

東日本大震災後、宮城県沿岸部における海浜性陸産貝類の現状

木村 昭一^{1*}・早瀬 善正²・河辺 訓受³・湊 宏⁴

¹〒514-1101 三重県津市久居明神町1183-17

*e-mail: shellkimura@ybb.ne.jp

²〒424-0023 静岡県清水区八坂北1-10-12 (株)東海アクアノーツ

³〒239-0829 神奈川県横須賀市若宮台15-18

⁴〒649-2333 和歌山県西牟婁郡白浜町中193

2011年3月11日、東北地方太平洋沖地震に伴う津波で宮城県沿岸部は甚大な被害を被った。名古屋貝類談話会の代表4名は日本貝類学会の新規事業として震災後の宮城県沿岸部の陸・淡水貝類調査を行った。2013年11月4～7日の4日間で宮城県本吉郡南三陸町～気仙沼市本吉町の沿岸部29地点を調査した結果、65種もの陸・淡水産貝類を確認することができた。その詳細は前報で報告した(早瀬・他, 2016)。

東日本大震災の津波による海岸の変化、干潟を含めた沿岸に生息する底生動物相の変化についての論文として、金谷・他(2012)、Kanaya *et al.* (2015)、松政・他(2015)などがあげられ、海岸の地形、植生、底質、海産貝類に対する津波の影響の大きさが報告されている。特に、Kanaya *et al.* (2015)では、仙台湾蒲生干潟における震災前後の底生動物相、底質の変化を詳細に比較検討し、ヨシ原塩性湿地の震災前後の変化の詳細、そこに表在していたフトヘナタリ *Cerithidea moerchii* (A. Adams in Sowerby II, 1855)の個体群が底質と共に洗い流されて、著しく減少したことについても報告された。しかし、干潟の最も上部に位置するヨシ原塩性湿地、また岩礁・転石海岸の潮間帯上部から飛沫帯に生息するいわゆる海浜性貝類に対する震災の影響について詳しく報告した例は無い。

本報告ではカワザンショウガイ科、オカミミガイ科などの海浜性陸産貝類の現状、特に巨大な津波を伴った震災が海浜性種に及ぼした影響について詳細に報告する。調査を行った12地点(図1;表1)では、合計3科、8種の海浜性陸産貝類が確認された。南三陸町より生息記録があるクビキレガイモドキ(図5-6;鈴木ほか, 2009;早瀬, 未発表資料)については、今回の調査で生息を確認できなかったが、震災前の生息確認地点の環境と大きく変化した震災後の環境を対比して、本調査地域におけるクビキレガイモドキの生息条件についても考察した。

12調査地点の生息環境を岩礁・転石海岸と河口域塩性湿地に区別し、河口域塩性湿地はさらに、木村・木村(1999)で提唱された塩性湿地の類別を行った(図3, 4)。

岩礁・転石海岸では佐藤ほか(2010)が報告したキントニイロカワザンショウ・オオウスイロヘソカドガイやヤマトクビキレガイは、今回の調査で生息地および個体数の大きな

Shoichi Kimura, Yoshimasa Hayase, Kunitsugu Kawabe & Hiroshi Minato. 2016. The disturbance of non-marine molluscan habitats in estuarine and shore habitats after the 2011 Great East Japan Earthquake in the region from Minami-Sanriku to Motoyoshi, Kesenuma district, Miyagi Prefecture, Japan. *Chiribotan* 46(1-2): 63-83.

減少傾向が認められるものの、特に前2種はやや外洋よりの転石海岸の広い範囲で生息が確認できた。

河口域塩性湿地では、津波の大きな影響を免れた小河川の塩性湿地にはヨシダカワザンショウ・ツブカワザンショウの小規模な個体群がかろうじて残っていた。内湾奥に位置するA2タイプの塩性湿地に隣接した水田や草地では、震災後地盤沈下と護岸の崩壊による海水侵入によりA3タイプの塩性湿地となり、カワザンショウ類が定着し始めたものの、その生態的遷移過程の半ばで土地造成が進行すれば、結果としてほとんど塩性湿地が失われることとなる。

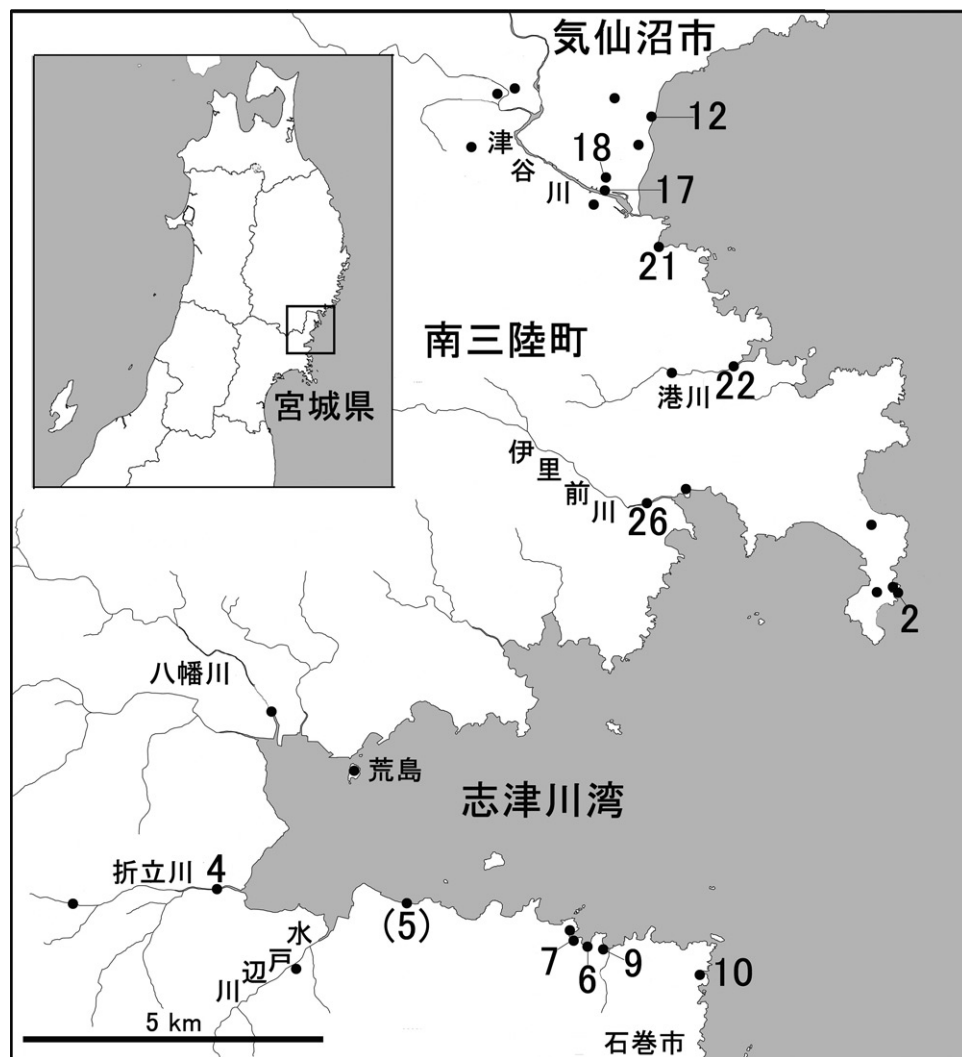


図1. 調査地点（塩性湿地及び岩礁・転石海岸の位置）。調査地点は St.番号で示す。(5): クビレモドキの記録があるが、調査すべき環境が消失し、海浜性種を除く陸産貝類のみの調査を行った。

震災による大津波自体の影響も大きなものであったが、その後の人為的な沿岸部の急速な復旧作業の方が、海岸部特に河口周辺の塩性湿地に生息する貝類にとって大きな影響を及ぼすことが懸念される。

調査方法

前報告（早瀬・他，2016）のとおり2013年11月4～7日の計4日間で宮城県本吉郡南三陸町～気仙沼市本吉町の29地点において調査を行った。そのうち沿岸部における海浜性種の調査は12地点（Sts. 2, 4, 6, 7, 9, 10, 12, 17, 18, 21, 22, 26）で行った（図1）。

各調査地点では目視確認された種を記録した。各種確認個体の一部は生体の写真撮影、解剖学的検討や種の精査，生息および確認の証拠標本として保存するために採取を行った。カワザンショウガイ科貝類は，種同定に有効な形質の1つである歯舌の形態（Fukuda & Mitoki, 1995, 1996など）の観察を行った。歯舌形態観察は各調査地点1種当たり最低3個体をSEM（走査型電子顕微鏡）もしくは光学顕微鏡で観察した。

各調査地点ではGPS（GARMIN eTrex30, 世界測地系WGS84）を用いて標高と緯度、経度を記録した。調査地点を河口域塩性湿地（図2-1）と岩礁・転石海岸（図2-2）に区別し，河口域塩性湿地（図2-1）は，さらに木村・木村（1999）で提唱された塩性湿地の類別（図3, 4）を行った。

調査結果

調査を行った12地点（図1；表1）では，合計3科，8種の海浜性陸産貝類が確認された。

以下に本調査で確認された全種の目録を作成し，各種の生息または確認状況を記すと共に，カワザンショウガイ科貝類については，分類形質として有効な歯舌形態について記載し，今回の種同定の根拠とする。また，生息地の現状と出現種数との関係，震災前後の生息環境の変化について詳細に報告する。

なお，分類体系は，Jörger *et al.* (2010)，佐々木 (2010)，日本ベントス学会（編）(2012)などを参照した。絶滅危惧種のランクは日本ベントス学会（編）(2012)に従った。



図2. 生息地の類別（1：河口域塩性湿地，2：岩礁・転石海岸）。

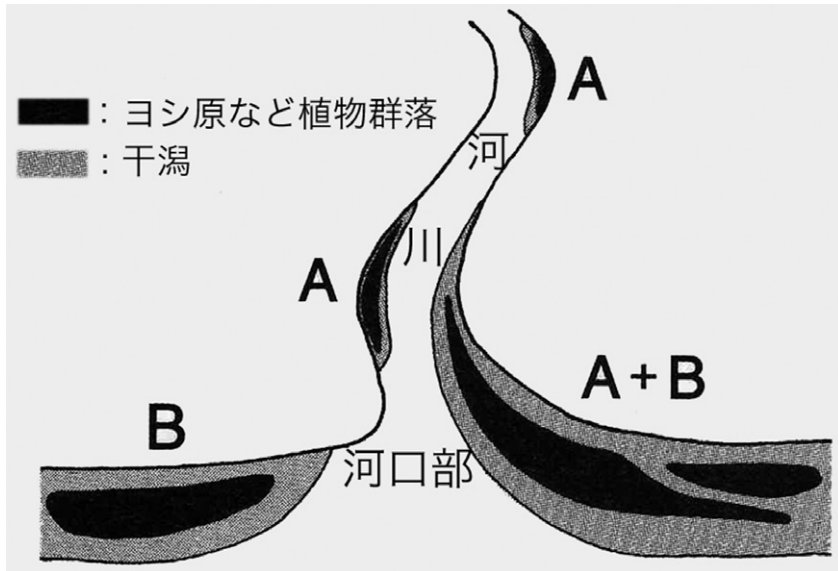


図3. ヨシ原湿地の類別；地形による類別.

A：河口干潟 河口域の河川内のできる干潟で、河川の堤防に沿って発達する。前浜干潟よりも模様が小さく、河川水(淡水)の影響を強く受けやすい。B：前浜干潟 大きな河川の河口域の海側に面した部分に発達する干潟で、海岸線と平行に広がり、一般に広大なものが多い。

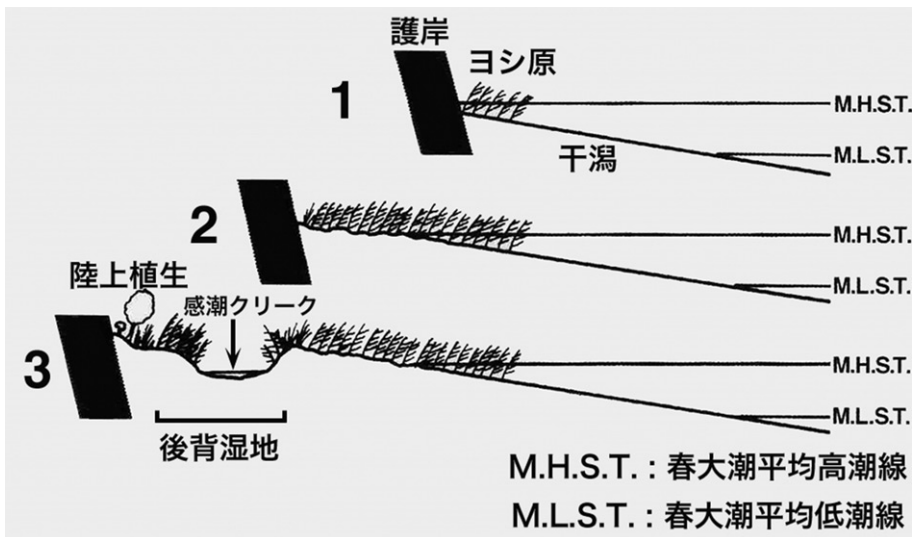


図4. ヨシ原湿地の類別；保存状態による類別.

1：ヨシ群落がかろうじて残されている湿地。中潮線付近から始まるヨシの群落が高潮線付近まで保存されているが、それより高い部分は護岸などによって存在しない。2：ヨシ群落が高潮線よりやや高い部分まで保存されているが、その面積は小さく、後背湿地、塩沼、感潮クリークなどは存在しない。3：中潮線付近から始まるヨシ群落が高潮線より上の部分まで広がり、さらに上部の陸上植生にまで連続する。また後背湿地があり、塩沼や感潮クリークなども存在する。

表 1. 宮城県沿岸域（南三陸町～本吉町）での海浜性陸産貝類確認種一覧

| No. | 科 | 種名 | 調査地点(St.) | 2 | 4 | 6 | 7 | 9 | 10 | 12 | 17 | 18 | 21 | 22 | 26 |
|-----|-----------|----------------|------------|---|----|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|
| | | | 生息地の類別(*1) | R | A2 | R | R | A3 | R | R | A2 | A3 | R | A3 | A2 |
| | | | 環境省ランク | | | | | | | | | | | | |
| 1 | クビキレガイ | ヤマトクビキレガイ | | | | | ○ | | | | | | | | |
| 2 | カワザンショウガイ | サツマクリイロカワザンショウ | | | | | | ○ | | | | | | ○ | |
| 3 | | キントニイロカワザンショウ | | ○ | | ○ | ○ | ○ | | | | | ○ | | |
| 4 | | ヨシダカワザンショウ | NT | | ○ | | | | | | | | | | ○ |
| 5 | | ツブカワザンショウ | NT | | ○ | | | | | | | | | | |
| 6 | | カワザンショウガイ | | | | | | | | | | ○ | ○ | | ○ |
| 7 | | オオウスイロヘソカドガイ | | | | | ○ | ○ | | ○ | | | | | |
| 8 | | オカミミガイ | ナギサノシタタリ | | | | | ○ | | | | | | | |

*1: 生息地の類別

[A2: 塩性湿地(A2), A3: 塩性湿地(A3), R: 岩礁・転石]

1. 海浜性陸産貝類確認種（各種の特徴，生息状況）

Phylum Mollusca Cuvier, 1795 軟体動物門

Class Gastropoda Cuvier, 1795 腹足綱

Superorder Caenogastropoda Cox, 1960 新生腹足上目

Order Sorbeoconcha Ponder & Lindberg, 1997 吸腔目

Suborder Littorinimorpha Golikov & Starobogatov, 1975 タマキビ型亜目

Family Truncatellidae Gray, 1840 クビキレガイ科

Truncatella pfeifferi Martens, 1860 ヤマトクビキレガイ (図5-1, 5-2)

分類: 本種は分布域全般で殻の形態に個体変異が認められるが、本調査でも殻表の縦肋が強く明瞭な個体 (図5-1a左) から、完全に消失し、殻表が平滑な個体 (図5-1a右) まで種内変異が見られた。本種の殻表が平滑な個体は、Pomatiopsidae Stimpson, 1865 イツマデガイ科の *Cecina manchurica* A. Adams, 1861 クビキレガイモドキ (図5-6) と誤認された例も報告されている (五十嵐・他, 1990; 湊, 2003; 福田, 2012など) が、本種の殻は厚く透明度が低く、色彩は淡橙白色、殻口は小さいので区別は容易である。軟体部は桃白色で、吻部には赤色の口球が透過して見える (図5-1b)。

生息状況: 1 地点 (St.7) のみで生息が確認された。この地点は津波の影響が小さかったと考えられる志津川湾湾口部の小さな入り江 (図9-1) で、約4平方メートルの限られた範囲で生息が確認された。ここでは、転石下の打ち上げ物の周辺に比較的多数の個体が確認され、同所的にキントニイロカワザンショウが多数生息していた (図5-2)。またオオウスイロヘソカドガイも普通に生息していた。

本種はやや露出度の低い、岩礁から転石海岸の転石下の打ち上げ物の周辺に生息することが多く、生息地は比較的限定されるが、生息地での個体数は多い傾向がある。St. 6 は地形的には St. 7 と近似し、本種の生息の可能性が考えられたが、生息が確認されなかった。St. 6 では、石組みや転石は残されてはいたが、岩礁面や転石は洗われたように付着

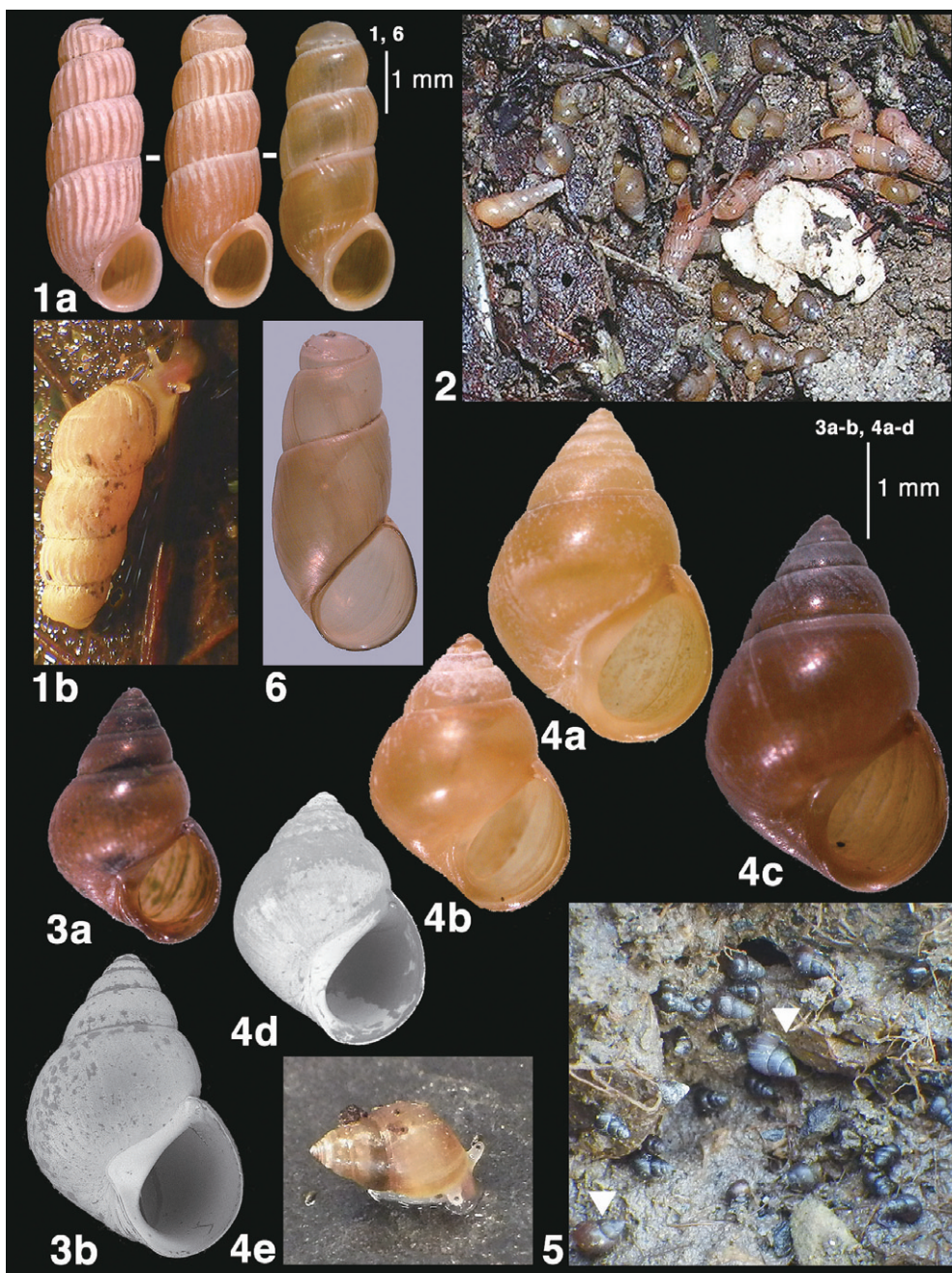


図5. 確認種 (1) 及びクビキレガイモドキ.

1. ヤマトクビキレガイ (St. 7; a.殻, b.生態). 2. 転石下に群生するヤマトクビキレガイとキントニロカワザンショウ (St. 7). 3. サツマクリイロカワザンショウ (St. 9). 4. キントニロカワザンショウ (a, b, d, e. 通常型 (a, b, d; St. 6, e; St. 2), c.濃色型 (St. 9)). 5. キントニロカワザンショウの濃色型 (▼で示す)とサツマクリイロカワザンショウ (St. 9). 6. クビキレガイモドキ (St. 12で2010年7月 (震災前), 早瀬善正採集).

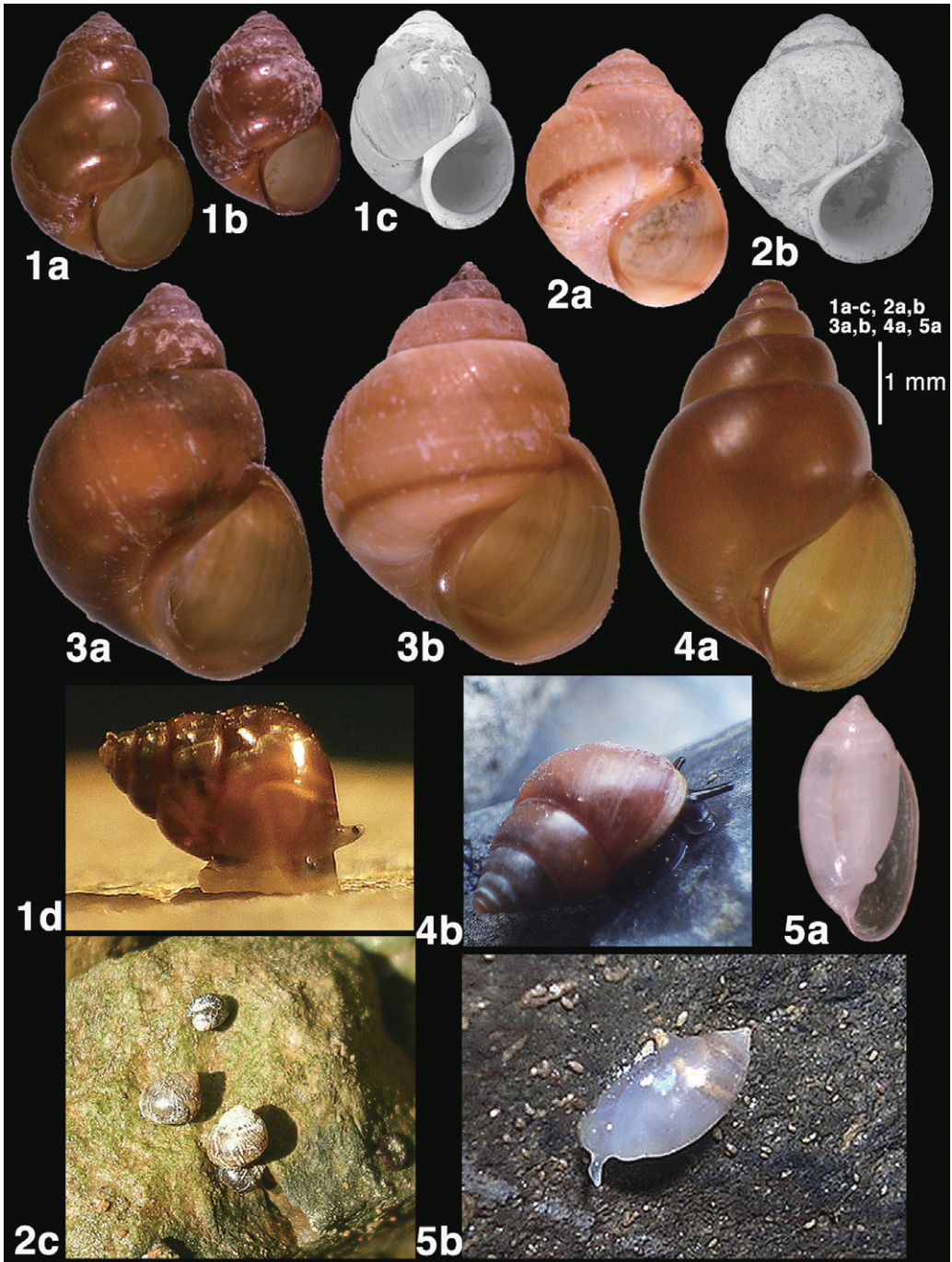


図6. 確認種 (2).

1. ヨシダカワザンショウ (a,b,c. 殻 (St. 26). d. 生態 (St. 4).). 2. ツブカワザンショウ (St. 4; a,b. 殻. c. 生態.). 3. カワザンショウガイ (a; St. 17, b; St. 22). 4. オオウスイロヘソカダガイ (St. 6; a. 殻. b. 生態.). 5. ナギサノシタタリ (St. 7; a. 殻. b. 生態.).

物がなく、かつ打ち上げ物などの有機質も一掃されたようで、津波の影響を強く受けたと考えられる。

今回の調査で1地点のみからしか生息が確認されなかったことは、本種の生息環境への津波の影響が大きいと考えられる。St. 7の生息地では、殻頂部が保存された幼貝から殻頂部が欠落し殻口が肥厚した成貝までが生息しており(図5-2)、極狭い範囲に生息が限定されているが、個体群が維持されていた。本種は直達発生とされることから、津波で個体群が消滅した地域では短期間で個体群が復元することは容易ではないと推測される。したがって、震災後も現存する本種の生息地(St. 7)は、貴重である。

Family Assimineidae H. & A. Adams, 1856 カワザンショウガイ科

Angustassiminea satumana (Habe, 1942)

サツマクリイロカワザンショウ(図5-3, 5-5; 図7-1)

分類：次種と殻の特徴はやや近似するが、小型(殻長約3mm)で螺塔が高く、殻径に対する殻長の割合が高く、殻はやや細い(図5-3a, b)。また、次種の通常の殻の色彩は明るい黄橙色(図5-4a, b)で、本種は濃茶褐色(図5-3a)であるので、色彩の特徴からも容易に区別できる。今回採集された本種は、東海地方(三河湾, 伊勢湾)の個体群(木村・木村, 1999; 木村, 2010a, b; 木村, 2012)と比較するとやや大型で殻の色彩はやや濃い。

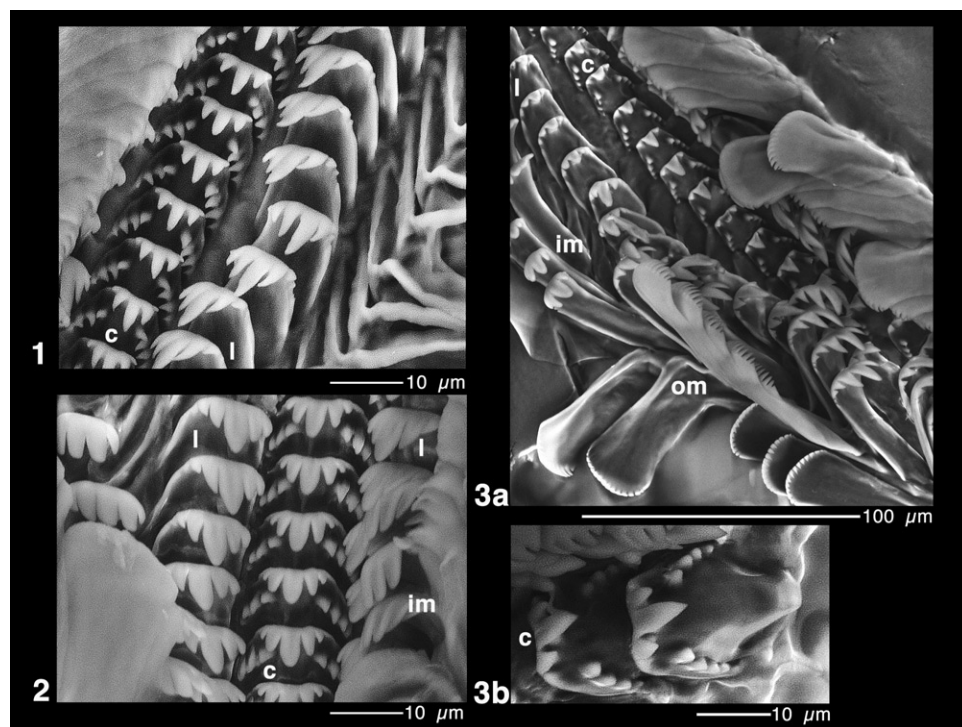


図7. カワザンショウガイ科各種の歯舌(1).

1. サツマクリイロカワザンショウ(St. 9; c: 中歯). 2. キントシイロカワザンショウ(St. 7; c: 中歯, l: 側歯, im: 内縁歯). 3. ヨシダカワザンショウ(St. 26; c: 中歯, l: 側歯, im: 内縁歯, om: 外縁歯).

表 2. 今回の調査で採集されたカワザンショウガイ科貝類各種の歯尖数

| | 中歯の歯尖数 | 中歯の後歯尖数 | 側歯の歯尖数 | 内縁歯の歯尖数 | 外縁歯の歯尖数 |
|----------------|-------------|---------|----------|---------|---------|
| サツマクリイロカワザンショウ | 2-1-2 | 4-4 | 2-1-2(3) | 6-8 | 19-22 |
| キントンイロカワザンショウ | 2(3)-1-2(3) | 4-4 | 2-1-2(3) | 8 | 16-17 |
| ヨシダカワザンショウ | 2-1-2 | 4-4 | 2-1-2(3) | 4-5 | 14-17 |
| ツブカワザンショウ | 2-1-2 | 3-3 | 2-1-2 | 5 | 7-9 |
| カワザンショウガイ | 2-1-2 | 3-3 | 2-1-2 | 5-6 | 10-11 |
| オオウスイロヘソカドガイ | 2-1-2 | 0 | 2-1-2 | 7-8 | 29-31 |

歯舌の各歯尖の数は、表 2 のとおりで、東海地方の個体群（木村・木村，1999）と比較すると、やや外縁歯の歯尖数が少ない傾向が認められたが、他の特徴はほぼ一致する。また、歯尖の形状（図 7-1）もほぼ一致した。

生息状況：St. 9（図 5-5, 9-2）、St. 22（図 10-3~6）の 2ヶ所で生息が確認された（表 1）。共に海岸近くの陸上、もしくは水田であったが、津波による護岸の破壊と地盤沈下による海水面の上昇によって、震災以降に形成された塩性湿地である。本種は礫混じりの泥質の底質上（図 5-5）や石の下面等に群生していた。

Angustassiminea sp. キントンイロカワザンショウ（図 5-2, 5-4, 5-5；図 7-2）

分類：今回の調査では、殻の色彩が著しく異なる 2 型が確認された。1 つは外洋に面した比較的露出度の高い岩礁、転石海岸からやや内湾よりの転石地で生息が確認された明るい黄橙色（図 5-4a, b）の個体群で、和名と相応な個体群（以下通常型とする。）である。もう 1 つは St. 9（図 5-5, 9-2）の塩性湿地の礫混じりの泥質の底質上や石の下面等（図 5-5）で確認され、採集時には *An. castanea* (Westerlund, 1883) クリイロカワザンショウと誤認するような、殻の色彩が濃褐色の個体群（図 5-4c；図 5-5▼で示した 2 個体）で、本研究で殻及び歯舌の形態を検討した結果では、キントンイロカワザンショウ通常型と差異はなく、キントンイロカワザンショウの濃色の個体群（以下濃色型とする。）と判断した。なおキントンイロカワザンショウという和名は、ここでいう通常型に対して命名されたものである（Fukuda *et al.*, 2000）。キントンイロカワザンショウと今回報告する濃色型と同種かどうかについては、今後分子系統解析などに基づいた詳細な研究が必要である。

前種のサツマクリイロカワザンショウと近似するが、殻は太く、大きい（殻長 4.5mm に達する）。螺塔は高いが前種よりは低い（図 5-4）。前種の成貝と同大（殻長 3 mm 前後）の本種の未成貝では、より螺塔は低く、逆に殻口が大きい（図 5-4b, d）。これらの殻の特徴に基づき、ほぼ同じ色彩をした貝殻を持つキントンイロカワザンショウ濃色型とサツマクリイロカワザンショウは明確に区別できた。軟体の頭部-腹足は通常型では淡黄白色である（図 5-4e）。眼は小さく短い眼胞の先端部に位置する（図 5-4e）。濃色型では軟体部の蹠面は淡黄色であるが、頭部は暗褐色である。

前述の通り通常型と濃色型では歯舌の形態に差異は認められなかった。歯舌の各歯の歯尖数は、表 2 のとおりで、前種と近似するが外縁歯の歯尖数は少ない。また、本種の歯の形状（図 7-2）も前種（図 7-1）と近似するが、中歯や側歯の歯尖が太く、先端が丸みを帯びるのに対して前種の歯尖は細く、鋭い。また、中歯の後歯尖も本種の方が前種より太く強い。

生息状況：前述の通り通常型は露出度の高い転石海岸の潮間帯上部の転石下に生息 (Sts. 2, 6, 7, 9) し, Sts. 6, 7 ではオオウスイロヘソカドガイと同所的に見られた。St. 2 のように津波の影響により海岸が激しく浸食された場所では転石下面に付着する本種 (図5-4e) のみがかろうじて確認された。今回の調査で確認された海浜性陸貝で本種の生息地は最も多かった。特に St. 7 では津波の影響が強く及ばなかった転石地で、打ち上げ物など有機質の多い転石下にヤマトクビキレガイと共に群生 (図5-2) し、隣接する震災後再建されたと考えられる新しいコンクリート3面張りの側溝の壁面にも多数の個体が付着していた。

津波が本種の個体群に与えた影響は少なくはないのかもしれないが、今回の調査で本種の生息状況を観察した限りでは、一部の個体群が存続していれば、新規加入が継続的に行われ、津波による大きな影響を受けた海岸においても比較的早く個体群が復活するようである。

通常型に比較して濃色型 (図5-4c) は St. 9 の1ヶ所でのみ確認され、前述の通りサツマクリイロカワザンショウと同所的に群生していた (図5-5)。この調査地点は震災前水田だった陸地が震災後、護岸と堰の決壊及び地盤沈下による海面の上昇によって塩性湿地となった泥質の底質上に礫、コンクリートの破片や転石が点在する環境で、本種の濃色型は主に泥質の底質上に生息していた (図9-2)。このような生息環境は、前述した通常型とは大きく異なっていた。このような生息環境の相違が殻色の濃色化に影響している可能性がある。

“*Assiminea*” *yoshidayukioi* Kuroda, 1959

ヨシダカワザンショウ (図6-1; 図7-3)

分類：殻は小型 (殻長約3 mm) で螺塔が高く、殻径に対して殻長が大きく、殻はやや細く、サツマクリイロカワザンショウに近似するが、本種は殻の光沢が強く、狭いが深く明瞭な臍孔が開くので区別は明瞭である (図6-1)。殻は濃紫褐色で臍孔の周辺は淡黄褐色になる (図6-1a, b)。軟体の臍面は淡黄色であるが、頭部は暗褐色 (図6-1d)。眼は小さく眼胞の先端部に位置する (図6-1d)。東海地方の個体群 (木村・木村, 1999; 木村, 2010a, b; 木村, 2012) と比較すると今回の調査で確認された本種の殻はやや大きく、色彩は紫黒色を帯び、やや濃色であった。

歯舌の各歯尖の数は、表2のとおりで、東海地方の個体群 (木村・木村, 1999) と比較して、内縁歯の歯尖数がやや少ない傾向が認められたが、他の特徴はほぼ一致する。また、歯舌の形状 (図7-3) は、特に中歯の形態が独特で、今回確認された他のカワザンショウガイ科貝類が台形から長方形であるのに対して、縦に長い菱形をしている (図7-3b)。これらの中歯の特徴は東京湾 (Fukuda, 1994)、東海地方 (木村・木村, 1999) の個体群ともよく一致する。

生息状況：2調査地点 (Sts. 4, 26) すなわち折立川 (図9-3) と伊里前川 (図9-4) の共に小河川の河口域のごく一部で確認された。2調査地点共に河口部汽水域の水際に生える草本植物の根元や石の下で生息が確認された。本種は通常、健全な個体群が維持されている場合、生息地では比較的多数の個体が生息することが多い。しかし、本調査においては、限定的な地盤高の非常に狭い範囲に少数個体の生息が確認される状況であった。おそらく

津波により個体群は相当大的なダメージを受け、調査時点では個体群は回復の途中にあると推測された。St. 17 の津谷川河口域のヨシ原塩性湿地では、震災前に本種が比較的多数生息していた（早瀬、未発表）が、今回の調査では再確認できなかった。

本種の東海地方から九州の個体群は、陸上植物が繁茂し、浸水する機会の少ない潮上帯に主生息帯があるのに対して、今回の調査地の本種は、満潮時には水没する潮間帯上部付近の草本植物の根元に多く生息しており、生息環境が異なる印象を受けた。これは、東北地方は東海地方と比較して潮汐の干満差が小さく、汽水域の面積が小さいためと考えられる。日本海側のヨシダカワザンショウの産地においても東北地方と同様で、水際のわずかな範囲にヨシダカワザンショウだけが生息していることは多い（福田 宏博士、私信）。

“*Assiminea*” *estuarina* Habe, 1946 ツブカワザンショウ（図6-2；図8-1）

分類：殻は小型（殻長約3mm）で螺塔が低く、螺層の膨らみが強く、球形に近い（図6-2）。カワザンショウガイの幼貝に近似するが、本種の殻は丸みが強くて殻質は厚く、非常に狭いが深い臍孔があり（図6-2）、明瞭に区別できる。四国（木村, 2014）・日本海南西部（福田・他, 2002）から南西諸島に出現し、ヒメカワザンショウと呼ばれて区別されていた螺層上部に螺肋を持ち、螺塔のやや高い個体は、東海地方と同様、今回の調査では出現しなかった。ただし、現在ではヒメカワザンショウは分子系統解析の結果ツブカワザンショウ

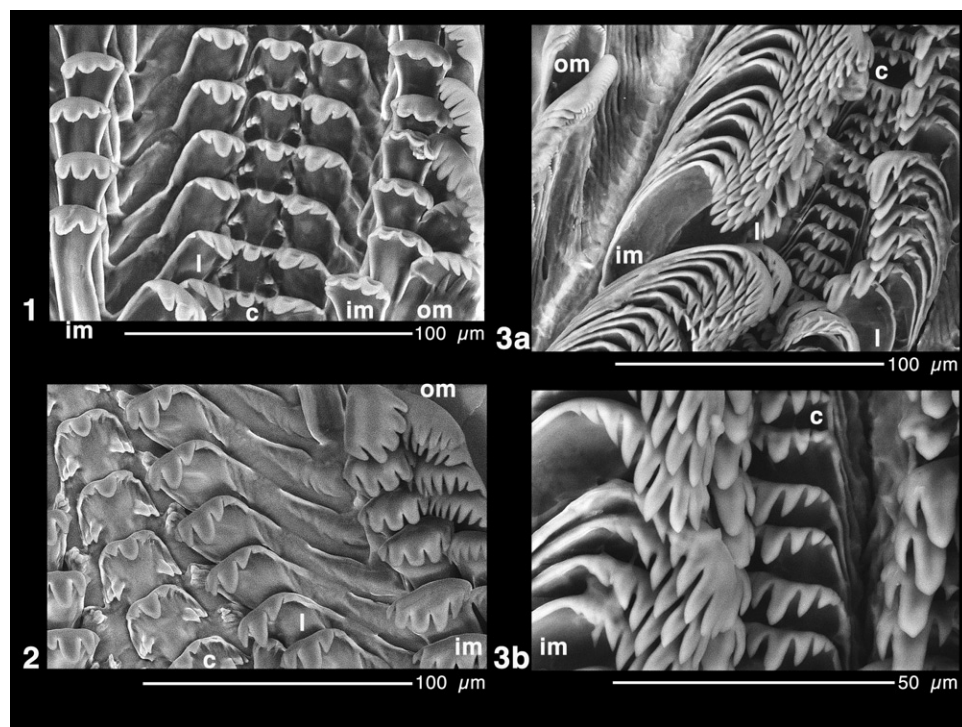


図8. カワザンショウガイ科各種の歯舌 (2).

1. ツブカワザンショウ (St. 4; c: 中歯, l: 側歯, im: 内縁歯, om: 外縁歯). 2. カワザンショウガイ (St. 22; c: 中歯, l: 側歯, im: 内縁歯, om: 外縁歯). 3. オオウスイロヘソカドガイ (St. 7; c: 中歯, l: 側歯, im: 内縁歯, om: 外縁歯).



図9. 調査地点の環境 (1).

1. 戸倉字藤浜 (St. 7)：岩礁・転石海岸，震災の影響で石垣が一部崩落している。2. 戸倉字長清水 (St. 9)：塩性湿地，震災後護岸の崩落と海水侵入により，水田が塩性湿地（A3型）化。3. 戸倉，折立川河口域 (St. 4)：塩性湿地（A2型）。4. 歌津，入前川河口域 (St. 26)：塩性湿地（A2型）。5. 気仙沼市本吉町 (St. 12)：岩礁・転石海岸，震災前（2010年7月）：岩礁・転石海岸，飛沫帯付近まで草本を主体とする陸上植生が繁茂し，大型の転石～礫が堆積している。6. 気仙沼市本吉町 (St. 12)：岩礁・転石海岸，調査時（震災後の2013年11月）：岩礁・転石海岸，飛沫帯付近まで繁茂していた草本を主体とする陸上植生が土壌ごと削り取られ，大型の転石～礫は下の岩盤の層が露出するまで持ち去られ，1 m以上の深さの底質が消失している。

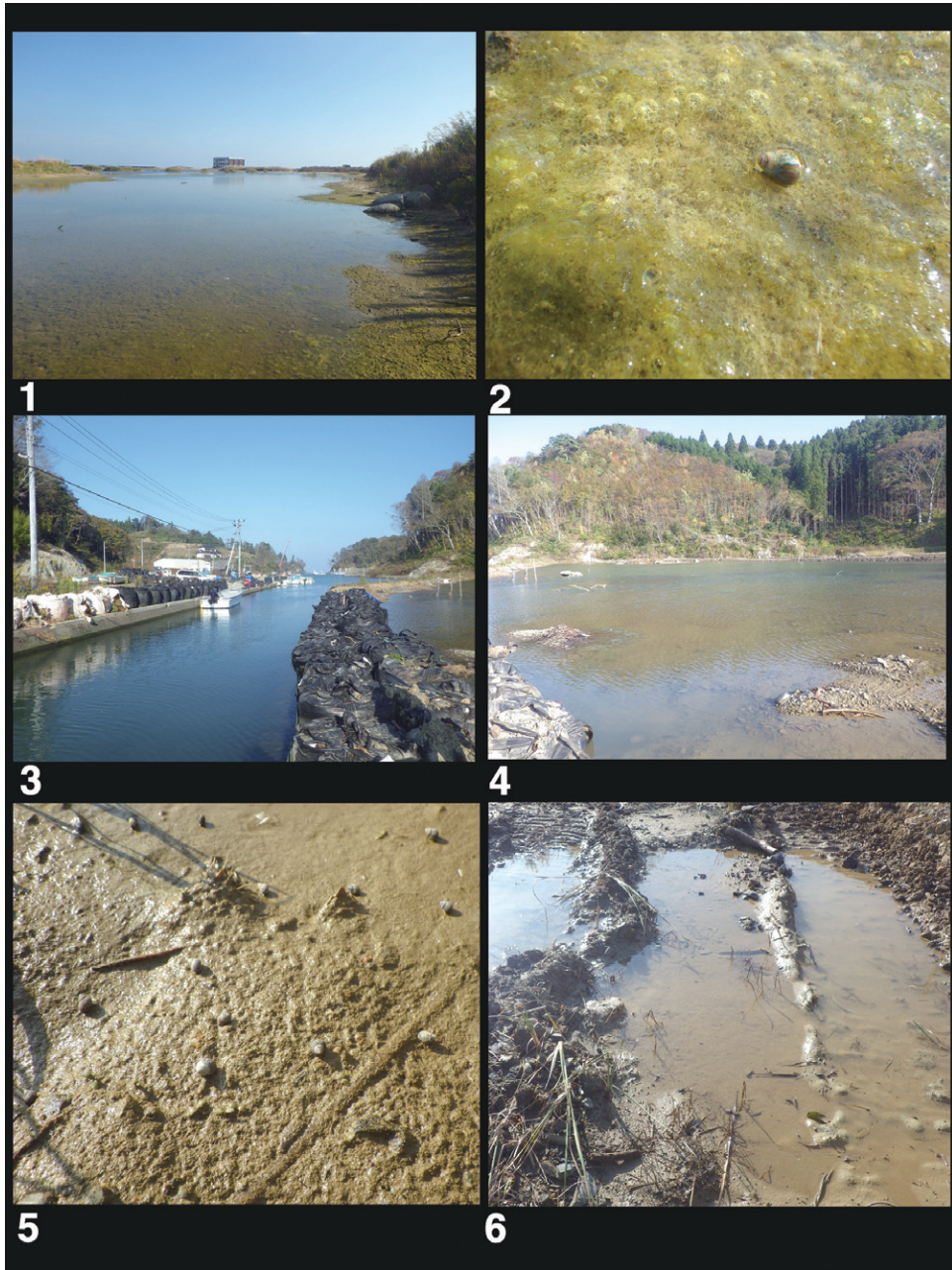


図10. 調査地点の環境 (2).

1. 気仙沼市本吉町 (St. 18) : 塩性湿地, 震災後護岸の崩落と海水侵入により, 塩性湿地 (A3型) 化. 2. 気仙沼市本吉町 (St. 18) : 塩性湿地, 塩水水たまりに繁茂した藻類上に生息するカワザンショウガイ. 3. 歌津字港, 港川河口域 (St. 22) : 震災後護岸の崩落と海水侵入により, 河口南側の水田が塩性湿地 (A3型) 化. 4. 歌津字港, 港川河口域 (St. 22) : 河口南側の水田が塩性湿地 (A3型) 化し, 大きな塩水水たまりとなっている. 5. 歌津字港, 港川河口域 (St. 22) : 塩性湿地の泥上に群生するカワザンショウガイ. 6. 歌津字港, 港川河口域 (St. 22) : 塩性湿地には重機が導入され土地造成の準備がされている.

ウと同種とされている（福田，2012a）。

歯舌の各歯の歯尖数は，表2のとおりで，東海地方の個体群（木村・木村，1999；木村，2010a，b；木村，2012）と比較すると，外縁歯の歯尖数がやや少ない傾向が認められたが，他の特徴はほぼ一致する。また，歯尖の形状（図8-1）は，カワザンショウガイ（図8-2）と近似するが，本種は中歯の後歯尖は左右への張り出しが強く，中歯の輪郭を越えて左右に張り出す。それに対して，カワザンショウガイの中歯は，後歯尖が中歯の輪郭内におさまる下側へ向いて張り出す。このようなカワザンショウガイの中歯の特徴は東京湾の個体群（福田，1994），東海地方の個体群（木村・木村，1999）とも良く一致する。

生息状況：St. 4の1地点（折立川河口域；図9-3）のみで生息が確認された。この生息地は本種の現在知られている分布北限の生息地である。河口域の半ば崩れた石組み護岸の石の下などに比較的多くの個体が生息していた（図6-2c）。しかし，生息範囲は1m程の間の石組み護岸に限られ，きわめて狭く限定的であった。本種は通常，健全な個体群が維持されている場合，生息地では潮間帯の中部から下部の比較的広い範囲に群生することが多い。しかし，本調査においては，限定的な地盤高のきわめて狭い場所のみに生息が確認される状況であった。おそらく津波により個体群は相当大きなダメージを受け，調査時点で個体群は回復の途中にあると推測された。

“*Assiminea*” *japonica* Martens, 1877

カワザンショウガイ（図6-3；図8-2；図10-2，10-5）

分類：殻は大型（殻長約8mm）で螺塔がやや高い。今回の調査で確認された個体の中には殻頂部が欠落し，各層の膨らみがやや強い個体（図6-3a）と，殻頂部まで良く保存され殻の色彩が明るい黄褐色の個体（図6-3b）が見られた。前者は典型的なカワザンショウガイで，後者は“*Assiminea*” *hiradoensis* Habe, 1942 ヒラドカワザンショウではないかと考えたが，東海地方，徳島県のヒラドカワザンショウ（木村，2010a，b；木村，2012；木村，2014）と比べて殻の赤みが少ないこと，各層の膨らみが強いこと，典型的なカワザンショウガイと歯舌の形態に差異が認められなかったことより，本報告では後者（図6-3b）もカワザンショウガイと同定した。

歯舌の各歯の歯尖数は，表2のとおりで，東海地方の個体群（木村・木村，1999）と比較すると，外縁歯の歯尖数がやや少ない傾向が認められたが，他の特徴はほぼ一致する。また，歯の形状（図8-2）も，東海地方の個体群と差異は認められなかった。

生息状況：Sts. 17, 18, 22の3地点（津谷川と港川の2河川の河口域）で確認された。St. 17（津谷川河口域河畔のヨシ原塩性湿地）では震災前にも本種が多数生息していたが（早瀬，未発表），本調査においても，僅かに残されたヨシ原の根元の砂泥底に少数の生息が確認された。St. 18は津谷川本流北側の震災前には陸域（草原）であった場所に防波堤の決壊と地盤沈下による海水面上昇の影響で，広大な塩水の水たまりに藻類が繁茂し，新たな塩性湿地となっていて（図10-1），そこに本種1種だけ（図10-2）ではあるが，多数の個体の生息が確認された。このまま塩性湿地が保存されれば，震災前にSt. 17（津谷川河口域河畔のヨシ原塩性湿地）に生息していたヨシダカワザンショウなども定着するかもしれないが，津谷川下流では復旧工事が計画されており，この塩性湿地も造成工事により再び陸地化される予定である。

St. 22は、震災前には港川の河口部の漁港の南側に隣接して水田が広がっていたが、本調査時には St. 18 と同様な状況で塩性湿地となっていた (図10-3,4)。ここでも本種とサツマクリイロカワザンショウが多数生息していたが (図10-5)、既に復旧工事が着手されている状況 (図10-6) であり、塩性湿地の環境が残される可能性は低いと考えられる。今後再調査の必要がある。

Paludinellassiminea tanegashimae (Pilsbry, 1924)

オオウスイロヘソカドガイ (図6-4; 図8-3)

分類: 殻は大型 (殻長約 7 mm) で螺塔が高い。殻は赤橙色で色帯が無く、やや光沢が強い (図6-4a)。軟体の頭部-腹足は青みを帯びた黒色で、眼は小さく、細長い触角の基部に位置する (図6-4b)。

各歯の歯尖数は、表 2 のとおりで、歯舌の形態も中歯に後歯尖が無く前述したカワザンショウガイ科貝類とは大きく異なる (図8-3)。

本種は Fukuda & Mitoki (1995) により現在の属に移された。眼は小さく細長い触角の基部に位置する。触角を欠き、眼胞が伸長する前述したカワザンショウ科各種がカワザンショウ亜科 Assimineinae H. & A. Adams, 1856 に所属するのに対して、本種は、ヘソカドガイ亜科 Omphalotropidinae Thiele, 1927 に属する。

生息状況: キントニイロカワザンショウの通常型と同所的に分布する場合も多く、転石海岸の潮間帯上部の石の下や海岸の人工護岸の石組みの間などで確認されたが、本種の分布する他の地域 (韓国濟州島, 山口県萩市, 三重県神島, 和歌山県串本町など) と比べると個体数は少なく、やや露出度の高い転石・岩礁海岸まで分布する本種は津波の影響を大きく受けたものと推測される。

Superorder Heterobranchia Gray, 1857 異鰓上目

Order Panpulmonata Jörger, Stöger, Kano, Fukuda,

Kneibelsberger & Schrödl, 2010 汎有肺目

Family Ellobiidae H. & A. Adams, 1855 オカミミガイ科

Microtralia acteocinoides Kuroda & Habe in Habe, 1961 ナギサノシタタリ (図6-5)

生息状況: St. 7 の転石海岸の潮間帯上部より 1 個体のみ生貝が確認された。前述の通り St. 7 は比較的津波の影響が小さかったと考えられる志津川湾湾口部の小さな入り江 (図9-1) で、狭い範囲ではあるが、ヤマトクビキレガイも生息していた。本種は浅く埋もれた転石の下面に付着していた (図6-5b)。同所にはキントニイロカワザンショウ通常型が多数、またオオウスイロヘソカドガイなども普通に生息していた。本種は微小で発見しにくい、通常は生息環境を発見すれば個体数のさほど少ない種ではなく、潮上帯まで良く保全された転石海岸では生息範囲も狭くない。本種がわずか 1 調査地点で 1 個体のみしか発見できなかったことは、調査期間の短さを差し引いても、各調査地点の転石海岸全般に津波の影響が及んでいたと考えられる。

2. 生息が確認できなかったクビキレガイモドキ

クビキレガイモドキ (図5-6) は鈴木・他 (2009) が記録した南三陸町戸倉字坂本の生

息地と考えられた地点（図1; St. 5）周辺を調査したが、鈴木・他（2009）で図示されたような転石地環境自体を確認できなかった。

また、震災前の2010年に著者の一人である早瀬が本種の生息を確認していた地点（St. 12）は、かつて草本を主体とする陸上植生に隣接して、潮間帯上部～飛沫帯に直径1 mを越える様な大きな岩石が積み重なっていて、その間に小石やアマモを主体とする打ち上げ物が堆積しており（図9-5）、このような打ち上げ物の下にクビキレガイモドキが生息していたが、震災後は、陸上植生と土壌とともに、直径1 mを越えるような岩石も津波の引き波によって持ち去られ、直径20cm程度で小型の丸い転石のみの浜となっていた（図9-6）。さらに、地盤沈下の影響で、潮間帯の幅が著しく狭く、本種の生息に適した地盤高の面積も小さくなり、かつて本種が生息していた生息環境と共に消滅した状況であった。震災前同所に見られたオオウスイロヘソカドガイやナギサノシタタリ（早瀬、未発表）も同様に今回の調査では生息を確認できなかった。

3. 各生息地の生息環境類別と生息種

宮城県本吉郡南三陸町～気仙沼市本吉町の沿岸部における12調査地点（Sts. 2, 4, 6, 7, 9, 10, 12, 17, 18, 21, 22, 26）を、岩礁・転石海岸と河口域塩性湿地に区別し、河口域塩性湿地は、さらに前述した類別（図3, 4）を行なった結果を表1に示す。

今回の調査地点数から見ると、岩礁・転石海岸と塩性湿地の割合は共に6地点ずつである（表1）。これは短期間の調査であるので、津波の影響が強いと考えられた河口域に重点を置いた調査地点の選択の結果である。リアス式海岸地形の南三陸町では、河口域に形成されることの多い塩性湿地はその地点数、面積共に元々わずかで、海岸線の大半は岩礁・転石地からなる（図1）。

前述の通り12調査地点のうち、岩礁・転石海岸が Sts. 2, 6, 7, 10, 12, 21 の6ヶ所で平均出現種数は2.25種であった。河口域塩性湿地が6地点で全て河川の河畔に形成される比較的小規模な塩性湿地（Aタイプ; 図3）であった。このうち震災後の2年半あまりで新たに塩性湿地となった調査地点は St. 9（図9-2）、St. 18（図10-1）、St. 22（図10-3, 4）の3ヶ所で、いずれもA3タイプ（図3, 4）に類別された。A2タイプ（図3, 4）の塩性湿地が Sts. 4, 17, 26 の3ヶ所、A3タイプの塩性湿地は前述の通り Sts. 9, 18, 22の3ヶ所であった。

A2タイプの平均出現種数が1.33種、A3タイプの平均出現種数が1.66種と若干A3タイプの出現種数が多くなった。

考察

1. 再発見できなかったクビキレガイモドキの生息条件

福田（2012b）、福田・他（2013）においても、本種は南三陸町で震災後、生貝が確認できないと既に報告されていたが、その後に行なった本調査もそれを裏付ける結果であった。震災前に知られていた2生息地で、生息環境の転石地自体が大きく破壊された。クビキレガイモドキに関しては、宮城県沿岸部の海浜性陸産貝類の中で津波による影響を最も大きく受けた種と考えられる。

前述のような生息環境の消失に加えて、直達発生型の繁殖様式とも相まって、個体群が

復活することが非常に困難な状況であると考えられる。

また、本種の生息できる条件として鈴木・他（2009）でも指摘されているように打ち上げられたアマモの堆積が重要である。鈴木・他（2009）の報告した本種の生息地（St. 5 付近）の沖には震災前まで豊かなアマモ場が形成されていたが、津波で壊滅的な影響を受けた（太齋彰浩氏私信）。それを裏付けるアマモ場を生息環境とする貝類の陸域への打ち上げられた状態については木村・他（2016）に報告する。本種の生息条件としての地形や底質と共にアマモ堆積物の供給源であるアマモ場の消失も本種の生息地の復活にとって大きな障壁になると推測される。

しかし、亀田・他（2012）が示したように人為的環境においても本種が生息する例もあり、きわめて長期的な視点から見れば、直達発生型の繁殖様式の本種ではあるが、海流拡散によって本種個体が再加入する可能性が皆無とは言えない。いずれにしても、今後本種が本調査地域において復活するかどうかについては長期にわたるモニタリングが必要であろう。

2. 震災による岩礁・転石海岸の貝類の変化

著者の一人である早瀬が、震災前の2010年に St. 2 の潮間帯上部などでオオウスイロヘソカドガイの生息を確認していたが、今回の調査ではキントニイロカワザンショウの通常型は数個体確認されたが、本種は全く確認できなかった。この調査地点では、津波の影響や地盤沈下による海面上昇によりオオウスイロヘソカドガイの個体群は消滅したと考えられ、震災より2年半ほど経過した本調査においても個体群が復元していないことが明らかとなった。津波により生息環境と共に個体群が消滅した場合、同様の生息環境が潮間帯上部に新たに形成された場合でも数年程度の経過では本種が再び出現しないことが明らかとなった。したがって、現在本種の生息が確認される調査地点は、津波の影響が比較的弱く、個体群の消滅を免れた場所であると考えられる。

岩礁・転石海岸では、震災により崩壊した一部の護岸の隙間や転石下で生き残ったオオウスイロヘソカドガイやヤマトクビレガイが著しく生息場所や個体数を減少しつつも個体群を維持していた。これらの直達発生型の種にとっては津波の影響は大きく、個体群の大規模な縮小後の復活には時間を要し、その上の護岸工事による生息環境の消失は本種個体群の存続には致命的であり、これらの生息確認環境においては、今後の護岸工事などに注意を払う必要がある。

一方、今回の調査における生息状況の観察の限りでは、キントニイロカワザンショウは、多くの転石海岸や震災後新設されたコンクリートの側溝などにも多数の個体の生息が確認され、震災後も新たな環境にいち早く加入し、生息環境を拡げているものと考えられる。

3. 震災による塩性湿地の変化、消失と貝類

木村・木村（1999）では、伊勢湾、三河湾の調査から塩性湿地の保全されている度合いと腹足類相の多様度が比例することを報告した。今回の調査地点が全てそうであったAタイプの場合で論じると、かろうじてヨシ原塩性湿地と言える環境であるA1タイプより保全の程度が高いA2タイプ、陸上植生や感潮クリークなどの環境まで保全されているA3タイプまで、保全の度合いが高いほど塩性湿地内に生息する腹足類相は多様になることが予

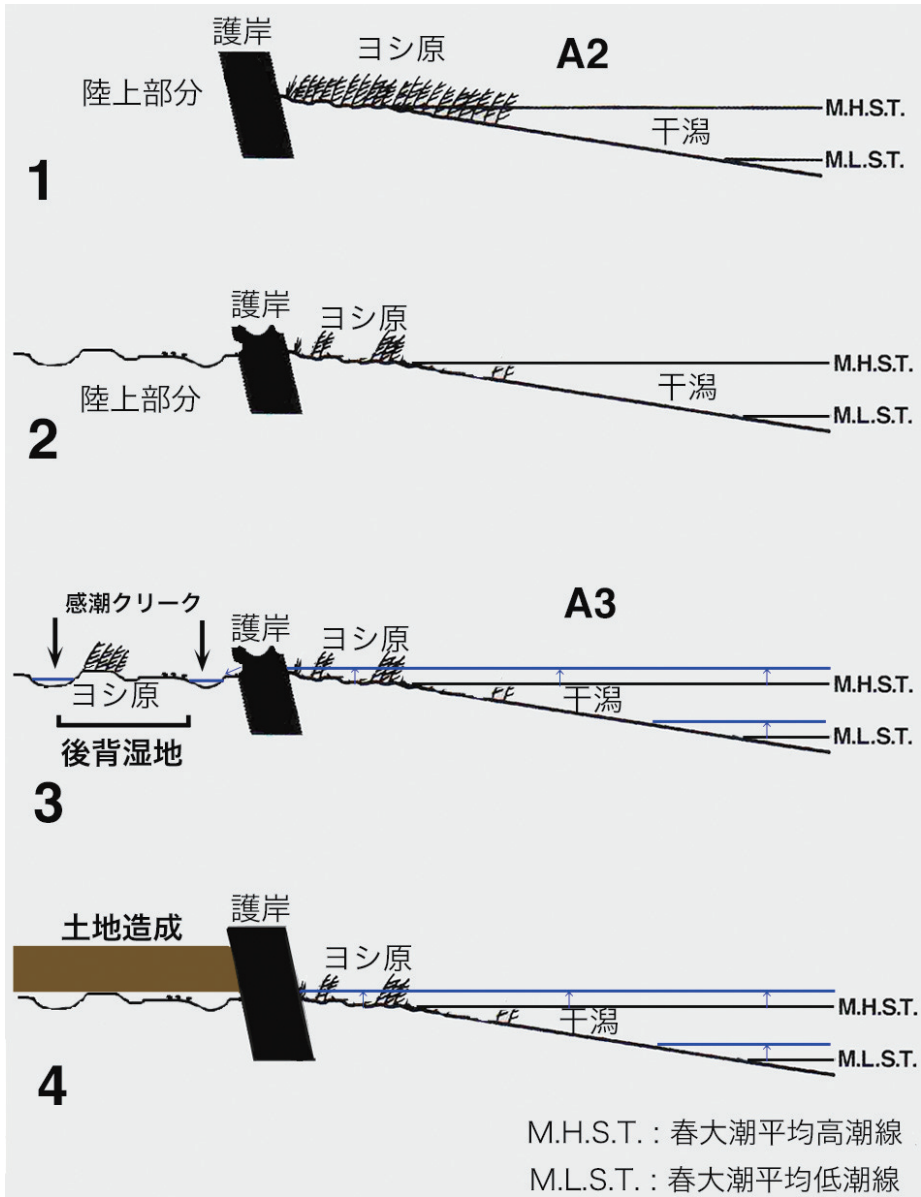


図11. 塩性湿地（ヨシ原湿地）の震災による変化とその後の土地造成による塩性湿地の消失（模式図）。
 1：今回調査した塩性湿地のうちSts. 9, 18, 22では隣接してA2タイプの塩性湿地が存在した。
 2：震災の大津波によって護岸、堤防や堰が決壊し、陸上部分の構造物や植生が一掃された。元々存在したA2タイプのヨシ原塩性湿地も植生、底質、リター層などに大きな影響が見られた。
 3：大規模な地盤沈下により、結果的に海水面が上昇し、護岸や堤防が修復されないまま陸上部分に海水や河川水が流入し、A3タイプと分類される塩性湿地が形成された。
 4：既に調査地点周辺では盛んに行われている土地造成がこれらの塩性湿地でも行われる可能性は高く（St.18では実際造成計画が発表されている）、護岸、堤防や堰の修復が行われ、後背湿地は覆土され、新たにできた後背湿地は完全に消失し、元の塩性湿地も海面上昇によりほとんど消失する可能性が高い。

想された。

今回の調査の結果では、平均出現種数がA2タイプ1.33種とA3タイプ1.66種で若干後者の種数が多い。木村・木村（1999）による東海地方の塩性湿地の比較では、平均出現種数がA2タイプ13種とA3タイプ15種であった。木村・木村（1999）では確認全種数が26種、調査地点が20地点（調査回数101回）で、またA+Bタイプの湿地は計算に入れていない。今回の調査では、確認全種数が8種で調査地点が12ヶ所（調査回数12回）であるので、単純な比較はできないが、今回の調査におけるA3タイプの平均種数÷A2タイプの平均種数は1.25、東海地方の塩性湿地ではA3タイプの平均種数÷A2タイプの平均種数は1.15であり（木村・木村，1999），よく似た傾向が認められた。

今回A3タイプに分類された塩性湿地（Sts. 9, 18, 22）は図11に示す過程で震災後に塩性湿地化したものと考えられる。もともと隣接してA2タイプの塩性湿地が存在し（図11-1）,震災の大津波によって護岸、堤防や堰が決壊し、陸上部分の構造物や植生が一掃された（図11-2）。その後大規模な地盤沈下により結果的に海水面が上昇し、かつての陸上部分に海水が流入するようになった、さらに護岸や堤防が修復されないまま、河川水も流入しそのまま湿地化した。ヨシ、草本や藍藻類などの植物が進出すると共に海水により浮遊幼生が湿地内に運ばれ、カワザンショウガイ（Sts. 18, 22）、サツマクリイロカワザンショウ（Sts. 9, 22）、キントニイロカワザンショウ濃色型（St. 9）が定着した。調査時点では植生もヨシや草本が中心であるがかなりの面積で回復し、海水もしくは河川水流入による感潮クリークと言えるような水路も形成され、後背湿地といえる環境となりA3タイプの塩性湿地と分類された（図11-3）。ただし、陸上植生は依然として回復しておらず、植生の密度も低いので、湿地内は明るく、海水や河川水の滞留している部分の湿度は高いが、少し地盤高の高い部分は底土がひび割れし、湿度が低い状態である。従って調査時点では多くて2種の貝類の定着しか確認されていない。今後このままの状態で湿地内の植生の遷移が進めば、ヨシダカワザンショウなどのやや地盤高の高い植生が豊かな場所に生息する種の定着の可能性も考えられる。

しかし、今回の調査で確認されたA3タイプ湿地は、沿岸平野部の人為的な改変の行われやすい場所で、既に調査地点周辺では盛んに行われている土地造成がこれらの塩性湿地でも行われる可能性は高く（St. 18では実際造成計画が発表されている）、後背湿地は覆土され、完全に消失し、海水面の上昇に対応した護岸、堤防や堰の修復が行われ、海水面の上昇により元の塩性湿地も多くが水没し、結果として塩性湿地がほとんど消失する可能性が高い（図11-4）。

500から800年前に起こったと考えられる大地震（Sawai *et al.*, 2012）では、このような急激な沿岸部の人為的な復旧は行われなかったであろうことは想像に難くない。人間の時間としては沿岸部の復旧は遅遅としたものなのであろうが、海浜性陸産貝類にとっては非常に急速な変化であり、震災による大津波自体の影響も大きなものであったが、その後の人為的な沿岸部の復旧作業の方が塩性湿地に生息する貝類にとって大きな影響を及ぼすことは間違いない。

東北地方のいち早い復興の必要性は理解できるが、特に用途の決まっていない土地などは、塩性湿地のまま放置して、塩性湿地の遷移、湿地性の生物のモニタリングなどを行うことも必要ではないかと指摘しておきたい。

謝辞：事前に現地状況をご教示頂き、現地調査の際には多くの便宜を図って頂いた太齋彰浩氏（南三陸町産業振興課，ネイチャーセンター準備室），顕微鏡類の使用で世話になった三島 隆博士（三重大学大学院），調査地図を作成頂いた跡辺隆行氏（株式会社東海アクアノーツ），文献について御教示いただいた木村妙子博士（三重大学大学院）に謝意を表す。ご多忙中にもかかわらず，本報告の査読および有益な多くの助言を頂いた福田宏博士（岡山大学），亀田勇一博士（国立科学博物館）の両博士にも厚くお礼を申し上げます。

引用文献

- Fukuda, H. 1994. Estuarine mollusks of the Edogawa Drain, central Honshu, Japan. *Science Report of the Takao Museum of Natural History* (16): 1-14.
- 福田 宏. 2012a. ツブカワザンショウ. *In*: 日本ベントス学会（編）干潟の絶滅危惧動物図鑑－海岸ベントスのレッドデータブック. p. 48. 東海大学出版会, 秦野.
- 福田 宏. 2012b. クビキレガイモドキ. *In*: 日本ベントス学会（編）干潟の絶滅危惧動物図鑑－海岸ベントスのレッドデータブック. p. 54. 東海大学出版会, 秦野.
- Fukuda, H., Asami, T., Yamashita, H., Sato, M., Hori, S. & Nakamura, Y. 2000. Marine molluscan and brachiopod fauna of Tanoura, Nagashima Island, Kaminoseki-cho, Yamaguchi Prefecture, Japan. *The Yuriyagai* 7(2): 115-196.
- Fukuda, H. & Mitoki, T. 1995. A revision of the family Assimineidae (Mollusca : Gastropoda : Neotaenioglossa) stored in Yamaguchi Museum. Part 1 : subfamily Omphalotropidinae. *Bulletin of the Yamaguchi Museum* (21): 1-20.
- Fukuda, H. & Mitoki, H. 1996. A revision of the family Assimineidae (Mollusca: Gastropoda: Neotaenioglossa) stored in the Yamaguchi Museum. Part 3: subfamily Assimineinae (2) *Angustassimineia* and *Pseudomphala*. *The Yuriyagai* 4(1/2): 109-137.
- 福田 宏・溝口幸一郎・鈴木田亘平・馬堀望美. 2002. 佐賀県太良町田古里川河口の貝類相－2. 追加種. 佐賀自然史研究 (8): 47-55.
- 福田 宏・多々良有紀・芳賀拓真・多留聖典・亀田勇一・太齋彰浩・川瀬 撰・稲葉 修. 2013. 被災者としての貝類－東日本大震災直前の岩手・宮城・福島各県沿岸域で確認された種とその後の消息－. *Venus* 71(1-2): 125-126（日本貝類学会平成24年度大会（東京）研究発表要旨）.
- 早瀬善正・木村昭一・河辺訓受・湊 宏. 2014. 東日本大震災後の宮城県沿岸部の陸・淡水産貝類相. 日本貝類学会平成26年度大会研究発表要旨集 : 39.
- 早瀬善正・木村昭一・河辺訓受・湊 宏. 2016. 震災後の宮城県北部沿岸域で確認された陸産および淡水産貝類. *ちりぼたん* 46(1-2): 2-62.
- 五十嵐重雄・高川金次・波部忠重. 1990. 北海道函館産海岸棲貝類4種. *ちりぼたん* 21(3): 54-55.
- 亀田勇一・芳賀拓真・湊 宏. 2012. 石川県七尾西湾沿岸から発見されたクビキレガイモドキ（腹足綱：リソツボ上科：イツマデガイ科）. *Molluscan Diversity* 3(2): 59-63.

- Kanaya, G., Suzuki, T. & Kikuchi, E. 2015. Impact of the 2011 Tsunami on sediment characteristics and macrozoobenthic assemblages in a shallow eutrophic lagoon, Sendai Bay, Japan. *PLoS One* 10(8) : e0135125. doi : 10.1371/journal.pone.0135125
- 金谷 弦・鈴木孝男・牧 秀明・中村泰男・宮島祐一・菊池永祐. 2012. 2011年巨大津波が宮城県蒲生干潟の地形, 植生および底生動物相に及ぼした影響. 日本ベントス学会誌67(1): 20-32.
- 環境省自然環境局野生生物課希少種保全推進室 (編). 2014. レッドデータブック2014ー日本の絶滅のおそれのある野生生物ー 6貝類. 455 pp. ぎょうせい, 東京.
- 木村昭一, 2010a. 貝類. *In*: 名古屋市動植物実態調査検討会(監修) レッドデータブックなごや2010ー2004年版補遺ー. pp. 185-222. 名古屋市環境局環境都市推進部生物多様性企画室, 名古屋.
- 木村昭一, 2010b. コラム: 庄内川河口のヨシ原湿地の貝類とその保全. *In*: 名古屋市動植物実態調査検討会(監修) 生き物から見た名古屋の自然 なごやの環境指標種100(改訂版). pp. 102-103. 三菱UFJ環境財団, 東京.
- 木村昭一. 2012. 矢作川ヨシ原塩性湿地の貝類相. 三河生物 (3): 1-8, 2図版.
- 木村昭一. 2014. 吉野川ヨシ原塩性湿地で採集した貝類. まいご (21): 40-44.
- 木村昭一・早瀬善正・河辺訓受・湊 宏. 2014. 東日本大震災後, 宮城県沿岸部における海浜性陸貝の現状. 日本貝類学会平成26年度大会研究発表要旨集, 27.
- 木村昭一・早瀬善正・河辺訓受・湊 宏. 2016. 東日本大震災後の津波により波伝谷地先に打ち上げられた貝類. ちりぼたん46(1-2): 84-90.
- 木村昭一・木村妙子. 1999. 三河湾および伊勢湾河口域におけるアシ原湿地の腹足類相. 日本ベントス学会誌, 54: 44-56.
- 松政正俊・木下今日子・伊藤 萌・小島茂明. 2015. 三陸の渚: その大規模攪乱に対する脆弱性と頑強性. DNA多型 23(1): 9-16.
- 湊 宏. 2003. クビキレガイモドキの分布とその生息地. ちりぼたん34(4) : 92-96.
- 日本ベントス学会 (編). 2012. 干潟の絶滅危惧動物図鑑ー海岸ベントスのレッドデータブック. 285 pp. 東海大学出版会, 秦野.
- 佐藤慎一・多留聖典・福田 宏・多々良有紀. 2010. 2009年度軟体動物多様性学会夏季例会 (南三陸) 報告. *Molluscan Diversity* 1(2): 54-60.
- Sawai, Y., Namegaya, Y., Okamura, Y., Satake, K. & Shishikura, M. 2012. Challenges of anticipating the 2011 Tohoku earthquake and tsunami using coastal geology. *Geophysical Research Letters* 39: L21309. doi: 10.1029/2012gl053692
- 鈴木孝男・山下博由・宮城豊彦・多々良有紀. 2009. 宮城県から発見されたクビキレガイモドキ (新生腹足上目: イツマデガイ科). *Molluscan Diversity* 1(1): 5-11.

[2016年 3月19日受理]