

男鹿半島戸賀軽石層について

渡 部 均*

Toga Pumise Bed in Oga Peninsula, Akita Prefecture

Hitoshi Watanabe*

1. はじめに

(1) 戸賀湾のあらまし

戸賀湾は秋田県の北西部、男鹿半島の西岸にある湾である。湾は南北約1600m、東西約1000mのきれいな楕円形で、湾の西側が日本海に開いている。湾の入り口は北岸の弁天岬及び南の塩浜の岩礁によってせばめられ、湾内は波が穏やかで天然の避難港になっている。湾底は岸からゆるやかに傾斜し、最大水深約15mである。湾のまわりは一般に急傾斜で、湾に向かってすり鉢状になっており、分水嶺は湾を取り巻くように、南北約4km、東西約2kmの楕円形をなし、湾の北方から東方にかけて高さ100~150m、南方に向かうほど高くなり180~290mである。この分水嶺上を旧・入道崎八望台有料道路及び八望台から加茂青砂へ抜ける道が通っている。分水嶺より戸賀湾側の斜面の中腹に二ノ目潟と三ノ目潟、分水嶺の東側に一ノ目潟と呼ばれるほぼ円形の湖がある。これらは更新世の最末期に形成されたマールに水がたまったものである。戸賀湾はマールと地形が類似しているため、第四のマールとされていたこともあるが、現在のところ積極的な証拠が見つかっておらず、成因はいまだに不明である。(戸賀湾周辺の地形図を第1図に示す。)

(2) 戸賀軽石層

大橋(1930)命名。模式地は戸賀湾沿岸であり、模式地の周辺に分布。粒径5mm程度の円磨された軽石を含む白色の砂質部と灰白色の凝灰質泥質部の互層をなす。ほぼ水平層で、層厚約100m。門前層を不整合におおい、80m段丘堆積物と目潟火山噴出物におおわれる(的場ほか、1989)。時代については、部更新統である鮪川層下部の亜炭層にはさまれる軽石凝灰岩が戸賀軽石層と同様の特徴

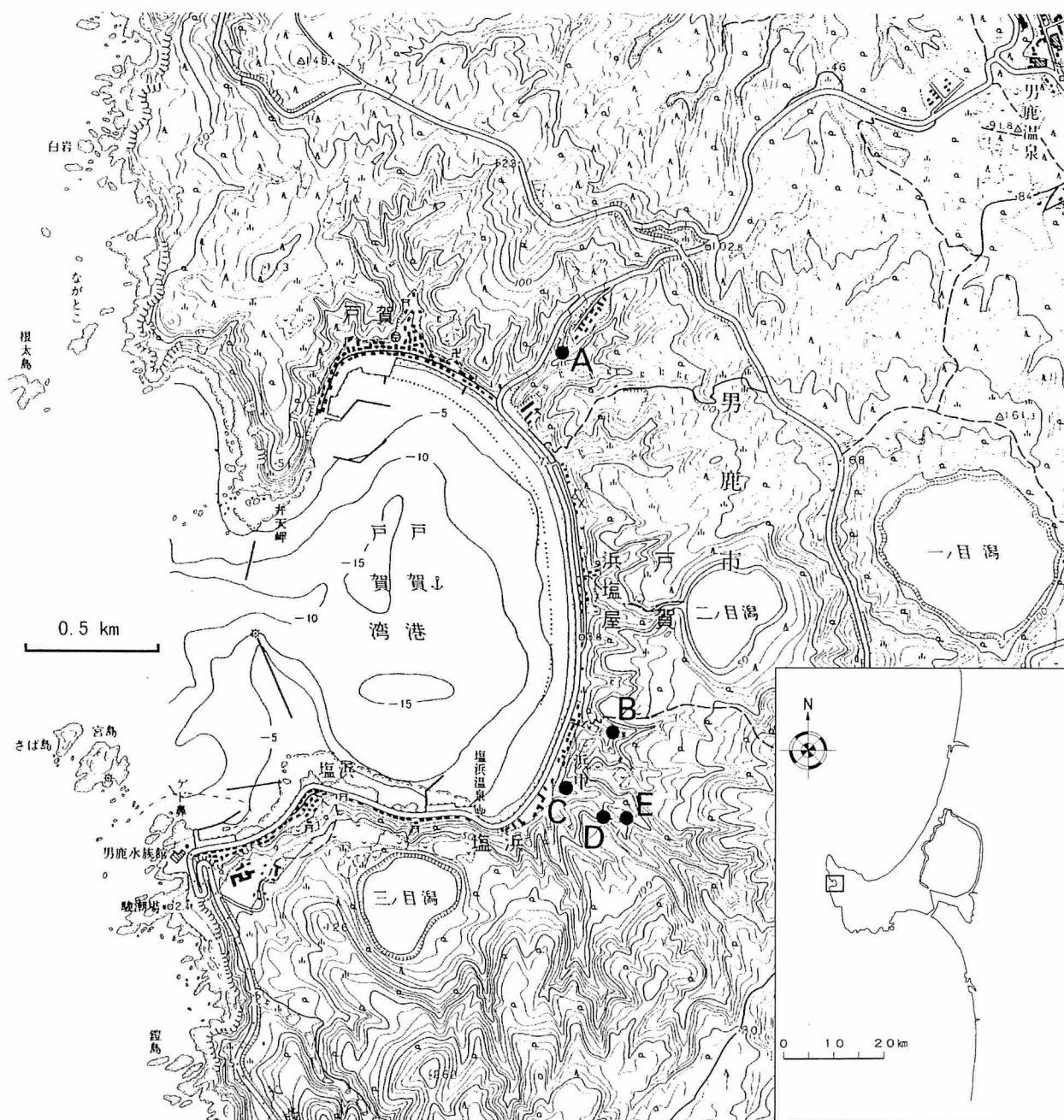
を持つことから、鮪川層と同時期の堆積と考えられる。軽石は黒雲母アルカリ流紋岩からなり、林(1995)によると、アルカリ系列の中間-酸性火山岩類のうち、第四紀に活動したものは硫黄島のベンモライトと男鹿半島戸賀のアルカリ流紋岩だけであり、戸賀湾の軽石層は岩石学的に見ても貴重である。軽石の化学組成は青木(1989)では SiO_2 :73.34%, Na_2O :3.12%, K_2O :4.2%である。

(3) 今回の調査の目的

戸賀軽石層は、大量に軽石を含む厚く特徴的な層であるにもかかわらず、戸賀湾沿岸という限られた範囲に分布している。そのためこれらの軽石は、戸賀湾を形成した爆裂火口から噴出したものが湾内に直接堆積したと考えやすい。しかし、この地層が水底堆積したことを示すことから、他の場所で噴出した軽石が、すでに形成されていた戸賀湾に運ばれて堆積した可能性もある。このように、戸賀軽石層の供給地点と、堆積までのメカニズムが不明であり、戸賀湾の成因が確定できない状況である。また、かつては湾に面した多くの海食崖がよい露頭であり、宮城(1986)などで地層の解説がなされているが、近年その多くが人為的に緑化されてしまうなど、本層が謎を残したまま埋もれてしまう心配がある。

そこで、戸賀軽石層について、あらためてその層相と分布域を確認し、戸賀湾の形成を考える上で参考になるデータの収集を目的に調査した。

その結果、戸賀湾南部では、水底堆積を示すいわゆる戸賀軽石層とは異なり、火砕流起源と考えられる軽石質凝灰角礫岩が分布していることが分かったのでここに報告する。



第1図 戸賀湾周辺の地形図及び本文中の露頭位置
国土地理院発行2万5千分の1地形図「戸賀」を使用し、戸賀湾の海底地形は石井(1984)を元に記入した。

2. 戸賀軽石層の層相と分布

(1) 水底堆積した軽石層

いわゆる戸賀軽石層は、粒径5mm程度の円磨された軽石を含む白色の砂質部と灰白色の凝灰質泥質部の互層を主体とする地層と記載されてきた。今回の調査では、戸賀湾北東部に位置する戸賀新

町のすぐ南西の沢(第1図のA地点)に状態のよい大露頭が残っていたので、この露頭について層相の観察を行い、柱状図(第5図)を作成した。

露頭の大部分は白色の円磨された軽石から成る層と灰白色の砂質部との互層である。互層単位は数mm～数cm程度で、たいへん細かい縞模様をなす(第3図)。



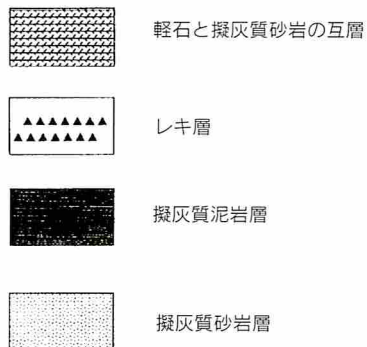
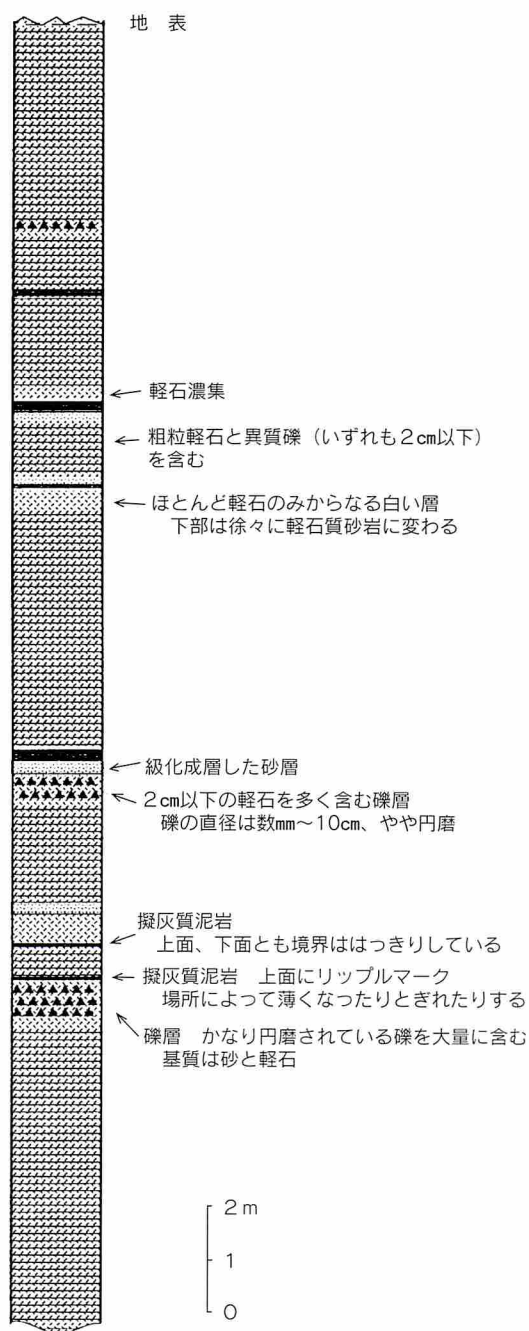
第2図 戸賀新町南西方露頭
写真下方に礎層が見える



第3図 軽石層



第4図 軽石層に含まれる軽石
大きいもので長径23mm



第5図 戸賀新町南西方露頭の柱状図

白色部は大部分が軽石からなる。軽石の大きさは1～5mmのものが多く、中には10～20mmのものもある(第4図)。軽石はよく円磨されており、軽石間の固結度は弱い。顕微鏡観察によると、軽石の内部は繊維質で、小さいサイズの軽石は発泡度が低く、大きいサイズのものはやや発泡している。また、内部に塊状～フレーク状の透明な火山ガラスを含むものもある。これらの軽石は室内でよく乾燥させた後、水に入れたが浮かなかった。

灰白色砂質部は、顕微鏡下では多くの火山ガラスからなることがわかる。火山ガラスは透明で塊状～フレーク状をなし、急冷破碎型と考えられる。縁は角張っており、あまり磨耗していない。

また、この露頭では上記の軽石層の間に礫層と凝灰質泥岩層を数枚はさむ。

礫層： 礫の大きさは数cm～10cm。大きいもので直径50cmに達する。級化成層は認められない。礫は一般にやや円磨されている。礫種はさまざまであるが、下位の門前層を構成する安山岩質～流紋岩質岩が多く、花崗閃緑岩や泥岩も含まれる。基質は円磨された軽石と凝灰質砂であるが、大きな礫のまわりに軽石が濃集した部分も認められる。また、この礫層が下位の軽石層のラミナを乱して堆積した部分もある。

凝灰質泥岩層： 灰白色～白色の露頭の中で泥岩層はやや黄色がかっており、緻密なのでよく目立つ。この露頭の中位で3枚、上位で3枚の泥岩層が確認できた。厚さは5cm～20cm。最下位の泥岩層はレキ層のすぐ上位に位置し、厚さが場所により変化し、途切れる部分もある。上面にははっきりしたリップルマークが確認できる。この泥岩層より約50cm上位にある別の泥岩層は、露頭内では一様な厚さであり、上面、下面とも層理面ははっきりしており、走行はN85°W、傾斜4°Sである。

化石： 野外において地層中から化石は発見できなかった。また、軽石層や凝灰質泥岩層を実態顕微鏡で観察したが、有孔虫等の化石を発見できなかった。

以上の層相から、これまでの研究で指摘されてきた通り、これらの地層は水底に堆積したものであることがわかる。ただし、それが海底か湖底かについては積極的な証拠が見つからなかった。

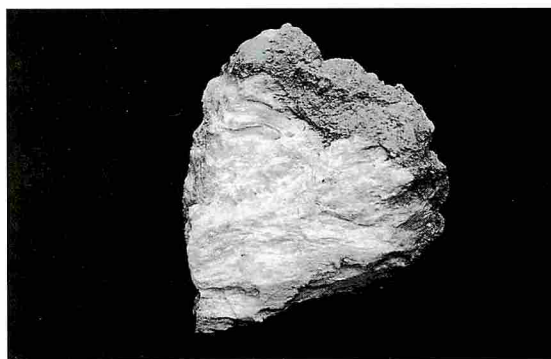
また、化石を含まないことや、円磨された軽石を主体とした地層が戸賀湾内のみに厚さ数十mも堆積したことなどを考えると、堆積は比較的短い時間に行われたと考えられる。

(2) 軽石質凝灰角礫岩層

戸賀湾南西部の浜中集落から戸賀湾南部にかけて、角礫を多量に含む軽石質凝灰岩が分布している。この地層は浜中集落南西の沢沿い及び堰堤建設用に切り開かれた道路の切り割り(第1図のB地点など)で観察できる。この地域において、本層が門前層を不整合に覆い、前述の軽石層に覆われることが確認された。また、この地層を貫く碎屑岩岩脈が多数みとめられる。

① 軽石質凝灰角礫岩層について

基質は暗灰色の凝灰質で、炭質物を含み、固結しているがハンマーで掘れる程度の固さである。多くの軽石を含み、その大きさは1～10mmのものが多く、場所によっては50～80mmに達する。軽石の分級はみとめられない。円磨度は低く、角張っているものが多い。小さい軽石は発泡度が低い、大きいものはよく発泡しており、水に浮くものが多い。また、大きい軽石は基質と接する部分が橙褐色になっているが、これは鉄酸化物によるものと思われる。内部は繊維状であり、火山ガラスや黒雲母を含む(第6図)。



第6図 軽石質凝灰角礫岩層中の軽石(直系30mm)

本層に含まれる礫は場所によってその量や大きさが異なるが、亜円礫～亜角礫である。ひとつの露頭内で分級はみとめられないが、いくつかの露頭を観察すると、下位のもののほど礫の量や大きが増える傾向がある。礫種は、流理のはっきりした流紋岩質岩が多く、球顆構造を持つものもある。

また、緑泥石化を受けた火山岩や火山砕屑岩を含み、若干の深成岩もみとめられる。これらの礫はいずれも下位の門前層由来のものと思われる、異質礫である。

層厚は不明であるが、湾南部の塩浜温泉南東方の沢では標高差およそ50mにわたって露出している。

また、浜中南東方の道路切り割り(第1図のE地点)で、この層が段丘堆積層と思われる泥岩層を削って堆積し、泥岩の破片を取り込んでいるのが観察される(第7図及び第8図)。以上のことから、この軽石質凝灰角礫岩層は、降下堆積物ではなく、非溶結の火砕流堆積物と考えられる。



第7図 泥岩層(ハンマーの左側)と凝灰角礫岩層との境界。
□内の拡大を第8図に示す。



第8図 境界部の拡大。凝灰角礫岩中に黒い泥岩片が取り込まれている。

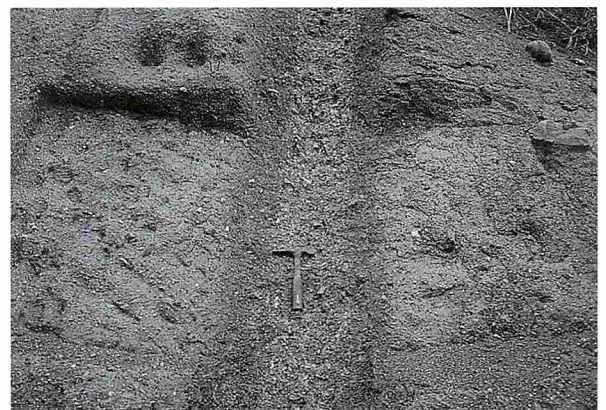
② 砕屑岩岩脈について

浜中南東方及び塩浜温泉南東方の数カ所の露頭で、上述の軽石質凝灰角礫岩を十数本の砕屑岩岩脈が貫いているのを確認できる。幅は約0.2~1.1mとさまざまである。これらの岩脈は大きく2種類に分類できる。一つは大量の垂角礫から成る砕屑岩岩脈であり、この地域の西側に多く、もう一つ

は円磨された軽石を主体にした砂質岩脈であり、この地域の東側に多い。

砕屑岩岩脈は写真第9図に示したように、まわりの軽石質凝灰角礫岩(以下、母岩と呼ぶ)に比べてはるかに多くの砕屑岩片からなる。岩片の大きさは数mm~10cmであり、まわりの母岩中の礫よりやや小さい。礫種は母岩中のものと同様で、門前層を構成する多種の岩石から成り、一部に母岩との境界部に生じた粘土質の破片を含む。基質は凝灰質であるが変質している。岩脈とまわりの母岩との境界部(幅約15cm)は逆に岩片が少なく、基質はやや粘土質で柔らかい。このことから、砕屑岩がある程度で母岩を貫いたことが推定される。砕屑岩片の方向から貫入方向を特定することはできなかったが、母岩の割れ目を上から充填したというよりは、岩片が下から上に抜いたように見受けられる。

軽石を主体にした砂質岩脈は、粒径1~10mmの円磨された軽石を多量に含み、基質は破碎された軽石からなる凝灰質の砂岩で、軟らかい。岩脈中の軽石は円磨されているが、水底堆積したいわゆる戸賀軽石層中の軽石と比較すると、円磨度が低い。また、まわりの母岩との境界部が鉄の酸化物で橙褐色になり、硬くなっている岩脈がある。



第9図 凝灰角礫岩を砕屑岩岩脈が貫いている。長方形のくぼみは地層はぎ取りの跡。はぎ取り標本は秋田県立博物館が収蔵。

砕屑岩岩脈の成因として、地震により岩石の割れ目に沿って、下位にあった水に富んだ砕屑物が液状化して上昇したと考えられる例が報告されている(今永, 1996)。戸賀湾における砕屑岩岩脈も、同様の成因を考えることができると思われる。

(3) 両層の境界

前項の水底堆積層(いわゆる戸賀軽石層)と軽石質凝灰角礫岩層との関係は、浜中付近の2ヶ所の露頭で確認できた(第10・11図)。すなわち、水底堆積層は軽石質凝灰角礫岩層の上に乗っている。

第10図の露頭(第1図のC地点)では、軽石質凝灰角礫岩を削るように、ラミナの明瞭な凝灰質泥岩が堆積し、その泥岩の上面を乱しつつ大量の亜角礫～亜円礫の層が乗る。礫層は上になるほど礫の量が減少し、成層した凝灰質砂岩層に漸移する。第11図の露頭(第1図のB地点)では軽石質凝灰角礫岩直上の凝灰質泥岩層を欠くが、ほぼ同様の重なりを示し、上部では典型的な水底堆積の軽石層になり、その軽石層はN55°E, 10°Wで戸賀湾側に傾斜する。したがって境界部に見られる礫層は軽石層の基底部と考えられる。

この礫層を構成する礫は、流理のはっきりした



第10図 軽石層と凝灰角礫岩層との境界



第11図 軽石層(左上方)と凝灰角礫岩層(右下方)との境界。ハンマーの位置が礫層。

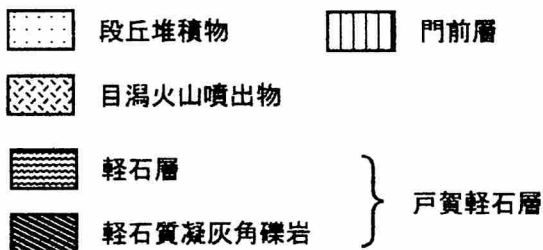
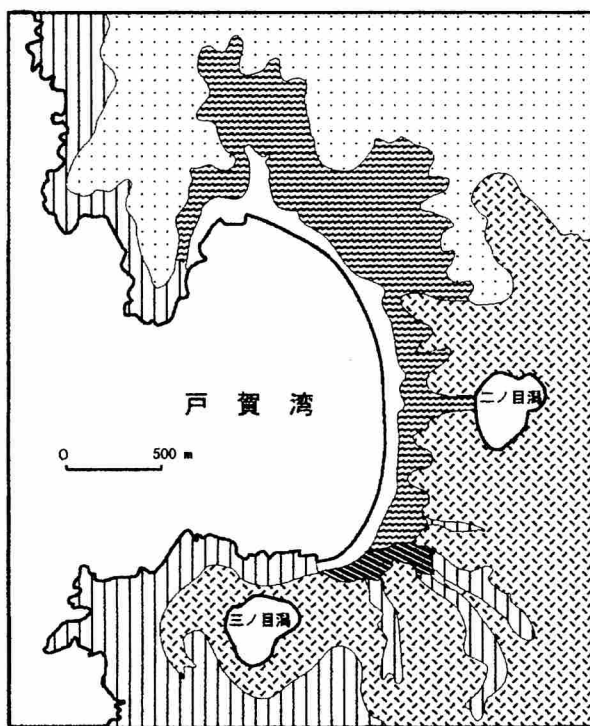
流紋岩質岩や変質した安山岩～玄武岩質岩、及び花崗閃緑岩など、門前層を構成する溶岩や火砕岩起源と思われる岩石からなる。大きさはさまざまで、数mmから10cm程度が多いが、大きいものでは30cmを越えるものもある。円磨度もさまざまであり、多くは亜角礫であるが円礫も含まれる。また第11図の露頭では、礫層の上部に軟らかい凝灰質泥岩の岩片(大きさ数cm～20cm)が含まれる部分がある。これは礫層が堆積する際に、水底に既にあった泥岩層を破砕して取り込んだものと思われる。このような軟かい泥岩や砂岩の岩片の存在は、戸賀湾北部の沢沿いに露出する、門前層と軽石層との境界付近でもみとめられる。

また、この礫層の中には黒曜石粒が含まれる。大きさは直径約1～15mmであり、やや凹凸のある球状体で、角は溶けたように丸みを帯びている。色は暗灰色で透明度は高く、スモークガラス様である。表面は磨耗されず光沢があり、変質は受けていない。単独で礫層に含まれるものもあるが、多くは真珠岩様の灰白色ガラス質岩石(直径数cmの円礫状)中に複数個含まれる。この産状から、この黒曜石は本田(1998)に紹介されたマレカナイトボールではないかと思われる。ただし、黒曜石を取り囲む灰白色のガラス部分は、真珠岩様ではあるがたいへんもろく、礫層中から取り出すと容易にくずれてしまう。破片を顕微鏡で観察すると、発泡したまま固まった透明なガラスであることがわかる。このことから、この灰白色ガラスは黒曜石あるいは真珠岩が加熱膨張したもの(工業でいうパーライト: Expanded Perlite)と考えられる。その膨張温度は黒曜石で800～900℃、真珠岩で1100～1200℃とされている(本田, 1998)。この発泡ガラス及び黒曜石の起源として、ガラスがほとんど変質していないことから、門前層由来とは考えにくく、戸賀軽石層堆積時の本質物質ではないかと思われるが、その成因を含めて今後の検討を要する。

(4) 軽石質凝灰角礫岩層の位置づけ

さて、ここで問題になるのが、軽石層に覆われる軽石質凝灰角礫岩層を、従来の戸賀軽石層に含めてよいか、ということである。両層に含まれる

軽石をそれぞれ顕微鏡下で観察すると、白色で方向のそろった繊維状であること、黒雲母結晶や火山ガラスを内包することなどから、肉眼的にはほぼ同じ起源のものと考えられる。また、両層内の異質礫とも門前層起源であり、礫種に大きな違いはない。分布域についても、戸賀湾を縁取る局地的な分布である。したがって、今回の報告では、軽石層と軽石質凝灰角礫岩層とともに戸賀軽石層に含めることとする。



第12図 戸賀軽石層の分布

(5) 軽石層と軽石質凝灰角礫岩層の分布

軽石層と軽石質凝灰角礫岩層の分布域を第12図に示す。軽石質凝灰角礫岩層は戸賀湾南部にのみ分布し、門前層に不整合に重なり、軽石層及び目黒噴出物に不整合に覆われる。軽石層は、湾の南東部では軽石質凝灰角礫岩に、湾の北部では門前層に不整合に重なり、目黒噴出物に覆われる。軽石層の現在の分布域は、戸賀湾北部で広く、湾の南部ほど狭い。

3. まとめと考察

今回の調査では、従来の戸賀軽石層が、軽石層と軽石質凝灰角礫岩層の2つの層に分けられることが判明した。軽石質凝灰角礫岩層は陸上の火砕流堆積物と考えられ、その上に水底堆積した軽石層が乗る。

軽石層の分布域は、戸賀湾をほぼ楕円形に取り囲む分水嶺の内側であり、戸賀湾のやや北東に偏っている。

軽石層の堆積初期には多くの岩片の流れ込みがあり、それに伴って直前に堆積していた凝灰質泥岩層や凝灰質砂岩の削剥があった。

軽石質凝灰角礫岩層には多くの碎屑岩岩脈が貫入しており、地震等に伴う液状化現象の結果と推定される。

これらのことから、軽石層堆積時の状況について、次のように考えられる。

軽石層の分布域と、戸賀湾の西縁において、門前層の岩礁によって湾口がせばめられていること、軽石層がほぼ水平層であることを考え合わせると、軽石層が堆積する時点ですでに、現在の戸賀湾の入り口を西端とし、現在の湾(およそ1km×1.6kmの楕円形)よりひとまわり大きな(およそ1.5km×2.5km程度)、楕円形の湾が存在したと推定される。また、軽石層がこの湾の内部のみに限られ、しかも厚く分布するということは、この時点で少なくとも湾の周囲(現在の分水嶺に相当する部分)が海面上に出ており、軽石の堆積範囲を規定したことを示唆する。軽石層の内部に巨礫を含む礫層を数枚はさむことから、湾の近くに礫の供給源が必要である。

ただし、戸賀湾から10～15km東方の男鹿半島中央部に分布する鮪川層中に、戸賀軽石層と同様の円磨された軽石がはさまれることから、湾外に達した軽石があったことも確かである。しかし、鮪川層中の軽石の層は厚さが1 m程度であり、しかも男鹿半島南岸の脇付付近では軽石は砂層中に混在している。軽石の噴出点が戸賀湾外と考え、そこから軽石が漂着して堆積したとすると、当時の男鹿島の西海岸において戸賀湾内にのみ軽石主体の層を厚さ数十 m も堆積させ、東海岸では砂層中に薄く堆積させる海流等のメカニズムを考えなければならぬだろう。

以上を踏まえ、戸賀軽石層の層相を検討すると、ひとつの可能性として、次のようなシナリオを導くことができる。①戸賀湾付近における噴火により門前層が破碎され、火砕流の噴出で軽石質凝灰角礫岩を形成する。②その後大量の軽石を噴出し、それに伴い現在の戸賀湾の中心よりやや北東よりを中心とする地域で陥没が起こり、そこに海水が流入して湾ができる。陥没に伴う地震により、軽石質凝灰角礫岩層に碎屑岩岩脈が貫入したと考えると都合がよい。③そしてその湾内に、湾の周囲に積もった軽石や礫が流れ込んで軽石層基底部を形成する。その上に、海面を覆った軽石が波の作用等で碎かれ、円磨されて堆積する。その間に降水等により周囲から礫や泥が供給され、礫層や泥層ができる。さらに、湾外の海面を漂流した軽石が男鹿島（現在の男鹿本山を中心とした島）東方の海岸あるいは低湿地に堆積し、鮪川層中にはさまれる。

このシナリオは、野外調査と堆積物の観察による仮説であり、より詳細な軽石の化学的調査や定量的な調査による裏付けが必要である。また、以下のような課題も残されている。

戸賀湾起源のテフラの確認：戸賀軽石層の噴出地点を戸賀湾とした場合、噴火に伴う降下テフラが存在してもいいはずだが、未確認である。男鹿半島東方の丘陵地帯で発見される可能性はある。戸賀軽石層堆積後の変遷について：今回の調査では、浜中東方において、軽石質凝灰角礫岩が段丘堆積層と思われる地層を削り取り、それに乗っているのが観察されたが、その他の地点では段丘と

の関係が直接観察できなかった。戸賀軽石層と段丘堆積物との上下関係は、段丘の形成年代と合わせて戸賀湾付近の地殻変動や海面変動を知る上で重要である。また、最終氷期の最低海面期には戸賀湾も一度は陸化したはずだが、その後の海水の侵入による浸食のみで現在のようなきれいな楕円形の海岸線ができるのか。戸賀軽石層形成後の水蒸気爆発等は考えられないか。

このように、今回の調査では、戸賀軽石層が静的な水底堆積によってのみ形成されたのではなく、火山活動に伴う堆積相を持つことが確認された。しかし解決すべき課題も多く、戸賀湾の形成を解明するにはさらなるデータの収集が必要である。

文 献

- 青木謙一郎(1989)：ミュージアライト～アルカリ流紋岩の岩石的な特徴、日本の火成岩(久城育夫、荒牧重雄、青木謙一郎編)、98-102、岩波書店。
- 藤岡一男・高安泰助・的場保望・大口健志(1973)：秋田県男鹿半島地質図(5万分の1)、日本自然保護協会・秋田県。
- 林信太郎(1995)：天然記念物(地質鉱物)緊急調査 調査概報、秋田県の地質鉱物、58、秋田県教育委員会。
- 本田朔郎(1998)：地学雑誌(8) 粘土質資源とのかかわり(その四)、鉱業博物館、31、4-14。
- 今永 勇(1996)：箱根火山古期外輪山南東斜面の溶岩を切る碎屑岩脈、神奈川県立博物館研究報告自然科学、25、55-57。
- 石井 千万太郎(1984)：漁港における津波、「日本海中部地震の記録」一被災要因と実例一、125-132、秋田県。
- 的場保望・白石建雄・臼田雅郎・岡本金一(1989)：男鹿地域。日本の地質2、東北地方(代表編集委員：生出慶司・中川久夫・蟹沢聰史)、158-163、共立出版(株)。
- 宮城一男(1986)：秋田県 地学のガイド～男鹿半島をめぐる一、(株)コロナ社、pp.170。
- 大橋良一(1930)：男鹿半島の地質、地質雑、37、740-754。