

교 육 학 석 사 학 위 논 문

한국산 웅어(*Coilia nasus*) 자치어의
형태 발달



2012년 8월

부경대학교교육대학원

생 물 교 육 전 공

권 내 립

교 육 학 석 사 학 위 논 문

한국산 웅어(*Coilia nasus*) 자치어의
형태 발달

지도교수 김 진 구

이 논문을 교육학석사 학위논문으로 제출함.



2012년 8월

부경대학교교육대학원

생 물 교 육 전 공

권 내 립

권내림의 교육학석사 학위논문을 인준함.

2012년 8월 24일



주 심 이학박사 백 혜 자 (인)

위 원 이학박사 강 충 배 (인)

위 원 이학박사 김 진 구 (인)

목 차

요약	-----	i
I. 서론	-----	1
II. 재료 및 방법	-----	3
1. 실험표본	-----	3
2. 형태분석	-----	3
III. 결과	-----	8
1. 형태분석	-----	8
가. 중기자어	-----	8
나. 후기자어	-----	8
다. 치어	-----	9
IV. 고찰	-----	15
V. 참고문헌	-----	22
감사의 글	-----	25

Morphological development of larvae and juveniles of the estuary tailfin
anchovy, *Coilia nasus* from Korea

Nae Lim Kwun

Graduate School of Education
Pukyong National University

Abstract

The morphological development of *Coilia nasus* were described based on specimens collected from Nakdong River estuary of Busan in August 2010. All juvenile specimens have dorsal fin rays 13, anal fin rays 91-97, pectoral fin rays 18, pelvic fin rays 6-7, caudal fin rays 19-20, vertebrae 78 being identified as *Coilia nasus*.

In flexion larval stage (10.9-14.3 mm SL), the posterior tip of notochord curved approx. 45°, the mouth and anus opened. The number of caudal fin rays was completed as 19 and dorsal and anal fin rays appeared. Single row dot-shape melanophores on ventral portion of anterior body and anal fin base.

In post-flexion larval stage (15.5-23.9 mm SL), the posterior tip of notochord curved completely as 90°, the body depth tended to increase, and anus located in half of body. The number of dorsal fin rays and vertebrae were completed as 13 and 77-79, respectively.

In juvenile's stage (24.0-33.9 mm SL), the development of all fin rays were completed and the upper pectoral fin rays elongated, extends to beyond the anus. The tip of snout projecting anteriorly, and sharp scutes were present in the midventral line of body from isthmus to anterior margin of anus.

I. 서 론

청어목(order Clupeiformes), 멸치과(family Engraulidae) 어류는 전 세계적으로 16속 139종(Nelson, 2006)이 알려져 있다. 그 중 응어속(genus *Coilia*) 어류는 전 세계적으로 13종(Whitehead et al., 1988), 우리나라에는 2종, 응어(*Coilia nasus*)와 싱어(*Coilia mystus*)만 보고되어 있으며(Youn and Kim, 1996; Kim et al., 2005), 우리나라 서·남해안, 일본 남부, 중국, 대만 등지에 분포한다(Kim et al., 2005). 응어속 어류는 형태적으로 몸이 측편되며 체고가 높고 뒤로 갈수록 낮아진다. 꼬리지느러미는 부정형으로 뒷지느러미와 융합되어 있고, 위턱의 뒤끝은 매우 길어서 가슴지느러미의 기부까지 이르며, 배 쪽에는 날카로운 인판이 1열로 줄지어 있는 특징이 있다(Kim et al., 2005; Kwun et al., 2010).

응어속 어류의 분류학적 연구사를 살펴보면 Jordan and Metz (1913)가 우리나라에 처음으로 응어를 보고 하였으며, 그 다음으로 Mori (1952)가 싱어를 보고 하였다. 이후 Chyung (1977)은 응어속 2종을 정리하여 보고 하면서, *Coilia nasus*를 싱어의 동종이명으로 보았으며, 동시에 응어의 학명을 *Coilia ectenes*로 변경하였다. 그러나, Youn and Kim (1996)은 멸치과 어류의 분류학적 연구에서 2종의 학명을 기존에 보고된 학명으로 다시 변경하였다.

응어와 싱어는 분류형질로 뒷지느러미 기조수와 척추골수가 알려져 있지만(Youn and Kim, 1996; Takita, 1978; Whitehead et al., 1988), 외형적으로 유사하고 계수·계측형질, 특히 분류형질로 알려진 뒷지느러미 연조수에서 차이를 보이지 않아 분류학적 재검토가 필요하다고 제안된 바 있다(Youn and Kim, 1996). 하지만 Kwun et al. (2010)은 척추골수에서 두 종이 잘 구분된다고 언급하였다.

응어속 어류의 연구로 국외에서는 자치어 형태(Xu et al., 2011; Zhang et

al., 2009), 생식 생태(Wen et al., 2009; Baeck et al., 2011), 유전자 구조(Chun et al., 2008; Yang et al., 2008) 등이 연구 되었으며, 국내에서는 생식소 조직(Lee et al., 2003; Jeon et al., 2009) 등이 보고되어 있지만 아직까지 초기생활사에 대한 연구는 전무한 실정이다.

산란을 위해 바다에서 강으로 이동하는 소하성 어류는 최근 하구둑 건설 등으로 산란회유경로가 사라지고 있으며, 이에 따라 자원량이 빠르게 감소하는 경향을 보인다(Lee et al., 2003). 과거 웅어의 주서식지로 알려진 낙동강 하구의 경우도 1987년 하구둑이 건설된 이후 웅어의 산란에 큰 영향을 미쳤을 것으로 추측된다.

따라서 본 연구에서는 웅어의 산란기로 추정되는 8월 낙동강 하구역에서 채집된 웅어 자치어를 대상으로 성장에 따른 자치어 형태 과정을 상세히 묘사하여 이 해역에서 웅어의 산란생태 규명을 위한 기초자료로 제공하고 자 한다.



II. 재료 및 방법

1. 실험표본

웅어 자치어 50개체(PKU 6009~6060)는 2010년 8월 19일 낙동강 하구역에서 자치어 네트(Ring net, 망구직경 80cm, 망목 330 μ m)로 채집되었으며, 채집 즉시 5% 포르말린으로 고정하여 보관하였다. 본 연구에 사용된 어류 표본은 부경대학교(Pukyong National University, PKU)에 등록·보관 하였다(Table 1).

2. 형태분석

종 동정과 자치어의 각 부위별 용어는 Okiyama (1988), Leis and Carson-Ewart (2000)를 참고 하였고, 총 15개 형태형질을 측정 및 계수 하였다(Fig. 1). 계측형질로 전장(Total length, TL), 체장(Standard length, SL), 항문전장(Preanal length, PAL), 체고(Body depth, BD), 근절고(Myomere depth, MD), 등지느러미 앞 거리(Predorsal-fin length, PDL), 두장(Head length, HL), 안경(Eye diameter, ED), 문장(Snout length, SNL) 등 9가지 형질을 입체해부현미경(Olympus SZH-10, Japan) 아래에서 관찰하였으며, Images Plus 2.0 for OSX (Motic, China)를 이용하여 0.1 mm 단위까지 측정하였다. 각 계측값은 체장(SL)에 대한 백분비로 계산하였다. 측정 후, 성장단계별 2~3개체는 입체해부현미경(Olympus SZH-10, Japan)에 부착된 카메라 Lucida를 이용하여 정밀 스케치 하였다(Fig. 2). 계수형질은 50개체 중 15개체를 대상으로 실시하였으며, 등지느러미 기조(Dorsal fin rays, D), 뒷지느러미 기조(Anal fin rays, A), 꼬리지느러미 기조(Caudal fin rays, C), 척추골(Vertebrae, V), 가슴지느러미 기조(Pectoral fin rays, P₁) 배지느러미 기조(Pelvic fin rays, P₂) 등 6가지

형태를 Alizarin red S (Sigma-Aldrich, Germany) 용액으로 염색한 뒤 계수하였다. 이때 염색방법은 Taylor (1976)의 방법을 따라 1% KOH 용액에 넣어 2~4일간 투명화시킨 뒤, Alizarin red S 용액을 혼합하여 6~7일간 경골염색 하였으며, 최종적으로 클리세린-에탄올 혼합용액에 넣어 보관하였다. 각 부위별 용어는 Fujita (1990), Youn and Kim (1996) 등을 참고하였다(Fig. 3).



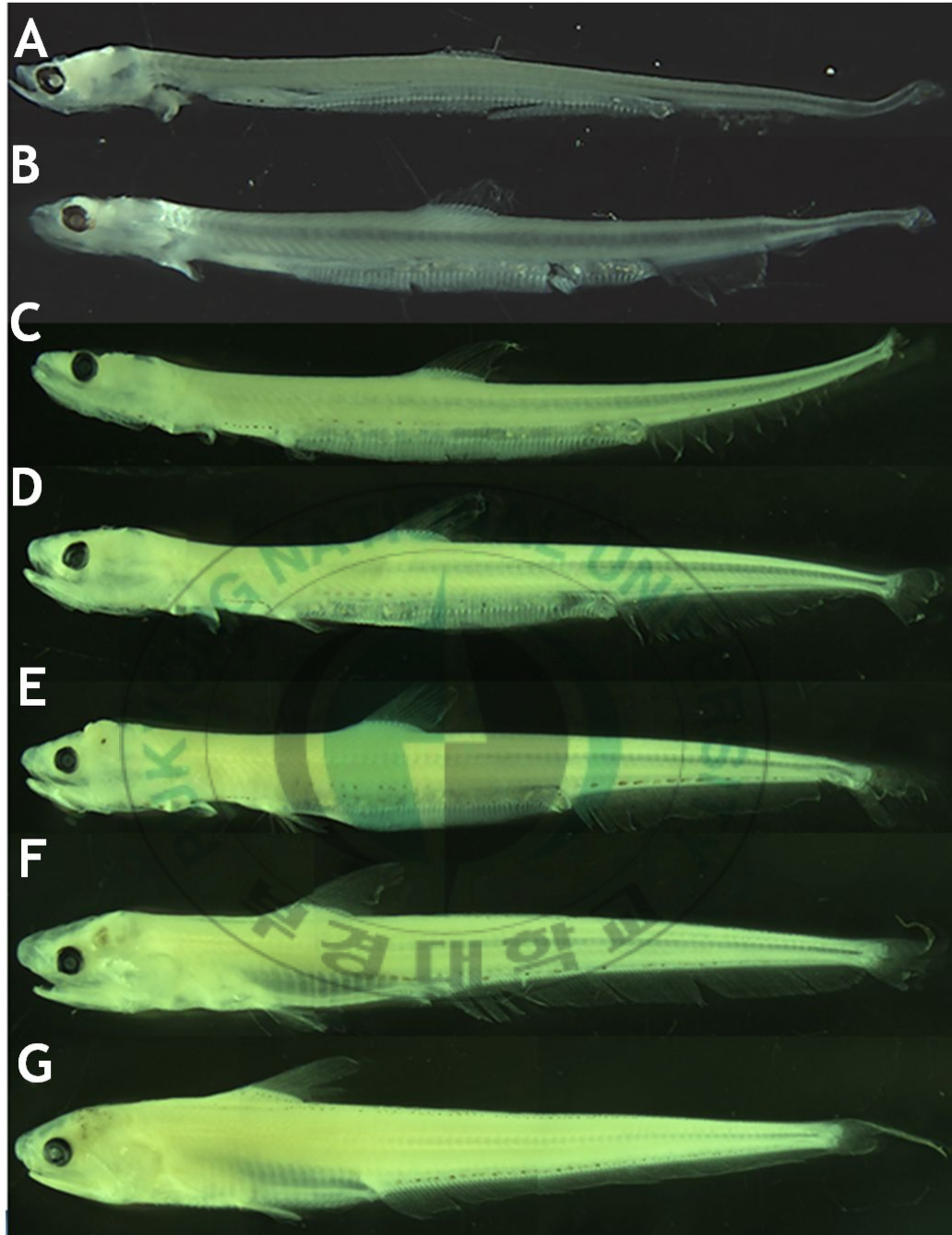


Fig. 1. *Coilia nasus*, (A) PKU 6027, 10.9 mm SL; (B) PKU 6060, 12.7 mm SL; (C) PKU 6024, 15.5 mm SL; (D) PKU 6053, 17.3 mm SL; (E) PKU 6033, 20.2 mm SL; (F) PKU 6016, 23.9 mm SL; (G) PKU 6012, 33.7 mm SL.

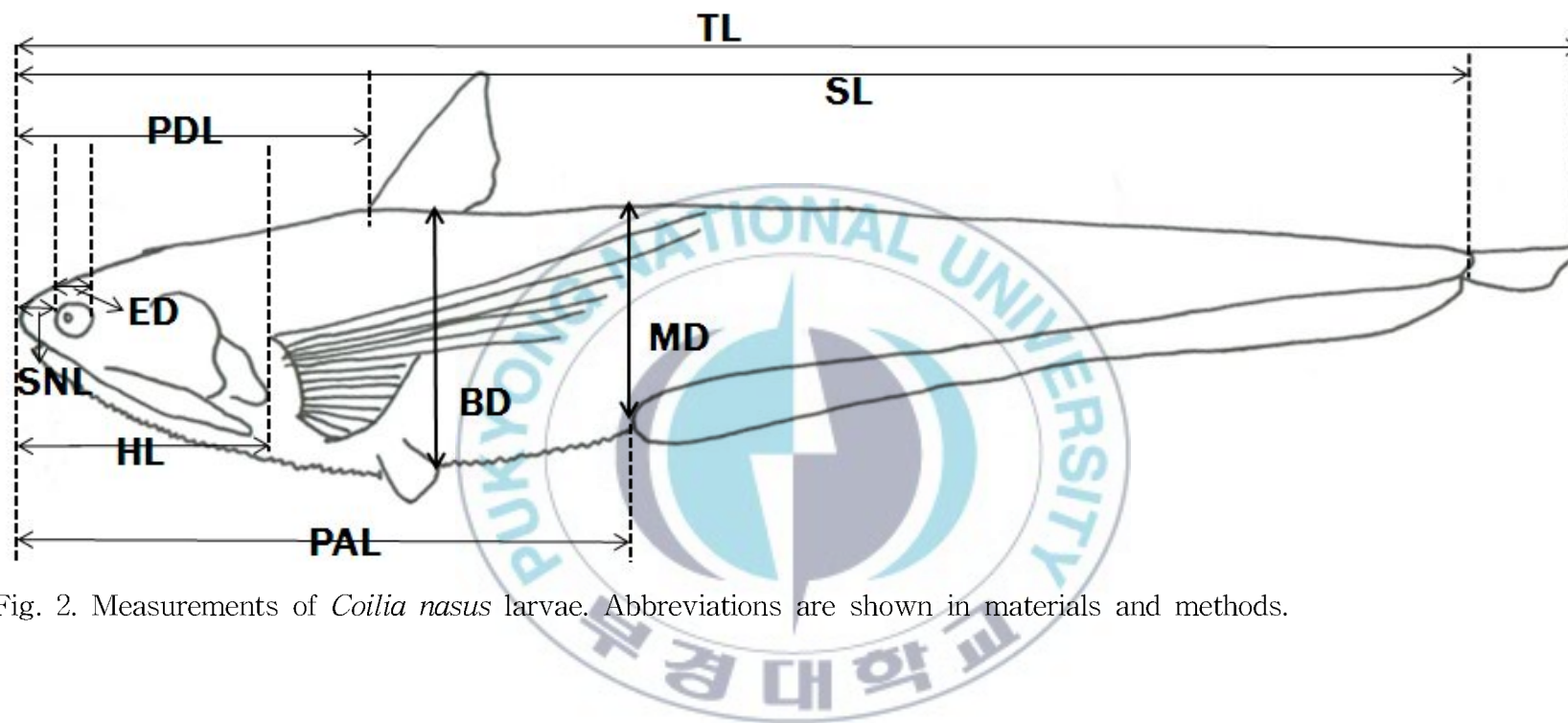


Fig. 2. Measurements of *Coilia nasus* larvae. Abbreviations are shown in materials and methods.

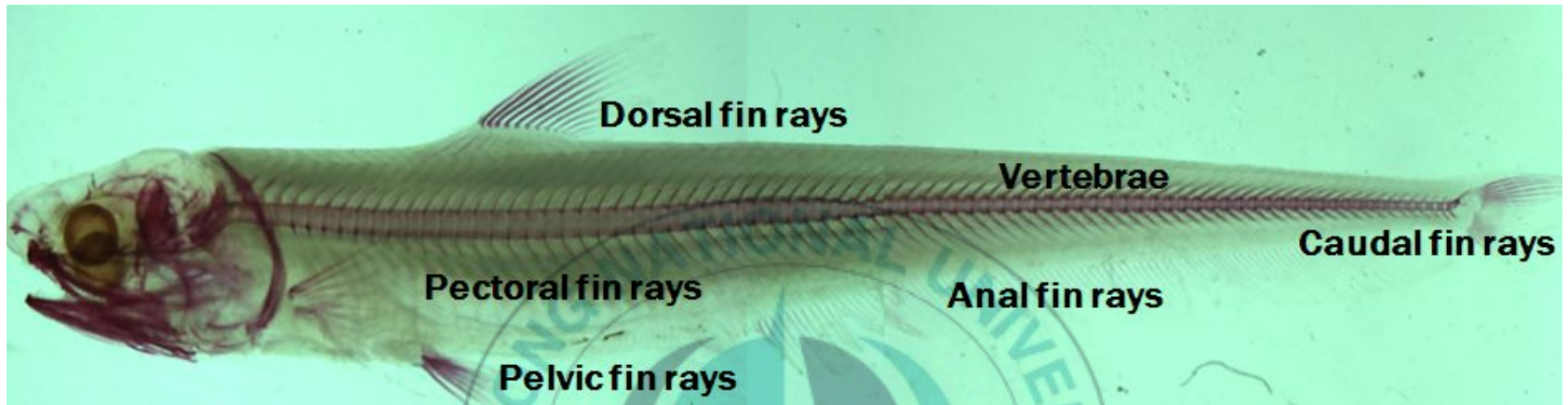


Fig. 3. Counts of *Coilia nasus* larvae, PKU 6012.

Ⅲ. 결 과

1. 형태분석

웅어의 자치어는 발달 단계에 따라 중기자어, 후기자어, 치어의 3단계로 구분되었으며, 총 50개체 중 중기자어는 7개체, 후기자어는 34개체, 치어는 9개체 확인되었다(Table 1).

가. 중기자어

중기자어 7개체는 전장 10.5~15.0 mm 범위이고 체장은 10.1~14.3 mm 범위이다(Fig. 4A, B; Table 1). 이들의 형태적 특징에는 입과 항문은 열려 있으며, 몸은 가늘고 길게 관찰된다. 체장에 대한 항문전장(Preanal length)은 68.5~73.4%로 항문은 몸의 뒤쪽에 위치한다(Fig. 6). 등지느러미 앞까지의 거리(Predorsal-fin length)는 체장의 40.59~46.2%로 몸의 중앙에 위치하고 있으며, 체고(Body depth)는 체장의 5.5~12.6%로 성장함에 따라 점차적으로 증가한다(Fig. 6). 또한 근절고(Myomere depth)도 체장의 2.8~5.5% 비율로 성장함에 따라 증가 추세를 나타낸다. 체장에 대한 두장(Head length)은 14.2~17.3%, 안경(Eye diameter)은 1.6~2.8%, 문장(Snout length)은 1.6~4.9%의 비율을 차지한다(Fig. 6). 중기자어 중 가장 큰 개체인 14.3 mm의 경우 꼬리지느러미 줄기가 19개로 정수에 달하였다. 등지느러미 줄기수는 10~12개, 척추골수는 62~69개, 뒷지느러미는 58~70개, 가슴지느러미는 4~5개, 배지느러미는 4개로 줄기가 분화 중인 것을 확인할 수 있었다(Fig. 7; Table 2). 윗턱의 뒷끝은 눈의 중앙 아래까지 뻗어 있다. 배쪽으로 흑색소포가 일자로 있었고, 뒷지느러미 기저부에도 일자형태의 흑색소포가 나타나 있다. 척색말단은 45°로 굽어져 있다(Fig. 4A, B).

Table 1. List of specimens used in the present study

SL(mm)/Stage	Flexion larvae	Post flexion larvae	Juvenile	Total
10.1-14.3	7			7
15.5-23.2		34		34
23.8-33.7			9	9
Total	7	34	9	50



나. 후기자어

후기자어 34개체는 전장은 15.9~24.5 mm 범위이며, 체장은 15.5~23.2 mm 범위이다(Fig. 4C, D, E; Table 1). 체고(Body depth)가 체장의 10.1~14.4%를 차지하면서 점차적으로 높아진다(Fig. 6). 또한 근절고(Myomere depth)도 체장의 4.2~8.4%로 점차적으로 높아진다(Fig. 6). 항문전장(Preanal length)은 체장의 57.4~70.5%이며, 항문은 점차적으로 몸의 중앙 쪽으로 위치한다(Fig. 6). 등지느러미 앞까지의 거리(Predorsal-fin length)는 체장의 29.3~43.9%로 점차 몸의 앞쪽부분으로 위치한다(Fig. 6). 문장(Snout length)은 체장의 3.0~5.6%로 주둥이의 길이가 점차 길어진다(Fig. 6). 두장(Head length)은 14.6~19.0%이고, 안경(Eye diameter)은 2.4~3.9%로 체장에 대한 비율값이 점차 증가하였다(Fig. 6). 등지느러미 줄기는 후기자어 중 가장 작은 개체인 체장 15.5 mm의 경우 13개이며, 후기자어 중 체장 16.6 mm부터 척추골수가 77~79개로 정수에 달하였다(Fig. 7; Table 2). 뒷지느러미는 70~92개, 가슴지느러미는 5~7개, 배지느러미는 4~6개로 정수에 이르지 못하는 못하였다(Fig. 7; Table 2). 두정부의 머리 옆에 점모양의 흑색소포가 관찰되며, 두정부 밑과 배쪽의 흑색소포는 일렬로 관찰된다. 또한 소화관과 뒷지느러미 기저부에서도 일렬의 흑색소포가 나타났으며, 꼬리지느러미에도 다수의 흑색소포가 관찰되었다. 윗턱의 뒷끝은 눈의 중앙 부분을 지나 두정부의 중간 부분까지 길게 뻗어 있다. 척색말단은 90°로 완전히 굽어지며 굴곡이 완료된 것을 관찰 할 수 있었다(Fig. 4C, D, E).

다. 치어

치어는 9개체로 전장은 25.2~38.5 mm 범위이며, 체장은 23.8~33.7 mm 범위이다(Fig. 5A, B; Table 1). 체고(Body depth)는 체장의 11.3~14.5%, 근절고(Myomere depth)는 7.1~10.4%로 점점 증가하였다. 항문전장(Preanal length)은 42.4~56.4%로 몸의 앞쪽으로 위치하게 된다(Fig. 6).

등지느러미 앞까지의 거리(Predorsal-fin length)도 20.5~33.3%로 몸의 중앙 부분에 위치하다가, 점차적으로 몸의 앞쪽부분으로 위치한다(Fig. 6). 두장(Head length)은 16.0~18.8%, 안경(Eye diameter)은 2.7~3.6%, 문장(Snout length)은 4.4~5.1%로 체장에 대해 차지하고 있었다(Fig. 6). 모든 지느러미가 발달 하여 등지느러미 13개, 뒷지느러미 89~97개, 가슴지느러미는 상단 연조수 6개와 나머지 12개, 배지느러미는 6~7개, 꼬리지느러미는 19~20개, 척추골수는 78개로 정수에 달하였다(Fig. 7; Table 2). 가슴지느러미에 상단연조는 길게 뻗어서 몸의 중앙 부분까지 뻗어 있으며, 두정부의 주둥이 부분이 돌출되어짐을 관찰할 수 있다(Fig. 5A, B). 배 쪽에는 날카로운 인판이 협부부터 항문 앞까지 배쪽 중앙선을 따라 1열로 관찰되었다. 흑색소포는 점모양으로 두정부, 등, 뒷지느러미의 기저부, 등지느러미, 꼬리지느러미에 다수 분포되어 있다(Fig. 5A, B).





Fig. 4. Development of larvae of *Coilia nasus* (A) flexion stage, PKU 6027 10.9 mm SL; (B) flexion stage, PKU 6060 12.7 mm SL; (C) post-flexion stage, PKU 6024 15.5 mm SL; (D) post-flexion stage, PKU 6053 17.3 mm SL; (E) post-flexion stage, PKU 6033 20.2 mm SL.

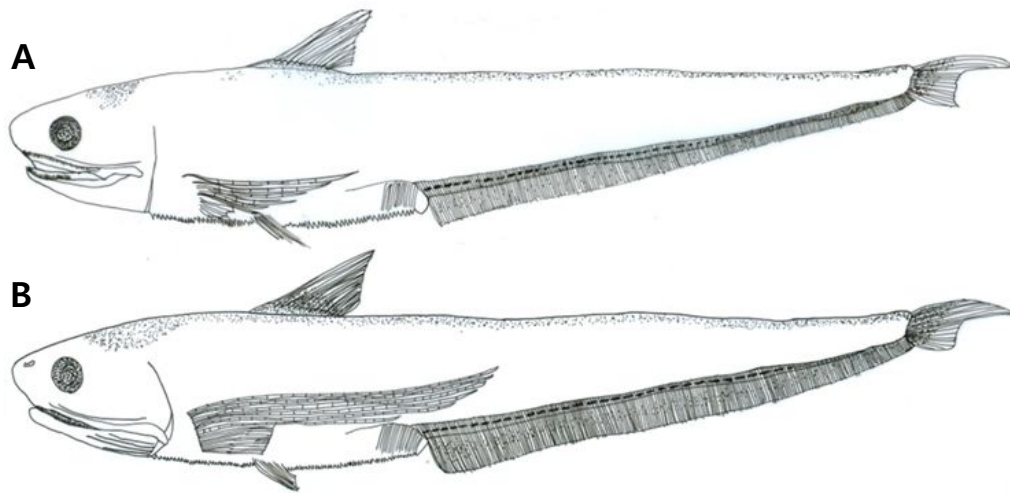


Fig. 5. Development juveniles of *Coilia nasus* (A) juvenile stage, PKU 6016 23.9 mm SL; (B) juvenile stage, PKU 6012 33.7 mm SL.



Table 2. Counts and proportional measurements of *Coilia nasus* larvae and juveniles

<i>Coilia nasus</i>																
	PKU 6027	PKU 6060	PKU 6057	PKU 6055	PKU 6024	PKU 6023	PKU 6025	PKU 6053	PKU 6021	PKU 6051	PKU 6052	PKU 6034	PKU 6033	PKU 6016	PKU 6009	PKU 6012
Standard length (mm)	10.9	12.7	14.3	14.3	15.5	16.6	17.1	17.3	18.4	19.1	18.8	19.4	20.2	23.9	33.7	33.7
Counts																
Dorsal fin rays	10	10~11	12	12	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
Anal fin rays	-	58~60	68	70	70~71	70	85	83~84	88	90	92	91	87	90	91	97
Pectoral fin rays	-	4	5	5	5	5	5	6	6	6	6	7	7	7~8	6+11	6+12
Pelvic fin rays	-	-	4	4	5~6	5	5	4~5	6	5	6	6	6	7	7	7
Caudal fin rays	-	-	19	19	18	19	19	19~20	19	20	19	19	20	20	19	20
Vertebrae	-	-	62	69	68~70	79	77	78	78	79	78	79	79	77	78	78
Measurements (% SL)																
Head length	15.6	17.3	16.8	16.1	14.8	15.1	14.6	17.9	15.2	18.3	18.6	15.5	16.3	18.8	16.0	17.8
Body depth	5.5	10.2	9.8	12.6	10.3	10.2	9.9	11.6	12.5	12.6	14.4	12.9	10.9	11.3	14.5	14.5
Snout length	1.8	1.6	2.1	4.9	3.9	3.0	3.5	4.6	3.3	3.7	4.3	4.6	5.0	4.6	4.8	4.6
Eye diameter	1.8	2.4	2.8	2.8	2.6	2.4	2.3	3.5	3.3	3.7	2.7	3.1	3.8	3.3	2.7	3.6
Myomere depth	2.8	4.7	4.2	4.9	5.2	4.2	5.3	6.4	5.4	5.8	6.9	6.7	6.9	7.1	8.9	10.4
Preanal length	72.5	68.5	73.4	73.4	70.3	69.3	68.4	69.9	64.1	66.5	64.4	67.0	60.4	48.1	42.4	43.9
Predorsal length	-	43.3	43.4	46.2	43.2	40.4	40.4	43.9	39.1	41.4	38.8	39.2	37.6	29.7	25.5	26.4

IV. 고 찰

본 연구는 2010년 8월 낙동강 하구역에서 채집된 웅어 자치어를 대상으로 형태발달 연구를 수행하였다. 우리나라에 보고된 웅어속 2종, 웅어(*Coilia nasus*)와 싱어(*Coilia mystus*)는 외형적으로 유사하며, 계수·계측형질에서도 큰 차이가 없고, 특히 두 종을 구분하는 주요 형질인 뒷지느러미 연조수에서 차이를 보이지 않는다고 보고한 바 있다(Youn and Kim, 1996). 하지만, Kwun et al. (2010)은 뒷지느러미 연조수(웅어는 92~102개 vs. 싱어는 77~86개), 인판수(47~52개 vs. 40~45개), 척추골수(75~78개 vs. 63~69개)에서 두 종이 잘 구분된다고 언급하였다. 따라서 웅어와 싱어는 뒷지느러미 연조수, 인판수 및 척추골수로 잘 구분된다고 판단되며, 본 연구에서 이용된 자치어중 치어의 경우, 뒷지느러미 연조수(91~97개), 척추골수(78개)를 가진 특성상 웅어로 동정할 수 있었다(Table 3).

웅어의 산란기에 관한 연구에서 Choi (1994)는 4~5월, Kim (1997)은 6~7월, Chyung (1977)은 5~6월이라고 하였으며, 이들의 연구에서 웅어의 산란기가 학자마다 조금씩 다른 것을 알 수 있다. Lee et al. (2003)은 생식소 발달과 조직학적인 연구로 웅어의 산란기가 6~7월인 하계산란형 어류라고 제시하였으며 또한, 웅어의 산란은 고수온-장일장의 영향을 받는다고 하였다. 본 연구의 개체들은 8월에 채집된 자치어로, 싱어의 산란기를 6~7월로 보고한 Kim (1997), Lee et al. (2003)을 지지해 준다. 산란을 또한 이들의 산란 특징에는 갈대밭 등에서 산란한다고 보고된바있다(Lee et al., 2003; Chyung, 1977; Kim, 1997).

본 연구에서는 웅어 자치어의 발달 단계에 따라 중기자어, 후기자어, 치어의 3단계로 나누었으며, 총 50개체 중 중기자어 단계로 발달한 개체는 7

개체, 후기자어 단계로는 34개체, 치어단계는 9개체로 확인되었다(Table 3). 발달 단계별 웅어 자치어를 Okiyama (1988) 및 Zhang et al. (2009)의 연구와 비교하면, 발달단계가 가장 작은 개체인 체장 10.9 mm인 중기자어는 등지느러미 줄기가 발달되었다. 하지만, Zhang et al. (2009)의 11.2 mm 개체와 비교하면, 등지느러미 발달이 늦은 차이를 보였다. 체장 12.7 mm의 중기자어는 체고가 낮고 가슴지느러미도 미발달 상태로 되어 있지만, Okiyama (1988)의 13.8 mm (TL) 개체와 비교하면, 뒷지느러미와 꼬리지느러미가 연결되어있고, 가슴지느러미의 상단연조가 관찰되었으며, 등지느러미는 정수에 도달하여 차이를 보였다. 또한, 배쪽 소화관에 다수의 흑색 소포가 관찰되어 차이를 보였다. 체장 15.5 mm인 후기자어는 Zhang et al. (2009)의 15.3 mm 개체와 발달 단계가 비슷하지만, 등지느러미가 정수에 도달하였고, 배지느러미와 이빨이 관찰되어 차이를 보였다. 체장 20.2 mm 후기자어는 Okiyama (1988)의 전장 19.8 mm 개체와 비교하면, 주둥이가 돌출되며, 두정부, 배, 소화관, 뒷지느러미 기저부에 다수의 흑색소포가 있고, 꼬리지느러미의 상단부분이 길게 뻗는 차이를 보였다. 반면, Okiyama (1988)의 전장 19.8 mm 개체는 주둥이는 아직 돌출 되지 않았고, 뒷지느러미의 끝부분 줄기는 분화가 완성되지 않았으며, 꼬리지느러미의 상단부도 분화가 완성되지 않는 차이를 보였다. 체장 23.9 mm와 33.7 mm 치어는 Zhang et al. (2009)의 24.3 mm 및 36.5 mm와 비교하면, 등지느러미와 항문의 위치가 몸의 앞쪽으로 위치하였고, 가슴지느러미의 상단연조가 길게 뻗어 항문까지 도달하며, 인판도 관찰되는 등 성어의 모습과 매우 유사한 특징을 나타내었다.

각 부위별 계측 결과를 체장에 대한 비율로 나타낸 결과, 체장이 증가함에 따라 체장에 대한 두장, 체고, 문장, 근절고, 안경비가 증가하는 경향을 보였으며, 체장에 대한 체고비, 체장에 대한 두장비가 증가하는 Zhang et

al. (2009)의 결과와 잘 일치하였다. 또한 체장에 따른 등지느러미 앞까지의 거리와 항문 앞까지의 거리의 비율이 체장이 증가함에 따라 점차 감소하는 양상을 보였는데, 이는 형태발달에서 중기 및 후기자어기 때 등지느러미와 항문의 위치가 몸의 중앙부분에 위치하고 있었지만, 치어가 되면서 점차 몸의 앞쪽으로 이동됨을 뜻한다. 또한, 용어는 치어기로 발달함에 따라 몸의 앞쪽부분의 체고가 높아지며, 꼬리쪽으로 점차 낮아지는 형태발달을 관찰 할 수 있었다.

용어의 지느러미 발달은 꼬리지느러미가 중기자어 때 가장 먼저 성어의 정수에 도달하였으며, 그 다음으로 등지느러미, 척추골, 뒷지느러미, 배지느러미가 정수에 달하였다. 그 뒤를 이어 가슴지느러미의 분화로 용어의 특징인 상단 연조수가 길게 뻗어 있는 것으로 치어단계인 것을 확인 할 수 있었으며, Zhang et al. (2009)도 가슴지느러미의 상단 연조 6개가 가장 늦게 분화한다고 언급하여 본 연구결과와 잘 일치 하였다.

최근 Xu et al. (2011)은 실험실에서의 난발생과 자어의 발생에 관하여 보고한 연구 결과를 바탕으로 발생단계를 본 연구 개체와 비교해 보았을 때, 체장이 12.7 mm인 개체와 Xu et al. (2011)의 부화한지 15일 지난 자어의 길이는 비슷하였다. 가슴지느러미와 뒷지느러미가 분화되는 것을 관찰 할 수 있었으며, Xu et al. (2011)는 3개의 가슴지느러미가 눈에 잘 띄게 분화하고 있는 점에서 본 연구와는 차이를 보였다. 체장이 33.7 mm인 개체와 Xu et al. (2011)의 부화한지 40일이 지난 자어는 길이가 비슷하였다. Xu et al. (2011)는 부화한지 48일이 된 자어를 치어의 단계로 보고하였으며, 이 단계에서 모든 기관형성과 형태적으로 성어와 같은 모습을 보이고 있다. Xu et al. (2011)의 연구를 통하여 본 연구의 개체들이 부화하고 난 뒤 몇일이 지난 개체들인지 추정할 수 있었으며, Xu et al. (2011)는 용어의 사육수온을 22~23℃로 두었을 때 부화에 소요되는 시간은 42~45시간이었

다. 이는 Zhu (1992)와의 연구와 비교하면, Zhu (1992)는 26~27℃일 때 32~36시간 뒤 부화가 되는 것을 알 수 있었다. 또한, Zaki and Abdula (1983)와 Herath (1988)의 연구 결과에서도 수온이 높은 곳에서 부화에 소요되는 시간이 짧아진다는 것을 밝혔으며, 이를 통하여 난과 자어의 발생에서 부화에 소요되는 시간은 수온과 그들의 종류에 따라 다르다는 것을 보고하였다. 본 연구에서 채집된 지역의 온도는 16.1℃로 Xu et al. (2011)의 온도와 차이가 있었지만, 이들의 부화에 소요되는 시간에 따른 발달단계의 차이가 있었을 것으로 추정된다.



Table 3. Comparison of meristic characters of *Coilia nasus* among authors

	<i>Coilia nasus</i>					
	Present study (Juvenile)	Okiyama (1988)	Chyung (1977)	Youn and Kim (1996)	Kim et al. (2005)	Kwun et al. (2010)
Dorsal fin rays	13	13	13	11~13	13	12~13
Anal fin rays	91~97	81~97	92~112	95~97	81~91	92~102
Pectoral fin rays (P ₁)	18	-	17	12~18	-	6+11~12
Pelvic fin rays (P ₂)	6~7	-	-	-	-	7
Caudal fin rays	19~20	-	-	-	-	18~20
Vertebrae	78	71	74~76	74~76	-	75~78

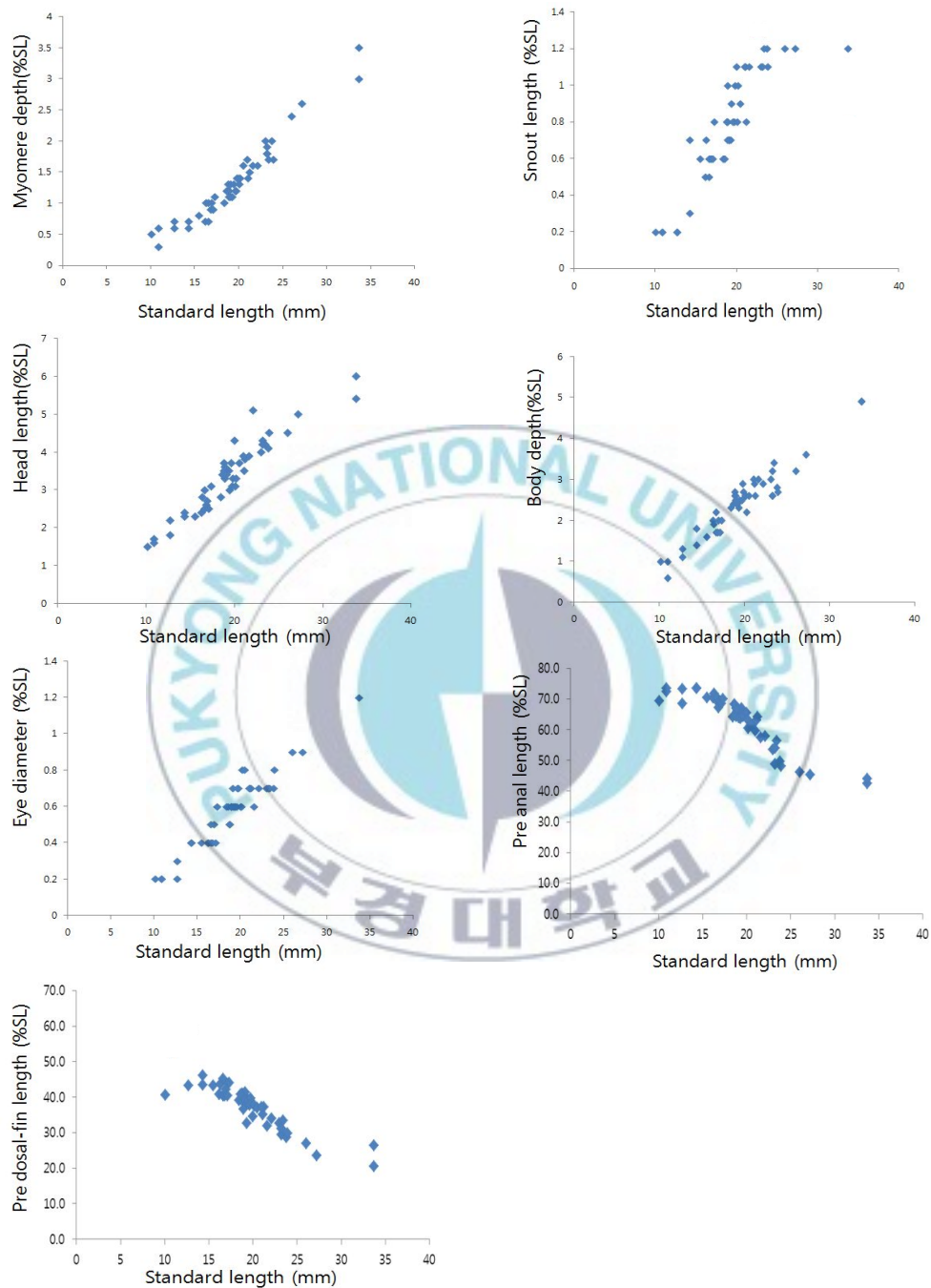


Fig. 6. Relationship between standard length and proportional measurements of *Coilia nasus*.

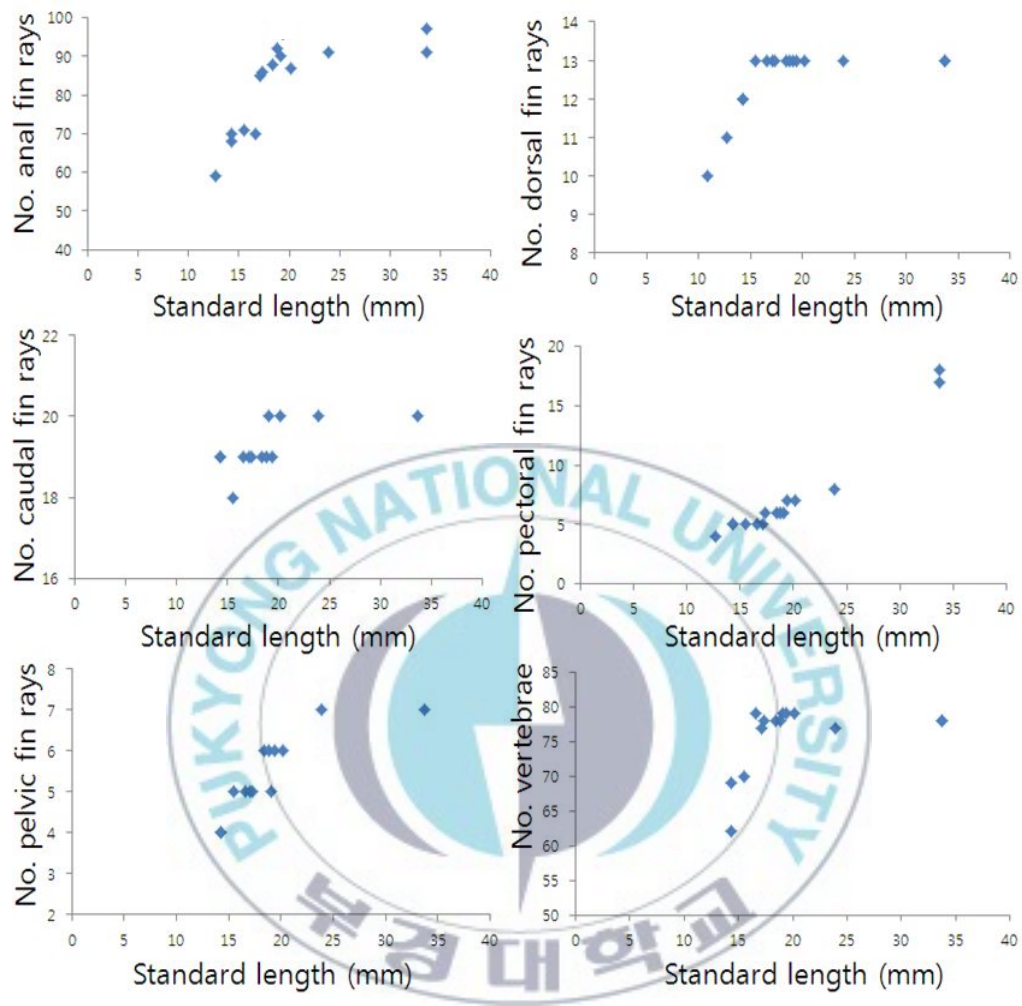


Fig. 7. Relationship between standard length and counts of *Coilia nasus*.

V. 참고문헌

- Baeck GW, Park JM, Choo HG, Huh SH. 2011. Diet Composition of *Coilia nasus* in the Coastal Waters off Gori, Korea. Korean Journal of Ichthyology. 23(2): 163-167.
- Chun J, Ting C, Chan J, Zhi Q. 2008. Analysis of genetic diversity based on amplified fragment length polymorphism fingerprint of *Coilia nasus* from Yangtze River. Journal. 44(3).
- Chyung MK. 1977. The fishes of Korea. Seoul: Ilji-Publishing. p. 1-727.
- Choi KC. 1994. One Hundred Species of Korean Freshwater Fishes. Hyunam Co., pp. 356-359.
- Fujita K. 1990. The caudal skeleton of teleostean fishes. Tokyo: Tokai University Press. p. 1-897.
- Jeffrey M. Leis, Brooke M. Carson-Ewart. 2000. The larvae of Indo-Pacific coastal fishes. Brill. p. 1-850.
- Jordan DS, Metz CW. 1913. A catalog of the fishes known from the waters of Korea. Mem Carnegie Mus. 6: 65.
- Jun JC, Kang HW, Lee BW. 2009. Maturation and Spawning of the Korean Anchovy *Coilia nasus* on the West Coast of Korea. Journal of Aquaculture. 13(2): 123-132.
- Herath H.K.S. 1988. Hybridization, early development of embryos and production characteristics of larvae of African Cat-sh *Clarias gariepinus* (Burchell) and Asian cat-sh *Clarias batrachus* (Linnaeus). Master thesis, Wageningen Agricultural University, Wageningen, the

Netherlands.

- Kim IS. 1997. Illustrated Encyclopedia of Fauna & Flora of Korea. Freshwater Fishes. No. 37. pp. 148-149.
- Kim IS, Choi Y, Lee CL, Lee YJ, Kim BJ, Kim JH. 2005. Illustrated book of Korean fishes. Seoul: Kyohak-Pub-lishing. p. 1-615.
- Kwun HJ, Kim HY, Kim JB, Jeong CH, Kim JK. 2010. One unusual species, *Coilia* sp. (Engraulidae, Pisces) from the Yellow Sea. Animal Cells and Systems. 14(2): 137-145.
- Lee BW, Chung EY, Lee JY. 2003. Histological Study on Reproductive Cycle of *Coilia nasus*. Journal of Aquaculture. 16(3): 176-186.
- Mori T. 1952. Checklist of the fishes of Korea. Mem Hyogo Univ Agric Sasayama. 1: 1-228.
- Nelson JS. 2006. Fishes of the world. 4th ed. New York: John Wiley. p. 1-600.
- Okiyama M. 1988. An Atlas of the Early Stage Fishes in Japan. Tokai University Press, Tokyo, 1-1157.
- Takita T. 1978. Identification of a species of *Coilia* (Engraulidae) distributed in Ariake Sound. Japan J Ichthyol. 25: 223-226.
- Taylor, W. R., 1976. An enzyme method of clearing and staining small vertebrates. Proc. U. S. nat. mus., 122(3596): 1-17.
- Wen HB, Zhang CX, Xu GC. 2009. Development of Gonads in *Coilia nasus* from the Yangtze River and Artificial Pond. Chinese Journal of Zoology. 44(4): 111-117.
- Whitehead PJP, Nelson GJ, Wongratana T. 1988. FAO species catalogue. Vol. 7. Clupeoid fishes of the world(suborder Clupeoidei).

- An annotated and illustrated catalogue of the herrings, sardines, pilchards, sprats, shads, anchovies and wolf-herrings. Part 2 - Engraulididae. Rome: FAO. p.1-303.
- Xu GC, Tang X, Zhang C, Gu R, Zheng J, Xu P & Le G. 2011. First studies of embryonic and larval development of *Coilia nasus* (Engraulidae) under controlled conditions. *Aquaculture Research*. 42: 593-601.
- Yang JQ, Hu XL, Tang WQ. 2008. mtDNA Control Region Sequences Variation and Genetic Diversity of *Coilia nasus* in Yangtze River Estuary and Its Adjacent Waters. *Chinese Journal of Zoology*. 43(1).
- Yoon CH, Kim IS. 1996. Taxonomic study of the Family Engraulidae (Pisces: Clupeiformes) from Korea. *Korean J Ichthyol*. 8: 33-46.
- Zaki M.I., Abdula A. 1983. The reproduction and development of *Clarias gariepinus* (Claridae) from Lake Manzala (Egypt). *Journal of Ichthyology* 23: 48-58.
- Zhang DL, Li L, Zhong JS, Ge KK, Wu MG, Jiang RJ. 2009. Morphological study on larvae and juveniles of *Coilia nasus* in the surf zone of Yangtze river estuary. *Journal of Shanghai Ocean University*. 18(2): 150-154.
- Zhu D. L. 1992. Notes on the embryonic development of *C. nasus* under controlled incubation conditions. *Fisheries Science and Technology Information*. 19: 49-51 (in Chinese).

감사의 글

벌써 2년 6개월이라는 시간이 흘러 대학원 생활의 마지막을 매듭지으려고 합니다. 대학원 생활을 되짚어 보니, 행복했던 일, 아쉬웠던 일, 힘들었던 일 등 많은 기억들이 이젠 잊을 수 없는 추억으로 남을 것 같습니다. 저의 값진 추억에 함께 해주신 많은 분들께 감사의 말씀을 전하고자 합니다.

가장 먼저, 저의 멘토이자 학과장님으로 항상 교육대학원생들에게 많은 관심과 배려, 아낌없는 격려를 해주신 김진구 교수님께 진심으로 감사의 말씀 전합니다. 항상 웃는 얼굴로 반겨주시고, 학문의 지식을 넓혀 주셔서 감사합니다. 귀한 시간을 내어 논문을 검토해주시며 조언을 해주신 백혜자 교수님, 항상 밝은 미소와 격려로 맞이해주시는 김수암 교수님, 남기완 교수님, 오철웅 교수님, 박원규 교수님, 김현우 교수님께 깊은 감사의 인사드립니다. 또한 미생물학과 교수님들께도 감사의 인사드립니다.

이 논문의 시료인 용어를 제공해주시며, 논문의 완성도를 높이기 위해 아낌없는 검토와 조언을 해주신 강충배 박사님께 감사의 말씀 전합니다.

대학원 생활 중에 가장 많은 부분을 차지하는 어류학 실험실은 저에게 있어서 정말 잊지 못할 추억입니다. 항상 동고동락 하면서 미운정 고운정이 쌓이며, 이제는 가족 같은 우리 어류학 실험실 식구들.... 항상 어머니와 같은 존재로 격려도 해주시고, 가시복어의 추억을 만들어주신 유정화 박사님, 논문의 조언과 친구처럼 편하게 대해주신 박경동 박사님, 항상 웃는 얼굴로 맞이해주시는 반태우 선배님, 항상 격려를 해주시는 박정호 선배님께 감사드리며, 실험실에서 큰오빠 역할을 하며, 논문계획에 도움을 준 이수정 선배, 실험실의 만능 해결사며, 논문에 대한 조언을 많이 해준 권혁준 선배, 친오빠처럼 항상 챙겨주고 웃음을 잃지 않는 지환성 선배, 학과조교로

있으며 항상 기쁨을 주는 정용태 선배, 지금은 멀리 있지만, 실험실 생활에서 짝궁 이었던 김은아양, 같이 논문을 쓰며, 격려해주는 최은정 언니, 동갑내기 친구로 마음의 의지가 된 김유미양, 어딜 가나 항상 같이 붙어 다니며 정을 쌓게 된 박현정양, 동생이지만, 산업대학원생 이라 실험실에 올 때마다 반가웠던 박꽃님양, 언니처럼 듬직한 송영선양, 실험실의 분위기때이커 광화영양, 묵묵히 실험실의 모든 일을 맡아서 하는 장인철군, 실험실 새내기인 명세훈군과 배승은양 에게 고마움을 전합니다. 실험원들이 있어 저의 대학원 생활은 더욱 값진 추억이었습니다. 앞으로 우리나라 어류학분야에서는 모두 다 최고가 될 수 있도록 기원하겠습니다.

같은 목표를 가지고 학업성취를 이루어낸 동기들 황선지, 김유린, 최은정, 정주희, 이경실, 신주영, 지민규, 김유미, 박현정, 김해진님께 고마움과 축하를 전하며, 항상 격려를 해주며, 힘을 실어준 나의 친구들에게 감사를 전합니다.

마지막으로 27년 동안 아무런 대가 없이 묵묵히 딸의 앞날을 위해 고생하신 아버님과 어머님께 감사함과 사랑을 전하며, 자신보단 동생을 위해 항상 양보를 해주며 힘이 되어준 언니에게 감사를 전하며, 나의 활력소인 권초롱양과 함께 이 기쁨을 나누도록 하겠습니다.

‘사람은 추억을 먹고 산다’라는 글귀처럼 저의 추억에 함께 해주신 모든 분들께 무한고마움과 감사를 전합니다. 모두 행복하시길 기원합니다.