黒松内低地断層帯の長期評価について

平成17年4月13日 地震調査研究推進本部 地震調査委員会

地震調査研究推進本部は、「地震調査研究の推進について –地震に関す る観測、測量、調査及び研究の推進についての総合的かつ基本的な施策–」 (平成11年4月23日)を決定し、この中において、「全国を概観した地震 動予測地図」の作成を当面推進すべき地震調査研究の主要な課題とし、ま た「陸域の浅い地震、あるいは、海溝型地震の発生可能性の長期的な確率 評価を行う」とした。

地震調査委員会では、この決定を踏まえつつ、これまでに陸域の活断層 として、88 断層帯の長期評価を行い公表した。

今回、引き続き、黒松内低地断層帯について現在までの研究成果及び関 連資料を用いて評価し、とりまとめた。

評価に用いられたデータは量及び質において一様でなく、そのためにそ れぞれの評価の結果についても精粗がある。このため、評価結果の各項目 について信頼度を付与している。

# 平成 17 年 4 月 13 日 地震調査研究推進本部 地 震 調 査 委 員 会

# 黒松内低地断層帯の評価

黒松内低地(くろまつないていち)断層帯は、寿都(すっつ)湾南方から内浦湾に かけて分布する活断層帯である。ここでは平成14-15年度に産業技術総合研究所に よって実施された調査をはじめ、これまでに行われた調査研究成果に基づいて、この 断層帯の諸特性を次のように評価した。

## 1. 断層帯の位置及び形態

黒松内低地断層帯は、北海道寿都郡寿都町から同郡黒松内町を経て、山越郡長万部 (おしゃまんべ)町に至る断層帯である。長さは約32km以上で、ほぼ南北方向に延 びており、断層の西側が相対的に隆起する逆断層である(図1、2及び表1)。

## 2. 断層帯の過去の活動

黒松内低地断層帯の平均的な上下方向のずれの速度は 0.5-0.7m/千年程度、最新 活動時期は約5千9百年前以後、約4千9百年前以前であった可能性がある。また、 既往の調査研究成果による直接的なデータではないが、経験則から求めた1回のずれ の量と平均的なずれの速度に基づくと、平均活動間隔は3千6百-5千年程度以上の 可能性がある(表1)。

# 3. 断層帯の将来の活動

黒松内低地断層帯は、全体が1つの活動区間として活動する場合、マグニチュード 7.3 程度以上の地震が発生する可能性がある。また、その際には、断層近傍の地表面 では、西側が東側に対して相対的に2-3m程度以上高まる段差や撓みが生じる可能 性がある(表1)。本断層帯の最新活動後の経過率及び将来この様な地震が発生する 長期確率は表2に示すとおりである。本評価で得られた地震発生の長期確率には幅が あるが、その最大値をとると、本断層帯は、今後30年の間に地震が発生する確率が 我が国の主な活断層帯の中では高いグループに属することになる(注1、2)。

# 4. 今後に向けて

黒松内低地断層帯は褶曲地帯に位置しており、その活動様式は非常に複雑である。 したがって、断層の地下深部の形状や過去の活動履歴についてさらに調査を行い、活 動区間や区間ごとの活動度など、本断層帯周辺で発生する地震の全体像を明らかにす る必要がある。また、1回の活動におけるずれの量や平均的なずれの速度に関する精 度の良い資料を、より多くの地点で求めるとともに、活動間隔を明らかにする必要が ある。 さらに、本断層帯は南方に延長する可能性があるため、内浦湾を含めた南方域の調 査を行い、断層の分布範囲を明らかにする必要がある。



黒松内低地断層帯の概略位置図 (長方形は図2の範囲)



# 表1 黒松内低地断層帯の特性

項目	特性	信頼度 (注3)	根 拠 (注4)		
1. 断層帯の位置・形態	<ol> <li>断層帯の位置・形態</li> </ol>				
(1) 断層帯を構成す る断層	白炭(しろずみ)西断層、白炭東断層、熱 郛(ねっぷ)断層、熱郛原野付近の断層、 旭野断層、蕨岱(わらびたい)断層、蕨岱 西方の断層、樽岸の断層、知来川(ちらい がわ)右岸断層、犬の巣川断層、長万部(お しゃまんべ)断層、中の沢断層		文献3、6による。		
(2) 断層帯の位置・ 形状	地表における断層帯の位置・形状 断層帯の位置 (北端) 北緯 42° 45′ 東経 140° 16′ (南端) 北緯 42° 28′ 東経 140° 20′ 長さ 約 32km 以上	0 Δ 0	文献 3 による。 位置及び長さは図 2 から計測。		
	地下における断層面の位置・形状				
	長さ及び上端の位置 地表での長さ・ 位置と同じ	0	上端の深さが0km で あることから推定。		
	上端の深さ 0 km 一般走向 N10 <sup>°</sup> W	0	<ul> <li>一般走向は、断層の</li> <li>両端を直線で結んだ</li> <li>方向(図2参照)。</li> </ul>		
	傾斜    西傾斜	0	傾斜は文献2に示さ れた反射法弾性波探 査結果や、文献3、6 などに示された地形 の特徴による。		
	幅 不明		地震発生層の下限の 深さは 15km 程度。		
(3) 断層のずれの向 きと種類	西側隆起の逆断層	O	文献2に示された反 射法弾性波探査結果 や文献3、6、10な どに示された地形の 特徴による。説明文 2.1(3)を参照。		
2. 断層帯の過去の活動	b				
(1) 平均的なずれの 速度	0.5-0.7m/千年程度(上下成分)	$\bigtriangleup$	文献1、2、4、7 -9に示された資料 から推定。		
(2) 過去の活動時期	活動1(最新活動) 約5千9百年前以後、約4千9百年前 以前	$\bigtriangleup$	文献2による。		

	(3) 1回のずれの量 と平均活動間隔	1回のずれの量	2-3m程度以上 (上下成分)	$\bigtriangleup$	断層の長さから推定。
		平均活動間隔	3千6百-5千年程度 以上	$\bigtriangleup$	平均的なずれの速度 と1回のずれの量か ら推定。
	(4) 過去の活動区間		不明		
3.	断層帯の将来の活動	访			
	<ol> <li>(1) 将来の活動区間 及び活動時の地</li> </ol>	活動区間	断層帯全体で1区間	$\bigtriangleup$	断層の位置関係、形 状から推定。
	震の規模	地震規模	マグニチュード 7.3 程度 以上	$\bigtriangleup$	断層の長さから推定。

## 表2 黒松内低地断層帯の将来の地震発生確率等

項目	将来の地震発生確率等 (注5)	信頼度 (注6)	備	考
地震後経過率(注7) 今後30年以内の地震発生確率 今後50年以内の地震発生確率 今後100年以内の地震発生確率 今後300年以内の地震発生確率 集積確率(注8)	1.0-1.6以下 2%- 5%以下 3%- 9%以下 7%-20%以下 20%-40%以下 50%-90%より大 もしくはそれ以下	с	発生確率】 率は文献	&び集積確 5 による。

注1: 我が国の陸域及び沿岸域の主要な98の活断層のうち、2001年4月時点で調査結果が公表されて いるものについて、その資料を用いて今後30年間に地震が発生する確率を試算すると概ね以下

のようになると推定される。

98 断層帯のうち約半数の断層帯:30 年確率の最大値が 0.1%未満

98 断層帯のうち約1/4の断層帯:30 年確率の最大値が0.1%以上-3%未満

98 断層帯のうち約 1/4 の断層帯: 30 年確率の最大値が 3%以上

(いずれも 2001 年 4 月時点での推定。確率の試算値に幅がある場合はその最大値を採用。)

この統計資料を踏まえ、地震調査委員会の活断層評価では、次のような相対的な評価を盛り込むこととしている。

今後30年間の地震発生確率(最大値)が3%以上の場合:

「本断層帯は、今後30年の間に地震が発生する可能性が、我が国の主な活断層の中では高い グループに属することになる」

今後30年間の地震発生確率(最大値)が0.1%以上-3%未満の場合:

「本断層帯は、今後30年の間に地震が発生する可能性が、我が国の主な活断層の中ではやや 高いグループに属することになる」 注2:1995年兵庫県南部地震、1858年飛越地震及び1847年善光寺地震の地震発生直前における30年 確率と集積確率は以下のとおりである。

地震名	活動した活断層	地震発生直前の	地震発生直前の	断層の平均活動
		30年確率 (%)	集積確率 (%)	間隔 (千年)
1995年兵庫県南部地震	六甲・淡路島断層帯主	0.02% - 8%	0.06% - 80%	約 1.7-約 3.5
(M7.3)	部淡路島西岸区間「野			
	島断層を含む区間」			
	(兵庫県)			
1858 年飛越地震	跡津川断層帯	ほぼ 0%-13%	ほぼ 0%ー	約 1.7-約 3.6
(M7.0-7.1)	(岐阜県・富山県)		90%より大	
1847 年善光寺地震	長野盆地西縁断層帯	ほぼ 0%-20%	ほぼ 0%ー	約 0.8-約 2.5
(M7.4)	(長野県)		90%より大	

「長期的な地震発生確率の評価手法について」(地震調査研究推進本部地震調査委員会,2001) に示されているように、地震発生確率は前回の地震後、十分長い時間が経過しても100%とはな らない。その最大値は平均活動間隔に依存し、平均活動間隔が長いほど最大値は小さくなる。 平均活動間隔が4千年の場合は30年確率の最大値は6%程度、平均活動間隔が5千年の場合は 30年確率の最大値は5%である。

注3:信頼度は、特性欄に記載されたデータの相対的な信頼性を表すもので、記号の意味は次のとおり。

◎:高い、〇:中程度、△:低い

- 注4: 文献については、本文末尾に示す以下の文献。
  - 文献1:吾妻ほか(2003)
  - 文献2:吾妻ほか(2004)
  - 文献3:池田ほか編(2002)
  - 文献4:今泉・渡島半島活断層研究グループ(1982)
  - 文献5:地震調查研究推進本部地震調查委員会(2001)
  - 文献6:活断層研究会編(1991)
  - 文献7:小疇ほか編(2003)
  - 文献8:小池・町田編(2001)
  - 文献9:奥村(1983)
  - 文献 10:山岸・木村(1981)
- 注5:評価時点はすべて2005年1月1日現在。「ほぼ0%」は10<sup>3</sup>%未満の確率値を示す。なお、計算 にあたって用いた平均活動間隔の信頼度は低い(△)ことに留意されたい。
- 注6:地震後経過率、発生確率及び現在までの集積確率(以下、発生確率等)の信頼度は、評価に用いた信頼できるデータの充足性から、評価の確からしさを相対的にランク分けしたもので、aから dの4段階で表す。各ランクの一般的な意味は次のとおりである。
  - a:(信頼度が)高い b:中程度 c:やや低い d:低い

発生確率等の評価の信頼度は、これらを求めるために使用した過去の活動に関するデータの信 頼度に依存する。信頼度ランクの具体的な意味は以下のとおりである。分類の詳細については 付表を参照のこと。なお、発生確率等の評価の信頼度は、地震発生の切迫度を表すのではなく、 発生確率等の値の確からしさを表すことに注意する必要がある。

- 発生確率等の評価の信頼度
  - a:過去の地震に関する信頼できるデータの充足度が比較的高く、これを用いて求めた発 生確率等の値の信頼性が高い。

- b:過去の地震に関する信頼できるデータの充足度が中程度で、これを用いて求めた発生 確率等の値の信頼性が中程度。
- c:過去の地震に関する信頼できるデータの充足度が低く、これを用いて求めた発生確率 等の値の信頼性がやや低い。
- d:過去の地震に関する信頼できるデータの充足度が非常に低く、これを用いて求めた発 生確率等の値の信頼度が低い。このため、今後の新しい知見により値が大きく変わる 可能性が高い。または、最新活動時期のデータが得られていないため、現時点におけ る確率値が推定できず、単に長期間の平均値を確率としている。
- 注7:最新活動(地震発生)時期から評価時点までの経過時間を、平均活動間隔で割った値。最新の地 震発生時期から評価時点までの経過時間が、平均活動間隔に達すると1.0となる。今回評価した 数字のうち1.0は4,900年を5,000年で割った値であり、1.6は5,900年を3,600年で割った値で ある。
- 注8:前回の地震発生から評価時点までの間に地震が発生しているはずの確率。

(説明)

#### 1. 黒松内低地断層帯に関するこれまでの主な調査研究

黒松内低地(くろまつないていち)断層帯は、寿都(すっつ)湾南方から内浦湾にかけて分布 する活断層帯である。

本断層帯は、活断層研究会編(1980)によりその位置が示された。その後、山岸・木村(1981)は、白炭東断層の断層露頭の性状について記載した。また、今泉・渡島半島活断層研究グループ

(1982)や奥村(1983)は、断層地形調査を行って平均変位速度や活構造の実態を明らかにした。 この他、活断層研究会編(1991)、池田ほか編(2002)、中田・今泉編(2002)などにより詳細な 断層分布が示された。

また、吾妻ほか(2003a, b, c, 2004)は本断層帯の活動履歴などを明らかにするため、白炭(し ろずみ)東断層、蕨岱(わらびたい)断層及び長万部(おしゃまんべ)断層を対象として、地形 測量調査、トレンチ調査、ボーリング調査、反射法弾性波探査などの総合的な調査を実施してい る。

#### 2. 黒松内低地断層帯の評価結果

### 2.1 黒松内低地断層帯の位置及び形態

#### (1) 黒松内低地断層帯を構成する断層

黒松内低地断層帯は、北海道寿都郡寿都町から、同郡黒松内町を経て、山越郡長万部町にかけ て分布する断層帯である(図1、2)。

本断層帯を構成する断層の位置・形態は、活断層研究会編(1980, 1991)、池田ほか編(2002)、 中田・今泉編(2002)などに示されている。これらで示された断層の位置は、ほぼ一致している。 また、本断層帯北方の寿都湾では、海上保安庁(1995)により音波探査が実施されているが、湾 内には断層や撓曲などの活構造は認められていない。ここでは、断層帯の位置は主として池田ほ か編(2002)にしたがった。また、断層の名称は活断層研究会編(1991)に基づいた。

本断層帯は、主断層をなす白炭(しろずみ)西断層、白炭東断層、熱郛(ねっぷ)断層、熱郛 原野付近の断層、蕨岱(わらびたい)断層、犬の巣川断層、長万部(おしゃまんべ)断層、中の 沢断層からなる西側隆起の断層と、その西側の樽岸の断層、旭野断層、知来川(ちらいがわ)右 岸断層などの東側隆起の副次的な断層から構成される(注9)。

なお、本断層帯の東方には、尻別川断層、目名付近の断層、白井川付近の断層など(中田・今 泉編,2002)が間隔をおいて分布する(注9)。ただし、これらの断層は、それぞれ長さが 10km 程度かそれ未満と短く、本断層帯とは 5km 程度かそれ以上離れており、多くは、活断層であるか 不確かさを伴っている。したがって、これらの断層は詳細な評価の対象には含めないこととした (図3)。また、本断層帯南部の長万部断層の北東方には、旭浜付近の断層が分布する(注9)。 しかし、旭浜付近の断層は、本断層帯の主体をなす断層の向きと交わるように北東-南西方向に 延びることから、本断層帯の分岐断層とみなせる。また、長さも 10km 未満で、詳しい調査も行

われていないことから、今回は詳細な評価の対象には含めないこととした。

#### (2) 断層面の位置・形状

黒松内低地断層帯の長さと一般走向は、図2に示された断層帯の両端を直線で結んで計測する

と、約 32km、N10°W となる。ただし、南端付近より南方では、内浦湾の海岸線に沿って海成の 高位段丘・中位段丘が分布しており(小池・町田編,2001 など)、この地域が継続的に隆起してい ることを示している。この本断層帯南端付近より南の沿岸域の継続的な隆起と本断層帯との関連 は明らかではないが、西側が相対的に隆起する本断層帯の活動との関連を完全に否定することは できない。したがって、本評価では本断層帯が内浦湾に達し、海岸線に沿って南方へ延びている 可能性を考慮し、その長さを約 32km 以上とした。

断層面上端の深さは、西側隆起の撓曲変形が地表に及んでいることから 0km とした。

断層面の傾斜については、長万部断層において実施された反射法弾性波探査結果(吾妻ほか, 2004:図4)、及び断層露頭やトレンチ壁面に認められる断層の傾斜(山岸・木村, 1981;吾妻ほ か, 2004 など)から、大局的には西傾斜を示すと推定される。また、副次的な断層と推定される 樽岸の断層、旭野断層及び知来川右岸断層などでは、池田ほか編(2002)などに示された地形の 特徴から、東傾斜を示すと推定される。

断層面の下端の深さは、地震発生層の下限を目安とすると 15km 程度と推定される。

#### (3) 断層の変位の向き(ずれの向き)(注10)

黒松内低地断層帯は、東へ撓み下がる地形や逆向きの副次的断層を伴うこと及び長万部断層に おいて実施された反射法弾性波探査結果(吾妻ほか,2004)から判断すると、大局的には西側が東 側に対して相対的に隆起する逆断層と考えられる。また、水平短縮に伴う地形面の波状変形も顕 著である。

#### 2.2 黒松内低地断層帯の過去の活動

#### (1) 平均変位速度(平均的なずれの速度)(注10)

寿都郡黒松内町白炭付近では、白炭西断層をまたいで、M3 面と M2 面がそれぞれ 20mないし 30-40m上下に変位し、白炭西断層の東側を並走する白炭東断層では、M3 面と M2 面に 16m 及 び 30m の上下変位が認められる(上下変位量は今泉・渡島半島活断層研究グループ, 1982、段丘 面の分類は奥村, 1983 に基づく)。また、M2 面と M3 面の形成時期は、火山灰層序との関係から、 M2 面が酸素同位体ステージの 5c(約 10 万年前)、M3 面が 5a-4(約 8 - 5 万年前)に相当する と考えられている(奥村, 1983;小池・町田編, 2001;小疇ほか編, 2003)。以上のことから、並走 する白炭西・白炭東両断層における約 10 万年前以後の平均上下変位速度は 0.5-0.7 m/千年程度 の可能性がある。

なお、白炭西断層の西方には、東側隆起の副次的断層(池田ほか編,2002)もしくは活褶曲構造 (今泉・渡島半島活断層研究グループ,1982)の存在が推定されているが、その活動は白炭断層本 体の西側のブロックを隆起させるものであり、白炭断層を挟んだ段丘面の高度差の形成に寄与し ていると判断される。したがって、この高度差から求められた平均上下変位速度(0.5-0.7m/千 年程度)には、副次的な断層の寄与は織り込み済みと考えられる。

以上の検討結果に基づくと、黒松内低地断層帯の平均上下変位速度は0.5-0.7m/千年程度の可 能性がある。

なお、断層帯南部に位置する長万部断層では、トレンチ調査とボーリング調査に基づいて、長

万部断層を跨いだ M3 面の上下変位量が推定されている(吾妻ほか,2003)。吾妻ほか(2003)で は、断層上盤側の M3 面の勾配を原傾斜と仮定して、断層を挟んで実施した2つのボーリング(OT-1、OT-3)で認められた M3 面構成層(砂礫層)の上限の高度差を基に、長万部断層による M3 面の上下変位量を約6mと推定している。また、調査地点では M3 面構成層(砂礫層)直上の腐 植土層から5万年前程度の<sup>14</sup>C年代値が得られたほか、Kt-2火山灰層(約5万年前:注12)の分 布が確認されている(吾妻ほか,2003)。したがって、この地点における M3 面の形成年代は約5 万年前と推定される。これらの資料に基づくと、長万部断層の平均上下変位速度は0.1m/千年程 度と推定される。

また、長万部断層東側の沿岸域では、M2 面と M3 面が内陸側(北西側)に向かって傾動してい る。このうち、M2 面では約 800mの区間で約 20mの高度差があるのに対し、M3 面では約 1600m の区間における高度差は約 8 mと、段丘面の傾動には累積性が認められる(吾妻ほか, 2004)。吾 妻ほか(2004)は、長万部断層とこれらの段丘面をまたいで反射法弾性波探査を実施した結果、 段丘の傾動に対応する構造を地下にも認め、それらが、より海側に位置する逆断層による逆傾斜 もしくは褶曲構造の翼部における変形と関係すると推定している。仮に、これらの構造が断層活 動により形成されたものとすると、長万部地域全体の平均上下変位速度は 0.1m/千年程度を大き く上回る可能性もある。なお、吾妻ほか(2004)は、段丘面形成時の勾配を水平と仮定したうえ で、段丘面の勾配と形成年代を基に平均傾動速度に換算すると、M2 面形成以後で 0.25‰/千年 (‰:パーミル、1/1000)、M3 面形成以後で 0.13‰/千年となるとしている。

(2)活動時期

#### a)地形・地質的に認められた過去の活動

#### · 蕨岱断層蕨岱地点

断層帯中央部の長万部町蕨岱地点では、中位段丘(今泉・渡島半島活断層研究グループ, 1982の M1 面; 奥村, 1983の M2 面)の東縁を限る比高8mの断層崖を横切ってトレンチ調査が実施されている(吾妻ほか, 2004)。

トレンチの南北壁面では、数条に別れた低角の逆断層(f1-f3)断層)が確認された(図5)。こ のうち、f3)断層は、w4層(細砂・砂礫層)をw2c層(砂礫-泥炭層)上に衝上させており、w2b 層(砂礫-泥炭層)に覆われる。また、w2c層からは最も若い<sup>14</sup>C年代値として約5千9百-5 千8百年前、w2b層からは最も古い<sup>14</sup>C年代値として約5千1百-4千9百年前といった値が得 られている。したがって、約5千9百年前以後、約4千9百年前以前に断層活動があったと考え られる。

なお、f1 断層とf2 断層がw2a 層に直接覆われるため、これらの断層がf3 断層よりも新しい時 期に形成された可能性も残る。しかし、仮にf1 断層ないしf2 断層が最新活動により生じたとする と、その時期はw2a 層堆積以前、すなわち約4千6百年前以前となり、前述の断層活動の発生時 期と非常に近接することとなる。したがって、約5千9百年前以後、約4千9百年前以前の断層 活動は、最新活動である可能性が高いと判断される(吾妻ほか,2004)。

以上の検討結果に基づくと、蕨岱地点の最新活動時期は約5千9百年前以後、約4千9百年前 以前と推定される。

なお、蕨岱地点以外では、以下の地点で活動履歴調査が実施されている。いずれも活動時期は 具体的には限定されていないが、概ね蕨岱地点の調査結果と整合する結果が得られている。

#### ・白炭東断層白炭地点

断層帯北部の寿都町白炭地点では、朱太川右岸に分布する白炭東断層において、トレンチ調査 (吾妻ほか,2003)とピット調査(吾妻ほか,2004)が実施されている。

ピット調査は、断層崖に沿って4箇所、断層崖よりも東側(低下側)の1箇所の計5箇所で掘 削され、断層崖を対象としたピットのうち最も南に位置する No.3 ピットにおいて、断層が確認さ れた。No.3 ピットの北側壁面では、S2層(シルト質ローム層)以下の地層を明瞭に変位させる低 角逆断層が認められた。S2層については、堆積年代の指標となる火山灰は含まれていないが、ク ラックの発達が良いことから、最終氷期頃に堆積した風成ロームと考えられている(吾妻ほか, 2004)。よって、白炭地点では最終氷期以降に断層活動があったと推定される。

なお、トレンチ調査では、約2百年前の年代を示すシルト・細砂層の上に後期更新世の風成ロ ームが覆い被さる構造が見出されており、吾妻ほか(2003)は、この構造と1792年(寛政4年) に寿都湾沖合で発生した歴史地震との関連性について指摘している。しかし、この構造について は地すべりによる可能性も否定できないとの見解も出されており(吾妻ほか,2004)、本断層帯の 活動との関係についても不明である。

#### ・長万部断層長万部地点

断層帯南部の長万部町長万部地点では、オバルベツ川右岸域の撓曲崖基部の南方延長上に位置 する、扇状地面上の比高約1mの傾斜変換が認められる地点でトレンチ調査が実施された(吾妻 ほか,2003)。

トレンチの南北両面では、6層(シルト質砂)以下の地層が約20°の傾斜で東へ傾いており、 上位の5層(砂礫)や4層(シルト・砂礫)に傾斜不整合で覆われる産状が確認された。また、 トレンチの西端では、6層中の泥炭が小規模な断層で切られている。この6層の中・上部に挟ま れる泥炭層からは、最も若い<sup>14</sup>C年代値として約4万6千年前、また4層からは最も古い<sup>14</sup>C年代 値として約9千9百-9千7百年前といった値が得られている。したがって、本地点では約4万 6千年前以後、約9千7百年前以前に少なくとも1回の断層活動があったと考えられる。

なお、トレンチ北壁面(距離程 N-13 付近)では4 層の砂礫層が液状化した痕跡が見出されている(吾妻ほか, 2003)。しかし、この液状化が本断層の活動によって生じたものかどうかは不明である。

#### b)先史時代・歴史時代の活動

黒松内低地断層帯周辺では、本断層帯と関係する歴史時代の被害地震の記録や地震考古学上の 知見は知られていない。

なお、宇佐美(2003)によると、寿都湾沖合において、1792年(寛政4年)に推定マグニチュ ード 7.1 の地震が生じたとの記録があり、小樽から積丹(しゃこたん)岬にかけての地域で揺れ を感じ、津波が発生したとされている。この地震については、「五月二十四日この地表地震、海嘯 あり被害甚大であった」との記述がある(寿都町教育委員会,1974)。ただし、本断層帯との直接 の関係は不明である。

以上の資料から、ここでは、蕨岱地点で得られた最新活動時期を本断層帯全体の最新活動時期 とみなして、約5千9百年前以後、約4千9百年前以前に生じた可能性があると判断する。

## (3) 1回の変位量(ずれの量)(注10)

黒松内低地断層帯では、1回の活動に伴う変位量に関する直接的な資料は得られていない。 ただし、断層の長さ(約 32km 以上)から次の松田(1975)の経験式(1)、(2)に基づいて 1回の変位量を算出すると、約 2.5m 以上と求まる。

以上のことから、1回の変位量は2-3m程度以上(上下成分)であった可能性がある。

LogL	=	0.6M - 2.9	(1)
LogD	=	0.6M-4.0	(2)

ここで、Lは1回の地震で活動する断層の長さ(km)、Dは断層の変位量(m)、Mは地震のマグニチュードである。

#### (4) 活動間隔

黒松内低地断層帯の活動間隔に関する直接的な資料は得られていない。

ただし、断層の長さから推定される1回の変位量(2-3m程度以上、計算値:約2.5m以上) と、平均上下変位速度(0.5-0.7m/千年程度)に基づいて平均活動間隔を算出すると、3千6 百-5千年程度以上と求まる。

以上のことから、黒松内低地断層帯の平均活動間隔は3千6百-5千年程度以上の可能性がある。

#### (5)活動区間

黒松内低地断層帯の活動区間に関する直接的な資料は得られていない。

#### (6) 測地観測結果

黒松内低地断層帯周辺における 1994 年までの約 100 年間の測地観測結果では、断層帯の周辺で 顕著な歪みは見られない。また、1985 年からの約 10 年間では、北部で北西-南東方向のわずか な縮みが見られる。最近3年間の GPS 観測結果では、顕著な歪みは見られない。

(7) 地震観測結果

黒松内低地断層帯周辺の最近7年間の地震観測結果によると、断層帯付近の地震活動は低調で ある。断層帯周辺における地震発生層の下限の深さは約15kmである。

#### 2.3 黒松内低地断層帯の将来の活動

#### (1)活動区間と活動時の地震の規模

黒松内低地断層帯全体を1つの活動区間とした場合、前述の経験式(1)、(2)に基づくと、 本断層帯(長さ約32km以上)から発生する地震の規模はマグニチュード7.3程度以上となる可能 性がある。また、その際には、断層近傍の地表面では、断層の西側が東側に対して相対的に2-3m程度以上高まる段差や撓みが生じる可能性がある。

#### (2) 地震発生の可能性

黒松内低地断層帯全体が同時に活動する場合、平均活動間隔が3千6百-5千年程度以上で、

最新活動時期が約5千9百年前以後、約4千9百年前以前であった可能性があることから、平均 活動間隔に対する現在における地震後経過率は1.0-1.6以下となる。地震調査研究推進本部地震 調査委員会(2001)に示された手法(BPT分布モデル、α=0.24)によると、今後30年以内、50 年以内、100年以内、300年以内の地震発生確率は、それぞれ2%-5%以下、3%-9%以下、7% -20%以下、20%-40%以下となる。また、現在までの集積確率は50%-90%より大(もしくは それ以下)となる。本評価で得られた地震発生の長期確率には幅があるが、その最大値を取ると、 今後30年の間に地震が発生する可能性が、我が国の主な活断層の中では高いグループに属するこ とになる。また、現在までの集積確率は50%-90%より大(もしくはそれ以下)となる。表3に これらの確率値の参考指標(地震調査研究推進本部地震調査委員会長期評価部会,1999)を示す。

#### 3. 今後に向けて

黒松内低地断層帯は褶曲地帯に位置しており、その活動様式は非常に複雑である。したがって、 断層の地下深部の形状や過去の活動履歴についてさらに調査を行って、活動区間や区間ごとの活 動度など、本断層帯周辺で発生する地震の全体像を明らかにする必要がある。また、1回の活動 におけるずれの量や平均的なずれの速度に関する精度の良い資料を、より多くの地点で求めると ともに、活動間隔を明らかにする必要がある。

さらに、本断層帯は南方に延長する可能性があるため、内浦湾を含めた南方域の調査を行い、 断層の分布範囲を明らかにする必要がある。

- 注9:「樽岸の断層」については、活断層研究会編(1991)では単に「樽岸」としか記載がないことか ら、本評価に際しては、便宜上この断層を「樽岸の断層」として表記した。また、熱郛原野、 蕨岱西方、及び旭浜付近に分布が推定されている断層については、池田ほか編(2002)では、 断層形態の記載のみで名称が付されていないことから、本評価ではそれぞれを「熱郛原野付近 の断層、蕨岱西方付近の断層、旭浜付近の断層」と仮称した。さらに、本断層帯東方の目名及 び白井川付近に分布が推定されている断層に関しては、中田・今泉編(2002)では、断層形態 の記載のみで名称が付されていないことから、本評価ではそれぞれを「目名付近の断層、白井 川付近の断層」と仮称した。
- 注 10:「変位」を、1-2頁の本文及び5-6頁の表1では、一般にわかりやすいように「ずれ」と いう言葉で表現している。ここでは専門用語である「変位」が、本文や表1の「ずれ」に対応 するものであることを示すため、両者を併記した。以下、文章の中では「変位」を用いる。な お、活断層の専門用語では、「変位」は切断を伴う「ずれの成分」と、切断を伴わない「撓(た わ)みの成分」よりなる。
- 注 11:10,000 年 BP よりも新しい炭素同位体年代については、Niklaus (1991) に基づいて暦年補正し、 原則として1 σ の範囲の数値で示した。このうち 2,000 年前よりも新しい年代値は世紀単位で 示し、2,000 年前よりも古い年代値については、百年単位で四捨五入して示した。また、10,000 年 BP より古い炭素同位年代については、Kitagawa and van der Plicht (1998) のデータに基づい て暦年補正し、四捨五入して千年単位で示した。
- 注 12: クッタラ第2(Kt-2)火山灰の降下年代値については、町田・新井(1992)に基づき、約5万 年前とした。

#### 文 献

- 吾妻 崇・下川浩一・寒川 旭・杉山雄一・桑原拓一郎・奥村晃史・黒澤英樹・信岡 大・三輪 敦志(2003):黒松内低地断層帯における断層活動履歴調査.活断層・古地震研究報告,産 業技術総合研究所地質調査総合センター, No.3, 315-362.
- 吾妻 崇・後藤秀昭・下川浩一・奥村晃史・寒川 旭・杉山雄一・町田 洋・黒澤英樹・信岡 大・ 三輪敦志 (2004):黒松内低地断層帯の最新活動時期と地下地質構造.活断層・古地震研究 報告,産業技術総合研究所地質調査総合センター, No.4, 45-64.
- 池田安隆・今泉俊文・東郷正美・平川一臣・宮内崇裕・佐藤比呂志編(2002):「第四紀逆断層ア トラス」.東京大学出版会,254p.
- 池谷仙之・林 慶一(1982):北海道渡島半島黒松内地方の地質.地質学雑誌,88,613-632.
- 今泉俊文・渡島半島活断層グループ(1982):黒松内低地帯の活断層.日本地理学会予稿集,22, 98-99.
- 地震調査研究推進本部(1997):「地震に関する基盤的調査観測計画」. 38p.
- 地震調査研究推進本部地震調査委員会長期評価部会(1999):「(改定試案)長期的な地震発生確 率の評価手法について」.74p.
- 地震調査研究推進本部地震調査委員会(2001):「長期的な地震発生確率の評価手法について」. 46p.
- 海上保安庁(1995):5万分の1沿岸の海の基本図「寿都」(海底地質構造図・海底地形図)及び 報告書.56p.
- 加藤茂弘・山縣耕太郎・奥村晃史(1995):支笏・クッタラ両火山起源のテフラに関する加速器 質量分析(AMS)法による<sup>14</sup>C年代.第四紀研究, **34**, 309-313.
- 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,363p.
- 活断層研究会編(1991):「新編日本の活断層-分布図と資料-」. 東京大学出版会, 437p.
- Kitagawa, H. and van der Plicht, J. (1998) : Atmospheric radiocarbon calibration to 45,000yrB.P. : Late Glacial fluctuations and cosmogenic isotope production. *Science*, **279**, 1187-1190.
- 小疇 尚・野上道男・小野有五・平川一臣編(2003):「日本の地形2 北海道」.東京大学出版 会,359p.
- 小池一之・町田 洋編(2001):「日本の海成段丘アトラス」. 東京大学出版会, CD-ROM 3 枚・付 図 2 葉・122p.
- 久保和也・石井正夫・成田英吉(1983):長万部地域の地質.地域地質研究報告(5万分の1地質 図幅),地質調査所,70p.
- 町田 洋・新井房夫(1992):「火山灰アトラス」. 東京大学出版会, 296p.
- 松田時彦(1975):活断層から発生する地震の規模と周期について.地震第2輯, 28, 269-283.
- 松田時彦(1990):最大地震規模による日本列島の地震分帯図.地震研究所彙報,65,289-319.
- 中田 高・今泉俊文編 (2002): 「活断層詳細デジタルマップ」. 東京大学出版会, DVD-ROM 2 枚・ 付図 1 葉・60p.
- Niklaus, T. R. (1991) : CalibETH version 1.5, ETH Zurich, 2disketts and manual, 151p.
- 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.「北海道

の地質と構造運動」.地団研専報, 31, 295-320.

- 奥村晃史(1983):黒松内低地帯の活構造と地形発達.日本地理学会予稿集,23,30-31.
- 奥村晃史(1991):北海道地方の第四紀テフラ研究.第四紀研究, 30, 379-390.
- 奥村晃史・寒川 旭 (1984):洞爺火砕流 (Tpfl)の分布と絶対年代 (演旨).火山,第2集,29, 338.
- 奥村晃史・八木浩司・寒川 旭(1984):黒松内低地帯の後期更新世段丘に関する年代資料.第 四紀研究,23,209-212.
- 斎藤正次・上村不二雄・大澤 穠(1952):5万分の1地質図幅「茅沼」同説明書.地質調査所, 46p.
- 寒川 旭・衣笠善博・垣見俊弘・八木浩司・奥村晃史(1982):渡島半島の海岸線に沿う逆向き 断層崖について.日本地理学会予稿集,22,100-101.
- ·瀬川秀良 (1972): 噴火湾における長万部段丘礫層上の泥炭層の<sup>14</sup>C 年代. 地質学雑誌, 78, 51-52.
- 宇佐美龍夫(2003):「最新版 日本被害地震総覧 [416]-2001」. 東京大学出版会, 605p.
- 渡辺 寧(1993): 岩脈・火口配列に基づく西南北海道北部の新世代後期の応力場. 地質学雑誌,99, 105-116.
- 山田悟郎・三野紀雄・矢野牧夫・瀬川秀良・尾上博章・日下 哉(1980):北海道渡島半島の第 四系より産出する植物化石IV.北海道開拓記念館研究年報,8,37-45.
- 山岸宏光(1984):5万分の1地質図幅「歌棄」同説明書. 北海道地下資源調査所, 43p.
- 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, 2, 19-28.
- 山岸宏光・木村 学(1981):黒松内低地帯の活断層露頭.地球科学,35,94-97.
- 山岸宏光・渡辺 寧(1986):西南北海道における新生代後期の応力場の変遷-地質断層, 岩脈, 鉱脈および活断層の検討-.「北海道の地質と構造運動」地団研専報, 31, 321-331.
- 山岸宏光・国府谷盛明・安藤重幸(1976):5万分の1地質図幅「島古丹」同説明書. 北海道地下 資源調査所, 24p.



図3 黒松内低地断層帯の評価において考慮した断層



図4 長万部地点、P波反射法弾性波探査結果(深度変換断面:吾妻ほか,2004) 図2のC測線に対応する。





# 図5 蕨岱地点、トレンチ北壁面の地質構造と断層付近の詳細スケッチ(吾妻ほか, 2004)

グリッドは1m間隔。年代値は暦年補正後(BC-AD 表記)もしくは暦年補正前(yBP 表記)の放射性炭素同 位体年代。括弧の付いた値は AMS 法の測定限界を超えている、もしくは新しい炭素が混入したと推定され る年代値であり、信頼性は低い。評価に用いた年代値を、Niklaus (1991)に基づいて暦年補正し、100 年 単位で四捨五入して表示すると以下のようになる。 3,890BC-3,700BC(w2c 層) →約5千9百-5千8百年前

3,260BC-2,920BC (w2b 層:南壁面)→約5千1百-4千9百年前

項目	数值	備考
地震後経過率	1.0 - 1.6以下	
<ul> <li>今後 30 年以内の発生確率</li> <li>今後 50 年以内の発生確率</li> <li>今後 100 年以内の発生確率</li> <li>今後 300 年以内の発生確率</li> </ul>	2%- 5%以下 3%- 9%以下 7%-20%以下 20%-40%以下	発生確率及び集積確率は地 震調査研究推進本部地震調 査委員会(2001)参照。
集積確率	50%-90%より大 もしくはそれ以下	
指標(1)経過年数 比 指標(2) 指標(3) 指標(4) 指標(5)	1 千4 百年-3 千4 百年以下 1.4-2 以下 4-7 以下 50%-90%より大もしくはそれ以下 0.4-0.8 以下 0.0002-0.0003 以下	地震調查研究推進本部地震 調查委員会長期評価部会 (1999)参照。

表3 黒松内低地断層帯の地震発生確率及び参考指標

注 13:評価時点はすべて 2005 年 1 月 1 日現在。「ほぼ 0 %」は 10<sup>3</sup>%未満の確率値を、「ほぼ 0 」は 10<sup>5</sup>未満の数値を示す。なお、計算に用いた平均活動間隔の信頼度は低い(△)ことに留意されたい。

- 指標(1)経過年数 : 当該活断層での大地震発生の危険率(1年間当たりに発生する回数)は、最新活 動(地震発生)時期からの時間の経過とともに大きくなる(BPT 分布モデルを適 用した場合の考え方)。一方、最新活動の時期が把握されていない場合には、大地 震発生の危険率は、時間によらず一定と考えざるを得ない(ポアソン過程を適用 した場合の考え方)。 この指標は、BPT 分布モデルを適用した場合の危険率が、ポアソン過程を適用し た場合の危険率の値を超えた後の経過年数である。値がマイナスである場合は、 BPT 分布モデルを適用した場合の危険率がポアソン過程を適用した場合の危険率 に達していないことを示す。 黒松内低地断層帯の場合、ポアソン過程を適用した場合の危険度は3千6百-5 千分の1 (0.0002-0.0003) であり、いつの時点でも一定である。 BPT 分布モデルを適用した場合の危険率は評価時点で1千4百分の1 (0.0007) -5百分の1(0.002)であり、時間とともに増加する。1千4百分の1であれば BPT 分布モデルを適用した場合の危険率がポアソン過程を適用した場合の危険率 に達してから1千4百年が経過したこととなり、5百分の1であれば3千4百年 が経過したこととなる。 :最新活動(地震発生)時期から評価時点までの経過時間をAとし、BPT分布モデ 指標(1)比
- 14県(1)に . 取利活動(地震死生) 時期から計価時点までの経過時間をA 2 C、 BF 1 分布イア ルを適用した場合の危険率がポアソン過程を適用した場合の危険率を超えるまで の時間を B とした場合において、前者を後者で割った値(A/B)である。
- 指標(2) : BPT 分布モデルを適用した場合と、ポアソン過程を適用した場合の評価時点での 危険率の比。
- 指標(3) :評価時点での集積確率(前回の地震発生から評価時点までに地震が発生している はずの確率)。
- 指標(4) :評価時点以後 30 年以内の地震発生確率を BPT 分布モデルでとりうる最大の確率の値で割った値。
- 指標(5) :ポアソン過程を適用した場合の危険率(1年間あたりの地震発生回数)。

付表

地震発生確率等の評価の信頼度に関する各ランクの分類条件の詳細は以下のとおりである。

ランク	分類条件の詳細
	発生確率を求める際に用いる平均活動間隔及び最新活動時期の信頼度がいずれも比較的高く(のまたはつ)これらにより求められた発生確認知道に
а	く(しまたはし)、これらにより求められた先生確学寺の値は信頼性が高い。
	平均活動間隔及び最新活動時期のうち、いずれか一方の信頼度が低く(△)、これらにより
b	求められた発生確率等の値は信頼性が中程度。
	平均活動間隔及び最新活動時期の信頼度がいずれも低く(△)、これらにより求められた発
с	生確率等の値は信頼性がやや低い。
	平均活動間隔及び最新活動時期のいずれか一方または両方の信頼度が非常に低く(▲)、発
d	生確率等の値は信頼性が低い。このため、今後の新しい知見により値が大きく変わる可能性
	が高い。または、データの不足により最新活動時期が十分特定できていないために、現在の
	確率値を求めることができず、単に長期間の平均値を確率としている。