

北海道東部沿岸域における地盤沈下と潮位変動に関する一考察

Considerations for land sinking and change of tidal level in littoral region in east area of Hokkaido

北海道大学大学院工学院 ○学生会員 前原向一(Kouichi Maehara)
北海道大学大学院工学院工学研究科 正員 山下俊彦(Toshihiko Yamashita)

1. 研究背景

近年、北海道では地殻変動などによる地盤沈下が問題となっており、2008年には国土地理院によって北海道全域において三角点の標高成果の改定が行われた。地盤沈下や、それと同じ影響を及ぼす海面上昇といった問題は沿岸域において海岸侵食や海岸構造物の機能低下等の深刻な影響をもたらす。2008年の三角点の改定では道東部の沿岸域は下降傾向にあり、特に野付半島付近での改定量が大きくほとんどが1mを越える値を示している。現在野付半島の砂嘴や風連湖走古丹の砂州の侵食が問題となっており、その要因としては漁港等による沿岸漂砂の阻止が主に考えられているが、地盤沈下の問題も無視することのできない要因である。しかしこの沿岸域では地盤沈下、海面上昇の実態が明らかになっていないため、それらの現状を把握する必要がある。

本研究では北海道東部沿岸域を対象としてまず、三角点改定のデータを用い、北海道東部沿岸の地盤変動の広域の変動特性を把握した。次に、水準点の時系列データを用い、地盤変動速度を推定し、三角点改定データから求めた地盤変動速度と比較検討した。さらに、港の潮位時系列データより、潮位変動(地盤沈下+海面上昇)特性を把握し、前二者の変動特性と比較検討した。

2. 三角点変動量

国土地理院により、2008年に北海道全域において三角点が改定された。これは昭和27年や平成15年に発生した十勝沖地震、平成6年に発生した北海道東方沖地震などのマグニチュード8を超える大型地震をはじめとする数多くの地震や十勝岳や有珠山などの火山活動による地殻変動、さらには地盤沈下の発生の影響に加え、GPS測量などの普及により電子基準点と三角点との整合を高める必要性がでてきたためである。国土地理院により公開されている¹⁾三角点改定前後の値の差を示したものを図-1に示す。改定前の三角点は三等三角点が1911~1920年に標高が決定されており、平均的には1916年と考えられる。改定年は2008年であるが、測量は2004~2007年に行われており、平均は2005年である。よって期間は約90年間である。図-1では色が濃くなるにつれて標高が下がっていることを示している。ここで、特に標高が大きく下げられている図-1のI、II、IIIで示す野付半島全域、標津から根室を回って霧多布にわたる区間、釧路から襟裳岬にわたる区間の3つに分けてそれぞれの地域の三角点位置を図-2、図-3、図-4に、三角点変動量を示すプロット図を図-5、図-6、図-7に示した。図-2、図-3、図-4のA、Bで示す場所がそれぞれ図-5、

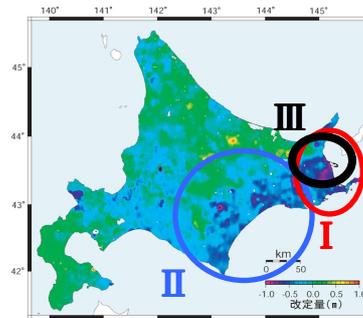


図-1 三角点改定量図



図-2 野付半島



図-3 標津～霧多布



図-4 釧路～襟裳

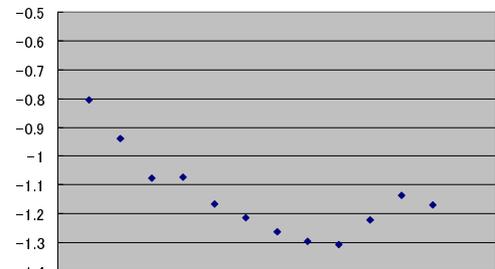


図-5 野付半島

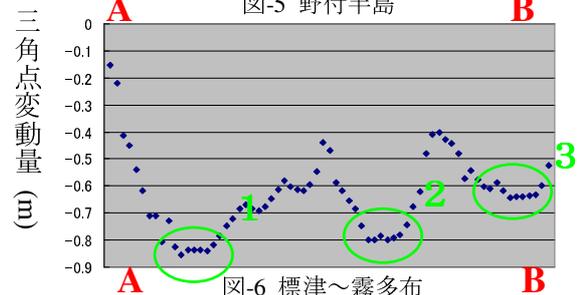


図-6 標津～霧多布

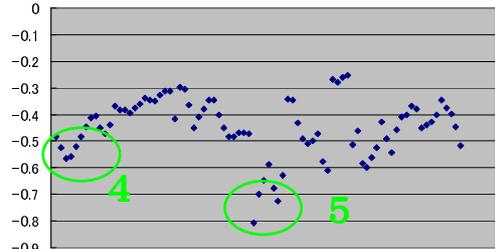


図-7 釧路～襟裳

図-6、図-7の横軸左端、右端に対応している。三角点の標高データは水準点と比較すると精度は少し悪いと考えられるが、90年間という過去の長期の広域の地盤変動特性を簡便に把握するには有効である。道東において変動の分布を見ると、全体的に一貫して沈下が進んでいるが、図-2の野付半島の変動量を見るとほとんどの地点で沈下量が-1mを越えており、大きいところでは-1.3mという変動値が見られた。また、図-3、図-4中に番号1～5で示した地域が沈下が大きいことが分かる。沈下の値としては図-3の1で示す標津、2で示す根室半島先端部分、図-4の釧路周辺地域において観測期間で-0.8m前後の大きな値を示している。浸食問題が発生している野付半島では地盤沈下という問題が特に深刻であるということがわかる。また、走古丹では地盤変動は-0.6m程度で野付半島の半分程度であるが、砂州の浸食に対しては大きな影響があるものと推定される。

3. 水準点変動量

3.1 水準点の変動傾向

水準点は国土地理院により再測量や改定が行われている。今回は浸食が問題となっている野付半島と走古丹付近を対象とした。野付半島については水準点が無いいため、最寄りの沿岸域の水準点の標高データを用いた。対象地域の水準点の位置を野付付近、走古丹についてそれぞれ図-8、図-9で示す。これらの水準点の標高データの時系列変化を図-10～13に示す。変動を示す図(図-10～13)の横軸は改定年次、縦軸は標高(m)である。また、水準変動に影響を与えると思われる地震のあった年を図中に縦線で示す。



図-8 野付付近の水準点

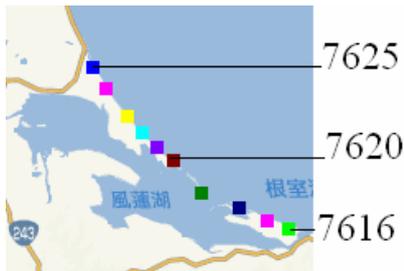


図-9 走古丹の水準点

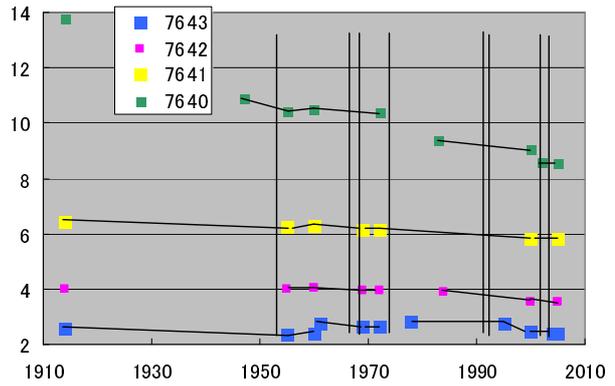


図-10 野付付近の水準変動

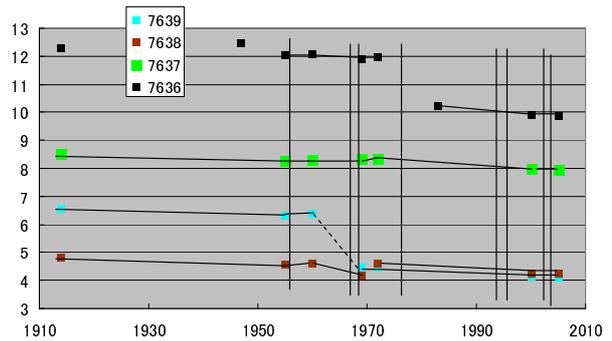


図-11 野付付近の水準変動

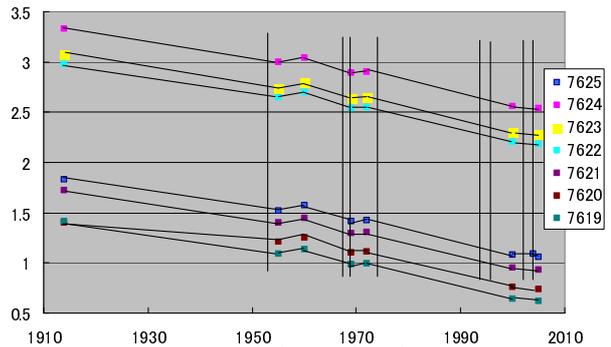


図-12 走古丹の水準変動

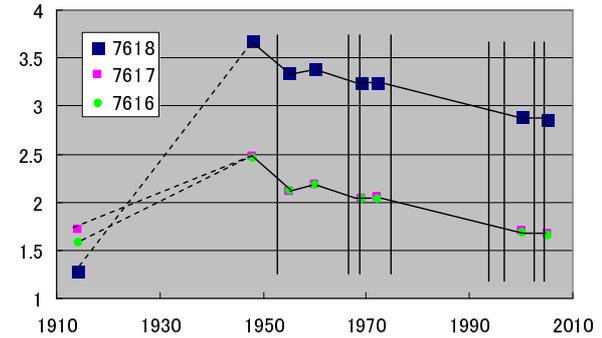


図-13 走古丹の水準変動

水準点は基本的に定められた場所で管理されているが、長期間では工事などの理由で移設される場合もあるため、移設されていない点と区別するために同一の場所で観測された水準点を図中では実線でつないで示した。実線でつながれた点の変動はそのままその点での水準変動として見ることができる。また、記録上では同一点であるが、明らかに実態と合わないと思われる変動を示す部分は破線で示した。この図を見ると、やはりこの地域では全体

的に沈下が進行していることがわかる。また、走古丹の水準点は野付付近と比べて一様に沈下が進行している。地震の影響については、水準点は観測年ごとに期間が大きく離れているため、直接的にどの程度影響があるのか年ごとに連続した観測データのある潮位についての項目で述べる。

3.2 水準変動速度

水準点変動量のデータより、各点での地盤変動速度を1914年から2005年まで、1960年から2005年まで、1972年から2000年まで、1972年から2000年までの4つの期間に分けて求めた。1914年は水準点データのある最初の年であり、1960年、1972年、2000年はそれぞれ全国的に水準データの改定が行われた年である。その結果を野付付近、走古丹の二つに分けてそれぞれ図-14、図-15に示す。横軸の番号は図-8、図-9の図中で示す水準点番号である。縦軸は1年あたりの地盤変動量（mm/年）である。変動速度を見ると、走古丹は変動速度が10mm/年程度であるのに対し、野付付近では多くが15mm/年を越えており、同じ道東沿岸域でも特に野付付近の沈下量は大きいということがわかった。また、走古丹の変化速度は一様に変化しているのに対し、野付付近の変化速度は図-1からもわかるように場所による地盤変動量の差が大きくなっている。

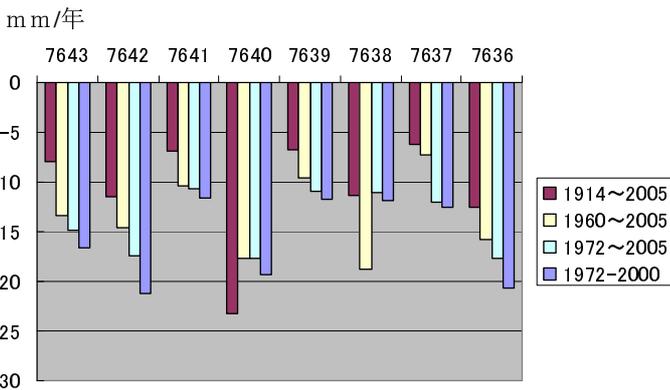


図-14 野付付近の水準変動速度

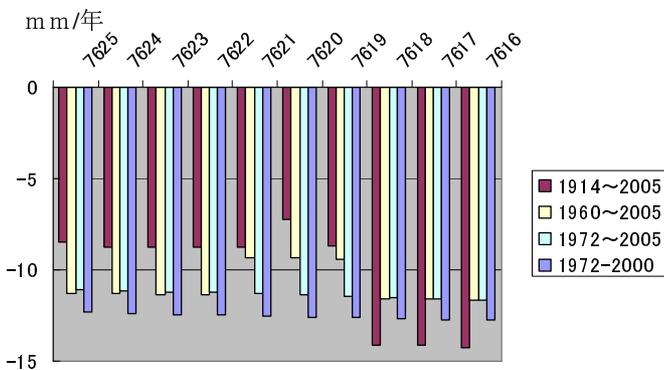


図-15 走古丹の水準変動速度

また多くの水準点では、新しい期間で区切るほど水準変動速度が大きくなっている。これは地震などの地殻変動による沈下速度が近年増大傾向になっていることを示しているが、水準点にも誤差が含まれており、今後水準変化速度と地震の関係等を詳細に検討し、地盤変動速度の長期変化を把握する必要がある。

3.3 水準点と三角点の変動速度の比較

三角点の設置は平均的には1916年、改定が2005年であるので、年変動速度を算出することにより、水準点のほぼ同期間と比較してその精度を評価することができる。そこで、図-8、図-9で示す地域について三角点の年変動速度を算出し、1914年から2005年までの期間で算出した水準点変動速度と比較した。その結果を野付付近、走古丹の二つに分けて図-16、図-17に示す。横軸の番号は図-8、図-9の図中で示す水準点番号である。水準点と三角点の位置は必ずしも近い点にあるわけではないため、対応する水準点番号間に三角点のデータを示した。縦軸は1年あたりの地盤変動量（mm/年）である。水準点と三角点のデータが極めて近い点は野付付近では水準番号7643、7641、7638の三点、走古丹では7624～7622、7619、7616の五点である。水準点7616以外は水準点と三角点の約90年平均の変動速度の差は最大で20%多くは10%程度であり両者はほぼ一致していることが確かめられた。水準点7616～7618はほぼ同じ値で変動速度も14mm/年とおおきくなっており水準点推定値に何らかの誤差が入っていると思われる。これらの結果から図-1で示した三角点の約90年間の地盤変動値はかなり良い精度であることが推定される。

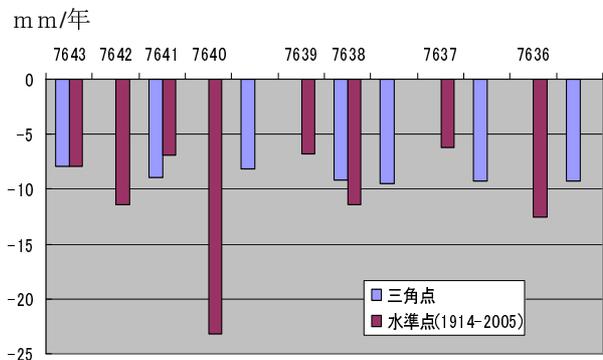


図-16 野付付近の変動速度比較

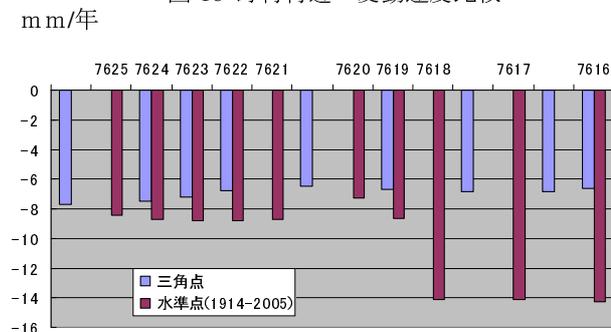


図-17 走古丹の変動速度比較

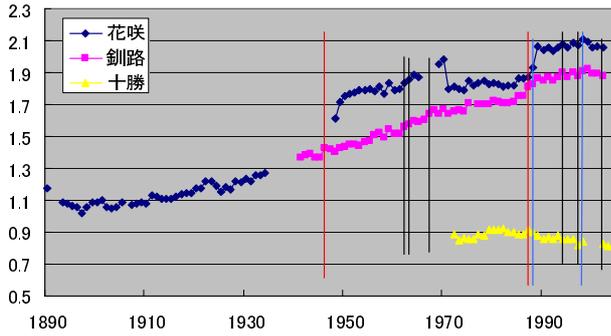


図-18 潮位変動

4. 潮位変動と地震

北海道東部に位置する港である花咲港、釧路港、十勝港を対象に過去の年平均潮位データを収集した。潮位とは観測基準面からの標高を換算したもので、潮位の変動、すなわち観測地点での標高の変動値からその地点での地盤沈下と海面上昇を足した値が読み取れる。データは海岸昇降検地センターのホームページ²⁾で公開されている北海道開発局と気象庁によって観測されたものを用いた。年平均潮位の変動を示したグラフを図-18に示す。図-18の花咲港、十勝港のグラフが途切れている部分は潮位データが欠損しているためである。図は横軸が観測年次、縦軸が潮位の値 (m) である。観測値は観測所の設置年次が同一ではないためデータ数は各観測所によって異なっているが、変動を見る為に全てのデータを表示している。潮位の値も各観測点によって違うものとなっているが、この図からは潮位の変化傾向が読み取ることができる。また、花咲港では1977年に潮位観測基準面の変更が行われており、0.35mだけ基準面が下げられている。同一基準面での潮位を表示するために図-18では1977年以前の花咲港の潮位は-0.35mの修正を加えた。また、1950～2008年の間で起きたマグニチュード7を超える12回の地震を表-1に示す。図-18にはそれらの地震の発成年次を黒線で示した。

潮位のデータは三角点や水準点のデータよりも時間刻みが小さいため、地震の影響も推定することができる。潮位データより、花咲港ではデータが連続している89年間から年平均上昇速度を求めると0.64cm/年程度、同様にして釧路港では59年間のデータより0.88cm/年程度の速度となった。図-6、7で得られる三角点の変動データより年変動速度を算出すると、花咲港付近では約0.66cm/年、釧路港付近では約0.90cm/年であり、潮位データとよく一致する。また、地震の前後を見ると花咲港では図-18に青線で示す1994年東方沖地震、2004年根室半島沖地震が原因と思われる約14cm、4cmの潮位の上昇が見られた。同様に釧路港では赤線で示す1952年十勝沖地震、1993年釧路沖地震によってそれぞれ

表-1 観測期間内に発生した地震

年	名称	M
1952.3.4	十勝沖	8.2
1968.1.29	根室半島沖	7.2
1968.5.16	十勝沖	7.9
1969.8.12	北海道東方沖	7.8
1973.6.17	根室半島沖	7.4
1993.1.15	釧路沖	7.8
1993.7.12	北海道南西沖	7.8
1994.10.4	北海道東方沖	8.2
2000.1.28	根室半島沖	7
2003.9.26	十勝沖	8
2004.11.29	根室半島沖	7.1
2008.9.11	十勝沖	7.1

れ約7cm、6cmの上昇が見られた。十勝港では地震による潮位の大きな変動は見られなかったが、花咲と釧路両港では地震によって潮位変動が見られ、地震の位置、規模、深さ等と潮位の変動を今後詳細に検討する必要がある。

5. おわりに

本研究で明らかになった主な点は以下の通りである。

- ① 三角点の改定データより、標津、野付半島、根室半島先端、釧路市付近ではこの90年間で0.8～1.3m程度の地盤沈下が発生している。
- ② 野付半島付近の地盤沈下速度は90年平均で10～15mm/年であり、他の地域と比べて特に沈下速度が大きい。
- ③ 走古丹沿岸域では一様に地盤沈下が約6～9mm/年で進行している。
- ④ 釧路と花咲両港において、地震の発生は潮位変動に5～15cm程度の影響を与えることが分かった。

謝辞：本研究を進めるにあたり、国土地理院 北海道地方測量部から水準点標高の貴重なデータをいただいた。ここに記し、感謝の意を表す。

参考文献

- 1) 国土交通省国土地理院,
<http://www.gsi.go.jp/WNEW/PRESS-RELEAE/2008-0303.html>
- 2) 海岸昇降検地センター：日本列島沿岸の年平均潮位,
<http://cais.gsi.go.jp/cmdc/center/annual.html>