

# 배내천 中流의 底棲性 大型無脊椎動物에 대한 연구 Ⅲ. 4 계절의 漂流 수서곤충<sup>1)</sup>

吳龍男·全胎秀

釜山大學校 自然科學大學 生物學科

## A Study on the Benthic Macroinvertebrates in the Middle Reaches of Paenae Stream, a Tributary of the Nakdong River, Korea

### Ⅲ. Drifting Aquatic Insects in Four Seasons<sup>1)</sup>

Oh, Yong-Nam and Tae-Soo Chon

Department of Biology, College of Natural Science, Pusan National University

#### ABSTRACT

Drifting aquatic insects were collected with using drift nets in the middle reaches of the Paenae stream, a tributary of the Nakdong River in Korea, in four seasons from August 1989 to May 1990. During the study period, 6 orders and 31 families were collected. Drifted insects were the most diverse in autumn, while the number of collected individuals was the highest in spring. The abundant groups were the primary consumers such as Ephemeroptera and Diptera including Heptageniidae, Baetidae, and Chironomidae. The secondary consumers such as Plecoptera and Trichoptera, and the burrowers, Ephemeridae and Odonata were collected less than the primary consumers. Generally the first dominant species belonged to Ephemeroptera such as *Pseudocloeon* sp., *Heptagenia* sp., and *Baetis* sp. In four seasons Ephemeroptera appeared more abundantly in drift (62%) than benthic samplings (33%). Diptera occurred similarly in drift and benthic samplings at 22%. Plecoptera and Trichoptera were collected at 4% and 11%, respectively, and appeared less than in benthic samplings. In functional groups collectors and scrapers were collected more than shredders and predators in drifts. In habit groups clingers and swimmers were present more than sprawlers and burrowers.

**Key words** : Drift, Aquatic insect, Benthic sampling, Functional group, Habit group.

#### 緒 論

강과 하천 등 유수지역에 서식하는 저서성 수서곤충들은 상류에서 하류로 떠내려가는 漂流 현

<sup>1)</sup>본 연구는 부산대학교 학술 연구 조성비(1990년~1994년)에 의해 수행되었음.

상이 일어난다. 육상곤충이 떠나려 오는 것으로 생각한 Needham(1928)이 최초로 수서곤충의 표류현상을 연구하기 시작한 이래, 여러 학자들에 의하여 이는 하천에서 정기적으로 일어나는 생태적인 현상임이 밝혀졌다(Needham 1928, Dendy 1944, Denham 1939, Ide 1942, Waters 1972).

Tanaka(1960)와 Waters(1962) 등에 의해 표류의 일주기성이 밝혀짐에 따라 표류현상은 단순히 수서곤충이 수동적으로 수류에 떠내려가는 것-'passive drift'-이 아니라 새로운 서식지를 찾아 가는 능동적인 이동-'active drift'-이라는 관점에서 주목을 받게 되었고, 표류의 원인과 그 생태적인 의의에 대해서 많은 연구가 진행되고 있다(Waters 1972, Müller 1974, Wiley and Kohler 1984).

표류곤충의 채집은 수서곤충의 생활사 연구에 있어서 매우 중요하고(Anderson 1967), 표류될 때 어류가 攝食(feeding)할 수 있으므로(Denham 1939) 먹이연쇄에서 중요한 기능을 수행한다(APHA 등 1985). 아울러 생산성이 높은 여울(riffle zone)에서 생산성이 낮은 沼(pool zone)로의 먹이 이전(food transfer)에도 표류는 중요한 생태적인 의의를 가진다(Waters 1972).

수중 환경이 변하면 수서곤충의 표류량이 달라지는 것으로 보아 표류곤충들은 환경변화에 민감하게 반응함을 알 수 있다(Coutant 1964, Holt and Waters 1967, Pearson and Franklin 1968, Wojtalik and Waters 1970, APHA *et al.* 1985). 이는 표류현상을 지속적으로 연구하면 수중 환경변화를 감지하는데 효과적으로 이용할 수 있음을 시사한다. 이러한 표류현상의 중요성에 반해 국내에서는 이에 대한 연구가 매우 희소하다.

본 연구는 일차적으로 청정하천인 배내천 중류에서 표류곤충의 종류를 계절별로 조사하고, 저서곤집과의 비교를 통해 수서곤충상을 다면적으로 파악함으로써 하천생태와 수질관리에 대한 생물학적 기초자료를 얻고자 하였다.

## 調査方法

청정하천인 배내천 중류에서 1989년 여름부터 4 계절에 걸쳐 1989년 8월 8일, 동년 11월 5일, 1990년 1월 19일 및 동년 5월 26일에 drift net(30×20 cm<sup>2</sup>)를 이용하여 표류 곤충을 채집하였다. 조사지점은 오와 전(1991)에 상세히 기술하였다. Drift net를 설치한 장소는 장선리 야영장에서 200 m 상류쪽이었다. 넓은 하폭을 횡단하여 설치하는 것보다는 실험 여건상 하폭이 좁아지는 곳의 큰 물줄기에서 표류곤충이 잘 채집되며 drift net를 용이하게 설치할 수 있는 9개의 지점에 Fig. 1과 같이 drift net를 설치하였다. Drift net 설치 종간격은 약 10 m, 횡간격은 2~4 m 이었다. 여름부터 이듬해 봄까지 각 계절별로 하폭은 각각 27.8 m, 31.8 m, 30.0 m 및 32.0 m 이었고, 평균 유속은 각각 25.7 cm/sec, 40 cm/sec, 62 cm/sec 및 53.5 cm/sec이었다.

채집시간은 전체 생체량을 조사할 때는 24시간 동안 채집하기도 하나(Waters 1972), 일반적으로 무척추동물상 조사를 위해서는 해질녘부터 01:00시 사이의 3시간 정도가 적당하다고 했다(APHA *et al.* 1985). 본 연구는 표류곤충의 종류를 조사하고자 하였기에 실험 여건 등을 감안하여 상대적으로 곤충이 많이 표류하는 20:00 시에서 24:00 시까지 4 시간 동안 실시하였다. 채집된 곤충은 5% formalin에 고정시킨 다음 실험실에서 동정·분류하였다. 곤충의 분류방법은 오와 전(1991)을 따랐다. 채집된 표본들을 각 시기별로 같이 채집된 저서곤집과 비교하고 생물지표상에 어떻게 반영되는가를 알기 위하여 표류곤집의 우점도(McNaughton 1967), 다양도(Wilhm 1972), 균등도(Pielou 1966), Trent Biotic Index(TBI: Woodiwiss 1978), Biological

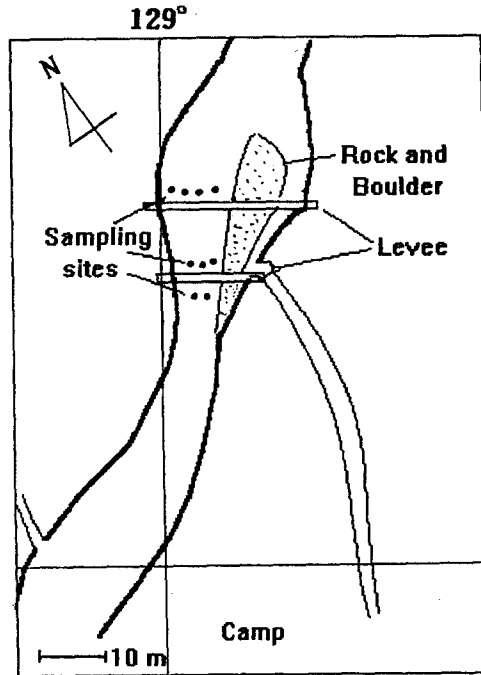


Fig. 1. Map of the sampling sites for drifting.

조사된 저서군집의 분류군(오와 전 1991)과 비교한 것이다. 전반적으로 표류 채집보다는 저서 채집에서 많은 종류가 출현하였다. 저서 채집에서는 여름에 상대적으로 적은 종류가 출현하였고, 반면 표류 채집에서는 가을에 많은 종류가 나타났다. 표류 채집에서는 개체수가 봄에 제일 높았으나 저서 채집에서는 겨울에 제일 높았다. 이는 겨울에 파리목인 *Diamesa* sp. 가 급증하여 출현하였기 때문으로 사료된다(오와 전 1991). 저서 채집과 표류 채집은 채집 방법상의 차이 때문에 밀도를 나타내는 단위가 달라 직접적으로 비교하기는 곤란하나 동일 하천의 같은 지점에서의 상대적인 비교는 가능하다고 사료된다.

주요목별로 표류 채집과 저서 채집의 계절별 변이를 비교해본 결과(Fig. 2), 파리목은 저서 채집과 표류 채집에서 전체적으로 22% 출현하여 비슷하게 채집되었으며, 계절적 출현 양상도 유사하여 겨울에 급격히 높게 나타났으나, 가을에는 표류 채집에서 다른 계절에 비해 상대적으로 낮게(4%) 출현하였다. 밀도가 높았던 하루살이목은 저서 채집(33%)보다 표류 채집(62%)에서 높은 비율로 출현하였는데, 저서 채집에서는 상대적으로 여름에 낮았고(25%) 반면 표류 채집에서는 이듬해 봄에 높았다(76%). 강도래목과 날도래목은 상대적으로 적게 표류하였는데, 전체적으로 저서 채집에서 각각 16%와 28% 출현하여 4%와 11% 채집된 표류 채집보다 높았다. 특히 날도래목은 여름에 저서 채집에서 제일 많이 출현하였고 표류 채집보다 월등히 높았다. 이는 여름에 저서 채집에서 날도래목인 *Lepidostoma* sp. 가 제 1 우점종으로 출현한데 기인한 것인데(오와 전 1991), 표류 채집에서 날도래목이 상대적으로 적게 표류한 것을 감안할 때 *Lepidostoma* sp. 는 표류율이 높지 않음을 시사하였다. 전반적으로 봄에 저서 채집과 표류 채집의 분류군별 변이 양상이 많이 달랐다.

Monitoring Working Party-Score(BMWP-S: Hellowell 1986) 등을 조사하였다.

## 結果 및 考察

Table 1은 조사기간 동안 채집된 종류의 개체수( $5,400 \text{ cm}^{-2} \cdot 4 \text{ hr}^{-1}$ )를 나타냈는데 총 6목 31과 42속 44종 4452개체가 채집되었다. 전체적으로 1차 소비자인 꼬마하루살이과(Baetidae), 꼬리하루살이과(Heptageniidae), 깔다구과(Chironomidae) 등은 많이 표류되었고, 유속이 느린 곳에 서식하는 굴잠형의 동양하루살이과(Ephemeroidea)와 잠자리목(Odonata), 그리고 2차 소비자인 강도래목(Plecoptera), 날도래목(Trichoptera) 등은 적게 표류하였다. 가장 많은 종이 채집된 계절은 가을이었으나, 개체수로는 *Baetis*, *Pseudocloeon*, *Epeorus*, *Heptagenia* 속 등의 하루살이목이 증가한 봄에 가장 높게 채집되었다.

Table 2는 같은 시기에 표류 채집한 곳에서

**Table 1.** The taxonomic list and seasonal occurrence of drifting aquatic insects collected in the mid-stream of Paenae from Aug. 1989 to May 1990 (No. of individuals  $5,400 \text{ cm}^{-2} \cdot 4 \text{ hr}^{-1}$ ).

Genus and species	Month '89 Aug.	'89 Nov.	'90 Jan.	'90 May	Total
<b>EPHEMEROPTERA</b>					
Baetidae					
<i>Baetis</i> sp.	36	39	21	566	662
<i>Cloeon</i> sp.	9	0	0	0	9
<i>Pseudocloeon</i> sp.	155	0	35	255	445
Heptageniidae					
<i>Epeorus curvatulus</i>	24	11	96	174	305
<i>Epeorus latifolium</i>	0	0	4	13	17
<i>Heptagenia kihada</i>	67	242	57	418	784
<i>Bleptus</i> sp.	0	31	0	0	31
<i>Cinymula</i> sp.	0	4	14	0	18
<i>Ecdyonurus yoshidae</i>	0	0	32	12	44
Ephemeridae					
<i>Ephemera orientalis</i>	19	5	8	2	34
Ephemerellidae					
<i>Serratella setigera</i>	0	37	7	96	140
<i>Cincticostella castanea</i>	0	0	7	2	9
Leptophlebiidae					
<i>Paraleptophlebia</i> sp.	13	32	173	12	230
Siploneuridae					
<i>Ameletus</i> sp.	7	0	8	0	15
<b>DIPTERA</b>					
Chironomidae					
<i>Larsia</i> sp.	57	5	12	217	291
<i>Brillia</i> sp.	4	2	0	13	19
<i>Orthocladius</i> sp.	24	7	21	19	71
<i>Diamesa</i> sp.	0	3	208	0	211
Simuliidae					
<i>Simulium</i> sp.	11	0	254	52	317
Athericidae					
<i>Sanagina</i> sp.	2	10	0	65	77
Dixidae					
<i>Dixa</i> sp.	0	1	0	0	1
Tipulidae					
<i>Antocha</i> sp.	0	2	0	0	2
<b>TRICHOPTERA</b>					
Lepidosotomatidae					
<i>Lepidostoma</i> sp.	120	169	113	50	452
Phryganeidae					
	0	1	0	0	1
Polycentridae					
<i>Plectrocnemia</i> sp.	0	5	0	0	5
Rhyacophilidae					
<i>Rhyacophila</i> sp.	0	6	0	0	6

**Table 1.** Continued

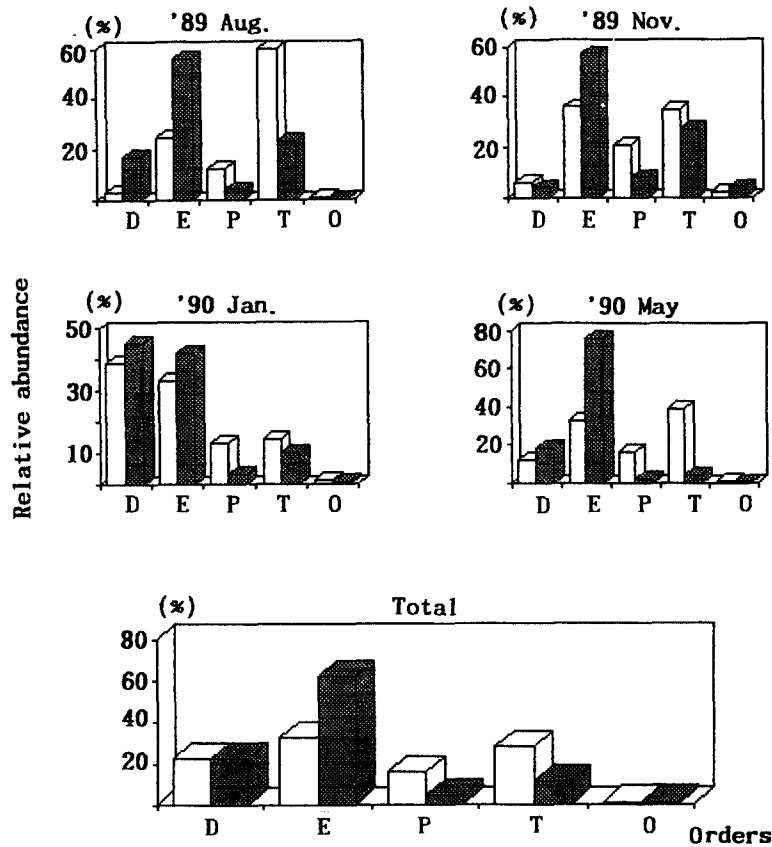
Genus and species	Month	'89 Aug.	'89 Nov.	'90 Jan.	'90 May	Total
Hydroptilidae						
<i>Hydroptila</i> sp.		3	1	0	1	5
Odontoceridae						
		0	2	0	0	2
Phsychomidae						
		0	0	0	7	7
Economidae						
<i>Economus</i> sp.		6	0	1	1	8
Hydropsychidae						
<i>Hydropsyche</i> sp.		5	7	0	16	28
Brachycentridae						
<i>Micrasema</i> sp.		3	0	0	0	3
Philopotamidae						
		0	1	0	0	1
PLECOPTERA						
Peridae						
<i>Neoperla quadrata</i>		9	12	3	22	46
<i>Oyamia coreana</i>		12	31	4	29	76
Chloroperidae						
<i>Sweltsa</i> sp.		2	1	27	0	30
Tanioperidae						
<i>Tenionema</i> sp.		0	2	0	0	2
Nemouridae						
<i>Protonemura</i> sp.		1	5	0	0	6
Leuctridae						
<i>Rhopalopsale</i> sp.		0	1	1	0	2
Capnidae						
<i>Capnia</i> sp.		0	2	0	0	2
COLEOPTERA						
Dytiscidae						
<i>Hyphydrus</i> sp.		0	10	0	7	17
Hydrophilidae						
<i>Helochaers</i> sp.		0	13	0	0	13
Helodidae						
<i>Helodes</i> sp.		0	6	0	0	6
ODONATA						
Gomphidae						
<i>Davidius</i>		0	1	1	0	2
Family		16	26	14	15	31
Individuals		589	707	1,107	2,049	4,452

\*: The unit of density represents the total area of drift nets used for sampling for 4 hours.

**Table 2.** Number of taxons collected by drift and benthic samplings in four seasons.

Month	Taxon	Order	Family	Genus	Species	Total Individuals*
'89	drift	4	16	22	22	589
Aug.	benthic	6	18	30	39	1,456
'89	drift	6	26	33	34	707
Nov.	benthic	5	26	46	82	5,612
'90	drift	5	14	23	23	1,107
Jan.	benthic	6	30	54	69	9,464
'90	drift	5	15	23	23	2,049
May	benthic	7	26	51	79	3,480

\*: density of drift sampling: No. of individuals  $5,400 \text{ cm}^{-2} \cdot 4 \text{ hr}^{-1}$ , density of benthic sampling: No. of individuals /  $25 \text{ m}^2$ .



**Fig. 2.** Relative abundance(%) of important orders collected at drift and benthic samplings in four seasons. □ : benthic sampling  
 ■ : drift sampling  
 (D : Diptera, E : Ephemeroptera, P : Plecoptera, T : Trichoptera, O : Others)

각 계절별로 우점종과 우점도를 저서 채집과 비교하면 Table 3과 같다. 표류 채집에서 전반적으로 겨울을 제외하고는 하루살이目に 속하는 *Pseudocloeon* sp., *Heptagenia* sp., *Baetis* sp. 등이 제 1 우점종으로 나타났다. 반면에 저서 채집에서는 날도래目인 *Lepidostoma* sp. 와 파리目인 *Diamesa* sp. 등이 제 1 우점종으로 나타났는데, 이들은 표류 채집에서 여름과 봄에 제 2 우점종으로 나타났다. 우점도는 가을과 겨울에 표류 채집이 저서 채집보다 높았고, 반면 여름과 봄에는 저서 채집에서 높았는데 전체적으로 겨울의 우점도가 제일 낮았다.

저서 채집과 비교하여 표류 채집에서 상대적으로 많이 출현한 종류는 Table 4에 기재하였다. 여기서 10개체 이하로 채집된 종은 제외하였으며, 저서 채집의 결과보다 최소한 두배(200%) 이상으로 출현한 종들을 나타냈다. 계절에 따라 다소 차이가 있었으나, 대체로 하루살이目과 파리目の 1차 소비자들이 저서 채집보다 많이 출현하였다(Table 4). 같은 방식으로 저서 채집보다 적게 출현한 종류를 조사했을 때(Table 5) 주로 2차 소비자인 강도래目과 날도래目이 이에 해당하였다. 전체적으로 표류 채집에서는 저서 채집에 비해 많이 출현한 종보다는 적게 출현한 종들이 많았는데 다른 분류군에 비하여 비교적 많이 표류하는 하루살이目的 종들도 저서 채집에서의 밀도가 높을 때에 표류 채집에서는 상대적으로 적게 출현하였다. 저서 채집보다 표류 채집에서 높게 출현한 종은 여름과 봄에 많았고, 반면 가을과 겨울에는 저서 채집보다 표류 채집에서 적게 출현하는 종이 많았다(Table 4, Table 5). 동일 종에서도 채집 시기에 따라 저서 채집보다 많게 출현하거나 적게 출현하는 경우가 있었는데 이러한 계절적 변이는 여러가지 환경요인의 작용에 의한 것으로 볼 수 있다. 수서곤충의 표류는 봄과 여름에 홍수의 영향으로 크게 변하며 (Sager

**Table 3.** Comparison of dominant species in drift and benthic samplings in four seasons (DI: Dominance index).

Month	Taxon	First dominant species	Second dominant species	DI
'89	Drift	<i>Pseudocloeon</i> sp.	<i>Lepidostoma</i> sp.	0.47
Aug.	Benthic	<i>Lepidostoma</i> sp.	<i>Heptagenia</i> sp.	0.57
'89	Drift	<i>Heptagenia</i> sp.	<i>Lepidostoma</i> sp.	0.58
Nov.	Benthic	<i>Lepidostoma</i> sp.	<i>Heptagenia</i> sp.	0.40
'90	Drift	<i>Simulium</i> sp.	<i>Diamesa</i> sp.	0.42
Jan.	Benthic	<i>Diamesa</i> sp.	<i>Lepidostoma</i> sp.	0.33
'90	Drift	<i>Baetis</i> sp.	<i>Heptagenia</i> sp.	0.48
May	Benthic	<i>Lepidostoma</i> sp.	<i>Heptagenia</i> sp.	0.55

**Table 4.** Species\* collected more by drift than benthic samplings in four seasons.

Month	Species
'89 Aug.	<i>Baetis</i> sp., <i>Pseudocloeon</i> sp., <i>Epeorus cuvatulus</i> , <i>Simulium</i> sp., <i>Ephemera orientalis</i> , <i>Larsia</i> sp., <i>Oyamia coreana</i> , <i>Orthocladus</i> sp.,
'89 Nov.	<i>Bleptus</i> sp., <i>Hyphydrus</i> sp., <i>Helochaers</i> sp.,
'90 Jan.	<i>Baetis</i> sp., <i>Pseudocloeon</i> sp., <i>Epeorus cuvatulus</i> , <i>Cinymula</i> sp., <i>Simulium</i> sp.,
'90 May	<i>Serratella</i> sp., <i>Pseudocloeon</i> sp., <i>Epeorus cuvatulus</i> , <i>Baetis</i> sp., <i>Paraleptophlebia</i> sp., <i>Hydropsyche</i> sp.,

\* : Species collected less than 10 individuals were excluded.

**Table 5.** Species\* generally collected less by drift than benthic samplings in four seasons.

Month	Species
'89 Aug.	<i>Heptagenia kihada</i> , <i>Ecdyonurus yoshidae</i> , <i>Paraleptophlebia</i> sp., <i>Lepidostoma</i> sp., <i>Protonemura</i> sp.
'89 Nov.	<i>Baetis</i> sp., <i>Pseudocloeon</i> sp., <i>Heptagenia kihada</i> , <i>Cinymla</i> sp., <i>Ecdyonurus yoshidae</i> , <i>Ephemera orientalis</i> , <i>Cincticostella castanea</i> , <i>Larsia</i> sp., <i>Paraleptophlebia</i> sp., <i>Ameletus</i> sp., <i>Lepidostoma</i> sp., <i>Rhyacophila</i> sp., <i>Hydropsyche</i> sp., <i>Neoperla quadrata</i> , <i>Oyamia coreana</i> , <i>Sweltsa</i> sp., <i>Capnia</i> sp., <i>Helodes</i> sp., <i>Sanagina</i> sp., <i>Antocha</i> sp.
'90 Jan.	<i>Heptagenia kihada</i> , <i>Ecdyonurus</i> sp., <i>Ephemera orientalis</i> , <i>Cincticostella castanea</i> , <i>Paraleptophlebia</i> sp., <i>Ameletus</i> sp., <i>Larsia</i> sp., <i>Orthocladius</i> sp., <i>Diamesa</i> sp., <i>Antocha</i> sp., <i>Lepidostoma</i> sp., <i>Rhyacophila</i> sp., <i>Hydropsyche</i> sp., <i>Neoperla quadrata</i> , <i>Oyamia coreana</i> , <i>Sweltsa</i> sp., <i>Protonemura</i> sp., <i>Rhopalopsale</i> sp., <i>Capnia</i> sp., <i>Helodea</i> sp.,
'90 May	<i>Heptagenia kihada</i> , <i>Ecdyonurus</i> sp., <i>Orthocladius</i> sp., <i>Sanagina</i> sp., <i>Lepidostoma</i> sp., <i>Plectrocnemia</i> sp., <i>Rhyacophila</i> sp., <i>Neoperla quadrata</i> , <i>Oyamia coreana</i>

\* : Species collected less than 10 individuals were excluded.

and Glova 1992), 야행성 종은 조도의 영향을 많이 받고 종에 따라서는 유속과 수온도 표류량에 영향을 미친다고 한다 (Waters 1968). 이러한 환경영향은 각 종에 따라 다양하게 나타날 수 있으므로 앞으로 중요 종에 대하여 표류기작을 더 연구해 볼 필요가 있다고 사료된다.

채집된 종들을 섭식 방법에 따른 기능군(functional group)으로 분류하여 비교한 결과 Table 6과 같았다. 일반적으로 collector(48%)와 scraper(29%)에 해당하는 종들이 많이 표류하였다. 같은 기간 동안 저서 채집에서도 각각 40% 및 39% 출현하였는데 (오와 전 1991), 상대적으로 저서 채집에서는 scraper가 많았다. 겨울에 collector는 76%로 많이 표류한 반면 scraper는 10%로 상대적으로 적게 출현하였는데 이러한 경향도 저서 채집과 유사하여 저서 채집에서는 겨울에 전자는 63%, 후자는 21% 채집되었다 (오와 전 1991). 유속이 느린 곳에 주로 서식하는 shredder나 2차 소비자인 predator는 상대적으로 적게 표류하였다. 이는 저서 채집의 경우와 유사하였으나 shredder는 저서 채집에서 4%의 낮은 비율로 출현한 반면 표류 채집에서는 11% 출현하여 상대적으로 표류 채집에서 높게 나타났고, 반면 predator는 표류 채집에서 13% 출현하여 17% 출현한 저서 채집보다 상대적으로 낮은 비율로 나타났다 (오와 전 1991).

**Table 6.** Seasonal variations in abundance of different functional groups (No. of individuals  $5,400 \text{ cm}^{-2} \cdot 4 \text{ hr}^{-1}$ )

Month	'89 Aug.	'89 Nov.	'90 Jan.	'90 May	Total
Collectors(%)	154( 26)	149( 21)	840( 76)	972( 47)	2,115( 48)
Scrapers(%)	222( 38)	285( 40)	106( 10)	673( 33)	1,286( 29)
Shredders(%)	128( 22)	183( 26)	114( 10)	63( 3)	488( 11)
Predators(%)	85( 14)	90( 13)	47( 4)	341( 17)	563( 12)
Total(%)	589(100)	707(100)	1,107(100)	2,049(100)	4,452(100)



서식 습성에 따른 습성군(habit group; Merritt and Cummins 1984)으로는 전반적으로 바위나 돌 등에 부착해서 살아가는 clinger(42%)와 자유 유영을 하는 swimmer(31%)들이 많이 표류하였다(Table 7). Clinger는 여름에 상대적으로 적게 출현하였고, swimmer는 봄에 많이 나타났다. 반면 계절에 따라 다소 차이는 있으나, 기저층에 숨어사는 burrower(3%)와 유속이 느린 곳을 기어다니는 sprawler(13%)들은 적게 표류하였다. 기저층에 살기보다는 바위나 돌위를 기어다니는 climber는 계절적 변이가 크게 나타나 봄에는 3%로 낮은 반면 가을에는 28%로 비교적 높게 표류하였다.

저서성 무척추 동물 군집은 적절하게 생물지표로 반영되어 수질을 판정하는데에 이용된다. 이러한 생물지표가 표류군집에서는 어떻게 나타나는지 보고자 하였다(Table 8). BMWP-S를 제외하고는 전체적으로 차이가 있었다. 다양도(H)는 저서군집에서 2.78에서 4.45사이로 높게 나타난 반면 표류군집에서는 0.94에서 1.02로 낮게 나타났다. 표류군집에서 채집된 종수가 작아 종 풍부도도 낮고 균등도도 낮았다(Table 8). 이로써 저서군집에 비해 표류군집은 보다 선택적으로 적은 종이 채집됨을 알 수 있었다. TBI도 저서군집보다 표류군집에서 일률적으로 낮았다. 이로 미루어 보아 표류 채집의 군집구성을 통한 생물적 지표 산출은 제한이 있는 것으로 사료된다. 그러나 본 조사는 4시간 정도의 비교적 짧은 시간 동안 각 계절별 1회만 조사된 것이므로 보다 장기간 채집한 후 검토하여 볼 필요가 있다고 사료된다. 저서군집과 비교하여 생물지표로서 이용하는 연구는 매우 희소하므로 앞으로 보다 집중적인 연구가 필요하다고 사료된다. 또한 앞서 언급한 바와 같이 각 종에 따라 환경 영향을 받아 표류율이 달라짐을 조사하는 것은 생태학적인 환

**Table 7.** Seasonal variations in abundance of different habit group (No. of individuals  $5400 \text{ cm}^{-2} \cdot 4 \text{ hr}^{-1}$ )

Habit groups \ Month	'89 Aug.	'89 Nov.	'90 Jan.	'90 May.	Total
Sprawlers(%)	60( 10)	30( 4)	221(20)	282(14)	593(13)
Burrowers(%)	47( 8)	15( 2)	30( 3)	34( 2)	126( 3)
Clingers(%)	142( 24)	387( 55)	506(46)	842(41)	1,877(42)
Climbers(%)	120( 20)	199( 28)	113(10)	57( 3)	489(11)
Swimmers(%)	220( 38)	76( 11)	237(21)	834(40)	1,367(31)
Total(%)	589(100)	707(100)	1,107(100)	2,049(100)	4,452(100)

**Table 8.** Comparison of biological indices in drift and benthic samplings (H: Diversity index, E: Evenness index, TBI: Trent Biotic Index, BMWP-S: Biological Monitoring Working Party - Score).

Month		No. of Species	H	E	TBI	BMWP-S
'89	Drift	22	1.02	0.37	8	10
Aug.	Benthic	39	2.78	0.53	13	10
'89	Drift	34	0.99	0.35	8	10
Nov.	Benthic	82	4.45	0.70	15	10
'90	Drift	23	1.00	0.37	8	10
Jan.	Benthic	69	4.13	0.68	15	10
'90	Drift	23	0.94	0.28	8	10
May	Benthic	79	3.64	0.58	15	10

경평가에 중요하다 (Chutter 1984). 앞으로 야외 및 실내 실험 등을 통해 각 종이 저서로부터 표류하는 양태를 더 조사해 볼 필요성이 있다고 여겨진다.

## 摘 要

1989년 8월부터 1990년 5월까지 4계절에 걸쳐 낙동강 지류인 배내천 중류에서 drift net를 이용하여 표류하는 수서곤충을 채집하고 저서 채집 결과와 비교하였다. 총 6목 31과 42속 44종 4452개체가 채집되었는데, 가장 많은 종이 채집된 계절은 가을이었으나, 개체수로는 *Baetis*, *Pseudocloeon*, *Epeorus*, *Heptagenia*속 등의 하루살이목이 급증한 봄에 가장 높게 채집되었다. 일반적으로 저서 채집보다는 표류 채집에서 적은 종류가 출현하였다. 주요목별로 계절적 출현 양상을 비교해본 결과 파리목은 저서 채집과 표류 채집에서 전체적으로 22%의 비율로 유사하게 출현하였고, 하루살이목은 저서 채집(33%)보다 표류 채집(62%)에서 높은 비율로 채집되었으며, 이보다 낮게 출현한 강도래목과 날도래목은 표류 채집보다 저서 채집에서 상대적으로 높게 나타났다.

겨울을 제외하고는 표류 채집에서 하루살이목에 속하는 *Pseudocloeon* sp., *Heptagenia* sp., *Baetis* sp. 등이 제 1 우점종으로 나타났다. 반면에 저서 채집에서는 날도래목인 *Lepidostoma* sp.와 파리목인 *Diamesa* sp. 등이 제 1 우점종으로 나타났다. 일반적으로 collector와 scraper에 해당하는 1차 소비자들이 많이 표류하였는데, collector는 겨울에 많이 표류한 반면, scraper는 겨울에 상대적으로 적게 표류하였다. 대체로 유속이 느린 곳에 서식하는 shredder나, 2차 소비자인 predator들은 적게 표류하였다. Habit group으로서는 clinger와 swimmer들이 많이 표류한 반면 burrower와 sprawler들은 전반적으로 적게 출현하였다. Clinger는 여름에 상대적으로 적게 표류하였고, swimmer는 봄에 많이 출현하였다.

## 引用文獻

- 吳龍男·全胎秀. 1991. 배내천 中流의 底棲性 大型無脊椎動物에 대한 연구. I. 群集分析 및 生物學的水質判定. 韓國生態學會誌 14:345~360.
- Anderson, N. H. 1967. Biology and downstream drift of some Oregon Trichoptera. Can. Entomol. 99:507-21.
- APHA(American Public Health Association), AWWA(American Water Works Association) and WPCF(Water Pollution Control Federation). 1985. Standard methods for the examination of water and wastewater. APHA, Washington. 16th. ed. 1134p.
- Chutter, F. M. 1984. Invertebrate drift in the biological monitoring of water quality. In D. Pascoe and R. W. Edwards (eds.), Freshwater Biological Monitoring. Pergamon, Oxford. pp. 35-44.
- Coutant, C. C. 1964. Insecticide sevin: effect of aerial spraying on drift of stream insects. Science 146:420-421.
- Dendy, J. S. 1944. The fate of animals in stream drift when carried into lakes. Ecol. Monogr. 14:333-57.
- Denham, S. C. 1939. A limnological investigation of the West Fork and Common Branch of

- White River. Invest. Indiana Lakes, Streams, 1:17-71.
- Hellawell, J. M. 1986. Biological indicators of freshwater pollution and environmental management. Elsevier Applied Science Publishers. London. 451p.
- Holt, C. S. and T. F. Waters. 1967. Effect of light intensity on the drift of stream invertebrates. Ecology 48:225-34.
- Ide, F. P. 1942. Availability of aquatic insects as food of the speckled trout, *Salvelinus fontinalis*. N. Am. Wildl. Conf. 7:442-50.
- McNaughton, S. J. 1967. Relationship among functional properties of California grassland. Nature 216:168-169.
- Merritt, R. W. and K. W. Cummins. 1984. Introduction to the aquatic invertebrate of North America. Kendall/Hunt. Iowa. 729p.
- Müller, K. 1974. Stream drift as a chronobiological phenomenon in running water ecosystems. Ann. Rev. Ecol. Syst. 5:309-23.
- Needham, P. R. 1928. A quantitative study of the fish food supply in selected areas. N. Y. Cons. Dept. Suppl. Ann. Rep. 17:192-206.
- Pearson, W. D. and D. R. Franklin. 1968. Some factors affecting drift rates of *Baetis* and Simuliidae in a large river. Ecology 49:75-81.
- Pielou, E. C. 1966. The measurements of diversity in different types of biological collections. J. Theor. Biol. 13:131-144.
- Sager, P. M. and G. L. Glova. 1992. Invertebrate drift in a lager, braided New Zealand river. Freshwater Biol. 27:405-416.
- Tanaka, H. 1960. On the daily change of the drifting of benthic animals in stream, especially on the types of daily change observed in taxonomic groups of insects. Bull. Freshwater Fish. Res. Lab. 9:13-24.
- Waters, T. F. 1962. Diurnal periodicity in the drift of stream invertebrates. Ecology 42:316-20.
- Waters, T. F. 1968. Diurnal periodicity in the drift of a day active stream invertebrate. Ecology 49:152-153.
- Waters, T. F. 1972. The drift of stream insects. Ann. Rev. Entomol. 17:253-72.
- Wilhm, J. L. 1972. Graphic and mathematical analysis of biotic communities in polluted stream. Ann. Rev. Entomol. 17:233-252.
- Wiley, M. and S. L. Kohler. 1984. Behavioral adaptations of aquatic insect. The ecology of aquatic insects. New York. pp. 101-133.
- Wojtalik, T. A. and T. F. Waters. 1970. Some effects of heated water on the drift of two species of stream invertebrates. Trans. Am. Fish. Soc. 99:782-788.
- Woodiwiss, F. S. 1978. The trent biotic index-macroinvertebrates in biological surveillance. Elaboration of the scientific bases for monitoring of surface water by hydrobiological indicators. Report of First U.K. /U.S.S.R. Seminar held in Valdai, U. S.S.R. 12-24 July, 1978. pp. 58-81.