

北海道北部地域の断層に関する調査(III)

(動力炉・核燃料開発事業団 委託研究成果報告書)

1990年6月

電力中央研究所

本資料の全部または一部を複写・複製・転載する場合は、下記にお問い合わせください。

〒319-1194 茨城県那珂郡東海村村松4番地49

核燃料サイクル開発機構
技術展開部 技術協力課

Inquiries about copyright and reproduction should be addressed to:
Technical Cooperation Section,
Technology Management Division,
Japan Nuclear Cycle Development Institute
4-49 Muramatsu, Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki 319-1194,
Japan

© 核燃料サイクル開発機構 (Japan Nuclear Cycle Development Institute)

1998

JNC TJ/42098-024

1990年 6 月

北海道北部地域の断層に関する調査（Ⅲ）

井上大栄* 本荘静光*
田中和広** 上田圭一*

要 旨

北海道天塩郡幌延町の貯蔵工学センター候補地より半径10kmの範囲およびその西方に隣接する地域の空中写真を判読し、リニアメントを抽出して、断層活動性評価のための資料とした。

その結果、天塩町雄信内および川口付近において段丘面の傾斜が認められた。また、天塩町南更岸の段丘面上にもリニアメントが認められた。川口付近は、より新しい段丘面には傾斜が認められないため、最近の活動がない可能性がある。雄信内の段丘面の傾斜及び南更岸のリニアメントについては断層活動に関連する変位地形の可能性は否定できない。その他には、変位地形に起因すると判断されるリニアメントは認められなかった。

今後は、地表踏査等により活動性の評価を実施することが必要と考えられる。

本報告書は、電力中央研究所が動力炉・核燃料開発事業団の委託により実施した研究の成果である。

契約番号：010D166

事業団担当者：野村和男（環境技術開発推進本部）

*：我孫子研究所 立地部 **：我孫子研究所 原燃サイクル部

目 次

1. はじめに	1
2. 空中写真判読概説	3
2-1 リニアメント	3
2-2 地形面	12
3. 段丘面の判読結果	23
3-1 既往の研究結果	23
3-2 段丘面分類結果	32
4. リニアメント判読結果	43
4-1 大曲断層	43
4-2 幌延断層	49
4-3 南更岸断層（仮称）	51
4-4 天塩町川口付近の段丘傾斜	59
4-5 天塩川断層	67
5. ま と め	75
6. 今後の調査案	78
7. お わ り に	79

参考文献

付 図

空中写真判読図（敷地周辺半径10km範囲及び西方隣接地域） 1 : 50,000

1. はじめに

本報告は、動力炉・核燃料開発事業団の委託によって実施した「北海道北部地域の断層に関する調査（Ⅲ）」の成果をとりまとめたものである。

本調査の目的は、貯蔵工学センター建設候補地半径10kmの範囲（大曲断層，幌延断層沿いの地域を除く），およびその西方に隣接して文献に地形面の傾動が指摘されている地域において，断層に起因するリニアメントの分布・性状を，空中写真判読により，検討することにある（図1.1）。また，調査範囲内の地形面の区分，地すべり地形の分類を行い，断層活動性評価のための資料とする。

本調査では，文献・既往空中写真判読結果を整理し，今回の判読作業の参考資料とした。そして，2万分の1空中写真の判読を行い，その結果を5万分の1地形図に編集し，リニアメントの地形的特徴，段丘面との関係などを整理した。

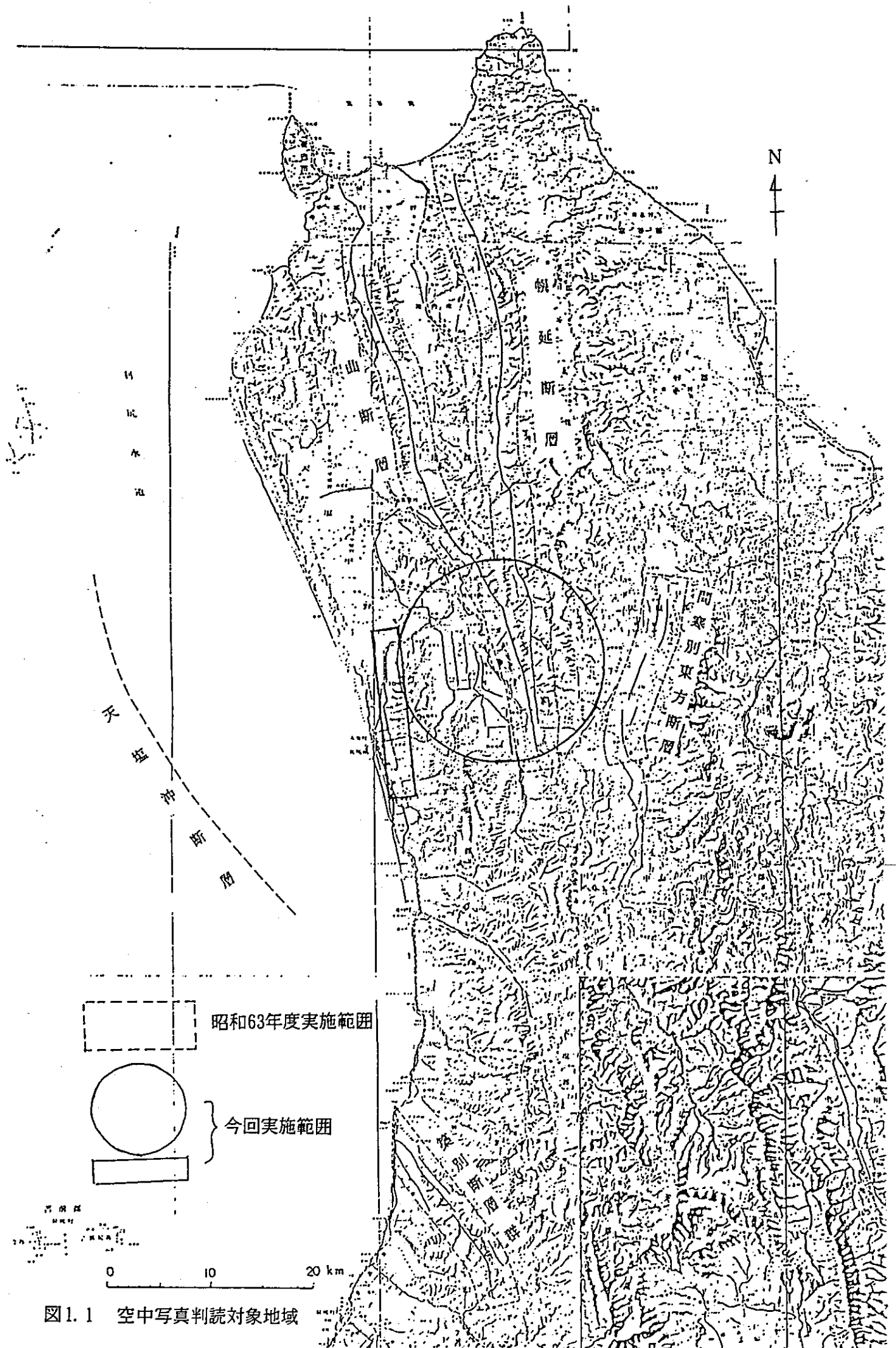


図1.1 空中写真判読対象地域

2. 空中写真判読概説

2-1 リニアメント

(1) リニアメント概説

リニアメントは Hobbs(1904)によって初めて提唱された用語で、当初は地形用語として定義された。その後、線状に配列する地形形状が地質構造の支配を受けたとする考え方が強くなり、構造地質の分野に利用されるようになった。最近ではこのような考え方がほぼ定着し、例えば、American Geological Institute (1980)によれば次のように定義されている。

LINEAMENT : A linear topographic feature of regional extent that is believed to reflect crustal structure. (Glossary of Geology)

活断層に関しても、「リニアメント」という用語が一般に用いられているが、この用語は、空中写真等より判読した映像模様の意味に使われる場合や、或いは第四紀に活動した断層とほとんど同義に用いられる場合もあり、混乱を招いている。

一方、「第四紀断層の調査法(案)」(財国土開発技術センター, 1986)の中では、「リニアメント」という用語を用いず、空中写真等において長く線状に見える模様のうち、地質構造、断層および侵食等を反映した地形と推定されるものに対して「線状模様」という用語を用いるとしている。

また、「地震と活断層」(阿部ほか編著, 1985)では、「リニアメント」と「線状模様」を同義に用い、空中写真で認められる線状模様を次のように分類している。

- A. 人工的線状模様 : 道路, 鉄道, 植生境界, 水田畑の耕作線等の人工的な線状模様。
- B. 表層的線状模様 : 風, 波, 流水, 氷河などの表層における自然現象によって作られた線状模様。新期の溶岩流, 地すべり, 崩壊などによる線状模様。
- C. 地質的線状模様 : 層理, 岩石の境界, 節理, 断層が線状模様として現れたもの。

さらに, 「地質的線状模様」は, (i) 活断層と認められるリニアメント, (ii) 活断層と推定されるリニアメント, (iii) 活断層の可能性のあるリニアメント, (iv) 断層組織地形と予想されるリニアメント, (v) 層理や節理などと予想されるリニアメントに分類されている。

以上のように, 「リニアメント」, 「線状模様」という用語の用い方に統一した見解はないが, 本調査では空中写真判読から抽出されるリニアメント, 線状模様のうち, 第四紀における断層, 褶曲等の構造運動を反映した直線状あるいは弧状に配列する地形を「リニアメント」と呼ぶことにする。

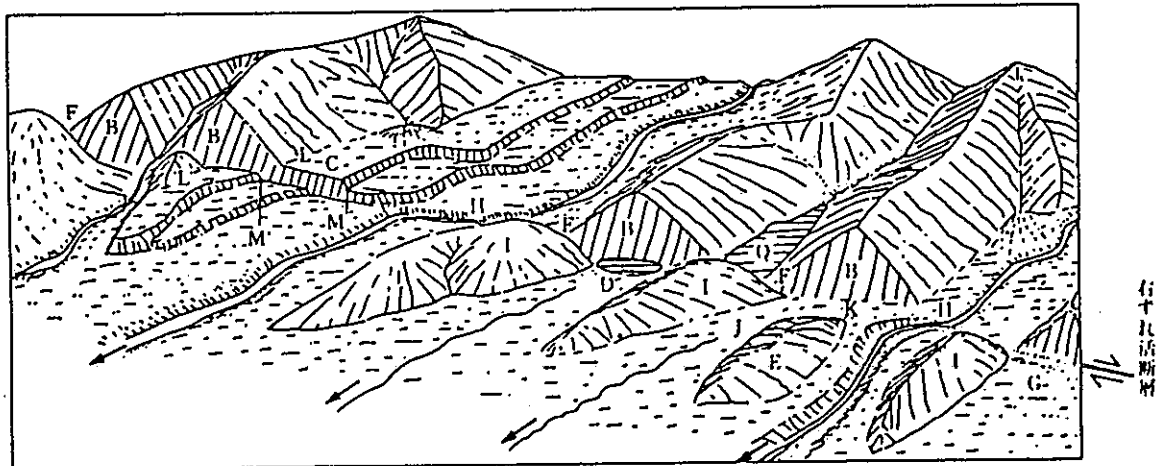
空中写真の実体視による地形判読は, 野外調査の予察として有効な方法であり, 地形図には表示し得ない小規模な地形の判別や広い視野からその形態や分布などの諸特徴を把握することができる。特に, 活断層を調査する場合, 空中写真によってリニアメントを抽出し, リニアメントの形態, 鮮明度, 連続性及びリニアメントが判読される地形面などから, それが断層に起因した変位地形であるか否かについて, 予察的に検討することは, 野外調査の手助けとなる。

リニアメントは変位地形の可能性を持つ個々の地形形態が直線的あるいは弧状に配列している地形である。一般に断層に伴う変位地形と言われている地形は表2.1, 図2.1に示すようなものがある。

表2.1 断層変位地形の主な用語

1) 崖地形 (縦ずれ地形, 変動崖)	断層崖, 拗曲崖, 低断層崖 (C), 三角末端面* (B), 逆むき低断層崖
2) 凹地形 (変動凹地)	断層谷, 地溝 (G), 小地溝, 断層凹地, 断層陥没池, 断層池* (D), 断層鞍部 (F), 断層角盆地
3) 凸地形 (変動凸地)	地壘, 小地壘, ふくらみ* (E), 断層地塊山地, 傾動山地, 圧縮尾根
4) 横ずれ地形	横ずれ尾根, 横ずれ谷 (H), 閉塞丘 (I), 段丘崖のくいちがい (M-M'), 山麓線のくいちがい (L-L')

*印の地形は他の原因でも形成されるので、必ずしも断層変位地形とは限らない。



B: 三角末端面, C: 低断層崖, D: 断層池, E: ふくらみ, F: 断層鞍部, G: 地溝, H: 横ずれ谷,
I: 閉塞丘, J: 穀頭谷, K: 風隙, L-L': 山麓線のくいちがい, M-M': 段丘崖のくいちがい

図2.1 右ずれ断層による変位地形の諸例

(日本の活断層: 1980)

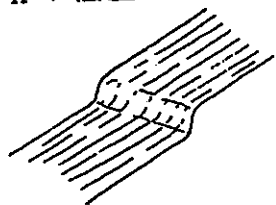
しかしながら、空中写真判読によって、リニアメントが、断層、褶曲等による変位地形であると推定できるのは、以下の要素で判断する。

①山地、丘陵内及び段丘面等において異なる複数の地形面に高度不連続が直線的に連続して認められる場合、②同一地形面と判断される段丘面、扇状地などにリニアメントを境として、その両側に高度不連続が認められる場合、③河川や尾根の連続がリニアメントを境として同方向に系統的に屈曲している場合などである。

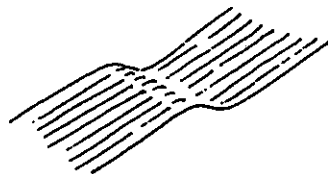
空中写真判読によるリニアメントは、断層の存在或いは変位地形であるか否かについてその可能性を示すものであり、その認定は野外調査による確認が必要である。

そこで、本報告書では、空中写真判読結果の段階で、個々の地形形態の名称は成因を考慮しない名前と呼ぶことにした(図2.2, 2.3)。

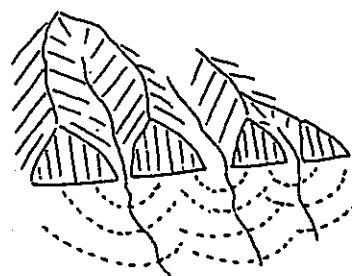
s : 崖 (>10m)
n : 低崖 (<10m)



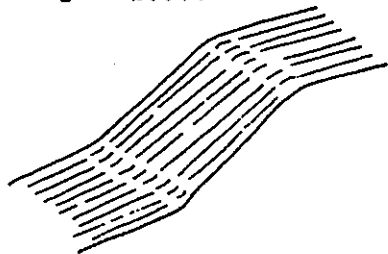
rs : 逆向き崖
rn : 逆向き低崖



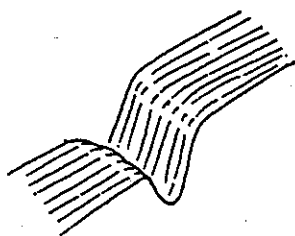
t : 三角末端面



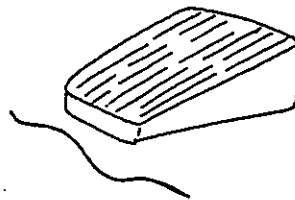
ss : 急斜面 (21~30°)
gs : 緩斜面 (11~20°)



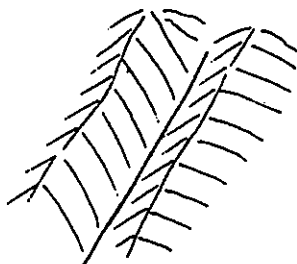
d : 高度不連続



p : 傾斜



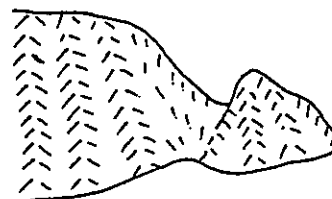
v : 直線状の谷



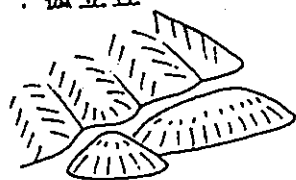
g : 溝状地



c : 鞍部



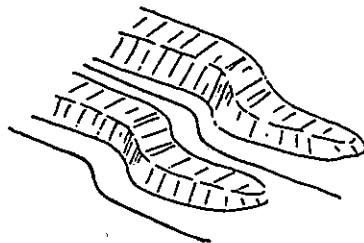
h : 孤立丘



m : 直線的な高まり



o : 屈曲



w : 風隙

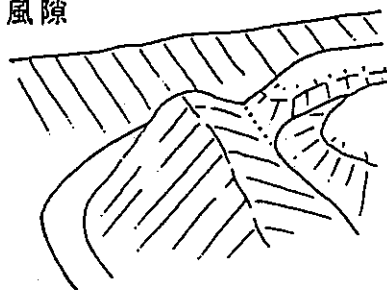


図2.2 リニアメントの地形形態

地形分類要素

① 山頂平坦面	山地頂部にみられる比較的平坦な地形
② 尾根平坦面	頂部が平坦な尾根や山腹に分布する平坦な地形
③ 火 山	火山噴出物が作った高まり
④ 山地斜面	山地（高度が高く、起伏が大きな斜面の集合体）を構成する斜面
⑤ 山麓緩斜面	山地の縁辺部に分布する緩斜面
⑥ 尾 根	谷と谷とに挟まれた高まり
⑦ 谷	流水が侵食して作った細長い凹地で、一方向に高度を減ずるもの
⑧ 地形境界	個々の地形単位の境界線
⑨ 丘陵背面	丘陵の頂部に想定される地形面
⑩ 熔岩台地	熔岩流のつくる台地
⑪ 段 丘 面	河川・海岸沿いに分布する階段状地形。過去の川原や海浜
⑫ 沖積低地	河川の堆積作用で作られ、その作用が現在まで続いている低地
⑬ 人工改変地	人為的に地形改変されたところ
⑭ 水 域	河川，海，湖沼

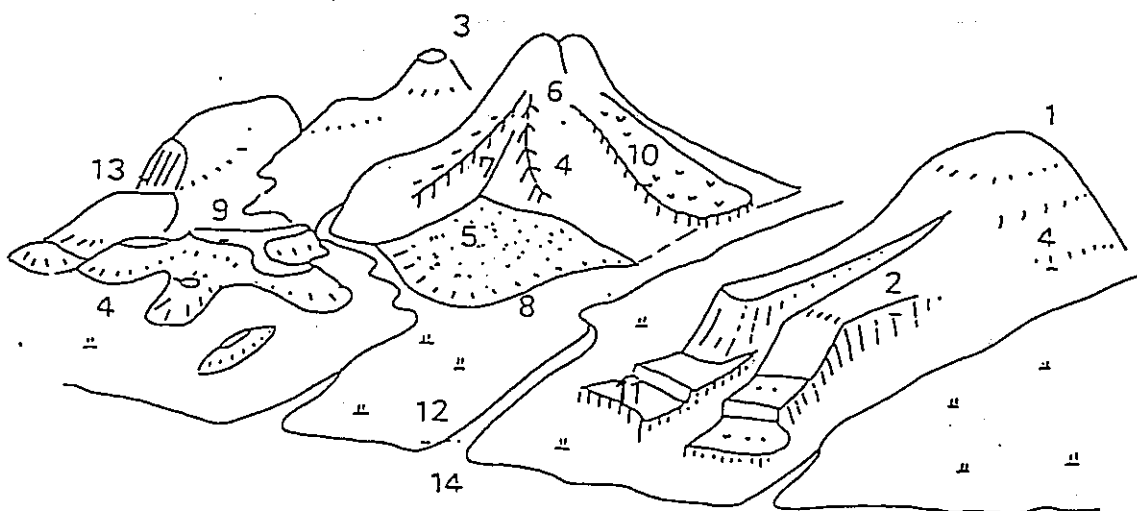


図2.3 基準地形区分図

(2) リニアメント判読基準

本報告書においては、第四紀における断層や褶曲などの構造運動に起因した地形を抽出することを目的として、直線状ないし弧状に連続する地形配列である「リニアメント」を空中写真により判読する。

ここでは、土木学会（1985）の「原子力発電所地質・地盤の調査・試験法および地盤の耐震安定性の評価手法」に従い、リニアメントを、変位地形である可能性の高いものから、A、B、C、D及びEの5ランクに区分した。その判読基準を表2.2に示す。

A～Dランクのリニアメントは変位地形の可能性を有するものであり、Eランクのリニアメントは変位地形以外に起因するリニアメントである。

表2.2 リニアメント判読基準

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"> 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。 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。 	<ul style="list-style-type: none"> 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。 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。 	<ul style="list-style-type: none"> 連続方向は河食崖、海食崖の方向とは斜交あるいは直交する。 傾斜方向は地形面の一般傾斜方向とは逆方向を示す。 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。
B (変位地形である 可能性がある)	<ul style="list-style-type: none"> 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。 	<ul style="list-style-type: none"> 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。 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。 	<ul style="list-style-type: none"> 連続方向は河食崖、海食崖の方向とは斜交あるいは直交する。 傾斜方向は地形面の一般傾斜方向とは逆方向を示す。 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。
C (変位地形である 可能性が低い)	<ul style="list-style-type: none"> 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。 	<ul style="list-style-type: none"> 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。 河谷・尾根が一部で同方向に屈曲しているもの。 	<ul style="list-style-type: none"> 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。 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。
D (変位地形である 可能性は非常に 低い)	<ul style="list-style-type: none"> 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。 	<ul style="list-style-type: none"> 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。 	<ul style="list-style-type: none"> 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あるいは斜交し、一部で寸断され断続する。
E (変位地形以外に 起因するリニア メント)	<ul style="list-style-type: none"> 段丘面上に崖、急傾斜面は認められない。 	<ul style="list-style-type: none"> 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。 	<ul style="list-style-type: none"> 高度不連続は認められても、不明瞭である。 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。

空中写真の判読では、リニアメントの抽出及びランクづけは、下記の要素に着目して行った。

a. リニアメントの抽出

リニアメントの抽出は山地、丘陵内及び段丘面上では、尾根、谷、河川を横切って続く崖、鞍部、溝状凹地、たわみ（凸の曲線状を呈する面）、傾斜面等の直線的配列に着目し、以下の要素を吟味して行う。

- i) 連続区間が長い。
- ii) 付近の地形に比べ直線状を示す。
- iii) たわみ、傾斜面、風隙、眉状の崖、特異な地形が存在する。

b. ランクづけ（リニアメントの成因の検討）

前項で抽出した地形が、河食崖、海食崖などの要因によるものか、或いは断層、褶曲などの成因による変位地形か否かを検討する。検討内容は上記3要素のほかに、以下の要素を総合的に検討してリニアメントのランクづけをする。

- iv) 連続性
 - a) 寸断することなく連続する。
 - b) 隣接する時代の異なる地形面に連続する。
- v) 連続方向
 - 付近の一般的な地形（水系、河食崖等）の連続方向と異なる方向へ連続しており、河川などの侵食地形と考えにくい。
- vi) センズ
 - ある長さのリニアメントを通じて一定傾向の高度差や屈曲が認められる。また、崖面の向き、たわみ、傾斜面の方向が現河川に向かず、逆に丘陵、山地側に向いており、侵食地形と考えにくい。
- vii) 比高、屈曲量
 - a) 比高、傾斜量、屈曲量が大きく、累積性がみられる。
 - b) 山地内での比高が一様である。
- viii) 形態の鮮明さ
 - 崖など地形形態が平滑で開析を受けていない。

2-2 地形面

(1) 段丘地形概説

段丘は、空中写真判読によるリニアメントの抽出及びその評価の際の基準地形として、重要である。

段丘という地形は、地学辞典Ⅲ（古今書院：1973）によると「平坦な部分，段丘面（terrace surface）と，その前面の急崖，段丘崖（terrace cliff）からなる階段状の地形をさすが，学術語としては，段丘面はかつての河床，海岸または湖岸沿いの海底，湖底であったものに限定して使用される。すなわち河岸段丘（river terrace），海岸段丘（marine terrace），湖岸段丘（lacustrine terrace）のいずれかをさす。いずれも侵食基準面の変化に伴って起る現象で，したがって，削はくによる侵食面や，硬軟層による斜面上の段状の地形は段丘とはいえない。」

また，段丘はその分類基準によって，成因，位置等より呼称が異なる。

基準	呼称及びその意味	
成因	海成段丘 河成段丘 湖成段丘	海の作用でできた段丘 川の作用でできた段丘 湖の作用でできた段丘
位置	海岸段丘 河岸段丘	海岸に沿って分布する段丘 河川に沿って分布する段丘
構成物	砂礫段丘 岩石段丘	厚い砂礫からなる段丘 基盤岩からなる段丘
形成過程	堆積段丘 侵食段丘	堆積作用によってできた段丘 侵食（河川の側刻，海の波食等）によってできた段丘

例えば，成因によって分類する時，本調査地域には海成段丘及び河成段丘が見られる。

(1-1) 海成段丘の成因

海成段丘とは，過去の海面に関連してできた海成の平坦面がほぼ海岸線にそって，階段状に配列している地形である。段丘面はもとの浅海底，海浜，波食台の平坦面であり，段丘崖はもとの海食崖である。

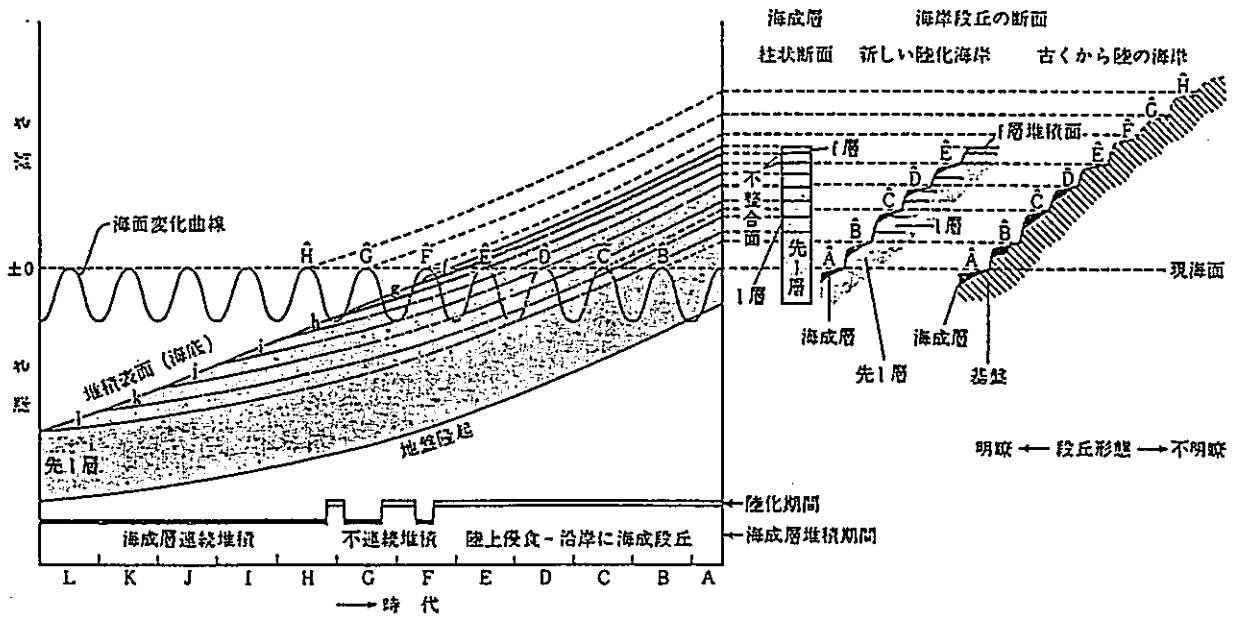
海成段丘が形成されるためには，不連続な離水が必要であり，かつてはその成因として間欠的隆起が考えられていた。しかし，日本各地における海成段丘の発達史（形成時期が共通で，沈水現象も共通）が研究されるにしたがって，海成段丘の成因は各地域でバラバ

ラの地盤の間欠的隆起とは考えにくくなった。また、古い段丘ほど高位にあるという地域では、累積した一定傾向の隆起が継続していると考えられた（吉川虎雄ほか，1964）。

現在では、海成段丘の主な成因はユースタティックな氷河性の海面変化であると考えられている（図2.4）。

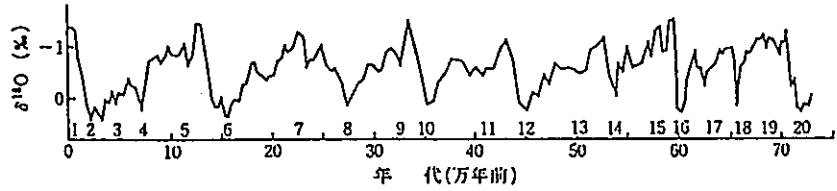
一方、過去における海面変化の歴史は、深海底コアの酸素同位体比（ $\delta^{18}\text{O}$ 比），微化石の分析などによる古海水温の研究と、南関東などの地域における海成段丘，海成層の調査とによって、かなりの精度で復元されている。

図2.5のように $\delta^{18}\text{O}$ 比が示す過去の古海水温変化はたいへん規則的であり，古海水温に対応する海水準も規則的な変化をしていたと考えられる。第四紀中期以降の海水準変化には，ほぼ10万年周期で高海水準が認められる。また，海進は急であり，海退は除々に，ノコギリの歯のような形で行われている。



第四紀に海底から隆起した地域に現われる海成層とその地域および古くから陸であった海岸に形成される海成段丘のモデル。L, K, J, ... 時代の地層を l, k, j, ..., 海面上昇ピーク時を $\bar{L}, \bar{K}, \bar{J}, \dots$ とする (貝塚 1978)

図2.4 海岸段丘モデル



第四紀中・後期の $\delta^{18}\text{O}$ 変化をいくつかの資料を合成して示したもの (Emiliani, 1978: *Earth Planet. Sci. Letters*, 37, 349-352 による)

図2.5 古海水温変化

(1-2) 河成段丘の成因

河成段丘の成因は複雑であり、これまでに言われているものとして、次のようなものがある。

- a. 氷期・間氷期に伴う海面変化, b. 氷期・間氷期の気候変化に伴う河床縦断形の変化,
- c. 氷河・周氷河作用による岩屑の供給, d. 大規模崩壊や火山活動による河谷の埋積,
- e. 地殻変動, その他

まず、河成段丘の成因の一般的な説明として、a～eのそれぞれの段丘の成因について述べる。

a. 氷期・間氷期に伴う海面変化

氷期・間氷期に伴う海面変化によって河川の侵食基準面が変化する。これによって、侵食基準面の変化が上流側に波及してゆき、河床高度の変化が起こり、旧河床、氾濫源が高い位置に取り残され、河成段丘が形成されると考えられる。Zeuner(1951)は海面変化によって形成された河成段丘をサラソスタティック段丘 (thalassostatic terrace)と名付けている。

貝塚爽平(1964)によると、多摩川中・下流部では海面変化に支配されて段丘が形成されている。すなわち、下末吉海進によって海が広くひろがり、上部東京層が堆積し、淀橋台、荏原台などの下末吉面が形成された。引き続いて海退がはじまり、河川は下流に延長しながら、下刻を行い、武蔵野段丘、立川段丘、青柳段丘が形成され、海退のピークには古東京川が形成された。この後、再び海進がはじまり、古東京川を埋没させ、沖積層が堆積した。

b. 氷期・間氷期の気候変化に伴う河床縦断形の変化

河川はその流量や運搬物質の量が氷期・間氷期の気候変化に伴い変化すると、新しい環境に対応して侵食や堆積を行い、河床縦断形を自ら変化させる(図2.6)。すなわち、河川は新しい水理条件に応じた平衡状態に向かおうと変化する。このような河床縦断形の変化によっても、旧河床、氾濫源が高い位置に取り残され、河成段丘は形成されるといわれている。

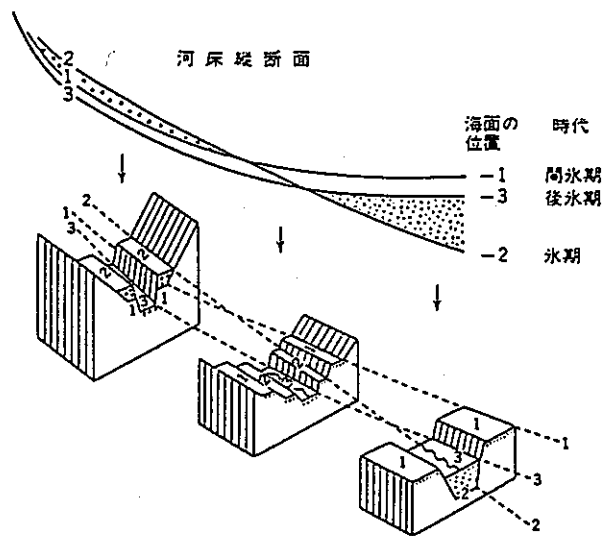


図2.6 氷期と間氷期の河川縦断面形と段丘の形成モデル
(貝塚：1977)

c. 氷河・周氷河作用による岩屑の供給

ヨーロッパアルプスなどの氷期に氷食を受けた山地の河谷では、氷河の拡大期に氷河前面に多量の砂礫が堆積した。また、周氷河地域が広がった流域でも氷期に多量の岩屑が供給されて堆積段丘が形成されたことが知られている (Flint, 1971 など)。

日本においても、日高山脈西側の河川群において、小野有五・平川一臣 (1975) はビュルム氷期前半には、氷河・周氷河作用により多量の岩屑が供給され、河谷が埋積されたとし、堆積段丘の形成を氷河・周氷河作用による岩屑の供給に関連づけている。なお、ビュルム氷期後半には、氷河・周氷河作用の及び範囲は縮小し、河川は侵食も堆積もせず平衡状態が保たれていたとしている。

また、貝塚爽平 (1969) は、ビュルム氷期に氷河・周氷河地域を流域にもたなかった河川にも上流で堆積が認められることから、氷期には岩屑の供給量の増加よりも豪雨が少なかったと考えた。その原因として、氷期には台風や梅雨前線の位置が現在よりも南にずれていたと考えた。

d. 大規模崩壊や火山活動による河谷の埋積

日本の河川には、大規模崩壊による多量の土砂供給や土石流によって形成された堆積段丘や、火山から噴出した熔岩や火砕流によって、河谷が埋積された結果、形成された火山性の段丘が多くみられる。これらは、通常の河川営力で形成されたものではなく突発的に形成される河岸段丘であり、非河成の段丘である。

e. 地殻変動による河床高度の変化

かつて、1950年代までは、河成段丘は平坦面と崖の組合せから構成されることから、その成因として間欠的な隆起が考えられていた。

例えば、町田貞・井口正男（1952）は、荒川中流の河成段丘について、横断面実測による地形分析、砂礫分析の調査を行い、その結果、三峰口と荒川橋では河川の下刻（地盤運動の影響）が著しく大きいほか他の地点では段丘面形成期間中は下刻作用、すなわち地盤運動による影響は少なく、いわゆる地盤の静止期と運動期とが明瞭に交代して、模式的な段丘地形を形成したと解釈している。すなわち、地殻変動の変化が段丘面と段丘崖という対立した地形を形成すると解釈していた。

しかし、その後、海成段丘や地層を指標とした地殻変動の研究が進み、地殻変動は第四紀を通じてほぼ等速の地殻変動であったこと（Sugimura, 1967）や、海成段丘の形成は間欠的な隆起によるものではなく、氷河性海面変動によること（吉川虎雄ほか、1964など）が明らかになるにしたがい、また、各地の海成段丘、河成段丘がほぼ共通した時期に形成されていることも明らかになり（地学団体研究会、1969など）、河成段丘を作るような間欠的な地盤の隆起は存在しないとする考え方が大勢を占めるようになった。

(2) 周氷河地形

北海道北西部地域にみられる丸みを帯びた地形やなだらかな地形の形成には、寒冷地の地形形成要因、主に凍結作用による現象が大きく左右しているものと考えられ、いわゆる“周氷河地域”に特徴的なものとされている(図2.7)。

周氷河(periglacial)とは、元来、氷期に発達した大陸氷床周辺の寒冷気候下で形成される一群の地表面象をさす用語とされ、周氷河地域とは氷河周辺の地域とされていた。しかし、今日では、氷床周辺に限らず、高緯度地方や高山地域等を含む、凍結作用が卓越する地域全体が周氷河地域とされている。

周氷河地域は現在では、北極沿岸や高山地域など陸地の20%を占めるにすぎないが、氷期には著しく拡大し、中部ヨーロッパからソ連の大部分が周氷河地域であったと考えられる。日本においても、北海道から東北地方北部がこの地域に含まれていたとされ、その痕跡が北海道内で多数確認されている。本調査地域においても、その影響を受けていたものと考えられる。

北海道の地形特徴であるゆるやかな山地、丘陵は、鈴木秀夫(1962)により、周氷河性波状地と呼ばれており(図2.8)、主に凍結作用による現象によって大きな影響を受けているものと考えられる。

岩石の割れ目に入り込んだ水は冬季に凍結し、体積膨張の結果、岩石を破壊して岩屑を生産する(図2.7)。この凍結破碎作用の働き方は、岩石の種類、割れ目の発達程度等によって著しく異なり、生産される礫の大きさも違ってくる。たとえば、流紋岩や蛇紋岩は現在の高山帯の気候下でも細かく破碎され、径5~6cmの小さい礫をつくり出している。一方、花崗岩地帯では、現在岩屑の生産は乏しいが、最終氷期には径数十cm~数mに達するような粗大な岩塊が生産された。粗大な岩塊は現在、一部がハイマツなどにおおわれた岩塊斜面或いは岩海を構成している。

このような凍結破碎作用でつくられた岩屑は、主としてソリフラクションによって下方へ移動していく。ソリフラクションとは、夏季に凍土の表層がとけて水分過剰の状態になり、重力作用でゆっくり下方へ移動していく現象で、周氷河地域に特有の地形形成作用である。この作用はわずか2~3°の緩傾斜地でもはたらき、斜面物質が全体として動くため、きわめて重要な地形形成作用となっている。

以上のようにして、当調査地域でも多量の岩屑が生産され下方へ移動し、斜面基部に厚く堆積したものと考えられ、その結果、地形のかどがとれ、まるみを帯びた地形が形成さ

れたことを特徴としている。

また、凍結破碎作用やソリフラクションは、斜面全体にはたらくため、削剥量はきわめて大きくなる。これに比べて河川による岩屑の運びだしは小さいため、河川の上流部や中流部では谷埋めが起り、全体としてなだらかな地形が発達している。



B 宗谷岬付近の周氷河波状丘陵とそれを刻む後氷期の谷。丸山から北方。



C 丸山山頂の玄武岩の凍結破砕礫。(B, Cとも小樽撮影)

貝塚爽平ほか編(1985)

図2.7 周氷河現象

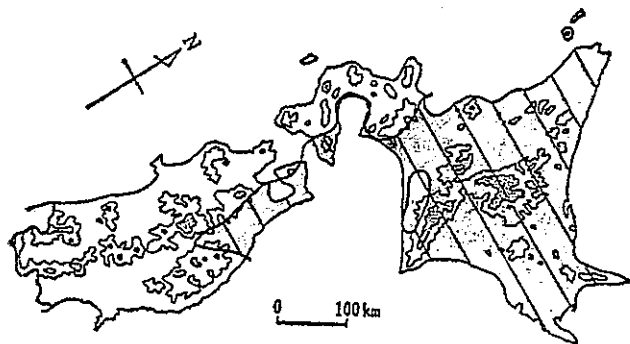


図2.8 周氷河性波状地の分布(鈴木, 1962)

3. 段丘面の判読結果

3-1 既往の研究結果

既往の研究によると、本調査地域及びその周辺に分布する段丘面は、表3.1のように区分・対比されている。

阪口 豊(1959)は、北海道の全域にわたって海岸段丘の分類・対比を行い、新しい時代の地殻変動と段丘面の編年について論じた。そのなかで、阪口は北海道の海岸段丘を4段に区分し、高位から幌別面、築別面(C)、苫前面(T)、古丹別面(K)と呼んでいる(図3.1)。羽幌地方における段丘堆積物の記載によると、築別面(C)は築別川付近で40~60mの標高を持ち、堆積物の厚さは20m以上である。一部は陸水成の堆積物を含むものの、ほとんどは海成の堆積物からなる。苫前面(T)は苫前付近で25~30mの標高を持ち、堆積物の厚さは20m以上で、砂礫と泥炭からなる。

阪口(1959)は築別面と苫前面とが連続性が良いとして、これらを地殻変動の指標としている。

これによると、羽幌町築別から稚内にかけて築別面の高度は約40mとほぼ一定であるが、サロベツ原野では20~30mとやや低くなっている。苫前面の高度も、築別付近で25~30mであるのに対し、サロベツ原野では-13mとし、沈降運動を考えている。

また、鳥居栄一郎(1981)はサロベツ原野と天塩沿岸地域の海岸段丘を調査し、阪口(1959)と同様の築別面、苫前面、古丹別面の分類を行ったが、サロベツ原野において、阪口が苫前面とした-13mの埋没段丘面を古丹別面に対比し、苫前面としては、アチャル付近の標高約20mの段丘面を対比している(図3.2)。鳥居(1981)は-13mの埋没段丘を追跡し、兜沼で±0m、豊徳で-5m、パンケ沼で-30mという高度分布を示すことなどから、同埋没段丘を古天塩川が作った河成段丘と解釈している。

池田 宏ほか(1981)は天塩町川口付近(同町西振老から丸松にかけて)に分布する海成段丘の調査を行い、第三系の褶曲に調和的な段丘面の変形であるとし、これを活褶曲と解釈した(図3.3~3.5)。また、標高10~50mの海成段丘を阪口(1959)の築別面に対比し、その時代については12~13万年前と考えた。

奥村晃史(1986)は、Toya火山灰(9~10万年前)、K-Hb火山灰(約11万年前)とを指標にして北海道全域の海岸段丘の見直し・対比を行った。その結果、苫前面を最終間氷期極相期(約12.5万年前)の海成段丘に対比し、また、池田 宏ほか(1981)を引用し、

天塩付近に活褶曲による変形を記載している（図3.6）。

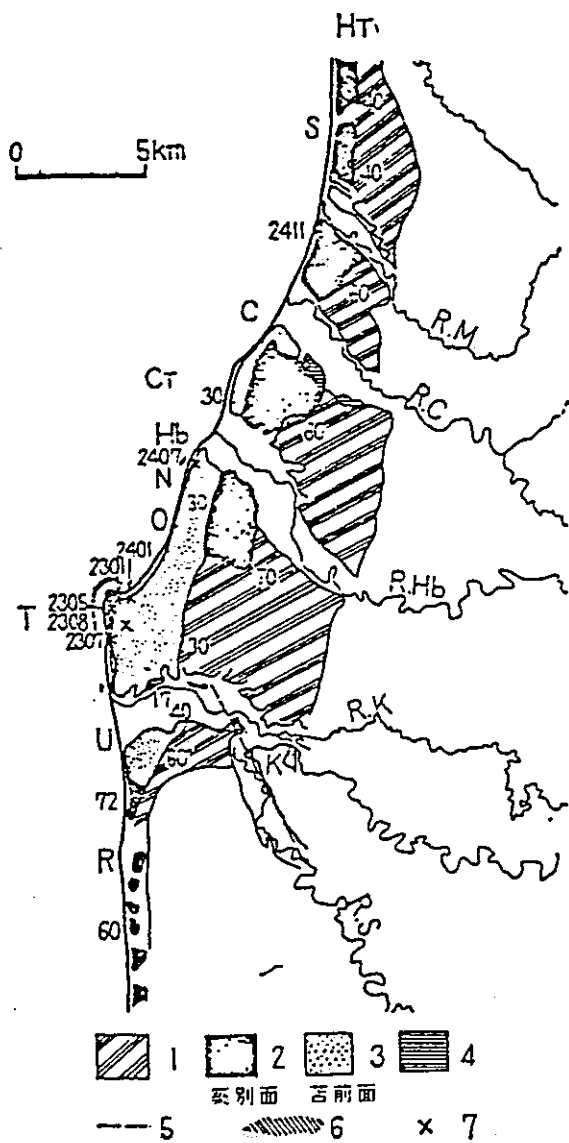
Toya火山灰は、町田 洋（1987）によると低屈折率の火山ガラスと高屈折率のシソ輝石を含むという特徴を持ち、洞爺火砕流に伴う広域火山灰である。奥村・寒川（1984）は洞爺火砕流中のジルコンについて、フィッション・トラック（F T）年代を測定し、 $0.13 \pm 0.03\text{Ma}$ という年代を報告している。また、町田ほか（1987）は、海成段丘堆積物との層序関係から、Toya火山灰の年代を9～10万年前と推定している（図3.7）。また、K-Hb火山灰は、奥村晃史（1985）によると屈斜路スコリア流・第4火砕流に伴う広域火山灰である。Okumura, K.（1988）はK-HbのF T年代として $0.13 \pm 0.06\text{Ma}$ という年代を報告し、その噴出年代を約11万年前と解釈している。

なお、Ota and Machida（1987）は日本の海面変化を論ずる中で、南関東の海成段丘、海成層、火山灰の年代に基づき45万年前以降に6回の高海水準期を認め、それぞれの年代を45万年、37万年、30万年、18～24万年、12～13万年（下末吉海進）、6千年前としている。したがって、奥村（1986）が下末吉面より古いとしたH2段丘面の年代は18～24万年前と推定される。同様にH1段丘面は30万年あるいはそれ以前の海進と推定される（表3.1参照）。

表3.1 各文献による海岸段丘の対比

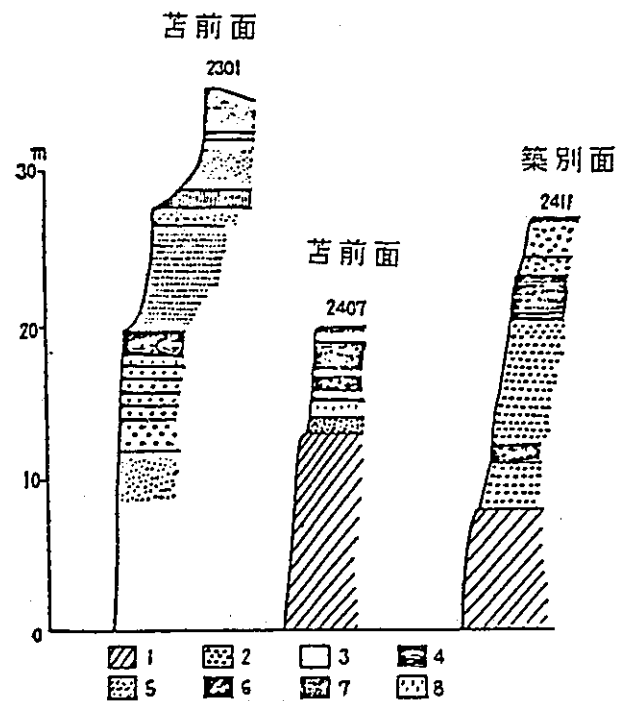
阪口（1959）	鳥居（1981）	池田助（1981）	奥村（1986）	本報告川口 地区	Ota and Machida （1987）の推定年代
幌別面	—	—	H1面	K1～KⅢ面	30万年、それ以前
築別面（C面）	C面 [*]	天塩段丘面 [*]	H2面	KⅣ面	18～24万年前
苫前面（T面）	T面	—	M1面 [*]	KⅤ面 [*]	12～13万年前
古丹別面（K面）	K面	—	M2面	KⅥ面	—
			M3面		

*それぞれの著者によって下末吉面に対比された段丘



第1図 羽幌地方段丘分布図

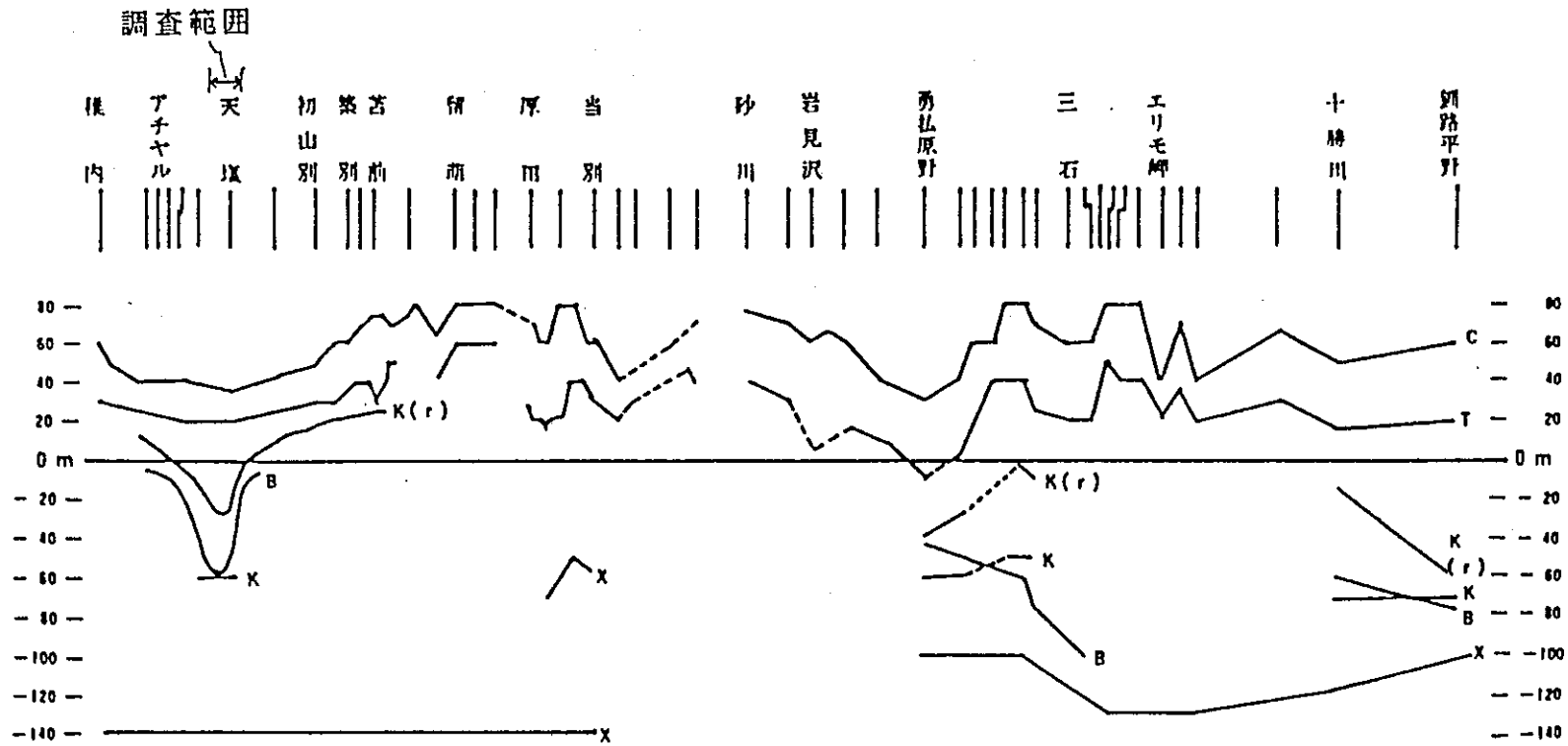
1: 筑別面, 2: C面, 3: T面, 4: K面, 5: 三毛別断形,
 6: 泥炭分布範圍, 7: 露頭 [2桁数字は旧町域高度 (m)]
 HT: 初河 S: 栄 C: 築別 G: 築別高台 Hb: 羽幌
 N: 中ノ原 O: 野原 T: 苫前 U: 上平 K: 古丹別
 R: 力屋 R.M: 茂築別川 R.C: 築別川 R.Hb: 羽
 幌川 R.K: 古丹別川 R.S: 三毛別川



第2図 段丘堆積物層序概念図

1: 基盤 2: 礫 3: 砂 4: 粘土 5: 火山灰 6: 泥炭
 7: 腐植 8: 植物遺体

図3.1 阪口 (1959) による羽幌地方の段丘分布図



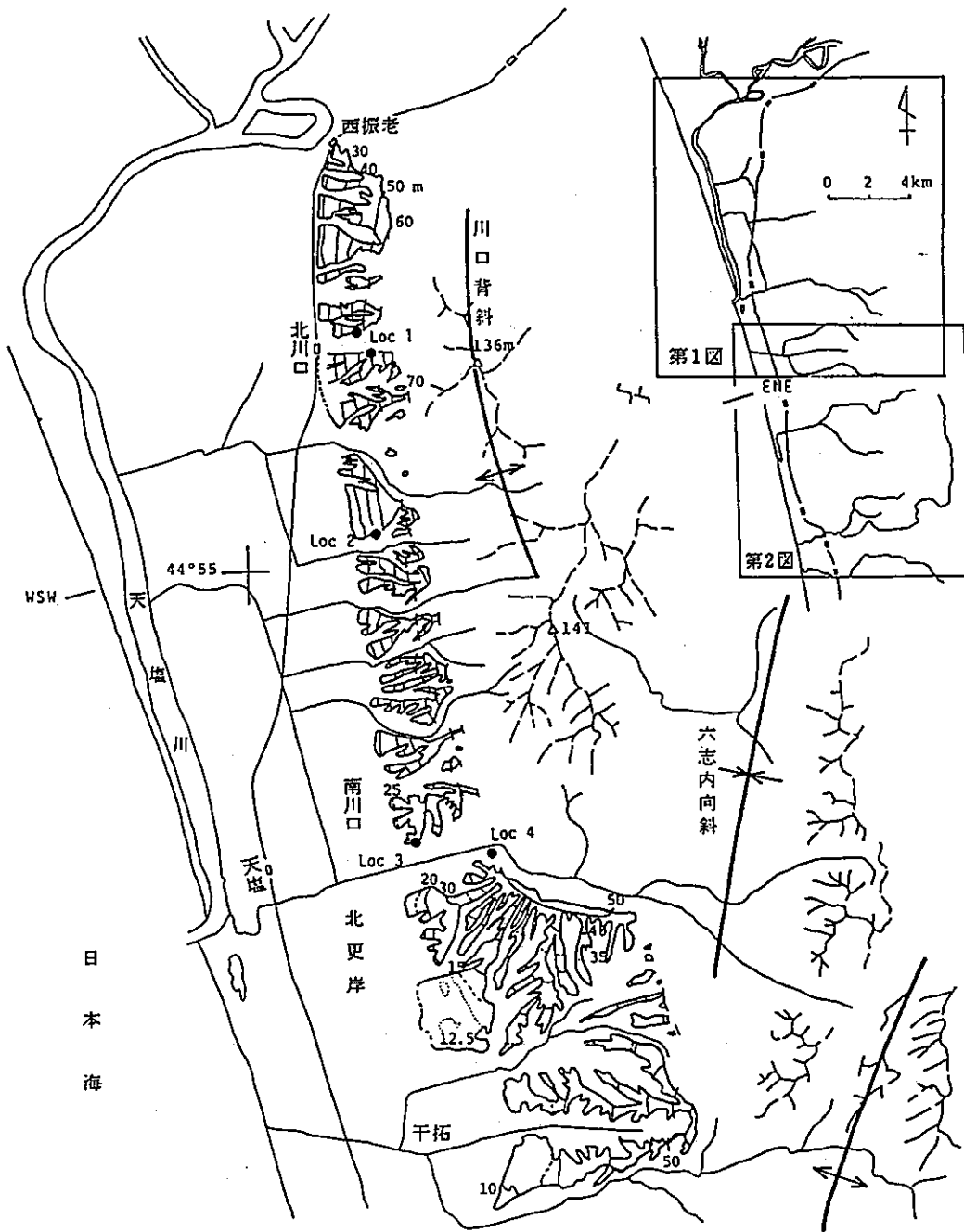
各地のC, T, K段丘面の変化

1. K(r)はK段丘に対応する現海岸線付近の河成段丘
2. Kは想定されるK段丘の高度

3. Bは現海岸線付近における最終氷期の河谷の深さ
4. Xは陸棚面の傾斜変換点の深さ

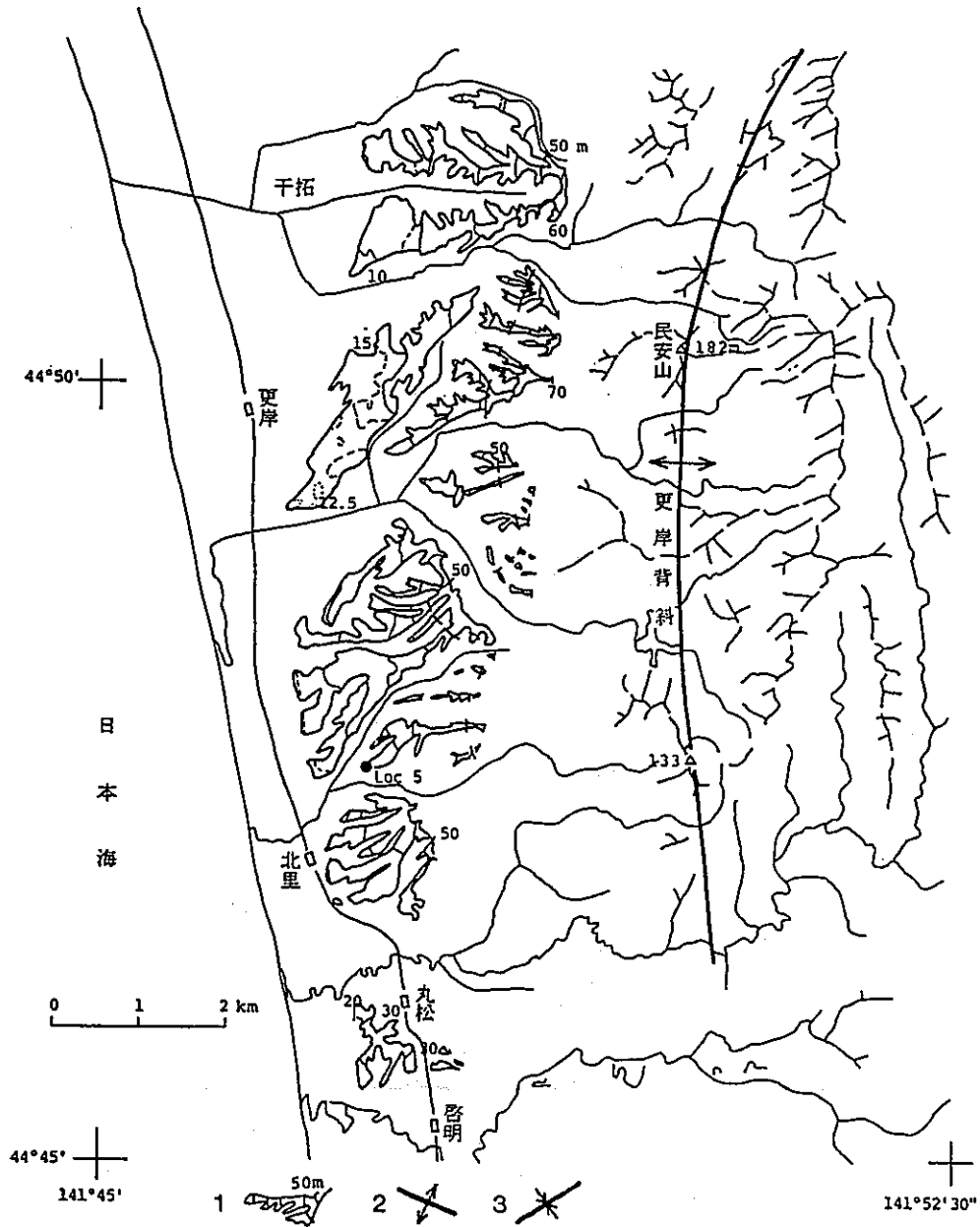
図3.2 鳥居栄一郎 (1981) による
北海道海岸沿いの段丘高度分布

今回の調査範囲における苫前面、築別面の高度はほぼ一定。K面、B面の高度が天塩-アチヤル間で低くなるのは、低海水準に対応して形成された河成段丘であるK面、B面が現海面下にまで分布しているため。



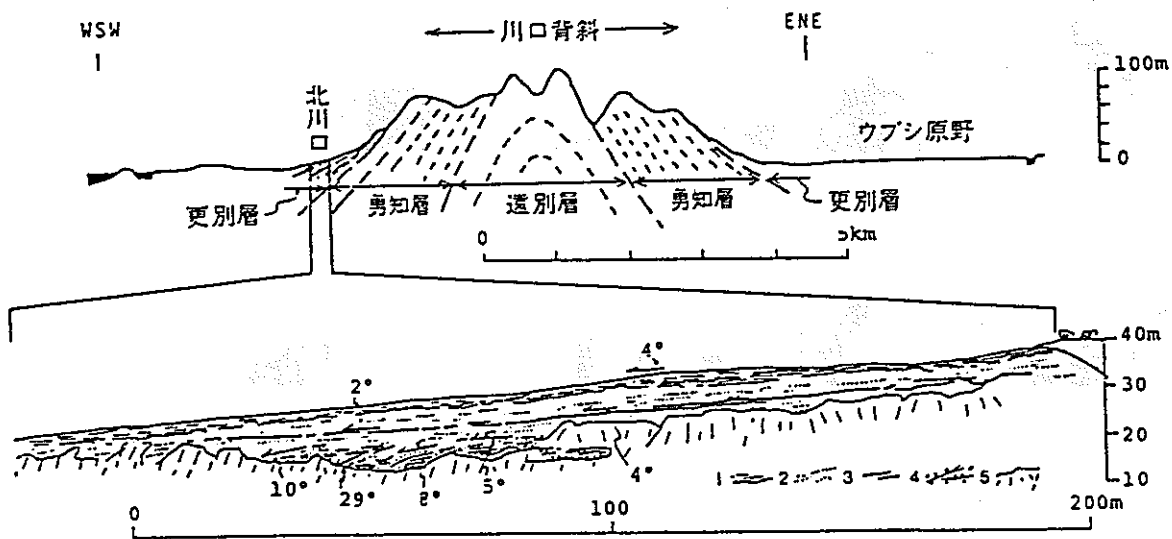
天塩町周辺の海成段丘分布図（西振老～干拓）凡例は第2図と同じ

図3.3 池田ほか（1981）による川口付近の段丘分布図



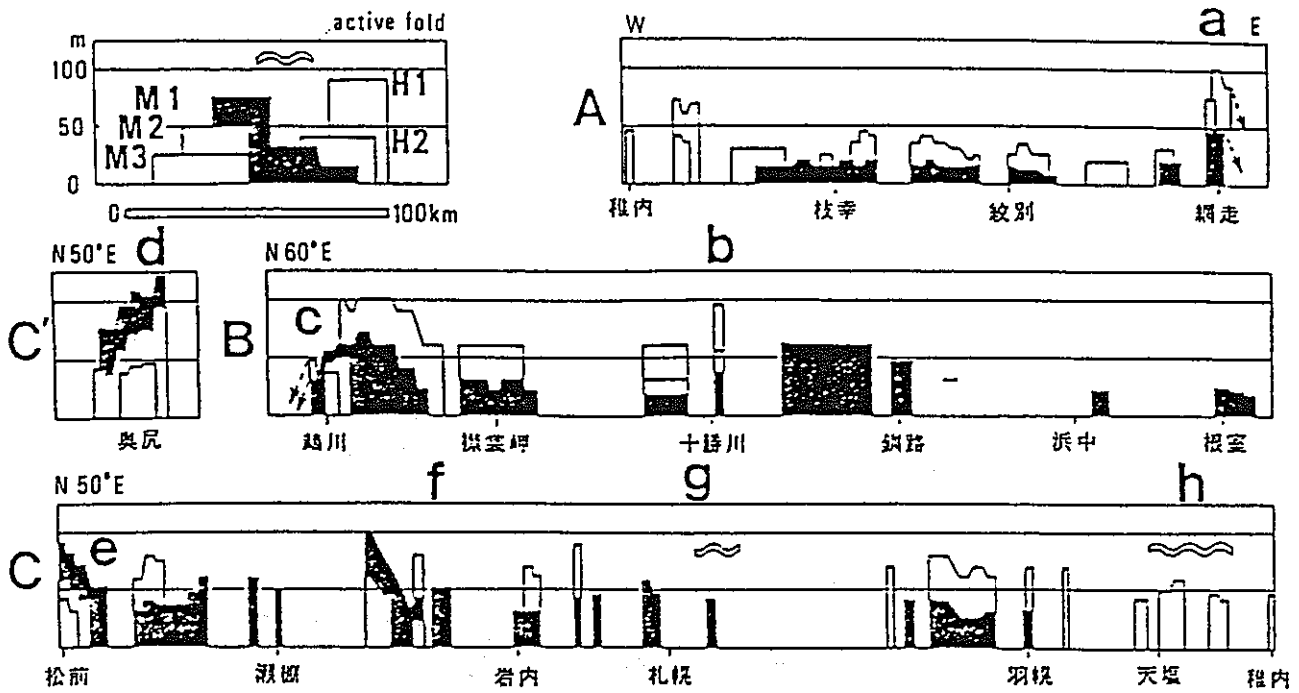
天塩町周辺の海成段丘分布図（干拓～啓明）図の範囲は第1図に示した。
 1. 段丘面と等高線 2. 背斜軸 3. 向斜軸

図3.4 池田ほか（1981）による更岸付近の段丘分布図



北川ローウブシ原野間の地形・地質模式断面図と海成段丘の断面図
 位置は第1図に示した。
 1. シルト層 2. 砂層 3. 砂質シルト層 4. 礫層 5. 崩積土

図3.5 池田ほか(1981)による北川ローウブシ原野間の断面図



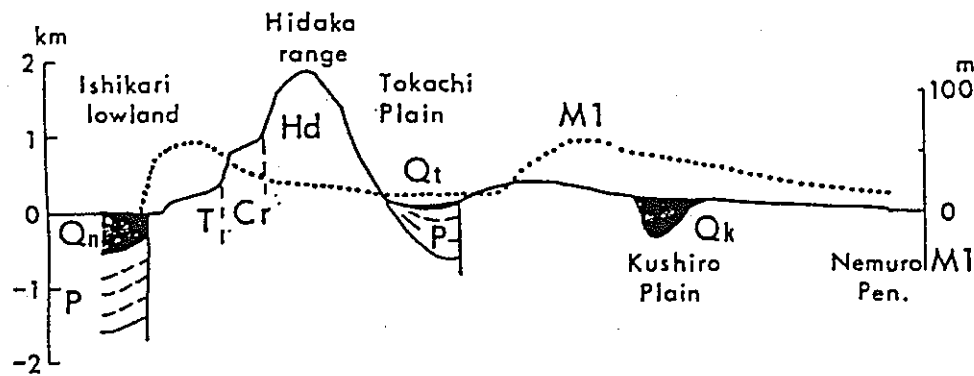
更新世海成段丘の旧汀線高度 (細かな段差は計測点の不連続による)

A: オホーツク海沿岸 (WE面に投影)

B: 太平洋沿岸 (N60°E)

C: 日本海沿岸 (N50°E//)

a~hは表1に対応する



日高山脈を横断する地形・地質断面と
M1面旧汀線の高度変化

Hd: 日高変成帯・日高層群

Cr: 空知層群などの白亜系

T: 第三系 P: 鮮新統

Q: 第四系 - Qn: 野幌層,

Qt: 汝山層, Qk: 釧路層

(山口 1964, 吾妻 1962, 広川ほか 1978,
松沢ほか 1981, 岡崎・鈴木 1975, 第四紀
地殻変動研究グループ 1969などによる.)

北海道の第四紀地殻変動区分 (試案)

細実線の密度: 変動の強度を示す.

点線: 海盆のアウトライン

数字: 第四系の層厚/断層崖の比高 (×100m)

(海底地質は玉木ほか 1974, 網走構造線の
トレースはKIMURA 1981にもとづく.)

海成段丘の変形の地域別特性

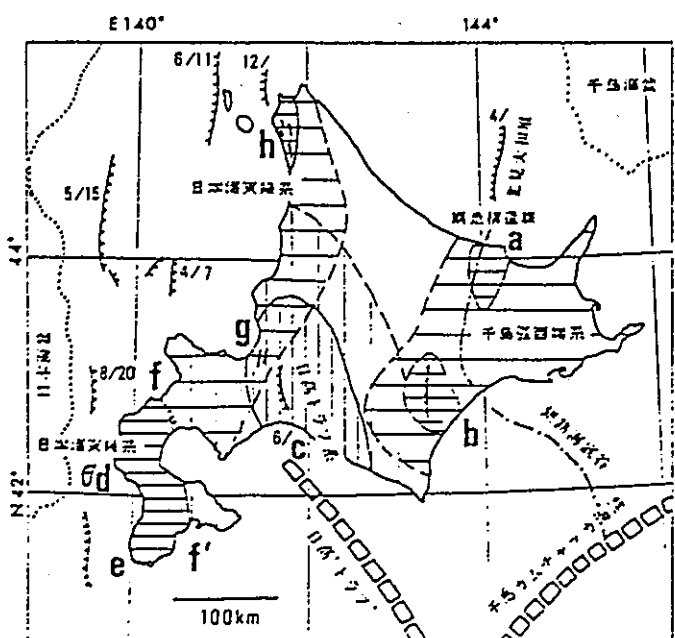
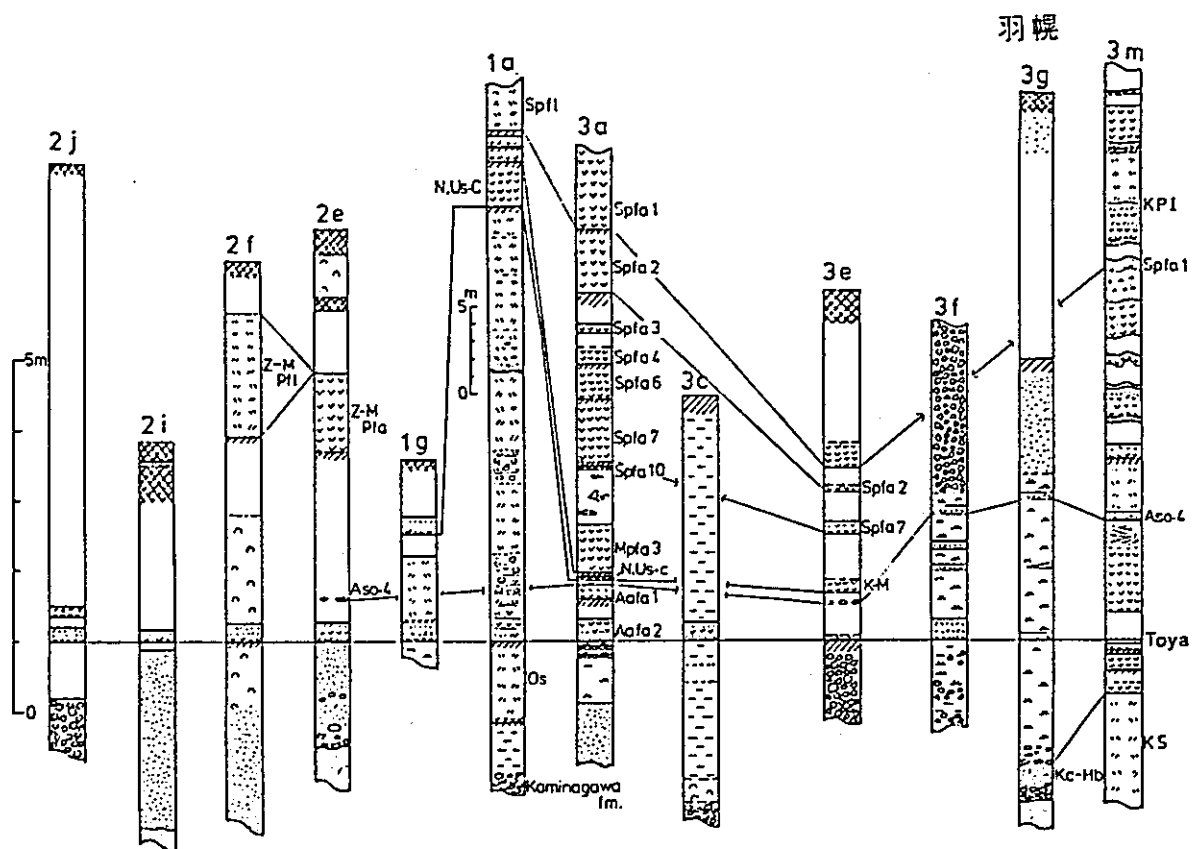


図3.6 奥村 (1986) による北海道沿岸の段丘高度分布



tephra group (volcanic ash soil); 4, pumice; 5, scoria; 6, pyroclastic flow deposits; 7, vitric ash; 8, accretionary lapilli; 9 and 10, gravel; 11, sand; 12, silt and clay; 13, peat; 14, dune sand; 15, shell bed; 16, basement.

図3.7 町田 洋ほか (1987) による火山灰柱状図

3-2 段丘面分類結果

すでに述べたように、調査地域は過去の氷期に周氷河作用を被り、全体に丸みを帯びた地形（周氷河性波状地）を呈し、日本の一般的な地形とは大きく景観が異なっている。貯蔵工学センター建設候補地の半径10km範囲内及びその西方隣接地域の段丘地形は次の3地区に分布する（表3.2、付図）。

- ① 日本海沿岸の天塩町川口地区に分布し、海岸段丘群が連続良く発達する。川口地区の段丘面は高位のものからKⅠ、KⅡ、KⅢ、KⅣ、KⅤ、KⅥの6段の段丘面に区分される。
- ② 天塩川地区に分布し、天塩川に沿って断片的に河岸段丘が発達する。天塩川地区においてはUⅠ、UⅡ、UⅢの3段の段丘面に区分される。なお、今回の判読範囲内にはUⅢ面は分布しない。
- ③ 大曲断層・幌延断層に沿った沼川・豊富地区に段丘が分布する。沼川・豊富地区（大曲断層・幌延断層周辺）においては、恵北層（第四紀前～中期）分布域にほぼ対応して背面として認められる地形面SⅠ面とSⅡ面とが分布する。今回の判読範囲内にはSⅠ面、SⅡ面とも小面積で認められる。SⅡ面は前年度の調査で河成の砂礫層の存在が確認され、高位河成段丘群と推定される。

以上の地形面の特徴を各地区ごとにまとめたのが、表3.3～3.5である。

(1) 川口地区

(1-1) KⅠ段丘面

KⅠ段丘面は、天塩町六志内北方の山稜部に極めて小さく分布する標高90～110 mの段丘面である。下位のKⅡ段丘面とは30～40mの比高を持ち、平坦面は屋根状に残る場合もあるが、隣接する同一標高部に平坦部が認められないことがある。KⅠ段丘面の分布状態は現在の海岸線、KⅡ、KⅢ、KⅣ段丘面と平行であり、その分布状態から海成段丘と推定される。なお、本段丘について既往の文献に記載はない。

(1-2) KⅡ段丘面

KⅡ段丘面は、天塩町六志内北方の山腹中部に小分布する標高60～70mの段丘面である。下位のKⅢ段丘面とは15～30mの比高を持ち、平坦面は屋根状に残るのみである。本段丘も分布状態から、海成段丘と推定される。なお、本段丘について既往の文献に記載はない。

(1-3) KⅢ段丘面

KⅢ段丘面は、天塩町北川口、南川口、六志内南方の山腹中部に連続して分布する標高45~70mの段丘面である。北川口、南川口付近の本段丘面は西に約4°で傾斜している。平坦面は幅の広い屋根状を呈する。下位のKⅣ段丘面とは10~30mの比高を持つ、段丘面および背後の段丘崖は丸みを帯びる。本段丘面も分布状態から、海成段丘と推定される。

本段丘面は、その標高、開析程度から、阪口(1959)が羽幌地方において幌別面と呼んだ段丘面に対比されると推定される。また、池田ほか(1981)は本段丘面と低位のKⅣ、KⅤ段丘面の3段を一括して、ひとつの段丘面と考えている(図3.3, 3.4)。しかし、これらは空中写真を詳細に判読すると3段の段丘面に細分される可能性が高いと考えられる。野外調査によって、それぞれの段丘構成層の確認が望まれる。

(1-4) KⅣ段丘面

KⅣ段丘面は、天塩町西振老、北川口、南川口、北更岸、中更岸に広く分布する標高15~40mの段丘面である。本段丘面は西に約4°で傾斜している。平坦面の保存はかなり良く、樹枝状の谷によって開析されている。下位のKⅤ段丘面とは5~10mの比高の不明瞭な緩斜面で境され、段丘面および背後の段丘崖は丸みを帯びる。本段丘面も分布状態から、海成段丘と推定される。

本段丘面は、その標高、開析程度から、阪口(1959)は羽幌地方において築別面と呼んだ段丘面に対比されると推定される。

(1-5) KⅤ段丘面

KⅤ段丘面は、天塩町西振老、北川口、南川口、北更岸、南更岸に、幅はあまり広がらないが帯状に連続して分布する標高約15mの段丘面である。平坦面の保存はかなり良く、樹枝状の谷によって開析されている。下位のKⅥ段丘面とは5~10mの比高の不明瞭な緩斜面で境される。本段丘面は空中写真からみる限りKⅢ、KⅣ段丘面とは異なり、平坦である。本段丘も分布状態から、海成段丘と推定される。

本段丘面は、その標高、開析程度から、阪口(1959)が羽幌地方において苫前面と呼んだ段丘面に対比されると推定される。また、町田ほか(1985)と奥村(1986)は苫前面海成砂礫層の上位の泥炭中から、Aso-4火山灰(約8万年前)とToya火山灰(約10万年前)とを確認し、苫前面を下末吉面相当としている。

(1-6) KⅥ段丘面

KⅥ段丘面は天塩町南更岸に小分布する標高10~15mの段丘面である。平坦面の保存は

良く、線状の谷によって開析されている。沖積面とは5～10mの比高は不明瞭な緩斜面で境され、段丘面および背後の段丘崖は丸みを帯びる。

(2) 天塩川地区

(2-1) U I 段丘面

U I 段丘面は、天塩川とその支流の間寒別川に沿って分布する河岸段丘である。今回の判読範囲内では天塩町東雄信内に標高60～80mで分布するのみである。平坦面の保存はかなり良く、樹枝状の谷によって開析されている。

U I 段丘面の形態は、川口地区のK III 段丘面と似ているが、U I は河成段丘、K III は海成段丘と推定され、直接の対比は困難と考える。

(2-2) U II 段丘面

U II 段丘面は、天塩川に沿って分布する河岸段丘である。今回の判読範囲内では天塩町雄信内、西雄信内、作返、北産土、西産土に標高30～60mの高さで分布している。平坦面の保存は良く、樹枝状の谷によって開析されている。

U II 段丘面の形態は、川口地区のK IV 段丘面と似ているが、U II は河成段丘、K IV は海成段丘であり、直接対比は困難と考える。

(3) 沼川・豊富地区

(3-1) S I 面

S I 面は、沼川・豊富地区の既往の文献、地質図に示される恵北層が分布するとされる地域において、丘陵状に分布する地形面である。S I 面は段丘面と呼べるような平坦面は残していないが、頂面の高度はそろっており、その頂を連ねると、現在は失われているが平坦な地形面が想定される。このようにして想定される地形面を地形学では背面と呼んでいる。

今回の判読範囲内では幌延町上幌延牧場北に標高約60mで極めて小面積で分布するのみである。

S I 面の起源、成因については、今後、恵北層の分布状態、層相、S I 面の堆積物の調査によって、明らかにされると思われる。

(3-2) S II 面

S II 面は、沼川・豊富地区のS I 面分布地域に屋根状あるいは丘陵頂面状で分布する地

形面である。SⅡ面もまた段丘面と呼べるような平坦面は残していないが、頂面の高度はそろっており、背面が想定される。

今回の判読範囲内では幌延町上幌牧場及びパンケオーカンラオマップ川付近に標高約40～80mで極めて小面積で分布するのみである。

平成元年度の調査では、SⅡ面の標高に大きな幅があること、及びSⅡ面は河成と考えられる礫層から構成されることが明らかとなった。このことからSⅡ面はいくつかの河成段丘面の集合と考えられ、それらが周氷河作用によって全体に丸みを帯びて、ひとつの背面として判読されるものと考えられる。したがって、SⅡ面は高位河成段丘群と解釈される。また、宗谷湾沿岸の稚内市上増幌では、SⅡ面は海成段丘のHⅢ面（下末吉面相当より1段古い段丘面）に覆われていることが明らかとなった。したがって、少なくともSⅡ面の一部は、HⅢ面より古いものと考えられる。

(3-3) LⅠ段丘面

LⅠ段丘面は、沼川・豊富地区の幌延町上幌延牧場北、同町南上幌延東、天塩川地区の天塩町雄信内などの主要な河川沿いに連続して分布している。現河床との比高は15～25mであり、平坦面の保存は良く、線状の谷によって開析されている。

平成元年度調査によると、LⅠ段丘堆積物を覆う角礫層下部には、利尻火山起源のワンコの沢軽石が挟在している。ワンコの沢軽石の年代については、佐々木竜雄ほか（1971）が同層準から $3,570 \pm 120$ y. B. P.、ワンコの沢軽石直下から $14,800 \pm 1,000$ y. B. P. の ^{14}C 年代を報告し、層位学的検討から、後者を採用している。

(3-4) LⅡ段丘面

LⅡ段丘面は、沼川・豊富地区の幌延町上幌延、幌延町雄信内の河川沿いに断片的に分布している。現河床との比高は7～15mであり、平坦面の保存は良く、線状の谷によって開析されている。



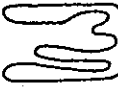

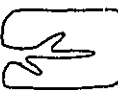
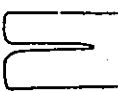
(3-5) A段丘面

A段丘面は、沼川・豊富地区の下エベコロベツ川、天塩川地区の天塩川という規模の大きな河川の下流部に広く分布している。現河床との比高は5m程度であり、沖積面が河川の下刻によって段丘化したもので、わずかに線状の谷によって開析されている。

表3.2 段丘面層序表

年代	川口地区	天塩川地区	沼川・豊富地区	推定年代
完新世	<div style="border: 1px solid black; display: inline-block; padding: 2px;">A</div> 沖積面・A段丘面			1万年以降
更新世	後期		<div style="border: 1px solid black; display: inline-block; padding: 2px;">L II</div> L II段丘面	2~3万年前
	中期	<div style="border: 1px solid black; display: inline-block; padding: 2px;">K VI</div> K VI段丘面 <div style="border: 1px solid black; display: inline-block; padding: 2px;">K V</div> K V段丘面	<div style="border: 1px solid black; display: inline-block; padding: 2px;">L I</div> L I段丘面 <div style="border: 1px solid black; display: inline-block; padding: 2px;">L I</div> L I段丘面	4~6万年前 12~13万年前
新世	中期	<div style="border: 1px solid black; display: inline-block; padding: 2px;">K IV</div> K IV段丘面 <div style="border: 1px solid black; display: inline-block; padding: 2px;">K III</div> K III段丘面 <div style="border: 1px solid black; display: inline-block; padding: 2px;">K II</div> K II段丘面 <div style="border: 1px solid black; display: inline-block; padding: 2px;">K I</div> K I段丘面	<div style="border: 1px solid black; display: inline-block; padding: 2px;">U II</div> U II段丘面 <div style="border: 1px solid black; display: inline-block; padding: 2px;">U I</div> U I段丘面	18~24万年前 30万年前 37万年前 45万年前
	早期		<div style="border: 1px solid black; display: inline-block; padding: 2px;">S II</div> S II面 (高位河成段丘群)	
	中期		<div style="border: 1px solid black; display: inline-block; padding: 2px;">S I</div> S I面 (惠北層堆積面?)	
	早期			

表3.3 川口地区の地形面の特徴

地形面名称	形態	地形の特徴	標高, m ()は比高	分布	推定年代 および対比	備考
K I 段丘面		平坦面は屋根状に残る場合もある。	90~110	天塩町六志内北方の山稜に極めて小面積で分布する。	更新世中期	段丘面の分布状態から海成面と推定される。
K II 段丘面		平坦面は屋根状に残るのみである。	60~70	天塩町六志内北方の山地中腹部に小分布する。	更新世中期	段丘面の分布状態から海成面と推定される。
K III 段丘面		平坦面の保存は比較的良いが、樹枝状の谷によって開析されている。段丘面および背後の段丘崖は丸みを帯びる。	45~70	天塩町北川口、南川口、六志内南方の山地中腹部に小分布する。	更新世中期 U I 段丘面	段丘面の分布状態から海成面と推定される。阪口豊(1959)が羽幌地方において幌別面と呼んだ段丘に対比されると推定される。
K IV 段丘面		平坦面の保存はかなり良く、樹枝状の谷によって開析されている。段丘面および背後の段丘崖は丸みを帯びる。	15~40	天塩町西振老、北川口、南川口、北更岸、中更岸に広く帯状に分布する。	更新世中期 U II 段丘面	堆積物の層相および段丘面の分布状態から海成面と推定される。阪口豊(1959)が羽幌地方において築別面と呼んだ段丘に対比されると推定される。
K V 段丘面		平坦面の保存は良く、線状の谷によって開析されている。段丘面および背後の段丘崖は丸みを帯びる。	15	天塩町西振老、北川口、南川口、北更岸、南更岸に幅はあまり狭くないが帯状に連続して分布する。また、天塩町作返付近にも小分布する。	下末吉面相当 M段丘面 [*]	阪口豊(1959)は、羽幌地方において苦前面と呼んだ段丘に対比されると推定される。また、町田洋ほか(1985)は、苦前面海成砂礫層上位の泥炭中から、Aso-4 火山灰(約8万年前)とToya火山灰(約10万年前)とを確認し、苦前面を下末吉面相当としている。
K VI 段丘面		保存の良い平坦面で線状の谷によって開析されている。段丘面および背後の段丘崖は丸みを帯びる。	10~15	天塩町南更岸に小分布する。	武蔵野面相当 L I 段丘面	

*平成元年度調査地域内、初山別村第一栄に分布する段丘面

表3.4 天塩川地区の地形面の特徴

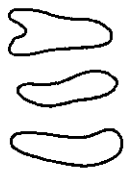




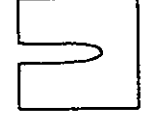
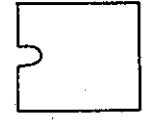
地形面名称	形態	地形の特徴	標高, m ()は比高	分布	推定年代 および対比	備考
U I 段丘面		平坦面は屋根状に残るのみである。	80~110	幌延町十四線, 上問寒別, 東問寒別, 天塩町国府などの天塩川とその支流の間寒別川に沿って分布する。	更新世前・中期	段丘面の分布状態から河成面と推定される。川口地区のK III段丘面に対比される可能性が高い。
U II 段丘面		平坦面の保存は良いが, 樹枝状の谷によって開析されている。段丘面および背後の段丘崖は丸みを帯びる。	25~50 50~90	天塩川に沿う天塩町東雄信内, 西雄信内および問寒別川に沿う幌延町十四線川, 四線, ヌプカナイ川, 問寒別に分布する。	更新世中期	段丘面の分布状態から河成面と推定される。川口地区のK IV段丘面に対比される可能性が高い。

表3.5 沼川・豊富地区の地形面の特徴

地形面名称	形態	地形の特徴	標高, m ()は比高	分布	推定年代 および対比	備考
S I 面		平坦面は残存しないが、頂面高度がそろっており、恵北層の堆積頂面に起因する背面の可能性が考えられる。やや幅の広い丘陵状を呈する。	40~110	稚内市上声間、曲淵、上豊別、更喜苫内、曙、豊富町有明、増加、幌延町北進に分布。	更新世前・中期	
S II 面		平坦面は残存しないが、頂面高度がそろっている。下末吉面以前の河成段丘群が周水河作用によって全体的にならされ、作られた背面と推定される。屋根状あるいは丘陵頂面状の平坦面。	30~120	稚内市上増幌、上声間、曲淵、下豊別、天興、上勇知、曙、豊富町目梨別、豊瑞、幌延町北進に分布。	更新世前・中期	堆積物から河成面と推定される。宗谷湾沿岸の稚内市上増幌では、S II 面は海成段丘H III面（下末吉面相当より1段古い）に覆われている。
L I 段丘面		保存の良い平坦面で線状の谷によって開折されている。段丘面および背後の段丘崖は丸みを帯びる。	(15~25)	下エベコロベツ川、サロベツ川、増幌川などに沿って連続良く分布する。	武蔵野面相当	堆積物最上部にワンコの沢軽石を挟在する。
L II 段丘面		保存の良い平坦面で線状の谷によって開折されている。	(7~15)	下エベコロベツ川、サロベツ川、増幌川などに沿って断片的に分布する。	立川面相当	ワンコの沢軽石より新しい。幌延町パンケオートヌオマップ川左岸Loc. S19では、22,050±630y. B. P. ¹⁴ C年代が得られている。
A 段丘面		沖積面が河川の下刻によって段丘化したもので、わずかに線状の谷によって開折されている。	(5)	下エベコロベツ川、天塩川など規模の大きな河川の下流部に広く分布する。	沖積面相当	幌延町雄信内天塩川左岸Loc. R16では、2,060±100y. B. P. ¹⁴ C年代が得られている。

4. リニアメント判読結果

大曲断層・幌延断層については、「北海道北部地域の断層に関する調査(Ⅱ)」に述べたが、ここでは貯蔵工学センターの候補地10kmの範囲にはいるので、これらの断層の空中写真判読結果についても述べる(付図参照)。

4-1 大曲断層

(1) 文献調査

長尾捨一(豊富図幅:1960)によると、大曲断層は豊富町有明付近から天塩川の南まで連続し、北では 25° ~ 30° 、それより南にしだいに傾斜の角度を増し、ついには直立してくるとされ、大部分の所で西傾斜の西落ちの正断層とされている。一方、三谷勝利ほか(1971)によると、大曲断層は重力探査、深部電気探査等から東傾斜の逆断層であると推定されている。

また、山本裕彦(1979)は、ボーリング調査結果などから、大曲断層・幌延断層は、東上りの逆断層であり、その活動は、更新世初期まで継続したと推定している(図4.10)。

大曲断層の第四紀後期における活動については、「日本の活断層」(1980)は図示しておらず、第四紀後期の活動はないと考えている。活構造図「旭川」(1987)も新第三系及び下部更新統の断層とし、中部更新統分布域においては、伏在断層として図示している(図4.2)。しかし、活構造図「旭川」(1987)は、天塩川左岸の雄信内における中部更新統分布域に第四紀後期の撓曲を示しており、岡孝男(1986)はこの傾動を断層変位による高位段丘堆積物(恵北層)の変位と解釈し、「少なくとも鮮新世の後半以降、ほぼ千年あたり0.50m程度の垂直変化を生ずる断層活動が進行しつつあることをうかがわせます。…略…大曲断層を中軸としたゾーンが活構造・活断層帯である可能性は非常に大きい」と述べている。

(2) 既往調査結果

平成元年度の「空中写真判読調査」では、大曲断層沿いの調査を行っている。今回の調査範囲内には大曲断層南端部が位置しているので、以下に調査結果を要約する(表4.1)。

1) 大曲文献断層位置付近には、ほぼ南北方向で、稚内市上勇知から天塩町東雄信内に至る約42km間に、Eランクリニアメントが断続して認められる。リニアメントは西向き緩斜面として山地内の尾根部に認められる。これらの緩斜面は不明瞭で、それぞれの尾根間では直線上には配列せず、幅数10~200mで位置が前後する。また、リニアメントは著しく

断続し、連続性は著しく悪い。

2) 文献断層位置及びリニアメント延長上に位置する、豊富町福永から開源に至る約15kmの区間においては、S I面、S II面、L I段丘面及びL II段丘面が広く分布し、いずれの地形面にもリニアメントは判読されない。

3) 文献断層位置及びリニアメント延長上の幌延町北進においては標高約 100mの丘陵が分布し、同丘陵の分布する約 3.7km間にわたってリニアメントが中断する。文献によると、同丘陵は恵北層からなるとされている。

4) 豊富町東豊富においては、文献断層位置及びリニアメント延長上に、L I段丘面及びL II段丘面が広く分布するが、リニアメントは判読されない。

このL I段丘の堆積物を整合に被覆する崖錐堆積物中にワンコの沢軽石(WP, 14,800 ±1,000y. B. P., 佐々木竜雄ほか1971)が挟在している。

5) 幌延町上幌延東、パンケオートヌオマップ川においては、リニアメント延長上及び文献断層位置付近にL II段丘面が分布しており、段丘面にリニアメントは判読されない。この段丘堆積物中の木片による¹⁴C年代は22,050 ± 630y. B. P.であった。

6) 天塩町東雄信内、天塩川左岸においては、幅約 250mの谷を挟んで東西2段の段丘面(U I, U II段丘面)が認められ、それぞれ2~3°西に傾斜している(図4.1)。この傾斜は通常の段丘面の傾斜としては、かなり大きいものであり、これを広義のリニアメントと考えての変位地形との対応性はCランク(変位地形の可能性が低い)と判定される。ただし、現在の内湾あるいは湖に流入する三角州の前置層は2~4°の傾斜をもつこともあるので、三角州前置層の傾斜の可能性もある。さらに、東の段丘面は稚内層と声問層との露出から推定される大曲断層の位置を覆って分布しているにもかかわらず、段丘面上に崖などのリニアメントは認められない。

以上のように、既往調査では大曲断層に変位地形の可能性のあるリニアメントは認められない。また、雄信内において、高位段丘面に2~3°の傾きが認められ、Cランクと認定したが、段丘面上に崖などは認められない。したがって、大曲断層が少なくとも第四紀後期に活動した証拠は認められず、S I面(恵北層堆積面?)形成後、顕著な活動はないものと推定される。

(3) 空中写真判読結果

今回の空中写真判読によっても、大曲断層沿いに第四紀後期の断層変位の可能性を示すリニアメントは認められなかった(表4.1, 図4.1)。雄信内においては既往調査のお

表 4.1 リニアメント一覧表 (大曲断層)

半径10km範囲以内

名称	ランク	長さ km	走向	低下側と 比高 m	地形形態	基準地形	文献との 対応	リニアメントと 地形面との関係
O-4	E	2.0	NNW	西 60~80	緩斜面	山地	地質図の 大曲断層	北端：延長 0.3kmの S II面になし 南端：延長 0.8kmの S II面になし リニアメント間の S II面になし
O-5	E	9.7	NNW	西 100	緩斜面	山地		北端：延長 0.3kmの山地尾根になし 南端：延長 2.4kmの U I段丘になし リニアメント間の S II面になし
O-6	C	2.8	N-S	西 2° ~ 3°	傾斜	U I段丘面 U II段丘面	(2) 撓曲	両端：傾斜は山地内のため不明、崖は U I段丘にもなし

半径10km範囲外

(0-1)	E	0.8	NNW	西 10~25	緩斜面	山地	地質図の 大曲断層	北端：延長 0.5kmの S II面になし 南端：延長 0.5kmの山地尾根になし リニアメント間の L I面になし
(0-2)	E	2.8	NNW	西 20~50	緩斜面	山地		北端：延長 0.5kmの山地尾根になし 南端：延長 0.1kmの L I段丘になし
(0-3)	E	0.7	NW	西 20~30	緩斜面	山地		北端：延長 2.2kmの L I段丘になし 南端：延長 2.2kmの S I面になし

文献名 (1)：日本の活断層(1980) (2)：活構造図「旭川」(1987)



図4.1 雄信内付近の空中写真判読図

り、高位段丘面に2~3°の傾きが認められ、Cランクと認定したが、段丘面上に崖などは認められない。

4-2 幌延断層

(1) 文献調査

高橋・石山(5万分の1地質図, 沼川図幅: 1968)によると、幌延断層を境にして地質構造上その東側と西側に大きな差異がみられるとされ、活構造図「旭川」(1987)では、増幌川河口付近から天塩川にかけてほぼ南北方向、約50km区間に図示されている(図4.2)。

幌延断層の第四紀後期における活動については、「日本の活断層」(1980)は、稚内市下増幌から同市上豊別にかけて、活断層であると推定されるもの(確実度Ⅱ)、一部活断層である疑いのあるリニアメント(確実度Ⅲ)を図示しており、活構造図「旭川」(1987)も同区間に推定活断層を示している。また、山岸宏光(1986)は「日本の活断層」(1980)が図示した範囲において、3地点の露頭を記載している。A地点では段丘堆積物がスランプ状に乱れており、逆断層に伴う褶曲と解釈しようとしている。B地点では断層崖に沿って声間層及び段丘礫層の上面がふくらんでいるとしている。C地点では増幌層の礫岩・砂岩中に幅20mの破碎帯がみられるとしている。

一方、高橋・石山(1968)は、「日本の活断層」(1980)が図示した区間の南端部及びその南延長(5万分の1地質図, 沼川図幅)を調査し、幌延断層は洪積世の恵北層に覆われるとしている。

なお、幌延断層南部において、岡孝男(1986)は50万分の1地質図「旭川」(1963)、活構造図「旭川」(1987)とは、異なる位置に断層を示している。

(2) 既往調査結果

平成元年度には、幌延断層沿いの調査を行っている。今回の調査範囲内には幌延断層南端部が位置しているので、以下に調査結果を要約する(表4.2)。

1) 空中写真判読によると、幌延断層位置付近には、ほぼ南北方向で、稚内市ケナシポロ川から同市下豊別に至る約17km間に、Bランクを主体としたリニアメントH-1が認められる。一方、稚内市下豊別以南については、不明瞭なリニアメントH-4~7が延長約数km区間に著しく断続して判読される。

2) 約17kmのBランクを主体としたリニアメントは、西向き急斜面、低崖として認められ、

表 4.2 リニアメント一覧表 (幌延断層)

半径10km範囲内

名称	ランク	長さ km	走向	低下側と 比高 m	地形形態	基準地形	文献との 対応	リニアメントと 地形面との関係
H-6	E	8.5	NNW	西 10~40	緩斜面, 鞍部	山地	地質図の 幌延断層	北端: 延長 0.3kmの山 地尾根になし 南端: 延長 0.1kmの山 地尾根になし
H-7	E	4.5	NNW	—	鞍部	山地		北端: 延長 0.5kmの山 地尾根になし 南端: 延長 0.2kmの山 地尾根になし

半径10km範囲外

(H-1)	B (C)	17	NNW	西 5 7 10	低崖 低崖, 急斜面 鞍部, 高度不連続	L I 段丘面 S II 面 S I 面	(1) 確実度 II (2) 推定 活断層 地質図の 幌延断層	北端: 延長 0.4kmの S II 面になし 南端: 西側 S II 面にな し, 東側延長 1 km 山地 尾根になし リニアメント: L I 段丘, S II 面, S I 面にあり
(H-2)	C	2.0	NNW	西 < 5	低崖	S II 面	なし	両端: S II 面になし リニアメント: S II 面にあり
(H-3)	D	2.0	NNW	西 < 5	低崖	S II 面	なし	
(H-4)	E	1.5	NNW	西 10~20	崖, 緩斜面	山地	地質図の 幌延断層	北端: 延長 0.3kmの S II 面になし 南端: 延長 0.1kmの山 地尾根になし
(H-5)	E	2.8	NNW	西 20~40	崖, 緩斜面	山地		北端: 延長 0.1kmの L I 段丘になし 南端: 延長 0.2kmの L II 段丘, 山地尾根にな し

文献名 (1): 日本の活断層(1980) (2): 活構造図「旭川」(1987)

SⅡ面上では比高約7m(実測値), SⅠ位置面上では約10mを示す。さらに, 稚内市上声間ではLⅠ段丘面上にも, 比高約5mの崖が認められる。これらの地形形態は明瞭で, 直線上に配列しており, その両端で次第に不明瞭となっており, 一連のリニアメントと推定される。

3) 一方, Bランクリニアメントの北方延長にあたる稚内市ケナシポロ川以北においては, リニアメント延長上付近にSⅡ面, HⅢ段丘面が広く分布するが, リニアメントは判読できない。

また, 南方については不明瞭なリニアメントが著しく断続して判読される。稚内市上豊別北から豊富町豊幌北に至る約10km間において, 文献断層位置付近にSⅡ面, LⅠ段丘面等の地形面が広く分布するが, リニアメントは判読できない。

以上のように, 稚内市ケナシポロ川から同市下豊別に至る約17km区間については, Bランクリニアメントを主体とするリニアメントH-1が連続し, SⅡ面, SⅠ面, LⅠ段丘面に崖が認められることから, 本区間は断層変位地形である可能性があると考えられる。

一方, リニアメントH-1の北方延長0.4kmにおけるSⅠ面, さらにその北方のHⅢ段丘面にもリニアメントが判読されない。一方, リニアメントの南方延長についても, リニアメントH-4~7は不明瞭で著しく断続し, 第四紀の地形面にリニアメントが判読できないことから, 活断層であるとしても, その長さは17km程度と推定される。

(3) 空中写真判読結果

今回の空中写真判読によっても, 幌延断層南部に第四紀後期の断層変位の可能性を示すリニアメントは認められなかった(表4.2)。

4-3 南更岸断層(仮称)

(1) 文献調査

南更岸断層(仮称)は, 活構造図「旭川」(1987)により, 天塩川南更岸の鮮新統からなる丘陵地帯に認められる断層として示され, NE-SW方向, 推定活断層, 長さ3.5kmとされた北西側隆起の断層である(図4.2)。

「日本の活断層」(1980)には示されていない。また, 秦・対馬(5万分の1地質図, 遠別図幅:1969)にも断層は図示されていない。

(2) 空中写真判読結果

空中写真判読によると, 南更岸断層(仮称)に対応して, NE-SW方向, 長さ2.6km

表4.3 リニアメント一覧表 (南更岸断層：仮称)

名称	ランク	長さ km	走向	低下側と 比高 m	地形形態	基準地形	文献との 対応	リニアメントと 地形面との関係
M-1	C	2.6	NE	南東 5	高度不連続 逆向き低崖	KV段丘面 KV段丘面 とKVI段丘 面, 沖積低 地	(2) 推定活断層	北端：延長1kmの丘陵に なし 南端：沖積低地内のため 不明 リニアメント：KV段丘にあり

文献名 (1)：日本の活断層 (1980) (2)：活構造図「旭川」 (1987) (3)：池田ほか (1981)



図4.3 南更岸付近の空中写真判読図

で、K V段丘面とK VI段丘面、沖積面との地形境界をなす逆向き低崖が認められる（表4.3, 図4.3）。また、本リニアメントを境として約300m離れて分布するK V段丘面には約5mの不明瞭な高度差が認められる。この地形配列をリニアメントM-1と呼ぶ。

本リニアメントの北方延長約1kmには更別層からなる丘陵尾根が分布するが、同尾根にはリニアメントは認められない。一方、南延長は沖積平野に入り不明である。

本リニアメントは延長距離は短く、北方延長上にもかかわらず中更岸の丘陵尾根にリニアメントが認められないが、K V段丘面には不明瞭ながら高度差が認められることから、Cランクと判定した。

本リニアメントの評価においては、K V, K VI段丘面の認定が非常に大きな要素となっている。これらの段丘面の標高は15~20mで周氷河作用のために全体に波状の地形景観を呈し、K V段丘面とK VI段丘面とを境する段丘崖も極めて不明瞭である。空中写真判読では、標高20m程度の比較的平坦な部分を海成段丘と考え、K V段丘面とした。また、これよりやや低く、やや傾斜を持つ部分をK VI段丘面とした、この段丘面の区分の精度を向上するためには、それぞれの段丘構成層を確認することが最も望ましい。また、本地域の南方約50kmの羽幌地域では、町田ほか（1985）により Toya, Aso-4, K-Hbの各火山灰を用いて下末吉面が確定されているので、これを海岸沿いに空中写真判読によって追跡することも必要である。

4-4 天塩町川口付近の段丘傾斜

(1) 文献調査

池田 宏ほか（1981）は、天塩町川口付近の海成段丘は西へ4~5°傾斜しており、活褶曲による変位地形と指摘している（図3.5）。また、活構造図「旭川」（1987）も上記地区に第四紀後期層の撓曲を図示している（図4.2）。

なお、「日本の活断層」（1980）には、図示されていない。

ところで、奥村晃史（1988）は、海成段丘の高度分布から北海道の第四紀地殻変動とプレート運動を論じ、北海道中央部の天塩および日高ブロックはそれぞれ幅70km以上、150km以上の区間で緩やかに東へ傾動していると述べた。また、両ブロックの西縁では地形面が強い変形を受けており、その西側の活発な沈降域との間に東傾斜の逆断層の存在を推定し、石狩-天塩帯の一部は現在も北米-ユーラシアプレートの衝突境界であると考えた（図4.4）。奥村（1988）は天塩地域における東傾斜の逆断層として、玉木ほか（1979）

のA-F断面に示されるQ層（第四系）とP層（鮮新統）とを境する推定断層を挙げている（図4.5）。同断層は玉木ほか（1979）では稚内北方海域における長さ30kmの推定断層であるが、奥村（1988）の図では、天塩地方の海岸線沖合の長さ70kmの推定断層として図示されている。そして、池田ほか（1981）が記載した天塩町北川口付近の活褶曲と50万分の1活構造図「旭川」が示したサロベツ原野の地形面の傾斜は、プレート境界をなす逆断層上盤側の変形と解釈した（図4.4）。

(2) 空中写真判読結果

今回の空中写真判読結果では、北川口から北更岸までの段丘面のうち、N-S方向、長さ約8kmにわたってKⅣ、KⅢ段丘面とが約2~5°で西に傾斜している。このような段丘面の緩い傾斜の連続は、通常はリニアメントと呼ばないが、ここでは第四紀における断層、褶曲による変位地形の可能性をもつものを空中写真判読によって抽出することを目指している。この傾斜の連続からなる地形を広義のリニアメントと位置づけ、リニアメントK-1と呼ぶことにする（表4.4、図4.6）。一方、KⅣ段丘面の低位に分布するKⅤ段丘面は、非常に保存が良く、連続性が良いにもかかわらず空中写真判読から識別できるような西傾斜はない。

同地区のKⅣ段丘面には約5°の西傾斜が認められるので、変位地形の可能性は否定できない。また、KⅢ段丘面にも部分的に約4°の西傾斜が認められるがKⅣ段丘面ほど顕著ではない。これは、KⅢ段丘面がより古い段丘面であるため、侵食作用による解析と周氷河作用により原面の傾斜が保存されていない可能性がある。

空中写真判読結果によれば、KⅤ段丘面に識別できる西傾斜が存在しないことから、仮に本リニアメントが活褶曲であったとしても、KⅤ段丘面形成以降、活動が終息した可能性もある。

以上のように、KⅢ、KⅣ段丘面が傾斜しているにもかかわらずKⅤ段丘面が傾斜していないことから、池田ほか（1981）は、複数の海岸段丘が周氷河作用を受けて、地形境界が不明瞭となったものをひとつの傾動する地形面と誤認した可能性が考えられる（図3.3、3.4）。

また、池田ほか（1981）には、海岸段丘を変形させる川口背斜と平行して天塩町西産土から同町中更岸にNNE-SW方向の六志内向斜が示されている（図3.3）。中更岸ではこの向斜軸位置上にKⅣ段丘面が判読されるが、向斜状の地形は認められない。したがって、新第三系を変形させる背斜・向斜運動が第四紀にまで継続していない可能性もある。

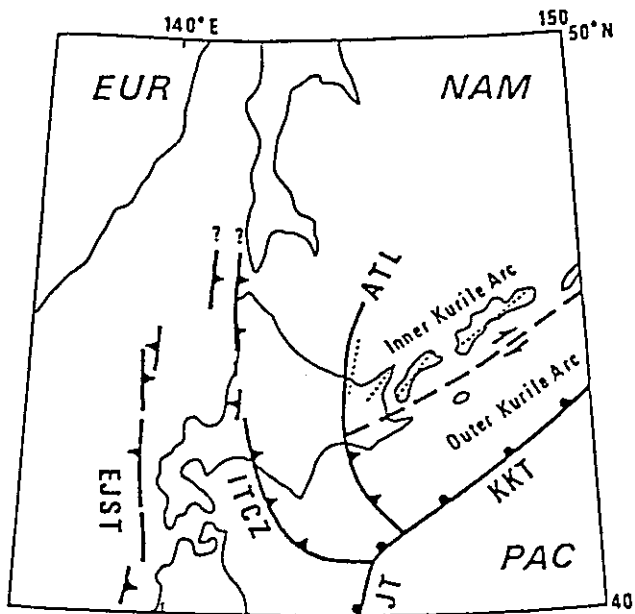


Fig. 1 Plate tectonic setting of Hokkaido
 EUR: Eurasian Plate, NAM: North American Plate, PAC: Pacific Plate; KKT: Kurile-Kamchatka Trench, JT: Japan Trench; ATL: Abashiri Tectonic Line (KIMURA, 1981), ITCZ: Ishikari-Teshio Convergence Zone, EJST: East Japan Sea Thrust (after TAMAKI, 1984).



Fig. 3 Eastward Tilting of the Northernmost Hokkaido block, former shorelines are projected on W-E plane; Shaded area is under active folding.

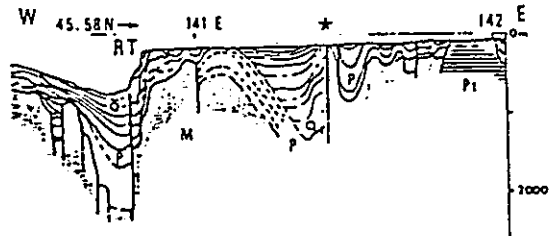
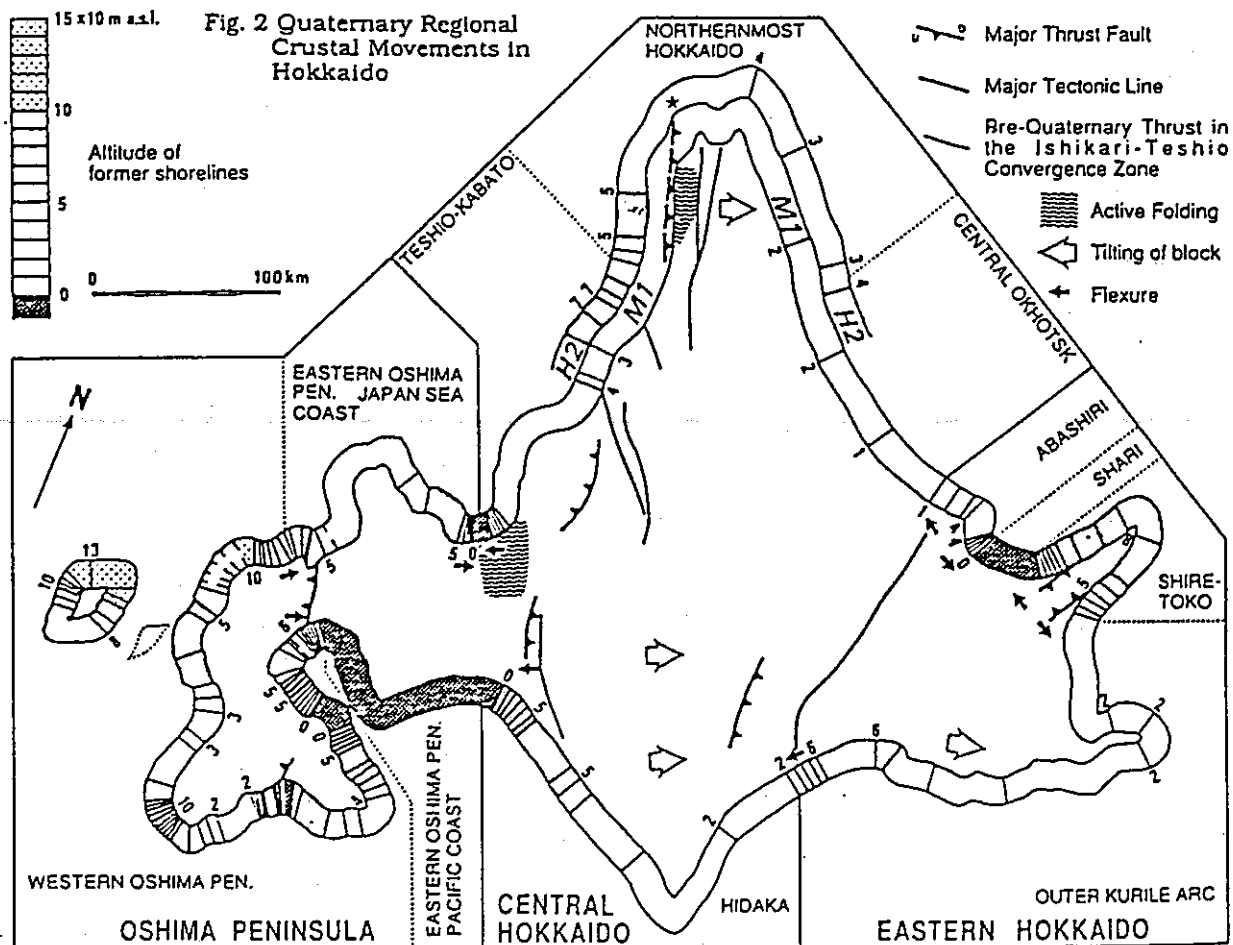


Fig. 4 Geological Cross Section to the west of Soya Strait (TAMAKI et al., 1979); Q: Quaternary sediments, P: Pliocene sediments, M: Miocene sediments, Pt: Pre-tertiary rocks, RT: Rishiri Trough. The fault with a star is supposed to continue to the offing of the actively folded zone as drawn in Fig. 2.



Note: Former shoreline altitude of Kamada and Matsumae Peninsula is partly adopted from MIYAUCHI and YAGI (1984) and from MIYAUCHI (1988).

図4.4 奥村 (1988) による北米プレートとユーラシアプレートとの衝突境界
 およびサロベツ原野沖合の推定断層

NOTORO PENINSULA
(KRILON PENINSULA)

奥村(1988)がとりあげた海底断層

宗谷海峡
SŌYA STRAIT
(LAPEROUSE STRAIT)

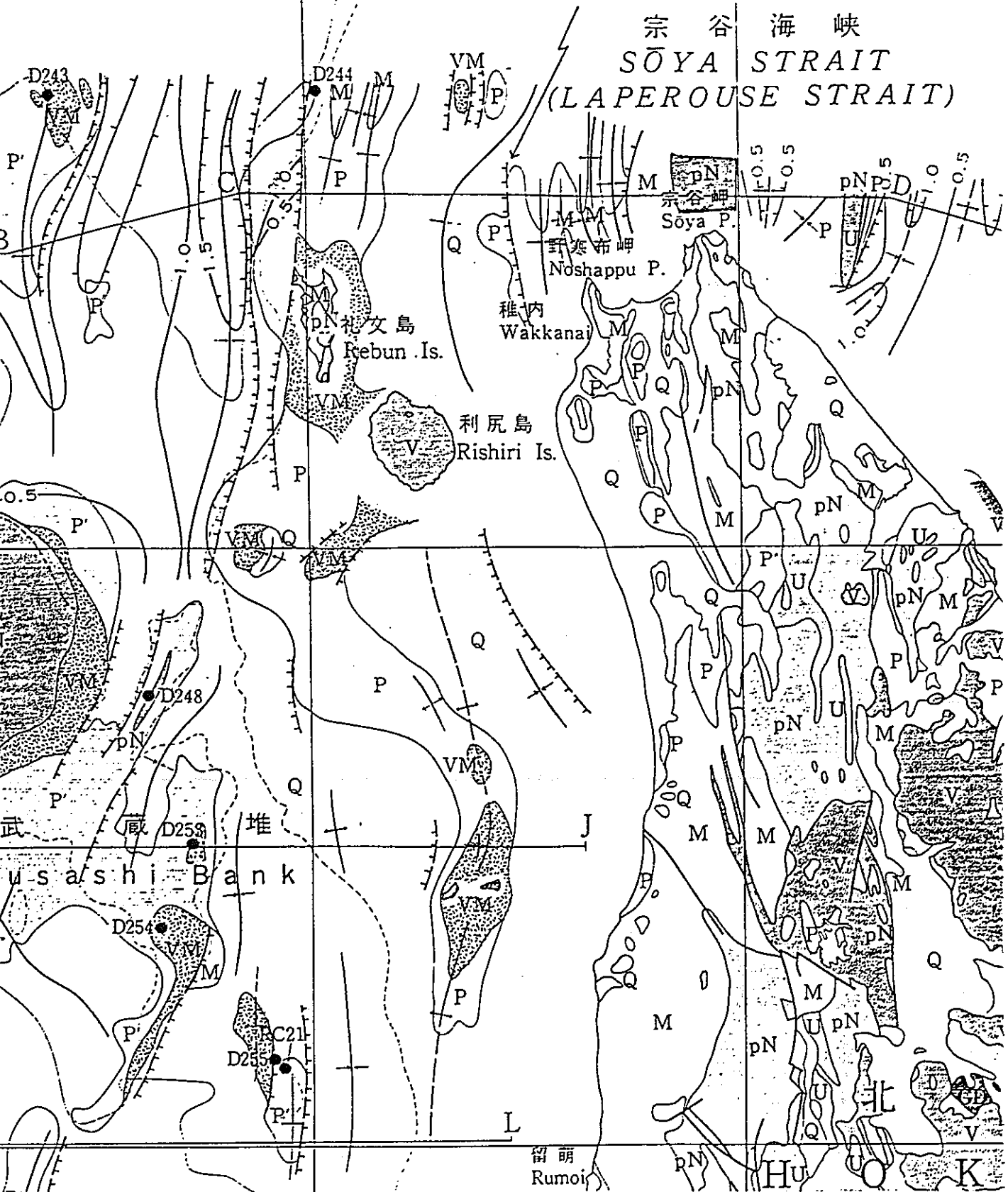


図4.5 玉木ほか(1979)による調査地付近の海底地質図

1 : 1,000,000



表4.4 リニアメント一覧表 (川口付近の傾斜)

名称	ランク	長さ km	走向	低下側と 比高 m	地形形態	基準地形	文献との 対応	リニアメントと 地形面との関係
M-1	C	8.0	N-S	西傾斜 2~5° 4°	緩斜面 緩斜面	KIV段丘面 KIII段丘面	(2) 第四紀後期 層の撓曲 (3) 活褶曲	北端: KIV, KIII段丘面 になし 南端: KIV, KIII段丘面 になし リニアメント: KIV, KIII段丘 面にあり, KV段 丘面は不明

文献名 (1): 日本の活断層 (1980) (2): 活構造図「旭川」 (1987) (3): 池田ほか (1981)

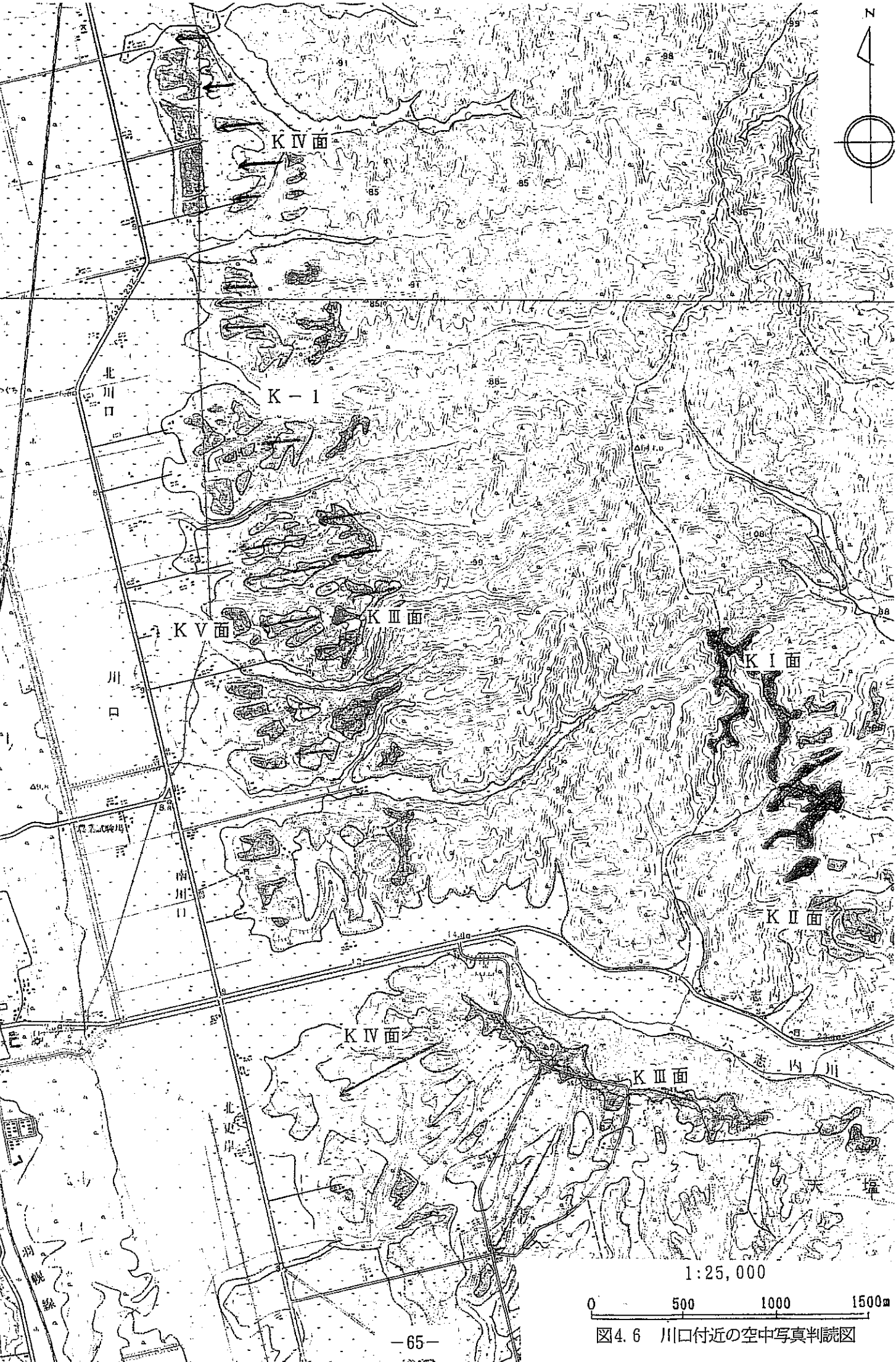


図4.6 川口付近の空中写真判読図

しかし、川口背斜のみが第四紀に活動することも否定できない。

以上のように、本地区の海岸段丘の西傾斜は、KⅢ段丘面には部分的にしか認められないこと、海岸側への傾斜はあるが、逆向きの傾斜は存在しないこと、KⅤ段丘面には傾斜が認められないことから、周氷河作用による緩い傾斜面の可能性も考えられるが、KⅣ段丘面には $4\sim 5^\circ$ の傾斜が連続良く認められることから、Cランクと判定した。

池田ほか(1981)は北川口付近では段丘面の西傾斜に対応して海成段丘堆積物が $2\sim 4^\circ$ 傾斜していることを図示している(図3.5)。今後、段丘面の傾斜と新第三系の構造との関係を野外調査で確認する必要がある。

4-5 天塩川断層

(1) 文献調査

広岡悦郎(1962)は天北地方における石油探鉱のための地震探査、ボーリング資料から増幌層の構造を推定し、天塩川を境として北側と南側とで地層の走向がほぼ 30° 異なることから、天塩川断層(Te断層)の存在を推定した(図4.7)。また、山本(1979)は、天塩川断層を延長し、「音類-雄信内-歌内断層」(仮称)と呼んでいる(図4.9)。天塩川断層は広岡(1962)も述べているように、地表地質調査では確認されていない断層である。また、広岡(1962)は天塩川断層の北東側に派生断層としてさらに2条の断層を図示している。これらのうち北東のものをTe-a断層、南西側のものをTe-b断層と仮称する(図4.8)。

天塩川断層は、広岡(1962)の断面図によると声問層までを変位させており、その後の活動については記載がない。また、日本の活断層(1980)、活構造図「旭川」(1987)(図4.2)には図示されていない。

天塩川断層は、貯蔵工学センター建設候補地に最も近いところで、南西約4kmを通過するように図示されている。また、Te-a断層は南西6km、Te-b断層は南西3.5kmに位置する。

(2) 空中写真判読結果

天塩川断層(Te断層)は天塩町北産土において幅1.5kmの丘陵を横切るが同付近にリニアメントは認められない(表4.5、図4.8)。また、Te-a断層は幌延町追分北方において幅約500mの丘陵尾根を、Te-b断層は天塩町作返において幅300mのKⅤ段丘面を横切るが両地点ともリニアメントは認められない。

したがって、天塩川断層が存在したとしても、第四紀後期の活動を示す証拠は認められない。

第 6 図 地下構造図 (増幌層上限による)

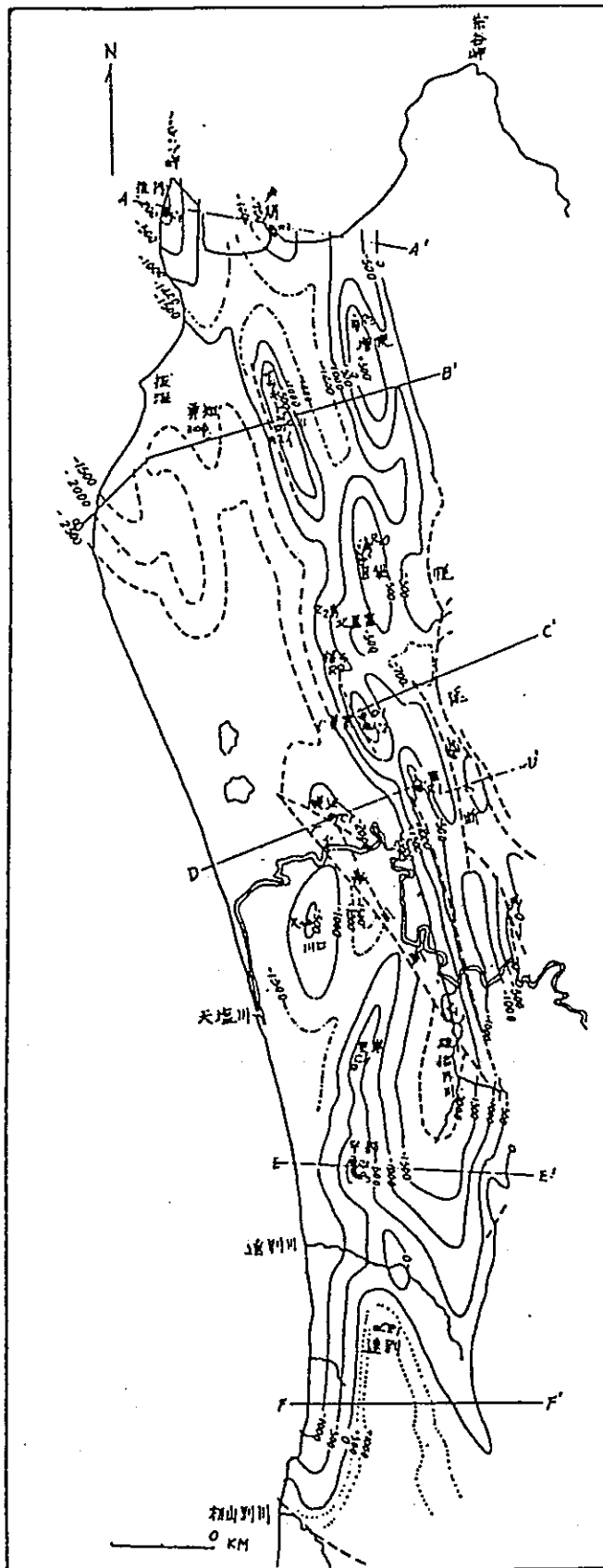


図4.7 広岡 (1962) による地下構造図と天塩川断層

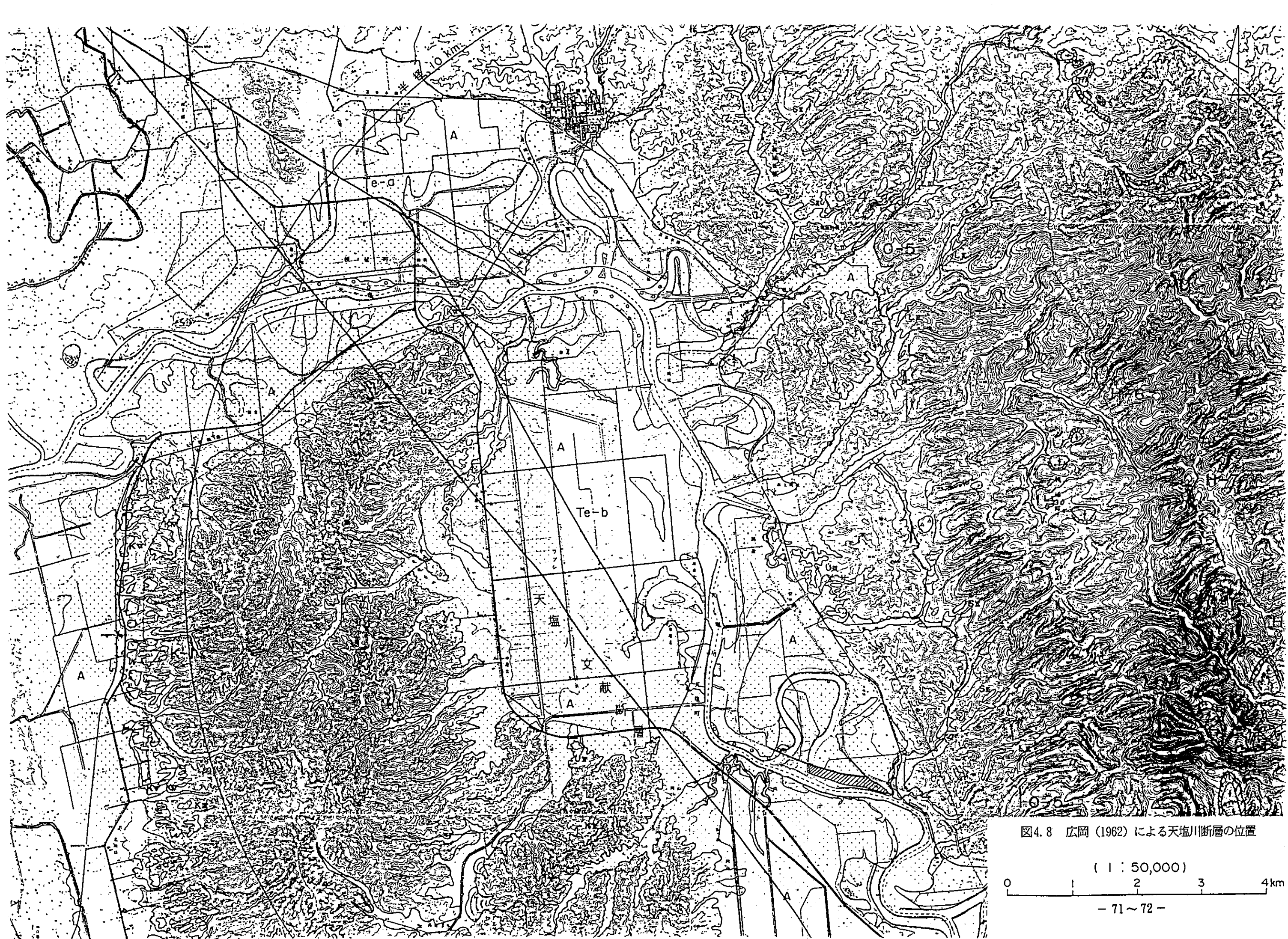


図4.8 広岡 (1962) による天塩川断層の位置

(1 : 50,000)

0 2 3 4km

第5図 ブーゲ重力図

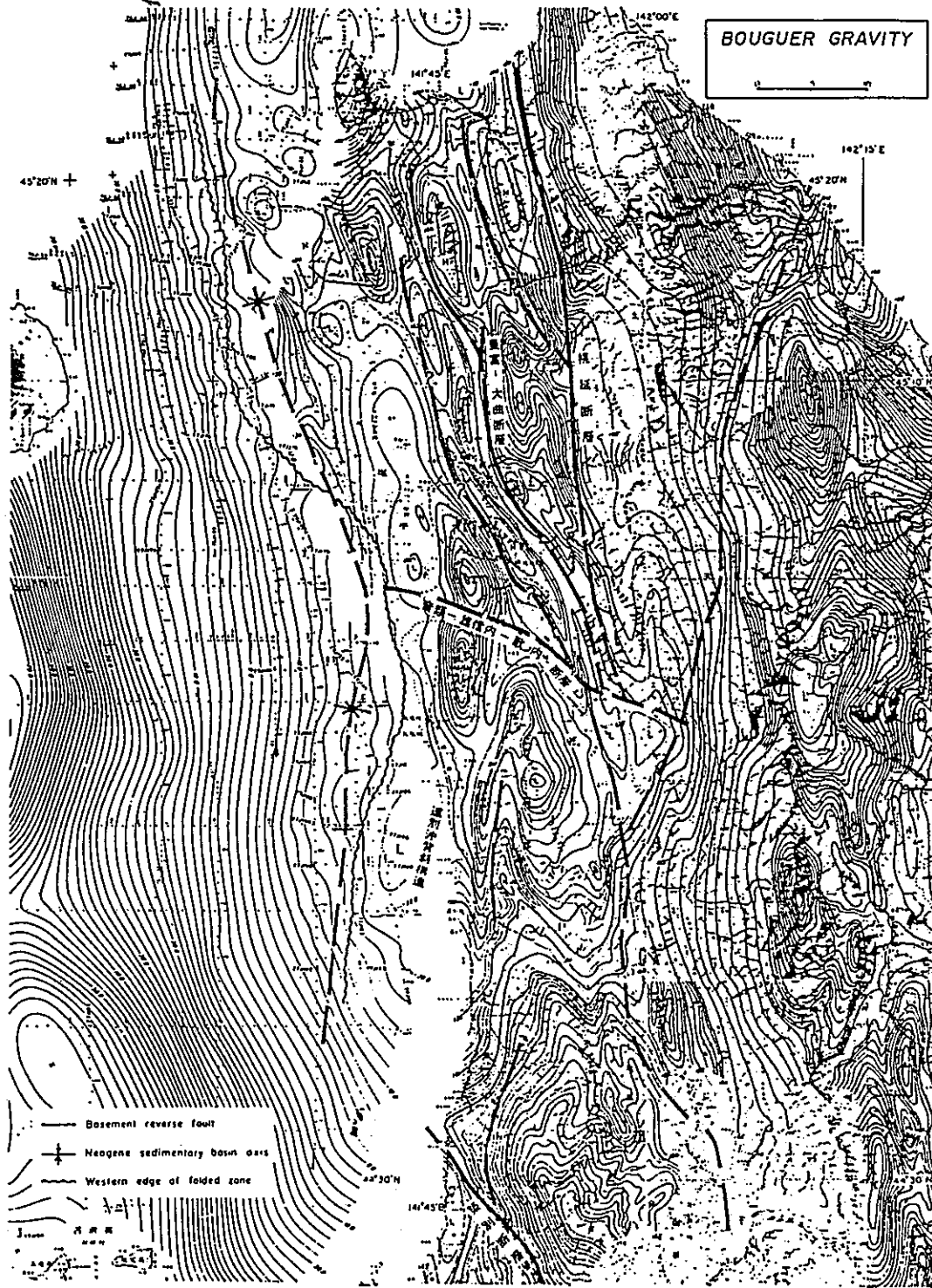


図4.9 山本 (1979) による音類-雄信内-歌内断層

第6図 天北構造概念図

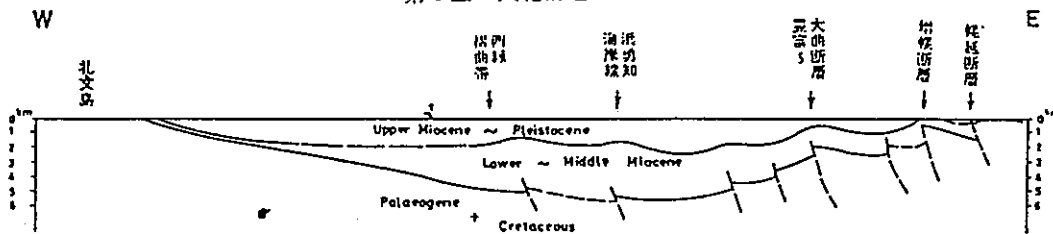


図4.10 山本 (1979) による天北地域構造概念図

表4.5 リニアメント一覧表 (天塩川断層)

名称	ランク	長さ km	走向	低下側と 比高 m	地形形態	基準地形	文献との 対応	リニアメントと 地形面との関係
Te	—	—	NW	—	—	—	(4) 声問層を変 位させる	リニアメント: 丘陵になし
Te-a	—	—	NW	—	—	—		リニアメント: 丘陵になし
Te-b	—	—	NW	—	—	—		リニアメント: KV段丘面になし

文献名 (1): 日本の活断層 (1980) (2): 活構造図「旭川」 (1987) (3): 池田ほか (1981) (4) 広岡 (1962)

5. ま と め

本調査では、貯蔵工学センター建設候補地半径10km範囲（大曲断層、幌延断層沿いの地域を除く）およびその西方に隣接して文献に地形面の傾動が指摘されている地域に分布する可能性が考えられる断層に関するリニアメントの分布・性状について、空中写真判読を行い、今後の断層活動性評価のための資料とした。

その結果、貯蔵工学センター建設候補地半径10km範囲内には、大曲断層に対応するO-4～5リニアメント、雄信内における段丘面の傾動O-6、幌延断層に対応するH-6、7リニアメントが分布する。

半径10km範囲西方に隣接して、天塩町川口付近に段丘面の傾斜からなるK-1リニアメント、天塩町南更岸の段丘面上にM-1リニアメントが認められる。

なお、貯蔵工学センター建設候補地の西側3.5～6kmの位置には広岡（1962）による天塩川断層が報告されている。同断層位置には丘陵や段丘面が分布するが、リニアメントは判読できない。

・天塩町雄信内の段丘面の傾斜：O-6リニアメント

天塩川左岸の東雄信内においては、幅約250mの谷を挟んで東西2段の段丘面（U I、U II段丘面）が認められ、それぞれ2～3°西に傾斜している。活構造図「旭川」（1987）はこれを第四紀後期層の撓曲、岡（1986）は大曲断層による変位と解釈している。

この傾斜は通常の段丘面の傾斜としては、かなり大きいものであり、Cランクと判定した。ただし、現在の内湾あるいは湖に流入する三角州の前置層は2～4°の傾斜をもつこともあるので、三角州前置層の傾斜の可能性もある。さらに、東の段丘面は稚内層と声問層との露出から推定される大曲断層の位置を覆って分布しているにもかかわらず、段丘面上に崖などのリニアメントは認められない。

・南更岸断層（仮称）：M-1リニアメント

南更岸断層（仮称）は、活構造図「旭川」（1987）によりNE-SW方向、長さ3.5km、推定活断層とされている。本文献断層は「日本の活断層」（1980）には示されていない。また、秦・対馬（5万分の1地質図、遠別図幅：1969）にも図示されていない。

空中写真判読によると、文献断層に対応してNE-SW方向、長さ2.6 kmで、KV段丘面とKVI段丘面、沖積面との地形境界をなす逆向き低崖が認められる。また、本リニアメントを境としてKV段丘面には約5 mの不明瞭な高度不連続が認められる。

本リニアメントの北方延長約1 kmには丘陵尾根が分布するが、同尾根にはリニアメントは認められない。一方、南延長は沖積平野に入り不明である。本リニアメントは延長距離は短い、KV段丘面に明瞭ではないが高度不連続が認められることから、Cランクと判定した。

・天塩町川口付近の段丘面の傾斜（K-1リニアメント）

池田 宏ほか（1981）によると、天塩町川口付近の海成段丘は西へ4～5°傾斜しており、活褶曲による変位地形と指摘されている。また、活構造図「旭川」（1987）も同地区に第四紀後期層の撓曲を図示している。

空中写真判読によると、N-S方向、長さ約8 kmにわたってKIV、KIII段丘面とが約2～5°で西に傾斜している。このリニアメントをK-1と呼ぶ。

池田ほか（1981）が活褶曲による変位地形と指摘した海岸段丘の4～5°西傾斜は、複数の海岸段丘が周氷河作用を受けて、地形境界が不明瞭となったものをひとつの傾動する地形面と誤認した可能性も考えられる。しかし、同地区のKIV段丘面には約5°の西傾斜が認められ、変位地形の可能性は否定できない。

以上のことから、本地区の海岸段丘の西傾斜はCランクと判定した。

しかし、KIV段丘面の低位に分布するKV段丘面（下末吉面相当と推定）には空中写真判読から識別できるような西傾斜はない。したがって、本リニアメントが仮に活褶曲であったとしても、KV段丘面形成以降にその活動が終息している可能性がある。

本リニアメントの南北延長はいずれもKIV段丘面内において消滅する。

・天塩川断層

広岡悦郎（1962）は石油探鉱のための地震探査、ボーリング資料から増幌層の構造を推定し、天塩川を境として北側と南側とで地層の走向がほぼ30°異なることから、天塩川断層（Te断層）の存在を推定した。天塩川断層は広岡（1962）も述べているように、地表地質調査では確認されていない断層である。また、広岡（1962）は天塩川断層の北東側に派生断層としてさらに2条の断層を図示している。これらのうち北東のものをT

e - a 断層，南西側のものを T e - b 断層と仮称する。

空中写真判読によれば，天塩川断層は天塩町北産土において幅 1.5 km の丘陵を横切るが，同付近にリニアメントは認められない。また，T e - a 断層は幌延町追分北方において幅約 500m の丘陵尾根を，T e - b 断層は天塩町作返において幅 300m の K V 段丘面を横切るが両地点ともリニアメントは認められない。

したがって，天塩川断層が存在したとしても，第四紀後期の活動を示す証拠は認められない。

6. 今後の調査計画

今後の断層に関する調査としては、これまでに文献調査・空中写真判読によって、活断層に関連するリニアメントが指摘された地域において地質調査を行い、断層の活動性評価を行う必要がある。

また、段丘面の年代を明らかにするために、予察調査として、A s o - 4（阿蘇4火山灰：約8万年前）、T o y a（洞爺火山灰：約10万年前）、K - H b（屈斜路-羽幌火山灰：約11万年前）を用いて層序が確立されている羽幌地区から、本地域までの海岸沿いの空中写真判読を行い段丘面の対比を行うことが望ましい。

7. おわりに

北海道天塩郡幌延町の貯蔵工学センター候補地半径10km範囲及びその西方に隣接する地域に分布する断層に関するリニアメントの分布・性状について、2万分の1空中写真を用いて判読を行い、断層活動性評価のための資料とした。

その結果、貯蔵工学センター建設候補地半径10km範囲内には、大曲断層に対応するO-4～5リニアメント、雄信内における段丘面の傾動O-6、幌延断層に対応するH-6、7リニアメントが分布する。このうち、O-6は、ランクC（変位地形である可能性が低い）のリニアメントに相当するが、他は、ランクE（変位地形以外に起因する）のリニアメントである。

半径10km範囲西方に隣接して、天塩町川口付近に段丘面の傾斜からなるK-1リニアメント、天塩町南更岸の段丘面上にM-1リニアメントが認められ、いずれもランクCである。

なお、貯蔵工学センター建設候補地の西側3.5～6kmの位置には広岡（1962）による天塩川断層が報告されている。同断層位置には丘陵や段丘面が分布するが、リニアメントは判読できない。

今後は、これらの結果をもちいて、地表踏査を実施し活動性評価を行うことが必要である。

参 考 文 献

- 阿部勝征ほか（1985）：「地震と活断層」。アイ・エス・ユー。760p.
- 阿部祥人ほか（1985）：「新版自然環境の生い立ち－第四紀と現在－」。
朝倉書店。190p.
- 池田 宏ほか（1981）：天塩町周辺の海成段丘。
北方科学調査報告2（筑波大学），p.43～52.
- 岡 孝雄（1986）：高レベル放射性廃棄物の地層処分と幌延の地質。
80年代と科学VI（核廃棄物施設と地域政策），p.46～70.
- 奥村晃史（1986）：北海道の第四紀後期地殻変動。
日本第四紀学会講演要旨集，No.16，p.92～93.
- 奥村晃史（1988）：北海道の第四紀地殻変動とプレート運動。
日本地理学会予稿集，No.34，p.18～19.
- 小野有五・平川一臣（1975）：ヴェルム氷期における日高山地周辺の地形形成環境。
地理学評論，Vol. 48，p.1～26.
- 小山内 熙（1954）：5万分の1地質図幅及び同説明書「稚内」
北海道立地下資源調査所
- 小山内 熙（1959）：5万分の1地質図幅及び同説明書「宗谷および宗谷岬」
北海道立地下資源調査所
- 貝塚爽平（1964）：「東京の自然史」。紀伊国屋書店。186p.
- 貝塚爽平（1969）：変化する地形。科学，Vol. 39，p.11～19.
- 貝塚爽平（1977）：「東京の地形」。岩波書店。234p.
- 貝塚爽平（1978）：「岩波講座地球科学10，変動する地球Ⅰ」（笠原・杉村編）。
岩波書店。269p.
- 貝塚爽平ほか編（1985）：「写真と図でみる地形学」。
東京大学出版会。241p.

- 活断層研究会 (1980) : 「日本の活断層」分布図と資料一. 東京大学出版会. 363p.
- 木村敏雄ほか (1973) : 「地学辞典, Ⅲ」古今書院, 799p.
- 小崎 尚ほか (1974) : 北海道東部の ice-wedge cast.
地学雑誌, Vol. 83, p. 48~60.
- 国土開発技術センター (1986) : 「第四紀断層の調査法 (案)」. 72p.
- 佐々木竜雄ほか (1971) : 北海道における腐植質火山灰の編年に関する研究.
第四紀研究, Vol. 10, p. 117~123.
- 阪口 豊 (1959) : 北海道の新しい地質時代の地殻運動.
地理学評論 Vol. 32, p. 401~430.
- 更別グループほか (1966) : 稚内・サロベツ地域の第四系.
第四紀研究, Vol. 5, p. 1~11.
- 杉山雄一ほか (1987) : 50万分の1活構造図「旭川」.
地質調査所
- 鈴木秀夫 (1962) : 低位周氷河現象の南限と最終氷期の気候区界.
地理学評論 Vol. 35, p. 67~76.
- 高橋功二・石山昭三 (1968) : 5万分の1地質図幅及び同説明書「沼川」
北海道開発庁
- 玉木賢策ほか (1979) : 海洋地質図 No. 14, 北海道周辺日本海およびオホーツク海域
広域海底地質図. 地質調査所.
- 地学団体研究会 (1969) : 「日本の第四系」. 地団研専報, No. 15, 435p.
- 電力中央研究所 (1988) : 北海道北部地域の断層に関する調査(I). 39p.
- 電力中央研究所 (1989) : 北海道北部地域の断層に関する調査(II). 75p.
- 鳥居栄一郎 (1981) : サロベツ原野地域及び天塩沿岸地域の地形と水理地質.
北海道地理, No. 55, p. 8~16.

- 土木学会 (1985) : 「原子力発電所地質・地盤の調査・試験法および地盤の耐震安全性の評価手法」
- 長尾捨一 (1960) : 5万分の1地質図幅及び同説明書「豊富」
北海道立地下資源調査所
- 成瀬 洋 (1982) : 「第四紀」.
岩波書店. 267p.
- 日本第四紀学会編 (1987) : 「日本第四紀地図」及び解説書.
東京大学出版会. 119p.
- 秦 光男・対馬坤六 (1969) : 地域地質研究報告, 5万分の1図幅,
遠別地域の地質. 地質調査所
- 広岡悦郎 (1962) : 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, p. 113~134.
- 町田 貞・井口正男 (1952) : 秩父盆地の段丘地形.
地理学評論, Vol. 25, p. 221~229.
- 町田 洋ほか (1985) : 阿蘇4火山灰—分布の広域正と後期更新世示標層としての意義—.
火山 第2集 Vol. 30, p. 49~70.
- 町田 洋ほか (1987) : 北日本を広くおおう洞爺火山灰.
第四紀研究, Vol. 26, p. 129~145.
- 松澤逸巳ほか (1989) : 北海道宗谷地域の更新統“恵北層”の¹⁴C年代.
日本地質学会第96年学術大会講演要旨, p. 281.
- 三谷勝利ほか (1971) : 豊富背斜地域の天然ガス鉱床.
北海道地下資源調査資料, 第125号
- 山本裕彦 (1979) : オホーツク海および天北日本海側海域の地質構造と堆積盆について
石油技術協会誌, Vol. 44, p. 260~267.
- 吉川虎雄ほか (1964) : 土佐湾北東岸の海岸段丘と地殻変動.
地理学評論, Vol. 37, p. 627~648.
- American Geological Institute (1977) : 「GLOSSARY of GEOLOGY」. 805p.
- Emiliani, C. (1978) : The cause of the Ice Ages,
Earth Planet, Sci. Letters, Vol. 37, p. 349 ~352.

Flint (1971) : 「 Glacial and Quaternary Geology 」 . John Wiley & Sons, 568p.

Okumura, K. (1982) : Recurrence of large pyroclastic flows and innovation of volcanic activity in Eastern Hokkaido, Japan. Proceedings of Kagoshima International Conference on Volcanoes.

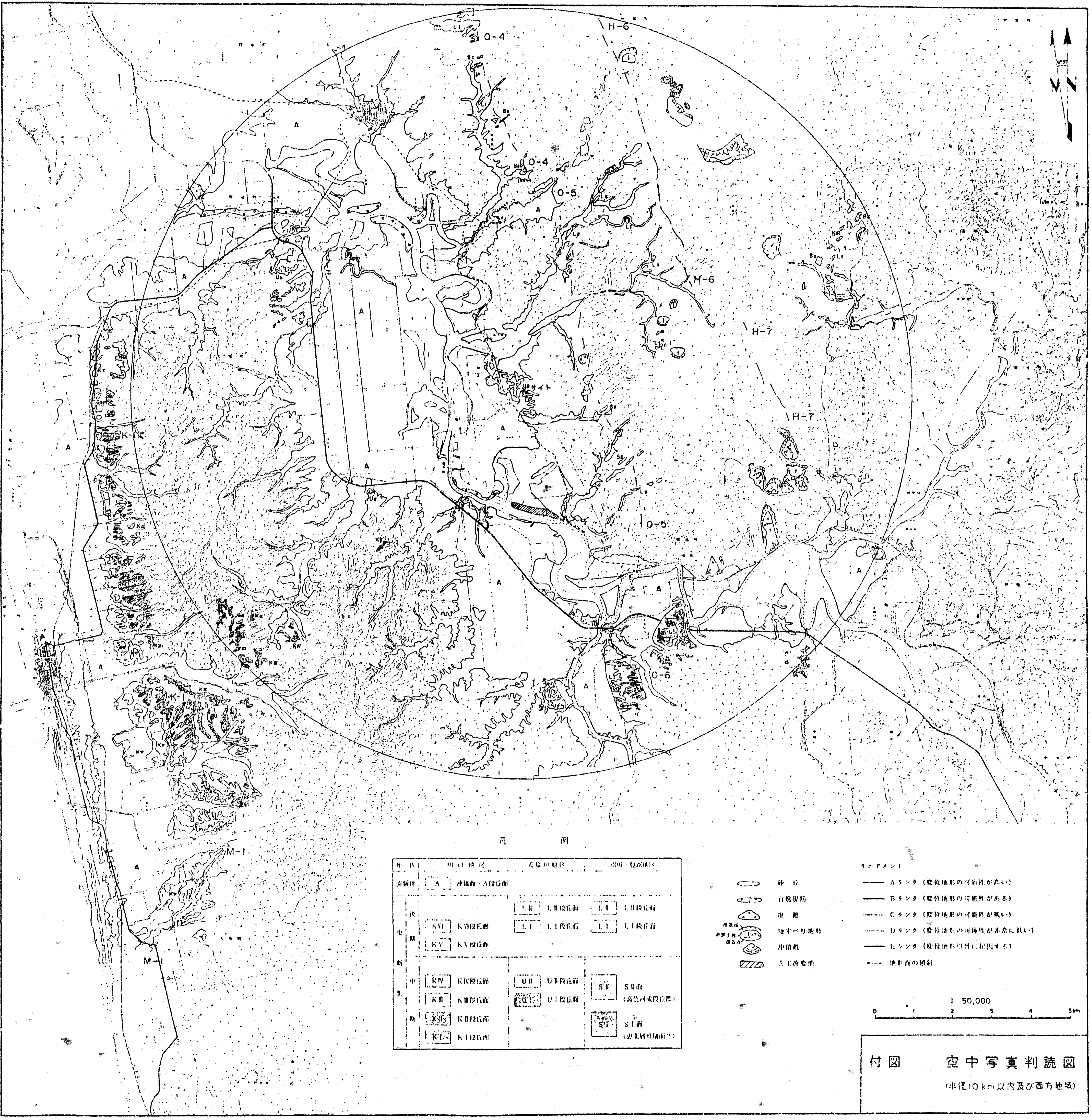
Ota, Y. and Machida, H. (1987) : Quaternary sea-level changes in Japan. Sea-level Changes (Tooley and Shennan eds) 182~224. The Institute of British Geographers Special Publication Series, 20. Basil Blackwell.

Sugimura, A. (1967) : Uniform rates and duration period of Quaternary earth movements in Japan.

Jour. Geosci. Osaka City Univ., No.10, p.25~35.

Zeunner, F. E. (1951) : 「 The Face of the Earth 」 .

Pelican books. 251p.



凡 例

年代	川口地区	天塚川地区	沼田・敷原地区
最新世	A 沖積面・A段丘面		
後	KVI KVI段丘面	UI UI段丘面	UI UI段丘面
	KV KV段丘面	UI UI段丘面	UI UI段丘面
中	KIV KIV段丘面	UI UI段丘面	SII SII面
	KIII KIII段丘面	UI UI段丘面	SII SII面 (高低河成段丘面)
新	KII KII段丘面		SII SII面
	KI KI段丘面		SII SII面 (基岩地形面)**

- 砂 丘
- 自然堤防
- 曲 流
- 段 丘
- 沖積扇
- 人工改変地

- ラインメント
- Aランク (変位地形の可能性が高い)
 - Bランク (変位地形の可能性がある)
 - Cランク (変位地形の可能性が低い)
 - Dランク (変位地形の可能性が非常に低い)
 - Eランク (変位地形以外に起因する)
 - 地形面の傾斜

1:50,000

0 1 2 3 4 5 km

付図 空中写真判読図
(半径10km以内及び西方地域)