

# 내성천 퇴적물 입도와 노란잔산잠자리(멸종위기야생생물 II급) 약충 개체수와의 상관관계 분석

박진영<sup>†</sup> · 권혁영<sup>1†</sup> · 장명성<sup>1</sup> · 차진열 · 이종은<sup>1\*</sup>

국립생태원, <sup>1</sup>안동대학교

## Correlation Analysis between Sediment Particle Size and Number of *Macromia daimoji* (Endangered Species II) Nymphs in Naeseong Stream, Korea

Jinyoung Park<sup>†</sup>, Hyeok Yeong Kwon<sup>1†</sup>, Myeong Seong Jang<sup>1</sup>, Jin Yeol Cha and Jong Eun Lee<sup>1\*</sup>

Team of Protected Area Research, National Institute of Ecology, Seocheon 33657, Korea

<sup>1</sup>Department of Biological Science, Andong National University, Andong 36729, Korea

**ABSTRACT:** *Macromia daimoji* nymphs (Endangered Species II) are known to inhabit the Naeseong Stream in Korea. In March 2019, we performed a correlation analysis between sediment particle size and the *M. daimoji* population using data collected from a 0.2-m<sup>2</sup> area at 37 sites in Naeseong riverbed. Particle size analysis showed different ratios of sediments in the riverbed: Coarse Sand (500–1,000 μm) 52.5%; Very Coarse Sand (1,000–2,000 μm) 25.6%; Medium Sand (250–500 μm) 17.2%; Fine Sand (125–250 μm) 3.1%; Very Fine Sand (63–125 μm) 1.0%; and Silt (less than 63 μm) 0.7%. The number of *M. daimoji* nymphs showed a positive correlation with Very Fine Sand and Fine Sand and a negative correlation with Coarse Sand, indicating that *M. daimoji* nymphs inhabit fine sand. These results can be used to monitor changes in the riverbed environment of Naeseong Stream to ensure the conservation of *M. daimoji* habitat.

**Key words:** *Macromia daimoji* nymphs, Sediment particle size, Endangered species II, Naeseong stream

**조 록:** 노란잔산잠자리(멸종위기야생생물 II급) 약충은 내성천 일대 서식하는 것으로 알려져 있다. 2019년 3월 서식이 확인된 37개 지점의 하상 0.2m<sup>2</sup> 면적에서 채취한 퇴적물 입도 분석 및 개체수와의 상관관계를 분석하였다. 입도 분석 결과 ‘조립사’(500 ~ 1,000 μm) 52.5%, ‘극조립사’(1,000 ~ 2,000 μm) 25.6%, ‘중립사’(250 ~ 500 μm) 17.2%, ‘세립사’(125 ~ 250 μm) 3.1%, ‘극세립사’(63 ~ 125 μm) 1.0%, ‘실트’(63 μm 미만) 0.7% 순으로 나타났다. 노란잔산잠자리 약충의 개체수는 ‘극세립사’(63 ~ 125 μm), ‘세립사’(125 ~ 250 μm)와는 양의 상관관계를, ‘조립사’(500 ~ 1,000 μm)와는 음의 상관관계를 나타내었다. 본 연구 결과를 통해 노란잔산잠자리 약충이 고운 모래를 서식처로 활용하고 있는 것을 확인하였으며, 이러한 연구결과는 이후 내성천 일대 하상 환경변화 모니터링에 활용 할 수 있을 것이다.

**검색어:** 노란잔산잠자리 약충, 퇴적물 입도, 멸종위기야생동물 II급, 내성천

잔산잠자리속(genus *Macromia*)은 국내에 잔산잠자리(*M. amphigena*), 노란잔산잠자리(*M. daimoji*), 만주잔산잠자리(*M. manchurica*) 3종이 보고되어 있다(NIBR, 2019). 그 중 유일하게 멸종위기야생생물 II급, 국가적색목록 위기(EN) 등급에 등

록된 노란잔산잠자리는 한국, 일본, 극동러시아 남부 최근에는 대만에도 분포하는 것으로 보고되어 있다(Jeong, 2012).

노란잔산잠자리는 Asahina (1964)가 북한산에서 채집된 성충으로 당시 국내 미기록종으로 발표하였으며, Kong (1988)에 의해 경기도 연천 사미천에서 약충을 보고 된 바 있다. 그 이후 2000년 들면서 전국자연환경조사, 하천 조사 사업 등이 활발해지면서 황강, 내성천 등 모래하천에서 일부 보고 되었다(ME, 2008; 2016). 성충은 5-8월에 관찰되며 약충은 하천의 정체성 유역 퇴적 모래가 쌓인 곳에 서식하고 모래 속에서 2년간 생활

<sup>†</sup>These authors have contributed equally to this paper.

\*Corresponding author: jelee@anu.ac.kr

Received September 1 2020; Revised September 14 2020

Accepted October 13 2020

하는 것으로 보고되었다(Jeong, 2007; 2016), 또한 멸종위기 어류인 흰수마자과와 함께 고운 모래 하천의 지표종으로 알려져 있으나, 확인된 서식지는 매우 한정적이며, 약충이 서식하는 하상 퇴적물 입도와 약충과의 관계 등 이들에 대한 생태적 연구는 전무한 실정이다.

이에 본 연구에서는 처음으로 멸종위기야생생물 II급인 노란잔산잠자리 약충 서식처의 퇴적물 입도와와의 개체수의 상관관계를 확인을 위해 연구를 수행하였다.

## 재료 및 방법

### 노란잔산잠자리 약충 및 퇴적물 조사지역

내성천 일대 영주댐 기준 하류부터 낙동강 합류 직전 총 연장 56 km를 대상으로 2019년 3월 16 ~ 22일 동안 노란잔산잠자리 약충의 서식이 확인된 37개 지점을 대상으로(Fig. 1) 이중망 뜰채(가로 40 cm, 내부 망목 2 mm, 외부 망목 100  $\mu$ m)를 이용하여 서식이 확인된 정점의 하상 표면을 0.2 m<sup>2</sup> 씩 긁어 퇴적물을 채취하여, 입도 분석을 실시하고 각 지점별 채집된 노란잔

산잠자리 약충은 개체수를 확인 후 방사 하였다(허가번호 대구 지방환경청 제2018-23호).

### 퇴적물 입도 분석 방법

입도 분석은 각 지점별 퇴적물 시료를 유리온실에서 10일간 건조 시킨 후 입도 분석기(Haver & Boecker, EML 200 Digital plus)를 이용하여 7개 구간으로 분석을 실시하였다.

퇴적물 입도는 Udden (1914), Wentworth (1922), Frieman and Sanders (1978)에 따라 실트(S, 63  $\mu$ m 미만), 극세립사(VFS, 63 ~ 125  $\mu$ m), 세립사(FS, 125 ~ 250  $\mu$ m), 중립사(MS, 250 ~ 500  $\mu$ m), 조립사(CS, 500 ~ 1,000  $\mu$ m), 극조립사(VCS, 1,000 ~ 2,000  $\mu$ m), 자갈(2,000  $\mu$ m 이상)로 구분하고 GRADISTAT (ver.8.0) 프로그램을 이용하여 Folk and Ward (1957) 방법으로 수행 하였다.

### 통계분석

노란잔산잠자리 약충의 개체수와 퇴적물 입도와의 상관관계를 확인하기 위해 SPSS Statistics 22 프로그램을 이용하여

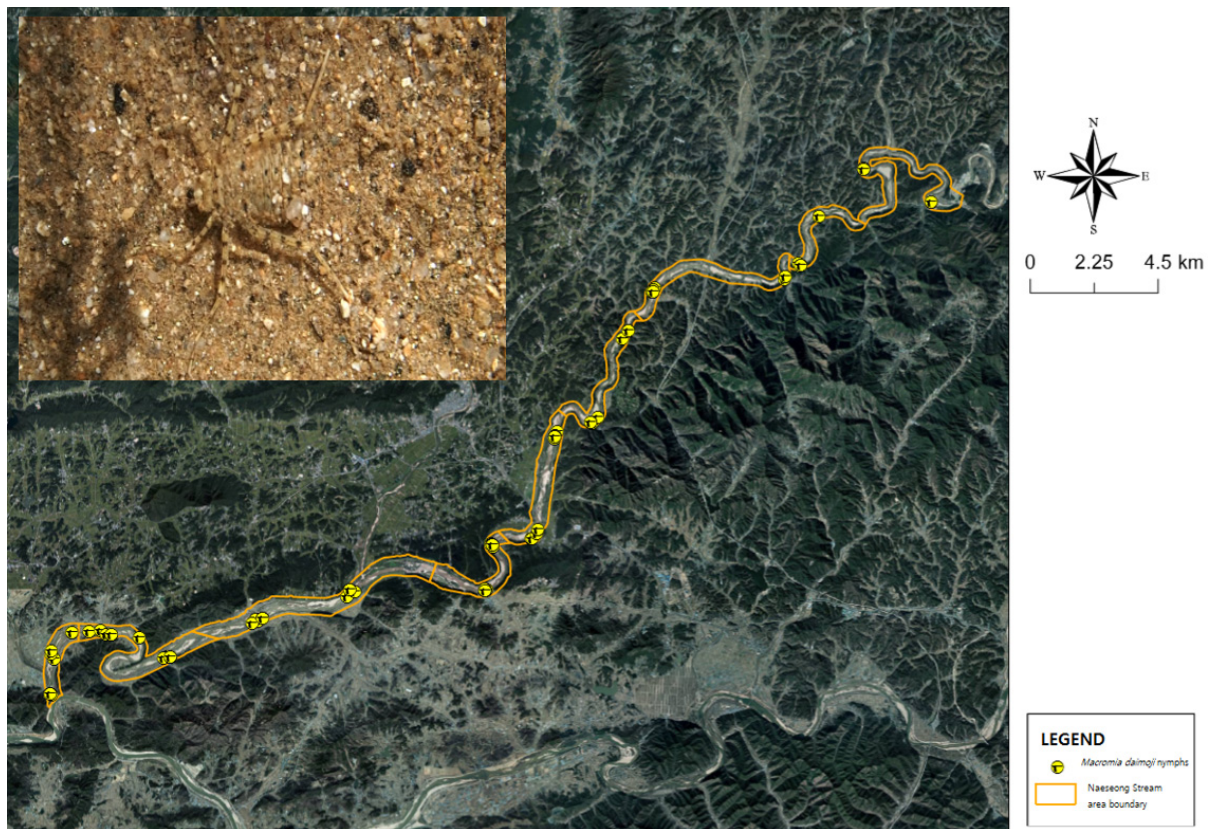


Fig. 1. Sites in the Naeseong Stream area that were surveyed in March 2019 for *Macromia daimoji* nymphs.

분석하였다.

## 결과 및 고찰

### 조사지점별 노란잔산잠자리 약충 개체수

37개 조사 지점 중 노란잔산잠자리 약충이 1개체 확인된 지점은 16개 지점(43.2%)으로 가장 많았으며, 2개체는 8개 지점(21.6%), 3개체는 4개 지점(10.8%), 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 14, 19개체 각각 1개 지점(2.7%)으로 확인되었다(Fig. 2).

### 노란잔산잠자리 약충 서식지 퇴적물 입도 분석

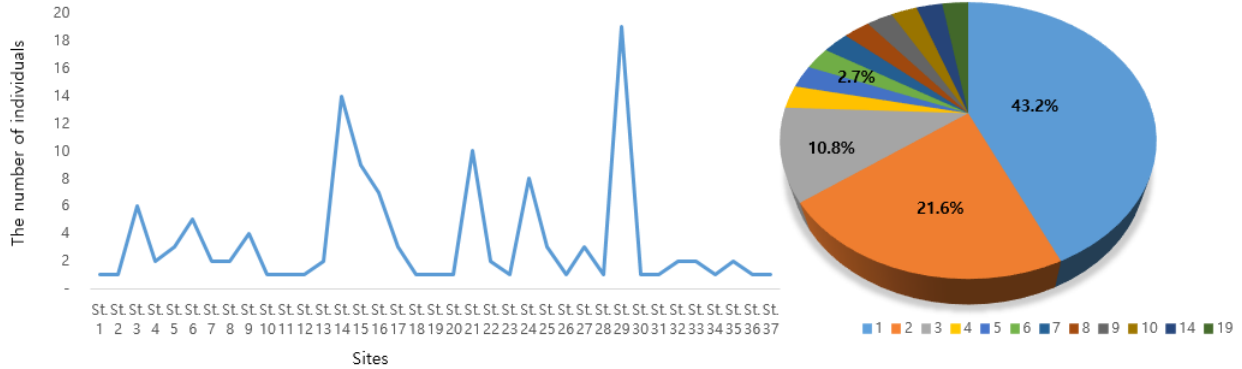


Fig. 2. Composition of the number of individuals (left) and individual ratio (right) of *Macromia daimoji* nymphs at each surveyed site.

Table 1. Analysis of sediment particle size in Naeseong Stream The size scale used in this study is the same as that used by Udden (1914), Wentworth (1922), and Friedman and Sanders (1978)

Sample Number	Fok and Ward method				Sand Content (%)				
	Mean	Sorting	Skewness	Kurtosis	VCS	CS	MS	FS	VFS
1	933	1.674	-0.009	0.891	40.2	48.6	6.9	0.6	0.2
2	584.6	1.955	0.298	0.794	17.1	27.4	45.4	3.5	0.5
3	498.8	1.852	-0.116	1.101	6.6	43.8	40.3	4.4	2.2
4	1035.2	1.585	-0.114	0.747	52.1	40.0	2.1	0.7	0.7
5	699.8	1.768	0.002	1.233	19.4	55.1	21.0	1.3	0.5
6	580.6	1.625	-0.100	0.987	8.4	59.0	31.0	1.1	0.1
7	478.1	1.801	0.047	1.010	6.5	37.5	45.9	7.5	1.1
8	848.4	1.694	0.079	1.028	23.7	57.3	11.6	0.7	0.3
9	678.5	1.675	-0.028	1.354	15.0	61.7	18.8	1.1	0.4
10	590.8	1.589	-0.298	1.217	5.4	68.9	20.2	3.4	1.5
11	702.6	1.560	-0.054	1.551	12.9	71.2	10.3	2.5	1.6
12	830.5	1.577	0.193	1.232	21.8	68.2	5.4	0.8	0.3
13	562.7	1.671	-0.113	0.966	7.6	56.8	30.2	3.6	0.7
14	815.2	2.139	-0.682	0.576	33.1	16.5	18.2	9.2	2.1
14-1	781	2.283	-0.430	0.668	30.8	24.0	17.1	9.3	2.6
15	573.2	1.846	-0.205	1.296	9.0	57.9	22.3	6.5	1.3
16	488.6	1.845	-0.014	1.031	6.1	40.8	40.8	9.0	1.1
17	736	1.336	0.160	1.084	10.7	88.7	0.4	0.0	0.0
18	701.8	1.491	-0.011	1.390	11.8	74.1	12.9	0.7	0.1
19	820.7	1.563	0.152	1.188	24.2	67.2	7.3	0.1	0.0
20	896.8	1.577	0.185	0.830	32.6	59.2	5.4	0.0	0.0

**Table 1.** Continued

Sample Number	Fok and Ward method				Sand Content (%)				
	Mean	Sorting	Skewness	Kurtosis	VCS	CS	MS	FS	VFS
21	696.7	1.837	0.006	1.141	20.7	50.4	23.0	1.5	0.6
22	916.2	1.708	-0.054	0.824	33.2	47.9	9.8	1.3	0.3
23	596	1.549	-0.194	1.051	5.7	66.9	25.6	1.1	0.2
24	328.4	2.344	0.006	1.250	8.4	15.7	40.6	24.0	7.2
25	515.2	1.920	-0.022	1.041	12.3	39.1	38.0	7.8	1.5
26	691.5	1.558	-0.037	1.475	11.9	70.0	13.4	1.5	0.8
27	659.1	1.570	-0.088	1.398	10.5	69.6	16.7	1.4	0.7
28	880.8	1.755	-0.048	0.923	38.4	44.1	13.7	1.2	0.1
29	985.6	1.721	-0.166	0.899	43.7	42.3	4.7	1.8	0.9
29-1	911.8	1.796	-0.082	1.025	38.7	45.2	7.6	2.8	1.0
30	845.1	1.515	0.252	0.966	25.8	68.1	4.2	0.1	0.1
31	701.7	1.643	-0.008	1.313	17.4	62.5	17.8	1.0	0.1
32	725.9	1.479	0.033	1.443	12.3	77.4	6.5	0.9	0.6
33	797.0	1.585	0.133	1.317	20.2	68.1	9.0	0.2	0.1
34	645.5	2.600	-0.362	2.027	26.8	49.1	8.0	4.8	4.6
35	999.1	1.677	-0.585	0.571	34.5	31.2	10.2	2.1	0.7
36	1196.0	1.497	-0.604	0.505	53.5	27.3	2.8	0.6	0.3
37	905.3	1.770	-0.116	0.831	35.3	42.1	12.5	1.8	0.6

VCS: Very Coarse Sand (1,000-2,000  $\mu\text{m}$ , 0-1  $\phi$ ), CS: Coarse Sand (500-1,000  $\mu\text{m}$ , 1-0  $\phi$ ), MS: Medium Sand (250-500  $\mu\text{m}$ , 2-1  $\phi$ ), FS: Fine Sand (125-250  $\mu\text{m}$ , 3-2  $\phi$ ), VFS: Very Fine Sand (63-125  $\mu\text{m}$ , 4-3  $\phi$ )

**Table 2.** Sorting, skewness, and kurtosis of Naeseong Stream are described using the scheme proposed by Folk and Ward (1957)

Sample Number	Mean	Sorting	Skewness	Kurtosis
1	Coarse Sand	Moderately Sorted	Symmetrical	Platykurtic
2	Coarse Sand	Moderately Sorted	Coarse Skewed	Platykurtic
3	Medium Sand	Moderately Sorted	Fine Skewed	Mesokurtic
4	Very Coarse Sand	Moderately Well Sorted	Fine Skewed	Platykurtic
5	Coarse Sand	Moderately Sorted	Symmetrical	Leptokurtic
6	Coarse Sand	Moderately Sorted	Fine Skewed	Mesokurtic
7	Medium Sand	Moderately Sorted	Symmetrical	Mesokurtic
8	Coarse Sand	Moderately Sorted	Symmetrical	Mesokurtic
9	Coarse Sand	Moderately Sorted	Symmetrical	Leptokurtic
10	Coarse Sand	Moderately Well Sorted	Fine Skewed	Leptokurtic
11	Coarse Sand	Moderately Well Sorted	Symmetrical	Very Leptokurtic
12	Coarse Sand	Moderately Well Sorted	Coarse Skewed	Leptokurtic
13	Coarse Sand	Moderately Sorted	Fine Skewed	Mesokurtic
14	Coarse Sand	Poorly Sorted	Very Fine Skewed	Very Platykurtic
14-1	Coarse Sand	Poorly Sorted	Very Fine Skewed	Very Platykurtic
15	Coarse Sand	Moderately Sorted	Fine Skewed	Leptokurtic
16	Medium Sand	Moderately Sorted	Symmetrical	Mesokurtic

**Table 2.** Continued

Sample Number	Mean	Sorting	Skewness	Kurtosis
17	Coarse Sand	Well Sorted	Coarse Skewed	Mesokurtic
18	Coarse Sand	Moderately Well Sorted	Symmetrical	Leptokurtic
19	Coarse Sand	Moderately Well Sorted	Coarse Skewed	Leptokurtic
20	Coarse Sand	Moderately Well Sorted	Coarse Skewed	Platykurtic
21	Coarse Sand	Moderately Sorted	Symmetrical	Leptokurtic
22	Coarse Sand	Moderately Sorted	Symmetrical	Platykurtic
23	Coarse Sand	Moderately Well Sorted	Fine Skewed	Mesokurtic
24	Medium Sand	Poorly Sorted	Symmetrical	Leptokurtic
25	Coarse Sand	Moderately Sorted	Symmetrical	Mesokurtic
26	Coarse Sand	Moderately Well Sorted	Symmetrical	Leptokurtic
27	Coarse Sand	Moderately Well Sorted	Symmetrical	Leptokurtic
28	Coarse Sand	Moderately Sorted	Symmetrical	Mesokurtic
29	Coarse Sand	Moderately Sorted	Fine Skewed	Platykurtic
29-1	Coarse Sand	Moderately Sorted	Symmetrical	Mesokurtic
30	Coarse Sand	Moderately Well Sorted	Coarse Skewed	Mesokurtic
31	Coarse Sand	Moderately Sorted	Symmetrical	Leptokurtic
32	Coarse Sand	Moderately Well Sorted	Symmetrical	Leptokurtic
33	Coarse Sand	Moderately Well Sorted	Coarse Skewed	Leptokurtic
34	Coarse Sand	Poorly Sorted	Very Fine Skewed	Very Leptokurtic
35	Coarse Sand	Moderately Sorted	Very Fine Skewed	Very Platykurtic
36	Very Coarse Sand	Moderately Well Sorted	Very Fine Skewed	Very Platykurtic
37	Coarse Sand	Moderately Sorted	Fine Skewed	Platykurtic

**Table 3.** Correlation between sediment particle size and the number of *Macromia daimoji* nymphs in Naeseong Stream

	Num. Individ.	S	VFS	FS	MS	CS	VCS	G
Num. Individ.	1.00							
S	0.199	1.00						
VFS	0.365*	0.843**	1.00					
FS	0.478**	0.520**	0.684**	1.00				
MS	0.264	0.153	0.341*	0.586**	1.00			
CS	-0.374*	-0.362*	-0.486**	-0.609**	-0.385*	1.00		
VCS	-0.030	0.002	-0.155	-0.261	-0.617**	-0.411**	1.00	
G	0.131	-0.22	0.030	0.087	-0.208	-0.611**	0.572**	1.00

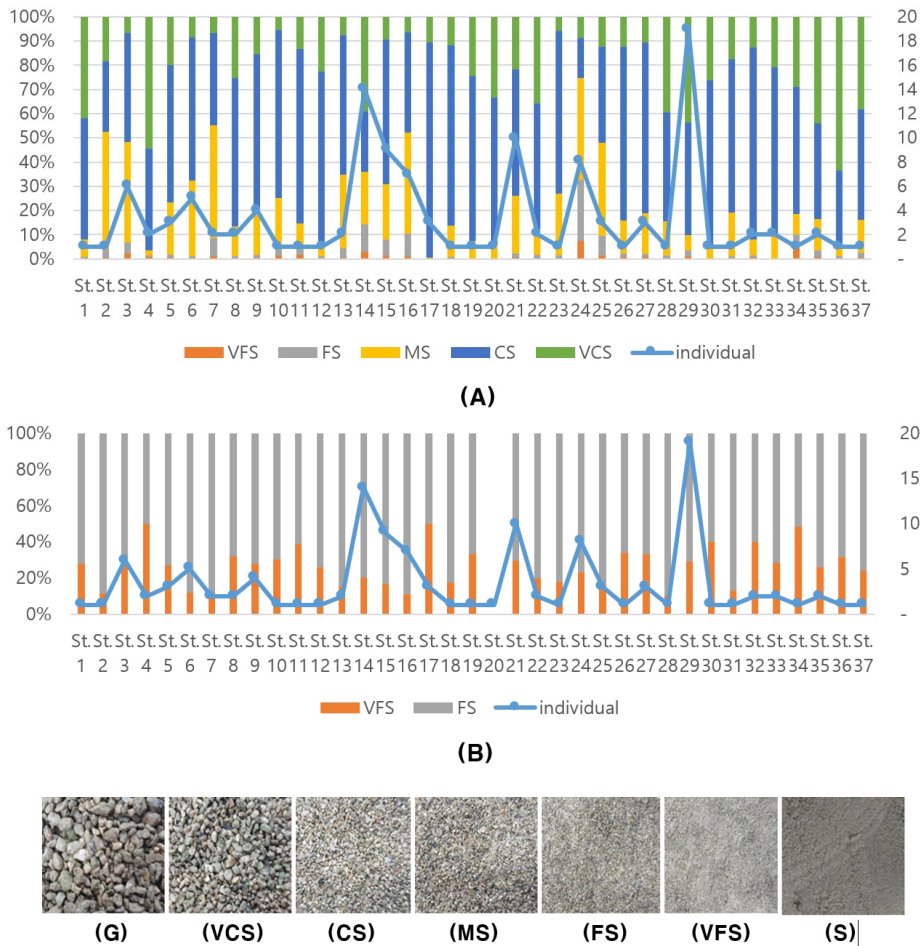
\* Correlation coefficient is significant at 0.05 level (both sides)

\*\* Correlation coefficient is significant at 0.01 level (both sides)

VCS: Very Coarse Sand (1,000-2,000 $\mu$ m, 0- -1 $\emptyset$ ), CS: Coarse Sand (500-1,000 $\mu$ m, 1-0 $\emptyset$ ), MS: Medium Sand (250-500 $\mu$ m, 2-1 $\emptyset$ ), FS: Fine Sand (125-250 $\mu$ m, 3-2 $\emptyset$ ), VFS: Very Fine Sand (63-125 $\mu$ m, 4-3 $\emptyset$ ). S: Silt (63 $\mu$ m<) G: Gravel (2,000 $\mu$ m >)

노란잔산잡자리 약충 서식지 퇴적물 입도 분석 결과 조립사 (CS, 500 ~ 1,000  $\mu$ m) 가 52.5%로 가장 높았으며 극조립사 (VCS, 1,000 ~ 2,000  $\mu$ m) 25.6%, 중립사(MS, 250 ~ 500  $\mu$ m) 17.2%, 세립사(FS, 125 ~ 250  $\mu$ m) 3.1%, 극세립사(VFS, 63 ~

125  $\mu$ m) 1.0%, 실트(S, 63  $\mu$ m 미만) 0.7% 순으로 나타났다. 분급 은 보통(moderately sorted)인 조립사(coarse sand)로 구성되었으며, 왜도는 음의 왜도(negatively skewed)를 나타내었으며 첨 도는 급첨(leptokurtic)의 특성을 보였다(Tables 1 and 2).



**Fig. 3.** Ratio of sediment particle size and number of *Macromia daimoji* nymphs at each surveyed site. (A) Ratio of total sediment particle size and the number of individuals and (B) Ratio of sediment particle size (VFS and FS) and the number of individuals, where FS: Fine Sand (125–250  $\mu\text{m}$ , 3–2  $\phi$ ) and VFS: Very Fine Sand (63–125  $\mu\text{m}$ , 4–3  $\phi$ ).

### 노란잔산잠자리 약충 개체수와 퇴적물 입도와의 상관관계 분석

노란잔산잠자리 약충의 서식처 퇴적물 입도와 개체수 상관관계 분석 결과, 개체수는 극세립사(VFS)와 세립사(FS)에서 양의 상관관계를 나타내었으며 조립사(CS)에서는 음의 상관관계를 나타내었다(Table 3, Fig. 3).

현장에서 확인된 노란잔산잠자리 약충의 서식지는 물의 흐름이 느린 수변공간, 하천이 곡류에 의해 형성된 소규모 정수환경(지속적인 물이 유입되는 공간), 모래톱 인근의 유속이 느린 공간 등의 유형으로 나타났다. 노란잔산잠자리 약충은 일반적으로 우수 환경 내 유속이 느린 지역을 선호하며, 물이 유입되어 하상 내부에 점토질의 미립자가 쌓이지 않는 공간을 선호하는 것으로 판단된다. 이러한 서식처 선호 특성은 상관관계 분석 결과에서도 나타났으며, 실트(S, 63  $\mu\text{m}$  미만) 이상의 모래 입도

크기가 작을수록 서식지로써의 가치가 크다고 해석 할 수 있다.

향후 모래 하천 생태계의 건강성과 생태적 가치를 상징하는 노란잔산잠자리 약충의 미소 서식환경 특성(유속, 연령별 선호 입도 등)에 대한 추가적인 연구가 필요할 것으로 판단된다. 이러한 결과는 내성천 일대 하상 환경변화가 노란잔산잠자리 약충의 서식에 미치는 영향을 파악하는 기초자료 및 메타서식처 및 개체군 동태 모니터링에 활용 할 수 있을 것으로 사료된다.

### 사사

본 연구를 위해 모래 입도 분석을 도와준 오수정 선생님께 감사드리며, 본 연구는 환경부-국립생태원에서 지원하는“2018년 생태경관우수지역 발굴조사: 경북 내성천 일대”(NIE-수탁 연구-2018-26)에 의해 진행되었다.

## 저자 직책 & 역할

박진영 : 국립생태원, 책임연구원; 실험설계 및 논문작성

권혁영 : 안동대, 박사; 실험수행 및 자료 분석

장명성 : 안동대, 석사과정; 실험수행 및 문헌조사

차진열 : 국립생태원, 수석연구원, 논문교정

이종은 : 안동대, 교수; 논문교정

모든 저자는 원고를 읽고 투고에 동의하였음

## Literature Cited

- Asahina, S., 1964. Contributions to the knowledge of the dragonflies of the genus *Macromia* in the northeastern Asia Jap. Jour. Zoology 14, 109-117.
- Folk, R.L., Ward, W.C., 1957. A study in the significance of grain-size parameters. J. Sediment. Petrol. 27, 3-26.
- Friedman, G.M., Sanders, J.E., 1978. Principles of sedimentology. Wiley, New York. p. 792.
- Jeong, K.S., 2007. Ecological illustration of dragonfly in Korea. Ilgongyugsa. Korea. p. 512.
- Jeong, K.S., 2012. The dragonflies and damselflies of Korea. Nature and Ecology, Seoul. p.91.
- Jeong, K.S., 2016. An illustrated dragonfly book in Korea. Boli, Korea. p.279.
- Kong, D.S., 1988. A Taxonomic Study on the Korean Dragonfly (Odonata) Larvae. Master's Thesis, Korea University. Seoul. p. 195.
- Ministry of Environment (ME), 2008. 3rd national natural environment survey (<http://library.me.go.kr>).
- Ministry of Environment (ME), 2016. 4rd national natural environment survey (<http://library.me.go.kr>).
- National Institute of Biological Resources (NIBR), 2019. National species list of Korea vol. 3: Insects (Hexapoda). Designzip, Seoul, Korea.
- Udden, J.A., 1914. Mechanical Composition of Clastic Sediments. Geol. Soc. Am. Bull. 25, 655-744.
- Wentworth, C.K., 1922. A scale of grade and class terms for clastic sediments. J. Geol. 30, 377-392.