

## 地質学に立脚した地下水法制度の検討 ―私水と公水の共生について―

高嶋 洋<sup>1</sup>・楡井 久<sup>2</sup>

1: 野田市土木部管理課補修事務所 〒278-0003 千葉県野田市鶴奉 262 e-mail: pxi15122@yahoo.co.jp

2: NPO 法人日本地質汚染審査機構 〒262-0033 千葉県花見川区幕張本郷 5-24-1 e-mail: nireihisashi@msn.com

### A study of the legal system of groundwater based on the geological sciences - On the symbiosis of private water and public water -

Hiroshi TAKASHIMA<sup>1</sup> and Hisashi NIREI<sup>2</sup>

1: Civil engineering department, Noda city office 262, Tsuruhou, Noda-City, Chiba Prefecture 278-0003, JAPAN

2: The Geo-pollution control agency, Japan, 5-24-1 Makuharihongou, Hanamigawa-ku, Chiba Prefecture, 262-0033, JAPAN

#### Abstract

As global water conservation efforts are undertaken, it is necessary to establish a groundwater conservation legislation system in Japan. The main legal issue is that groundwater is recognized as personal property. In order to manage the groundwater and promote conservation, it is necessary to place some private groundwater under public control. However, this measure infringes on private rights. In addition, since it is costly to observe the groundwater flow system to the ultra-deep layer, statutory management of all sedimentary basins is infeasible. In order to study the possibility of statutory control of groundwater, the authors examined the relationship between actual conditions of groundwater use and the geological structure in Noda City, Chiba Prefecture, which is located close to the center of the largest quaternary sedimentary basin in Japan. The residents' wells and the wells of groups or factories that intake large quantities were segregated depending on depth and it was found that the economic value of groundwater, the strength of human rights involvement and the degree of social influence are each different by the shallow aquifers, the deep aquifers and the ultra-deep aquifers. The boundary of shallow and deep is at approximately 40m, which is the same as the depth at which usage rights can be set in the "Law on Special Measures concerning Public Use in the Deep Underground Basement". Therefore, this depth is a suitable geological and statutory setting for distinguishing the scope of private rights and public management. To minimize the impact on private rights, the groundwater between 40m and 250m deep should be put under public control, while the groundwater from the surface layer to the depth of 40m should be left in the private domain. To establish an effective groundwater law system, it is important to incorporate the natural and social characteristics of the groundwater and reflect it in the law.

**Keyword:** Groundwater ownership, Groundwater law, Public management, Depth variation on economic value

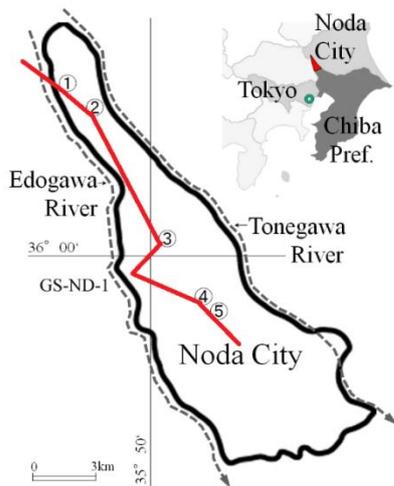
#### はじめに

人類が生存するにあたって、水は必要不可欠な天然資源であり、最も優先して保全が図られなければならない社会基盤の一つである。世界的には、人口増や都市化、工業化の進展による水需要の急増による水危機が今後 10 年の最も影響の高いリスクの一つに数えられており (World Economic Forum, 2017)、国連で採択された 17 の持続可能な開発目標 (SDGs) の中でも「水と衛生」が課題のひとつとして取り上げられる (国連持続可能な開発サミット, 2015) など、水資源の確保並びにその保全と管理が世界的に大きな課題となっている。

しかしながら、日本では、これまで「水と安全はタダ」と認識され、水資源に対する危機感が国民全体で共有されて来なかった。実際、これまで水に係る法律は、水道や河川など用途や存在形態ごとに個別に規定されて施策が展開されており、統一的に水資源の保全を図る法制度の体系化は行われていない。また、特に水循環の一翼を担い、淡水資源の大きな部分を占める地下水については、これを管理保全する法制度すら確立されて来なかった (例えば宮崎、

2011)。そうした中、近年、外国資本等による水源林の買収問題 (吉原, 2012) や大企業等による地下水の収奪事案 (牧野, 2012) などが発生し、地下水の保全施策の在り方が社会問題化した。これらを契機に、水は「国民共有の貴重な財産であり、公共性の高いもの」と規定した水循環基本法 (平成 26 年法第 16 号) が議員立法で成立した。本法を中心に水法の体系化が図られることになり、ようやく日本の水資源の在り方について、統合的な水法制度の議論が出来る環境が整った。

水循環基本法は理念法であり、個々の施策については、個別法が整備されなければ、具体的な取り組みは進まない。水資源全体の体系化を図るにあたり、現状では法定されていない地下水の管理保全施策が、取り込まれなければならない課題の一つである。地下水法制度に関しては、これまで、超党派で構成される水制度改革議員連盟の下に置かれた水循環基本法フォローアップ委員会において、検討が進められ、平成 25 年には「地下水の保全、涵養および利用に関する法律」(案) (以下、地下水保全法案) が起草され、議連に対し提出された (三好, 2015; 三好, 2016; 水循環基本法フォローアップ委員会, 2015)。しかしながら、この



**Fig. 1** Location and index map of investigation site where drilling core sampling was carried out. The line shows the position of the section view (Fig. 2).

法案は、地下水を全面的に公水とすることを前提に、地下水の使用を許可制として地下水保全涵養負担金を徴収し、地下水源保護区域の保全措置として先買権を設けるなど、極めて進歩的な内容であった。このため、財産権の侵害や開発行為との競合が懸念され、地下水の最も大きな法的課題である私水説・公水説の対立（例えば金沢，1968；阿部，1981；三本木，1999；宮崎，2015；三好，2016）も解決をみることなく、議論は打ち切られた（稲場，2015）。地下水法制度等の議論は、引き続き第2次水循環基本法フォローアップ委員会に引き継がれ、現在、地下水制度の検討が続けられている。

地下水保全法案については、様々な課題が関係省庁から指摘された（稲場，2015）が、地質学の視点から見ると、地下水の存在形態および地下水の利用実態がほとんど考慮されていなかったため、自然の態様と法制度が合致しないことが問題点として指摘される（高嶋，2014；高嶋，2015）。欧州では、地下水を法定するにあたって地下水を胚胎する帯水層を単元とすることを明確にしておき（田中，2015）、地質学に立脚した法制度が成立している（Stephan，2009）。日本における法制度を構築するにあたっては、実際に存在する具体的な事例にあてはめ、考察することが必要である。関東平野には、日本最大の地下水資源を有する関東地下水盆（楡井・古野，1988）が存在し、関東平野の中央部に位置する野田市（Fig.1）では、筆者が長年取り組んできた地下水保全施策により、地域の詳細な地質構造の情報が集積され、同時に地域の具体的な地下水利用の実態が把握されている（高嶋，2008）。そこで、本論ではこうした地質学的知見に基づき、地下水法制度の在り方について考察する。

### 地下水を法定する意義

地下水は広義には地下に賦存する水の総称であり、狭義には地下水面より下の帯水層に存在する飽和状態の水とされている（たとえば佐藤，2005）。本論では、後者の意味で、

地下に存在する砂層や礫層など間隙率の高い帯水層の間隙を満たして流動する水流体としてとらえることとする（水収支研究グループ，1993）。また、透水性の高い地層として「帯水層」と「透水層」は同義の扱いとし、一括して「帯水層」と記述する。

地下水は、水が大気中に蒸発し、雨となって降下し、地表を流下または地中に浸透・流動して海域等に至る水文的循環、すなわち水循環の中において、重要な地下部分を構成している。また、水循環の過程において、常に地下への涵養により水が補填されるため、適切な管理と利用により、永続的に利用できる循環性資源である（楡井，1980；佐藤・蛭原，2009）。こうした地下水資源は表流水とは異なり、滞留時間が長く安定的に地層中を流動するため、渇水の影響を受けにくく、汚染が広がりにくい特性を有する。日本では、表流水を使用する水道が多く認められるが、福島第一原子力発電所の事故により放出された放射性物質の拡散や有害物質の工場からの流出、渇水などの影響により、これまで度々河川や湖からの取水停止により市民生活に大きな支障を与えてきた。このため、表流水の脆弱性が指摘され、地下水資源の重要性も再認識されている（たとえば橋本，2011）。実際、災害が起きるたびに、地下水活用の有効性が再認識されており、国も震災時地下水利用指針(案)を策定して、有事の際に備えるよう促している（国土交通省，2009）。水の安全保障という観点からは、国民の生命を守るため、国は水源となる表流水と地下水の特性を考慮し、これらを的確に管理保全し、有事の際に必要な水が確保できる施策の実施が求められる（谷口，2013）。

日本においては、法的枠組みが整備されていない状況において、これまで地方自治体の努力により、地下水の保全が図られてきた（千葉，2014）。しかし、現状において、地下水保全を規定する地方自治体の地下水条例は、国による支援や保護が受けられないまま施行されている（金子，1984；宮崎，2011）。また、後述のJR東海鳥飼新幹線車両基地地下水くみ上げ問題のように、一つの地下水盆において、同一の帯水層を利用する複数の自治体間で地下水保全制度の有無が生じている場合、規制のある市域外で開発が行われるなど保全の効果を打ち消す事案が発生している。

地下水質に関しては、水質汚濁防止法（昭和45年法律第138号）（以下、水濁法）や土壌汚染対策法（平成14年法律第53号）（以下、土対法）の制度的な問題点等により、地下水の汚染や汚濁の拡大など、質的レベルの悪化が避けられない状況にある（楡井，2005；畑，2011）。また、近年、工業用水の節水技術の向上や人口減少による水需要の減少、あるいは水資源の表流水への転換が進んだ結果、各地方自治体が独自に取り組んできた地盤沈下観測データの共有作業が停止し、観測井戸も数を減らして地下水の実態が把握できない事態となっている（古野他，2018）。したがって、地下水資源については、管理不全状態で放置されている状況にある（楡井，2005）と言えよう。

世界的に水資源の枯渇が重要な課題とされる中、健全な水循環の維持又は回復と地下水資源の保全を進め、永続的

に活用を図っていく施策が求められている。

## 地下水法制度の現状と課題

地下水に係る法律としては、地盤沈下対策を目的に工業用水法（昭和31年法律第146号）と建築物用地下水の採取の規制に関する法律（昭和37年法律第100号）（以下、ビル用水法）が制定されている。ただし、規制対象は工業用水やビル用水施設に限定され、地域も地盤沈下が著しいとされた三大都市圏の一部地域のみと極めて限定的である。また、国土交通省において地盤沈下防止対策指導要綱が定められ、濃尾平野、筑後・佐賀平野及び関東平野北部の3地域で、揚水規制等が行われているが、前2法と同じく地域が限定的で強制力も乏しい。このほか、地下水の特殊形態としての温泉に対しては温泉法が制定され、その掘削については、温泉法（昭和23年法律第25号）第14条の2において採取の許可制度が設けられている。また、同様に天然ガスかん水の採取については、鉱業法（昭和25年法律第289号）に規定があり、採取の際には鉱区設定の上、許可を受ける必要がある。

地下水質に係る主な法的枠組みとしては、環境基本法（平成5年11月19日法律第91号）に望ましい基準として地下水環境基準が定められている。また、水濁法には、第15条に計画的な地下水質の常時監視、第12条の3に特定事業場による特定地下浸透水の浸透の禁止が定められ、第14条には地下水の浄化措置命令の規定が置かれている。ただし、環境基準は有害物質を対象とする健康項目のみが定められており、汚濁に相当する生活環境項目についての基準はない。また、水濁法第14条の浄化措置命令は、刑罰不遡及の原則により平成8年以前にさかのぼることは出来ず、飲用実態のない地下水は対象外とされるなど適用条件も厳しい。このため、実際にこれまで発動された実績がないため、地下水を保全する実効性が薄い（畑，2011）。このほか、地下水汚染を引き起こす要因となる土壌の汚染対策として、土対法が制定されており、土地所有者の管理義務を基本に土地所有者等による土壌の汚染の有無の調査及び浄化等の措置が定められている。しかしながら、地下水に関しては法の対象外とされ、土地の境界を越えて拡散した汚染に対処できないなど、制度上の課題を抱えている（高嶋，2005）。

地下水の保全については、法よりむしろ地方自治体の条例による揚水規制等が幅広く運用され、実効性を上げている（千葉，2014）。関東平野では、都道府県政令市から各市町村単位で揚水規制や湧水保全等の条例が定められ、井戸の設置や揚水量の許可並びに地下水位や揚水量の監視、地盤沈下の測定などが積極的に実施されてきた。千葉県においては、さらに地下水汚染問題にも積極的に取り組みが行われ、県と市、事業者が参加する地下水汚染機構解明調査事業により、多くの汚染問題に対応している。地盤沈下問題に関しては、対象となる地下水盆が関係する都県市の境を超えて広がりを持つため、都県市の個々の観測だけでは、科学的な全体像が把握しきれないこととなるが、関東平野

では、関東知事会の地盤沈下対策部会が、各都県市で取得された情報を持ち寄り、地下水位や地盤沈下の状況について、関東地下水盆という広域的な観点で現状を把握する先進的な取り組みがなされてきた（南関東地盤沈下調査会，1974；関東地方知事会関東地方公害対策推進本部地盤沈下部会，1986）。ただし、前章でも指摘したとおり近年の地盤沈下問題の鎮静化により、地盤沈下観測データの共有作業も停止し、観測井戸が次々に廃止されるなど、地盤沈下の監視事業の継続性が問題となっている（古野他，2018）。

## 地下水の法定に係る諸課題

地下水法の制度設計において最も大きな問題は、地下水と土地所有権の関係についてであり、地下水の法的性質を私水ととらえるか公水ととらえるかという対立である（金沢，1968；阿部，1981；三本木，1999；宮崎，2015；三好，2016）。日本の河川における流水は、河川法（昭和39年法律第167号）第2条第2項に「河川の流水は、私権の目的となることができない」と記述され、流水は明確に公水と規定されている。しかしながら、同じ流水でも地下水の法的解釈としては、民法207条に定める土地所有権の効力が地下水にまで及ぶと解釈し、地下水は私水とする考え方が主流をなしてきた（たとえば我妻，1952；宮崎，2011；宮崎，2015）。宮崎（2015）は、地下水は土地の構成要素であり、これが失われることにより、地盤沈下が発生することから、地下水と土地は一体であるとし、個人の所有物となることから地下水は私水と考えられるとしている。ここで個人の所有物と目される地下水に法規制をかけることは、財産権の侵害に相当する可能性があり、実際、横浜地方裁判所小田原支部平成25年9月13日判決など、財産権の侵害に言及した判例も認められるなど、慎重に議論を行わなければならない課題である。

このことに関連し、法対象を流水としての地下水のみとするのか、土地の構成要素として存在する地下水ととらえ、土地も含めるのかという問題も存在する。そもそも、保全が図られるべき資源は地下水であり、法対象は地下水と考えるのが自然である。しかしながら、地下水は流体の水であり、地下に入る前は、河川や降雨などとして存在し、地下に浸透してからは土地を構成する地層の間隙を動水勾配に従って流下する流水として存在する（たとえば水収支研究グループ，1993）。宮崎（2015）が指摘したとおり、地下水は土地の構成要素であり、土地と地下水が一体と解釈した場合は、これを法定すると土地そのものを法定することと同義になり、財産権の侵害につながる可能性がある。このことを回避するため、地下水の公水論においては、この地下水の流体としての性質をとらえ、土地とは切り離して論ずることが出来るとして法制度化を検討してきた（たとえば小川，2003）。しかしながら、この考え方では、公水として管理する以上、その規制は特許的規制となり、地下水規制の根拠となる基準設定をより明確にしなければならない（宮崎，2017）。一方で、対象となる地下水は、流体としての水そのものであり、地下の水流体すべてを指すことと

なる。その広がり、関東地下水盆においては深度 4000m もの深さに及び、人が管理を行う技術上あるいは財政上の限界が存在すると考えた場合、すべてを管理できないことから、結果として流体のみを法定する制度下では、特許的な基準を示すことが出来ないという矛盾を抱えていた（高嶋，2014；高嶋，2016a）。河川法において、管理対象となる河川の流水を明確化し、公水と規定できるのは、河川法第 6 条において水の器となる河川区域が定められ、当該区域を「河川の流水が継続して存する土地及び地形」と定義付けられているからに他ならない。すなわち、具体的な土地の範囲を同時に法定することにより、初めて流水の範囲が明らかになることとなる。同様に、欧州の地下水の規制に関する国際法典である「The Law of Transboundary Aquifers」（Stephan, 2009）でも、法規制の目的は地下水保全管理であるが、法対象は法の名称に示されるとおり地下水の器である帯水層群を規定している。このことは、地下水を法定するためには、帯水層や地層といった土地そのものを併せて法定する必要があることを示している。法定する地下水を土地あるいは帯水層とセットで考えるのか、それとも流体としての地下水のみをとらえるかで、大きく制度設計が異なることとなる。

また、自然物である地下水の保全には監視と規制と利用が必要となるため、管理者による管理が必須となると考えられる。管理を行うにあたり、地下水を公水としなければ、土地所有者の地下水を利用する権利と直接対立するため、使用制限等を行うことが難しい。さらに、公的管理を行う場合、当該機関には規制基準の妥当性に対する説明責任と国家賠償法（昭和 22 年法律第 25 号）第 2 条に定める管理責任が求められる場合がある。たとえば、地下水の量的規制に関しては、無制限に使用すると地盤沈下や井戸枯れといった地下水障害が発生するため、科学的データに基づき基準を設け、使用を制限せねばならない。逆にこれを見誤ると、地盤沈下の影響などにより住民や土地所有者等に被害が及ぶ。したがって、規制の妥当性に疑問が生じた場合や、事故等により被害が生じた場合、管理者は訴訟を受けるリスクとこれに対応する責任を負うことになる（宮崎，2015）。

以上のほか、地下水法制度を確立するためには、工業用水法やビル用水法、地域における地下水保全条例など、既存法との整合性も要求される。地下水揚水を規制する既存法とは、規制目的や管理手法を同じくするため、すり合わせや整理が必要となる可能性がある。また、土地の管理責任を前提に構築された土対法とは、地下水を公水とした場合の責任主体の考え方が全く異なることから検討が必要と考えられ、温泉法や鉱業法に基づく鉱業権により許可され、採取される地下水採取とも制度や考え方等の法的整合性の考察が求められる（宮崎，2015）。

地下水法制度を確立するためには、上記のような様々な課題の克服が必要となると考えられる。

## 地質学的課題

地下水の法制化にあたっての地質学的な課題としては、計画的な地質環境管理の実効性や法の制度設計と地下環境の自然の態様との整合性が求められる。

日本において最も利用される地下水は、第四紀に形成された堆積盆地の地下水盆に賦存する地下水である（水収支研究グループ，1993；石井，1997）。東京、名古屋、大阪といった三大都市圏はすべて堆積盆地に立地しており、推定地下水賦存量は、関東地方の関東地下水盆のみで日本全体の 39.5%，これに中部地方と近畿地方を加えると 61.7%となる（越谷他，2011）。日本最大の地下水盆である関東地下水盆を例にとると、面積 17,340km<sup>2</sup>（越谷他，2011）、層厚 4000m に堆積した地層の帯水層中に地下水が賦存する（鈴木，2002）。ただし、飲用に適する淡水の地下水は、関東地下水盆においては最表層の下総層群とその下位の上総層群の浅層部にのみ分布し、上総層群の中層部や深層部などの超深部（後述）の地下水は化石海水など、着色し塩分を含む飲用不可能な地下水で満たされている（楡井，1980；楡井，1981；丸井他，2001）。なお、超深部の地下水流動については、その実態把握はあまり進んでおらず、浅層部の地下水とは、互いに流動を異にする可能性が指摘されている（丸井他，2001；林・安原，2008；高村・丸井，2014）。

こうした地下水の自然の態様に対し、第一次水循環基本法フォローアップ委員会の地下水保全法案のように、地下水を「地下に存在する水」と定義し、地下水全体を法対象とした場合、地下水盆のすべての地下水を管理対象としなければならなくなる。この実現には、規制基準の合理性や妥当性に対する根拠と説明が求められ、地下水盆全体の涵養量と使用量、流出量のバランスや地下水質の実態の把握が必要となるが、地下水流動は、降雨や地質条件等により地域ごとの特性が異なる上に、時間的、空間的把握や涵養、湧出の把握が難しいなど技術的課題が多く存在する。また、地下水盆は地理的に広域であり、井戸の掘削深度も極めて深くなるため、観測には多大なコストがかかることとなる。地下水を法定する目的に照らし、このことが公共の福祉に合致するかどうかの検討が必要となるが、関東地下水盆の例から、地下水盆全体の地下水の実態を把握することは、理論的には可能であっても技術的、経済的には極めて難しい。こうした状況において、地下水盆管理を具体化するためには、管理の範囲と方法、実施効率、経済合理性などの検討が必要である。ここで、地下水の保全と管理を目的とした地下水そのものを法対象とすることの妥当性（高嶋，2014）や法対象とすべき地下水の範囲とその管理の可能性といった課題に対し、地質学からの助言が求められている。

## 野田市における地質環境と利用実態

こうした課題を検討するには、実際の現場に即して考察することが有効である。千葉県野田市では、これまで千葉県環境保全条例に基づく揚水規制と地下水の汚染に対する地質汚染機構説明調査事業の実施と積み上げにより、地質

情報と井戸水の使用実態が把握され、地質構造と地下水利用の関係が明確になっている（高嶋, 2008; 高嶋, 2017）。そこで、野田市を例に関東地下水盆の地質構造と地下水利用を以下に概観する。

### 野田市の地質構造概要

千葉県野田市は、東京都の北東約 30km の関東平野中央部に位置する。市域の面積は 103km<sup>2</sup> で、周囲を利根川と江戸川、利根運河といった河川に囲まれた地形を示す。市域中心部は標高 20 m 程度の定高性を保ち、北に行くほど標高が低くなる台地を呈し、周縁部の利根川や江戸川沿いには標高 6 m 前後の沖積低地が発達する。沖積層の層厚は最大約 50m ほど発達する（千葉県, 2018）。一方、台地の表層地質は、第四紀更新統下総層群の砂泥互層を中心に構成され、これを常総粘土（層）（菊池, 1983）と関東ロームが覆う。野田市域の先新第三系の基盤岩までの深さは 1,500～2,000m であり、この上位に三浦層群と上総層群が合わせて 1,300～1,750m の厚さで重なり、これを層厚 200～250m の下総層群が覆う（中澤・田辺, 2011）。下総層群は下位から地蔵堂層、藪層、上泉層、清川層、木下層、大宮層、常総粘土（層）の 7 つの累層に区分されるが、このうち、藪層以浅の累層が野田市域内で実施された深度 120m のオールコアボーリング調査で確認されている（中澤・遠藤, 2000）。

### 野田市の地質構造と帯水層区分

野田市では、市域 5 か所で発生した地質汚染問題に対応するため、千葉県とともに平成元年以降、地質汚染機構解明調査事業を実施してきた（Fig. 1）。この結果、総計 66 本、累計 2,193m のオールコアボーリング調査と 230 本の観測井戸が設置され、詳細な地質構造と地下水流動の把握が行われてきた。ボーリング調査の最大深度は 110m に達し、下総層群の藪層相当の深度まで調査が行われている（高嶋, 2008）。

こうして得られた個々の汚染サイトの地質情報をもとに、市域全体の帯水層の連続性を確認した結果、野田市域全体の下総層群の詳細な地質構造が把握された。地層の層序については、中澤・遠藤（2000）や中澤・田辺（2011）における海進海退イベントと地質との対比により確認している。また、確認された砂層を中心に帯水層を区分し、表層から深部に向けて順に第 1 帯水層から第 7 帯水層と称することとした（Fig. 2）。

この結果、野田市域の地質は、北に緩やかに傾斜する連続した砂層とシルト層の互層からなり、深度 20m 付近の第 3 帯水層に区分された木下層上部層基底の貝殻の集積層以浅では、帯水層の厚さが数 m と 10m を超えないのに対し、当該砂層の直下に分布する清川層の厚い第 3・4 難透水層であるシルト層以深には、層厚 10m 以上厚い砂層や砂礫層が発達する第 5～第 7 帯水層が連続することが明らかにされている（高嶋, 2008; 高嶋他, 2017）。なお、野田市で実施された標準貫入試験の結果からは、第 5 帯水層に区分される上泉層の厚い砂層以深で地盤強度が確保されることから、

当該砂層が高層建築物等の基礎地盤として最も多く利用されていることも明らかとなっている（高嶋, 2008）。

### 野田市の地下水利用

千葉県環境保全条例に基づく揚水規制により、新規掘削井戸の許可並びに許可井戸等の確認と揚水量の報告により、野田市では工場・事業場や水道、大規模農業等に利用される大規模揚水井戸 216 本と個人経営の農家が所有する揚水井戸 164 本について、井戸構造等が把握されている。また、地下水汚染に係る地質汚染機構解明調査事業の周辺井戸諸元調査により、汚染地域に存在する全 215 本の民家井戸等のスクリーン深度と地質構造との関係が確認された（高嶋, 2008）。

こうして得られた地下水利用の実態を集計した結果、野田市においては、工場等の大規模な揚水井戸の深度分布は、その 85% が深度 41～200m の深部に分布し、深度 100m までの 10m ごとに区切った深度別井戸本数は 深度 91～100m に中央値のピークが認められた（Fig. 2）。さらに深度 101m 以深では、深度 150m までの区間に集中して井戸が分布している。また、個人経営の農家が所有する小規模農業用揚水井戸の井戸深度は、深度 11～60m に 97% が分布し、深度別井戸本数のピークは 21～30m であった。これに対し、民家井戸は 92% が 0～30m に分布し、その中央値は 11～20m に集中している。地質構造と井戸深度のピーク値との対比では、民家井戸は第 2 帯水層に区分された大宮層の砂層を中心とし、小規模農業用井戸は第 3 帯水層の木下層上部基底貝殻層付近を、また工場等の大規模揚水井戸は第 6～第 7 帯水層の藪層から地蔵堂層を主に使用していることがわかる。このことは、深度 40m 付近に発達する第 3・4 難透水層を境として、工場の井戸等大規模揚水井戸が上泉層や藪層、地蔵堂層といった深部の地下水を利用する一方、個人経営の農家が所有する揚水井戸や民家井戸は表層から木下層上部層基底までの浅部の帯水層群をそれぞれ使い分けていることを示している（高嶋, 2008）。

なお、千葉県環境保全条例では、技術上の基準として、深度 250m 以深にスクリーンを有する井戸の掘削許可が可能となっているが、当該深度にスクリーンを有する井戸は使用を停止した井戸 1 本を除いて他に登録されていないことから、深度 250m 付近が実質的な地下水利用の下限であり、これ以深は深度 1,000m を超える温泉用井戸がいくつか散見される程度の地下水利用状況となっている。また、天然ガス採掘に係る鉱区設定はなされているものの、野田市域での揚水実績はない。

以上より、本論では、深度 40m 付近に発達する第 3・4 難透水層を境として、これ以浅を浅部、以深を深部、深度 250m 以深を超深部と記述することとする。

### 野田市の地下水汚染状況

野田市では、特に有機塩素系化合物の地下水汚染に係る地質汚染機構解明調査事業の推進により、帯水層別に地下水の汚染分布が把握されている（高嶋, 2006; 高嶋, 2008）。

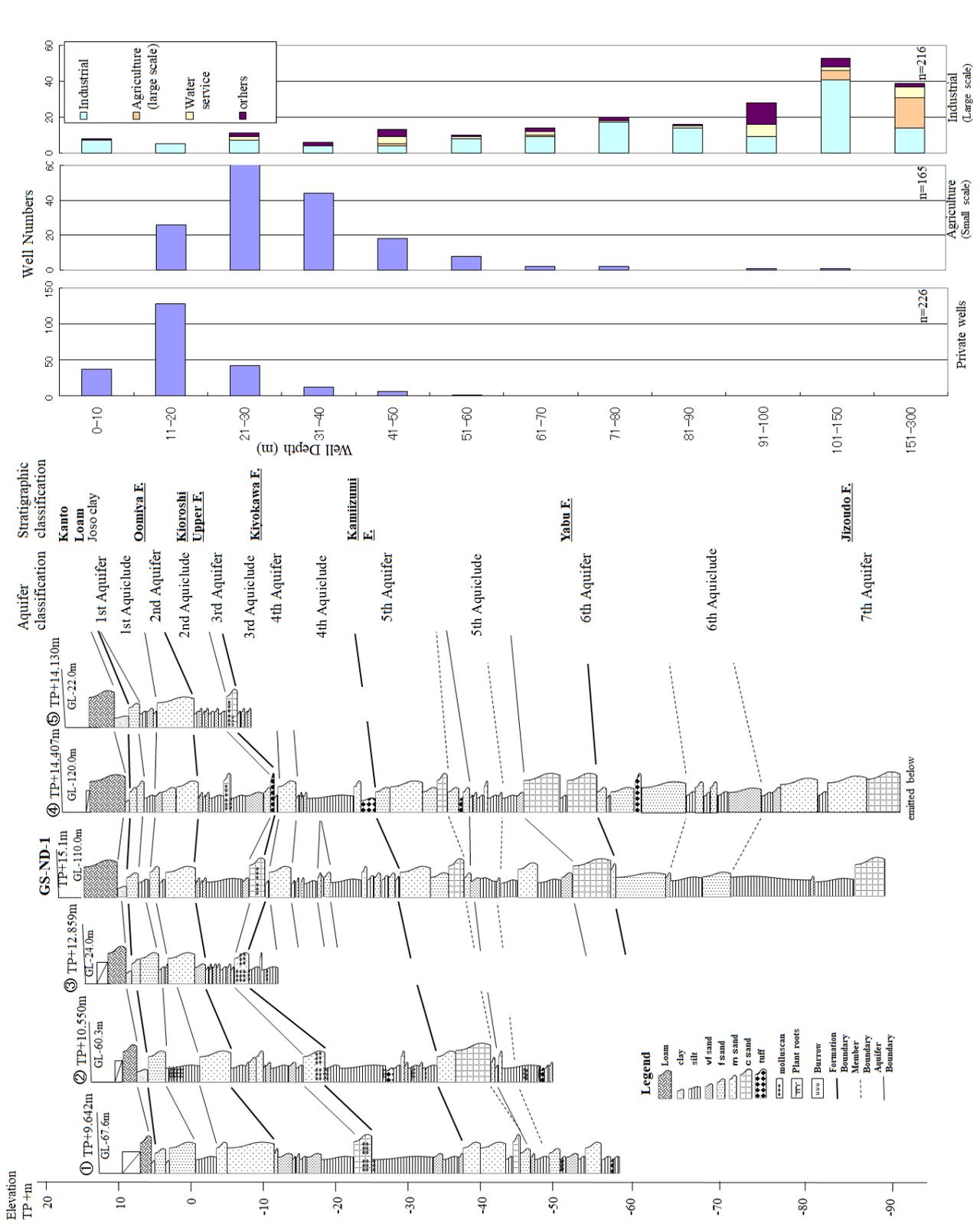


Fig. 2 Columnar section and the number of wells using groundwater by application and depth in Noda city. Drilling point are referred in Fig. 1

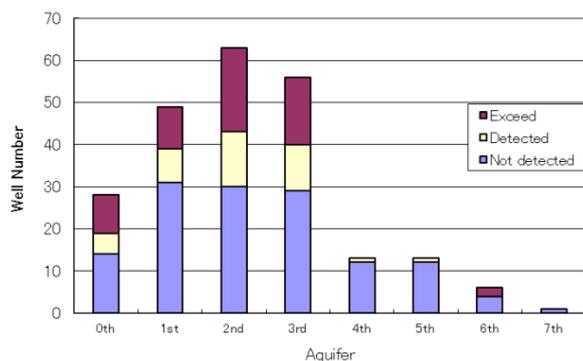


Fig. 3 The distribution of groundwater contamination measured from observation wells according to the variations of aquifers (Takashima, 2008).

5つの汚染サイトから得られた地下水汚染の到達深度分布を取りまとめた結果、浅部と深部の帯水層群では、地下水汚染状況に大きな差が生じており、浅部の帯水層群がより高濃度に汚染されていることが判明している (Fig. 3)。この差異は、そもそも地表付近から汚染物質が地下に浸透するため、より地表に近い地下水が汚染されやすい上に、汚染が深部に浸透するまでに時間がかかるため、地表に近い帯水層に汚染が多く残存しているために生じるものと考えられる。また、厚い第3・4難透水層が汚染の進入を阻む天然バリアとして機能していることも指摘されている (高嶋, 2008)。いずれの要因が強く働いても、野田市においては、浅部の帯水層群において、最も汚染に対する脆弱性が高いという特性を有することが理解される。なお、野田市では深部で汚染が確認されなくなるが、超深部の帯水層群では汚染の有無は不明である。

### 野田市の地下利用

野田市域において、地下室等、地下構造物の設置に伴う地下の活用は道路や線路のアンダーパスや下水道施設、あるいは民間工場の貯水槽等が知られるのみで、地下駅や地下街などの地下空間の積極的活用はみられない。これらは概ね深度10m未満の第1・2帯水層の大宮層の範囲であり、民家井戸の地下水利用が行われている浅部の帯水層群に相当する。一方、高層建築物等の基礎については、第5帯水層の上泉層の厚い砂層が多く利用される。この帯水層は、工場等が利用する深部の帯水層群の中の最も浅い深度の帯水層に相当する。

### 地下水利用の住み分けの要因

野田市の地下水利用に関し、用途により住み分けが発達する理由を検討する。

野田市における地質構造は、浅部で薄く深部で厚い帯水層が発達する特徴を有する。浅部の帯水層群は、酸化的環境で良質な水質を示すことが多く、地表から簡易な装置でコストをかけずに開発が可能であるため、古来より住民の飲み水として広く開発され、利用されてきた。下総層群の

一部が最終氷期の浸食により失われ、沖積層に覆われた利根川や江戸川沿いの地区においては、例外的に掘削コストをかけて深部の帯水層群の地下水を利用している事例が認められるが、住民や個人経営の農業者個々の経済力では掘削コストなど経済的負担能力に制限もあるため、浅部に利用が集中することは道理である。

一方で、帯水層は、地質条件として透水性と被圧の程度が同じであれば、層厚は揚水できる地下水量に結びつく。工場や事業場、大規模農業や水道事業では大量の地下水を必要とする場合に、大量の地下水を採取するためには深部の厚い帯水層群を開発しなければならない。深部の地下水を掘削するためには、多額の資金が必要であるが、工場等の組織は、住民個々に比べ圧倒的に資金力があるため、深部の地下水開発が可能と考えられる。ただし、超深部の地下水については、千葉県環境保全条例に基づく開発可能であるにもかかわらず、利用されていない。このことは、その水質や掘削コストが理由と考えられる。したがって、工場等が新規に井戸を開発する際に、地域住民との競争を避けつつ、大量の取水が可能な帯水層を経済合理性に基づいて選択が行われ、深部の帯水層群に集中し、住み分けが進んだものと考えられる。以上より、前提条件として地下水採取が可能な地質条件があり、そのうえで、経済的選択がなされた結果、住み分けに結び付いたものと考察される。

なお、関東地下水盆南部に広く分布する下総層群は、浅海～淡水域の堆積物であり、野田市付近では淡水～汽水成の泥層中に浅海成の連続性の高い砂層が広範に何層にも発達している。帯水層の発達状況は地域によって変化するものの、関東地下水盆内において複数の深度で地下水採取が可能である。このため、経済的な条件から野田市以外の地域でも同様の住み分けが起きていることが推定される。

### 地下及び地下水利用の実態と帯水層群の特性

野田市における地下及び地下水利用の実態より、人の生活および経済活動に深く関わる地下水は、最大深度4000mもの規模を誇る関東地下水盆において、深度250m以内の下総層群に賦存する。地下水法制度の適用範囲を検討するうえで、野田市における浅部、深部、超深部の帯水層群ごとに権利の範囲や経済価値の違い等を整理し、帯水層群ごとの特性を概念的にとりまとめてみた (Table-1)。以下、帯水層ごとの特徴を述べる。

#### 浅部の帯水層群

帯水層及び1-3mオーダーの厚さを有する3枚の帯水層が連続している (Fig.-2)。このうち、宙水層及び第1、第2帯水層に区分された砂層からは、良質な地下水が得られることが多く飲用に適しているが、帯水層の層厚は薄く、供給可能な水量は少ない。個人の井戸が主体で、地下水の飲用が認められることから、人の生存を左右する生存権と深く関わる。また、表層の土地利用と直接関わる建物利用地下空間に相当するため、財産権の一つである土地所有権とも強く関わる帯水層群であり、複雑な権利関係が存在する

**Table 1** Geological features, impact for rights and economic characteristics of shallow, deep and ultra-deep aquifers in Noda city

| Depth classification        | Main applications                               | Supplable freshwater quantity | Water quality for drinking | Vulnerability for groundwater pollution | Influence on land subsidence | Impact on land ownership (property rights) | Impact on living rights | Economic importance |
|-----------------------------|---|-------------------------------|----------------------------|---|------------------------------|--|-------------------------|---------------------|
| Shallow aquifers (0m-40m)   | private use and small scale farming             | △                             | ◎                          | ◎                                       | △                            | ◎  | ◎                       | △                   |
| Deep aquifers (40m-250m)    | Water supply, industry, large-scale agriculture | ◎                             | ○                          | ○                                       | ◎                            | △  | △                       | ◎                   |
| Ultra deep aquifers (250m-) | Hot spring                                      | ×                             | -                          | -                                       | ○                            | ×  | ×                       | ×                   |

Legend: ◎:very high ○:high △:low ×:very low -uncertain

と考えられる。第3帯水層は、小規模農家での利用が認められるが、地下水の水質は還元的で飲用には不向きであるため、土地所有権とのみ関わる。

地下水の経済価値に関しては、工場等の生産活動とは直接関わらない個人の飲用や生活用水としての利用が主体であるため、相対的に低いと考えられる。地盤沈下に関しては、そもそも不圧地下水が主体であり多量の揚水が不可能であることや、地層収縮がみられていない。この帯水層群は人の生産活動が行われる地表と直接繋がる地層であるものの、汚染の侵入を阻む止水性の高い難透水層がないため、地下水の汚染に対する脆弱性は最も高い。人の健康影響が想定されることから、本来は優先的な保全が求められるべき帯水層群である（高嶋，2008）。

### 深部の帯水層群

10mを超える厚い帯水層が複数枚、良く連続する（Fig-2）。地下深部の還元的環境にある帯水層が多く、鉄を溶存させやすいため、表層ほど水質は良好ではないが、帯水層が厚く連続性も良いため多量の揚水が可能である。当該深度では、地下水利用と特定の建築物の杭基礎以外の土地利用は認められないため、利用者を特定することも比較的容易で、浅部の帯水層群ほど権利関係は複雑ではない。

地下水の経済価値については、地域の工業生産や農業生産の基礎となる地下水利用のほとんどがこの深度の帯水層群に集中し、地下水量も豊富であることから、最も高いものと考えられる。なお、一部に揚水量が過剰となっている場所では、地盤沈下が発生しており、地盤沈下に対する脆弱性は高い。一方、本帯水層群は地表から深度方向に距離があるだけでなく、厚い第3・4難透水層の存在により、汚染の地表からの侵入が防がれており、地下水汚染の脆弱性は低く、汚染の検出例も表層に比べて極めて少ない（高嶋，2008）。

### 超深部の帯水層群

野田市では温泉目的で掘削された井戸数本を除き地下水利用はなく、地下空間の利用がないことから、現状での経済価値は低く、権利関係も最も希薄であると考えられる。ただし、超深部の地質情報は限られており、飲用可能な地下水の存在限度や帯水層の発達状況は不明である。また、地下水汚染に係る情報は得られていない。房総半島では天

然ガスかん水の過剰揚水に伴い、地盤沈下が発生している（千葉県公害研究所地盤沈下研究室，1975）ことから、地盤沈下の可能性がある。

### 地下水の法適用範囲と深度別法定の可能性

地下水を法定する最も大きな目的は、健全な水循環の維持又は回復と地下水資源の保全である。このことを実現するため、地下水盆全体の管理が実現されることが理想である。しかし、当然のことながら、行政府の財源には限りがあるため、この目的を達成するための法規制は最小限とし、最大限の効果を求めることが求められる。先に考察したとおり、野田市では浅部、深部、超深部の3つの帯水層群に区分したところ、深度ごとに地下水の利用形態が異なり、地下水の権利関係や経済価値などの、特性も異なることが判明した（Table-1）。

浅部の帯水層群の地下水は、住民の飲用に使用されるため、健康被害の防止等を考慮し、本来なら最優先に保全されるべき地下水であろう。浅部であるため、観測井の設置コストも安価である。しかしながら、地下水保全と管理を目的に規制をかけることは、財産権や生存権を侵害する可能性が高く、権利関係を整理して既存の法制度と整合させることは極めて難しい状況にある。また、汚染に対する脆弱性が高いため、土壌や地下水汚染浄化対策に高額な負担が求められる可能性があるなどリスクも大きく、国や自治体が管理責任を負うには消極的にならざるを得ない状況にある。

深部の帯水層群の地下水は、資源量としては淡水の地下水資源の大部分を占め、水循環の主要をなし、経済活動に結びつく利用が中心で地下水の経済価値が高く、観測井の設置コストは浅部よりも高いものの地下水汚染のリスクは低い。また、深部地下水利用者は限られるため権利関係が複雑にならず、管理対象が限定され、地下水の計画的な管理の実現性が高く、施策のコスト面でも高い効果が得られる可能性があり、法規制に馴染みやすいと考えられる。

超深部の帯水層群の地下水については、温泉利用以外にほとんど利用実態がないこと、化石海水が残存して飲用出来ないこと、管理を行うための観測井の設置コストは非常に高額となることから、当該層序の地下水資源管理を行うことは困難であり、法定の対象外とすることが現実的と考えられる。

以上の帯水層群ごとの特性の検討より、淡水性資源の大半を占め、工業・農業等に使用される深部の地下水のみを法定することが水資源の保全といった観点からは、最も効果的であると考えられる。

### 財産権との関係と大深度法

「The Law of Transboundary Aquifers」(Stephan, 2009)では、地下水を法定するにあたって帯水層を単元とすることを明確にしている(田中, 2015)。前章に示した通り、深部地下水のみを法定しようとする場合、地下という空間における地下水の位置を明確にする必要がある。野田市においては、深度 40m 付近に分布する清川層以深で深度 250m 付近までの帯水層群が法対象として適当であるため、深度(標高)か層序でこれを指定することが想定される。しかしながら、帯水層と地下水をセットで法定するという事は、土地そのものを法定し、公の管理下に置くこととなり、財産権に直接抵触する(宮崎, 2015)。これより、財産権との競合を回避し、地下水を管理するためには、民法第 207 条との整合性が必要となる。

大深度地下においては、公共の利益となる事業に限り、事前に補償を行うことなく使用権を設定することができる法的枠組みとしては、大深度地下の公共的使用に関する特別措置法(平成 12 年法律第 87 号)(以下、大深度法)がある。大深度地下においては、建築物等の地下空間利用がほとんど存在しないことから、保護されるべき利用の利益はほとんど存在しないことを根拠として制定された法律であり、公共の利益となる事業として、道路、河川、鉄道、電気通信、電気、ガス、上下水道等が指定されている。

大深度法において、財産権への侵害を回避できるのは、建築物等の地下空間利用がほとんど存在しない大深度であることが要件となる。この法定深度は、地下 40m 以深あるいは支持地盤上面から 10m 以深のうちいずれか深い方の深さの地下とされている。そこで、大深度法の考え方を応用して深部帯水層群を法定することで、当該深度の帯水層群に使用権を設定して管理を行うことが可能となり、地下水の保全と管理に係る法律を実現出来ると考えられる。先に示したように、野田市では深度 40m 付近に分布する第 3・4 難透水層の存在により、浅部と深部が区分され、地下水利用や特性に差異が生じていた。当該深度は大深度法の法定深度と一致していることから、少なくとも野田市においては、大深度法に準じた考え方で深部帯水層群を法定することが可能であり、法定することで財産権との競合を避けることが出来ると考えられる。さらに、深度別の地下水利用に係る住み分けは、関東地下水盆や他の地下水盆においても形成されている可能性があることから、今後、野田市域以外の地下水利用実態と地質構造を明確にすることで地下水盆全体の把握を進め、具体的な法策定へつなげることが出来るものと考えられる。

なお、大深度法は、事前に補償を行うことなく公共の利益となるインフラ等を地下空間に設置することが目的であるため、地下に存在する深部帯水層群の地下水の利用と管

理を当該法の目的とすることは難しい、これより、深部地下水の利用と管理を目的とする法は、新規に法定することが求められると考えられる。

### 地下水盆の一括管理と法の必要性

深部地下水の法定にあたって、平面的な法の適用範囲と法定主体について検討する。

地球の水循環においては、水は降雨として大地に供給された後、河川等表流水については地形的分水嶺によって流下し、地下水については面的広がりを持つ地下水盆で区分されてこの中を流動する。この態様は、水循環基本法の基本計画に規定される流域の概念と同一であり、一体的かつ連続的な管理が求められることから、基本的に地下水盆を一括する法的枠組みが求められる。この際、小規模な地下水盆については、単一の自治体の枠内に地下水盆が含まれる場合があるが、一般に地下水盆は地下水の流動域と自治体の境界が一致することは少ない。特に関東地下水盆のような大規模な地下水盆は、複数の都県市にまたがって存在する。法定の対象となる深部帯水層群についても、複数の行政界をまたいで存在することとなるが、地下水の量的、質的管理を行うには、当該帯水層群全体を把握し、同じ基準で観測や規制を行わなければ、規制の効果や科学的なデータは得られない。

地下水は地方自治体の条例によって保全が図られて来たため、これまで一つの地下水盆に複数の自治体条例が関与してきた。近年、関東地下水盆では、地盤沈下の鎮静化に伴い、一部地域において観測が実施されない状況が発生している(古野, 2018)。一方、大阪における裁判事例では、地盤沈下の発生防止のため、市境をわずかに超えた茨木市域部分での地下水のくみ上げの差し止めを求めた JR 東海鳥飼新幹線車両基地地下水くみ上げ問題(平成 30 年 3 月 8 日最高裁判決)において、原告の摂津市の敗訴が確定し、JR 東海の地下水利用が認められる判決が出た。自治体間の制度の違いにより、規制が有効に機能しない事態は、地方自治依存の限界を示しており、水資源の安全保障の観点からも、憂慮すべき状況であろうと考えられる。

以上より、単一の自治体内に存在する地下水盆については、当該自治体の条例による法定が可能であるが、複数の自治体にまたがる大規模地下水盆を対象に、条例のみをもって法定し、管理保全を行うことは、法の目的に対し十分な効果が得られないと推定される。地下水は地域性が高いため、地域で定めるべきとする意見もあるが、少なくとも複数の自治体にまたがる大規模な地下水盆については、河川管理と同じく国が一括管理を行うことが効果的であると考えられ、国が地下水盆の直接管理を行うための法律が必要と考えられる。

### 法の適用範囲と大規模地下水盆の法定効果

国が直接管理を行う大規模地下水盆の範囲の要件は、多くの自治体が関与する地下水盆のうち、地盤沈下等の地下水障害が過去に発生し、地下水保全措置が必要な地域であ

ることが求められよう。また、実際に豊富な地下水資源を有し、多くの利用実体があることが考えられる。一方で、地方分権の趣旨を考慮し、国の関与は最低限にとどめる必要がある。

地盤沈下対策を目的とした工業用水法やビル用水法は、東京、名古屋、大阪の三大都市圏が指定されている。また、当該地域は、大規模な地下水盆が発達し、多くの自治体が地下水盆上に存在する上に、人口が集中して水需要が多く、地下水保全措置が必要な地域をある程度網羅している。地盤沈下対策地域は、このほかにも筑後・佐賀平野などが存在し、水資源という観点から琵琶湖を有する滋賀県なども対象となりうるが、現状で法定はなされていないため、まずは具体的な法の適用範囲として関東平野、濃尾平野及び大阪平野の地下水盆を対象と考え、その効果を検証したい。

当該地域の地下水資源量としては、三大都市圏の推定地下水賦存量は、関東地方（関東地下水盆）のみで日本全体の39.5%を占め、これに中部地方と近畿地方を加えると61.7%となる（越谷他、2011）。中部地方と近畿地方においては、複数の地下水盆が存在するため、関東平野、濃尾平野及び大阪平野の地下水賦存量はこの割合より少なくなるが、日本の地下水資源の半分程度は網羅できるため、極めて効果が高いものと考えられる。

一方、水の安全保障という観点からも国が直接管理を行っているという事実そのものが、効果的なプロパガンダとなると考えられる。国が法定し、自ら管理を行い、同時に責任を負うことを明確にすることで、世界に対し日本の地下水を保全・管理する姿勢を示し、同時に地下水を公的に保全・管理する意識と意義を国内に示すことが出来る。このことは、地方自治体の地下水保全施策の正当性を明確にすることとなり、新たに地域の地下水管理に地方自治体を取り組みやすくする効果も得られると考えられる。また、こうした効果により、法の適用範囲は三大都市圏のみであっても、地方自治体の取り組みを促し、日本全体の健全な水循環と地下水資源の保全が図られることとなり、極めて効率的な施策となるものと考えられる。

また、一方で深部の帯水層群の地下水の法定により、地下水の持つ価値や保全の重要性が広く認識され、人々の地下水保全・管理に対する意識の高揚が期待される。特に浅部地下水については、後述の通り、これまで同様、法定後も私水的取り扱いとなり、自由使用に供されるものと思われるものの、浅部地下水につながる深部地下水は国が管理する公水であると認識することで、これまで以上に深部に影響が及ばないように慎重に扱わねばならないという意識が土地所有者等に形成されることが期待される。また、たとえば浅部地下水の汚染を放置した場合、公水となった深部地下水に影響を与えることが自明であることから、水濁法第14条に規定する浄化措置命令の発動基準が大幅に見直され、地下水の飲用実態がない場合でも当該規定が適用される状況も想定される。これにより、住民意識が変化し、国や地方自治体のみならず、NPO等多様な主体による主体的な地下水の保全や管理が推進されることにより、結果的

に地下水の保全活動が活性化と健全な水循環の維持、回復が促進される状況となることが期待される。

### 深部地下水の公水化と法的位置づけ

深部の帯水層群の地下水（以下「深部地下水」とよぶ）のみを法定する場合の地下水の法的位置づけについて考察する。まず、浅部の帯水層群の地下水（以下「浅部地下水」とよぶ）の法的位置づけについては、深部地下水を法定して地下水管理を実践しても、浅部地下水は対象外であるため、これまでと同様の法的取り扱いとなる。すなわち、浅部地下水は、民法207条に定める土地所有権に付随するものとしての取り扱いが可能であり、これまでの日本における地下水の法的解釈と同じく私水、あるいは私水的な位置づけが可能である。このため、浅部に限定されるものの、地下水の自由使用やアクセス権は確保され、生存権への侵害は発生しない。また、土地の利用制限も深部井戸の構築に制限がかかる可能性はあるものの、すでに条例等で規制されている地域であれば、影響はないことから、土地所有権への影響も極めて軽微である。

一方、深部地下水については、法定することにより、補償を要せず地下水管理が可能となる。この結果、浅部地下水は私水、深部地下水は公水的取り扱いとなり、公水と私水が地下において深度別に共存を図ることとなる。なお、このことによって、性状において同一の地下水の法的性質が深度により異なるという事態が発生するが、法定するのは実際には自然物である帯水層であり、帯水層は難透水層との間に物理的な境界を有していること、並びに当該境界をもって地下水の水利定数が大きく異なり、地下水の流動速度が100年、1,000年といったオーダーで変化することから、法的性質が当該境界をもって大きく変化しても、人の権利を大きく左右する問題には基本的に至らないと考えられる。

### 深部地下水の法的性質の解釈

地下水の深度別の法定の実現においては、流水として地下水自体は流動するため、保全管理を進める深部帯水層群を明確化することが必要である。具体的な地下水の範囲を規定するためには、深度あるいは帯水層といった土地そのものを空間的に規定して、そこに存在する地下水を法定することとなる。したがって、本論において考察した地下水の深度別の法定においては、地下水と土地は一体でなければならない。自然状態の地下水を科学的に捉え、社会制度に取り込んで人が管理を行うことを考えた場合、土地と地下水は一体不可分と帰着される。同様に、宮崎(2011a; 2011b)は、地下水の性質について、水は土壤に浸透し、土壤中を流動するため、土壤が劣化すると水も劣化し、水文学的特性や水循環の状態も変化すると指摘し、土地と水循環は一体不可分であると考察している。以上より、土地と地下水の密接な関係は地質環境の一般特性と考えられ、土地と地下水を区分して取り扱うことは、自然現象としても、社会制度として取り扱う上でも問題となると考えられる。

一方、宮崎（2011a; 2011b）は、地下水の法的性質を様々なに検証したうえで、水の普遍的性質として水のコアに公共性があり、水利権を取得した時点で、そこに財産権的性質が覆い被さると考察している。ここでは、水は私権の及ぶ範囲に到達した時点で、財産権が付与され、そこから出て流下し、河川に戻れば財産権的性質が剥がれ公共性を取り戻すため、河川法に定める流水の性質とも整合すると説示している。大深度地下空間は、大深度法の考え方においても土地所有権の「利益の存する限度」外であるとみることができ、地上権に対し地下深部ほど私権性が薄れると考えられている（伊藤，1983）。これを宮崎（2011a）の考え方に当てはめると、地下水は浅部において私水であり、地上に近い位置において財産権的性質が付加されているが、これが浸透し地下深部に到達した結果、付加された財産権的性質が剥がれ、コアの公共性が現れると考えることが可能である。これより、深部に区分された地下水のみを法定し、公水として管理を推進することは、法的性質においても整合的であると考えられる。

### 地下水の管理手法と法定上の課題

これまで述べてきたとおり、野田市域では、その地質構造と地下水利用の実態より、深部の帯水層群のみを区分して法定し、一部を国が直接地下水管理を推進することによって、効率的な地下水法制度を構築することが可能となることを示した。帯水層そのものを法定するため、財産権との競合を避けるため、大深度法の考え方を応用し、深度 40 m から 250 m までの帯水層群を法の適用範囲とすることが地質学的にも地下水利用の実態に即しても最も適するものと考えられた。また、面的な法の適用範囲は大規模な地下水盆が発達する三大都市圏を一つの区切りとすることが出来ることを示した。当該エリアでは、工業用水法やビル用水法の指定地域があり、地方自治体等による地下水規制と監視が実施されてきた地域であるため、地下水盆管理のための観測井戸網や地下水位、水準測量などの過去の記録が存在し、管理を開始する上でも有利である。

今後、生起すると考えられる技術的課題としては、地下水の質的管理の実施方法が挙げられる。地下水質の管理には、地下水流動速度に合わせた観測井戸の設置密度が必要となるが、一般に地下水頭の変動速度に比べ、実際の地下水流動速度は桁違いに遅いため、地下水量の監視を行う観測井戸網に比べ、高い密度で観測井戸網を構築する必要がある。また、地域における地下水利用実態や住み分けに係る情報も、これまで規制や監視が行われて来なかった民家井戸の情報を中心に大きく欠落しているところであり、早急にその情報収集を開始しなければならない。さらに、地下水盆全体の地質構造についても、未だ全体像が把握されているわけではない。地下水の法適用範囲を明確にするためには、こうした情報の収集と集積、及び解析が不可欠である。野田市では、地下水汚染機構解明調査の推進が、こうした情報の集積につながったことから、特に地下水の質的管理に係る取り組みを積極的に広め、進めていくことが

望まれる。

地下水の量的管理に関しては、地下水流動は地下水盆全体の様々な影響を受けて全体像が構成されているため、深部地下水のみを観測するだけでは、地下水の状態を把握し、将来予測等を行うことは難しい。したがって、地下水盆管理は深部地下水のみを対象とするが、観測はこれに限らず、浅部あるいは超深部の影響も広く把握する必要がある。ただし、範囲を広げて監視を行っても、地下水盆全体を観測し、全体予測を行うことは技術的にも経済的にも限界がある。地下水流動は開放系であり、より大きな空間や時間スケールで把握する必要があるが、地下水流動の時間スケールは、地質学的時間軸で測らなければならない。さらに、観測する窓は孔径の小さな井戸であり、ここでも常に不確実性を伴う。このことより、特に地下水量の管理においては、基準となる許可揚水量を明確に決定することは出来ないと考えられる。したがって、実務的には、基本的に観測や測定を継続して積み上げると共に、毎年得られる地下水位や降雨等のデータを基準として次年度の全体的な計画を見直すなど、順応的に実施されることが必要となる（水収支研究グループ，1993，大塚，2008，宮永，2014；高嶋，2015）。こうした管理を実践するにあたり、具体的に循環性資源（楡井，1980，佐藤・蛭原，2009）として地下水を安全に利用できる採取可能な量をどのように設定するかといった課題が考えられる。

一方、深部地下水を法定し、実際に管理を実施するにあたっては、特に社会制度面において様々な課題が考えられる。まず、深部帯水層群の法定化に伴う法的枠組みと既存法との関係や整合性を検証することが求められる。また、深部井戸の公水化に伴い、既設井戸の所有者や利用者に対する補償の必要性の有無といった検討が必要となろう。逆に、公水化された地下水の利用に関しては、管理の対価としての負担という課題も考えられる。制度を運用していくうえでも資金の確保は必要となるため、課金等に係る検討が有用であろう（高嶋，2016b）。さらに、限られた資源の公平な分配についても検討が必要である。こうした社会制度の構築に関する様々な課題については、多くの議論と考察が必要となるため、稿を変えて別途議論を行うこととしたい。

このほか、本論においては、健全なる水循環の地下部分のみの議論を行い、涵養や流出など、地下水盆の系外との相互作用に係る技術的課題や社会制度等の問題については一切触れなかった。例えば、湧水や海底からの湧出など、地下水の流出実態については、十分な知見が得られておらず、これを把握し、定量化することは極めて難しい。また、地下水の涵養施策については、表層の土地利用との関係が問われるため、土地所有権との関係や責務が問題となり、山林では森林法など既存の法律との整合性も考慮されなければならない。健全な水循環の維持又は回復には、こうした多くの諸課題が存在し、ひとつひとつ解決していかなければならないことから、様々な分野の知見を集積し、更なる研究の推進が求められる。

**謝辞:** 本研究は、2007年から2013年にかけて筆頭筆者が主催した私人的研究会である地下水制度研究会において行われた議論を基に発展させたものである。同研究会にご参集いただいた千葉県環境研究センター地質環境研究室の風岡修博士をはじめ関係者各位に感謝申し上げます。また、第2次水循環基本法フォローアップ委員会地下水分科会座長の蔵治光一郎博士ほか分科会各委員の皆さまには、同会における議論に参加させていただき、多くの有益な知見や情報に触れさせていただいた。ここに著して感謝申し上げます。

## 引用文献

- 阿部康隆, 1981, 地下水の利用と保全, ジュリスト増刊総合特集「現在の水問題・課題と展望」, 23巻, 223-228. 千葉県, 2018, 地質柱状図, ちば情報マップ, <http://map.pref.chiba.lg.jp/pref-chiba/Portal?mid=6300>. (閲覧日 2019年2月28日).
- 千葉県公害研究所地盤沈下研究室, 1975, 天然ガスかん水と地下水の挙動およびそれらの地盤沈下—関東地下水盆の一断面について—, 千葉県公害研究所地盤沈下研究事業報告, 3号, 132.
- 千葉知世, 2014, 地下水保全に関する法制度対応の現状—地下水条例の分析から, 水利科学, 337号, 33-113.
- 古野邦雄・香川 淳・八武崎 寿史・風岡 修・潮崎 翔一・楠田 隆・楡井 久, 2018, 観測井を用いた関東地下水盆管理と近年の地下水位, 第28回環境地質学シンポジウム論文集, 61-64.
- 橋本淳司, 2011, 「放射能汚染水」「水不足」「水道停止」安全な水はどう確保する?, 主婦の友社, 22-33.
- 畑 明郎, 2011, 都市の水資源と地下水の未来, 益田晴恵編著, 京都大学学術出版会, 226p.
- 林 武司・安原正也, 2008, 地下水からみた関東平野の地下環境 第四紀研究, 47巻, 203-216.
- 稲場紀久雄, 2015, 地下水保全なくして健全な水循環なし—水循環基本法と地下水保全法の関係性—, シンポジウム「地下水の保全, 涵養及び利用に関する法制度化に向けた現状と課題」(講演資料), 1-8.
- 石井武政, 1997, 地下水盆の地下水とその調査, 地質ニュース, 512号, 16-19.
- 伊藤 進, 1983, 大深度地下空間に対する土地所有権の限界, 法律論叢(ろんそう), 61巻, 585-618.
- 金沢良雄, 1968, 水法, 法律学全集, 有斐閣, 6p.
- 金沢良雄・三本木健治, 1979, 水法論, 共立出版, 213p.
- 金子昇平, 1984, 地下水の法律問題, 駒沢大学研究紀要, 42巻 26p
- 関東地方知事会関東地方公害対策推進本部地盤沈下部会, 1983, 関東地方広域地下水位等調査報告書, 1-323.
- 菊池隆男, 1981, 常総粘土の堆積環境, 地質学論集, 20号, 129-145.
- 国土交通省, 2009, 震災時地下水利用指針(案) 3-15
- 国連持続可能な開発サミット, 2015, 我々の世界を変革する: 持続可能な開発のための 2030 アジェンダ, 外務省訳, 14p.
- 越谷 賢・丸井敦尚・伊藤成輝・吉澤拓也, 2011, 日本列島における3次元水文地質モデルの構築と地下水賦存量の試算, 日本地下水学会誌, 53巻, 357-377.
- 牧野容光, 2012, 「青い金」水源と地下水についての考察, 水の文化, 42巻, 40-44.
- 丸井敦尚・安原正也・林 武司・樋口宏之, 2001, 東京湾岸の深層地下水, 日本水文科学会誌, 31巻, 1-9.
- 南関東地域地盤沈下調査会, 1974, 南関東地域広域地盤沈下調査報告書, 551P. .
- 宮永健太郎, 2014, 順応的管理—環境経済・政策学の視点, 環境経済・政策研究, 7巻, 36-40.
- 宮崎 淳, 2011, 水資源の保全と利用の法理—水法の基礎理論—, 成文堂, 361.
- 宮崎 淳, 2015, 水循環基本法における地下水管理の法理論—地下水の法的性質をめぐって—, 地下水学会誌, 57巻, 63-72.
- 宮崎 淳, 2017, 地下水規制と財産権の保障—憲法適合性からみた採取許可制度—, 創価法学, 46巻, 179-210.
- 三好規正, 2015, 地下水法制の現状と課題, シンポジウム「地下水の保全, 涵養及び利用に関する法制度化に向けた現状と課題」(講演資料), 9-12.
- 三好規正, 2016, 地下水の法的性質と保全法制のあり方—「地下水保全法」の制定に向けた課題—, 地下水学会誌, 58巻, 207-216.
- 水循環基本法フォローアップ委員会, 2015, 地下水の保全, 涵養及び利用に関する法律(案), シンポジウム「我が国の水政策の将来」—水循環基本計画の光と影—, 69-73.
- 水収支研究グループ, 1993, 地下水資源. 環境論—その理論と実践—, 共立出版, 19p, 57p.
- 中澤 努・遠藤秀典, 2000, 関東平野中央部大宮・野田地域地下浅部の更新統堆積シーケンスと構造運動, 堆積学研究, 51巻, 23-38.
- 中澤 努・田辺 晋, 2011, 野田地域の地質, 地域地質研究報告(5万分の1地質図幅), 産業技術総合研究所地質総合情報センター, 東京, 17-43.
- 楡井 久, 1980, 地下流体資源と広域流動, アーバンクボタ, 18巻, 45-51
- 楡井 久, 1981, 関東における堆積盆地と地下流体資源の変遷, 地学団体研究会総会シンポジウム資料集, 35巻, 28-35.
- 楡井 久・古野邦雄, 1988, 地下水盆のモニタリング, アーバンクボタ, 27巻, 20-23.
- 楡井 久, 2005, 環境資源としての地下水利用と浄化, NORD Research Report, 6巻, 4-19.
- 大塚健司, 2008, 流域ガバナンスの視座—中国・日本における制度改革の模索—, 大塚健司編「流域ガバナンス—中国・日本の課題と国際協力の展望」, アジア経済研究所, 序章, 3-32.
- 小川竹一, 2003, 土地所有権と地下水利用権, 島大法学,

- 47 巻, 7p.
- 三本木健治, 1999, 判例水法の形成とその理念, 山海堂, 107p.
- 佐藤邦明, 2005, 地下水環境・資源マネジメント. 同時代社, 266P.
- 佐藤邦明・蛭原雅之, 2009, 地下水資源マネジメントにおける国際的視点, 地下水学会誌, 51 巻, 49-54.
- Stephan, R.M. ed., 2009, Transboundary Aquifers: Managing a Vital Resources, The UNILC Draft Articles on The Law of Transboundary Aquifers, UNESCO-IHP, 1-23.
- 鈴木宏芳, 2002, 関東平野の地下地質構造, 防災科学技術研究所研究報告, 63 巻, 1-19.
- 高村弘毅・丸井敦尚, 2014,, 東京の水環境, 地学雑誌, 123 巻, 182-188.
- 高嶋 洋, 2005, もらい汚染—土壌汚染対策法が切り捨てた地質現象—, 日本地質学会第 112 回学術大会講演要旨, 40.
- 高嶋恒太, 2006, 地下水の法的位置づけと地質環境管理の意義, 第 16 回環境地質学シンポジウム論文集, 175-180.
- 高嶋 洋, 2008, 最も脆弱な帯水層と地質環境管理, 地質汚染—医療地質—社会地質学会誌, 4 巻, 3/4 号, 43-54.
- 高嶋 洋, 2014, 水循環基本法と法の施行に不可欠な地質情報, 第 24 回環境地質学シンポジウム論文集,157-158 .
- 高嶋 洋, 2015, 地下水保全法案の再検討, 第 25 回環境地質学シンポジウム論文集,157-158 .
- 高嶋 洋, 2016a, 水循環基本法に係る地下水保全法制度の課題について, 環境管理, 52 巻, 52-58.
- 高嶋 洋, 2016b, 地下水資源の課金について, 第 26 回環境地質学シンポジウム論文集, 1-2.
- 高嶋 洋・風岡 修・香川 淳・吉田 剛・酒井 豊・楡井 久, 2017, 千葉県北西部の地質構造と地質汚染の脆弱性(予察), 第 27 回環境地質学シンポジウム論文集,157-158 .
- 谷口真人, 2013, 安全保障としての地下水の重要性, 地下水学会誌, 55 巻, 5-11.
- 田中 正, 2015, これからの地下水ガバナンス, 地下水学会誌, 57 巻, 73-82.
- 吉原祥子, 2012, 地下水規制をはじめた自治体, 東京財団レポート, <http://www.tkfd.or.jp/research/project/news.php?id=882>. (閲覧日 2019 年 2 月 27 日)
- 吉澤拓也・丸井敦尚・伊藤成輝・越谷 賢, 2011, 深部の地下水低流速域の抽出を目的とした地下温度分布による地下水流動場の区分, 地下水学会誌, 53, 53-71 .
- 我妻 栄, 1952, 物権法(民法講義Ⅱ), 岩波書店, 183-184.
- World Economic Forum, 2017, Top 5 Global Risks in terms of Impact, <http://reports.weforum.org/global-risks-2017/the-matrix-of-top-5-risks-from-2007-to-2017/>. (閲覧日 2019 年 2 月 22 日)