

# 水の静岡地図

## The Atlas of WATER in Shizuoka Prefecture

増田 真也\*、鈴木 雅\*、小澤 幸紀\*、清 明聖\*、川口 慶祐\*、  
章 師\*、藤川 格司\*\*

MASUDA Shinya\*, SUZUKI Miyabi\*, OZAWA Kouki\*, SEI Akimasa\*,  
KAWAGUCHI Keisuke\*, SHUAI Zhang \*, FUJIKAWA Kakuji\*\*

### 1. はじめに

自然の恵みである水は、無限ではなく、世界を見渡せば、豊かな資源でもないことを示した「水の世界地図」がある。世界中では、簡単に安全な淡水が手に入れることができない人々がいること、一方で水は、飲料・家庭用以上に世界中で農業・工業・発電などに莫大に使われていること、自然を造り替えようとしてきた結果、私たちに必須であるこの資源をめぐる争いなど、自然界の水、私たち人間の営みに密接に結びついている水の現状を、さまざまな角度から世界地図の上で見ることができる (Robin Clarke 2006)。

次に「水の日本地図」(沖 大幹 2012) では、日本は高度経済成長期に、莫大な資本を元手に開発を進め、時には環境破壊などの社会問題を抱えながら、日本全国でどこでも水が飲め、人が住めるようになった。その結果、私たちは水について意識しなくても生きていくことができるようになった。私たちは、どこから来た水か知らずに飲んでいるし、どこでどれくらい水を使ってできた食べ物や製品であるか知らずに食事をしたりしている。そして、どんな水害の危険性があるのか知らずに住んでいる。これは水に関することを人々が意識したり、知識として持っていないことである。それは、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。

グローバルな視点に基づく世界全体の俯瞰と、ローカルな視点に基づくケーススタディーは重要である。しかし、水問題にはローカルな問題の積み重ねとして、グローバルな全体像が見えるという特徴がある。

本研究では、どのようにすれば、水に関することを人々が意識したり、知識として持つことができるのか検討をおこなった。その結果、「水の日本地図」の静岡版を作成することにより、身の回りにある水から、ローカルな問題の積み重ねとして現況を明らかにすることを試みた。

---

\* 富士常葉大学社会環境学部

\*\* 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、静岡県の市町村ごとに水に関する情報を収集し、GIS（地理情報システム）を使って作成した。表示する内容は、水の基本地図、水のおいしさ、暮らして使う水、水の危険性の4つの項目である。そして、飲む水、潤す水、襲う水との関係（沖 大幹 2012）から構造化を試みた。

GISは、地理情報分析支援システム「MANDARA」(<http://ktgis.net/mandara/>)を使用した。静岡縣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。

水に関する情報収集先を以下に示した。

- ① 気象庁 (<http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/index.php>、2015年9月15日閲覧)
- ② 平成25年度静岡県の水道の現況  
(<https://www.pref.shizuoka.jp/kankyoku/ka-060/suidougennyoku.html>、2015年9月15日閲覧)
- ③ 「静岡県の下水道」平成26年度版  
(<https://www.pref.shizuoka.jp/kensetsu/ke-550/allaboutthesewageworksinshizuoka.html>、2015年9月15日閲覧)
- ④ 水道水質データベース ([http://www.jwwa.or.jp/mizu/or\\_sup.html](http://www.jwwa.or.jp/mizu/or_sup.html)、2015年9月15日閲覧)
- ⑤ 国土交通省「日本の水資源」(<http://www.mlit.go.jp>、2015年9月15日閲覧)

## 3. 結果・考察

水の静岡地図は、水の基本地図、水のおいしさ、暮らして使う水、水の危険性の4つの項目に分けて検討した。

### 3.1 水の基本地図

図-1に静岡県の年平均降水量（mm）の分布図を示した。図中の黒点は気象庁の気象観測所を示し、資料は平年値を使用した。等値線はGISソフト「MANDARA」の等値線モードを使用した。

静岡県の年平均降水量は、2353mmで、日本の年平均降水量の1718mmより多いことがわかる。特に多い地域は、富士山、南アルプス、天城の山地に分布する。これが静岡県に入ってくる水の総量である。地域の水循環システムの収入にあたる。

図-2に富士山周辺の詳細な年平均降水量分布図（mm）を示した。黒点は雨量観測所を示し、気象庁・国土交通省（水文水質データベース）・静岡県（土木総合防災情報）の資料を使用した。山地の降水量は、不明な点が多く、観測地点数により大きく異なることを明らかにした。

気象庁の資料に国土交通省・静岡県等の資料を追加して、詳細な富士山周辺の降水量の分布図を作成した。等値線はGISソフト「MANDARA」の等値線モードを使用した。図-1の分布図では、観測地点が少なく、3000mm程度であったが、詳細な分布図では、富士山の南東側で4000mmを示している。木澤 綏他（1969）による分布図と傾向は似ているが、降水量はそれより多いことを示している。そして、富士山の地下水の流出量の計算値（土 隆一 2007）から推定すると、1年間の地下水の流出量が降水量よりも多く、矛盾している。これは、蒸発散量による減少も考慮すると、図-2の値よりも多い降水量が必要である。富士山では、もっと多くの雨が降っていることが考えられる。山地の降水量は、不

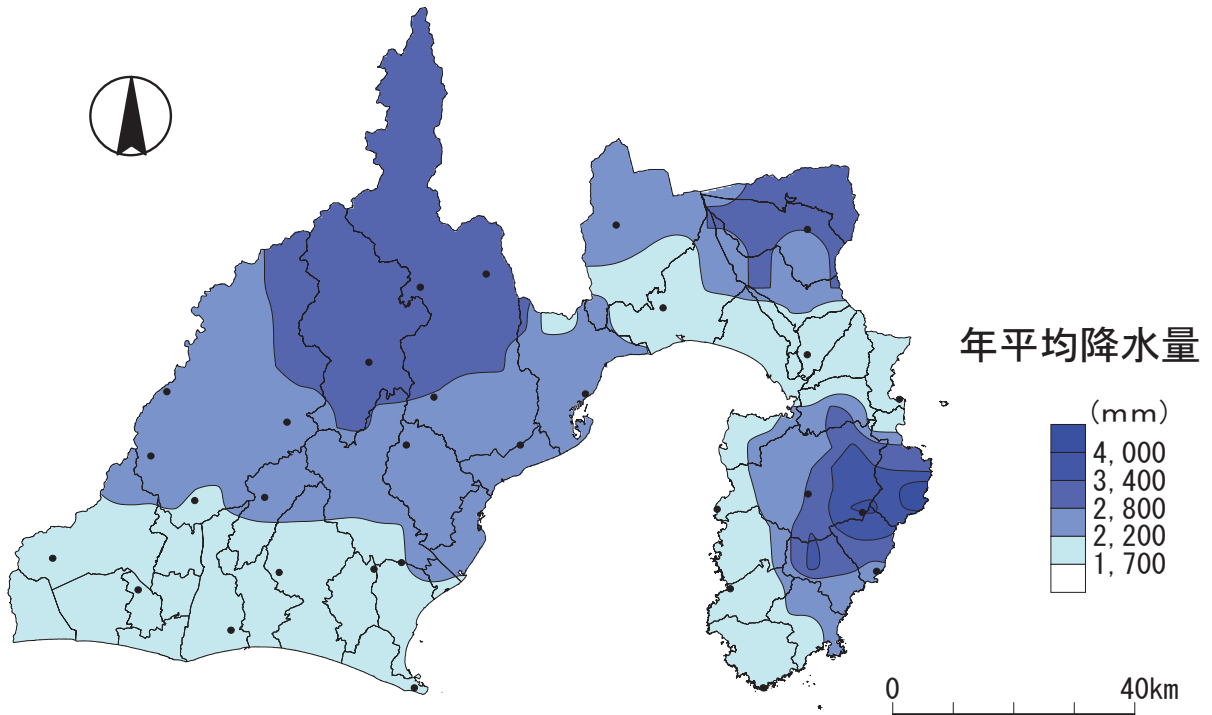


図-1 年平均降水量 (mm) の分布図

黒点は気象観測所を示し、気象庁の平年値を使用した。

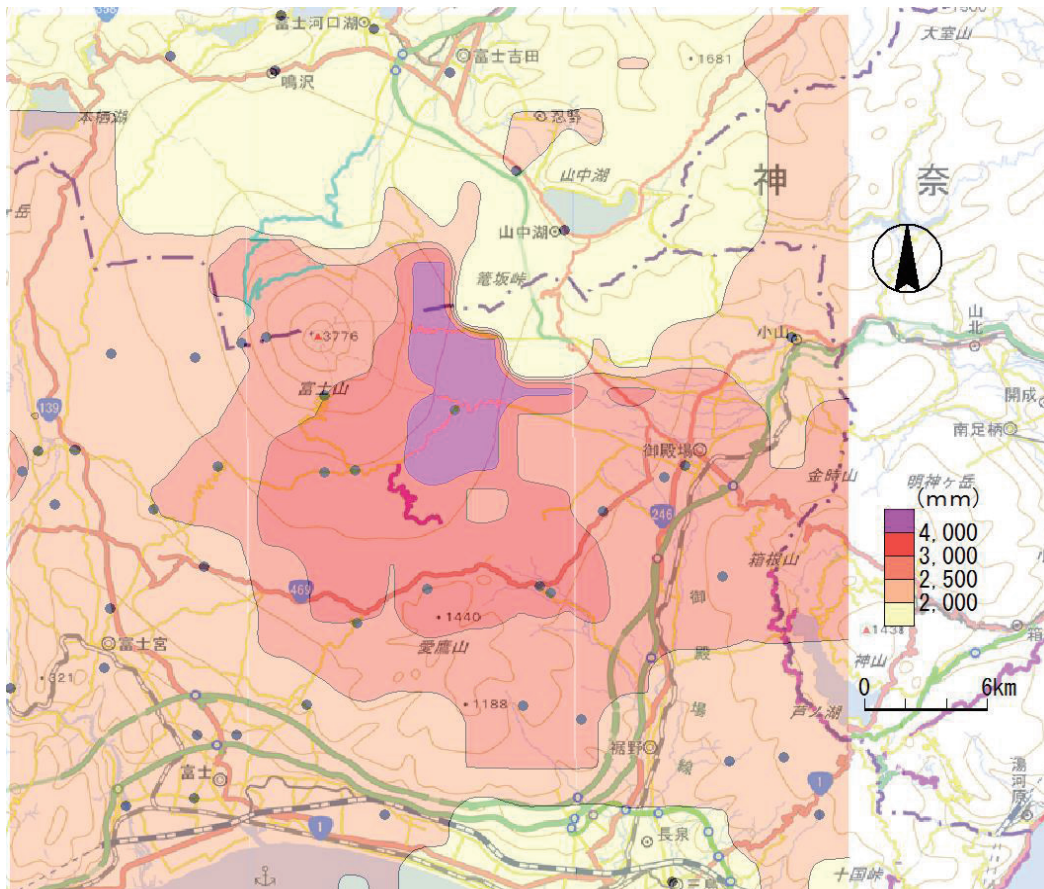


図-2 富士山周辺の詳細な年平均降水量分布図 (mm)

黒点は雨量観測所を示し、気象庁・国土交通省・静岡県の資料等を使用した。

明な点が多く観測地点数により異なることを示した。

図-3にP-ET（賦存量）、降水量から可能蒸発散量を引いた利用可能量を示した。

可能蒸発散量は、ソーンズウェイト法（Thorntwaite 1948）により気温から推定した。降水量から可能蒸発散量を引いた利用可能量を賦存量とした。実際には土壌浸透して地下水となり、河川に流出する量となる。日本の平均利用可能量は1121mmである。静岡県は1100mm以上の地域が多く、特に山地を中心に利用できる水が多く存在することがわかる。

水の基本地図から、静岡県は水の豊かな地域であることが示されている。特に、富士山と南アルプスの山地には利用可能な水が豊富に存在することがわかる。

### 3.2 水のおいしさ

図-4に水道水の硬度の分布図を示した。これは、各市町村の水道水源の平均硬度を示している。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、まろやかな味がす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。静岡県の中部から西部では石灰岩が分布する所があり、高い地域が存在する。富士山の周辺の水道水は火山性の地質のため軟水であり、水のおいしさにおいて評価は高い。

硬度の分布から地質との関係が明確に表現できると考えていたが、複雑であることがわかった。また、西伊豆町の高い値は不明である。

図-5に水道水の蒸発残留物の分布図を示した。蒸発残留物は水中に浮遊したり、溶解している物を蒸発乾固した時に残渣として得られた総量をmg/Lで表したものである。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る。適度の濃度（30～200mg/L）がおいしいと言われている。水道水質基準値の500mg/L以下は水道水の味覚の観点から定められている。

西伊豆町が200mg/Lを超えているだけで、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を少し下回る。同じ富士山の地下水であるのに、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若干異なることを示している。

図-6に水道水の塩化物の分布を示した。塩化物は地質や海水の浸入、下水、家庭排水、工場排水及び尿などの混入によるとされている。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い。

静岡県の塩化物の分布図から、汚染の影響ではなく、地質や風送塩の影響と考えられる。

水のおいしさは、硬度と蒸発残留物のほかとして遊離炭酸（3～30mg/L）、COD（過マンガン酸カリウム消費量3mg/L以下）、臭気度（3以下）、残留塩素（0.4mg/L以下）、水温（20℃以下）が挙げられている（おいしい水研究会1985）。静岡県では、豊富な降水量に支えられて、おいしい水の条件がそろっていると考える。



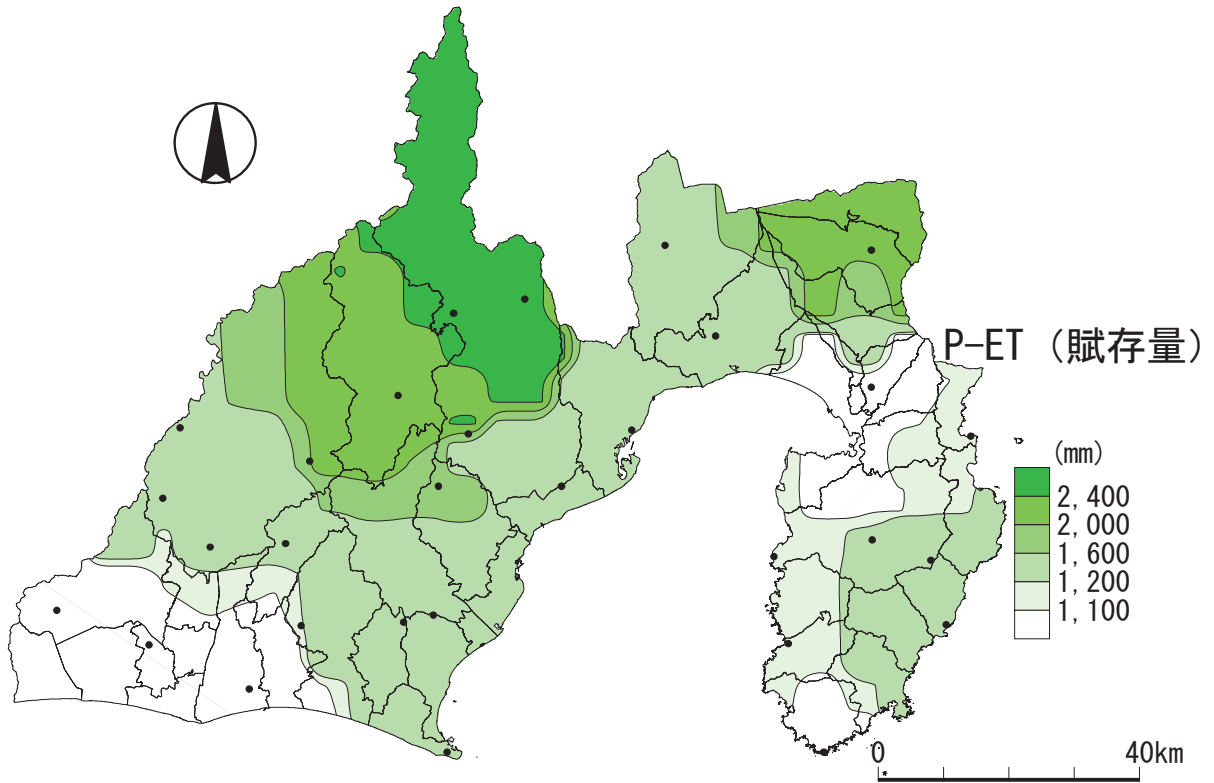


図-3 P-ET（賦存量）、降水量から可能蒸発量を引いた利用可能量

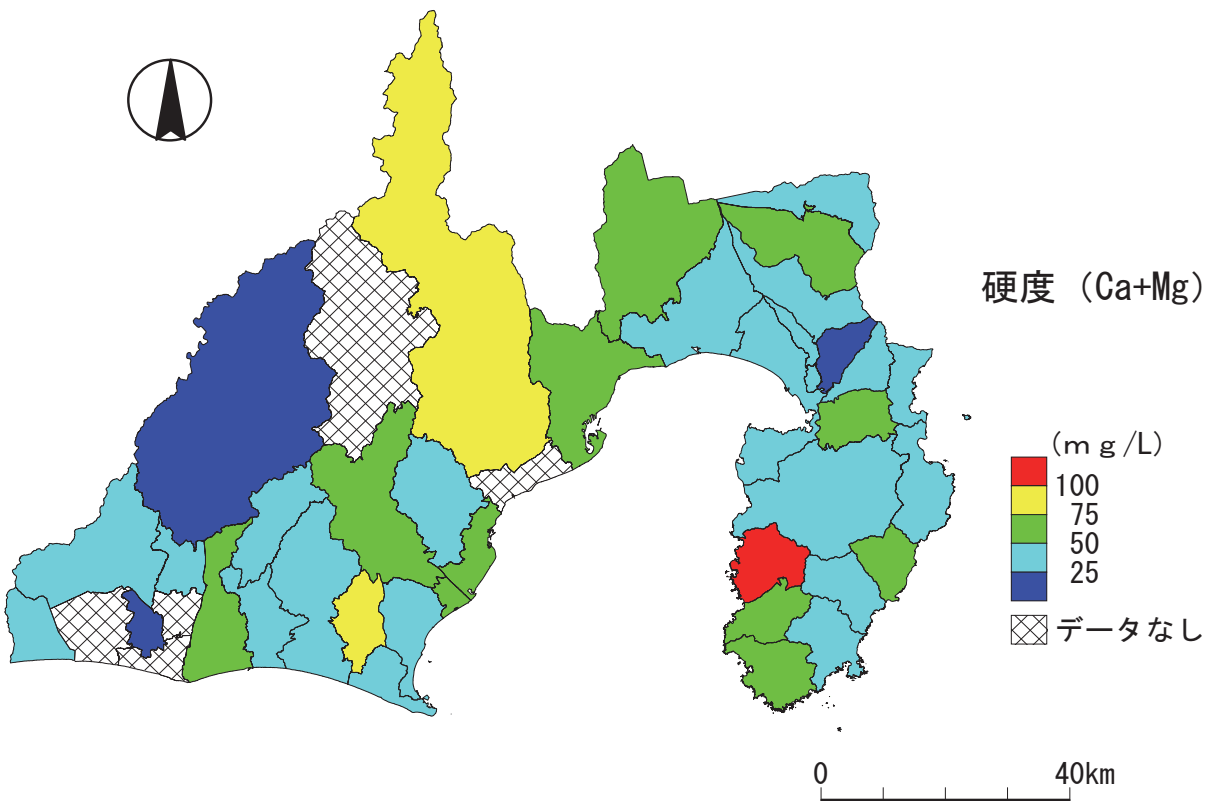


図-4 水道水の硬度の分布図

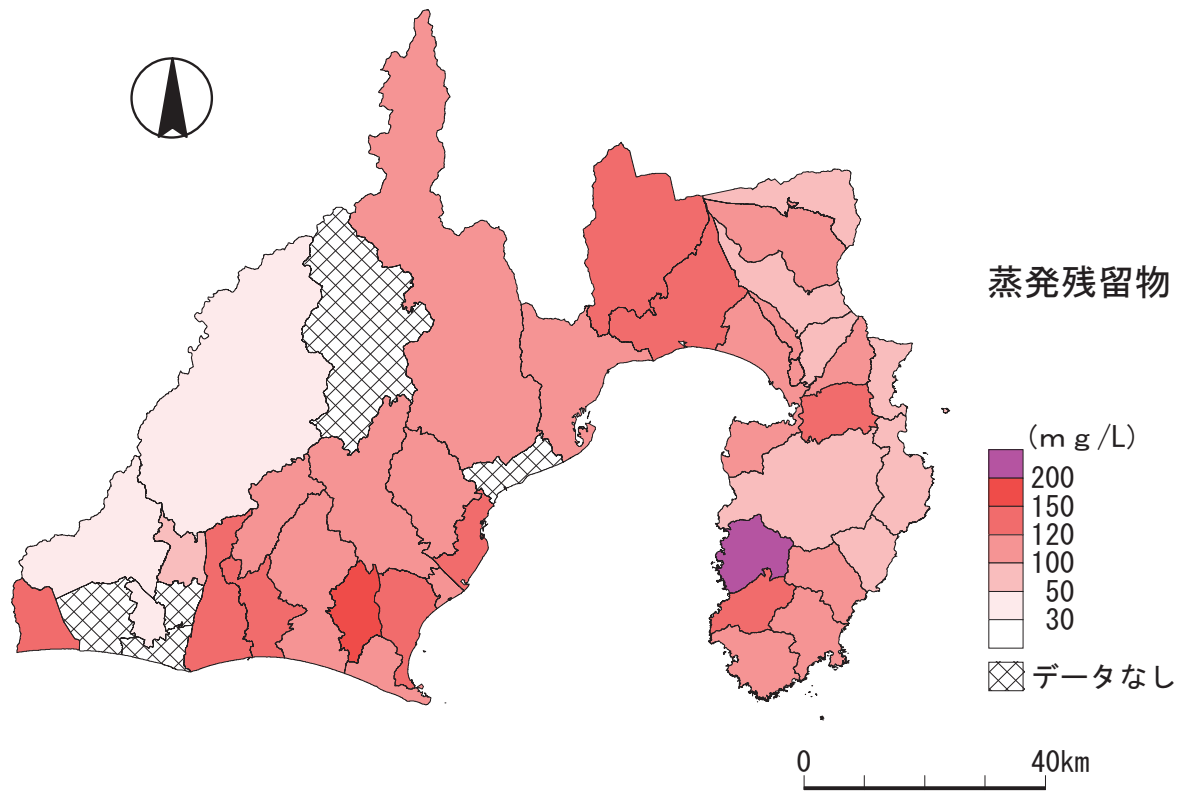


図-5 水道水の蒸発残留物の分布図

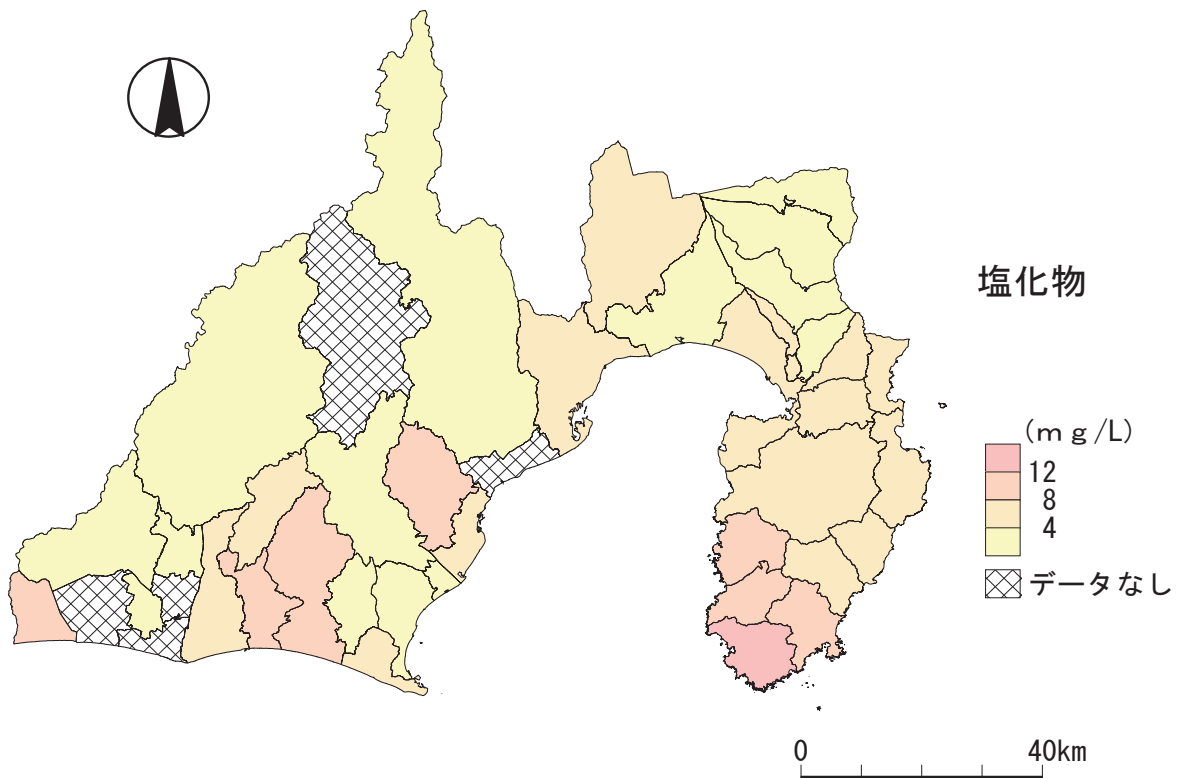


図-6 水道水の塩化物の分布

### 3.3 暮らして使う水

図-7に一人当たりの1日の水道水の使用量を示した。生活のために使用する一人当たりの水の量は、経済発展とともに増加する傾向にあるため、文化のバロメーターと言われている。人間が生きていくために必要な水は、一般に一人当たり、1日5L以上と言われている。

全国の平均値は296L/日（国土交通省）で、節水意識の向上や節水機器の普及によって減少している。静岡県の水の使用量は、300L/日以上で全国平均より多くなっている。特に、熱海市や伊豆半島の市町村では、全国平均よりも多くなっている。これは観光客の使用量を含むために多くなっていると考えられる。しかし、それ以外でも水をかなり多く使用する傾向にある。

図-8に10m<sup>3</sup>当たりの水道料金を示した。上水道料金は、全国一律ではなく、事業体別に決められている。料金は総括原価方式という、原価とちよほどの収入となるように決められている。日本の平均上水道料金は10m<sup>3</sup>当たり1740円である。

静岡県の水道料金の最大値が1680円で、最小値は480円である。3.5倍の地域差がある。安い地域は富士山周辺の市町村である。これは富士山の豊富な地下水の恵みを受けているからである。

沼津市の場合、10m<sup>3</sup>で480円、1L当たり0.048円である。富士山の水として市販されている0.5L入りのペットボトルの料金は140円(280円/L)である。同じ富士山の地下水である。浄水器を設置したり、ミネラルウォーター類を飲んだり、有名な湧水での列をなした採水風景（柿田川、富士市法雲寺みずの駅）など習慣化している実態がある。このような現象は、水道水の味や安全に対する不満・不安だけでは説明できない。富士市の水道水源は、列をなして採水する湧水と同じ起源の地下水である。水のリテラシーが失われつつあると考える。

現在、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。原因は、水道水源の水質の悪化ではなく、人口減少と節水機器による使用量の低下、水の危険性で検討する給配水管の維持管理費と電気代などの動力費の増加によると指摘できる。このような状況下で、今まで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という知識を持つこと。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）も流しているという意識を持つこと。節水型もあるが、飲める水でなくてもよいという知識を持つこと。このように一人ひとりが水に関するリテラシーを持つ必要がある。

### 3.4 水の危険性

水の危険性として、洪水、水質と給水施設の老朽化に絞って検討した。図-9に各観測所の日降水量の最大値の分布図（mm）を示した。実際には、これだけの広い範囲に雨が集中することはないが、過去の事例から県全体では1日に降る雨の可能性を示した。最大値では、年平均降水量の四分の1を1日で達成してしまうことになっている。山地を中心に土砂災害が発生する恐れがある。また、富士山の周辺では異常湧水が発生し、普段、水が湧いていない地域でも湧水がみられることになる。

図-10に水道水の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。高濃度に含まれると幼児にヘモクロビン血症（チアノーゼ症）を起こすことがある。窒素は水や土壌中で硝酸態窒素、亜硝酸態窒素、アンモニア態窒素に変化するが、酸化状態では硝酸態窒素で存在する。

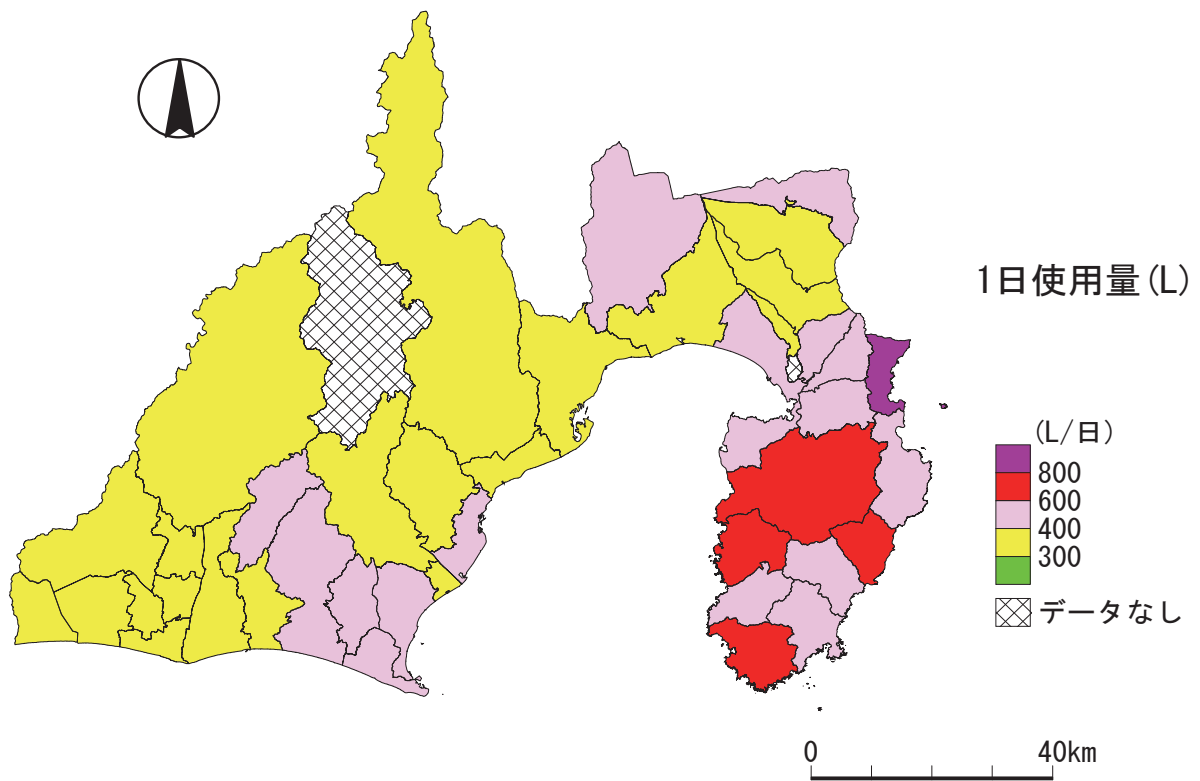


図-7 一人当たりの1日の水道水の使用量

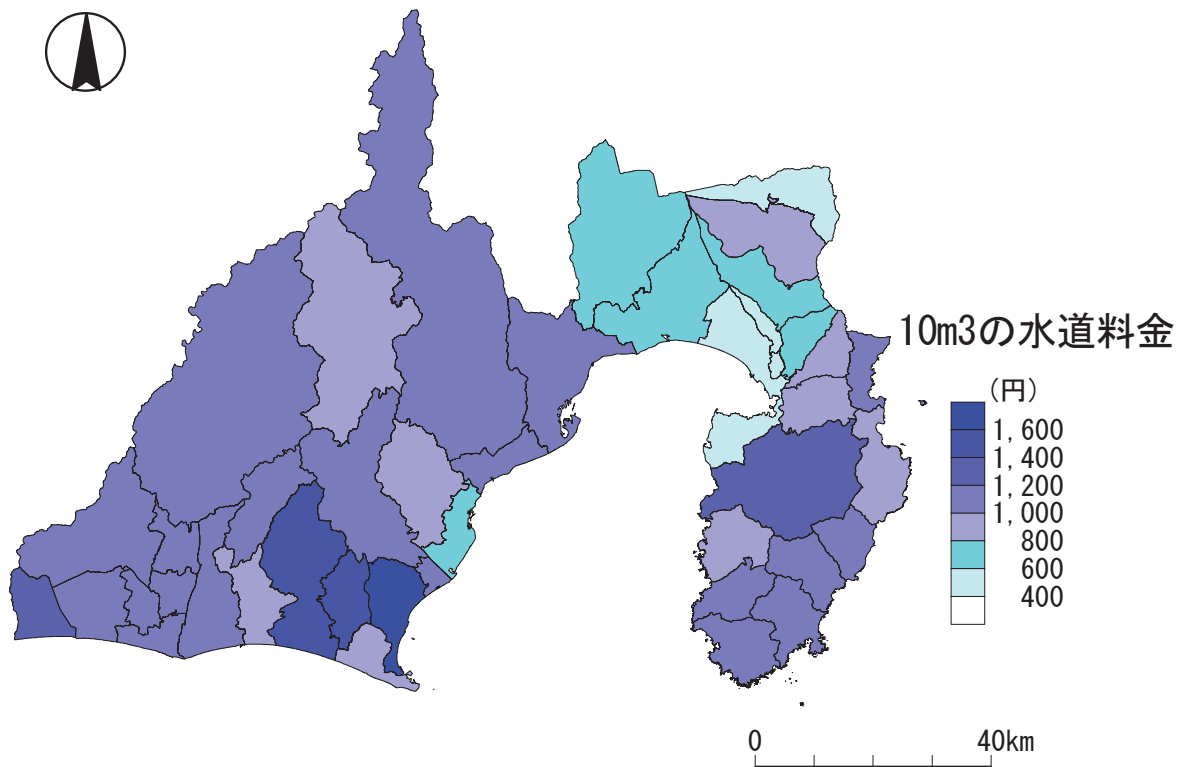


図-8 10 m<sup>3</sup> 当たりの水道料金



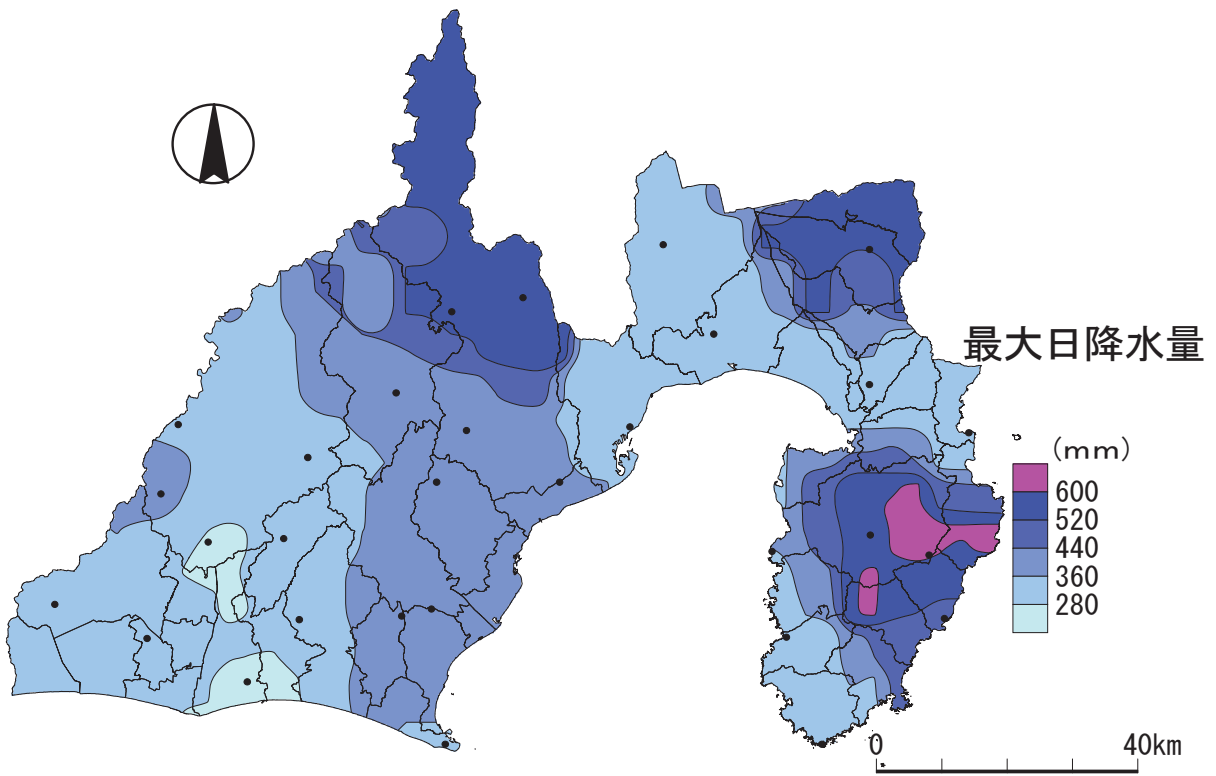


図-9 各観測所の日降水量の最大値の分布図 (mm)

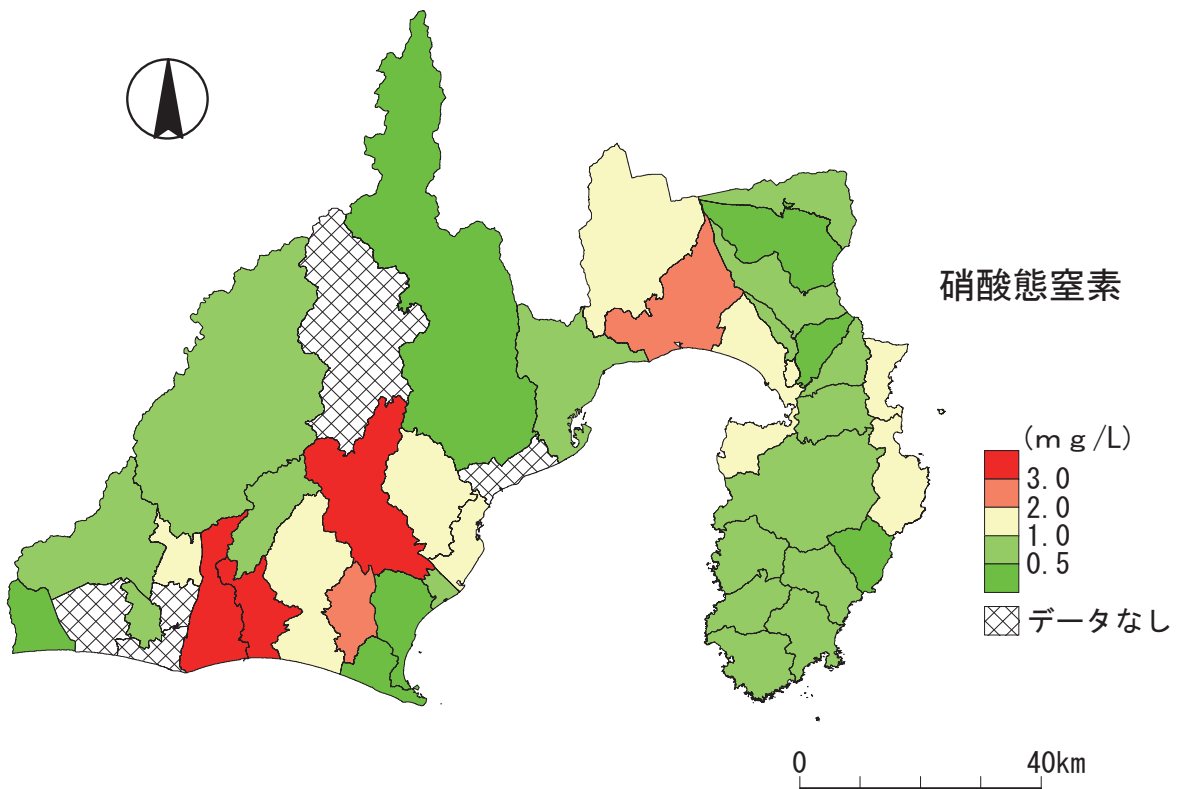


図-10 水道水の硝酸態窒素の分布図

静岡県内の硝酸態窒素の分布をみると、茶畑の生産地がある市町村で高く、茶畑の肥料の影響と考えられる。茶畑の分布しない熱海市は硝酸態窒素の濃度が高い、これは沼津市と同じ柿田川の湧水を水源とするためである。しかし、伊東市の場合は不明である。

図-11に上水道事業における施設利用率と最大稼働率を示した。施設利用率とは上水道事業の業務分析に使用されている指標である。1日の配水能力に対する1日の平均配水量の割合を示すもので、施設の利用状況を総合的に判断するものである。つまり、上水道施設の配水能力の何%にあたるかということで、余力があるのか、過剰な施設なのかの判断に使用する。最大値は77.4%で最小値は29.1%、平均値は58.2%である。

施設利用率が低い原因が、負荷率ではなく最大稼働率の低下による場合は、一部の施設が遊休状態にあり、投資が過大であることを示している。一方、最大稼働率が100%に近い場合には、安定的な給水に問題を残していることを示している。

伊豆半島の観光客を想定している市町村では、施設利用率と最大稼働率の両方が低い所がある。他の市町村では効率よく安定的な給水をおこなっていることがわかる。

図-12に上水道事業における負荷率を示した。負荷率とは上水道事業の業務分析に使用されている指標である。1日の最大配水量に対する1日の平均配水量の割合を示すもので、施設の負荷状況を総合的に判断するものである。つまり、年間を通じて日々変化する需要に対して水道施設の能力は、もっとも需要の多い時に不足を生じない規模にすることである。

伊豆半島の市町村を除き、年間を通じて70%以上で安定的に需要に応える能力を持っていることがわかる。

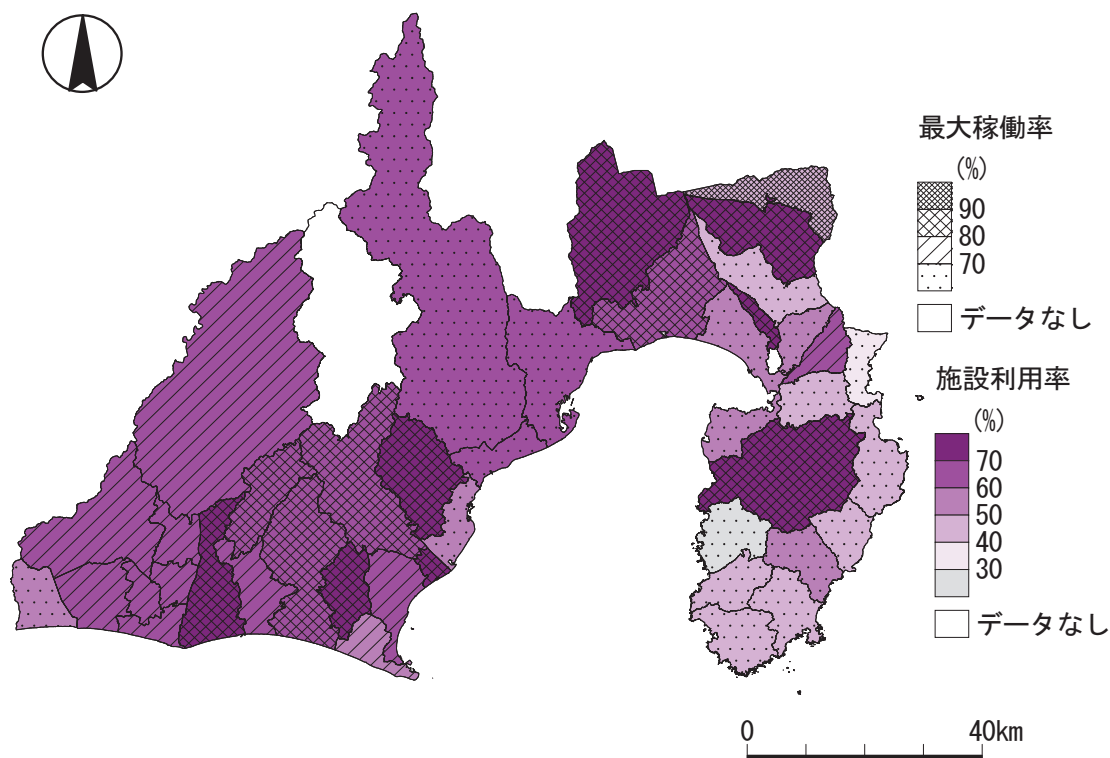


図-11 上水道事業における施設利用率と最大稼働率

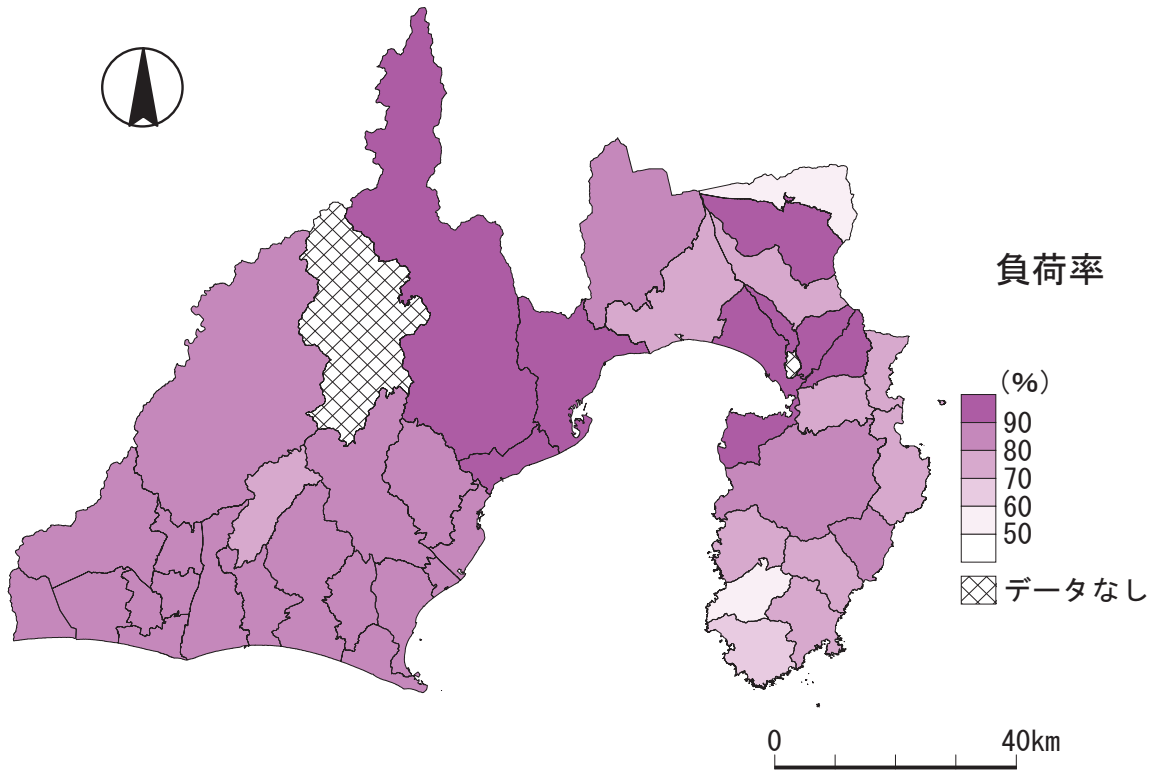


図-12 上水道事業における負荷率

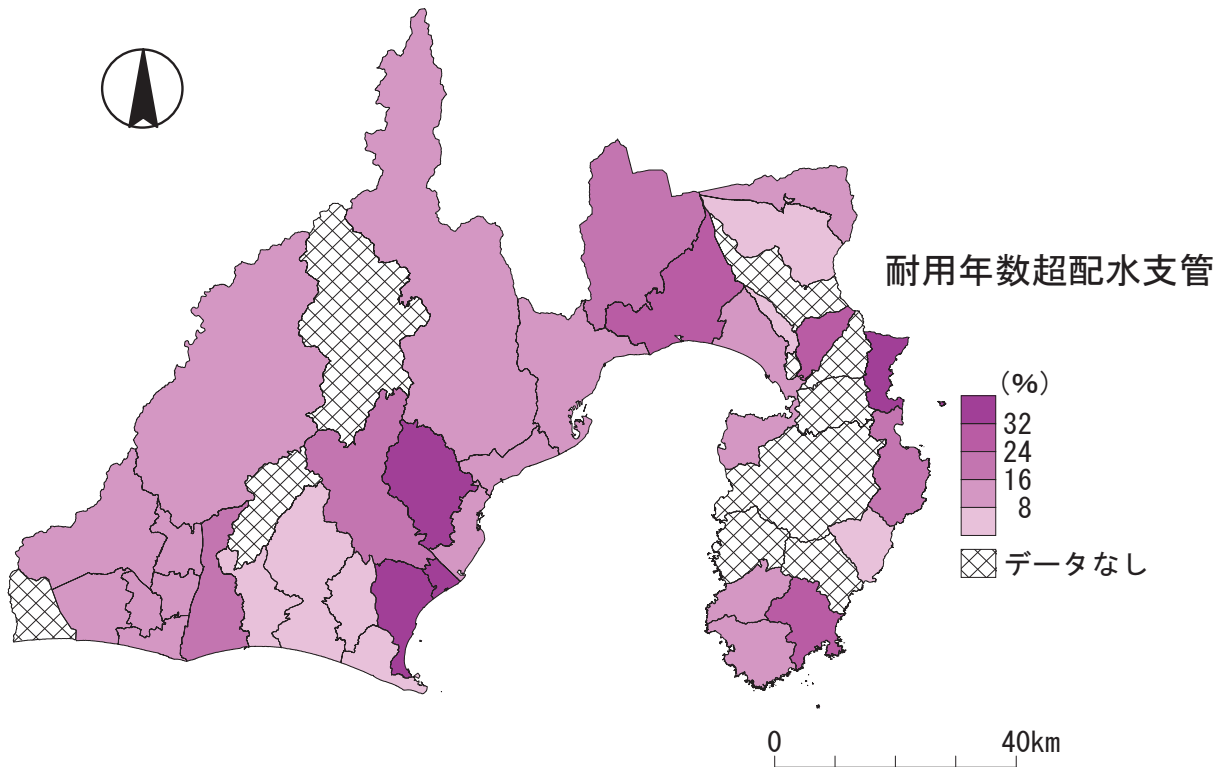


図-13 配水支管総延長に対する法定耐用年数を超えた配水支管の割合

図-13に配水支管総延長に対する法定耐用年数を超えた配水支管の割合を示した。法定耐用年数は40年であり、配水管の実際の耐用年数はもうすこし長いと考えられる。他に、導水管、送水管、配水本管がある。データの無い市町村が多い点も問題であるが、法定耐用年数を超えている配水支管の割合が多いことが指摘できる。これらが、水道料金の値上げにつながっていると考える。このような状況下で、施設更新の技術革新が必要であるが、使用者の理解を得ながら、財源確保と更新対策を進めるしかない。

#### 4. まとめ

「水の日本地図」の静岡版を作成することにより、身の回りにある水から、現況を明らかにすることを試みた。

水の基本地図から、静岡県は水の豊かな地域であることが示されている。特に、富士山と南アルプスの山地には利用可能な水が豊富に存在することがわかった。

水のおいしさは、表示した硬度と蒸発残留物のほかとして遊離炭酸、COD（過マンガン酸カリウム消費量）、臭気度、残留塩素、水温が挙げられている。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考える必要がある。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。節水型もあるが、飲める水でなくてもよいと考える。水に関するリテラシーを持つ必要がある。

水の危険性として、洪水、水質と給水施設の老朽化に絞って検討した。水道水は、安全であると思っている人が多いが、このような危険性があることを認識する必要があると考えた。

図-14にまとめとして水の静岡地図の構造化を示した。縦軸に検討した4つの項目（水の基本地図、水のおいしさ、暮らしで使う水、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。構造化により検討されていない部分がわかり、その項目を（太字）と色で示した。

図を見ると検討されていない項目が多く、横軸の「飲む水」の項目のみ検討していることがわかる。これは身近な水を検討していたので、その項目が多くなったものと考えられる。「水の味、値段、安全」で検討できると考えたが、「潤す水、襲う水」も考慮して今後の課題としたい。

今回、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し、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、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、今後と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る。

本稿は、2014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まとめたものである。

	飲む水	潤す水	襲う水
水の基本地図	降水量、可能蒸発量	降水量、可能蒸発量、賦存量	（河川流量、土地利用の変化）
水のおいしさ	水の硬度、蒸発残留物、塩化物、 （安全でおいしい水）	（産業と水資源 ミネラルウォーター）	（土地利用の変化・土壌・地質）
暮らして使う水	水道の値段、 （水道水源 河川・地下水の比率）	水道水の使用量	（風土と治水 洪水を防ぐ、堤防）
水の危険性	硝酸態窒素、老朽化する管路網、 施設利用率、最大稼働率、負荷率、 （健康被害、下水道と環境、廃棄物 と環境）	（水不足と気候変動）	日最大降水量、 （水害の歴史 歴史的な大水害、川 があふれる、水がはけない）

図 -14 水の静岡地図の構造化

## 5. 参考文献

おいしい水研究会（1985）おいしい水の要件、厚生労働省．

沖 大幹（2012）水の日本地図、朝日新聞出版．

木澤 綏 他（1969）富士山 自然の謎を解く、NHK ブックス．

厚生労働省（<http://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/topics/bukyoku/kenkou/suido/kijun/>、  
2015年9月15日閲覧）

土 隆一（2007）富士山の地下水・湧水、富士火山、山梨県環境科学研究所、375-385.

Robin Clarke & Jannet King（2006）The Atlas of WATER、沖大幹 監訳、丸善．

Thornthwaite, C.W.（1948）An approach toward a rational classification of climate. Geogr. Rev., 38,  
55-94.



