

多摩川流域の地下水研究を総括して継承、
発展させるための研究

2011年

宇田川 隆男
みずとみどり研究会

共同研究者：飯田 輝男・神谷 博・川合 将文・佐山 公一・菅谷 輝美
土田 稔・中山 俊雄・細野 義純・山田 啓一
(多摩・武蔵野地下水プロジェクトメンバー)

公益財団法人 とうきゅう環境財団助成事業

調査・研究の課題

多摩川流域の地下水研究を総括して継承、発展させるための研究

第2010-31号

みずとみどり研究会

目 次

1. 目的

2. 手法

- 2.1 連続セミナー及びシンポジウムの開催
- 2.2 参加者の募集

3. 計画

4. セミナー及びシンポジウムの実施

- 3.1 第1回地下水保全プロジェクトセミナーの開催
- 3.2 第2回地下水保全プロジェクトセミナーの開催
- 3.3 第3回地下水保全プロジェクトセミナーの開催
- 3.4 地下水保全プロジェクトシンポジウムの開催

5. セミナー及びシンポジウムのまとめ

- 4.1 参加者
- 4.2 セミナー及びシンポジウムのまとめ
- 4.3 文献目録

6. 今後に向けての課題

7. 参考資料

- ・打合せ議事録
- ・第1回地下水保全プロジェクトセミナーのまとめ
- ・第2回地下水保全プロジェクトセミナーのまとめ
- ・第3回地下水保全プロジェクトセミナーのまとめ
- ・地下水保全プロジェクトシンポジウムのまとめ

1. 目的

①多摩川流域の地下水研究の総括

多摩川流域に関わる地下水研究はこれまでに数多く行われ、多くの成果を得ている。しかし、地下水の世界は一般にわかりにくく、その評価も十分に行われていない。これを市民にもわかりやすく総まとめを行う。

②研究資料の集積と整理

近年、地下水研究の成果や貴重なデータが逸散する傾向にある。研究者の高齢化や研究機関の縮小などがその原因である。活躍されてきた各研究者の研究を系統的に整理してまとめることにより、今後の研究の手掛かりとする。

③市民や若手研究者への研究の継承と発展

地下水の研究成果を市民や若手研究者が活かせるように、議論の場を設ける。連続セミナーやシンポジウムを通して総括された研究成果を市民や若手研究者に引き継ぐことにより、地下水への関心を高め、新たな研究の道を開く。

2. 手法

2.1 連続セミナー及びシンポジウムの開催

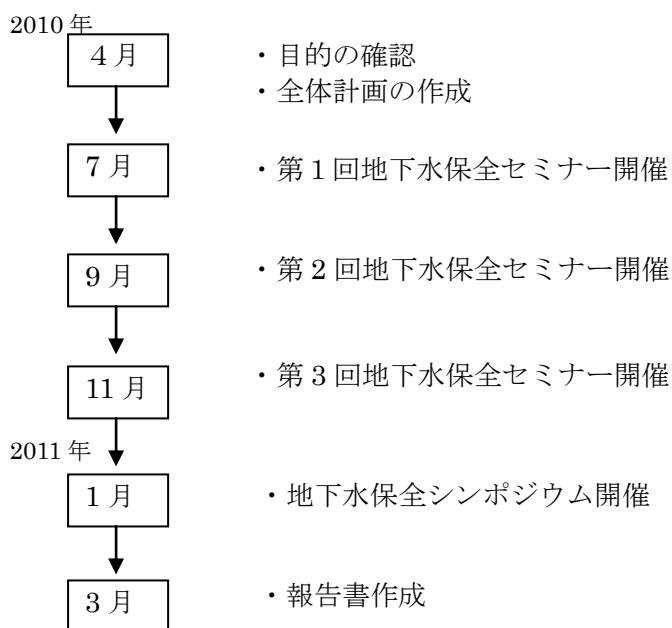
1年間を通して3回の連続セミナーとまとめとなるシンポジウムを開催することによって目的達成の手段とする。

2.2 参加者の募集

- ・プロジェクトメンバーから関係者へチラシやメールによる広報。
- ・事務局から多摩川流域や近隣流域の市民団体にメールによる発信。
- ・とうきゅう環境財団の機関紙『多摩川』へ掲載による広報。
- ・六都科学館でのチラシ配布。
- ・別途イベント等での広報活動。

上記のような方法にて地下水に関心のある市民及び若手研究者など参加者を募集した。

3. 計画



※各セミナー、シンポジウム開催準備等についてはプロジェクトメンバー等による打合せを適宜行った。

4. セミナー及びシンポジウムの実施

今回のセミナーやシンポジウムは目的にも挙げているように散在した研究者や行政のデータや資料の整理のための情報収集の面と地下水という普段目に見えないことではあるが、市民や若手研究者にも知ってもらうための「場」の提供として実施するものである。各回のセミナーはテーマごと完結ではあるが、連続セミナーということで関連性を考慮してテーマの設定を行った。

第1回目としては行政(東京都)の地下水研究の現状、第2回目には武蔵野台地を中心とした浅層の地下水研究について、第3回目では東京の深層地下水研究として計画に基づき会場手配や参加者の募集を行うとともに話題提供者には今回のプロジェクトの趣旨を説明し、発表の際に引用したデータや資料についての情報も集められるようにした。

4.1 第1回地下水保全プロジェクトセミナー

日時 平成22年7月10日(土) 13時から

会場 狛江市エコマホール

テーマ 「地下水研究の現状」

挨拶 地下水保全プロジェクト趣旨説明 (宇田川隆男)

【話題提供】

- 1 東京都土木研究所の地下水位観測について (川合将文)
- 2 東京都環境局の水収支調査報告について (土田 稔)
- 3 東京都の地下水調査について (飯田輝男)

【パネルディスカッション】

コーディネーター：神谷 博

パネラー：宇田川隆男、菅谷輝美、川合将文、土田稔、飯田輝男

4.2 第2回地下水保全プロジェクトセミナー

日時 平成22年9月25日(土) 13時から

会場 日野市生活・保健センター

テーマ 「浅層地下水の研究」

【話題提供】

- 1 武蔵野の地下水、そのあり方 (細野義純・角田清美)
- 2 河川水と地下水の交流関係 (山田啓一)
- 3 世田谷区烏山町の宙水について (堀内清司)
- 4 日野市内の湧水調査について (松山 洋)

【パネルディスカッション】

コーディネーター：神谷 博

パネラー：細野義純、角田清美、山田啓一、堀内清司、松山 洋

4.3 第3回地下水保全プロジェクトセミナー

日時 平成22年11月7日(日) 13時から

会場 国分寺市 労政会館 3F

テーマ 「深層地下水調査」

【話題提供】

- 1 東京の深層地下水の研究 ―地下水利用の今後に向けて― (遠藤 毅)
- 2 地下水と上手につき合うために
～～『育水』の提案と既往データ活用上の留意点～～ (中村裕昭)

【パネルディスカッション】

コーディネーター：神谷 博

パネラー：宇田川 隆男、菅谷 輝美、川合 将文、中村 裕昭

4. 4 地下水保全プロジェクトシンポジウム

日時 平成 23 年 1 月 22 日（土） 13 時から

会場 国分寺市 労政会館 4F

テーマ 『市民が分かる～東京の地下水の意義・その現状と未来』

【話題提供】

- 1 関東地下水盆における武蔵野台地の位置および地下水の保全と利用について
(新藤 静夫)
- 2 地下水の管理～秦野盆地を例として～ (長瀬 和雄)
- 3 地下水をめぐる法制度上の諸問題～公水論ほかについて (三本木 健治)

【パネルディスカッション】

コーディネーター : 神谷 博

パネラー : 飯田輝男、細野 義純、川合 将文、新藤 静夫

5. セミナー及びシンポジウムのまとめ

5. 1 参加者

【第 1 回地下水保全プロジェクトセミナー】

参加者数	一般参加	28 名		
	PJ メンバー及び関係者	14 名	合計	42 名

【第 2 回地下水保全プロジェクトセミナー】

参加者数	一般参加	47 名		
	PJ メンバー及び関係者	16 名	合計	63 名

【第 3 回地下水保全プロジェクトセミナー】

参加者数	一般参加	28 名		
	PJ メンバー及び関係者	13 名	合計	41 名

【地下水保全プロジェクトシンポジウム】

参加者数	一般参加	44 名		
	PJ メンバー及び関係者	15 名	合計	59 名

全 4 回の参加者総数は 114 名だった。そのうち全ての回に参加された方はスタッフや関係者を除き 5 名で、5 名のうち 4 名が水に関する市民活動に関連しており、1 名の方は企業関係者だった。第 2 回以降全てに参加した人数は 14 名となっている。シンポジウムのみ参加できなかったのが行政担当者 2 名だった。

全体的な傾向として、市民の参加が多く、次いでコンサル等の企業関連、行政関係者だった。

	全 4 回に参加	2 回目以降参加	4 回中 3 回に参加
参加人数	5 名	14 名	19 名

5. 2 セミナー及びシンポジウムのまとめ

地下水は、身近な飲料用水として人間生活になくてはならないものであり、多くの恩恵を受けてきた。水道の普及と共に身近な水源が忘れられ、深い地下水の掘削・揚水技術の進歩により、大量にくみ上げられ、地盤沈下という大きな負の遺産を残した。また、地下水汚染は回復しづらいなど、マイナスのイメージも強い。

一方、身近な自然の大切さが再認識され、東京のオアシスである湧水保全が注目されている。また、防災用水として身近な水源が見直されてもいる。

地下水は水循環における重要な位置を占めており、地下水の量的・質的保全を永続的に果たすことが求められている。地下水が健全であるかどうかは、そこに暮らす人間の営みとして理性の現れであるともいえる。

ところが地下水は目に見えにくい世界であり、科学的な知見に基き、一般市民が理解できるようにすることが必要と考え、本プロジェクトを発足させた。

一年目は東京の地下水研究の現状を知るために、3回のセミナーとまとめのシンポジウムを開催し、次のことが明らかとなった。

<学術的な知見>

- ① 東京・武蔵野台地の地下水は、関東平野における位置としても特別な存在で、世界的に見ても豊かな地下水盆を形成している。
- ② 武蔵野台地の地下水涵養域として、多摩丘陵などの丘陵地、帯水層としての砂礫層の存在、形成要因等の究明が重要である。
- ③ 地下水の水文地質構造、地下水流動機構などは、研究されているが不明な点も多い。
- ④ 地下水は、浅層と深層の相互関係があり、全体を一体的に認識することが必要。

<地下水研究の歴史>

- ⑤ 深層地下水研究の歴史は、地下水掘削技術の進歩により深層地下水が大量にくみ上げられるようになり地盤沈下を引き起こした。それを科学的に究明するため、東京都土木研究所が地盤と地下水位の定点観測を進め、そのデータを基に立法措置を講じ地下水の揚水規制を行い、地盤沈下を収束させた。
- ⑥ 浅層地下水の研究は、消防用水利としての研究や、湧水保全、宙水の研究など様々で、身近なため研究も多い。
- ⑦ 地下水の利用により水文環境に変化が見られ、浅層の地下水が深層地下水に引き込まれている。また、一旦収縮した地盤は元に戻らない。
- ⑧ 浅井戸の利用は水道の普及と共に少なくなり、現在は、防災用水としての位置づけや、地下水汚染防止のモニタリングポイントとして重要である。

<地下水水収支>

- ⑨ 地下水利用の現状は、一日約 50 万トンが主に飲用として揚水されている。適正揚水量の考え方は議論の余地がある。
- ⑩ 昭和 55 年環境局実施の水収支報告が東京都全体の水収支を良く表している。
- ⑪ 地下水の収支状況調査は、地下水利用や地下水涵養を考える上で、基本となる重要なものである。

<検討課題>

- ⑫ 地下水は誰のものか？結論として地下水は公水として、公の役割で必要な量・質のモニタリングと利用規制、などの措置をする必要がある

3.3 文献目録

資料収集リスト

分類	資料名	利用	セミナー発表者 (担当者)	縮尺・ メッシュサイズ	データ形式	発行年	総ページ数	価格(円)	作成・所蔵・ 入手機関名(当時)	対象範囲・ ほか	資料入手状況	ダウンロード・問合せ先(URL等)
	観測記録(アナログ)データ整理(製本)		川合		紙	昭和49年～						
	東京都土木センター年報		川合									
	浅層地下水にかんする調査報告書		川合			昭和34年～41年						
	北多摩幹線排水流域地下水調査報告書		川合									
	浅層地下水位年表		川合									
	地下水収支調査報告書		土田			昭和55年(1980年)3月			東京都公害局			
	地下水実態調査報告書		土田			平成4年(1992年)9月			東京都公害局			
	水収支調査		土田			平成10年(1998年)2月			東京都環境局			
	地下水管理水位設定調査		土田			平成12年(2000年)2月			東京都環境局			
	東京都の地盤沈下と地下水の現況検証について		土田			平成18年(2006年)5月			東京都環境局			
	水収支調査		土田			平成19年(2007年)			東京都環境局			
	気温データ	蒸発散量算出	土田									
	被覆データ	蒸発散量算出	土田									
	透水係数データ	地下水の流出入量算出	土田									
	帯水層及び層厚データ	地下水の流出入量算出	土田									
	ブロック間の帯水層厚データ	地下水の流出入量算出	土田									
	不圧地下水の動水勾配データ	地下水の流出入量算出	土田									
	河床高データ	河川への湧出量算出	土田									
	湧水箇所データ	崖線・自然池などの湧水量	土田									
	湧出量	崖線・自然池などの湧水量	土田									
	多摩川流量データ	多摩川表流量	土田									
	水道事業年表		土田						東京都水道局			
	都市河川環境整備計画		土田						東京都建設局河川部			
	東京付近における不圧地下水の環境地理学的研究		細野									
	現場技術者のための土質工学-計器による現場測定のポイント		細野						地盤工学会			
	地形等高線図		細野									
	ローム層の厚さを示す図		細野									
	ローム層下に粘土層の分布する地域を示す図		細野									
	地下水面が最も上昇した時期の地下水面図と最も降下した時期の地下水面図		細野									
	下高井戸付近地下水等高線図		細野									
	武蔵野礫層にみられる地下水位の変動記録(1968～2002)		細野									
	地理学評論		細野									
	透水量係数の分布と地下水面図		細野									
	鳥山寺町宙水の論文		堀内									
	土地利用		角田									
	日野台地および周辺地域の地形分類図		角田									
	日野台地の関東ローム層を剥した埋積台地の地形図		角田									
	日野台地の南-北地形断面図		角田									
	日野台地の東-西地形断面図		角田									
	日野台地における自由地下水面の経年変化図		角田									
	豊水期と渇水期における不圧地下水面の差		角田									
	地下水面図		山田									
	国土交通省の観測井戸データ		山田									
	演者造設の観測井戸の豊田及び日野地区のデータ		山田									
	地下水位と河川水位の関係図		山田									
	河川流量調査(国土交通省データ:河川改修時に実施・1996年1月下旬)		山田									
	浅川同時流量観測結果図		山田									
	地下水温垂直分布図		山田									
	地盤調査資料位置図		山田									
	礫層上端面図		山田									
	地表面および礫層上端面等高線図		山田									
	空堀川の多地点流量観測結果		山田									
	野川における河道区間流入量(2007年)		山田									
	寺町の地下水の概要		堀内									
	武蔵野台地のロームの中の下位に粘土層のある図		堀内									
	寺町付近の地質断面図		堀内									
	地下水位の等高線図		堀内									
	47m水位の経年変化図(1989-1992)		堀内									
	鳥山寺町付近の地下水位・鴨池水位及び降水量の年変化図		堀内									
	降水時における水位変化図		堀内									
	無降水時の水位変化図		堀内									
	日野市内の湧水水温のグラフ		松山									
	神戸における地温日変化図		松山									
	日野市の調査データ		松山									
	豪雨後の水質変化のグラフ		松山									
	柱状図からみる涵養域の推定(角田1991)		角田			平成3年(1991年)						
	水理科学		山田			平成18年(2006年)						
	日本温泉・鉱泉分布図及び一覽		松山									
	深層地下水と浅層地下水の比較表		遠藤									
	水準基準3377(江東区亀戸)の経年累計地盤変動と江東区の経年地下水位変動・揚水量および東京大学観測井の水位変動		遠藤			平成21年(2009)			遠藤毅「南関東地域における地下水問題の歴史と今後の課題-東京都を主体にして-」日本応用地質学会平成21年度特別講演およびシンポジウム予稿集			
	東京低地における地盤沈下状況の推移		遠藤			平成21年(2009)			遠藤毅・川島真一・川合将文「東京下町低地における“ゼロメートル地帯”展開と沈静化の歴史」応用地質 Vol.42, No.2			
	多摩地区の地盤沈下状況の推移		遠藤			平成21年(2009)			東京都土木技術センター「平成20年地盤沈下報告」			
	条例・法律による指定地域と井戸設置の許可基準(東京都)		遠藤									
	東京低地の“ゼロメートル地帯”発生と展開(1)		遠藤			平成13年(2001)			遠藤毅・川島真一・川合将文「東京下町低地における“ゼロメートル地帯”展開と沈静化の歴史」応用地質 Vol.42, No.2			
	東京低地の“ゼロメートル地帯”発生と展開(2)		遠藤			平成13年(2001)			遠藤毅・川島真一・川合将文「東京下町低地における“ゼロメートル地帯”展開と沈静化の歴史」応用地質 Vol.42, No.2			
	地盤沈下による社会的損失(被害)(1)(2)		遠藤									
	地盤沈下による社会的損失(被害):損失額算出		遠藤			昭和49年(1974)			東京都公害研究所調査部「公害による経済的損失の評価Ⅲ-総括編-」			

	東京低地における地盤沈下対策事業費		遠藤		平成21年(2009)		遠藤毅「南関東地域における地下水問題の歴史と今後の課題—東京都を主体にして—」日本応用地質学会平成21年度特別講演およびシンポジウム予稿集			
	R-3号井と北砂観測井の経年変動		遠藤		昭和31年(1956)		東京都土木技術研究所「地盤沈下調査5ヶ年継続調査報告」			
	南砂町第1観測井の経年地盤変動状況		遠藤		平成21年(2009)		遠藤毅「南関東地域における地下水問題の歴史と今後の課題—東京都を主体にして—」日本応用地質学会平成21年度特別講演およびシンポジウム予稿集			
	低地一帯の地盤沈下状況とガス抗井の分布		遠藤		平成21年(2009)		遠藤毅「南関東地域における地下水問題の歴史と今後の課題—東京都を主体にして—」日本応用地質学会平成21年度特別講演およびシンポジウム予稿集			
	地下水揚水状況の変遷		遠藤		平成21年(2009)		東京都土木技術センター「平成20年地盤沈下報告」			
	揚水状況の地域的変遷		遠藤		平成21年(2009)		遠藤毅「南関東地域における地下水問題の歴史と今後の課題—東京都を主体にして—」日本応用地質学会平成21年度特別講演およびシンポジウム予稿集			
	東京都平野部の地下地質と地下水涵養		遠藤							
	平野部における東西方向の模式地質断面		遠藤		平成4年(1992)		Endo, T.: Confined Groundwater System in Tokyo. Environmental Geology and Water Sciences, Vol.20, No.1.			
	固結シルト層を主体とする北多摩層上位面の概略構造		遠藤		平成21年(2009)		遠藤毅「南関東地域における地下水問題の歴史と今後の課題—東京都を主体にして—」日本応用地質学会平成21年度特別講演およびシンポジウム予稿集			
	深層地下水のトリチウム濃度分布		遠藤		平成6年(1994)		権根勇「多摩川水系の地表水と地下水の交流に関する研究」			
	観測井における深度方向のトリチウム濃度分布		遠藤		平成20年(2008)		遠藤毅・中山俊雄「東京都平野部の地下地質」日本地方地質学「関東地方」朝倉書店			
	南西—北東方向の地質断面		遠藤		平成21年(2009)		遠藤毅「南関東地域における地下水問題の歴史と今後の課題—東京都を主体にして—」日本応用地質学会平成21年度特別講演およびシンポジウム予稿集			
	地下水の機能・資源と影響例		中村		平成18年(2006)	390	環境省総合環境政策局編集、大気・水・環境負荷分野の環境影響評価技術検討会編「環境アセスメント技術ガイド」大気・水・土壌・環境負荷、環境省「平成17年度環境影響評価技術手法要素別課題検討調査」報告書、(社)日本環境アセスメント協会発行			
	健全な水循環確保を踏まえた共生型地下水利用の基本的考え方、地下水地盤環境に関するシンポジウム2009—安心快適社会・地球温暖化・地下水—		中村		平成21年(2009)		上田敏雄・瀬古一郎・西垣 誠・中村裕昭			
	地下水を知る		中村		平成20年(2008)		地盤工学会			
	地下水・地盤環境懇談会報告書		中村		平成16年(2004)		地下水・地盤環境懇談会			
	地下水位・地盤沈下観測年報(2003~2007年版)		中村		平成21年(2009)		関東農政局			
	水質年報[平成20年度]		中村		平成22年(2010)		川崎市			
	川崎市地下水保全計画[健全な水循環の確保をめざして]		中村		平成14年(2002)		川崎市			
	地下水位データ取得から利用までの流れと課題		中村		平成16年(2004)		地下水・地盤環境懇談会「地下水・地盤環境懇談会報告書」			
	長期連続観測データでの日水位の求め方例		中村							
	地下水位スポット値の注意点		中村							
	地下水位の表示区分		中村							
	測定地下水位の表示区分		中村							
	地下水位の各種変動要因例		中村							
	地下水位の経年変動例<<東京都心部[江東区]>>		中村		平成13年(2001)		遠藤毅・川島真一・川合将文「東京下町低地における“ゼロメートル地帯”展開と沈静化の歴史」応用地質			
	不圧地下水の季節変動が被圧地下水位の低下に引っ張られて大きくなっている例		中村		昭和63年(1988)		日本の地質「中部地方Ⅱ」編集委員会編「日本の地質5中部地方Ⅱ」共立出版(株)			
	同一地点の異なる深度でも水圧レベルと変動パターンとも類似の例		中村				関東農政局「地下水位・地盤沈下観測データベースよりサンプル出力」			
	同一地点であっても深度によって水圧レベルが異なる例		中村				関東農政局「地下水位・地盤沈下観測データベースよりサンプル出力」			
	季節変動のほかに変動(短周期)が顕著な例		中村				関東農政局「地下水位・地盤沈下観測データベースよりサンプル出力」			
	地下水位変動の短周期と長周期の例		中村				川崎市(川崎市小向観測所の例)			
	川崎市の土地利用の推移		中村		平成14年(2002)		川崎市「地下水保全計画」			
	川崎市の市内中小河川の平常時(低水)流量		中村		平成14年(2002)		川崎市「地下水保全計画」			
	川崎市の地下水位経年推移		中村		平成14年(2002)		川崎市「地下水保全計画」			
	川崎市の主要水準点の累計地盤変動量		中村		平成14年(2002)		川崎市「地下水保全計画」			
	川崎市の埋立地水準点[千鳥町]の深度別累計地盤変動量		中村		平成14年(2002)		川崎市「地下水保全計画」			
	流量年報		細野							
	気象年報		細野							
	水位年報		細野							
	水質年報		細野							
	武蔵野台地の地質と地下水		新藤			46	新藤静夫「三多摩管工事協同組合発行」			
	衛星画像		新藤							
	関東平野の東西断面図		新藤		昭和59年(1984)		森和雄			
	地下水学		新藤							
	関東平野後期 新生代地質構造図		新藤				地質研究所			
	関東平野の地形面の区分と形態		新藤		昭和33年(1958)		貝塚爽平			
	関東平野の水地理地質的区分図		新藤		昭和37年(1962)		地質研究所			
	地下水流動モデルによる地下水頭等値線、流動ベクトル図		新藤		平成12年(2000)		関東平野北部地盤沈下防止等対策検討会			
	関東地下水盆の涵養地域図		新藤		昭和46年(1971)		日本鑿井協会			
	浦和水脈と武蔵野台地図		新藤		昭和47年(1972)		新藤静夫			
	浦和水脈と地盤沈下地帯の関係図		新藤		昭和36年(1961)		蔵田延男			
	浦和水脈の輪郭		新藤		昭和40年(1965)		蔵田延男氏ら(首都圏整備委員会)			
	関東平野西南部水理地質図		新藤		昭和37年(1962)		地質研究所			
	武蔵野台地: A3層基底地質図		新藤		昭和43年(1968)		新藤静夫			
	多摩丘陵: 連光寺互層上部層相当層の基底地質図		新藤		昭和45年(1970)		増田富士雄			
	基底等高線で現した図		新藤		昭和43年(1968)		新藤静夫			
	東京水道羽村村山線の地質と地下水について一連の資料		新藤		大正10年(1921)		東京市水道拡張事業			
	武蔵野台地南北地質断面図		新藤		平成16年(2004)		鳥羽謙三			
	青梅礫層のみることのできる砂利採掘場の写真		新藤		昭和40年代		新藤静夫撮影			
	武蔵野台地の深層地下水断面図		新藤		昭和55年(1980)		新藤静夫			
	東京層群から取水する井戸と上総層群から取水する井戸の水位差分布図		新藤		昭和55年(1980)		新藤静夫			
	トリチウム濃度分布図(1970年)		新藤		昭和50年(1975)		石井求氏ら			
	多摩大橋付近及び南浅川、北浅川の合流点付近の上総層群の礫層写真		新藤		昭和40年(1965)		新藤静夫撮影			
	多摩川の流量観測グラフ		新藤				新藤静夫(未発表)			
	比湧水量分布図		新藤		昭和43年(1968)		新藤静夫			
	武蔵野線生田トンネル工事記録		新藤		昭和51年(1976)					
	濃尾平野の自噴帯の研究		新藤		昭和37年(1962)		村下敏夫			
	武蔵野台地深層地下水水位変化のグラフ		新藤				新藤静夫(未発表)			
	取水層が異なる井戸の水変化のグラフ		新藤		昭和55年(1980)		新藤静夫			

	浅層地下水と深層地下水の水位変動パターン		新藤					新藤静夫(未発表)			
	降水量と水位の関係のグラフ		新藤					新藤静夫(未発表)			
	曾屋水源の湧出量と秦野盆地の地下水揚水量グラフ		長瀬								
	小浜池の水位変化のグラフ		長瀬								
	柿田川の流量グラフ		長瀬								
	地下水調査—水文調査模式図		長瀬								
	秦野盆地の地質		長瀬								
	秦野盆地地質断面図		長瀬								
	秦野盆地地質調査		長瀬								
	地下水面等高線図(500mメッシュ)		長瀬								
	秦野盆地の深層地下水流動機構図(シミュレーション)		長瀬								
	秦野盆地の深層地下水の流動状況図		長瀬								
	秦野市が実施している地下水人工涵養状況		長瀬			平成15年(2003)		秦野市環境農政部環境保全課			
	弘法の清水水質経年変化のグラフ		長瀬								
	水文的循環の中の地下水(模式図)		三本木			昭和33年(1958)		A.Wusthoff, ドイツ水法コンメンタール, Erich Schmidt Verlag, 1958)			
	省庁別地下水関係法案の概要		三本木			平成4年(1992)		国土庁資料			
	東京都気象月報		細野								
	弗素含有井戸水の調査		矢口			1958					
	東京都内井戸水の推計学的考察 第1報(練馬区、板橋区)		矢口			1961					
	東京都内井戸水の推計学的考察 第2報(杉並区、中野区、新宿区)		矢口			1961					
	東京都内における井水の洗剤汚染について		矢口			1961					
	東京都内井戸水の推計学的考察 第3報(世田谷区、目黒区)		矢口			1962					
	東京都内井戸水の推計学的考察 第4報(港区、品川区)		矢口			1963					
	地下水中の硝酸性窒素		矢口			1964					
	東京都杉並区の地下水の調査		矢口			1966					
	東京都北多摩地区の地下水の調査		矢口			1967					
	飲料水中のフッ素定量法と都内井戸水中のフッ素量について		矢口			1967					
	全国の地下水の水質調査		矢口			1968					
	水道水中のアンモニア性窒素と亜硝酸性窒素の同時検出について—アンモニア性窒素を含む深井戸水を原水とした場合—		矢口			1968					
	土壌における大腸菌の推移		矢口			1969					
	依頼試験を中心としてみた三多摩地域浅層地下水の動向(1)		矢口			1971					
	都区内および三多摩地区における井水の水質について		矢口			1973					
	依頼試験を中心としてみた三多摩地域浅層地下水の動向(2)		矢口			1973					
	河川水及び井戸水中の有機物の分析法ならびにその含有量に関する研究 第Ⅱ報 GC-MS法による水道水中の有機物の測定		矢口			1974					
	河川水及び井戸水中の有機物の分析法ならびにその含有量に関する研究 第Ⅲ報 塩素化脂肪酸炭化水素による環境汚染		矢口			1975					
	東京都内の工場周辺井戸水の重金属汚染調査		矢口			1975					
	水道水の塩素処理により生じる悪臭物質		矢口			1977					
	イソシアヌール酸添加による残留塩素の持続効果と殺菌力について		矢口			2006					
	多摩地区浅層地下水の動向(第4報)小平市における定点調査		矢口			2009					
	CG-FID法による井水中の塩素系炭化水素の分析		矢口			1981					
	水中の下水臭揮発性硫黄化合物の分析		矢口			1981					
	東京都内の工場周辺井戸水の重金属汚染調査		矢口			1983					
	多摩地区地下水中の塩素系有機溶剤に関する調査		矢口			1983					
	多摩地区における飲料水中のトリハロメタン調査		矢口			1985					
	飲料水中の揮発性有機塩素化合物の家庭での除去方法		矢口			1985					
	多摩地区地下水における揮発性有機塩素化合物汚染の動向		矢口			1987					
	平成7年度多摩地域飲用水の水質検査		矢口			1995					
	バージ・トラップGC-MS法による地下水中揮発性有機化合物の調査		矢口			1995					
	多摩地域北部における地下水中の硝酸性窒素の調査		矢口			1997					
	多摩地域における地下水中の農薬の汚染実態調査		矢口			1997					
	多摩地域における地下水中のヒ素の実態調査		矢口			1999					
	多摩地域における地下水中の臭化物の実態調査		矢口			2000					
	井戸水中の除草剤ベンタゾンの分析及び土壌中の残留性		矢口			2001					
	多摩地域飲用井戸水および多摩川水系河川中の内分秘かく乱化学物質の実態調査		矢口			2001					
	多摩地域における井戸水中の重金属類の実態調査		矢口			2002					
	地下水を原水とする専用水道における新水道水質基準項目の調査		矢口			2003					
	液体クロマトグラフィー・タンデム質量分析計による東京都島しょ及び奥多摩地域における水道水中の女性ホルモン類の分析		矢口			2004					
	地下水を原水とする専用水道における管理目標設定項目の調査		矢口			2004					
	地下水を原水とする専用水道における要検討項目の調査		矢口			2005					
	多摩地域地下水中の揮発性有機塩素化合物に関する調査		矢口			1994					
	東京都多摩地域地下水中のメチル-tert-ブチルエーテルの調査		矢口			2004					
	東京都多摩地域地下水及び河川水中の1,4-シオキサンの調査		矢口			2005					
	東京都多摩地域飲用地下水における臭素酸イオンの実態調査		矢口			2006					
	東京都多摩地域における飲用地下水中の農薬の実態調査		矢口			2006					
	東京都多摩地域飲用地下水における水質検査結果		矢口			2009					
	地下水の汚染機構解明に関する研究(その1)		矢口			1992-2					
	地下水の汚染機構解明に関する研究(その2)		矢口			1992					
	地下水の汚染機構解明に関する研究(その3)		矢口			1993					
	有機塩素化合物の分解生成物による地下水汚染		矢口			1994					
	硝酸性窒素による地下水汚染について		矢口			1994					
	硝酸性窒素による地下水汚染(その2)		矢口			1995					
	雨水の地下浸透に関する研究(その1)—住宅地総合雨水排水の水質と流出特性—		矢口			1995					
	硝酸性窒素による地下水汚染(その3)		矢口			1996					
	地下水中の化学物質(その1)		矢口			1997					
	地下水中の化学物質(その2)		矢口			1998					
	地下水中の化学物質(その3)		矢口			1999					
	地下水中の化学物質(その4)		矢口			2000					
	地下浸透の評価に関する研究(その1)—地下浸透に伴う汚染物質の挙動—		矢口			2000					
	地下浸透の評価に関する研究(その2)—地下浸透の汚染防止策と汚濁物質流出抑制効果の検討—		矢口			2001					
	雨水循環に関する研究(その1)		矢口			2004					
	雨水循環に関する研究(その2)		矢口			2005					
	三宅島における雨水等への火山ガスの影響について		矢口			2005					

6. 今後に向けての課題

全体を通しての成果と課題は次のようにまとめられる。

→成果：東京都のデータについて、危機感の共有理解と現状の把握ができた
セミナー・シンポジウムを通じて資料が収集できた
見えない水（地下水）が見えるようになってきた

→課題：地域の問題への対応
地下水問題の吸い上げ・整理
市民は浅層地下水には多くの関心を持っているが、深層地下水には感心が薄い

<今後の具体的な課題>

◆各セミナーでのテーマに関する質疑への対応

各セミナーではパネルディスカッションで会場の参加者からの意見に対し、十分な議論を行えなかったのではないかと。次年度以降この点をどのように充実させるかプログラムや内容を検討する。

◆参加者について

各回のテーマは完結内容ではあったが、基本的には地下水研究として関連しているので、参加者には連続して聞いて欲しかった。リピート率向上のための工夫も今後の課題と思われる。

◆地下水関連資料について

セミナー・シンポジウムを通じて資料の収集ができたが、まだほんの一部である。これらを継続していく必要があり、市民と研究者から行政へ今後も継続して働きかけをおこなっていく。

◆市民モニタリングについて

今年度のセミナーより、地下水に関する測定手法の難しさやデータの蓄積の重要性を学んだ。その中で、市民が実践できる手法で継続モニタリングによるデータの蓄積を行う足掛かりにしていきたい。

参 考 资 料

第1回地下水保全PJ報告

出席者：新藤、細野、川合、神谷、菅谷、矢口、佐山、宇田川
(敬称略)

1 経過報告

- ① とうきゅう環境浄化財団助成金については約91.2万円内定
- ② 今回からとうきゅうの助成を受けた活動として第1回目のPJとする。

2 第1回セミナーに向けて

① PJメンバーの確認

- ・申請メンバーは共同研究者だが内定決定を受け改めて意志確認する。
- ・矢口さんは新たに共同研究者とする。
- ・山田さんは未確認のため事務局が趣旨説明の上、協力要請する。
- ・新藤さん、小倉さんはとうきゅうの審査委員のため、助言者とする。

② 第1回セミナーの内容について

- 日時 平成22年7月10日(土)13時から
 - 会場 国分寺労政会館は予約失敗、府中市生涯学習センター及び狛江市公民館を予約調整中。国分寺Lホールも候補とする。
 - あいさつ 趣旨説明 代表研究者宇田川が担当、メンバーが支援協力
 - 報告1 東京都土木研究所の地下水位観測について(中山、川合)
 - 報告2 東京都環境局の地下水調査について(飯田)
 - 報告3 岐阜県の地下水対策について(寺尾ひろし)
- ディスカッション
- 司会・コーディネーター 神谷
 - 記録・ビデオ撮影(録音) 佐山

3 第2回セミナー以降の全体の流れについて

地下水公水論の三本木さんへのアプローチは、第1回目の講演者としてではなく、セミナーの進行状況により必要に応じて、依頼するものとする。

第2回目以降の内容については、次回に検討する。

4 次回打合せ会について

平成22年5月22日(土)13時30分から 国分寺本町・南町地域センターを予定

第2回地下水保全PJ報告

出席者：小倉、細野、山田、川合、土田、神谷、菅谷、佐山、宇田川
(敬称略)

- 新規メンバーとして山田啓一さんが共同研究者として参加
- 前回参加表明された矢口さん、共同研究者は辞退の申し入れ

1 経過報告

第1回PJ後、新藤さんから第1回セミナーに三本木さんを是非呼びたいので再度検討してほしい旨事務局に申し入れあり。また、岐阜県の事例紹介は時期尚早との意見。本日新藤さん欠席だが助言者の意見なので本日再度検討したい。
事務局(案)を基に検討、報告者は地下水公水論を念頭に置く、公水論はまとめのシンポジウムで議論する。

2 第1回セミナーについて

- 日時 平成22年7月10日(土)13時から 狛江市エコルマホール
- あいさつ・趣旨説明 代表研究者宇田川
- 報告1 東京都土木研究所の地下水位観測について(川合)
- 報告2 東京都環境局の水収支調査報告について(土田)
- 報告3 東京都の地下水調査について(飯田)(予定)
- パネルディスカッション コーディネーター
- 司会：菅谷 記録・ビデオ撮影(録音)：佐山

3 第2回セミナーについて(予定)

- 日時 平成22年9月25日(土)13時から 日野市の会議室
- 報告 浅層地下水の研究(細野、山田、堀内)
市民からのコメント(日野市民：小室)

4 第3回セミナーについて(予定)

- 日時 平成22年11月7日(日)13時から 会場未定
- 報告 深層地下水調査(新藤)、湧水調査(首都大：松山洋)、
多摩地域の地下水質(矢口)

5 次回打合せ会 平成22年6月26日(土)10時から 国分寺みみ研事務所

6.26 第3回地下水保全PJ報告

○出席：新藤、細野、川合、飯田、土田、菅谷、神谷、佐山、宇田川
(敬称略)

1 経過報告

- ・チラシの作成：佐山作成・神谷監修（別紙）
- ・助成金贈呈式：7月9日（金）11時～渋谷のホテル（佐山・宇田川参加）

○ 人数の制限はないので、参加可能な方は事務局に申し出てください。

2 検討事項

① 第1回セミナーについて 別紙チラシ参照

- 日時 平成22年7月10日（土）13時から
- 会場 狛江市エコルマホール
- 司会：菅谷 ■ あいさつ 趣旨説明 宇田川
- 報告1 東京都土木センターの地下水位観測について 川合
- 報告2 東京都環境局の水収支調査報告について 土田
- 報告3 東京都環境局の地下水調査について 飯田
- シンポジウムコーディネーター：神谷 ■ 記録：佐山
- 準備状況の確認、資料作成等

○ 配付資料と報告者プロフィールを7月7日（水）までに事務局宛送ること

② 第2回セミナー以降の全体の流れについて

- 第2回セミナー 平成22年9月25日（土）13時から 日野市
- 報告 浅層地下水の研究（細野、山田、堀内）
市民からのコメント（日野市民：小室）

- 第3回セミナー 平成22年11月7日（日）13時から 会場未定
- 報告 深層地下水調査（遠藤）、湧水調査（首都大：松山洋）
多摩地域の地下水質（矢口）

○ 新藤さん提案：深層地下水の報告者として遠藤さんが適任

- まとめのシンポジウムについて 平成22年1月または2月（未定）

3 次回打合せ会：7月19日（月）10時～みずとみどり研究会事務所

220719 第4回地下水保全PJ報告

○出席：新藤、細野、山田、川合、菅谷、神谷、佐山、宇田川
(敬称略)

1. 第1回地下水保全PJセミナーについて

- 参加者等報告(別紙案)：各自内容を精査し誤り等を事務局へ送付する。
- 感想・反省等：①会場案内不十分、②資料の文字小、③内容の議論不十分
- 報告書作成に向けた取り組み
 - ・報告者は資料等リスト作成・提出する(入手ルート、公表の可否、など)

2. 第2回セミナー開催に向けて

- 日 時 平成22年9月25日(土)13時から 日野市生活・保健センター
- テーマ 浅層地下水の研究 (日野駅から徒歩10分*)
- ＜話題提供＞
 - 細野：武蔵野台地の浅層地下水について
 - 山田：河川と地下水の関係について
 - 堀内：世田谷区烏山寺町の宙水について、高村さん
湧水調査(首都大：松山洋)(可能であれば変更する)
 - 市民からのコメント(日野市民：小室)
- 準備について
 - ・タイムスケジュール・役割分担作成・広報・チラシの作成

3. 第3回セミナーについて

- 日 時 平成22年11月7日(日)13時から 国分寺周辺
- 話題提供 深層地下水の研究(遠藤)
 - ＜仮＞浅層地下水と深層地下水(中村裕昭)
 - 多摩地域の地下水質について(矢口)
- 準備について

4. まとめのシンポジウムについて

- 日 時 平成22年1月22日(土)
- 会 場 府中市中央公民館ひばりホール(予定)府中駅北口徒歩7分
- 内 容 未定

- 5. 次回打合せ会：平成22年8月14日(土)16時から みみ研事務所
打ち合わせ後、ささやかに暑気払いを行います。

220814 第5回地下水保全PJ報告

○出席者：細野、山田、川合、土田、菅谷、佐山、宇田川

(敬称略)

*新藤さんは中国の調査のため9月中旬まで不在、第2回セミナーは参加

1. 第1回地下水保全PJセミナーの結果整理について

- 第1回報告概要(別紙案)：各自内容を精査し、訂正等を事務局へ送付する。
- 感想・反省等：①会場案内不十分、②資料の文字小、③内容の議論不十分
- 報告書作成に向けた取り組み
 - ①報告者は資料等リスト作成・提出する(入手ルート、公表の可否、など)
 - ②報告内容について内部で補足・確認を要す

2 第2回地下水保全PJセミナー開催に向けて

- 日時 平成22年9月25日(土)13時から 日野市生活・保健センター
- テーマ 浅層地下水の研究 (日野駅から徒歩10分)
- <話題提供> 細野義純・角田清美：武蔵野の地下水そのあり方
山田啓一：河川水と地下水の交流関係
堀内清司：世田谷区烏山寺町の宙水について*
松山洋：湧水調査について* *講演テーマは演者に確認する。
- パネルディスカッション コーディネーター：神谷博
- 準備について
 - ・タイムスケジュール・役割分担・広報・チラシの作成

3 第3回地下水保全PJセミナーについて

- 日時 平成22年11月7日(日)13時～ 国分寺労政会館3F3会議室
- テーマ 深層地下水の研究 (国分寺南口徒歩4分)(70名)
- <話題提供> 深層地下水の研究(遠藤毅) <連絡担当：川合さん?>
<仮>浅層地下水と深層地下水(中村裕昭) <連絡担当： >
多摩地域の地下水質について(矢口) <連絡担当：宇田川>
- 準備について
 - ・演者・テーマ内容等の妥当性について中山さんの助言をもらう。
 - ・9月12日(日)10時からの次回検討会にて、内容を検討する。

第6回地下水保全PJ報告

○出席者：細野、山田、堀内、松山、中山、土田、菅谷、佐山、宇田川
(敬称略)

1. 第2回地下水保全PJセミナー開催に向けて

- 日時 平成22年9月25日(土)13時から 日野市生活・保健センター
- テーマ 浅層地下水の研究 (日野駅徒歩10分)(80名)

<話題提供> 細野義純：武蔵野の地下水そのあり方
角田清美：日野の地下水について
山田啓一：河川水と地下水の交流関係
堀内清司：世田谷区烏山寺町の宙水について
松山 洋：日野市内の湧水調査について

- パネルディスカッション コーディネーター：神谷博
- 内容等について：細野さん角田さんは時間内で2つのテーマを講演する。
- 準備について
 - ・役割分担：タイムスケジュール・記録・資料作成など

2 第3回地下水保全PJセミナーについて

- 日時 平成22年11月7日(日)13時～ 国分寺労政会館3F3会議室
- テーマ 深層地下水の研究 (国分寺南口徒歩4分)(70名)

<話題提供> 深層地下水の研究(遠藤毅) <連絡担当：川合>
浅層地下水と深層地下水(中村裕昭) <連絡担当：佐山>
多摩地域の地下水質について(矢口) <連絡担当：宇田川>

- パネルディスカッション コーディネーター：神谷博
- 準備について
 - ・演者・テーマ内容等の検討。
 - ・話題提供者への連絡調整
 - ・役割分担：チラシの作成、タイムスケジュール、記録、資料作成など

3 まとめのシンポジウムについて

- 日時 平成23年1月22日(土)13時から
 - 会場 国分寺労政会館4F(予定)(150名または120名)
 - 内容 未定(【宿題】次回の打ち合わせ会で検討、案を持参してください)
- <例示>

○案1：全3回のセミナーの内容のエッセンスを集約したシンポジウム
地下水研究の現状と課題など

水収支、育水、公水として位置付け、帯水層のモニタリングと管理など

○案2：基調講演⇒ワークショップ形式の分科会⇒全体会

- ①地下水研究のデータマップ作り
- ②東京の地下水の現況と今後のあり方
- ③育水の考え方と流域管理の視点

4 その他

とうきゅう環境浄化財団への報告のために『地下水情報データマップ作成』ワーキンググループを立ち上げてはどうかとの提案があった。

5 次回打合せ会：平成 22 年 10 月 10 日（日）10 時から国分寺みみ研事務所

第7回地下水保全PJ報告

参加者：新藤、細野、山田、中村、中山、土田、神谷、菅谷、佐山、宇田川
(敬称略)

1. 第2回地下水保全PJセミナーの結果整理について

- 日時 平成22年9月25日(土) 13時から 日野市生活・保健センター
- テーマ 浅層地下水の研究 (日野駅徒歩10分) (80名)
- <話題提供> 細野義純：武蔵野の地下水そのあり方
角田清美：日野の地下水について
山田啓一：河川水と地下水の交流関係
堀内清司：世田谷区烏山寺町の宙水について
松山 洋：日野市内の湧水調査について
- パネルディスカッション コーディネーター：神谷博
- 第2回セミナーのまとめ概要版について (参加者63名)
- 成果・反省点と今後の課題について
 - ・演者が多く時間が足りなかった。(議論が不十分)
 - ・パネルディスカッションは質問対応に追われテーマを貫く議論不足

2 第3回地下水保全PJセミナーについて

- 日時 平成22年11月7日(日) 13時～ 国分寺労政会館3F3会議室
- テーマ 深層地下水の研究 (国分寺南口徒歩4分) (70名)
- <話題提供> 深層地下水の研究(遠藤毅) <連絡：川合>
多摩地域の地下水質について(矢口久美子) <連絡：宇田川>
浅層地下水と深層地下水(中村裕昭) <連絡担当：佐山>
- パネルディスカッション コーディネーター：神谷博
- 内容の検討・話題提供の順序など
 - ・中村さんから講演内容について説明(別紙参照)
 - ・17時以降も会場確保できたので、終了時間を17:30とし延長も可
 - ・各講演者の発表時間は質疑を含め60分とする。
 - ・講演順序を入れ替えタイムスケジュール(案)のとおりとする。
- 準備について
 - ・役割分担：チラシの作成、記録、資料作成など

第8回地下水保全PJ報告

○出席者：細野、川合、菅谷、神谷、佐山、宇田川
(敬称略)

1. 第3回地下水保全PJセミナーについて

□日 時 平成22年11月7日(日) 13時～17:30 国分寺労政会館3F
第3会議室(国分寺南口徒歩4分)(70名)

□テーマ 深層地下水の研究

<話題提供>

1. 東京の深層地下水の研究～地下水利用の今後に向けて～(遠藤毅)

2. 地下水と上手に付き合うために

～『育水』の提案と既往データ活用上の留意点～(中村裕昭)

□ パネルディスカッション コーディネーター：神谷博

○多摩地域の地下水質の話題提供は今回不可。穴埋めはせず話題提供の時間を繰り上げる。その分、パネルディスカッションの時間を90分とし、状況により延長も可能とする。

○パネルディスカッションは第3回のテーマだけでなく第1回第2回セミナーの論点をコーディネーターが抽出して紹介し、まとめのシンポジウムにつなげる議論を行う。

○古賀さんの提案の扱いについて再度検討したが、前回の打合せ会で第3回は不採用と決め、結果も本人に伝えているので、前回決定どおりとした。

2. まとめシンポジウムについて

□ 日 時 平成23年1月22日(土) 13時から

□ 会 場 国分寺労政会館4F(予定)(150名または120名)

□ 内 容 全3回のセミナーの内容のエッセンスを集約したシンポジウム

■ 基調講演 1. 新藤静夫(3回のセミナーを集約して)
2. 三本木(地下水公水論について)

■ パネラー ○飯田輝夫(第1回セミナー代表)
○細野義純(第2回セミナー代表)
○遠藤 毅(第3回セミナー代表)
○小倉紀雄(水質に関するコメンテーター)

■ コーディネーター：神谷博

○論点整理などは、次回検討会(11月23日(火)10時から)にて行う。

第9回地下水保全PJ報告

○出席者：細野、新藤、土田、菅谷、神谷、佐山、宇田川
(敬称略)

1. 第3回地下水保全PJセミナーの結果整理について

□日 時 平成22年11月7日(日) 13時～17:30 国分寺労政会館3F
第3会議室(国分寺南口徒歩4分)(70名)

□テーマ 『深層地下水の研究』

<話題提供>

1. 東京の深層地下水の研究～地下水利用の今後に向けて～(遠藤毅)
2. 地下水と上手に付き合うために
～『育水』の提案と既往データ活用上の留意点～(中村裕昭)

□ パネルディスカッション コーディネーター：神谷博

● パネラー：中村、川合、菅谷、宇田川

□ 第3回セミナー報告<概要版>について(参加41名)：作成中

□ 反省点・成果など

○ 3回のセミナーの参加者名簿作成・配付した。
メンバー以外の3回連続出席は5名

2. まとめのシンポジウムについて

□ 日 時 平成23年1月22日(土) 13:00～17:30

□ 会 場 国分寺労政会館4F(120名)

□ テーマ 『(仮)市民が分かる～東京の地下水の意義・その現状と未来』

□ 内 容 3回の連続セミナー内容のエッセンスを集約したシンポジウム

■ 特別講演 1. 新藤静夫(武蔵野台地の地形地質・地下水について)
(各1時間) 2. 長瀬和雄(秦野盆地の地下水管理について)
3. 三本木健治(地下水公水論ほかについて)

■ パネルディスカッション

パネラー ○ 川合将文(第1回セミナー代表)
○ 細野義純(第2回セミナー代表)
○ 遠藤毅(第3回セミナー代表)

コーディネーター：神谷博

3. その他(*時間不足のため次回検討する)

① とうきゅう環境財団への活動報告書作成の準備：

- (1) 『地下水研究データマップ作成』ワーキンググループ設立の提案について
- (2) 今年度のまとめ『3回の連続セミナーとまとめのシンポジウム』

② 次年度の活動内容について

とうきゅう環境財団一般研究助成申請(23年1月中旬締切り予定)

4. 次回打合せ会：平成22年12月26日(日)14時から

本町・南町地域センター(042-326-1700)国分寺駅南口西側徒歩2分

特別講演演者の3名にお集まりいただき、事前打合せします。終了後17時から忘年会を行います。

第 10 回地下水保全 PJ 報告

○出席：新藤、細野、山田、川合、中山、飯田、菅谷、神谷、長瀬、三本木、佐山、宇田川（敬称略）

1. 第 3 回地下水保全 PJ セミナーの結果整理について

- 日 時 平成 22 年 11 月 7 日（日）13 時～17：30 国分寺労政会館
- テーマ 『深層地下水の研究』
 1. 東京の深層地下水の研究～地下水利用の今後に向けて～（遠藤毅）
 2. 地下水と上手に付き合うために
 - ～『育水』の提案と既往データ活用上の留意点～（中村裕昭）
- パネルディスカッション コーディネーター：神谷博
 - パネラー：中村、川合、菅谷、宇田川
- 第 3 回セミナー報告＜概要版＞について（参加 41 名）：作成中

2. まとめのシンポジウムについて <資料 1>

- 日 時 平成 23 年 1 月 22 日（土）13：00～17：30
- 会 場 国分寺労政会館 4F（120 名）
- テーマ『(仮) 市民がわかる～東京の地下水の意義・その現状と未来～』
- 内 容 連続セミナーを集約すると共に今後の課題を展望する。
- 話題提供（講演：50 分、質疑：10 分）
 1. 新藤静夫『関東地下水盆における武蔵野台地の位置と地下水の利用について』
 2. 長瀬和雄『地下水の管理～秦野盆地を例として～』
 3. 三本木健治『地下水をめぐる法制度上の諸問題～公水論ほかについて』
- パネラー
 - 飯田輝男（第 1 回セミナー代表）
 - 細野義純（第 2 回セミナー代表）
 - 川合将文（第 3 回セミナー代表）
 - 新藤静夫（シンポジウム話題提供者代表）
- コーディネーター：神谷博

会場は 21 時まで使用可能であるが、終了時間は、18：00 を目処とする。

3. 次年度の活動内容について<資料 3>

とうきゅう環境財団一般研究助成申請（23 年 1 月中旬締切り予定）
次年度の一般研究助成申請（1 年）を行う。原案を事務局で作成し、メールで協議する。

4. とうきゅう環境財団への活動報告書作成の準備：役割分担<資料 2>

資料の分担案について、事務局宛意見を下さい。

5. 次回打合せ会：平成 23 年 1 月 日（ ） 時から

後日、メールにて日程調整します。

第 11 回地下水保全プロジェクト打合せ会・報告

■出席者：新藤、細野、川合、土田、菅谷、神谷、佐山、宇田川（敬称略）

22 年度最後の打合せ会として、次のテーマについて検討しました。

1 シンポジウムの反省とまとめ

- まとめ文書について事務局より報告（メール配信済み、訂正は事務局まで）
- リピーター参加状況について、過去 3 回連続した参加者が少ない。など
- シンポジウムは 1 時間の話題提供 3 本、内容が濃く参加者は満足したのではないか。

2 22 年度の活動の成果と課題

- 成果：東京都のデータについて、危機感の共有理解と現状の把握ができた
セミナー・シンポジウムを通じて資料が収集できた
見えない水（地下水）が見えるようになってきた
- 課題：地域の問題への対応
地下水問題の吸い上げ・整理
市民は浅層地下水には多くの関心を持っているが、深層地下水には感心が薄い

3 とうきゅう環境財団への報告書作成のスケジュールと役割分担

- 事務局サイドで作成し、メンバーで確認後、報告する
目標に対しての得られた成果、達成度を自己評価する
文献リストの作成、東京の地下水質関係文献リスト（宇田川作成・別添参照）

4 次年度に向けた取り組み

- とうきゅう環境財団への申請内容
 - セミナーや井戸調査など市民ができる調査などを行っていく
 - 行政、研究者、市民の連携
- 申請が採用された場合と不採用の場合
 - みみ研の定例会（フィールドワーク）などで継続的に実施（費用のかからない範囲内）

5 その他

- 要望・意見等について
 - ・セミナー、シンポジウムの参加者から、個人に直接質問が来ることがあるので、相談の一次窓口は事務局で行い、振り分けをしてほしい。
 - ・地下水障害など困りごとを身近に感じている参加者がいる。相談の受け皿が必要。
 - ・水循環基本法制定の動きを注視する必要有り、産総研の公開・地下水調査報告会に参加したが、日本各地の地下水盆のボリュームのみを把握しただけで、地下水揚水可能量を論じていた。産業界の意向を受け、地下水利用を進める動きが感じられた。

- 新藤さん・細野さんから今後の打合せ会毎回は出席できない旨の申し出について
新藤さん・細野さんから、体調面等の理由で今後毎回の打合せ会への出席はできない旨の申し出がありました。新藤さんは当プロジェクト発足の当初から、とうきゅう環境財団の一般研究活動検

討の助言者として大きな力を発揮していただきました。

細野さんは多くの資料、データの扱いの基本など多くのことを教えていただきました。お二人に心から感謝いたします。

お二人の力添えで1年間の活動を通じて貴重な研究成果や考え方、資料等を沢山集めることができました。今後は得られた情報等を消化吸収して課題等を整理し、課題克服のための方策も検討していきたいと考えています。そして、ある一定の成果が生まれましたら、改めて、シンポジウム等を開催して、議論を深め、情報の共有化を図りたいと思います。お二人には今後ともご支援ご協力をお願いいたします。

■ 今後の活動方針について（宇田川私案）

1. 当面は、22年度報告の作成に専念し（案）が出来次第皆様に配信確認します。
2. 22年度は3回のセミナーとシンポジウムの計画実施に力を入れざるを得ず、実施内容の事後検討が不十分で、消化不良の感があります。そこで、セミナー・シンポの成果と検討課題を整理し、皆様に提示します。（3月中の早目を目途とします）
3. 3月下旬頃？とうきゅう環境財団の助成申請採用の可否決定後、今後の活動計画について話し合います。

23年度は、①望ましいモニタリングシステムの検討、②防災井戸の現状と課題、③井戸調査の実際など、新たな調査研究と、全体の課題克服のための検討を平行して行うように考えています。

第1回地下水保全プロジェクトセミナー まとめ 「地下水研究の現状」

開催日 2010年7月10日(土) 13時～17時
場 所 狛江市エコルマホール 多目的室
参加人数 一般参加 28名
PJメンバー及び関係者 14名 合計 42名

(詳細リストは別紙)

◆開会・趣旨説明 (宇田川 隆男)

プロジェクトの代表の宇田川氏より本セミナー開催の趣旨や経緯などが話された。

【話題提供の内容】

東京都土木センターの地下水位観測について (川合 将文)

◆地下水位の監視・観測の話し

- ・東京都には42か所に104本の観測井を設置している。
(被圧地下水位 91本、不圧地下水位 13本)
- ・観測井の構造について
- ・テレメーターによる日常的なチェック
欠測があった場合、原因を究明(通信による不具合か装置の問題か)して後者の場合は現場に急行。

◆地下水位の変動と地盤沈下

- ・地盤沈下について
地下水位の観測井のできた(東京都が地下水位の観測始めた)のは昭和26年くらいから。
- ・なぜ台地で地盤沈下が起こるのか?
(昭和48年くらいには) およそ20cm/年沈下した。
→深層地下水の使い過ぎが原因
- ・原因はわかったが、止められずに地盤沈下は次のステージへ。
- ・計測を続けた結果、4.5mも沈下が認められた。
- ・グラフより地下水水位と地盤の沈下に相関性有。
工業用水法、ビル用水法、天然ガス採取の停止、地下水の揚水を規制。
その結果、地下水が回復、地盤沈下が止まった。
- ・今と昔の地下水位の比較
大正9年以前には、足立区北部から葛飾区北部にかけて自噴帯があった。

地盤沈下は一度起きてしまったら元には戻らない。

◆地下水位の変動特徴

水位変動のグラフを見ながらその特徴を紹介

- ・立川第一観測所の事例
1日の中でも洗濯など生活用水利用により2回上下するが全体的な水位が上昇しているのは良い傾向である。
- ・板橋区の事例
土日に水位が上昇するのは近くの事業所の揚水停止が関係しているのではないかと読み取れる。

- ・小金井にある深さの違う井戸の事例
140～150m の深さの井戸と 240m～250m の深さの井戸で水位の逆転現象がおきている。
- ・江戸川区の事例
地下水位、正確には地下水の水頭圧で、潮の満ち引きにも影響を受ける。台風など低気圧によっても水位も上がる。

◆観測記録の保管・整理

昭和 49 年からアナログデータの蓄積。**整理(製本)して保存。**
昭和 55 年ごろからデジタルデータ移行する。

◆観測成果の公表

地盤沈下の状況を把握するための観測であるため、前の年 1 年間の結果を速報としてプレス発表をおこない、ホームページにも掲載を行っている。

昭和 45 年から定期的に**センター年報**として発行している。

・浅層地下水にかんする調査報告書(昭和 34 年～41 年)

東京都建設局(当時)の環境調査要領に基づいて開発工事などを実施するようになった。

建設工事や道路を作ったときの資料なども過去の状況を知る上での貴重な資料。それらを取りまとめた報告書。

・北多摩幹線排水路流域地下水調査報告書

・浅層地下水位年表

(太字：資料やデータ、報告書など)

地下水収支調査について (土田 稔)

◆東京都環境局の地下水保全対策について

環境局では地下水保全対策については「量と質」両方行っている。

①地盤沈下対策 (量の対策)

②その他

・涵養策

雨水浸透など。

・地下水質保全対策

・温泉

温泉についての許可をしている。温泉ブームにより現在でも 100 か所以上あり、地盤沈下の問題もあるので議論していく方向にある。

◆亀戸の観測点における地盤沈下について

工業用水法(1961 年)

ビル用水法(1963 年)

東京都条例(1970 年) → 環境確保条例に改正(2001 年)

揚水規制をすることで、地盤沈下が治まった。

昭和 46 年(1971 年)から揚水量の把握をおこなう。量の抑制と効率よく使用するように指導(「井戸の新設抑制と地下水使用の合理化により地下水揚水量を削減」が主旨です。)

以前は 1 日 140 万 m³であった。現在では 5 5 万 m³程度になった。

◆東京都環境局の地盤沈下対策関係の調査

・地下水収支調査報告書 (東京都公害局 昭和 55 年(1980 年)3 月)

- ・地下水実態調査報告書（東京都公害局 平成4年(1992年)9月）
- ・水収支調査（東京都環境局 平成10年(1998年)2月）
- ・地下水管理水位設定調査（東京都環境局 平成12年(2000年)2月）
- ・東京都の地盤沈下と地下水の現況検証について（東京都環境局 平成18年(2006年)5月）
- ・水収支調査（東京都環境局 平成19年(2007年)）

◆地下水収支調査報告書(昭和55年)について

- ①地下水収支調査の場
- ②地下水収支調査の内容
- ③地下水収支の結果
- ④地下水収支調査の限界
 - ・データの大部分は行政資料 →個々の要素の量は試算値

区部と多摩地域の水収支を図解説明。

昭和52年、昭和60～62年、平成6～8年それぞれについて個々の要素水量を説明

- 各ブロックの降水量（気象庁観測10地点の降水量から平面分布を求め、各ブロックの降水量を推定）
- 蒸発散量（気温データと被覆データより算出）
- 直接流出率（東京都土木技術研究所や建設省などの既存資料と現地調査により算出）
- 不圧地下水の流入量（透水係数データ、帯水層及び層厚データ、ブロック間の帯水層厚データ、不圧地下水の動水勾配データより算出）
- 河川への湧出量（河床高データ）
- 崖線・自然池などの湧水量（湧水箇所データに基づき湧出量を実測）
- 多摩川からの涵養量

多摩川は被圧地下水帯水層まで下刻。河川底部や河川敷の伏流水が周辺地下水と一体流動

- ①多摩川から被圧地下水への涵養量は直接求められない。
河川流量は表流水＋伏流水に周辺の不圧地下水からの流入量に加わっている。ところが周辺の不圧地下水からの流入量は求められない。
そこで、表流水減少量を被圧地下水への涵養量に置き換えることにした。これは、地盤沈下シミュレーション内挿検定の際にクロスチェックすることとした。

②多摩川表流水量

（多摩川流量データ）

- ・現地調査
下奥多摩橋～多摩川橋間の18地点（昭和52年7月、11月。昭和53年3月）
- ・東京都公害研究所：多摩川総合調査、昭和48年度。本川2時間ごと。
これらから、多摩橋（秋川）～拝島橋（昭島）及び日野橋～関戸橋は確実に表流水量が減少していると推察。

●水道漏水量

（データ）水道事業年報(東京都水道局)及び東京の水道(東京都福祉保健局)

●下水道への浸出量

●地下鉄等への浸出量

（データ）下水道局月報

●吸い込みますからの下水浸透量

（データ）区市下水課などに吸い込みます利用区域と利用人口を照会。区部は足立区と世田谷区の一部が利用区域だったが、微小なので計算に含めなかった。

●浅井戸揚水量

●涵養ゼロ地域

まとめ 東京都公害局：地下水収支調査報告書（昭和55年3月）では次のこと明らかにした。

1 被圧地下水への垂直涵養量

1日当たり区部1. 15mm、多摩1. 30mm程度

- 2 雨水浸透のほとんどは被圧地下水の垂直涵養。不圧地下水位はほとんどが河床より低く、河川へ湧出しない。
- 3 下水道への地下水浸出と水道水の漏洩は被圧地下水への垂直涵養量に大きく影響

(太字：資料やデータ、報告書など)

東京の地下水調査について (飯田 輝男)

- ◆7 公害の一つである地盤沈下の恐れのある東京都に 200 万人が住んでいる。地下水を行っている(研究)者はそれを忘れてはならず、『どうするか』ということについて行政も動かなくてはならない。
- ◆東京の水循環現状
 - 都市化が進み、川がなくなったり水路がなくなったりしている。都会は農地がなくなり被覆率が上がってしまっている。しかし、実は山間部でも問題は起きている。
- ◆都市化の進行
 - ・雨水浸透量の減少
 - ・水路・河川の喪失
 - ・工事による地下水・湧水の流動阻害
 - ・浅い地下水が減少し、蒸発量がへる
 - ・湧水量の減少＝河川流量の減少
- ◆水田面積の減少。
- ◆雨水浸透量は年々減少している。
- ◆野川の湧水地点のマップ紹介と河川水量のグラフ
 - 新小金井橋、二枚橋辺りでは水量が激減する。
 - なぜ、減るか？ 地下水をくみ上げる所の多いから。
- ◆都市気候条件の変化
 - ヒートアイランド化が進んでいる。
 - ・多くの河川が消失している。水源の無い川になってしまっている。(実際には水源はあるのだが、下水が多く流入する川となっている。)
 - ・熱帯夜の頻度が増加
- ◆湧水・地下水の役割
 - 膨大な潜熱で気候緩和
 - 池や泉の水源
 - 河川の水源
- ◆野川と空堀川の流量比較
 - 野川近隣では雨水浸透が盛んであり、その効果は野川の水量からもみられる。
 - 一方空堀川近隣では雨水浸透はあまり行われていない。
- ◆最近の地下水事情
 - ・JR 武蔵野線
 - ・JR 東京駅・・・実はあまり水量は多くない。
 - ・JR 上野駅・・・260t くらい出た。
 - これら導水事業で地下水が多いと誤認されている。
- ◆山地の状況
 - スギヒノキの大規模造林がおこなわれた。吉野すぎが見本で密植し、間伐を繰り返す予定であった。また、工事丸太用のスギも、鉄パイプが取って代わり、材木用のスギも外材に押され、見捨てられる結果となった。したがって、実際には放置されたままの森林が多いのが実情である。下草刈も当然おこなわれていない。
 - スギヒノキの針葉樹は広葉樹と比べると、樹冠遮断が多い、蒸散量が多い、表面流出が多いなどの傾向がある。檜の土壌には撥水作用があるとの報告もある。結果として雨水の浸透は非常に少ない。このため、針葉樹の多い秋川流域等の溪流の普段流れる水量は減少を続けている。

小河内ダムでもダム周辺には水源涵養林は少なく、スギヒノキの民有林が多く、いわゆる溪流林、湖畔林が少なく、大気汚染の影響を受けやすいため、アオコの発生が多い。また大雨のときに濁水が湖に流れやすくなっている。湖は一度汚れると水の交換が悪いため、いつまでも環境が悪化したままである。

五日市の森林の状況

約2ヘクタール針葉の森を伐採し、広葉樹の水源涵養林にする実験を行っている。伐採後すぐに雨水浸透が始まった。溪流の水質が良くなり、水量も増えつつある。水温も夏低く冬暖かいという結果が得られている。森林機能として、冬に葉のない自然林、2次林の方が優れている。

◆水循環回復のためのシナリオ

①地下水揚水をやめる。通年あるいは夏場(5～9月)を除く

②揚水者による

揚水量にみあう雨水浸透

放置山林の水源涵養林化による

多摩川水系の流量の増大

得られたこれらの水を玉川上水路網を通じて、①揚水量の多い地域、②水源のない河川や濠・池へ導水し、さらに③地下に再浸透させるなどして、潤いのある街づくりに努め、東京の水循環を再生する。

【パネルディスカッション】

コーディネーター：神谷博

パネリスト：宇田川隆男

菅谷輝美

川合将文

土田稔

飯田輝男

(順不同・敬称略)

宇田川：川合さんの継続されている基礎的な調査の重要性を改めて感じた。土田さんの発表された水収支報告は地下水を考える上で非常に重要なものであり、その収支報告書が環境局を中心に報告活用がなされている。また、飯田さん東京の地下水を具体的な問題事例を紹介しながら発表されており、流域全体の森林の問題を含めた水収支を考えるということに感銘を受けた。

菅谷：川合さんのデジタルデータではないアナログデータの重要性を感じた。土田さんの昭和55年の水収支報告については、色々問題の原点になる、現在では困難なほどの貴重な基礎的データである。また、飯田さんの話では下町の地盤沈下から山へ水を持っていき、都内に流れるという構想は素晴らしいと思った。

神谷：川合さんの話の中で、今現在、地下水のことをしている東京都の職員はもういないという事実には驚いた。これこそこのプロジェクト(セミナー)のテーマである。東京都でさえこのような状況にあること、これまで積み重ねてきた行政データが失われないようにどうするか、第2回以降のセミナーで研究者の方の発表もあるが同様の問題に直面している。土田さんの話では、現在までされた調査の中で、何が重要なかが把握できた。飯田さんの話の中にあつた山、森林を含めたこれから先の水循環の議論を進めていきたい。

調査によるデータや資料の保存、そして、調査や研究の継続性、この二点が大きな課題であるなかで、このプロジェクトで現在までの膨大な資料や研究の整理を含めた総括を今回の目的としていきたい。

新藤：今回のキーワードはデータである。貴重なデータに関して、重要な研究者がどんどん少なくなっ

ている中で、保管や人材に手が及んでいないのが実状である。

今日は、地下水をシミュレーションによって結論を導き出す傾向が強いが、その結論は誤りばかりである。これは、一つのポテンシャルからしか見ていない結果からくる完全な間違いである。シミュレーションは手段であって、真実ではないのである。それをチェックするのはデータのみ。行政のあるいは研究者の多くのデータそれは目に見えず、評価も低く、必要性に疑問がもたれることが多い。そのような状況で生み出される誤解、つまり地盤沈下は終結した、地下水は豊富にあるといった誤解が一番恐いのである。

かつて、アナログ式で行ったデータは担当がいなくなると消滅していってしまう。そのようなデータをどう保存するか、行政に意識があってももらいたいこと、そして共に市民にも意識を持ち、その方策をどう提示するかが今後の目的でもある。

◆会場からの意見・質問について

※質問票により質問内容などをセミナー当日より詳細に記載。

Q. 東京都土木センターには多くの地下水関連資料が保管されていることをしりました。

- ・このような資料は一般の住民でも閲覧することはできるのでしょうか？
- ・同様に他の資料、ボーリングデータ等も閲覧可能でしょうか？
- ・ホームページを拝見すると閲覧室（資料室）？があって、利用〇〇〇一般住民の利用可能かどうか？について教えてください。

A. ロッカーに保管されているので閲覧は可能です。ただし、膨大な量であり、職員同席のため時間を取っていただくことを望む。また、時間ごとのデータでとってはいるが膨大であるため月平均値での公開として活用されることが多い。

ホームページについてはできる範囲内で公開していきたいがどこまで過去のデータを閲覧できるようにするかなどホームページの容量の問題もあるので検討していきたい。(川合)

Q. 被圧地下水は一定深度で水位が固定されているはずですが、日や週で「水位が変わる」とはどういう意味ですか？ 圧力 or 圧力水頭ですか。

A. わかりやすく話すために水位という言葉を使ったが実際には圧力水頭。帯水層の持っている圧力(水圧)のこと。(川合)

Q. 高層建築物が増えている現状の中、事前調査段階での民間でも「地質柱状図」が増えているはず。それらを含めてデータ集積の現状と公開利用の現状はいかがか？

A. 別の部署ではあるが、ボーリングデータは蓄積されている。東京都の断面図としてある。ただし、個人情報扱いになり全て公開はしておらず、調査研究や行政サイドからの公共事業による依頼で閲覧は可能な場合もある。

Q. 地下水研究者に地盤改良工事工法に精通している方が少ないように感じる。ゼネコン研究所の研究者に頼るしかないのだろうか？

A. (地盤改良工事工法に精通している方が)いないかもしれませんが。土木の関係者でそれなりの知識は持っているが、質問でいうレベルがどれくらいのものなのかわからないのでクエスチョンにしてください。(川合)

Q. 東京都の地下水位の観測データによると、浅層の地下水位はほぼ一定、深層の地下水位は上昇傾向にあるようです。それと、涵養量が減少傾向にあるということはどのように理解すればよいでしょうか。

A.

Q. p2. 右下 縦軸：～量(?)
横軸：距離との関係は?

p4. 潜熱量はいくらか?

左下：相関係数はいくらか?

p9. 揚水 → (使用…廃水(浄化?)) → 浸透

A. p2…距離の関係ではなく、橋ごとのデータである。野川全体で 20km。

p4…539cal/g

相関係数はあえて出していない。

p9…汲みあげて使用した分を元に戻すことについては、地下水を飲用する人もいるので東京都としては一度使用した水を浸透させて使うことは考えていない。(飯田)

Q. 野川上流部は川の水が下に落ちこちているというお話がありましたが、野川河床の下の地下水位が下がっているためにそのようなことが起きているのでしょうか?

A.

Q. 都内都下で温泉(大型施設も含め)が異様に増え、憂慮している。温泉等の揚水の現状の「規制」と今後へ向けた対応は?

A. 3年前のガス爆発事故以来、申請はなくなった。規制を敷いたこと理由として、温泉資源を守るという側面も持っている。1つの事業所で1000mから汲みあげた場合、1km圏内で50t/日とし、複数の業者がいた場合にも総量が同量のくみ上げ量とするため厳しい。

Q. 被圧、不圧の区別について

A. 不圧・・・関東ロームに浸透して大気圧と同等で圧力がない地下水

被圧・・・さらに浸透して、大気圧から遮断され土の中でパックされている状態、つまり圧力がかかっている状態をいう。(川合)

Q. 深井戸、浅井戸の区別について

A. 30mより浅いものを浅井戸、それよりも深いものを深井戸という。(飯田)

Q. 被覆率について。

A. 建物に覆われた率。例えば農地は被覆されていない、水が浸透するということで被覆率ゼロという。(飯田)

Q. 私の住んでいる市では水道水の30%が地下水で200mの深さから汲みあげています。

浅層地下水は行政区内ではほまかなえと聞きましたが、もっと広域になる場合、行政等ができることとして涵養のためにどのようなことが考えられるのでしょうか?

Q. 地盤沈下を起こさない条件で有効に利用できる地下水量を把握することができるか?

そのためには何が必要か?

A. 地盤沈下を指標として考えた場合、地盤沈下の履歴、地下水位の履歴、様々な事象を含むなかの考えが議論されているところである。(土田)

今の段階ではシミュレーションで行うことは可能であるが、モデルを作成し現状のデータに当てはめて結果を検証し、シミュレーションするが実際にどこまで正確であるかは疑問である。(川合)

Q. 飯田さんの話より地下水が余って思われていることがある。環境省で適正用水量の議論をしたことがある。基本スタンスは変更できないはずであるが、どうだろうか。

A. 当然、(基本スタンスは変更できない)そうである。この地域でも被覆率は 80%である。ほとんど雨水は入っていない状況の中、地下水をどれだけ使っているのかという計算をしても意味はない。東京駅の(漏れ出た)水はほとんど川の水である。武蔵野線は湧水と同じで水位差があり、不安定である。上野駅の水は地下水であるが量的には微量である。なので、結論として東京には使える地下水がないといってよいだろう。

参加者からの意見：地下水の揚水と地盤沈下の関係がこれだけはっきりしており、変下した地盤は元に戻らないということが分かっているのであれば、揚水をしなくてはならないような建築工事や土木工事についてはもっと厳しく、法律や行政で取り締まれるように働きかけることができないのでしょうか。

特に東京 2 3 区内の住宅が密集した地域や地下を深く掘る工事などは目に見えないところでの公害であり、明らかな環境破壊だと思われます。

地下水の保全=環境の保全=被害の防止につながると思います。

A. 工事のために水が出て周りへの被害が及ぶ事例もある。工事と事実レベルの差はあり今後技術レベルをあげてそのようなことの無いように考えていかないといけない。(飯田)

量にこだわって圧力を忘れていないか？ 圧力水頭が被圧地下水と同じところまで下がればバランスがとれる。そうすることによりボイリングを防ぐ。水圧を確認すべきである。

もう一点、振動の問題。水位ポテンシャル土壌粒子と地下水粒子が引き合う条件があり、その場合水は浸透していかない。そのような中、浸透速度と蒸発速度のバランスがあり、このようなことが涵養の条件に加わることを忘れてはならない。(細野)

会場より：涵養とはなにか。

A. 土田資料 p7 より 降水量－蒸発散量－流出量＝涵養量 (土田)

神谷：まとめを含めて山田先生をお願いします。

山田：昭和 55 年以降の水収支の評価について、飯田さんの話でその後 30 年間で被覆率が 80%、多摩地域で 50 から 61%となったとありましたが、一方、浅層地下水位はあまり変わっていないように見える。データの集積ということもありますが、そのようなことも含め全体を通して現状の共有化、それぞれの立場で異なる意見もあるがこれらを整理する必要がある。

河川の流量の変化について、多摩地区の河川流量は激減している。特に野川や残堀川などでは 2000 年前後に枯れてしまった。流量確保が大きな問題。河川水はとても複雑な流量変化をしている。しかし、研究の結果より地下水と密接な関係にあることが示された。

もう一点、下水道について。下水道と地下水位との関係もあることがいえる。

これらが健全な水循環の確保ということにつながるのではないか。

今後、もちろん資料の集積だけではない新しい提案などその実現はこのプロジェクトメンバーだけでは厳しい部分もあるため市民を巻き込んで行政に提案など働きかけを行う。

市民も長期にわたるモニタリングを行っている。これらも含めてデータの公開、共有化も出来ればと思っている。

以上

第2回地下水保全プロジェクトセミナー まとめ 「浅層地下水の研究」

開催日 2010年9月25日(土) 13時～17時
場 所 日野市生活・保健センター 2階
参加人数 一般参加 47名
PJメンバー及び関係者 16名 合計 63名

(詳細リストは別紙)

司会：菅谷 輝美

※今回のセミナー開催にあたり、会場手配や諸事に関して協力いただいた日野市 緑と清流課への謝辞があった。

◆開会あいさつ (宇田川 隆男)

本プロジェクトの趣旨説明及び第1回セミナーの概要について報告をおこなった。また、このプロジェクトにおける必要性や重要性など全体的な話から各回のセミナーのテーマや内容、そしてまとめのシンポジウムまでの進め方など説明があった。

【話題提供の内容】

発表①

武蔵野の地下水、そのあり方 (細野 義純)

◆配布資料の説明

- ①当日の話題に関連するまとめた資料(4ページ)
- ②『東京付近における不圧地下水の環境地理学的研究』(論文)
- ③『現場技術者のための土質工学 - 計器による現場測定のポイント』(地盤工学会) 第5章 地下水位の測定 (細野義純 執筆分)

本日の話題に関連して、②及び③を読むことにより理解が深まる。

◆地形等高線図

武蔵野台地の地形等高線図について、新たに精度の高いものを作成するには大変な苦勞を伴うことも理解してもらいたい。今は行政で出している基本図のスケールは1/2500だが、昔は1/3000スケールであった。ここでは111枚の基本図から等高線を探し出し、墨入れをして写真で写し、つなぎ合わせた成果物を配布資料中の地形図としている。ここでの範囲は武蔵野台地のみとなっており、日野台地は含まれない。日野台地の話は角田氏にお任せする。

地形図の説明については、配布資料中にあるので時間の関係から割愛。

◆ローム層の厚さを示す図

2万本のボーリングデータの内、使えるもの6,000本のデータ及び電気探査、工事現場や崖線露頭などでの観察データ351地点を加えて作成した図である。この図では、ロームの厚さの区分ごとに濃淡で現しており、濃い部分がロームの厚いことを現している。また、この図をみるとロームの厚さは一様ではなく、過去に大水や出水などの繰り返しのよって、流路状の部分が形成され現在の地形となっている。

◆ローム層下位に粘土層の分布する地域を示す図

ローム層の下に粘土層が分布する地域がある。粘土については、火山灰から変質した粘土と、二次堆積によるものがある。このような地域では地下水体は多層構造を呈し特異なものとなる。一例として仙川地下水堆の部分での調査結果を示す。同一の井戸で深さを区分して水位の測定を行うと、水位変化が連動している様子がわかる。

関連して、水位測定器や(自気による)フロート式水位計についても図を見ながら解説があった。ノウハウとして、フロート式については『フロート』と『おもり』の重さの比が2:1の場合に観測値が

きれいに記録される。

◆地下水面が最も上昇した時期の地下水面図と最も降下した時期の地下水面図

2800か所の観測点において、16回の測水作業の結果から作成したものの代表例を示す。結論として、「地下水面の昇降について、特別な場合を除いて全てにおいて共通の挙動を示す。」ことがわかった。違う点としては、個々の井戸にみられる昇降の大きさの絶対量である。

下降した時期の図からは、「地下水面が下降すると、より谷の部分が強調され、尾根の部分が残る。つまり、流出が活発に起こるとのこと。」である。

◆観測点数について

1k m²あたりの観測点の数が増えれば、その精度が増す。武蔵野台地の図では500k m²で2800地点の観測点であり、1k m²では約5点、確率80%に相当する。もちろん観測点が増えれば精度も向上するが、時間も労力もかかってしまう。演者の経験から、5点/k m²くらいならば精度に問題はないと思われるが、それ以下の場合には良い結果は得られないと思われる。

◆下高井戸付近地下水等高線図

神田川が谷になっており、両側はより高い地形になっている。地下水面は不連続と予想されるがこの地域にある井戸の悉皆調査を行ったところ地下水面は完全に連続していることが確認された。また別の事例で、オイル漏れの地下浸透の追跡調査も悉皆調査により判明した経緯もある。

(悉皆調査(しっかいちょうさ)：全てのサンプルまたは調査地点の測定を行うこと。)

◆武蔵野礫層にみられる地下水位の変動記録(1968～2002)

小平市仲町における記録を取り続け1991年に地下水位の上昇により新小平駅が浮上したという事件が起きた。これは宮澤清治氏によると、週末ごとの台風による降雨によって地下水位が異常に上昇したもので、武蔵野礫層の水が一時的に被圧化し、はけ口を求めて噴き出してきたといえる。シミュレーションでタンクモデル形状の図を用いて説明があった。

また、タンクモデルのシミュレーション図をさかのぼらせて昭和13年の水位を再現してみると(先駆者の吉村信吉データで地理学評論に発表)、地下水データと合致していてシミュレーション結果の裏付けとなる。

◆透水量係数の分布と地下水面図

揚水試験にて人為的に地下をくみ上げた際の水位の変動を記録し、(チャートスピード6mm/min)この試験では初期の水位降下が重要な意味を持つ。この試験を踏まえ、武蔵野台地の南部にて透水量係数を求めた。大きいところでは10×4乗(cm³/min)で、小さいところでは2ケタとかなり幅のある結果であった。

◆伊勢丹建設の事例

演者の本務としては非常災害時に地下水がどれほど使えるのか調査研究するものであり、吉祥寺の伊勢丹の建設時にも汲み上げ実験を行った。現地の地質断面図による地層の紹介、建設時にはどのくらい水を抜けばボーリングを防げるかなど、具体的に数値で指導した。と、同時に演者もデータを取ることができ、武蔵野礫層では3ton/minの水の汲み上げが可能であることの結論に至った。

◆取水孔(スクリーン)の違いによる水位降下について

同じ深さ、同じ井戸経でスクリーンを全層と1/2の5mにした場合で同量の水をくみ上げた結果、前者の場合では水位降下が20cmであったのに対し、後者は120cmであった。これは比湧出量との関連で考えるときに必要な事項である。スクリーンの切り方で大きく揚水能力が変わってくるということを知っておくとよい。

日野台地の地形と浅層地下水 (角田 清美)

専門は地形であるが、30年ほど前に(この後講演の)堀内氏の烏山寺町宙水の論文を読み、見えない地形の地下水へのめり込み、阿伎留台地、日野台地をフィールドに調査を開始した。

◆土地利用図

明治15年、昭和30年、昭和60年、各年代の土地利用について説明。

明治15年ころは、栗須新田(高倉町)は吉宗の時代に形成される集落がある程度で、そこ以外は畑や森ばかりで人の利用がなかった。これは水がなかったことに起因する。

昭和30年ごろは、水道も普及しそこから人々の暮らしが定着する。豊田駅近辺では多摩平団地や昭和16年ごろには日野自動車(戦車を作るための工場)を作った。もう少し前の昭和の初期には(現)キャノンなどの工場が作られていた。その時に使われた水は地下水をくみ上げて使われていた。その他には森永などの工場もあり、地下水をくみ上げ利用していた。見方を変えると、表面には水は無いようだが、深く掘れば日野台地には豊富な水資源があると言える。武蔵野台地も同様である。

◆日野台地および周辺地域の地形分類図

演者の研究方針として、水を含む土地はどのようになっているのか、地形について調査した。

日野台地および周辺地域の地形分類図についての説明。日野台地内に延びる凹地は鉄道(旧国鉄)を敷くのにわざわざ作ったのではなく谷間が都合よくあり、そこを通した。など、台地内の様子を現在建っている建物と地形との関係を細かな説明があった。この日野台地は何段にも階段状になっていることから、教科書では河岸段丘と説明があった。

では、いつ頃できた台地なのか。最上部には12~3万年前の御嶽山(おんたけさん)の火山灰がありそれ以外のところは13万年以前にできたことが分かる。

◆日野台地の関東ローム層を剥した埋積台地の地形図

ボーリング調査の結果より、関東ローム層を剥した埋積台地の地形図を作製し、関東ローム層がなくとも元々の地形で段差があることが分かった。

◆日野台地の南-北地形断面図

現在の日野市役所や日野駅など断面で見た場合の高低差がよくわかる。また、地質についてもローム層以外の砂利層も段差ができていたのが分かった。ただし、関東ローム層によりその段差が顕著になり、現在の地形となっている。

◆日野台地の東-西地形断面図

東西の断面についても説明。降った雨が浸透し、ローム層から砂利層を通り、寺の所でわき出ていることが分かった。

◆日野台地における自由地下水面の経年変化図

先ほどの細野氏の話ともつながるが、降った雨の浸透量、地下水位の変動について調べたものについてまとめた図について説明があった。6年かけて雨量と地下水位の変動についての記録について説明があった。記録を取るに当たり、絶えず降水を気にかけてその都度測りに行くなど多くの苦労があった。

それにより、一番雨量のあったとき、又はなかった時について地下水位の測定差を数値化したものを書き込み図に示した。(豊水期と渇水期における不圧地下水面の差)

この図より、関東ロームの厚さがある地点ほど降雨の有無による差が大きいことが分かった。

◆水温について

井戸の水温についても調査した結果をグラフにした。夏は井戸の水面は気温上昇に伴い上昇。井戸の底はそれほど影響なく、冬はその逆で外気に触れる表面は水温が低下し、底の方では影響が少ない。

発表②

河川水と地下水の交流関係 (山田 啓一)

話題提供①にあった細野氏の7年間のデータの地下水面図を引用してGISで地下水面の流れをつかむ

ことができた。礫層上の谷筋と現在の地表面の谷筋と地下水面の 3 つを併せて考えることにより地下水の流れがよくわかるのではないかという考えにより研究を実施、今回の発表は河川と地下水の関係を中心におこなった。

総合的水管理の必要性。水害防止、水資源、水質保全、生物多様性などの課題を個別に実施するのではなく、相互の有機的關係に注目し、持続可能な地球、地域の力を見直し活用する。そのためには健全な水循環の確保が必要である。

地下水と河川水は密接な關係にあり、本来の健全な關係性、機能を壊さずに活かしていくことが大事である。湧き水については、湧き出した水が流れ、河川への供給源となり、また、河川の特定区間によっては地下への浸透もある。これを伏流という。この河川水の地下への流入は、どこで、どのようなシステムで起こるのかがあまり解明されていない。

◆浅川の事例

調査方法：①地下水位と河川水位を複数の場所で調査。

②河川流量(当時の建設省のデータに基づく)の解析。

③地下水温の垂直分布とその季節変化。井戸の中の地下水温と河川の水温は密接に關係している。

観測井戸データ：国土交通省の観測井戸及び演者造設の観測井戸の豊田及び日野地区のデータを使用し、調査ポイントは河道図にて示した。豊田地区を M、日野地区を T とし、M 地域が上流部にあたる。

地下水位と河川水位の關係図(M 地域)：河川と井戸の水位変動が同じ動き(波形)をしている。河川水位は地下水位に比べ絶えず高い位置にある。この図より、量的には不明であるが河川から地下水に流入があることがいえる。

地下水位と河川水位の關係図(T 地域)：こちらの図では地下水位の方が河川水位より高い。また。形は似ているが地下水位と河川水位は同じ動きをしているとはいえない。しかし、時期により河川水位の方が上回ることがある。(逆転現象)よって、この地域は地下水から河川へ流れているのではないかと考えられる。また、年に数回洪水時には一時的に、河川から地下水への流れが想定される。

河川流量調査 (国土交通省データ：河川改修時に実施・1996 年 1 月下旬)

浅川本川 16 か所で実施した観測値と用水や排水等の流入、流出地点 44 か所での観測値より算出し、流量変化を調べた。**(浅川同時流量観測結果図)**M 区間で流量が減少し、T 区間で流量が増加している。地下水位と河川水位の關係と符合し、M 区間ではかせんすいが地下水帯へ伏流し、T 区間では地下水帯から河川へ流出していることがわかる。しかし、これらを実証することは難しく、流向流速計などで検証しようとしたがうまくいかず、いろいろと試した結果水温測定が鍵となっていることを突き止めた。

地下水は地表から熱をもらい、深部から地熱をもらうという両方向からの熱源が考えられる。また、夏と冬では水温と地表面温度の關係が逆転することも考慮する。観測井戸の測定結果より、地表から 2~7.8m のところに温度の高い場所がある。これは数か所の観測井戸とも同じ傾向を示した。すなわち、地表面と地熱以外の横方向の熱源が想定される。**地下水温垂直分布図)**

河川水温と M 地域、T 地域の観測井戸水温との關係をグラフ化した。結果、河川水温の季節変化に対して、井戸水温は或時間遅れでその震幅は小さくなっていることが分かる。これは河川水がゆっくりと地下へ浸透していき地下水の温度に影響していると解釈できる。そのタイムラグはおよそ 2 か月である。結果として、河川近隣の地下水は河川の影響を受けている。

◆武蔵野台地の地下水

細野氏、角田氏の話にも地質・地層・地形等の話でローム層の下の礫層の中に大量の地下水があり、礫のありようが地下水の流れに影響があるのではないか等の話があった。水流の区分について、どのような過程で出来た流れであるのかを調べた。GIS により作成、解析をおこない検証。

現水流とは、地形図上の谷と GIS で作成した谷とが合致したもの。

古水流とは、武蔵野や立川の礫層境界面の谷。

地下水面の谷とは、1976 年の細野氏作成の地下水面図から GIS により抽出した連続した谷

連続系・・・現水流、古水流、地下水面の谷が一致した水流。名残川ともいえる。

現水流系・・・現水流と地下水面の谷が一致している。砂礫層の形状と関係ないもの。

古水流系・・・現水流はないが、古水流と地下水面の谷で一致しているもの。

これらのことより、現在流れている河川の水が伏流するのは古水流に沿って流れるのではないかと仮説を立てた。

◆地盤調査資料位置図

ボーリングデータ収集地点プロット図。区部はまだ不十分であるが、2 万本以上のデータより作成している。

◆礫層上端面図

紹介のみ。

◆地表面および礫層上端面等高線図

等高線図より、東久留米市のある付近から小金井市、野川のあたりまでの区間の断面を現した図も紹介した。

◆武蔵野台地の区分

地質学的には、武蔵野台地は M1、M2、M3、T 面と 4 つに区分される。古水流についてもほぼ同じ区域で区分ができる。

武蔵野台地内で、連続系、古水流系、現水系にあたる地域(区間)の断面とその地層を見比べた。

◆空堀川の多地点流量観測結果

空堀川の事例で、上流部より 8 地点の流量観測を行い 4 番目の地点以降、水量が減少する。上流部では現水流と古水流は一致するが、流量減少区間では、両者は分離し古水流が黒目川方面に流れていることがわかった。地下水面の谷は古水流に一致することから、恐らく、空堀川で減った水は黒目川へと流れているのではないかと予測される。また、空堀側の下流地点から古水流と一致するため水量が戻る。

◆野川における河道区間流入量(2007 年)

野川でも水量減少がおきており、様々な対策がなされている。これは、河川改修の問題ではなく、自然の持っている条件ではないかと考えられる。現水流と古水流の関係ではないかと考える。そのため、流量調査を実施。水量減少区間に漏水防止の粘土張り工事施工区間もあったが、必ずしも効果的であったとは言い難い。

現水流と古水流の図を重ね合わせて比較して検証をおこなった。

◆粘土層の分布図

粘土層の分布図を作成し、地下水との関係や粘土層がどのように形成されるのかなど調べた。まだ結論には至っていない。

◆野川湧水群と古水流の集水域

湧水の集水範囲についての調査図。湧水流出地点の多くが古水流に沿っている。グラフで表したところ、湧水流出量と古水流の集水域との関係があるように思われる。湧水の集水範囲も決して固定的ではないのではないかと考える。地上の河川と同じには考えられない。

◆健全な水循環確保のために

- ・古水流の意味・・・水循環を考える上で一つの重要な考え方となる。
- ・データについて・・・利用価値のある精度を求めて実施することが大事。実際の測定データの重要性。自治体による観測データの価値。
市民によるデータ収集。月1回で長期にわたるものが好ましい。

発表③

世田谷区烏山寺町の宙水について (堀内 清司)

下高井戸に勤務していたころ、寺町のきれいな寺院通りにマンション建設や高圧線の埋積化の話があり、きれいな環境野寺町をどのように守るか、また、それによりどのような影響があるかを調べ始めたのがきっかけである。

1975年～2000年くらいまでおよそ毎年、20数年に渡り地下水観測を続けた。

1992年日本地理学会で発表用に初めてまとめたのが、「寺町の地下水の概要」である。

何故、寺町の地下水が問題なのか調査を行った。その結果、地表からおよそ2mの所に地下水位があり浅いことが分かった。武蔵野台地はほとんどが深いところにあるのが現況であるのに対し、寺町に関しては2～3mであった。寺町には観測できる井戸は25か所あり、近隣の寺がほとんど持っていることになる。観測を始めてこの地域の地下水は別の地域の地下水とは異なるものであることが分かった。また、何故、この地域に宙水の状態で存在し、今もあり続けるのかを調べた。

関東大震災以降、寺院が多く集まった地域である。寺の中に世田谷区が設置した磁気の観測井戸があり写真にて紹介された。鴨池は宙水により涵養されている。

武蔵野における宙水とは、ローム層の中に下部に一時的に不透水層となる粘土層が形成され、そのロームの中にある水である。

武蔵野台地のロームの中の下位に粘土層のある図の紹介。

寺町付近の地質断面図より、宙水の存在しうる地域が予測できた。

鴨池と宙水の関係について断面図により解説。

宙水の特徴：本水と違ってどのような特徴があるのか調査し考察した。

マンション建設時にその地点での50cm水位が下がるくらい揚水したところ、近隣井戸での水位調査を行い影響範囲を調べた。結果、かなり広域での影響が見られることがわかった。

そして、約40か所の井戸での一斉調査した1年間(1975～1976年)で地下水位の等高線図を書き示し、48mのところ閉曲線となっており、宙水であると判断をした。そこを中心に各方面へ水が流れ出していることも分かった。しかし、このデータではあまり大きな変化は見られず、宙水の確認はできたが影響等に関する判断は決めづらかった。

47m付近の水位が宙水であることを突き止め、1989年から1992年にかけて変化の様子を地図上に示した。(47m 水位の経年変化図(1989-1992))その図より、特に(宙水は)縮小していないが、水位計の計測からは全体として低下傾向にあることがわかった。このデータのうち1989年と1990年の水位等高線図を抜き出し比較を行い、特に差異がないことを確認した。これらは夏季と冬季に一斉観測を行ったデータであり降水量も記録してある。降水量を記録する理由としては、降水量の増減で地下水位の変化があったため記録を残すようにした。

◆連続データによる考察。(烏山寺町付近の地下水位 鴨池水位及び降水量の年変化図)

鴨池と称往院の井戸に水位計を設置して変化をグラフ化した。鴨池の方が変化(変動)が少ない。これは池の出口に堰があり、これがリミットの役目をしているためである。一方、称往院の変化は大きい。恐らく、本水より宙水の方が変化が大きいと考えられる。

◆降水時における水位変化

降水時における水位変化図より降水量94mmに対し、宙水地域の観測井戸の水位上昇はおよそ450mmとなっており、大雑把な計算ではあるが約5倍ということになる。地下水位は雨の5倍のレスポンスであがってしまうということが言える。夏の方が上昇が大きい。

無降水時の水位変化図より、水位の低下の傾向を調べた。本水は減少率は少なく、宙水地域の端の地域の水位低下が大きいことが分かった。

◆宙水の水質

畑の地域や寺院の地域など様々あるが、硫酸イオンが割と多いことが分かった。グラフではCl、

NO₃、SO₄ を測定した結果を現した。水位を重ねると、水位が高いとイオンの濃度が薄まるため測定値が低く出る、水位が低いとその逆となることが分かった。

1999 年にはダイヤグラムで現し、各元素の増減による傾向を考察した。Ca と Cl+SO₄ が多く、Na、K が少ないのが特徴。HCO₃ はバラツキがある。この位置にある地下水はあまり多くないようである。なぜなら、人為的要素といえる SO₄ がこのように多い地下水は無いからである。

◆問題点の提示

世田谷区に対し、反省とこれからの要望も込めて、問題点の提示を行った。

- ・ 宙水の範囲をもっと明確にする。現状の調査結果ではまだ予測の範囲である。
 - ・ 鴨池と地下水の関係をもっと明確にする。
 - ・ 水位の低下についての調査を行う。わずかではあるが、水位測定の結果より減少傾向であることがわかるので、その対策も行わなくてはならない。
- これらのことを行うには継続調査が必要であり重要なことである。

発表④

日野市内の湧水調査について (松山 洋)

阿蘇と東京にフィールドを持ち調査研究を実施している。内容は現場の観測と採水。

東京での調査は、東京都が調査した湧水 30 地点のうち立ち入ることのできる 25、6 地点について調査を継続して行っている。経緯としては、元々東京都が実施していた調査であったが、2001 年に中止となったため、引き継いだ。観測時期は 10 月(最も地下水位が高いと思われる時期)と 2 月(最も地下水位が低いと思われる時期)に行っている。

◆日野市内の湧水水温のグラフ

日野市内 8 地点の湧水水温と八王子の AMeDAS 観測データを 1 年間プロットしたものを作成。多くの地点では季節に関係なくほぼ一定の水温であるのに対し、2 地点のデータが季節変動をすることが分かった。理由については、それぞれの涵養・湧出機構が異なっているのではないかと推測した。

調査地点の確認。8 地点の位置関係を日野市内の地図で確認した。

湧水の温度変化には地中の温度が関係しているのではないかと考え地中温度について調べた。表層は外気温の影響などから変化が起きやすく、地中に行くほど影響を受けづらくなる。やがて影響をうけなくなる層を恒温層という。日野付近では、恒温層の深さは約 12m、温度は 15℃である。日野市には温泉がない。

1 日の間にも地中温度は変化する。(神戸における地温日変化図)

◆湧水が季節変化をするためには

- ・ 季節変化のあった 2 地点の湧水地点の地下水は温度変化の影響を受ける浅い地下を流れなくてはならない。
- ・ 浅いところを流れる場合、その流動距離が短い。
- ・ これらを実証するために SiO₂ を測定した。

◆調査

- ・ 日野市の調査データ(1990～)演者調査結果の比較用に使用。
項目は水温、pH、EC、湧出量。
- ・ 2006 年 9 月 23 日～2007 年 10 月 21 日、月 1 回+豪雨後に調査した計 15 回。
項目は現地水温、pH(RpH)、EC、湧出量、SiO₂ 濃度(降水には SiO₂ はほとんど含まれないため)。

◆豪雨後の水質変化のグラフ

水温の変化のあった 2 地点について、通常時と豪雨後に採水や現地での測定を行った結果についてグラフ化した。その結果、予測していたように豪雨後には SiO₂ 濃度の低下が起きていた。つまり、降雨により流出の大部分を占めなくては今回の測定結果にはならず、水循環が速いということが分かった。

その他の地点、水温変化の少ない湧水地点でも同様に測定した結果、変化が見られなかった。

◆柱状図からみる涵養域の推定(角田 1991)

角田氏の資料より、水温の変化のあった 2 地点は他の地点に比べて地下の集水域が狭いことがわかった。

◆環境の変遷により湧水の性質が変化した

これまで、水温変化の少なかった地点 1 か所が、近年の調査で変化を起こすようになってきた。1990 年から 2004 年までは変化が小さく、2005 年以降変化が大きくなっている。原因については特定はできていない。

◆結論

日野市内の湧水水温測定している 8 地点のうち季節変化の大きい 2 地点について、推測していた通り、SiO₂ と EC の値が統計的に有意に低下し実証ができた。

また、環境変化の影響と思われる湧水地点がある可能性が分かった。

【パネルディスカッション】

コーディネーター：神谷博

パネリスト：細野義純

角田清美

山田啓一

堀内清司

松山洋

(順不同・敬称略)

神谷：松山先生の話は初めてであった。他の先生方も今回の話新しい事柄などがあり勉強になった。

細野先生は武蔵野の地下水の第一人者であり、多くの研究者が細野先生のデータを多く活用している。今回の発表の中ではデータを作るご苦労な話があり、皆さんとこのセミナーで共有して欲しい部分であるので理解してほしい。

角田先生は、今回は日野の話を中心にしていただいた。時間が少なく十分に話せなかった部分についてはパネルディスカッションで補足をお願いしたい。

山田先生は何に力を入れて研究をしてきたのかがよくわかった。特に古水流の話は 3 回目くらいになるが、新鮮に聞くことができた。

堀内先生とは学生のころからのお付き合い。世田谷の宙水は身近な地下水の問題でもあるので大事な話題の一つであった。

松山先生の水質の話しということで、日野の東光寺と小沢緑地の湧水の話はおもしろく、裏付けが取れた。

◆会場からの意見・質問について(話題提供順)

細野氏へ

Q. 1) 宙水の分布する所 = 粘土層の分布する所と考えてよいのですか?

2) 烏山の宙水は局所的?(地下水堆)に分布するということは粘土の分布も局所的と考えて良いですか?

3) 本水と宙水の水位変動は良く似ている。

A. まず、今回のセミナーの目的にはどのようなデータがあり、それらを保存すべきことについての話しである。本日話した内容、データについては国会図書館に全てあり公表されている。もっと身近には 4 月 18 日(発明の日)を含む 1 週間は三鷹にある現消防大学校(消防研究センター)にて公開している。

1) 基本的には考えてよい。

2) 1932年 トールマン(米)の書いた書籍の中に宙水や地下水他堆について書かれていて、人間活動に伴ってそれぞれの状態になる(地下)水について名付けられた。日本でも新しく発見された様々な地下水堆などに名前をつけているが、博物学的な感じで発見者の功績のようにしがちである。今回の話の中にはそのような場所はあっても名前は紹介していない。図面の上では地下水堆のようなものが書かれているが、話していないというのはそういった理由からである。

角田氏へ

Q. 1) 地震のあったときに、水の湧き出るところとそうでないところについて

2) 第12図～第16図を見ますと、上総層群の中に地下水位線が書かれている図がかなりあります。これはどのように解釈できますか？

上総層群も帯水層になっているのか？

その場合、上位の砂礫層と一体の帯水層となっているのか？

A. 1) 例えば学校のグラウンドなどで少しの降雨後、土を掘ると10cmくらいは湿っているのにその下は乾いている。それは毛管現象で広がっているだけで水は重くないので広がっているだけ。もっと雨が降ると今度は水自身の重さで浸透していく。浸透の状況により地下水源までいったり途中で止まることもある(間隙水)。また、山などの湧き水は岩の隙間から水鉄砲のように上からの供給水に対し染みだしたり、湧きだしたりしたものである。間隙水やレッカ水という。

2) 図を見ながら解説。水は上(地表)から注ぎ地下に浸透したらどこかには出なくてははいけない。図にあるラインの下は飽和状態になっているということ。砂層も水を含みやすいので堆水層であるが、ローム層や砂利と比べて水が通りにくい。水を通しやすいので透水層、やや通しづらいものを難透水層という。

山田氏へ

Q. 1) 湧水が河川水量に影響するというのは理解できますが、河川水量が湧水量に影響すると言われたと思うのですが、もし、そうであればどう理解すればよいのでしょうか？

2) 野川湧水群と古水流の集水域について、既に論文を発表されているようでしたら、書籍情報を教えてください。

3) 地下水位の分布形状は、地形や地質要因(帯水層の層厚分布・水理性状)により決まるものと思いますが、古水流系のような水位分布になるメカニズムをどのようにお考えでしょうか？

4) 湧水量と古水流の集水域に相関がありそうだとのことですが、現水流や地下水面から得る集水域との関係はお調べでしょうか？

A. 1) 河川水量が湧水量に影響があるということは直接確かめたわけではない。そのように受け取られていたら訂正いたします。ただし、河川水量の一部が地下水へ流れ、湧水の一部となるのではないかと考えている。

神谷：1の件は、日野の地下水の話で浅川伏流説と雨水起源説とで議論をされていたものの絡みではないか。

A. 浅川の多くの水量が地下水堆に入り、また戻ってくるということの中でその一部が入っているかもしれないがはっきりとしたことはわかっていない。ただし、河川水が地下水に入っていることは調査研究から言えることである。これは水量の収支バランスからも予想できることである。

2) 現在は卒論の段階で未発表な状態である。水理科学という書籍には本件の関連資料を載せている。(2006年)

3) 自身もこの問いには課題としている部分でもあり、何故礫層上端面に沿って水が流れるのか、質間通り堆積層の持っている地質条件などによって支配される。ただし、堆積過程、古水流に沿ってかつての主要な水流があったとすると、そこに粗粒な堆積物が集まり周辺に細粒な堆積物が集まるのではないかとヒントに考えるが、実際には見てみないとわからない部分も多く立証するには難しい。だから、実態と予測とをどのようにマッチングするか併せて考えていくことが大事だと考える。

4) 地下水面の集水域を調べるのは本来、困難である。細野氏作成の図面においても分水界を読み取ることは困難である。地表面はもっと困難であり、発表した資料ではまだ不十分なところもあるが比較

的分水界が読み取れるものとなっている。しかし、地下水の分水化点は必ずしも固定的ではないこともあるので面白いメカニズムであると感じている。

堀内氏へ

Q. 1) 宙水の水位変動(季節変動)幅は本水の変動幅に比べて少ないと思っていましたが、かなり大きい(最大 3m くらい)ようですが、帯水層の厚さや広がり(広さ)等の関係があるのでしょうか？

2) 宙水からの揚水量はどのくらいあるのですか。

A. 1) 宙水の場合はそれほど広くはない。せいぜい 1000m 程度の範囲ではないか。それより先では流出する。直上で降った雨以外の供給源は考えにくい物である。だからこそ、大事にしていきたい。

2) 揚水量は測っていません。調査地域の宙水は日常的に飲料には使われておらず、雑水として使われているため大量に使われないため。

松山氏へ

Q. 1) 南平八坂神社内湧水の湧水量は 2005-2007 年に特に減ったとか、増えたとかいうことはないのでしょうか？

2) SiO₂ の濃度を計るにはどうしたらいいのですか。簡単に測ることはできますか？

3) 近年、地域の湧水が枯れ、貴重な水と緑の場が失われていることが問題になっていると思います。お話の中で、水温の季節変動が少ない湧水は、涵養域が狭く流動が早いという話がありました。そうした湧水の特徴を湧水枯渇の予測に使えないでしょうか？(涵養域狭い = 涵養量少として)

4) 今後、土地利用の変化等を詳細に調べることで、南平八坂神社の湧水温度変化の原因が究明出来るのではないのでしょうか。

5) 本すじではないのですが『日野市内に温泉がない』というのは？旧多摩テックに温泉施設がありました。(平山か程久保です。)

6) 地下水、河川水、下水道用水、それぞれの水の特徴(水質・水量等)がありましたら教えてください。

7) 湧水温は地表面の影響があると思うのですが、8 地点の地面からの深さはほぼ同じなののでしょうか？

A. 1) あまり変化はない。

2) SiO₂ を計るのは難しい。(費用がかかる)現在は HACK 社の分析器を使用している。簡単には共立理化学研究所のパンフレットがあるので調べられるか調べてみては？

岡内：割に簡単に測ることができる。(低濃度と高濃度の 2 種類あり)しかし、数値化というよりオーダーでの比較、〇〇ppm より多いか少ないかという具合の測定は可能。サンプル提供も可。

3) まさに、本研究は社会的に何に役立つものなのか質問のあった内容を記述して論文としている。

4) 過去の地形図なども並べて比較したがわからなかった。今後検討したい。

5) 日本温泉・鉱泉分布図及び一覧より 1/50000 の地形図に温泉のある印が日野市内には無かったのだが、質問にあるように確かに旧多摩テックにはあったと記憶している。今後は表現に気をつけたい。

6) 地下水、河川水では恐らく地下水の方が電気伝導度が高い。下水道用水は測ったことがない。

7) 深さは違います。

小倉：1) いづれの演者から継続した調査が必要で重要との意見が出されまったく同感です。また、演者の講演内容が関連し、お互いに結果を引用して話を進めておられ大変興味深かった。

2) 日野市の湧水量について

松山先生の話にあった月 2 回の調査のほかに年に 2 回 135~193 地点での湧水量調査がある。総湧水量は 2009 年度で 9800ton/日になり、日野市内(27.53km²)の総降水量(2009 年度 1300mm)の約 10% になる。

(参考として小金井市 5 か所の湧水量は小金井市内の降水量の約 3% に相当)

Q. 朝日新聞 平成 22 年 8 月 20 日夕刊で「戻った地下水活用へ」の記事がありました。行政の検討は

どこまで進んでいますか？(別途資料あり・新聞記事)

Q. 1) 地下水は大切な資源であると考えます。近年、ショッピングセンター等の大型施設では専用の井戸を掘っているところもあります。

地下水(資源)の所有に関して、国のもの(公共のもの)と考えるべきなのでしょうか？

2) 地下水は誰のものなのでしょうか？

Q. 各地域の浅層地下水の利用(取水)量はどうなっているのですか？また、地下水位への影響はないのですか。

新藤：今回のプログラムは深層地下水ということになっている。今日の話は次回の内容と繋げることでより上記3つの質問の答えになるかと思う。地下水揚水起因の地盤沈下は間違いないのだが、詳細な原因究明に至っていない。しかし、揚水規制は行われ、地下水位の安定化が図れたことは結果として良かったことである。そうした中、最近では地下水面の上昇に伴い利用の声が(産業界や飲料水業界で)上がってきている。これは十分な原因究明をしていない状況では危険である。個人的には、長年研究をしている立場であってもメカニズムなど十分な解析のされていない中での揚水規制緩和の動きには批判的である。それを言うためにはデータである。現状では、その解析にあたってのデータが不足していることが大問題である。

このプロジェクトの重要点として、浅い地下水から深い地下水までトータルで水循環を評価できるデータ、資料を踏まえて議論をしなくてはならない。これは研究者、市民一体として取り組むこと。データの重要性を補完して今後のために活かす。

会場から：立川市では水源井戸が1,4 ジオキサンによる汚染により、汲み上げ休止となり、8年経過しています。深井戸からも濃度に疑問を感じる調査結果も出ています。

東京都は原因を探れず、汚染源の究明は出来ずに来ました。地下の構造から探っていくと汚染源の特定はできるのではないかと考えています。

東京都のデータを合わせても原因究明へは至らないのでしょうか？見解をお聞かせください。

会場から回答：深層地下水の汚染源については必ず汚染経路がある。それには深井戸そのものに原因がある場合がある。深井戸が経年劣化して溶接部に亀裂が入り汚染源が混入することがある。

もう一点は、多摩地域は被圧地下水の自然水位が南東地下水の下部にきておりそこからの混入もある。

新藤：この点が重要な点である。多くの場合、汚染は井戸を介して拡散していくことが知られている。

上の水と下の水をつなげないように井戸を掘ることは重要であり、難しいことである。

神谷：最後に野川流連の方からの意見で、今回の件も含め東京都がリーダーシップをとり、今後の展開を期待したい。

◆閉会の言葉(小倉 紀雄)

閉会のご挨拶がありました。

以上

第3回地下水保全プロジェクトセミナー まとめ 「深層地下水の研究」

開催日 2010年11月7日(土) 13時～17時
 場 所 国分寺市労政会館 3階
 参加人数 一般参加 28名
 PJメンバー及び関係者 13名 合計 41名

(詳細リストは別紙)

司会：佐山 公一

◆開会あいさつ (宇田川 隆男)

【話題提供の内容】

発表①

東京の深層地下水の研究 —地下水利用の今後に向けて— (遠藤 毅)

東京都が深層地下水についてどのように対応してきたかについて発表。
 深層地下水とは：厳密な定義はないため、深層地下水と浅層地下水の比較表を作成。

	浅層地下水	深層地下水
井戸呼称	浅井戸	深井戸
井戸深	数～10m程度	20m程度以深
分布層準 (東京)	台地：段丘礫層・関東ローム層 河床礫層 低地：沖積層上部砂層	台地：上総層群 低地：沖積層基底礫層 東京層群 上総層群
水 量	季節変動(渇水期・豊水期)	安 定
水 温	約 15℃	100mで 3～4℃増温
涵養源	降雨・河川等	浅層地下水・河川水等
被涵養度合	容 易	困 難
循環速度	(地形条件による)	極 遅
加圧層	無	有
圧力状態	不 圧	被 圧
利用者	一般家庭	企業・上水道事業者等

注) 浅層地下水：被圧地下水存在
 深層地下水：不圧地下水存在

浅層・深層それぞれの地下水の状況は上記の通りであるが、水量に関しては、浅層地下水は渇水期・豊水期といった季節変動をうけるのに対し、深層地下水は安定しているといえる。

温度は、浅層地下水は約 15℃であるが、深層地下水は 100mで 3～4℃といった増温率で変化する。(東京で温泉を 1000mなどと深くするのは、なるべく温度を上げる目的もあるのである)

水循環

浅層地下水は涵養が容易で循環速度も比較的早い

深層地下水は涵養が困難で循環速度が遅い

このことから、「水循環」を考えるとときにひとくくりに深層地下水を入れてしまうのは注意が必要である。

加圧層（帯水層の上の難透水性の地層：基本的には粘土層）の有無については、基本的には浅層地下水については無く、深層地下水にはある。（深層地下水は粘土層を掘って井戸をつくることから、深井戸は別名『掘り抜き井戸』とも呼ばれる。）また、当然浅層地下水は不圧状態であり、深層地下水は被圧状態である。ただし、注にあるように、浅層地下水でも被圧状態のものが、深層地下水でも不圧状態のものがある。

利用者としては、浅層地下水は一般家庭が使っており、深層地下水は企業や上水道事業者等が使っているといえる。

これらのまとめにもなるが、深層地下水の利点と難点としては、
利点：水量・水質・水温に季節変動がなく安定。長期間多量（一定）の用水を確保可能。
難点：掘削費用が高額。涵養される度合いや循環速度が遅い。

また、今回の話題にも上がる長期多量揚水による水位低下が地盤沈下を発生させる原因となる。（浅層地下水の揚水も条件によっては地盤沈下の原因となることもあるが、深層地下水の場合と異なり局所的な地盤沈下であることが多い。）

【鑿井（さくせい）の普及について】

明治時代以前・・・人力による井戸掘り

大正時代以降・・・外国から電力掘削機の導入により、井戸の利用者が急増して地盤沈下が急増した。つまり、地盤沈下は電力掘削機の導入とともに広がったといえる。

なぜ東京及び他の都市において深層地下水が問題視されたか。・・・臨海地域などで多量の地下水揚水が地盤沈下を発生させたため。

東京でいえば昭和初期ころから新聞などで沈下が報じられていたものの、その原因は分かっていなかった。ビルの抜け上がり、高潮のたびの浸水などの被害が社会的な問題になり、関係者が喚起したのである。原因が分からないうちは、地震・活断層などの自然要因説（昭和初期）、建築物や交通量の増加が原因ではないかとの説があった。当初は東京の地盤沈下を東京大学地震研究所が調査していたが、昭和10年代ころから大阪の地盤沈下調査に携わっていた後に初代気象庁長官になった和達氏が大阪の地盤沈下が人為的な要因であることを挙げ、地盤沈下対策として地下水対策の必要性を提言した。ところが東京では自然要因説に固執していたため、深層地下水への対策が遅れたのである。

地盤沈下と水位変動の関係は水準基標 3377（江東区亀戸）の経年累計地盤変動と江東区の経年地下水位変動・揚水量および東京大学観測井の水位変動の図を参照。

起点は三宅坂に日本の水準原点ができた明治24年で、水準基標 3377 は最初にできた水準点の一つであり、この変動データは長く貴重なデータと言える。

明治24年から大正7年くらいまで：このころ沈下はあるものの程度は大きくない。

大正末期：電動掘削機の導入で企業などにより井戸が多く掘られ、水位も低下。

昭和5年ころ：変動が停滞しているのは、世界恐慌のため。

その後はまた大きく水位が下がっていく。第2次世界大戦のころは工場移転や空襲による産業活動停止により、水位が大きく上がり、地盤沈下も収まる。しかし、戦後昭和25年に勃発した朝鮮戦争によって日本の産業活動が再開し、多くの地下水をくみ上げたため、以前にも増して地下水位の低下、地盤沈下が進んでいった。

昭和30年代：「高潮から守ろう」などのハードな面での地盤沈下対策から、「地下水の汲み上げをやめよう」という対策に変化。

昭和36年から東京都では地下水のくみ上げ規制が始まった。（昭和37年には水溶性天然ガスの汲み上げも終了した。）こうして現在では大正初期のレベル程度まで地下水位が上昇し、地盤沈下も沈静化の状態にある。

この図から言える大事なことは、「また水位や地盤を下げるようなことがあってはならない」ということであり、今後の地下水をどう扱っていくかを考えなければならないのである。

平面で地盤沈下の状況を見てみよう。東京低地における地盤沈下状況の推移の図を見ると、昭和初期（昭和4～12年）において地盤沈下は江東区にとどまっていた。ところが昭和10年代には沈下は下町全

域に広がっていく。昭和 19～21 年では戦争の影響で地盤沈下は治まっている。このことから東京の地盤沈下は地下水のくみ上げが原因だったと実証された。しかし、一旦は治まった地盤沈下が戦後の産業復活により進み、30 年代には至る所で 10cm 以上の沈下が見られた。昭和 43 年では地下水の規制により全体的には沈下は治まったように見えるが、水溶性天然ガスの影響により荒川河口付近（図の青い部分）では年間 20cm 以上の沈下が見られた。このようなことで東京都も様々な対策に乗り出し、49 年ころには沈下が沈静化し、現状に至っている。

低地ではなく、多摩地区ではどうか。多摩地区の地盤沈下状況の推移を見てみると、昭和 40 年代末期には 20cm 以上の沈下が見られた。昭和 45 年の公害防止条例及び 47 年の改正により、地下水揚水量を減らす運動が行われ、現在では沈下はだいたい収まっている。

条例・法律による指定地域と井戸設置の許可基準（東京都）を見てみると、東京都で現在どの様な規制が行われているかが分かる。下町地域は工業用水法、区部全体では建築物用地下水の採集の規制に関する法律（通称：ビル用水法）、多摩地区を含む一帯においては都民の健康と安全を確保する環境に関する条例（かつての公害防止条例）、と 3 つの法令で東京の深層地下水はコントロールされている。

昭和 13 年（東京低地の水準点網がほぼ整備された年）から昭和 52 年（東京の地盤沈下が沈静化した年）までの 40 年間で東京の下町がどのくらい沈下したのかを表すのが東京低地の“ゼロメートル地帯”発生と展開（1）の図である。図を見ると下町一帯が 1m 以上沈下しているのが分かる。青で囲った部分は沖積層が厚く分布している（他の地域は 40m 位であるのに対し、70m 位）七号地層埋設層である。2m、3m 以上沈下している地域を見ると、谷沿いである沖積層の厚いところで沈下が大きいことが分かる。（この理由について今回は割愛。）

東京低地の“ゼロメートル地帯”発生と展開（2）をみると、昭和 13 年においてすでに平均海面以下の地域が発生している。昭和 51 年（現在の地盤と考えてよい）においては下町のほとんどが満潮面以下であり、最干潮面が広がっている。

次に地盤沈下による社会的損失（被害）（1）（2）を見よう。可視の被害であるが、①建築物の地面からの抜け上がり②運河・水路の橋梁沈下による船舶の航行不能③橋梁の橋桁の移動・床板間の食違いや開口④橋梁の抜け上がりによる取り付け道路との段差発生⑤高潮時の溢水⑥護岸目地からの漏水⑦地中建造物の亀裂・破損⑧水門・樋門の使用不能⑨床面の不同沈下による機械などの使用不能、などがあげられる。

都公害研究所の調査結果による地盤沈下による社会的損失（被害）：損失額算出（図の数字は間違い）昭和 32 年～47 年の 16 年間）によると、被害は 16 年間で 800 億円と見積もられる。この調査は遠藤氏も実際に参加した。昭和 32 年～平成 5 年の 37 年間の東京低地における地盤沈下対策事業費はトータルで 4000 億円かかっている。このなかには従事した職員の人件費は入っていない。また、現在も対策事業費は使われている。

行政がどのような対応をしてきたのか。東京都（市）の地盤沈下・深層地下水の対応史（1）～（5）を見てみよう。昭和 10 年代ころは前述の理由により、都は地下水への対策をしていない。昭和 18 年の 5 月には助役を会長に「東京市地盤沈下対策協議会」が発足し、下町に地下水水位観測井を設置しようという動きが出てきたが、戦争により設置されていない。

昭和 20 年代になると朝鮮戦争を契機とする産業復興により地盤沈下が進んだため、昭和 26 年 11 月に知事を会長として「東京都地盤沈下対策調査協議会」を発足。その事業として①地下水水位観測井設置②揚水量調査③水道水と地下水の経済比較④地下水不可欠性の検討、などがあがり、27 年度の事業には⑤水溶性天然ガス開発に伴う地盤沈下への懸念があがった。

昭和 28 年には副知事を会長として政府補助金による地盤沈下調査を 5 カ年継続の事業とする「東京都地盤沈下対策審議会」が発足した（協議会は廃止）。28 年度の事業としては⑦地下水揚水状況実態調査⑧水溶性天然ガス揚水井の水位観測および管頭変動と近接水準点変動の観測⑩地下水水位低下に伴う将来沈下量の推定、があげられる。

昭和 30 年代には揚水対策が始まり、36 年 1 月には江東地区限定の「工業用水法」、38 年 7 月には区

部 14 区指定の「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）」により、地下水をコントロールするようになった。

昭和 40 年代に入り、45 年に公害防止条例を改め、揚水量の報告を義務化した。47 年 4 月には遠藤氏も携わり公害防止条例により地下水規制の地域指定をした。また、荒川河口地区の大きな地盤沈下対策として、同年 12 月には東京都水溶性天然ガスの鉱区を買収し、ガスの採取を停止した。

昭和 50 年 4 月になると、地下水使用合理化要請が始まった。

昭和 60 年代になると都内のほぼ全域において石油・天然ガスの鉱区設定を禁止。

平成元年以降としては平成 11 年 4 月に「公害防止条例」を全面改正し、「都民の健康と安全を確保する環境に関する条例」を施行した。

次に、年 20cm もの地盤沈下をもたらした荒川河口域での水溶性天然ガス開発とその終息について述べる。

昭和 20 年代初頭より通産省による調査で“東京ガス田”が発見された。しかし、「東京都地盤沈下対策調査協議会」が地盤沈下を懸念し、昭和 27 年都経済局の「東京都資源開発審議会」と天然ガス開発に伴う地盤沈下問題を合同協議した。

この場での「東京都地盤沈下対策調査協議会」の意見は①間隙のある未固結層は地下水位低下によって地盤沈下する②千葉県茂原市ではガス抗井周辺で地盤沈下が確認されている③アメリカ・カリフォルニアロングビーチでは石油・天然ガス採取により地盤沈下している、よってガス開発により地盤沈下の恐れがあるといったものであった。

これに対し「東京都資源開発審議会」は①揚水採取対象はほぼ 600m 以深の堅固な地層で地盤沈下の恐れはない②天然ガス開発における地盤沈下を証拠づける決定的な資料はない、との見解を示した。

結果、以下を付帯条件にして開発が促進されたのである。①深層地下水の水位観測②ガス抗井管頭と基準鉄管の測量③天然ガス稼働井の水位変化観測、そしてこれが重要と思われるが④データを見ながら今後も両委員会連絡を取り合い資料交換する。

では実際にはガス開発は問題が無かったのか、開発に伴う沈下は無かったのか。江東区北砂の **R-3 号井と北砂観測井の経年変動**をみると、昭和 28 年～30 年の 3 年間で R-3 号井の地下水位は 15m も下がっているのに対し、一般の北砂観測井は 5m しか下がっていない。つまり一般井の 3 倍もの速度で水位が下がっているのである。**南砂町第 1 観測井の経年地盤変動状況**を見ると、沖積層以深の収縮量は当初は少ないものであったが、ガスの揚水量が増える（この図には明記していないが）とともに収縮量および全体に占める割合が増えていく。つまり、原因はこれだけではない可能性はあるものの、ガス揚水による地盤沈下の関係が明らかになったのである。

低地一帯の地盤沈下状況とガス抗井の分布により平面的な地盤沈下を見てみると、地下水揚水のコントロールが始まった昭和 36 年では 10cm 以上の沈下が見られる。図からガスの抗井があるところで沈下が大きいという気がするものの、明白な要因とはいえなかった。昭和 44 年になると、地下水は規制されているので天然ガスの抗井のあるところで地盤沈下が大きいという関係がはっきりと読み取れる。ここで都が対策に乗り出すことになる。先ほど述べた「東京都地盤沈下対策調査協議会」と「東京都資源開発審議会」が決定した付帯状況の意見交換であるが、行われたかどうかは不明である。

昭和 47 年 12 月には反対意見もあったものの東京都が水溶性天然ガス鉱区を買収して、ガス採取停止し、63 年 12 月には東京都が島嶼・山間部を除く海域を含む都内ほぼ全域において石油・可燃性天然ガス鉱区の設定を禁止した。

今後の資源開発における教訓としては以下の点があげられる。

①“まず開発ありき”からスタートしない②学問的裏付けの重視③過去の類似例の重視④厳密な計測管理⑤一度開発した事業は簡単には中断不能⑥修復には都民の税金による多大な経費⑦都民生活に直結する行政事案決定のあり方

次に隣接県との関係について考えたい。昭和 30 年代中ごろから地盤沈下地域が広がり、隣接自治体との連携が必要になってきた。そこで昭和 41 年 11 月「東京都地盤沈下対策審議会」が“地盤沈下問題は東京都だけの解決は不能であり、今後、隣接県との共通認識が不可欠である”と知事に答申した。昭和 42 年 2 月、東京都が隣接の埼玉・千葉・神奈川県に呼びかけて「一都三県地盤沈下連絡協議会」を発

足したのである。これは遠藤氏に関わっていたが、当時はほかの県に地盤沈下の技術者がいなく、まとめるのが困難であった記憶がある。

協議内容は、統一して調査を進めようというものである。そして、この協議内容を遂行する目的で、昭和45年6月に「南関東地方地盤沈下調査会」が発足した。昭和45年～49年の5年間調査を行うもので、詳細は省略するが、隣接県との提携が重要であることは今後も覚えておきたい。

次に東京都の日量揚水変化について述べる（地下水揚水状況の変遷）。昭和38年には区部で約95万トンの揚水量であったが、規制により51年にはかなり減少し、現在では4.1万トンにまで減少している。多摩地区では、昭和36年には約20万トンであった揚水量が、ベッドタウン化により48年には88.2万トンと4倍にも増加している。その後は規制により減少し、現在は47.1万トンになっている（うち77%は上水道用）。

時系列について述べたが、地域的にはどうか。揚水状況の地域的変遷をみると、環境局は区市町について全体の揚水量を記しているが、遠藤氏は区市町の単位面積当たりの揚水量に換算してみた。昭和36年においては区部での揚水量が多く、特に北区では7397 m^3 もの揚水があり、観測された地盤沈下も大きい。北区での揚水量が多いのは、工業用水法を定めた機関が、江東地区での揚水は禁止するものの城北地区及び江戸川地区での揚水を可能ととしているからである。また、多摩地区での揚水量も増加しているのがわかる。昭和50年になると、23区では規制の結果揚水量が減少しているのに対し、多摩地区では急増しており、（羽村市は深井戸でなく、多摩川の伏流水である）地下水のくみ上げが多摩地区にシフトしている。多摩地区の特徴としては、多摩川流域での揚水が多いことがあげられる。

地質学的な検討として、東京都平野部の地下地質と地下水涵養を見てみよう。東京は西に山地・ふもとに丘陵地があり、多摩川をはさんで武蔵野台地、そして東に低地が分布している。赤線で示した部分の断面図を平野部における東西方向の模式地質断面で示す。中央線の立川一中野間を東西方向に延長し、江戸川付近に至る部分である。青い部分が水を通しにくい北多摩層、その上に上総層群、東京層群などがあり、この層群は非常に良好な被圧地下水層の帯水層となっている。固結シルト層を主体とする北多摩層上位面の概略構造では、固結シルト層の上端を示しており、ここより下では良好な帯水層はない。多摩地区では南から北へ約400m、区部では南西から北東にかけ県境では600mほどの帯水層がある。また、深層地下水のトリチュウム濃度分布を示した図では、（トリチュウム：半減期が12.3年。自然界に存在し、雨で地表面に達する）比較的新しい地下水であることを示す高い値が、多摩川流域から狭山湖にかけての地域、武蔵野台地の中央部に分布しているが、低地では低い値であることが分かる。そこでトリチュウム濃度を深さ方向に解析した観測井における深度方向のトリチュウム濃度分布を見てみると、台地の3地点では、100m位までは高い値であり新しい地下水が入っているといえるが、それより深いところでは値が低く、新しい地下水があまり入っていないといえる。一方下町低地では、完全に低い値をとっている。その原因を南西—北東方向の地質断面で見よう。多摩川の河床が上総層群の砂層（透水性の良い地層）とコンタクトしているため、多摩川の川の水が地下水を涵養できることが分かる。武蔵野台地についても関東ローム、段丘礫層が浅層地下水の帯水層となっており、それが上総層群や砂層とコンタクトしていることにより、深層地下水の涵養源となっている。

以上を要約すると、平野部における被圧地下水の涵養機構は①多摩川表流水は深層地下水の主要涵養源②狭山丘陵の貯水池も涵養源③武蔵野台地における浅層地下水は涵養源であるが度合いは場所による④武蔵野台地での深層地下水の涵養度合いは深くなると減少する⑤下町低地では自地域での涵養源はほとんどなく、他地域からの涵養度合いも低い、といえる。

膨大な時間と費用をかけて東京のゼロメートル地帯では高潮の被害から守っている。しかし、現在の排水機場や水門は24時間体制で職員が守っている現実がある。まさに地盤沈下のつけと見えよう。この地盤沈下による負のつけは永遠に続き、沈下した地盤は人為的に盛土をしない限り元に戻ることはない。この経験から一番大事なことは、現在の地下水位、そして地盤をこれより下に下げてはならない、ということである。そのために我々は今後地下水とどのように付き合っていくか、が重要な課題である。遠藤氏が昭和30年代から実際にかかわってきたさまざまな問題を通して地下水についての社会的課題としては、地下水の用途、地下水利用の必要性（低地の地下水は東京都の資源と考えない方がよい）、公水・

私水問題、管理・監視機関、隣接自治体との協調、その他として、行政だけでなく住民の参加、の点があげられる。さらに技術的課題としては、地形条件、土質条件、水文条件、揚水条件、データ管理の問題などがあげられる。

Q. 1) 深層地下水(被圧地下水)というが、多摩の洪積台地の自然せいぎ(?)は不圧化になっている。この不圧化の影響ということは、雨水浸透をしても湧水復活は望めない。井の頭公園の水の透明度も一向に改善されない。このことは粘土層より深い被圧地下水のほうに漏水量がかなりあるのでは。井の頭公園は昭和38年に枯渇した。その後深井戸を掘り、水源を維持している。しかし深井戸の水は溶存酸素がないために、井の頭公園一帯は生態系が破滅した。(以前見られたオオカナダモやエビ・カニはなく、人間がえさを与える鯉のみが繁殖している。)この問題について考えると、今多摩の揚水量は水道用に占める割合が多いが、揚水量を減らさない限り、水位は上がらないだろう。このような基本的な課題について研究会でどのように提言していくのか。あるいは東京都の環境法を制定するにはどのようにすればよいのか。(古賀)

遠藤) 遠藤氏自身はゼロメートル地帯の揚水量に関してかかわってきたため、明確な答えを示すことはできない。しかし、(多摩地区は)現状の中では地盤沈下はしていない。なお、湧水が濁水したとの話だが、以前の水位についてのデータはあまりないためはっきりいえない。現在の多摩の湧水量が妥当であるのかは判断が難しく、多摩地域の水位も区部から移っているのではという話もあり、どこまでを被害と考えてよいのが難しい。

Q. 2) ISOの中で、14040 ライフサイクルアセスメント(人間でいえば、赤ちゃんから死ぬまで何にも影響を与えてはいけない)とあるが、物の製品から廃品まで環境に影響を与えてはいけないということになっている。つまり地下水においても、将来我々の生活に栄養を及ぼすような被害を与えてはいけない。そういったことから、目に見えないからと放置していくわけにはいかないであろう。

遠藤) その通りです。私もそのようなスタンスでお話ししたつもりです。

発表②

地下水と上手に付き合うために ～『育水』の提案と既往データ活用上の留意点～ (中村裕昭)

【テーマ】

- ・『育水』の提案
- ・既往データ活用上の留意点について

『育水』の提案の意味

地下水を利用すると地盤沈下を起こすため、使わない、というマイナスのイメージもあるが、好循環の形で上手に付き合っていけないかと考えてきたことを紹介する。

地盤コンサルタントの仕事をしているため、自身の観測井を持って観測してきたわけではないところが、これまでお話を頂いた先生方とは異なる。

"地下水は有限な共有資源"であることを前提に考えている。

私(中村氏)にとっては、幼少のころから井戸水を飲んできたこともあり、「地下水とは身近できれいなおいしい水」というイメージだった。その後、都市化につれ飲み水が水道にかわっていくなか、川崎市にて「この水は地下水につき飲めません」という看板を発見し、大いにショックを受けたのである。水質的に飲めない地域もあるがそれは別として、井戸水だから飲める、という意識になってほしい。この事件が、私(中村氏)が地下水にこだわり始めたスタートだったのである。

私(中村氏)の立ち位置としては、

1. 地盤・地下水コンサルタントに従事しているため、基本的には自前のデータを持たない。地下水位観測に関わる種々の STEP に個別に対応している。異なる機関の既往データを扱い、様々な事業に関与し、多くの事例を体験している。
仕事としてはシミュレーションで過去から学び、現在を検証したり、将来を予測したりする。
2. コンサルタントの仲間と作った共生型地下水技術活用研究会として『地下水は流域の有限な共有資源・財産』の基本認識のもとに『育水』を踏まえた地下水管理・保全・利用を提唱している。

地下水位観測に関わる STEP は以下のように考える。1. ニーズ、2. 観測井戸計画、3. 井戸設置、4. データを取得、5. データ整理、6. データ解析・影響評価、7. 対策検討、8. 対策実施。この入口と出口は行政サイドであるが、その間のところでコンサルは行政の手伝いをするのである。ただし、2～7の各段階で個別に関わることが多い。また、様々な機関のデータを扱う。

さまざまな機関のコンサルタントをして感じたことは、「地下水位の測定とデータ整理に関する共通のマニュアルがない」ことである。仕様がばらばらで、他機関データとの比較を想定していないのだ。たとえば、水位の表示基準が明示されていなかったり、長期観測の場合の日・月・年平均水位などの算出法が統一されていなかったりするのである。

育水 (water fostering) のイメージであるが、水量、そして水温を含む水質をコントロールできないかと考えている。そのコントロール技術は確立しているわけではなく、将来に向けてこのような思想で取り組みたい、ということである。水には機能があり、(新藤先生の教えであるが)、その機能を守るためには育てていかなければならない、という考えである。水位のみならず、生態系、防災の面での考慮も含め、量的なコントロールを、そして汚染や飲用可能、特徴ある水質や恒温性の維持、などの面での水質のコントロールを考えていきたい。

具体的にどのような育水があるかという点、涵養域の保全、人工涵養、雨水浸透促進、ダムや堰などの河川建造物、地下ダム・地下水迂回工法などの地下建造物、その他湧水保全(森林保全、水田の涵養機能保全)などがあげられる。また、人工涵養として休耕田や井戸を使っての涵養、用水を浄化しての涵養、工事揚水や漏水の覆水などがあり、雨水浸透促進として雨水浸透施設の設置、調節池・遊水池などがある。これらのものは現在もつかわれているが、さらに統合的な形で考えていきたい。

育水の課題としては、1.誰が実施するか、2.誰が費用を負担するか、3.効果検証、4.流域ごとの連携の必要性、それに関連して 5.流域単位での地下水流動系を前提とした地下水管理・保全・利用に関する合意形成(流域の特殊事情を反映する必要あり)、6.人工涵養における水源確保、7.人工涵養における浸透技術の確立、8.人工涵養における水質・水温制御・評価技術の確立、などがあり、これらを踏まえて話を進めたい。

研究会が提唱する『地下水は流域の有限な共有資源・財産』の主旨であるが、大前提である 1.全国一律かつ全面的な『公水』化を訴えるものではない、2.地下水管理・保全・利用における基本理念を持つことが重要、3.『流域の事情に応じた』合意形成を図っていく、4.地下水利用者は公共事業・民間企業・個人に大別でき、それぞれに応じた責務の認識が必要、5.利用可能な地下水の利用は、健全な水循環確保や公共性・公平性が前提となり、社会貢献型が優先する、6.地下水には地域に応じた私的使用の許容範囲がある、7.地下水のステークホルダーには広い地下水の機能を踏まえると近接のみならず広く流域内外の住民が含まれる、といった内容である。

さて、『公水』と『私水』とは。イメージとして二者択一的に一方に決めるものではなく、地域の事情に応じて両者の割合が変わってくるものというものである。その流域の事情としては例えば 1.地下水の豊富さ、2.代替水源の有無・水量や水質などの整備状況、3.その土地の産業構造や土地利用、4.地盤沈下や浸水リスクといった国土の脆弱性、5.育水策実施時の実効性、6.その他生態系の問題など、があげられ、流域ごとに考え方が変わってくるものであり、今後コンサルタントの業務として関わっていく可能性を考えている。

新藤静夫先生(千葉大学名誉教授)が提唱した地下水の機能・資源と影響例(環境省で作成したアセ

メントのガイドライン) であるが、環境アセスメントにおいて地下水を考えるとときの全ての基本となる表である。地下水には地象・水象、気象緩和機能、地盤環境維持機能、物質運搬・収容機能、生物生息環境維持機能などの機能的側面と、水資源、エネルギー資源、アメニティ空間資源などの資源的側面がある。これらの機能を考えた時も、われわれは『育水』によって好循環をうみたいと考えている。

参考文献：

1. 共生型地下水技術活用研究会：小冊子等3部作（当日配布）
2. 上田敏雄・瀬古一郎・西垣 誠・中村裕昭：**健全な水循環確保を踏まえた共生型地下水利用の基本的考え方**，**地下水地盤環境に関するシンポジウム 2009—安心快適社会・地球温暖化・地下水—**，pp. 41～48，2009. 11. 27.
3. 地盤工学会：**地下水を知る**，2008. 5.
4. 地下水・地盤環境懇談会：**地下水・地盤環境懇談会報告書**，平成16年3月
5. 関東農政局：**地下水位・地盤沈下観測年報**（2003～2007年版），H21. 1
6. 川崎市：**水質年報**〔平成20年度〕，平成22年1月発行⇒川崎市 H.P. > ようこそ地盤環境のページへ> 川崎市の地盤沈下〔<http://www.city.kawasaki.jp/30/30suisi/home/jiban/kawasaki-jibantinka.pdf>〕
7. 川崎市：**川崎市地下水保全計画**〔**健全な水循環の確保をめざして**〕，平成14年7月
8. その他〔引用ヶ所に明示〕

2.に関しては、研究会のホームページからダウンロードできるようになっている。また、本日の資料に関してもダウンロードできるようにする予定。

研究会では『共生』『育水』という考えを掲げているが、地下水保全を考えると環境倫理（コンプライアンス）という基本的な認識が重要である。そのほかに法令、学問の話もあるが、包括して考える場合にはコンプライアンスを優先するべきだと考えている。

『共生型地下水活用』と『育水』の提唱内容として、1.負の遺産であるゼロメートル地帯の様に地盤沈下を起こさないことが大前提、2.流域の共有財産・資源という認識の下公準化を形成したいなどいくつかの内容が挙げられる。

我が国の地下水利用の基本認識の変遷として以下の様に考えている。地下水とは身近で簡易な設備で得られる良質な水資源である（私(中村氏)の基本認識でもある）。井戸のある土地所有者は権利として、供給能力と井戸能力に応じて地下水を利用してきた。ところが、沿岸域で浸水被害が続出（大阪）、井戸水の塩水化、ゼロメートル地帯創出、広域地盤沈下発生という事態を引き起こした。この地盤沈下の原因が過剰揚水と判明した時点で地下水揚水を規制し、用水転換・節水という方向になっていく。その結果、揚水量が大幅に減少し、地下水位が回復、地盤沈下が沈静化した。そこで地盤沈下しない範囲での地下水利用の話が出てきた。ここで我々はもっと踏み込んで『育水』、つまり『育てなければ使えない』という考えを提唱したいのである。

地下水利用の変遷はどうであるか。「地下水は自然の恵み」であるとの考えから利水が始まり、過剰揚水により地盤沈下が起こり、揚水規制が始まり、地下水位が回復。これが現在の状態であるが、ここからどのように進めていくかという話で二つの路線が考えられる。つまり環境に影響を及ぼさない範囲での地下水利用、育水を踏まえた共生型地下水利用の二つであるが、われわれとしては後者を提案したい。

また、水問題は地域、そして流域の問題である、ということも大前提にする必要がある。『水資源としての地下水』は地域に与えられた自然の恵みである。そして地域における『水資源としての地下水』の存在様式・湧水形態や水質は、地下水の利用方法として地域の文化や産業を創出してきたのである。こういった意味での地域性は大事にしたい。

ただし、湖の恵みに甘えているだけだと、様々な問題が発生してきた。

そこで、地域特性を把握して、地域にあった施策を検討していきたい。コンサルタントは請け負った仕事を実施するのみというのが実態で、このような思想をもって仕事を行っていないと、将来がないのではと懸念するのである。つまり地下水と人間との共生のために、『育水』をふまえた地下水適正利用

の智慧を持つべきだということをコンセプトとして考えている。これらの概念は育水ネット([URL: http://www.ikusui.net](http://www.ikusui.net))にも掲載している。「地下水は誰のものであるか」という絵でも表し、一つのシンボルにしている。

『育水』であるが、『育水 (いくすい)』であるのか『水育 (みずいく)』であるのか、水に関する言葉については水にポイントがある場合は水が後につく、後ろの言葉にポイントがある場合は前にくるようであり、育に関することばや、水に関する施策用語・行政用語は水が後ろにつく場合が多いということを検討した結果、『育水』を採用したのである。

『涵養』に関わる用語として、『育水(water foresting)』、先ほど紹介した『水育(water harvesting)』、富山県でいわれている『創水』、一部重なっているものの『涵養』、『注水』などもあげられる。そのほか英語の観点から『育水』を検討したり、関連事項として「いくみず」とよむ『育水』という地名があったり、NPO 法人の名前に含まれていたり、釣り船の名前に含まれていたりしたが、水全般に関わるものは無かったので、『育水』を提案させてもらうことにした。

詳細は省略するが、『育水』実践の考え方と方法として、涵養域で山地を保全する方法、事業単位ごとに人工涵養をする方法、再生水や雨水を利用する方法など4つのモデルを提案する。

モデルⅡの具体的な例として、秋田県美郷町六郷扇状地における休耕田を利用した人工涵養の事例や、熊本における地下水利用の事例などを調査・整理している。上流あるいは下流で涵養してから水を利用する、という内容である。また、モデルⅣの内容として、雨水または再生水を利用することによって、揚水量を最小化することができるのではないか、と考える。

なお、研究会の成果についてはホームページよりダウンロード可能であり、ここでは省略させていただく。

ここで既往データについて紹介する。多摩川下流域にある川崎市の例を挙げる。データを見るとときに明治時代からの長期的な経年変動・季節変動を見る、あるいは短期的な日変動・週変動や降雨による反応を見る、など、目的によって見方が変わってくるものである。そして周期的な変動であるのか量的な変動であるのか。また、同地点でも深度が異なった場合の値、そしてそれぞれの変動パターンの比較。そして涵養域・流動域・流出域など他地点での変動パターンの比較。帯水層ごとにコンター図を作成して面的な広がりでの比較。など目的はさまざまである。

地下水位の変動には必ず原因があるが、原因には自然誘因と人為的誘因とがあり、さまざまである。よって合わせて関連データを入手することが不可欠になる。変動要因は一つとは限らず複数重なっていることが多いが、その要因ごとに影響が異なるのでそれを把握することが重要になる（この部分が難しいのではあるが）。また、モニタリングにより原因の監視や評価ができるのである。

様々なデータを扱っていると、『理想的なデータ』は少ないことに気づかされる。データの長さやサンプリング間隔、面的な広がりであるデータの範囲、土地利用の変化情報、欠測、その他さまざまな問題がある場合がある。しかし、条件が揃ってなくてもデータは貴重なので残していきたい。実際に解析で使用する場合には他の情報から総合的に評価をしたり、按文、外挿・内挿などの加工をしたり、データ条件を変えながら検証をする感度解析をしたりしながらデータを使用していく。

地下水位解釈に必要な関連情報について述べる。地盤沈下の情報も大切であるが、地表面の標高データは一般的であるものの、これは全地層のトータルのデータでしかない。よって理想としては地層別に圧縮量のデータがほしいところである。また、それに対応するような深度の地下水圧データと組み合わせないと厳密な意味での解析はできないし、対策にも限界がある。あとは気象データ、地質構造、利用状況、土地利用変化、の様なデータをできるだけセットで同じ期間収集していきたい。

なお、最後のページに掲載した表であるが、全てに共通する議論をしたいと環境省の意向で、私(中村氏)がまとめたのが地下水位データ取得から利用までの流れと課題である。項目として計測・記録、データ収集・読み取り・整理・保管・利用までであるが、機関によってそれぞれが様々である。ここでは概略

にとどめるが、水位自体の求め方・データ間隔もそれぞれ異なり、留意しなければいけない。

地下水位の情報源については省略する。

長期連続観測データでの日水位の求め方例について述べる。先程述べたように、最高値・最低値の平均を取る方法があるが、機関によって異なる。また、近年ではセンサーを用いて地下水位を連続的に測定する方法が多くなってきたが、以前は点数を確保するにしてもスポット的に測定することが多かった。ただし、地下水位スポット値の注意点として、変動の平均値を測定したり、最高水位を測定したりと、測定値が異なり比較できない場合があること、統一した測定時間が明記されていない場合があること、などがあげられる。

地下水位の表示区分であるが、標高水位に統一すればよい、というものではなくそれぞれに長所があるのである。測定水位は一時データであるためデータに信頼性がある。ただし、測定水位では管頭水位がまちまちであるが、G.L.水位は地表面を標準にしている場合が多く比較しやすい。標高水位は他地点と比較がしやすい。

水位は手ばかり、やフロートで測る方法と、水圧計で測る方法などがある。なお、水頭とは

水頭＝標準水位－基準面標高

であり、フロートと水圧計とで測る場合の測定地下水位の表示区分はそれぞれ図に表している。

地下水位の各種変動要因例については、詳細は省略するが、変動には自然誘因と人為誘因があり、短期変動・年間変動・長期変動など様々な変動が重なっている。また、要因によって、周期的な変動もあれば様々なパターンの一時的な変動もある。

地下水位の経年変動例<<東京都心部[江東区]>>をみると、地盤沈下の最大値は 4.6m もあり、地下水位は 50m 程度下がる例も見られる。(詳細は先程遠藤氏が説明したため省略する。)

多くの方が引用している不圧地下水の季節変動が被圧地下水位の低下に引っ張られて大きくなっている例を見てみよう(濃尾平野の例)。浅井戸および深井戸の地下水位データであるが、深層地下水位が低下した際に、表層地下水位が、最高水位はそれほど変わらないものの変動幅が大きくなり最低水位が低下しているのがわかる。また、深層地下水位が回復すると、表層地下水位も回復していく。このように、浅井戸と深井戸の水位には関係があることが分かる。

100m の井戸と 70m の井戸で水圧レベルと変動パターンを比較したのが、同一地点の異なる深度でも水圧レベルと変動パターンとも類似の例であるが、両者が非常に似ていることが分かる。一方、北関東の例であるが 110m、50m、30m の井戸で比較したのが同一地点であっても深度によって水圧レベルが異なる例であり、変動パターンは多少のずれがあっても似ているものの、水圧レベルについてはそれぞれベースが異なることが分かる。また、季節変動のほかに変動(短周期)が顕著な例をみると、季節変動がはっきりと表れているうえに短期的な変動がのっているのが見られる。

また、川崎の例であるが、地下水位の 23 年間の変動を分析すると、一年間の変動・1 か月の変動・一日の変動と、経年変動だけでなくそれぞれの特徴的な変動があることを示したのが、地下水位変動の短周期と長周期の例である。なお、グラフ中で値が大きく減少している部分は、工事の影響であるらしいとのこと。

最後にデータを紹介するが、今回は北関東のデータを紹介する。それぞれに井戸の構造図と水位の深度を示してある。

宇都宮 2 号井(深度 40m)では、基本的な水位は夏に季節変動で上昇している。これは夏の雨と水田によって涵養されていると考えられる例である。なお、この変動幅は年間 2m 程度である。また、同じ位置の深い井戸である宇都宮 1 号井(深度 100m)では、同様に降雨と水田の涵養により夏に水位が上昇し、変動幅は 1m 程度である。

次に、夏に減少する例を示す。芳賀 2 号井(深度 44m)は、宇都宮同様水田地帯であるが、深井戸からくみ上げた水を水田に利用するため、表層では水田による涵養で夏に水位が上昇、深層ではくみ上げに

より、夏に水位が下降、実に 12m も下がっている。年間の変動としては緩やかであるが、夏の変動が大きい。

このようにさまざまなパターンの変動を例に挙げている。季節的な変動で夏に水位が上昇する例、下降する例。変動幅も 1~2m から 10 数 m の範囲など。

また、単年度では変化は見られないものの、経年的には水位が下降している例として、上三川 2 号井(深度 200m)をあげる。この事例では、1 年間の変動を見ても減少しているのが分かる。

逆に五霞 1 号井(深度 180m)・2 号井(深度 115m)では、経年的に水位が上昇しており、深いほうが動きが顕著にみられる。

最後に川崎市であるが、多摩川流域にあり、下流域から埋め立て地を含む低地部、扇状地性の低地部、台地、丘陵地が分布している。川崎市の土地利用の推移をみると、昭和 30 年代から比較すると宅地化が進み、山林や田畑が減少しているのが分かる。川崎市の市内中小河川の平常時(低水)流量をみると、流量が減少しているのが分かり、水環境は悪化しているといえる。川崎市地下水揚水量の経年推移をみてみよう。揚水量は規制が始まってから減少しているのは東京と同じであり、9 か所の地下水位の変化をまとめた川崎市の地下水位経年推移をみると、昭和 48 年ごろから回復してきているのが分かる。川崎市の主要水準点の累計地盤変動量をみると、地盤沈下についても地下水位が回復してからかなり沈静化しているのが分かる。ここで、埋め立て地にある千鳥町のデータについて表した川崎市の埋立地水準点[千鳥町]の深度別累計地盤変動量に注目してみると、地盤沈下の沈静化は見られるものの、残念なことにまだ沈下が続いており、上総層群まで入った収縮計は沖積層までのものよりも大きく沈下しているのが分かる。また、途中で地層収縮計が壊れ、深度 60m での観測が打ち切られてしまった。(地盤沈下が沈静化し、予算が減少する中で行政が苦勞しているのがここからもわかるであろう。)我々としては様々な観点から、累計、そして沖積層だけでなく洪積層の沈下についても分析していきたいと考えている。

◆結論

このように、機関の異なる過去のデータというのは、観測条件を整理しても様式が異なっているものであることをまず認識してもらいたい。観測、あるいはデータ整理の条件、あるいは凡例がはっきりわかった段階で吟味したうえで次の世代へ引き継いでいくことが必要である。なぜなら、現在の段階では解明できる問題でも将来解明不能になる可能性があるからである。また、一時データは電子化してでも、そして欠測して揃わないデータでも必ず保存して行ってほしい。そして今後の課題及び理想としては、観測方法とデータ整理に関する標準化共通マニュアルがあると良いであろう。また、地下水位・水圧・地層圧縮量などについては、先程述べたように主な地層ごとに観測・整理して行ってほしい。そして条件と凡例を明記し、誤解されないような形で市民にデータを公表して行ってほしい。また、その際には数値とグラフを両方明記してほしい。

【パネルディスカッション】

コーディネーター：神谷博

パネリスト：宇田川 隆男

川合 将文

菅谷 輝美

中村 裕昭

(順不同・敬称略)

退出された遠藤氏にかわって、同じ東京都で勤務していた川合氏に引き継ぎたい。

神谷) 今回はこれまでの 1 回・2 回をふまえた 3 回目であり、後半の中村氏の話題から全体をどう整理して次のシンポジウムに向かうかといった話題に入ってきている。そのようなことで、中村氏にはこれまでの研究者の研究の話から一歩踏み込み、「この先どうするか」という問題のきっかけを作ってもらいた

役割を担っていただいた。本日は育水の話だったが、この問題はかなり大きい問題であり、それぞれみなさん直接関わりがある話で、シンポジウムにつながる大事な話である。「地下水の回復に向けてどうするか」ということで、本日のパネルディスカッションのテーマは育水を受けて、地下水の回復に向けてどう考えるのか、という内容のディスカッションになるのではないか。

本日の中村氏の話、様々な論点があり、パネルディスカッションのテーマとした「地下水の回復に向けて」という内容が中心的な話になるであろう。

中村)最後のまとめで抜けた箇所(資料 36 ページのシート 143)について補足する。「過去に地盤沈下の原因になったからといって地下水は利用してはいけない」と決めつけず、地下水は自然の恵みであり流域の共有資源であるから、叡智を持って地盤沈下を起こさない上手な地下水利用方法を考えるべきだと考える。その適正利用のポイントとして、『育水』、つまり許容範囲のみの利用でなく好循環をうむ方法での利用、という姿勢が必要ではないか。そして『地下水利用のコンプライアンス』。コンプライアンスは一般的には法律にあっていないかという議論であるが、法令のみならず法令の背景になるような考え方やマナーなどを含めてのコンプライアンスを考えている。

シート 145 について。モニタリングというのが重要になるが、地下水のデータは専門家が分析するだけのデータではなく、地下水の現在の状態(バックグラウンドや異常など)を把握したり、地下水施策の検証として住民へのアカウントビリティの基礎情報になると考えている。

そのような意味で、地下水データが誤解のないように公表されて、様々な施策が透明化される、といったことに貢献していくのではと期待している。

なお、湧水とは地下水の出口であるため、湧水のモニタリングも環境モニタリングとして重要だと考えている。つまり湧水は地下水環境のモニターでありバロメーターを表しており、簡易に実施できることから市民に普及していけば良いと考えている。

神谷)前回質問で時間を要したこともあり、今回は質疑応答は簡単に済ませ、議論に移りたいと思う。

川合氏へ

Q.1)空堀川について。水量が乏しく夏には水切れを起こします。水切れのない川にしたいという思いを強くしていますが、救いの方法はあるのでしょうか。

2)近年の1000mを超える温泉利用はなにか影響はないのでしょうか。

3)地下水位を把握することは重要ですが、揚水量の把握も重要と考えますが、個人・企業所有の深井戸などの揚水量を把握するにはどのような規制をだれが行うべきと考えますか。

A.3)前述のとおり東京都の場合は条例で規制されている。使用した翌年の1月から3月に揚水量を報告する。その後の取りまとめの方法は行政区単位である。くみ上げた総量を報告し、一日当たりの量などに直して整理する。

A.2)東京都の場合は温泉利用に関して審査基準があり、合致しないと認められない。下町では一日50t、台地では一日150tほどである。さらに近年は、掘った場合は近くに温泉がないかという距離制限ができた。温泉の数は多いが、一日一万t程くみ上げていた頃の天然ガスの量に比べ、非常に少ないといえる。ただし、総量規制がまだないため、温泉の数がとても増えると、場所によっては地盤沈下の問題も出てくる可能性も考えられる。

A.1)空堀川については、水が枯れているのは知っているものの、なんともいえない。仕事で空堀川の調査に関わったが、難しい問題だと認識している。もともと治水対策で河床掘削はやらざるを得ない現実があり、野川同様関東ローム層の下に河床を作らざるを得ない。すると砂利の上に河床が出るため、水がどうしても浸透してしまう。防ぐためには粘土で漏れるのを防ぐ方法が考えられる。また、流量をどこから増やす方法もあるが、流域的には難しいだろう。

中村氏へ

Q.1)"育水"という視点は涵養、保全、水循環ということと考えますが、地下水を飲むということではなけれ

ば、その位置づけも明確にならず、汚染の問題にもしっかりと向き合うことができないのではと考えます。どのようにお考えかお聞かせ下さい。

2) 水をめぐる行政がばらばら(省庁)で省益とかナワバリにひきずられ、総合的な視点を欠き、問題の解決を困難にしている。よって「水基本法」や「ダム撤去推進法」の制定運動を行っています。なにかよい方法論があればアドバイスを!

A.1) 私(中村氏)自身は『育水』の思想のスタートは「飲めるように」ということだったが、地域によって地下水は必ずしも飲めるとは限らないと考えている。例えば、自然由来でもともと地下水が飲めない地域があり、我々はそのようなところでも地域にあった『育水』をしたいと考えている。

また、汚染の問題を考えると、先日ミツカンのフォーラムでも宮崎先生が述べていたように、「土壌汚染対策法」の存在により土壌汚染は汚染の原因者が対策をしなければいけないことになっている。ただし、汚染原因者がいない場合は、土地所有者が原因者でない場合でも責務として対策をしなければいけないことになっている。その土地の地下にある地下水を考えると、地下水は共有資源なので勝手に使ってはいけないことにすると、汚染の対策は押しつけながら地下水という環境資源は使えないということで、法律に反してしまう。現在の法律としてはそのような問題があるという指摘をされていた。また、松山地裁では同じ地下水流動素を使用している場合には全体として責任があるという、個人が勝手に使えなという判例もあったということを紹介していた。

2番目の水循環基本法があるが、いま日本では地下水に対する総合的な法律がない、ということがすべての問題となっているのでは、と感じている。

このように、私(中村氏)自身は飲めなくても生態系に必要な水であり、アメニティ、あるいは親水空間、またそれ以外にもエネルギー用途など様々な用途があることを考えれば、自然が作った環境、あるいは要素で、自然の機能を守るという意味で『育水』は成立すると考えている。

A.2) 難しい問題である。地下水に対する国民全体の意識向上しかないかと感じている。

川合氏に質問があった揚水量の問題の補足となるが、データを扱う立場からすると、水収支を検討するときに、インチ管以下のいわゆる「細い井戸」は記録・報告されていない。そしてそれがどのくらいの割合を占めるのかという実態を把握できていないのである。

また、問題となるのは上水目的あるいは生活用水・水道用水と、工業用の用途は報告があるが、農業用目的の場合は集計先がまったく別になってくるのである。おそらく川合氏が述べていた数字も、農業用は含まれていない。こちらは農水省が10年か20年に一回実態調査を実施しており、そこで利用量が把握できるのだが、それもデータが全く違う方法で管理されている。水収支を考えるとどの用途も一緒に考えなければいけないので、このような側面があることも頭に入れておきたい。

神谷) 今の流れの中で「水循環基本法」や「地下水法」についてはまさにシンポジウムの主要テーマになってくるため、ここでは具体的な問題点に絞って話を進めたい。他の質問であるが、

川合氏へ

Q.1) 東京都はなぜ地下水研究をやめてしまったのでしょうか?

A.1) 実務担当として、行政の中で声が小さいといわれればそれまでであるが、行政の中で意思決定をしていくプロセスがあるが、行政では一つの目的、つまり地盤沈下の防止という目的にそって観測施設を作った。地下水の本当の研究という目的では現在の観測施設では足りるとは思えない。我々が測ったのは100~200m くらいの深層地下水であるが、50~70m になるとデータがないのだ。過去にはその程度の深さの井戸があった時代があったが、このように現在は中間の深さの井戸のデータがないのだ。ただし、そのデータをどのような目的で取るのかという目的が決まってこない、なかなか行政は動かない。

よって、これは次回のテーマとなる可能性があるが、今の地盤沈下対策として動いていくのではなかなかうまくいかないのである。つまり、行政的な課題があれば、行政としても実施するので、様々な論議の中で課題が見えてくるのが、研究を続けるうえで大事な点だと考える。

神谷) 残り二つの質問は議論の中身に入っていくので、紹介しつつ議論に入りたい。

Q.1)地下水を飲み続けるために涵養が必要だと思います。深層地下水の涵養は雨水浸透では時間がかかりますが、効果的な方法はあるのでしょうか。

Q.2)揚水をやめて「地下水位が上がったこと」と「地下水量が増えること」はイコールでしょうか？（本当に増えているのでしょうか？）地下水涵養の条件が悪くなっているのに地下水が増えるはずはないと思うのですが。

神谷)これから「地下水の回復に向けて」会場を含めて話をしていきたいが、これまでの話でいくつかキーワードのようなものもある。ひとつは質問の中にもあった「飲める水」。また、中村氏の答えの中にもあった「生き物」に対する話（人間と人間以外二つとも）。

「飲める水」については、飲める・飲めないの定性的なことをどのように考えていくのか。この話は宇田川さんに伺いたい。

もうひとつ洗剤臭(?)に関しては、湧水保全フォーラムで実施しようとしていることで菅谷さんに伺う。地下水の恵み、豊かな生き物たちのためにも南沢の湧水を豊かにしていきたいという思いの方は大勢いらっしゃるであろう。

宇田川)飲み水の話について。自身の守備範囲である多摩地区の浅層地下水・深層地下水については、立川の都立衛生研究所多摩支所に飲み水のデータがたくさんある。井戸の深さが分かるものについて整理した報告書がいくつか出ている。まとめのシンポジウムで紹介できるかどうかはわからないが、矢口氏と調整をはかり客観的な水質データを何らかの形で皆様に紹介できるようにと考えている。今ここでは具体的なデータがないため大まかな話をさせていただく。

深いところの地下水は多摩地区で水道用の地下水で日量40万t近く（水道用というのは昭島など単独の地域を除いては東京都の水道局の水道）で主に深井戸の水を利用している。ただし、羽村市のみは浅いところの地下水が主体になっている。深いところの地下水の実態は、人工の化学物質の汚染がない限り、ほとんどくみ上げて、水道法では安全のために次亜塩素酸ソーダを0.1mg/L以上確保しなければいけないが、そのクロリネーションを必要なく飲めるくらいの良い水質のところは過去は数多くあった。ただし、人間の様々な化学物質の使用により、地下水が安全な水と言い切れなくなってきた。深井戸の水を飲めるようにしていくという意識で考えてみると、今多摩地域で1日40万t位の水（量が適切かどうかは別とする）を飲んでおり、深層地下水の汚染は回復が難しい。

浅層地下水の水は保健所などは安全が確保できないため飲めないと言っているが、浅井戸は大事なモニタリングポイントになる。また、防災を考えたときに身近な水ということで浅井戸や湧水は重要な役割を果たす。多摩地区は多くの自治体で、防災井戸を設けている。つまり歩いて行けるところに防災井戸を設置し、行政として水を確保し、水質も定期的にモニタリングしている。このような背景の中で、浅井戸は「汚染を早く発見できる」ポイントになる。よって水質維持のためにも普段から利用しながらモニタリングをしていくという施策を取って防災用水として位置付けていければよいと考えている。

深いところの水質は、場所により含有物質があり、定期的に水質検査を行って、含有物質の除去を行い、飲める水として使っている。深いところの水の水位は決まった定点以外に、地域ごとに観測点があり、水位情報など利用できるデータがあるのでとは考える。

以上のような点も検討していければと思う。

菅谷)東久留米の場合山がなく、武蔵野台地から流れ出てくる水が非常に多い。先程の話に出た空堀川・柳瀬川という大きな川もあるが、これらや白子川をはじめとするほとんどの川が湧水を水源としている。武蔵野台地から出てくる湧水をモニタリングしており、中村氏と知り合った昨年からは湧水モニターという講座を開き、流域で継続していこうと活動している。神谷氏に以前言われたが、東久留米は市内40か所位3チームに分けて毎月1回必ず水位を測るという調査を続けている。ただし、集めたデータの解析はこれからとなる。

実際に自分たちで測定すると季節変動が顕著にわかる。今年は夏場は雨量が少なく、10月は雨量が多かったため、11月の調査では多いところで40cm水位が上がっており、10cm程度のところもあった。先程の話のように、地下水の変動にも地域差があるということも実感している。

湧水から出た川の中にいる生き物についてであるが、水がないと生きられない生き物が非常に多いも

のであり、外から見て生き物の存在が分からなくても、中に入って魚や水生昆虫を取って調べてみると様々な生き物がいることが分かる。また、昔の人が川の状態や地形の状態を良く教えてくれるのである。

そのような意味では、市民モニターというのは気楽に調査でき、100年データがなくても話が聞けるのが市民の特権と考えている。そこで湧水フォーラムでは全国事例に学びたいと考えているので、是非ご参加いただきたい。

神谷) これから中身の議論に入る前に状況を少し絞りたい。本日出てきた下町や川崎の地盤沈下の話もあったが、東急財団の助成研究ということで、收拾をつけるためにも話の中心を武蔵野・多摩にフィールドを絞っていきたい。もちろん、下町の事例が行政の取り組みなど絡んでくるであろう。

本日の出席者も多様で、地域で地下水に取り組んでいる方、問題に直面している方、などのお話を伺えればと思う。例えば水質でいえば立川では水質汚染で悩んでいる話もあり、市民モニターでいえば各地で行っているが、地元国分寺で真姿の池湧水を毎日のように調査している話や日野での調査例がある。ここで市民科学として市民調査の在り方を指導されていたのが小倉先生である。市民科学の思想の礎を築いた野川の活動の矢間氏、またモニタリングの話になると国土交通省の京浜河川事務所でも「水流実態解明プロジェクト」の関係で市民モニターを問いかけて市民と協力してデータを取ろうという新しい取り組みも始まっている。

このように様々な方法でみなこの問題に取り組み、手掛かりをつかもうとしている。私自身も17日に開催される雨水のシンポジウムの広告を置かせていただいた。そこで、雨水のコントロールを含めた建築～全ての人に関わる自分が住んでいる家～として、雨水をどうコントロールして地下水を増やしていくか、ということも関係してくる。

ここで水質について前回も多く質問されていた稲橋さんに話を伺う。

稲橋) 実際立川市では、水源井戸に2002年に有害物質と認定され、2003年から水質項目に入った1,4ジオキサンという物質が検出され、現在3か所が休止となっている。??を100%賄っていた水源井戸があったが、河川水に100%切り替えた。このような状況は立川市でのみ起きている。東京都は安全基準と良い水質基準を下げた基準があるが、3か所目はその安全基準を超えたため予防のために休止した。このような状況のなか、自身は市民運動として一般の民間井戸に汚染が広まっていないかどうか、様々な先生方の話の中から水の流れを自分なりに考えながら調査したところ、2か所から1,4ジオキサンの水質基準(50/ μm^3)を超える値が出てきた。今年度より環境基準にジオキ酸の項目が入ってきたため、市や都としても調査をしていく方向になったが、未知の物質である特殊なジオキ酸は除去できないという状況のなか、汚染をどのように解決していくか、ということ課題として感じている。

神谷) ここでその問題を解決できるという話ではないが、明らかにして問題を共有し、どう解決するか、といったことで課題の一つになるであろう。

また、モニタリングの話で国分寺の畑中さんに活動状況などの話をお願いする。

畑中) 国分寺の真姿の池湧水群のモニタリングを行っている。2004年初頭位から開始し、まもなくまる7年になる。きっかけは湧水群から100m程北に離れたところに8階建てのマンションが建つ計画ができ、その基礎が湧水に影響するのではという疑問がおき、反対運動や裁判が起きたりした。それがきっかけとなり、事業者からも地下水位の調査、湧水量の調査データは随時出はいたが、降水量とともに変動しない不思議なデータであり、改ざんが疑われたため、グラフのデータではなく、市民が毎日観測した数値のデータを記録することにより、水量の変動が正確にわかるため、「見たままを記録しよう」という動きになった。実際には湧水の流量を堰を利用して測ることは可能であるが、1秒間に50という水量の水圧はかなりものであるため、実量を測ることはあきらめ、湧水群のすぐ下の堰に様々な高さの偽木がうまっていて、その隙間から水が流れてくるのだが、その水の流れる状態が湧水量によって変わってくるので、その状態の記録をとることと、そのすぐ下の堰で水深をずっと測っている。ただし、その水路の下に防水用の貯水槽が人工的に作られていて、貯水槽に地下から流れ込む水もかなり大量にある

ものと考えられる。つまり、上の堰は正味の流出した水量であるが、下の堰は上の堰の量よりはるかに多いという不思議な測定結果となり、途中で水が加わっているとしか考えられない状況で、「加わった水も含めた水深をはかっている」ことになる。

というわけで、真姿の池固有の湧水量が直接水深に反映しているかどうかは定かではないが、容易に測定できる方法として記録をしている。また、週に1度写真を撮っている。

当初5年ほどは毎日観測していたが、自身が担当になってから週に1度がやっとなという状況である。週3回くらい実施したいとは考えているものの、とにかく「継続して」モニタリング・記録を続けている。さらにこれまで蓄積したデータに関しては、写真・観測データともにブログで公開している。「真姿の泉 TODAY」というブログである。モニタリング・記録も重要であるが、だれでもアクセスして現在や過去の状態をみられる、ということも重要であると考えている。

神谷) 5年間毎日、そして方法として市民調査という独自の方法をとったということ、そしてきっかけがコンサルの出してきた数値が信用できないということ、でした。コンサルも中村氏のような良い方ばかりではなく、見てわかるような手が入っていたり、重要な部分が欠測になっている場合もある。このため、市民自らがやらざるを得ない状況になっているのだろう。また、行政レベルではもう扱いきれないという状態の中、河川整備計画以来取り組んでいる活動の中で、有志のモニタリングを市民と実施しようと動き始めている。本日出席の坪谷さんにそのPRをお願いしたい。

坪谷) 13年3月に河川整備計画を策定している。どの一級河川も河川整備計画を策定するが、その中で多摩川の本来あるべき水量、つまり正常な流量がどの程度の量なのか、ということを経験的な問題により計画に組み込むことができなかった。様々な問題とはどのようなものか、多摩川の水量のあるべき量とは、という内容を市民の方々と考えながら、流量を設定していこうという内容が明記されている。

そのプロジェクトが「水流実態解明プロジェクト」である。19年には行動計画という指針を作成し、その中で今後本格的に市民の方々と流量を測定し、あるべき姿を考えていきたいと活動が始まったばかりである。本日も皆さんの様々な声を聞かせていただき、それを参考に進めていければと思う。

神谷) 昨年度までは社会人権ということで国分寺の東京経済大学の中で涵養実験を実施し、雨水も涵養に効果があったというデータが得られている。このような方法が、中村氏の言葉を借りて言えばこれからの『育水』のようなもの、地下水涵養の手法として成り立つのか、また具体的にはどのようにしていくのか、といったことが今後技術的にも問題になってくるであろう。

菅谷) 今の河川流量を市民を巻き込んで計測したいという内容に関連して。我々は荒川流域の新河岸川で、みずとみどり研究会の身近な川の一斉調査を毎年行っているが、本年度6月の調査より1項目もうけた。我々の定点観測は260か所位あるのだが、年一回川に行くということで、そのなかで流量を測れないかという意見を頂き、水深や川幅はたいがい測れているため、5mほど物を流して流速を測ればよいのではという次第となった。そこで、水質調査の結果シートに可能な方は記入いただきたいとお願いしたところ、流速の回答率は10~20%で、多い河川では半分以上データが得られた。このように市民によって得られたデータから大体の流量が出るのではとデータの整理を行っているところである。

神谷) そのようなことは野川でも行っている(東京都水道局)。流量を行政的に決めるのではなく市民自らが体験して納得した数字を実感しながらというコンセプトである。東京都と市民がそれぞれ流量を測り、それを突き合わせて違いを検討したりすることを5年ほど行っている。自身の感想としては、「数値と流れている量が実感できる」ということである。都の場合にはやり方や計算方法を決めて行っており、そこは先程話に上がった“共通のマニュアル”に通じるものがある。

本日の本題としては、研究会の大きな課題の一つとして深層地下水と浅層地下水の関係ということで、本日の遠藤氏の話で様々な意味で関わりがあり、浅層地下水が深層地下水を涵養する大切な立場にあることも分かった。実感としては深層地下水が低下しているがゆえに底抜けしている。雨水浸透ますはかなり普及しているもののあまり効果がないとこのことで都からの助成金は一旦打ち切られた。地下水位が復活したという経緯はあるものの、深層地下水と浅層地下水の関係をもう一度問い直したい。

神谷) さきほどの“揚水をやめて「地下水位が上がったこと」と「地下水量が増えること」はイコールであるか”、という質問にも関連しており、地下水涵養の話にもどしたい。自身も古賀さんの話にあったように水道の揚水はいったん止めてみては、と考えている。そのあたりの内容と合わせ細野氏に伺いたい。下町で水位が上がったため、地下水を使わせてほしいという話に対し、本当に地下水は増えているのか、例として東京駅や上野駅などについて。

細野) その問題について即断はできない。「地下水位が上がった」といっても「下町のどの部分が上がったのか」というのが分からないため、そのような状態を知った上で意見してほしい。

下町というのは沖積層の話で、浅井戸の関係である。東京駅などに出てきたのは深い被圧層であり、そのような内容をはっきりしないと、回答はしっかりできない。

神谷) 多摩の人たちが一番心配するのは、ここで再び下町のほうで水を使い始めたら、多摩のほうの地下水にも影響が出るのではないかと、という点だと考えられるが、その点は大丈夫か。

新藤) 自身も地下水の研究をしていたが、まだわからないことは数多くある。まず、涵養の話であるが、多摩川の横方向、あるいは武蔵野台地と関東平野の接点(いわゆる丘陵地帯)、では地質構造上丘陵地帯が涵養基になる。もうひとつは武蔵野台地の浅い地下水が垂直方向に下に引っ張られている。これは自分なりの仮説があるものの要因が分かっていない。

そのような状況のなか、水位が上がったのは何によるものかということは簡単には結論できない。ただし、一つのアプローチとしては、地下水位変動の中身がどのような中身なのか、つまり地下水はなぜ変動するのか、そこから考えていかなければならないのである。そしてそのカギは、やはり地下水位の記録なのだ。過去から現在に至るまでの連続した連続記録、これを残していこうというのが私の主旨である。

東京都ではそれを今廃棄するかやめるかという状況で、答えの出ないまま揚水をまた利用しようとしている。産業用水に地下水を利用しようという動きである。未知の部分が残されたままでその結論を出すのはおかしいと意見する。深井戸の水位を測定するのは市民の力では難しい。観測井の確保、計器などの問題で市民による実施は難しいため行政が行うべきであるのに、行政に関わる方が「市民の声が高くないため」というのは当然ではあるのだが、行政に関わるものでないと上部に声が届かないのでは。

やはり「水位が上がったから地下水が増えた」という議論は自身にはできない。まず、水位が上昇したから地下水が増えたということは必ずしも結び付くわけではない。なぜなら地下水位は“量”ではなく、水位という“圧力”であるからである。ただし、様々なデータを調べていけば、何らかの答えは出るのではないかと考えている。

なお、武蔵野がなぜ特殊かということ、自信を持って言えることは、関東平野は世界に通用する大きな地下水盆であるが、実際に地下水地帯は武蔵野台地・荒川扇状地帯・前橋および高崎の利根川の流出点・鬼怒川流域だけなのである。そのような意味で武蔵野台地は特殊であるといえるのである。入間台地の地下水が武蔵野台地の地下水とつながらないのは、全く違うものであるからである。そして残念なことにどこも汚染されている。特に有機汚染が顕著である。また、立川においては以前より懸念していた点であるが、立川礫層と青梅礫層を深さ 25m ほど掘った西部(横田基地の西のほうから青梅にかけた地域)の砂利採掘場跡に、三多摩のごみを入れ、突き固めたことである。ここは地下水の涵養域になっている。立川の汚染に関与しているかは定かではないが、自身はずっと調査しており、当時は「東京のブラックホール」などと呼ばれ話題になった。ところが現在は住宅地になり、当時の面影はない。

以前細野氏が述べていた横田基地の例では、エンジンの洗浄のために大量のガソリンを地中に浸透させていた。また、N 自動車の工場がかなり長期にわたり、汚染物質を垂れ流した。

このようなことはどうしたらよいのか。『育水』以前に解決すべき問題であろう。このようなことには市民の声が届くが、動かすのは行政であり、要は政治を変えていかなければならないであろう。

細野) 気持ちは同じである。いろいろ考えるとところがあるが、限られた設備で工夫してデータを収集し何かを知ろうというみなさんの気持ちのほうを尊重したい。

なお、中村氏の話の際に述べるべきであったが、流量・雨量・水位・水質という地下水に関する 4 つの要素については、データの測定法は**流量年報・気象年報・水位年報・水質年報**という完全なものが

存在する。ではなぜこれが守られないのか、という点は反省いただきたい。(たとえば雨量であれば毎正時に観測し、24時間の積算値を24で割ったものが平均値である、など。)洪水時の流量観測などはまさに命がけである。このようにして様々なデータは測定されているのだということ、みずとみどり研究会の皆様には周知しておいてほしい。そして、そのデータを活用していただきたい。

行政の方も様々な手法でこちらの要求をかわしてくる。

水質について一言。みなさんそれぞれ頑張って観測しているが、その内容は採用されないだろう。水質検査については水質汚濁防止法に水質検査に使用する機器まで指定されているのである。よって硝酸銀を利用して測定していたこれまでのデータは採用されないのである。0.1以下は測れないような分析器ではなく、1千万から2千万ほどする機器でないといけないのだ。そこで自身の論文には、「現在の方法では採用されない「参考データ」であるが、精度については現行の機器より数倍高い精度の結果が出ている」という内容を述べるのである。

新藤) 先程の話で私が中村氏を非難したと取られていたら、それは誤解です。水位を測るといのは役務費である。これは行政側の理解不足であろう。水位を測るといことは多くの知識がないと、そのデータの妥当性を判断できないものであり、単に「1日くらい」ではできない仕事なのである。それが発注側で決まってしまうため、業者は単価に見合うだけの作業しかしない。

また、コンサルタントというものの、ピンからキリまである。単価が安くても引き受けるそれなりのところもあり、勉強して知識を持って良いデータを提供してくれるところもある。今後はきっと、そのあたりが知れてくるであろう。そして良質のデータを提供してくれるところにはそれなりの発注の仕方をしていただきたい。競争入札ではそのような考慮ができない。

神谷) 会場からもう少し意見を頂いたうえでまとめにはいたい。

古賀) 自身は現職の時、地下水をふんだんに使った三鷹の水道局にいた。洪積台地、多摩地区の被圧地下水の自然水位は粘土層よりも30~40m低い位置にある。自身が水道局に入ったころは、水位は粘土層よりも上位にあった。現在の状態は、堤防がなくなってしまった状態といえる。よって、粘土層の間隙率は50~60%くらいであるが、ここに汚染されやすい不圧地下水が侵入するのである。この漏水がかなりの量なわけである。この漏水が、国分寺崖線の湧水の減少や井の頭池の濁水につながっている。また、当初は事業体でも地下水の取水技術の知見が全くなかったため、業者に任せていた。「水さえ出れば水道事業が始まる」ということで、ずさんな井戸が数多くあるわけである。160か所位ある多摩の深井戸の数%しか更新(?)していない。

また、平成17年中越沖地震の時、上越市で融雪による深井戸に損傷がかなりあった。そしてその損傷から汚染されやすい物質が入り、深井戸から拡散する危険があるわけである。同様に、多摩の深井戸は水位低下とともに井戸の老朽化という二つのリスクを負っていることになる。これを解決しない限り多摩の地下水はよくなる。自身も水道局にこのような問題を提言するが、地下水は震災対策用だけに利用し、水位が上昇したらそれなりに利用していこうという方法が良いと思われる。

また、地下水は「公水」か「私水」かという議論について。自身は公の水でないと健全な水循環は成り立たないと考える。私水であれば行政は離れてしまうだろう。このことは情報の悪化を招き、提供もなされないだろう。

よりよい軸を糧として、よりよい地下水の管理に使用していただくようこれらの点をふまえて水道局に提言していただきたいと思う。

神谷) 古賀さんにはシンポジウムでまたお話を頂きたいと思う。今の話は大事な話で、震災時のみにとすることは地下水のくみ上げをやめるということで、市民も「おいしい水を飲ませてほしい」という内容から方向転換をしなければならぬため、深い議論が必要になるだろう。

最後のシンポジウムに向けて準備をしていく。

◆閉会のあいさつ (細野義純)

いろいろな問題があったが、次に向かっていきたい。

以上

地下水保全プロジェクトシンポジウム 「市民が分かる～東京の地下水の意義・その現状と未来」まとめ

開催日 2011年1月22日(土) 13時～18時
場 所 国分寺市労政会館 4階
参加人数 一般参加 44名
PJメンバー及び関係者 15名 合計 59名

(詳細リストは別紙)

司会：菅谷 輝美

◆開会あいさつ (宇田川 隆男)

本プロジェクトの発足の経緯と趣旨説明及び1～3回のセミナーの概要について報告をおこなった。また、シンポジウムの進行プログラムについて確認。

【話題提供の内容要旨】

発表①

関東地下水盆における武蔵野台地の位置および地下水の保全と利用について

(新藤 静夫)

◆本日のテーマにおける中心課題

<武蔵野台地の位置>

① 関東平野全体をひっくり返しても、海外の事例と比べても世界に通用する地下水盆である。わが国でも最大であり、解明される場所である。その中にある武蔵野台地とは、関東平野にとって特殊というか、恵まれた環境にある地域である。

② しかし、地下の地質については様々な学者が多様な見解で言っていることもあり情報が錯綜している。これは研究者の間でもはっきりとした結論としていえないのも事実である。そのような状況ではあるが市民に易しく解りやすく説明をし、誤解をしている解釈があれば解いていただくように話したい。

③ 演者は以前、南関東地盤沈下調査会で当時頻繁に起きていた地盤沈下を防ぐために同調査会で規制がされるようになった。沈下を止めることが先決として調査の段階で不明な点もやむを得ず規制を進めた。武蔵野台地は今も規制は続いているがあの方法でよかったかは正直なところ反省点もある。本来、規制にあたり水収支を十分に調査し、涵養量に対する揚水量の限度の把握を行えたのではないか。しかし、当時としては早急に地盤沈下を止めるために(武蔵野台地全部を規制)せざるを得なかったのも事実である。今では使える(揚水)範囲内というものがあったのではないかと自身の考えを改める点もある。

◆衛星画像より武蔵野台地の確認

武蔵野台地は北側の入間台地を含めて言われる場合や狭山丘陵の南側を武蔵野台地という場合もある。地質的には狭山丘陵の存在にかかわらず、入間台地を含めるのが演者の考えである。多摩川は重要な存在であることは以前のセミナーでの話にもあった通りである。

◆関東平野の東西断面図 森和雄(1984)

関東平野は大きな地下水盆であり一体である。第4紀の新しい地層は最高1000m以上堆積している。船底型となっている。その中で武蔵野台地はその中の一端に位置する。地下水は関東平野という大きな器であるため武蔵野台地も一部湧き出すところもあるが、涵養域であるといつてよい。昔は関東平野内で一部湧き出す地域を「関東湖沼地域」と呼ばれたこともあった。

地下水盆(用語)について、大正時代に君島八郎氏によって書かれた書物「地下水学」の中に「地下水盆」という言葉があった。戦後の地下水学者により始めて言われたという説は誤り。地下水盆の定義は、「低面と側面を不透水性地盤に囲まれた地下の大きなお盆である。」

◆関東平野後期 新生代地質構造図 地質調査所

日本の盆地は山地側が隆起し、盆地側が沈降する環境にある。関東平野もそれに則しており、山地側が地層が急傾斜、盆地に向かってなだらかになっていき中心では平になり、さらに進むとまた傾斜する地層となっており全体として盆地状の地層となっている。(平野の)西側の地層が急傾斜となっていることで効率よく地下水の流動に貢献していることがわかる。関東平野の特色として丘陵地が発達している。課題①でも述べたように武蔵野台地が特殊といったのは、このように平野の中心に向かっての構造で丘陵地を含めて考える地質であることから言えることである。

◆関東平野の地形面の区分と形態 貝塚爽平(1958)

全体を見ると平野の中心に向かっていて、房総半島だと北の方に、武蔵野台地は北東、鬼怒川の辺りでは南、というように盆地の中心に向かっていて、この意味する所は「地層も傾いている」「地形も傾いている」ということは盆地を作った運動が今も続いていることを現している。『関東盆地は沈降している』これが重要なバックグラウンドである。

◆関東平野の水理地質区分と涵養域

このような関東平野の地質を理解した上で地下水の流動状況について、関東平野の水地理地質的区分図 地質調査所(1962)をみると、「熊谷透水帯」「浦和透水帯」「多摩・武蔵野透水帯」の大きく3つの透水帯に区分できる。

また、地下水の流れをベクトルで示した図「地下水流動モデルによる地下水頭等値線、流動ベクトル図 (関東平野北部地盤沈下防止等対策検討会(2000))」をみても(計算上ではあるが)武蔵野台地は大きな透水帯であり、関東平野の中心に向かっていてことが分かる。日本鑿井協会(1971)が作成した井戸を掘る現場の情報に基づいての図、関東地下水盆の涵養地域図からも武蔵野台地、熊谷近辺、鬼怒川近辺が涵養域になっているという結果になっており、説得性の高い図面であることが言える。

◆浦和水脈について

関東平野の地下水位が下がりだしたのは大正時代である。もう少し詳しく述べると、明治の末期に深井戸開発を利用した技術が輸入され、全国的には新宿の落合が第2位で機械により掘られた井戸である。(1位は佐賀水道の井戸:現存) 大正末期では多数の井戸が掘られ揚水されていた。“浦和水脈”と武蔵野台地 新藤静夫(1972)ではすでに(大正時代のデータより)この頃、江東地区の地下水位は減少していたことをつきとめた。要は全体としては地質構造に支配されているのだが、細かい点で(人為的な)揚水によるものが地下水の動きも支配している。

「浦和水脈」という言葉を使ったのは木野義人氏ら(1959)で、その説明は配布資料に原文として掲載した。また、初めて提唱した際、同氏ら(1957)は「水脈の真の定義から言うと適切ではないが地下水の良く流れているところを水脈という一般の言い表し方を借用して、地下透水帯水脈と呼ぶことにした」とあるが、水脈という言葉を用いたことが誤解や混乱を招いてしまった。その後は蔵田延男氏ら(1960,1965)によって展開、定着された感があるが、絶えず問題として、地下水動態に関わる自然要因と人為要因の区別の難しさであった。(自然地形による地下水の移動と(人為的)揚水をするにより、地下水の移動が起きることの区別)

木野氏らは、地下水収支を超えた過剰揚水により誘発されることは指摘しているが、水脈と地質構造の関係についてあいまいな記述に留まっている。

また、「浦和水脈」についての論文は年代と共に範囲や大きさが変わってきている。これは新しい知識・情報が加わったためと考えられる。

「浦和水脈」の言葉の社会的認知度の大きさゆえに内容や意味が欠落した状態での普及していることについて演者は注意を促している。しかし、多くの科学者が「浦和水脈」という言葉を使うに当たっての答えを出していないのも事実である。

蔵田延男(1961)は浦和水脈と地盤沈下地帯の関係性をみるため図面 (浦和水脈と地盤沈下地帯の関係図) に現したがその関係性については論文では触れていない。

浦和水脈の主に涵養域を現した図として浦和水脈の輪郭 蔵田延男氏ら(首都圏整備委員会 1965)があり、台地、丘陵地の中に涵養域があることを示している。

◆地下水涵養域としての武蔵野台地とその周辺地域の水文地質特性

関東平野西南部水理地質図 地質調査所(1962)は武蔵野台地の地下地質に最初に触れた(故)森和雄氏のグループにより作成された図。北東方向に向かった地質構造は図面にも等高線として現されており、演者もこの後に更に詳しく調査している。それは基盤の地層に飯能礫層についての地質構造について調べたもので、盆地に向かって急傾斜であり、このことに着目した初めて研究者である。その結果、武蔵野台地下の主要帯水層の一部は周辺丘陵地に露出して降水の受け皿としていることが分かった。

地質学者は地表の地質に関心を示し、地下水学者あるいは土木学者は地下の地質をみる。専門が違う。よって、地質図も(専門としている分野の)学者によって異なる。例として、地下の地質まで記した武蔵野台地：A3 層基底地質図 新藤静夫(1968)と多摩丘陵：連光寺互層上部層相当層の基底地質図 増田富士雄(1970)を挙げた。

次に武蔵野礫層について調査した結果を基底等高線で現した図 新藤静夫(1968)の説明があった。演者は「現場をみる・歩く」重要性を強調していた。

◆東京水道羽村山線の地質と地下水について一連の資料 東京市上水道拡張事業(1921)

大正時代に水道トンネル 2 本が掘られていて、記録によれば内側はレンガで造られている。トンネル自体の老朽化により入口と出口の水の収支が合わない。これは単純に漏れ出しているということだけではなく、地下水位の変動により入った水量に対して出口での増減があることが分かった。その地下には厚い礫層「青梅礫層」が存在する。武蔵野台地南北地質断面図 鳥羽謙三(2004)に青梅礫層が記されている。青梅礫層のみることのできる砂利採掘場の写真 新藤静夫撮影(昭和 40 年代)等も紹介。その採掘場ではごみの埋め立ても行った話などもあった。

◆地下水の涵養

武蔵野台地の深層地下水面図 新藤静夫(1980)では等高線と色分けして地下水面の凹部を現している。

定量的に 5km メッシュでモザイク表示した東京層群から取水する井戸と上総層群から取水する井戸の水位差分布図 新藤静夫(1980)の説明では浅い地下水と深い地下水との水位差がどのくらいあるのか現した図であり、差が大きいほど浅い地下水は深い方に引っ張られるということで場所としては武蔵野台地の中心に位置する。

石井求氏らにより 1970 年の地下水トリチウム濃度(放射性物質)の測定結果を図に示した。トリチウム濃度分布図(1970 年) 石井求氏ら(1975) このことよりトリチウムの値が大きいほど地下水が早く涵養されている。例えば、武蔵野台地、多摩川付近などは 20 と高い。これは上層からの水の供給があることを現している。台地の浅い地下水が深い層へと引っ張られている証拠であろう。

河川からの涵養例として、多摩大橋付近及び南浅川、北浅川の合流点付近の上総層群の礫層写真 新藤静夫撮影(1965)を紹介した。実証するため昭和 52 年から 53 年にかけて春、夏、冬の 3 回流量観測を行い整理した。多摩川の流量観測グラフ 新藤静夫(未発表)より、水量収支の合わない地点が確認された。このことより多摩川は重要な涵養源であるといえる。演者以外にも農水省の方など数人が同様のコメントを述べているとのこと。

何 m 井戸を掘り下げればどのくらい水が出るのかを分布図で現した。比湧水量分布図 新藤静夫(1968)この図より、地質構造も重要であるが近くに涵養源があることも重要なファクターである。

武蔵野線生田トンネル工事記録(1976)より丘陵地からの涵養についても話があった。その中では、涵養した水が下流部で被圧化し低地部で自噴するようになる。また、多摩丘陵の谷津田にみられる自噴性地下水の紹介写真もあった。新藤静夫撮影(1965)

◆地下水の利用

濃尾平野の自噴帯の研究 村下敏夫(1962)

荷重型自噴帯：堆積物の圧密や弾性変形に関係

落差型自噴帯：位置の水頭(標高差)に関係

※地下水の利用を考える際には重要な事柄である。

◆武蔵野台地深層地下水位変化のグラフ 新藤静夫(未発表)

小金井市(1964年～2004年)と昭島市(1966年～2004年)の観測井の水位データ(途中欠落あり)では、水位低下が起きてそのピークより回復しているが元には戻っていない。

演者は、地質の中には粘土層も多く含まれ、その中に含水していたものがしぼり出されてしまったために元には戻らないということではないか。と考えているが実証出来るデータ、資料がないため憶測の域を出ない。また、このようなことから水位低下や地盤沈下の現象解明をしっかりとしないと安易に地下水の利用については踏み切れないのではないかと考えている。

◆取水層が異なる井戸の水変化のグラフ 新藤静夫(1980)

瑞穂町の観測井で取水層が異なる水位変化を調べた。この地域はほとんど礫層である。この地域は井戸の深さによって水位が異なっている。これは何を意味するものなのか、調査結果より考察した。もし、活発に涵養が行われていた場合にはどの深さの井戸も一様に水位が変化する。しかし、井戸の深さによって異なっているということはこの地域の地下水が下方向に流れていることを示している。浅層から深層へ流れている地下水の一部を観測しているにすぎない、動いている水をたまたまとらえているということである。

実際に動いている例として、昭島市の水位変動のグラフで浅層地下水と深層地下水の水位変動パターン 新藤静夫(未発表)をみると深層地下水は日変動で取水層近くの地下水から供給されており、夜に取水を止めると水位が戻る。長期にわたってみると浅層の地下水より供給されているのがみえる。しかし、メカニズムについて解明したわけではない。

別のグラフで降水量と水位の関係のグラフ 新藤静夫(未発表)ではタイムラグはあるが、相関関係にあることが分かる。これはこの地域に限らず他の地域でも一様に認められる。

垂直方向での水の涵養があるのであることは言える。メカニズムが分からなくてははっきりと地下水利用が可能かどうかは言えない。これは難しいことをやるのではなく、地質等のファクターは加味するものの、水位変化などデータを蓄積していくことが重要である。

発表②

地下水の管理～秦野盆地を例として～ (長瀬 和雄)

以前、国際水文地質学会で地下水モデル、シミュレーションの創始者的な先生をお呼びして話をした。その先生との話の中で、シミュレーションをやっている方の印象が違っていた。現場をみてまず、どのような地下水の流れなのかモデルを考えてからシミュレーションを行っているとのこと。しかし、最近の風潮では計算が主となってしまい現場のモデルを知らないという状況のように思える。

◆神奈川県の水事情

演者は神奈川県内の地下水調査をしている。横浜市や川崎市などは水道局を持っていて、神奈川県でも県水を持っている。市民は水道が入ってしまうと地下水に関心がなくなってしまう。例えば平塚市では独自で地下水からの水道水源が賄えなくなると県水に頼ってしまい市では独自の水道局を放棄してしまった。市民も蛇口をひねれば絶えず水が出てくるといふ安堵から地下水への関心は薄まってしまったという。

演者は水道水(蛇口をひねれば絶えず出る水)という感覚ではなく、地域の暮らしや産業を支えているのは地下水であり、地下水は命の水であることを訴えている。

地下水は市民共有の財産であると考えている。

◆秦野盆地の地下水事情

当時の秦野市長が神奈川県温泉地学研究所に訪れ、このまま揚水が続けていけるのか調査依頼があり1970年より調査を開始した。当時は高度経済成長で人口増加や産業等での水需要が増加傾向にあったためである。盆地のほぼ中央に位置する曾屋水源は江戸時代から続く水源で日量4000～6000t湧出する水源であった。しかし、徐々に影響が出始めて、大きな変化として1000tを下回る状態もでてしまった。

曾屋水源の湧出量と秦野盆地の地下水揚水量グラフ

◆富士山東麓黄瀬川地下水流域の地下水事情

三島溶岩流の中を流れる柿田川には数十万トンの湧水が流れ込んでいる。三島の駅付近にある小浜池や水泉園があり、昔から水がとて湧き出ているところであり、水の郷と言われていた。

しかし、現在小浜池では水の無いまたは少しだけ水が湧き出している程度である。(2000年、2001年撮影写真) 小浜池の水位変化のグラフをみると1958年より揚水量増加に伴い水位低下が始まった。1994年には池の渇水日が300日を超えてしまった。1996年には一年を通じて枯渇してしまった。今は少し雨が多いと回復するがほとんど水の無い状態となってしまった。

柿田川の状況は写真で紹介され、水量の豊富である川であるがそれでも昔と比べると減少傾向にあるとのこと。そこで思うことは、やはり地下水の管理はこのままで良いのか、ということ。

柿田川の流量グラフ

◆福井県大野盆地の地下水

次の例として、福井県大野盆地の地下水について話があった。大野でも水枯れを起こした所があり、市民が働きかけた事例が新聞記事として紹介された。

◆秦野盆地の地下水管理

全国的にそのような状況の中、秦野市内では市長や住民が地下水に対する意識・関心があった。昔、秦野盆地は水が少なく、昔の方は苦勞しており水に対して敏感であった。

秦野盆地の地形紹介と演者の調査についての話もあった。

秦野盆地内の河川の流量、下水に至るまでの水量を細かく一斉に24時間調査し、モデルを作った。地下水調査－水文調査模式図 これにより盆地全体のしみ込む水の量などを把握し、地下水の流れを予測した。また、水文地質モデルも併せて作ることも重要である。秦野盆地の地質

秦野盆地地質断面図より浅層及び深層の地下水の把握。しかし、基盤までのボーリングデータが無いので正しい図とは言い切れない。

秦野盆地の基盤構造(丹沢層群の等高線図)丹沢層群は基盤岩でできておりほとんど水を通さない地質になっている。本来はボーリング調査(物理探査)で実際に確認したいが、表層地質調査や電気探査などより推定したものとなっている。

秦野盆地地質調査は当時としてできる限りの手を尽くした。神奈川県水企業団が神奈川県西部を流れる酒匂川の水を横浜方面に運ぶため導水トンネルで盆地の南の大磯丘陵を掘り抜くことになり、温泉研究所は秦野盆地の地下水への影響調査として盆地内とその周辺に20本を超えるオールコアのボーリングを企業団にしてもらい、そのうちの数本は地下水の観測井戸として残してもらった。また地下水の入れ物となっている基盤岩(丹沢層群)の構造を調べるために当時としてはまだ珍しかった電気探査装置、弾性波探査装置、重力探査装置を温泉研究所(当時)は整備し、基盤調査をおこなった。しかし、残念なことに基盤岩の深さは今もってボーリングによって確認されていない。

◆水収支シミュレーション

シミュレーションの結果は現地調査のデータの量、種類、精度により自ずから制約される。いくら現地データ以上のシミュレーション計算をしても計算結果に意味がない。往々にして現地調査から離れた(推定に推定を重ねた)シミュレーション結果が一人歩きしていることが多い。シミュレーション計算はデータが全く無くともできるが、計算結果はそれだけの意味しか持たない。

◆シミュレーション結果よりわかること

秦野盆地を流れる河川の流量調査を繰り返し細かく実施し、河川への浸透量、湧出量をより正確に把握することにより、盆地の地下を流れる地下水の流動機構をかなり正確にシミュレーションすることができた。

地下水面等高線図(500m メッシュ): 観測値をもとに地下水面等高線図を描き各メッシュの水理水頭を決める。

秦野盆地の深層地下水流動機構図(シミュレーション): 各測定値を数式に当てはめ得られた結果よりシミュレーションを行うことができる。

秦野盆地の深層地下水の流動状況図では、得られた結果(数値)ではわかりづらいため、ベクトル表示した。

◆様々な涵養の試み

①深井戸からの涵養

温泉研究所は盆地の涵養地域に深度 100m の観測井戸を掘削したが地表からの深度 60m の地下水位が毎年 40cm ずつ低下していた。そのままでは地下水涸渇の危惧があったため研究所は地下水の涵養実験に取り組んだ。盆地の涵養域に深さ 80m の地下水涵養のための注水井戸を掘削し地下水涵養実験を繰り返した。当時日本では佐賀県の白石平野を始め深井戸による地下水涵養は井戸の目づまりで失敗に終わっていたが秦野の深井戸地下水涵養実験は成功し、その目づまりの原因は気泡であることを明らかにした。その成果を踏まえ秦野市水道局は 2 本の注水井戸を掘削した。その内の 1 本はその後水源井戸に変わってしまったが、他の 1 本は現在でも注水井戸として生きている。

②浸透池による涵養

溜池を掘って人工涵養を試みた。池の面積 100 m²で 13t/日の地下水涵養を行った。

③冬期の水田を使った涵養

水田の面積 1ha (102000 m²) で 1028t/日の地下水涵養を行った。

④雨水浸透マスによる涵養

各地で行われているような家庭での設置の浸透マスやもっと大掛かりな公民館や体育館に浸透マスも設置した。

◆地下水の有料化

地下水の涵養事業には注水井戸の掘削など多額の費用がかかる。そこで地下水涵養事業は市民ばかりでなしに地下水利用企業も負担すべきであるという水道審議会の意見を秦野市長は採用し、地下水の有料化に踏み切った。

現在では、市内各所に雨水浸透マスや注水井など設置。また、開発行為などでも条例で涵養を決めている。**秦野市が実施している地下水人工涵養状況** 秦野市環境農政部環境保全課 2003

企業も地下水有料化に伴い水道メーターを設置、無駄な使用を控えるようになった。それでも地下水使用の料金として多い時で 5000 万円の収入となっていた。それらの収入は地下水調査の費用に充てたりしている。調査費に充てない場合には市民の水道料金が安くなる。

メリットとして、事業者の地下水に対する意識向上、管理者の保全責任意識が生じる。

◆秦野盆地の地下水汚染

人工涵養、地下水の有料化など取り組み、意識が向上してきた矢先に地下水汚染の問題が起きた。市では責任を重く受け止め、審議会をつくり、条例の制定などの対応をした。この条例に従って盆地内の対象物質使用事業所すべてに立ち入って秦野市が基礎調査をおこない、汚染が見つかった事業所については市の監督の下に事業者が詳細調査、浄化事業をおこなった。2010年3月では対象物質使用事業所 131社中、汚染反応のあった 63社の浄化が進み、部分的に汚染が残っている 4社をのぞき他の事業所はすべて浄化事業が終了している。秦野盆地の地下水汚染の発覚の発端となった環境庁名水百選の**弘法の清水水質経年変化のグラフ**では、テトラクロロエチレン、トリクロロエチレン、トリクロロエタンの濃度経年変化を現していて、平成 14 年 11 月にはすべての項目で環境基準値を大きく下回っていて秦野市は名水百選の復活宣言をおこなった。

◆今後

秦野市の地下水は、今後も健全な水循環の中で地下水を利用することが望ましく、弘法の清水を始め湧水がその目安となる。今後も秦野市当局がデータの収集を続け、蓄積されていくデータに基づき、より正確なシミュレーションをおこない、地下水の管理（利用しつつ保全活動をする）を行っていくことが望ましい。

発表③

地下水をめぐる法制度上の諸問題 ～公水論ほかについて（三本木 健治）

私の仕事を次世代に引き継いでいかななくてはならないと感じて、3年前に大学を辞めてからほとんどその仕事をしており、私自身の膨大な資料文献について国土交通省の政策研究所で、その「資料を活用し保存してもらうための連続講演」を行っている。今回のプロジェクトにも目的に賛同し、参加をさせていただいた。

◆水文循環の中の地下水（模式図）

重要な点として、川や地下水や海の水循環を描いた模式図の一番下に「公共物」と「公（共用）物」を区分している。つまり、道路や河川のように「はっきりした形態をもっているもの」は「公物」として管理されている。問題は「はっきりと特定できないものであるが、人間の生存に無くてはならぬもの」をどのようにして法律的に統制するかである。一つの例が本日のテーマの「地下水」である。目に見えてくると「湧水」となるわけだが、これは川の出発点ともなり、「地下水の出口」または「河川の出発」のどちらで考えるか難問となる。

◆日本民法

フランス民法の直訳でもよいから早く日本の民法を作りたいとの意向で、フランス人ボアソナードが招かれたが、帝国議会で反発があった。「民法出でて忠孝滅ぶ」、日本古来の淳風美俗の観念が近代的な民法を取り入れたらなくなってしまう、との考えからの反対が有名である。

この民法についての八つの反対意見の中に、「民法は公私の区別をしていない、公法も私法もいっしょくたにしている」というのがあった。そこで公物、公共物を扱っていないドイツの草案を日本の民法にってしまった。あくまでもドイツ民法の草案を参考にしたため十分なものではなく、その後正式に作られたドイツ民法では「土地の利益はその上下に及ぶ。そこに利益が創する限り」としている。つまり利益がなければ及ばないとなっている。しかし、日本の民法では明記されていない。そこで日本の法学界も、根底は同じドイツ民法を参考にしているので同じように解釈しようということ定着している。このようなことからわかるように、日本の民法は急ぎ過ぎたところがあった。

◆公共物の定義

「公共物とは何人の所有にも属することを得ずして総ての人の使用することを得るものを云う即ち空気、光線、流水、大洋の如し」と旧民法にあり、現代ではこれらは公害の舞台である。これを法律の規定として日本の民法のどこかにおいていたら、日本の公害対策はもう少ししっかりしたものとなっていたのではないか。

もう一つ、ドイツ水法注釈書の中に地下水の定義があるのでその紹介。「地下水面又は地下水流を形成するもの」とあり、昔レオナルド・ダビンチも手記で「非常に大きな川が地下に流れている」と言っている。ドイツ水法の定義は、公物に近いとらえ方であるが、その続きとして、「暗渠水路や伏流水は含めない」とあり、当然その通りであるが、これは日本で混乱している点である。日本の河川法で伏流水に水利権を与える事例はほんのわずかしかない。以前、多摩川流域で湧水であったときに沿川にある工場の敷地で10万t/日の汲み上げがあったという。それは伏流水なのか、河川水なのか、いずれにしても河川水を引っぱりこんでいる疑いが強いとのことであった。

湧水についてのドイツ水法の注釈は、「地表水の出発点である」という考えもあるが、「本来的にはその涵養源である地下水体の一部であると考えべきである。」この数年来、市の条例でいくつかの自治体が湧水保全条例を作ろうとしている。湧水からさかのぼって地下水の保全にあたることが重要である。

◆現行民法の制定

明治 29 年 4 月に現行の民法が制定された。

フランス民法はおよそ「物」全て（私物、公物、公共物）を対象にした。

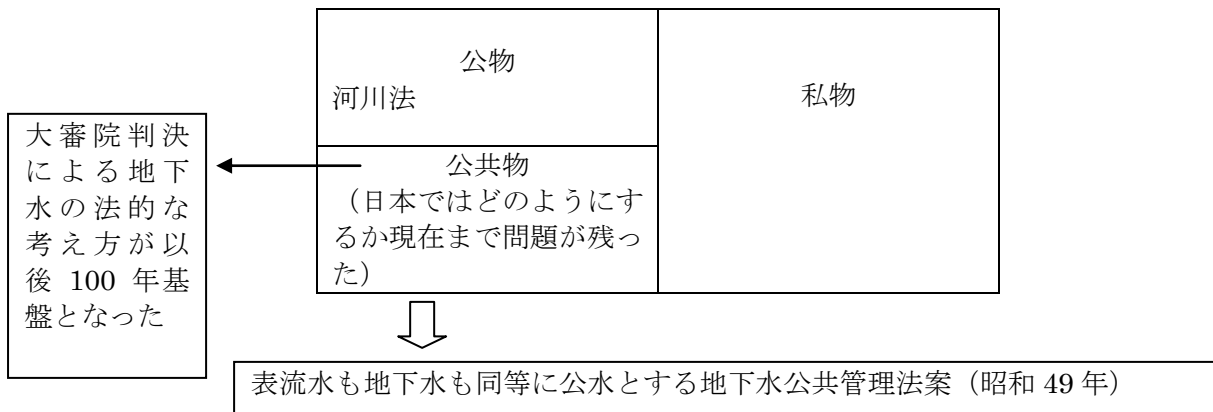
これに対し、ドイツ民法は公物、公共物を外した私物だけを民法が対象とする「物」とした。

明治 29 年のこの時期、およそ 1 カ月のうちに、旧河川法、民法が制定され、地下水は土地に附従するという大審院の判例ができあがった。すなわち、私物は民法、公物のうち水に関しては河川は河川法、そのほかの公共物は、大審院の地下水判例のほか、当時は慣習法にまかせるという考えもあった。しかし、この慣習法について誰も知らない、誰も研究していないというのが実態であり、あいまいのまま現在にいたっている。

昭和 39 年の河川法河川法改正があった。旧河川法は、河川全体に私権が成立しないという考え方であったため、河川の認定は低水路のみに限定にせざるを得なかった。流水部分の私権は認めない、河川敷には認めるということになって、河川区域を広くとることがやり易くなった。私は『風土が法律をつくる、法律が風土をつくる』と考えている。

もうひとつ、画期的な松山地裁の判例があって、地下水は流動するもの、地域の共同資源であるとした（昭和 41 年）。私はこれを高く評価し、論文にも多く引用した。

物



地下水について制度化しようとなったのは、昭和 40 年代の地盤沈下であった。昭和 48 年頃には関東地方最大の地盤沈下は所沢と船橋で起きた。24 cm/年の沈降であった。千葉では沿岸部で天然ガス採取による地盤沈下が大きな問題となり、偶々県の工業課長だった私とその接洽に当って千葉県はその採掘権を買い取った。県議会からは（地盤沈下）公害者の原因に金を払うのかとの声もあったが、私は千葉県の財産となるものへの対価であると答弁した。将来、ガスと水を地下で分離できる技術が発明されれば立派な県の財産になるということである。そのあと地下水を規制する工業用水法を千葉県内陸部まで拡大適用する仕事も、私が担当した。

私はこれ以降、水問題に開眼した。

◆公水論

金沢良雄先生は環境庁の地盤沈下防止委員長であられたが、「地下水を公水と位置付け、規制を行うことが必要である」と説いた。しかし、当時環境庁という役所の仕事としては自由な経済活動に対しては、公害規制として法制度を考えるのみにとどまった。

建設省（当時）で地下水公水論のとりまとめを行うということで約半年研究会を設けて、金沢先生のもとに検討をおこなった。新聞記者への対応などで出したところ反響がすごく、答申から 10 日もたたないうちに、一晩で私は地下水公共管理法案を作成した。「省庁別地下水関係法案の概要」 国土庁資料（1992）に収録されている。

関係省庁がそれぞれ法案作成した春には地下水論争が起きた。単なる経済活動の規制ではなく、地下水を公水として管理していくというのが建設省法案の基本で、既得権も 3 年、料金を取るなど公物法の形をとった。地下水の保全の積極対策にも動き出した。問題のある地域だけを指定すると後追い行政のもととなることから、現在の水質汚濁防止法は全国にまずミニマムな基準を定め、自治体が地域に応じた上乘せ規制を行うこととしている。しかし、閣僚会議の方針は、問題の大きい地域だけを対象にするということで、昭和 60 年には濃尾平野と筑後佐賀平野地盤沈下防止対策要綱（閣僚会議決定）を適用した。関東平野はその 3 年遅れ（昭和 63 年）に適用した。

ここまでの、従来のストレナー規制から揚水量規制に代わって行った時代の話である。

しかし、揚水量規制をおこなって、総揚水量を決めても、一か所で集中して揚水があれば、地盤沈下が起きてしまう。昭和 58 年私は地盤沈下も担当する環境庁（当時）水質保全局課長であった。その時資源調査会地下水保全使用第 2 次報告の 9 割は私のところの地盤沈下担当が書いたものであった。私はそのまとめの中で、従来のストレナー規制（構造規制）だけでなく揚水量規制も全国的には難しく、問題がないわけではないということで「適正地下水位」という考え方をもち込んだ。それは、その当時見た論文で大阪平野と濃尾平野でいずれも地下 10m までは地下水は下がっても支障が無いということ为例として、提言したものであった。（ただし、この地域はすでに沈下した地域であり、新規揚水地域ではそのようなわけにはいかないだろうけれども。）

理由として、地盤沈下は公害であり、1mm たりとも沈下していいということを書いてはいけない。だから、公害の指標、環境基準として、観測によって目に見える指標で全国の地盤沈下に対応するために

適正地下水位を提案したが、反応がなかった。

建設省の地下水公共管理法案が棚上げとなった昭和 50 年春に、私は国土地理院の設営で全国で講習会を開き、地下水に関する条例を作る自治体には、建設省法案を参考にするというアドバイスをした。その結果、300 ほどの条例ができ、その流れの中で地下水条例が公害防止、地盤沈下防止という観点から自然保護、資源の保全へとシフトしていった時代である。

地方条例には適正地下水位の考え方を採用したものが幾つかあり、私としてはうれしく思った。地下水の研究の方からすると批判があるかとは思いますが、見えない地下水を目に見えるようにするための指標を設けなくてはならないという立場からの提言である。

平成年代に入って、水質汚濁防止法改正で地下水の汚染についても対応したいという環境庁からの相談を受けた。水質汚濁防止法第 1 条では、今まで公共用水域の汚濁防止が目的であったところを、「公共用水域および地下水」とした。ということは、日本の法律で公共用水域と地下水は同等の扱いとなったことが法制度の一角に実現している。

◆地下水公水論の根拠について

①物理的に表流水との交流、関連性がある。

②経済的にも表流の水と相補う関係にある。

農業用水など既得水利権の発生している河川から水が貰えないために、新規水に水利権を得るにはダムに頼るしかない。戦後の水資源開発促進法が機能したがダムができるまでは地下水水源に依存するようになった。地盤沈下対策に代替水源を応急に手当てする必要があつて、河川の暫定豊水水利権という形で応急の手当てを行った。そのうちに地盤沈下はなりを潜めていった。

このようにして、地下水は物理的にも経済的にも地表水と密接な相互関係をもっている。従って、地下水にも管理者を置き管理を行わなくてはならないということである。

その際の問題として明治 29 年大審院の判決を払拭できないという問題がある。

そこで、民法の規定がどのように使われるのか、この頃より私は色々な形で説いてまわった。

・土地所有権の乱用に対する規制だけでよいのか。

・「土地の所有権がその上下に及ぶ」というのはどういうことか。

配布資料に書かれているように、「及ぶ」という定め方、各国の解釈は様々である。

土地所有権が及ぶのは、「上は天空、下は地殻まで」という言葉がある。そのラテン語の「天空」は「天国」、「地殻」は「地獄」という意味がある。誰が天国や地獄まで所有権を及ぼしたいというものか。この「ローマ法格言」の出所はあやしいものである。

私は実際に、地下を掘る際に所有者はどの深さまで補償を要求できるものなのか調べた。フランス、パリでは 30m で補償ゼロ、リヨンでは 40m 以深は名目的に 1 フラン/m、いずれの都市も古来岩盤があつてそれをきりだして町をつくったところ。スウェーデンでは岩盤の下は補償ゼロという水裁判所が出した判決で、これにより下水道が飛躍的に発達した。日本の補償の基準では逓減率（ていげんりつ）は 50% 以下にはならないが、山岳トンネルではゼロ補償事例が多数有る。私が研究をした資料を全部国土庁に提出して出来上がった「大深度地下の公共的使用に関する特別措置法」（平成 12 年）では、実害があつたら補償するが、ただし、権利の保障ではない。例として、「トンネルを掘っていたら井戸にぶつかってしまった、その際撤去する費用は補償する」といったことである。私が考えてきたことが、ここでは実現している。

◆諸外国の水法と地下水公水制（抄録）

昭和 49 年に私は、「地下水は誰のものか？」というただひとつの疑問を持って欧州 5 カ国、6 政府を訪ねた。

配布資料に要点が記されている。その中で、フランスは水の管理配分及び汚染防止に関する法律（1964）の中に「土地が私有地でも国が水利権を保有する」混合水流の制度を創設した。私の調べた時点では、私有地上の河川などが私有化されている例は欧州にあるが、地下水については概ね公水である。それ以前にフランス民法改正（1898）は、フランス河川法と同時期にできたもので、その中に泉水（地下水）は地域の共同資源であるとの記述がある。

スイス、ベルン州の利用法では、「特に規制の対象とするのは 300 リットル/min 以上の取水ができるもの」を許可の対象とし、それ以下は自由に使える公水である。この規模の取水は、企業的に使われ、

または集団的に使われるものであることを意味している。

◆おわりに

配布資料として、雑誌『環境会議』に掲載した「水は誰のものか」の原稿中にもあるが、「ソロンの知恵」に「公共の井戸から 710m の範囲内ではそれを使いなさい(自分勝手に井戸を掘ってはいけません)、その外で井戸を掘りどうしても水が出ないときには、一日 2 回、19 リットルの水をもらうことができる」とある。

私が一番危惧しているのは、病院などの用水として大量に使用していることで、鑿井業者が「病院内で大量に水道水を使うと水道料金が高くなり大変でしょう、井戸を掘りませんか？」という話があるとのこと。このこと自体も問題であるが、報道等により各地でまねをされてしまう方が恐ろしい。

また、日本の水開発産業に外国人が関与している問題。購入した土地で水を掘ることができるということを企んでいる外国人がいるのではないか、それに対応するには、現行法では森林法の保安林規定があるわけだが、隙を狙ってくるわけなので注意が必要である。水開発産業としてボトルの水を売る企業があるが、日本企業と言っても外資化しているものもある。こちらについては昭和 50 年代に創られた条例規制が機能しているところもある。

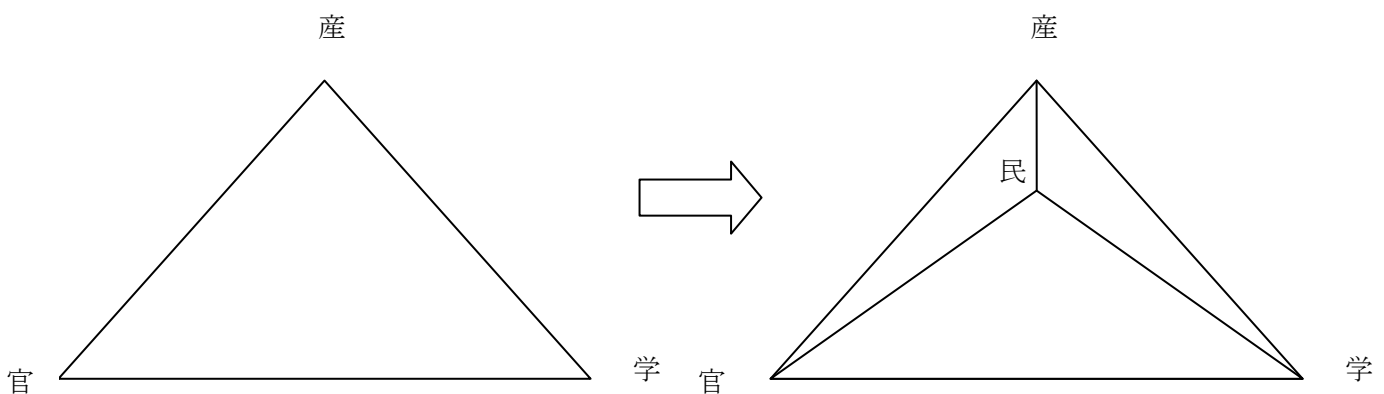
21 世紀、水戦争の時代に水の利権を確保しようという動向に対してどのように対応するか心配である。

変わらないもの、変えてはいけないもの、これは文化の次元である。文明はいつかは滅びる、しかし文化は変えてはいけない。「湧水文化」や「地下水文化」というのは、後世に残すべき文化だと思っている。

配布資料の「素朴な疑問」の項目に挙げたことは立法上のハードルであるとは私は考える。良く議論をし、合意形成をして欲しい。

産・官・学の三角形に民がはいると三角錐となり、単なる三角形ではなく、正四面体となる。議論の展開が多面的に広がるのではないか。

その他「温泉」、「みずみち」など興味深いものがあるが、時間の関係で後日に残したい。あるが、みんなでもしくはそれぞれでやれることは何か、考えていきたいと思う。



【パネルディスカッション】

コーディネーター：神谷博

パネリスト：飯田輝男

細野義純

川合将文

新藤静夫

(順不同・敬称略)

神谷：3回のセミナーを経て、今回のシンポジウムに至った。今日の趣旨についての話があり、第4回目まとめのシンポジウムということで、3時間にわたる話題提供で聞く方も大変であったと思うが、3名の方の話を聞くことがねらいであった。

パネルディスカッションでは第1回から3回までのセミナー、今日のシンポジウムの代表の方に登壇いただいてまとめの話をしたい。今までのセミナーのパネルディスカッションでは、パネリスト同士の議論が不十分であったため今回はしっかり行いたい。その上で、できるだけ会場からの質問を受けていきたい。

新藤さんのお話について、今まで断片的に聞いてきたことが全体を通して聴けたことがよかった。また、最新の情報も入れていただき、まとめにふさわしい内容で地下水研究の現在の状況（何がわかっていて何がわかっていないのか）や課題など明確にさせていただいた。

長瀬さんのお話について、各地の地下水の取り組み状況について行っていることを知っていても今回のようにお話を聞く機会がなく、今回はとてもラッキーであった。

三本木さんについて、権威ある先生がまず市民のこのような場に来ていただくにあたり内部でも揉めたことではあるが、来ていただくことができてお話を聞けたことはありがたかった。そして、地下水や水に関わる法律、仕組みについて膨大な資料、情報の中から短くまとめていただきお話をさせていただき、また、最後にはこのパネルディスカッションのテーマのようなものを提示していただき大変良かった。

このあと、振り返りも含めて各回代表のパネリストの皆さんに一言ずつお願いしたい。

飯田：第1回セミナーでは東京都の職員のお話だった。東京都の地下水の実態について川合さんより地盤沈下の現状と地下水位のお話、百数か所のデータについて。土田さんからは水収支について最新の情報に基づくまとめを話していただいた。私は、都内の河川又は湧水、玉川上水を長年にわたり行ってきており、その話をした。水収支ということで、都市部は行っていたが山間地域については実施していなかった。都会と山では山の方が面積が大きい。一番大事な水源林の涵養地についてはノートッチなのは問題であるということから平成13年ころから実験と調査を始めた。結果、流出率が2年続けて79%であった。都会の神田川などが80%であることから、山も都会も同じであるといえる。被覆率で言うと都会は90%くらいであるのに山と同じ結果となることがなぞであった。ようするに普段流が少なく、大雨の時には大量に出るということ。実際、観測のために設置していた水位計が何度か流されてしまっている。このような結果が得られたことで山間部の調査を行ってよかった。

この調査を行った理由として、都内での31000haの放置林で行うと日量で50万tくらいになる。その計算で実験を行ってみて、順調によくなってきた。今後放置林をなくして水が増えたら玉川上水に復活し、東京に流したいと考えている。

細野：第2回のテーマは「浅層地下水の研究」ということで、昨年（2010年）日野生活・保健センターで開催した。話題提供者は私が「武蔵野の地下水、そのあり方」、私は日野が空白であったため、日野の地下水について角田清美さんにお話いただいた。次に法政大学の山田啓一先生に「河川水と地下水の交流関係」についてお話いただいた。内容を少しお話しすると、武蔵野台地の西の方、地形が山地に向かって傾斜を増すことから、そこを流れる川の水というのは、時に地下水になったり河川水になったりと頻繁に交流する。そこに着目してのお話だった。4番目に日大の堀内清司先生は「世田谷区烏山寺町の宙水について」で、世田谷のこの地域は武蔵野では珍しく、地下水が浅く

帯水したところであり、宙水的な地下水のあり方を研究したお話をいただいた。最後に首都大学の松山先生に「日野市内の湧水調査について」ということで具体的な水質調査についてお話いただいた。全般を通して、ここでは水文学という水のあり方を追求する学問の分野で、「認識の科学」と言える。基本的には、知的好奇心を持つことによって、水・湧水そのものの事象を捕捉し、水循環の属性を追求しようとするものである。

川合：第3回のセミナーの紹介ということであるが、私は東京都で地盤沈下に関わってきた。発表自体は先輩の遠藤さんが行った。その中でのお話は、地盤沈下対策などについてであった。次に中村さんが「育水」という考えで地下水をどのように使っていけるのかお話しいただいた。深いところの地下水は一般にはなかなか直接見る機会はないと思う。深いところの地下水は機械掘りができるようになったのは明治の終わりころと新藤さんのお話にもあったが、その様なことができるようになってからの話である。深いところの水を大量に安定的に使えることになるというのは技術的な背景がある。今日の三本木先生からのお話を聞き、それに関しての民法上の関係がすごくあったということ学んだ。先ほどの話にあった、表層の水は水利権などがあり利用できないとなると地下水を求め、井戸を掘る。そしてポンプアップして地下水を取る。ということが戦後ずっと行われてきた。地盤沈下自体は戦前からあるのだが、地下水の過剰な活用であることがだんだんわかってきて、第二次世界大戦のときに下町の工場がつぶれてしまい、深いところの地下水のくみ上げがなくなり、地盤沈下が止まった。その後高度成長を支える工業用水としての地下水の利用によって、戦前以上の地盤沈下が発生して、現在でも4m以上沈下してしまったところがあり、その地域で100万人以上の方が生活をしている。公的に水をどう考えるかということを行ってこなかった。使う側として、水利権が無いから井戸を掘って水源として手を付けざるを得ないというところがあったときいて、今後地盤沈下を起ささないためにこれに替わることをしていけばよいのではないかと今日の先生のお話を聞いていて感じたところである。

神谷：新藤先生は今日お話しいただいているので振り返りはよいと思うが、今日のテーマである「市民が分かる～東京の地下水の意義・その現状と未来」ということでその切り出しとしてまずお話しいただきたい。

新藤：最初に代表の宇田川さんが仰っていたことでもあるが、そもそもなぜこのようなことを始めようじゃないかということになったのか、東京都や自治体等で保有している資料或いは研究者レベルでの成果というものがこのままいくと散逸して無くなってしまう懸念があり、私自身も危惧していることであった。東京都の職員の中でも同じように考えている人がいたこともわかった。行政に働きかけて貴重な資料、データを残していきたい、或いはデータベースにできないかということになると、予算的にも組織的にも行政側の理解が必要になる。そこで、そのような働きかけをどうやって進めていくかということで市民の意識・力が重要なカギとなると考え、みずとみどり研究会に相談しきっかけを始めようじゃないかということでセミナーを開催し現在に至った。しかし、実際に進めてみるとデータの問題もさることながら、今まで我々がやってきたことが真実かどうか、まだ問題があるのではないかという疑問が浮かんだ。私自身も今日話したことの半分近くはまだ分からない点がいっぱいある。例えば地下水は純粋に自然涵養しているのはどのくらいで人為的に水位を下げたことによって地下水が誘発涵養されるのはどれくらいか、深層地下水の被圧地下水がどのような仕組みで地表にでてくるかなど、まだ十分にわかっていないと思う。

最近の研究ではGPSを使って地盤の弾性的な把握できないかということをやっている。その地盤の挙動というのは地下水の影響を受けているのではないかと考えている。しかし、今日はまだ自信に至っていないので発表はひかえたのだが、この件については国土地理院と議論を進めている。地下水がどうしてあんなに早く涵養するのか、重力だけでは説明が付きづらい。もっと物理的な要因もあるのではないかと考えている。もうひとつ問題として浅い地下水が武蔵野の地下にはいつてくるもので、一番上にある厚い礫層は重要であるが一部しかわかっていない。まず、厚い礫層がどのようにしてそこに堆積したのかわからない。その調査として源流域で中村文明さんで行い始めて見込みが立ってきた。その時代には、山地が大変な隆起がおきた。その隆起が山から大量の土砂を運ぶ動機となったという理由でほぼ対応できる。(時代的に)

これらのことを細かく話していると長くなるのでここでやめておきますが、要はわからないこと

がまだたくさんあるということ。

今回の成果は市民パワーを巻き込んで出版物を出すべきであろう。これは事務局にお願いしたい。4回の成果と市民からのいただいたデータなどを集約して出版物として行政に突きつける。このようなことも提案したい。

三本木さんのご紹介が遅れましたが、地盤沈下の時代を通じて私も三本木さんもそれぞれ仕事を行ってきて、その時代からのお付き合いで今回の件には絶対この方は必要だと強い思いからおいでいただいた。

神谷：本日は落とし所を特に考えていないので、まずパネラー内で自由にお話していただきたい。

飯田：今日来ている皆さんの一番の関心どころとしては、湧水ではないかと思う。人の生活にとってどれくらい大切なところか身体で感じていると思う。例えば、熱帯夜を調べてみた。(別途配布資料あり) 気象庁のデータで、八王子、府中、練馬、大手町を並べていくと大手町が熱帯夜が多く、次いで練馬である。日中は大手町より練馬の方が暑い熱帯夜は大手町の方が多いという結果である。府中は練馬と比べると少なく、さらに八王子をみるとほとんど熱帯夜がない。この違いは何か、例えば八王子は浅川があり常に周りに水がある環境である。府中もある。練馬は少しある。ところが大手町になるとほとんどない。浅いところの水、湧水がないとこのようなことになる。

大手町の湿度と熱帯夜の数についてのデータ。平均湿度 60%で乾燥地帯である。どのようにしたらよいか、野川の水量と最高気温を並べてみた。水量が多い時には最高気温が少ない。最近には秋に台風(大雨)があるため、その時にはあまり効果がない。夏に多い時には最高気温が上がらない、熱帯夜が少ないということが分かった。

去年は 138 人熱中症で亡くなっている。このデータからもいかに湧水が大事であるかが分かるのではないか。

神谷：飯田さんからのお話もこれだけで十分議論はできるが、今日の発表の中で広域的な視点、飯田さんの言われたように湧水に関心のある方ということで、この会自体が野川の湧水を守りたいということから武蔵野の地下水を保全するという流れの中でできたことでもある。市民レベルではどうしても身近なところにしか行っていなかったが、今日のお話でかなり視野が広がったと言えるのではないか。地域の問題を広い視野でみていろんなことが分かってきた。そして、改めて武蔵野ということで、細野さんが浅層の地下水の大家(たいか)なのでその視点で細野さんとしてはどうみるか伺いたい。

細野：なかなか自然というのは簡単に結論が出ないものである。そこがおもしろい。まず、先ほどの(飯田さんの)お話で、府中は東京農工大学の南側で建物の陰になって周りが茶畑です。畑の樹冠と雨量計の高さについて考慮する必要がある。雨量計の設置場所の例の話もあったが、一つ一つのデータの信憑性を考えなくてはならない。そして、何のデータをとりたいか、目的をもつこと。データにはそれぞれ性格と手法があり、それに合致するデータを保存する。例えば先ほどの東京都気象月報を保存するようなことを考えればよいのではないか。廃棄してしまってからでは遅すぎる。例えば極値。どこで一番高い値が出たか。それはでる(公表される)。しかし数年前からこのシステムは変更された。今は極値のみでそれ以外の2位、3位といった順位は保存されない。知りたければ測候所へ行き調べるしかない。そのようにデータが失われてしまうことが問題である。

難しい議論は非常に大事だし行わなくてはならないと思うが、今、早急に行わなくてはならないことはデータ保存に力を注がなくてははいけないと思う。

神谷：今のお話の続きで地下水のロマンというか、新藤先生が言われていたデータ整理をしてまとめていくとわからないことがどんどん出てきて取り組んでいくことにロマンを感じる。その時に、市民の関わり方という話もあったが市民と上手な連携というか、今までそれぞれ(市民は)わからないなりに行ってきたがうまく連携すると学究の楽しみを市民は味わえると思うが、その点についてはどう考えるか。

細野：私は第2回の時にも話をしたが、データは生半可なものではない。私は観測井戸が何千か所、

出来る方がいたらやってもらいたい、といいたい。新藤さんもそうだが、自分の仕事だということだけでは無しに一生懸命にデータを取り行ってきた。それから比べると市民の関心はまだまだである。しかし、専門家ではないのでそれは仕方の無いこと。市民と一緒にやるということについて意義が無いわけではないしそうしなくてはいけないことだとも思う。しかし、直面している問題として変わりゆく世の中でデータをどう残していくかが重要である。

新藤：細野さんの意見に異論があるので発言。そもそもこの仕事をやろうということになったのは市民と一緒にデータをどうのこうのというつもりはなく、また、あれもこれもというわけにもいかない。やはり主点が必要である。なぜ、何のために、どういうデータが必要なのか。きちんと狙いを定めなくてはいけない。あれもこれもと云ったら膨大な資料について手に負えないのはわかっている。それは国なり行政のやる仕事である。ただ、私は市民のパワーで国なりを動かすということをしたい。例えば東京都土木研の地下水の専門でやってこられた方はいるが、最近職員は採用しない、あるいは採用してもごく限られた数となっている。このような状態はおかしいのではないか。そのためには市民のパワーが必要である。

一番の基礎はせつかくある地下水をもっと有効に利用したいということからのスタートである。つまり、武蔵野台地の地下には非常に豊富にきれいな水があり使い方さえ間違えなければずっとある。ところが、(市民は)高い水道料金を払わされて東京都が利根川の上流の群馬県に多額の支払いをしているはずである。他にも他県に水道水源となる所には支払いをしている。しかし、地元でせつかくあるきれいな水、使い方さえ間違えなければ(市民が)恩恵を共有できる水を使いたいということが第1回のセミナーで市民から訴えられたことであると私は認識している。そのためには一方においては、地下水は誰のものであるのかという問題、一方では貴重なデータが散逸したら、どれくらいの地下水が使えるのか量的なことがわからなくなるなど、そのようなことがバックにあってはじめてそれに必要なデータをどのように整備していくかということになるのでそのための運動として私はとらえたい。

神谷：実はその話が大きな事項であり、先ほどの武蔵野の地下水の実態の話も含めてで、飯田さんが一生懸命浸透を行っていて、一方で市民は都水一元化の動きもある中でおいしい水を飲みたいということで揚水は続いている。

そのようなことから、地下水の解明は必要であり、その研究をしている

東京都の土木センターを残すために市民が何を手伝えるか(手伝えるか)ということを知りたい。

川合：今まで三十数年間、地下水に関わり仕事をして生活をさせてもらってきたことについて責任があり、皆さんにお返ししなくてはならないと感じている。組織がしっかりしているときにはあまり感じなかったが、今は今までやってきたデータが皆さんに使いやすい形で残せる方法が無いかと模索している。行政内ではその目的が達成された場合には整理をされてしまう。例えば地盤沈下が収まってきたら人員が減らされるといったことは人員の有効な活用という観点からは当たり前のことであろう。それを一歩前に進めるためには、地下水を規制するというだけではなく、都民の共通の財産としてどう活用していくかという方向に行政目的が変換してくれば変わってくるのではないかと。しかし、それは行政内部からではかなり困難な面があり市民が関心を持って、必要性を訴える声が必要であると考えます。

東京の深い地下水位図については開発当時の状況を新藤先生が図面を作成している。地質の情報なども開発時に井戸を掘って調べている。開発と規制は相反することで、それを乗り越えるということ考えたい。それが地下水利用を行いながら地盤沈下を起こさないようにして、共有の財産としてどのように活用していくかということになる。

もうひとつは深いところ、浅いところの地下水の関係がまだまだわからない。しかし、わからないから進めない、進まないのではなく、方向性だけはしっかりと、運動というか活動は必要であると感じている。

神谷：今の話で大事なことに入ってきていて、「規制と開発」の関係について。地下水の研究の視点でもそのようなことはあり、民の方でも同じようなことがある。飯田さんが保全畑ですよね?(そうでもない?)川合さんがこれからどうするかという話の中で、先輩として違う組織も立ち上げたと

いうことで、これからどう生きていくかのお話をお願いしたい。

飯田：私は保全だけではなく、揚水規制の方もやっている。ある年に清瀬市で地盤沈下が起きた。事情を聴くと市で2万tくらい汲み上げたとのこと。そこで、あんな地盤沈下が激しいところで汲み上げるのは好ましくないということで、水道局と打合せをして埼玉県側で近いところで汲みあげると沈下が起きる。それならば量的には構わないけれど、汲みあげる場所を変えてみてはどうか、水の多い多摩川流域で汲み上げてはどうかと指導した。市はそれにこたえて実施した結果、水道は清瀬での揚水をやめ、東久留米の方でも半分やめてもらっているおかげで若干沈下は起きているが、大きく崩れることはなくなるとみている。そのように行政でも工夫をして大事に地下水を使う努力をしている。一番肝心なのは地下水は雨水ですから、雨水が入って行かない状態がいつまでも続くとは思っていないので雨水浸透を始めたが、なかなか進んでいかないということがネックである。今後、東京都では水循環の回復について大きなテーマとして考えているようで、4月以降変わる可能性がある。

神谷：ここで会場の意見も取り混ぜながら進めていきたい。

長瀬：神奈川県ではこのような機会が無く、発言する場所が無いので三本木先生に伺いたい。神奈川県では数年前から水源税を徴収している。秦野でやっているように地下水利用者から徴収してはどうかと考えている。つまり、まずどのくらい使えるのかもありますが、地下水を使うという時に地下水を勝手に掘って使っているのか。例えば秦野では水道料金20円であるが、同額を地下水にも取って利用者に地下水と水道水を選択させれば地下水の利用の仕方というものが幅が広がるのではないかと考えていて、市民の意見として行政を動かしていいのではないかと考えている。

三本木：ひとつの思い出として、条例の相談があり、市議会の三党から意見があるということであった。一つは公水宣言を出して公水として管理する内容、二つ目は地下水を汲み上げるのは公的機関に限り、各需要者はそこから分けてもらう。もうひとつは裁判所が言うような権利乱用のみを制限するものであった。それぞれどの党か聞いてみたところ、公水宣言は自民党、卸小売をするというのは社会党、最後は共産党であった。

現在、湧水保全や雨水貯留など身近な水の管理に市民が参加してくれるというのは、水は公共のものであるということが前提である。そうでない場合（過剰な揚水やペットボトルに詰めて売ってしまえなど）は公共心に欠けている。公共心があるから皆さんが参加してくれるという前提があつてのことである。そのひとつの芽生えが湧水条例ではないか。条例を作るということは自治体の意思表示であり、ルールとして決めていこうという市民の合意が前提で、公共のものである湧水をみんなでどうしていこうというものである。従って、市民のパワーはそのようなところから生まれてくる。

それから、私の資料データというのは数値のデータではなく、私が役所又は研究会で使った資料についてテーマを決めて、行政の現職のスタッフに伝授していく。その時に古い資料であっても、時代の断面、意味と背景を知りたいということで、目録を作って整理をしてもらっている。私が「担当者が変わったらどうするのか」と尋ねたら「きちんと引き継ぎます」との回答だった。

まずはどこか市役所の一画を借りるとか、武蔵野のどこかに記念館にする場所を借りて、賛同者を入れて、整理をしてみてもどうか。

神谷：秦野のお話でいい例をあげていただいたが、東京都も野川流域だけでもかなり実情をつかむだけでも大変であり、地下水がどうなっているかそれに対してどうするかということを行っている段階であるので、ありがたいお話ではあったが東京都レベルではまだまだ先は長いと思う。そこで、何が課題で何をこれからやっていかななくてはならないのか、いずれ目指すところはそれをやりながら公水論を議論していかなくてはいけないのであるが、それ以前のところで東京、武蔵野は大きな問題を抱えていて進んで行かないが、何とかそこにたどり着きたいと思う。

そこで、私が考えるのが水道で汲みあげるという中で飲み水はいいとして、トイレに流す水も含まれているので、使い方から変えていく必要があるであろう。そのようなことも含めて社会のシステム全体の仕組みをどう変えていくかが必要である。そのために地下水の状況を知ること

収斂していく。

古賀：現在、国民はほとんど地下水に関心がない。関心を起こすということが大切ではないか。多摩地区での私の経験で昔（1947年）、毎日、井の頭公園で泳いでいた。オオカナダモが繁殖し、ザリガニが大量に捕れるくらい環境であった。先ほども話があったように、地下水を掘ったため湧水が枯渇してしまった。そこで東京都は水源を確保するために深井戸を何本か掘った。しかし、そこから取った水には溶存酸素は無く、生態系が全滅した。へドロは溜まり、その土壌を取り去ったが一向に透明度は改善されていない。この井の頭池を昔のように清浄化すれば、こんなに良い宣伝は無い。従って、地下水の規制をすると同時に溶存酸素を増やすべく方法を考える。または神田川の水も入れながら溶存酸素を増やし、生態系が保てるような環境作りをすれば市民も地下水に関心を持つようになるのではないか。

実際に担当している方に伺いたい。透明度はいつごろまでに（回復の）目標年度をもっているのか。聞くところでは、雨水浸透を待っているという話では年月がかかりすぎる。それでは関係者の方が亡くなってもまだ改善されないと思う。根本的に改善して、東京の鑑となるべく公園を作るべき。それから地下水に目を向けて公水論とか地下水の水利権をどうするか、いろいろな問題に波及してくると思う。

神谷：その活動については市民レベルでやっているし、いろいろな方が努力をされていると思う。それに簡単な話でもない、汲み上げの問題、浸透の問題など様々関わってくる。他にも個別の問題抱えている方は（会場に）いるかと思いますが、今のこの問題について飯田さんは掴まれていると思うのでお願いします。

飯田：深井戸と浅井戸と湧水とありますが、湧水の水質と深井戸の水質とは全く異なる。それを池の水が枯れたからと言って深い井戸の水を入れるのが正しいやり方かという、そうではない。水質が全く違うので生き物は生きていけない。溶存酸素のこともありますが、それは滝のようにすれば酸素は入っていく。だから、DOの問題ではなく、水質そのものである。例えばECで見ればわかると思う。石神井公園の三宝寺池の井戸はECがとても悪い。そこに生えている水草に合わない水質である。昔のように戻るのであれば、その深い井戸の水を入れてはだめだということ。見た目は（水があつて）良いのだが、元々いた生きものの棲める水質ではない。それならば、昔のように玉川上水路を復活し、涵養するほうがよい。枯れたからと言って深い井戸の水を入れるというのは根本的に間違っている。むしろ三宝寺池を殺していることになっている。自然にわいてくるのを待った方がよいと思う。

神谷：このようなことはだんだんわかってきたことで、これからどのように改善していくかというところでこれからどう仕組みを作っていくかの問題である。

古賀：あまりにも永いので聞いてみただけです。

神谷：私も一旦水道水源止めてみてはどうかと思っているのですけれど。

細野：今までの話を聞いていると、何事も官にやらせろ、任せろというムードが最近強いのではないと思う。紹介したいのが、吉祥寺にある成蹊大学、昔の旧制の成蹊高校の時代から雨量観測を続けている。現在も計測して100年くらいになるのだろうか。それは教師も学生もボランティアでおこなっている。自分たちの扱うデータは自分たちでとろうという精神が大事。データを与えよう、取らせろではなく、是非、自分たちでデータを取ってみようという気持ちになってほしい。

神谷：最後にひとまわりでコメントをいただきたい。その際に三本木先生の最後に書かれている「素朴な疑問から率直な行動へ」ということでこれを確認しながらお願いします。

飯田：私も地下水、湧水は公のものだと考えています。私は三本木先生の話は昔から存じています。それに従って条例の中で地下水を使っている人たちに地下水を涵養する義務だけは書いてあります。

ただで使うという考えは反対です。だから、使った分くらいは涵養しなさいという考えでいる。だから条文を載せてあります。

細野：水は誰のものか、大変難しい問題である。みずみちにしても言葉の使い方など思い付きではなくしっかりしなくてはいけないと感じている。それから、三本木先生のお話を聞いていて、昭和 50 年頃科学技術庁資源調査会の会合に出ていて、(役所全体として)まとまった案を出したことを思い出したが、そこで感じたことはとにかく何とも難しいなと感じた。どこの分野でも難しい問題はあるのだが、自分でわかるようにしないとイケないのではないかと思います。水質汚濁防止法の話も出ましたが、水道法について環境省の方が言っていたが、水道法で認められても水質汚濁防止法では駄目なんですよ、と言っていた。法律の先占領域という課題があること、勉強しなくては駄目だと感じた。これからもいろいろと教えていただいでやっていきたい。また、自分が得たことは皆さんに提供するという意味で、市民の皆さんからデータを取りたいと仰っていただければアドバイスができると思う。

川合：実際に地下水の観測を行っているセクションにいる、ずっとそういうことを行ってきて、今日の三本木先生のお話から、見えない地下水をどのように見えるようにできるか、地面の中にある地下水は井戸を掘って測る。数値に直すということ。もちろん水質を測る場合には採水して行う、これも結局は数値に直さないと地下水を知ることができない。観測した数値をきちんと正確に残すと同時にそれをわかりやすい形で提供していくか、今まで以上に努力しなくてはいけないと感じた。もうひとつは、皆さんの周りに井戸が残っていたら地下水との窓になるので残しておいてほしい。

新藤：先ほども私の想いを伝えたので特段言うことはないが付け加えるとすれば、地下水は論議されるのは資源的な側面であろう。しかし、私はもっと他の側面もあると思っている。例えば地下水の持っている機能、ヒートアイランドの問題などで地下水面と関係はありそうである。それを私は「気象緩和機能」と呼んでいる。或いは、雨が降って一気に地表を流れて洪水を起こすという問題があるが、地下水に一旦はいることによって洪水を抑えるという機能がある。「洪水制御機能」その他、地盤を支えている。「地盤維持機能」これがあるから地盤沈下が起きるのではないかと、とか。地下水を経由することによる浄化機能なども考えられる。資源的側面も単に量の問題だけではなく、湧水があってアメニティの問題。湧水がでるのを見つめていると自然の摂理を感じる。これはアメニティ空間機能と言えるのではないかと。

環境省の環境影響評価の地下水部門の中に取り入れられている。何かの際に見ていただければ詳しいコメントができると思います。

神谷：これでシンポジウムパネルディスカッションが終了となるが、本日三本木先生に来ていただいたということで、今までまとめた議論できなかった法的な問題を押さえることができたのではないかと、といことが大きなことである。公水論というのはまだまだ大変ではあると思うが、このような活動の一つの目標が地下水法であり、そこに向かってどうすればよいのか今日はたくさんヒントを得た。産・官・学・民の三角錐論についても市民が一つの頂点にいないといけないというお話についてもまだまだ市民の力が足りない。そこがこれからの課題であると思う。実はこのセミナー来年度も続けたいという意見もあり、とうきゅう財団への助成申請中です。もし、とおれば次年度は市民パワー中心ということで進めたい。

◆閉会の言葉 (小倉 紀雄)

お礼の言葉で結びの言葉と代えさせていただきたいと思います。みずとみどり研究会は文字通り「水」と「緑」の保全に関する調査と研究を行っているオープンな任意団体です。今回の企画も研究会の活動と位置付けています。3回のセミナーとシンポジウムを無事に終わることができ、ご協力いただいた講演者の皆さま、ご来場下さった皆さま、助成をくださったとうきゅう環境財団に厚く御礼申し上げます。また、このような機会を設けたいと思いますのでその際にはまたご来場いただければありがたいと思います。

以上

多摩川流域の地下水研究を総括して継承、発展させるための研究

(研究助成・一般研究VOL. 33—NO. 197)

著 者 宇田川 隆男

発行日 2011年12月1日

発行者 公益財団法人とうきゅう環境財団

〒150-0002

東京都渋谷区渋谷1-16-14 (渋谷地下鉄ビル内)

TEL (03) 3400-9142

FAX (03) 3400-9141

<http://www.tokyuenv.or.jp/>