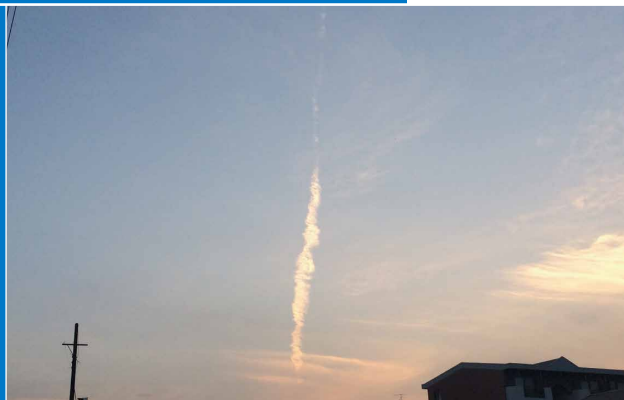


Contents

- 2 ETASモデル
—地震の発生強度(起こりやすさ)の評価—
- 4 天災不忘の旅 震災の跡を巡る
その14 博物館明治村
- 6 雲は地震の前兆になるのか
- 8 イベント案内
● 教員免許更新講習のお知らせ



よく「地震雲」と呼ばれてしまう飛行機雲。詳しくはp6をご覧ください。▲



読者アンケート実施中 (実施期間～2019/6/3)

なみふるでは紙面の向上をめざし、読者アンケートを実施中です。
以下のURL または左のQRコードからご協力いただければ幸いです。

<http://www.zisin.jp/naifuru/survey>



主な地震活動

2018年12月～2019年2月

気象庁地震予知情報課
石垣 祐三

2018年12月～2019年2月に震度4以上を観測した地震は11回で、震度5弱以上を観測した地震は3回でした。図の範囲内でマグニチュード(M) 5.0以上の地震は39回発生しました。

「平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震の余震活動」、「震度5弱以上」、「被害

を伴ったもの(国内)」、「津波を観測したもの」のいずれかに該当する地震の概要は次のとおりです。

①「平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震」の余震活動

余震域(図中の矩形内)では、M5.0以上の地震が5回発生しました。期間内の最大は1月26日17時23分の岩手県沖のM5.6(最大震度4)でした。

②熊本県熊本地方の地震

(1/3 18:10 深さ10km M5.1、1/26 14:16 深さ10km M4.3)

地殻内の地震で、熊本県和水町で1/3の地震で震度6弱、1/26の地震で震度5弱を観測しました。1/3の

地震で重傷1人、軽傷3人、住家一部破損7棟の被害がありました(総務省消防庁による。以下同じ)。今回の地震は、「平成28年(2016年)熊本地震」の一連の地震活動域から約20km離れています。

③胆振地方中東部の地震

(2/21 21:22 深さ33km M5.8)

地殻内の地震で、北海道厚真町で震度6弱を観測しました。この地震は平成30年北海道胆振東部地震(M6.7、最大震度7)の活動域内で発生しました。この地震で軽傷6人などの被害がありました。

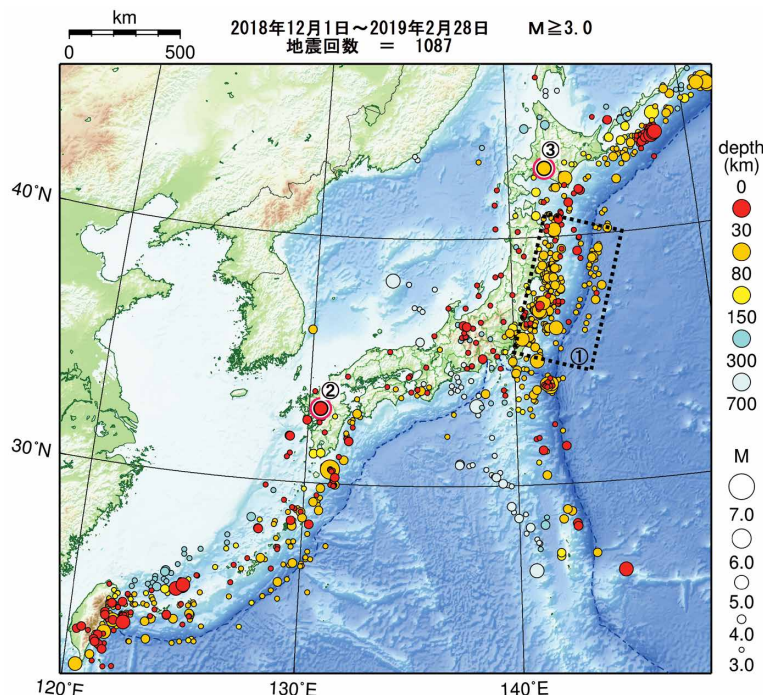
世界の地震

今期間、M7.5以上の地震、あるいは死者・行方不明者50人以上の被害を伴った地震は以下のとおりです(時刻は日本時間、震源要素は米国地質調査所(USGS)、M_wは気象庁によるモーメントマグニチュード)。

●ペルー/エクアドル国境の地震

(2019/2/22 19:17 深さ132km M_w7.5)

南米ペルーとエクアドル国境で発生しました。この地震は南米プレートに沈み込むナスカプレート内部で発生しました。発震機構は沈み込み方向(北東下がり)に張力軸を持つ型でした。この地震によりペルーで負傷者5人の被害がありました。



ETASモデル

—地震の発生強度（起こりやすさ）の評価—



統計数理研究所 尾形 良彦

Epidemic-Type Aftershock Sequence (ETAS) モデルは、およそ30年前に提案されて進化してきた地震活動の時間変化を表すモデルです。Epidemic=「伝染性の」余震系列とでも言ったらよいでしょうか。地震が地震を引き起こす性質を元にして、間近の地震活動を予測します。また、地震活動は一般に、この性質にとってもよく従うので、予測が外れることがあれば、それが偶然か、何か理由があるかを確かめることができます。

はじめに

大きな地震の直後から地震が連鎖的に発生します。古来このような地震群を「余震」と呼び、きっかけとなった地震は「本震」と呼んでいます。日本では明治時代以来、余震の記録を蓄積し、さまざまな統計的法則を導き出しました。ところがアメリカでは余震の研究を全く無視していました。「地震の規模」(マグニチュード)をはじめて考案したりヒーター (Charles Richter) などは、余震はデータのゴミ (ノイズ) だと言っていました。ゴミを取り除かないと地震活動に内在する本質を

捉えられない、という考えだったようです。そしてデータから余震などの群れを取り除く努力が盛んに行われました。しかし、実は余震を調べることが、地震活動の予測に重要であることがわかってきました。

余震減衰の公式

余震は本震直後に多く、時間とともに次第に少なくなっていきますが、なかなか元の状態に戻りません。このような性質を初めて定量的に論じたのは、大森房吉博士(「なるふる」98号参照)です。1894年の濃尾地震の余震の頻度の減りかた(減衰)を調べて「物理現象の減衰だから当然指数関数だろうと考えて当てはめてみたが良く合わない、然るに双曲線だとよく適合する」と述べています。さらに1957年、宇津徳治博士は日本や世界の余震を調べ、単位時間あたりの余震頻度が一般に

$$v(t) = K(t+c)^{-p} \quad (1)$$

の形になることを示しました。ここで t は本震の発生時刻からの経過時間です。 K, c, p はデータから計算される、余震活動を特徴づけ

る定数です。宇津は、余震の頻度 $v(t)$ と経過時間 t を両対数の方眼紙にプロットし、減衰がほぼ直線に乗ることを示し、直線の傾きから減衰指数 p の推定値を得ました。そして濃尾地震の余震は現在に至るまで120年以上も $p=1$ で減衰が続いていることも示しました(図1)。しかし多くの場合は $p>1$ であることを発見し、宇津は(1)式を「改良大森公式」と名付けましたが、今日私たちはこれを「大森・宇津公式」と呼んでいます。

余震の詳細な研究と新展開

宇津は多くの余震減衰のプロットで、単一の(1)式で説明できない場合があることも示しています。大きな余震の後、飛躍的な増加が起こって再び減衰する二次余震(余震の余震)を発見し、その減衰も大森・宇津の式(1)に従っていること突き止めています。これは余震が本震のみに誘発されるという当時の常識を覆したものです。この他、宇津は余震群の空間的広がりや本震のマグニチュードとの関係や、本震と最大余震のマグニチュード差の研究など、余震の性質に関して徹底的に調べ、示唆に富む統計的解析を行いました。

さて、ここまでの研究では、余震の単位時間あたりの数として分析されてきましたが、1983年に、(1)式をごく短い時間内に1つの地震が起こる確率(発生強度)と捉え、1つずつの地震の発生時刻の記録 $\{t_i; i=1, 2, \dots\}$ をそのままデータとして使う発生強度による推定法が、提案されました。今ではこれが余震活動の係数 K, c, p を求める標準的な方法になって、余震確率も計算されます。

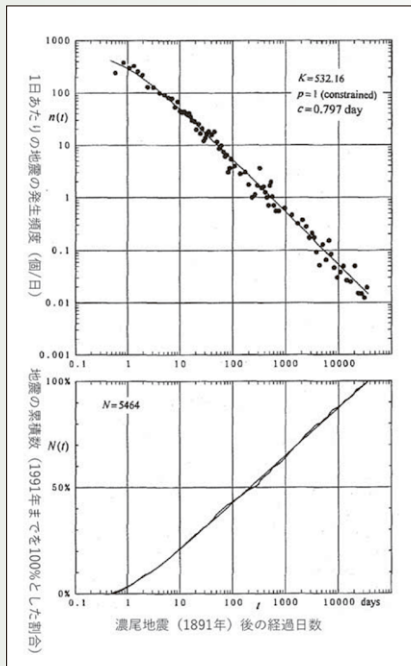


図1 濃尾地震後の岐阜市での有感地震の数。(上) 1881年濃尾地震からの経過日数に伴う、一日あたりの地震の発生数の推移。双曲線(反比例)だが両対数グラフのため直線に見える。(下) 時間の経過に伴う地震の累積数。いずれも平滑な実線は大森・宇津公式に従う曲線。Utsu et al. 1995, JPE, 43号, pp.1-33を改変。

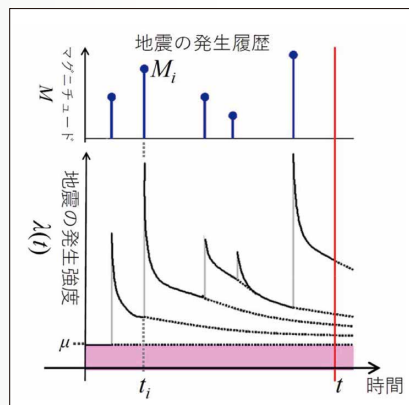


図2 ETASモデルの模式図:(上)発生した地震のマグニチュード。(下)地震の発生強度。常時発生強度の μ 値に各地震を起点にした大森・宇津の余震減衰曲線を重ねた。

時系列のETASモデル

ETASモデルは、これまで述べてきた「大

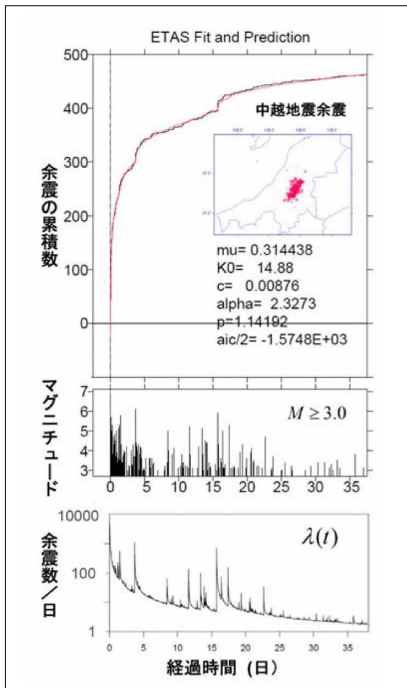


図3 ETASモデルをあてはめた例。2004年新潟県中越地震後約1か月の余震系列。上段のパネルは、一定の大きさ以上の地震の累積数の時間変移(黒実線)と、当てはめたETASモデルの理論累積曲線(赤実線)。中段のパネルの縦棒は各地震の発生時刻とマグニチュード(M-T図と略称)を示す。下段のパネルはETASモデルの強度(対数表示)の時間変移で、これを積分したものが上段の赤い累積曲線になる。

森・宇津公式」の余震減衰の考え方に、すべての地震がその規模に応じて余震を起こすというアイデアを取り入れたものです。時刻 t でのマグニチュード M_c 以上の地震($M_i \geq M_c$)の発生強度を予測するために、過去の地震系列 $\{(t_i, M_i); i=1, 2, \dots\}$ からの余震減衰曲線(1)の重ね合わせ(図2参照)で表現した式

$$\lambda(t) = \mu + \sum_{t_i < t} v(t-t_i) e^{a(M_i - M_c)} \quad (2)$$

を考えます。ここで、和の記号シグマ Σ は時刻 t までに起きた全ての先行地震 i に関する項の足し算です。 $v(t)$ は大森・宇津の式(1)で、それに掛け算している指数関数の項によって、大きい地震には多くの地震が誘発され、小さい地震もそれなりに地震を誘発できます。また係数 a の値が大きければ大きな地震だけがたくさん余震を起こすので、典型的な本震・余震型の系列になり、小さければ群発地震のようになります。係数 μ は「常時発生強度」と呼び、地域特有の地震発生の基礎的な強さを意味します(図2)。

この様に地震活動の特徴がETASの5つの係数(μ, K, c, a, p)で決まります。またETASによる発生地震の期待数には発生強度(2)を積分します。図3は余震系列や広域の地震データにETASモデルを当てはめた結果を示していますが、5つだけのパラメ

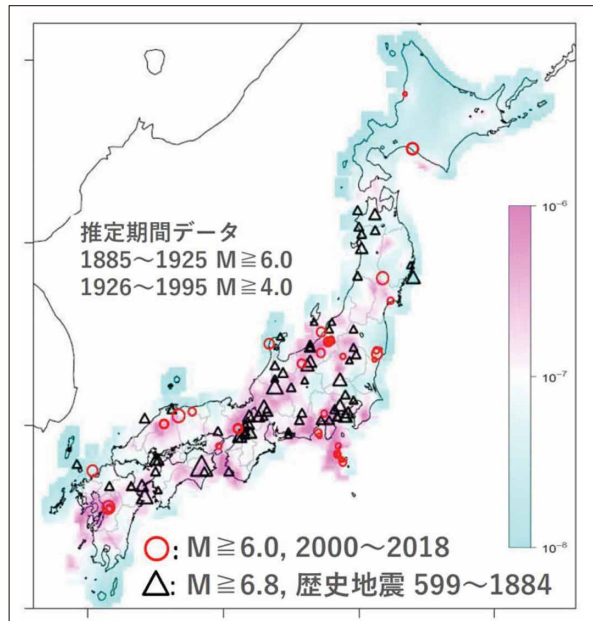


図4 時空間ETASモデルの常時発生強度。色表はマグニチュード4以上の地震が起きる1日1平方キロメートル当たりの確率を示す。1885年から1995年までの内陸部直下の地震データから求めた。未来の大地震(○印)や過去の歴史被害地震(△印)の発生場所を(ほぼ)よく説明している。

ターで表現されたETASモデル(赤線)は、通常、実際の地震の累積数(黒線)によく重なり合います。

時空間ETASモデル

ETASモデル(2)を一般化した時空間ETASモデル $\lambda(t, x, y)$ は、地震の発生時刻、マグニチュード、位置(震央)のデータ $\{(t_i, x_i, y_i, M_i); i=1, 2, 3, \dots\}$ を使って地震発生の空間的な広がりも含めて予測します。この様な時空間ETASモデルは、何処でどの程度に強度が高いのかを一目瞭然にします。例えば、気象庁の地震データから求めた常時発生強度 $\mu(x, y)$ の高い場所(図4)では、歴史的被害地震がよく起こっており、将来も大地震の起こりやすい場所であることが分かります。

地震活動の異常

ETASは、計算機シミュレーションで、地震活動の合成データを作成するのに良く使われます。多くの数の合成データを作成すると、その中には前震にみられる特徴的な性質や、その他の異常と言われるような観測事象を再現する場合があります。そのような異常の再現確率を調べることで、その事象が大地震の前兆たりうるか否かの有意性を確認できます。また、実際のデータにETASモデルを当てはめ、未来を予測したものを基準として異常現象を検出するというのもよく行われます。たとえば地震の数がETASモデルによる予測に対して有意に少なくなる現象を「相

対的静穏化」といいます。もともと静穏化は地震が少なくなることですが、それは単に以前の地震の余震活動の終息かもしれませんが。しかしETASモデルを使うと、このような効果を計算に入れて、静穏化を詳しく論じることができます。たとえば岩手宮城内陸地震の余震活動が、2011年3月11日の東北沖地震発生時を境に、相対的に静穏化しました(理由は「なみふる」114号のReport 1参照)。また、図5は2016年4月16日に発生した熊本地震本震(M7.3)の前震活動と呼ばれているもので、4月14日にM6.5の地震が起きてから28時間の活動

です。これは有意に相対的静穏化しています。一般に、相対的静穏化が見られても、この様にその後必ずしも大きな地震や大余震が起こると限りませんが、その確率は通常より高くなります。このような静穏化の原因に関しては様々な仮説が考えられていますが、よくわかっていないことが多いようです。ETASモデルは経験的な数理モデルですが、本モデルによる予測から外れる異常な現象の原因を、他のデータにも基づき物理的に追求することも重要な課題です。若い方の研究への参加を期待します。

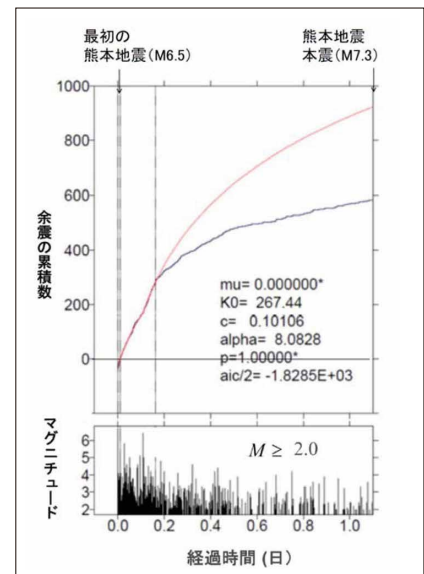


図5 余震活動異常の累積時間曲線とM-T図。実際のデータ(黒実線)と、前半区間で当てはめたETASモデルの理論累積曲線(赤実線)。2016年の最初の熊本地震(M6.5)から28時間後にM7.3の地震が発生する直前までの活動。最初の地震後4時間半の時点で余震の活動度のパターンが変化した。

てん さい わす れじ 天災不忘の旅

震災の跡を巡る

その14 博物館明治村

Report 2

名古屋大学減災連携研究センター 武村 雅之

明治時代の67もの建造物が全国各地から移築され保存されている、愛知県犬山市の博物館明治村。東京から遠く離れた地に、数多くの関東大震災の記憶が眠っていました。

明治村での再会

関東大震災（1923年）の研究に取り組んでから四半世紀が過ぎ、6年ほど前からは、愛知・名古屋の地で単身赴任生活をしています。自宅のある東京から妻が訪れた際に、二人で行ったのが博物館明治村とのつきあいはじまりでした。名古屋から私鉄で約30分の愛知県犬山市に明治村があります。その際、村内で見覚えのある橋を見つけたのです（写真1）。その名は「新大橋」。関東大震災で火災のために多くの犠牲者を出した隅田川に架かる五大橋のうち、唯一火災を免れ、1万人あまりの人々の命を救ったとされる橋です。人呼んで「人助け橋」。新大橋は1977（昭和52）年に新しい橋に架け替えられ、現在の橋の主塔に旧橋のレリーフがあります（なみふる79号参照）。「人助け橋」の姿を偲ぶにはそれ以外ないと思っていたの



写真1 明治村に移築された「新大橋」

で、橋の実物が存在すること自体、夢のような出来事でした。

復興の立役者

先日ある人が、東日本大震災は日本の歴史上最大の地震災害だと言っているのを小耳にはさみました。他の自然災害も含め、日本の歴史上最大は関東大震災ですと言おうとして、適切な根拠を今までもっていなかったことに気がきました。私としたことが…。さっそく調べることにしました。結果は表1の通りです。地震による直接の被害額でみると、関東大震災は当時のお金で約55億円です。一方、阪神・淡路大震災が約9兆6千億円、東日本大震災が

約16兆9千億円です。お金の価値も違うので、このままでは比較ができませんが、その時点での日本の名目GDP（国内総生産）〔関東大震災はGNP（国民総生産）〕の比でみると、最近の2つの大震災はそれぞれ1.9%と3.4%であるのに対して、関東大震災は実に37%となります。国民が一年

| 項目 | 関東(1923) | 阪神・淡路(1995) | 東日本(2011) |
|------|----------|-------------|-----------|
| 損害総額 | 55億円 | 9兆6千億円 | 16兆9千億円 |
| GDP | 150億円 | 510兆円 | 490兆円 |
| GDP比 | 37% | 1.9% | 3.4% |
| 国家予算 | 15億円 | 71兆円 | 92兆円 |
| 予算比 | 370% | 14% | 18% |

関東大震災時はGDP（国内総生産）でなくGNP（国民総生産）
表1 関東大震災と近年の大震災との被害額の比較
武村（2018）より



図1 博物館明治村の地図。関東大震災を経験した建造物の位置を示す。それぞれに付された番号は表2のNo.に対応する。武村（2018）より

間に生み出す富の三分の一が一瞬にして失われたということです。さらに、国家予算（一般会計）との比較でみても、阪神・淡路大震災が14%、東日本大震災が18%、関東大震災は367%で3年半分の国家予算の全てをつぎ込むほどの被害だったこととなります。改めて、その大きさに驚かされると同時に、よくぞ復興できたなあと感じてしまいます。

関東大震災の復興には、数年前から興味をもち勉強してきましたが、まるで大海原に小舟で漕ぎ出したよう。どこに向かっていいのやら。その意味が被害の規模を通じて分かったように思います。そんな時、私がおっとも頼りにしているのが、現存する慰霊碑、記念碑などの石碑や、建物や橋などの構造物です。構造物としては復興時期に新しく建設されたもの（例えば隅田川の新大橋以外の橋梁）などに注目が集まる場合が多いのですが、復興の立役者は、何と言っても震災を生き延び、被害を受けながらも復興に際して人々に役立った構造物ではないのでしょうか。そんな復興の立役者が明治村には沢山あるのです。冒頭に紹介した新大橋もその一つです。

明治村が語る 関東大震災

妻と訪れたあと、さっそく村民登録（年間パスポート）をし、明治村を隈なく歩いてこの目で確かめた結果、村内の建造物のうちの三分の一以上が関東大震災をくぐり抜けた構造物であることがわかりました。図1は明治村の村内マップに、関東大震災の被災地にあった構造物の位置をまとめたものです。一覧表にしたのが表2です。村内にある67の建造物のうちの実に24が関東大震災の被災地にあったものです。そのうち23は当時の東京市とその周辺にあったもので、No.14の六郷川鉄橋だけは移設によって、神奈川県足柄上郡山北町で震災に遭遇しました。また番外1の西園寺公望別邸「坐漁荘」と2の芝川又右衛門邸は、それぞれ、被災地からはずれた静岡市清水区と兵庫県西宮市上甲東園にありましたが、関東大震災の影響で昭和初期に耐震や耐火のための改修工事が行われたことがわかる建物です。

図2は、震災当時の東京市の地図上に

| No | 村番地 | 建造物名 | 当初構造形式 | 竣工年 | 創建地点(現在住所表示) | 震災時住所(旧住所表示) | 震度 |
|----|------|--------------|-----------|--------------|---------------|------------------|----|
| 1 | 1-4 | 京橋本門付屋敷 | 木造平家建 | 明治21年(1888) | 千代田区千代田 | 市内麹町区宮城(坂下門内) | 5- |
| 2 | 1-5 | 赤坂離宮正門明舎 | 木造平家建 | 明治41年(1908) | 港区元赤坂2丁目 | 市内四ツ谷区仲町1丁目 | 5- |
| 3 | 1-7 | 宇宮院長官舎 | 木造二階建 | 明治42年(1909) | 豊島区目白1丁目 | 府下北豊島郡高田町 | 5+ |
| 4 | 1-8 | 西郷隆盛邸 | 木造二階建 | 明治13年(1880)頃 | 目黒区青葉台2丁目 | 府下原宿目黒町上目黒 | 5- |
| 5 | 1-9 | 森鴎外・夏目漱石住宅 | 木造平家建 | 明治20年(1887)頃 | 文京区向丘2丁目 | 市内北豊島郡目黒町千駄木町 | 6- |
| 6 | 1-10 | 東京育学校車寄 | 木造 | 明治21年(1910) | 文京区向丘3丁目 | 市内麹町区(旧西御丸) | 5- |
| 7 | 1-11 | 二重橋除霊碑 | 木造 | 明治21年(1888) | 千代田区千代田 | 市内麹町区(旧西御丸) | 5- |
| 8 | 1-12 | 鉄道新橋工場 | 鉄骨造平屋建 | 明治22年(1889) | 港区白倉台5丁目 | 府下原宿品川町 | 6- |
| 9 | 3-25 | 北星研究所本館・医学館 | 木造二階建 | 大正4年(1915) | 港区白倉台5丁目 | 市内芝区南三光町138番地 | 6- |
| 10 | 3-26 | 幸田露伴住宅「蝸牛庵」 | 木造二階建 | 明治初年(1868)代 | 豊田区東向島1丁目 | 府下豊島郡西船場町 | 5- |
| 11 | 3-29 | 品川燈台 | 煉瓦造 | 明治3年(1870) | 品川区港南5丁目沖 | 市内芝区(第2台場) | - |
| 12 | 3-33 | 宗教学堂車寄 | 木造 | 明治41年(1908) | 豊島区西船場3丁目 | 府下北豊島郡船場町 | 5- |
| 13 | 4-35 | 日本赤十字社中央病院病 | 木造平家建 | 明治23年(1890) | 渋谷区広尾4丁目 | 府下豊多摩郡渋谷町 | 5- |
| 14 | 4-41 | 六郷川鉄橋 | 鉄骨造 | 明治10年(1877) | 蒲田駅一川崎駅間(多摩川) | 神奈川県足柄上郡清水村 | 6- |
| 15 | 4-44 | 鉄道新橋工場・機械館 | 鉄骨造平屋建 | 明治5年(1872) | 港区東新橋1丁目 | 府下原宿品川町・大井町 | 5+ |
| 16 | 一 | 汐留火力発電所煙突基礎 | 煉瓦造 | 明治35年(1902) | 港区東新橋1丁目 | 市内芝区汐留町(新橋工場) | 5+ |
| 17 | 4-45 | 工部省品川硝子製造所 | 煉瓦造 | 明治10年(1877)頃 | 品川区北品川4丁目 | 府下原宿品川町大字北品川 | 5+ |
| 18 | 4-47 | 本郷喜之床 | 木造二階建 | 明治末年(1910)頃 | 文京区本郷2丁目 | 市内北豊島郡目黒町2丁目 | 6- |
| 19 | 5-55 | 隅田川新大橋 | 鉄骨造 | 明治45年(1912) | 中央区江東区(隅田川) | 市内日本橋区・深川区 | 5+ |
| 20 | 5-57 | 川崎銀行本店 | 鉄筋コンクリート造 | 昭和2年(1927) | 中央区日本橋3丁目 | 市内日本橋区通3丁目8-10番地 | 5- |
| 21 | 5-58 | 泉原正門石橋除霊堂 | 煉瓦・石造 | 明治21年(1888) | 千代田区千代田 | 市内麹町区(旧西御丸) | 5- |
| 22 | 5-59 | 内閣文庫 | 煉瓦・石造 | 明治44年(1911) | 千代田区千代田 | 市内麹町区(大手門内) | 5- |
| 23 | 5-60 | 東京警備備遣査派出所 | 鉄筋コンクリート造 | 大正3年(1914)頃 | 千代田区丸の内1丁目 | 市内麹町区永楽町1丁目 | 5+ |
| 24 | 5-67 | 帝國ホテル中央玄関 | 鉄筋コンクリート造 | 大正12年(1923) | 千代田区永楽町1丁目 | 市内麹町区(山手町1丁目) | 6- |
| 外1 | 3-27 | 西園寺公望別邸「坐漁荘」 | 木造二階建 | 大正9年(1920) | 静岡市清水区興津清見寺町 | 静岡県庵原郡興津町 | - |
| 外2 | 3-68 | 芝川又右衛門邸 | 木造二階建 | 明治44(1911) | 兵庫県西宮市上甲東園2丁目 | 兵庫県西宮郡甲東村 | - |

表2 明治村にある、関東大震災の被災地にあった建造物一覧 武村(2018)より

23の構造物の位置を示したものです。番号は表2のNo.に対応しています。破線は当時の東京市の範囲を示し、外側は、北豊島郡、荏原郡、南葛飾郡などの郡部です。図には火災の延焼地域も示しています。火災は、東側は横十間川で止まり、西側は皇居をはじめ公園緑地で止まったことがよく分かります。白ヌキの丸は木造の建物です。現存していることを考えれば、当然のことですが、全て焼失地域の外にあることが分かります。また、木造以外の石造や鉄骨造、鉄筋コンクリート造なども多くは焼失地域の外にあります。橋などを除くと、焼失地域内では、骨組みは焼失をのがれても内部が焼失し、結局は継続使用がむずかしくなったためでしょう。調査結果をまとめて、2018(平成30)年の9月に『滅災と復興-明治村が語る関東大震災』という著書を上梓しました。これを読んで、明治村へ行っていただければ、今までは違った明治村が感じられると思います。でも、事情が許さない方もきっとおられることと思いますので、今後、機会の許す限り、本連載で「震災追想博物館」としての明治村をより具体的に紹介していきたいと思っています。

参考文献

- 武村雅之、2018、『滅災と復興-明治村が語る 関東大震災』、風媒社、全213頁

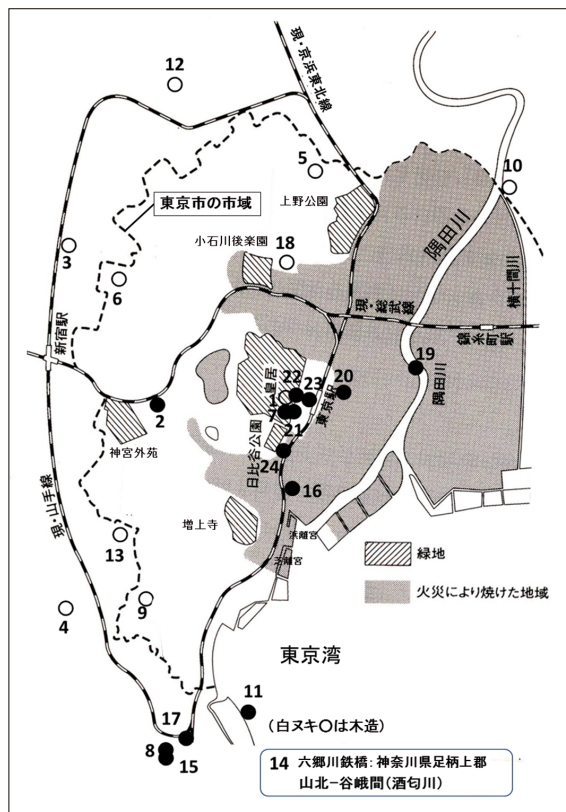


図2 関東大震災の際に東京にあった建造物の位置。影を付けた地域は焼失地域を示す。武村(2018)より

雲は地震の前兆になるのか

Report

3

気象庁 気象研究所 荒木 健太郎

雲は地震の前兆にはなりません。雲の形や状態は気象学で説明できるため、私たちが雲を見て地震の影響を判断するのは不可能です。地震が不安なら備えましょう。その上で日々の空を彩る雲たちを愛でましょう。雲の知識を少し持っているだけで生活が潤います。そして雲を楽しむために気象情報を活用すれば、気象災害から自分の身を守ることに繋がります。

世間を騒がせる「地震雲」

大規模な地震が発生すると、必ずといっていいほど「地震雲」という言葉がSNS上などで拡散されているのを見かけます。雲研究者として活動している著者のもとにも、「これは地震雲ですか?」といったメッセージが多く寄せられています。そんな方に「この雲は〇〇雲です」と説明するとなぜか安心されるのですが、地震が不安なら日頃からの備えが重要です。

この地震雲なるものは一体何なのでしょう?そもそも地震雲という言葉は定義がありません。ここでは、地震の前兆となる雲のことを地震雲と呼ぶことにします。よくある「地震雲は存在するのか?」という問いに正確に答えるとすれば、「地震雲の存在は証明されていない」が正解です。このような答え方をすると「それなら将来的に存在が証明されるかもしれない」と考える方もいると思いますが、どんなに研究が進んだとしても、雲は地震の前兆にはなりません。

世間でうわさされている地震雲の説明と

しては、地下深くの状態の変化に伴って大気中に電磁波が放出されて雲ができるというものがあるようですが、このプロセスはよくわかっていません。仮に地下深くからの電磁波が雲に何らかの影響を及ぼしていたとしても、世間一般で地震雲として騒がれている雲たちは、力学的・雲物理的に気象学で説明できてしまうため、その影響を私たちが目で見て雲の形や状態などから判断することは不可能なのです。

怖がられることの多い雲たち

ではどのような雲が世間一般で地震雲と呼ばれているのかを見てみましょう。最も多いものが飛行機雲です(写真1)。飛行機雲は氷晶できていて上空が湿っている環境では成長し、長時間持続します。また、観測地点から離れた空の飛行機雲は遠近法で立っているように見えます。山岳域の風下や上空のジェット気流などに伴って発生する大気重力

波に伴う波状雲も、地震雲と呼ばれることが多いです(写真2)。特に山岳域の風下の波状雲は気圧配置が変わらなければ大気重力波も定期的発生するため、波状雲が同じような位置に居続けます。波状雲は地下の異常に伴う重力場の変動で発生すると主張される方がいるようですが、大気重力波の発生には大気の状態が非常に重要であるため、重力場の変動は関係ありません。雲と青空の境界がはっきり分かれている場合も地震雲と呼ばれることが多いようですが、気団の境目で乾燥域と湿潤域を雲が可視化してくれているもので、ありふれた現象です。

この他にも上空の流れに伴って発生する放射状やレンズ状の雲、羽根のような形をした肋骨状の巻雲など、多くの善良な雲たちが地震雲などと呼ばれてしまっています。さらには真っ赤な太陽や月、焼けた空も怖がられることがありますが、大気分子や大気中の微粒子による光のレイリー散乱で説明できます。彩雲やハロ・アークなどをはじめとして雲が空を虹色に彩る大気光象までもが地震



写真1 飛行機雲。荒木 (2017) より。

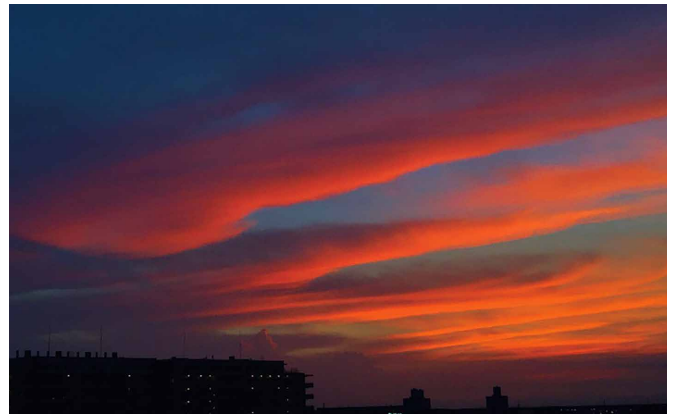


写真2 焼け空の波状雲。荒木 (2018a) より。

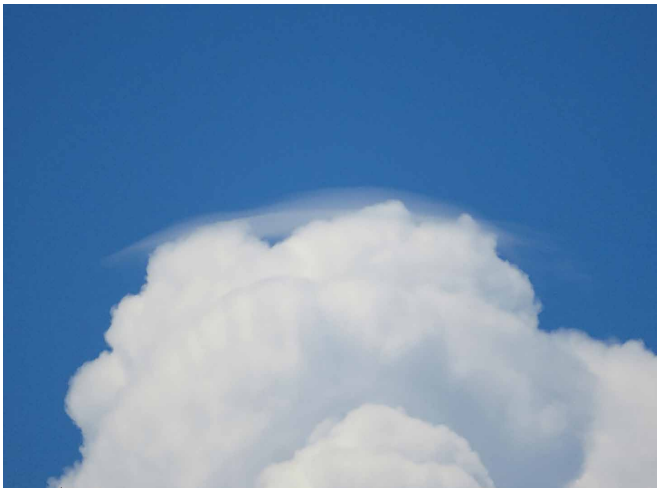


写真3 頭巾雲。荒木(2018b)より。



写真4 濃密巻雲。荒木(2018a)より。

雲と呼ばれたり、もはや何でもかんでも地震と関連付けられているようです。

これらの雲は普段から空を見上げていればしょっちゅう出会えます。地震雲なる考え方は、日常的に空を見ていない方がたまたま空を見て目に入った雲や、大きな地震の後に見た雲などにあてはめられているように思います。認知心理学的に、自分の知らない現象を不吉なものと考えた心理が働いているのかもしれませんが。

何度でも言いますが、「雲は地震の前兆にはなりません」。地震が不安なら備えましょう。その上で雲は愛でましょう。雲の知識を少し持っているだけで生活が潤い、雲から天気を予想できることもあるので、気象災害から自分の身を守ることに繋がります。

雲の心を感じて天気の変化を知る「感」天望気

雲や空を見て天気の変化を予想することを「観天望気」と呼んでいます。雲は空の大気の温度や水蒸気量、流れによって姿かたちを変化させるため、雲は我々に空の気持ち教えてくれているのです。例えば飛行機雲ひとつとってみても、飛行機雲がすぐ消える空は乾燥していて、長時間にわたって空に居続ける飛行機雲は高い空が湿っていることを教えてくれます。空が湿っている状況のひとつとして、低気圧が西からやってきていて天気が西から下り坂のことがあるので、天気が崩れる前兆のひとつといえます。逆に考えると、飛行機雲に出会いたいときは天気予報を使って西から低気圧が来ているようなときに空を見上げればよいのです。このように、気象情報とセットで雲を楽しむと、自分から好きな雲に会いに行けます。

観天望気のなかでも重要なのは、積乱雲による天気急変の前兆になる雲です。積乱雲は局地的な大雨や落雷、雹、竜巻などの原因にもなります。夏の晴れた日の青空に立ち昇る雄大積雲(入道雲)は、その上部に頭巾雲と呼ばれるボール状の雲を伴うことがあります(写真3)。これは発達する雄大積雲の上昇流が湿った空気層を持ち上げることで発生する雲で、この雄大積雲が積乱雲になりうる状況であることを教えてくれています。また、青空のある方向から濃い巻雲が広がってきたら、その先には限界まで発達している積乱雲がいることを意味しています(写真4)。さらに、広がってきた濃密巻雲が厚くなり、その雲の底にコブ状の乳房雲が現れることがあります(写真5)。乳房雲は積乱雲の進行方向前方に現れる雲であるため、暗い色をした乳房雲が真上の空に現れたら、積乱雲が自分のいる場所に迫ってきているのです。

このような雲を見かけたら、すぐに気象レーダーの雨量情報(例えば気象庁の雨雲の動き: <https://www.jma.go.jp/jp/highresorad/>)を見て、積乱雲の動きをチェックしてみましょう。積乱雲による局地的大雨は「ゲリラ豪雨」などと呼ばれることがあります。来るのがわかればゲリラではないので、事前に避難できます。また、積乱雲による局地的大雨が通り過ぎるタイミングをレーダーで見計らい、雨上がりの太

陽と反対側の空(例えば夕立の後の東の空)を見上げると、高確率で虹に出会えます。雲や空のしゅみを少し知っておくだけで、これまで偶然でしか出会えなかった美しい空に出会いやすくなるのです。

著者は「観天望気」の一步先に進んだ「感」天望気」をオススメしています。これは、単に雲や空から天気の変化を予想するだけでなく、雲の心を感じて楽しみながら変化する天気と上手く付き合うことを意味しています。雲を楽しむためにレーダーなどの気象情報を使っていれば、いざというときに役立ちます。つまり、感天望気をしていれば、雲を楽しんでいるうちに自分の身を守ることに繋がるのです。読者の皆様が雲への愛を育み、地震雲なるものに振り回されない充実した雲ライフを送られることを願っています。

参考文献

- 荒木健太郎、2017、『雲を愛する技術』、光文社、344pp
- 荒木健太郎、2018a、『世界でいちばん素敵な雲の教室』、三オブックス、160pp
- 荒木健太郎、2018b、『せきらんうんのいっしょう』、ジャムハウス、24pp



写真5 乳房雲。荒木(2017)より。

教員免許状更新講習のお知らせ

日本地震学会では、2019年度も教員免許状更新講習を日本各地で開講する予定です(下表)。そのひとつは、8月7日(水)・8日(木)に岐阜県飛騨市と富山県富山市にまたがる地域で開催します。この地域には神岡鉱山や、1858年に発生した安政飛越地震の震源断層とされる跡津川断層があります。神岡鉱山の地下には、世界最先端のレーザーひずみ計など地球を観測する観測装置が複数設置されています。本講習では、地震・地殻変動観測装置等の見学、活断層の露頭や活断層地形等の野外観察を通して、地球の観測と地震防災・減災への意識を高めることを目指します。なおこの講習は、2019年度教員サマースクールとの同時開催となります。

各講習の詳細(実施内容や申込方法等)は、日本地震学会のwebサイト <http://www.zisin.jp/event/KK2019> をご参照下さい。



●2019年7月20日(土) / 宇都宮大学 / 6時間
【選択】地震の科学と地震防災—学校教育を通して子どもたちに教えたいこと—

●2019年7月30日(火)～31日(水) / 東京大学地震研究所 / 12時間
【選択】地震・火山研究の最前線—地震研究所で学ぶ

●2019年8月3日(土) / 石川県白山市民交流センター / 6時間
【選択】ジオパークで学ぶ自然災害

●2019年8月3日(土) / 京都大学阿武山観測所 / 6時間
【選択】地震観測所を体験しよう

●2019年8月6日(火) / 北海道大学 / 6時間
【選択】北海道の地震・津波と防災

●2019年8月7日(水)～8日(木) / 岐阜県飛騨市、富山県富山市 / 6時間
【選択】跡津川断層と神岡鉱山—地球の息吹きを探る

●2019年8月8日(木) / 鳥取大学 / 6時間
【選択】地震のしくみを知ろう・教えよう

●2019年8月20日(火) / 滋賀県立大学 / 6時間
【選択】地震の予測と、建物のしくみを知ろう

●2019年8月23日(金) / 京都大学防災研究所 / 6時間
【選択】地震と災害について考えよう・広めよう

●2019年12月27日(金)～28(土) / 埼玉県立熊谷高等学校 / 12時間
【選択必修】地震と地震防災・減災を考える教材作成
—各学校区での野外活動「ブラあるき」実践を目指して—

2018年度の教員免許状更新講習の一つは、秋田県にかほ市界隈において、教員サマースクールと同時開催しました。野外観察や室内実習などを通して、鳥海山の麓に広がる独特な地形(隆起多島海)のでき方とその恵み、および地震・火山の防災・減災に関して学びました。



写真: 流れ山と隆起前の湖岸の境界を観察(にかほ市象潟町)

謝辞

- ・「主な地震活動」は、国立研究開発法人防災科学技術研究所、北海道大学、弘前大学、東北大学、東京大学、名古屋大学、京都大学、高知大学、九州大学、鹿児島大学、国立研究開発法人産業技術総合研究所、国土地理院、国立研究開発法人海洋研究開発機構、公益財団法人地震予知総合研究振興会、青森県、東京都、静岡県、神奈川県温泉地学研究所及び気象庁のデータを用いて作成しています。また、2016年熊本地震合同観測グループのオンライン臨時観測点(河原、熊野座)、米国大学間地震学研究会(IRIS)の観測点(台北、玉峰、寧安橋、玉里、台東)のデータを利用しています。
- ・「主な地震活動」で使用している地図の作成に当たって、地形データは米国立環境情報センターのETOPO1を使用しています。

広報紙「なるふる」購読申込のご案内

日本地震学会は広報紙「なるふる」を、3カ月に1回(年間4号)発行しております。「なるふる」の購読をご希望の方は、氏名、住所、電話番号を明記の上、年間購読料を郵便振替で下記振替口座にお振り込み下さい。なお、低解像度の「なるふる」pdfファイル版は日本地震学会ホームページでも無料でご覧になれ、ダウンロードして印刷することもできます。

■年間購読料(送料、税込)
日本地震学会会員 600円
非会員 800円

■振替口座
00120-0-11918 「日本地震学会」
※通信欄に「広報紙希望」とご記入下さい。



日本地震学会広報紙
「なるふる」第117号
2019年4月1日発行
定価150円(税込、送料別)

発行者 公益社団法人 日本地震学会
〒113-0033
東京都文京区本郷6-26-12
東京RSビル8F
TEL.03-5803-9570
FAX.03-5803-9577
(執務日:月～金)
ホームページ
<http://www.zisin.jp/>
E-mail
zisin-koho@tokyo.email.ne.jp

編集者 広報委員会
田中 聡(委員長)
土井 一生(編集長)
生田 領野、伊藤 忍(副編集長)
石川 有三、内田 直希、桶田 敦、
木村 治夫、桑野 修、小泉 尚嗣、
迫田 浩司、武村 雅之、田所 敬一、
溜淵 功史、津村 紀子、松島 信一、
松原 誠、矢部 康男、吉本 和生

印刷 レタープレス(株)

※本紙に掲載された記事等の著作権は日本地震学会に帰属します。