

京都大学防災研究所平成 20 年度公開講座（第 19 回）

“防 災 研 究 の 新 た な 地 平”
—新任教授が熱く語る—

平成 20 年 9 月 30 日（火）
キャンパスプラザ京都 5 階

司 会

京都大学防災研究所 教授 中北 英一

パネリスト

京都大学防災研究所 所長 石原 和弘（教授）

京都大学防災研究所 教授 西上 欽也

京都大学防災研究所 教授 岩田 知孝

京都大学防災研究所 教授 川瀬 博

京都大学防災研究所 教授 藤田 正治

総合討論

（中北） それでは講演者の皆さん、ご発表順に右の方から、所長が一番こちらにお座りいただきご準備いただけますでしょうか。いただきました質問状をベースに少しディスカッション、あるいはお答えいただくという形で進めたいと思います。司会はこの公開講座を主催しています行事推進専門委員会の委員長の中北が務めさせていただきます。よろしく願いいたします。

すでに結構な枚数をいただいております。今日最後の所長の講演で自然を細工して、自然の懐の中でわれわれはいろいろ防災関連も考えていくというようなところをお話いただきまして、所々お一人ではなくて複数の方に絡む質問もありますが、まずは発表の順番に質問をさせていただきますと思います。

まず一番多かったのは、時間不足だった西上先生の不足のところを少し聞きたいという話がございます。いくつかの質問をさせていただきますので、それと絡めて補足していただいてもいいと思いますが、一つは歪み集中帯とプレートの方の脱水の関連について質問が複数あるのですが、そこから少し補足をいただくことができますでしょうか。

（西上） どういう質問だったのでしょか。

（中北） 歪み集中帯が脱水によって形成されたものなのか、マントルウエッジとか、プレートからのところとか。あるいはプレートからという形にもなると思うのですが、少し補足をお願いできませんかというご質問が 2 件ございます。

（西上） 東北地方の場合には図面をお見せしましたけれども、低速度の領域がちょうど歪み集中帯と一致しているわけです。歪み集中帯の下の 40km ぐらいが周りに比べて低速度になっているわけです。そこは沈み込んだフィリピン太平洋プレートからの脱水によるそういう水を含む物質が相対的に軽いから上がってきて、それが脊梁山脈の下にやってきて水をさらに供給をして強度を低下させるといふように申し上げました。そういう低速度の領域が現に見つけれられていますので、脱水に伴うものであるというように考えていいと思うのです。

（中北） 確認とか検証の点はいかがでしょうか。

（西上） 確認という意味では、観測されているのは、今言いました低速度領域ということが観測データから確認されているわけです。これは大規模なトモグラフィをして下の方から確かにそういう低速度の領域が上につながっているところまでイメージングされていますので、プレートからそういう低速度の物質が上がってきているのは確認されているということになります。

（中北） ありがとうございます。この関連の質問していただいた方、今のご質問でいかがでしょうか。もし少し質問の趣旨と違うというようなことがありましたらお手を挙げてご確認いただいて結構かと思っておりますので、いかがでしょうか。

（質問者） マントルウエッジからの脱水で、低速度領域ができて、それがずっと見えているというのはいいのでしょうか、それを歪み集中帯と呼んでいいのかということがよく分からないのです。

(西上) あくまでGPSの観測の結果として地表で見
て歪みが集中しているというゾーンがあったわけで、そ
れが歪み集中帯です。歪み集中帯の成因を考えるとき
には、地下の速度構造を考えるとそういう軟らかい速度
の遅いものをつなげて説明がつくと、成因としてそう
いう構造によって歪み集中が起こると説明がつくとい
うことで、つなげてお話ししたわけです。

(質問者) 東北地域の南北方向はそうですが、多くの
歪み集中帯というもの全部そこに原因を求めていいわ
けではないですね。

(西上) 一般的に歪み集中帯というと新潟―神戸歪
み集中帯、それから東北地方の歪み集中帯だと思
うのですが、もちろんそれ以外に歪みが集中する
ところをすべて歪み集中帯と言え、そういう一つの理由
だけで歪みが集中しているわけではないと思います。

(中北) ありがとうございます。ご質問もありが
うございました。

それでは次は、同じ石原先生にも関連するかも
しれませんが、地震と火山の関連の質問です。宝永の東海、南
海地震のときに富士山が爆発していますが、その関連、
地震と火山のどちらがトリガーになり得る、あるいは両
方なり得るなど、そこら辺のコメントをいただきました
らいいと思います。お二人にご質問させていただきます。

(石原) これはいろいろな状況によって違うと思
います。例えば北海道の雌阿寒岳などそういうところは地震
が起きると雌阿寒岳、それから宝永地震等の東海地震と
富士山の関係ですが、やはり大きな活動をする火山につ
いては準備が整っているかどうかというようなことで、
両方の準備が整っていれば地震が火山噴火を励起するこ
とはあると思います。桜島の場合は逆に先ほどマグニチ
ュード7.1と言いましたが、それは噴火が始まって急激
に中の熱いものが地表に出る。それが結果的に応力変化
で地震を起こすというようなことになりますので、確
かに関係はすると思うのです。その関係の仕方は、幾
つか状況によって違うのではないかと思います。

(中北) 火山側が準備できているかできていないか
ということが大きいということです。もし補足が西上先生
ありましたらお願いします。

(西上) 特に補足はないです。

(中北) ご質問いただいた方、よろしいでしょう
か。では次もまた西上先生ですが、長期評価に
関してですが主に周期ベースで予測、確率評価を
されるという話ですが、いろいろ最近のトレン
チなどの観測など、そういうものを含めると
確度に関する評価が変わってくるなど

あると思うのですが、その点は評価されたり
更新されたりとか、されているのでしょうか
ということです。

(西上) これは新しい調査が行われたら当然
評価に反映されていると思います。

(中北) 例えば、ここで書いていただいている
ものは、琵琶湖西岸ですね。これもトレン
チ調査などを最近されていて、そこらで
パーセンテージが上がったりとか下が
ったりとか。

(西上) ええ。琵琶湖西岸断層帯では私も
本当に正しい情報かどうか分かりませんが、
新しいイベントが見つかったので、そうい
う意味では一つ前のイベントからの時
間が比較的短くなったので評価が下が
ったと、そういう不確かな情報は聞い
ているのですが、まだそれは地震調
査研究推進本部からは公表されてい
ませんので、今日の中ではまだ9%と
いうことでお話しをしています。そ
れは今のところ。

(中北) オフレコ？ 分からない？

(西上) いえいえ、私は全然知らないです。

(中北) 評価が下がったということは、発生
確率が下がったということですね。

(西上) 可能性としてそういう情報がある
かもしれません。

(中北) ということで逐次最近の成果をい
れて評価をされているということですが、
今この質問はよろしいでしょうか。

(質問者) 推本というところが30年なり
何年りの評価を出しますよね。それは
いろいろな機関が、うちは何%、うち
は何%というようにするとややこしい
ので日本として統一されていると思
うのですが、実際にトレンチは産
総研やいろいろな団体がされています。
先ほどおっしゃった方なども産総研
がスライサーをかけてラストイベン
トが早いということ、最近だというこ
とを、まだ正式には言っていないと思
うのですが、そういうようなことが
徐々にいろいろところで分かってき
ても、結局はなかなかそれが確率
の見直しやラストイベントと繰り返
し間隔の見直しに反映されない。も
ともと琵琶湖西岸が非常にあやふや
なもので、0.09~9%という幽霊
みたいな数字が書かれているわけ
ですが、今日の資料の中でもそれが
例として幾つか琵琶湖西岸が出て
いますし、結局本当にもものすごく
危険な状況と考えていいのかとい
うことが分からないのです。だから、
あそこで調査もされたと思うので
すが、その辺がいつまでたっても
0.09%から最大

9%というものがあって、そこら辺をどこかで情報をまとめて数値を見直しされるようなことがないのかなと思ひまして、質問させていただきました。

(西上) それは先ほども申し上げましたが、そういう新しい情報が出てくると、地震調査委員会で検討して、そこで本当にそれは確率を下げた方がいいとなれば正式に発表されるものだと思うのですが、そういう意味ではまだそこに至っていないのであろうと。それから長期評価というもの、今おっしゃったように、比較的誤差が大きいと思うのです。だから掘る場所によっても情報が変わってくるし、それからひとつひとつの年代の推定誤差が結構大きいのですから、そういう意味ではもともと手法として確率を計算しているけれども非常に誤差が大きいものであろうと思っています。

(中北) ありがとうございます。予知の方に質問が集中していますので、そちらに少し時間をかけながら、させていただきます。

一般的な質問なのですが、マグニチュード7、8、9の地震に対して直前予知ができるようになるのでしょうか、その見込みですね。例えば10分前、1分前と。おっしゃっていることは国が、あるいは皆さんで人、物、金を掛けければ解決できるものか、あるいはプラス、今の国家プロジェクトも含めてですが、あとプラス宇宙研究などのように、何年にはどういうことが達成できそうかなどというのが描けますでしょうかというご質問です。

(西上) これは難しいと思うのですが東海地震についてはプレートが沈み込んで行くところの固着している想定震源域の下の方で滑りが始まったとしたら、どういう歪み系の変化が観測される、それからプレートの沈み込みによる歪みの状態、御前崎の沈降が止まってそれも逆に転じるとか、そういうシナリオがありますのでそういうのが本当にシナリオ通りに出てくれば10分前であってもそういうものが観測される可能性はあると思います。それが一般的にはほかの場所でも適用できるかというのは分かりませんので、現在の地震予知の進め方としては確実にそういうものができるというようには言えないわけです。

(中北) ほかにコメントされる方いらっしゃいますか。よろしいですか。ではとりあえずこの質問はこれで閉じさせていただきます。ありがとうございます。

続きまして、長周期地震動関連で岩田先生ならびに川瀬先生、共のご質問もありますが、順番にいきたいと思ひます。長周期地震動で過去に起きた事例で歴史的構造物を通してそういうものがあり得たなどという推定というものは、そういうような構造物はないのでしょうかというご質問です。要するに現在そういうものが目立ってきていますが、ビルがありますが、その前からやはりそ

ういうものはありましたという証拠があればいいのですが、そういうものは可能でしょうかというご質問です。

(岩田) 質問ありがとうございます。質問を先に見せていただいたので、少し川瀬先生とお話をしたのです。しかも私はこういう話をしたときに同じような質問を受けたことがあります。つまり今日の話は古い、つまり江戸時代などの地震のときには、そういう長周期構造物がなかったのではどのくらい揺れたか分からないということだったので、その頃本当にそういうものはなかったのかということをおっしゃったのですが、もしこの質問を書かれた方が学生の方だったらい研究テーマになると思います。最寄りの研究所に入って勉強して、一緒に研究していただくと大変ありがたいです。

非常に重要なことだと思います。昭和についても全然ないということかどうかという、先ほど川瀬先生の固有周期の話などもありましたので、そういうものを私は今まで十分に研究してこなかったので調べる必要があると思っています。もう少し前の江戸時代では、大きい建物というものは、お寺の塔であるとか、大きな寺社だとかと思うのですが、私のかじり聞きですが、ああいう大きな木造の構造物というのは通常は固有周期が長いわけではないのです。ただ倒れる寸前になりますと今日の川瀬先生のお話にありましたが、かなり長周期化、つまり木造家屋の場合は揺れの大きさによって非常に周期が変わるという話を聞いております。江戸時代のころにはそういう私が言っている、周期が3秒とか4秒とか長い周期を持つものは非常に少なかったのではないかと、ほとんどなかったのではないかと思うのですが、また、ただそれだけが倒れたという史料も私は少なくとも知らないのです。そういうものを含めて研究、検討していきたいと思っています。

(中北) ありがとうございます。まず、可能性はあるだろうとご返答いただきました。川瀬先生はよろしいですか。はい、ありがとうございます。今のでよろしいでしょうか。

続きまして、これは岩田先生ですが、長周期地震動が東南海地震などプレート境界地震で、大阪平野から地震増幅を受けるわけですが、もうちょっとだけイメージ的に説明を簡単に、ここでは細かくと書いてあるのですが、イメージとして出していただけますか。

(岩田) こういうときに身振り手振りで何もしないで説明できない不器用さがあるのですが、どうでしょうか。

(中北) 無理でしたらまた後でホームページに書いていただくという形にしても。

(岩田) そうですね。そういう一部重要なところが抜けたような説明になっていたかもしれないのですが、大

きな地震が起きると震源の方からはゆっくりした波が出てくるのです。大規模堆積盆地と言っているのですが、大阪平野は、広がりには50kmぐらいで、差し渡しが長手が60kmで短い方が40kmぐらいの楕円型をしていて、厚さは、周りは岩盤で土が積もっている部分というものは、最大で3kmの厚さなのです。それは大阪湾の下の方で、大阪湾というものは水自体が30mぐらいしか積もっていませんが、あんなものはほとんど影響がないと思っています。

それで湾岸だと1kmぐらい、河内平野の方だと上町台地のところでは少し上がっていますが、また1kmぐらいの厚さになっていることがいろいろな探査で分かっているわけです。そうすると広がりが60kmぐらいで一番深いところは3kmぐらいの台地ですからイメージとしては本当に、底がぐたぐたになっている、がたがたになっているお盆みたいなところに砂が積もっているという状態です。砂だと普通揺すっても何も起こらないけれども、今イメージとしては水を張っていただいて周りをぼんと叩くと、波が行ったり来たりばらばらと起きると思うのですが、そういうことがああい地震記録に類似したような形になっているということです。すいません、皆さんのこの辺のイメージにお願いしましたけれども、そんな感じです。

(中北) とにかく水を張ったお椀、中国のあれでありますよね、特定の周波数のやつがうまいこといくと、そこで水が暴れ出す、そういうイメージ。

(岩田) いろいろ水の厚さを変えたり、あと真ん中でしていただければいいと思いますが、お椀とかお盆のサイズが違ったりすると、揺れ方が違うということは何となく概念的に分かっていたけるのではないかと思います。

(中北) よろしいでしょうか。それはほかのところには影響は起こさないのだけれども、お椀のところに来ると影響を及ぼすという形、影響が出てそこが揺れるといえますかそういう形ですね。

(岩田) 中だけがずっと揺れが続くということです。

(中北) ありがとうございます。あと関連で、長周期で出た震動は液状化には影響を及ぼしますかという質問です。

(岩田) これもまた非常に重要な質問ありがとうございます。これももし学生の方でしたら研究対象にしたいのです。

液状化は普通強い揺れで加速度がある程度ないと起きないわけですから、歪みがある程度ないといけないということです。想定だと5弱や5強の揺れが今大阪湾岸に

あり得て、あとああいのようなゆっくりした震動が何十回も繰り返すというのは、今日ここに防災研究所のメンバーでそういうことをいろいろ理論的、および実験的にやっただけでそんな人もたくさんいますので、そういう人たちと一緒に研究を進めていきたいと考えています。まずそうすると実際には液状化が起きて、不同沈下などがあると、建物自体、小さい建物でも傾いて被害が起きてしまうということもあります。また新たな地震被害につながると思いますので研究を進めていきたいと考えています。

(中北) ありがとうございます。それでは岩田先生も関係するかもしれませんが、次は主に川瀬先生に質問させていただきます。共に揺れるのは揺れるのですが、そのときの人に対する影響や、あるいはその後の医療関連も含めて少しご質問があります。現在の建築は過去に起こった地震動に基づき倍率をかけて設計施工されていると思いますが、細かい揺れ方に関して、建物構造だけではなくて、内部のこともここで書いていただいています。手すりがあるとか、そういう揺れても人が大丈夫なようなことも含めて強度と、中の人に対する優しさというか、そういうものを含めた研究・構造というものは考えられているかどうかというご質問です。

(川瀬) 建築の場合は民間なので、超高層の上層階のオフィスが実際に揺れたときにどういった対策をしているかということ、テナントが決めることで、特に指導という基準はないのです。研究的に分かっていることは、少なくとも超高層ビルの頂部ですと、2mぐらい、場合によってはもう少し大きく左右に揺さぶられ、その周期が3～5秒ぐらいで、船の中のように左右に揺さぶられるということです。実際にそれが体験させられると、先ほどと同じで震動が最大に振って戻るときに、人間が立っているとたたらを踏む、床に叩きつけられるような動きになります。その揺れ自体に対しては、捕まっていれば大丈夫なのですが、特にオフィスですと机やイスやコンピュータが、固定されていないとそれらの器具の海の中を泳ぐようになるということはシミュレーションでも振動台の実験でも出ています。ですから基本は上層階で揺れの大きいところはそういう什器は全部固定する必要があると思いますし、人間も何らかのつかまるものがないと、中で翻弄されて家具に挟まれてけがをする人も出るというのは、計算上は出てきています。しかし、では100%オフィスがみんなそれに対応して対策を取っているかどうかということについては、甚だ心もとないというように思います。

今、Business continuation plan (BCP) ということで、震災が実際に建物が壊れるほどでなくても、ビジネスを継続できるように準備をしましょうということで、通産省や内閣府などが音頭を取って対応することをプロモートしていますので、そういうプランをつくって実際

どうなるのかということ、ここで例えばオフィスビルの総務係などされている方いらっしゃったらぜひそういうことを勉強していただいて、対策を取っていただければと思います。

あと、午前中に岩田先生のご発表があって、その質問に対して私答えるのを忘れていましたので、それについて少しコメントさせていただきたいと思います。超高層の方が安全かどうかということなのですが、基本的に私の発表との関連で言いますと、超高層で周期が長い、高さが高いものほど入力減ります。設計上も入力を減らしていいことになっていて、いわゆるベースシェアケース、先ほど言いました外力を自重で割ったものの係数、力としての設計用の力を減らしていいことになっていきます。地震動の大きさが速度に対しては一定だということ、昔の観測事実では言えたので、減らしていいということになっているのですが、岩田先生のお話で、場所によって特定の周期で非常に大きくなる場合があるのです。

今の建物は特定の周期で大きくなることを考慮しているかということ、していないのです。ですから場所によってある建物は相対的に壊れやすく、別の建物は大丈夫ということがあって、今は場所による揺れが入っていないので場合によっては危険な建物もあるかもしれないので、いろいろ検証はされていますが、私がお示したのと同じで、設計上の額面だけを取ると、結構壊れる建物も計算上は出ますが、実際にはいろいろな余力があるので、今のところ証明はちゃんとされていませんが相対的には超高層ビルの方が安全ではないかということが、平均的には言えると思います。

ただ、個別の建物に関しては、現実にはまだ超高層ビルは一棟も倒壊したことがないので、われわれも本当の超高層ビルの実力は分かっていなくて、多分大丈夫なのではないかという、計算上もつじつま合わせはできるのですが、では本当のところ、入ってくる地震波と現実の建物の挙動とが一致したときに本当にどうなるのかということ、要するに本当のところの最後の最後どうなるかということについてはまだちゃんと分かっていないということで、設計の方には慎重にその辺を考えていただきたいと思います。

あともう一つ、私がお示したように、震源域の方が速度も加速度も大きくなるので、そうは言っても高知市や白浜などに超高層マンションは建てないでいただきたいと思います。

(中北) ありがとうございます。あと少し関連するのですが、岩田先生がお示しになられた振動の時間がたって東南海・南海から大阪平野が先に揺れるのですが、あと関東平野も揺れました。その場合に例えば病院のことを考えると、関西は駄目になって関東かどこかを頼りたいのだけれどもそれが危なくなるという心配についてはいかがでしょう。病院が周期で固有振動を持っていないか、いいとは思いますが、その点についてはいかがで

しょう。簡単なコメントがありましたらお願いします。

(川瀬) 一般的な構造物に関しては長周期に関してはあまり敏感ではないので、東南海、南海が仮に連動した場合でも、関東以東の一般的な病院の被害はほとんど出ないと思います。その援助は十分期待できると思います。拠点病院に関しては最近では免震化や、先ほどのBCPにも絡んで、非常時にも対応できるような拠点病院化を順次進めているので、そういう病院については近地で起こっても対応ができるのではないかと思います。

(中北) ありがとうございます。大丈夫だということ、です。

それでは5時になりましたが、いただいている質問はあと一つありまして、今回水災害、大雨災害に関しては藤田先生お一人だけだったのですが、藤田先生の方に温暖化と豪雨について最後ご質問がきています。最近の局地的な短時間豪雨ということが多く見られますが、やはり地球温暖化の影響なのでしょうか、もしあるとすればどのようなメカニズムなのでしょうかというご質問をいただいております。

(藤田) 実は私はあまり気候の専門家ではありませんので的確な答えはちょっとできないわけなのですが、今年には最近では神戸で事故がありました。いわゆる局地的な豪雨で事故があったり、岡崎市では過去最大の時間雨量があって水害があったり、東京の方でも幾つかそういう局所的な豪雨による事故がありました。今年はそのようなものが非常にたくさん起こったということで、地球温暖化の影響がそれで来ているのかなというように感じているのですが、それには例えば海水温が何度で気圧配置がどうなっているかということで、今年についてはそういうものが起こりやすい条件がそろっていたというように考えるべきだと思うのです。それが直接地球温暖化の影響が来ているのだと、どうですかといわれると検討してみないとよく分からないなというところが実情ではないかと思えます。

ただ、今日の講演でも少しお話ししましたが、このところ時間が1時間当たり100mmぐらいの降雨の数が増えている、過去に比べて多いということは事実ですので、やはり地球温暖化が影響しているであろうなというようには考えながらわれわれも研究しているというところだと思います。むしろ中北先生が気象の専門ですので地球温暖化と最近の局所的な雨がまさに関係があるのだということについては、中北先生に少し補足していただければ。

(中北) 事実としては今日も藤田先生がお示しいただいたように直に雨が増えているというようなものが出ていますので、皆さんもいろいろ感じられていると思います。イメージとすれば大枠で言うと温暖化は下

層が温められてということで大気が不安定化するという話でそういう雨が多くなるだろうと言われていますが、実際どこでどうかという話、あるいは日本でどうかとなるとまだまだ研究途上ということです。今回の台風も含めて今回の局地豪雨も含めて、例えば太平洋高気圧がいつもと比べてどうだったとかよく話が出てきます。そういう少し大きなスケールのもので、それから都市化も含めて小スケールのものを勘案して言わないと、どれが原因かという悪人というか、原因探しはできません。関係はあるかもしれないですが、確定的なことはまだ言えないという状況です。

今防災研では、部門を横に通して、雨から土砂災害、洪水を含めて温暖化の影響評価の研究をやっていますので、また公開講座の中で特集としてやらせていただけることがあるかと思っておりますので、こういう回答でお許ください。

時間が過ぎましたが、所長に、あまりお話してないのですがよろしいのでしょうか。本当は西上先生が時間の都合上省いたところを話してほしいというコメントも多々いただきましたが、先ほど申しましたようにご講演のPDFを1～2カ月の間にはウェブ上で公開します。その公開は今日参加申し込みいただいた皆さまだ

けにパスワードとウェブアドレスをお知らせして見ていただけるようにしたいと思います。それからQ&Aに関しても少しまとめた形で、講師の先生に少しご労力いただきますが、上げさせていただきたいと思っておりますので、1～2カ月ご連絡をお待ちいただければと思います。

今日は朝から5時まで長い時間ご参加いただきましてありがとうございました。今年と昨年は、「防災研究の新たな地平—新任教授が熱く語る—」ということで、企画をさせていただきました。そういう意味では分野的に、水とか硬いのかというバランスよかったかどうかどうかはあれですが少なくとも熱い思いを、あるいはこれからの防災の取り組みを知っていただきたいということで、われわれの方、それから講師の先生方も一生懸命ご準備いただいてご講演いただきました。またいろいろご意見がありましたら最後お帰りになる前に言っていたらと思います。

では今日お集まりいただきました皆さま方、ご講演いただきました講師の皆さま方、そして今回いろいろしていただきました行事推進専門委員会の皆さま、皆さまにお礼を申し上げて閉会とさせていただきます。皆さんどうもありがとうございました（拍手）。