

해상가두리양식장에서 사육한 교잡종 (참돔 ♀ × 감성돔 ♂), 긴키돔, 참돔 및 감성돔의 질병 특성

최혜승[†] · 도정완 · 박명애 · 안철민*

국립수산과학원 전라양식연구소 병리연구과, *생명공학과

Diseases characteristics of cultured hybrids (red seabream ♀ × black sea bream ♂), Japanese red seabream, red seabream and black seabream in marine net cage

Hye Sung Choi[†], Jeong Wan Do, Myoung Ae Park and Chul Min Ahn*

Pathology division, National Fisheries Research & Development Institute, Busan, 619-902, Korea,
*Biotechnology Research Division, National Fisheries Research & Development Institute, Busan, 619-902, Korea

Hybrid of red seabream (*Pagrus major*) and Japanese red seabream (*Pagrus major*) grew rapidly from to August (WT 19.7°C~24.0°C) while black seabream (*Acanthopagrus major*) did from September to October (WT 19.9~23.0°C). Survival rate of hybrids (85.5%) was a significantly higher than those of the other fish species (20%). Green liver syndrome were observed in black sea bream and Japanese red seabream but did not in hybrids. *Microcotyle tai* infected 0~90% in hybrid, 20~100% in red seabream, 10% in black sea bream and 20~100% in Japanese red seabream but no significant difference was found among each fish species.

Key words : Hybrid (female red seabream and male black seabream), Japanese red seabream, Red seabream, Black seabream, diseases, Marine net cage

두 종간의 교배를 통한 잡종유도는 양친의 유용 형질인 잡종강세의 이점을 얻기 위한 목적으로 종묘 생산과 양식에서 산업적으로 이용되고 있다 (김 등, 2011). 참돔 (*Pagrus major*) 과 감성돔 (*Acanthopagrus major*) 은 농어목 도미과의 어류로 우리나라 연근해, 발해만, 동중국해, 남중국해, 대만근해, 일본 홋카이도 이남에 분포한다 (국립수산진흥원, 1994). 두 종 가운데 참돔의 경우, 성장은 빠르지만 감성돔에 비해 저수

온에서 낮은 생존율을 가지는 것으로 알려져 있는 반면, 감성돔은 참돔에 비해 저수온에서 높은 생존율을 보이지만 성장은 다소 느린 것으로 알려져 있다. 일본에서는 성장이 빠른 참돔과 저수온 내성을 가지는 감성돔을 가지고 새로운 품종 개발을 위해 긴키대학교에서 1964년부터 참돔 (♀) 과 감성돔 (♂) 의 인위적인 교배를 시도하였다 (Murata et al., 1995, 1997; Murata, 1998). 이후 교잡종의 성장, 성숙, 외부 형태 그리고 환경 스트레스에 대한 연구가 진행되었으며, 현재까지는 생식능력이 없는 것으로 알려져 있다. 우리나라에서도 참돔 암컷과 감성돔 수컷에서 생산된 교잡종

[†]Corresponding author : Hye Sung Choi

Tel : +82-51-720-2480, Fax : +82-51-720-2498

E-mail : choihs@korea.kr

이 2006~2007년도 부터 통영과 여수지역에서 생산·양성되고 있으나 이 품종에 대한 사육특성, 성장, 질병, 생리 등에 관한 조사 연구가 전혀 수행되어 있지 않다.

국내에서는 Kim et al. (2006) 이 참돔과 감성돔 교잡종의 비늘 특성에 대해 연구에서 양친의 중간 특성 나타낸 것에 대한 연구를 하였으며, Kim et al. (2005) 은 돔류의 새로운 양식품종 생산을 위해 고부가가치를 지닌 참돔, 감성돔, 돌돔을 중심으로 잡종 생산 및 이들의 생리생태학적, 발생생물학적, 유전학적 특성 및 양식적용 가능성에 대한 보고가 있다. 김 등 (2011) 은 일본 긴키대학에서 생산된 교잡종을 부화후 480일까지 사육하면서 종묘생산, 양성, 고·저수온 내성, 저염분 내성비교에 대한 연구를 하였다.

본 연구는 우리나라에서 생산된 교잡종 당년어의 성장, 생존, 질병 발생을 감성돔, 참돔 및 긴키돔과 비교하여 산업적 유용성을 분석하고, 양식 신품종으로 개발 가능성과 자연생태계에 미칠 영향 등을 파악하여 향후 양식어업 방향 설정과 양식장에서의 피해 예방과 질병 정보를 제공하기 위한 목적으로 수행되었다.

재료 및 방법

2008년도 국내 생산한 교잡종 (선발육종 일본산 참돔♀×국내산 감성돔♂) 과 크기와 생산시기가 비슷한 참돔, 선발육종 일본산 참돔 (이하, 긴키돔), 감성돔을 함께 양성 중인 경남 통영시 산양읍 저림 지선 개인 양식장을 조사대상으로 하였다. 2009년 4, 6, 8, 9, 10월 및 11월 (총 6회) 에 양식현황, 성장, 폐사, 질병발생, 혈액성상 및 간중량지수를 분석하였다. 또한 사육어장의 수온과 염분은 시험양식장 인근에 설치되어있는 국립수산과학원에서 운영하는 실시간 어장정보시스템의 조사기간 중 자료를 다운받아 활용하였다.

성장도 조사는 교잡종 및 비교대상 돔류 각각 30마

리를 무작위로 채집하여 현장에서 MS-222로 마취한 후, 전장과 체고는 1mm 눈금 계측판을 이용하였으며, 체중은 0.1 g 전자저울을 이용하여 측정하였다. 측정하면서 육안적, 형태학적으로 척추가 만곡된 기형어 발생률을 조사하여 비교 관찰하였다. 폐사량은 시험양식어장의 관리자로부터 청취 조사하였다.

질병조사는 교잡종과 비교 대상종 (참돔, 감성돔, 긴키돔) 의 외부, 내부증상을 관찰하였고, 수산생물질병진단지침서 (2005) 의 방법에 따라 세균, 기생충 및 바이러스 검사를 하였다. 혈액생화학 성분의 농도 변화를 조사하기 위해 채혈한 혈액을 실온에 방치한 뒤 냉장고 (4°C) 에서 1시간 방치한 후 5,000 rpm, 20분 원심분리후 혈청을 -70°C에 보관하면서 포도당, 총단백, 총콜레스테롤, GOT, GPT를 혈액분석기 (FUJI DRICHEM 3500, FUJI Co., Japan) 로 측정하였다. 간중량지수는 어체중 대비 간중량 비율 (%) 로 계산하였다.

결과 및 고찰

교잡종의 국내 양성 현황

2008년도에 생산된 교잡종은 경남 통영 산양읍 저림 지선에 있는 14m×7m×10m 크기의 목재 사각가두리에 수용하여 생사료를 공급하면서 양성하였다. 교잡종의 국내 양성 및 생산현황을 Table 1에 나타내었으며, 참돔, 긴키돔, 감성돔 및 교잡종의 형태는 Fig 1과 같다.

양성 가두리 수온 및 염분

경남 통영시 산양읍 저림 지선에 시설된 해상가두리 주변의 수온 및 염분 변화를 Fig. 2에 나타내었다. 2009년 1월부터 12월까지 시험 양식장 주변 최저 수온은 1월에 11.3°C, 최고 수온은 8월에 24°C를 나타내었다. 월평균 수온이 18°C 이상 지속된 일수는 약 150일이었다. 염분은 32.16~34.5psu 범위로 관측되어 커다

Table 1. Status of domestic production and cultivation of hybrids (HYB)

Year of production	Production (fishes)	Amount of culture (Fishes)	Place of culture	Remark
2008	100,000 (Hatchery)	100,000	Kyongnam Tongyoung (Net cage)	Some mortality occurs during raising
2009	50,000 (Hatchery)	50,000	Jonnam Yeosu (Net cage)	

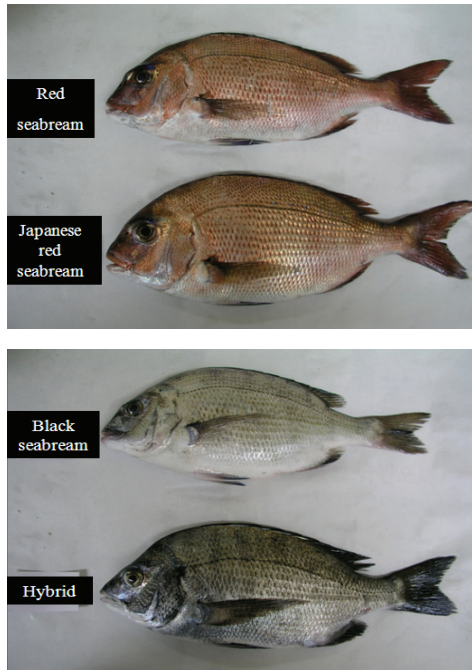


Fig. 1. External shape of the experimental species.

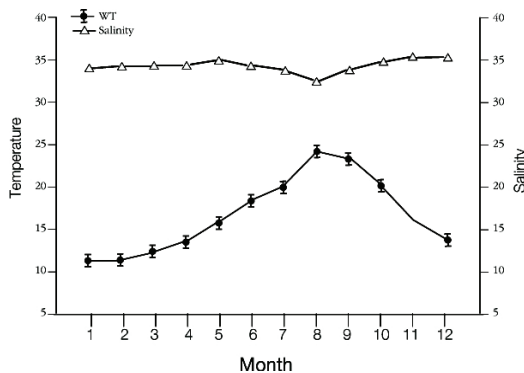


Fig. 2. Water temperature and salinity in the experiment netcage ground.

란 차이 없이 비교적 일정한 농도를 유지하였다.

성장과 생존

2008년 생산된 감성돔, 참돔, 교잡종 및 긴키돔의 종묘를 경남 통영시 저림리 지선 해상가두리 4조에 각 어종별로 수용하여 양성중인 개체를 격월로 어종별 전장 및 체중의 변화와 생존율을 조사하였다. 조사 기간 동안 감성돔의 전장은 13.5±0.9cm에서 21.9±1.5cm, 체중은 40.4±7.7g에서 184.8±33.7g로 성장하여 전장은 약 1.6배, 체중은 약 4.6배 증가하였다. 교잡종은 전장 13.2±1.8cm에서 25.0±2.2cm로, 체중 38.5±11.2g에서 272.5±73.3g로 성장하여 전장은 약 1.9배, 체중은 약 7.1배 증가한 것으로 나타났다. 참돔의 경우는 전장 16.8±1.2cm에서 26.8±1.7cm로, 체중은 78.1±17.3g에서 317.0±56.1g로 성장하여 전장은 약 1.6배, 체중은 약 4.1배 증가하였다. 긴키돔은 전장 16.1±1.4cm에서 25.9±1.2cm, 체중 73.2±12.7에서 289.8±44.4g까지 성장하여 전장은 1.6배, 체중은 약 4.0배 증가하였다 (Table 2). 평균 전장은 교잡종>참돔>긴키돔>감성돔 순으로 길이성장을 하였으며, 평균 증체량 (증중량)은 참돔>교잡종>긴키돔>감성돔 순이었다. 이들 가운데 최초 크기가 유사한 교잡종과 감성돔의 성장률을 비교하면 교잡종이 감성돔보다는 우수한 성장률을 보였다. 최초 크기가 비슷한 참돔과 긴키돔 간의 성장을 비교하면 참돔이 다소 빠른 성장을 나타내었다. 교잡어는 반드시 잡종 강세적 특징만을 갖고 있지는

Table 2. Comparison of growth rate of experimental species

Species*	Initial (Apr.)		Final (Nov.)		Average weight gain (g)
	Total length (cm)	Total weight (g)	Total length (cm)	Total weight (g)	
RSB	16.8±1.2	78.1±17.3	26.8±1.7	317.0±56.1	238.9
BSB	13.5±0.9	40.4±7.7	21.9±1.5	184.8±33.7	144.4
HYB	13.2±1.8	38.5±11.2	25.0±2.2	272.5±73.3	234.0
JRSB	16.1±1.4	73.3±12.7	25.9±1.2	289.8±44.4	216.5

*RSB, Red sea bream; BSB, Black sea bream; HYB, Hybrids; JRSB, Japanese red sea bream

않으며 (Hulata, 1995), 이러한 성장률의 차이는 어종별, 연령별로 성장률의 차이가 상이하기 때문에 동류의 일반적인 상품크기인 500g 이상 도달하는 시점까지의 장기간의 모니터링이 필요할 것으로 생각된다.

한편, 어종별 월별 성장은 감성돔의 경우, 8월에서 10월 사이가 가장 높은 성장률을 나타낸 반면, 교잡종, 참돔 및 긴키돔은 6월부터 8월에 가장 높은 성장률을 기록하였다 (Fig. 3, 4). 특히 교잡종의 경우는 10월부터 11월 사이에도 타어종에 비해 높은 성장률을 나타내었는데 이러한 현상이 교잡종의 특성인지 여부는 향후 검토되어야 할 것으로 판단된다. 어종별 최대 성장률을 보인 시기와 양성장 주변 수온과 관련지어 보면 감성돔의 경우는 9월의 수온 23°C에서 10월 19.9°C로 수온이 하강하는 시기에, 그리고 교잡종, 참돔 및 긴키돔은 7월의 19.7°C에서 8월의 24°C로 수온이 상승하는 시기에 최대 성장률을 나타내어 어종별 성장 적수온의 차이를 보였다.

본 연구에서 수행된 교잡종 등 4종을 양식한 어업인 청취조사에 의거하여 어종별 생존율을 Table 3에 나타내었다. 각 어종에 따라 가두리 입식시기, 크기, 수용밀도 등의 차이가 있어 직접적인 비교 자료로서 활용키 어려우나, 참돔, 감성돔, 긴키돔은 월동 후 2009년 2~3월에 대량폐사가 발생하여 11월까지 누적 폐사율이 80%에 이른 반면, 교잡종은 여름철 고수

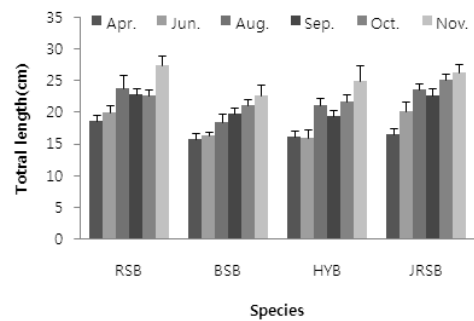


Fig. 3. Monthly change in total length (cm) of experimental species.

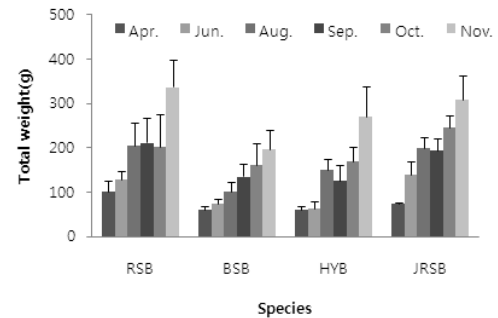


Fig 4. Monthly change in total weight (g) of experimental species.

온기에 소량 폐사되어 11월까지 누적 폐사율이 14.5%인 것으로 조사되었다. 이러한 생존율의 현저한 차이에 대해서는 교잡종을 제외한 종의 폐사는 본 연구가 진행되기 전에 발생하였으므로 어종별 폐사원인을 파악하기 위해서는 향후 추가적인 연구가 필요할 것으로 생각된다.

Table 3. Comparison of survival rate of experimental species

Species*	Amount (Start)	Death (fish)	Survival (fish)	Mortality (%)	Remark
RSB	135,000 (2008.5)	108,000	27,000	80.0	Wintering mass mortality
BSB	60,000 (2008.8)	45,000	15,000	80.0	"
HYB	62,000 (2008.7)	9,000	53,000	14.5	Summer mortality
JRSB	250,000 (2008.7)	200,000	50,000	80.0	"

*RSB, Red sea bream; BSB, Black sea bream; HYB, Hybrids; JRSB, Japanese red sea bream

질병조사

어종별 기생충, 세균, 바이러스 검사결과를 Table 4에 나타내었다. 참돔은 녹간증이 80~100%로 조사 기간 중 지속적으로 높은 비율로 관찰되었고, 아가미흡충은 20~100%로 지속적으로 관찰되었으나, 4-8월에 50~100%로 8월이 100%로 가장 높았다. 9~11월이 20~40%로 낮은 편이었다.

감성돔은 알레라충(*Allela* sp.) 과 아가미흡충(*Microcotyle tai*) 2종이 감염되는 것으로 조사되었다. 알레라충 감염률은 4월, 6월, 8월에는 각각 80%, 90%, 80%로 높았으며, 9월과 10월에는 감염이 확인되지 않았다가 11월에 50%로 나타났다. 감성돔에서 아가미흡충은 9월과 10월에 각각 20%, 10%로 다른 종에 비해 낮은 경향이였다. 또한 녹간증이 10월에만 10%로 나타나 다른 종에 비해 상대적으로 낮은 경향을 보였다.

긴키돔은 아가미흡충이 조사기간 중 20~100%로 지속적으로 확인되었다. 4월이 100%로 가장 높았으며 조사기간 중 점차적으로 낮아지는 경향으로 11월에는 20%를 나타내었다. 녹간증은 11월을 제외하고 50~100%로 확인되었다.

교잡종에서는 아가미흡충 감염률이 0~90%로 확인되었으며, 6월에 90%로 가장 높았고 9월에는 확인되지 않았으며, 10월과 11월에 각각 10%로 낮은 편이었다. 알레라충은 10월에만 일시적으로 확인되었다. 녹간증은 참돔, 감성돔, 긴키돔에서는 확인되었으나, 교잡종에서는 전혀 관찰되지 않은 것이 특징으로 나

타났으나 정확한 원인은 추후 연구되어야 할 것이다. 이 외에 내장지방 소실, 아가미 빈혈, 내장위축 증상이 전체 조사 대상종에서 관찰되었다. 알레라충은 4, 6, 8, 11월에 감성돔에서 검출되었으며, 10월에는 교잡종에서 검출되었다. 아가미흡충 (*Microcotyle tai*) 은 참돔, 교잡종, 긴키돔에서 검출되었다. 참돔에서의 검출률은 20~100%로 8월에 높았다. 교잡종에서는 조사기간중 4, 6, 8, 10, 11월에 10~90%로 6월에 높았으며, 9월에는 확인되지 않았다. 긴키돔에서는 20~100%로 4월에 높아 어종별로 검출률의 차이를 나타내었다. *Photobacterium damsela* subsp. *damsela* 는 8월에 긴키돔에서 분리, 동정되었으나 직접적인 폐사요인과 관련은 나타내지 않았다. 또한 바이러스 질병은 전혀 발견되지 않았다. 월별 기형어 출현빈도를 Table 5에 나타내었다. 감성돔의 경우, 4월에만 3.3%의 기형어가 관찰되었고, 참돔은 6월과 8월 조사 개체에서 기형어가 6.7% 관찰되었고, 교잡종은 4월부터 10월까지 3.3~16.7%까지 관찰되어 비교 대상 어종 가운데 가장 높았다. 긴키돔의 경우에는 4월에 13.3%, 6월에 3.3%가 관찰된 이후 8월부터는 관찰되지 않았다. 관찰된 기형어는 등지느러미 끝부분 척추의 전만곡으로 꼬리 부위가 등쪽으로 향하는 개체가 대부분이었고, 일부개체에서 척추가 S자 형으로 변형된 개체가 관찰되었다. 기형어 비율은 조사시기가 진행될수록 점차 감소하는 경향을 보였는데 이러한 현상은 기형에 의한 유영 능력의 저하에 의한 먹이경

Table 4. The disease prevalence of experimental species each month

Month	Species*	Symptom	Parasite		Bacteria	Virus
			Species	Prevalance (%)		
Apr.	RSB	GLS 100%	<i>Microcotyle tai</i>	50	ND	ND
	BSB	Fine	<i>Allela</i> sp.	80	ND	ND
	HYB	Internal atrophy	<i>Microcotyle tai</i>	50	ND	ND
	JRSB	GLS 100%	<i>Microcotyle tai</i>	100	ND	ND
Jun.	RSB	Intestine atrophy 100% GLS 100%	<i>Microcotyle tai</i>	60	ND	ND
	BSB	Gill clubbing 50%	<i>Allela</i> sp.	90	ND	ND
	HYB	Gill anemia 100% Liver atrophy 50%	<i>Microcotyle tai</i>	90	ND	ND
	JRSB	Intestine atrophy 100% GLS 100%	<i>Microcotyle tai</i>	40	ND	ND
Aug.	RSB	GLS 80%	<i>Microcotyle tai</i>	100	ND	ND
	BSB	Fine	<i>Allela</i> sp.	80	ND	ND
	HYB	Fine	<i>Microcotyle tai</i>	40	ND	ND
	JRSB	GLS 80%	<i>Microcotyle tai</i>	80	<i>Photobacterium damsela</i> <i>subsp. damsela</i>	ND
Sep.	RSB	GLS 100%	<i>Microcotyle tai</i>	20	ND	ND
	BSB	Fine	<i>Microcotyle tai</i>	20	ND	ND
	HYB	Fine	ND	0	ND	ND
	JRSB	GLS 100%	<i>Microcotyle tai</i>	20	ND	ND
Oct.	RSB	GLS 80%	<i>Microcotyle tai</i>	40	ND	ND
	BSB	GLS 10%	<i>Microcotyle tai</i>	10	ND	ND
	HYB	Fine	<i>Microcotyle tai</i> <i>Allela</i> sp.	60 10	ND	ND
	JRSB	GLS 50%	<i>Microcotyle tai</i>	50	ND	ND
Nov.	RSB	GLS 80%	<i>Microcotyle tai</i>	20	ND	ND
	BSB	Gill clubbing 100%	<i>Allela</i> sp.	50	ND	ND
	HYB	Fine	<i>Microcotyle tai</i>	10	ND	ND
	JRSB	Gill anemia 10% Abdominal inflation.	<i>Microcotyle tai</i>	20	ND	ND

*RSB, Red sea bream; BSB, Black sea bream; HYB, Hybrid; JRSB, Japanese red sea bream

Table 5. Monthly frequency (%) of abnormalities in experimental species

Species*	Apr.	Jun.	Aug.	Oct.	Nov.
RSB	0	6.7	6.7	0	0
BSB	3.3	0	0	0	0
HYB	6.7	10	16.7	3.3	0
JRSB	13.3	3.3	0	0	0

*RSB, Red sea bream; BSB, Black sea bream; HYB, Hybrid; JRSB, Japanese red sea bream

쟁 약화 등으로 가두리 내에서 자연감모가 발생된 것으로 추정된다.

혈액 성분

어종별 영양 상태와 간 및 신장 기능을 나타내는 혈청 화학성분을 월별 분석한 결과를 Fig 5에 나타내었다. 헤마토크릿값은 시험 시작시인 4월에는 5.9~8.7%로 낮았으나 이것은 월동후의 영향으로 추정되었다. 이후 점차적으로 높아지는 추세로 참돔과 교잡종은 각각 41.8%, 40.2%로 9월에 높았고, 감성돔과 긴키돔은 각각 36.7%, 37.0%로 10월에 높았다 (Fig. 5a). 포도당 (glucose) 은 감성돔의 경우 4월부터 11월 까지 높아지는 경향을 보이지만, 교잡종과 참돔, 긴키돔의 경우 8월에 50 mg/ml이하로 가장 낮은 농도를 보인 후, 10월, 11월에 급격히 높아져 150 mg/ml 전후로 유지되는 경향을 보였다 (그림 5b). GOT 농도는 감성돔과 교잡종에서 6월에 농도가 높았고, 참돔, 긴키돔에서는 8월에 높게 나타났다 (그림 5c). GPT 농도는 감성돔의 경우 4, 6월에 높았고, 교잡종에서는 4, 6, 8월에 높은 농도를 유지하다가 10월과 11월에 낮아지는 경향을 나타내었다. 참돔과 긴키돔의 경우에는 8월에 급격한 증가를 보이고 나머지 조사기간에는 큰 변화를 보이지 않았다 (그림 5d). 총단백은 감성돔의 경우 4월과 6월에 높은 농도를 나타낸 이후 낮아지는 경향을 보였고 나머지 어종에서는 월별로 뚜렷한 경향

을 나타내지 않았다 (그림 5e). 총콜레스테롤 (TCHO) 농도는 감성돔과 교잡종의 경우 월별로 뚜렷한 경향을 찾아보기 어렵고, 참돔과 긴키돔의 경우 11월에 가장 높은 농도를 보였다 (그림 5f). 이상의 결과들 가운데 연중 수온이 가장 높은 시기인 8월에 교잡종, 참돔, 긴키돔의 glucose의 농도가 가장 낮은 농도를 나타낸 점과 GPT의 농도가 8월에 높은 농도를 나타낸 경우는 사육수의 수온 상승에 의한 스트레스나 영양상태의 변화 등에 기인한 것으로 생각된다.

간중량지수

간중량지수 (HSI) 는 교잡종이 1.1~2.3% (평균 1.53), 참돔이 1.1~2.0% (평균 1.72), 감성돔이 1.3~1.7% (평균 1.44), 긴키돔이 1.1~1.9% (평균 1.60) 로 평균값은 참돔이 가장 높았고, 다음이 긴키돔, 교잡종, 감성돔 순이었으나, 9월에는 참돔이 2.0%로 높았으며, 실험종료시인 11월에는 교잡종이 2.31%로 높게 나타나 이에 대한 지속적인 조사가 필요할 것으로 보인다 (Table 6). 일반적으로 간중량지수는 어체의 전중량 대비 간의 중량 비율로 간의 크기가 클수록 어체의 총체적인 건강도가 높은 것으로 판단하고 있다. 이러한 결과로 보아 교잡종이 다른 종에 비해 질병에 대한 내성이 높을 가능성이 있을 것으로 보인다.

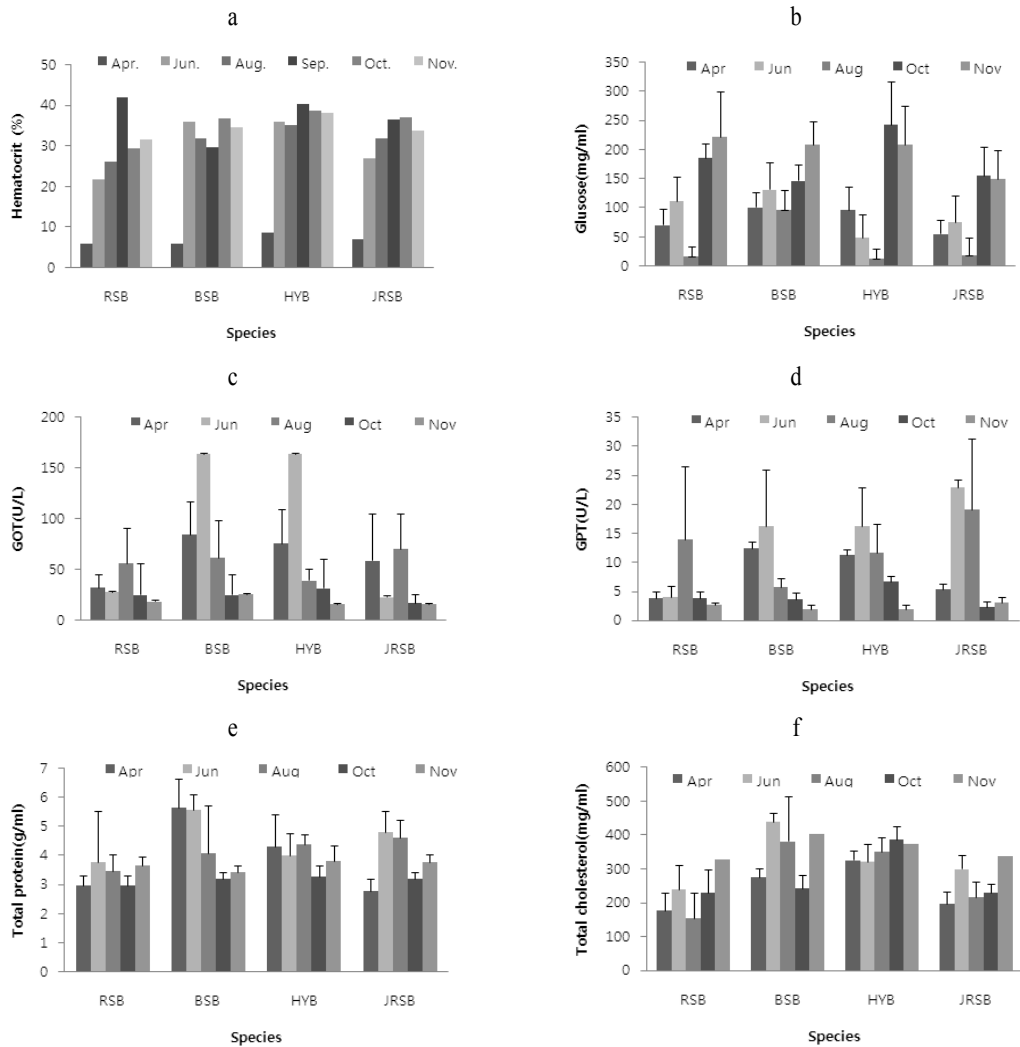


Fig. 5. Changes in plasma composition of the experimental species.

Table 6. The Hepato Somatic Index (HSI, %) of experimental species

Species*	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.
RSB	1.12	2.0	1.95	1.81
BSB	1.30	1.27	1.43	1.74
HYB	1.18	1.57	1.05	2.31
JRSB	1.12	1.78	1.61	1.89

*RSB, Red sea bream; BSB, Black sea bream; HYB, Hybrid; JRSB, Japanese red sea bream

요 약

교잡종, 참돔 및 긴키돔은 수온이 19.7°C에서 24.0°C로 상승하는 7월부터 8월에 가장 높은 성장률을 나타낸 반면, 감성돔은 수온이 23.0°C에서 19.9°C로 하강하는 9~10월에 가장 높은 성장률을 나타내었다. 생존율은 조사기간 동안 교잡종이 가장 높은 것으로 조사되었지만 이러한 높은 생존율이 잡종 강세의

특성에 의한 것인지에 다른 요인에 의한 결과인지는 추후 자세한 연구가 필요할 것으로 생각된다. 감성돔 종 0~90%, 참돔 20~100%, 감성돔 10% (10월), 긴키돔 20~100%로 유의적인 차이는 없었지만 교잡종에서 다소 낮은 편이었다.

감사의 글

본 연구는 국립수산물과학원 (수산동물 질병 역학 및 진단연구, RP-2012-AQ-101) 와 교잡품종 양식 유용성 평가 연구의 지원에 의하여 운영되었습니다.

참고문헌

국립수산진흥원 한국연근해유용어류도감. 예문사, 139-142, 1994.

국립수산물과학원 수산동물질병진단지침서. 한글과그라픽스, 10-77, 2005.

김양수, 지승철, Biawajit, B. K., Biswas, A., 정관식, Murata, O., Takii, K.: 교잡어, 참돔 (*Pagrus major*, ♀) x 감성돔 (*Acanthopagrus schlegeli*, ♂) 의 성장 및 수온변화와 저염분 환경에서의 내성 한수지, 44 (3) : 276-283, 2011.

Kim, B. S., Kang, J. H., Kim, J. H., Kim, K. K., Lee, J. U., Lee, J. Y. and Park, I. S.: Production of the hybrids between female red seabream and male black seabream in Korea. Korean J. Genetics, 27: 133-140, 2005.

과 긴키돔에서 녹간증이 관찰되었으나, 교잡종에서 녹간증은 나타내지 않았다. 아가미흡충 감염은 교잡

Kim, B. S., Lee, S. J., Kim, H. S., Kim, J. H., Baek, H. J., Kim, E. M., Kim, Y. J. and Park, I. S.: Scale characteristics of hybrids between female red seabream, *Pagrus major* and Male black seabream, *Acanthopagrus schlegelii*. Kor. J. Ichthyol., 18 (2) : 107-111, 2006.

Hulata, G.: A review of genetic improvement of the common carp (*Cyprinus carpio* L.) and other cyprinids by crossbreeding, hybridization and selection. Aquaculture, 129: 143-155, 1995.

Murata, O.: Studies on the breeding of cultivated marine fishes. Bull. Fish. Lab. Kinki. Univ., 6: 1-101, 1998.

Murata, O., Kato, K., Ishitani, Y., Nasu, T., Miyashita, S., Yamamoto, S. and Kumai, H.: Gonadal maturation of *Pagrus major*x*Acanthopagrus schlegeli* and *Pagrus major* x *Sparus sarba* seabream hybrids. Suisanzoshoku, 45: 75-80, 1997.

Murata, O., Miyashita, S., Nasu, T. and Kumai, H.: Growth, external morphology, and resistance to environmental stress of hybrid red seabream, *Pagrus major*xblack seabream, *Acanthopagrus schlegeli*. Suisanzoshoku, 43: 145-151, 1995.

Manuscript Received : October 4, 2012

Revised : November 6, 2012

Accepted : November 16, 2012