自動車保有台数(台/人)	人口密度	水洗化率 (%)[下水処理]	第一次人口密度(人/ha)[人口]	田面積率 (%)[土地]	道路実延長(km)[交通]
クラス タ1	68.50	1.13	0.06	17.92	0.65	9.74	96.20	0.10	8.68	2138.00
クラス タ2	38.53	0.06	0.15	0.31	0.70	13.61	91.05	0.23	44.33	211.72
クラス タ3	20.30	0.75	0.05	17.65	0.66	3.38	80.01	0.09	15.38	407.89
クラス タ4	15.82	1.23	0.03	19.40	0.70	1.72	78.94	0.09	14.60	140.66
クラス タ5	53.35	0.50	0.32	1.08	0.62	15.48	86.25	0.10	3.23	121.35
クラス タ6	50.30	0.10	0.00	10.15	0.91	0.07	95.73	0.00	0.34	56.82

表 6.3 クラスタ別 統計データ平均

表 6.2, 表 6.3 をもとに, 質問項目と統計データとの関連性について考察する.
なお, 以下では, 相関が $|0.6|$ 以上のものをあげることにする[6].

「鳥魚を見かける」

工場密度・自動車保有台数・人口密度・第一次人口密度・田面積率

「水遊びができる」

下水道普及率・道路実延長

「釣れた魚がたべられる」

自動車保有台数・道路実延長

「水が茶色い」

自動車保有台数

「水辺でバーベキューやキャンプができる」

自動車保有台数・人口密度・道路実延長

「近隣に汚濁原因がある」

山林面積率・水洗化率

「植物をみかける」

工場密度・山林面積率・人口密度・第一次人口密度・田面積率

「現在の水辺はどうか」

自動車保有台数・人口密度・第一次人口密度

「鳥魚を見かける」

本項目は, 工場密度, 第一次人口密度および田面積率に対し, -0.9 と高い負の

相関を持つ。工場密度に関しては、工業地域に生物の生息が少ないのは当然であるため、本項目には妥当性がみられる。第一次人口密度および田面積率は、農業地域で高く、山間・都市域では低くなる。一般的に、われわれは、生物が豊かなのは農村・山間部だという認識を持っているが、本項目では、農業地域では鳥や魚が少ないという結果を示す。そこで、付録 2 をみると、本項目では 4 ないし 5 の値であることがわかる。また、該当主題図で確認すると、加賀地方にたいして評価がほぼまんべんなく分布していることがわかる。ここから、石川県では生物が豊かであるという意識は共通しているものというべきかもしれない。また、この結論をふまえて、第 7 章のモデル構築の際には、本項目は変数として取り扱っていない。

「水遊びができる」・「釣れた魚がたべられる」・「水が茶色い」・「水辺でバーベキューやキャンプができる」・「現在の水辺はどうか」

これらの項目は、下水道普及率や道路実延長や自動車保有台数、人口密度に対して相関を持つ。下水道は都市整備の観点から敷設されるものであり、道路も都市部に密に走る。また、自動車保有台数であるが、石川県ではクラスタ 6 で特に高い値である。この地域は、山間部であることから、交通手段としての自動車の必要性が高い場所であるためであるかもしれない。そう考えると、発展していない地域ほど自動車保有台数項目は高い値をとるという解釈がなりたつ。そうすると、下水道普及率や道路実延長や自動車保有台数は都市化率をあらわす値であるといえる。つまり、それらと相関の高い本項目群は、都市の性格の変化に敏感に反応しているといえる。人間のアメニティや水辺とのかかわりあいと密接なかかわりをもっている可能性があるということができる。

「植物をみかける」

本項目は、上記の都市化率をあらわす項目群に加え、工場密度・山林面積率などと相関を持つ。山林面積とは正の相関をもつため、山地をふくむと植物をみかける度合いとの関連性が高いというのは妥当であると思われる。

「近隣に汚濁原因がある」

水洗化率というのは、下水道以外の浄化施設までふくめた水処理の度合いを表して

いる．この値と本項目とは，負の相関を持つ．つまり，何らかの水の浄化処理を行っている地域ほど，住民は汚濁の原因はないと感じているのである．しかし，山林面積率とは 0.66 の正の相関を持つ．ここで，山林面積率をみるとクラスタ 1 がまず高いことがわかる．そのほか，クラスタ 3 など汚濁のひどい河川や湖沼をもつ地域があることからこのような相関になったと思われる．

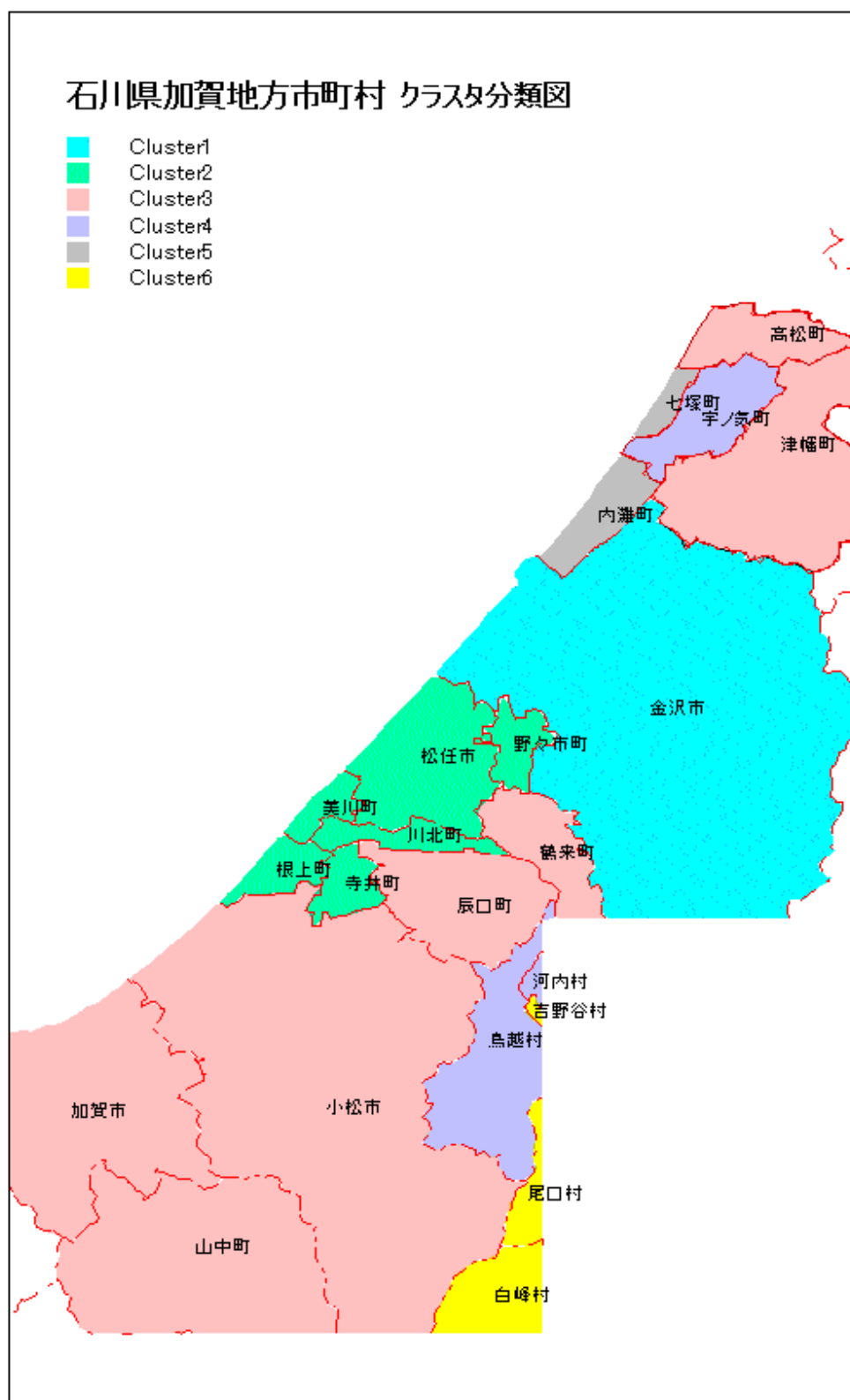


図6. 1 加賀地方クラスタ分析結果

第 7 章

住民意識をもちいた BOD 予測モデル

7.1 モデリング概要

本章では，5章，6章の結果をふまえて石川県加賀地方における水質予測モデルの構築を試みる．対象は，本地方を流れる河川である大聖寺川・旧川・新堀川・八日市川・梯川・郷谷川・前川・手取川・犀川・伏見川・大野川・浅野川・金腐川・森下川・津幡川・宇ノ気川・八野川・倉部川の18河川である．

5章で行ったように，地域特性に配慮して石川県加賀地方をクラスタに分割し，部分的な構造を発見したうえでモデリングを行う．本研究では，モデルの目的変数を BOD 値とし，説明変数に住民意識をもちいる．

人間の自然に関するものの見方というものは，地域特性に影響を受けるものである．また，意識調査の質問項目に対する回答には，水質に対する感じ方だけでなく，水辺環境に対するアメニティや関わり方の違いなど河川流域の地域特性からくる水辺環境の役割のちがいも反映される．今回のような一様な質問票をもちいた調査で水質予測モデルを構築するには，特に地域特性を考慮し，住民意識にある種の共通性をみいだすことは必須である．

なお，モデルの構築は，クラスタ1，2，3，4，6について行う．クラスタ5には河川がないため対象とはしない．

7.2 BOD 値区間推定モデル

各クラスタにふくまれる地域住民 (= 被験者) によるアンケートの回答をもちいて以下のようにルールを同定する. アンケートの質問項目の集合を $I = \{I_1, I_2, \dots, I_n\}$ とする. このアンケート項目は 1~5 までの 5 段階評価で回答される. 第 k クラスタにふくまれる被験者の人数を m_k とし, 第 k クラスタにふくまれる被験者集合を $P^k = \{p_1^k, p_2^k, \dots, p_{m_k}^k\}$ とする. 第 k クラスタから得られるデータベースを行列 $D^k_{(m_k \times n)}$ とし, $d_{p_i^k I_j}^k \in D^k$ を被験者 p_i^k のアンケート項目 I_j に対する回答とする.

BOD のレベルごとに被験者をわけ, 各レベルについてラベル付けを行う. 第 k クラスタにふくまれ, BOD のラベル 1 をつけられた集合に含まれる被験者集合を P_1^k とする. 被験者集合 P_1^k のなかで, アンケート項目 I_j の回答を a ($a = 1, 2, 3, 4, 5$) とした人数が最も多いアンケート項目を I_{11}^k とし, 以下の式によって求める. ただし, $|A|$ を集合 A に属する要素数とする.

$$\arg \max_{I_j \in I} \max_{a=1,2,3,4,5} |\{p_{il_j}^k\}| \quad (7.1)$$

ただし, $p_{il_j}^k$ は以下を満たすものとする.

$$d_{il_j}^k = a, p_{il_j}^k \in P^k \quad 1 \quad (7.2)$$

そのときのアンケートの回答を a_1^* とする. この項目の被験者による支持度を以下の式で定義する.

$$\text{support}(I_{11}^k) = \frac{|\{p_{i_{11}}^k \mid d_{i_{11}}^k = a_1^*, p_{i_{11}}^k \in P_1^k\}|}{m_k} \quad (7.3)$$

つぎに，アンケートの質問項目 I_{1l}^k にたいして a^* とこたえた被験者集合を対象に，以下の式をみたすアンケート項目を選択して I_{2l}^k とする．

$$\arg \max_{I_j \in I - \{I_{1l}^k\}} \max_{a=1,2,3,4,5} |\{p_{i_{lj}}^k\}| \quad (7.4)$$

ただし， $p_{i_{lj}}^k$ は以下を満たすものとする．

$$d_{i_{lj}}^k = a, d_{i_{11}}^k = a_1^*, p_{i_{lj}}^k \in P_1^k \quad (7.5)$$

このときのアンケートの回答を a_2^* とし，以下の式により支持度を求める．

$$\text{support}(I_{21}^k) = \frac{|\{p_{i_{11}}^k \mid d_{i_{21}}^k = a_2^*, d_{i_{11}}^k = a_1^*, p_{i_{11}}^k \in P_1^k\}|}{m_k} \quad (7.6)$$

複数のアンケート質問項目が式(7.1) や式(7.4) により得られたとき，第 k クラスタにふくまれる被験者全員をもちいて同じ回答が多いアンケート項目を選択する．これは，ある地域の被験者の考える傾向を重要視していることを意味するが，一方で，同じ結論部を持つ被験者集合に対して，両方のアンケート項目について次の作業を行い，あらためて支持度によりルールを選択するという考え方もある．だが，今回は前者を採用している．

以下，同様に I_{3l}^k, \dots を支持率が低くなるか，アンケート質問項目がなくなるまで求め，ルールに使用するアンケート質問項目を選択する．得られるルールを以下に記述する．

If $d_{it_1}^k = a_1^*(\text{support}(I_{11}^k))$ and ... ,

Then BOD = 1 (7.7)

本研究では、ルールを採用する支持度の目安として、支持度 20%を採用している。これは、本アンケート調査をもちいてルールの算出をおこなった結果にかんがみ、経験的に採用した値である。ただし、被験者数が 10 人以下のときは支持度を 40%にしている。また、ルールの算出後、各測定地点で支持度が 20%をこえているかどうかを検証し、もしこえていない場合はその測定地点を別個にして計算しなおす。

7.2.1 クラスタ 1 (金沢市)

クラスタ 1 に含まれる自治体は金沢市 1 市である。金沢市は、加賀百万石の城下町として発展し、商工業とくに第三次産業が発展している北陸地方の中心都市である。その反面、南東部には白山山系の広大な山地をも含む石川県内で最も広大な面積をもつ自治体である[17]。(図 7.1 参照)

金沢市を流れる河川で、今回対象とするのは浅野川・犀川・伏見川・金腐川・森下川・大野川の 6 河川である。これらの河川は、大野川を除いては白山山系にその源を發し、西流して河北潟もしくは日本海へ注いでいる。また大野川は河北潟から金沢港へ注ぐ全長約 10km 足らずの河川である。

分析に用いるアンケート調査のデータであるが、クラスタ 1 では、被験者つまり測定地点の近隣住民を半径 1km に設定している。これは、金沢市中心部の測定地点が近接している結果生じる回答者の重複を避け、できるだけユニークな形でデータを用いるためである。

測定地点とそれをふくむ河川および測定地点から半径 1km 以内に居住する住民数の詳細は次ページの表である。

また、クラスタ 1 の BOD 値の分布より、BOD 1.0 未満・2.5 未満 1.0 以上・4.0 未満 2.5 以上・4.0 以上という幅で BOD 値をとり、BOD 値区間推定モデルを構

築した。

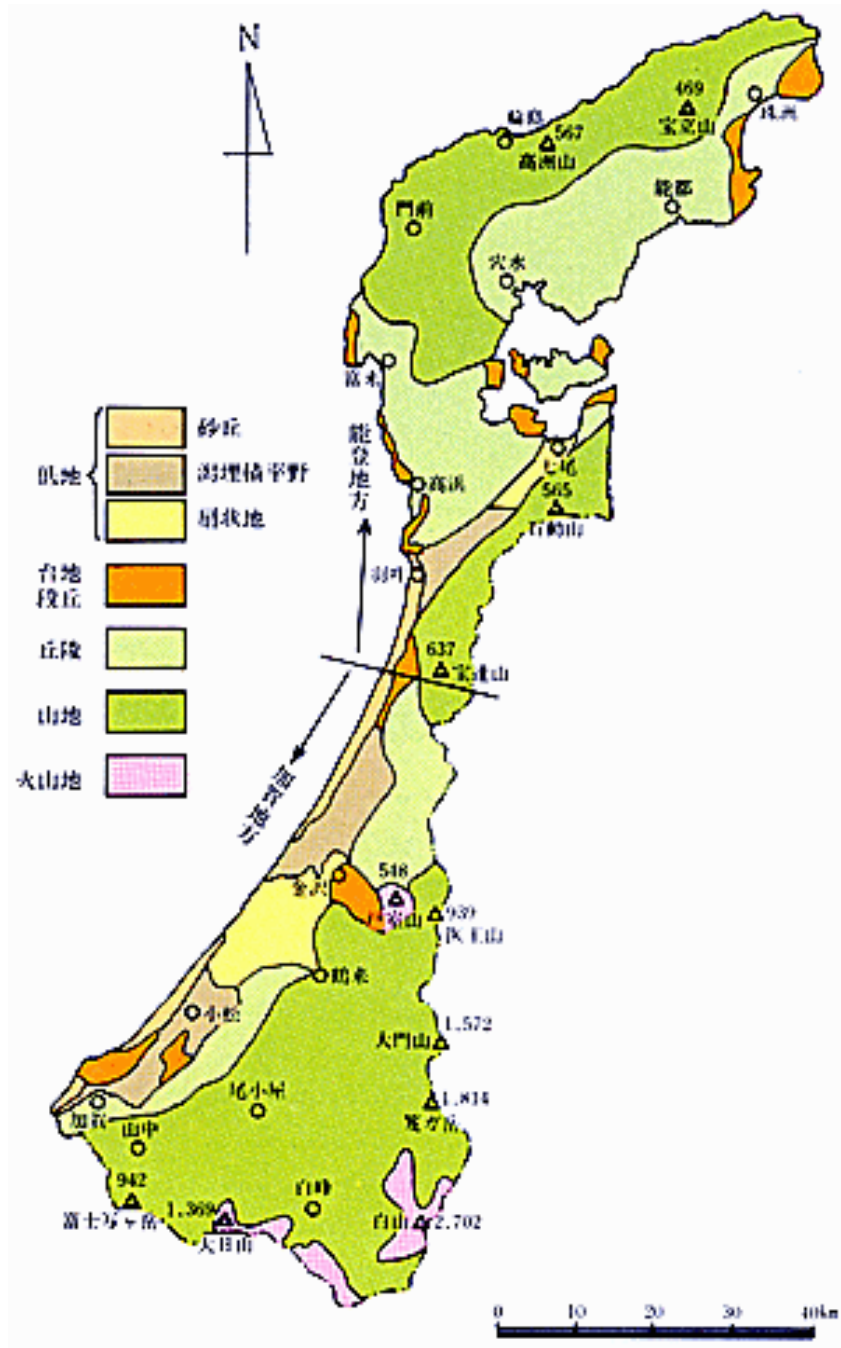


図 7.1 石川県地形図

測定地点	1KM 以内居住者数（人）	1998 年度 BOD 値
JR 鉄橋(犀川)	25	0.7
勘済橋(森下川)	6	0.7
上田上橋(浅野川)	11	0.7
水淵橋(犀川)	2	0.7
大桑橋(犀川)	23	0.7
森本大橋(森下川)	8	0.8
鈴見橋(浅野川)	21	0.8
金腐川橋(金腐川)	8	0.9
応化橋(浅野川)	16	1.0
御所大橋(金腐川)	11	1.0
平栗橋(伏見川)	9	1.2
二万堂川橋(伏見川)	35	1.3
鷹巣橋(金腐川)	1	1.4
米泉橋(伏見川)	34	1.9
二ツ寺橋(犀川)	12	2.2
栗崎橋(大野川)	9	2.3
伏見川合流地点前(犀川)	7	2.5
鞍降橋(浅野川)	9	2.8
貯木場中央(大野川)	4	3.1
伏見川橋(伏見川)	9	4.0
松寺橋(浅野川)	9	4.7

表 7.1

クラスタ 1 BOD 測定地点と 1km 以内居住者数および 1998 年の BOD 値

BOD	居住者数（人）
1.0 未満	102
2.5 未満 1.0 以上	116
4.0 未満 2.5 以上	20
4.0 以上	18

表 7.2 クラスタ 1 BOD 一定幅ごとの居住者数

(1) クラスタ 1 BOD 値 1.0 未満ルール

クラスタ 1 における BOD 値が 1.0 未満の範囲でのルールは以下の表のようになった。

項目	水が茶色	植物	釣れた魚
5 段階評価	1	5	1
支持人数	44	24	13
支持度	43%	24%	13%

表 7.3 クラスタ 1 BOD1.0 未満ルール

このルールは、「水が茶色」を 1 とした住民 44 名のうち、「植物」を 5 とした住民が 24 名という回答パターンの最終支持度 24% のルールである。

次に、このルールが BOD1.0 未満の測定地点にどの程度適合しているかを調べた。すると、ほぼ全ての測定地点で、支持度 20% をこえていたものの、勘済橋・森下大橋での支持度はひくく、とくに勘済橋がこのルールをみたした割合は 0% であった。勘済橋・森下大橋はともに森下川の BOD 測定地点であることを考慮し、その 2 橋とクラスタ 1 のその他の測定地点をわけて新たにルールを設定した。

勘済橋・森下大橋での被験者数は、14 名である。

項目	釣れた魚	水辺	水が茶色い	水遊び
5 段階評価	1	1	3	1
支持人数	9	5	3	3
支持度	64%	36%	22%	22%

表 7.4 クラスタ 1 BOD1.0 未満ルール (森下川)

森下川の 2 測定地点を除いたクラスタ 1 測定地点の被験者数は、88 人である。

項目	水が茶色	植物	釣れた魚
5 段階評価	1	5	5
支持人数	43	23	13
支持度	49%	26%	15%

表 7.5 クラスタ 1 BOD1.0 未満ルール (森下川除く)

表 7.4 と表 7.5 の 2 表を比べてみると、「水が茶色」の項目が森下川では 3 であるのに対しその他の地点では 1 であり、また「釣れた魚」の項目も森下川では 1 であるのに対し、クラスタ 1 のその他の地点では 5 と大きな違いがある。

つまり、森下川に対する意識をみる限り、森下川周辺の住民は、森下川をきれいな河川であるという意識をもっていないといえる。しかし、森下川を除いたクラスタ 1 の河川については、その反対に、たいへん美しい河川であるという意識をもっているといえる。

ここで、BOD が 1.0 未満というのは、ひじょうによい水質をあらわす値である。クラスタ 1 の森下川を除いた測定地点では、この点においては住民の感じ方と実際の水質に矛盾はみられない。しかし、森下川近隣の住民は、同等の水質に対してひじょうに厳しい見方をしているというように、同じクラスタ 1 内の河川でも住民意識は大きく異なっている。以上から、クラスタ 1 のなかでも、森下川というのはその他の河川に比べ、性格の異なる河川であると思われる。

クラスタ 1 内で、このような意識の違いがどこからくるのかを確かめるため、両地点の水辺の利用目的と頻度についてかんがえる。

森下川では、支持度 35%の場合にルールに適合する 5 名について調べると、「散歩・近いから」が 3 名、「通勤・通学」が 1 名、「自然観察」が 0 名、「水辺遊び」が 1 名となっている。水辺へ行く頻度は、ルールに適合した 24 名のうち「ほぼ毎日」が 3 名、「週に 1, 2 回」が 0 名、「月に 1, 2 回」が 1 名、「2, 3 ヶ月に 1 回」が 0 名、「年に 1 回以下」が 1 名となっている。

一方、森下川を除いたクラスタ 1 の測定地点では、ルールに適合する住民の水辺へ行く目的は、「散歩・近いから」が 14 名、「通勤・通学」が 2 名、「自然観察」が 4 名、「水辺遊び」が 3 名となっている。水辺へ行く頻度は、ルールに適合した 24 名のうち「ほぼ毎日」が 6 名、「週に 1, 2 回」が 6 名、「月に 1, 2 回」が 4 名、「2, 3 ヶ月に 1 回」が 6 名、「年に 1 回以下」が 1 名という内訳である。

以上の点から考えると、散歩や近いといった目的で水辺を訪れる人々が被験者の半数をこえ、その割合もちかく、頻度にも大きな差はないといえる。クラスタ 1 のその他の河川は金沢市街地を流れているが、森下川とは、その親しむ形態において大きな差はないといえる。

そこで、森下川とその他の河川の流域の違いについてみていく。森下川は、金沢市北東部の丘陵地帯を流れているのに対し、その他の河川は金沢市の都市部を流れている（地図）。つまり、地理的特性の差異から流域特性の違いが生まれ、住民意識の差をうみだしている可能性があると思われる。

（２） クラスタ 1 BOD 値 2.5 未満 1.0 以上ルール

次に BOD2.5 未満 1.0 以上の地域について述べる。この地域のルールは以下の表のようになった。

項目	水辺	釣れた魚	水遊び	植物	汚濁原因
5 段階評価	1	1	1	5	5
支持人数	57	38	25	11	4
支持度	49%	33%	22%	9%	3%

表 7.6 クラスタ 1 BOD2.5 未満 1.0 以上ルール

上記のルールは、「水辺」を 1 とした住民 57 名のうち「釣れた魚」を 1 とした住民が 38 名、そのなかで「水遊び」を 1 と回答した住民が 25 名、最終支持度 22% という回答パターンのルールである。

このクラスタ 1 におけるルールでは、住民は水に対して不安を抱き、また水や水辺の利用もしづらく水環境は悪いと住民が感じているという結果を示すと考えられる。BOD 値が 2.5 未満 1.0 以上とは、けっして悪くはない水質をあらわす値であり、この点においては住民の感じ方と実際の水質に齟齬がみられるいえる。

ここで、このルールが全ての測定地点に当てはまるかを検証する。その結果、粟崎橋では、ルールの適合率が 0% であった。そこで、粟崎橋の住民に対し、新たにルールを設定した。なお、粟崎橋の被験者数は 8 名である。

項目	植物	水遊び	水が茶色い
----	----	-----	-------

5段階評価	5	5	1
支持人数	5	4	2
支持度	63%	50%	25%

表 7.7 クラスタ 1 BOD2.5 未満 1.0 以上ルール (栗崎橋)

このルールでは、被験者数が少ないことから、支持度は 40%以上を選択する。ルールからは、水のおよさに加えて、水辺に対する利用性のよさが感じられる。

栗崎橋というのは、大野川の下流に位置し、金沢港の手前にある測定地点である。また、内灘海水浴場とも近距離という位置関係である。ここから、この地域の住民というのは港や海水浴場といった海辺の地理的な影響を受けていることがうかがえる。

また、伏見川上流の平栗橋もルールの適合率が 0%であった。そこで、平栗橋に対してもあらたにルールをとることとする。なお、平栗橋の被験者数は 9 名である。

項目	水辺	水が茶色い	植物	釣れた魚	水遊び
5段階評価	5	2	5	5	5
支持人数	5	4	3	3	3
支持度	56%	45%	33%	33%	33%

表 7.8 クラスタ 1 BOD2.5 未満 1.0 以上ルール (平栗橋)

ここではルールの被験者数の関係で支持率 40%以上までを選択する。ルールからは、水質のよさに加えて、水辺に対する利用性のよさが感じられる。しかし、BODが 1.0 未満の測定地点ルールでは、「水が茶色い」項目が 1 であったのを見ると、水質に対する微妙な意識の違いも感じられる。平栗橋の位置であるが、伏見川上流の野々市町近辺であり、金沢市都市域とは離れている。そこには、金沢市中心部との違った水辺環境との親和形態が考えられる可能性がある。

なお、以下の表は、BOD2.5 未満 1.0 で栗崎橋・平栗橋をのぞいて計算したものである。なお、被験者数は 99 名である。

項目	水辺	釣れた魚	水遊び	植物	汚濁原因
----	----	------	-----	----	------

5段階評価	1	1	1	5	5
支持人数	57	38	25	11	4
支持度	58%	38%	25%	11%	4%

表 7.9 クラスタ 1 BOD2.5 未満 1.0 以上ルール (栗崎橋・平栗橋除く)

(3) クラスタ 1 BOD 値 4.0 未満 2.5 以上ルール

次に BOD4.0 未満 2.5 以上の地域について述べる。この地域のルールは以下の表のようになった。

項目	釣れた魚	水辺	水遊び	水が茶色	植物	汚濁原因
5段階評価	1	1	1	2	5	2
支持人数	13	10	8	5	4	2
支持度	65%	50%	40%	25%	20%	10%

表 7.10 クラスタ 1 BOD4.0 未満 2.5 以上ルール

上記のルールは、「釣れた魚」を 1 とした住民が 13 名、「水辺」を 1 とした住民が 10 名、「水遊び」を 1 と回答した住民が 8 名、「水が茶色」を 2 とした住民が 5 名、「植物」を 5 と回答した住民が 4 名、最終支持度 20% という回答パターンのルールである。

このルールでは、住民は水に対して不安を抱き、また水辺の利用もしづらく水環境は悪いと住民が感じているが、水そのものの外観を示す「水が茶色」項目は 2 という回答である。クラスタ 1 同項目は、例外河川をのぞけば BOD の悪化に対応しているということができると考えられる。

(4) クラスタ 1 BOD 値 4.0 以上ルール

次に BOD4.0 以上の地域について述べる。この地域のルールは以下の表である。

項目	釣れた魚	水辺	植物	水遊び
5段階評価	1	1	4	1
支持人数	9	7	4	2
支持度	50%	39%	22%	11%

表 7.11 クラスタ 1 BOD4.0 以上ルール

上記のルールは、「釣れた魚」を 1 とした住民 9 名のうち「水辺」を 1 とした住民が 7 名、そのなかで「植物」を 4 とした住民が 4 名、最終支持度 22% という回答パターンのルールである。

7.2.2 クラスタ 2 (松任市・野々市町・美川町・川北町・根上町・寺井町)

クラスタ 2 に含まれる自治体は、松任市・野々市町・美川町・川北町・根上町・寺井町の 1 市 5 町である。これらの自治体は、地勢面では手取川下流域の扇状地に位置し、平野部にのみ広がり森林をほとんどもたず海に近いという特徴をもつ。また、伝統産業に加えて新興工業地帯を誘致し宅地の増加をはかるとともに農業にも力をいれているというバランスのとれた性格の地域であるといえる。

このクラスタ 2 を流れる河川は、手取川と倉部川であり、BOD 測定地点は美川大橋・辰口町・西屋大橋の三箇所である。以下の表が測定地点とその周辺 2km 以内居住者数およびその測定地点の 1998 年の BOD 値である。

測定地点	2km 以内居住者数 (人)	1998 年 BOD 値
辰口橋(手取川)	8	0.6
美川大橋(手取川)	7	0.6
西屋大橋(倉部川)	32	2.0

表 7.12 クラスタ 2 BOD 測定地点 2km 以内住民数および 1998 年度の BOD 値

ここで、BOD の分布にしたがって、BOD1.0 未満の測定地点は辰口橋と美川大橋、BOD2.5 未満 1.0 以上の範囲に含まれる測定地点は西屋大橋である。

(1) クラスタ 2 BOD1.0 未満ルール

項目	釣れた魚	水辺	水遊び	汚濁原因
5段階評価	5	5	5	4
支持人数	10	8	8	4
支持度	67%	53%	53%	27%

表 7.13 クラスタ 2 BOD1.0 未満ルール

上記のルールは、「釣れた魚」を 5、「水辺」を 5、「水遊び」を 5、「汚濁原因」を 4 という回答パターンの住民が 4 名、最終支持度 27% のルールである。

ここで、このルールが美川大橋・辰口橋の測定地点の住民に対してどれほど適合しているかをみる。すると、支持率 53% の時点では、辰口橋の被験者 7 名中 2 名が支持しているが、支持率が 27% になったところで 0% になる。美川大橋は、支持率 27% で、7 名中 4 名が本ルールを支持している。ここで、辰口橋はクラスタ 2 とクラスタ 3 との境界線上に位置しているため、クラスタ 2 とは性格が異なっていることが考えられる。そこで、今回のルールから辰口橋をはずして再計算を行った。

項目	釣れた魚	水辺	水遊び	汚濁原因
5段階評価	5	5	5	4
支持人数	7	5	4	4
支持度	100%	71%	57%	57%

表 7.14 クラスタ 2 BOD1.0 未満ルール (辰口橋除く)

このクラスタ 4 におけるルールでは、水環境がよいと住民は感じているという結果を示すと考えられ、この点においては住民の感じ方と実際の水質は適合していると考えられる。一方、住民は水辺の近くに何らかの汚濁の原因があるとも考えている。これは、クラスタ 2 の地域が河川の下流地域であることや産業の活発な地域であることが関係しているのではないかとと思われる。

(2) クラスタ 2 BOD2.5 未満 1.0 以上ルール

そこで、次に BOD2.5 未満 1.0 以上の地域について考える。

項目	釣れた魚	水遊び	水辺	汚濁原因	水が茶色い
5 段階評価	5	5	5	3	2
支持人数	16	9	6	3	2
支持度	50%	28%	25%	9%	6%

表 7.15 クラスタ 2 BOD2.5 未満 1.0 以上ルール

上記のルールは、「釣れた魚」を 5、「水が茶色」を 1、「植物」を 2、「汚濁原因」を 1、「水辺」を 1「水遊び」を 5 という回答パターンの住民が 11 名、最終支持度 25% のルールである。

一般的に、水辺の汚濁原因となるのは生活廃水と工業排水である。この地域は、下水道普及率が高く、生活廃水による汚濁は考えにくい。このルールからは、住民の水質に対する安心感を読み取ることができる。

7.2.3 クラスタ 3 (小松市・加賀市・津幡町・高松町・辰口町・鶴来町・山中町)

クラスタ 3 に含まれる自治体は、小松市・加賀市・津幡町・高松町・辰口町・鶴来町・山中町の 2 市 6 町である。これらの自治体の特徴としては、金沢市をとりかこむかたちで広がり、地形的には白山山系の山地とそこからのびる丘陵・台地にひろがる地域である。また、経済的にはまだまだ開発途上であり、加賀地方では中程度の経済規模の自治体であるといえる。

測定地点	2km 以内居住者数 (人)	1998 年度 BOD 値
四十九院橋(新堀川)	1	0.5
八野橋(大海川)	6	0.5
白山合口堰(手取川)	4	0.6
辰口橋(手取川)	8	0.6
湯の国橋(新堀川)	5	0.7
鴨浦橋(梯川)	16	0.8
能美大橋(梯川)	15	0.8
谷内向橋(津幡川)	6	0.9
津幡川橋(津幡川)	17	0.9
鶴ヶ島橋(梯川)	12	0.9
沢大橋(郷谷川)	1	1.1
葦切橋(新堀川)	8	1.2
木呂場橋(旧川)	1	1.4
二天橋(大聖寺川)	25	1.5
浦能瀬橋(能瀬川)	6	1.9
住之江橋(津幡川)	25	2.1
猫橋(八日市川)	5	2.7
御幸橋(前川)	19	4.1
浮柳新橋(前川)	10	6.1

表 7.16 クラスタ 3BOD 測定地点と 2Km 以内居住住民数および 1998 年度 BOD 値

BOD	居住者数(人)
-----	---------

1.0 未満	81
2.0 未満 1.0 以上	31
3.0 未満 2.0 以上	30
4.0 以上	27

表 7.17 クラスタ 3BOD 別住民数

(1) クラスタ 3 BOD1.0 未満ルール

クラスタ 3 内の BOD 値 1.0 未満の地域でルールをとると以下のようになった。

項目	植物	釣れた魚
5 段階評価	5	5
支持人数	31	15
支持度	38%	19%

表 7.18 クラスタ 3 BOD1.0 未満

本ルールの取り方でルールを取ると、「植物」の評価が 5 で支持率 38%というルールになる。しかし、このパターンの回答をすればクラスタ 3 における BOD 値がおおよそ 1.0 未満であると判断できるとはいいがたい。なぜならば、クラスタ 3 における BOD2.0 未満 1.0 以上のルールと酷似しているため、予測における幅が大きくなってしまうためである。これは、なるべく精度のよい予測をするという研究目的に照らし合わせると好ましくはない。それはまた、ほぼ同じ支持度をもつルール、「植物」を 5 と回答 「釣れた魚」が 1 で支持度 18%、「釣れた魚」が 1 で支持度 38% 「汚濁原因」が 5 で支持度 19%といったルールが複数できてしまうことや背反するルールができてしまっていることからいえるのである。

そこで、クラスタ 3 の中でも地域の違いによって内部で意見が分かれているのではないかと考え、BOD 値 1.0 未満の測定地点について小松を中心とした南加賀地方と河北郡地方にわけ、新たにルールをとった。

河北郡地方にふくまれる測定地点は、津幡川橋・谷内向橋・八野橋の 3 ヶ所で住民は 29 名である。また、ルールは以下のとおりになった。

項目	汚濁原因	釣れた魚
5段階評価	5	1
支持人数	16	10
支持度	55%	34%

表 7.19 クラスタ 3 河北郡地方 BOD1.0 未満ルール

このルールは、表 7.18 のルールに対し、ルールのパターンと支持度とがともによくなっていると考えられる。しかし、測定地点ごとにこのルールのあてはまりどあいを見ると、津幡町内にある谷内向橋と津幡川橋の住民のルール適合率がともに 20% をこえているのにたいし、高松町にある八野橋の適合率は 16% と基準となる支持度を割っている。

そこで、八野橋に対してあらたにルールをとった。それが、以下の表である。

項目	釣れた魚	水が茶色	汚濁原因	植物	水遊び
5段階評価	5	2	4	4	4
支持人数	5	4	3	2	2
支持度	83%	67%	50%	33%	33%

表 7.20 八野橋ルール

八野橋を除いた河北郡地方のルールは以下のようになった。なお、対象者は 23 名である。

項目	汚濁原因	釣った魚	水辺
5段階評価	5	1	1
支持人数	16	10	6
支持度	55%	34%	26%

表 7.21 河北郡ルール（八野橋を除く）

南加賀地方のルールをとると以下の表のようになった。南加賀地方の住民は、52名である。

項目	植物		釣った魚		水遊び		水辺
5段階評価	5		1		1		1
支持人数	20		10		7		4
支持度	38%		19%		13%		8%

表 7.22 南加賀地方 BOD1.0 未満ルール

本ルールでも、「植物」の評価が 5 で支持率 38%のルールとなる。しかし、前述した理由によりあまり好ましくはないルールである。クラスタ 3 の南加賀地方は手取川を境にしてクラスタ 2・クラスタ 4 と境界を接している。そこで、境界線上にある測定地点である辰口橋・白山合口堰をはずした形でルールを算出する。

なお、南加賀地方の被験者数は 40 名である。

項目	植物		釣った魚		水遊び		水辺
5段階評価	5		1		1		1
支持人数	14		9		7		5
支持度	35%		23%		18%		13%

表 7.23 南加賀地方 BOD1.0 未満ルール(辰口橋・白山合口堰除く)

本ルールは、「植物」を 5 と評価した住民 14 名中「釣れた魚」を 1 とした住民が 9 名で最終支持率 23%のルールである。本ルール内では、クラスタ 3 の南加賀地方にふくまれる測定地点内での適合率がいずれも約 20%内外であるので本ルールを採用する。

(2) クラスタ 3 BOD2.5 未満 1.0 以上ルール

次に、クラスタ 3 の BOD 値 2.5 未満 1.0 以上のルールについて述べる。対象となる住民は 56 名であり、ルールをとると以下のようになった。

項目	汚濁原因		水辺
5段階評価	5		1
支持人数	26		16
支持度	46%		31%

表 7.24 クラスタ 3 BOD2.5 未満 1.0 以上ルール

本ルールは、クラスタ 3 の測定地点いずれに対しても、約 20%内外の適合率をもっている。しかし、(1)では、クラスタ 3 を河北郡地方と南加賀地方に分割してルールを設定している。そこで、クラスタ 3 の 2.5 未満 1.0 以上 BOD 値の地域もそれにならってあらたにルールを算出した。

なお、河北郡地方の対象となる住民は 31 名である。

項目	汚濁原因		水辺	釣れた魚
5段階評価	5		1	1
支持人数	17		10	7
支持度	55%		32%	23%

表 7.25 クラスタ 3 河北郡地方 BOD2.5 未満 1.0 以上ルール

南加賀地方の対象となる住民は 25 名である。

項目	植物		釣った魚
5段階評価	4		2
支持人数	11		5
支持度	44%		20%

表 7.26 クラスタ 3 南加賀地方 BOD2.5 未満 1.0 以上ルール

以上のルールを見ると、河北郡地方のルールは、クラスタ 3 全体のルールに近いといえる。一方、南加賀地方のルールは、それとはまったく異なった項目が選択されている。最終的支持度でみると、クラスタ 3 全体のルールのほうが良いといえる。しかし、南加賀地方のルールについても棄却する必要はなく、補助的なルールとし

で十分使えると考えられる。

以上のルールより、クラスタ 3 の BOD が 2.5 未満 1.0 以上地域では、BOD 値が 1.0 未満のときとは違い、地域間による意識の差は小さいと考えられる。

(3) クラスタ 3 BOD4.0 未満 2.5 以上ルール

BOD4.0 未満 2.5 以上の被験者は、八日市川の猫橋付近の 5 名である。

項目	植物		汚濁原因
5 段階評価	5		5
支持人数	3		2
支持度	60%		40%

表 7.27 4.0 未満 2.5 以上のルール

(4) クラスタ 3 BOD4.0 以上ルール

BOD4.0 以上の測定地点である御幸橋・浮柳新橋から 2km 以内の地域に居住する住民は 27 名である。

項目	植物		水遊び		釣れた魚
5 段階評価	5		5		1
支持人数	13		10		4
支持度	48%		37%		14%

表 7.28 クラスタ 3 BOD4.0 以上ルール

本ルールは、「植物」を 5 と評価した 13 名のうち、「水遊び」を 5 と評価した被験者が 10 名、最終支持度 37% のルールである。しかし、本ルールは浮柳新橋には 10% しか当てはまらない。浮柳新橋は、BOD 値が 6.1 ととびぬけて悪い値であるため、また新たにルールを算出することとする。

BOD 値が 4.1 である御幸橋の被験者数は 17 名である。

項目	植物		水遊び		汚濁原因
5 段階評価	5		5		5
支持人数	10		8		4
支持度	59%		47%		24%

表 7.29 クラスタ 3 御幸橋ルール

BOD 値が 6.1 である浮柳新橋の被験者数は 10 名である。

項目	水遊び		植物		釣れた魚		水辺
5 段階評価	1		3		1		1
支持人数	5		3		3		3
支持度	50%		30%		30%		30%

表 7.30 クラスタ 3 浮柳新橋ルール

表 のルールでは、御幸橋は水質が悪い地域であるのに住民評価が高い。御幸橋がふくまれる前川は、小松市の木場潟から流れ出て日本海へ注ぐ川である。木場潟周辺域は、木場潟公園として整備された場所であることから、水辺の利用に関する項目郡の評価が高いと思われる。しかし、水質の悪さに対しても、「汚濁原因」項目の評価をみるとわかると思われる。

浮柳新橋は、御幸橋の下流に位置し、周辺には小松空港があり、農業地と新しい宅地とが混在している。また、表からは、水質が悪いという意識が読み取れると思われる。

7.2.4 クラスタ4(宇ノ気村・鳥越村・河内村)

クラスタ4に含まれる自治体は、宇ノ気村・鳥越村・河内村である。鳥越村・河内村は、白山山系に属する地域であるが、クラスタ6よりも山麓部に位置している。一方、宇ノ気町は河北潟北部に位置し、南部は河北潟干拓地の穀倉地帯、北部は丘陵地帯である。鳥越村・河内村に比べて農工業が活発で人口密度も高い。その点では性格が異なると思われるが、原野や山林面積率などが似通っているという共通点がある。

クラスタ4にふくまれる河川は、宇ノ気川と手取川およびその支流の尾添川であり、測定地点および測定地点から2km以内の住民数は下記の表のとおりである。

測定地点	2 km以内住民(人)
宇ノ気川橋	4
環衛橋	3
白山合口堰	4
濁澄橋	3
下野大橋	2

表 7.31 クラスタ4 BOD 測定地点および2km以内居住住民数

BOD	居住者数 (人)
1.0未満	12
2.5未満 1.0以上	4

表 7.32 クラスタ4 BOD 別住民数

クラスタ4のなかで、BOD値が1.0未満の測定地点とその付近住民のアンケートデータをもちいてルールを作成した。ここに該当する測定地点は環衛橋・白山合口堰・濁澄橋・下野大橋の4カ所、住民数は12名である。

項目	釣れた魚	水辺	水が茶色	植物	水遊び
5段階評価	5	5	1	5	5
支持人数	9	7	7	5	5
支持度	75%	58%	58%	42%	42%

表 7.33 クラスタ4 BOD1.0未満ルール

上記のルールは、「釣れた魚」を5、「水辺」を5、「水が茶色」を1、「水遊び」を5という回答パターンの住民が5名、最終支持度42%のルールである。

このクラスタ4におけるルールは、水環境がよいと住民は感じているという結果を示している。このルールは水質がよい地域でのルールであり、住民の感じ方と実際の水質は適合しているといえることができる。

次に、クラスタ4のなかで、BOD値が3.0未満2.0以上の測定地点とその付近住民のアンケートデータをもとにルールを作成した。このなかで該当する測定地点は宇ノ気大橋の1カ所、住民数は4名である。

項目	釣れた魚	水辺	水遊び
5段階評価	5	5	5
支持人数	2	2	2
支持度	50%	50%	50%

表7.34 クラスタ4 BOD3.0未満2.0以上ルール

上記のルールは、「釣れた魚」を5、「水辺」を5、「水遊び」を5という回答パターンの住民が2名、最終支持度50%のルールである。

このルールは、水環境がよいと住民は感じているという結果を示している。このルールは水質がよい地域でのルールであるが、住民の感じ方と実際の水質は適合しているといえることができる宇ノ気大橋は河北潟干拓地の農業地域に位置する。本ルールに適合した2名の住民内で、水辺に行く目的や頻度に共通点は見られない。

7.2.5 クラスタ 6 (吉野谷村・尾口村・白峰村)

クラスタ 6 に含まれる自治体は、吉野谷村・白峰村・尾口村の 3 村である。これらの地域は、温泉資源やスキー場といった観光産業はあるものの人口密度の低い白山山系の山間部である。

クラスタ 6 にふくまれる BOD 測定地点は濁澄橋と三俣堰の二箇所があり、手取川に流入する尾添川に属する（地図には載っていない）。1998 年度の年平均 BOD はともに 0.5 と 1.0 未満である。つまりクラスタ 6 とは、水質がよい河川上流地域であるといえる。

クラスタ 6 の濁澄橋と三俣堰周辺 2km 以内に居住する住民は 4 名であり、これらのアンケート結果を用いてルールをとると以下の表のようになった。

質問項目	釣れた魚	水辺	水が茶色	水遊び
5 段階評価	5	5	1	5
支持人数	3	3	3	2
支持度	75%	75%	75%	50%

表 7.35 クラスタ 6BOD1 未満ルール

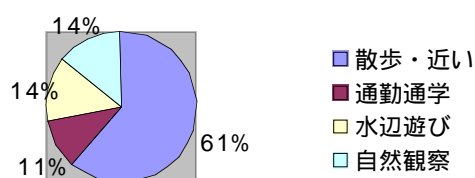
上記のルールは、「釣れた魚」が 5 かつ「水辺」が 5 かつ「水が茶色」を 1 と回答した住民が 3 名、その 3 名のうち「水遊び」を 5 と回答した住民が 2 名、最終支持度 50% のルールである。

このクラスタ 6 におけるルールは、水環境がよいと住民は感じているという結果を示している。クラスタ 6 の水質はよく BOD 値も低いので、住民の感じ方と実際の水質は適合しているといえることができる。

7.2.6 水辺の利用目的・頻度と住民評価との関連性

本節では、住民が水辺を訪れる目的と頻度が、水辺の評価に影響をおよぼしているかの関連性について考える。対象とする住民は、作成したルールを支持している住民である。

水辺に行く目的 (BOD1 . 0未満)



水辺に行く目的 (BOD2 . 5未満1.0以上)

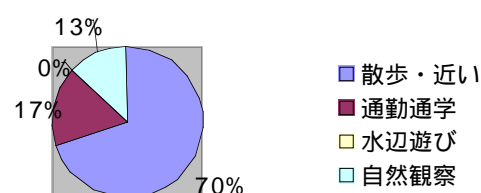


図 7.2 クラスタ 1 水辺に行く目的
(BOD1 . 0 未満)

図 7.3 クラスタ 1 水辺に行く目的
(2 . 5 未満 1 . 0 以上)

クラスタ 1 で、BOD1 . 0 未満の地域（森下川ふくむ），ルールに適合する住民の水辺へ行く目的は、「散歩・近いから」が 17 名，「通勤・通学」が 3 名，「自然観察」が 4 名，「水辺遊び」が 4 名となっている（図 ）。水辺へ行く頻度は，ルールに適合した 29 名のうち「ほぼ毎日」が 9 名，「週に 1, 2 回」が 6 名，「月に 1, 2 回」が 5 名，「2, 3 ヶ月に 1 回」が 6 名，「年に 1 回以下」が 2 名という内訳である。

クラスタ 1 で BOD 値が 2 . 5 未満 1 . 0 以上ルールに適合する住民 24 名うち，水辺へ行く目的は，「散歩・近いから」が 16 名，「通勤・通学」が 4 名，「自然観察」が 3 名，「水辺遊び」が 0 名となっている（図 ）。水辺へ行く頻度は，「ほぼ毎日」が 7 名，「週に 1, 2 回」が 7 名，「月に 1, 2 回」が 7 名，「2, 3 ヶ月に 1 回」が 2 名，「年に 1 回以下」が 3 名という割合である。

クラスタ 1 で BOD 値が 4 . 0 未満 2 . 5 以上ルールに適合する住民 4 名の水辺へ行く目的は，「散歩・近いから」が 4 名，「通勤・通学」が 0 名，「自然観察」が 2 名，「水辺遊び」が 0 名となっている。水辺へ行く頻度は，「週に 1, 2 回」が 1 名，

「月に1,2回」が3名という割合である。

クラスタ1でBOD値が4.0以上のルールに適合する住民の水辺へ行く目的は、適合する住民4名のうちの水辺へ行く目的は、「散歩・近いから」が4名、「通勤・通学」が0名、「自然観察」が0名、「水辺遊び」が0名となっている。水辺へ行く頻度は、ルールに適合した4名のうち「週に1,2回」が1名、「月に1,2回」が2名、「年に1回以下」が1名という割合である。

クラスタ2では、ルールに適合する住民の水辺へ行く目的は、「散歩・近いから」が2名、「通勤・通学」が1名、「自然観察」が1名、「水辺遊び」が2名となっている。水辺へ行く頻度は、ルールに適合した4名が「ほぼ毎日」から「年に1回以下」までほぼ均等に分布している。ルールに適合した住民を個別に見ていくと、ある住民のように毎日水辺にふれあいかつ利用する住民もいれば、年に1回以下程の利用にとどまる住民もいるのである。

以上で、クラスタ1および2のルールを支持する住民と水辺を訪れる目的・頻度とをみてきた。しかし、ここからは、水辺に対して特定のかかわり具合をする人間によってルールが構成されているとはいえない。「散歩・近いから」という理由は、どのクラスタのどのBOD値でも50%以上をしめている。しかし、これは、全体でみた水辺に行く目的の割合とそうかわるとはいえない。また、水辺に行く頻度は、「ほぼ毎日」から「年に1回以下」までほぼ均等に分布しているといえる。よって、水辺に行く目的・頻度は、水質を評価する住民意識との関係性は少ないと考えられる。なお、クラスタ4,6でも、同様の結果をみることができた。

7.2.7 BOD 値別に見た住民意識との関連性

本節では、クラスタを横断的にみることで、水質と住民意識とのかかわりをみていく。

BOD値が1.0未満の地域では、クラスタ4と6のルールに類似性がみられる。違いは、ルールの中に「植物」の項目が入っているかどうかである。

そこで、これらのクラスタの共通点を考えると、ともに山地であるという点が浮かび上がる。山間部か山麓かというちがいはあるものの、河川の最上流部の山岳溪

流といってもよいような地域である。つまり、山間地方では水質もよいが、居住住民の意識面でも水質はよいと感じているということが出来る。

次に BOD 値ごとにクラスタを比較する。但し、比較対象数からクラスタ 1 とクラスタ 3 との比較を行うこととする。

クラスタ 1 とクラスタ 3 の BOD1.0 未満ルールについて比較する。水環境に対してあまりきれいだと感じていないのは、クラスタ 1 での表 7.4 の森下川に対してとクラスタ 3 では表 7.21 の河北郡ルール(八野橋除く)および表 7.23 の南加賀地方ルールである。これは、該当する測定地点が河川の上流部であるにもかかわらず、ルールの項目の「釣れた魚」・「水辺」・「水遊び」が 1 であることから推定される。一方、水は安全だと考えているのは、クラスタ 1 の表 7.5 森下川をのぞいたルールであるといえる。表 7.20 の八野橋は大海川の比較的上流部に位置するが、「釣れた魚」を 5 で「水が茶色」を 2 と水環境を良いととらえつつも、「汚染源」を 4 とするなど不安感も感じられる。また、「水が茶色」が 2 であるというのも、測定地点の場所を考えると比較的わるい値である。

以上の河川をとりまく地域性の違いについて考察する。クラスタ 1 の表 7.5 森下川をのぞいたルールに当てはまる測定地点は、犀川や浅野川の上流部であるが金沢市の比較的都市部に位置している。これは、これらの河川が医王山周辺を源流とする全長の短い河川であるためである。それに対して、森下川は金沢市内でも北東部を流れ、周辺は田畑や森林の多い地域である。この意味においては、周辺の都市化の程度はクラスタ 3 に近い点があると思われる。また八野橋はクラスタ 3 高松町内に位置している。高松町は伝統的に繊維産業に代表される工業が発達していた[17]。これらの事情が、河川に対する住民意識に影響している可能性が考えられる。

クラスタ 1 とクラスタ 3 の BOD2.5 未満 1.0 以上ルールについて比較する。クラスタ 1 の表 7.9 BOD2.5 未満 1.0 以上ルールでは、「水辺」・「釣れた魚」・「水遊び」が 1 と水環境が悪いと感じている様子がうかがえる。クラスタ 3 においても、表 7.24 にあらわされるように「汚濁源」が 5 で「水辺」が 1 とクラスタ 1 と同じように水環境には良い評価をくだしていない。

クラスタ 1 とクラスタ 3 の BOD4.0 未満 2.5 以上ルールについて比較する。クラスタ 1 の表 7.10 のルールでは、「釣れた魚」・「水辺」・「水遊び」が 1、「水が茶色」が 2、「植物」が 5 と、水環境は悪いという評価である。また、これより BOD

値の低いルールでは 1 であった「水が茶色」が 2 という評価になるなど水質の悪化に住民の感じ方も比例している。クラスタ 3 の表 7.27 のルールでは、「植物」・「汚濁原因」が 5 と水質汚染に対する危機感も感じられる。

次は、クラスタ 1 とクラスタ 3 の BOD4.0 以上ルールについて比較するべきであるが、クラスタ 3 の BOD4.0 以上ルールの測定地点は特異な環境にあるため比較は行わない。但し、クラスタ 1 では「植物」が 5 であるのに対し、クラスタ 3 では 4 という違いが見られる。

以上のようにクラスタ 1 とクラスタ 3 について比較してきた。そうしてみると、非常に水質の良い地域である BOD1.0 未満の地域では都市化の程度による住民意識の差が大きいといえる。都市化が進んでいるのに水環境の良い地域では、住民は水に対して安心だと感じているのに対し、あまり都市化していない地域だと、水環境に対して厳しい見方をしている。一方、それよりも水質が悪い地域だと水環境に対して重視している項目は異なるが、その良さ・悪さに対する意識の差は小さいといえることができると思われる。そのほか、クラスタ 1 ではあまりみられないが、クラスタ 3 では頻出してくるつまり重視しているといってもよい項目では「汚染源」の項目があげられる。

7.2.8 BOD 値区間推定モデルのまとめ

以下、ルールベース型 BOD 予測モデルについてまとめる。なお、本章で用いたモデルの説明変数を以下のように定義しなおす。

- I₁ : 水遊び(泳ぐ・ボート・釣りなど)ができる
- I₂ : 釣れた魚が食べられる
- I₃ : 水が茶色い
- I₄ : 水辺でバーベキューやキャンプができる
- I₅ : 近隣流域に汚濁原因(生活廃水や工場廃水の流入など)がある
- I₆ : ヨシやアシなどの植物をみかける

以下の図は，第 5 章のクラスタ分析による人口密度と下水道普及率のメンバシップ関数である．図 人口密度メンバシップ関数を DP_k ，図 下水道普及率メンバシップ関数を SS_k ，図 の BOD 分布モデルを B_k とする．

Cluster1

If DP_I and SS_I and 森下川 and
 $I_2 = 1$ and $I_4 = 1$ and $I_3 = 3$ and $I_1 = 1$

Then $BOD < 1.0$

If DP_I and SS_I and 森下川以外 and
 $I_3 = 1$ and $I_6 = 5$

Then $BOD < 1.0$

If DP_I and SS_I and 栗崎橋付近 and $I_5 = 5$ and $I_1 = 5$ and $I_3 = 1$

Then $1.0 \leq BOD < 2.5$

If DP_I and SS_I and 平栗橋付近 and
 $I_2 = 1$ and $I_3 = 2$ and $I_6 = 5$ and $I_2 = 5$ and $I_1 = 5$

Then $1.0 \leq BOD < 2.5$

If DP_I and SS_I and 栗崎橋，平栗橋以外
 $I_4 = 1$ and $I_2 = 1$ and $I_6 = 5$ and $I_5 = 5$

Then $1.0 \leq BOD < 2.5$

If DP_I and SS_I and $I_2 = 1$ and $I_4 = 1$ and $I_1 = 1$ and $I_3 = 2$ $I_6 = 5$

Then $2.5 \leq BOD < 4.0$

If DP_I and SS_I and $I_2 = 1$ and $I_4 = 1$ and $I_6 = 4$ and $I_1 = 1$

Then $BOD \geq 4.0$

Cluster2

If DP_2 and SS_2 and
 $I_2 = 5$ and $I_4 = 5$ and $I_1 = 5$ and $I_5 = 4$

Then $BOD < 1.0$

If DP_2 and SS_2 and $I_2 = 5$ and $I_1 = 5$ and $I_4 = 5$

Then BOD はおよそ 2.0

Cluster3

If DP_3 and SS_3 and 河北郡八野橋付近 and
 $I_2 = 5$ and $I_3 = 2$ and $I_5 = 4$

Then $BOD < 1.0$

If DP_3 and SS_3 and 河北郡(八野橋除く) and
 $I_5 = 5$ and $I_2 = 1$ and $I_4 = 1$

Then $BOD < 1.0$

If DP_3 and SS_3 and 南加賀(辰口橋・白山合口堰除く) and
 $I_6 = 5$ and $I_2 = 1$

Then $BOD < 1.0$

If DP_3 and SS_3 and
 $I_5 = 5$ and $I_2 = 1$ and

Then $1.0 \leq BOD < 2.5$

If DP_3 and SS_3 and
 $I_6 = 5$ and $I_5 = 5$ and

Then $2.5 \leq BOD < 4.0$

If DP_3 and SS_3 and 御幸橋 and

$$I_6 = 5 \text{ and } I_1 = 5 \text{ and } I_5 = 5$$

Then BOD はおよそ 4.1

If DP_3 and SS_3 and 浮柳橋 and

$$I_1 = 1 \text{ and } I_6 = 3 \text{ and } I_2 = 1 \text{ and } I_1 = 1$$

Then BOD はおよそ 6.1

Cluster4

If DP_4 and SS_4 and

$$I_2 = 5 \text{ and } I_4 = 5 \text{ and } I_3 = 1 \text{ and } I_6 = 5 \text{ and } I_1 = 5$$

Then BOD < 1.0

If DP_4 and SS_4 and

$$I_2 = 5 \text{ and } I_4 = 5 \text{ and } I_1 = 5$$

Then BOD はおよそ 2.0

Cluster6

If DP_6 and SS_6 and

$$I_2 = 5 \text{ and } I_4 = 5 \text{ and } I_3 = 1 \text{ and } I_1 = 5$$

Then BOD < 1.0

7.3 線形回帰モデル

本節では、石川県加賀地方における水質予測ファジィモデル後件部の線形モデル化を試みる。そこで、BOD 測定地点より 2 ないし 1km 以内に居住する回答者のデータを用いて、おのおのの測定地点の平均値をもとめ回帰モデルを作成する。なお、この方法を行うことのできる十分な測定地点数をもつのはクラスタ 1 の金沢市のみ

である。

構築した回帰モデルで、クラスタ 1 の犀川・浅野川について自由度調整済み決定係数が 0.6 以上のものを挙げると、

$$\text{BOD} = -5.96 + 0.66 \times I_2 + 4.44 \times I_3 - 1.34 \times I_5$$

となり、直感にあわない。そこで、BOD と項目間の相関を参考にし、再度回帰モデルを作成する。項目 I_3 は、他の 2 項との相関が $|0.7|$ 以上と高いため、その点に留意してモデルを計算しなおす。すると

$$\text{BOD} = 2.27 + 0.174 \times I_5 - 0.487 \times I_4$$

というモデル式が得られたが、自由度調整済み決定係数が 0.43 となり満足のいく精度のモデルにはならなかった。

次に、7 章 2 節で構築したモデルの結果を用いた回帰モデルの構築を試みる。そこで、7 章 2 節のルールを構成している住民のデータをもちいて線形回帰モデルを作成する。対象としたのはクラスタ 1 金沢市内の都市部を流れる 3 河川の犀川・浅野川・伏見川である。構築した以下のモデル式は自由度調整済み決定係数 0.728 である。

$$\text{BOD} = -0.41 + 0.70 \times I_5 - 0.068 \times I_2$$

なお、松寺橋は、その経年変化に対して 1998 年度の BOD 値がとびぬけて高いこととクラスタ 1 内でも突出して値が高いことからはずれ値とみなして計算より除外している。

第 8 章

地理情報システム(GIS)の展開

8 . 1 環境情報システム

環境分野における情報システムの利用は、情報関連分野の発展とともに急速に浸透してきた。特に、環境行政・研究分野では各種の環境モニタリングデータやリモートセンシングデータなど大量のデータが蓄積されてきたが、環境情報利用の観点から環境情報整備の必要性が高く、情報のデータベース化が国立環境研究所などを中心に行われてきた。また、環境管理を行うにあたっては、人間の生存に関連する環境要素や環境資源を地図情報や統計情報の形で整理・データベース化し、環境要素の相互間関係や人間にとっての重要度を分析・評価し環境管理のあり方についての判断資料を提供できる環境情報システムは欠かせないものである。コンピュータによる情報管理では、大量のデータを扱うことができ、環境要素間の関連性の統計分析やシミュレーションを行うことができるほか、環境の変動や人間のインパクトが変化した場合の将来予測が可能になるなどその利点は多い。

このような中、環境施策を支援するための情報システムとして地域環境情報システムが提案されている[20]。これには環境管理計画を推進していくにあたって必要な特色を備えている必要がある。それは、

- 1 . 地域を踏まえていること
- 2 . 環境価値の評価が中心課題であること
- 3 . 多岐にわたる意思決定レベルで使用されること

の3点である。

このうち、1とは、対象とする全域で環境状態が任意に指定された1地点について

明らかにできるということである。環境状態は、物的な条件の総合されたものであるが、例えば都心からの距離や、工場地帯からの距離、道路からの距離といった地理上の要因が影響することもあり、よって、地域を踏まえるということは、少なくとも地図にのる 2 次元のデータが必要であるということである。また、2 や 3 の要件を満たすには、画像表示やわかりやすいインターフェイスなどが望まれるが、こういった要件にあう情報システムとしては視覚化にすぐれた GIS(地理情報システム)が代表的であろう。

8 . 2 地理情報システム(GIS)の概要

地理情報システム(Geographic Information System)とは、「空間的な位置データをもつ情報を処理することのできるコンピューターシステム」と定義される[21]。ここでのコンピューターシステムとはハードウェア・ソフトウェア・地理データから構成され、処理とは位置情報をもつ情報である地理情報を効率的に、収集・保管・更新・分析・表示できることをさす。GIS では、実世界をいくつかの環境要素に分け、その要素の重ねあわせによるレイヤー構造によって実世界を表現する。環境要素はその自身の位置情報と属性情報を保持している。従って、GIS ではこの環境要素データに対して、空間的操作を行うことができる。空間的操作とは、緯度経度などの位置情報をもちいた操作で、例えば、「東京から Xkm 内にある都市はどこか」といった検索を行うことができる。しかし、GIS ではそれだけにとどまらず、例えば「東京から 100km 圏内に居住する 30~40 歳の女性の平均身長はどのくらいか」や「市から市までの最短経路はどれか」といった緯度経度などの位置情報と各環境要素の属性情報を加味した操作を行うことができる。

GIS は、1960 年代には、地図を画像であらわすだけのものであったが、近年のコンピューターの発展やデータベースとマッピングシステム(コンピューターで地図を作成するソフト)がむすびつき、現在の GIS の基礎ができるようになった。現在では、地理的な意味を勘案して情報管理するほうが便利な分野、例えばガス会社や地籍管理などをはじめとして都市計画などにも利用されている。また、ごく最近では POS との連動や商圈解析やカーナビといった様々なところにその利用が広がっている[18]。

8 . 3 本研究における GIS の役割

本研究において、GIS は大きく貢献している。2 度にわたる住民意識調査の結果や回答者の居住位置などの情報管理に用いたのみならず、GIS のもつ空間データベース機能によって、「BOD 測定地点から 2 km 以内の住民データ抽出」といった作業が可能になるなど、研究の効率化に大きく寄与している。そのほか、本論文の第 4 章での河北潟地方における住民意識調査では、住民の居住位置と親和河川との関係を視覚的に確かめるのに役立った。また第 5 章のクラスタリング結果や市町村ごとの特徴の把握など、その地理的情報機能が役に立っている。さらに地理情報システムの代表的な機能のひとつに主題図作成機能がある。主題図とは、ある一定のテーマに基づき作成した地図であるが、地域住民のもつ環境意識の特徴を視覚的に把握するにはかかせないものであった。

第 9 章

おわりに

本研究では、石川県加賀地方の住民意識データを用いて、水質と住民意識との関係を分析し、BOD 予測モデルを作成した。その結果、一般的には、住民意識は地理的な位置関係を含む地域特性によって多様性にとみ、得られるルールも一定の共通項はあるものの違いも大きいということがいえる。しかし、BOD 値の区間推定モデルからは、山間部の住民で水質のよい地域に居住するものは水質をよいと判断し、都市域にする住民も水質と連動した意識をもっているが、その中間的な地域に居住するものは、水質のよしあしにかかわらず水環境に対して悲観的であるという結論が得られた。

また、本研究で行ったように、地域を分割し部分的な住民意識構造の発見を行うと住民意識というソフトデータから BOD 値を予測することができる。しかも、測定地点が十分にあれば、住民の回答パターンによる BOD 値の区間推定モデルのみならず線形回帰モデルという形をとることも可能である。つまり、これまでは、環境指標というかたちで、住民意識を物理データをもちいて予測してきたが、住民の環境評価から物理データという逆推定モデルの構築が可能であるということである。また、これは本研究で扱った河川水質に関しては、住民を環境状態を計測する一種のセンサーとして扱うことができるということであると思われる。

以下では、今後の課題について述べる。まず、住民意識調査の質問項目であるが、人間と水辺との関わりあいを考慮に入れ、さまざまなカテゴリーから厳選して選り出したとはいえ、よりルールの記述に適したアンケート項目がある余地はじゅうぶんにある。また、さらなるこれからの課題として、得られたルールに一般的な特徴づけを行うため、測定地点の特性によるカテゴリー分類を行うなどが考えられる。それには、地域特性による分類を市町村単位によるものよりもさらに細かいレベル

で行うことが必要である．そのためには，ランドサットによる空中写真や土地利用図を用いるという方策が考えられる．これにより，本研究でのルールの前件部にあらたなルールを付け加えることができるのではないだろうか．

また，今回の調査では，クラスタ 3 の特に小松市・加賀市に振り分けた調査人数が少なく，手薄になってしまいデータが不足してしまった感は否めない．クラスタ 3 での BOD 値の分布状態などが線形回帰モデルを作成するのに十分であるかどうかという検討ももちろんであるが，この点も今後の課題といえるだろう．

さらに，総合評価を個別の質問項目を用いて予測したモデル[19]と本モデルとの比較による住民意識の分析に加え，今回は用いなかったが住民意識の過去や将来の水質評価による予測モデル作成の可能性を探るなどが今後の研究課題にあげられる．今回は，住民意識と自然環境とのかかわりを分析したが，さらに政策との関係，本モデルの一般性の検証など課題も多い．

謝辞

本研究はたくさんの方々によるご協力のもとに完成させることができました。ご多忙な中、貴重な時間を割いてご指導ご鞭撻いただきました主指導教官である中森義輝教授をはじめとして、DataMining And SoftComputing ゼミをご指導いただき有益なご助言をいただきました領家美奈助手やゼミのみなさまには深くお世話になりましたことを感謝申し上げます。

また、住民意識調査のため、貴重なデータをご提供くださるなどの協力いただきました金沢市・津幡町・宇ノ気町・内灘町・七塚町の環境安全課・町民生活課のみなさま、貴重なご意見をくださいました住民の皆様には、この場を借りて篤く御礼申し上げます。

最後に、遠く北陸まで進学することを承諾していただいた両親に感謝の念をささげたいと思います。

参考文献

- [1] 土木学会環境システム委員会編，環境システム，共立出版，1998
- [2] 寺野寿郎，システム工学入門，
- [3] 内藤正明，環境指標から見た環境情報，環境科学研究報告集，pp.8-15，1988
- [4] 中森義輝，ファジィモデリング，オーム社，1994
- [5] 日本計画行政学会編，環境指標の展開，学陽書房，1995
- [6] 川崎市，環境指標開発作成調査報告書，1989
- [7] 石川県環境基本計画．石川県，1997
- [8] 石川県：平成 11 年度版石川県環境白書，石川県環境安全部，1999
- [9] 河野小夜子，環境問題に関する知識の統合化とシミュレーション手法の研究，平成 11 年度北陸先端科学技術大学院大学修士論文
- [10] 金沢市河北潟流域生活排水対策推進計画．金沢市，1996
- [11] アンケート調査の方法，辻新六・有馬昌宏，朝倉書店，1987
- [12] 中森義輝・大向順子，対話型モデリングによる環境変数間の関係の同定，環境科学研究報告集，pp.85-92，1988
- [13] 石川県企画開発部統計情報課，石川県市町村勢要覧 平成9年，石川県企画開発部統計情報課，1999
- [14] 武田雄一・領家美奈・中森義輝，環境属性による地域のクラスタリング，第 11 回ソフトサイエンス・ワークショップ講演論文集，2001
- [15] J. H. Ward, Jr., "Hierarchical grouping to optimize an objective function", J. Am. Statist. Assoc., vol. 58, pp. 236-244, 1963
- [16] J. C. Bezdek, Pattern Recognition with Fuzzy Objective Function Algorithms, Plentz Press, 1981
- [17] 北國新聞社，石川データブック，北國新聞社，1999
- [18] 久保幸夫，地理情報科学の新展開，日科技連，1995
- [19] 河野小夜子・釈迦戸美由規・領家美奈・中森義輝，地域環境問題の分析におけるソフトデータの活用 第 11 回ソフトサイエンス・ワークショップ講演論文集 2001

[20] 国立公害研究所研究報告第109号，国立公害研究所，1987

[21] 武内和彦・恒川篤史，環境資源と情報システム，古今書院，1994