地下水ガバナンスの動態に関する研究 —地下水の社会的価値を分析枠組みとして—

八木信一*・遠藤崇浩**・坂東和郎***・中谷 仁****

A study of governance dynamics about groundwater — Using an analytical framework of social value of groundwater —

Shin-ichi YATSUKI*, Takahiro ENDO**,
Kazuro BANDO*** and Masashi NAKATANI****

Summary

This article focuses on the governance dynamics of groundwater which means a change of structure and function of groundwater governance over time. Based on a change (multiple stratification) of policy agenda on groundwater in Japan, we suggest that social value of groundwater is a key concept to grasp related cases comprehensively. The types of reaction to social value include countermeasures against social loss, avoidance of social loss and creation of social value. We clarify the degree of groundwater governance is stronger with expansion of those types of social value. A change of groundwater management is another topic, we clarify how that change reflects the characteristics of groundwater governance which consist of multi-actor, multi-level and policy mix through some case studies of groundwater infrastructure.

Key Words: governance dynamics of groundwater, social value of groundwater, groundwater management, groundwater infrastructure

要 旨

本稿では、地下水ガバナンスの構造や機能に関する時間的な変化としての地下水ガバナンスの動態を取り上げる。地下水をめぐる政策課題の変化（多層化）を踏まえて、複数の事例を包含する分析枠組みとして地下水の社会的価値を示し、社会的損失の発生対応、社会的損失の回避、さらには社会的価値の創造への拡張を伴いながら、地下水ガバナンスの程度が強まってきたことを示す。さらに、地下水ガバナンスの特徴であるマルチ・アクター、マルチ・レベル、およびポリシー・ミックスが、

* 九州大学大学院経済学研究院（〒819-0395 福岡県福岡市西区元岡744）

Faculty of Economics, Kyushu University.

** 大阪府立大学現代システム科学域（〒599-8531 大阪府堺市中区学園町1-1）

College of Sustainable System Sciences, Osaka Prefecture University.

*** 株式会社興和（〒950-8565 新潟県新潟市中央区新光町6-1）

Kowa Co., LTD.

**** 株式会社日さく（〒330-0854 埼玉県さいたま市大宮区桜木町4-199-3）

Nissaku Co., LTD.

地下水管理の変化にどのように現れているのかについて、地下水インフラの事例を通して明らかにする。

キーワード：地下水ガバナンスの動態, 地下水の社会的価値, 地下水管理, 地下水インフラ

1. はじめに

持続可能な発展の実現へ向けて、人類が有する最大の淡水資源である地下水の保全や利用のあり方は大きな鍵を握っている。そして、そのあり方をめぐる近年における議論のなかで、地下水ガバナンスは注目を集めている。

地下水ガバナンスが求められている背景には、多くの国や地域が抱える地下水をめぐる政策課題において、これまでの政府による地下水管理だけでは対応が難しくなっていることが挙げられる。つまり、地下水政策においても「ガバメントからガバナンス」への転換が求められており、これを反映して地下水ガバナンスの議論が活発化しているのである。

ところが、これまでの地下水ガバナンス研究では、特定の時点におけるガバナンスの状態に着目することが多く、ガバナンスの構造や機能に関する時間的な変化である、ガバナンスの動態に対する関心は総じて低かった。また数少ない関連研究も、特定の事例を通して地下水ガバナンスのプロセスを詳細に描いているものが中心であり、複数の事例を包含した分析枠組みの提示において課題を抱えてきた。そこで、本稿ではこのような課題を克服し、地下水ガバナンスの動態をより俯瞰的に捉えることを試みる。具体的には、地下水の社会的価値を分析枠組みとして提示したうえで、地下水ガバナンスの動態について分析と検討を行っていく。

本稿の概要は次の通りである。第2節では、地下水管理から地下水ガバナンスへの流れを踏まえたうえで、地下水ガバナンスの動態やそれをもたらすガバナンス環境の変化について述べる。第3節では、ガバナンス環境の変化に関する具体例として日本における地下水をめぐる政策課題の変化を取り上げ、その特徴を踏まえて本稿の分析枠組みである地下水の社会的価値を述べる。さらに、地下水の社会的価値の拡張を伴いながら地下水ガ

バナンスの動態が起こってきたことを、国内における地下水政策の先進地域などを通して示す。第4節では、地下水ガバナンスの動態のなかでの地下水管理の変化について、地下水の保全や利用に関わるインフラを事例に取り上げ、分析と検討を行う。そして第5節では、第2節から第4節までの内容を踏まえたまとめを行う。

2. 地下水ガバナンスの動態とは何か

(1) 地下水管理の変化をめぐるプロセス

地下水ガバナンスは1990年代後半頃より先行研究が始まるが、大きな契機となったのは2011年に国連食糧農業機関や世界銀行などの国際機関と国際水文地質学会による国際共同プロジェクト（Groundwater Governance Project）の開始であった（田中，2015a）。そして、このプロジェクトの過程で得られた成果を踏まえたかたちで、地下水ガバナンスに関する研究は加速してきた（Varady et al, 2016; Villholth et al, 2018）。これらの研究動向の詳細については本特集号の関連論文（千葉，2020）で取り上げられているので、本稿では詳述しない。

さて、地下水ガバナンスが求められている背景は国ごとに、また地域ごとに多様である。しかし、その大枠としては、これまでの政府による地下水管理では、持続可能な地下水の保全や利用が実現できないことへの危機感がある。そして、このような地下水管理の限界を乗り越えるために、「多様なステークホルダーが垂直的・水平的に協働しながら、科学的知見に基づき、地下水の持続可能な利用と保全に関して意思決定し、地下水を保全管理していく民主主義のプロセスであり、それと同時に、地下水とその関連領域における法制度的・政策的対応の包括的なフレームワーク」としての地下水ガバナンスが注目されている（千葉，2019）。

それゆえ、地下水ガバナンスはマルチ・アク

ター（多様なステークホルダー）、マルチ・レベル（垂直的・水平的な協働）、およびポリシー・ミックス（地下水とその関連領域における法制度的・政策的対応）という特徴を伴った、地下水管理の変化をめぐるプロセスとして現れる。また、そのようなプロセスでは、環境ガバナンスなどの他の公共政策に関するガバナンスと同様に、多様なアクター間での関係性や相互作用が見出せる（Mukherji and Shah, 2005）。そして、これらの関係性や相互作用を通して、地下水ガバナンスの構造や機能に関する時間的な変化が現れるが、本稿ではこれを地下水ガバナンスの動態と呼ぶ。

(2) ガバナンス環境への注目

環境ガバナンス研究では、このようなプロセスのなかで見出せるガバナンスの動態について取り上げてきた。例えば、社会・生態システムが抱える不確実性に対応するための順応的ガバナンス論、異なる空間スケールにおける制度間の相互作用などを対象とした重層的ガバナンス論（あるいはクロス・スケール・リンケージ論）、そして「ガバナンスのガバナンス」として利害調整の様式であるヒエラルキー、市場、およびネットワークの組み合わせなどに焦点をあてたメタ・ガバナンス論があり、これらの議論については地下水ガバナンスと隣接する分野である、流域ガバナンス研究でも取り上げられてきた（大野, 2015；大塚, 2019）。

これに対して、地下水ガバナンス研究では地下水ガバナンスの動態については関心が総じて低かった。その理由は、地下水ガバナンスの研究手法によるところが大きい。例えば、既述した国際共同プロジェクトにおいては、地下水ガバナンスのプロセスを詳細に描くことよりも、むしろアクター（Actors）、法・規制・制度の枠組み（Legal, Regulatory and Institutional Frameworks）、目標・政策・計画（Goals, Policies and Plans）、情報・知識・科学（Information, Knowledge and Science）といった地下水ガバナンスの構成要素に着目し、これらを通して地下水ガバナンスの特徴を抽出する作業を精力的に行ってきた（FAO, 2016）。このような研究手法は、関連事例を網羅的に分析するにあたっては有益なものであるが、

それぞれの構成要素を通して、特定の時点におけるガバナンスの状態に関するパターンや傾向に注目することから、ガバナンスの動態への関心は低くなってしまふ。

他方で、地下水問題や地下水政策について歴史的な経験を持つ地域を対象として、地下水ガバナンスの動態を取り上げた研究が存在する。例えば、国内においても、先進的な地下水政策を展開してきた熊本地域を事例とした研究が蓄積されてきた（八木・武村, 2015；千葉, 2019）。とくにアクターの変化に着目したこれらの研究からは、地下水問題の時間的な変化によって住民運動から市民活動への発展が見られることや、政府の役割が一方向的に低下するのではなく、むしろガバナンスの動態のなかで政府の関与に変化が見られることなどの重要な知見が得られている。

だが、これらのような個別の事例を取り上げる研究手法だけでは、他の一般的な事例への訴求において限界を抱えており、複数の事例を包含した地下水ガバナンスの動態に関する分析枠組みが求められる。本稿では、その起点としてガバナンスの構造や機能の変化に影響を及ぼしている（あるいは及ぼしてきた）周辺要素によって構成されるガバナンス環境（Meuleman and Niestroy, 2015）に注目する。

このようなガバナンス環境には、いずれも利害調整の観点からガバナンスの動態を規定するマクロ、メゾ、ミクロの各レベルが存在する。まずマクロレベルには、上記したメタ・ガバナンス論が対象としてきたような、利害調整のあり様に及ぼす規範や文化が存在する（Meuleman, 2013）。次にメゾレベルには、利害関係を規定する政治経済システムがあり、私的所有権の程度、都市化の進展や産業構造の転換、さらには国家統治の能力や形態などが挙げられる（宮本, 2007）。そしてミクロレベルには、解決が求められている諸課題があり、それらは利害内容を具体化させるものである。

これら三つのレベルは、相互に関連しながらガバナンスの動態をもたすが、ミクロレベル（課題）、メゾレベル（政治経済システム）、そしてマクロレベル（規範・文化）へ向かうほど単一の政策分野に留まらないガバナンスの動態を引き起こ

す。しかし、逆にそうであるがゆえに、マクロレベルへ向かうほどその変化は緩慢なものとなる。それゆえ、ガバナンスの動態を詳細に分析するためには、ミクロレベルを起点にすることが適切な方法である。そこで次節では、地下水をめぐる政策課題の変化を取り上げ、地下水ガバナンスの動態に関する分析枠組みの提示につなげる。

3. 地下水の社会的価値とガバナンスの動態

(1) 地下水をめぐる政策課題の多層化

ここでは、日本における地下水関連事項の整理(田中, 2015b)や本特集号の関連資料(中川ほか, 2020)を踏まえて、地下水をめぐる政策課題の変化を水量、水質、水文化、水環境、および水循環という区分に基づいて捉えていく。なお、以下で取り上げる政策課題の内容は、これらの区分ごとの代表的なものである。

図1に基づいて述べると、まず水量については、戦時中には一端留まっていた過剰揚水による地盤沈下が高度経済成長期を通して深刻化していった。次に水質については、1980年代前半における環境庁(当時)の調査によって、全国的な地下水汚染の実態が明らかになった。地下水汚染に対する疑念や不安が高まるなか、1985年に同じく環境庁が発表したのが名水百選であった。これを契機に、湧水保全に関連した条例が増えただけでなく、選定にあたって故事来歴も勘案されたことから(日本地下水学会・井田, 2009)、名水百選

は地下水を抱える地域における水文化の形成や醸成に大きな影響を及ぼした。

1990年代に入ると、水環境と水循環の位置づけがそれ以前よりも大きくなってきたことが注目される。このうち水環境については、1967年に公布・施行された公害対策基本法以降において、地盤沈下が「典型七公害」の一つとされてから対象に含まれているとも言えるが、とくに1997年の河川法改正で、その目的に従来からの治水と利水に加えて、「河川環境の保全と整備」が新たに設けられたことによって、生態系の保全や水辺空間の創造などとの関係において、地下水に関わる水環境にも少なくない影響が及んだ。

また水循環については、1994年に閣議決定された環境基本計画のなかに「環境保全上健全な水循環の確保」が含まれ、さらに2000年代に入ると、2014年に公布・施行された水循環基本法や、2015年に閣議決定された水循環基本計画へとつながってきた。とくに後者の水循環基本計画では、「水循環に関する施策についての基本的な方針」のなかで、「持続可能な地下水の保全と利用の推進」が掲げられたことが注目される。

以上のように政策課題をめぐる変化を描くことができるが、現在では地域において内容や程度の差に違いがあれども、これらのいくつかが重なっているところが少なくない。その意味で、地下水をめぐる政策課題の変化は、政策課題の多層化として捉えることが適切である。

図1 地下水をめぐる政策課題の多層化

Fig. 1 Multiple stratification of policy agenda on groundwater

(2) 地下水の社会的価値と地下水ガバナンス

このような地下水をめぐる政策課題の多層化には、地下水の社会的価値が変化してきたことが反映されている。

具体的には、水量における地盤沈下や水質における地下水汚染は、良好な水資源をもたらす地下水が備えていた社会的価値の損失（以下、社会的損失）にあたることから、これらへの対策は「社会的損失の発生対応」として捉えることができる。そこでは、地下水利用者のうち損失を発生させた（もしくは発生させる恐れのある）原因者に対する直接規制などを例として、公権力を有する政府が果たす役割が大きい。

次に、水量における地下水涵養や、水質における硝酸性窒素等の負荷軽減を例として、社会的損失を発生させない（もしくは発生を繰り返さない）取組があり、これらは「社会的損失の回避」として捉えることができる。ここにおいては、回避するための予防対策がより重要になるが、そのための資源や能力を備えるアクターは政府以外にも存在する。例えば、地下水涵養では土地改良区、市町村や都道府県を事業区域とした農協（以下、地域農協）、および地下水利用者としての企業などが関与してきた。

以上のように、水量や水質に関わる政策課題については、社会的損失の発生対応と社会的損失の回避が表立っていた。これに対して水文化、水環境、および水循環に関わる政策課題については、まちづくりや地域ブランドとしての取組も進んできていることが注目される。そして、このようなまちづくりや地域ブランドにおいては、水資源だけでなく水環境や水循環も構成している地下水を利活用することによって、地域に新たな社会的価値を生み出していく側面が強い。これを本稿では「社会的価値の創造」として捉える。

ところで、社会的価値の創造のうち、地下水の利用による産業の振興や生活の向上といった利用価値については、水量や水質に関わる課題でも問われてきた。しかし、水文化、水環境、および水循環に関わる政策課題では生態系保全、観光、教育、および防災なども含まれることから、創造される社会的価値は利用価値がより多様になり、また存在価値や遺産価値といった非利用価値にも及

ぶことになる。そして地下水ガバナンスの観点からは、このことによって地下水利用者ではない地域の住民や企業、および他地域の住民や一般消費者も関与できる余地が出てくることが注目される。

以上のことを踏まえると、日本における地下水をめぐる政策課題の多層化のなかで、社会的損失の発生対応から社会的損失の回避へ、さらに地域によっては利用価値だけでなく非利用価値を含めた社会的価値の創造へと、地下水の社会的価値が拡張されてきたと捉えることができる。そのうえで、地下水ガバナンスの動態の観点から重要な点は、このような社会的価値の拡張に伴って地下水ガバナンスの特徴が強くなるという意味で、ガバナンスの程度が強まる傾向が見出せることである。

(3) 社会的価値の拡張と地下水ガバナンスの動態

それでは、日本における地下水の社会的価値の拡張と地下水ガバナンスの動態は、どのように関係しているのであろうか。ここで図2を用いながら、両者の関係を考察する。この図の横軸は時間経過を、縦軸は地下水の社会的価値の拡張具合をそれぞれ示している。そのうえで、地下水の社会的価値のうち、とくに社会的損失に対する課題認識のタイミングとその後の展開過程に注目して、日本各地の事例をマッピングした。

このうち、日本における地下水政策の先進地域として位置づけられてきた福井県大野市と神奈川県秦野市は、地下水位の低下を例とする社会的損失の発生が課題認識の契機となり、利用規制を導入した（帰山, 2015; 谷, 2015）。これは、さしあたり課題解決へ向けて地下水利用に直接的な制限をかけるものであり、公害対策型の対応と言える。その後、両市の地下水政策は地下水涵養などの社会的損失を回避する環境保全型へと移行し、さらに地域資源としての地下水を地域ブランドや地域活性化にも利活用する、社会的価値の創造を含めた積極活用型へと進んできた。

熊本県熊本地域も先進地域の一つとして広く知られている。同地域では、涵養域の減少による地下水位低下という社会的損失の発生を主な契機として、熊本市が中心となって節水と地下水涵養事

業を積極的に展開してきた。この意味で、大野市や秦野市よりも環境保全型に近い取組から展開してきたと言える。また熊本地域でも、地下水涵養を素材にした米のブランド化を図るなどの社会的価値の創造が実践され、積極活用型へと進んできた(的場, 2010; 八木ほか, 2016)。

以上のように地下水政策の先進地域は、社会的損失の発生対応から社会的損失の回避、そして社会的価値の創造へと、地下水の社会的価値が段階的に拡張していくかたちで、地下水ガバナンスの動態を描くことができる。ところで、これらの先進地域では地下水を継続的に利用することが前提となってきたが、他方で古くは地下水の利用を断念し、地表水への水源転換を進めてきた地域もある。例えば、工業用水法の指定地域である。それは尼崎市や四日市市を皮切りに日本各地の臨海工業地帯を中心に広がっていったが(田中, 1990)、本稿ではその典型例として大阪市を取り上げる。

大阪市では、高度経済成長期における地下水の過剰採取によって、地下水位低下と地盤沈下という社会的損失が発生した。その結果、まず「工業用水法」、次いで「建築物用地下水の採取の規制に関する法律」(通称、ビル用水法)を柱とする利用規制が設けられ、また地下水から地表水への水源転換も進められた。水資源としての地下水の位置づけを従来よりも小さくするなかで、公害対

策型の社会的損失の発生対応に終始してきたと言える(Endo, 2011)。このような地下水利用をめぐる分岐の存在が、日本における地下水ガバナンスの動態について異なる特徴を与えてきたことは、注目すべき点である。

また、社会的損失の発生対応を起点としない、つまり社会的損失が深刻化する前に対策に乗り出した事例もある。地下水を継続的に利用する方針が共有されている地域においては、そうした予防重視の地下水政策がとられてきた。例として、石川県野々市市や新潟県五泉市などが挙げられる。

このうち野々市市では地盤沈下が進行しつつあることを受けて、原因の特定には至っていないものの、地下水採取が関連している可能性があることから2016年に地下水保全計画を策定し、地下水涵養や地下水採取量把握について検討を開始した(石川県野々市市, 2016)。新潟県五泉市では、市の内外で行われてきた都市整備や河川整備の影響と思われる地下水位の低下が観察されたことを受けて、地下水涵養を含む対策の検討が進められてきた(新潟県五泉市, 2010)。

以上のように、各地域の取組について地下水の社会的価値の拡張過程と、それに対応した地下水政策の類型を通して整理してきたが、大野市、秦野市、および熊本地域の事例が示すように、地下水政策の類型は固定的なものではなく、時間的に変化するものである。さらに、その類型の境界も

図2 地下水の社会的価値の拡張と地下水ガバナンスの動態

Fig. 2 Expansion of social value of groundwater and governance dynamics of groundwater

明確なものではなく、むしろ連続しているものとして考えたほうが実態に近い。

例えば、静岡県富士市の場合、製紙産業を中心とする地下水採取で塩水化の進行という社会的損失が発生し、大阪市と同様に地表水への水源転換が図られた。しかし、これは工業用水法の適用を受けた強制的なものではなく、しかも量的にも全面転換ではなかった。富士市では今もお製紙産業を中心に地下水利用が継続しており、関係者から成る岳南地域地下水利用対策協議会が継続的なモニタリング活動を行うなど、公害対策型と環境保全型の要素が混在した地下水政策を展開している（岳南地域地下水利用対策協議会，2008；Endo, 2019）。

他にも愛媛県西条市、神奈川県箱根町、長野県安曇野市は地下水位低下への懸念から地下水保全計画を策定し、それらに基づいて各種対策を行っている。これらは予防重視という点で野々市市や五泉市と類似しているが、箱根町の場合は観光を中心とするまちづくりと、安曇野市や西条市の場合は地域ブランド開発と地下水保全とをそれぞれ結びつけており、社会的価値の創造を視野に入れた取組への展開が見られる（愛媛県西条市，2017；神奈川県箱根町，2012；長野県安曇野市，2017；山本，2020）。

これらのように、社会的損失の発生対応を経ないかたちで社会的損失の回避や、社会的価値の創造に関わる地下水政策に取り組むことが地下水ガバナンスにどのような特徴を与えるのかについては、今後さらなる事例研究が必要である。また、社会的価値の創造への拡張が、すべての地域において地下水政策の目指すべき方向性であるというわけではない。本稿が指摘したのは、日本における地下水ガバナンスの動態が、このような地下水の社会的価値の拡張を伴ってきたという関係である。

4. 地下水ガバナンスの動態と地下水管理の変化—地下水インフラの事例

(1) 地下水管理の変化と地下水インフラ

地下水の社会的価値と地下水ガバナンスの動態の関係を把握したうえで、この節では、この関係

を地下水管理の変化を通してより具体化させていく。

既述したように、地下水ガバナンスが求められている背景には、政府による地下水管理では持続可能な地下水の保全や利用が実現できないことへの危機感があった。このことを踏まえると、地下水ガバナンスの動態のなかでの地下水管理の変化や、そのような変化を地下水ガバナンスの特徴であるマルチ・アクター、マルチ・レベル、およびポリシー・ミックスの観点から捉えることは、重要な作業であると言える。

本稿では、この作業を地下水の保全と利用に関わるインフラ（以下、地下水インフラ）を通して行う。地下水インフラを取り上げる理由は、それが地下水の社会的価値と密接に関係していることに加えて、上記した地下水ガバナンスの特徴を通して、政府による地下水管理の変化を把握することができるからである。とくに政府のうち、日本では国による地下水管理が進まないなかで、地下水行政は地方自治体が先行してきた（千葉，2019）。このため、地下水インフラの整備や維持管理においても地方自治体が果たしてきた役割が大きく、地下水問題の地域性を反映した取組が多く見られる。

そのなかで本稿では、官民協働による地下水インフラの需要管理が行われてきた事例として新潟県内の消雪パイプを、地下水インフラの整備を契機として先進的な地下水管理が重層化した事例として宮古島の地下ダムを、さらに硝酸性窒素等の負荷軽減のためのインフラの整備のなかで、地方自治体が条件整備において役割を果たした事例として熊本県のJA 菊池の耕畜連携を、それぞれ取り上げる。

なお、いずれの事例も地下水ガバナンスの特徴を見出すことができるが、とくに本稿では、新潟県内の消雪パイプは地盤沈下に対して直接規制だけでなく、技術開発、システム構築、および費用負担の補助によるポリシー・ミックスが展開された事例として、宮古島の地下ダムは広域行政組織を中心としたマルチ・レベルでの地下水管理が出現した事例として、そしてJA 菊池の耕畜連携では、地方自治体以外のアクターが中心となって地下水インフラを整備したマルチ・アクターの事例

として、それぞれ位置づけている。

(2) 官民協働による需要管理の推進—新潟県内の 消雪パイプの事例

地下水を利用した消雪パイプは、新潟県長岡市が発祥の地とされている。現在、新潟県内では国・県市町村道だけでも合わせて約9000本を超える消雪用井戸が存在しており、雪国において欠かせない地下水インフラとなっている（小松崎ほか、2011）。

1956年に施行された「積雪寒冷特別地域における道路交通の確保に関する特別措置法」（通称、雪寒法）によって、雪国における道路機械除雪や雪崩対策などが進展することになったが、これに弾みをつけたのが1963年のいわゆる「38豪雪」であった。この豪雪で威力を発揮したのが消雪パイプであり、1966年には同法の補助対象として消雪パイプも含まれた。そしてこれ以降、消雪パイプは急速に普及し、雪国における地下水利用による産業の振興や生活の向上を通じた、社会的価値の創造に寄与してきた。

しかし、そのような消雪パイプの普及は、新潟県内の各地において井戸涸れや地盤沈下などの地下水障害を引き起こしてきた。例えば、環境省が毎年公表している地盤沈下状況のうち、新潟県内では依然として沈下量が大きい地域が複数存在している（環境省、2019）。

さて、このような地下水障害は、地下水の社会的価値のうち社会的損失の発生として捉えることができるが、その発生対応や回避は消雪パイプによる地下水の節水という、地下水インフラの需要管理によって行われてきた。そしてこのような需要管理が、メーカーによる技術開発と一部の地方自治体によるシステム構築とが合わさった、官民協働によって進められてきた点に大きな特徴がある。

このうち節水技術については、降雪検知器による降雪の感知度を向上させることが課題であったが、ここにおいて地下水障害への対策を社会的責任としていた、メーカーによる技術開発が大きな役割を果たした。具体的には、1980年に降ってくる雪片数をカウントして小雪・中雪・大雪の判定を行い、散水量を段階的に変化させる散水量可変

散水（自動可変方式）が開発された。

さらに、2000年代に入って財政赤字の削減を背景とした、建設関連コストの縮減が強く求められるなかで、消雪パイプは電気料金の削減という維持管理問題に直面することになった。この問題の解決には節水が効果的であるが、節水型の消雪パイプへの更新は多額の費用がかかる。そこで、既存の降雪検知器に外気温判定による間欠散水機能を付加した気温制御間欠散水方式（節水タイマー）が2006年にメーカーによって開発され、現在では間欠散水方式による節水型消雪パイプが増加している。

そして、これらのメーカーによる節水技術の開発は、消雪パイプがもたらす地下水障害に悩む地方自治体によるシステム構築を通して、需要管理にむすびついていった。例えば、新潟県南魚沼市では、地盤沈下を抑制するために1994年から95年にかけて、消雪パイプの集中管理システムを構築した。これは「積もらなければ散水しない」を基本理念として、市内にある消雪パイプ104本を13ブロックに分け、市役所に設置した集中管理盤で遠隔操作するものであった。その最大の特徴は、南魚沼市が国と県の管理する消雪パイプもシステムに取り込み、行政の枠組みを超えて地域一体となって節水を実施したことであった。その結果、導入効果として消雪パイプ稼働時間の約3割削減、地盤沈下速度の45%低減が、それぞれ確認された。

また、新潟県見附市における節水タイマーへの設置補助金も注目される。見附市では要綱に基づいて、見附市と住民組織である消雪組合との間で、消雪パイプの整備について費用負担が定められている。ただし、消雪組合の負担に対して補助制度が設けられており、さく井工事については掘削深さに応じて1/3～3/4、電気基本料金と点検調整費については1/2、さらに2014年からは節水タイマーについても1/3（上限15万円）、それぞれ市が補助している。このうち節水タイマーが追加された背景には、市内での実証実験によって30～40%程度の節水効果が確認されたことがある。その効果として具体的には、地下水利用量の削減（年間140万m³）だけでなく、消雪パイプの維持管理にかかる電気料金の削減（年間620万円程度）

にもつながることが見込まれたことから（坂東ほか, 2015）、見附市と消雪組合の利害が一致し、設置補助金の導入へと至った。

(3) 先進的な地下水管理の重層化—沖縄県宮古島の地下ダムの事例

地中に止水壁を造ることによって地下水を貯留させる地下ダムは、空隙性と浸透性が高い琉球石灰岩によって覆われている、沖縄・奄美地域を中心に整備されてきた地下水インフラである（富田, 2009）。

そのなかに含まれる宮古島では、米軍統治下でアメリカが進めた集権的で一元的な地下水管理に対して、島民の反発を背後にした構成市町村の自治意識による激しい抵抗が起こった結果、地下水の利用だけでなく保全も重視する、独自の地下水条例に基づいた先進的な地下水管理が行われてきた。じつは、そのような宮古島の地下水管理の変化のなかで、地下ダムは大きな転機の一つとして位置づけられている（小川, 2002; 新見, 2004）。

その背景には、この地域における月別降水量の偏りと、それによる恒常的な干ばつの発生、さら

にこのような干ばつや灌漑用水の不足による農業の停滞があった。それゆえ、地下ダムは農業振興と密接に関係している。現在、宮古島には地下ダムが3箇所（皆福・福里・砂川）整備されているが、これらの整備後における地下水取水量の実績値（2011年度）のうち用途別では農業用が57.0%を占めていることが、そのことを物語っている。そして、このような地下ダムの整備による地下水利用は、干ばつによる被害の防止、収穫量の増加、品質の向上、さらには新品種の開発だけでなく、農業用水の確保に必要な労働負担の軽減にもつながり、宮古島における農業の振興を通じた社会的価値の創造に寄与してきた。

さて、このような地下ダムの建設が、宮古島の地下水管理にどのような変化をもたらしたのであろうか。図3にその流れを整理しているが、地下ダムが建設されるまで、宮古島における地下水は水道事業を運営する組織によって管理されていた。その当時の水道事業は、アメリカが設けた宮古島用水管理局を廃止し、その後新たに設けた宮古島上水道組合から組織変更した、宮古島上水道企業団（以下、上水道企業団）が担っていた。

図3 宮古島における地下水管理の変化

Fig. 3 Change of groundwater management in Miyakojima

しかし、以前の宮古島地下水保護管理条例（旧条例）では、地下ダムに貯留された地下水は申請さえすれば第三者でも取水できる状況にあり、これに対して農林省（当時）は、国や土地改良区がそれらの地下水に対する権限を侵害されないことを、地下ダムを建設する前提として求めてきた。その結果、それまでの宮古島における地下水管理に、以下のような変化がもたらされた。

その一つは、新しい宮古島地下水保護管理条例（新条例）の制定である。新条例では、旧条例で設けていた「飲料水の供給を優先」はそのまま継承（ただし、文言は「生活用水」に変更）された一方で、宮古島地下水利用基本計画を策定することや、新条例に基づく事項や市長の諮問に応じた地下水に関する重要事項を調査審議する、宮古島地下水審議会を設置することなどが加わった。とくに、前者の基本計画のなかで、渇水時ににおいて水道用水の確保を最優先させることを担保する、公共的地下水利用施設の指定が含まれていることが注目される。なぜなら、この施設のなかに地下ダムも含まれることになったからである。

もう一つは、地下水管理主体の変化である。既述した新条例に基づいて、地下水管理の主体を上水道企業団から宮古地区広域行政組合へ移管させ、その後は同じ広域行政組織である、宮古広域圏事務組合（以下、広域圏事務組合）が管理を担うことになった。このような変化の結果、地下ダムの建設後は広域圏事務組合が地下水管理全般を担いながらも、水道用水用の地下水に関する運営管理は引き続き上水道企業団が、他方で地下ダムの貯留水に関する運営管理は新たに宮古土地改良区（以下、土地改良区）がそれぞれ担うかたちとなり、結果として地下水管理の重層化が見られることになった。

ところで、このような地下水管理の重層化が進んだ場合、管理主体の間で利害調整が不十分になることが懸念されるが、そのことは1994年に宮古島で水道事業が始まって以来初めて起こった、70日間の水道水制限給水（夜間8時間給水制限）において現実のものとなる。この問題を解決するためには、地下ダムの農業用水を水道用水へと転用する必要があったが、ここにおいて広域圏事務組合を介して、上水道企業団から土地改良区に対し

て農業用水からの取水協力が要請された。これを受けて土地改良区は、自らも宮古島の一構成員であることと人道的見地から応じた。このように、旧条例から新条例に継承された生活用水の優先供給が、総じて利害調整が難しくなる地下水管理の重層化のなかでも貫徹されたことは、大変興味深い。また、地下水利用による社会的価値の創造に寄与してきた農業用地下ダムが、渇水に伴う社会的損失の回避においても機能したことは注目すべき点である。

なお、2005年に宮古島の構成市町村が合併し、宮古島市が誕生したことを受けて広域圏事務組合は解散し、また水道事業も上水道企業団から宮古島市の地方公営企業へ移管された。このような市町村合併がもたらした変化に伴う諸影響については、今後の研究課題としたい。

(4) 市場ガバナンスの条件整備としてのインフラ — JA 菊池の耕畜連携の事例

農業に由来する硝酸性窒素等の負荷による地下水汚染は、広範囲に撒布される農薬や化学肥料、さらには放牧されている家畜による排せつ物に起因するノンポイント汚染であることから、かつての公害対策のように特定の汚染者に責任と費用負担を求めるかたちで対策を進めることが難しい。それゆえ、汚染が広がっている地域単位で、農家などが農薬や化学肥料を削減したり、さらに家畜排せつ物を堆肥化したりすることを促すためには、流通や消費に関わる地域農協や地域企業などの、他のアクターの関与も欠かせない。

このような他のアクターの関与においては、硝酸性窒素等の負荷軽減に関わる取組の付加価値を、市場（価格）に反映させながらアクター間の利害調整を図っていく、市場ガバナンスの形成が重要である。そこでは、環境保全型農業による非利用価値を含めた社会的価値の創造や、さらにそれを通じた社会的損失の回避が試みられてきたのであるが、そのための市場ガバナンスが自生的に形成されるとは限らず、条件整備が求められる場面も少なくない。そしてこのような条件整備において、地方自治体が果たす役割がある。

地下水政策の先進地域を抱える、熊本県によるくまもとグリーン農業はその一例である（富吉・

八木, 2019)。その内容は多岐にわたるが、とくに農業に由来する硝酸性窒素等の負荷軽減との関係で注目されるのは、2015年3月に公布(同年4月に施行)された「熊本県地下水と土を育む農業推進条例」を契機とした変化である。具体的には表1で見るように、2015年度から「環境保全型農業総合支援事業」のなかに含まれていた耕畜連携に関わる事業が、「地下水保全堆肥広域流通促進事業」へ移行された。熊本県では、県内で畜産農家と耕種農家が一定数存在することから耕畜連携が比較的進めやすい環境にあるが、条例の施行を契機として、そのような環境を地下水保全においても活かしていくことになったのである。

このような地下水保全のための耕畜連携を、熊本県内でも積極的に取り組んできたのが菊池地域である。白川や菊池川といった熊本地域における地下水流動と密接に関わる河川が流れており、農畜産業のあり様が地下水保全に対して大きな影響を及ぼす地域として注目される。この菊池地域にあるJA菊池は販売高の約8割を畜産が占めているが、耕種や園芸を担っている部会に所属する組合員も一定数存在しており、畜産農家と耕種農家との間で自発的な耕畜連携も行われてきた。

そこに変化をもたらしたのが、1999年に公布・施行された「持続性の高い農業生産方式の導入の促進に関する法律」(通称、持続農業法)、「施肥

取締法の一部を改正する法律」、および「家畜排せつ物の管理の適正化及び利用の促進に関する法律」(通称、家畜排せつ物管理法)によって構成される、いわゆる農業環境三法であった(清水, 1999)。これによって、家畜排せつ物の管理の厳格化や堆肥利用の促進が求められたことを受けて、熊本県の出先機関(菊池地域振興局)と共同で行った全農家に対するアンケート調査の結果、管内で約7万トンの余剰堆肥が発生することが把握された。これに対してJA菊池は、上記した自発的な耕畜連携を補完するかたちで、良質な堆肥の安定的な生産と円滑な流通に寄与するインフラ整備を行い、個別の畜産農家では手に負えない余剰堆肥を市場で流通させることによって、結果としてそれらの堆肥を管外に出す方針をとることにした(三角, 2016)。

このうち良質な堆肥の安定的な生産を担っているインフラが、現在3箇所設置されている有機支援センターである。これらのセンターでは畜産農家が一次発酵して製造した中熟堆肥を有料(1tあたり500円)で引き取り、再発酵を行うことで品質を高めて完熟堆肥にして、熊本県下の他のJA(熊本市、やつしろ、大浜)や隣県のJA(ふくおか八女)などに販売している。他方で、完熟堆肥の円滑な流通を促進するインフラが、これも現在3箇所設置されているストックヤードである。そ

表1 くまもとグリーン農業関連予算の推移(単位 千円)

Table 1 Change of budget related to Kumamoto green agriculture (Unit Thousand yens)

事業名	2011年度	2012年度 (6月補正後)	2013年度	2014年度	2015年度	2016年度 (9月補正後)	2017年度	2018年度
くまもとグリーン農業総合推進事業	14,794	32,121	33,625	35,722				
地下水と水を育む農業総合推進事業					114,648	125,231	91,632	84,391
環境保全型農業直接支払い事業	26,614	103,154	37,305	33,696	170,037	240,000	210,600	206,910
環境保全型農業総合支援事業	22,331	22,331	21,396	20,323	15,470	14,603	14,545	14,003
地下水保全堆肥広域流通促進事業					24,000	10,000	14,000	7,500

出所 熊本県農業技術課提供資料より作成

This table is made by a material submitted from agricultural technology division at Kumamoto prefecture

の最大の特徴は、堆肥の需要先である他のJAの管内にストックヤードを設置し、一定期間貸付した後に譲渡することである。なお、有機支援センターには国費（畜産環境総合整備統合補助事業、畑地帯総合整備事業など）が、またストックヤードには国費（畜産環境緊急特別対策事業）と助成金（地方競馬全国協会助成）などが一部用いられた。

5. まとめとして

本稿では、これまでの地下水ガバナンス研究では関心が総じて低かった、地下水ガバナンスの動態を取り上げた。

具体的には、地下水ガバナンスの動態を地下水ガバナンスの構造や機能に関する時間的な変化として定義したうえで、そのような変化をもたらすガバナンス環境として地下水をめぐる政策課題の多層化に注目した。そして、地下水の社会的価値という分析枠組みを用いることによって、政策課題の多層化が社会的損失の発生対応、社会的損失の回避、および社会的価値の創造という、社会的価値の拡張を伴ってきたことを示した。

この分析枠組みを用いて、まず地下水政策の先進地域をはじめとした事例を通して、地下水ガバナンスの動態に関する特徴づけを行った。その結果、多くの先進地域では上記したような地下水の社会的価値の拡張を伴いながら、地下水ガバナンスの程度をより強くしてきたことを明らかにした。ただし、地下水の継続的な利用を前提としない地域では、以上のような経路とは異なる姿も見られた。さらに、主だった地下水問題を経験しておらず、なおかつ継続的な利用を前提としている地域では、社会的損失の発生対応を経ないかたちで、社会的損失の回避や社会的価値の創造に関する取組を展開しており、今後の動向に注目したい。

次に、引き続き地下水の社会的価値を踏まえつつ、今度は地下水ガバナンスの特徴が、地下水管理の変化のなかでどのように現れているのかについて、地下水インフラを事例に分析を行った。

このうち新潟県内の消雪パイプでは、消雪用の地下水利用に伴う井戸涸れや地盤沈下といった社

会的損失の発生対応、さらにはこれらの社会的損失の回避のために、節水による需要管理が官民協働を促すポリシー・ミックスを通して行われた。宮古島の地下ダムでは、ダム建設を受けて広域行政組織を中心とした地下水管理の重層化という、マルチ・レベル化が起こった。そこでは管理主体の間での利害調整が難しくなるが、新条例にも継承された生活用水の優先供給を夜間給水制限時にも貫徹し、社会的損失の回避が実現されたことは注目される。熊本県のJA菊池の耕畜連携では、農業環境三法の公布・施行を受けて、県の出先機関と共同で実施したアンケート調査で予想された余剰堆肥について、JA菊池が堆肥の良質化と市場流通を支える地下水インフラを整備し、さらに他県も含めた地域農協間の連携を進めてきた。この事例では、マルチ・アクターによる地下水ガバナンスが地下水流動とは異なる空間スケールを通して実現することで、社会的価値の創造だけでなく社会的損失の回避にもつながっている点が興味深い。

以上のように、本稿では地下水ガバナンスの動態が地下水の社会的価値の変化と一体的に起こってきたことを明らかにした。それでは、このような社会的価値の変化を、持続可能な地下水の保全や利用を目指す地下水ガバナンスの動態につなげるための駆動力は、何であろうか。それは、社会的価値の認識を新たにしたり、または改めたりするための学習である（八木・関，2019）。そして、このような学習を地下水ガバナンスのなかに埋め込むためには、地下水管理において用いられる科学的知見や技術、およびそれらを構成する情報といった形式知と、地下水ガバナンスの現場で見出せる地域固有性や諸アクターの経験が反映された暗黙知とを積極的にすり合わせ、知を正当化させていく「知のガバナンス」を構築していくことが求められる（佐藤，2019）。このような知のガバナンスが、地下水ガバナンスの動態をもたらす基盤になることを、本稿の最後に指摘しておきたい。

参考文献

石川県野々市市（2016）：野々市市地下水保全計画。

- 愛媛県西条市 (2017): 西条市地下水保全管理計画.
- 大塚健司 (2019): 中国水環境問題の協働解決論—ガバナンスのダイナミズムへの視座—. 見洋書房, 217p.
- 大野智彦 (2015): 流域ガバナンスの分析フレームワーク. 水資源・環境研究, 28 (1), 7-15.
- 小川竹一 (2002): 宮古島の新たな地下水資源保護体制. 沖縄大学地域研究所所報, 27, 27-62.
- 婦山寿章 (2015): 大野市における地下水保全の取組み. 水循環—貯留と浸透, 95, 44-46.
- 岳南地域地下水利用対策協議会 (2008): 岳水協40年のあゆみ.
- 神奈川県箱根町 (2012): 箱根町地下水保全計画.
- 環境省 (2019): 平成29年度全国の地盤沈下地域の概況. <https://www.env.go.jp/water/jiban/gaikyo/gaikyo29.pdf> (2019.11.5閲覧).
- 小松崎通雄・池野正志・坂東和郎 (2011): 消雪パイプの50年にわたる技術の変遷に関する研究. 日本雪工学会誌, 27 (2), 78-84.
- 佐藤 仁 (2019): 反転する環境国家. 名古屋大学出版会, 318p.
- 清水徹朗 (1999): 畜産環境問題の現状と課題—資源循環と土づくりに向けて. 農林金融, 52 (9), 654-667.
- 新見 治 (2004): 沖縄県宮古島における地下水管理と持続可能な水利用. 香川大学教育学部研究報告, 第I部121, 1-22.
- 田中修司 (1990): 地盤沈下の防止はどう行われているか. 地盤沈下防止対策研究会編, 地盤沈下とその対策. 白亜書房, 94-113.
- 田中 正 (2015a): これからの地下水ガバナンス. 地下水学会誌, 57 (1), 73-82.
- 田中 正 (2015b): 地下水50年の変遷と展望—水循環の視点から—. 地下水技術, 57 (3), 1-17.
- 谷 芳夫 (2015): 秦野名水を守る—地下水保全施策について. 環境管理, 51 (8), 8-15.
- 千葉知世 (2019): 日本の地下水政策—地下水ガバナンスの実現に向けて. 京都大学学術出版会, 355p.
- 千葉知世 (2020): 地下水ガバナンスの意義とその推進に向けた課題. 地下水学会誌, 62 (2), 191-205.
- 富田友幸 (2009): 地下ダム開発の現状と今後の展開—沖縄・奄美地域の農業用地下ダムを中心として—. 地下水技術, 51 (1), 29-39.
- 富吉満之・八木信一 (2019): 環境保全型農業の推進に向けた既存制度の調整と融合—くまもとグリーン農業を事例とした参加農家の地域特性—. 農業経済研究, 90 (4), 375-380.
- 中川 啓・八木信一・石原成幸・蛭原雅之・遠藤崇浩・新貝文昭・竹内真司・中谷 仁・坂東和郎・平山利晶 (2020): 地下水ガバナンスに関する国内関連事例集. 地下水学会誌, 62 (2), 233-254.
- 長野県安曇野市 (2017): 安曇野市水環境基本計画 (マスタープラン).
- 新潟県五泉市 (2010): 五泉市地下水保全管理計画.
- 日本地下水学会・井田徹治 (2009): 見えない巨大水脈 地下水の科学. 講談社, 270p.
- 坂東和郎・星野悦宏・藤野志志 (2015): 消雪パイプの間欠散水による地下水揚水量と水位低下の抑制効果—新潟県見附市における地下水保全の取組み—. 日本地下水学会2015年秋季講演会講演予稿, 44-49.
- 的場弘行 (2010): 熊本市における各主体連携による地下水管理政策の模索. 日本水文科学会誌, 40 (3), 121-134.
- 三角 修 (2016): JA間の連携による堆肥広域流通の取組. 畜産環境情報, 66, 1-6.
- 宮本憲一 (2007): 環境経済学 新版. 岩波書店, 378p.
- 八木信一・武村勝寛 (2015): 地下水保全をめぐるガバナンスの動態—熊本地域を事例として—. 水利科学, 58 (6), 1-27.
- 八木信一・武村勝寛・渡辺 亨 (2016): 環境ガバナンスにおける橋渡し組織の機能に関する研究—くまもと地下水財団を事例として—. 自治総研, 42 (3), 59-80.
- 八木信一・関 耕平 (2019): 地域から考える環境と経済—アクティブな環境経済学入門. 有斐閣, 260p.
- 山本 晃 (2020): 長野県安曇野市における地下水ガバナンスに係る合意形成事例. 地下水学会誌, 62 (2), 183-189.
- Endo, T. (2011): Sinking Cities and Governmental Action: Institutional Responses to Land Subsidence Problem in Osaka and Bangkok. In Groundwater and Subsurface Environments: Human Impacts in Asian Coastal Cities. Taniguchi, M. (Ed.), Springer, 271-288.
- Endo, T. (2019): A fifty-year Experience of Groundwater Governance: The Case Study of Gakunan Council for Coordinated Groundwater Pumping, Fuji City, Shizuoka Prefecture, Japan. Water, 11(12), 2479; <https://doi.org/10.3390/w11122479>.

- FAO (2016): Global Diagnostic on Groundwater Governance. 194p.
- Meuleman, L. (2013): Cultural Diversity and Sustainability Governance. In Transgovernance: Advancing Sustainability Governance. Meuleman, L. (Ed.), Springer, 37–81.
- Meuleman, L. and Niestroy, I. (2015): Common But Differentiated Governance: A Metagovernance Approach to Make the SDGs Work. Sustainability, 7(9), 12295–12321.
- Mukherji, A. and Shah, T. (2005): Groundwater Socio-ecology and Governance: a Review of Institutions and Policies in Selected Countries. Hydrogeology Journal, 13(1), 328–345.
- Varady, R.G., Zuniga-Teran, A.A., Gerlak, A.K., and Megdal, S.B. (2016): Modes and Approaches of Groundwater Governance: A Survey of Lessons Learned from Selected Cases across the Globe. Water, 8(10), 1–24.
- Villholth, K.G., López-Gunn, E., Conti, K.I., Garrido, A., van der Gun, J. (Eds.) (2018): Advances in Groundwater Governance. CRC Press, 594p.
- (受付：2019年12月23日, 受理：2020年2月17日)