

# 貯蔵工学センターに関する 調査のとりまとめ

## 報告書

動力炉・核燃料開発事業団

複製又はこの資料の入手については、下記にお問い合わせ下さい。

〒107-8445 東京都港区赤坂1-9-13

動力炉・核燃料開発事業団

技術協力部 技術管理室

Inquiries about copyright and reproduction should be addressed to: Technical Evaluation and Patent Office, Technology Management Division, Power Reactor and Nuclear Fuel Development Corporation 9-13, 1-chome, Akasaka, Minato-ku, Tokyo 107-8445, Japan

© 動力炉・核燃料開発事業団 (Power Reactor and Nuclear Fuel Development Corporation) 1988

# 目次

	頁
1. はじめに .....	1
2. 調査の内容 .....	2
2-1 調査項目及び内容 .....	2
2-2 調査範囲及び位置 .....	3
3. 調査結果の概要 .....	7
4. 調査結果の各論 .....	12
4-1 広域の地質状況 .....	12
4-1-1 地形及び地質 .....	12
4-1-2 地質構造 .....	19
4-1-3 地下資源 .....	23
4-1-4 地すべり .....	25
4-2 候補地の地質・地盤 .....	28
4-2-1 候補地付近の地形 .....	33
4-2-2 候補地付近の地質 .....	34
4-2-3 候補地付近の地質構造 .....	38
4-2-4 候補地の地盤 .....	39

4-3	候補地周辺の断層	5 1
4-3-1	文献に記載されている断層	5 1
4-3-2	大曲断層について	6 7
4-4	地震	7 4
4-4-1	既往地震記録	7 4
4-4-2	活断層	9 1
4-5	河川水・地下水	9 4
4-5-1	河川水・浅部地下水	9 4
4-5-2	深部地下水	9 7
4-6	ガス	1 0 0
4-7	気象	1 0 5
5.	おわりに	1 0 7

2. 調査の内容

図 2 - 1 候補地の位置図 .....	4
図 2 - 2 地表地質踏査範囲図 .....	5
図 2 - 3 調査位置図 .....	6

4 - 1 広域の地質状況

図 4 - 1 - 1 候補地周辺地形図 .....	1 3
図 4 - 1 - 2 北海道の地形区分 .....	1 4
図 4 - 1 - 3 貯蔵工学センター候補地周辺地質編纂図 .....	1 6
図 4 - 1 - 4 新第三系基盤の分布 .....	1 7
図 4 - 1 - 5 地質構造図 .....	2 1
図 4 - 1 - 6 褶曲構造分布図 .....	2 2
図 4 - 1 - 7 地下資源分布図 .....	2 4
図 4 - 1 - 8 文献による地すべり分布図 .....	2 6

4 - 2 候補地の地質・地盤

図 4 - 2 - 1 貯蔵工学センター候補地周辺地質平面図 (縮尺 1:25,000) ....	2 9
図 4 - 2 - 2 貯蔵工学センター候補地周辺地質断面図 (縮尺 1:25,000) ....	3 0
図 4 - 2 - 3 貯蔵工学センター候補地地質平面図 (縮尺 1:10,000) .....	3 1
図 4 - 2 - 4 貯蔵工学センター候補地地質断面図 (縮尺 1:10,000) .....	3 2
図 4 - 2 - 5 浅層ボーリング柱状図 .....	4 0
図 4 - 2 - 6 土性図 (B - 1) .....	4 1
図 4 - 2 - 7 土性図 (B - 2) .....	4 2
図 4 - 2 - 8 土性図 (B - 5) .....	4 3
図 4 - 2 - 9 土性図 (B - 6) .....	4 4
図 4 - 2 - 10 物理試験結果の深度分布一覧図 .....	4 7
図 4 - 2 - 11 孔内検層結果 .....	4 8
図 4 - 2 - 12 声問層の性質 .....	5 0

4 - 3 候補地周辺の断層

図 4 - 3 - 1	主な文献断層位置図 .....	5 2
図 4 - 3 - 2	北海道と周辺海域の文献活断層図 .....	5 9
図 4 - 3 - 3	50万分の 1 活構造図「旭川」 .....	6 1
図 4 - 3 - 4	空中写真判読結果（雄信内～豊富） .....	7 1

4 - 4 地震

図 4 - 4 - 1	被害地震の震央分布 .....	7 6
図 4 - 4 - 2 (a)	影響地震の震央分布 .....	7 8
図 4 - 4 - 2 (b)	影響地震の震央分布 .....	7 9
図 4 - 4 - 3	基盤速度振幅と震央距離 .....	8 0
図 4 - 4 - 4	期待値分析 .....	8 2
図 4 - 4 - 5	河角の加速度期待値図 .....	8 3
図 4 - 4 - 6	金井の速度期待値図 .....	8 4
図 4 - 4 - 7	幌延町周辺の群発性地震 .....	8 6
図 4 - 4 - 8	北海道付近の有感地震の震央分布図 .....	8 9
図 4 - 4 - 9	有感地震回数（1951～1984） .....	9 0
図 4 - 4 - 10	候補地周辺の活断層（1） .....	9 2
図 4 - 4 - 11	候補地周辺の活断層（2） .....	9 2

4 - 5 河川水・地下水

図 4 - 5 - 1	地下水位 .....	9 5
図 4 - 5 - 2	河川水・浅部地下水調査結果 .....	9 6
図 4 - 5 - 3	透水係数 .....	9 7
図 4 - 5 - 4	水質分析結果 .....	9 9

4 - 6 ガス

図 4 - 6 - 1	石油・ガスの採掘・試掘位置図 .....	1 0 2
-------------	----------------------	-------

目 次 (3/3)

頁

図4-6-2	地表におけるガス徴・油徴	103
図4-6-3	ガス組成の比較	104
図4-6-4	水質の比較	104

4-7 気象

図4-7-1	気象観測結果	106
--------	--------	-----

## 表 リ ス ト (1/2)

頁

### 3. 調査結果の概要

表 3 - 1	調査結果の概要 -地質・地盤-	8
表 3 - 2	調査結果の概要 -断層・地震-	9
表 3 - 3	調査結果の概要 -地下水・ガス-	10
表 3 - 4	調査結果の概要 -気象-	11

### 4 - 1 広域の地質状況

表 4 - 1 - 1	地質層序表	18
表 4 - 1 - 2	構造運動の総括	20
表 4 - 1 - 3	主要地すべり一覧表	27

### 4 - 2 候補地の地質・地盤

表 4 - 2 - 1	地質層序表	34
表 4 - 2 - 2	浅層ボーリングの概要	39

### 4 - 3 候補地周辺の断層

表 4 - 3 - 1	文献目録 (主な文献断層出典)	53
表 4 - 3 - 2	文献目録 (主な文献断層出典)	54
表 4 - 3 - 3	主なる文献断層一覧表 (活断層とされているもの)	58
表 4 - 3 - 4	間寒別構造盆地の活断層	60
表 4 - 3 - 5	文献における大曲断層の記載 (1)	68
表 4 - 3 - 6	文献における大曲断層の記載 (2)	69
表 4 - 3 - 7	リニアメント判読基準の例	72

### 4 - 4 地震

表 4 - 4 - 1	候補地点で速度振幅 0.3 kine以上と推定される地震	77
表 4 - 4 - 2	最近50年の北海道北部の浅発地震	87
表 4 - 4 - 3	活断層にもとづく速度振幅の試算	93



表 リ ス ト (2/2)

頁

4 - 5 河川水・地下水

表 4 - 5 - 1 透水試験結果

97

## 1. はじめに

動燃事業団の進めている貯蔵工学センター計画については、これまでに北海道天塩郡幌延町開進地区の候補地（図2-1参照）に関し、地盤のかたさや活断層の有無、地下水の状況などの自然環境について疑問や不安が提起されてまいりました。

貯蔵工学センター計画について、地元の方々のご理解を得て行くためには、このような疑問や不安について、具体的なデータに基づいておこたえしていくことが大切であると考え、これまで文献調査をはじめ、ボーリング調査、地表地質踏査、地下水調査、地震観測などを実施してまいりました。

本資料は、貯蔵工学センター計画に対するご理解を尚一層深めて頂くためにも、まずは、これまでに本計画に対して提起されている疑問や不安に応えるために、実施した調査の成果についてとりまとめたものです。

## 2. 調査の内容

### 2-1 調査項目及び内容

これまでの調査は以下の項目に関して実施した。

#### (1) 文献調査

#### (2) 空中写真判読

#### (3) 現地調査

##### ①ボーリング調査

##### ア) 浅層ボーリング

- ・本数 4本 (B-1, B-2, B-5, B-6)
- ・掘進長 延べ約130m
- ・調査内容
  - ・ N値50以上の地盤の確認
  - ・浅部地盤の状況の把握

##### イ) 深層ボーリング

- ・本数 1本 (D-1)
- ・掘進長 約1,350m
- ・調査内容
  - ・地層の層序の把握
  - ・深部地盤の状況の把握

##### ②地表地質踏査

- ・調査内容 候補地周辺の地質状況(断層、地すべり等)の把握

##### ③地下水調査

- ・調査内容
  - ・浅層ボーリング孔を用いた地下水位の観測
  - ・河川水の分析
  - ・浅層ボーリング孔の地下水の水質分析
  - ・深層ボーリング孔の地下水の水質・ガス分析

④地震観測

- ・調査内容 地震の発生状況の把握

⑤気象観測

- ・調査内容 風向・風速、気温、降水量など

2-2 調査範囲及び位置

文献調査は、概ね幌延町および周辺市町村の範囲について実施した。

現地調査の内、地表地質踏査の範囲を図2-2に、その他の調査の位置を図2-3に示す。

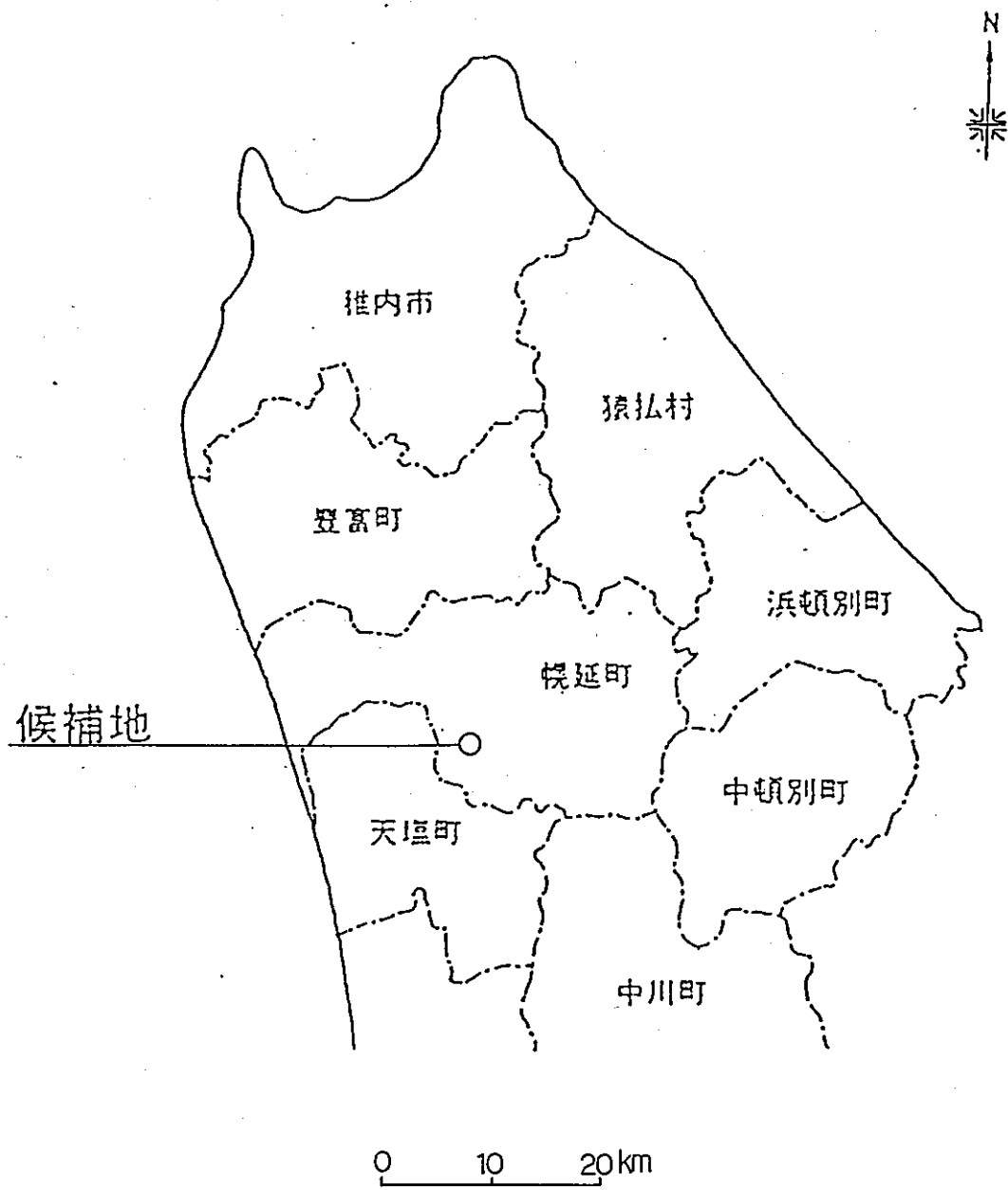


図 2 - 1 候補地の位置図

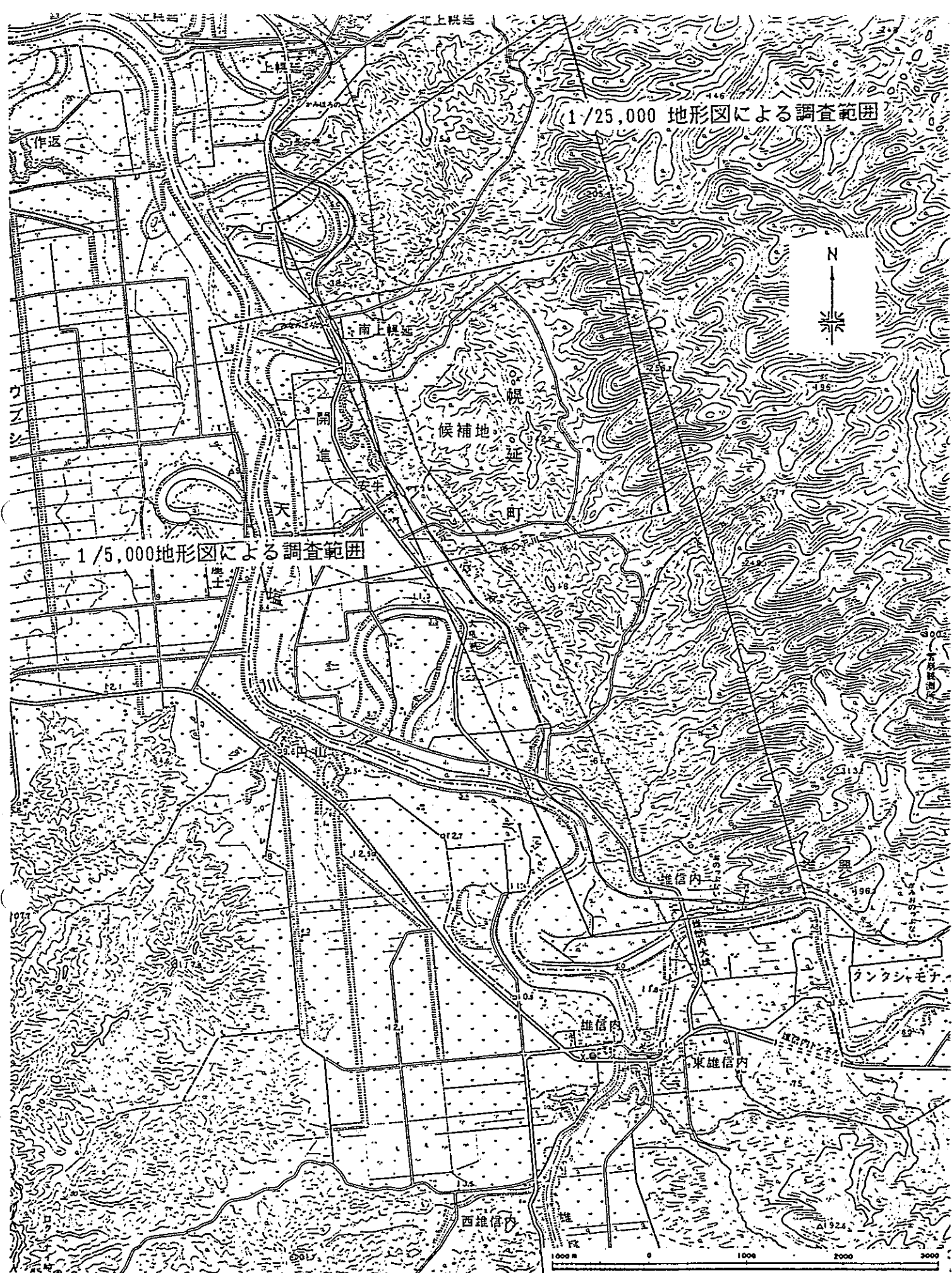


図 2-2 地表地質踏査範囲図



● ボーリング調査地点  
 および地下水調査地点  
 ▲ 河川水調査地点

図2-3 調査位置図

0 100 250 500M

### 3. 調査結果の概要

これまでに実施した調査結果の概要を表3-1～表3-4に示す。



表3-1 調査結果の概要 - 地質・地盤 -

項目	調査方法	調査結果
候補地の地質 (地表部)	文献調査 空中写真判読 地表地質踏査	<p>地形 — 候補地東部は標高 100m程度の丘陵地帯から成り、また、候補地西部は平坦地及び緩傾斜地から成っている。</p> <p>地質 — 候補地の地表に分布する地質は、新第三紀の稚内層、声問層、勇知層、更別層、第四紀の恵北層、段丘堆積物、崖錐堆積物、氾濫原堆積物から構成されている。 新第三系は南北性の走向を示し、東側から西側へ順次、上位の地層が分布している。</p> <p>崩壊・地すべり — 候補地には、崩壊地や地すべり地は、認められない。</p>
候補地の地質・地盤 (地下部)	<p>浅層ボーリング調査 深さ 約20m ~50m 本数 4本</p> <p>深層ボーリング調査 深さ 約1,350m 本数 1本</p>	<p>浅層ボーリング調査結果</p> <p>表層部は、更別層を覆って恵北層、崖錐堆積物及び氾濫原堆積物が分布している。更別層は、全体によく締まっている。浅層ボーリング調査結果によれば、地表面下10~20mという比較的浅い部分にN値50以上の良好な地盤（主に更別層、ただし恵北層にもN値50程度の砂礫層が存在する）が分布している。N値50以上の地盤とは、通常、施設を建設する上で十分な支持層となりうるものである。</p> <p>深層ボーリング調査結果</p> <p>深層ボーリング地点の地層は、上位から更別層、勇知層、声問層に区分される。</p> <p>更別層 — 上部は泥岩と砂岩が互層をなし、一部に礫岩を挟在する。中~下部にかけては砂岩が優勢となり礫岩を挟在する。層厚は約340mである。</p> <p>勇知層 — 均質な細粒砂岩を主体とする。更別層との境界付近の勇知層上部では、中粒砂岩を、下部には、砂質泥岩の薄層を挟在する。層厚は約 540mである。</p> <p>声問層 — 上部は、泥岩、砂質泥岩、細粒砂岩が互層をなしている。中~下部はシルト質泥岩および泥岩を主体とし、全体に塊状である。層厚は 470m以上である。 声問層は、我が国に広く分布する新第三紀の泥岩によくみられる特性を有しており、候補地の地下に十分な厚さをもって、広く分布していると推定される。</p> <p>孔内検層結果は以下のとおりである。</p> <p>弾性波速度 — 深くなるほど速度は、速くなる傾向を示す。P波：1,640m/sec~2,450m/sec, S波：420m/sec~1,150m/sec</p> <p>地温 — 地温勾配：0.4~3.9℃/100m(深部ほど勾配は大きい), 孔底温度(深度1,350m)：約45℃ 地温勾配の範囲は、温泉地帯を除いた一般の堆積地盤(2~4℃/100m)とほぼ同様である。</p> <p>湿潤密度 — 1.8g/cm<sup>3</sup>~2.1g/cm<sup>3</sup></p>

表3-2 調査結果の概要 — 断層・地震 —

項目	調査方法	調査結果
地震	文献調査 現地調査 (地震観測)	<p>被害地震記録 — 既往の被害地震記録によると、北海道北部地域は地震の少ないところといえる。候補地における基盤速度の75年、100年、200年期待値は 0.9Kine～ 1.0Kine程度と考えられる。河角による加速度期待値は50～100gal (75年、100年、200年期待値)、金井による速度期待値は、1Kine (75年、100年、200年期待値) であり、候補地は全国的にみても規模の大きな地震の起きる可能性の小さい地域である。</p> <p>内陸性地震記録 — 内陸性地震による地震震度は、Ⅰ～Ⅲと小さいものがほとんどであり、やや大きいものでも、1968年 7月17日問寒別豊神で震度Ⅴ、1975年12月25日豊富で震度Ⅳが記録されているのみである。何らかの被害を及ぼした地震としては、上記1968年の地震のみである。 また、北海道北部地域における地震のマグニチュードについては、5.2 の中規模地震 (上川支庁北部) が一度記録されているが、これ以外は5未満の小規模な地震である。</p> <p>有感地震回数 — 有感地震についてみても、北海道北部の有感地震の発生は、太平洋沿岸と比べると非常に少ない。 ちなみに稚内、留萌、札幌、東京、水戸での有感地震回数を比較してみると、1951年～1984年のデータにおいて、札幌約 200回、東京約1300回、水戸約2000回に対し、稚内で約40回、留萌で約50回と北海道北部では地震が少ないことを示している。</p> <p>地震観測結果 — 地震観測期間においては、大きな地震は観測されなかった。</p>
断層	文献調査 空中写真判読 地表地質踏査	<p>文献に記載されている断層 — 文献によると調査地内 (候補地から半径30km以内) の断層は、全体に南北性の走向を示すものが多い。断層は、先第三系を切る断層と第三系を切る断層とに大きく分けられ、主に調査地の東部から南東部にかけて位置する。</p> <p>活断層 — 「日本の活断層」によれば、候補地周辺 (半径 100km以内) に位置する活断層はいずれも活動度がB～C級と低い。候補地に最も近い活断層としては、候補地から東方約14kmのところ問寒別東方の断層が位置するとされている。これらの活断層については、断層の規模や候補地との距離に基づき試算した結果、候補地に特に大きな地震動をもたらすものではないと判断される。</p> <p>活断層以外の主要な断層 — 候補地の東方に位置するとされている大曲断層については、「日本の活断層」等の主要文献で活断層としていない。また、今回の現地調査によっても、第四紀層を切断したり変位地形を形成している徴候は、認められなかった。幌延断層は、大曲断層の東に位置するとされており、大曲断層と並走する断層である。候補地の北方約30kmの曲淵付近でのみ、活断層とされているが、候補地付近で、活断層とする文献はない。</p>

表3-3 調査結果の概要 - 地下水・ガス -

項目	調査方法	調査結果
浅部地下水	浅層ボーリング調査 (水位観測含む)	<p>地下水位 — ボーリング孔を用いた地下水位観測によれば、地下水位の長期的変動は小さい。</p> <p>水質 — 地下水の水質は、(B-1 孔にて) Na-HCO<sub>3</sub> 型を示す。 PHは6程度を示す。</p>
深部地下水	深層ボーリング調査	<p>透水性 — 透水係数は更別層では10<sup>-4</sup>cm/secのオーダーであり、深くなるにつれしだいに小さくなり、声間層においては、10<sup>-7</sup>cm/secのオーダーと極めて小さく(不透水層)なる。</p> <p>水質 — 更別層、勇知層からの地下水は、アルカリ重炭酸塩型(Na-HCO<sub>3</sub>型)を示し、PHは7.5~8.4である。 声間層からの地下水は、アルカリ非炭酸塩型(Na-CL型)を示している。この地下水は、声間層の堆積時からあまり動いていない化石海水に近いものであると推定される。PHは8程度である。</p>
油 ガ ス 徴 徴	文献調査	<p>候補地周辺のガス井等 — 主に、日本の白亜紀及び第三紀の堆積岩類の分布地域では、地下掘削に伴って天然ガスの発生可能性があることが知られている。候補地周辺地域は、いわゆる天北油田地域にあり、石油・天然ガスを産出する可能性がある。 含油・天然ガス層は増幌層が主体となっており、石油・ガスの探掘、試掘は断層破砕帯や背斜軸をねらって行われていた。</p>
	地表踏査	<p>地表部の油徴・ガス徴 — 地表踏査結果によれば、候補地東方の稚内層の分布域には、極めて小規模な油徴(うっすらとした油膜程度)が数箇所認められた。ガス徴(間欠的なガスの発生)も稚内層中の1箇所で認められた。一方、候補地付近の声間層、勇知層、更別層の分布域では、地表における油徴、ガス徴は認められなかった。</p>
	深層ボーリング	<p>地下水中のガス — 深さ約900m以深の声間層から、地下水に溶存した状態でガスが検出された。このガスの主成分はメタンであった。 声間層のガス及び地下水の分析結果によれば、これらの成分は周辺ガス井の増幌層からのガス・地下水の成分と明らかな違いが見られる。このことから、声間層の地下水に含まれるガスは、声間層の堆積時から長い期間をかけて声間層中に生成したものであり、増幌層等から割れ目を通して出てきたものではないと推定される。 この声間層は、ほぼ不透水の地層であることから、ガスの発生はごくわずかであると考えられる。</p>

表3-4 調査結果の概要 - 気 象 -

項 目	調査方法	調 査 結 果
気 象	文献調査	<ul style="list-style-type: none"> <li>・周辺地域の冬は湿度が低く寒冷である（幌延町の2月の平均気温は、-10.5℃、平均降水量は20.1mm）。</li> <li>・降雪は11月から4月まで続き、降水量は約1000mm/年である。</li> <li>・日照時間は約1600時間/年である。</li> <li>・気象の極値としては、最高気温33℃、最低気温 -34℃、降水量日量 124mm、最深積雪量 172cm、最高降雪量40cm/日である。</li> </ul>
	気象観測	<ul style="list-style-type: none"> <li>・昭和61年10月～62年9月の観測からは、以下の記録が得られている。</li> <li>風 向 — 最多風向は全期間を通じ概ね南南西及び西北西</li> <li>風 速 — 20m/s 以上を記録した日数は7日間。最大風速 23.9m/s</li> <li>気 温 — 平均気温0℃以下は11月15日～4月3日。最低気温は -31.1℃</li> <li>湿 度 — 測定期間を通じ、60～90%の範囲</li> <li>雨 量 — 20mm/日以上を記録した日数は8日</li> <li>積雪深 — 最大積雪深 138cm。積雪深 100cm以上の期間は1月10日～3月29日</li> </ul>

## 4. 調査結果の各論

### 4-1 広域の地質状況（文献調査による）

#### 4-1-1 地形及び地質

##### (1) 地形

調査地（候補地から半径約30km以内）の地形について、図4-1-1に20万分の1地形図を、また図4-1-2に瀬川（1974）による北海道の地形区分を示す。図のように、調査地の概ね4分の3の地域は宗谷丘陵及び天塩中央山地が占め、北西部の概ね4分の1の地域は天塩原野地域となっている。しかし、日本海沿岸や天塩川・猿払川・問寒別川等の主な河川沿いには、段丘が小規模に分布し、さらに、日本海沿岸には砂丘の分布も認められる。

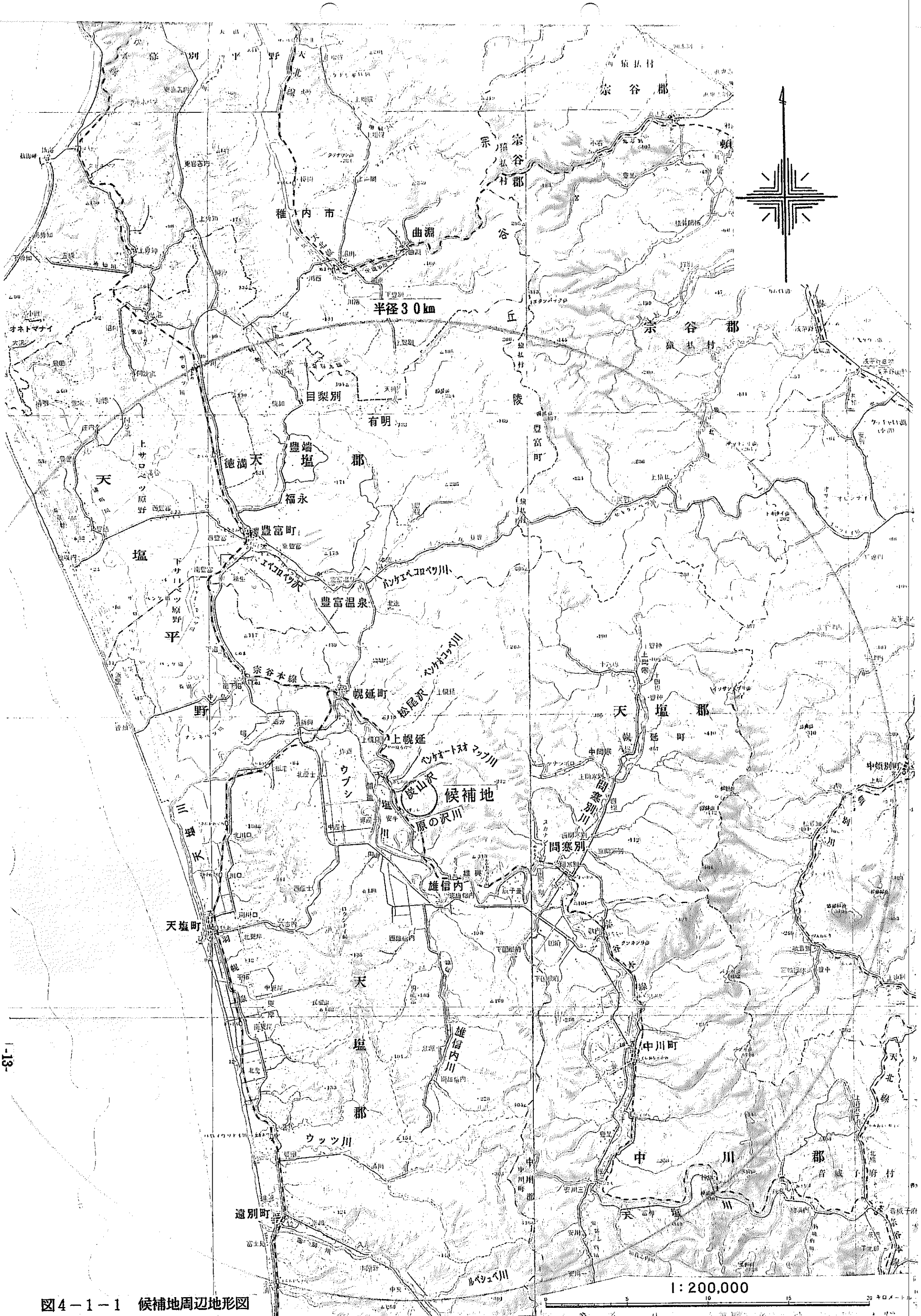


図4-1-1 候補地周辺地形図

(北海道54区画)

1. 天塩山地: a. 宗谷丘陵 b. 中央天塩山地 c. 樺内山地 d. 増毛山地 e. 天塩原野 f. 幕別平野 g. 海岸段丘
2. 夕張山地: a. 戸別ブロック b. 夕張ブロック c. 西部丘陵ブロック d. 山仁安平低地
3. 北見山地: a. シロヌブリ山地 b. 北部北見山地 c. 中部北見山地 d. 南部北見山地 e. 白根丘陵 f. 北見盆地 g. 河岸段丘 h. 海岸段丘
4. 日高山地: a. 本体 b. 河岸段丘 c. 海岸段丘
5. 中央凹地: a. 釧路低地 b. 名寄盆地 c. 上川盆地 d. 富良野盆地
6. 東部火山地域: a. 知床火山群 b. 庄内路・阿寒火山群 c. 然別火山群 d. 大沼山火山群 e. 十勝岳火山群
7. 十勝平野: a. 東部丘陵 b. 西部開折扇状地および段丘 c. 谷地平野
8. 根釧台地: a. 台地および段丘 b. 海岸平野 c. 海底谷
9. 石狩勇払低地: a. 石狩低地帯 b. 勇払低地 c. 火山岩屑台地
10. 日本海島列: a. 利尻島 b. 礼文島 c. 天売島 d. 幌尻島

(北海道南西半島部)

11. 火山地域: a. 駒ヶ岳火山群 b. 幸路火山群 c. 後志火山性台地 d. 樽前火山群 e. 南西部山地
12. 黒松内低地帯: a. 勇振低地 b. 西島平野
13. 渡島山地: a. 渡島山地 b. 狩野山火山 c. 八雲海岸平野 d. 利別段丘群 e. 厚沢部平野 f. 海岸段丘
14. 日本海島列: a. 奥尻島 b. 渡島大島 c. 渡島小島

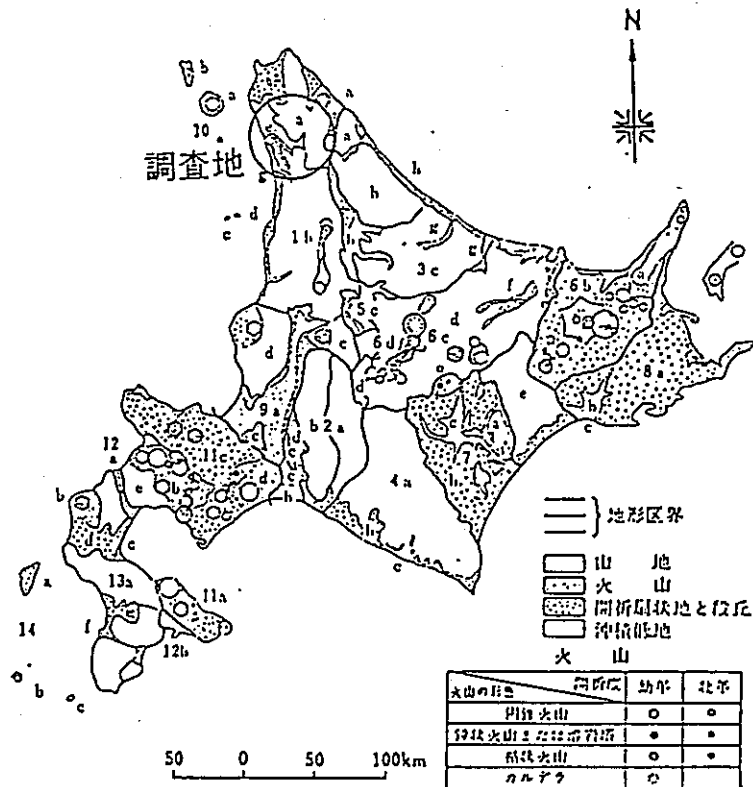


図4-1-2 北海道の地形区分

「日本地形誌 北海道地方」(瀬川 秀良, 朝倉書店, 1974)

## (2) 地 質

調査地（候補地から半径約30km以内）の地質は、調査地の東部4分の1の地域において先第三系ならびに蛇紋岩類が広く分布し（いわゆる神居古潭帯）、候補地を含む残り4分の3の地域には、第三系ならびに第四系が分布している。（図4-1-3および図4-1-4参照）

地質層序は表4-1-1に示す。

東部の4分の1の地域、すなわち、問寒別の東部地域には、中生代ジュラ紀～白亜紀前期の空知層群（塩基性火山碎屑岩、粘板岩、砂岩などからなる）や中生代白亜紀の下部～上部エゾ層群、函淵層群（砂岩、粘板岩を主とする）が分布する。また、空知層群～函淵層群に貫入する蛇紋岩類が分布している。さらに、知駒岳北東方約7kmの函淵層群の分布域に小規模な古第三紀漸新世の宇津内層が分布している。

残りの4分の3の地域には、新生代新第三紀中新世の宗谷夾炭層、鬼志別、増幌、稚内、声問の各層および鮮新世の勇知、更別層（\*）が分布する。宗谷夾炭層～声問層は、砂岩、頁岩、泥岩などのいずれも固結の進んだ堆積岩類からなるが、勇知層および更別層は、固結度の低い砂岩や礫岩などから構成されている。これらの新第三系の地表における分布は、図4-1-3の調査地を南北に走る幌延断層を境にして、東側の地域では、主として増幌層以下の地層が分布し、天北炭田地帯を形成している。また、西側の地域では、稚内層以上の地層が分布し、天北油・ガス田地帯となっている。

サロベツ原野をはじめとする海岸平野や河川沿いの低地には、以上の新第三系を被覆して、新生代第四紀更新世の恵北層（沼川層）、段丘堆積物、第四紀完新世の豊徳火山灰層、砂丘堆積物、沖積堆積物が分布している。東部の敏音知山周辺地域には、白亜系を覆う敏音知火山噴出物が分布している。

\*）更別層の年代については、最近、第四紀更新世とする見解があるが、本資料では新第三紀鮮新世と表現することとした。

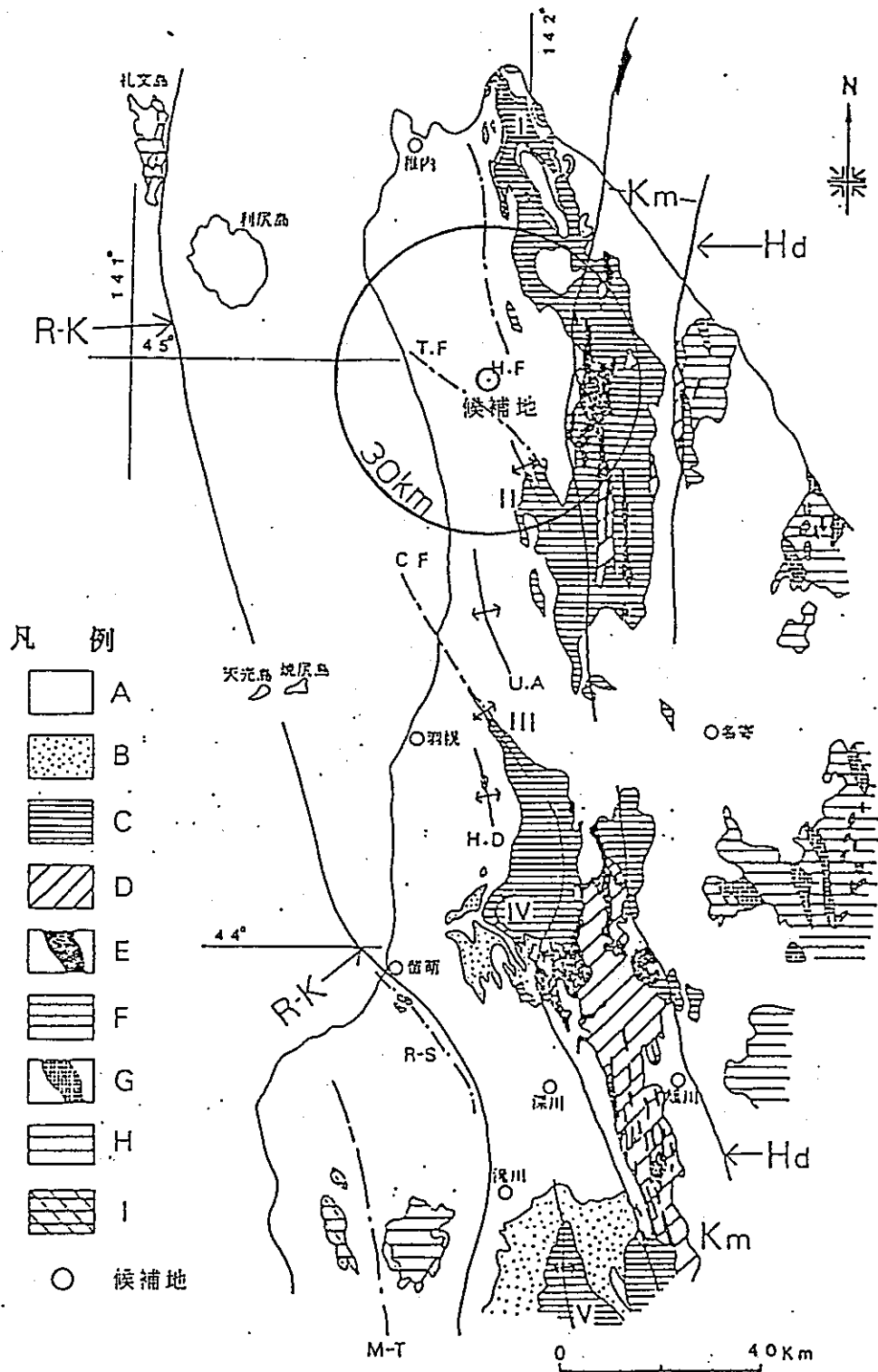




凡例

第四紀	沖積層	砂、礫、粘土	新第三紀	更別層	砂岩、礫岩、泥岩	白亜紀	函川層群	泥岩、砂岩
	砂丘堆積物	砂、礫		勇知層	砂岩 (礫岩を挟む)		上部飯英層群	泥岩、砂岩、凝灰岩
	量産火山灰層	スコリア、火山灰 (ワシロの赤柱石層を含む)		戸間層および遠別層	泥岩、砂質泥岩		中部飯英層群	砂岩、礫岩、泥岩
	段丘堆積物	砂、礫、粘土		権内層	硬質頁岩		下部飯英層群	砂岩、頁岩
更新世	飯音知火山噴出物	流紋岩、角閃石安山岩	増穂層	礫岩、砂岩、泥岩	空知層群	頁岩、砂岩、チャート、凝灰岩		
	恵北層および沼川層	砂、礫、粘土	中新世	鬼志別層	凝灰質砂岩、泥岩	ジュラ紀-白亜紀前期	蛇紋岩	
			赤谷灰岩層	砂岩、頁岩、礫岩	真入岩		安山岩	
			古第三紀	漸新世		宇津内層	泥岩、砂岩	微閃綠岩

図4-1-3 貯蔵工学センター候補地周辺地質編纂図 (半径30 km以内)



A: 新第三系・第四系 B: 古第三系 C: 白亜系一えぞ累層群 D: 神居古渾帯の諸岩類 E: 蛇紋岩 F: 日高帯の諸岩類 G: 深成・変成岩類 H: 礼文・隈根尻層群 I: 別列岳層群 Km: 神居古渾帯 II: 日高帯 R-K: 西方基盤岩地域 I: 天北脊陵部 II: 清川隆起帯 III: 築別背斜 IV: 中記念F-ム V: 空知背斜 H-F: 幌延断層 T-F: 天塩川断層 U-F: 歌越別背斜 C-F: 築別背斜断層 H-D: 羽幌F-ム R-S: 留萌一新十津川構造線 M-T: 増毛-当別構造線

図4-1-4. 新第三系基盤の分布

「北海道北部，日本海沿岸地域の新第三系 - その層序と古地理について -」

(高橋、福沢他，地球科学，Vol 38, No 5)

表4-1-1 地質層序表

地質時代		地層名	記号	主な岩相	記 事		
新 生 代	第 四 紀	完 新 世	沖積層	a	砂、礫、粘土	未固結堆積物	
			泥炭	p	泥炭	未固結堆積物 主にサロベツ原野に分布。	
			砂丘堆積物	s	砂、礫	未固結堆積物 海岸部に分布。	
		更 新 世	豊徳火山灰層	hv	スコリア、火山灰	未固結堆積物 調査地北西部に分布 ワシコの沢軽石層を含む	
			段丘堆積物	tr	砂、礫、粘土	未固結堆積物	
			紋音知火山噴出物	Ry	流紋岩、角閃石安山岩	紋音知岳に分布。	
	新 第 三 紀	鮮 新 世	更別層	Sb	砂岩、礫岩、泥岩	亜灰を伴う。固結度は低い。	
			勇知層	Yt	砂岩（礫岩を挟む）	固結度は低い。	
		中 新 世	声間層および迫別層	Kt	泥岩、砂質泥岩	新鮮部は硬質。	
			稚内層	Wk	硬質頁岩	新鮮部は硬質。基底部に礫岩を伴う。	
			増幌層	Mp	礫岩、砂岩、泥岩	新鮮部は硬質。基底部に礫岩を伴う。	
			鬼志別層	On	凝灰質砂岩 泥岩	新鮮部は硬質。調査地北部に小規模分布する。	
	宗谷夾炭層	Sc	砂岩、頁岩、礫岩	新鮮部は硬質。石炭、凝灰岩を挟む。			
	古第 三紀	漸新世	曲淵層および宇津内層	Ut	泥岩、砂岩	石炭を挟む。 調査地東部に小規模分布する。	
	中 生 代	白 堊 紀	上部蝦夷層群	函淵層群	Hk	泥岩、砂岩	固結した硬質な岩石である。 調査地東部から南部にかけて分布する。
				上部	Yu3	泥岩、砂岩、凝灰岩	
				中部	Yu2	砂岩	
			下部	下部	Yu1	泥岩	
最上部				Yu2	砂岩、礫岩、泥岩		
中部蝦夷層群			主部	Yu1	泥岩、砂岩		
			下部蝦夷層群	Yl	砂岩、頁岩		
第 5 紀		空知層群	Sr	頁岩、砂岩、チャート、凝灰岩			
黄 入 岩			Sp	蛇紋岩	調査地東部に分布する。 硬質なものから粘土化したものまで岩相は複雑。		
			An	安山岩	調査地北東部に小規模分布する。		
			Md	凝灰岩	蛇紋岩中に点在する。		
			Gb	ハンレイ岩	蛇紋岩中に点在する。		

#### 4-1-2 地質構造

陸域部の褶曲軸および断層の分布を図4-1-5、図4-1-6に示す。

先第三紀の空知層群、エゾ層群および函淵層群には短い波長の褶曲構造が数多くみられる。褶曲軸の方向は、ほぼN-S、NE-SWを示している。また、先第三系は、各所で断層により切られ、地層分布はモザイク状を呈する。このような褶曲や断層を伴う構造運動は、後期白亜紀あるいは第三紀の前期に生じたと判断されている。蛇紋岩体の貫入は、この時期と推定されているが、本体の貫入に伴う著しい褶曲や断裂は認められていないとしている。

古第三紀宇津内層は、白亜系（函淵層群）を不整合に覆い向斜構造を形成する。

新第三系は、白亜系を不整合に覆うが、白亜系の構造とは著しい差はない。褶曲軸は、平行状に多数配列し、一般にNNW-SSE方向を示す。断層の走向も概ね褶曲軸と同様にNNW-SSE方向を示している。新第三系中の大きな不整合は、増幌層と稚内層間に認められるとしている。

新第三系の地質構造を大きく規制している断層は、幌延断層である。幌延断層の東側地域は、地表では、主として増幌層以下の地層が分布し、西側地域では、主として稚内層以上の地層が分布する。幌延断層の東側地域に分布する宗谷夾炭層～増幌層には、東緩西急の非対称褶曲構造も認められるとしている。

幌延断層の西側地域は、稚内・増幌層を中核とする雁行状の背斜構造が発達し、石油・ガスを貯留しやすい構造を形成している。この地域には、豊富および大曲背斜軸の西側を背斜軸にはほぼ平行に大曲断層が位置し、南へ延びているとされている。この断層は衝上性の断層とされているものである。なお、天塩川左岸地域には、北川口、更岸、本原野背斜および遠別向斜などの大きな褶曲構造が認められるが、褶曲軸の方向はNNE-SSWを示している。このように、天塩川左、右岸の新第三系の褶曲軸の方向が斜交するような傾向を示すことから、雄信内付近の天塩川沿いに「天塩川断層」が伏在するといわれている。

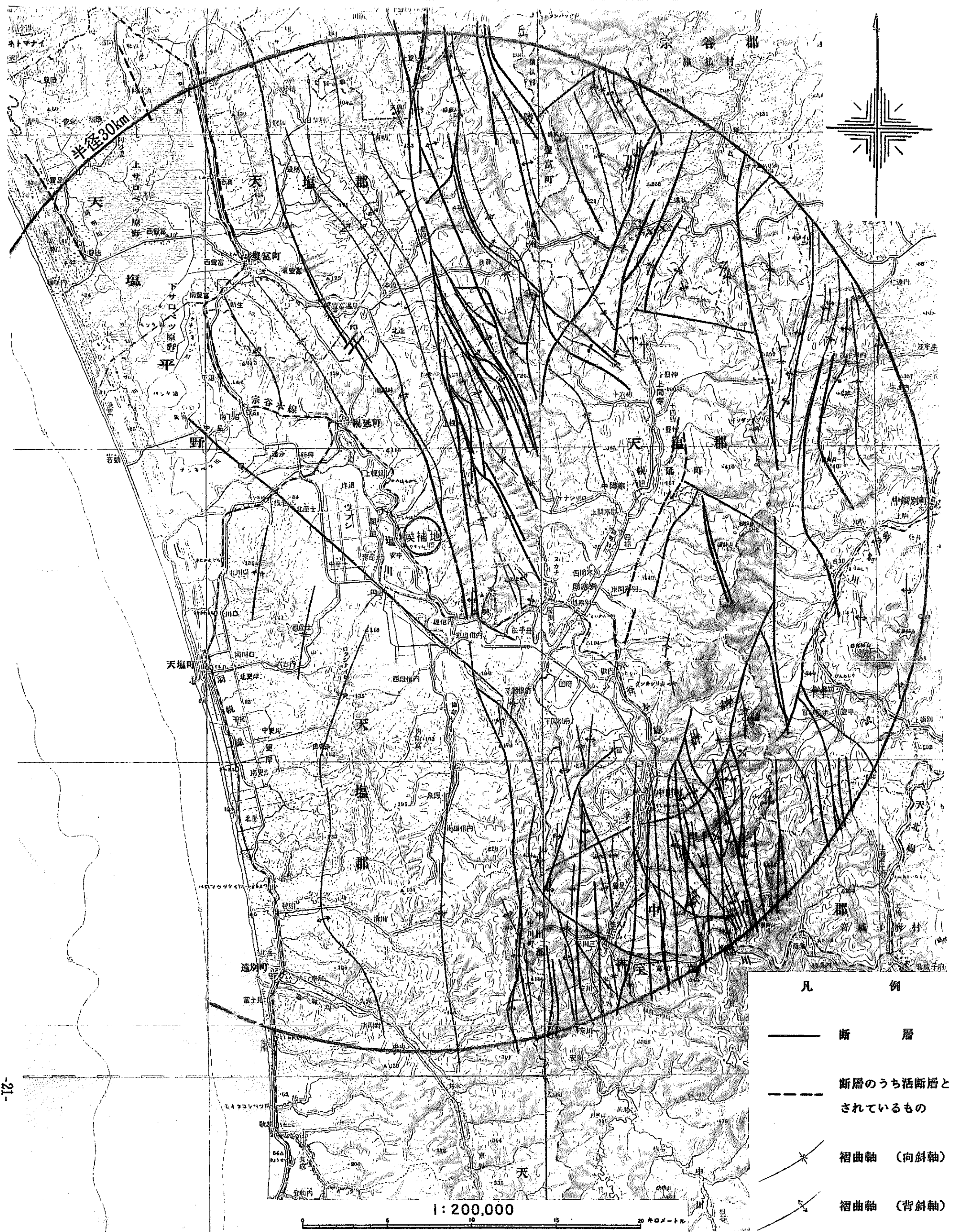
調査地の構造運動は大別し3期に分けられ(表4-1-2参照)、その運動は、第四紀の恵北層堆積前には、ほぼ完了していると判断されている。

表4-1-2 構造運動の総括

運動時期	関連する層群、累層	地質時代	備考
I	先第三系	白亜紀末期 または第三紀の初め	蛇紋岩体の貫入。 変形殆どなし。
II	先第三系、 第三系の曲淵 (宇津内)～増幌層	中新世後期	主要な構造運動。
III	稚内～更別層	新第三紀末期 または第四紀の初め	副次的でおだやかな 構造運動。

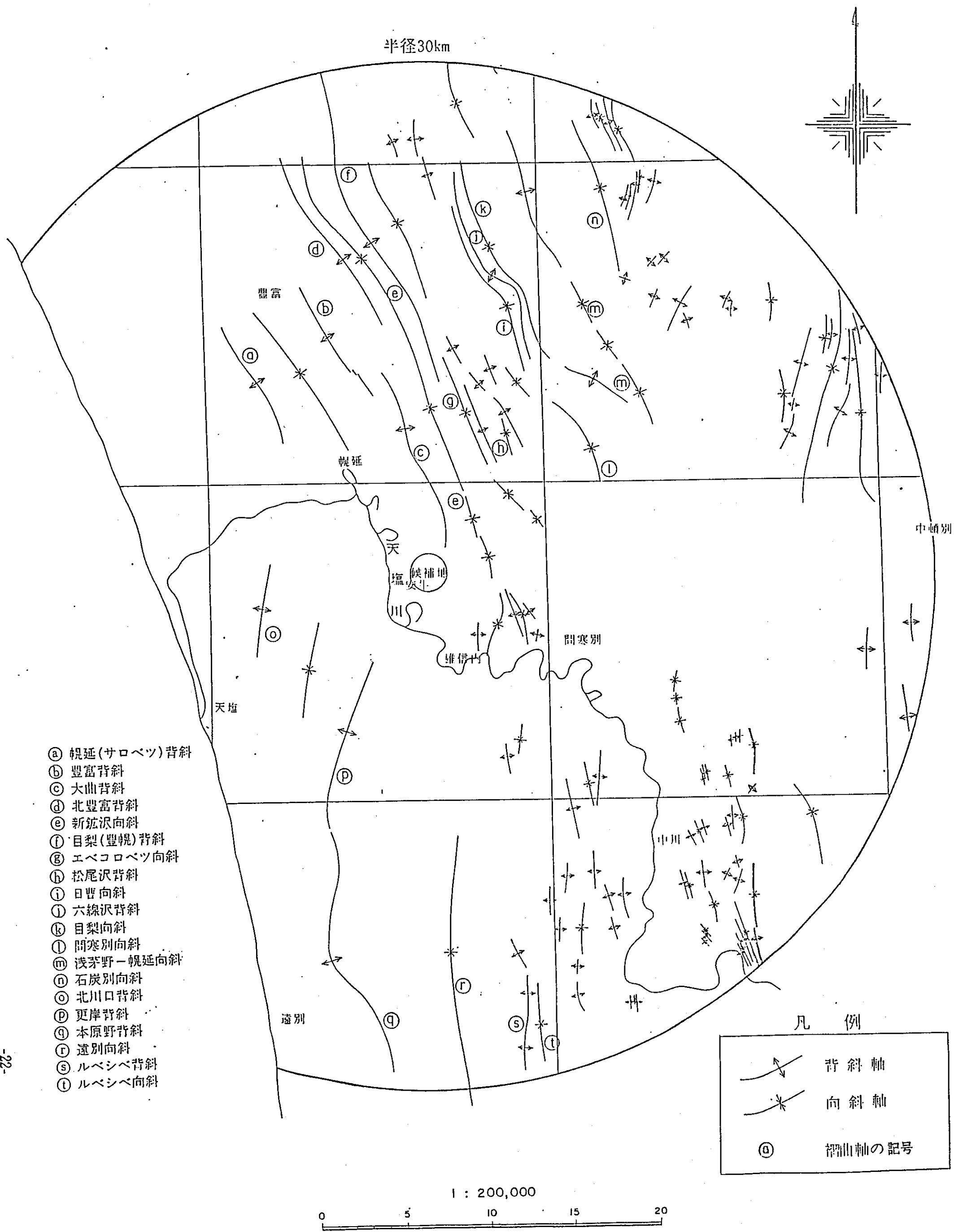
天北炭田地質図説明書、根本他(1979)より作成





本図の断層は、文献断層のうち延長5 Km以上のものを抜き出したものである。  
 活断層については「日本の活断層」によるものである。

図4-1-5 地質構造図(半径30km)



- Ⓐ 幌延(サロベツ)背斜
- Ⓑ 豊富背斜
- Ⓒ 大曲背斜
- Ⓓ 北豊富背斜
- Ⓔ 新鉾沢向斜
- Ⓕ 目梨(豊幌)背斜
- Ⓖ エベコロベツ向斜
- Ⓗ 松尾沢背斜
- Ⓘ 日曹向斜
- Ⓚ 六線沢背斜
- Ⓛ 目梨向斜
- Ⓜ 問寒別向斜
- Ⓝ 浅茅野-幌延向斜
- Ⓨ 石炭別向斜
- Ⓟ 北川口背斜
- Ⓟ 更岸背斜
- Ⓠ 本原野背斜
- Ⓡ 遠別向斜
- Ⓢ ルベシベ背斜
- Ⓣ ルベシベ向斜

凡例

	背斜軸
	向斜軸
Ⓐ	褶曲軸の記号

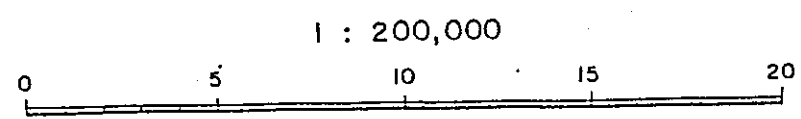


図4-1-6 褶曲構造分布図 (半径30km)

#### 4-1-3 地下資源（石油・ガス、石炭）

##### （1）石油・ガス

幌延断層以西の地域には、稚内・増幌層を中核部とする背斜構造が雁行し、背斜軸上で石油・ガスの採掘、試掘が行われた経緯がある（図4-1-7）。石油・ガスの根源岩は、一般に増幌層の泥岩とされ、貯留岩は、増幌層の砂岩や凝灰岩である。

図4-1-7に石油・ガス井の位置を示しているが、これらのうち、継続的に稼行したものは、豊富ガス田（豊富温泉）の数孔である。ちなみに候補地周辺における石油・ガスの試掘の結果によると、候補地北方の大曲背斜の上幌延HR-1およびNR-1号井（永井）では、増幌層中に油・ガス徴を認めたものの稼行に足るものではなかった。また、候補地の北西方に位置する幌延背斜におけるTR-1号井（天北化学）の試錐結果では、増幌層から油・ガス徴を得ているが、孔内圧潰のために、これも稼行に至らなかった。以上のように候補地周辺の地層には、石油・ガスを胚胎する可能性はあるものの、継続的に稼行した孔井は少ない。

##### （2）石 炭

石炭は、古第三紀漸新世の宇津内層、新第三紀中新世の宗谷夾炭層および鮮新世の更別層に挟在するが、主として稼行の対象にされた炭層は、宗谷夾炭層中のものである。宗谷夾炭層の上部層には、4～5層の稼行炭層を挟在する。炭層は、しばしば白色凝灰岩を伴う。各炭層の層厚は1～6m程度である。炭質は褐炭で、4,300～5,600カロリーである。可採量は、狩別地域を除くと、炭田全体で7,000万t程度と見積られている。これまでに開発された炭鉱を図4-1-7に示す。現在、これらの炭鉱は殆ど閉山している。候補地の地表部には宗谷夾炭層の分布は認められない。候補地に最も近接する炭鉱は候補地の東北東約6～7kmに位置する旧新幌延坑および旧南上幌延坑がある。



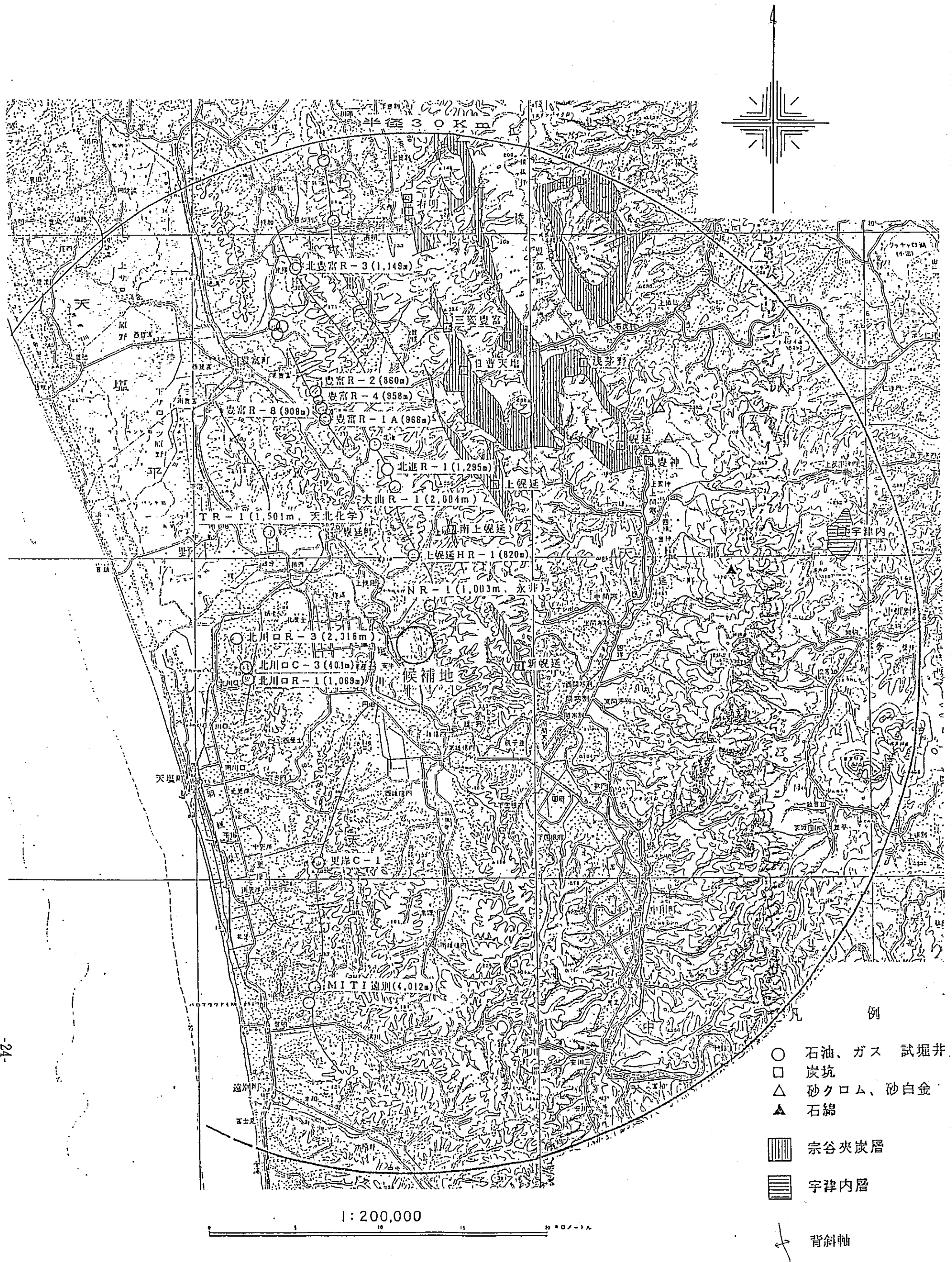


图 4-1-7 地下資源分布図 (半径30km)

#### 4-1-4 地すべり

候補地を中心とした半径30kmの範囲に分布する文献(\*)に示された地すべり地は、図4-1-8の通りである。このうち、主要な地すべりの状況を表4-1-3に示す。

これらを要約すると以下の通りである。

主要地すべり地は、候補地から東～南方25km離れた山地部の山腹斜面に分布し、それ以外の地域には、わずかに点在する程度であり、候補地付近には分布しない。主要地すべり地域は、蛇紋岩類、エゾ層群の分布域ならびに新第三系の褶曲や断層の影響を受けた稚内層より下位の地層の分布域とおおむね一致している。

また、候補地には空中写真判読および現地調査によって、地すべり地は認められなかった。

(\*) 地すべり学会北海道支部編(1980)：北海道地すべり分布図



図4-1-8 文献による地すべり分布図

表4-1-3 主要地すべり一覧表 (半径30km内)

地すべり学会北海道支部誌(1980)  
「北海道の地すべり分布図」による。

地点 番号	名称	規模				種類	活動 状況	地質	保全対策					対策 工事	指定年月 日 告示番号	所管	資料 番号	
		長さ	幅	面積	深さ				災害	休地 ha	耕地 ha	住宅 戸	道路 m					
1	修徳	300	350	11		連続型		泥岩、砂質泥岩 (新第三系)			10						農	408
2	天興	300	400	12		連続型		塊状泥岩、砂質泥岩 (新第三系)			11	3	市 900				農	408
3	知駒岳	70	150	1	10	円弧すべり	旧	崖錐、強風化蛇紋岩					道 150				開	469
4	歌内	600	600	25.73	10	準土化	旧	蛇紋岩		26	19	21	町1200	1964	42.9.6 農1270		林	410
5	敏音知	750	700	52		連続型		泥岩、砂岩泥岩互層 (白亜系) 断層、断層			10		農 500				農	408
6	佐久	200	200	4			新	砂岩泥岩(白亜系)					林 200				営	401
7	安川	550	400	21				泥岩(白亜系)					道 400				土	406
8	安川三	350	300	10				泥岩(白亜系)断層		10							営	401
9	安川三	200	100	2				泥岩(白亜系)断層		2							営	401
10	安川三	200	100	2				泥岩(白亜系)断層		2							営	401
11	安川二	150	70	1				泥岩(白亜系)断層		1							営	401
12	安川二	200	100	2				泥岩(白亜系)		2							営	401
13	安川二	500	300	15			旧	泥岩(白亜系)		15							営	401
14	安川二	600	250	15			旧	泥岩(白亜系)		15							営	401

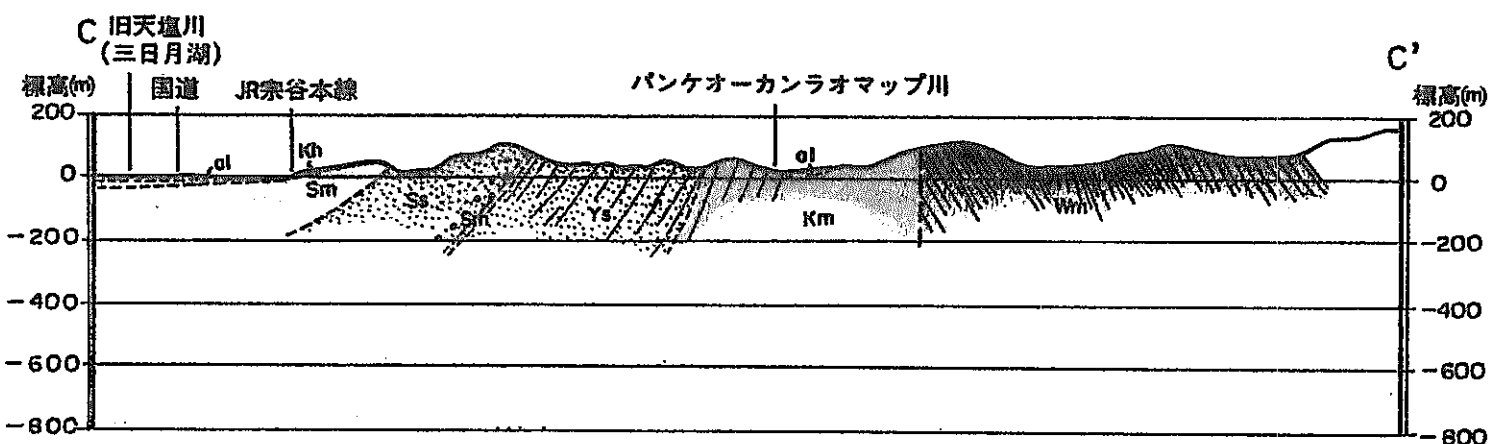
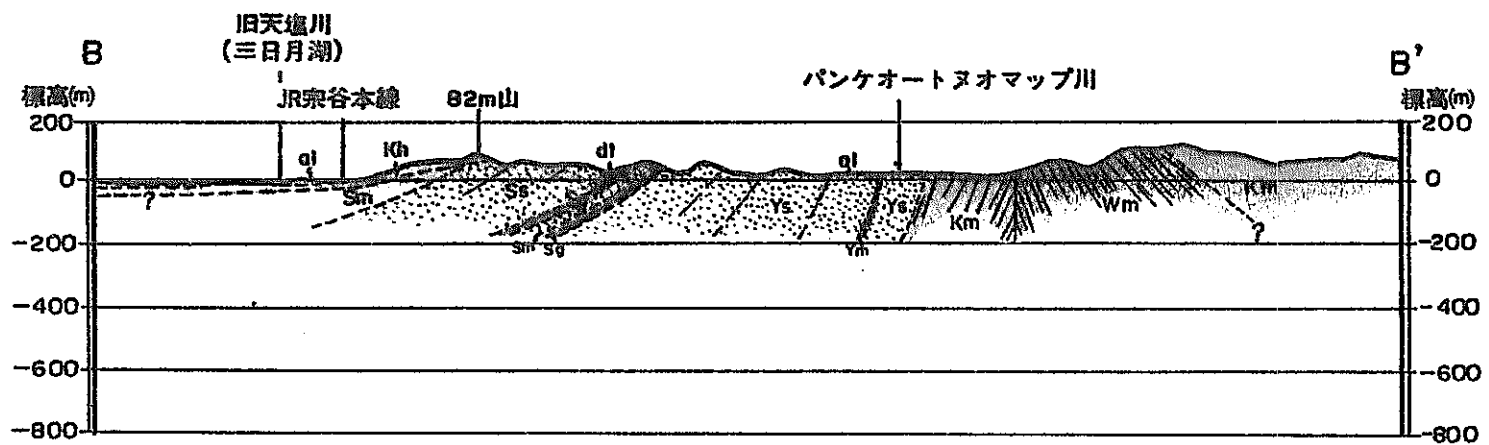
#### 4-2 候補地の地質・地盤（現地調査結果による）

候補地付近の上幌延からJR雄信内駅北方の天塩川右岸地域を対象に、縮尺1:25,000地形図による地表地質踏査を行なった。その地質平面図及び同断面図を図4-2-1および図4-2-2に示す。このうち、特に候補地付近においては、縮尺1:5,000の地形図による地表地質踏査を行なった。その地質平面図及びボーリングによる地質柱状図を加えた断面図を図4-2-3および図4-2-4（縮尺1:10,000に縮小）に示す。





図4-2-1 貯蔵工学センター候補地周辺地質平面図 (縮尺 1:25,000)



凡 例

地質時代	地層名	記号	主な層相	層理	} 走向・傾斜
第四紀	完新世	氾濫原堆積物	礫, 砂, 粘土, 泥炭	al	
	更新世	巖錐堆積物	礫, 砂, 粘土	dl	(推定) (伏在)
		段丘堆積物	礫, 砂, 粘土	tr	断層
		恵北層	砂礫, 凝灰質粘土	Kh	油徴
新第三紀	鮮新世	更別層	泥岩, シルト岩	Sm	ガス徴
		更別層	礫 岩	Sg	断層露頭番号
		更別層	砂 岩	Ss	
	男知層	男知層	泥岩, シルト岩	Ym	②
		男知層	細粒砂岩	Ys	
	中新世	声間層	泥 岩	Km	I — I'
稚内層		硬質頁岩	Wm	地質断面線	

(縮尺 1:25,000)

図4-2-2 貯蔵工学センター候補地周辺地質断面図 (縮尺 1:25,000)

# 凡 例

## 地 質 構 成 表

地質時代		地層名	記号	主な層種	記 事
新 紀	完 新 世	泥濘原堆積物 <sup>※1</sup>	al	礫, 砂, 粘土, 泥炭	未固結。平地部および沢部に分布。
	更 新 世	崖錐堆積物 <sup>△</sup>	dt <sup>△</sup>	礫, 砂, 粘土	崩積土およびその二次堆積物。山間, 沢部に分布。
	鮮 新 世	恵北層	Kh	砂礫, 凝灰質粘土	硬質頁岩層(ビスケット層)を特徴的に含む。未固結-半固結。
生 新 紀	更 新 世	更別層 <sup>※2</sup>	Sm	泥岩, シルト岩	更別層の上部に主として分布。半固結。
			Sg	礫 岩	更別層の下部に主として分布。低固結。礫岩は、先第三系に由来するチャート, 粘板岩, 輝綠凝灰岩などの円礫を主とする。
			Ss	砂 岩	
	中 新 世	勇知層	Ys	細粒砂岩	黄灰色-青灰色。細粒。生体化石, 貝類化石を含む。しまっている。
	新 世	戸間層	Km	泥 岩	灰白-灰色。珪藻質。塊状。固結。比較的硬く、割れ目は少ない。
稚内層		Wm	硬質頁岩	暗灰-灰色。固結。硬い。下部は比較的塊状。上部は1-10cm程度の層現面発達し、板状に剥離しやすい。	

※1) ~~~~~ : 不整合

※2) 更別層は第四紀更新世の地層であるとする考えもある。



————— (推定) (伏在) 断層

↑ 油 徴

B-1  
◎ ボーリング地点

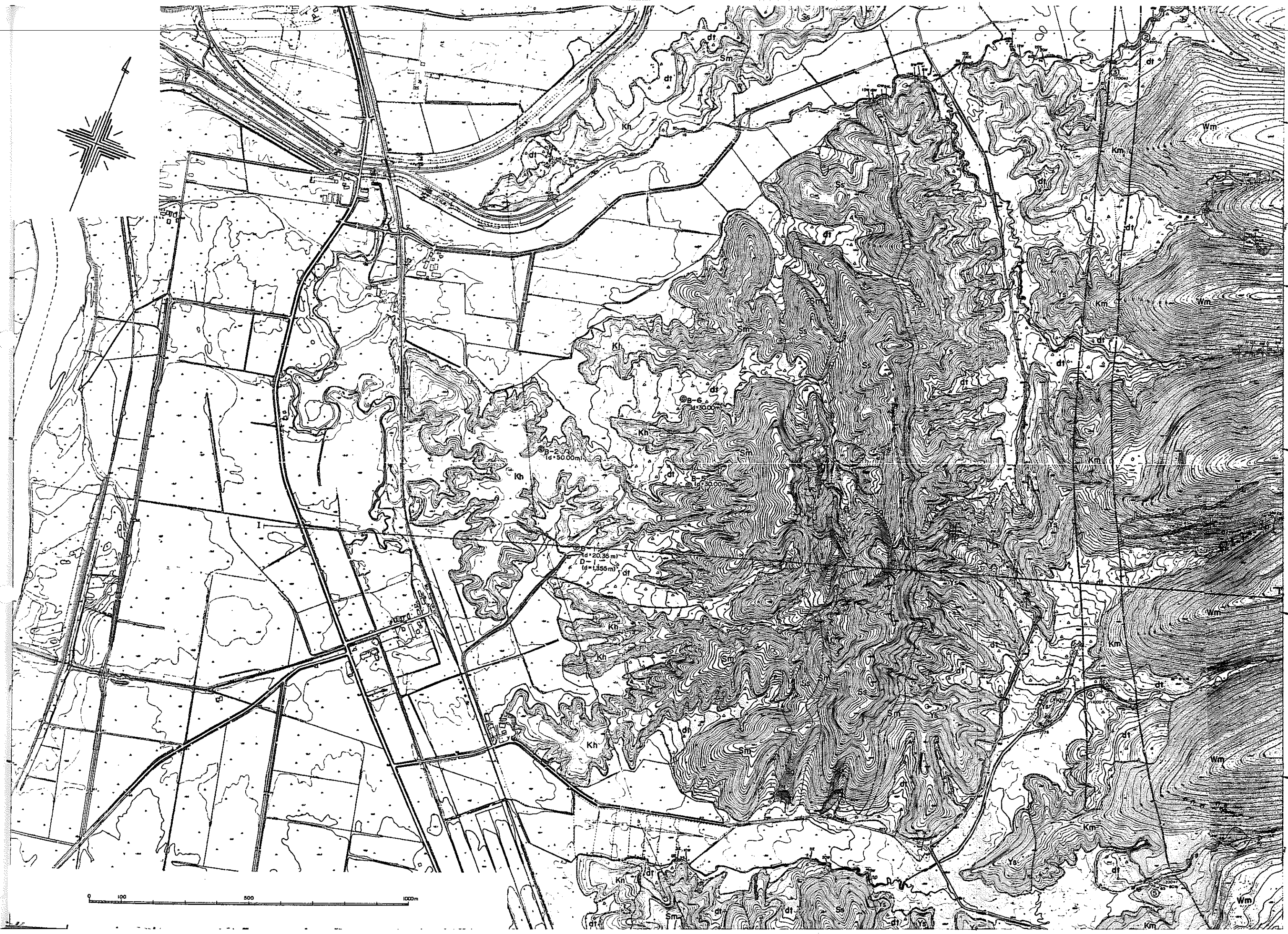
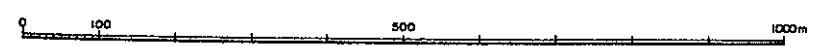
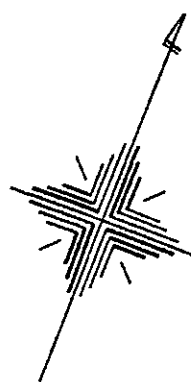
⊞ ガス徴

② 断層露頭番号

I—I' 地質断面線

図4-2-3 貯蔵工学センター候補地地質平面図 (縮尺 1:10,000)







#### 4-2-1 候補地付近の地形

調査地の地形は、表4-2-1に示すような地表の地質の層相を反映して、稚内層の分布域とその上位層である声問層～恵北層の分布域では特徴を異にしている。

稚内層の分布域は、標高約250mに及ぶ山地をなし、起伏にとんでいる。また、直線性の沢が発達し、谷密度は小さい。一方、声問層～恵北層の分布域は、一般に稚内層の分布域の山地よりも低い（尾根の標高は100～150m）丘陵性の地形である。この丘陵は樹枝状および平行状の小沢による開析を受け、谷密度も大きく起伏に富む。このうち、更別層の礫岩層は、地層の走向方向（南～北性）に突出した尾根を形成する。

段丘は、パンケオーカンラオマップ川、パンケオートヌオマップ川沿いおよび候補地付近に分布する。段丘面の標高は20～30mである。

4-2-2 候補地付近の地質

(1) 概 説

調査地に分布する地層は、新第三紀中新世の稚内層と声問層、鮮新世の勇知層と更別層、第四系更新世の恵北層、段丘堆積物、崖錐堆積物および完新世の氾濫原堆積物からなる。

これらの地層は、ほぼ南北性の走向と西傾斜を示し、従って東側から西側へ順次上位の地層が観察される。稚内層から更別層に至る新第三系はいずれも整合関係で累重している。地層の固結度は、稚内、声問層は固結、勇知、更別層は半固結ないし低固結、恵北層以上の地層は未固結である。

表4-2-1 地質層序表

地質時代		地層名	模 式 柱状図	主な層相 (記号)	記 事	層 厚 (m)
新 生 代	第 四 紀	完 新 世	氾濫原堆積物	礫, 砂, 粘土 泥炭 (al)	未固結。平地部, 沢部に分布。	
		更 新 世	崖錐堆積物	礫, 砂, 粘土 (dt)	崩積土。山腹, 沢部に分布。	
			段丘堆積物	礫, 砂, 粘土 (tr)	バンケオートヌオマップ川およびバンケオートカンラオマップ川沿いに分布。現河床との比高10m程度の平坦面を形成。	10 } 15
			恵北層	砂礫, 凝灰質粘土 (Kh)	頁岩礫(バスケット礫)を特徴的に含む。未固結~半固結。不均質。	30 } 40
	新 第 三 紀	鮮 新 世	更別層	泥岩・シルト岩(Sm) 礫岩(Sg) 砂岩(Ss)	泥岩・シルト岩(Sm)は更別層の上部に分布, 礫岩(Sg), 砂岩(Ss)は下部に主として分布。半固結~低固結。礫は先第三系の円礫を主とする。	400 } 500
			勇知層	細粒砂岩(Ys) 泥岩・シルト岩(Ym)	砂岩(Ys)を主とし, 泥岩・シルト岩(Ym)を挟在する。生痕および貝類化石に富む。半固結。	250, 400 ~ 500
		中 新 世	声問層	泥岩(Km) 砂岩(Ks)	珩藻質泥岩(Km)を主とし, 上部に砂岩(Ks)を伴う。固結。	600 +
			稚内層	硬質頁岩(Wm)	下部は比較的塊状。上部は1~10cm間隔の層理面がみられる。硬い。	800 +

## (2) 地質各説

### ① 稚内層 (Wm)

本層は、候補地の東方の地域に分布し、固結した暗灰色の頁岩および泥岩からなる。下部は塊状泥岩が主体であるが、上部では板状泥岩に移化する。この頁岩の層理ユニットは数cm～30cm程度である。頁岩は珪質で、 $\alpha$ -クリストバライト化が認められ、硬い。

### ② 声問層 (Km)

本層は、稚内層分布域の西側に幅数100m～700mで南北方向に連続して分布する。地表の風化部では、灰白～灰色を呈し、新鮮部では青灰～暗灰色となる。本層は珪藻質泥岩が主体であり、塊状で層相の変化に乏しい。泥岩は風化が進むと、リーゼガング模様が特徴的に観察される。パンケオーカンラオマップ川下流部の声問層の最上部では、砂質な部分(Ks)が約100mにわたって認められる。声問層は層厚 600m以上と推定される。

### ③ 勇知層 (Ys、Ym)

本層は、ほぼ均質な細粒砂岩(Ys)から構成され、まれに厚さ数mの泥岩(Ym)を挟む。細粒砂岩や泥岩は、風化部で黄褐～黄灰色を、新鮮部では暗灰～青灰色を呈し、生痕および貝化石に富む。本層は、下位の声問層と漸移し、整合関係で累重する。層厚は、雄信内北方では 250m程度であるが、上幌延東方では、400～500mである。

#### ④ 更別層 (Sg、Ss、Sm)

本層は、固結度の低い礫岩 (Sg)、砂岩 (Ss)、泥岩 (Sm) などからなる。礫種は、円磨された先第三系起源のチャート、粘板岩などの細～中礫 (直径 1 cm 程度) を主とする。文献によれば更別層は、一般に礫岩・砂岩が主体の地層とされているが、候補地におけるボーリング調査結果や周辺の地質分布から推定すると、礫岩・砂岩層は、本層下部にみられ、上部では泥岩およびシルト岩に移化しているようである。下部層の層厚は、候補地付近で約 170 m、原の沢川南方では約 250 m である。更別層の全体の厚さは、400～500 m と推定される。下位の勇知層とは整合関係で累重する。

#### ⑤ 恵北層 (Kh)

本層は、調査地西部の天塩川沿いの丘陵地の縁辺部に緩傾斜面ないしほぼ水平な地形面を形成して分布する。本層は、未固結の砂礫、砂および硬い粘土などからなり、腐植物を含む。礫は、稚内層や声問層起源の硬質頁岩の扁平礫 (恵北層に含まれる硬質頁岩の扁平礫は、堆積後、風化作用を受けて色調が淡灰～灰白色化し、礫の形状と合わせてあたかもビスケットの如き外観を呈するようになっている。天北地方の地質研究者の間では、これを“ビスケット礫”と呼称している。) を主体とすることを特徴とする。本層は、層相の側方変化に富み、層理面は、一般に水平ないし西側へ緩傾斜している。下位の更別層とは異った傾斜角度を示すことから、更別層とは不整合関係にあるものと判断される。層厚は、地形面の高さやボーリング調査結果から、候補地付近では 30～40 m と推定される。



## ⑥ 段丘堆積物 (tr)

本層は、パンケオートヌオマップ川およびパンケオーカンラオマップ川沿いに分布する。段丘面は、河床との比高が約10mで、標高は20～30mである。本層は、硬質頁岩礫からなる砂礫層や灰白色の粘土層などから構成され、一部に腐植物や炭化木片なども含む。本層の層相は恵北層に類似し、ほぼ水平に累重し、層厚が約10mである。

なお、候補地内のボーリングB-2号孔付近一帯に標高約22mの平坦面が比較的広く分布し、上記の段丘と一連のもの可能性がある。この平坦面は、(i) 恵北層の一部が段丘面を形成している。(ii) 段丘堆積物の堆積面である。(iii) 段丘の侵食面である。の3通りの考えがあげられるが、候補地付近の露頭状況が不良であることに加え、段丘堆積物と恵北層の層相が互いに類似し、両者を区別しがたいため、地質図上では、便宜的に恵北層として一括して示した。

## ⑦ 崖錐堆積物 (dt)

本層は、山地の崩壊等に由来する崩積土層で、調査地各所の沢や凹地に分布し、未固結な礫混り粘土や砂などから構成される。

## ⑧ 氾濫原堆積物 (al)

本層は、いわゆる沖積層で、主要な河川沿いの氾濫原に分布する。本層は、“ビスケット礫”を含む砂礫層からなる他、天塩川に近接する平地部では粘土層や泥炭層がみられる。

#### 4-2-3 候補地付近の地質構造

候補地付近を東西方向に切る地質断面図を図4-2-4に示した。

候補地の東側地域の地表部には、稚内層が分布し、東へ傾斜している。一方稚内層分布域の西側地域の地表部には声問層より上位の新第三系が分布し、西側へ傾斜し、東から西へ順次、上位の地層が累重している。第四紀の恵北層は、以上の地層を不整合に被覆する地層で、主に、調査地西部のウブシ原野沿いの丘陵地に分布する。

第三紀の声問層および勇知層は、地質断面図に示すように、稚内層に近接するところでは一般に急傾斜（ $60^{\circ}$  W $\sim$  $70^{\circ}$  W、所により垂直）を示しているが、西へ向うに従って傾斜は緩くなっている。D-1号孔のボーリングコアに認められる層理面の傾斜は、声問層、勇知層、更別層とも一般に $10^{\circ}$ 以下である。

第四紀の恵北層は、一般に $10^{\circ}$ 前後あるいは水平に近い傾斜を示している。段丘堆積物は、ほぼ水平に累重している。



#### 4-2-4 候補地の地盤

##### (1) 浅層ボーリング

比較的浅い地下の状況を把握するため、図2-3に示す位置に深さ約20~50mの4本のボーリングを実施した。

ボーリング結果を表4-2-2及び図4-2-5~4-2-9に示す。

候補地の表層部には、更別層を覆って恵北層、崖錐堆積物及び氾濫原堆積物が分布している。更別層は全体によく締まっており、N値は深度とともに増加する傾向を示し、更別層が確認された深度から概ね5~6m（地表面下10~20m）で50以上を示す（ただし、恵北層にもN値50程度の砂レキ層が存在する）。N値50以上の地盤とは、通常、施設を建設する上で十分な支持層となりうるものである。

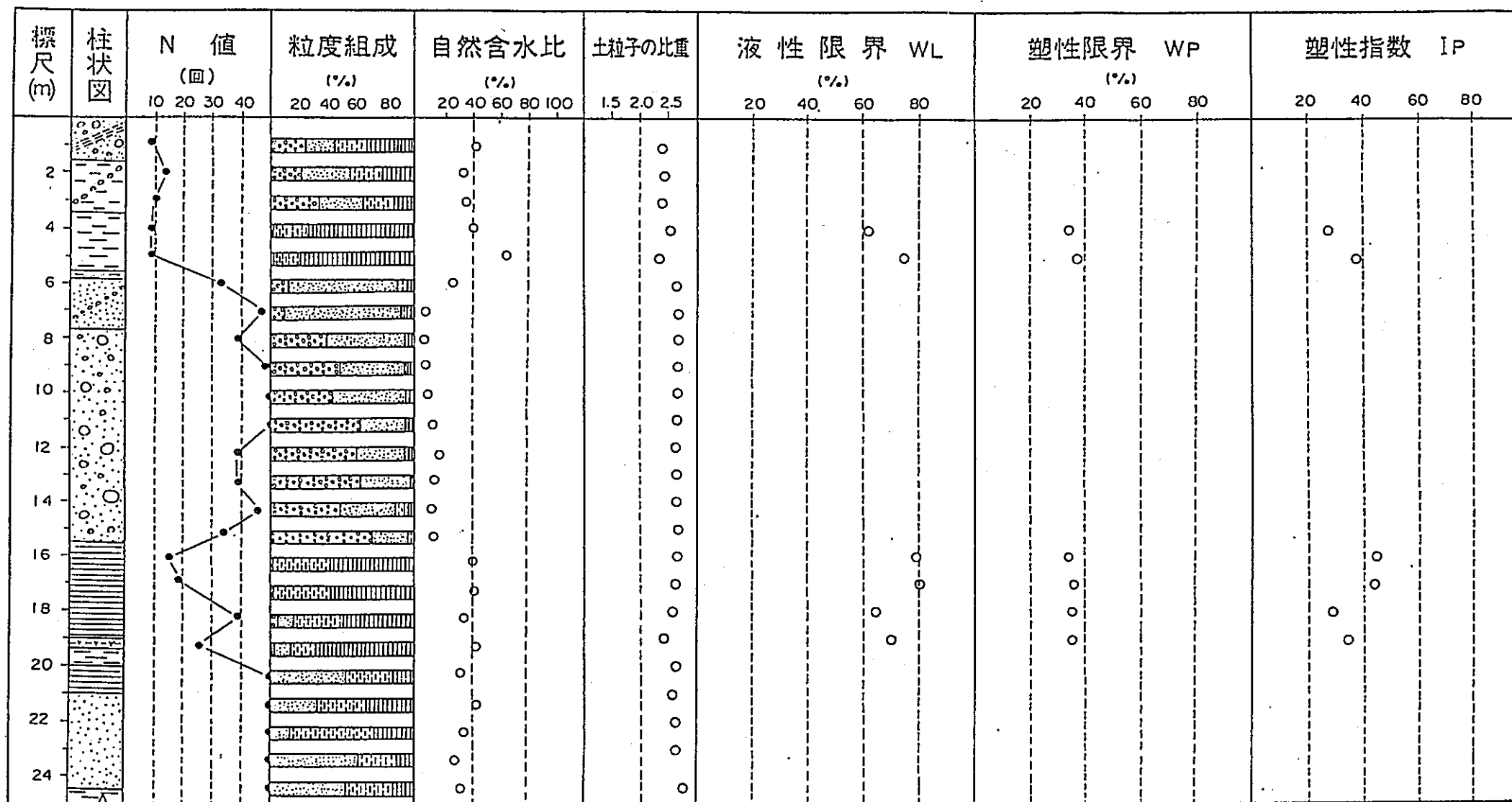
表4-2-2 浅層ボーリングの概要

ボーリング No.	ボーリング地点 の標高 (m)	ボーリング 深度 (m)	N 値 50 以上 となるまでの深度 (m)
B-1	+ 12.5	20.35	約 17
B-2	+ 20.0	50.00	約 20
B-5	+ 25.0	30.00	約 12
B-6	+ 25.0	30.00	約 13





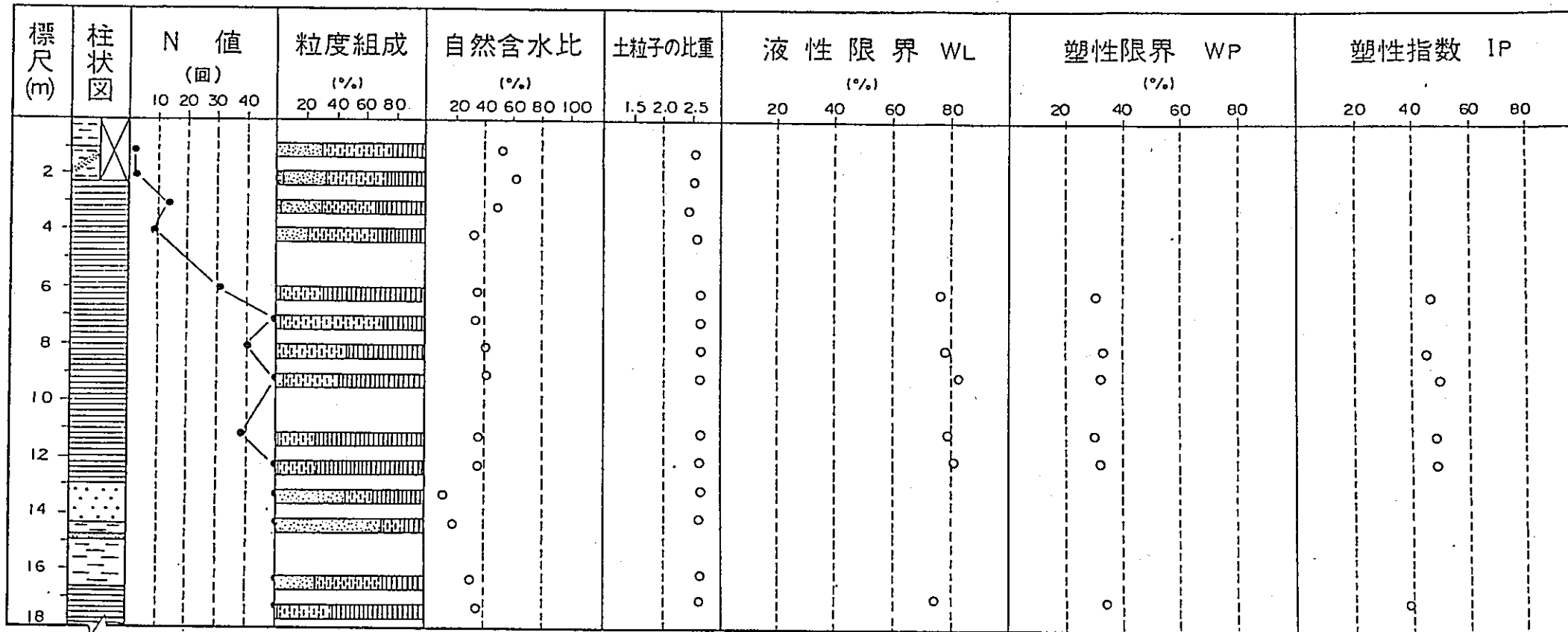
孔番 B-2 孔口標高 20.0 m 自然水位 GL-10.20 m



粒度組成凡例  
 礫 砂 シルト 粘土

図4-2-7 土性図(B-2)

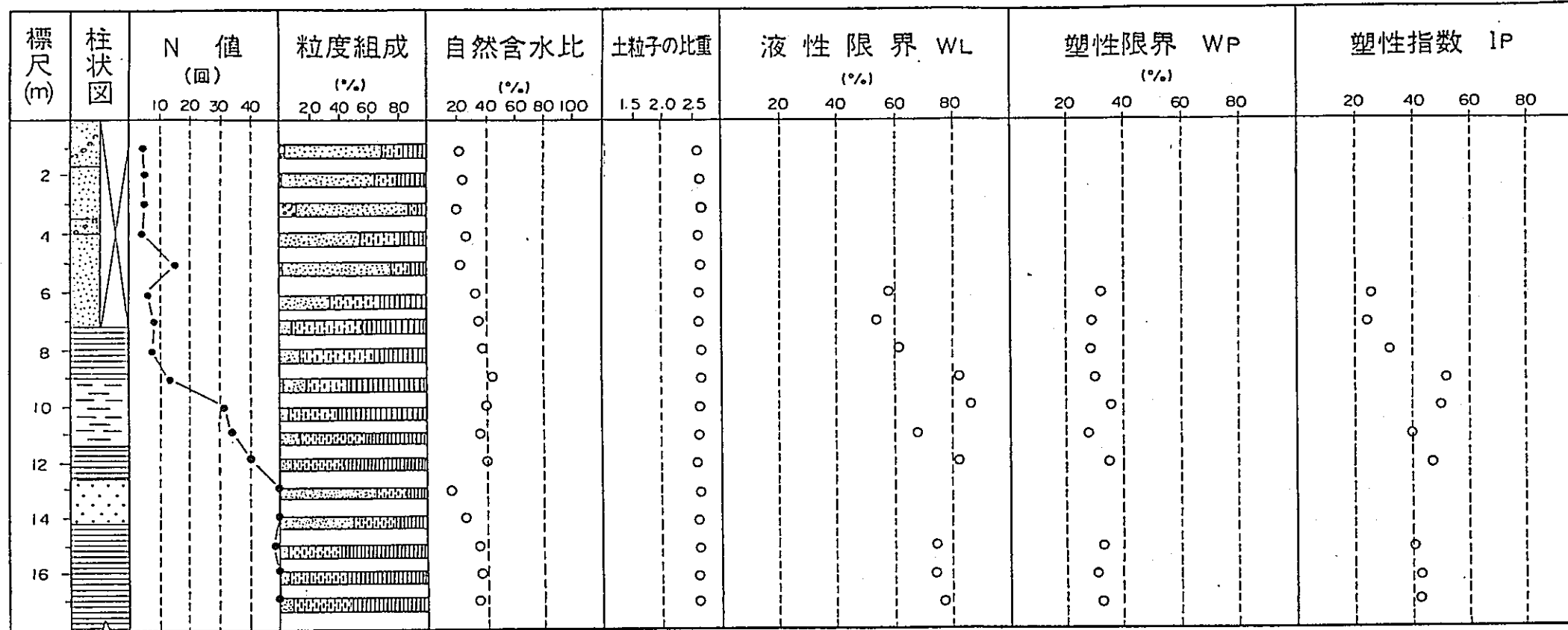
孔番 B-5 孔口標高 25.0 m 自然水位 GL - 2.00 m



粒度組成凡例  
 礫 砂 シルト 粘土

図4-2-8 土性図(B-5)

孔番 B-6 孔口標高 25.0 m 自然水位 GL - 2.15 m



粒度組成凡例  
 礫 砂 シルト 粘土

図4-2-9 土性図(B-6)

## (2) 深層ボーリング

地下深部の状況を把握するため、図2-3に示す位置に深さ約1,350mのボーリングを1本実施した。

### ① 調査結果

ボーリング結果を図4-2-10～4-2-11に示す。

深層ボーリング地点の地層は、上位から更別層、勇知層、声問層に区分される。

各地層の性状は以下のとおりであった。

#### (更別層)

更別層の上部は泥岩と砂岩が互層をなし、一部に礫岩を挟在する。中～下部にかけては砂岩が優勢となり、礫岩を挟在する。更別層の層厚は約340mである。

#### (勇知層)

勇知層はほぼ均質な細粒砂岩を主体とする。更別層との境界付近の上部では、中粒砂岩を、下部には、砂質泥岩の薄層を挟在する。勇知層の層厚は約540mである。

#### (声問層)

声問層の上部は、泥岩、砂質泥岩、細粒砂岩が互層をなし、中～下部はシルト質泥岩および泥岩を主体とし塊状である。声問層の層厚は470m以上である。

孔内検層結果は以下のとおりである。

・弾性波速度 - 深くなるほど速度は、増加する。

P波 : 1,640m/sec ~ 2,450m/sec

S波 : 420m/sec ~ 1,150m/sec

・地 温

地温勾配 : 0.4 ~ 3.9 °C/100m (深部ほど勾配は大きい)

孔底温度 (深度1,350m) : 約45°C

地温勾配の範囲は、温泉地帯を除いた一般の堆積地盤

(2 ~ 4 °C/100m) とほぼ同様である。

・湿潤密度 - 1.8g/cm<sup>3</sup> ~ 2.1g/cm<sup>3</sup>



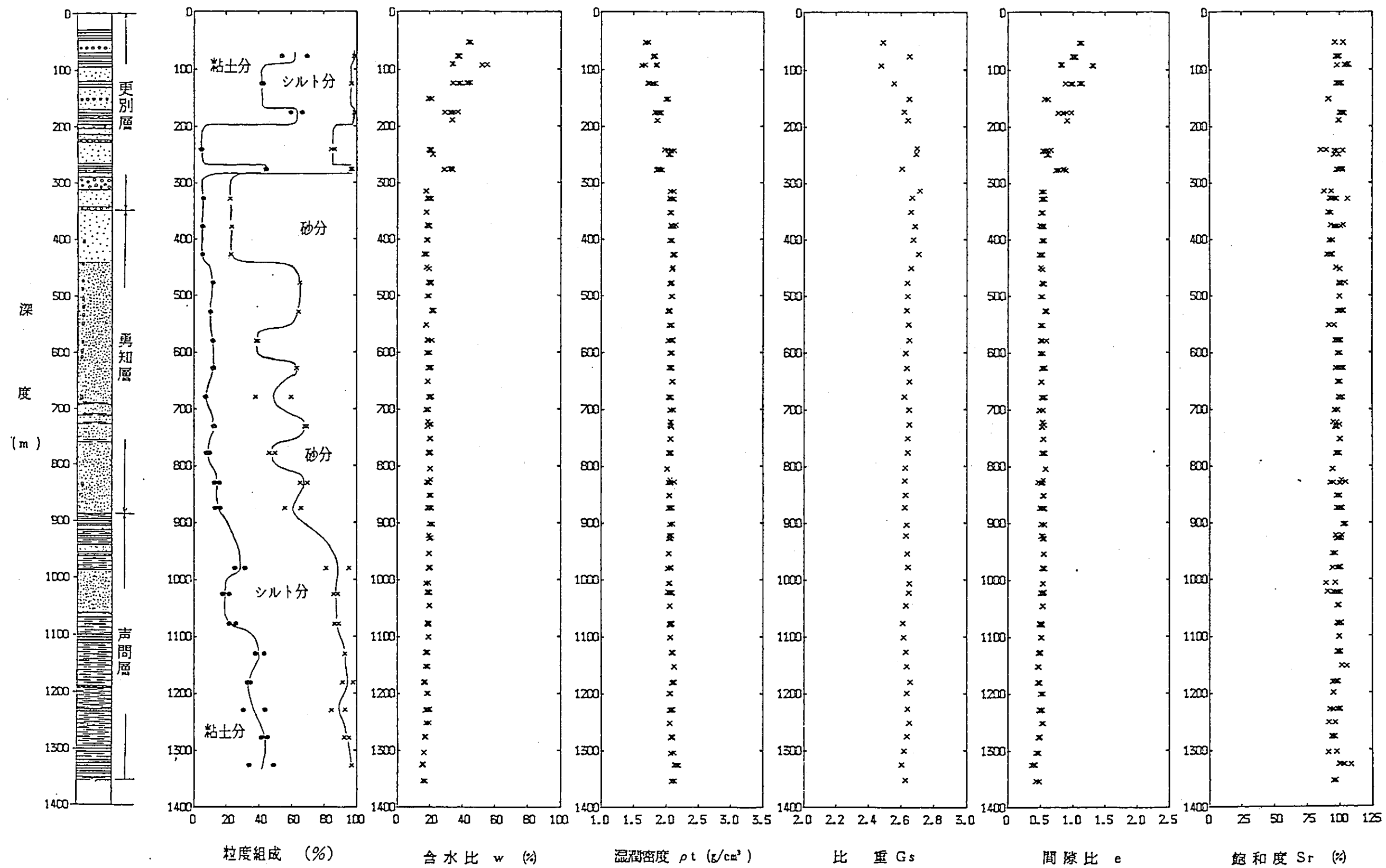
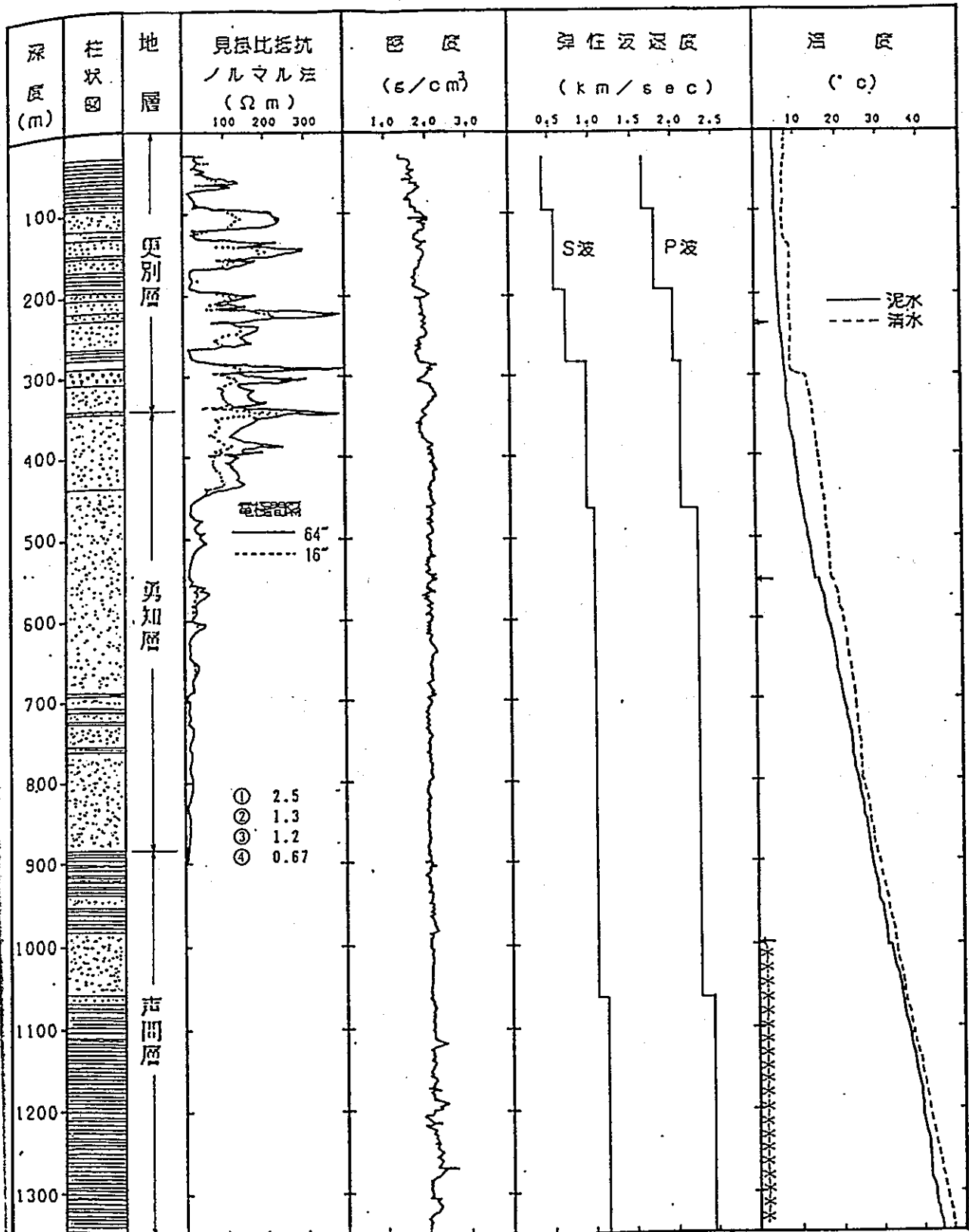


図4-2-10

物理試験結果の深度分布一覽図



注：①～④各枝層段階での泥水比抵抗 (Ω · m at 25 °C)

- 但し① 30～250m
- ② 250～550m
- ③ 550～1000m
- ④ 1000～1350m

注：温度（清水）はストレーナ加工管内で実施

- \* ストレーナ部
- ← 径の異なる管のジョイント部

図4-2-11 孔内検層結果

## ② 調査・研究の主な対象となる岩盤（声問層）について

現在、調査・研究の主な対象地層としては、声問層を考えている。  
図4-2-12に深層ボーリングで得られた声問層の一軸圧縮強度、  
間隙比、弾性波速度、透水係数を示す。

その結果として、声問層は、均質であり、強度及び透水係数等から  
みると、我が国に広く分布する新第三紀の泥岩によくみられる特性を  
有していると判断される。

また、声問層は、深層ボーリングの結果と地表地質踏査の結果を合  
せて考えると、候補地の東側では浅いところに分布し、西側へ行くほ  
ど深くなると推定される。また、南北の走向方向に連続して分布する  
と考えられ、候補地の地下に十分な厚さをもって広く分布していると  
推定される。

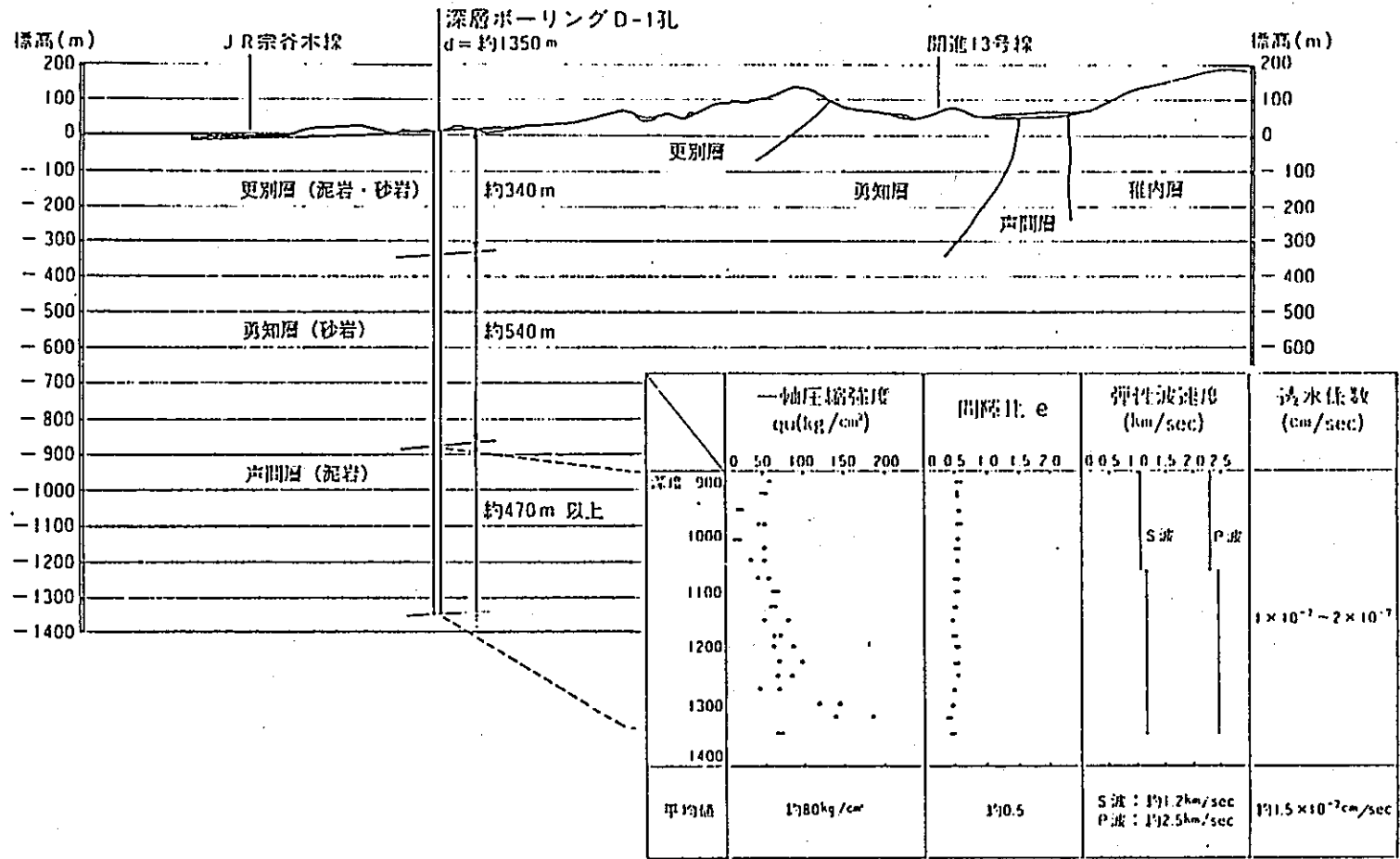


図4-2-12 声間層の性質

#### 4-3 候補地周辺の断層（文献による）

##### 4-3-1 文献に記載されている断層

###### (1) 概要

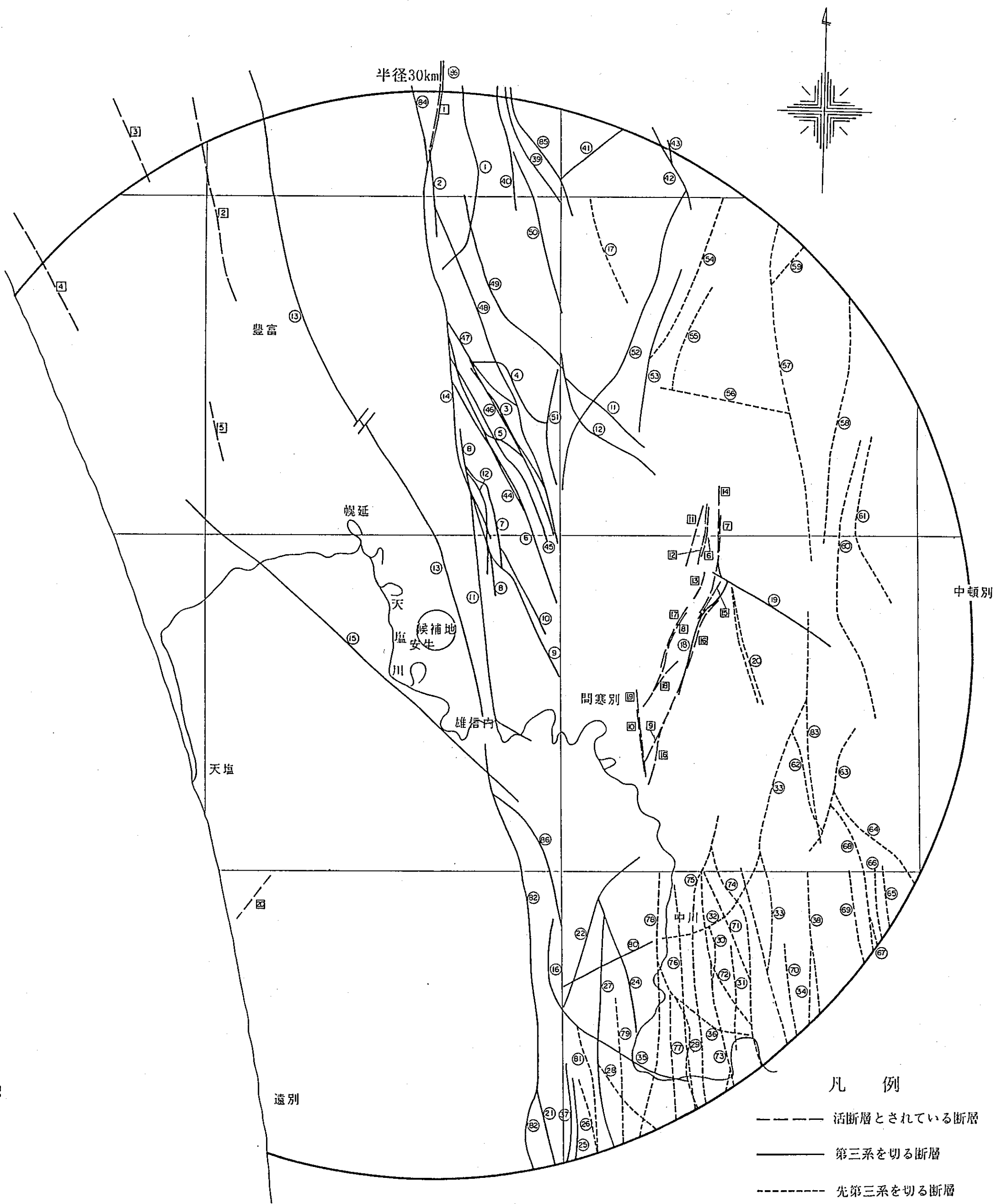
文献に記載されている調査地（候補地から半径30km以内）の断層（推定断層も含む）のうち、延長5km以上のものを抽出し、図4-3-1の「主な文献断層位置図」を作成した。これらのもとになった文献を表4-3-1、4-3-2に示す。以下、文献に記載されている断層を文献断層と呼ぶこととする。

調査地内の文献断層は、全般に南北性の走向を示すことを特徴としている。

調査地の東部から南東部（中川町付近）には主に先第三系を切る断層が分布している。このグループの断層は、文献では第三系を切っていないか、あるいは、第三系分布域にまで延びていない断層として記載あるいは図示されているものである。

調査地の西側には、主に第三系を切る断層が分布している。このグループの断層の大半は新第三系中新統（声問層より下位の地層）を切っているとされているが、その上位の鮮新世の勇知層と更別層を切るとされているものも少数認められる。

文献に記載されている活断層は、問寒別付近とサロベツ原野周辺および曲淵付近に分布している。以下文献に記載されている活断層を文献活断層と呼ぶこととする。



本図は文献断層のうち、延長5 km以上の断層を抜出したものである。  
 なお、活断層とされているものについては、延長に関係なくすべて示した。

- 凡 例
- 活断層とされている断層
  - 第三系を切る断層
  - 先第三系を切る断層
  - , ○ 断層番号

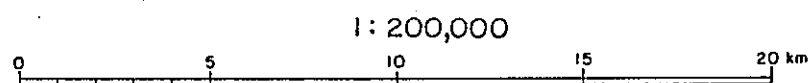


図4-3-1 主な文献断層位置図

表4-3-1 文献目録 (主な文献断層出典)

文献 No.	著者名	文献名	出典, 発行者	発行年
34	橋本 亘 長尾 捨一	北海道天塩國中川郡中川町の地質及び地下資源	中川町	1967
41	森 光男 植田 芳郎	20万分の1地質図幅「天塩」	地質調査所	1969
42	森 光男 対馬 坤六	地域地質研究報告, 5万分の1地質図幅 「遠別地域の地質」	地質調査所	1969
43	広岡 悦郎	北海道天塩町東方の稚内層の基底	石油技術協会誌 Vol.19, No.1	1954
45	広岡 悦郎 長井 弘	北海道天北地方の石油地質学的研究	石油技術協会誌 Vol.27, No.6	1962
85	福沢 仁之	北海道天北-羽幌地域の上層新第三系層序の再検討 とくに、「稚内」、「声間」層について	地質学雑誌 Vol.91, No.12	1985
101	非島 啓五郎 品田 芳二郎	北海道天塩国安平志内油田北部地区地質調査報告	地質調査所月報 Vol.3, No.12	1952
106	今西 茂	宇津内層群について	北海道地質要報 No.22	1953
112	猪木 幸男	5万分の1地質図幅および同説明書「欽音知」	地質調査所	1959
115	石山 昭三	小頓別上毛登別地域の夾炭層について (短報)	地下資源調査所報告 No.24	1960
121	垣見 俊弘 衣笠 善博	200 万分の1日本活断層図	地質調査所	1978
124	加藤 孝幸 新井 清彦	神居古潭構造帯, 知駒岳周辺の蛇紋岩メランジ帯	地質学雑誌 Vol.85, No.6	1979
128	活断層研究会	日本の活断層	東京大学出版会	1980
156	松井 寛 山屋 政美	北海道天塩郡幌延町間寒別北西部と旧幌延炭坑付近の 地質	地質調査所月報 Vol. 17, No.6	1966
158	松井 愈	地質調査における航空写真の採用 -天塩郡間寒別南部地域の1例-	新生代の研究 No.33	1961
179	松下 勝利 三谷 勝利	5万分の1地質図幅および同説明書「鬼志別」	北海道開発庁	1964
181	松下 勝利 小山内 照	5万分の1地質図幅および同説明書「浜頓別」	北海道開発庁	1967
188	三谷 勝利 魚住 悟	5万分の1地質図幅および同説明書「抜海」	北海道開発庁	1965
189	三谷 勝利 早川 福利	豊富背斜地域の天然ガス鉱床	北海道地下資源調査資料 No.125	1971
191	三谷 勝利	5万分の1地質図幅および同説明書「稚内」	北海道立地下資源調査所	1981
203	長尾 巧 森田 義人	天塩第二演習林南半部地質調査報告	北海道帝国大学演習林研究報告 Vol.10, No.3	1933

表4-3-2 文献目録 (主な文献断層出典)

文献 No.	著者名	文献名	出典, 発行者	発行年
206	長尾 拾一 牧野登喜男	天塩国大曲油田調査報告	北海道地下資源調査資料 No.49	1959
207	長尾 拾一	5万分の1地質図幅および同説明書「豊富」	北海道立地下資源調査所	1960
209	長尾 拾一	5万分の1地質図幅および同説明書「天塩中川」	北海道立地下資源調査所	1962
213	長尾 拾一	北海道の構造性天然ガスについて	地下資源調査所報告 No.40	1969
226	根木 隆文 佐川 昭	天北炭田地質図説明書	地質調査所, 日本炭田図鑑	1979
230	岡 孝雄	北海道天北・間寒別構造盆地のネオテクトニクス	活断層研究, No.1	1985
231	岡 孝雄	高レベル放射性廃棄物の地層処分と視延の地質	核廃棄物施設と地域政策<視延問題>を考えるにあたって, 日本科学者会談北海道支部	1986
232	岡 孝雄	北海道後期新生代堆積盆の分布とその形成に関わるテクトニクス	北海道の地質と構造運動, 地研専報 No.31	1986
250	小山内 熙 三谷 勝利	5万分の1地質図幅および同説明書「中頓別」	北海道開発庁	1963
262	佐川 昭 根木 隆文	曲淵層について	地質調査所北海道支所調査研究報告会議要旨録 No.17	1965
264	佐川 昭 根木 隆文	2万5千分の1 天北炭田地質図	地質調査所, 日本炭田図鑑	1975
304	杉山 雄一 奥田 康夫	50万分の1活構造図「旭川」	地質調査所	1987
318	高橋 功二	天塩安平志内川流域における安川層群(いわゆる兩淵層群)下底の不整合について(天塩地域における白亜系の研究第1報)	地質学雑誌 Vol.65, No.768	1959
319	高橋 功二 石山 昭三	5万分の1地質図および同説明書「沼川」	北海道開発庁	1968
337	田中 啓策	5万分の1地質図幅および同説明書「上猿払」	地質調査所	1960
338	田中 啓策 角 靖夫	北海道北部佐久-音威子府地域白亜系の古流系	地質調査所月報 Vol. 26, No.4	1975
355	植田 芳郎 根木 隆文	天北炭田猿払川支流ポロナイ川上流地域の地質と石炭	北海道地下資源調査資料 No.89	1964
380	渡辺 久吉	北海道視延油田南東部地形及地質図	地質調査所, 大日本帝國石油図44区	1944
382	山岸 宏光	北海道におけるいくつかの活断層露頭	活断層研究 No.2	1986
385	山口 昇一	20万分の1地質図幅「枝幸」	地質調査所	1981
405	日本第四紀学会	日本第四紀地図	東京大学出版会	1987



## (2) 活断層

今回調査した文献の中で、活断層についての記述がみられるのは以下の6つの文献である。この文献にもとづいて活断層についてまとめた。

- イ. 活断層研究会(編)(1980);日本の活断層—分布図と資料、東京大学出版会
- ロ. 垣見俊弘、衣笠善博他(1978);日本活断層図、200万分の1、地質調査所
- ハ. 岡 孝雄(1985);北海道天北・問寒別構造盆地のネオテクトニクス、活断層研究、No.1
- ニ. 杉山雄一・栗田康夫他(1987);50万分の1活構造図「旭川」、地質調査所
- ホ. 山岸宏光(1986);北海道におけるいくつかの活断層露頭、活断層研究No.2
- ヘ. 日本第四紀学会(編)(1987);日本第四紀地図、東大出版会

調査地(候補地から半径30km以内)に位置する陸域の文献活断層の分布を、図4-3-1に示した。また、文献活断層の諸元を表4-3-3にまとめた。上記ロ.の文献では、調査地内に活断層の記載がない。

なお、海域における文献活断層は、図4-3-2に示すように調査地内に分布せず、最も近いものでも候補地から約80kmのところまに位置している。

また、各々の文献による活断層の定義は以下のとおりである。

- イ. 「第四紀つまり、約200万年前から現在までの間に動いたとみなされる断層」
- ロ. 「新生代第四紀(約180万年前～現在)に活動した断層」
- ニ. ヘ「第四紀後期に活動した断層」
- ハ. ホ 特に定義していない。

以下、陸域の文献活断層について概説する。

#### i) 活断層No.㊶

活断層No.㊶は、「日本の活断層」〔文献128〕で幌延断層と称しているもので、「日本の活断層」では「沼川」図幅（高橋・石山、1968）〔文献319〕に示される幌延断層の一部にほぼ一致すると記載している。断層形態は、低断層崖で、東側が隆起しており、断層の長さは23km、确实度はⅡ、活動度はC級とされている。しかし、〔文献319〕では、この断層は恵北層（更新世前期）に覆われていると記載している。

「日本の活断層」の幌延断層と同じ断層と推定されるものは、50万分の1活構造図「旭川」（杉山・栗田他、1987）〔文献304〕、「日本第四紀地図」（日本第四紀学会編、1987）〔文献405〕、および山岸（1986）〔文献382〕にも図示されている。但し、〔文献304〕と〔文献405〕では断層の長さは17km程度とされている。

#### ii) 活断層No.㊷～㊹

この4本の活断層は、「日本の活断層」に図示されている。いずれもサロベツ原野の東縁ならびに西縁に分布するように図示されているが、断層についての記述はない。确实度はⅢとされている。50万分の1活構造図「旭川」〔文献304〕では、No.㊸の南半部にほぼ一致した位置に活断層（第四紀後期に活動したものを）を図示している。

#### iii) 活断層No.㊺～㊻

この5本の活断層は、「日本の活断層」で“問寒別東方断層群”と称されるものである。断層は、更別層や段丘堆積物の分布域に図示されている。断層の形態は低断層崖で、西側が隆起しており、确实度はⅡおよびⅢ、活動度はC級とされている。No.㊺～㊻とほぼ同じ位置に50万分の1活構造図「旭川」〔文献304〕でも活断層を図示している。

#### iv) 活断層No.㉓～㉔

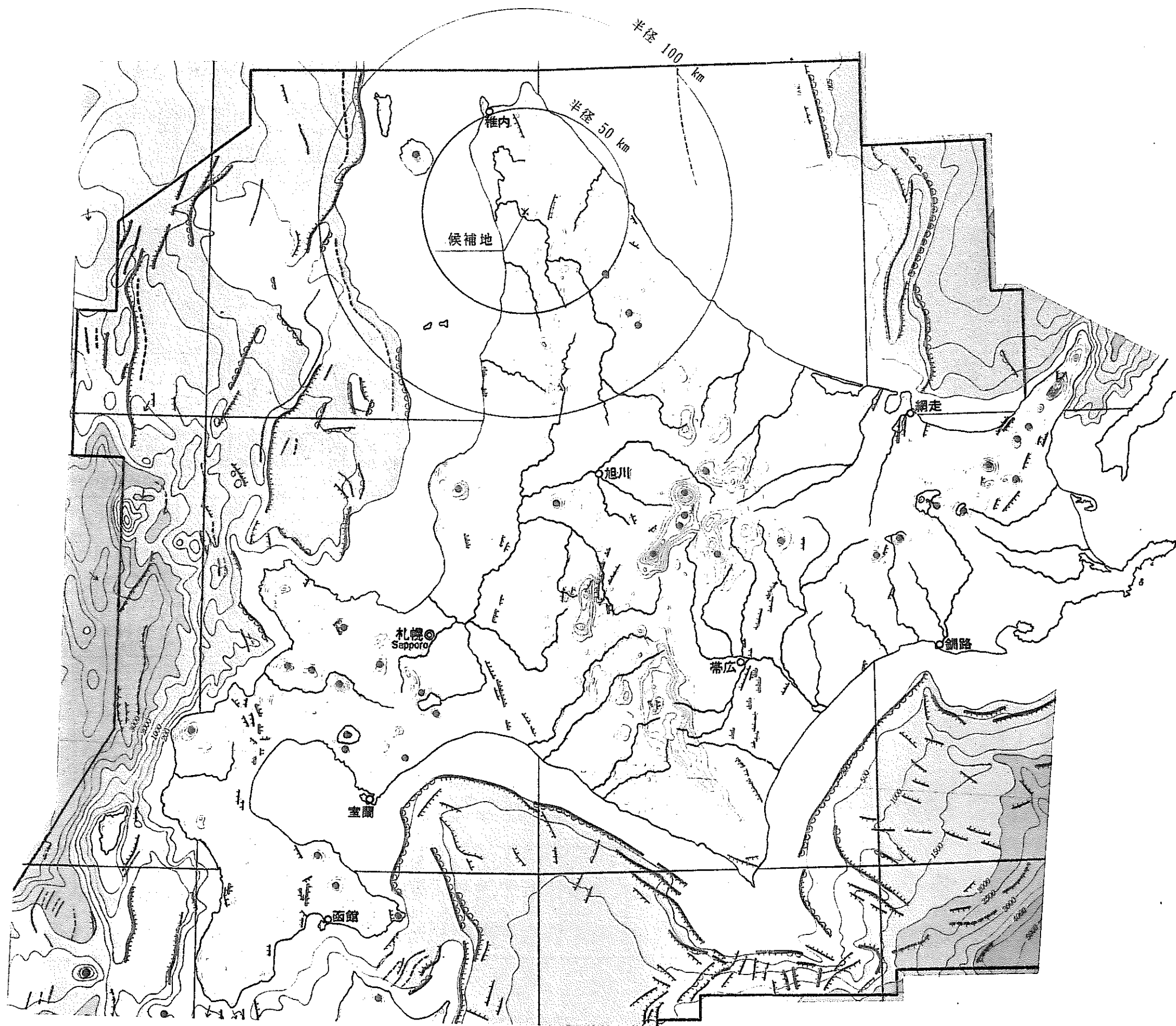
岡(1985) [文献230] は上記No.㉓～㉔の5本の断層とほぼ同じ問寒別東方地域に表4-3-4に示したような9本の活断層を記載している。確実度はⅠ～Ⅱ、活動度はB～C級(不明なもの5本)、長さは2.5～11kmとされている。断層形態は、ふくらみ、撓曲崖、段丘面(M、L面)の傾動、凹地などからなり、一部に断層露頭も認められるとしている。

#### v) 活断層No.㉕

No.㉕の断層は、50万分の1活構造図「旭川」[文献304]に、天塩の南東約7kmに図示されている。断層の走向はNE-SW方向で、北西側が隆起し、長さは約3kmとされている。しかし、断層についての記述はない。なお、「日本第四紀地図」にも、この断層とほぼ同じ位置に活断層が図示されている。

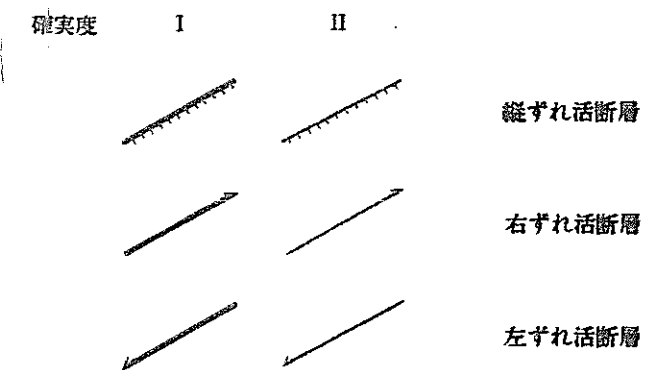
表4-3-3 主なる文献断層一覧表 (活断層とされているもの)

断層番号	断層名	文献番号	延長(km)	方向	傾き	露頭確認 記載の有無	第四紀における活 動状況記載の有無	記 事	断層が切る 最上位層 (+)
1	梶延断層	128 304 382 405	23	NS	?	なし	なし	(文献128)において確実度Ⅱの活断層として記載されている。断層形態は低断層で、東側が隆起している。この活断層は(文献319)の地質断層にほぼ一致する。(文献319)ではこの断層は恵北層に覆われていると記載されている。	—
2	—	128	9	NNW				確実度Ⅲの活断層	—
3	—	128	6	NNW	?	なし	なし	同上	—
4	—	128	7.5	NNW	?	なし	なし	同上。(文献304)では、活断層(主として第四紀後期に活動したもの)としている。	—
5	—	128	4	NNW	?	なし	なし	確実度Ⅲの活断層。	—
6	岡本別東方断層 (断層群)	128	3	NNE	?	なし	なし	確実度Ⅱの活断層。(文献230)の 12 にほぼ一致。	—
7		128	5					確実度Ⅲの活断層。(文献230)の 14 15 にほぼ一致。	—
8		128 124	5					確実度Ⅱの活断層。(文献124)では特に記載なし。 (文献230)の 17 にほぼ一致	—
9		128	2.5					確実度Ⅱの活断層(文献230)の 16 の一部に一致。	—
10		128	3					NNW	確実度Ⅲの活断層(文献230)の 19 にほぼ一致
11	豊神東部断層	230	約 2.5	NNE	約80° W	あり	あり	確実度Ⅰの活断層	段丘堆積物 (M面)
12	ベンケルベシュベ川 西岸断層	230	2.5	NNE	?	なし	あり	確実度Ⅱの活断層(文献128)の 6 にほぼ一致	—
13	ベンケルベシュベ川 西岸断層	230	1.8	NE	ほぼ90°?	なし	あり	確実度Ⅱの活断層	—
14	ベンケルベシュベ川 東岸断層	230	7.5	N-S	?	なし	あり	確実度Ⅱの活断層(文献128)の 7 にほぼ一致	—
15	ベンケルベシュベ川 東岸断層	230	3	NE	?	なし	あり	確実度Ⅱの活断層(文献128)の 7 にほぼ一致	—
16	ヌボロマボロ川 - 歌内断層	230	11	NNE	?	なし	あり	確実度Ⅱの活断層(文献128)の 9 の一部に一致	—
17	一線川断層	230	5	NNE	ほぼ90°?	あり	あり	確実度Ⅰの活断層(文献128)の 8 にほぼ一致	更別層
18	ヌブカナイ川断層	230	2.5	NNE	?	なし	あり	確実度Ⅱの活断層	—
19	東岡本別断層	230	4.5	NNW	?	なし	あり	確実度Ⅱの活断層(文献128)の 11 にほぼ一致	—
20	—	304	3	NE	?	なし	なし	活断層(主として第四紀後期に活動したもの)	—

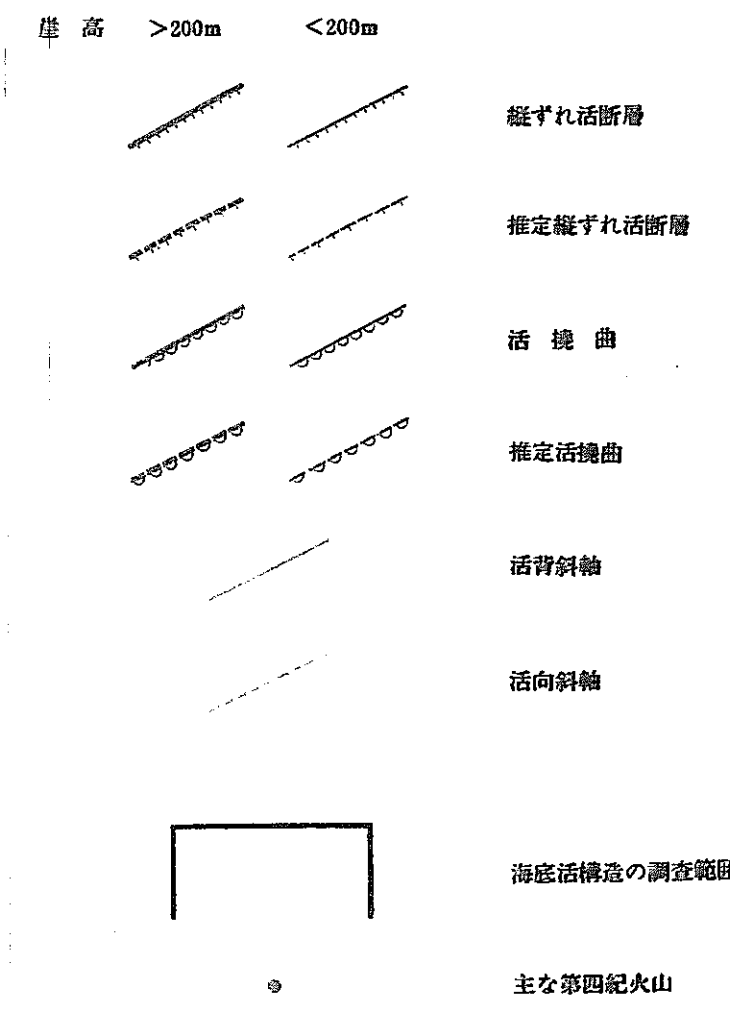


凡 例

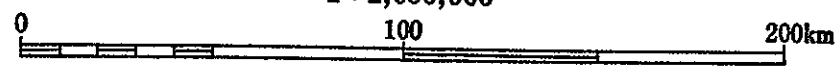
陸上の活断層



海底の活断層・活撓曲・活褶曲



1 : 2,000,000



活断層研究会 (1980) : 日本の活断層, 分布図と資料, 東京大学出版会

図4-3-2 北海道と周辺海域の文献活断層図

表4-3-4 問寒別構造盆地の活断層

断層番号	断層名	確実度	活動度	長さ (km)	走向	断層形態	変位基準	年代 ×10 <sup>4</sup> 年	総ずれ変位/隆起側 (m)	平均変位速度 (m/10 <sup>3</sup> 年)
① 11	豊神東部断層	I	B	約 2.5	NNE	小さなふくらみ 低撓曲崖 断層露頭 (二次断層) (直立・逆転層)	} M面 M面 (更別層)	12	E 25	0.21
								12	W 2	0.017
② 12	ベンケルベシュ べ川西岸断層	II		2.5	NNE	断層崖 (直線的な 急崖・途中でずれ) 前縁の段丘面の傾 動 地溝状の小凹地?	丘陵背面 } M・L面			
③ 13	バンケルベシュ べ川西岸断層	II		1.8	NE	断層崖 前縁の段丘面の 傾動 (断層露頭)	M面 M・L面 (白亜系)			
④ 14	ベンケルベシュ べ川東岸断層	II		7.5	NS	断層崖 前縁の段丘面の 傾動	山地高度 M面			
⑤ 15	ベンケルベシュ べ川東岸断層	II		3	NE	断層崖 前縁の段丘面の 傾動 (直立・逆転層)	山地高度 M面 (更別層)			
⑥ 16	ヌボロマボロ川 一歌内断層	II		11	NNE	断層崖 前縁の段丘面の 傾動 (直立層)	山地高度 M・L面 (更別層)			
⑦ 17	一線川断層	I	B ?	5	NNE	凹地 (西急東緩) の連続 低撓曲崖 (南端) 段丘面の傾動 (断層露頭) (直立層)	} M面 更別層	12	W 9	0.075
								12	W > 10	> 0.083
⑧ 18	ヌブカナイ川 断層	II	C	2.5	NNE	凹地の連続 低撓曲崖 前縁の段丘面の傾 動	M面 H面 M・H面	20	W 15	0.075
⑨ 19	東問寒別断層	II	B	4.5	NNW	凹地 (西急東緩) の連続 前縁の段丘面の 傾動 (急傾斜・直立層)	} L面 (更別層)	3	W > 5	> 0.17

注) 11 は、表 4-3-3 の断層番号を示す。

「北海道天北・問寒別構造盆地のネオテクトニクス」

(岡 孝雄, 活断層研究, No. 1, 1985) により作成

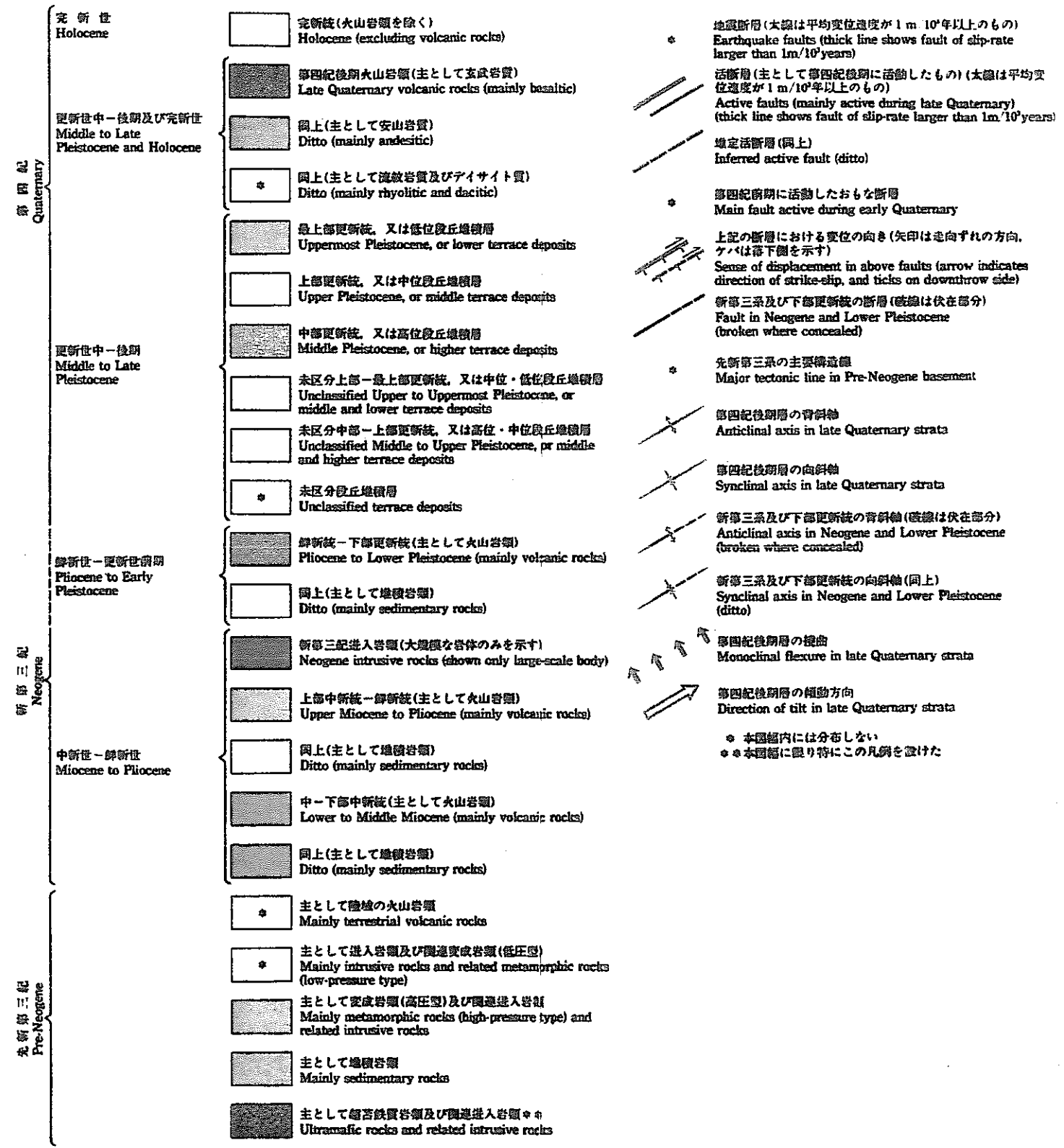
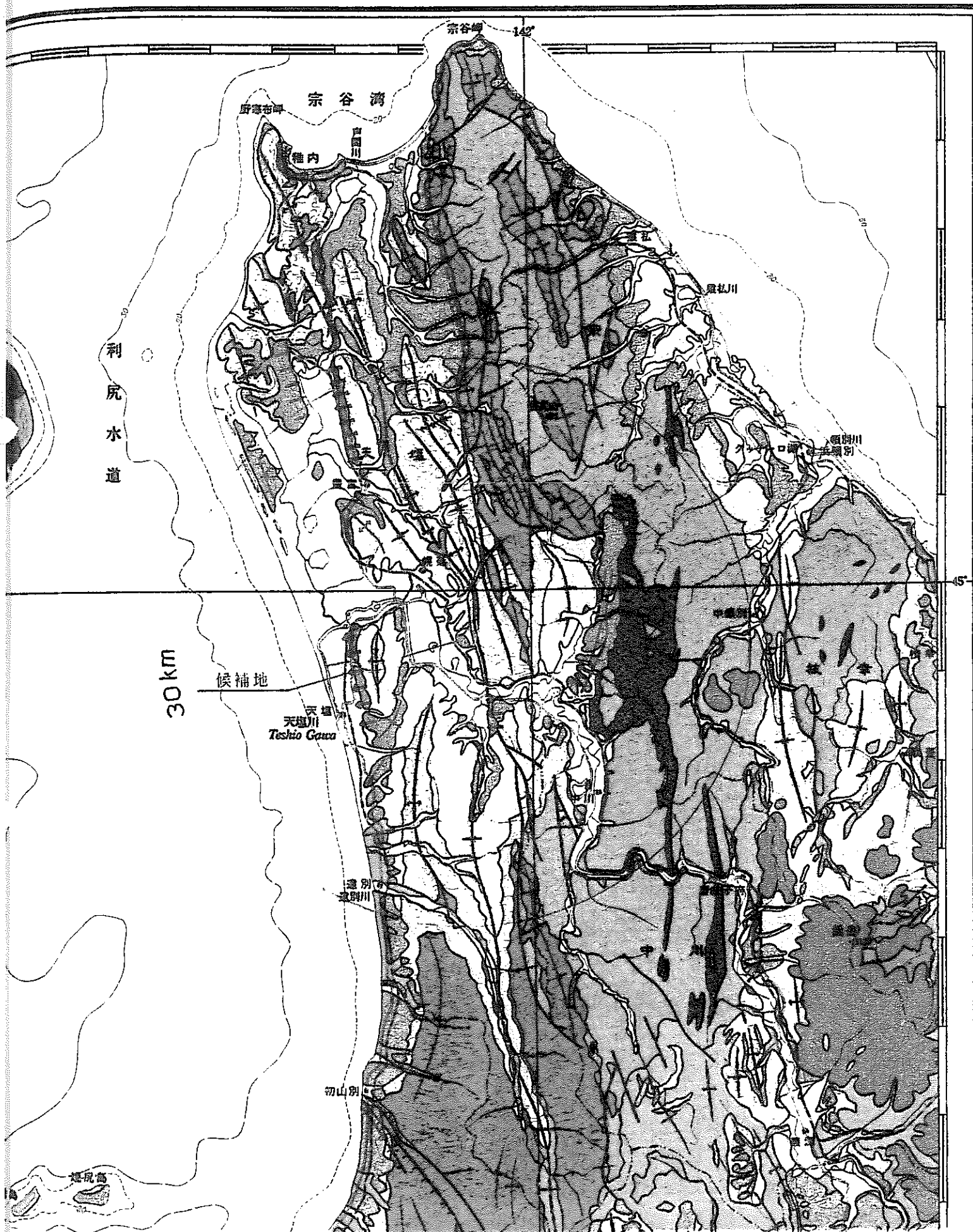


図4-3-3 50万分の1活構造図「旭川」  
杉山・栗田・秦 (1987)

### (3) 活断層以外の主な断層

活断層以外の主な断層について以下に述べる。

#### i) 大曲断層

[断層No.⑬ (豊富温泉付近では豊富断層ともよばれる。)]

長尾・牧野(1959) [文献206] は、雄信内から豊富東方にかける地域に断層を図示し大曲断層と称している。「豊富」図幅(長尾、1960) [文献207] では、[文献206] に図示されている大曲断層をさらに北方の目梨別まで延長して図示している。20万分の1「天塩」図幅(秦・植田、1969) [文献41] では、長尾らが記載している大曲断層を目梨別から、上勇知北東方まで北へ延長して図示している。50万分の1活構造図「旭川」(杉山・栗田他、1987) [文献304] では、20万分の1「天塩」図幅に図示されている大曲断層とほぼ同じ位置に断層を図示している。なお、三谷・早川他(1971) [文献189] は、豊富温泉付近では、大曲断層相当の断層を豊富断層と称している。

[文献206] [文献207] では、大曲断層は声問層より下位の地層を切るとされている。また、[文献189] によると豊富温泉付近の豊富断層は、物理探査および既往坑井資料から東側が西側に対して衝上した断層(逆断層)と考えられている。[文献206] では候補地東方の炭山沢付近では破碎帯の幅が約30m程度としている。

大曲断層の詳細は、4-3-2において後述する。



## ii) 東野断層

[断層No.②]

「遠別」図幅(秦・対馬、1969) [文献42] と「初浦」図幅(秦、1961) [文献39] では、雄信内東方山地から遠別川中流の支流域にかける地域に断層を図示し東野断層と称している。

「遠別」図幅では、東野断層は、東から西へ向った衝上性の断層で、遠別川中流支流のルベシュベ川流域では、新第三系の古丹別層と白亜系を境するとしている。この断層は南部で落差は大きい、北部に向って落差は次第に減じていると述べている。

また、「初浦」図幅では、この断層は、東野層準以降の地層が発達するウツ川以北の地域で落差が不明確となることから、主として稚内期以前における運動によって生じたものとも考えられると述べている。

20万分の1「天塩」図幅(秦・植田、1969) [文献41] および50万分の1活構造図「旭川」(杉山・栗田他、1987) [文献304] には、東野断層相当の断層を図示し、その北方の延長部は天塩川を越え大曲断層に連続するように図示している。

### iii) 幌延断層

[断層No.②、⑪、⑭、⑳、㉔]

長尾・牧野(1959) [文献206] は、雄信内東方から上幌延東方のペンケオコッペ川にかける地域に断層を図示し幌延断層と称している(No.⑪の断層)。「豊富」図幅(長尾、1960) [文献207] では、ペンケオコッペ川から有明東方にかけて幌延断層を図示している(No.⑭の断層)。20万分の1図幅「天塩」(秦・植田、1969) [文献41] では、[文献207] に示される幌延断層を北方へ直線状に延長して図示している(No.㉔の断層)。一方、「沼川」図幅(高橋・石山、1968) [文献319] では、[文献207] に示される幌延断層が増幌川上流へ続くとしている(No.㉔の断層)。

雄信内以南については、幌延断層は大曲断層と合流し更に延長するとする見解(長尾・牧野、1959) [文献206]、断層No.㉔の断層につながる可能性があるとする見解(広岡、1954) [文献43]、あるいは、雄信内以南で急角度で東方へそれるとする見解(秦・植田、1967) [文献40] 等があり一致していない。

広岡他(1962) [文献45] によると、幌延断層は、東側上りの衝上断層(逆断層)であるが、形態としては、雁行状に走る断層が集合して一つの断層帯を形成しているとされている。

「沼川」図幅(高橋・石山、1968) [文献319] では、幌延断層は恵北層(第四紀更新世)に覆われるとの記述がある。

#### iv) 天塩川断層

[断層No.⑮]

広岡他(1962) [文献45] は、候補地の西部、天塩川沿いに断層を推定し天塩川断層と称しているが、この断層は地表で確認されたものではない。天塩川の南部の地域における地層の走向や褶曲軸の方向(NNE-SSW性)は天北油田地域に一般に見られる第三紀層や断層の走向、褶曲軸の方向(NNW-SSE)と違いがみられ、この違いが、断層によって生じているものとして、天塩川断層を推定している。

#### (4) 活構造図による撓曲他

50万分の1活構造図「旭川」(杉山、栗田他、1987) [文献304] (図4-3-3)では、候補地を中心とした半径30kmの範囲において、豊富北方、天塩東方、雄信内東および問寒別付近に、第四期後期層の撓曲を図示している。また、同図では、第四期後期層の褶曲軸として、豊富南方に背斜軸を、天塩東方に向斜軸を図示している。第四期後期層の傾動は、サロベツ原野北西方(稚咲内北方)にのみ図示され、その方向はENEであるとされている。

#### 4-3-2 大曲断層について

文献に記載されている大曲断層は、地質踏査範囲（図2-2参照）内に位置すると推定されるため、地表地質踏査結果を含め以下に詳述する。

##### (1) 文献における記載

文献における大曲断層の記載内容について表4-3-5～表4-3-6に要約する。

表 4 - 3 - 5 文献における大曲断層の記載 (1)

著者名	発行年	文献名	研究地域	内 容
石田 義雄	1930	北海道北見国天塩油田の地質に就きて	天塩～宗谷	調査地周辺地域の地質概略図の中で「幌延断層」とこれに平行する断層（大曲断層に相当）を設定している。幌延断層は、衝上断層で断層の落差は、少なくとも1,000m内外を越えるものと考察している。しかし、大曲（相当の）断層についての具体的な記載はされていない。
長尾 功 森田 義人	1933	天塩第二演習林南半部地質調査報告	問寒別	問寒別を中心とした北海道大学演習林内の地質調査を行ない、地質図の中で大曲および幌延断層に相当する2本の断層を設定している。大曲断層相当の断層により、雄信内層（稚内層）と問寒別層（声間、勇知層）が接するとしているが、断層に関する具体的な記載はされていない。
渡辺 久吉	1944	北海道幌延油田南東部地形及び地質図 (大日本帝国油図44区)	幌延	炭山沢（ペンケオートヌオマップ川）からパンケエベコロベツ川に至る地域の油田地質調査の結果、「大曲背斜」は、松尾沢（ペンコオコッペ川）で終るように図示している。また、大曲背斜と平行に「大曲断層」（初めてこの断層名が用いられた）を設定している。地質断面図によれば、大曲断層は西落ちの正断層とし、稚内層と声間層が接するように図示している。
長尾 捨一 牧野登喜男	1959	天塩国大曲油田調査報告	幌延 ～雄信内	油田探査のためにエベコロベツ川から雄信内に至る地域を調査している。これによれば、大曲断層は稚内層と声間層を境し、松尾沢の北方の小沢でN-S/25°～30°Wの走向・傾斜を示し、破碎帯の幅が40～50mであるとしている。また、炭山沢北稜では、破碎帯の幅が30mで傾斜は45°W、雄信内沢の右支沢ではN-S/65°Wの走向・傾斜を示しているとし、雄信内沢以南では垂直の正断層であるとしている。
長尾 捨一	1960	5万分の1地質図幅および同説明書「豊富」	豊富	説明書において『西辺を画する大曲断層は、北は有明付近から豊富、福永を経て豊富背斜の西翼部を切り、さらに南下して大曲背斜の西翼部と斜交しながら炭山沢付近で背斜軸を切っている。なお、南に下って雄信内駅付近をとおり、天塩川を横断して、その南側の丘陵山地で幌延断層と合致する。この断層は大曲背斜を斜に切ってくるので、その傾斜角度が大曲背斜の油田構造に非常に影響がある。』『松尾沢北の小沢では走向N-S、傾斜25°～35°Wで、その破碎帯の幅は約50m、また、炭山沢の北山稜では断層破碎帯の幅は約30mで、傾斜は西に35°、南下して雄信内沢右支流では走向N-S、傾斜65°W、それより以南では断層面は殆ど直立してくることがわかった。』としている。
松井 愈	1961	地質調査における航空写真の採用—天塩郡問寒別南部地域の1例—	問寒別	地質図によれば、大曲断層が稚内層と声間層を境する断層として示されているが、断層についての具体的な記載はされていない。

表 4 - 3 - 6 文献における大曲断層の記載 ( 2 )

著者名	発行年	文献名	研究地域	内 容
松井 愈	1973 (1967稿)	幌延町史	幌延	「大曲断層は天塩川の南で幌延断層から西へ分岐し、西へ湾曲しつつ、幌延町西部を縦断し、さらに北方の豊満、有明付近に伸びている。全般的にみると、断層面はほぼ直立に近く、幌延断層と同じく西落ちの正断層である。」としている。
長尾 捨一	1969	北海道の構造性天然ガスについて	幌延 ～雄信内	炭山沢 (ペンケオートヌオマップ川) における試錐ならびに現地調査結果から、大曲断層は当初、正断層と推定したが、基本的には逆断層であるとしている。ただし、逆断層としても、地表付近で正断層に頭を切られた逆断層かもしれない、西方で凸面を向けた逆断層であろうと推定している。
秦 光男 植田 芳郎	1969	20万分の1地質図幅「天塩」	稚内～豊富 ～遠別	長尾・牧野 (1959)、長尾 (1960) による大曲断層相当の断層を目梨別からさらに北の上勇知北東方まで延長して図示している。このうち、豊富東方の福永からその北方の幌加川にかかる恵北層および沖積堆積物の分布域の約12.5km区間は、破線 (推定または伏在断層の意味と推定される) で表示している。
三谷 勝利 早川 福利 他	1971	豊富背斜地域の天然ガス鉱床	豊富	豊富断層 (大曲断層相当) は、東から西へ衝上した押かぶせ断層であること、豊富背斜軸東方1.2kmの高重力地帯は、地下1.5km以深にある潜在背斜であること、豊富R-2号井のガスは、増幌層主部層に貯留したものが豊富断層の破碎帯を通過して移動してきたものであると推定している。 なお、豊富断層は、地表では確実な位置は把握されておらず、また、断層付近の露頭は、地層の乱れや同一系統の副断層も認められないとしている。しかし、地質分布上、断層の存在は確実であるとしている。
岡 孝雄	1986	北海道の後期新生代堆積盆の分布とその形成に関わるテクトニクス	幌延	「大曲-豊富断層：逆断層であり、雄信内付近では幌延断層と1km程に接近し、西側に西傾斜60°～90°の急傾斜帯が発達し、落差は1,500m以上に達する。北への延長は、石油・天然ガス探査結果 (北海道鉱業振興委員会、1979) によれば、目梨、北豊富およびサラキトマナイ背斜の西翼側で平行逆断層群となる。南へ延長すると、幌延断層と一体化して清川隆起帯の西縁断層 (東野断層) につながる。」…… (略) …… 「ウブシ原野-雄信内川流域：最近、岡 (1986 a) 文献 [231] は次のような報告を行なっている。大曲断層を境にする地層の垂直変位 (声問層の下限を基準) は、1,500m以上に達する。このような変位をもたらした構造運動は、鮮新世初頭以降に活発化している。更別層の傾斜が最大45°に達していることを考慮すると、このような変位のかなりの部分が第四紀に生じたと判断できる。また、天塩川南岸では、大曲断層をまたいで高位段丘堆積物 (恵北層) が西に向かって強く傾動している (垂直変位は約150m)。本堆積物の年代は、更別層との累重関係などから中期更新世 (数10万年前) であると考えられる。仮にこの年代を30万年前とすると、平均変位速度は0.50m/1,000年になる。」としている。

## (2) 空中写真判読結果 (雄信内～豊富付近)

文献に示されている大曲断層沿いの空中写真判読を、雄信内から豊富付近の地域に対して行った。リニアメントのランクは、表4-3-7の基準に従った。

空中写真判読の結果(図4-3-4に示す)によると、文献に示されている大曲断層位置付近の延長約23km区間に、ほぼ南-北方向のEランクのリニアメント、すなわち『変位地形以外に起因するリニアメント』が認められた。このリニアメントは、山地の西向き緩斜面の裾に認められるが、必ずしも直線的には配列していない。また、このリニアメントは断続しており、特に幌延町北進の丘陵内では、3.7kmにわたってリニアメントが認められない区間がある。

さらに、豊富市街北北東の豊端～福永の地域において、5万分の1地質図幅「豊富」で、大曲断層が位置するとされているところには氾濫原堆積物や沼川層(恵北層相当層)が分布しているが、リニアメントが認められない。また、豊富市街南東約5kmの大曲断層が位置するとされるところには段丘面(段丘面の高さから2～6万年前と推定)が分布するが、この段丘面上にもリニアメントが認められない。



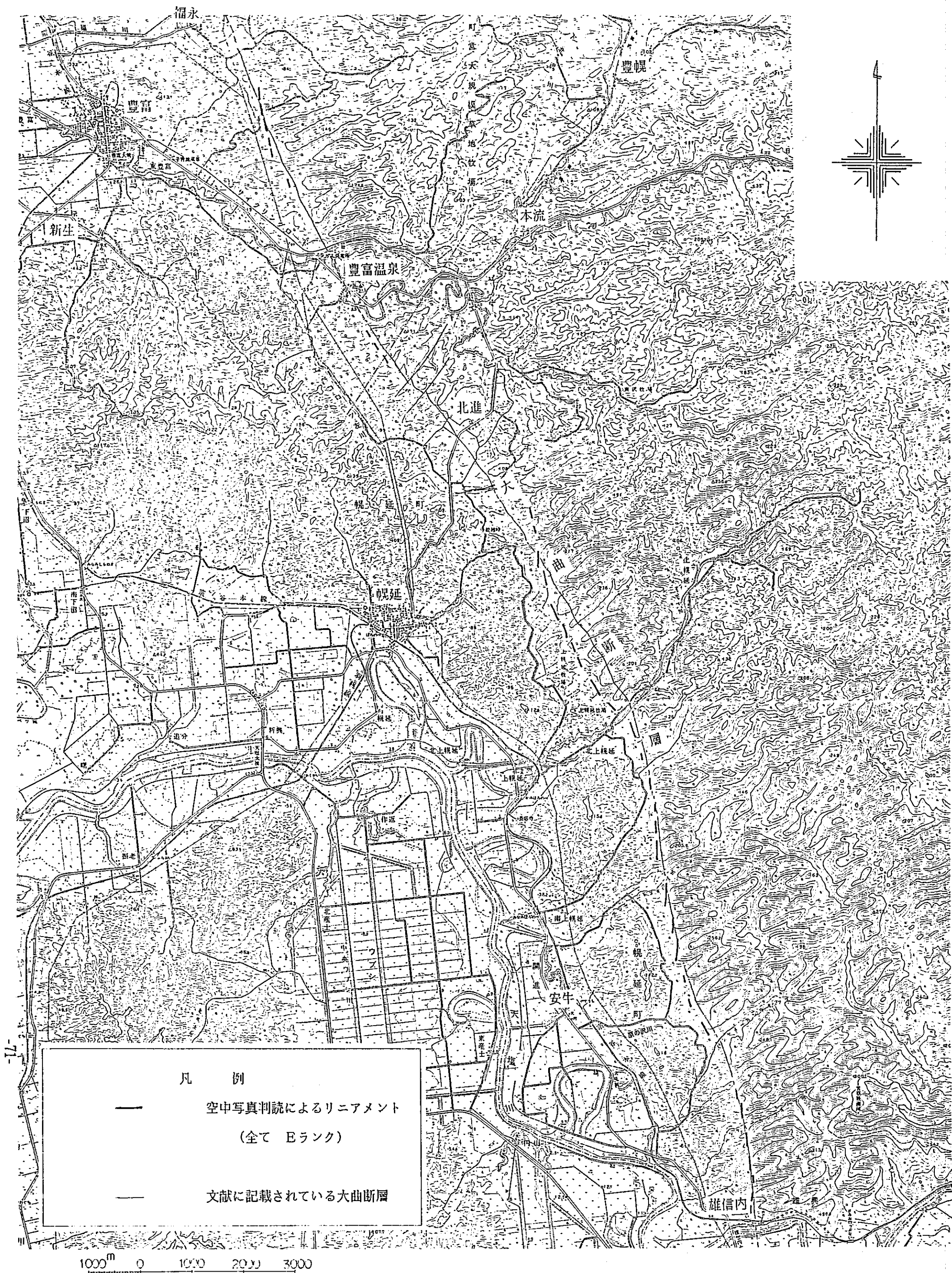


図4-3-4 空中写真判読結果(雄信内~豊富)

表 4-3-7 リニアメント判読基準の例

「原子力発電所地質・地盤の調査・試験法

社団法人 土木学会

および地盤の耐震安定性の評価手法」 昭和60年8月

原子力土木委員会

リニアメントのランク	判 読 内 容		
	段 丘 面	山 地 ・ 丘 陵 内	リニアメントの連続方向・連続性・高度不連続など
A (変位地形である 可能性が高い)	<ul style="list-style-type: none"> <li>ひと続きであることが明瞭な段丘面上の開折を受けていない鮮明な崖、急傾斜面等の直線的な連続からなるもの。</li> <li>崖、急斜面が異なる複数の段丘面等の地形面上に直線的に連続するもの。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>鮮明な崖、鞍部等の直線的な連続からなり、ひと続きであることが明瞭な地形面上に一樣の高度不連続が認められるもの。</li> <li>河谷・尾根が系統的に同方向に屈曲し、屈曲量に累積性が認められるもの。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>連続方向は河食崖、海食崖の方向とは斜交或いは直交する。</li> <li>傾斜方向は地形面の一般傾斜方向とは逆方向を示す。</li> <li>連続方向は河食崖、海食崖の方向と、傾斜方向は地形面の一般傾斜方向と同方向であるが、明瞭な高度不連続が認められ比高が大きく一樣であり連続も良い。</li> </ul>
B (変位地形である 可能性がある)	<ul style="list-style-type: none"> <li>ひと続きであると推定される段丘面上のほとんど開折を受けていない鮮明な崖、急傾斜面の直線的な連続からなるもの。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>崖、鞍部等の直線的な連続からなり、ひと続きであると推定される地形面上に一樣の高度不連続が認められるもの。</li> <li>河谷・尾根が不明瞭ではあるが、系統的に同方向に屈曲しているもの。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>連続方向は河食崖、海食崖の方向とは斜交或いは直交する。</li> <li>傾斜方向は地形面の一般傾斜方向とは逆方向を示す。</li> <li>連続方向は河食崖、海食崖の方向と、傾斜方向は地形面の一般傾斜方向と同方向であるが、明瞭な高度不連続が認められ比高が大きく一樣であり連続も良い。</li> </ul>
C (変位地形である 可能性が低い)	<ul style="list-style-type: none"> <li>段丘面上にみられるほぼ直線的な崖、急傾斜面の連続からなるが一部で不鮮明なもの。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>崖、鞍部等のほぼ直線的な連続からなり、その両側で高度不連続が一樣に認められる。</li> <li>河谷・尾根が一部で同方向に屈曲しているもの。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>連続方向は旧流路、河食崖、海食崖の方向とはやや斜交する。</li> <li>連続方向は河食崖、海食崖の方向と、傾斜方向は地形面の一般傾斜方向と同方向であるが、高度不連続が認められ比高が大きく連続も良い。しかし、一部で不明瞭となる。</li> </ul>
D (変位地形である 可能性は非常に 低い)	<ul style="list-style-type: none"> <li>段丘面上にみられる崖、急傾斜面の連続からなり断続することが多く不鮮明なもの。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>開折をうけ不鮮明な崖、鞍部等のほぼ直線的な断続からなりその両側で高度不連続が認められるが不明瞭であるもの。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>高度不連続は不明瞭であり、連続方向は河食崖、海食崖の方向と、傾斜方向は地形面の一般傾斜方向と同方向或いは斜交し、一部で寸断され断続する。</li> </ul>
E (変位地形以外に 起因するリニア メント)	<ul style="list-style-type: none"> <li>段丘面上に崖、急傾斜面は認められない。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>開折をうけ不鮮明な崖、鞍部等の断続からなりその両側で高度不連続が認められても不明瞭であるもの。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>高度不連続は認められても、不明瞭である。</li> <li>連続方向は河食崖、海食崖の方向と、傾斜方向は地形面の一般傾斜方向と同方向あるいは斜交し、しばしば切断され、断続的である。</li> </ul>

### (3) 断層の確認状況(現地調査範囲内)

現地踏査結果によれば、稚内層と声問層の境界(文献に記載されている大曲断層の位置に相当する)付近の②、③、④の露頭(図4-2-3)で破碎帯が認められた。

②と③の露頭は、ペンケオートヌオマップ川の河岸に位置する。

②の露頭付近の東側には稚内層と推定される硬質頁岩が、西側には声問層と推定される塊状泥岩が分布し、両者を被覆して、泥、砂、礫層からなる未固結な氾濫原堆積物が分布している。稚内層と推定される硬質頁岩は幅2m以上にわたり角礫ないし剪断破碎部を示すが、同岩内に明瞭な断層面は認められず、上位の氾濫原堆積物にも変位は認められない。

③の露頭(②の露頭の下流約100m)には、声問層と推定される塊状泥岩が分布し、幅7m以上にわたって角礫の集合体が見られる。含まれる角礫は礫径が大きく、粒径が揃いで、基質は破碎されていない。なお、④の露頭にも③と同様に角礫化した声問層と推定される塊状泥岩が認められる。

②、③の露頭の間には、水平層理を示す氾濫原堆積物がほぼ連続して分布し、同層に断層あるいは変位は認められない。

以上のことから、②の露頭の稚内層と③の露頭の声問層の間に断層が推定されるが、氾濫原堆積物堆積後の断層の活動はないと判断される。

## 4-4 地震

### 4-4-1 既往地震記録

#### (1) 被害地震記録

##### ① 我国における被害地震記録

図4-4-1は、明治6年以降我国の周辺で起こった被害地震の分布を示したものである。この図によれば、我が国の被害地震の多くは太平洋岸に集中しており、日本海側や北海道北部では発生が少ないことがわかる。

##### ② 候補地周辺の地震の活動性

候補地（東経114° 55' ,北緯44° 57' ）において速度振幅で0.3kine (cm/sec)以上（金井の式より）と推定される28個の地震をリストアップし、表4-4-1に示した。地震の震央位置を図4-4-2に示し、震央距離と速度振幅の関係を図4-4-3に示した。検討に使用したデータは、「日本被害地震総覧」（宇佐美龍夫著，東京大学出版会）及び「地震月報」（（財）日本気象協会）の資料に記載された、679年～1986年までの期間に発生した約1000個の被害地震であり、金井による推定式は次式のとおりである。

$$\log V_0 = 0.61M - (1.66 + 3.6/R) \log R - (0.631 + 1.83/R)$$

$V_0$  : 基盤速度振幅

$M$  : マグニチュード

$R$  : 震源距離

また、ここで震源深さが不明のものは、飯田による余震体積半径  $D$  の  $1/2$  (「原子力発電所における設計地震の策定に関する研究成果報告書(昭和48年)」, (社)日本電気協会)を用いて算定した。

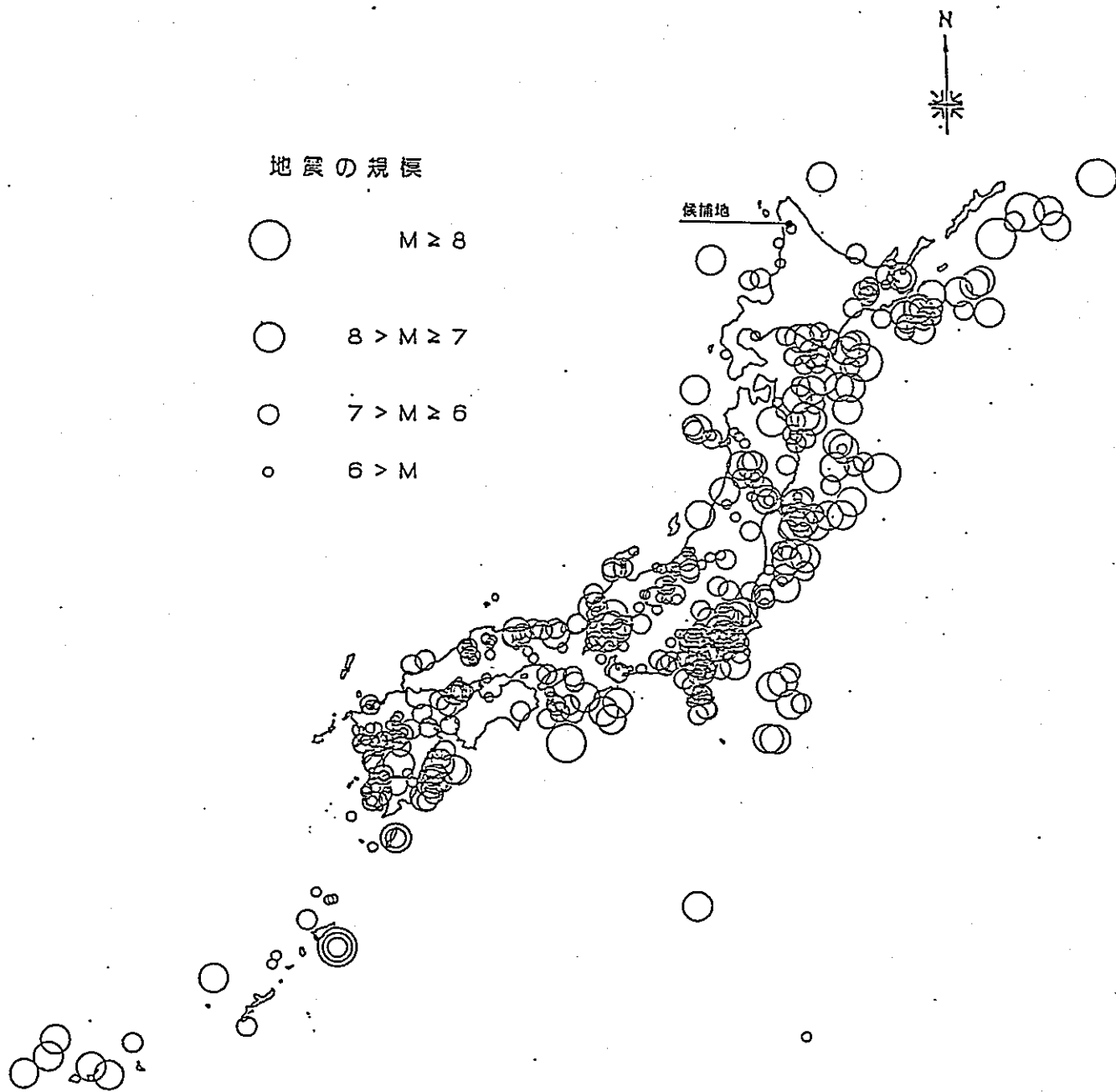


図4-4-1 被害地震の震央分布  
 1873年(明治6年)~1984年(昭和59年)  
 宇佐見龍夫著「日本被害地震総覧」より作成

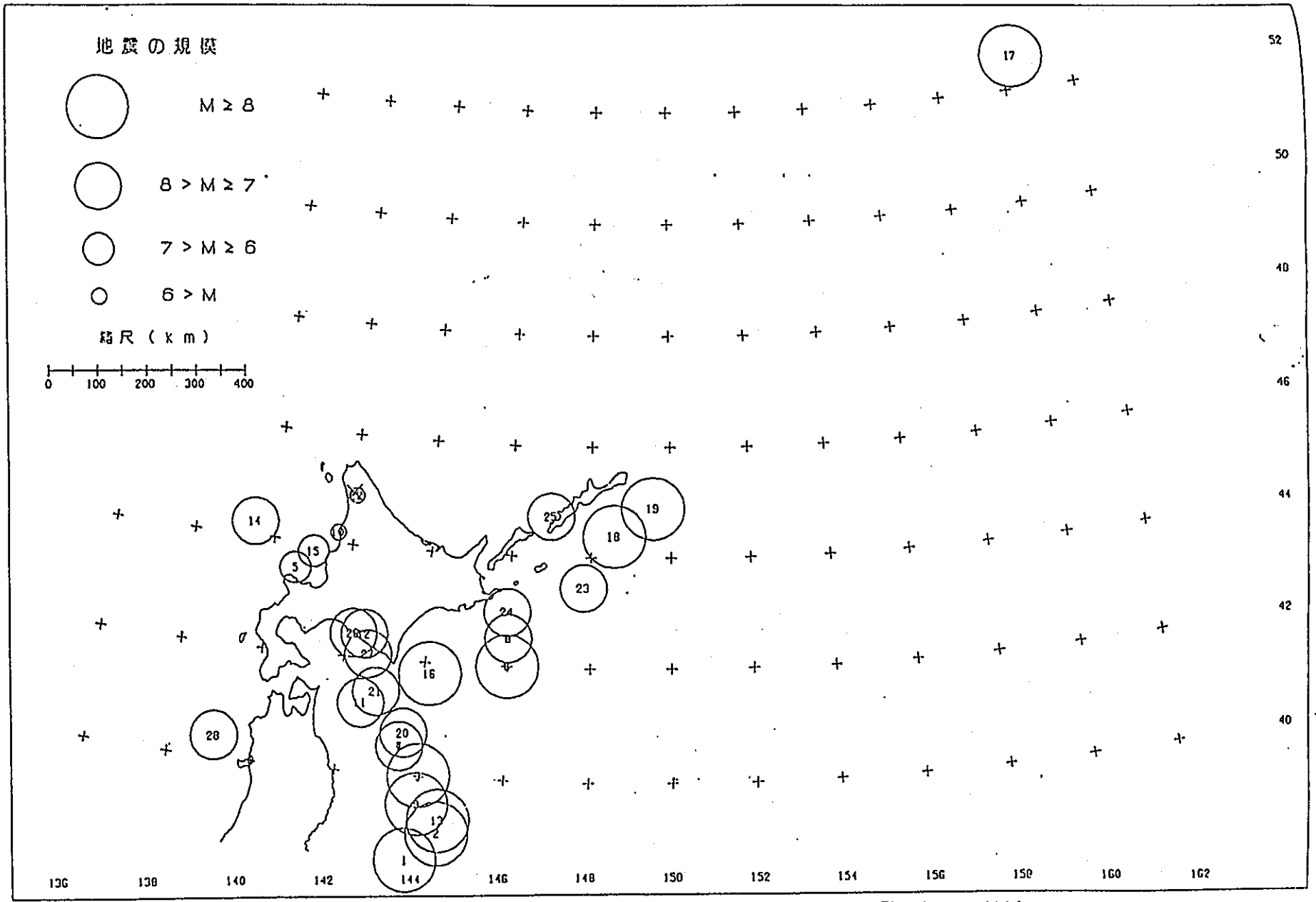
表4-4-1 候補地点で速度振幅0.3kine以上と推定される地震

( 基盤における速度振幅  $V_0$  )

## 地点名 : 双地地点 ##  
 ## 緯度・経度 : 北緯 44.950 度 , 東経 141.917 度 ##  
 ## 抽出基準 : 速度振幅 :  $V_0 \geq 0.3$  (kine) ##  
 ## 震央距離 : 制限なし ##  
 ## 統計年間 : 西暦 679 年 ~ 1986 年 ( 1308 年間 ) ##  
 ## 地震データ数 : 1112 地震 ##  
 ## 速度計算式 : 金井 (1969) による ##

番号	発生年月日 (年) (月) (日)	マグニ チュード	緯度 (度)	経度 (度)	深さ (km)	震央距離 (km)	震源距離 (km)	速度振幅 (kine)	震源地域 [地震名]
1	869 7 13	8.6	38.50	143.80	* 39	733	734	0.69	三陸沿岸
2	1611 12 2	8.1	39.00	144.50	* 26	695	695	0.38	三陸・北海道東岸
3	1677 4 13	8.1	40.00	144.00	* 26	576	576	0.51	陸中
4	1763 3 11	7.8	40.50	143.50	* 20	511	511	0.41	陸奥八戸
5	1792 6 13	6.9	43.50	140.60	* 10	192	193	0.54	後志
6	1843 4 25	8.4	42.00	146.00	* 33	465	466	1.09	駒留・根室
7	1856 8 23	7.8	40.50	143.50	* 20	511	511	0.41	日高・根室・渡島・津軽・南部
8	1854 3 22	7.9	42.50	146.00	* 22	427	428	0.62	根室沖
9	1896 6 15	8.5	39.50	144.00	* 36	629	630	0.77	岩手県沖 [三陸 (津後)]
10	1918 5 26	5.8	44.20	141.60	* 4	87	87	0.36	岩手沖
11	1931 3 9	7.6	41.20	142.50	0	419	419	0.42	青森県東方沖
12	1932 11 26	7.0	42.42	142.47	20	285	285	0.34	日高中部
13	1933 3 3	8.1	39.23	144.52	10	671	671	0.40	岩手県沖 [三陸沖]
14	1940 8 2	7.5	44.25	139.47	10	209	209	1.10	岩手県沖
15	1947 11 4	6.7	43.82	141.02	0	144	144	0.64	岩手沖
16	1952 3 4	8.2	41.60	144.13	0	393	393	1.09	[十勝沖]
17	1952 11 5	9.0	52.60	160.30	* 55	1590	1591	0.34	カムチャッカ沖
18	1953 11 7	8.1	44.38	148.58	80	532	538	0.57	根室沖
19	1963 10 13	8.1	44.69	149.56	0	603	603	0.47	根室沖
20	1968 5 16	7.9	40.73	143.53	0	488	488	0.50	青森県東方沖 [1968年 十勝沖]
21	1968 5 16	7.5	41.42	142.85	40	399	401	0.39	青森県東方沖
22	1968 7 17	4.0	44.50	142.00	0	9	9	0.45	岩手北部
23	1969 8 12	7.8	43.44	147.82	41	501	502	0.42	色丹島沖
24	1973 6 17	7.4	42.97	145.95	40	391	393	0.35	[根室沖]
25	1978 12 6	7.7	44.73	146.97	100	400	413	0.50	国後島近海
26	1981 1 23	7.1	42.42	142.20	130	282	311	0.34	北海道函館
27	1982 3 21	7.1	42.07	142.60	40	325	327	0.31	北海道南方沖 [釧路沖]
28	1983 5 26	7.7	40.36	139.08	14	560	561	0.30	[日本海中部]

◎ 深さの \* 印付は、飯田の式 によって求めた値。



計算地点：幌延  
抽出基準：基盤速度振幅 0.3 k1no以上

図4-4-2(a) 影響地震の震央分布



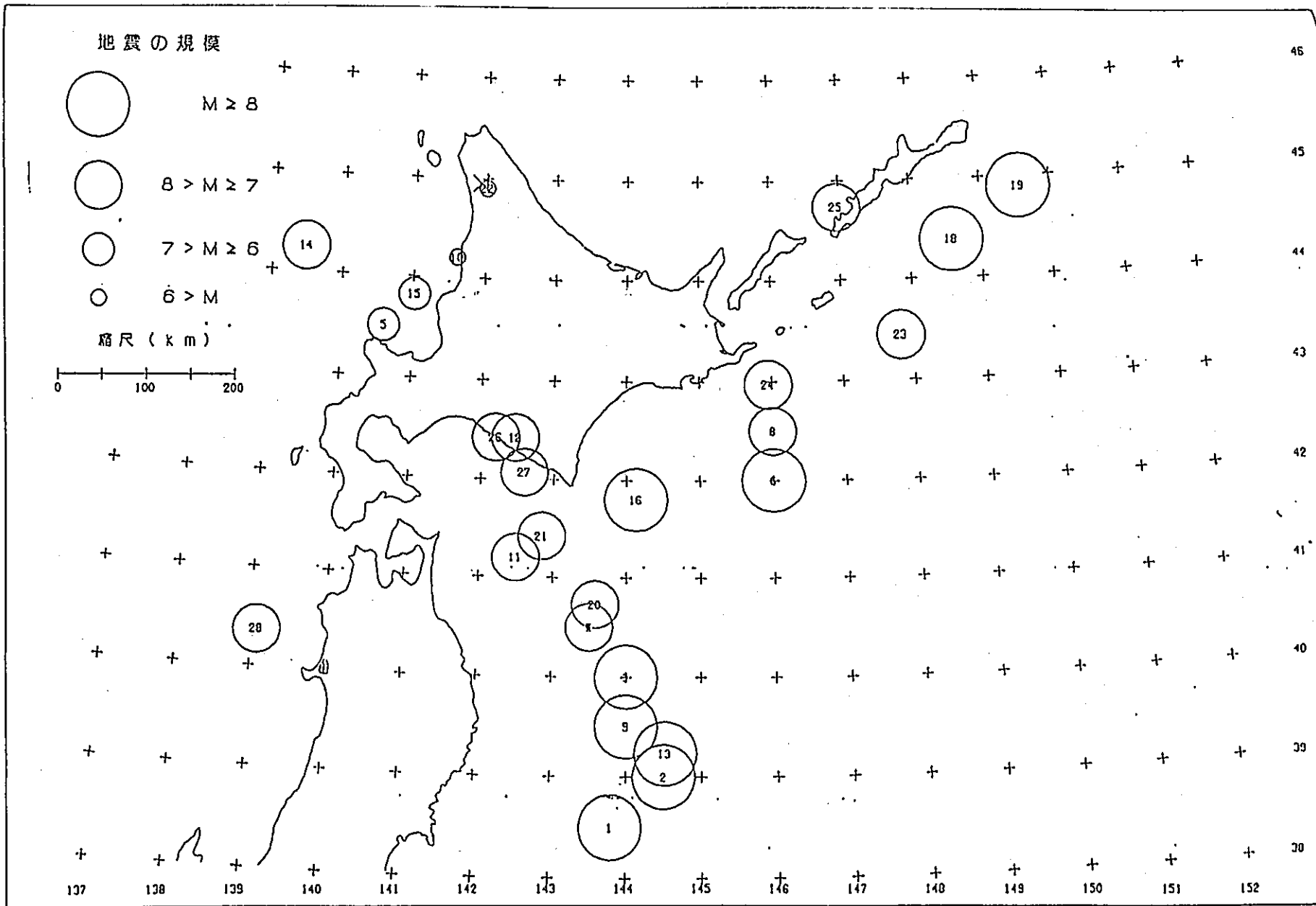


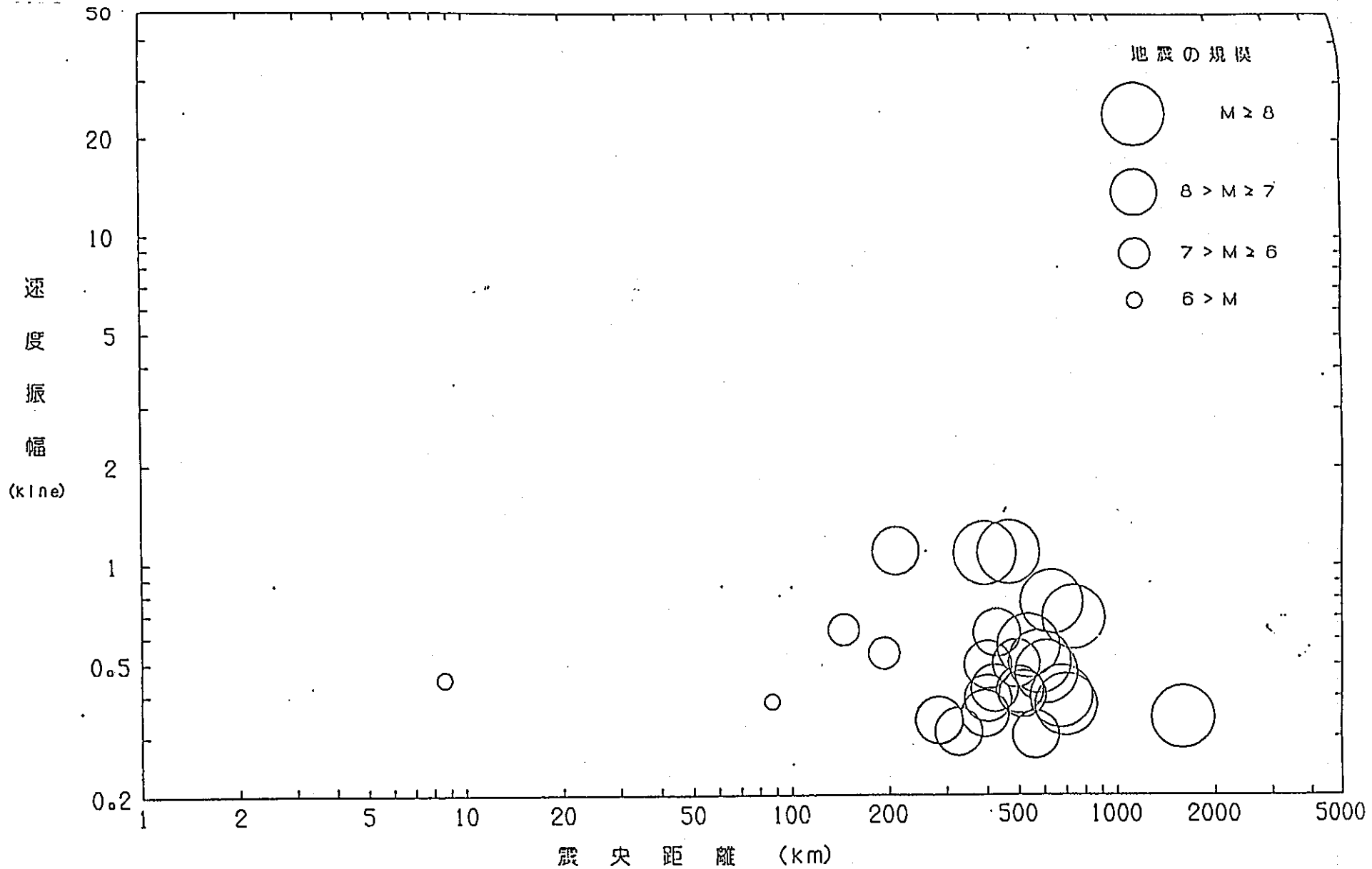
図4-4-2(b)

影響地震の震央分布

計算地点：札幌

抽出基準：基盤速度振幅

0.3 kina以上

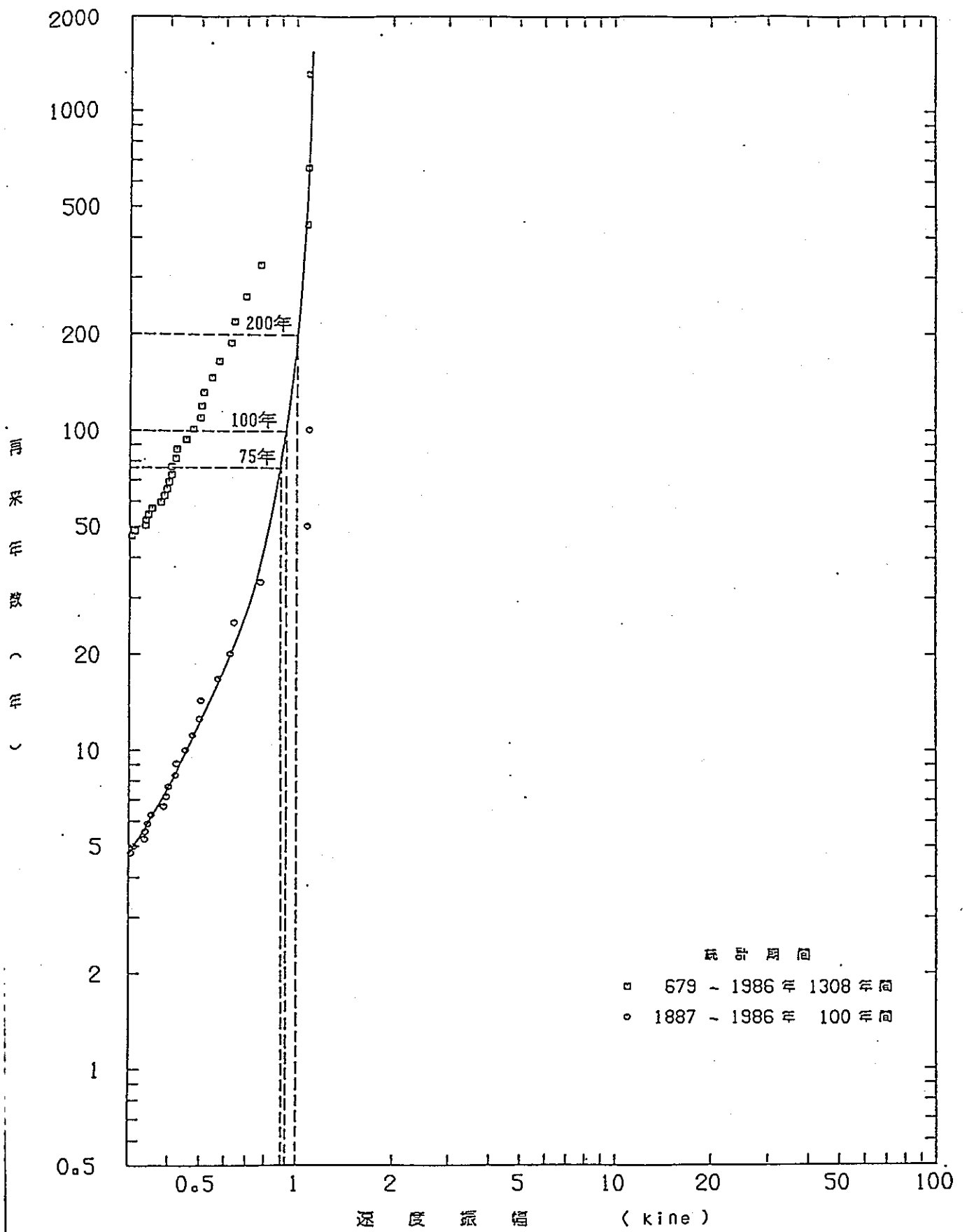


計算地点：幌延

図 4 - 4 - 3 基盤速度振幅と震央距離

これらのデータに基づき、候補地における基盤速度振幅の期待値を試算したものを図4-4-4に示す。この結果によると、基盤速度振幅の75年、100年、200年期待値は0.9Kine～1.0Kineと推定される。

また、候補地における河角による加速度期待値は50～100gal（75年、100年、200年期待値）（図4-4-5）、金井による速度期待値は、1Kine（75年、100年、200年期待値）（図4-4-6）であり、候補地は全国的にみても規模の大きな地震の起きる可能性の小さい地域である。



統計期間

- 679 - 1986年 1308年間
- 1887 - 1986年 100年間

計算地点：幌延

図4-4-4

期待値分析

単位 gal

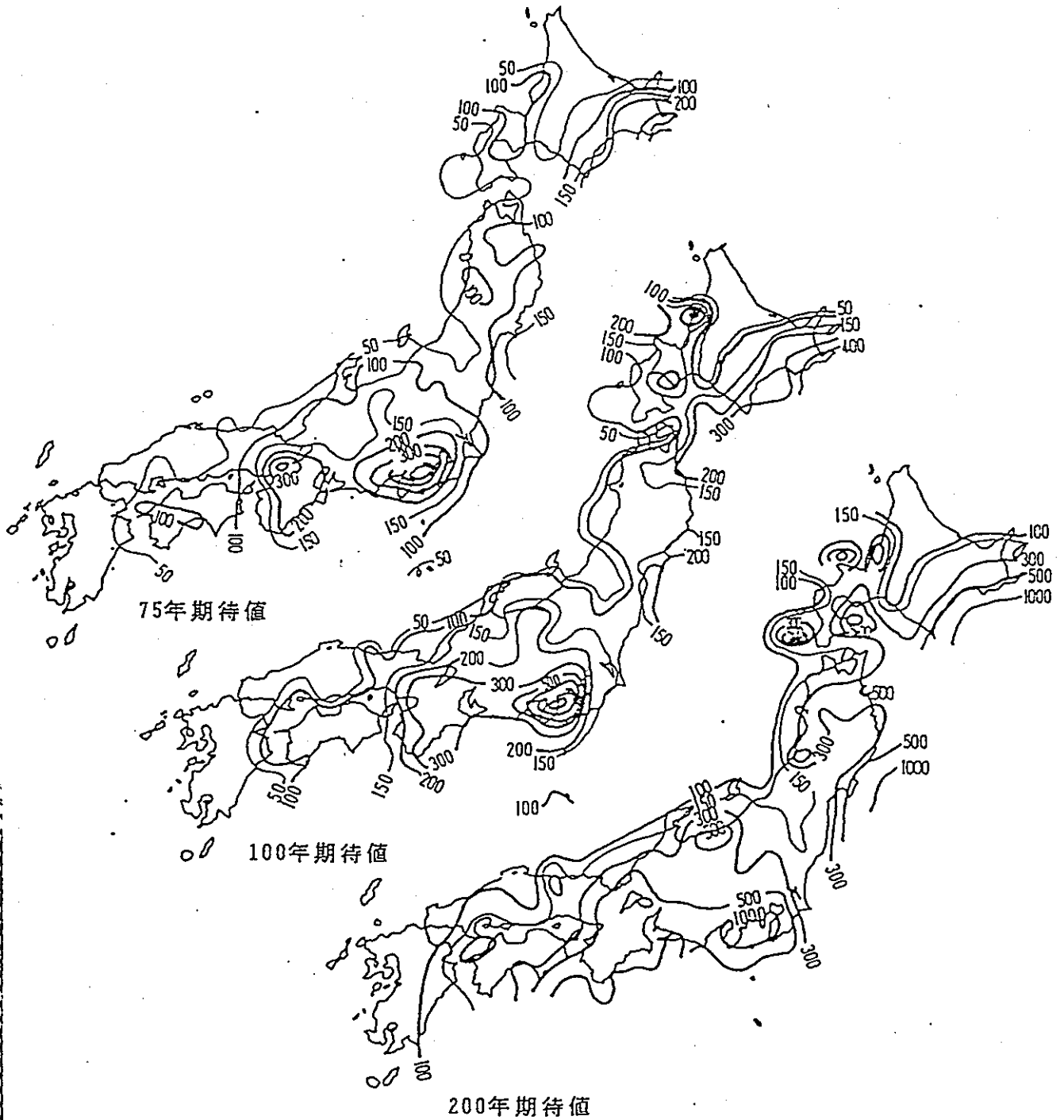


図4-4-5

河角の加速度期待値図

(東大震研彙報 Vol.29より作成)

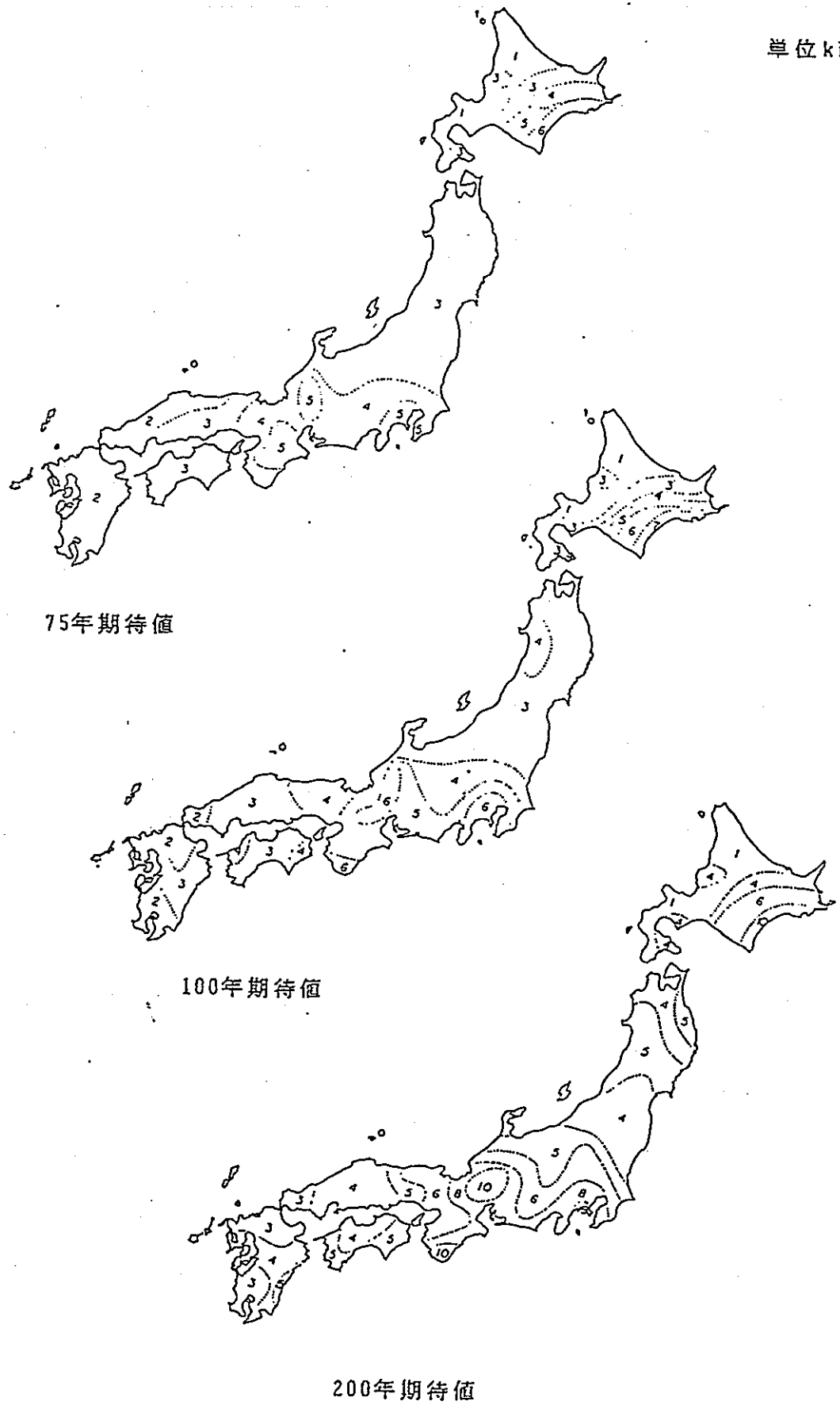


図4-4-6 金井の速度期待値図  
(東大震研彙報 Vol.46より作成)

## (2) 内陸性地震記録

### ① 幌延町周辺の群発性地震について

昭和61年8月21日～8月31日にかけて幌延町周辺で群発性の地震が発生した。

図4-4-7は、気象庁のデータに基づいて、その時の地震の震央分布を示したものである。震源は、候補地の北約10kmと南約12kmのところにやや集中しており、震源の深さは北側で数km～十数kmと浅く、南側では30～50kmとやや深くなっている。

この地震活動は、有感地震13回を含んだものあったが、地震規模が小さく被害はなかった。

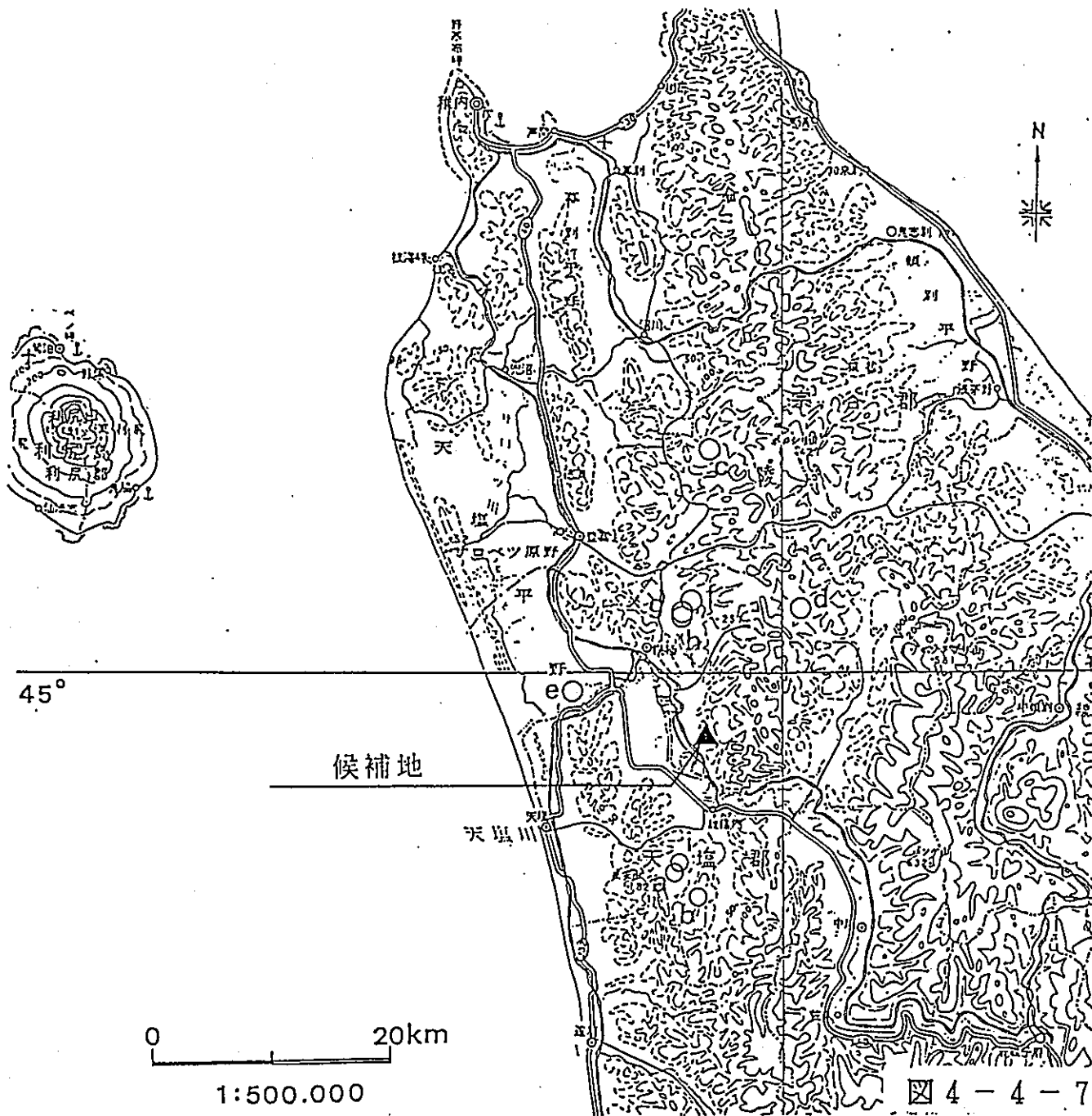
### ② 候補地周辺の内陸性地震について

候補地周辺でのこのような内陸性の小規模地震について、気象庁札幌管区気象台のデータにもとづいてまとめられたのが表4-4-2である。

幌延町をはじめ、豊富町、天塩町などで感じとられた地震は1928年から現在まで約50年間に約20個ある。このうち、昭和61年の地震のように群発性のものも数回記録されている。

しかし、その内容についてみると、地震の震度はⅠからⅢがほとんどであり、やや大きいものでも1968年7月17日問寒別豊富神で震度Ⅴ、1975年12月25日豊富で震度Ⅳが1度ずつ記録されているのみである。

また、北海道北部地域における地震のマグニチュードについては5.2の中規模地震（上川支庁北部）が一度記録されているが、これ以外は5未満の小規模な地震である。



1986年8月

幌延町周辺地域で起きた地震の震央分布

図4-4-7

幌延町周辺の群発性地震



表 4 - 4 - 2 最近50年の北海道北部の浅発地震 (札幌管区气象台)

年月日	記事
1928年4月4日	幌延町
1932年2月1日	上音威子府
1951年3月9・10日	豊富町、震度Ⅲ 2回 I 1回
1951年7月2日	豊富町、震度Ⅱ
1957年11月25日	幌延町、震度Ⅱ 1回 I 2回
1959年6月17日	天塩町、震度Ⅱ
1960年1月21日	天塩町、震度Ⅰ
1960年8月29日	天塩町、間寒別、曲淵、震度Ⅲ
1960年9月16日	天塩町、間寒別、震度Ⅰ 3回
1961年9月13日	曲淵、猿払、震度Ⅲ 1回 I 1回
1961年9月22日	天塩町、震度Ⅰ
1962年9月9日	豊富町、震度Ⅲ
1964年9月6日	遠別町、震度Ⅰ
1964年9月12日	幌延町、震度Ⅰ
1964年10月31日	天塩沖
1967年5月17日	礼文島で有感
1968年7月17日	間寒別豊神、震度Ⅴ、被害あり
1973年8月11日	天塩町、震度Ⅱ 2回
1975年12月19日-1月2日	豊富町、震度Ⅳを含む有感地震 8回

「北海道天塩郡豊富町に発生した群発地震」(北海道大学理学部、地震予知連絡会会報、第16巻、1976)より作成

### (3) 有感地震について

図4-4-8は、北海道付近の有感地震の震央分布を示したものである。この図によると、北海道北部における有感地震の発生は、太平洋沿岸と比べると、非常に少ないことがわかる。

このような有感地震について、日本各地のデータを比較してみたものが図4-4-9であり、1951～1984年の最近約30年間の気象庁のデータにもとづいて作成したものである。

図は、稚内、留萌、札幌、苫小牧、水戸、東京における震度IからVまでの有感地震各々について合計回数を示したものである。また、これらを合計した有感地震の回数も併せて示している。

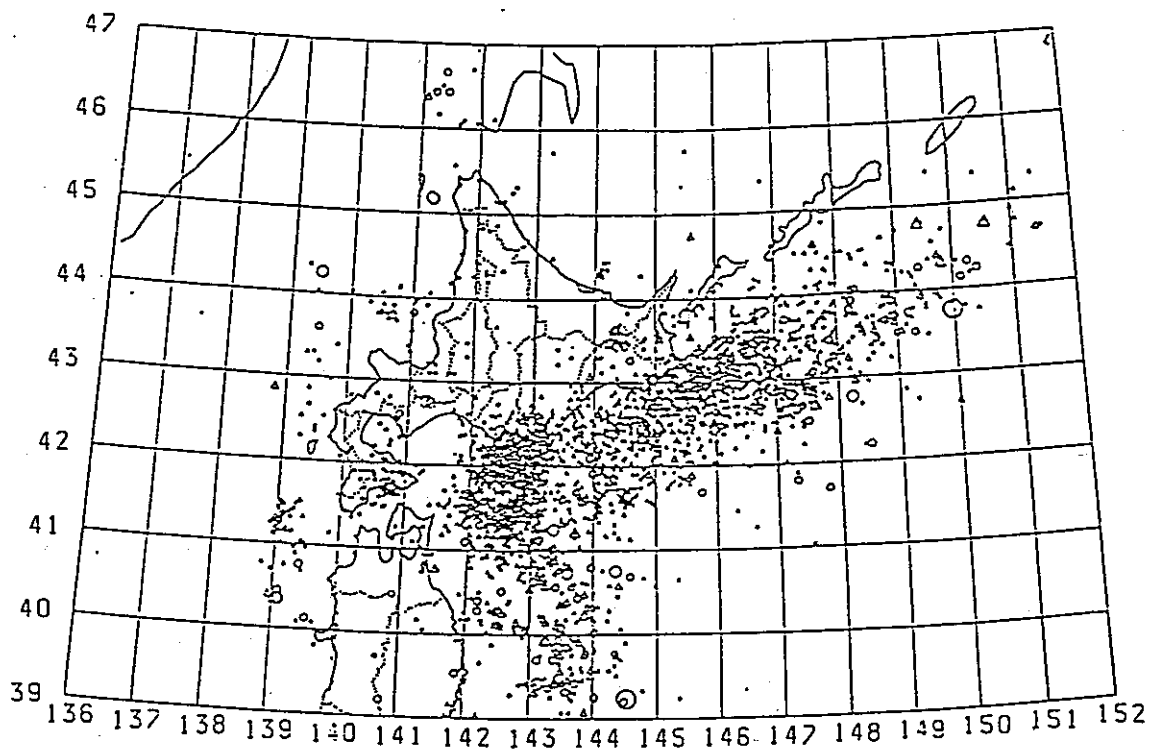
これで見ると、有感地震回数の合計は札幌約200回、東京約1,300回、水戸では約2,000回に対し、稚内約40回、留萌で約50回と少なくなっている。

以上のように、有感地震回数の比較においても、北海道北部は地震の少ない地域とすることができる。

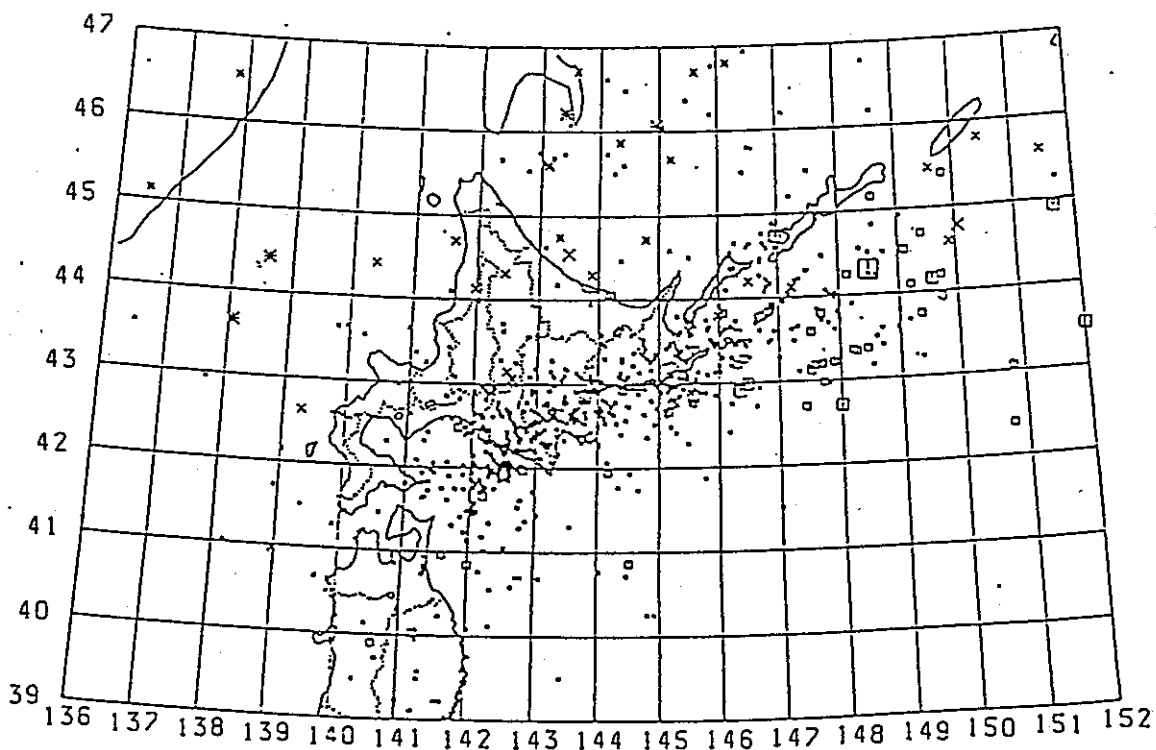
尚、動燃事業団では、候補地にて昭和61年12月より地震観測を続けているが、観測期間中、候補地周辺を震源とする大きな地震は観測されなかった。

(震源の深さ80km未満)

1926 1 1 --- 1983 12 31



(震源の深さ80km以上)



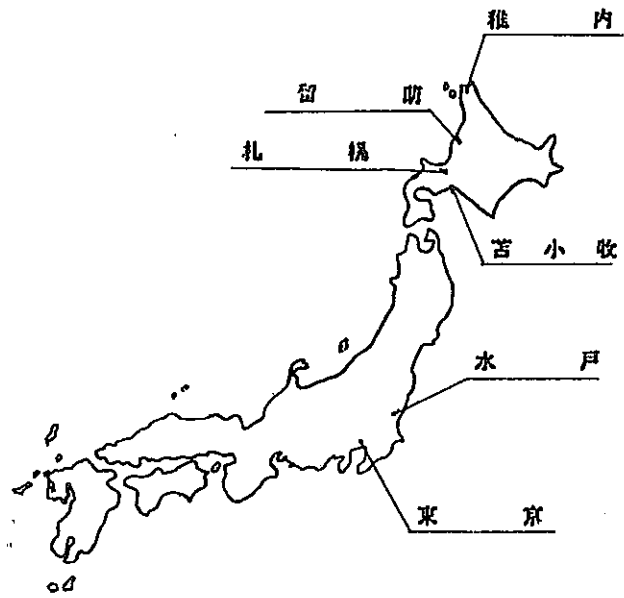
H : 00- 30- 80-150-300-600

○ △ □ × \*

M : UND 1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 7 - 8 -

図4-4-8

北海道付近の有感地震の震央分布図  
(「北海道の地震活動」より作成)  
(札幌管区気象台)



有感地震回数  
(1951~1984)  
(昭和61年理科年表より作成)

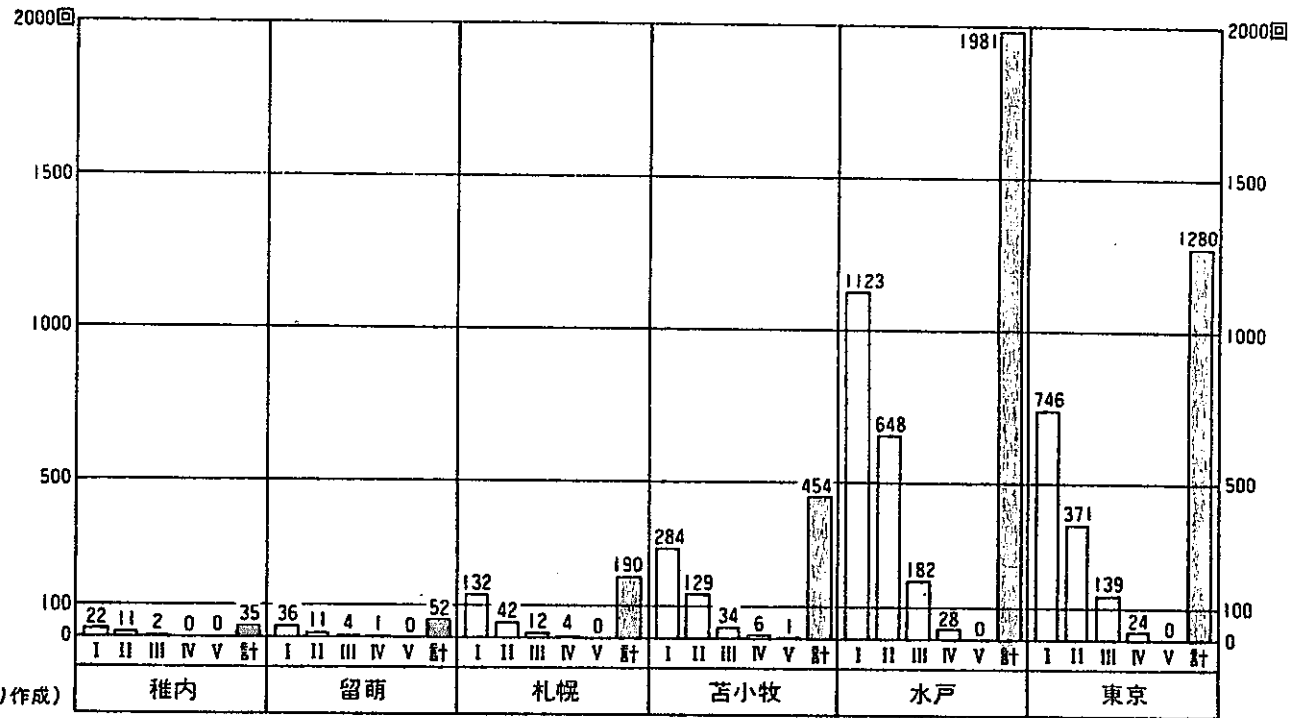


図4-4-9 有感地震回数 (1951~1984)

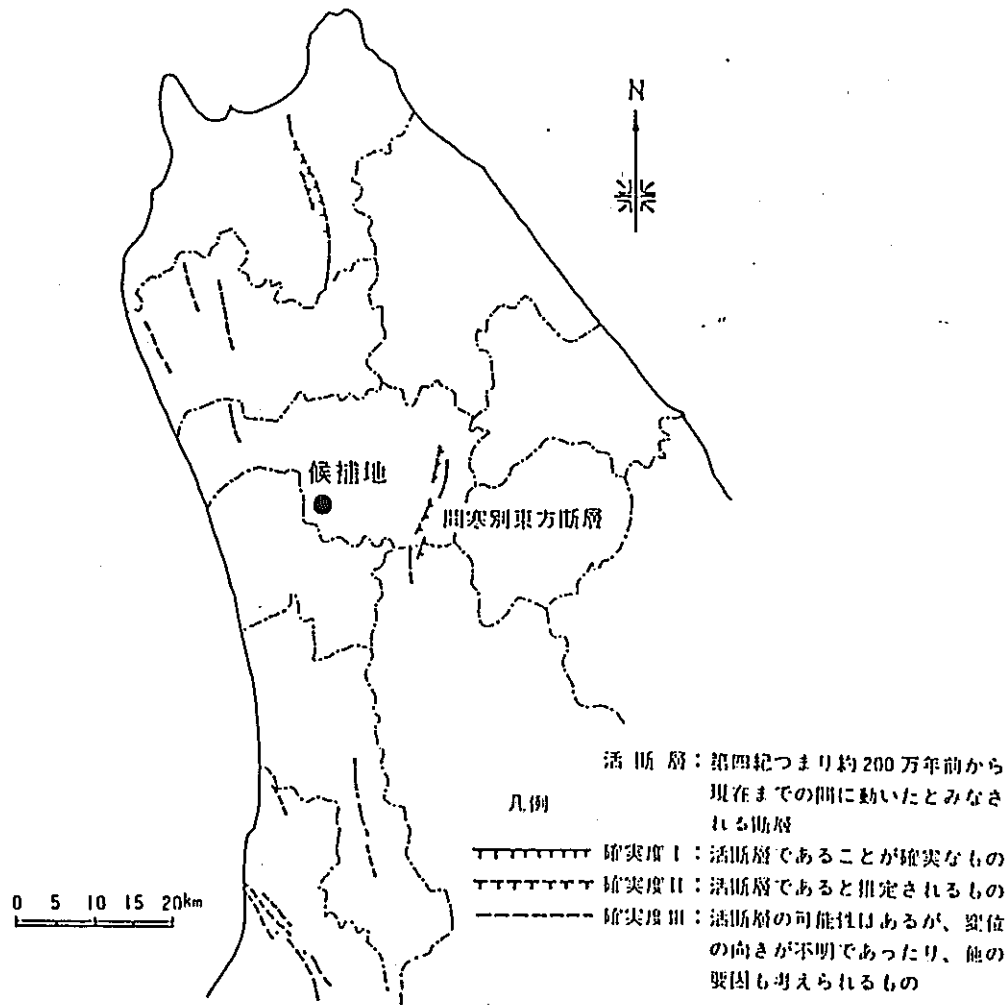
#### 4-4-2 活断層

文献調査によれば、候補地から半径30km範囲内の活断層に関する文献は6編あるが、この中で、広い範囲にわたって活断層を総括しているのは活断層研究会編「日本の活断層」（東京大学出版会 1980）である。以下、「日本の活断層」にもとづいて地震動の影響を検討する。

図4-4-10は、「日本の活断層」に示される周辺の活断層について示したものである。また、参考までに、図4-4-11に、「日本第四紀地図」（日本第四紀学会編 1987）に示される活断層を示した。

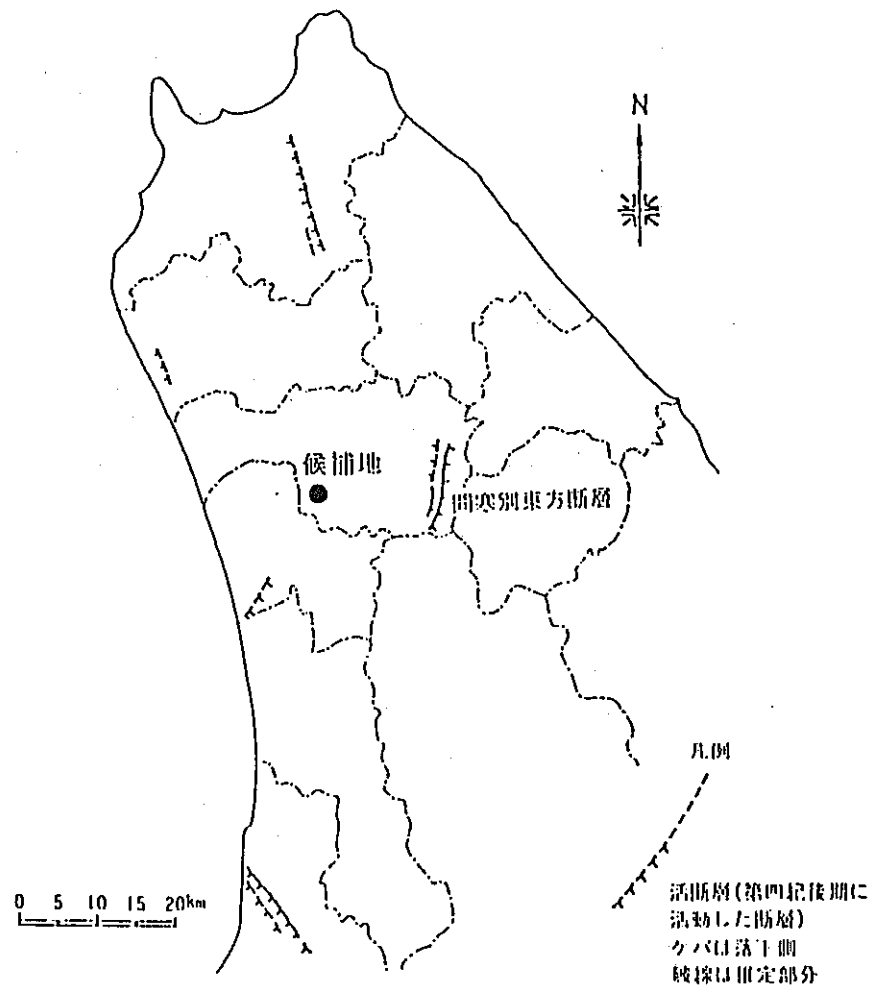
「日本の活断層」によれば、周辺には、活動性が高い活動度A級の活断層はなく、いずれも活動度B級もしくはC級の活断層である。

これらの文献によると、候補地に近い活断層としては、約14km離れた位置に問寒別東方の断層があるとされている。これら周辺の活断層については、断層の規模や候補地との距離から、仮に、これらの断層が活動した場合の影響を試算してみると、最大限考慮した場合においても、候補地における基盤速度振幅で十数Kineと推定され、候補地に特に大きな地震動をもたらすものではないとの結果が得られている（表4-4-3参照）。



「日本の活断層」  
(活断層研究会編、東京大学出版会、1980)より作成

図4-4-10 候補地周辺の活断層 (1)



「日本第四紀地図」  
(日本第四紀学会編、東京大学出版会、1987)より作成

図4-4-11 候補地周辺の活断層 (2)

表 4 - 4 - 3 活断層にもとづく速度振幅の試算  
 (「日本の活断層」による。)

番号	断層の名称	活動性	断層長さ L (km)	距離 Δ (km)	M	最大 速度 振幅 V (kine)
1	幌延断層	活動度はC級である	23	39	7.1	7.30
2	間寒別東方の断層	活動度はC級である	14	14	6.7	13.40
3	枝幸南方断層	活動度はC級である	2	55	5.3	0.37
4	志美宇丹北方の断層	活動度はC級である	4	56	5.8	0.72
5	名寄断層	不明	10	72	6.5	1.40
6	新富断層	活動度はB ~ C級である	3	90	5.6	0.28
7	築別断層群	不明	23	55	7.1	4.60
8	力屋断層	活動度はB級である	4	84	5.8	0.41
9	広富断層	活動度はB級である	4	94	5.8	0.34
10	(利尻島南西方の断層)	(不明)	100	88	8.2	11.00

注) L : 考慮する断層の長さ (km)  
 Δ : 敷地から断層中心までの距離 (km)  
 M : 松田式より算出  
 V : M, Δから金井式により算出 (kine)

松田式

$$M = \frac{1}{0.6} (\log L + 2.9)$$

M : 地震のマグニチュード

L : 活断層の長さ (km)

金井式

$$\log V_0 = 0.61M - (1.66 + 3.6/R) \log R - (0.631 + 1.83/R)$$

V<sub>0</sub> : 基盤速度振幅

M : マグニチュード

R : 震源距離

## 4-5 河川水・地下水

### 4-5-1 河川水・浅部地下水

#### (1) 地下水位観測

図4-5-1は、浅層ボーリング孔を用いて地下水位の観測を行った結果である。候補地の地下水位は、場所によって異なるが、地表から10m程度の範囲内にあるとの結果を得ている。また、地下水位は現在も継続して計測しているが、年間を通じてほぼ一定である。

#### (2) 水質分析

図4-5-2は、河川水と浅層ボーリング孔から採取した地下水の水質分析結果をヘキサダイアグラムで示したものである。河川水と地下水で含まれる成分が若干異なるが、含まれる塩素イオンの量は通常の地表水や水道水と変わらない。

##### (水質分析結果)

- ・地下水の水質は、(B-1孔にて) Na-HCO<sub>3</sub>型を示す。
- ・PHは6程度を示す。
- ・塩素イオン濃度は、10~20mg/l程度であり、通常の地表水や水道水と変わらない。



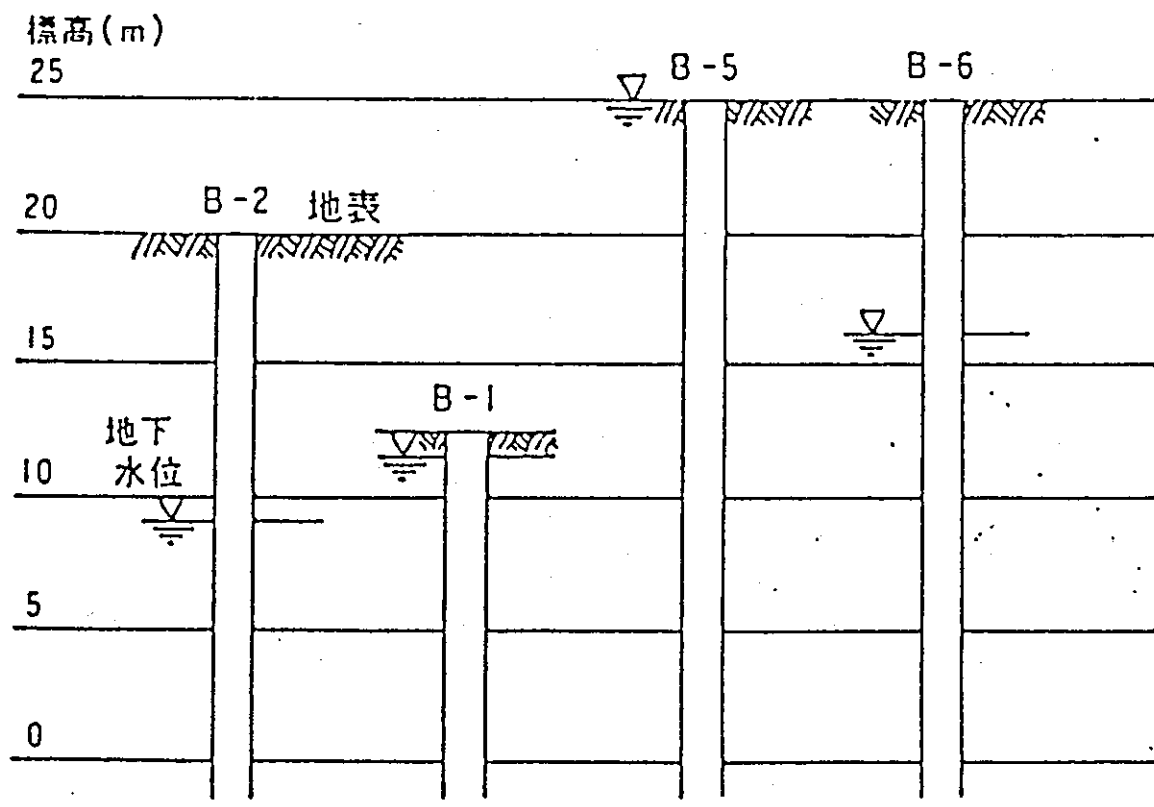
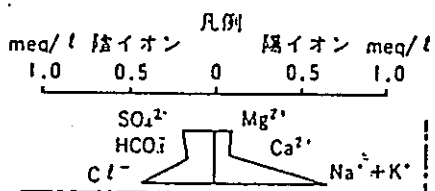
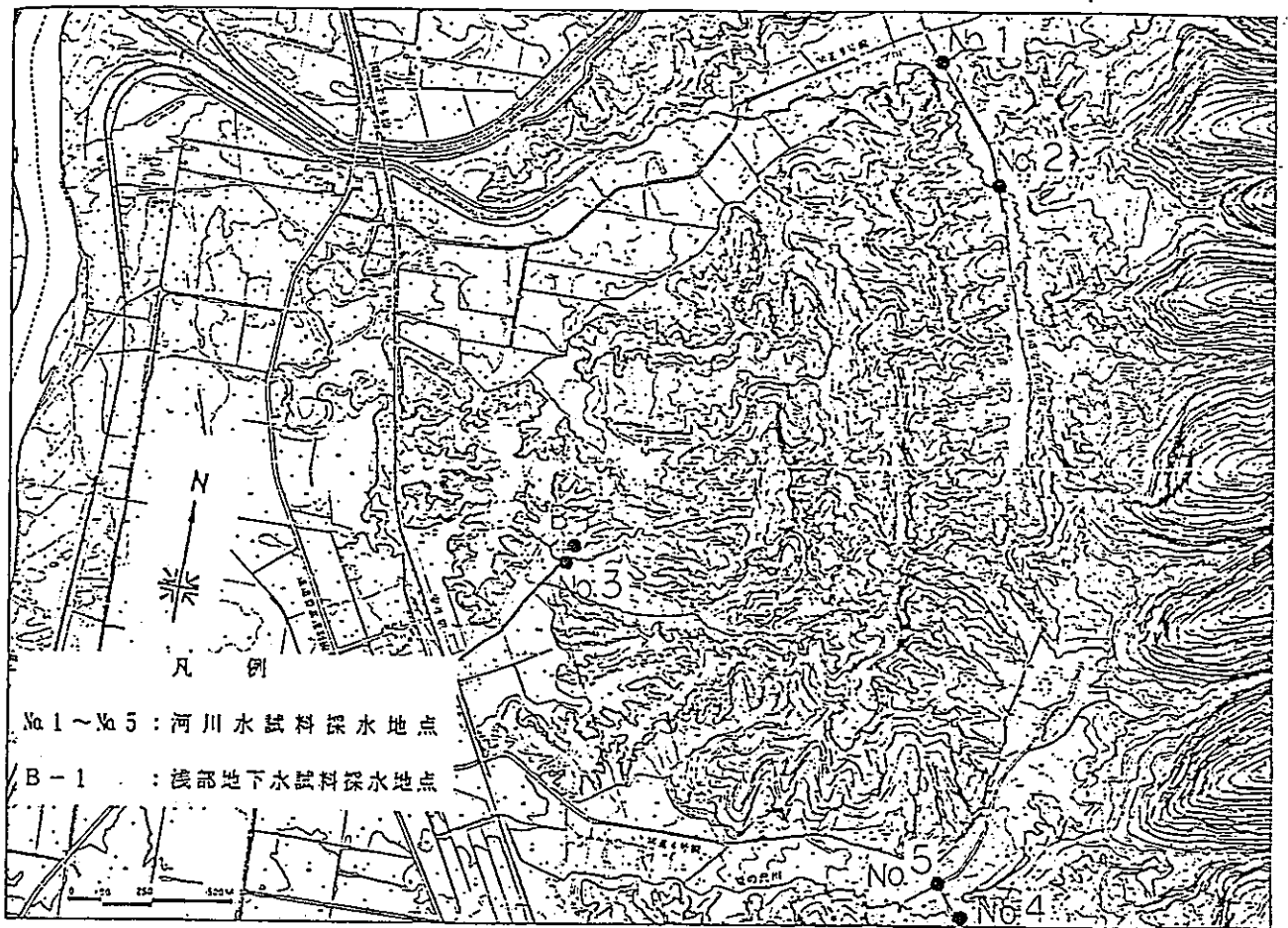
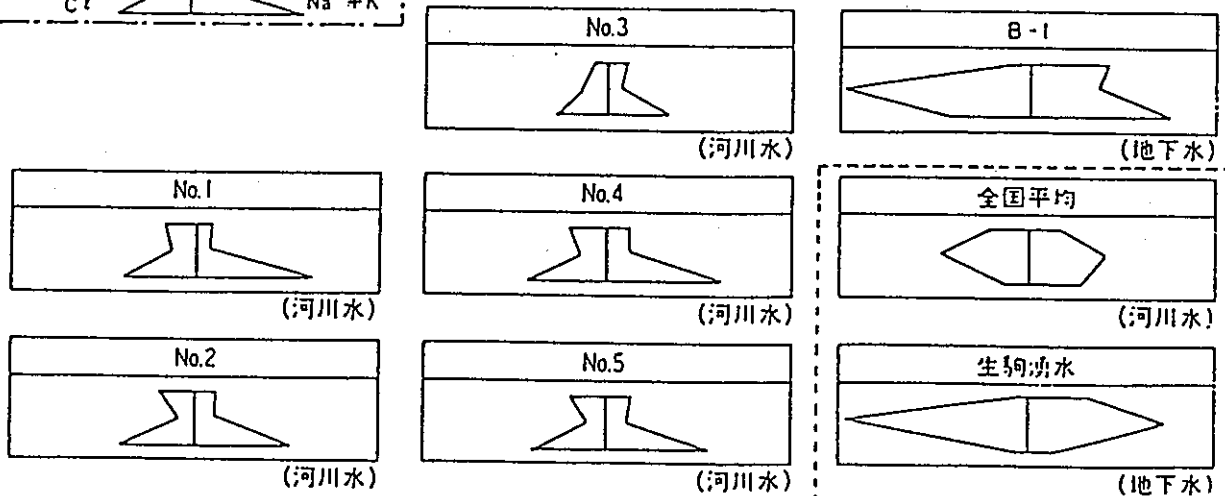


圖 4 - 5 - 1 地下水位



ヘキサダイアグラム



「地下水ハンドブック」(地下水ハンドブック編集委員会編, 昭和54年9月)より抜粋

図4-5-2 河川水・浅部地下水調査結果

4-5-2 深部地下水

(1) 地盤の透水性

地盤の透水係数は、深層ボーリング孔を用いてエアリフトによって揚水した後、水位回復法による透水試験を行って求めた。

透水係数は深くなるにつれしだいに小さくなり、声問層で極めて小さく（不透水層）なる（表4-5-1、図4-5-3参照）。

表4-5-1 透水試験結果

地層	透水係数 (cm/sec)
更別層	$1 \times 10^{-4} \sim 2 \times 10^{-4}$
勇知層	$6 \times 10^{-6} \sim 1 \times 10^{-5}$
声問層	$1 \times 10^{-7} \sim 2 \times 10^{-7}$

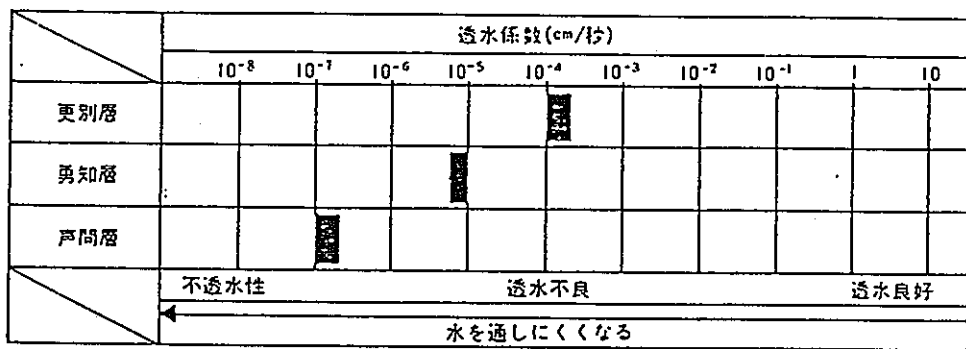


図4-5-3 透水係数

## (2) 水質分析

深部の地下水についても、深層ボーリング孔を用いて採取し、分析を行った。図4-5-4に水質分析結果を示す。

この図より、更別層や勇知層の地下水は、浅部地下水と同じような性質を持ち、アルカリ重炭酸塩型 ( $\text{Na-HCO}_3$  型) を示している。PHは7.5~8.4であった。塩素イオン濃度は、更別層、勇知層において40~120mg/ℓ程度であり、水道水の基準 (200mg/ℓ) より低い。

一方、最も深い声問層中の地下水は、アルカリ非炭酸塩型 ( $\text{Na-Cl}$  型) を示し海水と同じ分類となる (PHは8程度であった。)。しかし、塩素イオン濃度は約14,000mg/ℓであり、海水 (19,000mg/ℓ) の約0.75倍である。また、硫酸イオン ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) 及びマグネシウムイオン ( $\text{Mg}^{2+}$ ) は海水に比べて格段に低濃度を示し、重炭酸イオン ( $\text{HCO}_3^-$ ) は高濃度を示している。これは、地層の還元環境 (硫酸イオンの硫化物への還元)、陽イオン交換吸着能 (マグネシウムイオンの減少) 及び炭酸ガスの分圧が高いこと (重炭酸イオンの増加) を反映しているものと理解できる。

海岸地域においては、過大な地下水の汲み上げにより地下水位が低下し海水面と同じ程度の高さになると、地盤中に海水が入ってくる現象がみられるが、候補地では地下水位は海水面より10m程度高く、また海岸から遠く離れているため、このような現象によって海水が声問層中に入り込んでいるものではないと考えられる。

また、図4-5-4からもわかるように、声問層中の地下水は地層の還元環境、イオン交換吸着能及び高炭酸ガス分圧を反映し、海水に比べて硫酸イオン及びマグネシウムイオンが格段に低く、重炭酸イオンが高いという明らかな性質の違いがある。したがって、この地下水は、声問層の堆積時からあまり動いていない化石海水に近いものであると考えられる。

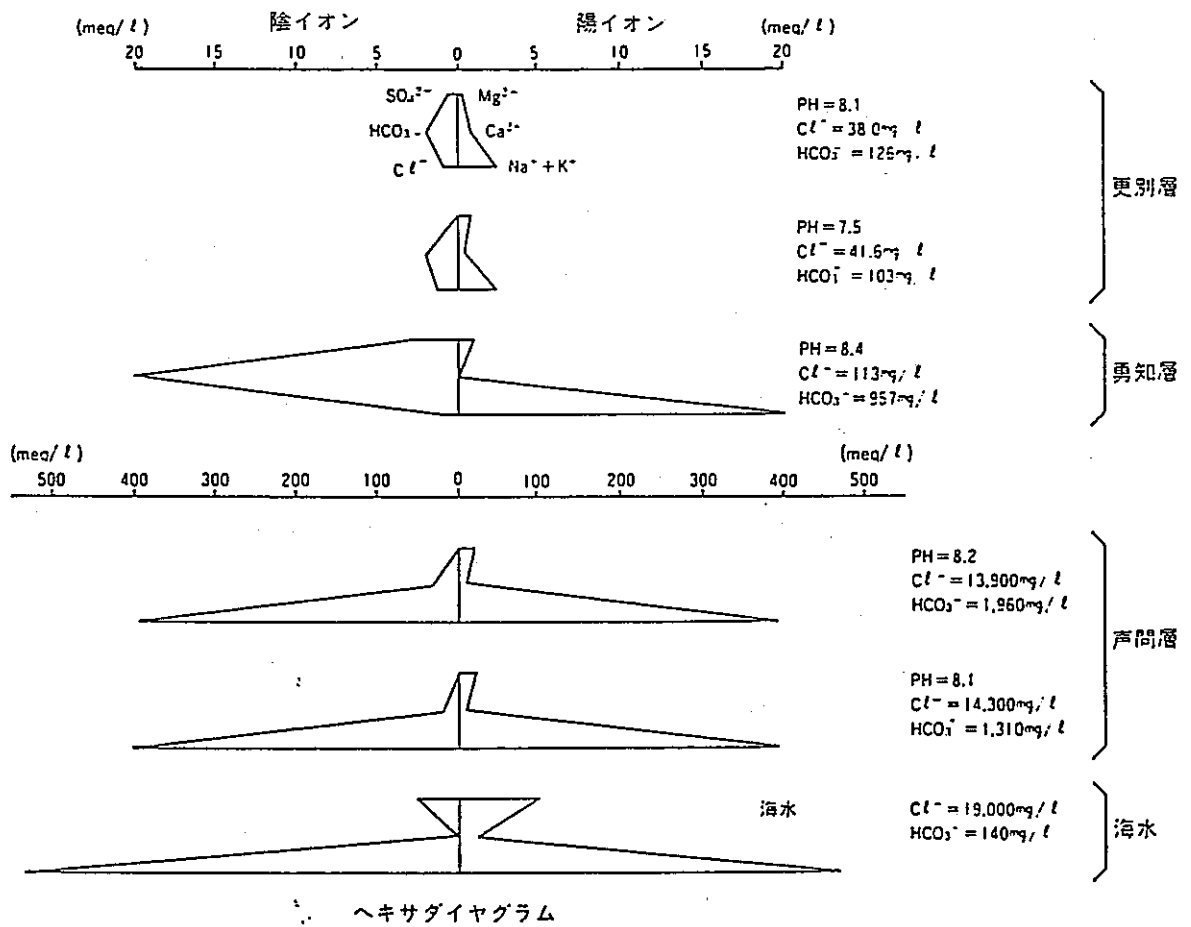


図4-5-4 水質分析結果

主に、日本の白亜紀及び第三紀の堆積岩類の分布地域では、地下掘削に伴って天然ガスの発生の可能性があることが知られている。

候補地周辺地域は、いわゆる天北油田地域にあり、石油、天然ガスが産出する可能性がある。含油・天然ガス層は、増幌層が主体となっており、探査は断層破碎帯や背斜軸をねらって行われている。候補地周辺に位置するとされている幌延断層の西側の地域には、稚内・増幌層を中核部とする背斜構造が存在し、上記の含油・天然ガス層を対象として図4-6-1に示すような石油・ガスの探掘・試掘が行われた経緯がある。

そこで、地表踏査や深層ボーリングで、このようなガスの存在の有無やガス量を調査した。

#### (1) 地表踏査結果

地表踏査によって地表におけるガス徴や油徴を調査した結果を図4-6-2に示す。

地表踏査によれば、候補地東方の稚内層の分布域には、極めて小規模な油徴（うっすらとした油膜程度）が数箇所認められた。ガス徴（間欠的なガスの発生）も稚内層中の1箇所で見られた。これは、天北地方における従来の調査・研究によれば、稚内層のさらに下位の増幌層に主として胚胎するガスや油が、稚内層に発達する割れ目に沿って地表近くまで上がってきているものと推定されている。

一方、候補地付近の声間、勇知、更別層の分布域では、地表における油徴、ガス徴は認められなかった。

## (2) 深層ボーリング孔を用いた調査結果

深層ボーリング孔を用いて候補地の地下におけるガスの調査を実施した。

その結果、深度約900メートルより深いところに存在する声問層からガスが検出された。このガスの主成分はメタンで、地下深部の圧力下では、ガスは声問層の地下水に溶存した状態で含まれていることがわかった。含まれるガスの量は、地下水1ℓに対し1.5g程度（ガス水比が約2）であった。

周辺のガスボーリングは、主に先に述べた増幌層といわれる地層を対象として行われている。増幌層は文献（長尾、牧野1959、長尾1960）及び候補地附近の地表部における地層分布、地質構造などから推定すると、声問層や稚内層よりさらに深部に存在する。声問層に含まれるガス成分や地下水成分と、増幌層のものを比較したのが図4-6-3、4-6-4である。この図によれば、声問層はメタン98%以上のガスを含み、地下水の塩素イオン濃度が海水の約0.75倍であるのに対し、一方、増幌層は、重炭化水素が声問層より多いガスを含み、地下水中の塩素イオン濃度が海水の約0.32倍であるという顕著な相違がみられる。従って、今回検出されたガスは、増幌層に胚胎したものが、岩盤の割れ目を通して声問層中に入り込んだものではなく、声問層の堆積時から長い期間をかけて声問層中に生成したものと考えられる。候補地の地下では、声問層と増幌層の間に稚内層と呼ばれる頁岩層が存在することが層序的に考えられ、この稚内層が増幌層のガスや地下水に対して蓋をした形になっていると考えられる。

この声問層は、ほぼ不透水の地層であると推定されるため、ガスの発生はごく僅かであると考えられる。

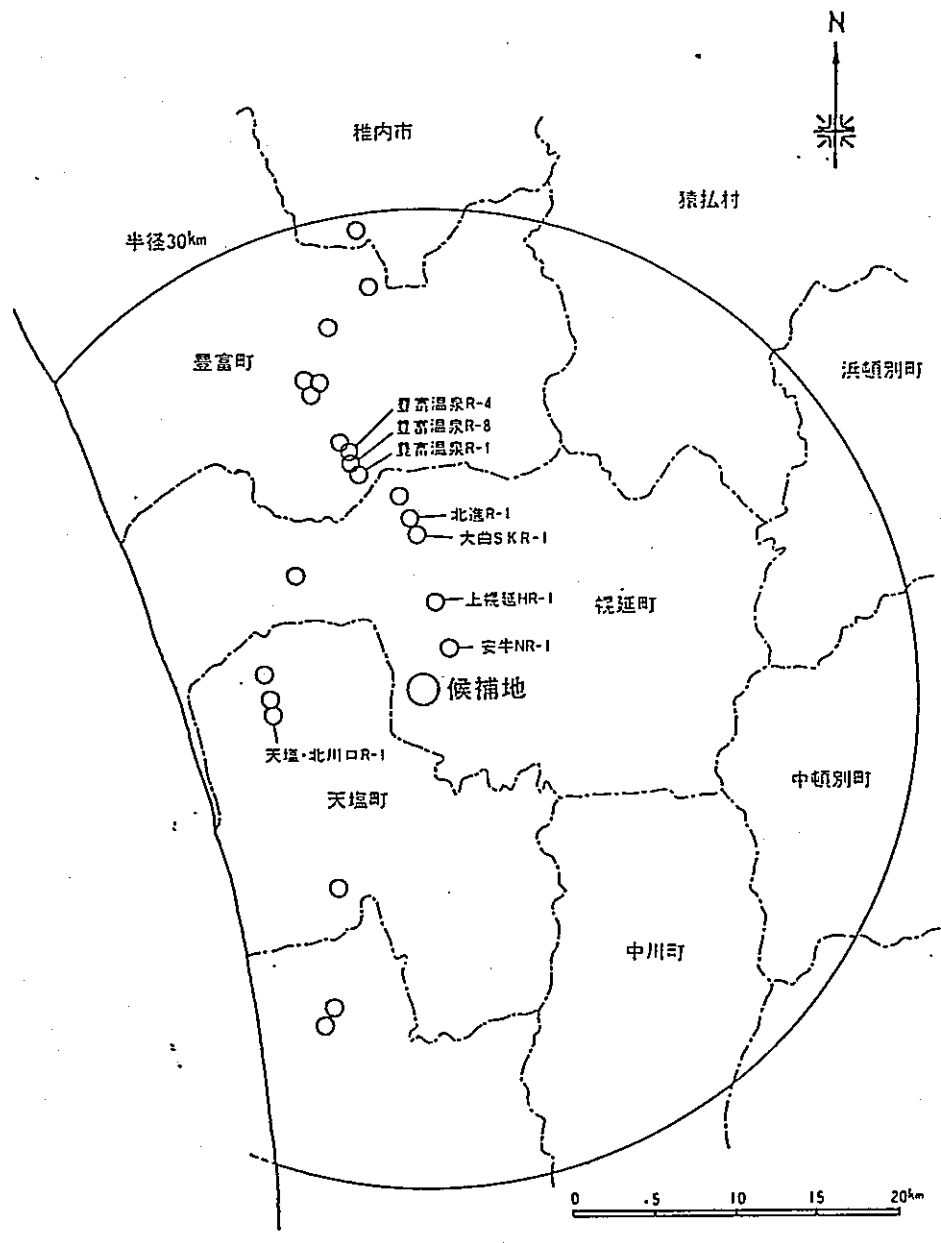


図4-6-1 石油・ガスの探掘・試掘位置図 (半径30km)



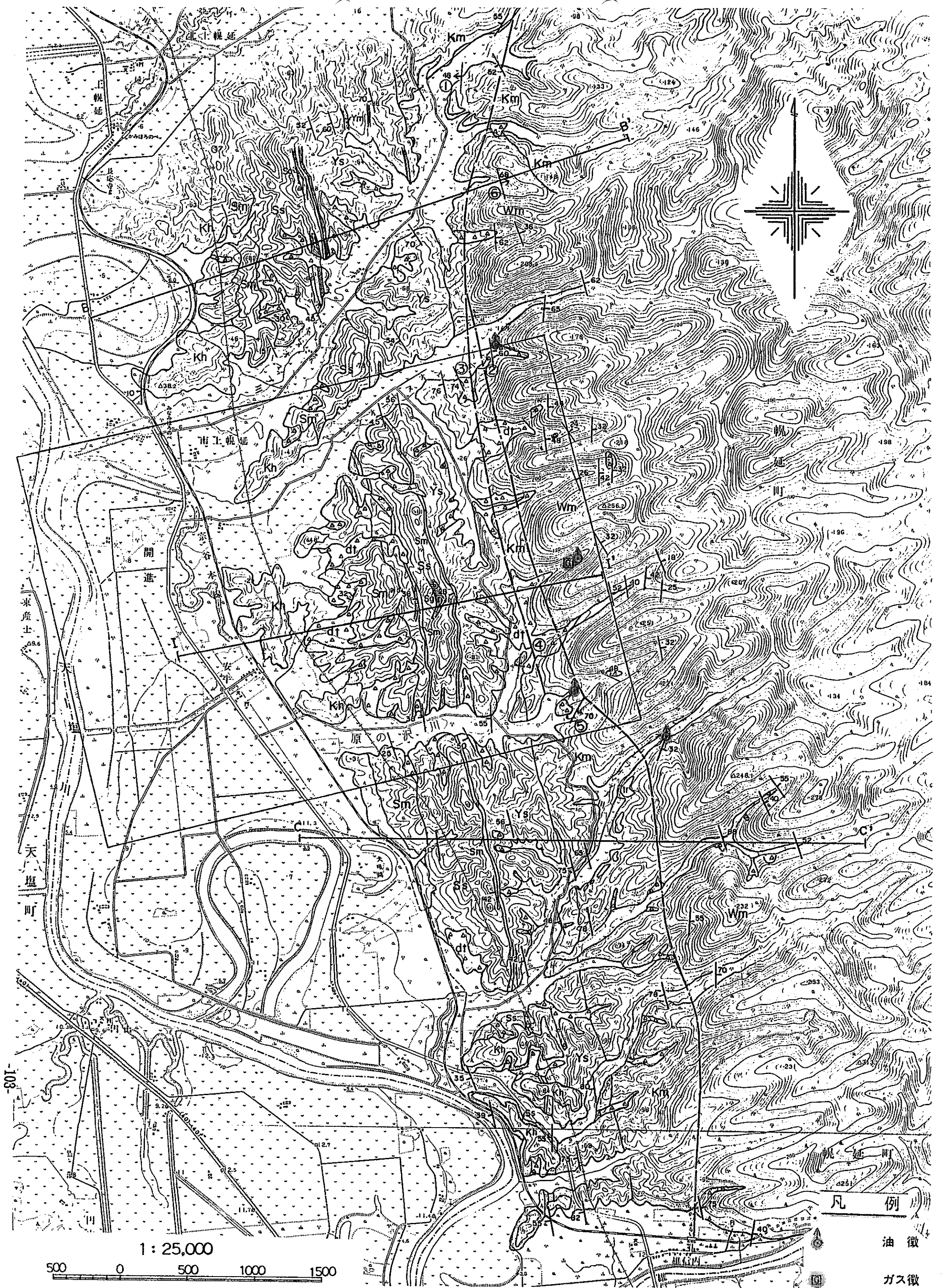


図4-6-2 地表におけるガス徴・油徴

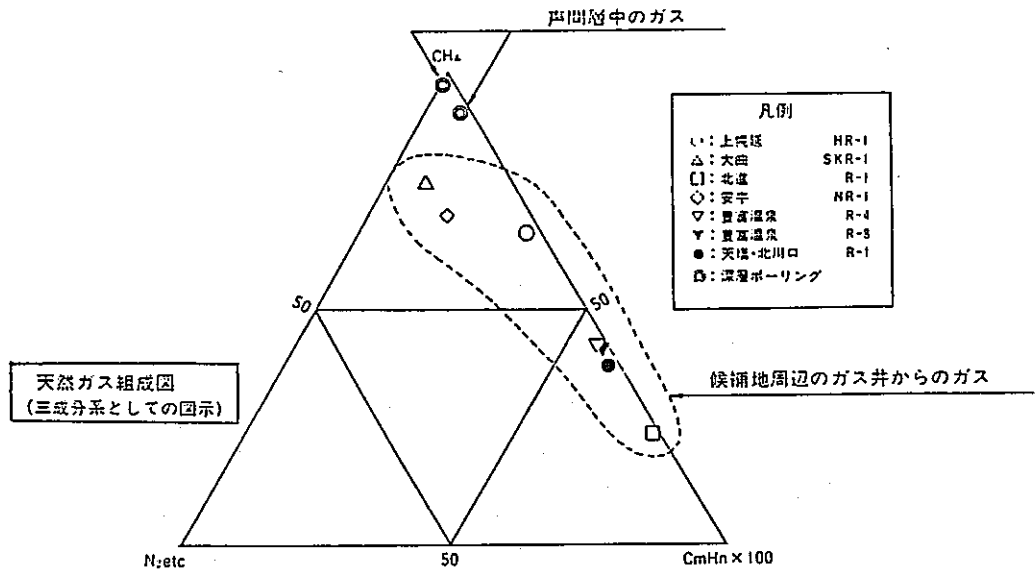


図4-6-3 ガス組成の比較

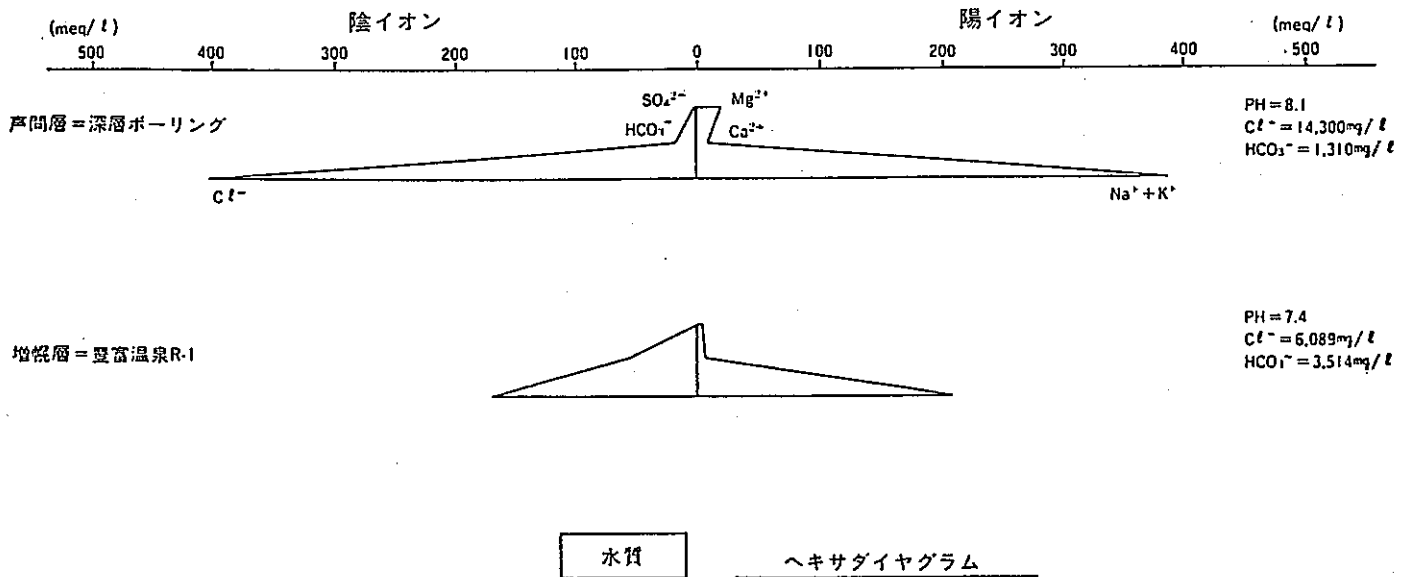


図4-6-4 水質の比較

#### 4-7 気象

文献調査及び現地調査の結果を図4-7-1に示す。

結果は以下のとおりであるが、現地調査の結果は、文献調査と特に異なるものではなかった。

##### (1) 文献調査

- ・候補地周辺地域の冬は湿度が低く、寒冷である（幌延町の2月の平均気温は、 $-10.5^{\circ}\text{C}$ 、平均降水量は $20.1\text{mm}$ ）。
- ・降雪は11月から4月まで続き、降水量は約 $1000\text{mm}/\text{年}$ である。
- ・日照時間は約 $1600\text{時間}/\text{年}$ である。
- ・気象の極値としては、最高気温 $33^{\circ}\text{C}$ 、最低気温 $-34^{\circ}\text{C}$ 、降水量日量 $124\text{mm}$ 、最深積雪量 $172\text{cm}$ 、最高降雪量 $40\text{cm}/\text{日}$ である。

##### (2) 現地調査

- ・昭和61年10月～62年9月の観測からは、以下の記録が得られている。

風 向 — 最多風向は全期間を通じ概ね南南西及び西北西

風 速 —  $20\text{m/s}$  以上を記録した日数は7日間。最大風速  $23.9\text{m/s}$

気 温 — 平均気温  $0^{\circ}\text{C}$  以下は11月15日～4月3日

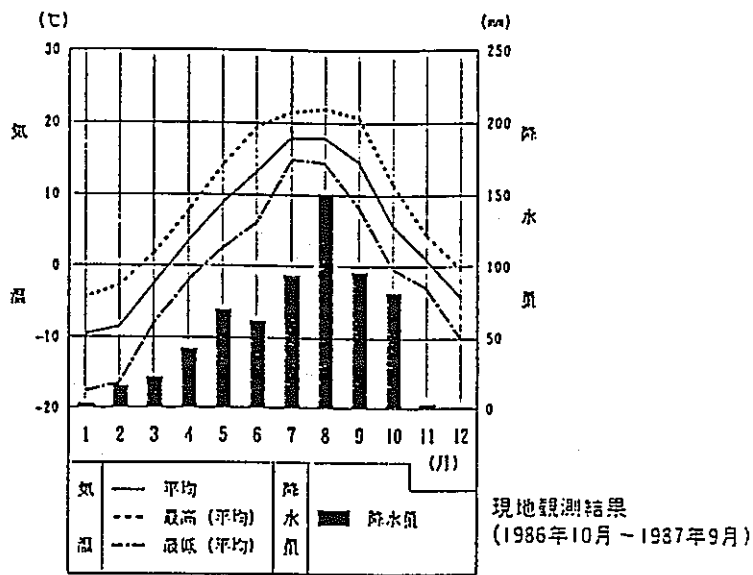
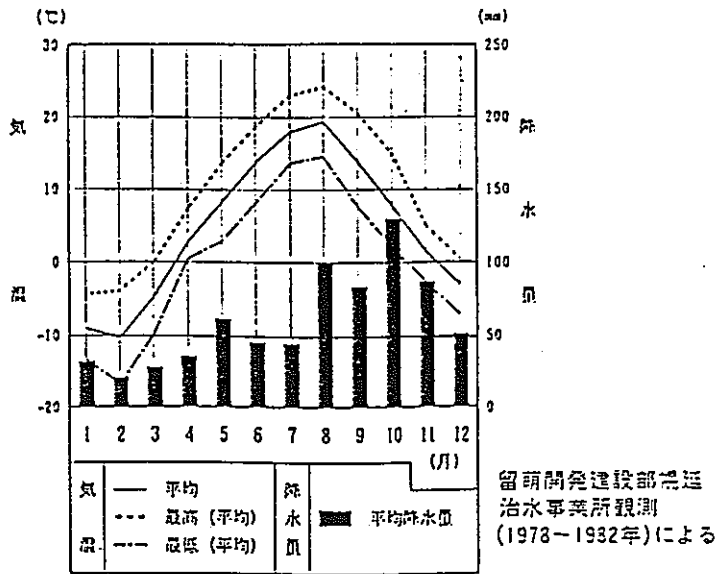
最低気温は  $-31.1^{\circ}\text{C}$

湿 度 — 測定期間を通じ、 $60\sim 90\%$ の範囲

雨 量 —  $20\text{mm}/\text{日}$ 以上を記録した日数は8日

積雪深 — 最大積雪深  $138\text{cm}$

積雪深  $100\text{cm}$ 以上の期間は1月10日～3月29日



注) 積雪量については、降水量として換算していません。

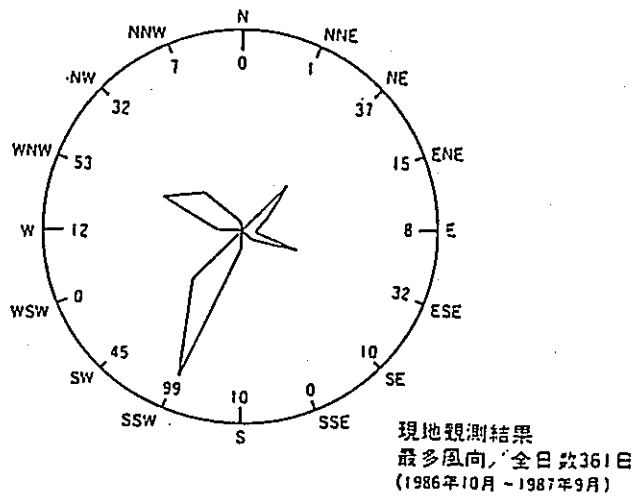


図4-7-1 気象観測結果

## 5. おわりに

以上、貯蔵工学センターに関する調査のとりまとめについて紹介しました。

動燃事業団は、今後とも貯蔵工学センター計画についてなお一層、ご理解を頂くため、努力を続けていきたいと考えています。