

# 秋田県象潟海岸域における地下水の湧出特性

菅原 仁 人

キーワード：地下水 湧水 湧水の水質 海底湧水 象潟海岸域

## I はじめに

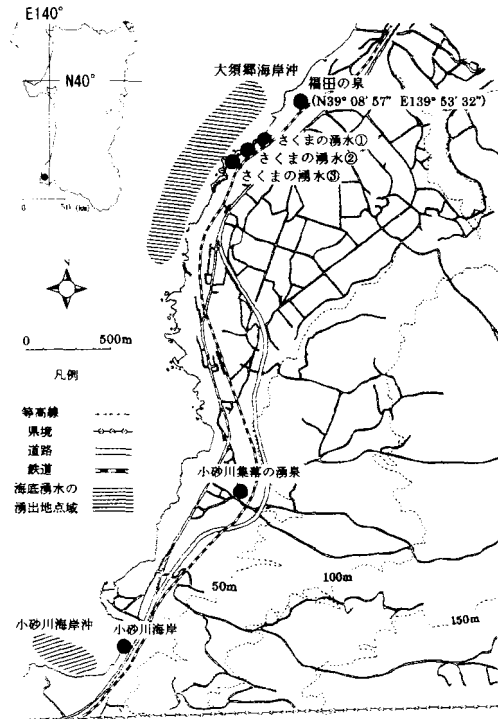
海岸域は、陸域地下水の循環系の出口となっており、地下水循環を考えるうえでも重要な地域である。そのため、本研究の対象地域である秋田県象潟海岸域を含む、地下水に関する研究はこれまでも行われてきた（藤原，2002など）。そして、象潟海岸域および鳥海山周辺では、土壌・岩石等の地質条件の他に、気候・水文環境も水質形成に大きな影響を与えることなどが明らかになった（島野・肥田，2001）。しかし、海岸域に調査対象地域を絞り、湧出地点を限定し、年間を通じての調査・観測を行った研究は行われていない。また、海底から湧出する地下水についての調査も行われていない。

そこで本研究では、秋田県象潟海岸域における地下水の湧出特性に視点をあて、湧出量の年変化と若干の水質項目について日変化と年変化を明らかにし、併せて海底からの地下水湧出について湧出地点域と湧出特性を聞き取りにより調査することを目的とする。

## II 研究対象地域と現地調査の概要

### 1. 研究対象地域

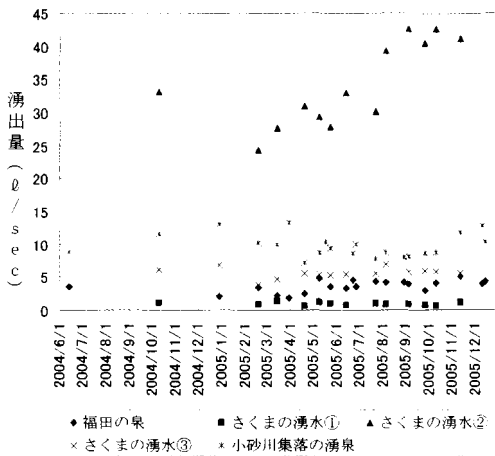
研究対象地域である象潟海岸域は、秋田県の南端に位置し、日本海と鳥海山を併せもった地域である。鳥海山は、秋田県と山形県にまたがる標高2,236mの大規模な火山で、山体は多量の溶岩と少量の火山岩からなる成層火山である。そのため、高い浸透性により大部分の雨水は地下に浸透し、鳥海山西麓である象潟海岸域へ向かう地下水流が見込まれ、沿岸部の海底からも地下水の湧出が多く見られる（藤原，2002）。また、東北地方の火山の多くは脊梁山脈に沿った内陸部に位置しているのに対し、鳥海山は山頂から海岸までの水平距離は約10kmであり、日本海に隣接している。



第1図 研究対象地域における湧水の分布（2005年）  
（象潟町発行1：10000 象潟町字界図「No.2」および現地調査により作成）

### 2. 現地調査の概要

地下水の観測（湧出量・水温・EC・pH）は、2004年6月13日～2005年12月15日<sup>1)</sup>までの期間に第1図に示した5カ所において湧出量については計22回、水温等については15回程行った。湧出量は微流速計を用いて観測し、水温とECについては携帯水質計を用いて測定した。さらにpHについてはBTB溶液を用いて測定した。海底湧水については、大須郷海岸沖や小砂川海岸沖において存在が確認されている。そこで、海底からの地下水の湧出が見られる地点を、漁師の方からの聞き取りを中心に調査を行った。



第2図 象潟海岸域の各湧出地点における湧出量の変化(2004年、2005年)

注)各湧出地点の位置は第1図参照。

(2004年6月13日～2005年12月15日の期間に微流速計により観測)

### Ⅲ 観測結果および考察

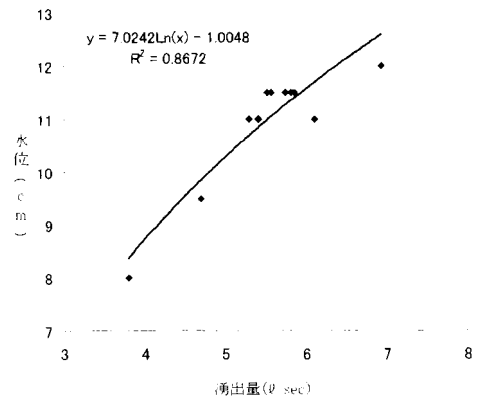
#### 1. 湧出量の年変化

##### 1) 湧出量

現地調査によって得られた各湧出地点の湧出量を第2図に示す。湧出量は、福田の泉とさくまの湧水③において、冬期間に湧出量が著しく減少し、雪解けが始まる4月頃から12月にかけては、ほぼ一定の値を示している。さくまの湧水②においては、9月から湧出量が著しく増加している。象潟海岸域の地下水は、鳥海山に降り積もった雪が気温の上昇する春から初夏にかけて溶け始めることによって地下に浸透し、湧出するものと考えられる。一方、さくまの湧水①と小砂川集落の湧泉においては、年間を通してほぼ一定の値を示している。

##### 2) 水位流量曲線

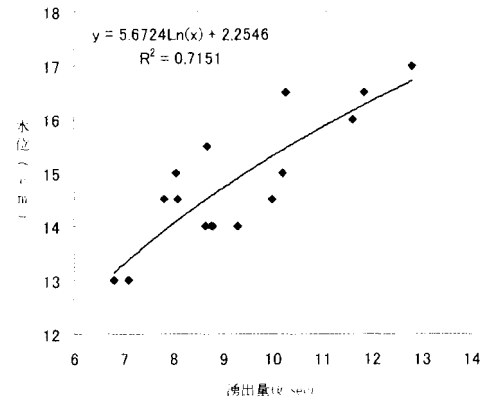
さくまの湧水③における水位(水深、以下同じ)と流量の相関を12回の観測<sup>3)</sup>に基づいて作成した(第3図)。 $R^2$ は0.86であり、水位と流量との間には強い相関が認められる。同様に、小砂川集落の湧泉における水位と流量の相関を16回の観測<sup>4)</sup>に基づいて作成した(第4図)。 $R^2$ は0.71であり、さくまの湧水③と比較し相関は若干小さくなっている。両者の違いは、観測地点の相違によるものと思われる。さくまの湧水③の観測カ所は、巨岩上の凹み上にあ



第3図 さくま湧水③における水位流量曲線

(2005年)

(2004年10月10日～2005年11月12日の期間に微流速計により観測)



第4図 小砂川集落の湧泉における水位流量曲線

(2005年)

(2004年6月13日～2005年11月12日の期間に微流速計により観測)

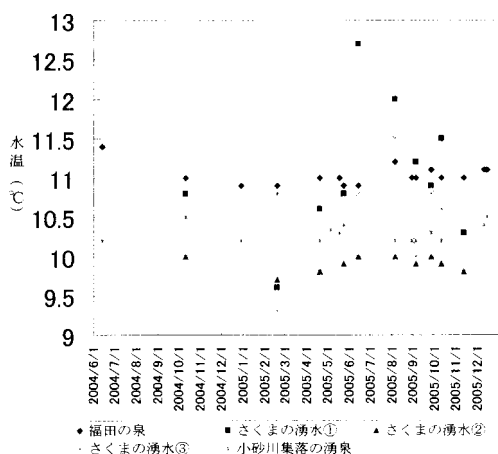
る水路の幅が固定している位置を定めたのに対し、小砂川集落の湧泉の観測カ所では、兩岸の雑草や堆積物などが湧出量に影響を及ぼしかねない位置を選ばざるを得なかった。

#### 2. 水質の年変化

##### 1) 水温

各湧出地点における水温の値を第5図に示す。

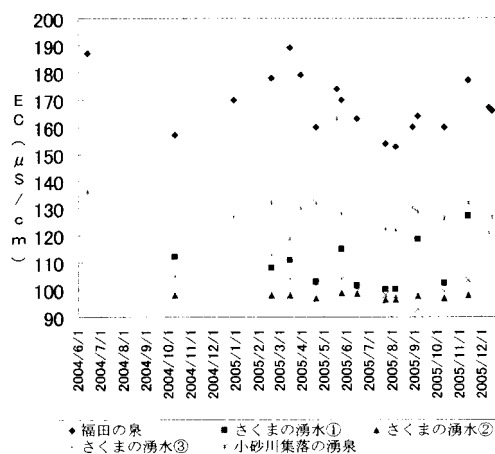
各湧出地点の平均水温は9.9℃から11.1℃であり、各湧出地点における平均水温の差は、1.2℃である。小砂川集落の湧泉を除いた4地点では2005年2月18日に最低値を観測している。小砂川集落の湧泉では、



第5図 象潟海岸域の各湧出地点における水温の変化（2004年、2005年）

注）各湧出地点の位置は第1図参照。

（2004年6月13日～2005年12月15日の期間に携帯水質計により観測）



第6図 象潟海岸域の各湧出地点におけるECの変化（2004年、2005年）

注）各湧出地点の位置は第1図参照。

（2004年6月13日～2005年12月15日の期間に携帯水質計により観測）

年間を通してほぼ一定の値を示した。

各湧出地点における水温の変動幅は、0.3°Cから3.1°Cである。さくまの湧水①とさくまの湧水③を除けば、水温の変動幅は1.0°C以下であり、水温は年間を通じて安定している。

## 2) 電気伝導度 (EC)

各湧出地点におけるECの値を第6図に示す。

各湧出地点のECの平均値は、97.6  $\mu\text{S}/\text{cm}$  から178.0  $\mu\text{S}/\text{cm}$  であり、各湧出地点におけるECの平均値の差は、80.4  $\mu\text{S}/\text{cm}$  である。ECの平均値は、湧出地点毎に分散している。また、ECの最高値・最低値も分散しており、季節的な傾向は見られない。

各湧出地点におけるECの変動幅は、2.7  $\mu\text{S}/\text{cm}$  から44.0  $\mu\text{S}/\text{cm}$  である。さくまの湧水②においては、ECの変動幅が2.7  $\mu\text{S}/\text{cm}$  であり、年間を通じて安定している。さくまの湧水②を除いた4地点についても、例外値を除けば年間を通じて安定している。

## 3) pH

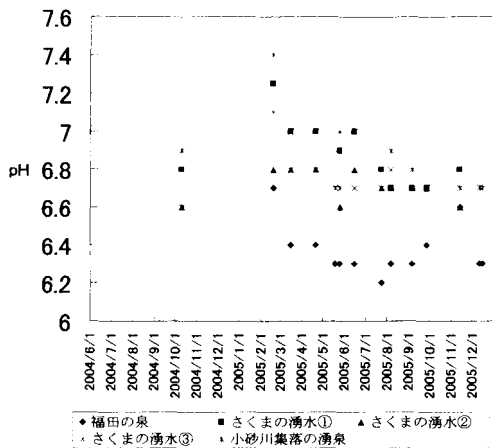
各湧出地点におけるpHの値を第7図に示す。

各湧出地点の平均pHは6.30から6.87であり、5地点の湧水における平均pHの差は0.57である。pHは全ての地点において弱酸性である。

各湧出地点におけるpHの変動幅は、0.2から0.7である。小砂川集落の湧泉を除いた4地点におけるpHの変動幅は0.5以下であり、pHは年間を通じて安定している。小砂川集落の湧泉においても、例外的に高い値を示した2005年2月18日を除けば、変動幅は0.2となり、年間を通じて安定している。pHの値は全ての地点において2005年2月18日に値が高くなっており、その時点を除くとほぼ一定の値で推移している傾向にある。

## 3. 海底湧水

漁師の方からの聞き取り調査（2005年8月）の結果、大須郷海岸沖と小砂川海岸沖において海底湧水が確認された。海底湧水は、深さ0.5m～10mの海底で確認されている。平穏時には、海底湧水の噴出が水面に波紋を形成し、これを目視することで海底湧水の位置を同定することができる。海底湧水の湧出箇所は固定されているわけではなく、天候や波の影響により位置を移す。また、大須郷海岸沖では、海水の体感温度が低いと言われており、小砂川海岸沖よりも多量の海底湧水が湧出していると考えられる。



第7図 象潟海岸域の各湧出地点における pH の変化 (2004年、2005年)

注) 各湧出地点の位置は第1図参照。

(2004年10月10日～2005年12月15日の期間に BTB 溶液により測定)

#### IV 結び

秋田県象潟海岸域を対象に、5カ所の湧出地点および海底湧水に関する調査を行った結果、以下のような点を明らかにすることができた。なお、研究成果の一部はすでに菅原ほか (2005) で公表した。

1. 湧出量は、福田の泉とさくまの湧水③において、冬期間に湧出量が著しく減少し、雪解けが始まる4月頃から12月にかけて、ほぼ一定の値を示した。さくまの湧水②においては、9月から湧出量が著しく増加している。
2. 水位流量曲線を作成した結果、さくまの湧水③と小砂川集落の湧泉において、水位と流量との間に強い相関が認められた。
3. 水温は年間を通じて安定していることが明らかとなった。さらに、小砂川集落を除く4地点においては2月に最低値を記録した。
4. EC は例外的に大きな値は存在するが、その時点を除けば年間を通じてほぼ一定の値で推移していることが明らかとなった。

5. pH は年間を通じて安定していることが明らかとなった。また、pH は全ての地点において弱酸性である。
6. 海底湧水は、大須郷海岸沖と小砂川海岸沖において確認された。大須郷海岸沖では、海水の体感温度が低いと言われており、小砂川海岸沖よりも多量の海底湧水が湧出していると考えられる。

本稿の作成にあたっては、秋田大学教育文化学部の肥田 登先生から終始貴重な御助言、御指導をいただいた。現地調査に際しては、象潟町漁協組合および象潟町住民の方々に御理解、御協力を賜った。末筆ながら、以上の皆様に深く感謝いたします。

#### 注

- 1) pH の観測については、2004年10月10日～2005年12月15日までの期間に行った。
- 2) 水位流量曲線について、さくまの湧水③では、2005年4月20日の水位が例外的な値を示したため除いてある。
- 3) 水位流量曲線について、小砂川集落の湧泉では、2005年3月15日、3月30日、5月18日、9月26日の水位が例外的な値を示したため除いてある。

#### 文 献

- 小笠原真志 (2005) : 鳥海山の地下水流動と水質形成プロセス. 日本水文科学会学術大会発表要旨集 20, 61-62.
- 島野安雄・肥田 登 (2001) : 名水を訪ねて (54) 秋田県の名水一力水・出壺・滝の頭湧水など一. 日本地下水学会誌, 第43巻, 215-227.
- 菅原仁人・利部 慎・若狭真紀・肥田 登 (2005) : 秋田県象潟海岸域における地下水の湧出特性. 日本水文科学会学術大会発表要旨集20, 41-42.
- 藤原 崇 (2002) : 鳥海火山西麓における湧泉の水文学的研究. 秋大地理, 第49号, 73-76.