

2014年に男鹿半島安田海岸の海食崖に形成された海食洞（2）

渡部 晟*・澤木 博之**・鈴木 秀一***・渡部 均****

Sea cave formed in 2014 at the sea cliff near Anden, Oga Peninsula, Akita Prefecture, Japan (2)

Akira Watanabe*, Hiroyuki Sawaki**, Shuichi Suzuki*** and Hitoshi Watanabe****

キーワード：海食洞，男鹿半島安田海岸，断層，クラック，崩落，海食洞の消滅

I はじめに

2014年12月，秋田県男鹿半島北岸安田付近の海食崖に海食洞が形成された．その位置は北緯39°58′19.0″，東経139°50′51.7″である（GPS受信計による）．

筆者らは形成から2015年12月までのこの海食洞の変化を観察し報告した（渡部晟ほか，2016）．その後も海食洞では時々崩落が発生して形が変化し続けたので観察を続け，2017年11月までの分については簡単に報告した（渡部・澤木，2018）．その後2017年12月に発生した大崩落により形成後約3年で海食洞は消滅した．現在その跡は大きな露頭の窪みになり，その下部には崖錐が発達している（第1図）．

本稿では，2016年1月から消滅するまで不規則ながら50回以上行った観察に基づき，その間の海食洞の変化について述べる．なお以下文中の日付は変化の発生ではなく，変化を発見した年月日である．

II 海食洞の変化

先の報告（渡部晟ほか，2016）では，海食洞の形成から2015年12月までの変化を三つの時期（1，2，3期）に分けて述べた．その後消滅までの概況は次のとおりである．

3期は小崩落が断続したものの，比較的安定していた時期で，この状態は2016年10月下旬まで続いた．変化が起こったのは2016年10月30日で，それから2017年1月26日まではやや大きな崩落が相次ぎ，洞の開口部及び内部の形態が大きく変化した．この期間を4期とする．その後は比較的安定した時期が続いていたが，2017年12月15日に，大崩落により海食洞が消滅しているのが観察された．これを5期とする．各期の変化等の概要については第1表に記載した．

以下に3期以降の各期ごとに海食洞の変化を詳述する（第2図）．

3期（渡部晟ほか，2016からの続き）（～2016年10月29日）



第1図 崩落により海食洞が消滅した（ステレオ写真）

崩落は海食洞が形成されていた安田砂部層（潟西層下部層）から，上位の潟西層上部層にまで及んでいる．海食洞のあった部分には大量の崩落物が崖錐をなし，崩落物は砂浜にも広がっている．スケールの棒は長さ1m（以下の図においても同様）．2017年12月16日撮影．

*潟上市天王字長沼110-3，**男鹿半島大潟ジオパーク認定ガイド，***秋田県立近代美術館，****秋田県埋蔵文化財センター

第1表 海食洞の変化の概要と気象状況

年	月	日	海食洞の変化及び気象状況
1期	2014	12 17から18	急速に発達した低気圧に伴う大風
		19	海食洞発見. 洞内に流木
		23	大量の崩落ブロック. 洞内に波が侵入し崩落ブロックを洗い流す
	2015	1 14	崩落ブロックは23日とほとんど同じ状態
		1 14	崩落ブロックはなくなり, 洞床平坦化. 新たな小崩落. 流木の位置姿勢変化 このころ1日の最高最低気温が0℃を境に上下を繰り返す(2月中旬まで)
1 30		洞内周縁部に板状の崩落ブロック	
2 12		洞中央部を除いて板状の崩落ブロック. 崩落ブロックは高まった洞床上に堆積し, 流木が隠れる	
2期	16	洞奥を除いて崩落ブロックはなくなる. 洞床はほぼ平坦	
	3 13	洞床が平坦化し, 崩落ブロックに隠されていた流木が現れる	
3期	4 10	洞と海食崖の交線などがかなり丸みを帯びる	
	6 29	洞入口付近右側でクラックに沿って小崩落	
	8 24	6月29日の崩落ブロックの上にわずかに新たな崩落ブロックが堆積	
	9 27	6月29日と8月24日の崩落ブロックの上に再びわずかに新たな崩落ブロックが堆積	
	10 2	急速に発達した低気圧に伴う大風 洞内に波が侵入. 崩落ブロックは一部残っている	
	3 3	崩落ブロックは完全になくなり, 洞内に新たな流木	
	8 8	台風から変わった低気圧に伴う大風	
	12 12	洞内に海藻やごみ. その上に新たな崩落ブロック堆積	
	11 23	10月12日の崩落ブロックの上にわずかに新たな崩落ブロック堆積	
	12 9	10月3日の流木, 11月23日までの崩落ブロックは流出	
4期	2016 1 23	海食洞そのものは10月12日からほとんど変化なし	
	1 21	クラック(C1)から洞内部へ多少の崩落 1月21日以降, 断続的に内部の小崩落が続く	
	10 30	クラック(C1)からの崩落が洞開口部に及ぶ	
	11 14	10月30日に観察された崩落が拡大. 崩落物が洞の外部へ	
5期	12 25	洞内部で断層面の後ろ側から径1mあまりのブロックが落下	
	2017 1 26	開口部及び内部で大きく崩落, 開口部が大幅に拡大	
5期	12 4	1月27日以降, 洞内部で小規模な崩落が続く. 消滅前の最後の観察	
	12 15	大崩落により, 海食洞が消滅	

渡部辰ほか(2016)の第1表を一部修正し, その後の変化を追加した.

2016年1月21日に, 洞内部右側でクラックからの崩落物が見られた(第2図a). その後同じ場所から時々わずかに崩落が発生したが, 開口部の形態はほとんど変化なかった.

4期(2016年10月30日~17年1月26日)

2016年10月30日, 洞開口部における崩落により, 開口部の形態が変わったことが観察された(第2図b). 3期に洞内部で崩落を起こしていたクラックは開口部から洞外への海食崖面にも露出しており, この崩落はこのクラックから生じた.

引き続いて11月14日には, 同じ位置で起こった崩落によって開口部が拡大し, 開口部全体の外形が三角形を呈するようになった(第2図c). 崩落物は洞外にも広がっていた. 三角形の頂点のすぐ上方でも海食崖表面が剥がれ, 剥がれた奥にクラックが明瞭に表れた. その後このクラックから

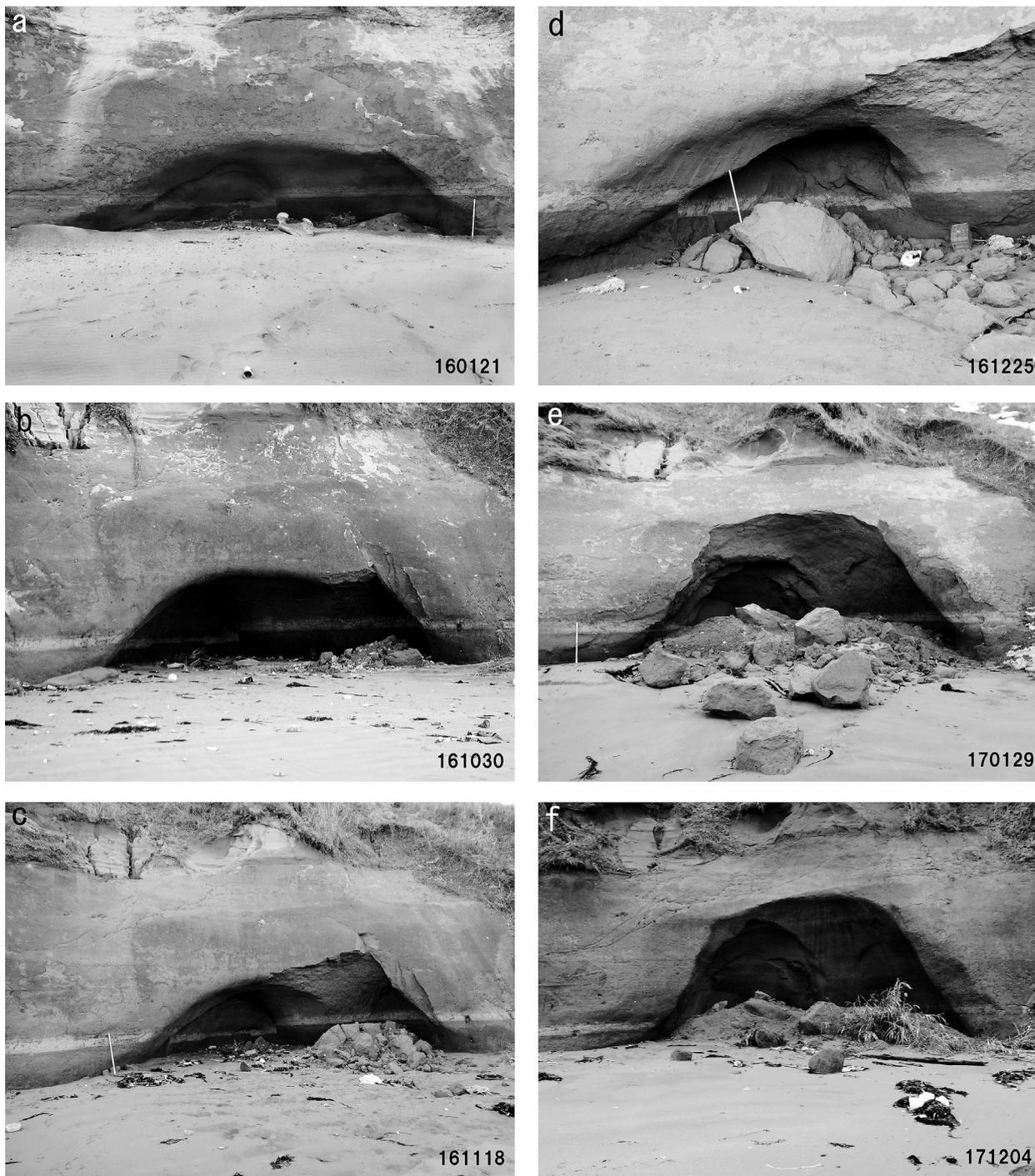
の崩落はやや治まった.

12月25日には洞最奥部において最大のもので径2m近いブロックが崩落していた(第2図d). これらのブロックは断層面の奥側から落下したものである.

2017年1月26日, 洞内部から開口部にわたってかなり大きな崩落が認められた(第2図e). 開口部は大幅に拡大し, 崩落物は洞床全体を覆い, 洞外部にも転がり出た. 開口部は台形を呈しており, 底辺は約10mで以前と変わらず, 上辺は5m弱でその高さは洞床面から約5mである. この時の洞内部の崩落は洞左側奥部を通る断層面の手前側にほぼ限られていた.

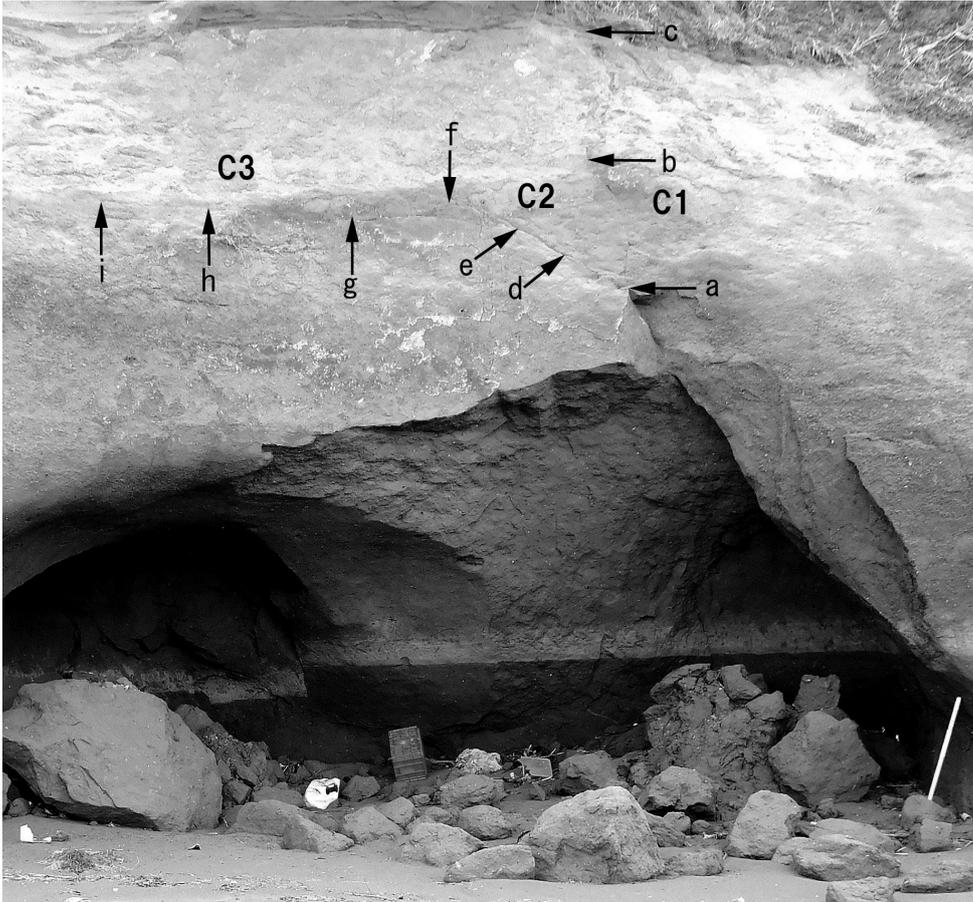
5期(2017年1月27日~17年12月15日)

2017年1月27日以降は大きな崩落は発生せず, 断層面の手前側と奥側で時々小崩落が発生していた. 3期に崩落を断続させたクラックにおいて



第2図 海食洞の変化

aは3期. 洞内右寄りに崩落物が堆積している. 開口部の線は全体としてなめらかな曲線を描いているが, 崩落物の上方に見える部分は三角形状を呈している. b-dは4期. bではaの開口部の三角形状の部分が崩落して拡大している. cでは崩落が進む. dは洞内奥部の崩落ブロック. 棒の上端部分がF1の断層線であり, ブロックはその奥から崩落している. e・fは5期. eは大きな崩落によって開口部が拡大した様子. fはeから11か月以上たっているが, その間洞内ではわずかに断層のあたりで小規模な崩落が断続したのみ. cとeは変化が確認された数日後の撮影であるが, 撮影日までの間の変化はほとんどない. a~fの右下の6桁の数字は撮影年月日で, 2桁ごとに年(西暦年の下2桁), 月, 日を表す.



第3図 海食層周辺に見られるクラック（C1，C2，C3）

クラックは矢印 a - i の先端を通っている．C1は洞正面から上に延び，a，bを経てcに達している．C2はC1からaで枝分かれし，d，eを通してfまで延びている．C3はeでC2と枝分かれし，g，hを経てiに達する．2016年12月25日撮影

はほとんど崩落がなかった．海食洞消滅の前，最後に洞を観察したのは12月4日である（第2図f）．以前（第2図e）に比べると洞内の断層面手前側が崩落していた．

12月15日13時15分に，大崩落によって海食洞が消滅している事実が観察された（第1図）．崩落部は全体として三角形をなし，最大高は15mにおよぶ．崩落部の底辺の長さは海食洞の基部の幅とほとんど同じであるが，少し上部でやや幅が広い．崩落物は崖錐をなし，また海食崖手前の砂浜上に広がった．

この崩落は，観察される前12時間程度以内に生じたと考えられる．観察の前日（14日）には男鹿半島やその周辺で降雨が断続しており，安田近辺の観測点では男鹿で12.5mm，真山で21.0mm，大湯で16.5mmの日雨量を観測した．雨は15日になるとほとんど止んだ（気象庁，2018）．安田においても14日は降雨があったと思われるが，崩落によ

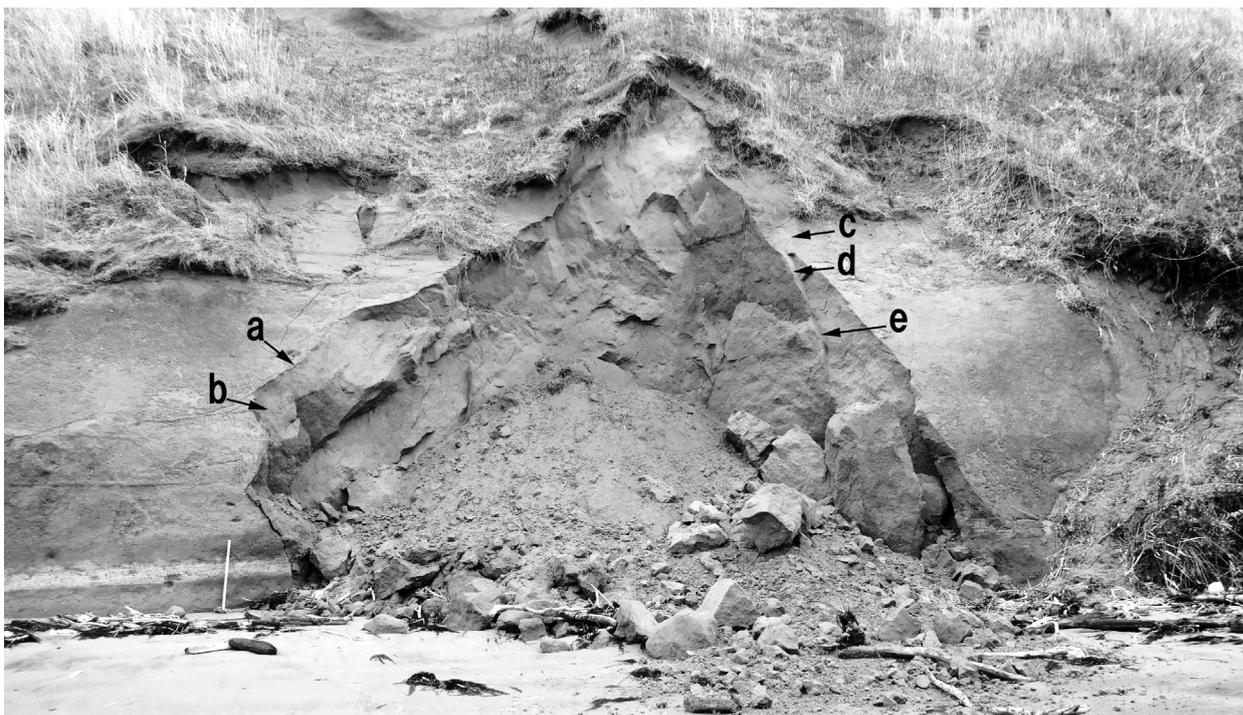
て砂浜に広がったブロックに，雨に打たれた様子は認められず，小さなものも転がったそのままの状態を示していたからである．

Ⅲ 海食洞の変化と断層やクラックとの関係

海食洞内部に断層やクラックが存在し，外部の海食崖面にも露出している．これらの断層やクラックが海食洞形成後の崩落等に大きく関与したと考えられる．ここではこの点について1～5期を通じて観察されたことを述べる．

海食洞周囲の海食崖面に見られたクラックを第3図に示した．

海食洞の内部右寄りの位置に顕著なクラックが発達しており，洞外部の海食崖面にも露出している．このクラックはToyaを切るが，変位させてはおらず，またクラック面が凹凸に富むので（渡部晟ほか，2016の第6図e）断層ではないと考えられる．このクラックをC1とする．



第4図 海食洞が消滅した大崩落と断層やクラック

a : 断層線に沿って崩落した部分. b : 断層面. c : 海食崖面に現れているクラックC1. d : C1の面. e : 崩落面に現れているC1. 2017年12月16日撮影.

C1は1・2期には海食洞の変形にそれほど大きな影響を与えなかったようである。しかしⅡで述べたように、3期を通じて海食洞内部の向かって右寄りの位置で崩落が断続しており、これはC1を境にしてその両側部分から生じたものである。また海側から見る開口部は、3期を通じて比較的滑らかな曲線を描いていたが、C1が開口部と交わる部分は崩落によりそこだけが三角形に角立っている状況が観察されていた(渡部晟ほか, 2016の第6図)。

3期から4期に移行するきっかけとなった2016年10月30日の崩落と、その後の11月14日の崩落は、C1を境として主にその左側部分で生じたものである。

2015年10月12日に、C1から枝分かれし、海食洞上方の海食崖面を左上方に走る長さ1mあまりのクラックが観察された。これをC2とする。2016年11月18日以降にはC2から枝分かれし、左方向にほぼ水平に延びる新たなクラック(C3)が観察されるようになっていた。C3は、海食洞の天井部分が下方の支えを失い、重力によって下方にたわむことによって生じたのではないかと考えられる。

2017年1月26日に観察された大きな崩落は、C

3(一部C2)を境としてその下側が落下したものである。

海食洞が形成された時点で、その奥部に断層(F1:渡部均ほか, 2016)が露出した。さらに奥に近接して別の断層(F2)が存在している(渡部均ほか, 2016の第4～6図)こともあって、1期にはこの付近からの崩落が相次いだ。その後は落ち着いていたが、4期になるとF1付近からの崩落が起こり始め、2016年12月25日以降はF1の断層面の奥側が上方に深くえぐれている様子が観察されるようになった。

海食洞を消滅させた大崩落では、崩落部の左側の境界線の一部は、断層F1が海食崖面に露出していた線(第4図a)に一致しており、その下側が崩落している。断層面(同b)も一部露出した。右側の境界付近ではクラックC1は上部が海食崖面に残り(同c)、その下にクラックの面が狭長に露出した(同d)。さらにその下の崩落面に、C1が露出している(同e)。F1かC1のどちらかの付近が崩落し、連鎖的に大崩落に発展したのではないかとと思われる。

なお、栗山(2016)は本海食洞形成の要因としてクラックの存在を重視している。海食洞の位置に存在する顕著なクラックはC1のみで、C1は

海食洞形成以前は崖錐に覆われて観察できなかったが、形成後の観察から浜砂堆積面の下方まで海食崖面にほぼ直立するように露出していたと推定される。渡部 晟ほか（2016）で述べたように、消波ブロックが存在したため、海食崖面に当たる波が左から右に流れ、この流れによってC1露出部分が激しく侵食され、海食洞の形成に至ったのではないかと考えられる。

IV まとめ

(1) 安田海岸の海食崖に2014年12月17日から18日に形成された海食洞は、崩落等により変形を続け、2017年12月15日に大きな崩落により消滅していることが観察されるまで、約3年間存続した。

(2) 1期は海食洞形成からその直後の時期であり、不安定で崩落等が相次いだ。2期は崩落がほとんどなく安定していた。3期は小崩落が断続したが比較的安定していた。2期と3期は安定していたという点では一連のものにとらえることもできる。4期は大きな崩落が相次ぎ、海食洞の形態が大きく変化した時期であった。5期は比較的安定していたが、小崩落が断続し、最後に大崩落が発生して海食洞が消滅した。

(3) 各期の継続時間は、1期が約2か月、2・3期が合わせて約1年7か月、4期が約3か月、5期が約11か月である。このように、時間的に短い不安定な時期と、時間的に長い比較的安定した時期が交互に出現した。

(4) 崩落は、凍結による剥離（渡部 晟ほか、2016の第5図e）のような現象を除けば、断層やクラックの部分から生じた。

(5) 洞の形成は、気象条件によって発生し消波ブロックの存在によって進行方向を変えられた高波が、海食崖面に露出したクラック部分を侵食したことによると考えられる。波はその後も頻繁に洞内に達したが、崩落物を運搬・除去しただけ

で、変形に対してはほとんど関わらなかった。

V おわりに

海食洞が短時間で形成され、短期間で崩落・消滅する現象はあまり類例がないと思われる。今回はこの現象の一連の経過をかなり詳細に記録できた。

安田海岸の露頭は、その表面に化石が採集されてできた穴が残っていても、冬を越すとなくなるほど激しい侵食を受けている。海食崖の後退速度は相当に大きいと思われる。このことも含めて本海食崖で今後どのような海食現象が起きるか、観察を続けたいと考えている。

引用文献

- 気象庁, 2018, 各種データ・資料, 過去の気象データ検索. <http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/index.php>. 2018年10月16日閲覧.
- 栗山知士, 2016, 男鹿半島, 安田海岸の「海食洞」. 秋田地学, no. 73, p. 28-29.
- 渡部 晟・澤木博之, 2018, 男鹿半島大潟ジオパーク安田海岸に形成された海食洞の形態変化 (2014~2017). 秋田地学, no. 75, p. 34.
- 渡部 晟・澤木博之・鈴木秀一・渡部 均, 2016, 2014年に男鹿半島安田海岸の海食崖に形成された海食洞. 秋田県立博物館研究報告, no. 41, p. 27-38.
- 渡部 均・渡部 晟・工藤伸也, 2016, 逆断層のように見える正断層—男鹿半島安田海岸の海食洞内に露出する断層. 秋田県立博物館研究報告, no. 41, p. 39-44.