

# 福岡工業大学 学術機関リポジトリ

## 福岡県西方沖地震の地震予知について

メタデータ	言語: Japanese 出版者: 公開日: 2020-12-14 キーワード (Ja): キーワード (En): earthquake prediction, ripple, LC resonance circuit, electromagnetic wave, aftershock 作成者: 服部, 毅範, 篠田, 鼎, 保坂, 昌克 メールアドレス: 所属:
URL	<a href="http://hdl.handle.net/11478/00001571">http://hdl.handle.net/11478/00001571</a>

## 福岡県西方沖地震の地震予知について

服 部 毅 範 (生命環境科学科)  
篠 田 鼎 (情報工学科)  
保 坂 昌 克 (システムマネジメント学科)

## On the Earthquake Prediction of the Earthquake off the Western Coast of Fukuoka

Takenori HATTORI (Department of Life Environmental Science)

Kanae SHINODA (Department of Communication and Computer Engineering)

Masakatsu HOSAKA (Department of System Management)

## Abstract

As part of earthquake prediction research, observations have been performed using simulated circuits modeling the electrical potential in live plants, nonresonating circuits, and LC resonance circuits. From this research, the ripple change characteristic of LC resonance circuits is displayed. By examining the change in this ripple, it is found to match an electromagnetic wave that is one of the known earthquake precursor phenomena. Unusual change in this ripple was detected on March 4, and it is noted that the earthquake off the western coast of Fukuoka (M7.0) occurred 16 days later, on March 20, 2005. Furthermore, similar anomalies of lesser magnitude were detected in the ripple on April 12, and the aftershock (M5.8) occurred eight days later, on April 20. After the observed pulse displays an unusual change, an earthquake occurs. This phenomenon is related to the electromagnetic wave emitted before an earthquake occurs. Since the major earthquake and aftershock have occurred after an unusual pulse change appears, it is inferred that it is possible to use phenomenon in earthquake prediction.

Keywords: *earthquake prediction, ripple, LC resonance circuit, electromagnetic wave, aftershock*

## 1. はじめに

2004年12月26日スマトラ沖地震の死者・不明者約29万7000人, 1976年中国・唐山地震の死者約24万2800人, 1995年1月17日阪神大震災の死者約6400人の地震災害が発生し<sup>1)</sup>, その被害は一瞬にしてすべ

てのものを奪ってしまっている。また, 2005年3月20日午前10時53分頃福岡県西方沖地震で死者1人, 負傷者753人の被害が出た。このような悲惨な状況を防ぐために一刻でも早く地震を察知する地震予知が必要である。これらを防ぐ有力な手掛かりとして地震の前兆現象を捉える超低周波の電磁波, 地電流の異常信号, VAN法, 地下水中のラドン濃度の変化等から地震予知が考えられている<sup>2), 3)</sup>。その中の電磁波に注目し, 電磁波を観測する事を試みた。これはラジオ受信

平成17年5月30日受付

回路の共振を利用した信号を増幅、検波、平滑回路を経て、この出力端子から発生するリップル(脈動)中から特殊なパルスが連続的に発生する。この中でスケールオーバーしたリップルが2005年3月4日午後3時頃から約1時間30分に亘って連続的に現れ、その16日後に福岡県西方沖でM7.0の地震が発生した。さらに、スケールオーバーしたリップルが4月12日に発生し、その8日後の4月20日にM5.8の余震が発生した。この一連の関係は地震前兆現象の一つの要因である電磁波によるスケールオーバーしたリップルが対応しているから地震予知の可能性について述べる。

## 2. 理 論

地震が発生する前は、地殻変動により地殻に歪が徐々に蓄積される。この蓄積によって岩石(岩盤)はいずれ動的破壊を引き起こす。岩石が石英を含む場合は圧電効果、また岩石に隙間水が存在する場合は流動変位により、岩石破壊前に電場が変動し、電磁波が発生すると云われている。これら電磁波は地震発生の数日前か、数週間前から電磁波放射に関連するノイズが発生するが、このノイズは地震発生直前に消失すると報告されている。しかし、地震予知の観点から地震発生前の電磁波発生メカニズムは諸説があって、まだ完全に解明はされていない様である。この様に電磁波の異常変化を捉えるためにラジオ受信用のLC共振回路の使用を試みる。

共振回路に到達した電磁波を受信する部分の周波数を  $f$  とし、共振の条件を求める。電磁波を捉えるための受信機と同調回路を図1に示す。また、この等価回路を図2に示す。これは直列回路で、 $E$  は同調回路のコイルに誘起した起電力をベクトルで表したものとす。ここでコイルを  $L$ 、コイルの直列抵抗を  $R$ 、コンデンサを  $C$ 、この回路に流れるベクトル電流を  $I$  とす。  $L$ 、 $C$ 、 $R$  それぞれの端子電圧  $V_L$ 、 $V_R$ 、 $V_C$  を(1)式に示す。

$$V_L = j\omega LI, \quad V_R = RI, \quad V_C = (1/j\omega C)I \quad (1)$$

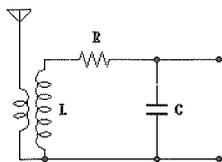


図1. 受信機と同調回路

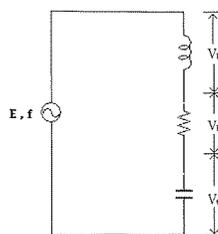


図2. 等価回路

$\omega$  を角速度、角速度  $\omega$  と周波数  $f$  の関係式を(2)式に示す。

$$\omega = 2\pi f \quad (2)$$

(1)式の端子電圧の和は起電力  $E$  に等しい。これを(3)式に示す。

$$E = RI + j\omega LI - j(1/\omega C)I \quad (3)$$

変形すると(4)式になる。

$$E = \{R + j(\omega L - 1/\omega C)\}I \quad (4)$$

(4)式より

$$I = E/Z \quad (5)$$

ただし、 $Z$  はインピーダンスで、これを(6)式に示す。

$$Z = R + j(\omega L - 1/\omega C) \quad (6)$$

(5)式より電流を最大にするためには、インピーダンスを最小にすればよい。従って(7)式となる。

$$j(\omega L - 1/\omega C) = 0 \quad (7)$$

(7)式より

$$\omega = 1/\sqrt{LC} \quad (8)$$

これより(9)式となる。

$$f = 1/2\pi\sqrt{LC} \quad (9)$$

このとき  $I$  は最大となり、共振をする。

## 3. 電磁波の観測

### (1) RC 回路

外部環境(電磁波)の変化に伴って植物の生体電位に変化が現れる。この変化は電磁波による影響であるとして、過去、地震予知研究の一環として植物生体電位の変化について観測を行ってきた。この観測方法は次の通りである。

#### ① 植物生体電極<sup>4),5),6)</sup>

植物への電極の取り付けは対象の木の直径が約5cm以上の小枝を選び、設置部分の樹皮を電極の大きさに合わせて切り取る。電極を固定した部分は雨による水の浸透を防ぐためシールする。

## ② アース電極

アース電極は木の幹から約1 m以上離し、銅棒(直径1 cm, 長さ1 m)を地下約1 mに埋め込む。これをアース電極とする。①と②との間で発生する電位差を植物生体電位とする。この電位を連続して観測する。植物が外的な刺激を受けた場合、植物(樹の木)生体電位に異常な電位変化が発生した。この電位の振幅周期は約10~20分である。植物生体の抵抗が約10M $\Omega$ であることから $R=10M\Omega$ , 静電容量 $C=100\mu F$ とおくことによって周期( $T=0.67RC$ )は1000Sとなる。これは、植物生体電位の振幅、周期の範囲内にあることから、これをRC回路に置き換える。このRCの $\oplus$ 側にアンテナおよびアースを取り付け植物生体電位の変化としてシミュレーションする。これを図3に示す。植物生体電位のRC回路に記録計(TOA electronics Ltd)を接続し、観測を続ける。この時の電位のフルスケールは2.5mvである。

アースはA棟の電源用アースを使用し、アンテナは被覆線(5D-2V 四国電線) 8 mをコイル状に巻いたものを使用する。

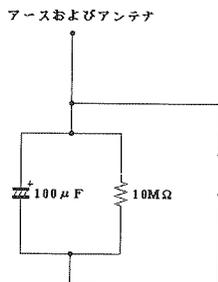


図3. RC回路

(2) 交流を半波整流する場合、出力波形にはリップルが発生する。電磁波に関連する外部的な環境の変化によって異変が発生する場合、日常時のリップルに電磁波が重畳した変化として現われる。これは地震前兆現象、即ち地震発生前に放射された電磁波による異常なリップルの発生要因である。地震がいつ発生するかを予測するためには、日常のリップル変化を捉える必要があるため、Lと平滑回路(共振無)およびLC共振回路に分けて以下の方法で観測する。

## ① Lと平滑回路(共振無)

図4はLと平滑回路を示す。これはコイルLを使った電磁波の受信回路で共振を示さない。電磁波を受信

するコイルは携帯用ラジオに使用されているバーアンテナで、この1次側コイル(約154 $\mu H$ )に内径約0.3 mm, 長さ約1.8 mを接続し、これをアンテナとする。2次側コイル(約562 $\mu H$ )に発生する電磁波を増幅(1000倍)、検波、平滑回路(フィルター)に通したものを記録計(TOA electronics Ltd)で観測する。この時の電位変化のフルスケールは5 mvである。

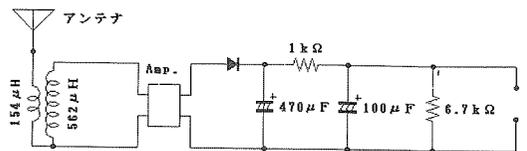


図4. Lと平滑回路(共振無)

## ② LC共振回路

図5はLC共振回路を示す。これは①に静電容量を取り付けたもので、電磁波の中の一定周波数を選択受信する。2次側コイル( $L=562\mu H$ )に静電容量( $C=4.7\mu F$ )を接続し、(9)式より共振周波数を求めると約3 kHzとなる。この周波数を同様に増幅(1000倍)、検波、フィルターに通したものを記録計で観測する。この時の電位変化のフルスケールは5 mvである。

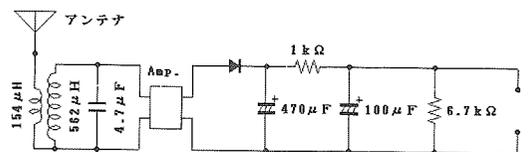


図5. LC共振回路

## 4. 結果および検討

## (1) RC回路およびLと平滑回路

図6はRC回路およびLと平滑回路の観測結果を示す。植物生体電位をシミュレーションしたRC回路では、0時54分~5時11分間のJR 連休時間帯および午後8時~午前7時の間で電位の変化は少ない。Lと平滑回路も同様な傾向を示す。また、電車の走行中にバンタグラフと架線との摩擦等から発生するスパーク(電磁波放射)によるノイズの影響は少ない様である。この事からRC回路、Lと平滑回路の両方ともJRの稼働時間帯による影響は少ないと見ることが出来る。午前7時から午後2時頃までの生活時間帯ではRC回路に若干の電位変化、Lと平滑回路にランダムなパルスの増加が観測される。これらは学内外から発生している電磁波による影響(カルチャーノイズ)が大きく

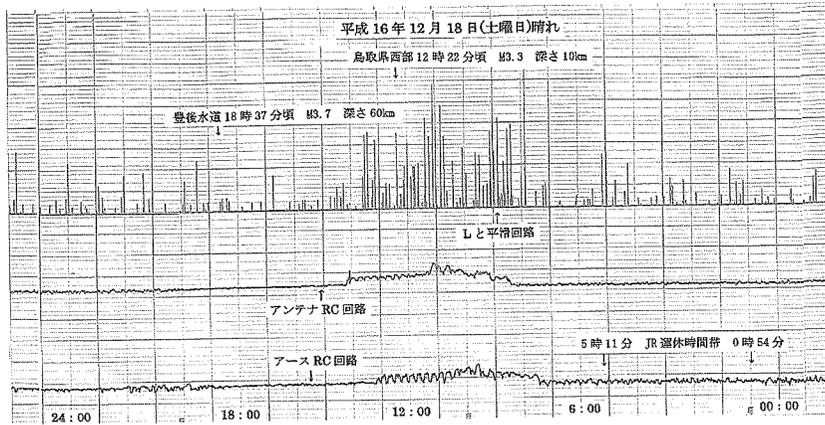


図6. RC回路およびLと平滑回路 (共振無)

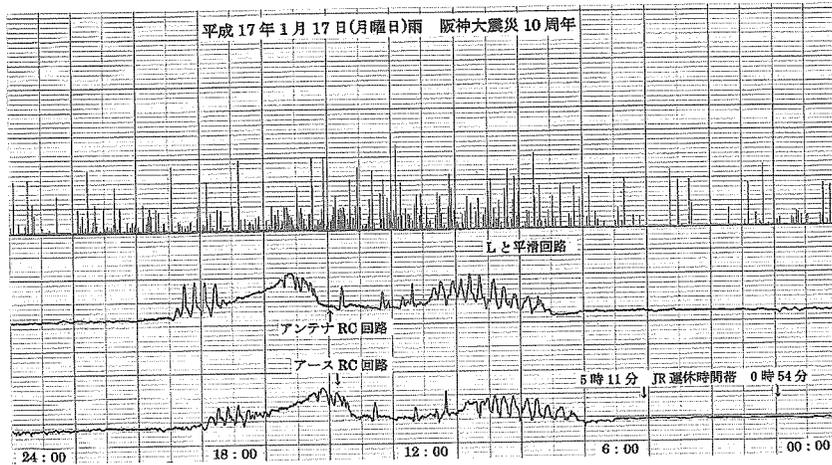


図7. 阪神大震災10周年

なる事を示す。また、この時間帯を除けば両方の変化は減少している事から、主に学内で使用される電気機器等の稼動時間帯に発生するカルチャーノイズの影響が大きいことを示している。この日に鳥取県西部と豊後水道とでマグニチュード (M) 3クラスの地震が2回発生しているが、地震発生時間と RC 回路の電位変化およびLと平滑回路のパルスの発生との関連性はない様である。

図7は阪神大震災が発生してから丁度10周年に当たる日の RC 回路, Lと平滑回路の観測結果を示す。この日は、週始めの月曜日に当たり午前8時から午後8時頃までの時間帯では、RC回路は電位変化が大きく、Lと平滑回路はランダムなパルス数が顕著に増加する。これは両方とも生活の活動時間帯に入るためカルチャーノイズが大きくなる事を示す。平日は土曜日

に比べて学内外からの電気機器等によるカルチャーノイズが異常に多く発生するからである。この日は学内の観測地点から半径約100km以内で、M4以上の地震は発生していない様である。従って、図6と図7の観測結果からアースおよびアンテナのRC回路では、カルチャーノイズによる電位の変化が大きくなる。またLと平滑回路では、同様にカルチャーノイズの増加によりパルス数も増加する。RC回路およびLと平滑回路の両方からは、地震による電磁波の影響と思われる様な特長のある電位変化に関する観測結果は得られていない。

(2) RC回路とLC共振回路

図8はRC回路およびLC共振回路の観測結果を示す。RC回路では、2月6日の日曜日のため上述に比べそれぞれの電位の変化は極端に減少する。LC共振

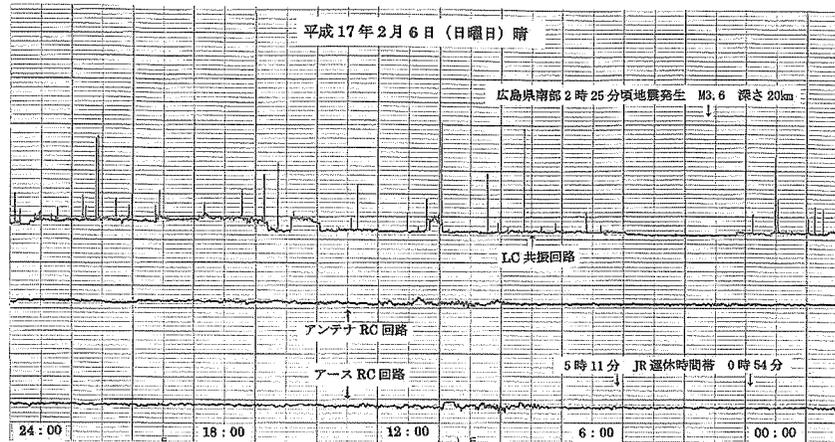


図8. RC回路およびLC共振回路

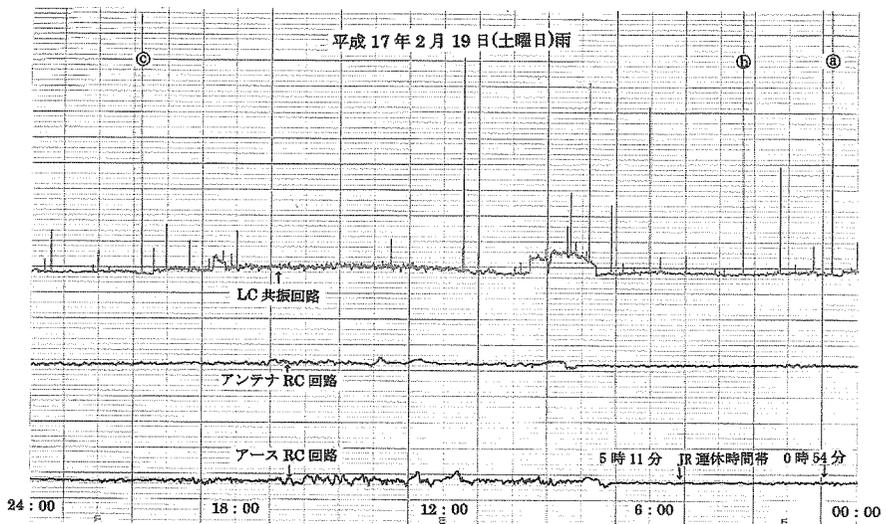


図9. スケールオーバーした抽出パルス

回路では、リップルの変動がカルチャーノイズによる影響を大きく受ける。休日に比べて平日は、その影響の差が顕著に現れる。特に研究室内外から発生するカルチャーノイズの影響が大きい様である。また、図6、7のLと平滑回路に比べてパルスの発生数が極端に減少する。2月6日、M3クラスの地震が広島県南部で発生しているが、前回と同様この地震発生時間とパルス発生時間との関連性は無い様である。

図9はLC共振回路でスケールオーバーしたパルスの観測結果を示す。図8の中では、LC共振回路にパルスがスケールオーバーする様な観測結果は得られなかった。しかし、2月19日に新たな現象として、スケールオーバーをしたパルスが3回発生した。これは

㉑：0時42分頃、㉒：3時20分頃、㉓：20時48分頃である。この様にスケールオーバーしたパルスをこれ以降は「抽出パルス」と呼ぶことにする。これらの抽出パルスは地震前に放射される電磁波の影響を受けて発生したものである。従って、これからの抽出パルスは地震の前兆現象の一つである電磁波に関連している。

図10は連続的な抽出パルスの観測結果を示す。RC回路の電位変化は図6、7、8、9と殆ど似た傾向を示し、日々のカルチャーノイズに大きく左右されているので、目的とする電磁波の受信とは若干異なる傾向を示す。従って、これ以降はRC回路よりもLC共振回路による抽出パルスに注目する。LC共振回路では、15時から約1時間30分の間に連続的な抽出パルスが

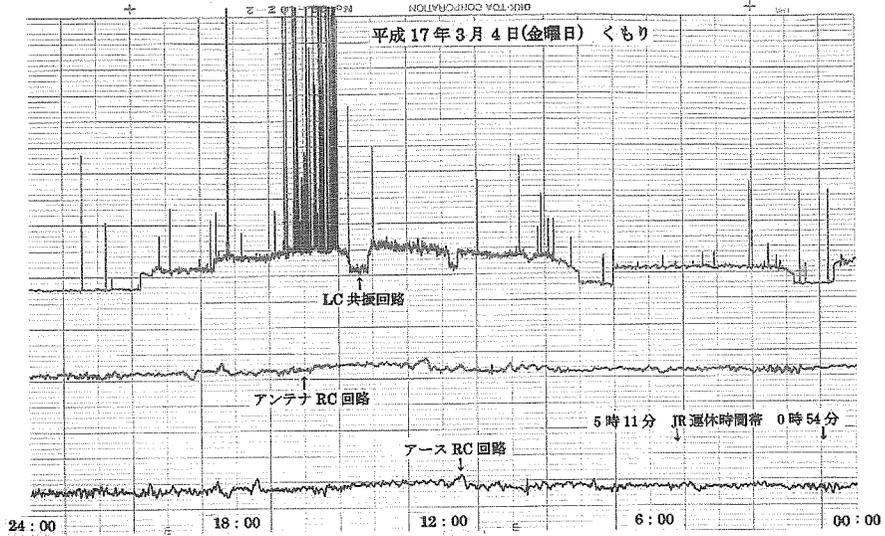


図10. スケールオーバーした連続的な抽出パルス

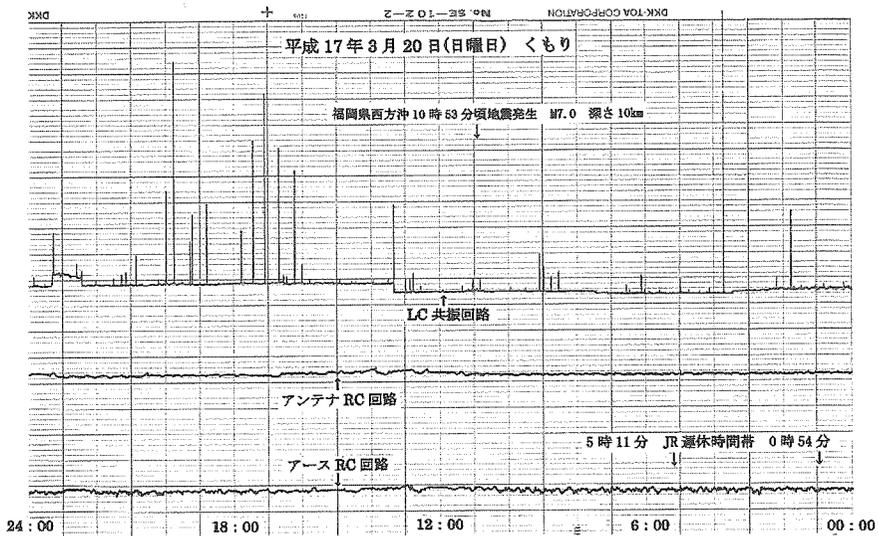


図11. 福岡県西方沖地震の発生

発生した。これまでこの様に異常な抽出パルスが連続して発生した観測の前例は見当たらない。

図11は福岡県西方沖地震の観測結果を示す。図10の抽出パルス発生の日から16日(約388時間)後の平成17年3月20日午前10時53分頃福岡県西方沖で、M7.0規模の地震が発生した。福岡には殆ど地震がないといわれていた神話が一瞬にして崩壊した日でもあった。

図12は平成17年3月の抽出パルスの発生頻度を示

す。図10の様に3月4日、15時から短時間に連続の抽出パルスが発生した。この発生回数は10回を遥かに超えた回数を示していることから、抽出パルスの発生回数のシーリングを10回とした。連続的な抽出パルスが発生した後16日目に地震が発生しているが、この日の地震発生時間に抽出パルスは観測されていない。従って、抽出パルスと地震発生時間との関係は無い様である。

図13は平成17年4月の抽出パルスの発生頻度を示

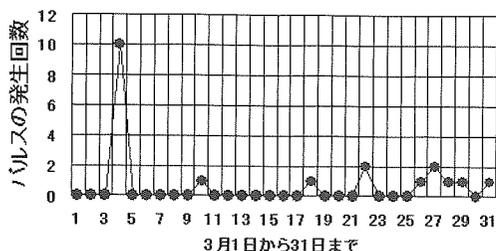


図12. 平成17年3月の抽出パルスの発生頻度

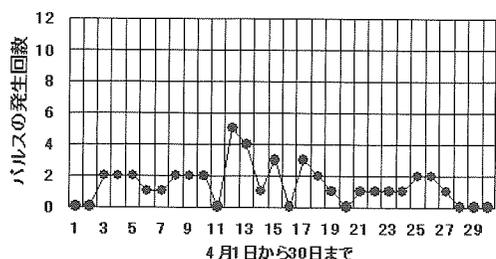


図13. 平成17年4月の抽出パルスの発生頻度

す。連続的な抽出パルスが発生した後は顕著な発生を示さず、1日当たり2回、1回と減少傾向を示していた事から地震は収束に向かうかに見えていた。しかし、その後突如として抽出パルスの発生回数が4月12日に5回、13日に4回、14日と17日に各3回、18日に2回、19日に1回と減少傾向にあった。しかし、20日午前6時11分頃M5.0の余震が発生した。これは5回発生した12日から8日後のことである。連続抽出パルスが発生して16日後に本震が、また、5回の抽出パルスが発生した日から8日後に余震が発生している。偶然にも余震（M5.8）は本震（M7.0）の半分の8日後に発生している。いずれにしても、地震発生時間に抽出パルスは観測されていない。タイムラグ的な問題があるにせよ本震・余震の前には抽出パルスが観測されている。また、連続的な抽出パルスの発生と単発的な抽出パルスの発生との差は、マグニチュードの大きさの違いによる現象であろう。今回、地震が発生した後に緊急余震観測として大学合同で実施された。これらの観測方法は陸上地震観測、海底地震観測、GPS観測からなっている<sup>7)</sup>。種々の観測網を駆使することによって、地震発生後のデータ解析から地震の発生原因および発生機構等の究明は素早く対応できるようになった。それにもかかわらず短期的に地震を予知することは今のところ困難の様である。地震の予知には大きな不確定さおよび多大なリスクを伴うことから、天

気予報のような正確さで地震を予知することは今のところ困難の様である。しかし、地震災害による被害の軽減に役立つと云う見地に立てば、地震前兆現象の一つである電磁波による抽出パルス発生頻度に注目することが出来る。この様に抽出パルスの発生頻度と地震との関係から、短期的に地震予知をする上で効果があるものと推察される。

## 5. まとめ

種々の電磁波を捕らえるためにRC回路、Lと平滑回路およびLC共振回路を使って観測してきた。その結果により以下の結論を得た。

- (1) 植物生体電位のシミュレーションによるRC回路およびLと平滑回路の両方はカルチャーノイズの影響が大きいため、目的とする電磁波を捕らえることは困難な様である。
- (2) LC共振回路では、地震前兆現象の一つである地震発生前に放射される電磁波による抽出パルス発生頻度と地震発生とを関連付ける事が可能となった。従って、この結果に基づいて短期的に地震予知を行う上で効果があるものと推察される。

## 参考文献

- 1) 朝日新聞（朝刊）2005, 1, 26
- 2) 特集 地震予知：化学, Vol. 50, sep. (1975), p526-555
- 3) 長尾：“地震予知研究の展開”，近未来社，2001年2月9日，p37-146
- 4) 服部，篠田，野口：“植物の生体電位変化による地震前兆の観測について”，福岡工業大学研究論集，第32巻，第1号別冊，p29-37，1999年10月15日，
- 5) 服部，篠田：“ボーリング工事に伴う地電位の変化”，福岡工業大学研究論集，第33巻，第2号別冊，p145-155，2001年3月15日
- 6) 服部，篠田，保坂：“外部環境変化に伴う観測対象の生体電位および地電位変化”，福岡工業大学研究論集，第35巻，第2号別冊，p61-78，2003年3月15日
- 7) 清水：“福岡県西方沖地震の緊急余震観測”，日本地震学会ニュースレター，Vol.17 No. 1, p12-15, May 10, 2005