秦野盆地の地下水管理

長瀬 和雄*¹

Management of Groundwater in the Hadano Basin

Kazuo NAGASE*¹

Abstract

Today we are in an age where there is no safe tap water available in most countries worldwide. With a high average of annual precipitation, Japan is said to be a country blessed with rich rainfall and groundwater. We Japanese make the full of using of hydrological circulation and groundwater for drinking with care. In this report the direction of groundwater management is proposed, giving a successful example of groundwater management in the Hadano basin, which needs more effort for better management of the groundwater. We can make effective use of groundwater if we closely examine the local hydrological system and the environment.

Key words: groundwater basin management, groundwater in Hadano basin, artificial recharge, clarification of polluted groundwater, groundwater charge, groundwater ordinance

I. はじめに

丹沢山地南麓に位置する秦野市は首都圏に位置するため1960年代(昭和30年代後半)に入ると高度経済成長の波が押し寄せてきた。秦野盆地の中央に、江戸時代から使われてきた、そして明治になって日本で横浜、函館に次ぎ三番目の水道の歴史をもつ曾屋水源がある。さく井技術の進歩により深井戸が比較的簡単に掘削できるようになり、秦野盆地の深層の豊富な地下水が利用できるようになった。これにより1960年代の中頃に曾屋水源の湧水量にも揚水の影響が現れ始めた(Fig. 1)。それまで夏季にほぼ $6,000\text{m}^3$ /日、冬季に $4,000\text{m}^3$ /日で規則正しく年変化していた湧水量が1965年には $1,000\text{m}^3$ /日ほどに減少し、井戸を掘って新たな水源を求めなければ市民への給水がおぼつかない状況となった。このような

きに神奈川県水企業団による神奈川県西部の丹沢山中に三保ダムを造り酒匂川で河口近くまで流し、飯泉に造る堰で取水して、水道水の原水として神奈川県東部の横浜市・川崎市等へ送水する導水トンネルの計画が持ち上がった。トンネルは秦野盆地の南部の大磯丘陵を掘り抜くことが計画されていた。

水需要のほとんどを盆地の地下水に依存していた秦野市は、盆地の地下水がこのトンネルで引き抜かれるのではないかとこの危惧を感じ、市長は神奈川県温泉研究所(現温泉地学研究所)に盆地の地下水調査を依頼した。当時、温泉研究所は社会的要請に応じるため、それまでの箱根等を対象とした温泉一筋の研究から、温泉科、地下水科の2つの科を設置する計画が進んでいた。その試みとして昭和45年秦野盆地の地下水について5カ年にわたる研究計画を予算化した。これは地質調

* 1 長瀬技術士研究所 Nagase Institute of Professional Engineer

査，ボーリング調査，ボーリング資料の収集，物理探査（電気探査，重力探査，地震探査）の用具を整備して地質構造の解析，十数本の地下水観測井の設置，河川の流量調査，水質分析，大型コンピュータを使った地下水シミュレーション，地下水人工涵養実験など，当時の最新の地下水調査・研究テーマをちりばめた，研究所創設以来の世界に誇れる大事業であった。調査の計画に当たり，同時進行で行われていた秦野市に隣接する平塚市における東海大学プロジェクトチームの地下水調査も大いに参考にした。

8km. 南北 51

[illegible]

の箱根火山起源のローム層が互層をなして埋め、その表面を、8 万年ほど前から噴火を繰り返した西方 50km の富士火山の火山灰が、厚いところでは 20m の厚さで覆っている。浸透性の大きい富士火山の火山灰は降水をよく地下に浸透させ、その下位の砂礫層は良好な帯水層となって地下水を貯留して天然の水がめを形成し、その帯水層を地下水が流動し盆地南縁で流出して湧水群を形成する。

温泉研究所の5カ年計画による地下水調査が終了後も、研究所は秦野市水道局からの受託調査として秦野盆地の地下水調査を続けた。また、秦

野市の教育委員会や学校の先生方と秦野地学会を作って地質調査や河川の流量調査を行った。秦野市の先生方の長年にわたる熱心な活動は研究成果の向上のみならず、学校の授業・実習をとおしてその後の秦野市民の地下水に対する関心や知識の浸透に大きな効果があった。

III. 地下水管理のための研究成果

水収支シミュレーションは調査地域を格子等に分割し、水収支式を使って各格子に地下水位の初期値、透水量係数、揚水量、涵養量、湧出量等を既知数として与え、水文地質モデルを作って、揚水条件や気象条件等を変えた場合の将来の地下水位を予測計算するものである。神奈川県庁の大型電子計算機を使って地下水の水収支計算を行った。

秦野盆地を縦 11 個、横 11 個の 100 個ほどの 1 辺 500m の正方形の格子に分割して、差分法で水収支式を解いて水収支計算をおこなった。当時、神奈川県庁の大型コンピュータで 100 元連立 1 次方程式を百数十回繰り返し解くのに計算時間が 20 分ほどかかった。盆地南部の地下水流出地域のディープウェル工法のおこなわれた市の浄水管理センター工事現場で、1 辺が 100m の格子に区分して揚水される数千 m^3 / 日の地下水がどこからくるのかの流動機構解明の計算や、さらに 1 辺が 10m の格子に区分して、地下水涵養域の雨水浸透マスの周辺の浅層地下水の流れの計算をし、浅層から深層への浸透量の計算もした。

地下水のシミュレーションにあたり、各格子に適切な透水量係数を与えることは重要であるが非常に難しい問題である。この問題を解決するために観測値・予測値として比較的簡単に得られる計算領域全体の 1 日後の地下水位の値等を既知数として与え、データの無い格子の透水量係数を逆算する計算方法（反復計算法）を考案した。このようにして地質モデルをつくと、格子に区分したモデル全体に、各格子間の地下水の流量が、水収支上完全で不具合の無い地下水の流れの組み合わせを

Fig. 3 Groundwater flow system of deep aquifer in the Hadano basin.

持つ地下水流動機構モデルが得られた (Fig. 3)。

シミュレーションによる予測計算結果は、秦野盆地の地下水揚水量は南部の地下水流出地域の湧水量を確保するという視点に立つと $50,000\text{m}^3$ / 日という揚水量がほぼ限界に達しているというものであった。昭和 48 年、温泉研究所は秦野市の将来の人口増加にそなえ、盆地の地下水の枯渇を防ぐためには、神奈川県水企業団により当時計画されていた三保ダムの水の導入や、盆地の地下水の保全等の事業が必要であることを秦野市に提言した。秦野市はその趣旨を取り入れて「秦野盆地の地下水は市民共有の有限な財産である」という趣旨のもとに秦野市環境保全条例を作った。地下水流動機構解析の計算結果は地下水が土地所有者のものではなく公共のものであるという解釈に役立った。なお、地下水が市民共有の財産であるという見方については 1980 年小田原市で開催した地下水学会の時の特別講演会で水法学者の三本木健治氏（当時建設省計画局紛争調整官）にバックアップをいただいた。

秦野市の南に隣接する平塚市で東海大学が実施した深井戸の人工涵養は、井戸に目詰まりが発生して失敗に終わった。それと前後し、農林省（当時）が実施した佐賀県白石平野、通産省地質調査所（当時）がおこなった、埼玉県妻沼の荒川河川敷の深井戸による地下水涵養実験も目詰りをおこし失敗に終わった。他の地域で実施された注水試

験が目詰まりにより不成功に終わっているとの情報があったので、秦野の注水実験は慎重に取りかかった。私はイスラエルなどの情報から水が井戸に入らないわけがないとの信念を持っていた。

涵養域の堀山下注水実験場に深さ 85m、口径 300mm、スクリーン 60－80m の注入井と、自記記録水位計の付いた深さ 100m と 60m の 2 本の観測井、深さ 30－50m、80－90m、60－80m の水位を観測できる 3 本の観測孔を設置した (Fig. 4 左)。注入水は水無川上流で取水され秦野市戸川浄水場で浄化した水道水を提供してもらった。注入水量を少ない量から少しずつ増やして実験した。注入井の注水時の水頭と観測井の水頭の差を水頭損失 (ΔS) として、注入水が帯水層内へ流れ広がる。注入水量を一定で注水した時、 ΔS の値が増加するということは注入水が入りにくくなったこと、つまり目詰まりが起きていることである。繰り返し注水実験をしているうちに、目詰まりの最大の原因は注入水と一緒に帯水層内へ流れ込む空気泡であることが判明した。静水中を上昇する気泡はその大きさで決まる終速度と呼ばれる一定の速さに達して上昇する。終速度は気泡の大きさが 3.3mm の時最大で 27.8cm / sec、これより小さければ大きさに比例して小さいものほど遅くなり、また 3.3mm より大きい気泡も流速 23.0cm / sec を漸近線として、径が大きくなるほど流速は小さくなるということが物理実験で明らかにされていた (Miyagi, 1925)。

井戸管の中を流れ下る注入水と考えた時、注入量が少なれば流れ下る流速が小さいので、注入水中に生じた気泡はごく小さな気泡を除いてほとんど流れに逆らって井戸の水面まで上昇できることになる。注入量を少しずつ増やすと、井戸管内を下降する注入水の流速が次第に大きくなり、やがて流れに逆らって上昇できず、流れに乗って井戸管内を下降し、スクリーンから帯水層に運び込まれる気泡が多くなる。帯水層に運び込まれた気泡は、水の流れの向きが水平になって四方に広がり急速に流速を減じるので流れから取り残され、そこに止まる。つまりスクリーンの外側近辺に気

泡が溜まっていき、やがて気泡の膜ができて注入水の流れを阻害し目詰まりを引き起こすことになる。これが主な目詰まりの原因ということをつきとめた。

注入量を $700\text{m}^3/\text{日}$ 、 $900\text{m}^3/\text{日}$ 、 $1,000\text{m}^3/\text{日}$ 、 $1,300\text{m}^3/\text{日}$ と増やしていくと、 $1,000\text{m}^3/\text{日}$ と $1,300\text{m}^3/\text{日}$ の間で ΔS の値が不連続に増加する。つまりこの注入量の増加で急速に目詰まりが進行する (Fig. 4 右)。井戸管内を下降する注入水の速度が 23.0cm / sec を超えると、計算上全ての大きさの気泡が帯水層に流れ込むことになり、急速に目詰まりがおきる。この目詰まりは注入井からの短時間 (10 分程度) の揚水 (逆洗) で ΔS がほぼ注入前の値に戻り、解消できた (Fig. 4 中下)。逆洗せずに注水を 30 分程停止した後、再び注水すると目詰まり (水頭損失 ΔS) は引き続き増大し、目詰まりは継続された (Fig. 4 中上)。短時間に大量の注水 (注水量 $1,300\text{m}^3/\text{日}$) のあと揚水すると微少な気泡をたくさん含み白濁した水が揚水され、これらの事実が確かめられた。また、注入を数日間以上休止すると注入井までの水道管内に鉄錆が生じ、注水を再開した時その鉄錆が注入水とともにすべて注入井に流し込まれて目詰まりの原因となることも確認された。これらを考慮すると堀山下実験場の口径 300mm の注水井では $1,000\text{m}^3/\text{日}$ の注入量が適切であることを確かめた (Fig. 4 右)。そのため注水井の設計にあ

Fig. 4 Changes of the water level in recharge well and observation well during artificial recharge.

たっては井戸口径を大きくし、注入井の口もとに蛇口などを付けて注入水を目視して確認し、錆などで汚れた水を注水しない配管が必要であることなどを明らかにした。これらの実験結果を踏まえ、その後秦野市で掘削した秦野市水道1号注水井、2号注水井では井戸口径は450mmと大きくした。

屋根に降った降水を地下に浸透させ地下水を涵養する実験もおこなった。実験した浸透マスは1辺が2m、深さ3mで、中央に径1m、深さ2.5mの土管を入れ、周りは砂利で充てんし、地面付近は土で埋め戻した (Fig. 5)。この浸透マスに隣接した民家 (屋根面積 55.2 m^2) と物置 (屋根面積 100.8 m^2) の屋根の降水を浸透させた。水道水を使った注水実験では、この浸透マスを通し $100 \text{ m}^3/\text{分}$ までオーバーフローせずに浸透させることができた。これは約 40 mm / 時ほどの雨量強度の降雨が20分間続いてもオーバーフローせずに浸透できる能力を持つと計算された。

秦野盆地の1974年から1983年の10年間の降水量を分析すると、雨の降らなかった日は2,455

Fig. 5 Photo and the schematic views of rainwater infiltration system.

Table.1 Artificial groundwater recharge work by Hadano city government.

種 別	設置場所	件数	面積 m^2	かん養量 $\text{m}^3/\text{年}$	備 考
雨水浸透マス	公共施設	20	29,255.28	44,815.43	S57年度～
	小学校	4	7,472.25	11,446.55	
	中学校	5	10,145.56	15,541.73	
	幼稚園	1	769.00	1,178.01	
	公民館	5	3,908.52	5,987.37	
	その他	5	6,959.95	10,661.77	
	民家	2	156.00	238.97	S57年度
	倉庫	1	1,008.00	1,544.13	S57年度
	開発行為	53	85,956.29	132,226.94	S62年度～
注水井 (冷却水の還元)	製菓工場	1		37,193.00	S53年度～
雨水調整池	堀山下調整池	1	240,000.00	21,263.96	いっ水防止
	総合体育館	1	21,250.00	32,552.30	いっ水防止
	開発行為	1	16,900.00	25,888.70	いっ水防止
浸透トレンチ	開発行為	15	29,027.34	44,466.26	いっ水防止
透水性舗装	市道歩道部分	23	14,973.00		
水田かん養	休耕田	3	987.00		通年
	休耕田	15	6,813.00		冬期

※かん養量 = $1,612.5 \text{ mm}$ (H12年度降水量) $\times$ 屋根面積 $\times 0.95$ (流出係数)

日で67.2%を占め、日降水量が0.1－5mmの最も降水量の少ない日は545日で、10年間では総計1362mmとなり10年間の総降水量の7.3%に相当し量としては無視できないものであった。日降水量5.1－10mmは177日で1,327mmで7.1%, 10.1－15mmは106日で1,325mmで7.1%, 15.1－20mmは81日で1,417mmで7.6%, 20.1－25mmは63日で1,417mmで7.6%となりこのあたりがピークで、25.1－30mmは49日で1,347mmで7.2%, ……115.1－120mmは2日で235mmで1.2%と度数が減り、さらに215.1－220mmは1日で217mmで1.1%と集計された。屋根の水はほとんど地下に浸透させることができる計算になった。

秦野盆地では学校・公民館などの公共施設、工場などの大きな屋根の水を浸透させるため屋根の面積に合わせて効率を考え面積が1,000m²をこえる浸透マス（浸透槽）を作った。その数は2001年（平成13年）までに76箇所、屋根総面積で12万m²に達した（Table. 1）。

溜め池や水田（Fig. 6, Fig. 7）からの地下水涵養実験等も実施した。トリチウムによる盆地の地

下水の年代決定では弘法の清水の湧水の年代が7～8年と測定され、シミュレーションの結果とほぼ整合した。当時普及し始めたパソコンにより地質資料などのデータベースの作成などもおこなった。

Fig. 6 Photo and the effect of groundwater recharge pond.

Fig. 7 Photo and the effect of groundwater recharge paddy.

Ⅳ. 地下水の有料化

温泉研究所は秦野市の水道水（表流水起源）を使って深層帯水層への注入実験をおこない 40 万 m^3 をこえる深層地下水の涵養に成功した。注入水の費用は 1m^3 の水道料金を 50 円とすると 2,000 万円に相当する。

1974 年秦野市水道審議委員会で「地下水保全にかかる費用は水道料金として市民が負担することになるが、地下水の流れを考えると地下水を利用している事業者にも負担を求めるべきである」という意見が出た。市長は直ちにこの意見を採用し、水道局にその施策の実現を指示した。水道局は地下水利用者会議を開催し、地下水調査に基づく秦野盆地の地下水の現状と地下水涵養などの保全事業の必要性を説明した。1975 年（昭和 50 年）4 月の地下水利用者会議では事業者と地下水利用協力金の額について協議し、地下水利用協力金を地下水利用量 1m^3 当たり 5 円と決めた。水道局は 6 月～9 月に協定を締結した 27 事業所の井戸に量水器を設置した。9 月には秦野市水道 1 号注水井が完成している。昭和 51 年 4 月に協力金の協定に締結した事業者は 31 社に達した。市内すべての事業所と協定を結ぶのには数年かかった。秦野盆地では当時 1960 年代に盆地に進出した先発の中堅企業が盆地の地下水を井戸から揚水して安価な費用で利用しているのに対し、後発の企業は井戸の掘削が認められず高い水道料金を払って同じ盆地の地下水を使うのは不公平であり、地下環境の保全という立場から当然企業が井戸から揚水して使う地下水にも課金すべきであるという企業の意見も背景にあったとおもう。しかし、全国で初めてというこの制度は水道審議委員会の意見を市長が取り上げ強力に押し進めたことと事業所が盆地の地下水流動機構などの調査結果を真摯に受け止め地下水保全に理解を持ったことにより実現したものである。地下水利用協力金は 1978 年に $7.5 \text{ 円}/\text{m}^3$ 、1979 年に $10 \text{ 円}/\text{m}^3$ 、1981 年に $15 \text{ 円}/\text{m}^3$ 、1992 年に $17 \text{ 円}/\text{m}^3$ 、1995 年に 20

Fig. 8 Changes of groundwater pumping of the Hadano basin and the amount of cooperation fee for supporting artificial recharge work.

円/ m^3 に引き上げられて現在にいたっている。地下水利用協力金の徴収は事業者の地下水利用の自覚にも役立っていて、協力金の値上げ毎に事業所の節水が進み、地下水の揚水量が減少している (Fig. 8)。

Ⅴ. 地下水の質の管理

1980 年代の初め、東京の金町上水場や大阪の柴島浄水場などで、水道水のトリハロメタンが社会問題になった。水道水の原水の汚染の進行と塩素滅菌により、水道水中に発ガン性のあるいわゆるトリハロメタンが形成される問題であった。神奈川県庁をはじめとして、研究所内外からとても研究所で手におえる問題でないから秦野盆地の地下水問題から手を引いた方がよいという意見が寄せられた。そんなとき、ハイテク汚染という言葉と共にアメリカのシリコンバレーの有機塩素系溶剤による地下水問題が日本に波及し、1984 年に兵庫県太子町のハイテク工場のトリクロロエチレ

ンが新聞を騒がせた。当時、私どもの研究所の大木靖衛所長が日本地質学会の関東支部長をしていて、千葉県君津市の地下水汚染の難しい情報公開の問題に対し、千葉県水質保全研究所地盤研究室の優れた対応を関東支部として表彰するため、大木所長の代わりに表彰状を地盤研究室へ届ける役割を仰せつかった。これが私の地下水汚染との関わりの始まりとなった。

1989年2月、週刊誌タッチ（小学館）により、秦野盆地の名水百選に選定されていた「弘法の清水」がテトラクロロエチレンの濃度基準値 10ppb をはるかに越え 34ppb に達していたことが突然公にされた。神奈川県や当然のことながら温泉地学研究所（温地研）も地下水汚染問題に真正面から取り組まざるを得なくなった。特に秦野市では地下水は市民共有の財産と位置づけ、地下水利用協力金を徴収するなどの行政展開をしていたこともあり、地下水の汚染とりわけ名水百選に選定されていた弘法の清水の汚染は非常に大きな問題として受け取られた。我々は「秦野市には市民に対し地下水を浄化する義務がある」と感じた。1989年10月、市長の付属機関として学識経験者、市民代表、市議会議員、神奈川県担当部局からなる秦野市地下水汚染対策審議会が設置された。そのようなわけで私は当初から市の審議会とその中に設置された専門部会に学識経験者として加わるようになった。

当初、神奈川県のもっと大きな懸念は、それまでの公害問題の歴史から事業所などに立ち入りして地下水の汚染源（汚染事業所）の特定が可能かという問題であった。地下水汚染源特定調査、地下水汚染浄化対策マニュアル作りの研究費として数億円が温地研の予算として計上された。温地研は秦野盆地をこの調査のフィールドと決め、秦野市と協議して水無川の左岸、秦野市は右岸の地下水汚染の実態調査の取り組みを開始した。

シミュレーションに基づいた盆地の地下水流動機構と汚染物質の濃度分布により、事業所の理解と協力が得られ、予想に反し事業所内への立ち入りが簡単に可能となった。その背後には秦野市、事業所、市民の地下水に対するそれまでの取り組みの歴史があった。

温地研の調査の結果は1992年10月横浜市開港記念会館で開かれた「第2回地下水汚染とその防止対策に関する研究集会」（第1回は京都市で開催、日本水環境学会・日本地下水学会が後援）で発表され、その研究成果を踏まえ、神奈川県は地下水汚染防止対策指導指針を作り（1992年10月施行）、県下の市町村の調査で発覚した地下水汚染に対し、それぞれ県、市町村の関係機関で地下水汚染対策委員会を設置し、汚染源を特定し、対策委員会の指導のもと、原因者負担の原則で特定された事業者が地下水の浄化をする方向に進んだ（Fig. 9）。温地研は県の研究機関の一つとして、

Fig. 9 Water clarification structure against the groundwater pollution by Kanagawa prefecture.

その後神奈川県下各地域で顕在化した地下水汚染に対し、地下水汚染対策委員会に参加し神奈川県の地下水浄化の一翼をになった。

一方、秦野市は地下水汚染に対し県下の他の地域より深刻な問題として受け止め、市長直属の秦野市地下水汚染対策審議会を作り、審議会の答申に従い神奈川県よりも強力な行政展開をおこなう方向に進んだ (Fig. 10)。

1990年6月審議会は第1次答申をおこなった。その内容は

- ①トリクロロエチレン等有機塩素系溶剤の事業所における物質収支の把握と管理および使用・保管状況の立ち入り検査、公害防止協定の締結
 - ②秦野市内および事業所内の地下水の汚染状況の把握
 - ③地下水汚染地域と非汚染地域の市民の健康比較・解析
- 等であった。

1991年3月秦野市は「地下水質の保全に関する協定」の締結交渉を開始し、翌年までに主要23社と交渉し、14社と締結した。協定の内容は有機塩素系溶剤3物質の使用実績の報告、排水・

排ガスの管理目標の遵守、汚染実態調査のための市の立ち入り調査権、汚染が判明したときの事業所の汚染実態調査・浄化義務 (費用負担) 等であった。

1994年健康調査の結果から地下水汚染地域と非汚染地域の市民の健康比較した結果、ガン発生率等に両地域の差異はなく、秦野市では健康に影響が無かったことが確かめられた。

1992年11月審議会は第2次答申をおこないその内容は

- ①土壌・地下水浄化対策の実施
 - ②土壌・地下水浄化対策法制化
- についてであった。

法制化について審議会に大学の法律専門家を加え、これまで市が実施してきた事業者との協定をもとに、汚染原因者負担を原則として、アメリカのスーパーファンド法を参考とした「秦野市地下水汚染の防止および浄化に関する条例」が作られ、1994年1月施行された。これは国内では類を見ない法律で、以後秦野市はこの条例に従って地下水の汚染対策をすすめた。

この条例では対象物質を使用している事業所に対し、初めに市が基礎調査として事業所内の汚染

Fig. 10 Groundwater clarification strategy against the groundwater pollution in the Hadano basin by Hadano city government.

Fig. 11 The progress of groundwater clarification by the factory of pollution source in the Hadano basin.

の有無を調査し、汚染が確認された後は汚染原因者負担の原則にしたがい事業者の責任において詳細調査、浄化対策をおこなうところに特色がある。現在・過去に対象物質を使用し、地質を汚染した事業者を審議会の意見にしたがって市長が汚染原因者として指定し、指定された事業者は詳細調査計画書を策定して市（審議会）の承認を受け、市の監督の下で事業を行い詳細調査終了後にその結果を市に報告する。浄化についても同じ手続きをとる（Fig. 10）こととし、浄化事業の終了は事業者がデータを添えて市長に申し出、市長が審議会の意見を聞いて承認する。

秦野市には条例対象物質トリクロロエチレン、テトラクロロエチレン、1-1-1 トリクロロエタンおよびその他 8 揮発性有機化学物質に関連する企業は 131 社存在した（Fig. 11）。131 社の 32% は平成 13 年当時使用中の事業所で、残り 68% は過去に使用した事業所だった。この 131 社に対し秦野市は条例に基づき事業所の敷地内の土壌汚染の有無を調べ、表土に汚染が検出された事業所は 63 社、残り 68 社には汚染反応がなかった。土壌汚染の検出されたこの 63 社について 1991 年から 1994 年までに秦野市は基礎調査として地下水面までのボーリングにより土壌・地下水の汚染調査をしたところ、45 社に汚染が確認され、18 社には汚染はなかった。汚染が確認された 45 社は各

Fig. 12 Changes of Volatile Organic Component content in the Kobo-shimizu natural spring from 1990 to 2002.

事業所がそれぞれ 1991 年から 1996 年までに詳細調査を実施し（第 23 条）、引き続いて浄化対策に取りかかり、45 社すべてが 1996 年までに汚染対策に着手した（第 28 条）。2000 年時点で浄化事業が終了した事業所は 38 社、部分終了した事業所は 4 社であった。2004 年 1 月 1 日には地下水流出域にある「弘法の清水」の有機塩素系化合物の濃度が基準値を下回り（Fig. 12）、秦野市は弘法の清水（Fig. 13）の名水復活宣言をおこなった。

2000 年 4 月には、「秦野市地下水汚染の防止および浄化に関する条例」は 1973 年（昭和 48 年）に作られた「秦野市環境保全条例」の関係部分と 1 本化されて「秦野市地下水保全条例」として施行された。

Fig. 13 Revived the Kobo-Shimizu natural spring in 2005.

VI. おわりに

地下水は誰のものか。地下水は地球表層部の気圏、水圏、岩石圏における水循環の一つの位置を占めているので、地球上のあらゆる生命には地下水を使う権利があるといえる。地下水には涵養域、水平流域、流出域からなる地下水流域がある。当然すべての人には自分が生活する地下水流域の地下水を使用する権利がある。地下水流域の広がりに応じ人は地下水を利用する権利を市町村、都道府県、あるいは国に委託することになる。地下水の管理責任は地下水流域の広がり的大小により市町村、都道府県、国にあると言える。

21世紀に水問題は国際紛争の火種になると国際銀行は予測している。地下水管理責任者はその自覚を持つべきである。

秦野市は日本において最も良く地下水盆の管理をしている自治体一つといえる。しかし、先の視点に立つと私にはまだ十分とは思えない。地下水盆管理を目的として地下地質資料、地下水位資料、地下水揚水量や水質などの資料を市独自で収集してデータベースを管理し、定期的にシミュレーションをするなどし、地下水の人工涵養をおこなって地下水の量や質の管理の実状を地下水権利所有者である市民に公開するべきである。そのとき地下水の有料化は地下水管理に役立つ。

秦野盆地における有機塩素系化合物による主要な地下水汚染はほぼ浄化が進んでいる。盆地の地下には深部や局所的な汚染が多少残っているがいずれ解決するであろう。人口の増加はこれまでのような大きな伸び率を示さないまでも、質の良い飲用水を求める市民の要望は今後益々増えると思われる。将来、全ての市民に美味しい地下水を飲用水として給水し、雑用水、工業用水などのためには新に安価な中水道を敷設すべきであるとおもう。また、地下水環境を整えるために、盆地の地下水涵養域に、例えば現在は相模湾に流し出している丹沢山地から洪水時等に流れ込む河川水を集めて浸透池を中心とした親水公園を作り、その水を利用して注水井等を掘削するなどする本格的な地下水の人工涵養体制を整える努力が将来に向かって必要である。

富士山麓のような地下水流域がいくつかの市町村にまたがる場合は、都道府県が責任を持って市町村の利害を調整し管理責任を果たす義務がある。関東地下水盆などのような地下水流域が複数の都県にまたがる場合は、国がそれぞれの都県の利害・経済的負担を調整し管理責任を果たすべきと考える。

参考文献

綾部 弘・横山尚秀 (1974)：秦野市曾屋水源の

- 湧水記録, 神奈川温地研報告第5巻第3号, pp. 133-140.
- 金沢良雄・三本木健治 (1979): 水法論, 共立出版.
- 長瀬和雄・栗屋 徹・村田正敏・山井忠世・前川 統一郎・平山利昌 (1995): 有機塩素化合物による地下水汚染に対する調査と対策, 地下水学会誌第37巻第4号, pp. 267-296.
- 長瀬和雄 (1980): 秦野盆地における地下水の人工涵養, 工業用水第205号, pp. 65-72.
- 長瀬和雄 (1980): 水収支シミュレーションにおける透水量係数決定の一方法—反復計算法について—, 神奈川温地研報告第12巻第2号, pp. 43-50.
- 長瀬和雄・荻野喜作・横山尚秀 (1975): 秦野盆地における深井戸による地下水の人工涵養実験—いわゆる目づまり現象について—, 神奈川温地研報告第6巻第2号, pp. 117-124.
- 長瀬和雄・大木靖衛・荻野喜作・横山尚秀・小沢 清 (1972): 秦野盆地の地質, 神奈川温地研報告第3巻第2号, pp. 57-64.
- 秦野市 (2003): 地下水総合保全管理計画.
- 横山尚秀・大木靖衛・荻野喜作・長瀬和雄 (1974): 秦野盆地の水収支シミュレーション, 神奈川温地研報告第5巻第3号, pp. 121-132.
- Nagase, K., Ino, M., Tsuchi, R., Koshimizu, S., Shikazono, N., Maekawa, T., Furukawa, M., Arihara, Y., and Ito, K. (2004): Management of The Groundwater around Mt.FUJI and in The Hadano Basin, Congress XXXIII IAH Zacatecas City, Mexico, 11th to 15th October, 2004, Session 9.
- Miyagi (1925): The Motion of an Air Bubble Rising in Water, Jour. Jap. Soc. Mech. Eng., XXVIII, 95.
- (原稿受付: 2010年1月31日)
(原稿受理: 2010年5月11日)
-
- この論文に対する「討論」を2011年2月28日まで受け付けます。

秦野盆地の地下水管理

長瀬 和雄

要 旨

今日, 世界の多くの国々では, 安全な水道水を利用できない時代である。年降水量の平均値が高い日本は, 降水と地下水に恵まれた国であると言える。我々日本人は注意して地下水を飲用してきたが, 日本は地下水管理の面で決して先進国とはいえない。本稿では, 神奈川県秦野市を地下水管理の成功例として取り上げ, その地下水管理の方針を示す。秦野市ではこれまで長年にわたって神奈川県温泉地学研究所及び秦野市が研究活動と行政を通して地下水の管理の方法を開発してきた。地下水は土地と深く結びついていて, その管理にはそこに生活する人々の意志が十分反映されなくてはならない。もし我々が地域の水循環や環境をもっと詳しく調べれば, 効果的に地下水を利用することができる。

キーワード: 地下水流域の管理, 秦野盆地の地下水, 地下水の人工涵養, 地下水汚染浄化, 地下水利用料, 地下水条例