

北海道における地殻変動と 海面上昇の海岸地形への影響

INFLUENCE ON COASTAL AREA BY DIASTROPHISM AND SEA LEVEL RISE IN HOKKAIDO

前原向一¹・山下俊彦²

Kouichi MAEHARA, Toshihiko YAMASHITA

¹学生会員 北海道大学修士1年 大学院工学院 (〒060-8628 北海道札幌市北区北13条西8丁目)

²正会員 工博 北海道大学教授 大学院工学研究院 (〒060-8628 北海道札幌市北区北13条西8丁目)

In 2008, all triangulation points in Hokkaido was revised by Geographical Survey Institute because of diastrophism. From this data, it is turned out that at east area of Hokkaido the value of subsidence is high, especially, in Notsuke peninsula, located between Shibetsu and Bekkai, the most of revised points indicate over 1m. Comparing the tide level data measured in the ten ports in Hokkaido with triangulation points date, in the area that has high tide level change, it was found that the effect of sea level rise is comparatively small, and the effect of subsidence is main factor of mean tide level rise. In Notsuke peninsula, the erosion of coastal area is a serious problem. This research found that the about quarter of coastal erosion in Notsuke peninsula is caused by subsidence.

Key Words : Subsidence, sea level rise, coastal erosions, Notsuke peninsula

1. はじめに

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。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を超える値を示している。野付半島では現在砂嘴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。しかし野付半島付近では地盤沈下、海面上昇の実態が明らかになっていないため、具体的な対策を立てるためには野付沿岸域でのそれらの現状と影響を把握する必要がある。

本研究では、まず国土地理院の三角点改定のデータから約90年間の地盤変動の北海道における地域特性を明らかにする。次に、北海道の主な港の潮位データの時系列を調べることで、海面上昇と地盤沈下をあわせた値を求め、三角点改定データと比較することにより海面上昇速度と地盤沈下速度の地域特性を調べた。さらに、沿岸部での影響を考察す

るため、特に三角点の標高値改定量の大きい野付半島を例として、周辺港の潮位変動のデータと三角点の改定量のデータから地盤沈下、海面上昇の実態を把握し、汀線変化への影響について検討した。

2. 地盤変動

国土地理院により、2008年に北海道全域において三角点の改定された。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年である。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の黒くなるにつれて標高の値が大きく下げられたことを示しており、北海道東部、特に根室～釧路付近の地域では1m以上の地盤沈下が起きている場所もある。このことから、根室～釧路付近では他の地域と比べて地盤沈下の影響が大きい

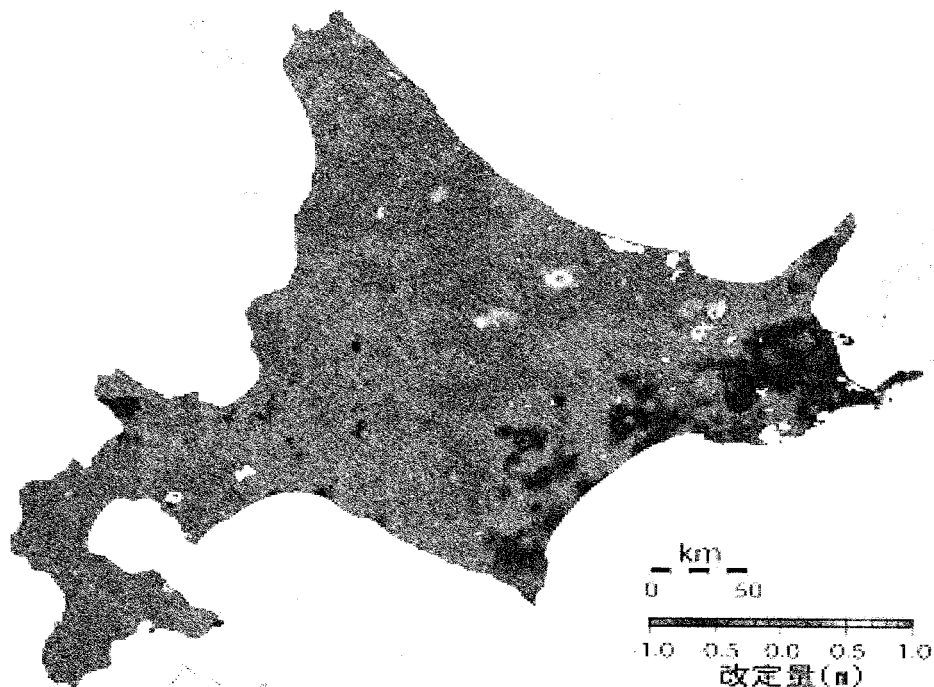


図-1 三角点の標高改定量図

ことがわかる。

改定量の特に大きい野付崎半島の図を図-2に、その改定値を表-1に示す。表-1を見ると、標高は野付半島の全ての三角点において下げられており、いずれの点においても改定量は1mを超えている。このことから、野付半島付近では地盤沈下が深刻な問題であることがわかる。表-1を見ると野付崎付近が1.33mで最大であり、そこから離れると沈下量は減少している。野付崎付近の沈下が大きいのはここには示してはいないが沖側の海底地形が急激に深くなっていることと関係があるとも考えられる。

表-1 三角点の改定値(m)

		改定前	改定後	改定量
1	野付	3.04	1.9	-1.14
2	北浜	5.35	4.18	-1.17
3	垂臼	5.02	3.81	-1.21
4	善光	4.54	3.28	-1.26
5	竜神	3.26	1.96	-1.3
6	野付崎	3.16	1.83	-1.33
7	丹頂	3.59	2.37	-1.22
8	岬	3.2	2.06	-1.14
9	入江	2.46	1.29	-1.17

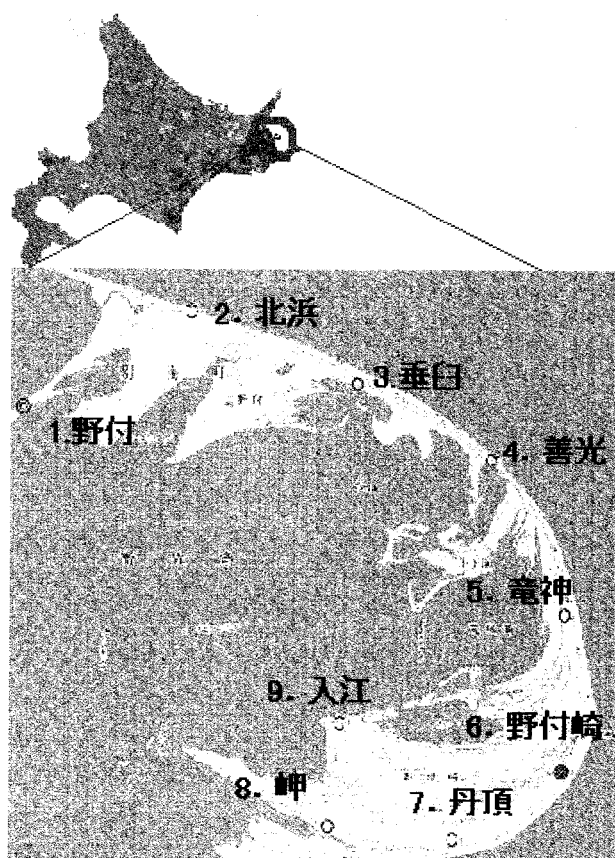


図-2 野付半島での三角点改定地点

3. 年平均潮位変化

(1) 年平均潮位データと地震発生データ

北海道全域での海面上昇と地盤沈下の実態を把握するため、北海道の港の過去の年平均潮位データを収集した。ここで示す観測データは長期のデータが取得できた10港（紋別港，網走港，花咲港，釧路港，十勝港，函館港，室蘭港，忍路港，留萌港，稚内港）である。各港の場所を図-3に示す。

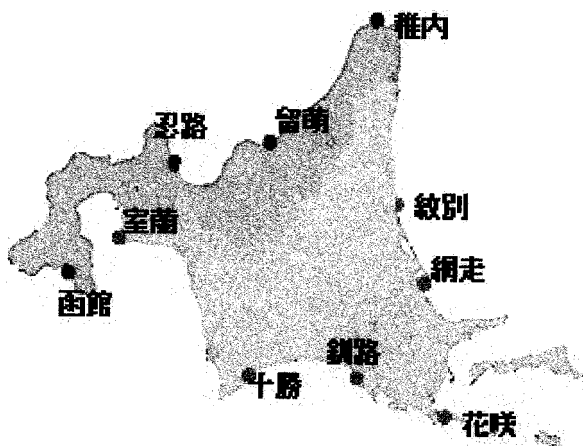


図-3 潮位観測所

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，国土地理院，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北海道の東西にわけて東側を図-4，西側を図-5に示す。図-4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-4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，1900～2008年の間で起きたマグニチュード7を超える14回の地震を表-2に示す。図-4，図-5にはマグニチュード7.8を越える7回の地震の発生年次を黒線で示した。

表-2 観測期間内に発生した地震

年	名称	M
1900	根室半島沖地震	7.1
1915	十勝沖地震	不明
1952.3	十勝沖地震	8.2
1968.1	根室半島沖地震	7.2
1968.5	十勝沖地震	7.9
1969.8	北海道東方沖地震	7.8
1973	根室半島沖地震	7.4
1993.1	釧路沖地震	7.8
1993.7	北海道南西沖地震	7.8
1994	北海道東方沖地震	8.2
2000.1	根室半島沖地震	7
2003	十勝沖地震	8
2004	根室半島沖地震	7.1
2008.9	十勝沖地震	7.1

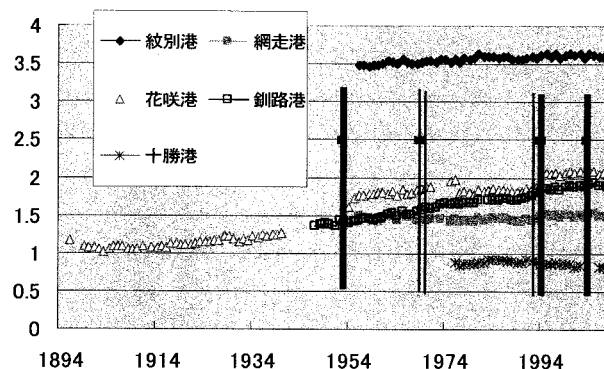


図-4 年平均潮位（東側）

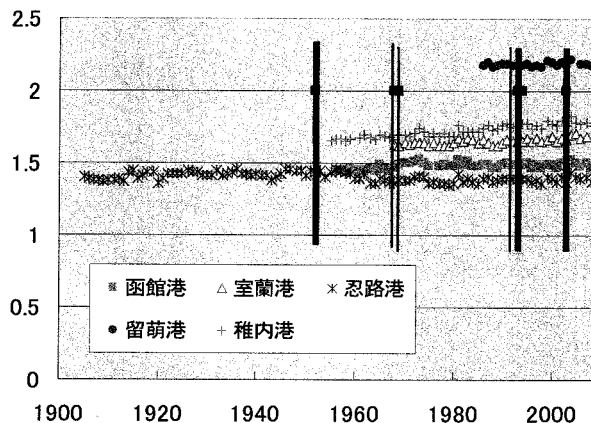


図-5 年平均潮位（西側）

(2) 年平均潮位の変動

図-4で花咲港を見ると、最近の約110年間で約1.1m上昇している。釧路港では、約60年間で約0.5mで花咲港と上昇速度はほぼ同程度で他地点よりも上昇速度が大きい。この傾向は図-1からわかる地盤沈下の地域特性とよく一致する。図-1で地盤沈下の小さい地点である函館、網走等は年平均潮位の変動が約50年間で0.1m以内であり、各地点の標高改定量が図-1からは精度よく読めないのが正確にはわからないが、海面上昇量も最大で50年で10cm程度であり、道東の花咲港等の地盤沈下と比較すると相対的に小さいことがわかる。海面上昇量については各地点の標高改定量が正確にわかった時点でさらに検討することにする。

表-2のマグニチュード7以上の地震は1993年7月北海道南西沖地震を除き道東沖で発生したものである。そこで、図-4の花咲港と釧路港の年平均潮位変動と地震の発生を見てみる。釧路港の年平均潮位変動では1993年釧路沖地震の影響と見られる5～10cm程度の地盤上昇が地震前後で見られたが他の地震では影響はほとんどない。釧路沖地震は震源が釧路市南方沖15kmであり、観測地と近かったことが関係していると思われる。花咲港では、釧路港と同様、1993年の釧路沖地震の影響による10cm程度の地盤上昇が見られる。また、1977年の基準改定年では年平均潮位の不連続もあり、釧路沖地震以外では年平均潮位変動への地震の影響を特定することは現時点ではできない。今後、年平均潮位の変化速度と地震の関係を詳細に検討する必要がある。一方、長期間で両港の年平均潮位の変化を見てみると、釧路港では-1.0cm/年(-1.1m/110年)、花咲港では-0.8cm/年(-0.5m/60年)のほぼ一定速度で年平均潮位が上昇していると推定できる。さらに、将来も同程度の年平均潮位の上昇が推定される。また、両地点ではいずれも海面上昇の影響は相対的に小さく、地盤沈下が主な要因であることも推定できる。

4. 野付半島への影響

(1) 野付崎の地盤沈下速度の推定

表-1で示した様に野付崎では90年で1mを越える地盤沈下が発生しており、9地点の地盤沈下量は大きく変わらないのでここでは平均値として取り扱うこととすると、平均は-1.22mである。3章2節で述べた様に野付半島でも海面上昇の影響は地盤沈下に比べて相対的に小さいとして、この検討では無視する。また、3章2節で述べた様に一定速度で地盤沈下が発生したと仮定して、地盤沈下速度は-1.22m/90年=-1.36cm/年である。

(2) 野付半島の平均勾配の算出

北海道で測定された野付半島の断面データから、

野付半島の各断面について勾配を算出した。勾配は、1m程度の地盤沈下に対しての汀線後退量を推定するため、汀線付近(水深+2m~-2m)の平均勾配を求めた。図-6に測量断面位置図、図-7に算出した勾配を図表にしてまとめた。図-6のNoで示す位置が測量断面位置であり、図-7における横軸の番号が図-6における測量断面番号(No)を、縦軸が勾配を示している。各断面の勾配は1/16～1/6と沖の地形特性や構造物の影響等で場所的にかなり変化しているが、野付半島の汀線付近の平均勾配は1/11.1である。

(3) 野付半島の汀線変化への地盤沈下の影響

野付半島の1965～1999年の汀線変化を北海道野付崎海岸検討委員会資料の測定データを基にした汀線変化図とそれに対応した野付半島全域図を図-8に示す。横軸は野付半島の北側に位置する標津漁港からの距離であり、右側が野付半島の先端部である。縦軸は1965年を基準にした汀線変化量であり、0よりプラスの部分で堆積、マイナスの部分で侵食である。縦軸+40mの上部にある横棒は侵食対策工の分布である。野付半島では、汀線形状の凹凸や侵食対策工の配置により堆積する場所もあるが半島全体で平均するとこの35年間で約20m程度侵食している。

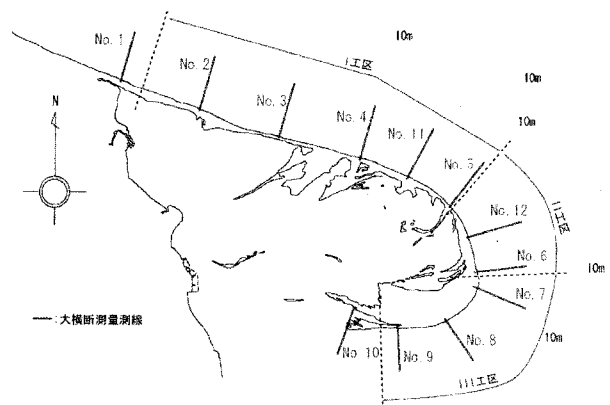


図-6 測量断面位置図

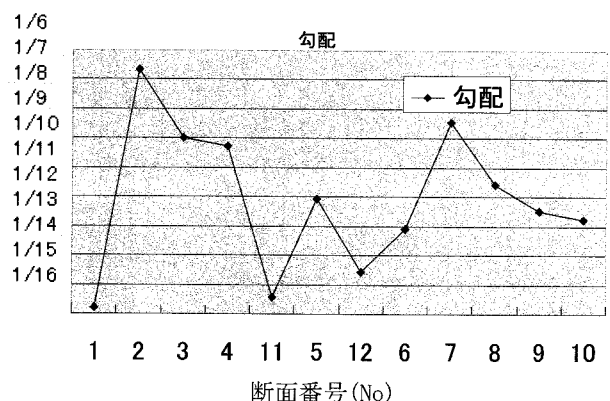


図-7 各断面の勾配値

この35年間の地盤沈下推定値は $1.36 \times 35 = 47.6\text{cm}$ である。三村ら(1993)³⁾の研究によると、海面上昇による汀線後退量は海浜の平均勾配 $\times$ 海面上昇量よりも大きくなることが知られているが、本研究では概算として、平均勾配 $\times$ 地盤沈下量に等しい(実際より小さい値)と仮定して以下の議論を進める。野付半島の法線方向の海底断面形状は各地点で異なるが、4章2節で平均的に算出した1/11.1という値を採用すると、地盤沈下による汀線後退量は約5.27mである。野付半島の汀線変化は主に野付半島の北西部(漂砂の上手側)にある標津漁港(図-8で円で囲まれている部分)での沿岸漂砂の阻止による下手側での土砂供給の不足が原因とされているが、今回のデータから前述の35年間で半島全体の平均約20mの侵食の内約5.27m、すなわち約26%程度が地盤沈下の影響によるものであることが推定できる。

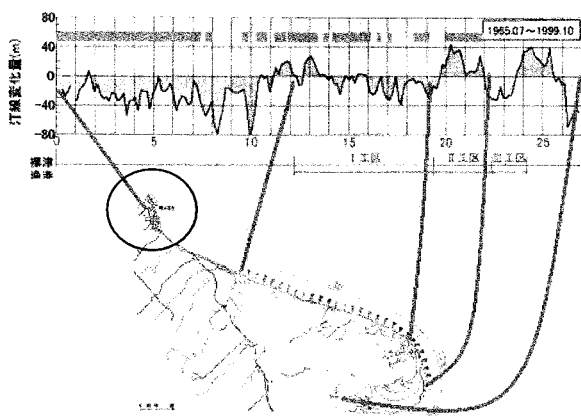


図-8 野付半島の汀線変化図(1965～1999)

よって、野付半島の土砂収支を考える際にも、将来の地形変化予測をする際にも、この地盤沈下の影響を考慮する必要がある。今後、三村ら(1993)の研究を基に、各地点での汀線後退量を求め、砂嘴全体の地盤沈下による汀線変化と沿岸漂砂による汀線変化を定量的に把握し、構造物周辺

での地形変化特性及び波浪エネルギーから求まる沿岸漂砂量を考慮して、砂嘴全体の土砂収支と沿岸漂砂量分布を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とおりである。

- ① 北海道の三角点標高改定量図より、根室、釧路、野付の道東方面と神恵内沿岸はこの90年間で約1m程度の地盤沈下が発生している。
- ② 各港の年平均潮位の変化速度は地震等により急激に大きくなる時もあるが20年以上の長期間を考える際には一定速度と考えてよい。また将来もその速度が続くと推定できる。
- ③ 北海道の各港の年平均潮位の変化速度の地域分布は、三角点標高改定量図から求めた地盤沈下速度の分布とほぼ一致する。
- ④ 北海道で年平均潮位の上昇速度の大きい地点での上昇速度は海面上昇の影響は相対的に小さく地盤沈下速度とほぼ等しいと考えてよい。
- ⑤ 野付半島の侵食は少なくとも1/4程度が地盤沈下の影響によるものであることが分かった。
- ⑥ 野付半島の砂嘴の侵食問題を例として、北海道の道東地域は地盤沈下の影響が過去から将来にわたって大きいことを示した。

謝辞：本研究を進めるにあたり、北海道から貴重なデータをいただいた。ここに記し、謝意を表する。

参考文献

- 1) 国土交通省国土地理院,
<http://www.gsi.go.jp/WNEW/PRESS-RELEASE/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>
- 3) 三村信男, 幾世橋慎, 井上馨個：砂浜に対する海面上昇の影響評価, 海岸工学論文集, 第40巻, pp1046-1050, 1993

