

ブルームの冬：生物圏革新の原因

Plume Winter: cause of biosphere innovation

磯崎 行雄 [1]

Yukio Isozaki [1]

[1] 東大・総合・広域

[1] Earth Sci. & Astron., Univ. Tokyo Komaba

マントル内で生じる巨大な内上昇・下降流（スーパーブルーム）は、固体地球でおきる最大規模の非定常的あるいは非可逆的な熱と物質の輸送である。46億年に及ぶ地球史の後半25億年間に限っても、スーパーブルームは数度活動し、超大陸の形成・分裂がおきた。地球表層では、これらに同期して生物群の大きな交代がおきた。その原因はスーパーブルームの上昇に関連した異常火山活動と、派生する急激な気温変化、酸性雨、光合成の停止による酸素量の激減などの多様な環境ストレスであったらしい。スーパーブルームの間欠的活動による特異な事件連鎖とグローバル環境変化（ブルームの冬）は、過去の主要な生物圏革新の原動力とみなされる。

マントル内で活動するスーパーブルームは、固体地球でおきる最大規模の非定常的あるいは非可逆的な熱と物質の輸送プロセスである。46億年に及ぶ地球史の後半25億年間に限っても、スーパーブルームの活動は数度おこり、その都度、超大陸の形成・分裂をひきおこした。半径6400kmの固体地球に対して、たかだか表層20km厚程度しかない生物圏も、巨大なブルーム活動とは無関係にいらなかった。地球生命進化史の中での主要なイベントとして、酸素発生型光合成の開始（27億年前）、真核生物の出現（21億年前）、多細胞生物の出現（12億年前）、硬骨格生物の出現（6億年前）などが挙げられるが、それらがおきたタイミングは、いずれもKenorland, Nuna, Rodinia, Gondwanalandと呼ばれる超大陸の形成・分裂と呼応しているようにみえる。

地下2900km深の核/マントル境界から発生した巨大なブルームが上昇し、直径1000km近くに及ぶ頂部が既存の大陸の直下まで到達すると、おそらく大陸地殻が大規模に部分融解し、異常に強い火成活動がおきる。とくに表層部での火山活動は、通常の沈み込み帯、海嶺あるいはホットスポットのものとは比較できないくらい大規模で、その初期活動にはきわめて爆発性の高いキンパーライトの噴出を伴うと推定される。大量絶滅の原因としての異常火山活動説は従来から繰返し提案されてきたが、その多くはシベリア・トラップと呼ばれる洪水玄武岩などに着目したもので、爆発性の低さや活動時期の不一致など説明困難な点をもつため、広く受け入れられなかった。

3-2億年前に存在した超大陸Pangeaの最初期分裂過程は、南アフリカからシベリアにかけて複数のスーパーブルームが上昇したことによって引き起こされたと考えられる。その結果として地球表層の生物圏には、次のような地球規模の環境変化がもたらされたと推定される。すなわち、玄武岩ではなく、キンパーライトに代表される異常に爆発的な火山活動によって大量の粉塵とエアロゾルが成層圏まで噴き上げられ、酸性雨の発生や太陽光の遮断がおこり、短期間の気温低下がおきる。また植物は光合成不能となり、食物連鎖の基盤が崩壊する。このような状態が長期間続くと、動物および植物ともに大きな打撃を被り、大気・海洋、とくに超海洋の深海では酸素欠乏がおきると思われる。このような生物圏でおきたであろう事件連鎖は、核爆発や巨大隕石の衝突という異なった原因を仮想した「核の冬」あるいは「衝突の冬」というシナリオに一見類似する。ただし原因は全く異なると考えられるので演者は、上記の仮説を「ブルームの冬」と呼ぶことにする。

演者および共同研究者は、2.5億年前の古生代ペルム紀・中生代トリアス紀（P-T）境界事件の究極原因をPangeaを分裂させたスーパーブルームの上昇であると考えており、この「ブルームの冬」シナリオを検証するために当時の、浅海および深海の堆積物、さらに当時の大規模火成活動の痕跡に関する研究を進めている。P-T境界でおきた生物大量絶滅事件は、顕生代において最大規模の例で（Sepkoski, 1984; Erwin, 1993など）、ペルム紀末の海生無脊椎動物種の9割以上が絶滅したという推定もある。また陸上でも森林の大規模崩壊と昆虫類などの絶滅が認められ、当時の地球表層の様々な部分に生息していた生物群が一斉に被害を被った。またP-T境界絶滅事件の背景となった地球表層環境激変（biosphere catastrophe）の特異さは、未曾有の長期海洋酸素欠乏事件や炭素同位体比の急変として記録された。

大量絶滅と並んで、顕生代約6億年間の中でこのP-T境界のタイミングだけにおきた特異な全地球規模の地質現象として、超大陸パンゲアの存在と長期酸素欠乏事件の二つが挙げられる。現時点で地球外天体の衝突などの要因は考慮する必要がないので、P-T境界事件の原因解明とは、この3つの特異なグローバル現象の因果関係の解明にほかならない。このような観点から、グローバル環境変化がおき始めたペルム紀後期の地層記録に注目し、南中国の火山灰層の分析、放射性年代測定などを進めている。P-T境界研究は、最も現在に近い過去でおきた超大陸分裂と大量絶滅との間の因果関係の検証例であり、今後さらに古い時期のブルーム活動と生物圏革新との関連の解明を目指す礎となるであろう。