

산천어, *Oncorhynchus masou* 2배체와 유도 3배체의 형태학적 차이

박 인 석 · 장 창 익

군산대학교 해양자원육성학과

산란기 직전의 산천어, *Oncorhynchus masou* 2배체와 유도 3배체를 대상으로 체장과 체중 및 형태측정을 실시하였다. 체중, 내장피 제거 체중, 체장, dressing 비, 비만도, 생식소 무게와 생식소 지수, 복강두께 및 내장피 무게와 내장피 지수가 조사되었으며 체둘레 측정이 등지느러미, 배지느러미 및 등지느러미의 각 종단면에서 이루어졌다. 종단면 면적과 2가지 복강두께 형질이 등지느러미, 배지느러미 및 뒷지느러미의 종단면에서 조사되었으며 아울러 각 종단면에서의 높이, 전체높이, 폭, 3가지 체형질과 9가지 종단절단 형질이 조사되었다.

2배체의 체장과 체중은 유도 3배체와 비교시 크게 나타났으며 dressing 비, 생식소 무게, 생식소 지수, 내장피 지수 및 간 지수 역시 2배체가 유도 3배체 보다 크게 나타났다. 반면 유도 3배체는 2배체에 비해 가슴지느러미 및 등지느러미 종단면에서의 1가지 복강두께 형질과 일부 종단형질에서 높은치를 나타내었다. 2배체에 비해 유도 3배체의 이러한 형질특성은 유도 3배체 자체의 불임에 기인된 것으로 산란기 직전 유도 3배체의 경제적 가치성을 시사한다고 할 수 있다.

서 론

어류 3배체는 산란기에 정상적인 생식소 발달이 되지 않으며 이수체(aneuploid) 배우자를 생산하므로 기능적으로 불임을 나타낸다(Kim *et al.*, 1988; Lincoln and Scott, 1984; Thorgaard, 1983). 이와 같은 불임으로 인해 산란기 3배체는 생식에 사용되는 에너지를 체성장으로 전환하므로 2배체에 비해 성장이 지속적이고 빠르며 양식시 2배체에 나타나는 불리한 현상인 식욕감퇴, 사료효율 감소, 육질감소 및 산란 후의 사망 등을 억제시킬 수 있다(김 등, 1990 a, b; 박 등, 1994; Lincoln and Scott, 1984; Thorgaard and Gall, 1979).

그러나 이와 같은 2배체에 비해 높은 3배체의 성장에 관련된 여타 효과는 산란기 및 산란기 이후에 국한되고 있는 반면 산란기 이전의 3배체의 성장은 2배체에 비해 대체로 낮다고 알려져 있다. 냉수성 어류의 경우 2배체에 대한 유도 3배체의 성장은 무지개송어, *Oncorhynchus mykiss* 에서 치어기와 치어기부터 부화후 48주까지 그 무게에 있어 2배체가 유도 3배체에 비해 크게 나타난 반면(Solar *et al.*, 1984; Thorgaard *et al.*, 1982) 산란시기를 거친 유도 3배체는 2배체에 비해 무게가 크게 나타났다(Chourrout *et al.*, 1986; Lincoln and Scott, 1984; Thorgaard, 1986). 이러한 산란시기를 거친 유도 3배체가 2배체에 비해 높은 성장을 보이는 경향은 산천어 *Oncorhynchus masou*, 은연어, *O. kisutch* 및 대서양 연어, *Salmo salar* 에서 역시 나타나고 있다(박과 김, 1994; Benfey and Sutterlin, 1984; Johnson *et al.*, 1986; Utter *et al.*, 1983).

현재까지는 산란기 및 산란기 전후의 유도 3배체 양식을 위한 경제성 평가를 위하여 이와 같이 단지 체중성장, 체장성장만이 2배체와 단순 비교되고 있으나 면밀한 경제성 평가를 위해 유도 3배체와 2배체에 대한 유전학적, 표현형적 변수인 다양한 형질의 조사가 더욱 필요하다(Gjerde and Schaeffer, 1989). 특히 현재 우리나라의 냉수성 어류는 내장이 제거되지 않은(ungutted) 완전한 상태의 개체로 대부분 횡감으로 거래, 소비되고 있으나 외국의 경우 내장이 제거되지 않은 상태의 개체는 물론 내장이 제거된(gutted) 상태, 종단절단된 조각(steak), 훈제된(smoked) 상태 등의 다양한 형태로 판매되고 있는 실정을 감안시 국내에서 소비의 다양화 및 이에 따르는 상품의 개발이 필요하다. 따라서 냉수성 어류의 다양한 상품 개발시 소비자의 취향에 맞는 내장부위의 제거상태는 물론 외부 체형은 상품가치의 견지에서 경제적으로 중요한 요소가 될 수 있다(Gjerde, 1989).

산천어는 국내에서 차후 냉수성 어종 다양화시 각광을 받을 수 있는 양식 대상으로서 산천어 유도 3배체는 성적 성숙기에 2배체에서 나타나는 폐사, 육질저하, 상품가치가 낮은 외형 및 1회 산란 후 치사하는 문제점이 해결된 바 있다(박과 김, 1994). 본 연구는 산천어 유도 3배체의 경제성 평가를 위한 연구의 일환으로서 산란직후 치사하는 산천어 2배체의 특성을 고려 산란직전에 산천어 2배체와 동일 시기에 산천어 2배체에 비해 낮은 성장을 보이는(박과 김, 1994) 산천어 유도 3배체를 대상으로 성장, 불임 유무 및 성숙정도를 알아보기 위하여 생식소 지수(gonad index)를 조사 하였다. 아울러 성장 및 성장과 연관될 수 있는 비만도(condition factor), 내장피 제거 체중(gutted-body weight), dressing 비(dressing index) 및 내장피 지수(viscera index)를 조사하여 유도 3배체의 불임성과 비교조사 하였다. 아울러 각 지느러미 기저 부위에서의 종단 절단면의 면적, 복강두께 및 체형을 조사하여 차후 냉수성 어류 상품 개발시 중요시 될 수 있는 산천어 유도 3배체의 형태측정학적 특성을 산천어 2배체와 비교분석하였다.

재료 및 방법

산천어, *Oncorhynchus masou* 3배체의 유도를 위해 박과 김(1994)의 방법에 의해 수정난을 수정 10분후 수온 28℃로 15분간 처리하였다.

산천어 2배체의 산란전인 10월초 2배체와 유도 3배체의 체형질 비교를 위해 2배체, 유도 3배체 암·수 각각 20마리 씩을 대상으로 Gjerde(1989)의 방법에 의거 형태측정을 실시하였다. 2배체, 3배체의 판별은 전어체에 대하여 김 등(1990b)의 방법에 의한 염색체 수 조사 및 박과 김(1994)의 방법에 의한 어체의 미병으로부터 추출한 적혈구의 크기 조사에 의하였다.

체중(ungutted body weight : UBW)은 g단위 까지, 체장(body length : BL)은 cm단위 까지, 생식소 무게(gonad weight : GW)는 g단위 까지, 내장피 무게(viscera weight : VW)는 g단위 까지 (복강지방 및 장 포함), 간 무게(liver weight : LW)는 g단위 까지, 복강 두께(belly thickness : BT)는 가슴지느러미 기저 뒤에서 등지느러미 기저 앞의 중간부위 종단면을 mm단위로 측정하였다.

$$\text{비만도(condition factor: CF)는 } CF = \frac{UBW}{BL^3} \times 100.$$

내장피 제거 체중(gutted body weight : GBW)은 g단위로 측정하였으며 체중에서 생식소와 간, 내장피 무게를 뺀 값(신장은 내장피 제거 체중에 포함시킴)으로

dressing 비(dressing index: DI)는 $DI = \frac{GBW}{UBW} \times 100$,

생식소 지수 (gonad index: GI)는 $GI = \frac{GW}{GBW} \times 100$,

내장피 지수 (viscera index: VI)는 $VI = \frac{VW}{GBW} \times 100$,

간 지수(liver index: LI)는 $LI = \frac{LW}{OVERGBW} \times 100$ 으로 계산하였다.

어체는 가슴지느러미 기저 뒷부위, 등지느러미 기저 앞부위 및 꼬리지느러미 기저 앞부위에서 0.5~1cm 두께로 종단으로 절단되었으며 각 절단면에서 Fig. 1과 같은 형질이 측정되었다. 몸둘레 측정이 가슴지느러미 기저뒤 종단면(body circumference at pelvic fins: CIP), 등지느러미 기저 앞 종단면(body circumference at dorsal fin: CID), 뒷지느러미 기저 앞 종단면(body circumference at anal fin: CIA)에서 cm단위로 이루어졌다. 가슴지느러미 기저뒤, 등지느러미 기저 앞, 뒷지느러미 기저 앞의 각 종단면에서의 면적(area at pelvic fins: AP, area at dorsal fin: AD, area at anal fin: AA)이 planimeter에 의해 cm²단위로 측정되었으며 가슴지느러미 기저뒤, 등지느러미 기저 앞, 뒷지느러미 기저 앞의 각 종단면에서의 전체높이(total height at pelvic fins: THP, total height at dorsal fin: THD, total height at anal fin: THA), 높이(height at pelvic fins: HP, height at dorsal fin: HD, height at anal fin: HA) 및 폭(width at pelvic fins: WP, width at dorsal fin: WD, width at anal fin: WA)이 cm단위로 측정되었다. 복강두께(belly thickness: BT) 측정은 가슴지느러미 기저뒤와 등지느러미 기저 앞 사이 중간부위에 해당하는(Fig. 1의 M위치) 종단면 복측에서 mm단위로 이루어졌다. 각 종단면에서 복강두께 1 (belly thickness 1: BTX1)은 가슴지느러미 기저뒤(belly thickness 1 at pelvic fins: BTP1), 등지느러미 기저 앞(belly thickness 1 at dorsal fin: BTD1) 및 뒷지느러미 기저 앞(belly thickness 1 at anal fin: BTA1)에서 mm단위로 측정되었다. 역시 각 종단면에서의 복강두께 2(belly thickness 2: BTX2)가 가슴지느러미 기저뒤(belly thickness 2 at pelvic fins: BTP2), 등지느러미

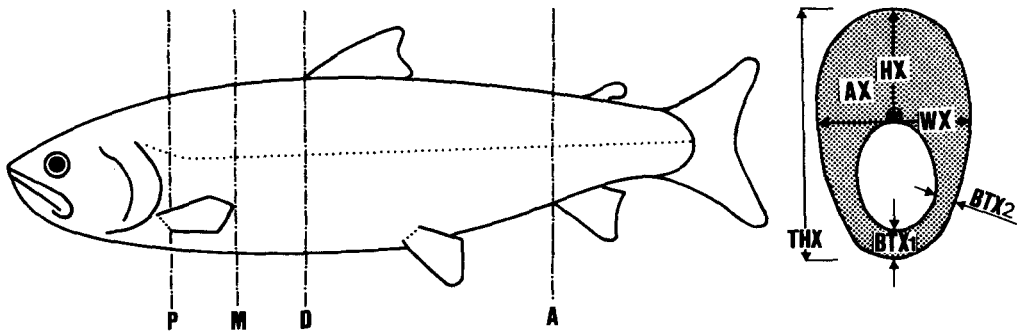


Fig. 1. Total height (THX), height (HX), width (WX), area (AX) and belly thickness (BTX1 and BTX2) measured on a cross section slice taken just posterior to the base of the pectoral fins (X=P), midpoint between just posterior to the base of the pectoral fins and just anterior to the base of the dorsal fin (X=M), just anterior to the base of the dorsal fin (X=D) and just anterior to the base of the anal fin (X=A).

기저앞(belly thickness 2 at dorsal fin: BTD2) 및 뒷지느러미 기저앞(belly thickness 2 at anal fin: BTA2)에서 mm단위로 측정되었다.

평균 복강두께(average belly thickness: ABT)는 mm단위로 측정하였으며

$$ABT = \frac{BT + BTP1 + BTP2 + BTD1 + BTD2}{5} \text{ 로}$$

체형(body shape: BS) 측정 항목들은 백분율로 계산되었다. 즉,

$$\text{체형 1 (body shape 1: BS1)은 } BS1 = \frac{CID}{BL} \times 100,$$

$$\text{체형 2 (body shape 2: BS2)는 } BS2 = \frac{THD}{BL} \times 100,$$

$$\text{체형 3 (body shape 3: BS3)는 } BS3 = \frac{WD}{BL} \times 100$$

으로 계산되었다.

아울러 각 절단면에서의 종단형(section shape: SS) 측정치도 백분율로 계산되었다. 즉,

$$\text{종단형 1-1 (section shape 1-1: SS1-1)은 } SS1-1 = \frac{WP}{THD} \times 100,$$

$$\text{종단형 1-2 (section shape 1-2: SS1-2)는 } SS1-2 = \frac{WD}{THD} \times 100,$$

$$\text{종단형 2-1 (section shape 2-1: SS2-1)은 } SS2-1 = \frac{HP}{WP} \times 100,$$

$$\text{종단형 2-2 (section shape 2-2: SS2-2)는 } SS2-2 = \frac{HD}{WD} \times 100,$$

$$\text{종단형 3-1 (section shape 3-1: SS3-1)은 } SS3-1 = \frac{BT}{WP} \times 100,$$

$$\text{종단형 3-2 (section shape 3-2: SS3-2)는 } SS3-2 = \frac{BTP1}{WP} \times 100,$$

$$\text{종단형 3-3 (section shape 3-3: SS3-3)은 } SS3-3 = \frac{BTP2}{WP} \times 100,$$

$$\text{종단형 4-1 (section shape 4-1: SS4-1)은 } SS4-1 = \frac{0.5(\pi \cdot HP \cdot WP \cdot 0.5)}{AD} \times 100,$$

$$\text{종단형 4-2 (section shape 4-2: SS4-2)는 } SS4-2 = \frac{0.5(\pi \cdot HD \cdot WP \cdot 0.5)}{AD} \times 100$$

으로 계산하였다. 단 종단형 4의 각지느러미 종단면의 폭(WP, WD)은 mm단위로 측정되었다.

통계처리

산천어 2배체와 유도 3배체에 대하여 암수 각각 20개체씩 임의 선정된 어체들의 다양한 형질들을 측정 한 자료는 다음과 같은 통계학적 방법에 의하여 분석되었다.

첫째, 2배체와 유도 3배체의 표본에서 암수간 형질측정치의 평균치에 차이가 있는지의 여부에 대한 유의성을 Student's t-test 방법을 사용하여 검정하였다 (Zar, 1984).

둘째, 만약 암수간 형질측정치에서 유의한 차이가 인정되지 않으면 암수에 대한 자료를 합치고, 만약 유의한 차이가 인정되면 암수의 자료를 분리시켜서 다음단계의 분석인 2배체와 유도 3배체간 형질측정치의 차이에 대한 유의성 검정에 사용하였다.

마지막으로 다양한 형질 측정치에 있어서 형질간이나 암수간 혹은 2배체와 3배체간에 성장의 변이도를 알아보기 위하여 변이계수(coefficient of variation: CV)를 구해서 상호 비교 하였다.

결 과

산천어의 성장을 나타내는 여러가지의 형질에서는 암·수간 및 2배체와 유도 3배체간에 성장의 변이 정도에 있어서 다양한 형태가 나타났다.

우선 각 형질 측정치에서 암·수간 성별에 차이가 있는지의 여부를 알아보기 위한 분석결과, Table 1에서 보는 바와 같이 체장과 체중의 성장에서 2배체는 암컷이 수컷에 비하여 크게 나타난 반면, 유도 3배체에서는 수컷의 값이 암컷에 비해 더 크게 나타났다. 그러나 통계학적인 검정 결과 2배체의 암·수간 체장과 체중의 차이는 유의하지 않았으나($P>0.05$), 유도 3배체의 경우에는 아주 유의한 차이를 보였다($P<0.01$). 한편, 내장피 제거 체중에서는 2배체인 경우 내장피가 포함된 전체 체중에서의 결과와는 달리 수컷의 평균치가 암컷보다 크게 나타났으나 통계학적인 검정 결과 그 차이는 유의하지 않았으며, 유도 3배체는 체장과 체중의 결과와 같이 역시 수컷이 유의하게 더 큰 값을 나타내었다. Dressing비는 2배체에서는 유의한 성별차이를 보인데 반하여 유도 3배체에서는 거의 비슷하여 통계학적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다(Fig. 2). 비만도는 2배체와 유도 3배체 공히 암·수 차이가 보이지 않았다. 생식소 무게와 생식소 지수는 2배체에서나 유도 3배체에서 암·수간에 아주 유의한 차이를 나타내어($P<0.01$) 생식소 지수의 경우 2배체 수컷이 4.2로 2배체 암컷의 29.6에 비해 낮게 나타났다. 유도 3배체 암컷은 0.1로 매우 낮은 생식소 지수를 보였으며 유도 3배체 수컷은 암컷에 비해 다소 높아 0.7을 나타내었다. 내장피 무게는 2배체에서만 성별차이가 나타났으나 ($P<0.05$), 내장피 지수는 2배체와 유도 3배체 모두 암·수간 차이가 인정되었다. 간 무게에서 2배체 암컷($P<0.01$), 3배체 수컷($P<0.05$)이 각각의 상대 성에 비해 크게 나타났으며 간 지수에서는 2배체에서 성별차이가 나타났다($P<0.01$). 각 종단면의 체둘레는 2배체인 경우 암·수간 차이가 인정되지 않았으나 유도 3배체에서는 가슴, 등 및 꼬리지느러미의 종단면의 세 경우에서 공히 매우 유의한 차이($P<0.01$)가 인정되었다.

Fig. 3에 나타난 바와 같이 가슴지느러미 기저뒤, 등지느러미 기저앞, 뒷지느러미 기저앞 부위 종단면에서의 면적과 전체높이, 폭, 복강두께 1, 2는 일관성있는 성별차이를 나타내지 않았다. 즉, 가슴지느러미 기저뒤 종단면에서의 면적(AP)과 높이(HP), 등지느러미 기저앞 종단면에서의 높이(HD)는 2배체와 유도 3배체에서 공히 성별차이가 유의하게 나타났으며, 등지느러미 기저앞 종단면에서의 면적(AD)과 폭(WD), 뒷지느러미 기저앞 절단면에서의 면적(AA)과 폭(WA)은 2배체와 유도 3배체 모두에서 유의한 성별차이가 인정되지 않았다. 유도 3배체인 경우 수컷이 암컷에 비해 가슴지느러미 종단면의 복강두께 1($P<0.05$), 등지느러미 종단면의 복강두께 1($P<0.01$)에서 크게 나타난 반면 2배체인 경우는 수컷이 암컷에 비해 가슴지느러미 종단면의 복강두께 2 ($P<0.01$), 등지느러미 종단면의 복강두께 2($P<0.01$)에서 크게 나타났다. 복강두께(BT)는 2배체와 유도 3배체의 두 경우에서 모두 성별차이가 없었는데 반하여, 평균복강두께(ABT)는 두 경우에서 모두 수컷이 유의하게 더 컸다($P<0.05$). 체형에서는 BS-3의 유도 3배체 암컷이 수컷에 비해 큰 것($P<0.05$)을 제외하고는 각 체

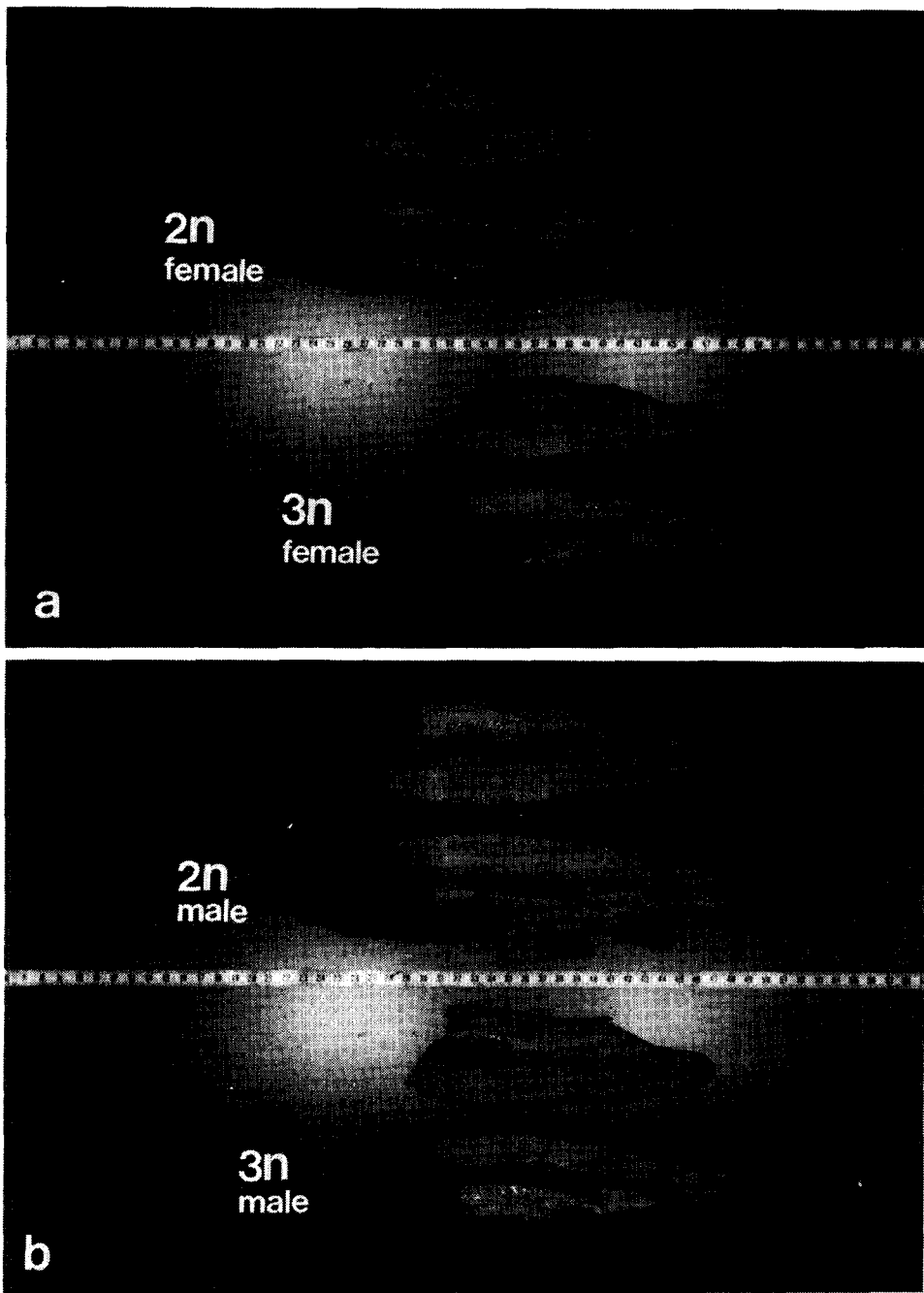


Fig. 2. Typical external morphology of dressed body of diploid (2n) and triploid (3n) in female (a) and diploid (2n) and triploid (3n) in male (b) cherry salmon.

Table 1. Means and standard deviations for phenotypic traits of diploid and triploid cherry salmon, and results of t-tests for difference between sexes.

Trait	Diploid			Triploid		
	Female	Male	t-test	Female	Male	t-test
Body length (cm)	26.6	26.5	NS	23.1	26.2	**
	2.9	3.8		3.0	3.2	
Ungutted body weight (g)	268.1	244.4	NS	150.0	221.7	**
	115.8	102.4		36.8	77.4	
Gutted body weight (g)	198.5	230.9	NS	144.0	214.8	**
	68.9	95.4		36.8	76.2	
Dressing percentage	74.6	94.6	**	96.0	96.8	NS
	6.9	2.0		1.6	1.2	
Condition factor	1.4	1.3	NS	1.2	1.2	NS
	0.3	0.2		0.3	0.1	
Gonad weight (g)	60.3	6.2	**	0.1	1.3	**
	44.1	3.3		0.1	0.6	
Gonad index	29.6	4.2	**	0.1	0.7	**
	11.6	2.2		0.1	0.5	
Viscera weight (g)	5.2	5.1	NS	4.7	3.5	*
	2.7	2.4		1.6	2.0	
Viscera index	2.6	3.3	*	3.3	1.7	**
	0.7	1.0		1.4	1.0	
Liver weight (g)	4.2	2.1	**	1.3	2.1	*
	2.2	0.6		0.6	1.2	
Liver index	2.1	1.3	**	0.9	1.0	NS
	0.7	0.2		0.4	0.3	
Body circumference at pelvic fins (CIP) (cm)	14.2	14.9	NS	12.3	14.1	**
	2.9	2.6		1.2	1.6	
dorsal fin (CID) (cm)	15.4	15.3	NS	12.9	14.5	**
	3.1	3.0		1.0	1.6	
anal fin (CIA) (cm)	11.2	11.4	NS	9.4	10.7	**
	1.8	1.6		1.2	1.2	
Section at pelvic fins area (AP) (cm ²)	8.6	11.4	*	8.4	10.1	*
	2.7	4.0		2.0	2.8	
total height (THP) (cm)	5.8	6.0	NS	4.8	5.7	**
	1.3	1.2		0.4	0.6	
height (HP) (cm)	2.2	2.7	**	2.1	2.4	**
	0.4	0.6		0.2	0.4	
width (WP) (cm)	2.9	3.2	*	2.9	3.1	NS
	0.4	0.4		0.4	0.4	
belly thickness1 (BTP1) (mm)	5.3	6.2	NS	5.0	6.8	*
	1.8	1.6		2.4	2.0	
belly thickness2 (BTP2) (mm)	3.3	5.0	**	4.8	4.8	NS
	0.9	1.4		1.6	1.6	

(Table 1. Continued)

Trait	Diploid			Triploid		
	Female	Male	t-test	Famale	Male	t-test
Section at dorsal fin		12.3	NS	9.6	11.2	
area (AD) (cm ²)	10.6	3.8		1.2	3.4	NS
total height (THD) (cm)	3.8	6.4	NS	5.2	6.0	
height (HD) (cm)	6.2	1.4		0.4	0.8	**
width (WD) (cm)	1.6	3.5	**	2.7	3.2	
belly thickness1 (BTD1) (mm)	2.9	0.8		0.2	0.6	**
belly thickness2 (BTD2) (mm)	0.4	2.9	NS	2.6	2.8	
width (WA) (cm)	3.0	0.4		0.2	0.4	NS
belly thickness1 (BTD1) (mm)	0.4	7.2	MS	4.8	7.8	
belly thickness2 (BTD2) (mm)	5.8	3.0		1.6	4.0	**
belly thickness2 (BTD2) (mm)	4.5	6.6	**	6.2	7.2	
belly thickness2 (BTD2) (mm)	4.5	1.2		1.6	3.4	NS
belly thickness2 (BTD2) (mm)	2.5					
Section at anal fin		7.5	NS	5.7	6.5	
area (AA) (cm ²)	7.0	2.2		1.2	1.6	NS
total height (THA) (cm)	1.6	4.8	NS	3.9	4.6	
width (WA) (cm)	4.6	0.8		0.6	0.6	**
belly thickness (BT) (mm)	0.7	2.1	NS	2.0	2.2	
belly thickness (BT) (mm)	4.5	5.2		2.2	3.2	NS
belly thickness (BT) (mm)	2.5	6.1	*	5.1	6.4	
Average belly thickness (ABT) (mm)	4.7	1.8		1.0	2.2	*
Average belly thickness (ABT) (mm)	1.8					
Body shape(BS)	57.9	58.0	NS	55.7	55.3	
BS1	8.7	7.2		5.2	4.2	NS
BS2	23.4	24.2	NS	22.4	23.0	
BS3	4.0	3.6		1.8	2.8	NS
BS3	11.2	11.0	NS	11.4	10.8	
BS3	2.2	0.8		0.8	0.8	*
Section shape(SS)						
SS1-1	51.2	53.5	NS	60.6	55.0	**
SS1-2	9.2	10.0		4.0	6.6	
SS2-1	48.4	45.4	NS	51.2	47.0	*
SS2-2	13.4	7.0		3.6	6.2	
SS3-1	76.2	84.5	NS	72.2	77.2	NS
SS3-2	12.5	20.6		13.2	8.8	
SS3-3	96.1	121.3	**	103.8	112.2	NS
SS3-1	21.2	15.2		5.2	21.6	
SS3-2	153.9	173.3	NS	165.1	169.6	NS
SS3-3	83.2	156.2		81.2	86.2	
SS3-1	178.5	194.5	NS	170.7	215.8	*
SS3-2	45.4	60.2		72.0	40.4	
SS3-3	111.2	156.0	NS	163.6	152.0	NS
SS3-3	30.9	36.0		40.6	28.6	

(Table 1. Continued)

Trait	Diploid			Triploid		
	Female	Male	t-test	Famale	Male	t-test
SS4-1	59.6	59.9	NS	57.8	59.6	NS
	5.8	9.8		9.0	4.2	
SS4-2	63.1	65.7	NS	59.3	62.9	NS
	9.6	7.8		6.0	10.0	

NS denotes not significant at $\alpha=0.05$

* denotes significant at $\alpha=0.05$

** denotes significant at $\alpha=0.01$

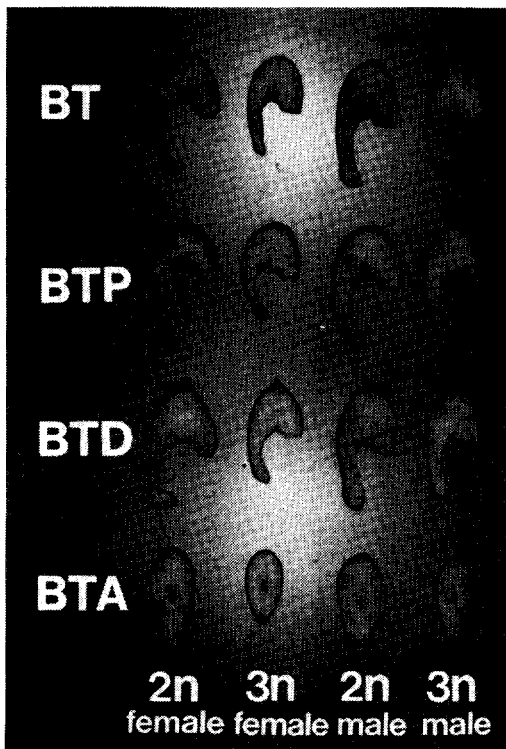


Fig. 3. Typical external morphology of belly thickness in diploid (2n) and triploid (3n) cherry salmon (female, male) at midpoint between just posterior to the base of pectoral fin and just anterior to the base of the dorsal fin (BT), just posterior to the base of pectoral fin (BTP), just anterior to the base of the dorsal fin (BTD) and just anterior to the base of the anal fin (BTA).

형 측정항목에서 암·수간의 차이가 인정되지 않았다. 종단형(SS)에서도 대체로 2배체와 유도 3배체의 두 경우에서 암·수간의 차이가 없었으나 2배체에서는 종단형2-2 (SS2-2)($P<0.01$)와 종단형3-3 (SS3-3)($P<0.01$)에서, 유도 3배체에서는 종단형1-1 (SS1-1)($P<0.01$)과 종단형SS1-2 (SS1-2)($P<0.05$), 종단형SS3-2 (SS3-2)($P<0.05$)에서 암·수간의 유의한 차이가 인정되었다(Table 1).

한편, 형질 측정치에서 2배체와 유도 3배체간의 성장에 차이가 있는지를 알아보기 위하여 Table 1에서의 성별차이가 유의하게 인정되지 않은 형질에 대해서는 암·수의 자료를 합치고 (pooled), 차이가 인정된 형질은 암·수를 분리하여 평균치의 차이를 검정한 결과는 Table 2와 같다. 체장과 체중의 성장에서는 수컷은 2배체와 유도 3배체간에서 차이가 없었는데 반하여 암컷은 유도 3배체에 비해 2배체에서 훨씬 크게 나타났다($P<0.01$). 이러한 현상은 내장피 제거 체중에서도 마찬가지였다. Dressing 비는 암·수 공히 유도 3배체가 2배체에 비해 유의하게 크게 나타났다($P<0.01$)(Fig. 2). 비만도는 암·수간에서 뿐만 아니라 배체간에도 차이가 없었다. 생식소 무게는 수컷에서 2배체가 6.2, 유도 3배체가 1.3을 나타내어 유의성이 인정되었으며($P<0.01$), 암컷에서는 생식소 무게에 있어서 2배체가 60.3, 유도 3배체가 0.1을 나타내어 수컷에서 2배체와 3배체간 차이보다 매우 크

Table 2. Means and standard deviations for phenotypic traits of diploid and triploid cherry salmon, and results of t-tests for difference between treatments.

Trait	Sex	Diploid	Triploid	t-test
total height (THA) (Male)	(Male)	4.8	4.6	NS
	(Female)	0.8	0.6	
width (WA) (cm)	(Pooled)	4.6	3.9	**
		0.7	0.6	
Belly thickness (BT) (mm)	(Pooled)	2.1	2.1	NS
		0.3	0.5	
Average belly thickness (ABT) (mm)	(Male)	5.1	5.1	NS
	(Female)	3.8	2.7	
Body shape (BS)	(Male)	6.1	6.4	NS
	(Female)	1.8	2.2	
BS1	(Pooled)	4.7	5.1	NS
		58.0	55.5	
BS2	(Pooled)	8.0	4.7	NS
		23.8	22.7	
BS3	(Male)	3.8	2.3	NS
	(Female)	11.0	10.8	
Section shape (SS)	(Pooled)	0.8	0.8	NS
		11.2	11.4	
SS1-1	(Male)	2.2	0.8	NS
	(Female)	53.5	55.0	
SS1-2	(Male)	10.0	6.6	**
	(Female)	51.2	60.6	
SS2-1	(Male)	9.2	4.0	NS
	(Female)	45.4	47.0	
SS2-2	(Pooled)	7.0	6.2	NS
		48.4	51.2	
SS3-1	(Pooled)	13.4	3.6	NS
		80.4	74.7	
SS3-2	(Male)	16.6	11.0	NS
	(Female)	121.3	112.2	
SS3-3	(Pooled)	15.2	21.6	NS
		96.1	103.8	
SS4-1	(Pooled)	21.2	5.2	NS
		163.6	167.4	
SS4-2	(Male)	119.7	83.7	NS
	(Female)	194.5	215.8	
SS4-3	(Pooled)	60.2	40.4	NS
		178.5	170.7	
SS4-4	(Male)	45.4	72.0	NS
	(Female)	156.0	152.0	
SS4-5	(Pooled)	36.0	28.6	**
		111.2	163.6	
SS4-6	(Pooled)	30.9	40.6	NS
		59.8	58.7	
SS4-7	(Pooled)	7.8	6.6	NS
		64.4	61.1	
SS4-8	(Pooled)	8.7	8.0	NS

NS denotes not significant at $\alpha=0.05$

* denotes significant at $\alpha=0.05$

** denotes significant at $\alpha=0.01$

Table 3. Coefficients of variations (CV) for traits by sex for diploid and triploid cherry salmon.

Trait	Diploid		Triploid	
	Female	Male	Female	Male
Body length (cm)	0.1093	0.1434	0.1299	0.1221
Ungutted body weight (g)	0.4320	0.4190	0.2453	0.3491
Gutted body weight (g)	0.3470	0.432	0.2556	0.3547
Dressing percentage	0.0929	0.0211	0.0167	0.0124
Condition facoter	0.2141	0.1385	0.2131	0.0656
Gonad weight (g)	0.7305	0.5323	1.0000	0.4615
Gonad index	0.3926	0.5238	1.0000	0.7879
Viscera weight (g)	0.5160	0.4706	0.3404	0.5714
Viscera index	0.2692	0.3030	0.4242	0.5882
Liver weight (g)	0.5324	0.2857	0.4615	0.5714
Liver index	0.3514	0.1200	0.4944	0.2917
Body circumference at				
perlvic fins (CIP) (cm)	0.2076	0.1745	0.0976	0.1135
dorsal fin (CID) (cm)	0.2033	0.1961	0.0775	0.1103
anal fin (CIA) (cm)	0.1597	0.1404	0.1277	0.1121
Section at pelvic fins				
area (AP) (cm ²)	0.3120	0.3509	0.2381	0.2772
total height (THP) (cm)	0.2313	0.2000	0.0833	0.1053
height (HP) (cm)	0.2033	0.2222	0.0952	0.1667
width (WP) (cm)	0.1542	0.1250	0.1379	0.1290
belly thickness1 (BTP1) (mm)	0.3375	0.2581	0.4800	0.2941
belly thickness2 (BTP2) (mm)	0.2710	0.2800	0.3333	0.3333
Section at dorsal fin				
area (AD) (cm ²)	0.3586	0.3089	0.1250	0.3036
total height (THD) (cm)	0.2525	0.2187	0.0769	0.1333
height (HD) (cm)	0.1597	0.2286	0.0741	0.1875
width (WD) (cm)	0.1491	0.1379	0.0769	0.1429
belly thickness1 (BTD1) (mm)	0.7711	0.4167	0.3333	0.5128
Belly thickness2 (BTD2) (mm)	0.5466	0.1818	0.2581	0.4722
Section at anal fin				
area (AA) (cm ²)	0.2236	0.2933	0.2105	0.2462
total height (THA) (cm)	0.1556	0.1667	0.1538	0.1304
width (WA) (cm)	0.0500	0.1905	0.1000	0.3636
Belly thickness (BT) (mm)	0.5466	0.9286	0.4583	0.5926
Average belly thickness (ABT) (mm)	0.3830	0.2951	0.1961	0.3438
Body shape (BS)				
BS1	0.1506	0.1241	0.0934	0.0759
BS2	0.1720	0.1488	0.0804	0.1217
BS3	0.1964	0.0727	0.0702	0.0741
Section shape (SS)				
SS1-1	0.1791	0.1869	0.0660	0.1200
SS1-2	0.2772	0.1542	0.0703	0.1319
SS2-1	0.1643	0.2438	0.1828	0.1140
SS2-2	0.2210	0.1253	0.0501	0.1925
SS3-1	0.5405	0.9013	0.4918	0.5083
SS3-2	0.2543	0.3095	0.4218	0.1872
SS3-3	0.2775	0.2308	0.2482	0.1882
SS4-1	0.0975	0.1636	0.1557	0.0705
SS4-1	0.1524	0.1187	0.1012	0.1590

게 나타났다($P < 0.01$). 아울러 생식소 지수도 유사한 경향을 보여 수컷에서 2배체가 4.2, 유도 3배체가 0.7을 나타내어 유의하였으며($P < 0.01$). 암컷에서는 생식소 지수가 2배체가 29.6, 유도 3배체가 0.1을 나타내어 역시 수컷에서의 배체간 차이보다 매우 크게 나타났다($P < 0.01$). 내장피 무게와 내장피 지수에 있어서는 암컷에서는 배체간의 차이가 없었으나 수컷에서는 두 경우 모두 차이가 나타나 각각 $P < 0.05$, $P < 0.01$ 의 유의성을 보였다. 간 무게는 암컷에서 2배체가 유도 3배체에 비해 크게 나타났으며($P < 0.01$), 간 지수는 암·수 모두에서 2배체가 유도 3배체보다 크게 나타나서 배체간의 차이가 유의하게 인정되었다($P < 0.01$). Fig. 3에 나타난 바와같이 각 종단면의 체둘레는 수컷은 배체간 차이가 없었는데 반해 암컷은 2배체에서 아주 크게 나타나서 유의성이 인정되었다. 가슴지느러미 기저위 종단면에서의 측정형질들은 일반적으로 배체간 차이가 없었다. 그러나 전체높이(THP)와 복강두께 2(BTD2)에서 암컷은 유의한 배체간 차이를 나타내었다($P < 0.01$). 등지느러미와 뒷지느러미의 기저위 종단면에서의 측정형질들도 가슴지느러미 기저위 종단면에서의 측정형질 결과와 마찬가지로 일반적으로 배체간 차이는 없었으나 등지느러미 기저위 종단면에서는 전체높이(THD)의 암컷($P < 0.05$), 폭(WD) ($P < 0.05$), 복강두께 2(BTD2)의 암컷($P < 0.05$)에서 유의한 차이가 인정되었으며 뒷지느러미 기저위 종단면에서는 면적(AA) ($P < 0.05$)과 전체높이(THA)의 암컷($P < 0.01$)에서 배체간 유의한 차이가 인정되었다. 복강두께(BT)와 평균복강두께(ABT)를 비롯하여 모든 체형의 경우(BS1, BS2, BS3)에서도 배체간 차이가 없었다(Fig. 3). 종단형에서도 대체로는 2배체와 유도 3배체간에 차이가 없었으나 SS1-1의 암컷($P < 0.01$)과 SS3-3의 암컷($P < 0.01$)에서만 예외로 차이가 있었다.

마지막으로 산천어의 다양한 형질측정치에 있어서 형질간이나 암·수간 혹은 배체간 성장의 변이도를 알아보기 위하여 계산된 변이계수는 Table 3과 같다. 가장 높은 변이도를 보인 형질은 생식소 무게와 생식소 지수였으며, 내장피 무게와 간 무게, 복강두께 1, 2의 일부형질(BTD1, BTD2), 복강두께(BT) 및 종단형의 SS3-1도 50%가 넘는 변이도를 나타냈다.

일반적으로 성장의 변이도는 체장이나 각 지느러미 종단면의 높이, 폭에서 낮게 나타났으며 무게에 연관되는 형질에서 크게 나타났다.

암·수간 성장의 개체변이는 일정한 경향을 보이지 않고 각 형질에 따라서 변이도가 암·수간에 차이를 보였고 변이도는 배체간 일정한 경향이 없이 나타났다.

고 찰

유도 3배체는 산란시기 전까지 2배체에 비해 성장률이 다소 낮으나 산란기 및 산란기 이후 3배체 자체의 불임에 기인되어 성숙에너지를 회수하여 성장에 사용하므로 2배체에 비해 성장률이 증가된다(박 등, 1994: Chourrout *et al.*, 1986: Kim *et al.*, 1994: Wolters *et al.*, 1982). 또한 불임에 기인된 성성숙 호르몬 분비 저하로 산란행위를 하지 못하므로 1회 산란 후 사망하는 어종인 경우 그 생존기간을 연장시킬 수 있다(박과 김, 1994: Ueno *et al.*, 1986).

본 연구 결과 체장, 체중 및 내장피체중 체중에서 산천어, *Oncorhynchus masou*의 유도 3배체가 2배체에 비해 낮게 나타나며, 특히 암컷에서 유도 3배체는 2배체에 비해 낮게 나타남은 기존의 여타 연구결과와 일치한 것으로 이는 유도 3배체 자체의 배수화에 기인된 유전적 불안정성으로 사료된다(박과 김, 1994: Ihssen *et al.*, 1990). 아울러 어류 3배체의 산란 전까지 2배체에 비해 낮은 성장은 이와 같은 유전적 불안정 이외에 적혈구 크기 증가에 수반된 적혈구 수의 감소(박과 박, 1994: Ali-ah *et al.*, 1991)로 물질대사를 위한 산소운반 능력이 2배체에 비해 떨어짐에 기인된 것으로 사료된

다. 그러나 유도 3배체에 있어서 수컷이 암컷에 비해 체장, 체중 및 내장피제거 체중에서 높은치를 보인 것은 산란 전까지 산천어 수컷의 암컷에 대한 높은 성장을 나타낸 것이다.

Dressing 비는 유도 3배체가 2배체에 비해 낮은 간 무게, 내장과 무게 및 생식소 무게로 인해 높게 나타났다. 아울러 dressing 비는 암·수간에서 2배체와 유도 3배체간 유의한 차이를 보여 유도 3배체의 암·수가 2배체의 암·수보다 크게 나타났다.

비만도는 유도 3배체, 2배체 및 암·수간에서 유의한 차이가 나타나지 않은 반면 생식소 무게는 유도 3배체가 2배체에 비해 낮았으며 이러한 낮은 정도는 수컷에 비해 암컷이 상대적으로 낮게 나타났다. 생식소 지수 역시 생식소 무게 결과와 유사한 양상을 보였다. 특히 유도 3배체중 암컷이 수컷에 비해 매우 낮은 생식소 무게 및 생식소 지수를 보임은 유도 3배체 암컷은 완전한 불임을 보이는 반면 유도 3배체 수컷은 불완전한 불임, 즉 어느정도의 생식력이 있음(박과 김, 1994)을 시사한다. 3배체는 무정자이거나 이수체 정자를 만들기 때문에 자손의 생존력은 없게 되나 일부 종의 3배체 수컷, 예컨대 잉어, *Cyprinus carpio*의 3배체 수컷(Gervai *et al.*, 1980), 대서양 가자미(김과 장, 1994), *Pleuronectes platessa*의 3배체 수컷(Lincoln, 1981) 및 무지개송어, *Oncorhynchus mykiss*의 3배체 수컷(Lincoln and Scott, 1984)에서는 수컷이 2차성징을 나타내며 testosterone 수준도 2배체 수컷과 동일한 것으로 보고 되었다. 따라서 본 연구의 산천어 유도 3배체 수컷을 대상으로 성숙기의 불임성 정도에 관한 조사와 아울러 만약 3배체 수컷이 어느 정도의 성숙을 나타낸다면 이 성숙정도에 따라, 성전환 및 3배체화에 의한 전암컷 3배체 집단(all-female triploid population)의 생산이 고려되어야 하겠다.

내장피 지수 기준시 2배체 중 암컷이 수컷에 비해 낮게 나타난 반면 유도 3배체는 수컷이 암컷에 비해 낮게 나타났으며 특히 3배체 수컷은 매우 낮은 내장피 지수를 보이고 있다. 내장피 지수는 그 지수가 감소하는 방향으로 육종되고 있으며 이러한 내장피 지수는 대서양 연어, *Salmo salar*에서는 5월에 6%인 것이 11월의 산란기에는 2.5%로 감소하였다(Aksnes *et al.*, 1986; Gjerde, 1989). 이러한 내장피 지수에서의 감소는 생식에 연관된 복강지방의 감소에 기인된 것으로 차후 산천어 유도 3배체 및 2배체를 대상으로 산란기, 비산란기에서의 복강지방과 내장피지수의 관계에 관한 면밀한 파악이 필요하리라 사료된다.

많은 경골어류에서 산란기에 간 지수의 증가 및 vitellogenesis의 증가에 따른 혈청 estrogen과 androgen 수준이 증가(Liley and Stacey, 1983) 됨을 고려시 본 실험의 간 지수에서 암컷인 경우 2배체가 유도 3배체에 비해 약 2배 크게 나타났으며 2배체 중에서도 암컷이 수컷에 비해 크게 나타났다. 유도 3배체의 간 지수는 2배체와는 상반되게 수컷이 암컷에 비해 다소 크게 나타나 생식소 지수 결과와 마찬가지로 유도 3배체 암컷은 완전한 불임에 연관됨을 보인 반면 유도 3배체 수컷은 불완전한 불임을 반영하였다.

가슴지느러미 기저 뒤, 등지느러미 기저 앞, 뒷지느러미 기저 앞부위 종단면에서의 체둘레는 2배체가 유도 3배체에 비해 크게 나타났으며 특히 수컷에서 크게 나타나 기타 형질의 성장결과와 일치함을 보였다. Ueno 등(1986)은 본 연구 결과와 동일하게 유도 3배체 수컷의 가슴지느러미 기저 뒤, 등지느러미 기저 앞, 뒷지느러미 기저 앞부위의 종단면에서의 체둘레는 2배체에서는 암·수 측정치가 유사 하였으나 이들과 유도 3배체 암컷의 측정치와 비교시 큰 차이를 보인바 이는 유도 3배체 암컷의 완전한 불임에 기인된 것으로 유도 3배체 암컷과 수컷의 체둘레 차이는 복강이 없는 뒷지느러미 기저 앞부위의 종단면 체둘레 보다는 복강이 존재하는 가슴지느러미 기저 뒤, 등지느러미 기저 앞부위의 종단면에서 체둘레에서 현저하였다.

가슴지느러미 기저 뒤, 등지느러미 기저 앞, 뒷지느러미 기저 앞부위 종단면에서의 면적, 전체높이, 높이 및 폭등 모든 측정항목에서 유도 3배체, 2배체 공히 수컷이 암컷에 비해 높게 나타나며 유도 3배체가 2배체에 비해 높게 나타남은 배체간 그리고 성별간의 성장차이를 반영한 것이라 할 수 있다. 가슴지느러미 종단면의 복강두께 2 (BTP2)에서 유도 3배체 암컷은 2배체 암컷에 비해 유의한 크기 차이를 보였으며($P<0.01$) 등지느러미 종단면의 복강두께 2 (BTD2)에서 역시 유도 3배체 암컷은 2배체 암컷에 비해 유의한 크기 차이를 보였다($P<0.05$). 이와 같은 복강두께 2 (BTP2와 BTD2)에서 유도 3배체 암컷이 2배체 암컷에 비해 통계학적으로 유의한 정도로 크게 나타난 것은 2배체 암컷과 비교시 유도 3배체 암컷의 낮은 성장에도 불구하고 유도 3배체 암컷의 본 실험의 생식소 지수 결과와도 잘 연관되는 불임에 기인된 효과라 사료된다.

본 연구 결과와 마찬가지로 은어, *Plecoglossus altivelis* 유도 3배체 역시 2배체에 비해 높은 복강중부의 종단면 면적 및 복강중부의 종단면 면적-복강면적을 보였으며 복강중부의 종단면 전체면적에 대한 복강중부의 종단면 면적-복강면적의 비는 유도 3배체 암컷이 2배체 암컷에 비해 30%의 증가와 유도 3배체 수컷이 2배체 수컷에 비해 15%의 증가를 보인바 있다(Ueno *et al.*, 1986).

평균 복강두께(ABT)는 통계학적으로 유의하지 않았으나 유도 3배체가 2배체에 비해 유도 3배체 자체의 불임에 기인되어 높게 나타나는 경향을 보였으며 유도 3배체 암컷은 2배체 암컷에 비해 8.5% 큰 평균 복강두께, 유도 3배체 수컷은 2배체 수컷에 비해 4.9%의 큰 평균 복강두께를 보였다. 평균 복강두께(ABT)는 개체의 전반적인 복강두께 증가를 위한 육종목표의 좋은 수단이 될 수 있는 것으로(Gjerde and Schaeffer, 1989), 산천어 유도 3배체는 이러한 형질에서 우량품종으로서의 가능성을 보여 주었다.

종단형 중 SS1-1 ($P<0.01$) 및 SS1-2 ($P<0.05$)의 측정항목에서 유도 3배체 암컷이 수컷에 비해 크게 나타났으며 SS3-2의 종단형에서는 유도 3배체 수컷이 암컷에 비해 크게 나타났고($P<0.05$) SS3-3의 종단형에서는 유도 3배체 암컷이 2배체 암컷에 비해 크게 나타났다($P<0.01$). 이들 유도 3배체 암·수에서의 비교적 높은 종단형치는 종단형이 더욱 원형에 가까운 것을 나타내는 것으로(Gjerde, 1989) 차후 산천어는 국내 시장에서도 내장이 제거된 상태, 완전한 상태 혹은 종단절단된 상태(steam) 혹은 훈제된(smoked) 상태로 시판될 수 있으므로 종단절단면의 형태를 비롯한 외부형태는 시판의 견지에서는 경제적으로 중요한 요소가 될 것으로 보인다. 산천어 유도 3배체의 2배체에 대한 비교적 둥근 종단면의 형태는 소비자의 취향에 따라 그 경제적 중요성이 좌우될 수 있는 요소로 차후 산천어 유도 3배체, 2배체를 대상으로 산란기, 비산란기 에서의 복강내 지방 변화, 육질 색깔, 수분 함량, 지방 함량 및 단백질 함량 등의 육종학적인 측면에서의 주요형질 및 식품영양학적 측면에서의 조사가 부가적으로 필요하리라 사료된다.

산천어의 성장에 관련되는 형질측정치에 있어서의 변이정도는 체장이나 높이, 폭 등 1차원적 형질이 가장 낮았으며 체중, 생식소 무게, 내장피 무게, 간 무게 등 무게에 연관되는 3차원적 형질이 일반적으로 높았다(Table 3). 또한, 이 변이도는 암·수 간이나 2배체, 유도 3배체 간에는 일정한 경향이 없이 형질에 따라 다양한 값을 나타내었다.

인용문헌

- 김동수·김종만·박인석. 1990a. 양식산 무지개송어 (*Oncorhynchus mykiss*) 2배체 및 유도된 3배체의 염색체 다형현상. 한국양식학회지 3 : 145 - 153.

- 김동수 · 최경철 · 박인석. 1990b. 3배체 나일틸라피아 생산에 관하여. 한국양식학회지 3 : 135 - 144.
- 김수암 · 장창익. 1994. 어류생태학. 서울프레스. 273P.
- 박인석 · 김형배. 1994. 3배체 산천어(*Oncorhynchus masou*) 유도. 한국양식학회지 7 : 176 - 192.
- 박인석 · 김형배 · 손진기 · 김동수. 1994. 3배체 참돔, *Pagrus major* 의 생산. 한국어류학회지 6 : 71 - 78.
- 박인석 · 박기영. 1994. 산천어, *Oncorhynchus masou* 2배체 및 유도 3배체의 혈액학적, 생리학적 특징. 한국양식학회지 7 : 193 - 201.
- Aksnes, A., B. Gjerde, and S. O. Ronald. 1986. Biological, chemical and organoleptic changes during maturation of farmed Atlantic salmon, *Salmo salar*. Aquaculture 53 : 7 - 20.
- Aliah, R. S., Y. Inada, K. Yamaoka, and N. Taniguchi. 1991. Effects of triploidy on hematological characteristics and oxygen consumption in ayu. Bull. Japan. Soc. Sci. Fish. 57 : 833 - 836.
- Benfey, T. J. and A. M. Sutterlin. 1984. Growth and gonadal development in triploid landlocked Atlantic salmon(*Salmo salar* L.). Can. J. Fish. Aquat. Sci. 41 : 1387 - 1392.
- Chourrout, D., B. Chevassus, F. Krieg, A. Happe, G. Burger, and P. Renard. 1986. Production of second generation triploid and tetraploid rainbow trout by mating tetraploid males and diploid females- potential of tetraploid fishes. Theor. Appl. Genet. 72 : 193 - 206.
- Gervai, J., S. Pter, A. Nagy, L. Horvth, and V. Csnyi. 1980. Induced triploidy in carp, *Cyprinus carpio* L. J. Fish Biol. 17 : 667 - 671.
- Gjerde, B. 1989. Body traits in rainbow trout I. Phenotypic means and standard deviations and sex effects. Aquaculture 80 : 7 - 24.
- Gjerde, B. and L. R. Schaeffer. 1989. Body traits in rainbow trout II. estimates of heritabilities and of phenotypic and genetic correlations. Aquaculture 80 : 25 - 44.
- Ihssen, P. E. L. R. Mckay, I. McMillan, and R. B. Phillips. 1990. Ploidy manipulation and gynogenesis in fishes : cytogenetic and fisheries applications. Trans. Amer. Fish. Soc. 119 : 698 - 717.
- Johnson, O. W., W. W. Dickhoff, and F. M. Utter. 1986. Comparative growth and development of diploid and triploid coho salmon, *Oncorhynchus kisutch*. Aquaculture 57 : 329 - 336.
- Kim, D. S., I. -B. Kim, and Y. G. Baik. 1988. Early growth development of triploid rainbow trout, *Salmo gairdneri*. J. Aquat. 1 : 41 - 51.
- Kim, D. S., J. -Y. Jo, and T. -Y. Lee. 1994. Induction of triploidy in mud loach(*Misgurnus mizolepis*) and its effect on gonad development and growth. Aquaculture 120 : 263 - 270.
- Liley, N. R. and N. E. Stacey. 1983. Hormones, pheromones, and reproductive behavior in fish. In : Fish Physiology (eds. Hoar, W.S., Randall D. J. and Donaldson, E. M.) Vol. IX B, Behavior and Fertilization Control. Academic Press, New York, pp.1 - 63.
- Lincoln, R. F. 1981. Sexual maturation in triploid male plaice(*Pleuronectes platessa*) and plaice X flounder (*Platichthys flesus*) hybrids. J. Fish Biol. 19 : 415 - 426.
- Lincoln, R. F. and A. P. Scott. 1984. Sexual maturation in triploid rainbow trout, *Salmo gairdneri* Richardson. J. Fish Biol. 25 : 385 - 392.
- Solar, I. I., E. M. Donaldson, and G. A. Hunter. 1984. Induction of triploidy in rainbow trout (*Salmo gairdneri* Richardson) by heat shock, and investigations of early growth. Aquaculture 42 : 57 - 67.
- Thorgaard, G. H. 1983. Chromosome set manipulation and sex control in fish. In : Fish Physiology (eds. Hoar, W. S., Randall, D. J. and Donaldson, E. M.). Vol. IX B, Academic Press, New York, pp.405 - 434.

- Thorgaard, G. H. 1986. Ploidy manipulation and performance. *Aquaculture* 57 : 57 - 64.
- Thorgaard, G. H. and G. A. E. Gall. 1979. Adult triploids in a rainbow trout family. *Genetics* 93 : 961 - 971.
- Thorgaard, G. H., P. S. Rabinovitch, M. W. Shen, G. A. E. Gall, J. Propp, and F. M. Utter. 1982. Triploid rainbow trout identified by flow cytometry. *Aquaculture* 29 : 305 - 309.
- Ueno, K., Y. Ikenaga, and H. Kariya. 1986. Potentiality of application of triploidy to the culture of ayu, *Plecoglossus altivelis* Temminck et Schlegel. *Jpn. J. Genet.* 61 : 71 - 77.
- Utter, F. M., O. W. Johnson, G. H. Thorgaard, and P. S. Rabinovitch. 1983. Measurement and potential applications of induced triploidy in Pacific salmon. *Aquaculture* 35 : 25 - 135.
- Wolters, W. R., G. S. Libey, and C. L. Chrisman. 1982. Effects of triploidy on growth and gonad development of channel catfish. *Trans. Amer. Fish. Soc.* 111 : 102 - 105.
- Zar, J. H. 1984. *Biostatistical analysis*. 2nd ed. Prentice - Hall, Inc., N. J. 718P.

Morphometrical Differences between Diploid and Induced Triploid Cherry Salmon, *Oncorhynchus masou*

In-Seok Park and Chang-Ik Zhang

Department of Marine Living Resources, Kunsan National University,
Kunsan 573-360, Korea

Morphometrical data for diploid and induced triploid cherry salmon, *Oncorhynchus masou* were analyzed prior to the spawning season to compare their commercial values. The following traits were measured with the diploids and induced triploids : ungutted and gutted body weight; body length; dressing percentage; condition factor; gonad weight and gonad index; belly thickness; viscera weight; viscera index; body circumference at the pelvic, dorsal and anal fins; area of the cross sections at the pelvic and dorsal fins; two belly thickness traits measured on each cross section; total height, height and width of each cross section; three body shape traits; and nine cross section shape traits.

Body length and body weight of diploids were larger than those of induced triploids and dressing percentage, gonad weight, gonad index, viscera index, and liver index were also larger in diploids. However, induced triploids showed higher values in one belly thickness trait and some section shapes than diploids. Differences in body traits were due to the sterility of induced triploids. Therefore, induced triploid cherry salmon appears to have greater potentials for the commercial values than their diploids.