

8. 海域調査

8.1 調査目的

伊予断層は、西方延長の海域部（伊予郡双海町沖合）を含むとされており、この断層によって引き起こされる地震規模を想定する上で、この海域部の断層に関連する既存資料・論文を整理し・分析し、これらの断層の位置、活動性、性状、連続性に関する概要を把握することを目的に実施した。

8.2 調査方法

本調査での海域調査は、文献調査によるものとし、調査範囲を図－Ⅱ.8.1(1)に、既存調査測線図を図－Ⅱ.8.1(2)にそれぞれ示す。海域の文献調査では、文献別に伊予断層の海域部への連続性、実在性、位置、活動様式、活動履歴などの記載事項を整理し、その根拠とともに一覧表にまとめ、陸域部と海域部の関連性を考察した。

調査結果は、

- ① 文献による海域活断層検討図（縮尺：1/50,000）
- ② 考察のまとめ（文献リスト、文献記載内容一覧表等を含む）

としてとりまとめた。

今回の調査海域の地質構造に関する文献、並びに他海域における中央構造線系および類似の構造等、関連する事項に関する文献のうち、主要なものとして文献調査の対象とし、かつ海域調査に活用した文献は下記のとおりである。

- 1) 緒方正虔(1975)：佐多岬半島北岸海域の地質構造。一音波探査による海底地質の考察－。電力中央研究報告，研究報告：375006.
- 2) 四国電力株式会社(1984)：伊方発電所原子炉設置変更許可申請書
- 3) 大野裕記・小林修二・長谷川修一・本荘静光・長谷川正(1997)：四国北西部伊予灘海域における中央構造線活断層系の深部構造とセグメンテーション。四国電力(株)・(株)四国総合研究所期報，第68号，48-59.
- 4) 中田高・岡村真・小川光明・堤浩之・島崎邦彦：(1990)中央構造線（松山沖）の後期完新世地震活動。地震学会講演予稿集，秋季大会，322.
- 5) 堤浩之・中田高・岡村真・小川光明・島崎邦彦(1990)：伊予灘北東部海底における中央構造線。日本地理学会講演予稿集，(38)，176-177.
- 6) 堤浩之・中田高・小川光明・岡村真・島崎邦彦(1990)：伊予灘北東部海底における中央構造線。活断層研究，8号，49-57.
- 7) 岡村真・小川光明・中田高・堤浩之・島崎邦彦・千田昇(1991)：正・逆・横ずれ各断層の音波探査記録とコア試料解析。文部省科学研究重点領域研究「活構造の研究における新手法の検討と地震予知」，65-70.

- 8) 小川光明・岡村真・山口智香・島崎邦彦・中田高・堤浩之(1991)：中央構造線上灘沖北断層の完新世活動史。ーピストンコア試料からみた活動履歴ー。日本地質学会講演要旨, 343.
- 9) 岡村真・小川光明・中田高・堤浩之・島崎邦彦・千田昇(1991)：中央構造線沿いの浅海底(別府～伊予灘)の活断層。日本地質学会学術大会第98年講演要旨, 66-67.
- 10) 岡村真・中田高・千田昇・島崎邦彦(1991)：西南日本の浅海底に記録された中央構造線系活断層の完新世活動。日本第四紀学会講演要旨集, 14-17.
- 11) 小川光明・岡村真・島崎邦彦・中田高・中村俊夫・宮武隆・前杵英明・堤浩之(1992)：伊予灘北東部における中央構造線海底活断層の完新世活動。地質学論集, 第40号, 75-97.
- 12) 露口耕治・松岡裕美・岡村真(高知大学理学部)(1996)：伊予灘における中央構造線系海底活断層の分布とセグメンテーション。日本地質学会, 第103年学術大会講演要旨
- 13) 小松公男・松本宏彰・江崎豊充・斉藤保・福島康弘(1991)：松山周辺地域の地形と地質。日本応用地質学会平成3年度発表会予稿集, 93-96.
- 14) 国土地理院(1992)：1:25,000 沿岸海域土地条件図「郡中」
- 15) 建設省国土地理院(1992)：沿岸海域基礎調査報告書。国土地理院技術資料, D・3-No.64
- 16) 国土地理院(1992)：1:25,000 沿岸海域土地条件図「串」
- 17) 佃栄吉(1996)：中央構造線活断層系のセグメンテーションと周辺の地質構造。創文。テクトニクスと変成作用(原郁夫先生退官集), 250-257.

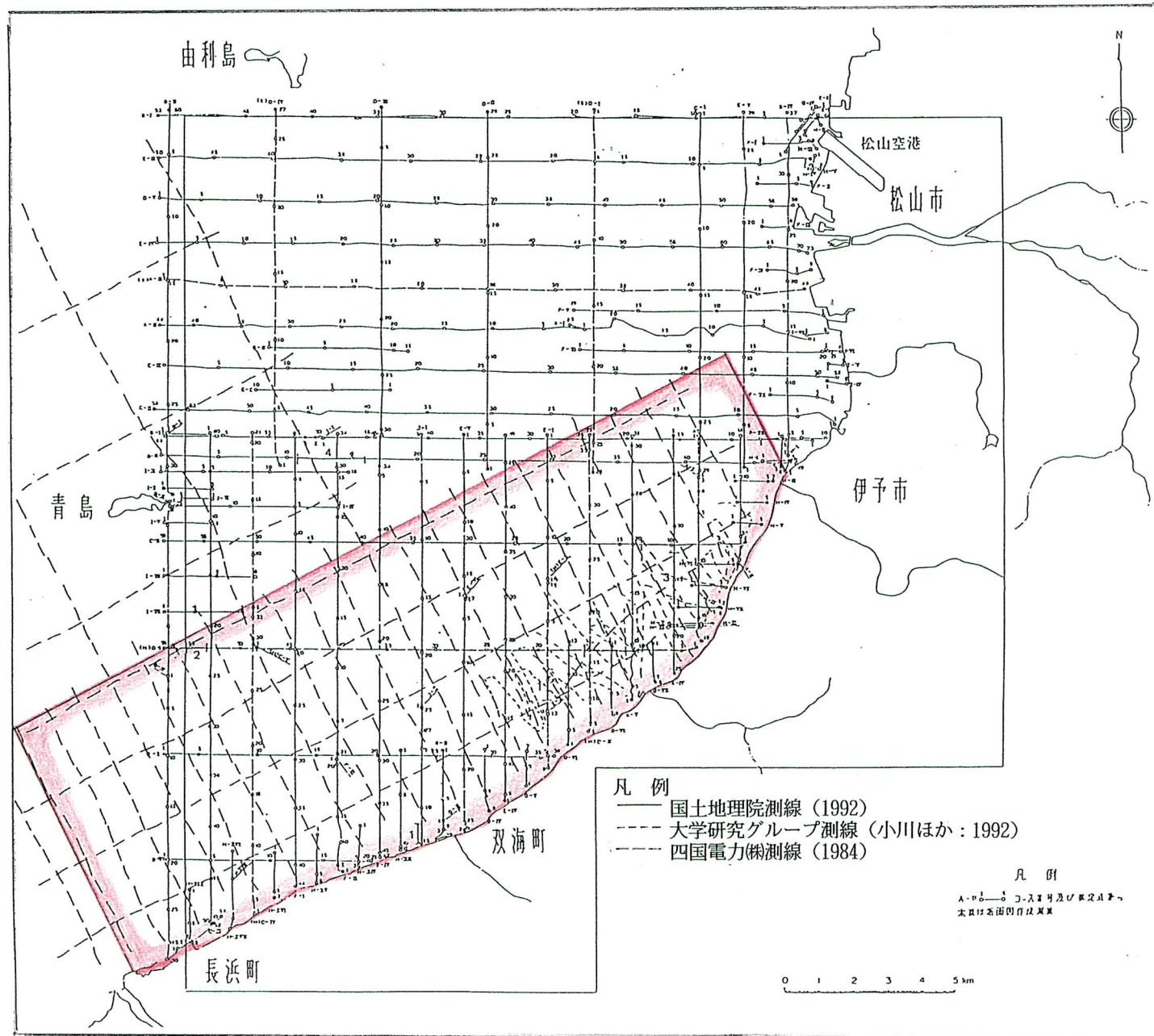
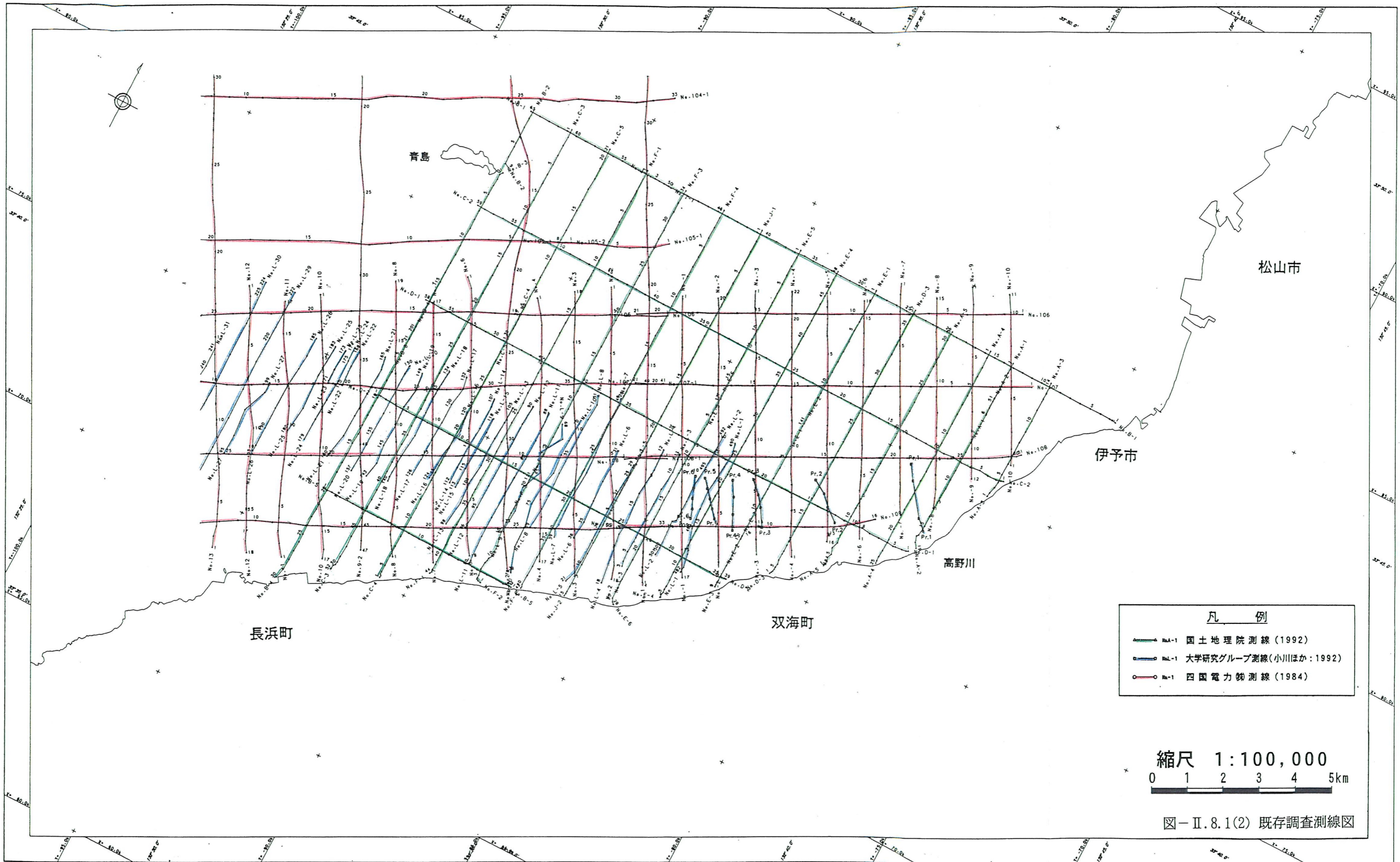


図- II. 8. 1(1) 調査位置図



凡 例

- No. A-1 国土地理院測線 (1992)
- No. L-1 大学研究グループ測線(小川ほか:1992)
- No. 1 四国電力株式会社測線 (1984)

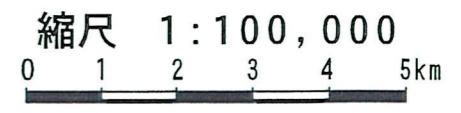


図-Ⅱ.8.1(2) 既存調査測線図

8.3 調査結果

8.3.1 解析調査測線

海域部の調査測線の位置は、図－Ⅱ.8.1(2)のとおりである。なお、付図－17にも同図を縮尺1/50,000でまとめている。

8.3.2 既存の調査結果の概要

今回調査した文献の抄録を、表－Ⅱ.8.1～表－Ⅱ.8.16に示す。なお、活断層研究会による「日本の活断層」(1980)¹⁸⁾、「新編日本の活断層」(1991)¹⁹⁾は対象文献からは除いた。主な文献による調査結果は以下のとおりである。

(1) 四国電力関係

約20年前、緒方(1975)¹⁾は、四国電力(株)が実施した音波探査(スパーカー)に基づいて、伊予灘から伊方沖の海域の地質構造を記述し、海域における断層の性格、区分等を明らかにした(図－Ⅱ.8.2)。それによれば、地層の種類および地質構造から海域の断層を①伊予灘層の堆積盆地の構造運動に伴って形成した断層、②伊予灘層と結晶片岩に挟まれたD層中の断層、③断続する凹地地形を有する地域の断層、④古高野川沿いの断層の4つに類別されている。日本の活断層(1980)¹⁸⁾及び同新編(1991)¹⁹⁾はいずれもこの記載を主として当地域沿岸海域に活動度C級の活断層を図示している。

四国電力株式会社(1984)²⁾は、伊予灘において測線密度の高い音波探査を実施し、海底断層の分布位置を推定している(図－Ⅱ.8.3)。その結果、海底の地層を、A層(沖積層)、D層(段丘堆積物、八倉層)、T層(郡中層)、B層(和泉層群)に分類し、伊予灘東部海域では、A層下部、D層、T層に変位を与え、A層およびA層上部、D層上部に覆われている断層を推定している。

大野ほか(1997)³⁾は、エアガンによる屈折法探査、マルチチャンネル反射法探査の基づく地下構造から、伊予灘海底に分布する活断層の直下に三波川帯と領家帯との境界断層を想定し、海底の地溝は基盤の右横ずれ断層によって形成されたプリアパートベースンと推定した。さらに伊予灘海域の中央構造線活断層系は、長浜北沖の屈曲部が大規模な引張性バリアに相当することから、ここで西側45kmと東側12kmのセグメントに分別した(図－Ⅱ.8.4)。

(2) 高知大学等の研究グループ

高知大学，広島大学，東大地震研究所等の研究グループは，5年前(1990)から伊予灘の東部において音波探査(ソノプローブ)とピストンコアリングに基づいて，当海域に分布する断層の性状・活動性を論じている。^{4) 5) 6) 7) 8) 11)} これは，1980年代に別府湾において海底地質構造を検討した際に用いた新しい研究手法を当海域に適用したものであり，調査規模，測線長は小さいが検討内容は詳細なものである。それによれば，堆積物の厚さが急増する層準に地震活動があったと推定し，その堆積物中に含まれる石灰質化石の¹⁴C年代から，約6,200年前と約4,000年前に断層活動があったと推定している。4,000年前以降にも活動があったと思われるが，残念ながら堆積速度の急減のため，断層活動跡が保存されていなかったが過去の活動間隔(6,200-4,000=2,200)から約2,000年(?)の活動間隔を推定している(図-II.8.5,6)。

また，露口ほか(1996)¹²⁾ は，伊予灘海域中央部において，バリア(barrier)を示すと思われる特異な隆起地形(N80°W方向)から，東側(伊予灘東部断層系)と西側(伊予灘西部断層系)の2つのセグメントに分割し，それぞれ性状をまとめている(図-II.8.7)。

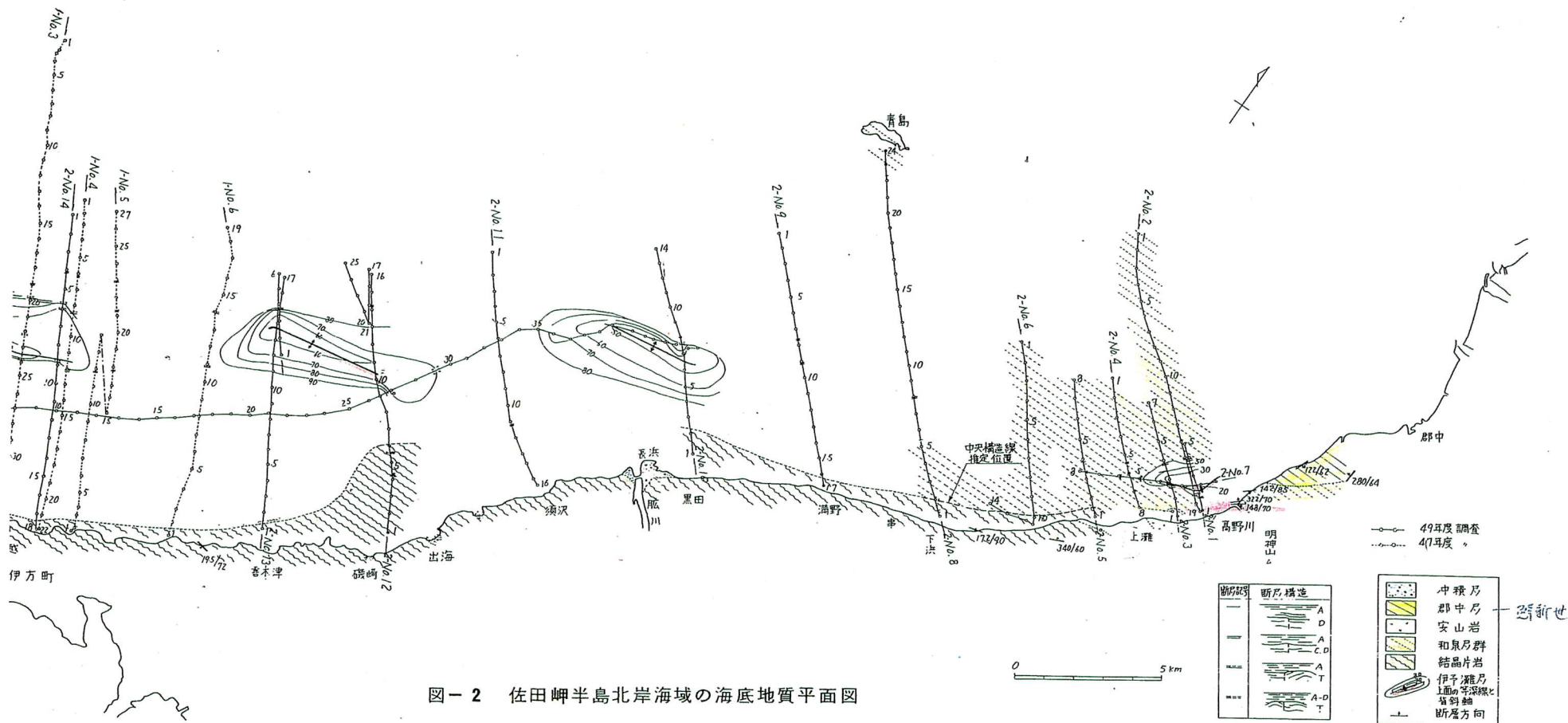


図-2 佐田岬半島北岸海域の海底地質平面図

図-Ⅱ. 8.2 緒方(1975)による伊予灘海域における海底断層の分布

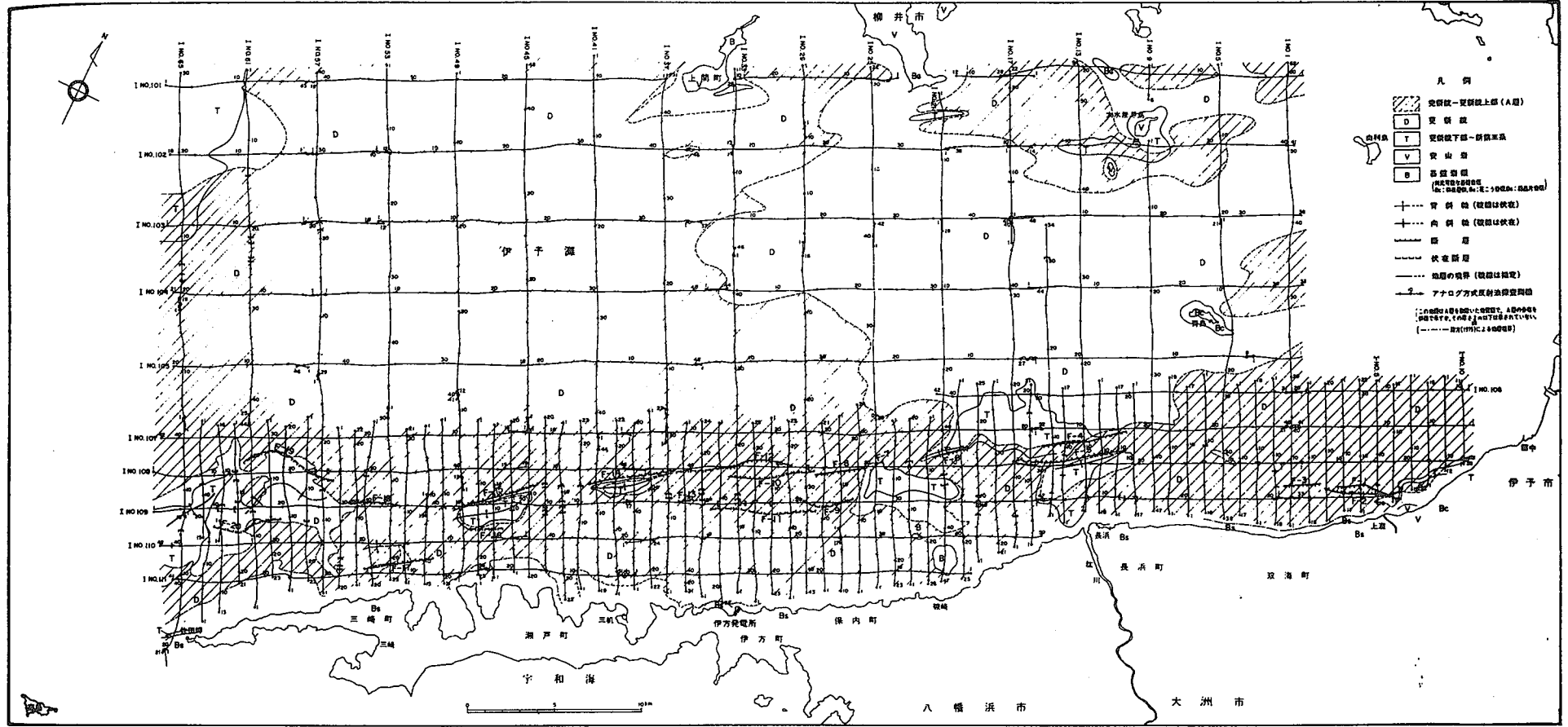


図- II. 8.3 四国電力(1984)による伊予灘海域における海底断層の分布

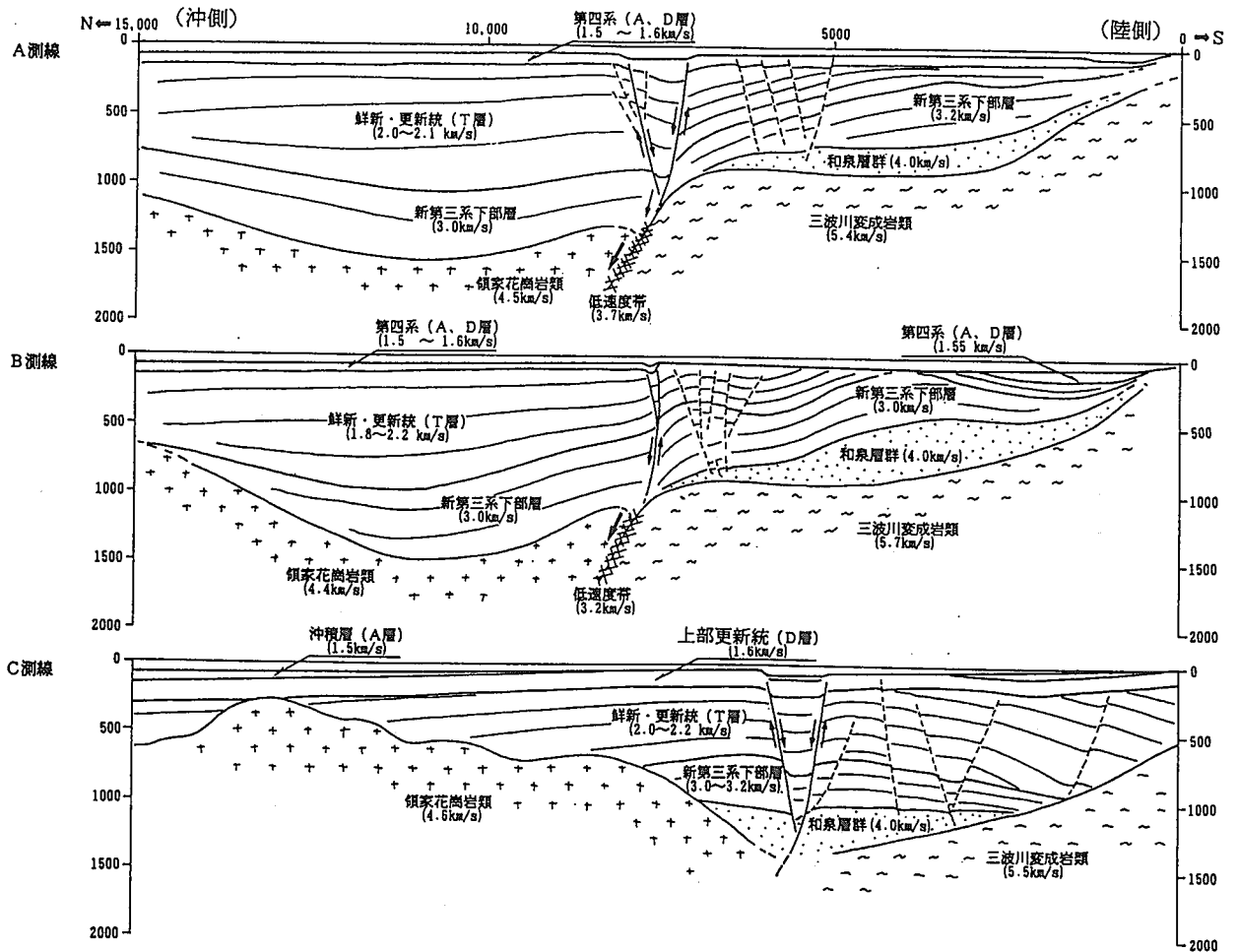
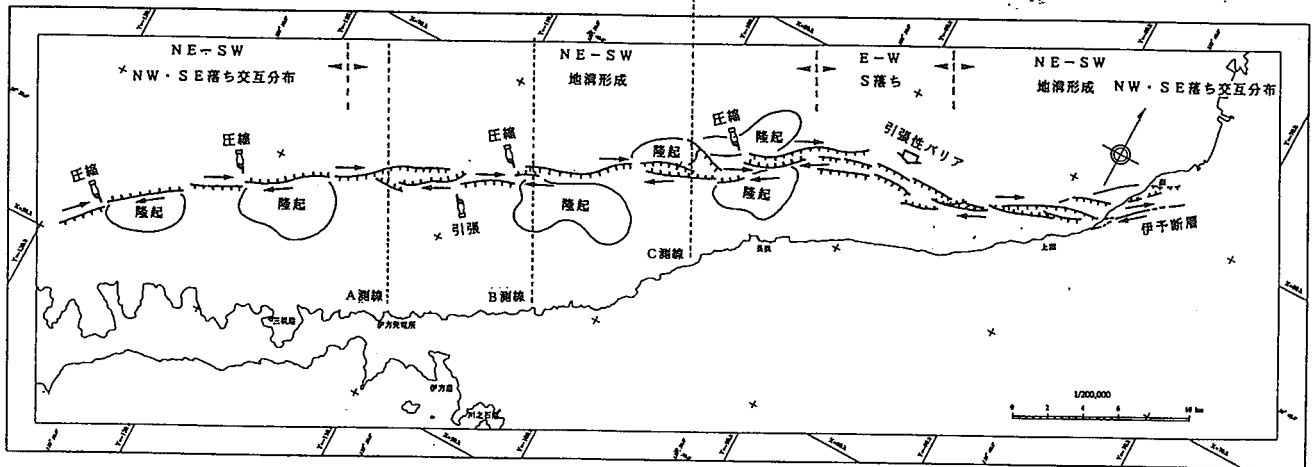
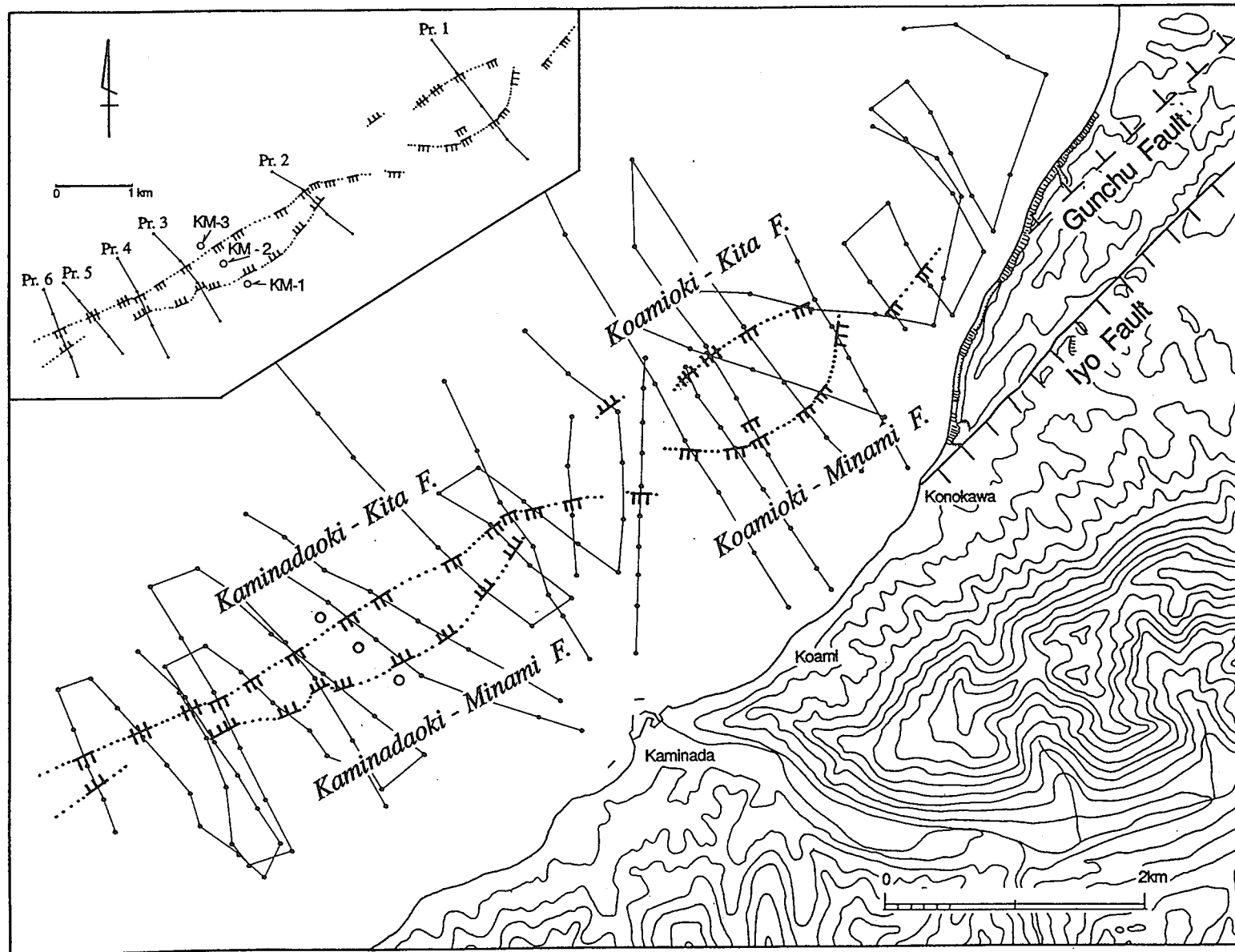


図-Ⅱ.8.4 大野ほか(1997)による伊予灘海域における海底断層の分布と地下構造

19



第2図. 愛媛県伊予郡双海町沖に分布する完新世の活動が認められる断層。
断層による相対的沈降側はケバ側であり、両側にケバがあるものは垂直変位をほとんど伴わない横ずれ断層である。白丸はコアリング地点を示す。代表的な音響断面(Pr. 1~6)は第5図および第6図を参照。

図-Ⅱ.8.5 小川ほか(1992)による愛媛県伊予郡双海町沖に分布する
完新世の活動が認められる断層

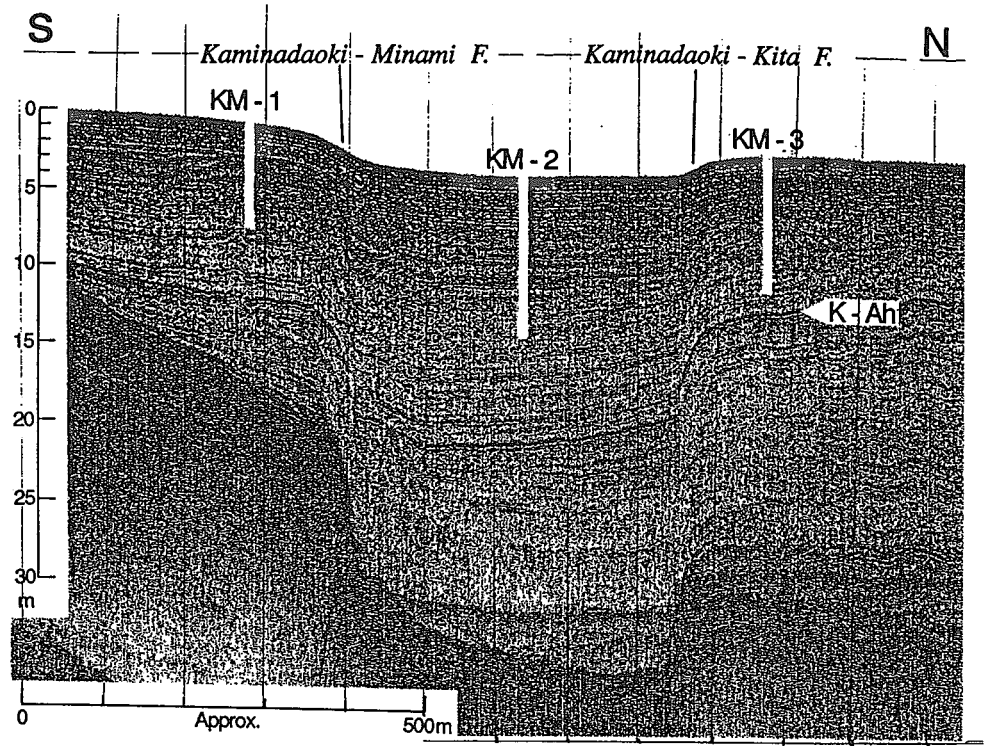
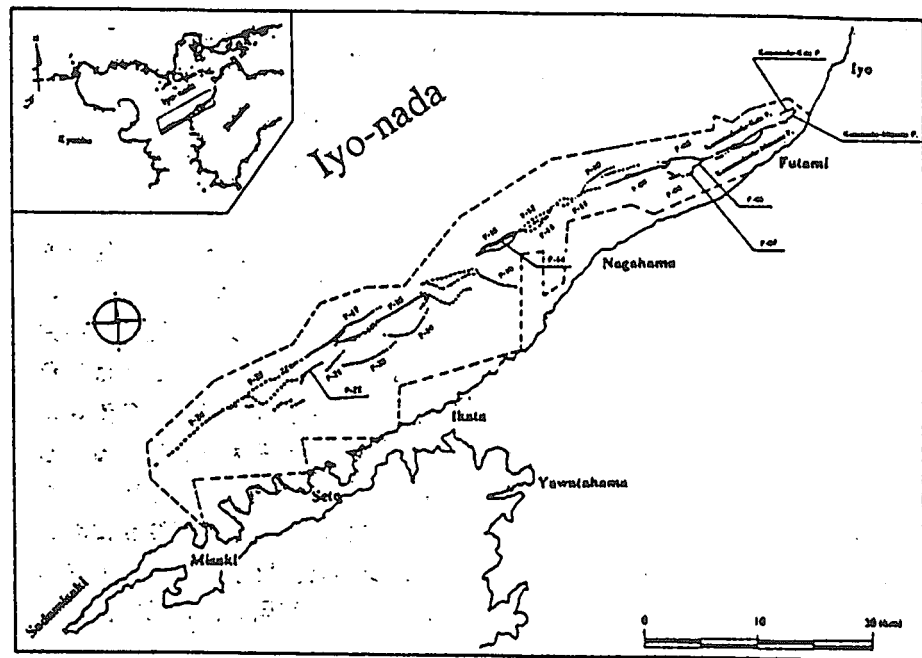


図-Ⅱ.8.6 小川ほか(1992)による上灘沖の断層凹地を横切る音響断面



伊予灘における活断層の分布 波線は調査海域を示す

図-Ⅱ.8.7 露口ほか(1996)による伊予灘における活断層の分布

21

(3) 国土地理院関係

一方、国土地理院¹⁴⁾ ¹⁵⁾ ¹⁶⁾ はほぼ時を同じくして伊予灘東部の音波探査をスーパーカー、ソノプローブにより実施し、大学研究グループよりやや広範囲かつ組織的な測線配置により東部海域の地質構造を記載している。これには陸域に近接する海域の断層等新しい知見も含まれている。国土地理院によれば、伊予灘東部において、伊予断層、郡中断層などの中央構造線活断層系に続くであろうと予想されるものを含め、多くの断層や撓曲を確認し、北落ち断層や南落ち断層が入り乱れている凸地形、凹地形を確認したと報告している(図-Ⅱ.8.8,9)。

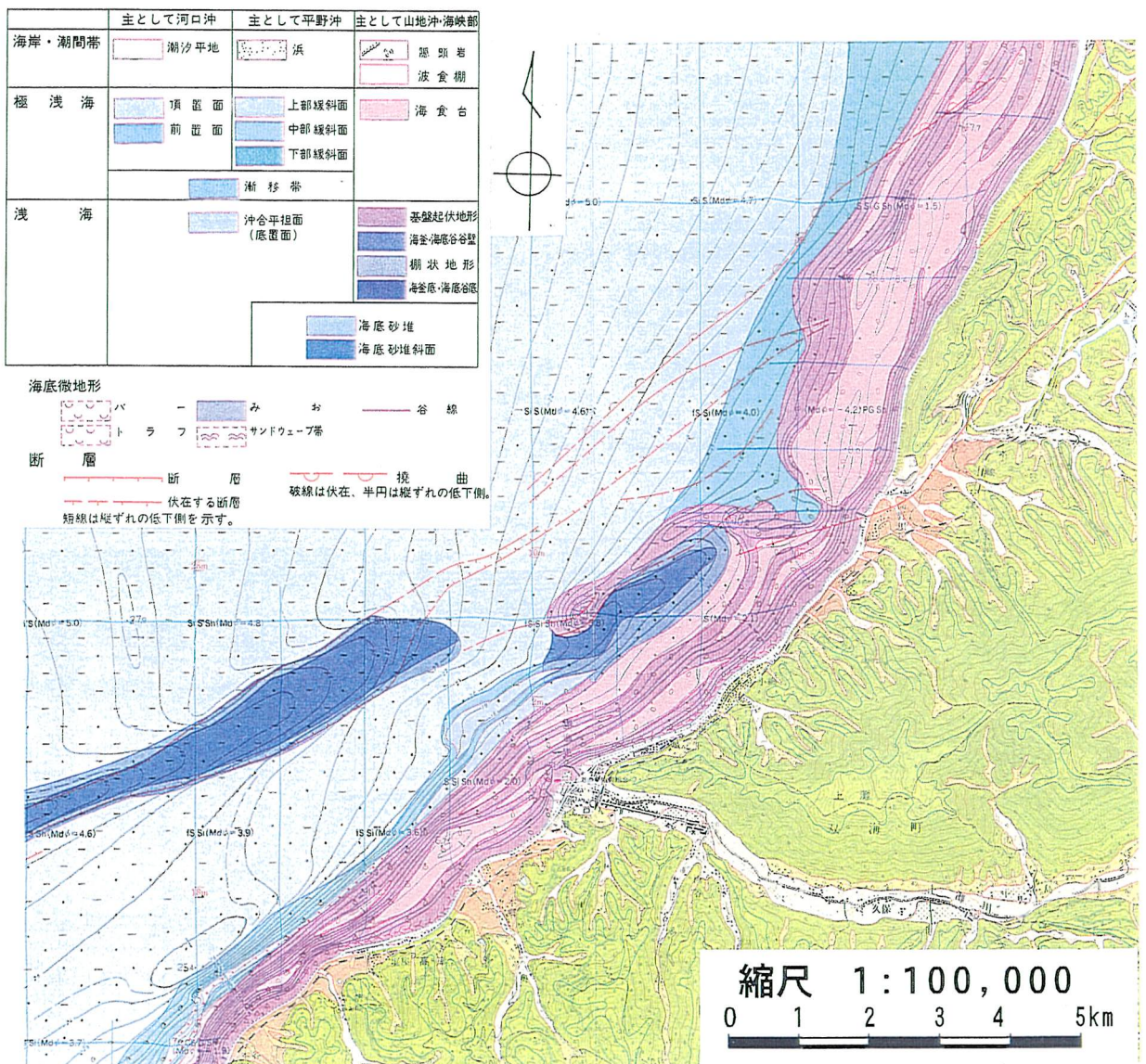
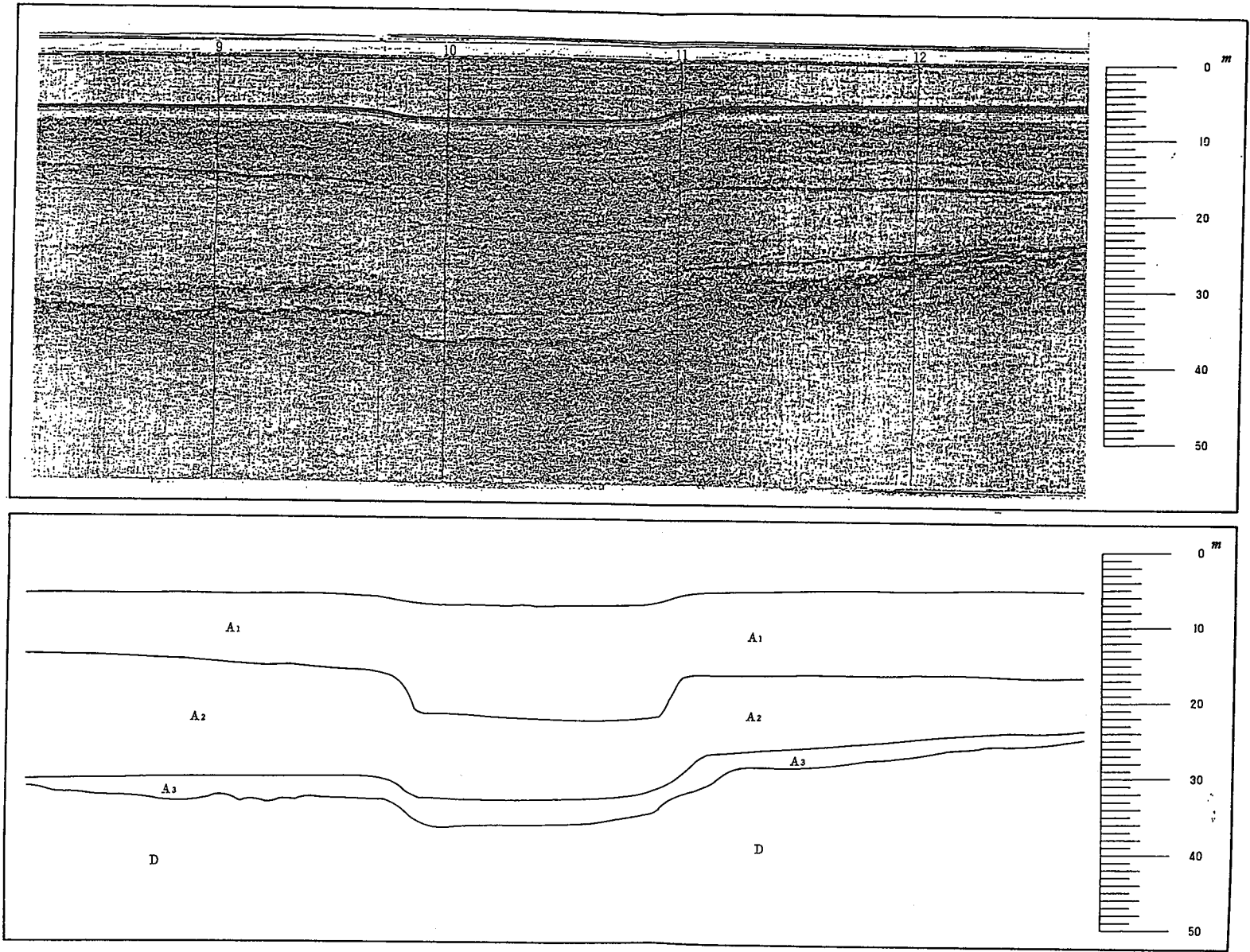


図-Ⅱ.8.8 国土地理院(1992)による調査海域周辺の地質



音波探査記録（ソノブローブ）：向き合った2つの活断層によって中央部が地溝状に落ち込む（(11)E-I 測線）。

第32-1図 音波探査記録例（ソノブローブ）
-105~106-

図-Ⅱ.8.9 国土地理院(1992)による音波探査記録

表-Ⅱ.8.1 文南犬抄録

<p>文献</p>	<p>1) 緒方正虔(1975) 佐多岬半島北岸海域の地質構造 -音波探査による海底地質の考察- 電力中央研究所報告, 研究報告: 375006</p>
<p>要旨</p>	<p>伊予灘海域の地質構造及び地史を明らかにするため1972~75年に3回の音波探査(スパーカー)を実施した。</p> <p>音波探査を実施した海域は伊予市の南の高野川沖より豊後水道を経て大分市の磯崎に至る長さ約95km, 幅約10kmの佐多岬半島北岸に沿う海域である。</p> <p>音波探査の記録より海底を構成している地層を6層に分類した。これらのうちの伊予灘層は背斜構造を形成し, 半島北岸の4~7km沖合いに分布していることが半明した。同層はN E E向の細長い堆積盆地に堆積した第二瀬戸内時階の地層と考えられる。和泉層群と結晶片岩の境界に位置する四国西部の中央構造線は, 海域では約7km続くことを確認した。しかし, 以西では和泉層群は分布せず, 結晶片岩は更新世の地層と接し, この状態は九州まで認められる。更新世の地層の表面には海底堆積物により埋積されたチャンネルが認められ, また, 伊予灘層には平頂丘が発達している。これらはウルム海退期に形成し, 海退期の海水位は少なくとも現在より80m低下していたと推定される。</p> <p>地層の種類及び地質構造上から海域の断層を次のように類別した。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 伊予灘層の堆積盆地の構造運動に伴って形成した断層 2) 伊予灘層と結晶片岩に挟まれたD層中の断層 3) 断続する凹地地形を有する地域の断層 4) 古高野川沿いの断層 <p>これらの断層のうち4)は陸上の伊予断層, 郡中断層などに関連があり, A層が堆積以後も断層活動があった可能性が考えられる。</p>
<p>摘要</p>	<p>伊方地点周辺海域における最初の調査報告である。日活(1980), 新日活(1991)の図示は本文献を主としている。</p> <p>測線間隔が広いため, 詳細な断層の連続性は不明である。</p>

24

<p>2) 文献</p>	<p>四国電力株式会社 (1984) 伊方発電所原子炉設置変更許可申請書</p>																				
<p>要旨</p>	<p>本文献は、伊方発電所の3号炉増設のための申請書類であり、気象、地盤、水理、地震、社会環境等の様々な調査が実施されている。ここでは、本報告書の海域調査に係る部分を取りまとめた。</p> <p>四国電力(株)は、伊予灘および宇和海域において、アナログ方式反射法探査(102測線, 2,077km), 伊予灘海域において屈折法探査(3測線, 45km), デジタル方式反射法探査(32測線, 199km)を実施し、伊予灘東部海域でも、100kmを越える探査が行われている。</p> <p>これらの探査結果をもとに、下表の様に伊予灘海域の地層を分類している。</p> <p style="text-align: center;">探査記録パターンの分類表</p> <table border="1" data-bbox="464 920 1476 1429"> <thead> <tr> <th>パターンの分類</th> <th>パターンの特徴</th> <th>推定される地質</th> <th>対応が考えられる陸上層</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A層</td> <td>白く抜けたパターン, 微弱な層理及びゴマ塩状</td> <td>未固結の泥質及び砂質の堆積物</td> <td>沖積層</td> </tr> <tr> <td>D層</td> <td>ほぼ水平な連続する層理, ところによりゴマ塩状, 斜交層理, ほとんど褶曲構造を示さず</td> <td>未固結~半固結の泥質・砂質及び礫質の地層</td> <td>段丘堆積物 大分層群上部層 八倉層</td> </tr> <tr> <td>T層</td> <td>連続する数条の平行層理, ところにより斜交層理, 波状パターン, 一般に褶曲構造を示し, 緩く傾斜</td> <td>半固結の泥質・砂質層の互層 (伊予灘層)</td> <td>郡中層 大分層群上部層 碩南層群</td> </tr> <tr> <td>B層</td> <td>全体としてモヤモヤしており, 細かな回折波の集合及び急傾斜の平行層理</td> <td>硬質岩盤</td> <td>和泉層群(Bc層) 礫花崗岩類(Bc層) 三波川成岩類(Bs層)</td> </tr> </tbody> </table> <p>また、伊予灘東部海域では、数条の断層を推定し、探査記録パターンから、A層下部、D層、T層に変位を与え、A層およびA層上部、D層上部には、変位を与えていないとしている。</p>	パターンの分類	パターンの特徴	推定される地質	対応が考えられる陸上層	A層	白く抜けたパターン, 微弱な層理及びゴマ塩状	未固結の泥質及び砂質の堆積物	沖積層	D層	ほぼ水平な連続する層理, ところによりゴマ塩状, 斜交層理, ほとんど褶曲構造を示さず	未固結~半固結の泥質・砂質及び礫質の地層	段丘堆積物 大分層群上部層 八倉層	T層	連続する数条の平行層理, ところにより斜交層理, 波状パターン, 一般に褶曲構造を示し, 緩く傾斜	半固結の泥質・砂質層の互層 (伊予灘層)	郡中層 大分層群上部層 碩南層群	B層	全体としてモヤモヤしており, 細かな回折波の集合及び急傾斜の平行層理	硬質岩盤	和泉層群(Bc層) 礫花崗岩類(Bc層) 三波川成岩類(Bs層)
パターンの分類	パターンの特徴	推定される地質	対応が考えられる陸上層																		
A層	白く抜けたパターン, 微弱な層理及びゴマ塩状	未固結の泥質及び砂質の堆積物	沖積層																		
D層	ほぼ水平な連続する層理, ところによりゴマ塩状, 斜交層理, ほとんど褶曲構造を示さず	未固結~半固結の泥質・砂質及び礫質の地層	段丘堆積物 大分層群上部層 八倉層																		
T層	連続する数条の平行層理, ところにより斜交層理, 波状パターン, 一般に褶曲構造を示し, 緩く傾斜	半固結の泥質・砂質層の互層 (伊予灘層)	郡中層 大分層群上部層 碩南層群																		
B層	全体としてモヤモヤしており, 細かな回折波の集合及び急傾斜の平行層理	硬質岩盤	和泉層群(Bc層) 礫花崗岩類(Bc層) 三波川成岩類(Bs層)																		
<p>摘要</p>	<p>1984年に提出された、伊方発電所の3号炉増設のための申請書類である。</p> <p>探査結果をもとに海底の地層を分類し、段丘堆積物を変位させ、沖積層およびその上部に覆われている断層を推定している。</p>																				

表- II. 8. 3 文南犬抄録

<p>文献</p>	<p>3) 大野裕記・小林修二・長谷川修一・本荘静光・長谷川正 (1997). 四国北西部伊予灘海域における中央構造線活断層系の深部構造とセグメンテーション 四国電力(株)・(株)四国総合研究所期報, 第68号, 48-59.</p>
<p>要旨</p>	<p>筆者らは伊予灘海域において1982年に実施されたマルチチャンネル反射法探査および屈折法探査データを使用し、一部最新の解析手法を用いて再解析し、中央構造線活断層系の深部構造について検討した。反射法探査は中深部探査、屈折法探査は速度構造断面を得るために実施されたもので、後者ではハギトリ法と折衷法 (GR法) により再解析を行っている。</p> <p>両探査の解析結果および既調査の対比から、地層分類を行い、A, B, C測線の3断面について深部地質構造解釈図を示した。また、四国電力 (1984), 国土地理院 (1992), 露口ほか (1996) に基づき、深部の中央構造線を直接反映していると考えられる断層と、T層 (郡中層および相当層) の隆起域の分布を示した断層分布図を作成した。</p> <p>これらの結果から、地下深部構造とセグメンテーションについて以下のようにまとめている。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 佐田岬半島北沖合7~8kmの伊予灘海底に分布する中央構造線活断層系の直下に三波川帯と領家帯との境界断層 (中央構造線本体) が推定される。この断層面は、いずれも北へ高~中角度に傾斜している。 2) 伊予灘海域の中央構造線活断層系は、海底では地溝を形成しているが、地下では領家帯と三波川帯の境界断層 (中央構造線) に収斂されている。したがって、地溝は、基盤岩中の右横ずれ断層運動によって形成されたプルアパートベーズンと推定される。 3) 和泉層群の分布は、三波川帯と領家帯との境界断層の南側に主に分布し、三波川変成岩類との境界面は北へ低角度で傾斜し、かつ、湾曲している。 4) 中央構造線の活動は、伊予灘東部では、古くから右横ずれ断層運動が卓越するのに対して、中央部から西部にかけては正断層運動が顕著であった。これは、中央構造線の活動が伊予灘西方の別府湾以西の正断層運動が卓越する区間から、四国の右横ずれ断層運動の卓越する区間へ移る場所であることを示している。 5) 伊予灘海域の中央構造線活断層系は、長浜沖の屈曲部が大規模な引張性バリアに相当することから、この部分で大きく2つのセグメントに区分できる。西側のセグメントの長さは、約45kmで、詳細には多くの小セグメントから構成される。これより東側の活断層12kmは、伊予断層に連続する可能性が高い。
<p>摘要</p>	<p>露口ほか (1996) は伊予灘海域の中央構造線活断層系を中央部の特異な隆起地形から、長さ28kmの伊予灘東部断層系と長さ27km伊予灘西部断層系にセグメント区分している。これに対し、本研究では、長浜の北方沖の断層屈曲部を、沈降地形からも引張性バリアである可能性が高いことや断層の分布形態から、西側セグメント45km、東側セグメント12kmに区分し、セグメント区分が異なっている。</p>

26

表- II. 8. 4 文南抄録

<p>4) 文献</p>	<p>中田高・岡村真・小川光明・堤浩之・島崎邦彦(1990) 中央構造線(松山沖)の後期完新世地震活動 地震学会講演予稿集, 秋季大会, 322。</p>
<p>要旨</p>	<p>松山沖の中央構造線系伊予断層延長部において音波探査及びピストンコアラーによる試料採取(約11m, 2地点)を行った。採取試料から, アカホヤ火山灰層(約6300年前)に相当する音響反射面が同定された。(断層による)地溝部両側の堆積速度は約1.6mm/年と推定され, 最新イベントが約1300年前に発生した可能性がある。</p>
<p>摘要</p>	<p>1990年に実施された第一次調査の速報である。音波探査の方法はソノプローブである。 明記されていないが, アカホヤ火山灰層をピストンコアラーで直接抜いた訳ではないらしい。</p>

表- II. 8. 5 文南大抄録

<p>5) 文 献</p>	<p>堤浩之・中田高・岡村真・小川光明・島崎邦彦(1990) 伊予灘北東部海底における中央構造線 日本地理学会講演予稿集, (38), 176-177。</p>
<p>要 旨</p>	<p>伊予灘北東部海域で音波探査を実施し, 中央構造線の延長と考えられる2本の断層を認めた。長さは確認部分で4 km, 両者の間は地溝状に落ち込んでおり, 幅は80~520mである。2本の断層をそれぞれ上灘沖北断層, 同南断層と命名した。 明瞭な反射面であるアカホヤ火山灰を基準に, 平均垂直変位速度は, 1.0mm/年以上と求められ, 陸域中央構造線よりも大きい。 特定層準間で変位量が変わっているのでイベントの識別が可能と考えられる。</p>
<p>摘 要</p>	<p>1990年第一次調査の報告で, 断層を図示した最初の文献である。 アカホヤの根拠は示していない。</p>

表- II. 8. 6 文南抄録

<p>6) 文 献</p>	<p>堤浩之・中田高・小川光明・岡村真・島崎邦彦(1990) 伊予灘北東部海底における中央構造線 活断層研究, 8号, p. 49-57。</p>
<p>要 旨</p>	<p>四国電力(株)によるF-1~F-5断層付近の音波探査を1990年4月に、またピストンコアラーによる海底試料の採取を同6月に行った。</p> <p>断層は陸上の伊予断層の延長線上に位置し、向かい合った2条の断層により海底面にも影響を及ぼす地溝状の落ち込みを形成している。地溝の形態及び幅は大きく変化する、地溝の幅と断層の変位量との関係は、採取された試料中のアカホヤ火山灰層によりある程度の正の相関が認められた。</p> <p>断層によるアカホヤ火山灰層(推定噴出年代は6,300年前)の変位量は、最大で12.8mに達し、そこでの平均垂直変位速度は2.03mm/年となり、陸域の中央構造線よりも1桁大きい。</p> <p>地層は断層を挟んで下位のものほど大きく食い違っており、変位の累積性を示している。地層の変位量は、上位に向かって徐々に小さくなるのではなく、数層準にわたって変位量が等しいものと、ある層準で急激に量が減少するものがあり、これらが断層に沿って間欠的に発生する地震による変位を受けているものと考えられる。</p>
<p>摘 要</p>	<p>第一次調査(1990)の総括報告である。ただし、コアの分析は今後さらに検討するとしており、活動年代を定量的には述べていない。</p>

29

表-Ⅱ.8.7 文南大抄録

<p>7) 文 献</p>	<p>岡村真・小川光明・中田高・堤浩之・島崎邦彦・千田昇(1991) . . . 正・逆・横ずれ各断層の音波探査記録とコア試料解析 文部省科学研究重点領域研究「活構造の研究における新手法の検討と地震予知」, 65-70。</p>
<p>要 旨</p>	<p>中央構造線沿いの活断層について三河湾～別府湾の6ヶ所で音波探査を実施した。 伊予灘、別府湾ではピストンコアリング結果と合わせて断層の発達過程を検討した。 MTLの活動は地域により多様であるが、数km～10数kmのオーダーの部分に分かれて活動し、その中では規則的な断層活動が生じているようである。 別府湾では伊予灘沖から続く完新世活動による右横ずれとテンションクラック形成の断層活動が最も顕著に観測され、最新の活動は約700年前で、6300年前からの累積変位は20mに及ぶ。</p>
<p>摘 要</p>	<p>MTL沿いの各海域での調査結果をまとめた最初の報告である。 MTL以外の個々の記録、断層性状の記載も行っている。 各地点の調査の詳細(時期、方法)については述べていない。</p>

表- II. 8. 8 文南抄録

<p>8) 文 献</p>	<p>小川光明・岡村真・山口智香・島崎邦彦・中田高・堤浩之(1991) 中央構造線上灘沖北断層の完新世活動史 —ピストンコア試料からみた活動履歴— 日本地質学会講演要旨, 343。</p>
<p>要 旨</p>	<p>堤ら(1990)³⁾の結果に加えて, さらに正確な断層分布を知るため音波探査を行った。既知の2断層と陸域MTL系との間に2本の新しい活断層を確認し, 小網北断層, 同南断層とした。これらの断層は左雁行配列を成し, 最近の右横ずれ応力場を示唆する。</p>
<p>摘 要</p>	<p>第二次調査(90.11~91.1)結果の速報である。1ページのみであり, 図面や手法説明はない。</p>

表- II. 8. 9 文南犬抄金録

<p>9) 文 献</p>	<p>岡村真・小川光明・中田高・堤浩之・島崎邦彦・千田昇(1991) .. 中央構造線沿いの浅海底(別府~伊予灘)の活断層 日本地質学会学術大会第98年講演要旨. 66-67。</p>
<p>要 旨</p>	<p>岡村ほか⁴⁾と同じため省略。</p>
<p>摘 要</p>	<p>文献名は異なるが、4)と本文は全く同じである。ただし、図面は伊予灘のみを付している。また、4)で「ピストンコアの先端はK-Ah(アカホヤ)に到達」とした図説は削除している。</p>

表- II. 8. 10 文南犬抄録

<p>10) 文 献</p>	<p>岡村真・中田高・千田昇・島崎邦彦(1991) 西南日本の浅海底に記録された中央構造線系活断層の完新世活動 日本第四紀学会講演要旨集, 14-17。</p>
<p>要 旨</p>	<p>中央構造線活断層系は、西南日本の浅海底に広く分布し、そこでは侵食された基盤の上にオンラップする完新世の連続した堆積物中に、断層の活動記録もまた記録・保存されている。</p> <p>これまでに東より三河湾、友ガ島水道域、鳴門海峡、伊予灘、別府湾、雲仙西方の橘湾や八代海で音波探査を行い、さらにそのうち伊予灘と別府湾では海底下18mまでの連続試料を採取した。</p> <p>伊予灘では、断層付近の海底下約 10-20mの音響反射面が6300年前の火山灰層（アカホヤ）であることが半明した。この層の上下変位量は最大12.8mであり、この断層はA級の上下変位速度を持つ。また、海底下約 1 mの層準で約 3 mの上下断層変位が見いだされた。年代測定はまだ行われていないが、堆積速度一定の仮定から約 600年前の活動と推定される。</p> <p>各地の結果から、西南日本の浅海底に捕らえられた中央構造線系活断層は、四国東部では一本であったものが、西部では引張性の割れ目を伴う右横ずれ断層系に、さらに九州では北部がより活動的なスプレイ状に分散する様子がとらえられた。</p>
<p>摘 要</p>	<p>既往の調査結果のまとめであるが、鳴門や雲仙を含めて各地のソノプローブ記録を示している。第四紀学会の場であるためか、各地MTL系断層の性状比較に重点がおかれている。</p> <p>本論文（これ以前のものを含む）で、伊予灘北東部の最新活動時期を数 100年前としたことは、翌年の総合報告⁹⁾では否定されている。堆積速度などの検討結果か、主報告者の見解の違いかは分からない。</p>

<p>11) 文 献</p>	<p>小川光明・岡村真・島崎邦彦・中田高・千田昇・中村俊夫・宮武隆・前杵英明・堤浩之(1992) 伊予灘北東部における中央構造線海底活断層の完新世活動 地質学論集, 第40号, 75-97。</p>
<p>要 旨</p>	<p>愛媛県伊予郡双海町沖において, 高分解能ソノプローブを用いた詳細な音波探査を実施し, 中央構造線活断層系の正確な分布と形態を記載した。さらに, 断層を挟んだ地点からピストンコア試料を採取し, それらを対比することにより, 断層活動の時期を解読した。この海域に分布する中央構造線は, 左雁行に配列する計4本の断層から構成されており, そのうちの1本(上灘沖北断層)には完新世における明瞭な右ずれ運動が認められる。また, この断層は近接する他の断層と同時に活動することにより, 細長い地溝を形成する。その活動時期は, 石灰質化石の^{14}C年代測定から, 約6200年前と約4000年前であると推定された。4000年前以降にも活動があったと思われるが, 残念ながら堆積速度の急減のため, 断層活動が保存されていなかった。本地域での活動性に, 陸上のトレンチ調査から解読された活動性を加味すると, 四国における中央構造線は, 少なくとも3つ以上の領域に分かれ, それぞれが約2000年の間隔で活動を繰り返していると考えられる。</p>
<p>摘 要</p>	<p>第二次調査(1990. 11, 1991. 1)の総合報告であるが, 第一次調査(1990. 4~6)結果を含めた総括である。音波探査手法や, コアの検討内容も詳細に記されている。図示された断層等の位置はやや疑問があるが, 測定の精度の問題と考えられる。文献レビューの中で, 緒方(1975)¹³⁾と四国電力(1984)が矛盾するように記しているがこれは申請書の誤読と思われる。ピストンコアリングでは, アカホヤ層の試料は直接には得られなかったと記してあり, 岡村ほか(1991)⁴⁾の記載とは矛盾している。</p>

<p>12) 文 献</p>	<p>露口耕治・松岡裕美・岡村眞（高知大学理学部）（1996） 伊予灘における中央構造線系海底活断層の分布とセグメンテーション 日本地質学会，第 103年学術大会講演要旨</p>
<p>要 旨</p>	<p>本調査では，佐田岬半島に沿うように東西約60km，総測線96本の高分解能音波探査を実施し，当海域における断層の分布，発達形態を明らかにし，セグメント区分を試みている。その結果は，以下の通りである。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 伊予灘にN60E方向にのびる長さ約55kmの断層系を確認し，その分布形態が，left-stepping を示すことから，伊予灘における中央構造線活断層系は右横ずれ運動を示唆している。 2) 本海域中央部において，barrier を示すと思われる特異な隆起地形（N80W方向）から，東側（伊予灘東部断層系）と西側（伊予灘西部断層系）の2つにセグメントを分割した。 3) 伊予灘東部断層系は南落ちの変位が卓越し，北傾斜の断層と対をなして，長さ約28km幅約3kmの非常に細長いベーズンを形成している。また，音響断面から読みとれる垂直方向の平均変位速度は，東端で非常に小さくなるものの，中央部から西部にかけては，1.2～3mm/yearと見積もられる。 4) 伊予灘西部断層系は長さ約27km幅約5kmで，東部断層系に比べやや幅広い分布を示す。北傾斜の卓越する断層は，南傾斜の2本またはそれ以上の断層と対をなしてベーズンを形成している。また，平均変位速度は，東端で1.2mm/year，中央部から西部にかけて2.2～3mm/yearと見積もられる。
<p>摘 要</p>	<p>佐田岬半島に沿うように東西約60km，総測線96本の高分解能音波探査を実施し，当海域における断層の分布，発達形態を明らかにし，セグメント区分を試みた最初の調査報告である。</p>

表- II. 8. 13 文南犬抄少金録

<p>13) 文 献</p>	<p>小松公男・松本宏彰・江崎豊充・斉藤保・福島康博(1991) 松山周辺地域の地形と地質 日本応用地質学会平成3年度発表会予稿集, 93-96。</p>
<p>要 旨</p>	<p>沿岸海域地形図, 同土地条件図を作成する目的で, 愛媛県松山市から長浜町にかけての海域で平成2年7月から8月に海底地形・地質調査を実施した。海域での調査は音響測深, 音波探査, 採泥等を行った。</p> <p>音波探査結果から, 海域の地層をA層(A₁ ~ A₃, 沖積層), D層(D₁ ~ D₅, 洪積層)及びB層(基盤岩類)に区分した。中央構造線活断層系の海域への延長として予想される断層は, 堤ほか(1990)³⁾ 岡村ほか(1991)⁶⁾ に示された各断層が認められた。上灘沖断層で地溝状に変位しているA₁層とA₂層の境界はアカホヤ火山灰層の層準に相当すると考えられる。</p> <p>また, 上灘から長浜間の海岸沿いにかけて分布する断層が新たに認められた。ここでは, 水深15~25m付近の斜面上に細かい凹凸地形が見られ, その新鮮な形状から形成時期はさほど古いものではないと考えられる。</p> <p>これまで, 四国西部の中央構造線活断層系は, 第四紀に右横ずれ成分の卓越した活動で知られている。こうした陸上での横ずれのセンスが, 上灘から長浜沖の西部の海域では, 地溝状の地形を形成するような張力のセンスへと移り変わる場であると考えられる。</p>
<p>摘 要</p>	<p>1/25,000沿岸海域土地条件図「郡中」, 「串」の調査データを学会発表したものである。断層箇所の解析は大学関係と同様ソノプロブによっており, 記録の質もほぼ同様であるが, より広範囲を組織的に測線設定して分布を示している。</p> <p>海岸沿いの断層は新知見であるが, この論文からは性状は不明である。</p>

表- II. 8. 14 文南大抄録

<p>文献</p>	<p>14) 国土地理院(1992) 1 : 25, 000沿岸海域土地条件図「郡中」 15) 建設省国土地理院(1992) 沿岸海域基礎調査報告(郡中地区) : 国土地理院技術資料. D・3-No.64</p>
<p>要旨</p>	<p>1/25, 000地形図「郡中」範囲の陸域及び海域の地形, 断層, 底質などを図示した。海域の地質の解析は主として本調査で得られた音波探査記録により行い, さらに底質調査の結果や海底地形の考察, ボーリング資料, 既存文献を参考にした。本調査での音波探査はソノプローブとスパーカーで行い, 主に浅層はソノプローブ, 深層はスパーカーの記録を用い, 記録上では音響的反射面, 層相, そして反射パターンに着目して解析した。その結果上位よりA層(A₁ ~ A₃層), D層(D₁ ~ D₅層)及びB層に区分した。</p> <p>当海域の音波探査によって, 郡中断層, 伊予断層などの中央構造線活断層系に続く断層と推定されるものを含め, 多くの断層や撓曲を確認した。北落ち断層や南落ち断層が入り乱れており, 海底面(地形)に断層活動の影響が現れているため, 凸地形や凹地形が認められる。断層及び撓曲はA層を変位させている活断層・活撓曲, D層以下を変位させている活断層・活撓曲に分けて表示した。</p> <p>音波探査から読み取った垂直変位は大きいもので約15mに達している。水平変位の場合は記録からは読み取ることが困難であるが, 四国での中央構造線が右横ずれの運動をしていることから, さらに大きいと考えられる。</p>
<p>摘要</p>	<p>図示範囲は四国電力(1984)の東部海域, 大学グループ調査海域⁹⁾とほぼ同じであるが, ここでは撓曲や推定断層を含め10数本を表示している。このうちA層(沖積層相当, 完新統よりやや広くとっている)を変位させている断層は3本, 撓曲は1本の一部であるとしている。</p> <p>音波探査測線間隔は全体で約1.2km間隔, 沿岸部で約0.6kmと詳細なものである。</p>

37

表-Ⅱ.8.15 文南大抄録

<p>16) 文 献</p>	<p>国土地理院(1992) 1 : 25, 000沿岸海域土地条件図「串」</p>
<p>要 旨</p>	<p>1/25, 000地形図「串」範囲内(内陸部を除く)の陸域・海域の地形, 断層などを図示した。海底地層区分「郡中」¹⁰⁾と同じである。 当海域の音波探査によって, 多くの断層を確認し, それぞれA層を変位させている活断層, D層以下を変位させている活断層に分けて表示した。断層系は2系列あり, ひとつは図葉南西部の「郡中」図幅から続く, 郡中断層, 伊予断層などの活断層系に続くと推定されるもの。もうひとつは沿岸部にある狭義の中央構造線に一致する断層である(表紙)。この断層は沿岸部の斜面にある海砂採取地と位置が重なり, 音波探査記録が乱れ, 断層を確認できないところが多く, さらに東西に伸びる可能性がある。これら2つの断層系は前者が前縁断層, 後者が境界断層の関係にある。</p>
<p>摘 要</p>	<p>A層変位の断層は3本表示してある。 陸域に接近した活断層は新しい知見である。平均して海岸から約250m沖合いを海岸に平行して表示している。これまでここまで近づいた調査船はなかった。 ただし, ソノプローブ記録(表紙)や上記の人工改変などの記載から見て, 真に連続性のある構造的断層か否かは疑問が残る。</p>

<p>17) 文 献</p>	<p>佃 栄吉 (1996) 中央構造線活断層系のセグメンテーションと周辺の地質構造 テクトニクスと変成作用 (原 郁夫先生退官記念論文集), 創文, 250-257</p>
<p>要 旨</p>	<p>四国西部の佐田岬半島地域から紀伊半島西部までおよそ 340kmほど連続する中央構造線活断層系のセグメンテーション問題に関して, 周辺活構造との関係を中心として, 古地震活動, 断層の形態的特徴などを考慮して総合的に検討した。その結果, 本論文では試論として, 中央構造線活断層系を15の小セグメントに分割した。また, それらをグルーピングして, A~Gの大きく7つの大セグメントに分割した。それぞれの長さは西からA:27km, B:38km, C:62km, D:82km, E:34km, F:31km, G:43kmである。これらの各断層セグメントは地震発生の際, それぞれ独立して一度に破壊すると考えられるものである。この大セグメント区分は, 紀伊水道の沈降軸, 剣山の背斜軸の西縁, 肱川傾動軸など中央構造線にほぼ直交するような, 活断層に示される前弧の運動様式 (西進運動) が密接に関係しているように見える。</p> <p style="text-align: center;">A : 伊予灘西部断層 B : 伊予灘東部断層と伊予断層 C : 川上断層, 岡村断層, 石鎚断層, 畑野断層 D : 池田断層, 三野断層, 父尾断層, 神田断層 E : 鳴門海峡断層 F : 友ヶ島水道断層 G : 根来断層, 五条谷断層</p>
<p>摘 要</p>	<p>セグメントBは伊予灘東部断層系 (28km) および伊予断層 (12km) からなる。両断層はその境界部である双海町高野川沿岸域で, 南北方向に1km程度しか離れていないので, 一連のセグメントと評価している。これは四国帯の肱川の傾動域とほぼ一致するとしている。</p>

8.3.3 文献断層

四国電力(1984)²⁾，小川ほか(1992)¹¹⁾の大学の研究グループの報文及び国土地理院1/25,000沿岸海域土地条件図「郡中」(1992)¹⁴⁾及び「串」(1992)¹⁶⁾で示された断層は、図－Ⅱ.8.10 海域部文献断層位置図に示すとおりである。また、各機関の音波探査の仕様を表－Ⅱ.8.17の示す。

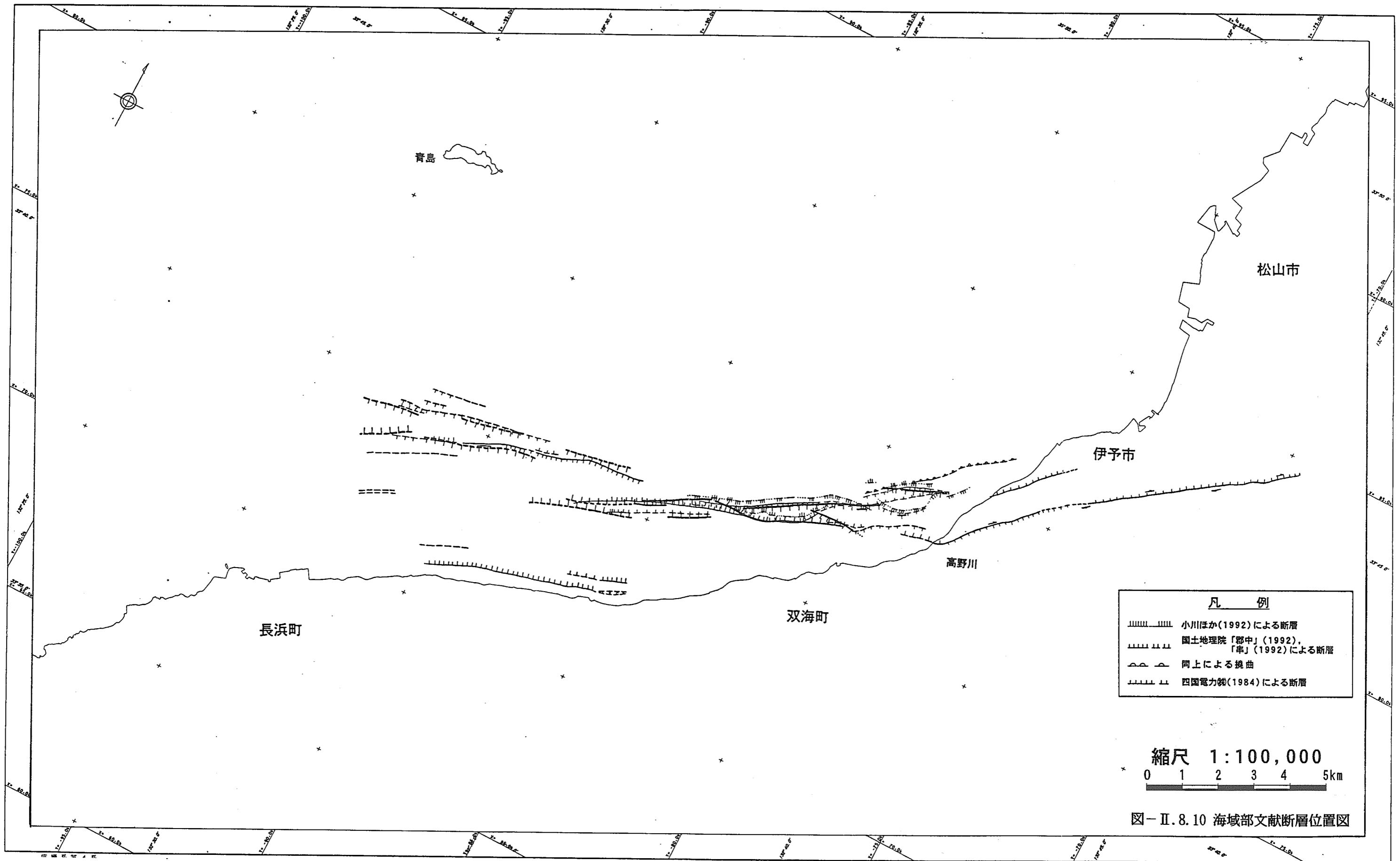
それらの内、主なものは測量方法の違いを考慮すればほぼ同一の断層を示しているものであり、両文献の断層のつながりに差が見られるのは、記録の質、測線方向、測線間隔等の違いによるものと思われる。

また、大学の研究グループによる文献は多数報告されているが、小川・ほか(1992)¹¹⁾の文献がそれらを総合的に総括したものであり、断層を示した図面も1/50,000と大縮尺であることから、本報告ではこの文献を代表させることとする。

なお、付図－18に今回調査した文献断層をとりまとめた。

表－Ⅱ.8.17 各機関の音波探査の仕様

		四国電力		大学研究グループ	国土地理院	
		スーパーカー		ソノプローブ	スーパーカー	ソノプローブ
探査機器	型式	NE-19C	NE-17D	SP-3W	NE-19C2	SP-II
	音源	水中放電		磁歪振動子	水中放電	磁歪振動子
	製作所	日本電気(株)		海上電気(株)	日本電気(株)	海上電気(株)
探査仕様	エネルギー	700J	700J	36J	200J	36J
	記録幅	400mm	480mm	300mm	480mm	150mm
	記録レンジ	400m	400m	60m	100m	60m
	測位方法	電波測位法		GPS、一部トランソット	電波測位法	電波測位法



凡 例

- ||||| 小川ほか(1992)による断層
- ||||| 国土地理院「郡中」(1992), 「串」(1992)による断層
- 〰〰〰 同上による拗曲
- ||||| 四国電力(1984)による断層

縮尺 1:100,000

0 1 2 3 4 5km

図-Ⅱ.8.10 海域部文献断層位置図

8.3.4 海域部の活断層の分布位置

既存文献を解析し、海域部の活断層の分布位置について検討した。検討方法としては、調査測線密度が高く、小川ほか(1992)¹¹⁾と類似した測線のある四国電力(株)(1984)²⁾の調査結果をもとに音響断面図を解析した。

音波探査記録の解析にあたっては、表-Ⅱ.8.18の音響的層序区分表を用いた。

表-Ⅱ.8.18 音響的層序区分表

	パターンの特徴	推定される地質	対応が考えられる陸上層
A層	白く抜けたパターン、微弱な層理及びゴマ塩状	未固結の泥質及び砂質の堆積物	沖積層
D層	ほぼ水平な連続する層理、ところによりゴマ塩状、斜交層理、ほとんど褶曲構造を示さず	未固結～半固結の泥質・砂質及び礫質の地層	段丘堆積物 大分層群上部層 八倉層
T層	連続する数条の平行層理、ところにより斜交層理、波状パターン、一般に褶曲構造を示し、緩く傾斜	半固結の泥質・砂質層の互層 (伊予灘層)	郡中層 大分層群上部層 碩南層群
B層	全体としてモヤモヤしており、細かな回折波の集合及び急傾斜の平行層理	硬質岩盤	和泉層群 領家花崗岩類 三波川変成岩類

(注) 四国電力(株)(1984)より

浅層部の記録が明瞭な小川ほか(1992)によるアカホヤ層準(K-Ah)、A層とD層との境界面(A/D)を鍵層として、広域的な調査が実施されている四電測線について、一部再解析を行った。四国電力(株)(1984)、国土地理院(1992)、小川ほか(1992)の各機関によると、アカホヤ層準A/D境界面の対比結果を図-Ⅱ.8.11に示す。

また、音響断面図の解析による代表的な海底地質断面図を図-Ⅱ.8.12に、海底地質断面の解析に用いた音響断面図を図-Ⅱ.8.13に示す。

図-Ⅱ.8.12のうち、四電No.4測線では2本の断層が認められ、F-1断層は南落ち、F-2断層は北落ちで幅約450m地溝を形成している。小川ほか(1992)によれば、これらの断層はA層に変位を与え、K-Ahの垂直変位量は本測線付近では約11mとしている。これらの断層の走向は既存文献や前後の測線解析等によりNE-SW走向と判断される。

四電No.3 測線でも2本の断層が認められ、F-3断層は南落ち、F-3③断層は北落ちで同じく地溝を形成しているが、幅は約1,500mと広がる。両断層ともA層に変位を与えているものと判断される。これらの断層の走向は、既存文献や前後の測線解析等により、NE-SW走向と判断される。

四電No.7 測線では、3本の断層が認められ、北より屈-④、屈-③、屈-⑤断層とも南落ちで階段状の構造となっている。いずれの断層もA/D境界面には変位を与えていないものと思われる。本断層群の走向は、既存文献前後の測線解析等によりNEE-SWW走向と判断される。

これらの地質断面検討および文献調査の総括図として、図-II.8.14海域部活断層検討図(付図-19、縮尺1/50,000)としてとりまとめた。

本図によれば、上灘沖の12km区間では断層の走向はENE-WSW方向で、断続する2本の断層により地溝を形成している。

串沖の6km区間では断層の走向はE-W方向と屈曲し、断続する2~3条の断層はいずれも南側低下となっている。

西端の長浜沖では、断層の走向は、ENE-WSW方向にもどり、2条の断層により地溝を形成している。

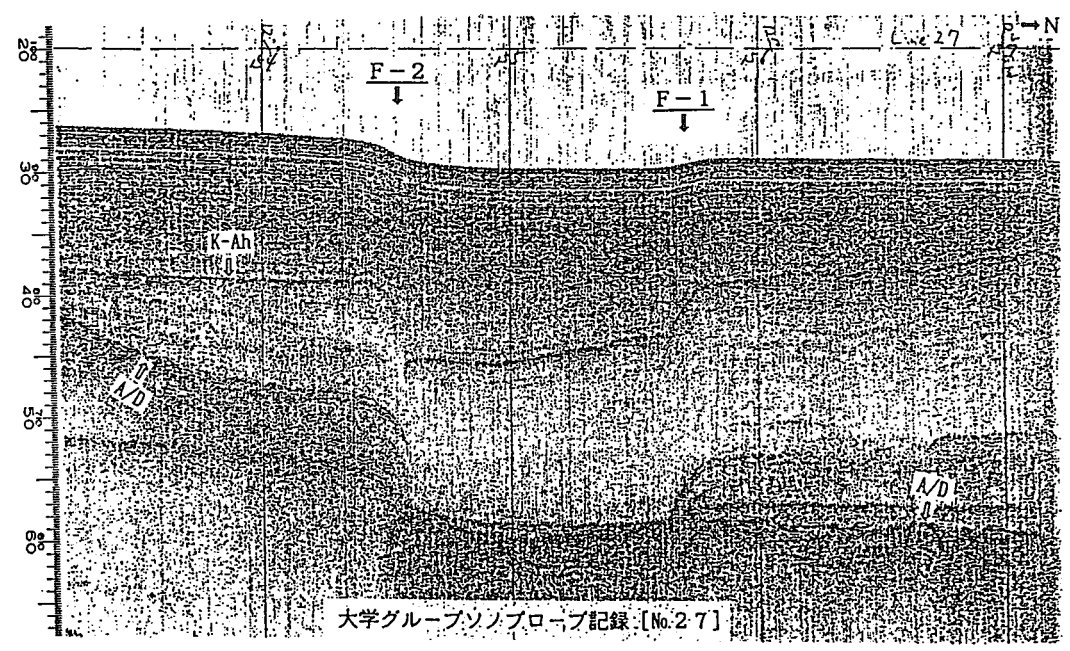
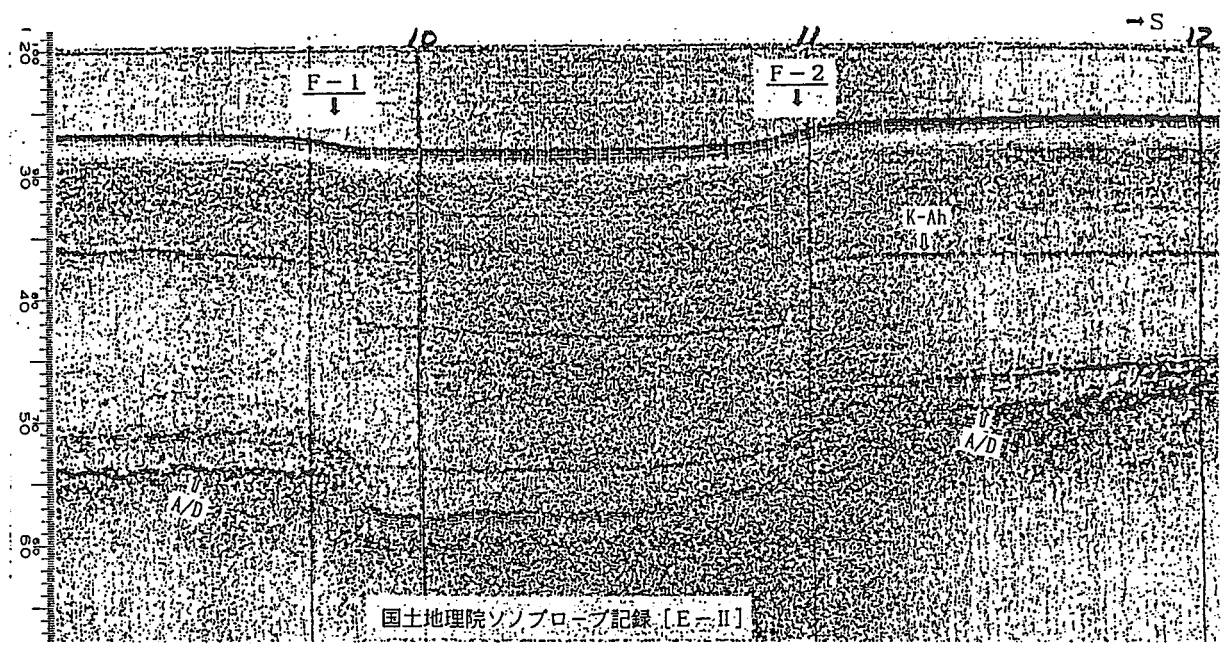
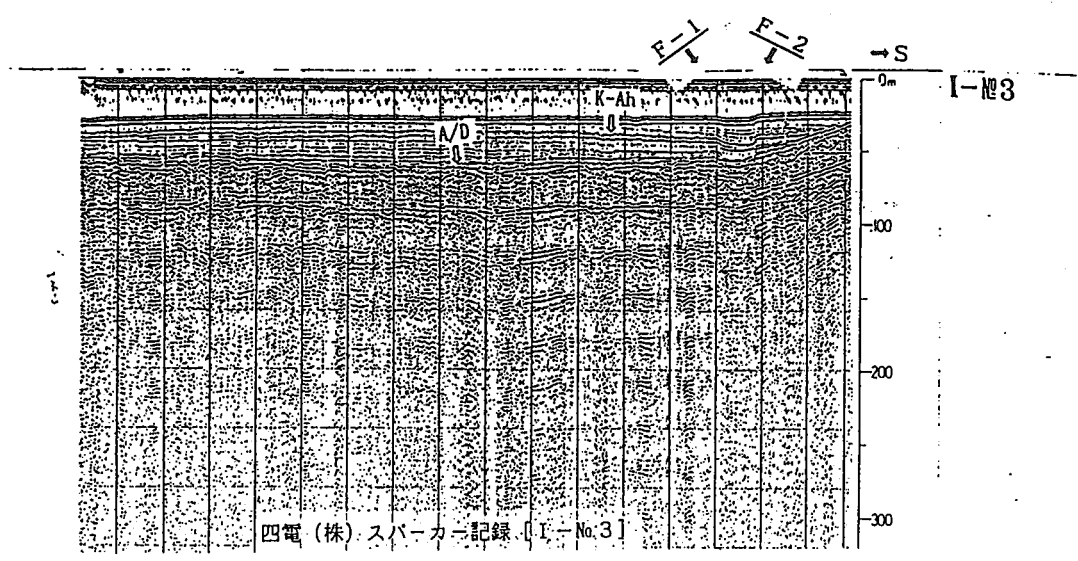
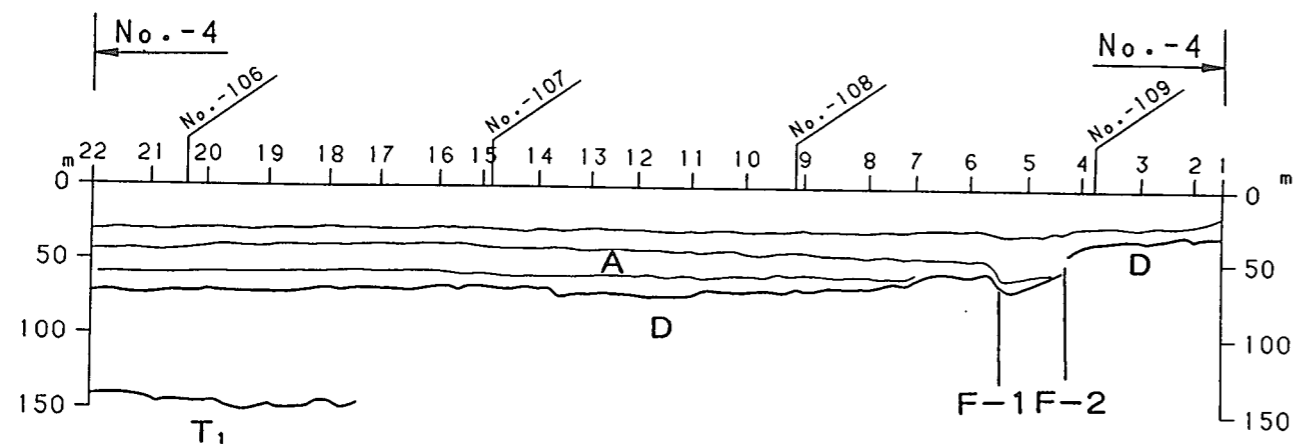
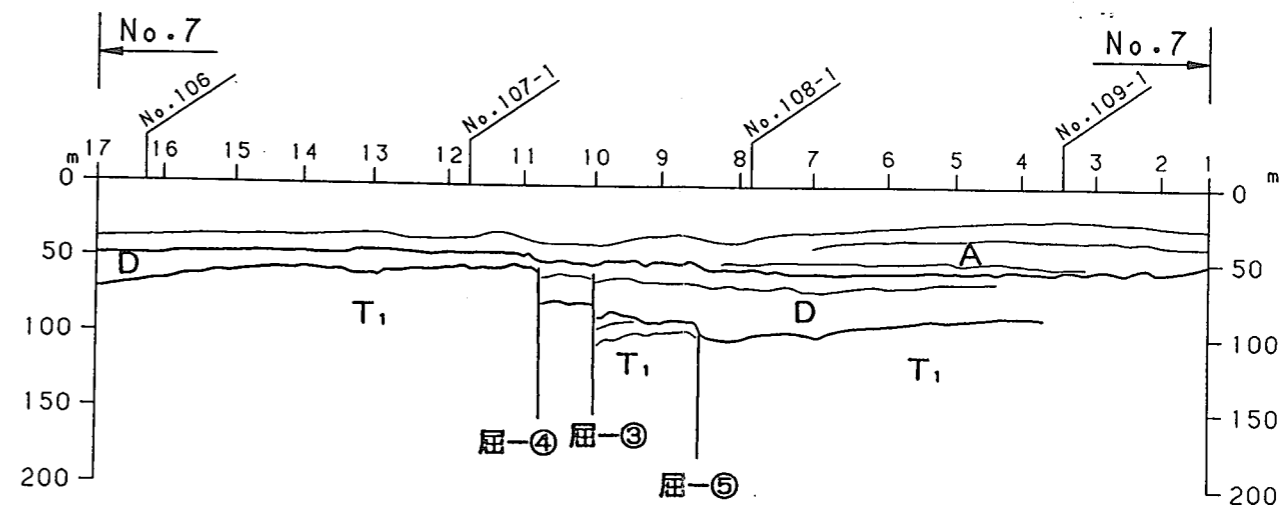


図-Ⅱ. 8. 11 各機関による音響探査記録の対比図

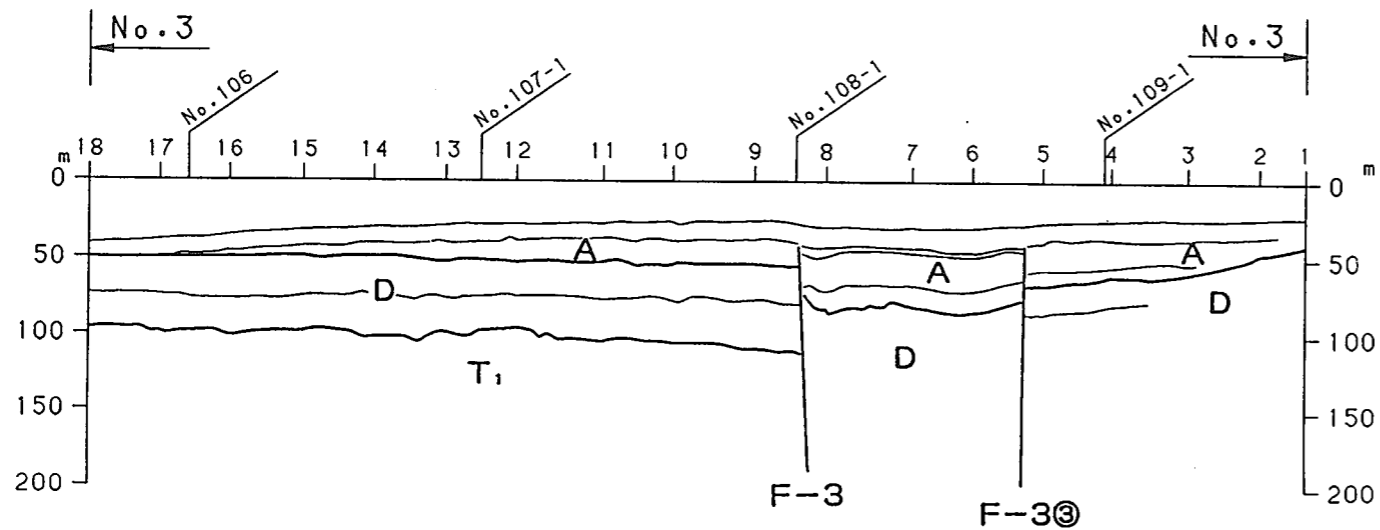
四国電力(株)No.-4 測線



四国電力(株)No.-7 測線

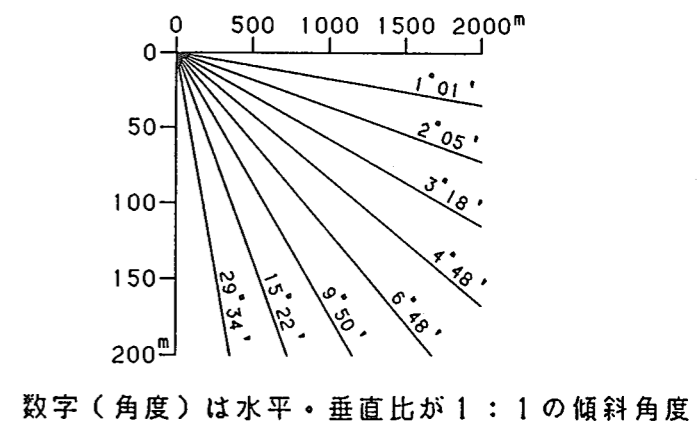


四国電力(株)No.-3 測線



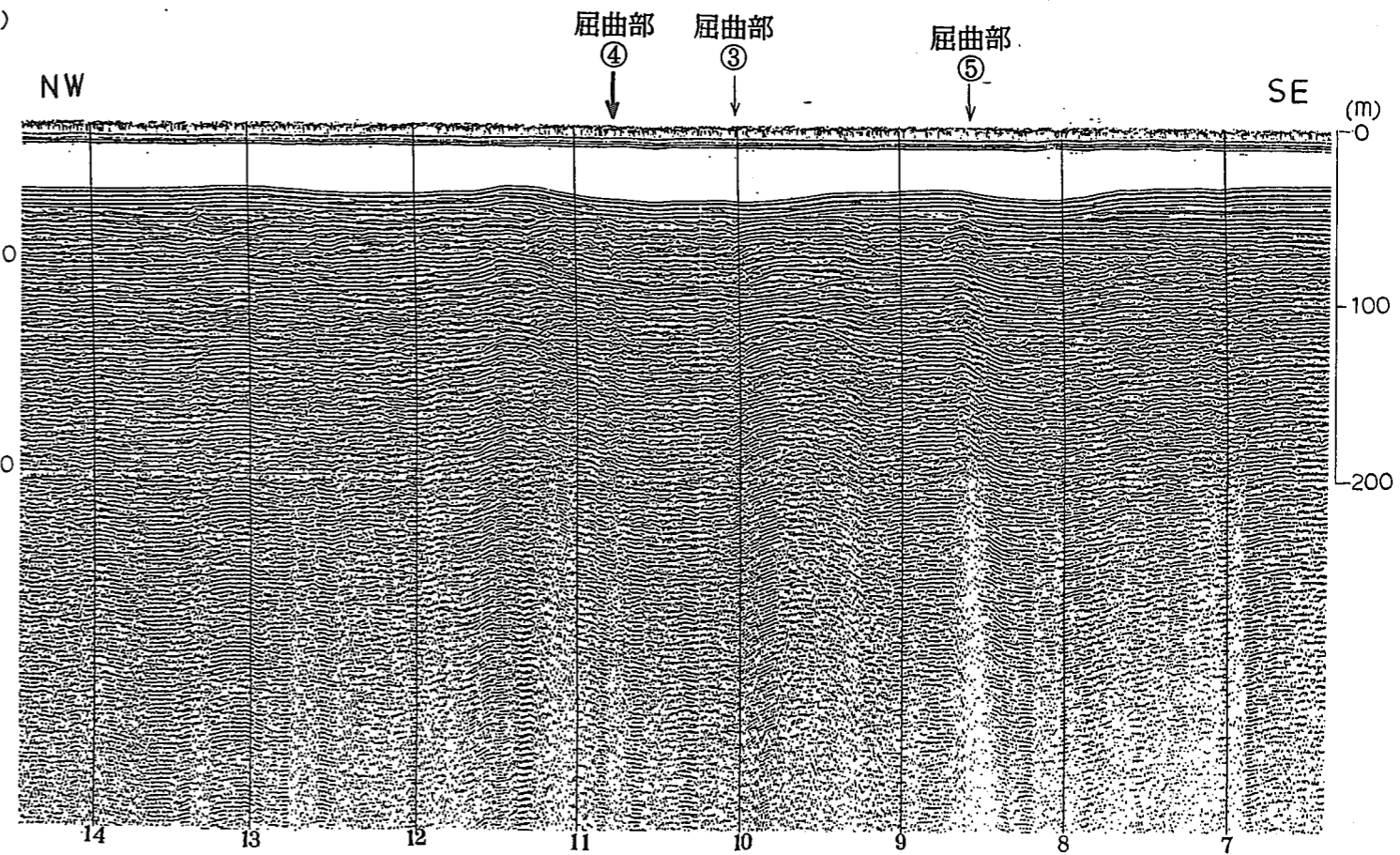
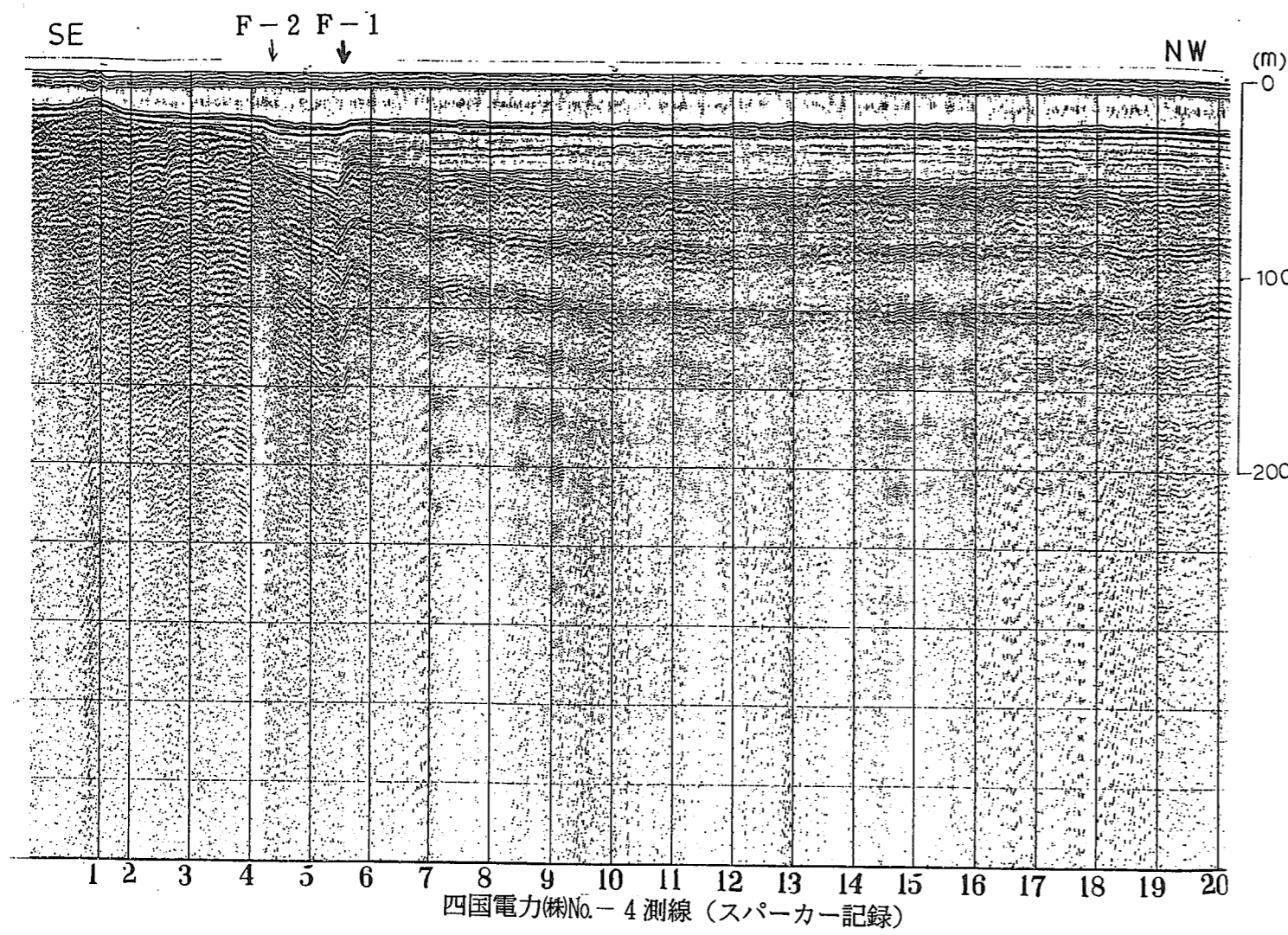
凡例

- A A層 完新統
- D D層 上部更新統
(段丘堆積物相当層)
- T₁ T₁層 鮮新統~下部更新統
(郡中層相当層)
- 断層及び断層番号
- 地層境界



数字(角度)は水平・垂直比が1:1の傾斜角度

図-Ⅱ.8.12 伊予灘東部海域の海底地質断面図



四国電力(株)No. 7 測線 (スーパーカー記録)

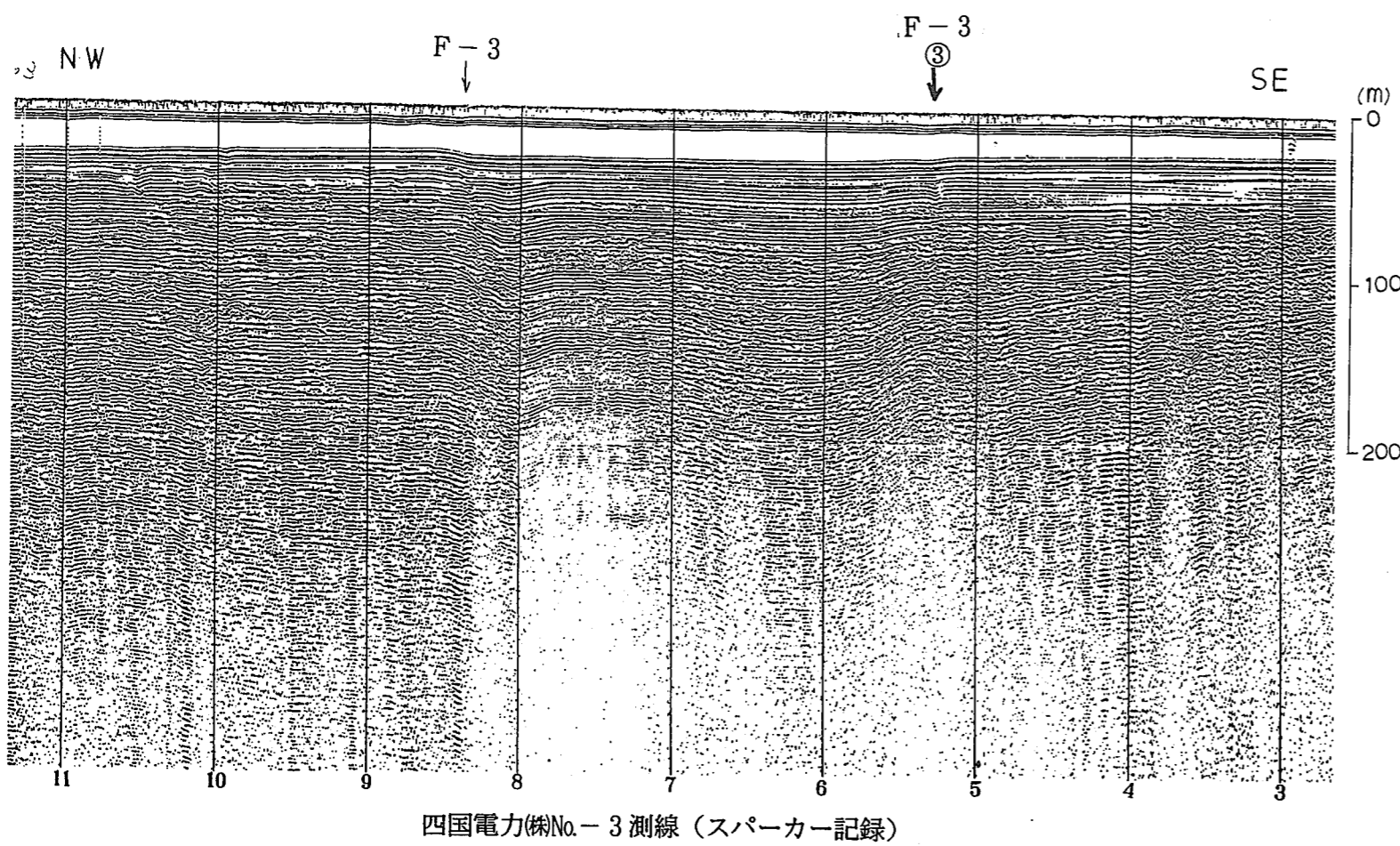
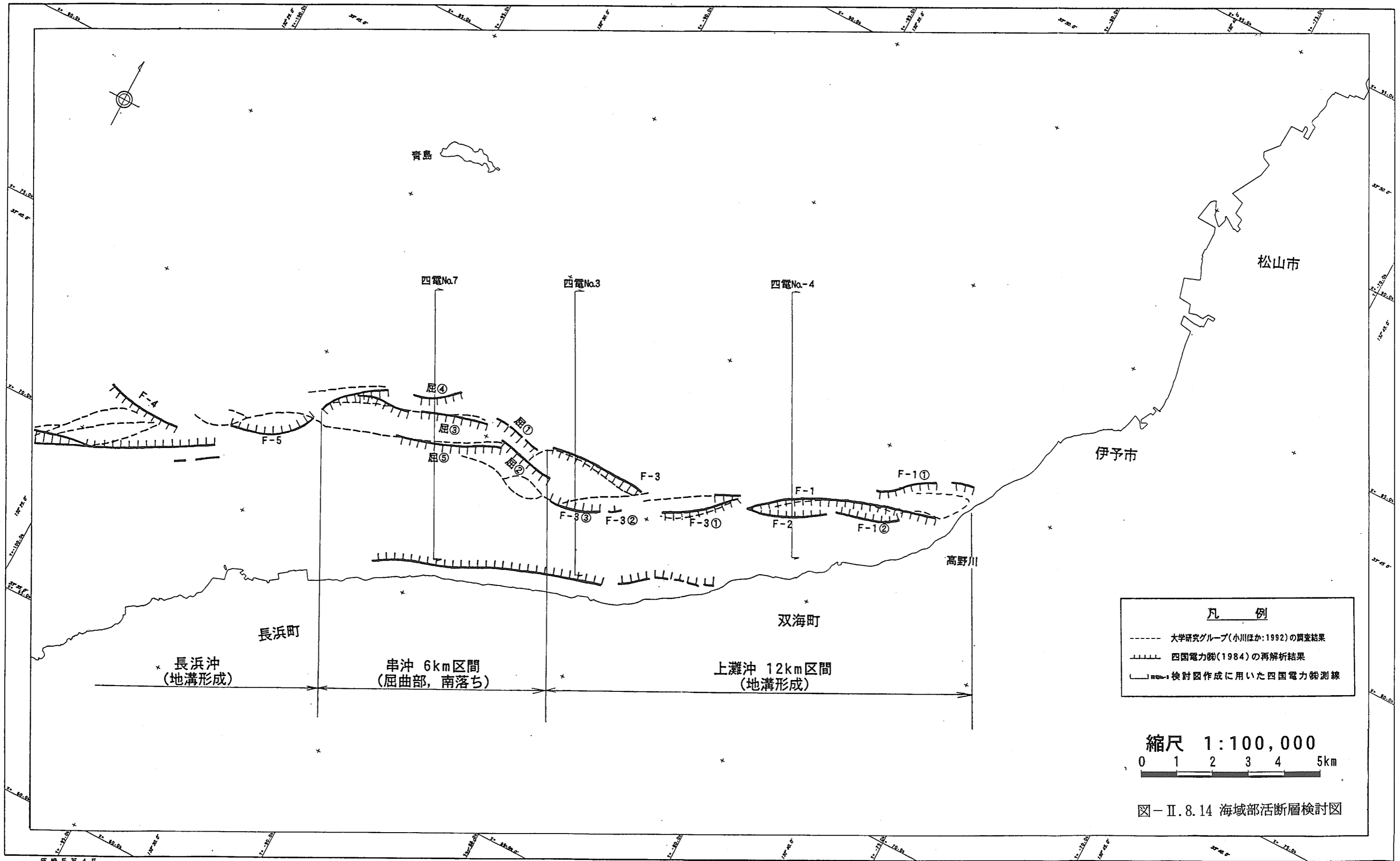


図-Ⅱ.8.13 伊予灘東部海域の音響断面図 (四国電力(株)(1984)²⁾)



8.3.5 海域部の活断層の分布形態とセグメント区分

調査地域の海底活断層は、その走向、変位様式、断層形態および海底地形から、以下の3つの区間に分けることができる。

(1)上灘沖 (約12km) : ENE-WSSW方向 (地溝形成)

(2)串 沖 (約6 km) : E-W方向 (南側低下)

(3)長浜沖 : ENE-WSSW方向 (地溝形成)

このうち長浜沖のセグメントは、ほぼENE-WSSW方向で断続しながら佐田岬の北側を並走する(四国電力株, 1984²¹⁾; 露口ほか, 1996¹²⁾; 大野ほか, 1997³⁾)。

露口ほか(1996)¹²⁾は、ソノプローブによる音波探査から伊予灘に分布する中央構造線活断層系が、中央部のN80W方向の隆起帯によって、長さ28kmの伊予灘東部断層系と長さ27kmの伊予灘西部断層系に大きく分割されるとした。佃(1996)¹⁷⁾は、この伊予灘東部断層系と陸域の伊予断層を長さ38kmの一連のセグメントとしている。この根拠として、露口ほか(1996)¹²⁾は、当海域の断層系を中央部の特異な隆起地形から2分されるとしている。

これに対して、大野ほか(1997)³⁾は、露口ほか(1996)¹²⁾のセグメント境界が小規模な圧縮バリアである可能性はあるが、同様な隆起地形がこの他にも4~5箇所分布しており、これだけが特異な地形とすることはできない。したがって、地下構造および全体の断層分布形態から、ここで分割するよりは前述の長浜北方沖の引張性バリアで、2つのセグメントに分割されると考えるほうが妥当と報告している。また、これを支持する根拠として大野ほか(1994)のブーケ異常コンター図においても長浜北沖に屈曲が認められることをあげている。

伊予灘におけるこれらの断層分布図を見ると、串沖(大野らの長浜北方沖)で断層の走向が大きく屈曲し、この部分が右横ずれ断層の引張性の曲り(dilational jog)に相当していると判断できる。

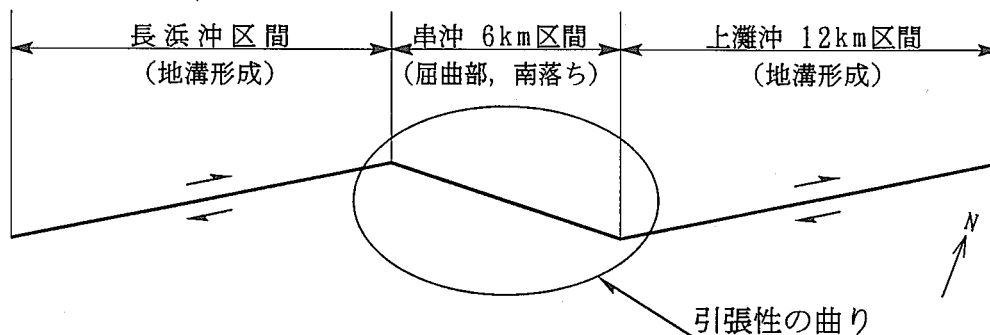


図- II. 8. 15 伊予灘東部海域における活断層の引張性の曲り

地震断層では、圧縮性の曲り（バリア）から断層の破碎が始まり、引張性の曲り（バリア）で終息することが報告されている（例えば、佃，1990）。したがって、串沖の引張性の曲りは、引張性のバリアに相当している可能性が十分に考えられる。以上の検討にもとづき、伊予灘東部の海底活断層は、分布形態から串沖の引張性バリアを境に、東側（上灘沖）と西側（長浜沖）とに区分する。

西側（長浜沖）のセグメントは、その分布形態から佐田岬半島の北側の海底断層に連続する。

一方、東側（上灘沖）のセグメントはENE－WSW方向で、陸上部の伊予断層のNE－SW方向とは斜交している。また個々の海底の断層は、伊予断層とはスムーズに連続しないようにも見える。これに対して、上灘沖の地溝状の地形は、陸上の伊予断層が通る谷へ連続するように見える。したがって、上灘沖の断層と伊予断層のつながりについては、以下の両方の可能性が考えられる。

- (1)断層の走向，分布形態から個別のセグメントとする。
- (2)地溝状地形の連続性から同一のセグメントとする。