

令和（2019）年 9 月 12 日（木） 大会一日目

09:45～12:15

セッション A2 **環境・水** **23301 教室**

座長 青野透（徳島文理大学）

今泉博国（福岡大学）

A2-1 日本の多目的ダムをめぐる水・エネルギー・食料ネクサス

○増原直樹

総合地球環境学研究所研究部

A2-2 SDGs 目標 6「安全な水とトイレを世界中に」の事例としての柳川市の水の憲法

○西嶋啓一郎

日本経済大学大学院 経営学研究科

A2-3 多様化する琵琶湖の課題に直面した「せっけん運動」の新たな展開に関する研究

ー特定非営利活動法人碧びわ湖での議論を中心にー

○朝比奈遥 瀧健太郎 鵜飼修

滋賀県立大学 環境科学部 地域共生センター

A2-4 地域の空間的・経済的特徴が EF に及ぼす影響の評価

○石川広朗 坂野達郎

東京工業大学 大学院土木環境工学科都市環境学コース

A2-5 東京圏における上水道の維持可能性評価に関する研究

○持木克之 長岡篤 籠義樹

麗澤大学経済社会総合研究センター 麗澤大学経済学部

日本の多目的ダムをめぐる水・エネルギー・食料ネクサス

Water-Energy-Food Nexus regarding Multi-purpose Dams in Japan

○増原

直樹（総合地球環境学研究所研究部）

1. はじめに

今後の地方創生策を検討するうえで、一連の全総（全国総合開発計画）や国土開発政策等の実績や評価を踏まえることは非常に重要だと考えられる。佐藤（1964）によれば、戦後の全総や国土開発政策の検討過程において、テネシー河（TVA）に代表される河域開発は非常に参照されることが多かった。そこで本報告では、日本の国土開発をふりかえる題材として、ダムによる総合開発事業をとりあげる。

具体的には、戦前の河水統制事業から昭和 32（1957）年に制定された「特定多目的ダム法」等に基づく多目的ダム開発に至る経緯をレビューしつつ、時代によって変化を続ける「河川に対する社会的な要求」と水需要に対して、多目的ダム事業がどのように対応してきたのかについて、エネルギー（水力発電）及び食料（農業・灌漑用水）との連環（ネクサス）も含め、可能な限り定量的な分析をおこなうことを研究目的とする。

なお、多目的ダムは、複数の目的（例えば、洪水調節、灌漑用水、水力発電等）を有するダムのことを指し、特定多目的ダム法に基づくダムと、その他一般の多目的ダムに分類される。竹内（1968）によれば、特定多目的ダムは一般の多目的ダムと比較して、(1)ダム使用権、(2)建設費負担、(3)目的の範囲で相違しているといわれる。特に(3)目的の範囲については、灌漑を主とするダムや発電を主とするダムは特定多目的ダムには含まれない。

2. 研究の方法

本研究は大きく2つの部分で構成される。第一に、河水統制事業から多目的ダム開発に至る経緯については、既往文献のレビューが中心となる。その際、治水、工業用水、上水道、水力発電、灌漑といった主目的・用途が歴史的に変化あるいは対立してきた状況を図式化する。

第二に、現在、国土数値情報に登録されている 2,750 程度のダムについて、単独（目的）ダムと多目的ダムに分類し、それぞれの数や貯水量、目的や時系列変化を分析する。

2. 1 ダム開発の前史（明治以降）

河水統制事業の前史は明治 29（1896）年に制定された河川法（旧河川法）までさかのぼる。旧河川法は、大日本帝国憲法制定後わずか7年という背景もあって、「国家権力による統制的色彩が強く、当時の社会情勢を反映して利水よりも治水に重点が置かれたもの」と評価されている。また、当時の利水の用途は、河川舟運が衰退していることもあって、灌漑がほぼ独占しており、その状況が変化するのは明治 44（1901）年の電気事業法制定前後であった。

この時代、例えば明治 34（1891）年には、京都市において全国初の事業用水力発電が開始されたように、日本中に水力発電が広まりつつあった。その後、大正年間を通じて、以前から優勢であった灌漑水利を管轄する農商務省に加えて、需要が増加しつつある発電管轄の逓信省、治水を担当する内務省の間でかなりの軋轢があったと報告されている。対立の一例として、都市計画法や道路法が制定された大正 8（1919）年の水利関連法案の不成立が紹介されている。

1919 年は第一次大戦が終結した時期でもあり、この頃から、内務省がダム事業を推進し始めたといわれている。当時の利水としては前述したように、発電及び灌漑が中心であり、都市用水は何ら主張されていない。その後、大正末期から昭和 12 年（1937）にかけて、河水統制事業の調査費が要求されるようになるが、ここでは内務省と逓信省の主導権争いがあった（松浦，1985）。

↓水の用途／年代→	明治 29～44 年	明治 45～大正年間	大正末～昭和 10
治水（内務省）	◎主目的		河水統制事業
発電（逓信省）		対立構造	↓ ↑ 主導権争い
灌漑（農商務省）	○主用途		？
都市用水	地下水依存？	地下水依存？	

図 1 明治から戦前の河川水用途と所管官庁

図 1 は明治 29 年から戦前までの河川水の用途と所管官庁との関係を簡単にまとめたものである。河水統制事業は、昭和 12 年に調査費が認められたが、実際には昭和 9（1934）年から、都県主導で河水統制事業が開始されていた。

なお、昭和 14 年の土木学会河川講習会において、内務省の高橋技師が河川の利用目的として、次の 8 分類を説明された。8 分類とはつまり、灌漑用水、飲用水、発電用水、工業用水（舟運を含む）、都市河川浄化、流筏、漁業、風致関係であり、現在の国土数値情報でダム用途として設定されている 8 分類とかなりの部分が重複している。現在は、飲用水が上水道用水として扱われ、都市河川浄化は河川維持用水と、風致関係はレクリエーションと称されている。また、流筏と漁業は目的から外れ、高橋技師が述べなかった治水と消流雪とが加わっている。

2. 2 戦後のダム開発に関する制度と実態

特定多目的ダム法に基づくダム事業の課題を踏まえ、水資源開発 2 法と呼ばれる、水資源開発促進法及び水資源開発公団法が昭和 36（1961）年に制定された。促進法は、産業開発・都市人口増加に伴う水供給を確保し、水源の保全涵養をおこない、河川水系における水資源の総合的開発を促進することを目的として、主に「水資源開発水系」の指定と需給目標、需給に必要な施設建設を含む計画決定が政策手段として盛り込まれた。結果、大都市圏や大工業地帯を抱える利根川及び荒川、豊川、木曽川、淀川、吉野川、筑後川の 7 水系のみが水資源開発水系（フルプラン地域）として指定され、フルプラン地域の面積は国土の 2 割に満たないにも関わらず、流域人口と流域の工業出荷額は全国の 5 割前後を占めると説明されている。

この結果、およそ 10 年間隔で集計した竣工ダム数（図 2 参照）では、昭和 30 年代がもっとも多く 360 ダムを数え、次いで昭和 40 年代が 355 で続いている。

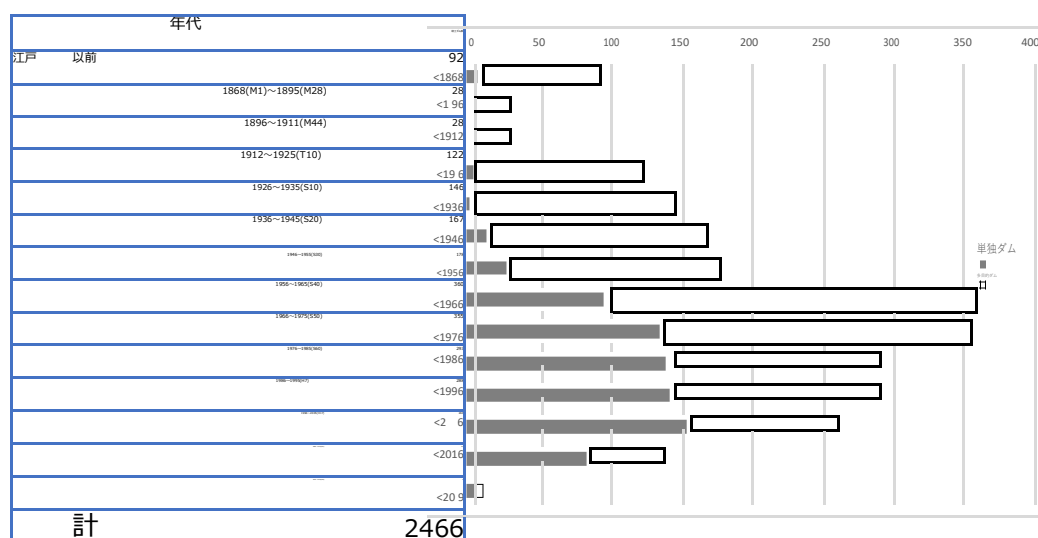


図 2 全国のダムの竣工年分布（出典：国土数値情報）

しかし、ダムの工事期間を想像すれば理解できるように、昭和 30 年代のダム竣工ブームは特定多目的ダム法の効果というよりも、昭和 20 年代以前から構想・着工されていた単独（目的）ダムの完成によって支えられている側面が強い。昭和 30 年代に竣工した 360 のダムのうち、多目的ダムは 97 で 27%を占めている一方、単独ダムは 293 で 7 割を超えているからである。多目的ダムの竣工が著しい増加傾向を記録するのは、昭和 40 年代以降であり、昭和 40 年代の竣工は 137（同年代の竣工ダムの 39%）、昭和 50 年代の竣工は 141（同じく 48%）、昭和 60 年代（平成 7 年まで）は 144 で単独ダムの竣工と多目的ダムの竣工数が並んでいる。その後、平成 8（1996）年から平成 30（2018）年まで、多目的ダムの竣工数は単独ダムを上回っている。

2. 3 ダム開発の目的に関する分析

ところで、国土数値情報（ダム便覧）に示されているダム数は 2,749 であるが、そのうち単独ダムが 1,870 と 3 分の 2 を占め、多目的ダムは 879 で約 3 割である。しかしながら、それぞれの貯水量を集計すると、多目的ダムの 203 億 m^3 に対し、単独ダムは 97 億 m^3 と半分程度である。ただし、多目的ダムには、琵琶湖の総合開発事業（19 億 m^3 ）及び霞ヶ浦（12.5 億 m^3 ）が含まれており、これらが合計値を押し上げている点は注意が必要である。

次に、単独ダム及び多目的ダムの目的をそれぞれ分類すると、表 1 のようになる。また、単独ダムについては、目的別の貯水量も求めた。その結果、次のような特徴が明らかになった。まず、単独ダムでは消流雪、レクリエーション目的のものは記録されておらず、多目的ダムの中でも比較的少ないダムが該当することがわかった。次に、単独ダムで最も多い用途は灌漑（1,214）で単独ダム全体の 65%に相当するものの、貯水量ベースでは発電目的のものが 73 億 m^3 と最も多くなり、その割合は単独ダム全体の 75%を超える。さらに、多目的ダムの目的について分析したところ、最も多い目的は治水であり、多目的ダム全体の 85%を占めている。次に、河川維持、上水道が続いている。

単独ダムで数が最多の灌漑目的と量が最多の発電目的のそれぞれについて、時系列の変化をみると、表 2 のようになる。表 2 から、江戸以前から昭和 30 年代（1955 年）までは、灌漑目的のダムが竣工数の半数以上を占めていたものの、灌漑用ダムの貯水量はむしろ昭和 40 年代以降増大しており、その傾向は平成時代まで継続していたことがわかる。一方、発電用ダムの貯水量に注目すると、昭和 40 年代に竣工したダムの貯水量が多いことがわかる。具体的には、阿賀野川水系の田子倉ダム、奥只見ダム（併せて 10 億 9500 万 m^3 ）等の影響が大きい。

最後に、多目的ダムの目的の時系列変化を分析し、図 3 に示した。

表 1 多目的ダムの目的及び単独ダムの目的と目的別貯水量（単位：1000 m^3 ）

国土数値情報に記載の目的	単独ダム	単独ダムの貯水量	多目的ダム
治水	111	802,306	746
河川維持	3	1,258	548
灌漑	1,214	1,279,823	325
上水道	126	216,940	510
工業水道	18	93,973	160
発電	398	7,302,964	265
消流雪	0	0	7
レクリエーション	0	0	2
計	1,870	9,697,264	879

表 2 灌漑用・発電用ダムの竣工年の分布（単位：1000 m³）

年代	灌漑ダム数	灌漑ダム割合	灌漑用貯水量	発電用貯水量
江戸 以前	84	91%	20,634	0
1868 (M1)～1895 (M28)	27	96%	3,484	0
1896～1911 (M44)	22	79%	2,154	0
1912～1925 (T10)	86	70%	21,322	69,532
1926～1935 (S10)	90	62%	49,628	188,703
1936～1945 (S20)	89	53%	46,176	874,614
1946～1955 (S30)	93	52%	78,949	526,748
1956～1965 (S40)	113	31%	168,136	4,293,301
1966～1975 (S50)	108	30%	155,599	778,696
1976～1985 (S60)	76	26%	133,811	269,259
1986～1995 (H7)	95	33%	229,331	197,305
1996～2005 (H17)	83	32%	221,723	62,685
2006～2015 (H27)	32	23%	118,575	39,119
2016～2018 (H30)	1	9%	1,687	3,002
計	999		1,251,209	7,302,964

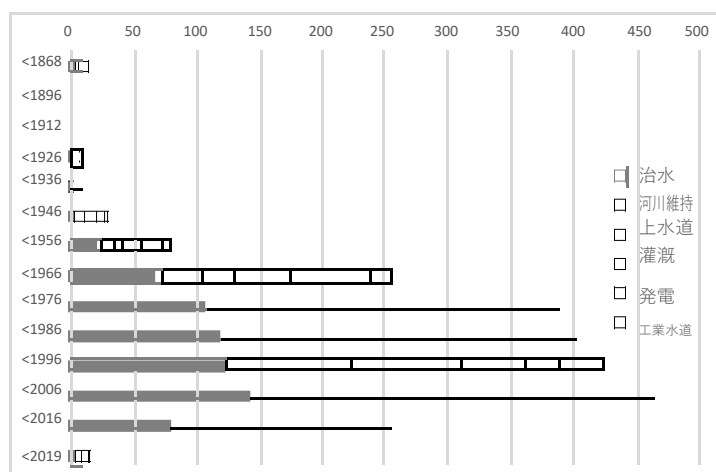


図 3 多目的ダムの目的の時系列変化（複数該当）

3. 結論及び今後の課題

ダムの竣工年度は昭和 30～40 年代をピークとして、やや落ち着きつつも昭和 50～平成 10 年代まで同様の設置ペースが続いた。ダムの目的を分析したところ、単独ダムのほうが数が多いものの、総貯水量ベースでは、多目的ダムが 2 倍以上となっていた。

単独ダムは灌漑用（水・食料ネクサス）が最多で 65%を占めているが、総貯水量ベースでは発電用

（水・エネルギーネクサス）が 75%を占め、比較的規模が大きい。ダムの竣工数に占める灌漑用ダムの割合は年々低下しているが、貯水量ベースではそれほど減少していない。多目的ダムで、最も用途が多いのは治水でダム数では 85%に相当。河川維持と上水道が同じく 60%前後で続いている。いずれも昭和 30 年代から増加し続け、平成 10 年代にピークに達した。

今後、多目的ダムの貯水量を目的・用途別に配分し、例えば水系単位で、実態と時系列変化をさらに明らかにすることが主な課題である。

【参考文献】

- ・秋山道雄「日本における水資源管理の特質と課題」、『経済地理学年報』57 巻 1 号、2011 年。
- ・佐藤竺「開発行政」、日本行政学会『行政研究叢書』、1964 年。
- ・竹内昭八「特定多目的ダム」、『日本農業土木学会誌』35 巻 11 号、1968 年。
- ・中瀬哲史「日本における水力発電と多目的ダムの関係」、『経営研究』55 巻 1 号、2005 年。
- ・松浦茂樹「戦前の河水統制事業とその社会的背景」、『第 5 回日本土木史研究発表会論文集』、1985 年。
- ・国土数値情報：「ダム年鑑 2015」の「水系別ダム一覧表」に掲載されているダムについて、位置情報を「電子地形図（タイル）」、属性情報を「ダム年鑑 2015」より取得し、更新した。

SDGs 目標 6「安全な水とトイレを世界中に」の 事例としての柳川市の水の憲法

SDGs Goal 6 Water Constitution of Yanagawa City

as a Case of 'Secure Water and Toilet all over the World'

日本経済大学大学院

西嶋 啓一郎

1. はじめに

水郷と称される柳川は、近世における掘割を巡らした城下町から現代にいたるまで、掘割の水を利用した生活文化の持続的成長を成し遂げてきた。そしてその水の生活文化は、20 世紀後半の日本の高度経済成長により廃絶の危機を経験するが、市民と行政が連携した協働により克服し、現在も川下り観光が行われている。そして掘割再生以降は、市民憲章と市条例を複合させた「水の憲法」が定められ、観光都市「水郷柳川」として多くの観光客を集めている。この「水の憲法」による取り組みは、2015 年 9 月に国連総会で「持続可能な開発のための 2030 アジェンダ」が採択された SDGs の目標 6 及び 11 に呼応すると考えられる。

SDGs に関しては、わが国では SDGs 推進本部が置かれ、「SDGs アクションプラン 2018～2019 年に日本の『SDGs モデル』の発信を目指して～」が作成されている。そこでは 8 つの優先課題が設定されているが、優先課題⑥では「生物多様性、森林、海洋等の環境保全」が掲げられ、地域環境共生圏の構築が目指されている。柳川における掘割の維持保全はまさにこの課題へ事例を提供するものである。

本研究では、柳川の「水の憲法」について、そこに至った経緯と内容をまとめることにより、水上生活文化を持つ開発途上国への事例提供の一助となることを目的とする。

2. 水路の荒廃

1953 年の西日本大水害は、上下水道の整備と同時に矢部川治水のための大規模ダム建設を促した。福岡県は 1957 年にダム建設工事に着手し、1960 年に矢部川上流の矢部村日向神溪谷に当時県内最大（総貯水量 2,790 万 m³）の多目的ダムである日向神ダムが完成し 1962 年満水し操業を開始した。

この日向神ダムの建設は矢部川流域の治水には成功したが、柳川の掘割にとっては負の影響をもたらすことになった。それは矢部川の下流での水量の大幅な減少である。柳川の掘割は矢部川水系の沖端川から二つ川を通して導水されている。本流の水量の減少は掘割の水流に直接関わることになる。水路の水流の現象は掘割の水質にとって致命的でさえあった。水量が減少した水路では、それまでの浄化能力が減少し、長い間培ってきた人間と掘りとの生態系のバランスに大きな変化が生じた。水路の水は汚れはじめたのである。

柳川では川下り観光が 1961 年から始まったが、1968 年頃にはゴミが水路にたまり、川下りが行えない状況までに至った。そこで柳川市当局は、1968 年から三カ年計画で 5600 万円の費用をかけて掘りをマイクロポンプで浚渫する清掃作業を行った。ところが、4 年後の 1974 年には、再び舟が通れなくなる。川をきれいにすることが観光のためにということもあって、市民の共通意識にはならなかった。市民の参加がない堀の清掃は、結局は成果があがらず、再び人々は掘りにゴミを捨てるようになった。

3. 都市下水路計画

柳川市都市下水路計画が県議会で議決され、その事業の実施に当たって、1977 年 4 月、環境課都市下水路係係長に広松が新任の辞令を受けた。広松は前任では水道課に所属していたため、それまでの水路関連課長会議の経緯は経験していなかった。また広松は三潞郡蒲池村蒲生

(現在の柳川市蒲生) 出身で、郷土の掘割の成り立ちやその機能の重要性を十分に熟知していたと思われる¹。柳川の掘りを大規模に消失する都市下水路計画について、広松は、就任後すぐに計画の主旨などに対して検討を行い、この計画に対していくつかの疑問を整理した。広松が提示した疑問点を以下にまとめる。

A) 水路関連課長会議では、市街地では農地が減少したので掘割の役目は終わったという判断になっている。

B) 水路関連課長会議では、掘割について地下水を涵養する機能、住民に安らぎを与える機能、都市空間にゆとりと潤いをもたらす空間機能などが十分に検証されていない。

広松はこれらの疑問に対してさらに考察を進め、掘割のもつ次の 3 つの重要な機能を明らかにした。

1) 洪水調節機能：農地、つまり水田があれば降った雨は水田が受け止め涵養するが、水田がなくなれば水は行き場を無くしてしまう。当時の掘割はゴミで埋没していたため、市街地の中では通常の夕立ですら浸水してしまう場所が数カ所あった。水田がなくなれば、掘割の雨水涵養機能は一層重要になる。

2) 農業用水貯留機能：矢部川の水は、歴史的に見ても、筑紫平野一帯の農業用水として高度に利用されてきた。すなわち無駄な水は一滴たりとも無いわけである。たとえば、日照りが続くと矢部川の水は上流でとり尽くされて下流の柳川には届かない。そのときに農業用水は、掘割に蓄えられた水を反復利用する。さらに日照りが続き、掘割の水も汲み上げ尽くされてしまっても、翌日には土地が含む水が掘りにしみだし幾ばくかの水が使用できる。このように掘りは農業用水の重要な貯留機能を保持していることになる。

3) 地盤沈下防止機能：柳川の近隣に白石平野があるが、そこでは地下水の汲み上げによる大規模な地盤沈下がおこり問題となっている。柳川や白石平野がある筑紫平野の大部分は、有明海が陸地になった海成沖積地で、地層は有明粘土層と呼ばれる水分を多く含んだ粘土層で形成されている。そのため、地下水位が下がると粘土層から水が抜け出し地盤沈下が進むことになる。掘りの水は柳川ので地盤を支える粘土層の地下水を涵養している。もし掘割が無ければ、柳川も白石平野と同じ地盤沈下に見舞われることになる。

4. 河川浄化計画

広松は、「郷土の川に清流を取り戻そう」という小冊子をまとめ、500 部ほど増刷し市役所内部、青年会議所、町内会長に配布した。そしてそれをベースに 1972 年 11 月に「河川浄化計画」を立案した。その計画は次の 3 つの柱で構成されていた。

- 1) 掘割の浄化作業は住民参加で行う
- 2) 掘割への下水の流入を市民全体で抑制する
- 3) 合理的な掘割の維持管理システムを構築して住民参加で維持管理に当たる

広松は計画案の立案に際して、これまでいろいろと再生への取り組みが成されてきたにもかかわらず成果があがらなかったのは何故か、なにが足りなかったのかを検討した。そして、これまでの取り組みには一貫性がなかったこと、住民の参加がなかったことが原因であることを結論づけている。そのため、現場での調査を繰り返し行い、建設省（現国土交通省）の「河川環境整備事業」などの先進事例を研究した。そして、「河川浄化計画」を成し遂げるには、住民の「理解」「協力」「努力」が不可欠であるという確信に至った。

以上の計画案が 12 月に水路関連課長会議、次いで市議会の全員協議会で正式に承認された。そして、翌年の 1978 年 3 月の市議会で、5 カ年の事業継続費が設定されることになった。また同時に 10 人の構成委員で河川対策調査特別委員会が設置され、市議会副議長が委員長に就任した。この議会承認は、後に古賀市長が退任し下水路推進派の市長と変わったときに、掘割再生事業継続の大きなバックアップとなった。

5. 柳川市の掘割景観保全の取組み

柳川市では、水郷柳川としての景観を守り伝えていく努力を、掘割の荒廃が顕著になる時期から取り組みを行ってきた。1971 年に柳川市伝統美観保存条例が制定されている。また柳川市では景観に係る条例として、2004 年に柳川市建築指導条例を制定している。目的は、城下町の情緒あふれる魅力や豊かな風土が長い年月をかけて織りなしてきた水郷柳川の歴史的景観の保全及び形成を図ることであった。条例制定のきっかけは、川下りルート掘割沿いに高層マンションが建ちはじめ、市民や観光客から掘割景観を損ねるものだという意見が多かったためであった。これら 2 つの条例は柳川市の水の生活文化の持続的成長に対する取り組みを示している。そして両条例は 2005 年 3 月の 1 市 2 町の対等合併によって誕生した新しい柳川市にも引き継がれ制定されている。

2004 年、わが国では、急速な都市化の進展、経済性重視のまちづくりからの転換を図り、美しい街並みなど良好な景観に関する国民のニーズに応えるため、景観法が制定された。柳川市はこの景観法の制定を受けて、水の生活文化による文化景観創造に対する新たな取り組みを行っている。2007 年 6 月に景観行政団体になり、観光地としての景観、生活都市としての景観の二つの側面からルールづくりが検討され「都市計画マスタープラン」の策定を行われ、2012 年 4 月に景観計画、景観条例が策定され 10 月から施行されている。

6. 水の憲法

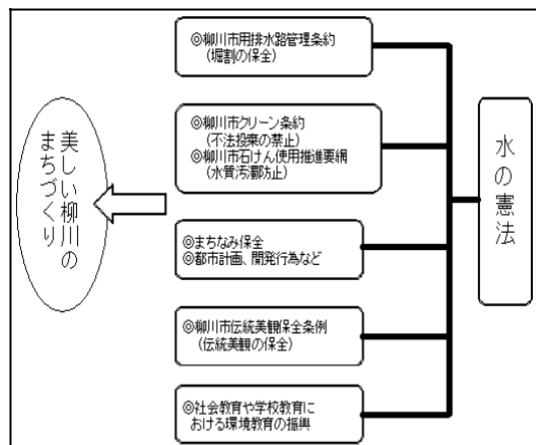


図 6-1.

柳川市では、掘割の環境を守るため「水の憲法」として様々な条例等を制定している（図 6-1 参照²⁾）。まず、市民と事業者が協力しあって掘割を保全していくために、平成 1999 年 11 月 1 日「柳川市掘割を守り育てる条例」が施行された。そして、2005 年の市町村合併に伴い、前条例を引き継いで 2007 年 4 月 1 日から新たに施行されている。柳川市ではこの他にも「柳川市用排水路管理条例（掘割の保全）」、「柳川市クリーン条例（不法投棄の禁止）」、「柳川市石けん使用推進要綱（水質汚濁防止）」、「柳川市伝統美観保存条例（伝統美観の保存）」等の条例がある。さらに、都市計画における開発行

為等における町並み保存指導、社会教育や学校教育における環境教育の振興と併せて、「水の憲法」と通称されている。

柳川市掘割を守り育てる条例では、掘割環境の保全・創造を通したまちづくりを目的としている。第 3 条の「責務」では、市、市民及び事業者の相互協力と責任を明記し、毎年 5 月の第 4 日曜日を「掘割の日」に定め、三者に掘割の保全・創造のための活動を促している。

柳川市用排水路管理条例及び柳川市クリーン条例では、掘割の水質保全のためにハード・ソフト両面から三者の義務が示されている。禁止事項として揚げられているのは次の 4 つである。

- 1) 水路を損傷すること
- 2) 水路に土、石、竹木、ゴミ、汚泥その他のものを投棄すること
- 3) 水路の埋め立て及び付け替え工事をする事
- 4) その他水路の管理上支障のある行為をすること

柳川市石けん使用推進要項は、掘割の水を汚していた大きな原因の一つに、家庭や事業所からの排水であったため、柳川の婦人会が中心となって合成洗剤の使用禁止を訴えた運動である。洗濯物などを漂白する合成洗剤は、掘割に生息する生物に有害でその減少をもたらす。これは微生物による水の浄化作用の減少につながることから掘割環境にとって大きな負荷とな

る。柳川市では、洗濯用石けんと台所用石けんについて微生物生息環境にとって負荷の少ない石けんの使用を奨励している。また、柳川市の婦人会は、使用済みの料理用油をリサイクルし、手作り石けんをつくる運動を展開している。

柳川市伝統美観条例では、柳川市特有の歴史的な伝統美観を保存し、後世に継承するための必要な処置を定めている。具体的には柳川市の伝統美観として、歴史的な意義を有しているもの及び柳川市固有の建造物、遺跡等が周囲の自然環境と一体をなして、伝統と文化を形成している状況を定義し、次の地区や構造物を指定して、その美観の保存に務めている。

第一には美観地区の指定である。これは伝統美観を保存するための一定の地区をいう。第二に特別美観地区の指定である。これは美観地区において特に重要と認められる地区である。第三に保存家屋の指定である。これは美観地区及び特別美観地区において特に指定した家屋である。第四に保存記念物である。これは美観地区及び特別美観地区において指定した樹木、橋梁、堀端、汲水場その他伝統美観保持に必要な構造物である。柳川市ではこれらの指定に当たって、柳川市伝統美観審議会を設置し、調査・研究も含めて審議を行っている。

社会教育や学校教育における環境教育の振興では、柳川市は「環境教育推進事業」を実施している。これは子供から大人まで、掘割に対する認識を深め、美しい掘割を後世に伝えていくためには何をなすべきか等を学習することを目的とものである。市内の小中学校の教師を「教育推進研究員」とし、環境教育のための様々な調査や研究活動に携わらせ、子供達には直に掘割に触れる体験学習を通して、水辺の動植物や水質の状況を観察しながら、水辺を楽しむ心を育てることで、掘割をいたわる気持ちを育てている。教育プランには、掘割探検、小学校でのインターネットホームページの開設、矢部川上流域との交流など子供達が楽しみながら学習できるものを心がけている。

7. まとめ

柳川は、水の生活文化を再生し次世代に向けてその価値を伝え、持続的なまちづくりを行う数少ない事例の一つだといえる。人は誰も生まれ育った故郷の山河を愛す。したがって人は文化的景観に抱かれて成長するともいえる。

柳川には古代以来永々と培われた掘割による水の生活文化があり、柳川の多くの地名が示すようにそれはこの町の歴史的な文脈と深く結びついている。それはまた、季節毎に繰り広げられる多くの祭事にも見ることができる。

柳川の掘割の再生・創造において特筆すべきは、住民主体による活動である。住民は水の生活文化の基盤である掘割の価値を再認識し、自らの労働により価値の再生産を行った。このことは戦後のわが国における都市計画に象徴される行政主導・トップダウン型のまちづくりが一般化してしまった現代において実に興味深いものと考えられる。別な見方をすれば、柳川の掘割が汚れた都市下水路計画が県議会で承認された時点で、一般論でいえば柳川の掘割のほとんどは消滅していたであろう。それを救ったのは当時の広松伝係長をはじめとする行政と住民であった。そして掘割浄化の取り組みは一過性で終わることはなく、「水の憲法」に受け継がれていく。この一連の成果が現在の観光都市・水郷柳川の持続的成長を育んでいるといえる。

したがって、この柳川の掘割再生のモデルは、わが国の SDGs モデルの優先課題⑥に示された「生物多様性、森林、海洋等の環境保全」における地域環境共生圏の構築の先行事例となりうることを確認できた。

¹ 広松伝（1937～2002）柳川市蒲生出身、1956 年福岡県立八女工業高校卒業。高校卒業と同時に福岡県北部の自動車工場に就職するが、翌年 1957 年柳川市役所に入所、磯鳥水源の監視員など水道事業を担当。1977 年環境課都市下水路係長に就任し古賀杉夫市長のもと住民の手による「掘割再生」において中心的な役割を果たす。

² 柳川市 H.P. をもとに著者作成。

多様化する琵琶湖の課題に直面した「せっけん運動」の新たな展開

— 特定非営利活動法人碧いびわ湖での議論を中心に —

A Study on New Development of The Soap Movement for Problems of Diversifying Lake Biwa

○朝比奈遥（滋賀県立大学 環境科学 学部4回生）

瀧健太郎（滋賀県立大学 環境科学部）

鵜飼修（滋賀県立大学 地域共生センター）

1. はじめに

1977年5月、比較的汚濁の少なかった北湖を中心に赤潮が発生した。富栄養化の原因の一つとして、合成洗剤に含まれるリンが挙げられた¹⁾。

そこで、県民を中心に天然油脂が主原料である粉石けんを使う動きが広がり、『有リン合成洗剤を買わない、売らない、贈らない』という住民運動が起こった。これを受けて滋賀県も1978年に「合成洗剤の使用制限及び粉せっけんの使用推進」を打ち出した。さらに、婦人団体、消費者団体、商工団体などで「びわ湖を守る粉石けん使用推進県民運動県連絡会議（せっけん会議、後にびわ湖会議）」が結成され、運動の中心を担った。1980年には、リンを含む家庭用合成洗剤の販売・使用・贈答の禁止、窒素やリンの工場排水規制を盛り込んだ「滋賀県琵琶湖の富栄養化の防止に関する条例」が施行された。湖南消費生活協同組合は、家庭から出る廃食油を回収してせっけんを作る「リサイクルせっけん」活動を行った¹⁾。

水環境改善の活動が続いているにも拘らず、1983年9月、南湖にアオコが発生した。これは当時滋賀県内の下水道普及率が低く、生活排水が直接琵琶湖に流れる仕組みだったことが原因の一つであった¹⁾。

1988年、活動団体は合併槽の設置促進を求める「よみがえれ琵琶湖」署名運動をし、集まった34万人の署名が県議会で採択された。その後1996年7月に下水道未整備地域の家庭に合併処理浄化槽の設置を義務付ける「みずすまし条例」が施行された²⁾。

1991年頃になると、無リン合成洗剤の販売から急落したせっけん使用率が30%にまで落ち込んだ。そのため、回収した廃食油がせっけんに生まれ変わることなく溜まってしまったようになった。そこで東京での事例をもとに、1993年に滋賀県生活協同組合の藤井絢子理事長らが、廃食油を使ったバイオディーゼル燃料（BDF）の試作にこぎつけた。それが現在の「菜の花プロジェクト」につながっている¹⁾。

現在、せっけん運動が功奏するとともに「滋賀県琵琶湖の富栄養化の防止に関する条例」の制定や下水道整備等の努力を経て、赤潮やアオコはあまり発生せず、粉せっけんを使用する動機も低下している。一方で、琵琶湖環境問題は多様化しており、過去のような統一的な運動ではすべてを改善するのは難しくなっている。そのような中で、2009年にNPO法人碧いびわ湖（以下、碧いびわ湖）が設立され、せっけん運動の事業を引き継いだ。今年で創立10周年を迎えるにあたり、事業の方向性を模索している。

2. 研究の目的と意義

本研究では、せっけん運動の今日的な課題を整理することを目的1、現代にあったせっけん運動のあり方を模索している議論を明らかにすることを目的2とする。

本研究の意義は、目的1～2を達成することを通じて、琵琶湖環境保全に関わる草の根の取り組みに貢献することである。

3. 研究方法

研究の目的を次のような方法で達成する。

(1) せっけん運動の変遷の整理

文献調査や関係者へのヒアリングから、せっけん運動の当初から現在に至るまでの活動の変遷を整理するとともに、課題を抽出する。

(2) 碧いびわ湖事業展開の整理

碧いびわ湖が主催する各種活動に参加・協力（参与観察）し、理事会・総会・各種活動の中で議論の推移を分析し、方向性を明らかにする。

2018年6月以降の碧いびわ湖の理事会（毎月）や諸活動（総会、配送、手作りメディア編集会議、勉強会等）に参加する。参加できない活動については、録画・録音データを集めてすべての議論を網羅する。

4. 碧いびわ湖の活動

碧いびわ湖では現在『買い物（環境配慮型商品の共同購入）』、『住まいづくり（太陽熱温水器や雨水タンク等の設置）』、『地域づくり（親子で遊ぶイベントや環境活動などの開催）』、『リサイクル（廃食油と牛乳パックの回収）』と事業を4つに分けて活動を行っている。

図1は、それぞれの事業の事業収入の推移を表している³⁾。設立当初と比べ、『買い物』『リサイクル』事業は収入が減り、『住まいづくり』『地域づくり』事業は収入が増えている。『買い物』『リサイクル』事業の多くは、滋賀県環境生活協同組合連合会から引き継がれたものである。一般に知られる「せっけん運動」は下火になってきていることが示唆される。

5. 理事たちの問題意識

常務理事のN氏は、「藤井絢子さんたちがやってきた草の根自治としてのチャレンジを続けることが自分たちの役割だと思って続けてきた」が、「共同購入も廃食油回収も効率が悪く利益を上げるのが難しいため、旧せっけん運動の事業をそのまま続けるのは限界」であり、それぞれの事業のあり方を根本的に見直す必要があると話していた⁴⁾⁵⁾。

理事会では運動の方向性について議論が重ねられている。2018年2月までに、参加理事から「碧いびわ湖の事業自体が成功することが目的ではなく、碧いびわ湖の活動に関わっていくうちに、人々が『子どもと湖が笑っている未来』を守ることに向かっていくようになることが大事」、「環境問題だけでなく社会問題も複雑に絡み合っているからこそ、それらを解決・改善するためのアプローチ方法も様々であり、人々の興味関心も様々だから、碧いびわ湖が色々なモデルをやることで多くの人に参加してもらえ」という意見が出され、賛意を得ていた⁴⁾。

また、せっけん運動は「楽しみながら活動続ける方法を考えながら行動し、色々な人たちが小さい活動を共感しながらやり、たくさんの人がその輪に入っていくような小さな活動を積み重ね、少しずつ多くの人の共感を得て、活動の幅をどんどん広げていく」ものではないかという意見

表1 碧いびわ湖の事業³⁾

買い物	再生粉せっけん販売
	再生ティッシュ・トイレロール販売
	お米（無農薬/減農薬）販売
	菜種油販売
	間伐材利用紙販売
	リサイクル液体せっけん『ゆう』の製造
地域づくり	あおいそらと森のおうち(子育て応援)
	やすたん（野洲川探検隊）
	県立守山高校ほたる再生プロジェクト
	あまいろだより発行
住まいづくり	雨水貯留層・太陽熱温水器設置
	リフォーム等
	薪ストーブ設置
	オープンハウス
	居心地のよい暮らし体験会
	雨水&太陽熱の見学会・学習会
リサイクル	廃食油回収
	牛乳パック回収

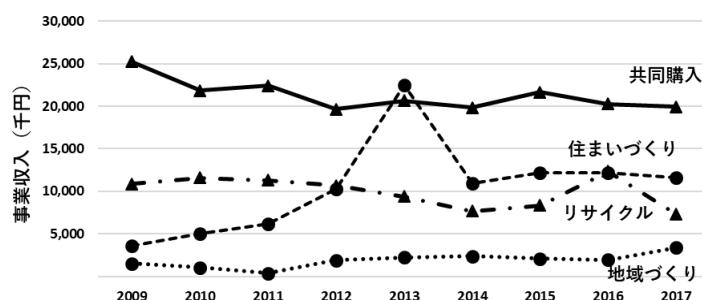


図1 事業収入の推移³⁾

も出された⁴⁾。

6. 議論の展開

2018年12月に行われたNPO20周年シンポジウムに碧いびわ湖常務理事のN氏が参加した際、「本来のNPOの役割はソーシャルビジネスじゃなくて、人々がちゃんと参加・協力できる受け皿をつかって、みんなの行動を変えていくこと」という話を聞いたという。また、「NPOが果たす役割として新たな『価値創出』という場合には、『ビジネス』という方法論では対応できない」という指摘もあり、その意見にN氏は強く共感したと述べていた⁶⁾。

またN氏は、碧いびわ湖代表理事のM氏と話し合う中で、「碧いびわ湖に関わる人びとならではの価値を社会に提示して、そこに色々な人に参加してもらい、協力しあって、リソースを出しあって、具現化していく。アイデアに対して、小さな集まりでいいから、小さなアクションをして、小さな成功（成果）を、サイエンスをともなって社会に対して表現する。そうすることで、企業や行政も含め、いろんな主体に、参加や協力をよびかけやすくなるのではないかと感じた」⁶⁾と述べていた。

2019年3月13日、静岡県立大学教授の津富宏氏を招いた研究会が行われた。津富氏はNPO法人「青少年就労支援ネットワーク静岡（以下、SSSNS）」の代表も務めている。当団体は静岡県内の「働きたいけれども働けない」人々に、「仕事に就くことを支援するのではなく、働き続けることができる人生に寄り添う」ことを目的に活動している⁷⁾。

津富氏は「SSSNSでは、相談をしてくる当事者に、逆に『ボランティア』になってもらう。するとその当事者は『いつの間にか巻き込まれて』いて『いつの間にか働いている』というような状況ができる」と述べた。「『個人（ひとより得をしよう、優れようとし、何かをしてもらう客体であろうとする人々）』を殖やすのではなく、『市民（部分最適ではなく全体最適を考え、困りごとにも主体的に関わる人々）』を殖やして、共有財産（コモンズ）としての社会を育てることが大切」という津富氏の意見に、碧いびわ湖代表理事のM氏は強く共感し、「サービスの提供者と受け手が固定化する関係ではなく誰もが、ある場面では『提供者』側でありつつ、ある場面では『受け手』側になるような関係性の重層化を図りたい。それが生態系をつくることになる」⁸⁾と述べた。

7. 現時点での到達点 ―形態合理的な活動へ

末石（1989）⁹⁾は「形態合理性」を「あらゆる社会要因がもつ現在の目的とは無関係に、要因間の機能の相互交流の中からそれぞれの役割を発見し、全体としての新しい目的を模索するシステム形式」と表した。また、「目的合理主義のもとで発展したのが『システムの最適化手法』」であり、システムの最適化については畔上（1971）¹⁰⁾が「特定の目的実現のためにわれわれの生活圏から必要な機能を奪い、それらを集合しシステムを構成する手法を意味する。したがって、特定システムの目的と対立する外部のシステムは、非最適化に追い込まれる」と規定した。

2019年4月までの議論を振り返ると、碧いびわ湖はこの「形態合理主義」に沿った活動を行うことを目指していると考えられる。「人によって何に興味関心を持つのかは違うから、それぞれのワクワクを見つけて発信することで、それぞれに呼応する人を集めていけるのではないか」、「『多様』なワクワク感を紹介し表現することで、結果的に多様な人々に参加の入り口が開かれているのではないか」¹¹⁾とM氏は述べている。

1970年代後半から始まったせっけん運動は、いわば「目的合理主義」的運動であった。当時は琵琶湖に赤潮やアオコが発生し、琵琶湖環境を改善しようという意識が、多くの人々に共通して存在していた。だからこそ、目的（「琵琶湖の環境を守る」、「地域資源の循環を進める」）を受けて、指導者が住民に呼びかけ（ガイダンス）、人々が粉石けんの製造・販売を行ったり、合併浄化槽を広めたり、バイオディーゼル燃料の製作を行ったりして、互いに協力して運動を盛り上げた

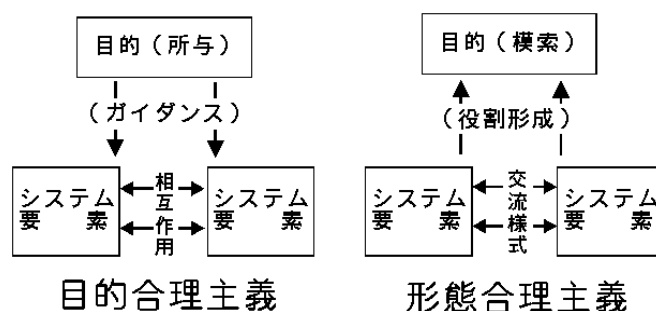


図2 システム様式の比較¹⁰⁾

と考えられる。

現在、琵琶湖環境問題は多様化しており、その解決・改善策も様々である。M氏の発言の通り「人によって何に興味関心を持つのかは違う」ので、それぞれの興味関心に合った解決・改善策を提案することが、より多くの人々が琵琶湖保全活動に参加するきっかけになる。人々が様々な活動を、目的を模索しながら楽しんでおこない、最終的に「琵琶湖の状態がより良いものになった」となる「形態合理主義」を軸に置いたスタイルに、今後展開していくのではないかと考えられる。碧いびわ湖としてどのように動いていくか、引き続き追っていきたい。

8. 参考文献

- 1) 京都新聞, 2008-12-1, 2008-12-2, 2008-12-3, 2008-12-4, 2008-12-5, 朝刊 3 面
- 2) 内藤正明ほか: 琵琶湖ハンドブック, pp.68-73, 254-255, 滋賀県琵琶湖環境部環境政策課(2012)
- 3) 碧いびわ湖: 定期総会議案書, 2009-2017 年度
- 4) 碧いびわ湖理事会: 2018-10-27
- 5) 碧いびわ湖理事会: 2018-12-26
- 6) N氏(碧いびわ湖常務理事): 2019-2-22, Messenger
- 7) 特定非営利法人 青少年就労支援ネットワーク静岡: NPO について
<<https://www.sssns.org/npo%E3%81%AB%E3%81%A4%E3%81%84%E3%81%A6/>>, 2019-05-19
- 8) M氏(碧いびわ湖代表理事): 2019-5-7, Messenger
- 9) 末石富太郎: 人間と環境が交流する様式についてー環境社会システムへのアプローチ, 社会・経済システム, 7 号, p2
- 10) 畔上統雄: 企業内技術者の思想と実践, 中央公論経営問題 1971 年冬季号
- 11) M氏(碧いびわ湖代表理事): 2019-4-16, 電子メール

地域の空間的・経済的特徴が EF に及ぼす 影響の評価

Evaluation of the Influence of Regional Spatial and Economic Characteristics on EF

○石川 広朗（東京工業大学院土木環境工学系都市環境学コース）

坂野 達郎（東京工業大学院土木環境工学系都市環境学コース）

1. 研究の背景と目的

Wackenargel & Rees (1996)によって提唱されたエコロジカル・フットプリント（Ecological Footprint, 以下 EF）は、人間活動が環境に与える負荷を、資源の再生産および廃棄物の浄化に必要な面積として示した数値である。環境負荷と環境容量のバランスを土地面積という直感的な量に換算して評価できるため注目を集めている。

EF値算出方法は、大きくはコンパウンド方とコンポーネント方に分類される（中野・和田、2007）。日本では、国土交通省(2004)が、国レベルのEFをコンパウンド方で求め、産業連関表を用いて地域に按分し、都道府県別EFを推計している。谷口・阿部・重兼(2004)、鈴木・田辺(2016)は、コンパウンド方を改良し、都道府県別、さらには市町村レベルのEFの計算を行っている。当初は、国レベルのEFの算出が中心だったが、近年は地域レベルのEFが算出されるようになってきている。

今回の研究では、都道府県レベルの地域産業連関表を用いてEFを47都道府県全てについて統一的に推計し、産業構造と空間構造の差が各県のEF値に与える影響を重回帰分析によって探ることを目的とする。持続可能な地域の構造について理解を深めることを目的とする¹。

2. EF の算出方法

2.1 EF (Efland) の推計方法

EF の推計は、耕作地や工場用地、道路など人間活動を維持するために直接的に使用している土地面積（EF land）と、エネルギー消費に伴う温暖化効果ガスを吸収するために必要なエネルギー地（EF CO₂）に分けて推計される。本研究では、Efland の推計にあたって伊藤・高橋（2006）の方法を用いた。彼らは、競争輸入型産業連関表において、土地要求ベクトル λ が投入係数行列 A 、移輸入係数対角行列 M 、及び土地投入係数対角行列 I と以下の関係式が成立することから、EF の推計をおこなっている。

$$\lambda = (I - (I - M)A)^{-1} \times l$$

EF は、①域内最終需要に関連した EF^D 、②移輸出に関連した EF^E 、③移輸入に関連した EF^M に分解することができ、それぞれは、下記の式によって求めることができる。ただし、 f は部門別域内最終需要ベクトルを、 e は移輸出ベクトルを、 m は移輸入ベクトルをあらわす。

$$EF^D = \lambda_1 (I-M)f$$

$$EF^E = \lambda_1 e$$

$$EF^M = \lambda_2 m$$

環境負荷に対する責任は、生産活動と消費活動のどちらの側面に着目するかによって立場が分かれる。消費による負荷は、域内最終需要と移輸入から生じるので、 EF^D と EF^M を合計した値が消費ベースの EF land となる。生産による負荷は、域内最終需要と移輸出から生じるので、 EF^D と EF^E を合計した値が生産ベースの EF land となる²。

2.2 エネルギー地(以下 EF CO₂)の推計方法

ここでは、Ferng (2002)の方法を若干改良し、エネルギー使用に伴って発生する CO₂ を吸収す

¹ 本研究は、日本計画行政学会第 13 回若手研究交流会で発表した石川・坂野（2019）をもとに、EF land 推計方法と EF 値の説明変数を改善したものである。

² 石川・坂野（2019）では、 $\lambda_2 = \lambda_1$ として推計していたが、今回の研究では、 λ_1 のデータは、47 都道府県の産業連関表、土地利用面積ともに 2011 年度各県県勢要覧で公表されているものを使用し、県ごとに推計した。 λ_2 のデータは、産業連関表では移入先のデータが一つのカテゴリーに集約されているため、移入先の土地生産性として世界平均値を用い算出した

る森林面積をエネルギー地として計算した。Feng は、Bicknell & Ball の手法を応用し、土地投入係数対角行列 I の代わりに環境負荷料係数対角行列 ε （部門別の単位あたり CO_2 排出量）を用いることで、最終需要から CO_2 排出量を推計している。伊藤・高橋の逆行列を用いると、環境負荷量要求ベクトル η と ε の間には、次の関係が成り立つ事がわかる。

$$\eta = (I - (I - M)A)^{-1} \times \varepsilon$$

CO_2 排出量は、①域内最終需要に関連した CO_2^D 、②移輸出に関連した CO_2^E 、③移輸入に関連した CO_2^M に分解することができ、それぞれは、下記の式によって求めることができる。

$$\text{CO}_2^D = \eta (I - M)f$$

$$\text{CO}_2^E = \eta e$$

$$\text{CO}_2^M = \eta m$$

消費ベースの CO_2 排出量は、 CO_2^D と CO_2^M を合計したものとなり、生産ベースの CO_2 排出量は、 CO_2^D と CO_2^E を合計したものとなる。各 CO_2 排出による負荷を林野庁が算出した CO_2 の森林吸収量 8.8t/ha で二酸化炭素の総排出量を除し、EF CO_2 とした。

3. EF に影響を及ぼす要因の回帰分析

3.1 生産ベース EF (EF P) と消費ベース EF (EF C) に影響を与える要因の分析

生産ベース EF (EF P) と消費ベース EF (EF C) を被説明変数にして重回帰分析を行った。EF は、消費と消費を支える経済活動に伴って使用される土地面積であるから、総 EF 値は、人口と産業活動規模でかなりの変動分は説明できると考えられる。また、EF 値は、産業によって少ない土地使用量で効率的に生産に寄与する産業とそうでないセクターがあるので、どの産業セクターへの依存割合が高いか（産業構造）によって EF 値は変動するものと考えられる。既存研究では、人口と二次産業、三次産業生産額が正の影響を持つことが報告されている（谷口他 2004、鈴木・田辺 2013）。そこで、説明変数には、人口（人）、県内総生産額、産業構造を用いることとした。ただし、EF P と EF C のどちらも、ランクサイズルールに従って分布することが分析から確認されたため、人口と県内総生産額は、どちらも対数をとった変数を用いた。また、産業構造については、産業セクターを 6 カテゴリーに分類しエネルギー地の推計を行っていることから、同 6 カテゴリーの産業構成比をもとに、主成分分析を行い、産業構造の特徴をより少ない変数に縮約できるかどうか検討を行った。その結果、固有値 1 以上の次元は 2 次元あり、両次元で分散の 75.5% が説明できること、さらに第一次元は、商業・金融・不動産、サービス・政府等、都市的産業セクター相関が高いこと、第二次元は、農林業、電気・水道など農村的セクターと相関が高い結果になった。そこで、この 2 次元の因子得点を産業構造と捉える説明変数として用いた。

表 1 総 EF P と総 EF C に影響を与える要因の分析

	EF C			EF P		
	B	β	p-value	B	β	p-value
(定数)	-2.896		0.000	-1.657		0.087
ln_POP	-0.155	-0.148	0.521	0.562	0.496	0.070
REGR factor score 1	-0.134	-0.164	0.000	-0.143	-0.162	0.001
REGR factor score 2	0.252	0.308	0.000	0.022	0.024	0.669
ln_GRP	1.246	1.238	0.000	0.517	0.494	0.073
	R2 乗	調整済み R2 乗		R2 乗	調整済み R2 乗	
	0.939	0.933		0.916	0.908	

表 1 からは、生産ベースと消費ベースでは、EF 値の決定要因が異なることがわかる。消費ベースでは人口規模ではなく生産規模が、生産ベースでは生産規模だけでなく人口規模も EF 値増加の要因となっていることがわかる。また、産業構造で見ると、商業・金融・不動産、サービス・政府等の都市的セクターへの依存度が高いほど EF 値は生産ベース、消費ベースどちらも減少する。生産ベースで見ると、農林業、電気・水道など農村的産業への依存度が高いほど EF 値が増加することがわかる。このことは、都市的産業が EF 効率的な産業であるためであると考えられる。

3.2 一人あたり EF に影響を与える要因の分析

次に、人口一人あたり EF P と EF C を総 EF 値の説明変数と同じ変数で回帰を行った。その結果、自由度調整済み重相関係数は、0.640 と 0.268 となり、総 EF 値を説明する変数では十分説明できないことがわかった。人口一人あたり EF P と EF C と総 EF P と EF C のスピアマンの相関係数

数をそれぞれ計算すると、0.336、0.382 であった。弱い相関しかないことがわかる。ちなみに東京は、総 EF ではトップであるが、一人あたり EF は生産ベース、消費ベースどちらでも 20 位前後にランクダウンする。集積度と EF 値の関係を直接検証した研究はないものの、集積度は生産性を高めること、エネルギー消費効率を高めることを支持する実証的な研究は存在することから (Newman & Kenworthy 1989、沓澤 2017)、集積度が生産性や消費の効率性を高めるからではないかと推測される。そこで、DID 人口比率 (DID 人口を総人口で除した値) を集積度と捉える変数として説明変数に加えた。

都市的産業セクター比率と地域総生産は、総 EF 値と同方向の効果が確認できる。人口については、消費ベース総 EF 値とは反対に減少効果が見られる。規模の効率性が働いたためと解釈できる。ただし、DID 人口比率は、仮説とは反対に生産ベース EF も、消費ベース EF も増大させる結果になった。

表 2 一人あたり EF P と総 EF C に影響を与える要因の分析

	EF P/capita			EF C/capita		
	B	β	p-value	B	β	p-value
(定数)	-1.207		0.223	-0.221		0.864
ln_Pop	-1.415	-3.115	0.000	-0.658	-1.638	0.050
REGR factor score 1	-0.168	-0.476	0.000	-0.172	-0.550	0.000
REGR factor score 2	0.280	0.792	0.000	0.045	0.144	0.382
ln_GRP	0.604	1.629	0.037	1.348	3.218	0.000
D I D 人口比率	0.009	0.463	0.016	0.007	0.445	0.112
	R2 乗	調整済み R2 乗		R2 乗	調整済み R2 乗	
	0.715	0.680		0.372	0.296	

4. 結論

EF 値を低減させるために最も安定的に効果を持つ要因は、産業構造 (都市的産業セクターへの依存度) であった。都市的産業セクターが、農村的産業セクターに比べ土地生産性が高いからと考えられる。集積の効果は、まず、都市的セクターへ産業構造が変容することによって現れることがわかる。ただし、同じ産業構造のもとで生じる集積の効果は、仮説どおりに検出することができなかった。人口密度、地域総生産額、DID 人口比率は、相互に相関するため、それぞれの効果を分離することができなかった可能性がある。説明変数の工夫によって、効果を分離するか、県別投入係数の比較を行うことで、より明確に効果の有無を検証する必要がある。

参考文献

- Ferng J.J(2002) "Toward a scenario analysis framework for energy footprints", Ecological Economics Volume 40, Issue 1, January 2002, Pages 53-69
- Newman P., Kenworthy J. (1989) "Cities and Automobile Dependence: An International Sourcebook. Gower" Aldershot, UK.
- Wackernagel M. and W. Rees (1996), Our Ecological Footprint: Reducing Human Impact on the Earth, New Society Publishers (Canada). (邦訳: 『エコロジカル・フットプリント』、合同出版、2004 年)
- 石川広朗、坂野達郎 (2019) 「地域の空間的・経済的特徴が EF に及ぼす影響の評価」『日本計画行政学会 第 13 回若手研究交流会 予稿集』67-70
- 伊藤 昭男、高橋 義文 (2006) 「エコロジカル・フットプリントと産業連関分析」『産業連関 2006 年 14 巻 1 号』27-34
- 沓澤隆司 (2017) 「コンパクトシティと都市居住の経済分析」日本評論社
- 国土交通省 (2004) 「自然界の物質循環への負荷の少ない社会を目指した資源消費水準のあり方検討調査 報告書」『平成 16 年 3 月 国土交通省国土計画局』
- 鈴木孝弘、田辺和俊 (2013) 「サポートベクターマシンを用いたエコロジカル・フットプリント値の決定要因の分析」『Journal of the Japan Institute of Energy vol.92』1205-1211
- 鈴木孝弘、田辺和俊 (2016) 「資源・エネルギー消費からみた都道府県別エコロジカル・フットプリント値の算出」『Journal of the Japan Institute of Energy vol.95』1125-1132
- 谷口守・阿部宏史・重兼薫 (2004) 「エコロジカル・フットプリントに基づく都道府県別超過環境負荷の算出」『地域学研究論文集, No. 34-1』23-36
- 中野 桂、和田喜彦 (2007) 「エコロジカル・フットプリント指標分析の方法論的進歩と最近の論点」『滋賀大学環境総合研究センター研究年報 Vol. 4 No. 1 2007』11-22

東京圏における上水道の維持可能性評価に関する研究

A study on the Sustainability Assessment of Water Supply in Tokyo Metropolitan Area

○持木克之（麗澤大学経済社会総合研究センター）

長岡篤（麗澤大学経済社会総合研究センター）

籠義樹（麗澤大学経済学部）

1. 研究の背景と目的

これまで人口減少による地域の存続問題は「過疎問題」として、地方の山間部や離島などの局所的な問題であったが、少子高齢化の進行による人口減少は全国的な問題である。国土交通省の試算によると、2050年には全国の人が居住する標準地域メッシュの63%で人口が半数以下に減少し、首都圏においても37%で人口が半数以下となる。

安全で文化的な生活を営む上で不可欠な基礎的インフラは、利用者による費用負担や税によって維持されているが、人口減少により利用者や納税者が減少して維持管理に必要な収入が減少し、そのインフラの維持に困難が生じる可能性がある。また、地区レベルの視点で見るとき、利用者1人当たりの維持管理費用が増加する地区が見込まれ、そういう地区の増加が基礎的インフラの維持に大きな影響を与える可能性がある。

そこで、生活に密接で普及率の高い上水道に着目し、維持管理費用の推計対象を未だ人口減少の影響が発現していない東京都及びその隣接3県（以下、「東京圏」と言う。）を対象とする。本研究では、事業体の決算データを用いて、維持管理コストを算出する費用関数を推計するとともに、2050年までの地区別給水人口当たりの維持管理費用の変化を推計して維持管理にどの程度困難が生じ得るか明らかにすることを目的とする。

2. 研究の手順

上水道は、市町村や公営企業として経営されていることから、上下水道事業の事業特性や運営実態を既存文献により整理した上で、東京圏で各家庭まで配水する末端給水事業を実施している事業体の決算データを用いて、事業体単位の費用関数を算出する。事業体単位の費用関数を用いて、地区別の維持管理コストを推定する方法を検討する。

その上で、人口推計データ等の公表資料を用いて地区別の給水人口当たりの維持管理費用の経年変化を求め、地図に示すとともに、給水人口当たりの維持管理費用の変化と人口の変化から、地区を分類し、維持管理に困難が生じ得る地区について考察を行う。

3. 費用関数の推計

3. 1. 推計方法の検討

上水道事業の費用関数の推計には、地方公営企業年鑑の平成27年度の決算データを用いた。上水道事業は資本関係費用の割合が高いため、総費用を資本関係費用とその他費用に分類し、それぞれについて、地方公営企業年鑑に掲載された指標のうち、それぞれの費用に関連すると考えられる指標を説明変数の候補とし、費用関数の推計を行った。

また、都県や政令指定都市（千葉市を除く）による上水道事業は、事業規模も大きく、事業体の元となる自治体の財政力が強く費用の自由度が高い。そのため、事業規模による影響が生じることが想定される変数については、都県・政令指定都市（千葉市を除く）による事業体（大規模事業体）とその他の事業体に説明変数を分離して、独立した説明変数として、推計を行った。（千葉市については市内の一部地域のための給水事業のため、その他事業体に含めた。）

3. 2. 推計した事業体毎の上水道の費用関数

資本関係費用は、施設・事業規模と支払利息が関係することから、資本関係費用を資本費（支払利息を除く）と支払利息に分けて費用関数を推計した。資本費（支払利息を除く）については、施設・事業規模を示す指標を用いて推計を行った。その結果、導送配水管延長（その他事業体）と導送配水管延長（大規模事業体）により説明できる有意な関数が得られた。支払利息については、資産と負債の規模と関係する指標を用いて推計を行った。その結果、有形固定資産と固定負債により説明できる有意な関数が得られた。

その他費用は事業運営に要する費用が中心となることから、事業運営に影響を与える要因と考えられる指標を用いて費用関数を推計した。その結果、現在給水人口（その他事業体）と損益勘定所属職員数（その他事業体）、現在給水人口（大規模事業体）、1人1日平均有収水量（大規模事業体）、定数項により説明できる有意な関数が得られた。

3. 3. 事業体毎の費用関数

3. 2. で得られた関数から、上水道事業の費用を説明する関数として次に示す関数が得られた。事業体毎の推計値と実際の決算値により求めた1人当たりの費用は、t検定、F検定の結果、1%水準で、平均、分散に有意な差は認められず、上水道事業の費用を推計するための有意な関数が得られた。

$$= 1320.599184 + 2473.062258 + 0.000312 -$$

1) : 上水道の供給費用（全事業体 / 千円）

: 導送配水管延長（その他事業体 / 千m）

: 導送配水管延長（大規模事業体 / 千m）

: 有形固定資産（全事業体 / 千円）

: 固定負債（全事業体 / 千円）

: 現在給水人口（その他事業体 / 人）

: 損益勘定所属職員数（その他事業体 / 人）

: 現在給水人口（大規模事業体 / 人）

: 1人1日平均有収水量（大規模事業体 / リットル）

表 1 検定結果（事業体毎）

	1人当たり費用	
	推計値	決算値
平均	26.339	25.023
分散	152.601	146.437
観測数	123	123
t検定 t	0.84385306	
t境界値(両側)	2.59612832	
F検定 分散比	1.04209564	
F境界値(片側)	1.52754913	

5. 地区別の維持管理コストの推定方法の検討と推計結果の概要

5. 1. 地区別の維持管理コストの推計方法の検討

推計に当たって、説明変数の導送配水管延長、有形固定資産、固定負債、現在給水人口、損

表 2 説明変数の設定方法

説明変数	変数の設定
導送配水管延長	水道事業体毎に、道路延長の合計を求め、導送配水管延長（平成 27 年度地方公営企業年鑑）と比較し、道路延長の合計と導送配水管延長の比を求め、各メッシュの道路延長にその比を乗じた値を導送配水管延長とした。
有形固定資産、固定負債	2014 年度決算値とし、水道事業体毎の変数とした。資産と負債の規模の大幅な変動はないものとした。
現在給水人口	1km メッシュ別の 2010 年と 2020 年の将来推計人口の平均値を事業体毎に合計した値と 2015 年の事業体毎の給水人口を比較した補正率を算出し、1km メッシュ別将来推計人口に補正率を乗じた値を各年度の現在給水人口として用いた。
損益勘定所属職員数	平成 27 年度地方公営企業年鑑に掲載された数値とし、水道事業体毎の変数とした。職員数を削減できるかは経営状況によるため、人口減少等による職員数の増減は見込まなかった。
1日1人平均有収水量	平成 27 年度地方公営企業年鑑に掲載された数値とし、水道事業体毎の変数とした。節水機器の普及は進んでいるものの、利用量が大幅に変わる変化は見込まなかった。

益勘定所属職員数、1日1人平均有収水量は、表2のとおり設定した。

推計結果を単位地区間で比較できるよう均質のデータとするため、国土交通省の国土数値情報サービス等の地図データを活用することとし、1kmメッシュを単位地区として維持管理コストの推計を行うこととした。単位地区とする1kmメッシュについて、給水区域のポリゴンデータを重ねて、そのメッシュの最大の面積を占める水道事業体を当該メッシュに給水する水道事業体と設定した。単位地区間で維持管理コストの比較を行えるよう、単位地区内の1人当たりの維持管理コスト（3.3.に示した関数を現在給水人口で除した値）を求めることとした。以降では、1人当たりの維持管理コストを単に維持管理費用と呼ぶこととする。

5. 2. 地区別の維持管理費用の推計結果（単位地区内での維持管理費用の推移）

推計を行った単位地区は10,073メッシュであり、各メッシュの維持管理費用の2010年の推計値を1とした場合の各時点での維持管理費用を変化の割合毎に集計したものが図3である。2050年には、2010年の維持管理費用の2倍以上となる地区が全体の10%を超え、2010年の維持管理費用から20%以上増加する地区が全体の5割以上となった。

2050年の1kmメッシュ毎の人口及び維持管理費用の推計値を、2010年の人口及び維持管理費用（推計値）を1として換算すると、単位地区毎の維持管理費用は、人口減少率の大きくなるほど、増加率も非線形に大きくなる傾向が見られる。2050年には人口が0となり維持管理費用が発生しない地区が297地区、2050年の維持管理費が2010年推計値より小さくなる地区は632地区となった。一方で、2050年には、維持管理費用が2010年推計値の5倍以上となる地区が232地区存在し、中でも10倍以上となる地区は59地区となった。

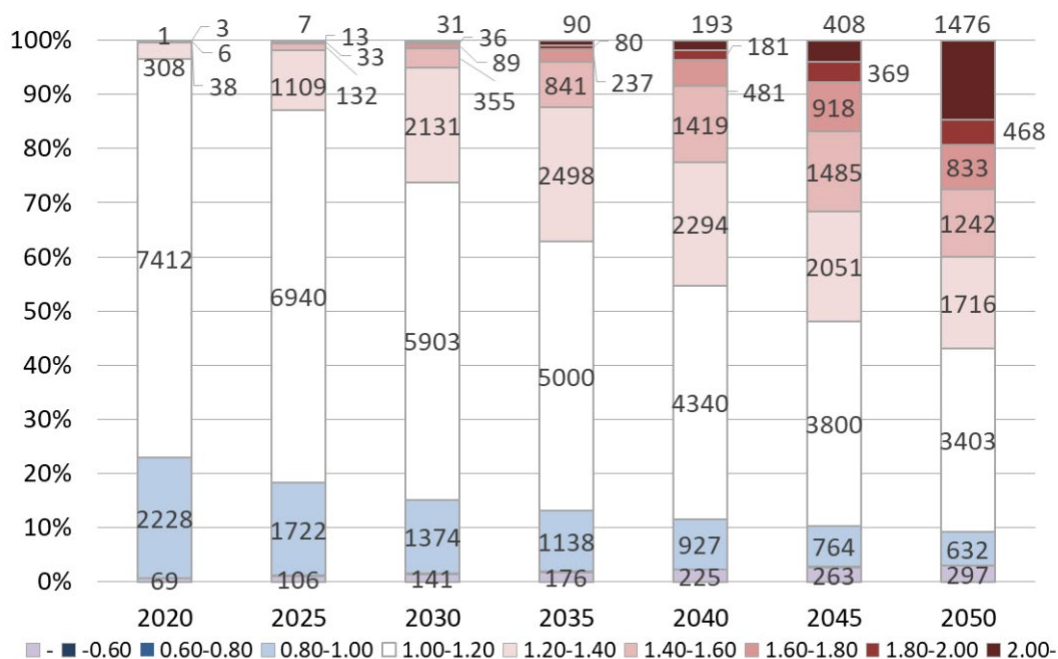


図3 単位地区毎の維持管理費用の変化（2010年推計値：1）

5. 3. 維持管理費用の地区間比較

5. 3. 1. 東京圏全体の維持管理費用と単位地区の維持管理費用

単位地区毎に算出された維持管理費用を合計して東京圏の人口で除して得た東京圏全体の平均維持管理費用は、時間が経つにつれ微増の傾向にあるが、大幅な上昇は生じない。一方で、単位地区での維持管理費用は、2045年までは2020年比で20%程度の増加だが、2050年には

大幅に増加している。

表 3 東京圏全体と各メッシュの 1 人当たり維持管理費用

		2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
東京圏全体の 1 人当たり費用		21.44	21.56	21.73	21.95	22.20	22.49	22.82
各メッシュの 1 人当たり費用	平均	66.97	67.45	68.14	68.83	70.36	74.77	125.45
	分散	152621	155924	154548	142610	142501	153508	370857

5. 3. 2. 東京圏全体の維持管理費用を基準とした単位地区の維持管理費用の比較

推計を行った各年度の東京圏の平均維持管理費用を 1 として、単位地区の維持管理費用を算出し、単位地区数を整理した（図 6）。この結果、2050 年には、単位地区の維持管理費用が東京圏全体の維持管理費用の 2 倍以上となる地区が全体の約 4 割、3 倍以上となる地区が全体の約 1/4 となった。

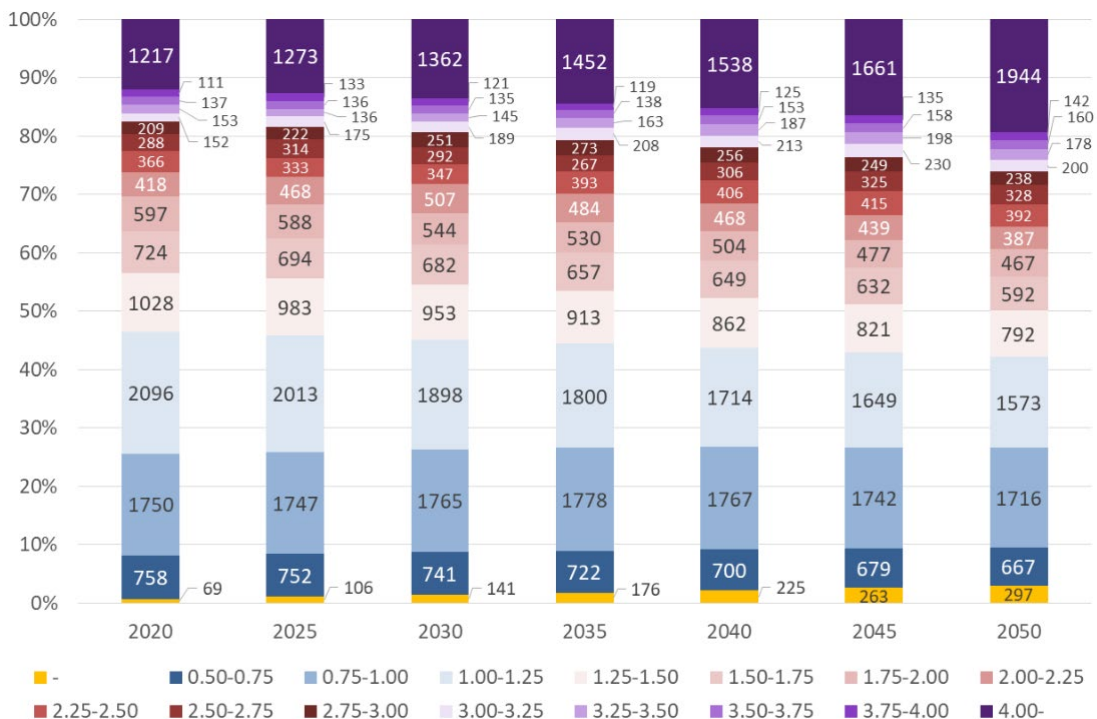


図 6 単位地区の維持管理費用（各年度の東京圏全体の平均維持管理費用：1）

6. まとめ

本研究では、上水道事業の決算、施設規模等のデータを用いて維持管理費用を推計する関数を算出した。1km メッシュを単位地区とする地区毎の 2010 年から 2050 年までの維持管理費用を算出した。その上で、単位地区内での経年変化、各年度の東京圏全体の平均維持管理費用と単位地区の維持管理費用の比較を行った。

単位地区内での経年変化については、2050 年には、2010 年の維持管理費用の 2 倍以上となる地区が全体の 10%を超え、2010 年の維持管理費用から 20%以上増加する地区が全体の 5 割以上となった。2050 年の維持管理費用が 2010 年推計値より小さくなる地区が 638 地区あり、単位地区の維持管理費用の将来動向に大きな差が生じている。

東京圏全体の平均維持管理費用は経年変化によっても大きく変化しないが、単位地区の維持管理費用は 2050 年まで増加する。2050 年には、単位地区の維持管理費用が東京圏全体の維持管理費用の 2 倍以上となる地区が全体の約 4 割、3 倍以上となる地区が全体の約 1/4 となった。

