

곤충의 대습격 및 대책



양 권 열 >>
삼성물산(주) 건설부문
차장(박사/기술사)

환경보전에 대한 사회적 책임과 의무감 및 개개인의 적극적인 참여와 관심이 절실히 필요하며, 경제성 효율성보다는 환경용량을 고려한 자연과 공생 가능한 방향으로 개발의 船頭를 바꾸어야 한다.

1. 개요

날로 심각해져 가는 환경문제를 해결하기 위해 1992년 브라질 리우의 지구환경회의에서 대두되었던 “환경적으로 건강하고 지속가능한 발전(Environmentally Sound and Sustainable Development)”은 새로운 패러다임으로서 21세기에도 환경의 보전과 개발의 조화, 자연과 인간의 공존이라는 원칙을 제시하고 있다.

이러한 원칙의 적용에는 항만건설에도 예외가 될 수 없다.

지난 7월 모 일간지에 “진해 깔따구 습격사건/해충

피해 첫 인정”이라는 기사가 보도 되었다. 기사에 따르면, 항만공사를 하면서 바다에서 퍼올린 해저준설토를 쌓아둔 곳에서 곤충들이 무더기로 부화하여 곤충 천국이 되었고, 밤마다 곤충들의 습격을 받은 주민들이 중앙환경분쟁조정위에 재정신청을 하고,

분쟁조정위는 「“항만공사의 건설주체인 해양수산부는 피해를 본 마을주민과 상인에게 17억6,396만원을 배상하라”, “준설토 투기장에서 대량 발생한 유해 곤충 때문에 주민들이 심각한 정신적 피해와 영업손실을 봤다”, “국내외에서 곤충피해와 관련하여 실제로 배상이 이뤄진 것은 이번이 처음”, 해양수산부는 “다른 항만공사에 미칠 영향과 피해액 산정의 타당성을 검토해 수용여부를 정하겠다” 라고 보도 되었다.

곤충의 대습격을 받은 부산신항만은 부산시 강서구와 경남 진해시 가덕도 일원에 위치하며, 정부가 동북아 물류중심기지 선점을 위해 2011년까지 총30선석 규모의 5만톤급 컨테이너선 전용부두를 개발하고 있는 지역이다. 200만평의 야드와 115만평의 배후부지, 192만평의 준설토 투기장이 조성되며, 개항되면 연간800만개 이상의 컨테이너화물을 처리할 수 있게 된다.

1997년11월 방파제(1,490m)축조공사('02년12월 준공)를 시작으로, 진해시 용동지역에 준설토 투기장 조성공사, 진해시 용원지역에 9선석 규모의 북컨테이너부두 1단계 공사, 4선석 규모의 북컨테이너부두

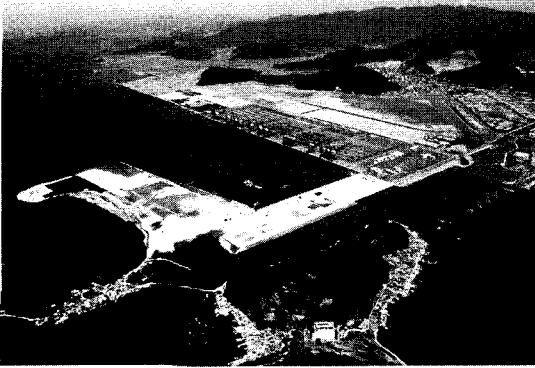


사진 1. 부산신항만 공사현장 전경(부산시 강서구 가덕도 놀차만 상공에서 2007. 06. 16 촬영, 부산신항만 현장에서 사진 제공)

2-1단계 공사(1.1km), 부산시 강서구 가덕도와 진해시 용원동을 연결하는 연결잔교, 가덕도 북측에 건설되는 남컨테이너부두공사 및 준설토투기장 조성공사, 진입도로, 진입철도 등의 공사가 진행되고 있다(사진 1참조).

항만을 조성하기 위해서는 선박이 진·출입 할 수 있는 항로수심(부산신항의 경우 DL(-)16m)을 확보하기 위한 대규모 준설, 그밖에 선박이 접안할 수 있는 안벽을 축조하기 위한 장비진입로 준설 등 각종 준설과정에서 준설토가 대량 발생된다.

과거에는 준설토를 전량 해양에 투기하였으나, 최근에는 해양환경, 해양생태계 등을 보존하고, 자원재이용 차원에서 매립재료로 활용하고 있다.

준설은 펌프준설선, 호퍼준설선 등으로 준설하는데, 이때 준설토와 바닷물의 비율이 약 2대8이며, 일정시간 침전시킨 후 상등수만을 해역으로 배출하게 된다.

준설토 투기장은 어패류 遺體, 부식질뿐만 아니라 질소, 인 등 다량의 유기물, 可利用鹽類 등이 다량 포함되어 있어, 기온이 상승하고 담수호화 되면, 곤충 서식의 최적 생육환경을 갖추게 된다.

부산신항만의 경우 준설토로 매립작업이 완료된 용동준설토 투기장의 규모가 633만㎡(192만평), 북컨테이너부두 준설토투기장이 308만㎡(93만평) 크기 규모이고 가덕도 북측에 남컨테이너부두 준설토투기장조성 공사가 진행중에 있다.

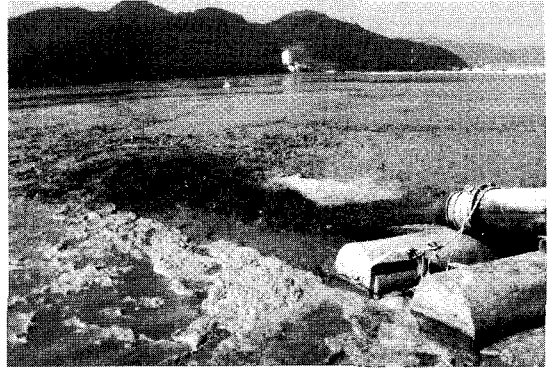


사진 2. 준설토 수토 광경(부산신항 북컨테이너부두 준설토 투기장, 2004)

준설토를 수토하는 과정에서 깔따구, 물가파리, 모기, 하루살이, 흑파리, 나방 등 수십억마리의 날벌레 이상번식(사진 3참조) 하게 된다.

정부는 부산신항 용동준설토 투기장의 곤충 대습격을 막기 위해 그동안 연막소독, 유도등 설치, 전자퇴치기, 인력에 의한 유충 및 번데기의 수거 후 소각 등의 방법으로 구제하여 보았으나 효과를 보지 못하였고, 광활한 면적이 늘지화 되어 있어 접근 또한 용이치 않았으며 인근에 양식장이 산재되어 있어 항공기에 의한 살충제 살포방법 또한 여의치 않았다.

이에 해양수산부는 '05년8월부터 87억원어치의 곤충성장억제제를 살포하여 곤충발생을 최소화 하고자 노력 하였다.

주민들은 생활불편, 상가지역 영업손실 등을 이유로 손해배상, 집단이주 등의 대책을 요구하였고, 중



사진 3. 부산신항 용동준설토 투기장내 이상번식한 해충(물가파리)의 번데기와 성충(2005)

양환경분쟁조정위가 주민들에게 정신적 피해와 영입 손실을 인정하고 그 피해를 배상하라고 하게 된 것이다.

이에 곤충이 대습격하게 된 경위와 저자의 경험을 더하여 대처방안에 대해 생태공학적으로 고찰해 보고자 한다.

2. 곤충 이상번식의 생태공학적인 고찰

환경은 생물생존에 영향을 주는 외적조건(물질과 energy)의 총합이며(Mason and Langenheim, 1957), 포괄적으로는 생물이 사는 곳을 뜻하는 서식지(habitat)이다.

생태계란, 일정공간 안의 생물과 무기환경을 말한다. 그 구성요소는 순환하는 무기물, 생물과 비생물을 연결하는 유기물(탄수화물, 단백질, 지방 등), 기후조건, 생산자(식물), 소비자(동물), 미세소비자(균류 등)을 들 수 있고, 기능으로는 에너지회로, 먹이사슬, 시간, 공간적 다양성의 유형, 영양물질의 순환, 발달과 진화, 제어(cybernetics)가 포함된다.

Jeeny(1958)의 생태계 상태결정 요인(state factor)에 따르면, 기후, 생물상, 지형, 초기상태, 시간의 5개 factor가 생태계의 상태를 결정한다고 한다.

준설토 투기장은 생물이 생활하고 있는 장소 즉, 생물권(biosphere)중 상기 5개 factor가 해충이 서식하기에 적당한 조건을 갖춘 서식지에 해당된다.

준설토 투기장은 람사협약에서 습지란 “자연 또는 인공이든, 영구적 또는 일시적이든, 정수 또는 유수이든, 담수, 기수 혹은 염수이든, 간조시 수심 6m를 넘지 않는 해수지역을 포함하는 늪, 습원, 이탄지, 물이 있는 지역”으로 정의하고 있으므로 습지로 보아야 한다.

습지(또는 못, 호수)는 태양에너지만 공급되면 자급자족이 가능한 소우주라고 일컬어 왔다. 습지는 육지특성을 지닌 내륙(Upland; terrestrial system)과 수(水)생태계(deep water; aquatic system) 사

이의 일종의 전이지대로서(Cowardin *et al.*, 1979), 종다양도가 높은 생태계(Mitsch & Gosselink, 1993)라고 말한다. 습지는 지구상에서 가장 영양물질이 풍부하고 생산성이 높은 생태계로 인식되고 있으며, 여러 가지 생태적 기능을 제공해 주는 것으로 알려지고 있다(Mulamootti *et al.*, 1996).

생물의 생태적지위(ecological niche)는 그 생물이 占有하고 있는 물리적 공간뿐만 아니라 군집내에서의 기능적인 역할과 기온, 온도, pH, 토양 등의 생활조건인 여러 환경구배 속의 위치를 占有하게 되는데, 준설토 투기장내에서의 해충의 유충은 어패류등 生物 遺體로부터 생물조각, 미생물 등을 먹는 즉, 腐食食物連鎖(detritus food chain)을 통해 성장하는 1차 소비자(primary consumer)에 해당된다.

생태계 Level에서 작동하는 조절기구는 유기물의 생산이나 분해, 영양염류의 저장이나 방출을 조절하는 기구가 포함되어 있으며, 에너지의 흐름과 물질순환의 상호관계는 외부로부터의 조절 또는 제한에 의하지 않은 자기 보정적인 항상성(homeostasis)을 만들어 낸다.

포식자 개체군의 생장은 피식자의 개체가 성장할 수 있는 물리적인 환경이 피식-포식 feedback system에서 양(+)과 음(-)의 평행수준에 도달하려는 感覺의 刺戟에의 生得的(innate)인 pattern이다.

준설토 투기장내 해충의 유충은 생물시계(biological clock) 즉, 환경 rhythm, 생리적 rhythm을 결합시켜, 日, 계절, 빛, 온도 등의 주기성을 예견하여 가장 많은 자손을 번식할 수 있는 시점에 폭발적으로 증식하며, 각 종의 증식 potential은 그것을 억제하는 환경의 생태적 여러 조건의 작용과의 balance에 따라서 一定値를 나타낸다(biotic potential). 즉, 증식(reproductive) potential과 生殘(survival) potential에 대한 환경의 여러 환경저항(environmental resistance)인 온도, 빛 등 물리적 요인 외에 천적 등의 공격에 의해 종수 및 개체수가 스스로 조절되는 것이다.

대부분의 생물개체군에서 시간경과에 따른 개체수의 증가는 S자형 곡선 즉, 시그모이드성장곡선(sigmoid growth curve)을 보인다(그림 1 참조). 즉, 개체수는 초기에 지수적으로 증가하지만 시간이 충분히 지나면 일정수를 유지하게 되는 것이다. 환경저항은 개체군의 크기가 환경수용능력(carrying capacity, 보통 K로 표시)에 가까워짐에 따라 커진다. 어떤 개체군은 환경수용능력의 범위를 넘었다가 짧은 시간 안에 수용능력의 수준으로 다시 낮아지는 J자형의 성장곡선을 나타낸다(그림 2 참조).

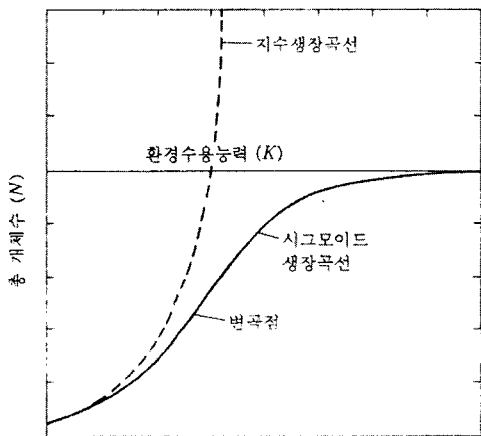


그림 1. 시그모이드 성장곡선

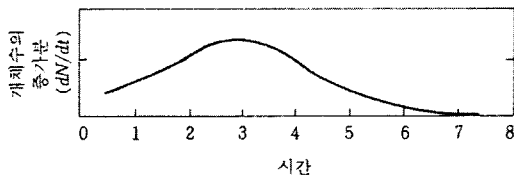


그림 2. J형 성장곡선

개체군이 성립가능한 입지에 침입하는 초기에 개체수는 기하급수적으로 증가(J형곡선 형태)하고, 수용능력의 한계와 환경저항이 나타나 환경수용력에 가까워지면 그 증가속도는 크게 저하하는 로지스틱 곡선의 형태를 나타낸다.

Mac-Arthur와 Wilson(1967)의 생활사에 따라 분류하면, 곤충은 새로운 서식지나 불안정한 서식지에 적합하고, 소형, 다산하며 초기에 성숙하는 성질을 가진 r-선택(r-selection; r도태) 종으로 내적증가율(r)을 크게 하려는 종에 속한다. 대부분의 곤충류는 r선택종이다. r선택 생물은 짧은 생활사, 낮은 경쟁력, 부적합한 환경에서 유리하도록 산포력이 매우 큰 특징을 갖는다.

생활사 초기에 폭발적 증가를 하는 모기, 깔따구, 흑파리, 나방 등의 증식 potential을 억제할 수 있는 여러 환경저항 요인 중 물리적인 요인을 인간의 힘으로 조절하는 것은 불가능하다. 총개체군의 상호작용, 예를 들어 포식(predation), 경쟁(competition) 즉, 食物連鎖(food chain)에 근거한 천적을 이용하는 경우 개체수 조절이 가능하다고 볼 수 있다.

2.1 포식자에 의한 피식자 수(數)의 조절

피식자(곤충) 개체군의 크기(밀도)가 커짐에 따라 포식자(천적)가 피식자를 많이 잡아 먹는다면 포식자는 피식자 개체군의 크기를 조절할 수 있다. 포식은 피식자에 대하여 밀도의존요인(density-dependant factor)으로 작용하기 때문에 포식자는 피식자의 밀도가 높아짐에 따라 더 많이 잡아 먹어야 조절이 가능하다. 포식자의 증가는 이입과 생식에 의해서 일어난다.

그러나 인위적으로 조성된 대체습지에 해당하는 준설토투기장의 경우는 포식자가 이입되기 위해서 시간이 필요하다. 따라서 생태계가 안정되어 스스로 진화발전되기 전, 인간의 생활에 미치는 피해를 최소화하기 위해서는 인간의 간섭 즉, 생태공학자에 의한 도움(처방/조치)이 필요하다.

해충을 방제하는 수단으로 살충제 또는 곤충성장억제제가 쓰이고 있으나, 토양, 대기, 水界, 생태계 내부 등을 옮겨 가면서 여러가지 영향을 미치고, 미량의 수중농도라 할지라도 食物連鎖에 의한 생물농축에 의해 빠른 속도로 환경속으로 확산되고 생물계에 농축되므로, 水界 및 水生生態系의 오염은 최초의 농도는 낮아도 수년 후에는 高次消費者인 인간에게 까지도 그 영향이 나타난다.

해양수산부는 문제가 된 웅동 준설토 투기장 대발생 해충을 구제하기 위해 곤충성장억제제를 살포하였다. 그러나, 소요비용(87억원)이 막대하며, 투기장 호안을 제외한 광활한 내부에 까지 비용대비 효과가 있는지, 2차 환경오염은 없는지가 의문이다.

2.2 생물학적 방제

대안으로 생물학적 방제의 방법이 있다. 해충의 포식자나 기생생물을 이용하여 해충의 개체수 밀도를 조절하는 것으로, 천적(natural enemy)의 기능을 높이거나 인공증식 또는 다른 지역으로부터 천적을 이입하여 해충의 개체수 밀도를 낮춘다.

생물학적 방제 성공의 예는 많다. 캘리포니아 오리 지나무에 기생하는 깍지벌레류를 구제하기 위해 딱정벌레류를 도입하여 효과적으로 박멸한 사례가 있으며, 국내의 경우 국립보건원과 고신대 공동연구팀이 눈에 미꾸라지를 이입하여 모기유충이 구제되는 것을 확인하였고, 홍성의 풀무농업고등기술학교 출신의 주형로(朱亨魯·44)가 오리농법을 도입(1993)하여 해충구제에 성공 하였다고 보도(중앙일보41판, 03.12.12)된 바 있다.

저자가 부산신항 북컨테이너부두(준설토투기장 308만㎡) 환경탐장으로 재직시에도 공사시(‘02~’04) 청둥오리를 이입, 야생조류를 유인·이입하여 해충을 성공적으로 구제한 사례가 있다.

해양수산부 또한 웅동준설토 투기장에 청둥오리를 이입하여 구제하려 했으나, 양계장에서 구매한 청둥오리를 준설토 투기장에 풀어 놓는 것 만으로 이입

오리류가 접근 가능한 투기장 외곽 호안 부근으로 밀려온 번데기를 섭취(사진 4 참조) 하는데 만족해야 했다.

부산신항 북컨테이너부두 공사시 적용한 생물학적 방제방법과 웅동 준설토 투기장에서 단순 청둥오리 투입에 의한 방제방법에는 많은 차이가 있다.

전자는 생물종 공급원(Source)으로서의 핵심지역(core area)인 옥망산이 가지는 번식지, 월동지, 먹이채집지 기능과 준설토 투기장내(On-site) 표토 가적지 구역의 자연복원 창출구역(nature restoration/development area) 조성기능, 이를 연결하는 점, 선 모양의 징검다리(Stepping stone)형식의 생태적 회랑(ecological corridor)으로서의 역할을 한 현장 사무소, 홍보관 등의 열식 또는 군식 식재기능이 생태네트워크화 되어 있어 공사관계자의 방아쇠 역할 즉, 약300여 마리의 청둥오리 이입만으로 야생조류의 유인·이입을 가능케 하여, 단시간에 단돈 30여만 원(청둥오리 새끼 구입비용)으로 유충, 번데기, 우화된 성충까지의 해충의 전생활사에 걸쳐 생물학적 방제가 가능 하였던 것이다.



사진 4. 수거한 물가파리 번데기를 먹고 있는 이입 청둥오리 (부산신항 웅동 준설토 투기장, 2005)

• 부산신항 북컨테이너부두 생물학적 방제시 조치사항

가) 근거리에 Source원에 해당하는 산림이 양호한 옥망산이 위치하고 있었고,

- 나) 투기장 내 On-site 개념의 생물 대체서식지 즉, 육망산을 개발하기 위하여 채취한 표토를 전량 준설토 투기장내에 가적치(조성) 하여 야생동물이 食餌하고 휴식하며, 은신할 수 있는 식생기반이 既조성되어 있었으며(사진 5 참조),
- 다) 표토 가적치장에서의 매토종자에 의한 습지 식생대의 조성이 성공적 이었고
- 라) 인근 산림 등(Source원)으로 부터의 국화과 식물 등의 風散布(바람에 의해 부모식물로부터 떨어진 장소로 운반되는 방식) 방식에 의한 식물종자의 산포에 의한 추수식물대가 조성되어 있었고,
- 마) 부두안벽 SCP(Sand Compaction Pile) 공사 시 준설토 모래밭이 일정면적 조성되어 있어, 수심 1m 내외의 우수(담수)가 항상 확보되어 있었고,
- 바) 공사장의 각종 장비 및 인부들로부터의 충분한 도피거리를 확보할 수 있는 펜스가 설치 및 사람의 접근이 통제되고 있었으며,
- 사) 이입 종(청둥오리)을 천적(고양이, 매 등) 으로부터 보호(휴식처 지붕설치 등) 즉, 이입 청둥오리의 초기적응(식당 잔반을 이용한 먹이공급 등)을 위한 노력이 있었다.

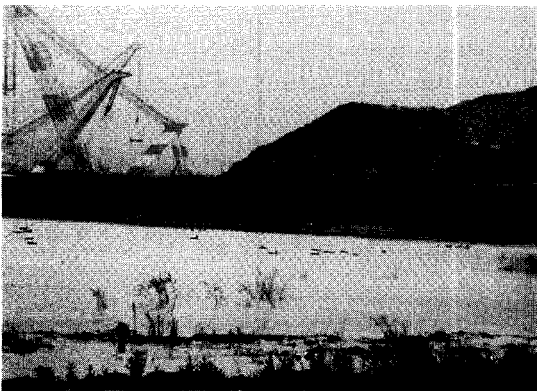


사진 5. 준설토투기장내(On-site) 표토 가적치(사진 중앙부분)를 통한 매토종자에 의한 습지식생대(Riparian) 조성과 청둥오리의 해충유충식이광경(부산신항 북컨테이너 부두 준설토투기장, 2004)

이는 공사관계자의 환경용량(자연환경이 스스로 정화하여 현재의 질적 수준을 유지할 수 있는 능력을 양으로 환산한 것), 자연생태계의 물질 순환성, 다양성, 자립성, 안정성의 개념에 대한 이해와 인간과 자연의 공존에 대한 배려, 지속가능한 개발개념 등 생태공학적인 지식을 건설공사 현장에 적용하였기에 가능하였고, 그 결과는 미조치시와 비교시 매우 컸다고 볼 수 있다.

3. 대책

각종 개발사업은 현 세대의 필요를 충족하기 위하여 미래세대의 욕구를 저해하지 않아야 한다. 경제발전은 환경보전과 상호보완적이어야 하며, 환경수용력을 고려한 환경용량내의 지속가능한 개발이 이루어져야 한다.

항만 준설토공사 현장에서 준설토의 발생은 불가피하며, 해양투기 보다는 매립토로서의 재활용이 바람직하고 앞으로도 해충 대발생은 재현될 것이다.

그러나, 이를 개발에 따른 불가피한 악영향으로 간주하고 물리적구제 방법인 살충제를 살포하거나 또는 임기응변식의 곤충억제제 살포만은 투입비용 대비 효과가 크지 않을 것이며, 2차 환경피해를 유발하지 않는다고 확신할 수 없다.

따라서, 항만공사 계획초기 단계부터 생물을 배려한 계획(Plan), 즉, 예견된 해충피해를 최소화하기 위해 곤충의 생태적 특성을 감안한 설계(Design), 생태계(Ecosystem) 스스로 종별 개체수 균형(Harmony)이 가능하도록 하는 생물을 배려한 생태공학적 항만설계가 이루어져야 한다.

이를 위해서는 환경용량에 대한 평가가 우선적으로 이루어져야 하며, 그 방법으로는 OECD에서 제안한 PSR 지표체계의 지속가능성평가, 시스템생태학자인 Odum(1996)의 Emergy 개념을 이용한 자연환경의 가치평가 방법 등이 있다. 또한 계획의 적정성과 입지의 타당성 등 대안을 충분히 검토할 수 있는 전략환경

평가(Strategic Environment Assessment)가 선행되어야 하며 생태공학자가 참여한 환경영향평가, 설계 및 공사장 환경관리(Monitoring)가 제도적으로 뒷받침되어야 한다.

광활한 준설토 투기장에서의 곤충 대발생 문제의 효과적 생물학적 방제 수단이라고 생각하는 유인·유입 조류에 의한 방제대책을 간략히 개술하면 아래와 같다.

1) 계획단계에서의 조치사항

(1) 생물상의 조사

- 해당지역 및 유사지역의 생물상의 조사
- 공간의 유형화

(2) 분석 및 평가단계

- 증가가 예상되는 유해곤충의 예측과
- 유인·유입코자 하는 목표종(천적)의 선정

(3) 계획

- 생태네트워크 구성요소의 배치계획(핵심지역, 자연복원창출구역, 생태적회랑 등)
- 생태네트워크 기반정비 계획(식생기반, 휴식처 등)

2) 설계단계에서의 서식처조성 기법

(1) 조류의 유인

- 조류를 유인하고 서식하기에 적합한 습지(준설토투기장)를 조성하기 위해서는 수심, 가장자리 처리, 매토종자에 의한 습지대 조성 또는 추수식물의 식재 등이 주요 관점임
- 물새류를 유인하기 위해서는 수변부에 몸을 숨길 수 있는 갈대, 천일사초, 갯잔디, 칠면초, 퉁퉁마디, 가는갯능쟁이, 갯개미취, 나문재, 모새달 등의 염생식물의 파종 또는 식재가 필요

(2) 서식환경 조성

- 대부분의 물새류는 수심 1M 미만의 장소를 선호함
- 호안의 경사는 완만한 경사가 조류의 채식에 좋음
- 생물서식 공간을 위한 호안은 불규칙한 굴곡이 좋으며,
- 야생 조류가 공중에서 인식할 수 있는 서식환경 조성
 - 개개비류 : 번식 및 이동을 위해 갈대군락의 연속적 조성이 필요
 - 청둥오리, 쇠물닭 : 줄과 부들군락 조성
 - 붉은머리오목눈이 : 연속적인 관목과 덩굴 조성
- 다층구조의 식생조성
- 나무구멍을 동지로 이용하는 조류를 위해 인공새집 가설
- 투기장 내부에 인간의 간섭 등으로부터 도피거리를 충분히 확보하고 유인 조류의 휴식처 및 은신처가 될 수 있는 매토종자가 함유된 표토에 의한 식생기반이 조성된 섬(중도) 또는 부도(Floating island)의 조성
 - 중도는 길이와 폭의 비율이 5:1~10:1 이 적절
 - 표토의 매토종자를 이용하여 습지식생대 조성
 - 중도의 규모는 전체 투기장 면적구성비의 1~5%가 생태적 균형 확보에 좋음
 - 중도내의 경사는 10% 내외로 하여 조류의 접근을 쉽게 함
- 물새들이 휴식할 수 있는 햇대의 조성
- 물새들이 목욕하고 食水 할 수 있는 담수저류가 가능한 저류지(진흙으로 방수 처리된 모래밭)의 조성
- 일부 건조한 환경을 좋아하는 물새류의 유인을 위하여 모래밭 조성

- 매 등 천적으로부터 차폐가 될 수 있는 시설 조성

(3) 식이식물의 식재

- 습원식물은 조류의 은신처나 피난처로 이용 및 먹이원으로 활용됨
 - 갈대, 줄, 부들군락 등 추수식물은 포식자로부터 위협을 막아주는 피난처로서의 역할은 함
- 다양한 종자식물을 선정 및 파종하여 다층 구조의 식생 조성

(4) 조류의 종별

① 물새류

- 먹이를 취득하기 위한 수면적이 3분의 1, 은신처나 번식장소의 면적이 3분의 2가 되는 것이 좋으나 투기장의 공사 성격상 불가하므로 물새류가 가장 선호하는 수위(수심 30~60cm)로 관리토록 함

② 오리류

- 수심이 얇을 때 청둥오리, 흰뺨검둥오리, 쇠오리 등 수면성오리류가 주를 이루며, 천변에 먹이가 되는 수초를 식재
- 해충의 유충과 번데기의 섭식활동이 매우 왕성

③ 멧새류

- 다양한 종자식물을 선정(표토의 매토종자 이용)하여 파종

④ 물떼새, 도요류와 할미새류

- 얇은 물가의 사지나 모래밭에서 번식(서식)하므로 하천변에 자갈(7~15mm)밭과 모래밭을 조성하여 번식(서식) 유도
- 하안식생을 유지하여 은신처로 작용

⑤ 박새, 참새류

- 조류가 휴식할 수 있는 식물섬(Floating island; 부도)이나, 고목, 햇대(통나무 박기) 등 설치

- 주변에 식생이 양호한 지역에 50×50m 정도의 모래밭을 조성하여 조류의 휴식장소로 제공

(5) 조류관찰 시설의 조성

- 비간섭거리에 조류관찰시설을 조성하여 환경교육의 공간으로 활용
- 은신형 관찰로 조성, 관찰벽, 관찰초소 등을 설치, 조류의 도주거리를 줄여 근거리에서의 생물과의 만남의 기회 증대(Low impact, High contact)로 생명관 제고

4. 시사점

害蟲의 이상번식 현상은 자연생태계의 균형파괴에 그 원인이 있으므로 살충제나 곤충성장 억제제 보다는 조절자의 역할 즉, 생태계(Ecosystem)의 먹이사슬(Food chain)인 생물(天敵)에서 그 해결책을 찾아야 한다.

천적을 이용한 생물학적인 방제는 수십억원의 방제비용을 절감할 수 있을 뿐만 아니라, 정서적으로 메마르기 쉬운 삭막한 건설현장에서 철새가 노니는 아름다운 친수경관을 창출할 수 있다.

부산신항 북컨테이너부두 공사 현장에서의 곤충의 대습격에 대한 생태공학적인 대처는 향후, 기업이 추구하여야 할 환경적으로 건전하고 지속가능한(ESSD) 환경관리 방향을 제시 하였다.

기업의 환경보전에 대한 적극적인 참여와 관심이 자연과 공생 가능한 방향으로 개발의 船頭를 바꾸는 觸媒役割을 하였다고 할 수 있다.

21세기 건설업의 話頭는 "環境經營"이다. 환경적으로 건전하고 지속가능한 개발(ESSD)은 이제 기업생존의 문제로서 법적 규제기준 준수 차원을 넘어 생태윤리를 경영철학(Philosophy)으로 하여야 한다.

파괴가 불가피한 업의 특성을 가지고 있는 건설업의 패러다임은 이러한 시대적 요구에 발 빠르게 대처하여야 한다.

참고문헌

- 김귀곤, 2003, 습지와 환경, 아카데미서적
- 김준호외, 1993, 현대생태학, (주)교문사
- 임양재, 1995, 한반도 희망은 있는가, 웅진출판주식회사
- 문석기외, 2004, 생태공학, 보문사
- 원병오, 2004, 자연생태계의 복원과 관리, 도서출판 다른세상
- 양권열, 2004, Emergy 개념을 이용한 골재자원개발의 평가분석(부산신항만 공사 소요 골재 중심), 동국대학교

