

第2章 ツバルにおける海面上昇問題

1 ツバルの現実

2002 年、イギリスの BBC 放送は、ツバルは、大国や大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、という主張をして大国を提訴する考えを明らかにした、と報じた。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（温室効果ガス説以外にも、太陽黒点説、周期的な寒暖の変化、などもある）などによって、提訴すること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、早くから太平洋のさんご礁島での海岸侵食が問題となってきたのである(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の砲台が、現在は、波打ち際ギリギリの砂浜にたっているものもあり、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、たとえばフナフチ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し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。



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



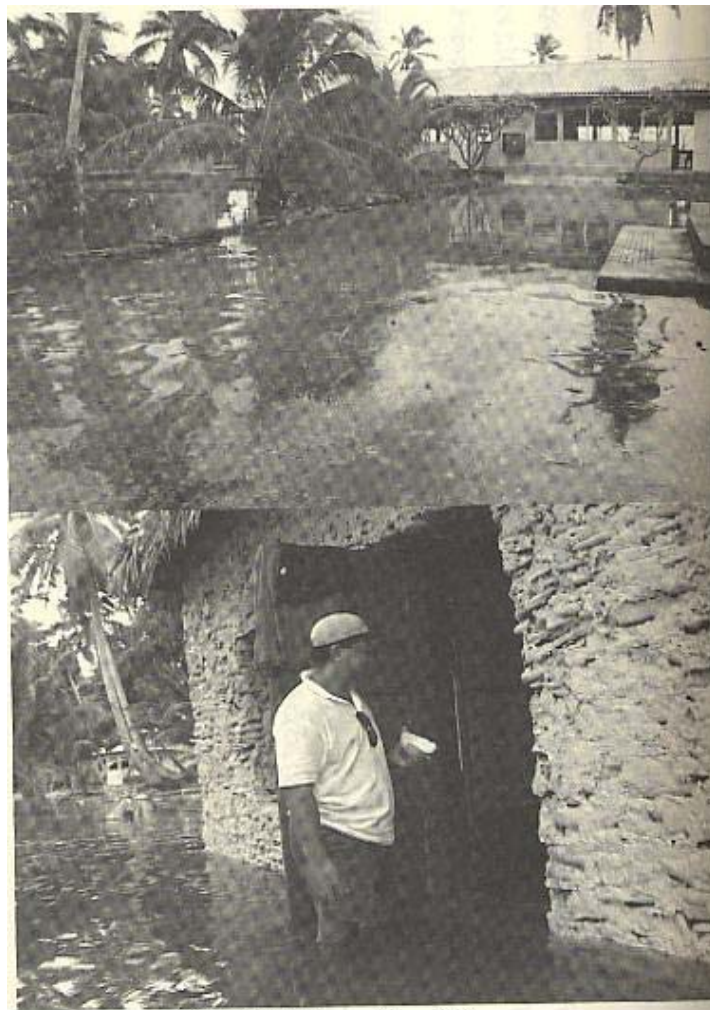
写真3 フォンガファレ島の集会所



写真4 満潮時に水浸しになった集会所

このようなサンゴ礁島における海岸侵食などの自然破壊は、ツバルにおいては以前から存在していたであろうと考えられるが、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 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。本章では、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。



神保哲生著『ツバル』より

写真 5 地中から浸水してきて洪水状態となったアマツク島の海員養成学校

2 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 (A1F、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 (表 1)。

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。A1F 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。

表 1 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
A1F	0.26-0.59

表 1 を見る限り、最悪のシナリオである A1F、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均 59cm 上昇するということになる。これは、ゴアの言うような 6 m という数値と一桁異なることになる。確かに 6 m 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 の第二次報告では最大 94cm、第三次報告では最大 89 cm の海面上昇を予測していたが、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 日にかけてに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い、さらに、温室効果ガスをどんなに劇的に削減したとしても、最低で 1m は上昇すると発表している。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出来上がった国家にとっては、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。

3 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、ツバルの海面上昇はここ 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みられないか、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⁽¹⁾。次の節ではそれを見ることにしよう。

4 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とお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。



写真6 フナフチにある NTC の潮位計

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、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ないと指摘しているのである(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、+5.5mm/year（当初 2005 年までは+4.3mm

とされていたが、修正されている）、2006年6月までは+6.4mm/year、2007年6月までは+5.7mm/year、2008年6月までは+6.1mm/year、2009年6月までは+5.6mm/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+3mm/year~-3mm/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ので、図 1 から 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。

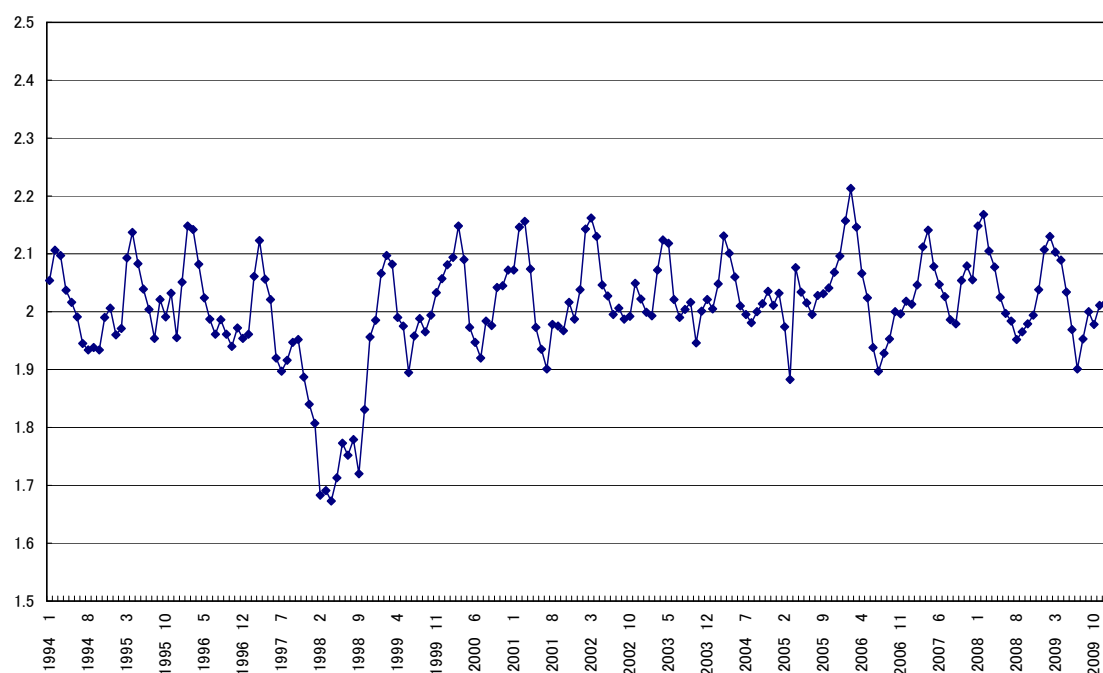


図 1 ツバルにおける月間平均潮位

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と、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)。

5 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するには、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、神保が指摘するように、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、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 の赤と青の折れ線グラフは、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（赤線）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（青線のグラフ）、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、袋小路に入っ

まうようである。



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

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（マネアパ）周辺である。写真4は、2009年2月26日の17時45分ごろに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气象の要因で3mを超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 2 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 3.2m 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。

表 2 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

また、赤の折れ線グラフでは、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 2 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⁽²⁾、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⁽³⁾。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、ツバルで活動をしている日本の NGO 団体・Tuvalu Overview は、2006 年 2 月のキングタイド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

という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。

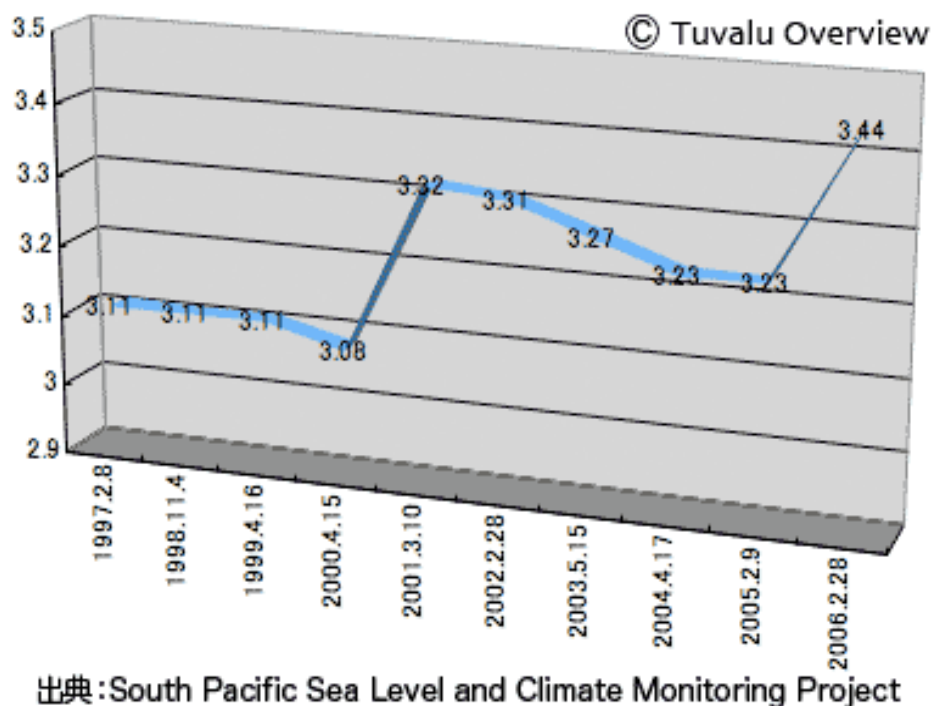


図3 Tuvalu Overview の提示している 1997 年からの最高潮位グラフ

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）。

6 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。



図4 フォンガファレ島における洪水の位置

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黄色の部分はビーチリッジ(浜提)を、東側の外洋サイドの着色部分はストームリッジを、濃い青色は沼地を、緑色はマングローブを、深緑色はタロイモのピットを示しているが、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。

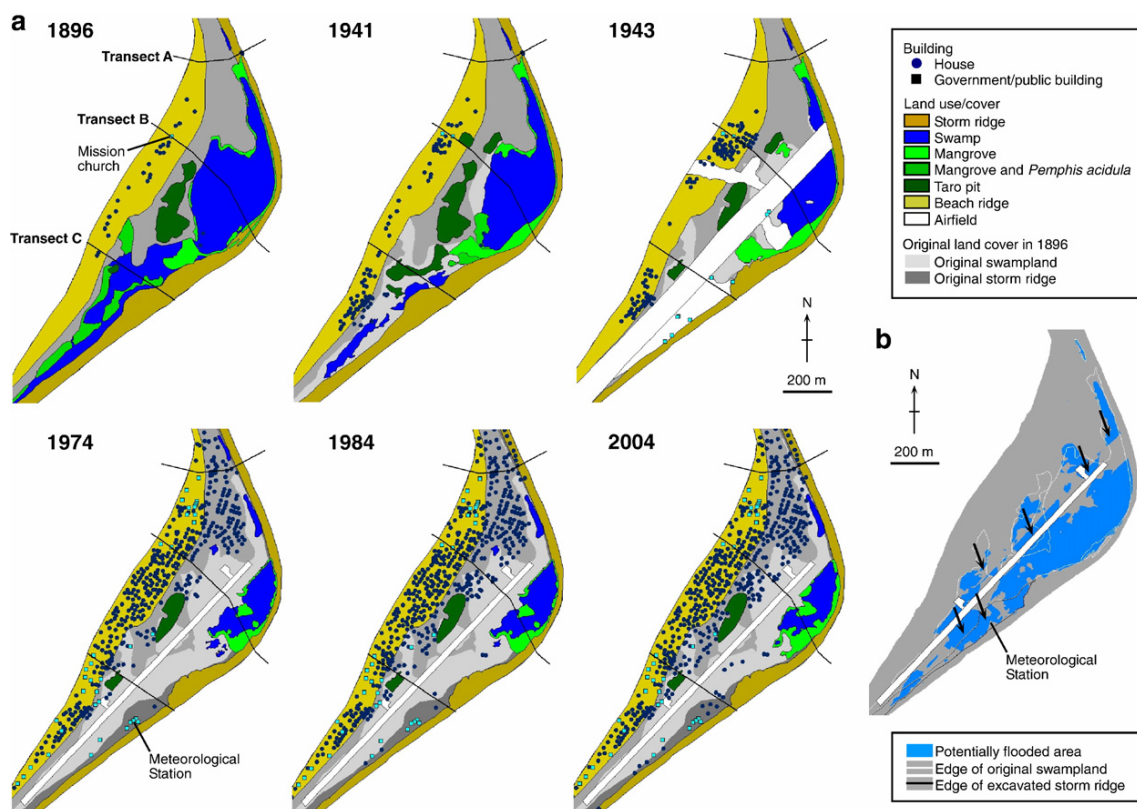


図5 フォンガファレ島における土地利用の変化
(Yamano et al. 2007:Fig.2 より)

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。序章で述べたように、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あって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 5m 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うというのである(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きているといわれている場所なのである。図 5 の b の矢印は、山野らが調べた、浸水が起これ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。青色の部分は、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。

7 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、フアリフェケ島とパーヴァ島の 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れ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、海岸侵食が起これても、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、海面上昇が起これ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、風や波によって浸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のである。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浸食は、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さんご礁島で出来た国は、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ったものにしてしまうことになりかねないのである。

8 グローバリゼーションと環境破壊

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かぶせられかねない。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、現在の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。

海岸侵食にかん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）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

（２）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/uhscl/datai.html>

(3) 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Ver2.2>

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 『ツバルー海拔 1 メートルの島国、その自然と暮らし』 国土社

IPCC

2009 『地球温暖化第四次レポート：気候変動 2007』 中央法規

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

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

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.

(2010 年 2 月作成)

神戸大学大学院国際文化学研究科 吉岡政徳