

若狭湾東部における2007年, 2009年の大型クラゲ (*Nemopilema nomurai*) 出現域の時間変化

兼田淳史*¹・田畑絵理*¹・都築 純*¹・鮎川航太*²・熊木 豊*³

要 旨

2007, 2009年に福井県沿岸の定置網で実施された大型クラゲ (*Nemopilema nomurai*, 和名: エチゼンクラゲ) の目視調査のデータおよび若狭湾で取得された流れのデータを解析し, 若狭湾東部における大型クラゲの出現状況の特徴を明らかにした。大型クラゲは, 越前岬付近や湾の東部および南東部で多く出現していた。これらの場所で多くの大型クラゲが出現した理由は, 丹後半島沖から湾の東側へ向かう流れや湾中央部で発生していた環流によって大型クラゲが運ばれたためであると推察された。また, 大型クラゲは9月頃から数ヶ月間にわたって出現し, その期間は兵庫県や石川県の沿岸より長期に及ぶ傾向があった。大型クラゲが周辺海域より長期にわたって出現した理由は, 湾奥における流れが弱いいため, いったん湾奥に来遊した大型クラゲは湾外へ運ばれにくく長期にわたって存在したためと考えられた。

キーワード: 大型クラゲ, *Nemopilema nomurai*, 若狭湾, 出現域

1. はじめに

近年, 日本海沿岸で大型クラゲ (*Nemopilema nomurai*, 和名: エチゼンクラゲ) の大量出現が頻繁に発生するようになった。2002, 2003, 2005, 2006, 2007, 2009年は出現年で, これらの出現年のうち2005, 2006, 2009年は特に多くのクラゲが出現し, 2009年は過去最大の出現数となった(秋山, 2012)。このような大型クラゲの大量出現は1920, 1958年にも発生したが, 当時は数年間にわたって継続的に発生することはなかった(下村, 1959; Uye, 2008)。日本海沿岸に出現した大型クラゲは定置網漁や底びき網漁で混獲され, 網内の漁獲物の損傷や網の破壊を引き起こし, 水産業に対して甚大な被害を与えてきた(安田, 2007)。そのため大型クラゲの生態の解明や漁業被害の軽減を目的とした調査や事業が実施され, 多くの知見が見いだされつつある(e.g., 秋山, 2012)。

東シナ海や黄海の沿岸域で発生した大型クラゲは, 対馬暖流によって日本海の沿岸域や沖合へ輸送されている

ことが明らかになってきた(Kawahara *et al.*, 2006; Uye, 2008; 秋山, 2012)。過去の大型クラゲの出現状況を示す例として, Fig.1にはKawahara *et al.* (2006) や安田(2007)の研究成果に基づいて2003年の日本海沿岸における大型クラゲの出現状況を示した。また, 黄海・東シナ海や日本海の沿岸域では, クラゲ分布の時間変化と流れの関連性に関する研究が進められた。冷泉・磯辺(2006)は大型クラゲが日本海に大量に来遊した2002年と2003年における黄海・東シナ海の流況の経年変化を調べ, 数値モデルを利用した仮想粒子(トレーサー)の追跡実験を実施して同海域における風の強さや向きが黄海・東シナ海から対馬海峡にかけてのクラゲ輸送に対して重要であることを示した。また, 佐々木ほか(2010)は人工衛星が取得した海面色データと現場観測データを解析し, 長江由来の低塩分水と大型クラゲの出現域が対応していたことを示した。千手ほか(2013)は, 九州から青森にかけての沿岸域で水温・塩分計を係留し, 大型クラゲの出現状況と塩分変動の関連性について検討した結果, 大型クラゲは低塩分水とともに移流されている可能性があることを指摘した。

1958年の大型クラゲ大量発生時の記録には, 若狭湾における大型クラゲ出現状況も記載されていた(下村, 1959)。この記録には, 1958年9月中旬頃から若狭湾の福井県沿岸で大型クラゲが出現し始め, 10月上旬に最も多くの個体数が確認された後, 同月中旬からは出現数が減ったものの12月中旬まで確認されたことが記されてい

2014年10月9日受領

2015年1月15日受理

*¹ 福井県立大学海洋生物資源学部

〒917-0003 福井県小浜市学園町1-1 小浜キャンパス
兼田淳史

E-mail: kaneda@fpu.ac.jp

*² 福井県水産試験場

*³ 京都府農林水産技術センター海洋センター

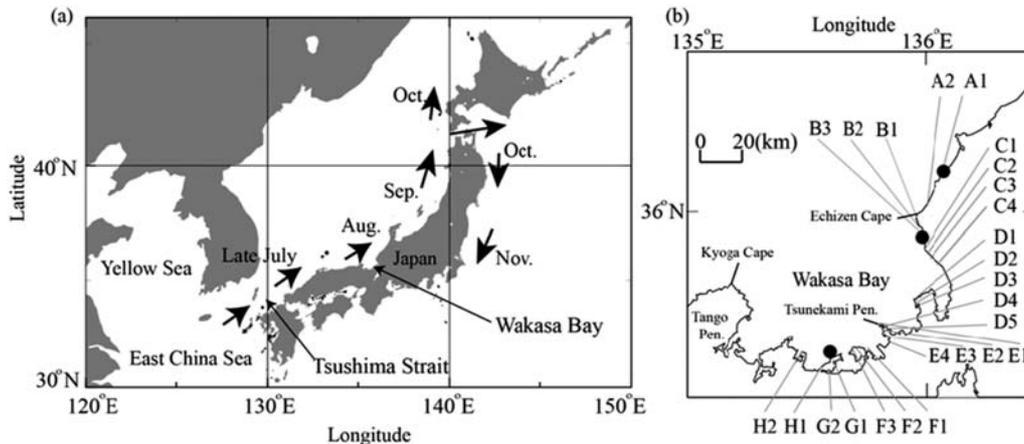


Fig. 1 Map showing location of Wakasa Bay (a): In panel (a), arrows indicate monthly graphical expansion of the occurrence of *N. nomurai* along the coast of Japan in 2003 (after, Kawahara *et al.*, 2006; Yasuda, 2007). In panel (b), locations of set nets which conducted visual observations by fishermen were shown. Current data were collected at stations A1, B3 and G1 in 2007.

る。また、若狭湾の大型クラゲの出現数は、隠岐島周辺、富山湾、男鹿半島、噴火湾口などとともに多かったことも述べられていた。2009年の大型クラゲ大量出現時には、千手ほか（2013）が大型クラゲは若狭湾口西部の経ヶ岬付近で出現した後、湾口東部の越前岬付近で現れたことを示した。彼らは、若狭湾湾口における大型クラゲの西から東への移動には対馬暖流沿岸分枝が関わっていたと推察した。

近年、大型クラゲによる漁業被害の軽減を目的として日本の沿岸域における大型クラゲの出現状況が調べられ、その結果は公開されている（漁業情報サービスセンター）。本研究では、知見の少ない若狭湾東部の福井県沿岸における大型クラゲの分布特性を明らかにするために、2007年と2009年に同海域の定置網で記録された大型クラゲ出現状況のデータを解析した。また、内湾域に出現したクラゲ類の多くは内湾で発生する流れによって移動や集積をすることが知られているため（Graham *et al.*, 2001）、大型クラゲ出現時の若狭湾の流れのデータを収集し、若狭湾における大型クラゲの出現状況と流れの関連性について検討した。

2. 解析データ

2007年の大型クラゲの出現状況は、漁業情報サービスセンターがウェブサイトで公開している「大型クラゲ出現情報」を利用して調べた。この情報は漁業情報サービスセンターが都道府県、漁協・漁業団体、漁業関係者や大学、研究機関から報告された大型クラゲ出現数を取りまとめたもので、大型クラゲの出現日、出現数（目視による概数）や出現場所、またその場所を示した地図が掲

載されている。若狭湾東部の大型クラゲの情報は市・町単位で示されていたため、本研究では市町名をA～Hで表し（Table 1）、市町ごとの日々の大型クラゲ出現数を入力して解析用データセットを作成した。また、記載されていた数値が例えば100～200個体というように幅をもって記載されていた場合は平均値を入力した。作成したデータセットを利用して、各市町の大型クラゲ出現状況の時間変化を把握するため、9月から11月までの月ごとの大型クラゲ出現数の積算値を算出した（1の位は四捨五入）。

2009年の大型クラゲの出現状況は、福井県水産試験場が所有する福井県沿岸の定置網で実施された大型クラゲ出現数の記録を用いて調べた。この記録には、漁業者が目視観察によって調べた日々の大型クラゲの概数が示されている。天候や海況が悪かった等の理由で出漁できなかった日は欠測となっているが、各定置網における大型クラゲの出現状況の時間変化を把握することが可能である。各定置網の測点名は、その定置網が位置する市町名A～Hと数字で表し、それぞれの位置はFig.1に示した。2007年と同様に、大型クラゲの出現状況の時間変化を把握するため、定置網ごとに月ごとのクラゲ出現数の積算値を算出した。

大型クラゲ出現時の若狭湾の流れを把握するために、福井県水産試験場が2007年に定置網近傍で実施した流速計の係留観測データと、2007、2009年に福井県水産試験場が所有する調査船「福井丸」によって測定された流向・流速調査のデータを解析した。以下で、それぞれのデータについて説明する。

2007年、福井県水産試験場はFig.1に示す観測点A1、B3、G1に電磁流速計（アレック電子（現JFEアドバン

Table 1 Information of observation areas and stations.

Name	Area code	Observation point
SurfFukui city	A	A1, A2
Echizen cho	B	B1 - B3
Minami-Echizen cho	C	C1 - C3
Mihama cho	D	D1 - D5
Wakasa cho	E	E1 - E4
Obama city	F	F1 - F3
Ohi cho	G	G1, G2
Takahama cho	H	H1, H2

*Locations of the observation points are shown in Fig.1.

Table 2 Period of mooring observation and mean of scalar current speed calculated at each station.

Station	Mooring period	Mean of scalar current speed (cm s ⁻¹)	
		Entire period	1 - 20 Oct.
A1	July 11 - Nov.12, 2007	14.70 ± 0.08	10.42 ± 0.12
B3	Sep. 19 - Nov.26, 2007	7.41 ± 0.06	8.24 ± 0.11
G1	July 12 - Oct.21, 2007	6.66 ± 0.06	5.60 ± 0.07

テック)社製, compact-EM)を設置し, 定置網近傍の海面下10m層の流向・流速および水温を10分おきに測定した. Table 2には, 各測点における観測機器の設置期間をまとめて示した. 測点ごとに流速計の設置期間が異なっていたため, 各測点の流速のスカラ平均値を比較する際, 全期間のデータを用いた場合と, 全測点でデータが取得されていた10月1~20日のデータを用いた場合の両方で計算を行った. なお, 2009年は大型クラゲの出現状況と比較できる流れの連続データはなかった.

福井丸は船底にADCP(Acoustic Doppler Current Profiler (超音波多層流向流速計), RD Instruments社製, VMBB-ADCP150kHz)を搭載しており, 調査時には出港時から入港時まで2分おきに海面下16m層から約8mおきにデータを取得している. 大型クラゲの出現時期における若狭湾内の流況を把握するために, 2007年10月25日と2009年10月5~6日に取得された海面下24m層の観測データを利用し, 流況図を作成した.

3. 結果

3.1 大型クラゲ出現域の時空間変動

2007年9月から11月までの大型クラゲの出現数を市町ごとに積算し, 積算値を地図上に示した (Fig.2). 9月はA~Hで30~380個体のクラゲが出現したが, 10月になると出現数は大幅に増加した. Aで約20,000個体, Bで10,000個体を超える大型クラゲが出現し, CやDにおいても8,000, 13,000個体程度のクラゲが出現した. 11月は湾口付近のBで20,000個体を超える大型クラゲが出現し,

湾南部, 南東部のD, Eで出現数では40,000個体を超えた. それらの場所における出現数は, F~Hの出現数(9,500~14,500個体程度)よりも多かった. Aで急激にクラゲが減少した理由としては一部の定置網が操業をやめた可能性があるものの, このデータから判断はできなかった.

2009年8月から11月の大型クラゲの出現状況は, Fig.3に示した. 大型クラゲが出現しはじめた8月は湾口付近のA1, A2, B1, B2で2,300~11,000個体程度のクラゲが確認された. 9月になると測点B1~3で100,000個体を超える大量のクラゲが来遊し, C1~4, D1, D2でも出現数は10,000個体を超えた. 湾口付近や湾東部に比べると出現数は少ないものの, E1~4, F1~3, G1~2, H1でも670~16,000個体程度のクラゲが確認された. 10月はA1~2, B2~3, C2~3の定置網がクラゲの大量来遊のため操業を中止したため積算個体数を計算できなかったが, 引き続き多くの測点でクラゲが出現していた. また, 測点E1~4では, 9月の積算値よりも10月の積算値の方が多くなっていた. 11月になると, さらに多くの定置網が操業を終えたため大型クラゲの出現数を把握できない場所が増えたが, 操業を続けていた定置網では大型クラゲが引き続き出現していたことがわかる. 図には示さないが, 12月にも, これらの定置網の多くで大型クラゲの出現が確認された.

2007, 2009年の大型クラゲの出現状況に共通する特徴は, 対馬暖流に近い湾口付近 (AやB) だけでなく, 湾の東部や南東部 (C, D, E) でも多くの大型クラゲが出現したこと, そして11, 12月になっても大型クラゲが存

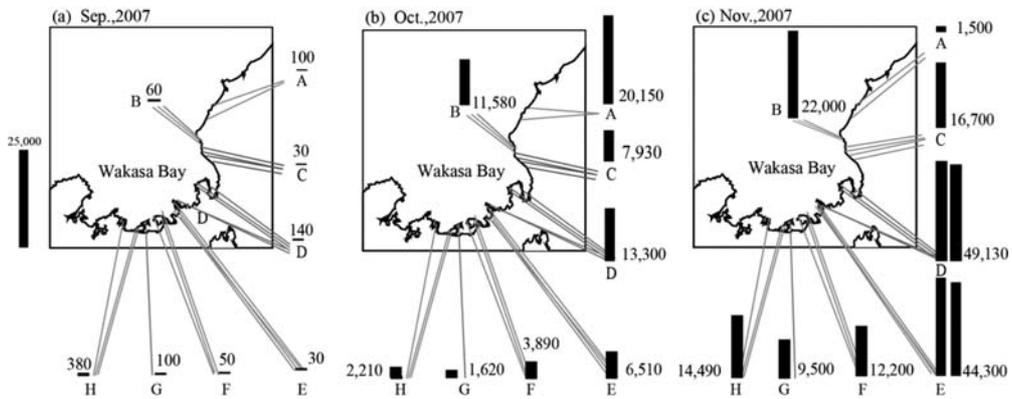


Fig. 2 Monthly total numbers of the giant jellyfish in September (a), October (b) and November (c) in 2007 at each area. Location and information of areas A-E are shown in Fig. 1 and Table 1.

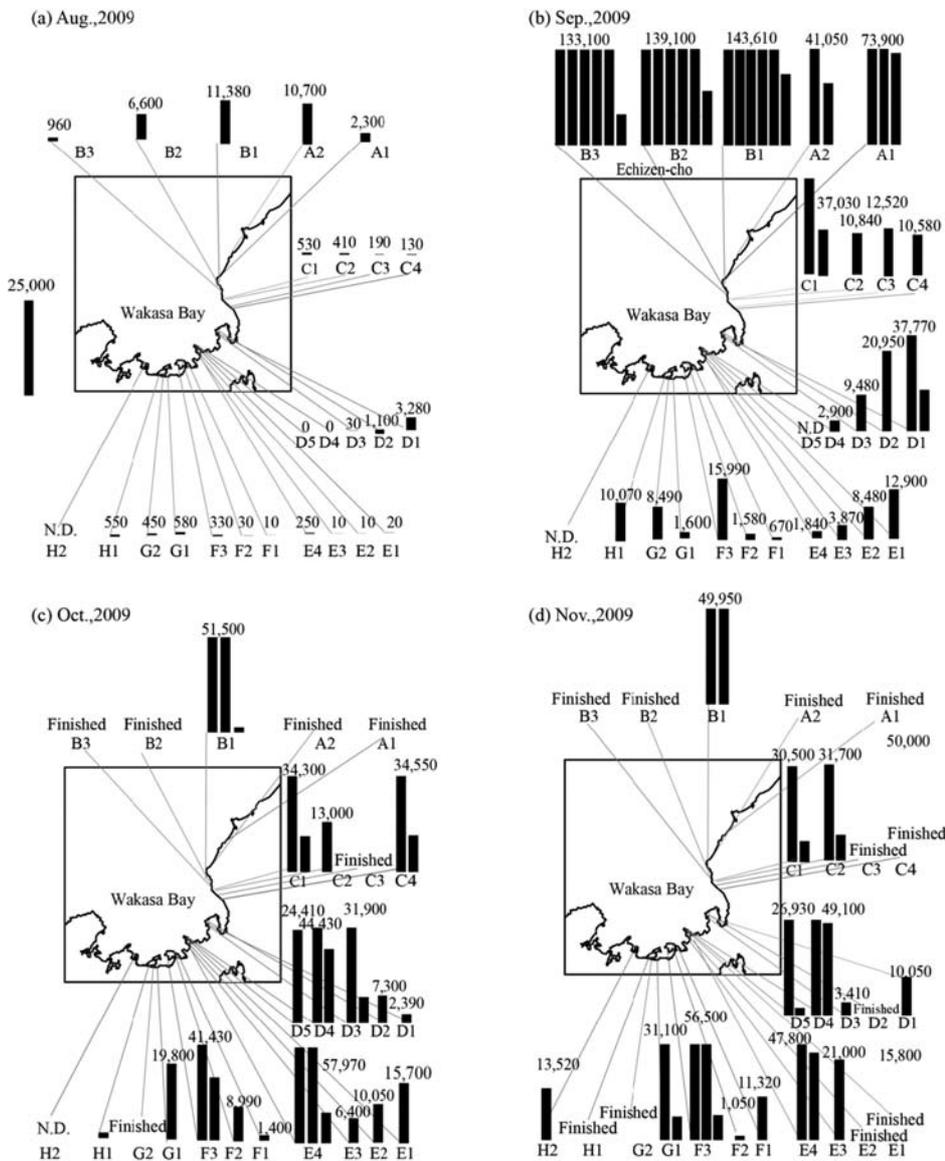


Fig. 3 Monthly total numbers of the giant jellyfish in August (a), September (b), October (c) and November (d) in 2009 at each set net.

在していたことであった。

次に, 2009年に定置網ごとで記録された大型クラゲの出現数のデータを利用して, 大型クラゲが出現始めた8月の分布変化の特徴と, 8月から12月までに発生した1ヵ月以下の変動成分の特徴を示す。

Fig.4には, 測点B1, C2, D1, F2, G1における2009年8月10~25日の大型クラゲ出現数の時系列を示している。8月10~15日はこれらの全ての測点で大型クラゲは確認されていなかったが, 16, 17日に測点F3とD1で大型クラゲが出現し, その後でこれらの測点より東側に位置する測点B1, C2や, 西側に位置する測点G1でも大型クラゲが出現した。16, 17日にF3やD1で出現した大型クラゲは, これらの測点の東側あるいは西側から岸にそって移流されたのではなく, 湾中央部から移流された

ことを示唆している。

Fig.5には, 2009年8月から12月まで定置網の操作が行われていた測点B1, D4, D5, E4, F3の大型クラゲ出現数の時系列を示している。湾口付近のB1では8月25日には3,000個体程度まで増加し, 9月1日頃には10,000個体を超える日もあった。10月23日頃, 11月8日頃に, 一時的に30,000個体を超える大型クラゲが出現した。D4, D5, E4は10月に入って2,000個体以上の個体が確認されるようになり, 12月になっても10,000個体以上のクラゲが確認された日があった。F3では8月末から50~150程度の個体が確認されるようになり, 10月28日, 11月12日, 11月30日頃に一時的にクラゲの量は増加した。全ての測点で共通してみられた特徴は, 一時的な大型クラゲの増加がたびたび発生していたことであった。

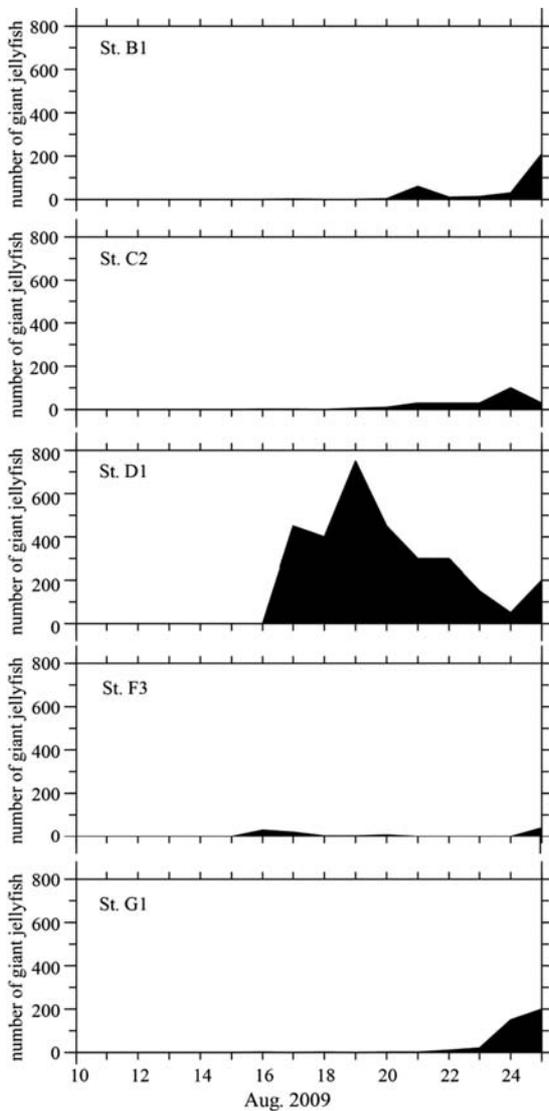


Fig.4 Time series of occurrence of the giant jellyfish during the period from 10 to 25 August in 2009.

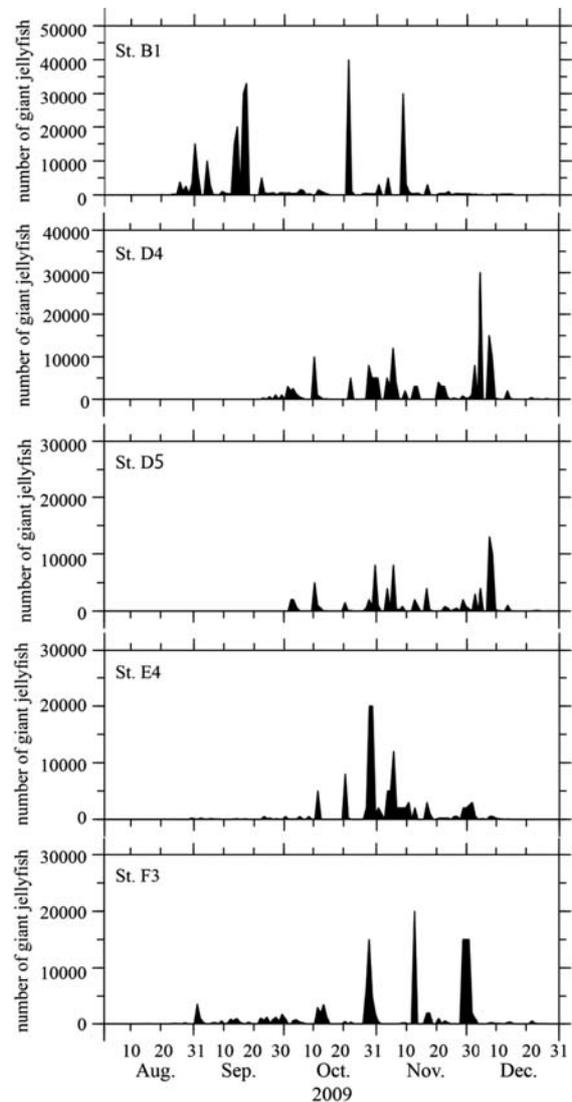


Fig.5 Time series of occurrence of the giant jellyfish during the period from 1 August to 31 December in 2009.

3.2 大型クラゲ出現時の若狭湾内の流況

2007年8～12月に測点A1, B3, G1で取得された流れのデータを利用して、流向の方位別頻度図、最多流向成分の流速の時系列図を作成した (Fig.6). また、Table 2には、各測点における全期間および10月1～20日の流速のスカラー平均値を示している. A1では、全期間および10月1～20日のスカラー平均流速がそれぞれ 14.7 cm s^{-1} 、 10.4 cm s^{-1} 程度であった. 最多流向は北東で、時系列には北東方向成分の流速の時間変化を示している. 時系列をみると、8月4～5日、12～13日、25～27日には一時的に 40 cm s^{-1} を超える強い流れが発生していたが、9月以降にはそのような強い流れは発生しなかった.

測点B3では期間全体の流速のスカラー平均値は 7.4 cm s^{-1} で、10月1～20日のスカラー平均値は 8.2 cm s^{-1} 、最多流向は北北西であった. 北北西方向成分の流速の時間変化をみると、希にマイナス方向 (南南東方向) の流れが発生していたものの、湾奥から湾口方向へ向かう流れ

が発生していたことがわかる.

3測点のうち最も流速が小さかった測点は、湾奥に位置するG1で、期間全体のスカラー平均値は約 6.7 cm s^{-1} 、10月1～20日のスカラー平均値は 5.6 cm s^{-1} 程度であった. 最多流向は東北東であったが、その発生頻度は全測定数の約20%にすぎず、それ以外の方向に向かって流れている期間も多かった. 東北東方向成分の流れの時間変化をみると、流速は 20 cm s^{-1} 以下であったことがわかる.

次に、2007年10月25日と2009年10月5～6日の若狭湾の流況図を示す (Fig.7). この図は調査船に搭載されたADCPを用いて取得された流向・流速データを用いて作成したものである. ADCPは2分ごとにデータを取得していたが全てのデータを表示するとベクトルが重なって読み取りにくかったため、6分おきにベクトルを描いた図を示した. 2007年10月25日は、若狭湾の南東から丹後半島沖に向かう航路で調査は実施された. そのときの流れのベクトルをみると、丹後半島の沖には東向きの流れ

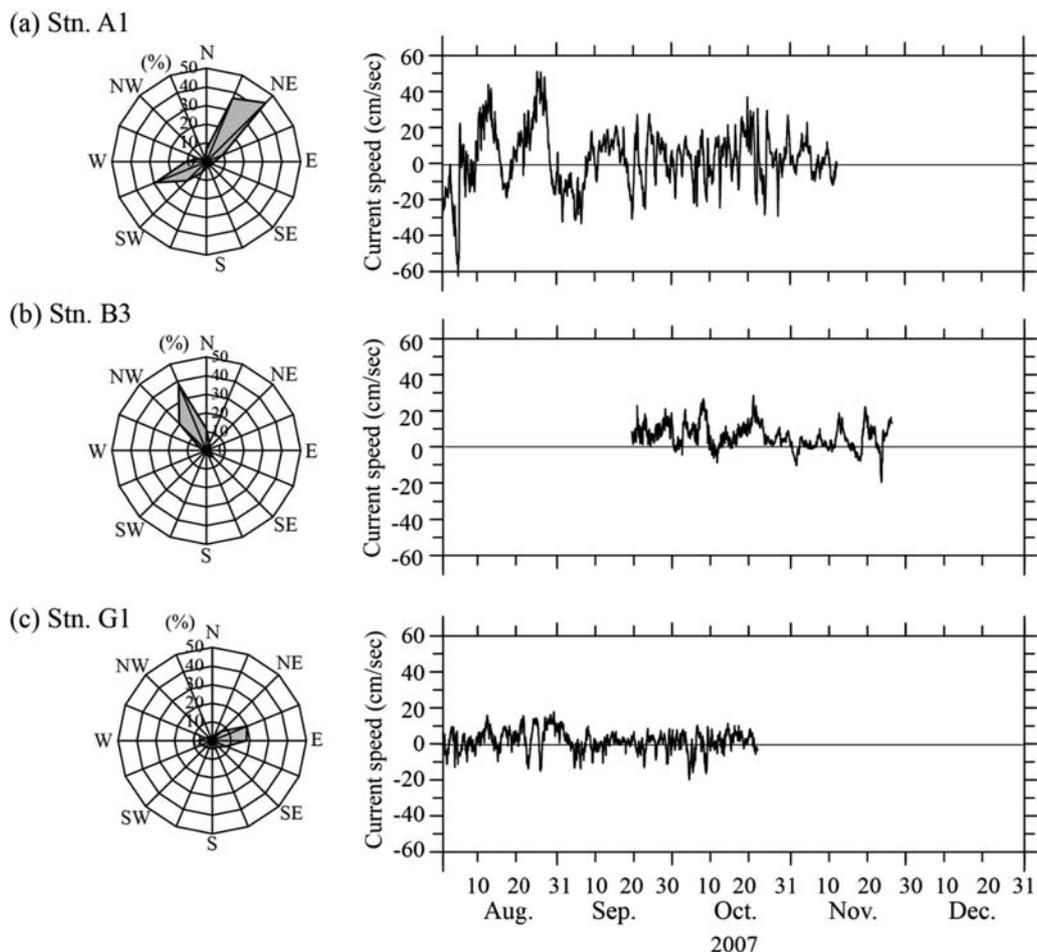


Fig.6 Frequency of current direction and time series of current in main direction at stations A1 (a), B3 (b) and G1 (c). The main directions of current are NE (a), NNW (b) and ENE (c), respectively. The data were collected at 10m below the sea surface.

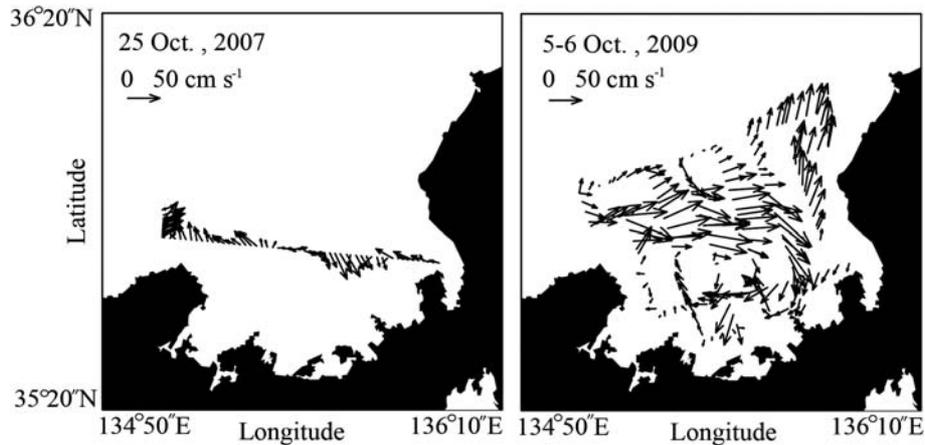


Fig. 7 Currents measured at 24m below the sea surface on 25 October in 2007 (left) and 5-6 October in 2009 (right).

があり、湾の中央部やや東寄りの場所で南に向かう流れが発生していたことがわかる。さらに、湾の南東部では弱いながらも湾口へ向かう北向きの流れが確認できる。次に、2009年10月5～6日の流況をみると、丹後半島付近から湾の東岸方向へ向かって $30\sim 60\text{ cm sec}^{-1}$ 程度の流れが発生し、湾内中央部では時計回りの環流が形成されていた。また、この環流は湾東部の岸近くまでは到達しておらず、湾東部の岸近くでは岸に沿うような北向きの流れが発生していた。

4. 考 察

1958年の大型クラゲ大量発生時、福井県沿岸域では大型クラゲが12月上旬頃まで出現し、石川県、兵庫県など若狭湾周辺の沿岸域と比べて出現期間が長かったこと、そして若狭湾の常神岬付近 (Fig.1参照) で特に大型クラゲの出現数が多かったことが報告されている (下村, 1959)。そこで、1958年の大型クラゲ出現状況と2007、2009年の出現状況を比較し、共通する特徴や傾向があったかを検討する。

若狭湾と他の海域の出現時期を比較するために、漁業情報サービスセンターがウェブサイトで公開している2007年度と2009年度の9月から翌年2月までの「大型クラゲ出現情報」のうち各月中旬の情報を利用した。各情報に記載されていた情報発信日からその1週間前までの間に大型クラゲが出現した定置網の位置を読み取り、地図上にプロットした (Fig.8)。2007年9月には対馬、山陰地方、若狭湾、能登半島や東北地方の沿岸で大型クラゲが出現し、10～12月になると太平洋側の沿岸でも出現するようになった。1月になると大型クラゲの出現場所は前月よりも少なくなったものの、若狭湾では2月に入っても大型クラゲが出現していた。2009年度も同様で、

2010年1月まで大型クラゲが出現し、長期にわたって大型クラゲが出現した場所の一つであったことが確認できる。したがって、若狭湾の大型クラゲの出現期間が周辺海域よりも長期間にわたったことは、1958、2007、2009年の大量発生時に共通した特徴であったといえる。

また、1958年に大型クラゲが特に多く出現した常神岬周辺のクラゲの出現数は、本研究の測点E1～4のデータから把握することができる。2007年と2009年の大型クラゲの出現状況 (Fig.2, Fig.3) をみると、1958年と同様に多くの個体群が出現していた。2007、2009年は湾東部や湾南東部でも同程度の個体が確認されたため、常神岬周辺だけが特に多く出現した状況ではなかったが、常神岬周辺で大型クラゲが多く出現するという事は間違いなさそうである。

本解析結果では、大型クラゲが対馬暖流域に近い若狭湾の湾口だけでなく、湾の東岸や南東岸でも数多く出現していたことを示した。また、2009年8月には、大型クラゲが岸に沿うように移流されたのではなく、湾中央部を経由して湾奥へ移流されたことを示唆する観測データを得た (Fig.4)。一方で、大型クラゲが若狭湾に来遊した時期の流況を示すデータとして、丹後半島付近から湾中央部にかけて東向きの流れや環流が発生していたことを示した (Fig.7)。このような流れは若狭湾で過去に実施された海洋観測においても確認されている (たとえば橋本, 1982; 和田・山田, 1997)。また、若狭湾と同様に渦や環流が発生する瀬戸内海では、渦や環流がクラゲの輸送に関わっていたという報告がある (Kaneda *et al.*, 2007; Kaneda *et al.*, 2013)。したがって、大型クラゲ出現時に湾内で発生していた丹後半島付近から中央部で発生する東向きの流れや環流によって、多くの大型クラゲが湾中央部を経由して湾東部や南東部へ運ばれたと推察される。

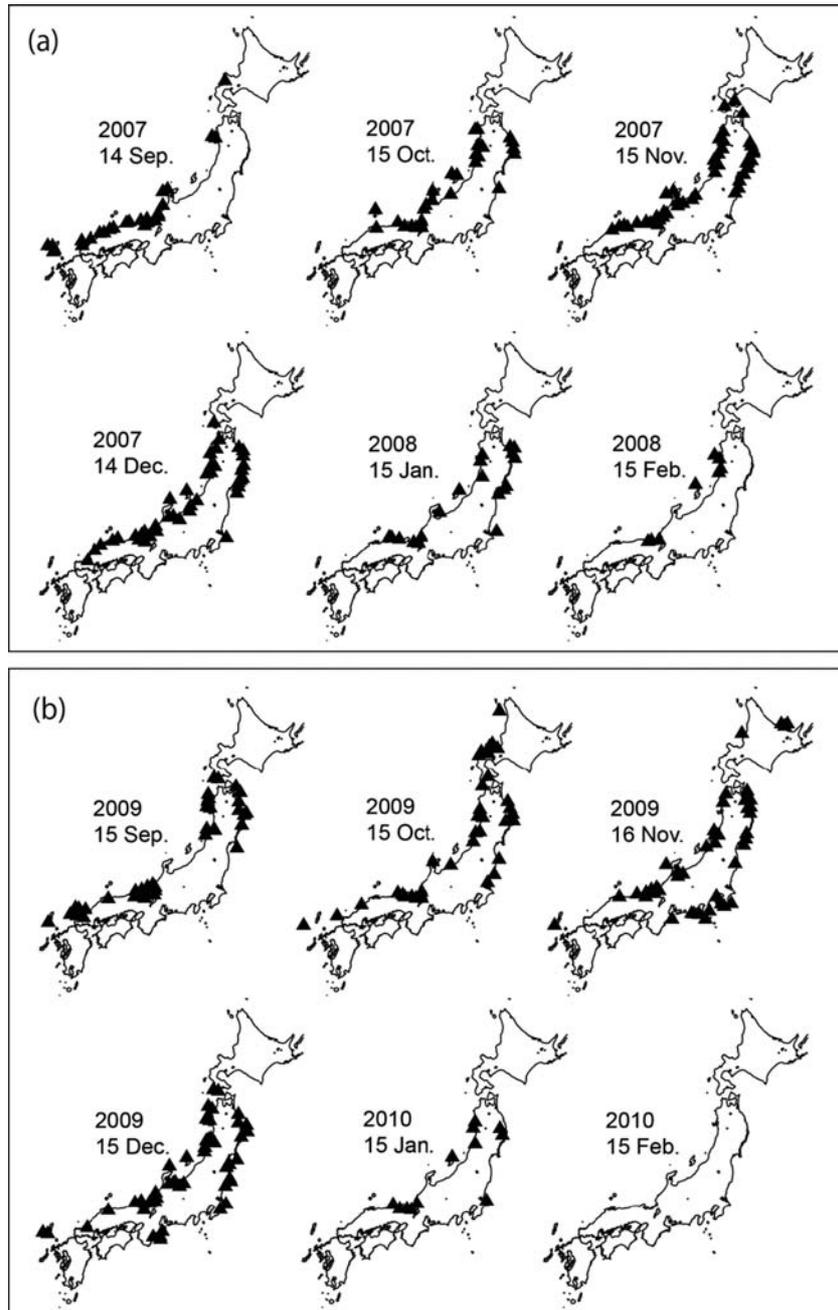


Fig. 8 Locations where the giant jellyfish were founded from September 2007 to February 2008 (a), and from September 2009 to February 2010 (b). The figures were created based on data from website of Japan Fisheries Information Service Center.

次に、若狭湾でクラゲが長期間にわたって出現した理由について、2007年に測点A1, B3, G1で取得された流れのデータを利用して検討する。3測点全てで調査を実施していた10月1～20日のデータを用いて、進行ベクトルを作成した (Fig.9)。進行ベクトル図では、日々の変化がわかるように各日の午前0時のベクトルの原点に記号を示した。測点A1の進行ベクトルは大型クラゲが北東へ移流されたことを示し、B3では北北西の流れが発

生していたため、クラゲは湾口方向へ運ばれたことを示した。しかしながら、測点G1の流れは弱く、流向も不定だったため、G1における大型クラゲの移動距離は小さかったことが示唆された。これらの結果は、ひとたび若狭湾の湾奥まで来遊した大型クラゲは長期間にわたって湾奥に分布することを示しており、その結果として若狭湾では他の海域と比較して遅い時期まで大型クラゲが存在した可能性が考えられる。

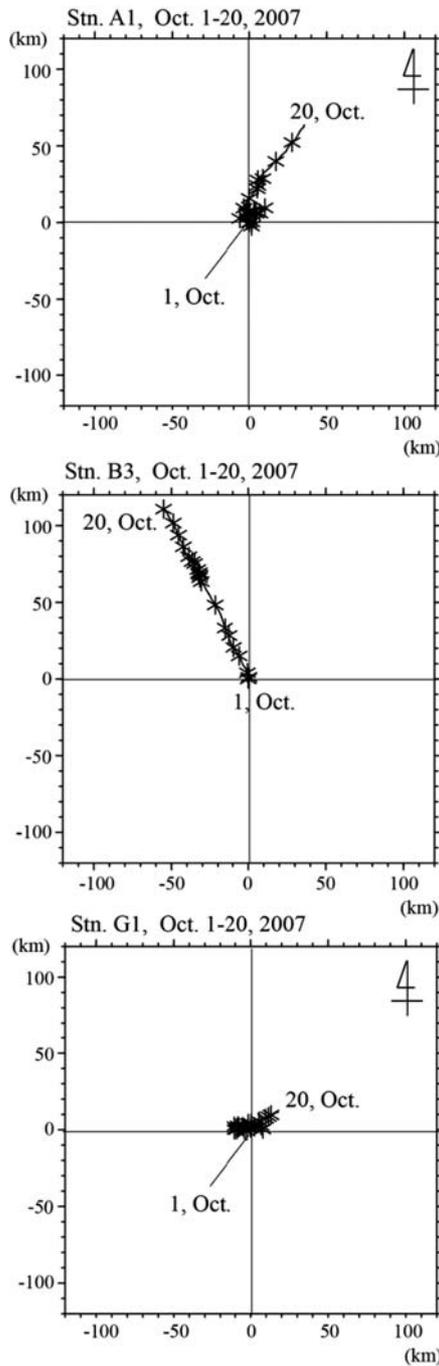


Fig.9 Diagrams of progressive vectors at stations A1 (upper), B3 (middle) and G1 (lower). Data collected during the period 1-20 October in 2009 were used.

また, 大型クラゲ出現期間中に, 各定置網では一時的な大型クラゲの増加がしばしば確認された (Fig.4, Fig.5). 一時的な増加には, 上に述べた湾内で発生する丹後半島から東へ向かう流れや環流の発生状況や, 台風や低気圧の通過に伴って発生した強風による吹き寄せなどが関わっている可能性がある. また, 対馬暖流域では大型クラゲが一様に存在しているのではなく, 表層高温低塩分水の舌状構造に沿って分布していた報告があることから (滝川ほか, 2010), 対馬暖流域から若狭湾へ運ばれる大型クラゲの量は時間変化していると考えられ, そのことが若狭湾で一時的な大型クラゲの増加を引き起こす要因となっている可能性もある. しかしながら, 若狭湾中央部におけるクラゲの分布や同海域の流れのデータが不足しているため, 十分な検討はできなかった. 今後, 大型クラゲの大量発生時には, 若狭湾湾口から中央部にかけての大型クラゲの分布と流れの観測を強化し, 大型クラゲが湾口から岸近くへ移流される過程を明らかにする必要がある.

本解析により, 情報が不足していた若狭湾東部における大型クラゲの出現期間や出現場所について, 新たな知見を得ることができた. 今後の大型クラゲ対策の一助になれば幸いである. しかし, 事例解析は2007, 2009年のみで未だに少ない. 大型クラゲの出現特性の詳細を理解するためには, さらなるデータ収集と解析が必要である. 対馬暖流域から若狭湾へ大型クラゲが移動してくる過程について理解を深めることは, 若狭湾の大型クラゲ対策にとって有効である. 今後は福井県沿岸域だけでなく, 京都府や兵庫県沿岸域やその沖合における大型クラゲのデータを解析し, より広範囲の大型クラゲの出現特性について明らかにすることが望まれる.

謝 辞

本研究で利用した流速データ, 大型クラゲデータを提供して頂いた福井県水産試験場, 2006~2008年に実施された「日本海における急潮予測の精度向上と定置網防災策の確立」事業 (事業中核機関: 京都府農林水産技術センター海洋センター) の関係者に多大なご協力頂いた. また, 有意義なコメントを頂いた編集委員および査読者の方々に深く感謝する. 本研究の成果は, 福井県地域貢献事業より助成を受けたことを付記する.

参考文献

- 秋山秀樹 (2012): 日本周辺における大型クラゲの出現過程. ていち, 121, 29-40.
- Graham W. M., Pages F. and Hamner W. M. (2001): A physical context for gelatinous zooplankton aggregations: a review. *Hydrobiologia*, 451, 199-212.
- 漁業情報サービスセンター: 大型クラゲ出現情報.
http://www.jafic.or.jp/kurage/index.html.
- 橋本祐一 (1982): 若狭湾及びその近海の流動について. 海と空, 58, 1-11.
- Kaneda, A., T. Kohama, Y. Kawamura and H. Takeoka (2007): Periodicity in the accumulation of gelatinous zooplankton during the summer season in the coastal area of Iyo-Nada, Japan. *Limnol. Oceanogr.*, 52(2), 707-715.
- Kaneda, A., N. Fujii, J. Ohyama, D. Takahashi, F. Yamamoto and H. Takeoka (2013): Seasonal and interannual variations in the abundance of jellyfish in a southern coastal waters of Iyo-Nada, Japan: Influence of cyclonic gyre transport. *Plankton Benthos Res.* 8(3), 123-133.
- Kawahara, M., S. Uye, K. Ohtsu and H. Iizumi (2006): Unusual population explosion of the giant jellyfish *Nemopilema nomurai* (Scyphozoa: Rhizostomeae) in East Asian waters. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 307, 161-173.
- 冷泉伸泰・磯辺篤彦 (2006): 黄海・東シナ海のエチゼンクラゲを模したトレーサーの挙動に関する数値実験. 海の研究, 15(5), 425-436.
- 佐々木宏明・Siswanto Eko・五味泰史・西内 耕・清本容子・岡村和磨・長谷川徹・石坂丞二 (2010): 春～夏季東シナ海における海色衛星を利用した低塩分水の分布変動と大型クラゲ (*Nemopilema nomurai*) 分布との関係. 海と空, 86(1), 1-11.
- 千手智晴・奥野充一・大慶則之・辻 俊宏 (2013): 2009年夏季の日本海沿岸域における表層低塩分水の挙動とエチゼンクラゲ (*Nemopilema nomurai*) 出現の関係. 海と空, 89(2), 53-59.
- 下村敏正 (1959): 1958年秋, 対馬暖流系水におけるエチゼンクラゲの大発生について. 日本海区水産研究所報告, 7, 85-107.
- 滝川哲太郎・秦 一浩・上野俊士郎・河村真理子・森本昭彦・宮地邦明 (2010): 2009年初夏, 隠岐諸島東方海域における海洋構造と大型クラゲ (*Nemopilema nomurai*) の分布. 海と空, 86(1), 13-22.
- Uye, S. (2008): Blooms of the giant jellyfish *Nemopilema nomurai*: a threat to the fisheries sustainability of the East Asian Marginal Seas. *Plankton Benthos Res.*, 3 (Suppl.), 125-131.
- 和田洋藏・山田東也 (1997): 若狭湾の環流パターンについて. 日水研報告, 47, 1-12.
- 安田徹 (2007): エチゼンクラゲとミズクラゲ — その正体と対策 —, 成山堂書店, 97-111.

Temporal variations in appearance regions of giant jellyfish (*Nemopilema nomurai*) in 2007 and 2009 in the eastern part of Wakasa Bay

Atsushi KANEDA*¹, Eri TABATA*¹,
Jun TSUZUKI*¹, Kouta AYUKAWA*²
and Yutaka KUMAKI*³

Abstract

Temporal variations in distribution of giant jellyfish (*Nemopilema nomurai*) were investigated in Wakasa Bay, in 2007 and 2009, using visual observations which conducted at set nets in the bay. Data showed that the giant jellyfish appeared not only around the bay mouth but also eastern and south-eastern parts of the bay. From the current data collected by a research vessel, it was considered that the giant jellyfish were moved to the set nets by eastward flow and an eddy occurring in the bay. The period that the giant jellyfish appeared in Wakasa Bay was relatively longer than other coastal areas of the Japan Sea. Since the current data collected at the inner part of the bay showed that the velocity was small, it was considered that stagnation of water masses at inner part of the bay caused the appearance of large jellyfish for the long-term.

Key words: giant jellyfish, *Nemopilema nomurai*, appearance area, Wakasa Bay

Received 9 October 2014

Accepted 15 January 2015

*¹ Faculty of Marine Bioscience, Fukui Prefectural University

*² Fukui Prefectural Fisheries Experimental Station

*³ Fisheries Technology Department, Kyoto Prefectural Agriculture, Forestry and Fisheries Technology Center