

## 경제적 관점에서 본 곤충 생물다양성의 가치<sup>1)</sup>

이 강 운<sup>2)</sup>

(사)홀로세생태보존연구소

코로나19로 일상은 깨지고 과학자들은 바이러스를 무력화 할 백신을 개발하려 혼신의 힘을 다하면서 바이러스가 창궐하는 이유를 찾고 있다. 얼마 전 6월 5일은 세계 환경의 날. 2020년 환경의 날 주제는 ‘생물다양성’이었다. 약 10시간 가량의 웨비나(Webinar)를 통하여 아마존의 생물다양성, 도시 생물다양성, 기후변화, 순환경제 등 생물다양성 관련 문제 해결을 위한 각계 전문가의 다양한 의견을 공유하였다.

최근 환경 분야에서 가장 뜨거운 용어 중 하나는 생물다양성이다. 너무 자주 언급되다 보니 진부하다고 느낄 수 있지만 그만큼 많은 생물들이 사라지고 생태계가 많이 부서지고 있다는 뜻일 수도 있다. 인간의 활동으로 인한 기후변화, 생태계 파괴, 과도한 개발 등으로 많은 생물들이 멸종위기에 처했다는 경고는 계속 나오고 있다. 2020년 2월 ‘생물보존(Biological Conservation)’ 학술지에 실린 페드로 카도소(Pedro Cardoso) 등의 연구에 따르면 산업화 이후 대략 25만에서 50만 종에 이르는 곤충들이 멸종한 것으로 추정되며 앞으로 다음 몇 십 년 동안 약 50만종에 이르는 곤충들이 멸종 위기에 직면한다고 주장했다. 추정치가 현실화 된다면 과연 이 지구상에는 무엇이 있어 인류를 먹이고 살릴 수 있을까?

생물 다양성은 숲이나 강 같은, 한 지역에서 서식하는 동물과 식물, 미생물, 진균류에 이르기까지 모든 생물의 종과 수를 뜻하는 것이 일반적이다. 그러나 근원적 의미의 생물 다양성은 약 40억 년 전에 최초의 생명체가 지구상에 출현한 이래 수많은 종류의 생물들이 얽히고설켜 변이, 자연선택, 종 분화 등을 거쳐 끊임없이 여러 종류로 갈라지면서 생긴 하나의 진화적인 개념이라 볼 수 있다. 이러한 진화 과정 중에 생명체가 생존하기 위해 발현했던 적응, 방사는 생물다양성을 보존 할 수 있는 지혜가 담겨있으며, 오랜 역사에 걸쳐 축적된 물리적 특성과 화학적 물질은 모든 과학 정보의 단서가 내재된 보물이라 할 수 있다.

모든 생물을 경제적 자원으로써, 상업적 이용의 대상으로만 취급해서는 안 되겠지만 인류의 경제, 건강, 농업 문제를 고려할 때 생물다양성의 중요한 가치는 이루 말할 수 없이

1) Biodiversity and Insect with Economy

2) LEE, Kang Woon, Holoce Ecological Conservation Research Institution(HECRI),

E-mail: holoce@hecri.re.kr

높다. 식물의 종자산업 분야인 육종과 재배를 통해 다수확을 할 수 있는 것도 생물다양성에서 비롯되며, 제약, 화장품, 생명공학, 여타 생물자원 탐색과 기초 자료 분석에도 도움을 주고 있다. 게다가 지금 우리는 세포 또는 분자 수준의 구조나 기능을 규명하여 질병의 ‘표적’이 되는 분자를 찾아내 진단하고 치료하는 분자세포생물학적 방법에 집중하고 있는 생명공학의 시대에 와 있다. 다른 생물의 유전자를 도입함으로써 특수한 상황에 적합한 동식물을 설계할 수 있게 된 시대에 살고 있는 것이다. 식물, 동물 심지어는 심해의 해조류까지 어떤 종류의 생물다양성이 어떻게 활용이 될지 아무도 모르기 때문에 우리는 무엇 하나 그냥 넘겨버릴 수 없다.

자연계의 모든 생물이 인간 세상에 명백히 도움을 줄 수 있다는 사실을 알지만 과연 생물다양성이 우리 인류에게 얼마나 많은 이익을 주는지는 해독하기 어렵다. 거대하지만 잡힐 듯 잡히지 않는 생물다양성이라는 key word를 그나마 쉽게 만나 구체적이며 제대로 확인할 수 있는 분류군은 곤충이라 할 수 있다. 현재 지구상의 곤충은 대략 75만 종으로 기록되어 있으나 이것은 실제 존재하는 생물종 수의 1/10도 안 되는 것으로 예상되고 있다. 곤충은 생태계의 주춧돌(Keystone Species)로 각 종 양서, 파충류나 조류, 포유류의 먹이 원으로 전체 생태계를 건강하게 유지시키는 1차 소비자 역할을 한다. 모든 생물들과 먹이사슬로 연결고리를 갖고 있는 곤충이므로 기생, 포식과 같은 천적으로부터 스스로를 지키거나 의사소통을 하는 데 사용하기 위해 만들어내는 복잡한 화학 물질과 천연 산물들은 의학과 농업에서 이미 약재로서 중심적 역할을 담당하고 있다. 3억 5천 만 년 전 석탄기부터 육지에 전성기를 구가하면서 현재도 지구상에서 제일 많은 종수와 개체수를 갖고 있어 가장 풍요로운 생명인 곤충은 생물다양성의 핵심적인 부분이다. 아직 찾아내지도, 이해하지도 못한 곤충 종의 다양성과 숨어 있는 가치는 사실 짐작조차 할 수 없다.

곤충을 대상으로 코넬 대학의 생물학자 토마스 이즈너(Thomas Eisner)는 송장벌레에서 경구 피임약의 주성분인 프로그스테론과 비슷한 방어용 화학 물질과 반딧불이 혈액에서 루시부파킨이라는 심장을 자극하는 효능을 발견했다. 독일 하이델베르크의 화학자 실드크네히트(Schildknecht)는 물속에 사는 딱정벌레인 물방개붙이 종류에서 소 1,300마리 분량의 부신 피질 호르몬이 분비선 속에 들어있다는 것을 발견했다. 부신 피질 호르몬은 모든 염증에 특효인 스테로이드제제로 유명하며 현재 100mg에 6달러 50센트에 거래되고 있다고 한다. 벌레의 몸에서 추출한 물질로 가까운 장래에 인간 건강에 영향을 미칠 수 있는 신약 제조의 가능성이 커지고 있다. 곤충 생물다양성의 가치가 빛을 발하는 순간이긴 하지만 좀 더 깊숙이 연구해보면 만병통치의 무언가를 찾아낼 수가 있지 않을까?

건강 백세를 추구하는 최근에는 질병 특이적인 약제나 치료 방법보다는 근본적인 질병 예방과 치료는 물론, 항생제 내성을 극복할 수 있는 방안으로, 장내 미생물인 ‘마이크로바이옴’에 대한 관심이 높아지고 있다. 장내 미생물은 생체대사조절, 인체 면역체계, 대사 기능, 신경조절은 물론 암이나 만성질환 등 각종 질병과 성격, 행동까지 좌우한다는 연구 결과가 나오고 있다. 장내 미생물은 이제껏 신약의 재료로 가장 많이 사용됐던 식물이 아

닌 곤충의 몸속에 있으며 곤충 중에서도 바로 나비목 애벌레가 대상이 될 수 있다.

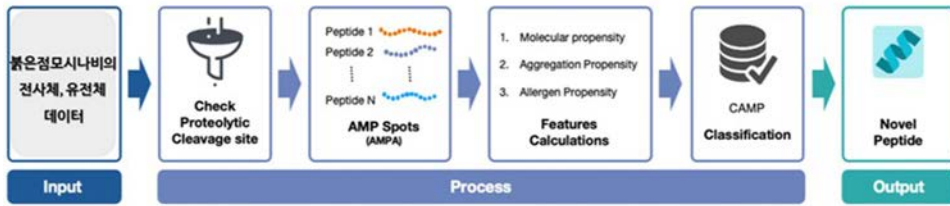
나비목 곤충의 생활사 중에서 애벌레 시기는 가장 오래간다. 물론 휴면 등 외부 상황에 맞추어 기간을 결정하는 알이나 번데기 시기가 있지만 외부와 치열하게 경쟁하며 생존해야 하는 때는 애벌레 시기다. 특히 식물에서 먹거리를 해결해야 하는 나비목 초식성 애벌레들에게 나무나 풀의 ‘숨은 독성’은 살기 위해서는 반드시 극복해야 될 물질이다. 애초 식물이 하루 종일 자신을 씹어 먹는 가장 큰 천적인 곤충애벌레를 막기 위해 잎에, 줄기에 저장하는 곤충저항성(Insect-resistance)물질은 애벌레를 죽이기 위한 독성이다. 그렇다고 먹고 죽을 수 없는 애벌레는 독성을 활용하여 오히려 자신을 보호하는 무기로 쓰기도 하고, 장내 미생물로 독성을 뺀 셀룰로오스를 분해하여 먹고 사니 식물 위에 곤충이 있다고 볼 수 있다. 모든 식물의 독성을 분해할 수 있는 곤충 애벌레의 장내 미생물을 이용한 신약 개발과 질병 예방에 관한 연구가 가능성을 넘어 현실이 될 수 있는 이유다.



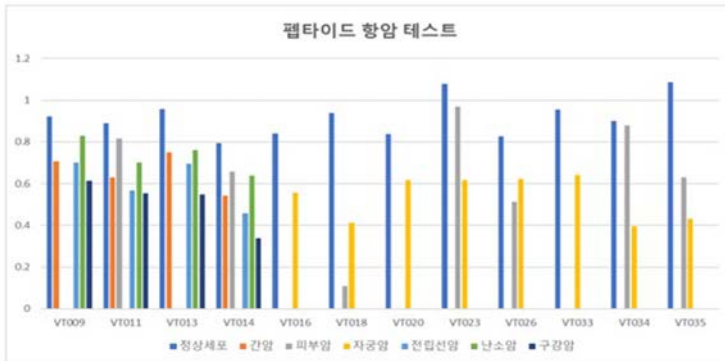
필자도 전 세계적인 멸종위기종으로 많은 사람들의 관심과 선호도를 가진 붉은점모시나비를 거의 15년 동안 연구하고 있다. 붉은점모시나비는 국내에서 멸종위기종 I급으로 지정되어 보호받고 있으며, IUCN과 CITES에도 등재되어 있는 국제적인 멸종위기종으로 태양처럼 붉은 원형 무늬의 특징을 언급해 Apollo butterfly라는 영명(英名)으로 불린다.

2012년 영하 48도에 견딜 수 있는 내한성 메커니즘을 규명하면서 대표적 한지성(寒地性) 나비로 알려졌던 이유를 밝혀냈고 붉은점모시나비의 내한성 정의를 위해 체내빙결점(supercooling point: SCP) 실험과 HPLC실험을 통해 붉은점모시나비 혈림프 조성 물질을 분석하였다. 15년 이상의 연구 결과를 바탕으로 붉은점모시나비 내동결물질 대사 관련 유전체를 분석하여 기능성 바이오소재 개발을 진행하고 있다. 유전체 분석 중 추출한 펩타이드를 다양한 암세포에 테스트하여 활성을 확인하는 연구를 계속하고 있으며 기대 이상의 결과물을 도출하고 있어 조만간 결과물을 좋은 저널에 게재하고 이를 근거로 신약 개발에 일조를 할 수 있지 않을까 희망하고 있다. 생물다양성의 중요성을 늘 이야기 하면서도 구두선에 그칠 수 있었는데, 과학적 자료치를 근거로 곤충 생물다양성의 가치를 실질적으로 보여줄 수 있게 돼 얼마나 다행인지 모른다.

## Peptide Drug Discovery



(붉은점모시나비에서 신규 펩타이드를 도출하는 방법)



추출한 펩타이드를 다양한 암세포에 테스트하여 활성을 확인함

2020년 6월 9일 서식지외보전기관인 홀로세생태보존연구소에서 잘 키운 붉은점모시나비 30쌍, 60마리를 환경부 금강유역청과 함께 충북 영동 지역에 방사하였다. 멸종위기종을 적지에 방사함으로써 유전자 다양성을 확보하고 개체 수를 늘려 새로운 환경 자원으로 사용하는 것 또한 생물다양성을 현실적으로 보전하고 활용할 수 있는 일이라 생각하고 있다.



단 몇 건의 사례에 불과하지만 미래에 대한 단순한 희망 섞인 예상만이 아니라 기초적인 연구가 새로운 과학 기술을 탄생시키는 모태가 되며, 미천한 생물로 오인되고 있는 곤충이 만들어 낸 혁신적 성과를 예시하고 있다. 다양한 질환의 예방 및 치료에 있어서 곤충 애벌레의 장내 미생물이나 효소를 활용하고자 하는 시도가 늘어날 것이다.

버드나무 껍질에서 추출한 살리실산을 주성분으로 하는 아스피린이 만들어진 이래로 식물에서 유래된 약물이 많이 개발됐다. 하지만 최근에는 고혈압, 항바이러스, 류마티스, 백혈구 감소증과 각종 암 등을 치료하기 위한 동물유래 약물 개발이 확대되고 있는 추세이다. 일반적으로 동식물 등 천연물에서 유래된 약물은 합성신약에 비해 개발 기간이 짧고, 부가가치도 높아 산업 발전에 대한 기여도가 매우 크다. 이러한 측면에서 지구상 마지막 남은 미개발 생물자원으로도 여겨지는 곤충을 활용한 연구·개발은 의미가 남다르다고 할 수 있다.

이제 생물다양성의 시대는 엄연한 현실이 되었으며 생물다양성의 미래 가치가 우리에게 주는 메시지는 분명하다. 건강 백세라고 이야기를 하지만 음식과 운동만으로는 불가능한 일이며 약으로 보완할 때 가능한 일이다. 다양한 생물의 유전자를 활용하여 인간 질병을 예방하고 치료하는 신약으로 개발할 수 있으니 생물다양성은 곧 목숨 줄이라 할 수 있다. 미천한 푸른곰팡이로부터 수 백 만 명의 사람을 살리는 페니실린을 만들고, 하찮은 파리에 지나지 않던 초파리가 유전학에 대해 그렇게 많은 것을 가르쳐 주면서 사람도 한번 타기 힘든 노벨상을 무려 여섯 번이나 받으리라고 누가 상상이나 할 수 있었는가? 미래 첨단의학은 질병의 표적이 되는 분자를 찾아내 진단하고 치료하는 분자치료의 시대가 될 것이지만 생물다양성이 없다면 무엇으로 연구할 수 있는가?

생물다양성 보전은 유행처럼 지나가는 환경적 이슈가 아니라 생물자원의 활용가치로 인해 각국의 경쟁력이 된 지금 어느 때보다도 생물다양성을 보전하고 체계적으로 관리해 나가야 함은 당연하다.

## 참고문헌

- Eisner, T., 1961. The protective role of the spray mechanism of the bombardier beetle, *Brachynus ballistarius* Lec. *Journal of Insect Physiology* 2: 215-220.
- Eisner, T., Goetz, M. A., Hill, D. E., Smedley, S. R. and Meinwald, J., 1997. Firefly 'femmes fatales' acquire defensive steroids (lucibufagins) from their firefly prey. *Proceedings of the National Academy of Science USA* 94: 9723-9728.
- Eisner, T., Wiemer, D. F., Haynes, L. W. and Meinwald, J., 1978. Lucibufagins: defensive steroids from the fireflies *Photinus ignitus* and *P. Marginellus* (Coleoptera:Lampyridae). *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* 75: 905-908.
- Goetz, M. A., Meinwald, J. and Eisner, T., 1981. Lucibufagins IV, New defensive steroids and a pterin from the firefly *Photinus pyralis* (Coleoptera: Lampyridae). *Experientia* 37: 679-680.

- Goetz, M., Wiemer, D. F., Haynes, L. W., Meinwald, J. and Eisner, T., 1979. Lucibufagines, Partie III, Oxo-II-et oxo-12-bufalines, steroïdes defensifs des lampyres *Photinus ignitus* et *P. marginellus* (Coleoptera: Lampyridae). *Helvetica Chimica Acta* 62: 1396-1400.
- Lee, K.-W., Park, G. W. and Kim, Y. J., 2014. Biology and temperature effects on development on *Parnassius bremeri* Bremer (Lepidoptera: Papilionidae) cocoon. The 4th International Conference of Urban Biodiversity and Design.
- Park, Y. J., Kim, Y. G. and Lee, K. W. 2017. Supercooling capacity along with up-regulation of glycerol content in an overwintering butterfly, *Parnassius bremeri*. *Journal of Asia-Pacific Entomology*. 20: 949-954.
- Pedro Cardoso *et al.* 2020. Solutions for humanity on how to conserve insects. *Biological Conservation* Volume 242.