

북태평양 연어자원 조성

지현일* · 정병길 · 임용화 · 박경대 · 김종기**

전라남도 해양수산과학원 동부지부 섬진강어류생태관

I. 연구의 배경 및 목적

연어 *Oncorhynchus keta* 는 연어목(Salmoniformes), 연어과(Salmonidae) 에 속하는 냉수성 어류로 우리나라 동해안을 비롯하여 일본 연안, 북해도, 캄차카반도, 알래스카, 캐나다, 쿠릴열도 연안까지 널리 분포한다(정, 1977).

우리나라 해역과 하천에서는 연어(*O. keta*, chum salmon), 곱사연어(*O. gorbuscha*, pink salmon), 시마연어(*O. masou*, masou salmon) 3종이 서식하는 것으로 보고되었으나(정, 1977), 현재 우리나라의 하천으로 소상하는 연어는 연어와 시마연어 2종으로 보고되었다(성 등, 1998). 이 중 연어(*O. keta*)는 동해안의 하천과 낙동강, 최남단인 섬진강 하천에 소상하고 있다. 시마연어의 육붕형인 산천어(*O. masou*, river salmon)가 영동북부의 산간계곡에서 서식하며, 육붕형인 무지개송어(*O. mykiss*, rainbow trout)가 양식용으로 이식되어 사육되고 있다(김, 1993). 북한 수역에서는 연어, 시마연어(북한명: 송어)와 함께 곱사연어(북한명: 곱추연어), 왕연어(*Oncorhynchus tshawytscha*, chinook salmon, 북한명: 왕송어), 은연어(*Oncorhynchus kisutch*, coho salmon, 북한명: 은송어)등의 연어과 어류들이 분포하고 있다(손, 1980).

우리나라 해역은 북서태평양의 중위도권에 위치해 있으므로 냉수성 표층 어류인 연어류가 분포하는 남방한계에 해당된다. 또 우리나라 연어는 주 성육장인 북태평양에서 원거리에 위치해 있고, 회유로에 일본열도와 러시아가 놓여있어 회귀여건이 불리한 조건을 지니고 있다. 특히, 1990년대 후반의 기후도약(regime shift)에 의한 동해안의 해양수온 상승, 오염, 폭우 등에 의한 하천환경의 악화 등의 영향으로 2000년대에 들어서는 회귀량이 급격히 감소하여 연어자원 조성사업이 그 어느 때보다도 어려움에 처하게 되었다.

연어는 바다에서 살다가 자기가 태어난 하천으로 돌아와 산란하는 모천 회귀

성 어류로 일생 한 번 산란하고 죽으며, 그 어린연어는 바다로 내려가 멀리 북태평양을 회유한 후 3~5년 만에 성숙하여 어미가 되어 산란을 위해 회귀한다.

강해한 어린연어는 연안에서 30~50일간 머무르는 동안 약 70%가 여러 요인들에 의하여 감모되고 약 30%만이 대양으로 이동한다고 보고되고 있다(주, 1990). 우리나라 연어의 회귀율은 1% 미만으로서, NPAFC(북태평양 소하성 어류 위원회)국가의 평균 회귀율 3.0~7.0%에 비교하여 대단히 낮은편이다.

우리 섬진강어류생태관에서는 섬진강을 찾아 돌아오는 어미연어를 연구하기 위해 지난 1995년부터 매년 자원량 조사를 실시하였으며, 2019년까지 4,123마리의 어미연어를 확인하였으며, 1998년부터 2019년까지 829만마리의 어린연어를 섬진강수계에 방류하였다. 그 동안 축적된 조사자료는 정책연구, 통계자료 등에 활용하고 있으며, 관련 기관간 자료를 공유하여 연어자원 조성에 공동으로 협력해 나가고 있다.

또한 생태관은 섬진강 연어자원의 증강을 위하여 인위적으로 채란하여 생존을 향상은 물론 건강한 어린연어 대량생산 방류하여, 연어의 모천 우리나라 주요하천 중 최남단 섬진강에 연어자원이 지속적으로 증가할 수 있도록 노력하고 있다.

II. 재료 및 방법

1. 친어 포획

친어는 2019년 10월 1일 ~ 11월 30일까지 광양시 다압면 고사리, 하동군 악양면 평사리 섬진강 수계에 설치한 포획장에서 산란을 위해 소상하는 연어를 어살(하천을 그물로 차단 유도하여 잡는 어법)로 포획하였다(그림 1).



그림 1. 체포망 설치

2. 채란 및 수정

포획된 연어는 활어상태로 생태관으로 이송하여 미성숙 개체가 성숙할 때 까지 축양수조에서 관리하였고, 성숙된 암컷은 복부를 절개하는 절개법으로 머리 부분과 꼬리 부분을 고정한 후, 개복칼을 항문부에 얹게 넣어 알주머니와 내장이 손상되지 않게 개복하여 손으로 난소를 서서히 훑어 내렸다.

채란한 난은 수컷의 정액을 짜서(복부압박법) 수정률과 부화율을 높이기 위해 등조법(isotonic method)으로 수정시킨 다음 골고루 혼합 후, 맑은 하천수로 4~5회 세란하여 잔여 정액과 불순물(혈액, 난소막, 체액 등)을 제거하였다. 이 때의

암·수비율은 3:1이었다.

3. 부화 및 자 · 치어관리

수정란은 직사각형 박스식 PVC부화기(60×60×70cm)에 수용·관리하였으며, 발안기까지 수질관리 및 감염 예방을 위해 수산용 포르말린을 사용하여 약욕하였다. 부화한 자어가 난황을 흡수하고 부상하면 트랙형 유수식 수조(1.6×5.0×0.8m)에서 관리하였고, 초기미립자 사료 및 송어용 배합사료를 공급하였다. 사육수는 여과된 하천수를 주수하였다.

4. 종자 방류

종자생산한 어린연어는 생태계 보호 및 자원조성을 위하여 전염병검사 완료 후 섬진강 수계에 전량 방류하였다.

Ⅲ. 결과 및 고찰

1. 친어포획

포획 허가기간 동안(2019년 10월 1일 ~ 11월 30일) 총 692마리(암:316, 수:376)의 친어가 회귀하였으며, 역대 최대인 전년대비(702마리) 2% 감소로 약 700마리의 수치를 보였다.(그림 2). 최대치 지속요인은 '14년부터 지속적으로 어린연어를 대량 방류한 결과로 사료 된다.



그림 2. 어미연어 포획

2019년 섬진강 수계에서 회귀된 연어는 <표 1>과 같았다.

표 1. 2019년 섬진강 수계 회귀된 연어

하 천	어미 회귀량(마리)		
	계	암	수
섬진강	692	316	376

섬진강어류생태관은 섬진강으로 소상하는 어미연어 회귀량조사를 1995년부터 실시하였으며, 2007년 최대 포획량을 기록한 이래 태풍 및 하상변화(하천 바닥의 패임(세굴)이나 퇴적현상), 가뭄 등 환경변화로 급격히 감소하다 2012년 이후 연어 포획량이 점차 증가하여 2018년도 역대최대 포획되었다.(표 2).

표 2. 최근 5년간 연도별 어미연어 회귀량 및 방류실적

기관명	하천명	'14 ~ '15		'15 ~ '16		'16 ~ '17		'17 ~ '18		'18~ '19		'19	비고
		회귀량 (마리)	방류량 (천마리)	회귀량 (마리)	방류량 (천마리)	회귀량 (마리)	방류량 (천마리)	회귀량 (마리)	방류량 (천마리)	회귀량 (마리)	방류량 (천마리)	회귀량 (마리)	
합 계		47,867	21,970	28,387	22,400	21,324	18,810	13,380	13,220	17,636	11,150	13,157	△4,479
전 라 남 도	섬진강	188	750	208	800	124	500	265	200	704	400	692	△ 2%
한국수산자원 관 리 공 단	남대천	39,696	15,000	22,932	16,800	17,945	14,600	10,078	10,710	13,000	8,600	10,477	△ 19%
삼 척 시	오십천	4,019	2,500	3,297	2,000	2,017	1,500	1,755	1,500	2,159	1,200	424	△ 80%
경 상 북 도	왕피천	2,091	2,250	1,372	1,500	1,103	1,200	1,133	700	1,500	600	1,402	△ 7%
울 산 광역시	태화강	1,827	870	578	600	123	550	143	60	267	300	162	△ 39%
경 상 남 도	일광천	42	400	-	700	-	330	3	50	6	50	-	-
부 산 광역시	낙동강	4	200	-	-	12	130	3	-	-	-	-	-
전 국 대 비 율 (%)	섬진강	0.4	3.5	0.7	3.7	0.6	2.7	2.1	1.5	4.0	3.5	5.3	

2. 채란 및 수정

채란은 복부를 절개하는 절개법으로 암컷의 머리부분과 꼬리부분을 고정한 후, 개복칼을 이용하여 항문부에 얇게 넣어 알주머니와 내장이 손상되지 않게 복부를 절개하여 손으로 난소를 서서히 훑어 내렸다.

채란용기에 난을 받은 다음 여기에 수컷 복부를 압박하여 불순물과 체액을 제거한 후 순수한 정액으로 수정(등조법, isotonic method)하였고, 맑은 하천수로 충분히 세란하여 잔여 정액과 불순물(혈액, 난소막, 체액 등)을 말끔히 제거하여 알받이에 수용하였다(그림 3).



〈채란〉



〈수정〉



〈세란〉



〈알받이 수용〉

그림 3. 채란 및 수정

포획 허가기간 동안 하천에서 총 692마리(암:316, 수:376)의 친어가 회귀하여 59만개의 난을 채란하여 관리하였다. 발안량은 55만개(78.8%)이고, 부화량은 50만마리(71.6%) 였다(표 3).

표 3. 연어 채란 및 발안·부화량

구 분	수정란(만개)	발안량(만개)	부화량(만마리)
합 계	69(10만개 지원 포함)	55(78.8%)	50(71.6%)

사육수는 9~11℃(평균 10.0℃)의 하천수로 관리하였고, 주수량은 1분에 20ℓ로 공급하였으며, 수정란은 수생균 감염을 위하여 1일 1회 30분간 수산용 포르말린 200ppm을 사용하여 약욕하였으며, 용존산소 10.5~12.5mg/ℓ(평균 11.5mg/ℓ)로 유지하였다

발안 전 수정란은 충격과 빛에 약하므로 암처리하여 관리하였다. 또한 발안이 완료된 후 적산수온 320~340℃가 될 때 검란집계와 고무호스로 1차 검란하여 사란을 제거 하였으며, 유수형 박스식 PVC부화기에서 관리하였으며, 부화 직전 2차 검란하여 사란제거하였다(그림 4).



그림 4. 수정란 및 발안란 관리(사란제거)

3. 부화 및 자·치어 관리

부화한 자어(적산수온, 480~500℃) 500천마리는 9개의 트랙형 유수식 수조 (1.6×5.0×0.8m)로 양성 관리하였고, 양성수조의 수심은 50~70cm 정도로 유지하였다. 사육수는 하천수를 주수하였고, 양성수온은 9~10℃(평균 9.5℃)였으며, 환수는 10회전/일이 되도록 주수량을 조절하였다.

알받이 위에서 부화자어를 관리하였고, 자외선과 형광등의 광선이 직접적으로 비추지 않도록 차광하여 주었으며, 부상이 완료되면 알받이를 제거한 후 자·치어를 양성하였다. 부상 완료한 자어는 총 50만마리로 적정밀도를 유지하여 양성 관리하였다(그림 5).

먹이급이는 난황 흡수 후 부상시기에 초기미립자 사료를 매 시간 공급하여 먹이불임을 하였으며, 부상이 완료된 후 치어기에는 초기미립자 사료를 7회/일 공급하였고, 성장에 따라 크기별로 공급하였다. 이때 사료 공급시 영양제를 흡착하여 공급하였다.

수조 바닥의 찌꺼기와 배설물은 2회/일 제거해 주었으며, 매일 1/3씩 환수하여 주었다.



<부화 전>



<부화 직 후>



<부상 직 후>



<어린연어>

그림 5. 부화 및 자·치어 관리

4. 2019년 방류 실적

2018년도 생산된 어린연어 총 40만마리를 2019년 3월 14일 연어자원량 및 자원조성을 위해 섬진강 수계에 방류하였다(그림 6).

방류기간은 3월 14일 환경여건을 고려, 활어 수송차량을 이용하여 전량 방류하였으며, 방류행사에는 유관기관과 지역주민, 학생, 언론사 등이 참석하였다.

방류량은 <표 4>와 같았다.



그림 6. 섬진강 수계 방류

표 4. 2019년 섬진강 수계 어린연어 방류현황

구 분	방류일시	방류장소	방류량(만마리)	비 고
섬진강어류생태관	3. 14.	섬진강	40	‘18년도 생산

1998년부터 2019년까지 우리 생태관에서 방류한 어린연어는 총 829만마리로 섬진강 수계 연도별 어린연어 방류량은 다음과 같다(표 5).

표 5. 연도별 어린연어 회귀량 및 방류량

연 도 구 분	계	'95~'10	'11	'12	'13	'14	'15	'16	'17	'18	'19
방류량 (만마리)	829	452	20	13	14	65	75	80	50	20	40
회귀량 (마리)	4,123	1,642	59	79	162	188	208	124	265	704	692

5. 고찰

‘18년과 비교하여 연어알의 수정율 저조 및 사란 발생을 증가가 발생되었다. 수정율 향상과 사란 발생을 감소를 이루는 방법을 모색하여야 하며, 수정을 위한 능숙한 손놀림 및 수정란 관리에 만전을 기할 필요성을 인식한다.

‘14년부터 꾸준히 증가한 어린연어의 방류는 ‘18년부터 연어의 회귀량 증대로 이어지는 결과를 가져온 것은 상당히 고무적인 일이라고 생각된다. 어린연어가 방류이후 3~5년만에 모천회귀를 하는것과 일맥상통한 결과이며 북태평양 연어자원조성사업의 결실로 사료 된다.

IV. 참고문헌

- 장창익·손명호·성기백·박인석, 1955. 연어 *Oncorhynchus keta* 전기자어 및 한국수 산학회지, 28(5): 539~548pp.
- 정문기, 1977. 한국어도보, 일지사, 124~128pp.
- 손용호, 1980. 조선동해어류지. 과학, 백과사전 출판사, 평야, 464pp.
- 국립수산진흥원, 1987. 한국의 연어 인공부화 방류사업현황. 양식자료집 제6호, 예 문사, 101pp.
- 성기백·홍관의·백국기·이진호, 1998. 양양남대천에 소상하는 연어의 소상량과 체장, 연 령조성, 국립수산과학원 연구보고 54호, 131~139pp.
- 이채성·김창화·박기영·홍관의·백국기, 2001. 연어 *Oncorhynchus keta* 치어의 장·호흡 및 동화 효율, 수진연구보고, 59: 140~145pp.
- 성기백, 2004. 남대천에 연어가 올라오고 있어요, 보림출판사.
- 이채성·성기백·이철호, 2007. 연어 방류사업의 역사와 현황, 한국해양학회지 바다 12권 2호 73pp.
- 한국해양학회, 2007. 연어 방류사업의역사와 현황. 학회지 바다, 73~80pp.
- 경상북도 민물고기연구센터 2014년도 시험·연구사업 보고서, 61~65pp.

