

경북 형산강 수계에 분포하는 자치어의 종조성

한경호 · 이동철* · 임후순**† · 박재민** · 유태식

전남대학교 해양기술학부 · *(주)다올 부설 해양생태연구소

**경북 토속어류산업화센터

(2018년 10월 22일 접수, 2018년 11월 12일 수정, 2018년 11월 27일 채택)

Species Composition of Fish Larvae and Juveniles in Hyeongsan River, Gyeongbuk

Kyeong-Ho Han · Dong-Cheol Lee* · Hu-Soon Lim** · Jae-Min Park** · Tae-Sik Yu†

Department of Marine Technology, Chonnam National University, Yeosu

**Daol, Seongju-gun, Gyeongsangbuk-do*

***Gyeongsanbuk-Do Native Fish Business Center, Uiseong*

(Received 22, October 2018, Revised 12, November 2018, Accepted 27, November 2018)

Abstract

The fish larvae and juveniles were caught by net which we made for catch the fishes from April to November, 2014 in Hyeongsan river, Gyeongbuk. A total of 1,366 fish larvae were sampled and classified into 21 species, 8 families, and 6 orders. Of the 6 orders, Cypriniformes and Perciformes accounted for approximately 65.23% of the fish larvae in this area. Of 21 species identified, *Carassius carassius*, *Pungitius kaibarae*, and *Pseudorasbora parva* accounted for 49.93% of the fish larvae collected. The highest number of individuals was found in August, while the lowest in April. The number of species was the highest in July, while the lowest in April, May, November by 5, respectively. The richness index was highest in July(RI=2.496) and the lowest in May(RI=0.819). The evenness index was the highest in October(E=0.922) and the lowest in August(E=0.795). The diversity index was the highest in July(H'=2.317) and the lowest in April(H'=1.353).

Keywords : Species composition, Fish larvae, Juvenile, Hyeongsan river, Gyeongsangbuk-do

1. 서론

형산강은 경상남도 울주군 두서면에서 발원하여 경상북도 포항시의 영일만으로 유입되는 총 연장 약 67.2 km, 유역 면적 1,346 km²

로 비교적 단순한 수계를 이루고 있다. 수서 생태계에서 고차 소비자에 해당되는 어류는 수중에 서식하는 유일한 척추동물로서 인간 생활과 직접적으로 밀접한 관련이 있다. 따라서 어류의 지리적 분포와 형태의 변이 및 생

†Corresponding author E-mail: dbtlr56@naver.com

태를 파악하는 일은 이들 어류의 지리적 구계 설정, 이동 경로, 진화 등의 학술적인면 뿐만 아니라, 수자원 개발에 있어서 매우 중요하다¹⁾.

일반적으로 하구 수역은 담수와 해수가 혼합되어 기수역을 형성하고 있어서 어류의 먹이가 될 수 있는 플랑크톤이 풍부하여 다양한 어류상을 나타내고 있다. 또한 하구역은 조수의 왕래에 의하여 유랑, 유속, 방향 등이 수시로 변하고 또 염도의 농도구배가 항상 동적으로 변화되면서 특수한 생태계를 구성하고 있어 여기에 서식하고 있는 어류도 해산성 어류, 기수성 및 담수 어류 등의 다양한 어종이 분포하고 있다¹⁾.

지금까지 형산강 하천에 분포하는 자치어의 종조성에 관한 연구는 없으나, 중·상류 지역을 중심으로 조사된 형산강산 잉어과 어류상²⁾ 및 형산강의 어류상³⁾의 보고가 있었고, 그 후 하류수역의 어류상^{4,5)}, 영일만 생태계¹⁾는 하류와 하구의 기수역을 중심으로 연구된바 있다.

한편 형산강은 거대 도시화에 의하여 수서 환경이 오염되고 생태계가 파괴되어 왔고, 이러한 현상은 앞으로 더욱 악화될 것이 예상된다. 그러므로 형산강에 분포하는 어종을 정확히 파악하고, 어류의 생태적 특성을 밝혀두는 것은 형산강 유역의 환경 보존과 생태계 변화의 예찰을 위하여 절대적으로 필요한 것이다. 따라서 이 연구는 경북 형산강 수계 생태계 특성을 파악하고, 자치어의 종조성을 밝히고자 하였다.

2. 재료 및 방법

이번 연구는 영일만 생태계¹⁾에서 조사하였던 형산강 하류의 3개 정점(Fig. 1)에서 동절기를 제외한 2014년 4월부터 11월까지 진행하였다.

각 조사 지점(형산강 상·중·하)별로 자치어 채집을 위하여 자치어용 채집 용구를 직접 만들어 이용하였고, 정량적 분석을 위하여

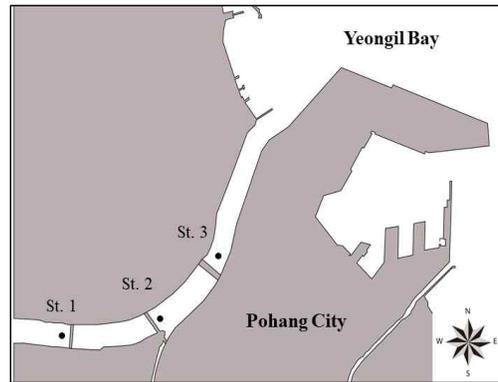


Fig. 1. Map showing the sampling sites at the downstream of the Hyeongsan river.

네트의 입구에 유량계(General oceanics, Inc., USA)를 부착하였으며, 예망속도는 약 1 Knot로 10분간 표층을 수평으로 예망하였다. 자치어의 채집에 관한 일반적인 사항들은 Smith and Richardson(1977)⁶⁾에 따랐고, 채집한 표본은 선상에서 5% 중성 포르말린으로 고정한 후 해부현미경(Nikon SMZ-10, Japan)을 이용하여 종별로 동정하여 종조성 및 목록을 작성하였다. 조사기간 중 채집된 자치어의 분류는 Kim(1981)⁷⁾ 및 Okiyama(2014)⁸⁾에 따랐으며, 분류 체계 및 학명은 Nelson(2007)⁹⁾에 따랐다.

조사기간 중 채집된 어류의 생물 군집 구조 분석을 위하여 풍부도(Richness), 균등도(Evenness), 다양도(Diversity), 우점도(Dominance)를 구하였고, 생물 군집의 연도별 유사성을 파악하기 위하여 Primer 5.0 program (Clarke and Warwick, 1994)¹⁰⁾을 이용하여 조사기간 중 총 출현한 개체수를 토대로 군집간의 유사도(Similarity)를 산출하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1. 정점별 특징

- St. 1: 경상북도 경주군 강동명 국당 2리 (국당교)

이 지점의 하천 형태는 Bb형(중류역)으로

Table 1. Number of orders, families, and species of larvae fishes collected in study period

Class	Orders	Families	Species
Actinopterygii	Cypriniformes	1	10
	Beloniformes	1	1
	Gasterosteiformes	1	2
	Osmeriformes	1	1
	Perciformes	3	6
	Tetraodontiformes	1	1
Total	6	8	21

하상에는 가는 자갈과 모래가 깔려 있으며, 유속은 다소 빠른 편이다. 평상시 물이 흐르는 하폭은 50 m 정도이다. 조사지역의 물속에는 수초가 거의 없고 연안 지역에만 식물이라고 있는 것이 특징이다.

■ St. 2: 경상북도 포항시 효자동(연일대교 상류)

이 지점의 하천 형태는 Bc형(하류역)으로 바닥에는 모래나 썰이 깔려있고, 유속은 매우 느리다. 하폭은 100~150 m 이상에 달한다. 물속에는 수초가 거의 없고 연안 지역에만 식물이 자라고 있는 것이 특징이다.

■ St. 3: 경상북도 포항시 해동동(형산대교 부근)

이 지점은 형산대교 부근 하구 수역으로서 하천 형태는 Bc형(하류역)이다. 하천 바닥에는 모래나 썰이 깔려있고 유속은 매우 느린 편이다. 하폭은 100~150 m 이상에 달하며, 물속에는 수초가 거의 없고 연안 지역에만 식물이 자라고 있는 것이 특징이다.

3.2. 자치어의 분포

어류는 난에서 부화하여 자어와 치어를 거쳐 미성어, 성어가 된다. 성장 초기에는 사망률이 무척 높고 환경의 영향을 많이 받기 때문에 성어로 가입되는 양은 주변 환경에 따

라 매년 변한다. 따라서 난기와 자치어기 출현량과 분포는 가입량을 예측하기 위한 기초 자료로 매우 중요하다.

이 연구의 조사 수역인 형산강 하류역은 담수와 해수가 직접 만나는 수질 환경 특성과 장마철의 집중적인 담수 유입, 부유물에 의한 탁도, 유기물 유입으로 인한 오염들에 의하여 영향을 받는 곳이다. 이러한 환경적 특성은 자치어의 종조성과 출현량에도 영향을 주었다.

조사 기간 동안 채집된 자치어는 총 6목 8과 21종으로, 잉어목(Cypriniformes) 어류가 10종으로 가장 많았고, 다음으로 농어목(Perciformes) 어류가 6종, 큰가시고기목(Gasterosteiformes) 어류가 2종, 동갈치목(Beloniformes), 바다빙어목(Osmeriformes), 북어목(Tetraodontiformes) 어류가 각 1종씩 출현하였다(Table 1).

2004년 4월부터 11월까지 조사된 하구부근의 기수역과 담수구역에서 어류의 먹이가 될 수 있는 자치어의 채집된 어종의 목록과 월별 채집량은 Table 2에 나타났다.

출현한 자치어는 잉어(*Cyprinus carpio*), 붕어(*Carassius carassius*), 참붕어(*Pseudorasbora parva*), 돌고기(*Pungtungia herzi*), 물개(*Squalidus japonicus Koreanus*), 머들치(*Moroco oxycephalus*), 피라미(*Zacco platypus*), 갈겨니(*Zacco temmincki*), 흰줄납줄개(*Rhodeus ocellatus*), 황어(*Tribolodon hakonensis*), 송사리(*Oryzias*

Table 2. Monthly variation of mean abundance of larvae and juveniles at down stream of Hyeongsan river

Species	Month									Total	*R.A. (%)	**S.S.
	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.				
<i>Cyprinus carpio</i>					5	11	8	-		24	1.76	2,3
<i>Carassius carassius</i>			26	67	110	49	28	18		298	21.82	1,2,3
<i>Pseudorasbora parva</i>				49	72	28	25	16		190	13.91	1,2
<i>Pungtungia herzi</i>						8	10	4		22	1.61	1
<i>Squalidus japonicus Koreanus</i>	4	12	9							25	1.83	1
<i>Moroco oxycephalus</i>						7	5	10		22	1.61	1
<i>Zacco platypus</i>				3	8	8				19	1.39	1
<i>Zacco temmincki</i>					1	3				4	0.29	1
<i>Rhodeus ocellatus</i>				7	42	14	8			71	5.20	1,2
<i>Oryzias latipes</i>	9	49	23	8						89	6.52	1
<i>Pungitius kaibarae</i>	23	39	48	30	27	16	11			194	14.20	1
<i>Rhinogobius brunneus</i>				6	8		3			17	1.24	1
<i>Hypomesus nipponensis</i>	3					8	15	13		39	2.86	1
<i>Tribolodon hakonensis</i>				4	9	7				20	1.46	2,3
<i>Gasterosteus aculeatus</i>	8	32	23	15						78	5.71	2,3
<i>Mugil cephalus</i>			9	10	14					33	2.42	3
<i>Lateolabrax japonicus</i>			1	7	9					17	1.24	3
<i>Tridentiger obscurus</i>			37	24	18	10				89	6.52	3
<i>Acanthogobius lactipes</i>			11	8						19	1.39	3
<i>Acanthogobius flavimanus</i>		6	6	9						21	1.54	3
<i>Takifugu niphobles</i>				26	17	19	13			75	5.49	3
Total	47	138	193	273	340	188	126	61		1,366	100.00	
Number of species	5	5	10	15	13	13	10	5		21		

R.A.* : Relative Abundance, S.S.** : Sampling Station

latipes), 잔가시고기(*Pungitius kaibarae*), 빙어(*Hypomesus nipponensis*), 큰가시고기(*Gasterosteus aculeatus*), 송어(*Mugil cephalus*), 농어(*Lateolabrax japonicus*), 밀어(*Rhinogobius brunneus*), 검정망둑(*Tridentiger obscurus*), 흰발망둑(*Acanthogobius lactipes*), 문절망둑(*Acanthogobius flavimanus*), 복섬(*Takifugu niphobles*)이었다.

개체수는 붕어가 298 inds./1,000m³가 채집되어 전체 출현종의 21.82%를 차지하여 최우점하였고, 다음으로 잔가시고기가 194 inds./1,000m³로 14.20%, 참붕어가 190 inds./1,000m³로 13.91%가 나타나 우점종으로 나타났다.

조사기간 중 출현했던 자치어의 군집구조

를 나타내는 생물학적 특성의 출현 종수, 개체수, 풍부도, 균등도, 다양도, 우점도 지수를 나타내었다(Fig. 2).

8월에 3목 5과 13종 340 inds./1,000m³가 출현하여 가장 많은 출현개체수를 보였고, 그 중 붕어가 110 inds./1,000m³가 출현하였다. 7월에는 5목 7과 26종 273 inds./1,000m³가 출현하였고, 조사기간 중 가장 많은 출현 종수를 보였다. 6월에는 총 5목 5과 10종 193 inds./1,000m³가 출현하였다. 6~8월에 59.00%가 출현하여 수온이 높은 여름철에 많은 출현 개체수를 보였다. 또한, 채집된 자치어가 1~3개월인 것으로 보아, 채집된 주요 어종들의 산

란기가 수온이 높아지는 3~7월인 것으로 추정할 수 있었다.

정점별로 보면, St. 3에서는 담수와 해수가 합쳐지는 기수역에 해당되는 지형으로 담수 어류인 잉어, 붕어 등과 해수 어류인 농어, 복섬 등이 출현하여 기수성 해역에 서식하는 광염성 어류인 것으로 생각된다.

3.3. 군집분석

풍부도 지수는 7월에 2.496으로 가장 높은 값으로 나타났고, 9월에 2.292, 8월에 2.059 순이었다. 균등도 지수는 11월에 0.942로 가

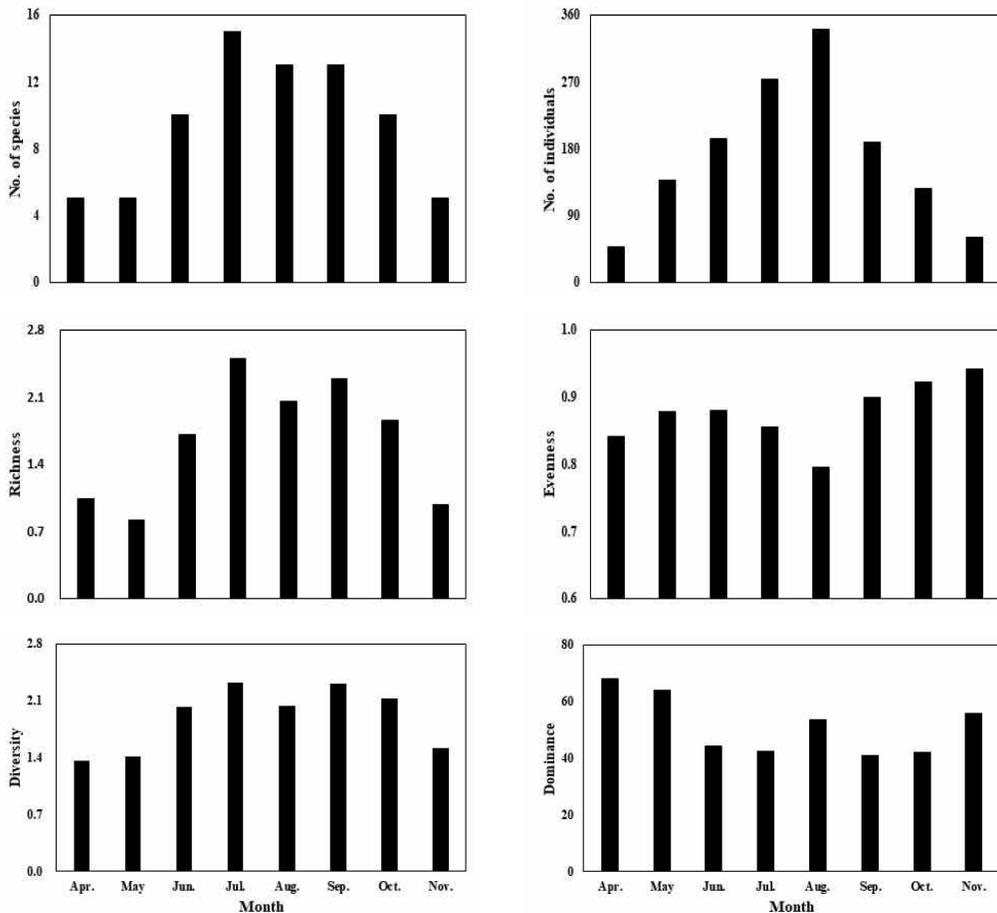


Fig. 2. Monthly variation in number of species, individuals, richness, evenness, diversity, and dominance index of larvae in the study period.

Table 3. Comparison between results of present and previous studies

Species	Study 김 등 (1997)	Present study
<i>Cyprinus carpio</i>	●	●
<i>Carassius carassius</i>	●	●
<i>Pseudorasbora parva</i>	●	●
<i>Pungtungia herzi</i>	●	●
<i>Squalidus japonicus Koreanus</i>		●
<i>Moroco oxycephalus</i>	●	●
<i>Zacco platypus</i>	●	●
<i>Zacco temmincki</i>	●	●
<i>Rhodeus ocellatus</i>	●	●
<i>Oryzias latipes</i>	●	●
<i>Pungitius kaibarae</i>	●	●
<i>Rhinogobius brunneus</i>	●	●
<i>Hypomesus nipponensis</i>		●
<i>Tribolodon hakonensis</i>	●	●
<i>Gasterosteus aculeatus</i>	●	●
<i>Mugil cephalus</i>	●	●
<i>Lateolabrax japonicus</i>	●	●
<i>Tridentiger obscurus</i>	●	●
<i>Acanthogobius lactipes</i>	●	●
<i>Acanthogobius flavimanus</i>	●	●
<i>Takifugu niphobles</i>		●
Number of species	18	21

장 높았고, 10월에 0.922, 9월에 0.899 순이었다. 다양도는 7월에 2.317로 가장 높았고, 9월에 2.305, 10월에 2.124 순이었다. 우점도는 4월에 68.09%, 5월에 63.77%, 11월에 55.74% 순이었다. 출현 종수와 개체수, 풍부도, 다양

도는 균등도와 우점도에 반대되는 경향을 보였다(Fig. 2).

3.4. 유사도 분석

출현 종수에 근거한 월별 유사도를 보면 9월과 10월에 잉어, 붕어, 참붕어, 돌고기, 버들치, 흰줄납줄개, 잔가시고기 등이 유사 어종으로 나타나 76.67%로 조사기간 중 가장 높은 종간 유사성을 띄었고, 7월과 8월에 75.14%, 5월과 6월에 65.21%로 나타나 대체적으로 높은 유사성을 보였다(Fig. 3).

유사도는 크게 두 그룹으로 나뉘었는데, 수온이 올라가는 4-6월과 수온이 높고 강수량이 많은 7-10월이었다. 두 그룹으로 나뉘는 요인으로는 봄철과 여름철에 따른 수온과 강수량, 산란하는 시기가 다른 종의 차이로 생각된다.

3.5. 과거 형산강 출현종 비교

과거 영일만 생태계 변화 조사¹⁾ 결과는 4목 6과 18종이 출현하였고, 이 중 붕어가 가장 우점하였고, 다음으로 잔가시고기, 참붕어 순으로 우점하였다. 이번 연구에서 6목 8과 21종으로 더 많은 출현종수를 보였고, 새로 출현한 종은 물개, 빙어, 복섬으로 나타났다(Table 3).

4. 결론

이 조사는 2014년에 동절기를 제외한 4월부터 11월까지 경상북도 형산강 하류부근 3개의 정점에서 자치어의 종조성에 대하여 진행되었다.

조사기간 동안 총 6목 8과 21종 1,366 inds./m³가 출현하였다. 6목 중 잉어목어류와 농어목 어류가 65.23%를 차지하였다. 이들은 21종으로 동정되었는데, 붕어, 잔가시고기, 참붕어가 전체 출현 자치어의 49.93%를 차지하여 우점하는 종으로 나타났다.

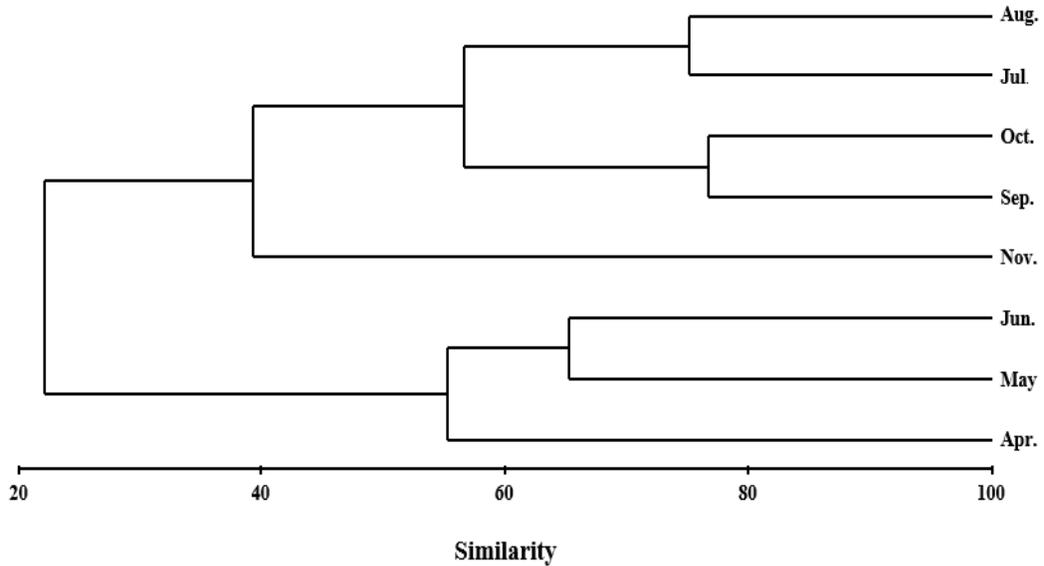


Fig. 3. Dendrogram based on the community similarity of each month by number of larvae in study period.

월별 군집구조 분석을 보면, 출현한 개체 수는 8월에 가장 많았고, 4월에 가장 적었다. 출현 종수는 7월에 가장 많았으며, 4월, 5월, 11월에 5종으로 가장 적은 출현종수를 보였다. 종 풍부도는 7월에 가장 높았고(RI=2.496), 5월에 가장 낮았다(RI=0.819). 균등도는 10월에 가장 높았고(E=0.922), 8월에 가장 낮았다(E=0.922). 다양도는 7월에 가장 높았고(H'=2.317), 4월에 가장 낮게 나타났었다(H'=1.353).

과거 조사와 비교해 보았을 때, 이번 조사에서 자치어의 출현 종수와 출현 개체수가 많았고, 물개, 빙어, 복섬이 새롭게 출현하였다.

References

1. 김기태, 박광호, 김성수, 이동철, 전재민 (1995), 영일만 생태계 변화 조사(포항지역 하천의 영일만 생태계 변화에 미치는 영향 추이 및 원인분석), 영남대학교 해양과학연구소, pp. 254.
2. 양홍준(1979), 형산강산 잉어과 어류상, 한국수산과학회지, 12(1), pp. 65-70.
3. 양홍준, 임완택(1980), 형산강의 어류상에 관하여, 경북대학교 과학교육연구지, 4, pp. 79-88.
4. 양홍준, 채병수(1992), 형산강 하류수역의 어류상에 관하여, 생태와 환경, 25(2), pp. 149-150.
5. 양홍준, 채병수(1994), 형산강 하류수역의 어류상과 군집구조, 생태와 환경 27(1), pp. 23-32.
6. Smith, P.E., Richardson, S.L.(1977), Standard techniques for fish eggs and larvae surveys. FAO Fisheries Report, pp. 100.
7. 김용익(1983), 남해창선해협 자치어에 관한 연구, 한국수산과학회지, 16(3), pp. 163-180.
8. Okiyama, M.(1988), An Atlas of the early stage fishes in Japan, Tokai University Press, pp. 1154.
9. Nelson, J.S.(1994) Fishes of the world 3rd. John Wiley & Sons, New York, U.S.A., pp. 624.

10. Clarke, K.R., Warwick, R.M.(1994), Changes in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation, Natural Environment Research Council. Plymouth Marine Laboratory, Plymouth, U.K., pp. 144.