

沖縄島のクサフグ個体群の遺伝的異質性

高木基裕 (愛媛大南水研セ) · 登山賢斗 (愛媛大院農) · 山田裕貴 (愛媛大連合農) · 酒井治己 (水大校)

はじめに

クサフグ *Takifugu alboplumbus* は青森県から沖縄、東シナ海、朝鮮半島南部の沿岸に分布し (山田 2000)、水深50m以浅の内湾の岩礁域、砂礫底、藻場に生息する魚類で (松浦 1997)、本州、中国、四国、九州地方では沿岸海域を代表する魚類である。

琉球列島においては、クサフグは種子島・屋久島、奄美大島から沖縄島にかけて分布が確認されている (林 1972; 林ら 1992; 四宮・池 1992; Sakai et al. 2001; 環境省 2002; 吉野 2005; 吉郷 2014; 瀬能 2015; 立原 2017) が、沖縄島のクサフグ個体群は、環境省のレッドデータブック (環境省, 2017) で絶滅のおそれのある地域個体群 (LP)、沖縄県のレッドデータ (立原 2017) では絶滅危惧I B類 (EN) として記載され、保護対策が求められている。

また、沖縄島のクサフグ個体群は九州以北のものとは遺伝的・生理的な特徴に違いがあるとされている (瀬能, 2015) が、詳細は明らかにされておらず (松浦・瀬能 2012)、九州以北のクサフグ個体群との遺伝的検討の必要性が指摘されている (松浦・瀬能 2012; 立原 2017)。

本研究は、マイクロサテライトDNA多型によりクサフグの遺伝的多様性と分化を調査し、絶滅のおそれのある地域個体群である沖縄島のクサフグ個体群と九州以北のものとの遺伝的差異について明らかにすることを目的とした。

材料・方法

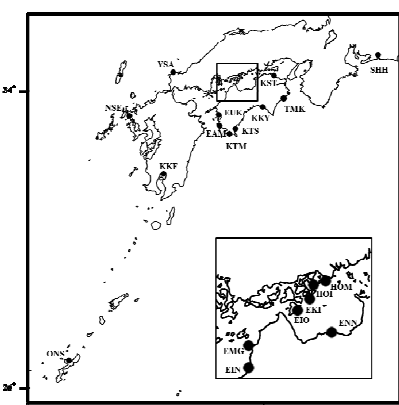


Fig. 1. Sampling sites of *Takifugu alboplumbus*. Locality abbreviations are shown in Table 1.

Table 1. Specimens of *Takifugu alboplumbus* collected for microsatellite DNA analysis.

Pref.	Site	Abbreviation	date of collection	Number of analysis	Mean of Total Mean of Body Length (mm)	Weight (g)
Shizuoka Pref.	Hamamatsu, Hamana Lake	SHH	Apr-'00	19	128.53	37.20
Tokushima Pref.	Minami, Kiki River	TMK	Jul-'13	40	80.52	11.07
Kochi Pref.	Konan, Yasu River	KKY	Sep-'12	38	53.03	2.44
	Tosashimizu, Shimonokae River	KTS	Aug-'13	34	66.26	4.93
	Tosashimizu, Misaki River	KTM	Aug-'13	34	116.76	31.82
Kagawa Pref.	Sanuki, Tsuda	KST	Jul-'13	16	85.68	11.37
Hiroshima Pref.	Ononichi, Momoshima Island	HOM	Aug-'14	38	103.29	26.02
	Ononichi, Imoshima Island	HOI	Jul-'12	32	29.94	0.15
Ehime Pref.	Niihama, Ninai	ENN	Jul-'12	37	95.45	15.66
	Kamijima, Iwagi Island	EKI	Jul-'12	39	110.77	22.69
	Imabari, Oshima Island	EIO	Jul-'12	27	105.55	23.00
	Matsuyama, Gogoshima Island	EMG	Jun-'13	38	123.20	32.72
	Iyo, Nada	EIN	Jul-'13	38	85.04	12.76
	Uwajima, Kitanada	EUK	Oct-'12	30	57.21	3.57
	Ainan, Miso	EAM	Oct-'12	43	56.93	3.26
Yamaguchi Pref.	Shimonoseki, Awano River	YSA	Aug-'00	14	36.23	1.51
Nagasaki Pref.	Sascho, Emukae	NSE	Jul-'13	35	108.84	25.91
Kagoshima Pref.	Kirishima, Fukuyama	KKF	Oct-'13	40	121.87	27.04
Okinawa Pref.	Nago, Sumiude River	ONS	Jul-'16	48	41.10	3.16

用いたマイクロサテライトマーカー4座 *Tru-1, 7, 8, 15* (Takagi et al, 2003)

遺伝的多様性

Table 2. Mean of genetic variabilities of 4 microsatellite loci surveyed for *Takifugu alboplumbus*.

Population	N	Na	Ar	Ho	He	Ho/He	F
SHH	19	17.8	15.6	0.816	0.925	0.882	0.117
TMK	40	23.8	16.0	0.925	0.937	0.987	0.013
KKY	38	21.3	15.0	0.934	0.932	1.003	-0.003
KTS	34	19.8	14.5	0.919	0.926	0.993	0.007
KTM	34	20.3	14.2	0.926	0.917	1.010	-0.010
KST	16	17.0	16.0	0.922	0.923	0.999	0.001
HOM	38	24.5	16.4	0.901	0.940	0.959	0.041
HOI	32	22.3	16.1	0.914	0.937	0.976	0.024
ENN	37	23.5	16.1	0.905	0.939	0.964	0.035
EKI	39	24.8	16.3	0.917	0.940	0.976	0.025
EIO	27	21.5	15.7	0.917	0.927	0.989	0.011
EMG	38	23.0	15.7	0.921	0.935	0.985	0.014
EIN	38	24.0	16.4	0.921	0.940	0.979	0.021
EAM	30	22.0	16.1	0.900	0.935	0.962	0.038
EUK	43	22.5	15.3	0.936	0.934	1.003	-0.003
YSA	14	16.5	16.5	0.964	0.923	1.044	-0.044
NSE	35	24.0	16.2	0.893	0.937	0.953	0.047
KKF	40	23.3	15.6	0.869	0.936	0.928	0.072
ONS	48	13.5	10.0	0.870	0.860	1.011	-0.011

N: Sample size, Na: No. of allele, Ar: Allelic richness, Ho: Observed Heterozygosity, He: Expected Heterozygosity, F: Fixation Index

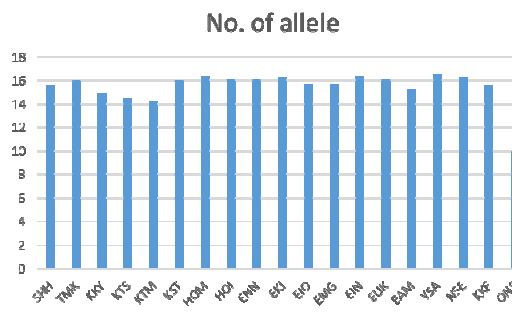


Fig. 2. Mean number of allele (allelic richness) surveyed for *Takifugu alboplumbus*. Locality abbreviations are shown in Table 1.

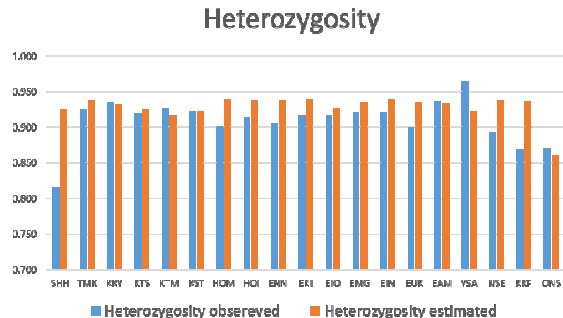


Fig. 3. Mean of heterozygosity surveyed for *Takifugu alboplumbus*. Locality abbreviations are shown in Table 1.

遺伝的異質性と遺伝的距離

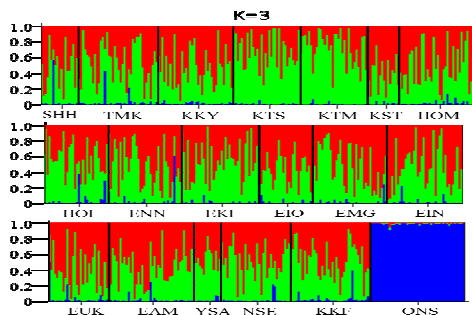


Fig. 4. Population structure in *Takifugu alboplumbus* inferred from microsatellite typing. K: Number of hypothesized ancestral cluster. Each color indicates each cluster and vertical axis shows proportion of ancestral clusters. Locality abbreviations are shown in Table 1.

Table 3. Result of population pairwise FST in *Takifugu alboplumbus*.

	SHH	TMK	KKY	KTS	KTM	KST	HOM	HOI	ENN	EKI
SHH		NS	NS	NS	**	NS	NS	NS	NS	NS
TMK	0.014		NS	NS	**	NS	NS	NS	NS	NS
KKY	0.012	0.007		*	**	NS	NS	NS	NS	NS
KTS	0.014	0.010	0.010		**	*	**	*	**	NS
KTM	0.018	0.014	0.016	0.013		**	**	*	**	**
KST	0.013	0.012	0.012	0.017	0.020		NS	NS	NS	NS
HOM	0.009	0.010	0.008	0.011	0.016	0.011		NS	NS	NS
HOI	0.012	0.008	0.009	0.012	0.015	0.009	0.009		NS	NS
ENN	0.011	0.009	0.008	0.011	0.016	0.010	0.006	0.007		NS
EKI	0.011	0.010	0.009	0.010	0.015	0.009	0.007	0.005	0.006	
EIO	0.014	0.013	0.012	0.018	0.019	0.013	0.011	0.010	0.009	0.009
EMG	0.012	0.010	0.009	0.012	0.018	0.013	0.007	0.009	0.008	0.008
EIN	0.010	0.009	0.008	0.010	0.014	0.012	0.007	0.009	0.008	0.008
EUK	0.013	0.012	0.012	0.016	0.019	0.015	0.011	0.011	0.010	0.009
EAM	0.014	0.011	0.012	0.013	0.015	0.016	0.009	0.011	0.008	0.009
YSA	0.015	0.014	0.014	0.016	0.019	0.015	0.011	0.011	0.011	0.011
NSE	0.012	0.013	0.010	0.013	0.016	0.010	0.008	0.008	0.008	0.007
KKF	0.010	0.011	0.009	0.013	0.019	0.013	0.010	0.010	0.008	0.008
ONS	0.040	0.037	0.040	0.046	0.050	0.044	0.037	0.037	0.039	0.039

	EIO	EMG	EIN	EUK	EAM	YSA	NSE	KKF	ONS
SHH	NS	NS	NS	NS	**	NS	NS	NS	**
TMK	NS	NS	NS	NS	**	NS	NS	NS	**
KKY	NS	NS	NS	NS	**	NS	NS	NS	**
KTS	**	*	NS	**	**	NS	NS	**	**
KTM	**	**	**	**	**	NS	**	**	**
KST	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	**
HOM	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	**
HOI	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	**
ENN	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	**
EKI	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	**
EIO		NS	NS	**	NS	NS	**	**	**
EMG	0.012		NS	NS	NS	NS	NS	**	**
EIN	0.010	0.007		NS	NS	NS	NS	**	**
EUK	0.014	0.010	0.009		NS	NS	NS	**	**
EAM	0.014	0.009	0.008	0.010		NS	NS	**	**
YSA	0.015	0.011	0.013	0.013	0.014		NS	**	**
NSE	0.014	0.009	0.009	0.013	0.011	0.013		**	**
KKF	0.014	0.008	0.008	0.010	0.011	0.013	0.009		**
ONS	0.044	0.039	0.038	0.035	0.041	0.043	0.042	0.037	

*: P<0.05, **: P<0.01

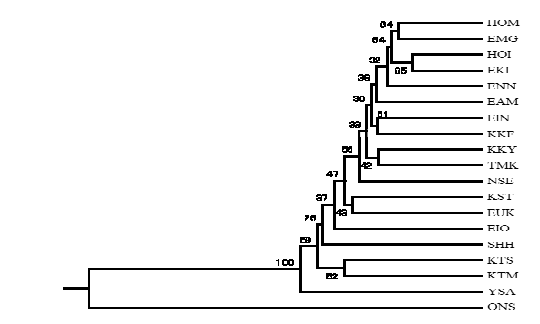


Fig. 5. UPGMA dendrograms generated using the Nei's distance among the *Takifugu alboplumbus* populations. Bootstrap values of 100 replications indicated on each branch. Locality abbreviations are shown in Table 1.

まとめ

クサフグを本州、四国、九州および沖縄島より採集し、マイクロサテライトDNA多型を用いて遺伝的多様性と分化の程度を調べた。

絶滅が危惧される沖縄島の個体群の有効アリル数の平均値は10.0で、他の個体群の14.2-16.5と比較して低く、ヘテロ接合体率(期待値)の平均値も0.860と他の個体群と比較してやや低い傾向(0.917-0.946)がみられた。

沖縄島の個体群は他の全ての個体群との間で黒潮による障壁が原因と考えられる遺伝的異質性が認められた。

足摺岬周辺の個体群と他の個体群間でも遺伝的異質性が認められた。

謝辞

静岡県内水面漁業協同組合連合会の川嶋尚正博士、福山大学生命工学部の阪本憲司博士、株式会社拓水の後藤卓哉氏、愛媛大学南予水産研究センターの澤山英太郎博士および琉球大学熱帯生物圏センターの山平智寿博士には標本採集にご協力いただき、厚くお礼を申し上げます。

本研究の一部は琉球大学熱帯生物圏研究センターの共同利用研究の助成を受けました。

引用文献等

林公義, 1976. 横須賀市博物館館報, 22: 32-36.
 林公義・伊藤孝・林弘章・萩原清司・木村嘉芳, 1992. 横須賀市博物館研究報告, 40: 45-63.
 伊藤正木・安井港・津久井文夫・多田修, 1999. 日本水産学会誌, 65: 175-181.
 環境省自然環境局 生物多様性センター, 2002. 第5回生物多様性調査 動物分布調査報告書 (淡水魚類), Pp.349, 491.
 松村靖治, 2006. 日本水産学会誌, 72: 1029-1038.
 松浦一, 1997. 日本海水魚, Pp. 714, 山と溪谷社.
 松浦一・瀬能, 2012. 黒潮の魚たち, Pp. 3-16, 東海大学出版会.
 Matsuura, K., 2017. Bull. Natl. Mus. Nat. Sci., Ser. A, 43: 71-80.
 中村充博・小林弘二朗・村上和男, 2005. 海洋学論文集, 52: 361-365.
 落合明, 1965. 魚類学(下), Pp. 885-891, 恒産社学術.
 Richardson, J., 1845. Ichthyology. Part 3. In R. B. Hinds (ed.) Smith, Elder & Co., London, 99-150, pp. 55-64.
 Sakai, H., M. Sato & M. Nakamura, 2001. Bulletin of the National Science Museum. Series A, Zoology, 27: 1-139.
 瀬能, 1989. 日本淡水魚, Pp. 674, 山と溪谷社.
 瀬能, 2015. レッドデータブック2014-日本の絶滅の恐れのある野生生物-4 汽水・淡水魚類, Pp. 406-407, 株式会社ぎょうせい.
 四宮明彦・池後入, 1992. 鹿児島大学水産学部紀要, 41: 77-86.
 立原一憲, 2017. 改訂・沖縄島のクサフグとその近縁種(レッドデータおきなわ)第3版-動物編-魚類, Pp. 274-275.
 Takagi M., Sato J., Monbayashi C., Aoki K., Tsuji T., Hatanaka H., H. Takahashi & H. Sakai, 2003. Fisheries Science, 69: 1085-1095.
 高木基裕・渡辺賢彦・坂井和子・谷口順彦, 2012. 水産研究, 42: 11-20.
 高木基裕・久保田信子・伊藤明・浪谷雅紀・高橋弘明・酒井治己, 2012. 生物地理学会報, 67: 93-102.
 山田裕貴, 2000. 日本産魚類検索 全種の同定 第二版, Pp. 1425, 東海大学出版会.
 山重政則, 1979. 水産改良普及事業資料, 1-21.
 吉野英範, 2014. Fauna Ryukyuan, 9: 1-153.
 吉野哲夫, 2005. 沖縄県文化環境部自然保護課(編), 改訂・沖縄島の絶滅のおそれのある野生生物(動物編): レッドデータおきなわ, Pp. 186.