

徳島県における海産・琵琶湖産および人工産アユ集団の遺伝的特性について

海洋生産技術担当 谷本剛

Key word; アユ, 遺伝的多様性, マイクロサテライト DNA, PCR

はじめに

アユは我国において重要な水産対象魚種であり, また釣りの対象種としても人気が高いことから, 資源の維持・増大のため様々な由来を持つアユ種苗が全国の河川に放流されています。一口にアユといっても, 春に海から川に遡上して来る「海産アユ」, 琵琶湖内や琵琶湖に流入する河川で採捕される「琵琶湖産アユ」, 人工的に採卵をおこない飼育する「人工産アユ」に大別することができます。このうち放流アユとして用いられるのは, 主に琵琶湖産アユと人工産アユで, 本県の各河川においても, 毎年これら稚アユが大量に放流されています。それぞれのアユの外見は一見全く大差ありませんが, 実は遺伝的または生理・生態的にみれば異なる可能性があります。そのため, 今後この様な遺伝的にも生理・生態的にも異なるアユ集団が大量放流されることにより, 移植された先で在来のアユ集団と交雑することによる遺伝的影響が懸念されています。

この様な背景のもと, 放流アユが在来集団にどのような遺伝的影響を及ぼすか検討することは遺伝的保全の観点から見て極めて重要な課題であり, そのためにはまず在来の海産アユとそこに放流されるアユの遺伝的特性について把握しておく必要があります。そこで変異性が高く, 高感度の核ゲノムマーカーであるマイクロサテライト DNA(MS-DNA)マーカーを用いた分析により, 本県におけるこれらアユ集団の遺伝的特性についての基礎的知見を得ることを目的とした研究をおこないました。

調べたアユと分析方法について

標本 海産アユは主に琵琶湖産アユが放流されている吉野川と人工産アユのみ放流されている日和佐川および海部川の 3 河川で採集しました。放流アユは吉野川に放流用として導入された琵琶湖産アユと徳島県栽培漁業センターで継代飼育されている人工産アユ(日和佐川系継代 10 代目・吉野川系継代 12 代目)を用いました。

マイクロサテライト DNA 1)分析 各標本の尾鱗片から抽出した DNA を鋳型として, PCR 2)をおこない, アリル数, ヘテロ接合体率という遺伝的多様性 3)の度合を表す指標を算出しました。また, 遺伝的分化の程度を調べるため, 各標本群間の遺伝的分化指数の検定をおこないました。

- 1)マイクロサテライト DNA とは核 DNA 配列中に 2~数塩基対の反復単位が数個から数十個繰り返した反復配列が存在する領域であり, この繰り返し数に個体差があることから遺伝的多様性等を評価するための有効な遺伝指標として用いられています。

2)PCR とはポリメラーゼ連鎖反応(Polymerase Chain Reaction)の略で、短時間に目的とする特定の DNA 領域を数十万倍以上に増幅させる反応です。

3)遺伝的多様性とはある種内または集団内において遺伝的な変異の大きさを示すものです。遺伝的多様性が低下すると病気に対する耐性や環境変化に対する適応力の低下をもたらす可能性が高まる恐れがあります。

分析の結果は？

MS-DNA 分析における各標本群の遺伝的多様性を調べた結果を表 1 に示しました。海産アユである吉野川、日和佐川および海部川の標本群は、平均アリル数がそれぞれ 14.0、14.7、13.9、平均ヘテロ接合体率(期待値)はそれぞれ 0.796、0.769、0.790 となり、各標本群とも高い遺伝的多様性を有していました。

一方、琵琶湖産標本群は、平均アリル数が 12.4、平均ヘテロ接合体率(期待値)は 0.757 となり、高い遺伝的多様性を有していたものの、海産標本群と比較して若干低い値を示しました。また、人工産の日和佐川系継代 10 代目および吉野川系継代 12 代目の標本群は、平均アリル数が 4.6、5.1、平均ヘテロ接合体率(期待値)は 0.606、0.571 となり、両系統の標本群とも海産、琵琶湖産標本群と比較して極めて低い値を示しました。

表 1 マイクロサテライト DNA 分析におけるアユ集団の遺伝的多様性

供試アユ	個体数	平均アリル数	平均ヘテロ接合体率 観測値	平均ヘテロ接合体率 期待値
吉野川	50	14.0	0.794	0.796
日和佐川	50	14.7	0.814	0.769
海部川	50	13.9	0.771	0.790
琵琶湖	50	12.4	0.745	0.757
人工産日和佐川系 (継代10代目)	50	4.6	0.567	0.606
人工産アユ吉野川系 (継代12代目)	50	5.1	0.530	0.571

次に各標本群間の遺伝的分化指数の検定をおこなった結果を表 2 に示しました。海産アユの吉野川、日和佐川および海部川の標本群においては、各標本群間に有意な差がなく、遺伝的な分化はみられませんでした。

一方、琵琶湖産および人工産の日和佐川、吉野川両系統の標本群においては、各々全ての標本群に対して有意な差があり、遺伝的な分化がみられました。

表 2 アユ集団間の遺伝的分化指数(FST)

	海産アユ			琵琶湖	人工産アユ	
	吉野川	日和佐川	海部川		日和佐川系	吉野川系
吉野川	-					
日和佐川	0.0000	-				
海部川	0.0005	0.0000	-			
琵琶湖	0.0503*	0.0667*	0.0672*	-		
人工産(日和佐川系)	0.0964*	0.0939*	0.0953*	0.1752*	-	
人工産(吉野川系)	0.0988*	0.0844*	0.0838*	0.2081*	0.1127*	-

* 集団間に有意差あり ($P < 0.01$)

分析の結果から考えられること

MS-DNA 分析によりアユ標本群の遺伝的多様性を調べた結果、3 河川の高産標本群は平均アリル数、平均ヘテロ接合体率ともに同程度の値を示し、これら河川におけるアユの遺伝的多様性はほぼ同じ水準であることが明らかとなりました。これらの値は MS-DNA 分析による他地域の海産アユ集団の結果と同様の値を示しており、本県の高産アユはこれら集団と比較しても遜色ない十分な遺伝的多様性を保有しているものと考えられました。

琵琶湖産標本群については、平均アリル数、平均ヘテロ接合体率ともに高産標本群と比較して若干低い値を示したことから、高産アユと同じ野性集団であるにも係わらず、琵琶湖産アユは遺伝的多様性がやや低下していることが示唆されました。

人工産標本群においては、両系統とも高産および琵琶湖産アユの野性集団と比較して、遺伝的多様性が著しく低下していることが明らかになりました。先にも述べたように、人工産アユは人工的に採卵・飼育をおこなっており、これら種苗の生産は一般的に人為的に選択した特定の形質や性質をもつ少数の親魚による継代交配の繰り返しがおこなわれています。本県の高産アユも 2 系統とも 10 代以上(つまり 10 年間以上)継代されたものです。これら人工産アユにおいて遺伝的多様性の低下が認められたということは、上記のような種苗生産が長期間おこなわれたことにより、偏った遺伝子を持つ個体集団となっていることを意味しています。

次に各標本群間の遺伝的分化指数の検定をおこなったところ、高産アユの標本群に遺伝的な分化はみられませんでした。このことは、本県の河川に遡上してくる同一年級群の高産アユの遺伝子組成はほぼ均質であったことを示しています。

一方、琵琶湖産および人工産両系統の各標本群は全ての標本群との間に遺伝的な分化がみられました。琵琶湖産アユについては、高産アユと水温および塩分に対する耐性や産卵期等が

違うことが明らかにされており、生理・生態的にみても両者には相違がみられることがわかっています。また、人工産両系統の標本群については、海産標本群との遺伝的分化が琵琶湖産標本群と海産標本群のそれよりさらに拡大していることが明らかになりました。これは、人工産アユが吉野川と日和佐川の海産アユを由来として生産されたにも係わらず、種苗生産過程における遺伝的多様性の著しい低下により、本来の海産アユとは大きくかけ離れた遺伝子組成を形成したためと考えられます。さらに、両系統間においても大きな遺伝的分化がみられた結果は、本来同質の遺伝子組成を持つと考えられる海産アユを親魚に用いて生産したロット間でも、短期間のうちに遺伝的組成に大きな差異が生じる可能性があることを示唆しています。

最後に

以上のように、海産アユと放流アユである琵琶湖産および人工産アユでは、遺伝的特性が大きく異なっていることが明らかとなりました。今後、このような放流アユと在来アユとの交雑によって、固有の遺伝形質の消失や遺伝的多様性の低下にともなう環境適応性の低下などの遺伝的攪乱を引き起こす可能性が危惧されます。このような遺伝的な影響を検討するには、本研究で得られた結果をもとに、引き続き高感度 DNA マーカーである MS DNA を用いて、これら集団の遺伝的特性を経時的にモニタリングしていく必要があります。