

남대천 연어(*Oncorhynchus keta*) 치어의 먹이 생물

강수경* · 양 현¹ · 이채성 · 최승호²

국립수산과학원 영동내수면연구소

¹생물다양성연구소

²국립생물자원관 생물자원연구부

Stomach Contents of Chum Salmon (*Oncorhynchus keta*) Fingerlings in Namdae Stream

SUKYUNG KANG*, HYUN YANG¹, CHAE SUNG LEE AND SEUNG HO CHOI²

Yeongdong Inland Fisheries Research Institute, National Fisheries Research and Development Institute, Gangwon-do 215-821, Korea

¹Institute of biodiversity research, Jeonju, Jeollabuk-do 561-211, Korea

²National Institute of Biological Resources, Environmental Research Complex, Incheon 404-170, Korea

양양 남대천에 서식하는 연어 치어의 먹이섭식 생태조사를 위해 환경 중 수서곤충 군집과 연어(*Oncorhynchus keta*) 치어의 위내용물을 분석하였다. 양양 남대천에 서식하는 수서곤충은 모두 6목 25과 52종으로, 개체수에 있어서는 파리목(Diptera)이 가장 많은 전체의 91.7%를 차지하였으며, 하루살이목(Ephemeroptera)이 3.6%, 날도래목(Tripchoptera)이 3.3%, 강도래목(Plecoptera)이 1.3% 등의 순으로 나타났다. 생중량은 파리목이 전체의 40.9%, 날도래목이 40.3%, 하루살이목이 14.8%, 강도래목이 2.6% 등의 순이었다. 남대천의 수서곤충상과 연어 치어의 위내용물은 개체수나 중량에 있어 대부분 비슷하여 먹이 선택성은 거의 없이 입의 크기에 맞는 모든 살아있는 생물을 섭식하였다. 동소서식어종의 위내용물을 분석한 결과 연어 치어와 가장 유사한 위내용물을 보인 종은 산천어의 치어였다. 연어 치어와 동소적으로 서식하는 어종들의 먹이생물을 분석한 본 연구 결과는 향후 우리나라 연어 치어 방류사업에 있어 하천 수용력에 대한 기초 자료를 제공할 것이다.

We analyzed the aquatic insects and stomach contents of chum salmon (*Oncorhynchus keta*) fingerlings which were collected at Namdae stream in Yangyang. A total of 6 orders, 25 family, and 52 species of aquatic insects have been found in the study area. The majority of prey eaten by chum salmon fingerlings was Diptera, which occupied 91.7% of prey items by number and 40.9% by wet weight. The food items from juvenile salmon stomachs were matched with living organisms in the river. Therefore it seemed that there was no food selectivity of juvenile chum salmon in Namdae stream. The stomach contents of masu salmon fry showed a similar pattern to the fingerlings of chum salmon. This result will provide information on the carrying capacity of Namdae stream for chum salmon.

Keywords: Chum Salmon Fingerlings, Stomach Content, Namdae Stream

서 론

연어목의 연어과 어류는 대부분 하천과 바다를 회유하는 생활 습성을 가지며, 현재까지 한반도에는 10종이 서식하는 것으로 보고되고 있다(김, 2005). 이중 열목어(*Brachymystax lenok tsinlingensis*), 사루기(*Thymallus articus jaluensis*), 산천어(*Oncorhynchus masou*), 자치(*Hucho ishikawai*), 곤들매기(*Salvelinus malmus*)는 육봉형으로 진화하여 일생을 담수역에서 생활하며, 연어(*O. keta*), 시마연어(*O. masou*)는 강하형 어류로서 바다에서 성장한 후 하천으로 소상하여 번식한 후 일생을 마감한다. 우리나라 동해안을 비롯하여

일본 북해도, 러시아의 캄차카반도, 알래스카, 베링해 등 북태평양에 널리 분포하는 연어는 냉수성 어종이며, 우리나라의 하천에 소상하는 해산 연어류는 연어와 시마연어 뿐이다(성 등, 1999). 그러나 북한 동해안에는 연어, 시마연어와 함께 곱사연어(*O. gorbuscha*) 왕연어(*O. tshawytscha*), 은연어(*O. kisutch*) 등의 연어과 어류들이 분포하는 것으로 보고되고 있다(손, 1980).

우리나라의 연어 방류사업은 1913년 함경남도 고원에 연어 인공부화장이 설치되면서 처음으로 실시되었으나 본격적인 연어 치어의 생산 방류사업은 1984년 양양 남대천에 국립수산과학원 양양내수면연구소(현, 영동내수면연구소)가 설립된 이후 시작되었다. 영동내수면연구소는 우리나라 주요 연어 치어의 방류 하천, 총 18개 중에서 양양 남대천, 고성 북천, 명파천과 강릉 연곡천의 4개

*Corresponding author: kangsk@momaf.go.kr

하천을 관찰하고 있으며, 이들 하천에서 방류되는 연어 치어의 양은 남대천 방류량 55%를 포함하여 우리나라 전체 방류량의 65~70%에 달한다(강 등, 2005).

연어 치어는 가을에 산란을 위해 소상한 어미 연어로부터 성숙란을 채취한 후, 인공수정, 부화 과정을 통해 이듬해 초봄에 하천에 방류된다. 방류된 연어들은 약 한달 정도 하천에 머물다가 바다로 나가 성장하게 된다. 따라서 연어 치어들이 하천에서 서식하는 동안 섭취하는 먹이생물의 종류와 양은 초기생활사 동안의 성장과 하천에서의 연어 치어 생존률, 더 나아가서는 어미연어의 회귀율에 영향을 주게 될 것이다. 그러나 최근까지 우리나라의 연어 연구는 형태학적 연구(명과 김, 1993a, b; 명 등 1993; 명과 김, 1996), 유전 분석(이 등, 1999; 최와 여, 2000; 박 등, 2002) 및 장기 변동(성 등, 2001) 분야에 집중되어 연어 치어의 초기생활사 동안의 먹이생물에 관한 정보를 제공하고 있지 못하다.

따라서 본 연구에서는 양양 남대천을 중심으로 하천에서 성장하는 연어 치어를 대상으로 위내용물을 분석하여 먹이생물을 밝히고, 동소적으로 서식하는 다른 어종들의 먹이생물 분석하여 연어와의 먹이경쟁종을 밝힘으로서 향후 연어치어방류 사업에 있어 하천 수용력에 대한 기초 자료를 확보하고자 하였다.

재료 및 방법

2005년 2월 16일부터 5월 17일까지 약 10일 간격으로 양양 남대천의 상류부터 하류까지 총 6개 지점에서 연어 치어와 혼획 어류를 채집하였다(Fig. 1). 연어 치어와 혼획 어류는 투망과 반두를 이용하여 각 정점별로 5회씩 조업하여 채집하였으며, 채집 후 10% 중성 포르말린에 고정하였다. 연안에서 연어 치어를 채집하기 위해서 멸치선인망 어선을 이용하였으며, 동물플랑크톤은 Norpac net로 연직 채집하였다. 저서생물은 총 4개 정점에서 30×30 cm 방형구를 설치하여, 방형구 내의 부착 규조류, 수서 곤충 등을 모두 채집하였으며, 역시 10% 중성 포르말린에 고정하였다.

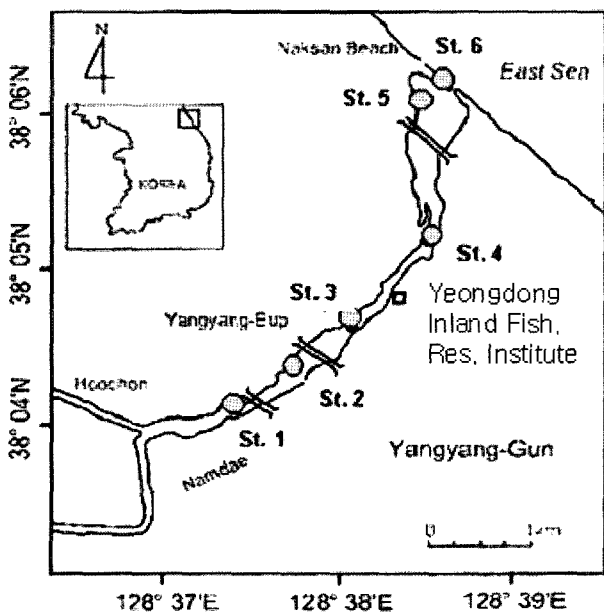


Fig. 1. The sampling stations at Namdae stream in Yangyang.

분석에 사용한 연어는 각 시기별, 지점별로 20개체를 대상으로 하였으며 개체수가 부족할 경우는 전체를 대상으로 하였다. 동소 서식종은 10개체를 대상으로 하였으며 이 역시 개체수가 부족할 경우는 전체를 대상으로 하였다. 위 내용물은 해부현미경과 광학 현미경을 이용하여 분석하였으며, 수서곤충은 윤(1995), 식물성플랑크톤은 정(1993), 동물성 플랑크톤은 조(1993)와 유(1995) 등에 따라 동정 가능한 분류군까지 분석하였다. 또한 각 지점별 수서곤충상을 윤(1995) 등에 따라 동정, 분석하였다.

결 과

양양 남대천의 수서 곤충상

남대천의 상류와 중류에 위치한 조사지점 1, 2, 3에서 채집된 수서곤충은 모두 6목 25과 52종, 12,445개체이었다(Table 1). 전체 종조성은 하루살이목(Ephemeroptera)이 21종으로 가장 다양하였으며, 그 다음으로 날도래목(Tripchoptera) 12종, 파리목(Diptera) 8종, 강도래목(Plecoptera) 6종, 잠자리목(Odonata) 2종으로 이루어져 있었다. 채집된 개체수는 파리목이 전체의 91.7%를 차지하였으며 그 다음으로 하루살이목이 3.6%, 날도래목이 3.3%, 강도래목이 1.3% 등의 순이었다. 가장 우세하게 출현한 종은 잔물갈다구(*Chironomus salinarius*)로서 전체의 88.8%를 차지하였으며, 그 다음으로 명주각다구 KUa(*Antocha* KUa) 2.7%, 부채하루살이(*Epeorus pellucidus*) 2.1%, 민강도래 KUa(*Nemoura* KUa) 1.2% 등의 순이었다. 습중량은 파리목이 전체의 40.9%, 날도래목이 40.3%를 차지하여 우세하였으며 그 다음으로는 하루살이목이 14.8%, 강도래목이 2.6% 등의 순이었다. 종별 습중량에 있어서는 잔물갈다구가 전체의 31.6%로 우세하게 나타났으며, 그 다음으로 줄날도래과(Hydropsychidae)가 14.9%, 부채하루살이가 10.8%, 연날개수염치레각날도래(*Stenopsyche bergeri*)가 8.1% 등의 순이었다. 조사지점 4에서는 수서곤충이 채집되지 않았으며 다만 다모류가 13개체(생중량 3.245 g) 채집되었다.

연어 치어의 위내용물 분석

조사기간 동안 채집된 연어 치어는 총 698마리였으며, 이 중 위내용물 분석에 사용한 연어는 658마리였다. 위내용물을 분석한 연어 치어 중 359개체의 위가 비어 있어 공복률은 54.6%로 나타났다. 채집된 연어 치어의 표준체장 범위는 29.8~84.4 mm였다(Fig. 2). 월별 변화를 살펴보면, 2월에는 모두 25~35 mm의 개체가 가장 많았으나, 3월에는 35~45 mm, 4월에는 45~55 mm로 월별로 평균 표준체장 약 1 cm의 성장을 함을 알 수 있었다.

하천 연어 치어의 위내용물: 연안지역에서 채집된 연어 치어의 위내용물을 제외하고 조사지점 1~6까지의 위내용물을 종합하여 보면 조사지점 1~3까지는 다양한 종류의 수서곤충이 차지하였으며, 조사지점 4~6까지는 주로 파리목의 잔물갈다구와 다모류가 대부분을 차지하였다(Table 2). 전체적으로 위내용물 중 개체수에 있어 파리목이 89.9%로 가장 높은 빈도를 나타내었으며, 다모류가 7.5%, 날도래목이 4.9%, 강도래목이 2.3%, 하루살이목이 1.5% 등의 순이었다. 습중량에 있어서는 파리목이 64.8%로 가장 높게 나타났으며, 나머지는 날도래목이 17.5%, 다모류가 7.5%, 강도래

Table 1. The lists of aquatic insects found by sampling stations (wet weight: g)

	Scientific name	Korean name	St. 1 (g)	St. 2 (g)	St. 3 (g)	Total (g)
Class	Insecta	곤충강				
Order	Ephemeroptera	하루살이목				
Family	Baetidae	꼬마하루살이과				
	<i>Baetis</i> KUa	꼬마하루살이 KUa			1 (0.002)	1 (0.002)
	<i>Baetis</i> nla	꼬마하루살이 nla		2 (0.003)	2 (0.003)	4 (0.006)
	<i>Acentrella sibirica</i> Kazlauskas	콩알하루살이		1 (0.002)	5 (0.011)	6 (0.013)
	<i>Baetiella tuberculata</i> (Kazlauskas)	애호랑하루살이		5 (0.063)	1 (0.004)	6 (0.067)
	<i>Baetis silvaticus</i> Kluge	감초하루살이	20 (0.093)	11 (0.020)	10 (0.047)	41 (0.16)
	<i>Nigrobaetis bacillus</i> (Kluge)	검강하루살이			4 (0.036)	4 (0.036)
Family	Ephemerellidae	알락하루살이과				
	<i>Cincticostella levanidovae</i> (Tshernova)	민하루살이	2 (0.108)	6 (0.285)	3 (0.202)	11 (0.595)
	<i>Drunella aculea</i> (Allen)	뿔하루살이	2 (0.084)	5 (0.729)	9 (0.247)	16 (1.06)
	<i>Uracanthella rufa</i> (Imanishi)	등줄하루살이	2 (0.024)	12 (0.081)		14 (0.105)
	<i>Ephemerella dentata</i> Bajkova	알락하루살이			1 (0.010)	1 (0.01)
Family	Ephemeridae	하루살이과				
	<i>Ephemera orientalis</i> McLachlan	동양하루살이		1 (0.001)	2 (0.114)	3 (0.115)
	<i>Ephemera separigata</i> Bae	가는무늬하루살이	1 (0.009)			1 (0.009)
Family	Heptageniidae	납작하루살이과				
	<i>Cinygmula grandifolia</i> Tshernova	봄치너하루살이	6 (0.107)	6 (0.056)	5 (0.121)	17 (0.284)
	<i>Ecdyonurus bajkova</i> Kluge	몽뚝하루살이	14 (0.108)	8 (0.076)		22 (0.184)
	<i>Ecdyonurus kibunensis</i> Imanishi	두점하루살이	20 (0.126)	2 (0.013)	3 (0.016)	25 (0.155)
	<i>Ecdyonurus levis</i> (Navas)	네점하루살이	5 (0.051)	3 (0.029)	1 (0.009)	9 (0.089)
	<i>Epeorus pellucidus</i> (Brodsky)	부채하루살이	200 (7.657)	37 (0.601)	23 (1.352)	260 (9.61)
	<i>Heptagenia kihada</i> Matsumura	납작하루살이	1 (0.011)	1 (0.004)		2 (0.015)
Family	Leptophlebiidae	갈래하루살이과				
	<i>Choroterpes (Euthraulius) altiocus</i> Kluge	세갈래하루살이	1 (0.012)			1 (0.012)
Family	Potamanthidae	강하루살이과				
	<i>Potamanthus (Potamanthodes) formosus</i> Eaton	작은강하루살이	1 (0.003)			1 (0.003)
Family	Siphonuridae	옛하루살이과				
	<i>Siphonurus chankae</i> Tshernova	옛하루살이		1 (0.187)	2 (0.497)	3 (0.684)
Order	Odonata	잠자리목				
Family	Calopterygidae	물잠자리과				
	<i>Calopteryx japonica</i> Selys	물잠자리		1 (0.112)		1 (0.112)
Family	Corduliidae	북방잠자리과				
	<i>Macromia amphigena fraenata</i> Martin	잔산잠자리		1 (1.075)		1 (1.075)
Order	Plecoptera	강도래목				
Family	Nemouridae Newman	민강도래과				
	<i>Nemoura</i> KUa	민강도래 KUa	73 (0.889)	66 (0.434)	10 (0.070)	149 (1.393)
Family	Perlodidae Klapalek	그물강도래과				
	<i>Isoperla</i> KUa	줄강도래	1 (0.016)	2 (0.058)	1 (0.019)	4 (0.093)
	<i>Stavsolus japonicus</i> (Okamoto)	그물강도래붙이		4 (0.035)		4 (0.035)
Family	Perlidae Latreille	강도래과				
	<i>Kamimuria</i> KUa	강도래 KUa	2 (0.590)	1 (0.085)		3 (0.675)
	<i>Oyamia nigribasis</i> Banks	진강도래			1 (0.042)	1 (0.042)
Family	Chloroperlidae Okamoto	녹색강도래과				
	<i>Sweltsa nikkoensis</i> (Okamoto)	녹색강도래	3 (0.038)	1 (0.001)	1 (0.001)	5 (0.04)
Order	Coleoptera	딱정벌레목				
Family	Dytiscidae	물방개과		1 (0.050)		1 (0.05)
Family	Elmidae	여울벌레과	1 (0.008)		1 (0.009)	2 (0.017)
Order	Diptera	파리목			1 (0.006)	1 (0.006)
Family	Tipulidae	각다귀과				
	<i>Tipula</i> KUa	각다귀 KUa	2 (0.288)	1 (0.188)	1 (1.899)	4 (2.375)
	<i>Tipula</i> KUb	각다귀 KUb	1 (0.256)	3 (0.031)		4 (0.287)
	<i>Tipula</i> KUD	각다귀 KUD		2 (0.660)	2 (1.518)	4 (2.178)
	<i>Antocha</i> KUa	명주각다귀 KUa	266 (2.526)	61 (0.487)	10 (0.105)	337 (3.118)

Table 1. (Continued)

	Scientific name	Korean name	St. 1 (g)	St. 2 (g)	St. 3 (g)	Total (g)
Family	Simuliidae	벌파리과	2 (0.144)	3 (0.016)	1 (0.008)	6 (0.168)
Family	Ceratopogonidae	등에모기과				
	<i>Ceratopogonidae</i> sp.	등에모기류	1 (0.008)	1 (0.001)		2 (0.009)
Family	Chironomidae	갈따구과				
	<i>Chironomus salinarius</i> (Kieffer)	잔물갈따구	4,935 (14.81)	3,291 (6.649)	2,828 (6.731)	11,054 (28.19)
Family	Stratiomyiidae	등애등애과		1 (0.172)	1 (0.006)	2 (0.178)
Order	Trichoptera	날도래목		3 (0.095)		3 (0.095)
Family	Stenopsychidae	각날도래과				
	<i>Stenopsyche bergeri</i> Martynov	연날개수염치레각날도래	5 (2.214)	9 (4.989)		14 (7.203)
Family	Hydropsychidae	줄날도래과		133 (12.093)	4 (1.214)	137 (13.307)
	<i>Hydropsyche kozhantschikovi</i> Martynov	코잔츠코비 - 줄날도래	3 (0.144)	81 (6.927)	1 (0.042)	85 (7.113)
	<i>Hydropsyche valvata</i>	흰점줄날도래		1 (0.012)		1 (0.012)
	<i>Hydropsyche orientalis</i> Martynov	동양줄날도래	1 (0.015)	69 (1.134)	1 (0.085)	71 (1.234)
	<i>Cheumatopsyche brevilineata</i> Iwata	꼬마줄날도래		1 (0.006)		1 (0.006)
	<i>Cheumatopsyche</i> KUa	꼬마줄날도래 KUa	1 (0.002)			1 (0.002)
Family	Rhyacophilidae	물날도래과				
	<i>Rhyacophila clemens</i> Tsuda	클레멘스물날도래		4 (0.026)		4 (0.026)
	<i>Rhyacophila shikotsuensis</i> Iwata	민무늬물날도래	7 (0.248)	31 (1.077)	5 (0.099)	43 (1.424)
Family	Glossosomatidae	광택날도래과				
	<i>Glossosoma</i> KUa	광택날도래 KUa	5 (1.009)	17 (0.211)	16 (1.920)	38 (3.14)
Family	Limnephilidae	우묵날도래과				
	<i>Goera japonica</i> Banks	가시날도래	1 (0.016)	11 (1.976)	2 (0.376)	14 (2.368)

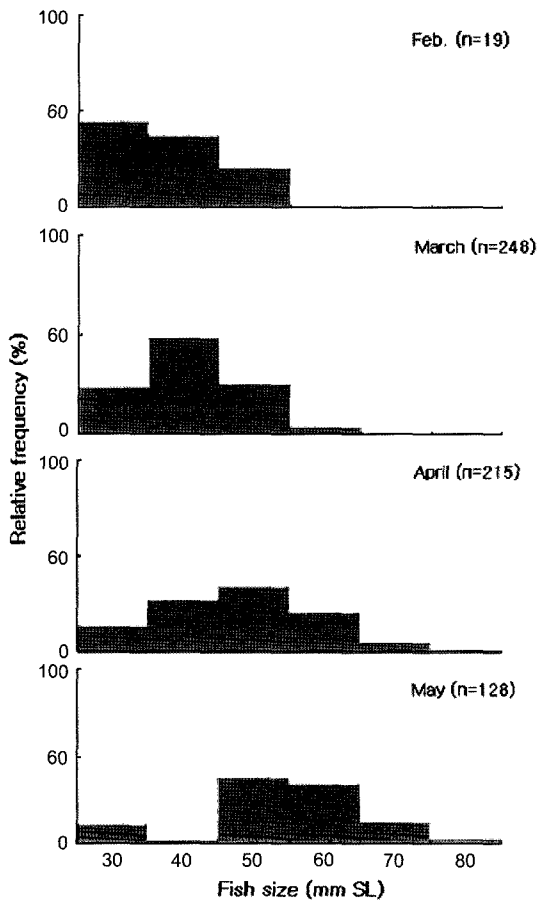


Fig. 2. The length frequency of chum salmon fingerlings at Namdae stream in Yangyang.

목이 4.9%, 하루살이목이 3.5% 등의 순으로 나타났다(Fig. 3). 또한 육상곤충이 개체수에서는 전체의 0.8%, 습중량에 있어서는 1.3%를 차지하였다. 종별로 살펴보면 개체수에서는 잔물갈따구가 87.6%로 매우 높게 나타났으며, 줄날도래과가 4.7%, 명주각다귀 KUa가 1.6%, 그물강도래붙이가 1.4% 등의 순이며, 습중량에서는 잔물갈따구가 64.8%, 줄날도래과가 16.4%, 다모류가 7.5%, 명주각다귀 KUa가 3.4% 등의 순으로 차지하였다.

연안지역 연어 치어의 위내용물: 연안지역에서 채집된 13개체의 연어 치어의 위내용물에서는 1 개체에서 잔물갈따구와 육상곤충이 포함되어 있는 것을 제외하고 해양 동물플랑크톤인 단각류의 *Hyperia* sp., 열새우과, 바다대벌레과, 곤쟁이과 등이 대부분을 차지하였다(Table 3). 특히 *Hyperia* sp.는 위내용물 중 개체수에 있어 93.3%로 높게 차지하였으나 습중량에 있어 30.8%로 개체수에 비하여 비교적 낮았다. 이에 반해 다모류는 개체수에 비하여 습중량에서 34.5%로 가장 큰 비중을 차지하였다. 따라서 해양으로 나간 연어 치어의 주요 먹이생물은 단각류로 생각된다.

연어 치어와 동소적으로 서식하는 먹이 경쟁종

양양 남대천에서 연어 치어와 함께 채집된 종은 잉어목의 돌고기(*Pungtungia herzi*), 버들개(*Rhynchocypris steindachneri*), 피라미(*Zacco platypus*), 황어(*Tribolodon hakonensis*), 미꾸리(*Misgurnus anguillicaudatus*), 북방종개(*Cobitis pacifica*), 종개(*Orthrias toni*), 바다방어목의 은어(*Plecoglossus altivelis*), 빙어(*Hypomesus nipponensis*), 연어목의 산천어, 큰가시고기목의 큰가시고기(*Gasterosteus aculeatus*), 가시고기(*Pungitius sinensis*), 농어목의

Table 2. Stomach contents of chum salmon fingerlings collected at Namdae stream in Yangyang (wet weight: g)

	Scientific name	Korean name	St. 1 (g)	St. 2 (g)	St. 3 (g)	St. 4 (g)	St. 5 (g)	St. 6 (g)	Total (g)
Class	Insecta	곤충강							
Order	Ephemeroptera	하루살이목							
Family	Baetidae	꼬마하루살이과		10(0.056)	16(0.023)				26(0.079)
Family	Ephemerellidae	알락하루살이과		1(0.005)	9(0.032)				10(0.037)
	<i>Cincticostella levanidovae</i> (Tshernova)	민하루살이		4(0.061)					4(0.061)
	<i>Ephemerella dentata</i> Bajkova	알락하루살이		2(0.008)					2(0.008)
	<i>Uracanthella rufa</i> (Imanishi)	등줄하루살이		5(0.03)					5(0.03)
	<i>Ephemerella orientalis</i> McLachlan	동양하루살이		2(0.008)					2(0.008)
Family	Heptageniidae	납작하루살이과	5(0.020)	10(0.027)	10(0.050)				25(0.097)
	<i>Ecdyonurus bajkova</i> Kluge	몽뚝하루살이		4(0.003)					4(0.003)
	<i>Ecdyonurus levis</i> (Navas)	네점하루살이		9(0.053)	5(0.018)				14(0.071)
	<i>Epeorus pellucidus</i> (Brodsky)	부채하루살이	9(0.048)	6(0.079)	2(0.004)				17(0.131)
	<i>Heptagenia kihada</i> Matsumura	납작하루살이		1(0.001)					1(0.001)
Order	Odonata	잠자리목							
Family	Aeshnidae	왕잠자리과		2(0.004)					2(0.004)
Order	Plecoptera	강도래목							
Family	Nemouridae Newman	민강도래과							
	<i>Nemoura</i> KUa	민강도래 KUa	9(0.046)	53(0.333)	1(0.002)				63(0.381)
Family	Perlodidae Klapalek	그물강도래과							
	<i>Stavsolus japonicus</i> (Okamoto)	그물강도래붙이		98(0.326)		8(0.041)			106(0.367)
Family	Chloroperlidae Okamoto	녹색강도래과							
	<i>Sweltsa nikkoensis</i> (Okamoto)	녹색강도래		1(0.002)					1(0.002)
Order	Coleoptera	딱정벌레목							
Family	Hydrophilidae	물땡땡이과				1(0.01)			1(0.01)
Family	Dytiscidae	물방개과		2(0.025)			4(0.032)		6(0.057)
Order	Diptera	파리목							
Family	Tipulidae	각다귀과		6(0.018)			1		7(0.041)
	<i>Antocha</i> KUa	명주각다귀 KUa	7(0.016)	64(0.356)	39(0.121)	7(0.023)			117(0.517)
Family	Simuliidae	떡파리과							
Family	Ceratopogonidae	등에모기과		13(0.014)	5(0.004)	29(0.011)			47(0.029)
Family	Culicidae	모기과		1(0.001)					1(0.001)
Family	Chironomidae	깔따구과							
	<i>Chironomus salinarius</i> (Kieffer)	짘물깔따구	1,297(2.462)	3,430(4.844)	1,633(1.898)	77(0.068)	41(0.022)		6478(9.294)
Family	Stratiomyiidae	동애등애과							
Order	Trichoptera	날도래목							
Family	Hydropsychidae	줄날도래과	11(0.045)	157(1.665)	142(0.465)				310(2.175)
	<i>Hydropsyche kozhantschikovi</i> Martynov	코잔츠코비 - 줄날도래	20.008	16(0.146)	9(0.105)				27(0.259)
	<i>Hydropsyche valvata</i>	흰점줄날도래							
	<i>Hydropsyche orientalis</i> Martynov	동양줄날도래		9(0.064)	1(0.002)				10(0.066)
Family	Rhyacophilidae	물날도래과				1(0.001)			1(0.001)
	<i>Rhyacophila shikotsuensis</i> Iwata	민무늬물날도래		7(0.086)					7(0.086)
Family	Glossosomatidae	광택날도래과							
	<i>Glossosoma</i> KUa	광택날도래 KUa		2(0.02)	1(0.001)				3(0.021)
Family	Limnephilidae	우묵날도래과		2(0.058)					2(0.058)
		수서곤충알				100(0.005)			100(0.005)
		물고기 알				10(0.011)			10(0.011)
Class	Polychaeta	다모강				15(0.459)	11(0.533)	10(0.153)	36(1.145)
Class	Brachopoda	새악강							
Order	Amphipoda	단각류							
		<i>Hyperia</i> sp.						5(0.001)	5(0.001)
육상									
Class	Insecta	곤충강							
Order	Diptera	파리목	1(0.002)	2(0.008)		3(0.021)			6(0.031)

Table 2. (Continued)

	Scientific name	Korean name	St. 1 (g)	St. 2 (g)	St. 3 (g)	St. 4 (g)	St. 5 (g)	St. 6 (g)	Total (g)
Family	Drosophilidae	초파리과		1(0.001)			6(0.001)		7(0.002)
Order	Hymenoptera	벌목		1(0.016)	1(0.001)				2(0.017)
	Formicidae	개미과		2(0.003)		120.02)			14(0.023)
Order	Heteroptera	노린재목							
Family	Gerridae	소금쟁이과		1(0.002)	2(0.007)	1(0.006)			4(0.015)
Order	Homoptera	매미목							
Family	Cicadellidae	매미충과		13(0.047)		4(0.013)	1(0.007)		18(0.067)
Order	Lepidoptera	나비목				4(0.036)			4(0.036)
Class	Arachnida	주형강							
Order	Araneida	거미목		1(0.004)	2(0.007)				3(0.011)

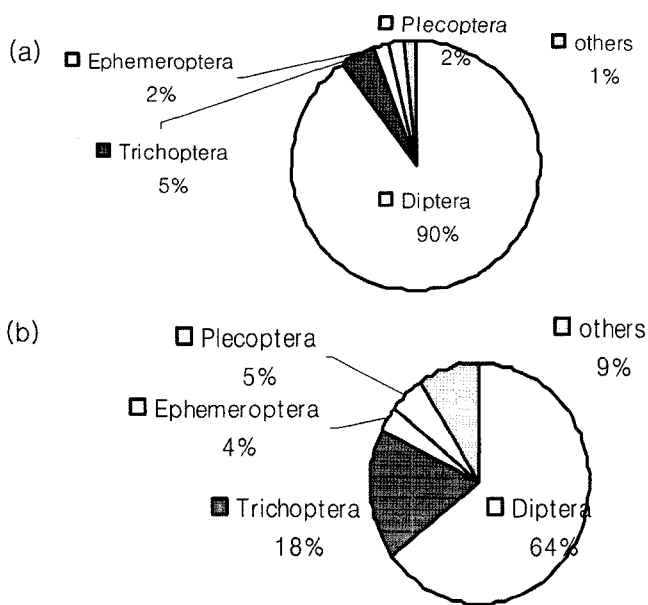


Fig. 3. Stomach contents of chum salmon fingerlings collected at Namdae stream in Yangyang. (a) number of prey items and (b) wet weight.

꺼지(*Coreoperca herzi*), 꼭저구(*Chaenogobius urotaenia*), 민물검정망둑(*Tridentiger brevispinis*), 날망둑(*Chaenogobius castaneus*) 등 총 18종이다. 이중 돌고기, 버들개, 피라미, 북방종개, 종개, 산천어, 꺼지 등은 조사지점 1~3에서 주로 채집되었으며, 빙어, 큰가시고기, 가시고기, 날망둑 등은 조사지점 4~6에서 주로 채집되었다. 또한 황어, 꼭저구, 민물검정망둑 등은 전 조사지점에 비교적 고르게 출현하였다.

연어 치어와 동소적으로 서식하는 어류의 위내용물을 분석한 결과 식물성 플랑크톤 만을 주로 섭식한 종은 은어 1종이며, 식물성 플랑크톤과 수서무척추동물을 같이 섭식한 종은 피라미, 민물검정망둑 등 2종이었다. 연어 치어와 마찬가지로 무척추동물만을 섭식한 종은 참갈겨니, 돌고기, 버들개, 북방종개, 산천어, 큰가시고기, 가시고기, 꺼지, 꼭저구, 날망둑 등 10종이었다. 황어의 경우는 다량의 유기물과 수서곤충을 섭식하였다. 특히 육상곤충을 섭식한 종은 없었으나 산천어의 경우 육상곤충을 섭식하는 것으로 잘 알려져 있다.

위의 연어 치어와 같은 먹이생물을 섭식하는 10종의 어류는 공

통적으로 연어 치어와 같이 잔물갈다구를 주로 섭식하였다. 남대천의 중상류부인 조사지점 1~3까지 연어 치어와 가장 유사한 먹이생물을 섭식한 종은 연어목의 산천어였으며, 하류부에 해당하는 조사지점 4~6까지는 큰가시고기, 가시고기, 날망둑 등이었다.

고찰

남대천에서 연어 치어와 함께 채집된 수서곤충은 개체수 빈도에 있어서는 파리목이 전체의 91.7%로 가장 높은 값을 보였고, 이는 위내용물의 분석 결과 나타난 89.9%와 유사하다. 습증량에 있어서는 파리목이 전체의 40.9%, 날도래목이 40.3%를 차지하여 비슷하였다. 그러나 위내용물에서는 파리목이 64.8%를 차지하였고 날도래목은 17.5%만을 나타내었다. 위내용물의 습증량에서 날도래목이 적은 것은 남대천의 하상에 연어 치어가 섭식하기 어려운 모래로 집을 짓고 사는 날도래목의 줄날도래과 번데기가 상대적으로 많이 서식하고 있기 때문으로 생각된다. 따라서 연어 치어는 수서곤충을 먹이생물로 하며, 수서곤충 중 먹이생물로서 특별히 선호하는 종류는 없는 것으로 생각된다. 연어 치어가 가장 많이 섭식한 파리목은 하천 바닥에 서식하는 유충과 우화하기 위해 부상중인 번데기 및 수면에 위치한 우화직전인 개체 등 다양한 성장단계가 포함되어 있고, 비행 중에 수면으로 떨어진 일부 육상곤충 등을 섭식한 것으로 보아 연어 치어는 하천 바닥과 중층에서 주로 섭식하며 일부 개체의 경우 하천의 표층에서 표류하는 육상곤충을 섭식하는 수직적으로 매우 폭넓은 섭식공간을 갖는 것으로 생각된다.

러시아와 일본에서 수행된 연어 치어의 위내용물 조사에서도 연어 치어들은 갈따구의 유생 및 번데기, 하루살이 유생, 날도래목, 강도래목 유생들을 주로 섭이하는 것으로 보고되었다(Frolenko, 1970; Kaeriyama, 1986). 러시아 울칸강에서 태어난 연어 치어들은 곧바로 바다로 나가지 않고 6월 하순까지 강에 머물기도 하는데, 이는 치어의 기본 먹이인 갈따구의 유생, 번데기, 하루살이 유생들이 풍부하기 때문이었으며, 일본 홋카이도의 치토세 부화장에서 방류된 연어 치어의 주요 먹이도 대부분이 갈따구과로 남대천 연어 치어의 위내용물 분석 결과와 일치하였다(Mayama, 1976).

남대천에 서식하는 연어 치어의 크기는 표준체장 약 30~70mm의 분포를 나타내었고 80 mm 이상의 개체는 거의 채집되지 않았다. 따라서 연어 치어는 하천에서 약 70 mm까지 성장한 후에 바다로 빠져 나가는 것으로 생각된다.

Table 3. Stomach contents of chum salmon fingerlings collected at coastal area (wet weight: g)

	Scientific name	Korean name	# (number) of individual	Total weight
Class	Insecta	곤충강		
Order	Diptera	파리목		
Family	Chironomidae	깔따구과		
	<i>Chironomus salinarius</i> (Kieffer)	잔물깔따구	58	0.059
Class	Brachopoda	새악강		
Order	Amphipoda	단각류		
Family	Vivilliidae			
	<i>Hyperia</i> sp.		1770	0.231
Family	Gammaridae	옆새우과	16	0.014
Family	Aprellidae	바다대벌레과		
	<i>Cprella</i> sp.		2	0.028
Family	Mysidae(Order Mysidacea)	곤쟁이과	1	0.027
Class	Polychaeta	다모강	3	0.259
Class	Insecta	곤충강		
Order	Diptera	파리목		
Family	Drosophilidae	초파리과	40	0.113
Family	Culicidae	모기과	3	0.01
Order	Homoptera	매미목		
Family	Cicadellidae	매미총과	1	0.002
Order	Hymenoptera	벌목		
	Formicidae	개미과	3	0.008
			1,893	0.741

남대천에서 연어 치어와 함께 채집된 어류는 총 18종이었는데, 이 중 연어 치어를 포식할 것으로 판단되는 생물종은 꺾지와 산천어 등의 어류와 어식성인 조류가 해당할 것으로 생각된다. 양양 남대천에서 연어 치어와 먹이 경쟁관계에 있는 10종은 단지 위내용물을 분석하여 동일한 먹이생물을 섭식하는 것으로 판단되는 종일 뿐 정확히 연어 치어와 먹이경쟁에 있는 것은 아닐 것으로 생각된다. 2005년 남대천에 방류된 연어 치어의 개체수가 육백만 마리를 상회함으로써 봄철 남대천에 서식하는 어종 중 우점종은 연어 치어이며, 동소적으로 서식하는 어류의 개체수는 상대적으로 적어, 이들의 섭이활동이 연어 치어의 생존에 미치는 영향은 크지 않을 것으로 생각되기 때문이다.

본 연구결과는 연어 치어와 동소적으로 서식하는 어류의 위내용물 분석을 통하여, 양양 남대천 하천생태계의 먹이망과 연어 치어 수용력에 대한 유용한 정보를 제공할 것이다.

감사의 글

본 논문을 위해 현장 작업을 함께 해주신 영동내수면연구소와 생물다양성연구소의 직원 여러분께 감사드립니다. 본 연구는 국립수산물과학원 영동내수면연구소의 '연어 자원증강 및 보존연구(RP-2007-FR-018)'의 지원으로 수행되었습니다.

참고문헌

강수경, 이채성, 이철호, 허영희, 성기백, 2005. 우리나라 연어치어 생산 방류 역사 및 현황. 연어 자원증강을 위한 한·일 전문가

초청 워크숍, 강릉, 55 pp.

김익수, 2005. 한국어류대도감. 교학사, 615 pp.

명정구, 김용익, 1993a. 한국산 연어속 어류의 형태학적 연구 - I. 연어, *Oncorhynchus keta*의 난 발생 및 자치어의 형태. 한국어류학회지, 5: 53-67.

명정구, 김용익, 1993b. 한국산 연어속 어류의 형태학적 연구 - II. 초기 발육단계에 있어서의 연어, *Oncorhynchus keta*의 골격 발달. 한국어류학회지, 5: 68-84.

명정구, 김용익, 1996. 한국산 연어속 어류의 형태학적 연구 - V. 연어(*Oncorhynchus keta*), 산천어(*O. masou*) 및 무지개송어(*O. mykiss*)의 골격 비교. 한국수산학회지, 29: 208-229.

박중연, 성기백, 박두원, 2002. 우리나라에 소상하는 연어의 연간 유전자 빈도의 변화. 한국수산자원학회지, 5: 34-40.

성기백, 1999. 한국산 연어의 생물학적 특성 및 집단유전학적 연구. 박사학위논문, 부경대학교, 부산, 125 pp.

성기백, 김진영, 박차수, 강영실, 2001. 한국연어자원의 회유와 서식환경의 장기변동. 한국수산자원학회지, 4: 42-50.

손용호, 1980. 조선동해어류지. 과학, 백과사전 출판사, 평양, 464 pp.

유광일, 1995. 한국동식물도감 제 35권 동물편 (해양동물플랑크톤). 교육부, 415 pp.

윤일병, 1995. 수서곤충검색도설. 정행사, 서울, 218 pp.

이희정, 박중연, 김우진, 민광식, 김윤, 유미애, 이원호, 1999. 미토콘드리아 DNA control region의 염기분석에 의한 연어아과 어류의 유전학적 연구. 한국어류학회지, 11: 163-171.

정준, 1993. 한국담수조류도감. 아카데미서적, 서울, 496 pp.

조규송, 1993. 원색 한국담수동물플랑크톤도감. 아카데미서적, 서울, 389 pp.

- 최미경, 여인규, 2000. 성어기 시마연어의 성장형질에 대한 유전율 및 표현형 상관과 유전상관의 추정. 한국어류학회지, **12**: 118-123.
- Frolenko, L. A., 1970. Feeding of chum and pink salmon juveniles migrating downstream in the main spawning rivers of the northern coast of in the Sea of Okhotsk. zv. Tikhookean. nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogra. **71**: 179-188.
- Kaeriyama, M., 1986. Ecological study on early life of the chum salmon, *Oncorhynchus keta* (Walbaum). Sci. Rep. Hokkaido Salmon Hatchery. **40**: 31-92.
- Mayama, H., 1976. Aquatic fauna of the Anabetsu River during downstream migration of chum salmon fry. Sci. Rep. Hokkaido Salmon hatchery **30**: 55-73 (in Japanese with English abstract).

2007년 4월 23일 원고접수

2007년 5월 11일 수정본 채택

담당편집위원: 김수암