



秋 田 大 学  
大学院理工学研究科

研 究 報 告

第 38 号



Online edition ISSN 2432-4116  
Print edition ISSN 2432-4108

# 秋田大学 大学院理工学研究科 研 究 報 告

第 38 号

平成 29 年 10 月

---

## 目 次

### 研究報告

田沢湖湖底に堆積する珪藻被殻の形態及び化学構造に関する検討…………… 布田潔, 高見夏基, 小笠原正剛, 成田修司	1
秋田県男鹿半島の河川水の水質特性…………… 網田和宏, 山下裕也	7
A 10-step Analysis of Cultural Encounters - A Tool to Broaden the Cultural Understanding of Japanese Students…………Ewa GRAVE	17
研究論文目録 (2016) ……………	25
平成 28 年度博士論文題目リスト……………	57
平成 28 年度修士論文題目リスト……………	58

---

秋田大学 大学院理工学研究科

編集委員会

生命科学専攻 生命科学コース

松村洋寿(委員長)

物質科学専攻 応用化学コース	井上幸彦	物質科学専攻 材料理工学コース	仁野章弘
数理・電気電子情報学専攻 数理科学コース	中江康晴	数理・電気電子情報学専攻 電気電子工学コース	田中元志
数理・電気電子情報学専攻 人間情報工学コース	高谷眞弓 高橋秋典	システムデザイン工学専攻 機械工学コース	山口誠
システムデザイン工学専攻 創造生産工学コース	高橋護	システムデザイン工学専攻 土木環境工学コース	日野智
共同ライフサイクル デザイン工学専攻	魯小葉	附属理工学研究センター	山田学

## 研究論文

## 田沢湖湖底に堆積する珪藻被殻の形態及び化学構造に関する検討

布田潔\*\*, 高見夏基\*\*, 小笠原正剛\*\*, 成田修司\*\*\*

## Investigation of the Morphology and Chemical Structure of the Diatoms Frustule Found in the Bottom Sediments in Tazawa-ko Lake

Kiyoshi Fuda \*\*, Natsuki Takami \*\*, Masataka Ogasawara \*\* and Shuji Narita \*\*\*

## Abstract

We analyzed the morphology and chemical structure of diatoms frustule for two annual sediment samples taken at the bottom of Tazawa-ko Lake (Lake center), and the change of diatom distribution along the depth direction was examined. As a result, we got the following conclusion. (1) SEM observation revealed that diatoms frustule deposited in the surface of the boom sediment in 2003, whereas it was found in a part deeper than 7 cm in 2011. (2) The shape of the frustule was found to be mostly “Taiko”-type (Cyclostephanos). (3) The existence of the diatoms frustule was commonly supported by the halo appearing in XRD, the shift of Si-O stretching vibration in FT-IR toward the higher wavenumber side, and the analysis of the profile of  $^{29}\text{Si}$  NMR.

## 1. はじめに

秋田県仙北市にある田沢湖は、我が国において最も深い湖（最大深度 423.4m）であり、その全域が田沢湖抱返り県立自然公園に指定されている景勝地としても知られている。その形状は、直径約 6 kmの円形をしており、沿岸部から急激に切れ込み、全体として大きなシャーレの様な概形をしている。流入河川は小規模な沢しかなく、人工水路として玉川と先達川から導水路が入り込み、生保内発電所を経て玉川に流出している。これらの人工的な導水は、1940年から始められたが、玉川温泉に源を持つ酸性水の影響を受け、田沢湖の水質は酸性化が進行し、それまで生息していた生物、特に淡水魚のほとんどが死滅した。田沢湖の固有種であったクニマスの「絶滅」も、これが原因とされている。

その後、いくつかの経緯を経て、平成元年より国土交通省管轄の石灰石中和処理施設が完成、操業を開始した。この施設は、玉川温泉湧水のうち温泉施設で利用される部分を除きその約 8 割を源泉から直接導入し、pH が 3.5 以上になるように石灰石で中和

した後、玉川支流の渋黒川へと放流している。この効果は田沢湖の水質にも現れ、当初 4 台まで低下していた pH も 5 を超え、目標値の 6 に近づきつつあった。ところが平成 14 年頃から源泉の酸度が急激に上昇し、中和処理施設では、この変化に対処すべく石灰石使用量の増加などの対策を講じたが、田沢湖を含む下流域で pH が低下する現象が見られるようになった。中和処理施設稼働後の田沢湖（湖心）における pH、および、潜在的酸性成分である  $\text{Fe}^{3+}$  と  $\text{Al}^{3+}$  イオン濃度の経年変化を図 1 に示した。平成 14 年を境に pH の低下と  $\text{Al}^{3+}$  イオン濃度の上昇の様子が分かる。

秋田県ではその原因の究明と田沢湖の水質改善を

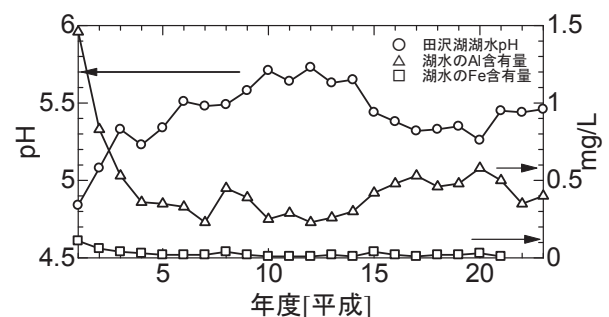


図 1. 田沢湖（湖心）における pH,  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$  イオン濃度の経年変化

2017年8月2日受理

\*\*秋田大学大学院理工学研究科物質科学専攻応用化学コース, Applied Chemistry Course, Department of Materials Science, Graduate School of Engineering Science, Akita University

\*\*\*秋田県健康環境センター, Akita Research Center for Public Health and Environment (機能物質工学専攻 2001年修了, 現在秋田県由利地域振興局)

めざし、平成 24 年 6 月に「田沢湖水質改善検討会」を設置した<sup>(1)</sup>。またこれに先立ち、秋田県健康環境センターと秋田大学のグループはこの問題での共同研究を開始した。我々は、前報告において、平成 23 年 8 月に採取された湖底の底質ボーリングコア試料を分析し、表面から 7 cm より深い部位に珪藻の被殻が比較的高密度に存在していることを示した<sup>(2)</sup>。この知見を上記検討会で紹介したところ、同検討会委員であった秋田県立大学の片野登先生から、平成 15 年に採取され、未開封の状態で保管されている同種のコアサンプルをご提供するご提案を頂いた。この試料を前述の試料と比較することで平成 15 年～平成 23 年にいたる田沢湖湖底の底質の変化、特に珪藻の被殻の堆積状態の経時変化に関する知見を得る新しい可能性が生まれた。

本報告の目的は、平成 15 年～平成 23 年の間に時を隔てて採取された田沢湖（湖心）湖底の底質ボーリングコア 2 試料について、主に珪藻被殻の形態、化学構造、底質の分布状態を明らかにすることである。そのために、走査型電子顕微鏡（SEM）による観察に加え、化学的構造解明のため、X 線回折（XRD）、赤外分光（IR）および  $^{29}\text{Si}$ 、 $^{27}\text{Al}$  固体高分解能核磁気共鳴分光（NMR）による解析を行った。これらの結果について田沢湖の表面で採取された水質の経時変化と比較対照し、関連性を検討した。

## 2. 実験

### 2.1 コアサンプル

本研究では、2 種類の底質コア試料を用意した。それぞれの採取日、採取地点、採取者（保管者）は以下のとおりである。（1）平成 15 年（西暦 2003 年）9 月 16 日、田沢湖湖心底部、片野登秋田県立大学教授（以後“H15CORE”と略記）、（2）平成 23 年 8 月 23 日、田沢湖湖心底部、秋田県健康環境センター（同上“H23CORE”）。これらの底質コアは内径 5 cm のアクリル筒を底質に挿して採取し、その後冷蔵保存された。これを筒から取りだし、乾燥後、色調の変化及び自然なひび割れを手掛かりに、H15CORE では 8 つに、H23CORE では 4 つに分画した。分画の位置を図 2 に示した。分画した各層の湿潤状態での色調は H15CORE では上部から下部になるに従い、灰（第 1 層）、灰白（第 2 層）、灰（第 3 層）、暗灰（第 4 層）、暗褐（第 5 層）、褐（第 6 層）、暗褐（第 7 層）、黒褐（第 8 層）と変化した。また、H23CORE では、褐（第 1 層）、暗褐（第 2 層）、灰（第 3 層）、暗褐（第 4 層）と変化した。

### 2.2 分析

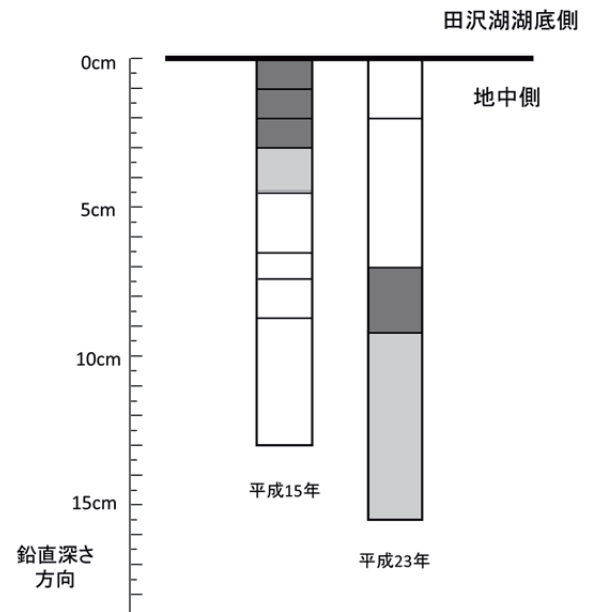


図 2. 底質コアサンプルの分画位置および珪藻被殻検出層（図中でハッチされた部分）

分割された各層の試料は実験室において 70°C、24 時間で乾燥させた後にメノウ乳鉢を用いて粉砕し分析用試料とした。

#### 2.2.1. 走査型電子顕微鏡（SEM）

試料の微細形状及び表面状態について、走査型電子顕微鏡（日立社製 S-4500、秋田県産業技術センター所有）を用いて SEM 像観察を行った。試料粉末は試料テーブル上にカーボンテープを用い固定し、金蒸着した後観察した。

#### 2.2.2 粉末 X 線回折法（XRD）

作製した試料について、X 線回折装置（H15CORE:株式会社リガク製 Ultima 秋田大学所有；H23CORE: 同社製 RINT 2500、秋田県産業技術センター所有）を用いて粉末 X 線回折の測定及び定性分析を行った。測定には対陰極に Cu を使用し、スキャンスピードは  $2^\circ/\text{min}$ 、走査範囲は  $2\theta = 3 \sim 70^\circ$  ないしは  $100^\circ$  として測定した。

#### 2.2.3. フーリエ変換赤外線吸収スペクトル法（FT-IR）

FT-IR スペクトルは、H15CORE については、反射法を用い、フーリエ変換赤外分光光度計（JASCO 社製、FT-IR6300 モデル、秋田県産業技術センター所有）、H23CORE については KBr タブレット透過法を用い、同種光度計（パーキンエルマー社製 S2000 型、同秋田大学）を用いて  $370 \sim 4000 \text{ cm}^{-1}$  の

波数範囲で測定した。解析において、試料の化学結合とりわけて Si-O の伸縮振動に着目した。

#### 2.2.4 固体高分解能核磁気共鳴スペクトル法 (NMR)

各試料の Si, Al 周りの局所構造を解析するために日本電子(株)製 JNM-ECA500 (磁場強度 11.7 T) を用いて NMR スペクトルを測定した。粉末状態の試料を、外径/内径: 3.2/2.2 mm のジルコニア製試料管に充填し、 $^{29}\text{Si}$  については MAS/DD 法および CP/MAS 法で、 $^{27}\text{Al}$  では MAS (シングルパルス) 法で測定した。主な測定条件は次の通りである。共鳴周波数  $^{29}\text{Si}$ : 99.3 MHz;  $^{27}\text{Al}$ : 130.3 MHz, 観測幅  $^{29}\text{Si}$ : 40 kHz;  $^{27}\text{Al}$ : 100 kHz, 化学シフトの基準物質  $^{29}\text{Si}$ : テトラメチルシラン (TMS);  $^{27}\text{Al}$ :  $[\text{Al}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$ , 試料回転速度  $^{29}\text{Si}$ -CP/MAS: 6 kHz;  $^{29}\text{Si}$ -MAS/DD: 15 kHz;  $^{27}\text{Al}$ -MAS: 15 kHz,  $^{29}\text{Si}$ : パルス角  $\pi/2$ ;  $^{27}\text{Al}$ :  $\pi/12$ 。  $^{29}\text{Si}$ -CP/MAS での  $^1\text{H}$  接触時間は 5 ms である。

### 3. 結果と考察

#### 3.1 SEM 像

H23CORE について、前報で第 3 層と第 4 層に珪

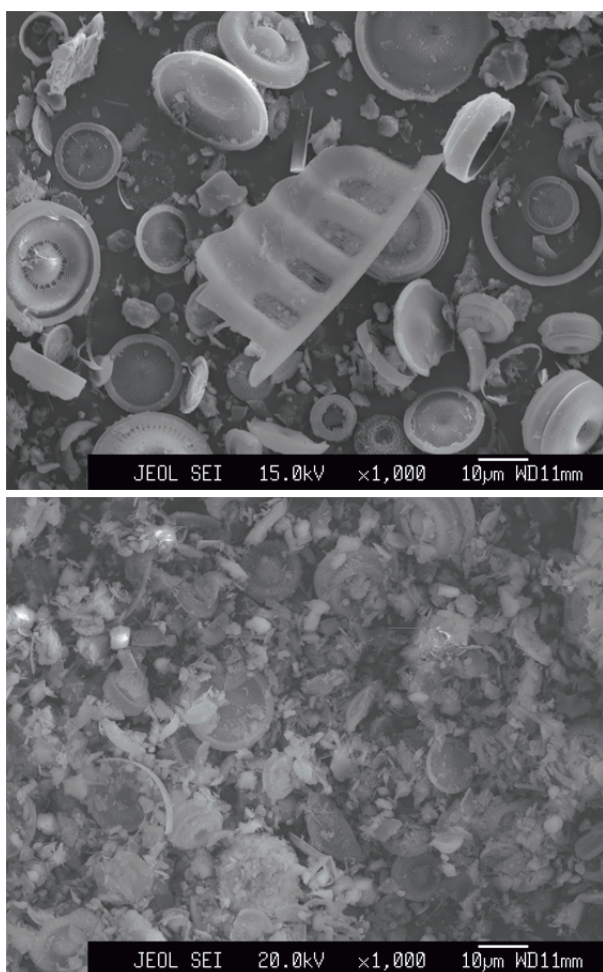


図 3. H15CORE (上), H23CORE (下) 中の珪藻被殻の写真

藻の被殻が観測され、特に第 3 層には密度高く存在していることを報告した。今回これに加え、H15CORE について SEM 観察を行ったところ、このコアでは、第 2 層を中心に第 1 層から第 4 層の分画において珪藻被殻が観測され、それより深部にあたる第 5 層から第 8 層ではほとんど観測されなかった。珪藻被殻の出現の様子を図 2 の各コアの図中にハッチングで表示した。これを見ると平成 15 年の湖底底質においては極表層付近に珪藻被殻が堆積していたが、平成 23 年では珪藻被殻はより深部に移動し、この 8 年の間に新たに堆積した底質には珪藻被殻は含まれていないことがわかる。

この 2 つのコア中で最も珪藻被殻密度が高い H15CORE 第 2 層と H23CORE 第 3 層の SEM 写真を図 3 に示す。両者を比較してわかることは、いずれもいわゆるタイコ型珪藻 (Cycrostephanos<sup>(3)</sup>) の被殻を多く含んでいることがわかる。また、その形状を比較すると、平成 15 年の方が各被殻の輪郭がよ

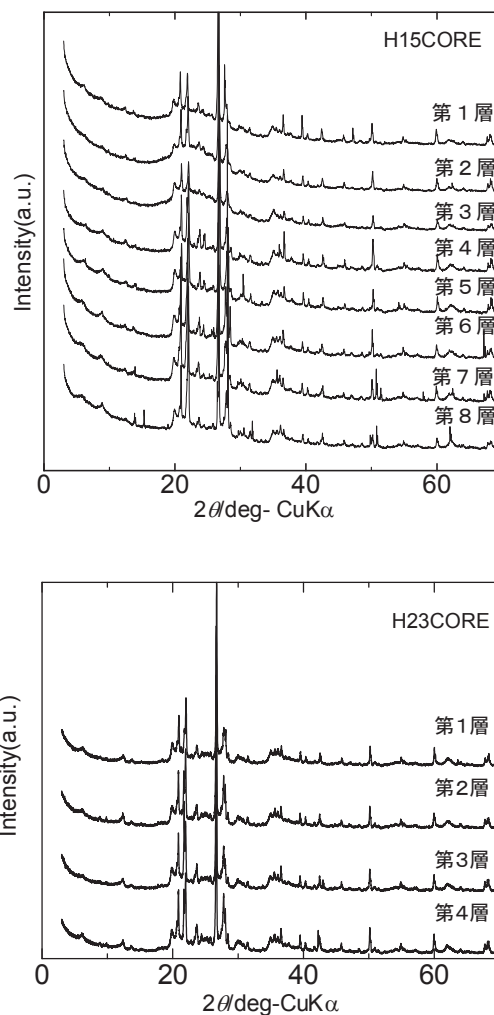


図 4. H15CORE (上), H23CORE (下) の XRD パターン

り明瞭に見え、23年ではこれが崩れているように見える。このことは、8年の経年により、湖底における流動により珪藻被殻が部分的に磨滅した結果とみることができる。

### 3.2 XRD パターン

H15CORE 及び H23CORE の XRD 測定結果を図4に示す。いずれの試料にも石英、長石類の比較的強いピークが共通して見られ、また天然ゼオライトであるモルデナイトおよびクリノプリロライトに帰属しうる回折が観測された。また層状粘土鉱物に特有の  $2\theta = 20^\circ$  および  $35^\circ$  付近から始まる広角側に尾を引く非対称な反射が見られた。底面反射 (001) に相当する回折から緑泥石、モンモリロナイト、雲母類の存在が示唆された。これら観測された鉱物は玉川流域に比較的多く分布している鉱物であり<sup>3)</sup>、小和瀬川、湯淵沢、大深川をはじめ玉川ダムに流入する大小の沢を経由して流下したものと考えられる。

これら2組の XRD パターンの中で、注目されるのは、 $2\theta = 25^\circ$  付近にブロードなハローが見られることである。このハローは H15CORE では上方に位置する第1から第3層、深度にして0から3 cmの範囲の分面試料で観測され、特に第2層で強く表れている。一方 H23CORE では、下方に位置する第3、第4層でみられ、深度では7から15.5 cmの範囲で観測される。このブロードな反射は非晶質のケイ酸類によく見られるものであり、珪藻の被殻を構成するシリカ質に帰属しうるものと考えられた。

### 3.3 FT-IR スペクトル

田沢湖底質の FT-IR スペクトルの特徴を見ると、測定法の及び分光器の違いにより、波数に若干のずれがあるが、 $1000\text{ cm}^{-1} \sim 1100\text{ cm}^{-1}$  にケイ酸塩化合物中の Si-O の伸縮振動、 $3450\text{ cm}^{-1}$  付近に水及び水酸基の O-H の伸縮振動に帰属しうる吸収が確認された。また、 $1640\text{ cm}^{-1}$  付近には粘土層間やゼオライト細孔内の水分子の変角振動に帰属される吸収が確認された。ここで Si-O の伸縮振動のプロファイルに注目すると、図5に見られるように、いずれの分面試料でも少なくとも2本の成分を含み、最大ピーク的位置が H15CORE では上層(1~4層)において高波数側に、下層(5~8層)では低波数側にシフトする傾向が見られる。一方、H23CORE では、高波数側へのシフトは下層(3, 4層)で見られている。Si-O 伸縮振動のダブルットは、低波数側は層状の粘土鉱物、高波数側は非晶質のケイ酸塩にそれぞれ帰属が可能であり、H15CORE では上層、すなわち湖底の表面付近に、また、H23CORE では表面から7 cmよ

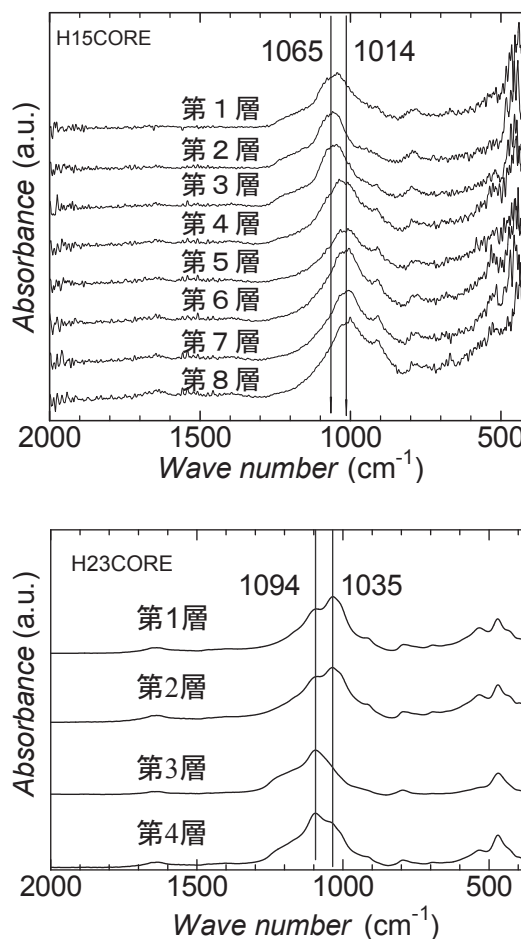


図5. H15CORE(上), H23CORE(下)のFR-IR スペクトル

り深い層に Si-O の3次元的ネットワーク構造の成分が増加することを示している。

### 3.4 NMR スペクトル

H15CORE については第1層、第4層、第8層の3試料、H23CORE については第1層から第4層の4試料について NMR を測定した。結果は珪藻被殻の含有部位の違いに対応した差異が見られるものの基本的に類似の傾向が見られた。ここでは H23CORE について以下に述べる。

図6上に第1~4層試料(図中上から下)の  $^{29}\text{Si}$ -MAS/DD NMR スペクトルを示す。第1層試料では、 $-93\text{ ppm}$  と  $-108\text{ ppm}$  にピークが見られ、第2層試料もこれに類似した。 $^{29}\text{Si}$ -MAS/DD NMR スペクトルのケミカルシフトは、 $\text{SiO}_4$  四面体の結合(角度, Si-O 距離, ヘテロ原子の存在)により変化する。例えば、縮合度の差異では3次元のネットワーク構造  $Q^4$  が形成されヘテロ原子を含まないときは、 $-114 \sim -102\text{ ppm}$  付近にピークが見られ、層状構造  $Q^3$ , 鎖状



あるいは環状  $Q^2$  ではそれぞれ 10 ppm 程度低磁場にシフトすることが知られている<sup>(4)</sup>。また、Si 近傍に Al などのヘテロ原子が酸素を介して存在する場合も低磁場シフトする。このことから、複雑な天然由来混合物である本試料では単純な帰属は難しいが、第 1, 2 層試料には、 $SiO_4$  四面体ネットワークが 3 次元に結合した化合物と、粘土鉱物のように 2 次元 (層状) に結合した構造を持つ化合物が存在していると推測される。一方、第 3, 4 層試料では第 1, 2 層試料とは異なるスペクトルとなり、-111 ppm が極大となりその低磁場側に幾つかのピークが見られた。これは、第 3, 4 層試料は、 $SiO_4$  四面体ネットワークが 3 次元に連結している構造が主であることを示している。

図 6 下に、水素原子に隣接した Si を検出する  $^{29}Si$ -CP/MAS NMR スペクトルを示す。交差分極 (CP: Cross Polarization) 法では、 $^1H$  核から  $^{29}Si$  核へ分極移動させることにより感度が向上するが、 $^1H$  付近の情報を選択的に得るため、 $^1H$  含有量が少ない局所構造では逆に信号が得られない。このことを利用して構造解析を行った。第 1, 2 層試料の  $^{29}Si$ -CP/MAS NMR スペクトルは S/N が悪いものの、-91 ppm にピークが見られた。これは  $SiO_4$  四面体ネットワークが 2 次元 (層状) に結合した構造の近傍に  $^1H$  が存在し、一方で、 $^{29}Si$ -MAS/DD NMR スペクトルに見られた 3 次元の  $SiO_4$  四面体ネットワーク近傍にはこれらの  $^1H$  が含まれないことを示している。第 2 層試料も同じ傾向であることから、これらに含まれるケイ酸塩化合物は、水 ( $H_2O$ ) やヒドロキシル基 ( $-OH$ ) が含まれにくい結晶性の高い化合物であると考えられる。これに対して、第 3, 4 層試料では -92, -102, -111 ppm 付近にピークが見られた。これらは、 $^{29}Si$ -MAS/DD NMR スペクトルに見られたピークがエンハンスされたものと見受けられ、-102, -111 ppm 付近のピーク強度比が逆転しているのは、-102 ppm のピークをもたらす構造付近に  $^1H$  が多く存在しているためと考えられる。すなわち、第 3, 4 層試料に含まれるケイ酸塩化合物は、3 次元の  $SiO_4$  四面体ネットワーク近傍に水やヒドロキシル基を配することが可能な構造であり、そのひとつとして非晶質シリカ ( $SiO_2$ ) があげられ、珪藻由来であることが示唆される。

図 7 に第 1~4 層試料(上から下)の  $^{27}Al$ -MAS NMR スペクトルを示す。いずれの  $^{27}Al$ -MAS NMR スペクトルでも 60 ppm と 4 ppm 付近にピークが見られ、これはそれぞれ 4 配位 (60 ppm) と 6 配位 (4 ppm) の Al に帰属される。また、 $^{27}Al$  は四極子核のため定量には注意が必要ではあるが、ピーク面積は、第 3 層<

第 4 層<第 2 層≒第 1 層となり ICP-AES により求めた Al 含有量<sup>(2)</sup>と傾向が一致した。第 3, 4 層で Al が少

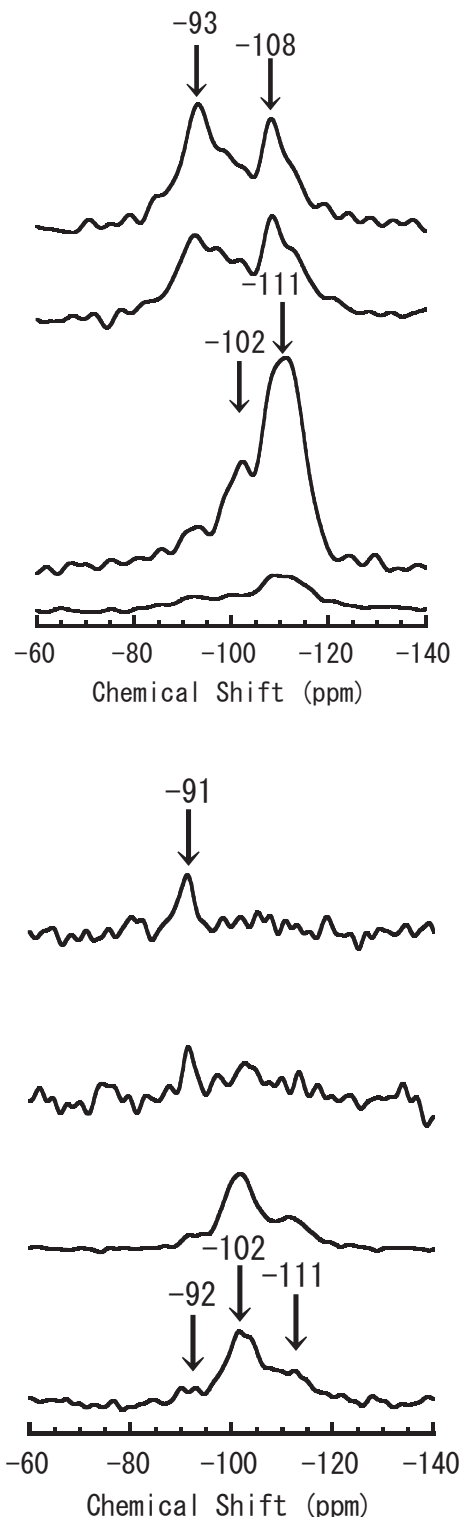


図 6. H23CORE 第 1~4 層試料の  $^{29}Si$ -MAS/DD NMR スペクトル(上)および  $^{29}Si$ -CP/MAS NMR スペクトル(下)

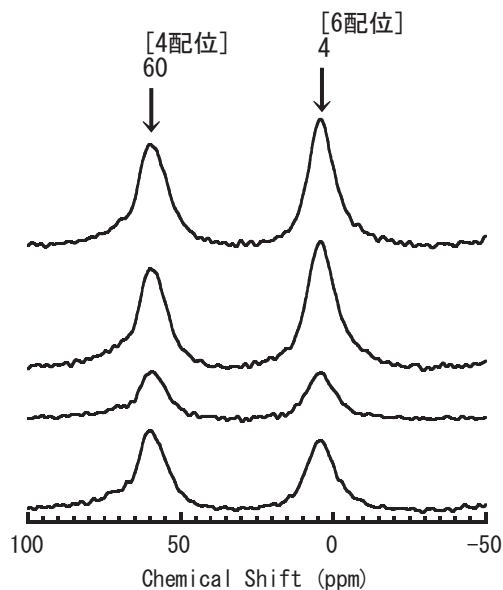


図7. H23CORE 第1~4層試料の<sup>27</sup>Al-MAS スペクトル

なくなったのは、図6の<sup>29</sup>Si-MAS/DD NMR スペクトルから、SiO<sub>4</sub>四面体ネットワークが3次元に連結しているシリカ系化合物が増大したためと推測される。

### 3.5 湖水中のクロロフィル a および COD 濃度との対応

秋田県は、田沢湖(湖心)の水質中のクロロフィル a (Chl-a) と COD 濃度の値を公表している。平成元年以降の年次平均値を図8に示す。精度の関係で、0.5 μg/L (Chl-a) ないし 0.5 mg/L (COD) が下限値になっているが、この図から、平成5年から14年にかけて Chl-a と COD が有意な値を示していることがわかる。この時期は図1に示したように pH が 5.3 を超え、6.0 に近づく兆候が見られた時期にあたる。その後湖水の pH は再び低下し、Al 濃度も上昇している。ここで観測された Chl-a の由来は現時点でそれを明らかにする資料はないが、H15CORE の湖底表面から深さ 4.5 cm に堆積した珪藻被殻の存在は、Chl-a および COD が珪藻の生息に由来することを強く示唆している。

## 4. 結言

本研究では、田沢湖(湖心)湖底で採取した年次のことなる2つの底質コア試料について、主に珪藻被殻の形態と化学構造の分析を行い、深さ方向での珪藻分布の変化を検討した。その結果以下のような結論を得ることができた。

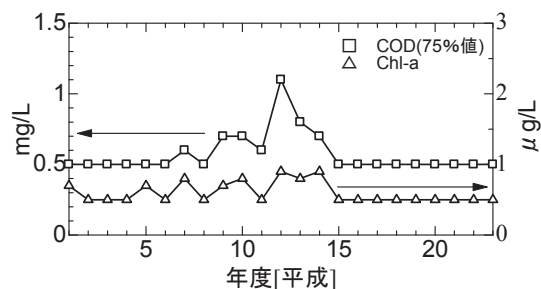


図8. 田沢湖(湖心)におけるクロロフィル a (Chl-a) と COD 濃度の年次平均値の経年変化(文献(1)のデータより作製)

(1) SEM 観察により平成15年では湖底の極表面に珪藻被殻の堆積があり、平成23年ではこれが7 cm より深い部位に移動している。

(2) 珪藻被殻の形態から湖底に堆積した被殻はタイコ型珪藻(cyclostephanos)が多い。

(3) 珪藻被殻の存在は XRD に現れたハロー、FT-IR における Si-O 伸縮振動の挙動、<sup>29</sup>SiNMR のプロファイルの解析から共通して支持された。

(4) 平成23年の底質コアの上層、表面から7 cm の層には珪藻被殻は見られず、水質における Chl-a がほぼ観測されなくなる変化に対応した。

## 謝辞

本研究の遂行に当たり、秋田県立大学片野登名誉教授には試料の提供にとどまらず、有益なご議論を頂いた。また、秋田県健康環境センターには共同研究の遂行において多大なご協力を頂いた。記して感謝の意を表したい。

## 参考文献

- (1) 「田沢湖水質改善検討会」第一回資料, (2012): 秋田県
- (2) 布田潔, 生魚利治, 鈴木純恵, 成田修司 (2014): 秋田大学大学院工学資源学研究科研究報告第36号 pp. 49-53
- (3) 金原啓司, 大久保太治, 角清愛, 千葉義明, (1982): 岩石鉱物鉱床学会誌, 77, 86,
- (4) 田中宏之(2014): 田沢湖, 底泥コア試料分析報告書 pp. 2-3 (未公表)
- (5) 渡部 徳子, 清水 洋(1986): 鉱物学雑誌, 17 pp. 123-136

## 研究報告

## 秋田県男鹿半島の河川の水質特性

網田和宏<sup>\*\*</sup>, 山下裕也<sup>\*\*\*</sup>

## Chemical Characteristics of River Water in the Oga Peninsula, Akita Prefecture, Japan

Kazuhiro Amita<sup>\*\*</sup>, Yuya Yamashita<sup>\*\*\*</sup>

## Abstract

The purpose of this study is to clarify the characteristics of chemical compositions of river water and its spatial distribution in the Oga Peninsula, Akita Prefecture, Northeast Japan. Water samples were collected at 42 sites during 2011-2012. Samples for major ions were collected two times during summer-autumn (June-November) and winter (December-January). For comparison, spring water was collected from 5 sites. pH, temperature, electric conductivity (EC) and oxidation reduction potential (ORP), were simultaneously measured at each station during water sampling. The analytical results of water show that river water is characterized by water of Na-Cl type. The Na-Cl type river water in the Oga Peninsula contains high sodium (20-30 mg/L) and chloride (30-40 mg/L) ion concentrations, respectively. The source of Na and Cl in river water could be sea-salt aerosols, though some amount of Na is derived from bed rock. The Oga Peninsula are derived into five area according to characteristics of river water chemistry.

## 1. はじめに

男鹿半島は秋田県の海岸より日本海に突き出た県内唯一の半島である。東西 24 km, 南北 18 km, 面積およそ 241 km<sup>2</sup> のほぼ全域が男鹿市に属しており, 八郎潟とその周辺の低地帯を挟んで秋田平野に向き合っている。

本地域の主な生活用水源は, 寒風山の山麓に位置する滝の頭湧水と半島西部の戸賀地区に位置する一ノ目湧である。その他にも男鹿市全域で 20 箇所ほどの水源地が点在しているものの, その殆どが平常時取水量にして 500m<sup>3</sup>/day 前後と小規模のものであるため, 滝の頭と一ノ目湧の 2 箇所ですべての

平常時取水量の約 90%以上にあたる水量が確保されている。また, 農業用水源に関しても生活用水同様, 小～中規模の貯水池などが各地に造られ利用されているが, これについては農業用水の補強を目的の一つとして 1998 年に建設された総貯水量 69 万 m<sup>3</sup> の滝川ダムの寄与も大きい。

寒風山山麓地域では湧水が分布するため, 半島東部の一部の地域では水資源として地下水利用が行われているが<sup>(1)~(3)</sup>, その他の地域では河川水や貯水池といった表層水の利用が主体となっている。例えば, 前述した一ノ目湧でも, 5 月～8 月にかけては灌漑用水としての水量を確保する目的から, 付近を流れる野村川より取水を行っている。この様に, 男鹿半島は, 水資源に占める表層水の重要性の高い地域であることがわかる。将来にわたって水資源の管理や利用を行っていくためには水量の確保だけでなく, 水質についてもその詳細を把握しておくことが重要

2017 年 8 月 9 日受理

\*\*秋田大学大学院理工学研究科附属理工学研究センター  
Research Center for Engineering Science, Graduated School of  
Engineering Science, Akita University

\*\*\*男鹿市役所 (地球資源学科 2012 年卒業)  
Oga city government

な課題の一つとなる。しかし、これまで本地域の自然水の水質に着目して行われた研究の多くは、地下水・温泉水を対象にしたものであり<sup>(1)~(4)</sup>、河川の水質については十分な調査・報告が行われていない状況であった。

そこで本研究では、男鹿半島に流域を持つ河川を対象に採水調査を実施することで、本地域の河川水の水質分布を明らかにすることを主な目的とした。また、調査の実施期間を2期に分けることで、水質の季節的な変動の有無についても検討を行った。

## 2. 男鹿半島の地形および地質、気象

男鹿半島の地質に関しては、第三系下部の変質した火山噴出物から含油第三系、第四系がほぼ連続的に累重し、露頭条件が良好であったことなどもあり、これまでに多くの調査が行われてきた<sup>(5)~(8)</sup>。本項では、これまでの知見に基づいて、本地域の地形および地質に関する概略について述べる。

男鹿半島は、上真山断層崖を境として西に本山山地、東側に位置する寒風山山地、それらの二つの山地にはさまれた平地部（低地、台地段丘地および丘陵地）よりなる。本山山地は本山（標高；715m）、真山（567m）、毛無山（677m）からなり、これら男鹿三山を結ぶ分水嶺は北北西の方向に伸びている。山地の西側は急崖地形を形成しており、東北東方向に発達する岩脈と海岸線との交わる地域には顕礁、海蝕洞門、海蝕台、離れ岩、鏡肌などの奇岩怪石の岩礁群がみられる。

寒風山は標高 355m の小規模な成層火山であり、中央丘陵地上に噴出した溶岩がその山体の大部分を形成している。山体は主として複輝石安山岩の溶岩流よりなり、起伏量は中心地付近で 100m~200m と本山山地と比べると大きくない。また、北部の火山山麓地、五里合低地の上流、侵食谷の谷底を埋積する沖積世の溶岩流が滝の頭湧水などを賦存する層であると考えられている。

地質については先新第三紀の花崗岩質岩を基盤として、新第三紀中新世の赤島層、門前層、西黒沢層、女川層、船川層および北浦層、鮮新世の脇本層、第四紀洪積世の鮎川層、戸賀軽石層、瀧西層および段丘堆積層、沖積世の寒風山安山岩、目瀧火山放出物および沖積層からなる。地質構造は全般的に、NNW~SSE の走行、東傾斜の単斜構造を呈し、半島西部から東部にいくにつれて、上位の新しい地層が分布する。また、断層構造は NNW~SSE 方向、又はそれに直交するものが顕著である（図 1）。

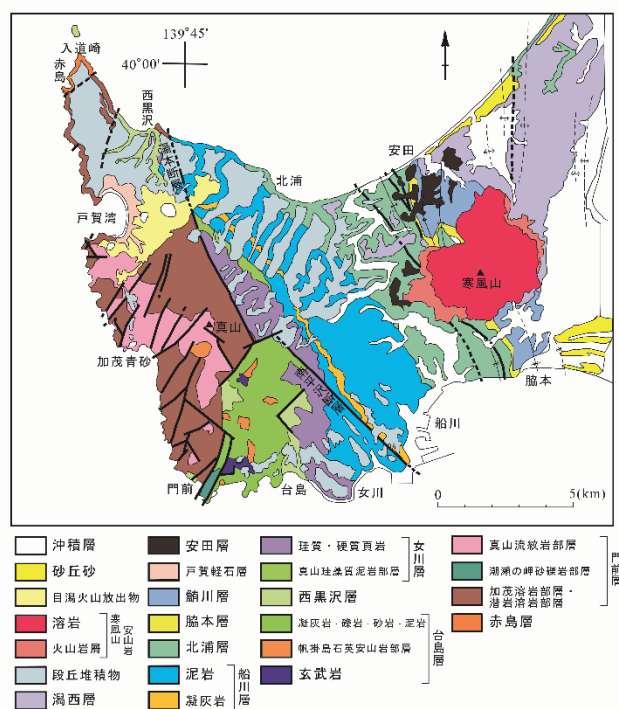


図 1 男鹿半島の表層地質図(的場ほか<sup>(6)</sup>を改変して使用)。

男鹿半島は、急崖地形が多いことに加え、半島の南北長も短いことなどが関係し、流域面積の小さな河川がほとんどである。そのこともあり、本地域（男鹿市）の土地利用の状況は、農地 19.8%、森林 51.9%、原野など 0.5%、河川・水路・水面 1.9%、道路 4.2%、宅地 4.8%、その他 16.9%となっている<sup>(9)</sup>。

また、気象庁の男鹿真山観測点および男鹿観測点にて過去 10 年間に観測された年間総降水量を平均するとおよそ 1,700mm~1,800mm となる（同期間の秋田市は 1,740mm）。月間降水量の推移に関しては 140mm~180mm 程度と降水量の多い 7 月~12 月と、降水量の少ない（100mm 程度）2 月~6 月の期間に 2 分することができ、また秋田県内陸部の多雪地帯に比べると冬期間の降雪量は少ない。

## 3. 調査手法

調査対象とした河川については、国土地理院発行の 2 万 5 千分の 1 地形図上で記載されている河川を中心に、男鹿半島の全域に調査地点が分布するよう考慮して選定した。なお本研究では河川を主な調査対象としたこともあり、農業用のため池などを含む湖沼全般については調査の対象から除外したが、半島北西部を流れる賀茂川の支流の一つに関しては、その最上流部が大堤と呼ばれる堤となっていたため、

堤の流出部付近において採水を行った。また、河川水質との比較を行うことを目的に、調査対象地域内に湧出する湧水5地点についても採水を行った。

前述した様に男鹿半島には流域面積の小さな河川が多いこともあり、基本的には1河川につき1地点となるように調査地点を選定した。しかし、半島中央部を東に流下した後、進路を北に変え北側海岸で海に流出する滝川に代表されるような河川総延長の長い幾つかの河川については、河川の最上流部および河口付近に1地点ずつ採水点を設けたほか、支流が合流する地点などではそれぞれの支流においても採水を行なった(図2)。

採水調査は2011年6月~8月、および11月に行ったが、季節変動に関しても検討を行うことが出来るように2011年12月、2012年1月の冬期間にも繰り返しの採水調査を実施した。ただし積雪により1回目に採水を行った場所への移動が不可能であった地点や、水量の低下により河川に水が流れていなかった地点もあった。そのため、夏季~秋季に1回目の調査を行った44地点中、再調査を行うことができた地点が28地点、初回とは異なる場所で採水を行った河川が3地点となった。以上より、最終的な調査地点の内訳は河川41地点、湖沼1地点に、参照試料の湧水5地点を加え、計47地点となった。図2に採水地点位置図を示す。

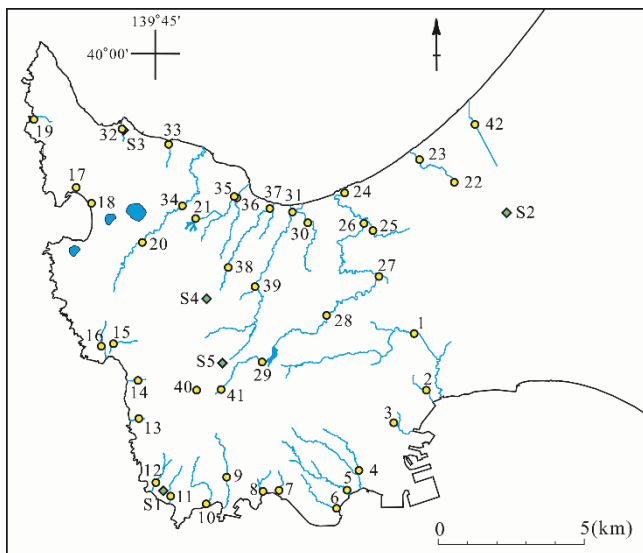


図2 採水地点位置図。

黄色の丸は河川水の採水地点を、緑色の菱形は参照試料の採水地点を示す(S1; 強清水, S2; 滝の頭湧水, S3; 西黒沢湧水, S4; 自衛隊道路脇湧水, S5; 真山神社湧水)

採水にあたっては可能な限り人為的な影響を避けるよう配慮した。また多くの場合、河床まで降りていき川面より直接、採水を行ったが、両岸が切り立っているなどして河床に降りることが困難である場合には5mのロープが取り付けられたビニールバケツを使用し、岸や橋の上からバケツを下ろして採水を行った。

化学分析用試料として250mLポリプロピレン製容器と100mLポリエチレン製容器、各1本に水試料を採取した。また、水試料採取の際には、水温、pH、電気伝導率(Electric Conductivity: EC)、酸化還元電位(Oxidation Reduction Potential: ORP)の測定を行った。

実験室に持ち帰った水試料は、0.1M塩酸を用いた滴定法によりpH4.8アルカリ度を測定し、これを炭酸水素イオン濃度に換算した。また、主要溶存成分は秋田県産業技術センターのイオンクロマトグラフを用いて定量した。また溶存シリカ(SiO<sub>2</sub>)濃度については(株)共立理化学研究所のデジタルバックテストを使用し、モリブデンブルー法にて定量した。

ここで、デジタルバックテストの測定精度を向上させるため、以下のような方法によって測定を行った。最初に原子吸光用シリカ標準試薬を用い1mg/L~20mg/Lの間で5種類の濃度の異なるスタンダード溶液を調整した。それらのスタンダード溶液をデジタルバックテストで正規の使用方法により測定し、その測定値と溶液濃度の関係を用いて検量線を作成した。この際、本研究で使用した機器の場合は、溶液の濃度が15mg/L付近における定量精度が最も高く、それより高濃度側であっても、低濃度側であっても定量精度が低下していく関係があることが分かった。そこで、実際の河川水試料の測定時には試料を一度、定法により測定しシリカ濃度(1回目)を求め、そこで得られた測定値から、水試料の適切な希釈率を算出した。そして、希釈後の溶液の濃度が15mg/L程度になるよう調整することで定量精度の高い濃度領域で分析値が得られるようにした(2回目)。本研究では、この2回目の測定結果を溶存シリカ濃度として扱った。

#### 4. 結果

調査の結果得られた河川水のpH、水温、電気伝導率(EC)、酸化還元電位(ORP)および主要化学組成の各データを表1にまとめた。

表にも示されるように、男鹿半島の多くの河川においてpHが中性域であることが示されたが、いく



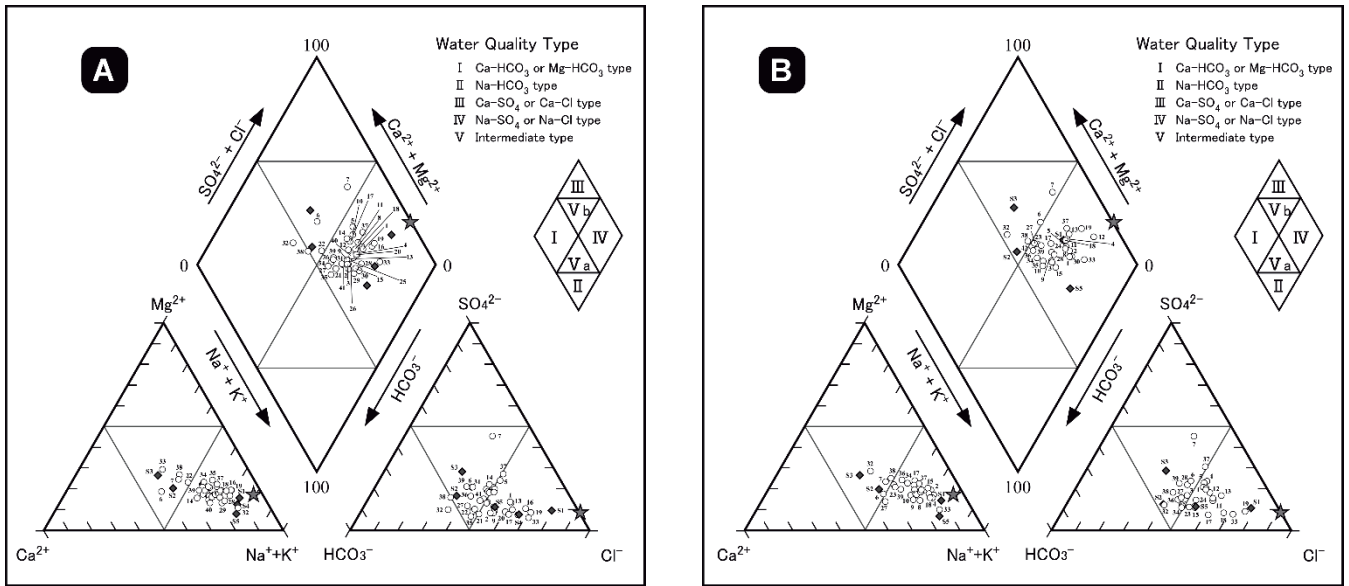


図3 男鹿半島の河川水のパイパー・トリニアダイアグラム(左図;1回目の調査結果, 右図;2回目の調査結果)。

つかの地点では pH が 7 の後半から 8 を超えるものがみられた。この内, No.21 (大堤), No.31 (大増川下流)~No.36 (賀茂川東), No.39 (大増川上流) は, 男鹿半島の北側を流れる河川である。ただ, それらの河川の中には夏季と冬季に測定された pH の値が大きな違いを示したものもあり (例えば, No.39), 常時, pH が高い値を示す訳ではないことが分かる。停滞性の湖沼や河川においては, 日中の植物プランクトンの活動の影響から, 同一地点であっても溶存酸素濃度や pH が時間変化することが知られている<sup>(10)</sup>。今回の結果は, 採水時の水温と pH との間に緩やかではあるが正の相関が認められており, 夏場と冬場における日照量の違いなどが影響を及ぼした可能性を示唆していると考えられる。

EC は多くの地点で 10 mS/m~20 mS/m 程度の値をとっており, この値が, 本地域の河川水のとる平均的な EC の範囲である。これに対して, No.9 (双六川), No.28 (滝川), No.29 (滝川上流), No.40 (鷺の沢), No.41 (三の滝) などの地点では, 10 mS/m 程度かそれ以下と, 特徴的に低い EC が測定された。これらの水は No.9 (双六川) を除けば, すべて男鹿三山の山頂部を涵養源に持つ河川である。

一方で, 高い EC を示したのは No.7 (台島バス停横), No.17 (大滝川), No.18 (戸賀市民センター横), No.19 (かぶき岩付近), No.25 (滝川支流 1), No.32 (西黒沢), No.33 (湯ノ尻川) であった。特に No.33 については EC が 60 mS/m~80 mS/m と高い値を示したが, これは採水地点の上流側に男鹿温泉郷が位

置しているため, 温泉排水の一部が河川に流入したことが原因であると推察できる。この No.33 を含め, No.17~No.19 および No.32 の河川はすべて男鹿半島の北西端地域, すなわち戸賀地区, 入道崎地区, 湯ノ尻地区に属する水である。また, No.25 の滝川支流 1 は寒風山の山麓部より滝川に流入してくる水であり, 低い EC を示した滝川のその他の地点の水とは涵養源を異にする。

主要化学組成をみると, 男鹿半島の河川の化学組成は他の溶存成分と比べて  $\text{Na}^+$  と  $\text{Cl}^-$  の濃度が高いことが特徴である。温泉排水混入の可能性のある No.33 を除くと, No.19 (かぶき岩付近) の  $\text{Na}^+$  54.4 mg/L,  $\text{Cl}^-$  87.7 mg/L (いずれも 8 月の調査時の値) が最も高く, これらの濃度は, 秋田県内の他の地域において測定された結果と比較しても, 高い値である。例えば, 川原谷らは秋田平野の主要河川である, 上新城川, 太平川, 旭川, 岩見川流域において複数の採水を行い, 河川水質の測定を行った<sup>(11)~(13)</sup>。その結果, ほとんどの地点において  $\text{Na}^+$  濃度は 20 ppm 以下であり, また, 多くの試料で  $\text{Cl}^-$  濃度は 20 ppm 程度の値が示された (最大値は  $\text{Cl}^-$  38 ppm)。また, 河川水以外についても, 島野ら<sup>(14)</sup>、<sup>(16)</sup> や島野<sup>(15)</sup> によって県内各所の 100 箇所近い湧水・地下水を対象にして水質が測定されているが, やはり, 多くの地点において,  $\text{Na}^+$  濃度が 20 mg/L 程度かそれ以下,  $\text{Cl}^-$  濃度については 30 mg/L 以下の値を示していた。

これらの結果と比較すると, 男鹿半島の多くの河川水の  $\text{Na}^+$  および  $\text{Cl}^-$  濃度は明らかに高く, 県内で

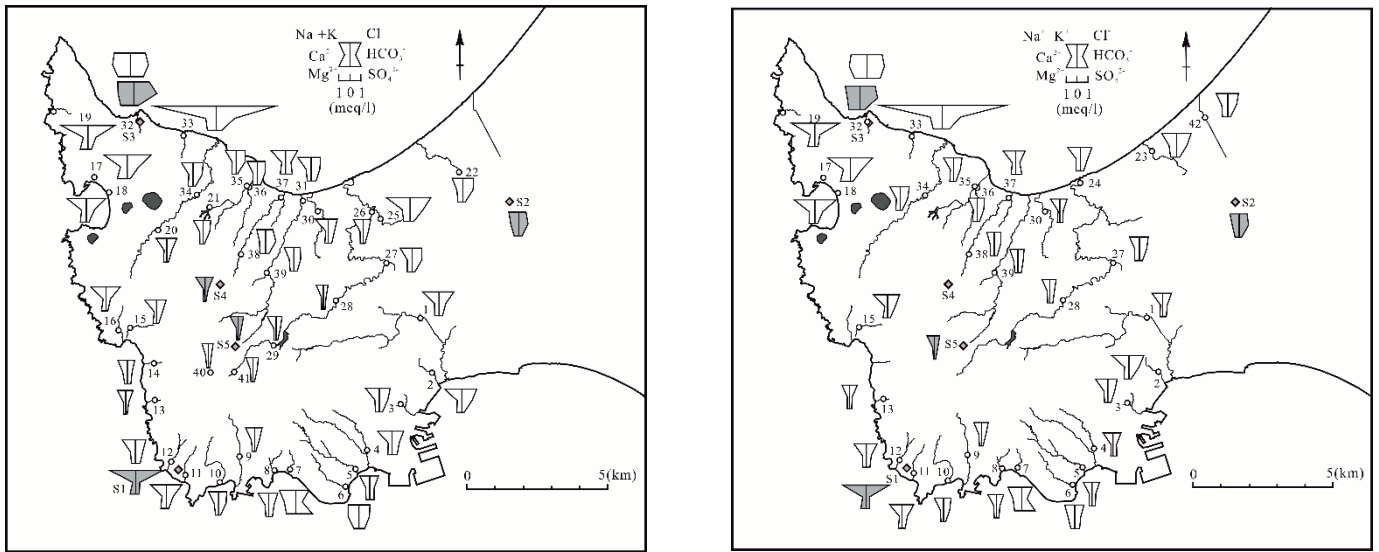


図4 男鹿半島の河川水のヘキサダイアグラムの分布(左図;1回目の調査結果,右図;2回目の調査結果).

も高  $\text{Na}^+ - \text{Cl}^-$  河川水が分布する地域に属していることが示された。

主要成分の化学組成比の関係を見るために、パイパー・トリリニアダイアグラムを作成した。図3の左側(A)に1回目の調査で得られた結果を用いて作成したダイアグラムを示し、2回目の調査結果については右側の図(B)で示した。また図中では、河川水試料のプロットを白色の丸で、参照試料水(湧水)のプロットは灰色の菱形で表示した。

パイパー・トリリニアダイアグラムのプロット分布をみると、1回目と2回目の調査結果でデータプロットの位置に若干のずれが認められる試料もあったが、多くの場合、プロット間のずれは小さなものであり、溶存成分比に大きな変化が生じていないことが示されていた。そのため、図3の左右のダイアグラムを比較してみても、プロットの分布範囲に大きな違いは認められない。

さらに、それぞれのプロットについて細かくみると、左下の三角プロット内に示された陽イオン組成比では、プロットが  $\text{Na}^+ + \text{K}^+$  の頂点から左斜め上方向に向けて、ある程度の幅を持ちつつ、線上に分布していることが分かる。このことから、陽イオンの相対組成については  $\text{Na}^+ + \text{K}^+$  の存在割合の差異が、プロットの違いを生み出す主要因となっていることが分かる。一方、陰イオンの組成比をみると、相対的には  $\text{Cl}^-$  のコーナーにプロットが寄って分布しており、また  $\text{SO}_4^{2-}$  の割合がさほど大きくないことが示されているが、陽イオン組成比に比べるとプロットの位置にはばらつきが目立つ。

一方、陽イオンと陰イオン両者の組成比が投影される中央のキーダイアグラムをみると、今回得られた試料の大半がダイアグラムの右半分の第IV領域にプロットされていることがわかった。

一般的にキーダイアグラムにおいて、浅層の地下水や河川水は第I領域に、やや深部まで浸透した地下水はII(あるいはVa)領域にプロットされることが多いとされる<sup>(17)</sup>。これに対してIV領域にプロットがくる場合、その主な原因として考えられるのは海水や温泉水など相対的に塩分濃度の高い水の混入である。

図3中には、海水の化学組成(文献値<sup>(10)</sup>)を星型のプロットで示したが、試料のプロットとの位置関係からみても、本地域の河川水は海水成分の混入の影響を受けた結果、第IV領域の化学組成比を獲得するに至ったと考えるのが妥当であるように思われる。

次に水質の平面的な分布を明らかにするために、各地点におけるヘキサダイアグラムを作成し、それを地図上にプロットした。夏～秋季における結果を図4の左側に、冬季における結果を図4の右側の図に示した。また図中、河川水試料のヘキサダイアグラムを白色で、参照試料水の水質については灰色で表示した。

ヘキサダイアグラムの分布より、地域ごとに総塩分濃度(ダイアグラムの面積に反映)も水質タイプ(ダイアグラムの外形に反映)も様々であることが示されている。しかし、ここまで述べてきたように、溶存成分の中でも  $\text{Na}^+$  と  $\text{Cl}^-$  に富む水が多いことから、全体的に見た場合にはダイアグラムの外形



が逆三角形に近い形をとるものが多い。例外的なものとしては西黒沢 (No.32) があり,  $\text{Ca}^{2+}$  と  $\text{HCO}_3^-$  に富み, 結果, 男鹿半島ではほとんど見られない水質タイプを示す。ただし, No.32 に関しては, 採水地点のすぐ上流側に西黒沢湧水 (S3) が湧出し, この S3 が  $\text{Ca}^{2+}$  および  $\text{HCO}_3^-$  に富んだ水であるため, 河川水質に大きな影響を与えた可能性が高いことが分かる。また No.32 や S3 が分布する西北端地域に関しては, 半島内の他の地域の水質と比べても, 明らかに溶存成分量の多いことが示されており, いずれの水もダイアグラムの占める面積が大きいことが一つの特徴となっている。

その他のダイアグラムに関しては, 地理的に近い採水地点同士であれば, 濃度・水質タイプに類似性が認められる。また, 類似した水質タイプの分布範囲にも緩やかではあるが地域性が認められた。ちなみに, 今回, 参照用試料として採水した湧水と河川水とでダイアグラムを比較した場合, 前述の S3 や南西側に位置する S1 の様に, 周辺の河川水と比較して水質や濃度に違いが認められるものがある一方で, S2, S3, S5 では, 周辺地域の河川水との間に明瞭な違いが認められず, 同様な水質が示された。

採水時期の違いによるヘキサダイアグラムを比較する (図 4)。調査地点によっては若干, 水質 (外形) が変化している地点も存在はしているが, 水質分布の傾向を変えてしまうほどの変化は生じておらず, 季節の違いによる化学組成の変化の影響が大きなものではないことが確認される。

## 5. 考察

得られた結果を用いて簡単な考察を行う。最初に本地域の河川水質を特徴づけている,  $\text{Na}^+$  と  $\text{Cl}^-$  の起源に関して考察を行う。前項でも述べたように, トリリニアダイアグラムのプロットの分布の関係から河川水中の高い  $\text{Na}^+$  および  $\text{Cl}^-$  濃度の要因が海水の成分にあると推察した。そこで, これら 2 成分の関係を明らかにするために試料水の  $\text{Na}^+$  および  $\text{Cl}^-$  濃度を軸にグラフを作成した (図 5)。図中, 実線で示してあるのは海水の  $\text{Na}^+/\text{Cl}^-$  比である。また, 温泉排水混入の影響が考えられる No.33 の試料については除外して作図した。

図 5 より, 試料水の  $\text{Na}^+$  濃度と  $\text{Cl}^-$  濃度の間には高い相関関係が存在しており, また全ての試料が海水の  $\text{Na}^+/\text{Cl}^-$  比のラインに沿っている。一般に水に溶存している  $\text{Cl}^-$  については海水や温泉水などの特殊な事例を除けば, 自然界, 特に地層や岩石中

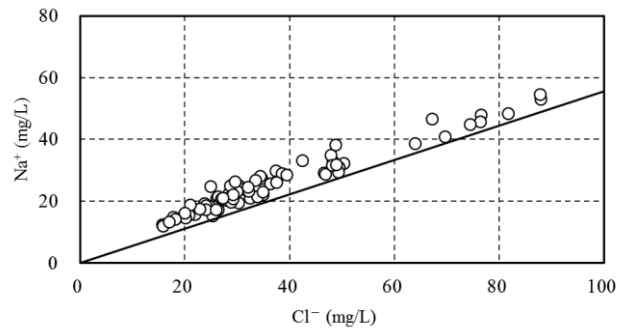


図 5 河川水試料の  $\text{Na}^+$  と  $\text{Cl}^-$  の関係。

ほとんど含まれていないことが知られている<sup>(10)</sup>。一方の  $\text{Na}^+$  に関しては, 岩石中にも含まれている成分であり, 海水や温泉水の混入の他に, 地層中を移動する過程でも水に付加される可能性のある成分である。図 5 において河川水試料の  $\text{Na}^+/\text{Cl}^-$  比は,  $\text{Na}^+$  が高いものの海水のそれと傾きは良く一致する。よって, 本研究で得られた試料中には温泉や人為由来の  $\text{Cl}^-$  はほとんど含まれておらず,  $\text{Cl}^-$  の起源の大半を海水に求めても問題ないと考えられる。つまり, 男鹿半島の河川水に含まれる高い  $\text{Cl}^-$  濃度は, 海面から風の作用によって巻き上げられ, 陸域に運搬されてくる風送塩<sup>(10),(17)</sup>によって供給されたものと考えられる。

また, 試料のプロットがすべて海水の  $\text{Na}^+/\text{Cl}^-$  比の線の上側に位置することから,  $\text{Na}^+$  についても溶存成分量の大半は,  $\text{Cl}^-$  同様に風送塩によってもたらされたものであるが, 降水が地下に浸透し流動する過程で, 一部が岩石などからの供給を受けた結果, 試料水の  $\text{Na}^+/\text{Cl}^-$  比が海水の比率よりも僅かに高くなったものであると考えれば, データを合理的に説明することが可能である。

ここまでの考察で風送塩による影響を考えることで, 試料水に含まれる  $\text{Na}^+$  と  $\text{Cl}^-$  の起源についての説明が可能であることが示された。そこで今, 河川水に含まれる  $\text{Cl}^-$  が全て海塩 (風送塩) 由来であると仮定した場合, その他の成分についても, 海水の溶存成分比率<sup>(10)</sup>を用いることで海塩起源分の濃度を差し引くことが可能である。

$$x_{nss} = x_{samp} - \left( Cl_{samp} \cdot \frac{x_{sea}}{Cl_{sea}} \right) \quad (1)$$

ここに,  $x_{nss}$  はあるイオン種 ( $x$ ) の非海塩由来成分量 (nss; non-sea salt),  $x_{samp}$  は河川水試料の対象としたイオン種 ( $x$ ) の濃度,  $Cl_{samp}$  は河川水試料中の塩化物イオン濃度,  $x_{sea}$  は対象としたイオン種の海水中

における濃度,  $Cl_{sea}$  は海水の塩化物イオン濃度を示している. 式 (1) に従って, それぞれの試料の  $Na^+$ ,  $K^+$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $SO_4^{2-}$ , の非海塩由来成分を算出してみた (ただし, 温泉水や湧水の影響を強く受けたと思われる No.32 と No.33 については除外). その結果,  $Na^+$  は  $1.4 \sim 9.9 \text{ mg/L}$  (平均  $5.2$ ),  $K^+$  は  $0.1 \sim 3.9 \text{ mg/L}$  (平均  $1.4$ ),  $Mg^{2+}$  は  $0.5 \sim 8.8 \text{ mg/L}$  (平均  $2.3$ ),  $Ca^{2+}$  は  $2.6 \sim 21.0 \text{ mg/L}$  (平均  $7.1$ ), そして  $SO_4^{2-}$  は  $1.6 \sim 66.0 \text{ mg/L}$  (平均  $9.8$ ) となった. これは, 溶存成分中  $Na^+$  であれば, 約  $62 \sim 94\%$  が海塩由来であることを示すものであり, 以下同様に,  $K^+$  ;  $18 \sim 92\%$ ,  $Mg^{2+}$  ;  $25 \sim 73\%$ ,  $Ca^{2+}$  ;  $4 \sim 23\%$ ,  $SO_4^{2-}$  ;  $8 \sim 84\%$  となった.  $SO_4^{2-}$  については, 試料毎の濃度差が大きく, 平均値が  $9.8 \text{ mg/L}$  であるにも関わらず, 非海塩由来成分の最大値が  $66 \text{ mg/L}$  (No.7) となる試料もあった. これは,  $SO_4^{2-}$  の起源について, 成分の大部分を海塩由来で説明できてしまう河川水もある一方で, それ以外の起源 (例えば岩石由来など) による寄与を考える必要のある河川水も存在するなど, 試料ごとの差が大きい成分であることを示すものである. その他の成分については概ね, 非海塩由来成分濃度が同程度の値を取るという結果が得られた. また, 非海塩由来成分でみた場合, 陽イオンの主体が  $Na^+$  から  $Ca^{2+}$  へと変わる試料が多いことも分かった.

ここで, 採水を 2 回行った試料の濃度についても考察を行う. 同地点において 2 回の採水を行った試料については, 濃度の差が認められ, イオン種にもよるが,  $Na^+$  や  $Cl^-$  など, 1 回目と 2 回目とで  $10 \text{ mg/L}$  以上も濃度が異なる場合があることが分かっていた (表 1). これらの試料についても式 (1) で計算した非海塩由来成分濃度を用いて比較をしておくと, 両者の値は完全には一致しないものの, 濃度差は小さくなり, 同程度の値をとることが確認できる. このことから, 採水時期によって生じている濃度の違いは, その原因の多くは海塩由来成分にあることが示唆された. すなわち, 河川水試料に含まれる海塩由来成分の割合が時期によって変化することが, 河川水の溶存成分濃度を変える要因の一つになっていることが明らかになった.

夏季～秋季の試料と冬季の試料で比較した場合, 夏季～秋季試料の方が高い溶存成分濃度を示す河川が多い. 一般的に, 日本海側の場合は冬季の風の強い時期に, 偏西風により多量の風送塩を陸域に運搬すると考えられているが, これは河川水試料の濃度が示した傾向とは一致していない. このことは, 風

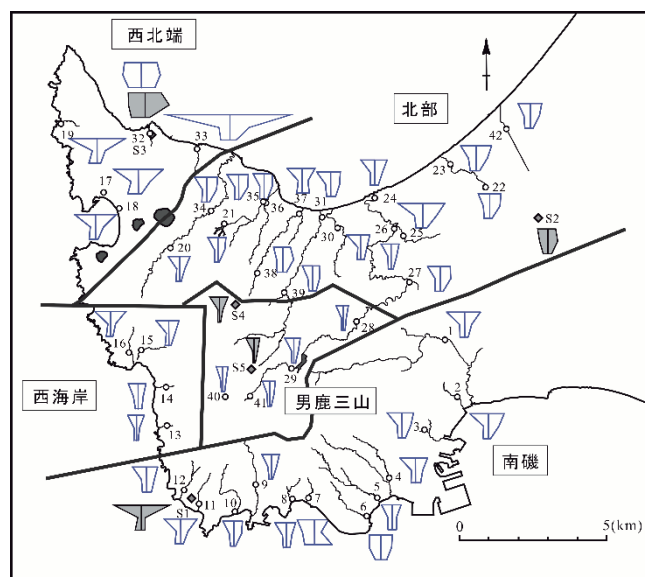


図 6 男鹿半島の河川水質の水質区分図.

送塩が陸域に運ばれた後に, ただちに河川水の水質に影響を与えているのではなく, 降雨などに溶け込み, 地下へと浸透し, 河川へと移動していく過程の中で, 時間的なずれが生じていることを示唆する結果ではないかと考えている.

男鹿半島における河川水の水質分布の区分図を作成し, 図 6 に示した. 図では, 2 回の調査で得られたヘキサダイアグラムをまとめて表示してあるが, 同じ採水地点で 2 回の採水を行った河川については, 1 回目の結果を表示している. 今回の調査によって明らかとなった水質タイプの特徴の違いから, 本地域の河川水質を 5 つのエリアで区分した. 以下で, それぞれのエリアの特徴について述べる.

まず西北端エリアについては, 全体的に溶存成分濃度が高く, また, エリア内に湧出する温泉水や湧水の影響を受けて, 他のエリアでは見られないような水質を示す河川が分布しているエリアである. 本エリアの河川水が他エリアと比べても高い  $Na^+$  および  $Cl^-$  濃度を示す要因の一つとしては, 比較的狭い範囲の陸地の北側と南西側の双方を海に囲まれていることもあり, 男鹿半島の中でも風送塩の影響を最も強く受けた結果と考えられる.

次に, 北部エリアと南磯エリアについてであるが, この 2 つのエリアについては, 溶存成分濃度や水質などが比較的, 似ているものが多い. ただし (1) 北部エリアの水のほうが,  $HCO_3^-$  濃度の存在割合が大きい水が多く, (2) 南磯エリアは, 地理的に近い場所であっても, 水質タイプの異なる水が認められるなど, 水質のバリエーションが大きなエリアである

ことから、2つのエリアに区分することとした。南磯エリアについては、表層地質も変化に富んでおり(図1)、そのような違いの影響が、水質にも現れているのではないかと考える。

男鹿三山エリアは全採水地点中最も溶存成分濃度の低い水が分布するエリアである。本エリアでは湧水も2ヶ所採水しているが、それらの水についても河川水と同様の水質を示していた。高標高地域であることもあり、風送塩の運搬量が少なく、また降雨が浸透した後河川水として出てくるまでの時間や距離が短くなることなどから、低い溶存成分濃度を保ったのではないかと考える。

西海岸エリアの水質の特徴は、海岸付近であるにも関わらず溶存成分濃度が低い点である。ヘキサダイアグラムの外形(水質タイプ)でみれば、すぐ北側に位置する西北端エリアのNo.17やNo.18や、男鹿三山エリアの水と似ていると言えなくもないが、溶存成分濃度に差があった点と、地形・地質・水系を考慮して、エリア区分を行った。海に面しているエリアで溶存成分濃度が低くなった要因については不明な部分も多いが、このエリアについては東方の男鹿三山側が急崖地形となっていることもあり、水の涵養域が狭い範囲にしか存在し得ない地形となっている。また、涵養域が狭いことを意味しており、そのような要因が溶存成分濃度を低く抑えることに影響を与えた可能性があるのではないかと考える。

#### 4. まとめ

本研究では、男鹿半島の河川水を対象に、その水質および水質分布を明らかにすることを目的として採水調査を実施した。得られた主要化学組成に見られる関係などを用いた考察より、以下の結果が得られた。

- (1) 本地域の河川水質の主体となっている成分は $\text{Na}^+$ および $\text{Cl}^-$ である。その濃度は高いところでは $30\text{mg/L}$ を超える地点もあり、秋田県内の河川水と比較してもより高濃度の $\text{Na}^+$ および $\text{Cl}^-$ を含有する河川水が分布する地域であるといえる。
- (2) 溶存される $\text{Na}^+$ と $\text{Cl}^-$ の起源は、その大半が風送塩に由来するものであると考えることができる。
- (3) 河川の水質にみられる特徴と分布域の違いから、男鹿半島を5つのエリアに区分することができた。

#### 謝辞

本研究で行われた水試料の分析に際しては、秋田県産業技術センターの遠田幸生氏に様々にご協力頂きました。また、フィールドワークを行う現場では男鹿市の地域住民の皆様にご協力と情報提供を賜りました。匿名読者の方には数多くの有益なご指摘を頂き、本報告の改善に大いに役立ちました。以上の方々に深く感謝いたします。

#### 参考文献

- (1) 平川久美子(1995)：寒風山山麓における湧泉の分布と利用，秋大地理，42巻，25-30頁。
- (2) 平川久美子(1997)：秋田県寒風山における湧泉の分布と湧出特性，秋大地理，44巻，9-14頁。
- (3) 平川久美子(1998)：秋田県寒風山における湧泉の湧出特性，秋大地理，45巻，1-8頁。
- (4) 古橋恭子，西川治，松葉谷治，白石建雄，石山太三(2008)：秋田県男鹿半島北岸の湯本断層沿いに産出する石灰華および温泉の同位体地球科学的研究，温泉科学，58巻，1号，3-13頁。
- (5) 藤岡一男(1959)：5万分の一地質図幅「戸賀・船川」および同説明書，地質調査所，61頁。
- (6) 的場保望，白石建雄，白田雅郎，岡本金一(1989)：日本の地質2「東北地方」，共立出版，158-163頁。
- (7) 藤本幸雄，林信太郎，渡部晟，栗山知士，西村隆，渡部均，阿部雅彦，小田嶋博(2008)：地学教育の素材としての男鹿半島，地質学雑誌，第114巻，補遺，51-74頁。
- (8) 鹿野和彦，大口健志，柳沢幸夫，栗田泰夫，小林紀彦，佐藤雄大，林信太郎，北里洋，小笠原憲四郎，駒澤正夫(2011)：地域地質研究報告5万分の1地質図幅「戸賀及び船川地域の地質(第2版)」，地質調査総合センター，127頁。
- (9) 秋田県建設部建設政策課(2016)：秋田県の土地利用【土地利用に関する現況】，第2章，1-20頁。
- (10) 半谷高久，小倉紀雄(1995)：水質調査法 第3版，丸善株式会社，335頁。
- (11) 川原谷浩，石山大三，松葉谷治，世良耕一郎(2007)：秋田平野を流れる旭川の河川水の地球化学的特徴，NMCC共同利用研究成果報文集14，170-176頁。
- (12) 川原谷浩，石山大三，世良耕一郎(2008)：秋田市太平川の溶存成分および懸濁成分の特徴と水質形

成機構, NMCC 共同利用研究成果報文集 15, 28-35 頁.

(13) 川原谷浩, 石山大三, 世良耕一郎(2009): 秋田平野主要河川の主化学成分と微量成分の特徴, NMCC 共同利用研究成果報文集 16, 76-85 頁.

(14) 島野安雄, 肥田登(2001): 名水を訪ねて (54) 秋田県の名水ー力水・出壺・滝の頭湧水などー, 地下水学会誌, 43 巻, 3 号, 215-227 頁.

(15) 島野安雄(2002): 鳥海山山麓およびその周辺地域における湧水の水文化的研究, 文星紀要, 14 号, 17-40 頁.

(16) 島野安雄, 肥田登(2006): 六郷扇状地における地下水の水質特性, 秋田大学教育文化学部研究紀要, 61集, 1-11頁.

(17) 日本化学会編(1992): 陸水の化学, 学会出版センター, 69-78頁.

## 研究報告

# A 10-step Analysis of Cultural Encounters - a tool to broaden the cultural understanding of Japanese students

Ewa Grave\*

### Abstract

This article proposes a 10-step analysis of an encounter with another culture as a tool to guide Japanese students to better awareness or understanding of cultural differences, the first step in the process of becoming a truly international person. The analysis focuses on one specific event, in which students' expectations of particular behavior or response were not met because their interlocutor was from a different culture. The procedure prevents stereotyping and judgements of what is right or wrong, promotes self-awareness of cultural rules that govern their own behavior and finally instills understanding why people from other cultures do the things the way they do.

### 1. Introduction

Starting in 2011, Akita University first-year students, who enrolled in Advanced Study program had an opportunity to participate in a short study visit abroad. For the next four years students visited universities in the U.S. (twice), Germany and Canada to meet with students of similar majors, visit their labs, listen in on lectures, and generally acquire an idea of what studying abroad entails if they decide to embark on it in the future.

This experience was, for most of the students, the first of being outside Japan, and thus created an opportunity to look at their observations from the point of view of cultural awareness. Students were asked to complete the 10-step analysis after the completion of the short study trip.

### 2. Culture Bump

When defining cultural encounters between individuals, Weaver (1993) compares culture to an iceberg (p. 159). On the tip of the cultural iceberg are easily visible observable behaviors and beliefs; the way people from particular culture make a small talk when they meet in the morning, for instance. These behavioral patterns are visible like the tip of the iceberg above the ocean and are part of human interactions. Values; cultural and societal, other, more obscure beliefs, such as superstitions, are the submerged base of the iceberg. They are the reasons people act as they act, talk as they talk, react in certain ways, etc. This interesting concept of cultural iceberg suggests a possibility of collision and potential disaster, as it happened with the 'unsinkable' ship Titanic when it collided with an unseen iceberg with unforeseen calamitous results. Weaver seems to warn us that any observable behavior is only the tip of the cultural iceberg and a result of long held and shared in that particular culture

values and beliefs that are at the base of it. Not understanding this concept is a potential for disaster, misunderstanding and living with convictions that other cultures are strange and/or wrong.

Archer (1991) proposes a less ominously sounding moniker 'culture bump' to explain what takes place when individuals from two different cultures interact and expectations of a particular behavior that one of them, or both, have towards the other are not met. The crucial difference between the so-called 'culture shock' and Archer's 'culture bump' is that culture shock is a 'general condition that comes from being in an environment that threatens your belief system' (Kohls, 1979). It occurs most often when visiting another country. Culture shock occurs between individual and other culture, it is not a particular event but rather a series of events and the entire system of more or less different behaviors and expectations of behaviors resulting from those values. A Japanese working in the USA will naturally notice the larger quantities of food served in the restaurants, compared to those in Japan. The observation may cause various reactions ranging from a positive surprise to full-blown anxiety. Since the stay in the US is for some time and the Japanese person would need to eat to sustain themselves, such large portions of food will become a daily sight and they may eventually get used to them at some point. For some the amount of time required to 'get used to things' is shorter than others (Kohls, 1979). This example illustrates a culture shock that a Japanese person may experience with American quantities of served food; initial discomfort associated with it and eventual acceptance and adaptation. One can do little or nothing to change the situation. However, striving to adjust will alleviate the feeling of alienation and homesickness, the psychological symptoms of culture shock (Archer, 1991).

On the other hand, a culture bump occurs when interacting with an individual from another culture. A certain situation takes place, such as greeting, talking, teaching, and a person finds out that their expectations of particular behavior are not

---

2017年8月25日受理

\*秋田大学大学院理工学研究科専攻共通,

Graduate School of Engineering Science, Interdepartmental Division, Akita University

met. In other words, what is considered an expected behavior in one's culture does not take place, instead something else happens, namely the other person does or says something that is perfectly appropriate in their own culture. This mini collision of two cultures was named *culture bump* and most frequently creates confusion, discomfort or frustration (Archer, 1991).

### 3. Cultural Unawareness

Cultural Awareness is defined as "ability and willingness to objectively examine values, beliefs, traditions and perceptions within our own and other cultures" (O'Brien, 2017). It is the foundation of international communication. According to Barnlund (1998), members of specific culture share a "collective unconscious": those values, beliefs and norms, which direct their actions. That is why, in the field of intercultural communication "self-awareness and understanding of one's own culture is the starting place from which to achieve understanding of others" (Rebstock, 2017).

Cultural Unawareness, conversely, is the lack of skills of insightful analysis, which lead to an understanding of why people do things in a certain way. In 2000 study, it was fairly easy for students to pinpoint a culture bump they had with a foreigner but it proved to be overwhelming for them to explain why "they (people from other cultures) do it that way". Students were not comfortable speculating why somebody would walk around their house with their shoes on. It was so much easier to dismiss the idea as dirty and inconsiderate. Their belief that only their Japanese way of doing things is right blinded their reasoning too often. Another reason behind the unwillingness to speculate and make guesses could be the fact that Japanese education does not emphasize such skills. Critical thinking and other higher thinking skills, such as making analogies, are noticeably lacking in college freshmen. One of the objectives, then, of the 10-step analysis of cultural encounters is for Japanese students to learn how to look at a problem from different perspectives and flex higher thinking skills, largely neglected in high school education.

### 4. Mirroring

In 2001, when I first let my students conduct the 10-step analysis of cultural encounters, I found out firsthand how culturally unaware my students were. At that time, the procedure was conducted by first year Japanese students of a women's junior college. When we first started talking about experiences with other cultures, students invariably looked at them from only one perspective; their own (Grave, 2001). After experiencing something culturally different, they discussed them with people of their own culture, only solidifying existing stereotypes or breeding new ones. This way, it was what "they/he/she" did or how "they/he/she" are *different*, rather than how "I/we" are different. Looking at cultural behavior from this perspective, however common and "natural", and discussing them with people from one's own culture only reconfirms what was experienced was indeed "strange". Checking our assumptions with people of the same background is like looking at our own reflection in

the mirror, thus the term *mirroring* was coined by Archer (1991).

Mirroring is something to avoid. Ultimately, to unravel the stereotype, we must recognize, define and properly name our experiences with people different from ourselves. One objective of the 10-step analysis of cultural encounter is for the students to recognize that the words "wrong" and "strange" no longer work or mean much. What is "disgusting" in one country, can be delicacy in another. When the Japanese students cringe at the thought of uncooked broccoli, their American counterparts say "yuck" to eating raw cabbage.

### 5. Cultural Analysis

Knowing how to reflect on one's culture is a required skill to complete the cultural analysis. "Why do people in my culture do things this way?" is the last question of the 10-step procedure. To recall the culture bump with shoes, Japanese may ask: "Why do we take off our shoes inside?" There are a few reasons that may come to mind. First of all, feet need to rest and take a break after a day's work. Just as we hang our hats and loosen our ties, we relieve our feet by taking off our shoes - now we can relax. The above reason was what the students commonly gave. A second reason one may think of, is that traditionally Japanese floors are laid out with *tatami*, woven rice mats. Hard outside shoes, usually wet from rainy climate of Japan, could easily soil and damage *tatami*. With *tatami* comes another custom: sitting on the floor, which is still quite common wherever *tatami* is used. To do that with shoes on is a strain. Lastly, the simple reason of preserving the neatness, cleanliness of places comes to mind. Outside shoes are left in the area by the door, traditionally a place with no flooring. The shoes are considered too dirty to enter the house; schools, hospitals and other institutions still offer slippers to keep the floors clean.

To Americans it may seem a bother. One must always maneuver in and out of their shoes in a limited space of a typical Japanese "shoe room". Are Americans dirty? Or: do the cultural expectations of what is dirty and what is comfortable differ? The latter question lets us focus on what is behind the observable behavior, on the hidden iceberg which is culture. While attempting to answer it we may think of the Western custom of wiping the soles of shoes before entering the house. One may also consider the fact that in many Western countries shoes are regarded as an essential part of an outfit; they match the clothes and complete the look. To take off shoes would take away from one's image and esteem.

Thus, another purpose of the 10-step analysis of cultural encounter is to focus on underlying values and customs behind the visible behavior.

### 6. Procedure and Results

In 2011 and again in 2012, I asked Akita University first-year students, who participated in a short study abroad to complete the 10-step analysis of their cultural encounter. Students' were asked on voluntary basis and were told their analysis would not affect their grade for any class. They were

instructed to look back at their experience and pinpoint one isolated encounter, or culture bump, when their expectations of a particular behavior were not met. As a result of encountering something different they felt surprised (positively, negatively or neutrally) or uncomfortable while interacting with or observing a behavior of someone from another culture. Students completed their 10-step analysis at home so they had time to think about their answers. They also agreed to have their analyses used as examples in a future publication.

The first step asks students to pinpoint the cultural encounter. It is important to have one particular encounter, instead of repeated ones, for thorough analysis of self and other's behavior. Students' *bumps* included the following: "American students talked about their research happily", "American store clerk treated me with a lot of respect", "American students got engaged to be married", and "German students wore hoods instead of using umbrellas, when it rained". Although the interaction with another person from other culture is optimal for the analysis, I allowed the observations, such as the one about hoods or student marriages. There were however answers that implied that students did not understand the need to focus on singular encounter and wrote down typical culture shock situations (them vs. another culture), for example: "I saw many homeless persons", "I had culture bump with American food (large size)". Yet, other encounters showed the gullibility of young Japanese abroad: "Clerk cheated on change", "I was scammed on the street". Interestingly, these situations also show a different cultural mindset, where in Japan there is trust that no one will short-change or ask you to give money for handouts on the street.

The second step asks to define the situation. This helps to frame the event in a universally understood way, void of cultural nuance. In this step students specify, who was the person they had the encounter with (to the best of their knowledge), identify location and define the universal situation, e.g.: "Graduate students were talking about research in their lab", "Male store clerk at a university store was selling us something".

In the third step students list other person's behavior: "The other person talked about their research in detail, with a smile and making a joke", "(Clerk) thanked us for buying something. He had energy and didn't seem to hate his job". The purpose of this step is to focus on what exactly took place versus the preexisting stereotypes, either heard from others from the same culture or known from media, e.g. TV and movies. Unfortunately, the mostly skimpy answers given by students did not permit them to later on analyze the reasons for such behavior. It is obvious that students were not used to: 1.) writing in English, 2.) expressing their observations of others (in any language).

The fourth step makes student focus on their own behavior. Here, students appear overwhelmingly passive: "I listened with others", "I was buying something", and they often mistook this step for listing their feelings: "I was impressed while buying something", "I didn't understand the situation". They had trouble focusing analytically on what

actually took place and added their emotions to what was supposed to be physical description.

Their own feelings were listed in step 5, and included: "shocked", "surprised", "surprised and happy", "impressed". Step 6 asked: "What do people in your culture do in this situation?", to which students answered: "In my culture (students) talk seriously and use notes (when talking about their research)", "People in my culture that work in convenience stores are typically unpleasant or sad or insincere". Here, students had an opportunity to reflect on their experience with their own culture, further analyzing the underlying values under such behaviors in point 7: "When students in my (Japanese) culture talk about their research seriously, I say they are polite" - I think the student meant "considerate" in this case. Another example: "When people in my culture that work at convenience stores are unpleasant, I say they are inconsiderate but normal". Predominate value was politeness and consideration.

The 8th and 9th steps asked students to reflect on how the values they listed in step 7, such as politeness and/or consideration, are shown in other cultures. In the case of American graduate students explaining their research to visiting Japanese students, the answer was: "American students (to show consideration to others) talked with smile and making a joke". Unfortunately, most Japanese students could not provide an answer. Perhaps the tools of critical thinking that allow a deeper empathy and understanding were missing or the step analysis became too complicated to understand at this point.

The last step asks to look into the reasons "why do people in one's own culture (Japanese) do things that way?" (why do they do it differently?). Again students were lost while searching for answers: "Because there is no value to respect customers, as much as it is in Japan" - obviously this student meant the other culture (the US), thus misunderstood the directions. "I think Japanese people are polite but too formal" - another student did a better job at trying to look at the hidden cultural values - "so their presentations are formal. I think they need flexibility".

## 7. Discussion

According to Bennett's Developmental Model of Intercultural Sensitivity, the goal of intercultural training is to "transcend traditional ethnocentrism" (believing that one's way of doing things is the only right way to do them) and explore the new cultures. He offers six stages through which that goal can be accomplished: from initial stages of denial, defense and minimization to acceptance, adaptation and integration. Educational activities, such as the 10-step analysis of culture bumps, help students to move through the stages as greater recognition and acceptance of differences takes shape.

Students who completed the 10-step analysis had little problem finding the differences, however they had difficulty pinpointing one particular event with the other culture. Their encounters were mostly observations implying that they did not actively engaged or interacted with anyone; they either "listened with others" (American students explaining their

research) or saw things (German students in hoods). Apparently their level of English and the character of the short study visit in which they moved in groups, not individually, contributed to this.

In 2000 study, which I also conducted with Japanese students, the results showed that anything different was perceived as “shocking”. At that time, students completed the 10-step analysis without ever having been abroad. The culture bump, in contrast to culture shock, can take place in one’s own country. Students in 2000 study relied on their encounters with people from different cultures living in or visiting Japan.

In 2012 and 2013 study, students were asked to analyze their experiences abroad soon after returning from the short study visit in the U.S. and Germany, respectively. In case of the visit to Germany, they stayed at a Freiburg University dormitory, listened to lectures, met with students, and toured the surrounding attractions and major cities (Dresden, Berlin). They ate at campus cafeteria, took local trains, shopped and interacted with Freiberg University students on daily basis in English. Overall, they had ample opportunities to observe and experience a wide range of situations, in which their cultural expectations were put to test. Therefore, the results of their 10-step analysis show a variety of encounters and enable deeper insights. Some observations of cultural differences were eye-opening. In a “hood vs umbrella”-culture bump, a student wrote: “(In Japan) person wearing a hood looks suspicious”, explaining why hoods, although popular in Japan, are not worn as protection against rain. While in Europe an umbrella is not what a student would normally carry around, because it’s considered cumbersome.

Students who completed the 10-step procedure after their short study visit, could put their experiences in context, give them meaning and draw conclusions that would hopefully help them next time when they come across something culturally different. Still, some students had a difficulty separating cultural difference from something universally inappropriate (money scams, short-changing) or from physical differences (“Everybody was so tall!”). It is obvious that these results confirm the need for further instruction in intercultural training to further equip students with a skill of “shifting perspectives as necessary ... and engaging in the ongoing creation of a world which is not dependent upon a single cultural point of view” (Bennett, 1993).

### 8. Conclusion

Believing that one’s way of doing things is the only right way to do them is what solidifies nations and cultures all over the world. However, to explore other cultures, to gain greater recognition of the world and the mechanisms that make it work, one should strive to, as Bennet points out, “shift perspectives”.

The 10-step analysis of cultural encounters was used in this study as an educational activity: 1.) to help students discover and examine their attitudes about other cultures, 2.) to awaken self-awareness of their culture, 3.) to learn how to look at a problem from a different perspective, analytically

and without hasty judgment, and finally 4.) to reflect on their recent experience abroad.

Japanese students of English, whose incentive to learn the language motivates them to also learn about other cultures, need to understand that for successful communication to take place two things have to happen. First, there must be a common ground for understanding other cultures, namely acknowledging the differences and similarities, and second, there must be respect for difference; a sense of wonder and appreciation of how we all, besides being from various parts of the world, are different.

### References

- (1) Archer, M.C. (1991): *Living with Strangers in the USA. Communicating Beyond Cultures*, Regents/Prentice Hall.
- (2) Barnlund, D. (1998): Communication in a global village. In M.J. Bennet (Ed.) *Basic concepts of intercultural communication*, pp. 35-51. Yarmouth: Intercultural Press.
- (3) Bennet, M. (1993): Towards ethnorelativism: A developmental model of intercultural sensitivity. In R.M. Page (Ed.) *Education for the Intercultural Experience*. Yarmouth: Intercultural Press.
- (4) Grave, E. (2001): Cultural Awareness - How Do You Teach It?, 聖霊女子短期大紀要, 第 29 号, pp. 16-22.
- (5) Kohls, L.R. (1979): *Survival Kit for Overseas Living*, Chicago: Intercultural Press.
- (6) O’Brien, B. (2017): What is the Meaning of Cultural Awareness?, <http://peopleof.everydaylife.com/meaning-cultural-awareness-11189.html>.
- (7) Rebstock J. (2017): Increasing Japanese university students’ intercultural communication competence, 山形県立大学術情報情報, 第 10 号, pp. 15-31.
- (8) Weaver, G.R. (1993): Understanding and coping with cross-cultural adjustment stress. In R.M. Page (Ed.), *Education for the intercultural experience* (pp. 137-167). Yarmouth: Intercultural Press.



## Appendix 1

### 1. Pinpoint the culture bump:

I had a culture bump with a/an \_\_\_\_\_ (culture)

They (what did they do? Describe their action) \_\_\_\_\_

I thought that was \_\_\_\_\_ (rude, polite, etc.)

In step 1, it is important to be specific. Choose an incident that happened and try to remember it as specifically as possible. Even if the same thing has happened repeatedly, isolate one time event.

### 2. Define the situation:

The other person(s) was/were

\_\_\_\_\_ (male/female)

We were at \_\_\_\_\_ (location)

### 3. List the other person's behavior:

The other person \_\_\_\_\_ (e.g. asked to seat down next to another person on the train)

### 4. List your own behavior:

I (was/stood/sat/watched/said) \_\_\_\_\_

### 5. List your own feelings:

At this time I felt (surprised/shocked/scared/etc.):

\_\_\_\_\_

### 6. What do people in your culture do in this situation?

People in my culture \_\_\_\_\_

### 7. What is the underlying value under this behavior?

When people in my culture (do behavior from point 6)

\_\_\_\_\_, I say they are \_\_\_\_\_  
(polite, considerate, etc.)

### 8. How do other cultures show that value (from point 7)?

How do (German, American, etc.) show \_\_\_\_\_  
(consideration/politeness)?

### 9. How do other cultures behave in the situation defined in step 2?

(German/American, etc.) \_\_\_\_\_ (e.g. expect other people to remove the bag and let them sit next to them)

### 10. Why do people in my culture do those things that way? (Why do German/American people do the same action differently?)

\_\_\_\_\_