マダイの肝臓エステラーゼにみられる遺伝変異について

谷口順彦・田島健司

(1978年1月9日受理)

Genetic Variation of Liver Esterase in Red Sea Bream

Nobuhiko TANIGUCHI and Kenji TASHIMA^{*2}

A distinct variation was found in the electropherogram of esterase of the red sea bream *Pagrus major* (TEMMINCK et SCHLEGEL) collected from the waters of Japan and the offsprings bred artificially by natural spawning method in the culture pond. It was presumed that there are eight alleles at the esterase locus on the basis of the electrophoretic polymorphism. Seventeen of 36 phenotypes theoretically expected were found. The validity of genetic model presumed on the esterase locus was ascertained by the test of goodness-of-fit of the phenotype frequencies and the Hardy-Weinberg expectations. The frequencies of allele *d* ranged from 0.116 to 0.138, allele *e* from 0.531 to 0.643, allele *f* from 0.185 to 0.281, in natural samples. In the frequencies of alleles *d*, *e* and *f*, there was no statistical difference among the natural samples. On the other hand, variation in the allele frequencies of esterase locus caused by the "WRIGHT effect" (random genetic drift) was actually observed among the samples obtained by artificial breeding.

日本沿岸のタイ類について多くの漁業生物学的研究がなされてきたが、資源量変動の基本単位として重視される種族 (subpopulation) の集団遺伝学的な研究は全くなされていない。マダイやクロダイの放流事業がすすめられている現在、放流効果を判定し適正に資源を理管するには種族の実態を究明する必要がある。

種族の判別に関する研究は標識放流や形態学的測定などの従来の方法のほかに、最近、生化学的な手法が導入されるようになって著しい進展をみせている^{1,2)}。著者らはタイ類の種族に関する基礎的研究として生化学的な遺伝変異の探索および分析を試みているが、ここでは天然および人工種苗マダイの肝臓のエステラーゼで見出された多型現象について得られた結果を報告する。

材料および方法

試料は 1975 年から 1976 年にかけて採集した天然マダイ *Pagrus major* (TEMMINCK et SCHLEGEL) 595 個体 (Table 1) と 1974 年から 1976 年にかけて各地の孵化場で生産されたマダイ 131 個体からなる (Table 3)。人工種苗のマダイは瀬戸内海栽培漁業協会方島事業所 (1974 年)、同・古満日事業所 (1976 年)、徳島県水産試験場 (1974 年)、および長崎県水産試験場 (1975 年) の各孵化場で自然産卵させ、5~6 カ月間育成されたものである。いずれも採集した供試魚は電気泳動を行うまで一時凍結した。

凍結した肝臓の一部を眼科用鉗で細かく刻みこれに既

Table 1. Samples used in this study

Species name	Locality	Date of sampling	Number of sample	Standard length in mm
<i>Pagrus major</i>	Shijiki, Nagasaki Pref.	Oct.-Nov. '75	80	105-200
	Shingū, Fukuoka Pref.	Jul. '75	21	50-77
	Fukube, Tottori Pref.	Aug. '75	73	61-133
	Shido, Kagawa Pref.	Oct. '76	142	71-187
	Yura, Hyōgo Pref.	Oct. '76	132	62-127
	Kada, Wakayama Pref.	May-Dec. '75	147	97-473

^{*1} 本研究の一部は昭和 51 年度科学研究費補助金・一般研究 D (課題番号 166087) によつたものである。

^{*2} 高知大学農学部栽培漁業学科 (Department of Cultural Fisheries, Faculty of Agriculture, Kochi University, Nankoku, Kochi Pref. 783, Japan).

待値を算出し、各型の実測値と期待値の差の有意性をカイ二乗検定した (Table 2)。各サンプルとも観測値と期待値の差の χ^2 値はいずれも有意水準を $P < 0.05$ とした時の $\chi^2 = 15.033$ (d.f.=6) に達することではなく、両値がよく一致していると判断され、マダイの肝臓エステラーゼの主バンドについて推定された遺伝モデルの妥当性が証明された。

各地のマダイの遺伝的組成を比較し、海域間の遺伝的分化の状態を検討するため、エステラーゼ主バンドの各対立遺伝子毎にサンプル間の均質性の検定³⁾を行った。 d については $\chi^2 = 0.575$, e については $\chi^2 = 2.21$, f については $\chi^2 = 4.00$, x については $\chi^2 = 7.08$ となり、いずれも有意水準を $P < 0.05$ とした時の $\chi^2 = 13.39$ (d.f.=5) には達せず、ここで調べた 6 サンプルは均質と判定された。つまり、エステラーゼの対立遺伝子についてみるかぎり、西日本のマダイ集団に地理的分化は認められないということになる。

マダイ人工種苗における遺伝的浮動 近年、放流用としてマダイ種苗が大量に生産されている。採卵用親魚の数は天然のそれに比して著しく少ないので人工種苗の対立遺伝子組成が変化する可能性がある。そこで天然マダイの遺伝子組成との比較のため、異なる孵化場で生産されたマダイ 4 サンプルについて肝臓エステラーゼを検出し、表現型の組成、それらの期待値、対立遺伝子頻度を求めた (Table 3)。各サンプルの変異型は期待値とよく一致する頻度で含まれており、実測値と期待値の差の χ^2 は有意水準を $P < 0.05$ とした時の $\chi^2 = 9.837$ (d.f.=3) 以下であった。

他方、変異型組成はロットにより異なり、各対立遺伝子について比較するとロット 1 および 4 は天然マダイと大差なく、ロット 2 および 3 は天然マダイとの差が大きい (Table 3)。人工種苗と天然マダイの間にみられる対

立遺伝子頻度の差の大きさは明らかに採卵に用いた親魚の数と相関しており、親魚数が少ない場合に天然マダイ集団との差が大きくなる。この現象は遺伝学の分野で“遺伝的浮動”と呼ばれているもので⁴⁾、マダイの種苗生産過程においてこの現象が実際にあらわれていると考えられる。

人工種苗においてエステラーゼの変異型が減退したのは親魚集団の個体数が少ないことによる確率的現象であるから、同様の現象は対立遺伝子を含む他の遺伝子座においても当然起つていであろう。一般に、エステラーゼの変異にみられるような平衡多型現象は個体群の環境に対する適応性を高めるための遺伝的機構と考えられるので⁴⁾、遺伝的浮動により生じる多くの多型の遺伝子座における変異の減退は人工種苗集団の適応能の減退につながる可能性がある。人工的な種苗生産に際して、遺伝的浮動を 5% 程度におさえるのに必要な採卵用親魚の数は 50 尾では少なく、350 尾以上あれば十分と考えられる (Table 3)。採卵用親魚の必要尾数は、理論的には⁵⁾、次代の浮動を 95% の確率で 5% 以内におさえるとして e については約 190 個体以上、 f については約 130 個体以上となり、実例とよく一致している。しかし、産卵地の親魚の全てが必ずしも生殖行動に参加するわけではないので実際には理論的必要尾数より多く準備すべきと思われる。

ニジマスの自殖系において稚魚の生残率や増重率に自殖弱勢効果が認められる⁷⁾。マダイの種苗生産において、変異の減退した種苗から採卵用親魚を育成することは次代の種苗集団に弱勢効果をもたらす原因となる可能性が考えられる。

終りに、本稿をまとめるにあたり御指導と校閲の労をとられた高知大学教授落合明博士、集団遺伝学の御指導をいただいた国立遺伝学研究所井山審也博士に深謝の意

Table 3. Observed phenotype frequencies, their HARDY-WEINBERG expectations, and allelic frequencies at the esterase locus of the red sea bream which were bred artificially in the pond and cultured for 5-6 months in a floating net after hatching out

Lot	Date of breeding	Breeding station	Population size of parents		Phenotypes						N	Allelic frequencies			χ^2
					E	EF	EX	F	FX	X		e	f	x	
1	1974	Hakatajima fish farming station of SISFFA*	368	Obs. Exp.	5 4.02	3 4.29	2 2.69	2 1.15	1 1.43	1 0.45	14	0.536	0.286	0.179	2.23
2	1974	Tokushima Fisheries Experimental Station	13	Obs. Exp.	11 11.28	2 1.74	2 1.74	0 0.07	0 0.13	0 0.07	15	0.867	0.067	0.067	0.36
3	1975	Nagasaki Fisheries Experimental Station	50	Obs. Exp.	18 17.11	8 11.65	9 7.10	4 1.98	2 2.42	0 0.74	41	0.646	0.220	0.134	4.57
4	1976	Komame fish farming station of SISFFA*	350	Obs. Exp.	21 20.66	14 12.78	15 16.90	1 1.98	6 5.23	4 3.46	61	0.582	0.180	0.238	1.02

* Seto Inland Sea Fish Farming Association

を表します。人工種苗マダイを提供していただいた栽培漁業協会伯方島事業所，同・古満目事業所，徳島県水産試験場，および長崎県水産試験場の方々にお礼申し上げます。また，これらの試料の採集に当つて西海区水産研究所田中克技官，長崎水産試験場福所邦彦技官，徳島水産試験場小島博技官，高知大学水産実験所助教授榎田晋先生，木村昭一氏に御協力いただいた。ここに深謝の意を表します。

文 献

- 1) 日本水産学会編：魚類種族の生化学的判別，水産学シリーズ No. 9，恒星社厚生閣，東京，1975，pp. 1-122.
- 2) 沼知健一：集団の遺伝学的特性—資源生物論（西脇昌治編），海洋学講座 No. 13，東京大学出版会，東京，1974，pp. 5-36.
- 3) 谷口順彦・高橋次郎・小西芳信：日水誌，38，627-631（1972）.
- 4) 萩田善一：代謝，2，331-344（1965）.
- 5) 木村資生：集団遺伝学概論，培風館，東京，1960，pp. 267-286.
- 6) 駒井 卓：遺伝学に基づく生物の進化，培風館，東京，1963，pp. 178-195.
- 7) H. L. KINCAID: *Trans. Am. Fish. Soc.*, 2, 273-280 (1976).