

琵琶湖の水環境の時間に基づく情報解析  
——時間解析ツール HuTime の有効性の検証——

関野 樹\*

**An Experimental Information Analysis Based on Temporal Data:  
Water-level Fluctuation in Lake Biwa, Japan**

SEKINO Tatsuki\*

Like analysis using GIS, information analysis based on temporal data has the potential to analyze relationships between various types of data. HuTime has been developed to realize such information analysis based on temporal data and has a function to display various types of information (text and numeric data) along the same temporal axis. In the present study, an experimental analysis was conducted on a sample issue to examine the usefulness of information analysis based on temporal data using HuTime. The sample issue examined was an environmental problem in Lake Biwa, Japan, which has lately experienced a problem with water-level fluctuation, especially extreme declines in water level. An environmental problem usually has many related aspects and is therefore a good case for information analysis using various types of data. In this experimental analysis, meteorological and hydrological data, local government documents related to water level control and water quality data related to the problem were used. The results suggest that information analysis based on temporal data was useful for studies that utilize various types of data, such as environmental science and area studies.

**Keywords:** area informatics, temporal data, environmental issues, interdisciplinary study, water level

キーワード: 地域情報学, 時間情報, 環境問題, 学際研究, 水位

はじめに

地域という対象を理解するためには、多種多様な情報からそこで何が起きているのかを紐解いてゆく必要がある。このような多種多様な情報を結び付ける手段として、地域研究を含む様々な分野で地理情報システム (GIS) が利用されている [原 2008]。この GIS は、空間、つ

---

\* 総合地球環境学研究所; Research Institute for Humanity and Nature, 457-4 Motoyama, Kamigamo, Kitaku, Kyoto 603-8047, Japan  
e-mail: sekino@chyikyu.ac.jp

まり「同じ場所で」という視点から情報同士を結びつけようとする試みであり、地図上に様々な情報を表示しながら情報同士の関係を解析することを可能にした。この考え方を踏襲すれば、時間も「同じ時に」という視点で情報同士を結びつけるための接点になりうるはずである。大学共同利用機関法人の人間文化研究機構と有志の研究組織である H-GIS 研究会は、これを実現するためのツールとして HuTime<sup>1)</sup> を開発した [関野・久保 2007]。このツールは、1つの時間軸上に数値情報(グラフ)と文字情報(年表)を並べて表示し、数値データや文字データに基づいた検索(例: 気温が 35°C 以上の期間)とこれらの検索結果を組み合わせた解析(例: 気温が 35°C 以上の時の「猛暑」を含む新聞記事)を行う機能を実装している [関野 2008]。以前から時系列分析が経済学分野などで利用されており、物事の時間的な変化についてその要因の解明や将来予測を統計学的に解析する手法を提供してきた。しかしながら、この HuTime による解析は2つ以上の時系列データの関連を GIS のように幾何的な手法で解析しようとする新たな試みであり、従来の時系列分析とは異なるアプローチである。本研究ではこのツールを実際の課題に対して使いながら、時間情報に基づいた情報同士の関連性を解析する手法についてその有用性を検証するとともに、将来の課題について考察を行う。

今回、この手法を適用する例題として扱った課題は、琵琶湖の水位変化に関する問題である。琵琶湖では、古くから度々洪水に見舞われており [滋賀縣 1972: 465-469]、その対策が大きな問題であった。さらに琵琶湖は国内最大の淡水湖沼であり、近畿一円1,400万人の水資源としても重要である。このため、1905年に琵琶湖の流出河川である瀬田川に堰(洗堰)が設けられ、<sup>2)</sup> 人為的に水位が調節されている [滋賀県琵琶湖環境部水政課 2007]。それでもなお度々起こる極端な水位低下や高水位が問題になっており、1994年と2000年に起きた渇水は記憶に新しい。さらに、この水位調節が琵琶湖に生息する魚類の産卵場所に与える影響などが問題視されており [山本・遊磨 1999]、水位調節のあり方について滋賀県内外を含めた活発な議論が続けられている。

今回は、渇水が問題となった1994年と2000年を含む1993年から2004年までの12年間のデータを対象に HuTime を使った解析を試みながら、HuTime のツールとしての有用性を検証した。水位と降水量のデータを使った解析では、出典の異なる数値データを比較しながらその関連性を解析するとともに、降水量以外に水位に変化をもたらす要因の推定を行い、問題発見の場における HuTime の有用性について検討した。また、水位データと滋賀県の各種文書を使った解析では、数値と文字という異なる性質のデータの比較において HuTime の有用性を検証した。さらに水位の変化と湖の透明度の変化との関係を解析する過程では、湖水中の栄養塩類

1) 2007年の発表当時の名称は T2Map。

2) 1905年に設置された手動式の堰(南郷洗堰)に代わり、1961年に電動式の堰(瀬田川洗堰)が設置されている。

の濃度、植物プランクトンの現存量などのデータを用いながらそのプロセスを確認し、仮説検証の場における HuTime の有用性を検証した。

## 水位と降水

図1に HuTime 上に表示した琵琶湖の水位の日変化を示す。図では横軸に時間をとり、琵琶湖の水位、降水量（2地点）、河川の水位（2地点）の12年分（1993～2004年）の経時変化が示されている。このように複数のデータを時系列に沿って並べて表示できることが HuTime の大きな特徴であり、表示する期間の変更や拡大・縮小、各データを表示する順序や大きさ（グラフの高さ）の調整を容易に行うことができる。

水位の情報は国土交通省近畿地方整備局琵琶湖河川事務所の Web ページ<sup>3)</sup>に掲載されているものを利用した。湖の水位は静振<sup>4)</sup>などの影響で観測地点間でばらつきが生じる。このため、当該ページでは琵琶湖の5地点の水位観測所（鳥居、三保ヶ崎、堅田、大津市、片山：伊香郡高月町、彦根：彦根市）で午前6時に観測された値を平均し、その値をその日の琵琶湖の水位として提供している。例年、琵琶湖の水位は春先に高く、夏から秋にかけて低下する傾向がある。これは、梅雨や台風による洪水被害防止を考慮した水位調節の結果で、水位が10月中旬から翌年の6月中旬までを +30 cm、6月中旬から8月までを -20 cm、9月から10月中旬までを -30 cm となるように調整することが瀬田川洗堰操作規則において定められている[滋賀県衛生環境センター 2002]。ここで、水位の変化を年ごとに比較するために、その年の最低水位が -60 cm を下回るか否かで2つに分類してみる。この -60 cm は、上述の調整目標の最低値（-30 cm）と水位を下げられる限界である利用低水位<sup>5)</sup>（-150 cm）[琵琶湖総合開発協議会 1997] の中間値にあたる。これを当てはめると、1993、1996、1998、2003、2004年は水位が -60 cm 以下にならなかった年である。これらの年では、夏や秋に水位の目立った低下が起こらず、春先の水位をほぼそのまま翌年まで継続している。一方、水位が -60 cm 以下になる年はさらに2つの水位変化のパターンに分けられる。1つは夏に水位が大きく低下し、秋に回復するパターン。もう一つは夏から冬にかけて水位が低下し続け、冬に最低水位となるパターンである。前者は1994年と2000年が、後者は1995、1997、1999、2001、2002年が当てはまる。

3) <http://www.biwakokasen.go.jp/graph2/>

4) 「せいしゅ」と読む（語源の seiche より）。湖に定常的に現れる水面の振動で、湖の大きさや形状により固有の周期を持つ。皿に入れたスプーンが一定の間隔で揺れようとするのと似た現象。琵琶湖では4時間周期のものなどが知られている。

5) 取水や船舶の航行に支障が生じないとされる下限の水位。琵琶湖の取水施設や港湾はこの値に基づいて設計・施工されている。

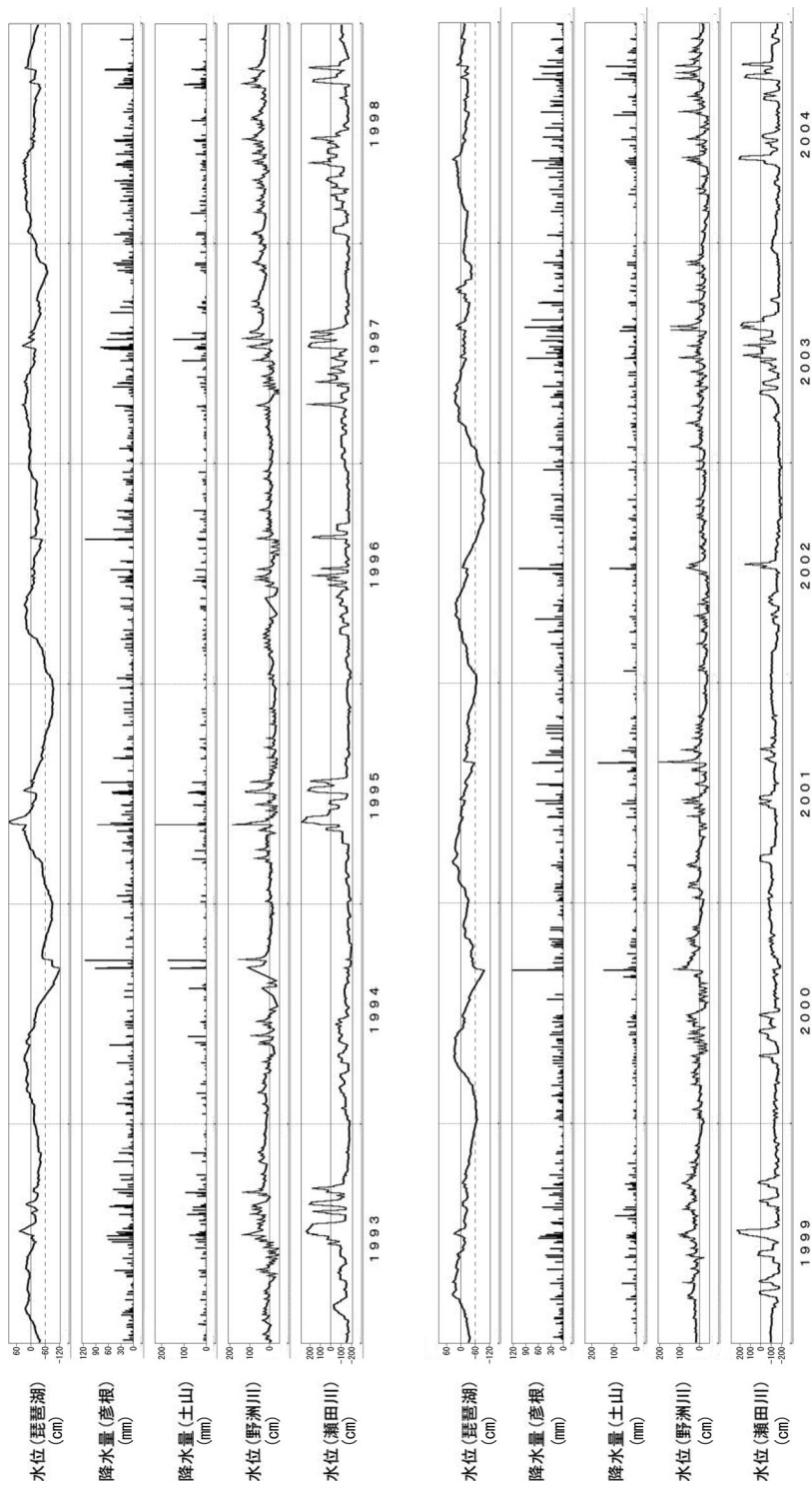


図1 琵琶湖の水位の変化と降水量(彦根, 土山)及び河川水位(野洲川, 瀬田川)の変化(1993~2004年)  
 出所: HuTime により出力したものを印刷用に修正(以下, 全ての図, 同様)。

このような琵琶湖の水位の変化は、河川の流入と流出、湖面からの蒸発、地下水の動態などにより変化する。さらに、河川からの流入は降水および農業、工業、水道による利水が、流出は瀬田川からの流出および琵琶湖疏水と宇治川発電の取水が関係している。ここでまず、流入に関する要因として最も影響が大きいと思われる降水に注目してみる。降水量の情報は気象庁が Web ページ<sup>6)</sup>で公開しているデータを利用した。図 1 に示されているのは彦根（地方気象台、彦根市）と土山（アメダス、甲賀市）の日降水量データである。<sup>7)</sup> 水位が変化する 7 月から 12 月の彦根の降水量を見てみると、1993、1996、1998、1999、2003、2004 年は 10 mm 以上の雨が頻繁に降っており、降水の無い期間がほとんど無い。一方で、1994、1995、1997、2000 年は連続して降水の無い期間が目立つ。これらのうち 1995 年と 1997 年は冬にかけて水位が低下し続けた年であり、降水量の少なさが水位低下につながったと考えられる。反対に、頻繁に雨の降っている 1993、1996、1998、2003、2004 年はそれぞれ水位の大きな低下が無かった年であり、やはり降水量が水位の変化と密接に関係していることを示唆している。しかしながら、1999 年は頻繁に雨が降っているにもかかわらず冬に低水位となっており、単純に水位が降水量と連動しているわけではないことを示している。

次に、河川からの流入量や流出量との関係を国土交通省水文水質データベース<sup>8)</sup>で公開されている河川水位の情報で確認してみる（図 1）。なお、本来は河川の流量で流入量や流出量を確認すべきであるが、河川流量データは本稿の対象期間のものが公開されていないため、本稿では河川水位の変化から河川流量の変化を類推した。流入河川では、琵琶湖の代表的な流入河川の 1 つである野洲川を（野洲水位観測所：野洲市）、流出河川は瀬田川洗堰下流（関ノ津水位観測所<sup>9)</sup>：大津市）の河川水位の情報を用いた。野洲川の水位とその上流にあたる土山の降水量と比較すると、その傾向が良く一致していることが見て取れる。ところが、流入河川の野洲川と流出河川の瀬田川のそれぞれの水位を比べるとその変化が大きく異なる。夏から冬にかけて連続的に水位が低下した 1999 年の場合は、瀬田川の水位が 8 月下旬と 9 月下旬に上昇しており、洗堰から多くの流出があったことが示唆される。しかしながら、その後 10 月以降まとまった雨が降っておらず、結果として冬に水位が大きく低下している。2002 年の場合も 105.5 mm の降水があった 7 月 10 日に瀬田川の流量が増えていることから洗堰からの流出が増えたことが伺える。しかし、その後まとまった降水に恵まれずに冬にかけて水位が低下している。反対に、夏に大きく水位が低下した 1994 年と 2000 年は共に 9 月に 100 mm を超える降水

6) <http://www.jma.go.jp/jma/menu/report.html>

7) 彦根は日本海側からの季節風の影響を受けて冬に降雪があるため土山とは年間の降水のパターンが若干異なる。

8) <http://www1.river.go.jp/>

9) 瀬田川洗堰直下の水位観測所は瀬水位観測所であるが、欠測が多く含まれるため、その下流の関ノ津水位観測所のデータを利用した。

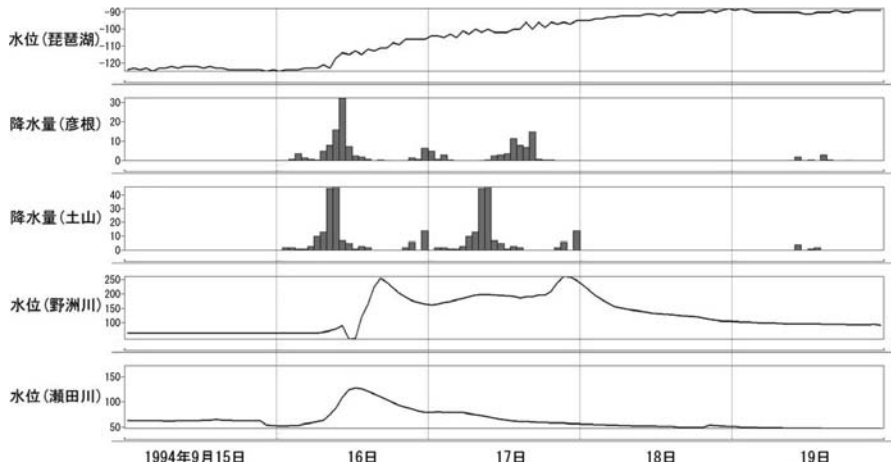


図2 琵琶湖の水位の変化と降水量（彦根，土山）及び河川水位（野洲川，瀬田川）の変化（1994年9月15～19日）

があったものの、瀬田川の水位は上昇しておらず、洗堰からの放流を制限したことが伺える。結果として、兩年ともこれらの降水後に水位が大きく回復している。図2は1994年の水位回復時の9月15日から19日の部分を HuTime の機能を使って拡大表示したものである。雨は16日昼頃から降り始め、それに数時間ほど遅れて野洲川の水位が上昇している。この遅れは流程の長さによるものである。琵琶湖自体の水位は降り始めから僅かに遅れて上昇し始め、雨が止んだ後も上昇し続けている。瀬田川については、16日に一時的に水位が上昇するものの、その後は元の状態に戻っており、洗堰からの流出を制限したことが伺える。結果として降り始めから3日間で琵琶湖の水位は30 cm も上昇している。

琵琶湖の水位調節については、琵琶湖周辺の洪水と下流域の洪水との関係や、農業や工業の利水など様々な要因が絡み、最近も堰の全閉操作の問題などで議論となっている [滋賀県琵琶湖環境部水政課 2007]。さらに、魚類の産卵場所の確保や水草の生息環境といった環境保全とも関係しており、洗堰を管理する国土交通省近畿地方整備局琵琶湖河川事務所でも様々な試行錯誤を続けているところである [国土交通省近畿地方整備局琵琶湖河川事務所 2007]。

## 水位と滋賀県

琵琶湖の水位の変動に対して社会や行政がどのような反応を示しただろうか。事例として滋賀県が出している様々な刊行物の記述と水位の変化との関係を HuTime により解析してみる。琵琶湖の水位調節自体は国（国土交通省近畿地方整備局琵琶湖河川事務所）が行っているものの、滋賀県は、環境保全（琵琶湖環境部）、ダムなどの運用管理（土木交通部）、漁業（農政水

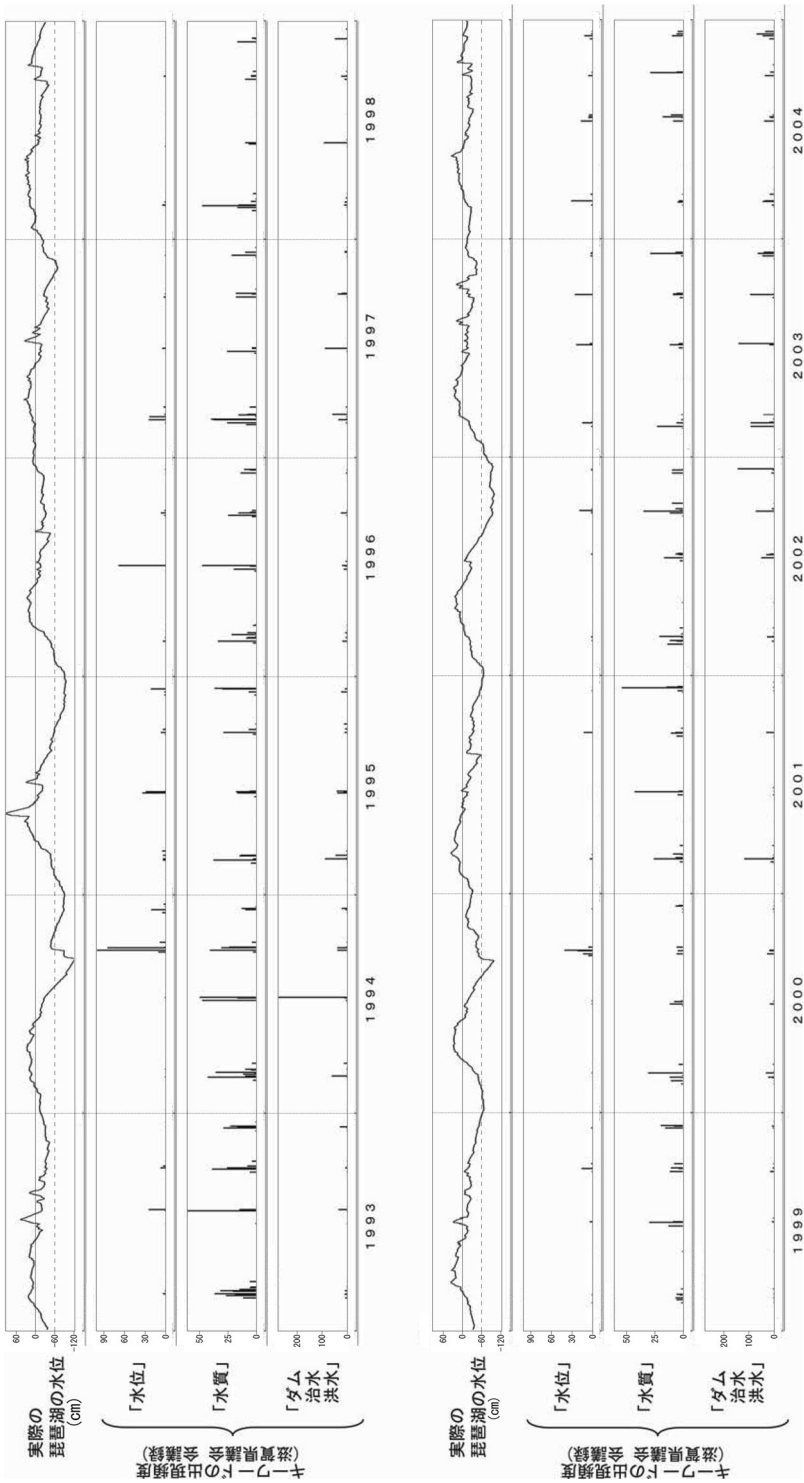


図3 琵琶湖の水位の変化と滋賀県議会会議録に現れるキーワードの出現頻度 (1993～2004年)

産部) など多くの部署が琵琶湖に直接または間接的に関わっており、当然その水位調節がどのように管理されるかは大きな関心事である。そこでまず、滋賀県の政策的な関心事の動向を見るために滋賀県議会の会議録の内容を解析してみる。滋賀県議会は年4回の定例会および臨時会が行われ、その1987年以降の会議録が Web ページ上<sup>10)</sup>で公開されている。本稿では、特定のキーワードが出現する頻度を会議日ごとに集計し、その傾向を水位の変化と比較した。使用したキーワードは、水位に関するキーワードとして「水位」、水質に関するキーワードとして「水質」、治水に関するキーワードとして「ダム」「治水」「洪水」を用い、それぞれの出現頻度を求めた(図3)。

1994年及び2000年の水位低下が起こった後に水位を含む発言が多くなっているのが分かる(1994年9月定例会, 2000年9月定例会)。この時の「水位」を含む発言を HuTime で抽出してみると、それぞれ水位低下に関する発言が多くを占めており、漁業被害(エビ漁の漁場の縮小, アユの産卵への影響)、取水制限のありかたや産業への影響、水質との関係などが含まれていた。特に1994年9月の定例会では、想定される下限である -150 cm 以下に水位が低下した場合の対策について質問する県議員と、そもそも -150 cm 以下は想定されていないので対策は無いとする県側との激しいやりとりが記録されている。1995年の高水位のときにも同様に「水位」を含む発言が増えている。HuTime により抽出された「水位」を含む発言を見て

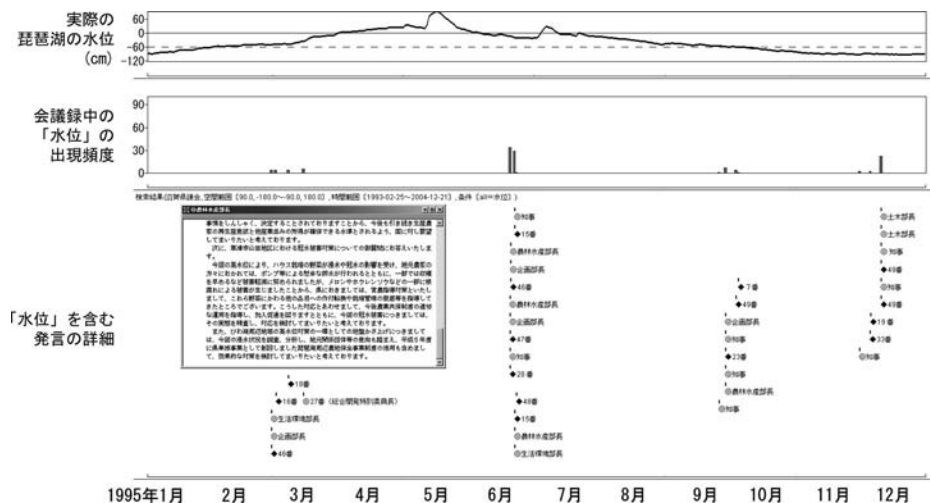


図4 HuTime による琵琶湖の水位の変化と滋賀県議会会議録に現れる「水位」の出現頻度およびその発言内容の表示例(1995年)

注: 年表中の◆は質問を, ◎は答弁を表す。15番, 18番などの番号はそれぞれ県議員個人に対応している。発言の具体例として示されているのは6月定例会での農林水産部長の答弁。

10) <http://www04.gijiroku.com/shiga/>



みると（表示例：図4）、高水位による農業被害などのへ対策について質疑が行われていたことが分かる。

実際の水位の変化とは無関係に1996年に1日だけ「水位」を含むまとまった発言がある（1996年7月定例会）。これは、琵琶湖総合開発が終了した後の事業（いわゆるポスト琵琶湖）に関連した質疑である。琵琶湖総合開発は1972年度から1996年度までの25年間、琵琶湖総合開発特別措置法（昭和47年法律第64号）に基づいて行われた事業で、治水・利水関係では、湖岸堤・管理用道路の建設、排水機場の建設、河川改修、瀬田川や南湖の浚渫が行われた〔琵琶湖総合開発協議会 1997〕。この中で、利用低水位を  $-150$  cm、補償対策水位を  $-200$  cm と定め、これを基準に取水障害や船舶の航行障害などを防ぐ対策がなされてきた。1996年7月定例会では、1994年の低水位や1995年の高水位などの琵琶湖の水位に関する様々な問題が生じている状況で、琵琶湖総合開発が終わった後の対応をどのように考えるのかといった質疑がなされている。また、2003年以降は数が少ないながらも毎回「水位」を含む発言がある。これは、洗堰の操作を含む水位調節そのもののあり方に関する議論で、水位の上昇による砂浜の侵食（浜欠け）や魚類の産卵場所の確保などの生態系の保全に関する質疑が含まれている。

これらの、滋賀県議会会議録での「水位」を含む発言の出現パターンを見る限り、水位については何らかの問題が生じる度に話題として上っているものの、実際には県議会で継続的に議論されているわけではないことが分かる。これは、下水道、農業、漁業、環境保全などに関連して継続的に話題に上っている「水質」を含む発言の出現パターンとは対照的である（図3）。また、水位と治水は関係が深いと思われるものの、治水に関するキーワード（「ダム」「治水」「洪水」）を含む発言は2003年頃まで「水位」を含む発言が出現する時期とはあまり一致しない（図3）。水位が低下している1994年7月の定例会で治水に関する発言が増えているが、これは現在も建設の是非が議論されている丹生ダム（滋賀県伊香郡余呉町）に関する話題であり、この年の4月に建設省（当時）から水資源公団への事業継承があったことによると思われる。2003年以降は水位と治水に関するキーワードが同時に現れるようになり、上述のように水位調節に関する話題の中で琵琶湖の水位と治水とを関連させた議論が行われていたことが窺える。このように、滋賀県議会の会議録と琵琶湖の水位データを時系列に沿って HuTime 上で見比べることにより、県議会での水位に関する議論は散発的なものであり、水質のような継続的な議論があまり行われなかった可能性などを窺い知ることができた。

滋賀県の研究機関は水位に関してどのような情報発信を行っていたらうか。旧・滋賀県琵琶湖研究所の刊行物を見つめる。滋賀県琵琶湖研究所は1982年に「滋賀県民の、そして日本人の“心のふるさと”である琵琶湖の美しい自然とその水資源の保全」を目標として設立された研究所で、研究企画部門では「琵琶湖とその集水域の自然と社会に関する重要な研究課題を順次とりあげ、それに対応した研究プロジェクトの編成、研究の実施・推進」を、広報・研究交

流部門では「研究成果の広報につとめ、県民・研究者・行政相互の交流の場と機会を提供」を業務としていた〔滋賀県琵琶湖研究所 1982〕。2005年より旧・滋賀県衛生環境センターの環境部門と統合され、現在は滋賀県琵琶湖環境科学研究センターとなっている。旧・滋賀県琵琶湖研究所の刊行物では、ニュースレター『オウミア』がバックナンバーも含め Web ページ上で公開されているので、<sup>11)</sup> 滋賀県議会の会議録と同様に、水位、水質および治水に関するキーワードについて各号の出現頻度を比較した（本稿ではデータは非掲載）。ニュースレターでは刊行年月を時間データとして用いたため、発言の日時に基づく会議録とは異なり原稿執筆から刊行までの時間により若干遅れが生じる。しかしながら、1994年、2000年の渇水の後は会議録と同様に「水位」を含む記事が掲載されており、1995年（53号）には特集の形で1994年の渇水時の研究成果が掲載されることが HuTime 上で確認できた。また、会議録と同様に水位操作に関する話題が2003年に掲載されており、単純に「水位」というキーワードで見ると限りにおいては会議録と同様の傾向であった。さらに、「水質」を含む記事が継続的に掲載されていることや「水位」と治水に関係するキーワードを含む記事が掲載されている期間が一致しないことも会議録と同様の傾向を示した。このような傾向は、より研究的な要素が強い旧・滋賀県琵琶湖研究所の『所報』<sup>12)</sup> にも現れており（本稿ではデータは非掲載）、滋賀県の刊行物の中のキーワードで見ると限り、滋賀県議会と旧・琵琶湖研究所のそれぞれの関心事が似通った傾向を持っていた可能性が窺える。

今回は、滋賀県議会及び旧・滋賀県琵琶湖研究所の刊行物について見てみたが、市町村レベルの資料や民間の資料もこのような時間情報に基づいた解析を行えるものが多い。市議会の議事録、議会便りは滋賀県内の全て市が Web ページ上で閲覧できるようにしている。また、住民向け広報はバックナンバーの量や閲覧可能な期間が限られている場合もあるが、滋賀県内の全ての市町でそれぞれの Web ページから閲覧できる。さらに、新聞などの報道機関や市民団体なども刊行物を Web ページ上で公開しており、HuTime を使った時間情報に基づく解析が可能である。ただし、これらについては著作権等の問題もあり、扱いに注意を要することは言うまでもない。

## 水位と透明度

1994年の低水位の際に湖の透明度が高くなったことが報告されている〔滋賀県琵琶湖研究所 1995〕。透明度は 25~30 cm の白色円板を湖中に沈めた時にそれが見えなくなる深度を指し、

11) <http://www.lberi.jp/root/jp/31kankou/3112news/bkjindex.htm>

12) <http://www.lberi.jp/root/jp/31kankou/3113kenkyureport/bkjindex.htm>

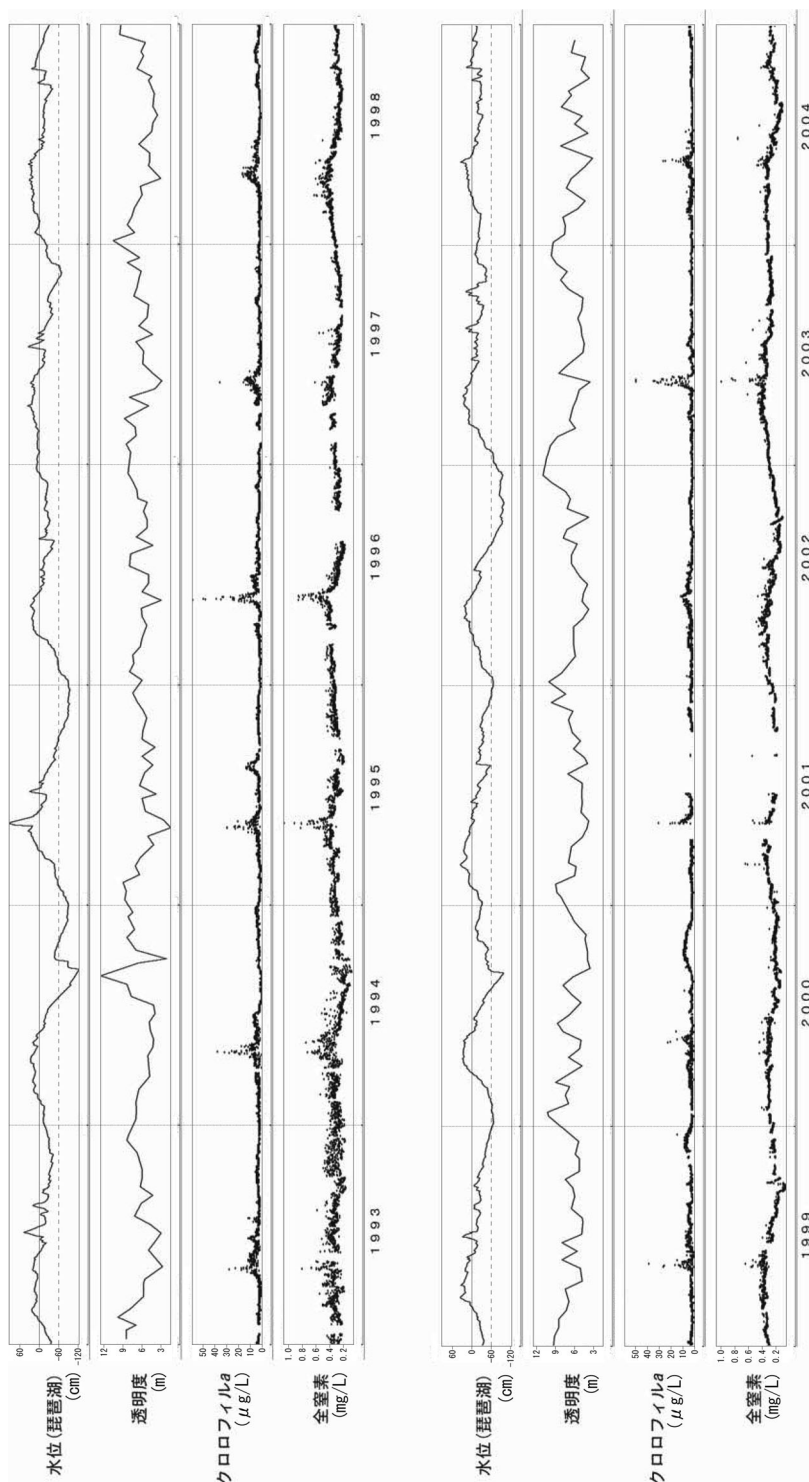


図5 琵琶湖の水位の変化と透明度、クロロフィル  $a$  量および全窒素量の変化 (1993～2004年)  
 注：透明度、クロロフィル  $a$  量および全窒素量は南比良沖中央に設置された水質自動測定局のデータ。

湖水の濁りの指標として琵琶湖でも70年間以上にわたって記録が残されている [芳賀・大塚 2003]。このような水位と透明度の関係は他の年にもみられるだろうか。図5は HuTime 上に表示した旧・滋賀県衛生環境センター（現・滋賀県琵琶湖環境科学研究所）による琵琶湖北湖・南比良沖中央の透明度の記録である。<sup>13)</sup> 1994年は水位が低下した7月から透明度が高くなり、9月5日には12.5 mに達している。この値は1993年から2004年の期間で最も高い値である。しかしながら、同様に夏に水位が低下した2000年は透明度が顕著に高いわけではない。また、夏から冬にかけて水位が低下した1995, 1997, 1999, 2001, 2002年を見ても2001, 2002年に水位低下と共に透明度が上昇するピークが認められるものの、それ以外の年では水位との明瞭な関係が認められない。

ここで、透明度を左右する要因の1つである植物プランクトンの現存量の変化を湖水中のクロロフィル  $\alpha$  量<sup>14)</sup>で見してみる。滋賀県は水質自動測定局を湖心に3局、湖辺に7局設置し、水質や気象データを自動的に計測してきた（現在は休止中）。図5のクロロフィル  $\alpha$  量の情報はそのうちの1つで、南比良沖中央、水深0.5 mで6時間毎に観測されたものである。<sup>15)</sup> これを見ると、程度の差こそあるものの、毎年春先にクロロフィル  $\alpha$  量のピークが認められる。これは、春先の水温上昇や日射量の増加によるもので、多くの湖沼に見られる一般的な現象である。この春先のクロロフィル  $\alpha$  量のピークに合わせて透明度が低下しており、透明度が植物プランクトンの現存量と関連していることが分かる。低水位時に透明度が増加している1994, 2001, 2002年を見てみると、クロロフィル  $\alpha$  量は極端に少なくなっており、植物プランクトンの現存量が少ないことが高い透明度の条件として必要であることがわかる。

透明度は植物プランクトンの量だけでなく、細かな砂や泥のような水中の無機物質も影響している。例えば、1994年9月に水位が回復する際に透明度が低下したが、クロロフィル  $\alpha$  量は増加していない。これは、水位を回復させた多量の降水により河川から細かな砂や泥などの無機質な懸濁物質が流入したことによると考えられる。また、透明度には湖内の植物プランクトン等の鉛直分布も大きく影響する。高い透明度が観測された1994年の場合も、湖を鉛直的に見ると水深15~20 mの水温躍層付近にクロロフィル  $\alpha$  の極大が認められたことが報告されており [滋賀県琵琶湖研究所 1995]、透明度が高いことが必ずしも湖全体の植物プランクトンの現存量が少ないことを示すわけではない。

植物プランクトンの生長に欠かせない栄養塩濃度についてはどうだろうか。図5の最下段に示した HuTime 上のグラフは、クロロフィル  $\alpha$  量と同様に南比良沖中央、水深0.5 mの自動

13) [http://www.lberi.jp/root/jp/22db/suisitu/bkjhsuisitu\\_top.htm](http://www.lberi.jp/root/jp/22db/suisitu/bkjhsuisitu_top.htm)

14) 植物プランクトン自体の現存量を測定するのは非常に手間がかかる作業なので、植物プランクトンに含まれるクロロフィル  $\alpha$  量を植物プランクトンの現存量の指標として用いることが多い。

15) [http://www.lberi.jp/root/jp/22db/suisitu/bkjhSuishituSokutei\\_index.htm](http://www.lberi.jp/root/jp/22db/suisitu/bkjhSuishituSokutei_index.htm)

計測により得られた全窒素濃度の変化である。<sup>16)</sup> これを見ると、水位低下と共に透明度が上昇した1994, 2001, 2002年のケースでは水位の低下と共に全窒素濃度が下がっていたことが分かる。したがって、水位が下がったときにしばしば高い透明度が観測されるのは、低水位をもたらす少雨により河川の流量が減少し、それにより河川からの栄養塩類の供給が減ることが植物プランクトンの現存量の低下、さらには透明度の上昇に結びついたことが想像される。

## 時間情報の利用

時間情報を使った解析の例題として、本稿では琵琶湖の水位変化とそれに関連する情報に注目した。そもそも環境に関する課題は、様々な事象が関与していることから自ずと様々な出所・来歴を持つ多様な情報を扱う必要が生じてくる。しかしながら、それらの多様な情報を関連付けてゆくことは容易ではない。環境に関する課題は学問分野を超えた総合的な見方や判断が要求されるにもかかわらず、実際にはそれが困難な状況にある [Sekino and Nakamura 2006]。この点で、本稿で紹介した琵琶湖の水位に関する様々な事例は、時間という共通の軸に沿ってそれぞれの情報を自由に並べ替えながら相互の関連性を見てゆくという手法の有効性を示したといえる。例えば、気象や水文のデータと水位のデータを HuTime 上で比較することにより、水位の変化に堰の操作がどのように関わっているかを類推することができた。これは、新たな問題発見という点で HuTime による解析の有用性が示唆されたといえる。また、滋賀県議会の会議録や旧・滋賀県琵琶湖研究所の刊行物を使った解析では、文書資料と水位のデータを HuTime 上で直接並べての突合せることにより、県議会や研究機関が周囲の出来事に対してどのような関心を持っているかを垣間見ることができた。従来はデータ加工の難しさやそれを表示するための手段が少なかったことにより、このような異質なデータが直接比較される機会は少なかった。この点で HuTime が強力な手段として有効であることが明らかになった。さらに、湖の透明度が変化する要因について、植物プランクトンやそれに影響する栄養塩濃度の変化を長期的に比較し、検証することが可能であった。この点でも、HuTime は多種多様なデータを容易に時系列上で比較する機能が有効に機能したと考えられる。

環境に関する課題では扱う情報の種類だけではなく量の多さも大きな問題である。近年は本稿で用いたような気象、水文、水質に関わる情報は自動的に観測されることが多くなり、その量が加速的に増えている。また、文書資料についても今回用いた会議録だけでなく、国や地方自治体、さらには民間企業や NPO などの様々な機関の刊行する報告書、ニュース、広報、論文などが多量に存在し、このような多量の情報を使い切れないいわゆる情報爆発の問題も生じ

---

16) [http://www.lberi.jp/root/jp/22db/suisitu/bkjhSuishituSokutei\\_index.htm](http://www.lberi.jp/root/jp/22db/suisitu/bkjhSuishituSokutei_index.htm)

ている [Sekino and Nakamura 2006]。本稿で用いたデータを例にすると、数値情報では水位のデータが4,383件、降水量と河川の水位データが合わせて約22,000件 (図1)、透明度、クロロフィル  $\alpha$  量、栄養塩のデータが合わせて約35,000件 (図5) であった。また文字情報については滋賀県議会の会議録が8,578件 (発言数) で、文字数にすると1,785万字。同じく旧・琵琶湖研究所の『オウミア』と『所報』が合わせて782件 (記事数) 389万字である (図3)。さらに本稿執筆の検討・準備段階で用いられた情報はこれの数倍にもなる。しかもこのような情報は日々増え続けており、とても人が1つ1つ読んで処理できる量ではなくなっている。この点で、本稿で用いた時間情報に基づく解析手法やそれを実現する HuTime のような情報ツールはこのような多量の情報を自由に組み合わせ、その関連性を容易に検証することを可能にしてくれと思われる。

今回扱った例題の中には、HuTime 以外の手法でも同様の解析が可能な部分もある。しかしながら、12年もの期間を拡大・縮小しながらデータ全体を見渡し、どのような問題があるのかを発見してくれという点で、HuTime を使った解析は有効であった。これは、様々なデータの中から新たな事実の発見に繋がるようなシーズを見つける、または、その結論へ至るための糸口を探す段階で非常に有効な解析手法であると考えられる。地域研究もまた環境科学と同様に様々な情報を多量に扱う学問である。このように様々な情報を用いて研究を進める場合、(1) 情報の収集、(2) 情報の表示と比較といったプロセスを繰り返しながら、試行錯誤の中で有効な情報を見つけていくことが必要である。HuTime のようなツールは従来手作業で行われてきたこのプロセスを加速し、多様かつ多量の情報から何らかの意味のある関連性を探し出す試行錯誤を容易にするとと思われる。今後、この手法が GIS のように様々な地域の様々な課題に応用されていくことにより、「地域情報学」においても情報解析の手法の1つとして体系が形作られていくことが期待される。

#### 引用文献

- 琵琶湖総合開発協議会 (編). 1997. 『琵琶湖総合開発事業25年間のあゆみ』 253 p.  
 芳賀裕樹; 大塚泰介. 2003. 「琵琶湖北湖沖帯透明度の73年間の変遷」『陸水学雑誌』 64: 133-139.  
 原 正一郎. 2008. 「空間に基づいた情報解析ツール」『アジア遊学』 113: 128-135.  
 国土交通省近畿地方整備局琵琶湖河川事務所. 2007. 『平成18年度瀬田川洗堰操作の課題と平成19年操作の方針について』 5 p.  
 滋賀県. 1972. 『滋賀県史第四巻最近世』 (覆刻発行) 大阪: 清文堂.  
 滋賀県琵琶湖環境部水政課. 2007. 「水位の変遷」琵琶湖ハンドブック編集委員会編『琵琶湖ハンドブック』 pp. 192-193.  
 滋賀県琵琶湖研究所. 1982. 「琵琶湖研究スタート」『琵琶湖研究所ニュース』 1.  
 ————. 1995. 「渇水の琵琶湖生態系への影響」『オウミア』 53.  
 滋賀県衛生環境センター. 2002. 「水位から見る琵琶湖」『衛生と環境』 102.  
 関野 樹. 2008. 「時間に基づいた情報解析ツール」『アジア遊学』 113: 140-148.

関野：琵琶湖の水環境の時間に基づく情報解析

- 関野 樹; 久保正敏. 2007. 「T2Map——時間情報に特化した解析ツール」『人文科学とコンピュータシンポジウム論文集 IPSJ Symposium Series』2007(15): 183-188.
- 山本敏哉; 遊磨正秀. 1999. 「琵琶湖におけるコイ科仔魚の初期生態——水位調節に翻弄された生息環境」『淡水生物の保全生態学』森誠一（編），193-203ページ所収. 東京: 信山社サイテック.
- Sekino, Tatsuki; and Nakamura, Masahisa. 2006. Application of Knowledge Management to Environmental Management Projects: A Case Study for Lake Management. *Lakes Reserv.* 11: 97-102.