

# 마산시 준설토 투기장에서 발생하는 유해곤충의 계절적 발생 소장과 통합적 저감방법

김 용 기\* / 이 철 민\*\* / 배 양 섭\*\*\*†

## Seasonal Prevalence and Integrated Control Method of Insect Pests in the Dredged Soil Dumping Area in Masan, Korea

Yong-Ki Kim\* / Cheol-Min Lee\*\* / Yang-Seop Bae\*\*\*†

**요지** : 본 연구는 마산시에서 준설공사 완료 후 준설토 투기장에서 유해곤충의 대량발생을 조사하고, 피해를 예방하기위해서 실시되었다. 모니터링은 텐트트랩, 색상착상트랩, CDC라이트 트랩을 이용하여 실시하였다. 조사결과, 3목 10과 23종 217,073개체의 곤충류가 채집되었다. 텐트트랩을 이용한 월동조사에서 채집된 3종 중 2종(애기똥파리(*Leptocera fuscipennis* (Haliday)) 와 극동물가파리(*Ephydra japonica* Miyagi)는 대량발생 종이었다. 색상착상트랩에서는 16종 중 5종(물가파리금좁벌(*Urolepis maritima* Walker) (43%), 극동물가파리(19%), *Fucellia* sp. 1(13%), *Philotelma* sp. 1(10%), *Homalometopus* sp. 1(9%))이 전체 개체수의 약 96%를 차지하였다. CDC 라이트트랩에서 우점종은 *Homalometopus* sp. 1(91%), 도꾸나가조각깔따구(*Glyptotendipes tokunagai* Sasa) (6%), 애기똥파리(1%)로 전체의 약 98%를 차지했다. 조사시 개체수의 급격한 증가가 관찰되었을 경우에는 유해곤충의 대량 발생으로 인한 피해를 막기 위해서, 가열연막과 유충성장억제제 사용을 최소화하면서, 대량발생지역 복토, 유문등 사용, 물빼기작업 등의 환경적인 저감방법을 수행하여 그 결과를 분석하였다.

**핵심용어** : 준설토 투기장, 대량발생, 유해곤충, 통합적 저감방안, 물가파리과, 깔따구과, 파리목, 마산

**Abstract** : This study was conducted to monitor and prevent outbreak of insect pests in dredged soil dumping area after completion of dredging construction in Masan City. Monitoring was carried out using tent trap, colored sticky trap, and CDC light trap. A total of 217,073 individuals belonging to 23 species from 10 families in 3 orders were collected. In overwintering survey using tent trap, 3 species were collected. 2 species (*Leptocera fuscipennis* (Haliday) and *Ephydra japonica* Miyagi) of them were outbreak species. In color sticky trap, more than 96% of total individuals were comprised of five species: *Urolepis maritima* Walker (43%), *E. japonica* (19%), *Fucellia* sp. 1 (13%), *Philotelma* sp. 1 (10%), and *Homalometopus* sp. 1 (9%). In CDC light trap, three dominant species were *Homalometopus* sp. 1 (91%), *Glyptotendipes tokunagai* Sasa (6%), and *L. fuscipennis* (1%), representing about 98% of the total. To prevent damage caused by outbreak of insect pests, we carried out ecological control methods such as covering the fresh soil in outbreak area, using light trap, pumping up water and so on, minimizing use of thermal fogging and insect growth regulator when the insect pest population was rapidly increasing.

**Keywords** : Dredged soil dumping area, Outbreak, Insect pests, Integrated control method, Ephydridae, Chironomidae, Diptera, Masan

† Corresponding author : baeys@incheon.ac.kr

\* 정희원 · 인천대학교 생물자원환경연구소 · E-mail: yongki\_kim@naver.com

\*\* 국립산림과학원 산림생태과 · E-mail: leecheolmin77@gmail.com

\*\*\* 정희원 · 인천대학교 생명과학부 · E-mail: baeys@incheon.ac.kr

## 1. 서 론

남해안 일대에는 항만공사 및 무역항의 수심확보과정 등에서 나오는 막대한 양의 준설토를 처리하는 준설토 투기장이 산재해 있다(Park and Hyeon, 2009). 준설토 투기장 내의 유수지는 거의 정체 상태이기 때문에 부유물이 퇴적되고, 물의 유·출입량의 적고, 거의 정체 상태이기 때문에 시간이 지날수록 부유물이 퇴적되어 수심이 얕아진다(Kim, 2007). 또한, 다량의 유기물이 함유되어 있어 생물학적 산소요구량이 급격히 증가하는 여름에는 용존산소 부족하여 다양한 생물이 살기 어려운 실정이다(Kim, 2007; Ha, 2010). 이런 특수한 환경에 서식할 수 있는 생물은 한정되어 있기 때문에 준설토 투기장은 종다양성이 높지 않지만 깔따구류나 파리류와 같은 특정 생물이 대량발생할 수 있는 서식환경을 제공한다(Park and Hyeon, 2009 Ha, 2010).

특정시기에 대량으로 발생한 곤충들은 인간에게 질병을 매개하거나 불쾌감을 유발하는 등의 직·간접적인 피해를 야기한다(Mihara *et al.*, 1983a). 일본의 경우 도쿄만 내의 하네다오키 폐기물처리장에서 대량 발생한 애기똥파리(*Leptocera fuscipennis* (Haliday))가 주택지에 날아들어 큰 불쾌감을 유발하는 등의 피해를 일으켰다(Mihara *et al.*, 1983a; 1983b; 1989). 국내에는 부산 신항의 준설토 투기장에서 대규모로 발생한 물가파리류(Ephydridae spp.)와 깔따구류(Chironomidae spp.)가 큰 사회문제를 일으켰으며(Ha, 2010), 해충 방제가 수행되었음에도 불구하고, 해충은 향후 몇 년간 지속적으로 대량 발생하는 상황이었으며, 유충성장억제제 등의 살충제 과다사용으로 주변 환경의 생물다양성을 감소시키며 인근 어민에게 피해를 주었다(Kim, Y.K., personal communication).

본 연구는 준설토 투기장의 대량 발생 종에 대해서 기존에 알려진 오염토 제거, 유문등 설치, 배수작업 등의 친환경적 저감방법에 대해 그 적합성을 파악하여 준설토 투기장에서 대량 발생하는 유해곤충의 통합적인 관리 및 저감방법을 모색하고자 하였다.

## 2. 조사지역 및 방법

### 2.1 조사지역

조사지는 경상남도 마산시 가포동 마산항 개발사업지역의 일원(WGS84, N 35.1623, E 128.5751)으로 면적은 약 510,000 m<sup>2</sup>의 매립지이다. 준설토 투기장에는 가포고등학교와 가포유원지의 생활 오수가 여과장치 없이 그대로 흘러 들고 있었으며, 바닷물이 유입이 주기적으로 이루어졌다. 또한, 우천시 인근 산지의 빗물이 매립장으로 유입되어 큰 유수지가 지속적으로 형성되고 있는 상태였다. 봄철에는 유해곤충의 대량발생이 일어나지 않았지만, 여름철의 수온 상승과 자연적인 유기물의 부패로 인하여 대량발생이 예상된 지역이었다.

### 2.2 해충발생 예찰조사

현지조사는 월동 곤충류조사, 주행성 곤충류 조사, 야행성 곤충류 조사로 구별하여 실시하였다(Fig. 1). 월동 곤충류의 조사는 2007년 1월 29일 - 2월 1일, 2월 27-28일, 5지점에서 2회 실시하였고, 주행성 곤충류 조사 및 야행성 곤충류 조사는 4월부터 8월까지 2주간격, 9월과 10월에 1회씩 조사하여 총 12회에 걸쳐 조사(3월22일, 4월11일, 4월25일, 5월15일, 5월30일, 6월13일, 7월12일, 7월24일, 8월 8일, 8월24일, 9월11일, 10월12일) 하였다(Table 2).

Table 1. Species of insects collected by tent trap, colored sticky trap, and CDC light trap in the dredged soil dumping area

Species	Tent trap		Colored sticky trap														CDC light trap		Sub total	Total		
	1	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	A	B				
Hymenoptera																						
Pteromalidae																						
<i>Urolepis maritima</i> Walker			89	206	304	336	863	1,828	2,109	2,444	3,484	1,300	1,130	381	63	44	14,581	18	18	14,599		
Diptera																						
Tipulidae																						
Tipulidae spp. 1																		33	185	218	218	
Culicidae																						
<i>Anopheles sinensis</i> Wiedemann																			3	3	3	
<i>Culex pipiens pallens</i> Coquillett																			5	5	5	
<i>Culex tritaeniorhynchus</i> Giles																			4	2	6	6
Chironomidae																						
<i>Glyptotendipes tokunagai</i> Sasa																			5,693	5,253	10,946	10,946
Chironomidae sp. 1																		1	1		1	
Anthomyiidae																						
<i>Fucellia apicalis</i> Kertesz					1			4	2	5	2									14	14	
<i>Fucellia</i> sp. 1			92	205	124	124	426	556	258	651	1,033	535	116	340	23	42	4,524	74	129	203	4,727	
Anthomyiidae sp. 1									1											1	1	
Chloropidae																						
Chloropidae sp.1			6	3	14	30	41	17	11	6	6	11	7	36	25	22	234				234	
Chloropidae sp.2				9	7	2	3		4	1	1	1	9	2	2		41				41	
Scathophagidae																						
<i>Cordilura</i> sp. 1			1	1		1												3	6	1	7	10
Ephydriidae																						
<i>Ephydra japonica</i> Miyagi	3	7	10	168	100	281	174	334	1,209	491	504	2,226	474	161	120	58	90	6,389	249	360	609	7,008
<i>Coenia</i> sp. 1																			2		2	2
<i>Homalometopus</i> sp. 1			9	17	18	73	30	1,690	1,038	111	38	21	4	4	33	9	3,095	102,520	65,123	167,643	170,738	
<i>Limmellia</i> sp. 1					1							1			1	1	4				4	
<i>Philotelma</i> sp. 1			147	149	92	126	314	108	449	133	101	280	688	417	176	287	3,467	172	121	293	3,760	
<i>Scatella</i> sp.			6	39	3	73	107	7	20	1	2	1	2		7	6	274		7	7	281	
<i>Scatophila</i> sp. 1		5	5	53	73	56	44	56	14	25	30	6	5	12	20	84	33	510	84	250	334	849
<i>Typopsilopa</i> sp. 1				1	1													35	1		1	36
Sphaeroceridae																						
<i>Leptocera fuscipennis</i> (Holiday)	9	13	22	19	22	31	31	39	22	37	60	64	16	26	18	4	3	392	854	1,121	1,975	2,389
Coleoptera																						
Staphylinidae																						
Staphylinidae sp. 1																			868	335	1,203	1,203
Species richness	2	3	3	10	12	13	11	10	10	12	11	11	11	10	10	11	16	13	15	17	23	
Abundance	12	25	37	590	825	933	1,014	2,213	5,455	4,445	3,945	6,962	2,644	2,155	1,370	476	538	33,563	110,560	72,9130	183,473	217,073

Table 2. Seasonal prevalence of insects in the dredged soil dumping area, Gapo, Masan, Korea from January to October, 2007

Species	Collecting date												Total			
	1. Jan.	27. Feb.	22. Mar.	10. Apr.	24. Apr.	14. May	30. May	13. Jun.	12. Jul.	24. Jul.	8. Aug.	21. Aug.		11. Sep.	12. Oct.	
Hymenoptera																
Pteromalidae																
<i>Urolepis maritima</i> Walker					16	196	6,674	3,917	373	3,371	44	8			14,599	
Diptera																
Tipulidae																
Tipulidae sp. 1				4		5		167	17	3	13	9			218	
Culicidae																
<i>Anopheles sinensis</i> Wiedemann								2	1						3	
<i>Culex pipiens pallens</i> Coquillett								2	3						5	
<i>Culex tritaeniorhynchus</i> Giles												6			6	
Chironomidae																
<i>Glyptotendipes tokunagai</i> Sasa				2	2	24	2	311	1,949	987	243	4,948	2,013	465	10,946	
Chironomidae sp. 1						1									1	
Anthomyiidae																
<i>Fucellia apicalis</i> Kertesz				2	12										14	
<i>Fucellia</i> sp. 1				4	21	4	27	141	106	2,260	1,089	635	439	2	4,727	
Anthomyiidae sp. 1				1											1	
Chloropidae																
Chloropidae sp.1					195	6	20	11	2						234	
Chloropidae sp.2					41										41	
Scathophagidae																
<i>Cordilura</i> sp. 1				1	2	1				6					10	
Ephydriidae																
<i>Ephydra japonica</i> Miyagi	3	7	1	58	143	3,301	2,143	97	729	340	145	41			7,008	
<i>Coenia</i> sp. 1						2									2	
<i>Homalometopussp.</i> 1							26	18	88,254	81,326	330	752	26	6	170,738	
<i>Limnellia</i> sp. 1						4									4	
<i>Philotelma</i> sp. 1				1		62	140	1,692	151	1,460	166	28	60		3,760	
<i>Scatella</i> sp.				2	3	13	214	40	4	5					281	
<i>Scatophilasp.</i> 1				5	9	14	77	161	534	47	2				849	
<i>Typopstilopa</i> sp. 1						2	2				32				36	
Sphaeroceridae																
<i>Leptocera fuscipennis</i> (Holiday)	9	13	44	27	59	376	376	166	734	534	28	23			2,389	
Coleoptera																
Staphylinidae																
Staphylinidae sp. 1											132	1,071			1,203	
Species richness																
		2	3	9	9	13	13	10	13	13	9	10	10	3	2	23
Abundance																
		12	25	65	142	618	4,455	11,647	4,999	95,789	87,822	1,630	7,357	2,041	471	217,073

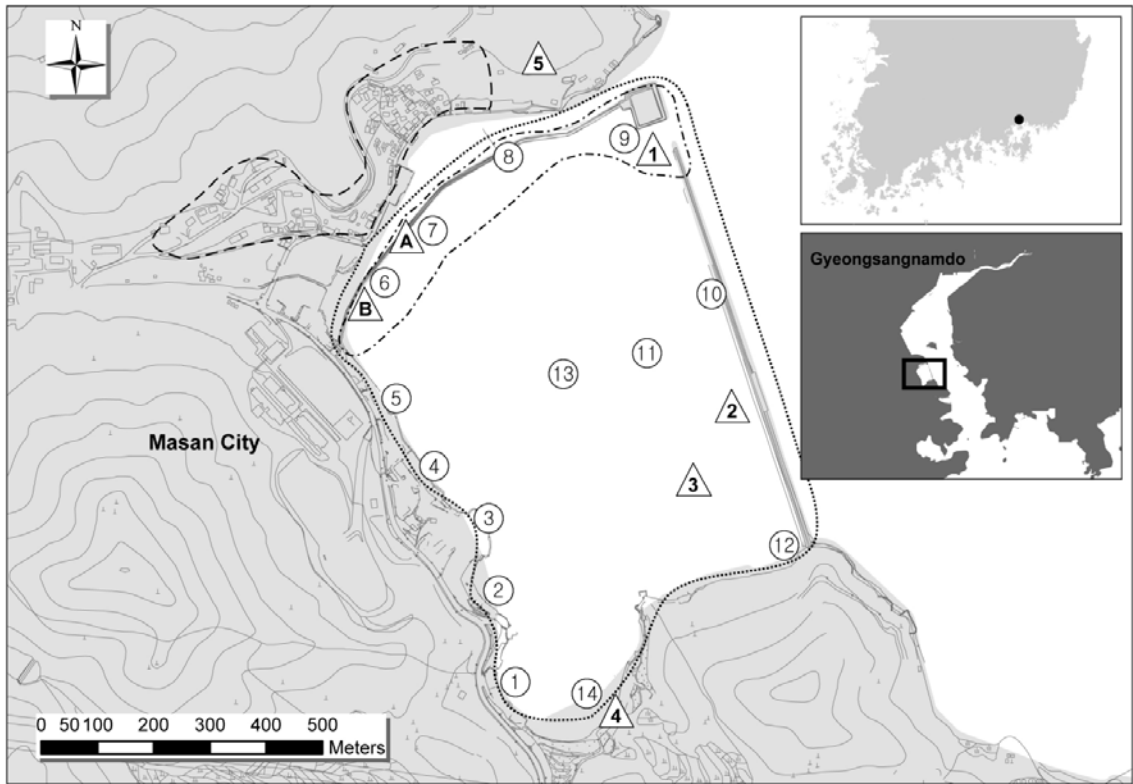


Fig. 1. Map of study site. Numerals in circle and triangle indicate survey areas of colored sticky trap and tent trap, respectively. Alphabets in triangle indicate survey areas of CDC light trap. Largest dotted line indicate the dredged soil dumping area. Upper dotted line of three indicate thermal fogging area. Long and short dotted line indicate areas carried out ecological control methods such as covering the fresh soil in outbreak area, using light trap, pumping up water and chemical control.

### 월동 곤충류 조사

유해곤충의 월동량을 사전에 파악하기 위하여 텐트트랩을 이용한 월동 곤충조사를 실시하였다 (Fig. 1). 텐트(2m×1.8m×1.5m)의 밑바닥을 절개하여 풀섶 등에 뒤집어 씌운 뒤, 휴대용 LPG 히터를 이용하여 텐트 안의 온도를 상승시켜 월동 중인 성충을 채집하였다. 또한, 50cm×50cm의 방형구 안에서 조사된 성충을 정량조사 자료로 활용하였다. 조사는 10~20회 반복하였으며, 흡충관 (Aspirator)으로 포획 후 포획통을 보관하여 실험실에서 현미경(×80)을 이용하여 종 동정을 하였다. 텐트 안에서 채집된 종을 대상으로 월동 개체수를 추정하였다.

### 주행성 곤충류 조사

준설토 투기장에서 발생하는 주행성 곤충류를 채집하기 위해서 색상점착트랩 조사를 실시하였다. 색상점착트랩(40 × 60 cm, yellow)은 다양한 생태적 환경을 고려하여 준설토 투기장의 14개 조사지(Fig. 1)에서 색상점착트랩을 오전 10시부터 각 조사지에 1개씩 설치 후, 약 2시간 뒤에 회수하여 붙어 있는 곤충류를 동정, 분류하였다.

### 야행성 곤충류 조사

준설토 투기장에서 발생하는 야행성 곤충류를 채집하기 위해서 유문등트랩 조사를 실시하였다.

유문등은 질병관리본부, 국내 보건소 및 보건환경 연구소에서 사용하는 Insect light trap (Model sc 2000, 신영통상시스템, 한국)을 이용하였고, 유문등 아래에는 유인되는 곤충류를 채집하기 위해서 원형의 포집망(25  $\pi$ cm  $\times$  50 cm)을 설치하였다. 유문등트랩은 조사지에 2개를 설치하고 채집은 일몰 30분전부터 익일 오전까지 실시하였다.

## 2.3 해충발생 저감작업

### 매립장에서 시행된 복토작업

유수지 수변부에는 고형화된 오염물질들이 쌓이게 되고 그것을 섭식하는 유해곤충이 발생하고 있기 때문에 7월중순부터 약 1주일간 오염토 표층에 복토하는 폐쇄공법(Yoon, 2000) 수행하여 오염물을 격리하였다(Fig. 1).

### 유문등 설치 운영

유해곤충에 의한 주민 피해를 최소화하기 위하여 8월초부터 마을과 매립장 사이에 100개의 유문등을 설치하여 운영하였다(Fig. 1). 또한, 야간 활동성 곤충의 유인을 위하여 250W의 수은등(Mercury lamp)을 3 m 이상 높이에 수평으로 설치하여 먼 거리에서도 유인될 수 있도록 하였다. 포집망에 들어온 곤충은 매일 오전에 수거하여 처리하였다.

### 극동물가파리 번데기 및 오염물 제거작업

5월경 극동물가파리 번데기가 점차 증가하여 유수지 수변부로 떠밀려와 쌓이게 되어 정기적으로 번데기를 수거하는 작업을 실시하였다. 동시에 부패되어 고형화된 유기물질도 제거하였다.

### 배수작업

5월부터 유해곤충의 유충시기의 서식처인 유수지의 면적을 줄이기 위해서 주기적으로 물빠기를 실시하였다. 장마시기와 우천시를 제외하고 물빠

기 작업은 조사가 끝나는 10월까지도 계속 실시하였으며, 해수와 생활 오수의 유입으로 유수지는 재형성을 반복하였다.

### 가열연막 방제

현지조사를 통해 성충의 개체수가 많거나, 성충의 서식처가 발견될 경우, 1~3일 간격으로 Pyrethroid계 살충제를 이용하여 가열연막방제(Thermal fogging)이 가능한 상황을 고려하면서 최대 효과를 기대할 수 있는 지역에서 수행하였다. 방제지역은 가포 매립지 내 가포 본 3, 4동에 실시하였다. 방제일은 2007년 6월 2일, 8월3일, 8월 10일, 8월 15일, 8월 17일, 8월 21일, 8월 24일, 8월 28일 총8회 실시하였다.

### 유충성장억제제 살포

장마 이후부터 유수지에서 깔따구 유충이 급증하여, 8월말에 유충성장억제제(Insect growth regulator)의 하나인 Sumilarv 0.5G를 살포하였다. 살포일은 2007년 8월 28일(30 kg), 8월 30일(40 kg), 9월 12일(20 kg), 9월 17일(40 kg), 9월 19일(20 kg), 9월 20일(3 kg) 총 6회에 걸쳐 깔따구류의 상대밀도가 높은 지역에 살포하였다.

## 3. 조사결과

본 연구에서 곤충류는 3목 10과 23종 217,073 개체가 채집되었다(Table 1, 2).

텐트트랩을 이용한 월동조사에서는 애기똥파리(*Leptocera fuscipennis* (Holiday))가 22개체, 극동물가파리(*Ephydra japonica* Miyagi)가 10개체, *Scatophila* sp. 1이 5개체가 채집되었다. 이 3종은 성충으로 월동하는 것을 알 수 있었다. 정량조사결과 중에서 정확한 개체수를 추정하기 위하여 1월에 조사된 결과인 애기똥파리 9개체, 극동물가파리 3개체를 대상으로 산정하였다. 투기장 내에서 해충이 확인된 지역은 수치지도를 산출한 결과 3,515.3m<sup>2</sup>이었고, 성충이 확인된 수변부의 일부

지역을 월동지역으로 한정했을 때 756.7m<sup>2</sup>이었으므로, 극동물가파리는 9,080.4마리, 애기똥파리는 27,241.2 마리가 월동하고 있는 것으로 산출되었다. 따라서, 텐트트랩의 결과, 많은 수의 극동물가파리와 애기똥파리가 이전부터 발생하고 있었던 것으로 확인할 수 있었다.

색상점착트랩에서는 2목 6과 14종 33,563개체가 채집되었다. 우점종으로는 물가파리금좀벌 (*Urolepis maritima* Walker)이 14,581개체(43%)로 가장 많이 채집되었으며, 극동물가파리가 6,389개체(19%), *Fucellia* sp. 1가 4,524개체(13%), *Philotelma* sp. 1가 3,467개체(10%), *Homalometopus* sp. 1가 3,095개체(9%)로 전체 개체수의 96%(32,056개체)를 차지했다(Fig. 2). 우점종들의 계절변화를 살펴보면 물가파리금좀벌이 5월 30일 조사에서 높은 발생량(6,674개체)을 보이고 7월에 조금 낮은 피크를 보이는 반면, 극동물가파리와 *Philotelma* sp. 1는 5월에, *Fucellia*

sp. 1과 *Homalometopus* sp. 1는 7월조사에 높은 발생량을 나타냈다(Fig. 3).

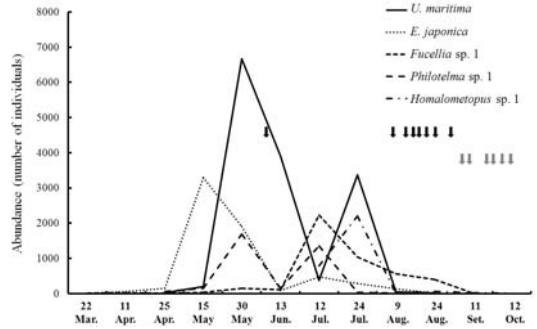


Fig. 3. Seasonal change of five dominant species (*Urolepis maritima*, *Ephydra japonica*, *Fucellia* sp. 1, *Philotelma* sp. 1, and *Homalometopus* sp. 1) collected by colored sticky trap. Black arrows and gray arrows indicate days of application of thermal fogging and insect growth regulator, respectively.

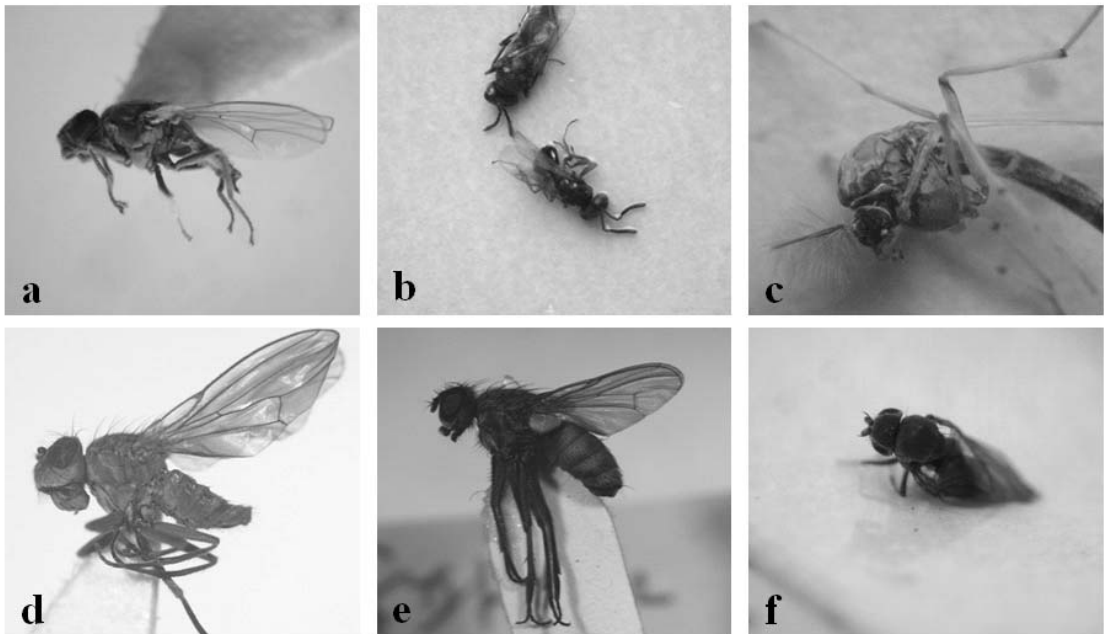


Fig. 2. Six dominant species. a. *Homalometopus* sp. 1 (Ephydridae); b. *Urolepis maritima* (Hymenoptera: Pteromalidae); c. *Glyptotendipes tokunagai* (Chironomidae); d. *Ephydra japonica* (Ephydridae); e. *Fucellia* sp. 1 (Anthomyiidae); f. *Philotelma* sp. 1 (Ephydridae).

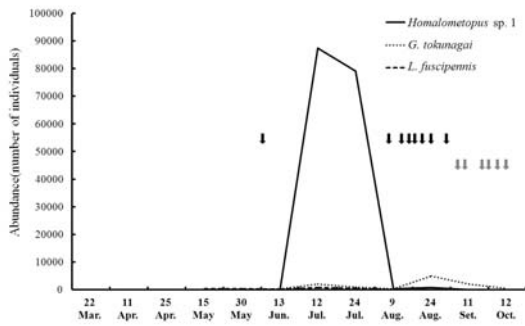


Fig. 4. Seasonal change of three dominant species (*Homalometopus* sp. 1, *Glyptotendipes tokunagai*, and *Leptocera fuscipennis*) collected by CDC light trap. Black arrows and gray arrows indicate days of application of thermal fogging and insect growth regulator, respectively.

유문등트랩에서는 3목 9과 17종 183,473개체가

채집되었다. 우점종으로는 *Homalometopus* sp. 1가 167,643개체(91%)가 가장 많이 채집되었고, 도꾸나가조각갈따구(*Glyptotendipes tokunagai* Sasa)가 10,946개체(6%), 애기똥파리가 1,975개체(1%)로 이 3종이 전체 개체수의 98%(180,564개체)를 차지했다(Fig. 2). 우점종들의 계절변화를 살펴보면, *Homalometopus* sp. 1와 애기똥파리는 7월 중순에 피크를 보였고, 도꾸나가조각갈따구는 8월 중순에 피크를 보였다(Fig. 3). 색상점착트랩과 유문등트랩의 우점종은 전혀 다르게 나타났다.

4월 24일 조사에서 143개체였던 극등물가파리 성충의 발생량이 5월 14일과 30일 조사결과 각각 3,301개체 2,143개체로 급격하게 증가하였고, 대량 발생이 예상되어 저감방안을 제시하였다. 저감 방법으로는 6월 2일경 가열연막을 통한 성충방제와 양수기를 이용한 유수지의 물빠기 작업, 번데기 고정화된 오염토를 복토하는 폐쇄작업이 실시되었

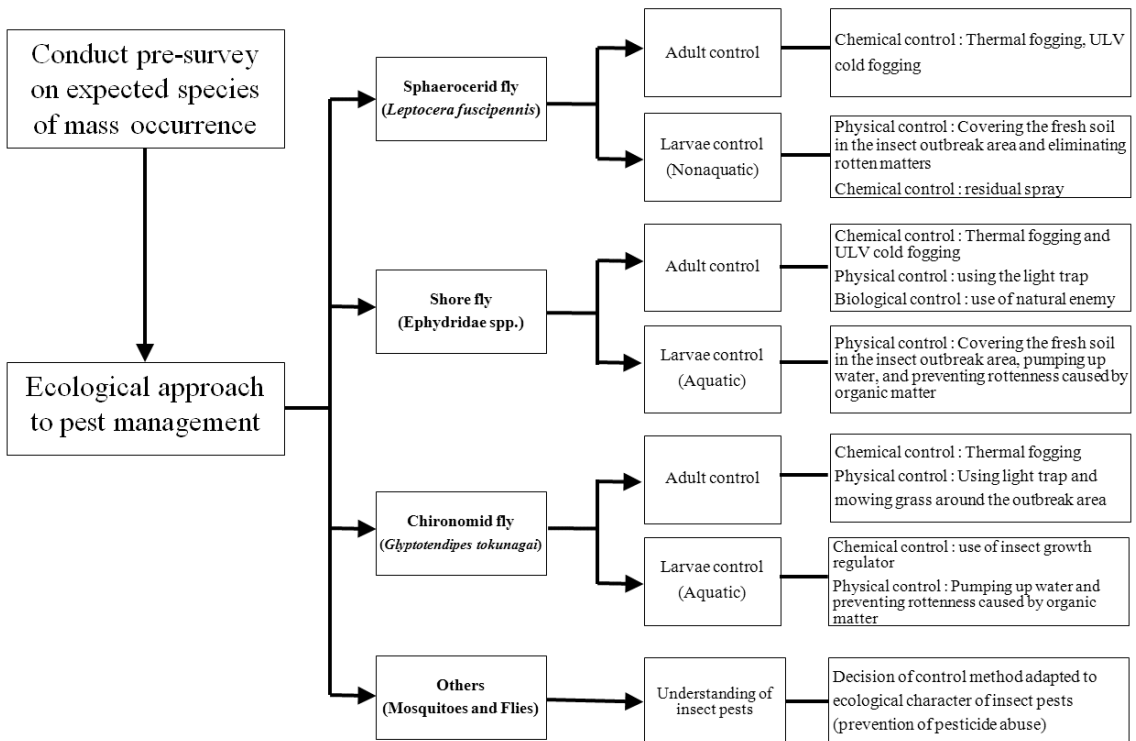


Fig. 5. Flow diagram on management methods to prevent outbreak of insect pests in the dredged soil dumping area.



다. 6월 13일 조사에서 97개체가 확인되어 이후 극동물가파리 성충의 수가 감소한 것으로 확인되었다. 그러나, 천적인 물가파리금좀벌의 개체수는 7월24일 조사에서 3,371개체가 확인되어 지속적으로 발생하는 것으로 확인되었다(Table 2).

7월 12일의 색상점착트랩의 조사결과, *Fucellia* sp. 1, *Homalometopus* sp. 1과 극동물가파리의 발생량이 증가하였다. 개체수를 감소시키기 위해서, 지속적인 물빠기 작업과, 준설토 투기장과 주택지 사이에 유문등을 100개 설치하고, 8월 3일에 가열연막 방제를 실시하였다. 그 결과, 8월부터 급격한 개체수의 감소를 확인 할 수 있었다(Table 2). 8월 24일유문등 조사에서 도꾸나가조각갈따구 성충이 4,948개체가 확인되어 이전 발생량보다 높게 나타났고, 우수지 내에서 발생하는 유충에 대한 정성조사시 대량으로 확인되어 유충 성장억제제를 살포하였다(조사방법 2.3 참조). 9월 21일 조사부터 이후에는 2013개체로 개체수가 줄어들었으나, 살충제에 대한 영향보다는 기온이 낮아지는 계절적인 영향으로 채집 개체수가 줄어든 것으로 판단된다.

#### 4. 고 찰

국내에서 준설토 투기장에서 물가파리류(Ephydriidae spp.)나 갈따구류(Chironomidae spp.)에서 대량 발생할 경우 체계적인 모니터링 및 저감방안에 대한 연구 없이 유충성장억제제 등의 살충제들을 과다 사용하여(Kim, 2007), 주변 환경 및 생물다양성에 피해를 입히고 있는 실정이다. 따라서 본 연구는 준설토 매립장에서 유해곤충의 대량발생 했을 때, 주변 환경 및 생물다양성을 고려한 친환경적 저감방법을 Fig. 5에 나타내었다. 생태학적 저감방법을 수행하기 위해서는 대량발생이 예상되는 각 해충에 관하여 사전조사를 실시 후 접근하는 것이 바람직하다.

준설토 투기장에서 대량 발생하는 유해곤충류 모니터링을 위해서 텐트트랩, 색상점착트랩, 유문등트랩을 실시하여 총 23종 217,073개체를 확인하였

다. 이 중 물가파리과에 속하는 *Homalometopus* sp. 1, *Philotelma* sp. 1, *Scatella* sp. 1, *Scatophila* sp. 1, *Typopsilopa* sp. 1, *Coenia* sp. 1등 6종은 한국미기록 후보종으로서 증명 확정연구가 필요하다. 현지조사에서 물가파리금좀벌, 도꾸나가조각갈따구, *Fucellia* sp. 1, 극동물가파리, *Homalometopus* sp. 1, *Philotelma* sp. 1그리고 애기똥파리 7종이 각각 2,000개체 이상 채집되어 준설토 투기장의 방제 대상 유해곤충으로 확인되었으며, 각각의 효과적인 방제 방법은 다음과 같이 평가되었다.

##### 애기똥파리(*Leptocera fuscipennis* (Haliday))

애기똥파리의 경우는 습한 토양이나 유기물에서 유충기를 보내기 때문에 이런 환경을 제거해야 한다(Mihara *et al.*, 1983a). 애기똥파리는 일본의 하네다오키의 497 m<sup>2</sup>면적의 폐기물처리장에서 대량 발생하여 큰 문제가 된 바 있다(Mihara *et al.*, 1983a; 1983b). 이를 해결하고자, 5회의 걸쳐 총량 619,000 m<sup>3</sup>의 해수를 처리장에 투입하여 대량 발생을 막았다(Mihara *et al.*, 1989). 하지만, 한국의 경우, 해수투입을 이용한 저감방안은 사태를 장기화시킬 우려가 높다. 본 조사지역에서는 주변에서 생활오수가 지속적으로 준설토투기장에 유입되어 애기똥파리가 투기장 전체에서 발생하였다. 애기똥파리의 발생밀도를 줄이기 위해서는 유입되는 하수를 차단하며 유충의 대량 발생지점인 오염토에 복토하는 폐쇄공법(Yoon, 2000)을 적용하고, 고형화된 오염물질을 제거해야 할 것이다. 또한 화학적 방법으로 잔류분무(Residual spray)를 통하여 유충을 제거해야 한다. 성충이 대량발생했을 경우, 화학적 저감방법인 살충제를 이용한 가열연막법이나 극미량 연무법(ULV cold fogging) 등의 공간살포(Space spray)를 통해 방제하는 것이 효과적일 것으로 생각된다.

##### 물가파리류(Ephydriidae spp.)

준설토투기장에서 발생하는 물가파리류는 염분

도가 비교적 높은 곳에서도 서식한다(Mathis *et al.*, 2000). 유충은 수서성이며 물 중간부에서 유영생활을 하고, 번데기는 물위에 떠 있다가 성충으로 우화하는 생태적 특성을 갖고 있는 듯하다. 따라서, 준설토 투기장 내에 유수지면적을 줄일수록 개체수는 적게 발생할 것이다. 본 연구에서는 유입되는 해수를 제거하기 위하여 유수지 수변부에 집수정을 설치하고 양수기를 이용한 펌핑공법으로 바다로 배출하였다. 이때 유충과 번데기가 바다로 배출될 수 있도록 양수기 호수의 전면에 망목이 1 cm × 1 cm 이상의 그물망을 사용해야 한다. 또한 호스는 바닥에 닿지 않고 수면 바로 아래에서 물빼기 작업을 해야만 유충과 번데기가 바다로 배출될 수 있다. 또한 하루 두 번 해수가 유입되기 때문에 해수가 유입되는 시간 동안은 매일 지속적으로 물빼기 작업을 실시해야 한다.

수중에 있는 물가파리의 번데기와 번데기 탈피각은 수변부로 밀려들어 쌓이고, 부패되어 2차 오염이 발생하는 상황일 경우, 이러한 지역에는 오염도 복토를 통한 폐쇄작업을 진행하여, 오염원을 외부와 격리시키는 것이 필요하다.

극동물가파리는 발생단계 중 성충시기에만 지역주민에게 피해를 입히므로, 유수지 내에 다수의 유충과 번데기가 발생할지라도 천적 등 기타 환경요인으로 인하여 성충 우화율이 매우 낮은 상태라면, 유충방제보다는 성충방제를 시행하면 좋은 방제효과를 얻을 수 있을 것으로 생각된다. 성충 방제를 위해서 가열연막법 또는 극미량연무법 등을 사용하여 공간살포에 의한 성충방제를 실시하는 것이 성충의 발생량을 억제하는데 도움이 될 것으로 판단된다. 2005년도 진해에서 대발생 했던 극동물가파리에 기생벌이 번데기 시기에 기생하여 개체수를 감소시켰으며 그 비율은 40% 정도에 달했다(Park, Y.K. unpublished observation). 본 연구에서도 5월 14일과 30일 조사에서 극동물가파리의 수가 각각 3,301개체, 2,143개체로 급격한 증가를 보였고, 같은 조사시기에 물가파리금좀벌의 수는 각각 196개체, 6,674개체로 급격히 증가하였고, 6월 13일 조사에서 극동물가파리는 97

개체로 현저히 줄어든 반면, 물가파리금좀벌은 3,917개체로 높은 발생량이 나타난 것(Table 2)으로 보아 극동물가파리에 대한 기생율이 매우 높은 것으로 판단되며 극동물가파리 성충의 발생 조절인자로서 가능성이 높다고 생각된다. 6월과 7월에 극동물가파리의 번데기가 수변부에 떠 있을 정도로 육안확인이 되었으나, 성충의 수는 많지 않았고, 물가파리금좀벌이 급격하게 증가하였다. 따라서, 물가파리금좀벌을 이용하여 물가파리류를 방제하는 것이 좋은 생물학적 방법일 것이다. 또한, 주변 주민의 피해를 최소화하기 위해서 준설토 투기장과 마을 사이에 다량의 유문등을 설치하는 것도 좋은 방법일 것이다.

#### 도꾸나가조각깔따구(*Glyptotendipes tokunagai* Sasa)

도꾸나가조각깔따구의 유충은 수서생활을 하기 때문에 준설토 투기장내에 유기물 및 그 유입을 제거하며 물빼기 작업을 통하여 유수지 면적을 감소시켜면 개체수가 줄어들 것이라고 생각하기 쉽다. 하지만, 유충은 바닥에 서식하는 특성상 물빼기 작업으로 방제하기 어렵고 건조된 상태에서도 잘 견디는 것으로 알려져 때문에(Kawai and Konishi, 1986), 유수지가 완전 건조되더라도 유수지가 재형성되면 다시 활동할 것이다. 따라서, 유충성장억제제와 같은 살충제를 이용하여 유충을 방제하는 것이 바람직할 것이다. 유충성장억제제의 적정 살포량은 정화조와 같이 측정가능하고 제한된 공간에서 사용하는 용량이므로, 준설토매립지와 같이 넓은 면적인 지역, 강우로 인해 유수량이 변하는 지역의 경우에는 살포량에 대한 연구도 필요한 것으로 판단된다. 깔따구류 성충이 낮 동안 주변 초지에서 휴식을 취하는 것이 조사시 육안으로 확인되었다. 성충을 감소시키기 위해서 준설토 투기장 주변에 형성된 초지에서 가열연막 등의 성충방제와 풀베기작업을 실시하여 성충의 휴식공간을 제거하고 마을과 준설토 투기장 사이에 유문 등을 설치하여 주변 마을의 피해를 최소화할

수 있을 것이다.

### 기타 해충류 (Mosquitoes and Flies)

해변꽃파리류 등 기타 해충류들은 국내에서는 많은 연구가 수행되지 않아 발생종 정보가 미흡한 실정이다. 살충제의 남용을 방지하기 위해서는 우선 발생종 조사가 선행되고 각 종의 생태적 특징을 파악 후, 저감방법을 수립해야 할 것이다.

국내 항만공사가 진행중인 곳은 준설토에 많은 양의 유기물을 함유하고 있어서 부식성 곤충의 종은 먹이원이 되어 있으며, 해양 준설토의 경우 수분이 증발하면서 염분농도가 높아지게 되면서 일부 파리목 곤충만이 생존하게 되어 대량 번식하는 상황이 발생하게 된다. 현지조사에서 측정된 염분농도는 시기별, 지점별로 0.1%~9.0%까지 측정되었다. 그러나, 염분농도에 따른 종별 발생밀도와 의 상관관계를 유추하기에는 자료의 부족으로 분석을 실시하지 않았다. 염분농도는 발생종과 밀도를 결정하는데 중요한 인자이므로, 이에 대한 추가적인 연구가 필요하다.

준설토공사시에는 유해곤충이 발생하는 조건을 미리 파악하여 미연에 방지하는 것이 우선되어야 하며 해충발생시에는 생활사와 서식특성을 고려하여 저감방법을 세우는 것이 바람직할 것이다. 본 연구와 같이 모니터링을 실시하면서 특정 종의 대량발생이 예측될 경우 물빼기, 복토, 유기물제거, 유문등 설치 등의 친환경적인 방제를 우선적으로 실시하면 가열연막법이나 유충성장억제제 등과 같은 살충제 남용을 막고 주변 환경에 미치는 영향을 최소화시킬 수 있을 것으로 생각한다.

### 감사의 글

본 연구에서 유해곤충 모니터링에 따른 영향예측 및 저감방안 수립시 제시한 저감방안을 수행해 주신 강선용님(주현대산업개발)께 감사드립니다. 본 논문은 인천대학교 2007년도 교원연구년제 결과 보고서이다.

### 참 고 문 헌

- Ha, Y.K. 2010. Habitats and Seasonal prevalence of mosquitoes at dredged soil dumping and near area sites of Busan new port, Republic of Korea. Ph.D. Thesis of Kosin University. 116 pp. (in Korean)
- Kawai, K. and K. Konishi. 1986. Fundamental studies on chironomid allergy I. Culture methods of Japanese chironomids (Chironomidae, Diptera). Jpn. J. Sanit. Zool. 37: 47-57.
- Kim, H.D. 2007. Occurrence and control of brine flies (Diptera: Ephydriidae) and non-biting midges (Diptera: Chironomidae) at the dumping yard in the newly constructed Busan new port, Korea. Master's Thesis of Kosin University. 37 pp. (in Korean)
- Mathis, W.N. and T. Zlatkovic. 2000. Family Ephydriidae., *In* Contributions to a Manual of Palaearctic Diptera (with special reference to flies of economic importance). Sci. Herald Budapest. Vol. 3: 537-570.
- Mihara, M., H. Kurahashi, S. Kondo and S. Kawahara. 1983a. A house-frequenting case of *Leptocera fuscipennis* (Haliday) (Diptera: Sphaeroceridae) I. Morphology and bionomics, Medical entomology and zoology. 34: 7-12.
- Mihara, M., H. Kurahashi, S. Kondo and S. Kawahara. 1983b. A house-frequenting case of *Leptocera fuscipennis* (Haliday) (Diptera: Sphaeroceridae) II. Mass breeding and migration, Medical entomology and zoology. 34: 13-20.
- Mihara, M., H. Kurahashi, S. Kondo and S. Kawahara. 1989. A house-frequenting case of *Leptocera fuscipennis* (Haliday) (Diptera: Sphaeroceridae) III. Seasonal prevalence

and control measures, Medical entomology and zoology. 40: 13-19.

Park, K.S. and C.H. Hyeon. 2009. The story on environmental pollution around dredged soil dumping area in the southern coast. Geoenvironmental engineering. 10: 27-31. (in Korean)

Yoon, S.Y. 2000. Re-formation plan of open

dumping landfill for costal management. J. Kor. Wetlands. 2(2): 109-116.

- 논문접수일 : 2012년 08월 02일
- 심사의뢰일 : 2012년 08월 08일
- 심사완료일 : 2012년 11월 23일