

53. 水質を指標にした 水関連の食産業振興の検討

本田 千尋¹・伊藤 圭祐²・川越 清樹^{1*}

¹福島大学共生システム理工学類環境システムマネジメント専攻（〒960-1296福島県福島市金谷川1）

²福島大学大学院環境システム理工学研究科（〒960-1296福島県福島市金谷川1）

* E-mail: kawagoe@sss.fukushima-u.ac.jp

本研究では，“水”，“水質”をテーマの核に据えて“食”に関わる地域振興策を検討するための取り組みとして日本酒をベースに検討を進めた。結果として，福島県内の湧水の地域特徴が把握され，将来的な日本酒に関連付けられた産業振興の可能性が明らかにされた。硬度に着目すると，著しく硬度の高い湧水ポイントは大網庵の湧水(古殿町)，陸合の弘法水(桑折町)，永畑の湧水(田村市)，汗かき地蔵(中島村)等が挙げられる。また，著しく硬度の低い湧水箇所も含まれるが，概ねが20から60mg/l前後の硬度に属することが明らかにされている。参考までに灘で湧水を採水し，水質を分析にかけたところ，硬度は75mg/lにあった。著しく高いポイントに関すれば，過度な硬度である可能性も高いが，概ねのポイントが灘に批准した水質になることも明らかにされた。トリリニアダイアグラムによるType分類と硬度より，大局的に浜通り・中通りと会津地方で水質の異なる傾向が認められ，概ねが宮水と批准しうる水質になる結果を得た。

Key Words : Water quality, ground water, regional development, rice wine

1. はじめに

温暖化などの地球環境変化に伴う将来の自然，社会環境へのインパクトが見込まれている¹⁾。加えて，福島県では，平成23年3月の東北地方太平洋沖地震発生に伴い放射線の影響，津波による被災が生じている。これらの地球環境の遷移とそれに順応しなければならない社会のニーズに対して，復旧，復興，そして将来的な発展を視野に入れた産業振興が切望されている。安全かつ安心な社会の構築とともに，自立，持続的な産業を確立させ地域を活気付ける取り組みを進めることが必要とされている。地域における産業振興は，現地で供給，支給可能な資源を最小限の流通を抑えること，地域ブランドの確立に繋がることのメリットも有しており，地域活性化に大きな効用と可能性をもつ。TPP等の国際的戦略が進められる中で，特に“農”，“食”に関わる産業は，農山漁村6次産業化が推進されている状況にあり²⁾，地産地消にとどまらずに，地域発信で産業振興できる大きな機会を得ている(図1 参照)。

こうした背景をふまえ，“水”をテーマの核に据えて“食”に関わる地域振興策を検討するための取

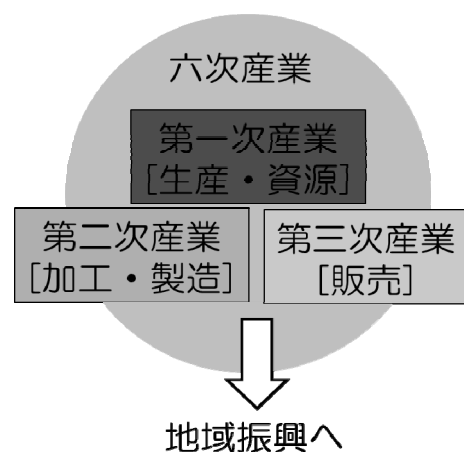


図1 6次化産業からの地域振興へ

り組みを実施した。水は飲料することで人間を含む生物の生命維持を担ってきただけでなく，諸仏の成分を溶かすことから食生活に重要な役割を果たしてきた。また，良質な水資源を利用するだけでなく，処理の必要な水資源に関しても，浄化技術を用いて安全かつ安価な水に改善してきた歴史を有している。水利用を通じて，地域固有の文化を形成させてきた側面も有している。現存する資源や現在までの水と

の関わりも踏まえながら、水資源起源のプロセスと分布をよりよく理解し、特徴付けて、将来展望を評価することが、今後の水を基本とした産業振興に不可欠となると思われる。こうした取り組みの一環として福島県を対象に水質指標にした水関連の食産業振興の検討に取り組んだ。本調査では食産業に関わり飲料に着目し、特に地域の水の特徴が反映されやすい「日本酒」を対象に検討を進めた。

日本酒と水の関わりについては、地方都市部の地場産業と中山間地域の農業による農商工連携³⁾で水に関連付けて経済的な側面より振興を推計するための研究を進めている。また、地下水関係の研究において、日下ら⁴⁾もしくは吉岡⁵⁾は六甲山周辺の浅層地下水の水質組成についての研究を進めたが、こうした成果は今後の食産業運用に対する水質形成プロセスをよりよく誘導する先行研究になりうる。特に六甲山の麓は酒造が多く取り組まれていることから、今後の日本酒を含めた比較検討を行う上でも重要なデータになる可能性は高い。福島県でも名水を中心に広い範囲で湧水の文献も揃っており⁶⁾、統合的に整理を行うことで、日本酒への発展的な研究をすすめることができる可能性を示している。本研究では、こうした先行研究の成果も踏まえながら湧水の現地調査も行い、採水資料について水質分析を行うことで、日本酒に醸造するための特徴等を議論した。

2. 日本酒に関する調査

日本酒の嗜好と開発の経緯を示したものが図2である。1950年代以降、級別制度より日本酒を区分していた。級別は、特級、一級、二級で区分されており、特級＝品質が優良、一級＝品質が佳良、二級＝特級及び一級に該当しないという概念であった。また、この級別により酒税の課税率も変化させており、特級で570,600円/1kl、一級で279,500円/1kl、二級で107,900円/1klと決められていた。しかしながら、酒造による品質提供の差異や、サービス向上を目指すことも影響し、1992年には級別制度が廃止されている。この廃止に伴い、より品質の高い日本酒の生産が取り組まれている。なお、1950年代以降は「辛口＝飲みごたえある上質」という嗜好があったといわれている。当時の日本酒に関すれば、純粋に米と水だけで造られたものに糖、アルコールを添加し3倍に伸ばした三増酒(三倍醸造法)を多く製造していた。そのため、いわゆる「甘い」という日本酒に対するイメージが悪かったと推測される。なお、日本酒に

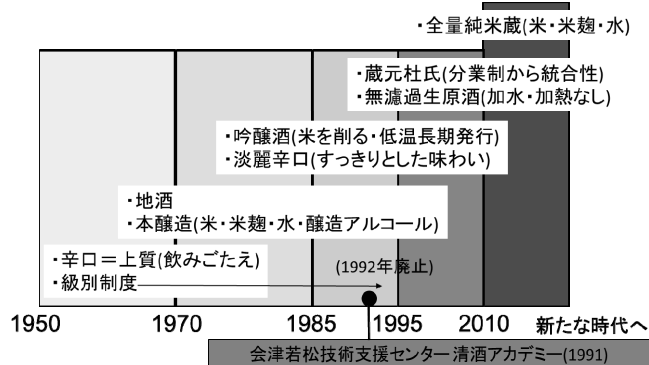


図2 日本酒の経年表

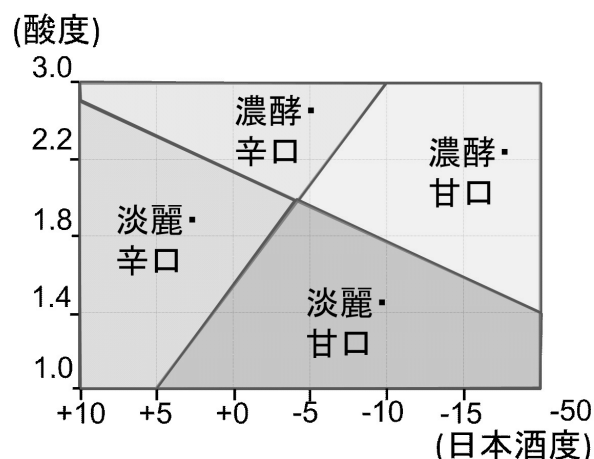


図3 日本酒の甘口・辛口の基準

表1 日本酒の種類

日本酒の種類	原 料
純米酒	米, 水
純米吟醸酒	米(4割削), 水
純米大吟醸酒	米(5割以上削), 水
本醸造酒	米, 水, 醸造アルコール
吟醸酒	米(4割削), 水, 醸造アルコール
大吟醸酒	米(5割以上削), 水, 醸造アルコール

対する甘口、辛口の基準を示した図を図3に示す。基準は、酸度と日本酒度で決定される。酸度は酸の質量パーセント濃度(10mlの酒を中和するのに要する水酸化ナトリウム溶液のml)を指し、日本酒度は日本酒の比重を表示するために設けられた単位で15℃のお酒に日本酒度計と呼ばれる特別の浮秤を浮かべて測定された値である。日本酒度の度合いは、15℃で4℃の純粋の水と同じ重さのお酒(比重=1)は日本酒度±0で、それより軽いものはプラス、重いものはマイナスで表示される。一般に甘口酒は含糖量が多く比重が大きいのでマイナス、辛口酒はプラ

スになる。

品質提供の差異や、サービス向上が盛んに進められてきたのが、1970年以降であり、その一端を担ってきたのが地酒である。地域で収穫された米と水を使って造られる酒による固有性と良好な品質、また、従来の三増酒と比較して地域にて可視化でき、精錬された技術による工夫で醸造できるシステム作りも影響されている可能性も有している。その後、日本酒の辛口から、いわゆる「キレのある」すっきりとした味わいの淡麗辛口を好む嗜好にトレンドも変化しつつあるようである。また、醸造法、製品も大量生産型から一新され、より高い品質向上を目的に吟醸酒、無濾過原酒、全量純米蔵の日本酒が積極的に生産、販売されている状況である(表1 参照)。そして、蔵元が杜氏を勤める蔵元杜氏も多くなり、酒造の目指す目標や哲学が日本酒に反映されるスタイルも多くなり、より個性の強い特徴ある日本酒作りもなされている。なお、福島県では、級別制度廃止前に福島県ハイテクプラザ会津若松技術支援センター清酒アカデミー職業能力開発校を設立し、酒造りの総合的な技術と知識を学ぶことのできるシステムを作った。同センター(および県)では酵母菌の開発等にも積極的に取り組んでおり、平成3年に誕生した「うつくしま夢酵母」は、全国清酒鑑評会で13点もの清酒が金賞を受賞させている(平成5年)。福島県は、こうしたシステムや研究開発を行い積極的に日本酒作りを進めている。

醸造の行程を整理すると、図4で示される。また、実際に醸造の行程を体験し(写真1)、醸造過程で生じる問題を整理した。この実習より得た結果として ①品質の高い日本酒を作るためには、温度管理が重要であり、この温度管理には熟練した視点と保冷施設が必要である、②水・米・麴・酵母の種類が豊富にあり組み合わせ次第でさまざまな種類の日本酒が出来るが、例えば吟醸系の日本酒を作成するには米を削る技術が必要である、③ただし、水・米・麴・酵母が揃えば日本酒を醸造できるため、例えばどぶろく作成などは地域振興に利用できる可能性として残されるが挙げられる。「どぶろく」とは米、米麴、水のみを発酵させ、もろみを濾さない濁り酒のことである。もろみにはまだ溶け切れていない米の固体部分が残存し、日本酒の色調は白濁することとなる。酒を醸しだす酵母にはもろみの栄養分を細胞内に濃縮したアミノ酸、ミネラル、ビタミン類などが豊富に含まれており、酵母の細胞壁には抗アレルギー作用や免疫機能を高める作用があるとの研究もある。そのため、麴、酵母をそのまま飲料できる

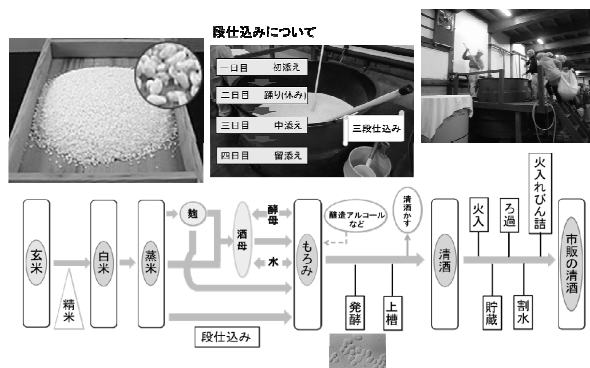


図4 日本酒の醸造過程



写真1 蒸米運び

表2 硬度と水の基準

超軟水	0～50mg/L
軟水	50～100mg/L
中程度の硬水	101～300mg/L
硬水	301～1000mg/L
超硬水	1001mg/L 以上

どぶろくは体に非常によいともいわれている。どぶろくの歴史は古いものの、酒造税の制定されて自家醸造が禁止された。以降、2002年構造改革特別区域法(特区法)により限定された地域でのみ製造が許可されることとなった。こうした地域を「どぶろく特区」というが、特別区内でのどぶろく製造と、飲食店や民宿等で、その場で消費される場合に限り、販売も許可されている。なお、同特別区外へ持ち出すことになる「みやげ物としての販売」に関しては酒税法が適用されるため酒類販売の許可および納税が必要となる。したがって、「旅館・飲食」と抱き合わせで、地域振興などに利用できれば貢献性は高くなる可能性を有している。なお、福島県においては、会津若松市、南会津町、只見町、金山町、郡山市湖南町、二本松東和地域、川俣町がどぶろく特区として指定されている。川俣町を例に取れば、ゆう・ゆうライフ川俣町どぶろく特区という名称で、川俣町の全域を対象に特区が指定されている。①地

域資源を活用した郷土料理・酒類や地域の歴史文化に触れる機会が拡大することによって農業交流体験など都市部の住民との交流が促進され、地域の活性化につながる効果が期待される、②特定農業者の方が農家民宿や農家レストランの営業、地域製品の加工・販売などに取り組むことによって、農業経営の安定化や地域産業の活性化につながる効果が期待される 等を目論み特区は指定された状況にある。こうした背景からも、地域特徴を有するどぶろく、およびどぶろくに乗じた地域活性化などは今後の地域産業振興に有効になりえると考えられる。

3. 水に関する調査

(1) 日本酒の作りに用いられる水の事例

日本酒に利用される水の事例として、酒処の灘(兵庫県)を基に説明する。灘地区で利用されている水は「宮水」と呼ばれている。この宮水は、花崗岩、縄文時代に由来する貝殻・海草・プランクトンの死骸を含む堆積層を地下水が通過する過程より、硬度(Ca+Mgの総量)やK, P等のミネラル成分が豊富、リン含有量が多く、かつ鉄分の少ない特徴を有した兵庫県西宮市固有の地下水である。宮水は水質特性上で「硬水」と呼称されており、酵母菌の発育を高め、麴へ効果を与えると評価されている。「灘の生一本(自社の単一の製造場のみで醸造した純米酒)」と呼ばれる銘酒への発展には、硬水の存在が大きく関与している。なお、硬水は、以下の式(1)に求められる硬度、表2の基準を用いて把握することができる。

$$\text{硬度}[\text{mg/l}] = (\text{カルシウムCa}[\text{mg/l}] \times 2.5) + (\text{マグネシウムMg}[\text{mg/l}] \times 4.1) \text{ -----(1)}$$

一般的に日本酒に対して、硬水は、発酵進みやすぐ切れのある味になる(つまり、辛口)。軟水は、発酵が進みにくいもののソフトな味になると評価されている。こうした傾向をみると、灘の宮水による日本酒は辛口という嗜好となる。ただ、硬水でなくとも特徴のある日本酒は求められる可能性もあり、水の状況に応じて地域に適した日本酒を目指していくことが肝要といえる。

(2) 良質な水の条件

良質な水で連想されるのは環境省が制定する「名水百選」である。昭和60年に「昭和の名水百選」、平成20年に「平成の名水百選」で計200ヶ所の名水



図5 福島県湧水地点マップ

が制定されている。名水に選ばれる条件は、以下の①から⑥に示すとおりである。

- ① 水質・水量
- ② 周辺環境の状況(生態系や保全のための配慮)
- ③ 親水性・近づきやすさ(水へのアプローチ等)
- ④ 水利用の状況(水利用の伝統など)
- ⑤ 保全活動(保全活動の内容と効果を重視)
- ⑥ その他の特徴・PRポイント(故事来歴・希少性)

水質は決定の基準として含まれているものの、それだけでは名水に選定されないことが理解できる。その一方で、実は計200ヶ所に含まれない箇所でも百選と同等の質を有する存在している可能性を示している。また、一概の基準だけではなく、地域固有の特徴を有する日本酒に適すべき水も存在している可能性も示唆される。

(3) 福島県の湧水状況

福島県内においてどのような水が確認されているかを「湧水」に着目して調査を進めた。湧水は、地下水が地表に自然に出てきたものと定義される。地質的な影響も想定される。大気圧よりも大きな圧力が負荷されている地下水が湧出に至っていると捉えることもできるため、湧水ポイントの多い地点、および地域は豊富に地下水貯蔵されている可能性が示唆される。そのため、商品等に利用できる貯蔵量も期待できる。図5は文献等⁶⁾を用いて調査した福島県内の湧水箇所を示したマップである。全体的傾向として、浜通り地域の湧水ポイントは少なく、中通りから会津地域に多く認められている。この背景として、浜通り地域は太平洋に面しており、地質状況、土地被覆にも依存して浸透性は異なるが、降雪、積雪が認められないことが大きく影響していると推測される。降雨量は相対的に多いものの、強雨となり

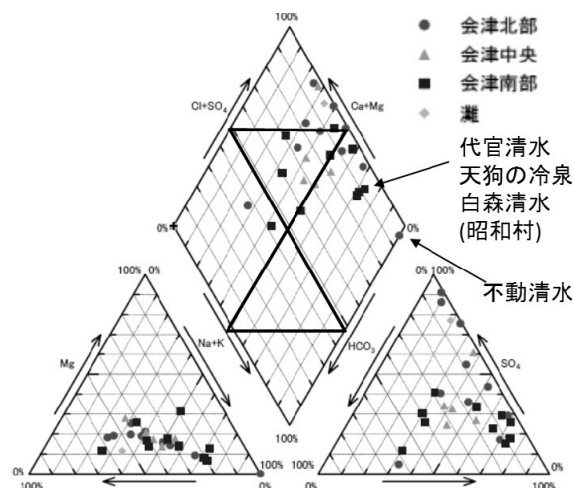
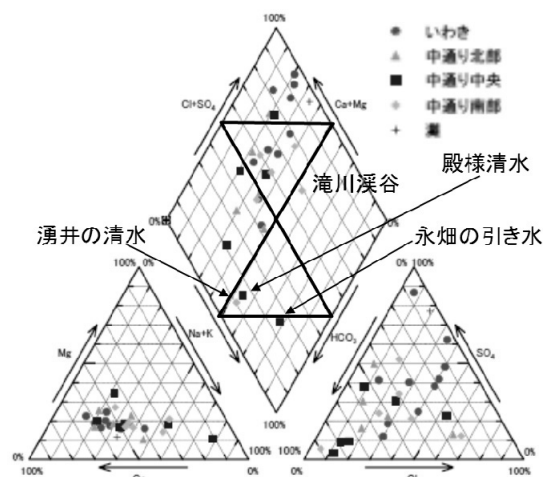


図 8 会津地方の
トリリニアダイアグラム分類

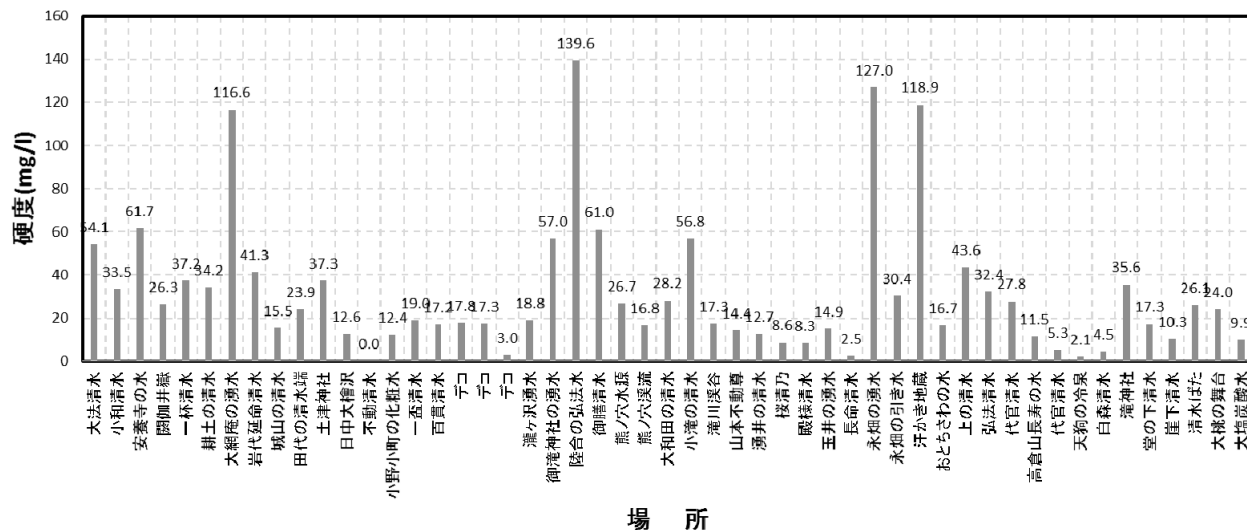


図 9 湧水の硬度結果

た水質化学成分は、Na, K, Ca, Mg, Cl, SO₄, HCO₃である。各採水ポイントにおけるこれら各々の成分を統合的に把握し、特徴を示すこととする。評価は以下の通りを行うこととする。

- ① トリリニアダイアグラムによる分類
- ② 硬度による分類

硬度による分類に関しては(1)節に示すと通りの

分析をおこなった。トリリニアダイアグラムによる分類については、Type I：アルカリ土類非炭酸塩(熱水・化石水関連 — Ca-SO_4 , Mg-SO_4 , Ca-Cl タイプ), Type II：アルカリ土類非炭酸塩(浅層地下水関連 — Ca-HCO_3 タイプ), Type III：アルカリ炭酸塩(深層地下水関連 — Na-HCO_3 タイプ), Type IV：アルカリ非炭酸塩(海水関連 — Na-Cl タイプ), Type V：中間型(河川水・伏流水及び循環性地下水)の5タイプに区分させた(図7, 8参照)。トリリニアダイアグラムを参考にすれば, Ca , Mg の多いType I, IIが宮水に近い硬水に属することとなる。

図7は浜通りと中通りのトリリニアダイアグラムの分類を示したものである。滝川溪谷(矢祭町), 殿様清水(須賀川市), 涌井の清水(天栄村), 永畑の引き水(田村市)を除くと, $\text{Ca}+\text{Mg}$ で50%以上を示し概ねtype I, II, およびこれらの中に位置するtype Vに属する。概ねの浜通りと中通りの湧水は硬水側の宮水に似た組成を呈することが理解できる。なお, 硬水に含まれない4つの湧き水ポイントに関するれば永畑の引き水を除くと阿武隈高地に位置する傾向が認められる。阿武隈高地に関しては, 神戸六甲と同じく花崗岩体の地質が広く分布するため, 地質構造が硬水湧出に影響していると解釈できる。

図8は会津地方のトリリニアダイアグラムの分類を示したものである。浜通り, 中通りの水質と異なる傾向がグラフより見てとれ, 概ねが Cl, SO_4 に踏むtype I からtype IVの領域の中に集中する。ただし, type IVに分布するポイントは少ない傾向を示しており, 中でも特に $\text{Ca}+\text{Mg}$ の小さくなり, $\text{Na}+\text{K}$ の大きくなる湧水ポイントは, 昭和村の代官清水, 天狗の冷泉, 白森清水, 喜多方市の不動清水である。

図9に硬度の結果を示す。硬度が著しく高い湧水ポイントは大網庵の湧水(古殿町), 陸合の弘法水(桑折町), 永畑の湧水(田村市), 汗かき地蔵(中島村)等が挙げられる。また, 著しく硬度の低い湧水箇所も含まれるが, 概ねが20から60mg/l前後の硬度に属することが明らかにされている。参考までに灘で湧水を採水し, 水質を分析にかけたところ, 硬度は75mg/lにあった。著しく高いポイントに関するれば, 過度な硬度である可能性も高いが, 概ねのポイントが灘に批准した水質になることも明らかにされた。トリリニアダイアグラムによるType分類と硬度より, 大局的に浜通り・中通りと会津地方で水質の異なる傾向が認められ, 概ねが宮水と批准しうる水質になる結果を得た。

4. まとめと今後の方針

こうした背景をふまえ, ”水”, ”水質”をテーマの核に据えて”食”に関わる地域振興策を検討するための取り組みとして日本酒をベースに検討を進めた。結果として, 福島県内の湧水の地域特徴が把握され, 将来的な日本酒に関連付けられた産業振興の可能性が明らかにされた。硬度に着目すると, 著しく硬度の高い湧水ポイントは大網庵の湧水(古殿町), 陸合の弘法水(桑折町), 永畑の湧水(田村市), 汗かき地蔵(中島村)等が挙げられる。また, 著しく硬度の低い湧水箇所も含まれるが, 概ねが20から60mg/l前後の硬度に属することが明らかにされている。参考までに灘で湧水を採水し, 水質を分析にかけたところ, 硬度は75mg/lにあった。著しく高いポイントに関するれば, 過度な硬度である可能性も高いが, 概ねのポイントが灘に批准した水質になることも明らかにされた。トリリニアダイアグラムによるType分類と硬度より, 大局的に浜通り・中通りと会津地方で水質の異なる傾向が認められ, 概ねが宮水と批准しうる水質になる結果を得ている。

今後は地域的ブランド色を誘導させるべく水にかかわり米, 農産物の状況も検討に加え, 水を資本にした地域ブランドへの展開を検討する意向である。

謝辞：本研究は福島大学C E R A地域活性化活動助成事業の地域振興助成によって行われた。ここに記して謝意を示す次第である。

参考文献

- 1) 環境省：地球温暖化「日本の影響」, <http://www.nies.go.jp/whatsnew/2014/20140317/20140317-3.pdf>, site viewed 2014/06/06.
- 2) 農林水産省：農山漁村の6次産業化, <http://www.maff.go.jp/j/shokusan/sanki/6jika.html>, site viewed 2014/06/06.
- 3) 林丈雄・中島正裕・大里耕司・千賀 裕太郎：地方都市部の地場産業と中山間地域の農業による農商工連携—新潟県村上市の地酒蔵と山北地区の地域資源、酒米・湧水との関係性に着目して—, 農村計画学会誌, Vol.31, pp.219-224, 2012
- 4) 日下譲・辻治雄・藤本雄三・石田桂子・福井要：六甲山地周辺域の浅層地下水の水質, 陸水雑誌, Vol.42, pp.65-71, 1981.
- 5) 吉岡龍馬：六甲山系の地下水の水質特性について, 日本地下水学会誌, Vol.26, pp.147-166, 1984.
- 6) 例えば島野安雄・薮崎志穂：名水を訪ねて(100)福島県西部・会津地域の名水, 日本地下水学会誌, Vol.55, pp.65-78, 2013.