

水文学的・地球化学的手法による地震予知研究についての日台国際ワークショップ(Japan-Taiwan International Workshop on Hydrological and Geochemical Research for Earthquake Prediction) 報告

産業技術総合研究所地球科学情報研究部門 小泉尚嗣

## 1. はじめに

2002年9月24日～26日に標記ワークショップが、産業技術総合研究所地球科学情報研究部門(以降、産総研地球科学と略称)と成功大学防災研究センター(以降、成功大防災センターと略称)との共同研究である「台湾における水文学的・地球化学的手法による地震予知研究」および平成14年度内部グラント(産総研の競争的内部資金)による「1999年台湾集集地震前後の周辺の地下水変化に関する研究」の一環として、茨城県つくば市にある産業技術総合研究所・他に開催された。9月24日にワークショップ、25日午前中に研究打ち合わせ会議、25日午後～26日に熱海～伊豆半島東部への巡検が行われたが、ここでは24日のワークショップの概要を報告する。

## 2. ワークショップの概要

主催者を代表して、産総研地球科学の加藤碩一部門長と成功大防災センターの謝正倫センター長が最初に挨拶を行った。引き続き午前と午後のセッションにわけて以下に示す内容で発表と質疑応答があり、最後に総合討論が行われた。

## 3. 発表者・発表タイトルとその概要.

\* 所属の略称

AIST: National Institute of Advanced Industrial Science and Technology : 産総研

DPRC: Disaster Prevention Research Center, National Cheng Kung University, Taiwan : 台湾成功大防災センター

GSH: Geological Survey of Hokkaido, Japan : 北海道立地質研究所

GSJ: Geological Survey of Japan : 地質調査総合センター(産総研の「地質の調査」関連ユニットの総称: 旧地質調査所に相当)

NSC: National Sciences Council, Taiwan : 台湾行政院国家科学委員会

USGS: United States Geological Survey : 米国地質調査所

WRA: Water Resources Agency, Ministry of Economic Affairs, Taiwan : 台湾経済省水資源局

(1)W-Y. Chang (NSC\*): The program of earthquakes and active-fault research (PEAR) in Taiwan  
1999年集集地震(Mw7.6)を契機に国家プロジェクトとして2001年からの5ヵ年計画で始まったPEARの概要説明。

(2)W-C. Lai (DPRC\*) and K-C. Chang (WRA\*): Planning of groundwater anomalies associated with the Earthquake and cases studies in Taiwan

上記プロジェクトの一環として行われている地下水観測・研究の概要と現在までの成果の紹介。1999年集集地震前後の地下水変化の解析結果が主であった。2001年～2005年に主に既存の井戸を利用して、16の観測井戸を作る予定とのことである。どのような井戸が地震に対して敏感なのかという問題提起がなされた。

(3)E. A. Roeloffs (USGS\*): Hydrologic monitoring in the Parkfield earthquake project: Overview of results and future plans

米国パークフィールド周辺の地下水観測結果の概要と今後のプランの紹介。パークフィールドでの地震予知失敗後、同地での研究目的から「地震予知」は外されていたが、近年復活したという話が新鮮だった。

(4)M. Ando (Nagoya Univ.): Splay faults and groundwater level changes preceding to the 1946 Nankai earthquake

1946年南海地震前に、四国～紀伊半島南部で広範囲に観測された地下水異常（主に湧出量減少や水位低下）を震源断層付近のプレスリップで説明しようという試みの紹介。基本的に、プレスリップで生じる体積歪変化で説明しようという態度であるが、（一般に体積歪変化に対する感度が低い）不圧地下水の水位変化を説明するのが課題である。

(5)N. Matsumoto (GSJ\*): Estimation of groundwater-level anomalies associated with preseismic sliding of the anticipated Tokai earthquake

東海地震のプレスリップモデルによる、産総研地下水観測網での水位異常の見積りの紹介。

(6)Y-P. Lee (WRA\*): A study of discharge change in Da-Jia river associated with Chi-Chi Earthquake

1999年集集地震後の河川流量変化についての紹介。定性的には、地震による割れ目生成で地下の固有透過度(permeability\*)が増加することにより説明される。このような現象が固有透過度変化と関係して定量的に解釈されたのは、1989年口マプリータ地震(M7.1)が最初である。ただ、集集地震に伴っては、地すべりや土砂崩れが多数生じており、その影響を無視できないのではないかというコメントが出された。

(注: permeability の和訳を透水係数と和訳することがあるが、「透水係数」は物理的には意味の異なる別の係数を指すこともあり、ここでは固有透過度という言葉を用いた)

(7)E. A. Roeloffs (USGS\*): Influence of seismic waves on hydrothermal systems: Implications for earthquake triggering

ロングバレー地熱地域における、地震波による誘発地震現象の解析。日本も含めた他の地熱地域における例も参考にして、地震波透過によるクラック生成が間隙圧変化や固有透過度変化を生んで、誘発地震発生にいたるというモデルを提案した。地震発生過程における間隙圧寄与を解明する場所として地熱地帯は非常に重要であるという指摘がなされた。

(8)Y. Kitagawa (GSJ\*): Temporal change in permeability of an active fault zone after a large earthquake

淡路島の野島断層における繰り返し注水試験時の、注水孔近傍における観測井の湧水量解析によって、断層近傍の固有透過係数が回復していることが判明したとの報告。

(9)T. Shibata (GSH\*): Critical phenomena of rock fracturing in groundwater level observation before the 2000 eruption of Usu volcano, Japan

2000年有珠噴火前の周辺の地下水変化が、岩石が破壊される直前の臨界現象を反映している可能性が報告された。

(10)F. Tsunomori (Univ. of Tokyo): Development of continuous and multi-component gas monitoring system for groundwater

地下水中に溶存している多種類のガスの成分と濃度を連続的に測定する機器の原理と結果についての紹介。

(11)S. Tasaka (Gifu Univ.): Development of the underground water radon detector

地下水中のラドンを高精度にかつ安価に連続測定するシステムについての紹介。

(12)N. Koizumi (GSJ\*): Strategical roles of hydrological and geochemical methods in earthquake prediction research

地震予知研究のための観測・研究手法としての水文学的・地球化学的手法における長所と短所を考慮し、総合的な地震予知研究を考えた時の、この手法の戦略的役割について議論した。

#### 4. 総合討論

上記セッションの中で、(1)地震に敏感な井戸の条件、(2)（歪変化に対して感度の低い）不圧地下水が地震前に変化するメカニズム、(3)地下水位の変化は地殻歪変化で説明可能だが、化学成分濃度の変化のメカニズムは何か（化学成分濃度変化を説明するのによく使われる「割れ目モデル」をどのよ

うに発展させるか), (4)震源域周辺における間隙圧や固有透過度の情報を我々は提供できるか, (5)長期的に安定な化学成分濃度モニタリングシステムをどのように開発するか, (6)データ解析の際に空隙を水で満たされた弾性体をモデルとして用いているが,それが高温高压になった時の扱いは不十分であるといった課題が提起された。それぞれの課題は単純に解決できるものではなく今後も解明に向けて個々の研究者の努力が必要だが, 1については台湾水資源局の管轄する 500 以上ある既存の井戸から観測井戸の絞りこみを行う台湾研究者が, 2については, 1946 年南海地震でそのような例を多数観測した日本の研究者が, 6については, 米国ロングバレー地熱地域で精力的な観測を行っている米国研究者が主に答えを出すべく努力しようということになり総合討論を終えた。

## 5. 感想

「地震予知は困難」との認識から,ほとんど地震予知研究が行われてこなかった台湾において, 1999 年集集地震のショックは大きかった。日本以上に全土が地震危険地域といえる台湾で, 従来の地震研究者の否定的見解にもかかわらず, 将来の地震予知を想定した上記 PEAR が発足したのは, 国民の強い要望があったからだと聞く。台湾の研究者も, 地震予知研究に関しては先進国(?)の日本に学ぼうという熱意がすごく, 日本の水文学的・地球化学的手法による地震予知研究の成果をこれほど求められた経験は初めてであった。震災軽減策として, たとえていえば, 「地震予知」は「安価・ハイリスク・ハイリターン」な方法であり, 「(種々の)耐震強化策」は「高価・ローリスク・ローリターン」な方法であろう。中国(中華人民共和国)で国の責任において地震予知情報が定常的にだされていることを考慮すれば, この2種類の震災軽減策をどのような比重でどのように組み合わせるかは, その国の国情(政治・経済・国民的資質等)によると思われる。地震予知ができるかできないかという議論については, 少なくとも当分は決着がつかない以上, 研究者として, (研究結果の十分な開示を前提に)人々が求める研究を行うという視点をより重視すべきではないかという気がした。地震予知研究は, グローバルサイエンス(時として我々日本人はグローバルを欧米と同義に考える)としては価値が低いかもしれないが, ローカルサイエンスとしては(時と場所によって)価値が高いものなのである。将来的に, 日本で地震予知研究が万一不要とされたとしても, その方法論や成果は, 「安価・ハイリスク・ハイリターン」な震災軽減策を求め他国で必要とされるかもしれないなどと考えた。

## 6. 終わりに

本ワークショップの講演論文集(CD)を希望される方は, 下記問い合わせ先までご連絡ください。

〒305-8567 茨城県つくば市東 1-1-1 つくば中央第 7 事業所  
産業技術総合研究所地球科学情報研究部門地震地下水研究グループ  
電話: 0298-61-3656 ファックス: 0298-55-1298  
電子メール: tanaka-yu@aist.go.jp