

한국 남해에 출현하는 매통이속(*Saurida* spp.) 4종의 섭식생태 비교

박현술 · 김현지 · 윤상철 · 권대현 · 손호선 · 백근욱¹ · 김도균*

국립수산과학원 수산자원연구센터, ¹경상국립대학교 해양생명과학과

Comparative Feeding Ecology of Four *Saurida* Species in the South Sea of Korea

Hyun Sol Park, Hyeon Ji Kim, Sang Chul Yoon, Dae-Hyeon Kwon, Hawsun Sohn, Gun Wook Baek¹ and Do-Gyun Kim*

Fisheries Resources Research Center, National Institute of Fisheries Science, Tongyeong 53064, Republic of Korea

¹Department of Marine Biology and Aquaculture/Institute of Marine Industry/Marine Bio-Education and Research Center, College of Marine Science, Gyeongsang National University, Tongyeong 53064, Republic of Korea

The feeding ecology of four *Saurida* species (*Saurida macrolepis*, *Saurida elongata*, *Saurida wanieso*, and *Saurida microlepis*) in the South Sea of Korea was investigated using stomach content analysis. Samples were collected between 2020 and 2025 using a bottom trawl. Dietary composition was analyzed using frequency of occurrence (%F), numerical composition (%N), wet weight composition (%W), and index of relative importance (%IRI). Differences in dietary composition among species were evaluated using permutational multivariate analysis of variance (PERMANOVA), multidimensional scaling, and similarity percentages based on the weight percentage (%W) of identified fish prey. All four species showed strong piscivorous feeding habits, with fish accounting for more than 95% of total IRI. Major prey species were *Engraulis japonicus*, *Trichiurus japonicus*, *Scomber japonicus*, and *Trachurus japonicus*. PERMANOVA revealed significant differences in dietary composition among species and seasons ($P < 0.05$) but not among areas. Estimated trophic levels were 4.12–4.68, indicating that all four species occupied high trophic positions. These findings provide baseline information on the feeding ecology of *Saurida* species in the South Sea of Korea and a basis for evaluating future changes in prey composition and food web structure.

Keywords: Feeding ecology, *Saurida* spp., South Sea

서론

해양 생태계에서 어류는 먹이망의 구조와 에너지 전달에 중요한 역할을 하며, 종별로 다양한 피·포식 관계를 시·공간적으로 형성한다(Hussey et al., 2014). 이러한 어류의 먹이생태를 규명하는 식성 연구는 먹이생물 이용 양상과 종 간 상호작용을 이해하는 데 중요한 정보를 제공한다(Ramírez-Luna et al., 2008). 먹이원 이용은 형태적 특성과 밀접하게 연관되어 있으며, 동일 지역에 서식하고 계통적으로 유사한 종들은 형태적 유사성으로 인해 유사한 먹이원을 이용하는 경향을 보인다(Wootton, 1990; Mazzoni et al., 2010). 이로 인해 동일 해역에 공존하는 유사

종 간에는 한정된 먹이자원에 대한 먹이경쟁이 발생할 가능성이 있으며, 이에 따라 이들의 먹이 이용 양상을 비교하는 것은 종 간 자원 이용 특성과 생태적 관계를 이해하는 데 중요하다.

매통이속(*Saurida* spp.) 어류는 인도-서태평양 지역에 널리 분포하는 저서성 어류로, 주로 대륙붕의 모래 또는 펄질 기질에서 서식한다. 이들은 해저에 몸을 숨긴 채 접근하는 먹이를 순간적으로 포획하는 전형적인 매복 포식 전략(ambush predation)을 보이는 동시에, 먹이를 발견하면 신속한 유영을 통해 적극적으로 추적·포획하는 능동적 섭식 전략도 함께 이용하는 것으로 알려져 있다(Hayashi, 1983; Golani, 1993; Inoue and Nakabo, 2006; Bogorodsky et al., 2014). 이러한 섭식 특성을 바탕으로

*Corresponding author: Tel: +82. 55. 650. 2221 Fax: +82. 55. 650. 2206

E-mail address: sciensea94@korea.kr



This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

<https://doi.org/10.5657/KFAS.2026.0367>

Korean J Fish Aquat Sci 59(4), 367-379, August 2026

Received 27 May 2026; Revised 1 July 2026; Accepted 27 July 2026

저자 직위: 박현술(연구원), 김현지(연구사), 윤상철(연구관), 권대현(연구관), 손호선(센터장), 백근욱(교수), 김도균(연구사)

주로 어류와 갑각류를 이용하는 육식성 포식자로서 해양 생태계 내에서 중·상위 영양단계에 위치하는 것으로 알려져 있다 (Golani, 1993). 또한 우리나라에서 매통이속 어류는 어묵 등 일부 가공 원료로 이용될 뿐 상업적 중요성은 상대적으로 낮은 반면, 중국과 일본 등에서는 중요한 수산자원으로 이용되고 있다 (Ryu et al., 2014; Jawad and Abed, 2020).

국외에서는 *Saurida tumbil*을 대상으로 남중국해 및 인도 해역 등에서 식성 연구가 수행되었으며, 개체 성장과 환경 변화에 따라 식성이 변화하는 것으로 보고되었다 (Manojkumar and Pavithran, 2016; Yang et al., 2024). 반면 국내에서는 매통이 (*Saurida macrolepis*), 날매통이 (*Saurida elongata*), 툴빌매통이 (*Saurida wanieso*) 및 잔비늘매통이 (*Saurida microlepis*)를 대상으로 분류학적 특성 및 자·치어 단계에 관한 연구가 수행된 바 있다 (Yeo and Kim, 2018; Ji et al., 2020). 그러나 이들 종은 형태적 유사성이 높고 서식 환경을 공유함에도 불구하고, 공존하는 중간 먹이생물 이용 특성과 영양단계를 비교·분석한 연구는 부족한 실정이다 (Russell et al., 2015).

따라서 이번 연구에서는 한국 남해에 출현하는 매통이속 주요 4종인 매통이, 날매통이, 툴빌매통이 및 잔비늘매통이의 위내용물 조성 및 영양단계를 비교·분석하여 동일 속 어류의 먹이 이용 전략과 생태적 상호작용에 대한 이해를 높이고, 생태계 기반 수산자원 관리에 필요한 기초자료를 제공하고자 하였다.

재료 및 방법

채집지역 및 방법

이번 연구에서는 2020년부터 2025년까지 한국 남해 23개 해구(98–100, 104–106, 110–111, 113, 212–214, 222–224, 232–234, 242–244, 252–253)에서 매통이, 날매통이, 툴빌매통이 및 잔비늘매통이를 채집하였다 (Fig. 1). 채집된 매통이속 4종은 Yeo and Kim (2018)의 한국산 매통이속 어류 분류학적 재검토를 참고하여 외부 형태학적 특징과 측선비늘수 등의 주요 계수형질을 기준으로 종을 동정하였다. 모든 조사는 주간에 국립수산물관리원 수산과학조사선(탐구 20, 21, 22, 23호)의 저층 트롤(bottom trawl)을 이용하여 수행되었다. 채집된 개체는 선상에서 전장을 0.1 cm 단위, 체중을 0.001 kg 단위까지 측정하였다. 이후 즉시 위를 적출하여 10% 중성 포르말린 용액에 고정한 후 위내용물 분석에 사용하였다. 이번 연구는 (재)생명과학연구윤리서재(Bioethics Information Center)의 연구윤리 심의를 거쳐 승인(승인번호: BIC Study-L-1/202504-012)을 받은 후 수행되었다.

위내용물 분석

위내용물 분석은 실체현미경(Leica EZ4; Leica Microsystems GmbH, Wetzlar, Germany)을 이용하여 수행하였으며, 먹이생물은 관련 도감을 참고하여 가능한 한 종 수준까지 동정하

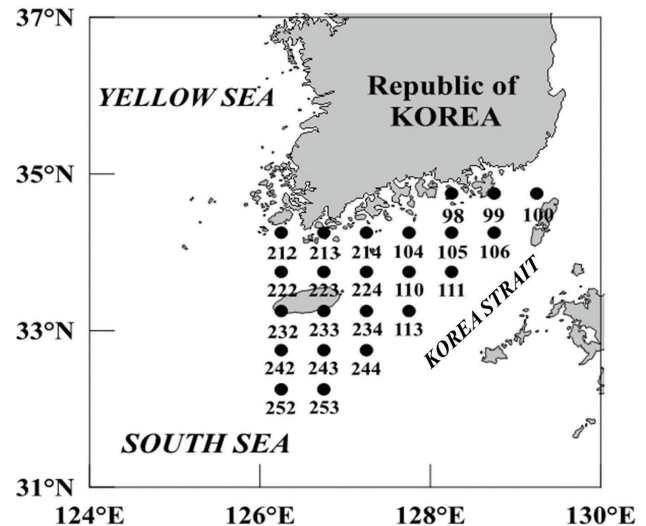


Fig. 1. Sampling locations of four *Saurida* species (*S. macrolepis*, *S. elongata*, *S. wanieso*, and *S. microlepis*) in the South Sea of Korea.

였다 (Kim et al., 2005; Hong, 2006). 정량 분석을 위해 각 먹이생물의 개체수를 계수하고, 습중량은 0.001 g 단위까지 측정하였다. 위내용물 분석 자료는 출현빈도(%F), 개체수비(%N), 중량비(%W)로 나타내었으며, 이는 Hyslop (1980)에 제시된 산출식을 이용하여 계산하였다.

$$\%F = A_i / N \times 100$$

$$\%N = N_i / N_{total} \times 100$$

$$\%W = W_i / W_{total} \times 100$$

여기서, A_i 는 특정 먹이생물이 출현한 개체수이며, N 은 먹이를 섭식한 총 개체수를 의미한다. 또한 N_i 와 W_i 는 각각 해당 먹이생물의 개체수와 습중량을 나타내며, N_{total} 과 W_{total} 은 전체 먹이생물의 총 개체수와 총 중량을 의미한다. 먹이생물의 상대적 중요도를 평가하기 위해 Pinkas et al. (1970)의 상대중요도지수(index of relative importance, *IRI*)를 이용하였으며, 이를 백분율(%*IRI*)로 환산하였다.

$$IRI = (\%N + \%W) \times \%F$$

크기군별 위내용물 조성 변화를 분석하기 위해 매통이속 4종은 종별 전장 분포를 고려하여 Small, Medium, Large의 3개 크기군으로 구분하였다. 매통이는 Small ≤50 cm, Medium 50–60 cm, Large ≥60 cm, 날매통이는 Small ≤30 cm, Medium 30–50 cm, Large ≥50 cm, 툴빌매통이는 Small ≤40 cm, Medium 40–55 cm, Large ≥55 cm, 잔비늘매통이는 Small ≤25 cm, Medium 25–35 cm, Large ≥35 cm로 구분하였다.

계절별 위내용물 조성 변화를 분석하기 위해 시료를 춘계(3–5

월), 하계(7–8월), 추계(10–11월), 동계(1–2월)로 구분하여 분석하였다.

영양단계

매통이속 어류의 생태적 지위를 평가하기 위한 영양단계(trophic level, TL_k)는 Cortés (1999)의 식을 이용하여 산출하였다.

$$TL_k = 1 + \sum_{j=1}^n |P_j \times TL_j|$$

여기서 P_j 는 먹이생물 분류군 j 가 차지하는 상대중요도지수이며, TL_j 는 먹이생물 분류군 j 의 영양단계를 의미한다. 어류(Pisces)는 하나의 분류군으로 처리할 경우 영양단계가 과대추정될 수 있으므로, 선행연구를 바탕으로 주요 어류 먹이생물 중의 영양단계 값을 적용하였다(Kim et al., 2021; Seong et al., 2021, 2022; Cho et al., 2023; Park et al., 2023). 두족류 및 기타 무척추동물의 영양단계는 Pauly et al. (1998), Cortés (1999), Ebert and Bizzarro (2007)를 참고하여 평균 영양단계를 적용하였다.

위내용물의 다변량 분석

조사 정점은 남해 연안에서 제주 남부에 이르는 넓은 공간적 범위를 포함하므로, 공간적 변이를 고려하기 위해 조사 해역을 남해 연안(South Sea coastal), 남해 근해(South Sea offshore), 제주 연안(Jeju coastal), 제주 근해(Jeju offshore)의 4개 해역으로 구분하였다. 다변량 분석은 각 개체별 위내용물에서 동정된 어류 먹이생물만을 대상으로 수행하였다. 이러한 분석을 위해 어종(species), 계절(season), 해역(area)에 속한 개체들을 무작위로 1–6개체씩 소그룹으로 구성한 뒤, 각 소그룹에서 섭식한 먹이생물 분류군의 평균 중량비(%W)를 산출하여 분석에 이용하였다. 자료는 우점 먹이생물에 의한 편향을 완화하기 위해 square-root 변환을 적용하였으며, Bray-Curtis 유사도 지수를 이용하여 유사도 행렬을 구축하였다. 먹이생물 조성의 차이를 확인하기 위해 어종, 계절, 해역 및 이들 요인의 상호작용을 포함한 permutational multivariate analysis of variance (PERMANOVA)를 실시하였다(Anderson et al., 2008). PERMANOVA는 permutation 기반의 비모수 분산분석으로 수행하였으며, 그룹 간 중심(centroid)과 그룹 내 분산(dispersion)의 차이를 확인하기 위해 permutational analysis of multivariate dispersions (PERMDISP)를 실시하였다. 종 간 먹이생물 조성의 차이에 기여하는 주요 먹이생물을 파악하기 위해 between-group similarity percentages (SIMPER) 분석을 실시하였으며, 종쌍(species pair)별 평균 비유사도와 주요 기여 먹이생물을 제시하였다. 주요 기여 먹이생물은 누적 기여도 70%를 기준으로 선정하였다. 개체별 먹이생물 조성의 유사도 패턴을 시각적으로 확인하기 위해 다차원척도법(multidimensional scaling, MDS)을 적용하였다. Heatmap은 다변량 분석에 사용된

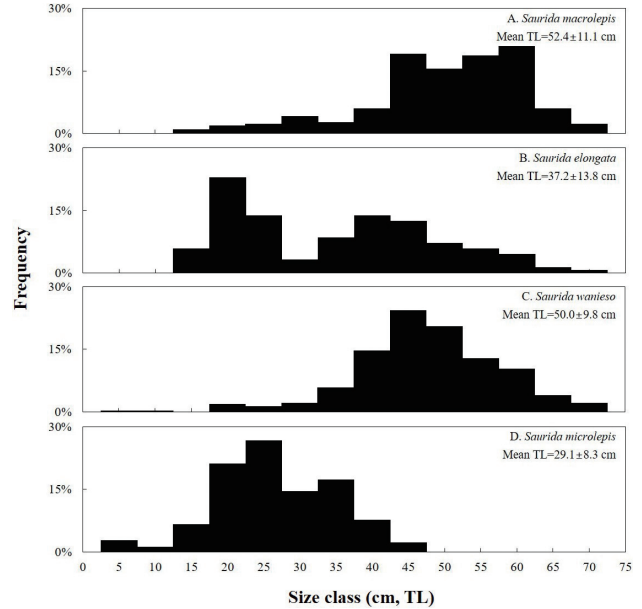


Fig. 2. Total length (TL) frequency distribution of four *Saurida* species (*S. macrolepis*, *S. elongata*, *S. wanieso*, and *S. microlepis*) in the South Sea of Korea. A, *S. macrolepis* ($n=220$, mean $TL=52.4 \pm 11.1$ cm); B, *S. elongata* ($n=153$, mean $TL=37.2 \pm 13.8$ cm); C, *S. wanieso* ($n=478$, mean $TL=50.0 \pm 9.8$ cm); D, *S. microlepis* ($n=364$, mean $TL=29.1 \pm 8.3$ cm). Values are mean $\pm$ SD.

square-root 변환값을 이용하여 작성하였으며, 행과 열은 동일한 Bray-Curtis 유사도 행렬을 기반으로 수행한 계층적 군집분석(hierarchical cluster analysis) 결과인 dendrogram에 따라 배열하였다. 색상 강도는 미동정 먹이생물을 제외한 동정된 먹이생물의 square-root 변환값을 나타낸다. PERMANOVA, PERMDISP, SIMPER, MDS 및 계층적 군집분석은 PRIMER v6와 PERMANOVA+ add-on module (version 1.0.3; PRIMER-E Ltd., Plymouth, UK)을 이용하여 수행하였으며, heatmap은 R (ver. 4.5.2; R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria)을 이용하여 작성하였다.

결 과

전장분포

매통이속 4종의 전장분포를 분석한 결과(Fig. 2), 매통이의 전장은 15.5–73.3 cm 범위로 평균 52.4 ± 11.1 cm였으며, 체중은 0.022–3.650 kg이었다. 날매통이의 전장은 17.1–70.8 cm 범위로 평균 37.2 ± 13.8 cm였으며, 체중은 0.024–2.720 kg이었다. 톱빌매통이의 전장은 9.9–74.7 cm 범위로 평균 50.0 ± 9.8 cm였으며, 체중은 0.004–3.450 kg이었다. 잔비늘매통이의 전장은 7.5–49.8 cm 범위로 평균 29.1 ± 8.3 cm였으며, 체중은 0.002–0.794 kg이었다.

위내용물 조성 및 영양단계

이번 연구에서는 채집된 매통이속 4종의 위내용물을 분석하였다. 전체 채집 개체수는 매통이 220개체, 날매통이 153개체, 톱빌매통이 478개체, 잔비늘매통이 364개체였다. 이 중 공복 개체는 각각 78개체(35.5%), 83개체(54.2%), 241개체(50.4%), 245개체(67.3%)였으며, 분석에 사용된 개체수는 각각 142개체, 70개체, 237개체 및 119개체였다(Table 1). 위내용물 조성 분석 결과(Table 2), 매통이속 4종 모두 어류가 각각 95.3%, 99.7%, 98.3%, 99.5%의 상대중요도지수비를 나타내어 주요 먹이생물로 확인되었다. 종별로 살펴보면, 매통이에서는 어류 중 고등어(*Scomber japonicus*), 갈치(*Trichiurus japonicus*) 및 멸치(*Engraulis japonicus*)가 주요 먹이생물로 확인되었으며, 두족류(Cephalopoda)는 상대중요도지수비 4.7%로 비교적 낮은 비중을 보였다. 날매통이에서는 어류 중 멸치, 갈치 및 전갱이(*Trachurus japonicus*)가 주요 먹이생물로 나타났으며, 두족류는 상대중요도지수비 0.3%로 매우 낮은 비중을 차지하였다. 톱빌매통이에서는 어류 중 갈치와 고등어가 주요 먹이

생물로 확인되었으며, 두족류는 상대중요도지수비 1.7%로 낮은 비중을 나타냈다. 잔비늘매통이에서는 멸치가 가장 우점하는 먹이생물로 확인되었다.

매통이속 4종의 영양단계를 산출한 결과(Table 3), 모든 종에서 4.0 이상의 비교적 높은 영양단계를 나타냈다. 이 중 톱빌매통이의 영양단계가 4.68로 가장 높게 나타났으며, 매통이와 날매통이는 각각 4.57과 4.44였다. 반면 잔비늘매통이는 4.12로 가장 낮은 값을 보였다.

크기군별 위내용물 조성 변화

모든 종에서 어류가 크기군에 관계없이 주요 먹이생물로 확인되어, 동정된 어류 먹이생물만을 대상으로 매통이속 4종의 크기군별 위내용물 조성을 분석하였다(Fig. 3). 매통이는 Small 크기군에서 멸치의 상대중요도지수비가 58.5%로 가장 높았으며, 갈치는 29.4%를 차지하여 다음으로 높은 비율을 나타냈다. Medium 크기군에서는 고등어가 68.7%로 가장 높은 비율을 나타냈으며, Large 크기군에서도 고등어와 갈치가 각각 58.1%와 36.3%로 주요 먹이생물로 확인되었다. 날매통이는 Small 크기

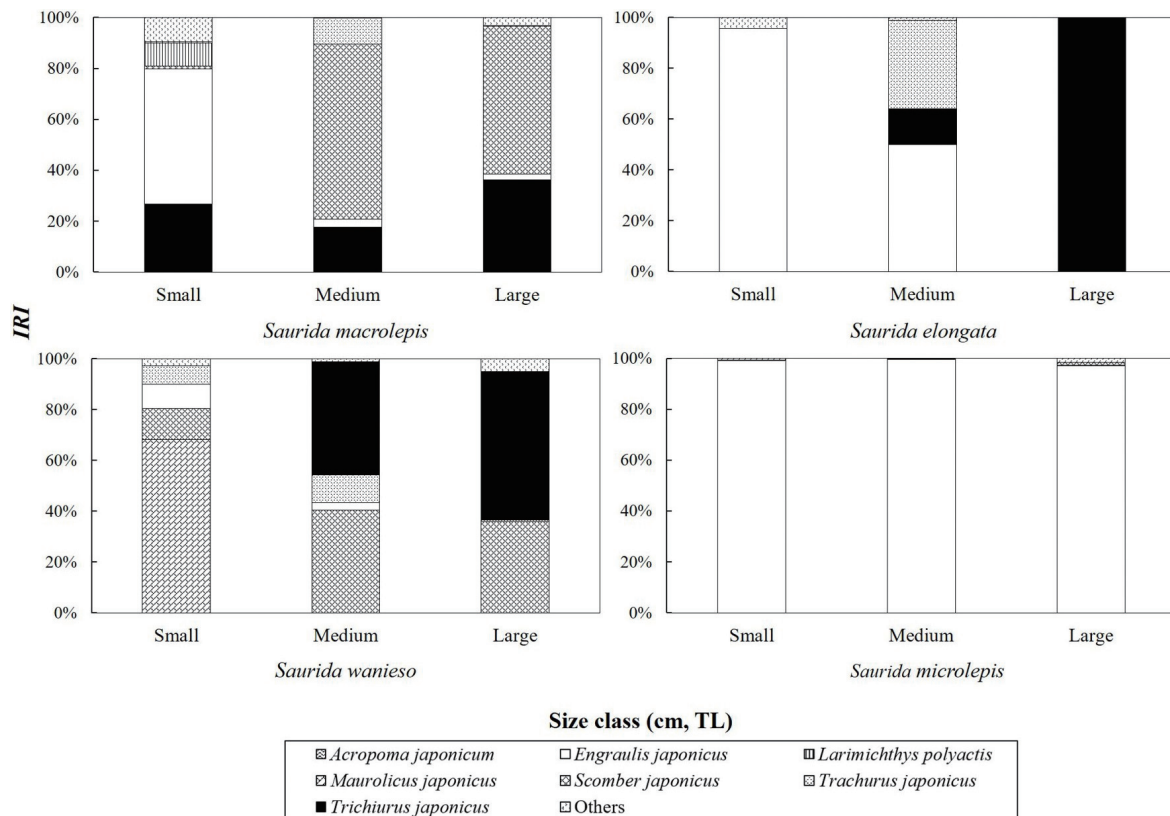


Fig. 3. Ontogenetic variation in the composition of identified fish prey of four *Saurida* species (*S. macrolepis*, *S. elongata*, *S. wanieso*, and *S. microlepis*) in the South Sea of Korea based on the percentage of index of relative importance (%IRI). Sample sizes used for the analysis of identified fish prey were: *S. macrolepis* (Small, $n=25$; Medium, $n=33$; Large, $n=23$); *S. elongata* (Small, $n=24$; Medium, $n=20$; Large, $n=19$); *S. wanieso* (Small, $n=17$; Medium, $n=87$; Large, $n=49$); *S. microlepis* (Small, $n=30$; Medium, $n=33$; Large, $n=21$).

Table 1. Annual and spatial sample sizes, numbers and rates of empty stomachs, numbers of individuals used for stomach content analysis, and numbers of individuals used for fish-based multivariate analyses of four *Saurida* species (*S. macrolepis*, *S. elongata*, *S. wanieso*, and *S. microlepis*) in the South Sea of Korea

Species	Type	Year/Area	Total collected (<i>n</i>)	Empty stomach (<i>n</i>)	Empty stomach (%)	Analyzed (<i>n</i>)	Multivariate analysis (fish only) (<i>n</i>)
<i>Saurida macrolepis</i>	Year	2020	5	0	0.0	5	-
		2021	36	12	33.3	24	-
		2022	110	40	36.4	70	-
		2023	69	26	37.7	43	-
		Total (2020–2023)	220	78	35.5	142	-
	Area	South Sea coastal	17	6	35.3	11	7
		South Sea offshore	169	53	31.4	116	64
		Jeju coastal	22	11	50.0	11	9
		Jeju offshore	12	8	66.7	4	1
		Total	220	78	35.5	142	81
<i>Saurida elongata</i>	Year	2021	68	25	36.8	43	-
		2022	77	53	68.8	24	-
		2023	1	0	0.0	1	-
		2024	7	5	71.4	2	-
		Total (2021–2024)	153	83	54.2	70	-
	Area	South Sea coastal	46	22	47.8	24	24
		South Sea offshore	43	15	34.9	28	25
		Jeju coastal	40	30	75.0	10	8
		Jeju offshore	24	16	66.7	8	6
		Total	153	83	54.2	70	63
<i>Saurida wanieso</i>	Year	2021	149	66	44.3	83	-
		2022	249	134	53.8	115	-
		2023	37	12	32.4	25	-
		2024	3	1	33.3	2	-
		2025	40	28	70.0	12	-
		Total (2021–2025)	478	241	50.4	237	-
	Area	South Sea coastal	30	14	46.7	16	14
		South Sea offshore	179	79	44.1	100	57
		Jeju coastal	147	78	53.1	69	55
		Jeju offshore	122	70	57.4	52	27
		Total	478	241	50.4	237	153
<i>Saurida microlepis</i>	Year	2020	1	0	0.0	1	-
		2021	65	43	66.2	22	-
		2022	145	107	73.8	38	-
		2023	79	49	62.0	30	-
		2024	14	11	78.6	3	-
		2025	60	35	58.3	25	-
		Total (2020–2025)	364	245	67.3	119	-
	Area	South Sea coastal	93	55	59.1	38	33
		South Sea offshore	113	67	59.3	46	32
		Jeju coastal	56	47	83.9	9	6
		Jeju offshore	102	76	74.5	26	13
		Total	364	245	67.3	119	84

-, not applicable.

Table 2. Diet composition of four *Saurida* species (*S. macrolepis*, *S. elongata*, *S. wanieso*, and *S. microlepis*) in the South Sea of Korea based on frequency of occurrence (%F), numerical composition (%N), wet weight composition (%W), and percentage of index of relative importance (%IRI)

	<i>Saurida macrolepis</i>				<i>Saurida elongata</i>				<i>Saurida wanieso</i>				<i>Saurida microlepis</i>			
Trophic level	4.57				4.44				4.68				4.12			
Prey organism	%F	%N	%W	%IRI	%F	%N	%W	%IRI	%F	%N	%W	%IRI	%F	%N	%W	%IRI
Euphausiacea													0.8	2.3	+	+
<i>Euphausia</i> spp.													0.8	2.3	+	
Caridea	0.7	0.4	0.2	+					0.8	0.6	0.1	+	3.4	9.8	1.6	0.2
<i>Leptochela sydniensis</i>													1.7	8.0	1.4	
Unidentified Caridea	0.7	0.4	0.2						0.8	0.6	0.1		1.7	1.7	0.3	
Anthozoa									0.8	0.9	0.1	+				
Cephalopoda	23.2	15.6	14.5	4.7	7.1	4.3	2.6	0.3	10.5	9.1	16.0	1.7	5.9	4.0	4.0	0.3
<i>Heterololigo bleekeri</i>	0.7	0.4	+													
Loliginidae	1.4	0.9	+													
<i>Loliolus beka</i>	0.7	0.4	+													
<i>Loliolus</i> sp.									0.4	0.3	0.5					
<i>Sepia esculenta</i>									0.4	0.3	1.9					
<i>Todarodes pacificus</i>	9.2	5.6	13.7		1.4	0.9	2.5	+	4.2	4.4	10.6		1.7	1.1	3.4	
<i>Uroteuthis edulis</i>	2.8	2.2	+		5.7	3.4	0.1	0.1								
<i>Watasenia scintillans</i>	0.7	0.9	0.1													
Unidentified Cephalopoda	7.7	5.2	0.6						5.5	4.1	3.0		4.2	2.9	0.6	
Gastropoda									0.8	0.9	0.2	+				
<i>Siphonalia spadicea</i>									0.8	0.9	0.2					
Pisces	83.1	83.5	85.3	95.3	94.3	95.7	97.4	99.7	90.3	88.5	83.6	98.3	90.8	83.3	94.3	99.5
<i>Acropoma japonicum</i>	2.1	1.3	0.2						3.0	2.1	0.4		2.5	1.7	1.7	
<i>Amblychaeturichthys hexanema</i>									0.4	0.3	0.1					
<i>Argentina kagoshimae</i>	0.7	0.4	+						1.3	0.9	0.2					
<i>Carangoides equula</i>									0.4	0.3	0.1					
<i>Champsodon snyderi</i>									0.4	0.3	0.1		1.7	1.1	0.3	
<i>Conger myriaster</i>									0.4	0.3	0.4					
<i>Dentex tumifrons</i>									2.1	1.5	4.3					
<i>Doederleinia berycoides</i>									0.4	0.3	0.1					
<i>Engraulis japonicus</i>	12.7	14.7	3.7		38.6	37.1	32.8		5.1	5.6	0.9		59.7	60.3	54.8	
Engraulidae									0.4	0.3	0.1					
<i>Glossanodon semifasciatus</i>	0.7	0.4	+										0.8	0.6	1.8	
<i>Larimichthys polyactis</i>	2.1	3.5	4.2													
<i>Liparis tanakae</i>													0.8	0.6	0.2	
<i>Maurollicus japonicus</i>					4.3	10.3	1.2		2.5	12.1	0.4					
<i>Pagrus major</i>	0.7	0.4	+						0.4	0.3	0.7					
<i>Pampus echinogaster</i>									1.7	1.2	+					
<i>Pennahia argentata</i>									0.4	0.3	0.4					

+, less than 0.1%.

Table 2. Continued

	<i>Saurida macrolepis</i>				<i>Saurida elongata</i>				<i>Saurida wanieso</i>				<i>Saurida microlepis</i>			
Trophic level	4.57				4.44				4.68				4.12			
Prey organism	%F	%N	%W	%IRI	%F	%N	%W	%IRI	%F	%N	%W	%IRI	%F	%N	%W	%IRI
Perciformes									0.4	0.3	1.1					
Pleuronectidae													0.8	0.6	0.4	
<i>Psenopsis anomala</i>	0.7	0.4	3.9		1.4	0.9	+		0.4	0.3	0.8					
<i>Scomber australasicus</i>	0.7	0.4	+													
<i>Scomber japonicus</i>	21.1	22.1	27.2		1.4	0.9	0.1		18.1	13.6	28.0		0.8	0.6	10.3	
<i>Scomberomorus niphonius</i>	0.7	0.4	7.3						1.3	0.9	7.6					
<i>Setipinna tenuifilis</i>													0.8	0.6	0.7	
<i>Sphyrna pinguis</i>	0.7	0.4	3.1										0.8	0.6	11.4	
<i>Thyssa hamiltoni</i>					1.4	0.9	2.8		0.4	0.3	+					
<i>Thyssa kammalensis</i>					2.9	2.6	4.1						0.8	0.6	1.0	
<i>Trachurus japonicus</i>	4.9	4.3	6.1		10.0	6.9	25.9		8.4	6.5	6.5		0.8	0.6	0.5	
<i>Trichiurus japonicus</i>	16.2	12.1	25.0		34.3	32.8	29.6		20.7	17.7	24.5					
Unidentified Pisces	31.7	22.5	4.6		5.7	3.4	0.8		28.3	23.3	6.9		21.0	15.5	11.1	
Hooks	0.7	0.4	+	+									0.8	0.6	0.1	+
Total	100.0	100.0	100.0		100.0	100.0	100.0		100.0	100.0	100.0		100.0	100.0	100.0	

+, less than 0.1%.

Table 3. Prey categories and trophic level values used to estimate the trophic levels of four *Saurida* species (*S. macrolepis*, *S. elongata*, *S. wanieso*, and *S. microlepis*) in the South Sea of Korea. Trophic level values were obtained from Pauly et al. (1998), Cortés (1999), Ebert and Bizzarro (2007), Kim et al. (2021), Seong et al. (2021, 2022), Cho et al. (2023), and Park et al. (2023)

Prey organism	Trophic level
Caridea	2.41
Cephalopoda	3.20
<i>Engraulis japonicus</i>	3.12
<i>Scomber japonicus</i>	3.70
<i>Trichiurus japonicus</i>	3.84
<i>Trachurus japonicus</i>	3.79

군에서 멸치의 상대중요도지수비가 95.5%로 대부분을 차지하였으나, Medium 크기군에서는 멸치의 비율이 감소하고 전갱이와 갈치의 비율이 각각 34.8%와 14.2%로 증가하였다. Large 크기군에서는 갈치의 상대중요도지수비가 99.8%로 가장 우점하는 먹이생물로 나타났다. 톱비매통이는 Small 크기군에서 엘통이(*Maurolicus japonicus*)의 상대중요도지수비가 68.2%로 가장 높은 비율을 나타냈다. Medium 크기군에서는 갈치와 고등어의 상대중요도지수비가 각각 44.4%와 40.4%로 주요 먹이생물로 확인되었으며, Large 크기군에서는 갈치가 58.2%로 가장 높은 비율을 나타냈고 고등어도 35.9%를 차지하였다. 잔비

늘매통이는 모든 크기군에서 멸치의 상대중요도지수비가 각각 99.2%, 99.7% 및 97.0%를 나타내어 가장 우점하는 먹이생물로 확인되었다. 전체적으로 매통이, 날매통이 및 톱비매통이에서는 크기군에 따라 우점 먹이생물이 달라진 반면, 잔비늘매통이에서는 모든 크기군에서 멸치가 우점하였다.

계절별 위내용물 조성 변화

모든 종에서 계절에 관계없이 어류가 주요 먹이생물로 확인됨에 따라, 동정된 어류 먹이생물만을 대상으로 매통이속 4종의 계절별 위내용물 조성을 분석하였다(Fig. 4). 매통이는 춘계에 갈치가 상대중요도지수비 34.8%로 가장 높은 비율을 나타냈으며, 참조기(*Larimichthys polyactis*)가 29.4%로 그 다음을 차지하였다. 하계에는 고등어가 상대중요도지수비 74.1%로 우점하였고, 추계에는 갈치가 89.0%로 대부분을 차지하였다. 동계에는 삼치(*Scomberomorus niphonius*)가 상대중요도지수비 74.2%로 가장 높은 비율을 나타냈다. 날매통이는 춘계에 멸치가 상대중요도지수비 88.6%로 대부분을 차지하였으며, 전갱이는 10.1%를 나타냈다. 하계에는 전갱이가 상대중요도지수비 97.3%로 우점하였으며, 추계에는 멸치가 96.9%로 가장 높은 비율을 나타냈다. 동계에는 멸치와 엘통이가 각각 54.0%와 46.0%를 차지하였다. 톱비매통이는 춘계에 엘통이가 상대중요도지수비 72.7%로 가장 높은 비율을 나타냈다. 하계에는 갈치와 고등어가 각각 47.3%와 45.6%로 주요 먹이생물로 확인되었으며, 추계에도 갈치와 고등어가 각각 47.9%와 42.5%를 차지

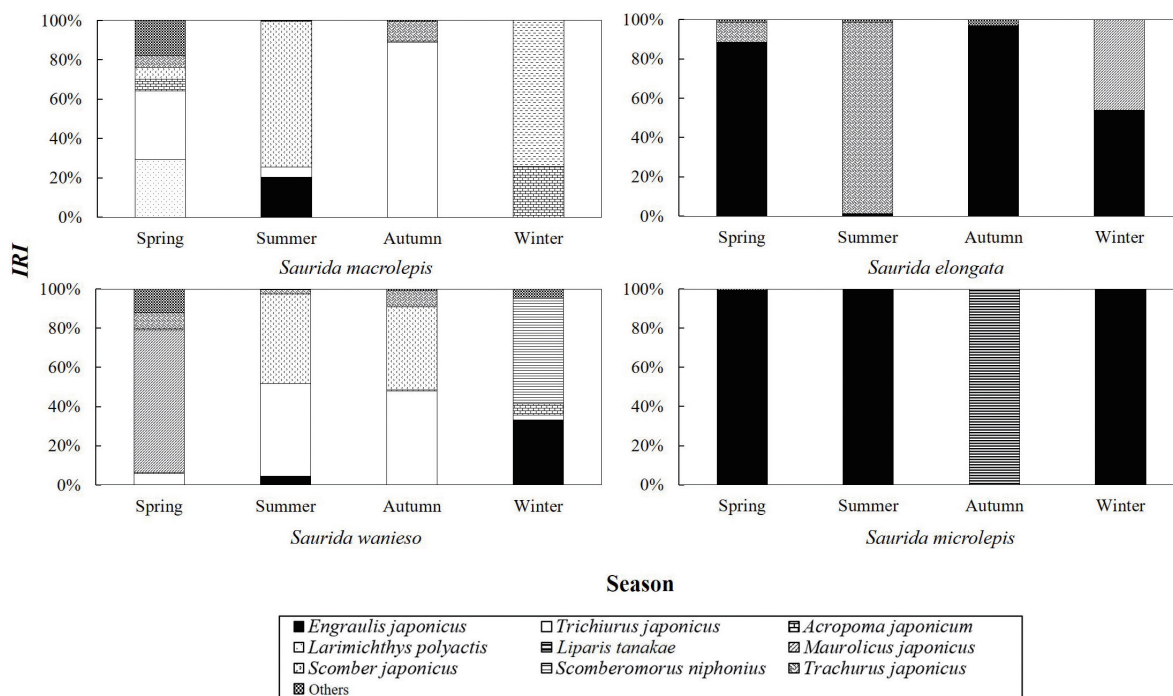


Fig. 4. Seasonal variation in the composition of identified fish prey of four *Saurida* species (*S. macrolepis*, *S. elongata*, *S. wanieso*, and *S. microlepis*) in the South Sea of Korea based on the percentage of index of relative importance (%IRI). Sample sizes used for the analysis of identified fish prey were: *S. macrolepis* (Spring, $n=12$; Summer, $n=54$; Autumn, $n=14$; Winter, $n=1$); *S. elongata* (Spring, $n=12$; Summer, $n=32$; Autumn, $n=12$; Winter, $n=7$); *S. wanieso* (Spring, $n=19$; Summer, $n=47$; Autumn, $n=75$; Winter, $n=12$); *S. microlepis* (Spring, $n=31$; Summer, $n=1$; Autumn, $n=1$; Winter, $n=51$).

하였다. 동계에는 삼치가 상대중요도지수비 53.8%로 가장 높은 비율을 나타냈으며, 멸치가 33.1%로 그 다음을 차지하였다. 잔비늘매통이는 춘계, 하계 및 동계에 멸치가 각각 상대중요도지수비 98.8%, 100.0% 및 99.3%를 나타내어 가장 우점하는 먹이생물로 확인되었다. 반면 추계에는 꼼치(*Liparis tanakae*)가 상대중요도지수비 100.0%를 차지하였다. 전체적으로 매통이속 4종은 계절에 따라 우점 먹이생물의 조성이 변화하는 양상을 보였다.

매통이속 어종별 섭식패턴 비교

매통이속 4종의 먹이생물 조성 차이를 확인하기 위해 어종, 계절 및 해역을 요인으로 PERMANOVA를 수행한 결과(Table 4), 어종(Pseudo-F=3.761, $P=0.001$)과 계절(Pseudo-F=3.616, $P=0.004$)은 유의한 영향을 나타낸 반면, 해역의 주효과는 유의하지 않았다(Pseudo-F=1.627, $P=0.143$). 또한 어종×계절(Pseudo-F=3.309, $P=0.001$), 어종×해역(Pseudo-F=2.159, $P=0.005$), 계절×해역(Pseudo-F=2.316, $P=0.001$) 및 어종×계절×해역(Pseudo-F=2.677, $P=0.014$)의 상호작용도 모두 유의하였다. PERMDISP 분석 결과, 어종($F=10.817$, $P=0.001$), 계절($F=13.521$, $P=0.001$) 및 해역($F=4.290$, $P=0.022$) 모두 그룹 내 분산에서 유의한 차이를 나타냈다. Bray-Curtis 유사도를

이용한 MDS 분석에서는 네 종의 먹이생물 조성이 전반적으로 중첩되어 종별로 뚜렷하게 구분되는 군집은 확인되지 않았다(Fig. 5). SIMPER 분석 결과, 4종의 매통이속 어류 간 평균 비

Table 4. Results of three-way permutational multivariate analysis of variance (PERMANOVA) testing the effects of species, season, and area on the composition of identified fish prey based on percentage by weight (%W) in four *Saurida* species (*S. macrolepis*, *S. elongata*, *S. wanieso*, and *S. microlepis*) in the South Sea of Korea

Source	df	SS	MS	Pseudo-F	P
Species	3	12,980	4,326.7	3.7613	0.001
Season	3	12,480	4,159.9	3.6164	0.004
Area	3	5,612.8	1,870.9	1.6265	0.143
Species×Season	9	34,254	3,806	3.3087	0.001
Species×Area	9	22,348	2,483.1	2.1586	0.005
Season×Area	9	23,976	2,664	2.3159	0.001
Species×Season×Area	3	9,237	3,079	2.6767	0.014
Residual	57	65,568	1,150.3		
Total	96	293,230			

df, degrees of freedom; SS, sum of squares; MS, mean square; Pseudo-F, pseudo-F statistic; P, probability.

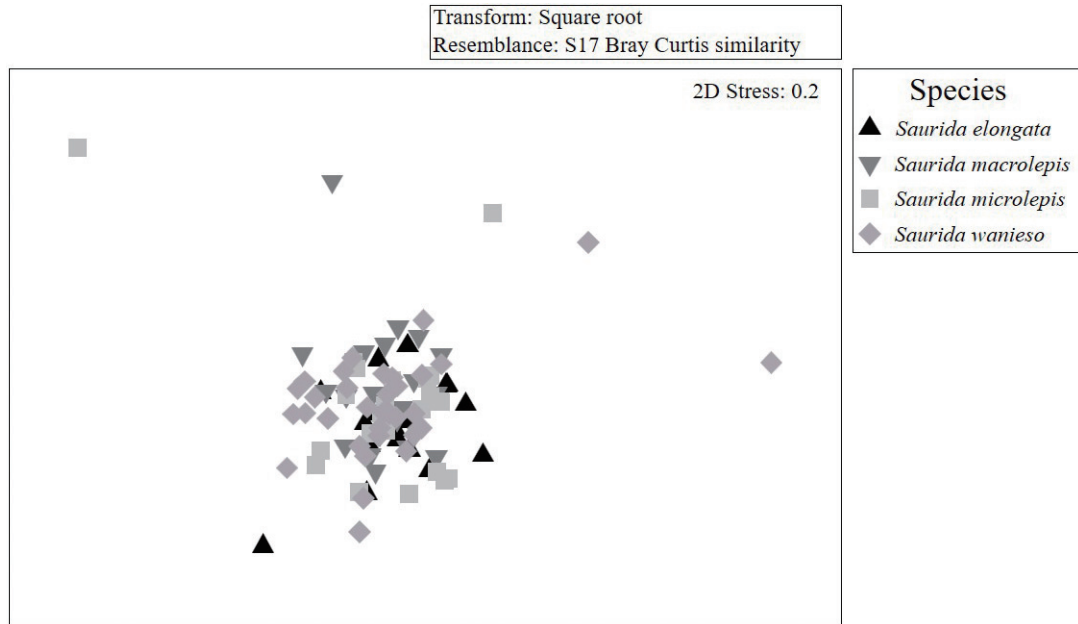


Fig. 5. Multidimensional scaling (MDS) ordination of identified fish prey composition in four *Saurida* species (*S. macrolepis*, *S. elongata*, *S. wanieso*, and *S. microlepis*) in the South Sea of Korea, based on Bray-Curtis similarity calculated from square-root-transformed percentage by weight (%W) of prey items in individual stomachs. Symbols indicate different *Saurida* species. The two-dimensional stress value was 0.2.

유사도는 56.86–89.69%의 범위를 나타냈다(Table 5). 평균 비 유사도는 잔비늘매통이와 톱비늘매통이에서 가장 높게 나타났으며(89.69%), 날매통이와 잔비늘매통이에서 가장 낮게 나타났다(56.86%). 종 간 비유사성은 주로 멸치, 갈치, 고등어 및 전갱이에 의해 설명되었으며, 이들 먹이생물은 대부분의 종쌍에서 높은 기여도를 나타냈다. 특히 멸치는 모든 종쌍에서 가장 높은 기여도를 보여 종 간 비유사성을 설명하는 주요 먹이생물로 확인되었다. Heatmap과 계층적 군집분석 결과(Fig. 6), 매통이속 4종은 공통적인 주요 먹이생물을 이용하였으나, 종별로 우점 먹이생물의 이용 양상에는 차이가 나타났다. 잔비늘매통이는 멸치의 비율이 가장 높게 나타났으며, 날매통이는 멸치와 갈치의 비율이 상대적으로 높았다. 매통이는 고등어의 비율이 비교적 높게 나타났고, 톱비늘매통이는 갈치와 고등어의 비율이 비교적 높게 나타났다. 전체적으로 각 종은 공통적인 먹이생물을 이용하면서도 주요 먹이생물의 이용 비중에서 차이를 보였다.

고 찰

한국 남해에서 출현한 매통이속 4종의 섭식 생태를 비교한 결과, 모든 종에서 어류의 상대중요도지수비가 95.0% 이상으로 높게 나타나 전형적인 어식성 포식자의 섭식 특성을 보였다. 이러한 결과는 *S. tumbil*을 대상으로 한 선행연구에서 어류의 상대중요도지수비가 63.2%로 가장 높게 나타난 결과와 유사하며, 유사종인 *Saurida undosquamis*에서도 어류가 최대 77.7%

까지 우점하는 어류 중심의 섭식 경향이 보고된 바 있다(Manojkumar and Pavithran, 2016; Mali et al., 2017). 이번 연구에서 PERMANOVA, MDS 및 SIMPER 분석 결과를 종합하면, 종별 주요 먹이생물의 이용 양상에는 일부 차이가 확인되었으나, 종 간 먹이생물 조성은 상당 부분 중첩되어 자원분할을 뒷받침할 만큼 뚜렷한 분리는 확인되지 않았다. 반면, 해역에 따른 먹이생물 조성의 차이는 유의하지 않아 조사 해역 전반에서 유사한 먹이생물 조성이 나타났다. 이러한 결과는 매통이속 어류가 유사한 서식환경에서 이용 가능한 먹이생물을 공통적으로 이용하는 섭식 특성을 반영한 것으로 판단된다. 일반적으로 매통이속 어류는 대부분 수심 200 m 이내의 대륙붕 해역에 분포하는 저서성 포식자로 알려져 있다(Russell et al., 2024). 이번 연구에서도 이들의 일반적인 서식 범위에 해당하는 수심 37.5–139.2 m에서 시료가 채집되었으며, 특히 주요 먹이생물로 확인된 멸치, 고등어, 전갱이 및 갈치는 남해 및 대륙붕 해역에서 높은 출현빈도를 보이는 대표적인 어종으로 알려져 있다(Lee et al., 2014). 이러한 먹이생물의 분포 특성과 포식자의 서식 범위가 공간적으로 중첩됨에 따라 주요 먹이원으로 이용된 것으로 생각된다. 한편, 이번 연구는 저층트롤을 이용하여 시료를 채집하였으므로 예망 과정에서 어구 내 섭식(net feeding)이 발생하였을 가능성을 완전히 배제하기는 어렵다. 이에 따라 위내용물 분석 시 소화가 거의 이루어지지 않은 신선한 상태의 먹이생물은 어구 내 섭식의 가능성을 고려하여 분석 대상에서 제외하였다. 또한 *S. tumbil*을 대상으로 한 선행연구에서도 부유성 또는

Table 5. Results of similarity percentages (SIMPER) analysis showing the major identified fish prey contributing to compositional dissimilarity based on percentage by weight (%W) between species pairs of four *Saurida* species (*S. macrolepis*, *S. elongata*, *S. wanieo*, and *S. microlepis*) in the South Sea of Korea

Species pair	Average dissimilarity (%)	Main fish prey taxa	Contribution (%)	Cumulative contribution (%)
<i>Saurida elongata</i> vs. <i>Saurida macrolepis</i>	72.83	<i>Engraulis japonicus</i>	25.68	25.68
		<i>Trichiurus japonicus</i>	21.88	47.56
		<i>Scomber japonicus</i>	17.36	64.93
		<i>Trachurus japonicus</i>	10.08	75.01
<i>Saurida elongata</i> vs. <i>Saurida microlepis</i>	56.86	<i>Engraulis japonicus</i>	30.26	30.26
		<i>Trichiurus japonicus</i>	25.46	55.72
		<i>Trachurus japonicus</i>	10.77	66.50
		<i>Maurolicus japonicus</i>	5.35	71.85
<i>Saurida elongata</i> vs. <i>Saurida wanieo</i>	77.67	<i>Engraulis japonicus</i>	24.55	24.55
		<i>Trichiurus japonicus</i>	20.12	44.67
		<i>Scomber japonicus</i>	17.21	61.87
		<i>Trachurus japonicus</i>	12.14	74.01
<i>Saurida macrolepis</i> vs. <i>Saurida microlepis</i>	79.45	<i>Engraulis japonicus</i>	32.23	32.23
		<i>Trichiurus japonicus</i>	19.10	51.33
		<i>Scomber japonicus</i>	16.60	67.93
		<i>Trachurus japonicus</i>	5.45	73.39
<i>Saurida macrolepis</i> vs. <i>Saurida wanieo</i>	69.63	<i>Scomber japonicus</i>	20.18	20.18
		<i>Trichiurus japonicus</i>	19.75	39.92
		<i>Engraulis japonicus</i>	15.13	55.05
		<i>Trachurus japonicus</i>	11.38	66.43
		<i>Acropoma japonicum</i>	6.15	72.58
<i>Saurida microlepis</i> vs. <i>Saurida wanieo</i>	89.69	<i>Engraulis japonicus</i>	32.10	32.10
		<i>Trichiurus japonicus</i>	18.01	50.12
		<i>Scomber japonicus</i>	15.58	65.70
		<i>Trachurus japonicus</i>	8.49	74.19

회유성 어류가 주요 먹이생물로 보고된 바 있다(Manojkumar and Pavithran, 2016). 따라서 이번 연구 결과는 어구 내 섭식의 가능성을 고려하여 해석할 필요가 있으나, 선행연구에서 보고된 매통이속 어류의 먹이생물 조성과 전반적으로 유사한 경향을 나타냈다.

생태적 지위를 추정하는 영양단계는 생태계 내에서 생물이 차지하는 영양학적 위치를 나타내는 지표로, 일반적으로 2.0–5.0의 범위를 가진다. 영양단계가 2.0에 가까울수록 초식성(herbivore) 또는 유기체설물 섭식성(detritivore) 생물에 해당하며, 5.0에 가까울수록 육식성(carnivore) 또는 어식성(piscivore) 생물에 해당한다(Pauly et al., 1998; Pauly and Palomares, 2000). 이번 연구에서 매통이속 4종은 모두 4.0 이상의 높은 영양단계를 나타냈다. 이 중 툼빌매통이는 갈치와 고등어가 주요 먹이생물로 확인되어 가장 높은 영양단계를 보였으며, 매통이와 날매통이도 다양한 어류를 주요 먹이생물로 이용하여 비교적 높

은 영양단계를 보였다. 반면, 잔비늘매통이는 멸치가 우점 먹이생물로 나타나 다른 종보다 상대적으로 낮은 영양단계를 보였다. 일반적으로 영양단계가 4.0 이상인 어류는 중·상위 포식자로 분류되며, 주로 어류를 먹이로 이용하는 어식성 어류에서 흔히 나타난다(Essington et al., 2006). 또한 메타분석 연구에서는 어식성 포식자가 해양 먹이망의 상위 영양단계를 차지하며, 먹이망의 구조와 에너지 전달에 중요한 역할을 수행하는 것으로 보고하였다(Yu et al., 2025). 이러한 결과는 매통이속 4종이 해양 생태계에서 중·상위 포식자로 기능할 가능성을 뒷받침하는 것으로 판단된다.

이번 연구에서는 매통이, 날매통이, 툼빌매통이에서 크기군에 따른 먹이전환(ontogenetic dietary shift)이 확인된 반면, 잔비늘매통이는 모든 크기군에서 멸치가 지속적으로 우점하여 성장에 따른 먹이생물 조성의 변화가 뚜렷하지 않았다. 매통이속 어류는 큰 입과 발달된 턱뿐만 아니라 구개골, 혀 및 서골에 날

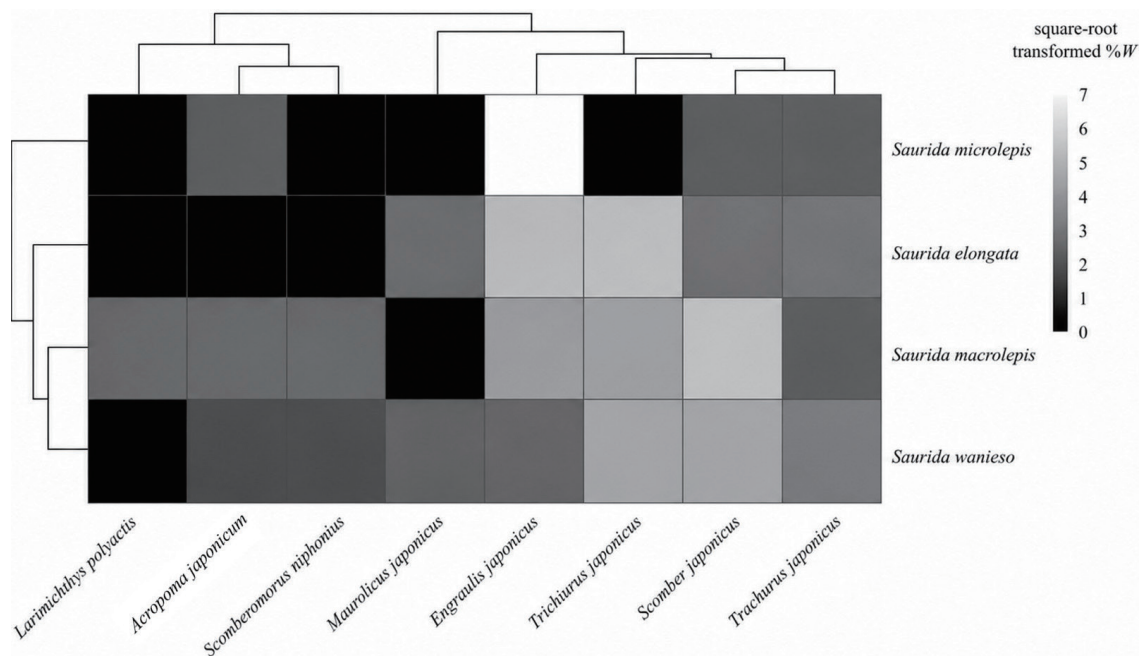


Fig. 6. Heatmap of square-root-transformed percentage by weight (%W) of identified fish prey in four *Saurida* species (*S. macrolepis*, *S. elongata*, *S. wanieso*, and *S. microlepis*) in the South Sea of Korea. Rows and columns were ordered by hierarchical clustering based on Bray-Curtis similarity.

카로운 치아가 발달한 형태적 특징을 가지고 있어 어류와 같은 비교적 큰 먹이를 효과적으로 포획할 수 있는 것으로 알려져 있다(Thresher, 1984; Randall et al., 1997). 이러한 형태적 특징으로 인해 포식자는 성장함에 따라 더 크고 다양한 먹이생물을 이용하게 되며, 이에 따라 먹이생물 이용 양상 또한 변화하는 것으로 보고되었다(Scharf et al., 2000). Yang et al. (2024) 역시 같은 속 어종인 *S. tumbil*에서 성장에 따른 먹이전환을 보고하였으며, 이번 연구 결과 역시 이와 유사한 경향을 보였다. 반면, 잔비늘매통이는 다른 종에 비해 상대적으로 작은 체장 범위의 개체가 주로 분석에 포함되었으므로, 이번 연구 결과만으로는 크기군에 따른 먹이전환 여부를 명확하게 판단하기 어렵다. 따라서 잔비늘매통이의 크기군에 따른 먹이전환 여부를 규명하기 위해서는 보다 넓은 체장 범위의 개체를 포함한 추가적인 연구가 필요할 것으로 판단된다.

이번 연구에서 매통이속 4종의 계절별 위내용물 조성을 분석한 결과, 종에 따라 계절별로 이용하는 먹이생물의 상대적 비율에는 변화가 있었으나, 전반적으로 특정 어류 먹이생물에 대한 높은 의존성을 보였다. 이러한 결과는 먹이생물의 계절별 출현 양상과 공간적 분포 변화에 따른 이용 가능성이 반영된 것으로 판단된다. 갈치와 고등어는 남해 해역에서 하계와 추계에 분포 범위가 확대되고 자원량이 증가하는 대표적인 어종으로 보고되어 있으며, 이번 연구에서도 매통이와 톱비늘매통이에서 해당 계절에 갈치와 고등어의 이용 비율이 높게 나타났다(Lee et al., 2024). 또한 Lee et al. (2025)의 연구에서는 남해 해역에서 봄

철에는 멸치의 출현 비중이 높고, 여름철에는 전갱이가 대표적인 우점종으로 출현하는 것으로 보고하였다. 이러한 경향은 이번 연구에서 확인된 날매통이의 계절별 먹이생물 조성의 변화와 유사한 양상을 보였다. 반면, 잔비늘매통이는 대부분의 계절에서 멸치를 지속적으로 섭식하는 경향을 보였으나, 하계와 추계의 분석 개체수가 부족하여 계절별 먹이생물 조성의 변화를 일반화하기에는 한계가 있었다. 따라서 향후 계절별 충분한 표본을 확보한 추가 연구를 통해 잔비늘매통이의 계절별 먹이생물 이용 양상을 보다 명확히 규명할 필요가 있다.

종합적으로, 한국 남해에 출현하는 매통이속 4종은 전형적인 어식성 포식자로 나타났으며, 영양단계 또한 모두 4.0 이상으로 먹이망 내 상위 포식자에 해당하는 것으로 판단된다. 동일 해역에 공존하는 매통이속 4종은 유사한 먹이생물을 이용하면서도 종별로 주요 먹이생물의 이용 양상에 차이를 보였다. 이번 연구는 매통이속 4종의 섭식 특성과 영양단계에 대한 기초자료를 제공하며, 향후 동일 해역에서 지속적인 위내용물 조사를 통해 먹이생물 조성 및 먹이망 구조의 변화를 평가하는 데 활용될 것으로 기대된다.

사 사

이 논문은 2026년도 국립수산물과학원 수산과학연구사업(R2026001)의 지원을 받아 수행되었습니다. 또한 현장 조사에 협조해 주신 국립수산물과학원 수산과학조사선 관계자 여러분께

감사드립니다.

References

- Anderson MJ, Gorley RN and Clarke KR. 2008. PERMANOVA+ for PRIMER: Guide to Software and Statistical Methods. PRIMER-E, Plymouth, U.K., 1-214.
- Bogorodsky SV, Alpermann TJ, Mal AO and Gabr MH. 2014. Survey of demersal fishes from southern Saudi Arabia, with five new records for the Red Sea. *Zootaxa* 3852, 401-437. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.3852.4.1>.
- Cho JI, Kim DG, Seong GC, Kang DY, Jin SY, Soh HY and Baeck GW. 2023. Diet composition of the anchovy, *Engraulis japonicus* in the coastal water of Tongyeong. *Korean J Ichthyol* 35, 340-346. <https://doi.org/10.35399/ISK.35.4.15>.
- Cortés E. 1999. Standardized diet compositions and trophic levels of sharks. *ICES J Mar Sci* 56, 707-717. <https://doi.org/10.1006/jmsc.1999.0489>.
- Ebert DA and Bizzarro JJ. 2007. Standardized diet compositions and trophic levels of skates (Chondrichthyes: Rajiformes: Rajoidei). *Environ Biol Fish* 80, 221-237. <https://doi.org/10.1007/s10641-007-9227-4>.
- Essington TE, Beaudreau AH and Wiedenmann J. 2006. Fishing through marine food webs. *Proc Natl Acad Sci USA* 103, 3171-3175. <https://doi.org/10.1073/pnas.0510964103>.
- Golani D. 1993. The biology of the Red Sea migrant, *Saurida undosquamis* in the Mediterranean and comparison with the indigenous confamilial *Synodus saurus* (Teleostei: Synodontidae). *Hydrobiologia* 271, 109-117. <https://doi.org/10.1007/BF00007547>.
- Hayashi T. 1983. What insights can be gained from stomach contents? Essay on the feeding strategy of the lizardfish from information gathered from the stomach contents. *J Fac Appl Biol Sci Hiroshima Univ* 22, 271-302.
- Hong SY. 2006. Marine Invertebrates in Korean Coasts. Academy Publishing Company, Seoul, Korea, 1-479.
- Hussey NE, MacNeil MA, McMeans BC, Olin JA, Dudley SFJ, Cliff G, Wintner SP, Fennessy ST and Fisk AT. 2014. Rescaling the trophic structure of marine food webs. *Ecol Lett* 17, 239-250. <https://doi.org/10.1111/ele.12226>.
- Hyslop EJ. 1980. Stomach contents analysis: A review of methods and their application. *J Fish Biol* 17, 411-429. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.1980.tb02775.x>.
- Inoue T and Nakabo T. 2006. The *Saurida undosquamis* group (Aulopiformes: Synodontidae), with description of a new species from southern Japan. *Ichthyol Res* 53, 379-397. <https://doi.org/10.1007/s10228-006-0358-y>.
- Jawad LA and Abed JM. 2020. Morphological asymmetry in the greater lizardfish *Saurida tumbil* (Bloch, 1795) collected from the marine waters of Iraq. *Mar Pollut Bull* 159, 111523. <https://doi.org/10.1016/j.marpollbul.2020.111523>.
- Ji HS, Yu HJ, Kim JK, Kim DN, Kim ST, Kim JN, Kim HJ, Mun SY, Oh TY, Yu JT, Yun EA, Lee SG, Lee HW, Lee HB, Lim YJ, Jung JM, Choi JH and Hwang GS. 2020. Fish Eggs, Larvae and Juveniles of Korea. Hangeul Graphics, Busan, Korea, 66-73.
- Kim DG, Seong GC, Jin SY, Soh HY and Baeck GW. 2021. Diet composition and trophic level of jack mackerel, *Trachurus japonicus* in the South Sea of Korea. *J Korean Soc Fish Ocean Technol* 57, 117-126. <https://doi.org/10.3796/KSFOT.2021.57.2.117>.
- Kim IS, Choi Y, Lee CL, Kim BJ and Kim JH. 2005. Illustrated Book of Korean Fishes. Kyo-hak Publication, Seoul, Korea, 4-615.
- Lee CH, Nam JO, Park CH, Kwon OM, Son JG, Jeong MG, Hwang CH, Kim YR and Lee MS. 2024. Seasonal spatial autocorrelation of mackerel and hairtail catches in Korea. *J Korean Soc Mar Environ Saf* 30, 33-41. <https://doi.org/10.7837/kosomes.2024.30.s3.033>.
- Lee DJ, Kang SK, Choi KH and Jeong KM. 2014. Species composition and seasonal variations of fishes collected by set net in coastal waters of Gijang, Korea. *Korean J Fish Aquat Sci* 47, 983-996. <https://doi.org/10.5657/KFAS.2014.0983>.
- Lee DY, Jeong JM, Kim DY, Shin DH, Lee CI, Lee JH, Sohn HW and Park HJ. 2025. Spatial and temporal variations in the trophic structure of fish assemblages in the eastern region of the Yellow Sea determined by C- and N-stable isotope ratios. *Biology* 14, 1521. <https://doi.org/10.3390/biology14111521>.
- Mali KS, Vinod KM, Farejiya MK and Bhargava AK. 2017. Food and feeding habits of two major lizardfishes (Family: Synodontidae) occurring along the north-west coast of India (18°-23°N). *Int J Life Sci Scienti Res* 3, 1039-1046.
- Manojkumar PP and Pavithran PP. 2016. Diet and feeding habits of *Saurida tumbil* (Bloch, 1795) from northern Kerala, south-west coast of India. *Indian J Fish* 63, 41-47. <https://doi.org/10.21077/ijf.2016.63.4.60208-07>.
- Mazzoni R, Moraes M, Rezende CF and Miranda JC. 2010. Feeding and ecomorphological patterns of stream-dwelling fishes from the upper Tocantins river, Goiás, Brazil. *Iheringia Sér Zool* 100, 162-168. <https://doi.org/10.1590/S0073-47212010000200012>.
- Park HS, Kim SR, Song SH and Kim CS. 2023. Diet composition of chub mackerel, *Scomber japonicus* in coastal waters of Jeju Island, Korea. *Korean J Ichthyol* 35, 113-120. <https://doi.org/10.35399/ISK.35.2.6>.
- Pauly D and Palomares ML. 2000. Approaches for dealing with three sources of bias when studying the fishing down marine food web phenomenon. In: *Fishing Down the Mediterranean Food Webs?* Durand F, ed. CIESM (Commission Internationale pour l'Exploration Scientifique de la Mer Méditerranée) Workshop Ser 12, 61-66.
- Pauly D, Trites AW, Capuli E and Christensen V. 1998. Diet composition and trophic levels of marine mammals. *ICES J Mar*

- Sci 55, 467-481. <https://doi.org/10.1006/jmsc.1997.0280>.
- Pinkas L, Oliphant MS and Iverson ILK. 1970. Food habits of albacore, bluefin tuna, and bonito in California waters. Fish Bull 152, 1-105. <https://escholarship.org/uc/item/7t5868rd>.
- Ramírez-Luna V, Navia AF and Rubio EA. 2008. Food habits and feeding ecology of an estuarine fish assemblage of northern Pacific coast of Ecuador. Pan-Am J Aquat Sci 3, 361-372.
- Randall JE, Allen GR and Steene RC. 1997. Fishes of the Great Barrier Reef and Coral Sea. University of Hawaii Press, Honolulu, HI, U.S.A., 49-51.
- Russell BC, Golani D and Tikochinski Y. 2015. *Saurida lessepsianus* a new species of lizardfish (Pisces: Synodontidae) from the Red Sea and Mediterranean Sea, with a key to *Saurida* species in the Red Sea. Zootaxa 3956, 559-568. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.3956.4.7>.
- Russell BC, Malay MCD and Cabebe-Barnuevo RA. 2024. A new deep-water species of *Saurida* (Pisces: Synodontidae) from the South China Sea and Central Philippines. Zool Stud 63, 40. <https://doi.org/10.6620/ZS.2024.63-40>.
- Ryu HS, Choi ND and Lee SY. 2014. Food quality and shelf-life of Korean commercial fried Kamaboko. Korean J Fish Aquat Sci 47, 211-219. <https://doi.org/10.5657/KFAS.2014.0211>.
- Scharf FS, Juanes F and Rountree RA. 2000. Predator size-prey size relationships of marine fish predators: Interspecific variation and effects of ontogeny and body size on trophic-niche breadth. Mar Ecol Prog Ser 208, 229-248. <https://doi.org/10.3354/meps208229>.
- Seong GC, Kim DG, Jin SY, Soh HY and Baeck GW. 2021. Diet composition of the chub mackerel *Scomber japonicus* in the coastal waters of the South Sea of Korea. Korean J Fish Aquat Sci 54, 73-79. <https://doi.org/10.5657/KFAS.2021.0073>.
- Seong GC, Kim DG, Kang DY, Jin SY, Kim HS, Soh HY and Baeck GW. 2022. Feeding habits of the largehead hairtail, *Trichiurus japonicus* in the Yellow Sea of Korea. Korean J Ichthyol 34, 179-185. <https://doi.org/10.35399/ISK.34.3.4>.
- Thresher RE. 1984. Reproduction in Reef Fishes. T.F.H. Publications, Neptune City, NJ, U.S.A., 343-388.
- Wootton RJ. 1990. Ecology of Teleost Fishes. Chapman and Hall, London, U.K., 32-71.
- Yang X, Deng Y, Qin J, Luo K, Kang B, He X and Yan Y. 2024. Dietary shifts in the adaptation to changing marine resources: Insights from a decadal study on greater lizardfish (*Saurida tumbil*) in the Beibu Gulf, South China Sea. Animals 14, 798. <https://doi.org/10.3390/ani14050798>.
- Yeo MY and Kim JK. 2018. Taxonomic review of the genus *Saurida* (Aulopiformes: Synodontidae) from Korea. Korean J Ichthyol 30, 205-216. <https://doi.org/10.35399/ISK.30.4.3>.
- Yu TS, Ji CW, Park JW, Oh GH, Suman TY and Kwak IS. 2025. Exploring prey-predator relationships through network analysis in Korean marine ecosystems. Estuar Coast Shelf Sci 313, 109087. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2024.109087>.