



ツバルにおける海面上昇問題

吉岡, 政徳

(Citation)

国際文化学研究 : 神戸大学大学院国際文化学研究科紀要, 34:47*-70*

(Issue Date)

2010-07

(Resource Type)

departmental bulletin paper

(Version)

Version of Record

(JaLCD0I)

<https://doi.org/10.24546/81002553>

(URL)

<https://hdl.handle.net/20.500.14094/81002553>



ツバルにおける海面上昇問題

吉 岡 政 徳

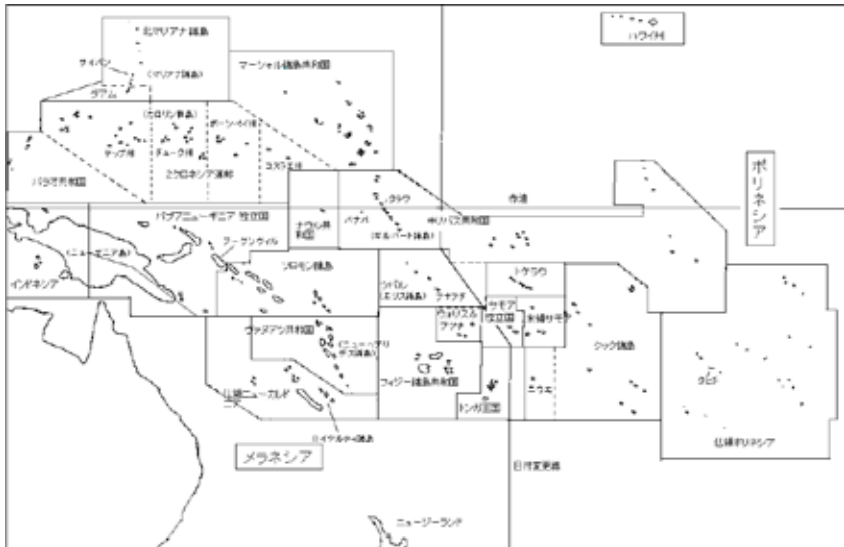
1 ツバル概観

太平洋のほぼ中央に位置するツバルは、地理的にはエリス諸島として知られている。エリス諸島は、すぐ北のギルバート諸島と共にイギリスの直轄植民地ギルバート・アンド・エリスを構成していたが、1978年、そこから分離独立してツバルとなった。ツバルという国名は、ツ（tu = 立つ）とバル（valu = 8）という言葉から出来ているが、その意味は、8つの島がまとまって独立したということである。8つの島とは、北から、ナヌメア（Nanumea）、ニウタオ（Niutao）、ナヌマンガ（Nanumanga）、ヌイ（Nui）、ヴァイツプ（Vaitupu）、ヌクフェタウ（Nukufetau）、フナフチ（Funafuti）、ヌクラエラエ（Nukuraerae）である。地図2を見ると、それ以外にニウラキタ（Niurakita）があって全部で9つの島ということになる。ニウラキタは、しかし、本来無人島であり、2002年の国勢調査でも、ニウタオから移住した2人しか居住していない。全人口は、9,359名。そのうち、3,962名が、首都のおかれているフナフチ環礁に集中している（表1）。

ツバルは独立国であるが、イギリス連邦に加盟しており、エリザベス女王を国家元首としている。そのため、エリザベス女王の代理人としての総督が置かれるが、現在のツバルではその力は形式的なもので、政府の提案を拒否する権限は与えられて

表1 2002年の国勢調査による島別人口

島・環礁	人 数
1. ナヌメア	855
2. ナヌマンガ	710
3. ニウタオ	817
4. ヌイ	610
5. ヴァイツプ	1310
6. ヌクフェタウ	701
7. フナフチ	3962
8. ヌクラエラエ	392
9. ニウラキタ	2
計	9359



地図1 オセアニア諸国

いない。一方、内政のシステムはシンプルである。議会は1院制をとっており、ナヌメア、ナヌマンガ、ニウタオ、ヌイ、ヴァイツプ、ヌクフェタウ、フナフチからは2名の議員を出し、ヌクラエラエからは1名の議員をだす。ニウラキタはニウタオと同じ選挙区となっているため、合計15名の議員で構成されることになる。議会から首相が選ばれるが、ツバルには政党がなく、首相として誰を押すかで派閥が形成される。また、ニウラキタを除く島のうち7つの島には島議会（island council）が、そしてフナフチには町議会（town council）が置かれて、地方行政が実施されている。

フナフチは、他の島・環礁とは異なり島議会ではなく町議会が置かれていることから分かるように、ツバルで唯一の都市部として機能している。フナフチ環礁は、いくつもの大小のサンゴ礁島からなっており、そのうち最も大きい島がフォンガファレ（Fongafale）島である。フォンガファレ島のすぐ北にあるアマツク（Amatuku）島には、海員養成学校があり、フォンガファレとは船で結ばれている。首都としての都市機能は、このフォンガファレ島の中央部

に集中している。島の中央部は陸地部分が大きくなっており、飛行機が離発着する滑走路もそこに作られ、まさに滑走路を中心として、様々な公共施設や住居が並ぶという形態をとっている(図4参照)。

2 ツバルの現実

さて、人口が1万人程度の小国ツバルが一躍世界に名を知られるようになったのは、2002年のイギリスのBBC放送の報道による。BBCは、次のように報じた。ツバルは、大国や大



地図2 ツバルの島々とフナフチ環礁

企業は十分な資金や技術がありながら地球温暖化ガス排出量の抑制や削減に不熱心で、ツバルを沈没の危機にさらしている、として彼らを提訴する考えを明らかにした、と。この時点では、確かにツバルは大国を提訴する考えを持っていたようである。しかし、地球温暖化ガスの排出に関する詳細な実証、及びツバルの危機への関与の実証の困難さ、地球温暖化の原因を巡って科学者間での意見の不一致などによって (cf.. 伊藤 2007、武田 2007a, 2007b、薬師寺 2007a, 2007b)、立証が困難と判断されたのか、実際の行動に移すことはなかった。そして、現在は、「提訴は一部の政治家の意見であり、政府の方針になったことはない」というツバルの側の見解さえ生み出している。

一方、ツバルは、2000年には、オーストラリアとニュージーランドに難民の受け入れを要請している。この難民というのは、環境難民である。環境が破壊されることによって移動せざるを得ない人々として環境難民という概念を武器に、オーストラリアとニュージーランドに受け入れの要請をしたのである。これに対して、オーストラリアは受け入れを拒否したが、ニュージーランドは、2002年に南太平洋アクセスカテゴリー協定を締結し、ツバルからの移民の受け

入れを決定した。しかし、それは環境難民としての受け入れではなく、労働移民としての受け入れであった。ニュージーランドはサモアなどと労働移民についての受け入れ協定を結んでいたが、南太平洋アクセスカテゴリー協定においては、まだ締結していなかったフィジー、トンガ、キリバス、ツバルと労働移民の受け入れを承認したということだったのである。しかも、ツバルの場合は、年間75名という枠であった。そして受け入れが始まったが、労働移民であるので受け入れ側のニュージーランドから労働できるための条件が課せられ、結局、年間75名の労働移民さえ認められずに、たとえば2004年から2005年には、実際には27名が労働者として移住したという状況となっている。

このように、ツバルは「温暖化による海面上昇で水没の危機にある」という主張を押し通して大国を提訴し、環境難民概念の承認を得て難民受け入れを実現する、というわけにはいかなかったのであるが、こうしたツバルの動きは、ツバルの切羽詰った現状を反映していると言うことは出来よう。ツバルでは、確かに、海岸侵食が起こり、小さな島が水没し、内陸部から海水が浸水してきて洪水状態になるという事態が生じているのである。

世界の NGO 団体やテレビ局などがツバルを訪れ、その悲惨な状況を映像として世界に発信してきた。沖合いの小島が忽然と消えたという現実や、椰子の木が波によって洗われることで倒れた状況や、大潮のときに起こる、地中から浸水してくる海水による被害は、様々な媒体を通して知られるようになった (cf. 遠藤 2004、神保 2004, 2007、石田 2007)。また、ツバル以外でも、早くから太平洋のサンゴ礁島での海岸侵食が問題となっていた (cf. 助安由吉 1998)。ツバルの北に位置するキリバス共和国のタラワ環礁には、太平洋戦争当時日本軍がつくった砲台がいくつも残存しているが、その中には、当時は内陸部につくったはずが、現在は、波打ち際ギリギリの砂浜になっている砲台もあり、それが、海岸線がどんどん内陸部に侵食してきている例として引き合いに出されている。

そもそもサンゴ礁島は、海拔が低く、たとえばツバルの首都が置かれているフナフチ環礁のフォンガファレ島の平均海拔は1.5m、最高地点でも3.6mに過



写真1 波によって削られた椰子の根元



写真2 倒れた椰子の木



写真3 フォンガファレ島の集会所



写真4 満潮時に水浸しになった集会所

ぎない。そのため、台風などで強い波や高潮が来ると、島全体が波に洗われてしまうということも生じる。そうした海拔の低い土地では、海面がわずかに上昇ただけで大きな問題が生じることは容易に想像がつくのである。

ツバルにおけるサンゴ礁島の海岸侵食などの自然破壊が、大きな注目を集めるようになったのは、1999年頃からである。それは、1995年、人為的地球温暖化を益々確信をもって主張しはじめた IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change: 気候変動に関する政府間パネル)⁽¹⁾ の第2次報告書が出版され、1997年には、京都議定書が取り交わされたという時代背景と連動していると言える。そして、温暖化ガスを出し続けているということで大国を提訴することは無理だとしても、依然として、その原因が温暖化による海面上昇であ

るとする論調は一つの大きな流れを作っている。本論では、ツバル周辺の海域における海面上昇を巡る議論を整理し、ツバルにおける自然破壊の原因をどう考えればよいのかという点について論じる。

3 海面上昇

IPCC の第四次報告書では、温室効果ガス排出の六種類のシナリオ（A1FI、A1T、A1B、A2、B1、B2）を想定し、それぞれの場合どの程度海面が上昇するのかというシミュレーションを行っている（IPCC 2007a:13）。

A1というのは、世界人口が21世紀半ばにピークに達した後に減少するが、高度経済成長が続き、新技術や高効率化技術が導入されるというシナリオである。このシナリオはエネルギー源への重点の置き方によって次の三種類に分かれる。A1FIというのは、石炭、石油、天然ガスなどの化石エネルギー源を重視した場合、A1Tというのは化石エネルギーではないエネルギー源を重視した場合、A1Bというのは、各エネルギー源のバランスを重視した場合のシナリオを指している。それに対して、A2というのは、出生率の低下が穏やかで世界人口が増加を続ける場合で、地域の独自性を守り、世界経済や政治はブロックごとに分かれ貿易や人・技術の移動が制限されるような社会を想定したシナリオである。そこでは、経済成長は低く、環境への関心も相対的に低いとされる。

B1というのは、A1と同様、人口が21世紀半ばでピークに達した後減少するが、経済構造が急速に変化し、物質志向が減少し、クリーンで省資源の技術が導入され、地域間格差が縮小する世界が実現するようなシナリオである。一方B2は、世界人口が穏やかな速度で増加を続ける場合で、経済、社会および環境の持続可能性を確保するための地域的対策に重点が置かれ、経済発展は中間的なレベルにとどまり環境問題は各地域で解決を図るというものである（IPCC 2007b：44）。

表2を見る限り、最悪のシナリオであるA1FI、つまり、高度経済成長を続け化石燃料をエネルギー源とし続けた場合、今後100年の間に海面は最高で平

表2 21世紀末における世界の平均海面水位上昇予測

	海面水位上昇 (1980—1999を基準とした 2090—2099における差 (m))
B1	0.18—0.38
A1T	0.20—0.45
B2	0.20—0.43
A1B	0.21—0.48
A2	0.23—0.51
A1FI	0.26—0.59

均59cm上昇するということになる。これは、IPCC と共に2007年のノーベル平和賞を受賞した、元アメリカ副大統領ゴア氏の主張する6mという数値と一桁異なることになる（ゴア 2007）。確かに6mも上昇すれば世界の多くの地域が水没してしまうが、最大で59cmの上昇ということであれば、100年の間に技術的になんとか対応できると考えることも可能だろう。海面上昇の科学的予測は、一般に流通している、あるいはマスコミなどで取り上げられるほど極度に大きくはないということになる。

実は IPCC の第三次報告では最大88cmの海面上昇を予測していたが（IPCC 2001：671）、第四次ではさらにそれが下方修正された形となっている。ところが、IPCC の第四次報告が出た直後から、温暖化は IPCC の予測以上の速さで進んでいるという議論が登場するようになり、2009年3月10日～12日にかけてコペンハーゲンで開かれた「気候変動に関する国際科学者会議」で、ドイツの気候変動ポツダム研究所は、IPCC の気象見通しを新たなモデルを使って分析すると2100年までに海面は75—190cm上昇するという予測を行った。また、フロリダ州立大学の研究者グループは少なくとも2100年までには海面は1m上昇すると主張した論文を発表しているのである（Yin, Schlesinger and Stouffer 2009）。これらの見解は、いずれ出てくる IPCC の第五次報告書で判定されることになると思われるが、ツバルのようなサンゴ礁島で構成されている国家にとっては、59cmでも死活問題なのに、世界の海面水位が平均で1m上昇という

ことになると、確実に国家存亡の危機になってしまうのである。

4 ツバル周辺の海面

将来的にはツバルは大変な危機に直面するであろうことは、誰しもが理解出来るのだが、ツバルでは、将来ではなく現在、海岸浸食などの自然環境破壊が進行しているのである。それをどう考えれば良いのだろうか。考えられるのが、現在ツバル周辺の海面は上昇しつつあり、それが海岸浸食や浸水などの原因であるということである。しかし、この点に関しては、明確な結論が出ないというのが現状なのである。

まず、ツバル周辺の海面上昇についての論争を紹介しよう。IPCC のいう人為的温暖化、つまり、CO₂などの温室効果ガスを排出することによって地球は人為的に温暖化の方向に向かっている、という議論に対して、少数ではあるが、懐疑論を展開している科学者たちがいる。これら温暖化懐疑論者の一人である渡辺は、2005年段階で、ツバルの海面上昇に関してここ25年の変化はゼロである、と主張したのである（渡辺2005：96）。もちろんこうした見解に対して、すぐに反論が出された。懐疑論に対して猛然と反論を展開している明日香らは、次のように主張したのである。「まず一般論として、海面水位は付近の海流の自然変動や地盤の変動によっても影響を受ける。したがって、一部の地域で海面上昇が見られないことは特別におかしいことではなく、それが直ちに、実際に起きていることが明らかな全球的な海面上昇トレンドを否定する証拠にはならない。また、一部の地域の現象をとりあげて全体の傾向を否定する論法は、非常にミスリーディングなものである。ツバルに関していえば、たしかに（米国とオーストラリアが設置している）潮位計による海面上昇は大きくないものの、それでもゼロではない」（明日香他 2006）。この反論は、見方によっては「ツバル周辺では海面上昇が見られないか、あるとしてもわずかである」という懐疑論者の議論とはほぼ同じ見解を表明したものであるといえる。つまり、人為的な温暖化によって海面が上昇しているという立場にたつ科学者でさえ、温暖化によってツバル周辺の海面が上昇したと、明確に言えなかったと

いうことになる。

しかしこれで議論が収束したわけでは、もちろん、なかった。新しいデータをもとに、明日香らはさらに渡辺に対して反論を展開しているが、そこで用いられたデータが、オーストラリアの国立潮位センターのデータである⁽²⁾。次の節ではそれを見ることにしよう。

5 潮位計測

オーストラリア国立潮位センター（NTC）では、1993年より太平洋で潮位の計測を開始している。現在は12の地点に潮位計を設置し、刻々と変化する潮位がコンピューターを通してオーストラリアのセンターに送られてくる仕組みになっている。ツバルでは、この潮位計はフナフチの港に設置されており、潮位が絶えず監視されている。

さて、ツバルには NTC の潮位計以外にも、ハワイ大学が設置した潮位計があり、1977年から1999年の潮位データが蓄積されている。そのデータによれば、ツバルでのこの間の海面潮位トレンドは、年間+0.92mmであるというのである。これはそれほど大きな海面上昇を示しているわけではないので、先述の議論でも「海面上昇は大きくないものの、ゼロではない」という結論になったのであろう。ところが NTC によれば、この古い時代に設置された潮位計は、



写真5 フナフチにある NTC の潮位計

長期の海面潮位トレンドを計測するためのものではなく、設置された潮位計が少しずつ沈下しているにも関わらずその設置高の変動補正などができないと言う（National Tidal Centre 2006b：15）。そして NTC は自らのデータに基づいて、短期の潮位トレンドを提示している。

それは、1993年から2005年10月までは、 $+5.5\text{mm/year}$ （当初2005年までは $+4.3\text{mm}$ とされていたが、修正されている）、2006年6月までは $+6.4\text{mm/year}$ 、2007年6月までは $+5.7\text{mm/year}$ 、2008年6月までは $+6.1\text{mm/year}$ 、2009年6月までは $+5.6\text{mm/year}$ というものである（National Tidal Centre 2006a：29, 2007：29, 2008：29, 2009：27）。これを見る限りは、ツバルの海面は、確実に上昇傾向にあると言えそうだし、明日香らも、NTC のデータをもとに、先述の渡辺の議論（ツバルの海面は上昇していないという主張）に反論を加えているのである（明日香 et al. 2009：56）。しかし、NTC 自身は、こうした潮位トレンドについて慎重な姿勢を崩していない。どの報告書においても、短期の上昇傾向などは、エルニーニョ、台風、津波などの影響を強く受けるとして、「短期のトレンドを解釈するときには注意が払われなければならない」と強調した注意文を掲載しているのである。というのは、25年より短い期間は、信頼できるトレンドを得るには短すぎるのであり、20年間のトレンドでさえ $+3\text{mm/year} \sim -3\text{mm/year}$ 近くの誤差が生じるとされているからである（NTC 2006b：14）。つまり、潮位計が設置されてから10数年では、海面潮位トレンドの傾向を読み取ることはかなり難しいということになるのである。

さて、図1はNTCが公表しているツバルの潮位計測データをもとにして筆者が作成したグラフで、1994年から2009年までの月間平均潮位を示したものである。計測自体は1993年3月から開始されているが、当初はデータの欠落部分も大きいため、図1からは1993年のデータは省いてある。縦軸は潮位高で単位はメートル、横軸は年月である。

1997年から1998年にかけて潮位が大きく落ち込んでいるのは、大規模なエルニーニョが発生したことがその理由である。ペルー沖の海水温度が上昇するエルニーニョ現象がおきると、気圧の関係で太平洋西部の海面が低下することが

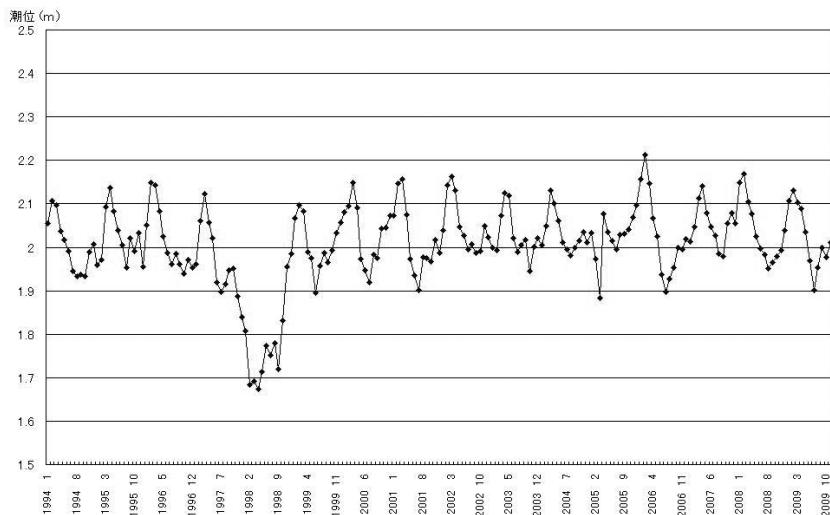


図1 ツバルにおける月間平均潮位

知られているが、その逆に、ペルー沖の海水温度が下降するラニーニャ現象が起これば、海面が上昇する。最も高い平均潮位を示している2006年は、このラニーニャ現象と天文潮の条件が重なって海面上昇を経験したということである。太陽や月の運行によって生じる天文潮については予測が可能であるが、1990年から2016年までの間の天文最高高潮位の予測でも2006年2月28日の潮位が最大のものとされており、予測は、2006年2月28日の3.24mである。

現実には、これにラニーニャ現象が重なったため、さらに0.2m加算されて、3.44mになったという (National Tidal Centre 2006a : 1, 2006b : 26)。こうしたエルニーニョやラニーニョや特殊な天文潮によって海面が上下するし、それ以外にもサイクロンや津波の影響もある。ツバルでは、1997年3月5日にはサイクロンの影響で30cm上昇し、1999年11月26日はヴァヌアツの地震による津波で6cm上昇し、2001年6月24日は、ペルー沖の地震による津波で6cm上昇したと記録されているという (National Tidal Centre 2006b : 19, 21-22)。

6 最高潮位データ

海面が上昇傾向にあるかどうかという点を考える場合には、科学的には平均潮位が問題となる。そして、先ほど紹介した NTC の提示した短期潮位トレンドもこの平均潮位データをもとに算出されているが、期間が短すぎるために、地域的な特殊事情（エルニーニョなど）に大きく左右され、それから長期のトレンドを推し量るには、誤差が大きすぎるというわけである。ということは、平均潮位で考える限り、潮位上昇トレンドについては、まだ確かなことはいえないということになるのである。

しかし、ツバルで生じている浸水被害と海面の高さとの関係を考えるなら、神保が指摘するように、平均潮位ではなく最高潮位を調べるべきであろう（神保 2007：213）。図2の二つの折れ線グラフは、年間最高潮位、月間最高潮位の年平均を示したものである。

年間最高潮位のグラフ（三角マーカの細線グラフ）を見ると、徐々に潮位が高くなってきていることが分かる。もちろん、この上昇傾向の原因を簡単に温暖化に帰するわけにはいかない。というのは、「一時的」とも言える天体の

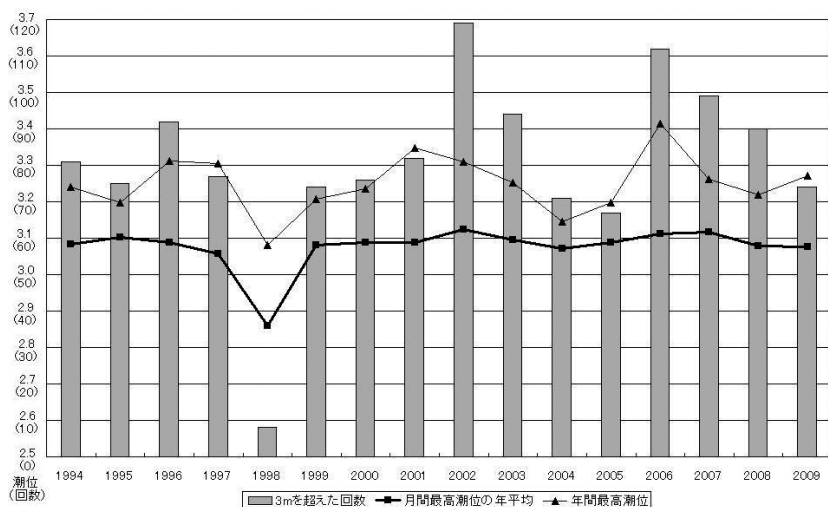


図2 年間最高潮位、月間最高潮位の年平均、潮位が3mを超えた回数

動きによって2006年2月に最も高い潮位を記録したわけで、その周辺の年の最高潮位も高くなるであろうことが考えられるからである。しかし、原因は何であれ、そして短期間の傾向であるとしても、年間の最高潮位は上昇傾向にあると言えるだろう。ところが、年間の最高潮位ではなく、それぞれの月の最高潮位を年単位で平均すれば（四角マーカーの太線のグラフ）、年間を通しては、エルニーニョの影響が大きかった1998年を除いてそれほど大きな振幅が見られない。つまり、毎月の状況から判断すれば、最高潮位の傾向にそれほど大きな変化はないということになるのである。どうやら海面が上昇傾向にあるかどうかを探ることから議論すると、袋小路になってしまうようである。

ところで、ツバルでの浸水被害を示すために、しばしば映像としてとられてきたのが、フォンガファレ島にあるヌイ島出身者の集会所（マネアバ）周辺である。写真4は、2009年2月26日の17時45分ごろに、その集会所で撮影したものであるが、17時10分頃にはすでに海水が集会所の前に流れ出してきていた。1時間ごとの潮位データによると、17時には2.798mで、最高潮位時間（予報では17時49分で、潮位は2.98m）後の18時には2.931mとなっている。このことから分かるように、だいたい潮位が3m近辺になると海水が出てきていわゆる浸水状態となるのである。

そこで図2の棒グラフを見ていただきたい。それは、1時間単位で計測されている海面潮位が3mを超えた回数を年単位で集計したものである。1994年のデータは、7月26日から8月18日までと1月1日のデータが欠落し、1995年では、3月11日～3月14日、4月1日～4月2日、12月21日のデータが欠落し1998年では、8月18日13時～23日7時までの間、9月11日0時～20時、9月29日3時～30日5時の間のデータが欠落している。したがって、これらの年には（特に1995年には）もう少し3mを超えた回数が増えた可能性はある。しかしそれらを踏まえても、3mを超えた回数は、近年に向けて増加しているように見える。2006年は1990年から2016年までの間で最も高い天文潮になる年だったので、3mを越える潮位を多く数えることは必然である一方、2002年にも何らかの地域的気象の要因で3mを越える潮位を多く数えている。そして、2006年

以降は、それまでと比べても比較的多くの3mを超える潮位を記録しているということが分かる。

しかしそれらを詳細に見ていくと、3mを超える潮位の回数が多い場合でも、単純に浸水被害の増大と結びつくわけではないということが見えてくる。それを示しているのが表3である。高い潮位が頻繁に出現すれば、当然大きな浸水被害が生まれる。2006年2月のキングタイドの時がそうで、表2を見ても3.3mを超える潮位の多さがそれを物語っている。ところが、棒グラフの上では3mを超える潮位の回数が多い2003年、2007年、2008年は、3.2mを超える潮位で言えば、1996年や1997年よりも回数が少ないということになる。ということは、確かに浸水回数は多くなっているだろうけれど、写真4を見ても推測されるように、その被害が比較的大きくはなかったものが多かったと考えられるのである。

また、細線グラフでは、2009年に再び年間最高潮位が上昇を見せているので、上昇傾向が強化されることになっているが、2009年の3mを超える潮位の数は減少し、しかも、表3で示されているように、その内訳は比較的高くない潮位が多いということがわかるのである。これらのことを勘案すると、近年、浸水被害がますます甚大になっているというわけではないことが理解されるであろう。そして、図2の棒グラフを素直に見れば、3mを超える潮位は1994年以前にも多く生じていたであろうということが予測されるのである。

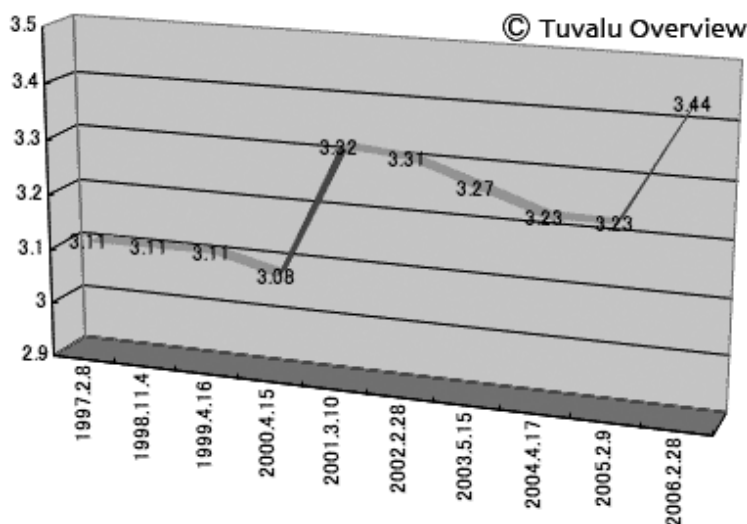
事実、ハワイ大学が公表している1970年代、1980年代の1時間ごとの潮位データは⁽³⁾、不完全なものが多いが、それでもNTCのデータに換算して3mを超える潮位を記録している年が何年もある⁽⁴⁾。例えば1985年では、3.3mを超える回数は0回であるが、3.2mを超える回数が7回、3.1m—3.2mの回数

表3 潮位の高さと回数の年比較

	1996	1997	2001	2002	2003	2006	2007	2008	2009
3.3m以上	2	2	4	2	0	7	0	0	0
3.2m以上—3.3m未満	10	9	12	13	8	11	7	1	5
3.1m以上—3.2m未満	20	19	20	40	23	29	29	23	14

が19回であった。つまり、大きな被害を生じさせるであろう高い潮位は、海面が上昇してきたかどうかの起点となっている1994年よりも10年近く前にも生じていることが、データによって裏付けられているのである。ということは、1994年以来海面は上昇していると仮定したとしても、それとツバルで生じている現象との因果関係を明確に指摘することは出来ないということになる。ツバルにおける被害の原因は、別のところに求めねばならないということなのである。

ところで、ツバルで活動が続けている日本の NGO 団体・Tuvalu Overview は、2006年2月のキングタイドを取材した記事の中で、1997年から2006年までの最高潮位のグラフを提示している。それが図3である。趣旨は、近年最高潮位が大幅に上がってきたことを示すためのようであるが、このグラフは2000年までのデータが（1998年を除くと）極度に低く設定されている。出典が NTC の South Pacific Sea Level and Climate Monitoring Project となっているが、NTC の時間単位のデータによれば（既に述べたように、1時間単位



出典：South Pacific Sea Level and Climate Monitoring Project

図3 Tuvalu Overview の提示している1997年からの最高潮位グラフ

の記録なので実際の最高潮位よりも若干低い場合が多いが)、1997年の最高潮位は3月9日で、その高さは3.3m、1998年のそれは12月3日で、3.08m、1999年は2月1日で3.21m、2000年は1月21日で3.24mなのである。

また、その記事の中で、「なぜ、今年のキングタイドが数値の上でも現象でも甚だしかったのか、その原因はツバル気象庁はもちろん、潮位計測器を設置したオーストラリアの潮位モニタープロジェクトも、原因を明らかにしてはいない」と述べているが、これも間違いである。例えば、2004年6月に公刊されているNTCの国別レポートでは、既に、2006年2月28日の天文最高高潮位が予測されているのである（National Tidal Centre 2004：21）。

7 浸水被害の原因

これまでの議論が明らかにしてきたように、地球温暖化による海面上昇とツバルにおける浸水被害の因果関係を立証するのは難しいのであるが、では、ツバルにおける浸水と海岸侵食の原因をどこに求めれば良いのだろうか。浸水被害から考えよう。

図4は先述の *Tuvalu Overview* が、自らの観測に基づいてフナフチ環礁・フォンガファレ島で浸水状態の生じる地点を図示したものである。①から⑤までの地点に浸水が見られるわけだが、これを見てすぐに気づくのは、これら5箇所は、すべて滑走路の傍であるという点である。この滑走路は、第二次世界大戦時にアメリカによって建設されたものであるが、滑走路を建設するためには掘削や埋め立てという作業が行われる。こうした点を考慮して、一つの説が登場してきた。それは、現在、フォンガファレ島で浸水の発生しているところは、かつての沼地を飛行場建設のため埋め立てたところや、飛行場建設で掘削をおこなったところである、というものである（Yamano et al. 2007、山野 et al. 2007）。彼らの議論を詳しく見て見よう。

山野らは、1896年から2004年にかけてのフォンガファレ島の写真や地図などを対比することで、上記の結論に至ったが、それは図5によって説明されている。島の西側のラグーンサイドの薄い色の部分はビーチリッジ（浜提）を、東

側の外洋サイドの少し濃い色の部分はストームリッジを、黒い色は沼地を、それより若干薄い黒色はタロイモのピットを、それよりもさらに少し薄くなった色はマングローブを示しているが、それを踏まえて1896年当時の図を見ると、フォンガファレの中央部は広範な沼地に覆われていたことが分かる。この沼地の詳細について山野らは述べていないが、1896年にフォンガファレにおいて実施された探検の報告にその様子が簡単に描かれている。それによれば、ビーチリッジとストームリッジに挟まれた島の中央部には、地表が黒く

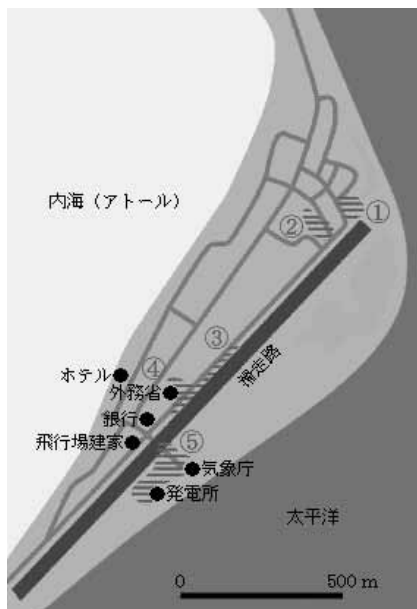


図4 フォンガファレ島における洪水の位置

デコボコした地帯が広がっており、この地帯は満潮時の海面より低いので、その時には海水が湧き出てきて、あちらこちらに池が出来たという (Royal Society of London 1904: 13)。こうした地帯の中央を貫いて、第二次世界大戦時にアメリカ軍によって滑走路が建設されたわけである。滑走路建設に伴ってその周辺は埋め立てられ、島の東の端に池が残るだけとなったのである。

さて、住居のあり方に注目していただきたい。飛行場が建設されるまでは、西のビーチリッジの上に建てられていたが、人口増加とともに埋立地にも拡大してきたことがわかる。既に述べたように、ツバルは1978年に独立するまではエリス諸島として知られており、北のギルバート諸島と一緒にイギリスの直轄植民地ギルバート・アンド・エリスを構成してきた。そしてフナフチは植民地時代からエリス諸島の中心地としての働きを演じてきた。人口増加も進み、図5に見るように、独立前の1974年には、ビーチリッジを超えて沼地の埋め立て地に多くの住居が建てられるようになった。独立後は益々フナフチに人

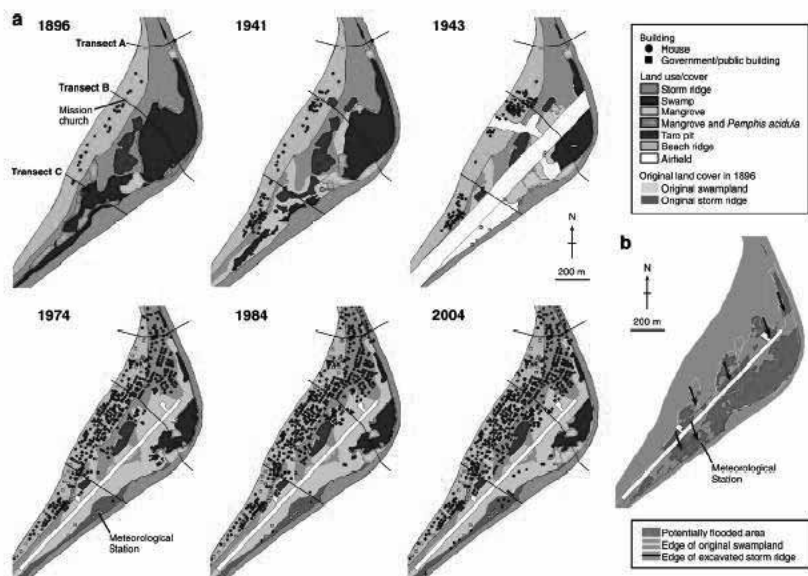


図5 フォンガファレ島における土地利用の変化
(Yamano et al. 2007 : Fig.2より)

口集中が続き、島の中央部の滑走路の傍や滑走路の東側にも建造物が立てられるようになったのである。

ところで、ビーチリッジは高いところで2.5m、ストームリッジは高いところで5 mであるとされているが (Yamano et al. 2007 : 411)、山野らもフナフチの探検隊と同様に、島の中央部の沼地であったところは大潮の海面より低かったと想定している。そして彼らはさらに、滑走路建設によって埋め立てられたにもかかわらず、この地帯は場所によっては大潮の海面より低くなっていると論じる。また、滑走路より東側では、滑走路建設のために掘削がおこなわれたことにより、ボローピットと呼ばれるくぼ地が出来たが、そこも場所によっては大潮の時の海面よりも低くなってしまっているというのである (McQuarrie 1994 : 39, Yamano et al. 2007 : 412, Fig3)。そして、それらの

場所が現在浸水が起こっていると言われている場所なのである。図5 bの図にある矢印は、山野らが調べた、浸水が起こるとされている地点を示している。それは図4と一致していることが分かるだろう。図5 bの相対的に濃い色の部分は、潜在的な浸水地域を示しているのだが、基本的に、1896年当時の沼地、マングローブ沼地などの分布と符合しているのである。つまり、現在生じている浸水は、もともと生じていたということであり、その浸水する地帯に人家が立つようになってから浸水が問題化することになったということなのである。

8 海岸侵食の原因

一方、海岸侵食に関しても新たな議論が登場してきた。フナフチ環礁にある小島、フアリフェケ（Fualifeke）島とパーヴァ（Paava）島の1984年の状況と2003年の状況を比較したウェブは、次のような見解を表明している。つまり、フアリフェケ島は、東側で激しい海岸侵食を受け島の形状が変化した、南東部分に新たな堆積が起こり陸地面積が増大したことで、1984年と比べると陸地面積が3.5%の減少にとどまっている、また、パーヴァ島は2003年には1984年よりも10%陸地面積が増大しているというのである（Webb 2006：6）。このことから、海岸侵食が起こっても、一方的に侵食されるだけではなく新たな堆積も生じるということが分かるとともに、侵食がなく堆積だけが見られるケースもあることが分かる。ということは、海面上昇が起こったために海岸が侵食された、と簡単には説明できないということになる。

そもそも、サンゴ礁島の海岸線形成に重要な役割を果たす砂地は、風や波によって侵食を受けると同時に、新たな堆積も生み出す。そして、こうした現象に重要な役割を果たしているのが有孔虫である。有孔虫の殻が堆積することで地形の侵食を補い、地形を維持するということである。これら有孔虫の生息密度は島の人口に反比例すると言われており（茅根 2007、エックス都市研究所 2008：20）、フナフチ環礁では、人口増加に伴う排水汚染などによって、有孔虫の数が激減しており、それが海岸侵食を深刻にしている主原因であると言う議論も登場してきた（茅根 2007、小林 2008：52、岡山 2008：34）。さらに、

低地やボローピットの埋め立て、道路の維持管理、建設用の砂利は、砂浜でおこなわれており、それが砂浜の現象、ひいては海岸線の変形にもつながっていると指摘されている（エックス都市研究所 2008：20）。

有孔虫の減少と海岸侵食の進行の因果関係については、今後、さらに検証されていくことになると思われるが、ツバルで生じている自然破壊、つまり海水の浸水や海岸侵食は、海面上昇によって直接引き起こされたというよりも、人為的な要素が大きな役割を果たしているということは確かなようである。もちろん、温暖化による海面上昇が大きくなればツバルのようなサンゴ礁島で出来た国は、大変な被害に遭遇することになる。したがって、その点を忘れてはならないことは言うまでもないが、ツバルで進行している環境破壊をすべて温暖化による海面上昇のせいであると語ることは、事実を見誤ってしまうことになり、ひいては被害の予防に対する見方をも間違えたものにしてしまうことになりかねないのである。

ところで、ツバルで生じている環境破壊の原因が、先進国による人為的温暖化のせいではなく、ツバル内部における人口増加や海岸汚染のせいである、というふうに考えると、責任がツバル自身に被せられかねない。しかし、それは間違いであると言うべきだろう。というのは、ツバルにおける今日の状況は、グローバリゼーションの波の中で生み出されてきたという事実があるからである。ツバルは植民地化を経験し、現在的なグローバリゼーションを経験していく中で、フナフチへの人口集中を生み出し、以前にあった「伝統的」システムを変形させざるを得ない状況に追い込まれたとさえ言えるのである。そして、そうした変形こそが、ツバルの社会的現実を大きく変えてきたのであり、今日の自然破壊を招くようになった要因ともなっているのである。

海岸侵食に関して有孔虫の重要性を訴えている茅根は次のように述べている。「環礁州島への人間居住が島の形成とほぼ同時の2000年前だったこと、それ以降2000年間人々の伝統的土地管理システムが途切れず維持されてきたこと、伝統的土地管理システムが崩壊し地形の維持システムが機能しなくなったのが、たかだか最近数10年の出来事であることは、地球環境問題に対する地域

の環境政策、環境と土地の保全・管理政策を立てる上で、伝統的システムの意義を再評価する上で、重要な知見である」(2007:13)。重要な指摘であろう。

注

- (1) IPCC は1988年に、WMO（世界気象機関）と UNEP（国連環境計画）により設立された。これは三つの作業部会から構成されており、第一作業部会は、気候システム及び気候変化の自然科学的根拠についての評価を行う。第二作業部会では、気候変化に対する社会経済及び自然システムの脆弱性、気候変化の好影響・悪影響、適応策について評価する。第三作業部会は、温室効果ガスの排出削減など、気候変化の緩和策について評価を行う（山本 2007:38）。これまで、第一次報告書（1990年）、第二次報告書（1995年）、第三次報告書（2001年）を公刊し、2007年に第四次報告書が出された。この報告書は、3年の歳月と、130を超える国の450名を超える代表執筆者、800名を超える執筆協力者、そして2,500名を超える専門家の査読を経て、作成され物である（IPCC 2007a:2-4）。
- (2) オーストラリアの国立潮位センターの潮位データは、以下の URL で公表されている。http://www.bom.gov.au/oceanography/projects/spslcmp/spslcmp_reports.shtml
- (3) ハワイ大学（University of Hawaii Sea Level Center）のデータは、以下の URL で公表されている。<http://ilikai.soest.hawaii.edu/uhslc/datai.html>
- (4) ハワイ大学のデータは、NTC のデータよりも772mm低い数値で表されている（University of Hawaii Sea Level Center 2003）。

引用文献

明日香壽川、吉村 純、増田耕一、河宮未知生

2006 「温暖化懐疑論へのコメント Ver.2.2」

<http://www.cir.tohoku.ac.jp/omura-p/omuraCDM/asuka/comment%20of%20global%20warming.htm#> 地球温暖化懐疑論へのコメント Ver.2.2

明日香壽川、吉村 純、増田耕一、河宮未知生、山本政一郎、江守正多、野沢 徹、他

2009 『地球温暖化懐疑論批判』 IR3S/TIGS 叢書 No.1

遠藤秀一

2004 『ツバラー海拔1メートルの島国、その自然と暮らし』 国土社

ゴア、A.

2007 『不都合な真実』 ランダムハウス講談社

IPCC

2001 Third Assessment Report: Climate Change 2001- The Physical Science Basic. http://www.grida.no/publications/other/ipcc_tar/

2007a Fourth Assessment Report: Climate Change 2007- The Physical Science Basic. http://www.ipcc.ch/publications_and_data/publications_ipcc_fourth_assessment_report_wgl_report_the_physical_science_basis.htm

2007b Fourth Assessment Report: Climate Change 2007- Synthesis Report. http://www.ipcc.ch/publications_and_data/publications_ipcc_fourth_assessment_report_synthesis_report.htm

2009 『地球温暖化第四次レポート：気候変動2007』中央法規

伊藤公紀

2007 「『不都合な真実』の“不都合な真実”」武田邦彦他 2007『暴走する「地球温暖化」論』pp.117-150. 文芸春秋

石田 進

2007 『ツバルよ 不沈島を築け!』芙蓉書房出版

神保哲夫

2004『地球温暖化に沈む国 ツバル』春秋社

2007『地球温暖化に沈む国 ツバル（増補版）』春秋社

茅根 創

2007 「環礁州島における自然（地形—生態）プロセスに関する研究」地球環境研究総合推進費平成19年度終了研究課題 Report 『B-015環礁州島からなる島嶼国の持続可能な国土の維持に関する研究』

<http://www.env.go.jp/earth/suishinhi/wise/j/pdf/J07B0015100.pdf>

小林 泉

2008 「ツバルの真実」『国際開発ジャーナル』8月号：36-37、9月号：52-53.

McQuarrie, Peter

1994 *Strategic Atolls: Tuvalu and the Second World War*. Macmillan Brown Centre for Pacific Studies, University of Canterbury and Institute of Pacific Studies, University of the South Pacific.

National Tidal Centre

2004 Pacific Country Report on Sea Level & Climate: Their Present State Tuvalu. June 2004.

http://docs.tuvaluislands.com/2004_Sea_Level_Report_TV.pdf

2006a The South Pacific Sea Level & Climate Monitoring Project: Sea Level Data Summary Report November 2005-June 2006.

http://www.bom.gov.au/ntc/IDO60102/IDO60102.2006_1.pdf

2006b Pacific Country Report on Sea Level & Climate: Their Present State Tuvalu. June 2006.

<http://www.bom.gov.au/ntc/IDO60033/IDO60033.2006.pdf>

2007 The South Pacific Sea Level & Climate Monitoring Project : Sea Level Data

Summary Report July 2006 - June 2007.

http://www.bom.gov.au/ntc/IDO60102/IDO60102.2007_1.pdf

2008 The South Pacific Sea Level & Climate Monitoring Project : Sea Level Data Summary Report July 2007 - June 2008.

http://www.bom.gov.au/ntc/IDO60102/IDO60102.2008_1.pdf

2009 The South Pacific Sea Level & Climate Monitoring Project : Sea Level Data Summary Report July 2008 - June 2009.

http://www.bom.gov.au/ntc/IDO60102/IDO60102.2009_1.pdf

岡山俊直

2008 「南太平洋ツバルの現状」『生活と環境』平成20年5月号：33-37.

Royal Society of London

1904 *The Atoll of Funafuti. Boring into a coral Reef and the results. Being the Report of the coral Reef committee of the Royal Society.* Harrison and sons. St. Martin's Lane.

助安由吉

1998 『Oh! My Motherland Is Sinking into the Sea: A Message from The Republic of KIRIBATI キリバス共和国からのメッセージ 国が海に消えていく』エイト社

武田邦彦

2007a 『環境問題はなぜウソがまかり通るのか』洋泉社

2007b 『環境問題はなぜウソがまかり通るのか2』洋泉社

Tuvalu Overview

2003 「ツバル2003年取材レポート」

<http://www.tuvalu-overview.tv/problem/tuvalu2003/index.html>

University of Hawaii Sea Level Center

2003 Station Info. Research Quality Data Funafuti- A.

<ftp://ilikai.soest.hawaii.edu/rqds/pacific/doc/qa025a.dmt>

渡辺 正

2005 『これからの環境論：つくられた危機を超えて』日本評論社

Webb, A.

2006 *Tuvalu Technical Report- Coastal Change Analysis Using Multi-Temporal Image Comparisons—Funafuti Atoll.* SOPAC Project Report 54. Suva.

エックス都市研究所

2008 『平成19年度島嶼国を始め世界各地域との環境連携強化検討（国別調査）業務報告書』環境省

薬師寺仁志

2007a 「なぜ、消えた「地球寒冷化論」」武田邦彦他 2007『暴走する「地球温暖化」』

pp.21-47. 文芸春秋

2007b 「科学を悪魔祓いする恐怖政治」 武田邦彦他 2007『暴走する「地球温暖化」論』 pp.73-98. 文芸春秋

山本良一

2007 『温暖化地獄—脱出のシナリオ』 ダイヤモンド社

Yamano, H., Kayanne, H., Ymaguchi, T., Kuwahara, Y., Yokoki, H., Shimazaki, H., & M.Chikamori

2007 Atoll island vulnerability to flooding and inundation revealed by historical reconstruction: Fongafale Islet, Funafuti Atoll, Tuvalu. *Global and Planetary Change* 57:407-416.

山野博哉、松永恒雄、島崎彦人

2007 「環礁州島のモニタリングと GIS による診断手法に関する研究」地球環境研究総合推進費平成19年度終了研究課題 Report 『B-015 環礁州島からなる島嶼国の持続可能な国土の維持に関する研究』

<http://www.env.go.jp/earth/suishinhi/wise/j/pdf/J07B0015310.pdf>

Yin, J., Schlesinger, M. and R. Stouffer

2009 Model projections of rapid sea-level rise on the northeast coast of the United States. *Nature Geoscience* 2:262-266.