

修士論文(要旨)
2015年1月

自然湧水の水質とその季節変動の解明および
発展途上国における上水道管理への応用

指導 片谷教孝 教授

国際学研究科
国際協力専攻
213J1054
高橋 正太

Master' s Thesis (Abstract)
January 2015

**Survey on Spring Water Quality regarding Its Seasonal Variations and
Application to Water Supply Management in Developing Countries**

Takahashi Shota
213J1054
M.A. in International Cooperation
Graduate School of International Studies
Thesis Supervisor : Noritaka Katatani

目次

1.	研究の背景・目的	1
2.	愛好群域での湧水水質の変動	1
3.	フィリピンにおける上水道水源としての地下水管理	1
3. 1	文献調査とヒアリング調査	1
3. 2	フィリピンでの現地調査	2
4.	フィリピンにおける上水道管理についての提言	2
5.	まとめ	2

参考文献

要 旨

1. 研究の背景・目的

本研究の目的は、国内において得られた湧水水質の変動に関する調査結果を基礎として、途上国において地下水を水道水源とする場合の水質管理手法に関する提言を行うことである。

2011年10月～2012年11月に卒業研究として、神奈川県愛甲郡域での湧水の水質がどのような季節変動や経年変化を起しているのかを調査した。その結果、水質の変動は2か月よりも短い周期での変動が生じている可能性が明らかとなり、1か月毎のサンプリングでは間隔として適当ではないことが判明した(高橋・根本, 2014)。本修士論文研究ではこれに引き続き、

測定地点を2地点へ絞り込む一方で、水温、水量、pH、RpH、2価鉄、全鉄量、全硬度に加え、電気伝導度も測定項目に加え、2013年5月から2014年5月まで、約1週間毎のサンプリングで調査を実施した。

次に、途上国における水資源管理の不備により、清浄な水にアクセスできない現場で上記の研究成果を活用するため、モデル地域としてフィリピンを選定し、上水道水源管理の現状を調査分析するとともに、水道水源の水質管理手法の有用な情報提供を行うための検討を行い、最終的にはそれらの手法に関する何らかの指針を支持することを目的とした。

2. 愛甲郡域での湧水水質の変動

愛甲郡域の自然湧水は水量、pH、RpHそして全硬度ともに年間を通して変動しているが、季節変動が顕著な調査地点と、より短周期の変動を示す調査地点とが愛甲郡域内に混在している。

そのため、実際の変動を見るためには、1ヶ月毎のサンプリングでは間隔が長すぎると判断し、1週間毎のサンプリングを行った。

本調査によって、適切なサンプリング間隔は1週間程度であれば十分な精度が得られるということが

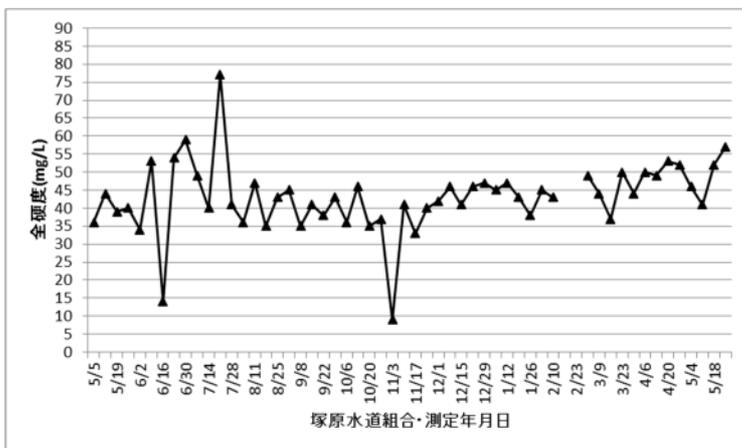


図2-1 塚原水道組合(A-1)における全硬度の1週間毎のサンプリング結果

見えてきた。さらに、涵養域での有機物が降水に与える影響や、降水中の Na^+ 量と自然湧水中の Na^+ 量との相関を調べるとともに、湧水調査のミネラル分湧出を追跡する必要がある。その場合、地下水脈のみならず非常に広範囲にわたって植生や地質、地形などを吟味することが課題である。左のグラフは1週間毎のサンプリングによって得られた全硬度の変動グラフである。

3. フィリピンにおける上水道水源としての地下水管理

3. 1 文献調査とヒアリング調査

フィリピンは面積30万 km^2 、人口9,485万人、7,100の島々からなる島嶼国家である。上水道普及率は53.2%、上水道管路延長60,800kmで地下水の上水道への使用量は、約7.65%である。(Jablank, 他, 2011)。

現状では、上水道の水質検査は生物学的(細菌・微生物)な項目に関して、概ね2ヶ月ずつ検査を実施し、科学的な項目に関しては1～2年おきの検査が実施されている。上水道の水源水質管理は、ダムや貯水池において年3回が不定期な間隔で実施され、地下水・地表水はともに行われていない。

3. 2 フィリピンでの現地調査

現地調査は2014年7月、2014年9月、2014年11月に3回に渡って行った。フィリピンにお

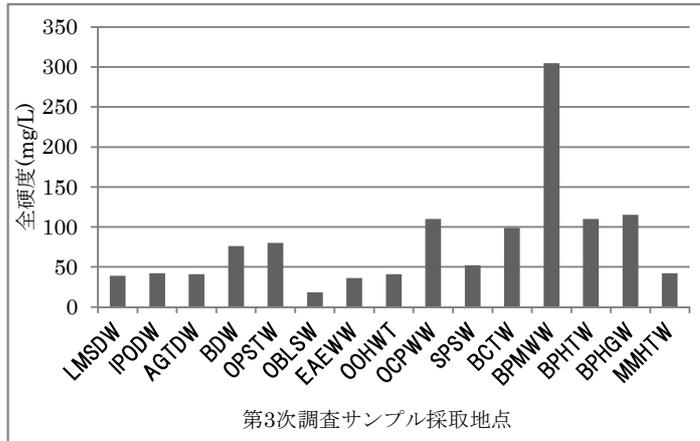


図3-1 3rd 調査全地点における全硬度量

ける現地調査は、サンプルをその場ですぐに分析を実施する項目(pH, パックテスト, 電気伝導度), 日本に帰って分析を行う項目(全硬度, 原子吸光分析による Ca, Fe, Mg, Mn, Na, モリブデン青による砒素の比色定量法を用いた As)に分けられる。左図は3回目の調査によって得られた全硬度の全採取地点の比較グラフである

4. フィリピンにおける上水道管理についての問題点と改善に向けた指針

フィリピンにおける上水道管理には、現状の状態から改善するために行わなければならない間接的な整備と、直接的な整備に関する課題が山積している。水源の水質は決して悪くはなく、人工物による接触の無い、自然湧水が地下より直接湧出するような地点の水は非常に良質である。その良質さは日本の丹沢山地の自然湧水と比較しても劣らないレベルにある。

しかし、雨季時における毎日の瞬間的な集中豪雨が、河川やダム貯水池に多量の土砂を流入させると同時に攪拌させている。これらが、土砂中に不法に廃棄された化学物質や有毒物質、また、リンやアンモニウムを多く含む廃棄物などを水中へ溶解させている。こうした、水中の環境を著しく悪化させるものが、定期的な集中豪雨で水中へ流入している可能性が非常に高いと予測される。

そのため、フィリピンにおける水道水源の検査間隔を短縮し、2カ月程度の間隔で実施する必要があると考えられる。また、地方では十分な検査が行われるだけの人的資源がないとみられることから水質の検査に当たる人材教育を強化するとともに、水質への影響が懸念されるごみの処分体系の整備を進める必要がある。これらを達成するためには、水全般の管理に国家による参画が必要である。

都市部では、MWSS や MWCI, MWSI などの水道管理組織があり、十分にその機能を果たせる能力を持つとみられる組織も確立されているので、より明確かつ、定量的な管理と分析を行うことでフィリピンの水環境および上水道環境は改善されることが可能である。

5. まとめ

本論は、日本国内における自然湧水の水質調査を通じた経時的な変動の把握と、その知見に基づく途上国での上水道管理の問題点の指摘と、改善に向けた指針を取りまとめることを目的としたものである。

経時的な水質変動の把握については、神奈川県愛甲郡域のうち、主に丹沢山地・南山林道の自然湧水の季節変動を調査し、適切なサンプリング期間を明らかにした。その結果、1週間おきのサンプリングによって、自然湧水自体の持つスタビライザー効果が、一定の方向へ成分が振れた後に、その逆方向へ振れるような作用をおよぼしている事が確認できた。

丹沢山地・南山林道における季節変動の調査実施によって得られた、自然湧水の変動に関するデータを元に、水道水の普及率で一定の数(53.2%)を保有するフィリピンへ上水道管理のための提言を行うべく3度の現地調査を行った。

フィリピンの水は、都市部から離れた人工物の少ない地域では、マニラなどの都市部とは比較にならないほど良質な水が採取できるが、水道水源の管理は十分に行き届いてはいえない。それを改善するためには、人材教育面、組織面、制度面での改善が必要と考えられる。

参考文献

- 愛川町教育委員会・愛川町郷土誌編纂委員会, 愛川町郷土誌資料編 自然(1), 96pp, 愛川町, 1979.
- 愛川町ホームページ 町政情報 町の計画, 愛川町水質検査計画, 2013.
http://www.town.aikawa.kanagawa.jp/info/plan_suisitsu.html
Retrieved on 31 December 2013
- 天野一男・高橋治之・立川孝志・横山健治・横田千秋・菊池 純, 足柄層群の地質－伊豆微小大陸の衝突テクトニクス－, 北村 信教授記念地質学論文集, 7-29, 1986.
- AMANO, K., Multiple collision tectonics of the South Fossa Magna in central Japan, *Modern Geol.*, 15, 315-329, 1991.
- 天野一男・松原典孝・田切美智雄, 富士山の基盤: 丹沢山地の地質－衝突付加した古海洋性島弧－, 富士火山, 山梨県環境科学研究所, 59-68, 2007.
- (公社)日本地下水学会, よくある質問, 2013.
http://homepage3.nifty.com/jagh_torikichi/faq/faq_ans.htm
Retrieved on 31 December 2013
- 沖大幹, 水危機ほんとうの話, 331pp, 新潮社, 東京, 2012.
- 藤井弘志・小田九二夫・柴田康志・森 静香・今川彰教・安藤 豊, 2004 年台風 15 号の特徴と山形県における潮風害の実態(栽培), 日本作物學會紀事, 75, 4, 459-464, 2006.
- G.C.Ufoegbune, K.I.Lamidi, J.A.Awomeso, A.O.Eruola¹, A.O.Eruola², O.A.Idowu and C.O.Adeofun, Hydro-geological characteristics and groundwater quality assessment in some selected communities of Abeokuta, Southwest Nigeria, *Journal of Environmental Chemistry and Ecotoxicology* Vol.1(1), pp.010-022, November, 2009.
- H.Masuda, M.Mitamura, A.M.Farooqi, N.Muhanmad, M.Owada, K.Okazaki, A.A.Seddique, Geologic structure and geochemical characteristics of sediments of fluoride and arsenic contaminated groundwater aquifer in Kalalanwala and its vicinity, Punjab, Pakistan, *Geochemical Journal*, Vol.44, pp.489-505, 2010.
- Jablanka Uzelac, Ankit Patel, Heather Lang, *Global Water Market 2011*, 1251pp, Media Analytics Ltd, Oxford, 2011
- 榎根勇, 地下水と地形の科学, 253pp, 講談社学術文庫, 東京, 2013.
- 気象庁, 気象等の知識・予報用語・天気「天気とその変化に関する用語」, 2013.
http://www.jma.go.jp/jma/kishou/knownow/yougo_hp/tenki.html
Retrieved on 31 December 2013
- 厚生労働省, 水質基準に関する省令(平成 15 年 5 月 30 日厚生労働省令第 101 号), 最終改正:平成 23 年 1 月 28 日厚生労働省令第 11 号, 2011.
- Maggie Black・Jannet king・沖大幹 監訳・沖明 訳・水の世界地図, 127pp, 丸善, 東京, 2011.
- 日本水道協会, 水道用語辞典, 日本水道協会, 633-634, 1996.
- 太田英将・石黒 均・岩橋 悟・新妻信明, 丹沢山地東部の地質, 静岡大学地球科学研究報告, 12, 153-189, 1986.
- Republic of the Philippines Department of Health, *Philippine National Standards for Drinking Water 2007*, 35pp, manila, 2007.
- 坂上寛一・瀬戸義正・久居宜夫, 自然教育園内水域における水質の季節変化, 自然教育園報告, 15, 3-11, 1984.
- 杉原幸・グエンミン ファン・康峪梅・櫻井克年, ベトナム・ハノイ省におけるヒ素汚染地下水の利用が土壌と植物に与える影響, 土壌肥料学会要旨集 第 54 集, 174, 2008.
- 高橋正太・根本泰雄, 神奈川県愛甲郡域での湧水水質とその変動, 桜美林大学 桜美林論考『自然科学・総合科学研究』第 5 号, 51-76, 2014.
- 田本修一・伊東佳彦・阿南修司・岡崎健司(土木研究所寒地土木研究所), P13. 岩石の有害物質溶出に関する考察(その 6)-堆積岩中の重金属類の風化と溶出特性について-, 研究発表会講演論文集, 147-148, 2009.
- (独法)産業技術総合研究所地質調査総合センター, シームレス地質図, 地質図表示システム地質図 Navi, 2013. (<https://gbank.gsj.jp/geonavi/> Retrieved on 31 December 2013)
- 高橋 裕・久保田昌治・蟻川芳子・門馬 晋・綿坂邦彦・和田 攻・内藤幸穂・平野 喬 編, 水の百科事典, 丸善, 東京, 878pp, 1997.
- 湧き水サーベイ関西, 湧き水めぐり 1, 207pp, 東方出版, 大阪, 2006.
- 湧き水サーベイ関西, 湧き水めぐり 2, 228pp, 東方出版, 大阪, 2007.
- 湧き水サーベイ関西, 湧き水めぐり 3, 194pp, 東方出版, 大阪, 2009.
- WHO, 飲料水水質ガイドライン 第 4 版, 国立保険医療科学院, 229-230, 2011.
- 安元和己・品川俊介・佐々木靖人(土木研究所), P11. 岩石の長期曝露試験による重金属等の溶出特性, 研究発表会講演論文集, 161-162, 2011.