

8. コメント：地球環境の変遷と文明の盛衰： 人間活動に対する気候変動の影響

福澤 仁之*

1. はじめに

過去の地球環境は様々な要因によって、その大きさや速度を変化させながら変動してきた。そして、気候変動は様々な影響を人間活動に与えて、特徴ある「文明」や「文化」を作り出してきた。また、人間活動による「温室効果気体」の排出は、将来の地球環境を突然かつ急激に変化させる可能性が指摘され、現在の地球環境変動システムの理解とその将来予測が重要であると考えられている。その際に、過去の様々な堆積物に記録された環境変動を検出して、その時系列変動を理解して、持続可能性のある自然・人間共生系を構築することが急がれている。ここでは、将来の地球環境の変動を予測するために、過去の変動記録の検出と変動メカニズムの理解が重要で、人間活動が自然環境変動によって制約されていた事実を、イースター島を例にあげて説明する。

2. 地球環境の将来予測

2.1 今までの将来予測

現代はボーダレスの時代で、「人」、「もの」、「情報」、「カネ」の面で1つの地球が実現されつつある。しかも、すべてのボーダレス化が加速度的であることという特徴があり、突然かつ急激な変動の時代に我々は生きている。その中で、「2020年問題」が今クローズアップされている（安田，2005）。

1972年にローマクラブと呼ばれる社会科学研究集団が、科学は予言能力を持つということを示そうと、人口の将来予測を行った（メドウズほか，1972）。1970年までのデータを使って、「資源」、「食糧」、「工業生産」、「汚染」も含めたカーブを予想して描いた（第1図）。これに対して、トブラーは『第3の波』の中で、「現代は産業革命の延長ではない、新しい時代、まっ

たく新しい、これまでの人類が経験したことのない、情報革命の時代に入っている」と述べ、「人口など予測できるはずはない」とローマクラブを批判した。しかし、30年後の2000年の世界人口の彼らによる予測は61億人、実際との差はわずか1億人である。「食糧」や「資源」も消費による枯渇が生じて、その交点が2020年にあり「成長の限界」と予想した。そして、2050年には人口が100億人になり、大きなカタストロフが生じて、その後減少をたどることになる（安田，2005）。

この人間と共生する地球環境の将来予測において、ローマクラブの見解には大きなものが欠落している。それは、地球の気候変動である。100万年前以降、10万年周期が卓越する氷期・間氷期サイクルが顕著に現れている。しかも、氷期の中には突然かつ急激な寒暖変動が生じて、50年以内に7°C程度上下することは一般的であった。その中で、現在の完新世（間氷期）の安定した気候は極めて異常な状態であることがわかる。また、過去の氷期・間氷期サイクルから、これから将来は寒冷化することは明らかである。したがって、将来予測の中に気候変動に関する情報もインプットしなければ信頼性の高い予測はできない。

2.2 将来の地球環境のモデルとしてのイースター島

ローマクラブの予測が正しいかどうかを判断するためには、モデルシミュレーションが重要である。しかしながら、何百年という時間をかけないといけなため、それはほとんど不可能である。そこで、過去の類似する環境変遷から推定せざるを得ない。それが「イースター島モデル」である（Brander and Taylor, 1998）。

イースター島は南東太平洋に浮かぶ孤島で、西暦500年頃に西からやってきたモンゴロイドが住みつき、1862年に住民1,000人がペルーに連れ去られるまで、全くといっていいほど外界からの干渉を受けていな

* 首都大学東京都市環境学部。

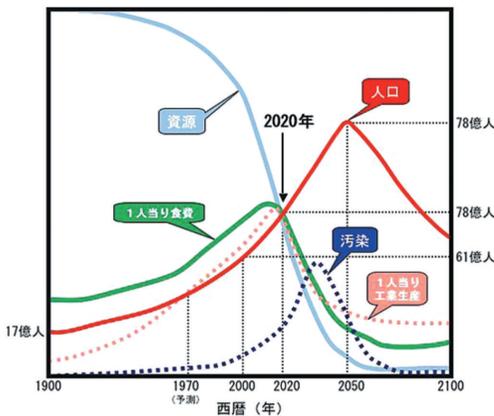
© 2007 日本気象学会

い。これは、ボーダレスになった現在の地球と同じである。

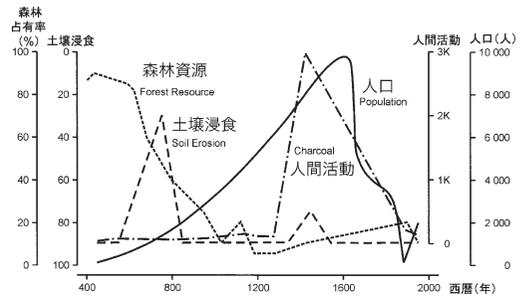
イースター島は火山島であり、多くの火口湖があり、そこには厚い堆積物がある。2005年3月の我々の調査では、1年単位の縞模様（年縞）が連続する堆積物を採取できた。これらの火口湖堆積物に含まれる花粉、およびチャコール（微粒炭）の堆積速度と、遺跡における黒曜石の石器量による人口の推定が行なわれている（Flenley and Bahn, 2003；Fukusawa *et al.*, 2005）（第2図）。それによれば、西暦500年頃のモンゴロイドのホツマツア一行の漂着によって、森林が開拓され、焼き畑による土壌浸食が生じた。食糧の増産によって人口が増加して、西暦1200年頃から人口増大による汚染が微粒炭の増加として現れた。また、アフ（祭壇）の上に置かれたモアイ像などの遺跡も西暦700年から1860年までに作られている。しかし、西暦1700

年を境に人口が激減した。

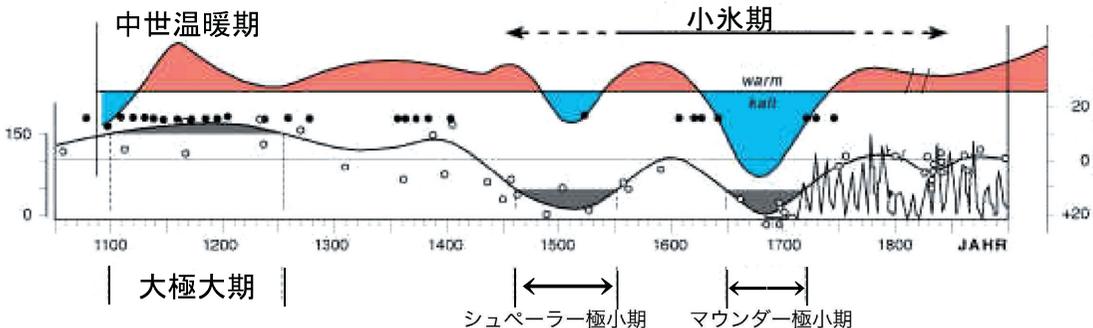
これらのイースター島における環境変遷は、ローマクラブによる予測モデル（第1図）と驚くほど似ている。イースター島の環境変遷モデルはローマクラブによる将来予測の高い信頼性を裏付けている。ただし、イースター島では、西暦1690年頃に約10,000人の人口が5,000人程度へと急減している。この時期は、太陽黒点数の変化における「マウンダー極小期」に相当する（KIHZ, 2000）（第3図）。この理由としては、1）気候変動による食糧生産の減少、2）「ハナウ・エエペ（たくましい人の意）」と「ハナウ・モモコ（やせた人の意）」の戦いで前者がほぼ全滅させられたことなど考えられる。2）の場合でも、そこには食糧の確保が戦闘目的にあったと考えられている。いずれにせよ、食糧の減産がこの時期におこっている。また、



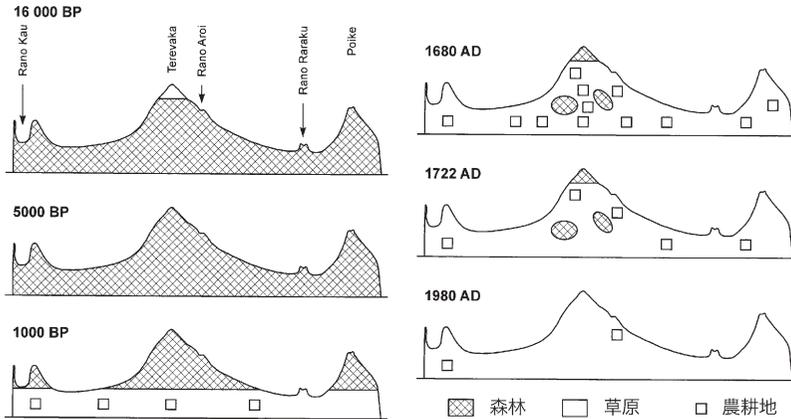
第1図 ローマクラブによる人口と環境変化に関する将来予測（メドウズほか，1972）。



第2図 イースター島における環境変化と人口変化（Brander and Taylor, 1998；Fukusawa *et al.*, 2005）。人口（実線，スケールは右），人間活動の指標としての微粒炭堆積速度（一点鎖線，スケールは右中），森林占有率（%）（点線，スケールは左），土壌浸食量（破線，スケールは左中）。



第3図 10世紀以降の花粉分析による気温変動（左上の縦軸），大気中の放射性炭素濃度（右側の縦軸）および太陽黒点数変化（下）（KIHZ, 2000）。



第4図 16000年前以降のイースター島の森林・草原・農耕地の垂直分布の変化を示す模式図 (Flenley and Bahn, 2003). (左上から) 16,000, 5,000, 1,000年前. (右上から) 西暦1680, 1722, 1980年.

イースター島内の多くの花粉分析から、森林の衰亡も復元されている (Flenley and Bahn, 2003) (第2図)。16,000年前以降の森林・草原・農耕地の垂直分布によれば、ヨーロッパ人が航海の途中に寄った1680年と1722年の間に、森林植生が未回復で農耕地が激減していることがわかる (Flenley and Bahn, 2003) (第4図)。この時期は気候変動の「小氷期」に相当し、西暦1690年前後は太陽黒点数の減少期である「マウンダー極小期」がイースター島の人為的環境改変による環境悪化への最後のとどめに一撃になったわけである。

すなわち、社会科学的に行なわれた将来の地球環境予測 (ローマクラブ・モデル) と実際例 (イースター島モデル) を比較すると、実際例には気候変動要素が強い影響を与えていることが明らかである。

3. 気候変動と文明の盛衰

完新世以降においても、気候変動に文明が連動して、画期的に変化している。寒冷化にともなって、人間意識の中に革命的な変化が生じている。危機に際して人間は知恵をしばり、工夫するということを意味する (安田, 2004)。

1万年前の「農業革命=牧畜革命」について、この素晴らしい発明は、食料の中に自分の身を置いたことである。これによって人間は餓死しなくなるが、同時

に人口が爆発的に増加することにつながった。

「都市革命」、「精神革命」に次ぐ重要な大変革は、産業革命の前に起きた「科学革命」である。これも、イースター島に変革をもたらした「小氷期」に生じており、ペスト流行にともなう医学の進展がベースにある。

4. おわりに

過去の気候変動を解明する研究、即ち「古気候学 (paleoclimatology)」によ

る、気候変動の大きさ、振幅および速度の検討が、地球環境と共生する人類活動パラダイムを構築する上で極めて重要で、それが2020年問題を解決する一手段になるのではなかろうか。

参考文献

- Brander, J. A. and M. S. Taylor, 1998 : The simple economics of Easter island : A Ricardo-Malthus model of renewable resource use, *Amer. Econom. Rev.*, **88**, 119-138.
- Flenley, J. and P. Bahn, 2003 : *The Enigmas of Easter Island*, Oxford Univ. Press, 256pp.
- Fukusawa, H., M. Kato, K. Gotanda and Y. Yasuda, 2005 : Did climatic changes have a dramatic effect on the Easter Island civilization?, *Monsoon*, **6**, 32-35.
- KIHZ (Natuliche Klimavariationen In Historischen Zeiten bis 10.000 Jahre vor heute), 2000 : In http://www.gfzpotdam.de/pb3/pb33/kihzhome/kih01/fig3_deu.html
- メドウズ, D. H., D. L. メドウズ, J. ランダース, ヘアランズ三世 (大来佐武郎監訳), 1972 : 成長の限界-ローマクラブ「人類の危機」レポート, ダイアモンド社, 206pp.
- 安田喜憲, 2004 : 気候変動の文明史, NTT出版, 268pp.
- 安田喜憲, 2005 : 巨大災害の時代を生き抜く-ジェオゲノム・プロジェクト, ウェッジ選書18, 株式会社ウェッジ, 248pp.