



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

이학석사학위논문

2005-2007년 월성주변해역 어류
종조성의 계절변동

2011년 8월

부경대학교 대학원

해양생물학과

김성준



이학석사학위논문

2005-2007년 월성주변해역 어류
종조성의 계절변동

지도교수 김진구

이 논문을 이학석사 학위논문으로 제출함

2011년 8월

부경대학교 대학원

해양생물학과

김성준



김성준의 이학석사 학위논문을 인준함.

2011년 8월 26일



주 심 이학박사 오 철 응 (인)

위 원 이학박사 김 진 구 (인)

위 원 이학박사 박 경 동 (인)

목 차

List of Figures	ii
List of Tables	iii
Abstract	vi
I. 서론	1
II 재료 및 방법	3
III. 결과.....	7
1. 수질환경.....	7
2. 어류상 및 출현 양상.....	12
3. 연간, 계절별 출현 변화.....	14
4. 계절변동 및 생태지수.....	24
5. 정점변동 및 생태지수.....	30
6. 군집분석 및 통계분석.....	35
IV. 고찰.....	49
1. 월성원전과 어류 종조성의 관계.....	49
2. 출현종의 추이 및 주변해역과의 어류 종조성 비교.....	51
V. 요약.....	54
VI. 참고문헌.....	55
Appendix.....	60

List of Figures

Fig. 1. Locations of sampling area in Wolseong from February 2005 to November 2007.	5
Fig. 2. Diagram of a trawl used for the collection of the fish samples in Wolsong from February to November, 2005 to 2007.	6
Fig. 3. Seasonal variations of surface water temperature in Wolseong.	10
Fig. 4. Seasonal variations of bottom water temperature in Wolseong.	10
Fig. 5. Seasonal variations of surface salinity in Wolseong.	11
Fig. 6. Seasonal variations of bottom salinity in Wolseong	11
Fig. 7. A total of number of individuals of dominant species collected from the Wolseong.	19
Fig. 8. A total of biomass of dominant species collected from the Wolseong.	19
Fig. 9. The number of individuals of dominant species in Wolseong from 2005 to 2007.	20
Fig. 10. The number of biomass of dominant species in Wolseong from 2005 to 2007.	21
Fig. 11. Seasonal variation of number of species, number of individuals, biomass, and diversity index in Wolseong from 2005 to 2007.	27
Fig. 12. Seasonal variation of number of individuals of dominant species in Wolseong from February 2005 to November 2007.	28
Fig. 13. Seasonal variation of biomass of dominant species in Wolseong from February 2005 to November 2007.	29
Fig. 14. Local variation of number of species, number of individuals, biomass, and diversity index from the three stations in Wolseong.	32

Fig. 15. Local variation of number of individuals of dominant species from the three stations in Wolseong.	33
Fig. 16. Local variation of biomass of dominant species from the three stations in Wolseong.	34
Fig. 17. Dendrogram based on the cluster analysis of individuals collected by otter trawl in Wolseong, February 2005 to November 2007.	36
Fig. 18. Dendrogram based on the cluster analysis of individuals collected by otter trawl at three stations in Wolseong, February 2005 to November 2007.	37
Fig. 19. Multidimensional scaling ordination plot of samples taken from caught with a otter trawl in the Wolseong from February 2005 to November 2007.	40
Fig. 20. Multidimensional scaling ordination plot of samples taken from caught with a otter trawl at three stations in the Wolseong from February 2005 to November 2007.	41
Fig. 21. A scattered diagram showing the year, month, station on the principal axes determined by principal component analysis of the species composition of fishes caught with a otter trawl in the Wolseong February 2005 to November 2007.	42
Fig. 22. A scattered diagram showing the year, month, station on the principal axes determined by principal component analysis of the species composition of fishes caught with a otter trawl at three stations in the Wolseong February 2005 to November 2007.	43

List of Tables

Table 1. The latitude and longitude of station in this study area.	4
Table 2. Water temperature (°C) at surface and bottom levels in Wolseong from February 2005 to November 2009 (S:surface, B:bottom).	9
Table 3. Salinity (psu) at surface and bottom levels in Wolseong from February 2005 to November 2009 (S:surface, B:bottom).	9
Table 4. The number of families and species of fishes in the Wolseong from 2005 to 2007.	15
Table 5. The number of fish taxa in the Wolseong from 2005.	16
Table 6. The number of fish taxa in the Wolseong from 2006.	17
Table 7. The number of fish taxa in the Wolseong from 2007.....	18
Table 8. The list of appearance fishes caught by otter trawl in the Wolseong from February 2005 to November 2007.	22
Table 9. Average abundance, contribution, community contribution of the components determined by principle component analysis by sampling units in the Wolseong, February 2005 to November 2007.	38
Table 10. Average abundance, contribution, community contribution of the components determined by principle component analysis by sampling units at three stations in the Wolseong, February 2005 to November 2007. in the Wolseong, February 2005 to November 2007.	39
Table 11. Eigen value, variance and cumulative variance of the components determined by principle component analysis by sampling units of the Wolseong February 2005 to November 2007.	44
Table 12. Eigen value, variance and cumulative variance of the components determined by principle component analysis by sampling units at three stations in the Wolseong February 2005 to November 2007.	44
Table 13. The relationship between PC scores 1 and surface water temperature, bottom water temperature, surface salinity and bottom salinity (Seasonal variation).	

..... 45

Table 14. The relationship between PC scores 2 and surface water temperature, bottom water temperature, surface salinity and bottom salinity (Seasonal variation).
..... 45

Table 15. The relationship between PC scores 1 and surface water temperature, bottom water temperature, surface salinity and bottom salinity (Station variation).
..... 46

Table 16. The relationship between PC scores 2 and surface water temperature, bottom water temperature, surface salinity and bottom salinity (Station variation).
..... 46

Table 17. The relationships between environmental characters (surface water temperature (S.T)), bottom water temperature (B.T), surface salinity (S.S), bottom salinity (B.S) and total number of all fish species and individuals in the Wolseong February 2005 to November 2007. 48

Table 18. The relationships between environmental characters (surface water temperature (S.T)), bottom water temperature (B.T), surface salinity (S.S), bottom salinity (B.S) and total number of all fish species and individuals at the three stations in the Wolseong February 2005 to November 2007. 48



Seasonal variation of fish species composition from Wolsong during
2005-2007

Sung-Jun Kim

Department of Marine Biology, The Graduate School,

Pukyong National University

Abstract

The present study investigated marine environment, fish species composition and community structure of fishes collected from the adjacent waters of Wolsong nuclear power plant in Gyeongsangbuk-do between February 2005 and November 2007.

The surface water temperature showed a common seasonal pattern during the studying period, but the bottom water temperature (BWT) differed by year. In 2005, the BWT was not much varied by season. However, in 2006, the BWT was highest in May and November, but lowest in August. In the case of 2007, the BWT was the lowest in May, but reached peak in November. Therefore, the North Korean Cold Current is thought to be different by year.

A total of 69 fish species were collected, of which five species accounted for 87.1%: *Clupea pallasii*, *Lophius litulon*, *Liparis tessellatus*, *Trachurus japonicus* and *Glyptocephalus stelleri*. *Clupea pallasii* appeared throughout the year, may resulting from the strong North Korean Cold Current in this area. Cluster analysis showed no significant grouping by stations as well as seasons. Correlation analysis showed no significant correlation between marine environmental factors and fish species composition.

I. 서론

동해안은 남해 및 서해와는 달리 해안선이 단조롭고, 해안의 경사가 급하여 대륙붕이 평균 18km로 좁고, 저질은 모래질이 우세하고, 외해와 직접 연결되는 특징을 가지며(김, 황 등 1997; 김, 1998; 김과 남, 2003), 조석간만의 차가 1m 미만으로 적고, 북한한류(North Korea Cold Current)와 대마난류(Tsushima Current)의 지류인 동한난류(East Korean Warm Water)의 교차로 인한 수괴의 변화 및 평균수심이 깊어 수온이 겨울에도 8~10℃로 안정되어 있는 등 복잡한 해양환경을 가지고 있어 연안정착성, 회유성, 표·저층성 및 심해성 어류와 같은 다양한 종이 출현하는 특징을 나타낸다(김과 남, 2003; 류 등 2005). 또한 높은 기초 생산성으로 다양한 해양생물들의 산란과 생육장으로 이용되고 있어 어장으로서의 가치도 높은 곳이다(윤 등, 2008). 동해에서는 현재까지 32목 132과 439종의 어류가 보고된 바 있으며, 다양한 경제성을 가진 어종이 어획되고, 최근 난류의 영향으로 난대성 어류들이 출현하기도 한다(김 등, 2005; 최 등, 2003).

최근 동해연안은 월성, 고리 및 울진 등의 동해남부 해역에 집중된 원자력발전소 설립공사, 포항제철, 울산공단과 같은 인근지역 산업시설의 가동, 신항만공사, 지구온난화의 영향으로 가속화되는 수온상승, 최근 원전 온배수를 이용한 발전소 내 양식장 건설 및 바다목장 설립 등 해양 환경의 변화가 차후 지속적으로 증가할 것으로 예상된다.

동해의 어류상 연구를 살펴보면 각 지역 및 어구별로 흥해 삼중자망 28종(황 등, 1997), 울산 정치망 89종(한 등, 2002), 포항 석병연안 삼중자망 58종(한 등, 2002), 독도 낚시 및 다이빙 63종(명, 2002), 울릉도 다이빙 45종(명 등, 2005), 고성군 오호리 주변 해역 자망 및 정치망 69종(유 등, 2005), 울진군 왕돌초 해역 홀자망 및 삼중자망 58종(이 등, 2008), 신월성 원자력발전소 주변 조간대 족대 및 뜰망 27종(최 등, 2008), 포항 영일만에서 자망 73종(홍 등, 2008) 등의 연구가 있으며, 저인망을 사용한 연구로는 고리 주변해역(김, 1998), 포항 영일만에서 저어류(Demersal fish)를 대상으로 조사(이, 1999) 및 동해 7개 해구에서 어류를 포함한 저서생물을 대상으로 시행한 조사(윤 등, 2008)가 있을 뿐이다.

월성원전 주변해역에서는 해조류(김, 2006; 김과 안, 2006; 최, 2008; 안과 김, 2009), 저서동물(강, 2008; 서 등, 2009), 동물 플랑크톤(김 등, 2010) 및 식물 플랑크톤의 출현양상(강과 최, 2002; 강 등, 2003)에 관한 연구 외 해조류와 패류에 포함된 조직결합 삼중수소 농도(김 등, 2003)에 대한 환경 연구는 있으나 어류에 관한 연구는 한국전력과 같은 기간에서 실시한 환경조사 및 평가 보고서(한국전력공사, 2001; 한국전력공사, 2003; 한국전력공사, 2007) 외에는 전무한 실정이다.

본 연구가 시행된 월성 해역은 한국 동해남부 연안에 위치해 있으며, 조석의 영향보다 파랑이 우세한 편이며(서 등, 2009), 외양수의 유동이 많고, 대한해협 서수도를 통과하는 대마난류의 영향을 받는 것으로 알려져 있고(김과 이, 1991; 강, 2008), 하계에 표면수온보다 상대적으로 3℃~5℃ 낮은 수온대를 형성하는 동해고유냉수대(Cold Water)가 나타나는 곳이다(오 등, 2004; 서와 황, 2005).

경북 경주시 월성군 양남면 나아리에 위치한 월성원자력발전소는 1983년 4월 1호기 준공이후, 1997년 6월 국내 2호기, 1998년 6월 3호기 및 1999년 4호기에 이어 현재, 인근 경주시 양북면 봉길리에 신월성1호기 및 2호기를 건설 중에 있다(강, 1997; 김과 안, 2005; <http://www.kins.re.kr/>). 원자력발전은 우라늄의 핵분열 시 발생하는 열로 증기발생기의 물을 증기로 만들고 생성된 증기의 힘으로 터빈을 돌려 전기를 생산하는 방식인데 증

기를 물로 다시 만드는 과정에서 다량의 냉각수(Cooling water)를 필요로 하며 사용된 냉각수는 온배수(Thermal effluents)로 배출되어 수온이 높아지는 시기인 여름철에 추가적인 수온상승의 원인이 되기도 한다(김, 2006; 한국전력공사, 2007; <http://www.khnp.co.kr/>).

따라서 본 연구는 월성 주변해역에 서식하는 어류들의 출현량 및 분포에 대한 계절 변동을 조사하고, 주변 월성원자력발전소 온배수가 어류의 종조성에 미치는 영향을 파악하고자 하며 추가로 조사결과를 인근해역의 동일어구인 저인망 및 자망, 정치망 등의 어구조사와도 비교, 분석하였다. 따라서 이 조사의 결과는 현재 월성주변해역 출현 어류상과 온배수의 환경영향을 파악하는 동시에 2011년과 2012년 신월성 1,2호기 준공 후 발생하는 해양환경 변화에 대처하기 위한 자료로서도 중요한 역할을 할 것으로 예상된다.



II. 재료 및 방법

2005년 2월부터 2007년 11월까지 계절별(2,5,8,11월)로 경북 경주시 월성군 월성원자력 발전소 인근해역에서 소형 저인망어구선박(Bottom otter trawl)을 사용하여 각각 3개 정점에서 어획조사 및 해양환경(수온, 염분) 조사를 실시하였다. 2월을 겨울, 5월을 봄, 8월을 여름, 11월을 가을로 각각 구분하였으며, 조사 정점은 원전 온배수의 영향을 파악하기 위해 발전소 취수구(Intake) 주변 해역(취수구에서 1 km 이내 지점), 배수구(Discharge canal) 주변 해역(배수구에서 1 km 이내 지점) 및 비교 자료를 얻기 위해 발전소로부터 5~8 km 밖에 대조구(Control site)를 선정하였고, 정점별로 30분간 예인하였으며(Fig 2), 조사 위치는 다음과 같다(Fig. 1, Table 1).

채집된 시료는 얼음을 채운 아이스박스에 담아 냉장상태로 실험실로 운반, 개체수와 생체량을 측정 후 종별로 동정, 분류 하였다. 각 어체의 표준체장(Standard length)은 측정판으로 0.1cm까지, 생체량은 전자저울을 사용하여 0.1g 까지 측정하였으며 채집된 종의 동정 및 분류체계는 정(1977), Nakabo(2002), 윤(2002), 국립수산물과학원(2004), 김 등(2005a) 및 김 등(2005b)을, 학명은 Nelson(2007), 한국동물명집(한국동물분류학회, 1997), 한국산어명집(한국해양연구원, 2000)을 참고하여 종(Species) 단위까지 분류군을 묶은 뒤 종조성 목록표를 작성 하였다. 환경요인과 어류와의 관계를 알아보기 위한 수온과 염분은 CTD기기를 사용하여 수온은 0.1℃, 염분은 0.1psu 까지 측정하였다.

계절별로 정점 간 출현종수, 개체수, 생체량을 산출하여 수적·양적 변동을 비교하였으며 각 계절의 어류 종조성의 변동양상을 파악하기 위하여 생태지수인 종다양도지수(Shannon and Wiener, 1949)를 다음과 같은 식으로 구하였다.

종다양도지수(Shannon and Wiener, 1949 : $H' = -\sum P_i \times \ln(P_i)$.

P_i : i 번째 종의 점유율

종간 출현시기의 유사성을 분석하기 위하여 대상을 2차원공간에 위치시켜 각 개체간의 상대적 거리를 분석하는 다차원척도법(MDS, Multidimensional scaling)과, 출현종의 개체수 값을 Square root 변환 후, 백분유사도 지수(Bray and Curtis, 1957)를 사용하여 그 값을 비가중 평균 결합법(UPGMA)에 의한 집괴분석(Cluster analysis)으로 수상도(Dendrogram)를 작성하였다. 어류의 출현양상과, 환경요인과의 관계를 분석하기 위해 주성분분석(Principal Component Analysis, PCA)을 실시하였으며, 추출된 Score I, II성분과 환경요인과의 관계는 선형 회귀분석을 실시하였다. 또한 환경요인과 출현종 및 출현 개체수와의 상관관계는 Pearson의 상관계수를 이용하여 분석하였다. 통계분석을 위한 프로그램으로는 PRIMER v5 statistical package(Clarke and Gorley, 2001), SPSS v12.0 프로그램을 사용하였다.

Table 1. The latitude and longitude of station in this study area.

Station	Latitude and Longitude
Around intake	N35° 41'30" E129° 30'30"
Around discharge canal	N35° 43'30" E129° 30'30"
Control site	N35° 42'30" E129° 33'50"



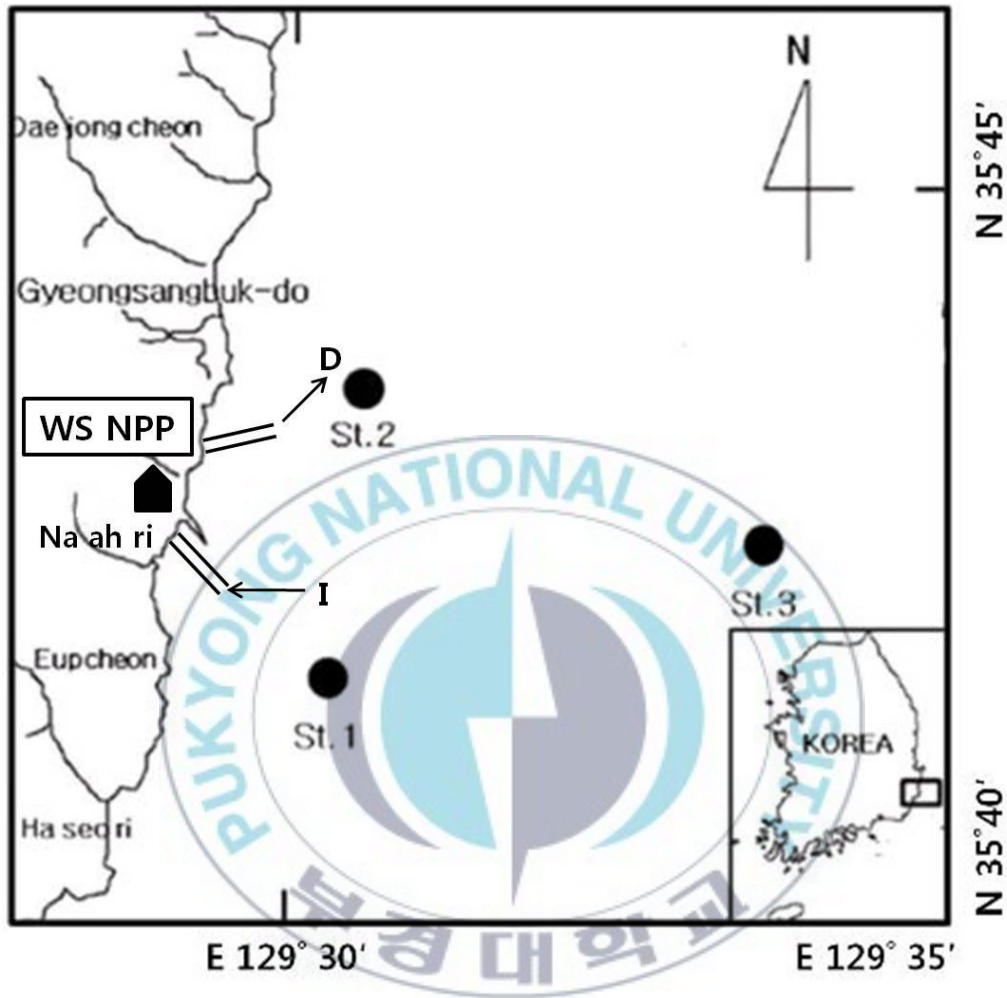


Fig. 1. Locations of sampling area in Wolseong, Korea from February 2005 to November 2007(I: Intake; D: Discharge canal; WS NPP: Wolseong Nuclear Power Plant).

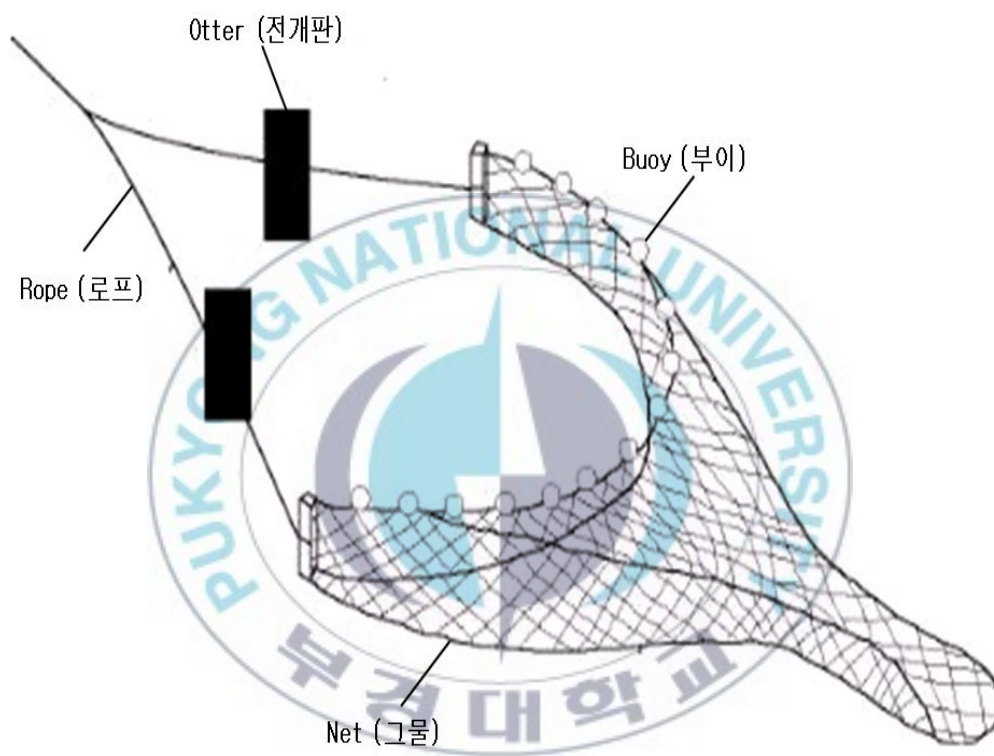


Fig. 2. Diagram of a trawl used for the collection of the fish samples in Wolseong from February 2005 to November 2007.

III. 결 과

1. 수질환경

가) 수온

표층수온 분포는 2005년의 경우 13.2~20.6℃(2월: 13.2~13.4℃, 5월: 14.4~15.4℃, 8월: 16.5~20.6℃, 11월: 16.8~17.4℃)의 분포를, 2006년은 11.4~20.4℃(2월: 11.4~11.8℃, 5월: 14.4~15.1℃, 8월: 18.0~20.4℃, 11월: 17.9~18.5℃)의 분포를, 2007년에는 12.8~22.6℃(2월: 13.9~14.0℃, 5월: 12.8~14.7℃, 8월: 18.9~22.6℃, 11월: 19.7~20.9℃)의 분포를 나타내었다. 표층수온의 변화 양상을 보면 2005년 8월, 11월에 비해 2006년과, 2007년 8월 및 11월에 수온이 상승하였으며, 2007년 5월은 이전 연도에 비해 수온이 감소하였다(Table 1, Fig. 3).

저층수온 분포는 2005년의 경우 6.6~13.2℃(2월: 12.7~13.2℃, 5월: 9.4~12.9℃, 8월: 6.6~10.9℃, 11월: 9.5~13.1℃)의 분포를, 2006년은 7.7~16.7℃(2월: 11.0~11.3℃, 5월: 13.4~14.4℃, 8월: 7.7~10.0℃, 11월: 12.2~16.7℃)의 분포를, 2007년에는 5.6~18.0℃(2월: 6.5~12.4℃, 5월: 5.6~6.5℃, 8월: 10.7~12.4℃, 11월: 14.2~18.0)의 분포를 나타내었다. 저층수온의 변화 양상은 2006년 8월 수온이 급격히 하락하였으며, 2007년 8월은 이전 연도에 비해 수온이 상승하였다. 2007년 5월의 경우 이전 연도에 비해 저층수온이 감소하였다(Table 1, Fig. 4).

정점별 표층수온의 분포는 정점 1은 11.4~22.6℃, 정점 2는 11.7~22.4℃, 정점 3은 11.8~20.6℃의 분포를 보였으며(Table 1, Fig. 3), 정점별 저층수온의 경우 정점 1이 6.5~16.7℃, 정점 2는 6.3~18.0℃, 정점 3은 5.6~14.2℃의 분포를 보였다(Table 1, Fig. 4).

전체적으로 표층수온이 저층수온보다 약 4.2~5.6℃ 높은 분포를 나타내었다(Table 1, Fig. 3, Fig. 4).

나) 염분

표층염분 분포는 2005년의 경우 31.2~34.1psu(2월: 34.0~34.1psu, 5월: 31.2~32.7psu, 8월: 33.3~33.4psu, 11월: 33.4~33.5psu)의 분포를, 2006년은 32.8~34.1psu(2월: 33.8~34.0psu, 5월: 33.4~33.8psu, 8월: 33.4~33.9psu, 11월: 32.8~33.3psu)의 분포를, 2007년에는 33.2~34.1psu(2월: 34.0~34.0psu, 5월: 33.7~33.8psu, 8월: 33.2~33.2psu, 11월: 33.2~33.5psu)의 분포를 나타내었다. 표층염분의 변화 양상을 보면 2005년 5월 일시적으로 감소 현상을 보여 3년 중 가장 낮은 분포를 보였다(Table 2, Fig. 5).

저층염분 분포는 2005년의 경우 31.8~34.1psu(2월: 34.1~34.1psu, 5월: 31.8~32.9psu, 8월: 33.4~33.8psu, 11월: 33.7~34.1psu)의 분포를, 2006년은 33.4~34.1psu(2월: 34.0~34.1psu, 5월: 34.0~34.0psu, 8월: 33.5~34.1psu, 11월: 33.4~33.8psu)의 분포를, 2007년에는 33.2~34.1psu(2월: 34.0~34.0psu, 5월: 33.9~34.0psu, 8월: 34.1~34.1psu, 11월: 34.1~34.1psu)의 분포를 나타내었다. 저층염분의 변화 양상은 2005년 5월 일시적으로 감소 현상을 나타내었고, 2007년 11월 이전연도에 비해 0.3~0.7psu 증가한 분포를 보였다(Table 2, Fig. 6).

정점별 표층염분의 분포는 정점 1은 31.6~34.1psu, 정점 2는 32.7~34.0psu, 정점 3에

서는 31.2~34.1psu의 분포를 보였으며(Table 2, Fig. 5), 정점별 저층염분의 경우 정점 1이 31.8~34.1psu, 정점 2가 32.9~34.1psu, 정점 3은 31.9~34.1psu의 분포를 보였다(Table 2, Fig. 6).

전체적으로 저층염분이 표층염분보다 약 0.3~0.4psu 높은 분포를 나타내었다(Table 2, Fig. 5, Fig. 6).



Table 2. Water temperature (°C) at surface and bottom levels in Wolseong from February 2005 to November 2007 (S: surface, B: bottom).

Year	Month	Station						Mean	
		1		2		3		S	B
		S	B	S	B	S	B		
2005	Feb.	13.2	12.8	13.2	12.7	13.4	13.2	13.3	12.9
	May	14.4	12.4	15.4	12.9	15.0	9.4	15.0	11.6
	Aug.	16.5	10.4	17.6	10.9	20.6	6.6	18.3	9.3
	Nov.	17.3	13.1	17.4	11.4	16.8	9.5	17.2	11.3
2006	Feb.	11.4	11.0	11.7	11.1	11.8	11.3	11.6	11.1
	May	14.8	14.4	15.1	14.3	14.4	13.4	14.8	14.0
	Aug.	20.4	7.7	18.0	9.8	20.0	10.0	19.5	9.2
	Nov.	18.0	16.7	18.5	15.1	17.9	12.2	18.1	14.7
2007	Feb.	13.9	12.4	14.0	6.5	13.9	12.4	13.9	10.4
	May	12.8	6.5	14.7	6.3	13.5	5.6	13.7	6.1
	Aug.	22.6	12.4	22.4	11.1	18.9	10.7	21.3	11.4
	Nov.	20.1	16.0	20.9	18.0	19.7	14.2	20.2	16.1
Mean		16.3	12.1	16.6	11.7	16.3	10.7	16.4	11.5

Table 3. Salinity (psu) at surface and bottom levels in Wolseong from February 2005 to November 2007 (S: surface, B: bottom).

Year	Month	Station						Mean	
		1		2		3		S	B
		S	B	S	B	S	B		
2005	Feb.	34.1	34.1	34.0	34.1	34.1	34.1	34.1	34.1
	May	31.6	31.8	32.7	32.9	31.2	31.9	31.8	32.2
	Aug.	33.4	33.4	33.3	33.8	33.3	33.8	33.3	33.6
	Nov.	33.4	34.1	33.5	33.7	33.4	34.1	33.4	34.0
2006	Feb.	34.0	34.1	33.8	34.0	34.0	34.0	33.9	34.0
	May	33.7	34.0	33.8	34.0	33.4	34.0	33.6	34.0
	Aug.	33.5	34.0	33.4	33.5	33.9	34.1	33.6	33.9
	Nov.	33.3	33.4	32.8	33.7	33.3	33.8	33.1	33.6
2007	Feb.	34.0	34.0	34.0	34.0	34.0	34.0	34.0	34.0
	May	33.8	33.9	33.8	34.0	33.7	34.0	33.8	34.0
	Aug.	33.2	34.1	33.2	34.1	33.2	34.1	33.2	34.1
	Nov.	33.2	34.1	33.2	34.1	33.5	34.1	33.3	34.1
Mean		33.4	33.7	33.5	33.8	33.4	33.8	33.4	33.8

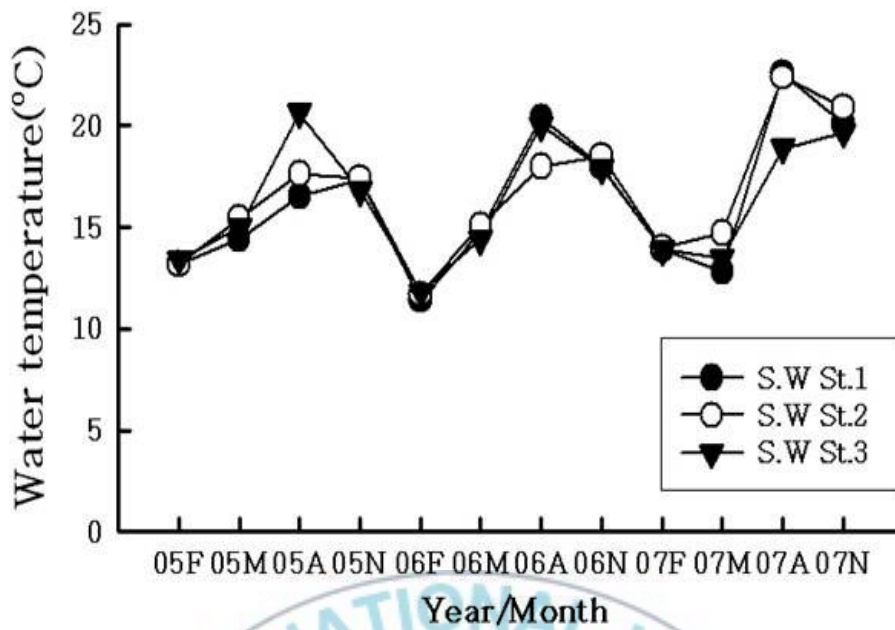


Fig. 3. Seasonal variations of surface water temperature in Wolseong. (F: february; M: may; A: august; N: november, S.W: surface water)

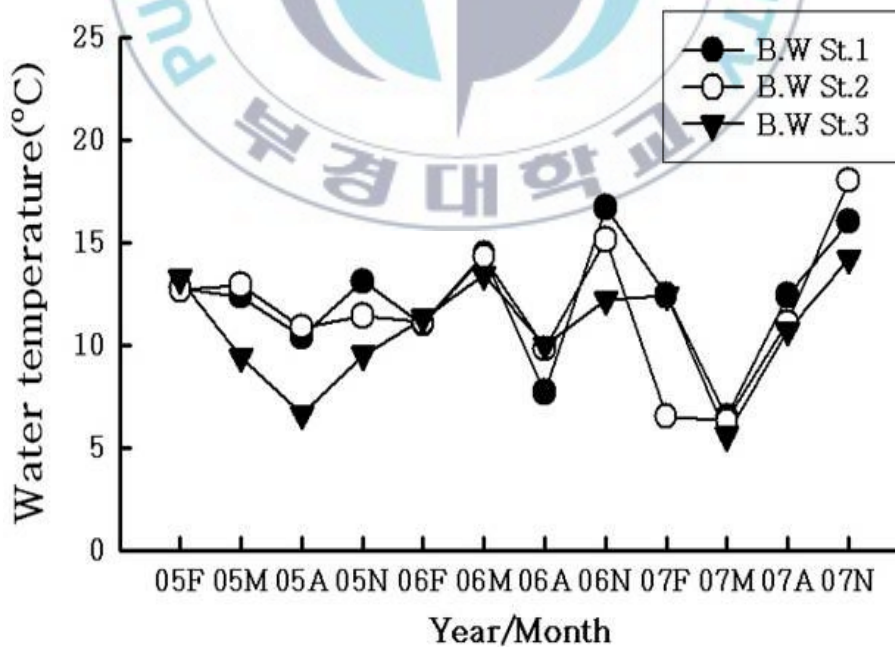


Fig. 4. Seasonal variations of bottom water temperature in Wolseong. (F: february; M: may; A: august; N: November, B.W: bottom water)

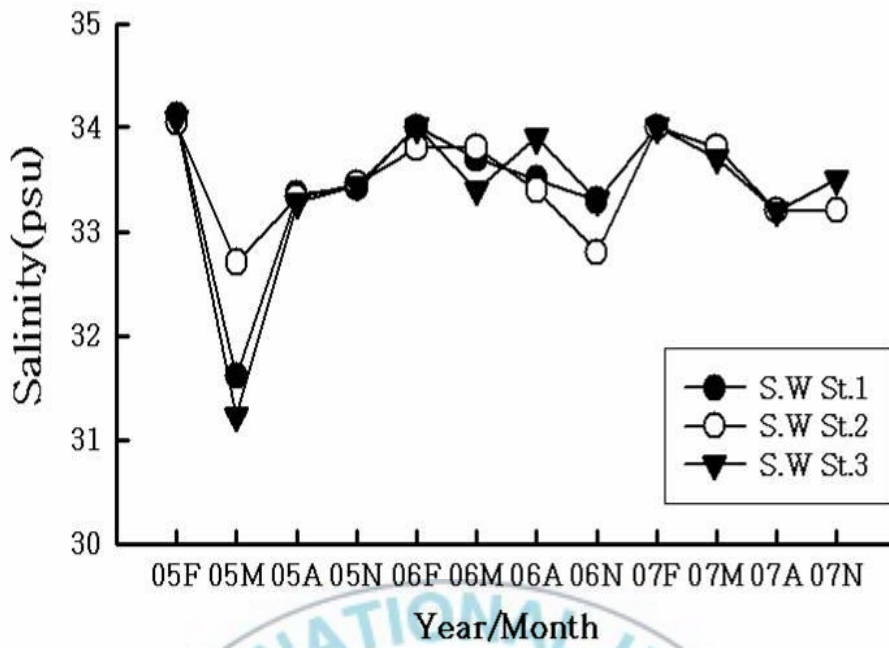


Fig. 5. Seasonal variations of surface salinity in Wolseong.
(F: february; M: may; A: august; N: November, S.W: surface water)

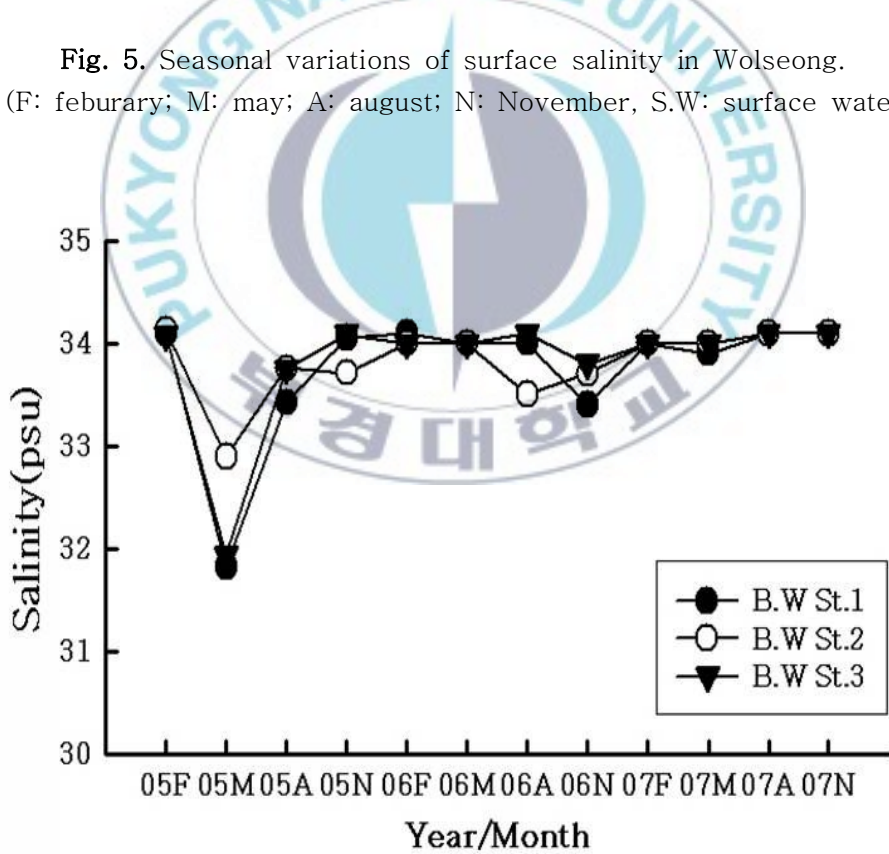


Fig. 6. Seasonal variations of bottom salinity in Wolseong.
(F: february; M: may; A: august; N: November, B.W: bottom water)

2. 어류상 및 출현 양상

월성 해역에서 3년 동안 총 2강 12목 38과 69종의 어류가 출현하였다. 출현어종은 연골어류(Chondrichthyes)인 곱상어(*Squalus acanthias*)가 1종, 경골어류(Osteichthyes)는 68종이 채집되었다. 이들 가운데 농어목(Perciformes) 어류가 18과 25종으로 전체 출현종의 36.2%를 차지하여 가장 많이 출현하였고, 그 다음으로는 쏨뱅이목(Scorpaeniformes) 어류가 6과 18종으로 26.1%, 가자미목 (Pleuronectiformes) 어류가 3과 10종으로 14.5%를 나타내어 이들 3목에 속하는 어류가 53종으로서 전체 출현 종수의 76.8%를 차지하였으며, 청어목(Clupeiformes) 어류가 2과 4종으로 5.8%, 대구목(Gadiformes) 어류가 2과 4종으로 5.7%, 아귀목(Lophiiformes) 어류가 1과 2종으로 2.9%, 그 외 뱀장어목(Anguilliformes), 바다빙어목(Osmeriformes), 엘통이목(Stomiiformes), 달고기목(Zeiformes) 및 복어목(Tetraodontiformes) 어류가 1과 1종으로 1.4% 출현하였다(Table 4).

과별로는 양볼락과(Scorpaenidae)와, 가자미과(Pleuronectidae)에 속하는 어류가 각각 6종이 출현하였고, 독중개과(Cottidae) 어류, 꼼치과(Liparidae) 어류 및 반딧불게르치과(Acropomatidae) 어류가 각각 4종, 민태과(Macrouroidae) 어류, 민어과(Sciaenidae) 어류 및 참서대과(Cynoglossidae) 어류는 각각 3종씩 출현하였다(Table 4).

총 개체수 및 생체량은 43,462개체, 2,631,974.7g으로 나타났다. 이 중 청어(*Clupea pallasii*)가 21,349개체로 49.1%를 차지하여 채집 개체수 중 가장 우점하였고, 그 다음으로 기름가자미(*Glyptocephalus stelleri*)가 7,265개체로 16.7%, 물메기(*Liparis tessellatus*)는 2,820개체로 6.5%, 전갱이(*Trachurus japonicus*)는 2,401개체로 5.5%, 황아귀(*Lophius litulon*)가 2,167개체로 5.0%, 용가자미(*Hippoglossoides pinetorum*)가 4.1%로 이들 6종의 어류가 전체 출현 개체수의 87.1%를 차지하였다. 3년 간 생체량의 경우 황아귀가 1,180,817.1g, 전체 생체량의 44.9%로서 가장 높았고, 그 다음으로 청어가 562,856.4g으로 21.4%, 꼼치(*Liparis tanakae*)는 275,394.2g으로 10.5%, 물메기 및 기름가자미가 140,205.2g, 138,217.3g으로 각각 5.3%, 용가자미가 4.2%로서 이들 6종의 어류가 전체 출현 생체량의 91.6%를 나타내었다(Fig. 7, Fig 8).

2005년에 채집된 어류는 총 7목 23과 39종이었으며, 이 중 농어목 어류가 11과 13종으로 33.7%를 차지하여 가장 많이 출현하였고, 다음으로 쏨뱅이목 어류가 3과 10종으로 25.7%, 가자미목 어류가 3과 8종으로 20.6%를 차지하여 이들 3목의 어류가 우점한 분류군으로 나타났다. 그 외 청어목 어류 7.7%, 대구목 어류 5.2%, 아귀목 어류 5.1%, 엘통이목 어류가 2.6% 출현하였다(Table 5).

과별로는 양볼락과 어류가 5종으로 가장 많은 출현종수를 보여 우점하였고, 꼼치과와 가자미과 어류가 4종, 반딧불게르치과와 참서대과 어류는 3종, 멸치과(Engraulidae) 및 아귀과(Lophiidae) 어류는 각각 2종이 출현하였다(Table 5).

출현개체수 및 생체량은 15,512개체, 생체량 485,723.1g을 나타내어 3년 전체 개체수의 35.7%, 생체량의 18.5%를 차지하여 3년간 조사기간 동안 개체수는 가장 높았고, 생체량은 가장 낮았다. 이 중 청어가 13,488개체가 채집되어 전체 개체수의 87.0%를 차지하여 가장 우점하였고, 물메기는 609개체로 3.9%, 기름가자미는 378개체로 2.4%, 황아귀는 254개체로 1.6%, 대구는 207개체로 1.3%를 차지하였다. 생체량은 청어가 284,527.0g으로 전체 생체량의 58.6%를 차지하였고, 황아귀가 77,531.8g으로 16.0%, 물메기가 37,377.2g으로 7.7%, 꼼치가 31,399.5g으로 6.5%, 기름가자미는 15,311.8g으로 3.2% 를 차지하였다(Fig. 9, Fig. 10).

2006년에는 총 8목 26과 40종으로 이 중 농어목 어류가 12과 18종으로 45.0%를 차지하여 가장 많이 출현하였고, 썸뱅이목 어류가 5과 9종 12.5%, 청어목 및 가자미목 어류가 각각 2과 4종 10.0%로 이들 4목의 어류가 우점하였다. 그 외 대구목 어류 5.0%, 뱀장어목 어류, 청어목 어류, 아귀목 어류 및 복어목 어류가 각각 2.5% 출현하였다(Table 6).

과별로는 양볼락과 어류가 4종으로 가장 많이 출현하여 우점하였고, 반딧불게르치과, 민어과 및 가자미과 어류가 각각 3종, 멸치과, 청어과(Clupeidae), 꼼치과, 전갱이과(Carangidae), 통구멍과(Uranoscopidae)에 속하는 어류들은 각각 2종씩 출현하였다(Table 6).

출현 개체수 및 생체량은 15,030개체, 948,376.0g으로 3년 전체 개체수의 34.6%, 생체량의 36.0%를 나타내었다. 이 중 기름가자미가 4,181개체 채집되어 전체 개체수의 27.8%를 차지하여 가장 우점하였고, 전갱이가 2,370개체로 15.8%, 청어가 1,818개체로 12.1%, 도루묵이 968개체, 물메기는 963개체로 각각 6.4%를 차지하였다. 생체량은 황아귀가 344,483.0g으로 전체 생체량의 36.3%를 차지하였고, 꼼치가 171,985.0g으로 18.1%, 기름가자미가 84,221.0g으로 8.9%, 물메기가 72,486.0g으로 7.6%, 용가자미가 70,815.0g으로 7.5%를 차지하였다(Fig. 9, Fig. 10).

2007년에는 총 11목 26과 40종의 어류가 출현하였는데 이 중 농어목이 10과 11종, 썸뱅이목이 5과 11종으로 각각 27.5%를 차지하여 가장 많이 출현하였고, 가자미목 어류가 1과 5종 12.5%로 이들 3목의 어류가 우점하였으며, 그 외 대구목 어류 10.0%, 청어목 어류 7.5%, 돛발상어목 어류, 뱀장어목 어류, 바다빙어목 어류, 엘통이목 어류, 아귀목 어류 및 달고기목 어류가 각각 2.5% 출현하였다(Table 7).

과별로는 가자미과가 5종으로 가장 많이 출현하였고, 양볼락과 및 독중개과가 각각 3종, 멸치과, 민태과, 성대과(Triglidae), 꼼치과 및 반딧불게르치과에 속하는 어류는 각각 2종이 출현하였다(Table 7).

2007년에는 12,920개체, 1,197,875.6g이 채집되어 전 개체수의 29.7%, 생체량은 45.5%를 차지하여 조사기간 3년 중 개체수는 가장 적었고, 생체량은 가장 높았다. 이 중 청어가 6,043개체로 전체 개체수의 46.8%를 차지하여 가장 우점하였고, 그 다음으로 기름가자미가 2,706개체로 20.9%, 물메기가 1,248개체로 9.7%, 황아귀가 1,165개체로 9.0%를 나타내었다. 생체량은 황아귀가 758,802.3g으로 전체 생체량의 63.3%를 차지하였고, 그 다음으로 청어가 213,705.4g으로 17.8%, 꼼치가 72,009.7g으로 6.0%, 기름가자미가 38,684.5g으로 3.2%, 용가자미가 37,565.0g으로 3.1%였다(Fig. 9, Fig. 10).

3. 연간, 계절별 출현 변화

2005년에 출현한 총 39종 가운데 청어, 줄비늘치(*Caelorinchus multispinulosus*), 물메기 3종의 어류가 4계절 모두 출현하였고, 아귀(*Lophiomus setigerus*), 살살치(*Scorpaena neglecta*), 빨간횃대(*Alcichthys elongatus*), 아가씨물메기(*Liparis agassizii*), 푼치류(*Liparis* sp), 청보리멸(*Sillago japonica*), 베도라치(*Pholis nebulosa*), 동강연치(*Cubiceps squamiceps*), 점넙치(*Pseudorhombus pentophthalmus*), 가자미류(*Pleuronectes* sp), 용서대(*Cynoglossus abbreviatus*), 참서대(*Cynoglossus joyneri*) 12종은 2005년에만 출현하였다(Table 8).

2006년에는 총 출현종 40종 가운데 청어, 황아귀, 열동가리돔(*Apogon lineatus*) 3종의 어류가 4계절 모두 출현하였고, 붕장어(*Conger myriaster*), 전어(*Konosirus punctatus*), 성대(*Chelidonichthys spinosus*), 쥐노래미(*Hexagrammos otakii*), 삼세기(*Hemitripterus villosus*), 가라지(*Decapterus maruadsi*), 전갱이(*Trachurus japonicus*), 네동가리(*Parascolopsis inermis*), 눈강달이(*Collichthys niveatus*), 민태(*Johnius grypotus*), 참조기(*Larimichthys polyactis*), 남방돛양태(*Bathycallionymus kaianus*), 꼬치고기(*Sphyraena pinguis*), 삼치(*Scomberomorus niphonius*), 쥐치(*Stephanolepis cirrhifer*) 15종이 새로 출현하였는데 주로 8월과, 11월에 유입되었다. 이 중 붕장어, 성대, 쥐노래미, 전갱이 4종을 제외한 나머지 어류들은 2006년에만 출현한 종들이었다(Table 7).

2007년의 경우 출현한 총 40종 중 청어, 황아귀, 물메기, 용가자미, 문치가자미() 5종의 어류가 4계절 모두 출현하였으며, 곱상어, 샛멸(*Glossanodon semifasciatus*), 꼬리민태(*Caelorinchus japonicus*), 무줄비늘치(*Caelorinchus longissimus*), 민달고기(*Zenopsis nebulosa*), 쭈기미(*Inimicus japonicus*), 히메성대(*Lepidotrigla hime*), 점줄횃대(*Cottiusculus schmidtii*), 대구횃대(*Gymnocanthus herzensteini*), 횃대류(*Gymnocanthus* sp), 볼기우럭(*Malakichthys wakiyae*), 주둥치(*Leiognathus nuchalis*), 등가시치(*Zoarces gillii*), 줄가자미(*Clidoderma asperrimum*), 도다리(*Pleuronichthys cornutus*) 15종의 어류가 새로 출현하였으며, 주로 2월, 11월에 유입되었다(Table 8).

조사기간 동안 청어와, 황아귀 2종의 어류가 3년 전 계절에 걸쳐 출현하였다(Table 8).

Table 4. The number of fish taxa in the Wolseong from 2005 to 2007.

Class	Order	Family	Species	(%)
Chondrichthyes	Squaliformes	Squalidae	1	1.4
Osteichthyes	Anguilliformes	Congridae	1	1.4
		Engraulidae	2	2.9
	Clupeiformes	Clupeidae	2	2.9
	Osmeriformes	Argentinidae	1	1.4
	Stomiiformes	Sternoptychidae	1	1.4
	Gadiformes	Macrouridae	3	4.3
		Gadidae	1	1.4
	Lophiiformes	Lophiidae	2	2.9
	Zeiformes	Zeidae	1	1.4
		Scorpaenidae	6	8.7
		Triglidae	2	2.9
	Scorpaeniformes	Hexagrammidae	1	1.4
		Cottidae	4	5.8
		Hemitripteridae	1	1.4
		Liparidae	4	5.8
		Acropomatidae	4	5.8
		Apogonidae	1	1.4
		Sillagnidae	1	1.4
		Garangidae	2	2.9
		Leiognathidae	1	1.4
		Nemipteridae	1	1.4
	Perciformes	Sciaenidae	3	4.3
		Zoarcidae	1	1.4
		Pholididae	1	1.4
		Trichodontidae	1	1.4
		Uranoscopidae	1	1.4
		Callionymidae	2	2.9
		Sphyraenidae	1	1.4
		Trichiuridae	1	1.4
		Scombridae	1	1.4
		Centrolophidae	1	1.4
	Pleuronectiformes	Nomeidae	1	1.4
		Stromateidae	1	1.4
		Paralichthyidae	1	1.4
	Tetraodontiformes	Pleuronectidae	6	8.7
		Cynoglossidae	3	4.3
		Monacanthidae	1	1.4
Total	12	38	69	100.0

Table 5. The number of fish taxa in the Wolseong from 2005.

Class	Orders	Family	Species	(%)	
Osteichthyes	Clupeiformes	Engraulidae	2	5.1	
		Clupeidae	1	2.6	
	Stomiiformes	Stemoptychidae	1	2.6	
		Macrouridae	1	2.6	
	Gadiformes	Gadidae	1	2.6	
		Lophiiformes	Lophiidae	2	5.1
	Scorpaeniformes	Scorpaenidae	5	12.8	
		Cottidae	1	2.6	
		Liparidae	4	10.3	
		Acropomatidae	3	7.7	
		Apogonidae	1	2.6	
		Sillagnidae	1	2.6	
		Pholididae	1	2.6	
		Trichodontidae	1	2.6	
		Perciformes	Uranoscopidae	1	2.6
			Callionymidae	1	2.6
			Trichiuridae	1	2.6
	Centrolophidae		1	2.6	
	Nomeidae		1	2.6	
	Stromateidae		1	2.6	
	Pleuronectiformes	Paralichthyidae	1	2.6	
		Pleuronectidae	4	10.3	
		Cynoglossidae	3	7.7	
Total	7	23	39	100	

Table 6. The number of fish taxa in the Wolseong from 2006.

Class	Orders	Family	Species	(%)	
Osteichthyes	Anguilliformes	Congridae	1	2.5	
		Engraulidae	2	5.0	
	Clupeiformes	Clupeidae	2	5.0	
		Macrouridae	1	2.5	
	Cadiformes	Gadidae	1	2.5	
		Lophiiformes	Lophiidae	1	2.5
	Scorpaenidae		4	10.0	
	Triglidae		1	2.5	
	Scorpaeniformes	Perciformes	Hexagrammidae	1	2.5
			Hemitripteridae	1	2.5
			Liparidae	2	5.0
			Acropomatidae	3	7.5
			Apogonidae	1	2.5
			Carangidae	2	5.0
			Nemipteridae	1	2.5
			Sciaenidae	3	7.5
			Trichodontidae	1	2.5
			Uranoscopidae	1	2.5
			Callionymidae	2	5.0
			Sphyraenidae	1	2.5
			Trichiuridae	1	2.5
	Scombridae	1	2.5		
	Centrolophidae	1	2.5		
	Pleuronectiformes	Pleuronectidae	3	7.5	
		Cynoglossidae	1	2.5	
	Tetraodontiformes		Monacanthidae	1	2.5
Total	8	26	40	100	

Table 7. The number of fish taxa in the Wolseong from 2007.

Class	Order	Family	Species	(%)	
Chondrichthyes	Squaliformes	Squalidae	1	2.5	
Osteichthyes	Anguilliformes	Congridae	1	2.5	
		Engraulidae	2	5.0	
	Clupeiformes	Clupeidae	1	2.5	
		Osmeriformes	Argentiniidae	1	2.5
	Stomiiformes	Stemoptychidae	1	2.5	
	Gadiformes	Macrouridae	3	7.5	
		Gadidae	1	2.5	
	Lophiiformes	Lophiidae	1	2.5	
	Zeiformes	Zeidae	1	2.5	
			Scorpaenidae	3	7.5
		Triglidae	2	5.0	
		Scorpaeniformes	Hexagrammidae	1	2.5
			Cottidae	3	7.5
			Liparidae	2	5.0
		Perciformes	Acropomatidae	2	5.0
				Apogonidae	1
			Carangidae	1	2.5
			Leiognathidae	1	2.5
	Zoarcidae		1	2.5	
	Trichodontidae		1	2.5	
Uranoscopidae	1		2.5		
Trichiuridae	1		2.5		
Centrolophidae	1		2.5		
Stromateidae	1		2.5		
Pleuronectiformes	Pleuronectidae	5	12.5		
Total	11	26	40	100	

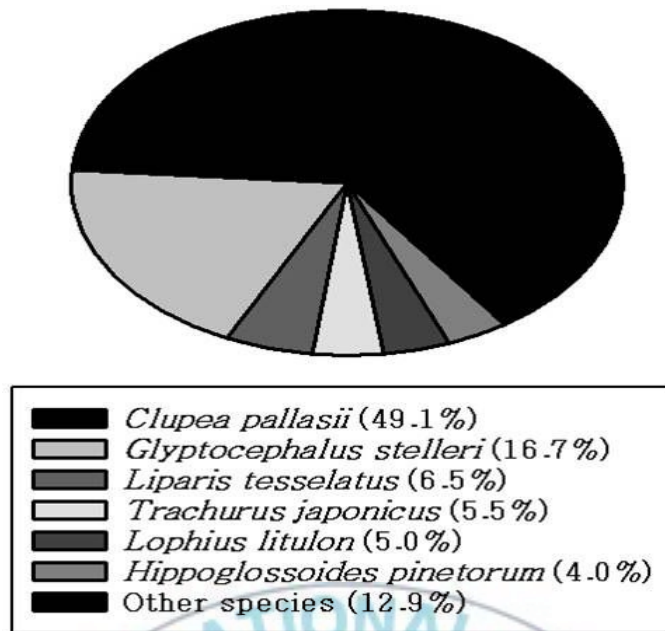


Fig. 7. A total of number of individuals of dominant species collected from the Wolseong.

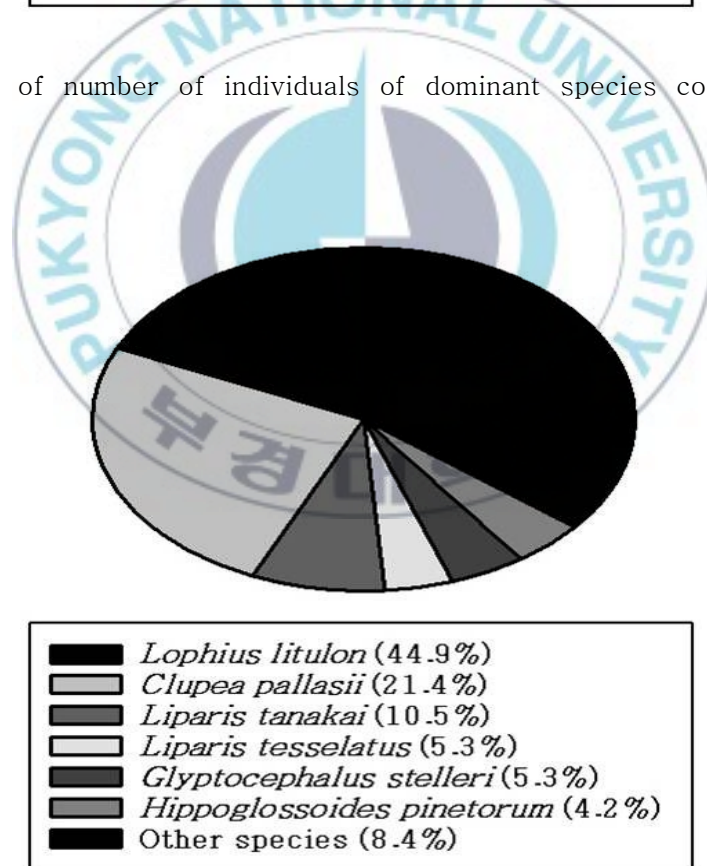


Fig. 8. A total of biomass of dominant species collected from the Wolseong.

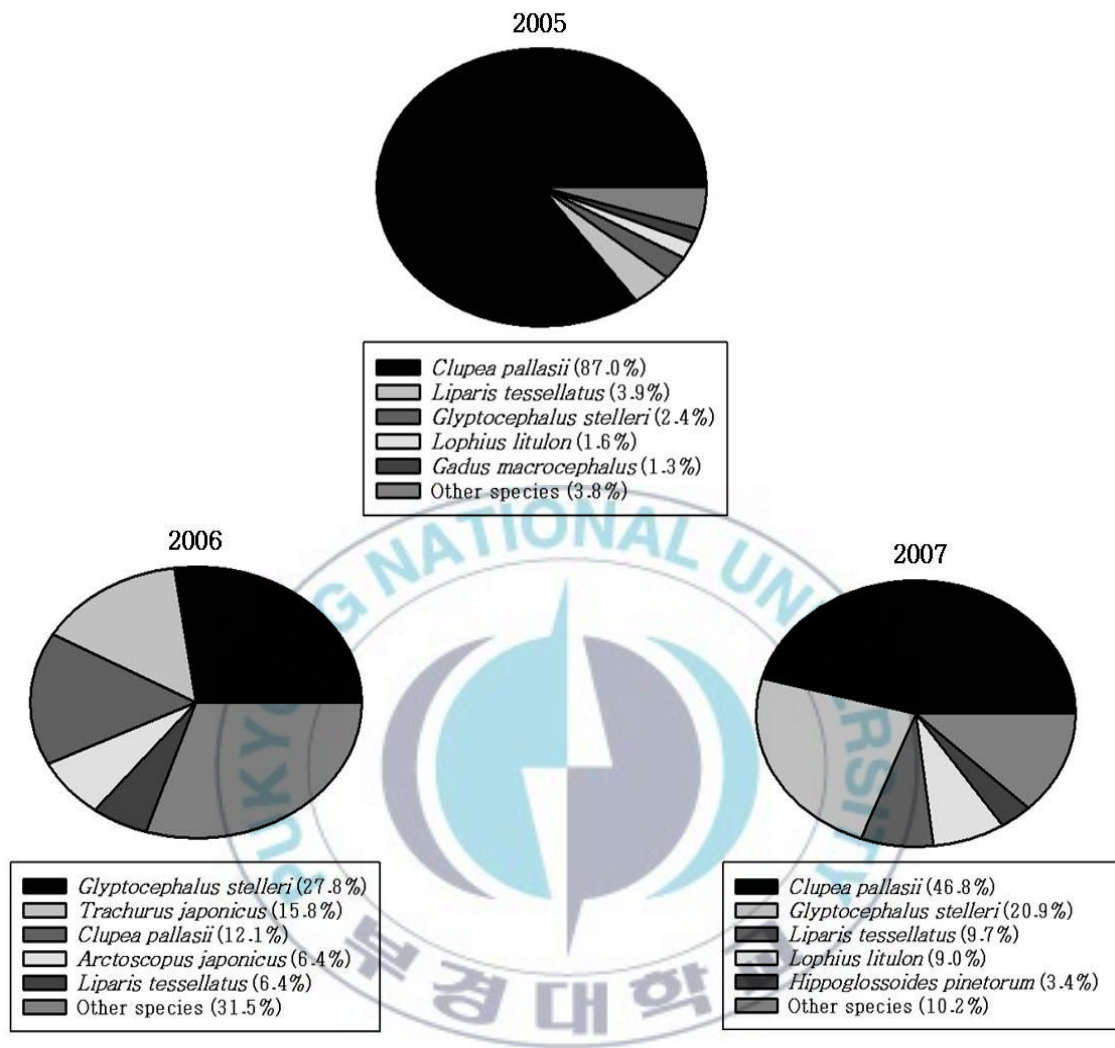


Fig. 9. The number of individuals of dominant species in Wolseong from 2005 to 2007.

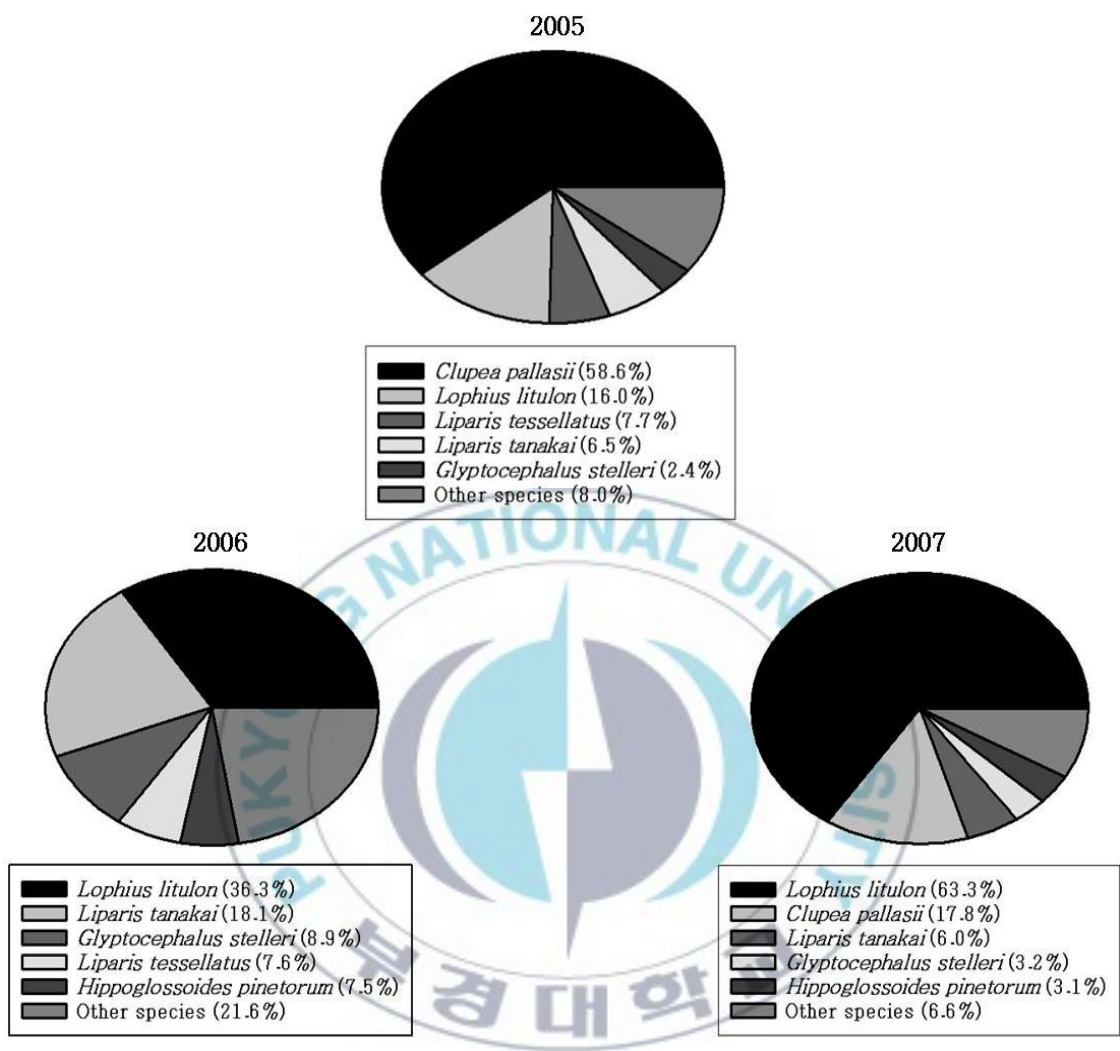


Fig. 10. The biomass of dominant species in Wolseong from 2005 to 2007.

Table 8. The list of appearance fishes caught by otter trawl in the Wolseong from February 2005 to November 2007.

Species	Year/Month	2005				2006				2007			
		Feb.	May	Aug.	Nov.	Feb.	May	Aug.	Nov.	Feb.	May	Aug.	Nov.
괘상어 <i>Squalus acanthias</i>										●			
붕장어 <i>Conger myriaster</i>						●			●	●	●		
옹어 <i>Coilia nasus</i>		●							●	●			●
멸치 <i>Engraulis japonicus</i>		●			●	●			●	●		●	
청어 <i>Clupea pallasii</i>		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
전어 <i>Konosirus punctatus</i>									●				
셋멸 <i>Glossanodon semifasciatus</i>													●
엘퉁이 <i>Maurolucus japonicus</i>		●										●	
꼬리민태 <i>Caelorinchus japonicus</i>										●			●
무줄비늘치 <i>Caelorinchus longissimus</i>											●		
줄비늘치 <i>Caelorinchus multispinulosus</i>		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
대구 <i>Gadus macrocephalus</i>			●	●	●	●	●	●	●		●	●	
아귀 <i>Lophiomus setigerus</i>		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
황아귀 <i>Lophius litulon</i>		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
민달고기 <i>Zenopsis nebulosa</i>													●
홍감괘 <i>Helicolenus hilgendorfi</i>			●	●			●			●		●	
미역치 <i>Hypodytes rubripinnis</i>		●				●				●			
쭈기미 <i>Inimicus japonicus</i>													●
살살치 <i>Scorpaena neglecta</i>				●									
불불락 <i>Sabastes thompsoni</i>		●											
붉감괘 <i>Sebastes albofasciatus</i>				●									
성대 <i>Chelidonichthys spinosus</i>												●	●
히메성대 <i>Lepidotrigla hime</i>										●			
퀴노래미 <i>Hexagrammos otakii</i>								●	●				●
빨간횃대 <i>Alcichthys elongatus</i>				●									
점줄횃대 <i>Cottiusculus schmidtii</i>												●	
대구횃대 <i>Gymnocanthus herzensteini</i>										●			
횃대류 <i>Gymnocanthus</i> sp.												●	
삼세기 <i>Hemitripterus villosus</i>							●						
아가씨물메기 <i>Liparis agassizii</i>			●	●									
폼치 <i>Liparis tanakai</i>		●		●	●	●	●	●			●	●	●
폼치류 <i>Liparis</i> sp.			●										
물메기 <i>Liparis tessellatus</i>		●	●	●	●	●	●		●	●	●	●	●
반딧불게르치 <i>Acropoma japonicum</i>		●			●	●							
눈볼대 <i>Doederleinia berycoides</i>		●					●						●

Table 8(Continued).

Species	Year/Month	2005				2006				2007			
		Feb	May	Aug	Nov	Feb	May	Aug	Nov	Feb	May	Aug	Nov
불기우럭 <i>Malakichthys wakiyae</i>										●			
필립홀무굴치 <i>Synagrops philippinensis</i>		●					●						
열동가리돔 <i>Apogon lineatus</i>		●	●			●	●	●	●	●	●		
청보리멸 <i>Sillago japonica</i>		●											
가라지 <i>Decapterus maruadsi</i>									●				
전갱이 <i>Trachurus japonicus</i>									●	●			
주둥치 <i>Leiognathus nuchalis</i>									●	●			
네동가리 <i>Parascolopsis inermis</i>									●				
눈강달이 <i>Collichthys niveatus</i>												●	
민태 <i>Johnius grypotus</i>									●				
참조기 <i>Larimichthys polyactis</i>													
등가시치 <i>Zoarces gilli</i>													●
베도라치 <i>Pholis nebulosa</i>		●											
도루묵 <i>Arctoscopus japonicus</i>			●	●			●					●	●
푸령통구멍 <i>Xenoccephalus elongatus</i>		●	●						●	●		●	
남방돔양태 <i>Bathycallionymus kaianus</i>		●							●				
돔양태류 <i>Repomucenus</i> sp.		●	●				●						
꼬치고기 <i>Sphyaena pinguis</i>		●					●		●				
갈치 <i>Trichiurus lepturus</i>		●			●	●							●
삼치 <i>Scomberomorus niphonius</i>									●				
셋돔 <i>Psenopsis anomala</i>					●				●				●
동강연치 <i>Cubiceps squamiceps</i>		●											
덕대 <i>Pampus echinogaster</i>		●									●		
점넙치 <i>pseudorhombus pentophthalmus</i>		●											
줄가자미 <i>Clidoderma asperrimum</i>												●	
기름가자미 <i>Glyptocephalus stelleri</i>			●	●			●			●	●	●	
용가자미 <i>Hippoglossoides pinetorum</i>			●	●			●	●		●	●	●	●
문치가자미 <i>Pleuronectes yokohamae</i>		●	●	●		●		●	●	●	●	●	●
가자미류 <i>Pleuronectes</i> sp.		●											
도다리 <i>Pleuronichthys cornutus</i>													●
용서대 <i>Cynoglossus abbreviatus</i>		●											
참서대 <i>Cynoglossus joyneri</i>			●										
개서대 <i>Cynoglossus robustus</i>		●	●						●				
쥐치 <i>Stephanolepis cirrhifer</i>									●				

3. 계절별 변동 및 생태지수

계절별로 살펴보면 2005년 2월에 26종으로 가장 많은 종이 출현하였고, 2005년 2월에 9종으로 출현 종수가 가장 적었다. 2005년에는 월별 출현종수가 2월에서 11월까지 감소하였으며, 2006년은 2월에서 5월까지 증가, 8월에 다시 감소하다 11월에 21종이 출현하여 증가하였고, 2007년 2월도 2006년 11월과 동일한 21종으로 나타나 2005년 2월 다음으로 많은 종이 출현하였다. 5월에는 감소현상을 보이다 8월부터 11월까지 증가현상을 나타내었다. 계절별 총 개체수와 생체량은 2005년 2월이 504개체, 44,231.4g으로 가장 낮았고, 개체수가 가장 높았던 계절은 2005년 11월로서 9,499개체로 나타났고, 생체량은 2007년 11월에 721,510.7g으로 가장 높았다. 개체수 및 생체량의 변동 양상을 살펴보면 개체수는 2월에 낮고 5월에 증가, 8월에 감소하다 11월에 증가하는 추세를 보였으나, 2007년 11월의 경우는 이전과는 반대로 감소하였다. 생체량은 2005년 2월에서 5월동안 증가하다 8월에 감소, 11월부터 2006년 8월까지 증가한 뒤 2007년 5월까지 감소하다, 8월에서 11월 동안 증가 추세를 보였다. 출현 개체수와 생체량은 유사한 양상을 나타내지는 않았다(Fig. 11).

2005년 2월에는 26종, 504개체, 44,231.4g으로 2005년 개체수의 3.2%, 생체량은 9.1%를 차지하였다. 이 중 청어가 217개체 출현하여 2월 개체수의 43.1%를 차지하여 우점하였고, 열동가리돔이 57개체로 11.3%, 돛양태류가 53개체로 10.5%, 꼼치가 47개체로 9.3%였다. 생체량은 황아귀가 27,072.9g으로 2월 생체량의 61.2%를 차지하여 우점 하였고, 청어가 7381.6g으로 16.7%, 문치가자미가 5,324.3g으로 12.0%였다(Fig 12, Fig 13).

5월은 18종, 3,988개체, 216,355.0g으로 2005년 개체수의 25.7%, 생체량은 44.5%를 차지하였다. 이 중 청어가 3,346개체 출현하여 5월 개체수의 83.9%를 차지하여 우점하였고, 그 다음으로 물메기가 521개체로 13.1%, 기름가자미가 29개체로 0.7%, 대구가 25개체로 0.6%였다. 생체량은 청어가 165,646.6g으로 5월 생체량의 76.6%를 차지하여 우점하였고, 물메기가 28,876.3g으로 13.3%, 황아귀가 7,196.4g으로 3.3%, 아귀가 5,502.1g으로 2.5%였다(Fig. 12, Fig. 13).

8월은 16종, 1,521개체, 70,033.0g으로 2005년 개체수의 9.7%, 생체량은 14.4%를 차지하였다. 이 중 청어가 665개체 출현하여 8월 개체수의 43.7%를 차지하여 우점하였으며, 다음으로 기름가자미가 349개체로 22.9%, 대구가 182개체로 12.0%, 물메기가 80개체로 5.3%였다. 생체량은 청어가 19,216.0g으로 8월 생체량의 27.4%를 차지하여 우점하였고, 꼼치가 15,308.0g으로 21.9%, 기름가자미가 13,117.0g으로 18.7%, 도루묵이 5,441.0g으로 7.8%였다(Fig. 12, Fig. 13).

11월은 9종, 9,499개체, 155,103.7g으로 2005년 개체수의 61.2%, 생체량은 31.9%를 차지하였다. 이 중 청어가 9,260개체 출현하여 11월 개체수의 97.5%를 차지하여 우점하였고, 다음으로 황아귀가 201개체로 2.1%였다. 생체량은 청어가 92,282.8g으로 11월 생체량의 59.5%를 차지하여 우점하였고, 황아귀가 42,983.5g으로 27.7%, 꼼치가 15,348.0g으로 9.9%였다(Fig. 12, Fig. 13).

2006년 2월에는 11종, 1,380개체, 201,945.0g으로 전체 개체수의 9.2%, 생체량은 전체 생체량의 21.3%를 차지하였다. 이 중 청어가 729개체 출현하여 2월 개체수의 52.8%를 차지하였으며 꼼치가 150개체로 10.9%, 황아귀가 125개체로 9.1%, 열동가리돔이 122개체로 8.8%를 차지하였다. 생체량은 황아귀가 145,288.0g으로 2월 생체량의 71.9%를 차지하였으며 청어가 27,695.0g으로 13.7%, 문치가자미가 20340.0g으로 10.1%였다(Fig. 12, Fig. 13).

5월은 17종 8,190개체, 291,511.0g으로 전체 개체수의 54.5%, 생체량은 전체 생체량의 30.7%를 차지하였다. 이 중 기름가자미가 4,181개체 출현하여 5월 개체수의 51.1%를 차지하였으며 도루묵이 968개체, 물메기가 963개체로 각각 11.8%, 청어가 798개체로 9.7%를 차지하였다. 생체량은 기름가자미가 84221.0g으로 5월 생체량의 28.9%를 차지하였으며 물메기가 72,486.0g으로 24.9%, 황아귀가 34,493.0g으로 11.8%, 청어가 33,031.0g으로 11.3%였다(Fig. 12, Fig. 13).

8월은 13종 2,064개체, 331,745.0g으로 전체 개체수의 13.7%, 생체량은 전체 생체량의 35.0%를 차지하였다. 이 중 용가자미가 923개체 출현하여 8월 개체수의 44.7%를 차지하여 가장 우점하였고 다음으로 황아귀가 376개체로 18.2%를 차지하였고 꼼치가 305개체로 14.8%, 청어가 287개체로 13.9%였다. 생체량은 꼼치가 159,812.0g으로 8월 생체량의 48.2%를 차지하였고 황아귀가 97692.0g으로 29.4%, 용가자미가 53,728.0g으로 16.2%, 문치가자미가 12,232.0g으로 3.7%였다(Fig. 12, Fig. 13).

11월은 21종 3,396개체, 123,175.0g으로 전체 개체수의 22.6%, 생체량은 13.0%를 차지하였다. 이 중 전갱이가 2,370개체로서 11월 개체수의 69.8%를 차지하였으며 다음으로 셋돔이 304개체로 9.0%, 멸치가 275개체로 8.1%, 황아귀가 153개체로 4.5%였다. 생체량은 황아귀가 67,010.0g으로 11월 생체량의 54.4%를 차지하였으며 다음으로 전갱이가 15,768.0g으로 12.8%, 문치가자미가 9,324.0g으로 7.6%, 셋돔이 9,158.0g으로 7.4%를 차지하였다(Fig. 12, Fig. 13).

2007년의 경우 월별 종조성은 2월에 21종, 1,585개체, 77,306.5g으로 2007년 전체 개체수의 12.3%, 생체량은 전체 생체량의 6.5%를 차지하였다. 이 중 청어가 810개체 출현하여 2월 개체수의 51.1%를 차지하였으며 볼기우럭이 243개체로 15.3%, 용가자미가 235개체로 14.8%였다. 생체량은 황아귀가 39,976.0g으로 2월 생체량의 51.7%를 차지하였으며 청어가 17,603.0g으로 22.8%, 용가자미가 9,235.9g으로 11.9%였다(Fig. 12, Fig. 13).

5월은 13종, 1,884개체, 61,680.2g으로 전체 개체수의 14.6%, 생체량은 전체 생체량의 5.1%를 차지하였다. 이 중 청어가 964개체 출현하여 5월 개체수의 51.2%를 차지하였고 기름가자미가 467개체로 24.8%, 물메기가 170개체로 9.0%였다. 생체량은 황아귀가 19,600.2g으로 5월 생체량의 31.8%를 차지하였으며 청어가 17,655.2g으로 28.6%, 물메기가 8,426.7g으로 13.7%였다(Fig. 12, Fig. 13).

8월은 18종, 7,995개체, 337,378.2g으로 전체 개체수의 61.9%, 생체량은 전체 생체량의 28.2%를 차지하였다. 이 중 청어가 4,243개체로 8월 개체수의 53.1%를 차지하였고 기름가자미가 2,238개체로 28.0%, 물메기가 1015개체로 12.7%를 나타내었다. 생체량은 청어가 178141.3g으로 8월 생체량의 52.8%를 차지하였으며, 황아귀가 64,711.0g으로 19.2%, 기름가자미가 31,134.8g으로 9.2%였다(Fig. 12, Fig. 13).

11월은 19종, 1,456개체, 721,510.7g으로 전체 개체수의 11.3%, 생체량은 전체 생체량의 60.2%를 차지하였다. 이 중 황아귀가 1,017개체로 11월 개체수의 69.8%를 차지하였고 줄비늘치가 173개체로 11.9%, 갈치가 71개체로 4.9%를 나타내었다. 생체량은 황아귀가 634,515.1g으로 11월 생체량의 87.9%를 차지하였으며 꼼치가 60,091.8g으로 8.3%, 문치가자미가 9,201.9g으로 1.3%, 갈치가 6,268.5g으로 0.9%였다(Fig. 12, Fig. 13).

생태지수인 종다양도지수는 3년 간 가장 많은 26종의 어류가 비교적 고르게 출현한 2005년 2월에 2.0528로 가장 높게 나타났으나 출현종의 수가 3년 간 가장 적었고 청어의 출현이 97.5%로 상대적으로 높았던 2005년 11월에 0.1344로 가장 낮은 값을 보였다. 종

다양도지수는 2005년은 2월에서 5월동안 출현종의 감소와 함께 청어가 개체수의 83.9%로 극우점하여 종다양도 지수는 0.5861로 감소하였고, 8월에는 어류가 다소 고르게 출현하여 1.6852로 증가하다 11월에 감소하였다. 2006년 2월에서 8월 동안의 종다양도지수는 1.5791~1.6301로 일정한 분포를 나타내다 11월 전갱이가 69.8%로 우점하여 종다양도지수가 1.2142로 감소하였다. 2007년 2월의 경우 출현종수는 21종으로 2006년 11월과 유사하였으나 소수종에 의한 우점현상은 감소하여 종다양도지수가 1.6367로 증가하다 5월에 청어와 기름가자미가 각각 51.2%, 24.8%로 종다양도지수는 1.4170, 8월에 청어 53.1%, 기름가자미 28.0%, 물메기 12.7%로 3개 어종이 전체 개체수의 93.8%를 차지하여 종다양도지수가 1.2456, 11월에는 황아귀가 69.8%로 극우점하여 1.2195로 감소하였다(Fig. 11).



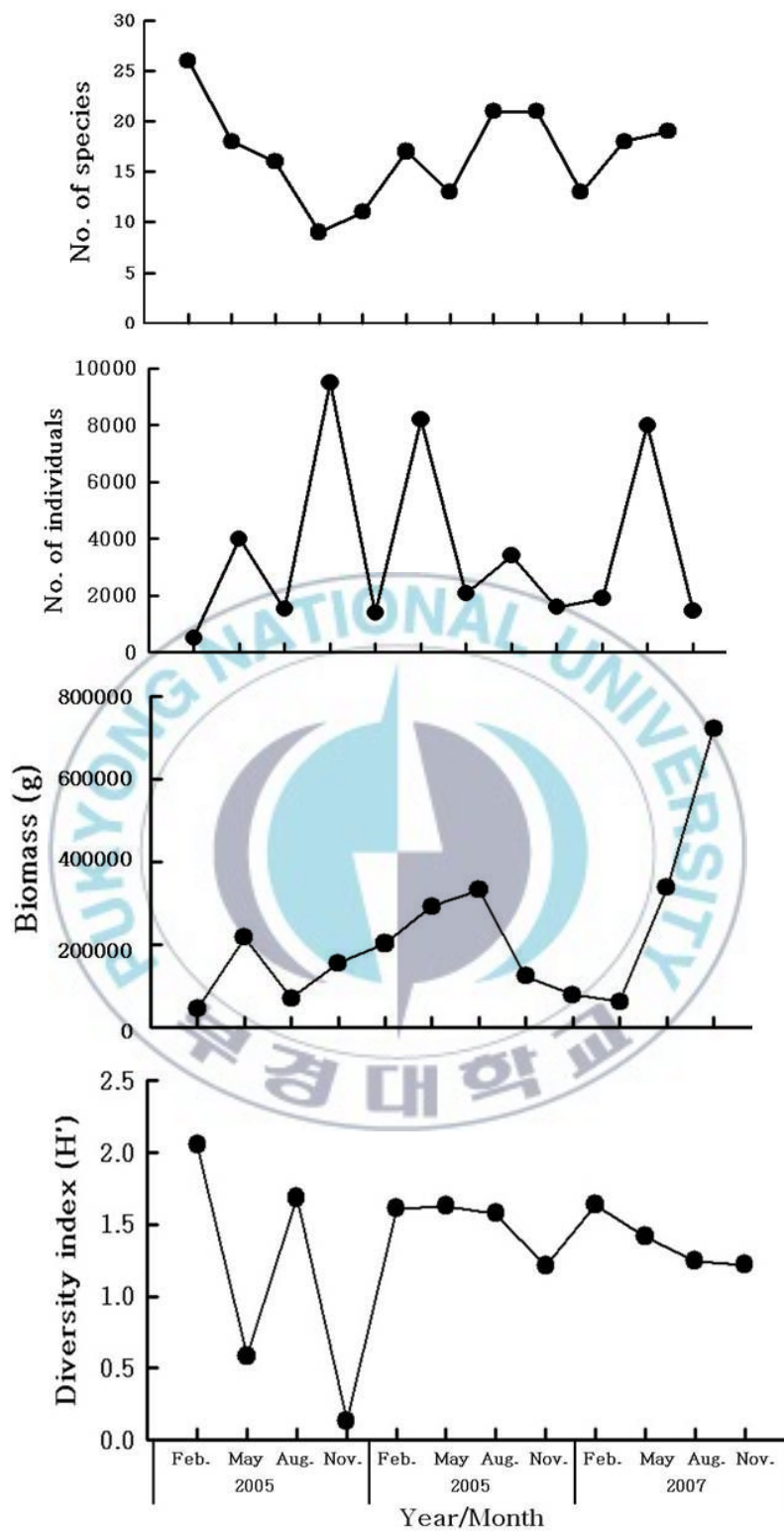


Fig. 11. Seasonal variation of number of species, number of individuals, biomass, and diversity index in Wolseong from 2005 to 2007.

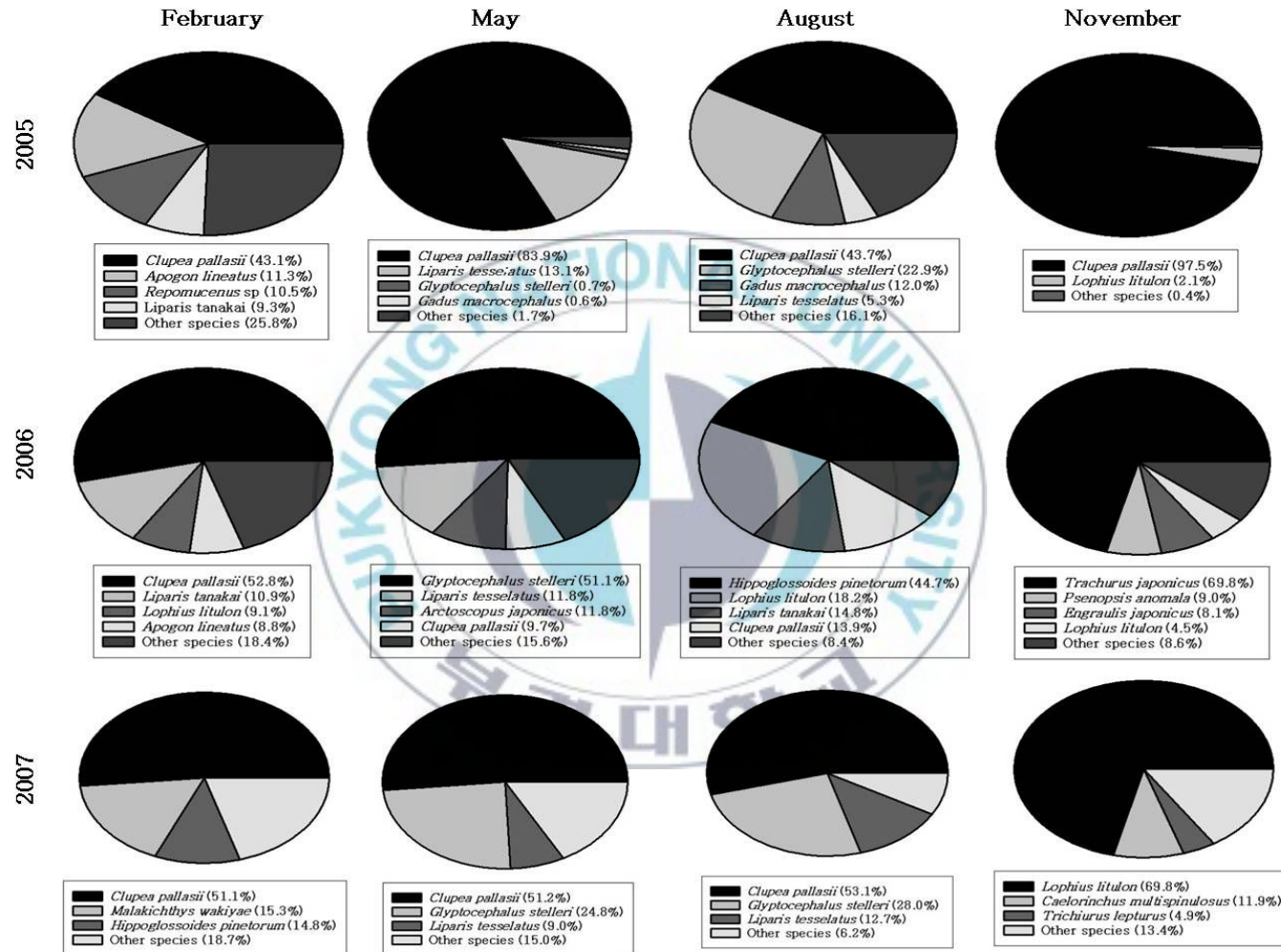


Fig. 12. Seasonal variation of number of individuals of dominant species in Wolseong from February 2005 to November 2007.

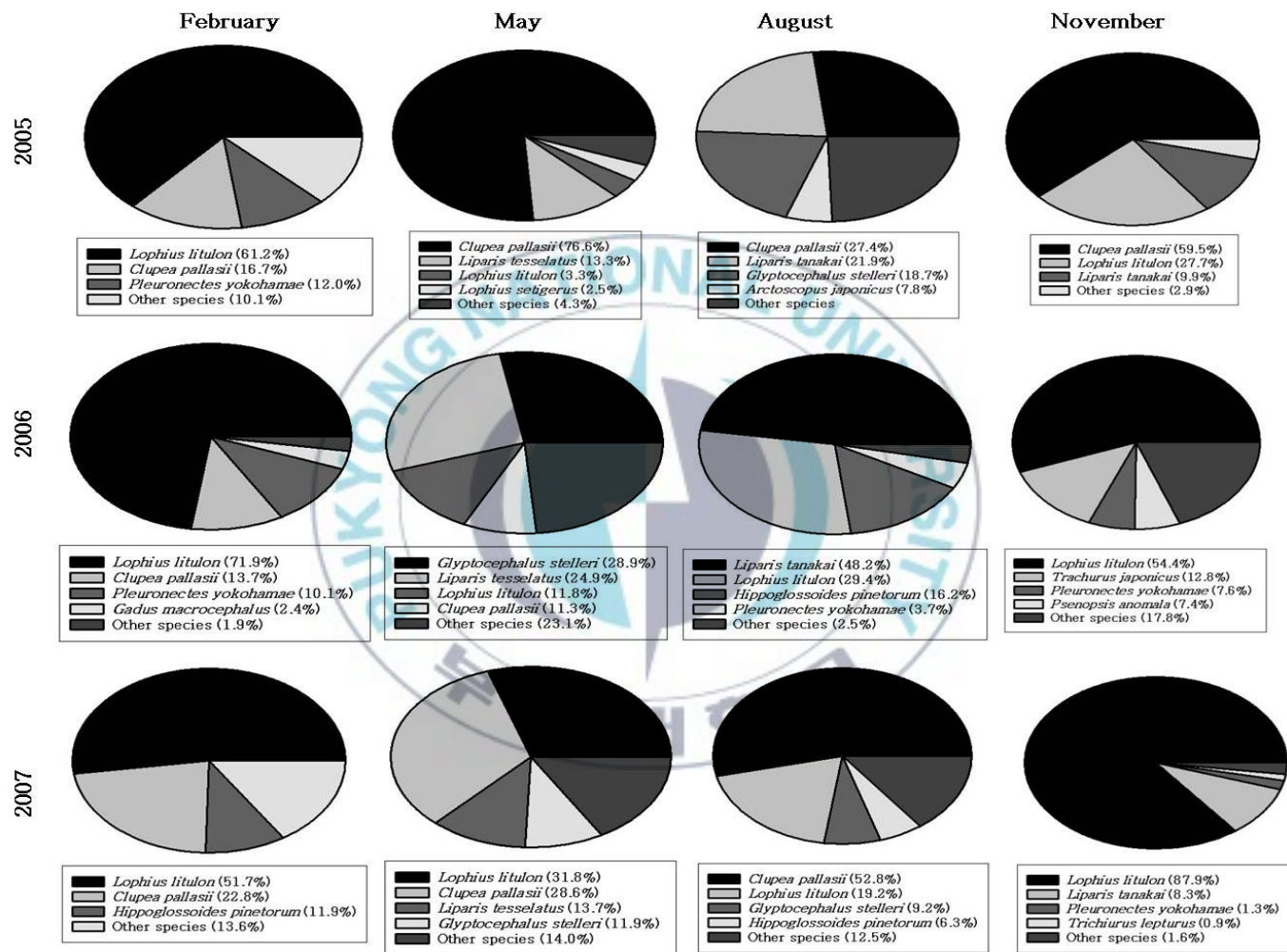


Fig. 13. Seasonal variation of biomass of dominant species in Wolseong from February 2005 to November 2007.

다) 정점별 변동 및 생태지수

2005~2007년 동안 2005년 정점 2에서 33종으로 가장 많은 종이 출현하였으며, 2006년 정점 3에서 24종으로 출현종수가 가장 적었다. 개체수 및 생체량은 2005년 정점 3에서 10,348개체, 2007년 정점 2에서 656,841.4g으로 가장 높았으며, 2005년 정점 2에서 1,121개체, 58,098.1g으로 가장 낮게 나타났다(Fig. 14).

2005년 정점별 종조성을 살펴보면, 정점 1에서는 25종이 출현하였으며, 개체수는 4,043개체로 전체 개체수의 26.1%를 차지하였고, 생체량은 224,612.7g으로 총 생체량의 46.2%를 차지하여 세 정점 중 가장 높았다. 이 중 청어가 3,296개체로 전체 개체수의 81.5%를 차지하여 가장 우점하였고, 다음으로 물메기가 470개체로 11.6%, 기름가자미가 67개체로 1.7%, 대구가 51개체로 1.3%를 나타내었다. 생체량에서는 청어가 161,709.1g으로 72.0%를 차지하였고, 물메기가 25,978.9g으로 11.6%, 황아귀가 13,121.8g으로 5.8%를 나타내었다(Fig. 15, Fig. 16).

정점 2에서는 33종이 출현하였으며 개체수는 1,121개체로 전체 개체수의 7.2%를 차지하였고, 생체량은 58,098.1g으로 총 생체량의 12.0%를 차지하여 2005년 세 정점 중 가장 낮았다. 이 중 청어가 480개체로 정점 2에서의 출현개체수 중 42.8%를 차지하여 가장 우점하였고, 다음으로 기름가자미가 164개체로 14.6%, 대구가 109개체로 9.7%, 물메기가 70개체로 6.2%를 나타내었다. 생체량에서는 청어가 19,548.6g으로 33.6%를 차지하였고 황아귀가 9066.6g으로 15.6%, 꼼치가 6,264.5g으로 10.8%, 기름가자미가 6,153.2g으로 10.6%였다(Fig. 15, Fig. 16).

정점 3에서는 25종이 출현하였고 개체수는 10,348개체로 전체 개체수의 66.7%를 차지하여, 세 정점 중 가장 높았으며 생체량은 203,012.3g으로 총 생체량의 41.8%를 나타내었다. 이 중 청어가 9,712개체로 출현개체수 중 93.9%를 차지하여 가장 우점하였고 다음으로 황아귀가 212개체로 2.0%, 기름가자미가 147개체로 1.4%를 나타내었다. 생체량에서는 청어가 103,269.3g으로 50.9%를 차지하였으며 황아귀가 55,343.3g으로 27.3%, 문치가자미가 7,019.8g으로 3.5%, 기름가자미가 6,807.6g으로 3.4%를 나타내었다(Fig. 15, Fig. 16).

2006년의 경우 정점 1에서는 27종이 출현하였으며 개체수는 4,531개체로 전체 개체수의 30.1%를 차지하였고, 생체량은 304,769.0g으로 총 생체량의 32.1%를 차지하여 세 정점 중 가장 낮았다. 이 중 기름가자미가 1,256개체로 전체 개체수의 27.7%를 차지하여 가장 우점하였으며, 다음으로 용가자미가 976개체로 21.5%, 도루묵이 450개체로 9.9%, 전갱이가 385개체로 8.5%, 청어가 376개체로 8.3%를 나타내었다. 생체량에서는 황아귀가 74,729.0g으로 24.5%를 차지하였고, 꼼치가 68,651.0g으로 22.5%, 용가자미가 57471.0g으로 18.9%, 기름가자미가 30,115.0g으로 9.9%를 나타내었다(Fig. 15, Fig. 16).

정점 2에서는 29종이 출현하였으며 개체수는 6,630개체로 전체 개체수의 44.2%를 차지하여 세 정점 중 가장 높았고, 생체량은 314,887.0g으로 33.5%를 차지하였다. 이 중 전갱이가 1,778개체로 전체 개체수의 26.8%를 차지하여 가장 우점하였으며, 다음으로 기름가자미가 1,750개체로 26.4%, 도루묵이 518개체, 물메기가 514개체로 각각 7.8%, 청어가 461개체로 7.0%를 나타내었다. 생체량에서는 황아귀가 105,825.0g으로 33.6%를 차지하였고, 기름가자미가 45,697.0g으로 14.5%, 물메기가 41,006.0g으로 13.0%, 꼼치가 33,570.0g으로 10.7%, 청어가 17,613.0g으로 5.6%를 나타내었다(Fig. 15, Fig. 16).

정점 3에서는 24종이 출현하였으며 개체수는 3,869개체로 전체 개체수의 25.7%를 차지하여 세 정점 중 가장 낮았으며, 생체량은 328,720.0g으로 34.7%를 차지하여 세 정점 중

가장 높았다. 이 중 기름가자미가 1,175개체로 전체 개체수의 30.4%를 차지하여 가장 우점하였으며, 다음으로 청어가 981개체로 25.4%, 황아귀가 340개체로 8.8%, 대구가 288개체로 7.4%를 나타내었다. 생체량에서는 황아귀가 163,929.0g으로 49.9%, 꼼치가 69,764.0g으로 21.2%, 청어가 32,857.0g으로 10.0%, 문치가자미가 188,42.0g으로 5.7%를 나타내었다(Fig. 15, Fig. 16).

2007년의 경우 정점 1에서는 26종이 출현하였으며 개체수는 5,652개체로 전체 개체수의 43.7%를 차지하여 세 정점 중 가장 높았으며, 생체량은 293,861.0g으로 총 생체량의 24.5%를 차지하였다. 이 중 청어가 4,779개체로 전체 개체수의 84.6%를 차지하여 가장 우점하였고 다음으로 볼기우럭이 197개체로 3.5%, 기름가자미가 184개체로 3.3%, 황아귀가 151개체로 2.7%를 나타내었다. 생체량에서는 청어가 163,655.4g으로 55.7%를 차지하였고 황아귀가 76,396.2g으로 26.0%, 꼼치가 31,744.4g으로 10.8%를 나타내었다(Fig. 15, Fig. 16).

정점 2에서는 26종이 출현하였으며 개체수는 4,426개체로 전체 개체수의 34.3%를 차지하였고, 생체량은 656,841.4g으로 전체 생체량의 54.8%를 차지하여 세 정점 중 가장 높았다. 이 중 기름가자미가 1981개체로 전체 개체수의 44.8%를 차지하여 가장 우점하였고 다음으로 청어가 850개체로 19.2%, 황아귀가 761개체로 17.2%, 용가자미가 256개체로 5.8%를 나타내었다. 생체량에서는 황아귀가 542,461.0g으로 82.6%를 차지하였고 청어가 33,779.4g으로 5.1%, 기름가자미가 26,380.1g으로 4.0%를 나타내었다(Fig. 15, Fig. 16).

정점 3에서는 27종이 출현하였으며 개체수는 2,842개체로 전체 개체수의 22.0%, 생체량은 247,173.2g으로 전체 생체량의 20.6%를 차지하여 세 정점 중 가장 낮았다. 이 중 물메기가 1,058개체로 전체 개체수의 37.2%를 사용하여 가장 우점하였고 다음으로 기름가자미가 541개체로 19.0%, 청어가 414개체로 14.6%, 황아귀가 253개체로 8.9%를 나타내었다. 생체량에서는 황아귀가 139,945.1g으로 56.6%를 차지하였고 꼼치가 30,415.1g으로 12.3%, 물메기가 21,765.4g으로 8.8%, 청어가 16,270.6g으로 6.6%를 나타내었다(Fig. 15, Fig. 16).

정점별 종다양도지수는 2006년 정점 1이 2.2329로 가장 높은 값을 나타내었으며 그 외 2006년 정점 2에서 2.1923, 2006년 정점 3이 2.0938, 2005년 정점 2도 2.0532으로 출현종이 고르게 출현하여 전반적으로 높았으며, 청어의 출현이 상대적으로 높았던 2005년 정점 3(93.9%)에서 0.3580으로 3년 동안 가장 낮은 값을 보였고, 2005년 정점 1(81.5%)에서 0.7588, 2007년 정점 1(84.6%)의 경우도 0.7779로 청어가 극우점하여 전반적으로 낮은 값을 나타내었다(Fig. 14).

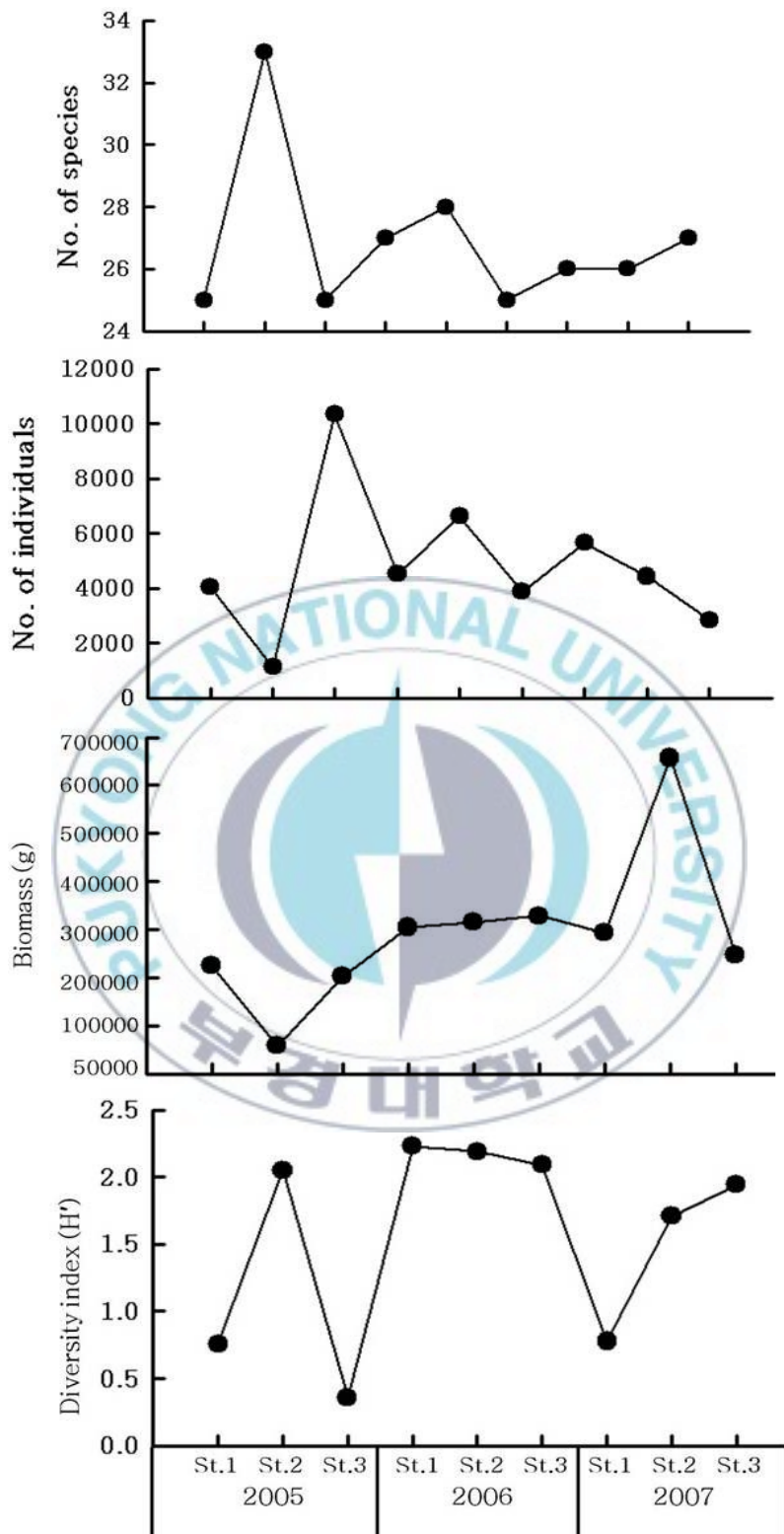


Fig. 14. Local variation of number of species, number of individuals, biomass, and diversity index from the three stations in Wolseong.

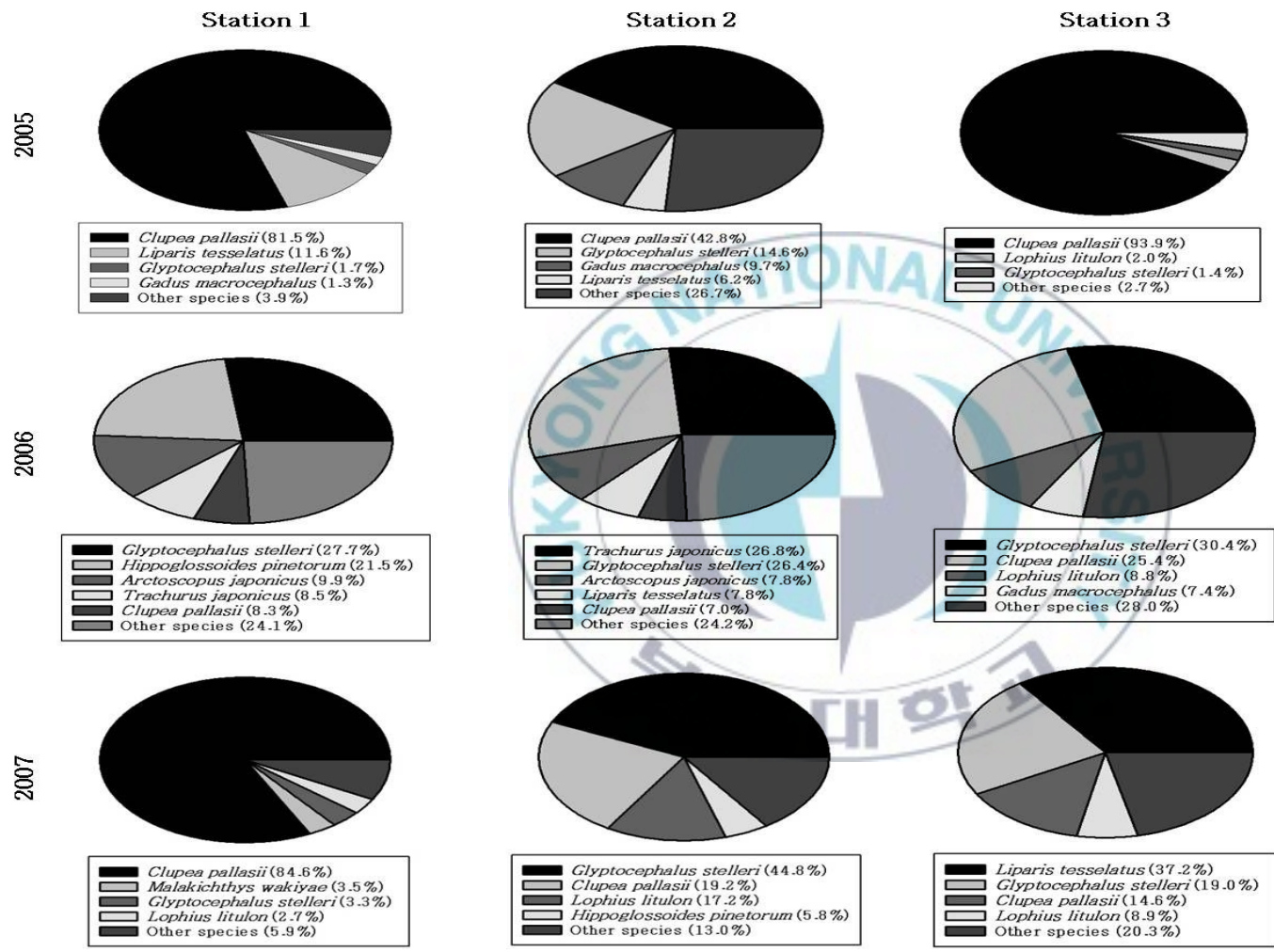


Fig. 15. Local variation of number of individuals of dominant species from the three stations in Wolseong.

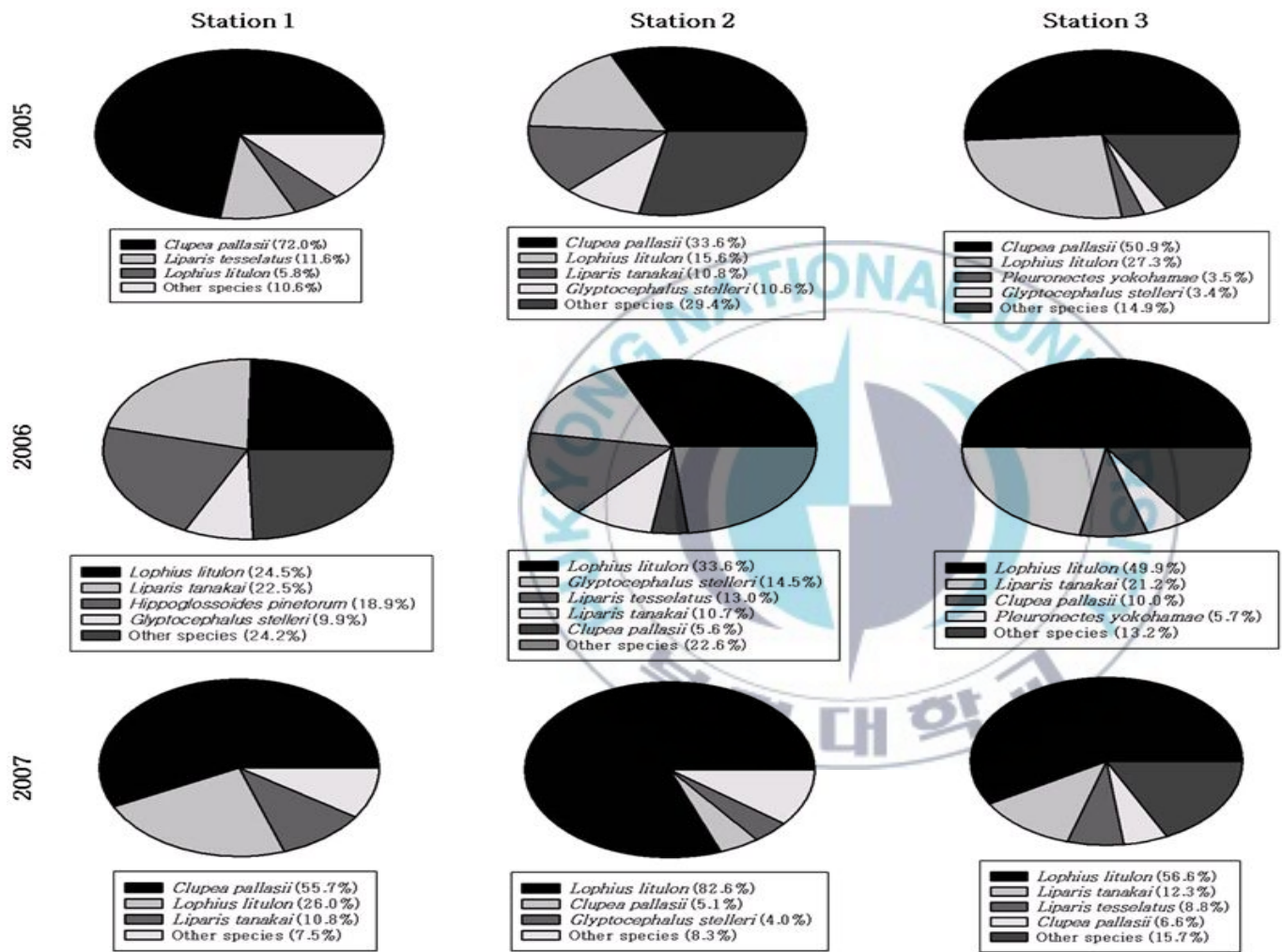


Fig. 16. Local variation of biomass of dominant species from the three stations in Wolseong.

5. 군집분석 및 통계분석

3년간 월별 어류 군집의 유사도 분석결과 45.2% 유사도 수준에서 2005년 2월, 2006년 2월, 2007년 2월, 2006년 8월이 그룹 1로 유집 하였고, 37.9% 유사도 수준에서 2005년 5월, 2005년 8월, 2005년 11월, 2006년 5월, 2007년 5월, 2007년 8월이 그룹 2로 유집하여 2개의 군집으로 구분되었다(Fig. 17). 그룹 1의 기여종으로는 청어, 황아귀, 꼼치, 열동가리돔, 문치가자미, 용가자미, 물메기 7종이었고, 그룹 2의 기여종으로는 청어, 기름가자미, 물메기, 황아귀, 용가자미, 대구, 꼼치, 도루묵 8종으로 나타났다(Table 9).

정점 간 유사도를 살펴보면 58.3% 유사도 수준에서 2007년 정점 1을 제외한 2006년과, 2007년의 정점들이 그룹 1로 유집하였고, 67.3% 유사도 수준에서는 2005년 정점 1, 2005년 정점 3, 2007년 정점 1로 그룹 2로 유집 하였다(Fig. 18). 그룹 1의 기여종으로는 기름가자미, 청어, 물메기, 황아귀, 대구, 용가자미, 꼼치, 열동가리돔, 도루묵, 문치가자미, 멸치, 줄비늘치 12종이었고, 그룹 2의 기여종으로는 청어, 기름가자미, 물메기, 황아귀, 대구, 꼼치, 멸치, 열동가리돔, 용가자미 9종으로 나타났다(Table 10).

다차원분석의 결과, MDS공간에서 월별로는 2006년 11월과, 2007년 11월을 제외하고는 분리되어 나타났는데 2006년 11월의 경우, 전갱어와 셋돔이 우점하는 경향이였으며, 2007년 11월에는 황아귀와, 줄비늘치가 우점하였고 청어의 출현량이 감소하였다(Fig. 19, Fig. 20).

3년 동안 채집된 어류의 변동 요인을 알아보기 위해 전체 출현종을 대상으로 주성분 분석을 실시한 결과 계절별 성분축 I의 고유값은 14.7, 성분축 II의 고유값은 10.6으로 총 분산의 21.3%, 15.4%를 각각 차지하여 이 두 개의 축이 전체의 36.7%를 차지하였으며, 정점별 성분축 I의 고유값은 15.8, 성분축 II의 고유값은 12.1로 총 분산의 22.9%, 17.6%를 각각 차지하여 이 두 개의 축이 전체의 40.5%를 차지하였다(Talbe 11, Table 12).

월별 주성분 분석의 위치는 수온의 높았던 2007년 11월이 양의 방향으로 멀리 떨어져 있었으며, 2006년 11월은 음의 방향으로 0부근에, 나머지 시기는 0-5사이에 위치하였다(Fig. 21). 정점별 주성분 분석의 위치는 2006년 정점 3, 2007년 정점 2와, 2007년 정점 3이 양의 방향으로 멀리 떨어져 나타났고, 2006년 정점 1과 2에서는 음의 방향을 나타내었다(Fig. 22).

3년 간 월별 및 정점별로 환경자료(표층수온, 저층수온, 표층염분, 저층염분)와 출현종수, 개체수를 대상으로 상관분석을 실시한 결과 상관관계가 없었으며, 회귀분석의 경우 계절별 성분축 II 가운데 저층염분과 유의한 관계($P < 0.05$)를 나타내었다(Table 13, Table 14, Table 15, Table 16, Table 17, Table 18).

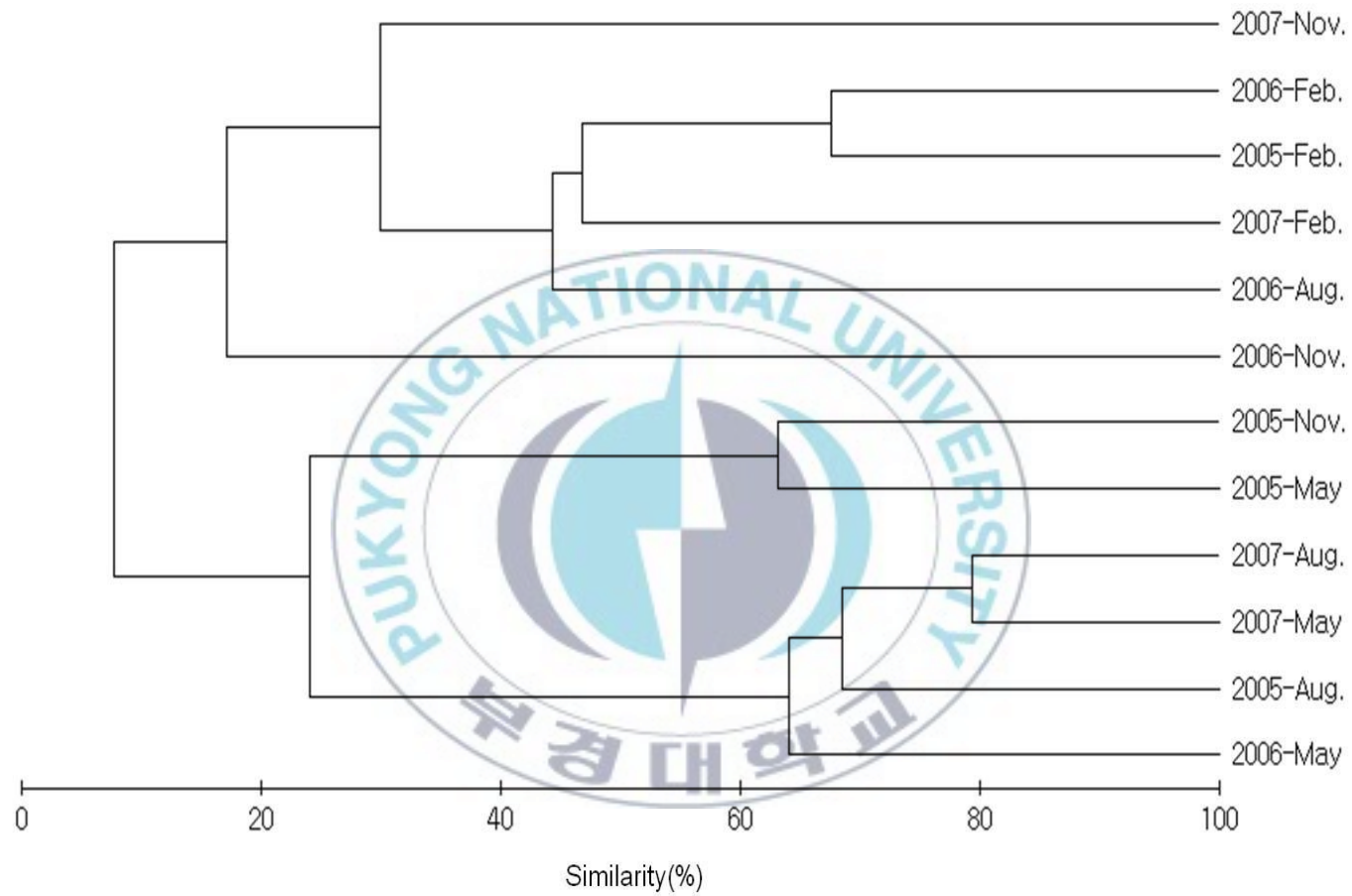


Fig. 17. Dendrogram based on the cluster analysis of individuals collected by otter trawl in Wolseong, February 2005 to November 2007.

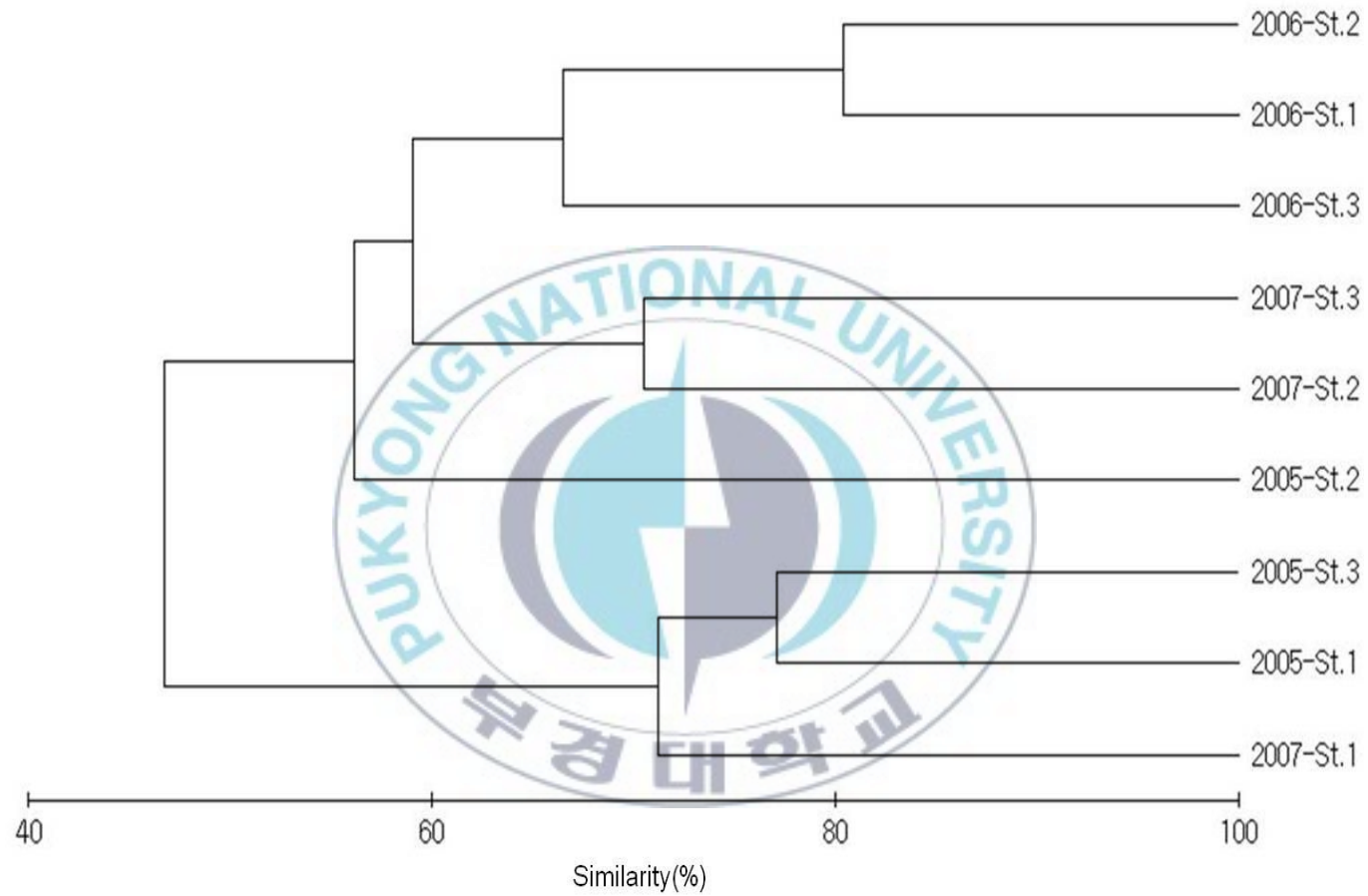


Fig. 18. Dendrogram based on the cluster analysis of individuals collected by otter trawl at three stations in Wolseong, February 2005 to November 2007.

Table 9. Average abundance, Contribution, Community contribution of the components determined by principle component analysis by sampling units in the Wolseong, February 2005 to November 2007.

Group	Species name	Average individuals	Contribution (%)	Com.Contribution (%)
1	<i>Clupea pallasii</i>	2,442	56.3	56.3
	<i>Lophius litulon</i>	133	12.6	68.9
	<i>Liparis tanakai</i>	86	5.5	74.4
	<i>Apogon lineatus</i>	45	5.5	79.9
	<i>Pleuronectes yokohamae</i>	30	5.2	85.1
	<i>Hippoglossoides pinetorum</i>	194	2.6	87.7
	<i>Liparis tessellatus</i>	98	2.6	90.2
2	<i>Clupea pallasii</i>	1,117	25.1	25.1
	<i>Glyptocephalus stelleri</i>	1,206	20.1	45.2
	<i>Liparis tanakai</i>	372	12.7	57.8
	<i>Lophius litulon</i>	228	10.6	68.4
	<i>Hippoglossoides pinetorum</i>	105	7.3	75.5
	<i>Gadus macrocephalus</i>	123	6.8	82.5
	<i>Liparis tanakai</i>	56	4.6	87.1
	<i>Arctoscopus japonicus</i>	192	3.5	90.5

Table 10. Average abundance, contribution, community contribution of the components determined by principle component analysis by sampling units at three stations in the Wolseong, February 2005 to November 2007. in the Wolseong, February 2005 to November 2007.

Group	Species name	Average individuals	Contribution (%)	Com.Contribution (%)
1	<i>Glyptocephalus stelleri</i>	1,145	19.4	19.4
	<i>Clupea pallasii</i>	594	17.5	36.9
	<i>Liparis tessellatus</i>	367	9.7	46.6
	<i>Lophius litulon</i>	296	8.8	55.3
	<i>Gadus macrocephalus</i>	120	7.1	62.5
	<i>Hippoglossoides pinetorum</i>	291	5.2	67.7
	<i>Liparis tanakai</i>	127	5.1	72.8
	<i>Apogon lineatus</i>	76	4.3	77.1
	<i>Arctoscopus japonicus</i>	186	4.3	81.3
	<i>Pleuronectes yokohamae</i>	33	3.6	84.9
	<i>Engraulis japonicus</i>	54	2.8	87.8
	<i>Caelorinchus multispinulos</i>	38	2.8	90.5
2	<i>Clupea pallasii</i>	5,929	53.8	53.8
	<i>Glyptocephalus stelleri</i>	133	8.3	62.1
	<i>Liparis tessellatus</i>	206	7.5	69.6
	<i>Lophius litulon</i>	130	6.6	76.2
	<i>Gadus macrocephalus</i>	38	4.5	80.7
	<i>Liparis tanakai</i>	31	4.2	84.9
	<i>Engraulis japonicus</i>	19	2.2	87.1
	<i>Apogon lineatus</i>	24	2.2	89.3
	<i>Hippoglossoides pinetorum</i>	16	2.0	91.3

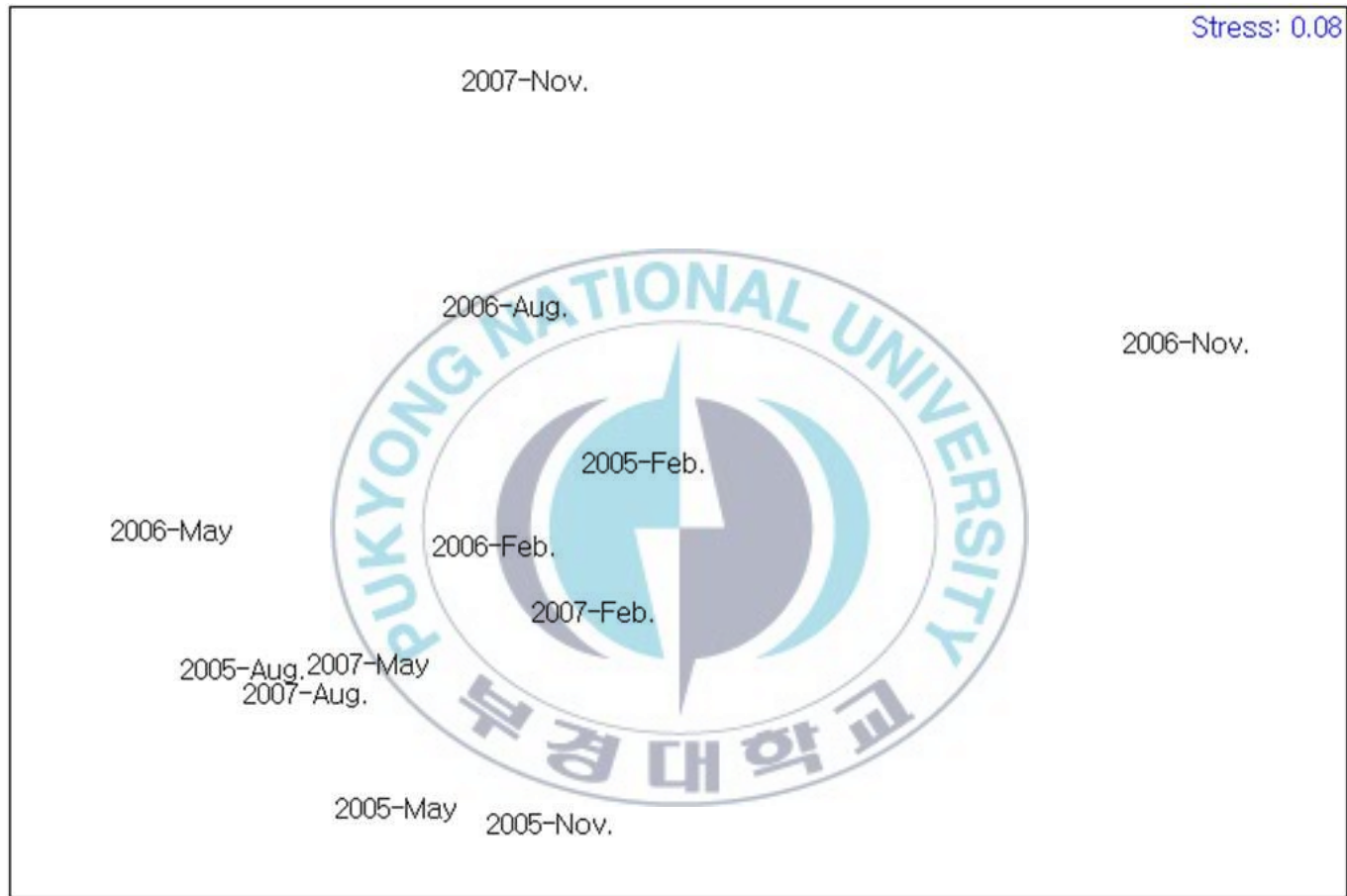


Fig. 19. Multidimensional scaling ordination plot of samples taken from caught with a otter trawl in the Wolseong from February 2005 to November 2007.



Fig. 20. Multidimensional scaling ordination plot of samples taken from caught with a otter trawl at three station in the Wolseong from February 2005 to November 2007.

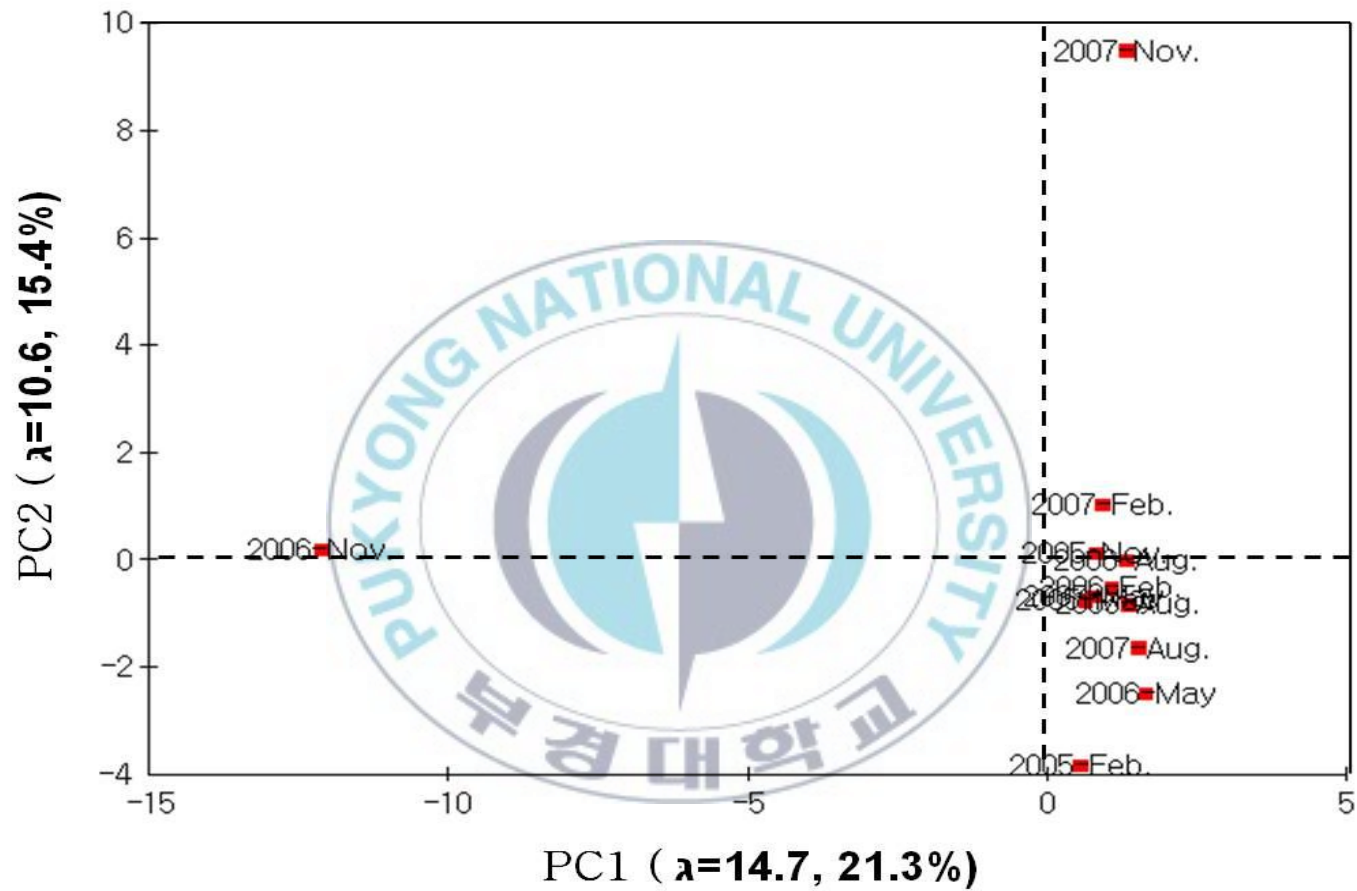


Fig. 21. A scattered diagram showing the year, month, station on the principal axes determined by principal component analysis of the species composition of fishes caught with a otter trawl in the Wolseong February 2005 to November 2007.

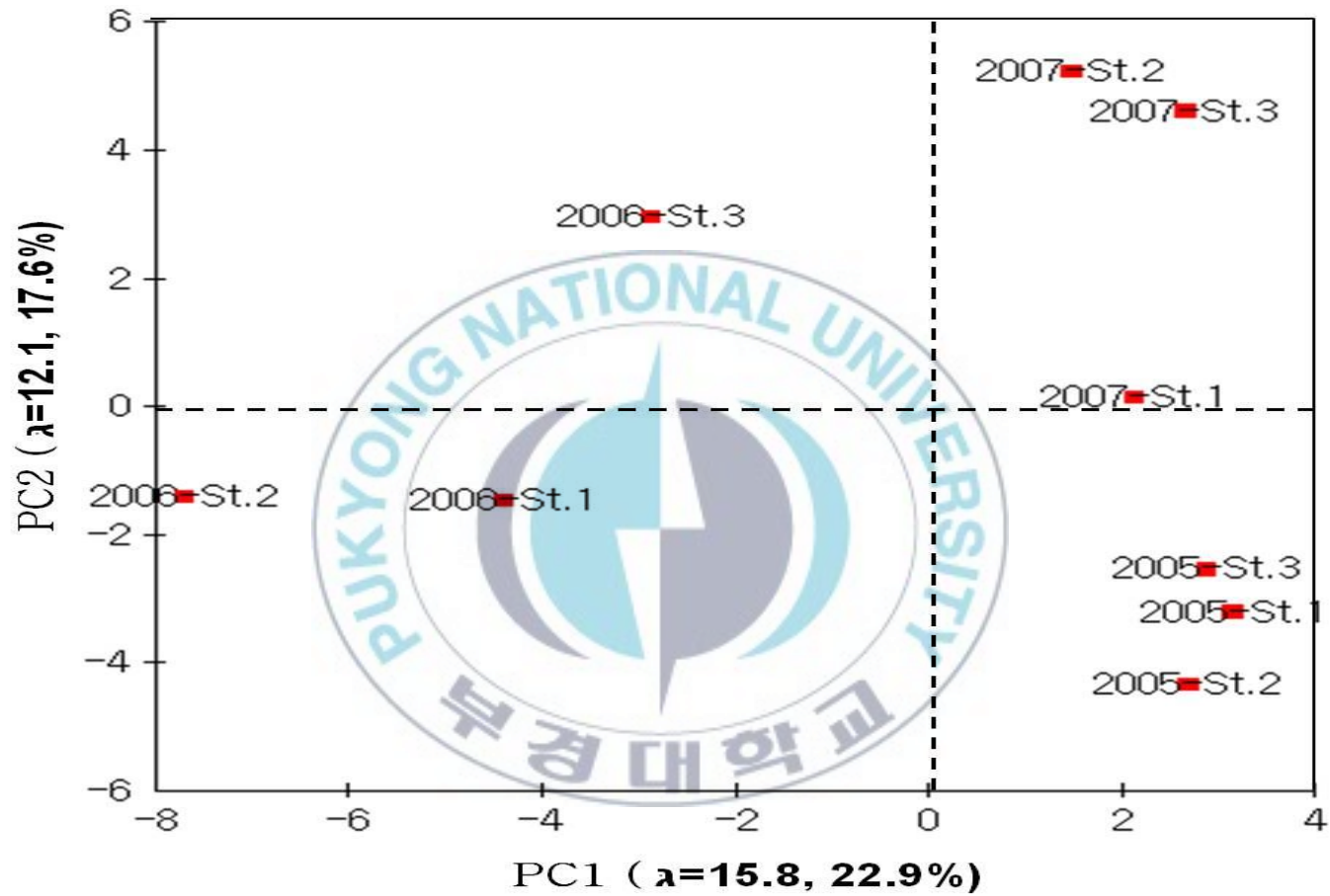


Fig. 22. A scattered diagram showing the year, month, station on the principal axes determined by principal component analysis of the species composition of fishes caught with a otter trawl at three stations in the Wolseong February 2005 to November 2007.

Table 11. Eigen value, variance and cumulative variance of the components determined by principle component analysis by sampling units of the Wolseong February 2005 to November 2007.

Components	Eigen values	Variance(%)	Cumulative variance(%)
1	14.71	21.3	21.3
2	10.63	15.4	36.7
3	9.6	14.0	50.7
4	7.7	11.1	61.8
5	6.2	8.9	70.7

Table 12. Eigen value, variance and cumulative variance of the components determined by principle component analysis by sampling units at three stations in the Wolseong February 2005 to November 2007.

Components	Eigen values	Variance(%)	Cumulative variance(%)
1	15.77	22.9	22.9
2	12.14	17.6	40.4
3	10.2	14.8	55.3
4	9.5	13.8	69.1
5	7.1	10.2	79.3

Table 13. The relationship between PC scores 1 and surface water temperature, bottom water temperature, surface salinity and bottom salinity (Seasonal variation).

Response	PC score I		
	Regression equation	p	r ² value
Surface water temperature	$y = -0.1516x + 2.4863$	0.704	0.015
Bottom water temperature	$y = -0.5188x + 5.8546$	0.277	0.129
Surface salinity	$y = 1.1031x - 36.8759$	0.638	0.026
Bottom salinity	$y = 0.9633x - 32.5596$	0.683	0.017

Table 14. The relationship between PC scores 2 and surface water temperature, bottom water temperature, surface salinity and bottom salinity (Seasonal variation).

Response	PC score II		
	Regression equation	p	r ² value
Surface water temperature	$y = -0.4357x - 7.1466$	0.180	0.172
Bottom water temperature	$y = 0.4628x + 5.3271$	0.220	0.146
Surface salinity	$y = -0.6492x - 21.7088$	0.715	0.013
Bottom salinity	$y = 0.6594x - 22.2887$	0.743	0.011

Table 15. The relationship between PC scores 1 and surface water temperature, bottom water temperature, surface salinity and bottom salinity (Station variation).

Response	PC score I		
	Regression equation	p	r ² value
Surface water temperature	$y=1.412x-23.1900$	0.450	0.084
Bottom water temperature	$y=-2.2660x+ 26.1101$	0.110	0.324
Surface salinity	$y=-7.0060x-234.4172$	0.253	0.181
Bottom salinity	$y=-3.5938x-121.5246$	0.514	0.063

Table 16. The relationship between PC scores 2 and surface water temperature, bottom water temperature, surface salinity and bottom salinity (Station variation).

Response	PC score II		
	Regression equation	p	r ² value
Surface water temperature	$y=2.5703x-42.2098$	0.087	0.360
Bottom water temperature	$y=-1.3607x+ 15.6816$	0.300	0.152
Surface salinity	$y=9.4362x-315.7282$	0.056	0.427
Bottom salinity	$y=10.5417x-356.4683$	0.005	0.706

Table 17. The relationships between environmental characters(surface water temperature (S.T)), bottom water temperature (B.T), surface salinity (S.S), bottom salinity (B.S) and total number of all fish species and individuals in the Wolseong February 2005 to November 2007.

	Response	N.species	N.individuals
S.T	Pearson Correlation	-0.007	0.290
	Sig. (2-tailed)	0.984	0.360
B.T	Pearson Correlation	0.473	0.166
	Sig. (2-tailed)	0.121	0.605
S.S	Pearson Correlation	0.008	-0.276
	Sig. (2-tailed)	0.981	0.401
B.S	Pearson Correlation	-0.064	0.018
	Sig. (2-tailed)	0.843	0.955

Table 18. The relationships between environmental characters(surface water temperature (S.T)), bottom water temperature (B.T), surface salinity (S.S), bottom salinity (B.S) and total number of all fish species and individuals at the three stations in the Wolseong February 2005 to November 2007.

	Response	N.species	N.individuals
S.T	Pearson Correlation	0.003	0.234
	Sig. (2-tailed)	0.993	0.545
B.T	Pearson Correlation	0.362	-0.291
	Sig. (2-tailed)	0.338	0.448
S.S	Pearson Correlation	0.319	-0.349
	Sig. (2-tailed)	0.403	0.357
B.S	Pearson Correlation	0.114	-0.127
	Sig. (2-tailed)	0.771	0.745



IV. 고 찰

1. 월성원전과 어류 종조성 및 해황

1962년 3월 우리나라에서 최초의 연구용 원자로 TRIGA Mark-II 도입을 시작으로 1978년 4월 고리 1호기를 시점으로 건설된 원자력발전소는 현재 동해안에는 월성 4기를 비롯한 고리 5기, 울진 6기, 서해안에는 영광 6기로 4개 지역에서 총 21기의 원자력 발전소가 가동 중이며, 차후 신월성을 비롯하여 신고리, 신울진 원전이 추가 건설예정으로 원자력 발전소는 점점 늘어날 것으로 예상된다(해양수산부, 2008; 한국원자력안전기술원, 2009). 원자력발전은 석유 등의 기존 화석에너지에 비해 이산화탄소를 발생시키지 않아 친환경 에너지원으로 각광받고 있으나 방사능 유출을 비롯하여 온배수로 인한 해양수질 환경의 영향 등이 우려되는 산업이기도 하다. 원자력발전소는 가동 중 발생하는 다량의 열을 식히기 위해 냉각수의 확보가 용이한 해안지대에 입지하게 되며 원전 터빈의 냉각수로 사용된 해수는 복수기에서 증기와의 열교환으로 인해 취수시보다 7°C~8°C 높아진 상태로 해양으로 배출된다. 국내 원자력발전소에서 온배수를 해양으로 방류 할 때 사용하는 방법은 시공성과 유지관리 측면에서 유리한 표층방류인데 이 경우 주변해역의 흐름에 따라 연안으로 많은 양이 유출되고 연안의 불투수경계(Impermeability layer)면에 주변수의 유입을 막아 온배수의 재순환 영역이 형성되며, 방류유속도 작다. 이때 발전소의 시설용량이 클 경우 처리해야 할 온배수의 양이 많아져 발전소 냉각계통의 효율저하와 환경문제를 유발할 가능성이 크다(서와 김, 1997). 보통 100만kw급의 원전 1기에서 사용하는 해수의 양은 약 50~60 ton이며, 온배수 형태로 배출되는 해수는 주변 해역의 수온을 상승시켜, 어류의 산란시기와 어란 부화, 섭이 및 성장 등에 영향을 끼치고 온배수 확산구역에 새로운 어류군집 형성 등의 변화를 가져온다. 부착성으로 온배수의 환경영향 평가에 지표종인 해조류나 일부 저서동물의 경우 온배수의 영향으로 성장, 부착시기 및 사망 등의 영향을 받으나 어류의 경우 유영력으로 인해 수온이 높은 배수구 부근과, 오염물질에 대한 회피로 적정 온도 수역 및 환경을 선택할 수 있어 온배수의 영향을 거의 받지 않는 것으로 알려져 있다(김, 2000; 한국원자력산업회의, 2009). 그러나 온배수로 인해 높아진 해수의 수온상승은 질병 감염, 온배수 내에 포함된 과포화된 공기가 어류의 혈액 내에 질소를 포함한 기포를 형성해 혈관 폐쇄로 사망케 하는 기포병(Gas-bubble disease)를 초래하며, 원자력 발전소 가동 중단 시 급격히 낮아진 수온으로 온수성 어류들이 대량 사망(김, 2000 ; 김, 2003)한다고 하여 향후 원전주변 어류 군집 조사 시 어병에 관한 모니터링도 추가적으로 검토 되어야 할 것이다. 월성원전과 같은 중수로형 발전소의 경우 삼중수소(Tritium)가 다량으로 발생하는 특징을 가지며 과거 본 해역에서 해조류와 패류를 대상으로 삼중수소 방사능농도 측정 결과, 특별한 경향성을 나타내지는 않았다(김 등, 2003). 그러나 이런 배출물질은 유영생물인 어류에게도 영향을 미칠 것으로 사료되며, 기타 온배수의 화학성분이 어류에 작용하는 영향에 대한 연구도 미흡하여 신속한 대처가 시급하다고 여겨진다.

월성해역의 계절별 우점종을 이전 10년 조사와 대조한 결과, 과거 출현하였으나 본 조사에서 기록되지 않은 종으로는 싱어(*Coilia mystus*), 밴댕이(*Sardinella zunasi*), 정어리(*Sardinops melanoostictus*), 썩감팽(*Scorpaenopsis cirrhosa*), 흥치(*Priacanthus macracanthus*), 보리멸(*Sillago sihama*), 실양태(*Repomucenus valenciennei*), 참가자미(*Pleuronectes herzensteini*), 갈가자미(*Tanakius kitaharai*), 눈가자미(*Dexistes rikuzenius*), 층거리가자미(*Limanda punctatissima*) 8종 이었으며, 웅어, 멸치, 아귀, 민달

고기, 반딧불게르치, 꼬치고기, 셋돔, 점넙치, 용가자미등은 과거 우점하였으나 본 조사에서는 개체수가 적었던 종들로 나타났다. 황아귀, 물메기, 꼼치, 전갱이, 기름가자미는 이전 조사부터 우점한 어종들이었으며 2005년~2007년 동안 우점했던 청어의 경우 1995년 봄에 우점종으로 출현하였다. 현재 출현한 어류의 종이 새로운 어종으로 일부 교체 되어 우점종에 대한 변화 현상을 보이나 본 조사의 결과가 월성원자력발전소의 온배수로 인한 것이라고 단정하기에는 미흡하며, 정확한 원인 파악을 위해서는 저인망, 낭장망, 자망 등의 여러 어구를 사용, 채집횟수를 저인망과 매월 주기적으로 설정하여 채집된 어류 군집을 분석 하여야 할 것이다.

월성해역에서 해양수질환경을 조사한 결과를 살펴보면, 전형적인 온대해역의 경우 하계에 수온이 높고, 염분은 낮으며 동계의 경우 수온이 낮고, 염분은 높은 경향을 나타내듯 본 해역도 표층수온 및 표층염분(2005년 5월 제외)은 타 해역과 유사한 추세를 보였으나, 저층수온의 경우 2005년 8월, 2006년 8월 및 2007년 5월에 각각 9.3℃, 9.2℃, 6.1℃로 특별히 계절적 특성을 나타내지 않아 동해 특유의 저층냉수가 월성해역에도 영향을 준다는 것을 알 수 있었다. 또한 정점 간 표층, 저층수온의 비교에서 취수구 및 배수구 근접 지역인 정점 1과, 정점 2에서 보다 대조구인 정점 3이 훨씬 낮았다. 원전 온배수는 자연해수보다 온도가 높지만 배수구에서 200~300m 떨어질 경우 수온차이가 2℃~3℃에 불과하다고 원전 측에서 밝히고 있으나(<http://www.knef.or.kr/>), 취수구와 배수구에서 직접 배출되는 해수의 수온이 아닌 냉각기 계통을 통과하고 나온 해수는 배수구로부터 일정거리가 떨어지면 주변 해수와 혼합되면서 급격하게 수온을 감소 시킨다고 하여(김 등, 2010), 이에 관한 정확한 조사 및 대책이 필요할 것으로 본다. 염분의 경우 2005년 5월의 표층염분 평균이 31.8psu, 저층염분 평균은 32.2psu 였으나, 2006년 5월은 표층염분 평균이 33.6psu, 저층염분 평균이 34.0psu, 2007년 7월에는 표층염분 평균이 33.8psu, 저층염분 평균은 34.0psu로 측정되어 2005년보다 약 2.0psu 이상의 차이를 나타내었다. 이를 파악하기 위해 기상청의 자료를 확인하였으나 월성군에는 기상관측소가 위치하지 않아, 인접 지역인 경주 감포의 강우량을 대조한 결과, 2005년 5월 강우량이 49.5mm, 2006년 5월 강우량이 194.5mm, 2007년 5월 강우량이 74.5mm로 2005년 5월의 강우량이 상당히 낮았으며, 동해안 전체 강우량의 경우 2005년 5월에 19.5mm, 2006년 5월이 총 98.7mm, 2007년 5월은 86.1mm로 확인되어(<http://www.kma.go.kr/>), 2005년 5월에 비해 66.6mm~79.2mm 정도 차이를 보였다.

2006년 11월에는 표층 염분 평균이 33.1psu, 저층 염분 평균이 33.6psu로 나타나 2005년 11월의 표층, 저층염분 평균(33.4psu, 34.0psu) 및 2007년 표층, 저층염분 평균(33.3psu, 34.1psu)보다 낮은 분포를 보였다. 동해안의 경우 서해, 남해와는 달리 담수의 유입이 적다고 하며, 월성 인근의 하천으로는 대중천이 위치하고 있으나 해양으로 유입되는 담수의 양은 미비하여 영향을 크게 미치지 않는다고 한다(최 등, 2008). 따라서 2005년 5월 일시적인 저염분 현상은 동년 4월 국립수산과학원에서 동해 중남부 해역에서 울릉분지를 대상으로 수괴 분포 및 화학적 특성에 대한 환경 조사가 시행되었는데 수온약층을 형성하는 수심대에서 저염 현상을 나타내는 북한한류가 혼합된 수괴가 출현하였다고 기록되어, 이때 출현한 수괴의 확산이 2005년 5월 월성 해역 염분 분포에 영향을 주었으리라 사료된다(김 등, 2007). 한편, 2006년 11월의 염분하강은 2006년 후반기 엘니뇨(El Nino)의 영향으로 인한 저염현상으로 파악된다(황 등, 2007).

월성발전 주변해역에는 인근 생활하수나 소량의 농약류 외 공장과 같은 오염원이 없으며, 발전소 주변 양남면을 포함한 여러 일대는 자연 경관, 문화재 및 어족 자원 보호등을 위한

환경 보전 지역으로 지정되어 있으나(강, 1997), 온배수로 인한 해양 생태계 변동은 누적되어 나타날 가능성이 큰 만큼, 본 조사지역인 월성 해역 뿐 만 아닌 전국의 원자력 발전소 인근 해역을 모두 조사지역으로 선정하여 장기적이고 과학적인 조사 및 감시가 이루어져야 할 것이다. 또한 월성주변 해역은 주위 원전 뿐 아닌 해양 저층수의 용수로 발생하는 냉수대 현상 및 각종 해류의 작용이 활발한 만큼 동해 고유의 해양현상과, 원전 영향과의 상호 비교, 검토 및 온배수의 경우 원자력 발전소 뿐만 아닌 기타 산업시설에서도 배출되는 만큼 지속적인 조사가 필요할 것이다.

2. 출현종의 추이 및 주변해역과의 어류 종조성 비교

경상북도 월성군 월성원자력 발전소 주변 해역 3개 정점에서 저인망을 이용하여 2005년부터 2007년까지 계절별로 3년 동안 조사한 결과 총 69종의 어류가 채집 되었다. 총 출현 개체수 및 생체량을 확인한 결과 2005년 출현 개체수는 15,512개체로서 2006년 15,030개체, 2007년 12,920개체 보다 많았고 생체량에서는 2005년이 485,723.1g으로 2006년 948,376.0g, 2007년 1,197,875.6g에 비해 낮았다. 이것은 2007년 8월과 11월 정점 1, 2, 3 세 곳에서 예년보다 표층 및 저층 수온이 상승하여 어류들의 성장과 번식이 증가한 것으로 추측되는데 이것은 2006년 후반 무렵 동해안에서 엘니뇨의 영향으로 쿠로시오의 확장에 따른 동한 난류의 세력이 강해져 2007년 동해의 수온에 영향을 미친 것으로 생각 된다(황 등, 2007). 이 무렵인 2006년 11월 전갱이와, 셋돔, 2007년 2월 볼기우럭과 같은 어류가 급격히 출현량이 증가하였으며, 2007년 11월에는 청어의 출현량이 이전연도에 비해 급격히 감소하였다.

3년간 어류 군집의 계절 변동을 살펴보면, 월성 해역에서의 채집종수는 겨울에 가장 많았으며 여름에서 가을 동안 증가하는 추세를 보였으며 겨울에 감소하는 경향을 나타내었다. 온대 천해역은 수온이 낮아지는 겨울에 어류들이 월동을 위해 외해로 이동하여 종수가 감소한다고 하나(김, 1998) 본 조사해역에서는 2005년 2월에 가장 많은 종이 출현하였으며 개체수 및 생체량의 경우 개체수는 2005년 11월에 가장 높았고, 생체량은 2007년 11월에 가장 높았다. 2005년 2월에 많은 종이 출현한 이유로는 표층과 저층 평균수온이 13.3℃, 12.9℃로 2006년 2월 표층수온 평균(11.6℃) 및 저층수온 평균(11.1℃)보다 높았으며, 2007년 2월 표층수온 평균(13.9℃)보다 낮았으나 저층수온 평균(10.4℃)보다는 높아 일시적으로 많은 종들이 월동을 위해 몰려든 것으로 생각된다. 2005년 11월에 높은 개체수와 2007년 11월의 높은 생체량은 개체수에서 우점했던 청어와 생체량 면에서 높은 수치를 나타낸 황아귀가 집중적으로 출현하였기 때문이다. 월성 해역의 조사 결과, 3년 동안 냉수성 어류인 청어가 우점하여 본 연구 지역이 북한 한류의 영향을 받는 다는 것을 알 수 있었다.

한편, 우리나라에서 원전 취수구 스크린 충돌에 따른 사망관련(허와 황, 1997)조사 외 원전 온배수와 어류 출현과의 관계에 대한 연구는 전무하며, 과거 월성 해역에서 봉고네트를 사용한 조사(차 등, 1991)가 있었으나, 부유성 난 및 자치어에 관한 연구로서 두 조사 모두 본 조사의 결과와는 직접 비교가 불가능하여 인근 동해안에서 저인망 및 여러 어구를 사용한 일반적인 어류 종조성 조사 결과들과 비교하였다.

동일한 어구를 사용한 인근 고리 주변해역의 70종(1998, 김)과는 1종 차이로 적었으며, 영일만의 59종(이, 1999), 동해 트롤 조사에서 87해구 28종(윤 등, 2008)보다는 많은 종이 출현하였다. 본 연구는 3년 동안 채집을 실시하였으나 고리 주변해역과 영일만 조사의 경우 1년 및 1년에 3개월 단위로 나누어 시행한 조사였고, 동해 트롤 조사의 경우 동일한 횡수

인 3년 조사이지만 연안에서 떨어진 외해라는 점에서 차이가 있다. 고리 해역의 우점종인 멸치, 꼼치, 전갱이, 용어, 실양태의 비교에서도(김, 1998) 전갱이를 제외한 우점종의 차이를 보였으며, 조사기간 동안 망둑어과(Gobiidae)어류는 전혀 채집되지 않았는데, 이것은 고리 해역에서 출현량은 많지 않았지만 도화망둑(*Chaeturichthys hexanema*), 수염문절(*Chaeturichthys sciistius*) 및 바닥문절(*Sagamia geneionema*) 3종이 출현한 결과(김, 1998) 및 영일만에서 두줄망둑(*Tridentiger trigonocephalus*)이 우점한 결과(이, 1999)와는 차이가 있었다. 영일만 조사의 경우 안정된 만과, 연질바닥인 특성(홍 등, 2008) 및 수심의 차이에서 비롯된 것으로 사료된다. 한편 인접한 고리해역과의 결과비교에서는 채집기간 및 횡수의 차이로 생각된다. 2008년 동해 트롤 조사에서는 본 연구해역인 월성과 인접한 87해구의 우점종은 청어, 가시베도라치(*Lumpenella longirostris*), 기름가자미, 엘통이, 벌레문치(*Lycodes tanakae*) 5종으로 청어와 기름가자미를 제외한 심해성 어류도 우점하였는데 본 조사에서는 엘통이가 7개체로 극소수 출현하였고, 벌레문치 및 가시베도라치는 출현하지 않아 수심 및 횡수의 차이로 여겨진다. 종다양도지수는 3년 동안 월별로 0.1344(2005년 11월)~2.0528(2005년 2월), 정점별로는 0.3580(2005년 정점 3)~2.2329(2005년 정점 1)을 기록하여 변동은 심한 편이었으나 일반적으로 Shannon and Winner에 따르면 종다양도지수 범위는 0~4.6으로서 통상적으로 수치값이 2.3이하의 다양도가 낮은 것으로 해석된다고 하여 본 조사기간 동안 전체적인 종다양성은 높지 않은 것으로 나타났다. 상관분석의 결과 출현어종과 환경과는 상관성을 나타내지 않았는데 조사횡수가 적은 경향으로 생각되며, 이러한 경향성을 밝히기 위해서는 장기간의 조사가 필요하다고 하겠다.

저인망으로 조사한 본 연구를 인근 해역에서 여러 어구를 사용한 조사들과 비교하면 울산 연안 정치망에서는 89종, 우점종은 고등어(*Scomber japonicus*), 전갱이, 멸치, 말쭉치, 꼬치고기 등으로(한 등, 2002), 본 조사결과보다 많았고, 전갱이를 제외한 우점종들도 차이를 나타내었다. 영일만에서 자망으로 채집된 어종은 63종(홍 등, 2008)으로 본 조사결과보다 적었고, 우점종은 문치가자미, 등가시치, 망상어(*Ditrema temminckii*), 쥐노래미, 노래미(*Hexagrammos agrammus*)로 나타나 월성해역과 차이를 보였다. 신월성 원전 주변 조수옹덩이 및 조간대에서 족대와 뜰망으로 채집된 어종은 27종(최 등, 2008)으로 나타나 본 조사결과보다 적었고, 우점종은 무늬횃대(*Furcina oshimae*), 별망둑(*Chaenogobius gulosus*), 노래미, 점망둑(*Chaenogobius annularis*)으로 자갈과 바위가 혼재한 지역이었다.

2007년 2월 취수구 부근인 정점 1에서 주둥치가 1개체 채집되었는데 이 어류는 최근, 우리나라 남해안을 중심으로 출현량이 증가추세에 있지만 그 원인에 대해서는 규명을 못하고 있는 실정이다. 동해안에서는 고리 원자력발전소 취수구 스크린에 의해 사망하는 어류의 연구(허와 황, 1997)에 기록 되어있으며 본 월성조사에서는 전체 개체수의 0.1% 미만으로 어류 종조성의 변동에 큰 영향은 미치지 않았으나 향후 출현유무에 관심을 기울여야 할 것으로 생각된다. 또한 서해안에서 분포하는 것으로 알고 있었던 민어과 어류인 민태, 눈강달이, 참조기 3종과, 병어과 어류인 덕대가 본 조사에서 출현하였는데 특히 참조기가 61개체 출현하여 개체수 및 생체량에서 각각 0.1%를 차지하였다. 1994년의 조사에서 참조기의 최초 동해출현이 기록 되었으며(서 등, 1994), 차후 동해안의 해황 변화에 관한 연구로서도 중요한 자료가 될 것으로 본다.

어류의 종조성을 연구하기 위해서는 정량적인 채집이 이루어져야 하나 어구마다 어획효율의 차이로 채집된 결과가 다르게 나타날 수 있다. 저인망(Otter trawl)은 긴 자루그물과 전단부 양쪽이 날개그물로 이루어져 있으며, 날개그물 앞쪽에 전개판(Otter board)이 부착되

어 있는 구조로 저층을 끌면서 어류를 포획하는 능동적인 어구로서 저인망의 경우 이러한 어려움이 비교적 쉽게 극복되는 편이라고 할 수 있다(김, 1991;장, 2003).

동해연안에서 이전 연구들의 대부분은 정치망 및 자망을 사용한 채집방법들로서 저인망은 정치망, 자망에 비해 이동성이 적은 저서성 어류(Demersal fish)를 채집하기에 적합하다고 알려져 있으나(이, 1991;홍 등, 2008) 본 조사의 경우 저서성 어류인 황아귀와 기름가자미, 용가자미가 각각 5.0%, 16.7%, 4.1%를 차지한 것 외에도 부어류(Pelagic fish)인 청어와 전갱이가 각각 49.1%, 5.5%로 나타났으며, 반저서성(Semi-benthic fish)어류로 알려진 대구(고 등, 1997)도 연중 3회 어획되어 1.9%를 나타내었다.

동해는 어류에 대한 조사 가치가 높지만 수심, 파고와 같은 환경 및 기타 지리적인 문제 등으로 인해 서해안, 남해안과는 달리 저인망 사용이 곤란하다고 기술하고 있으나(차와 박, 1997; 김과 남, 2003), 고리해역조사(김, 1998)와 본 월성조사를 통해 동해에서도 저인망을 사용하는데 문제가 없을 것으로 사료된다. 다만 3년 동안 채집된 어류 가운데 암반지역에서 서식하는 미역치, 불볼락, 불감펭, 대구헛대, 베도라치는 10개체 미만 채집되었으며, 포항 석병연안 삼중자망(Trammel Net)을 사용한 연구(한 등, 2002)에서 우점종 이었던 쥐치가 본 조사에서는 16개체만 채집되었으며, 석병연안의 우점종도 망상어, 노래미, 쥐노래미, 용치놀래기(*Halichoeres poecilopterus*), 볼락(*Sebastes inermis*), 개볼락(*Sebastes pachycephalus*)등으로 나타났고, 홍해 조사의 경우도 볼락, 노래미, 쥐노래미, 쥐치가 우점하여 저인망의 경우 암반이나 암초지형에 서식하는 어류 및 반저서성 어류를 채집하기에는 부족함이 있다고 여겨진다.

어류 종조성에 관한 효과적인 연구를 위해서는 연중 매월 채집이 시행되어야 하나 어류는 이동력이 커서 시공간에 따른 자료 변이가 심하고(이, 2001), 연안환경의 경우 외양과 달리 다양한 형태의 서식 공간이 있는 복잡한 구조로서 서식하는 생물들도 다양한 습성과 생존 전략을 가지도록 진화하였기 때문에 특정 해역에서 단일 어구만을 사용하여 채집한 어류들이 그 해역 어류의 종조성 전체를 대표하기는 어렵다(허, 2001). 따라서 다양한 어구를 이용하여 본 연구와의 비교를 통한 지속적인 파악, 관리 및 조사 자료의 보완이 필요하다고 여겨지며, 어류와 같은 수산자원은 해양환경의 변화에 따라 어획, 자연사망, 성장, 재생산 및 사망 등에 의해 끊임없이 증가, 감소하는 특성으로 월성 해역의 어류를 비롯한 생물자원의 효율적인 관리를 위해서는 환경조사 및 생물상에 관한 지속적인 조사를 통해 꾸준한 관심을 기울여야 할 것이다.

V. 요약

본 연구는 2005년 2월부터 2007년 11월까지 경상북도 월성원전 주변해역에서 해양환경, 어류 종조성 및 군집구조의 계절변화를 조사하였다.

표층수온은 조사기간 동안 여름에는 높고 겨울에는 낮은 일반적인 현상을 보였으나, 저층수온은 연도별로 다른 양상을 나타내었다. 2005년에는 연중 거의 변화가 없었으며 2006년에는 5월과 11월에는 높고, 8월에는 낮은 현상을 보였고, 2007년에는 5월에 낮고 8월부터 상승하기 시작하여 11월에 최고에 도달하였다. 따라서 동해 북부에서 남하하는 북한 한류의 세기가 연도별로 조금씩 다르다는 것을 알 수 있었다.

이러한 한류의 변화에 따른 어류 종조성의 변화를 추정하기 위해 어류 종조성 자료를 이용하여 군집분석 및 상관분석을 실시 하였다. 조사기간 동안 총 69종의 어류가 채집되었으며, 그 중 청어, 황아귀, 물메기, 전갱이, 기름가자미 5종이 전체 개체수의 87.1%로 우점하였다. 조사기간 동안 청어가 연중 출현하여 월성원전 주변해역이 북한 한류의 영향을 강하게 받는 곳임을 알 수 있었다.

다차원척도법에 의한 군집분석 결과, 시기별로는 2006년 11월을 제외하면 고루 섞여 나타났으며, 정점별로는 전혀 그룹을 형성하지 않았다. 어류 종조성과 해양환경과의 상관분석에서도 어떠한 유의성도 나타내지 않았다.



VI. 참고문헌

- Bray, J.R. and J.T. Curtis. 1957. An ordination of the upland forest communities of southern Wisconsin. *Ecol. Monogr.*, 27:325~349.
- Clark, K.R. and Glorley RN. 2001. PRIMER v5: User manual/Tutorial PRIMER-E Ltd., Plymouth, U.K.
- Nakabo, T. 2002. Fishes of Japan with Pictorial a Keys to the Species. Tokai Univ. Press, Tokyo, 437pp. + 370pls. (in English)
- Nelson, J.S. 2006. Fishes of the World(4rd ed.). John Wiley & Sons, New York, 601pp.
- Pearson T. H and R. Rosenberg, 1978. Macrobenthic succession in relation to organic enrichment and pollution of the marine environment. *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.*, 16, 229-311.
- Shannon, C. E. and W. Wiener, 1949. The Mathematical Theory of Communication. Illinois Univ. Press, 177pp.
- Spss Inc (ed). 1997. Spss Base 7.5 for Windows User's Guide Package. Spss Inc. 471pp.
- 강승렬. 2008. 동해안 월성 원자력 발전소 주변 조하대의 대형저서동물 군집의 구조. 대구대학교 석사 학위논문. 178pp.
- 강연식 · 최중기. 2002. 고리, 월성, 울진 및 영광 연안해역에서 식물플랑크톤 군집의 생태학적 특성, II : 현존량 분포 및 환경요인들, 1992~1996. *한국해양학회지*, 7(3): 108~128.
- 강연식 · 최중기 · 엄희문. 2003. 고리, 월성, 울진과 영광 연안해역에서 식물플랑크톤 군집의 생태학적 특성, III : 우점종 분포와 환경요인들, *한국조류학회지*, 18(1): 29~47.
- 강태국. 1997. 월성원전 온배수 이용 양식장 건설 계획과 활용 전망. *한국원자력산업회의*. 75~82.
- 고철환 · 박 철 · 유신제 · 이원재 · 이태원 · 장창익 · 최중기 · 홍제상 · 허형택. 1997. 해양생물학. 서울대학교출판부, 654pp.

- 국립수산과학원. 2004. 한국연근해 유용어류도감. 제2판. 한글출판사, 부산. 333pp.
- 기상청. 2011. [Http://www.kma.go.kr/](http://www.kma.go.kr/)
- 김대지. 1998. 고리 주변해역 저어류 종조성의 계절 변동. 부경대학교 대학원 이학석사 학위 논문. 63pp.
- 김도성 · 박규준 · 임수경 · 김완 · 강희동 · 도시홍 · 김창규. 2003. 월성 원자력발전소 주변 해양생물종의 조직결합 삼중수소 농도. 대한방사선방어학회, 28(1): 75~78.
- 김미향 · 문형태 · 신상희 · 손명백 · 변주형 · 최휴창 · 손민호. 2010. 월성원자력발전소 주변 해역 동물플랑크톤의 군집 특성. 한국환경생물학회지, 28(1): 40~48.
- 김세화 · 박준호 · 황성범. 2005. 한반도 연안 온배수 배출 수역에서 해양환경의 장기 변동. 자연과학연구소 논문집, 10(1): 57~70.
- 김영섭 · 남명모. 2003. 동해안 어류의 현황-한국 연안 어류의 현황과 보존. 한국어류학회. 160pp.
- 김영숙 · 황재동 · 윤석현 · 윤상철 · 황운기 · 심정민 · 이용화 · 진현국. 2007. 2005년 춘계 동해 중남부 해역의 수괴 분포 및 화학적 특성 연구. 한국해양환경공학회지, 10(4): 235~243.
- 김영환. 2000. 발전소 온배수와 해양생태계. 전파과학사. 259pp.
- 김영환. 2003. 원자력 발전과 온배수. 전파과학사. 151pp.
- 김영환 · 안중관. 2006. 동해안 월성원전의 온배수 방출이 주변 해조군집에 미치는 영향. 한국조류학회지, 21(4): 453~461.
- 김용익 · 명정구 · 김영섭 · 한경호 · 강충배 · 김진구 · 유정화. 2005a. 한국해산어류도감(제2판). 한글출판사, 397pp
- 김익수 · 최 윤 · 이충렬 · 이용주 · 김병직 · 김지현, 2005b. 한국어류대도감. 교학사, 615pp.
- 김현겸. 2006. 2006년 동해안 3개 원전주변의 해조류 분포 양상. 충북대학교 대학원 이학석사 학위논문, 69pp.
- 명정구. 2002. 독도 주변의 어류상. Ocean and Polar Research, 24(4): 449~455.

- 명정구 · 박정호 · 조선형 · 김종만. 2005. 다이빙 조사에 의한 여름철 울릉도 연안의 어류상. 한국어류학회지. 17(1): 84~87.
- 서인수 · 문형태 · 최병미 · 김미향 · 김대익 · 윤재성 · 변주영 · 최휴창 · 손민호. 2009. 월성 원자력 발전소 주변해역에 서식하는 대형동물 저서동물의 군집구조. 한국환경생물학회지. 27(4): 341~352.
- 서일원 · 김대근. 1997. 원자력발전소 온배수 현황과 대책. 1997. 대한토목학회 논문집. 45(9): 29~36.
- 서해립 · 박광재 · 차성식. 1994. 참조기의 동해출현 기록. 한국수산학회지. 836~838.
- 안중관 · 김영환. 2009. 동해안 3개 원전 주변 산호말류의 시 · 공간적 분포 양식. 한국환경생물학회지. 27(1): 114~123.
- 오현주 · 서영상 · 허 승. 2004. 동해남부연안 냉수대 변동과 관련된 해양환경 및 식물플랑크톤의 변동특성. 한국지리정보학회지. 7(4): 166~173.
- 월성원자력본부. 2011. <http://www.khnp.co.kr/wolsong/>
- 유정화 · 김병기 · 김진구 · 김현주. 2005. 동해 중부 연안에서 자망과 정치망에 어획된 어류 종조성의 계절변동. 한국어류학회지. 17(4): 279~286.
- 윤상철 · 차형기 · 이성일 · 장대수 · 황선재 · 양재형. 2008. 동해 트롤 조사에서 어획된 저서생물의 종조성 및 양적변동. 한국수산기술학회지. 44(4): 323~344.
- 윤창호. 2002. 한국어류검색도감. 아카데미서적. 747pp.
- 이성일 · 황선재 · 양재형 · 심정민. 2008. 왕돌초 해역에서 홀자망과 삼중자망에 의한 어획물의 종조성 및 계절 변동. 한국어류학회지. 20(4): 291~302.
- 이태원. 1999. 영일만 저어류 종조성의 계절변동. 한국수산학회지. 5: 512~519.
- 임양재 · 이태원. 1990. 천수망 망둑어과(Family Gobiidae) 어류의 계절에 따른 종조성 변화와 우점종의 생태. 한국어류학회지, 2(2): 182~202.
- 장선익. 2003. 진도군 주변수역에서 조망어구에 채집된 어류 종조성과 계절변동. 여수대학교 석사학위논문, 45pp.
- 정문기. 1977. 한국어도보. 일지사, 서울 727pp.

- 차병열. 1999. 거제도 연안해역의 어류 종조성. 한국어류학회지, 11(2): 184~190.
- 차성식 · 박광재. 1997. 저인망에 채집된 광양만 어류의 종조성과 계절변동. 한국어류학회지, 9: 235~243.
- 최윤 · 김지현 · 박종영. 2003. 한국의 바닷물고기. 교학사. 646pp.
- 최윤 · 이흥헌 · 장준호. 2008. 동해 신월설 원자력발전소 주변의 조간대 어류상, 한국어류학회지, 20(4): 313~317.
- 최한길. 2008. 월성원자력발전소 온배수가 해조류 종조성 및 군집구조에 미치는 영향. 한국조류학회지, 23(2): 151~162.
- 한경호 · 김중헌 · 문형태. 2002. 울산연안 정치망에 어획된 어류의 종조성 및 양적변동. 한국어류학회지, 4(1): 61~69.
- 한경호 · 손중철 · 황동식 · 최수하. 2002. 포항 석빙연안에서 삼중자망에 의해 채집된 어류의 종조성 및 양적변동. 한국어류학회지, 14(2): 109~120.
- 한국동물분류학회. 1997. 한국동물명집. 아카데미서적. 489pp.
- 한국수력원자력. 2002. 원전 온배수 문제 종합대응방안 수립을 위한 연구.
- 한국수력원자력. 2011. <http://www.khnp.co.kr/>
- 한국어류학회. 2003. 한국 연안 어류의 현황과 보전. 한국어류학회, 160pp.
- 한국원자력안전기술원. 2011. <http://www.kins.re.kr/>
- 한국원자력안전기술원. 2009. 원자력안전백서, 2009. 교육과학기술부. 547pp.
- 한국원자력문화재단. 2011. <http://www.knef.or.kr/>
- 한국원자력산업회의. 2009. 원자력연감, 2009-제 3장 원전 주변 환경. 한국원자력산업회의. 120~143.
- 한국전력공사. 2001. 월성원자력발전소 주변 일반환경 조사 및 평가 보고서(2000년보). 한국전력공사 전력연구원. 344pp.
- 한국 전력공사. 2003. 월성원자력발전소 주변 일반환경 조사 및 평가보고서 (2002년보). 한국전력공사 전력연구원. 284pp.

- 한국전력공사. 2007. 월성원자력발전소 주변 일반환경 조사 및 평가 보고서 (2006년보). 한국전력공사 전력연구원. 404pp.
- 한국해양연구소. 2000. 한국산어명집. 219pp.
- 해양수산부. 2008. 해양생태계 보전을 위한 온배수 관리방안 연구. 해양수산부 최종보고서. 431pp.
- 허성희 · 안용락. 2000. 가덕도 주변 해역 어류의 종조성과 계절 변동.-1. 소형기선저인망에 의해 채집된 어류. 한국수산학회지, 33(4)
- 허성희 · 황선재. 1997. 고리 원자력발전소 취수구 스크린에 의해 사망하는 어류에 관한 연구. 한국어류학회지, 9(1): 30~47.
- 홍병규 · 김진구 · 박경동 · 전경암 · 전영열 · 황강석 · 김영섭 · 박기영. 2008. 한국 동해 영일만에서 자망으로 채집된 어류의 종조성. 한국수산학회지, 41(5): 353~362.
- 황선도 · 박영조 · 최수하 · 이태원. 1997. 삼중자망에 채집된 동해 흥해 연안어류의 종조성. 한국수산학회지, 30: 13~54.
- 황재동 · 윤석현 · 진현국 · 이용화 · 심정민 · 김영숙 · 황운기 · 전경암 · 윤상철. 2007. 난류수 확장에 따른 동해 해양환경연구, I. 물리적 특성. 국립수산과학원-2007 하반기 연구발표회. 226pp.

Appendix.



Appendix 1. The number of individuals and biomass of fishes collected with Otter trawl in Wolsong from 2005 to 2007 (N: Number of individuals, W: Weight).

Species	Year		2005		2006		2007		Total		Abundance(%)	
	N	W(g)	N	W(g)	N	W(g)	N	W(g)	N	W(g)	N	W
괘상어 <i>Squalus acanthias</i>	0	0.0	0	0.0	2	147.2	2	147.2	2	147.2	0.0	0.0
붕장어 <i>Conger myriaster</i>	0	0.0	28	4,290.0	5	823.5	33	5,113.5	0.1	0.2		
옹어 <i>Coilia nasus</i>	6	267.0	12	328.0	27	1,285.0	45	1,880.0	0.1	0.1		
멸치 <i>Engraulis japonicus</i>	18	246.2	307	2,509.0	57	797.6	382	3,552.8	0.9	0.1		
청어 <i>Clupea pallasii</i>	13,488	284,527.0	1,818	64,624.0	6,043	213,705.4	21,349	562,856.4	49.1	21.4		
전어 <i>Konosirus punctatus</i>	0	0.0	89	7,546.0	0	0.0	89	7,546.0	0.2	0.3		
셋멸 <i>Glossanodon semifasciatus</i>	0	0.0	0	0.0	1	14.4	1	14.4	0.0	0.0		
엘통이 <i>Maurolicus japonicus</i>	2	2.4	0	0.0	5	3.2	7	5.6	0.0	0.0		
꼬리민태 <i>Caelorinchus japonicus</i>	0	0.0	0	0.0	45	1,386.0	45	1,386.0	0.1	0.1		
무줄비늘치 <i>Caelorinchus longissimus</i>	0	0.0	0	0.0	5	75.2	5	75.2	0.0	0.0		
줄비늘치 <i>Caelorinchus multispinulosus</i>	20	215.3	40	314.0	202	3,878.5	262	4,407.8	0.6	0.2		
대구 <i>Gadus macrocephalus</i>	207	3,104.5	409	9,942.0	220	3,457.7	836	16,504.2	1.9	0.6		
아귀 <i>Lophiomus setigerus</i>	50	7,553.1	0	0.0	0	0.0	50	7,553.1	0.1	0.3		
황아귀 <i>Lophius litulon</i>	254	77,531.8	748	344,483.0	1,165	758,802.3	2,167	1,180,817.1	5.0	44.9		
민달고기 <i>Zenopsis nebulosa</i>	0	0.0	0	0.0	3	849.9	3	849.9	0.0	0.0		
홍감펍 <i>Helicolenus hilgendorfi</i>	4	134.0	8	446.0	5	390.3	17	970.3	0.0	0.0		
미역치 <i>Hypodytes rubripinnis</i>	1	1.9	4	15.0	1	4.1	6	21.0	0.0	0.0		
쭈기미 <i>Inimicus japonicus</i>	0	0.0	0	0.0	1	311.2	1	311.2	0.0	0.0		
살살치 <i>Scorpaena neglecta</i>	1	204.0	0	0.0	0	0.0	1	204.0	0.0	0.0		
불볼락 <i>Sebastes thompsoni</i>	1	108.6	4	749.0	0	0.0	5	857.6	0.0	0.0		
붉감펍 <i>Sebastes albobasciatus</i>	3	82.0	4	81.0	0	0.0	7	163.0	0.0	0.0		

Appendix 1(Continued).

Species	Year	2005		2006		2007		Total		Abundance(%)	
		N	W(g)	N	W(g)	N	W(g)	N	W(g)	N	W
성대 <i>Chelidonichthys spinosus</i>		0	0.0	12	2,404.0	16	2,432.0	28	4,836.0	0.1	0.2
히메성대 <i>Lepidotrigla hime</i>		0	0.0	0	0.0	1	16.2	1	16.2	0.0	0.0
취노래미 <i>Hexagrammos otakii</i>		0	0.0	24	5,546.0	1	304.0	25	5,850.0	0.1	0.2
빨간횃대 <i>Alcichthys elongatus</i>		3	404.0	0	0.0	0	0.0	3	404.0	0.0	0.0
점줄횃대 <i>Cottiusculus schmidti</i>		0	0.0	0	0.0	1	9.9	1	9.9	0.0	0.0
대구횃대 <i>Gymnocanthus herzensteini</i>		0	0.0	0	0.0	4	213.3	4	213.3	0.0	0.0
횃대류 <i>Gymnocanthus</i> sp.		0	0.0	0	0.0	1	81.5	1	81.5	0.0	0.0
삼세기 <i>Hemitripterus villosus</i>		0	0.0	12	85.0	0	0.0	12	85.0	0.0	0.0
아가씨물메기 <i>Liparis agassizii</i>		23	2,397.3	0	0.0	0	0.0	23	2,397.3	0.1	0.1
폼치 <i>Liparis tanakai</i>		133	31,399.5	666	171,985.0	52	72,009.7	851	275,394.2	2.0	10.5
폼치류 <i>Liparis</i> sp.		2	187.0	0	0.0	0	0.0	2	187.0	0.0	0.0
물메기 <i>Liparis tesselatus</i>		609	37,377.2	963	72,486.0	1,248	30,342.0	2,820	140,205.2	6.5	5.3
반딧불게르치 <i>Acropoma japonicum</i>		2	3.8	20	51.0	0	0.0	22	54.8	0.1	0.0
눈볼대 <i>Doederleinia berycoides</i>		5	9.2	4	139.0	1	24.6	10	172.8	0.0	0.0
볼기우럭 <i>Malakichthys wakiyae</i>		0	0.0	0	0.0	243	3,001.7	243	3,001.7	0.6	0.1
필립홍무굴치 <i>Synagrops philippinensis</i>		1	3.7	4	13.0	0	0.0	5	16.7	0.0	0.0
열동가리돔 <i>Apogon lineatus</i>		58	209.8	320	1,711.0	148	696.9	526	2,617.7	1.2	0.1
청보리멸 <i>Sillago japonica</i>		1	9.1	0	0.0	0	0.0	1	9.1	0.0	0.0
가라지 <i>Decapterus maruadsi</i>		0	0.0	69	782.0	0	0.0	69	782.0	0.2	0.0
전갱이 <i>Trachurus japonicus</i>		0	0.0	2,370	15,768.0	31	241.7	2,401	16,009.7	5.5	0.6
주둥치 <i>Leiognathus nuchalis</i>		0	0.0	0	0.0	1	24.3	1	24.3	0.0	0.0
네동가리 <i>Parascolopsis inermis</i>		0	0.0	4	259.0	0	0.0	4	259.0	0.0	0.0

Appendix 1(Continued).

Species	Year	2005		2006		2007		Total		Abundance(%)	
		N	W(g)	N	W(g)	N	W(g)	N	W(g)	N	W
눈강달이 <i>Collichthys niveatus</i>		0	0.0	4	109.0	0	0.0	4	109.0	0.0	0.0
민태 <i>Johnius grypotus</i>		0	0.0	4	69.0	0	0.0	4	69.0	0.0	0.0
참조기 <i>Larimichthys polyactis</i>		0	0.0	61	2,387.0	0	0.0	61	2,387.0	0.1	0.1
등가시치 <i>Zoarces gilli</i>		0	0.0	0	0.0	2	273.9	2	273.9	0.0	0.0
베도라치 <i>Pholis nebulosa</i>		2	123.3	0	0.0	0	0.0	2	123.3	0.0	0.0
도루묵 <i>Arctoscopus japonicus</i>		75	5,824.1	968	28,437.0	113	4,853.3	1,156	39,114.4	2.7	1.5
푸렁통구멍 <i>Xenoccephalus elongatus</i>		5	486.5	4	73.0	1	25.7	10	585.2	0.0	0.0
남방돔양태 <i>Bathycallionymus kaianus</i>		0	0.0	4	41.0	0	0.0	4	41.0	0.0	0.0
돗양태류 <i>Repomucenus</i> sp.		66	645.9	28	391.0	0	0.0	94	1,036.9	0.2	0.0
꼬치고기 <i>Sphyræna pinguis</i>		0	0.0	16	1,101.0	0	0.0	16	1,101.0	0.0	0.0
갈치 <i>Trichiurus lepturus</i>		14	864.2	8	79.0	71	6,268.5	93	7,211.7	0.2	0.3
삼치 <i>Scomberomorus nipponius</i>		0	0.0	4	2,625.0	0	0.0	4	2,625.0	0.0	0.1
셋돔 <i>Psenopsis anomala</i>		1	118.1	304	9,158.0	6	389.9	311	9,666.0	0.7	0.4
동강연치 <i>Cubiceps squamiceps</i>		1	807.2	0	0.0	0	0.0	1	807.2	0.0	0.0
덕대 <i>Pampus echinogaster</i>		3	90.1	0	0.0	1	242.8	4	332.9	0.0	0.0
점납치 <i>Pseudorhombus pentophthalmus</i>		3	317.6	0	0.0	0	0.0	3	317.6	0.0	0.0
줄가자미 <i>Clidoderma asperrimum</i>		0	0.0	0	0.0	5	98.3	5	98.3	0.0	0.0
기름가자미 <i>Glyptocephalus stelleri</i>		378	15,311.8	4,181	84,221.0	2,706	38,684.5	7,265	138,217.3	16.7	5.3
용가자미 <i>Hippoglossoides pinetorum</i>		13	2,757.4	1,344	70,815.0	435	37,565.0	1,792	111,137.4	4.1	4.2
문치가자미 <i>Pleuronectes yokohamae</i>		44	11,717.0	141	41,896.0	44	14,056.9	229	67,669.9	0.5	2.6
가자미류 <i>Pleuronectes</i> sp.		3	58.1	0	0.0	0	0.0	3	58.1	0.0	0.0
도다리 <i>Pleuronichthys cornutus</i>		0	0.0	0	0.0	1	87.5	1	87.5	0.0	0.0

Appendix 1(Continue).

Species	Year	2005		2006		2007		Total		Abundance(%)	
		N	W(g)	N	W(g)	N	W(g)	N	W(g)	N	W
용서대 <i>Cynoglossus abbreviatus</i>		5	235.8	0	0.0	0	0.0	5	235.8	0.0	0.0
참서대 <i>Cynoglossus joyneri</i>		5	248.7	0	0.0	0	0.0	5	248.7	0.0	0.0
개서대 <i>Cynoglossus robustus</i>		2	138.9	4	154.0	0	0.0	6	292.9	0.0	0.0
쥐치 <i>Stephanolepis cirrhifer</i>		0	0.0	16	264.0	0	0.0	16	264.0	0.0	0.0
Total		15,512	485,723	15,030	948,376	12,920	1,197,876	43,462	2,631,974.7	100	100
Abundance(%)		35.7	18.5	34.6	36.0	29.7	45.5	100	100		
Number of species		39		40		40		69			



Appendix 2. Seasonal composition of the number of individuals and biomass of fishes collected with Otter trawl in Wolseong from 2005 (N: Number of individuals, W: Weight).

Species	Year	2005								Total		Abundance(%)	
		February		May		August		November					
		N	W(g)	N	W(g)	N	W(g)	N	W(g)	N	W(g)	N	W
곰상어 <i>Squalus acanthias</i>													
붕장어 <i>Conger myriaster</i>													
옹어 <i>Coilia nasus</i>		6	267.0							6	267.0	0.0	0.1
멸치 <i>Engraulis japonicus</i>		14	181.4					4	64.8	18	246.2	0.1	0.1
청어 <i>Clupea pallasii</i>		217	7,381.6	3,346	165,646.6	665	19,216.0	9,260	92,282.8	13,488	284,527.0	87.0	58.6
전어 <i>Konosirus punctatus</i>													
셋멸 <i>Glossanodon semifasciatus</i>													
엘통이 <i>Maurolicus japonicus</i>		2	2.4							2	2.4	0.0	0.0
꼬리민태 <i>Caelorinchus japonicus</i>													
무줄비늘치 <i>Caelorinchus longissimus</i>													
줄비늘치 <i>Caelorinchus multispinulosus</i>		15	158.6	1	9.0	2	16.0	2	31.7	20	215.3	0.1	0.0
대구 <i>Gadus macrocephalus</i>				25	144.5	182	2,960.0			207	3,104.5	1.3	0.6
아귀 <i>Lophiomus setigerus</i>				3	5,502.1	47	2,051.0			50	7,553.1	0.3	1.6
황아귀 <i>Lophius litulon</i>		32	27,072.9	10	7,196.4	11	279.0	201	42,983.5	254	77,531.8	1.6	16.0
민달고기 <i>Zenopsis nebulosa</i>													
홍감펍 <i>Helicolenus hilgendorfi</i>				3	105.0	1	29.0			4	134.0	0.0	0.0
미역치 <i>Hypodytes rubripinnis</i>		1	1.9							1	1.9	0.0	0.0
쭈기미 <i>Inimicus japonicus</i>													
살살치 <i>Scorpaena neglecta</i>						1	204.0			1	204.0	0.0	0.0
불볼락 <i>Sebastes thompsoni</i>		1	108.6							1	108.6	0.0	0.0
붉감펍 <i>Sebastes albobfasciatus</i>						3	82.0			3	82.0	0.0	0.0

Appendix 2(Continued).

Species	Year	2005								Total		Abundance(%)	
		February		May		August		November		N	W(g)	N	W
		N	W(g)	N	W(g)	N	W(g)	N	W(g)				
성대 <i>Chelidonichthys spinosus</i>													
히메성대 <i>Lepidotrigla hime</i>													
쥐노래미 <i>Hexagrammos otakii</i>													
빨간횃대 <i>Alcichthys elongatus</i>						3	404.0			3	404.0	0.0	0.1
짐줄횃대 <i>Cottiusculus schmidti</i>													
대구횃대 <i>Gymnocanthus herzensteini</i>													
횃대류 <i>Gymnocanthus</i> sp.													
삼세기 <i>Hemitripterus villosus</i>				1	17.3	22	2,380.0			23	2,397.3	0.1	0.5
아가씨물메기 <i>Liparis agassizii</i>						71	15,308.0	15	15,348.0	133	31,399.5	0.9	6.5
꼼치 <i>Liparis tanakai</i>	47	743.5											
꼼치류 <i>Liparis</i> sp.			2	187.0						2	187.0	0.0	0.0
물메기 <i>Liparis tessellatus</i>	6	92.2	521	28,876.3	80	4,992.0	2	3,416.7	609	37,377.2	3.9	7.7	
반딧불게르치 <i>Acropoma japonicum</i>	1	2.4						1	1.4	2	3.8	0.0	0.0
눈볼대 <i>Doederleinia berycoides</i>	5	9.2								5	9.2	0.0	0.0
볼기우럭 <i>Malakichthys wakiyae</i>													
필립핀무굴치 <i>Synagrops philippinensis</i>	1	3.7								1	3.7	0.0	0.0
열동가리돔 <i>Apogon lineatus</i>	57	204.0	1	5.8						58	209.8	0.4	0.0
청보리멸 <i>Sillago japonica</i>	1	9.1								1	9.1	0.0	0.0
가라지 <i>Decapterus maruadsi</i>													
전갱이 <i>Trachurus japonicus</i>													
주둥치 <i>Leiognathus nuchalis</i>													
네동가리 <i>Parascolopsis inermis</i>													

Appendix 2(Continued).

Species	Year	2005								Total		Abundance(%)	
		February		May		August		November		N	W(g)	N	W
		N	W(g)	N	W(g)	N	W(g)	N	W(g)				
눈강달이 <i>Collichthys niveatus</i>													
민태 <i>Johnius grypotus</i>													
참조기 <i>Larimichthys polyactis</i>													
등가시치 <i>Zoarces gilli</i>													
베도라치 <i>Pholis nebulosa</i>		2	123.3							2	123.3	0.0	0.0
도루묵 <i>Arctoscopus japonicus</i>				2	383.1	73	5,441.0			75	5,824.1	0.5	1.2
푸령통구멍 <i>Xenoccephalus elongatus</i>		4	474.6	1	11.9					5	486.5	0.0	0.1
남방돔양태 <i>Bathycallionymus kaianus</i>													
돛양테류 <i>Repomucenus</i> sp.		53	475.0	13	170.9					66	645.9	0.4	0.1
꼬치고기 <i>Sphyræna pinguis</i>												0.0	0.0
갈치 <i>Trichiurus lepturus</i>		1	7.5					13	856.7	14	864.2	0.1	0.2
삼치 <i>Scomberomorus niphonius</i>								1	118.1	1	118.1	0.0	0.0
셋돔 <i>Psenopsis anomala</i>													
동강연치 <i>Cubiceps squamiceps</i>		1	807.2							1	807.2	0.0	0.2
덕대 <i>Pampus echinogaster</i>		3	90.1							3	90.1	0.0	0.0
점넙치 <i>Pseudorhombus pentophthalmus</i>		3	317.6							3	317.6	0.0	0.1
줄가자미 <i>Clidoderma asperrimum</i>													
기름가자미 <i>Glyptocephalus stelleri</i>				29	2,194.8	349	13,117.0			378	15,311.8	2.4	3.2
용가자미 <i>Hippoglossoides pinetorum</i>				7	952.4	6	1,805.0			13	2,757.4	0.1	0.6
문치가자미 <i>Pleuronectes yokohamae</i>		22	5,324.3	17	4,643.7	5	1,749.0			44	11,717.0	0.3	2.4
가자미류 <i>Pleuronectes</i> sp.		3	58.1							3	58.1	0.0	0.0
도다리 <i>Pleuronichthys cornutus</i>													

Appendix 2(Continued).

Species	Year	2005								Total		Abundance(%)	
		February		May		August		November		N	W(g)	N	W
		N	W(g)	N	W(g)	N	W(g)	N	W(g)				
용서대 <i>Cynoglossus abbreviatus</i>		5	235.8							5	235.8	0.0	0.0
참서대 <i>Cynoglossus joyneri</i>				5	248.7					5	248.7	0.0	0.1
개서대 <i>Cynoglossus robustus</i>		1	79.4	1	59.5					2	138.9	0.0	0.0
취치 <i>Stephanolepis cirrhifer</i>													
Total		504	44,231.4	3,988	216,355.0	1,521	70,033.0	9,499	155,103.7	15,512	485,723.1	100	100
Abundance(%)		3.2	9.1	25.7	44.5	9.8	14.4	61.2	31.9	100	100		
Number of species		26		18		16		9					



Appendix 3. Seasonal composition of the number of individuals and biomass of fishes collected with Otter trawl in Wolseong from 2006 (N: Number of individuals, W: Weight).

Species	Year	2006								Total	Abundance(%)			
		February		May		August		November			N	W(g)	N	W
		N	W(g)	N	W(g)	N	W(g)	N	W(g)					
곰상어 <i>Squalus acanthias</i>														
붕장어 <i>Conger myriaster</i>				8	1,564.0			20	2,726.0	28	4,290.0	0.2	0.5	
옹어 <i>Coilia nasus</i>								12	328.0	12	328.0	0.1	0.0	
멸치 <i>Engraulis japonicus</i>		32	508.0					275	2,001.0	307	2,509.0	2.0	0.3	
청어 <i>Clupea pallasii</i>		729	27,695.0	798	33,031.0	287	3,744.0	4	154.0	1,818	64,624.0	12.1	6.8	
전어 <i>Konosirus punctatus</i>								89	7,546.0	89	7,546.0	0.6	0.8	
셋멸 <i>Glossanodon semifasciatus</i>														
엘통이 <i>Maurolicus japonicus</i>														
꼬리민태 <i>Caelorinchus japonicus</i>														
무줄비늘치 <i>Caelorinchus longissimus</i>														
줄비늘치 <i>Caelorinchus multispinulosus</i>				4	112.0	32	157.0	4	45.0	40	314.0	0.3	0.0	
대구 <i>Gadus macrocephalus</i>		73	4,860.0	336	5,082.0					409	9,942.0	2.7	1.0	
아귀 <i>Lophiomus setigerus</i>														
황아귀 <i>Lophius litulon</i>		125	145,288.0	94	34,493.0	376	97,692.0	153	67,010.0	748	344,483.0	5.0	36.3	
민달고기 <i>Zenopsis nebulosa</i>														
홍감펍 <i>Helicolenus hilgendorfi</i>				8	446.0					8	446.0	0.1	0.0	
미역치 <i>Hypodytes rubripinnis</i>		4	15.0							4	15.0	0.0	0.0	
쭈기미 <i>Inimicus japonicus</i>														
살살치 <i>Scorpaena neglecta</i>														
불볼락 <i>Sebastes thompsoni</i>						4	749.0			4	749.0	0.0	0.1	
붉감펍 <i>Sebastes albobfasciatus</i>						4	81.0			4	81.0	0.0	0.0	

Appendix 3(Continued).

Species	Year	2006								Total		Abundance(%)	
		February		May		August		November		N	W(g)	N	W
		N	W(g)	N	W(g)	N	W(g)	N	W(g)				
성대 <i>Chelidonichthys spinosus</i>				12	2,404.0					12	2,404.0	0.1	0.3
히메성대 <i>Lepidotrigla hime</i>													
쥐노래미 <i>Hexagrammos otakii</i>				8	1,131.0	4	729.0	12	3,686.0	24	5,546.0	0.2	0.6
빨간횃대 <i>Alcichthys elongatus</i>													
짐줄횃대 <i>Cottiusculus schmidti</i>													
대구횃대 <i>Gymnocanthus herzensteini</i>													
횃대류 <i>Gymnocanthus</i> sp.													
삼세기 <i>Hemiripiterus villosus</i>				12	85.0					12	85.0	0.1	0.0
아가씨물메기 <i>Liparis agassizii</i>													
꼼치 <i>Liparis tanakai</i>	150	2,346.0	211	9,827.0	305	159,812.0			666	171,985.0	4.4	18.1	
꼼치류 <i>Liparis</i> sp.													
물메기 <i>Liparis tessellatus</i>			963	72,486.0					963	72,486.0	6.4	7.6	
반딧불게르치 <i>Acropoma japonicum</i>	20	51.0							20	51.0	0.1	0.0	
눈볼대 <i>Doederleinia berycoides</i>			4	139.0					4	139.0	0.0	0.0	
불기우럭 <i>Malakichthys wakiyae</i>													
필립핀무굴치 <i>Synagrops philippinensis</i>			4	13.0					4	13.0	0.0	0.0	
열동가리돔 <i>Apogon lineatus</i>	122	453.0	158	953.0	28	244.0	12	61.0	320	1,711.0	2.1	0.2	
청보리멸 <i>Sillago japonica</i>													
가라지 <i>Decapterus maruadsi</i>							69	782.0	69	782.0	0.5	0.1	
전갱이 <i>Trachurus japonicus</i>							2,370	15,768.0	2,370	15,768.0	15.8	1.7	
주둥치 <i>Leiognathus nuchalis</i>													
네동가리 <i>Parascolopsis inermis</i>							4	259.0	4	259.0	0.0	0.0	

Appendix 3(Continued).

Species	Year	2006								Total		Abundance(%)	
		February		May		August		November		N	W(g)	N	W
		N	W(g)	N	W(g)	N	W(g)	N	W(g)				
눈강달이 <i>Collichthys niveatus</i>						4	109.0			4	109.0	0.0	0.0
민태 <i>Johnius grypotus</i>								4	69.0	4	69.0	0.0	0.0
참조기 <i>Larimichthys polyactis</i>						61	2,387.0			61	2,387.0	0.4	0.3
등가시치 <i>Zoarces gilli</i>													
베도라치 <i>Pholis nebulosa</i>													
도루묵 <i>Arctoscopus japonicus</i>			968	28,437.0						968	28,437.0	6.4	3.0
푸령통구멍 <i>Xenoccephalus elongatus</i>								4	73.0	4	73.0	0.0	0.0
남방돔양태 <i>Bathycallionymus kaianus</i>								4	41.0	4	41.0	0.0	0.0
돛양테류 <i>Repomucenus</i> sp.		24	310.0			4	81.0			28	391.0	0.2	0.0
꼬치고기 <i>Sphyræna pinguis</i>								16	1,101.0	16	1,101.0	0.1	0.1
갈치 <i>Trichiurus lepturus</i>		8	79.0							8	79.0	0.1	0.0
삼치 <i>Scomberomorus niphonius</i>								4	2,625.0	4	2,625.0	0.0	0.3
셋돔 <i>Psenopsis anomala</i>								304	9,158.0	304	9,158.0	2.0	1.0
동강연치 <i>Cubiceps squamiceps</i>													
덕대 <i>Pampus echinogaster</i>													
점넙치 <i>Pseudorhombus pentophthalmus</i>													
줄가자미 <i>Clidoderma asperrimum</i>													
기름가자미 <i>Glyptocephalus stelleri</i>			4,181	84,221.0						4,181	84,221.0	27.8	8.9
용가자미 <i>Hippoglossoides pinetorum</i>			421	17,087.0	923	53,728.0				1,344	70,815.0	8.9	7.5
문치가자미 <i>Pleuronectes yokohamae</i>		93	20,340.0			32	12,232.0	16	9,324.0	141	41,896.0	0.9	4.4
가자미류 <i>Pleuronectes</i> sp.													
도다리 <i>Pleuronichthys cornutus</i>													

Appendix 3(Continued).

Species	Year	2006								Total		Abundance(%)	
		February		May		August		November		N	W(g)	N	W
		N	W(g)	N	W(g)	N	W(g)	N	W(g)				
용서대 <i>Cynoglossus abbreviatus</i>													
참서대 <i>Cynoglossus joyneri</i>													
개서대 <i>Cynoglossus robustus</i>								4	154.0	4	154.0	0.0	0.0
쥐치 <i>Stephanolepis cirrhifer</i>								16	264.0	16	264.0	0.1	0.0
Total		1,380	201,945.0	8,190	291,511.0	2,064	331,745.0	3,396	123,175.0	15,030	948,376.0	100	100
Abundance(%)		9.2	21.3	54.5	30.7	13.7	35.0	22.6	13.0	100	100		
Number of species		11		17		13		21					



Appendix 4. Seasonal composition of the number of individuals and biomass of fishes collected with Otter trawl in Wolsong from 2007 (N: Number of individuals, W: Weight).

Species	Year	2007								Total	Abundance(%)			
		February		May		August		November			N	W(g)	N	W
		N	W(g)	N	W(g)	N	W(g)	N	W(g)					
곰상어 <i>Squalus acanthias</i>		2	147.2							2	147.2	0.0	0.0	
붕장어 <i>Conger myriaster</i>		2	496.8	3	326.7					5	823.5	0.0	0.1	
옹어 <i>Coilia nasus</i>		4	86.5					23	1,198.5	27	1,285.0	0.2	0.1	
멸치 <i>Engraulis japonicus</i>		19	172.8			38	624.8			57	797.6	0.4	0.1	
청어 <i>Clupea pallasii</i>		810	17,603.0	964	17,655.2	4,243	178,141.3	26	305.9	6,043	213,705.4	46.8	17.8	
전어 <i>Konosirus punctatus</i>												0.0	0.0	
셋멸 <i>Glossanodon semifasciatus</i>								1	14.4	1	14.4	0.0	0.0	
엘통이 <i>Maurolicus japonicus</i>						5	3.2			5	3.2	0.0	0.0	
꼬리민태 <i>Caelorinchus japonicus</i>		24	1,009.9					21	376.1	45	1,386.0	0.3	0.1	
무줄비늘치 <i>Caelorinchus longissimus</i>				5	75.2					5	75.2	0.0	0.0	
줄비늘치 <i>Caelorinchus multispinulosus</i>		20	425.3			9	171.5	173	3,281.7	202	3,878.5	1.6	0.3	
대구 <i>Gadus macrocephalus</i>				90	490.9	130	2,966.8			220	3,457.7	1.7	0.3	
아귀 <i>Lophiomus setigerus</i>												0.0	0.0	
황아귀 <i>Lophius litulon</i>		55	39,976.0	35	19,600.2	58	64,711.0	1,017	634,515.1	1,165	758,802.3	9.0	63.3	
민달고기 <i>Zenopsis nebulosa</i>								3	849.9	3	849.9	0.0	0.1	
홍감펍 <i>Helicolenus hilgendorfi</i>		1	37.8			4	352.5			5	390.3	0.0	0.0	
미역치 <i>Hypodytes rubripinnis</i>		1	4.1							1	4.1	0.0	0.0	
쭈기미 <i>Inimicus japonicus</i>								1	311.2	1	311.2	0.0	0.0	
살살치 <i>Scorpaena neglecta</i>												0.0	0.0	
불볼락 <i>Sebastes thompsoni</i>												0.0	0.0	
붉감펍 <i>Sebastiscus albofasciatus</i>												0.0	0.0	

Appendix 4(Continued).

Species	Year	2007								Total	Abundance(%)			
		February		May		August		November			N	W(g)	N	W
		N	W(g)	N	W(g)	N	W(g)	N	W(g)					
성대 <i>Chelidonichthys spinosus</i>						1	50.1	15	2,381.9	16	2,432.0	0.1	0.2	
히메성대 <i>Lepidotrigla hime</i>		1	16.2							1	16.2	0.0	0.0	
쥐노래미 <i>Hexagrammos otakii</i>								1	304.0	1	304.0	0.0	0.0	
빨간횃대 <i>Alcichthys elongatus</i>												0.0	0.0	
짐줄횃대 <i>Cottiusculus schmidti</i>						1	9.9			1	9.9	0.0	0.0	
대구횃대 <i>Gymnocanthus herzensteini</i>		4	213.3							4	213.3	0.0	0.0	
횃대류 <i>Gymnocanthus</i> sp.						1	81.5			1	81.5	0.0	0.0	
삼세기 <i>Hemiripiterus villosus</i>												0.0	0.0	
아가씨물메기 <i>Liparis agassizii</i>												0.0	0.0	
꼼치 <i>Liparis tanakai</i>				1	35.8	20	11,882.1	31	60,091.8	52	72,009.7	0.4	6.0	
꼼치류 <i>Liparis</i> sp.												0.0	0.0	
물메기 <i>Liparis tessellatus</i>		58	1,984.5	170	8,426.7	1,015	19,739.5	5	191.3	1,248	30,342.0	9.7	2.5	
반딧불게르치 <i>Acropoma japonicum</i>												0.0	0.0	
눈볼대 <i>Doederleinia berycoides</i>								1	24.6	1	24.6	0.0	0.0	
볼기우럭 <i>Malakichthys wakiyae</i>		243	3,001.7							243	3,001.7	1.9	0.3	
필립흙무굴치 <i>Synagrops philippinensis</i>												0.0	0.0	
열동가리돔 <i>Apogon lineatus</i>		59	183.7	89	513.2					148	696.9	1.1	0.1	
청보리멸 <i>Sillago japonica</i>												0.0	0.0	
가라지 <i>Decapterus maruadsi</i>												0.0	0.0	
전갱이 <i>Trachurus japonicus</i>		31	241.7							31	241.7	0.2	0.0	
주둥치 <i>Leiognathus nuchalis</i>		1	24.3							1	24.3	0.0	0.0	
네동가리 <i>Parascalopsis inermis</i>												0.0	0.0	

Appendix 4(Continued).

Species	Year	2007								Total		Abundance(%)	
		February		May		August		November		N	W(g)	N	W
		N	W(g)	N	W(g)	N	W(g)	N	W(g)				
눈강달이 <i>Collichthys niveatus</i>												0.0	0.0
민태 <i>Johnius grypotus</i>												0.0	0.0
참조기 <i>Larimichthys polyactis</i>												0.0	0.0
등가시치 <i>Zoarces gilli</i>							2	273.9	2	273.9		0.0	0.0
베도라치 <i>Pholis nebulosa</i>												0.0	0.0
도루묵 <i>Arctoscopus japonicus</i>			1	92.5	112	4,760.8			113	4,853.3		0.9	0.4
푸령통구멍 <i>Xenoccephalus elongatus</i>	1	25.7							1	25.7		0.0	0.0
남방돔양태 <i>Bathycallionymus kaianus</i>												0.0	0.0
돛양태류 <i>Repomucenus</i> sp.												0.0	0.0
꼬치고기 <i>Sphyaena pinguis</i>												0.0	0.0
갈치 <i>Trichiurus lepturus</i>							71	6,268.5	71	6,268.5		0.5	0.5
삼치 <i>Scomberomorus niphonius</i>												0.0	0.0
셋돔 <i>Psenopsis anomala</i>					3	82.8	3	307.1	6	389.9		0.0	0.0
동강연치 <i>Cubiceps squamiceps</i>												0.0	0.0
덕대 <i>Pampus echinogaster</i>			1	242.8					1	242.8		0.0	0.0
점넙치 <i>Pseudorhombus pentophthalmus</i>												0.0	0.0
줄가자미 <i>Clidoderma asperrimum</i>					5	98.3			5	98.3		0.0	0.0
기름가자미 <i>Glyptocephalus stelleri</i>		1	239.0	467	7,310.7	2,238	31,134.8		2,706	38,684.5		20.9	3.2
용가자미 <i>Hippoglossoides pinetorum</i>		235	9,235.9	57	5,509.7	110	21,294.2	33	1,525.2	435	37,565.0	3.4	3.1
문치가자미 <i>Pleuronectes yokohamae</i>		13	2,181.3	1	1,400.6	2	1,273.1	28	9,201.9	44	14,056.9	0.3	1.2
가자미류 <i>Pleuronectes</i> sp.												0.0	0.0
도다리 <i>Pleuronichthys cornutus</i>								1	87.5	1	87.5	0.0	0.0

Appendix 4(Continued).

Species	Year	2007								Total	Abundance(%)			
		February		May		August		November			N	W(g)	N	W
		N	W(g)	N	W(g)	N	W(g)	N	W(g)					
용서대 <i>Cynoglossus abbreviatus</i>												0.0	0.0	
참서대 <i>Cynoglossus joyneri</i>												0.0	0.0	
개서대 <i>Cynoglossus robustus</i>												0.0	0.0	
쥐치 <i>Stephanolepis cirrhifer</i>												0.0	0.0	
Total		1,585	77,306.5	1,884	61,680.2	7,995	337,378.2	1,456	721,510.6	12,920	1,197,875.6	100	100.0	
Abundance(%)		12.3	6.5	14.6	5.1	61.9	28.2	11.3	60.2	100	100			
Number of species		21		13		18							19	



Appendix 5. Local composition of the number of individuals and biomass of fishes collected with Otter trawl in Wolsong from 2005 (N: Number of individuals, W: Weight).

Species	Year	2005						Total		Abundance(%)	
		St. 1		St. 2		St. 3					
		N	W(g)	N	W(g)	N	W(g)	N	W(g)	N	W
곱상어 <i>Squalus acanthias</i>											
붕장어 <i>Conger myriaster</i>											
옹어 <i>Coilia nasus</i>		1	54.6	3	140.3	2	72.1	6	267.0	0.0	0.1
멸치 <i>Engraulis japonicus</i>		5	77.1	3	42.1	10	127.0	18	246.2	0.1	0.1
청어 <i>Clupea pallasii</i>		3,296	161,709.1	480	19,548.6	9,712	103,269.3	13,488	284,527.0	87.0	58.6
전어 <i>Konosirus punctatus</i>											
셋멸 <i>Glossanodon semifasciatus</i>											
엘통이 <i>Maurolicus japonicus</i>				2	2.4			2	2.4	0.0	0.0
꼬리민태 <i>Caelorinchus japonicus</i>											
무줄비늘치 <i>Caelorinchus longissimus</i>											
줄비늘치 <i>Caelorinchus multispinulosus</i>		2	17.7	17	192.6	1	5.0	20	215.3	0.1	0.0
대구 <i>Gadus macrocephalus</i>		51	772.9	109	1,557.0	47	774.6	207	3,104.5	1.3	0.6
아귀 <i>Lophiomus setigerus</i>		3	5,502.1	19	737.0	28	1,314.0	50	7,553.1	0.3	1.6
황아귀 <i>Lophius litulon</i>		28	13,121.8	14	9,066.6	212	55,343.4	254	77,531.8	1.6	16.0
민달고기 <i>Zenopsis nebulosa</i>											
홍감팽 <i>Helicolenus hilgendorfi</i>		1	29.0	2	78.8	1	26.2	4	134.0	0.0	0.0
미역치 <i>Hypodytes rubripinnis</i>				1	1.9			1	1.9	0.0	0.0
쭈기미 <i>Inimicus japonicus</i>											
살살치 <i>Scorpaena neglecta</i>		1	204.0					1	204.0	0.0	0.0
불볼락 <i>Sebastes thompsoni</i>				1	108.6			1	108.6	0.0	0.0
붉감팽 <i>Sebastiscus albofasciatus</i>						3	82.0	3	82.0	0.0	0.0

Appendix 5(Continued).

Species	Year	2005						Total		Abundance(%)	
		St. 1		St. 2		St. 3		N	W(g)	N	W
		N	W(g)	N	W(g)	N	W(g)				
성대 <i>Chelidonichthys spinosus</i>											
히메성대 <i>Lepidotrigla hime</i>											
쥐노래미 <i>Hexagrammos otakii</i>											
빨간횃대 <i>Alcichthys elongatus</i>						3	404.0	3	404.0	0.0	0.1
짐줄횃대 <i>Cottiusculus schmidtii</i>											
대구횃대 <i>Gymnocanthus herzensteini</i>											
횃대류 <i>Gymnocanthus</i> sp.											
삼세기 <i>Hemitripteris villosus</i>											
아가씨물메기 <i>Liparis agassizii</i>		5	459.0	14	1,378.0	4	560.3	23	2,397.3	0.1	0.5
꼼치 <i>Liparis tanakai</i>		22	7,694.4	66	6,264.5	45	17,440.6	133	31,399.5	0.9	6.5
꼼치류 <i>Liparis</i> sp.				1	28.7	1	158.3	2	187.0	0.0	0.0
물메기 <i>Liparis tessellatus</i>		470	25,978.9	70	5,546.1	69	5,852.2	609	37,377.2	3.9	7.7
반딧불게르치 <i>Acropoma japonicum</i>				1	2.4	1	1.4	2	3.8	0.0	0.0
눈볼대 <i>Doederleinia berycoides</i>				5	9.2			5	9.2	0.0	0.0
불기우럭 <i>Malakichthys wakiyae</i>											
필립흙무굴치 <i>Synagrops philippinensis</i>				1	3.7			1	3.7	0.0	0.0
열동가리돔 <i>Apogon lineatus</i>		26	108.0	31	96.0	1	5.8	58	209.8	0.4	0.0
청보리멸 <i>Sillago japonica</i>				1	9.1			1	9.1	0.0	0.0
가라지 <i>Decapterus maruadsi</i>											
전갱이 <i>Trachurus japonicus</i>											
주둥치 <i>Leiognathus nuchalis</i>											
네동가리 <i>Parascalopsis inermis</i>											

Appendix 5(Continued).

Species	Year	2005						Total		Abundance(%)	
		St. 1		St. 2		St. 3		N	W(g)	N	W
		N	W(g)	N	W(g)	N	W(g)				
눈강달이 <i>Collichthys niveatus</i>											
민태 <i>Johnius grypotus</i>											
참조기 <i>Larimichthys polyactis</i>											
등가시치 <i>Zoarces gilli</i>											
베도라치 <i>Pholis nebulosa</i>		2	123.3					2	123.3	0.0	0.0
도루묵 <i>Arctoscopus japonicus</i>		38	4,097.0	32	1,233.0	5	494.1	75	5,824.1	0.5	1.2
푸령통구멍 <i>Xenoccephalus elongatus</i>		2	124.5	3	362.0			5	486.5	0.0	0.1
남방돔양태 <i>Bathycallionymus kaianus</i>											
돔양태류 <i>Repomucenus</i> sp.		4	41.6	56	522.4	6	81.9	66	645.9	0.4	0.1
꼬치고기 <i>Sphyræna pinguis</i>											
갈치 <i>Trichiurus lepturus</i>				2	55.4	12	808.8	14	864.2	0.1	0.2
삼치 <i>Scomberomorus niphonius</i>											
셋돔 <i>Psenopsis anomala</i>				1	118.1			1	118.1	0.0	0.0
동강연치 <i>Cubiceps squamiceps</i>				1	807.2			1	807.2	0.0	0.2
덕대 <i>Pampus echinogaster</i>		1	29.4	1	20.3	1	40.4	3	90.1	0.0	0.0
점넙치 <i>Pseudorhombus pentophthalmus</i>		2	212.8	1	104.8			3	317.6	0.0	0.1
줄가자미 <i>Clidoderma asperrimum</i>											
기름가자미 <i>Glyptocephalus stelleri</i>		67	2,351.0	164	6,153.2	147	6,807.6	378	15,311.8	2.4	3.2
용가자미 <i>Hippoglossoides pinetorum</i>		4	541.6			9	2,215.8	13	2,757.4	0.1	0.6
문치가자미 <i>Pleuronectes yokohamae</i>		5	1,022.7	15	3,674.5	24	7,019.8	44	11,717.0	0.3	2.4
가자미류 <i>Pleuronectes</i> sp.						3	58.1	3	58.1	0.0	0.0
도다리 <i>Pleuronichthys cornutus</i>											

Appendix 5(Continued).

Species	Year	2005						Total	Abundance(%)		
		St. 1		St. 2		St. 3			N	W	
		N	W(g)	N	W(g)	N	W(g)				
용서대 <i>Cynoglossus abbreviatus</i>		3	124.4	2	111.4			5	235.8	0.0	0.0
참서대 <i>Cynoglossus joyneri</i>		3	156.3	1	42.8	1	49.6	5	248.7	0.0	0.1
개서대 <i>Cynoglossus robustus</i>		1	59.5	1	79.4			2	138.9	0.0	0.0
취치 <i>Stephanolepis cirrhifer</i>											
Total		4,043	224,612.7	1,121	58,098.1	10,348	203,012.3	15,512	485,723.1	100	100
Abundance(%)		26.1	46.2	7.2	12.0	66.7	41.8	100	100		
Number of species		25		33		25					



Appendix 6. Local composition of the number of individuals and biomass of fishes collected with Otter trawl in Wolsong from 2006 (N: Number of individuals, W: Weight).

Species	Year	2006						Total	Abundance(%)			
		St. 1		St. 2		St. 3			N	W(g)	N	W
		N	W(g)	N	W(g)	N	W(g)					
곰상어 <i>Squalus acanthias</i>												
붕장어 <i>Conger myriaster</i>				16	2,269	12	2,021	28	4,290	0.2	0.5	
옹어 <i>Coilia nasus</i>						12	328	12	328	0.1	0.0	
멸치 <i>Engraulis japonicus</i>		109	669	125	1,369	73	471	307	2,509	2.0	0.3	
청어 <i>Clupea pallasii</i>		376	14,154	461	17,613	981	32,857	1,818	64,624	12.1	6.8	
전어 <i>Konosirus punctatus</i>		24	766	65	6,780			89	7,546	0.6	0.8	
셋멸 <i>Glossanodon semifasciatus</i>												
엘통이 <i>Maurolicus japonicus</i>												
꼬리민태 <i>Caelorinchus japonicus</i>												
무줄비늘치 <i>Caelorinchus longissimus</i>												
줄비늘치 <i>Caelorinchus multispinulosus</i>		4	12	32	257	4	45	40	314	0.3	0.0	
대구 <i>Gadus macrocephalus</i>		93	1,022	28	2,888	288	6,032	409	9,942	2.7	1.0	
아귀 <i>Lophiomus setigerus</i>												
황아귀 <i>Lophius litulon</i>		182	74,729	226	105,825	340	163,929	748	344,483	5.0	36.3	
민달고기 <i>Zenopsis nebulosa</i>												
홍감펍 <i>Helicolenus hilgendorfi</i>		4	182	4	264			8	446	0.1	0.0	
미역치 <i>Hypodytes rubripinnis</i>				4	15			4	15	0.0	0.0	
쭈기미 <i>Inimicus japonicus</i>												
살살치 <i>Scorpaena neglecta</i>												
불볼락 <i>Sebastes thompsoni</i>		4	749					4	749	0.0	0.1	
불감펍 <i>Sebastes albofasciatus</i>		4	81					4	81	0.0	0.0	

Table 9. (Continue)

Species	Year	2006						Total		Abundance(%)	
		St. 1		St. 2		St. 3		N	W(g)	N	W
		N	W(g)	N	W(g)	N	W(g)				
성대 <i>Chelidonichthys spinosus</i>						12	2,404	12	2,404	0.1	0.3
히메성대 <i>Lepidotrigla hime</i>											
쥐노래미 <i>Hexagrammos otakii</i>		4	729	4	581	16	4,236	24	5,546	0.2	0.6
빨간횃대 <i>Alcichthys elongatus</i>											
짐줄횃대 <i>Cottiusculus schmidtii</i>											
대구횃대 <i>Gymnocanthus herzensteini</i>											
횃대류 <i>Gymnocanthus</i> sp.											
삼세기 <i>Hemitripteris villosus</i>		4	30			8	55	12	85	0.1	0.0
아가씨물메기 <i>Liparis agassizii</i>											
꼼치 <i>Liparis tanakai</i>		163	68,651	292	33,570	211	69,764	666	171,985	4.4	18.1
꼼치류 <i>Liparis</i> sp.											
물메기 <i>Liparis tessellatus</i>		251	20,823	514	41,006	198	10,657	963	72,486	6.4	7.6
반딧불게르치 <i>Acropoma japonicum</i>				20	51			20	51	0.1	0.0
눈볼대 <i>Doederleinia berycoides</i>		4	139					4	139	0.0	0.0
볼기우럭 <i>Malakichthys wakiyae</i>											
필립홍무굴치 <i>Synagrops philippinensis</i>						4	13	4	13	0.0	0.0
열동가리돔 <i>Apogon lineatus</i>		61	440	85	329	174	942	320	1,711	2.1	0.2
청보리멸 <i>Sillago japonica</i>											
가라지 <i>Decapterus maruadsi</i>		20	211	49	571			69	782	0.5	0.1
전갱이 <i>Trachurus japonicus</i>		385	2,430	1,778	11,961	207	1,377	2,370	15,768	15.8	1.7
주둥치 <i>Leiognathus nuchalis</i>											
네동가리 <i>Parascalopsis inermis</i>						4	259	4	259	0.0	0.0

Appendix 6(Continued).

Species	Year	2006						Total		Abundance(%)	
		St. 1		St. 2		St. 3		N	W(g)	N	W
		N	W(g)	N	W(g)	N	W(g)				
눈강달이 <i>Collichthys niveatus</i>		4	109					4	109	0.0	0.0
민태 <i>Johnius grypotus</i>						4	69	4	69	0.0	0.0
참조기 <i>Larimichthys polyactis</i>		57	2,244	4	143			61	2,387	0.4	0.3
등가시치 <i>Zoarces gilli</i>											
베도라치 <i>Pholis nebulosa</i>											
도루묵 <i>Arctoscopus japonicus</i>		450	12,734	518	15,703			968	28,437	6.4	3.0
푸령통구멍 <i>Xenocephalus elongatus</i>						4	73	4	73	0.0	0.0
남방돔양태 <i>Bathycallionymus kaianus</i>				4	41			4	41	0.0	0.0
돛양태류 <i>Repomucenus</i> sp.		8	122	20	269			28	391	0.2	0.0
꼬치고기 <i>Sphyræna pinguis</i>		12	757	4	344			16	1,101	0.1	0.1
갈치 <i>Trichiurus lepturus</i>				4	38	4	41	8	79	0.1	0.0
삼치 <i>Scomberomorus niphonius</i>						4	2,625	4	2,625	0.0	0.3
셋돔 <i>Psenopsis anomala</i>		20	450	235	6,598	49	2,110	304	9,158	2.0	1.0
동강연치 <i>Cubiceps squamiceps</i>											
덕대 <i>Pampus echinogaster</i>											
점넙치 <i>Pseudorhombus pentophthalmus</i>											
줄가자미 <i>Clidoderma asperrimum</i>											
기름가자미 <i>Glyptocephalus stelleri</i>		1,256	30,115	1,750	45,697	1,175	8,409	4,181	84,221	27.8	8.9
용가자미 <i>Hippoglossoides pinetorum</i>		976	57,471	344	12,260	24	1,084	1,344	70,815	8.9	7.5
문치가자미 <i>Pleuronectes yokohamae</i>		52	14,905	32	8,149	57	18,842	141	41,896	0.9	4.4
가자미류 <i>Pleuronectes</i> sp.											
도다리 <i>Pleuronichthys cornutus</i>											

Appendix 6(Continued).

Species	Year	2006						Total		Abundance(%)	
		St. 1		St. 2		St. 3		N	W(g)	N	W
		N	W(g)	N	W(g)	N	W(g)				
용서대 <i>Cynoglossus abbreviatus</i>											
참서대 <i>Cynoglossus joyneri</i>											
개서대 <i>Cynoglossus robustus</i>				4	154			4	154	0.0	0.0
취치 <i>Stephanolepis cirrhifer</i>		4	45	8	142	4	77	16	264	0.1	0.0
Total		4,531	304,769	6,630	314,887	3,869	328,720	15,030	948,376	100	100
Abundance(%)		30.1	32.1	44.1	33.2	25.7	34.7	100	100		
Number of species		27		29		24					



Appendix 7. Local composition of the number of individuals and biomass of fishes collected with Otter trawl in Wolseong from 2007 (N: Number of individuals, W: Weight).

Species	Year	2007						Total	Abundance(%)		
		St. 1		St. 2		St. 3			N	W	
		N	W(g)	N	W(g)	N	W(g)				
곰상어 <i>Squalus acanthias</i>		1	50.0	1	97.2			2	147.2	0.0	0.0
붕장어 <i>Conger myriaster</i>		1	191.7	3	326.7	1	305.1	5	823.5	0.0	0.1
옹어 <i>Coilia nasus</i>				2	91.5	25	1,193.5	27	1,285.0	0.2	0.1
멸치 <i>Engraulis japonicus</i>		41	638.3	9	91.8	7	67.5	57	797.6	0.4	0.1
청어 <i>Clupea pallasii</i>		4,779	163,655.4	850	33,779.4	414	16,270.6	6,043	213,705.4	46.8	17.8
전어 <i>Konosirus punctatus</i>											
셋멸 <i>Glossanodon semifasciatus</i>						1	14.4	1	14.4	0.0	0.0
엘통이 <i>Maurolicus japonicus</i>						5	3.2	5	3.2	0.0	0.0
꼬리민태 <i>Caelorinchus japonicus</i>		4	71.7	6	126.1	35	1,188.2	45	1,386.0	0.3	0.1
무줄비늘치 <i>Caelorinchus longissimus</i>				4	65.5	1	9.7	5	75.2	0.0	0.0
줄비늘치 <i>Caelorinchus multispinulosus</i>		34	636.3	68	1,211.3	100	2,030.9	202	3,878.5	1.6	0.3
대구 <i>Gadus macrocephalus</i>		17	153.7	92	618.7	111	2,685.3	220	3,457.7	1.7	0.3
아귀 <i>Lophiomus setigerus</i>											
황아귀 <i>Lophius litulon</i>		151	76,396.2	761	542,461.0	253	139,945.1	1,165	758,802.3	9.0	63.3
민달고기 <i>Zenopsis nebulosa</i>				3	849.9			3	849.9	0.0	0.1
홍감펍 <i>Helicolenus hilgendorfi</i>		3	189.8	1	162.7	1	37.8	5	390.3	0.0	0.0
미역치 <i>Hypodytes rubripinnis</i>		1	4.1					1	4.1	0.0	0.0
쭈기미 <i>Inimicus japonicus</i>						1	311.2	1	311.2	0.0	0.0
살살치 <i>Scorpaena neglecta</i>											
불볼락 <i>Sebastes thompsoni</i>											
붉감펍 <i>Sebastiscus albofasciatus</i>											

Appendix 7(Continued).

Species	Year	2007						Total		Abundance(%)	
		St. 1		St. 2		St. 3		N	W(g)	N	W
		N	W(g)	N	W(g)	N	W(g)				
성대 <i>Chelidonichthys spinosus</i>		2	267.2	14	2,164.8			16	2,432.0	0.1	0.2
히메성대 <i>Lepidotrigla hime</i>		1	16.2					1	16.2	0.0	0.0
쥐노래미 <i>Hexagrammos otakii</i>						1	304.0	1	304.0	0.0	0.0
빨간횃대 <i>Alcichthys elongatus</i>											
짐줄횃대 <i>Cottiusculus schmidti</i>				1	9.9			1	9.9	0.0	0.0
대구횃대 <i>Gymnocanthus herzensteini</i>						4	213.3	4	213.3	0.0	0.0
횃대류 <i>Gymnocanthus</i> sp.				1	81.5			1	81.5	0.0	0.0
삼세기 <i>Hemiripiterus villosus</i>											
아가씨물메기 <i>Liparis agassizii</i>											
꼼치 <i>Liparis tanakai</i>		25	31,744.4	11	9,850.2	16	30,415.1	52	72,009.7	0.4	6.0
꼼치류 <i>Liparis</i> sp.											
물메기 <i>Liparis tessellatus</i>		78	3,262.7	112	5,313.9	1,058	21,765.4	1,248	30,342.0	9.7	2.5
반딧불게르치 <i>Acropoma japonicum</i>											
눈볼대 <i>Doederleinia berycoides</i>						1	24.6	1	24.6	0.0	0.0
볼기우럭 <i>Malakichthys wakiyae</i>		197	1,923.0	43	957.2	3	121.5	243	3,001.7	1.9	0.3
필립흙무굴치 <i>Synagrops philippinensis</i>											
열동가리돔 <i>Apogon lineatus</i>		45	124.7	101	556.9	2	15.3	148	696.9	1.1	0.1
청보리멸 <i>Sillago japonica</i>											
가라지 <i>Decapterus maruadsi</i>											
전갱이 <i>Trachurus japonicus</i>		31	241.7					31	241.7	0.2	0.0
주둥치 <i>Leiognathus nuchalis</i>		1	24.3					1	24.3	0.0	0.0
네동가리 <i>Parascolopsis inermis</i>											

Appendix 7(Continued).

Species	Year	2007						Total		Abundance(%)	
		St. 1		St. 2		St. 3		N	W(g)	N	W
		N	W(g)	N	W(g)	N	W(g)				
눈강달이 <i>Collichthys niveatus</i>											
민태 <i>Johnius grypotus</i>											
참조기 <i>Larimichthys polyactis</i>											
등가시치 <i>Zoarces gilli</i>		1	181.0	1	92.9			2	273.9	0.0	0.0
베도라치 <i>Pholis nebulosa</i>											
도루묵 <i>Arctoscopus japonicus</i>				49	1,769.7	64	3,083.6	113	4,853.3	0.9	0.4
푸령통구멍 <i>Xenocephalus elongatus</i>		1	25.7					1	25.7	0.0	0.0
남방돔양태 <i>Bathycallionymus kaianus</i>											
돔양테류 <i>Repomucenus</i> sp.											
꼬치고기 <i>Sphyræna pinguis</i>											
갈치 <i>Trichiurus lepturus</i>		12	781.0	43	4,233.9	16	1,253.6	71	6,268.5	0.5	0.5
삼치 <i>Scomberomorus niphonius</i>											
셋돔 <i>Psenopsis anomala</i>		3	82.8	3	307.1			6	389.9	0.0	0.0
동강연치 <i>Cubiceps squamiceps</i>											
덕대 <i>Pampus echinogaster</i>		1	242.8					1	242.8	0.0	0.0
점넙치 <i>Pseudorhombus pentophthalmus</i>											
줄가자미 <i>Clidoderma asperrimum</i>						5	98.3	5	98.3	0.0	0.0
기름가자미 <i>Glyptocephalus stelleri</i>		184	3,004.1	1,981	26,380.1	541	9,300.3	2,706	38,684.5	20.9	3.2
용가자미 <i>Hippoglossoides pinetorum</i>		35	8,923.3	256	21,707.7	144	6,934.0	435	37,565.0	3.4	3.1
문치가자미 <i>Pleuronectes yokohamae</i>		3	1,028.9	10	3,533.8	31	9,494.2	44	14,056.9	0.3	1.2
가자미류 <i>Pleuronectes</i> sp.											
도다리 <i>Pleuronichthys cornutus</i>						1	87.5	1	87.5	0.0	0.0

Appendix 7(Continued).

Species	Year	2007						Total		Abundance(%)	
		St. 1		St. 2		St. 3		N	W(g)	N	W
		N	W(g)	N	W(g)	N	W(g)				
용서대 <i>Cynoglossus abbreviatus</i>											
참서대 <i>Cynoglossus joyneri</i>											
개서대 <i>Cynoglossus robustus</i>											
쥐치 <i>Stephanolepis cirrhifer</i>											
Total		5,652	293,861.0	4,426	656,841.4	2,842	247,173.2	12,920	1,197,875.6	100	100
Abundance(%)		43.7	24.5	34.3	54.8	22.0	20.6	100	100		
Number of species		26		26		27					

