

# 宮古島市伊良部佐和田湾におけるノッチ形成速度の試算

安谷屋 昭 (総合博物館協議会々長)

宮古諸島には、陸域、海岸、海域等に多くの石灰岩岩塊が見られる。その岩塊には、自然界の様々な現象を知る手掛りがある。それらの岩塊のうち津波によって転がり移動した岩塊(津波石)がある。

津波石といわれている岩塊のうち、現在、海域等の岩塊には、現在の場所に移動して来た時点から、海水等の様々な働きによって、新しく侵食等が始まり、現生のノッチ(窪んだ地形、茸状の括れた地形)形成が始まる。

陸域部や海域部に形成されているノッチのある岩塊から過去の宮古島の津波や隆起現象や島の原形、成り立ち等を想定する手掛りになると考える。

宮古諸島には、ノッチが形成された岩塊等は、特に東平安名崎北海域、大神島海域、伊良部佐和田海域に多く見られ、ノッチのある岩塊の自然景観をなしている。

これらのうち、宮古諸島のノッチ形成の年数を推定していくのに適切だと判断されるノッチ群が伊良部佐和田海域に点在する津波石であると考えた(写真1)。

これまで、国内外における研究者によるノッチ形成の年間後退侵食速度は、いくつか推定されたものがある。しかし、それが必ずしも宮古諸島の岩塊等においても適切な数値なのかどうか疑問である。

そこで、宮古諸島を形成するほぼ同じ硬さを有する更新世等の琉球石灰岩のノッチのある岩塊の年間後退侵食速度はどうなっているのか推定する意味で、一例として、伊良部佐和田海域(以下、「佐和田湾」とする)に点在する岩塊から、主として“明和の津波石”と呼ばれるノッチのある岩塊を特定し試算してみた。

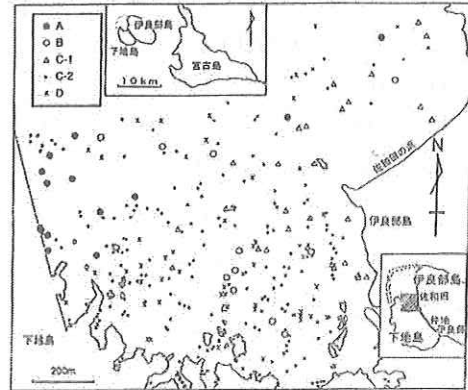


図1  
航空写真で確認した  
(加藤・田村(2002)より引用)



写真1 <佐和田湾の岩塊群>

## 1、はじめに

筆者は、2004年3月、平良市総合博物館紀要第9号にノッチの侵食量について佐和田湾に点在する、根付きのない岩塊を代表すると考えられるノッチのある岩塊(津波石?)を1つ

特定し、侵食の深さ（奥行）等を測定し、年間後退侵食速度を試算し記載した。この数値は津波石の根拠がうすくデータの不足による結果だと判断し、再度調査を行なった。

今回の調査は、琉球大学名誉教授加藤祐三氏らの論文「沖縄県下地島北岸佐和田の津波石」を基に、より科学的、具体的な根拠にもとづいた方法で、現地を数回、調査した。

加藤氏らは佐和田湾並びに佐和田干出帯（干潟）に点在する岩塊は、航空写真から325個を確認、そのうち1 m<sup>2</sup>以下の小岩塊を除いた残り301個の岩塊のうち26個の岩塊は津波石であると論じている（図1、2）。

佐和田湾の岩塊は、完新世サンゴ礁岩塊と更新世の石灰岩岩塊があり、これらの岩塊を取り巻く砂泥・砂礫の底質には、エダサンゴ等の破片を含む堆積物があり、その厚さは、場所によって推定20～60cmをなしている。

岩塊とサンゴ破片等は、津波堆積物であると考えられる。更新世の石灰岩岩塊には津波とほとんど関係のない根付いた琉球石灰岩の岩塊（小島、露頭）やノッチが折れた岩塊がある。

加藤氏らは佐和田湾内側に点在する岩塊を調査し、4種に分類した。そのうち、次のAタイプとBタイプはすべて津波石であることがわかった。（A）完新世の新鮮なサンゴからなる岩塊、（B）更新世の琉球石灰岩に新鮮なサンゴが付着している岩塊、（C）琉球石灰岩の岩塊でノッチが完全に岩塊の周りを形成しているものと、部分的にしか認められないもの、（D）は根付き琉球石灰岩の岩塊状の小島（露頭）をなしているものの4種である。

今回の調査の対象は、佐和田湾内には、明和津波以前の津波による岩塊等があるということから、まず根付いた琉球石灰岩の岩塊等は除外した。そして、上記のAタイプを中心に津波石だと推定されている26個の中から、干潟に発達する水路（水道部）や岩塊を囲む津波堆積物の砂泥などの、環境、ノッチの実態を確認しつつ、Bタイプの岩塊を若干加えた。

従って、ノッチ形成がよく発達しているもの、あまり発達していない岩塊を対象の中に入れ、明和津波以後において、比較的海面が安定して形成されたとと思われるノッチのある岩塊を10箇所特定し調査をした。

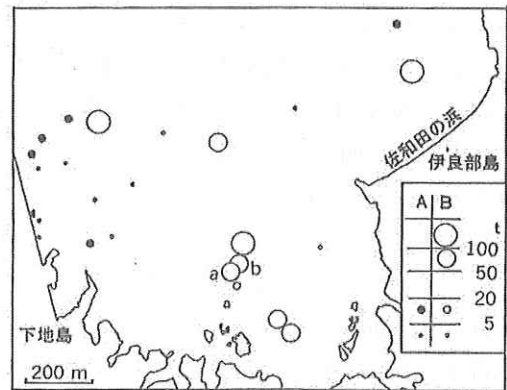


図2  
津波石であることが明らかな岩塊の分布  
（加藤・田村（2002）より引用）

## 2、佐和田湾の環境

佐和田湾は、伊良部島北西部の白鳥崎から、下地島の北西部の通り池海岸に至る弧状をなした約8 kmの広大な堡礁（通称、白鳥干瀬、イナウカタパル）に囲まれた湾内において環礁内の水深は、海上保安庁の海岸図によると低潮位時1～3 mの浅いほぼ平坦な海底地形をなし、場所によって広い礁湖（ラグーン）が発達している。また、湾内奥は遠浅の海底をなし、低潮位時には、その大半が砂礫あるいは砂泥地帯（干潟）をなし、そこはサンゴ礁の発達が悪

く、砂泥等が厚く堆積しアマモ等の海藻類が繁茂している。広大な間口をもった佐和田湾は流れ込む沿岸流や離岸流の働きで、砂泥が削られ、水路を形成し、点在する岩塊を取り囲むように海水が流れ込み。そこは、干上がった時でも礁池（タイドプール）を形成し、海水が常に溜まっている。特に、砂礫堆積物の厚いところは、岩塊周囲が深く削られ、ノッチにはカサガイ、ヒザラガイ、ヒラカラマツガイ、オハグロガキが数多く付着し岩塊の表面が穴だらけである（写真2）。佐和田浜の海辺の近くでも海水が広く溜まって潮だまりとなり、そこはノッチが意外と発達している。このように、佐和田湾内奥はノッチ形成に都合のよい条件下にあると思われる。

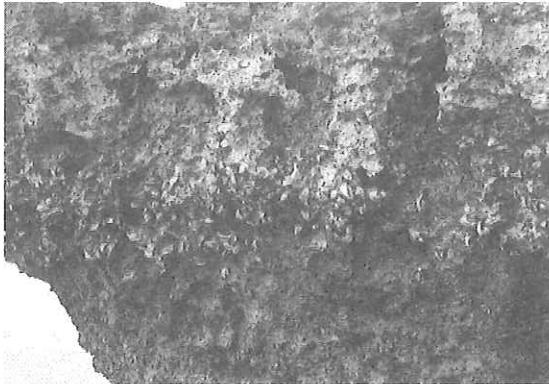


写真2

〈生物によるノッチ岩塊の削り取り状況〉

- ・海浜の近くよりも沖合い寄りでしかも礁池のある岩塊の方がヒザラガイや巻貝類イタボガキの仲間が多く観察できる。
- ・干潮時の潮間帯上縁部（高潮位付近）寄りに巻貝類は多いようである。

※阿部襄氏の報告。パラオ島で引き潮時にヒラマツガイが藻類を食べるため近くをはい回り、食べ終わると元のすみ家に戻る。その間、約20分で最大17cm移動すると報告する。

（資料：河名俊男、「琉球列島の地形」より）

### 3、ノッチの形成

同じ佐和田湾内でも、岩塊の場所によってノッチの侵食量が違っている。これまで、多くのノッチ研究がある。鈴木克美氏、フォーク氏、チア氏、トラジル氏等の各研究では、海水波の作用を重視したもの、岩塊付着の貝類の働き、海水中における水と炭酸ガスの作用等による研究がある。武永健一郎氏（1968）の「Notchの形態と要因について」の研究、そして琉球大学教授の河名俊男氏の研究によると、大きくは、次の三つの作用によることが大きいと報告がある（河名俊男、1998、「琉球列島の地形」）。

- ①波のエネルギーによる直接侵食、礫などの衝突による侵食（物理的、機械的な波の作用）
- ②海水中の水と炭酸ガスの働きで石灰岩（炭酸カルシウム）が溶食（化学的な溶食作用）
- ③カサガイ、ヒラカラマツガイ等の貝類などの石灰岩に入り込んだり付着して岩をはぎ取る侵食。  
（生物による岩の削り取り作用）

マクリーン氏の研究、トラジル氏の研究、鈴木氏の研究ではそれぞれ0.5mm/年、0.3～0.6mm/年、1.0mm以上/年の生物による削り取りの報告があるが、岩石の種類、硬さ等がはっきりしないこと、また必ずしもノッチ全体に貝類が付着していることではないので、その数値が即、ノッチ侵食速度に結びついていないのではない。いずれにしても、上記の三つの作用

が複合して働き、その岩塊のある、海域、海岸の海洋環境条件によってノッチの形成が決まるものであると考えられる。

いくつかの見解があるが、トラジル (Trudgill, 1976) 氏の研究によるとノッチ形成は年間 1.0～1.25mm 程度であると推測している。

宮古諸島は、北よりの季節風や台風等の自然条件が働いている。また、琉球石灰岩 (友利石灰岩、下地島石灰岩等) が岩塊となって島のどこの海岸、海域も条件的にはほぼ共通していると考えられる。そこで、伊良部・下地島の佐和田湾内奥に点在する岩塊 (明和の津波石) を宮古諸島の対象事例としてノッチの年間後退侵食速度を試算した。

ノッチ岩塊の測定箇所は、図3に示した場所である。

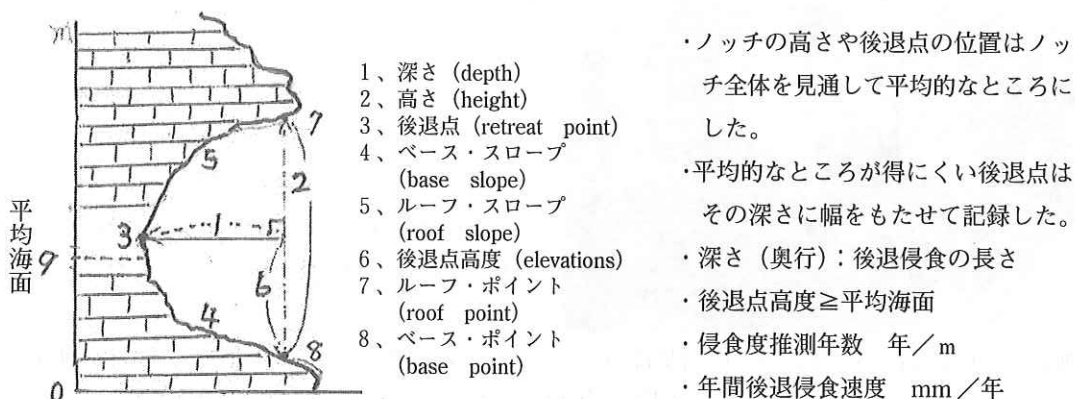


図3 ノッチ断面形図と名称 (武永健一郎、1968)

#### 〈津波の発生・名称〉

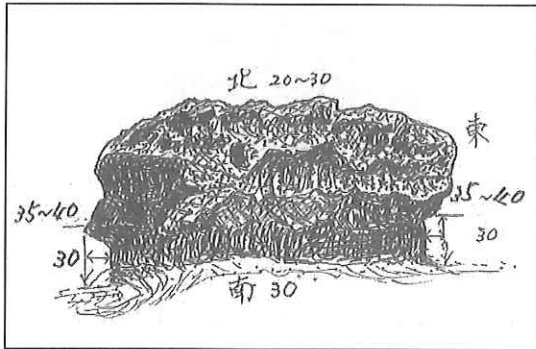
- ・明和8年3月10日 (旧暦)、1771年4月24日
- ・八重山地震津波 (東京天文台編 理科年表)  
震央の位置が石垣島沖寄り、 $M=7.4$
- ・明和大津波 (今村明恒、1938)  
震央の位置が石垣島沖と宮古島沖の間
- ・この津波により移動して来た岩塊を“明和の津波石”と称する
- ・経過年数 2006 - 1771年 = 235年 (2006、調査)

#### 4. 佐和田湾岩塊ノッチの侵食速度

岩塊のノッチ形成は、トラジル (Trudgill, 1976) 氏の研究では、年間後退侵食速度が約 1.0～1.25mm であると推測、また多くの地域においても約 1.0mm の侵食になるものと推測されている。ノッチの形成に好条件を有する佐和田湾のノッチのある岩塊の測定を2006年1～6月下記の通り実施した。測定に当たって高さ、奥行 (深さ)、後退点高度などの位置が取りにく

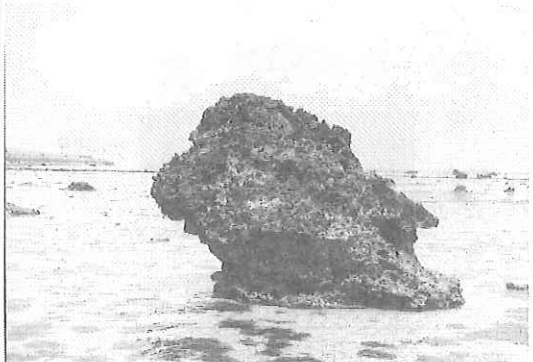
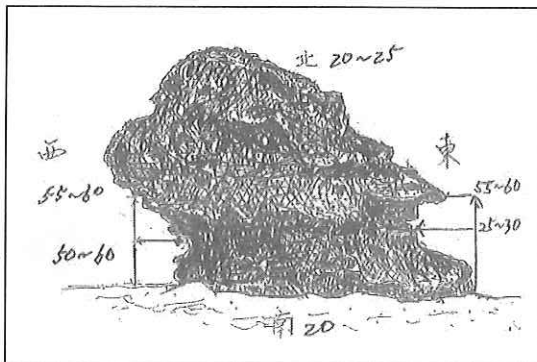
い場合は、慎重をきすため幅をもたせて測定点（位置）を取り記録した。Aは短い方（最短値）、Bは長い方（最長値）の記録である。

(1)



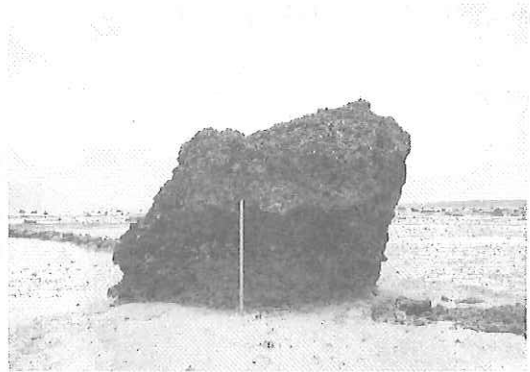
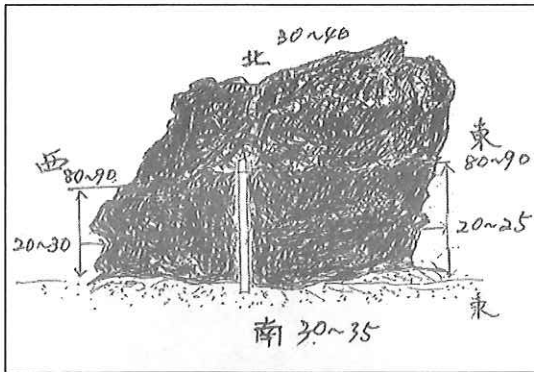
測定	A	B		
・ノッチの高さ	35~40cm		各 合 計	A. 30 + 20 + 30 + 30 = 110cm B. 30 + 30 + 30 + 30 = 120cm
・南側	30	cm	各 平 均	A. 110 ÷ 4 = 27.5cm
・北側	20~30cm		侵 食 量	B. 120 ÷ 4 = 30.0cm
・東側	30	cm	年間後退侵食速度	A. 275mm ÷ 235年 = 1.10mm / 年
・西側	30	cm	(侵食量 ÷ 侵食年数)	B. 300mm ÷ 235年 = 1.20mm / 年

(2)



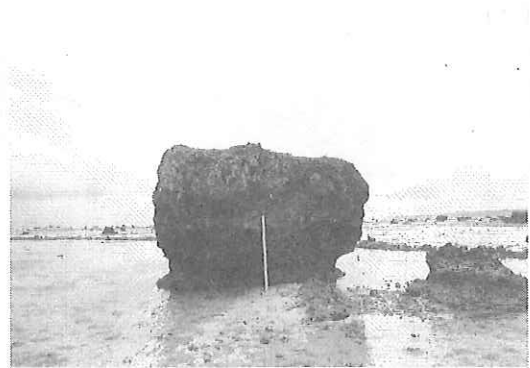
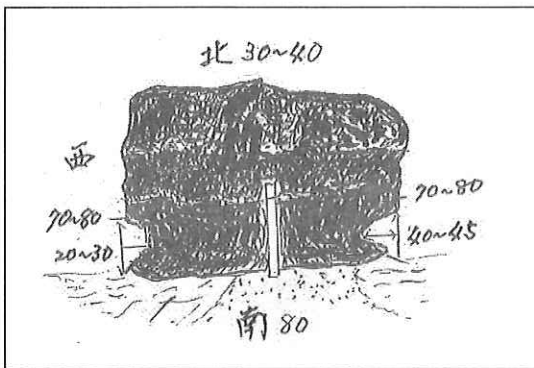
測定	A	B		
・高さ	55~60cm		各 合 計	A. 20 + 20 + 25 + 50 = 115cm B. 20 + 25 + 30 + 60 = 135cm
・南側	20	cm	各 平 均	A. 115 ÷ 4 = 28.75cm
・北側	20~25cm		侵 食 量	B. 135 ÷ 4 = 33.75cm
・東側	25~30cm		年間後退侵食速度	A. 287.5mm ÷ 235年 = 1.22mm / 年
・西側	50~60cm			B. 337.5mm ÷ 235年 = 1.44mm / 年

(3)



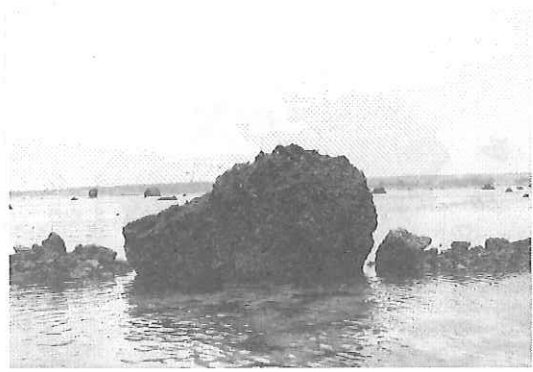
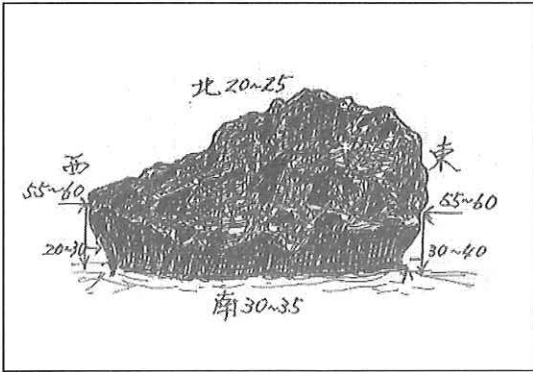
測定	A	B		
・高さ	80~90cm		各 合 計	A. 30 + 30 + 20 + 20 = 100cm B. 35 + 40 + 25 + 30 = 130cm
・南側	30~35cm		各 平 均	A. 100 ÷ 4 = 25.0cm B. 130 ÷ 4 = 32.5cm
・北側	30~40cm		侵 食 量	
・東側	20~25cm		年間後退侵食速度	A. 250mm ÷ 235年 = 1.06mm / 年 B. 325mm ÷ 235年 = 1.36mm / 年
・西側	20~30cm			

(4)



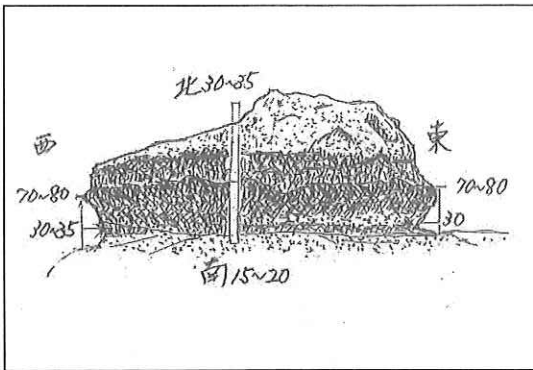
測定	A	B		
・高さ	70~80cm		各 合 計	A. 80 + 30 + 40 + 20 = 170cm B. 80 + 40 + 45 + 30 = 195cm
・南側	80 cm		各 平 均	A. 170 ÷ 4 = 42.5cm B. 195 ÷ 4 = 48.75cm
・北側	30~40cm		侵 食 量	
・東側	40~45cm		年間後退侵食速度	A. 425mm ÷ 235年 = 1.80mm / 年 B. 487.5mm ÷ 235年 = 2.07mm / 年
・西側	20~30cm			

(5)



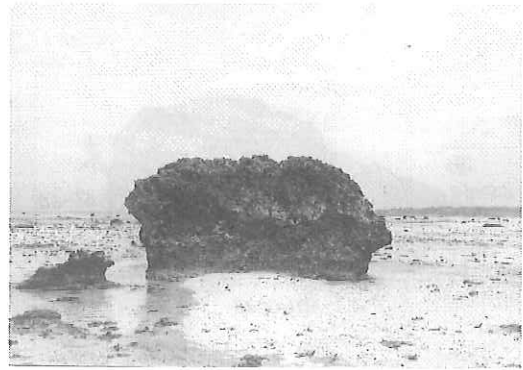
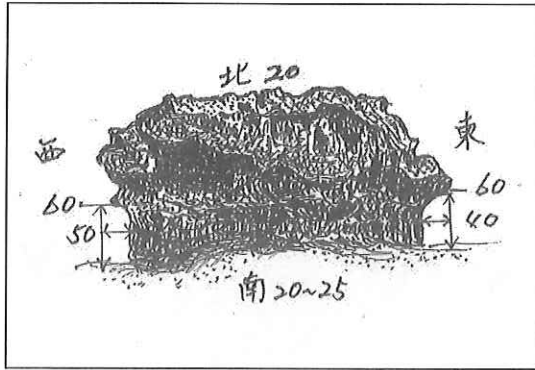
測定	A	B		
・高さ	55~60cm		各 合 計	A. 30 + 20 + 30 + 20 = 100cm
・南側	30~35cm			B. 35 + 25 + 40 + 30 = 130cm
・北側	20~25cm		各 平 均 侵 食 量	A. 100 ÷ 4 = 25.00cm
・東側	30~40cm			B. 130 ÷ 4 = 32.50cm
・西側	20~30cm		年間後退侵食速度	A. 250.0mm ÷ 235年 = 1.06mm / 年
				B. 325.0mm ÷ 235年 = 1.38mm / 年

(6)



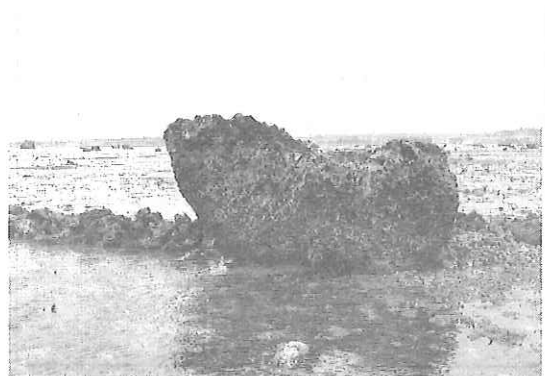
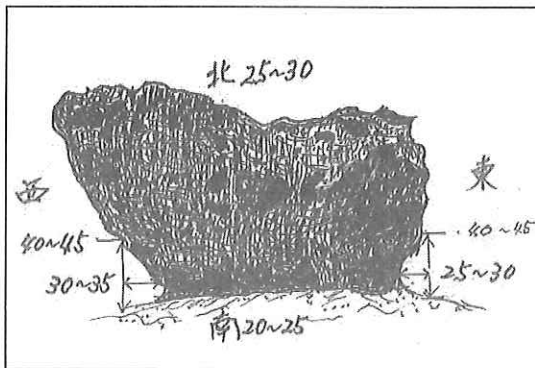
測定	A	B		
・高さ	70~80cm		各 合 計	A. 15 + 30 + 30 + 30 = 105cm
・南側	15~20cm			B. 20 + 35 + 30 + 35 = 120cm
・北側	30~35cm		各 平 均 侵 食 量	A. 105 ÷ 4 = 26.3cm
・東側	30 cm			B. 120 ÷ 4 = 30.0cm
・西側	30~35cm		年間後退侵食速度	A. 263mm ÷ 235年 = 1.12mm / 年
				B. 300mm ÷ 235年 = 1.28mm / 年

(7)



測定	A	B		A	B
・高さ	70	cm	各 合 計	A. $20 + 20 + 40 + 50 = 130\text{cm}$	
・南側	20~25	cm		B. $25 + 20 + 40 + 50 = 135\text{cm}$	
・北側	20	cm	各 平 均	A. $130 \div 4 = 32.50\text{cm}$	
・東側	40	cm	侵 食 量	B. $135 \div 4 = 33.75\text{cm}$	
・西側	50	cm	年間後退侵食速度	A. $325.0\text{mm} \div 235\text{年} = 1.38\text{mm}/\text{年}$	
				B. $337.5\text{mm} \div 235\text{年} = 1.44\text{mm}/\text{年}$	

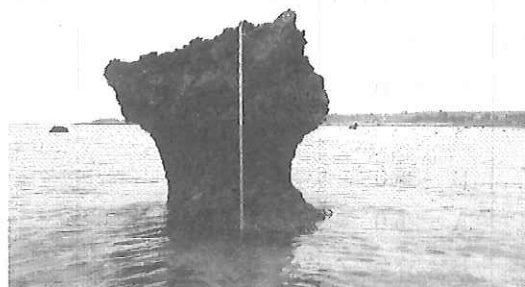
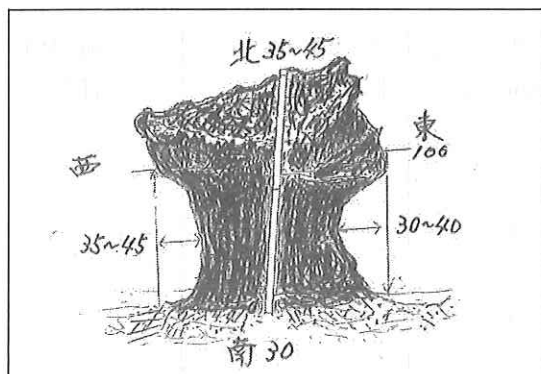
(8)



測定	A	B		A	B
・高さ	40~45	cm	各 合 計	A. $20 + 25 + 25 + 30 = 100\text{cm}$	
・南側	20~25	cm		B. $25 + 30 + 30 + 35 = 120\text{cm}$	
・北側	25~30	cm	各 平 均	A. $100 \div 4 = 25.00\text{cm}$	
・東側	25~30	cm	侵 食 量	B. $120 \div 4 = 30.00\text{cm}$	
・西側	30~35	cm	年間後退侵食速度	A. $250.0\text{mm} \div 235\text{年} = 1.06\text{mm}/\text{年}$	
				B. $300.0\text{mm} \div 235\text{年} = 1.28\text{mm}/\text{年}$	



(9)



測定	A	B
・高さ	100	cm
・南側	30	cm
・北側	35~45	
・東側	30~40	
・西側	35~45	

各 合 計  
各 平 均  
侵 食 量  
年間後退侵食速度

A.  $30 + 35 + 30 + 35 = 130\text{cm}$

B.  $30 + 45 + 40 + 45 = 160\text{cm}$

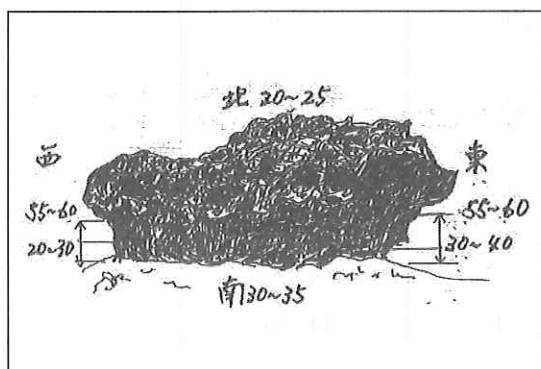
A.  $130 \div 4 = 32.5\text{cm}$

B.  $160 \div 4 = 40.0\text{cm}$

A.  $325\text{mm} \div 235\text{年} = 1.38\text{mm}/\text{年}$

B.  $400\text{mm} \div 235\text{年} = 1.70\text{mm}/\text{年}$

(10)



測定	A	B
・高さ	55~60	cm
・南側	30~35	
・北側	20~25	
・東側	30~40	
・西側	20~30	

各 合 計  
各 平 均  
侵 食 量  
年間後退侵食速度

A.  $30 + 20 + 30 + 20 = 100\text{cm}$

B.  $35 + 25 + 40 + 30 = 130\text{cm}$

A.  $100 \div 4 = 25.0\text{cm}$

B.  $130 \div 4 = 32.5\text{cm}$

A.  $250\text{mm} \div 235\text{年} = 1.06\text{mm}/\text{年}$

B.  $325\text{mm} \div 235\text{年} = 1.38\text{mm}/\text{年}$

表1 各箇所の侵食量と侵食速度の一覧表

	侵食量 A cm B	年間侵食速度 最短値 /年 <sup>A</sup>	年間侵食速度 最長値 mm/年 <sup>B</sup>	最短と最長値の 平均値 mm/年 <sup>C</sup>	各箇所の環 境条件等
(1)	A 27.5	1.10	1.20	1.2	○ ◇
	B 30.0				
(2)	A 32.5	1.22	1.44	1.3	○
	B 35.0				
(3)	A 25.0	1.06	1.36	1.2	○ ◇ ☆
	B 32.5				
(4)	A 42.5	1.80	2.07	1.9	◎ ◇ △
	B 48.8				
(5)	A 25.0	1.06	1.38	1.2	○ ◇ ☆
	B 32.5				
(6)	A 26.3	1.12	1.28	1.2	○ ◇ △
	B 30.0				
(7)	A 32.5	1.38	1.44	1.4	○ △
	B 33.8				
(8)	A 25.0	1.06	1.28	1.2	○ ☆
	B 30.0				
(9)	A 32.5	1.38	1.70	1.5	◎ ◇ △
	B 40.0				
(10)	A 25.0	1.06	1.38	1.2	○ ◇ ☆
	B 32.5				
合計	A 293.8	12.24	14.53	13.4	
	B 345.0				
平均	A 29.4	1.22	1.45	1.4	
	B 34.5	(1.25)	(1.47)	(1.40)	

・数字は四捨五入して切り上げてある。

・上記( )内数字は、侵食量平均値(29.4cm、34.5cm)を侵食年数235年(2006年調査)で割ったもの。

・各箇所の環境条件等(記号と内容)

○ 藻類と貝類が少ないノッチのある岩塊

◎ 藻類と貝類が多いノッチのある岩塊

△ 北、東側に礁池を形成する

□ ノッチのある岩塊の周囲が深く削り取られ、砂泥等の堆積物が侵食され礁池が発達している。満潮時は潮の流れも強く、干潮・低潮位時にも常に礁池をなす。

◇ ノッチのある岩塊の周辺が全体的に盛り上がり、岩塊の下部砂礫のみがわずかに侵食

している。(下地島訓練飛行場寄り、あるいは湾内堆積基盤(礫砂地帯)が盛り上がり、湾内に発達している水路の部分から離れた場所)

- ☆ 魚垣添の浅い砂礫の底質にあって、藻類は比較的が多いが、岩塊に付着する貝類は少ない

#### 〈考察〉

・佐和田湾内のノッチのある岩塊における年間後退侵食速度は、概ね最短値Aが1.3mm/年前後から最長値Bが1.5mm/年前後の範囲にあって、全体としての平均は約1.4mm/年の速度である。

この235年間海水面が安定した状態で侵食されて来たものと推測される。

・箇々のデータやノッチのある岩塊の現状から、湾内水路(水道部)と連結した礁池が発達していること、生物(巻貝類等)の付着が多いこと、季節風や台風等による風や潮流の強い側面(特に北側、東側)等がノッチ形成に大きな影響を及ぼし(波の強弱の度合)、それらが侵食の要因になっていることが、今回の調査でも十分に予想される。

#### 5. まとめにかえて

佐和田湾内奥は、普段は静かな海で、潮どおしのよいサンゴ海である。しかし、間口の広い約8kmの堡礁(通称白鳥干瀬、イナウカトバル)から流れ込む海水は時としてやってくる季節風、低気圧、台風の時期におこる大きなうねりは、強風と共に潮流も激しく変化し、湾奥地の入江や海浜へ向って強く流れ込む。

また、湾内奥の大半は約1kmの遠浅の地形をなし、そこは砂礫あるいは砂泥堆積物からなり、低潮位時には、凹凸のある干潟(干出帯)が広がる。

今回、このような佐和田湾内奥に点在する多くの岩塊の中から「明和の津波石」と推定される岩塊を中心に、多くの岩塊を調査し、そのうち集計に利用したものが10箇所の岩塊であった。

調査結果は、どの程度の意味をなすのか、疑問を持ちつつも、加藤氏らが特定している津波石に注視し、ノッチの深さ(後退点)等を測定する場合の基準値をどこの位置に決めるかを慎重に検討。また、ノッチ形成の要因を想定しつつ独自の簡易な方法で実施した。

岩塊の調査記録はノッチの南・北・東・西の4側面で行なったが、同じ岩塊でも侵食量は側面によって異なるのが多く、その4側面の測定値でもって、ノッチ全体の平均侵食量として求めた。この4側面の調査方法では、無理もあろうかと思いつつも現時点では、その平均侵食量を使って年間後退侵食速度の試算をした。

今回の調査をとおして気付いたことは、ノッチの年間後退侵食速度というのは全国全県的に共通の数値(尺度)となるものではなく、その侵食度は地域ごとの資料にしかないのではないかということである。また、ノッチ全体をひっくるめた侵食速度を求めると同時に岩塊の環境を3~4分類した環境タイプによる年間侵食速度を求めるともより具体的客観的な研究の方法となると思う。

また、今回の調査では、佐和田湾内のノッチ形成の年間後退侵食速度が最短値の平均では、約1.3mm/年、最大(長)値の平均が約1.5mm/年である。この調査は明和の津波石であると判断したものであるが、岩塊によっては約2.1mm/年(最長値)の侵食速度があることもわかった。そして、集計に該当しなかった他の岩塊の中には、平均侵食量が深さ40~60cmを有するノッチ。そして、80cm以上の深さをもつノッチがあり、また、岩塊の中には、特に北、西、東の側面の深さが約100~150cmに侵食されたノッチもある。そしてこれらの岩塊は明

和津波石と関係のない岩塊で重量トン数も大きく加藤氏の推定で100～190tがある。それらのノッチのある岩塊は平行状(水平状)の二重ノッチになっているか、あるいは斜交した二重ノッチになっている。

二重ノッチの下方のノッチは現生ノッチ(潮間帯ノッチ)であり、そこは比較的安定した海面状態のもとで形成されて来たものと推測され、上方値の離水したノッチは過去の海面時代に形成されたものである。離水ノッチのあることから、下地島佐和田湾において明和津波以前に地域的な隆起運動が急激に起っていたことが予想される。

因みに、下方の現生ノッチの形成年数を今回測定値の1.3mm/年の侵食速度で単純計算をしてみると、佐和田湾には、明和の津波以前に過去2回以上の大津波があったことが推測されることになる(1回目400～500年以前、2回目800～1000年以前)。

詳細な調査はしていないが、上方の離水ノッチの形成などから、これらの明和津波以前岩塊は推定で3000年あるいは4000年以前に移動して来た岩塊群であったと推測されよう。

今後、本地区における確かな調査法に基づいた侵食速度の検討を重ねていくことが望まれる。

#### 謝 辞

今回の調査にあたって、佐和田の浜に隣接する「あずま屋」に集まる年輩の方々を始め、佐和田在住の古老の川満時男氏(元文化財審議委員)や佐和田恵忠氏から、集落内(畑地)の津波石の案内、津波伝承、岩塊の名称を聞かせていただいた。

特に、調査と本稿のまとめにあたって、加藤祐三(琉球大学名誉教授)氏からは、貴重な資料提供をしていただき、「明和の津波石」と「明和以前の津波石」について、科学的な根拠をもって区別していたことの重要性を再認識するなど、調査の基本姿勢となりました。また、レポートの内容、表現についても、ご多忙な日程の中にかかわらず、全般にわたって、ご教示とご助言を賜りました。宮古島市伊良部総合庁舎教育委員会分室から、津波に関する調査資料を提供していただいた。

以上、本調査研究は、諸氏ならび関係機関のご協力によるもので厚くお礼申し上げるとともに記して感謝の意を表します。

#### 参 考 文 献

- 安谷屋昭(2004) 沖縄県、大神島の自然—地形と地質について(提言)一、平良市総合博物館紀要第9号
- 海上保安庁水路部(1986) 海底地形地質調査報告—宮古島—
- 氏家宏(1990)「沖縄の自然」—地形と地質—、ひるぎ社
- 加藤祐三・田村一浩(2002) 沖縄県下地島北岸佐和田の津波石、月間海洋
- 河名俊男・中田 高(1994) サンゴ質津波堆積物の年代からみた琉球列島南部周辺海域における後期完新世の津波発生時期、地学雑誌
- 河名俊男(1988)「琉球列島の地形」新星図書出版
- 河名俊男・西田 宏(1980) 与那国島、沖縄島、宮古島、石垣島のノッチについて 木崎甲子郎編(1980) 琉球列島の地質学研究、第5巻
- 武永健一郎(1968) Notchの形態と要因について、地学雑誌、77:330-341
- TRUDGILL.S.T(1985) Limestone geomorphology, Longman, 196p