

水文環境図の編集指針 —ユーザーが求める情報を提供するために—

町田 功*・伊藤成輝・内田洋平・井川怜欧・丸井敦尚・田口雄作

Isao Machida, Narimitsu Itou, Youhei Uchida, Reo Ikawa, Atsunao Marui, and Yusaku Taguchi (2010) Edit Guideline for Water Environmental Map-To provide the user's expecting information- *Bull. Geol. Surv. Japan*, vol. 61 (1/2), p. 75-83, 1 figs, 2 tables.

Abstract: Groundwater Research Group in GSJ has already published five Water Environmental Maps during the past six years, and we have received many comments and requests from users in this period. In addition, strengthening of cooperative framework with other groups and institutes is necessary to improve the map to our future vision. So, we needed to change and publish the edit guideline for the Water Environmental Maps. We determined this guideline, based mainly on contributed user comments and review of published hydrogeological maps of Japan and other countries. Consequently, we decided to construct three main hydrological items for new Water Environmental Maps, which contribute regional groundwater and geo-heat utilization.

Keywords: Water Environmental Map, Hydrogeological map, Review, Edit guideline

1. はじめに

水文環境図は地圏資源環境研究部門地下水研究グループが編集・公開している地球科学図の1つである。水文環境図は、省スペース、電子化の時代の流れを受けて成果内容をCDに収録してきたが、第1号が出版されてから現在まで電子化の流れは想像以上に進み、国内外の水を取り巻く問題も加速的に変化してきている。一方、既存の水文環境図は主に自前で行った地下水水質分析結果や地下温度測定結果を掲載してきたが、説明書の内容について図面毎にばらつきが認められた。さらに記載項目やデータの表記方法に関しても、利用者、専門家から多くの参考となる意見、要望が寄せられてきた。このような状況に対応するために、当グループは水文環境図の編集方針の見直しを行い、今後の水文環境図シリーズに共通する記載項目や表記方法に関するガイドラインを設けることにした。

今後の水文環境図は地域の地下水・地中熱利用に資することを主たる目的に作成される。この目的に沿って作成された水文環境図は、日本全国の平野や盆地における地下水資源量・地中熱資源量を論じる上で重要な基礎データになると考えられる。水資源やエネルギー資源の分布や量の把握は、我が国の産業政策を考える上できわめて重要であるため、水文環境図の作成には精密さとともに迅速さが要求される。この二事項を両

立させるためには、例えば、外部機関によって十分な調査が行われている地域では、外部機関の了解を得た上でそれらのデータを再編集し、不足している項目は当グループが補足調査・解析を行うという形が必要となろう。

記載項目は水文環境図の作成目的に沿って定めればよいのであるが、汎用性という面を考えると、既刊の地下水を主題とする図（以下、水文地質図とする）が持つ特徴を引き継ぎつつ、必要に応じてその一部を修正するか、もしくは新たな項目を付加することが望ましいであろう。しかし一口に水文地質図といってもその内容は多様であり、その特徴自体、必ずしも明確になっていない。そこで本論では、まず国内外の幾つかの水文地質図を精査検討し、その“一般的な”内容を把握することから作業を始めた。次にこれをベースとし、各方面の専門家及び利用者から寄せられた要望を考慮しつつ、今後の水文環境図の記載項目を決定した。一方、データの表示方法に関しては、利用者が目的とする情報を容易に得られることを第一に考え、電子媒体の利点を十分に生かし、位置情報や水文情報間のリンクを強化した。

2. 従来の水文地質図

2.1 国内外の水文地質図

水文環境図の記載項目を定めるための準備として、日本水理地質図（地質調査総合センターの前身である地質調査所の出版物）と水文環境図、諸外国（ヨーロッパ4か国、アフリカ1か国、アジア・オセアニア6か国、及び米国を選択した）の水文地質図の内容をまとめた。これらの国々の気候・地質・水利用などは互いに大きく異なっている。このように多様な地域の水文地質図をまとめる目的は3つある。1つはその一般的な記載項目を確認すること、2つ目は今まで我々が扱ってこなかった記載項目を発見すること、3つ目は従来の水文環境図の特徴及び修正すべき点を明確にすることである。ある国の水文地質図を精査検討する際には、その国が出版している複数の水文地質図から代表的なもの1つを選択した。その結果を表1-1に示す*注1。水

文地質図はしばしば図面と付属の説明書とからなるが、数ある情報の中でも特に重要な項目が図面上に記載されていると考えられる。そこで表1-1では、表1-2に示した判断基準を用いて記載項目を、○△×の記号で評価分類した。

国内外の水文地質図に関して、表1-1の概要に分類される項目の中では、地形、表層地質、地質断面、柱状図を掲載しているものが多く、水文特性と化学特性の中では、産水量（groundwater yield）、地下水ポテンシャル、帯水層区分・水理地質基盤、一般水質を掲載しているものが多い。国内外の水文地質図では、産水量の他に地下水開発可能量（groundwater exploitation potential）なども用いられているが、概念的には産水量に近いものであるため、表1-1ではこれらも産水量に含めた。また、帯水層区分・水理地質基盤、表層地質、柱状図に加え、地下水ポテンシャル分布を掲載しているものが多いことは、地下水の存在する深さや、地下

第1-1表 国内外の水文地質図の内容

Table 1-1 Contents of hydrogeological maps of Japan and other countries

国名または文献名	ヨーロッパ	アフリカ	アジア・オセアニア			米国	GSJ																
	イングランド・ウェールズ ドイツ ポーランド スウェーデン	モロッコ	オーストラリア	中国(全国・黄淮海平原)	インドネシア	日本(地下水マップ)	韓国	モンゴル	ミネソタ	日本水理地質図 No.10	日本水理地質図 No.15	日本水理地質図 No.20	日本水理地質図 No.25	日本水理地質図 No.30	日本水理地質図 No.35	日本水理地質図 No.40	水文環境図 No.1	水文環境図 No.2	水文環境図 No.3	水文環境図 No.4	水文環境図 No.5		
概要																							
地形	×	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
表層地質	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
地質断面	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
降水量分布	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
柱状図	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
縮尺(万分の1)	12.7	10	50	5	10	10, 50	225, 1400	25	7.5	2.5	100	50	10	10	5	5	2.5	40	40	80	25	25	
電気換層	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
水文特性																							
透水(量)係数	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
産水量	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
地下水ポテンシャル	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
帯水層区分・水理地質基盤	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
揚水量分布	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
水位変動	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
地表水・湧水	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
化学特性																							
一般水質	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
重金属	×	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
地熱・水温	×	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
その他																							
英語解説文	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
冊子形式	×	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
文献	Day et al. (1967) Michael and Gert (1979) Paczynski et al. (1993) Gustafsson (1992)	Hazan (1964)	Palfreyman and Mikołajczak (1988)	中華人民共和国水文地質図集編集組 (1979)	Poespowaroyo (1986)	国土庁土地局 (1992)	Kim et al. (1992)	Ernitsaev and Emhishig (1992)	Kanivetsky (1978, 1979)	尾崎 (1966)	木野 (1968)	高橋・永井 (1971)	村上 (1975)	高橋 (1980)	高橋 (1984)	岸ほか (1993)	内田ほか (2002)	内田ほか (2004)	林・内田 (2004)	内田・林 (2004)	内田ほか (2007)		

注1

表1-1は、図面や説明書の記載項目についてまとめたものであり、情報の多寡については考慮していない。また、作成年代、縮尺による違い、国毎に必要な水文情報なども一切考慮していない。よって、この表は各国の図幅の優劣を定めるものではないとともに、優劣決定のために用いることができない。

水文環境図の編集指針（町田ほか）

第 1-2 表 第 1-1 表の判断基準

Table. 1-2 The criterion of ○, △ and × in Table 1-1.

〔項目〕

- ・地形・表層地質・地質断面・降水量・柱状図・電気検層
 - ：図面にて記載されているもの（柱状図については地質断面図が記されているものは○とした）
 - △：説明書にて図が記載されているもの
 - ×：記載の少ないもの，記載のないもの
- ・透水（量）係数・産水量など・地下水ポテンシャル・地温・揚水量
 - ：図面にて分布が描かれているもの
 - △：図面にて地点データが記載されているもの
説明書内にて図が記されているもの
 - ×：記載の少ないもの，記載のないもの
- ・帯水層区分・水理地質基盤
 - ：図面にて異なる帯水層の存在が判読できるもの，水理地質基盤が判読できるもの
 - △：説明書に帯水層の分布が記載されているもの
 - ×：記載の少ないもの，記載のないもの
- ・湧水，地表水
 - ：図面にてデータが記載されているもの
 - △：説明書内にデータが記載されているもの
 - ×：データの無いもの
- ・一般水質（現地測定および主要 7 成分）・重金属
 - ：図面にて分布が記載されているもの，説明書にて表形式のデータが示されているもの
 - △：説明書にて一般水質データが示されているもの
 - ×：データの無いもの
- ・水位変動
 - ：図面もしくは説明書にて水位変動に関する図が記載されているもの
 - ×：上記以外
- ・英文表記
 - ：図面の一部もしくは全体が英訳されているもの
 - ×：上記以外
- ・冊子形式
 - ：冊子形式の説明書が添付されているもの
 - ×：上記以外

水の賦存量を明確にしようとする目的があると考えられる。

また、表 1-1 では帯水層区分と水理地質基盤をひとくくりにしたが、その内容はヨーロッパやオーストラリアと日本とは異なる。日本では第四系（及び第三系の一部）に主たる地下水資源が賦存する形がしばしば認められ、比較的狭い範囲を対象とする場合には第四系内の帯水層構造を示すことが多い。一方、ヨーロッパやオーストラリアでは第三系以前の古い地層からなる大規模もしくは明瞭な帯水層システムが存在し、そこから得られる地下水が生活用水や工業用水等に用いられていることが多い。したがって、第三系以前の地質構造をマクロに把握するための帯水層区分が行われている。なお、インドネシアなど編集対象範囲が広い水文地質図では、第四系内の地下水が社会的に重要であるものの地域的な帯水層区分は行われておらず、地域全体の水理地質基盤深度分布を掲載している。

化学特性については、国によって表記方法に大きな差異がある。具体的には、一般水質の全データを掲載している国（スウェーデン等）や、全溶存物質質量（砂漠地域：オーストラリア）、硬度（石灰岩地域：イング

ランドとウェールズ）、塩分の分布（沿岸地域：インドネシア等）、重金属情報（ドイツ、スウェーデン）を示している国などがある。水質に関する記載内容に相違が見られる理由は、それぞれの国の地下水資源を把握する上で、実用上必要な情報が異なるためである。

2.2 日本水理地質図

日本水理地質図は地質調査所が出版してきた水文地質図である。1961年に日本水理地質図 1（以下 No.1 と記載する）の木曾川左岸・矢作川および豊川流域水理地質図並びに説明書（村下・武居，1961）が刊行されて以来、No.41 鹿児島県奄美諸島水理地質図（野間・後藤，1998）に至るまで 37 年間にわたって出版された。No.1～7 までは体裁、内容にばらつきが大きく、試行錯誤の時代であった。表 1-1 では、No.10（尾崎，1966）、No.15（木野，1968）、No.20（高橋・永井，1971）、No.25（村上，1975）、No.30（高橋，1980）、No.35（高橋，1984）、No.40（岸ほか，1993）を取り上げた。日本水理地質図では地形、表層地質、柱状図、産水量分布（取得可能量分布）、地下水ポテンシャル、帯水層区分・水理地質基盤、地表水・湧水の情報、一

般水質が重点的に記載されている。特に産水量や帯水層区分・水理地質基盤に焦点が当てられていることは、諸外国の水文地質図の特徴と同様である。

2.3 水文環境図とその問題点

日本水理地質図の後継として出版されたのが水文環境図である。『仙台平野』(内田ほか, 2002)以来、現在までに5地域が出版されている。日本水理地質図と大きく変わった点は、①紙媒体からCDを用いた編集がなされていること、②調査地域を流域全体としていること、③野外調査で得られた最新の水質・水温実測データを掲載していること、④説明書にてデータ取得方法から考察に至るまでの研究プロセスが論じられていることなどが挙げられる。CD化の利点は、当然のことながらコンピュータの機能を用いることができる点にある。例えば、諸外国の水文地質図には地形データを含まないものがある。それは(一枚紙の)地図上には多くの水文地質データが掲載されており、等高線を加えて情報が増えるメリットよりも、他の情報が判読しにくくなるデメリットの方が大きくなってしまったためと考えられる。一方、CDは、データの表示・非表示を選択する機能を設けることによって情報が選択可能になり、大量のデータを収録してもデメリットは生じない。さらに任意の情報同士のみを重ね合わせて表示することにより、空間的な比較検討がより容易に行えるようになる。また位置情報と水文地質情報のリンクが強化される点も重要である。例えば説明書において、ある地点の水文データ(観測井の水位変動データなど)が記載されているようなケースでは、それが地図上のどこにあるかを探さなくてはならない。CDであれば位置情報と水文データをリンクさせ、ボタン1つで瞬時に表示させることが可能である。

構成面で、水文環境図が日本水理地質図と異なるのは、編集対象範囲を1つの平野や盆地全体とした点である。これは地下水が山地部(涵養域)から低地部(流出域)へ流動する面を強調したためである。しかしその一方で、自前の水質、水温データを提供することを前提にしていたために、広範囲の現地調査のための多くの費用と時間が必要となった。

また、研究者および専門家の方々への聞き取り調査によって、水文環境図に関しては、次のような5つの意見が示された。

- ①水質に関する情報が充実しているものの、産水量、地下水ポテンシャル、地質断面図、柱状図、帯水層区分・水理地質基盤など、地質や地下水の量に関する情報が不足しているものがある。
- ②地質断面図や柱状図といった地質情報には地図情報とリンクしていないものがあり、どこにどのような地質が分布しているか理解しにくい。すなわち、CD

の優位性を十分に発揮していない。

- ③水質情報の表示にはシュティフダイヤグラムを始めとする専門的な表記が行われており、ダイヤグラムに慣れていない利用者にとっては内容を直ちに理解することができない。
- ④付属説明書の記述内容が啓蒙的であり、水文環境図の実用性を大きく低下させている。
- ⑤欲しい情報が掲載されていないことがあり、実用という面で疑問が残る。

最後のコメントに関連して、充実させるべき(充実させてほしい)項目の最も多かった意見は、地下水断面図のコンパイル結果であった。その他、地下水流動方向、地下水涵養域と流出域の区分、水道水質基準に係る水質項目の分析及び掲載、『水の地質図』に相当する3次元的かつ詳細な水質分布図、などの意見があった。このように水文環境図には、地下水利用に関する実用性が求められている。

3. 水文環境図の改定

3.1 今後の水文環境図の作成方針

第2章の議論より、水文環境図では説明書における啓蒙的な記述を改め、編集内容を実用性重視の方向へ改定すべきと判断される。そこで我々は今後の水文環境図を『地域の地下水・熱中熱利用に資するため、地下水を中心とした水文環境を質的・量的な面から調査・編集したもの』と定め、内容を抜本的に改めることにした。この定義から言えば、調査地域は必ずしも流域単位とする必要はなく、記載項目には、水質や温度に加えて地層の水文特性に関する情報が不可欠となる。さらに水文環境の変化を知るための過去データについても掲載する必要がある。第2章の議論では水文地質図にとって、地表地質、柱状図、地下水ポテンシャル、産水量、帯水層区分・水理地質基盤、一般水質に関連する情報は重要であることが示された。これらの情報は上記で定めた水文環境図の作成目的に沿ったものであり、特に地下水ポテンシャル(地下水面)情報は利用者に望まれている項目でもある。そこでこれをベースとして水文環境図の編集項目を考えていくことにする。

3.2 水文環境図の記載項目と表示方法

3.2.1 記載項目の分類と表示方法

水文環境図は電子媒体に収録されており、利用者はパソコンのディスプレイ上でサイドメニューを操作し、表示された水文情報を得る(図1)。ディスプレイ上で主な情報は図面(マップ画面)上に示され、付属の説明書にはそれに関する詳細が記述される。作成ガイドラインを定めた表2では、“図面における記載項目”と



第1図 従来の水文環境図
水文環境図 No.5「筑紫平野」の例。上には表示されていないが、サイドメニューバーに説明書を表示させるためのボタンがある。

Fig. 1 Traditional Water Environmental Map (No.5: “Chikushi Plain”)

“説明書及び水文環境図全体における記載”に分け、前者についてはさらに、Ⅰ. 地下水の量に関する情報、Ⅱ. 地下水の質に関する情報、Ⅲ. その他、に分類して内容を定めた。記載項目に指定されているものについては、文献調査や現地調査によってデータを収集するとともに、特に図面での表示を重視する。例えば、地下水の量に関する情報の中に“現況の地下水面図”という項目があるが、これは『ディスプレイに表示された地図上に、(ボタンをクリックすることなどによって)現況の地下水面図が表示され、ある地点にて地下水面がどの程度の深さに存在するかが理解できるようになっていること』を意味している。このように各項目を図面と強くリンクさせることにより、位置情報と水文情報の関連だけでなく、各水文情報同士の関連を容易に理解することができるようになる。以下に、それぞれの項目について記載項目とした根拠、そして従来の水文環境図からの改定内容についてまとめる。

3.2.2 地下水の量に関する情報

□現況の地下水面図

今後の水文環境図において充実させるべき情報として、最も要望の多かったものが地下水面図である。地下水面図は地下水流動だけでなく、地中熱利用にも必要なデータであるが、地方の行政機関等が所有していることが多く、必要とする多くの人にとって簡単に得られない情報であった。そのため、編集地域における地下水面図の掲載は利用者のニーズに応えることになると考えられるが、今日の既設井では(浅井戸が少ない、井戸管頭に揚水ポンプが備え付けられているなどの理由により)地下水位調査自体が不可能なことが多い。したがって、水文環境図では実測データが不足している場合は文献から得られた地下水位データも用いて地下水面図を描く。過去の文献データが現況を示すかどうかについては、そのデータが得られた日時と地域に設置されている観測井での地下水位変動データ等

第2表 水文環境図の編集指針

Table. 2 Edit guideline of Water Environmental Map

図面における記載項目 (Edit items showing in map)
<p>I. 地下水の量に関する情報 (Information for quantitative resource of groundwater)</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> 現況の地下水面図 (Existing water table map) <input type="checkbox"/> 過去の地下水面図 (Pre-existing water table map) <input type="checkbox"/> 過去の地下水位変動 (Fluctuation of groundwater level) <input type="checkbox"/> 透水(量)係数, 産水量分布 (Distribution of hydraulic conductivity, transmissivity or groundwater yield) <input type="checkbox"/> 帯水層区分・水理(水文)地質断面 (Distribution of aquifers, hydrogeological cross section) <input type="checkbox"/> 水理地質基盤 (Location of hydrologic basement surface) <p>II. 地下水の質に関する情報 (Information for qualitative properties of groundwater)</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> 現況の一般水質濃度分布 (Distribution of concentrations for major ions in groundwater) <input type="checkbox"/> 地域に必要な地下水汚染項目に関する濃度分布 (Distribution of concentration for contaminants in groundwater) <input type="checkbox"/> 過去の水質分布 (Distribution of pre-existing groundwater quality) <input type="checkbox"/> 地下温度分布 (Distribution of subsurface temperature) <p>III. その他 Others</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> 地形図 (Topographic map) <input type="checkbox"/> 主要な都市, 線路, 道路の位置 (Locations of major cities, railways and roads) <input type="checkbox"/> 地質図 (Geological map) <input type="checkbox"/> 地質断面図・地質柱状図 (Geological cross section, Geological column) <input type="checkbox"/> その他の水文情報 (Other hydrogeologic information)
<p>説明書及び水文環境図全体における記載 (Description methods in explanation book or)</p>
<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> 英語併記 (Description in both English and Japanese in side menu) <input type="checkbox"/> 表記方法: JIS A 0204 に準拠 (Description within JIS A 0204)

を参考にして判断する。

□過去の地下水面図

□過去の地下水位変動

過去の地下水位データは、日本水理地質図および既刊の水文環境図に掲載されていない場合がある。過去の地下水位変動に関する知見は現況を理解する上で役立ち、さらに今後の地下水位変化を予測するためにも重要である。過去の地下水位変動を知るための資料には、観測井でのモニタリングデータと地下水面図という2種類がある。前者は単一地点のデータであり、季節変動を含めた長期変動を理解するために適した資料である。後者は広域の地下水面変動の傾向を理解するために適している。なお、観測井での地下水位変動データについては説明書中に示すが、観測井の位置は図面上に表示する。

□透水（量）係数、産水量分布

日本水理地質図を含む国内外の水文地質図は、透水性に関連する指標として、産水量を用いているものがある（2-1節）。透水性に関する情報は国内外の水文地質図の中心的掲載項目でありながらも、既刊の水文環境図ではほとんど扱っていない。わが国では揚水の法規制や井戸掘削技術の進歩など、地下水を取り巻く状況は従来から大きく変化している。そのため、大まかな地下水揚水可能量を直感的に把握可能な産水量だけでなく、正確な帯水層特性である透水係数や透水量係数を用いることも同様の利用価値があると思われる。そこで今後の水文環境図では、このうちのいずれかについて記載を行う。

□帯水層区分、水理（水文）地質断面

□水理地質基盤

帯水層区分は日本水理地質図を含む国内外の水文地質図の中心的掲載項目の1つである。帯水層区分はしばしば断面図に示されており、それを用いて帯水層の3次元的な連続性を推定する場合が多い。しかし、この情報は複数の文献に散在していることが多いため、帯水層区分図を掲載することは利用者には有益であると考えられる。従来の水文環境図でも帯水層区分を重視してはいたが、それは（図面ではなく）説明書の中での記述にとどめられていたため、その断面が地図上のどこに位置するのか、そして水質等の他の水文情報とどのような関係にあるのかが理解しにくい面があった。今後は図面上に断面位置を表示し、測線のクリックなどで瞬時に帯水層断面図が表示されるような工夫を行う。また、帯水層区分が行われていない地域においては第四系内の堆積物分布などを表示するなど、地下水流動に関連する情報を記載する。一方、水理地質基盤

深度は主たる地下水賦存層の底面、あるいは地下水流動が活発な地層の下限を指す。水理地質基盤深度以下では地下水の水質が大きく変化（溶存成分量が増加）することが考えられるため、この位置を知ることは編集地域に賦存している地下水資源量を把握する上で重要である。

ただし、帯水層区分や水理地質基盤深度については水文環境図の編集範囲や地域によっても、記載するかどうか判断することが必要になる。例えば、極めて広範な地域を編集対象としている場合は、地域的な帯水層区分よりも水理地質基盤の空間分布や、場合によっては基盤下の地下水情報を知ることが重要であり、反対に極めて狭く浅い領域を編集範囲としている場合には、水理地質基盤上面の深度や第四系内の細かな帯水層構造を知ることが重要になる。このように、帯水層区分と水理地質基盤については対象とする地域に応じて必要と思われる情報を編集する。

3.2.2 地下水の質に関する情報

□現況の一般水質濃度分布

今までの水文環境図では、水質情報については自前の調査・分析を行い、現地測定データ（温度、pH、電気伝導度）、主要7成分（ Na^+ 、 K^+ 、 Mg^{2+} 、 Ca^{2+} 、アルカリ度、 Cl^- 、 SO_4^{2-} ）に加えて NH_4^+ 、 F^- 、 Br^- 、 NO_3^- を掲載してきた。これは国内外の水文地質図と比較しても充実した内容といえる。しかしながら、それらをパイパートリニアダイアグラム、シュティフダイアグラムといった学術的な方法で表現している部分は、一般の利用者には難解であるとの意見を受け、改めることとする。今後の水文環境図では、これらのダイアグラムの使用は最小限にとどめ、主として等濃度線図を用いて表現する。

□地域に必要な地下水汚染項目に関する濃度分布

地下水水質はその地域の地質、地理、土地利用、地下環境等によって大きな影響を受ける。記載する水質項目については、地域に必要なと思われる成分を水文環境図の作成者が判断する。例えば、畑地利用が盛んな地域では、窒素化合物濃度が水道水質基準に抵触する主な成分になると予想される。また、工業地域や“鉄気水”が得られる地域では、溶存酸素や重金属イオンが重要となるであろう。さらに沿岸域付近を編集地域とした場合は塩分、石灰岩地域では硬度等の分布を示すことなども利用者には有益であろう。このように当該地域に必要なと思われる項目については、その都度、濃度情報を加える。

□過去の水質分布

過去と現況の地下水水質データを比較することは、今後の水質変化を考える上で重要である。地下水水質

に関しては、既存データが数々の文献に散在していることが多い。今後の水文環境図ではそれらの編集を行う。現況の土地利用とは異なる時点でのデータについては、例えば年代毎などに分類し、過去のある期間の水質分布として掲載する。データ不足により分布図を描くことが適切でない場合は、ある地点の水質の変化を示す時系列グラフや水質の比較表などを説明書に掲載する。

□地下温度分布

地下温度分布は、従来の水文地質図にはほとんど触れられていない情報である。今後の水文環境図ではクリーンエネルギーとして期待される地中熱利用の可能性を考え、地下温度に関する情報を編集する。多くの地域で揚水規制が行われている我が国においては、将来的に地下水の揚水を必要とせず、地下において熱交換を行うシステム (Borehole Thermal Energy Storage) の普及が予想される。このシステムに重要なパラメータは、地質、地下温度、地質の熱伝導率及び熱容量、井戸の熱抵抗である。

3.2.3 その他

□地形図

□主要な都市、鉄道、道路の位置

従来の水文環境図では、地形図は図面上に記載されてはいたが、その標高を読み取るのは困難であった。説明書に地形図が掲載されていた場合もあったが、この場合、図面とリンクしていないという問題があった。また、井戸などの調査地点の緯度・経度等については記載があったものの、図面にて建物等の目印となる情報が乏しいという欠点があった。今後は、地形図とのリンクを強化するとともに、主要な都市、鉄道、道路の位置などを表示し、利用者が情報の位置を特定しやすいような工夫を行う。

□地質図

□地質断面図・地質柱状図

地質情報は水理地質基盤や地下水賦存層の分布を考える上で必要不可欠なものであり、多くの国内外の水文地質図において掲載されている項目である。従来の水文環境図では地質図、地質断面図、地質柱状図が掲載されているものはあったものの、それが地図情報と十分にリンクされていなかった。今後の水文環境図では地質の3次元的広がりをわかりやすく示すことを第一とする。そのために (上述した帯水層区分図の表示方法と同様)、図面上に地質断面図の測線位置を表示し、測線のクリックなどで地質断面図が現れるようにする。また、地質断面図が描けない地域では、複数の地質柱状図を掲載するなど、地下地質の理解を助けるような

工夫を行う。

□その他の水文情報

地下水・地中熱利用に必要な情報は数多くあり、表2に記した項目の他にも、地域の主要な湧水情報、酸素・水素安定同位体比の分布、地域の水収支、地下水流速、地盤沈下と揚水量の関係、地下水採取に関連する条例制定が及ぼす地下水への影響など様々なものがある。水文環境図においては、表2に定められていない項目であっても、地域の地下水・地中熱利用を行う上で有益と判断された項目については可能な限り掲載する。

3.2.3 説明書及び水文環境図全体に関する記載

□英語併記

□表記方法：JIS A 0204 に準拠

水文環境図ではパソコンのディスプレイ上にマップ画面が表示されるが、同時に様々な水文情報を表示するためのコマンドボタン、チェックボックス等もサイドメニューとして配置されている (図1)。従来の水文環境図では、サイドメニュー内の表記は日本語のみであったが、今後は英語を併記する。また、説明書や地質の記載方法を統一するために、特に必要がない限りはJIS A 0204に沿った表現を行う。JIS A 0204は地質図の記号、色、模様、用語及び凡例表示を示したものであり、2004年に制定され、2008年に改正されている。

3.3 公開方法の改善

データベースとしての情報を継続して提供するために、水文環境図は将来的にはインターネットによって閲覧可能にすることを検討している。この利点として、①新たなデータの付加が可能、②無料でデータを提供できるという2つが挙げられる。従来まではCD-ROM形式で実費で販売していたが、現在、国民の4人に3人がインターネットを利用している (2009年4月5日読売新聞) ことを考えると、ウェブサイトの作成によって、はるかに効率的に情報発信を行うことができると考えられる。

4. 終わりに

既刊の水文環境図については産総研内外の匿名10名の研究者・専門家の方々からご意見をいただき、記載項目決定の参考となった。協力していただいた方々に感謝の意を表す。本論で作成した記載項目は、国内外での議論を通じてさらなる改良を行っていく予定である。

参考文献

- 中華人民共和国水文地質図集編集組 (1979) 中華人民共和国水文地質図集, 地図出版社, 68p.
- Day, J. B. W., Mosley, R., Robertson, A. S. and Mercer, I. F. (1967) *Hydrogeological map of north and east Lincolnshire*. Institute of Geological Science. (England and Wales)
- Enhtsetseq, B. and Enhshig, P. (1992 ed.) *Hydrogeological map of Mongolia, M46*, Institute of Geological and Mineral Resources, Ministry of Energy, Geology and Mining. (Mongolia)
- Gustafsson, O. (1992) *Hydrogeologika kartblad skala 1:50000 serie Ag Nr15 Beskriving till hydrogeologika karten Hoganäs NO/Helsing borg NV*, Sveriges Geologiska Undersökning, 58p. (Sweden)
- 林 武司・内田洋平 (2004) 水文環境図 No.3 関東平野, 産総研地質調査総合センター.
- Hazan, R. and Ferre, M. (1964) *Carte hydrogeologique de la plaine de Ber-Rechid*, Service des Ressources en Eau, Office National des Irrigations, Royaume du Maroc. (Morocco)
- JIS A 0204 (2008) 地質図—記号, 色, 模様, 用語及び凡例表示, 日本規格協会, 98p.
- Kanivetsky, R. (1978) *Hydrogeological map of Minnesota, Bedrock Hydrology, Map series S-2*, University of Minnesota, St. Paul, Minnesota Geological Survey. (U.S.A.)
- Kanivetsky, R. (1979) *Hydrogeological map of Minnesota, Quaternary Hydrology, Map series S-3*, University of Minnesota, St. Paul, Minnesota Geological Survey. (U.S.A.)
- 木野義人 (1968) 日本水理地質図 15 都城盆地水理地質図および説明書, 地質調査所, 11p.
- 岸 和男・永井 茂・石井武政 (1993) 日本水理地質図 40 山形県米沢盆地南部水理地質図, 地質調査所.
- Kim Youn-Ki, Sung Lg-Hwan, Cho Byong-Wook, Lim Jeong-Ung, Lee Dong-Woo, Choi Soon-Hak, Cho Jin-Dong (1992) Hydrological map and report of Korea, Kanan Area (Yangwha River Basin), Korea Institute of Geology, Mining and Materials, 125p.
- 国土庁土地局 (1992) 地下水マップ 筑後佐賀平野地域, 国土庁土地局, 120p.
- Michael, K. and Gert, M. (1979) *Hydrogeologische Karte von Nordrhein-Westfalen Erläuterungen zu Blatt C4314 Gutersloh. Krefeld*, Geologisches Landessamt Nordrhein-Westfalen.
- 村上 篁 (1975) 日本水理地質図 25 島原半島水理地質図, 地質調査所.
- 村下敏夫・武居由之 (1961) 日本水理地質図 1 木曾川左岸・矢作川および豊川流域水理地質図並びに説明書, 地質調査所, 28p.
- 野間泰二・後藤隼次 (1998) 日本水理地質図 41 鹿児島県奄美諸島水理地質図, 地質調査所.
- 尾崎次男 (1966) 日本水理地質図 10 関東平野北西部水理地質図 (赤城山・榛名山を中心として), 地質調査所.
- Paczynski, B., Jezierski, H. J., Mitrega, J., Plochnewski, Z., Skrzypczyk, L. and Wodzinska, I. (1993) *Atlas Hydrogeologiczny Polski 1/500,000 Czesc I. Systemy zwyklych wod podziemnych*, Warszawa, Panstwowy Instytut Geologiczny, 24p. (Poland)
- Palfreyman, W. D. and Mikolajczak, A. S. (1988 ed.) *Hydrogeology of the Lake Amadeus-Ayers Rock Region Northern Territory. Mercury-Walch, Hobart*, Australia, Bureau of Mineral Resources, Geology and Geophysics, Department of Primary Industries and Energy, Australia.
- Poespowardoyo, R. S. (1986 ed.) *Peta Hidrogeologi Indonesia (Hydrological Map of Indonesia) I Jakarta (JAWA)*, Direktorat Geologi Tata Lingkungan.
- 高橋 稠・永井 茂 (1971) 日本水理地質図 20 鳥取県日野川右岸流域水理地質図, 地質調査所.
- 高橋 稠 (1980) 日本水理地質図 30 山梨県甲府盆地水理地質図, 地質調査所.
- 高橋 稠 (1984) 日本水理地質図 35 長野県伊那谷地域水理地質図, 地質調査所.
- 内田洋平・林 武司 (2004) 水文環境図 No.4 濃尾平野, 産総研地質調査総合センター.
- 内田洋平・林 武司・宮越昭暢 (2000) 水文環境図 No.1 仙台平野, 産総研地質調査総合センター.
- 内田洋平・丸山あゆみ・池田香菜子 (2004) 水文環境図 No.2 秋田平野, 産総研地質調査総合センター.
- 内田洋平・稲富忠将・藤井 光・町田 功 (2007) 水文環境図 No.5 筑紫平野, 産総研地質調査総合センター.

(受付: 2009年4月13日; 受理 2009年7月17日)