

科学

(火・金 掲載)

✉ kagaku@asahi.com

「地震続いた9世紀に類似か」

専門家

2011年3月11日の「東日本大震災」の発生から約2週間が経過したが、地震活動は依然として活発な状態が続いている。専門家の中には、この地震活動が、9世紀に起きた「大規模な地震」に類似しているのではないかと指摘している。

「9世紀の地震は、人の生活に大きな影響を与えた」と指摘する。

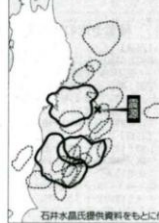
「9世紀の地震は、大規模な地震で、千石以上の被害が出た」と指摘する。

「9世紀の地震は、大規模な地震で、千石以上の被害が出た」と指摘する。

「9世紀の地震は、大規模な地震で、千石以上の被害が出た」と指摘する。

25分間の地震で揺れた場所

――最初――その後――



石井水島氏提供資料をもとに作成

同時発生なら最大M9.4

11日の断層破壊 米大が解析

東日本大震災を起した11日の地震は、マグニチュード(M)9の本震から約25分間で、M6～7級の地震を次々と誘発していた。これらが同時に起きていたら最大でM9.4程度になっていたことが、米ハーバード大学の石井水島教授らの解析でわかった。これだけ多数の地震の誘発はめずらしいという。

地震は地下で断層がずれ動く現象。石井水島教授らは、地震波の記録から断層が大きく動いた範囲を調べた。

その結果、この地震では、まず図の太い線の領域が大きくずれ、周辺のひずみをためていた領域に影響が及び、点線の領域で次々と断層破壊が起きた。石井水島教授らはこれが同時に起きていた場合の地震の規模を最大でM9.4程度と見積もった。(朝川茂子)

普段ない型の地震発生

福島・茨城 地下のひずみ変化

東日本大震災を起した巨大地震の影響によって、福島県や茨城県、この付近では普段は起らないタイプの地震が発生した。地震は地盤のひずみが蓄積したためとみられる。

23日に福島県で発生したマグニチュード(M)6.10日の茨城県の地震(M)6.1は、いずれも内陸の「正断層」だった。正断層は地盤が引かれて、断層面がずれ動くタイプの断層だ。

この断層のずれは、東日本大震災の影響で、地盤のひずみが蓄積したためとみられる。東日本大震災の影響で、地盤のひずみが蓄積したためとみられる。

東日本大震災の影響で、地盤のひずみが蓄積したためとみられる。東日本大震災の影響で、地盤のひずみが蓄積したためとみられる。

周辺に地震 噴火の兆候はなし

[illegible][illegible]

全河一き位の2陣、北上、以た交の50

津波、北上川を50%逆流

東北大分析 河口で高さ7メートルの津波が押し寄せ、北上川が50%逆流した。津波が押し寄せた瞬間、東北大の田中重雄（たなかしげお）准教授が、河口の水位を計測していた。田中によると、津波が押し寄せた瞬間、河口の水位は7メートルに達した。この高さの津波が押し寄せた瞬間、北上川が50%逆流した。田中は、この高さの津波が押し寄せた瞬間、北上川が50%逆流した。田中は、この高さの津波が押し寄せた瞬間、北上川が50%逆流した。

地下 ひずみ 広く変化

地震発生確率に影響

東日本大震災の影響で、地下の力のかかり方が変わり、地震発生確率がわずかに変化する場所が広範囲にわたること、京都大防災研究所の遠田晋次准教授の解析でわかった。房総沖や中部地方の活断層にも影響が及び、こくわずかだが、地震活動を活発にする可能性がある。

[illegible]

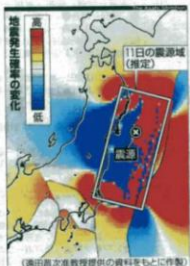
15年午後10時31分ごろ、静岡県西部を襲撃する台風が、各地の主な震度

震度5強
震度5弱
震度4
震度3

(気象庁発表)

内、静岡県内では、静岡市東部で約40センチ、静岡市小幡町東部で約30センチ、清水市で約20センチ、浜松市で約10センチの最大の変位を観測した。また、静岡県内では、浜松市で約10センチ、静岡市で約5センチの変位を観測した。また、静岡県内では、浜松市で約10センチ、静岡市で約5センチの変位を観測した。

静岡東部で



(遠田昌次准教授提供の資料をもとに作製)

北海道から中部まで

[illegible]

6強

[illegible]

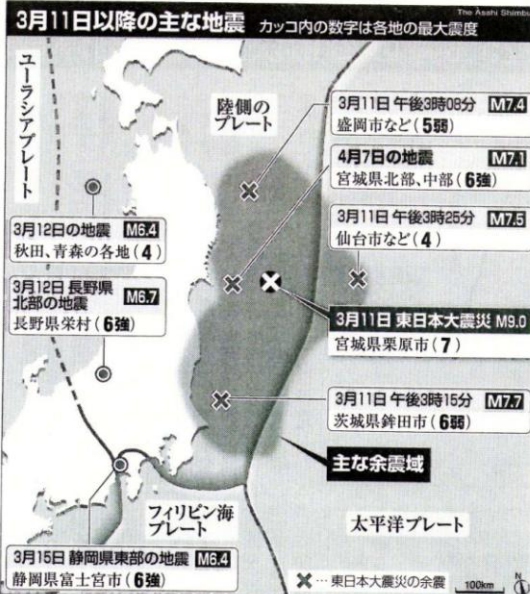
WILLIAMSON

市清水区

東北～首都圏 今も変動

宮城県沖で起きた7日深夜のマグニチュード(M)7.1の地震について、政府の地震調査委員会は8日、臨時会を開いて東日本大震災を引き起こした3月11日の本震(M9.0)の余震と認定。「今後も、規模の大きな余震が発生する恐れがある」と注意を促した。

今回の地震は、巨大地震でに460回以上起きており、M7以上の余震は4回。境界の海溝型地震の本震と異なり、海のプレート内部で起きた。エネルギーは本震(最大震度7)の約700分の1に過ぎないが、陸から近かったため最大の震度6強を記録した。M5以上の余震は7日までに約10%まで減ったが、専門家は「少なくとも半年はM7級の余震の覚悟が必要」と



「巨大地震の再来」警戒

地震調査委員によると、本震によって地殻内の力のバランスが崩れており、様々な余震が続いている。梅田康弘京都大学名誉教授は「本震のマグニチュードから1引いたM8ぐらいの余震もあり得る」と指摘する。

国土地理院の観測では、現在も東北から首都圏にかけて、大地震のあとに起きる「余効変動」と呼ばれる現象が続き、地殻変動が依然として激しいことを示している。

余震域の外も気が抜けない。本震以降、東日本を中心に次々に地震が起きてい



る。3月12日に長野県北部でM6.7(最大震度6強)、秋田沖でM6.4(同4)、同15日夜には静岡県東部でM6.4(同6強)の地震があった。島崎邦彦東京大学名誉教授は「大震災の影響で各地で地震活動が活発化しており、これからの誘発地震は続く」と見ている。

過去には、1944年の東南海地震(M7.9)の直後に三河地震(M6.8)、46年の南海地震(M8)の2年後に福井地震(M7.1)が起きた。地震調査委員会の阿部勝征委員長(東京大学名誉教授)も「海溝で巨大地震が起きる前後には、内陸で被害が出る地震が起きやすい傾向にある」と話す。

さらに気がかりなのが、巨大地震の再来。海溝型地震では本震に隣接する地域で、同規模の地震が起きることが珍しくない。

44年と46年の東南海と南海地震、2004年12月のスマトラ沖地震(M9.1)でも約3カ月後にM8・6の地震が起きている。

震災後、全国16地域で活発化

M5超、1カ月で500回

[illegible]

 **断層**

地下の岩盤が割れてできたもので、ずれる現象が地震だ。引っ張る力が働き岩盤がずれるのを「正断層」、押される力でずれるのを「逆断層」と呼ぶ。海のプレートと陸のプレートが押し合う場所に位置する日本では、逆断層型の地震が多い。

逆断層型 押されてずれる



正断層型 引っ張られてずれる



16日地震の震源 茨城南部に訂正

の地震を挙げる。

震源の東南北、M8級懸念

地震学者が興山山の北西の山麓に目立、巨大地震にまつて、地殻のひびきが写された。地震波が伝わったその影響で起こると考えられ、

明治維新は、1896年の明治神宮地震（M8.2）の翌年に発生し、田舎の奥地で羽生・田舎で起きた地震（M7.7）が起きた。144年（正暦間）タイプの地震

の東南海溝（M9.1）の約1ヶ月後には、三河の村々で地震（M6.8）が起きた。

誘発地震、特に言われるのは「震動」とは異なるタイプの地震と東京大学地質研究所の古事と東洋地質探検隊の浅い地下で起きる「正断層」タイプの地震

プレートの押し合う東北は、津波が多だが、三河後の地震活動でも引連れる力があった。

日江、四馬島、八雲を刺した地震もこのタイプだった。地が少しづつずれて、活断層が低くなられたきた活断層があり、早稲田の地震の大きさを示している。

渡田さんの解析では、地震後の地下の力のかり方が変わり本震の震源域の南北でも地震が起きる確率が高まった。東京大地震研究所の平田直教授は「震源域の南北でM8級の地震の恐れがある。本震の震源域でも、M8級の余震が起きる可能性があると指摘する。東大地震研の小原一成教

[illegible]

注目する。「ひずみを解消するための地震後の地殻変動が、新たなひずみを生み、新しい破壊が起きる可能性もある」と話す。

04年のスマトラ沖地震（M9・1）では、3カ月後に隣接する場所でM8・6の地震が起きた。

過去の地震の主な余震・誘発地震	
宝永地震 (1707年、M8.6)	主余震、誘発地震など 3か月半後に最大余震、 約10年後に大規模な地震
安政東海地震 (1854年、M8.4)	10か月半後に最大余震 (M7.6)。11か月後に 安政近海地震(M7.6)、 3年余後に飛越地震と 信濃大川地震
明治三陸地震 (1896年、M8.2)	2か月半後に陸羽地震 (M7.2)、約2年後に 西蔵大震災(M7.2)
関東大震災 (1923年、M7.9)	当日、翌日、4か月後に計 3回余震、約10年後に 約1.2万後に三河地震 (M6.8)、3年半後に 福井地震(M7.1)
スマトラ沖地震 (2004年、M9.1)	2日後から5年半後まで に7回、7.5～7.9の地震が6 回、3月以降に発生する 誘発地震でM8.6の地震

(東京大震災研究部作成)

いたことが観察されている。平常期約40年が1カ月で逆相に動いたことになる。

今後の地震はどのような余震は、次第に減っていくが、M8.1という巨大地震が起きた後に、研究によると「1年以内」の「1度」は特々々たる見方があり、世界地震は、元々ひずみがたまっている所があれば震度7.0年の月M8.1

首都圏でも地震が増えている。首都圏の地下は、陸のプレートの下に、フィリピン海と太平洋プレートがあり、三つのプレートが重なる複雑な構造。東京湾の周辺では、フィリピン海と陸のプレートの境界周辺において、地震活動が活発化している。陸の直下で地震が起きれば、M6級でも大きな被害の恐れがある。

(潮川茂子、鈴木彩子)



過去の地震の主な余震・誘発地震	
宝永地震 (1707年、M8.6)	主震の余震、誘発地震など 3か月半後に最大余震、約 10年後に大規模な地震
安政東海地震 (1854年、M8.4)	10か月半後に最大余震 (M7.6)。11か月後に 安政近畿地震(M7.6)、 3年余後に飛騨地震と 信濃大町地震
明治三陸地震 (1896年、M8.2)	2か月半後に陸羽地震 (M7.2)、約2年後に 西蔵大震災(M7.2)
関東大震災 (1923年、M7.9)	当日、翌日、4か月後に計 3回の余震、約10年後に 約1.2万後に三河地震 (M6.8)、3年半後に 福井地震(M7.1)
スマトラ沖地震 (2004年、M9.1)	2日後から5年半後まで に7回、7.5～7.9の地震が6 回、3月半後に発生する スマトラ湾でM8.6の地震

(東京大震災研究部作成)

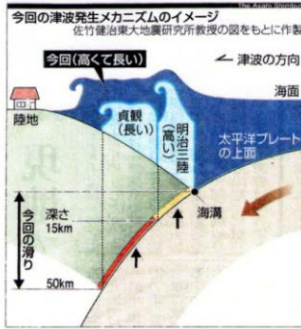
いたことが顕微鏡で見えた。平常時約40年が1カ月で逆回転に動いたことになる。

今後の地震はどのような余震は、次第に減っていくが、M8.1という巨大地震が起きた後に、研究によると「1年後の」「翌年」は特々々との見方があり、隣国地震は、元々ひずみがまわっている處があれば震度7.0年の月M8.1

首都圏でも地震が増えている。首都圏の地下は、陸のプレートの下に、フィリピン海と太平洋プレートがあり、三つのプレートが重なる複雑な構造。東京湾の周辺では、フィリピン海と陸のプレートの境界周辺において、地震活動が活発化している。陸の直下で地震が起これば、M6級でも大きな被害の恐れがある。

(潮川茂子、鈴木彩子)

大津波は「明治+貞観」型



東日本大震災の大津波は「明治三陸津波」(1896年)と「貞観津波」(869年)の双方のメカニズムを持つ可能性がある。高き波を伴った「明治」と、長さの波を伴った「貞観」の特徴が合わさり被害が拡大したとみられる。

地震研の佐竹健治教授らは、太平洋に設

「高く長い」

東大地震研分析

置された波浪計や水圧計などのデータを解析。今回の津波は太平洋プレート(岩板)と陸のプレートの境界の浅いところから深いところまで広く滑ったことが発生したと分析した。

明治三陸津波は、日本海溝のすぐそばのプレート境界の浅い部分(深さ15km付近まで)で起きた地震で、海底が10mに大きく動いて発生した。沿岸から200m以上離れたところまで、津波の高さは4m程度だった。波長が短く、動きが大きい津波が海岸部を襲った。

一方、貞観津波は陸地寄りの深さ15kmから50km程度のプレート境界部が大きくずれ、地震によると考えられている。津波の高さは明治三陸型に比べて低いが、波長は長い。長時間、津波が押し寄せ続け、海岸から3kmほど内陸部まで広く浸水した。

二つの津波を合わせたメカニズムで、今回の津波は400年は大きな津波被害のなかった仙台や、福島と茨城の間県沿岸でも、数mにわたって浸水したとみられる。

(松尾一朗)

宮城県沖、海底のずれ最大55メートル

大津波を引き起こした東日本大震災の本震で、宮城県沖の海底が最大で約55メートルと見られることが、東大地震研の解析で分かった。

海底の地盤が大きく動いた領域は、津波被害が集中した地域の延長線上にあたり、津波を増幅させる原因になったと考えられるという。

津波を増幅

岩手県釜石市沖約50km、約90mの海底に設置した観測機器のデータを用いて、古村孝志教授と前田拓人東大特任助教らが解析した。

解析によると、最も大きな地盤変動があったのは、宮城県牡鹿半島の200mほど沖の海底で、陸側のプレート(岩板)の先端部分にあたる。幅約55m、長さ約160mにわたり、南東

東大地震研が解析

方向に約55mもずれていた。地震波による解析でも、同様の結果が得られたという。

この一帯は、別の研究グループの観測で、地震時に海底が約5m隆起したことが分かっている。陸のプレートの先端が、跳ね上がりながら激しく動いたことが裏付けられ、古村教授は「海底の地下の浅い場所で大きな地盤変動があったことが、大

津波につながった」と分析する。

1896年の明治三陸地震でも、今回と同じように、陸のプレートの先端の海底が激しく動いたとみられ、大津波で2万人以上が犠牲になった。

古村教授は「今回は、明治三陸地震で動いた場所の南の領域が動いた。今後、さらに南の福島沖や北側の部分で同様の地震が起きる可能性があるのかを注視していきたい」と話している。

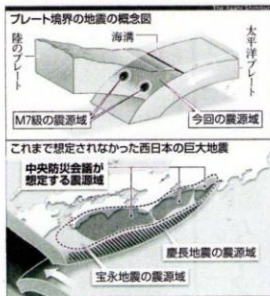
(鈴木彰子)

M9の謎 地震学の宿題

マグニチュード(M)9.0、東日本大震災を起こした巨大地震は、地震学の常識を覆した。なぜ、起こったのか、ほかの地域でも起こりえるのか。M9の謎を解明する研究が始まった。

隠れた震源域存在か

「M7級が単独に連動」ある。古本さんは、断層の「すべり」に注目する。地震を起す断層の大きさは、プレートに注目する。地震の規模に注目する。今回の地震で解明されたすべり量は、高城東沖でM7.5、さらに東側の断層でもM8前後の地震と予測していた。今回は、断層の震源域も同時に活動して巨大地震になったが、M7級の震源域の連動だけでは、M9の規模にはならない可能性がある。



海溝のすべり想定外

今回の地震の震源域は、日本海溝付近とみられる。太平洋プレートが陸のプレートに沈み込み始める海溝付近には、巨大地震は起きにくいと考えられていた。海底の堆積物に覆われた海溝付近では、深部に比べて軟らかいため、プレートが滑りやすいため、大きな力を蓄積しにくいから。しかし、今回は海溝付近も活動して、しかも、すべり量が大きかったと東京大学地震研究所の古率志教授は分析した。海溝付近の海

に「以上の犠牲者を出した」という。高知の「大津波」の記録がある。産業技術総合研究所の調査によれば、室戸岬の調査によれば、室戸岬

代にも大地震があったとい

う。今回「同規模かは不明だが、巨大地震を繰り返していた可能性はある。

能性を考へ始めた。高知の同僚教授は、四国や九州で数百年に一回程度の巨大地震の痕跡を見つけている。特に大きいものもあるが、その地震を起こした仕組みは謎だ。地震学は進歩したが、まだ謎が多く残されている。大谷岡勇市郎教授は「地震の破壊が止まる理由もわかっていない。ガラスは割れ始める、途中で止まらないのに、なぜ地震は止まるのか」との疑問を示す。多くの研究者が地震の多様性、過去の地震、プレートの性質について見直す必要を指摘する。地震研究の進め方、不確実性を伴う科学知識を防災に生かす方法の深い検討が求められる。(朝川茂子)

大津波「予想できた」

東大教授が指摘



東日本大震災を起こしたM9の巨大地震と大津波は「容易に想定できた」とする見解を東京大学理学部のロバート・ゲラー教授(地質学)が発表した。想定外だったとする政府の地震調査委員会を批判し、地震の将来予測の見直しを求めた。14日付の英科学誌「ネイチャー」電子版で発表する。ゲラー教授は、過去1000年以内に起きたM9級の地震は、日本と同じ太平洋地域で起きていたことに着目。「世界の地震を無視しなけれ

ば、時期の特定はできな

期評価として公表している。大きな揺れが予測される場所には東から四国や、北海道の太平洋側などに集中しているが、ゲラー教授は2004年の新潟県中越地震(最大震度7)、08年の岩手・宮城内陸地震(同6強)など比較的確率の低い地域で被害がでた地震が解明したと指摘。『学問的に指摘がないことを許けるのは不毛で、国が公式見解として発表するのも問題』と、長期評価の修正を求めた。地震学の基礎研究は、物理学に基づいて行われるべきだと話した。(鈴木彰子)

海底 24メートル動く

海保「観測史上最大」

震源の真上

海上保安庁は6日、マグニチュード(M)9.0を記録した東日本大震災で、震源のほぼ真上に当たる宮城県沖の海底が東南東に約24

同庁によると、変動が観測されたのは宮城・牡鹿半島の東南東約120*の海底約1700*に設置した海底基準点。宮城県沖と福島県沖の計3カ所の海底に設置した基準点の位置が3月11日の地震の前後でどの程度ずれたか、同月28日から29日にかけて測定した。測定の結果、震源のほぼ真上に位置する基準点の動

きが最も大きく、宮城県沖70*の基準点で東南東に15*、福島県沖でも約5*動いていた。地震の震源域は岩手県沖から茨城県沖にかけて長さ500*、幅200*にわたるとみられ、同庁海洋情報部の佐藤まりこ主任研究官は「地震を起こした断層の位置や大きさを

耐震設計 新指針超す揺れ

女川・東海第二も観測

女川原子力発電所(宮城県)と東海第二原発(茨城県)で東日本大震災で2006年の新耐震指針の想定を超す揺れが観測されていたことがわかった。東北電力と日本原電が発表した。経済産業省原子力安全・保安院は同社に詳細分析を指示した。

女川原発は3月11日の地震で自動停止。東北電力が地震記録を分析したところ、1〜3号機の9地点で想定を上回っていた。3号機の最下階では、想定512ガル(ガルは揺れの勢いを示す加速度の単位)の約1.1倍の573ガル。1号機で540ガル(想定532ガル)、2号機で607ガル(同594ガル)だった。東海第二でも、揺れの周期によつては想定を上回る加速度が観測された。地震計がない部分もあるため、詳しく評価する。また、女川原発に到達した津波の高さは最大13*に

達していた。東北電力が7日発表した。原発の敷地の標高は14.8*だが、地震で1*沈下したことがわかっており、計算上、津波は敷地まで80*に迫っていた。地下深くの岩盤まで沈下しており、今後、敷地のゆがみを精密に測量する必要があるという。また、最大波から15分ほど後には大きな「引き波」が記録されていた。海水面が下がり過ぎ、原子炉を冷却するための取水口が3〜5分間、むき出しになった可能性もあるという。

**本 日 東
災 震 大
撃 衝 大
の 震 大
専門家に聞く**

マグニチュード(M)9は衝撃だった。宮城県沖で想定していた地震をはるかに超え、イメージさえできなかったことが起こった。

地下の岩盤が断層を境にすれだが、その長さは約450km、幅約200km。ずれば最大20m以上。全部が一樣にすべらず、岩盤が不安定になったため、大きな余震が続いている。

宮城県沖ではM7級の地震が繰り返され、二つの地震が同時に起こる「連動」でもM8級——と考えられていた。連動する可能性があった場所で3月9日にM7・3が起こった。だから、次は単独かと思った。

M9の謎 解明が急務

しかし、直後にあの地震が起こった。規模は想定の変動よりはるかに大きく、その仕組みはこれまでの考え方では説明できない。

阪神大震災以降、地震学は進歩した。東北の太平洋側で起こる複雑な地震についても理解し、予測につなげられるようになってきたと思っていた。その自信が打ち砕かれた。

地震学は、前に起こったことを基準に経験則で考える。わずか20年程度の精密観測で、その前の千年の状態を知ることはいきなり。地震学の現状の限界だ。まずはデータを真摯に見直し、M9の正体を明らかにすることが急務。東北ではM9級の地震が繰り返されてきたとの見方が出てきた。M9の地震が、これだけ観測網がそろっているところまで起きたのは世界でも初めて。さまざまなことがわかるはずだ。

今から思えば、不思議なデータも手にしていた。福島県沖で08年ごろから、太平洋プレートがずるずる沈みこんでいた。こういう場所は大地震が起きない「安全宣言」と考えられた。しかし、見方を変えると、千年間隔で動く巨大な断層が動き始めたことを示していたかもしれない。

M8の地震までは、これまでの考え方が通用するだろう。新たに突きつけられたM9の謎を解き、わかったことを社会に伝えていきたい。

(聞き手・瀬川茂子)

◇ 大地震、大津波、原発事故。かつてない複合災害に専門家たちも激しい衝撃を受けた。1カ月たって見えてきた東日本大震災とは——。

東北沖に巨大な海底活断層



日本海溝沿いに長さ約500kmの巨大な「海底活断層」を広島大の中田高名誉教授らが見つけた。東日本大震災を起こしたプレート(岩板)境界につながる断層とみている。

海上保安庁と海洋研究開発機構の海底調査のデータから海底が立体的に見える地図を作り、海底地形を読み取った。その結果、日本海溝の東側、三陸沖から茨城沖にかけて長大な段差を見つけた。これだけの段差は、地震を起こし続けた活断層でないといけないという。

メカニズム

日本地震学会 会長
平原 和朗さん

レトロ地震計も計測

大震災 デジタル式と同じ結果

東京都文京区の東京大地震研究所に設置された約80

年前に開発されたアンティーク地震計が、東日本大震災を起こした地震（マグニチュードへM9.0）の揺れを捉えていた。

この地震計は、地震研の第2代所長の石本巳四雄博士が1933年に原型を完成させた石本式加速度計。地震による上下の加速度を記録する。長年使われていなかったが、技術職員の渡辺篤志さんが2008年

に修復し教材として使っている。詳しい製造年はわかっていない。

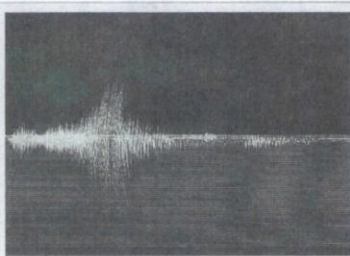
石油ランプのすすをつけた厚紙をまきつけたドラムを、20分間で1回転させながら、揺れを針で記録する。地震が起きると、針が表面のすすを削り取って揺れの強さが記録され

る。

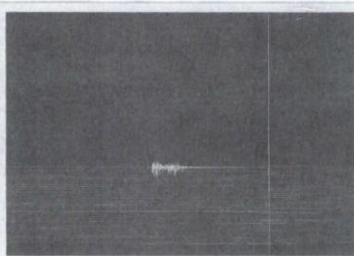
厚紙の記録を地震研の頼り一起教授と読み解いたところ、最大約100ガルの加速度が記録されていた。現在使われているデジタル式の加速度計の記録と一致した。

石本式加速度計は、09年8月の駿河湾の地震（M6.5）も記録しており、その差は一目瞭然だった。頼り一起教授は「私もこの加速度計が現役のころは知らないが、現在の機器と変わらずきちんと記録されている」と感慨深げだった。

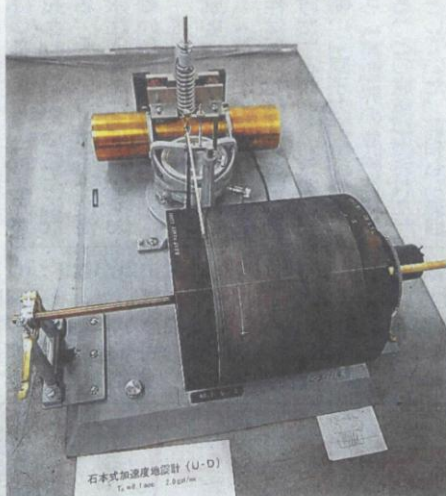
（松尾一郎）



3月11日の東日本大震災の地震（M9）の加速度



2009年8月11日の駿河湾の地震の加速度
いずれも東大地震研



石本式加速度計。手前のドラムがまわり、加速度がすす紙に記録される

[illegible]

東日本大震災の本震で
プレート境界面が大きくずれた

ずれの量
0-100km
100-200km
200-300km
300-400km
400-500km
500-600km
600-700km
700-800km
800-900km
900-1000km
1000-1100km
1100-1200km
1200-1300km
1300-1400km
1400-1500km
1500-1600km
1600-1700km
1700-1800km
1800-1900km
1900-2000km
2000-2100km
2100-2200km
2200-2300km
2300-2400km
2400-2500km
2500-2600km
2600-2700km
2700-2800km
2800-2900km
2900-3000km
3000-3100km
3100-3200km
3200-3300km
3300-3400km
3400-3500km
3500-3600km
3600-3700km
3700-3800km
3800-3900km
3900-4000km
4000-4100km
4100-4200km
4200-4300km
4300-4400km
4400-4500km
4500-4600km
4600-4700km
4700-4800km
4800-4900km
4900-5000km
5000-5100km
5100-5200km
5200-5300km
5300-5400km
5400-5500km
5500-5600km
5600-5700km
5700-5800km
5800-5900km
5900-6000km
6000-6100km
6100-6200km
6200-6300km
6300-6400km
6400-6500km
6500-6600km
6600-6700km
6700-6800km
6800-6900km
6900-7000km
7000-7100km
7100-7200km
7200-7300km
7300-7400km
7400-7500km
7500-7600km
7600-7700km
7700-7800km
7800-7900km
7900-8000km
8000-8100km
8100-8200km
8200-8300km
8300-8400km
8400-8500km
8500-8600km
8600-8700km
8700-8800km
8800-8900km
8900-9000km
9000-9100km
9100-9200km
9200-9300km
9300-9400km
9400-9500km
9500-9600km
9600-9700km
9700-9800km
9800-9900km
9900-10000km

3月11日 M7.5
7月10日 M7.0
3月11日 M9.0
3月11日 M7.7
4月7日 M7.1
4月11日 M7.0

国土地理院 気象庁の資料から作成

[illegible]

設備よりソフト重視へ



宮古市田老地区の被災前（左、1977年撮影）と震災後（3月13日）の航空写真。湾口の防波堤や、二重の城壁のような防波堤で町を囲み、津波に襲えていたが、高さ10mの防波堤も巨大津波は乗り越えた。防波堤は壊れ、コンクリートの破砕が確認できる（国土建設提供）

「想定外」のマグニチュード(M)9という巨大地震が引き起こした東日本大震災の発生から4カ月、地震や津波の想定をどう考えていくのか、見直しが進む中、M9を想定できなかった理由が浮かび上がってきた。

洋のプレート

陸のプレート

2 チリ型とマリアナ型の
中興タイプとされていた
そのため

**巨大地震を
起こしにくいと考えた**

プレート

マリアナ型
古くて重いプレートが急な
角度で沈み込み、
巨大地震が発生しない

チリ型
若くて浮力があるプレートが
浅い角度で沈み込み、
巨大地震が発生する

4 こそ可能性がある結合のプレート境界が広がっている。しかし、
常態を覆せなかった

GPS観測で、プレートどうしの結合を推定
色が濃いほど結合が強い

☆1923年以降のM6.8以上の震源
(国土地理院 震源カタログ)

震災

進み、90年に東北電力が、平野の内陸3[・]4まで津波が痕跡があるという論文を発表した。65年ごろから、産業技

[illegible]

科学

(火・金 掲載)

✉ kagaku@asahi.com

東南海 最近の小地震パターン 1944年大地震前と似る

東南海地震の震源域での小地震の発生パターンがこの10年、1944年に起きた大地震の直前の10年間に似てきた

ことが、防災科学技術研究所の調査で分かった。震源域に大地震のエネルギーが蓄積されてきたことの反映らしい。東南海地震は平均112年周期で発生を繰り返している。44年の東南海地震は、三重県や愛知県などで千人以上の犠牲になる大被害をもたらした。政府は今後30年以内に発生する可能性を60〜70%と予測している。

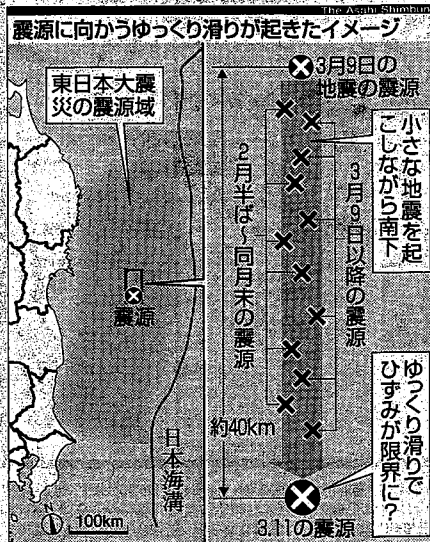
防災科研の松村正三研究参事は気象庁の記録から、前回

の東南海地震までの10年間に震源域で起こったマグニチュード(M)3.5以上の地震の発生傾向を、最近の10年間で比較した。その結果、双方とも51〜90年の40年間に比べ、志摩半島南側などで地震が増え、逆に渥美半島先端などでは減少。最近の傾向は、前回の直前と似ていることが分かった。

東南海地震や東海地震は、海のプレート(岩板)が陸のプレートの下に沈み込む境界で起こる大地震。大地震が起きる震源域は、プレート同士が固着した場所だ。すれ動くとするプレート同士の力が固着域にエネルギーとしてたまり、固着がはがれると一気に放出して大地震が起こる。震源域には固着の強い部分と弱い部分があるが、弱い固着が徐々にはがれ、大地震の直前には強く固着した場所にエネルギーが偏ると考えられている。この偏りの影響で大地震の前に震源域周辺で起こる小地震の発生パターンも変化するとみられる。

(長野剛)

「ゆっくり滑り」 震災の引き金?



発生1カ月前から2回 東大解析
東日本大震災が発生する 究所の解析でわかった。巨約1カ月前から、震源に向 大地震の引き金になった可 かって「ゆっくり滑り」と 能性があるという。20日の 呼ばれる現象が2回起きて 米科学誌サイエンス電子版 いたことが、東京大地震研 論文が掲載される。

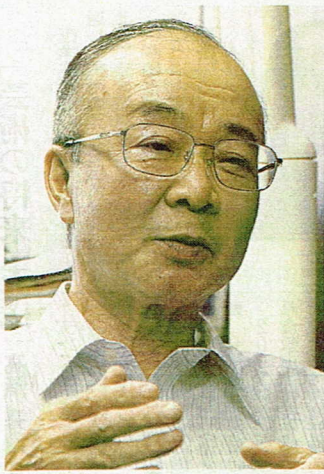
小さな地震 震源に向け南下

地震研の加藤愛太郎助教らは、巨大地震発生に至る過程を明らかにしようと、宮城県と岩手県に設置された気象庁や東北大などの地震計14個の記録から、極めて小さな地震を含む1416の地震を調べた。解析によると、小さな地震が相次ぎ、発生場所が時間とともに南下して、巨大地震の震源に近づいていく現象が2回起きていた。1回目は2月中旬から2月末まで、2回目は3月9日にマウニチュード7.3の大きな前震が起きてから11日までの間だった。南下の速度は2月が1日あたり2〜5キロ、3月は約

10キロだった。この速度は過去に観測されたゆっくり滑りとほぼ一致。加藤助教らは、南下した地震は体に感じられないゆっくり滑りが引き起こしたと結論づけた。ゆっくり滑りは、地表で揺れが感じられないほどの遅い速度でプレート(岩板)境界が動く現象。ゆっくり滑りの伝わりで東日本大震災の震源にひずみが集中したと考えられるという。巨大地震が起きるときに必ず起きる予兆かは不明だが、加藤助教は「今後、他の地震でも同様の現象が観測されるのか、監視を続ける必要がある」と話している。

(小坪遊)

練習問題 まさかに備え



押し寄せる津波34分、死者32万3千人。南海トラフの巨大地震がもたらすかもしれない被害は衝撃的だった。8月29日、有識者会議の座長として記者会見に臨んだ東京大名誉教授阿部勝征(88)は「想定通りに起きるとは限らない。これまでの防災対策は引き続き進められてきた」と話した。

阿部は中央防災会議委員や、南海地震の予知を目指す判定会長など地震関係の要職を務める。時に「地震村の村長」とも揶揄されるが、「行政機関を通して防災に役立つことが私の基本姿勢」と意を介さない。

津波の大きさを地震規模を見積もる津波マグニチュードを提唱するなど、独創的な研究をしてきた。防災を意識し始めたのは1980年のメキシコ地震。倒れたビルを現場で目の当たりにして「これを防ぐのも地震学の役割だ」と思った。

取材に来ていた日本のテレビ局にコメントを求められ、筋道を立てて解説すると、「それじゃ駄目です。何回もやり直し、社会にどう伝えるかを考えるようになる」。

今、大きな地震が起きると、見解を導くようとする記者たちが阿部の電話が空くの順番待ちする。阿部はこれまで起きた地震でも付近であった過去の例を示し、短い言葉で解説する。「1」の程度の地震ならベタ記事。扱いをアドバイスすることもある。災害情報研究の第一人者で東京大教授だった広井健一は生きた阿部を「地震政治学者」とからかいながらも、政府の様々な委員会に推薦して一緒に仕事をし、防災政策に携わる官僚を呼び出し、深夜まで飲み屋で語り合った。

呼び出された一人に布村明彦(59)がいる。2001年、中央防災会議の事務局を担う内閣府防災担当の参事官になった時、官邸から「防災会議で何かやれ」と指示された。省庁再編で内閣府はできたばかり。存在感を示す必要があった。

そう言えば、阿部が「南海地震対策は変なところがいっぱいある」と話していた。布村も訓練に疑問を持っていた。東海地方で地震の異常を観測すると、判定会の委員がパトカーの先導で気象庁に集まり、大地震を予告する。それを受けて首相が警戒宣言。こんなシナリオで訓練して何の意味があるのか。こんな意味があるのか。阿部は「想定」だった。それまでは



布村明彦さん



横田崇さん

「不安をあおる」と敬遠されていた。練習問題を作ろうと思った。練習しては対処能力が落ちる。東海地震の死者最悪で約1万人、東海、南海、南海の同時発生で2万5千人、首都直下1万3千人……。この10年、想定される被害が次々に公にされた。

気象庁の横田崇(57)は最初からその作業に加わった。現在は気象研究所の地震火山研究部長。内閣府参事官を兼任し、南海トラフの巨大地震対策を進める。

現状で精度の高い想定は望めない。南海トラフの巨大地震の想定でも、「大きすぎる」「小さすぎる」と両面の批判がある。専門家の会合でも相反する意見が出た。

それでも、早く想定を示さなければならぬ。東日本大震災の後、対策を急ぐ沿岸自治体が国の方針が決まるのを待っていた。

最新の科学的な知識を取り入れながら、防災に生かす想定をするには割り切りも必要になる。委員が合意できる折衷案を考えた。「過渡的な段階で、わからないものを集めて、とりあえず形にするのは得意かも知れない」。横田が関わり続けたのは、こんな「特技」があるからだ。イタリアでは地震を巡る安全宣言に関わった学者らに実刑判決が出た。地震をどう予測し、伝えるのか。大地に耳を澄ます研究者を訪ねた。

このシリーズは編集委員・黒沢大隆が担当します。文中の

理論はガラガラ崩れた



東日本大震災から7カ月後、日本地震学会のシンポジウムが静岡大学で開かれた。「地震学の今を問う」と銘打っていたが、地震学者の反省会のようなものだった。

演壇に立った東北大教授の松澤暢(53)は、スクリーンに3月10日付の新聞記事を映し出した。記事は前日に三陸沖で発生したマグニチュード(M)7.3の地震のことを伝えていた。併せて松澤の見方も紹介している。予測した場所と一定規模の地震が起きたから、宮城県沖の大地震は可能性が低くなった……。

ところが翌日、M9の大地震が起きた。松澤は、大地震の可能性が低くなったという見解を示したことに頭を下げた。さらに、できごとと思っていた予測がなかったことが地震学者全体の失敗として総括した。

こうした松澤の姿勢を苦々しく思う研究者もいる。松澤はこう反論する。「学者全員が謝る必要はない。でも『反省しすぎ』と批判するのは学者の思ひ上がりだ」。

東日本大震災の前、地震学者たちは「いつ」という予知はできないが、「どこで」「どれくらい」の大きさを「予測」できるのは予知ではない。地震の予知は、予知はどこまで可能になったのだろうか。今年10月16日、北海道函館市で日本地震学会が開かれ、地震予知を巡る討論会があった。

壇上にカリフォルニア工科大名誉教授金森博雄(76)が立った。地震研究の第一人者、互いに「さん」付けで呼び合う研究者も、「先生」と呼ぶ

震が起きるかは予測できるようになったと考えていた。東北沖も複数の海域で地震が予測され、警戒もしてきた。だが、そこにM9の数字はなかった。

あの日、松澤は東北大の研究室にいた。本棚から本が滝のように落ちてくる。想定していた宮城県沖地震が起きたと思ったが、繰り返す大きな揺れに「これはおかしい」と感じた。

停電でパソコンが使えず、情報は得られない。出演を求められたテレビ局に行き、パソコンを使わせてもらった。米地震調査所のサイトに接続すると、岩手沖から茨城沖までM9の本震と数多くの余震の震源が映し出されている。想像を超える広がりだった。これまで積み上げてきた理論が、ガラガラと崩れていく気がした。

地震の予知、予測はどこまで可能になったのだろうか。今年10月16日、北海道函館市で日本地震学会が開かれ、地震予知を巡る討論会があった。

壇上にカリフォルニア工科大名誉教授金森博雄(76)が立った。地震研究の第一人者、互いに「さん」付けで呼び合う研究者も、「先生」と呼ぶ



金森博雄さん

研究者の間で「等身大」がキーワードになっている。何が、何ができないか。背伸びせず、的確な情報をどう伝えるか。正解はまだ見つ

「3月9日の地震は後から考えれば前兆といえるが、事前にM9の地震を正確に予知する理論はない」。

「東北沖に必ず予兆が蓄積しており、いずれ大地震で解放されるかも知れないという考えはあったが、それを防ぐ防災に組み込むことは難しい」。

明確な語り口。松澤もうなずきながら聞いていた。

金森は、東大の地震研究所教授だった時、大学紛争で施設に入らなくなった。そこをカリフォルニア工科大に誘われて移った。巨大地震の大きさを示すのに適したモーメントマグニチュードを唱え、地震の発生情報を防災に生かすリアルタイム地震学などで学界をリードしてきた。

引退後は、客員教授として日本の大学に1カ月単位で滞在する。東北大にいた2年前の10月、フランスの研究者と三陸沿岸を歩いた。地形を見ながら、津波被害の重要性について語り合った。

震災後、変わり果てた町を再訪した。案内してくれたそば屋の店主を捜したが、見つからない。後で逃げ延びたと知り、胸をなで下ろした。

地震予知について金森は「不可能と証明できないが、現在も非常に難しい。今のところ将来も相当難しい」と考える。「30年以内70%の確率で発生」といふ伝え方にも疑問を持っている。

研究者の間で「等身大」がキーワードになっている。何が、何ができないか。背伸びせず、的確な情報をどう伝えるか。正解はまだ見つ

津波の化石に青くなる

大分県佐伯市米水津に小さな池がある。周囲500メートル。名前はなく、地元でも「池」としか呼ばれていなかった。2004年、高知大学特任教授の岡村真(63)が調査に入った。

一帯は、1707年の宝永地震で大津波に襲われた。この池は海岸から100メートルしか離れていない。大津波が来ると、海の砂が内陸に運ばれ、陸上に残された砂は風雨で流されるが、池や湿地に流れ込んだ砂は底にたまる。その上を泥が覆い、また津波が来ると、砂がたまって地層ができていく。

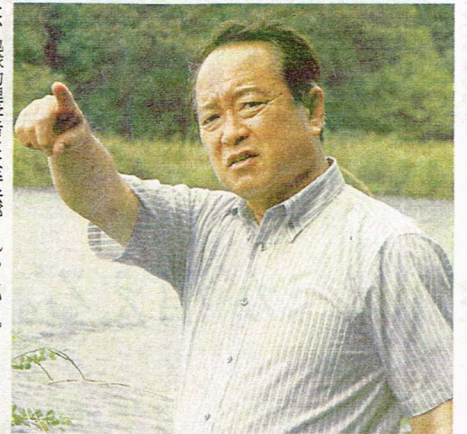
岡村は池の底にある砂の層を「津波の化石」と呼ぶ。いかだを浮かべて、池の底にパイプを突き刺し、引き抜いてサンドイッチ状に重なる砂や泥を採取する。一つの池で200〜300カ所。地層に交じっていた植物を取り出し、年代を測定して津波の時期を探る。

調査が始まったことを知ったマスコミが次々と取材に訪れた。池の名前を尋ねられても、誰も答へられない。近くに龍神様が祭られてあるから、いつの間にか龍神池という名前がついた。

龍神池からは目立つた砂の層が8層見つかった。津波は一回だけなく、コンスタン丁に何回も来ていた。「宝永級の大きな地震は最短で300年に一回。このペースなら次は今と近いことになる」

岡村は、この研究成果を高名な地震学者に話したことがある。一笑に付され、壁の高さを感じた。

地震や津波の研究者の中でも、岡村のような地質学者も少なく、池で採取した砂の層を見せられた。岡村によると、南海トラフで最大と考えられてきた宝永地震の時よりも分厚く、2千年前にもっと大きな津波があったと考えられるという。



岡村真さん。蟹ヶ池で

と、地球物理学とは手法が大きく違う。野外調査が基本の地質学者に対し、地球物理学者は、地震波や地殻変動を解析して物理学的な理論を考える。一般に地質学者とは地球物理学者を指す。成果を発表する学会も異なり、互いの研究への関心も低い。

東日本大震災が起きる1年前、東京大学教授古村孝志(49)は岡村が調査している高知県土佐市の蟹ヶ池を訪れた。古村は地球物理学の研究者で、スーパーコンピュータを使った地震波や津波の伝わり方の解析で知られる。岡村とは08年から始まった南海トラフの巨大地震を探るプロジェクトに一緒だった。

蟹ヶ池は絶滅危惧種のベッコウトンボが生息している開けた環境で、昔のままの環境が残されている。そのトンボが姿を消し、調査ができるようになった。

古村は、池で採取した砂の層を見せられた。岡村によると、南海トラフで最大と考えられてきた宝永地震の時よりも分厚く、2千年前にもっと大きな津波があったと考えられるという。

岡村が調べた宝永地震の史料には、村々が「亡所」となっていたと記述がある。大津波はすべてを流して何も残らない。東日本大震災で岡村は「亡所」の意味が実感できてわかった。

日本地質学会は今年6月、文部科学省に意見書を出した。地質学的な研究を重視し、地球物理学的手法に偏重していたことが、東日本大震災での「想定外」につながったと指摘している。

学会長として意見をまとめた新潟大名誉教授宮下純夫(66)は「過去にあったことをきちんと見るのが地質学だ。地震を予測する委員会でも地質学者は少なく、勘がよい思いをしてきた」と語る。

岡村が調べた宝永地震の史料には、村々が「亡所」となっていたと記述がある。大津波はすべてを流して何も残らない。東日本大震災で岡村は「亡所」の意味が実感できてわかった。

岡村が調べた宝永地震の史料には、村々が「亡所」となっていたと記述がある。大津波はすべてを流して何も残らない。東日本大震災で岡村は「亡所」の意味が実感できてわかった。

岡村が調べた宝永地震の史料には、村々が「亡所」となっていたと記述がある。大津波はすべてを流して何も残らない。東日本大震災で岡村は「亡所」の意味が実感できてわかった。

岡村が調べた宝永地震の史料には、村々が「亡所」となっていたと記述がある。大津波はすべてを流して何も残らない。東日本大震災で岡村は「亡所」の意味が実感できてわかった。

岡村が調べた宝永地震の史料には、村々が「亡所」となっていたと記述がある。大津波はすべてを流して何も残らない。東日本大震災で岡村は「亡所」の意味が実感できてわかった。

変なことが起きていた

9月19日、東京・六本木のオフィスビルで原子力規制委員会が発足式があった。委員に就任した東京大名誉教授の島崎邦彦(66)のあいさつは手厳しかった。

「10年前に高い津波の発生を指摘していた。しかし、原子力発電の審査に関わる方から批判を受け、公表差し止めの圧力がかりました」

東北沖の大津波を予測したのに防災に生かされなかった、と考えている。東日本大震災の後、それを講演で繰り返して訴えてきた。発足式の2時間前に開かれた第1回の委員会でも同じ話をした。

島崎は国の地震調査委員会が発足するのを予測する長期地震が30年以内に20%の確率で起きると予測した。

その報告を公表する前、内閣府から要請が来ていると聞かされた。公表を見送るか、誤差があると書き加えろという。「納得できない」と事務局に伝えたが、発表文は前書きに一文が加えられた。

「地震発生確率や規模の数値には誤差を含んでおり、防

災対策の検討などにはこの点に十分留意する必要がある」と変なことが起きていると感じた。前年に省庁が再編された、中央防災会議の事務局である内閣府と、地震調査委員会の事務局である文部科学省とが取り合戦をしているのかもしれない。

それから10年。東日本大震災で多くの犠牲者が出たことにショックを受けた。東北沖で大津波を起す地震については、直前の2月に地震調査委員会でも審議していた。3月の委員会でも取り上げる予定だったが、議案が多かったため4月に回していた。「審議の内容が公表されれば助かった人がいたかも知れない」と今も悔いる。

時間の経過とともに分かったことがある。02年の報告書を出す9月前、土木学会が「原子力発電所の津波評価技術」をまとめ、これを受けた東京電力は福島第一原発での津波の想定の見直しを終えていた。結論は出ていた。「ああ、これだったんだ。背景が浮かんできた」。

政府の事故調査委員会の中聞報告によると、大震災直前の3月3日、東京電力も文科

省に、東北沖で大津波を起す地震の報告で「表現を失ってほしい」と注文をつけていた。

成果を生かせなかったという島崎の発言には批判がある。「今、言うなら、その時に辞任しても抵抗すべきだった」。島崎にも聞かされた。「真を知っていれば、そうしたかも知れない。一連のことがつながっているとはわからなかった。馬鹿だった」

発足式のあいさつで島崎はこう結んだ。「自然が語りかける言葉に予断を持つことがよく耳を傾ける。常にこの基本に立ち返って科学的判断を提示したい」

大震災の当日、東大地震研究所教授磯崎一(66)は地震の調査でニージーランドにいた。日本からの映像を見て衝撃を受ける。帰国後、地震学者としての責任を感じ、しばらく研究室にこもった。

地震学の境界を思い知らされた。昨年7月、原発の耐震安全性を検討する国の作業部会の主査と委員を辞任した。「原発の設置や再稼働の可否は、科学的な知見からだけでは判断できない」

地震学は三重苦にあえいでいるという。複雑な仕組みで起る地震は理論研究が難しい。実験ができない。大地震はたまにしか起きないからデータが足りない。講演で境界を語ったら、会場から「責任逃れだ」とり返された。

地震の予測は難しいが、発生すれば何が起きるか説明できてしまふ。「それを聞いた一般の人は将来のことかわかると思い込んでしまうのではないか」。過剰な期待を危うく感じている。(黒沢大樹)

島崎邦彦さん＝山本和生撮影

磯崎一さん

黒沢大樹

黒沢大樹

黒沢大樹

黒沢大樹

黒沢大樹

黒沢大樹

黒沢大樹

黒沢大樹

黒沢大樹

黒沢大樹

黒沢大樹

黒沢大樹

黒沢大樹

黒沢大樹

黒沢大樹

黒沢大樹

黒沢大樹

黒沢大樹

地震学 防災に不可欠か



福和伸夫さん＝山本和生撮影

横浜で9月に開かれた防災講演会。登壇した名古屋大教授福和伸夫(55)が、いきなり場内を沸かせた。会場の写真スクリーンに映し、中央の座席を指し示す。「地震が起きたら、ここが一番危険、隣の人を押しよけないと逃げられせん」

福和は建築を専門にしている。防災に関連した講演に呼ばれると、会場の耐震性や周辺の弱い地盤を示し、地震が起きたらどうなるかを話す。自分の問題として考えてもらいたいからだ。

ゼネコンで原子力発電所の設計を経験した。手帳は模型で建物の耐震性がわかる振動実験教材「ふる」の開発でも知られる。名古屋大出身で、現場で生かせる防災の普及に取り組んできた。

一緒に仕事する地震学者の考え方に戸惑うことがある。たいていは理学系だ。「工学系は目的志向で考える。理学系は真実探究として面白くから入ってくる」

南海トラフの地震を想定する政府の検討会でも感じている。多数を占める理学系の地震学者が、理論的にあり得ることを次々示し、会合が研究会的な雰囲気になっていく。目標が決まっているのに、入り口で議論が拡散し、出口を



山本和生さん＝福和伸夫撮影

目指す議論にならない。それ対策に直結する事例を検討する時間が足りなくなる。「国の施策に携わっている視点でよければいい。防災は理学の価値観と違った観点をいれたい」

9月、茨城県の筑波山のもとで日本地震学会が「夏の学校」を開いた。合宿形式で大学院生ら40人が集まった。「防災のツボは失敗しないこと。100点を狙わずにいいが、0点はいけない。新幹線の運転免許を持つ地震

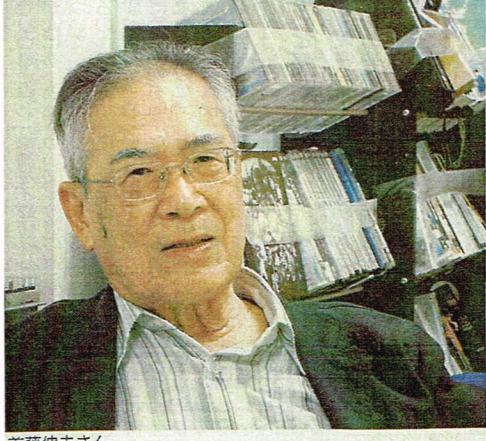
学者、関西大准教授の林能成(44)が「地震学は防災に不可欠」と題して語った。北海道大理学部を卒業後、JRR東海で新幹線の地震対策を担当した。大地震では素早く確実に止め、小さい地震なら点検が必要な区間を絞り込み、運行への影響を減らす。停車の判定基準を検討して

いた時、現実とは合わない例が見つかった。上層に理由を聞かれた。大きい地震なら起こり得る教科書的な現象だった。「そのへんのことはあります」。軽く答えるのと、それそれの見方は出てきても統一の見解はない。東日本大震災の後、大地震に備えるための想定がどんどん大きくなっている。浜田



浜田政則さん＝川村直子撮影

「変わり者」に世界が注目



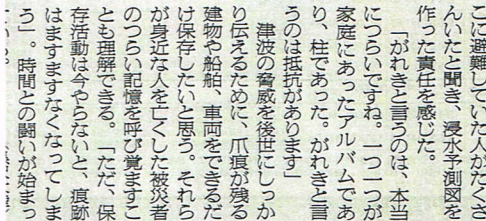
浜田政則さん

1980年6月、南米チリ沖で世界の観測史上最大の地震が起きた。マグニチュード9.5。この地震による津波は22時間余の後に三陸海岸などを襲い、日本でも142人が犠牲になった。当時、旧建設省の土木研究所にいた首藤伸夫(77)は現地に入り、被害を調べた。岩手県釜石市の岡田海岸で、壊れた家を片づけていたおばあさんが津波の犠牲者だった。声をかけると、意外な言葉が返ってきた。「こんなたいした津波じゃないよ」

1986(明治29)年の明治三陸地震や、1993(昭和18)年の昭和三陸地震の津波に比べれば、まだまだ規模が小さいという。日本は高度経済成長のただなかだった。すぐに津波対策の事業が始まり、各地に防潮堤が進められた。首藤は中央大に移り、7年後に対策は一段落した。

88年5月の十勝沖地震では防潮堤が役に立ち、被害は最小限に抑えられた。これで、構造物を設ければ津波は防げるという考え方が一般的になる。津波対策の研究者は、マを海岸の浸食などに替え、津波から離れた。しかし、首藤はおばあさん

の言葉が忘れられない。「こんなたいした津波じゃないよ」。過去の津波の記録を調べたら、確かに正しい。対策をもっと考えなければ。地震学者から「津波をまたやってる馬鹿がいる」と言われながらも研究を続けた。



首藤伸夫さん

東北大学に転じて6年後の88年、日本海中部地震が起きる。死者104人のうち100人が津波の犠牲者だった。「変わり者」扱いされてきた津波研究者が世界から注目されるようになった。

津波を解析するプログラムを開発した。地震の規模などから津波の大きさが予測できる。どの国の研究者にも無償で提供した。条件が三つある。営利に使わない、成果を発表する時は開発チーム名を明記する。三つ目は、問題が起きたら相談する。失敗も含めて自分たちのノウハウのすべてを伝え、問題が解決するまで支えようと考えた。

津波は毎日起きるというが、津波はめったにない。津波が起これば、交通手段が確保され、救援活動の妨げにならない限り、研究者は被災地に向かう。内外を問わない。現地では、建物に残った水の跡や木にひっかかった漂流物で津波の高さを推しはかる。全体像を知るために、津波が低かったところも調べ

る。研究者が少ないうちから、分けしてデータを集める。行方不明者の捜索が続く生々しい被災地で、犠牲者を見つけたことだ。首藤は振り返る。「生活環境が悪い所にも学生を送り込んだ。人生観が変わった、と言う学生が何人もいた」



今村文彦さん

「がれき」というのは、本場に似ている。一つ一つが家庭にあったアルバムであり、柱であった。がれきと言ふのは抵抗があります。津波の脅威を後世にしっかりと伝えるために、爪痕が残る建物や船舶、車両をできるだけ保存したいと思う。それらが身近な人を亡くした被災者のつらい記憶を呼び覚ますことも理解できる。「ただ、保存活動は今や少ない。痕跡はますますなくなっています。時間との闘いが始まっ

首藤のもとで学び、研究室を継いだ東北大教授今村文彦(51)は、東日本大震災の被災地に入った時、「我々が住んでいる東北だと思いたくなくなりました」という。海外も含めて調査経験は豊富にある。でも、日頃から相談を受けてきた地元は格別だった。佐藤さんの家がないとか、あの小学校まで浸水しているとか、一瞬で具体的なイメージがわいた。

高台の指定避難場所津波が押し寄せた地域もある。そこに避難していた人がたくさんいたと聞き、浸水予測図を作った責任を感じた。「がれき」というのは、本場に似ている。一つ一つが家庭にあったアルバムであり、柱であった。がれきと言ふのは抵抗があります。津波の脅威を後世にしっかりと伝えるために、爪痕が残る建物や船舶、車両をできるだけ保存したいと思う。それらが身近な人を亡くした被災者のつらい記憶を呼び覚ますことも理解できる。「ただ、保存活動は今や少ない。痕跡はますますなくなっています。時間との闘いが始まっ

予知を楽観 いまは消え



上田誠也さん＝西田裕樹撮影

VAN法という研究がある。地中に流れる電流を観測して地震の予知を目指す。地震学者の中で有望視されているとはいえない。

東京大地震研究所の看板教授の一人だった上田誠也(82)は東大の定年退官を前に、この研究に取り組み始めた。米国在住の学者にからかわれた。「アメリカでは、セイヤがクレジーになったと言っているよ」

上田は、プレートテクトニクス、岩石磁気学、地球熱学の研究で世界的に知られる。地球のダイナミックな動きを読み解く岩波新書を3週間で書き上げた。「新しい地球観」。1971年に出版された。中高生を魅了し、翻訳されて海外でも読まれた。学術誌の編集を任されていた時、ギリシャの学者が書いた論文が目にとまる。VAN法との出会いだった。「多くの偉い人たちが駄目だと言っていた。だがエッセンスは悪くないと思った」

論文を掲載し、ギリシャに実験を見に行く。機器類は粗末だが、実験はまともだった。真摯な研究者の姿勢にも感銘を受けた。

プレートテクトニクスは、大事な部分の研究が終わっている。各所に頼って暮らすのも悪くないが、直接、世の中の役に立つことをしてみよう。「音楽と音響学が違うよ」

上田は、プレートの動き、岩石磁気学、地球熱学の研究で世界的に知られる。地球のダイナミックな動きを読み解く岩波新書を3週間で書き上げた。「新しい地球観」。1971年に出版された。中高生を魅了し、翻訳されて海外でも読まれた。学術誌の編集を任されていた時、ギリシャの学者が書いた論文が目にとまる。VAN法との出会いだった。「多くの偉い人たちが駄目だと言っていた。だがエッセンスは悪くないと思った」

論文を掲載し、ギリシャに実験を見に行く。機器類は粗末だが、実験はまともだった。真摯な研究者の姿勢にも感銘を受けた。

プレートテクトニクスは、大事な部分の研究が終わっている。各所に頼って暮らすのも悪くないが、直接、世の中の役に立つことをしてみよう。「音楽と音響学が違うよ」

上田は、プレートの動き、岩石磁気学、地球熱学の研究で世界的に知られる。地球のダイナミックな動きを読み解く岩波新書を3週間で書き上げた。「新しい地球観」。1971年に出版された。中高生を魅了し、翻訳されて海外でも読まれた。学術誌の編集を任されていた時、ギリシャの学者が書いた論文が目にとまる。VAN法との出会いだった。「多くの偉い人たちが駄目だと言っていた。だがエッセンスは悪くないと思った」

論文を掲載し、ギリシャに実験を見に行く。機器類は粗末だが、実験はまともだった。真摯な研究者の姿勢にも感銘を受けた。

プレートテクトニクスは、大事な部分の研究が終わっている。各所に頼って暮らすのも悪くないが、直接、世の中の役に立つことをしてみよう。「音楽と音響学が違うよ」

東日本大震災が起きる前、地震研究に関する国の予算は例年100億円ほどだった。このうち予知は約4億円。目前の地震の予知となると、千数百万円に過ぎず、研究者もわずかしいない。ただ、東海地震だけは、気象庁が「可能性がある」と取り組む。

上田が東海大に移ると、長尾も続き、2人で研究を続けてきた。国からの支援は乏しく、苦戦を強いられる。今年9月、大阪で地震予知研究会国際フォーラムがあった。上田は「阪神大震災以降、基礎研究重視の美名のもと予知が敵前逃亡的に放棄されてきた」と力説した。長尾は「各国の電磁気的な地震予知研究を説明し、地震に先行する電磁気現象はある」と研究の必要性を訴えた。

上田が東海大に移ると、長尾も続き、2人で研究を続けてきた。国からの支援は乏しく、苦戦を強いられる。今年9月、大阪で地震予知研究会国際フォーラムがあった。上田は「阪神大震災以降、基礎研究重視の美名のもと予知が敵前逃亡的に放棄されてきた」と力説した。長尾は「各国の電磁気的な地震予知研究を説明し、地震に先行する電磁気現象はある」と研究の必要性を訴えた。

上田が東海大に移ると、長尾も続き、2人で研究を続けてきた。国からの支援は乏しく、苦戦を強いられる。今年9月、大阪で地震予知研究会国際フォーラムがあった。上田は「阪神大震災以降、基礎研究重視の美名のもと予知が敵前逃亡的に放棄されてきた」と力説した。長尾は「各国の電磁気的な地震予知研究を説明し、地震に先行する電磁気現象はある」と研究の必要性を訴えた。

上田が東海大に移ると、長尾も続き、2人で研究を続けてきた。国からの支援は乏しく、苦戦を強いられる。今年9月、大阪で地震予知研究会国際フォーラムがあった。上田は「阪神大震災以降、基礎研究重視の美名のもと予知が敵前逃亡的に放棄されてきた」と力説した。長尾は「各国の電磁気的な地震予知研究を説明し、地震に先行する電磁気現象はある」と研究の必要性を訴えた。

上田が東海大に移ると、長尾も続き、2人で研究を続けてきた。国からの支援は乏しく、苦戦を強いられる。今年9月、大阪で地震予知研究会国際フォーラムがあった。上田は「阪神大震災以降、基礎研究重視の美名のもと予知が敵前逃亡的に放棄されてきた」と力説した。長尾は「各国の電磁気的な地震予知研究を説明し、地震に先行する電磁気現象はある」と研究の必要性を訴えた。

上田が東海大に移ると、長尾も続き、2人で研究を続けてきた。国からの支援は乏しく、苦戦を強いられる。今年9月、大阪で地震予知研究会国際フォーラムがあった。上田は「阪神大震災以降、基礎研究重視の美名のもと予知が敵前逃亡的に放棄されてきた」と力説した。長尾は「各国の電磁気的な地震予知研究を説明し、地震に先行する電磁気現象はある」と研究の必要性を訴えた。

大震災が起きた当時、予知の表現は楽観されていた。今、楽観論はまったく聞かれな。東海地震だけでなく、西側の東南海地震、南海地震の同時発生も心配されている。仮に警戒宣言を出しても、近畿や四国、九州はどう対応すればいいか。予知を前提にしたツゲが、のしかか

大震災が起きた当時、予知の表現は楽観されていた。今、楽観論はまったく聞かれな。東海地震だけでなく、西側の東南海地震、南海地震の同時発生も心配されている。仮に警戒宣言を出しても、近畿や四国、九州はどう対応すればいいか。予知を前提にしたツゲが、のしかか

大震災が起きた当時、予知の表現は楽観されていた。今、楽観論はまったく聞かれな。東海地震だけでなく、西側の東南海地震、南海地震の同時発生も心配されている。仮に警戒宣言を出しても、近畿や四国、九州はどう対応すればいいか。予知を前提にしたツゲが、のしかか

大震災が起きた当時、予知の表現は楽観されていた。今、楽観論はまったく聞かれな。東海地震だけでなく、西側の東南海地震、南海地震の同時発生も心配されている。仮に警戒宣言を出しても、近畿や四国、九州はどう対応すればいいか。予知を前提にしたツゲが、のしかか

大震災が起きた当時、予知の表現は楽観されていた。今、楽観論はまったく聞かれな。東海地震だけでなく、西側の東南海地震、南海地震の同時発生も心配されている。仮に警戒宣言を出しても、近畿や四国、九州はどう対応すればいいか。予知を前提にしたツゲが、のしかか

大震災が起きた当時、予知の表現は楽観されていた。今、楽観論はまったく聞かれな。東海地震だけでなく、西側の東南海地震、南海地震の同時発生も心配されている。仮に警戒宣言を出しても、近畿や四国、九州はどう対応すればいいか。予知を前提にしたツゲが、のしかか

大震災が起きた当時、予知の表現は楽観されていた。今、楽観論はまったく聞かれな。東海地震だけでなく、西側の東南海地震、南海地震の同時発生も心配されている。仮に警戒宣言を出しても、近畿や四国、九州はどう対応すればいいか。予知を前提にしたツゲが、のしかか

大震災が起きた当時、予知の表現は楽観されていた。今、楽観論はまったく聞かれな。東海地震だけでなく、西側の東南海地震、南海地震の同時発生も心配されている。仮に警戒宣言を出しても、近畿や四国、九州はどう対応すればいいか。予知を前提にしたツゲが、のしかか

「縁の下」で先入観を排す



久(60)の姿もあった。地殻変動が変化した地形を研究する「変動地形学者」空中写真を用いて地形を判読する。同じ場所を2カ所から撮影。2枚の写真を見比べると、地形が立体的に浮かび上がる。そこから地面が隆起した地形や、地面が水平に移動した地形がある場所を読み取り、そのずれをつけた原因が活断層だ。

東大名教授の宇佐美龍夫(88)、名古屋大教授の武村雅之(60)ら4人のグループが8月、青森県内の図書館を訪ねるために集めた史料を見ても、いかに、地震に関する記述を採るのが目的だった。

地震計の記録は過去100年ほどしかない。古文書を調べれば、古い時代の地震がわかる。宇佐美が著した「最新版 日本被書地震総覧」は、日本書紀に記された416年の地震までさかのぼる。さらに599年に起きた地震は被害の記録からマグニチュード7.0と推定している。

宇佐美は東大地震研究所で地震の理論計算を研究していた。旧文部省の求めで、史料を使った地震の研究を始める。各地の図書館、旧家、寺を訪ね、日記や寛書などを見せもらう。「広島島の浅野家や高知の山内家など、日本中に行きました」

過去の地震の調査は、防災にも役立つ。そこで、どれくらいの規模の地震があったのか。何年おきに繰り返しているのか。これらがわかれば将来、どこで、どんな地震が起きる恐れがあるのか、予測につなげられる。

しかし、理系の地震学者では論文ににくい。文系の歴史学者は職が得られない。史料を集め、読み込み、整理するのは手間もかかる。「縁の下」の力持ち、一種のインフラ

宇佐美の呼びかけで、1984年に歴史地震研究会ができた。会員は250人ほど。会長の武村は、東北で地震学を学んだ。ゼネコンで地震の研究をする傍ら、関東大震災の文庫を調べてきた。今年、各人に託した。

宇佐美の呼びかけで、1984年に歴史地震研究会ができた。会員は250人ほど。会長の武村は、東北で地震学を学んだ。ゼネコンで地震の研究をする傍ら、関東大震災の文庫を調べてきた。今年、各人に託した。

宇佐美の呼びかけで、1984年に歴史地震研究会ができた。会員は250人ほど。会長の武村は、東北で地震学を学んだ。ゼネコンで地震の研究をする傍ら、関東大震災の文庫を調べてきた。今年、各人に託した。

宇佐美の呼びかけで、1984年に歴史地震研究会ができた。会員は250人ほど。会長の武村は、東北で地震学を学んだ。ゼネコンで地震の研究をする傍ら、関東大震災の文庫を調べてきた。今年、各人に託した。

宇佐美の呼びかけで、1984年に歴史地震研究会ができた。会員は250人ほど。会長の武村は、東北で地震学を学んだ。ゼネコンで地震の研究をする傍ら、関東大震災の文庫を調べてきた。今年、各人に託した。

宇佐美の呼びかけで、1984年に歴史地震研究会ができた。会員は250人ほど。会長の武村は、東北で地震学を学んだ。ゼネコンで地震の研究をする傍ら、関東大震災の文庫を調べてきた。今年、各人に託した。

宇佐美の呼びかけで、1984年に歴史地震研究会ができた。会員は250人ほど。会長の武村は、東北で地震学を学んだ。ゼネコンで地震の研究をする傍ら、関東大震災の文庫を調べてきた。今年、各人に託した。

宇佐美の呼びかけで、1984年に歴史地震研究会ができた。会員は250人ほど。会長の武村は、東北で地震学を学んだ。ゼネコンで地震の研究をする傍ら、関東大震災の文庫を調べてきた。今年、各人に託した。

宇佐美の呼びかけで、1984年に歴史地震研究会ができた。会員は250人ほど。会長の武村は、東北で地震学を学んだ。ゼネコンで地震の研究をする傍ら、関東大震災の文庫を調べてきた。今年、各人に託した。

宇佐美の呼びかけで、1984年に歴史地震研究会ができた。会員は250人ほど。会長の武村は、東北で地震学を学んだ。ゼネコンで地震の研究をする傍ら、関東大震災の文庫を調べてきた。今年、各人に託した。

宇佐美の呼びかけで、1984年に歴史地震研究会ができた。会員は250人ほど。会長の武村は、東北で地震学を学んだ。ゼネコンで地震の研究をする傍ら、関東大震災の文庫を調べてきた。今年、各人に託した。

宇佐美の呼びかけで、1984年に歴史地震研究会ができた。会員は250人ほど。会長の武村は、東北で地震学を学んだ。ゼネコンで地震の研究をする傍ら、関東大震災の文庫を調べてきた。今年、各人に託した。

宇佐美の呼びかけで、1984年に歴史地震研究会ができた。会員は250人ほど。会長の武村は、東北で地震学を学んだ。ゼネコンで地震の研究をする傍ら、関東大震災の文庫を調べてきた。今年、各人に託した。

宇佐美の呼びかけで、1984年に歴史地震研究会ができた。会員は250人ほど。会長の武村は、東北で地震学を学んだ。ゼネコンで地震の研究をする傍ら、関東大震災の文庫を調べてきた。今年、各人に託した。

宇佐美の呼びかけで、1984年に歴史地震研究会ができた。会員は250人ほど。会長の武村は、東北で地震学を学んだ。ゼネコンで地震の研究をする傍ら、関東大震災の文庫を調べてきた。今年、各人に託した。

宇佐美の呼びかけで、1984年に歴史地震研究会ができた。会員は250人ほど。会長の武村は、東北で地震学を学んだ。ゼネコンで地震の研究をする傍ら、関東大震災の文庫を調べてきた。今年、各人に託した。

宇佐美の呼びかけで、1984年に歴史地震研究会ができた。会員は250人ほど。会長の武村は、東北で地震学を学んだ。ゼネコンで地震の研究をする傍ら、関東大震災の文庫を調べてきた。今年、各人に託した。

宇佐美の呼びかけで、1984年に歴史地震研究会ができた。会員は250人ほど。会長の武村は、東北で地震学を学んだ。ゼネコンで地震の研究をする傍ら、関東大震災の文庫を調べてきた。今年、各人に託した。

宇佐美の呼びかけで、1984年に歴史地震研究会ができた。会員は250人ほど。会長の武村は、東北で地震学を学んだ。ゼネコンで地震の研究をする傍ら、関東大震災の文庫を調べてきた。今年、各人に託した。

宇佐美の呼びかけで、1984年に歴史地震研究会ができた。会員は250人ほど。会長の武村は、東北で地震学を学んだ。ゼネコンで地震の研究をする傍ら、関東大震災の文庫を調べてきた。今年、各人に託した。

宇佐美の呼びかけで、1984年に歴史地震研究会ができた。会員は250人ほど。会長の武村は、東北で地震学を学んだ。ゼネコンで地震の研究をする傍ら、関東大震災の文庫を調べてきた。今年、各人に託した。

宇佐美の呼びかけで、1984年に歴史地震研究会ができた。会員は250人ほど。会長の武村は、東北で地震学を学んだ。ゼネコンで地震の研究をする傍ら、関東大震災の文庫を調べてきた。今年、各人に託した。

宇佐美の呼びかけで、1984年に歴史地震研究会ができた。会員は250人ほど。会長の武村は、東北で地震学を学んだ。ゼネコンで地震の研究をする傍ら、関東大震災の文庫を調べてきた。今年、各人に託した。

宇佐美の呼びかけで、1984年に歴史地震研究会ができた。会員は250人ほど。会長の武村は、東北で地震学を学んだ。ゼネコンで地震の研究をする傍ら、関東大震災の文庫を調べてきた。今年、各人に託した。

宇佐美の呼びかけで、1984年に歴史地震研究会ができた。会員は250人ほど。会長の武村は、東北で地震学を学んだ。ゼネコンで地震の研究をする傍ら、関東大震災の文庫を調べてきた。今年、各人に託した。

地震研はオールスター

80人以上の研究者を擁する東京大学地震研究所は、日本の地震研究で中核的な役割を担う。教授の中田節世(59)は、プロ野球のジャイアンツに似ているという。「全国から目立つ研究者を引き抜いてくるが、来た後は力を出し切っている」

後援には、照れがあるのかも知れない。中田も九州大から移籍してきた。1991年、長崎県の雲仙・普賢岳の噴火で、上空から火山活動を観察し、メディアにも頻りに登場した。95年に地震研に移ったからは、普賢岳を約2年にわたって掘り下げ、世界で初めて噴火後間もない火山内部の岩石を手にした。国際火山学会の会長も務めた。

九大の助手時代は、研究費は年間30万円くらいだった。分析機器も古い機械を少ししか使えない。地震研は予算も設備も比較にならない。

産業技術総合研究所から移ってきた佐竹健治(54)は10年、米地球物理学連合のフェローに選ばれた。フェローの称号は、地球惑星科学の研究で貢献があった会員に与えられる。会員は世界100カ国以上に約5万人。フェローはその0.1%以下という。産総研にいた頃の業績が評価された。地震研では歴代4人目になる。

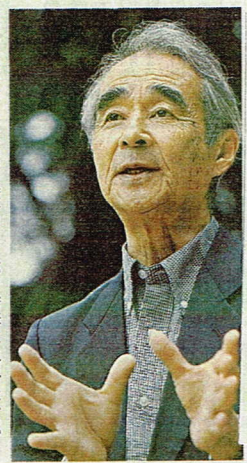
津波の伝わり方や地震に残る痕跡、災害を記録した史料の調査といった他分野にまたがる手法を駆使した研究で知られる。「独立行政法人はミッションに沿って研究を進めるが、大学の方が自由にできる。若い人も育てたかった」

北海道で海底地震の研究をしていた島村英紀(70)は、学者が国のプロジェクトに振り回されてる感じがして、研究の自由度が低くなった。悪循環ではないか。大学から観測を切り離し、研究に特化した方がいい。

学界の主流が掲げた地震予知研究を批判してきた。北大から国立極地研究所の所長に転じたが、06年に札幌地機に詐欺容疑で逮捕される。開発した海底地震計を共同研究してきたノルウェーの大学に売り、2千万円余りをたまし取ったとされた。

予知批判で虎の尾を踏んだとも言われるが、なぜこうなったのか。島村によると、ノルウェー側は詐欺にあったとは思わなかった。私的流用もしていないという。

有罪判決を受けたが、人生を何年無駄にしたくないと考えて控訴した。いまは武蔵野学院大学の特任教授。学界とは距離を置き、拡大する観測網や地震の予測手法、東海地震の予知体制などに厳しい批判を続けている。(黒沢大陸)



島村英紀さん＝加藤誠撮影

中田節世さん

小原一成さん

佐竹健治さん



沈まぬ国にするために

高度経済成長が終わりかけていた1973年、小松左京の小説「日本沈没」が空前のベストセラーを記録した。地震映画で日本が海に沈む物語は映画化され、テレビドラマにもなった。地震学者の田所博士が活躍する展開に多くの中高生が固唾をのんだ。

名古屋大学教授の山岡耕春(54)もテレビを毎週楽しみにしていた。「おかげで、地球科学が自然に道路の有力な選択になっていった。同じように「日本沈没」に刺激を受けて地震学を目指した研究者は少なくない」。

2006年、「日本沈没」は再び映画化された。当時、東大地震研教授だった山岡は、アドバンスを求められ、科学監修の名を連ねる。日本列島が沈没を免れる新しい筋立てに合わせ、日本を救える理屈を考え、田所博士が岩石を採取する場面ではハンマーの使い方を指導し、別の場面ではエキストラとしてちょっぴり顔を出した。

映画が完成しても、山岡は物足りなかった。地震研のホームページに「Q&Aコーナー」を設ける。「映画のように、地震が予測通りに起きないことを知ることができた。地震学者に疑問をぶつけたら、小説で想定した地震なら、津波がどのよう到来するかの計算がとれた研究者もいた。次作の構想を練っていた時、東日本大震災が起きた。「災害で日本が国を失ったような話を考えていたら、現実でそれに近いことが起きてしまった」

「日本沈没」世代の一人、火山学者になった静岡大教授の小山真大(53)は石黒耀(58)の小説「死都日本」に入れた。九州で巨大な火山噴火が発生し、日本が壊滅状態になるストーリーで、火山学的に的確な描写に舌を巻いた。大学に石黒を招き、講義してもらった。

石黒は、東海地震を題材にした「震災列島」も書いた。名古屋に住む友人が「東海地震は静岡のこと」と話すのを聞いて思う。「名古屋も無関係ではいけないのに」。地震が予測通りに起きないことを知ることができた。地震学者に疑問をぶつけたら、小説で想定した地震なら、津波がどのよう到来するかの計算がとれた研究者もいた。次作の構想を練っていた時、東日本大震災が起きた。「災害で日本が国を失ったような話を考えていたら、現実でそれに近いことが起きてしまった」

東大地震研の助教大木聖子(34)が高校1年のとき、阪神大震災は起きた。テレビの向こうで同じ年頃の子が泣き叫んでいる。自分は東京の自宅で温かい食事をしていて、衝撃と戸惑い。地震学者を志し、北海道に進んだ。博士課程に在学中、新潟県中越地震が起きた。本震で難を逃れながらも余震で亡くなった少女の記事を新聞で目にする。「余震が多いタイプの地震もある」という教科書的な知識が、社会に届いていない。今、小中学校で地震と防災に関する授業をし、講演にも飛び回る。合わせると年80回ほどになる。

大木は東日本大震災の後、建築や都市計画の分野にも阪神大震災に影響された同世代の研究者が広がっていることを知る。若い経済学者は、限られた予算で多くの人を救える方法を研究していた。10年後、そして20年後。「3・11世代」と呼ばれるであろう地震学者たちは、何を胸に秘めているのだろうか。(このシリアルは編集委員・黒沢大陸が担当しました。文中の敬称は略しました)

山岡耕春さん＝細川卓撮影

大木聖子さん＝山本和生撮影

