

平成19年度 京都大学防災研究所公開講座（第18回）

## “防災研究の新たな地平” —新任教授が熱く語る—

平成19年9月28日（火）  
キャンパスプラザ京都 5階 第1講義室

### 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 教授 飯尾 能久

京都大学防災研究所 教授 釜井 俊孝

京都大学防災研究所 教授 石川 裕彦

京都大学防災研究所 教授 間瀬 肇

京都大学防災研究所 教授 堀 智晴

### 総合討論

（司会） 皆さまからいただきました質問事項をベースに、ご講演いただいた皆さんにお答えいただきながら進めたいと思います。

まず、飯尾先生に質問です。内陸部の地震発生域を、ひずみ集中帯・中央構造線・山陰側に三分した場合、過去の発生回数を基に、今後の発生域や空白域と呼ばれる地域を解説・説明できるでしょうか。もう一つ、能登半島地震、新潟県中越沖地震の発生メカニズムについて、簡単に教えていただけますか。

（飯尾） 一つ目のご質問は非常に難しい問題で、現時点でのベストな回答は、冊子の14ページに地震調査研究推進本部のホームページアドレスが書いてありますが、そこに全国の98主要活断層の評価結果が出ています。マグニチュード7.5を越えるような地震についてはそれなりの評価結果が出ていますので、それを見ただけならば、ひずみ集中帯や中央構造線について現時点でどういふことが言えるか分かりますと思います。

簡単にお話ししますと、「新潟—神戸ひずみ集中帯」では、最近ですと濃尾地震が1891年、それから少し北の方の富山・岐阜県境にある跡津川断層では1858年、また少し東に行きますと善光寺地震が1847年、濃尾地震の東の

方では天正地震が1586年だと思います。つまり、500年以内ぐらいに大きな地震がたくさん起こっており、少なくとも西の方ではそれほど大きく滑り残しているところはないと思います。一番大きいのは、例の\*確率的予測マップ\*で、内部で真っ赤になっていた糸静線の13%です。13%というのは、高い方で13%ではなく、低い方で13%ということで、結構履歴が正確にまともまっていますので、その確率が一番高くなっています。それから中央構造線については、釜井先生がお話になった例の慶長伏見地震で、四国から淡路島にかけて10m近く滑っていますので、ほとんど起こる確率はないのですが、実は紀伊半島の方は確率が高いと思います。問題は山陰地方で、その辺りはGPSでもひずみ速度はあまり大きくないのですが、恐らくは1万年に1回程度ですので、能登半島地震などもそうなのですが、いつ起こったという歴史記録はほとんど意味がありません。従って、鳥取地震や北丹後地震のところでは起こらないことは明らかなのですが、残念ながら次にどこで起こるのかということとはよく分からないというのが現状です。

（司会） もう一つ、震源は若狭沖で深さ370km、震度分布が東北だったという地震が今年の夏にあったのですが、それも含めて、分かる範囲でお答えいただければと思います。先ほどの日本海の分と併せてお願いいたします。

（飯尾） 能登半島の地震や新潟県中越沖地震は逆断層型の地震で、右横ずれや左横ずれではなく、片方の地面が片方地面に乗り上げるという地震です。それがなぜ起こるのか。実はこの二つの地震はマグニチュード7を超えていないような小さな地震で、地表にも大々的に痕跡を残していないのですが、現時点での調査結果によりますと、やはりどちらの地震も地殻側に\*尾ひれ\*がありまして、やはりそういう弱いところが下にあるために起こったのではないかと推定されています。そういうものを地震前にとらえられると非常にいいのですが、そういうことを目標に観測網を充実させるという計画を進めて

います。

最後に、震源の深さ 370km の地震なのですが、これは沈み込む大洋プレートの中で起こった地震で、沈み込むプレートは冷たくて固いために地震波が伝わりやすく、真上のマントルウェッジは温かくてマグマの切れ端のようなものがあつたりして、そこでは地震波が減衰します。つまり、真上に来るよりもプレートを通って浅い方の東北地方へ行った方がよく揺れるということです。これは異常震域と呼ばれる現象で、遠いところの方が震度が大きいという現象が起こることが知られています。

(司会) もう一つご質問があります。間隙水圧の関連の話の中で、ダム(貯水池)ができたことにより地震が発生したとのコメントがありました。具体的な事例はありますか。

(飯尾) 日本では至るところで微小地震が起こりますので、ダムで貯水したことによって地震が起こったという因果関係は必ずしもはっきりしていないのですが、例えば世界では地震がほとんど起こらないところがありまして、一番有名なのがインドのコイナというところ。年代は忘れましたが、20~30年前に湛水が始まると微小地震が次々と起こり始めました。それは震源の深さからいいますと確か 1~3km と非常に浅いところで、マグニチュードも最大で 5 ぐらいだったと思います。また、ブラジルなど、普通は地震が起こらないところで、それほど大きな地震ではないのですが、ダムによる湛水が始まったことにより地震が起こると例はあちこちで知られています。

(司会) ありがとうございます。次に釜井先生へのご質問です。新潟県中越地震では、新しい工法で開発された台地の端部で擁壁が破壊し、住宅被害が多数発生していると、京大防災研 21 世紀 COE 授業の講座でお伺いしました。ご存じでしたら簡単に解説をお願いいたします。

(釜井) 恐らく長岡市郊外の高町団地のことをおっしゃっているのだと思います。そこはもともと 90m ぐらいあった山地を標高 70m のところで水平に切り、テーブル状の台地を造って、切った土を周辺の地域に捨てて盛土し、その端は全部コンクリートの擁壁で押さえるという工事を行いました。結果的に被害は台地の盛土の部分に集中したのですが、問題は、そのうち 5カ所ぐらいでは擁壁が完全に崩壊しまして、かなり大きな被害が出たことがありました。そういった崩壊を起こした場所に共通した特徴としては、いわゆる谷頭、ある種の谷埋め盛土であったということです。つまり、\*コクセイ\*に切りますから、かつて谷であったところはへこむわけです。そこに土を盛っていますから、動いてしまったということです。

その工学的な原因としては、そのとき設計時に予想し

ていたものよりも、より大きな動圧がかかったことは明らかで、それまでの基準を超えるものがあつたということは確かにあるわけです。ただ、その擁壁は、実際には数十年前のものでして、そういう意味では現在の基準に照らすと、もう少し現代の方がいいのかなという気がします。ただし、このことがきっかけになりまして、住宅地の盛土の耐震基準を見直すといえますか、それをより厳格に適用するというように法律が改正されました。それが去年 9 月から施行されています改正宅造法で、それによって耐震性をより考慮した宅地造成を行うというようになっています。

(司会) ありがとうございます。続きまして、石川先生へのご質問です。中国の気象観測衛星で、インド洋北部の海層のデータを取得することにより、モンスーンとチベット高気圧の動向予測ができると思います。そして、チベット高気圧と北極寒気との相互作用で起こる豪雨の予測(2006年7月豪雨)、または熱波の予測(2007年)ができるようになると思います。今後、日本での異常気象の予測にどの程度有効になるのでしょうか。

(石川) 最初に海面温度の予測ですが、実は海面温度の変化はあまり大きくないので、もう少し低いところを飛んでいるノアという衛星を使った観測等によって、既にかなりよく見えています。

チベット高原の温度は、実は私どものところの博士号を取った学生が、最初にひまわりのデータを使って、6年間分ぐらいのチベット高原の地表面温度をずっと算出していました。それを見ますと、やはり6年間で地表面温度が若干上昇しているという傾向をディテクトしまして、これは「Journal of Climate」という国際的な気候の雑誌に載っています。そういうことで、地表面温度の長期的なモニタリングという意味では、ひまわりや風雲 2号などでは非常に良い結果が出ていると思います。

チベット高気圧の件ですが、チベット高気圧はユーラシア大陸の地表面で出てきた熱と、モンスーンによって運ばれてきた水蒸気が上空で雲になるときに放出される潜熱の二つで発達するものなので、そういう意味では地表面温度だけでなく、水蒸気輸送のデータも必要になってきます。それをどうするかといえますと、今日、FD DA(4次元データ同化)という方向等を述べましたが、あのような解析システムの中にデータをどどん入れ込むことによって、エネルギーと水蒸気の循環を明らかにしていくということも、今、私たちの仲間で行っています。そういう中で、温暖化に伴って蒸発量が変わったり、地表面温度が上がったりして、そういう熱量がチベット高原の方に輸送されていくということを解析することによって、例えば今年の夏のように、チベット高気圧が通常よりも非常に東西に広く発達する様子などをディテクトする、あるいはどうしてそうなったか、水蒸気輸送・

エネルギー輸送の観点から解析するという事を通じて、何が起きているのかということをも明らかにしていくためのツールとして非常に大事なものだと考えています。

(司会) ありがとうございます。あとお二方の先生への質問もさせていただきます。特に終わってから異常に多くの質問が参りましたが、基本的には皆さん全員が共通に興味のある部分を優先させていただき、質問させていただければと思います。

次に間瀬先生へのご質問です。堤防に関連する部分で、吹き寄せによる高潮偏差は潮位が高いと小さくなるということでしたが、温暖化に伴う海面上昇を堤防等の設計に反映させる場合、海面上昇分を上げなくてもいいということでしょうか。あるいは逆もありまして、海面上昇分だけ、日本全国の防御柵を強化するには膨大な費用が掛かると思われますが、それを説得できる程度の定量的なリスク評価はできるのでしょうか。

(間瀬) 水位が高くなると高潮偏差が小さくなると言いましたが、その理論的な根拠は、非常に浅い海域が続いているということです。日本のように急に深いところから浅くなるような地形ですと、例えば潮位が10cm上がっているので高潮偏差が小さくなるということは、それほどありません。浅海域が非常に長く続いている場合には水深が浅いほど潮位が大きくなりますが、水深が深いと高潮偏差が小さくなるということは程度問題で、日本のような場合には、海面上昇による潮位の上昇が大きくなりますと、その分の方が心配です。東京や大阪で何センチ上がるかは予測によってだいぶ変わりますが、それを全部第一線の堤防で防ぐには非常に莫大な投資が要りますので、何らかの別の問題、内陸にできている二線堤とか、道路をかさ上げするか、今後新しく造る施設を第一線の補助にするというやり方をしないと、投資する費用が大きくなりますので、難しいかと思います。だから、二線堤や道路を造るときに、その分堤防になるように盛土で造るか、今あるものをすべて、地球温暖化で潮位が上がる分だけ上げるといふより、別の方法が必要ではないかと思ひます。

(司会) もう一つよろしいですか。津波関連の話です。東南海・南海地震の場合、和歌山から四国から大阪湾のイメージで、大阪だと1時間程度余裕があると思ひます。しかし、太平洋沿岸では、迅速に予測伝達して避難する余裕はあるのでしょうか。

(間瀬) 津波というものは、水深が分かればどのぐらいの速さで伝わってくるかが決まりますので、どこの地点で何分後に来るということは大体分かります。ですから、内湾であればあるほど、神戸などですと1時間半以上余裕がありますが、例えば太平洋岸の串本ですと5分

ほどになります。とにかく大阪湾の内部へ行けば行くほど、到達するまでに時間があるということで、それは水深だけでほとんど決まります。串本や潮岬などでは5～10分です。

(司会) 基本的にどういふ対策をしようとしてされているのですか。

(間瀬) あちらの方は山が迫っていますので、逃げる場所もありません。また、背の高いビルもないので、串本では避難タワーを造るとか、例えば新たに公的な病院を造るときには4階建て以上で頑丈にし、その病院を避難所にするとか。今ある施設ではもう持たないので、新たに何か公共施設を造る場合には、避難場所が確保できるような強固なビルを建てるとか、そういう方法しかないのではないかと思ひます。太平洋沿岸といふか、震源地に近い場所です。

(司会) ありがとうございます。次は堀先生にお伺ひします。「基本的には人の心理・行動を含めたシミュレーションモデルが有効だと思ひます」といふご意見をたくさんいただいています。その中で、啓発に活用している例や、あるいは逆に、10分前に避難するためのソフト対策に関してはどうですか。ハードがあつて、避難時間の問題があつて、それをソフトで対策するとしたら、どうすればいいのでしょうか。

(堀) 実際に啓発に活用した事例はあるかということですが、自治体や地域に持ち込んでいふことはまだやれていません。いふのは、街路のモデルや、ぱっと見た感じで本当に現実的な場が表されているかどうかといふことは、結構信頼性に関係すると思ひたからです。つまり、シミュレーション結果を信用してもらえるかどうかといふことです。それで、場のモデルといふものを考へて、シミュレーションのグラフィック表現ができるようになったのがここ2年ほどの話です。できれば今回、情報伝達のことなどでお話を伺ったような自治会などに持って行って、いろいろ見てもらつると同時に、そういうツールを持ち込むと皆さんの意識がどう変わるのか、調べてみたいといふことも考へています。現状ではそういうところでは。

また、10分早く逃げるためにはどうしたらいいかといふご質問に、こうしたらいいと答えられるとすごいのだろうと思ひますが、なかなか難しいです。ただ、少し詭弁のように聞こえるかもしれませんが、10分早く逃げることと、ハードにこれぐらいのお金が掛かるといふ対策を、この地域だとこんな関係があるのですと具体的に見せることが第一なのかなと思ひます。そうすると、やはり受け取り方が違ひます。「早く逃げましょ」と一般的に言つると、「それは早い方がいいでしょね」といふこと

になって、議論や感覚が上滑りするのですが、具体的な話を見せる、あるいは計算して示す、それを見てもらって実際に議論してもらおうということが、逆に10分早く逃げてもらうために役に立つのかなと信じてやっています。

(司会) ありがとうございます。あとは関連で、出水時などの情報の在り方とか、そういうところまで、このシミュレーションを使って評価できるのか。あるいは今、防災では高齢化の問題がクローズアップされていますが、その辺への対応、あるいはその表現、その辺についてはいかがでしょうか。要するに男女別とか、年齢別とか、もう少しいろいろな個人情報を取り込んでいくことによって、そういう方向も可能かどうかということ、最後にお伺いしたいと思います。

(堀) 個人情報の問題は、例えば10年ぐらい前ですと住民基本台帳を見に行くと、この地域のモデリングをしようということが割合簡単にできたのですが、今はそう簡単にはいきません。もちろんそうやって保護されないといけない部分もあるのですが、特に今おっしゃった災害時に援護を必要とされる方の情報はすごく大切なことだと思います。個人情報保護法そのものについてはあまり詳しくありませんが、基本的に自治体が災害時のために、そういうデータを収集して使うということは認められるべきではないかと思います。これも場所によって違うのですが、例えば自主防災会や自治会でそういう情報を集めて、役員さんが持っているということまでやっておられる地域は現実にあります。

ただ、今日のプレゼンの中では扱わなかったのですが、同じようにマイクロに人の動きを見ようというタイプのモデルで、災害対応する側、行政の人や自治会などの援護する側の人がどのように動けるかというモデルもつくりかけています。そうすると、資材や人材がこれだけで、例えば寝たきりのお年寄りを避難場所に連れて行ってあげないといけないという場合には、それなりの人的資源、あるいは物的資源が要るわけで、時間もかかります。そういう情報を集めることも大事ですが、その情報が分かったときに、次にどういう時間、例えば昼間だったらそれをやる人がいるのかどうか、夜だったらどうかというようなことを机上シミュレーション、もちろん頭の中である程度考えることもできますが、そういうことも同じようなやり方でシミュレーションできるようにしていきたいと思っています。ただ、もう少しお時間をいただかないと、きちっとした答えは出せないのかなと思います。頑張りたいと思います。

(司会) ありがとうございます。まだ幾つかテクニカルなことでご質問をいただいておりますが、今日ご回答を申し上げられない分に関しましては、後日、Webの中でQ&Aという形で、基本的にはここにいらっしゃる方に、

Webに載せていますということをお伝えしていきたいと思っております。併せて、ご講演された皆さんの許される範囲で、著作権のある部分はカットしていただくことになるかもしれませんが、PDF化したパワーポイントも防災研のWebの方からたどれるようにさせていただこうと思っておりますので、ご了解いただきたいと思います。それでは先生方、Q&Aなどで少々ご労力をおかけしますが、引き続きよろしくお願いたします。どうもありがとうございました(拍手)。

## 閉会のあいさつ 中北 英一 教授

本日は一日ご聴講、またはご質問いただきまして、ありがとうございます。今回は「新任教授が熱く語る」という形で企画させていただきましたが、今ある最新のものだけでなく、今後こうしたいということ、あるいは防災研の中でこういう横のつながりができ始めていますということ、ご紹介いただきたいという形で皆さまにお願いしました。

最後になりますが、次年度も新しい教授の方が、既に二人おられるのですが、今年度中にまた新しく教授に就任される方が出る予定ですので、合わせて5人の新任の方にバージョン2、シリーズ2という形で、同じく「新任教授が熱く語る」という企画をさせていただきたいと思っております。皆さま、またふるってご参加いただきますよう最後にお願申し上げます。閉会とさせていただきます。今日は本当にありがとうございました(拍手)。