

水の静岡地図（その2）

The Atlas of WATER in Shizuoka Prefecture (Part 2)

小澤 幸紀¹、川口 慶祐²、藤川 格司³

OZAWA Kouki¹, KAWAGUCHI Keisuke², FUJIKAWA Kakuji³

1. はじめに

「水の静岡地図」（増田 他 2016）は「水の日本地図」（沖 2012）を参考に、静岡版として作成し、身の回りにある水から現況を明らかにした。水の静岡地図の基本地図から、静岡県は水の豊かな地域であり、特に、富士山と南アルプスの山地に利用可能な水が豊富に存在することがわかった。

そして、静岡県では、豊富な降水量に支えられて、おいしい水の条件である硬度、蒸発残留物、遊離炭酸、COD（過マンガン酸カリウム消費量）、臭気度、残留塩素と水温が、そろっていることがわかった。

暮らしで使う水として、静岡県においても各市町村で水道料金の値上げが検討されている。このような状況下で、今まで通りの水質等の水準を維持するには、低費用高効率の処理や施設更新の技術革新が必要である。そして、一人当たりの1日の水道水の使用量のうち、本当に必要な量はどれくらいなのかを考える時期に来ている。トイレの洗浄水は費用をかけて浄化した飲める水を、1回につき6L（旧式では13L）も流している。これについて、沖（2012）は、水に関するリテラシー（人々が水を身近に感じ、水と積極的に関わり、自らの問題として水と向かい合うことができるようになる意識と、それらを実現可能にする適切な知識）が失われつつあると指摘している。しかし、どのようにして水に関するリテラシーを持てばよいのか不明である。

作成した水の静岡地図により、静岡県の水に関することを意識することで知識とし、水の危険性などの問題点が認識できたと考える。日本では水道水をそのまま飲んでいるが、外国では水道水をそのまま飲めるところは少ない。これは、上下水道の普及の歴史にあるように、今までの努力のたまものであり、今後も継続していく必要がある。そのためにも、一人ひとりが水に関するリテラシーを持つ必要があり、水の静岡地図のように水に関する情報が必要である。しかし、水の静岡地図に表示した項目は市町村単位の平均値となり傾向が明瞭ではなかった。

本研究では水道水源ごとの資料と静岡県の水に係る資料を収集し、より詳細な水の静岡地図を作成した。そして、水に関するリテラシーを持つために、静岡環境地図帳（静岡県の環境に関する地図帳 Environmental Atlas）の作成も試みた。

¹ 株式会社バロー

² 富士山南東消防本部

³ 常葉大学大学院環境防災研究科

2. 研究方法

水の静岡地図は、環境地図帳として静岡県に関するあらゆる事象を表現することを目指している。

まず、静岡県の市町村の水道水源ごとに、水に関する情報を収集し、GIS（地理情報システム）を使って水の静岡地図を作成した。水に関する情報は、平成25年度静岡県の水道の現況を使用した。水質の項目は、原水の種類、pH、硬度、ナトリウム及びその化合物（Na）、硝酸態窒素、塩化物、蒸発残留物を使用した。水道水源の位置は公表されていないので、水源の住所で特定した。

次に、流域単位で静岡県の水資源と河川水質の把握を試みた。大石（2013）を参考に、流域単位で水資源を評価する水資源容量を作成し、小林（1961）の河川水質資料から水質組成比により流域の地質や土地利用等との関係性を表現した。また、現状と比較するために国土交通省の水文水質データベースの資料も利用した。

そして、水環境の変化をもたらす気温の上昇について、気象庁の資料を基に静岡県の場合を詳細に検討した。また、その影響で洪水が発生すると考え、国土交通省の資料から洪水ハザードマップを作成した。

最後に、水文と環境Ⅰの講義でおこなっている「みんなで行なう酸性雨調査」の結果を表示し、人間活動の影響による環境の変化を示した。

GISは、地理情報分析支援システム「MANDARA」(<http://ktgis.net/mandara/>)を使用した。静岡県市町村の行政界は国土数値情報（NO3-110331_22.xml）をダウンロードした。等値線はGISソフト「MANDARA」の等値線モードにより作成した。

3. 結果・考察

3.1 水道水源ごとの水質の分布

図-1に水道水源ごとの原水の種類を示し、水源の地域性を検討した。原水の種類は静岡県の水道の現況に記載されている伏流水、浅井戸、深井戸、湖沼水、湧水、表流水の6種類である。原水の種類を見ると、伊豆半島では湧水、表流水と浅井戸の利用が多く、温泉と関係する深井戸の利用は少なくなっている。富士山周辺では湧水が有名であるが、水道水源には深井戸が多く利用されている。安倍川、大井川、天竜川の扇状地での水道水源は、深井戸によるものが多いことがわかる。静岡県の水道水源は地形、地質と関係し、地域性があることを示している。

図-2に水道水源ごとの原水の種類と硬度の分布を示し、地質との関係性を検討した。水の味を表すのに、水の硬さに関する指標（硬度）がよく使われる。硬度とは、水に含まれるカルシウムとマグネシウムの濃度を意味する。硬度の低い水を軟水、高い水を硬水と呼び、一般に軟水はくせがなく、まろやかな味があるため飲料水として適しているとされる。分類では100mg/L未満を軟水、それ以上を硬水としている。水道水質基準値では、石けんの泡立ちへの影響を考慮して、300mg/L以下と設定している（厚生労働省）。カルシウムやマグネシウムは、岩石や土壌から時間をかけて地下水へと溶け出している。沖縄を除く日本のほとんどの地域では、火山性の地質が多く、地下水の滞留時間が短いため硬度が低い傾向にある。

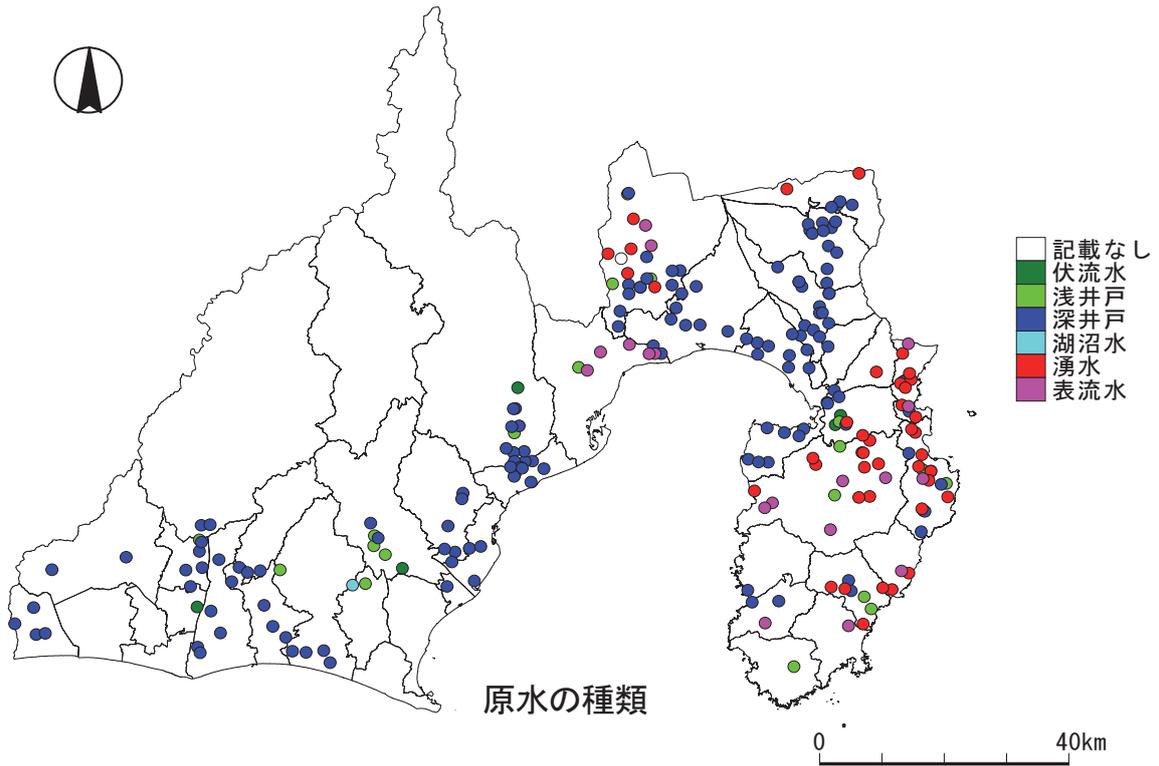


図-1 水道水源ごとの原水の種類

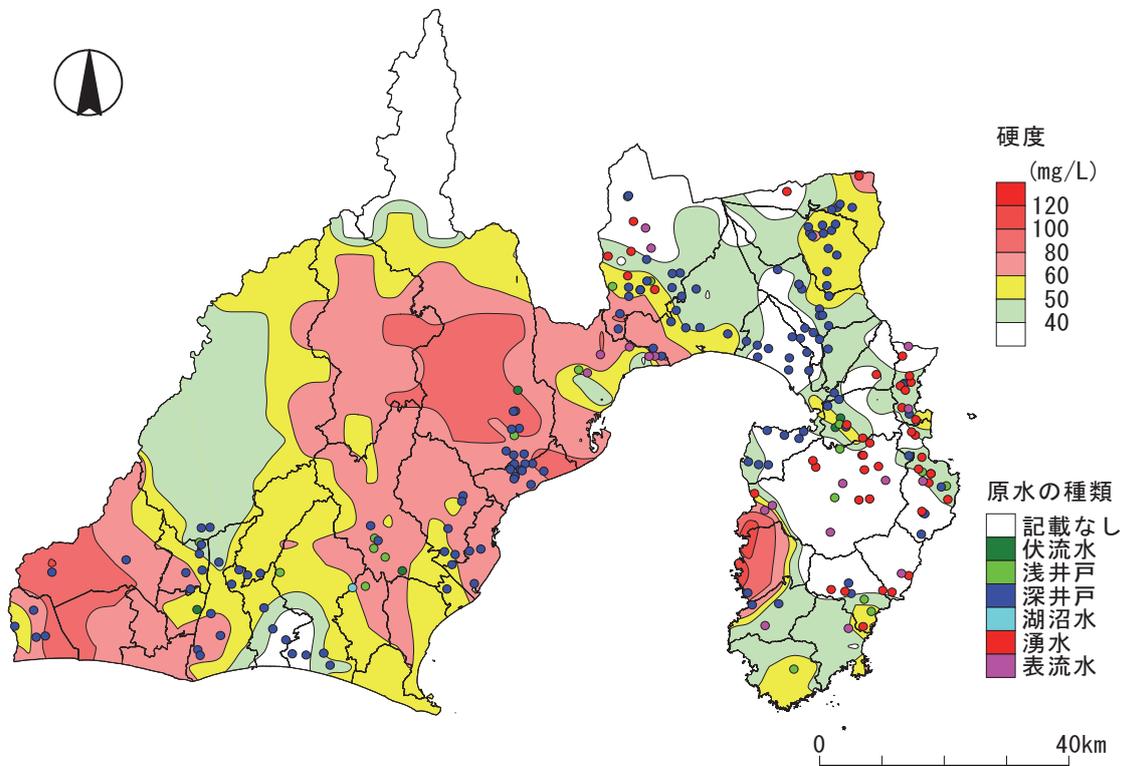


図-2 水道水源水の硬度の等値線

静岡県の地質は西部北部が領家変成帯に属し、変成岩類が分布している。中・西部は付加帯、さらに河川による洪積層となっている。東部・伊豆は、伊豆-小笠原海底山脈が衝突した南部フォッサマグナ地域である。富士山などの火山による火山噴出物がある上を覆っている。

図から東部の火山性の地質では硬度が低く、西部の堆積物の地質では硬度が高い傾向にあり、地質による地域差が表れている。特に、火山性の地質の伊豆半島では、深井戸ではなく表流水や湧水を水道水源として使用しているため、滞留時間が短く、硬度が低くなっている。また、滞留時間の長い富士山周辺の深井戸では、火山性の地質のため硬度が低いこともわかった。

図-3に水道水源水の硝酸態窒素濃度の等値線と市町村ごとの硝酸態窒素濃度の平均値を示した。「水の静岡地図」(増田 他 2016)の市町村ごとの平均値 (b) では明らかにできなかった硝酸態窒素の分布図を示した。

硝酸態窒素は窒素肥料、腐敗した動植物、生活排水、下水などの混入により地下水・河川水などで検出される。窒素は水や土壤中で硝酸態窒素、亜硝酸態窒素、アンモニア態窒素に変化し、酸化状態では硝酸態窒素で存在する。水道水に硝酸態窒素が高濃度に含まれると、飲用した幼児にヘモクロビン血症(チアノーゼ症)を起こす危険性があるので注目されている。硝酸態窒素の水道水質基準値は10mg/L以下である(厚生労働省)。

硝酸態窒素の分布(a)をみると、富士市、牧之原の茶畑がある地域で高く、茶畑の肥料の影響と考えられる。鹿園(2014)は富士市における湧水の硝酸態窒素の同位体分析をおこない、窒素は化学肥料起源であることを指摘している。これは硝酸態窒素の分布図と矛盾しない。水道水源の水質からも肥料による汚染の状況が明らかになった。農業分野においても「持続可能な水利用」の観点から重要な問題である。

図-4に水道水源水の蒸発残留物の等値線を示し、水質の全体的な傾向を示した。蒸発残留物は水中に浮遊や溶解して含まれるものを、蒸発乾固したときに残渣として得られた物をいい、総量をmg/Lで表したものである。表流水や湧水を水道水源として使用している地域は値が低く、深井戸を利用している水源では高くなっている。

水道水の主な蒸発残留物成分は、カルシウム、マグネシウム、シリカ、ナトリウム、カリウム等の塩類及び有機物であり、適度な濃度(30~200mg/L)がおいしいと言われている。水道水の味覚の観点

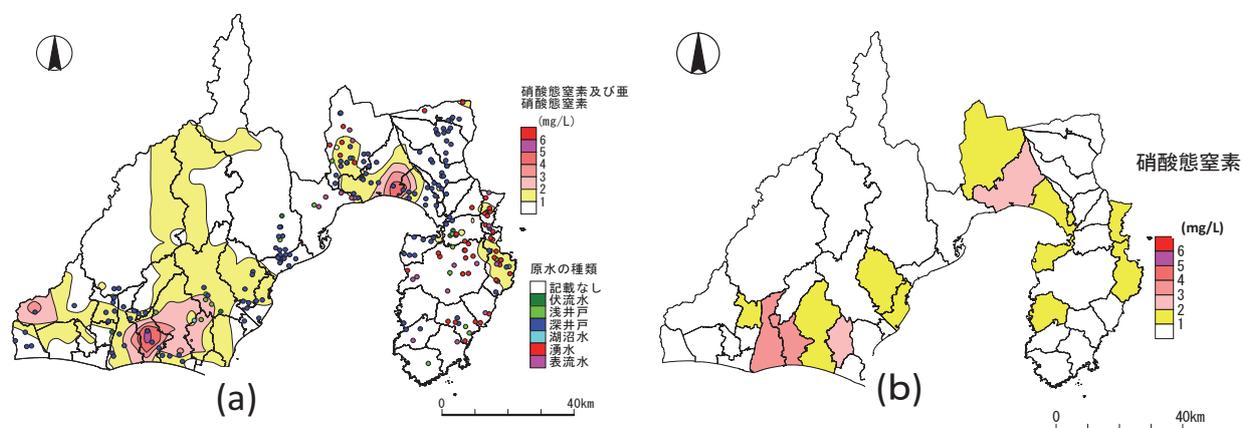


図-3 水道水源水の硝酸態窒素濃度の等値線と市町村ごとの硝酸態窒素分布 (a)は水道水源ごとの等値線,(b)は市町村ごとの平均値

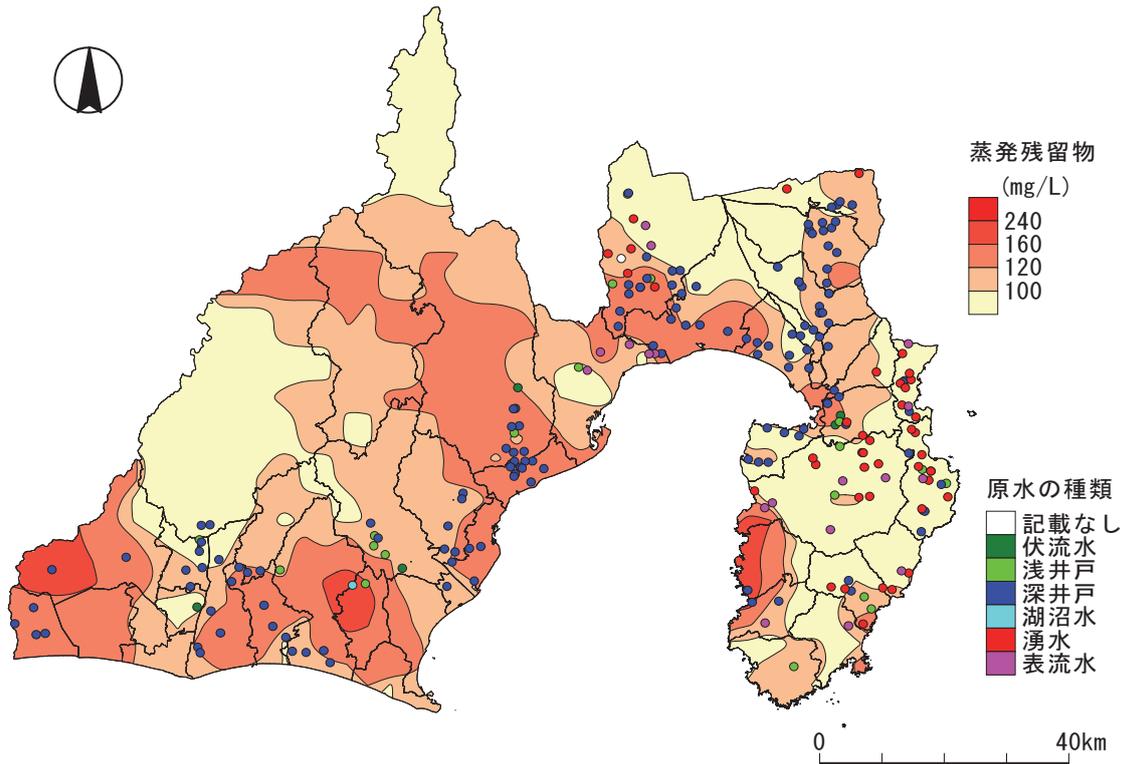


図-4 水道水源水の蒸発残留物の等値線

から水道水質基準値は 500mg/L 以下と定められている（厚生労働省）。

西伊豆町は 200mg/L を超えているが、静岡県内は適度な濃度を示している。富士山周辺を見ると三島市、裾野市、小山町が 100mg/L ぐらいであるが、富士市、富士宮市では 120mg/L を超えている。同じ富士山の深井戸の地下水であるが、土地利用等の違いや箱根や愛鷹山の地下水の影響により異なると思う。安倍川、大井川、天竜川の扇状地での水道水源は深井戸によるものも多く、蒸発残留物も多くなっている。硬度も高い傾向を示すことから、河川堆積物による地質の影響と考えられる。

図-5 に水道水源水の塩化物濃度の分布を示した。塩化物は地質や海水の浸入、下水、家庭排水、工場排水及びし尿などの混入によるとされており、高濃度に含まれると味覚を損なう原因となる。水道水質基準値は 200mg/L 以下である。沿岸部の市町村が 8mg/L 以上で、内陸部はそれより値が低くなっている。

静岡県の塩化物の分布図から、富士山周辺で少し濃度が高く、汚染の影響が考えられる。他の地域は濃度も低く、汚染の影響ではなく地質や風送塩の影響と考えられる。西部地域の浜名湖の西側で塩化物の高濃度地域がある。これは、地下水利用が多いことから塩水化によるものと考えられるが、原因は不明である。

図-6 に水道水源水の pH の分布を示した。水の pH は、水が通ってきた地質、土壌中の炭酸ガス、海水の影響や人為的な影響を受けて決定される。一般的に、表流水の pH は中性付近で、深井戸の地下水の pH は若干高い傾向がある。

伊豆半島では表流水などは中性であるが、深井戸は高い pH を示している。愛鷹山周辺を中心に、富士山東部は高い pH を示している。安倍川流域では pH は若干高く、大井川、天竜川流域では中性であ

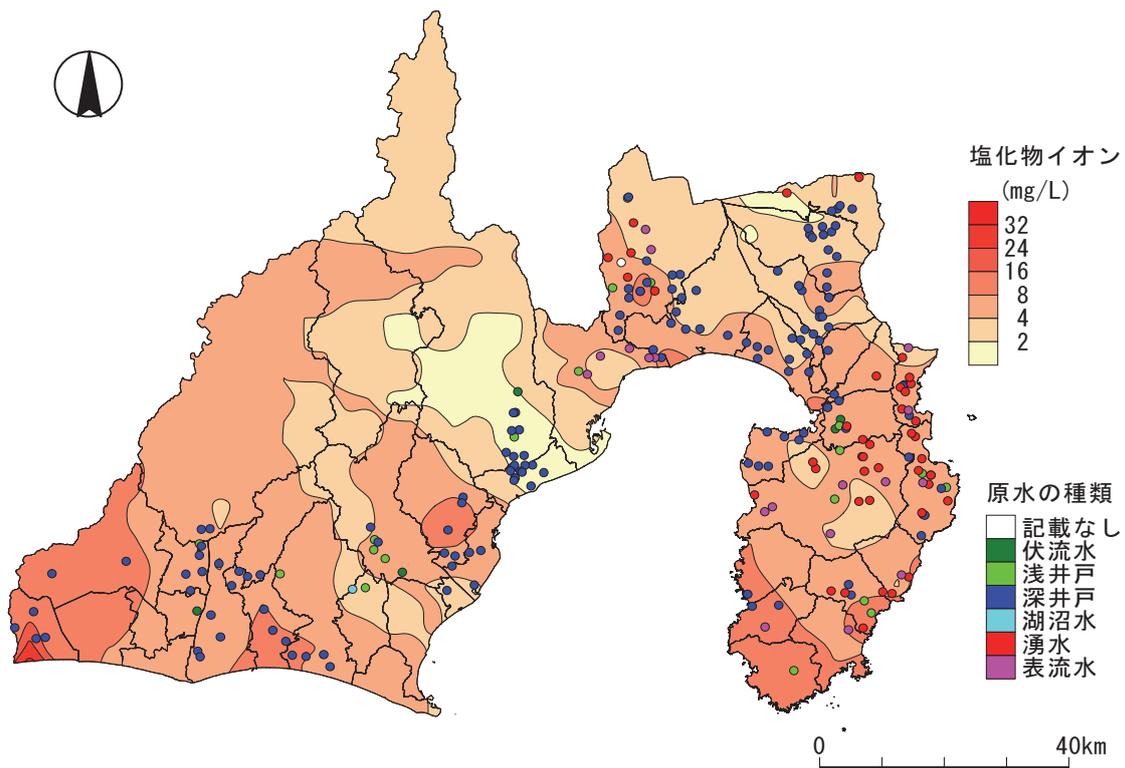


図-5 水道水源水の塩化物イオン濃度の等値線

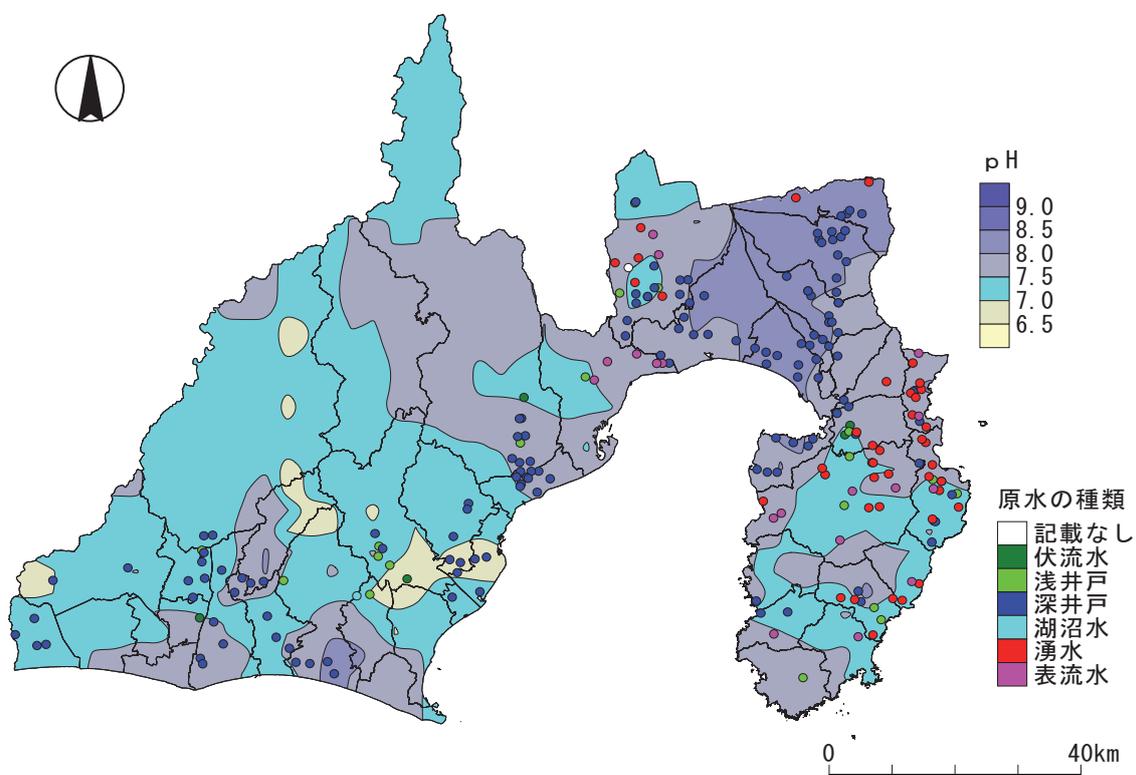


図-6 水道水源水のpHの等値線

る。海岸沿いは高い pH を示している。

佐藤 他（1997）は、主要無機イオンを用いて、水質組成から富士山周辺の湧水、地下水を分類している。それによると富士山周辺の地下水は、Ca-HCO₃ 型、愛鷹山周辺の地下水は Na-HCO₃ 型に分類され、Ca イオンと Na イオンが溶出するなど地質の影響により、高い pH を示していると考える。

図-7 に水道水源の種類ごとの水質（Na：ナトリウム及びその化合物、硬度、pH、蒸発残留物）を示した。

全体的に、岩石、土壌との接触時間の長い深井戸は高濃度である。特に、ナトリウム及びその化合物（Na）濃度ではその傾向が強く、深井戸ほど高濃度になっている。pH は、図-6 で述べたが愛鷹山、富士山周辺の高い値が影響していると考えられる。水道水源の種類によって、水質が異なり地域性がある。この地域性は飲用している人や動植物に影響すると考えるが今後の課題としたい。

3.2 流域単位で見た水資源容量と河川水質

持続的な水利用を考える場合、流域単位での水循環システムの解明が重要である。図-8 に大西（2013）の資料から流域ごとの潜在的水資源高を算出し、利用可能な水資源の量を示した。潜在的水資源高の単位は mm で、降水量と同じ単位で表している。

潜在的に利用可能な水資源量は、土地に浸透する量を対象としている。基本的には、年間降水量のうち、蒸発による損出量を山間部で 600 mm、平地部で 840 mm として、そのうちの浸透量を潜在量と想定し、土地利用ごとの水分浸透能指数を乗じ試算している。浸透量を計算する水分浸透能指数を「植林地：0.8」、「普通畑：0.7」、「公園・草地・裸地：0.6」、「宅地：0.3」、「田園・水面：0.2」、「都市：0.1」と設定して試算している。

「水の静岡地図」（増田 他 2016）で、静岡県は水の豊かな地域であり、特に、富士山と南アルプス

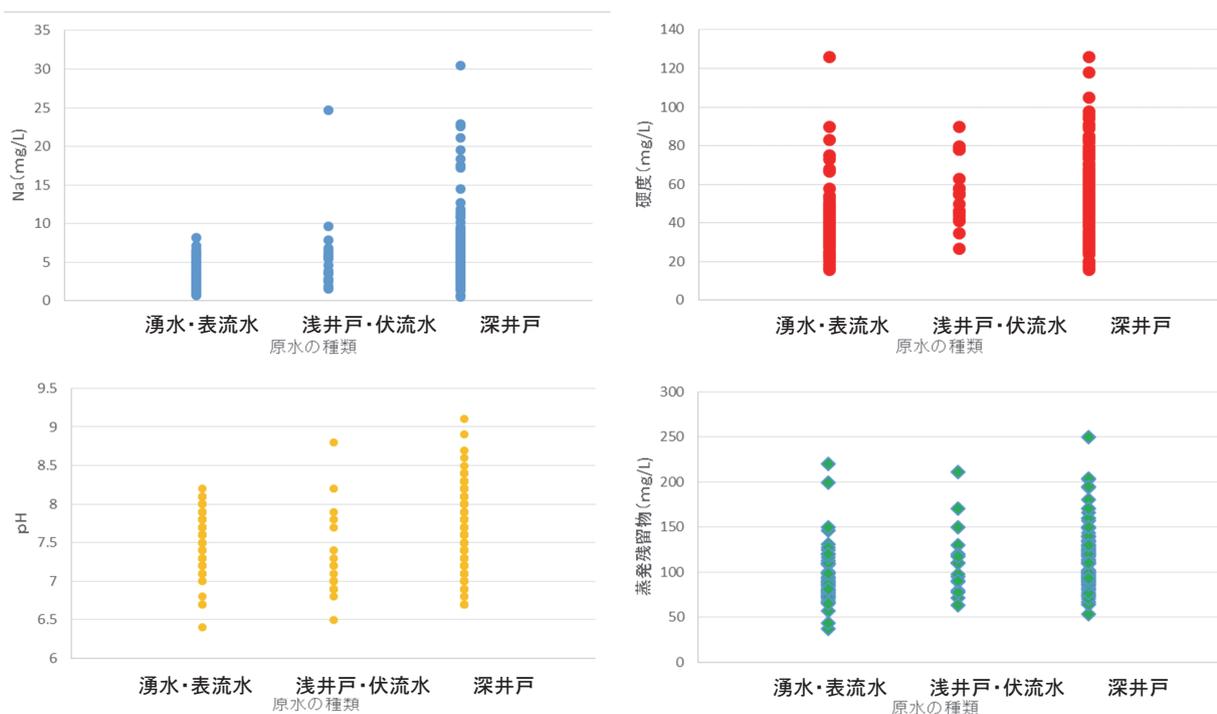
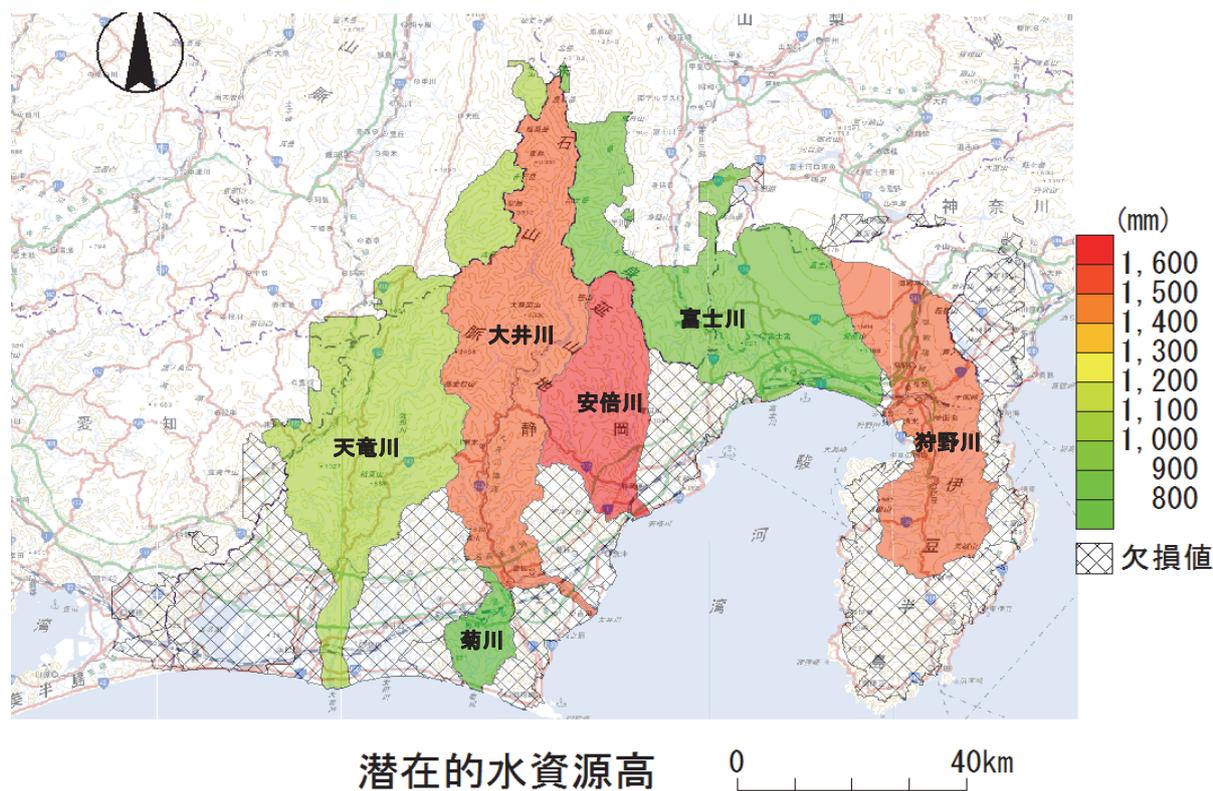


図-7 水道水源の種類ごとの水質の相違



国土地理院
地理院地図(標準地図)

図-8 流域ごとの潜在的な水資源高

の山地には利用可能な水が豊富に存在することを示した。潜在的な水資源高では、流域ごとの図から安倍川、狩野川、大井川が1500mm以上と高く、菊川が793mmと低くなっている。また、流域面積の大きい富士川、天竜川は1000mm前後となっている。

潜在的に利用可能な水資源量は、植林地の比率が高い安倍川、狩野川、大井川で多く、植林地の比率が低い菊川で少なく、土地利用の違いが反映されている。また、流域が広く、雨の少ない内陸部が多いため富士川、天竜川は少なくなっていると考えられる。これらの値が、次の水資源容量の基礎資料となる。

図-9に流域の人口により必要とする水資源量に対して、潜在する水資源量の比率で水資源容量を示した。この指標は、大西(2013)によると潜在的に利用可能な水資源量と、総水需要の関係を明らかにしている。水資源容量は、「環境単位での潜在的な水資源量」を「1人当り需要量に環境単位内人口を乗じた総水需要量」で除した値である。単位は%で、流域が必要とする水資源量に対して潜在する水資源量の比率を示している。

水需要量には農業用水需要、工業用水需要、家庭用水需要、年活動用水需要が含まれている。日本の総水需要量(約870億トン)と総人口(約1億2700万人)より、1人当り需要量(約685トン/年)をもとめ、流域単位内の人口を乗じることにより総水需要を試算している。また、潜在的に利用可能な水資源量は、図-8で求めた土地に浸透する量を対象としている。

静岡県では流域ごとの水資源容量は、200%から1000%まで存在している。天竜川では1016.1%、大井川では953.1%と高い値を示している。最少の菊川流域でも247.0%である。これは、水が豊富に存在すること、流域内の人口が少ないことによる。日本全体と比較すると、少ない流域では関東地方の鶴

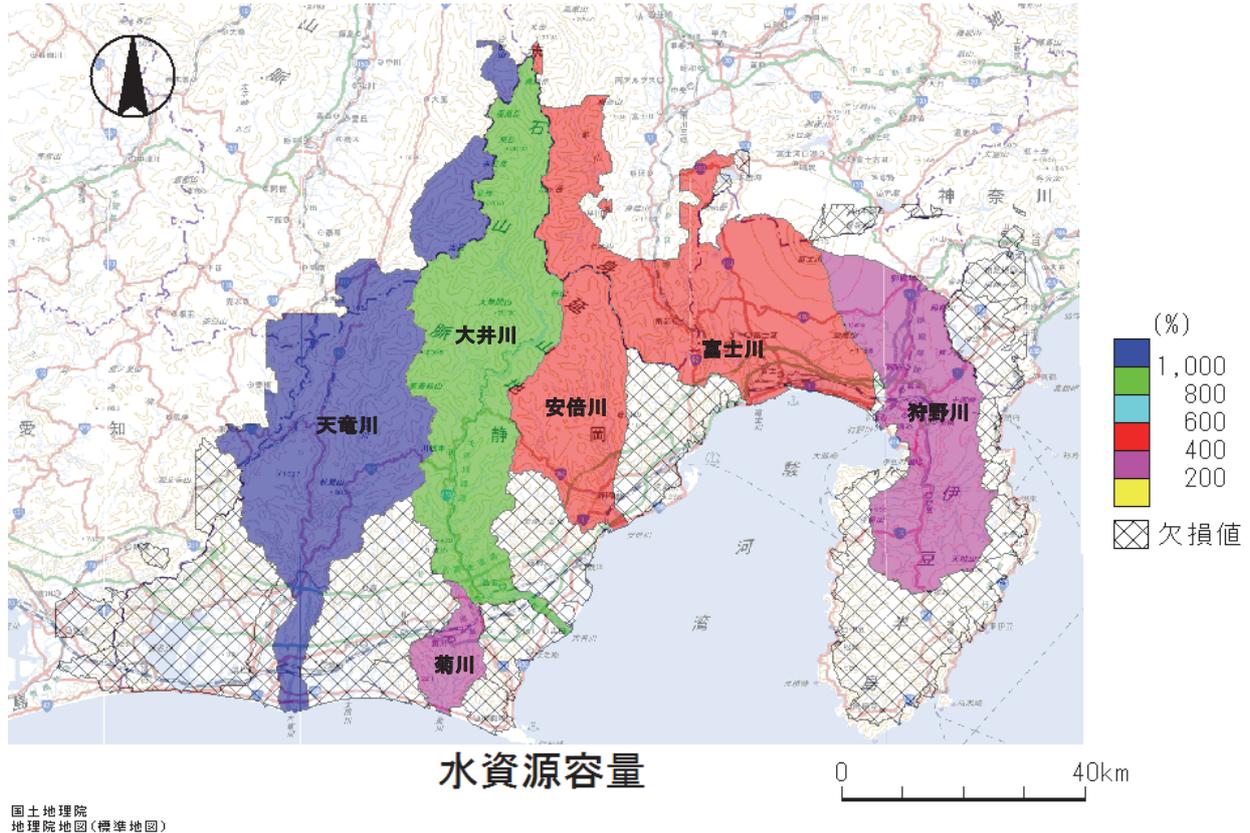


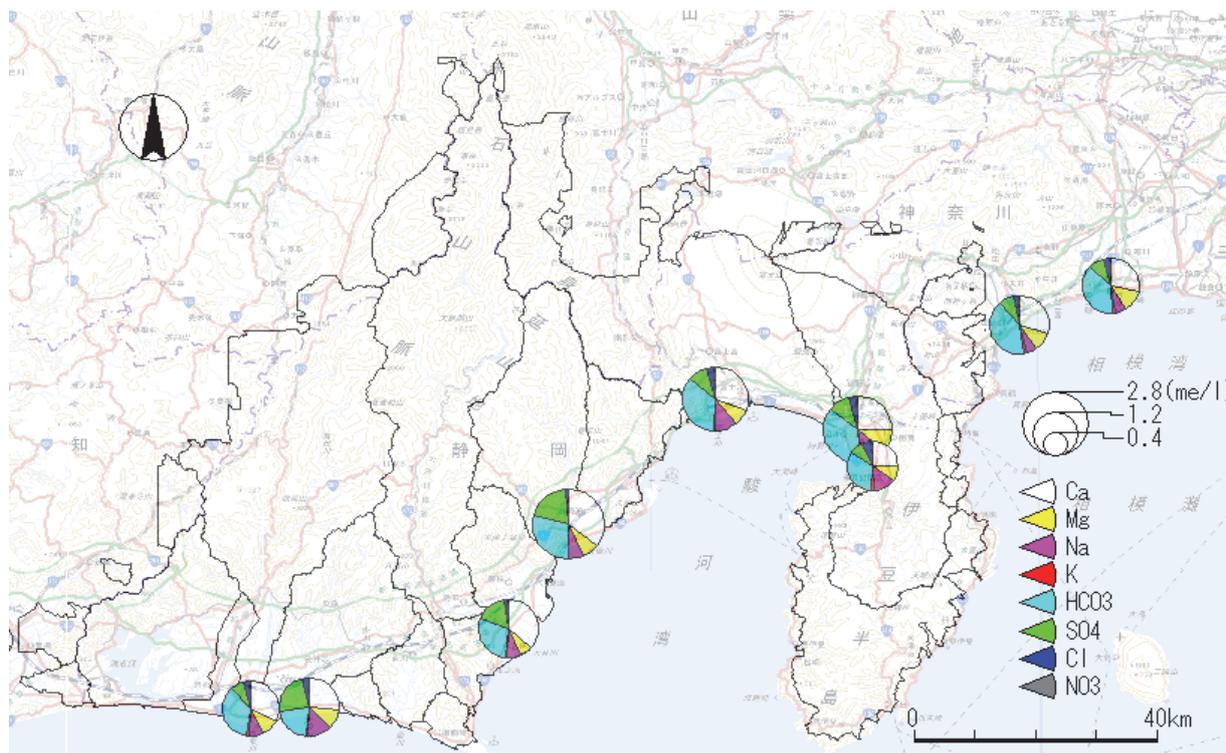
図-9 流域ごとの水資源容量

見川で4.3%、荒川で16.5%、多摩川で26.9%、利根川で81.8%、相模川で126.7%、近畿地方の大和川で28.9%、淀川で77.0%、中部地方の庄内川で28.3%である。多い流域では北海道地方の沙流川で10793.3%である。静岡県の水資源容量には十分余裕があることがわかった。

そして、食料の自給率を考えると、流域内だけでは解決せずに、輸入による仮想水（バーチャルウォーター）も考えなければならない。総水需要量約870億トンに仮想水の約400億トンを加えて計算すると1人当り需要量約685トン/年が約1000トン/年となる。流域内で自給をするには、1人当り需要量が増加し、前途の水資源容量の値の約7割に減少する。静岡県では最少の菊川流域が168.0%に減少する。関東地方では、鶴見川が2.9%、荒川が11.3%となり、余裕がなく他の流域に大きな影響を与える状態となる。

図-10に静岡県の主な河川の水質組成を、小林（1961）の資料を使用して円グラフで示した。国土交通省の河川水文水質データベースには、主要な無機イオン濃度等（ Na^+ 、 K^+ 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 Cl^- 、 SO_4^{2-} 、 HCO_3^- 、 NO_3^- 、 SiO_2 ）を表示していないため、地質等との関係を把握できなくなっている。そこで、1950年代を中心に採水し分析している小林（1961）の資料を利用して、水質組成から地質等の地域性を検討した。

円グラフの大きさは全体の濃度を示し、円内の比率は各イオン濃度（me/L）を表している。静岡県の河川についてみると、塩素イオン濃度が0.06～0.10 me/Lと著しく低く、硝酸イオン濃度も表示されないくらい少ない。現在の国土交通省の河川水文水質データベースでは測定項目が違うが、硝酸態窒素及び亜硝酸態窒素濃度は0.03～0.17 me/Lと高くなっている。これは1950年代の河川水質は農業や



国土地理院
地理院地図(標準地図)

図-10 静岡県周辺の河川水質

人為的な影響がまだ少ないことを示していると考える。

黄瀬川、富士川、安倍川は円グラフが大きく、カルシウムイオン、硫酸イオン、 HCO_3 イオン、および蒸発残留物が多いことがわかる。西側の安倍川、大井川、大田川では、カルシウムイオンと硫酸イオン濃度の比率が高く、東側の河川と異なり、火山性の地質との違いと考える。

図-11 に河川水の HCO_3 イオン濃度と（陽イオン-塩素イオン）濃度との相関を示した。鹿園（2014）によると、汚染の影響のない条件では、 HCO_3 イオン濃度と、全陽イオン濃度は等当量比になる。ただし、塩素イオンは岩石中にほとんど含まれないため、陽イオン濃度から塩素イオン濃度を差し引くことで風送塩などによる影響を補正した。全体的には明瞭な相関関係はみられないが、等当量比直線を基準にしてみると、同直線の近傍にプロットされている試料と全陽イオンの濃度側に偏っている試料があることがわかる。同直線からのずれが大きい試料（安倍川、大井川、大田川）は、共通して硫酸イオン濃度の高い試料であることがわかり、人為的汚染の影響を考慮に入れる必要があることがわかる。

図-12 に流域ごとのケイ酸濃度を棒グラフで示した。比較のためにカルシウムイオンと HCO_3 イオン濃度も合わせて表示した。棒グラフの大きさは3成分の濃度を表している。西部ではカルシウムイオン濃度が高く、東部ではケイ酸濃度と HCO_3 イオン濃度が高いことがわかる。

富士山周辺の富士川、狩野川、黄瀬川、相模川、酒匂川はケイ酸濃度が高く、小林（1961）が指摘しているように火山性の地質により増加している。相模川、酒匂川の流域は、富士山の噴出物の影響により高い濃度を示している。一方、火山性の地質のない西側の4河川のケイ酸濃度は低く、地質による地域性が表れていると考える。

図-13 に流域の人口と硝酸態窒素濃度の関係を示した。流域の人口は、流域単位ではなく、河川が通

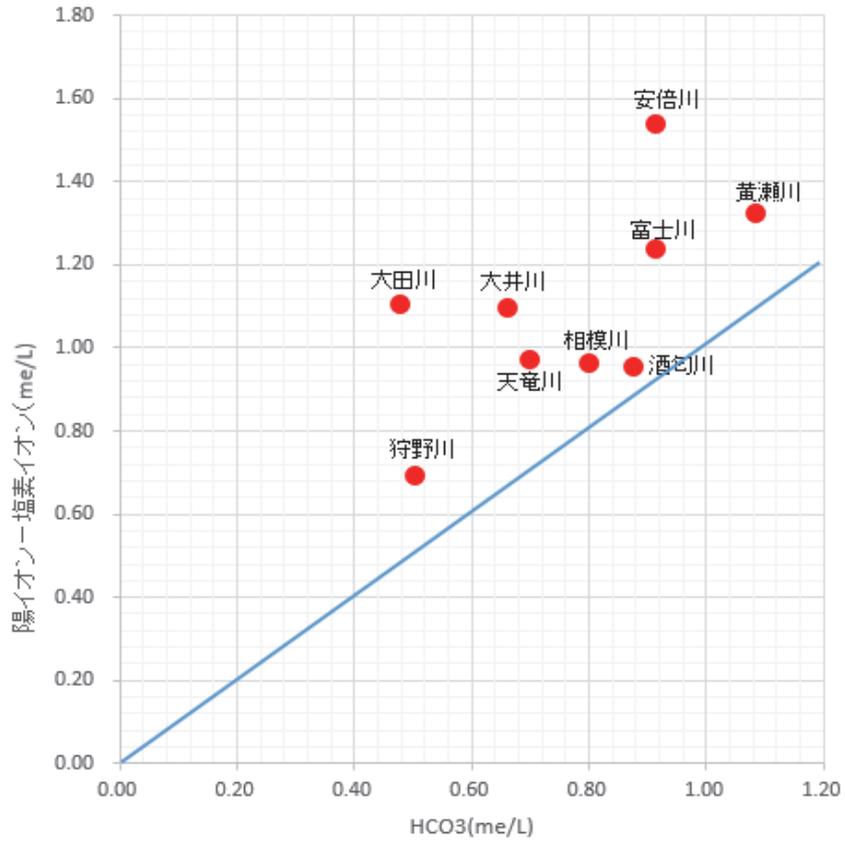


図 -11 河川水の HCO₃ イオン濃度と（陽イオン-塩素イオン）濃度との相関

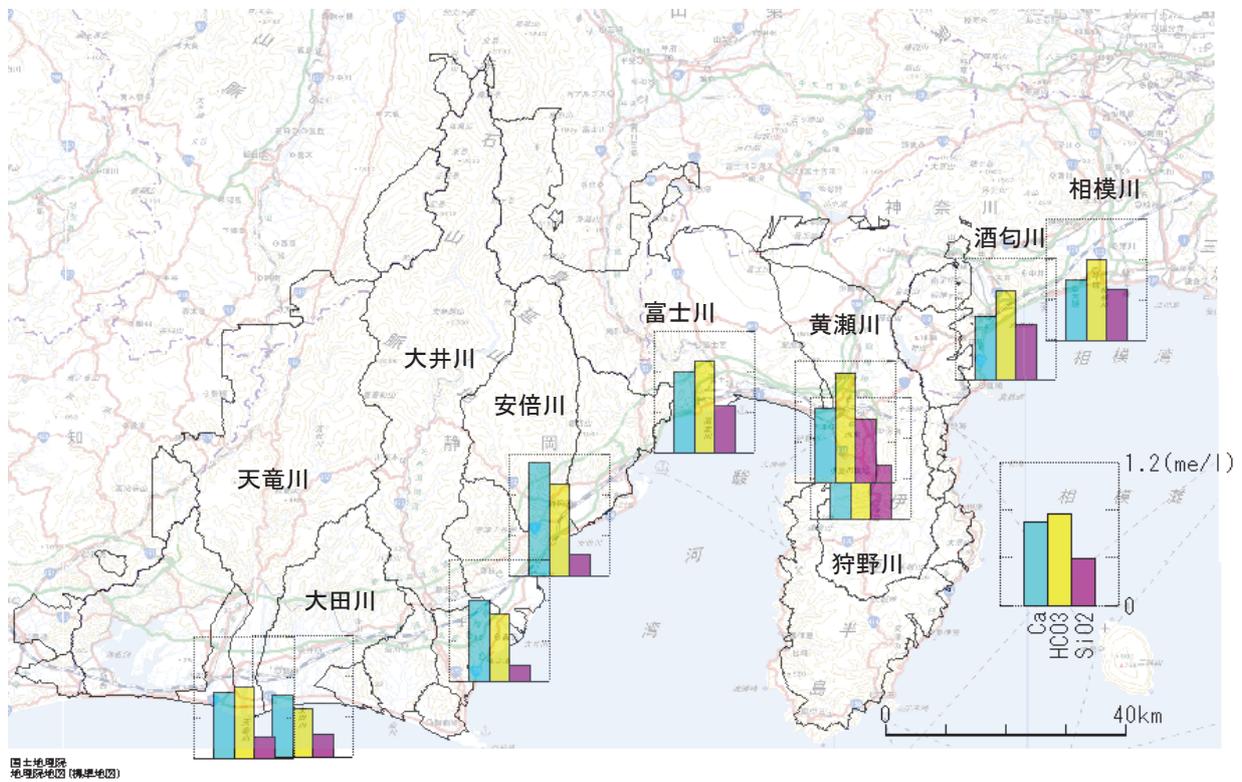


図 -12 流域ごとのケイ酸濃度の違い

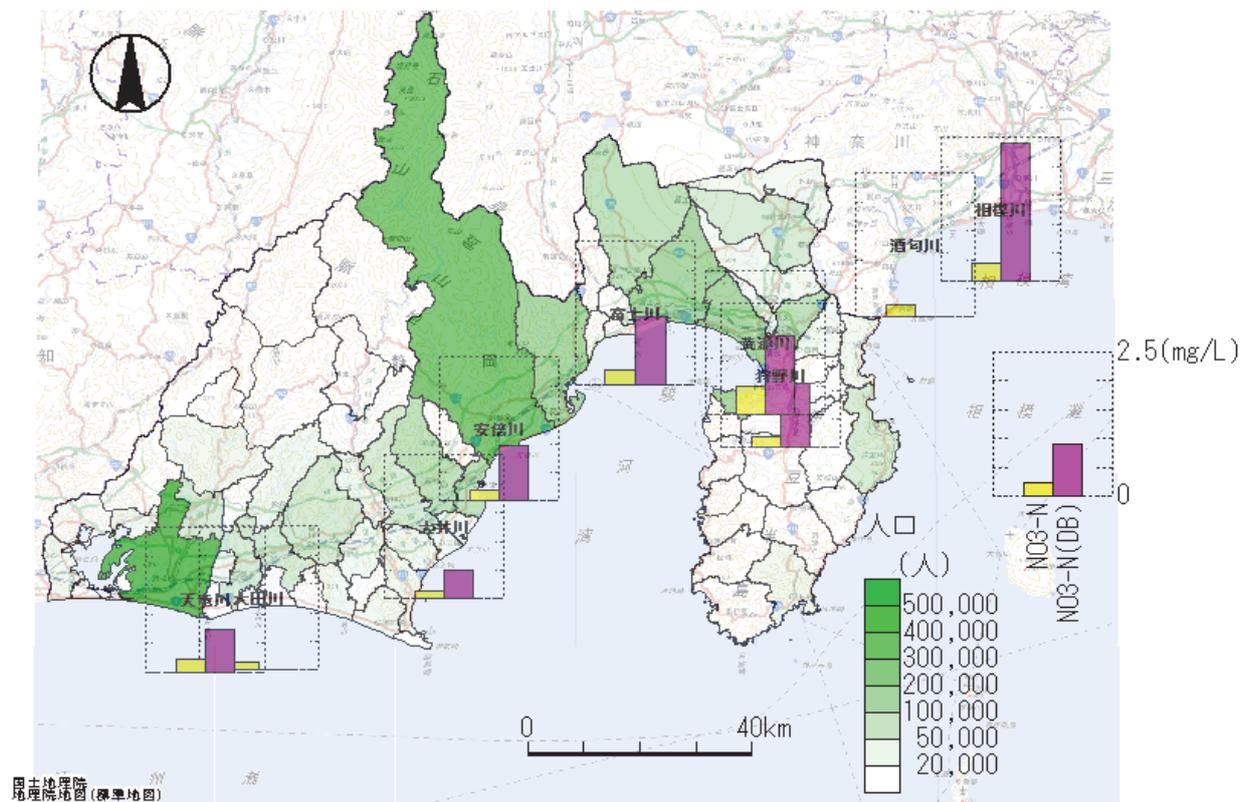


図-13 流域の人口と硝酸態窒素濃度

過する市町村ごとに表示した。硝酸態窒素濃度は、小林（1961）の資料を NO₃-N、国土交通省の河川水文水質データベースの1990年から2015年までの年平均値を NO₃-N（DB）として使用した。大田川と酒匂川は河川水文水質データベースにデータがなかったため、小林（1961）の資料のみを表示した。

図から、すべての河川で NO₃-N（DB）濃度が高く、NO₃-N 濃度の5～10倍を示している。分析方法の違いはあるが、硝酸態窒素濃度は増加していることを示している。特に、流域の市町村の人口が多い、安倍川、富士川、黄瀬川、相模川の増加が大きいことがわかる。狩野川は支流に黄瀬川があり、その影響で高く表示されている。

また、NO₃-N（DB）濃度は、人口だけでなく化学肥料の使用も影響していると考えられる。化学肥料の使用量については、把握していないので今後検討するが、すべての河川での増加は異常である。水道水源の水質からも肥料による汚染の状況を示したが、世界中の河川で問題となっている硝酸態窒素の増加が、静岡県の河川においても発生していると考えられる。

3.3 水環境の変化と洪水ハザードマップ

水環境の変化をもたらす気温の上昇について、気象庁の資料を基に静岡県の場合を詳細に検討した。また、その影響で洪水が発生すると考え、国土交通省の資料から静岡県全体の洪水ハザードマップを作成した。

静岡県全体で、温暖化による気温の上昇を比較できる長期の気象観測資料は少ない。そこで、長期の観測がおこなわれている浜松、静岡の2地点の1951年から1980年と1981年から2010年の2時期の気温の平年値（気象庁資料）を示して、静岡県での傾向を検討した。図-14に2時期の平年値（気温）の

比較を示した。また、図-15で使用する1982年と2015年の年平均値も表示した。

浜松、静岡の2地点では、明らかに気温が上昇している。平年値の比較で2～3℃上昇しており、温暖化している。静岡県全域で年平均気温の変化を見るために、2時期の平年値と1982年と2015年の年平均気温と比較検討した。全体に、少し高い値を示しているが傾向としては似ているので、2時期の比較として使用できると考えた。特に、1951年から1980年の平年値の代替に1982年のデータで代表できることがわかったので、数多くの観測所の資料から静岡県全域の気温の変化を図-15で検討した。

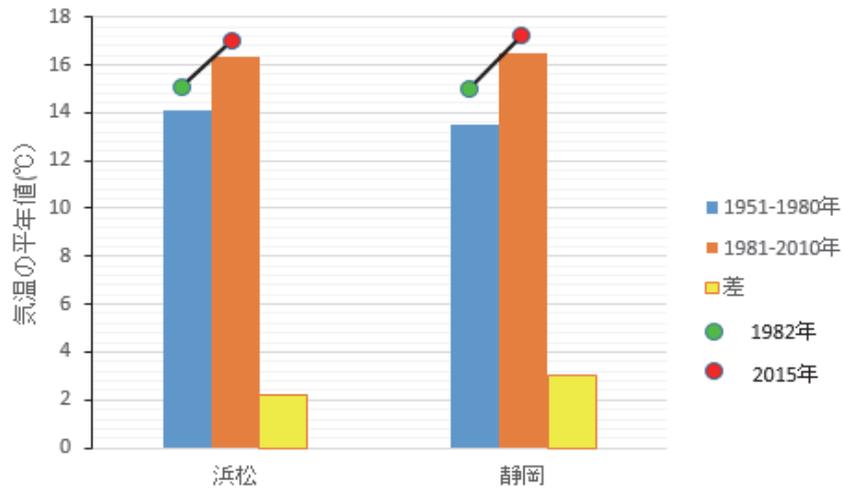


図-14 2時期の平年値(気温)の比較

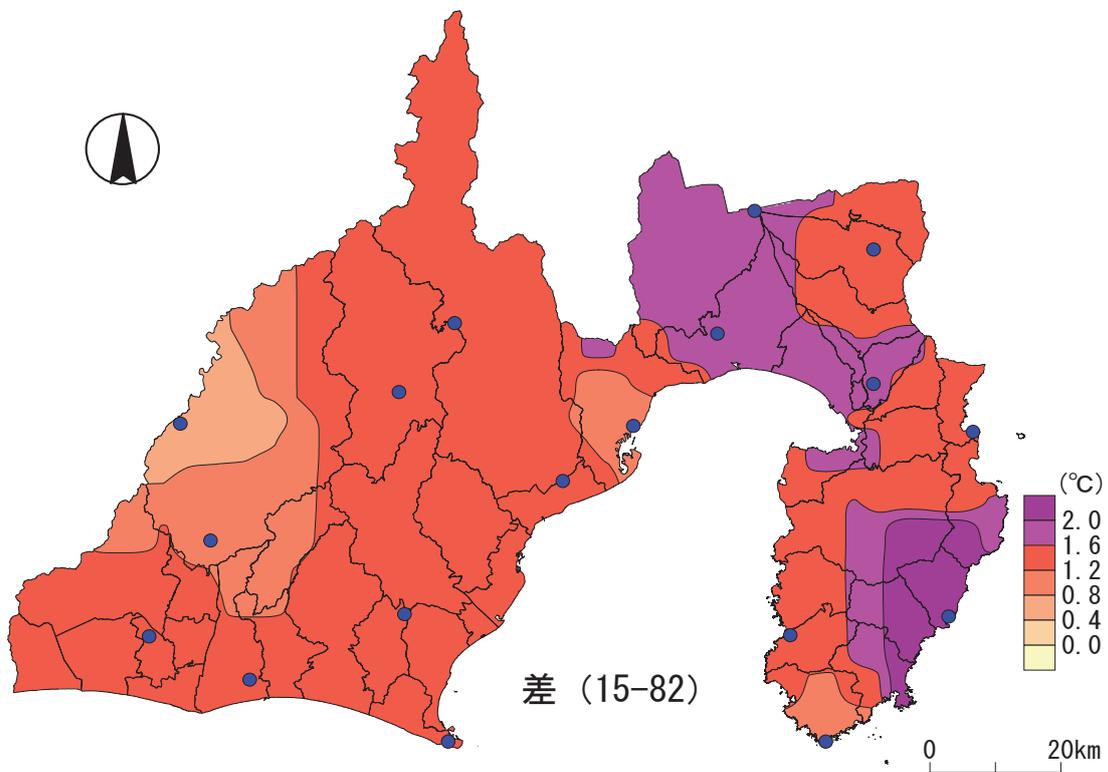


図-15 年平均気温の変化(2時期の気温比較 2015年-1982年)

図-15に年平均気温の変化(2時期の気温比較 2015年-1982年)を示した。静岡県での気候変動の影響を2時期の年平均気温の差で示した。図-14により平年値においても気温が2~3℃上昇していることが示されているが、より詳細な分布図を示した。青い点は気象観測所の位置を示している。

静岡県の全域で気温が上昇し、特に富士山周辺と伊豆東部の気温上昇が大きくなっている。これは都市化によるヒートアイランド現象ではなく、また海岸と内陸の差はないことから全体に気温が上昇し、降水量の増減や蒸発散量の増加など気候に影響を与えていると考える。

図-16に国土交通省「国土数値情報」浸水想定区域図を利用して、洪水ハザードマップを示した。「国土数値情報」浸水想定区域図をもとにした市町村ごとの洪水ハザードマップは示されているが、県全体で表現したものは少ない。洪水による浸水深を凡例にあるように色で表示した。

東から狩野川、富士川、安倍川、巴川、大井川、菊川、天竜川などの洪水が予想されている。それ以外にも、都田川、沼津の浮島地区など内水氾濫もあり、数多くのところで洪水が発生することがわかる。県全体で眺めると河川周辺は常襲地帯であるが、内陸部などにも多く見られる。図-15で検討した温暖化の影響により集中豪雨が増え、浸水区域が拡大することが考えられる。

図-17に降水のpHの分布を示した。水文と環境Iの講義でおこなっている「みんなで行なう酸性雨調査」の結果を表示し、人間活動の影響による環境の変化を示した。2015年の調査は2015/7/7から7/13までの期間の降水を採取し分析した。採水箇所数は72、そのうちpH7.0以上が8箇所であった。採取時に建物の影響を受けた可能性があるため、pH7.0以上の8箇所を省略した。

酸性雨とはpH 5.6以下の降水である。降水のpHは最少3.7、最大6.8で全体的に酸性雨が降っていることを示している。採水期間が長いので、前線や低気圧による降水過程の異なる雨が降っているが、全体的に酸性雨である。分布図から地域的な傾向はないが、レインアウト効果により、もともとの雨が汚染されていることを示している。そして、ウォッシュアウト効果により、所々pH 4.0の雨が降っていると考える。これは、静岡県だけでなく日本全体で酸性雨が降っていることを示している。これらの影響はどのように現れるのか不明である。環境地図帳として静岡県の環境に関する事象のうち酸性雨の

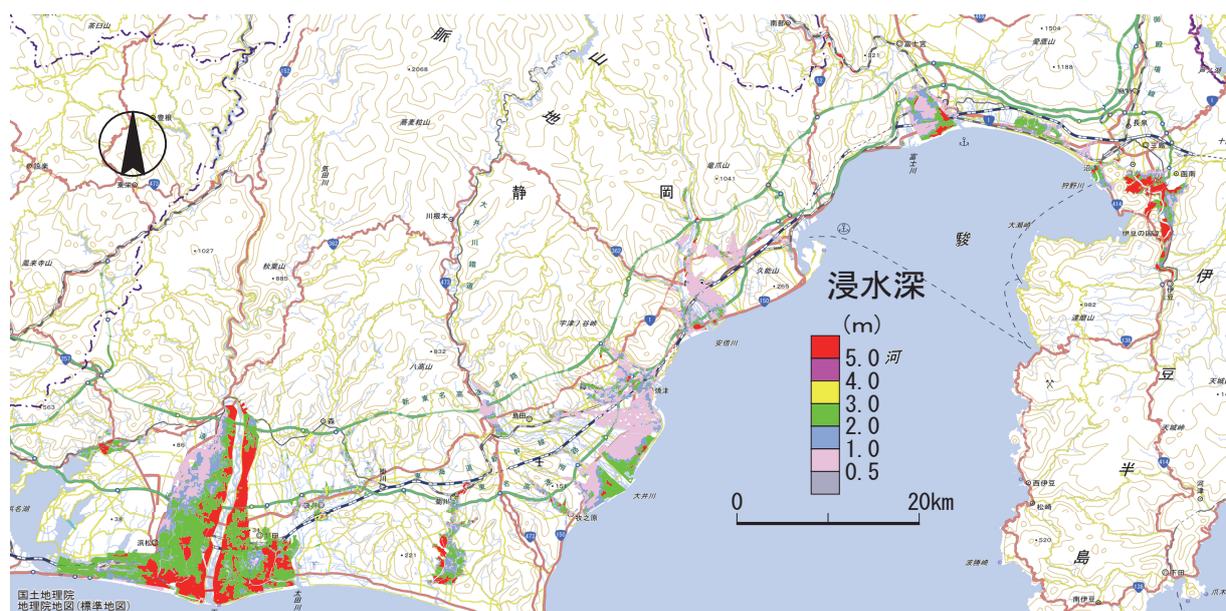


図-16 洪水ハザードマップ

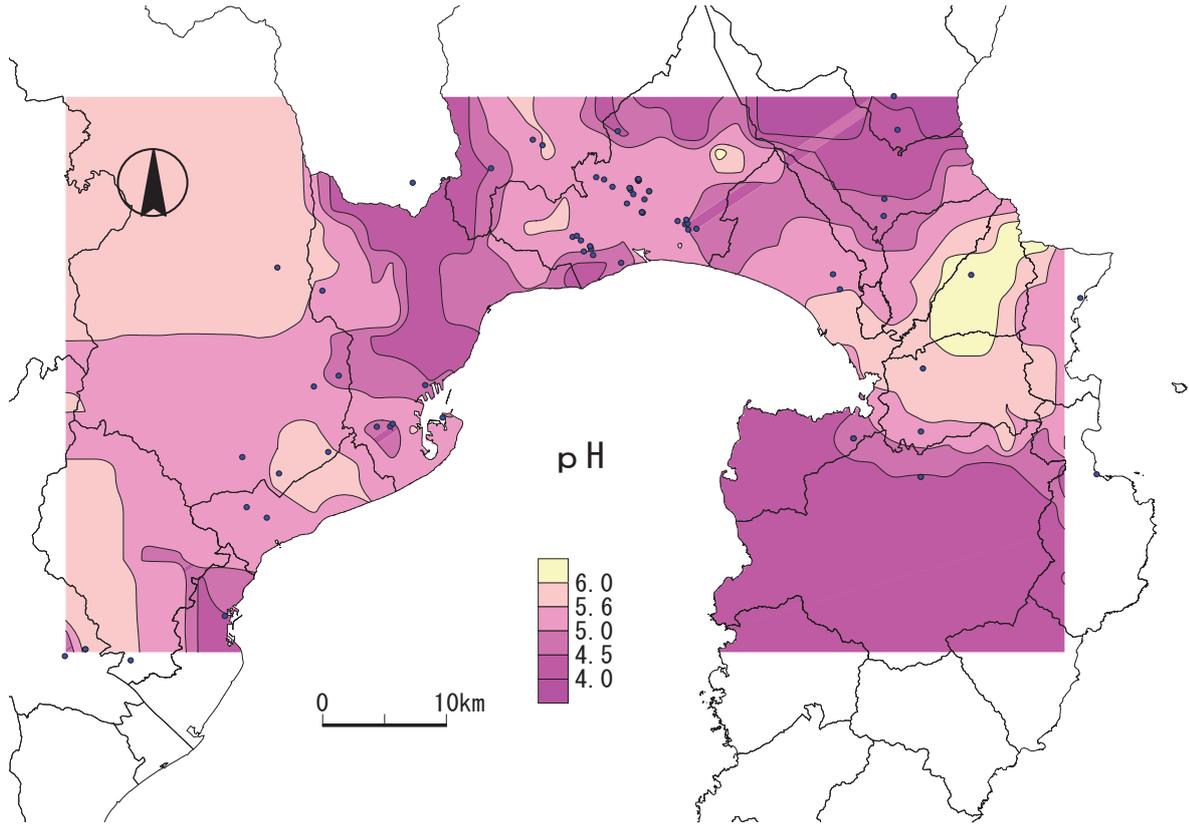


図-17 降水の pH の分布（2015/7/7～7/13）

現状を表現した。

4. まとめ

水の静岡地図は、環境地図帳として静岡県の環境に関するあらゆる事象を表現することを目指している。数多くの水環境に関係する地図を示した。

まず、静岡県の市町村の水道水源ごとに、水に関する情報を収集し、GISを使って水の静岡地図を作成した。硝酸態窒素の分布をみると、富士市、牧之原の茶畑がある地域で高く、茶畑の肥料の影響と考えられ、市町村単位より詳細な地図が作成できた。

次に流域単位で、静岡県を把握することを試みた。大石（2013）を参考に、流域単位で見た水資源容量と小林（1961）の河川水質資料から河川流域の土地利用、地質と人の影響を表現した。静岡県では流域ごとの水資源容量は、200%から1000%まで存在している。特に、天竜川では1016.1%、大井川では953.1%と高い値を示している。最少の菊川流域でも247.0%である。これは、水が豊富に存在するためと、流域内の人口が少ないことによるものである。また、食料の自給率を考えると、流域内だけでは解決せずに、輸入による仮想水（バーチャルウォーター）も考えなければならない。

静岡県の主な河川の水質組成を円グラフで示した。図から1950年代は塩素イオン濃度が0.06～0.10me/Lと著しく低く、硝酸イオン濃度も表示されないくらい少ない。これは農業や人為的な影響がまだ少ないことを示している。2000年代の硝酸態窒素濃度から、化学肥料の影響で河川水質の窒素濃

度が1950年代の5～10倍に増加している。

黄瀬川、富士川、安倍川は円グラフが大きく、カルシウムイオン、硫酸イオン、 HCO_3 イオン、および蒸発残留物が多いことがわかる。西側の安倍川、大井川、大田川では、カルシウムイオンと硫酸イオン濃度の比率が高く、東側の火山性の地質との違いが表れている。

そして、水環境の変化をもたらす気温の上昇について、気象庁の資料を基に静岡県の場合を詳細に検討した。また、その影響で洪水が発生すると考え、国土交通省の資料から洪水ハザードマップを作成した。静岡県全体でも気温が上昇しており、特に富士山周辺と伊豆東部の上昇が大きい。都市化によるヒートアイランド現象ではない。海岸と内陸の差はなく、全体に大きく気温は上昇している。

最後に、水文と環境Iの講義でおこなっている「みんなで行なう酸性雨調査」の結果を表示し、人間活動の影響による環境の変化を示した。全体的に降水のpHは5.6以下である。分布図から地域的な傾向はないが、レインアウト効果としてもととの雨が汚染されていることを示し、ウォッシュアウト効果で所によりpH 4.0の雨が降っている。静岡県だけでなく日本全体で酸性雨が降っていることを示している。

増田 他(2015)の水の静岡地図では構造化をおこなった。縦軸に検討した4つの項目(水の基本地図、水のおいしさ、暮らして使う水、水の危険性)を並べ、横軸に飲む水、潤す水、襲う水により構造化を試みた。今回は「潤す水、襲う水」も考慮して地図を作成した。

今回の水の静岡地図は、環境地図帳として静岡県の環境に関するあらゆる事象を表現することを目指した。河川の硝酸態窒素のように環境の変化をどのように表現するのか、今後検討したい。

水の静岡地図はオープンデータとGISを駆使して表現している。オープンデータを含む地理空間に関するデータの生産量は多く、量産されるデータをどのように取り扱い、社会に還元するかが課題である。

今後、水に関するリテラシーを持つために、静岡環境地図帳(静岡県の環境に関する地図帳 Environmental Atlas)を充実させることが課題解決につながると考える。

本稿は、2015年度富士山麓アカデミック&サイエンスフェアで発表した内容を元に、加筆してまとめたものである。

5. 参考文献

大西文秀(2013)『流域圏からみた日本の環境容量』、大阪公立大学共同出版会

沖 大幹(2012)『水の日本地図』、朝日新聞出版

小林純(1961)「日本の河川の平均水質とその特徴に関する研究」『農学研究』48巻、2号、pp.63-106.

佐藤芳徳 他(1997)「富士山周辺の湧水および地下水の水質について」『日本水文科学会誌』27巻、1号、pp.17-25.

鹿園直建(2014)「富士山南麓地下水水質、流動と窒素汚染」『地学雑誌』123巻、3号、pp.323-342.

増田真也 他(2016)「水の静岡地図」『常葉大学社会環境学部研究紀要』3号、pp.1-13.

厚生労働省「水道水質基準について」(<http://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/topics/bukyoku/kenkou/suido/kijun/>、2015年9月15日閲覧)

国土交通省「河川水文水質データベース」(<http://www1.river.go.jp/>、2016年8月23日閲覧)

国土交通省「国土数値情報、浸水想定区域図」（<http://nlftp.mlit.go.jp/ksj/gml/datalist/KsjTmplt-A31.html>、2015年9月15日閲覧）

静岡県「静岡県の水道の現況」（2015）（<https://www.pref.shizuoka.jp/kankyoku/ka-060/suidougenkyou.html>、2015年9月15日閲覧）

日本学術会議（2014）「地理教育におけるオープンデータの利活用と地図力/GIS技能の育成－地域の課題を分析し地域づくりに参画する人材育成－」（<http://www.scj.go.jp/ja/info/kohyo/pdf/kohyo-22-t199-3.pdf>、2016年8月27日閲覧）

