

国土技術政策総合研究所資料

TECHNICAL NOTE of
National Institute for Land and Infrastructure Management

No.854

June 2015

平成26年12月17日低気圧による根室港及び周辺地域の高潮被害

熊谷 兼太郎・関 克己・藤木 峻・富田 孝史・鶴田 修己
・酒井 和彦・山本 泰司・柿崎 永己

Damage of Nemuro Port and its surrounding areas due to the storm-surge in 17 December 2014

Kentaro KUMAGAI, Katsumi SEKI, Takashi FUJIKI, Takashi TOMITA, Naoki TSURUTA,
Kazuhiko SAKAI, Yasuji YAMAMOTO and Eiki KAKIZAKI

国土交通省 国土技術政策総合研究所

National Institute for Land and Infrastructure Management
Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism, Japan

平成26年12月17日低気圧による根室港及び周辺地域の高潮被害

熊谷兼太郎*・関克己**・藤木峻***・富田孝史****・鶴田修己*****・
酒井和彦*****・山本泰司*****・柿崎永己*****

要 旨

本研究は、平成26年12月17日に根室港及び周辺地域で温帯低気圧による高潮被害が発生したため、その被害を把握することを目的として現地調査を行った。高潮の発生状況を再現する高潮数値シミュレーションを行った。また、道内の高潮・高波被害の全体像の把握及び根室市における過去の既往被災履歴の収集・整理を行った。

現地調査では、根室市の高潮浸水痕跡はT.P. +1.9 m～+2.5 mの高さであること、浸水経路として基本的には海面が上昇して岸壁等を超過して浸水したものの一部の地区では小規模な水路からの逆流が生じていたことを把握した。高潮数値シミュレーションでは、Myersモデルを含む経験的台風モデルの利用により、気象場は観測値に比べ強めに推算されているもののピーク起時・高さが概ね再現出来ていた。また、高潮推算結果もピーク起時・高さともに再現されていた。また、北海道東部において8自治体において高潮・高波による浸水被害が生じたこと、根室市では低気圧による高潮として陸上に浸水被害を生じる程度の規模のものは1935年以降の80年間で13イベントあったこと、及び、沿岸域の宅地開発状況等が異なるので注意が必要であるものの、浸水家屋数を尺度とすれば、根室市では低気圧による高潮として1960年以降で今回が最大のイベントであった可能性があることが分かった。

キーワード：温帯低気圧，高潮，被害調査，数値シミュレーション

* 国土交通省国土技術政策総合研究所沿岸海洋・防災研究部 主任研究官
** 元 国立研究開発法人港湾空港技術研究所海洋情報・津波研究領域海象情報研究チーム 研究官
*** 国立研究開発法人港湾空港技術研究所海洋情報・津波研究領域海象情報研究チーム 研究員
**** 国立研究開発法人港湾空港技術研究所海洋情報・津波研究領域 領域長
***** 国立研究開発法人港湾空港技術研究所海洋研究領域耐波研究チーム 研究官
***** 国立研究開発法人土木研究所寒地土木研究所寒冷沿岸域チーム 研究員
***** 国立研究開発法人土木研究所寒地土木研究所寒冷沿岸域チーム 上席研究員
***** 国土交通省北海道開発局釧路開発建設部根室港湾事務所 所長
〒239-0826 横須賀市長瀬3-1-1 国土交通省国土技術政策総合研究所
電話：046-844-5024 Fax：046-844-5068 E-mail: kumagai-k27n@mlit.go.jp

Damage of Nemuro Port and its surrounding areas due to the storm-surge in 17 December 2014

Kentaro KUMAGAI*
Katsumi SEKI**
Takashi FUJIKI***
Takashi TOMITA****
Naoki TSURUTA*****
Kazuhiko SAKAI*****
Yasuji YAMAMOTO*****
Eiki KAKIZAKI*****

Synopsis

In this study, field surveys were conducted for the damage of Nemuro port and its surrounding areas due to the storm-surge induced by the extratropical cyclone in 17 December 2014. Numerical simulation was also conducted to reproduce the inundation area of the storm-surge. Broad and specific data were collected and analyzed to gain a general understanding of the storm-surge and high waves of this event in Hokkaido Prefecture. And a historical record of damage due to the storm-surges in Nemuro City was compiled.

The field survey shows that inundation height was in the range from T.P. +1.9 m to T.P. +2.5 m above the geographical basement, and that the major inundation route was overtopping flow of the quays and of the embankments, but current from sea to landward through small channels for discharging water affected the inundation in some areas. Numerical simulation shows a good agreement with the result of the tidal record throughout the event in terms of the meteorological conditions and time series of the storm-surge height applied with the empirical typhoon model for reproducing wind and atmospheric pressure field. In Hokkaido Prefecture, 8 cities or towns were inundated due to the storm-surge or high waves in the event. And it was also learned that storm-surge events induced by extratropical cyclones happened 13 times in the past 80 years in Nemuro City. Although land use in the coastal areas and other conditions are not constant between the latest and the past events, the latest event could be the worst damage since 1960 in Nemuro City in terms of the numbers of the houses inundated due to the storm-surge induced by extratropical cyclones.

Key Words : extratropical cyclone, storm-surge, damage investigation, numerical simulation

- * Senior Researcher of Coastal, Marine and Disaster Prevention Department
- ** Former Researcher of Marine Information Group, Marine Information and Tsunami Division, Port and Airport Research Institute (PARI)
- *** Research Engineer of Marine Information Group, Marine Information and Tsunami Division, PARI
- **** Director of Marine Information Group, PARI
- ***** Researcher of Maritime Structure Group, Coastal and Ocean Engineering Division, PARI
- ***** Research Engineer of Port and Coast Research Team, Cold-Region Hydraulic and Aquatic Environment Engineering Research Group, Civil Engineering Research Institute for Cold Region, National Research and Development Agency Public Works Research Institute (CERI)
- ***** Leader of Port and Coast Research Team, Cold-Region Hydraulic and Aquatic Environment Engineering Research Group, CERI
- ***** Head of Nemuro Port Office, Kushiro Development and Construction Department, Hokkaido Regional Development Bureau, Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism

3-1-1, Nagase, Yokosuka, 239-0826, Japan
Phone : +81-46-844-5024 Fax : +81-46-844-5068 E-mail: kumagai-k27n@mlit.go.jp

目 次

1. 序論	1
1.1 高潮の発生機構	1
1.2 「低気圧による高潮」と「台風による高潮」の類似点と相違点	1
1.3 今回の低気圧の気象概況	2
参考文献	2
2. 平成26年12月の低気圧による北海道内の被害	3
2.1 被害の概要	3
2.2 道東の太平洋沿岸地域の被害	5
2.3 根室海峡沿岸地域の被害	8
2.4 オホーツク海沿岸地域における被害	13
参考文献	15
3. 根室市で過去に発生した高潮災害	16
3.1 根室市で過去に発生した高潮災害	16
3.2 根室市における低気圧による高潮災害の発生頻度・規模について	18
参考文献	21
4. 高潮被害の現地調査	22
4.1 調査手法	22
4.2 調査結果の概要	23
4.3 調査結果の詳細	24
参考文献	43
5. 高潮数値シミュレーション	44
5.1 計算モデル	44
5.2 計算条件	44
5.3 計算結果	45
参考文献	45
6. 考察	47
6.1 今回の低気圧による高潮の発生機構	47
6.2 考えられる対策	47
7. 結論	48
謝辞	48

付録-A 実況天気図	49
付録-B 第2章のヒアリング先一覧	51
付録-C 「今冬期の大雪等にかかる被害状況について」(抜粋)	51
付録-D 調査地点の緯度及び経度	52
付録-E 根室港湾合同庁舎前の岸壁の浸水状況	53
付録-F 緑町の浸水痕跡	54
付録-G 他機関による調査報告のリスト	54

(執筆担当者)

- 1章 熊谷兼太郎
- 2章 酒井 和彦, 山本 泰司
- 3章 鶴田 修己
- 4章 熊谷兼太郎
- 5章 関 克己, 藤木 峻
- 6章 富田 孝史, 山本 泰司, 柿崎 永己, 熊谷兼太郎

1. 序論

1.1 高潮の発生機構

海面の高さは、潮汐の干満にあわせて概ね半日の周期で下降と上昇を繰り返している。このような、通常状態の海面の高さを天文潮位と呼ぶ。

高潮は、気象擾乱等により海面が天文潮位よりも盛り上がる現象であり、ときには沿岸域の低平地に浸水を生じることもある。天文潮位を基準として、高潮等の影響が加わって実際に生じた海面の高さととの差を偏差と呼ぶ。

和達¹⁾は、温帯低気圧（以下、特に断らない限り単に低気圧と言う。）または熱帯低気圧（以下、特に断らない限り本資料では熱帯低気圧のうち台風に着目して記述する。）による高潮を3段階に分類している（図-1.1）。それによれば、第1段階は、低気圧または台風がまだ遠くにあるものの偏差がときには20~30 cmに達するような時期である。第2段階は、低気圧または台風が接近して直接に影響する時期である。第3段階は、擾乱の主要部は過ぎ去って潮位の平均的な上昇は見られないものの、潮位にまだかなりの変化が残った時期である。こうした潮位に異状のある期間は、短くとも1~2日、場合によっては1週間以上になるとしている。

上述の第2段階すなわち低気圧または台風が接近して直接に影響する時期について、高潮の主な発生機構としては、低気圧または台風の中心付近の気圧が周囲に比べて小さいために直下の海面が盛り上がる「吸い上げ」、及び、海から陸の方向へ一定時間のあいだ風が吹き続けて内湾等の水塊が全体として陸地付近に片寄せた状態となるために、陸地付近の海面が高まる「吹き寄せ」が挙げられる。その他、沖合からの波が岸付近で砕波したあと海岸付近で砕波帯よりも陸側部分の潮位が上昇する「波浪効果（wave setup）」、閉鎖性の強い湾における固有振動、沿岸における陸棚波・エッジ波等の影響が挙げられる²⁾。

吸い上げの効果については、気圧が周囲よりも1 hPa低ければ、周囲の海面よりも約1 cm上昇する。従って、そ

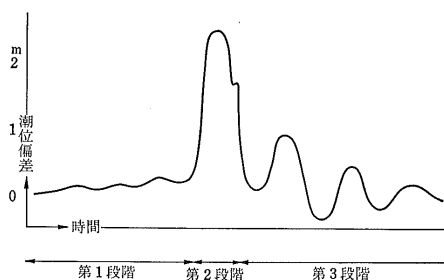


図-1.1 高潮の発生段階（和達¹⁾より引用）

の効果を考える際には、低気圧または台風の中心付近の気圧の大きさと平面的な気圧分布形状が重要となる。参考まで、近代的な気象観測が行われている過去100年程度の間で、我が国に接近した台風について上陸時の中心気圧が低いものから順に挙げると、枕崎台風（917 hPa, 1945年）、室戸台風（920 hPa, 1934年）、伊勢湾台風（925 hPa, 1959年）となる³⁾。過去300年程度の間まで対象を広げると、1828年のシーボルト台風を最大級とする報告がある⁴⁾。ただし、同台風の上陸時の中心気圧の推定値にはばらつきがあり、900~935 hPaの範囲である^{4),5)}。

吹き寄せの効果については、風の卓越方向と一致して長く伸びていて、かつ、風下側が閉じた形状の海域ではその効果が大きくなる。また、深い湾と浅い湾とで仮に風の力及び吹送距離がどちらも同じであれば、深い湾に比べて浅い湾の方が湾内水塊の総量は小さいから、浅い湾ではより効果が大きくなる。

1.2 「低気圧による高潮」と「台風による高潮」の類似点と相違点

温帯低気圧（Extratropical Cyclone）と、台風を含む熱帯低気圧（Tropical Cyclone）との違いは、低気圧が生成される構造の違いによる区別である⁶⁾。すなわち、温帯低気圧は冷たい空気と温かい空気が混ざろうとして渦を巻くように生成される。発生場所は冷たい空気と温かい空気が接している場所であり、前線も出来る。それに対し、温帯低気圧は海から大量の水蒸気が上昇し渦を巻くように生成される。温かい空気のみで成り立っていて、前線は出来ない。

低気圧による高潮と台風による高潮とは、発生機構という点では同じである。しかし、台風に比べて低気圧は平面的な気圧分布形状の広がりの方が一般に大きく、気圧低下が広範囲に及ぶことを相違点として指摘できる。また、特に北日本においては台風が勢力を衰えさせた状態で早い速度で通過していく傾向があるのに比べ、低気圧は一般に変化が緩やかで持続性がある⁷⁾のを相違点として指摘できる。さらに、夏から秋に我が国に接近する台風は高潮とともに豪雨を伴う。それに比べ、冬に発達した低気圧は高潮とともに豪雪となることがある。その被害の様相及び対策という観点では、相違が生じるかもしれない。

なお、和達¹⁾は、温帯低気圧に伴う高潮は北海、バルト海沿岸及び米国東岸において発生事例があるとし、例として、1953年2月1日に北海沿岸で最大偏差が3mに達した高潮を挙げている。この高潮によりオランダでは1421年以來と言われる大規模な洪水が生じたとのことである。

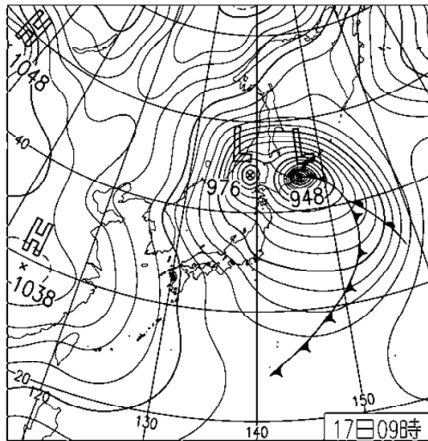


図-1.2 実況天気図（平成26年12月17日9時）⁷⁾

その他、1962年2月に「アルプスからウラルまで」の範囲で影響が広く及ぶ低気圧により、黒海及びバルト海の洪水、ハンブルク市内の4分の3が浸水した事例を挙げている。また、1934年3月の通称「函館低気圧」により、北海道の暴風雪、大阪で0.81 mの潮位偏差を引き起こした事例を挙げている。

1.3 今回の低気圧の気象概況

図-1.2に、低気圧が根室市へ接近し高潮が顕著に発生していた時刻である平成26年12月17日9時の実況天気図⁷⁾を示す。図によれば、北海道東部にLの字で示される低気圧の中心（948hPa）が存在している。また、北海道西部沖に別にもう一つ低気圧の中心が存在することも注目される。なお、図中の等圧線は4 hPaごとに描かれている。

低気圧は12月16日未明に日本列島付近に接近し、同21時頃までかけて本州太平洋岸を北上し、12月17日未明～夕方まで北海道東部に存在し、その後は北海道東方沖へ移動した。付録-Aに、12月16日～18日の実況天気図を時系列で示す。

被害の概要は、例えば国土交通省所管施設については同省の「今冬期の大雪等にかかる被害状況について」⁸⁾にまとめられている。

それによれば、強い冬型の気圧配置、低気圧及び寒気の影響により、北日本及び東日本の日本海側山沿いを中心に平年を上回る積雪が生じた。風は、北海道の納沙布で最大風速30.7 m/s（12月17日4:51）また同じ北海道の根室で最大瞬間風速39.9 m/s（12月17日4:59）を記録するなどとなった。波浪は、山形県沖GPS波浪計で9.2 m（12月18日2:20）などとなった。

被害として、新潟県における河川の氾濫・施設の被害（計2件）、島根県～神奈川県範囲の7県における地滑り・がけ崩れの土砂災害（計11件）、福井県及び北海道

における海岸保全施設の被害（計5件）、北海道における家屋の床上浸水94棟、床下浸水23棟の計117棟（うち根室市は床上85棟、床下浸水10棟の計95棟）の被害、愛媛県～富山県の範囲の6県における道路通行止め（計18区間）、青森県における海上輸送欠航（1件）、北海道における港湾施設及び海岸保全施設の被害（計24件）等が発生した。

こうした被害のうち特に低気圧による高潮は、類例の蓄積が少なく重要と考えられるので詳細に調べることにする。

本資料は、平成26年12月17日前後に北海道東部を通過した低気圧により根室市において市街地に浸水するような高潮災害が発生したので、その調査結果をまとめる。

以下、2章では、今回の低気圧による道内の高潮・高波被害の全体像をまとめる。3章では、根室市で過去に発生した高潮災害を整理することにより、同市の低気圧による高潮災害の発生頻度及び規模について明らかにする。4章では、根室市及びその周辺地域における高潮被害の現地調査の結果を述べる。5章では、根室市を対象とした低気圧による高潮の数値計算の結果について述べる。6章では、今回の高潮の発生機構及び考えられる対策について考察する。7章は、結論である。

参考文献

- 1) 和達清夫：津波・高潮・海洋災害，共立出版株式会社，pp. 209-211，1970。
- 2) 宮崎正衛：高潮の研究 その実例とメカニズム，成山堂書店，pp. 8-9，2003。
- 3) 伊藤安男：台風と高潮災害－伊勢湾台風－，古今書院，p. 1，2009。
- 4) 高橋浩一郎：過去300年間のA級暴風雨，天気，日本気象協会，Vol. 9，No. 9，pp. 278-281，1962。
- 5) 小西達男：1828年シーボルト台風（子年の大風）と高潮，天気，日本気象協会，Vol. 57，No. 6，pp. 383-398，2010。
- 6) 国立情報学研究所：デジタル台風，<http://agora.ex.nii.ac.jp/digital-typhoon/help/world.html.ja>，2015年6月1日時点。
- 7) 気象庁：日々の天気図，No. 155，<http://www.data.jma.go.jp/fcd/yoho/hibiten/>，2015年4月21日時点。
- 8) 国土交通省：今冬期の大雪等にかかる被害状況について，異例の降雪に対する国土交通省対策本部情報（平成27年1月14日10:00現在），<http://www.mlit.go.jp/>，2015年4月21日時点。

2. 平成26年12月の低気圧による北海道内の被害

2.1 被害の概要

国土交通省が発表した「今冬期の大雪等にかかる被害状況について」¹⁾によると北海道内では根室市及び別海町、羅臼町、礼文町において高潮が原因と推測される浸水が生じた。また、1~4月に上記の自治体周辺における浸水の発生を確認するために北海道開発局釧路開発建設部及び網走開発建設部、稚内開発建設部、北海道水産林務部水産局漁港漁村課、根室振興局、根室市、別海町、標津町、羅臼町、網走市、紋別市、枝幸町、浜頓別町、礼文町に電話で浸水箇所及び浸水状況、浸水箇所付近の標高に関してヒアリングを実施した。また、ヒアリングより得た浸水発生箇所の標高と潮位の関係より浸水が高潮のみによるものなのか、高潮に加えて高波の影響もあるのかどうかを判別することとした。なお、潮位観測地点がない別海町は最寄りの根室市、標津町は羅臼町、礼文町は利尻町、浜頓別町は枝幸町の潮位データを用いた。その結果、

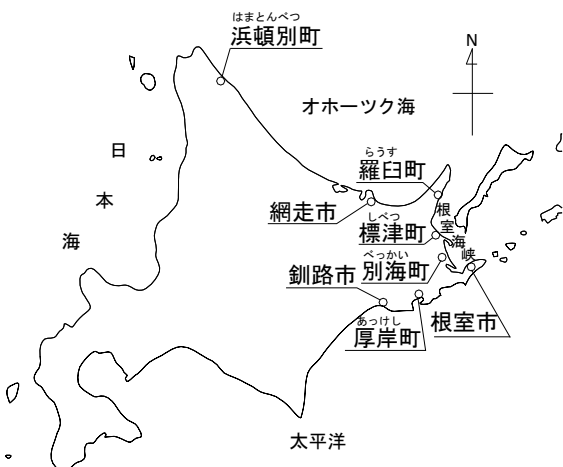


図-2.1 北海道内において浸水が発生した自治体

表-2.1 北海道内における浸水被害の概要

	被害箇所	住家浸水被害		最高潮位 (T.P.)	最大 潮位偏差	風速 (風向)
		床上	床下			
根室市	根室港及び9漁港、根室市街地	85件	10件	1.84m (9:00)	1.53m (9:00)	25.6m/s (北)
釧路市	釧路港	-	-	1.66m (10:00)	0.56m (9:00)	24.0m/s (西)
厚岸町	厚岸漁港	-	-	1.25m (10:00)	0.65m (9:00)	8.7m/s (西)
別海町	別海町内の5地区	8件	1件	-	-	-
標津町	標津漁港	-	-	-	-	7.7m/s (北西)
羅臼町	羅臼町内の道路及び海岸町地区	-	12件	1.17m (11:00)	0.95m (14:00)	2.4m/s (西南西)
網走市	網走港	-	-	0.75m (11:00)	0.61m (21:00)	12.8m/s (西北西)
浜頓別町	浜頓別町内の国道	-	-	0.77m (13:00)	0.81m (17:00)	13.5m/s (北北西)

※潮位(根室市及び羅臼町、浜頓別町除く)及び風速・風向の出典: 気象庁HP <http://www.jma.go.jp>

※潮位(根室市及び羅臼町)の出典: 根室港湾事務所検潮記録

※潮位(浜頓別町)の出典: 稚内港湾事務所検潮記録

※最大潮位、最大潮位偏差及び風向・風速の記録日は全て12月17日

図-2.1に示すように8自治体において高潮が原因と推測される浸水が生じた。なお、礼文町は最高潮位と高潮注意報の基準値との関係を調べたところ、注意報の基準値はT.P.+0.7m(C.D.L.+1.19m)に対して最高潮位はT.P.-0.03m(C.D.L.+0.46m)と低いことから、被災要因として高潮の影響はほとんど無いと判断した。このため、図-2.1には記載していない。

浸水の発生は低気圧の進路に当たる道東地方に集中している。これは、気圧の低下による吸い上げ効果と強風による吹き寄せ効果が低気圧の中心から離れた地域と比較して、強く現れたためと考えられる。

表-2.1は各自治体の被害の概要及び最高潮位、最高潮位記録時の風速、風向を示したものである。なお、風速及び風向は最大潮位を記録した時間の平均風速である。なお、以後、特に明記しない場合は風速との記載は平均風速の意味で用いている。根室海峡南端の根室半島に位置する根室港根室港区において最も高い潮位T.P.+1.84m(C.D.L.+2.74m)を記録した。このように根室半島根室海峡

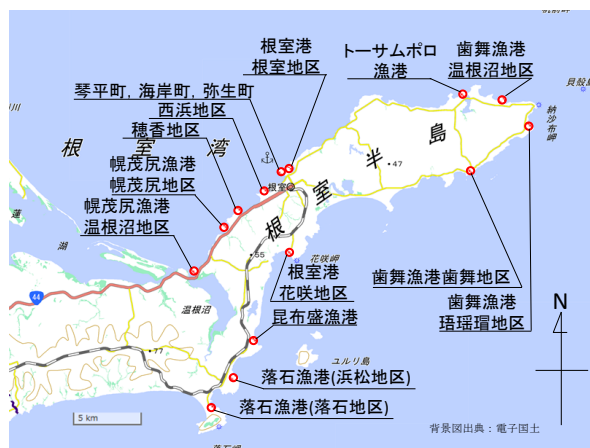


図-2.2 根室半島における浸水発生箇所



写真-2.1 根室港花咲港区における道路の浸水状況 (提供: 根室港湾事務所)

側において他地域と比較して高い潮位が発生した要因は、根室海峡は水路状であることに加えて北寄りの強風が長時間にわたって吹き続けたため、水塊が根室半島に押し寄せやすい環境が生じたためと考えられる。

浸水は高潮により上昇した海面が岸壁等の天端高を超えて海水が流入する場合と、高潮による海面上昇に加え

て高波が来襲し、越波が生じて海水が流入する場合に分けられる。前者は岸壁や物揚場等の天端高が低い漁港及びその背後地で生じ、漁港が多い根室海峡沿岸を中心に見られた。後者は岸壁等の天端高が高い港湾施設や海岸沿いの地域において生じ、太平洋沿岸及びオホーツク海沿岸において見られた。

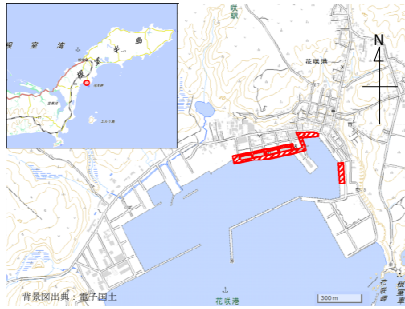


図-2.3 根室港花咲港区における浸水発生箇所



図-2.7 落石漁港落石地区における浸水発生箇所



図-2.4 歯舞漁港歯舞地区における浸水発生箇所



図-2.8 落石漁港浜松地区における浸水発生箇所



図-2.5 歯舞漁港瑠瑠瑠地区における浸水発生箇所

表-2.2 根室半島太平洋側の最高潮位と施設天端高

被害箇所	最高潮位	施設天端高
根室港花咲港区	1.04m	1.20~2.10m
歯舞漁港歯舞地区		1.40~1.70m
歯舞漁港瑠瑠瑠地区		1.00m
昆布盛漁港		1.00m
落石漁港落石地区		1.37~1.97m
落石漁港浜松地区		1.37m

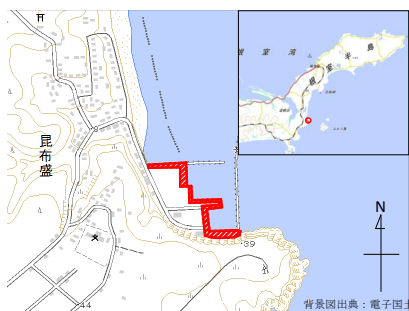


図-2.6 昆布盛漁港における浸水発生箇所

2.2 道東の太平洋沿岸地域の被害

道東の太平洋沿岸地域においては根室市及び釧路市、
厚岸町において浸水が生じた。

2.2.1 根室市

根室市内の太平洋沿岸地域では図-2.2に示す根室港
花咲港区及び歯舞漁港歯舞地区、歯舞漁港瑯瑁地区、
昆布盛漁港、落石漁港落石地区、落石漁港浜松地区にお
いて浸水が生じた。

根室港花咲港区では図-2.3に示す花咲地区の一部にお
いて岸壁等が浸水した(写真-2.1)。

歯舞漁港歯舞地区では図-2.4、歯舞漁港瑯瑁地区で
は図-2.5、昆布盛漁港では図-2.6、落石漁港落石地区で
は図-2.7、落石漁港浜松地区では図-2.8に示す範囲にお
いて浸水が生じた。

図-2.9は根室港花咲港区の潮位と海面気圧の変化を示
したものであり、最高潮位は12月17日8:00にT.P.+1.04m
(C.D.L.+1.94m)を記録した。なお、根室半島太平洋側
における潮位観測地点は根室港花咲港区のみであることか
ら、最高潮位は各漁港に近い根室港花咲港区の最高潮位
から被災要因が高潮のみによるものなのか高潮に加えて
高波の影響もあるのかどうかを判別することとした。

根室港花咲港区での最高潮位に対する各港の岸壁等の
天端高を表-2.2に示す。歯舞漁港瑯瑁地区を除いて、
天端高は最高潮位よりも高いことが分かる。このことか
ら、歯舞漁港瑯瑁地区では高潮により海面が岸壁等よ
りも高くなり、さらに、その際に生じる波浪の越波も加
わって発生し、被害が拡大したものと考えられる。その
他の浸水発生箇所は高潮により海面が上昇し、その際に
生じる波浪の越波により発生したものと考えられる。

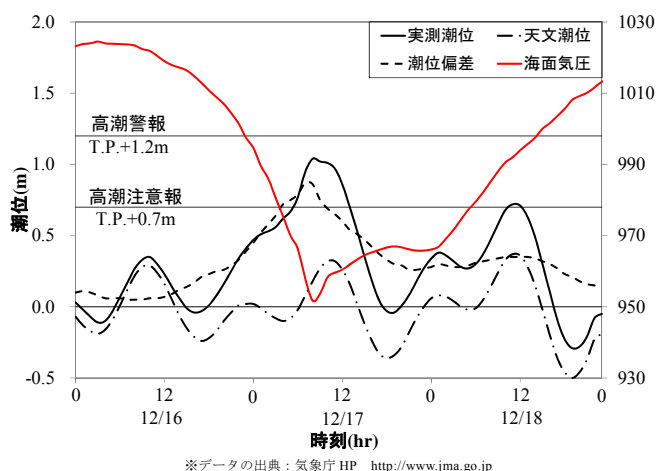


図-2.9 根室港花咲港区の潮位及び
根室市の海面気圧

最高潮位偏差は図-2.9より12月17日7:00に0.87mを記
録した。ここで、高潮による最高潮位偏差 H は気圧低下
に伴う吸い上げ効果による海面上昇量 H_1 及び強風に伴う
吹き寄せ効果による海面上昇量 H_2 、wave setupによる海
面上昇量 H_3 の和である²⁾³⁾ため、潮位偏差 H は簡易的に式
(2.1)より求められる。

$$H = H_1 + H_2 + H_3 \dots (2.1)$$

H_1 及び H_2 、 H_3 は式(2.2)~(2.3)より求められる。

$$H_1 = a(1010 - P) \dots (2.2)$$

$$H_2 = bW^2 \cos \theta \dots (2.3)$$

$$H_3 = 0.1H_0 \dots (2.4)$$

ここで、 a 及び b は定数であり、地域によって異なる。
また、 P :海面気圧(hPa), F :吹送距離(km), W :風速(m/s),
 θ :主風向(湾の軸の方向)と風速とがなす角度, d :水深
(m), H_0 :沖波である。最高潮位偏差を記録したときの海
面気圧は957.9hPaであり、式(2.2)から気圧の低下に伴う
吸い上げ効果による海面上昇量は約0.6mであることが分
かる。ここで、計算に用いた定数 a は1.120⁴⁾である。また、
最高潮位偏差を記録前後の風向は図-2.10に示した根室
市の風速及び風向の変化から東であり、根室半島太平洋
沿岸地域の主風向は南であることから、 $\theta=90^\circ$ となるた
め、式(2.3)より吹き寄せ効果による海面上昇量は0mとな
る。根室半島太平洋沿岸地域では波浪観測を実施してい
ないことから沖波 H_0 は不明であるが、残りの約0.3mは
wave setupの効果であると考えられる。

2.2.2 釧路市

釧路市では図-2.11に示す釧路港東港区北埠頭におい
て、道路が浸水した(写真-2.2)。図-2.12は釧路港東港区

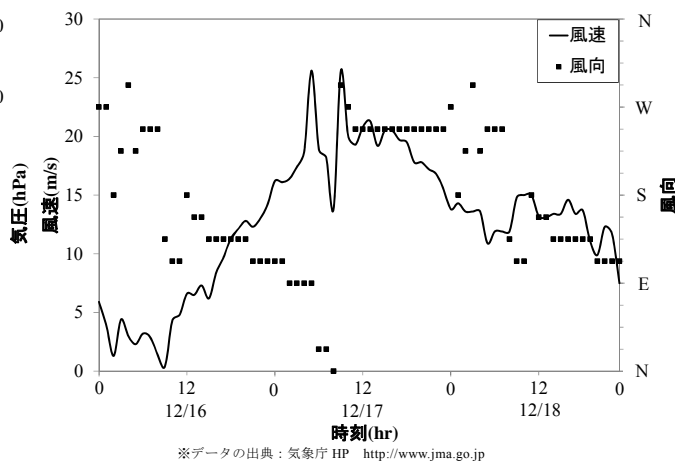


図-2.10 根室市における風速及び風向

の潮位と海面気圧の変化を示したものである。最高潮位は12月17日10:00にT.P.+0.90m(C.D.L.+1.66m)を記録した。最高潮位に対して北埠頭の岸壁の天端高はT.P.+1.74~1.91m(C.D.L.+2.50~2.67m)であることから、浸水は高潮により海面が上昇し、その際に生じる波浪の越波により発生したものと考えられる。

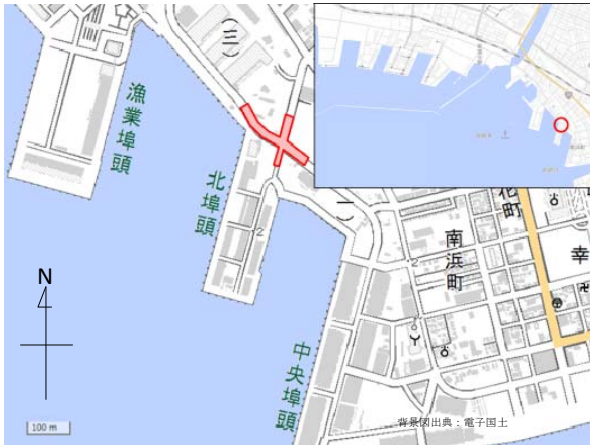


図-2.11 釧路港における浸水発生箇所



写真-2.2 釧路港における道路の浸水状況
 (提供：釧路市)

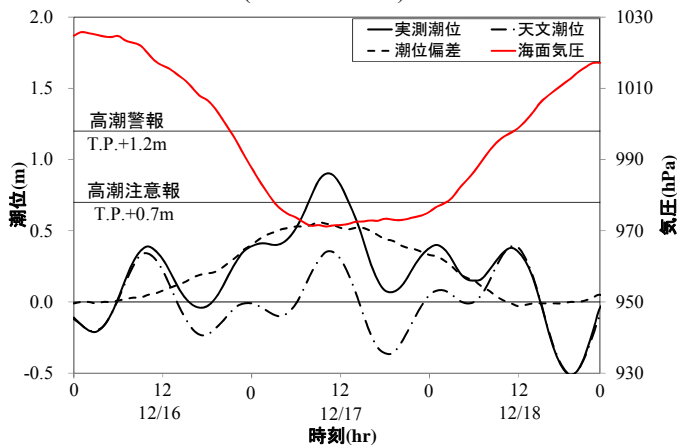
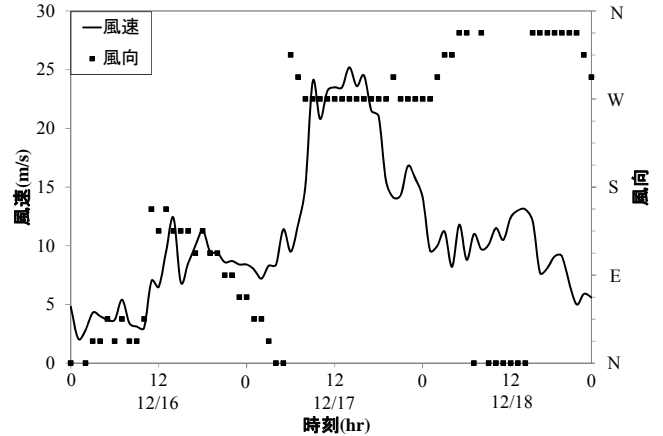


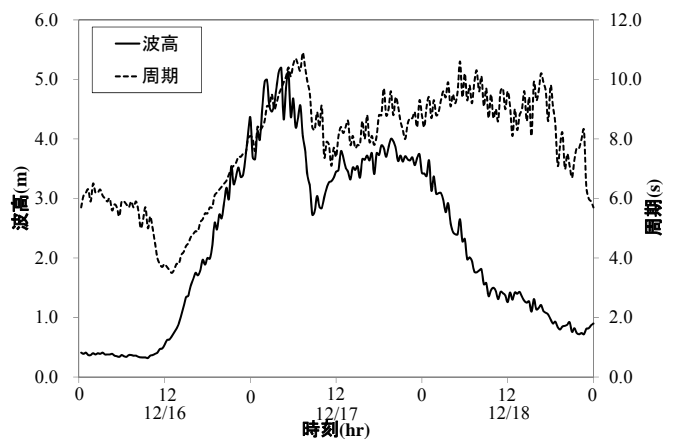
図-2.12 釧路港における潮位及び海面気圧

最高潮位偏差は図-2.12より12月17日9:00に0.56mを記録した。この時の海面気圧は971.6hPaであり、式(2.2)から気圧の低下に伴う吸い上げ効果による海面上昇量は約0.5mであることが分かる。ここで、計算に用いた定数 a は1.316⁴⁾である。また、最高潮位偏差を記録前後の風向は図-2.13に示した釧路市の風速及び風向の変化から西



※データの出典：気象庁 HP <http://www.jma.go.jp>

図-2.13 釧路港における風速及び風向



※データの出典：国土交通省港湾局 ナウファス

図-2.14 釧路港沖における波高及び周期



図-2.15 厚岸漁港湖北地区における浸水発生箇所

であり、釧路市の主風向は南であることから、 $\theta=90^\circ$ となるため、式(2.3)より吹き寄せ効果による海面上昇量は0mとなる。最高潮位偏差の記録前後の沖波波高 H'_0 は図-2.14より約3.0mであることから、残りの約0.1mはwave setupの効果であると考えられる。

2.2.3 厚岸町

厚岸町では図-2.15に示す厚岸漁港湖北地区及び図-2.16に示す厚岸漁港湖南地区において浸水被害が生じた(写真-2.3)。図-2.17は厚岸漁港の潮位と厚岸漁港に最も近い気圧観測点である釧路市の海面気圧の変化を示したものである。最高潮位は12月17日10:00にT.P.+1.25m(C.D.L.+1.84m)を記録した。

最高潮位に対して厚岸漁港湖北地区の岸壁の天端高はT.P.+1.12~2.11m(C.D.L.+1.70~+2.70m)である。厚岸漁港湖北地区では高潮の発生により海面が岸壁等より高くなり、さらに、その際に生じる波浪の越波も加わって発生し、被害が拡大したものと考えられる。天端高が最高潮

位よりも高い岸壁については高潮により海面が上昇し、その際に生じる波浪の越波により発生したものと考えられる。厚岸漁港湖南地区の岸壁の天端高はT.P.+1.41~2.11m(C.D.L.+2.00~+2.70m)である。このため、厚岸漁港湖南地区では高潮により海面が上昇し、その際に生じる波浪の越波により発生したものと考えられる。

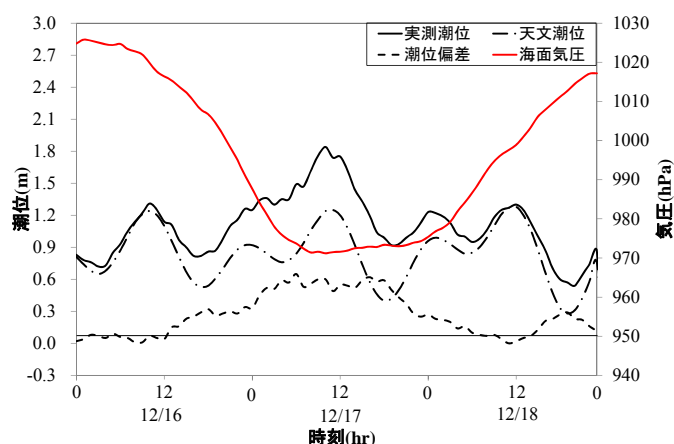
最高潮位偏差は図-2.17より0.65mを記録した。この時の海面気圧は973.7hPaであり、式(2.2)から気圧の低下に伴う吸い上げ効果による海面上昇量は約0.4mであることが分かる。ここで、厚岸町における定数 a は不明であるため、気圧が1hPa低下する毎に海面が1cm上昇するものと仮定し、計算に用いた定数 a は1.0とした。また、最高潮位偏差を記録前後の風向は図-2.18に示した厚岸町の風速及び風向の変化から西であり、厚岸町の主風向は南であることから、 $\theta=90^\circ$ となるため、式(2.3)より吹き寄せ効果による海面上昇量は0mとなる。厚岸町では波浪観測を実施していないことから沖波 H'_0 は不明であるが、残



図-2.16 厚岸漁港湖南地区における浸水発生箇所

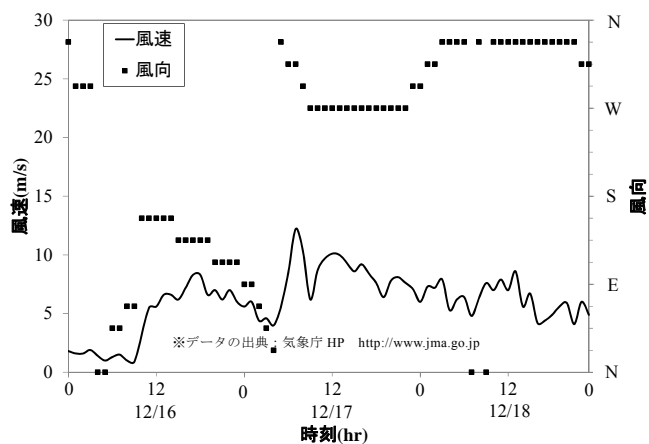


写真-2.3 厚岸町における道路の浸水状況 (提供：厚岸町)



※潮位データの出典：厚岸漁港検潮記録(提供：釧路港湾事務所)

図-2.17 厚岸漁港における潮位及び海面気圧



※データの出典：気象庁 HP <http://www.jma.go.jp>

図-2.18 厚岸漁港における風速及び風向

りの約0.3mはwave setupの効果であると考えられる。

2.3 根室海峡沿岸地域の被害

根室海峡沿岸地域においては根室市及び別海町，標津町，羅臼町において浸水被害が生じた。



図-2.19 根室港根室港区における浸水発生箇所

2.3.1 根室市

根室市の根室海峡側では根室港根室港区及び歯舞漁港
おんねもと 温根元地区，トーサムボロ漁港，ほろもしり 幌茂尻漁港幌茂尻地区，
おんねとう 幌茂尻漁港温根沼地区において浸水被害が生じた他に根
室市街地の一部において床上浸水85棟及び床下浸水10棟



図-2.20 根室市西浜町における浸水発生箇所



写真-2.4 根室港根室港区における浸水状況
(提供：根室港湾事務所)



図-2.21 根室市穂香地区における浸水発生箇所



写真-2.5 根室港根室港区におけるシャッター損壊状況
(提供：根室港湾事務所)



図-2.22 歯舞漁港温根元地区における浸水発生箇所

が生じた。

根室港根室港区では図-2.19に示すように港全体において、岸壁等が浸水(写真-2.4)し、岸壁直背後の倉庫のシャッターが損壊するなどの被害が生じた(写真-2.4)。また、背後に位置する根室市街中心部の琴平町及び海岸町、弥生町において浸水被害が生じた。また、中心部から離れた西浜町、穂香地区において、図-2.20及び図-2.21に示す範囲において浸水した(第4章で詳述する)。

歯舞漁港温根元地区では図-2.22, トーサムポロ漁港では図-2.23, 幌茂尻漁港幌茂尻地区では図-2.24, 幌茂尻漁港温根沼地区では図-2.25に示す範囲において浸水が生じた。

図-2.26は根室港根室港区の潮位と海面気圧の変化を示したものであり、12月18日13:00以降の潮位データは欠測しているため、記載していない。最高潮位は12月17日9:00にT.P.+1.84m(C.D.L.+2.74m)を記録した。なお、根室半島根室海峡側における潮位観測地点は根室港根室港区のみであることから、最高潮位は各漁港に近い根室港根

室港区の最高潮位から被災要因が高潮のみによるものなのか高潮に加えて高波の影響もあるのかどうかを判別することとした。

根室港根室港区での最高潮位に対する各港の岸壁等の天端高を表-2.3に示す。表-2.3より根室市西浜町及び穂香地区を除いて天端高は最高潮位よりも低いことが分かる。このため、根室半島根室海峡側における港湾及び漁港での浸水の要因は海面が高潮により海面が岸壁等よりも高くなり、さらに、その際に生じる波浪の越波も加わって発生し、被害が拡大したものと考えられる。なお、根室港根室港区の岸壁の天端高はT.P.+1.10~1.70m(C.D.L.+2.00~2.60m)であり、全ての岸壁において最高潮位を下回った。また、根室市西浜町及び穂香地区における浸水は、高潮により海面が上昇し、その際に生じる波浪の越波により発生したものと考えられる。

最高潮位偏差は図-2.9より12月17日7:00に1.53mを記録した。この時の海面気圧は953.7hPaであり、式(2.2)から気圧の低下に伴う吸い上げ効果による海面上昇量は約



図-2.23 トーサムポロ漁港における浸水発生箇所

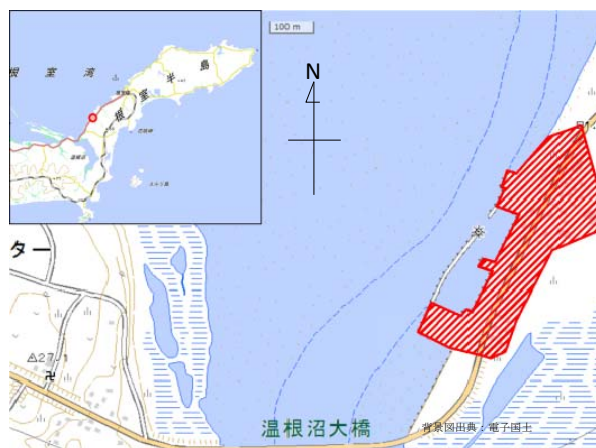
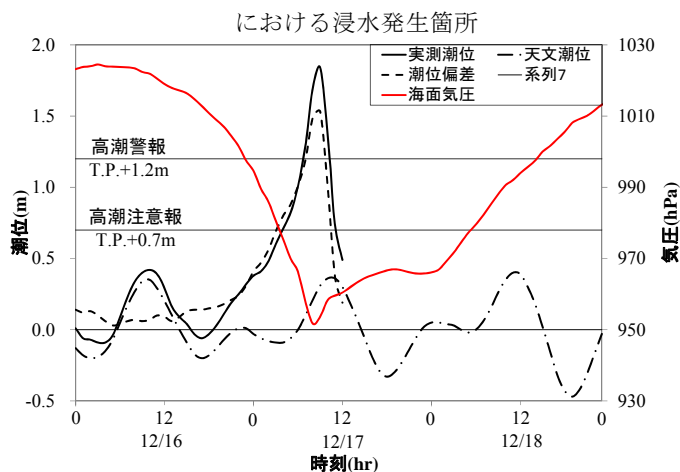


図-2.25 幌茂尻漁港温根沼地区における浸水発生箇所



図-2.24 幌茂尻漁港幌茂尻地区における浸水発生箇所



※潮位データの出典：根室港検潮記録(提供：根室港湾事務所)

図-2.26 根室港根室港区における潮位及び海面気圧

0.6mであることが分かる。ここで、根室市根室海峡側における定数 a は不明であるため、気圧が1hPa低下する毎に海面が1cm上昇するものと仮定し、計算に用いた定数 a は1.0とした。また、最高潮位偏差の記録前後の風向は図-2.10に示した根室の風速及び風向の変化から北であり、根室半島根室海峡側の主風向は北であることから、 $\theta = 0^\circ$ となる。また、最高潮位偏差の記録前後の平均風速は約20m/sであることから式(2.3)より吹き寄せ効果による海面上昇量は約1.0mとなる。ここで、計算に用いた定数 b は0.25⁵⁾である。以上より吸い上げ効果と吹き寄せ効果による海面上昇量は記録された最高潮位偏差を上回る結果となる。これは、潮位偏差の推算式は簡易的なものであることから、誤差を含んでいるのと考えられる。なお、根室半島根室海峡側では波浪観測を実施していないことから沖波 H_0 は不明であるため、wave setupによる海面上昇量の推測は難しい。

2.3.2 別海町

別海町内においては図-2.27 に示す地区において浸水が生じ、床上浸水 8 棟及び床下浸水 1 棟が生じた。

表-2.3 根室半島根室海峡側の最高潮位と施設天端高

被害箇所	最高潮位	施設天端高
根室港根室港区	1.84m	1.10～1.70m
根室市西浜町		2.10m前後
根室市穂香地区		2.10m前後
歯舞漁港温根元地区		1.20～2.70m
トーサムポロ漁港		1.00m
幌茂尻漁港幌茂尻地区		1.20m
幌茂尻漁港幌茂尻地区		1.10～1.20m

はしりこたん
 走古丹地区では図-2.28 に示す範囲において浸水が生じた。また、本別海地区では図-2.29 に示す範囲において浸水が生じ、道路が浸水した(写真-2.6)。床丹地区では図-2.30、春別地区では図-2.31 に示す範囲において浸水が生じた。尾岱沼地区では図-2.32 に示す範囲において浸水が生じ、道路が浸水した(写真-2.7)。

別海町では潮位観測を行っていないことから、最高潮位は別海町に近い根室港根室地区の最高潮位から被災要因が高潮のみによるものなのか高潮に加えて高波の影響もあるのかどうかを判別することとした。別海町での最高潮位に対する別海町内の岸壁及び道路等の天端高を表-2.4に示す。表-2.4より床丹地区及び春別地区を除いて天端高は最高潮位よりも低いことが分かる。このため、別海町における浸水は海面が高潮により海面が岸壁等より高くなり、さらに、その際に生じる波浪の越波により発生したものと考えられる。また、床丹地区及び春別地区における浸水は高潮により海面が上昇し、その際に生じる波浪の越波により発生したものと考えられる。



図-2.28 別海町走古丹地区における浸水発生箇所



図-2.27 別海町における浸水被害発生箇所

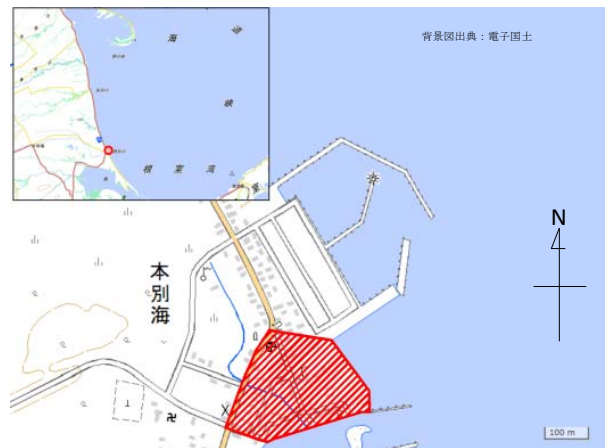


図-2.29 別海町本別海地区における浸水発生箇所



写真-2.6 別海町本別海地区における道路の浸水状況
(提供：別海町)



図-2.32 別海町尾岱沼地区における浸水発生箇所



図-2.30 別海町床丹地区における浸水発生箇所



写真-2.7 別海町尾岱沼地区における浸水状況
(提供：別海町)

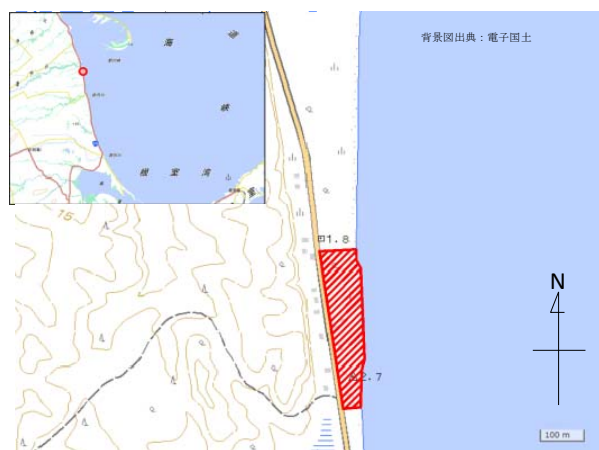


図-2.31 別海町春別地区における浸水発生箇所

表-2.4 別海町の施設天端高

被害箇所	最高潮位	施設天端高
走古丹地区	1.74m	1.10~1.70m
本別海地区		1.30m前後
床丹地区		2.70~3.00m
春別地区		2.70~3.60m
尾岱沼地区		1.00~1.50m

2.3.3 標津町

標津町内においては標津漁港及び薫別漁港において浸水が生じた。

標津漁港では図-2.33 に示す範囲において浸水が生じた(写真-2.8)。また、薫別漁港では図-2.34 に示す範囲において浸水が生じた。

潮位観測を行っていないことから、最高潮位は標津町に近い羅臼町の最高潮位から被災要因が高潮のみによるものなのか高潮に加えて高波の影響もあるのかどうかを判別することとした。なお、羅臼町における最高潮位は後述するように T.P.+1.17m(C.D.L.+1.73m)である。

標津漁港において浸水が生じた箇所の高さは T.P.



図-2.33 標津漁港における浸水箇所



図-2.34 薫別漁港における浸水箇所



写真-2.8 標津漁港における道路の浸水状況
 (提供: 標津町)



図-2.35 羅臼町における浸水発生箇所

+1.20~1.80m(C.D.L.+1.90~2.50m)である。このため、浸水は高潮により海面が上昇し、その際に生じる波浪の越波により発生したものと考えられる。

薫別漁港において浸水が生じた箇所の高さは T.P.+1.50m(C.D.L.+2.20m)程度である。このため、浸水は高潮によりが上昇し、その際に生じる波浪の越波により発生したものと考えられる。

2.3.4 羅臼町

羅臼町本町では図-2.35 に示す範囲において道路が浸水した(写真-2.9)。また、羅臼町海岸町では図-2.36 に示す範囲において昆布番屋に浸水が生じると同時に高波により昆布番屋が倒壊する被害が生じた(写真-2.10)。羅臼町海岸町の浸水被害範囲は前面に消波工が入っている箇所と消波工が入っていない箇所に分けられ、倒壊した昆布番屋は消波工が入っていない箇所に位置する。このことから、高波に対する消波工の有効性が分かる。

図-2.37 は羅臼漁港の潮位と羅臼漁港に最も近い気圧観測点である網走市の海面気圧の変化を示したものである。最高潮位は 12 月 17 日 11:00 に T.P.+1.17m (C.D.L.

1.73m)を記録した。

羅臼町本町において浸水が生じた箇所の高さは T.P.+3.50m(C.D.L.+4.06m)程度である。このため、浸水は高潮によりが上昇し、その際に生じる波浪の越波により発生したものと考えられる。

羅臼町海岸町において浸水が生じた箇所の高さは T.P.+3.00m(C.D.L.+3.56m)程度である。このため、浸水は高潮によりが上昇し、その際に生じる波浪の越波により発生したものと考えられる。

最高潮位偏差は図-2.36 より 12 月 17 日 14:00 に 0.95m を記録した。この時の海面気圧は 965.6hPa であり、式(2.2) から気圧の低下に伴う吸い上げ効果による海面上昇量は約 0.5m であることが分かる。ここで、羅臼町における定数 a は不明であるため、気圧が 1hPa 低下する毎に海面が 1cm 上昇するものと仮定し、計算に用いた定数 a は 1.0 とした。残りの約 0.5m は図-2.37 に示した羅臼町の風速及び風向の変化より南南東の風による吹き寄せ効果及び wave setup によるものと考えられる。なお、吹き寄せ効果と wave setup を切り分けられない要因は羅臼観測所が



写真-2.9 羅臼町における越波による道路の浸水状況
(提供：羅臼町)

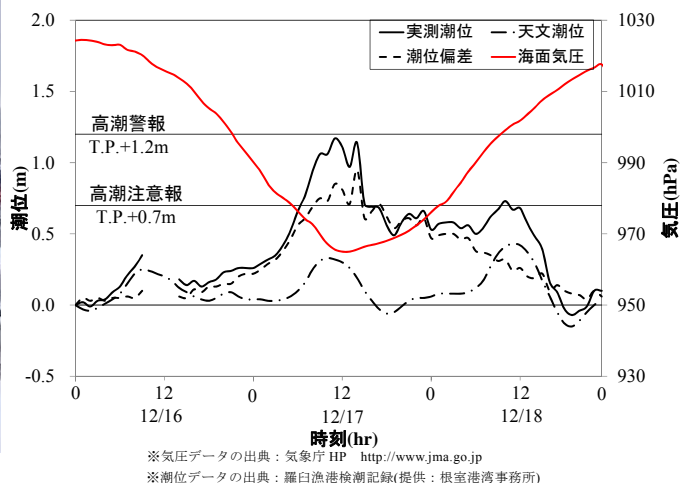


図-2.37 羅臼漁港における潮位及び海面気圧

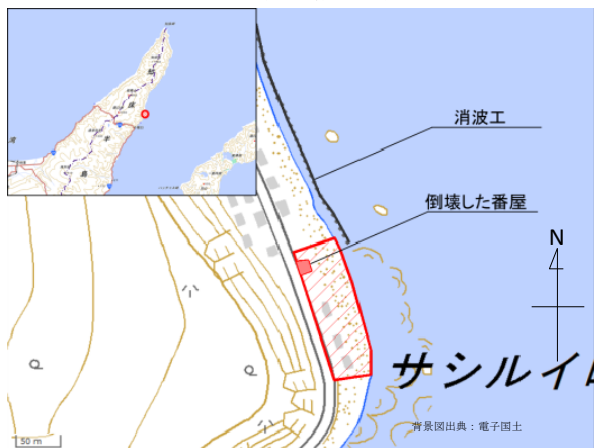


図-2.36 羅臼町海岸町地区における浸水発生箇所

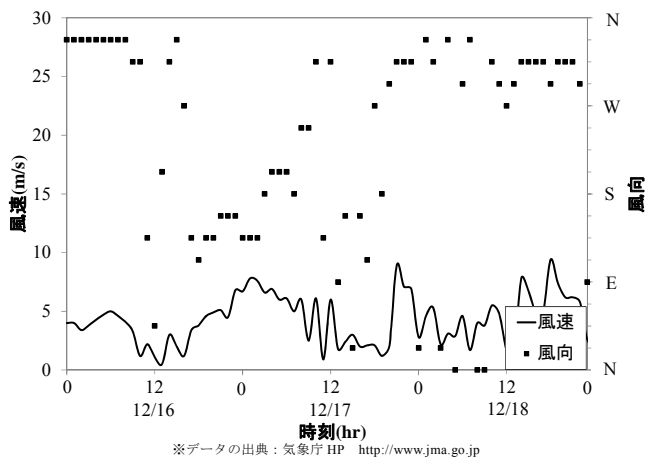


図-2.37 羅臼漁港における風速及び風向



写真-2.10 越波により倒壊した昆布番屋
(羅臼町海岸町地区, 提供：羅臼町)



図-2.38 網走港における浸水発生箇所

海岸線より約 800m 内陸にあるためであり、正確な海上風が不明であり、また、波浪観測を実施していないためである。

2.4 オホーツク海沿岸地域における被害

オホーツク海沿岸地域においては網走市及び浜頓別町において浸水が生じた。

2.4.1 網走市

網走市では図-2.38に示す網走港において浸水が生じた(写真-2.11)。



写真-2.11 網走港新港地区における道路の浸水状況
 (提供：網走市)

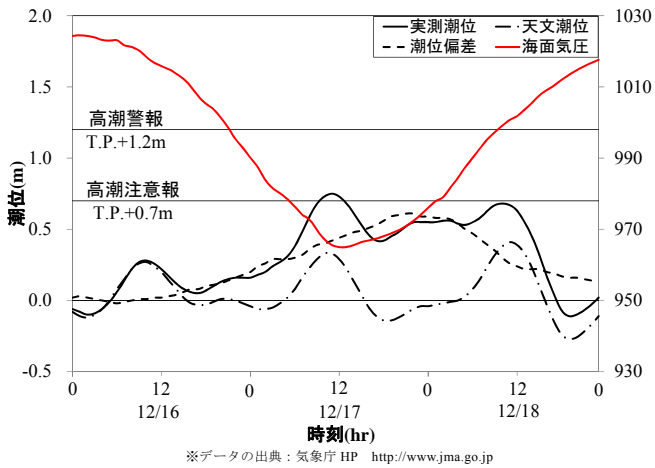


図-2.39 網走港における潮位及び海面気圧

図-2.39は網走港の潮位と海面気圧の変化を示したものであり、最高潮位は12月17日11:00にT.P.+0.75m(C.D.L.+1.46m)を記録した。最高潮位に対して浸水が生じた岸壁の天端高はT.P.+0.99~1.49m (C.D.L.+1.70~2.20)である。このため、浸水は高潮によりが上昇し、その際に生じる波浪の越波により発生したものと考えられる。

最高潮位偏差は図-2.39より12月17日21:00に0.61mを記録した。この時の海面気圧は970.9hPaであり、式(2.2)から気圧の低下に伴う吸い上げ効果による海面上昇量は約0.5mであることが分かる。ここで、計算に用いた定数 a は1.296⁴⁾である。また、最高潮位偏差の記録前後の風向は図-2.40示した網走市の風速及び風向の変化から北寄りであり、網走港の主風向は北であることから、 $\theta=0^\circ$ となる。また、最高潮位偏差の記録前後の平均風速は約12m/sであることから式(2.3)より吹き寄せ効果による海面上昇量は約0.1mとなる。ここで、計算に用いた定数 b は0.036⁴⁾である。網走港沖では波浪観測を実施していな

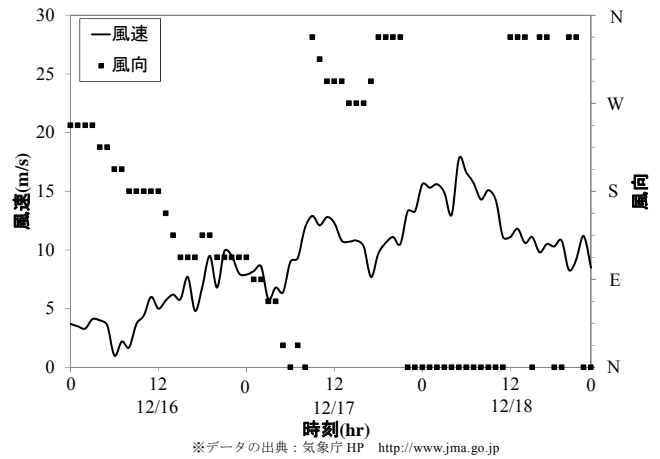


図-2.40 網走港における風速及び風向

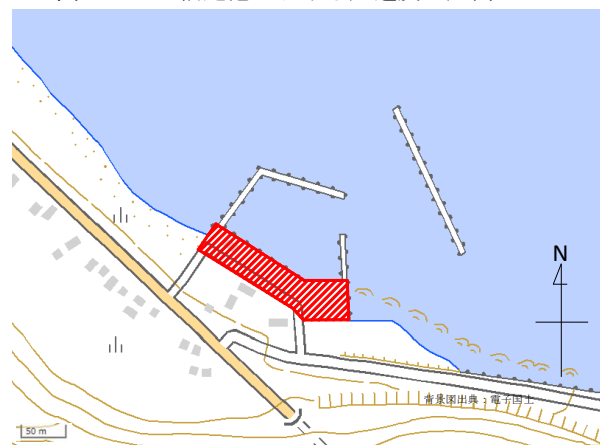


図-2.41 斜内漁港における浸水発生箇所

いことから沖波 H_0 は不明であるが、残りの約0.1mはwave setupの効果であると考えられる。

2.4.2 浜頓別町

浜頓別町では図-2.41に示す斜内漁港において浸水が生じた(写真-2.12)。

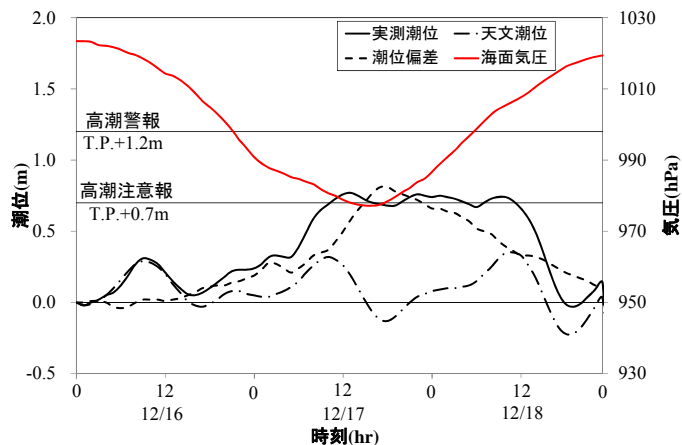
図-2.42は斜内漁港近辺に位置する枝幸港の潮位と北見枝幸における海面気圧の変化を示したものである。最高潮位は12月17日13:00にT.P.+0.77m(C.D.L.+1.27m)を記録した。最高潮位に対して浸水が生じた岸壁の天端高はT.P.+1.00m(C.D.L.+1.50m)である。このため、浸水は高潮によりが上昇し、その際に生じる波浪の越波により発生したものと考えられる。

最高潮位偏差は図-2.42より12月17日17:00に0.81mを記録した。この時の海面気圧は978.0hPaであり、式(2.2)から気圧の低下に伴う吸い上げ効果による海面上昇量は約0.3mであることが分かる。ここで、浜頓別町における定数 a は不明であるため、気圧が1hPa低下する毎に海面が1cm上昇するものと仮定し、計算に用いた定数 a は1.0とし

た. また, 最高潮位偏差の記録前後の風向は図-2.43に示した北見枝幸の風速及び風向の変化から北であり, 斜内漁港の主風向は北東であることから, $\theta=45^\circ$ となる. また, 最高潮位偏差の記録前後の平均風速は約16m/sであることから式(2.3)より吹き寄せ効果による海面上昇量は約0.4mとなる. ここで, 浜頓別町における定数 b は不明であるため, 近隣に位置する稚内における定数 b である0.149⁴⁾とした. 斜内漁港沖では波浪観測を実施していないことから沖波 H'_0 は不明であるが, 残りの約0.1mはwave setupの効果であると考えられる.

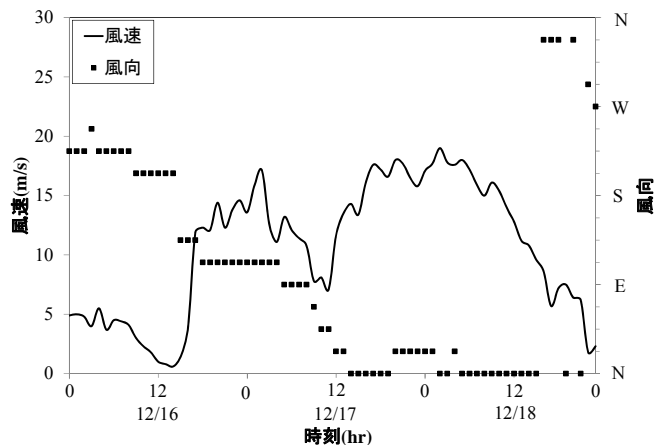
参考文献

- 1) 国土交通省: 12月12日からの大雪等に関わる被害状況について, p.9, 2014
- 2) 合田良実: わかりやすい土木講座 17 二訂版 海岸・港湾, 彰国社, pp.118
- 3) 富田孝史, 河合弘泰: 台風来襲時における高潮即時予測の精度と課題, 海洋開発論文集, 第20巻, pp.671-676, 2004
- 4) 気象庁: 平成14年潮位表, pp.319, 2002
- 5) 防災科学研究所: 2014年12月16日-17日の北海道に被害をもたらした低気圧と高潮について, <http://mizu.bosai.go.jp/wiki/wiki.cgi> (最終確認日: 2015年7月9日)



※気圧データの出典: 気象庁 HP <http://www.jma.go.jp>
 ※潮位データの出典: 枝幸港検潮記録(提供: 稚内港湾事務所)

図-2.42 枝幸港における潮位及び北見枝幸における海面気圧



※データの出典: 気象庁 HP <http://www.jma.go.jp>

図-2.43 北見枝幸における潮位及び海面気圧

3. 根室市で過去に発生した高潮災害

3.1 根室市で過去に発生した高潮災害

本節では、根室市において過去に発生した代表的な高潮災害を概観する。根室市と北海道のwebsiteで公開されている、根室市防災計画資料および北海道地域防災計画資料に示される根室市の災害概要のうち、高潮に関する災害を以下の表-3.1.1に抜粋する。災害発生要因の種別については、判別がつきやすいように台風を薄紅色で、低気圧のものを下線付きの群青色で示している。また、気

象庁がwebsiteで公開する気象観測データおよび日本海洋データセンターがwebsiteで提供するJODCオンラインデータ提供サービスを基に、各災害時における気象および潮位の観測データを併記している。なお、表-3.1.1は、被災種別として根室市および北海道が高潮災害として認識しているものであり、潮位偏差、すなわち物理的な高潮の発生の有無という観点での調査ではないことに注意されたい。

表-3.1.1 根室市の高潮災害の概要 (1)

番号	種別	年月日	被災種別	被害状況	気象観測データ
1	台風	1935年 9月26日	大雨・高潮	銚子沖通過夕刻根室付近に達す。大雨、高潮により死者10名、負傷20名、浸水家屋1,678戸、田畑被害21,869ha、被害戸数4,745戸。	—*
2	台風	1959年 9月27日	高潮・波浪	伊勢湾台風は27日朝、秋田沖に停滞、入戸沖に副低気圧発生、沿岸洋上東に去る。災害は主に高潮、激波による、死1、家全壊40戸、半壊70、破損384、浸水家屋342、橋流失、道路堤防欠壊など32、がけ崩れ6、船舶沈11隻。	—*
3	低気圧	1960年 12月25～26日	暴風雪	根室沖を通過して発達した低気圧による陸上22、海上30m/sのふぶき。列車運休、電信、電話障害、学校休校、根室海岸高潮にて床上浸水15戸。	—*
4	低気圧	1965年 1月8～9日	暴風雪	根室の南を通過した低気圧による陸上20.2、海上25m/sの風による高潮。全壊7戸、一部破損18戸、床上浸水14戸、床下浸水22戸、漁船被害134隻、水産施設木工被害多数。	日最低海面気圧：—* (日平均海面気圧：978.2hPa) 日最大風速：20.2 m/s 日最大潮位：—*
5	低気圧	1983年 3月17～18日	暴風雪 波浪・高潮	低気圧の通過により最大瞬間風速37.2m/sを記録。国道44号線・道々根室半島線全線通行不能。花咲港西防波堤破損や住家・営農被害など被害額185百万円。	日最低海面気圧：971.0hPa (日平均海面気圧：986.2hPa) 日最大風速：18.9 m/s 日最大潮位：D.L.+207 cm
6	低気圧	1988年 10月30～31日	暴風・波浪	低気圧の通過により最大瞬間風速37.6m/sを記録。住家被害27棟、水産被害286件、土木被害10件など被害額1,450百万円。	日最低海面気圧：978.4hPa (日平均海面気圧：985.5hPa) 日最大風速：20.3 m/s 日最大潮位：D.L.+223 cm
7	台風	1989年 8月16～17日	大雨・洪水 暴風・波浪 高潮	納沙布岬を通過した台風14号により総降水量138.5mm、最大瞬間風速27.7m/sを記録。住家被害61棟、漁具・漁網などの水産被害79件、道路の決壊8ヶ所。被害額186百万円	日平均海面気圧：—* (日平均海面気圧：1008.0hPa) 日最大風速：15.5 m/s 日最大潮位：—*
8	低気圧	1991年 2月16～18日	暴風雪 大雪・波浪	低気圧の通過により最大瞬間風速34.5m/s、総降雪量23cmを記録。幌茂尻などで一時停電となる。住家一部破損16棟、営農施設被害8件漁船破損などの水産被害11件など被害額18百万円。	日平均海面気圧：—* (日平均海面気圧：994.8hPa) 日最大風速：18.8 m/s 日最大潮位：D.L.+195 cm
9	台風	1991年 9月27～28日	大雨・洪水 暴風・波浪 高潮	台風19号の通過により最大瞬間風速30.1m/s、総降水量39mmを記録。厚床で塩害により約1,600戸が17時間にわたり停電となる。住家一部破損16棟、水産施設の屋根剥離、漁網流出などの水産被害10件など被害額168百万円。	日最低海面気圧：976.3hPa (日平均海面気圧：990.3hPa) 日最大風速：14.0 m/s 日最大潮位：D.L.+159 cm
10	台風	1992年 9月11～12日	大雨・洪水 暴風・波浪 高潮	台風17号の通過により最大瞬間風速28.9m/s、総降水量259.0mm、日降水量211.5mmで観測開始以来第1位を記録。1時間における最大降水量29mmを記録。住家床上、床下浸水109棟、水産施設被害などの水産被害28件など被害額116百万円。浜松地区住民に避難勧告。	日最低海面気圧：971.4hPa (日平均海面気圧：992.5hPa) 日最大風速：19.1 m/s 日最大潮位：D.L.+157 cm

*観測データなし

表-3.1.1 根室市の高潮災害の概要 (2)

番号	種別	年月日	被災種別	被害状況	気象観測データ
11	低気圧	1995年 11月8～9日	暴風・波浪 高潮	低気圧の通過により最大瞬間風速 33.5m/s を記録。住家一部破損 19 棟，営農施設 35 件，漁具，漁網などの水産被害 66 件など，被害額 540 百万円。	日最低海面気圧：971.3 hPa (日平均海面気圧：979.8 hPa) 日最大風速：18.9 m/s 日最大潮位：D.L.+155 cm
12	低気圧	2002年 1月27～28日	暴風雪 大雪・波浪 高潮	低気圧の通過により，最大瞬間風速 36.0m/s を記録。住家被害 3 件，公共施設被害 5 件，瑠璃瑠地区など 124 戸で停電発生。被害総額 1 百万円。	日最低海面気圧：985.3 hPa (日平均海面気圧：990.5 hPa) 日最大風速：20.3 m/s 日最大潮位：—*
13	低気圧	2006年 10月6～9日	大雨・洪水 暴風・波浪 高潮	急速に発達した低気圧の通過により，1939 年観測からの極値の最大瞬間風速 42.2m/s を記録。重傷者 2 名，軽傷者 5 名，住宅被害 242 件（床上浸水 13 件，床下浸水 12 件，一部損壊 217 件），農業被害 134 件，水産被害 458 件，商工被害 100 件など 1,083 件。被害額 1,968 百万円。温根沼などで 12 世帯 23 名が自主避難。市内の 5,470 戸で停電。	日最低海面気圧：977.0 hPa (日平均海面気圧：981.5 hPa) 日最大風速：25.0 m/s 日最大潮位：—*
14	低気圧	2007年 1月6～8日	暴風雪 波浪・高潮	低気圧の通過により，最大瞬間風速 35.2m/s を記録。床下浸水 2 件，住家一部損壊 4 件。被害額 63 千円。市内の約 3,800 世帯で停電。	日最低海面気圧：968.7 hPa (日平均海面気圧：976.2 hPa) 日最大風速：20.4 m/s 日最大潮位：—*
15	低気圧	2008年 3月31～4月2日	暴風雪 波浪・大雨 洪水・高潮	急速に発達した低気圧の通過により最大瞬間風速 33.8m/s，降雪量は 37cm（根室）47cm（厚床）を記録。国道 44 号線（穂香～厚床）が通行止め。13 名が厚床会館へ一時避難。道道は根室半島線ほか 7 路線で通行止め。市内バス全線運休。納沙布方面を中心に 750 戸が停電。住宅被害 10 件，農業被害 27 件，水産被害 20 件，公共施設など計 74 件。被害額 28 百万円。	日最低海面気圧：980.4 hPa (日平均海面気圧：986.4 hPa) 日最大風速：20.6 m/s 日最大潮位：—*
16	台風	2009年 10月8～9日	暴風・波浪 高潮	台風 18 号の通過により，最大瞬間風速 35.4 m/s を記録。降り始めからの総雨量は 105.5mm を記録。西浜町 7 丁目の市道西浜 1 号線，市道根室穂香線の 2 箇所道路冠水のため通行止。市内 436 戸で停電。9 日は小中学校，高校は市内全校が臨時休校。住宅被害 26 件（床下浸水 1 件，一部損壊 25 件），農業被害 16 件，水産被害 8 件など計 72 件。被害額 35 百万円。	日最低海面気圧：990.2 hPa (日平均海面気圧：997.2 hPa) 日最大風速：22.6 m/s 日最大潮位：—*
17	低気圧	2010年 12月22～23日	暴風・波浪 高潮	発達した低気圧の影響により，最大瞬間風速 29.6m/s。水産被害を中心に被害総額 3 百万円。	日最低海面気圧：986.0 hPa (日平均海面気圧：998.5 hPa) 日最大風速：17.8 m/s 日最大潮位：—*
18	台風	2011年 9月21～22日	暴風・波浪 高潮	台風 15 号の通過により，最大瞬間風速 35.6 m/s，総雨量 89.5 mm を記録。西浜町 7 丁目の市道で道路冠水のため通行止。市内 1,021 戸で停電。小中学校，高校市内全校が臨時休校。JR，市内バス一時運休。住宅被害 19 件，農業被害 16 件，水産被害 2 件，商工被害 10 件など計 75 件。被害額 23 百万円。	日最低海面気圧：988.5 hPa (日平均海面気圧：996.5 hPa) 日最大風速：23.7 m/s 日最大潮位：D.L.+167 cm
19	台風	2013年 9月16～17日	暴風・波浪 高潮・洪水	台風 18 号（その後温帯低気圧に変わり接近）の影響により最大瞬間風速 31.2 m/s を記録。トタン屋根や壁の剥離被害のほか，倒木が発生。また，一部で停電，冠水の被害が発生した。また，根室湾中部漁業協同組合所属の上架している漁船が突風による破損した。被害総額 8 百万円。	日最低海面気圧：986.2 hPa (日平均海面気圧：998.6 hPa) 日最大風速：20.0 m/s 日最大潮位：D.L.+162cm

*観測データなし

表-3.1.1 根室市の高潮災害の概要 (3)

番号	種別	年月日	被災種別	被害状況	気象観測データ
20	台風	2013 年 10 月 16～17 日	大雨・暴風 波浪・高潮	台風 26 号の通過により、最大瞬間風速 36.7 m/s、総雨量 78.5mm を記録。市道（東梅別当賀線）、道道 142 号線（根室浜中釧路線）、道道 953 号線（別当賀落陽線）の 3 箇所ですて倒木のため通行止。道道 35 号線（根室半島線）の 1 箇所ですて道路冠水のため通行止。市内の避難所 4 箇所を開設し、3 名が避難。市内約 800 戸で停電。16 日は小学校、中学校 4 校が臨時休校。中学校 3 校、高校は下校時間繰上げ。JR、市内バス運休。住宅被害 119 件（床下浸水 3 件、一部損壊 116 件）、農業被害 141 件、漁船、漁網被害など水産被害 34 件、商工被害 49 件、柏陵中学校屋根飛散など公立文教施設被害 26 件など計 505 件。被害額 227 百万円。	日最低海面気圧：982.7 hPa （日平均海面気圧：1002.3hPa） 日最大風速：24.5 m/s 日最大潮位：D.L.+194cm
21	低気圧	2014 年 3 月 21 日	大雨・暴風 波浪・高潮	急速に発達した低気圧の影響により、猛吹雪となり最大瞬間風速 29.4 m/s を記録、国道・道道・市道の通行止めが発生した。積雪の観測史上最高の 115cm に達し、帰宅ができなくなった市民の受け入れのため、避難所を開設した。被害総額 1 百万円。	日最低海面気圧：984.5 hPa （日平均海面気圧：996.0hPa） 日最大風速：19.8 m/s 日最大潮位：—*

*観測データなし

3.2 根室市における低気圧による高潮災害の発生頻度・規模について

表-3.1.1 に示される 1935 年 9 月から 2014 年 4 月までの記録では、全 21 件の高潮災害のうち台風による被害が 9 件、低気圧による被害が 12 件であり、低気圧による災害事例がやや卓越している。2006 年から 2014 年の間の直近の 9 年間では、今回（2014 年 12 月 17 日）を含めれば 6 回のイベントが発生している。ただし、浸水被害が発生するような規模の高潮の発生頻度について、より精緻な議論をするためにはさらに長期間のデータが必要であると考えられる。また、これらは被災種別として根室市および北海道が高潮災害として認識しているものであり、潮位偏差、すなわち物理的な高潮の発生の有無という観点での調査ではないため、高潮の厳密な発生頻度とは異なることに注意されたい。高潮による被害の発生状況としては、住家被害のうち特に浸水家屋数に着目する。表-3.1.1 の「被害状況」列のうち床下浸水または床上浸水の家屋数が明記されているものを抽出すると（両方が記載されているものは、その合計数である。）、台風は 5 イベント（番号 1, 2, 10, 16 及び 20）があり浸水家屋数はそれぞれ 1678, 342, 109, 1, 3 となっている。それに対し、低気圧は今回の高潮を含め 4 イベント（番号 4, 13, 14 及び今回）があり浸水家屋数はそれぞれ 36, 25, 2, 95 である。浸水家屋数が小さい（例えば、10 以下の）イベントを除くと、台風の際は概ね 100 戸以上の被害が発生してきていたが、高潮の際は数十戸程度の被害であったようである。また、今回の被害はそのなかでも過去の高潮の被害と比

べて比較的に浸水家屋数が大きいようである。ただし、沿岸域の宅地開発状況、防潮施設の整備状況や降雨量等にも影響を受けるので、そうした点及ぼす影響については注意が必要である。図-3.2.1 に、JODC オンラインデータ提供サービス（2015 年 5 月 13 日時点）から得られた 1983 年 1 月 1 日から 1996 年 3 月 31 日までの根室市の日最大潮位の推移グラフを示す。ここに、図中にプロットされる各番号は、表-3.1.1 に付す各災害事例番号に対応しており、各番号の着色は発生種別によって台風を薄紅色、低気圧を群青色で書き分けてある（データが得られなかった災害事例番号 7 番は省略）。なお、1983 年以前と 1996 年 4 月 1 日から 2010 年 12 月 31 日までの潮位データは不在であり（2015 年 5 月 13 日閲覧時点）、また 2011 年以降は根室市潮位の観測地点・観測方法が変更されていることから、データの取り扱いを統一させるため、ここでは 1983 年 1 月 1 日から 1996 年 3 月 31 日までに限定して抽出を行った。グラフからは、表-3.1.1 で取り上げられる高潮災害事例に加えて、災害事例と同程度あるいはそれ以上の観測潮位の記録が確認できる。グラフ内で潮位データの欠測が無い 1989 年 10 月 1 日以降に着目すると、高潮災害として北海道及び根室市が取り上げる事例（表-3.1.1 および図-3.2.1 におけるグラフ中の災害事例番号 8, 9, 10, 11 に相当）のうち、災害事例番号 8（低気圧による高潮）は該当期間の中でも特に高い日最大潮位を記録するが、一方、台風による高潮に該当する災害事例番号 9, 10, 11 に対しては、それらを越えるより高潮位の記録が少なくとも当該観測地点において該当期間では 50 件以上ある。ただし、

当然ながら、この全てのイベントで高潮による被害が発生したわけでは無い。被害の発生の有無が生じる原因は、高潮の継続時間がイベントにより異なること等が考えられるが、詳細は不明である。データ不在により本グラフで省かれた1996年4月以降では、2006年10月7～8日（表-3.1.1における災害事例番号13に該当）の花咲検潮所において、最大で80cm以上の潮位偏差（橋本ら、2007a）を記録した温帯低気圧が甚大な災害事例としては代表的である。2014年12月17日の高潮災害の災害調査時（詳細は次章）に行った住民へのヒアリングからも、2006年10月と2014年12月の高潮災害が被害を受けた顕著な例として現地では記憶されていることがわかった。幌茂尻川河口付近の住民からの話では、過去50年ほどで自宅が浸水した例は6、7年前の急速に発達する低気圧（災害事例番号13：2006年10月の低気圧と思われる）と2014年12月の二回だけとのことであり、また、幌茂尻漁港（温根沼地区）

の近隣住民の話でも、2006年～2008年（正確な年は記憶していないとのこと）と2014年に家屋の浸水被害を受けたとのことである。穂香地区の造船所職員からは、過去35年間の間に2014年12月17日クラスの高潮災害は経験したことが無いとの話であったが、一方、ここでは膝下までの高潮が年に二回程あるとのことである。根室における高潮リスクの研究例としては、橋本ら（2007b）が、根室半島沖、釧路沖及び十勝沖の地震に伴う地殻変動・地盤沈下が生じていること等から「北海道東部沿岸においては、地盤沈下に伴って長期的に高潮リスクが増加している」と指摘し、花咲において1963年から2006までの月平均潮位から、およそ40年の間で約50cmの地盤沈下が生じたことを示している。なお、各地震の地殻変動に関する詳細は国土地理院の地震予知連絡会会報を参照されたい。

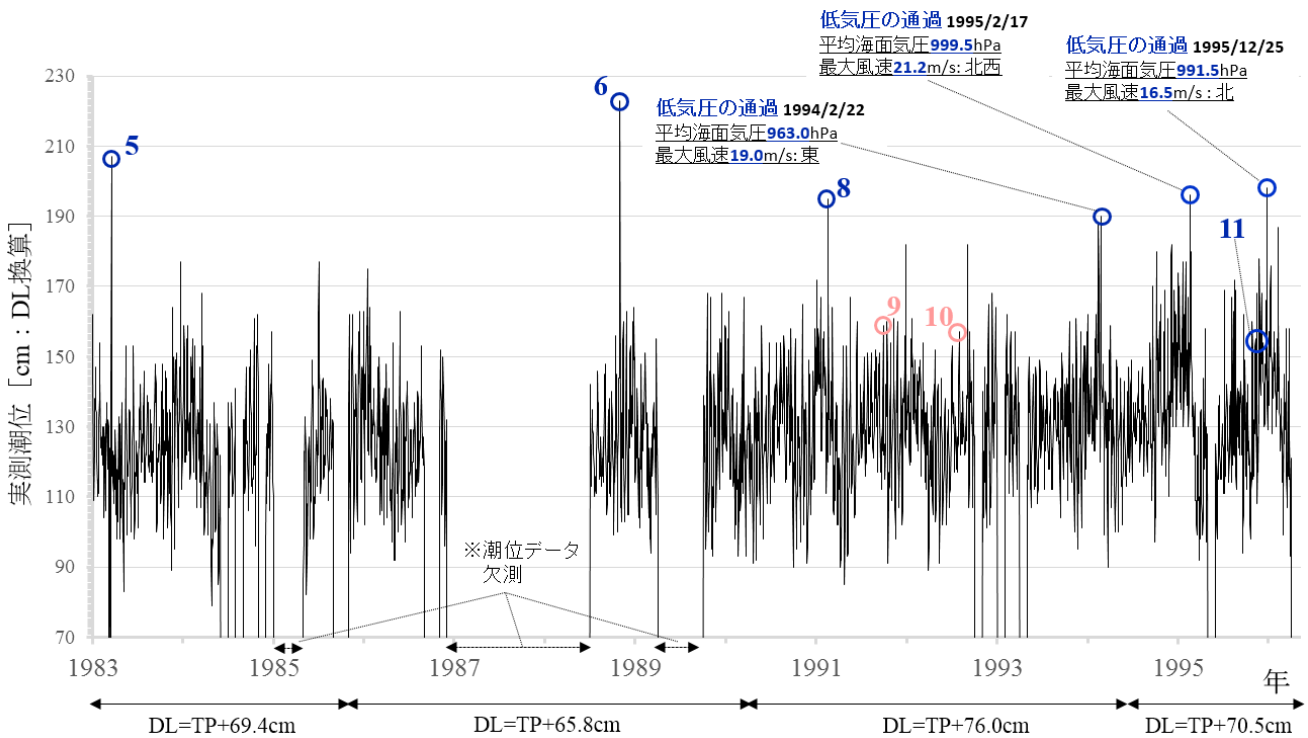


図-3.2.1 根室市における日最大潮位の推移（1983年～1996年）

ところで、高潮は、低い気圧による吸い上げ効果と、風による吹き寄せ効果の2つを主な要因とする発生メカニズムを取るが、気象庁websiteで公開されている根室市の日最低海面気圧および日最大風速・風向の上位10事例（表-3.2.1および3.2.2参照）を見ると、2014年12月17日での高潮災害では、日最低海面気圧が観測史上第2位、日最大風速は第6位を記録していることがわかる。実際の

潮位は、高潮偏差に加えて天文潮を考慮する必要があり、また、吹き寄せの効果についても風速を継続時間による積分値として考慮するのが厳密であるため、これらのデータは参考値に留まるものの、日最低海面気圧および日最大風速いずれも観測史上有数の値を記録していることは注目すべき点である。

表-3.2.1 根室市における日最低海面気圧：観測史上1～10位（1879/7～2015/5）

順位	1位	2位	3位	4位	5位	6位	7位	8位	9位	10位
要素名	低気圧	低気圧	低気圧	台風通過後 低気圧	低気圧	低気圧	不明	台風	低気圧	台風
日最低海面気圧: 単位(hPa)	948.7	951.6	956.3	957.2	958.4	958.6	959.7	960.4	963.9	964.7
年月日	1994/2/22	2014/12/17	1912/3/18	1899/10/16	1954/5/10	1955/2/21	1947/4/22	1979/10/20	1970/2/1	1979/10/19

表-3.2.2 根室市における日最大風速・風向：観測史上1～10位（1879/7～2015/5）

順位	1位	2位	3位	4位	5位	6位	7位	8位	9位	10位
要素名	台風	台風	低気圧	低気圧	低気圧	低気圧	台風	低気圧	低気圧	不明
日最大風速・風向: 単位(m/s)	30.7 北西	29.9 西北西	29.5 北北西	27.4 北西	26.2 北北東	26.1 東	26.0 北西	25.8 北北東	25.4 北西	25.4 北
年月日	1910/2/11	1958/1/10	1960/1/17	1925/1/13	1908/3/8	2014/12/17	1921/11/26	1901/2/8	1949/12/28	1902/10/18

図-3.2.2と3.2.3それぞれに、気象庁HPのデータベースから得られた根室市における日最低海面気圧および日最大風速の推移グラフを示す。ここに、図中にプロットされる各番号は、表-3.1.1に付す各災害事例番号に対応し、順位番号（1位、8位、9位、10位）はそれぞれ表-3.2.1および3.2.2に対応する。なお、2015年5月13閲覧時点で得られた公開データは、図-3.2.2は1969年以降（日ごとの連続的なデータは2000年6月1日以降）、図-3.2.2は1961年以降である。図-3.2.2の日最低海面気圧のうち、連続的なデータが得られた2000年6月1日以降に着目すると、表-3.1.1で取り上げられる2000年6月1日以降の各高潮災害の他にも、同水準か或いはそれ以下の日最低海面

気圧の発生日が散在することが分かる。また、2009年からの5年間では、イベント発生時（災害事例番号16～21）には日最低海面気圧が980hPaから990hPa程度に収まっている。日最大風速（図-3.2.3）においても、イベント発生時には必ずしも極端に強い風を伴っておらず、先述の通り、高潮災害の発生条件の検討には風の継続時間も併せて考慮すべきことが窺える。なお、根室半島の南岸（花巻側）では、海岸線に平行な風が長時間吹き寄せることによって潮位偏差が増加しやすい特性が橋本ら（2007b）によって示されており、吹き寄せの時間に加え、風向きも合わせた考慮が肝要である。

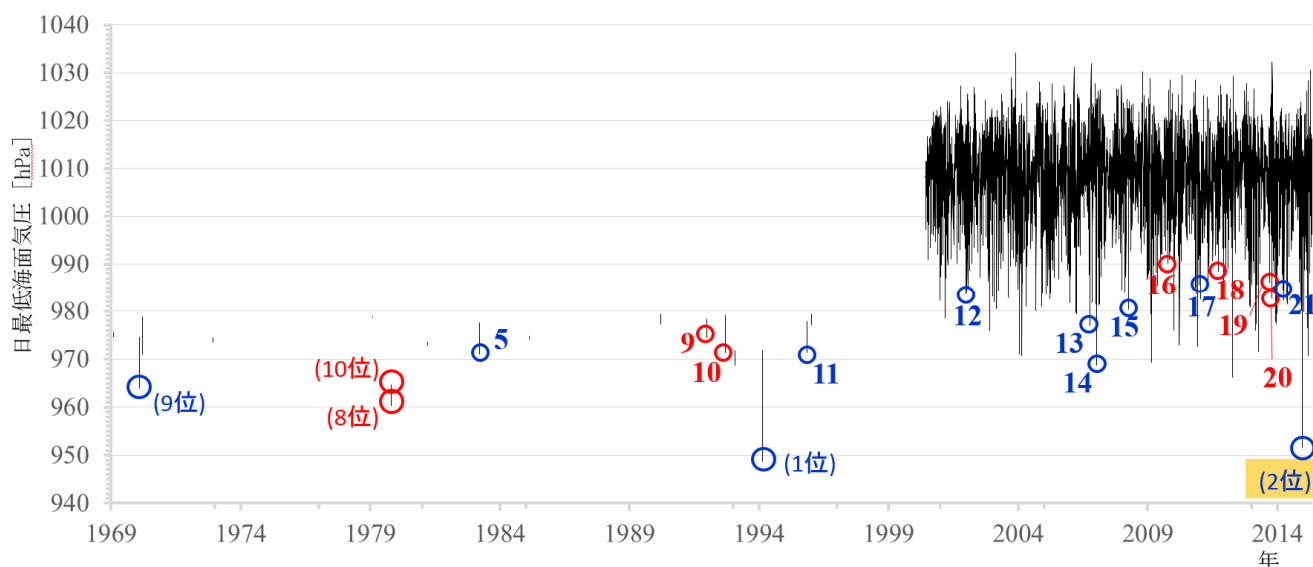


図-3.2.2 根室市の日最低海面気圧推移（1969年～2014年）

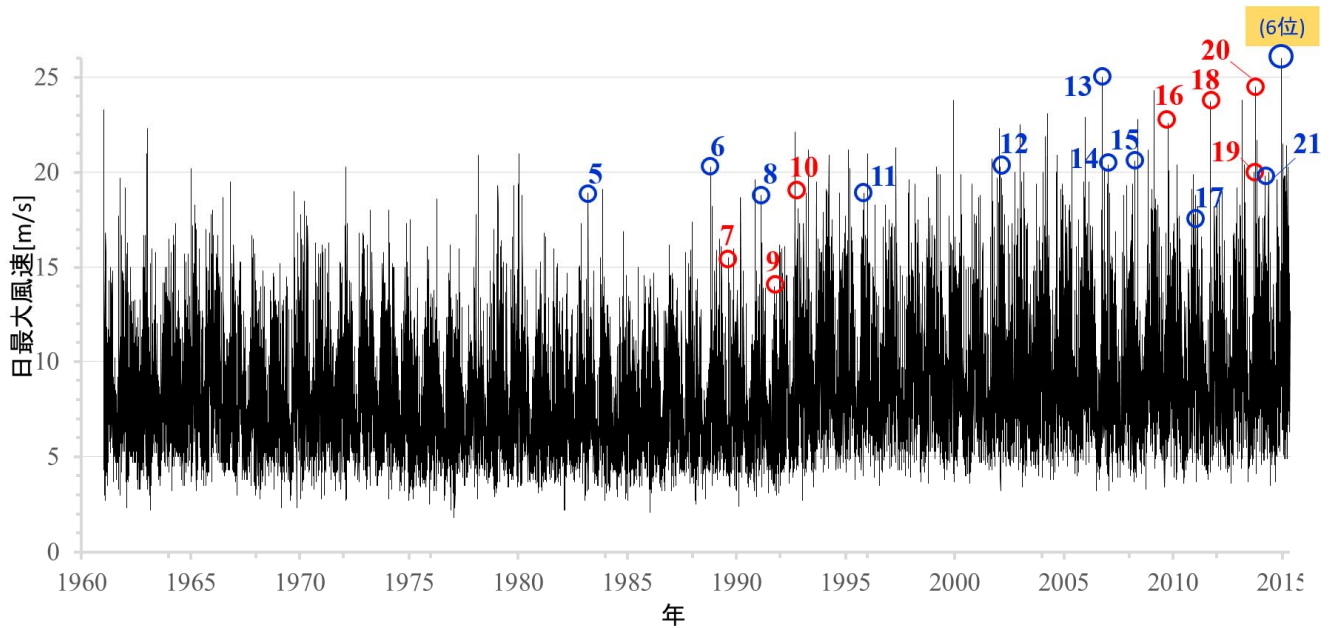


図-3.2.3 根室市における日最大風速（1960年～2015年）

参考文献

北海道：北海道地域防災計画資料（2015年5月13日時点），
http://www.pref.hokkaido.lg.jp/sm/ktk/bsb/bousaikaikaku_shiryo.htm

根室市：根室市防災計画資料（2015年5月13日時点），
<http://www.city.nemuro.hokkaido.jp/dcitynd.nsf/image/9e3a9a321b0db8ff49257bb700408043/>

気象庁：各種データ・資料（2015年5月13日時点），
<http://www.jma.go.jp/jma/menu/menureport.html>

日本海洋データセンター（JODC）：JODCオンラインデータ提供サービス（2015年5月13日時点），
http://www.jodc.go.jp/jodcweb/index_j.html

橋本 孝治，吉野 純，村上 智一，安田 孝志：エクマン輸送に起因する新たな外洋型の高潮発生機構，海岸工学論文集，Vol.54，pp.271-275，2007a.

橋本 孝治，吉野 純，安田 孝志：海岸線と平行な強風によって発生した高潮に関する研究（2006年10月の温帯低気圧による北海道東部沿岸の事例），海洋開発論文集，Vol.23，pp.135-140，2007b.

国土地理院：地震予知連絡会会報（2015年6月29日時点），
<http://cais.gsi.go.jp/YOCHIREN/report.html>

4. 高潮被害の現地調査

4.1 調査手法

(1) 調査行程及び調査員

図-4.1(1)に、北海道東部の広域図を示す。根室市は、知床半島、根室半島及び国後島で囲まれた根室海峡の南の付け根にあたる部分に位置している。根室港は根室海峡に面している根室地区及び太平洋に面している花咲地区がある(同図(2))。今回の現地調査は、根室港のうち根室地区とその周辺地域において行った。回数は、災害発生直後及びその約3週間後の計2回である。

第1回目調査は、平成26年(2014年)12月19日(金)～20日(土)に行った。調査員は5名で、国土交通省国土技術政策総合研究所沿岸海洋・防災研究部主任研究官・熊谷兼太郎、独立行政法人港湾空港技術研究所海洋情報・津波研究領域海象情報研究チーム研究官・関克己、独立行政法人土木研究所寒地土木研究所寒冷沿岸域チーム上席研究員・山本泰司、同チーム研究員・酒井和彦、国土交通省北海道開発局釧路開発建設部根室港湾事務所所長・柿崎永己である。主な行程は以下の通りである：



(1) 北海道東部の広域図



(2) 根室港

図-4.1 調査地域の周辺図

(主な行程)

平成26年12月18日(木)

夕方 各機関から根室市へ異動

12月19日(金)

8:45～9:20 根室市役所にて打合せ

9:20～10:00 根室港湾事務所にて打合せ

10:00～12:30 琴平町～本町の一帯の調査

12:40～14:15 弥生町・梅ヶ枝町・緑町の調査

14:25～15:40 西浜町の調査

16:00～16:45 根室港湾事務所にて打合せ

12月20日(土)

8:30～10:40 琴平町～本町の一帯の調査

10:55～11:35 根室市役所へ調査結果の速報を報告

13:00～14:00 根室港湾事務所にて打合せ

14:00～14:35 報道機関むけ報告会

14:45～15:45 穂香地区の調査

夜 各機関へ帰着

第2回目調査は、平成27年(2015年)1月8日(木)～10日(土)に行った。調査員は5名で、熊谷兼太郎、独立行政法人港湾空港技術研究所海洋情報・津波研究領域領域長・富田孝史、同研究所海洋研究領域耐波研究チーム研究官・鶴田修己、酒井和彦、柿崎永己である。主な行程は以下の通りである：

(主な行程)

平成27年1月8日(木)

昼 各機関から根室市へ異動

16:30～17:10 緑町ポンプ場の調査

17:30～18:00 根室港湾事務所にて打合せ

1月9日(金)

8:30～10:00 穂香地区の調査

10:10～11:45 幌茂尻漁港(温根沼地区)の調査

12:00～13:10 幌茂尻漁港(幌茂尻地区)の調査

14:00～15:00 西浜町の調査

15:15～16:00 弥生町・梅ヶ枝町・緑町の調査

16:30～17:00 根室港湾事務所にて打合せ

1月10日(土)

9:00～10:30 標津町へ移動

10:40～11:10 伊茶仁海岸の調査

11:10～11:30 標津漁港の調査

午後 各機関へ帰着

(2) 調査項目、調査手法及び調査機材

表-4.1に、調査項目及び調査手法を整理して示す。調査項目は大別して3つである。

1つ目は、各地点における高潮の浸水高・遡上高の調査である。調査手法は土砂、草等の漂着物の発見、目撃者に対してヒアリングした結果等により、各地点で高潮が到達した最大高さを把握する。そして、測量機材を用いた水準測量を行って記録する。

2つ目は、平面的な浸水範囲の把握である。調査手法は、土砂、草等の漂着物の有無、家屋被害の有無、水の流向に一樣に倒れた植生の有無、目撃者に対してヒアリングした結果等から、高潮の平面的な広がりを把握する。そして、住宅地図等の詳細地図に書き込んでいく。

3つ目は、浸水経路の推定である。水準測量の結果をもとにした護岸の天端高さや浸水高との比較、市街地から海への排水経路の確認、目撃者に対してヒアリングした結果等から、護岸を越流してきたのか、海から陸の方向への特定の浸水経路があったのか等を可能な限り時系列的に把握する。

調査機材は、レーザー測距儀（Laser Technology Inc 製 Impulse200）、レーザー測距儀固定用三脚、鋼製箱尺、反射板、測量補助用ポール、巻き尺、携帯型GPS受信機（GARMIN製GPSmap 60CSx）、デジタルカメラ（Pentax製Optio W10）、野帳・筆記具、推算潮位表（気象庁の公表する天文潮位）等を用いた。

ここで、水準測量の結果が含む誤算について説明を記載しておく。今回の水準測量では高さの基準として海面を利用しており、その海面は波の影響により揺動している。誤差を可能な限り小さくするため、測定開始前に一定時間のあいだ潮位変動を観察してから海面高さの測定を行うように工夫しているが、今回の結果には海面の揺動に伴う誤差がある程度含まれている。以下、本章の水準測量の結果についてこの点は全て同様である。

表-4.1 調査項目及び調査手法

調査項目	調査手法
浸水高・遡上高	<ul style="list-style-type: none"> ・土砂、草等の漂着物の発見 ・目撃者に対するヒアリング 等 <li style="text-align: center;">↓ 測量機材を用いた水準測量
浸水範囲	<ul style="list-style-type: none"> ・土砂、草等の漂着物の有無 ・家屋被害の有無 ・水の流向に一樣に倒れた植生の有無 ・目撃者に対するヒアリング 等 <li style="text-align: center;">↓ 住宅地図等に書き込み
浸水経路	<ul style="list-style-type: none"> ・護岸の天端高さや浸水高との比較 ・市街地から海への排水経路の確認 ・目撃者に対するヒアリング 等 <li style="text-align: center;">↓ 可能な限り時系列的に推定

4.2 調査結果の概要

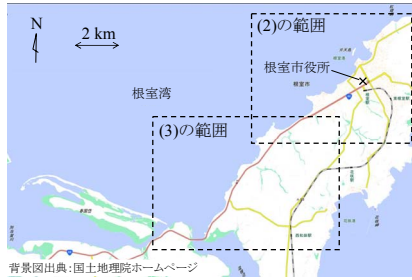
平成26年12月17日前後に低気圧が北海道東部を通過した。気圧については日最低海面気圧（10分毎に測定した気圧値を海拔0m相当に更正した値のうち、一日の中で最低の値）が951.6 hPaを記録し、根室市で観測記録のある1879年以降で過去2番目の低い値となった²⁾。風については、風向や継続時間が高潮の消長にとって重要であるので単純には言えないものの、最大風速26.1 m/sを記録し、1890年以降で過去6番目の大きい値となった²⁾（3.2節参照）。潮位偏差は最大で1.53 mとなり（2.1節参照）、中心市街地をはじめとして高潮による浸水が発生し、避難勧告が同日8:00頃から約30分のあいだに1,091世帯、2,788人に出された³⁾。

まず、浸水高・遡上高については、市内の8か所において痕跡の水準測量を行った。図-4.2(2)～(3)に、各地点の浸水高を地図上にプロットして示す。その結果、浸水高はT.P.+1.9 m～T.P.+2.5 mの範囲であり、また、遡上高はT.P.+2.3 m～T.P.+2.5 mの範囲であった（表-4.2）。なお、同表の5列目に、浸水高を測定した地点については浸水深（地盤からの高さ）も参考で示した。例えば、No.6の地点では痕跡は地盤（造船所建屋内の床面）から1.41 mの高さに位置していた。

次に、浸水範囲については、琴平町～本町の一帯、弥生町・梅ヶ枝町・緑町の一帯、西浜町、穂香地区、幌茂尻漁港幌茂尻地区及び幌茂尻漁港温根沼地区という、少なくとも6地区で浸水が生じていたことを確認した（土地利用の無い自然地形の低湿地等の浸水は除外する。）。例えば、中心市街地である弥生町・梅ヶ枝町・緑町の一帯において、汀線から陸側方向に最大で約300 mまで浸水していた（同図(4)）。また、西浜町ハッターリ川周辺において、河口から約230 m上流にある歩行者用橋梁の周辺まで浸水していた（詳細は4.3（3）を参照。）。

浸水経路については、基本的には、海面が上昇し岸壁、河川堤防等を越流したことにより浸水が生じていた。ただし、一部の地区では、海岸の護岸パラペットの天端高さが浸水の痕跡高さを上回っているなど、越流による浸水とは考えにくかった。いずれの地区にも海側へと通じる小規模な水路があり、また、溢流を目撃した住民の証言等が得られた。このように、一部の地区においては、小規模な水路が浸水経路となったと考えている。

その他の被害としては、港湾上屋のロールシャッターの一部破損（海岸町1丁目及び本町5丁目）、海岸保全施設（護岸）陸側における土砂の散乱（平内町1丁目及び岬町5丁目）、根室海上保安部の巡視船4隻の被害⁴⁾、小型漁船の漂流・漁具の散乱（弥生町1丁目）、住宅・商店・工



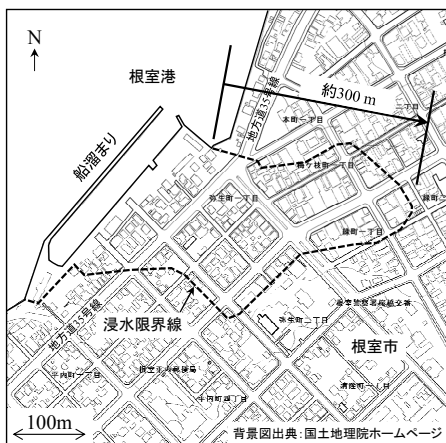
(1) 根室市中部



(2) 拡大図 (中心市街地周辺)



(3) 拡大図 (幌茂尻漁港周辺)



(4) 浸水範囲の例 (中心市街地)

図-4.2 浸水高・遡上高及び主な浸水範囲

表-4.2 浸水高・遡上高の測定結果

No.	地区名(測量点近傍の施設名)	測量結果(T.P.)	測量結果の種類	
			遡上高	浸水高(その場合の浸水深)
1	琴平町1丁目(港湾合同庁舎付近)	+2.3 m	○	
2	海岸町2丁目(根室漁協付近)	+2.5 m		○ (0.35 m)
3	本町4丁目(水産加工業敷地)	+2.5 m	○	
4	弥生町1丁目(寿司店)	+1.9 m		○ (0.99 m)
5	西浜町7丁目(水産加工業敷地)	+2.2 m		○ (0.40 m)
6	穂香地区(造船所建屋内)	+2.5m		○ (1.41 m)
7	幌茂尻漁港幌茂尻地区(民家)	+2.0m		○ (0.66 m)
8	幌茂尻漁港温根沼地区(漁港内建物)	+2.3m以上		○ (0.16 m)

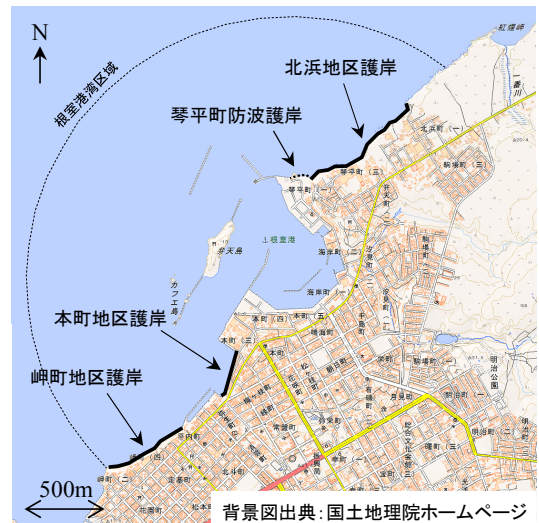


図-4.3 根室港根室港区内の海岸保全施設

場の床上浸水被害(市内各所), 車両の浸水被害(市内各所)等が発生していた。

図-4.3に, 根室市提供の資料をもとに, 根室港根室港区内の海岸保全施設の位置を示す。北側から順に, 北浜地区護岸(延長870 m), 琴平町防波護岸(同158 m), 本町地区護岸(同300 m)及び岬町地区護岸(同540 m)の計4施設である。各護岸の天端高さはいずれもT.P.+3.44 mで設計・築造されているとのことである。今回の調査結果によれば浸水高・遡上高はT.P.+1.9 m~T.P.+2.5 mであったので, 各護岸の天端高さよりも低く, 各護岸では越流が発生していない。図-4.2(2)の浸水発生個所の情報を踏まえると, 根室港内では海岸保全施設の無い場所では陸上への浸水が発生していた。

次節で, 調査結果の詳細を述べる。

4.3 調査結果の詳細

(1) 琴平町~本町の一帯

図-4.4に, 琴平町~本町の一帯の地図を示す。琴平町から海岸町, 本町までの一帯は, 沿岸には港湾施設があ



図-4.4 琴平町～本町の一帯



写真-4.2 潮位計データ収録装置
(左側の矩形箱, 地点1-b)

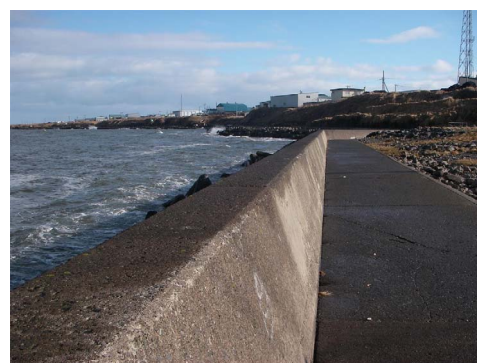


写真-4.3 北浜地区護岸 (地点1-cから東側を見た状況)



(1) 空中発射型超音波式潮位計



(2) 海藻が付着したガードレール

写真-4.1 地点1-a

る。その陸側には事業所，民家等がある。

地点1-aには，空中発射型超音波式潮位計を備えた検潮所がある(写真-4.1(1))。同検潮所からは，潮位変動のピークを少し過ぎた9:30まで潮位の観測結果の自動的な伝送が行われていたが，その時刻以降は伝送が途絶えた。その原因は，潮位計から少し東側に離れた場所にデータ収録装置があり(地点1-b, 写真-4.2)，その装置に接続

する配線が浸水して障害が発生したためとのことである。なお，地点1-a周辺の護岸には海中への転落防止用ガードレールが設けられていて，その中段付近まで海藻が付着していた。高潮や高波により運ばれてきて付着したもので，浸水の程度の参考になる(写真-4.1(2))。

琴平町の北側海岸部には，海岸保全施設がある(北浜地区護岸及び琴平町防波護岸，図-4.3のなかに黒実線及び黒点線で示す)。写真-4.3に，地点1-cから東側を見た状況を示す。前節で述べたとおり根室市によればこの護岸の天端高さはT.P.+3.44 mとのことなので，この護岸を越えるような越流は発生していないようである。

地点1-dでは，岸壁の背後の砂利敷き駐車場の斜面部に枯草等のごみが堆積していて，浸水痕跡が汀線と平行方向にほぼ直線状に残っていた(写真-4.4(4)の調査員が立つ場所)。そこで，岸壁からその浸水痕跡までの地形の縦断形状の測量を行い，遡上高の測定を行った。その結果，同地点の遡上高はT.P.+2.33 mであった。また，水平方向に浸水が到達した距離は約64 mであった(図-4.5)。

浸水の時間的経過について，目撃証言及び時系列的に撮影された写真が得られたのでここで整理する。港湾合同庁舎(写真-4.4(3)の右側の3階建ての建物)から高潮の浸水経過を目撃していた北海道開発局根室港湾事務所

職員によると、同事務所前面の岸壁（天端高さはT.P.+1.4 m程度）への浸水は8:00～8:30頃から始まったとのことである。写真-4.5は、同職員が事務所3階から南西方向に向かって地点1-d付近を撮影したもので、根室港湾事務所から提供されたものである。撮影は8:27, 8:44, 8:47, 9:13, 10:19, 10:38の計6回、ほぼ同じアングルで行われたが、同写真はのうち最も浸水の大きい1枚（8:47）をピックアップした。同写真の前後写真の撮影時刻から、地点1-dの浸水のピークは8:44～9:13の間であったと分かる。また、10:19の写真では岸壁天端は干出していないが10:38の写真では干出していることから、地点1-dで高潮が岸壁天端高さを下回ったのは10:19～10:38の間であったと分かった。付録-Eに、上述の写真6枚全てを示している。

当該岸壁には、根室海上保安部の巡視船「かりば」が係留されていたが、岸壁に接触し船体亀裂及び浸水が発生したとのことである。調査を行った12月19日も護岸に係留されており、船員らにより作業が行われていた。

また、岸壁と港湾合同庁舎との間の草地は通常は駐車場として利用されていて、高潮の発生当時も乗用車が駐車してあり、可能な限り浸水範囲外に移動させたが、それが出来なかった乗用車には浸水して動かなくなった被



(2) エプロンの縦断形状の測定



(3) 海側から陸側を見た状況



(1) 岸壁天端の高さの測定

写真-4.4 地点1-d



(4) 遡上高の測定位置

写真-4.4 地点1-d

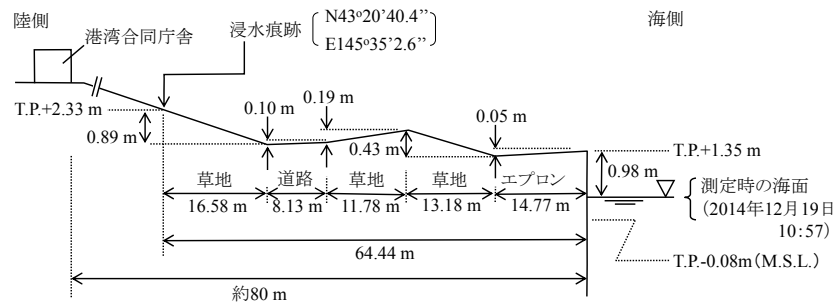


図-4.5 縦断地形図(地点1-d)



写真-4.5 岸壁及びその背後の浸水状況
(平成26年12月17日 8時47分, 地点1-d)
※北海道開発局根室港湾事務所提供

害も発生したとのことである。

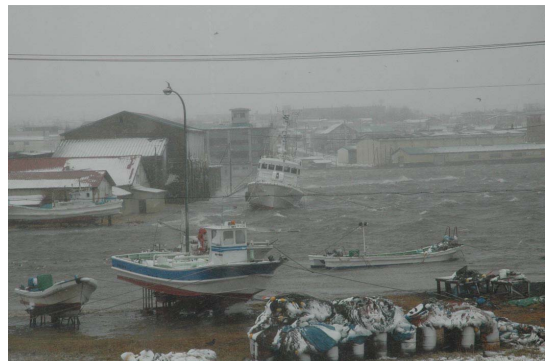
地点1-eでは、根室海上保安部の巡視艇「きたぐも」が係留されていた。高潮により、船底が護岸の天端を越えて持ち上げられるとともに陸側に吹き寄せられ、続いて潮位が下降すると右舷の一部が岸壁に引っかかり乗りあげたようである。写真-4.6は、北海道開発局根室港湾事務所職員が撮影し、根室港湾事務所から提供されたものである。同写真(1)の8:27の時点で高潮で海面が上昇して岸壁と海面の境は不明である。同写真(2)の0:28の時点では、高潮が引き始めていて船体が少し左舷側に傾いているようである。同写真(3)は、高潮が引いて岸壁も完全に干出している15:48時点のものである。

地点1-fでは、根室港近くの工場施設で目撃証言が得られた。写真-4.7(1)で人物が指差している位置、すなわち外階段の2段目踏面の少し下まで最大で浸水したとのことである。そこで、岸壁からその浸水位置までの地形の縦断形状の測量を行い、浸水高の測定を行った。その結果、同地点の浸水高はT.P. +2.48 m、浸水深は0.35 mであった(図-4.6)。同地点では、今回の被害の以前までも小規模な潮位上昇や高波による岸壁の冠水が日常的に発生していたとのことである。その原因としては、朔望平均満潮位(H.W.L.)がT.P. +0.6 m程度であるのに対し、同地点の岸壁天端の設計高さはT.P. +1.4 m程度(D.L. +2.3 m程度)であり、満潮時の海面高さにH.W.L.に比べ岸壁天端のクリアランスは0.8 m程度である。また、今回は潮位面を基準にした水準測量のためその測定結果にある程度の誤差を含む値ではあるが、岸壁天端の測定値はT.P. +1.3 m程度であり設計高さよりもやや低くなっていた。根室港湾事務所職員によれば、施設の老朽化により設計高さよりも低くなっている可能性があるとのことである。

地点1-g及び地点1-hには、港湾の上屋が2棟あり、それぞれは岸壁と平行に直線的に長く伸びている。写真-4.8



(1) 平成26年12月17日 8時27分



(2) 同 10時18分



(3) 同 15時48分

写真-4.6 巡視艇「きたぐも」(中央の船舶, 地点1-e)
※いずれも、北海道開発局根室港湾事務所提供

(1)及び写真-4.9(1)に、それぞれの建物を海側から見た状況を示す。浸水により、上屋の海側の鋼製のロールシャッターの下端が流失したり水圧を受けて陸側にめりこむように変形したりしていた(例えば、写真-4.8(2)及び写真-4.9(2))。ロールシャッターは約30mおきに設けられていて、北側の上屋には2つ、南側の上屋(根室水産物卸売市場建屋)には5つのロールシャッターがあるが、その全てに同様の被害が発生していた。

根室市役所からのヒアリングで得た情報によると、本町4丁目の水産加工場では浸水に伴って小型窒素タンクが流出する被害があったとのことである。



(1) 目撃証言による最大浸水高の把握



(5) 浸水高の測量

写真-4.7 地点1-f



(2) 岸壁天端の高さの測定

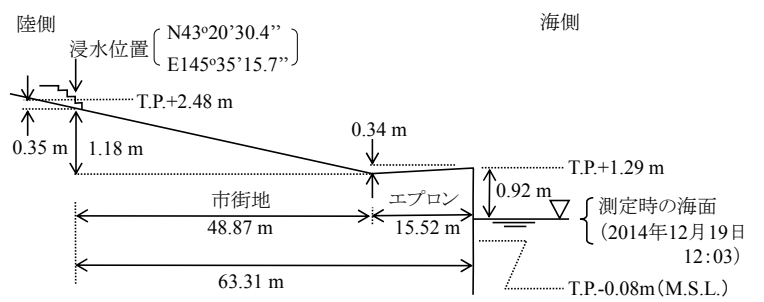


図-4.6 縦断地形図 (地点1-f)



(3) エプロンの縦断形状の測定



(1) 根室水産物卸売市場の建屋外観，海側からみた状況



(4) 背後市街地の縦断形状の測定

写真-4.7 地点1-f

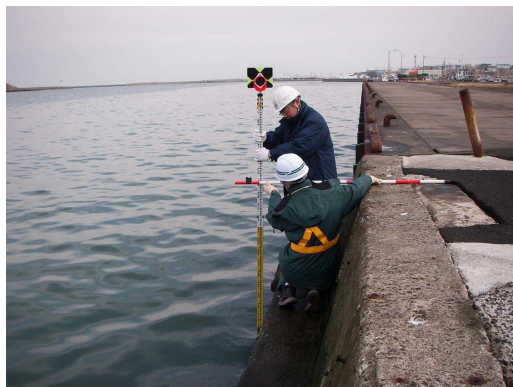


(2) ロールシャッターの被害例

写真-4.8 地点1-g



(1) 根室水産物卸売市場の建屋外観，海側からみた状況



(1) 岸壁天端の高さの測定



(2) ロールシャッターの被害例



(2) 背後市街地の縦断形状の測定（その1）

写真-4.9 地点1-h

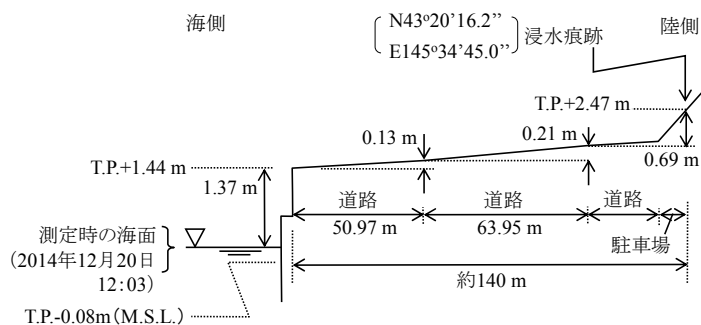


図-4.7 縦断地形図（地点1-i）



(3) 背後市街地の縦断形状の測定（その2）

本町4丁目は、岸壁の陸側に事業所が集積している地区である。そのうち、地点1-iで、浸水痕跡として水産加工業敷地内の駐車場の斜面部に草が漂着して残っていた（写真-4.10(4)の左から3人目の調査員が立つ場所）。そこで、岸壁からその浸水痕跡までの地形の縦断形状の測量を行い、遡上高の測定を行った。その結果、同地点の遡上高はT.P.+2.47 mであった。また、岸壁からの水平方向の距離は約140 mであった（図-4.7）。なお、同地点は道路に対してやや高く盛り土された敷地にある。根室市提供の資料によれば浸水限界線はさらに陸側にある（図



(4) 遡上高の測量
写真-4.10 地点1-i



写真-4.11 ボンネットまで水没していた車（中央黒い車）
※ナンバープレートを隠す画像処理を行っている

-4.4の破線を参照）。地図ソフトウェアであるGoogle Earthを用いて、岸壁からその浸水限界線までの水平方向の距離を測定したところ、約190 mであった。

地点1-i近傍の水産加工会社（株式会社丸鮮）の事務所にヒアリングしたところ、1階事務室の事務機の脚の高さ程度まで床上浸水したとのことであった。また、調査団に同行した根室市役所水産経済部水産港湾課の職員によれば、詳細な時刻は不明であるが、同地点近傍に停車してあった車がボンネットまで水没していたのを目撃したとのことである。

図-4.4に破線で、浸水限界線を示した。なお、同線は根室市提供の情報をもとに地図上に描画したが、地点1-f（海岸町2丁目）付近については、現地調査における知見を反映してやや陸側に浸水範囲を拡大して示している。それによると、琴平町～本町の一帯では海岸から水平方向に最も陸側方向まで浸水したのは地点1-iを含む本町4丁目周辺のようなのである。

以上、本項の主たる調査結果をまとめると、琴平町～本町の一帯において、遡上高を2か所で測定しそれぞれT.P.+2.33 m、同+2.47 mであった。また、浸水高を1か所で測定しT.P.+2.48 mであった。それに対し、岸壁の天端高さはT.P.+1.3 m～+1.4 m程度であったことから、高潮は岸壁を越流して市街地に浸水した。水平方向の浸水範囲の大きさは、遡上高を測定した地点において岸壁から陸側方向にそれぞれ64m及び約140mであった。また、根室市提供の情報によれば海岸から水平方向に最大で約190 mまで達した。それに伴い、検潮所のデータ収録装置の配線の障害・通信の途絶、巡視艇の乗揚げ・船体損傷、港湾上屋のロールスクリーンの破損、事業所の床上浸水被害等が生じた。

(2) 弥生町・梅ヶ枝町・緑町の一帯

図-4.8に、弥生町・梅ヶ枝町・緑町の一帯の地図を示



図-4.8 弥生町・梅ヶ枝町・緑町の一帯

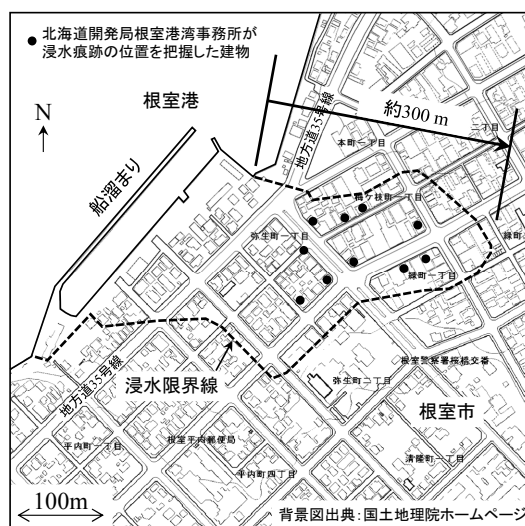


図-4.9 弥生町・梅ヶ枝町・緑町の浸水範囲
(浸水範囲の出典：根室市役所提供の資料)

す。沿岸には北方四島への交通手段となっている船舶「えとぴりか」の発着拠点として活用が期待されている船溜まりがある。写真-4.12は、船溜まりの長手方向に真ん中付近の位置から開口部方向（北東方向）を見た様子である。船溜まり背後の陸側には、商業施設、民家等の市街地が広がっている。

地点2-aには、同地点に向かって概ね南東方向から流れてくる暗渠の海側開口部がある（写真-4.13(1)）。根室市提供の資料によれば、この暗渠は、約180 haの範囲の市街地から雨水を集めるため、道路下に張り巡らされている排水施設である。通常、市街地の道路表面に溜まった雨水は、道路のマンホールからこの暗渠に流され海側開口部から自然排水される。一方、異常潮位で海面が上昇すると、暗渠の海側開口部から逆流し、暗渠を経由し

て道路のマンホールから海水が吹き出す恐れがある。過去の異常潮位の際に、旧桜橋交番前交差点より内陸方向に向かって150 m程度の範囲で逆流が発生した事例があったとのことである。なお、開口部には逆流防止弁は無く、その理由として開口部付近には砂等の堆積が発生しやすく弁の設置は構造上困難なためとのことである。

今回の高潮でも逆流が生じたかは不明であるが、根室市役所職員によれば、詳細な時間・場所ともに不明なもの「マンホールから海水が吹き上がっているのを見た」と言う市民がいたとのことである。ただし、仮に逆流が発生していたとしても、暗渠の断面の大きさ（高さ1.5 m×幅3 m）を考慮すると、暗渠を経由して市街地に到達した水塊の量に比べて岸壁を越流した水塊の量が圧倒的に多いと考えられるので、主として市街地の浸水は船溜まりの岸壁を越流して生じたと考えてよいであろう。

根室市によると、過去の異常潮位で逆流が発生した範囲（旧桜橋交番前交差点より内陸方向に向かって150 m程度の範囲）では、道路のマンホールと暗渠との接続を途絶する工事を今後検討しているとのことである。今回のような岸壁を越流するような大規模な高潮については別途対策が必要であるが、この工事が実施されれば暗渠を経由した逆流は防止できることになる。なお、工事に伴い暗渠に流入しなくなった雨水は、新設管路網によりポンプ場（写真-4.13(2)参照）に送って強制排水する予定とのことである。

根室港湾事務所は、被害発生直後にヒアリングを実施することにより、市街地の10棟（図-4.9の黒丸印）で浸水痕跡の位置を把握しマーキングしている。地点2-bは、そのうちの1か所で、寿司店入口の浸水痕跡である（写真-4.14(5)で左側の調査員が指差す位置）。そこで、護岸からその浸水位置までの地形の縦断形状の測量を行い、浸水高の測定を行った。その結果、同地点の浸水高はT.P.+1.89 m、浸水深は0.99 mであった（図-4.6）。寿司店の方にヒアリングしたところ、浸水は店内のカウンターの高さの少し下まで達し、店内の設備に被害が生じたとのことであった。また、調査当日（12月19日）には店内の清掃等の復旧作業中であった。

地点2-cは、浸水が市街地の最も奥まで到達した点である。そこで、携帯型GPS受信機で緯度・経度を記録した。

地点2-dでは、小型漁船が陸側にむかって移動し、小規模な街路を塞ぐように止まっていた（写真-4.16）。

地点2-eでは、海岸保全施設（岬町地区護岸）の躯体自体には被害は無かった（写真-4.17）。根室市によればこの護岸の天端高さはT.P.+3.44 mとのことである。この護岸を越える越流は発生していない。ただし、越波による



写真-4.12 船溜まり



(1) 暗渠の海側開口部
(調査員の近くの円筒形構造物の奥側)



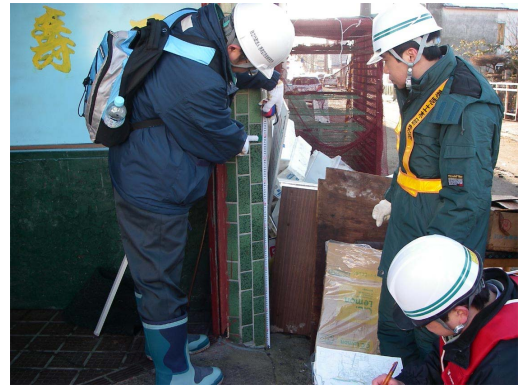
(2) ポンプ場 (右側のコンクリート造建物)

写真-4.13 地点2-a

被害は発生しており、護岸陸側水叩き上に土砂が散乱していた。通常、水叩き部分は管理用道路として使用されており、車両も通行していた。同写真の中央付近に左から右方向に陸側水叩きを横切るようにコンクリート構造物が写っているが、それを乗り越え車両が通行できるように、被災前はその構造物の手前と奥側にそれぞれ盛り土されていた。今回の高潮によりその盛り土が流失・散乱していた。また、背後の崖が越波により崩れていた。



(1) 護岸天端の高さの測定



(5) 浸水高の測定 (左側の調査員が指差す位置)

写真-4.14 地点2-b



(2) 駐車用地の縦断地形の測量

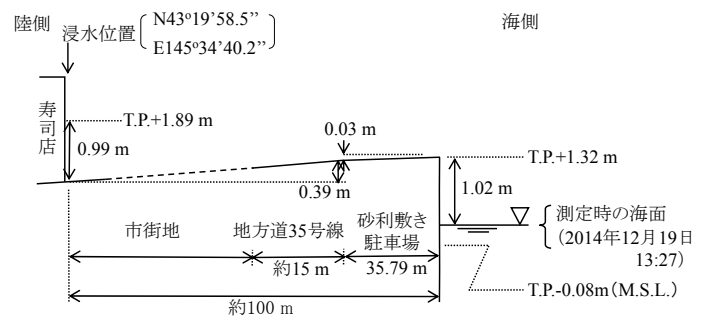


図-4.10 縦断地形図 (地点2-b)



(3) 市街地の縦断地形の測量 (その1)

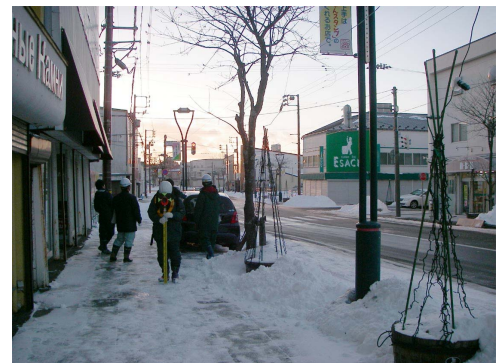
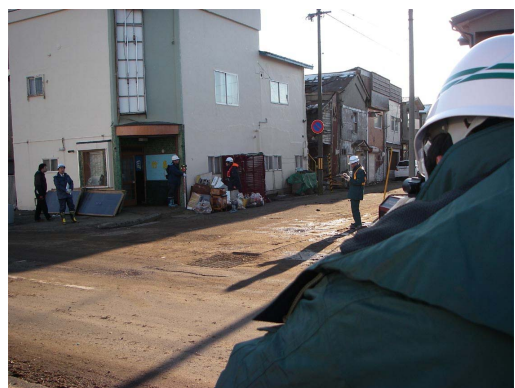


写真-4.15 浸水範囲の踏査
 (箱尺を持った調査員の立つ位置, 地点2-c)



(4) 市街地の縦断地形の測量 (その2)

写真-4.14 地点2-b



写真-4.16 街路をふさぐ漂着小型漁船 (地点2-d)



写真-4.17 岬町地区護岸（地点2-e）



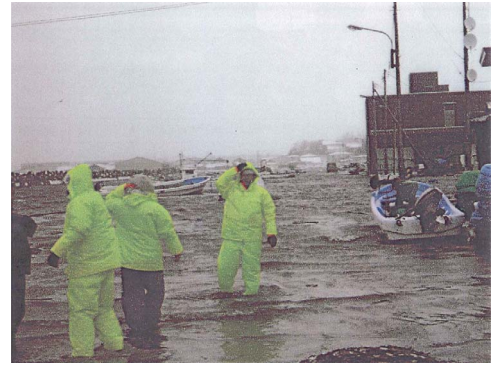
写真-4.18 地盤の洗掘（地点2-f）

地点2-fでは、段落ち部の地盤が洗掘されていた（写真-4.18）。これは、岬町地区護岸を越波した水塊が低地である船溜まりの方向に向かって流れ、この場所で小さな滝のようになったため、洗掘が発生したと考えられる。周辺の地盤と比べ、最も大きいところで約0.9mの深さの洗掘が発生していた。

浸水範囲については、被害発生直後に根室市役所が詳細な浸水範囲の調査を行っている。図-4.9に、根室市役所提供の資料を基に作成した浸水範囲図を示す。これによると、汀線から陸側方向に最も浸水の及んだ範囲の大きさをとると、約300mであった。

浸水の時間的な経過について、得られた情報を記す。根室市役所からのヒアリングによると、最も早く市街地の浸水に関する情報が同市役所へ寄せられたのは、午前7時18分に「旧桜橋交番の周辺が冠水している」との通報があったというものである。

根室漁協栽培漁業センター（地点1-j、弥生町1丁目）の職員からは目撃証言が得られた。それによると、当日は同センターに勤務しており、6:30頃は陸上への浸水は発生していなかった。7:30には陸上への浸水が生じていて、水位が上昇する様子は「ジワジワとではなくドドット」というように急激に上昇したように感じたとのことであった。



(1) 8時03分撮影（弥生町船溜まりにて）



(2) 10時45分撮影（緑町1丁目にて）



(3) 12時21分撮影（根室漁協栽培漁業センターにて）

写真-4.19 浸水の時間経過（いずれも根室市役所提供）

また、被害発生後は停電していたが、被害発生から2日後の12月19日から電気が復旧したという。

当日朝に同センターのすぐ近傍で、浸水防止のための土嚢を積む防災活動をしていた根室市役所職員の証言も得られた。それによると、同センターのすぐ背後の住宅地に6:00頃に根室市役所職員が集合し、7:00頃には土嚢を積む作業を行っていた。その後、作業をしている間にも浸水してきている状態であったとのことである。

その後の経過については、根室市役所から提供された撮影時刻が判明している写真が活用できる（写真-4.19）。同写真(1)は8:03に船溜まりにおいて撮影されたが、物揚場が冠水している。(2)は10:45に緑町1丁目周辺で撮影されたが、まだ市街地に広範に浸水した状態が継続してい

る。しかし、(3)は12時21分に船溜まり最奥部に立地する根室魚漁栽培漁業センターの内部を撮影しているが、この時刻には浸水は既に解消しているようである。

船溜まりの岸壁天端高さは、T.P. +1.3 m程度である。また、図-2. 26の根室港根室港区における検潮記録によると潮位がT.P. +1.3 mを下回ったのは10時半頃である。

以上の情報を総合すると、弥生町1丁目地先の船溜まり周辺においては7:00～7:30頃に越流による陸上への浸水が開始し、3時間ほどのあいだ市街地を広範に冠水したあと、10時半前後には浸水が解消したようである。

以上、本項の主たる調査結果をまとめると、弥生町・梅ヶ枝町・緑町の一帯において、浸水高を1か所で測定しT.P. +1.89 mであった。それに対し、護岸の天端高さはT.P. +1.3 m程度であったことから、高潮は岸壁を越流して市街地に浸水した。水平方向の浸水範囲の大きさは、汀線から陸側方向に最大で約300 mであった。それに伴い、民家・商店の床上浸水被害、小型漁船の漂流と陸域への漂着等が生じた。また、越波により護岸陸側水叩き上に土砂が散乱する被害等が生じた。

(3) 西浜町

図-4. 11に、高潮の浸水が主として発生した西浜町7丁目を中心とした地図を示す。同町内はハッタリ川が南から北へ流れて海に注いでいる。また、民家が建つとともにハッタリ川沿い及び沿岸部には水産加工場がある。

地点3-aでは、海岸保全施設（護岸）のパラペットの天端高さの測定を行った。その結果、T.P. +2.54 mであった（写真-4. 20）。後述するが、近傍（地点3-c）の浸水高はT.P. +2.15 mであった。従って、この護岸からの越流はなく、越波が主として生じたと考えられる。

地点3-bには、小規模な水路の海側開口部がある（写真-4. 21）。後述するが、この水路は内陸部につながっており、地点3-dを通っている。

地点3-aと地点3-bの間には、戦前に建設された歯舞諸島へのコンクリート造通信施設がある。同施設は歴史的建造物であるが建物自体が劣化し、また、今回の高潮による被害であるか不明だが、建物付近まで海岸が浸食されて土嚢が積まれており、施設の保全のために対策が必要な状況に見えた（写真-4. 22）。

地点3-cでは、小屋側面の壁に砂が付着した浸水痕跡が残されていた（写真-4. 23(3)で左側の調査員が指差している位置）。そこで、地点3-aから地点3-cまで水準測量を行って浸水高を測定した。その結果、同地点の浸水高はT.P. +2.15 m、浸水深は0.40 mであった（図-4. 12）。

地点3-dでは、民家が浸水し、玄関ガラス部分に細かい



図-4. 11 西浜町



写真-4. 20 護岸パラペットの天端高さの測定（地点3-a）



写真-4. 21 小規模な水路の海側開口部（地点3-b）

砂が付着した浸水痕跡が残されていた（写真-4. 24(1)で調査員が指差している位置）。ここに所在する水産加工会社の従業員の目撃証言が得られた。それによると、当日は雨が少なく風が強かった。7:30頃には同写真(1)の土台の下程度まで浸水していた。近傍の小規模な水路（同写真(2)）から吹き上がるように逆流していた（注：既述のとおり、この小規模な水路は、地点3-bで海側開口部に



写真-4.22 歯舞諸島への通信施設

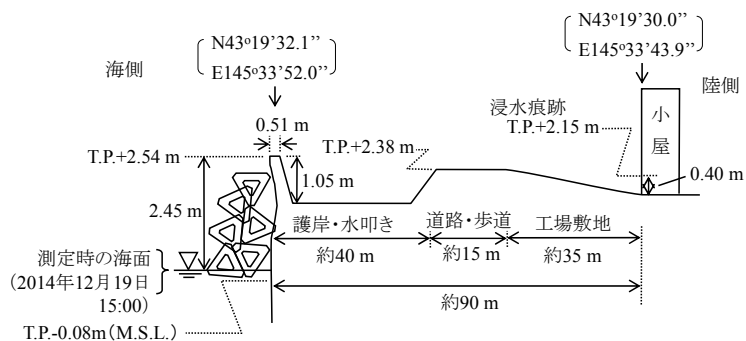


図-4.12 縦断地形図 (地点3-c)



(1) 縦断地形の測定



(1) 家屋の浸水痕跡



(2) 縦断地形の測定



(2) 小規模な水路



(3) 浸水高の測定

写真-4.23 地点3-c

写真-4.24 地点3-d

つながっている)。また、水位が引き始めてからは、水位低下のペースは早かった、とのことである。この水産加工会社は浸水による工場施設の被害が発生していた。

地点3-eでは、食料品・雑貨の商店の1階ガラス窓に浸水痕跡が残されていた。建物地盤面から痕跡までの高さ(すなわち、浸水深)は1.11 mであった(写真-4.25)。

地点3-fでは、「第九号定置漁業部」建物の1階ガラス窓に浸水痕跡が残されていた。建物地盤面から痕跡までの高さ(浸水深)は1.20 mであった(写真-4.26)。

地点3-gでは、草が带状に漂着した浸水痕跡があった(写真-4.27で調査員が立つ地点)。また、住民へのヒア



写真-4.25 地盤からの痕跡高さの測定 (地点3-e)



写真-4.26 地盤からの痕跡高さの測定 (地点3-f)



写真-4.27 遡上限界点の把握 (地点3-g)



(1) 歩行者用橋梁から下流側を見た状況



(2) 歩行者用橋梁から上流側を見た状況

写真-4.28 ハッターリ川 (地点3-h)



写真-4.29 ハッターリ川右岸の浸水範囲の踏査 (地点3-i)

リングにより同地点が遡上限界点であるとの証言も得られた。そこで、携帯型GPS受信機で緯度・経度を記録した。このようにして、同地点は高潮の遡上限界点の一つであることが把握できて、高潮がハッターリ川の河口から約230mに架かる歩行者用橋梁(地点3-h、写真-4.26の奥側に写っている橋梁)の周辺まで達したことが確認できた。写真-4.28は、地点3-hの橋梁上から下流側及び上流側を見た状況である。同写真(1)は、画面中央付近を左右に横切る道路橋梁の奥側に河口及び海が望める。同写真(2)の

左岸側(写真中では右側)と比較し、右岸側(写真中では左側)の土手の方が目視した限りではやや低くなっているようであったが、時間的制約により測量等を行うことが出来なかったため詳細は不明である。

地点3-iの周辺では、道路沿いの杭に枯草が引っかかった痕跡、水の流向に一樣に倒れた植生の有無等を踏査した(写真-4.29)。

浸水範囲について、推定した結果を図-4.11に破線で示す。浸水範囲の東側部分については、浸水限界の位置(地

点3-g)、「ハッターリ川右岸の水産加工会社は浸水被害が無かったがその近傍は浸水した」との情報(根室港湾事務所),現地踏査で把握した周辺の地形等から浸水限界線を推定した。西側部分については,浸水家屋の位置(地点3-c, 3-d, 3-e及び3-f),現地踏査で把握した周辺の地形等から浸水限界線を推定した。ただし,この浸水範囲は推定して概形を描いたもので,各戸の浸水有無を詳細に調査したものではない。そのような精度が求められる場合は住民へのヒアリング等が必要である。

浸水経路については,ハッターリ川周辺で歩行者用橋梁付近まで内陸方向に比較的大きく浸水していることから,同川を経由した浸水が生じたと考えられる。また,浸水範囲のうち西側部分においては,ハッターリ川から越流してきた水塊による浸水に加え,小規模な水路を逆流した水塊の寄与もあったと考えられる。

以上,本項の主たる調査結果をまとめると,西浜町において,浸水高を1か所で測定しT.P. +2.15 mであった。高潮はハッターリ川を経由して市街地に浸水するとともに,小規模な水路を逆流した経路もあった。水平方向の浸水範囲の大きさは,ハッターリ川の河口から約230 m上流に架かる歩行者用橋梁の周辺まで達した。それに伴い,民家・商店・水産加工会社の床上浸水被害等が生じた。

(4) 穂香地区

図-4.13に,穂香地区の地図を示す。同地区の沿岸部には国道44号線が通っているが,その海側に造船所等がある。また,第二ホニオイ川が内陸部から流下してきて海に注いでいる。

地点4-aでは,造船所職員の証言に基づいて造船所建屋の内壁上の痕跡位置を把握できた。そこで,海から痕跡位置まで縦断形状を測量し,浸水高を求めた(写真-4.30)。



(1) 潮位の測定



(2) 緩傾斜護岸の天端高の測定



(3) 縦断地形の測定



(4) 浸水高の測定 ((3)の右側建物の内部)

写真-4.30 地点4-a



図-4.13 穂香地区

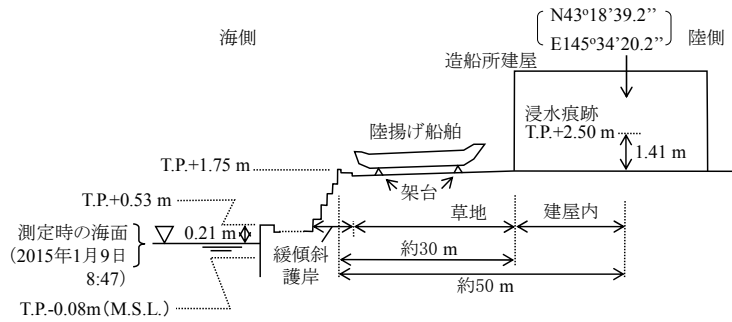


図-4.14 縦断地形図 (地点4-a)



写真-4.33 浸水限界と推定した斜面
 (地点4-dから南西方向を見た状況)



写真-4.31 背後の小丘が削られて崖状になった状況
 (地点4-b)



写真-4.34 河川河口部の自然地形の低湿地
 (地点4-eから北西方向を見た状況)



写真-4.32 応急的な対策が実施された海岸線 (地点4-c)

その結果、浸水高はT.P.+2.50 mであった。建物床面から痕跡までの高さは1.41 mであった。造船所建屋と海との間の陸地には船舶が陸揚げされていたが、船舶が載せられていた架台下の地盤が浸水によりえぐられて架台が沈下し、船底が地面についていたという。ただし、船舶は横倒しにはならなかったとのことである。

地点4-bでは、遡上した高潮により背後の小丘が削られて崖状になっていた (写真-4.31)。

地点4-cでは、高潮または高波による被害が発生したよ

うで、応急的対策として土嚢が置かれていた (写真-4.32)。

浸水範囲については、図-4.13に破線で推定結果を示した。まず、海岸線と平行に国道44号線が走っているが、同国道は小高くなっており、同国道よりも海側の地盤とは高低差のある斜面でつながっている (写真-4.33)。そこで、内陸方向に高潮が到達した限界は概ねこの付近までと考えられる。

ただし、局所的には、さらに内陸方向へ浸水した部分もあった。すなわち、地点4-e周辺は、第二ホニオイ川が国道44号線を内陸側に遡った地点であり自然地形の低湿地となっており (写真-4.34)、平面的に広い範囲で海水が氾濫したようであった。ただし、低湿地についてその範囲を調査するのは困難であったため、国道44号線よりも内陸側の浸水範囲は把握できなかった。

浸水経路については、地点4-aの緩傾斜護岸の天端高さはT.P.+1.75 mであり、浸水高 (T.P.+2.50 m) と比較すると小さいため、高潮は護岸を越流して沿岸部に浸水したと考えられる。

浸水の時間的経過については、造船所の職員にヒアリ

ングした。それによると、8:00頃には工場において浸水は膝上ほどであった。その後、10:00頃には工場内に入れない程度まで浸水が高くなっていったとのことであった。

以上、本項の主たる調査結果をまとめると、穂香地区において、浸水高を1か所で測定しT.P.+2.50 mであった。高潮による浸水は国道44号線よりも海側に主として生じたが、局所的には国道44号線の陸側のホロモシリ川下流の低湿地にも氾濫したようである。浸水経路は、護岸を越流したと考えられる。

(5) 幌茂尻漁港（幌茂尻地区）

図-4.15(1)に、幌茂尻漁港（幌茂尻地区）の地図を示す。漁港には防波堤に囲まれた船揚場及び作業ヤードがあり、その西側にホロモシリ川河口がある。

地点5-aは、ホロモシリ川の左岸の河口付近にある民家である。その住民から浸水に関する目撃証言を得ることができた。そこで、後述の地点5-bから地点5-aに向かって縦断地形の測量を行い、浸水高を測定した(写真-4.35)。その結果、浸水高はT.P.+2.04 mであった。建物地盤面から痕跡までの高さ(浸水深)は0.66 mであった(図-4.16)。

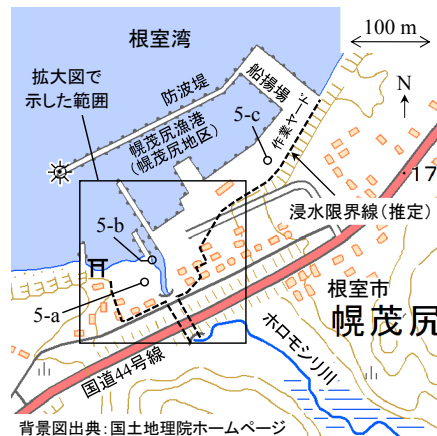
地点5-bの護岸天端高さはT.P.+1.44 mであり、地点5-aで測定した浸水高(T.P.+2.04 m)と比較すると小さいため、高潮は護岸を越流して沿岸部に浸水したと考えられる。なお、地点5-bには手すりが設けられており、その手すりには0.73 mの高さまで草が漂着していた。

浸水範囲について、推定した結果を図-4.15(1)及び(2)に破線で示す。漁港の船揚場・作業ヤード(写真-4.36)については、現地踏査で把握した周辺の地形等から浸水限界線を推定した。ホロモシリ川河口付近については、地点5-aで目撃証言を得ることができた住民から、近隣民家各戸の浸水有無について詳細にヒアリングできたので、同図(2)に示した。

浸水の時間的経過については、地点5-aで目撃証言を得ることができた住民によると、7:30頃から浸水が始まり、8:30頃には浸水がピークであった。10:00頃には浸水はだいぶ下がっていたとのことである。この住民は歩いて親戚の家まで避難したとのことであった。

また、同じ住民に対し過去の高潮発生時の記憶の有無を尋ねたところ、6~7年前頃(時期についてはこれより前後するかもしれず明確ではないとのこと)に「爆弾低気圧」が通過した際に、同じ民家の玄関まで浸水が来たことがあるとのことであった。

以上、本項の主たる調査結果をまとめると、幌茂尻漁港(幌茂尻地区)において、浸水高を1か所で測定しT.P.+2.04 mであった。浸水は同漁港内とホロモシリ川河口部分で生じた。浸水経路は、護岸を越流したと考えられる。



(1) 全体図



(2) 拡大図

図-4.15 幌茂尻漁港（幌茂尻地区）



(1) 護岸の天端高の測定



(2) 縦断地形の測定

写真-4.35 地点5-a



(3) 縦断地形の測定



(4) 浸水深の測定 (3)の右側民家の外壁

写真-4.35 地点5-a

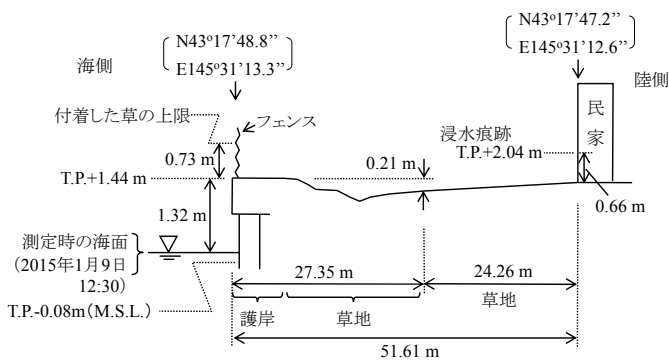


図-4.16 縦断地形図 (地点5-b)



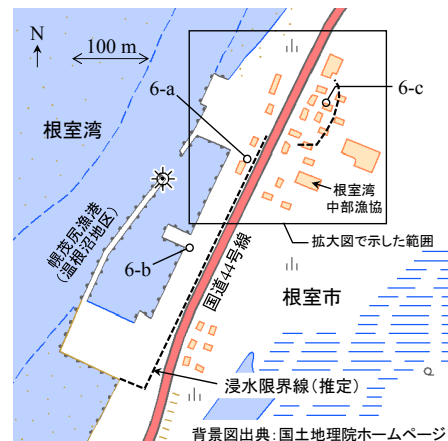
写真-4.36 防波堤に囲まれた船揚場・作業ヤード
 (地点5-cから北東方向を見た状況)

(6) 幌茂尻漁港 (温根沼地区)

図-4.17に、幌茂尻漁港 (温根沼地区) の地図を示す。同地区の沿岸部には国道44号線が通っているが、その海側に漁港敷地がある。また、同国道の陸側にも根室湾中部漁業協同組合の建物、民家等がある。

根室湾中部漁業協同組合より、高潮が最大に近いときに撮影したという写真を入手することが出来た (写真-4.37)。詳細な撮影時刻は不明であるが、同写真(1)及び(2)によれば、漁港内は冠し国道44号線の道路面程度の高さまで達したようである。また、同写真(3)によればそのときの漁港内建物壁面上の概ねの浸水位置も判別できる。

そこで、同写真(3)から判読した浸水位置 (地点6-a) について浸水高を推定した (写真-4.39)。その結果、浸水高はT.P.+2.33 mであった。建物地盤面から痕跡までの高さ (すなわち、浸水深) は0.16 mであった (図-4.18)。ただし、既述のとおりこの浸水位置の根拠とした写真-4.37(3)の詳細な撮影時刻は不明で、最大浸水位置はさらに若干大きかった可能性があることから、浸水高は



(1) 全体図



(2) 拡大図

図-4.17 幌茂尻漁港 (温根沼地区)



(1) 全体の状況 (左：漁港，右：国道44号線)

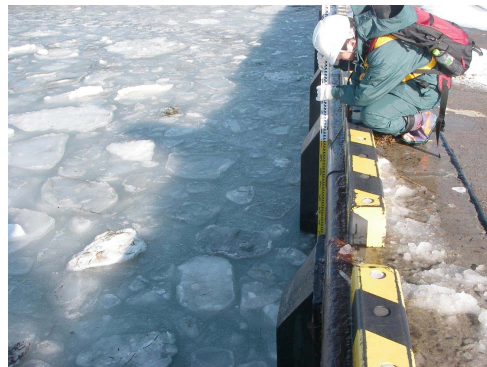


(2) 国道44号線上の浸水状況



(3) 漁港内建物の浸水位置

写真-4.37 平成26年12月17日に撮影された写真
(根室湾中部漁業協同組合より提供，地点6-a付近)



(1) 護岸の天端高の測定



(2) 漁港敷地内の縦断地形の測定



(3) 浸水高の測定 (調査員が指差す位置)

写真-4.39 地点6-a



写真-4.38 写真4-37(2)と同じ地点を撮影した写真
(平成27年1月9日撮影)

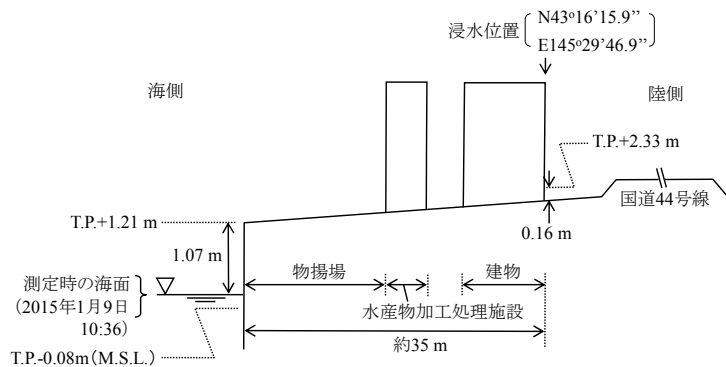


図-4.18 縦断地形図 (地点6-a)

「T.P. +2.33 m以上」と表記している。

地点6-a付近では、漁港内の水産物加工処理施設においても床上浸水被害が生じていた。

地点6-bから南方向を見た状況を写真-4.40に示す。漁港敷地内は平坦な地形で、写真左側を走る国道44号線の道路面はそれよりも高くなっている。

地点6-cでは、住民からのヒアリングにより浸水位置の情報を得ることが出来た。それによれば、最大の浸水位置は建物地盤面から膝下程度の高さまで達したとのことである(写真-4.41(1))。国道44号線の道路面よりもこ



写真-4.40 平坦な漁港敷地
(地点6-bから南方向を見た状況)



(1) 浸水位置 (目撃者が指さしている位置)



(2) 浸水経路と考えられる小規模な水路
(写真左下から調査員左側を通る水路)

写真-4.41 地点6-c

の浸水位置は低い、仮に道路面を越流して浸水したのであれば、高潮のような比較的長時間のあいだ越流が生じる現象では浸水位置はもっと高くなるはずである。したがって、道路面を越流して浸水したのではない。一方、同地点には国道44号線の盛土の下を通り海に通じる小規模な水路がある(写真-4.41(2))。水路は、同写真(2)で左下から調査員左側を通っている。写真中で調査員奥にあって左右方向に小高く平らになっている部分は国道44号線である。また、その向こう側は漁港及び海がある。これをふまえると、地点6-c周辺は小規模な水路から逆流して浸水したと考えられる。同じ住民によれば、2006～2008年頃(注：発生年については正確に記憶していないとのこと)の低気圧の際も水路から逆流して浸水したことがあったとのことである。

浸水範囲について、推定した結果を図-4.17(1)及び(2)に破線で示す。浸水範囲の南側部分については、現地踏査により周辺の地形を把握して浸水限界線を推定した。また、浸水範囲の北側部分については、地点6-c周辺の住民から、近隣民家各戸の浸水有無について詳細にヒアリングできたので、同図(2)に示した。浸水した大きさは、水際線から水平方向に100～150 m程度であった。

浸水経路について、護岸の天端高さT.P. +1.21 mに対し浸水高はT.P. +2.33 m以上だったことから、高潮は岸壁を越流して漁港内に浸水した。また、漁港北側の一部で国道44号線盛土を越えて陸側に浸水したが、既述のとおり、小規模な水路から逆流して浸水したと考えられる。

以上、本項の主たる調査結果をまとめると、幌茂尻漁港(温根沼地区)において、浸水高はT.P. +2.33 m以上であった。浸水は主として同漁港内で生じたが、一部は国道44号線より陸側でも発生した。浸水経路は、護岸を越流したとともに、国道44号線の盛土の下を通る小規模な水路を逆流したと考えられる。

(7) 根室市以外の周辺の被害

標津町の伊茶仁海岸及び標津漁港の周辺についても調査を行った。

標津町では高波による被害が沿岸部の広い範囲において発生しており、例えば、高波により伊茶仁海岸(緯度N 43°19'30.4", 経度E 145°34'6.0")では護岸が倒壊した被害が発生していた。写真-4.42に、伊茶仁海岸の海岸保全施設(護岸)の被災状況を示す。同写真(2)の左端手すりから右端残存部までの範囲の護岸が失われている。写真中の土嚢は、護岸陸側の土砂の流失を防ぐために被災後に応急的に設置されたものである。

なお、第2章において、標津町も含めた北海道内全体の被害をまとめている。



(1) 被災箇所を南側から見た状況



(2) 被災箇所を西側から見た状況

(左端手すりから右端残存部までの範囲が被災箇所)



(2) 被災箇所を北側から見た状況

写真-4.42 標津町伊茶仁海岸

参考文献

- 1) 気象庁：潮位表，<http://www.data.jma.go.jp/gmd/kaiyou/db/tide/suisan/>，2015年4月1日時点.
- 2) 気象庁：過去の気象データ検索，根室の観測史上1～10位の値，<http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/>，2015年5月8日時点.
- 3) 内閣府：暴風雪等による被害状況等について（12月14日～），12月19日17:00現在，<http://www.bousai.go.jp/updates/h26boufu/>，2015年5月8日時点.
- 4) 海上保安庁第一管区海上保安本部根室海上保安部：低気圧に伴う高潮等による根室海上保安部被害状況について（第一報），1p.，2014年12月17日.

5. 高潮数値シミュレーション

5.1 計算モデル

高潮推算では、単層の非線形長波方程式のモデル（例えば、河合ら、2000）で高潮偏差分を計算した。このモデルにおいては計算期間中の天文潮位が一定であると仮定し、高潮偏差のみを対象として計算を行っている。この仮定について、今回の高潮推算の対象とした根室では、観測潮位が高潮注意報基準を超えた12月17日の午前3時から、観測潮位がピークに達した同午前9時にかけて天文潮位が約0.3mしか変動しておらず、時々刻々変化する天文潮が高潮偏差に与える影響は無視できると考えた。

高潮推算の外力となる気象場については、経験的台風モデルを用いて時々刻々の風場を計算し、高潮推算の外力として与える。Myersの式（Myers and Malkin, 1961）による気圧分布を元に、気圧傾度力、コリオリ力、遠心力の釣り合いを解いて海上風を計算するモデル（Mitsuta and Fujii, 1987）を用いた。海面抵抗係数はMitsuyasu and Kusaba (1984)を基本とし、風速30m/s以上は一定値とした。なお、計算に当たっては、低気圧中心位置が計算領域から十分に離れている時刻から計算を開始している。経験的台風モデルは台風を対象として設計されたモデルであり、今回の高潮を引き起こした低気圧の再現に対しての有効性は明らかではない。しかし今回の高潮を引き起こした低気圧の天気図を確認した所、

- ・中心気圧が大気圧に対して数十hPaも低下する
- ・等圧線が同心円状となる

のような台風と非常に類似する特徴が見られた(図-5.1)。

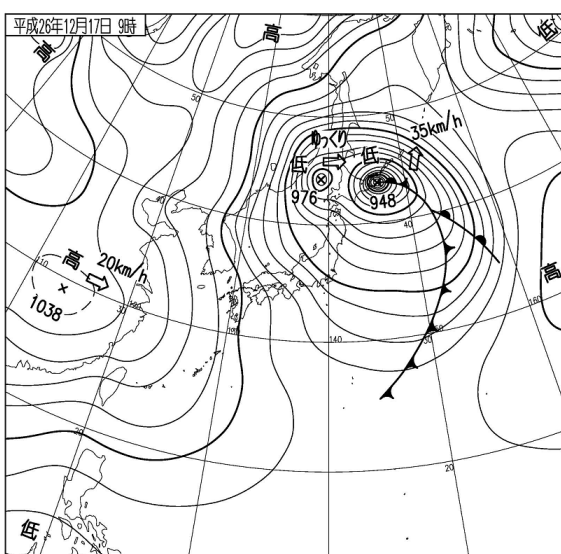


図-5.1 12月17日9時の速報天気図

そこで今回は温帯低気圧を台風モデルによって表現し、高潮推算の外力として用いることとした。

5.2 計算条件

今回の高潮推算で外力として与えた気象場について、低気圧のコースと中心気圧を図-5.2.1に示す。低気圧中心位置の座標は気象庁のメソ数値予報モデルG P Vの予報データから抽出して計算条件として用いた。なお、今回の温帯低気圧は二つ玉低気圧であり低気圧の中心は二つ存在していたが、図-5.1に見られるように中心気圧で比較すると根室に接近した低気圧の影響が卓越している。そこで、中心気圧が低いほうの低気圧のみに着目して低気圧中心位置を抽出し、高潮推算を行った。経験的台風モデルに与える必要がある最大風速半径（いわゆる r_0 ）は、今回の推算では既存の台風をもとにした経験式（河合, 2010）を用いた。

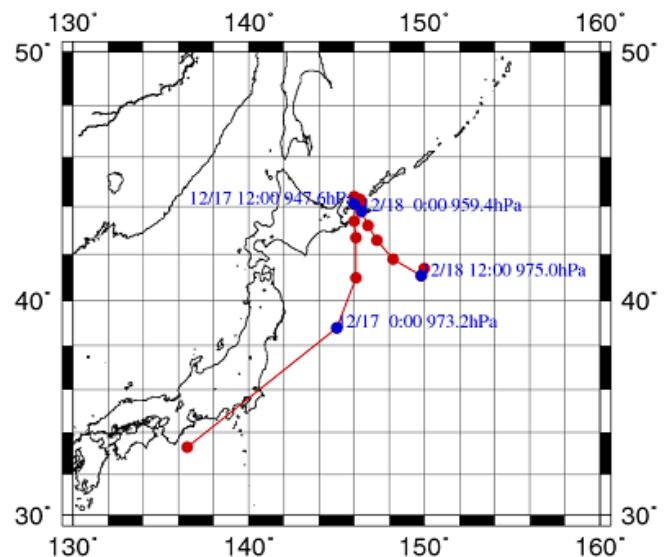


図-5.2.1 低気圧の経路図

海底地形のデータベースとしては、GEBCO_08（30秒間隔）を使用した。図-5.2.2は、高潮推算用に作成した平面座標系で5km間隔の格子データを図化したものである。国後島と根室半島で挟まれた海域は水深20m程度と浅く、高潮に寄与する吹き寄せの効果が効きやすい地形であることが見て取れる。計算条件として地形の解像度を5km格子、時間刻みを1秒とし、12月16日15時から12月18日21時まで計算を行った。

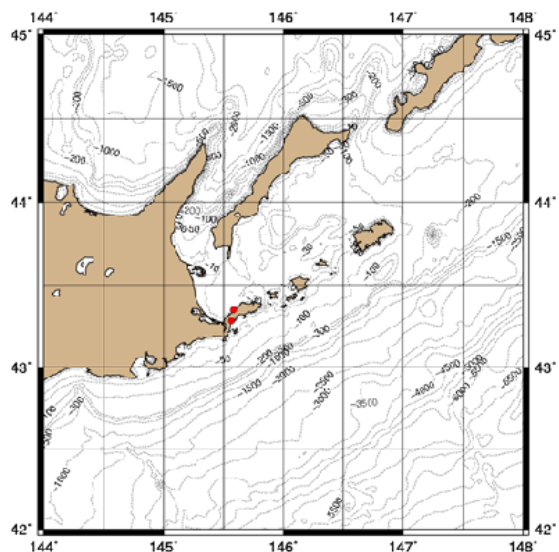


図-5.2.2 計算に用いた水深データ

5.3 計算結果

高潮推算に用いた台風モデルの妥当性を検証するために、根室における風速と気圧の時系列を観測値と推算値について比較を行った結果を図-5.3.1に示す。観測値は気象庁のアメダス根室観測点の値を参照した。気圧の時系列が気圧深度で12月17日12時以降に最大20hPa程度過大評価となっているものの、気圧深度および風速の根室でのピーク（12月17日8時）をよく捉えていることが分かる。

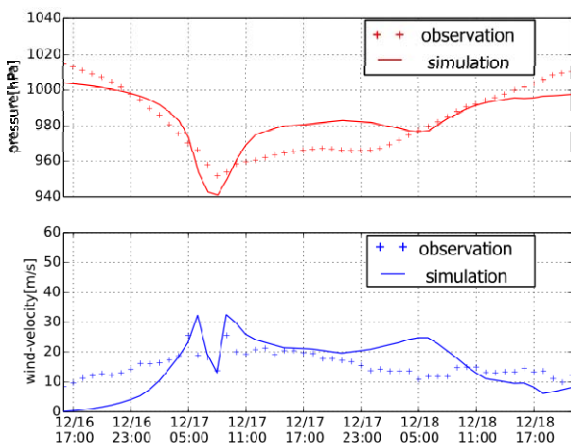


図-5.3.1 風速と気圧時系列変化

次に根室での高潮偏差の時系列図を観測値と推算値について比較を行った結果を図-5.3.2に示す。観測値は気象庁の根室の潮位観測点の値を参照したが、12月17日12時以降は観測機器の不調により観測値が得られていない。

しかし高潮偏差について、推算による高潮偏差のピーク値は、観測値から読み取れる高潮偏差のピーク値をよく捉えている。また、ピーク起時についても、推算値のほうが一時間ほど早くピーク起時を迎えるものの、概ねよく再現出来ている。

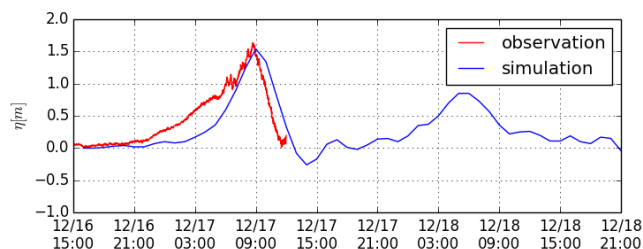


図-5.3.2 高潮偏差の時系列変化

また、今回の計算期間中の最大の高潮偏差の平面分布を図-5.3.3に示す。図には根室湾を中心とした地域を示した。根室を含む根室湾の奥部に1.5~2.0m程度の高潮偏差が生じていることが計算結果から読み取れる。

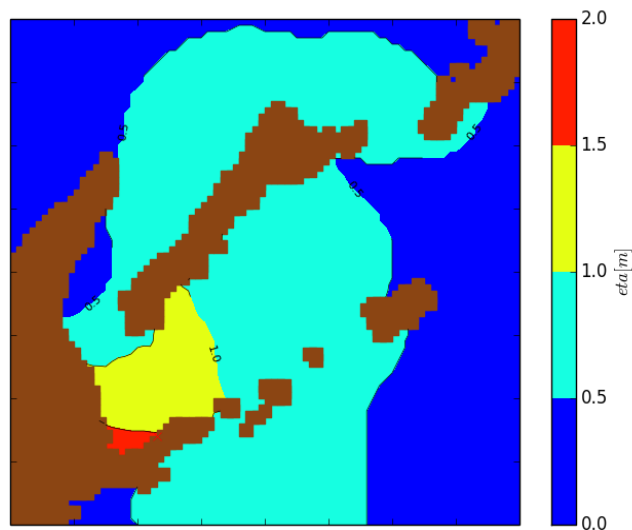


図-5.3.3 最大高潮偏差の平面分布

以上より、根室における風・気圧・高潮偏差の観測値と推算値の比較を通じて、今回の高潮の数値計算による再現性を確認することができた。

参考文献

河合弘泰・平石哲也・佐藤孝夫・大川郁夫 (2000) : 台風9918号による九州沿岸と瀬戸内海西部の高潮の特性, 海岸工学論文集, 第47巻, pp.321-325.
河合弘泰 (2010) : 高潮数値計算技術の高精度化と気候変

動に備えた防災への適用, 港湾空港技術研究所資料,
No 1210, 49p.

Mitsuta, Y and Fujii, T (1987) : Analysis and synthesis of typhoon wind pattern over Japan, Bulletin Disaster Prevention Res. Inst., Kyoto Uni., Vol.37, Part 4, No.329, pp.169-185.

Mitsuyasu, H. and Kusaba, T (1984) : Drag coefficient over water surface under the action of strong wind, J. Natural Disaster Science, Vol 6-2, pp 43-50.

Myers, V A and Malkin, W (1961) : Some properties of hurricane wind fields as deduced from trajectories, U. S. Weather Bureau, National Hurricane Research Project, Report 49.

6. 考察

6.1 今回の低気圧による高潮の発生機構

第2章及び第4章で述べたとおり、今回の低気圧災害において最も高い潮位を記録したのは根室海峡南端で根室湾に面した根室港根室港区である。同港区において他地域と比較して高い潮位が発生した要因は、根室海峡は水路状であることに加えて北寄りの強風が長時間にわたって吹き続けたため、水塊が根室半島に押し寄せやすい環境が生じたためと考えられる。

浸水は高潮により上昇した海面が岸壁等の天端高を超えて海水が陸上に流入した場合と、高潮による海面上昇に加えて高波が来襲し、越波が生じて海水が陸上に流入した場合とに分けられる。前者は、根室港根室港区を除けば、主として岸壁や物揚場等の天端高が低い漁港及びその背後地で生じ、漁港が多い根室海峡沿岸を中心に見られた。後者は岸壁等の天端高が高い港湾施設や海岸沿いの地域において生じ、太平洋沿岸及びオホーツク海沿岸において見られた。

第5章で述べたとおり、高潮を再現するような数値計算を行うことにより、観測機器の不調により観測値が得られていない期間があるものの、高潮偏差のピーク値について、推算結果は観測値をよく捉えていることが分かった。それによれば、根室を含む根室湾の奥部で1.5～2.0 m程度の高潮偏差が生じていた。これは、検潮所による観測結果からわかる高潮偏差ともほぼ一致している。すなわち、吸い上げ、吹き寄せ等の効果を考慮したモデルにより、今回の高潮の大きさについては概ね説明が可能であると考えられる。

第3章で述べたとおり、根室市では低気圧による高潮として、陸上に浸水被害を生じる程度の規模のものは、1935年以降の80年間で今回を含めて13イベントあった。従って、低気圧による高潮という「発生機構」に注目するならば、根室市では過去に類例があつて繰り返し発生してきたと言える。

また、上述の13イベントのうち浸水家屋数が明示的に報告されている1960年以降の4イベントを比較すると、今回(96戸)はその他の3イベント(2～36戸の範囲)と比較して大きかった。従って、沿岸域の宅地開発状況の変化、防潮施設の整備状況の変化、降雨量等が異なるため過去のイベントと今回のイベントとを単純には比較できないことに注意が必要であるものの、低気圧による高潮について浸水家屋数を尺度とした「被害規模」に注目するならば、根室市では1960年以降で今回の高潮が最大のイベントであった可能性があることが分かった。

6.2 考えられる対策

高潮等の災害については、直前・応急復旧のための対策、2次災害防止のための対策、再度災害防止のための対策が考えられる。

直前・応急復旧のための対策が求められるのは、低気圧が接近してきた段階から被害が発生した数日～数週間程度の期間である。低気圧が接近してきた段階である数日～数時間前までには、ある程度の精度で潮位を予測することが現時点で既に可能であるため、まず、そうした情報を適切に収集することが必要となる。さらに、水門、陸閘等の防潮施設の閉鎖、堤外地の活動の見合わせ、船舶の退避、漁網等の漁具の適正な管理、土嚢等の水防活動のための資材の準備、気象情報、避難に関する情報の事前周知・避難の実施等が必要である。災害が発生しているあいだから直後にかけては、被害の発生状況の監視、対策本部における情報の一元的な集約、消防・警察による救助活動、交通啓開の活動等の対策が必要となる。

2次災害防止のための対策が求められるのは、被害が発生してから通常の都市機能がある程度回復してくるまでの数か月程度の期間である。例えば、高潮により防潮施設が被害を受けている状態に重ねて、異常潮位や高波浪が発生した場合は被害が再び生じる、あるいは、より大きな被害が生じることが考えられる。そこで、被害状況の詳細な調査・把握、仮設資材を用いた仮設構造物による防災施設の機能回復等の対策が必要になる。また、避難場所に避難している住民等が日常の生活へ帰還するための対策も必要となる。

再度災害防止のための対策が求められるのは、中長期的な期間である。浸水が発生した既往事例が繰り返している場合、まずはその原因を究明し適切な対策を講じる必要がある。例えば、地盤高が低いことにより繰り返し浸水している場合は、防潮施設の整備による浸水防護、護岸、岸壁及び背後用地の嵩上げ等の対策が考えられる。また、居住地の移転を含めた土地利用の抜本的な見直しという対策も考えられるが、市街地を対象にこうした施策を実施するためには、移転先の確保、住民の合意形成、地域コミュニティの維持支援等の多くの検討すべき事項がある。一方、これまでにないような発生機構・規模の浸水が発生した場合は、詳細な現地調査や数値計算を用いた再現計算により原因の究明を行い、対策を講じる必要がある。また、防災マップの作成・周知を通じ、災害に対する脆弱性の大きい地区を中心に住民の防災意識を向上するような施策も必要である。

7. 結論

本研究は、低気圧による高潮の発生状況を詳細に記録し分析するため、高潮被害の現地調査、高潮数値シミュレーションによる再現計算、道内の高潮・高波被害の全体像の把握、及び根室市における過去の既往被災履歴の収集・整理を行った。

その結果は以下のとおりである：

- 1) 現地調査では、根室市の高潮浸水痕跡はT.P. +1.9 m～+2.5 mの高さであること、浸水経路として基本的には海面が上昇して岸壁等を超過して浸水したものの一部の地区では小規模な水路からの逆流も生じていたことを把握した。
- 2) 高潮数値シミュレーションでは、Myersモデルを含む経験的台風モデルの利用により、気象場は観測値に比べ強めに推算されているもののピーク起時・高さが概ね再現出来ていた。また、高潮推算結果もピーク起時・高さともに再現されていた。
- 3) 北海道東部において8自治体(釧路市から沿岸を反時計回りに網走市までと、浜頓別町)において高潮・高波による浸水被害が生じたこと等を把握し、その最大潮位偏差は0.56～1.53 mの範囲であった。
- 4) 根室市では低気圧による高潮として、陸上に浸水被害を生じる程度の規模のものは、1935年以降の80年間で13イベントあった。従って、低気圧による高潮という「発生機構」に注目するならば、根室市では過去に類例があって繰り返し発生してきたと言える。また、13イベントのうち浸水家屋数が明示的に報告されている1960年以降の4イベントを比較すると、今回(96戸)は過去3イベント(2～36戸の範囲)と比較して大きかった。従って、沿岸域の宅地開発状況等が異なるため過去のイベントと今回のイベントとを単純には比較できないことに注意が必要であるものの、低気圧による高潮について浸水家屋数を尺度とした「被害規模」に注目するならば、根室市では1960年以降で今回の高潮が最大のイベントであった可能性があることが分かった。

(2015年6月1日受付)

謝辞

第2章「平成26年12月の低気圧による北海道内の被害」をとりまとめるにあたり、北海道開発局釧路開発建設部根室港湾事務所、築港課、釧路港湾事務所、稚内開発建設部築港課、網走開発建設部築港課、北海道水産林務部水産局漁港漁村課、根室振興局、根室市役所、別海町役場、標津町役場、羅臼町役場、網走市役所、紋別市役所、枝幸町役場、浜頓別町役場、礼文町役場の方々には被災時の状況説明、資料のご提供などご協力を頂いた。この場をもって厚く御礼申し上げる次第である。

第4章「高潮被害の現地調査」をとりまとめるにあたり、根室市長・長谷川俊輔様をはじめ根室市副市長・石垣雅敏様、根室市総務部など根室市役所で災害対策にあたられていた方々から詳細な情報を頂き調査をスムーズに実施できました。港湾及び周辺地域の現地調査の際には、根室市水産経済部水産港湾課の各位に立ち会っていただき詳しく現地案内をして頂きました。ポンプ場の視察の際には、根室市建設水道部上下水道施設課の各位に立ち会っていただき内部を視察するとともに雨水排水経路等について詳細に教えて頂きました。西浜地区の調査の際には、造船所の方に屋内での測量作業をすることのご協力を頂きました。幌茂尻漁港温根沼地区の調査の際には、根室湾中部漁業協同組合に貴重な情報提供を頂くとともに、水産物加工処理施設で作業されている方には施設内部の被害状況を見せて頂くことのご協力を頂きました。北海道開発局根室港湾事務所、札幌の北海道開発局本局、国土交通省港湾局海岸・防災課の皆さんには災害発生直後にも関わらず調査団の受け入れ、関係機関との調整、マスコミ各位に対する結果報告会の開催等で多大なご協力を頂きました。その他、ヒアリングに協力して頂いた多くの市民の皆さんをはじめ、各位のご協力を得ることによって調査を実施することが出来ました。ここに深く感謝の意を表します。

付録-A 実況天気図

平成26年12月16日～18日の3時間ごとの実況天気図を示す。なお、図中の等圧線は、4 hPaごとに描かれている。また、各日深夜0時の実況天気図は同ホームページでは提

供されていない。図の出典：一般財団法人日本気象協会ホームページ (<http://www.tenki.jp/past/>)

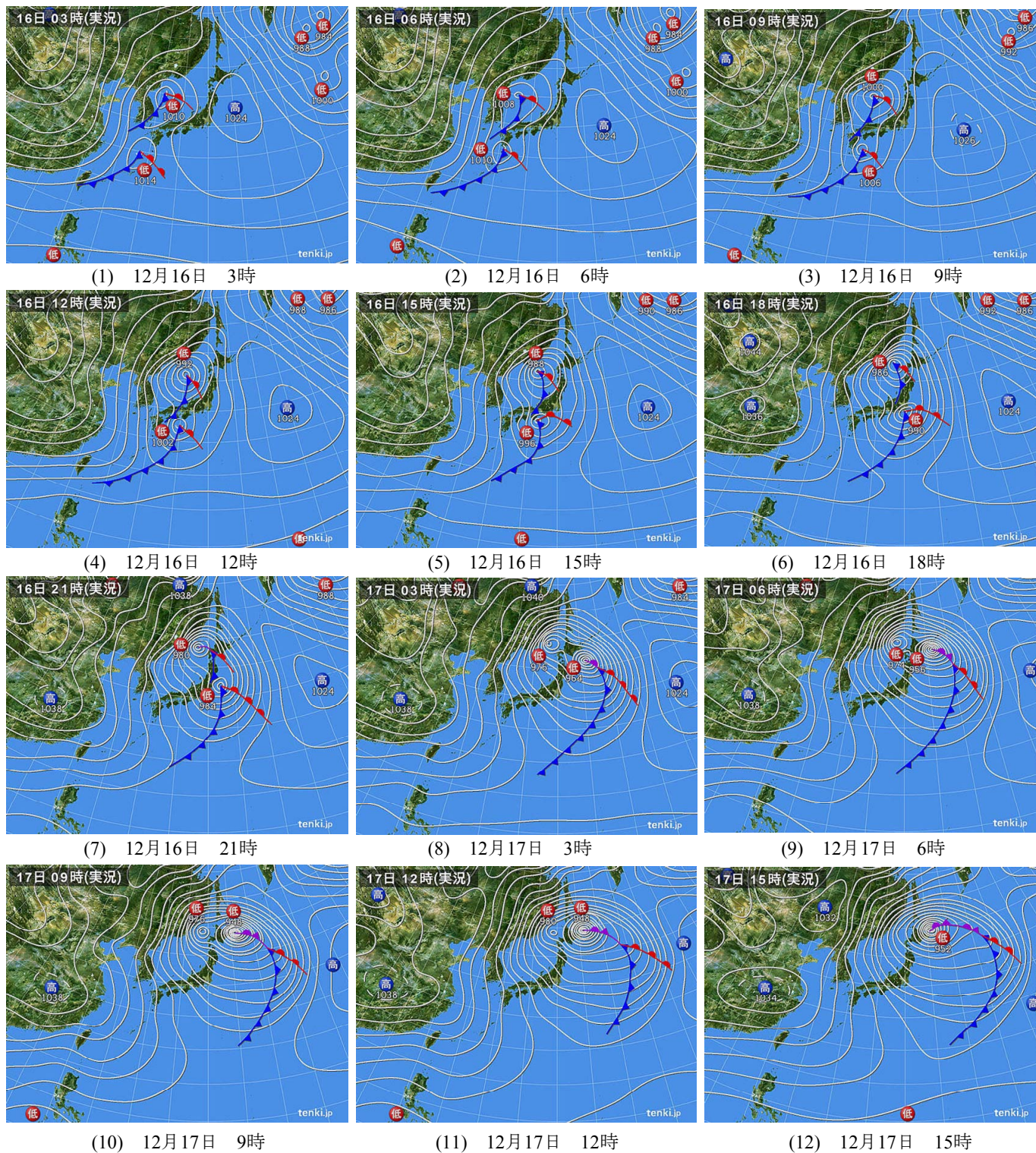
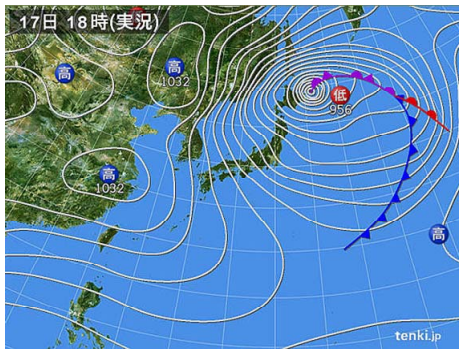
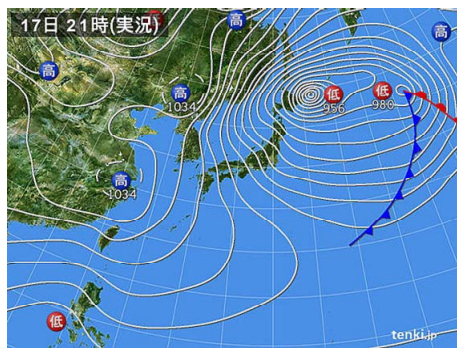


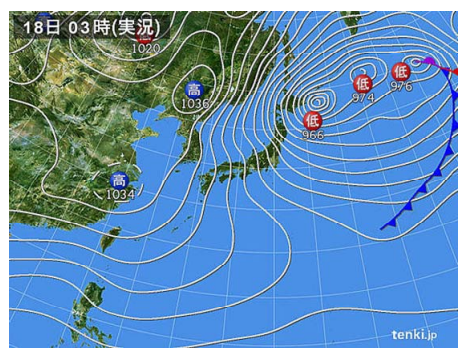
図-付.A.1 実況天気図



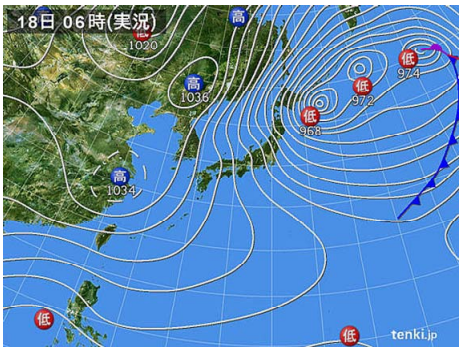
(13) 12月17日 18時



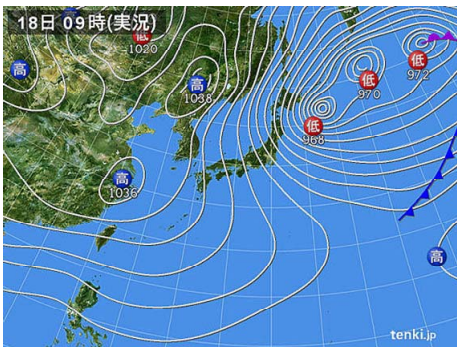
(14) 12月17日 21時



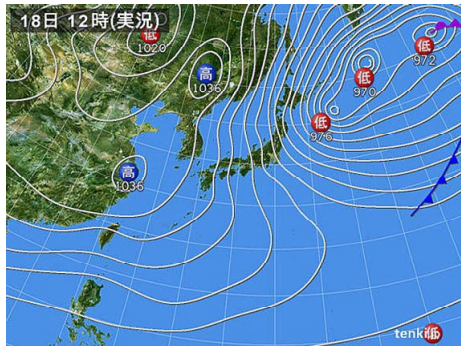
(15) 12月18日 3時



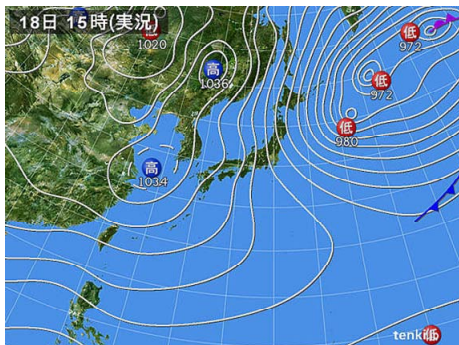
(16) 12月18日 6時



(17) 12月18日 9時



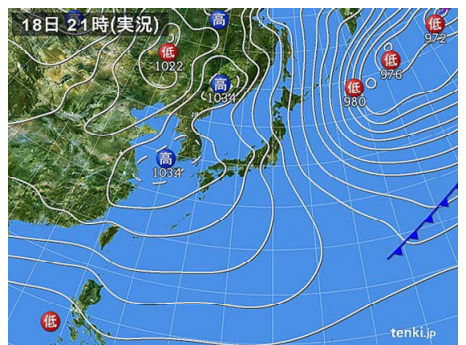
(18) 12月18日 12時



(19) 12月18日 15時



(20) 12月18日 18時



(21) 12月18日 21時

図-付.A.1 実況天気図

付録-B 第2章のヒアリング先一覧

第2章においてヒアリングを実施した機関を表-付.B.1に示す。

表-付.B.1 ヒアリング先の機関

	住所	電話番号
北海道開発局 釧路開発建設部 築港課	〒085-0017 釧路町幸町10-3	0154-24-7325
北海道開発局 釧路開発建設部 根室港湾事務所	〒087-0055 根室市琴平町1-38	0153-24-4355
北海道開発局 釧路開発建設部 釧路港湾事務所	〒084-0914 釧路市西港1	0154-51-4381
北海道開発局 稚内開発建設部 築港課	北海道稚内市末広5-6-1	0162-33-1160
北海道開発局 網走開発建設部 築港課	〒093-0046 網走市新町2-6-1	0152-44-6625
北海道 水産林務部 水産局 漁港漁村課	〒060-8588 札幌市中央区北3条西6	011-231-4111
根室振興局 産業振興部 水産課 水産振興係	〒087-0041 根室市常盤町3-28	0153-24-0257
根室市市役所 水産経済部 水産港湾課	〒087-8711 根室市常盤町2-27	0153-23-6111
別海町役場 総務部 防災交通課	〒086-0205 野付郡別海町別海常盤町280	0153-75-2111
標津町役場 住民生活課	〒086-1632 標津郡標津町北2条西1-1-3	0153-82-2131
羅臼町役場 総務課	〒086-1892 目梨郡羅臼町栄町100-83	0153-87-2111
網走市役所 水産港湾部 港湾課	〒093-8555 網走市南6条東4	0152-44-6111
紋別市役所 庶務課	〒094-0005 紋別市幸町2-1-18	0158-24-2111
枝幸町役場 総務課	〒098-5807 枝幸郡枝幸町本町	0163-62-1234
浜頓別町役場 総務課	〒098-5705 枝幸郡浜頓別町中央南1	01634-2-2345
札文町役場 総務課	〒097-1201 札文町大字香深村字トナイ558	0163-86-1001

付録-C 「今冬期の大雪等にかかる被害状況について」
(抜粋)

国土交通省が発表している「今冬期の大雪等にかかる被害状況について 第19報(2015年3月31日現在)」のうち、北海道内における高潮による浸水被害の一覧を表-付.C.1に、港湾施設の被害の一覧を表-付.C.2に示す。

表-付.C.1 北海道内における高潮による浸水被害一覧

被害箇所	浸水家屋数		避難状況		
	床下	床上			
根室市	87	11	12月17日8時22分 幌茂尻 避難勧告		
			12月17日8時 4分 弥生町 避難勧告		
			12月17日8時15分 梅ヶ枝町 避難勧告		
			12月17日8時35分 夕見町 避難勧告		
			12月17日8時25分 温根沼 避難勧告		
			12月17日8時22分 穂香 避難勧告		
			12月17日8時22分 緑町 避難勧告		
			12月17日8時 4分 西浜町 避難勧告		
			避難場所: 総合文化会館, 図書館, 海星小中学校		
			12月18日14時10分 避難勧告解除		
別海町	8	18	12月17日9時0分 本別海 避難指示		
			対象世帯: 97戸, 対象人数: 267人		
			12月17日8時30分 尾岱沼 避難勧告		
			12月17日8時30分 床丹(1番地) 避難勧告		
			12月17日8時30分 床丹(その他) 避難勧告		
			12月17日8時30分 走古丹 避難勧告		
対象世帯: 264戸, 対象人数: 927人					
12月17日13時 0分 本別海 避難指示解除					
12月17日13時 0分 走古丹, 床丹, 尾岱沼, 本別海 避難指示解除					
羅臼町	0	12	避難勧告無し		

表-付.C.2 北海道内における港湾施設被害の一覧

港湾名	地区名	被害状況
白老港	-	・用地護岸のガードレール破損、方塊がズレ ・仮設道路の敷鉄板及び砂利の散乱 ・用地護岸B部背後の砂利洗掘
苫小牧港	西港区	土砂処分場の場内標識が折れ曲がる
紋別港	新港町地区	西物揚場(-4m) 背後のアスファルト舗装が、越流により一部剥離
	港町地区	・臨港道路 アスファルト舗装表面剥離、土砂吸い出し ・第3埠頭護岸 土砂散乱、第3防波堤インターロッキング破損
枝幸港	-	・南臨港道路 歩道部アスファルト舗装が剥離 ・物揚場(-3.5m)(中央) エプロン舗装破損、護岸背後の用地の洗堀
網走港	港町地区	北防波堤 胸壁工が亡失
	モヨロ地区	・帽子岩防潮堤の胸壁工が亡失 ・帽子岩ケーソックの転落防止柵が破損
	新港地区	・物揚場(-3.5m) 背後のアスファルト舗装が破損 ・物揚場(-3.5m) 背後の上屋シャッターが破損 ・臨港道路の歩道アスファルト舗装が一部剥離
釧路港	-	土砂処分場護岸工事中の中割石流出、上部コンクリートの傾斜
香深港	船泊地区	上屋(ホリカボネット)の破損
稚内港海岸	潮見地区	・護岸陥没50m ・離岸堤5基250m沈下
根室港	根室地区	埋立護岸が破損(約22m)
宗谷港	本港地区	防波堤(島)の消波工が沈下(約45m)
鷺泊港	鷺泊地区	・島防波堤の本体工ケーソン2函が滑動(約45m) ・岸壁(-5.5m)のインターロッキングが破損
瀬棚港	本港地区	防砂堤(南)港内側の被覆ブロックが飛散(20~30個程度)
手塩港	本港地区	導流堤の一部が破損
余市港	本港地区	船揚場(南)張りブロックの一部が飛散
石狩湾新港	本港地区	北防波堤の胸壁工の滑動(約5m)
十勝港	本港地区	貯木場出入口の方塊が転倒

付録-D 調査地点の緯度及び経度

現地調査を行った地点（4 章を参照）の緯度及び経度を示す。特に断りのない限り、各地点の緯度及び経度は携帯型 GPS 受信機である GARMIN 製 GPSmap 60CSx を用い測定した。水平方向の測定精度は 3～5 m 程度である。

*印で示した地点は、現地調査時に緯度及び経度の測定を行わなかったため、地図ソフトウェア Google Map を用いて測定場所を同定し、同ソフトウェアの画面上に表示されている緯度及び経度を便宜的に本表に記載した。

地区名	地点名	緯度 (N)	経度 (E)
琴平町	1-a*	43°20'47.7"	145°34'53.5"
〃	1-b*	43°20'48.2"	145°34'56.5"
〃	1-c*	43°20'48.6"	145°35'0.5"
〃	1-d	43°20'40.4"	145°35'2.6"
海岸町	1-e	-	-
〃	1-f	43°20'30.4"	145°35'15.7"
〃	1-g*	43°20'23.1"	145°35'9.0"
本町	1-h*	43°20'19.8"	145°35'0.9"
〃	1-i	43°20'16.2"	145°34'45.0"
弥生町	2-a*	43°20'1.1"	145°34'37.0"
〃	2-b	-	-
〃	2-c	43°19'58.5"	145°34'40.2"
緑町	2-d	43°19'30.4"	145°34'6.0"
弥生町	2-e	-	-
〃	2-f	43°19'54.5"	145°34'25.6"
西浜町	3-a	43°19'32.1"	145°33'52.0"
〃	3-b	-	-
〃	3-c	43°19'30.0"	145°33'49.3"
〃	3-d	43°19'28.8"	145°33'49.3"
〃	3-e	43°19'31.2"	145°34'0.9"
〃	3-f	43°19'30.9"	145°34'0.7"
〃	3-g	43°19'30.4"	145°34'6.0"
〃	3-h	-	-
〃	3-i	-	-
穂香地区	4-a	43°18'39.2"	145°32'20.2"
〃	4-b*	43°18'38.7"	145°32'13.7"
〃	4-c*	43°18'43.2"	145°32'26.5"
〃	4-d	-	-
〃	4-e	-	-
幌茂尻地区	5-a	43°17'47.2"	145°31'12.6"
〃	5-b	43°17'48.8"	145°31'13.3"
〃	5-c	-	-
温根沼地区	5-a	43°16'15.9"	145°29'46.9"
〃	5-b	-	-
〃	5-c	43°16'18.2"	145°29'50.9"
伊茶仁海岸	-	43°41'31.8"	145°6'57.0"

付録-E 根室港湾合同庁舎前の岸壁の浸水状況

根室港湾合同庁舎から高潮の浸水経過を目撃していた北海道開発局根室港湾事務所職員が、同庁舎前の岸壁(地点1-d)付近を撮影し、根室港湾事務所から提供されたもの

を示す。撮影は8:27, 8:44, 8:47, 9:13, 10:19, 10:38の計6回、ほぼ同じアングルで行われている。



(1) 既に陸上に浸水している
(8時27分 撮影)



(4) 9時13分 撮影



(2) 8時44分 撮影



(5) 10時19分 撮影



(3) 6枚のうち最も浸水の大きいもの
(8時47分 撮影)



(6) 岸壁の天端が干出している
(10時38分 撮影)

写真-付. E.1 根室港湾合同庁舎前の岸壁の浸水状況
(琴平町1丁目, 平成26年12月17日)

※いずれも、北海道開発局根室港湾事務所提供

付録-F 緑町の浸水痕跡

図-4.9 では、弥生町・梅ヶ枝町・緑町の浸水範囲を示すとともに、北海道開発局根室港湾事務所が被害発生直後にヒアリングを実施して把握した浸水痕跡の位置をマーキングした 10 棟を黒丸印で示している。

そのうち、同図中で右から 3 番目の建物（パン店、緑町）について、浸水痕跡位置にマーキングした状況の写真が得られたので、写真-付.F.1 に参考として掲載する。



写真-付.F.1 緑町の浸水痕跡（矢印位置）

※北海道開発局根室港湾事務所提供

付録-G 他機関による調査報告のリスト

本資料の調査報告以外に、国内の他機関による現地調査、数値解析等が実施・報告されている。参考として、著者らが把握している範囲で、そのような報告のリストを以下に示す（順不同）。

- ・北海道大学：2014 年根室高潮調査速報，2014 年 12 月 25 日付。
http://www.hokudai.ac.jp/news/141225_pr_eng.pdf
- ・釧路地方気象台・札幌管区気象台：平成 26 年 12 月 17 日に発生した、急速に発達した低気圧による根室地方の高潮に関する現地調査報告（速報），2014 年 12 月 26 日付報道発表資料。
http://www.jma-net.go.jp/kushiro/oshirase/pdf/sokuhou_20141226.pdf
- ・釧路地方気象台・札幌管区気象台：平成 26 年 12 月 17 日に発生した、急速に発達した低気圧による根室地方の高潮に関する現地調査報告（第 2 報（最終報）），2015 年 1 月 16 日付報道発表資料。
http://www.jma-net.go.jp/kushiro/oshirase/pdf/sp_press150116_kushiro.pdf
- ・独立行政法人防災科学技術研究所観測・予測研究領域水・土砂防災研究ユニット：2014 年 12 月 16 日-17 日の北海道に被害をもたらした低気圧と高潮について，2014 年 12 月 24 日初版掲載。
<http://mizu.bosai.go.jp/wiki/wiki.cgi>
- ・早稲田大学創造理工学部社会環境工学科／大学院創造理工学研究科建設工学専攻海岸工学・マネジメント柴山研究室：2014 年北海道で発生した温帯低気圧による根室の高潮（災害概要／高潮シミュレーション速報）。
<http://www.f.waseda.jp/shibayama/disaster/2014Nemuro.html>

なお、いずれのウェブサイトについてもアクセスし最終確認した日は 2015 年 6 月 26 日である。

国土技術政策総合研究所資料

TECHNICAL NOTE of NILIM

No. 854

June 2015

編集・発行 ©国土技術政策総合研究所

本資料の転載・複写のお問い合わせは

〒239-0826 神奈川県横須賀市長瀬 3-1-1
管理調整部企画調整課 電話:046-844-5019