

ボラの大量死と地震との関連性の検討

織原 義明¹⁾

An Examination of the Relationship between Mass Mortalities of Mullet, *Mugil cephalus*, and Earthquakes

Yoshiaki ORIHARA¹⁾

Abstract

There were mass mortalities of mullets in Tokyo and Osaka at roughly the same time in March 2022. Several days later, an earthquake with an intensity of upper 6 on the JMA (Japan Meteorological Agency) Seismic Intensity Scale occurred off Fukushima. Some people on the Internet suggested that the mass mortalities might be a precursor of the earthquake. Therefore, we surveyed the articles concerning reports of mass mortalities of mullets from the newspapers in Japan and the Internet from April 1996 to June 2022, then examined the relationship between the events and the earthquakes with an intensity of upper 6 and 7. As a result, we could not find that the incidents occurred before remarkable large earthquakes except for that case.

緒言

2022年3月16日、福島県沖を震源とする最大震度6強の地震が発生した(気象庁, 2022a)。一方、この地震の前に東京と大阪でほぼ同時期にボラ (*Mugil cephalus*) が大量死するといった出来事があった。3月6日には東京都大田区の呑(のみ)川で約1000匹、3月7, 8日の両日には大阪市の平野川と第二寝屋川をあわせて約7500匹が大量死した(産経新聞社, 2022; 中日新聞東京本社, 2022)。また、3月11日には兵庫県南東部を震源

とする最大震度3の地震が発生した(気象庁, 2022b)。インターネット上では、これらのボラ大量死が一部の人たちの間で話題となり、地震と結びつけるような書き込みも見られた。産経新聞は、「大都市でボラが同時大量死 新月のミステリー」と題して、東京と大阪でほぼ同時に発生したボラ大量死を取り上げた(産経新聞社, 2022)。その死因については、新月による大潮とそれに関連した酸素欠乏の可能性をあげていた。東京新聞もこの出来事を取り上げている。死因については同様の内容を掲載していたが、それに加えて、ネット上で地震と関連づけた話があったことにも触れてい

1) 東京学芸大学教育学部 〒184-8501 東京都小金井市貫井北町4-1-1

Faculty of Education, Tokyo Gakugei University, 4-1-1 Nukuikitamachi, Koganei, Tokyo 184-8501, Japan
(2022年8月8日受付 / 2022年8月27日受理)

た (中日新聞東京本社, 2022).

ボラには、稚魚から成魚前までの時期、春に川を上り汽水域や淡水域で生息し、秋から冬に海に下り、また翌年の春には川を上る群れがあるといわれている (根本, 2011). そのような群れがあるためか、時々ボラの大群が各地の河川に出現し、地域で話題になることがある。例えば、2003年1月末から3月にかけて東京都品川区の立会川でボラが大量発生し、多くの見物客が押し寄せた (四国新聞社, 2003). ボラの大量発生はこの事例に限らず、インターネット検索で多数見つけることができる。

日本には、魚の行動と地震との関連を示唆する言い伝えがある。「ナマズが騒ぐと地震がある」といった言い伝えは有名だが、それ以外にも「地震のある前には魚類が多く浮き上がる」、「海、河、湖辺などの魚類が全く見えなくなる時には地震」などの言い伝えが日本各地にある (大後, 1985). また、愛知県東加茂郡足助町 (当時) には、「海底の魚が、浮き上がるは、地震の前兆」といった深海魚出現と地震との関連を示唆する言い伝えがある (足助の諺調査部会, 1981). 足助は現在の豊田市に属した海から離れた山あいのまちである。それなのになぜ、深海魚にまつわる言い伝えが残っていたのか。足助は江戸時代、塩の中継地として栄えていた (豊田市郷土資料館, 2010). そのようなことから、海沿いで暮らす人々から情報が入り、言い伝えとして残った可能性が考えられる。しかし、深海魚については、1928年から2011年まで

の事例を調べた結果、深海魚出現から一ヶ月以内に半径100 km 範囲内でマグニチュード6.0以上の地震が発生したケースは一例しかなく、深海魚出現は地震防災に役立たない情報であるとしている (Orihara et al., 2019; 織原, 2019; 織原, 2020).

ボラの大量死と地震との関連を調査した研究は、少なくとも筆者の知る限りはこれまでにない。前述の深海魚出現は、珍しい現象として新聞等で紹介されることがあるが、実は日本海では冬場に時々見られる現象である。このようにほぼ毎年見られる現象であっても、事情を詳しく知らない人にとっては珍しい出来事、「異常現象」として捉えられることがある。そこで、本稿ではボラの大量死が過去にどれだけあったのか、それらと地震との間に関連性は見られるのかについて、客観的なデータにより比較検討した。

方法

ボラの大量死に関しては、過去の新聞記事およびインターネット検索から拾い上げた。大量死の「大量」について明確な定義はない。本稿では、数が不明確なものの相当量と思われる記事も含め、100匹以上の場合を大量死として扱うこととした。また、大量死はボラだけとは限らない。複数の魚種が示された記事については、ボラが先頭に示されているものだけを選んだ。その結果、ボラ大量死は37イベントとなった (Table 1).

ボラ大量死を地震の前兆ではないかとインター

Table 1 Thirty-seven mass mortalities of mullets

y/m/d	Prefecture	Location	The number of deaths	Longitude	Latitude	Reference
1996/9/3	Tokyo	Nomi-river, Ota Ward	about 2,000	139.7171	35.5708	読売新聞社 (1996)
1997/2/26	Yamaguchi	Tomita-river, Shin-nanyo City	about 500	131.7883	34.0626	毎日新聞社 (1997)
1998/8/20	Fukui	Mikata-lake, Wakasa Town	several hundred	135.8845	35.5663	中日新聞社 (1998)
1999/10/8	Fukui	Kata-river, Mikuni Town	several hundred	136.1435	36.1689	中日新聞社 (1999)
2000/5/24	Oita	Ura-river, Oita City	several hundred	131.6320	33.2361	読売新聞社 (2000)

ボラの大量死と地震との関連性の検討

y/m/d	Prefecture	Location	The number of deaths	Longitude	Latitude	Reference
2002/3/17	Aichi	Ohgi-river, Nagoya City	about 2,000	136.9529	35.0778	中日新聞社 (2002)
2004/4/15	Okayama	Kojima-lake, Okayama City	about 1,000	133.9545	34.5866	読売新聞社 (2004)
2005/2/22	Aichi	Shinhori-river, Nagoya City	about 200	136.9129	35.1416	読売新聞社 (2005a)
2005/5/7	Kumamoto	Uchida-river, Kumamoto City	about 400	130.6183	32.7175	読売新聞社 (2005b)
2005/11/28	Okayama	Kojima-lake, Okayama City	about 20,000	133.9545	34.5866	読売新聞社 (2005c)
2006/9/7	Aichi	Yamazaki-river, Nagoya City	about 500	136.9143	35.0968	中日新聞社 (2006)
2006/9/20	Chiba	Ebi-river, Funabashi City	unknown (a large number)	139.9865	35.6891	読売新聞社 (2006)
2007/6/23	Saga	Shiowake-river, Karatsu City	about 13,000	129.9881	33.4377	読売新聞社 (2007)
2008/2/23	Aichi	Hori-river, Nagoya City	more than 385,000	136.9000	35.1921	毎日新聞社 (2008)
2008/7/10	Osaka	Kanzaki-river, Osaka City	about 300	135.4688	34.7321	読売新聞社 (2008a)
2008/7/31	Tokyo	Sumida-river, Arakawa Ward	about 800	139.7709	35.7536	読売新聞社 (2008b)
2009/2/18	Okinawa	Tengaan-river, Uruma City	about 1,000	127.8730	26.3733	琉球朝日放送 (2009)
2010/2/26	Tokushima	Shinike-river and Nakayamadani-river, Naruto City	about 200	134.5754	34.1649	読売新聞社 (2010)
2011/2/25	Okayama	Yoban-river, Okayama City	about 1,000	133.9848	34.6156	AR-NET (2011)
2011/8/1	Tokyo	Nomi-river, Ota Ward	about 1,000	139.7171	35.5708	産経新聞社 (2011)
2011/10/2	Kanagawa	Senno-river, Chigasaki City	several thousand	139.3945	35.3300	朝日新聞社 (2011)
2012/3/5	Aichi	Ikada-river, Tobishima Village	about 1,000	136.8040	35.0615	中日新聞社 (2012)
2012/8/6, 13	Tokushima	Utebi-river, Tokushima City	more than 100	134.5714	34.0359	朝日新聞社 (2012)
2012/9/19	Shimane	Nakaumi-coast, Yasugi City	about 1,000	133.3037	35.4261	読売新聞社 (2012)
2013/2/9	Hyogo	Ohtu-river, Ako City	more than 100	134.3567	34.7620	赤穂民報 (2013)
2013/6/17	Tokyo	Nomi-river, Ota Ward	about 5,000	139.7171	35.5708	日本テレビ放送網 (2013)
2015/5/27	Wakayama	Seto-river, Arida City	about 5,000	135.1178	34.0870	朝日新聞社 (2015a)
2015/6/24	Tokyo	Nomi-river, Ota Ward	about 1,000	139.7171	35.5708	朝日新聞社 (2015b)

y/m/d	Prefecture	Location	The number of deaths	Longitude	Latitude	Reference
2015/8/18	Tokyo	Nomi-river, Ota Ward	about 900	139.7171	35.5708	中日新聞東京本社 (2015)
2018/6/15	Wakayama	Seto-river, Arida City	more than 5,000	135.1178	34.0870	朝日新聞社 (2018)
2018/7/30	Aichi	Tenpaku-river, Nagoya City	about 18,000	136.9188	35.0697	読売新聞社 (2018)
2021/5/25	Wakayama	Seto-river, Arida City	about 2,000	135.1178	34.0870	和歌山放送 (2022)
2022/2/3	Tokyo	Uchi-river, Ota Ward	about 1,400	139.7222	35.5751	東京都 (2022a)
2022/3/6	Tokyo	Nomi-river, Ota Ward	about 1,000	139.7171	35.5708	産経新聞社 (2022)
2022/3/7,8	Osaka	Hirano-river and Daini-yaneya-river, Osaka City	about 7500	135.5404	34.6892	中日新聞東京本社 (2022)
2022/6/17	Kagoshima	Shioasobi-pond, Izumi City	unknown (a large number)	130.3303	32.1223	南日本新聞社 (2022)
2022/6/23	Shizuoka	Sanaru-lake, Hamamatsu City	more than 1,000	137.6902	34.7103	中日新聞社 (2022)

Table 2 Twenty-one earthquakes with an intensity of upper 6 and 7 (気象庁, 2022b)

y/m/d	Focal region	Longitude	Latitude	Depth [km]	Magnitude	Maximum Seismic Intensity
2000/10/6	Western part, Tottori	133.3483	35.2733	9	7.3	6 Upper
2003/7/26	Central part, Miyagi	141.1700	38.4050	12	6.4	6 Upper
2004/10/23	Chuetsu region, Niigata	138.8667	37.2917	13	6.8	7
2004/10/23	Chuetsu region, Niigata	138.8283	37.2517	12	6.0	6 Upper
2004/10/23	Chuetsu region, Niigata	138.9300	37.3050	14	6.5	6 Upper
2007/3/25	Off Noto Peninsula	136.6850	37.2200	11	6.9	6 Upper
2007/7/16	Off Chuetsu, Niigata	138.6083	37.5567	17	6.8	6 Upper
2008/6/14	Southern part, Iwate	140.8800	39.0283	8	7.2	6 Upper
2011/3/11	Off Sanriku	142.8600	38.1033	24	9.0	7
2011/3/11	Off Ibaraki	141.2517	36.1200	43	7.6	6 Upper
2011/3/12	Northern part, Nagano	138.5967	36.9850	8	6.7	6 Upper
2011/3/15	Eastern part, Shizuoka	138.7133	35.3083	14	6.4	6 Upper
2011/4/7	Off Miyagi	141.9200	38.2033	66	7.2	6 Upper
2016/4/14	Aso region, Kumamoto	130.8083	32.7417	11	6.5	7
2016/4/15	Aso region, Kumamoto	130.7767	32.7000	7	6.4	6 Upper
2016/4/16	Aso region, Kumamoto	130.7617	32.7533	12	7.3	7
2016/4/16	Aso region, Kumamoto	131.1900	33.0250	11	5.8	6 Upper
2018/9/6	Iburi region, Hokkaido	142.0067	42.6900	37	6.7	7
2019/6/18	Off Yamagata	139.4783	38.6067	14	6.7	6 Upper
2021/2/13	Off Fukushima	141.6983	37.7283	55	7.3	6 Upper
2022/3/16	Off Fukushima	141.6217	37.6967	57	7.4	6 Upper

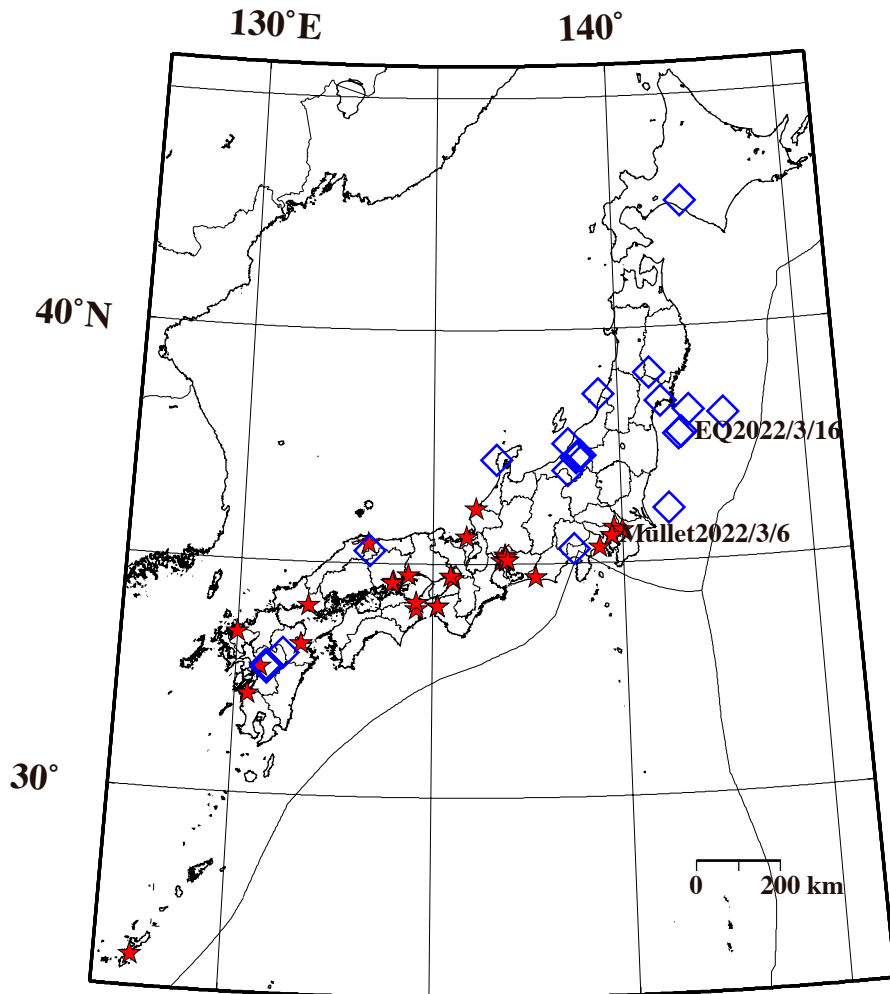


Fig. 1. Mass mortalities of mullets and earthquakes with an intensity of upper 6 and 7 on the JMA Seismic Intensity Scale around Japan from April 1996 to June 2022. Red stars and blue open diamonds denote 37 mass mortalities of mullets and 21 earthquakes.

ネット上で話題にする人たちは、地震の専門家ではなく一般市民と考えられる。地震については、一般の人がその発生をより意識しやすい基準として、地震の規模を表すマグニチュードではなく、地震の揺れの大きさを表す震度から対象を絞り込むことにした。2022年3月16日に福島県沖で発生した地震は最大震度6強であった(気象庁, 2022a)。気象庁の震度階級は1996年4月以降に現在の10階級(震度0, 1, 2, 3, 4, 5弱, 5強, 6弱, 6強, 7)になっている。基準を統一する観点から、対象とする調査期間は、1996年4月1日か

ら2022年6月30日とした。Table 2にこの期間中に発生した最大震度6強以上の地震21個を示す(気象庁, 2022b)。Fig.1は、最大震度6強以上の地震(青色ひし形)とボラ大量死(赤色星印)が発生した場所を示している。

ボラの大量死発生から地震までの時間(先行時間: ΔT)について、2022年3月6日ボラ大量死では10日後に福島県沖の地震が発生したが、本稿では Orihara et al. (2019) にならって、イベント発生から30日後までとした。一方、イベント発生場所から地震までの距離について、Orihara et al.

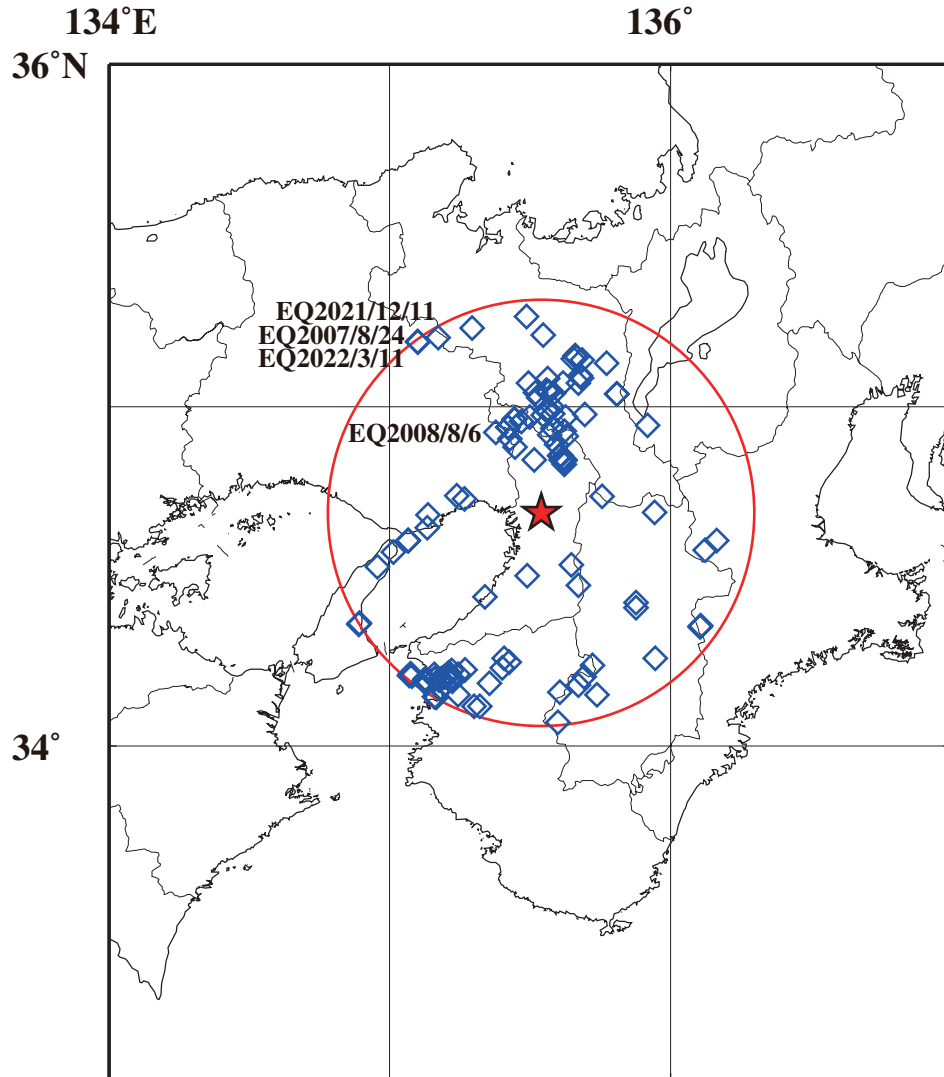


Fig. 2. Mass mortalities of mullets and earthquakes with an intensity of more than 3 on the JMA Seismic Intensity Scale around the Osaka region from April 1996 to June 2022. The red star shows the mass mortality of mullets that occurred in Osaka on March 7 and 8, 2022. Blue open diamonds indicate 120 earthquakes that occurred within 70 km (red open circle) from the March 7 and 8, 2022 event.

(2019)では地震防災に役立つ情報になりうるかを考え、半径 100km 以内で発生した地震を対象としていた。しかし、2022年3月のボラ大量死(東京都大田区)から、福島県沖の地震の震源までの距離はおよそ 290 km ある。Orihara et al. (2019)と同じ条件では対象外になってしまうので、半径 300 km 以内で発生した地震を対象とした。なお、大阪市から福島県沖はあまりにも遠くなるので考慮しないことにした。

しかしながら、大阪市のボラ大量死では、その 3~4 日後に兵庫県南東部を震源とする最大震度 3 の地震が発生している(気象庁, 2022b)。震度 3 以上の地震は、震度 6 強以上の地震に比べてはるかに発生回数が多い。2022年6月までの半年間だけでも、全国で 112 回も記録されている(気象庁, 2022b)。そこで、大阪市のボラ大量死については、大阪市周辺で発生した最大震度 3 以上の地震に絞った。2022年3月7, 8日の両日にボラ大量死

が確認された大阪市の平野川・第二寝屋川付近から、3月11日に発生した最大震度3の地震（兵庫県南東部）の震源までの距離はおよそ70 kmである。この距離を上限として、対象とする地震は平野川・第二寝屋川付近から半径70 km範囲内に発生した最大震度3以上の地震とした。この条件に該当した地震は120個あった（Fig.2）。一方、同じ大阪市内では2008年7月10日に淀川区の神崎川でボラ大量死が確認されている（Table1）。そこで、このボラ大量死についても、上述の120個の地震で対応を調べた。先行時間 ΔT については、2022年3月7日のボラ大量死から3月11日の地震まで4日後と、東京都大田区と福島県沖の地震の10日後より短い。この点を考慮して、ボラ大量死から30日後までに加え、15日後までの2通りで調べた。

結果と考察

1. ボラ大量死と地震との対応

ボラ大量死37イベントと最大震度6強以上の地震21個との関係を調べた結果、ボラ大量死から30日後までに半径300 km以内で震度6強以上の地震が発生したケースは、2022年3月6日東京都大田区ボラ大量死と2022年3月16日福島県沖の地震のみであった。つまり、今回インターネットで話題になったボラ大量死と地震以外に、同様の対応はなかったということになる。Fig.1をみると、東京都心から福島県沖までよりも距離的に近い茨城県沖や静岡県、さらに新潟県でも最大震度6強以上の地震は発生していた。仮に、2022年3月6日東京都大田区ボラ大量死が2022年3月16日福島県沖の地震の前兆だったとするなら、震源までの距離がより近い地震では前兆現象がなかったことになる。また、2021年2月13日には2022年3月16日と震源の場所（深さも含む）とマグニチュードがほぼ同じ地震が発生している。しかし、この地震の前に対応するボラ大量死の記録はない。

2008年7月10日大阪市・神崎川のボラ大量死については、先行時間 ΔT を15日後までとすると対応する地震はない。一方、30日後までとした場合、28日後の2008年8月6日に大阪府北部の兵庫県との県境を震源とする最大震度3の地震が発

生している（Fig.2）。 ΔT を30日後までとすれば、ボラ大量死2件のうち2件とも、その後に地震が発生したことになる。しかし、残り118個の地震については先行するボラ大量死はなかった。この118個には2018年6月18日大阪北部地震（最大震度6弱）も含まれる。また、Fig.2からわかるように、大阪市の平野川・第二寝屋川付近（星印）から2022年3月11日の地震よりも距離的に近い地震の前にも、大阪市内でのボラ大量死はない。さらに、2022年3月11日と震源が非常に近い2007年8月24日と2021年12月11日の地震についても、対応するボラ大量死はなかった。

2. ボラ大量死の原因について

ボラに限らず河川で魚が大量死する原因としては、一般的に有害物質等による水質汚染、水中の酸素欠乏、疾病、環境の急変などが考えられる。馬場（2012）は魚類へい死（斃死）の主な原因として、①窒息死、②有害物質による死、③病死の3つをあげている。なお、へい死とは、倒れて死ぬことを指し、魚についてはある程度の規模で突然死した場合に用いられることが多い（静岡市、2021）。また、馬場（2012）では、魚類へい死の原因について文献調査を行った結果が示されている。これによると、最も多いのは「原因不明」の38%、次いで「酸素欠乏」の25%である。原因不明が多い理由としては、特に河川の場合、初期対応が遅れると原因物質が流れてしまうことが考えられる（吉岡他、2002）。

2022年3月東京都大田区と大阪市ではほぼ同時に発生したボラ大量死について、東京都と大阪府の調査ではいずれも「原因不明」であった（東京都、2022b；大阪府、2022）。一方、新聞記事では水中の酸素欠乏が示唆されている（産経新聞社、2022；中日新聞東京本社、2022）。その理由として、大阪市の場合、3月2日に魚の「鼻上げ」といわれる、酸素が足りないときにみられる特有の行動が確認されていたことをあげている。また、東京と大阪で同時期に発生した理由としては、潮の満ち引きが関係していた可能性があるとしている。3月3日が新月でその前後2、3日が潮の干満差が最も大きい大潮だった。玉城他（2006）によれば、潮の干満の影響を受ける感潮域では、大潮日の干潮時の溶存酸素の値がかなり低くなるとしている。東

京と大阪で同時に起こる潮の満ち引き、さらに海までの距離やボラの密集状態など、複数の条件が重なって、東京と大阪でほぼ同時のボラ大量死が発生したのかもしれない。

では、他の事例についてはどうであろうか。大阪市で発生したもうひとつのボラ大量死 2008 年 7 月 10 日については、記事の中で酸素欠乏だった可能性が示されている(読売新聞, 2008a)。また、2011 年 8 月 1 日、2015 年 6 月 24 日、2015 年 8 月 18 日の東京都大田区・呑川についても、酸素欠乏の可能性が記されている(産経新聞, 2011; 朝日新聞, 2015b; 中日新聞東京本社, 2015)。ただし、東京のこれら 3 件の酸素欠乏に至るメカニズムは、2022 年 3 月 6 日の事例とは異なり、大雨により川底の泥が巻き上げられ、沈んでいた有機物の活動が活発化し、水中の酸素濃度が低下するといった仮説であった。

以上により、2022 年 3 月 16 日福島県沖の地震前に発生した 2022 年 3 月 6 日東京都大田区のボラ大量死は地震の前兆ではなく、偶然時間的に近くで発生した異なる 2 つの事象と考えるべきであろう。さらに、ボラ大量死と地震との対応が、この一例以外にはなかったことから、ボラ大量死が震度 6 強以上といった大きな地震の前兆と考えること自体に無理があるといえる。Table 1 を見ると、2022 年 3 月 6 日と同じ大田区の呑川では、2022 年 3 月 6 日以外に 5 回の大量死が報告されている。ただし、この 5 回のあとに大地震の記録はない。呑川は他の河川と比べて、ボラ大量死が起こりやすい条件を有しているのかもしれない。

大阪市の事例については、先行時間 ΔT を 30 日後までとした場合、ボラ大量死 2 件中 2 件で地震との対応が考えられたものの、最大震度 6 弱の大阪北部地震を含む 118 個の地震前にボラ大量死はなかった。また、事後に地震を伴ったとされる 2 件のボラ大量死の原因は、いずれも酸素欠乏の可能性が示唆されている。それでも「大阪市でボラ大量死があればその後必ず地震がある」と両者の関連性を主張する人がいるかもしれない。もしそのように主張したいのであれば、118 個の地震前にはなく、この 2 つの地震前のみであった理由を合理的に説明する必要がある。なぜ、河川の酸素欠乏が地震発生の準備過程で生ずるのか、またそれがなぜ震源から離れた特定の河川でのみ発生す

るのか、などについて説明できなければならない。このようなことを考えると、今回の 2 件はいずれも偶然に過ぎないと考えた方が合理的であろう。そもそも、ボラ大量死 2 件に対して地震が 120 個と、あまりにも数に違いがある。両者の関連性を検討すること自体に無理があると考えられる。また、この 2 件はいずれも酸素欠乏が原因と示唆されているにもかかわらず、地震との対応が考えられたということは、因果関係のない異なる 2 つの事象が一見関連があるように見えてしまうことは、偶然にあり得ることを示唆しているとも言える。

結 論

ボラの大量死といったときどき発生する、異常ともいえる現象を地震の前兆ではないかと考える人がいる。そうした人は、地震が発生すると、たとえその地震がボラ大量死の場所から遠く離れていても、または地震の規模が小さくても、両者を関連あるものとして結びつけてしまう傾向がある。しかし、過去に発生したボラ大量死と大地震との関係を調べると、ボラ大量死が大地震の前兆現象であることを示唆するような事実は見出せなかった。一方、規模の小さな地震については、地震との対応が見られる場合がある。しかしこの場合、ボラ大量死の回数に比べ桁違いに地震数のほうが多くなり、地震を伴うボラ大量死と伴わないものとの違いを説明することは極めて困難である。したがって、仮に両者の対応が見られたとしても、それは偶然と考えた方が合理的である。

謝 辞

本研究は東京大学地震研究所共同利用(2020-KOBO08)の援助をうけました。

引用文献

- 赤穂民報 (2013): 大津川などでボラが大量死, 2013 年 3 月 1 日付, <https://www.ako-minpo.jp/news/7379.html> (2022/7/30 閲覧)
- AR-NET (旭川流域ネットワーク) (2011): 四番川でボラの大量死, 2011 年 2 月 25 日付, <http://asahigawa.livedoor.blog/archives/18033359.html> (2022/7/30 閲覧)
- 朝日新聞社 (2011): 茅ヶ崎の千ノ川 小魚が大量死 酸欠が原因か, 2011 年 10 月 3 日付朝刊 湘南, 37.
- 朝日新聞社 (2012): 打樋川で魚の大量死, 今月 2 件目, 2012 年 8 月 14 日付朝刊 徳島全県, 28.

ボラの大量死と地震との関連性の検討

- 朝日新聞社 (2015a): 有田の背戸川で魚が大量死, 2015年5月28日付朝刊 和歌山3, 28.
- 朝日新聞社 (2015b): 酸欠でボラなど大量死, 2015年6月25日付朝刊 東京四域, 29.
- 朝日新聞社 (2018): 有田市内で魚の大量死, 2018年6月16日付朝刊 和歌山全県, 29.
- 足助の諺調査部会 (1981): あすけのことわざ, 愛知県東加茂郡足助町, 241pp, 愛知.
- 馬場義輝 (2012): 魚類のへい死について, 福岡県保健環境研究所年報, 39, 104-106.
- 中日新聞社 (1998): ボラ大量死 三方湖, 1998年8月21日付朝刊 福井中日, 福井.
- 中日新聞社 (1999): 三国の片川, 魚が大量死, 1999年10月9日付朝刊 福井中日, 福井.
- 中日新聞社 (2002): ボラ大量死 緑区の扇川, 2002年3月18日付朝刊, 18.
- 中日新聞社 (2006): 山崎川でボラ大量死, 2006年9月8日付朝刊, 16.
- 中日新聞社 (2012): 飛島の筏川でボラが大量死 寒さで弱る?, 2012年3月7日付朝刊, 17.
- 中日新聞社 (2022): ボラ稚魚大量死 原因特定できず 佐鳴湖公園水路, 中日新聞2022年6月30日付朝刊, 14.
- 中日新聞東京本社 (2015): 大田区の呑川(のみかわ)で魚大量死, 2015年8月19日付朝刊, 24.
- 中日新聞東京本社 (2022): 東京・大阪 同時期にボラが謎の大量死 新月での大潮が酸欠招いたせい?, 東京新聞2022年5月8日付朝刊, 18.
- 大後美保 (1985): 災害予知ことわざ辞典, 東京堂出版, 220pp, 東京.
- 気象庁 (2022a): 令和4年3月16日23時36分頃の福島県沖の地震について, <https://www.jma.go.jp/jma/press/2203/17a/kaisetsu202203170130.pdf> (2022/7/29 閲覧)
- 気象庁 (2022b): 震度データベース検索, <https://www.data.jma.go.jp/svd/eqdb/data/shindo/index.html> (2022/7/15 閲覧)
- 毎日新聞社 (1997): 富田川で魚大量死-山口・新南陽市, 1997年2月27日付西部朝刊, 社会.
- 毎日新聞社 (2008): 名古屋・堀川ボラ大量死: 38万5千匹回収, 酸欠か, 2008年3月5日付中部朝刊, 23.
- 南日本新聞社 (2022): 八代海に面した潮遊池「魚が大量に死んでいる」と通報 市が水質検査へ 鹿児島・出水, 2022/6/17付, https://373news.com/_news/storyid/157849/
- 根本隆夫 (2011): ボラ(ボラ科), いばらき魚顔帳, https://www.pref.ibaraki.jp/nourinsuisan/naisuishi/gyoganchou/documents/072_bora.pdf (2022/7/29 閲覧)
- 日本テレビ放送網 (2013): 川で約5千匹の魚が大量死 東京・大田区, 日テレNEWS2013年6月17日付, <https://news.ntv.co.jp/category/society/230632#:~:text=東京都によると,> 東京, したものとみている. (2022/7/30 閲覧)
- 大阪府 (2022): 平野川・第二寝屋川における魚の大量へい死について, <https://www.pref.osaka.lg.jp/hodo/index.php?site=fumin&pageId=44027> (2022/7/29 閲覧)
- Orihara, Y., Kamogawa, M., Noda, Y. and Nagao, T. (2019): Is Japanese folklore concerning deep-sea fish appearance a real precursor of earthquakes?, Bull. Seismol. Soc. Am., <https://doi.org/10.1785/0120190014>
- 織原義明 (2019): 深海魚と地震, 地震予知総合研究振興会「地震ジャーナル」, 68, 40-43.
- 織原義明 (2020): 「深海魚出現は地震の前兆」は本当か?, 日本地震学会広報誌「なるふる」, 121, 6-7.
- 琉球朝日放送 (2009): うるま市天願川河口 魚が大量に死ぬ, 2009年2月18日付, <https://www.qab.co.jp/news/20090218182.html> (2022/7/30 閲覧)
- 産経新聞社 (2011): 大田区で魚大量死 食うで酸欠原因か, 2011年8月2日付東京朝刊, 東京.
- 産経新聞社 (2022): 大都市でボラが同時大量死 新月のミステリー, <https://www.sankei.com/article/20220403-2SV5XJBZB5LXNHAYF76FJ5NEVI/> (2022/7/29 閲覧)
- 四国新聞社 (2003): 川面をボラが埋め尽くす/東京・品川の立会川で, http://www.shikoku-np.co.jp/national/life_topic/20030207000352 (2022/7/29 閲覧)
- 静岡市 (2021): 環境保健研究所だより, 令和3年度春夏号, 1-3.
- 玉城不二美・比嘉榮三郎・渡口輝・大城洋平・吉田直史・金城孝一・安里直和・上地さおり・宮城俊彦 (2006): 沖縄県の公共用水域におけるへい死魚調査事例 -2005年度-, 沖縄県衛生環境研究所報, 40, 175-178.
- 東京都(2022a): 内川における魚のへい死について, 2022年2月3日環境局報道発表資料, <https://www.metro.tokyo.lg.jp/tosei/hodohappyo/press/2022/02/04/27.html> (2022/7/30 閲覧)
- 東京都(2022b): 呑川における魚のへい死について, 2022年3月7日環境局報道発表資料, <https://www.metro.tokyo.lg.jp/tosei/hodohappyo/press/2022/03/08/07.html> (2022/7/29 閲覧)
- 豊田市郷土資料館 (2010): 豊田市郷土資料館だより, 71, 2. <http://www.toyota-rekihaku.com/shiryo/pdf/71.pdf> (2022/8/24 閲覧)
- 和歌山放送 (2022): 有田市の背戸川でボラの稚魚が大量死, 2021年5月25日付, <https://news.wbs.co.jp/160077> (2022/7/30 閲覧)
- 読売新聞社 (1996): 酸欠でボラが大量死 東京・大田の呑川, 1996年9月4日付東京朝刊 都民, 28.
- 読売新聞社 (2000): 大分市の裏川で魚大量死 基準超すカドミウム 県と市が因果関係調査へ, 2000年6月20日付西部朝刊 大分, 36.
- 読売新聞社 (2004): 児島湖ボラ大量死で県調査 魚体や水質に異常見られず, 2004年4月18日付大阪朝刊 岡山, 27.
- 読売新聞社 (2005a): 新堀川でボラ大量死 名古屋・熱田区, 2005年2月23日付中部朝刊 名市内, 33.
- 読売新聞社 (2005b): 熊本・内田川河口でボラ大量死, 2005年5月12日付西部朝刊 熊本, 28.
- 読売新聞社 (2005c): 児島湖ボラ大量死 県「原因不明」調査終える, 2005年11月30日付大阪朝刊 岡山, 31.
- 読売新聞社 (2006): 東京湾北部で今年初の青潮 ボラなど大量死, 2006年9月22日付東京朝刊 京葉, 31.
- 読売新聞社 (2007): 潮分川で魚大量死, 2007年6月25日付西部朝刊 佐賀, 33.
- 読売新聞社 (2008a): 神崎川で魚大量死, 2008年7月11日付大阪朝刊 市内, 29.
- 読売新聞社 (2008b): ボラなど魚800匹, 隅田川で大量死 集中豪雨が原因か, 2008年8月1日付東京朝刊 都民, 29.
- 読売新聞社 (2010): 鳴門の川で魚大量死, 2010年2月28日付大阪朝刊 徳島, 31.
- 読売新聞社 (2012): 宍道湖と中海 魚大量死 計3000匹, 青潮か,

2012年9月21日付大阪朝刊 島根, 25.

読売新聞社 (2018): 天白川で魚大量死, 2018年7月31日付中部朝刊 名市内, 21.

吉岡敏行・西島倫子・山辺真一・林隆義・今中雅章・伊東清実・西山尚伸・横山佳昭 (2002): 河川における魚の死亡原因物質の特定について, 岡山県環境保健センター年報, 26, 26-28.