

# 野幌丘陵断層帯の地震履歴と地震動の分析 (野幌丘陵断層帯の地震を想定した地震動評価その1)

Earthquakes history and analysis of ground motion of the earthquake in Nopporo Kyuro Danso-tai  
(Part 1; Strong ground motion estimation for Nopporo Kyuryo Danso-tai)

(独)土木研究所 寒地土木研究所 ○ 正員 佐藤 京 (Takashi Sato)  
(独)土木研究所 寒地土木研究所 正員 西 弘明 (Hiroaki Nishi)  
飛島建設(株) 技術研究所 正員 池田隆明 (Takaaki Ikeda)  
飛島建設(株) 技術研究所 正員 高瀬裕也 (Yuya Takase)

## 1. はじめに

北海道およびその周辺地域は日本の中でも地震活動が活発な地域である。過去20年以内に限定しても1993年釧路沖地震 ( $M_{JMA}$  7.5, (以下、 $M_{JMA}$  は  $M$  とする))、1993年北海道南西沖地震 ( $M7.8$ )、1994年北海道東方沖地震 ( $M8.2$ )、2003年十勝沖地震 ( $M8.0$ ) など規模の大きい地震が太平洋岸の沈み込み帯および日本海東縁部で発生しており、震源に近い地域では橋梁や土構造物等に大きな被害が発生している。

北海道内陸部で発生する地震、いわゆる活断層の活動に起因する直下型地震は、1995年の空知地方中部の地震 ( $M5.9$ ) や2004年の留萌支庁南部の地震 ( $M6.1$ ) が発生しているが、地震の発生数は沈み込み帯や日本海東縁部に比べると少ない。しかし、北海道地域には太平洋プレートが年間約8cmの割合で近づいてきており<sup>1)</sup>、東南東方向に圧縮力を受けている。その結果として、北海道内には複数の活断層が確認されており、年代を遡れば1938年と1967年に屈斜路湖付近で $M6$ を上回る地震が発生し、家屋の倒壊や道路・鉄道の被害が発生している<sup>2)</sup>。活断層調査は精力的に進められているが、火山灰の堆積等による未確認の活断層の可能性も含めると、直下型地震への対策も重要である。

札幌市の南部では、2010年10月20日に $M3.0$ の地震(以下、地震A)が発生し、さらに同年12月2日にも $M4.6$ の地震が発生した(以下、地震B)。地震Bは1923年以降にこの地域で発生した地震の中で最も規模の大きい地震である<sup>3)</sup>。震央は野幌丘陵断層帯の想定位置とほぼ一致していることから、野幌丘陵断層帯に起因する地震と考えられる。野幌丘陵断層帯は、北広島市から江別市にかけて位置する断層帯である。札幌市にも近く、地震が発生すると極めて大きな被害の発生が懸念され、北海道の中でも最も影響度が高い断層帯である。

そこで、野幌丘陵断層帯を対象とした地震動評価を行った。本論文は(その1)として、野幌丘陵断層帯付近で発生した過去の地震を整理するとともに、規模の大きい地震Bの地震動記録の分析を行う。

## 2. 野幌丘陵断層帯

野幌丘陵断層帯は、札幌東方約15kmに位置する野幌丘陵の東麓および西麓に沿う、長さ約20kmの断層帯である<sup>4)</sup>。走向は約165度、想定される地震の規模は

$M7.1$ と推定されている<sup>5)</sup>。地震調査研究本部では、活動間隔が約7,900年、30年と50年の発生確率はそれぞれ0.38%と0.63%としている<sup>6)</sup>。図-1に実線で断層位置(地表面トレース)を示す。

## 3. 野幌丘陵断層帯周辺の地震履歴

1923年以降は気象庁の地震年報<sup>3)</sup>、一元化震源情報<sup>7)</sup>、それ以前の地震は宇佐美カタログ<sup>2)</sup>に基づき、地震履歴を調査する。図-1に地震の規模が $M2$ 以上で震源深さが特定された地震の震源分布と平成22年12月2日の地震で最大地震動を観測したi001k001観測点(北海道開発局WISE観測点)を示す。

野幌丘陵断層帯の周辺では規模の大きい地震は発生しておらず、発生する地震の数も多くないが、中・小規模の地震が断層帯の西側の地域で発生している。地震Aが発生する以前で最も規模の大きい地震は1990年8月6日の $M3.8$ の地震である。

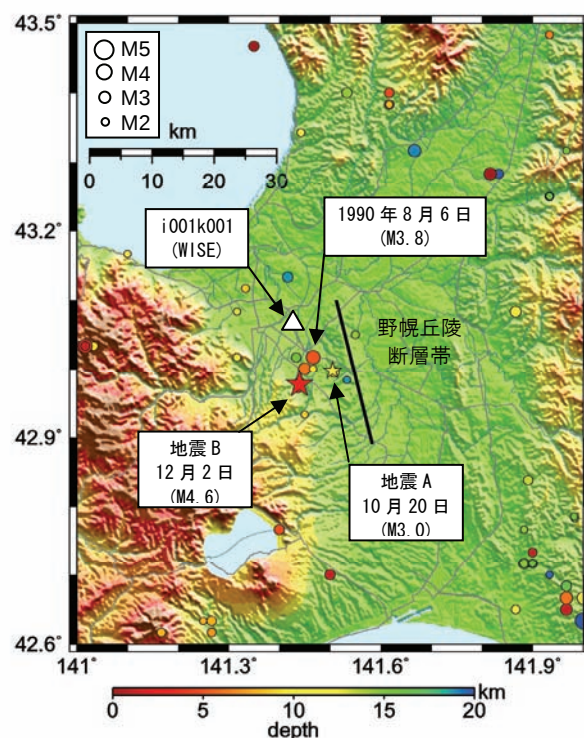


図-1 野幌丘陵断層帯の周辺で発生した地震の震源分布  
( $M2$ 以上、1923年以降)

今回発生した地震 A と地震 B は、既往の地震と同様に野幌丘陵断層帯の西側で発生しているが、既往の地震に比べるとやや南側で発生している。

### 3. 2010 年 12 月 2 日の M4.6 の地震地震動の分析

北海道開発局の WISE、防災科学技術研究所の K-NET および KiK-net の合計 73 の観測点で地震動が観測されている。最も大きな地震動は WISE の i001k001 で観測されている。図-2 に加速度および速度の時刻歴波形と加速度応答スペクトル（減衰  $h=5\%$ ）を示す。

最大加速度は  $77\text{cm/s}^2$  であるが、パルス成分を除くと  $50\text{cm/s}^2$  程度である。速度時刻歴の主要動部分にもパルス状の波形が確認される。加速度応答スペクトルは 0.1~0.2 秒付近の比較的短い周期帯で卓越が見られる。この卓越は道路橋示方書で規定されるレベル 2 地震動のタイプ II のスペクトルの卓越周期帯（I 種地盤で 0.3~0.7 秒）よりもさらに短周期側にある。

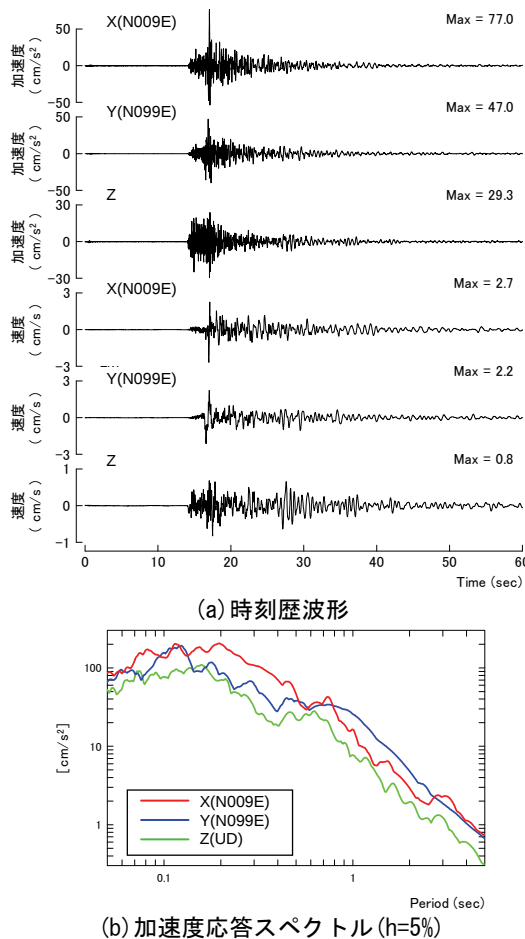


図-2 2010 年 12 月 2 日の地震における地震動(i001k001)

観測された加速度および速度の最大値を司・翠川の距離減衰式<sup>7)</sup>と比較する。Mw は 4.1、震源距離を断層面最短距離として適用した。また、司・翠川の距離減衰式は、最大速度は工学的基盤で定義されているため、観測最大速度を観測地点での最大速度の増幅度<sup>8)</sup>で割戻して工学的基盤での最大値を算出した。図-3 に観測記録の最大値と距離減衰式との関係を示す。

距離減衰式は最大加速度、最大速度ともに、震源距離

が 40km 程度までの震源に比較的近い観測点では平均的な値を与えることがわかる。また、距離減衰式の  $\pm\sigma$  (標準偏差) は観測記録のばらつきをほぼ包絡している。

一方、それよりも震源距離が遠くなると、距離減衰式は観測記録を大きめに評価する傾向にある。遠方の観測点には、火山フロント以北の観測点が多く含まれるため、地盤の減衰特性を含む地震動の伝播経路特性の影響が要因の一つと考えられる。

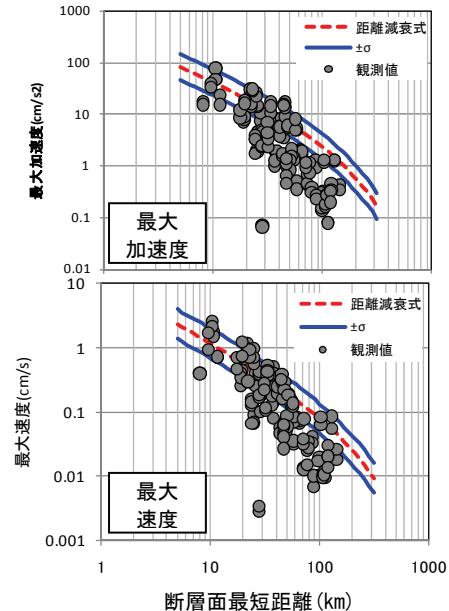


図-3 観測記録の最大値と距離減衰式との関係 (M4.6, 2010 年 12 月 2 日)

### 4. まとめ

野幌丘陵断層帯に起因すると考えられる地震が平成 22 年 10 月 20 日以降に複数発生したため、周辺の地震履歴を調べるとともに、最も規模の大きい 12 月 2 日の地震について分析を行った。その結果、震源近傍の地震動は短周期成分が卓越していること、震源周辺の観測地点の平均的な最大地震動は司・翠川の距離減衰式で評価できることがわかった。一方、遠方の観測点は過大評価となり、地盤の減衰を含む地震動の伝播経路特性の影響が要因と考えられた。今後は、地震規模や深さなどをパラメータとして、距離減衰式の適用範囲に関する調査も必要と考える。

【謝辞】本検討では K-NET および KiK-net の地震観測記録を使用させていただきました。

【参考文献】1)海上保安庁, <http://www1.kaiho.mlit.go.jp/KOHO/chikaku/kaitei/miyagi0410.pdf>, (2010/12/2 参照), 2)宇佐美：最新版 日本被害地震総覧, 東京大学出版会, 3)気象庁：地震年報, 4)中田・今泉：活断層詳細デジタルマップ, 東京大学出版会, 5)地震調査研究推進本部：地震ハザードステーション, [http://wwwold.j-shis.bosai.go.jp/\(2010/12/1 参照\)](http://wwwold.j-shis.bosai.go.jp/(2010/12/1 参照)), 6)地震調査研究推進本部：全国を概観した地震動予測地図(平成 18 年 9 月 25 日), 7)気象庁：気象庁一元化処理震源リスト, [http://www.hinet.bosai.go.jp/REGS/JMA/list/\(2010/12/2 参照\)](http://www.hinet.bosai.go.jp/REGS/JMA/list/(2010/12/2 参照)), 8)司・翠川：断層タイプ及び地盤条件を考慮した最大加速度・最大速度の距離減衰式, 日本建築学会構造系論文報告集, 523, pp.63-70, 1999., 9)佐藤他：北海道の地震動観測記録を用いた表層地盤の増幅推定, 構造工学論文集, Vol.54A, pp.256-265, 2008.