

梁山断層の概要



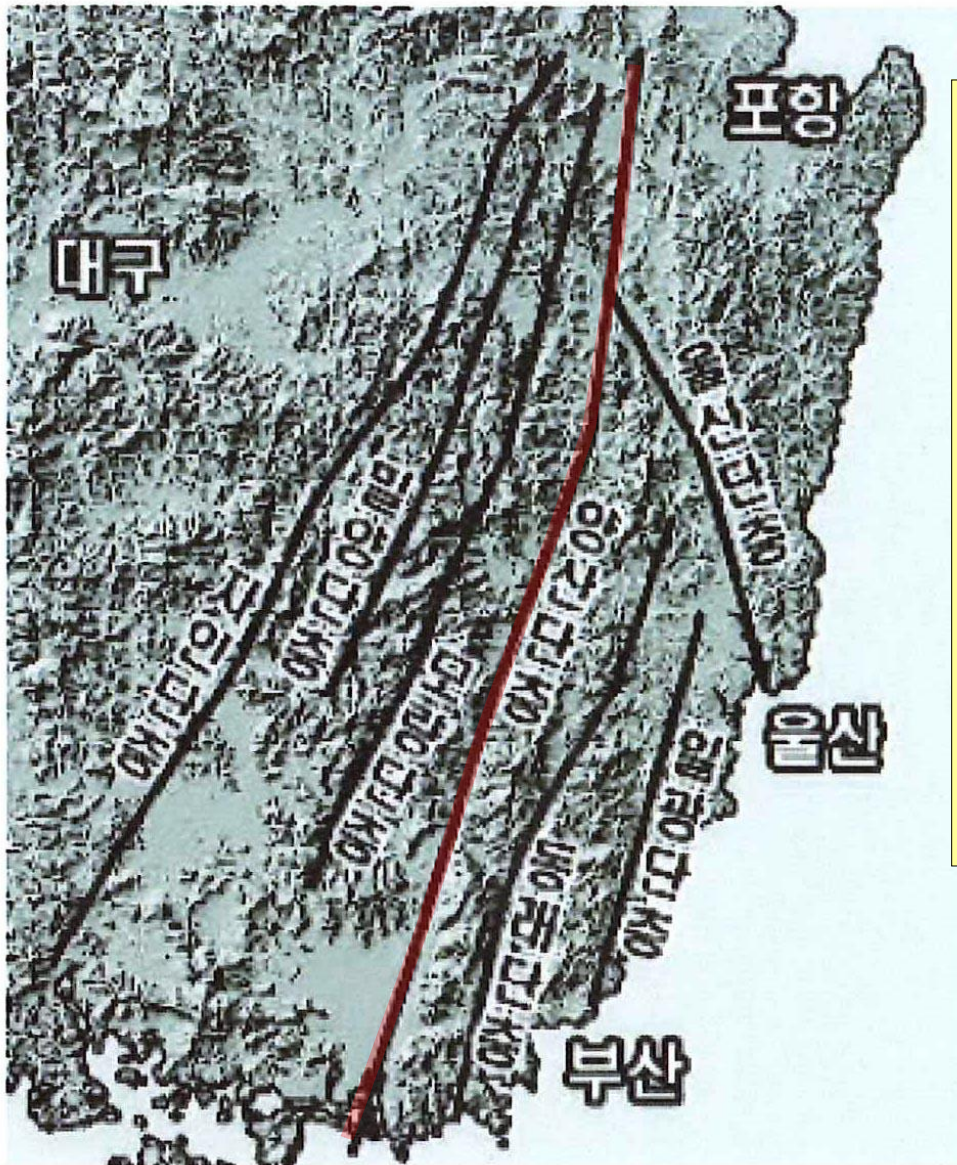
梁山断層は、朝鮮半島南東部に存在する顕著な断層である。

この断層は、日韓トンネルの韓国側起点と予想されるコジェ(巨濟)島や釜山市の近くにあるため、設計・施工上注意を要すると見られている。

本研究は、梁山断層の特徴を把握するため既存資料をとりまとめたものである

梁山断層の概要

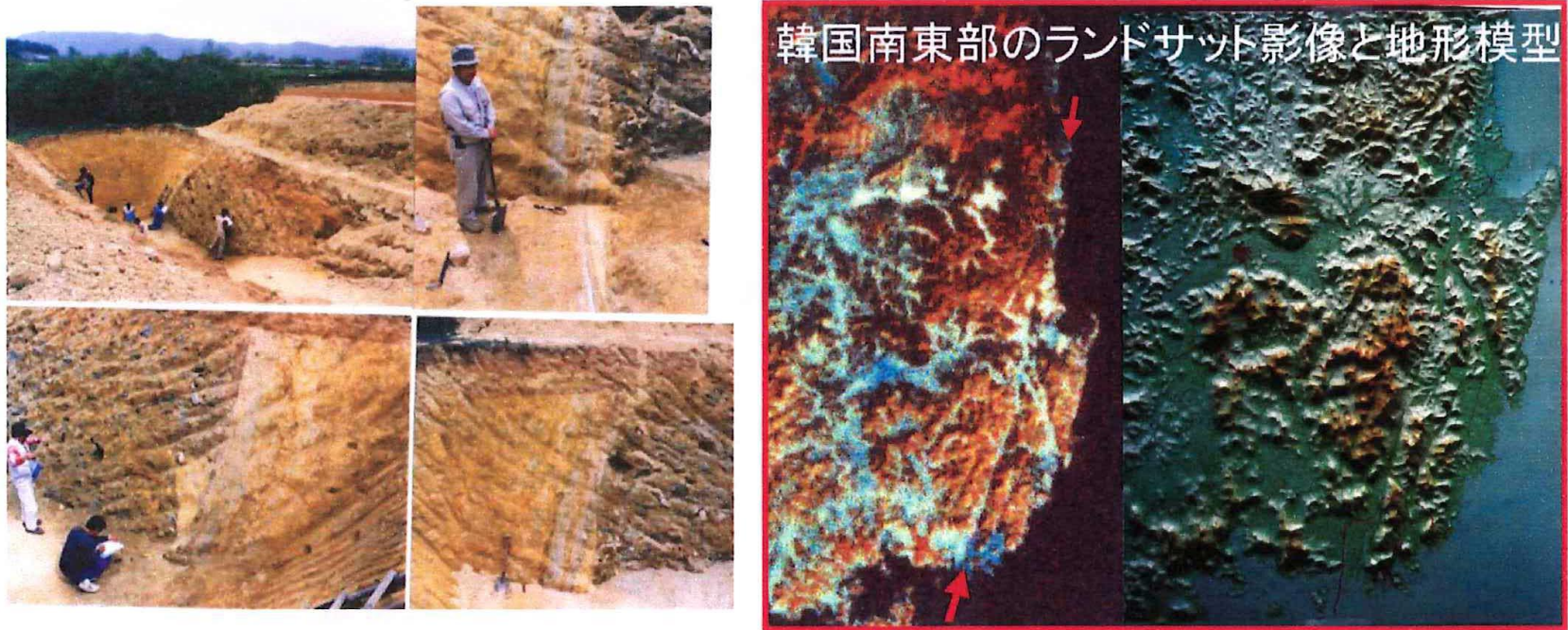
| 項目 | 内容 |
|-----|---|
| 位置 | 朝鮮半島の南東部 |
| 外観 | 顕著な断層地形(NNE—SSW系) |
| 規模 | 陸上部の長さは200Km |
| 性質 | 右横ずれ断層 |
| 活動度 | C級(部分的にB級の可能性あり) |
| 確実度 | 確実度1 即ち確実に活断層である (活性断層か否かについては未決) |
| 海底部 | 陸上部南西端から海域部への延長の可能性がある (海底部の延長は60kmから800Kmまでと諸説あり) |



梁山断層は朝鮮半島の南東部にあり、ほぼ北北東から南南西方向に走っている。

陸上部では顕著な断層地形がみられる。

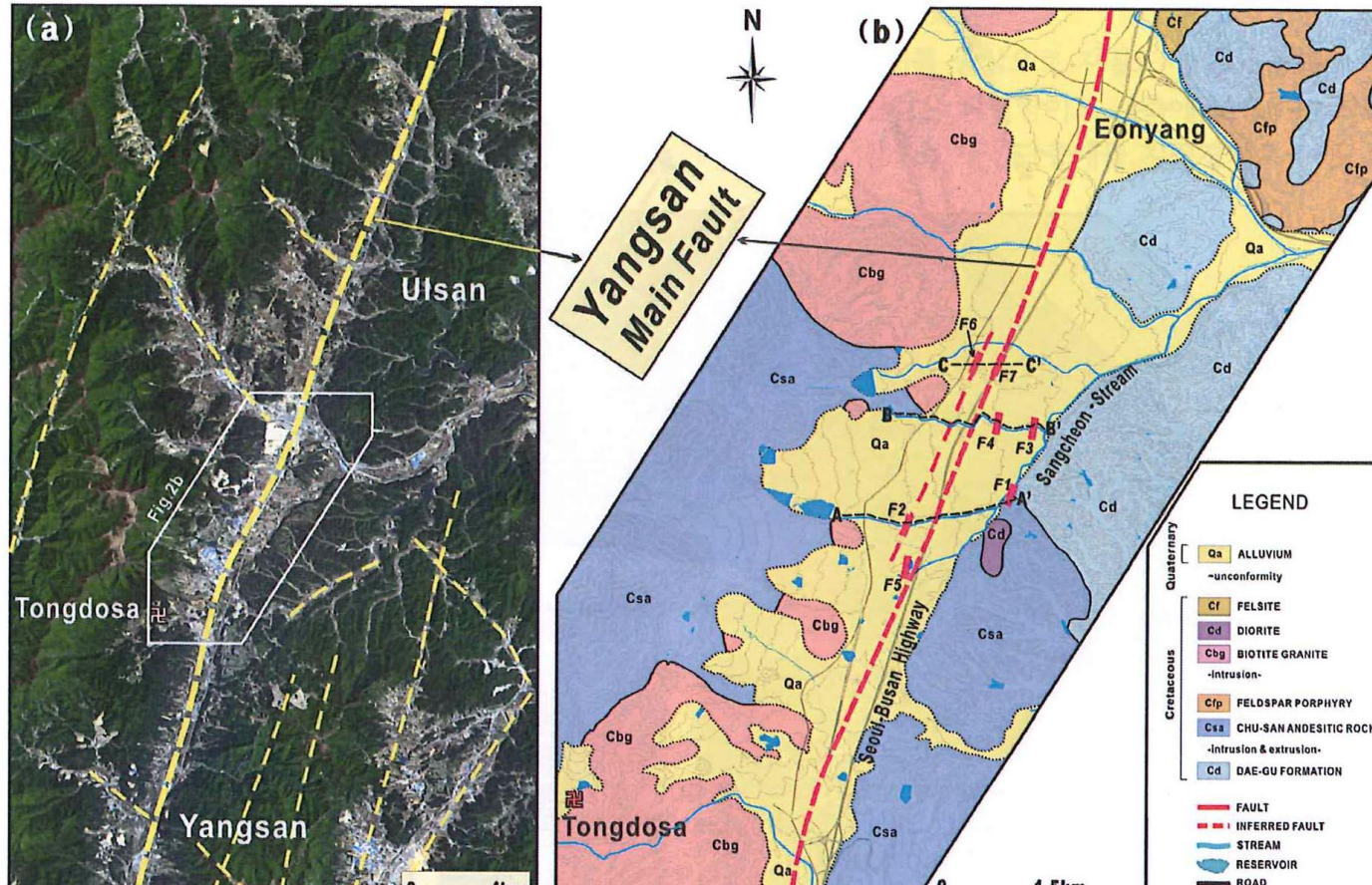
梁山断層に並行して蔚山断層やトンレ断層がなど数本の断層が走っている。



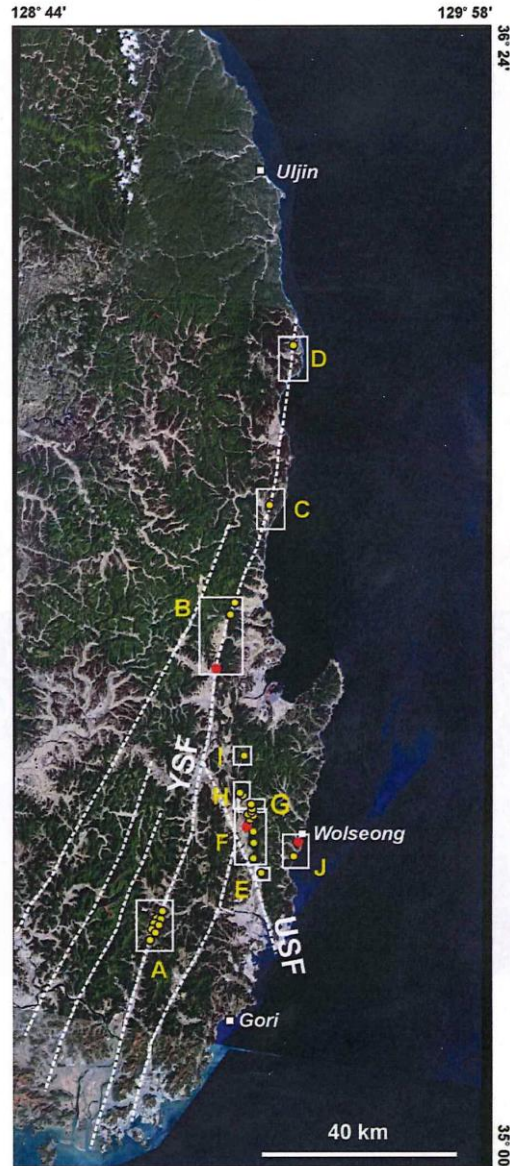
(写真左上：トレンチ現場)

(写真右上：韓国南東部ランドサット写真；矢印の方向に断層)

断層は周辺地域よりも弱い部分であるため地形的には谷となることが多い。梁山断層も顕著な谷地形が一直線に続いている。

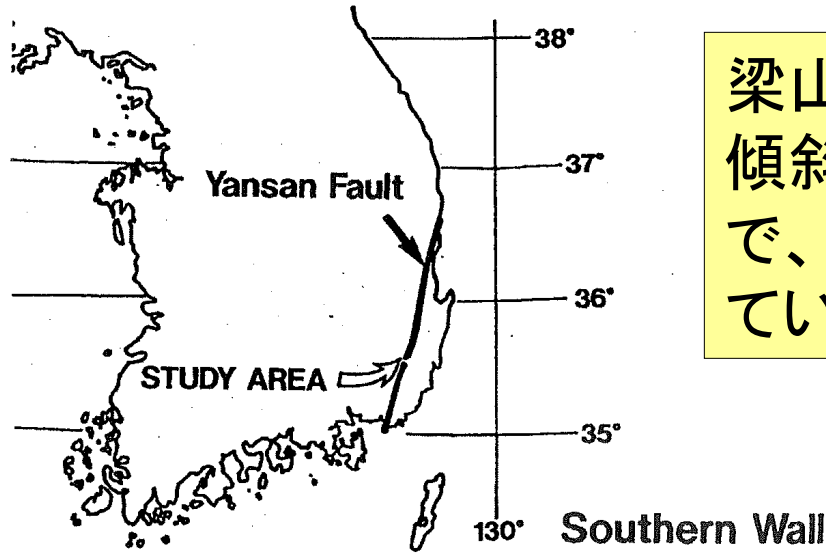


断層地形は比較的一定した直線の谷を形成するため、道路として使用されている場合も多い。梁山断層の場合は慶南の梁山から慶州まで京釜高速道路が敷かれている。

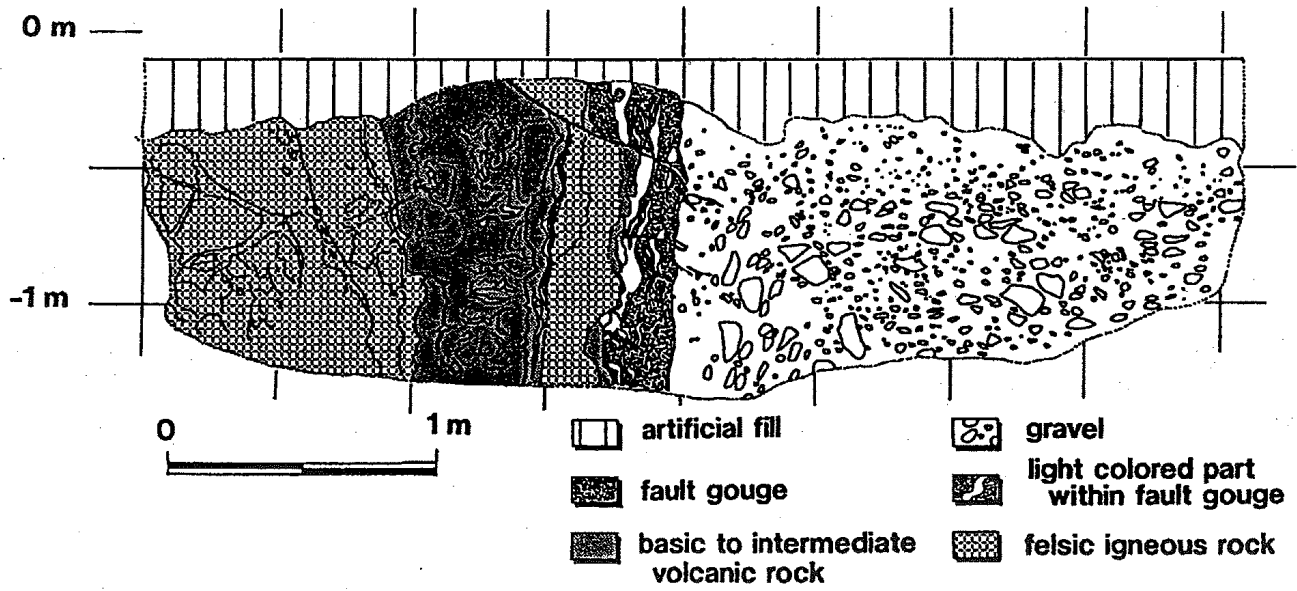


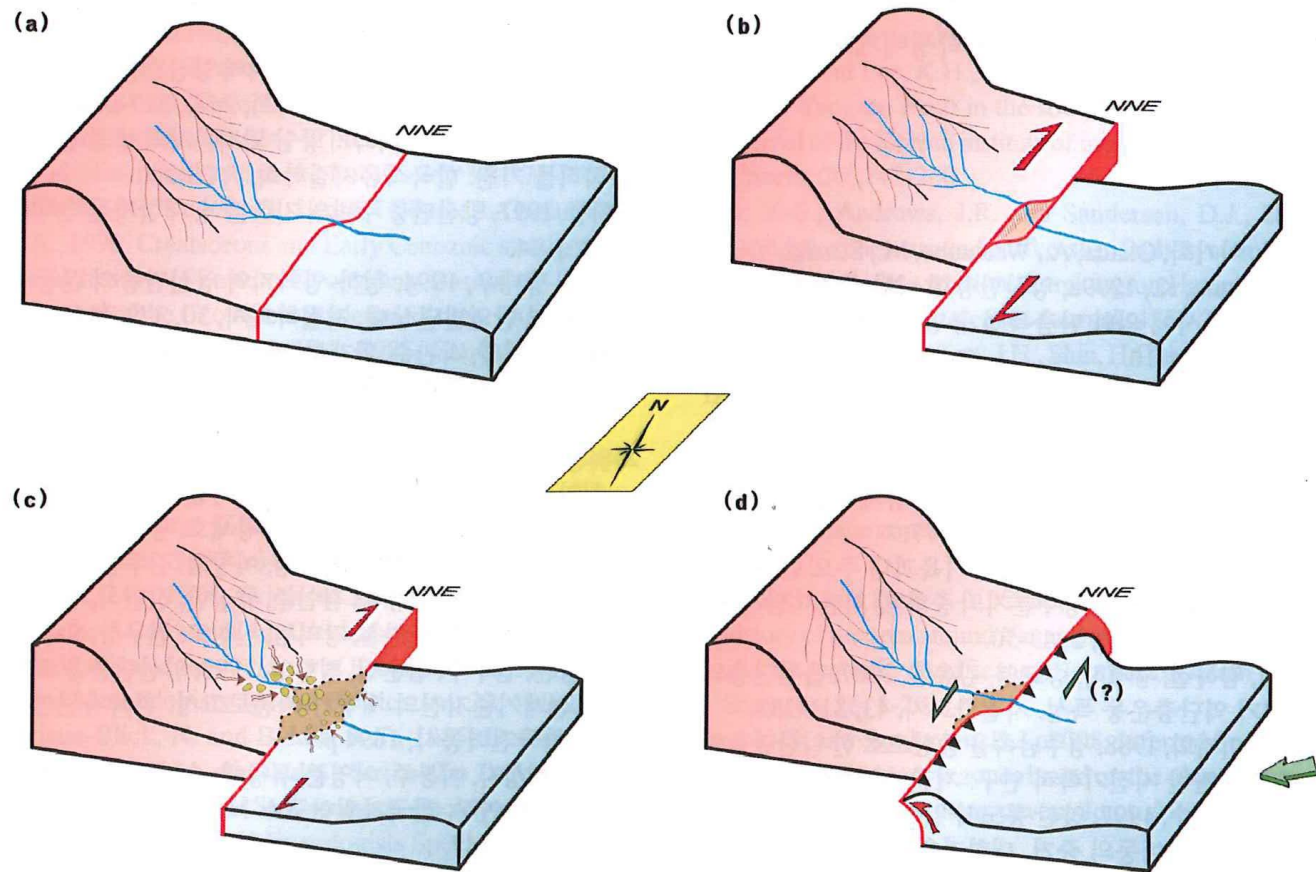
梁山断層の長さは陸上部では200Kmで韓国第一級の活断層である。

海域延長部に断層があるか、どこまで延長されるかについては明確ではないが、60kmから800km延長しているという指摘もある。



梁山断層はほぼ垂直の傾斜である右横ずれ断層で、顕著な破碎帯を伴っている。





梁山断層の横ずれは東側の地塊が35kmほど南方向に滑り、断層の深さは10kmに達するとみられている。

◆梁山断層の北部(慶州・蔚山方)

- ・南東傾斜 45° の逆断層
- ・平均変位速度(鉛直)0.04~0.05m/千年
- ・最新活動時期は2400~2000年前(14C年代値)

低位段丘面を切断する活動である。

◆梁山断層の南部(釜山方)

- ・右横ずれ断層
- ・平均変位速度(鉛直)0.02~0.03m/千年
- ・平均変位速度(水平右ずれ)0.05~0.1m/千年

20~50万年前の中高位段丘面を切断する活動である。

表 2-3, 11 平均変位速度による活断層の活動度の区分

「活断層研究会編(1991)：新編日本の活断層」より引用

| 活断層の分類 | 第四紀の平均変位速度 S (単位は m/1000 年) | | |
|--------|-------------------------------|------------------|---------------------|
| | A | B | C |
| | $10 > S \geq 1$ | $1 > S \geq 0.1$ | $0.1 > S \geq 0.01$ |

- ・日本の活動度の基準では梁山断層の鉛直変位速度は**活動度C級**に相当する。北部での水平方向のずれ量が不明であるが、仮に3倍としても**せいぜいB級**までにしかない。
- ・日本の主な活断層(中央構造線断層系・根尾谷断層系・阿寺断層系・跡津川断層系などいずれもA級)に比べ、梁山断層の活動度は低いといえる。
- ・多くの部分(セグメント)により構成されていると考えられ活動度の高い区間、低い区間が存在する可能性もある。

断層の明瞭さを示す確実度でみると、梁山断層は低位段丘面を切っているため断層地形はかなりはっきりしており確実度は最高ランクの「**確実度1**」に相当する。

表 2-3, 12 活断層の確実度の区分

「活断層研究会編(1991)：新編日本の活断層」より引用

確実度 I： 活断層であることが確実なもの。具体的には次のどれかの地形的特徴をもち、断層の位置、変位のむきがともに明確であるものをいう。1) 数本以上にわたる尾根・谷の系統的な横ずれ、2) ひと続きであることが確かな地形面を切る崖線、3) 時代を異にする地形面群を切っている崖線があり、古い地形面ほど変位が大きい(変位の累積が認められる)場合、4) 同一地形面の変形(たわみ・傾斜など)、5) 第四紀層を変位させている断層の露頭、など。

確実度 II： 活断層であると推定されるもの。すなわち、位置・変位のむきも推定できるが、確実度 I と判定できる決定的な資料に欠けるもの。たとえば以下のような場合である。1) 2~3 本程度以下の尾根や谷が横ずれを示す場合、2) 断層崖と思われる地形の両側の変位基準地形が時代を異にする場合、3) 明瞭な基準地形がない場合(山地など)。

確実度 III： 活断層の可能性はあるが、変位のむきが不明であったり、他の原因、たとえば川や海の浸食による崖、あるいは断層に沿う浸食作用によってリニアメントが形成された疑いが残るもの。

梁山断層は活断層か否か？

断層は運動時期により活断層か活断層でないかを区分する。その区分の基準は日本と韓国で異なっている。

【日本の区分】: 新生代第四紀に活動し、今後も活動する可能性のある断層を**活断層**と呼ぶ。なお現在、新生代第四紀は180万年前以降から現代までと言われている。

【韓国の区分】: 3万5千年以内に1回動いたか、または50万年内に2回以上動き、今後も活動する可能性のある断層を**活性断層**と呼ぶ(米国原子力委員会基準)

この報告書では日本の基準で区分した場合は「活断層」といい、韓国の基準で区分した場合は「活性断層」とよぶことにする。

梁山断層が活断層であることは広く認められている。

しかし活性断層であるか否かについては様々な見解があり論議が続いている。

・見解の例

- ・50万年以内に1回程度の断層運動であるから「活性断層ではない」(韓国資源研究所)
- ・梁山断層が10万年以内に活動したことがわかり「活性断層である」(韓国と日本の学者チームの調査)
- ・慶州地震は僅か2000年前に梁山断層帯一帯で起こっており「活性断層である」
- ・梁山断層は「比較的穏やかな顕著活性断層」(中国地震局)
- ・断層内のガウジ物質の資料不足のため更なる研究が必要だ。

梁山断層の海域延長部に断層があるか、どこまで延長されるか、については明確なことはわかっていない。

日韓トンネルのルートを検討する上で、梁山断層の南西方延長部がどこまで伸びているかについて把握しておく必要がある。

そこで該当する海底部の地形をデジタル解析した

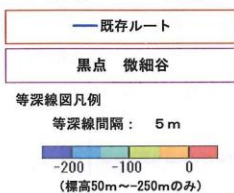
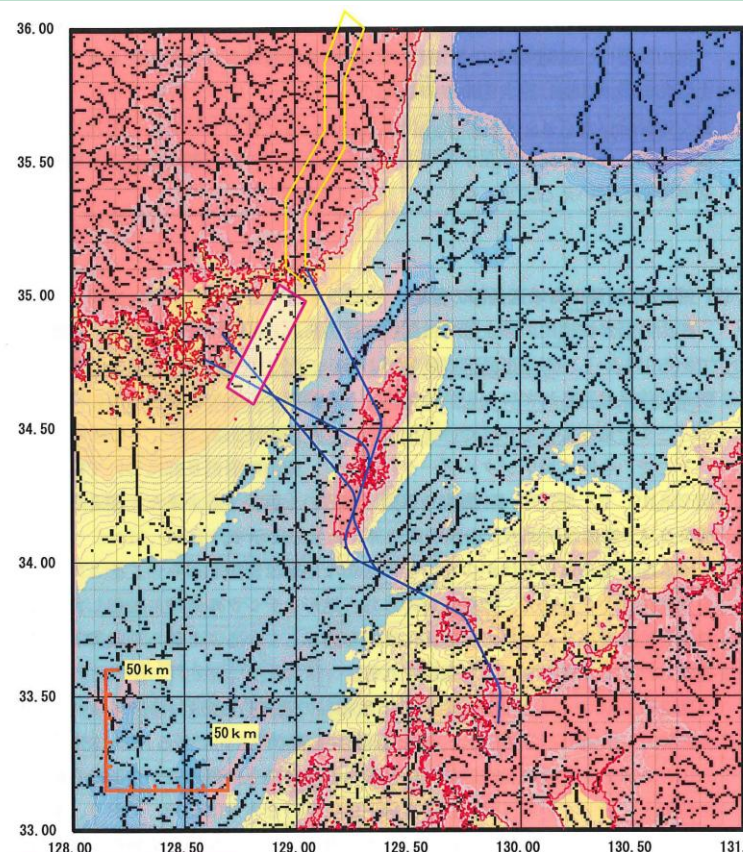


図 2-3, 19 微細谷抽出図

で囲まれた黒線：梁山断層地上部（この図の範囲）
 顕著な河谷となっているので、地形図でも明瞭

で囲まれた黒線：梁山断層の延長？リニアメント

梁山断層の南南西延長部海底に断層の存在を示す底地がある。

該当する海底部の地形は、微細な谷地形の多くが連続したリニアメントとして認識される。

梁山断層の延長部に微細谷の連続的な配列が認めれ、微細谷の列は、梁山断層の陸上部南西端から始まり、断層の位置と一致している。

等深線とほぼ平行な方向に配列しており、水の流れ等で形成されたとは考えづらい。断層変位地形、または断層組織地形のいずれかを反映している海底地形であると考えられる。

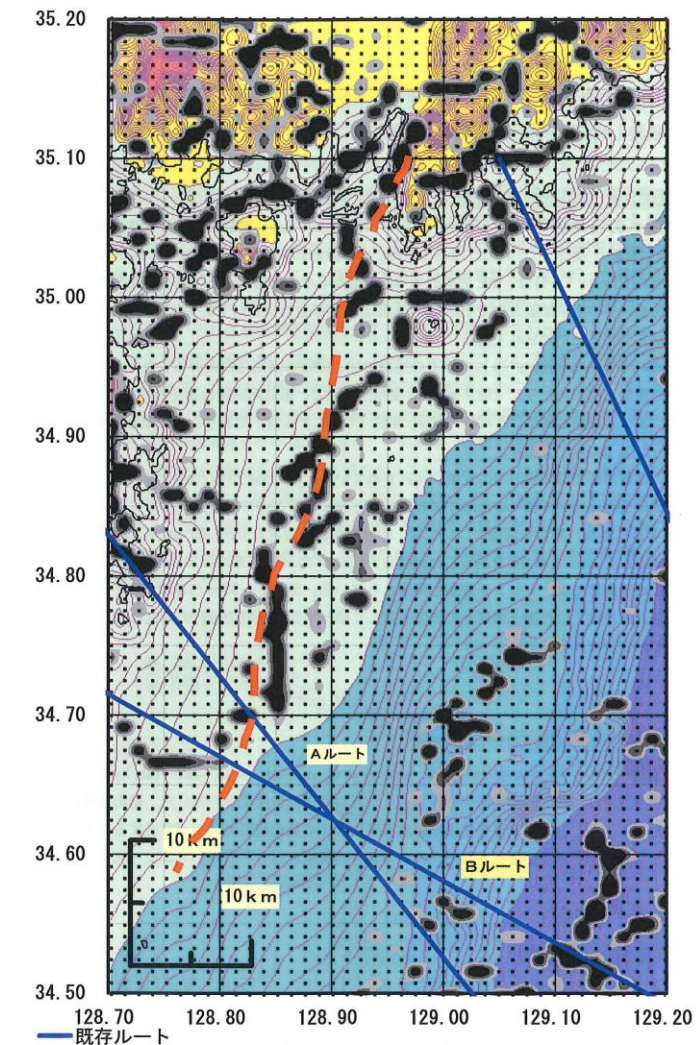


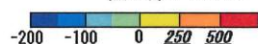
図 2-3, 20 梁山断層周辺地形図 (1/400,000)

等高線図凡例

等高線間隔:

海底部: 5 m

陸上部: 25 m



梁山断層推定延長

「韓国南部・日本西部および周辺海域の地球科学図集 CD-ROM版」の1 kmメッシュデータを使用して作成した等高線図

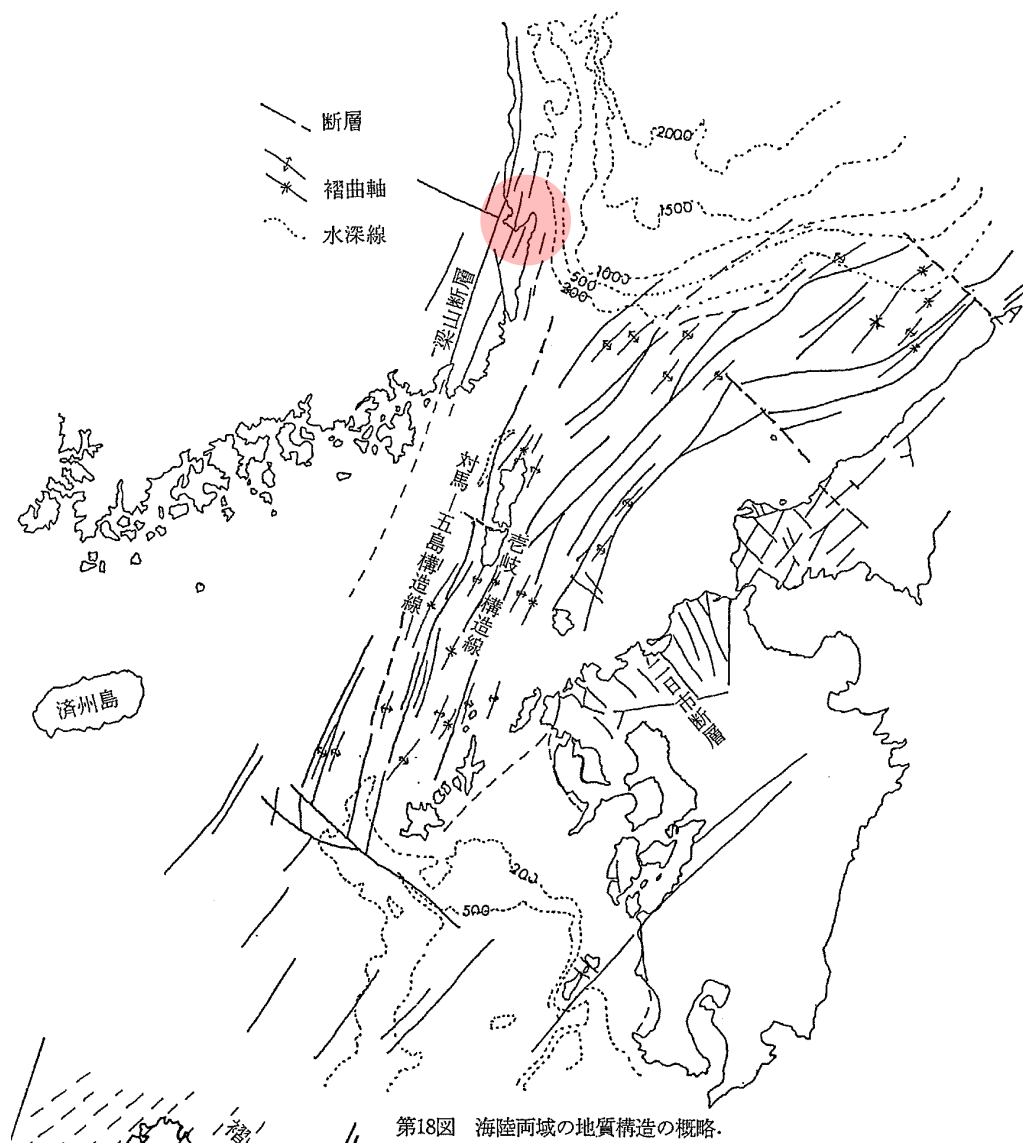
黒一灰色表示は微細谷抽出結果 2-2 参照



この微細谷の連続配列を断層に関連するリニアメントとして解釈すると、梁山断層の陸上部南西端から海域部へ約60kmの距離を延長部として認識できる。

これはあくまでも地形からの概略位置推定である。

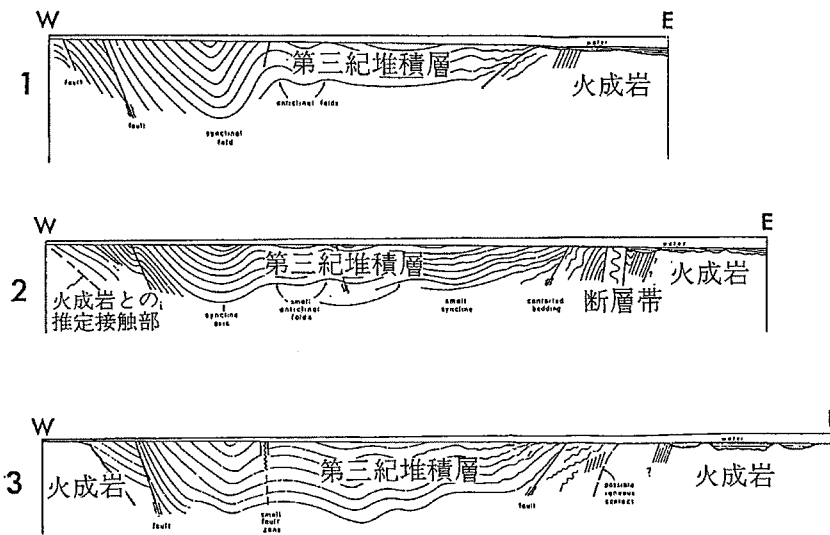
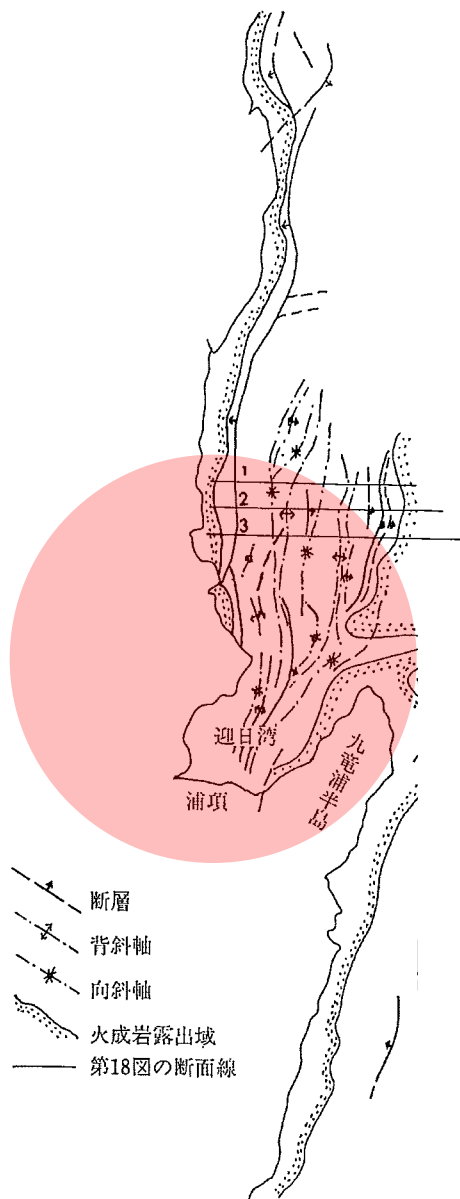
今後、海底地形の詳細調査や音波探査などの実施、もしくは実施データを入手して断層の詳細位置や幅を検証する必要がある。



梁山断層の北東の延長線が海底部に及んでいるかどうかも研究されている。

浦項のある迎日湾から北に向かってN-S系統の褶曲軸と断層が多数存在する。これらの断層のいくつかは慶尚盆地南東部をNNE-SSWに走る断層群に連続すると見られる。

しかし梁山断層そのものの東海岸沖への延長は明確でない。



第17図 迎日湾北方大陸棚における地質断面 (HUNTEC LTD. 1968から抜粋).
 北に石炭層、第三紀の地層

梁山断層は海岸線近くの大陸棚を海岸線沿いに北上する。第17図の断面図の左端の断層とその周辺の擾乱帯が梁山断層（そのものではないにしても）に関係があるのではないかと考えられる。

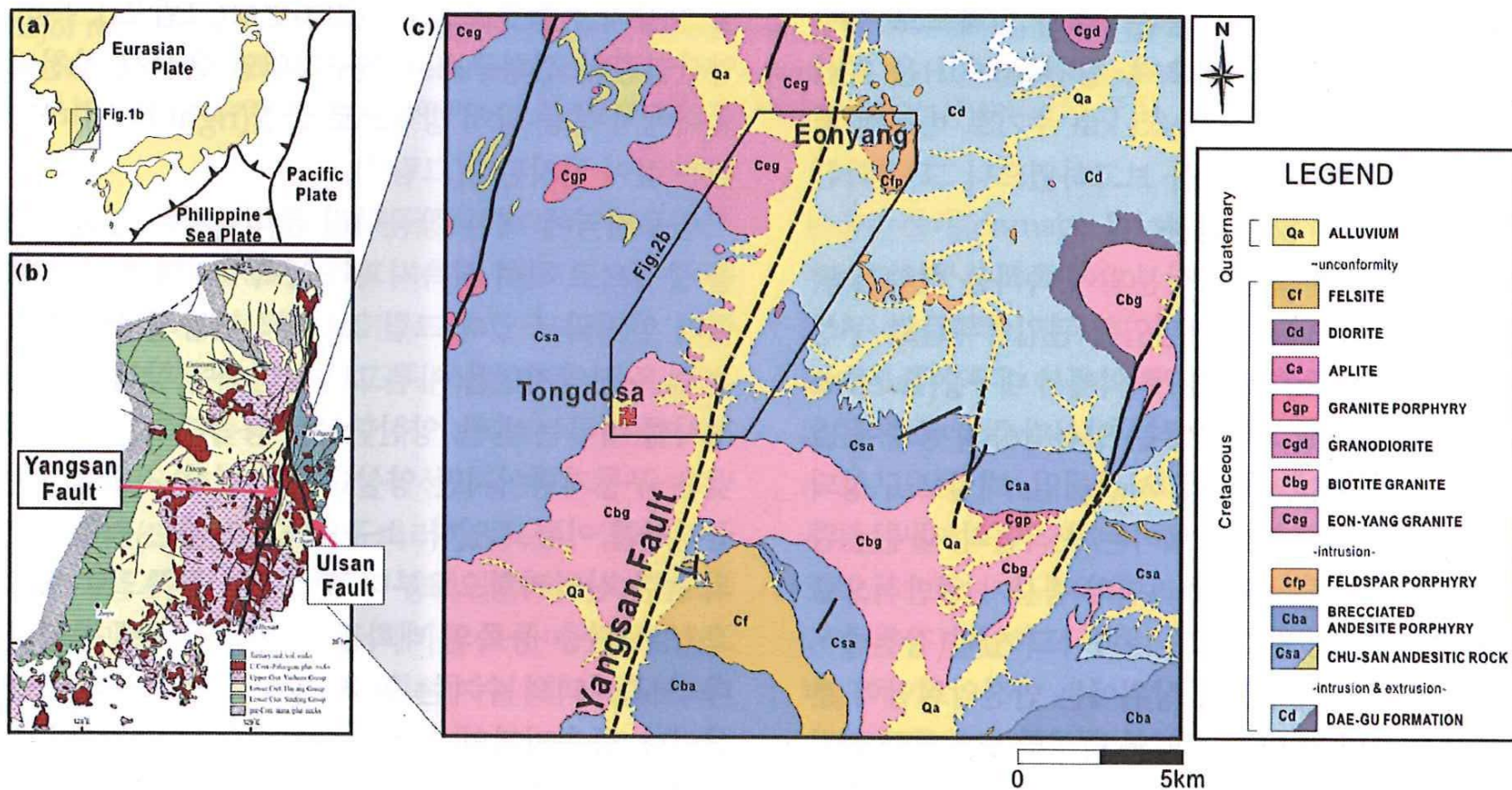
梁山断層のような活断層を横断して海底トンネルを掘削することについて、韓国内の専門家からはいろいろな意見がでている。

・韓国地質資源研究院のイヨンス博士は「海底トンネル工事中に岩に水が入ると岩の内部の圧力が変化して地層が不安定になりうる」と述べ、「工事に先立って徹底した地質調査が先行されなければならない」と述べた。

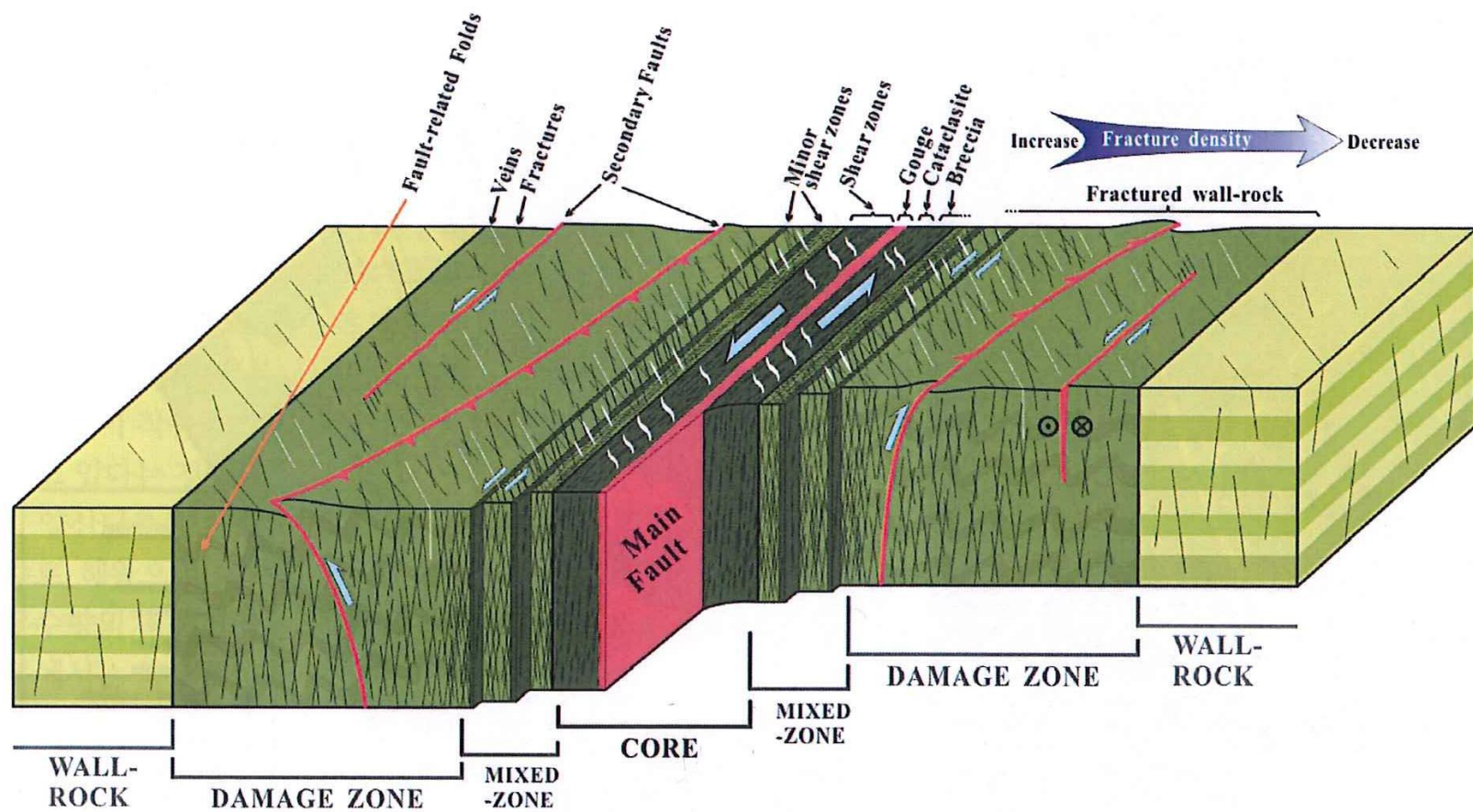
・韓国地質資源研究院の地震研究センターのチョチャンス博士は、「断層帯近くのダムのような大型構造物ができると、その周辺地域の地震を誘発したという報告があるにはあるが、トンネルは掘る断面が極めて小さいので、地震を誘発するか疑問」と述べた。

・大宇建設のシンヒョンヨウン主任研究院は、トンネルの口径が15mに過ぎない」とし「その程度の穴は、地震発生に影響を与えない」と語った。

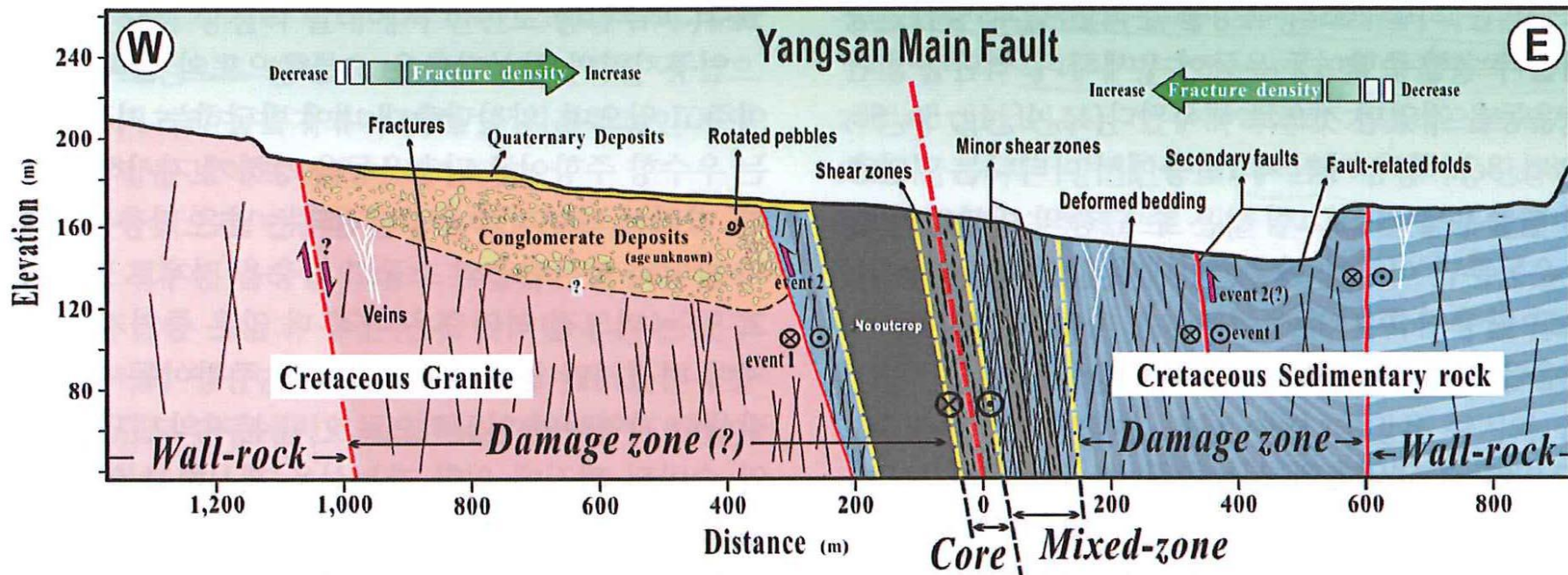
(上記はいずれも2009年2月17日 朝鮮日報の記事から抜粋)



梁山断層の陸上部の地質構造は、海底部の地質構造を推測する上で大いに参考になる。ここでは梁山断層の南部地域の精密な地質調査結果を表示する。



一般的な断層の構造を模式的に表すと上の図のようになる。断層コアを中心に両側に混合帯(MIXED ZONE)があり、その外側に断層損傷帯(DAMAGE ZONE)がある。



研究地域での梁山断層は強い閉鎖作用が起こり、幅20m内外の断層コアを中心に小規模な断層、褶曲、断裂および細脈が発達する断層損傷帯が両側に各々200m、450m内外の幅で発達している。また断層コアと東側の断層損傷帯の境界部には小規模な剪断帯と断層損傷帯が反復的かつ漸移的变化を示す約140m内外の混合帯が発達している。

韓国の過去の地震リスト

| | | | |
|---------------|-----|-----|--------------|
| 89. 7. ? | 京畿道 | ソウル | M6. 5 (7. 0) |
| ○ 779. 4. ? | 慶尚道 | 慶州 | M6. 5 |
| 1385. 8. 1 | 黄海道 | 開城 | M6. 0 |
| 1455. 1. 24 | 全羅道 | 南原 | M6. 5 (6. 8) |
| 1518. 7. 2 | 京畿道 | ソウル | M6. 5 (6. 8) |
| 1546. 6. 29 | 平安道 | 平壤 | M6. 5 |
| 1594. 7. 20 | 忠清道 | 洪城 | M6. 0 |
| 1597. 10. 7 | 両江道 | 三水 | M6. 0 (5. 0) |
| ○ 1643. 7. 24 | 慶尚道 | 蔚山 | M7. 0 (6. 3) |
| 1681. 6. 26 | 江原道 | 襄陽 | M7. 5 (7. 3) |
| 1727. 6. 20 | 咸鏡道 | 咸興 | M6. 0 |
| 1810. 2. 19 | 咸鏡道 | 清津 | M6. 5 |

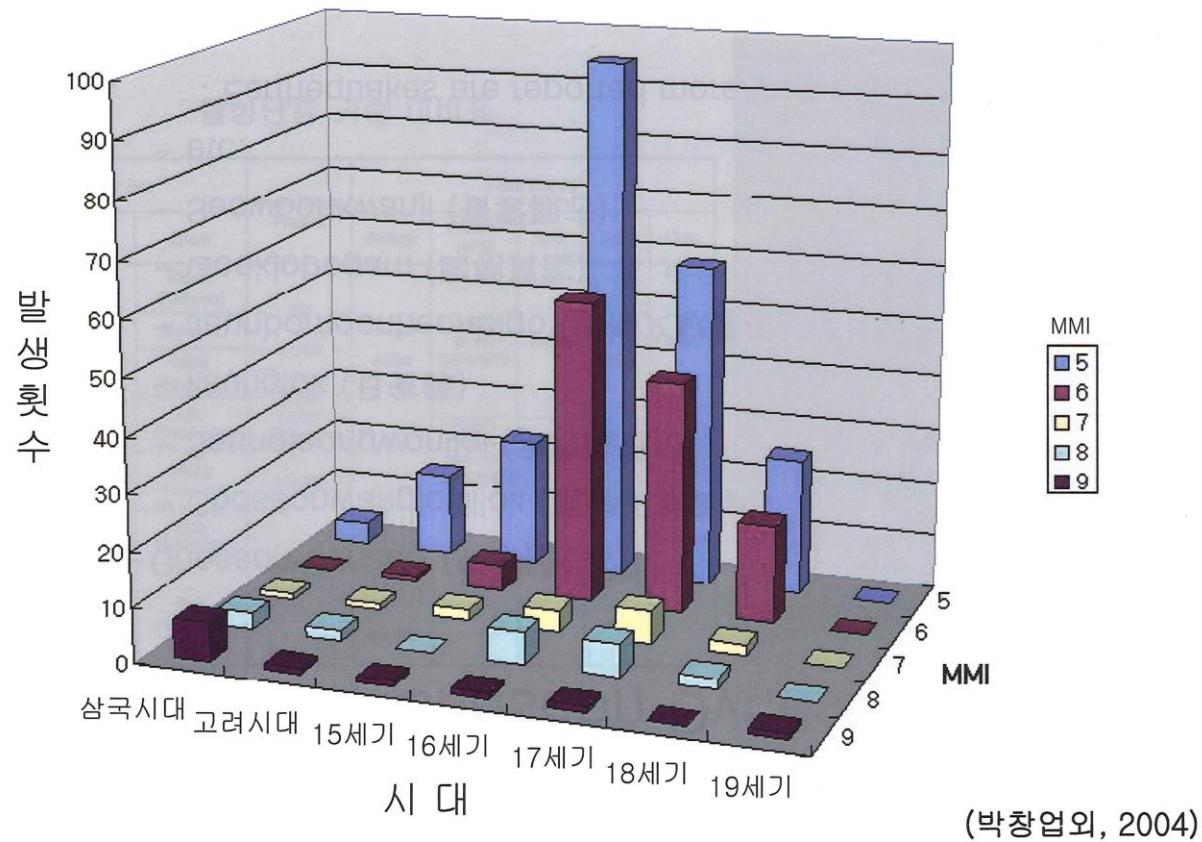
地震の規模は秋(ソウル大学海洋研究所)・都司(東大地震研究所)の推定で

()内の数字は李(平壤の朝鮮地震研究所)による推定

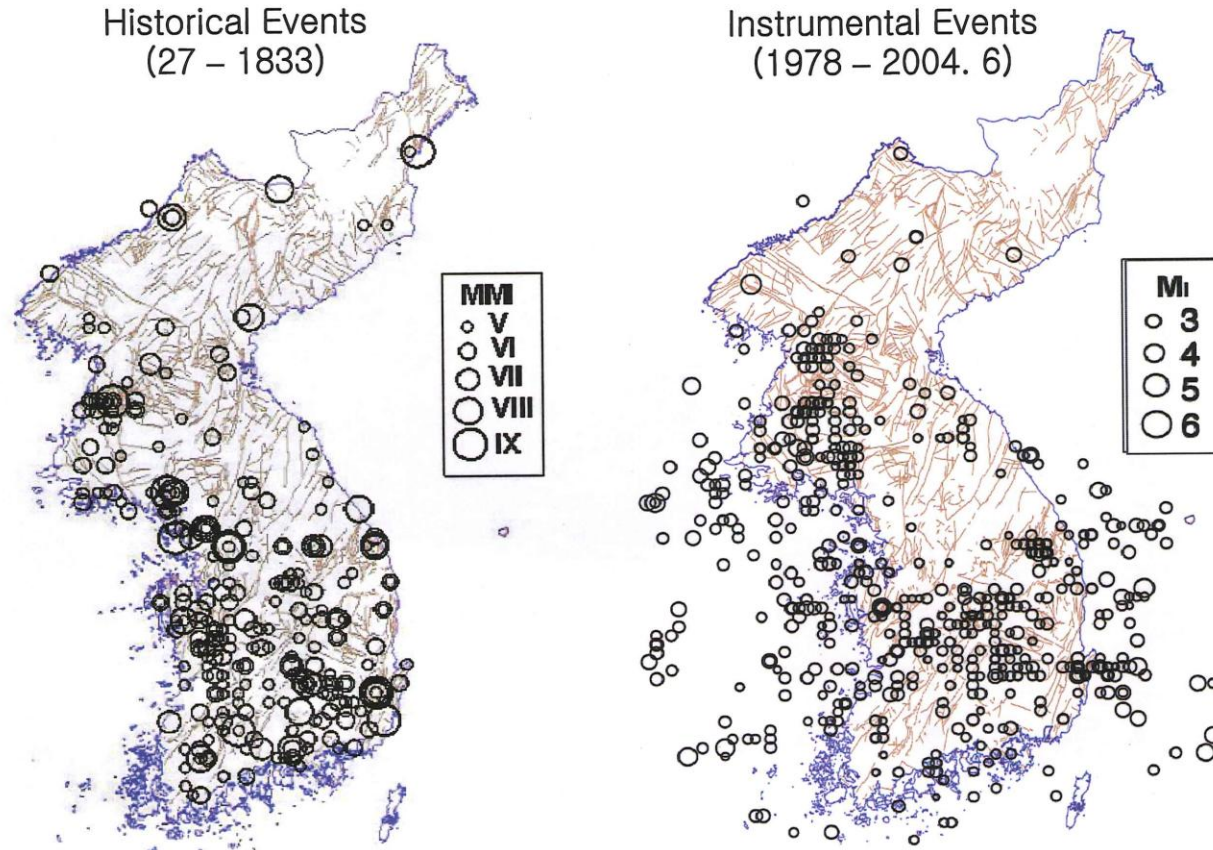
韓国の過去の地震リストでは西暦779年と1643年に慶州地域でそれぞれM6. 5とM7. 0の地震が発生しており、梁山断層との関連に関心がもたれている。

梁山断層が将来、大地震を引き起こすかどうかは、最近、韓国の専門家の間で論争が続いている。

시대별 역사지진의 발생 빈도



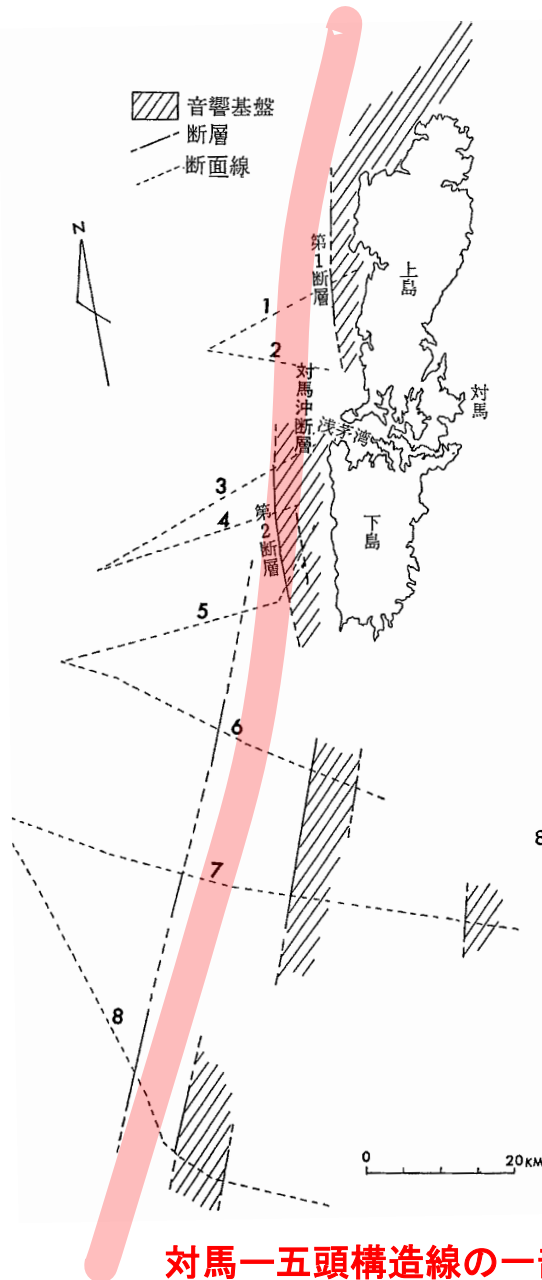
韓国の地震は歴史的には16世紀から17世紀を中心としてかなり活発な活動もあり、大きな被害地震も発生している。被害地震が短期間に集中して起こるという非常に特異な起こり方をしている。



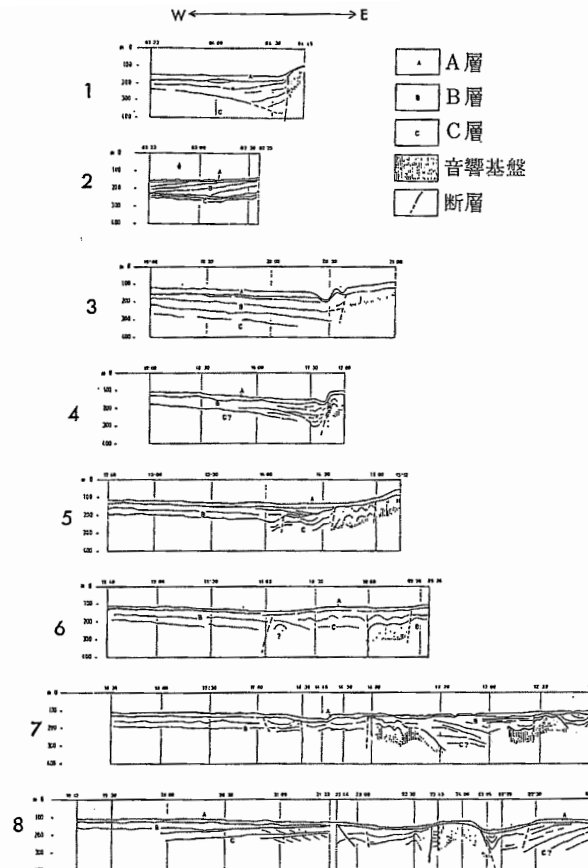
韓国で計器による地震観測が始まったのは1978年である。それ以降の観測では朝鮮半島ではM5.2を超える地震は発生していない。

梁山断層に係る地震について韓国内で以下のようなことが言われている

- ・韓半島は日本や中国に比べ地震に対して安全だが、M6.5—7クラスの強い地震が起きる可能性も否定できない。
- ・韓国で地震発生のも高い地域のひとつとして梁山断層が指摘される。
- ・梁山断層が大地震を起こすかどうかは、韓国の専門家の間で研究が続けられている。
- ・梁山断層で小さな地震が頻発している。
- ・過去2000年間で8回の地震が梁山断層圏で発生している。



対馬一五頭構造線の一部

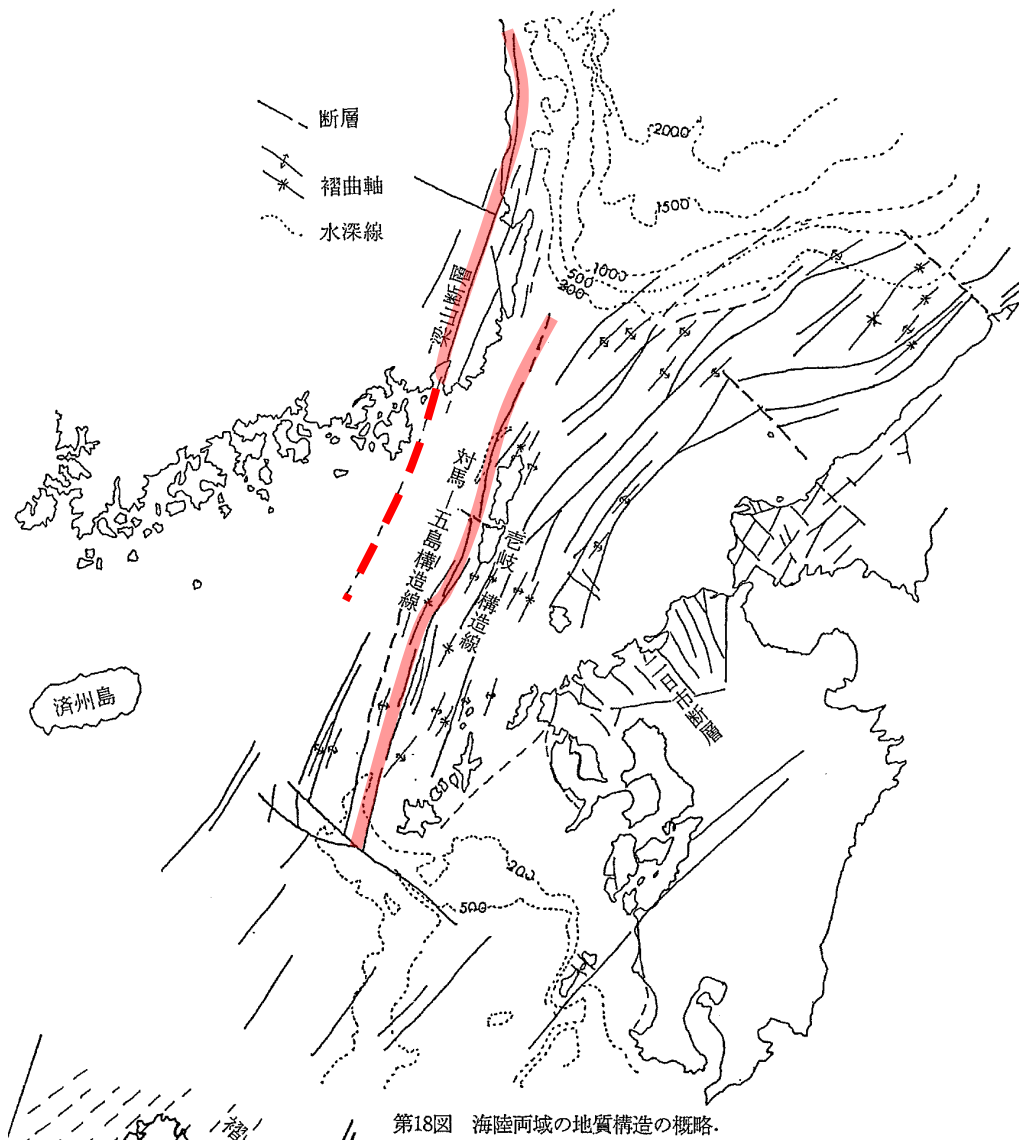


第13図 対馬一五島構造線の北部分 (富田ほか1975に基づく).
左:断層の分布 右:地質断面.

SE 系統の断層による横ずれの可能性がないではない。例えば 同構造線北部の対馬沖断層は南北に2分され北の第1断層は南の第2断層に対して 東へ約10kmずれている (第13図)。富田ほか (1975) は このずれが他の断層によるものか あるいは屈曲によるものかは結論していない。もしこれを断層とするならば その断層の東延長は浅茅湾付近を通過するはずであるが

対馬の西側沖合に
対馬の島軸に
平行に走る対馬
トラフがあり最深
部230mの急傾
斜トラフ壁を有し
ている。

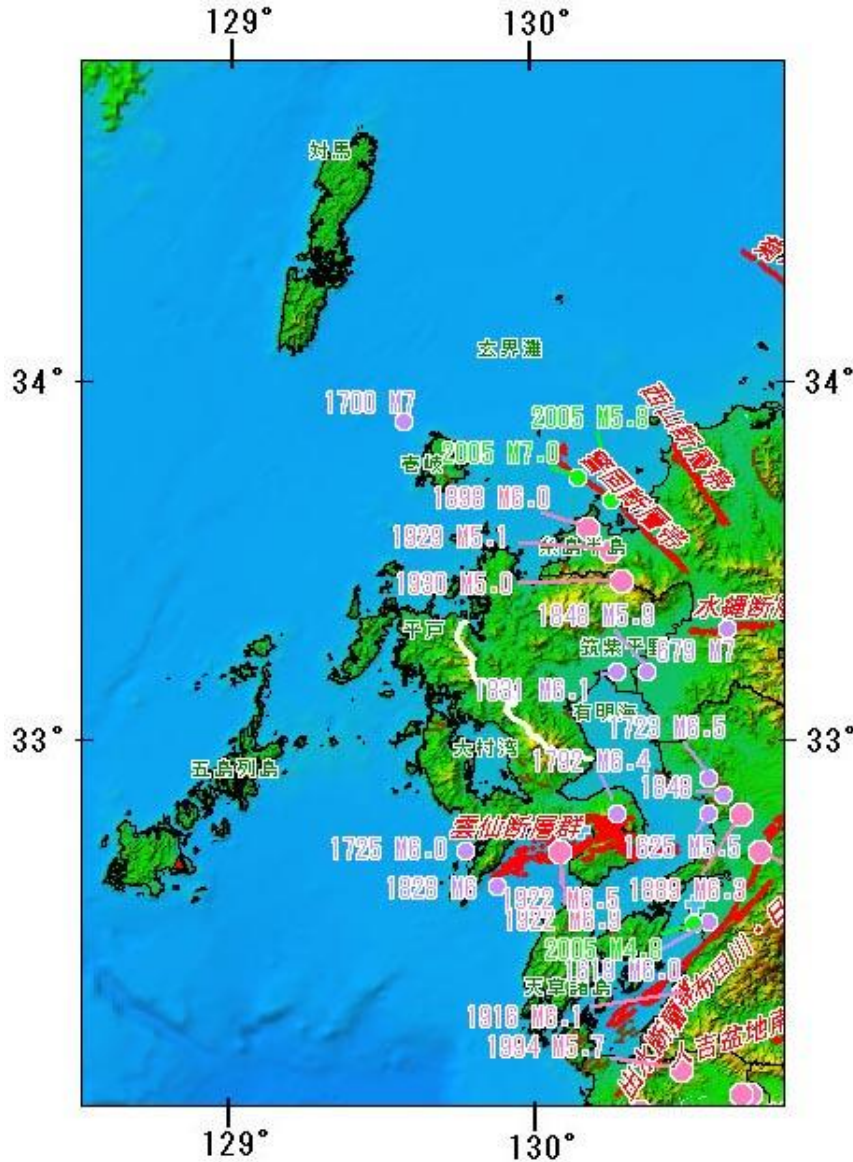
対馬トラフの断
層群を含め、五
島列島まで続く
断層群を一括し
て対馬一五島構
造線とよぶ。



梁山断層を西端と、対馬トラフを含む対馬五島構造線を東端とする幅60から70Kmの大断層発達帯と見られる。

この断層発達帯が西日本と韓国の第三系の層序と地質構造を分ける境界と見られている。

長崎県とその周辺の主な被害地震 (図をクリックすると拡大表示)



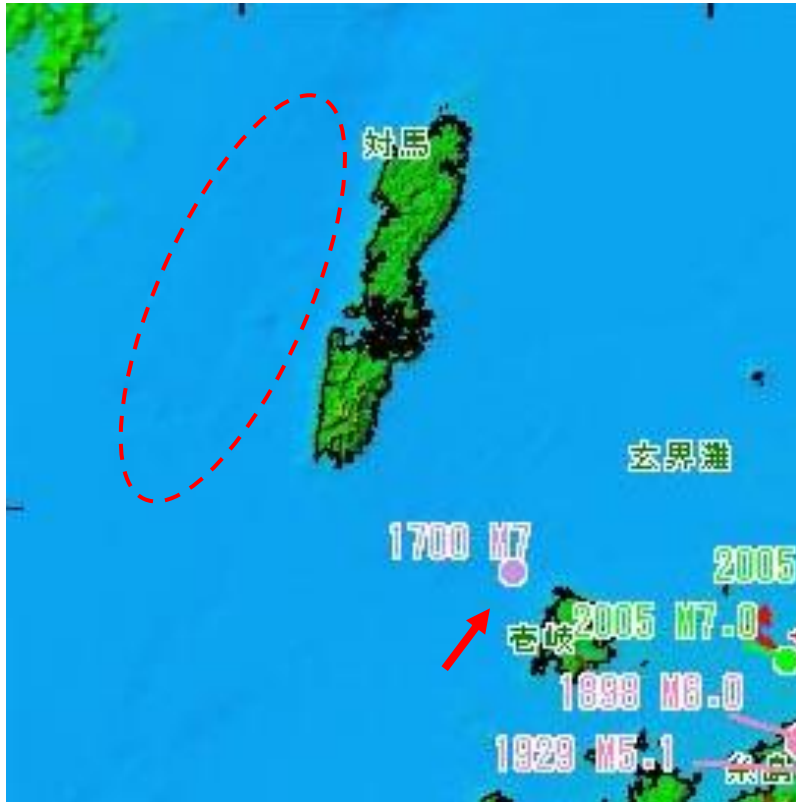
対馬での震度3以上の地震

| | | | 震源 | | 対馬 |
|------|-------|--------|--------|------|-----|
| 1929 | 昭和4年 | 8月4日 | 福岡北西沖 | M5.4 | 震度3 |
| 〃 | 〃 | 8月8日 | 福岡地方 | M5.1 | 震度3 |
| 1930 | 昭和5年 | 2月5日 | 佐賀県南部 | M5.0 | 震度3 |
| 〃 | 〃 | 2月7日 | 福岡地方 | M未決定 | 震度3 |
| 1946 | 昭和21年 | 12月21日 | 和歌山南方沖 | M8.0 | 震度3 |
| 1985 | 昭和60年 | 1月4日 | 福岡北西沖 | M4.5 | 震度3 |
| 1992 | 平成4年 | 7月20日 | 壱岐対馬近海 | M4.0 | 震度3 |
| 2005 | 平成17年 | 3月20日 | 福岡北西沖 | M7.0 | 震度4 |
| 〃 | 〃 | 4月20日 | 福岡北西沖 | M5.8 | 震度3 |

※2005年3月20日＝厳原、美津島、峰で震度4を観測

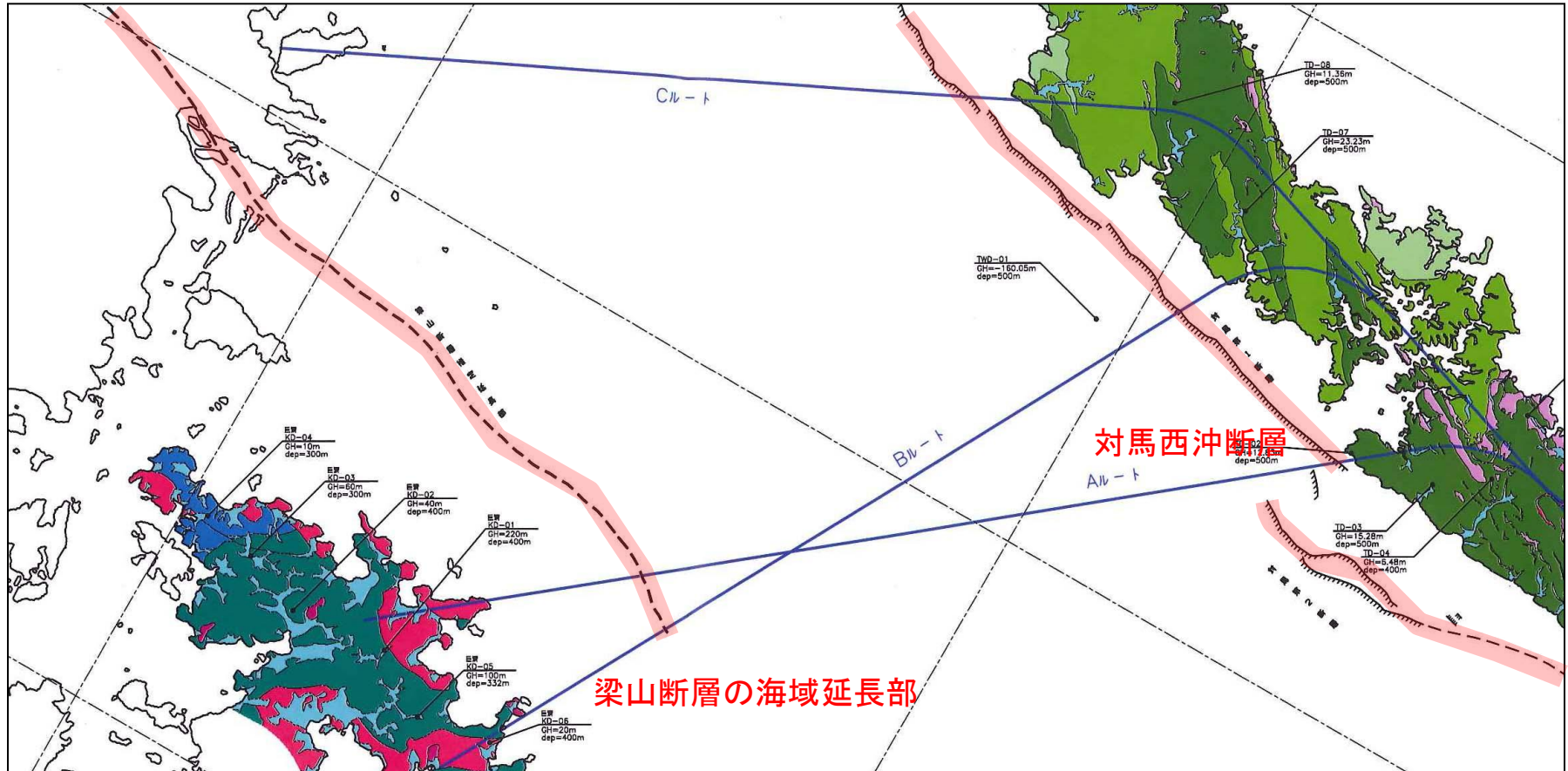
対馬・壱岐を含む長崎県に被害を及ぼす地震は、主に陸域や沿岸部の浅い場所で発生する地震である。

対馬トラフの有する断層で発生した地震は確認されていない。



西暦1700年の地震では壱岐および対馬で被害が大きく、特に壱岐では石垣や墓石がことごとく崩れ、家屋も大半が崩壊した。震源は壱岐近海とされているが、朝鮮半島でも被害が生じたことがわかり、**対馬の西方に震源があったとも考えられている。**

梁山断層の海域部延長部や対馬トラフの断層群の調査研究および評価は、海域部の音波探査などの調査を日韓両国の関係者の連携・協力の下で行うことが望ましい。



日韓トンネルの施工の成否の鍵となるのは対馬トラフに属する対馬西沖断層であるが、梁山断層の海域延長部については、海底の詳細地形・音波探査調査で、その存在と位置を確認し、断層の変位量の大きさにあった設計と施工法を適用することになる。

終