

Note

멸종위기종 남방동사리의 보전을 위한 상세 분포 지역 및 개체군 크기 파악

김정희* · 박상현 · 백승호 · 백충열¹

주식회사 에코리서치, ¹경상남도람사르환경재단

Identifying Distribution Areas and Population Sizes for the Conservation of the Endangered Species *Odontobutis obscura*. Jeong-Hui Kim* (0000-0003-2331-4232), Sang-Hyeon Park (0000-0001-6036-8489), Seung-Ho Baek (0000-0002-8280-8665) and Chung-Yeol Baek¹ (0000-0002-5941-7981) (EcoResearch Incorporated, Gongju 32588, Republic of Korea; ¹Gyeongsangnamdo Ramsar Environmental Foundation, Changnyeong 50304, Republic of Korea)

Abstract This study presents a fine scale distribution of the endangered species, *Odontobutis obscura*, through field surveys and literature reviews. Using the mark-recapture method, the population size in major habitats was determined. Field surveys conducted on 18 streams in Geoje Island revealed that the *O. obscura* was only found in the main streams and tributaries of the Sanyang, Gucheon, and Buchun Streams, which are part of the Sanyang Stream watershed. The *O. obscura* exhibited relative abundances ranging from 0.5% to 35.3% at different locations, with certain spots showing higher relative abundances (18.8% to 35.3%), indicating major habitat areas. A review of six literature studies confirmed the presence of the *O. obscura*, although there were differences in occurrence status depending on the purpose, scope, and duration of the studies. Combining the results of field and literature surveys, it was found that the *O. obscura* inhabits the main and tributary streams of the Sanyang, Gucheon, and Buchun Streams, from the upper to lower reaches. Currently, the *O. obscura* population in the Sanyang Stream watershed maintains a stable habitat, but its limited distribution range suggests potential issues such as genetic diversity deficiency in the long term. The population size of the *O. obscura* was confirmed at two specific locations, with densities of 0.5 to 1.5 individuals per m². The average movement distance from the release point was 13.1 m, indicating the limited mobility characteristic of ambush predators. Understanding the distribution and population size of endangered species is the first step towards their conservation and protection. Based on this information, further research could significantly contribute to the conservation of the *O. obscura*.

Key words: endangered species management, genus *Odontobutis*, Geoje Island, Sanyang Stream watershed, mark-recapture, freshwater fish, fish migration

서론

담수어류는 전체 어류 다양성의 40%, 전체 척추동물의

25%를 차지하며 (Dudgeon *et al.*, 2006), 가장 위협받는 동물 분류군 중 하나이다 (Clavero *et al.*, 2010). 이들은 최근 수십 년 동안 서식지 손실 및 파괴, 침입종, 어업, 오염, 기후 변화 등 다양한 위협의 결과로 심각한 감소와 범위 축소를 겪어왔다 (Costa *et al.*, 2021). 국내에서는 “야생생물 보호 및 관리에 관한 법률”에 따라 자연적 또는 인위적 위협요인으로 개체수가 크게 줄어들어 멸종위기에 처한 종(멸종위기 야생

Manuscript received 24 May 2024, revised 28 May 2024,
revision accepted 28 May 2024
* Corresponding author: Tel: +82-43-853-3018, Fax: +82-43-853-3019
E-mail: ragman-k@hanmail.net

생물 I급), 개체수가 크게 줄고 있어 가까운 장래에 멸종위기에 처할 우려가 있는 종(멸종위기 야생생물 II급)을 “멸종위기 야생생물”로 지정하여 보호하고 있다. Yoon *et al.* (2018)의 연구에 따르면 국내 하천에서 주로 확인되는 담수어류가 약 130종이며, 환경부는 이들 중 약 22%의 어류를 멸종위기 야생생물(I급 11종, II급 18종)로 지정하여 보고하고 있다(2022년 12월 9일 개정).

남방동사리는 중국, 일본, 한국에 서식하고 있는 동사리과(Odontobutidae) 어류로 담수에서만 서식하는 일차담수어(primary freshwater fish)로 알려져 있다(Kim and Park, 2002). 중국과 일본에서 남방동사리는 지역적으로 넓게 분포하고 쉽게 서식을 확인할 수 있는 보편종으로 포함된다(<https://www.fishbase.se/>). 국내에서 남방동사리는 1999년 거제도 산양천에서 채집된 개체를 통해 국내에서 최초 보고되었으며(Chae, 1999), 그동안 산양천 일대에서만 확인되어 단일 수계에만 서식하는 것으로 알려졌다(Park *et al.*, 2021). 이러한 남방동사리는 현재 환경부 지정 멸종위기 야생생물 I급으로 지정되어 보호받고 있음에도 불구하고 정확한 분포 범위를 확인하기 위해 거제도 전체 유역을 대상으로 한 남방동사리의 상세 분포 연구는 수행되지 않았다.

종을 보호하기 위해서 해당종의 정확한 분포를 확인하

는 것은 가장 우선적으로 연구되어야 할 주제이다. 멸종위기종과 같은 희귀종이 지속적으로 서식하기 위해서는 넓은 지리적 분포가 중요한 것으로 알려져 있으며(Goodman, 1987), 해당종이 멸종되는 시간은 분포역의 감소와 비례한다(Schoener and Schoener, 1983; Pimm *et al.*, 1988). 따라서, 멸종위기종을 보호하기 위해서는 종의 분포 지역을 정확하게 이해하고 지속적인 변화를 모니터링하는 과정이 필요하다. 또한, 생물학자들은 종 보존을 위한 최소 개체군 규모에 대한 문제를 오랫동안 고민해 왔으며(Shaffer, 1981), 안정적인 개체군 크기의 유지는 근친 교배를 최소화하고 유전적 다양성을 유지하는 데 있어서 중요한 역할을 하는 것으로 알려져 있다(Reed and Bryant, 2000; Reed, 2005). 개체군의 크기는 먹이 공급 및 서식지 이용과 같은 다양한 생태학적 요인에 의해 결정되기 때문에, 개체군 크기 분석은 해당종의 멸종 위험을 예측하고 방지하는 데 활용된다. 이처럼 멸종위기종의 정확한 분포 지역에 대한 이해와 개체군 크기에 대한 연구 결과는 멸종위기종 연구에서 중요한 지표 중 하나로, 해당종의 보전 및 생태계 안정성을 확인하는 데 필수적인 정보를 제공한다.

이에 따라 본 연구에서는 거제도 유역단위에서 멸종위기종 남방동사리의 정밀분포 조사와 문헌조사를 통해 국내 서

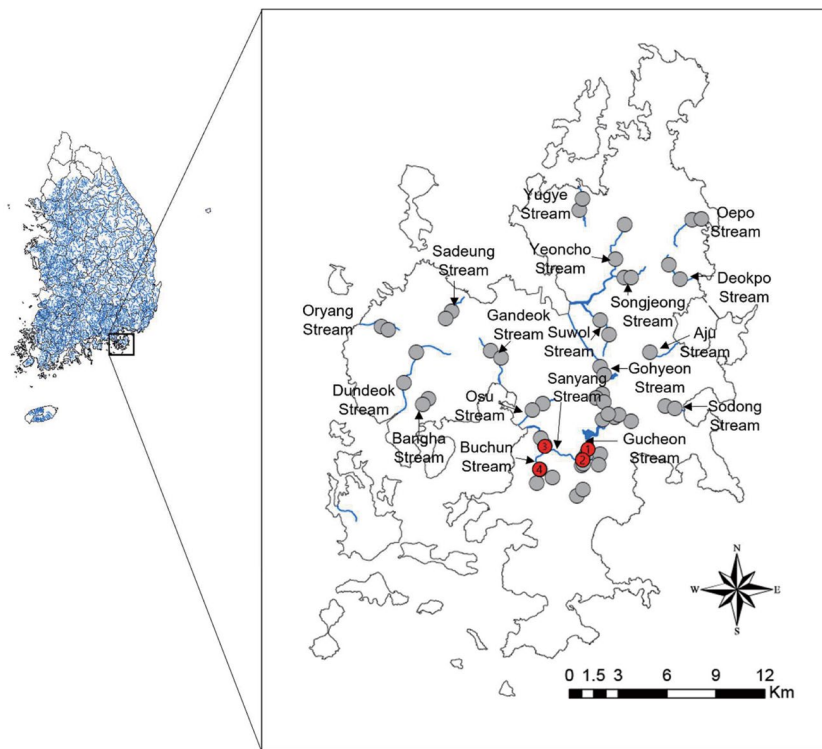


Fig. 1. Geoje Island *Odontobutis obscura* fine scale distribution survey points and mark-recapture survey points (red circle) for population size determination (1, Gucheon M3; 2, Sanyang M3; 3, Sanyang M4; 4, Buchun M2).

식 하천에 대한 정밀한 분포 현황을 제시하고자 하였다. 또한, 분포 지역 중 서식 개체가 많은 것으로 확인된 주요 서식 구간에 대해서 개체군 크기를 파악하여, 멸종위기에 직면한 남방동사리의 보전을 위한 전략 및 정책 수립을 위한 중요 자료를 제공하고자 하였다.

재료 및 방법

1. 현장조사

남방동사리의 거제도 내 분포 지역을 파악하기 위해서 거제도에 위치한 18개의 지방하천을 대상으로 어류 현장조사를 실시하였다. 조사가 이루어진 하천은 구천천, 산양천, 부춘천, 오량천, 사등천, 고현천, 수월천, 송정천, 연초천, 유계천, 외포천, 덕포천, 아주천, 소동천, 오수천, 간덕천, 방하천, 둔덕천이며, 남방동사리의 주요 서식지로 알려져 있는 구천천, 산양천, 부춘천의 경우 해당 하천으로 유입되는 소하천을 조사 범위로 포함하였다. 조사 지점의 선정은 남방동사리의 생태특성을 고려하여 해수가 유입되지 않는 담수 지역을 선정하였다. 지점은 남방동사리의 주요 서식처인 구천천(11개), 산양천(8개), 부춘천(3개)에 대해서 다수의 지점을 선정하여 조사를 실시하였으며, 이외 하천에 대해서는 각 2개의 지점을 선정(아주천은 하천의 규모를 고려하여 1개 지점 조사)하여 조사가 이루어졌다(Fig. 1).

남방동사리의 서식 여부를 확인하기 위해서 족대(망목 4 mm)를 주로 이용하여 채집하였으며, 이외 동서어종을 확인하기 위해 투망(망목 7 mm) 조사를 추가하였다. 남방동사리의 주요 서식처에 대한 채집 시, 서식처의 교란에 주의하여 채집을 실시하였다. 동서종에 대한 어류의 동정은 Kim and Park (2002)을 참고하였으며, 채집된 어류의 분류체계는 Nelson (2016)의 체계를 따라 정리하였다.

남방동사리 주요 서식지로 알려져 있는 구천천, 산양천, 부춘천의 주요 서식처를 대상으로 VIE (visible implant elastomer) marking (VIE Tag 6 mL Kit, Northwest Marine Technology, Inc., USA)을 통한 mark-recapture 방법(Peterson, 1896)을 이용하여 지점별 개체군 크기를 산정하였다(Fig. 2). 하천별 주요 서식처 선정은 남방동사리 정밀분포 조사에서 가장 개체수가 많은 지점을 기준으로 선정하였으며, 이를 통해 총 4개 지점(구천천 1개소, 산양천 2개소, 부춘천 1개소)을 대상으로 연구를 수행하였다(Fig. 1).

남방동사리의 채집은 족대(망목 4 mm)를 이용하였으며, 개체 및 서식처의 손상이 없게 최대한 조심하여 채집을 실시하였다. 현장에서 채집된 개체는 공기가 충분히 공급되는 수조(size 40 L)로 옮긴 후 순치하였다. 개체별 Ethyl 30aminobenzoate methanesulfonate salt (Sigma-Aldrich, Germany)를 이용하여 마취 후 전장과 무게를 측정하였으며, 이후 인젝터를 이용하여 VIE를 복강 인근 표피에 주입하였다. VIE가 주입된 개체는 회복을 위해 다시 산소가 충분히



Fig. 2. Mark-recapture study of *Odontobutis obscura* using VIE tag ((a) *Odontobutis obscura*, (b) VIE equipment, (c) VIE tag insertion, (d) release of VIE tagged individuals, (e) recapture, and (f) VIE-labeled individual among recaptured individuals).

공급되는 수조(size 40 L)로 옮긴 후 회복 여부를 확인하고 지점별 동일한 장소에 한 번에 방류하였다. 남방동사리 개체군 크기 파악을 위한 남방동사리 채집 및 VIE 표지는 2021년 5월 12일에 실시하였으며, 지점별 정해진 조사범위에 대해서 족대를 이용하여 1시간 채집하였고, 채집된 모든 개체를 대상으로 VIE 표지를 실시하였다. 2021년 9월 6~7일 VIE 표지 시기와 동일한 노력(방법 및 시간)을 통해 재포획을 실시하였으며, 채집된 남방동사리를 대상으로 VIE 표지의 여부를 확인하고 VIE 표지가 확인된 개체에 대해서 채집 지점의 정확한 위치정보를 기록하고 현장에서 방류하였다.

남방동사리 정밀분포 조사 및 개체군 크기 파악은 낙동강 유역환경청으로부터 “멸종위기 야생생물 포획, 훼손, 방사 허가증(허가번호 제2021-18호, 허가기간 2021년 4월 21일~10월 31일)”을 발급받아 허가기간 내 현장조사를 실시하였다.

2. 데이터 분석

현장조사와 문헌조사 결과를 활용하여 남방동사리의 상세 분포도를 작성하였다. 현장조사는 본 조사 결과를 포함하였으며, 문헌조사는 MOE/NIER (2008-2019), Byun *et al.* (2009), Jo *et al.* (2016), Geoje Cable Car Corporation

(2018), EcoResearch incorporated (2018), EcoResearch incorporated (2019)의 남방동사리 분포 조사 결과를 포함하였다.

남방동사리 개체군 크기는 단위면적(m²)당 개체수를 산정하였으며, 이를 위해서 mark-recapture 방법(Peterson, 1896)을 활용하였다. Peterson 방법은 특정 지점에서 채집된 개체를 표지하여 방류한 다음 충분한 시간 이후 동일한 지점에서 재포획을 실시하여 표지된 개체의 비율을 통해 개체군 크기를 추정하는 방법이다.

$$N = \frac{nK}{k} \text{ (Peterson, 1896)}$$

N, 개체군 크기

n, 첫 번째 모니터링에서 채집하여 표지된 개체의 수

K, 재포획에서 포획된 전체 개체의 수

k, 재포획에서 포획된 개체 중 표지된 개체의 수

추정된 지점별 개체군 크기(개체수)를 조사구간 면적으로 나누어 단위면적(m²)당 남방동사리 개체수를 구하였다. 또한, 재포획된 VIE 표지 개체의 위치 정보를 이용하여 방류지점으로부터 남방동사리의 이동거리(확산거리)를 산정하였다.

Table 1. Fish fauna and occurrence of *Odontobutis obscura* at 18 streams in Geoje Island.

Streams	No. f	No. s	No. i	Dominant species			Subdominant species			O.C
				Scientific name	No. i	RA	Scientific name	No. i	RA	
Gandeok	6	7	133	<i>Lefua costata</i>	89	66.9	<i>Misgurnus anguillicaudatus</i>	17	12.8	
Gohyeon	3	8	173	<i>Zacco temminckii</i>	121	69.9	<i>Hemiculter eigenmanni</i>	16	9.2	
Gucheon	5	13	1,248	<i>Zacco koreanus</i>	401	32.1	<i>Rhynchocypris oxycephalus</i>	253	20.3	O
Deokpo	3	4	254	<i>Rhinogobius brunneus</i>	187	73.6	<i>Tridentiger obscurus</i>	43	16.9	
Dundeok	3	4	338	<i>Rhinogobius brunneus</i>	176	52.1	<i>Zacco temminckii</i>	67	19.8	
Bangha	3	5	41	<i>Zacco koreanus</i>	15	36.6	<i>Rhinogobius brunneus</i>	11	26.8	
Buchun	5	11	381	<i>Rhynchocypris oxycephalus</i>	132	34.6	<i>Zacco koreanus</i>	70	18.4	O
Sadeung	3	3	91	<i>Rhinogobius brunneus</i>	59	64.8	<i>Rhynchocypris oxycephalus</i>	30	33.0	
Sanyang	6	14	514	<i>Zacco koreanus</i>	166	32.3	<i>Rhinogobius brunneus</i>	79	15.4	O
Sodong	3	5	473	<i>Zacco koreanus</i>	243	51.4	<i>Rhynchocypris oxycephalus</i>	123	26.0	
Songjeong	4	7	228	<i>Zacco koreanus</i>	138	60.5	<i>Squalidus gracilis majimae</i>	26	11.4	
Suwol	3	5	73	<i>Zacco temminckii</i>	49	67.1	<i>Pungtungia herzi</i>	12	16.4	
Aju	2	3	63	<i>Zacco koreanus</i>	31	49.2	<i>Rhynchocypris oxycephalus</i>	29	46.0	
Yeoncho	4	7	120	<i>Zacco koreanus</i>	33	27.5	<i>Gymnogobius urotaenia</i>	31	25.8	
Oryang	4	6	116	<i>Zacco temminckii</i>	46	39.7	<i>Oryzias latipes</i>	27	23.3	
Osu	4	6	83	<i>Rhynchocypris oxycephalus</i>	32	38.6	<i>Plecoglossus altivelis</i>	26	31.3	
Oepo	2	4	201	<i>Zacco koreanus</i>	124	61.7	<i>Rhynchocypris oxycephalus</i>	48	23.9	
Yugye	3	4	105	<i>Zacco koreanus</i>	67	63.8	<i>Rhynchocypris oxycephalus</i>	23	21.9	
Total	10	23	4,635	<i>Zacco koreanus</i>	1,335	28.8	<i>Rhinogobius brunneus</i>	806	17.4	-

*No. f, Number of family; No. s, Number of species; No. i, Number of individuals; RA, Relative abundance (%); O.C, *Odontobutis obscura* collected

결과 및 고찰

거제도 18개 하천에 대해 남방동사리 정밀분포 조사를 위해 어류를 조사한 결과, 총 10과 23종의 어류가 확인되었다 (Table 1). 거제도에 분포하는 하천은 대부분 하천의 길이가 짧고 경사가 급하며, 바다로 직접 유입되는 독립하천이다. 반면, 대부분의 하천에서의 우점종이 참갈겨니, 갈겨니, 밀어, 버들치 등으로 확인되어 하천별 어류군집의 큰 차이는 확인되지 않았다. 총 18개 하천 중 남방동사리가 서식하는 하천은 산양천 수계로 포함되는 산양천, 구천천, 부춘천으로 이는 Park *et al.* (2021)에서 제시한 남방동사리의 분포와 동일하다. 본 연구는 거제도 전역에 대한 조사를 통해 남방동사리의 정확한 분포 지역을 확인하는 목적으로 이루어졌기 때문에, 본 연구 결과를 통해 국내 남방동사리의 분포가 거제도의 산양천 수계에서만 제한됨을 최초로 확인하였다. 산양천 수계에 포함되는 지점에 대해서 지점별 남방동사리의 상대풍부도가 적게는 0.5% (Gucheon T3), 많게는 35.3% (Gucheon

M3)로 확인되었다 (Table 2). 특히 구천천 (Gucheon M3), 부춘천 (Buchun M2), 산양천 (Sanyang T1) 일부 지점에 대해서는 남방동사리의 상대풍부도가 18.8~35.3%로 매우 높아서 남방동사리의 주요 서식처로 확인되었으며, 이는 향후 남방동사리의 관리 지역 (구간) 설정에 유용한 정보로 활용될 수 있다.

문헌연구에 의하면 총 6건의 연구에서 남방동사리의 서식 여부를 확인하였으며, 이는 연구의 목적, 범위, 기간에 따라 채집된 남방동사리의 위치, 개체수 등의 차이가 있었다 (Table 3). 환경부에서 실시한 하천수생태계건강성 평가 과정은 2008년부터 2019년까지 구천천 1개 지점에서만 조사가 이루어졌으며, 이를 통해 매년 0~29개체의 남방동사리가 채집되었다 (MOE/NIER, 2008-2019). Byun *et al.* (2009)은 2002년부터 2009년까지 산양천 수계를 대상으로 어류 조사를 실시하였으며, 이를 통해 매년 1~6개체의 남방동사리 서식을 확인하였다. Jo *et al.* (2016)은 산양천 수계 (일부 지류 하천 포함)를 대상으로 2016년 남방동사리의 서식

Table 2. *Odontobutis obscura* collection status by each sampling site.

Streams	Location	Name of the sampling site	Number of <i>Odontobutis obscura</i> collected	Relative abundance (%)
Gucheon	Mainstream	Gucheon M1	0	0
		Gucheon M2	2	2.2
		Gucheon M3	60	35.3
		Gucheon M4	1	4.0
		Gucheon M5	4	1.9
	Tributaries	Gucheon T1	0	0
		Gucheon T2	0	0
		Gucheon T3	1	0.5
		Gucheon T4	1	1.2
		Gucheon T5	2	5.6
		Gucheon T6	2	2.6
Buchun	Mainstream	Buchun M1	4	3.8
		Buchun M2	40	18.8
	Tributaries	Buchun T1	2	3.2
Sanyang	Mainstream	Sanyang M1	1	1.4
		Sanyang M2	1	3.1
		Sanyang M3	14	5.6
		Sanyang M4	8	5.0
		Sanyang M5	0	0
	Tributaries	Sanyang T1	5	20.8
		Sanyang T2	3	5.5
		Sanyang T3	1	4.3

Table 3. Records of *Odontobutis obscura* appearances in the Sanyang Stream watershed through literature research.

References	Survey areas	Survey period	Total number of specimens captured	Description
MOE/NIER, 2008-2019	Gohyeon, Gucheon, Yeoncho Streams (1 sampling site, respectively)	2008~2019	65	0~29 individuals of <i>Odontobutis obscura</i> collected per year only at the Gucheon Stream.
Byun <i>et al.</i> , 2009	Sanyang Stream watershed (including estuary)	2002~2009	14	1~6 individuals of <i>Odontobutis obscura</i> collected per year.
Jo <i>et al.</i> , 2016	Sanyang Stream, Gucheon Stream, and their tributaries	2016	62	The survey area includes the entire wetted area from the upper reaches of Sanyang Stream to Gucheon Stream and their tributaries. A study to determine the comprehensive distribution of <i>Odontobutis obscura</i> .
Geoje Cable Car Corporation, 2018	Sanyang Stream, Gucheon Stream	2018	10	The survey area reaches from upper part of the Dongbu Reservoir (the Sanyang stream) to the Gucheon Stream.
EcoResearch incorporated, 2018	Sanyang Stream (12 sampling sites), Buchun Stream (2 sampling sites)	2018	6	The sampling period extended from March to April, during which we observed consistently low water temperatures averaging approximately 14°C. The sampling sites were concentrated in the area scheduled for construction.
EcoResearch incorporated, 2019	Sanyang Stream, Buchun Stream	2018~2019	74	Six surveys were conducted in the areas of Buchun Stream and Sanyang Stream from November 2018 to September 2019.

을 확인하였으며, 총 62개체의 남방동사리 서식을 확인하였다. 이는 산양천 수계의 넓은 범위에 대해서 남방동사리의 정밀분포를 확인한 첫 번째 연구이다. 이후 2018년 거제도 케이블카 설치를 위해 환경조사를 실시하는 과정에서 동부저수지에서 구천천 상류지역까지 어류조사를 실시한 결과 총 10개체의 남방동사리가 채집되었다(Geojje Cable Car Corporation, 2018). 추가로 EcoResearch incorporated (2018)와 EcoResearch incorporated (2019)가 2018~2019년 산양천과 부춘천을 대상으로 남방동사리의 서식 여부를 확인한 결과 각각 6개체, 74개체를 채집하였으며, 이는 산양천 수계 하천 중 부춘천에서 남방동사리의 서식을 확인한 최초의 결과이다.

Park *et al.* (2021)의 연구에 의하면 남방동사리는 하폭, 유수폭, 수심, 기초 수질 등에 대한 선택성이 크지 않으며, 1차 담수어(Sakai *et al.*, 1998)의 특성상 염분에 대한 내성을 남방동사리의 분포에 대한 제한요인으로 제시하였다. 본 연구에서도 문헌과 현장조사를 통한 남방동사리의 정밀분포를 확인한 결과 산양천 수계의 주요 하천인 구천천, 부춘천, 산양천 본류와 유입지천 모두에서 서식이 확인되었으며, 하천

의 상·하류 기준에서 최상류부터 조수에 의한 염분의 영향을 받지 않는 최하류(오망천교 인근)까지 서식이 확인되어 동일한 결과를 확인할 수 있었다. 반면, 본 연구에서는 산양천 수계에 포함되는 정수환경(동부저수지, 구천저수지, 부춘저수지)에 대한 조사가 이루어지지 않아서 정수환경에서의 남방동사리의 서식 여부를 확인하지 못했다. *Odontobutis*속에 포함된 동사리는 우수환경(하천형 습지)과 정수환경(호소형 습지) 모두에서 확인되어(Kim *et al.*, 2018), 흐름의 특성이 동사리의 서식에 제한요인으로 작용되지 않는 것으로 확인된다. 동사리와 남방동사리의 생태적 특성이 유사한 것을 고려할 때 산양천 수계의 정수환경에서도 남방동사리가 서식할 것으로 예상된다.

현장조사와 문헌연구를 포함한 남방동사리의 정밀분포 조사 결과, 산양천, 구천천, 부춘천 본류 및 유입하천의 최상류부터 하류까지 고르게 서식하고 있음을 확인할 수 있다(Fig. 3). 현재 산양천 수계의 남방동사리는 수계 내 안정적인 서식을 유지하고 있으나 제한된 분포 범위는 해당 어류의 생존에 큰 어려움을 야기한다. 특히 산양천 남방동사리의 유전적 다양성이 일본과 비교하여 약 3배 낮고(한국 평균 대립인자

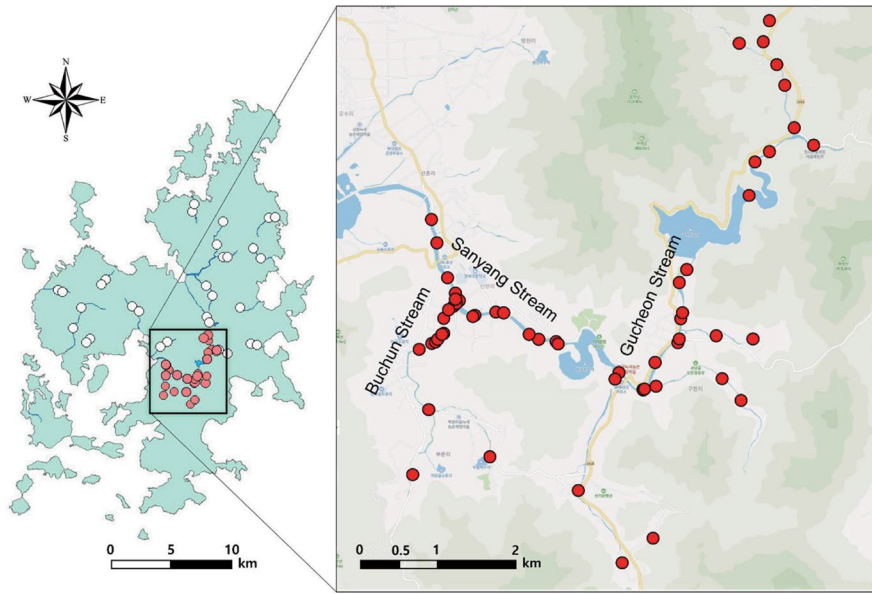


Fig. 3. Distribution of *Odontobutis obscura* in the Sanyang Stream watershed, as determined by field surveys and literature review.

Table 4. Population size of *Odontobutis obscura* at each study site as measured by the Peterson estimation.

Sites	No. VIE marking	Recapture		Population size (individuals)	Area of study sites (m ²)	Density (individual m ⁻²)
		Total individuals	VIE marking			
Gucheon M3	39	21	2	410	280	1.5
Sanyang M3	6	8	0	—	590	—
Sanyang M4	7	1	0	—	770	—
Buchun M2	12	28	1	336	640	0.5

수: 2,400, 일본 평균 대립인자 수: 6,421), 근친도 역시 매우 높은 수준(MLRelate, 한국: 24.85%, 일본: 0.85%)으로 특정 교란에 의해 쉽게 절멸이 가능하며, 열성 유전병의 위험성이 높은 편이다(MOE/NIBR, 2015). 따라서, 단기적으로 남방동사리의 서식에 위협이 되는 요인을 지속적으로 관리하되, 장기적으로는 남방동사리의 유전적 다양성을 유지하기 위한 노력을 실시할 필요가 있다.

남방동사리 개체군 크기 연구가 이루어진 4개 지점 중, 2개 지점(Gucheon M3, Buchun M2)에서 recapture가 이루어졌다(Table 4). Gucheon M3 지점은 VIE marking이 이루어진 39개체 중 2개체가 recapture되어 총 280 m² 구간에 대해서 410개체의 개체군 크기를 갖는 것으로 추정되었다. Buchun M2 지점은 VIE marking이 이루어진 12개체 중 1개체가 recapture되어 총 640 m² 구간에 대해서 336개체의 개체군 크기를 갖는 것으로 추정되었다. 두 지점에 대해서 단위 면적당 개체수를 환산한 결과 m²당 0.5개체(Buchun M2)에

서 1.5개체(Gucheon M3)의 남방동사리가 서식하는 것으로 확인되어 산양천 남방동사리의 주요 서식지(구간)에 대한 개체군 크기 정보를 처음으로 확인하였다. 멸종위기종에 대한 개체군 크기 연구는 연도별 개체군 크기의 변화 경향에 따라 적절한 보전대책 마련이 가능하기 때문에, 매우 중요한 정보로 활용될 수 있다. 미국의 멸종위기종 Yaqui catfish는 2000년부터 2015년까지 15년 이상을 모니터링하여 Yaqui catfish 개체군 크기가 지속적으로 감소하고 있음을 확인하였으며, 이를 보전전략에 활용하였다(Stewart *et al.*, 2017). 국내에서도 멸종위기종 미호종개를 대상으로 주요 서식지인 백곡저수지에서 2009년과 2011년 두 차례 개체군 크기 모니터링을 실시하여 미호종개의 개체군 크기가 감소된 것을 확인하였으나(Bae *et al.*, 2012), 이후 연구가 지속되지 않아 경향성(지속성)의 파악에 어려움이 있어 활용에 제한이 있었다. 남방동사리는 산양천 수계에서만 서식하는 종으로 산양천 수계의 개체군 변화는 국내 남방동사리 개체군 변화를 의미하

다. 따라서, 남방동사리가 다수 서식하고 개체군 크기가 확인된 지점(Gucheon M3, Buchun M2)을 대표지점으로 선정하여 개체군 크기를 장기적으로 모니터링할 경우 해당 결과에 따른 남방동사리의 보전 전략 마련(개체군 크기 감소는 개체군 복원 전략, 개체군 크기 유지 및 증가는 개체군 관리 전략)에 도움이 될 수 있을 것이다.

추가로 recapture가 이루어진 남방동사리 3개체는 방류지점으로부터 평균 13.1 m를 이동한 지점에서 확인되었으며(Kim unpublished data), 이는 국내 서식하는 매복형 포식자이자 멸종위기종인 독종개의 이동거리 17.1 m와 유사한 것을 확인할 수 있었다(Kim *et al.*, 2016). 수변 및 큰돌의 틈새를 서식처로 활용하는 매복형 포식자인 남방동사리는 서식처에서 큰 이동 없이 제한된 범위에서 포식활동을 하며 서식하는 것으로 판단된다.

본 연구는 멸종위기종 남방동사리의 정밀분포 현황과 주요 지점에 대한 개체군 크기의 정량적 정보를 제공하였다. 멸종위기종 연구에서 종의 분포와 개체군 크기에 대한 현황을 파악하는 것은 멸종위기종 보호를 위한 첫 번째 단계이다. 이러한 정보를 바탕으로 이후 남방동사리의 서식지 위협 요인 분석, 기초 생태(먹이, 서식, 산란) 연구, 환경유전자 활용 남방동사리 탐지기술 개발 등이 이루어진다면 남방동사리의 보호에 큰 도움이 될 수 있을 것으로 판단된다.

적 요

본 연구는 현장조사와 문헌조사를 통해 멸종위기종 남방동사리의 정밀분포 현황을 제시하였으며, mark-recapture 방법을 활용하여 주요 서식구간에 대해 개체군 크기를 파악하였다. 거제도 내 18개 지방하천을 대상으로 현장조사를 실시한 결과 산양천 수계에 포함되는 산양천, 구천천, 부춘천 본류 및 유입지류에서만 남방동사리의 서식이 확인되었다. 남방동사리는 출현 지점별 0.5%에서 35.3%의 상대풍부도를 보였으며, 일부지점에 대해서 상대풍부도가 높게(18.8~35.3%) 나타나 집중 서식 지역으로 확인되었다. 총 6건의 문헌 연구에서 남방동사리의 서식 여부를 확인하였으나 연구의 목적, 범위, 기간에 따라 출현 현황의 차이를 보였다. 현장조사와 문헌조사를 포함하여 분포 지역을 확인한 결과 남방동사리는 산양천, 구천천, 부춘천 본류 및 유입하천의 최상류부터 하류까지 고르게 서식하고 있었다. 현재 산양천 수계의 남방동사리는 수계 내 안정적인 서식을 유지하고 있으나 제한된 분포 범위는 장기적으로 유전적 다양성 결핍과 같은 문제를 내포하고 있다. 남방동사리 개체군 크기는 총 2개 지점에서 최종 확인되었다. 지점별 단위면적(m^2)당 0.5개

체에서 1.5개체가 서식하는 것으로 확인되었으며, 방류지점으로부터 이동거리는 평균 13.1 m로 매복형 포식자의 제한된 이동 특성을 보였다. 멸종위기종 연구에서 종의 분포와 개체군 크기에 대한 현황을 파악하는 것은 멸종위기종 보전 및 보호를 위한 기초이며 중요한 단계이다. 이러한 정보를 바탕으로 서식지 위협 요인 분석, 기초 생태(먹이, 서식, 산란) 연구, 환경유전자 활용 남방동사리 탐지기술 개발 등의 추가 연구가 이루어진다면 남방동사리의 보호에 큰 도움이 될 수 있을 것으로 판단된다.

저자정보 김정희(주식회사 에코리서치 대표이사), 박상현(주식회사 에코리서치 이사), 백승호(주식회사 에코리서치 이사), 백충렬(경상남도탐사르환경재단 과장)

저자기여도 개념설정: 김정희, 백충렬, 자료수집: 김정희, 박상현, 백승호, 분석: 김정희, 원고작성: 김정희

이해관계 이 논문에는 이해관계 충돌의 여지가 없습니다.

연구비 본 연구는 경상남도탐사르환경재단 ‘2021 야생생물 서식지 분포 조사 및 관리계획 수립’의 일환으로 수행되었습니다. 경상남도탐사르환경재단 직원분들을 포함한 남방동사리의 보호에 힘써주신 모든 분들께 감사드립니다.

REFERENCES

- Bae, D.Y., W.K. Moon, M.H. Jang, K.S. Jang, J.B. Seo, W.J. Kim and J.K. Kim. 2012. Applying the Jolly-Seber model to estimate population size of Miho Spine roach (*Cobitis choii*) in the Backgok stream, Korea. *Korean Journal of Ecology and Environment* **45**(3): 322-328.
- Byun, Y.H., K.T. Choi, H.K. Park and J.A. Won. 2009. Exploring the freshwater fish fauna and distribution of Geoje Island. 55th National Science Exhibition.
- Chae, B.S. 1999. First record of odontobutid fish, *Odontobutis obscura* (Pisces: Gobioidae) from Korea. *Korean Journal of Ichthyology* **11**: 12-16.
- Clavero, M., V. Hermoso, N. Levin and S. Kark. 2010. Biodiversity research: geographical linkages between threats and imperilment in freshwater fish in the Mediterranean Basin. *Diversity and Distributions* **16**(5): 744-754.
- Costa, M.J., G. Duarte, P. Segurado and P. Branco. 2021. Major threats to European freshwater fish species. *Science of The Total Environment* **797**: 149105.
- Dudgeon, D., A.H. Arthington, M.O. Gessner, Z.I. Kawabata, D.J. Knowler, C. Lévêque, R.J. Naiman, A.H. Prieur-Richard, D. Soto, M.L. Stiassny and C.A. Sullivan. 2006. Freshwater biodiversity: importance, threats, status and conservation challenges. *Biological Reviews* **81**(2): 163-182.

- EcoResearch incorporated. 2018. Sanyang district stream disaster prevention project endangered wildlife survey. EcoResearch incorporated, Gongju.
- EcoResearch incorporated. 2019. Detailed investigation of *Odontobutis obscura* in Sanyang Stream. EcoResearch incorporated, Gongju.
- Geoje Cable Car Corporation. 2018. Detailed investigation of endangered species *Odontobutis obscura* for Geoje Hakdong cable car construction project. Geoje Cable Car Corporation, Geoje.
- Goodman, D. 1987. How do any species persist? Lessons for conservation biology. *Conservation Biology* **1**: 59-62.
- Jo, H., J.S. Kim and Y.C. Kim. 2016. 2016 Field survey of the endangered Class 1 *Odontobutis obscura* at Sanyang and Gucheon Streams in Geoje City, Gyeongsangnamdo Ramsar Environmental Foundation, Changnyeong.
- Kim, I.S. and J.Y. Park. 2002. Freshwater fishes of Korea. Kyohak Publishing, Seoul.
- Kim, J.H., J.D. Yoon, R.Y. Im, G.Y. Kim and H. Jo. 2018. The analysis of the fish assemblage characteristics by wetland type (river and lake) of National Wetland Classification System of wetlands in Gyeongsangnam-do. *Korean Journal of Ecology and Environment* **51**(2): 149-159.
- Kim, J.H., J.D. Yoon, H.B. Song and M.H. Jang. 2016. Home range and habitat use of translocated endangered species, *Cottus koreanus*, in South Korea. *Animal Cells and Systems* **20**(2): 103-110.
- MOE/NIBR. 2015. Genetic evaluation of important biological resources in animal. Ministry of Environment/National Institute of Biological Resources, Incheon.
- MOE/NIER. 2008-2019. Survey and assess the health of stream aquatic ecosystems. Ministry of Environment/National Institute of Environmental Research, Incheon.
- Nelson, J.S. 2016. 5th ed. Fishes of the world. Wiley, New York.
- Park, S.H., J.H. Kim, S.H. Baek and H. Jo. 2021. Distribution and habitat characteristics of *Odontobutis obscura*, endangered species. *Korean Journal of Ecology and Environment* **54**(2): 79-86.
- Petersen, C.G.J. 1896. The yearly immigration of young plaice in the Limfjord from the German sea. *Report of the Danish Biological Station* **6**: 1-48.
- Pimm, S.L., H.L. Jones and J. Diamond. 1988. On the risk of extinction. *American Naturalist* **132**: 757-785.
- Reed, D.H. and E.H. Bryant. 2000. Experimental tests of minimum viable population size. *Animal Conservation* **3**: 7-14.
- Reed, D.H. 2005. Relationship between population size and fitness. *Conservation Biology* **19**: 563-568.
- Sakai, H., C. Yamamoto and A. Iwata. 1998. Genetic divergence, variation and zoogeography of a freshwater goby, *Odontobutis obscura*. *Ichthyological Research* **45**: 363-376.
- Schoener, T.W. and A. Schoener. 1983. The time to extinction of a colonizing propagule of lizards increases with island area. *Nature* **302**: 332-334.
- Shaffer, M.L. 1981. Minimum population sizes for species conservation. *Bioscience* **31**: 131-134.
- Stewart, D.R., M.J. Butler, G. Harris and W.R. Radke. 2017. Mark-recapture models identify imminent extinction of Yaqui catfish *Ictalurus pricei* in the United States. *Biological Conservation* **209**: 45-53.
- Yoon, J.D., J.H. Kim, S.H. Park and M.H. Jang. 2018. The distribution and diversity of freshwater fishes in Korean Peninsula. *Korean Journal of Ecology and Environment* **51**(1): 71-85.