

科学

(月・木掲載)

kagaku@asahi.com

トピックス

「孔子鳥」長い尾羽はオス

1億2千万年前の初期鳥類「孔子鳥」の化石の長い尾羽はオス特有であることを、南アフリカなどの研究チームが突き止めた。判別が難しかった羽毛恐竜や絶滅鳥の雄雌の判別法に役立つという。中国の大連自然史博物館所

蔵の孔子鳥の化石11体を調べたところ、尾羽のない化石だけに産卵期のメス特有の「骨髄骨」が見つかり、尾羽のある化石には見られなかった。国立科学博物館の真鍋真研究主幹は「雄雌の判別は化石を壊す必要があったが、尾羽の有無と骨髄骨の有無の関係が明らかになり、判別への応用が期待される」と話す。



②孔子鳥の化石=アヌサ・チンサミー・トゥランさん提供①孔子鳥の復元画。長い尾羽があるオス(右)とないメス©Stephanie Abramowicz

災害起こす力桁外れ

大震災の揺れ 人類消費1.4日分に匹敵

マグニチュード(M)9という、想定を超える巨大地震によって引き起こされた東日本大震災からまもなく2年。地震や津波、火山の噴火、台風、小惑星の衝突。災害を起こすエネルギーはどれくらいの大かさなのか。人間の消費するエネルギーと自然災害のエネルギーの大きさを比べてみた。

地震はどこまで大きいものが起こり得るか。思考実験した東北大学の松澤暢教授は理論的に否定できない上限をM10と見積もった。断層が平均して20kmほど滑る想定で、断層の長さは1万km必要。マリアナ海溝から伊豆・小笠原海溝、日本海溝、千島・カムチャツカ海溝、アリューシャン海溝まで延ばした8800kmでM9.9になる。途方もない想定。東日本大震災は500kmだった。

地震はMが1大きくなると揺れのエネルギーは約30倍になる。東日本大震災のエネルギーは、関東大震災の45倍、阪神大震災の1450倍と表現される。

このエネルギーはどれくらいか。地震の揺れのエネルギーを地震学の教科書に出てくる経験式にあてはめた。M9は約200京ジュール(ジュールはエネルギーの単位、京は兆の1万倍)になり、世界で1日に使われるエネルギーの1.4倍に相当する。近年の研究で経験式は見直されつつあり、東京大の井出哲准教授らが米科学誌サイエンスに発表した計算では91京ジュールだった。

これでも膨大だが、地震のエネルギーは、これだけではない。松澤教授によると、地震のエネルギーは大地を揺らす地震波のほか、地下の岩盤を壊す力、岩盤をずらす力、ずれたときに出る摩擦熱がある。「たまったエネルギーが、どう使

われ、どれだけ揺れになるかは、地震学の最先端の研究課題」という。

琵琶湖7個分の水上下

津波は岩盤がずれる力で起きる。岩盤がずれ海底が上下に動くと、その上の海水も上下して津波を引き起こす。

津波のエネルギーは、どれくらいか。過去の研究では、観測史上最大だった1960年のチリ沖地震(M9.5)の津波のエネルギーは、1京ジュール級。東京大の佐竹健治教授は「海底の地殻変動で、その上にある海水全体が押し上げられるが、津波に影響するのは海面から上下動した部分」と説明する。佐竹教授の計算では、東日本大震災で海面より上下動した海水は2千億立方メートルで、琵琶湖の水の約7倍にあたる。これを動かすエネルギーは2千兆ジュールと試算された。海底までの動いた海水のエネルギー全体では桁違いに大きくなる。

火山はどうか。噴火で火口から激しく火山弾が飛び出し、噴煙が上空まで噴き上がる。噴火のエネルギー全体からみれば岩石を飛ばす運動エネルギーはわずかで、噴出するマグマの熱エネルギーが大部分だという。噴煙が10km以上も噴き上がるのも、熱で暖められた空気が火山灰を上空に運ぶからだ。

噴火で出たマグマの量を推計できれば噴火のエネルギーを推計できる。群馬大の早川由紀夫教授は「噴火マグニチュード」という指標をつくり、噴出量をもとに噴火の規模を見積もった。1707年の富士山の宝永噴火は、噴火マグニチュードで5.2。エネルギーに換算すると、250京ジュール。M9の地震の揺れのエネルギーに匹敵する。

九州南方の海底にある鬼界カルデラで7300年前に起きた巨大噴火は、その800倍のエネルギー。火山灰が東北や朝鮮半島にも達し、近畿では20%以上降った。

台風は「動く発電所」

「台風は動く発電所」。横浜国立大の筆保弘徳准教授はこう表現する。地震や火山のようにたまったエネルギーを一気に放出するのではなく、海から得ながら、風雨として放出している。エネルギー源は、水蒸気が水になるときに「潜熱」だ。台風が得た水の量からエネルギーを見積もる考え方がある。

減災コンサルタントの饒村曜さんは、気象庁職員だったころ、アメダスのデータを使って日本の陸上に降った総雨量を推計した。台風の雨は多くても200億~400億トだが、1976年の台風17号で降った雨は834億トあった。

この数値をもとに計算すると、200億トの水蒸気が水になった時に出すエネルギーは4500京ジュール。800億トだと、日本で消費されるエネルギー8年分に匹敵する。饒村さんは「海に降った雨や日本に来るまでの雨を考えると、ずっと大きくなるだろう」と話す。

未曾有の「天災」だった6500万年前に恐竜を滅ぼした小惑星衝突はどうか。2005年に発表されたロシアの研究者の推計では220垓~740垓(垓は京の1万倍)ジュール。世界で消費されるエネルギーの数十年前から百数十年分にあたる。

(編集委員・黒沢大陸)

自然災害エネルギー比較

世界で1日に消費されるエネルギーを1とした場合の比較

- 各災害の継続時間
- 地震=主な断層破壊3分程度(東日本大震災)
 - 噴火=16日間(富士山の宝永噴火)
 - 台風の寿命=平均5.3日、最長は19.25日

365 世界の1年間の消費エネルギー(2010年)

16 日本の1年間の消費エネルギー(2011年)

1 世界の1日の消費エネルギー(2010年)

M8の地震(関東大震災級)

1/20

1/700 M7の地震(阪神大震災級)

原発の発電量(100万kW)

1年 1/45

1日 1/16,000

広島型原爆

1/22,000

雲仙・普賢岳の噴火(1991~95年)

1/3

伊豆大島の噴火(1986年)

1/20

1.4 M9の地震(東日本大震災)

130 800億トの雨を降らせる大型台風

33 200億トの雨を降らせる台風

1.8 富士山の宝永噴火(1707年)

1,450 7300年前の南九州「鬼界カルデラ」の巨大噴火

地震は地震波のエネルギーを計算し、単純計算で台風は雨の量から計算し、火山噴火は群馬大早川教授の推計など消費エネルギーは経済産業省資料から

東日本大震災(M9)と比較したM10の地震のイメージ

起こした範囲を

M10級を起こすには、これだけの範囲が必要