

## 第 4 紀後半の構造運動と気候変動

平 一弘  
北海道教育大学旭川校

### Late Quaternary Global Tectonics and Climatic Changes

Kazuhiro TAIRA

Asahikawa Campus, Hokkaido University of Education Asahikawa, 070-8621, Japan

#### Abstract

Rapid vertical uplift of south Taiwan in late Quaternary induced the Holocene compression N-E which provokes high range deformation of crust along island arcs in eastern Asia. These abrupt tectonic changes with geoid deformations which affect ocean currents induced abrupt climatic changes. Consequently, it is thought that late Quaternary vertical movements in eastern Asia trigger horizontal tectonic movements and then abrupt climatic changes. If this conclusion is correct, it can be said that uplifted or submerged coastlines suggested in a number of tectonic areas, including glacial areas were caused by this mechanism.

**Keyword:** Quaternary, Tectonics, Climatic change, Neotectonism, Catastrophism, Uniformitarianism, paradigm shift

#### 1 はじめに

Neotectonism は、第 4 紀における安定大陸の 10m ~ 100m 規模の運動を示している<sup>1</sup>。この運動は、世界の色々な地域から報告され、これらの資料からある仮定を背景に所謂海面変動曲線が描かれている。これは、tectoeustatic と glacioeustatic と言われ、前者はプレートと、また後者は海水の動きと関連づけられ<sup>2</sup>、所謂 glacioeustatic cycles は tectono-eustatic 傾向と重複し、構造運動は緩やかであると推定することにより、急激な海水面運動が考えられている。この論文では、構造運動には緩やかな運動と急激な運動が存在し、これらの運動は気候の変動による地球表層の物質の運動と関係し、また逆にこの地殻変動が気候変動を引き起すという地球における内外の相互関係で地質現象が生じていることを報告する。

## 2 第4紀における急激な変動と波動

台湾南部において20,000年前から10,000年前における急激な地殻運動が報告されている<sup>3</sup>。この運動の規模は $10^3$ の時間における100m~200mの規模の運動であり、これらは、緩やかな運動とは言い難く、また地震の累積とも考え難く、現在見ることが不可能な地殻の急激な変動（diastrophism）と考えたい。かつて、台湾大学のMa先生(1967)が地殻の「The sudden total displacement」といった地球規模の運動を想定しているが、その解釈の違いこそあれこの様な急激な地殻の運動を想定することが出来る。これらの変動の原因は、長い期間において地球表層の空気、海水、氷床の移動が地球内部にストレスとして緩やかに集積し、その内部エネルギーが10万年周期で開放され急激な地殻変動を引き起すと考えられる<sup>3</sup>。一般的に気候変動曲線を観察すると、寒冷な期間が長く、温暖な期間は短く、この境界に所謂「Abrupt climatic events」<sup>5</sup>が報告され、これらの短期間の急激な気候変動は、台湾南部に見られる急激な全世界的な地殻変動により引き起されたと考えられる<sup>3</sup>。

氷河地域におけるこの時期の運動はアイソスタシー理論で説明されているが、スカンジナビアにおける13万前の隆起は、氷床の融解とは別の原因とされる<sup>6</sup>。それ故、世界各地にみられる第4紀末の急激な隆起沈降現象は氷河地域、非氷河地域に関係なく存在し、この運動が海底地形を変え、新たな海洋変動を引き起したと推定する。

東アジアにおいては、台湾の急激な隆起は完新世における波動的地殻変動<sup>7,8</sup>を引き起し、これは内部物質の移動から派生する現象と考えることが出来る。これらの波動的な地殻運動は、東アジアにおいて見かけ上Fairbridge型の海面曲線を想定し、これらの地殻変動は小波動の気候変動を引き起したとも考えられる。そのため、第4紀に日本列島において北東方向の力が生じたと推定する。そのため、世界各地に点々と見られる第4紀における地殻の隆起は、周辺地域に地殻の波動現象を生成し、Fairbridgeタイプの海面曲線を生成したと考えたい。

## 3 気候変動と構造運動

内藤(1987)は、地球表層の物質の移動が地球内部に緩やかなストレスを集積すると考えている。Morner(1986)が報告している1800~2000年における気候と地震の変動図を見ると、小サイクルの気候変動後に急激な地震が報告されている。また、完新世における世界の海面変動曲線を見るとFairbridgeタイプの曲線と緩やかなサインカーブタイプの曲線が知られている。これらの曲線を台湾南部の構造運動を背景に考察すると、この地域において3000年前頃に急激な構造運動が示されているが<sup>11</sup>、完新世におけるFairbridgeタイプの気候変動が、地球表層における南北の物質移動を引き起し、その移動による地球内部の累積的ストレスが3,000年前頃開放されたと考えると自然である。同じく、時間のスケールは異なるが、過去100,000年間における小サイクルの気候変動は、僅かなストレスを長い期間に地球内部に集積し、これが20,000年前以降の急激な地殻変動を引き起し、これが $10^3$ 年の二次的気候変動を派生させている<sup>3</sup>。これらの気候変動による、内部物質の移動は100,000年前にわたる緩やかな地殻の隆起と沈降を生成し、その後10,000年間における急激な地殻変動を引き起していると考えられる。その意味で、Morner(1996)が指摘するスカンジナビアにおける純粹の地殻変動とアイソスタシーの二重構造は、これからも説明がつかないのである。一般的に世界的な氷床の融解は、ミランコビッチにおける気候変動論で説明されているが、むしろ温暖化とグローバルな地殻運動により生じたと考えの方が自然である。

## 4 グローバルな構造運動の起源

一般的に、第4紀における氷河地域の地殻（例えばスカンジナビア）の運動と非氷河地域（例えばバルバドス島<sup>12</sup>、ニューギニア<sup>13</sup>、地中海<sup>14</sup>）における地殻の変動はそのメカニズムにおいて説明が異なるが、台湾の例に示されように100,000年間における緩やかな運動とそれに続く10,000年間における急激なグローバルな運動を想定するならば、第4紀における海面変動論はHey(1978)が指摘するように正確性においてその意味を失うことになる。また、Fairbridge(1972)が指摘する「第4紀における段丘地形は、緩やかな構造運動に氷河性サイクルが重なっている」という解釈も成り立たない。むしろ、第4紀における構造運動は、緩やかな運動と急激な運動の繰り返しで、これが全世界的に生じていると筆者は考える。これはまた、急激な垂直運動とそれに派生する水平運動が世界各地に生じていると考えるべきである。

これらの運動の起源を考察すると、内藤(1977)が指摘するように高周波数の大気・海洋系の運動が地球回転を励起すると同時に地殻・マントルの変形をもたらすとされている。この視点は、前述した気候変動（氷床の生成も含めて）と構造運動関係から長周期の地質現象にも適応可能であると考える。

地磁気の資料から、磁場の逆転は、12,500年BP(Gothenburg Excursion)頃と115,000年BP(Blake Event)頃が報告されている<sup>15</sup>。これらの地磁気の変動は、地球上の地殻変動が地球深部の変動と連動していることが明確である。この時期は、長い寒冷な気候が終わり温暖化の時期に変化する時期であり、また地球のエネルギーが解放される時期でもある。この解放は、地殻の垂直運動とそれから派生する水平運動をもたらす、所謂「Global tectonics」が生じたと予想される。これは、気候変動による長い間（100,000年）の地球内部における物質の不均衡を回復するための調整であり、その調整現象がプレートの運動であり、これに伴い極移動も生じ、Morner(1996)が指摘する地球回転数の変化、海流の変化という地質現象が短い期間に急激に生じたと考える。

## 5 まとめ

地質学研究において、第4紀は非常に短く、氷河時代として扱われ、それより古い時代はプレートの研究が盛んである。地質学の前提はその方法において「Uniformitarianism」があり、システムにおいて「Catastrophism」であるが<sup>16</sup>、思考のための「現在」が明確にされなければ過去への遡行、未来への予測は不可能である。第4紀は、地質学においてまさしく現在であり、ここに過去を解く鍵があり、この時代において地質学の基本原則の意味を問うことが可能である。その意味で第4紀は、単なる氷河期の時代ではなく、プレートの運動も遠い過去の現象でなく、氷河の成長と崩壊もこのプレートを含めた全体の地質現象の中で考察しなければならないのである。

例えば、氷河地域に「Peripheral bulge collapse」という現象が氷河作用で説明されているが、非氷河地域に位置する東アジアの構造運動の視点から考察すると、これは地殻の急激な隆起から派生する地殻の波動と考える方が自然である。

地球規模の現象は、その地域ごとに違いがあるが、それらはお互いに連動していることは事実であり、アイソスタシーという概念を含め、第4紀の現象を別の視点から再検討する時期にきている。クーンの世界に異常認知という言葉があるが、台湾の第4紀現象はまさしく異常であり、これを地域的例外として考えるより地球的規模の連動と考えると無視された過去の資料が生き返るのである。これこそ地質学における「paradigm shift」である。

## 引用文献

- 1 Fairbridge, R. W. 1981. The concept of neotectonics: An introduction. In: Fairbridge, R. W. ed., Neotectonics: Zeitschr. fur Geomorph., Supp., 40, 7-12.
- 2 Fairbridge, R. W. 1972. Quaternary sedimentation in the Mediterranean region controlled by tectonics, paleoclimates and sea level. In Stanley, D. J., ed., Mediterranean Sea: Dowden, 99-110.
- 3 Taira, K. 2001. Late Quaternary palaeoenography Eastern Asia. Journal of Coastal Research, 17(1), 114-117.
- 4 Ma, T. Y. H. 1967. The two fundamental laws of Earth evolution derived from the formation of peneplains and deposition of sediment on sea and ocean bottoms. Oceanographia Sinica, 9, 1-26.
- 5 Flohn, H. 1979. On time scales and causes of abrupt paleoclimatic events. Quat. Res., 12, 135-149.
- 6 Morner, N. A. 1996. Earth rotation, ocean circulation and palaeoclimate. In Andrews, J. T. et. al. ed., Late Quaternary Palaeoenography of the North Atlantic Margins, Geological Society Special Publication, No. 111, 359-370.
- 7 Taira, K. 1976. A wave-like pattern of Holocene crustal warping in eastern Asia Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 19, 249-254.
- 8 Taira, K. 1981. Holocene tectonism in Eastern Asia and geoidal change. Palaeo-geography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 36, 75-85.
- 9 Naito, I. 1977. Atmosphere-ocean system and rotation of the Earth. Tenki, 24, 645-670. (in Japanese).
- 10 Morner, N. A. 1986. Global neotectonics, arcs and geoid configuration. In: Wezel, F. C. ed., The origin of arcs, Elsevier, 79-91.
- 11 Taira, K. 1975. Holocene crustal movements in Taiwan as indicated by radiocarbon dating of marine fossils and driftwood. Tectonophysics, 28, 1-5.
- 12 Harmon, R. S., Schwarcz, H. P. and Ford, D. C. 1978. Late Pleistocene sea level history of Bermuda. Quat. Res., 9, 205-218.
- 13 Bloom, A. L., Broecker, W. S., Chappell, J. M. A., Mathews, R. K. and Mesolella, K. J. 1974. Quaternary sea level fluctuations on a tectonic coast. Quat. Res., 4, 185-205.
- 14 Hey, R. W. 1978. Horizontal Quaternary shorelines of the Mediterranean. Quat. Res., 10, 197-203.
- 15 Morner, N. A. 1978. Paleoclimatic, paleomagnetic and paleogeoidal changes. In Evolution of planetary atmospheres and climatology of the Earth, CNES Toulouse, Coll. Intern., 221-232.
- 16 Hallam, A. 1983. Great geological controversies. Oxford University Press.