

FM ラジオ放送波の電離層散乱による 大規模地震前兆現象の観測

吉岡 良雄[†]

2011年3月11日の東日本大震災をきっかけに大地震発生の前兆現象（電磁氣的現象）を観測することによる短期地震予報が各所で行われている。本報告では、種々の大地震前兆現象を観測する方法のうち、スポラディック E 層による FM ラジオ放送波の電離層散乱波を観測する方法を取り上げ、その観測結果を示し、大地震予知の可能性を示す。なお、本研究の目的は、大地震予知ではなく、大地震前兆現象としての電磁氣現象を理論的に明らかにすることである。

The Observations of Foreseeing Phenomena for the Large Scale Earth Quake Using FM Broadcasting Waves

Yoshio Yoshioka[†]

The observations by some foreseeing methods have been continued by the large-scale earth quake of East Japan on the 11-th of March in 2011. Then, this paper shows those observation methods, and picks up the observation method using FM broadcasting waves scattering of Sporadic E layer. This paper presents the observations of foreseeing phenomena for the large-scale earth quakes. The goal of this study is to demonstrate the relationship between the electromagnetic phenomena and the large-scale earth quakes.

1. はじめに

2011年3月11日14時46分の東日本大震災をきっかけに大地震発生の前兆現象を観測することによる短期地震予報が動き始めている。これらの短期地震予知法には、① 地電流異常（VAN 法）や地下電磁波異常を観測する方法¹⁾、② MF 帯の電波雑音を観測する方法²⁾、③ 電離層擾乱を観測する方法³⁾、④ FM ラジオ放送波の電離層散乱波を観測する方法⁴⁾、および⑤ 電波伝搬異常を観測する方法⁴⁾ などである。特に、観測方法④では高い確率で予報できているようである。筆者も1983年5月26日正午頃に秋田沖を震源とする地震（日本海中部地震）が発生し、津波によって多くの犠牲者を出した。このことから、筆者は短期地震予知ができないものかと調査を行い、地震と電波雑音の関連性に関する論文⁵⁾を見つけ、これをもとに電磁波観測システムを設計・製作して、電磁波観測を行った経験がある（詳細は参考文献6を参照）。さらには、群馬大学⁸⁾や千葉大学⁹⁾においてもFM ラジオ放送波の受信電波強度の異常を観測することによる地震予知を行っているようである。

これらの観測方法のうち、④は目的とするFM ラジオ放送波の周波数より100[kHz]上方または下方に選局をずらして、FM 検波出力の直流分を観測する方法である。これは散乱波の強さ（受信レベル）を観測していることを意味する。この方法では、影響を及ぼす放送局が上下にあり、解析が複雑になる。また、AFC（自動周波数調整）によって、受信周波数が放送局の周波数に合わせるように働く。このことから、筆者は、AFCを外してFM ラジオ放送波の周波数に選局し、中間周波増幅回路にFM 検波回路のレベル端子の出力電圧を観測することにした（観測システムおよび観測方法については参考文献6を参照）。

本報告では、大地震発生の前兆現象はスポラディック E 層によるFM ラジオ放送波の散乱および反射であると仮定して、参考文献6で示したFM ラジオ放送波の電離層散乱波観測システムを利用して、その観測結果を中心に述べる。そして、最近の観測結果を示し、地震発生との関連性を述べる。

2. 大規模地震の前兆現象

大規模地震の前兆現象は、大規模地震発生の数週間～数ヶ月（または数年）前から起こる断層面の岩石圧縮や破壊による電磁氣的現象である。ここで、地震が発生する断層面において、部分的に少しずつ岩石圧縮や破壊が起こり、ある時点で一機に断層面が破壊される。例えば、図1は、北海道大学・森谷氏の襟裳地震観測⁷⁾において、2011年3月11日の東日本大震災発生の数ヶ月前から通常受信しない遠方のFM ラジオ放送波89.9MHzを受信した観測結果である。この観測結果は、図2に示すような

[†] 弘前大学・名誉教授
Emeritus of Hirosaki University

典型的な前兆現象のパターンであることが分かる。

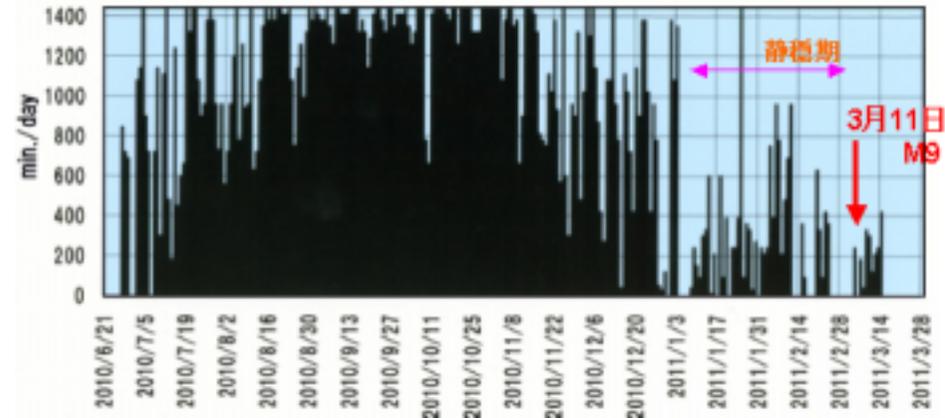


図1 FMラジオ放送波 89.9MHz を襟裳で観測
 (出展：北海道大学・森谷氏⁷⁾ 講演資料より)

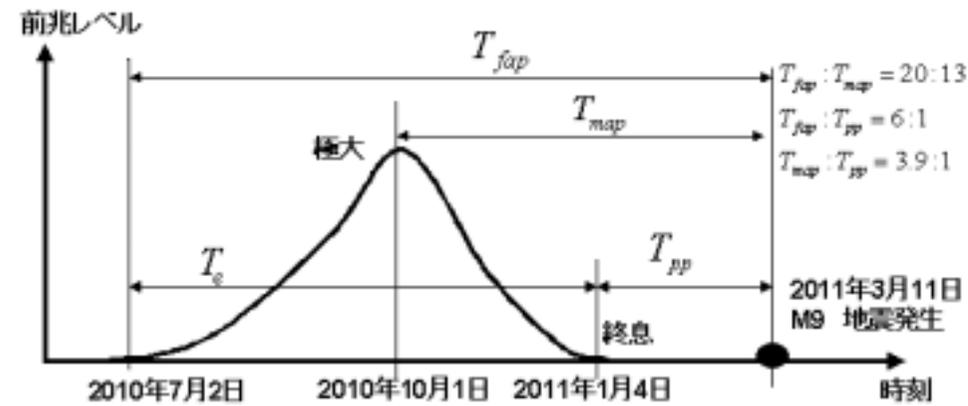


図2 典型的な地震前兆現象パターン (参考文献3より)

周波数 89.9MHz の FM ラジオ放送局(衛星局含む)は、北海道の中標津(1kW) および枝幸(10W)、秋田県の田沢湖(1W)、青森県の種市(10W)、岩手県の葛巻(10W)、

FM 石川・輪島(100W)、FM KOBE(1kW)、徳島県の穴喰(1W)、高知県の物部(1W) である。10W 以下の衛星局を除けば、図3に示すように、FM 石川・輪島および FM KOBE が有力である。スボラディック E 層が活発なとき、外国の FM ラジオ放送局の電波を受信することがあることを考えれば、震央上空のスボラディック E 層を経由する FM KOBE の反射波が非常に有力である。従って、大規模地震発生の数日前から起こる断層面の岩石圧縮や破壊において、落雷以上の電流が発生していれば、スボラディック E 層付近に何らかの影響を及ぼすことは十分に考えられる。また、図3から分かるように、同年3月12日に長野北部地震 M6.7 も発生している。この図から、図1に示す前兆現象は長野北部地震 M6.7(内陸地震)の可能性が高いと思われる。そこで、以降において、大規模地震発生の前兆現象はスボラディック E 層による FM ラジオ放送波の散乱および反射であると仮定して議論を進める。

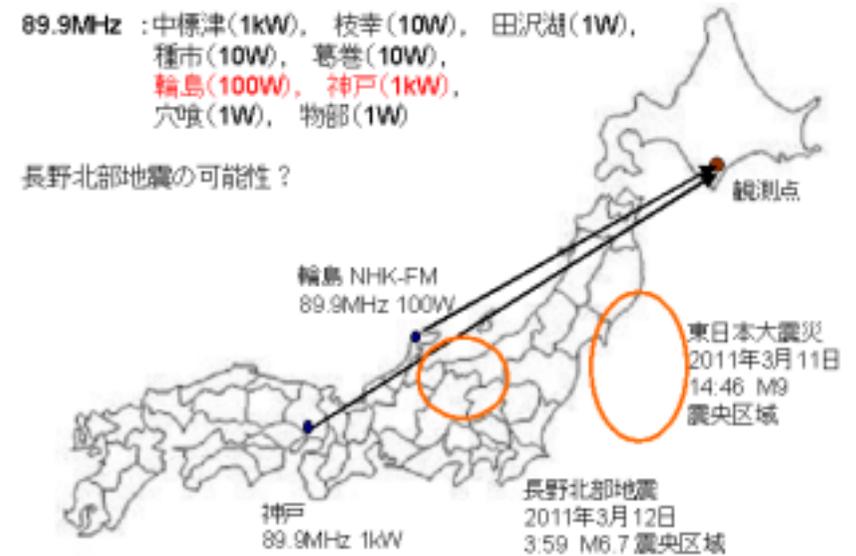


図3 図1の前兆現象の震央

次に、本報告の観測システムを利用して、NHK FM 函館局 87MHz (250W) の電離層散乱波観測において、2018年5月7日 5:01 に岩手内陸北部で発生した M5.2 の地震(内陸地震)の前兆現象を取り上げて説明する。この観測結果(雑音レベル)は図4のようになっている。図において、通常の雑音レベルのパターンは、4月27日や5月

2 日に見られるように、深夜から午前中のレベルが比較的高く、昼間から夕方が低いレベルとなる。従って、前兆現象は4月28日～5月2日であると考えられる。この前兆現象のパターンは図5のようになる。ここで、 $T_{map}:T_{ps}=3.7:1$ の関係は参考文献3の経験則である。なお、5月3日～4日は5月18日3:42に発生する釧路沖地震M5.3の前兆現象である。

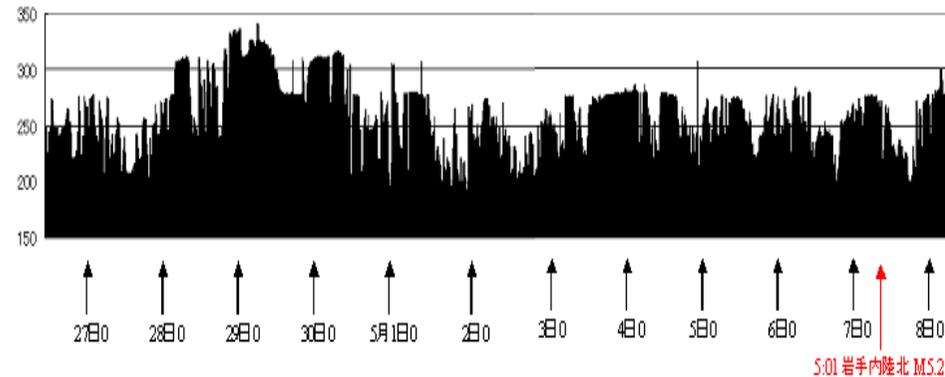


図4 2018年5月7日5:01岩手内陸北部地震M5.2の前兆現象

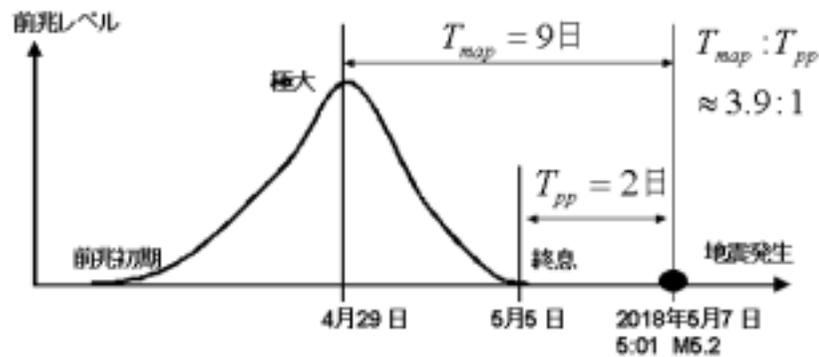


図5 岩手内陸北部地震の前兆現象のパターン

また、前兆現象の継続時間 T_e は、断層面の長さ L に比例し、地震の強さ M (マグニチュード) との関係は次式のようになる。

$$T_e \approx e^{a \cdot M + b} [h], \quad M \approx \frac{\log T_e - b}{a}$$

ここで、 a 、 b は震源地の深さ、内陸や海上などによって決まる定数である。参考文献3では、震源が浅い場合 $a \approx 1.58, b \approx -6.51$ 、深い場合 $a \approx 0.71, b = 0.14$ となるようである。また、一般的に、 $a \approx 0.0098h + 0.6, b \approx -0.16h + 1.7$ とする場合もある。これから、岩手内陸北部地震の前兆現象の継続時間 T_e を求めると以下のようになる。

$$T_e \approx e^{1.58 \cdot M - 6.51} = e^{1.76} \approx 5.51 [h]$$

この値は図4において、雑音レベルが約300を超える時間の合計である。

3. 北海道胆振東部地震の観測結果と解析

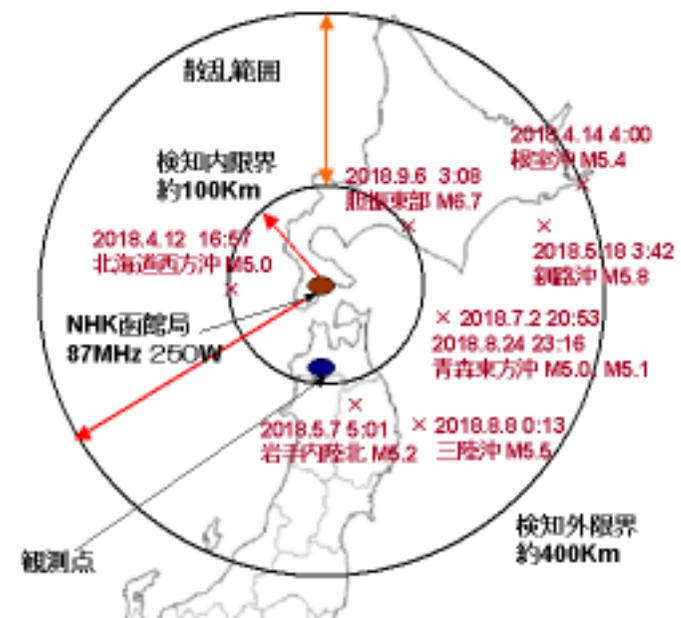
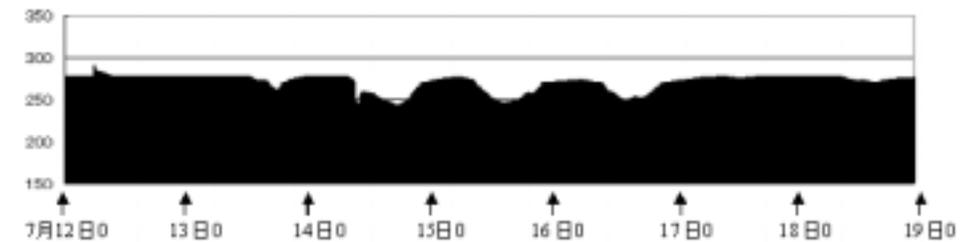
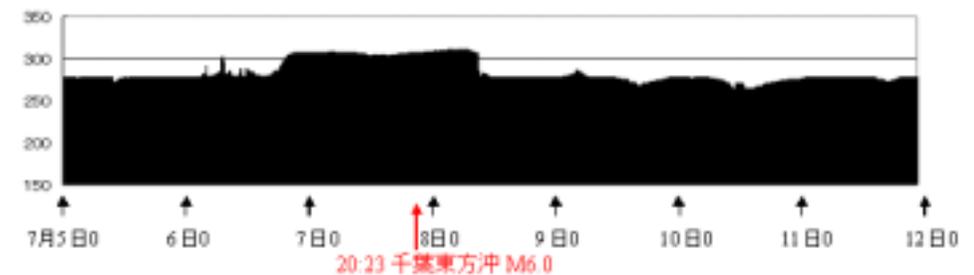
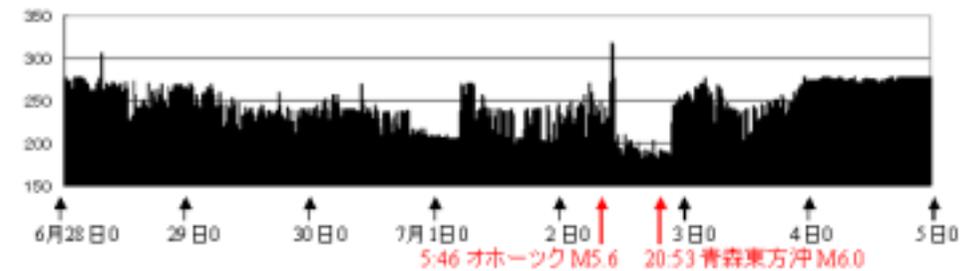
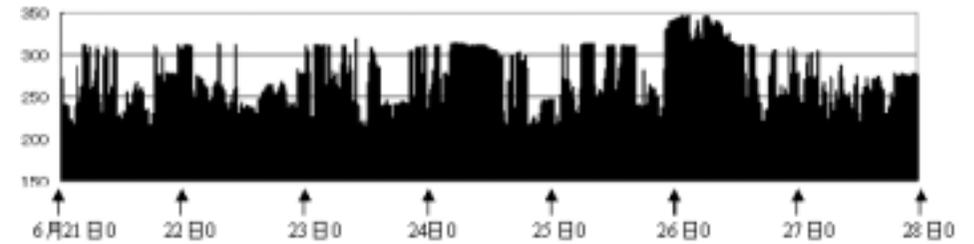
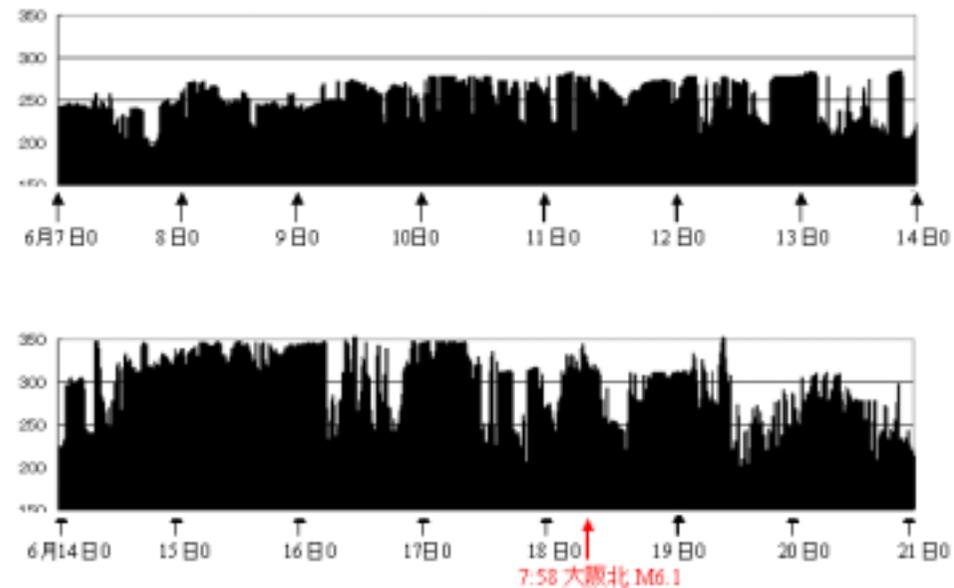


図6 ターゲットFM放送局

まず、観測のターゲット FM ラジオ放送局は NHK FM 函館局 87MHz であり、2018 年 4 月 4 日～2018 年 10 月 23 日までに発生した M5 以上の地震を図 6 に示す。2018 年 9 月 6 日 3 時 8 分に発生した北海道・胆振東部地震 M6.7 の電離層散乱は検知内境界上であり、前兆現象が観測されると考えられる。図 7 の観測結果は 9 月 6 日 3:08 の胆振東部地震（内陸地震）M6.7 の前兆現象であり、6 月頃から始まっているようである。この前兆現象のパターンは図 8 に示すようになる。このときの T_e は観測レベルが約 300 を超える区間の合計時間であり、次式のようになる。

$$T_e \approx e^{1.58 \cdot M - 6.51} = e^{4.07} \approx 58.91 \quad [h]$$

なお、7 月 4 日～7 月 26 日までの観測結果は、バッテリーの電圧低下による。また、この間に M5 以上の地震が青森東方沖、三陸沖、釧路沖で発生しているが、震源地が海上でかつ深いので、その前兆現象は小さいものと考えられる。



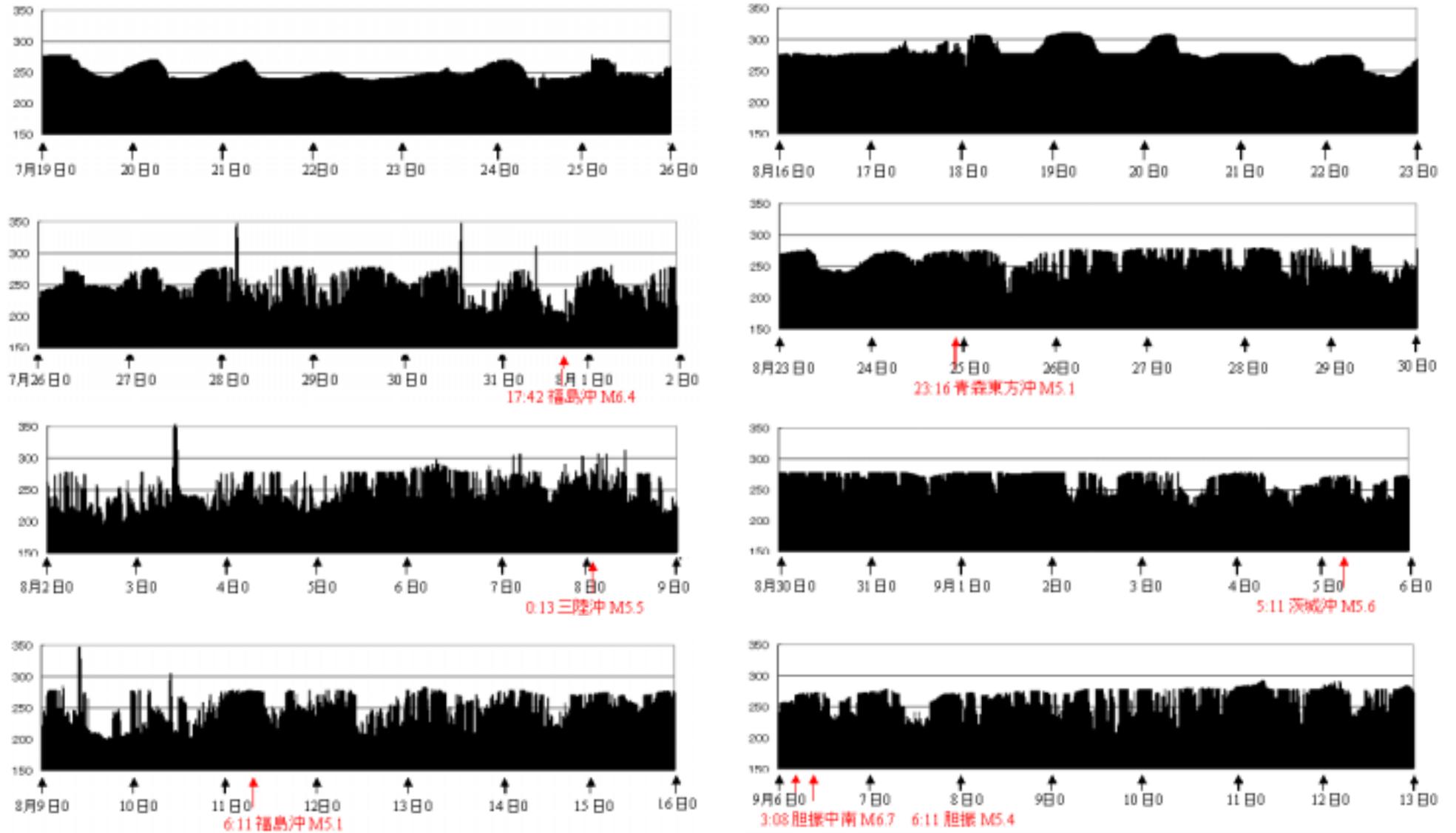


図7 2018年6月6日～9月13日の観測結果

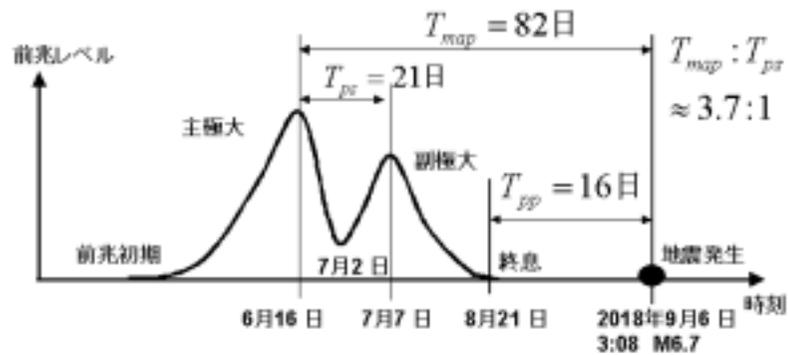


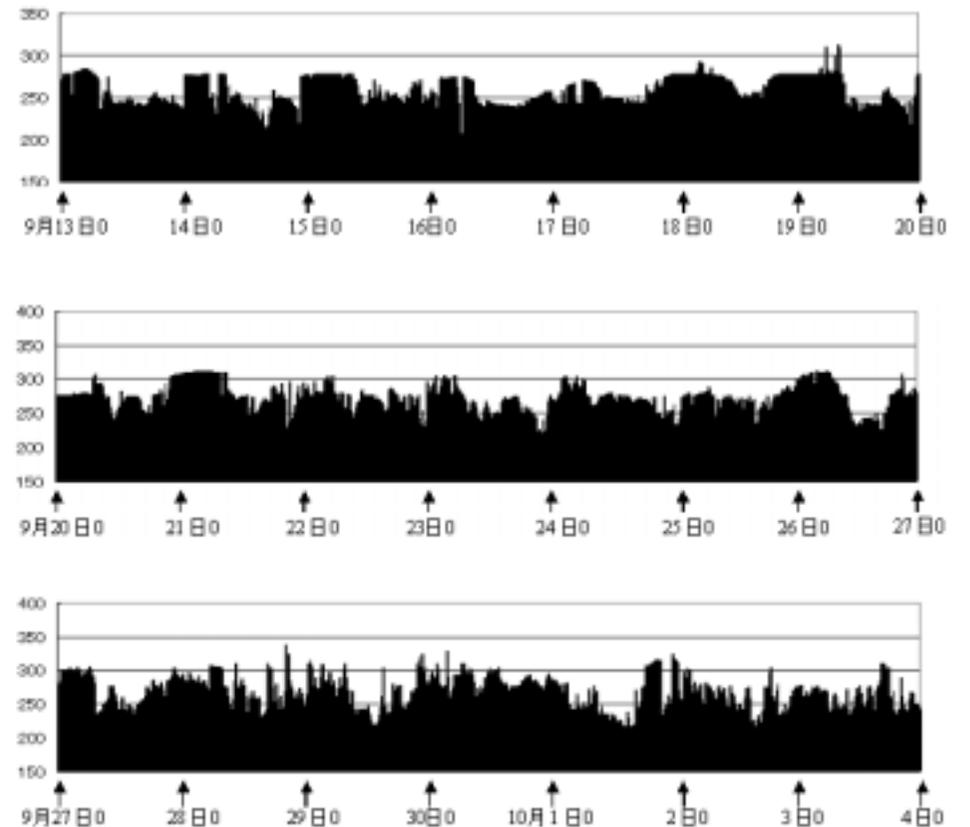
図8 2018年9月6日3:08の胆振東部地震 M6.7の前兆現象

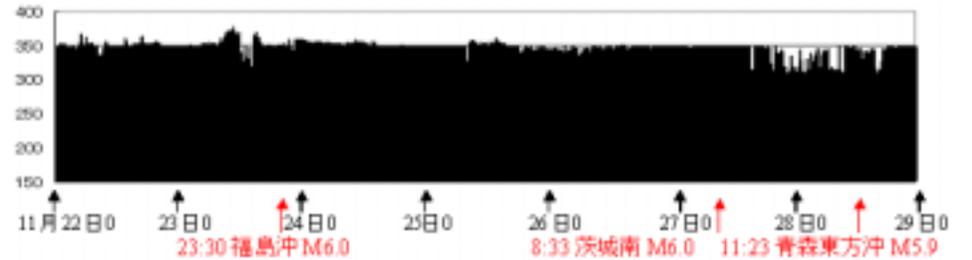
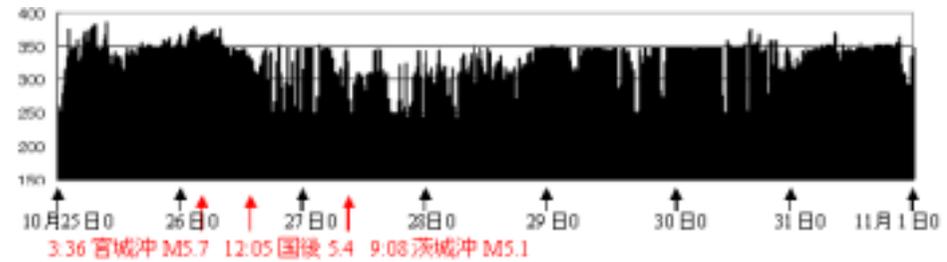
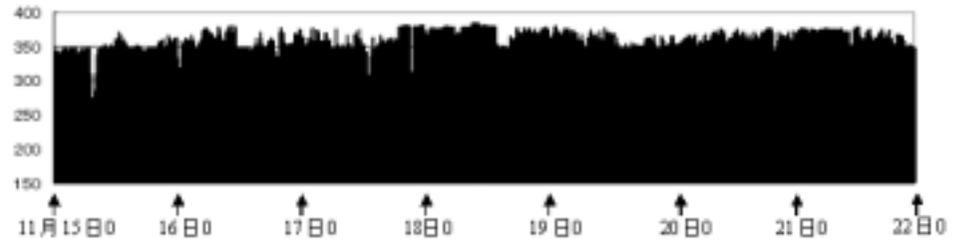
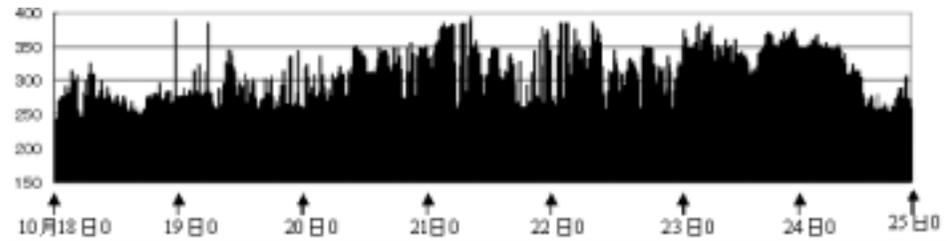
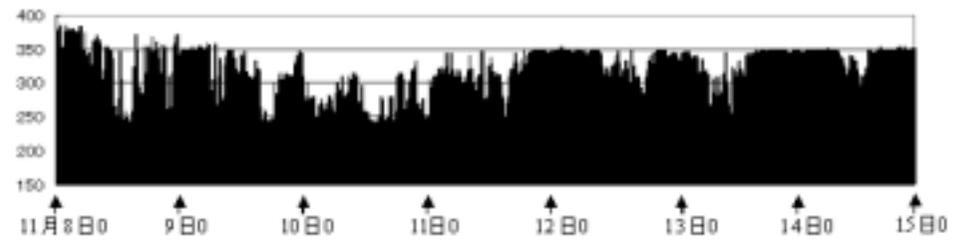
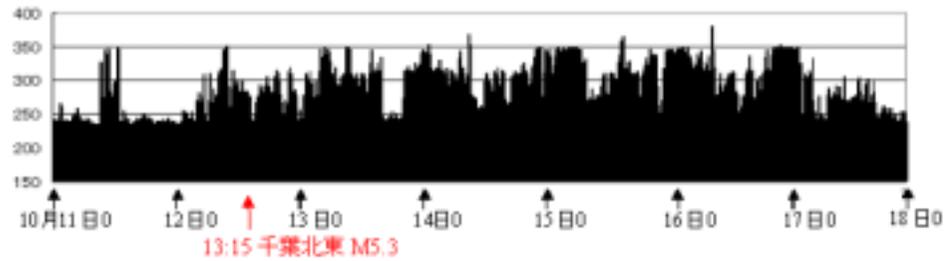
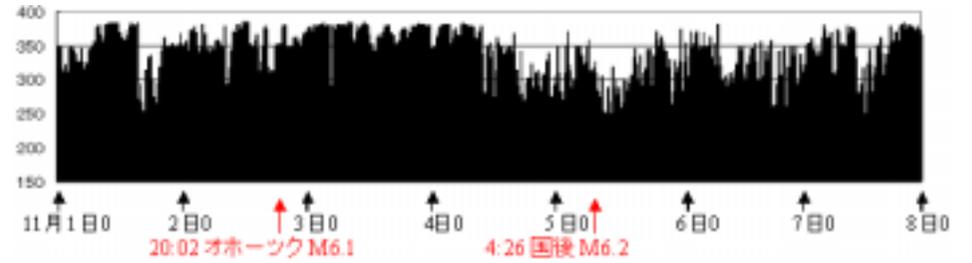
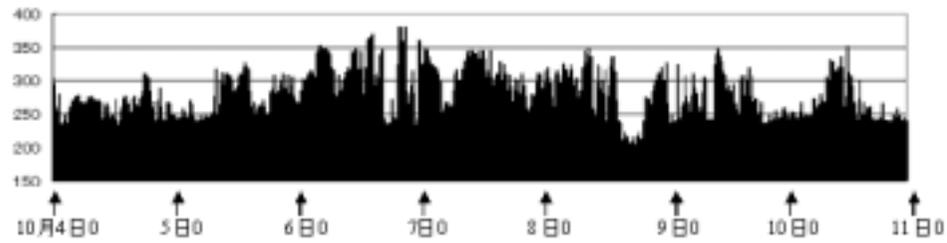
4. 9月7日以降の観測結果



図9 9月7日以降の地震発生

北海道・胆振東部地震以降に発生した M5 以上の地震を図 9 に示す。また、観測結果を図 10 に示す。約 300 を超える前兆現象が 2018 年 9 月 21 日から始まっており、10 月 25 日ころからは継続的に 300 を超えている。10 月 29 日から 11 月 1 日までは、強い散乱波のため、中間周波増幅のリミッタが働き、雑音レベルが頭打ちになっている。この観測結果は 2018 年 12 月 30 日 3:08 に発生した日高南地震 M5.4 の前兆現象であると考えられ、その前兆パターンは図 11 に示すようになる。図 10 の観測結果から終息時点は雑音レベルが高く継続しており不明であるが、12 月 24 日頃と推定できる。また、この地震発生直前 (3:05 頃) に AM ラジオ (846kHz NHK 青森放送) に雑音というよりは強力な電波による抑圧現象が発生した。





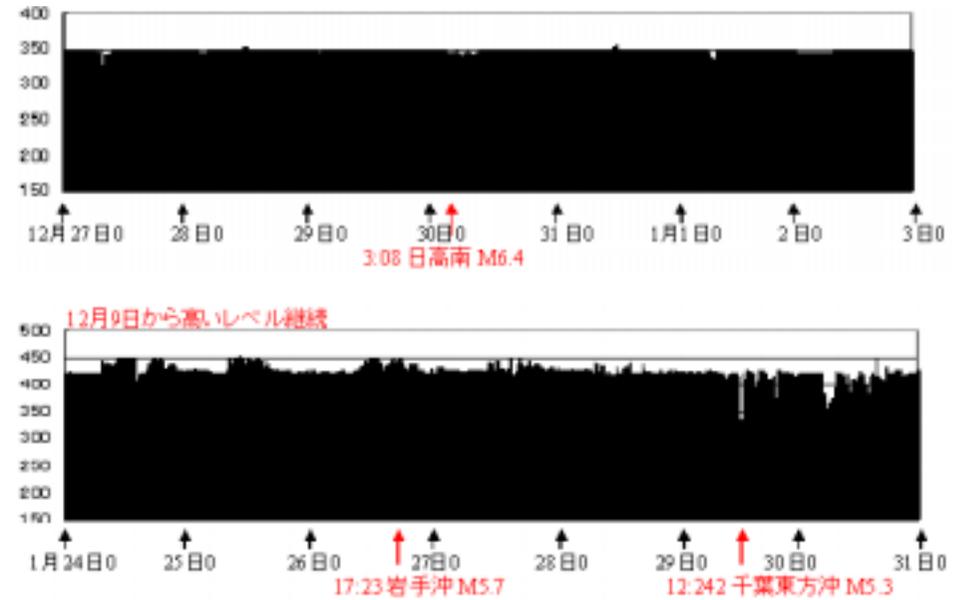
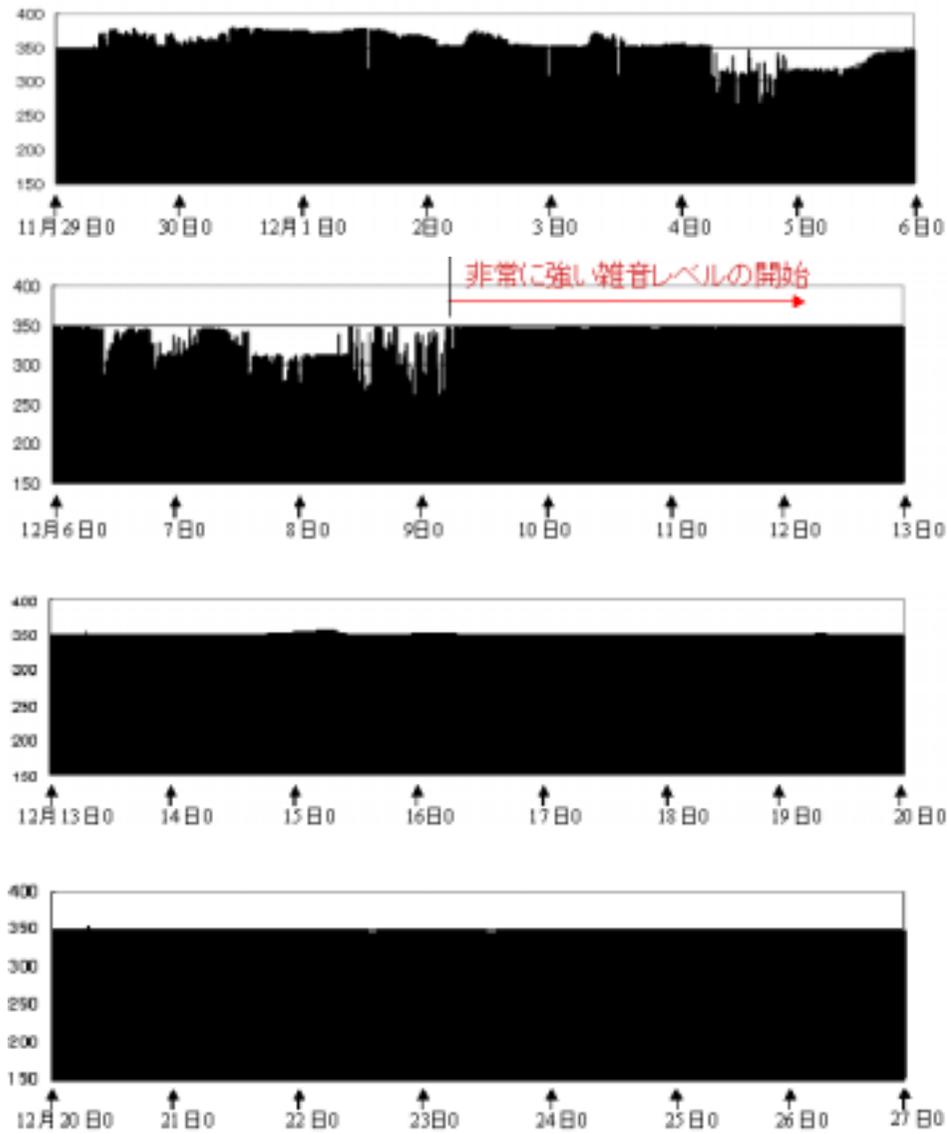


図 10 2018 年 9 月 13 日以降の観測結果

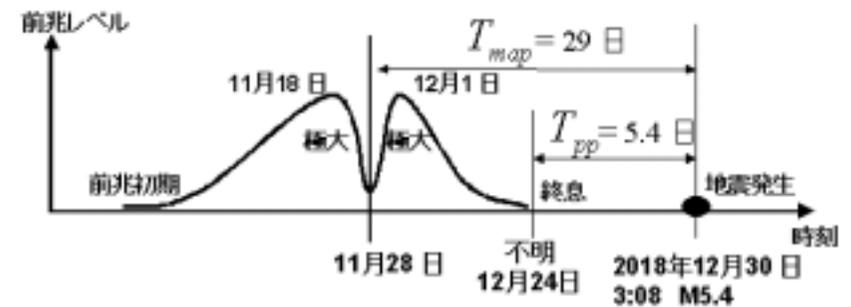


図 11 日高南地震 M5.4 の前兆パターン

さらに、12月9日から受信雑音レベルが極限に達しており、次の大規模地震の前兆現象が始まっていると見てよい。受信雑音レベルが高いため、データ取得の欠損が頻繁に起こった。2月7日現在も高い雑音レベルが継続している。昨年(2018年)の

同時期に同様の現象がみられた。欠損がなかった 2018 年 4 月 4 日～19 日の観測結果を図 12 に示す。ほぼ 18 日頃から終息していることが分かる。これは図 3 の長野北部地震 M6.7 の場合と同様に、5 月 12 日 10:29 の長野北部地震 M5.2 および 5 月 25 日 21:13 の長野北部地震 M5.2 (余震) の前兆現象という仮説を立てることができる。なぜならば、図 13 に示すように、観測周波数である 87MHz (NHK FM 函館局 250W) と同じ周波数の FM ラジオ放送局が愛媛・新居浜と宮崎・延岡にあり、ほぼ中間に地震の起きやすい長野北部 (糸魚川・静岡構造線上) がある。内陸地震であるから、M5 程度の小規模地震でもスプラディック E 層への影響は大きく出ると予想するからである。従って、2019 年 2 月 7 日現在においても、高い雑音レベルが続いており、終息に移れば 1～2 週間後に M5 以上の長野北部地震が起ると予想する。

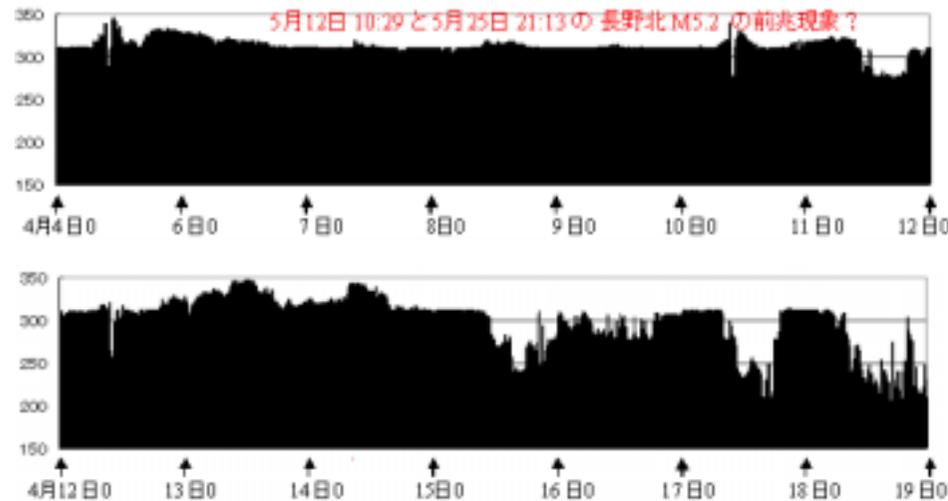


図 12 2018 年 4 月 4 日～4 月 19 日の観測結果

以上、本報告で示した大規模地震発生の前兆現象の仮説は、図 14 に示すように、震央の上空のスプラディック E 層に影響を与え、30MHz～150MHz の VHF 帯電波の散乱や反射を引き起こすということである。日本の FM ラジオ放送波は 76MHz～90MHz に割り与えられており、この FM ラジオ放送波がスプラディック E 層によって散乱や反射を起こして、FM ラジオ受信機に雑音レベルの上昇として現れる。ほぼ 10 ヶ月の観測結果から、FM ラジオ放送波の散乱による雑音レベルの上昇 (図 14 に示す (1)) は小さく、反射による雑音レベルの上昇 (図 14 に示す (3)) は非常に大きいといえる。

本観測システムにおいて、大きな雑音レベルによって欠損が生じているのはシステムのプログラムのバグと思われるが、当面雑音レベルの調整によって対処し、観測を継続する。

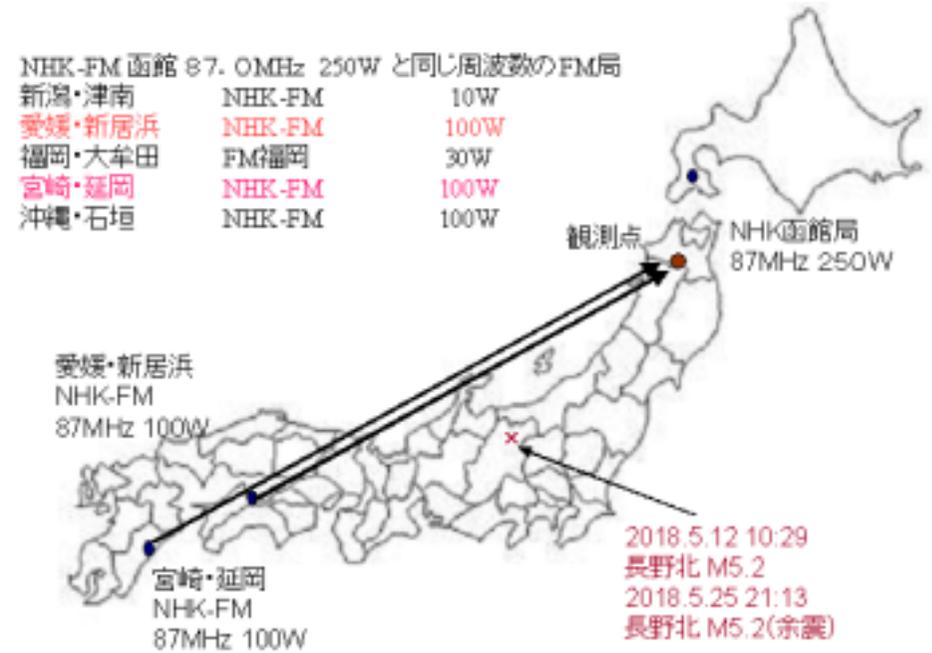
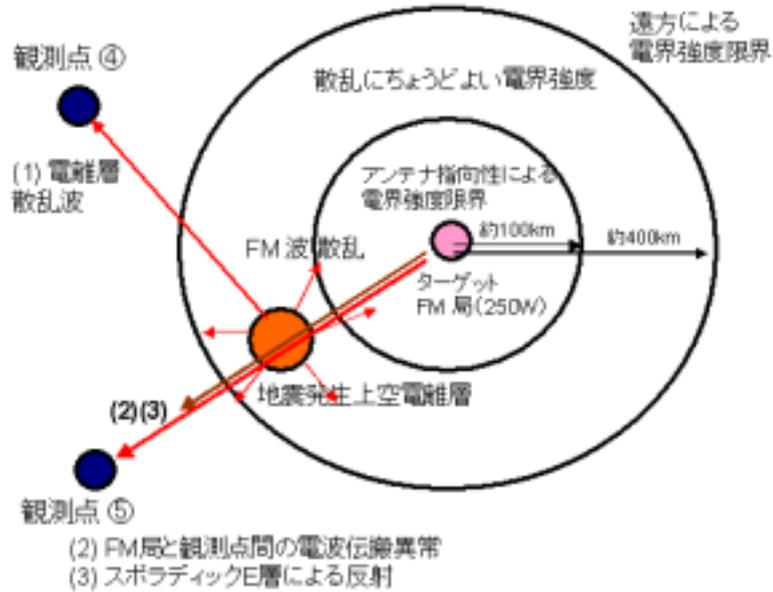


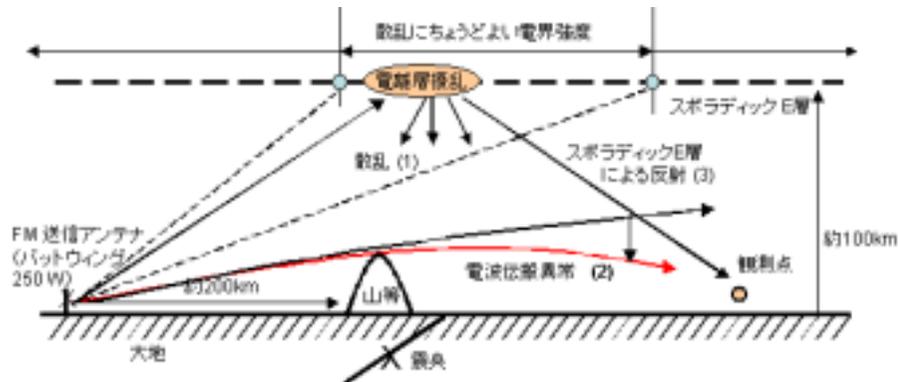
図 13 87MHz の FM ラジオ放送局

5. おわりに

本報告では、FM ラジオ放送波の電離層散乱波を観測して大地震発生の前兆現象を捉える方法について示し、その観測結果を示した。まず、この前兆現象はスプラディック E 層による FM ラジオ放送波の散乱および反射であると仮定して、本報告では議論を進めた。そして、その観測結果において、M5 以上の地震発生との関連性を示した。12 月 9 日以降、強い雑音レベルを観測しており、これが終息し、数週間後に M5 以上の長野北部地震が発生することを示した。なお、高い雑音レベルのため、観測システムの不備により欠損が続いている。今後、受信機のレベルを調整するなどを行い、観測を継続する予定である。



(a) 上空から見た FM ラジオ放送波の散乱・反射



(b) 横から見た FM ラジオ放送波の散乱・反射

図 14 大規模地震の前兆現象の仮説

参考文献

- 1) 例えば“逆ラジオ”: [http://www.shinko-japan.com/jp/earthquake/Reverse radio unit.html](http://www.shinko-japan.com/jp/earthquake/Reverse%20radio%20unit.html)
- 2) 例えば: <http://www.hazardlab.jp/> .
- 3) 串田嘉男: “地震予報”, PHP 新書, 2012.11.
- 4) 森谷武男: “電波地震観測者の挑戦”, (株) 青灯社, 2009.11.
- 5) James W. Marwick: “Radio Emission Associated with Rock Fracture: Possible Application to the Great Chilean Earthquake of May 22, 1960”, *Journal of Geophysical Research*, Vol.87, No.B4, pp.2851-2859, April 10, 1982.
- 6) 吉岡良雄: “FM ラジオ放送波による大規模地震予知の可能性”, 情報処理学会東北支部研究報告, Vol.2015-8, No.A1-1, 2016.2.
- 7) 森谷: “VHF 帯電磁波の異常伝播観測による地震予報—東北地方太平洋沖地震の 8 ヶ月前から観測されていた異常伝播” 発表資料 2011.5.28.
- 8) 平成 28 年度群馬大学公開講座 “電波を用いた地震予知への挑戦”
- 9) 坂井他: “FM 放送波観測による地震関連電離層異常の研究”
www.sgepps.org/sgepps/sookai/106/pdf/mia@vatna.te.chiba-u.ac.jp-24371.html.jis.pdf