

富山湾沿岸海域における自然現象に関する一考察

正会員○西井 典子(富山高等専門学校)
非会員 林 泰三(堀江商会)

終身会員 河合 雅司(富山高等専門学校)
非会員 張 勁(富山大学)

要旨

富山湾沿岸では、晴れて風もない時に突如沿岸に押し寄せる大波や春の新月の夜に群れを成して浜辺に押し寄せるホタルイカ等、不思議な現象が数多く見られ、昔から人々はこの様な現象を注意深く観測しながら、これらの現象とともに生活してきた。そして、富山大学、富山高等専門学校、富山県農林水産総合技術センター等の研究者等が集まり、1983年から勉強会「富山湾に学ぶ会」を1か月に1回程度開催している。また、富山県は1984年から毎年夏に小中学生を対象として、富山湾を体験し学ぶための海洋教室を開催している。この様に、富山湾沿岸には解明されていない自然現象が数多く存在し、多くの人の関心の対象となっている。

そこで、2020年6月から富山湾沿岸の富山県新湊マリーナで、水面下約3mの地点に小型メモリー式水温塩分計を設置して30秒毎に水温と塩分を観測している。約1年間分の観測データ(水温と塩分)を用いて、水温と塩分の周期変動と長周期波の関係について調べた。その結果、次のことが明らかになった。

- (1) 水温は1年周期の大きい変動の他に234時間等の周期変動があり、この周期変動は波により生じていることを確認した。
- (2) 塩分は春から秋にかけて約1日周期で変動し、特に春に大きく変動するが、冬はほとんど変動しない。
- (3) 観測された潮位から、潮汐定数により計算した潮位を取り除いた水位の約24時間周期の変動は、春と秋に大きくて夏は小さく冬はさらに小さい。この波の影響により春と秋に塩分が約24時間周期で大きく変動していると考えられる。

観測潮位から潮汐定数による計算潮位を取り除いた水位に残る約24時間周期の波は、波高は非常に小さいが、塩分の約24時間周期の変動に大きく寄与している可能性があり、月や太陽の潮汐力により直接駆動される潮汐(O_t , S_t , K_t 分潮)とは全く性質の異なる波であると考えられる。この波と塩分の関係、および、ホタルイカの漁獲量は波の影響により変動している可能性があり、ホタルイカの漁獲量と波の関係について詳しく調べることは、今後の課題である。

キーワード：海洋工学，塩分，水温，長周期波，富山湾

1. はじめに

富山湾沿岸には、「寄り回り波」と呼ばれる波があり、この波には約30分周期で大波が押し寄せる等の不思議な性質がある。また、毎年春になると、新月の満潮時の夜にホタルイカの大群が海岸に押し寄せる「ホタルイカの身投げ」と呼ばれる現象が見られる等、富山湾には不思議な現象が数多く存在する。そして、富山県内の研究者等が集まり1983年から勉強会「富山湾に学ぶ会」が開催され、また、1984年からは毎年夏に富山県内の小中学生を対象として、富山湾を体験し学ぶための海洋教室が開催されている。さらに、2008年には、富山湾の自然を守りその恵みを次世代に引き継ぐためにNPO法人「富山湾を愛する会」が設立された。この様に、多くの人が富山湾の自然に関心を持ち、活動している。

そこで、富山湾での不思議な現象の解明を目指して、2020年6月から富山湾沿岸で塩分、水温および潮位を観測し、これらの関係について調べると共に、ホタルイカの漁獲量との関係についても調べた。そして、これらについて興味深い結果が得られたので報告する。

2. 富山湾沿岸の自然現象

江戸時代(1864年)に作成された波によって破壊された防波堤を修復する費用を行政組織に申請した古文書の中で、その波は「寄廻り高波」と記述されている。この名称は、沿岸域におけるうねり性波浪の性質(沿岸に近づきながら波向を変えて高くなる)そのものであり、江戸時代から波の観測が行われていたことが分かる。また、富山湾沿岸には約30分周期の波が存在しており、うねり性

波浪はこの波の影響により約 30 分周期でビートし、その結果約 30 分周期で大波が押し寄せることが分かっている。しかし、この約 30 分周期の波の発生メカニズムについては不明である。また、日中は水深 200m 程度の所に生息しているホタルイカが、新月の夜の満潮時に群れをなして海岸に押し寄せる現象(ホタルイカの身投げ)は、富山湾以外ではほとんど見られず「ホタルイカ群遊海面」として国の特別天然記念物に指定されている。この現象についても、その原因については、十分に解明されていない。

3. 水温・塩分・潮位の観測

水温と塩分については、Fig.1(A)に示す富山県新湊マリーナの水面下 3m の地点で、小型メモリー水温塩分計(JFE Advantech, DEFI2-CT)を用いて 30 秒ごとに観測を行い、潮位については、Fig.1(B)に示す富山新港内の富山高等専門学校臨海実習場の検潮観測室(36° 45.65' N, 137° 7.88' E)において、水晶式水位計(観測精度: 0.6cm)を用いて 1 秒毎に水位観測を行っている。なお、塩分については水温と電気伝導度を測定し、変換式により塩分を計算した。小型メモリー水温塩分計(DEFI2-CT)の仕様を Table 1 に示す。また、水温と塩分の観測点の外観を Fig. 2 に、検潮観測室の外観を Fig. 3 に示す。

Table 1 Specification of water temper. Meter and salinometer (DEFI2-CT)

Obser. data	water temper.	elec. conduc.
Range	-3 to 45°C	2 to 70mS/cm
Accuracy	±0.05°C	±0.05mS/cm
Response speed	10sec.	1sec.

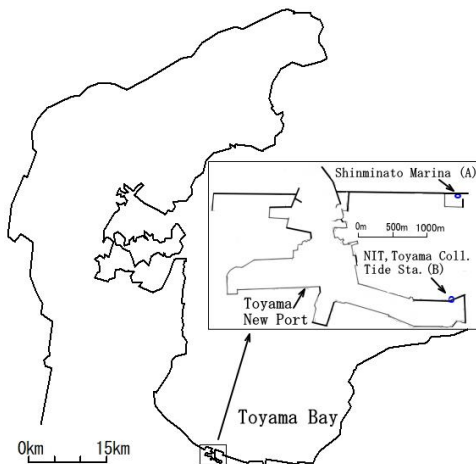
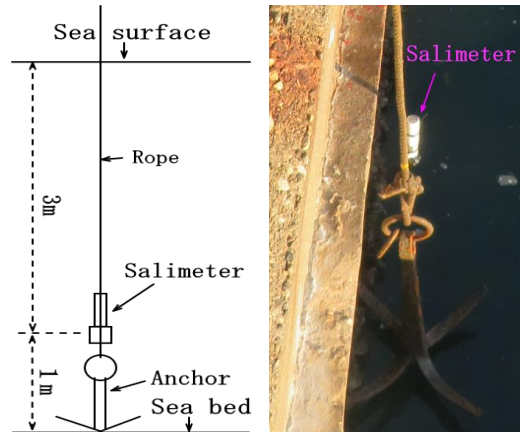


Fig.1 Observation points in Toyama Bay



(a)View of observed point



(b) Salinometer and the setting method

Fig.2 Observed point of temperature and salinity in Shinminato Marina (Fig.1 (A))



Fig.3 Tide station in Toyama New Port (Fig.1(B))

4. 観測データの解析

新湊マリーナで観測した塩分と水温を Fig. 4 と Fig. 5 に示し、それらのスペクトルを Fig. 6 と Fig. 7 に示す。また、富山新港内で観測した潮位は、2020 年 12 月から 2021 年 1 月にかけて 10 日間程欠測していたので、2016 年 6 月 12 日から約 341.3 日分の 1 時間毎に平均した潮位のスペクトルを Fig. 8 に示す。これらの図から、塩分は約 1 日、約 264 時間、約 171 時間等の周期で、水温は約 1 日、約 234 時間等の周期で変動しており、潮位は 12.4 時間、23.95 時間、25.8 時間、234 時間

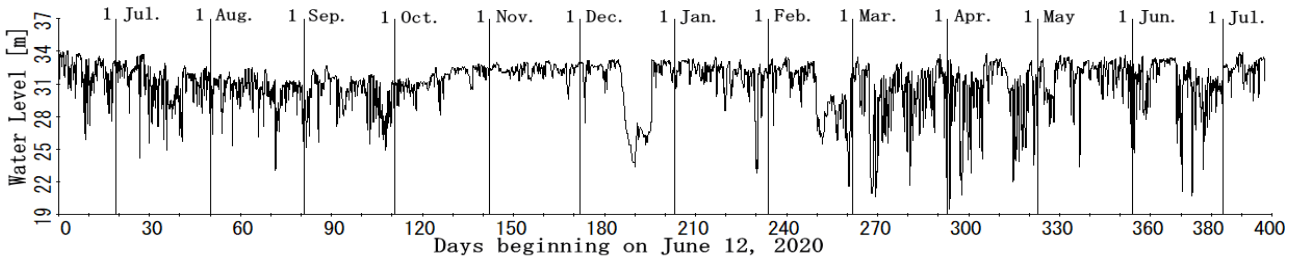


Fig.4 The mean salinity every one hour for 400 days beginning on June 12, 2020 at Shinminato Marina

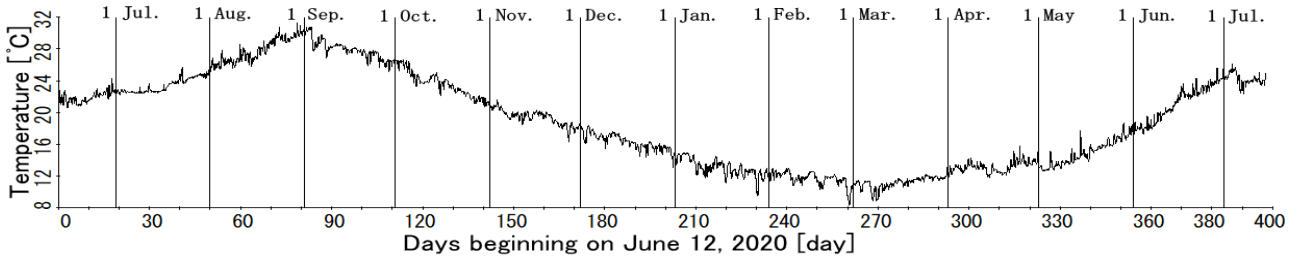


Fig.5 The mean temperature every one hour for 400 days beginning on June 12, 2021 at Shinminato Marina

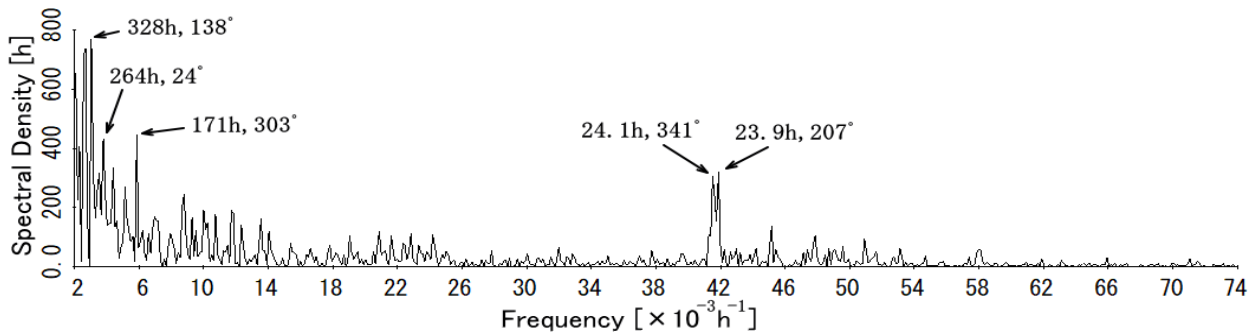


Fig.6 Spectral density of salinity shown in Fig.4

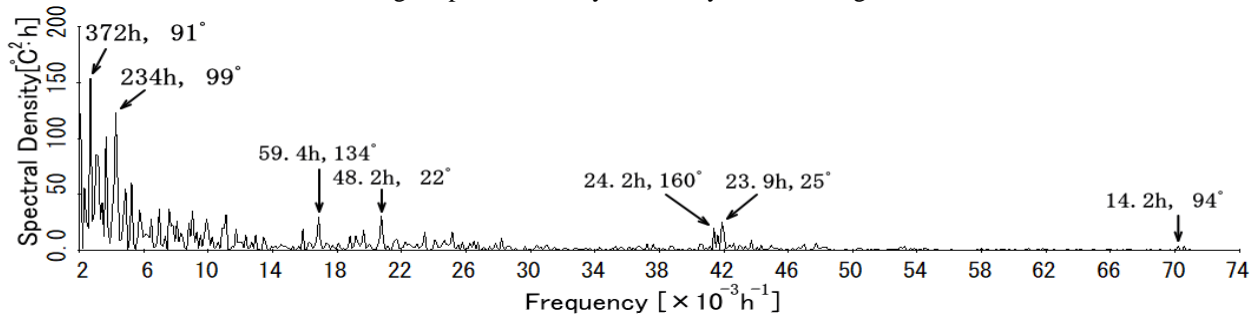


Fig.7 Spectral density of temperature shown in Fig.5

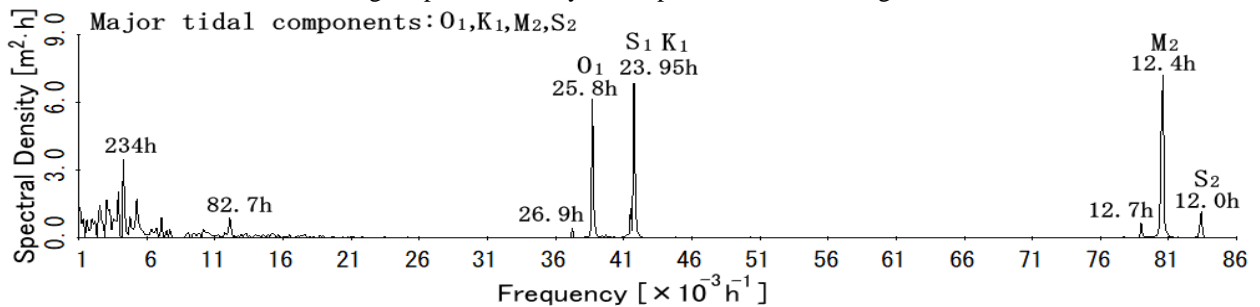
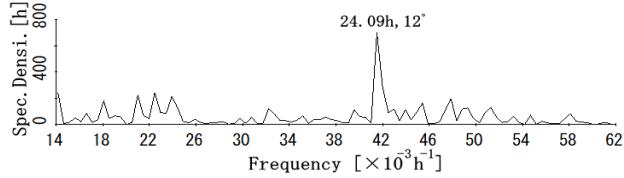


Fig.8 Spec. density of tide level every one hour observed at Toyama New Port for about 341.3 days after 12 June, 2016

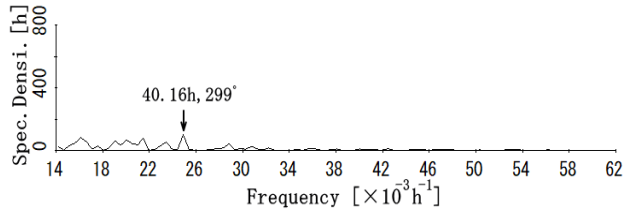
等の周期で変動していることが分かる。そして、塩分は春(3月~5月)に約1日周期で大きく変動し、冬はほとんど周期変動していないことが分かる (Fig.9 参照)。この原因を解明するために春と冬の潮位スペクトルを示す。Fig.10(a)と(b)は、富

山新港内の潮位のスペクトルであり、(a)は春、(b)は冬のスペクトルである。一般に知られている様に24時間周期の潮汐は、冬と夏に大きく春と秋は小さい。そして、富山の潮汐定数を用いて月と太陽の潮汐力による潮汐を除去した後の水位のスペ

クトルを Fig. 11 に示す。これは、潮汐力による潮汐を除去すると、24 時間周期の波は春には存在するが冬には存在しないことを示している。この 24 時間周期の波は秋と夏にも存在するが、夏は小さい。そして、潮汐とは全く性質の異なる波であり、塩分はこの波により 24 時間周期で変動している

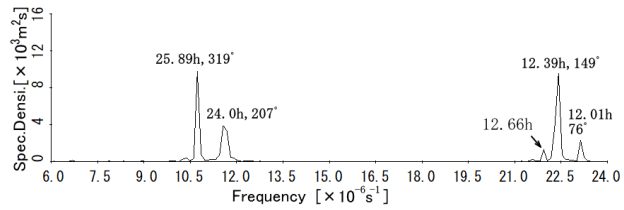


(a)Spec.den. of salin. for 85.3 days after 10 Feb.,2021

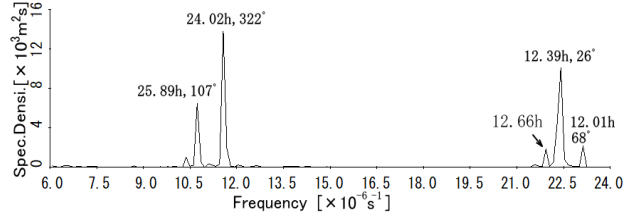


(b)Spec.den. of salin. for 85.3 days after 10 Nov.,2020

Fig.9 Spec. densi. of salinity in spring(a) and winter(b)

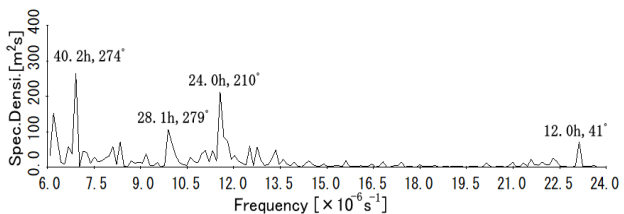


(a)Spec. density of tide for 91 days after 10 Feb.,2021

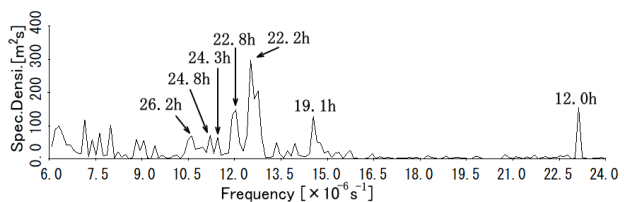


(b)Spec. density of tide for 91 days after 10 Nov.,2016

Fig.10 Spec. densi. of tide levels in Toyama New Port



(a)Spectral density of water levels in spring, 2021



(b)Spectral density of water levels in winter, 2018

Fig.11 Spectral density of water levels removed astronomical tide

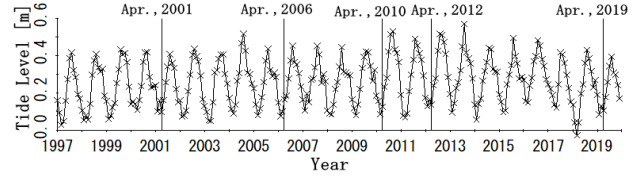


Fig.12 Monthly mean tide in Toyama New Port

Table 2 Annual catch of firefly squids in Toyama Bay

Year	Catch[Kg]	Year	Catch[Kg]
1999	1,290,764	2011	2,475,902
2000	1,423,479	2012	946,073
2001	719,978	2013	2,473,990
2002	2,206,641	2014	1,717,599
2003	3,385,620	2015	1,475,837
2004	2,196,912	2016	1,193,737
2005	3,308,218	2017	1,298,775
2006	581,936	2018	688,749
2007	1,292,000	2019	436,652
2008	2,501,017	2020	1,884,691
2009	2,663,074	2021	1,396,696
2010	1,806,478		

と考えられる。また、Fig. 7 と Fig. 8 より、約 24 時間周期及び約 12 時間周期の水温変動は小さく、約 234 時間(約 10 日)周期で大きく変動しており、この変動は波によるものと考えられる。

最後に、富山湾における 1999 年以降のホタルイカ漁獲量を Table 2 に、富山新港における 1997 年～2019 年までの月毎の平均潮位を Fig. 12 に示す。Fig. 12 の縦線はホタルイカが不漁であった年の 4 月 1 日を示している。この図をみると、潮位の年変化が小さいとホタルイカが不漁になる傾向があるように思われる。

5. おわりに

富山県新湊マリーナで観測した 2020 年 6 月から 1 年間分の水温と塩分データと波との関係を調べ、次の結果を得た。

(1) 水温は 1 年周期の大きい変動の他に 234 時間等の周期変動があり、この周期変動は波により生じていることを確認した。

(2) 塩分は春から秋にかけて約 1 日周期で変動し、特に春に大きく変動するが、冬はほとんど変動しない。

(3) 観測された潮位から潮汐定数により計算した潮位を取り除いた水位の約 24 時間周期の変動は、春と秋に大きくて夏は小さく冬はさらに小さい。この波の影響により春と秋に塩分が約 24 時間周期で大きく変動していると考えられる。

ホタルイカの漁獲量と波の関係について詳しく調べることは、今後の課題である。