

선발과 계통간 교배에 의한 참돔의 육종 연구

홍경표 · 노충환 · 오승용 · 장요순

한국해양연구원 해양생물자원연구본부

1. 서 론

참돔은 우리나라와 일본에서 주요 양식 대상종이며, 양식 생산성 향상을 위한 방안의 하나로 유전육종학적 연구가 진행되어 왔다. 분자 생물학적 기법의 발달로 인해 육종 기법이 고도화·다양화되고 있으나 산업적 생산이 이루어지지 않고 있으며, 선발에 의한 육종 기법이 실제적으로 산업 현장에서 적용되고 있다(Taniguchi, 1995; Murata et al., 1996). 우리나라에서는 참돔 양식이 시작된 1980년대 중반부터 어체 크기에 따른 선발이 시도되어 왔으며, 매 세대에서 어체 크기 기준 상위 5-30%를 선발하는 방법으로 현재 4세대 선발 친어군을 보유하고 있다.

이 발표에서는 어체 크기를 기준으로 한 참돔의 선발 효과 조사 연구 결과를 제시하였다. 그리고 또다른 육종 기법의 하나인 종내 계통간 교배 기법을 한국산 선발 4세대와 일본산 양식 계통에 적용하여 생산된 자손의 성장 양상과 배설 및 호흡 생리 그리고 유전학적 분석 결과를 제시하였다.

2. 한국 계통 참돔의 선발 효과

2.1 친어군 및 자손 생산

한국산 선발 친어군(KORDI-F3 line)은 1984년 우리나라 남해안 자연산으로부터 매 세대당 어체 크기 기준 상위 5-30%를 선발한 친어군이며, 이의 대조 친어군(비선발 친어군)으로는 같은 해역에서 수집한 자연산 참돔의 2세대 자손(non-selected line)을 사용하였다. 자연 성숙된 친어를 육상 수조로 옮겨 수정란 생산이 최고조에 다다랐다고 판단되는 시기에 생산된 수정란을 자손 생산에 사용하였다. 수정란 크기, 난질 그리고 96일령까지의 성장 조사는 2003년 6월에 그리고 해상 가두리에서의 성장 조사는 2000년 6월에 생산된 수정란을 사용하였다.

2.2 수정란 크기, 난질

한국산 선발 친어군과 비선발 친어군으로부터 생산된 수정란의 평균 난경은 각각 $0.91 \pm 0.003\text{mm}$ 및 $0.90 \pm 0.004\text{mm}$ 로서 유의한 차이는 없었으며, 유구수와 미세 소포수를 조사한 난질에서도 두 친어군간 차이가 없었다.

2.3 성장

부화자어의 크기는 한국산 선발 친어군과 비선발 친어군의 자손이 각각 $2.84 \pm$

0.14mm 및 2.85 ± 0.24 mm로서 유의한 차이는 없었다. 96일령까지의 초기 성장 조사에서 두 친어군간 뚜렷한 길이 성장 차이는 없었으나 체중 조사가 시작된 60일령 이후부터 한국산 선발 친어군의 자손이 비선발 친어군의 자손보다 유의하게 무거운 것으로 나타났다. 96일령 한국산 선발 친어군의 자손의 전장, 체장 그리고 체중은 각각 7.97 ± 0.95 cm, 6.58 ± 0.81 cm 그리고 8.51 ± 3.28 g이었으며, 비선발 친어군은 각각 7.90 ± 0.92 cm, 6.58 ± 0.76 cm 그리고 7.68 ± 3.35 g으로서 두 친어군간 길이 성장 차이는 없었으나, 한국산 선발 친어군의 자손의 체중 성장이 비선발 친어군의 자손보다 유의하게 빨랐던 것으로 조사되었다.

육상 배양장에서 생산된 종묘를 해상가두리로 옮겨 수용한 후 해상 가두리에서의 성장을 조사한 결과는 Table 1에 나타내었다.

Table 1. Weight gain, specific growth rate and fatness of offspring produced from selected Korean line and non-selected Korean line of red sea bream, *Pagrus major*

	Age (Months)	Brooder Line	
		Selected	Non-Selected
Weight			
Initial	4 Months	6.4 ± 1.5 g	5.4 ± 1.2 g
Final	24 Months	719.4 ± 144.8 g	511.3 ± 79.6 g
Weight Gain (%) ¹	4-9	391.4	414.3
	10-16	472.5	458.2
	17-24	299.5	229.1
SGR (%/day) ²	4-9	1.06	1.09
	10-16	0.97	0.96
	17-24	0.39	0.33
Final Fatness ³		3.46	3.34

¹ $100 \times [BW_{t2} - BW_{t1}] / BW_{t1}$.

² $100 \times [\ln BW_{t2} - \ln BW_{t1}] / \text{rearing period } (t2 - t1)$.

³ $100 \times [BW / (BL)^3]$.

한국산 선발 친어군의 자손은 4-9개월령 기간 동안 비선발 친어군의 자손에 비해 다소 느린 성장률을 보였으나 10개월령부터 24개월령까지 지속적으로 빠른 성장률을 나타내었다. 조사가 끝난 시기인 24개월령의 한국산 선발 친어군의 자손의 전장과 체중은 각각 34.1 ± 7.8 cm 및 719.4 ± 144.8 g으로서 비선발 친어군의 자손(각각 31.3 ± 6.1 cm 및 511.3 ± 79.6 g)에 비해 빠른 성장을 보였다. 그리고 이 시기에서 한국산 선발 친어군의 자손은 비선발 친어군의 자손 보다 체중 획득량이 41% 더 많은 것으로 조사되었다.

3. 한국산 선발, 일본산 양식 계통 그리고 이들 계통간 교배구 자손의 성장 양상

3.1 친어군 및 자손 생산

본 조사를 위해 계통내 교배구인 한국산 선발(KORDI-F4) 계통 친어군과 일본산 양식 (JPN) 계통 친어군의 자손 그리고 이들의 계통간 교배구 "KORDI-F4♀×JPN♂"과 "JPN♀×KORDI-F4♂"의 자손 집단을 생산하였다. 수정란 생산은 비산란기인 2월에 수온 조절을 통해 실시되었다.

* 한국산 선발(KORDI-F4) 계통 친어군은 KORDI-F3 계통으로부터 1998년 생산한 자손의 상위 10%를 선발하여 성숙시킨 친어군임.

3.2 수정란 크기, 난질, 부화자어 크기

한국산 선발(KORDI-F4) 계통 암컷 친어으로부터 생산된 수정란은 $0.951\pm 0.007\text{mm}$ (KORDI-F4 교배구)와 $0.950\pm 0.014\text{mm}$ (KORDI-F4♀×JPN♂ 교배구)로서 일본산 양식(JPN) 계통 암컷에서 생산된 것(JPN♀×KORDI-F4♂ 교배구; $0.883\pm 0.017\text{mm}$, JPN 교배구; $0.889\pm 0.021\text{mm}$)에 비해 유의하게 컸다. 부화 자어의 크기는 KORDI-F4 교배구($2.62\pm 0.08\text{mm}$) > KORDI-F4♀×JPN♂ 교배구($2.54\pm 0.10\text{mm}$) > JPN♀×KORDI-F4♂ 교배구(2.48 ± 0.06) > JPN 교배구($2.38\pm 0.18\text{mm}$)의 순으로 각 교배구마다 유의한 차이가 나타났다. 따라서 난경과 부화 자어의 크기는 한국산 선발(KORDI-F4) 계통의 암컷으로부터 생산한 수정란이 일본산 양식(JPN) 계통 암컷에서 생산한 수정란보다 유의하게 큰 것으로 조사되었다.

3.3 성장

육상 종묘 생산 시기 동안 네 교배구간 성장의 유의한 차이는 없었다. 이들을 해상 가두리로 옮긴 4개월령의 체중은 KORDI-F4 교배구($8.6\pm 2.2\text{g}$) > JPN 교배구($8.5\pm 2.1\text{g}$) > JPN♀×KORDI-F4♂ 교배구($8.3\pm 2.7\text{g}$) > KORDI-F4♀×JPN♂ 교배구($7.6\pm 1.9\text{g}$)의 순이었다. KORDI-F4♀×JPN♂ 교배구 자손의 체중 성장은 다른 세 교배구 자손에 비해 유의하게 느렸으며, 이들 세 교배구 자손간 성장의 유의한 차이는 없었다. 5개월령 이후에는 KORDI-F4 교배구 자손의 체중이 다른 세 교배구에 비해 무거운 경향을 나타내었다. 7개월령의 각 교배구별 자손의 체중은 KORDI-F4 교배구($41.0\pm 11.1\text{g}$)와 JPN♀×KORDI-F4♂ 교배구($39.3\pm 8.1\text{g}$)가 다른 두 교배구(KORDI-F4♀×JPN♂ 교배구; $37.0\pm 8.1\text{g}$, JPN 교배구; $35.7\pm 9.7\text{g}$)에 비해 유의하게 무거웠다. 15개월령 조사에서(해상 가두리 사육 기간 11개월)는 JPN♀×KORDI-F4♂ 교배구 자손의 체중, 증체율, 일일성장율이 각각 $78.6\pm 13.6\text{g}$, 842.5% 그리고 0.68%/day로서 성장 양상이 다른 세 교배구 자손 보다 뛰어난 것으로 조사되었다.

3.4 사료 계수

각 교배구별로 생산된 135일령 종묘를 대상으로 6주간 육상 수조에서 시판용 사

료를 공급하면서 사료 계수 및 성장 양상을 조사하였다.

사료 계수는 계통내 교배구인 KORDI-F4와 JPN 교배구의 자손이 각각 1.10 ± 0.08 및 1.13 ± 0.02 로 계통간 교배구인 KORDI-F4♀×JPN♂ (1.17 ± 0.09)와 JPN♀×KORDI-F4♂ (1.40 ± 0.12) 보다 낮은 값을 보였다. 유의성 검정에서, JPN♀×KORDI-F4♂ 교배구 자손의 사료 계수는 다른 세 교배구 자손과 유의한 차이를 보였으나, 나머지 세 교배구 자손간 사료 계수의 유의한 차이는 없었다.

증체율과 일일성장율에서는 KORDI-F4 교배구(각각 $48.4 \pm 0.5\%$ 및 $3.0 \pm 0.1\%/day$)와 JPN♀×KORDI-F4♂ 교배구(각각 $47.1 \pm 2.0\%$ 및 $3.0 \pm 0.1\%/day$)의 자손이 다른 두 교배구 자손보다 높은 값을 보였으나, 사료 실험이 진행된 6주간 유의한 차이는 나타나지 않았다.

비만도에서는 KORDI-F4와 KORDI-F4♀×JPN♂ 교배구의 자손이 각각 3.68 ± 0.02 및 3.72 ± 0.02 로서 다른 두 교배구 자손보다 유의하게 높았다.

따라서 6주간의 사료 실험 기간 동안 KORDI-F4 교배구의 자손은 사료 효율과 성장 양상이 가장 좋았으며, JPN♀×KORDI-F4♂ 교배구의 자손은 성장이 빠른 반면 사료 효율이 낮은 것으로 조사되었다.

3.5 암모니아성 질소 배설 및 분 배출

네 교배구를 대상으로 계통간 사료 이용성 비교 연구의 일환으로 일간 먹이 공급, 절식 그리고 1회 반복 공급에 따른 암모니아성 질소 배설률을 조사하였으며, 일간 먹이 공급에 따른 각 교배 자손들의 분 배출 특성을 알아보았다.

실험은 일본산 양식 계통(JPN 교배구)과 한국산 선발 계통(KORDI-F4 교배구), 그리고 이들 두 계통간 교배구(JPN♀×KORDI-F4♂ 교배구) 자손을 대상으로 실시하였다. 체중이 각각 $17.1 \pm 0.1g$ (JPN 교배구), $17.7 \pm 0.1g$ (JPN♀×KORDI-F4♂ 교배구), $21.5 \pm 0.1g$ (KORDI-F4)인 치어를 각각 15마리씩 3반복 수용하여 실험에 이용하였다. 일간 먹이 공급에 따른 각 실험구의 암모니아 배설은 세 교배구 자손 모두 먹이 섭취 후 암모니아 배설로 인한 TAN 농도가 지속적으로 증가하는 경향을 보였으며, 시간당 TAN 배설률을 적분한 결과, JPN 교배구, JPN♀×KORDI-F4♂ 교배구 그리고 KORDI-F4 교배구 자손의 일간 TAN 배설률은 각각 637.3 ± 36.5 mg/kg fish/day, 684.3 ± 18.5 mg/kg fish/day 그리고 772.8 ± 17.3 mg/kg fish/day로 나타나 KORDI-F4 교배구 자손의 일간 TAN 배설률이 가장 높은 것으로 조사되었다.

3일간 절식 후 JPN 교배구, JPN♀×KORDI-F4♂ 교배구 그리고 KORDI-F4 교배구 자손의 TAN 배설률은 각각 8.08~14.15 mg/kg fish/hr, 6.50~12.20 mg/kg fish/hr, 그리고 6.67~8.60 mg/kg fish/hr의 범위를 보여 거의 일정한 농도로 나타났다. 시간당 TAN 배설률을 적분한 결과, JPN 교배구, JPN♀×KORDI-F4♂ 교배구 그리고 KORDI-F4 교배구 자손의 일간 TAN 배설률은 각각 286.9 ± 28.3 mg/kg fish/day, 215.7 ± 5.5 mg/kg fish/day 그리고 179.3 ± 7.7 mg/kg fish/day로 나타나 내인성 TAN 배설의 경우 JPN 교배구 자손의 배설률이 가장 높은 것으로 조사되었

다.

1회 반복 먹이 공급에 따른 TAN 배설률은 JPN 교배구와 JPN♀×KORDI-F4 교배구 자손이 먹이 공급 6시간 후 가장 높은 값인 $44.19 \pm 2.90 \text{mg/kg fish/hr}$ 와 $41.70 \pm 1.40 \text{mg/kg fish/hr}$ 을 보였고, KORDI-F4 교배구 자손에서는 4시간 후에 가장 높은 값인 $31.23 \pm 1.39 \text{mg/kg fish/day}$ 로 나타났다.

일간 먹이 공급에 따른 각 실험구의 총 분 배출량은 JPN 교배구 자손의 경우 $2.17 \pm 0.1 \text{g/kg fish}$ 와 $91.15 \pm 4.53 \text{g/kg feed}$ 로 나타났고, JPN♀×KORDI-F4♂ 교배구 자손에서는 $2.26 \pm 0.14 \text{g/kg fish}$ 와 $95.02 \pm 3.18 \text{g/kg feed}$, KORDI-F4 교배구 자손에서는 $2.81 \pm 0.73 \text{g/kg fish}$ 와 $132.85 \pm 34.0 \text{g/kg feed}$ 로 나타나 유의한 차이는 보이지 않았으나, KORDI-F4 교배구 자손의 배출 비율이 가장 높은 것으로 나타났다. 시간 경과에 따른 분 배출 비율은 JPN 교배구 자손의 경우 먹이 공급 24시간 후 총 분의 60.6%를 보여 반면, JPN♀×KORDI-F4 교배구와 KORDI-F4 교배구 자손에서는 각각 67.8%와 77.8%를 보여 JPN 교배구 자손이 다른 교배구 자손에 비해 분 배출 비율이 낮은 것으로 나타났다.

3.6 수온과 광주기 변화에 따른 산소 소비율

양식 생물에 있어 용존 산소는 호흡에 필수적이며, 양식 시설 내에서 적절한 용존 산소량을 유지하는 것은 생산량을 좌우하는 가장 중요한 요인이며, 어종, 수온, 광주기, 나이와 크기, 어류의 행동과 먹이 공급 및 환경 조건에 따라 달라진다. 이 중 같은 종 내에서 계통간 그리고 계통간 잡종에 대한 대사 효율 즉, 용존산소 소비율에 관한 연구는 거의 없다. 따라서 본 실험에서는 네 교배구 자손들을 대상으로 수온과 광주기 변화에 따른 용존산소 소비율을 조사하였다.

실험어는 일본산 양식 계통(JPN) 교배구 자손과 한국산 선발 계통(KORDI-F4) 교배구 자손, JPN♀×KORDI-F4♂ 그리고 KORDI-F4♀×JPN♂ 교배구 자손을 대상으로 실시하였다. 체중이 각각 $52.0 \pm 0.6 \text{g}$ (JPN 교배구), $52.3 \pm 0.7 \text{g}$ (JPN♀×KORDI-F4♂ 교배구), $51.7 \pm 0.4 \text{g}$ (KORDI-F4 교배구) 그리고 $52.1 \pm 0.7 \text{g}$ (KORDI-F4♀×JPN♂ 교배구)인 참돔 치어를 각각 5마리씩 김(1999)이 고안한 순환 시스템에 수용하여 3반복 실험하였다. 수온은 각각 15°C , 20°C 및 25°C 로 변화시켰으며 각 수온 조건에서 광주기를 24L:0D, 12L:12D 그리고 0L:24D로 변화시켜 매 조건마다 용존 산소 소비량을 측정하였다.

JPN 교배구 자손의 경우, 수온 15°C 일 때 산소 소비량은 $170.35 \sim 266.29 \text{mg O}_2/\text{kg fish/hr}$ 의 범위를 보였으며 수온 20°C 와 25°C 일 때 각각 $236.76 \sim 307.37 \text{mg O}_2/\text{kg fish/hr}$ 와 $346.96 \sim 459.30 \text{mg O}_2/\text{kg fish/hr}$ 범위를 보여 수온 상승에 따라 산소 소비량 역시 증가하는 것으로 나타났다. JPN♀×KORDI-F4♂ 교배구 자손의 경우, 수온 15°C 일 때 산소 소비량은 $162.01 \sim 279.51 \text{mg O}_2/\text{kg fish/hr}$ 의 범위를 보였으며 수온 20°C 와 25°C 일 때 각각 $303.48 \sim 342.72 \text{mg O}_2/\text{kg fish/hr}$ 와 $447.18 \sim 528.45 \text{mg O}_2/\text{kg fish/hr}$ 범위를 보여 JPN 교배구 자손과 마찬가지로 수온 상승에

따라 산소 소비량 역시 증가하는 것으로 나타났다. KORDI-F4 교배구 자손의 경우, 수온 15℃일 때 산소 소비량은 170.11~220.98mg O₂/kg fish/hr의 범위를 보였으며 수온 20℃와 25℃일 때 각각 262.62~282.27mg O₂/kg fish/hr와 302.24~415.73mg O₂/kg fish/hr 범위를 보였다. KORDI-F4♀×JPN♂ 교배구 자손의 경우, 수온 15℃일 때 산소 소비량은 156.03~214.49mg O₂/kg fish/hr의 범위를 보였으며 수온 20℃와 25℃일 때 각각 238.40~274.28mg O₂/kg fish/hr와 379.93~430.97mg O₂/kg fish/hr 범위를 보여 수온 상승에 따라 산소 소비량 역시 증가하는 것으로 나타났다. 모든 실험구에서 수온 상승과 함께 산소 소비량이 증가하는 것으로 나타났으며 가장 높은 산소 소비량은 JPN♀×KORDI-F4♂ 교배구 자손에서 관찰되었다. 실험 결과 JPN 계통의 암컷을 사용하여 생산된 JPN 교배구와 JPN♀×KORDI-F4♂ 교배구 자손의 산소 소비량이 KORDI-F4 계통의 암컷을 사용한 KORDI-F4 교배구와 KORDI-F4♀×JPN♂ 교배구 자손보다 대체적으로 높은 것으로 나타났다.

연속적인 명기 조건인 24L:0D에서 수온 15℃의 경우 JPN 교배구, JPN♀×KORDI-F4♂ 교배구, KORDI-F4 교배구 그리고 KORDI-F4♀×JPN♂ 교배구 자손의 시간당 산소 소비량은 각각 266.29mg O₂/kg fish/hr, 279.51mg O₂/kg fish/hr, 220.98mg O₂/kg fish/hr 그리고 214.49mg O₂/kg fish/hr으로 나타났고, 명기와 암기가 동일한 조건인 12L:12D에서는 각각 192.20mg O₂/kg fish/hr, 258.03mg O₂/kg fish/hr, 192.76mg O₂/kg fish/hr 그리고 170.40mg O₂/kg fish/hr로 나타났으며 연속적인 암기 조건인 0L:24D 조건에서는 각각 170.35mg O₂/kg fish/hr, 162.01mg O₂/kg fish/hr, 170.11mg O₂/kg fish/hr 그리고 156.03mg O₂/kg fish/hr로 나타났다. 그리고 수온 20℃와 25℃에서도 그룹간의 변화는 이와 비슷한 경향을 보였다.

연속 명기 조건인 24L:0D에서의 산소 소비량이 명기와 암기가 동일한 조건인 12L:12D와 연속 암기 조건인 0L:24D에서의 산소 소비량 보다 대체적으로 높은 것으로 나타났으며, 이 조건에서 JPN♀×KORDI-F4♂ 교배구 자손이 528.45mg O₂/kg fish/hr으로 가장 높게 나타났다. KORDI-F4♀×JPN♂ 교배구 자손에서는 대사량이 수온 상승과 함께 연속 명기 조건과 더불어 12L:12D 조건에서의 산소 소비량이 크게 증가하는 것으로 나타났다.

3.7 유전적 특성

한국산 선발(KORDI-F4) 계통 친어 및 일본산 양식(JPN) 계통 친어와 이들로부터 생산한 네 교배구(KORDI-F4, KORDI-F4♀×JPN♂, JPN♀×KORDI-F4♂, JPN)의 자손 520개체의 혈액 시료를 대상으로 Operon Technologies사 (USA)의 RAPD primer 염기서열을 근거로 하여 합성한 10-mer의 random primer를 이용하여 유전적 분석을 실시하였다. Genomic DNA 50 ng을 primer 20 pM과 *Ex Taq* DNAPolymerase (TaKaRa, JPN) 1U을 사용하여 증폭하였으며, 94℃에서 5분간 변성시켜 94℃에서 1분, 40℃에서 1분, 72℃에서 2분동안 40회 반응시켰다. 증폭산물은 1.5% agarose gel 전기영동으로 확인하였다. 200개의 random primer 분석을 통

하여 polymorphic pattern을 나타내는 23개의 random primer를 선발하였으며, 각 primer의 재현성을 확인하였다. 이들 중 OPA-11 primer는 크기가 각각 600 bp, 650 bp 및 750 bp 인 3개의 DNA 단편에 의하여 4개의 genotype을 나타냈으며, 각 genotype의 빈도는 집단간 차이를 보였고, 한국산 선발 친어(KORDI-F4)와 이 친어군으로부터 생산한 자손 그룹(KORDI-F4, KORDI-F4♀×JPN♂, JPN♀×KORDI-F4♂ 교배구의 자손)에서는 4개의 genotype이 모두 발견되는 반면, 일본산 양식 계통 친어(JPN) 및 이 친어군으로부터 생산한 자손 그룹(JPN, KORDI-F4♀×JPN♂, JPN♀×KORDI-F4♂ 교배구의 자손) 집단에서는 특정 genotype만 발견되었다. OPA-11 primer 유래의 polymorphic DNA 단편을 cloning하고 염기서열을 결정하였으며, SCAR (Sequence Characterized Amplified Region) primer를 제작하고 분석하였다.

5. 결 론

- 육상 종묘 생산 시기의 어체 길이 성장은 선발 친어군과 비선발 친어군 자손간 유의한 차이가 없었으나, 체중 성장은 선발 친어군의 자손이 비선발 친어군 자손보다 유의하게 빨랐으며, 이에 따라 높은 비만도를 나타내었다.
- 4세대에 걸친 어체 크기 기준 선발을 통하여 선발 친어군의 자손은 비선발 친어군 자손에 비해 어체중 획득량이 41% 더 높았으며, 이는 매 세대당 선발에 따라 평균 약 10%의 어체중 획득량 증대 효과가 나타난 것으로 조사되었다.
- 선발 친어군의 자손은 비선발 친어군 자손에 비해 사료 섭취량이 많은 반면 사료 효율은 향상되지 않았다.
- 한국산 선발 암컷 친어로부터 생산된 수정란의 난경과 부화 자어의 크기는 일본산 양식 계통 암컷으로부터 생산된 것보다 컸으나 초기 성장에는 영향을 미치지 않았다.
- 육상 종묘 생산 시기에서 한국산 선발 계통(KORDI-F4)과 JPN♀×KORDI-F4♂ 교배구 자손의 성장이 다른 두 교배구 자손에 비해 다소 빨랐으나, 네 교배구간 성장의 유의한 차이는 없었다.
- 7개월령일 때, 한국산 선발 계통(KORDI-F4)과 JPN♀×KORDI-F4♂ 교배구의 성장이 다른 두 교배구에 비해 유의하게 빨랐으며, 15개월령에서는 JPN♀×KORDI-F4♂ 교배구가 다른 세 교배구에 비해 유의하게 빠른 성장 양상을 보였다.
- 네 계통 중 계통내 교배구인 한국산 선발 계통(KORDI-F4)과 일본산 양식 계통(JPN) 교배구의 자손의 사료 효율이 계통간 교배구(KORDI-F4♀×JPN♂와 JPN♀×KORDI-F4♂) 보다 좋은 경향을 보였다.
- 기초 대사량 조사를 위한 방편으로 실시된 내생성 암모니아성 질소 배설은 JPN 교배구가 가장 높은 값을 보였고, 한국산 선발 계통이 가장 낮은 값을 보였다.
- 산소 소비율은 계통내 교배구인 한국산 선발 계통(KORDI-F4)과 일본산 양식 계

통(JPN) 교배구의 자손이 계통간 교배구(KORDI-F4♀×JPN♂와 JPN♀×KORDI-F4♂) 보다 낮은 경향을 보였고, 일본 양식산 계통 교배구의 자손이 한국산 선발 계통 교배구의 자손보다 높은 경향을 보였다.

- 10개의 염기로 이루어진 200개의 random primer 분석을 통하여 polymorphic pattern을 나타내는 23개의 random primer를 선발하였으며, OPA-11 primer는 크기가 각각 600 bp, 650 bp 및 750 bp 인 3개의 DNA 단편에 의하여 4개의 genotype을 나타냈으며, 각 genotype의 빈도는 집단간 차이를 보였고, 한국산 선발 계통 집단에서는 4개의 genotype이 모두 발견되는 반면, 일본산 양식 계통 집단에서는 교배집단에서는 특정 genotype만 발견되었다.
- OPA-11 primer 유래의 polymorphic DNA 단편을 cloning하고 염기서열을 결정하였으며, SCAR (Sequence Characterized Amplified Region) primer를 제작하고 분석한 결과는 참돔집단의 유전적 특성 파악 및 집단 구별에 RAPD marker의 활용 가능성을 제시하였다.

참고문헌

- Ming, F.W., 1985. Ammonia excretion rate as an index for comparing efficiency of dietary protein utilization among rainbow trout (*Salmo gairdneri*) of different strains. *Aquaculture* 46, 27-35.
- Murata, O., S. Miyashita, K. Izumi, S. Maeda, K. Kata and H. Kumai, 1996. Selective breeding for growth in red sea bream. *fisheries Science*, 62:845-849.
- Taniguchi, N., S. Matsumoto, A. Komatsu and H. Yamanaka. 1995. Differences observed in qualitative and quantitative traits of five red sea bream strains propagated under the same rearing conditions. *Nippon Suisan Gakkaishi* 61:717-726.
- 김유희, 1999. 순환여과식 틸라피아 양식장에서의 산소 소비와 대기중 산소의 공급. 박사학위논문, 부경대학교, 124 pp.