

寄り回り波とその対策

河合雅司*

On Yorimawari Waves and Preventive Measures for Wave Disasters on the Coast of the Toyama Bay

Masashi KAWAI

Abstract

The Toyama Bay is a calm sea even if in winter, because it is protected from the northwest winter monsoon and waves generated by the monsoon by the Noto Peninsula. On the other hand wave disasters occur due to swells on the coast of Toyama Bay for the period from October to April. The swells are generated by winds due to developed low pressure stayed near Hokkaido in west sea area of Hokkaido, and propagate to the Toyama Bay. The swells which cause disasters in the Toyama Bay are called Yorimawari Waves. Yorimawari waves and invade Toyama Bay from the direction of north-northeast and northeast, deflecting to the right when they across the Tsushima Warm Current. Significant wave periods of the Yorimawari Waves are more than 10 seconds and Significant wave heights of them are more than one meter.

The records of wave disasters on the coast of the Toyama Bay, the mechanism of generating the Yorimawari Waves, and preventive measures for wave disasters are investigated here, and the results are reported in this paper.

Keywords: *Yorimawari Waves, Disasters, Toyama Bay*

キーワード: 寄り回り波, 災害, 富山湾

1. 緒言

富山湾は、能登半島により冬季季節風による北西からの波浪が遮断されているために他の日本海沿岸と比べて一般に冬でも波が少なく平穏な海域となっている。ところが北～北東方向からの波浪に対しては、これを遮るものがなく急深な沿岸となっているために地形的条件が悪く、毎年10月から4月にかけて周期10秒以上のうねり性波浪が侵入し、災害を引き起こしている。富山湾におけるこのうねり性波浪を寄り回り波⁽¹⁾と呼んでいる。

ここでは、寄り回り波を含む波浪による災害を防止するために過去の富山湾沿岸における波浪災害について調査し、寄り回り波に代表されるうねり性波浪が富山湾沿岸で大きな災害を引き起こす機構について考察するとともに、その対策について検討した。これらの結果について以下に報告する。

2. 富山湾沿岸における波浪災害

1970年から2008年までの間に、富山湾沿岸で発生した海難等、救助を必要とするような顕著な波浪災害について、吉田清三氏の海難調査資料⁽²⁾⁽³⁾、新聞記事、および伏木富山港湾事務所が新湊地区(水深:17m)、伏木地区(水深:50m、ただし1999年9月以降は水深46m)、富山地区(水深:20m)に設置した波浪計のデータに基づいて、その発生日、場所、災害内容、波浪の大きさ等について調べた結果を表1に示す。なお、寄り回り波について定量的に定義する必要があるが、富山や入善のように2方向からの寄り回り波が到達する沿岸の波浪計と伏木や新湊のように北東からの寄り回り波しか到達しない沿岸の波浪計では、その波高データに大きな違いがあることに注意する必要がある。ここでは、主として伏木及び新湊に設置された波浪計のデータに基づいて調査したため、寄り回り

* 富山商船高等専門学校(〒933-0293 新湊市海老江練合1-2)

Table 1. Wave disasters on the coast of the Toyama Bay from 1970 to 2008

年月日 (場所)	$H_{1/3}, T_{1/3}$ (時刻, 波浪計)	波浪種類	災害内容
1970年 1月31日 (富山県東部)	データ無し (無し)	寄り回り波	01月31日午後4時頃から富山県東部の海岸へ高波来襲。02月01日、入善町と滑川市に浪害対策本部を設置。入善、黒部、滑川、朝日町に被害(富山県東部に被害)、負傷者10名、家屋半壊22棟、床上浸水236棟。2月1日28時過ぎに峠を越し、2月2日午後には治まった。
1970年 3月17日 (滑川市)	データ無し (無し)	寄り回り波	3月17日夜から18日朝にかけて、滑川市高月町に寄り回り波が押し寄せた。高月町の作業場1棟が倒壊、公民館も一部損壊。
1972年12月02日 (富山県東部)	データ無し (無し)	寄り回り波	02日朝から03日未明にかけて寄り回り波が押し寄せた。死者1名、重軽傷10人、家屋は7棟が全壊、10棟が半壊、25棟が一部損壊、床上浸水18棟、床下浸水61棟、この他護岸堤・農道の決壊及び自動車の転覆等があり滑川市で50世帯が避難、滑川では戦後最大の浪害となった。朝日町と滑川市に浪害対策本部設置。 (死傷者11人、被害総額10億円の寄り回り波被害)
1979年03月31日 (滑川市)	1.7m, 13.5秒 (22時, 新湊)	寄り回り波	31日22時50分頃、滑川市高月海岸の離岸堤に愛知県の釣り人4人が取り残され、滑川署が対策本部を設置して、救助にあたったが04月01日未明までに一人が死亡、二人が行方不明になり、釣り人1人が救助された。更に、救助にあたった富山県警機動隊員1人が死亡した。
1981年03月27日 (朝日町)	1.5m, 8.9秒 (20時, 新湊)	寄り回り波	27日18時15分頃、朝日町赤川小川河口の離岸堤で波遊びをしていた小学5年生が、高波にさらわれて海中へ転落したが、20分後に奇跡的に高波に押し戻されて救助された。事故当時現場は約10m/sの西風が吹き、高さ10m程度の高波が押し寄せた。
1981年12月15日 (富山県東部)	1.19m, 13.3秒 (22時, 新湊)	寄り回り波	15日15時30分頃、新潟県香海町の市振駆構内に高波が押し寄せ、北陸線が不通となる。北陸線は16日11時20分頃20時間ぶりに開通し、特急白山114号等計24本が全面又は区間運休し、17日未明までダイヤの混乱が続いた。
1982年10月25日 (佐渡沖等)	1.03m, 10.4秒 (18時, 新湊)	寄り回り波	24日~25日にかけて日本海で突風が吹き荒れ、海難事故が相次いだ。佐渡沖で漁船が転覆、1人死亡、1人行方不明。
1987年12月02日 (伏木)	1.58m, 10.3秒 (02時, 伏木)	寄り回り波	伏木沖沖合300mで貨物船(ブルーパイランド号, 696吨)が錨泊中、02日未明から荒れ出した波高05~06mの高波で走錨し、12月02日05時50分頃、伏木港石油基地護岸堤から約40m沖合で座礁した。(積荷全損、重油流出)
1989年03月08日 (伏木富山港)	2.63m, 6.3秒 (04時, 新湊)	風浪	08日午前01時25分頃富山市岩瀬の富山港護岸堤防北側で、沖合約1.3kmに錨泊していたタンカー(999.77吨)が強風と高波に流されて走錨し、その後座礁横転した。(乗組員3名死亡、重傷1名)事故当時現場付近は10m以上の強風と高波で大荒れだった。現場付近には重油が流出。
1989年12月31日 (伏木富山港)	0.56m, 9.6秒 (04時, 新湊)	うねり	伏木富山港沖で、漁船員が風浪による船体動揺で海中に転落、行方不明。
1990年03月26日 (宮崎)	1.65m, 8.1秒 (00時, 新湊)	うねり	02:05頃、宮崎漁港で漁船がうねりに圧流されて座礁
1990年11月04日 (新湊)	1.99m, 6.2秒 (14時, 新湊)	うねり	13:00頃、新湊西防波堤で釣り人が高波により死亡
1991年02月17日 (富山県東部)	3.16m, 11.0秒 (12時, 新湊)	寄り回り波	台風並みに発達した低気圧の影響で高波が猛威をふるい、入善町で1名死亡、滑川市で重傷者1名及び灯台が倒壊する等の被害があり、1972年12月の被害に次ぐ、19年ぶりの大規模な寄り回り波被害となった。滑川市は住民に避難勧告を出し、1991年02月17日午後5時30分に滑川市長を本部長として災害対策本部を設置した。
1992年03月06日 (富山県東部)	1.45m, 7.1秒 (04時, 伏木)	うねり	07:05頃滑川漁港沖で高波のため漁船が転覆魚津では南の風2m/s程度
1992年10月10日 (伏木)	0.69m, 8.6秒 (20時, 伏木)	うねり	19:30頃伏木岩崎島沖で高波のためボートが転覆、伏木では南の風2m/s程度。
1993年01月17日 (伏木富山港)	1.66m, 10.7秒 (18時, 伏木)	寄り回り波	15:20頃、富山岩瀬漁港防波堤で釣り人が高波のため海中転落、その後救助された。富山では西よりの3m/s程度の風が吹いていた。
1993年01月30日 (新湊)	1.34m, 13.3秒 (10時, 伏木)	寄り回り波	30日午前07時30分頃、社員が富山新港東埋め立て地防波堤工事現場の下見に行き、高波に浸われて09時25分頃行方不明。
1993年03月17日 (伏木)	1.74m, 11.1秒 (16時, 伏木)	寄り回り波	17時頃、伏木国分港の防波堤先端で釣りをしていた女性が高波に浸われて転落し死亡。寄り回り波は18日の14時頃まで続いた。03月18日に欧州リモートセンシング衛星1号(ERS-1)が富山湾の寄り回り波を合成開口レーダー(SAR)で観測。
1993年10月02日 (水橋)	1.01m, 11.0秒 (20時, 伏木)	寄り回り波	10時頃、社員7名が水橋漁港の離岸堤で釣りをしていた高波のために戻れなくなり、救助を要請。11時20分頃、消防隊レスキュー隊員が全員を救助。
1995年04月20日 (高岡市雨晴)	0.96m, 10.1秒 (20時, 伏木)	寄り回り波	高岡市雨晴女岩付近の岩場で釣りをしていた2名が、波が高くなり19時頃救助要請。21日05時頃、ヘリコプターで救助。当時、波高3~4m、北西の風6~8m。
1996年02月18日 (富山市)	1.54m, 5.7秒 (18時, 伏木)	風浪	15時30分頃、富山市浜黒崎沖でプレジャーボートが大波を受けて転覆。18時40分頃消波ブロックに打ち上げられているのが発見された。波浪注意報が発令中で波は高かった。操縦者は行方不明。富山では、北の風6m/s程度。
1996年10月05日 (富山市)	0.72m, 7.0秒 (22時, 伏木)	うねり	23時頃、富山市四方港沖の離岸堤で釣りをしていた4名が波が高くなってきたために岸へ戻る際、ゴムボートが転覆。もう1隻のゴムボートに救助されて全員無事。富山では南西の風2.0m/s程度であった。
1997年03月02日 (富山市)	0.82m, 8.3秒 (10時, 伏木)	うねり	13時35分、富山市四方港沖の離岸堤で釣りをしていた2名が、13時頃から風波が強まり海岸に戻れなくなって救助要請。巡視艇の監視のもと自力で海岸に戻り無事であった。富山では西の風3m/s程度だった。
1997年12月08日 (生地島)	0.24m, 4.5秒 (00時, 伏木)	うねり	08時30分頃、生地島沖で漁船が横波を受けて転覆。魚津では南の風2m/s程度であった。北よりうねりが侵入したものである。
1998年11月24日 (入善)	波浪データ欠損 (無し)	うねり	17時頃、3人が吉原沖離岸堤で釣りをしていたが、風波が強まったために戻れなくなり入善消防署員が救助。泊では南西の風8m/s程度であった。
1999年03月06日 (富山市)	波浪データ欠損 (無し)	風浪	16時頃、2人が岩瀬漁港防波堤で釣りをしていたが、高波のために戻れなくなり消防署員が救助。富山では4m/s程度の北東の風が6時間程度吹いていた。
2000年09月03日 (水橋, 伏木)	1.06m, 10.7秒 (08時, 伏木)	寄り回り波	6時15分頃、水橋漁港沖離岸堤で釣人が高波にさらわれて行方不明。15時30分頃、伏木沖でプレジャーボートが横波を受けて転覆。巡視艇が2名を救助。伏木では、午後から5m/s程度の北北東の風が吹いていた。
2004年10月20日 (伏木富山港)	6.53m, 8.4秒 (22時, 伏木)	風浪	台風23号による強風と波浪で海王丸が富山港沖で走錨して座礁。20日19時40分走錨開始、22時47分座礁。
2005年03月25日 (入善町)	1.46m, 9.8秒 (20時, 富山)	寄り回り波	入善町吉原海岸で、17時以降に、女性が海に転落して死亡。24日の9時~17時の間には、入善で釣り人が海に転落して死亡している。24日から26日にかけて寄り回り波がきていた可能性が高い。
2008年02月24日 (入善, 伏木等)	4.23m, 14.3秒 (14時, 伏木)	寄り回り波	入善町芦崎地区と伏木富山港で大きな被害があり、入善町や黒部市等が災害対策本部を立ち上げた。寄り回り波による被害は死者2人、重傷1人、軽傷15人、建物住宅172棟、倉庫等283棟が損傷した。伏木富山港では、重さ2500吨のケーソンが10m程度移動した。被害総額は約80億円。被災地域の復旧や今後の対策及び寄り回り波のメカニズムの解明を行うために、国や県等による3つの検討委員会が設置された。

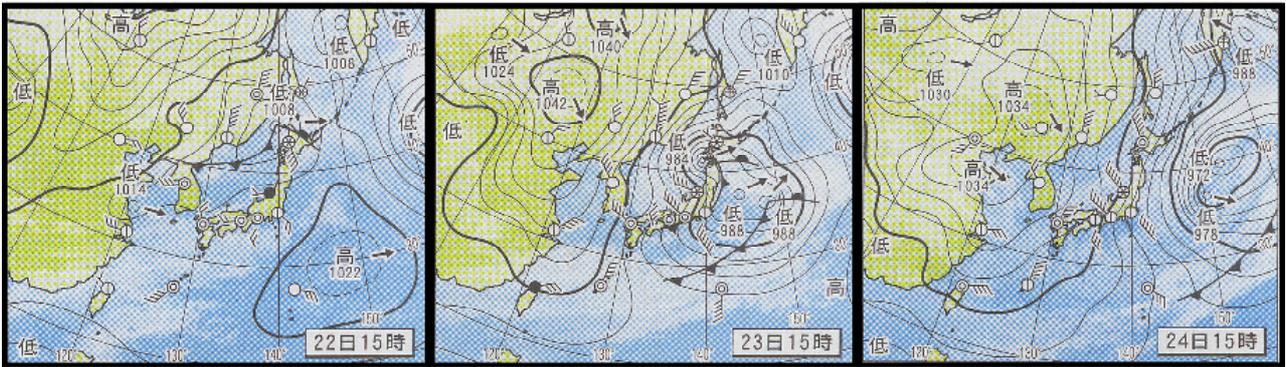


Figure 1. The weather maps for 22 to 24 Feb. 2008, when the Yorimawari Waves invaded the Toyama Bay

波を定量的に、「有義波高 1m 以上かつ有義周期 10 秒以上のうねり性波浪」として定義し、この条件を満たさない波浪については、単にうねり、または風浪とした。波浪の周期については、四捨五入により秒単位にまとめた値が 10 秒以上であれば寄り回り波とした。さらに、富山湾内での災害記録はみあたらないが、湾内に寄り回り波が侵入しており、かつ富山湾周辺海域で災害が多発している場合についても掲載したが、寄り回り波の条件を満たすうねり性波浪が富山湾に侵入しているにもかかわらず、特に顕著な災害がない場合や、漁船の損傷程度の被害の場合は紙面の都合上省略している。

3. 寄り回り波発生機構

寄り回り波の発生メカニズムは、次のように考えることができる。

(1) 発生海域

2008 年 2 月 24 日に富山湾に寄り回り波が来襲した時の 22 日から 24 日の天気図を図 1 に示す。図 1 から分かるように、低気圧が日本海を通過し北海道付近に半日以上停滞し、この低気圧により北海道西方海上で北よりの強風(20m/s 以上)が半日程度以上吹続することにより大きな風浪が発生する。この風浪がうねりとなって南下することにより寄り回り波となる。⁽⁴⁾

(2) 富山湾への伝搬経路

北海道西方海域からのうねりは対馬暖流を横切って南下し富山湾へ侵入する。また、1993 年 03 月 18 日に欧州リモートセンシング衛星 1 号(ERS-1)が合成開口レーダー(SAR)で観測した寄り回り波の画像データから、図 2 に示すように寄り回り波は北北東と北東の 2 方向から富山湾へ侵入することが明らかになっている。⁽⁵⁾そして、これらから寄り回り波はまっすぐに富山湾へ侵入するのではなく、対馬暖流

を横断する時に右へ約 30° 偏向(カーブ)して、2 方向から富山湾に侵入していることを意味している。

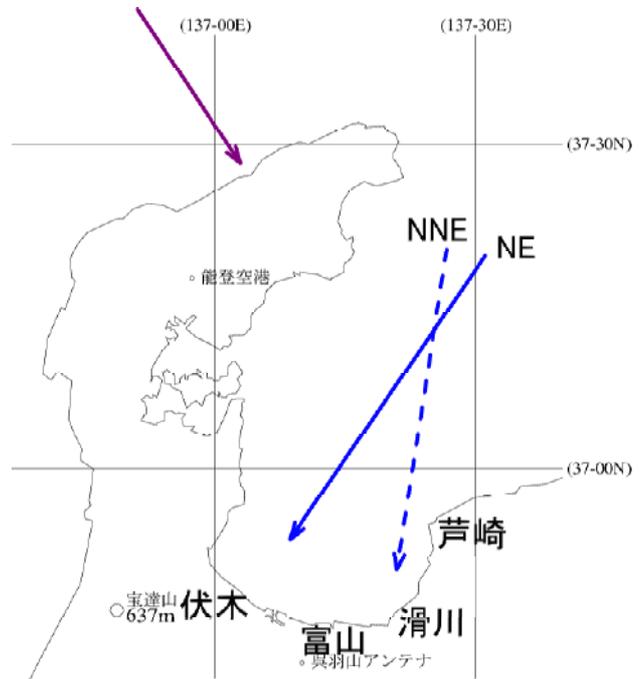


Figure 2. Invading paths of the Yorimawari Waves into the Toyama Bay

つまり、波浪が流れの中を伝搬する場合は波向が変化し、特にうねり性波浪の予測においてはこれを考慮することが重要である。北海道西方海域からくる寄り回り波の伝搬経路を図 3 に示す。

次に、寄り回り波が 2 方向から侵入していることを波浪データから検証してみる。表 2 は、2004 年 10 月 20 日に台風 23 号による北東からの強風が富山湾及びその周辺海域で長時間吹続したことにより生じた風浪の観測データであり、表 3 は、2005 年 3 月 25 日の寄り回り波の観測データである。ただし、富山の波高計設置水深は-20m、伏木の波高計設置水深は-46m である。表 2 の波は、北東からの風浪が富山と伏木に押し寄せており、波高計設置水深の違い

等により、富山の波高は海底の影響をより強く受けているため、伏木の波高よりも若干高くなっているが、富山の観測値と伏木の観測値はほぼ同じである。これに対して表3の寄り回り波の場合は、波の周期は表2の場合とほとんど同じであるが、波高については、富山の観測値が伏木の観測値の約2倍になっている。この波浪データは、寄り回り波が北北東と北東の2方向から富山湾に侵入しており、富山には両方のうねり（北北東と北東からのうねり）が到達するが、伏木には北北東のうねりは能登半島に遮断

されて到達できないので、その有義波高は富山の観測値の約半分になっていると考えることにより説明することができる。これは、表4に示される2008年2月24日の寄り回り波の場合も同様であり、富山湾への2方向からの侵入は、寄り回り波の特徴の一つであると考えることができる。このように、リモートセンシングデータや波浪データから、一般的に寄り回り波は2方向（北北東と北東）から富山湾に侵入していることが分かる。そして、寄り回り波は富山湾の特定の海岸に押し寄せる特徴を持ってお

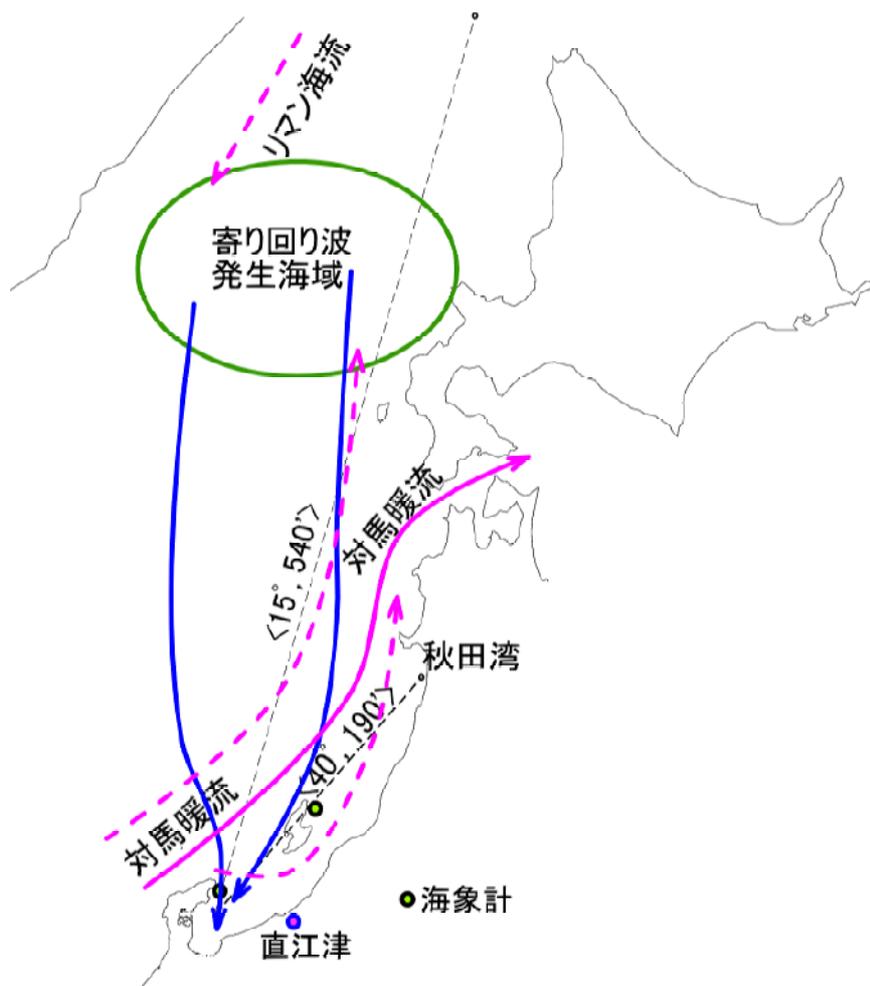


Figure 3. The propagation paths of the Yorimawari Waves from the west of Hokkaido to the Toyama Bay

Table 2. Wind waves due to the typhoon on 21 Oct. 2004

		時間	0	2	4	6
伏木	$H_{1/3}$ [m]		5.7	4.9	4.60	3.7
	$T_{1/3}$ [s]		9.4	9.2	9.0	9.0
富山	$H_{1/3}$ [m]		5.8	4.9	6.4	4.0
	$T_{1/3}$ [s]		9.0	9.2	8.9	8.5

Table 3. The Yorimawari Waves on 25 Mar. 2005

		時間	16	18	20	22
伏木	$H_{1/3}$ [m]		0.9	0.8	0.7	0.5
	$T_{1/3}$ [s]		9.5	9.4	9.1	8.8
富山	$H_{1/3}$ [m]		1.6	1.7	1.5	1.6
	$T_{1/3}$ [s]		9.4	9.7	9.8	9.5

Table 4. The Yorimawari Waves on 24 Feb. 2008

時間		22	0	2	4
伏木	$H_{1/3}$ [m]	1.1	1.3	1.4	2.5
	$T_{1/3}$ [s]	6.5	10.0	10.6	12.8
富山	$H_{1/3}$ [m]	1.8	1.2	2.4	4.6
	$T_{1/3}$ [s]	7.1	7.3	12.5	13.2

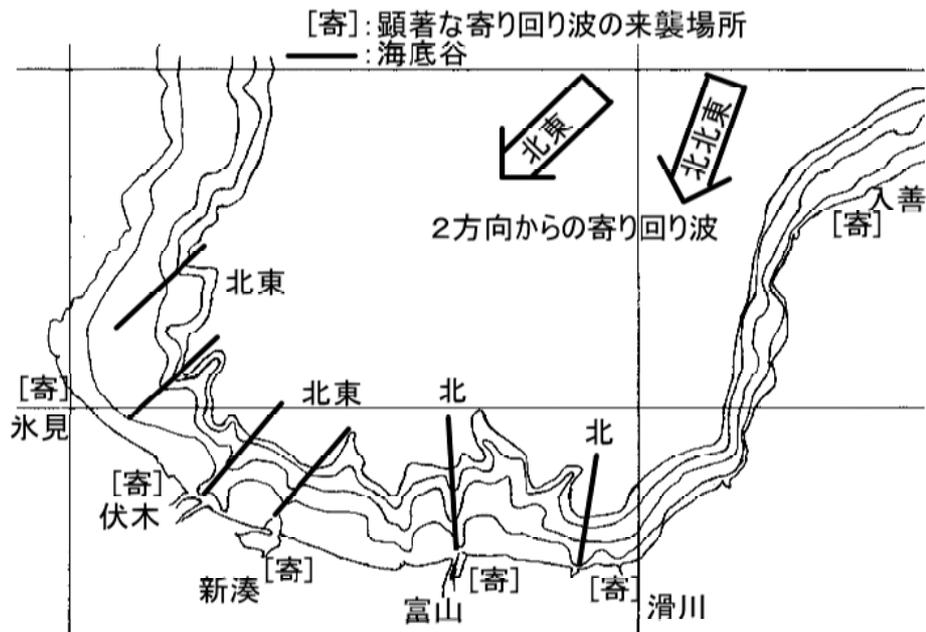


Figure 4. The relation between submarine canyons and the Yorimawari Waves in the Toyama Bay

り、大きな寄り回り波が押し寄せる沿岸には、北東のうねりが押し寄せる氷見、伏木、新湊沿岸、北北東のうねりが押し寄せる滑川沿岸、北東と北北東の両方のうねりが押し寄せる入善や富山沿岸等がある。

さらに、波の周期 T と波のエネルギーが伝搬する速度（群速度） C_g の間には、次の関係がある。

$$C_g = 0.78T \quad (1)$$

C_g : 波の群速度 [m/s] T : 波の周期 [s]

いま仮に、北東からの寄り回り波が滑川と伏木に到達すると仮定した場合、寄り回り波が滑川に到達までの距離と伏木に到達するまでの距離の差は約 13km である。周期 10 秒の波の群速度は 15.2km/時だから、うねりが滑川に到達してから伏木に到達するまでの時間差は約 50 分である。しかし、滑川に大きな寄り回り波が押し寄せる時刻と伏木に大きな

寄り回り波が押し寄せる時刻は、一般に数時間程度ずれていることが、「寄り回り波の時間差攻撃」としてよく知られている。⁽⁴⁾ 寄り回り波の時間差攻撃については、2方向から侵入する寄り回り波のエネルギーが最大になる時間が数時間程度ずれているために、北北東からの寄り回り波が到達する滑川と、北東からの寄り回り波が到達する新湊や伏木では、大きな寄り回り波が押し寄せる時間が数時間ずれていると考えることにより理解することができる。

(3) 地形の影響

富山湾は、急深で深い谷（海底谷）が沿岸付近までいくつも刻まれており、この海底谷の方向と寄り回り波の波向が一致する場合、寄り回り波は海底谷を通りほとんど減衰することなく沿岸に到達するため、特に大きな被害を及ぼす。富山湾の海底谷と顕著な寄り回り波が来襲する沿岸を図4に示す。

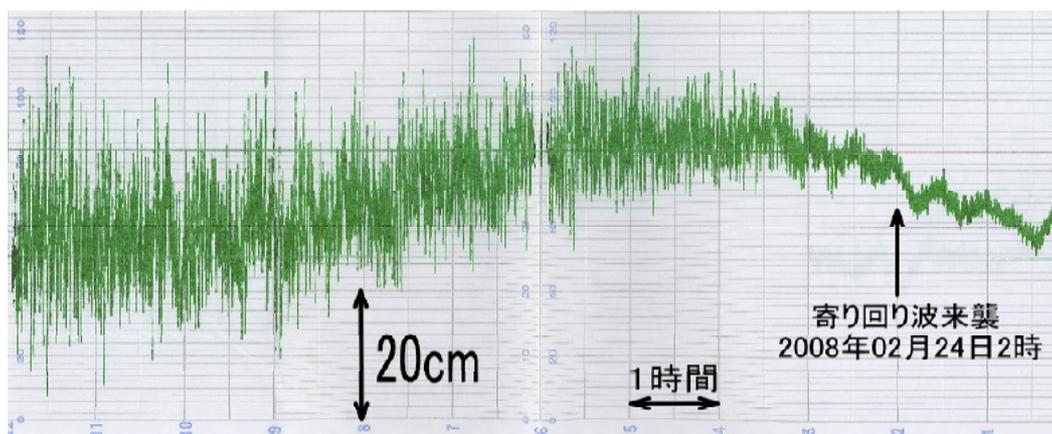


Figure 5. The tide gage data at Toyama New Port on 24 Feb. 2008

(4) その他の特徴

寄り回り波が来襲している時は、富山新港内の海面が1～2分程度の周期で数10cm程度変動している。富山新港内で2008年02月24日0時～12時に観測された潮位計データを図5に示す。

また、寄り回り波は、日本海を低気圧が通過し風がおさまり天候も回復した頃に押し寄せる特徴を持っているが、入善や滑川等では、北～北西の強風による風浪が重なりより大きな被害が発生する場合があることに注意する必要がある。

4. 今後の対策

寄り回り波による被害に対する対策として、次のようなことが考えられる。

(1) 波浪エネルギーが集中する地点の解明と公開

富山湾は、非常に急深であり海底谷がいくつも存在し、他の海域ではあまり例をみない特殊な海底地形となっている。この特殊な海底地形により、北北東または北東からうねり性波浪が伝搬してくる場合、海底地形による波浪の屈折により波浪のエネルギーが集中する特異点のような場所が沿岸に存在していると考えられる。波浪数値解析により、この特異点について調べ分りやすい形で一般に公開することは、今後の波浪災害を防止する上で重要である。

(2) 波浪の予報・通報システムの確立

次に、寄り回り波に代表される波浪の予報・通報システムの確立が考えられる。能登半島先端及び佐渡島に波浪計を設置するとともに、顕著な寄り回り波が来襲する沿岸にデジタル式潮位計を設置する。そして、これらのデータを1カ所でリアルタイムに収集するシステムを構築することにより波浪観測態勢を強化し、これらの観測データと波浪の数値予報

データを総合的に判断することにより、寄り回り波の富山湾への来襲を数時間前に予知することは可能であると思われる。寄り回り波を含む波浪の予報システムを確立し、ワンセグリアルタイムデータ放送等の最新の情報伝送技術を用いて、緊急寄り回り波情報等を提供することにより、波浪災害の防止に役立つものと思われる。

(3) メモリアル施設の設置

伏木港は、奈良時代の万葉歌人として有名な大伴家持が越中国守として赴任した頃からあり、その頃から人々は寄り回り波による被害に悩まされながらも、寄り回り波と共生してきた長い歴史がある。また、昔の人は寄り回り波を後生に伝えるために、これを絵馬にして神社に奉納したとされている。

そこで、万葉埠頭緑地に教育的な機能を持たせ、伏木富山港、寄り回り波及びそれによる災害の歴史（伏木富山港と寄り回り波の歴史）を後生に伝えるためのメモリアル公園として整備することを提案する。また、1個2500吨のケーソンがいくつも移動した北防波堤についてはそのまま残し、寄り回り波の力の大きさを学ぶための教材として利用することが適切であると思われる。

5. 結言

富山湾における1970年以降の波浪災害について調べてみると、寄り回り波により1970年1月、1972年12月、1991年2月、2008年2月と約20年間隔で、市や町による災害対策本部の設置を必要とするような大災害がもたらされている。また、死者及び行方不明者の数は寄り回り波によるものが、1970年以降12名、それ以外の波浪で6名、富山湾沿岸だけで合わせて18名が波浪により死

亡または行方不明になっている。この他にも重軽傷を負った人、寄り回り波に浚われながら幸運にも救助された人等多数の住民が波浪災害に巻き込まれている。さらに、伏木富山港では、貨物船、タンカー、航海訓練所練習船等が寄り回り波あるいは強風及びそれに伴う波浪の影響で走錨・座礁し大きな被害を被っている。

このような現状を考えると、寄り回り波のような特異波浪を予報し、通報するシステムの確立が重要であると思われる。また、船舶の海難においては、事故の責任は全て船長が負う形となっているが、寄り回り波の発生メカニズムや富山湾沿岸の特殊な海底地形が波浪に与える影響や特異点等について船長が入港前に習熟しておくことは、現状では困難である。港の管理責任者は、港内の特殊な事情について調査し、寄り回り波のような特異波浪の予報・通報システムの確立に向けて尽力する必要があると思われる。そして、入港船舶に対して錨地の指定をするだけでなく、寄り回り波等の危険が予測される場合は、指定された錨地に錨泊している船舶に対して、港則法第 10 条の規定に基づき避難勧告、避難命令、あるいは入出港禁止命令等をだす体制を確立する責任があるように思われる。

本研究において、図 3 に示された寄り回り波の伝搬経路は推測に基づく概略的なものであり、寄り回り波の予報をするためには、より正確な伝搬経路の推定が必要である。そして、伝搬経路は対馬暖流と

密接に係わっており、それをより正確に推定するためには、船舶搭載型流向流速計（Acoustic Doppler Current Profiler, ADCP）等を用いて対馬暖流について詳しく調べる必要がある。対馬暖流の詳しい調査、及び寄り回り波予報精度の検証等については今後の課題である。

謝辞

本研究をまとめるにあたり貴重な波浪データを提供して頂いた国土交通省北陸地方整備局伏木富山港事務所に感謝の意を表します。

参考文献

- (1)吉田清三・石森繁樹・加藤雅司：寄り回り波と海難, 日本航海学会誌航海, 第 87 号, pp.55-61, 1986.03
- (2)吉田清三：北陸周辺海域の海難発生概要(平成元年より 12 年まで), 日本海難防止協会, 2002.07
- (3)久住吉雄：北陸周辺海域の海難発生概要(続編)(平成 13 年より 17 年まで), 2006.04
- (4)吉田清三：必読北陸の海難に学ぶ, 海難防止研修読本, 1999.05
- (5)Shigeki Ishimori, Masashi Kawai and etc: "On the Image of the 'Yorimawari-nami' by Synthetic Aperture Radar", FINAL REPORT OF JERS-1/ERS-1 SYSTEM VERIFICATION PROGRAM, Vol.2, pp.216-225, 1995.03