
研究ノート

平成 22 年度における滋賀県の水道水中の アルミニウム濃度

原 博一

The Concentration of aluminum in the drinking water of Shiga prefecture from April 2010 to March 2011

Hirokazu HARA

Faculty of Education, Shiga University

Data on the water quality from April 2010 to March 2011, published by the water suppliers in Shiga prefecture, is summarized. No data exceeded 0.2 ppm, which is the drinking water quality standard for aluminum in tap water. However, aluminum is one of the complementary items, and its final target is 0.1 ppm. Several data exceeded 0.1 ppm. Such water was mainly produced from the water of Lake Biwa during the summer season. The main reason that the aluminum concentration in water exceeded 0.1 ppm was the use of poly (aluminum chloride) (PAC) as a coagulant. An aluminum concentration map of Shiga prefecture was prepared to show the distribution of aluminum concentration in the tap water samples.

Keywords: drinking water, aluminum, Shiga Prefecture, drinking water quality standards

1 はじめに

アルミニウムは、原子番号 13、原子量 26.98 の典型元素の一つであり、比重が 2.70 (20℃) と金属にしては軽いことから軽金属と言われている。地殻中においては酸素、ケイ素について 3 番目に多い質量パーセント濃度を示し、主としてアルミノケイ酸塩鉱物として多量に存在している。しかしながら、イオン化傾向が大きく還元されにくいという性質があるため、単体金属として得られたのは、19 世紀になってからである。

アルミニウムは 3 価の陽イオンになりやすいが、水中で 3 価の陽イオンが安定なのは pH4 より酸性の場合のみであり、pH が中性に近づくにつれアルミニウム水酸化物が生じ、中性では水酸化アルミニウム $\text{Al}(\text{OH})_3$ となって沈澱する。アルカリ性ではさらに水酸化物イオンが付加した、

テトラヒドロキソアルミン酸イオン、 $\text{Al}(\text{OH})_4^-$ となって再度溶解する。

アルミニウムは人体にとって必須ではないとされる。けれどもかアルミニウムは生体内でおこる 100 以上の酵素反応を阻害することが知られている (McLachlan D. R. C., 1995)。脳内に入ると脳の神経細胞を破壊し、透析脳症¹⁾の原因になったことが知られているほか、紀伊半島やグアム島における筋萎縮性側索硬化症 - パーキンソン痴呆 (ALS/PD) や、アルツハイマー型認知症との関連が疑われている (川原・黒田, 2004)。

アルミニウムは数多くの食品に含まれている。なかでも茶はその種類によらずアルミニウムを多く含むことで知られている (Flaten T. P., 2002)。またベーキングパウダーや制酸剤にも使用されている。このように我々は食品や水

等を通して日常的にアルミニウムを体内に取り込んでいる(松島・飯塚, 2001)。

ヨーロッパやカナダを中心に水道水中のアルミニウム濃度とアルツハイマー病の発症率との関係が疫学的に調査されている。1986年のノルウェーでの調査(Vogt T., 1986)から2000年のフランスでの調査(Rondeau V., 2000)まで18の研究例が紹介されている(Rondeau V. and Commenges D., 2001)が、13例が相関ありとしている。Rondeauの調査(Rondeau V., 2000)によると、アルミニウムの濃度が0.1mg/Lを越えると相対危険率が2倍を超える。同様な結果は、カナダのMcLachlanらの論文でも見られる(McLachlan D. R. C. et al., 1996)。Rondeauらは、飲料水中のアルミニウムおよびケイ素の濃度と認知障害との関連を調べ、飲料水から大量のアルミニウムを取り入れることがアルツハイマー病の発症率を高めるが、高濃度のケイ酸が共存していれば認知障害のリスクを減らすことができるとしている(Rondeau V. et al., 2009)。飲料水中に水処理に使うアルミニウム化合物が多量に溶出し、EUにおける基準値(0.2mg/L)の500-3000倍のアルミニウムを含む水道水が2万人もの人々に供されたという事故がイギリスであった(Exley C. and Esiri M. M., 2006)。

アルミニウムは平成4年に快適水質項目として、0.2ppmの基準値が定められた。平成15年の水道水水質基準の見直しの際には、世界保健機構(WHO)の示すガイドライン0.1ppmから0.2ppmを参考に、0.2ppmと定められた。アルミニウム濃度がこれ以上になると通常では問題のない程度の鉄が、アルミニウムの存在下では明白な水の色の変化を起こすことがあるということが基準値設定の理由であり、健康上の影響を考慮して決められたのではない(厚生労働省のHP)。しかしながら、水道水中にアルミニウムが検出されるのは主に沈澱凝集剤としてポリ塩化アルミニウム(PAC)を用いるためであり、これを鉄系の凝集剤に変えたり、ポリ塩化アルミニウムの使用を続けるにしても、原水のpHを適切に管理する等の方策により、0.1ppmまで低減できる可能性があるとして、管理目標項目のなかにもアルミニウムが取り入れられた(平成21年4月1日施行)。

日本においては、水道水の水質基準が0.2ppmと定められているためか、前述のような水道水中のアルミニウム濃度とアルツハイマー病の発症率との関連性を調べる疫学調査は行われていないようである。イギリスでは、影響がでるしきい値が0.11 ppmとした研究例(Martyn C. N. et

al., 1989)もあり、0.2ppmでは高すぎると考える人もいるかもしれない。

日本の水道水中のアルミニウムの濃度の集計は、日本水道協会のホームページにある水道水質データベースにまとめられているが、平成19年から21年までの3年分しかデータがない。(平成24年3月末における情報)しかも、浄水場名はあっても肝心のデータが記載されていない場合が多く、滋賀県の水道水中のアルミニウム濃度の全容を明らかにするには不十分である。

そこで本論文においては、滋賀県における水道事業者より公表されている平成22年度の水質検査結果を基にして、滋賀県における水道水中のアルミニウム濃度の全容を明らかにし、その解析を行った。

2 方法

水道事業は、水道法が適用される水道と適用されない水道に分けられる。水道法が適用される水道は、その形態により、1:水道事業(不特定多数の人に飲料水を供給するもの)、2:水道用水供給事業(水道水の卸売りをするもの)、3:専用水道(社宅等における自家用の水道)の3つに分類される。水道事業については、その給水人口により、上水道事業(給水人口5001人以上)と簡易水道事業(給水人口101人から5000人まで)の2つに分けられる。水道法が適用されない水道としては、1:飲料水供給施設(給水人口10人から100人)、2:飲用井戸、3:その他の3つに分けられる。上水道については水道法に厳密な定義はないが、簡易水道との対比で定義される。簡易水道については水道法第三条の三に規定されている。

滋賀県における水道事業者および水道用水供給事業者を表1に示した。水道用水供給事業者としては滋賀県企業庁があり、水道事業者としては各自治体(市、町における水道事業)、広域行政組合、長浜水道企業団があり、行政区域と給水区域も必ずしも一致しない。滋賀県企業庁は8市2町に浄水を販売している。琵琶湖北湖を水源とする、馬淵浄水場(近江八幡市)および吉川浄水場(野洲市)、野洲川を水源とする水口浄水場(甲賀市)の3つがその主要な施設である。

水道法第二十条には「水道事業者は、厚生労働省令の定めるところにより、定期及び臨時の水質検査を行わなければならない。」と定められている。また第二十四条の二には「水道事業者は、水道の需要者に対し、厚生労働省令で定めるところにより、第二十条第一項の規定による水質検

表 1 滋賀県内の水道用水供給事業者および水道事業者一覧（平成 22 年度）

事業者名	給水区域	備考
滋賀県企業庁	草津市、栗東市、湖南市、守山市、野洲市、東近江市、近江八幡市、甲賀市、日野町、竜王町	馬淵、吉川、水口に浄水場
大津市企業局	大津市	
草津市上下水道部	草津市	
栗東市上下水道事業所	栗東市	
守山市上下水道事業所	守山市	
湖南市上下水道課	湖南市	
野洲市環境経済部上下水道課	野洲市	
近江八幡市水道事業所	近江八幡市	
甲賀市上下水道部	甲賀市	
彦根市水道部	彦根市	
米原市土木部上下水道課	米原市	
長浜市都市建設部上下水道課	長浜市	
長浜水道企業団	長浜市の一部、米原市の一部	
東近江市水道部水道課	東近江市	
日野町上下水道課	日野町	
竜王町建設部水道課	竜王町	
愛知郡広域行政組合水道事務所	愛荘町、東近江市の一部	
甲良町水道課	甲良町	
多賀町公営企業課	多賀町	
豊郷町地域整備課	豊郷町	

水道用水供給事業者は滋賀県企業庁のみ。

査の結果その他水道事業に関する情報を提供しなければならない。」と定められている。水道事業者および水道用水供給事業者はこの法律に基づいて、年度ごとに水質検査計画を策定し、ホームページ上にて公開するとともに、水質検査結果についても公表している。平成 22 年度の水質検査結果は遅くとも平成 23 年 9 月には公表されたので、それをホームページからダウンロードし、個々のアルミニウム濃度のデータを一覧表にした。

試料の区分について、本論文では、原水、浄水、栓水の 3 つに分けた。原水とは水道水を作成する元になる水のこと、浄水とは浄水場において原水に対してろ過、塩素消毒などの処理を行った水のこと、栓水とは浄水が給水管を通った後、給水区域内の末端給水栓から採取された水のことである。水道事業者によっては浄水と栓水の区別がなされていないこともあるので、採水場所の情報を得てそれらを区別した。また原水は分析の対象になっていないことが多い。水道法施行規則第十五条の二において、「検査に供する水の採取の場所は給水栓を原則とする」とされているが、「場合により浄水施設の出口、送水施設又は配水施設のいずれかで採取してもよい」とされている。採取場所は多くの事業者の水質検査計画に記されているが、〇〇地先

とのみ記されていたり、全く記されていない場合もあった。そのような場合には直接事業者にお問い合わせ、できるだけ詳細な採水地点の情報を得るよう努めた。栓水の採水地点としては、公民館や集会所、老人憩いの家、公園等の公的施設のほか、墓地や一般民家の場合もあった。

原水としては、琵琶湖水（北湖および南湖）、地下水（浅井戸および深井戸）、河川水（表流水および伏流水）の 3 つが主なものであった。

分析に供された試料の数は、原水が 131、浄水が 40、栓水が 204 であり、そのほかに栓水のかわりに浄水がとられたデータが 21、その他、浄水池などのデータが 5 あり、合計 401 であった。同一個所で最大毎月 1 回試料を採取・分析されている場合があるので、分析数値自体は更に多い。月ごとのデータ数は 4 月が 30 データ、8 月が 167 データで、他の月のデータ数は 48 から 99 まで、合計 902 だった。データの中には水道法適用外である、飲料水供給施設（高島市 18 個所、長浜市 2 個所²⁾）のものも含まれている。

原水に対する処理法は、その水質により異なる。一番簡単な場合、原水を塩素消毒のみにより飲料水としている。琵琶湖水のようにプランクトンや粘土鉱物粒子のような懸濁物を多量に含む場合には、pH 調整→凝集沈澱（PAC）

→急速ろ過→粉末活性炭処理→塩素処理の順で処理が行われる。(塩素処理は複数回行われることもある。)河川水においても琵琶湖水以上に粘土鉱物粒子のような懸濁物が多量に含まれることがある。そのような場合でも、懸濁物の沈殿凝集にはPACが使われている。地下水では、曝気処理、脱炭酸処理、除鉄・除マンガン処理などがなされることもある。

水質検査について、水道法第二〇条には、「水道事業者は自前の水道水質検査機関を設けるか、あるいは登録水質検査機関へその分析を委託すること」とある。水質分析は厚生労働省令で定める方法によるものとされている。厚生労働省令とは、「水質基準に関する省令の規定に基づき厚生労働大臣が定める方法」(平成15年7月22日厚生労働省告示第261号[一部改正平成22年2月17日厚生労働省告示第48号])であり、これがいわゆる公定分析法とされている。アルミニウムの分析法については、「三十二 アルミニウム及びその化合物 別表第三、別表第五又は別表第六に定める方法による」とされている。別表第三はフレームレス—原子吸光光度計による一斉分析法、別表第五は誘導結合プラズマ発光分光分析装置による一斉分析法、別表第六は誘導結合プラズマ—質量分析装置による一斉分析法である。どの方法においても、試料中のアルミニウムの全量が定量される。

原水試料中のアルミニウムの化学形態としては、アルミニウム水酸化物モノマー ($\text{Al}(\text{OH})_x^{+3-x}$)、アルミニウム水酸化物ポリマー、ケイ酸アルミニウムを主体とする粘土鉱物粒子などが考えられる。琵琶湖では、有機錯体となっているアルミニウムは極少ないとされる(金尾—越川、2002)。一方、栓水中のアルミニウムの化学形態としては、アルミニウム水酸化物モノマーが大部分を占めるものと考えられる。公定分析法によると、アルミニウムの形態が何であれ、すべての形態のアルミニウムが定量されるはずである。

アルミニウムについては、法律上は栓水において年1回分析を行えばよいとされている。しかしながら、滋賀県企業庁や甲賀市、彦根市などのように特定の試料については毎月分析を行っている事業者もある。また、大津市などのように数ヶ月に1回(年4回程度)行なっている事業者もある。さらに法律どおり、最低限の年1回のみ分析が行われている事業者もある。管理目標項目としてのアルミニウムについても、栗東市、湖南市などのように、別途分析が行われている事業者もある。分析は大津市のように自前の

検査機関で行われている場合は少なく、通常、厚生労働省により認可された検査機関に委託することによりなされている場合がほとんどであった。濃度の単位は試料1Kgあたりに含まれるアルミニウムの質量をmg単位であらわしたもので、すなわちppmで表されている。分析の検出下限は用いた分析装置によって異なり、多くは0.02ppmまたは0.01ppmでありそれ以下の濃度であると表示されている場合には、濃度=0とした。

3 結果

事業者によっては、原水と浄水との対応が付く形でデータが表示されている場合がある。そのようなデータを用いて、それぞれの水中のアルミニウム濃度の相関を調べた。原水が琵琶湖水の場合と、地下水または河川水(表流水または伏流水)の場合をそれぞれ図1 aおよび図1 bに示した。図1 aでは北湖と南湖とを区別して示した。図中の円周が太くなっている○印は、両者が同一の位置にあり重なっていることを示す。なお、北湖のデータは、吉川、馬淵浄水場(滋賀県)、比良浄水場(大津市)、および下坂浜浄水場(長浜市)のもの、南湖のデータは新瀬田、膳所、柳が崎、真野浄水場(大津市)、およびロクハ、北山田浄水場(草津市)のもの、地下水または河川水のデータは、妙感寺、東河原浄水場(湖南市)、水口浄水場(滋賀県)、および豊郷北部、豊郷南部浄水場(豊郷町)のものである。同一地点で複数のデータがある場合にはすべてグラフに書き入れた。

琵琶湖水を原水とした場合、点はかなりばらついていることがわかった。原水中の濃度より浄水中の濃度が低い場合(図の右下部分)には、沈殿凝集およびろ過の操作により、懸濁態のアルミニウムが効果的に除去されていると考えられる。一方、原水中の濃度より浄水中の濃度が高い場合(図の右上部分)には、余剰のアルミニウムは沈殿凝集剤、PACからもたらされたものと考えられる。地下水または河川水が原水の場合には、琵琶湖水より遙かに多量のアルミニウムを含むことがあっても、浄水中の濃度は0.1ppmを超えることはなく、処理の過程で効果的に除去されていることがわかった。

琵琶湖水を原水にしている場合にPACの影響がどのように現れているのかを詳しく調べるため、採水月ごとに測定値をプロットした。図2に結果を示す。図2 aには原水の結果を示したが、北湖、南湖ともにおおむね0.1ppm以下であり、とくに季節変化は見られない。しかし浄水にお

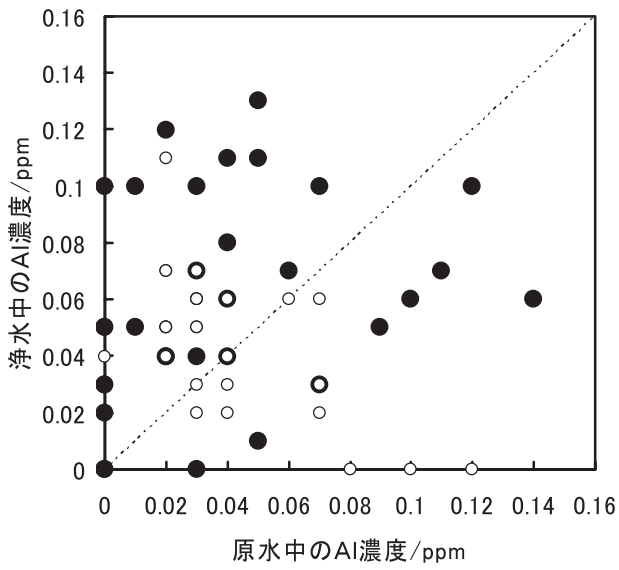


図 1 a 原水と浄水中の Al 濃度の相関
原水は琵琶湖水 (●：北湖、○：南湖)

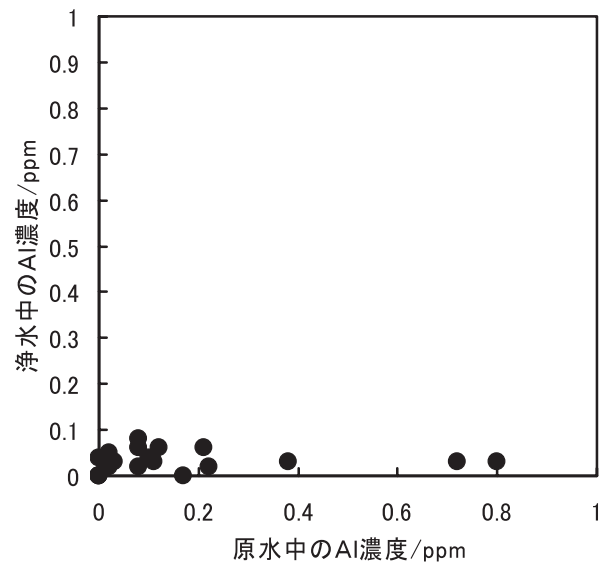


図 1 b 原水と浄水中の Al 濃度の相関
原水は地下水または河川水

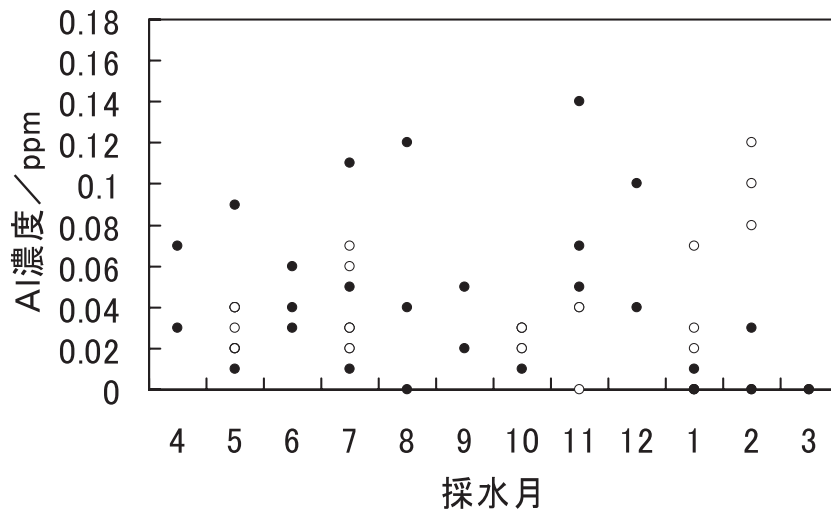


図 2 a 採水月ごとの水道水中の Al 濃度
琵琶湖水の場合 (●：北湖、○：南湖)

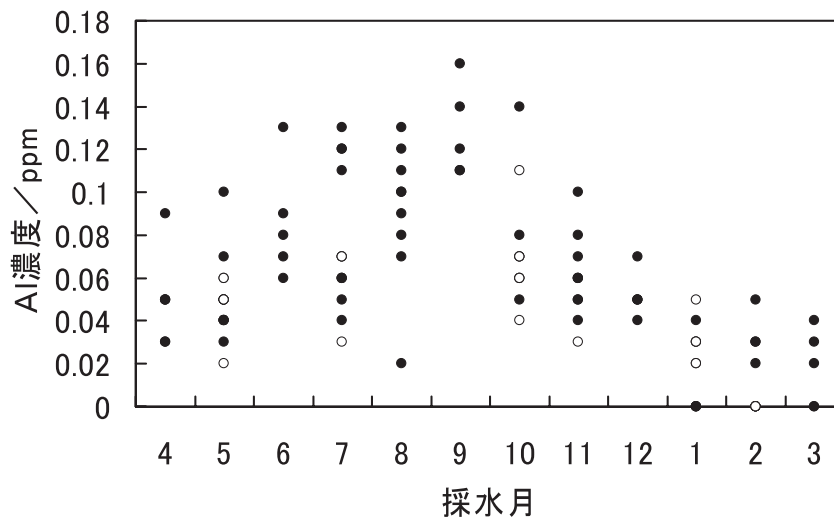


図 2 b 採水月ごとの水道水中の Al 濃度
琵琶湖水浄水の場合 (●：北湖、○：南湖)

いては、濃度の最大値には明確な季節変化が見られた。すなわち夏季に高く、冬季には低い。北千葉広域水道企業団の平成 22 年度の年報には、PAC の月別の注入率 (mg/L) が年度ごとに記されているが、夏季には水使用量も多く、注入率も高い。滋賀県ではこのような詳細なデータは公表されていないようだが、同様な状況であれば、夏季にアルミニウム濃度が高濃度になる理由に挙げられるだろう。また、夏季にはプランクトンの光合成が盛んになるため原水の pH が上昇し、アルミニウム水酸化物の溶解がおこることも原因の一つと考えられるが、浄水場ではこのようなことが起きることも想定内であり、pH を下げるために硫酸を加えたりしているという。それでもこのような結果になるということは、なお対応の余地があるものと思われる。南湖については季節変化が明瞭でないように見えるが、データが欠けている月が多く、正確には判断できない。

次に、水源の種類によらずに、浄水と栓水のデータを PAC 使用の有無によって 2 つにわけ、それぞれのアルミニウム濃度の最高値と最低値を月ごとにプロットした。(PAC 使用の有無は「水質検査計画」に明記されている場合が多いが、明記されていない場合でも、薬品による凝集沈殿の場合には PAC が使用されているものとみなした³⁾。) 結果を図 3 に示す。PAC を使用した場合には、使用しない場合よりすべての月において濃度の最高値が高くなることがわかった。また PAC 使用時であっても、濃度の最低値は 0.06ppm を超えることはなかった。PAC 使用時であっても濃度が管理目標値である 0.1ppm を超えないようにすることは可能ではないかと思われる。

最後に、栓水 (一部浄水を含む) 中のアルミニウム濃度

が県内でどのように分布しているのかを知るため、その濃度 (同一採水地点で複数のデータがある場合にはその最大値) を、滋賀県の行政区域入りの白地図⁴⁾ にプロットした (図 4)。採水地点の情報は「水質検査結果」に記載されている場合が多いが、書かれていない場合には、直接、事業者にお問い合わせ。採水が浄水場で行われている場合には、採水地点と給水区域とがかなり離れている場合もあるので、点の位置がすべて給水区域の中にあるという訳ではない。採水地点の緯度と経度は、ジオコーディングソフト⁵⁾ を用いて調べ、それらの数値を地図ソフト、MANDARA⁶⁾ に読み込ませることにより本図を作成した。

本図により、濃度の高い地域は、主に滋賀県企業庁の給水地域と彦根市であることがわかる。滋賀県企業庁の馬淵浄水場および吉川浄水場では琵琶湖を水源としており、彦根市でも大藪浄水場は琵琶湖を水源としているという共通点がある。一方、高島市や甲賀市、米原市等には 0.1ppm を越える地点は少ない。これらの地域においては、水源は地下水や河川水のことが多く、原水の水質が良いため PAC を使用する必要性に乏しい⁷⁾ ということが、アルミニウム濃度が低い一因になっていると思われる。

4 結論

滋賀県の水道水中のアルミニウムは、粘土鉱物粒子由来のものとして用いられているポリ塩化アルミニウム由来のものがあり、それらの割合は、季節により変化し、夏季においてはポリ塩化アルミニウム由来のアルミニウムの割合が増加するようである。水質基準値の 0.2ppm を越えたところはなかったが、管理目標項目での

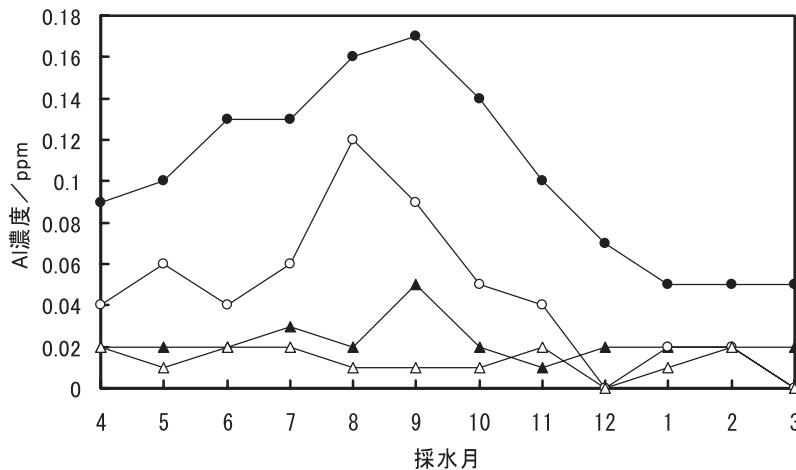


図 3 浄水および栓水中の AI 濃度に対する PAC 使用の影響

● : PAC 使用時の AI 濃度の最大値、○ : PAC 未使用時の AI 濃度の最大値
▲ : PAC 使用時の AI 濃度の最小値、△ : PAC 未使用時の AI 濃度の最小値

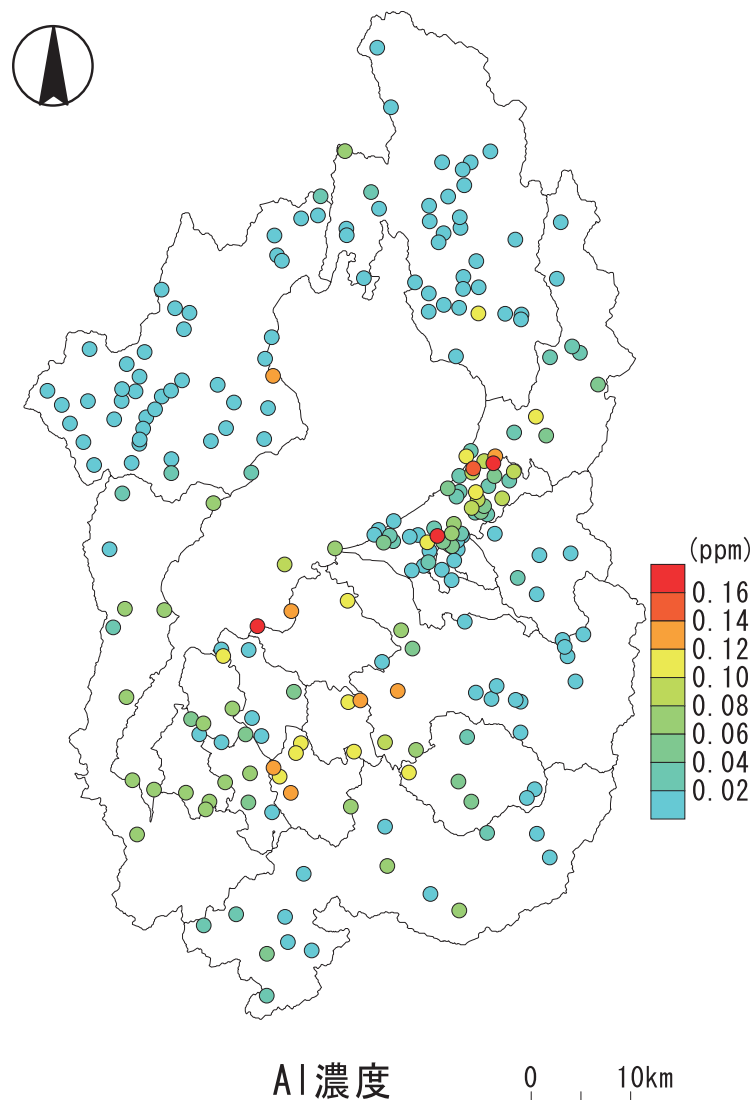


図4：滋賀県における水道水中のAl濃度の最大値
(平成 22 年度水道水質検査結果をもとに地図ソフト MANDARA を用いて作成した。)

目標値 0.1ppm を越える場合はあった。今後は、アルミニウム濃度を管理目標値である 0.1ppm 以内に抑えるため、PAC の適正な使用にさらに留意するとともに、PAC を使用しない水処理法の開発が望まれる。試料の分析においても PAC 使用時には夏季の試料を用いる必要があるものと思われる。

県内におけるアルツハイマー病の発症率の地域別分布のデータ⁸⁾があれば、図4のデータと重ね合わせてみることができると考えて、データを探してみたがそのようなデータを見つけ出すことはできなかった。また図4のデータはあくまで年間を通しての最大値であり、事業者ごとに分析頻度も異なるため、仮に比較ができたとしても意味のある結論を導き出すことはできないと思われる。

謝辞

採水場所等の問い合わせに答えていただいた水道事業者の方々に感謝します。また本論文で用いたデータの一部は、平成 23 年度の当研究室卒論生、奥田寛子氏によって収集されたものである。

日本語文献

- 川原正博、黒田洋一郎 (2004)、アルツハイマー病とアルミニウム、中野今治、水野英洋編、「よくわかるアルツハイマー病 - 実際にかかわる人のために -」永井書店、第 5 章の 4 pp.223-235.
- 松島文子、飯塚舜介 (2001)、食物および医薬品からのアルミニウムの摂取と排泄、日衛誌、56:528-534.
- 厚生労働省 HP 水道水の水質基準
<http://www.mhlw.go.jp/topics/bukyoku/kenkou/suido/kijun/index.html>

日本水道協会 : <http://www.jwwa.or.jp/>, 水道水質データベース :
<http://www.jwwa.or.jp/mizu/>
 金尾-越川 (2002)、国立環境研究所年報、A-27-2002,p235.
 北千葉広域水道企業団 水道用水供給事業年報 (平成 22 年度)
 p45.
<http://www.kitachiba-water.or.jp/data.html>

英語文献

- Exley C., Esiri M. M. (2006), Severe cerebral congophilic angiopathy coincident with increased brain aluminium in a resident of Camelford, Cornwall, UK, *J. Neurol. Neurosurg. Psychiatry*, **77** (7), 877-879.
- Flaten T. P. (2002), Aluminium in tea - concentrations, speciation and bioavailability, *Coord. Chem. Rev.*, **228**,385-395.
- Martyn C. N., Barker D. J. P., Osmond C., Harris E. C., Edwardson J. A., Lacey R. F. (1989), Geographical Relation between Alzheimer's Disease and Aluminum in Drinking Water, *The Lancet*, Saturday 14 January,59-63.
- McLachlan D. R. C. (1995), Aluminium and the risk for alzheimer's disease, *Environmetrics*, **6**,233-275.
- McLachlan D. R. C., Bergeron M. D., Smith J. E., Boomer D., Rifat S. L. (1996), Risk for neuropathologically confirmed Alzheimer's disease and residual aluminium in municipal drinking water employing weighted residential histories, *Neurology*, **46**,401-405.
- Rondeau V., Commenges D., Jacqmin-Gadda H., Dartigues J. F. (2000), Relationship between aluminum concentrations in drinking water and Alzheimer's disease: an 8-year follow-up study, *Am. J. Epidemiol.*, **152** (1), 59-66.
- Rondeau V., Commenges D. (2001), The Epidemiology of Aluminium and Alzheimer's Disease, in "Aluminum and Alzheimer's Disease The Science that Describes the Link", Exley C. (Editor);Elsevier, Amsterdam, The Netherland, 59-73.
- Rondeau V., Jacqmin-Gadda H., Commenges D., Helmer C., and Dartigues, J. F. (2009), Aluminum and Silica in Drinking Water and the Risk of Alzheimer's Disease or Cognitive

Decline: Findings From 15-Year Follow-up of the PAQUID Cohort, *Am. J. Epidemiol.*, **169** (4), 489-496.

Vogt T. (1986), Water quality and health-study of a possible relationship between aluminium in drinking water and dementia, *Sociale og okonomiske studier*, **61**,1-99.

注

- 1) 1970年代のアメリカで、長期透析を受けた患者のなかに進行性の言語障害 (どもる、またはとぎれる口調)・痙攣・ミオクロームス (自分の意志とは無関係に引き起こされる運動)・痴呆などの症状が現れ、数か月で死亡した患者が発見され、透析脳症または透析痴呆と呼ばれた。その後このような患者の脳にアルミニウムが多く蓄積され、また多発する地域では透析液中のアルミニウム濃度が高かったことがわかり、この病態の原因はアルミニウムによる脳の障害とされている。
- 2) 給水人口 20 名から 50 名の飲料水供給施設を簡易給水施設と呼ぶこともある。長浜市の 2 箇所 (木之本音羽地区、西浅井鶴ヶ岡地区) は簡易給水施設。
- 3) PAC 以外では硫酸アルミニウムが用いられるが、最近はあまり使われなくなった。(藤田賢二著 (2003)、水処理薬品ハンドブック、技報堂出版、p29.)
- 4) テクノのHP http://technocco.jp/n_map/0250shiga.html よりダウンロードしたものを一部改変の上用いた。
- 5) 埼玉大学教育学部 谷謙二氏のホームページ (<http://ktgis.net/index.php>) にある。
- 6) 地図ソフト MANDARA のHP <http://ktgis.net/mandara/index.php> 埼玉大学教育学部 社会科教育講座 人文地理学 谷謙二氏の作成による。
- 7) 例えば高島市の水質検査計画によると、水処理法として、塩素消毒のみ、あるいは、緩速ろ過または膜ろか+塩素消毒の組み合わせが行われている。
- 8) 厚生労働省の患者調査 (総患者数 (患者住所地)、性・年齢階級 × 傷病小分類 × 都道府県別) によれば、平成 20 年度における全国のアルツハイマー病患者の総数は 24 万人、滋賀県では 2 千人、平成 23 年度では同 36 万 6 千人、滋賀県では 3 千人となっている。