

## 伊勢湾及び熊野灘で漁獲されたトラフグの毒性について

中島博司・長島裕二

Toxicity of ocellate puffer *Takifugu rubripes* caught in Ise Bay and Kumano Nada

Hiroshi NAKAJIMA, and Yuji NAGASHIMA\*

キーワード：トラフグ, フグ毒, 伊勢湾, 熊野灘

We examined the toxicity of 0.1 years old ocellate puffer *Takifugu rubripes* caught with small scaled trawl nets in Ise Bay and set nets in Kumano Nada during the period from November 2004 to February 2007. The livers of 418 specimens were tested for toxicity using a mouse bioassay method. The occurrence rates of poisonous fish were estimated at 2.0% (7/348) with the highest toxin level of 23.5 mouse unit (MU)/g in Ise Bay and 1.4% (1/70) with 24.1MU/g in Kumano Nada. These indicate that a liver of ocellate puffer, ranging from 200 to 400 g body weight, has no toxicity (detection limit = 5 MU/g) or a low toxin level of less than 100MU/g according to the food hygienic definition.

フグは古くから食用に供され、フグ中毒についても知られていたが、谷 (1945) は 1945 年に日本産各種魚類についてマウス試験法によって毒力を測定して、日本産フグの中毒学的研究として発表した。これによると、フグ科でも魚種によって毒を蓄積する臓器および毒力は異なり、トラフグは卵巣と肝臓に強毒を有することが明らかになった。また、谷 (1945) はトラフグの毒性試験で、「毒力において卵巣も肝臓もともに 12 月頃から急激に増加し、5～6 月の産卵に至るまで強毒ないし猛毒となる」という結果を得て、トラフグの毒力には季節変化があることを示唆した。この他、マフグ (東京都中央卸売市場に入荷されたもの) やショウサイフグ (東京湾で漁獲されたもの) では、肝臓の毒力は夏から秋にかけて最高値を示し、フグの毒力は魚種、臓器、個体、季節、棲息水域によって差が大きいと考えられている (加納 1988)。しかし、伊勢湾で漁獲されたトラフグの毒力について、季節変化や年変化を詳細に調べた知見は見当たらない。

トラフグの伊勢・三河湾系群は、伊勢湾口部に産卵場を有し (神谷ら 1992, 白木谷ら 2002, 中島 2001), 0 歳魚は伊勢湾で秋季から小型底曳網で漁獲されはじめ、冬季には遠州灘および熊野灘に分布域を拡大して越冬する。さらに、1 歳以上に成長した魚は主に駿河湾、遠州灘お

よび熊野灘に分布し、他海域とは独立した個体群と考えられている (伊藤 1997)。本研究では、伊勢湾および熊野灘で漁獲されたトラフグ 0 歳魚から満 1 歳魚の肝臓の毒力を測定し、その季節変化を調査したので報告する。

### 材料および方法

#### 試料

2004 年 11 月から 2007 年 2 月に伊勢湾の小型底曳網および熊野灘南部海域の大型定置網で漁獲されたトラフグ 418 個体の肝臓を試料とした (Table 1, Fig. 1)。小型底曳網による漁獲は解禁月である 11 月から 4 月にかけて、大型定置網による漁獲は 2 月から 6 月にかけて見られた。供試魚は、11 月の平均全長が 21.6～23.4cm (平均魚体重 205g～259g)、4 月の平均全長が 23.9～27.0cm (平均体重 324g～447g) と成長し、0 歳魚から満 1 歳魚に相当した。2004 年 11 月から 2005 年 3 月までの試料は全数を毒性試験に供したが、2005 年 4 月の試料は雄 4 個体、雌 5 個体を選択し、2005 年 11 月から 2007 年 2 月までの試料は雌雄が同数となるように選択した。この結果、調査期間中の試料の性比は雄 208 個体、雌 206 個体、不明 4 個体であった。試料には、遠州灘および熊野灘で延縄により漁獲された成魚を用いて種苗生産され、イラスト

\*東京海洋大学海洋科学部

マー標識および ALC (アリザリンコンプレクソン) 標識を装着して伊勢湾で放流されたトラフグ人工種苗が 60 個体含まれた。試料は全長, 体重, 肝臓重量の測定および性の判別後, 個体別に肝臓を冷凍保存した。

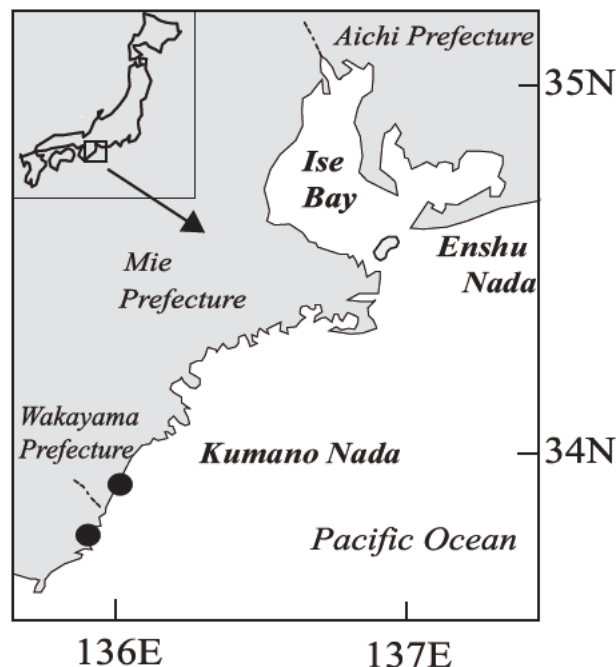


Fig. 1 Fishing ground where specimens of the ocellate puffer used for the study were caught. Solid circles represent locations of set nets in Kumano Nada.

### フグ毒の定量

フグ毒の定量は食品衛生検査指針のフグ毒定量法 (児玉・佐藤 2005) に準じて行った。すなわち, 乳鉢でよく磨砕した肝臓約 2g に, 4 倍量の 0.1% 酢酸を加え, 沸騰水浴中で 10 分間加熱して毒を抽出した。抽出液を遠心分離 (3500rpm, 10 分間) し, 得られた上清を毒性試験用検液とした。マウスは ddY 系雄 4 週齢で体重 20g のものを用いた。マウスに毒性試験用検液 1ml を腹腔内注射し, マウスの致死時間から毒力を測定した。注射後 30 分以上経過しても死亡しなかった試料を無毒 (5 マウスユニット (MU)/g 未満) とした。なお, マウスユニット (MU) とはフグ毒の毒力を表す単位で, 毒性試験用検液 1ml をマウスに腹腔内注射し, マウスを 30 分間で死亡させる毒量を 1MU と定めた。

### 結果および考察

#### 伊勢湾産トラフグの有毒個体出現率と季節変化

トラフグの伊勢・三河湾系群は, 伊勢湾口部に産卵場を有し, 稚魚は伊勢湾で成育すると考えられている (神谷ら 1992, 白木谷ら 2002, 中島 2001)。また, 0 歳魚は, 冬季, 遠州灘および熊野灘に移動回遊し, その後は, 同海域に分布すると考えられている (中島 1991)。雄は 2 歳, 雌は 3 歳で成熟し, 産卵期である 4, 5 月になると, 上記

Table 1 Details of ocellate puffer *Takifugu rubripes* used in this study

Date of catch	Sampling area	Number of specimens (released*)	male / female / unidentified (released)	Average total length (cm)	Average body weight (g)	Average liver weight (g)
Nov.2004	Ise Bay	42(7)	18(3) / 22(4) / 2	21.6	205	8.0
Dec.2004	Ise Bay	20(2)	10(1) / 10(1) / -	25.7	349	22.2
Jan.2005	Ise Bay	30(3)	12(2) / 18(1) / -	25.1	375	30.5
Feb.2005	Ise Bay	47(10)	24(7) / 22(3) / 1	24.0	305	20.5
Mar.2005	Ise Bay	80(20)	45(12) / 34(7) / 1(1)	24.8	381	39.6
Apr.2005	Ise Bay	9(1)	4 / 5(1) / -	23.9	324	34.6
Nov.2005	Ise Bay	20(2)	10(1) / 10(1) / -	23.4	259	18.5
Dec.2005	Ise Bay	10	5 / 5 / -	24.7	339	27.7
Jan.2006	Ise Bay	20(3)	10(2) / 10(1) / -	22.7	252	21.4
Mar.2006	Ise Bay	10	5 / 5 / -	23.2	286	27.9
Feb.2006	Kumano Nada	20	10 / 10 / -	27.5	445	45.5
Mar.2006	Kumano Nada	10	5 / 5 / -	27.3	438	49.1
Apr.2006	Kumano Nada	10(1)	5(1) / 5 / -	27.0	447	45.6
May 2006	Kumano Nada	10(1)	5(1) / 5 / -	27.9	453	43.9
Jun 2006	Kumano Nada	10(1)	5 / 5(1) / -	27.6	466	62.7
Nov.2006	Ise Bay	20(2)	10(1) / 10(1) / -	22.2	238	20.2
Dec.2006	Ise Bay	20(3)	10(1) / 10(2) / -	22.9	262	22.8
Jan.2007	Ise Bay	10(3)	5(2) / 5(1) / -	21.6	246	25.2
Feb.2007	Ise Bay	10(1)	5 / 5(1) / -	22.8	273	32.2
Feb.2007	Kumano Nada	10	5 / 5 / -	25.4	349	29.0

\* released fish were produced artificially and released with the elastomer tag or ALC tag in Ise Bay

Table 2 Toxicity of ocellate puffer *Takifugu rubripes* in Ise Bay and Kumano Nada from 2004 to 2007

Date of catch	Sampling area	Number of specimens assayed (released)	Toxic specimens				
			N (released)	Male : Female	BW (g)	LW (g)	TL (MU/g)
Dec.2004	Ise Bay	20 (3)	5 (1)	5 : 0	235-543	12.2-49.0	6.6-23.5
Feb.2005	Ise Bay	47 (10)	1	0 : 1	206	14.4	19.3
Jan.2007	Ise Bay	10 (3)	1	1 : 0	187	20.1	15.1
Feb.2007	Kumano Nada	10	1	0 : 1	411	40.3	24.1

BW : Body length, LW : Liver weight: TL : Toxin level

産卵場に回帰することが知られている(中島・新田 2005)。これらのことから、同系群は、他海域から独立した系群と考えられている(伊藤 1997)。したがって、本研究で用いた熊野灘の試料は、伊勢湾から移動回遊したものと見なされる。2004年11月から2007年2月に伊勢湾および熊野灘で漁獲されたトラフグのうち毒性を有した試料の体重、肝臓重量、性および肝臓毒性値の範囲を示す(Table 2)。伊勢湾の試料を見ると、2004年11月の試料42検体はすべて無毒(5MU/g未滿)であったが、12月の試料では20検体中5検体が有毒(5MU/g以上)で、最高毒性値は23.5MU/gであった。有毒個体は全て雄であった。この中には、標識放流されたトラフグ人工種苗が1個体(魚体重422g)含まれていた。2005年2月の試料にも1検体に毒性(19.3MU/g)が認められた。この検体は雌であった。この結果、2004年10月から2005年4月に供した試料228検体中、5MU/g以上の毒力を示したのはわずか6検体にすぎず、有毒個体出現率は2.6%と低かった。2005年11月から2006年3月の試料は、60検体全てが無毒であった。2006年11月から2007年2月の試料は、60検体中1検体(1月, 雄, 魚体重187g)が有毒(15.1MU/g)で、有毒個体出現率は1.6%と低かった。この結果、伊勢湾の全試料中有毒個体出現率は2.0%であった。熊野灘では、2006年2月から6月の試料60検体は全て無毒であったが、2007年2月の試料は10検体中1検体(雌, 魚体重411g)に24.1MU/gの毒力が認められ、有毒個体出現率は10.0%であった。この結果、熊野灘の全試料に占める有毒個体出現率は1.4%であった。なお、2004年12月の試料中、毒性を示した5個体の体重と毒力の関係に相関はほとんど認められなかった(Fig. 2,  $r = 0.1661$ )。

供試された試料は11月から6月に漁獲されたもので夏季の試料は得られなかったが、有毒個体8検体の季節変化を見ると、2004年12月の試料は有毒個体出現率が25.0%と高かったが、2005年および2006年12月の個体

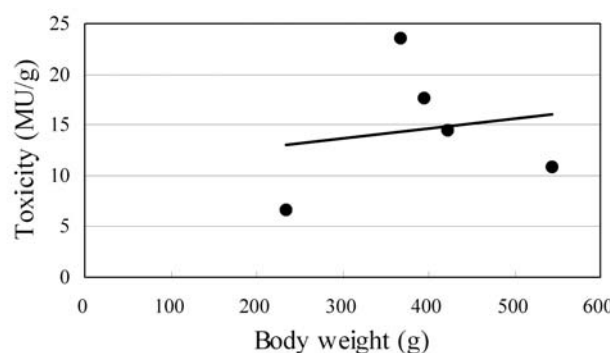


Fig. 2 Relationship between body weight and toxin level for 5 ocellate puffer specimens obtained in December 2004.

は全て無毒であった。2005年2月および2007年2月には有毒個体が出現したが、前者の出現率は2.1%、後者は10.0%と低かった。2004年12月の試料を除けば、有毒個体出現率は低く、また明確な季節変化は見られなかった。このように、2004年11月から2007年2月に伊勢湾および熊野灘で漁獲されたトラフグの肝臓418検体の毒性を検査し、毒性値に季節変化があるか否かを調べたが、ほとんどの試料が毒性を示さなかった。この測定結果だけで、伊勢産トラフグの毒性について論じるのは早計であるが、少なくともこの季節に漁獲される魚体重200~400g程度のトラフグの肝臓は毒性がないか、あっても低く弱毒レベル(10以上100MU/g未滿)に留まっていると考えられる。また、性による有毒個体出現率の差を見ると、雄は6検体、雌は2検体で、雄の出現率はやや高かったが、雌雄による毒性の差を論じるほどのデータは得られなかった。なお、人工生産されたトラフグ種苗は1個体が毒性を有し、しかも有毒個体出現率も1.6%(60個体中1個体)と低く、前述した伊勢湾および熊野灘の試料とほぼ同じ出現率を示したことから、人工種苗も放流後は天然魚と同様な生活をしていることがうかがえた。



### 毒性の地域差および成長に伴う毒性の変化について

フグ属の毒は、肝臓、卵巣および皮に蓄積されることが知られている(藤田 1988, 塩見・長島 2006)。谷(1945)の日本産フグ科魚類の毒力の表によれば、トラフグ肝臓の毒力は強毒(100以上1000MU/g未満)に分類されている。長島(2007)が東京都中央卸売市場(築地市場)に入荷したトラフグ(130個体)の肝臓毒性を調べた結果でも、最高毒性値は510MU/gと強毒レベルに留まり、谷の結果とよく一致した。ところで、トラフグの肝臓は他のフグ類に比べて有毒個体の割合が低く、長島(2007)の結果では9.2%、加納(1989)が1983年から1985年にかけて天然トラフグで調べた結果でも有毒個体は全体の20%程度(三陸産27%、北九州産16%)と報告している。しかし、本研究で、伊勢湾および熊野灘で漁獲されたトラフグ肝臓の有毒個体出現率は1.4~2.0%とさらに低い結果であった。また、毒性値も最高で24.1MU/gと低かった。この結果を見る限り、トラフグの毒性に地域性の大きいことが示唆される。なお、三重県(1998)の調査によると、伊勢湾口部の産卵場で1997年4月にまき網で漁獲された魚体重2.4~2.8kgのトラフグ産卵親魚4個体の肝臓は全て無毒(5MU/g未満)であったが、遠州灘で同年12月15日に延縄により漁獲されたトラフグ成魚3個体(魚体重2.1~2.3kg)の肝臓の毒力は、1個体に136MU/gと毒性が認められた。1997年の試料数は7個体と少ない上に毒性を有した個体も1個体と少ないが、毒力は136MU/gと高く強毒を有した。また、有毒個体出現率は14.3%と本研究の結果より高く、加納(1989)が調べた北九州産トラフグ(魚体重2.5~3kg)の16%に近かった。本研究で明らかになった0歳魚の有毒個体出現率と成魚のそれの大きな差異は測定年によるものか測定した試料の魚体の大きさによるものか不明であるが、加納(1989)が調べた北九州産トラフグの魚体重は2.5~3kgであり、明らかに成魚である。このことから、伊勢湾産トラフグは、成長と共に毒を保有する個体の割合が増加し、毒力も増加する可能性が考えられる。この考えに基づくと、遠州灘に生息するトラフグの毒性は北九州産のトラフグと大きく変わらないと推察される。今後は、大きさ別の試料数を増やし、それらの毒性を明らかにする必要がある。

谷(1945)は「毒力において卵巣も肝臓もともに12月頃より急激に増加し、5~6月の産卵に至るまで強ないし猛毒となる場合が多い。また、この時期において毒性の頻度も著しく増強する」としている。しかし、加納(1988)によると、シヨウサイフグ(東京湾で漁獲された

もの)では、肝臓の毒力は産卵期と考えられる6、7月だけでなく8月ないし10月になってもかなりの毒性レベルを維持していた。マフグ(東京都中央卸売市場に入荷されたもの)も最高毒力および有毒個体出現率ともに9月に最高となり、フグの毒性と産卵期の関係については再検討の必要があると述べている。本研究の試料は全て未成魚であり、トラフグ成魚の毒性と産卵期との関係についても残された課題である。

フグ毒保有動物の毒化について、食物連鎖によると考えるなら(野口1988)、ある季節に毒力が増加し、有毒個体出現率も高くなる条件として、その時期に特異的に摂餌する餌生物の存在や生息場所があるとも考えられ、トラフグの生態学的な調査研究も合わせて進める必要がある。その際、トラフグ以外のフグ類についても調査することで、種の特長や海域の特性が把握される可能性が考えられる。他方、トラフグは生活史の中で大きく回遊することも知られていて、瀬戸内海で発生したトラフグは東シナ海に、秋田沖のトラフグは三陸沖に移動する(伊藤1997, 伊藤1998)。毒性の検討にあたっては、魚種は勿論、採集海域、季節および大きさを明示して比較することも重要と考えられた。

### 要 約

2004年11月から2007年2月に伊勢湾の小型底曳網および熊野灘南部海域の大型定置網で漁獲されたトラフグ0歳魚および満1歳魚418個体の肝臓の毒性とその季節変化を調査した。伊勢湾の有毒個体出現率は2.0%(7/348)、熊野灘では1.4%(1/70)と推定され、最高毒性値はそれぞれ23.5MU/g, 24.1MU/gであった。この結果、少なくともこの季節に漁獲される体長20~30cm程度のトラフグの肝臓には毒性がないか、あっても弱毒レベル(100MU/g未満)に留まっていると考えられた。

### 文 献

- 藤田 矢郎 (1988) : 日本近海のフグ類. 水産研究叢書 39, 112-122.
- 伊藤 正木 (1997) : 移動と回遊から見た系群. 多部田修編. トラフグの漁業と資源管理 水産学シリーズ 111. 恒星社厚生閣, 東京, 136pp.
- 伊藤 正木 (1998) : 標識放流結果から推定した秋田沖漁場のトラフグ成魚の移動・回遊. 日水誌, 64, 645-649.
- 神谷 直明・辻ヶ堂 諦・岡田 一宏 (1992) : 伊勢湾口部安乗沖におけるトラフグ産卵場. 栽培技研, 20, 109-115.
- 加納 碩雄 (1988) : 脊椎動物におけるフグ毒の分布. 橋本

- 周久編. フグ毒研究の最近の進歩. 水産学シリーズ 70. 恒星社厚生閣, 東京, pp32-44.
- 加納碩雄 (1989): フグの毒性に関する研究. 博士論文, 東京大学, 東京.
- 児玉正昭・佐藤繁 (2005): フグ毒. 厚生労働省監修. 食品衛生検査指針理化学編. 日本食品衛生協会, 東京, pp661-666.
- 三重県 (1998): 平成9年度資源管理型漁業推進総合対策事業報告書 (広域回遊資源).
- 中島博司 (1991): 熊野灘・遠州灘海域のトラフグ資源について. 水産海洋研. 55, 246-251.
- 中島博司 (2001): 伊勢湾口部トラフグ産卵場の規模と産着卵の分布について. 三重水技研報, 9, 1-8.
- 中島博司・新田朗 (2005): 標識放流試験から見たトラフグ親魚の伊勢湾口部産卵場への回帰. 日水誌, 71, 736-745.
- 長島裕二 (2007): ふぐの毒性. 鈴木隆利編. ふぐの調理技術すっぽんの調理技術. 旭屋出版, 東京, pp145-157.
- 野口玉雄 (1988): 食物連鎖によるフグ毒保有動物の毒化. 橋本周久編. フグ毒研究の最近の進歩. 水産学シリーズ 70. 恒星社厚生閣, 東京, pp85-93.
- 塩見一雄・長島裕二 (2006): 新訂版 海洋動物の毒. 成山堂書店, 東京, pp1-15.
- 白木谷卓哉・田中健二・岩田靖弘・家田喜一・石川雅章 (2002): 伊勢湾口部におけるトラフグの産卵場及び産卵時期. 愛知水試研報. 9, 27-31.
- 谷 巖 (1945): 日本産フグの中毒学的研究. 帝國図書, 東京.