

■能登半島地震:地震前の微小地震の傾向と降雨について(速報メモ)

<※本資料での微小地震とは一震度 1 以下 震源の深さが 20km より浅い地震をいう>

2024.1. 27 島根県技術士会:畑 和宏((株)大田技術コンサルタント)

●はじめに

2016 年の熊本地震をうけ、当時の島根県技術士会防災部会では、県内における微小地震と活断層に関する調査を行い、その微小地震の実態から研究報告会にて注意喚起を行いました。(平成 28 年度研究報告参照)

その内容は以下のとおりでした(図1参照)。

◎2016 年 1 年間で島根県に体を感じる震度 2 以上の地震はほとんど発生していない。

◎しかし、体を感じない震度 1 以下で震源の浅い地震は、2016 年だけでも多発。

◎この微小地震の震源は、ある線上に分布(2016 年だけでなくほぼ毎年)。

◎「弥栄断層とその延長線上」、「大田—三次」、「斐川—奥出雲」、「安来—日南町」と4つの線

◎弥栄断層以外の 3 つの線は、潜在的な活断層の存在を示唆している可能性あり。

◎特に県内の 4 つの地域では、熊本地震同様の地震発生への楽観視はできない。

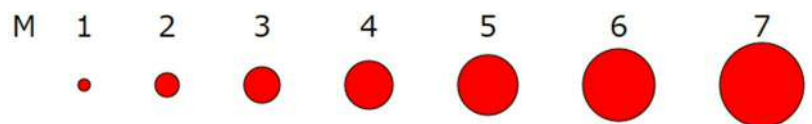
そして、2 年後の 2018 年の大田を震源とする震度5強、M6.1 の大きな地震が発生しました。

そんな経緯もあり、当時の防災部会のメンバーの一員として、今回の能登半島地震についても、微小地震という視点で気象庁のデータを見ました。

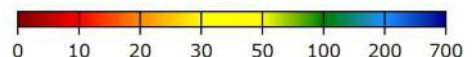
▼図1 島根県の活断層 (内陸部)



2016年の島根県での地震



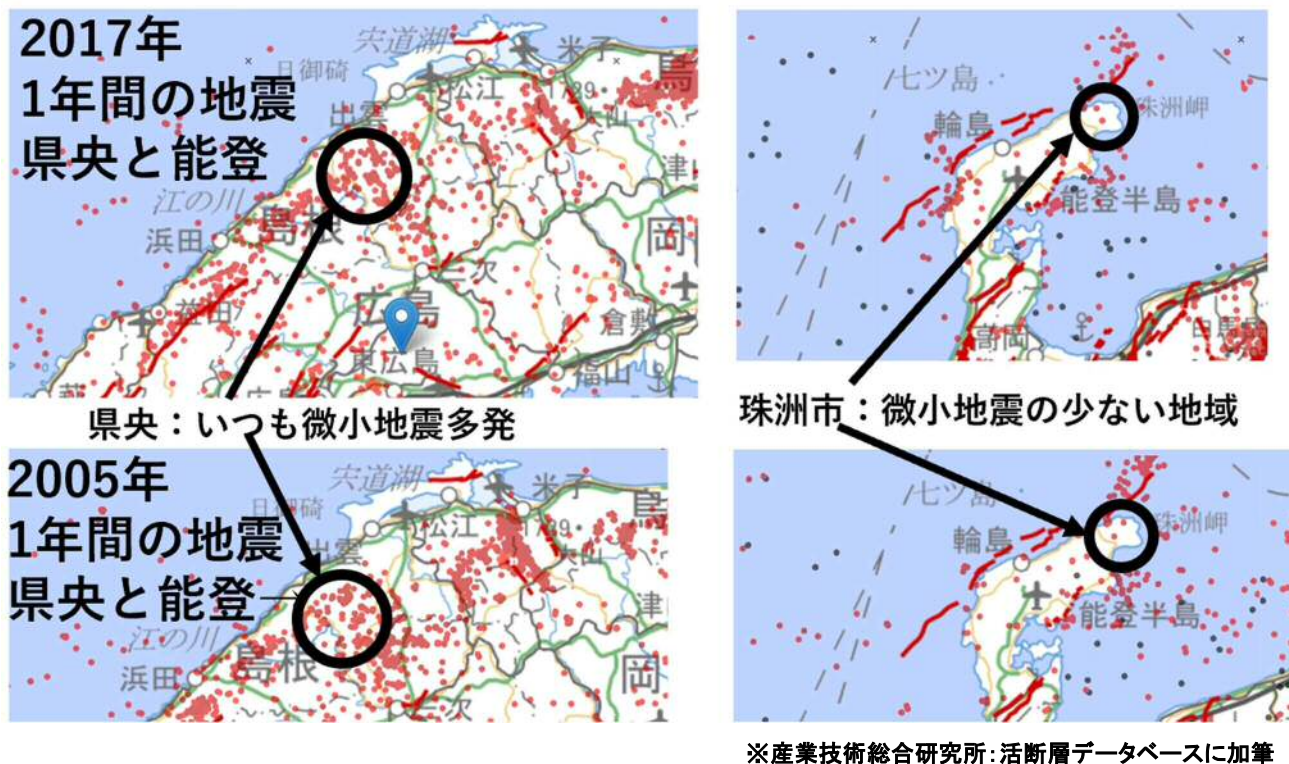
※産業技術総合研究所:活断層データベースに加筆



● 県内と珠洲市の微小地震の頻度比較

図2に、2005年と2017年の1年間で発生した地震の震央マップです(震央とは、震源を地表に投影した地点)。これを見る限り、今回の能登半島地震の震源の珠洲市周辺は、島根県の多発地域に比べ、微小地震の少ない地域と見て取れます。

▼ 図 2

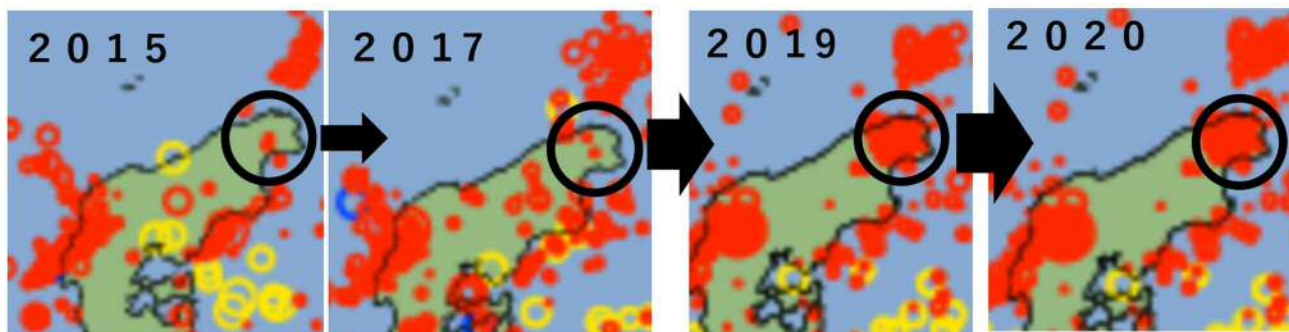


● 珠洲市における微小地震の頻度変化

では、珠洲市に着目して 2015 年からの地震の経年変化を見てください。2017 年までは微小地震すらほとんど発生していません。しかし、2018 年から、変化が見られ、2019 年、2020 年は、こうして微小地震も含めてプロットすると赤く塗りつぶされています。体感地震は年に数回なので、その変化だけを見ても、気づかない変化です。

▼ 図 3

※気象庁：地震月報(カタログ編)に加筆編集



●2020年12月以後の能登半島の地震

地震調査委員会は「2020年12月(≒2021年)から地震活動が活発化し始めた」と発表しました。そして、マグニチュード5以上の地震が図4のように発生しました。

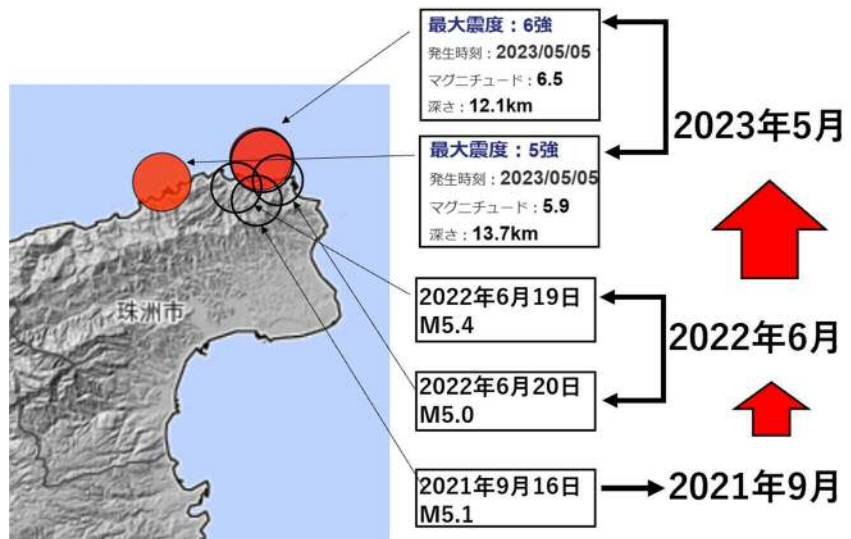
図4のM5以上の地震経緯の不可解な特徴として以下の点が挙げられます。

◎一般にM5以上クラスの地震の後には、余震は続くが徐々に収束に向かい活動は沈静化するはずだが、2021年以降沈静化の兆候が見られない。

◎またそれどころか、発生するM5以上の地震は、発生するたびにマグニチュードが徐々に増加している。

この2点からも、当該地域の地震に関しては、2023年5月の地震以降は、沈静化に向かうだろうという評価ではなく、以後の経過監視を強化しようという考えが主流であったと思われる。

▼図4



※気象庁：震央マップ)に加筆編集

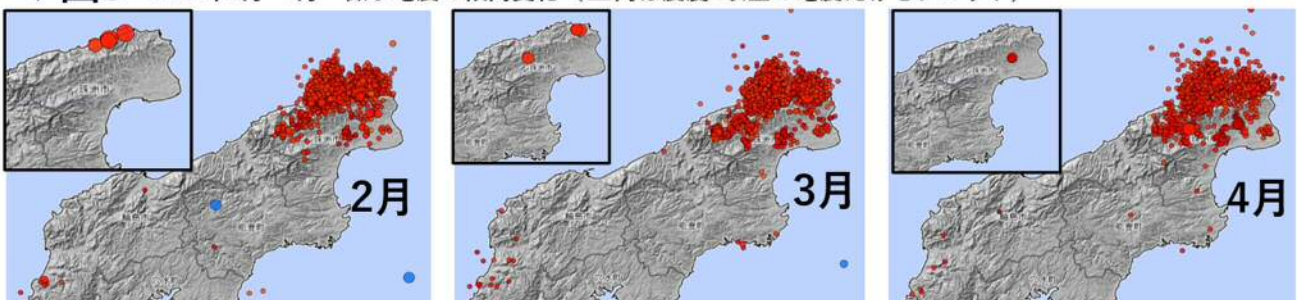
●2023年5月の地震前の微小地震について

図5は、昨年5月5日の地震発生前の、2月、3月、4月の珠洲市周辺の地震をプロットしたものです。この図でも、体に感じる可能性の高い、震度2以上の地震の変化だけを見ても、震源付近の状態を想像することは難しいと思われます。

しかし、体に感じない震度1以下の微小地震を含めて、地震の変化を見ると、毎月、恐ろしい数の地震が地下の浅い位置で発生していることは、誰がみても一目瞭然です。しかも、2月→3月→4月と徐々にその回数は増加傾向にあります。

そして、5月5日のM5.9とN6.5の地震発生に繋がっていきます。

▼図5 2023年2月~4月 微小地震の傾向変化 (□内は震度2以上の地震だけをプロット)



※気象庁：震央マップ)に加筆編集

●2024年1月1日の地震前の微小地震について

図6は、元日の地震発生前の昨年8月～12月31日までの珠洲市周辺の地震をプロットしたものです。この図でも、体に感じる可能性の高い、震度2以上の地震の変化だけを見ても、震源付近の状態を想像することは難しいと思われます。

しかし、体に感じない震度1以下の微小地震を含めて、地震の変化を見ると、以下の見方ができると思います。

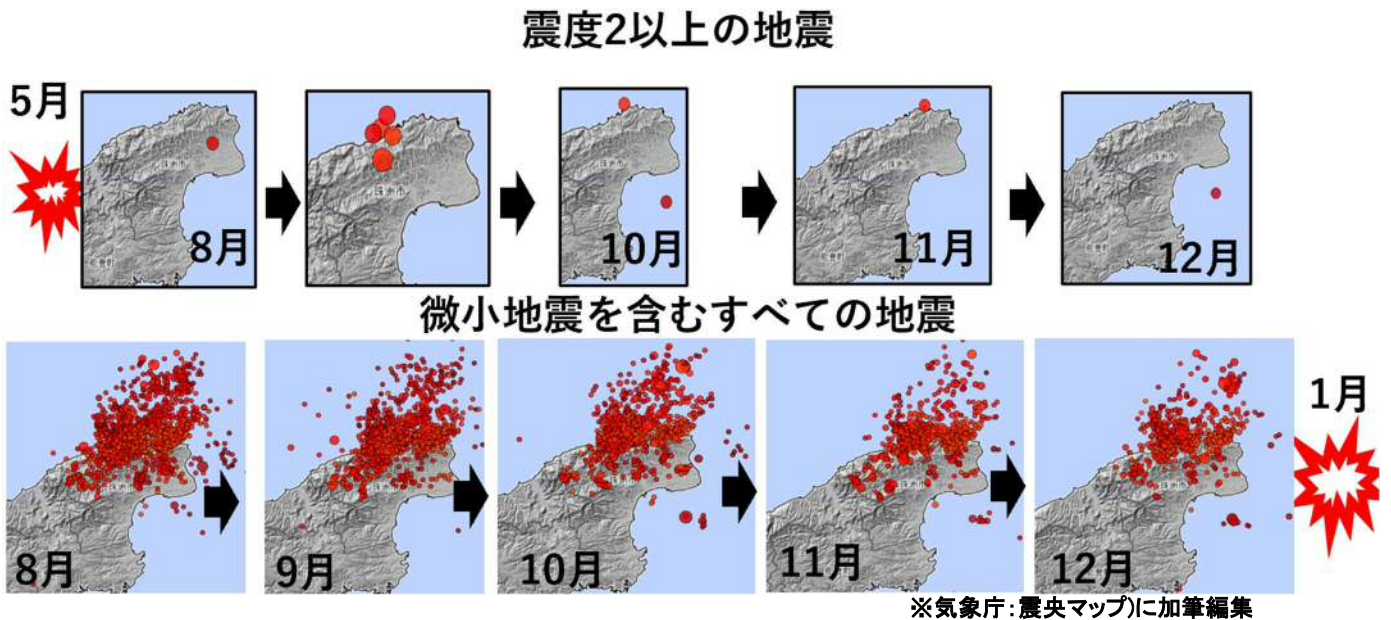
◎図5に示した5月の地震前に比べると、毎月の地震回数は徐々に減少し、8月から12月に向けて徐々に活動が収まりつつあるという見方。

◎8月以降、僅かに減少傾向にはあるが、12月の1ヶ月だけでも、まだ恐ろしいほどの微小地震が頻発しているという見方。

◎8月から減少とはいえ、減少の仕方があまりにも遅い。2021年から2023年にかけて、この地域の地震が収まるどころか加速しているという実態を勘案すると、この12月の微小地震の多さは、まだ異常事態が継続しているという見方。

意見は分かれると思いますが、これらのデータを昨年8月から12月にかけて閲覧していた人なら、「今後に備えて超警戒態勢継続中」が多数派を占めるのではないだろうかと思像します。

▼図6 2024年8月～12月31日までの珠洲市周辺の地震



●地震発生直前と直後

図7は、昨年12月1ヶ月間の地震と、地震翌日の1月2日の地震プロットです。

この図から考察できることは、1月1日の珠洲を震源とする巨大地震によって、これまで、昨年、ほとんど微小地震すら発生していなかった半島西部の輪島や志賀においても、1月2日のデータ

では、珠洲だけに限定されていた地震の火種が、元日の地震により、断層沿いに拡大し、広域に被害を与えたことが、わかります。浅い活断層型巨大地震の破壊力と恐ろしさを感じます。

そして、これは、全国においても、住まいの地域直下の地震活動だけでなく、もし、活断層沿いにお住まいなら、その活断層地域の全体に直撃して、微小地震を含めた地震活動の変化に敏感になることが大切だと考えます。

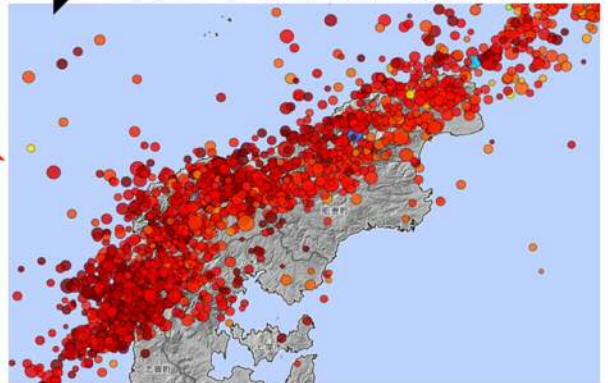
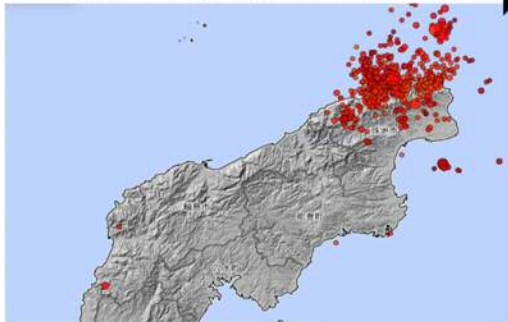
▼ 図 7

※気象庁：震央マップ)に加筆編集

能登半島付近の活断層



12月の1ヶ月間の震央 ⇨ 1月1日 ⇨ 1月2日の1日間の震央



▼ 図 8

● 島根県の微小地震について

島根県に焦点を移します。図 8 は元日の能登の地震を挟んで約 1 ヶ月の期間の島根県内で発生した地震の位置と規模と深さです。

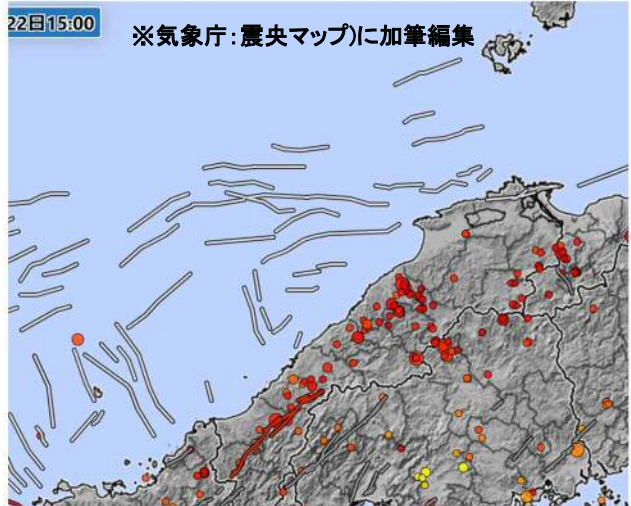
相変わらず、県内震源とする、体を感じる地震はほとんど起こっていませんが、微小地震は結構発生しています。発生位置は、前に述べた4つの地区の線状であることは明瞭です。この期間に限らず、毎年、毎月と同じ傾向です。

一方で、松江、出雲地区、宍道断層周辺、島根沖日本海の活断層沿い、これらの地域においては、微小地震すらほとんど起こっていません(図 9 参照)。

2023年12月22日~2024年1月21日微小地震の震央

22日15:00

※気象庁：震央マップ)に加筆編集

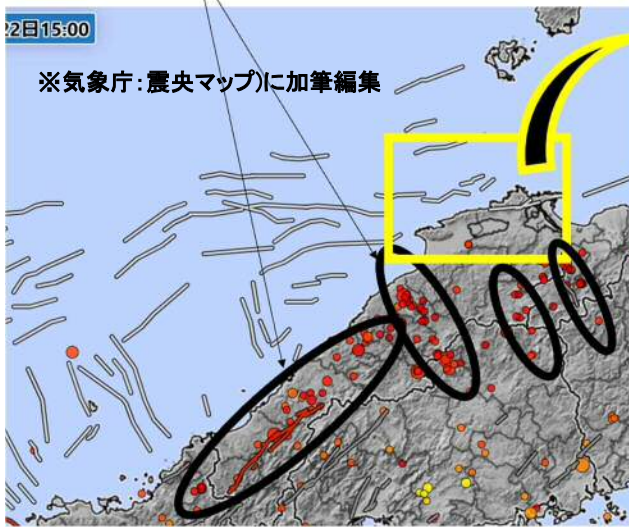


考え方によっては、2015 年～2017 年の微小地震がほとんど発生していない、当時の珠洲市と類似しているとも見ることができます。

このたびの能登半島地震のメカニズムは、単なる断層運動だけでなく、流体が絡んだ複雑な地震と言われていますが、メカニズムに違いはあれど、島根県においても、微小地震の変化を捉えておくことは、有益な情報になると、私は考えています。

▼ 図 9 2023年12月22日～2024年1月21日微小地震の震央

常時 微小地震発生→判断困難



活断層付近の微小地震の空白地帯

微小地震の急な増加→早めの警戒



微小地震の急な増加 + 降雨の累積

→最悪のシナリオで行動を

●今後の課題

微小地震の蓄積と、巨大地震発生との因果関係は科学的に証明されているわけではありません。しかし、こうした微小地震の変化を追うことが、備えへの行動の判断に繋がりがやすいのではないかと考えます。

今回の能登半島地震では、発災の前、数カ月において、微小地震の傾向をどこまで把握されており、そのデータがどの範囲まで伝わっていたのか。それとも、このようなデータへのコメントはなされていなかったのか、現時点で私は存じ上げません。

気象庁からは上記のデータはすべてオープンにされているものの、行政サイドは、立場上、科学的根拠なしに踏み込んだ見解は発表できないと思われます。ならば、今後は、誰かが(AI さん?)能登地域のみなさんに、このようなデータをわかりやすくお示し、注意喚起につながるような情報伝達を行うしくみが必要ではないかと考えます。もちろん、これは能登地域だけではなく、国内の活断層沿いで微小地震の少ない地域すべての課題と考えます。

●おわりに(地震前の降雨量について)

最後に、微小地震のことからすこし離れて、私が、今、気になっているもう一つのデータをお示しします。図 10 は、元日の地震前の雨の量をアメダスデータをグラフ化したものです。雨と地震には因果関係はないと考えますが、被害という視点では関連を無視するわけにはいきません。

▼図 10

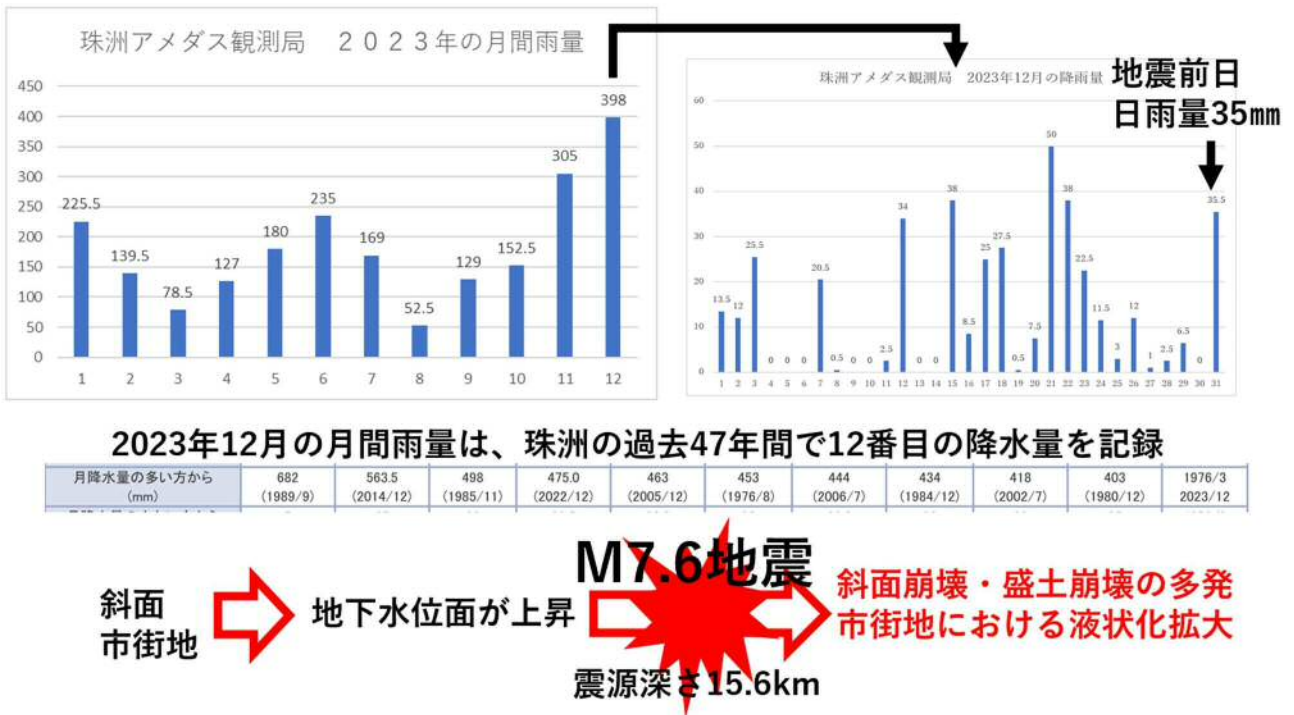


図 10 の右図では、地震前日の 12 月 31 日にも 35 mm の結構な雨が降っています。直前 10 日の総雨量も多いです。また、左図には 2023 年の月ごとの総雨量を示しましたが、12 月の 1 ヶ月のトータル雨量約 400 mm は歴代 12 位の記録です。11 月も 300 mm を超えているので、地震前の 2 か月間は例年に比べ、相当な雨が降っていたということです。

期間降雨が多いということは、斜面や市街地の地下水が平常時より、上がっている可能性があり、そこに、あの巨大地震が発生し、被害をより拡大させたのではないかと考えることもできます。斜面崩壊も、液状化も地下水位が高いと危険度と被災度が増すからです。

この雨のデータも気象庁のサイトからいつでも閲覧可能です。

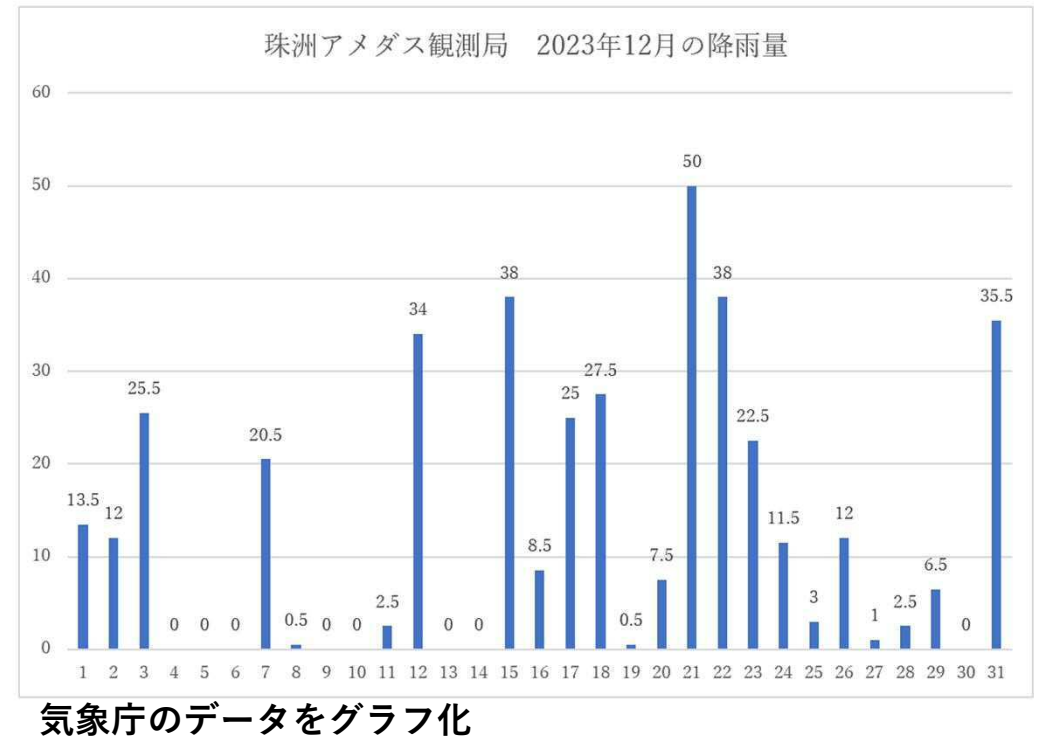
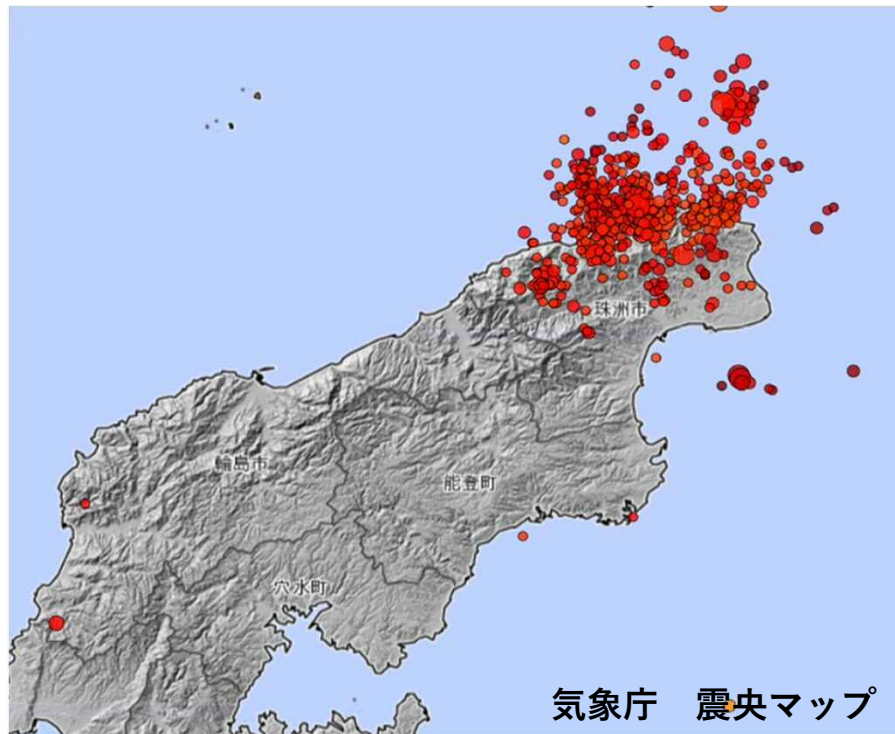
よって、気象庁の「震央マップ」と「アメダスデータの降雨量」から、今のその地点の地下で起こっている地震エネルギーの状態と、降雨によって地面や斜面の地下水の状態は想像可能です(その啓蒙は教育の仕事かもしれませんが...)。そして、今ここは、「平常状態なのか」「異常状態なのか」「超異常状態なのか」を判断したうえで、それぞれの立場で、備えることしか、大自然と対峙して暮らしている私たちに、できることはないと考えます。

—以上—

例会 パワーポイント PDF

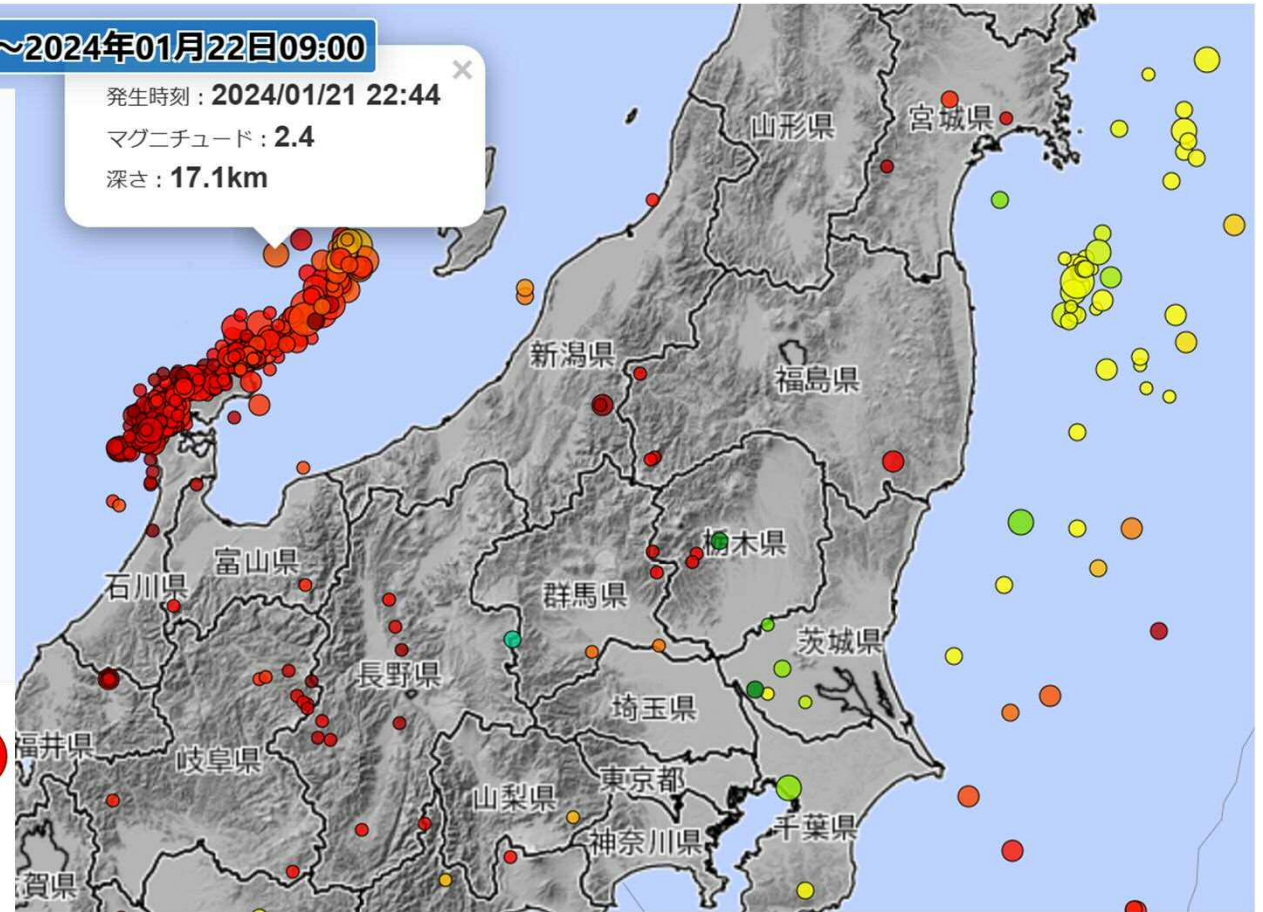
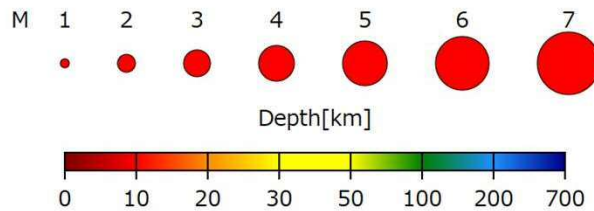
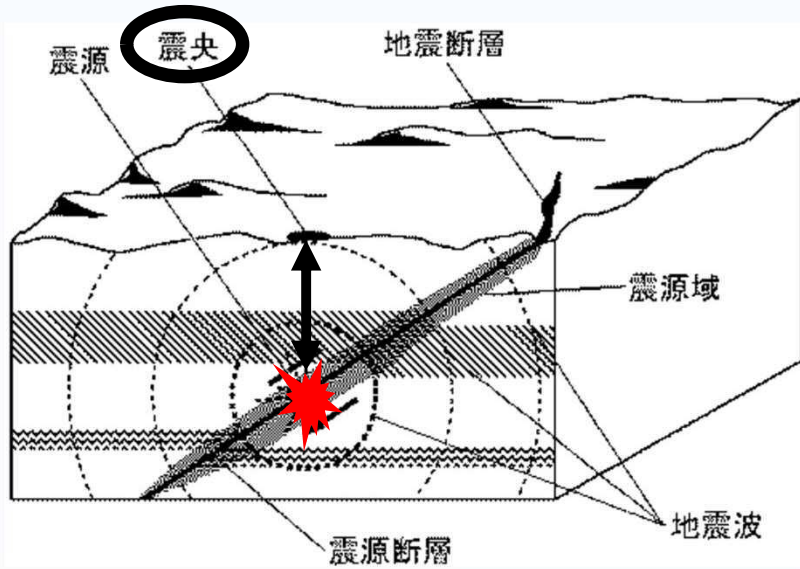
2024年1月1日 能登半島地震 (M7.6 震源深さ15.6キロ)

● 今後に備え、2つのデータを考察する



2024年01月21日09:00~2024年01月22日09:00

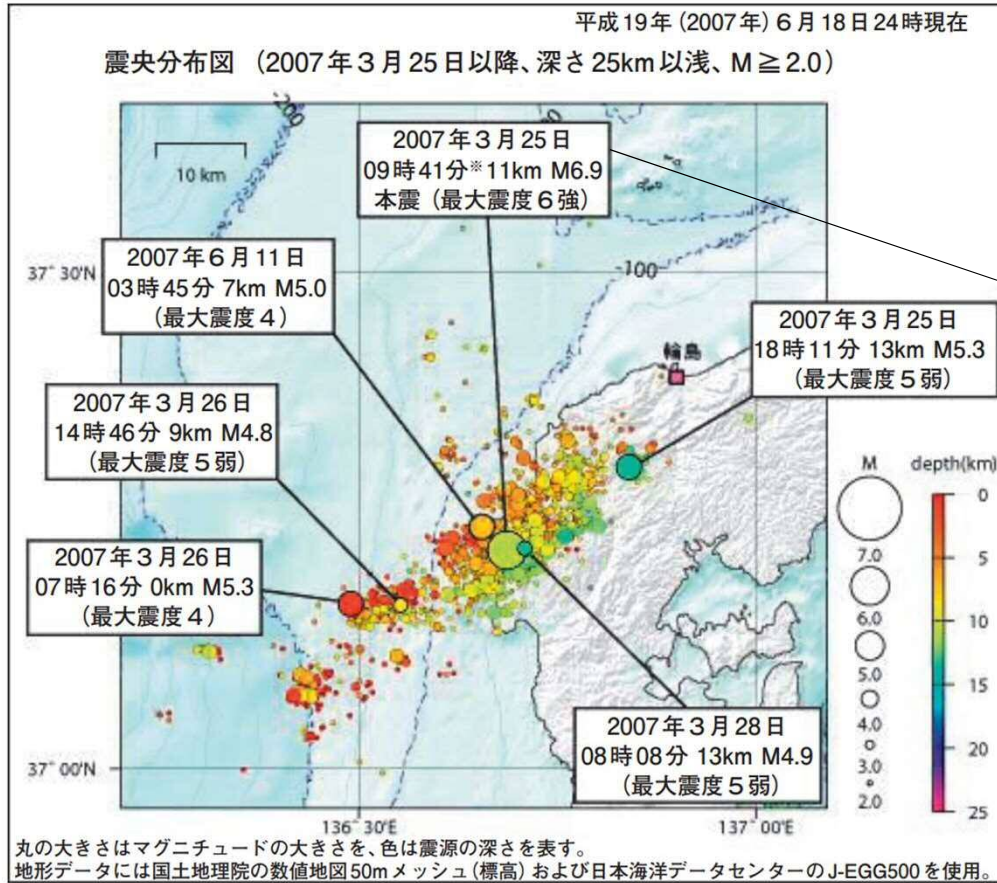
発生時刻: 2024/01/21 22:44
マグニチュード: 2.4
深さ: 17.1km



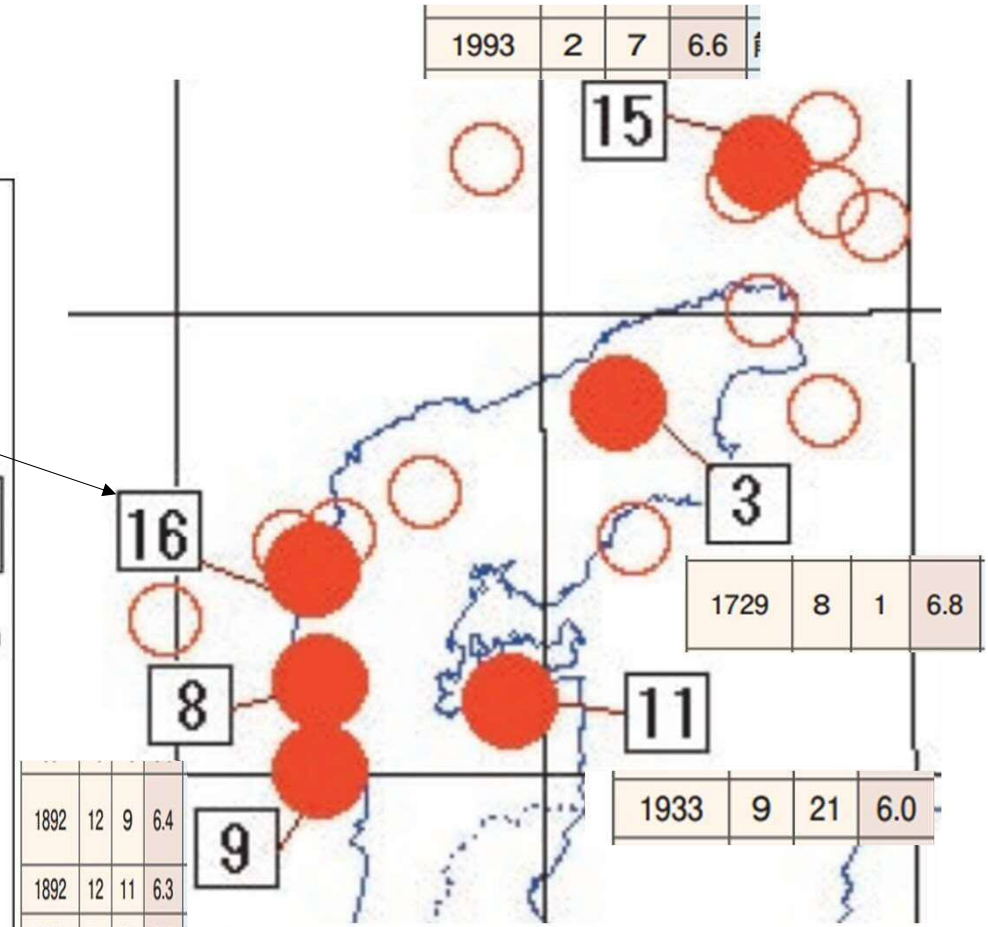
注) 本資料での**微小地震**→震度1 (M3) 以下の**体に感じない浅い地震**

●能登半島の過去のM5以上の地震

平成19年(2007年)能登半島地震と余震の震央分布図



※気象庁では、地震発生当初「平成19年(2007年)3月25日9時42分頃」発生と発表



石川県の周辺で1600年から2008年までに発生したマグニチュード(M)5.0以上の地震の震央分布図

※石川県 防災資料より

島根県技術士会 防災部会

●2016年（H28）熊本地震 内陸型（活断層型）地震

●H28年度 研究報告

「島根県の内陸型地震とどう向き合うか」

- 微小地震（震度1以下の浅い地震）に着目
- 活断層と微小地震の関係性（弥栄断層）
- 活断層以外での微小地震（大田ー三次）
- 県内での内陸型地震への注意喚起



2018年（H30）大田市 震度5強（M6.1）

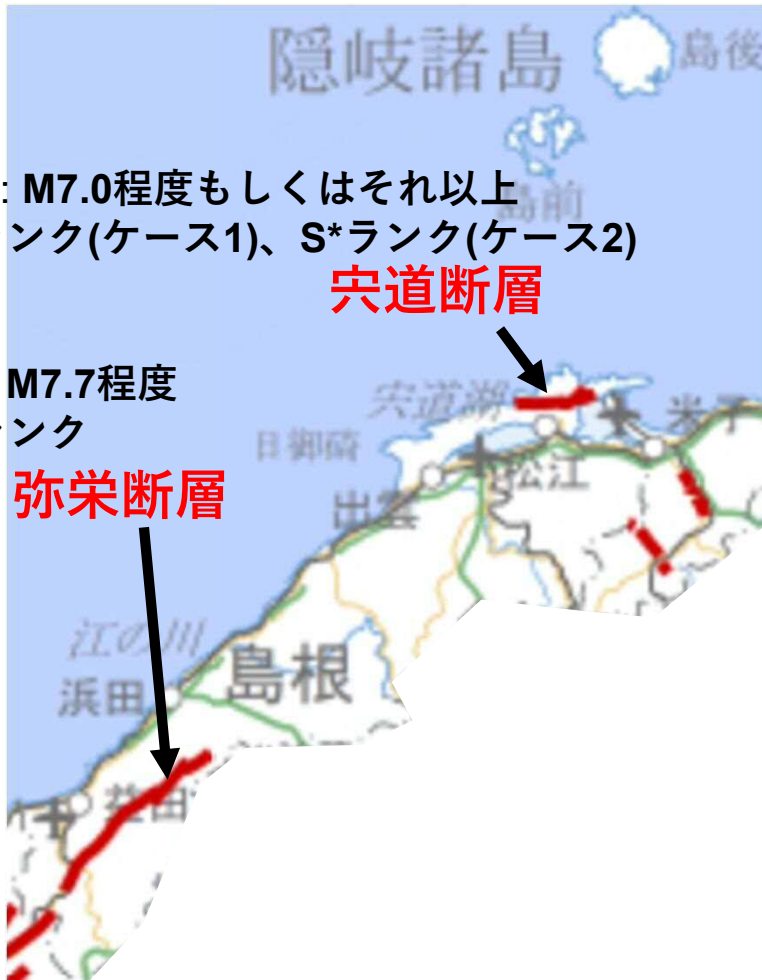
島根県の活断層（内陸部）

地震規模：M7.0程度もしくはそれ以上
確率：Zランク(ケース1)、S*ランク(ケース2)

宍道断層

地震規模：M7.7程度
確率：S*ランク

弥栄断層



2016年の島根県での地震



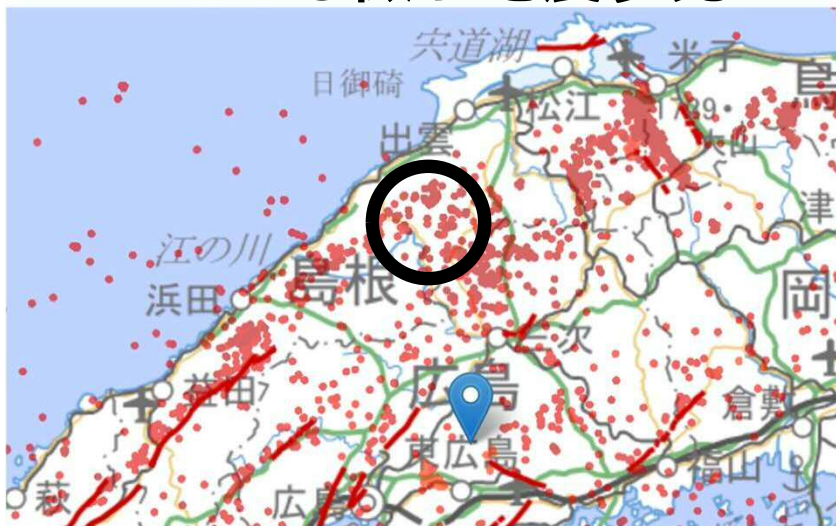
微小地震と活断層との関係性（弥栄断層）
活断層以外での微小地震（大田ー三次）

2017年
1年間の地震
県央と能登→



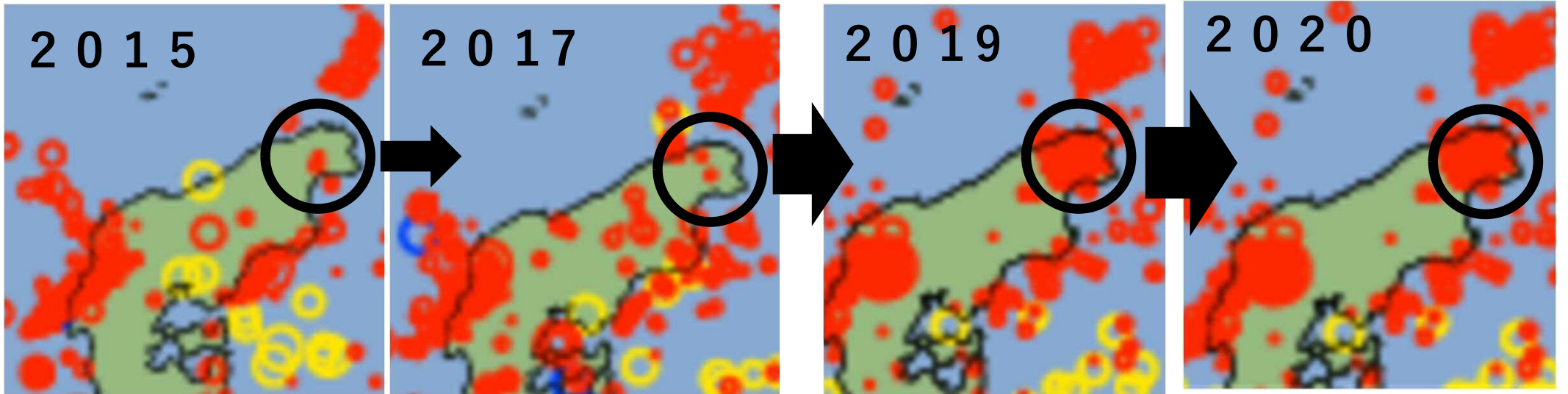
いつも微小地震多発

2005年
1年間の地震
県央と能登→



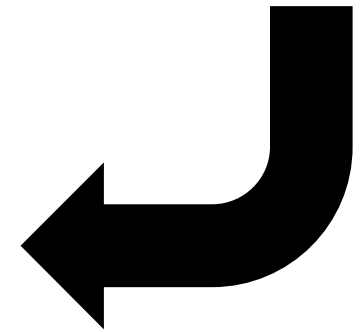
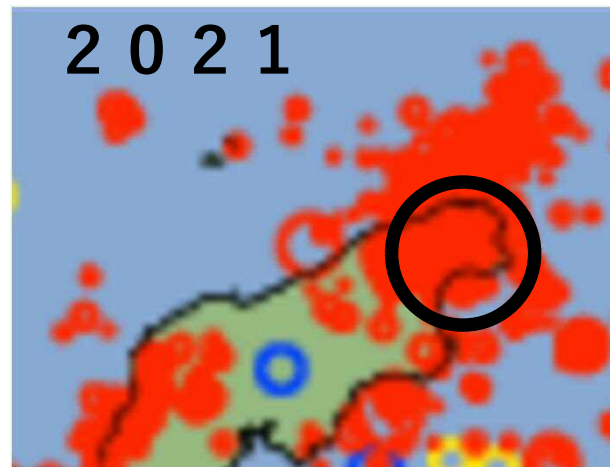
微小地震の少ない地域



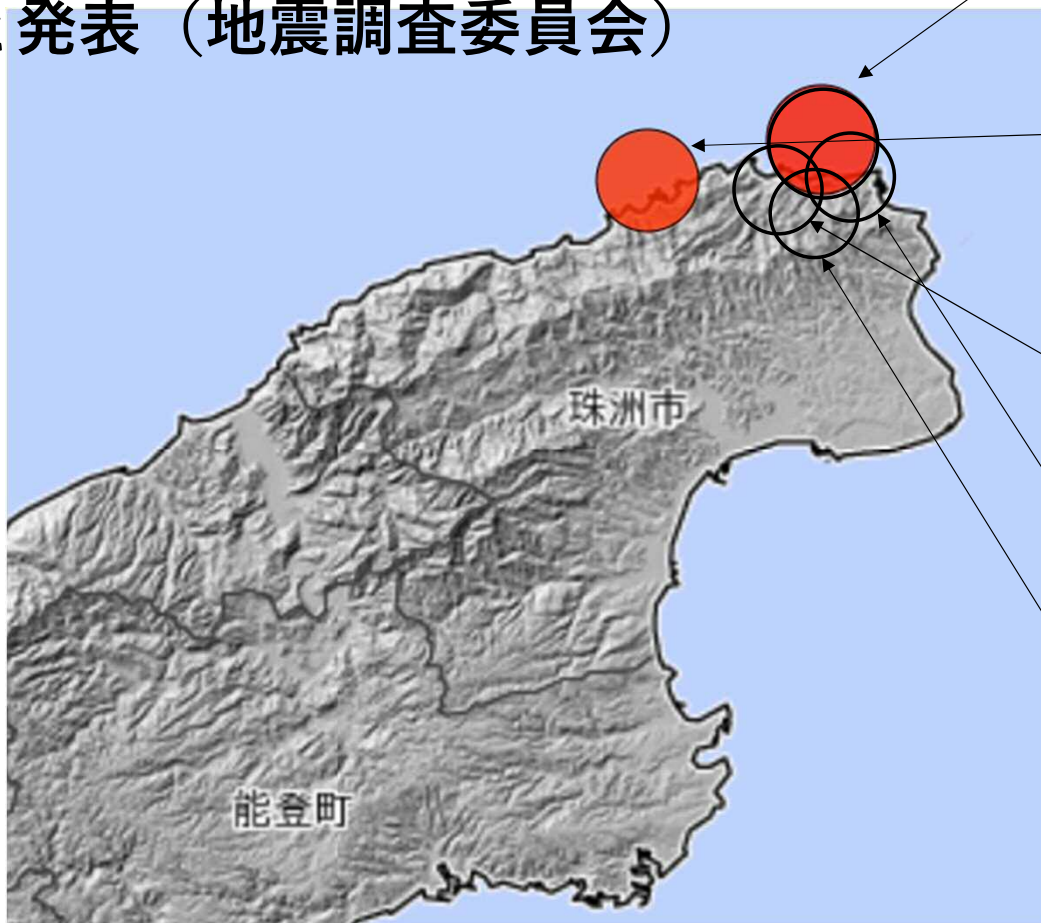


↑ 地震活動が活発化する前の微小地震の傾向変化

2020年12月から
地震活動が活発化し始めた
と発表（地震調査委員会）



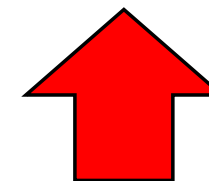
2020年12月から
地震活動が活発化し始めた
と発表（地震調査委員会）



最大震度：6強
発生時刻：2023/05/05
マグニチュード：6.5
深さ：12.1km

2023年5月

最大震度：5強
発生時刻：2023/05/05
マグニチュード：5.9
深さ：13.7km



2022年6月19日
M5.4

2022年6月

2022年6月20日
M5.0



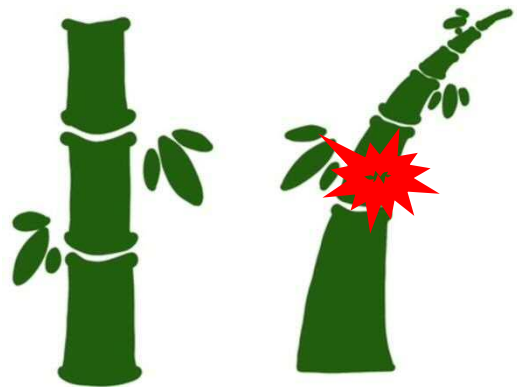
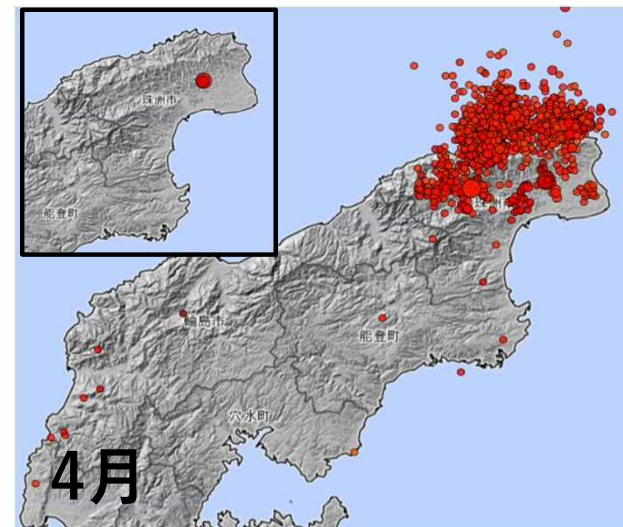
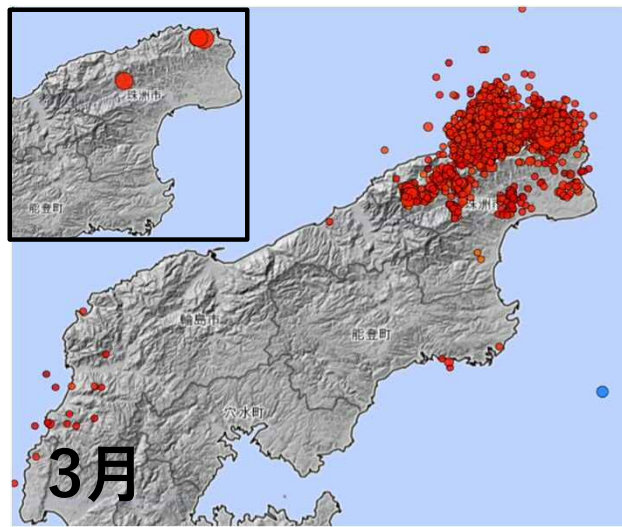
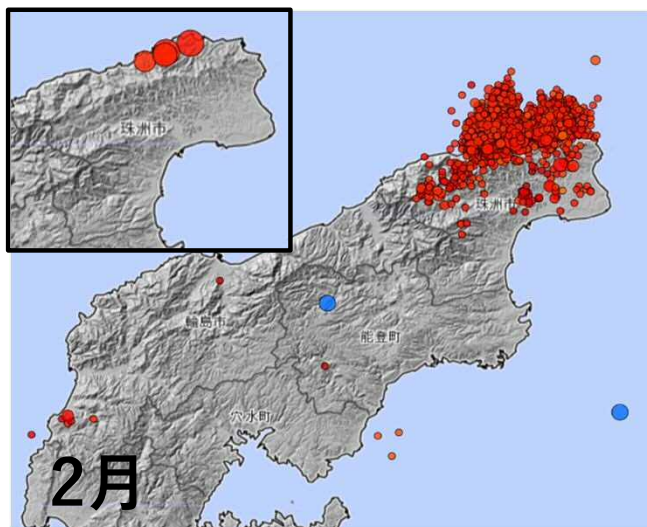
2021年9月16日
M5.1

2021年9月

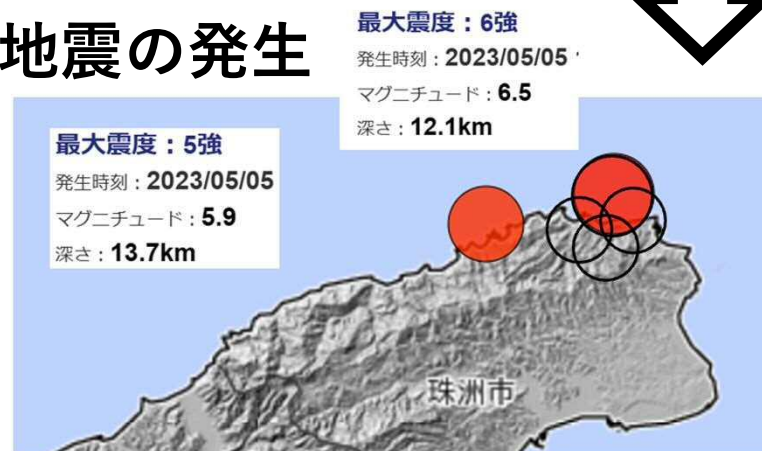
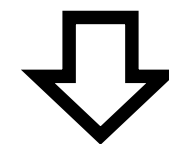
●2000年鳥取県西部 震度6強 M7.3

●2018年 島根県西部 震度5強 M6.1

2023年2月~4月 微小地震の傾向変化

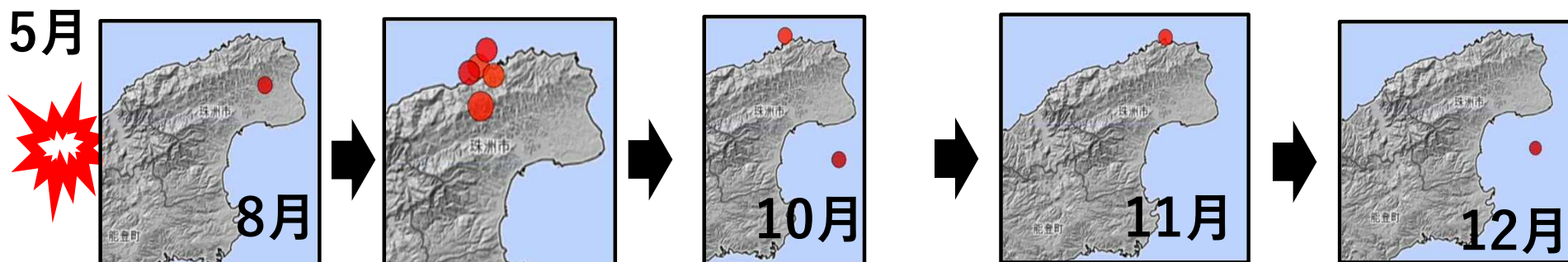


5月5日に地震の発生

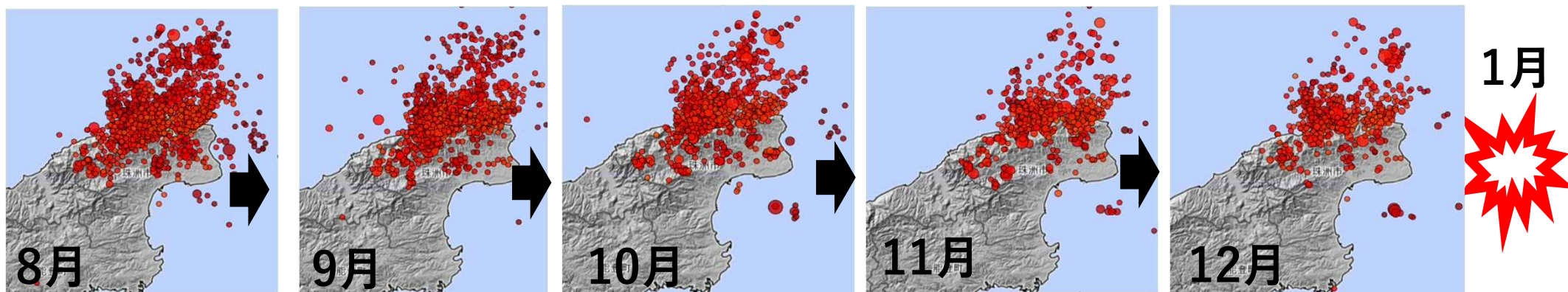


2023年8月~12月 微小地震の傾向変化

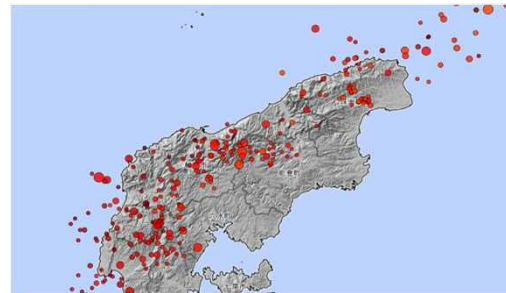
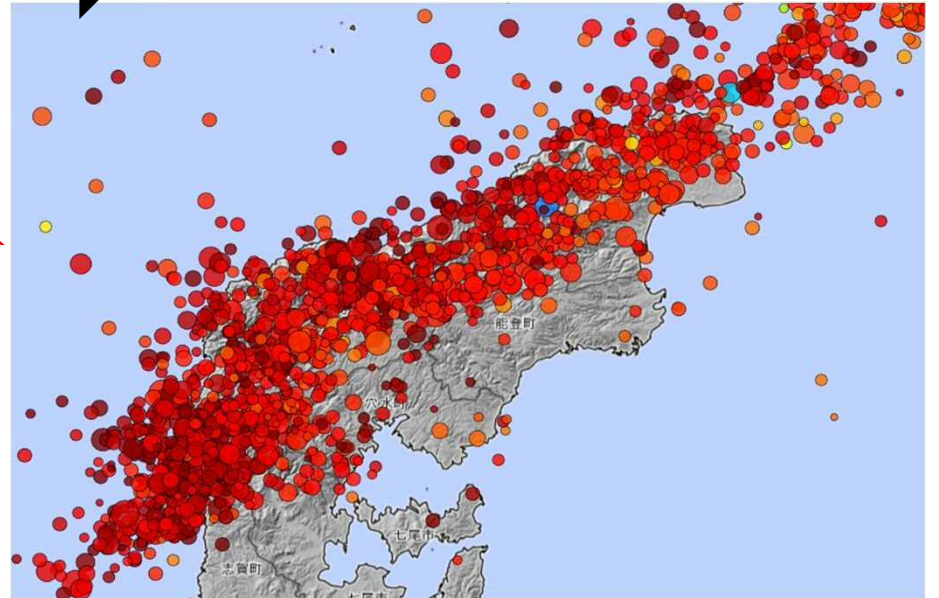
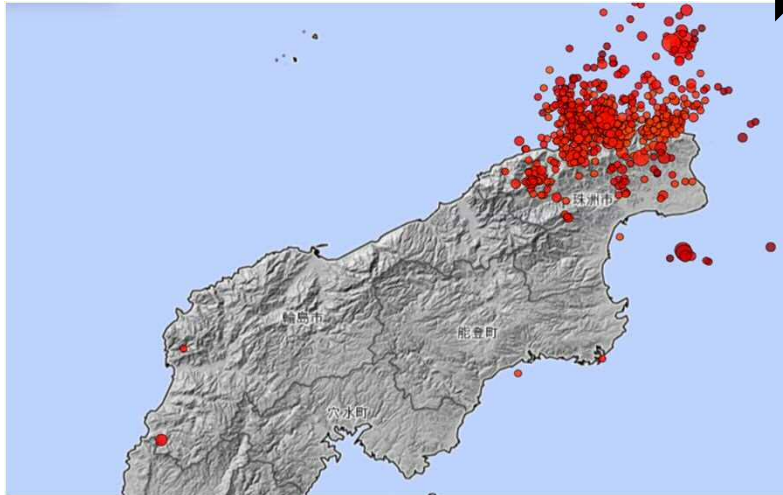
震度2以上の地震



微小地震を含むすべての地震

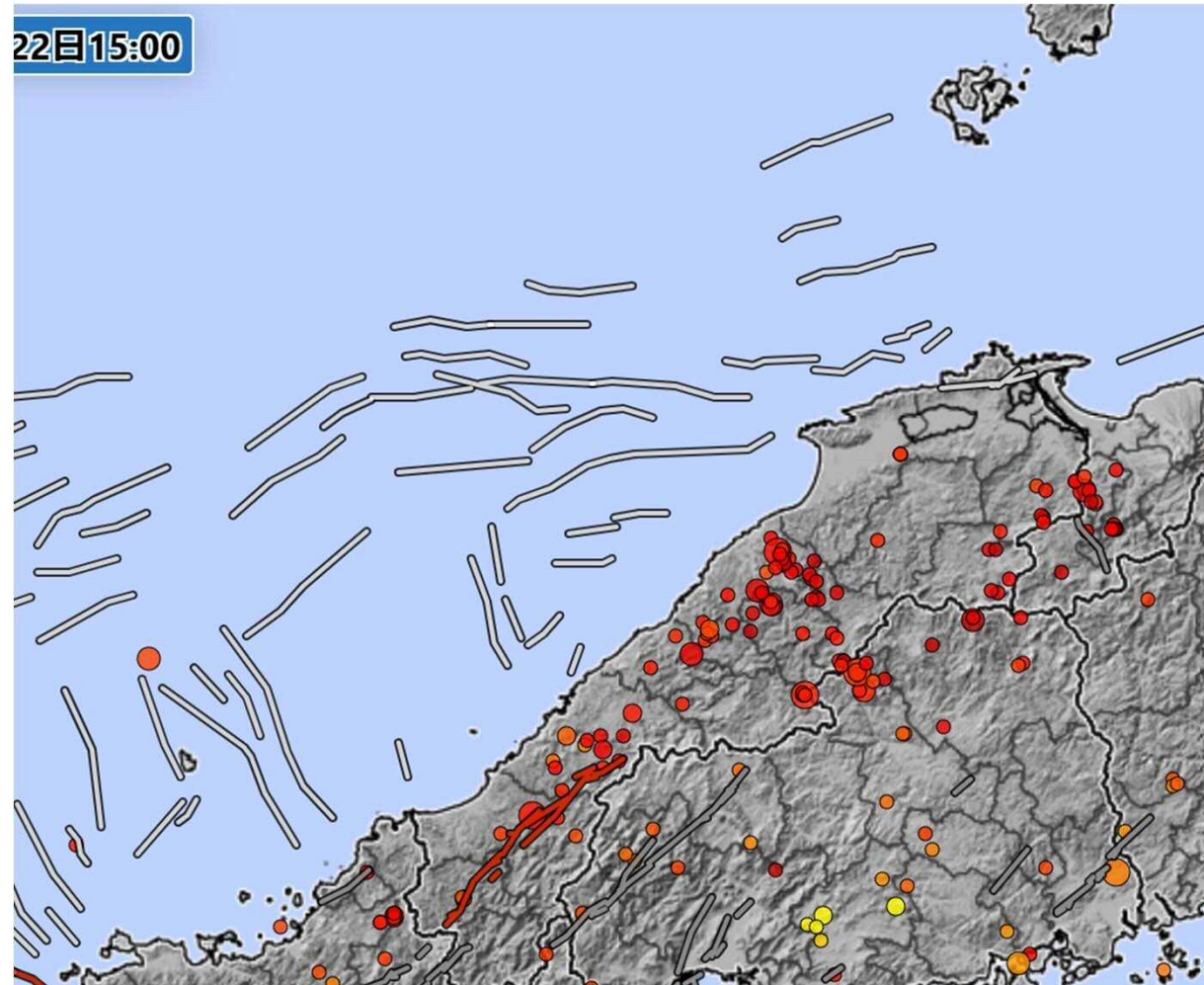


12月の1ヶ月間の震央 ⇨ 1月1日 ⇨ 1月2日の1日間の震央



1月24日の1日間の震央

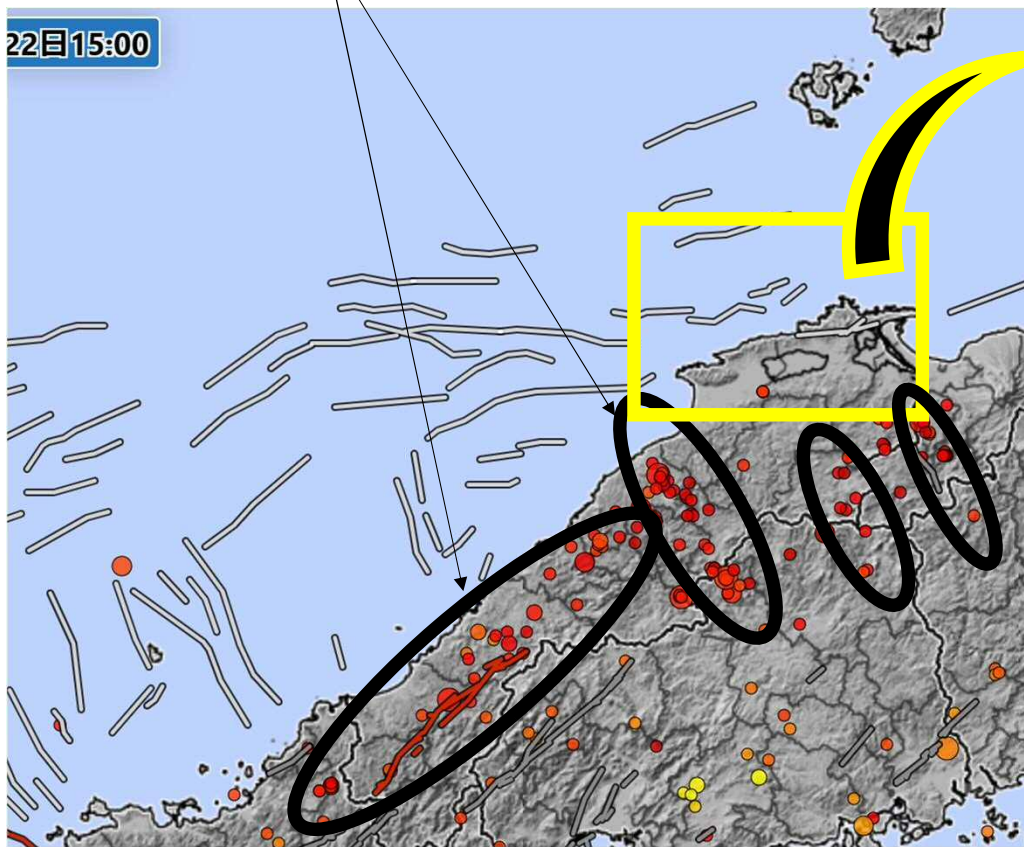
2023年12月22日~2024年1月21日微小地震の震央



島根県は微小地震多発域と空白域が明瞭に分かれる

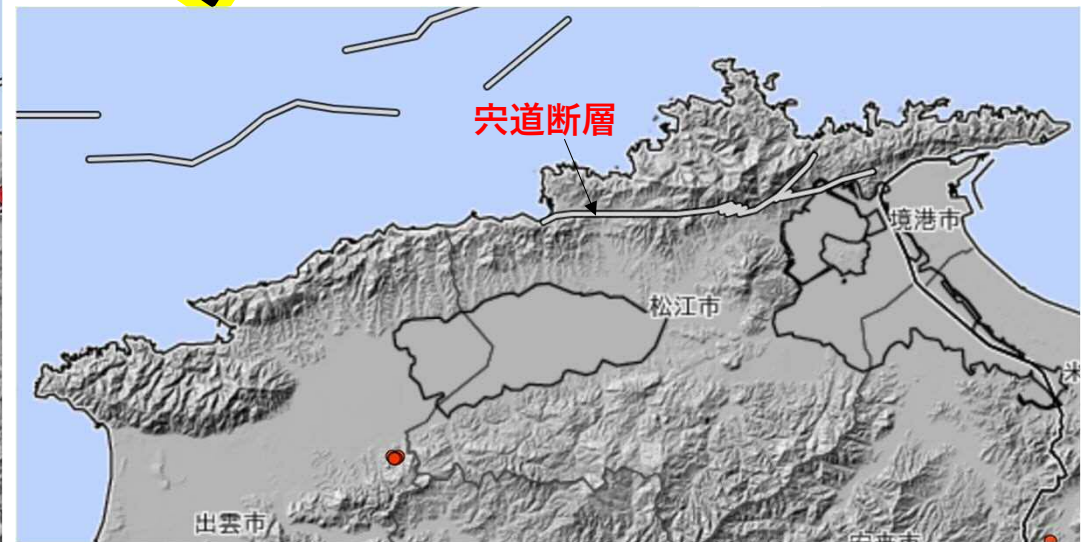
2023年12月22日~2024年1月21日微小地震の震央

常時 微小地震発生→判断困難



活断層付近の微小地震の空白地帯

微小地震の急な増加→早めの警戒



微小地震の急な増加 + 降雨の累積

→最悪のシナリオで行動を

島根県

宍道断層周辺

日本海沖の活断層周辺

■FASE-0

★活断層周辺の微小地震空白地域 → 日常のデータ監視
「震央マップ」

■FASE-1

★微小地震の増加傾向 → データ監視強化

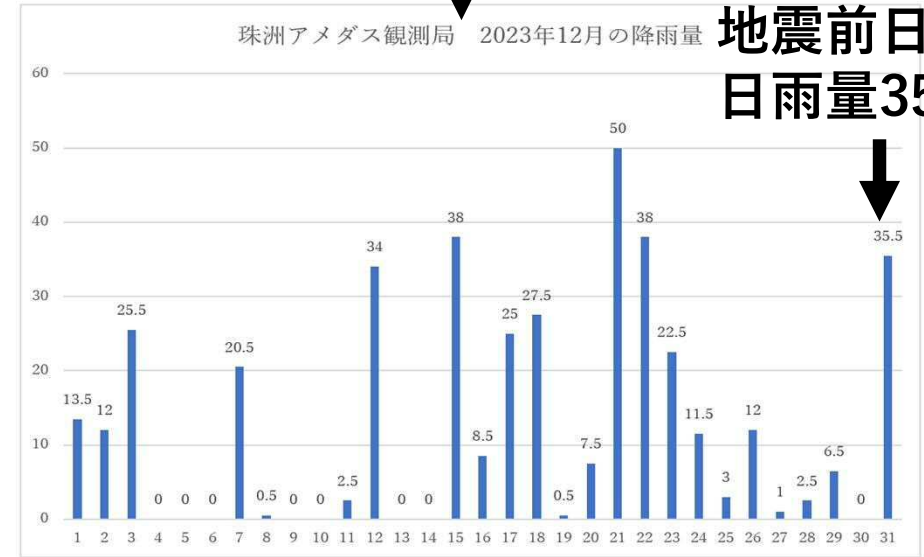
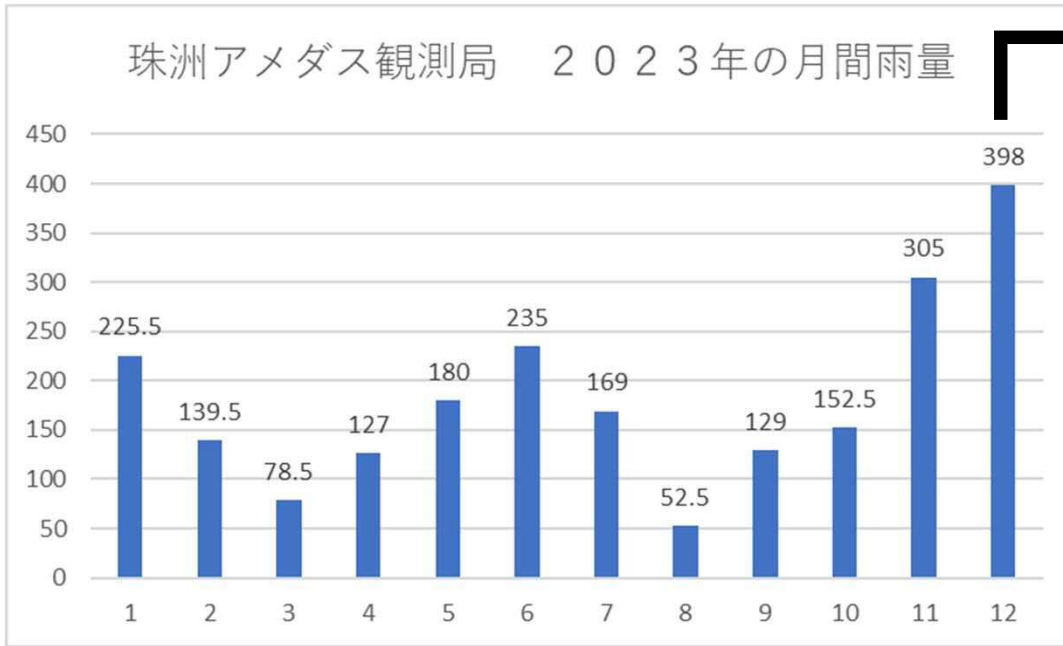
■FASE-2

★微小地震の増加累積と多発が継続 → **超異常事態 要警戒**

■FASE-3

★加えて累積雨量が多い期間
→地震発生との因果関係はないが、発生すると
崩壊・液状化被害の拡大

●上記の判断が、地域コミュニティや行政の危機管理部門、マスコミなどから情報伝達できるしくみの構築ができないものかと思えます。



2023年12月の月間雨量は、珠洲の過去47年間で12番目の降水量を記録

| 月降水量の多い方から (mm) | 682 (1989/9) | 563.5 (2014/12) | 498 (1985/11) | 475.0 (2022/12) | 463 (2005/12) | 453 (1976/8) | 444 (2006/7) | 434 (1984/12) | 418 (2002/7) | 403 (1980/12) | 1976/3 | 2023/12 |
|-----------------|--------------|-----------------|---------------|-----------------|---------------|--------------|--------------|---------------|--------------|---------------|--------|---------|
| | | | | | | | | | | | | |

斜面
市街地

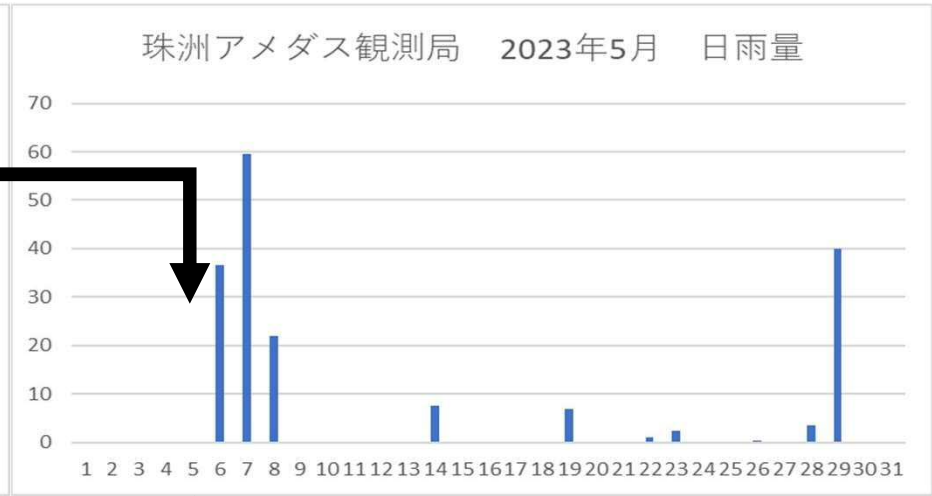
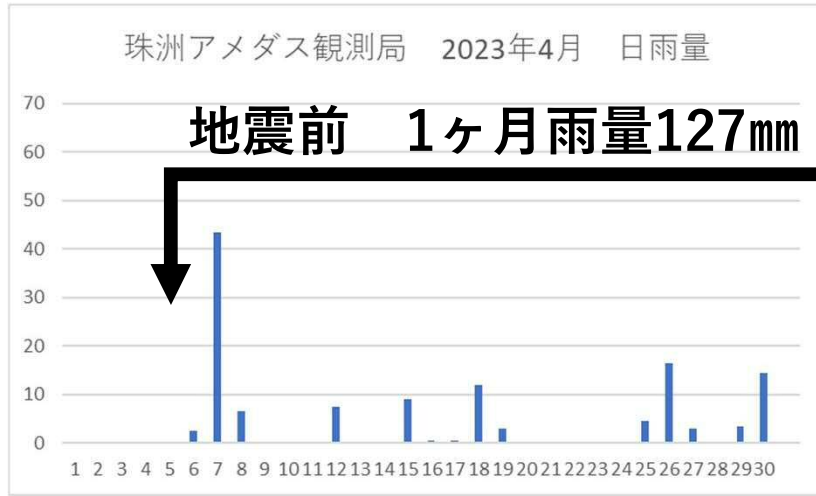


地下水位面が上昇

M7.6地震
震源深さ15.6km



斜面崩壊・盛土崩壊の多発
市街地における液状化拡大



↑
5月5日

M6.5地震
M5.9地震