

정길상 국립생태원 의생학연구센터 책임연구원 | e-mail : gilsangj@nie.re.kr
 이은옥 국립생태원 의생학연구센터 선임연구원 | e-mail : eunoklee@nie.re.kr

인간의 삶은 자연에서 온다. 이 자연을 어떻게 이용하느냐는 자원 잉여의 시대를 지나 자원 고갈의 시대에 접어든 우리에게 근원적인 질문이다. 이 질문에 대하여 오랜 진화의 산물인 생명체의 효율적인 삶의 방식에서 답을 찾고자 한다.

생물학과 인류의 생활

자연은 결코 배신하지 않는다. 우리 자신을 배신하는 것은 항상 우리들이다-루소

배낭을 메고 산등성이에 올라, 이마에 흐른 땀을 닦으며 물 한 모금을 마시며 멀리 펼쳐진 능선을 바라본다. 띄약별 아래에서 비릿하지만 시원한 바람을 맞으며 갯벌 멀리 한가로이 먹이를 먹는 철새들의 깃털 휘날림을 느낀다. 시원한 계곡물에 들어가 족대로 물속 자갈을 훑어 물고기들을 건져 올린다. 요즘같이 바쁜 세상에 무슨 신선놀음일까 하겠지만, 우리 생물을 특히 생태를 연구하는 사람들이 사시사철 하는 일과이며, 위에 쓴 글처럼 마냥 즐겁지만은 않은데다가 고된 노역이 그 속에 배어 있다. 그렇다. 우리는 자연을 즐길 뿐 아니라 대상으로서 관찰해야 하는 운명을 지닌 존재들이다. 도대체 끊임없이 관찰을 하는 이유는 무엇일까. 우선 생태학(Eco: 집, 환경; logy: 학문)의 사전적 의미부터 살펴보자. 생물간 상호작용과 생물과 환경간의 상호작용에 대하여 연구하는 학문이 바로 생태학이다. 즉 생물이 자연에서 어떻게 살아가는지에 대한 학문이다. 모르긴 몰라도 분류학(taxo: 분류,

정돈; nomy: 방법)과 더불어 인류의 가장 오래된 지적인 활동분야가 아닐까 싶다. 분류학이라는 분야는 생물을 한데 모아서 비교해야 이해할 수 있는 분야인 반면, 생태학은 그 생물이 살고 있는 곳을 찾아가서 들여다보아야 이해할 수 있는 학문분야이다. 다른 분야도 마찬가지지만 생물학분야는 그동안 인류의 복리에 엄청난 공헌을 해왔다. 그 이유를 알아보자. 태고적 수렵채취 생활 시기에 먹이가 될 것과 먹으면 안 되는 것을 구분해야 했다. 또한 우리를 위협하는 생물과 해가 되지 않는 생물도 구분해야 했다. 이 구분은 이 생물의 외부형태뿐만 아니라 발생과 살아가는 행동습성 등을 이해해야만 하고, 후세에게 전수해 줘야 만이 가능한 일이다. 언제 어떤 식물이 씨앗을 맺고 또 어떤 동물이 철에 따라 나타나는지 등등 우리의 조상의 생존에 필수적인 지식이었을 것이다. 또 집을 짓고 옷을 만드는 것은 어떤가? 벚짚을 이용하거나 나무를 이용하거나, 그 물질의 특성을 잘 알고 이용해야 제대로 된 집을 지을 수 있고, 모시, 마, 면 그리고 가죽의 특성을 제대로 알아야 알맞은 옷을 만들어 입을 수 있을 것이다. 이렇게 우리 주변의 수많은 유기생물체에 대한 깊은 생물학적 지식이 쌓이면서 우리 인류의 삶은 물질적·정신적 '풍요'를 가지게 되었다.

인류의 행위와 자연

자연은 인간을 싫어한다-데카르트

우리는 대개 잠자리에서 일어나 각자의 목적인 일을 하고 밥을 먹으며 다시 잠을 잔다. 이런 생활은 거의 모든 고등한 동물이 가지는 공통 생활 방식이다. 이를 생물학 용어로 생활주기(circadian rhythm)라고 한다. 일정한 시기에 각자의 특성에 맞는 생활 방식을 보인다. 자연계를 이루는 모든 생물들은 그 자연계 내에서 각자의 삶을 위해 살아가고 있다. 그 삶이란 그 누구도 강요하지 않은 자연계 전체의 목적적인 행위가 되는 것이다. 그러나 최소한 현대의 인간만큼은 자연계를 벗어나 있는 듯하다. 자연계의 구성원으로서 역할을 수행하기보다는 자연계의 지독한 착취자로 변했으니까 말이다. 인간에 의한 최초의 공해에 대한 기록은 9세기와 13세기에 있었지만 공해가 본격적으로 문제로 인식된 것은 런던의 스모그가 약 4,000명의 희생자를 낼 때부터였다. 두 번의 세계대전을 겪으면서 화학공학은 획기적으로 발전했고, 이 발전의 덕을 톡톡히 본 것은 농업분야이다. 그러나 그것은 비극의 또 다른 시작이었다. 1962년 레이첼 카슨의 ‘침묵의 봄’은 이른바 녹색혁명(green revolution)이라고 불리는 화학농약이 자연계에 그리고 인류에게 어떤 피해를 주는지를 각인시켜 주었다(Carson, 1962). 또 IPCC 보고서에 따르면 1950년대 이후의 기후변화는 인류가 주범임을 나타내고 있다(IPCC, 2007). 화학의 발달이 인류의 번영에 크게 기여한 것을 부정할 수는 없다. 그러나 현시대에 이로 인한 자연파괴와 되갚음은 분명한 대책을 요구한다. 이뿐만인가? 자원의 무분별한 채취 등의 인간활동으로 인해 수많은 생물이 멸종하는 지구역사상 유례가 없는 인위적 대멸종의 시대에 우리는 살고 있다(Barnosky 등, 2011). 우리 인간이 지구상에 나타난 지 겨우 20만 년 만의 엄청난 재앙이 아닐 수 없다. 최

근 연구에 따르면 이 재앙을 포함한 전 지구적 변화는 기술의 진보 때문이 아닌 인간의 사회행동의 변화 때문이라고 한다(Williams 등, 2015). 우리는 지구의 파괴자로 태어난 것이 아니다. 지구를 보호하는 것이 우리의 의무라고 이야기하는 것은 거만이요 과용이다. 인간은 지구의 하나의 구성원으로서 겸허해야 하는 것이다.

생명체와 그 진화적 가치

자연이 만들어낸 것은 모자라지도 과하지도 않기 때문이다-다 빈치

지구의 나이는 약 45억 년으로 추정된다. 지구가 처음 형성되었을 때, 지구는 펄펄 끓는 용광로 덩어리였다. 이 용광로 덩어리가 서서히 식으면서 약 40억 년 전에 최초의 생명체가 지구상 나타난다. 이 생명체들은 각자 환경에 적응하기 위해 여러 가지 도구를 진화시켜왔다. 다섯 번의 대멸종으로 여러 생물종이 사라지고 또 그 자리를 살아남은 생물종의 후손들이 진화를 거듭하며 메워 왔다. 그럼 도대체 얼마나 많은 생명체가 현재 지구에 살고 있을까? 2011년 자료에 의하면 약 900만 종의 생물이 지구상에 살고 있다고 한다(Mora 등, 2011). 그러나 해마다 새로운 종들이 계속 발견되는 걸 보면 우리가 존재를 모르는 생물들이 아직도 엄청나게 많을 것이다. 멀리 볼 것 없이 우리나라로 눈을 돌려보자. 우리나라에는 얼마나 많은 생물들이 살고 있을까? 국립생물관 자료에 따르면 2015년 현재 종동정이 완료된 생물은 약 4만 5,000종 정도이다(https://species.nibr.go.kr/home/mainHome.do?cont_link=010&subMenu=010007&contCd=010007002). (표 1)

크게 보면 동물류가 약 2만 7,000종이며, 식물류가 약 8,000종이고 그 외 버섯류 등을 포함한 미생물류이다. 이 생물들의 생태가 모두 밝혀진 것은 아니다.

표 1 한국의 자생생물 통계 (2015년, 국립생물자원관)

대분류	일반분류군	종수
동물계	포유류	125종
	조류	522종
	파충류	32종
	양서류	20종
	어류	1,262종
	미삭동물류	110종
	무척추동물(곤충제외)	8,057종
	곤충류	16,447종
식물계	관속식물류	4,425종
	선태류	924종
	윤조류	920종
	녹조류	747종
	홍조류	600종
유색조식물계	돌말류	2,015종
	은편모조류	14종
	착편모조류	7종
	외편모조류	394종
	황적조류	1종
	대롱편모조류	360종
균계	균류	3,673종
	지의류	1,013종
원생생물계	원생동물류	1,567종
	유글레나조류	348종
	남조류	343종
세균계	세균류	1,359종
고세균계	고세균류	10종
합계		45,295종

아니 그 생태 정보가 턱없이 부족하다고 해도 과언이 아니다. 이 생물들을 그나마도 이해하려면 또 하나의 학문체계가 필수적이다. 바로 진화라는 것이다. 생태학이 ‘어떻게’에 대한 학문이라면 진화는 ‘왜’에 대한 학문이다. 즉 생명체의 존재 이유에 대한 진지하면서도 철학적인 접근이다. 도대체 왜 그 생물은 그렇게 생겼고, 그렇게 살아가고 있을까? 가장 쉬운 설명은 바로 생명체의 근간인 생존과 번식을 위한 ‘적응’이 되겠다. 그렇다. 이 생물들은 각자의 생활터전에서 살아남기 위한 여러 도구를 진화시켜서 적응성을 높였다. 그 진화적 적응성은 바로 에너지 효율이라는 측면일 수 있는데, 먹이를 가장 손쉽게 잡을 수

있는 도구, 가장 빨리 도망칠 수 있는 도구, 가장 밝게 볼 수 있는 도구, 상대를 제압할 수 있는 독물질 등 자연의 섭리속의 생물체의 다양한 적응양식은 한없이 펼쳐진다. 이것을 진화생물학에서는 무기경쟁(arms race) 또는 붉은 여왕 가설(Red queen hypothesis)이라고 부른다(Van Valen, 1973). 즉, 생존과 번식을 위해 잡아먹히지 않도록, 그리고 잡아먹을 수 있도록 진화하는 생물 간의 경쟁관계를 의미한다. 그런데 이 경쟁은 인간의 무기경쟁과는 분명한 차이가 있다. 대표적인 무기경쟁의 예인 핵무기를 보자. 2016년 10월 현재 9개 국가가 무려 1만 6,000개 이상의 핵탄두를 보유하고 있다(<https://www.armscontrol.org/factsheets/Nuclearweaponswhohaswhat>). 2014년 연구결과는 국지적으로 100개의 핵탄두가 폭발하면 지구는 더 이상 생물이 살 수 없는 곳으로 변한다고 예상하고 있다(<http://www.globalzero.org/blog/how-many-nukes-would-it-take-render-earth-uninhabitable>). 무기라는 물체가 가지는 목적을 달성하기 위한 수치를 무려 160배 초과한 양을 더 가지고 있는 것이다. 이에 반해 자연은 전혀 그렇지 않다. 자정작용과 상호작용으로 끊임없이 균형을 이루고자 노력한다. 레오나르도 다 빈치의 자연예찬을 보자,

‘인간의 천재성은 많은 것들을 발명해 냈지만 자연이 해 낸 것보다 더 아름답지도, 단순하지도 더 대단하지도 않다. 왜냐하면 자연이 만들어낸 것은 모자라지도 과하지도 않기 때문이다.’

“Human ingenuity may make various inventions...but it will never devise any inventions more beautiful, nor more simple, nor more to the purpose than Nature does; because in her inventions nothing is wanting and nothing is superfluous.”

자연모사

예술에는 오류가 있을지 모르나 자연에는 잘못이 없다—드라이튼

앞서 언급한 풍요의 다른 말은 바로 과잉이다. 그렇다. 우리는 과잉의 시대에 살고 있다. 이 과잉에는 물질적으로 두 가지로 극명히 나눌 수 있다. 하나는 우리가 필요로 하는 물질의 과잉이요, 그 필요가 끝나는 시점부터 존재하는 물질, 즉 쓰레기의 과잉이 되겠다. 멜더스(1798)가 이미 200년 전에 경고했음에도 우리는 자원이 한정되어 있다는 생각을 마음 깊이 가지지 못하는 모양이다. 모든 생물은 주변의 자원을 이용해야만 살아갈 수 있듯이, 우리네 인간도 마찬가지로 자원이 필요하다. 다만 그 자원을 어떻게 이용하고 있는가가 크게 다르다. 최근까지의 인간의 행태는 자연에서 무언가를 추출해 내 변형하여 이용하는 것이었다. 심하게 말하면 자연을 착취하는 행위, 즉 지속가능하지 않다는 것이다. 그럼에도 불구하고 우리는 끊임없이 개선을 시도한 것도 사실이다. 최근이야 비로소 우리는 깨달았다. 가장 인간적인 것은 가장 생물적이며 가장 지구적이어야 한다는 것을! 주변으로 눈을 돌려보자. 생물이 필요로 하는 것은 우리도 필요로 한다. 이 말은 생물이 자연을 이용하는 모습을 이해한다면 우리 인간은 이전보다 훨씬 더 효율적으로 자연을 지속가능하게 이용할 수 있다는 뜻일 게다. 이러한 관심은 화학, 재료, 공학 그리고 분자세포생물학 등 여러 학문분야에서 급격히 증가하고 있다.

그런데 최근 석 달간의 논문을 보면 생물학 분야에서 자연모사를 다룬 것은 8%에 지나지 않는다고 한다(Snell-Rood, 2016). 도대체 그 많은 생물학적 정보는 다 어떻게 된 걸까? 이는 그 정보가 제대로 활용되지 않고 있다는 것을 의미한다. 이 정보를 연결할 통로가 필요하다. 여기에서 중요한 역할을 할 수 있는

것이 바로 생물에 대한 진화적 이해이다. 바로 ‘왜’에 대하여 연구하는 분야이기 때문이다. ‘왜’에 대한 물음에 답을 하는 순간 우리가 어떻게 해야할지 해답을 얻을 수 있을 것이다. 이 ‘왜’라고 하는 통로를 통해 비로소 생물학과 공학은 그 목적을 이룰 수 있을 것이다.

물론 생물에서 모든 것에 대한 공학적 해답을 얻을 필요는 없다. 우리네 인간이 만들어낸 형태가 더 효율적인 것도 매우 많다. 그럼에도 불구하고 상상을 초월하는 많은 부분에서 우리는 생물과 자연에서 배우고 또 개선할 것들을 찾아낼 수 있을 것이다. 왜냐하면 이들은 지난한 삶과 유구한 역사의 담금질에서 살아남은 위대한 것들이니까.

생물체로서 인류가 가져야할 덕목

인생은 행동이다—테일 카네기

현생인류(*Homo sapiens*)의 미래예측과 대비를 할 수 있는 사고구조는 그렇지 못했다고 생각되는 네안데르탈인(*Homo neanderthalensis*)을 따돌리고 번성하게 된 여러 가지 이유 중 하나로 지목된다. 이 사고구조는 식량의 보관 등 현생인류의 생존에 필수적인 요소를 제공했지만 이것들이 과해지면서 지식의 축적과 함께 자원의 낭비 등 자연 파괴의 요소가 심화되는 결과를 낳고 있는 것이 아닌가 생각해 볼 수도 있다. 자연모사는 일종의 과학의 범주를 넘어 인류가 생물학적으로 진화적으로 현명한 행동양식을 가짐으로써 지속가능한 자연으로의 회귀를 이룰 중요한 패러다임이 될 것이라 확신한다.

참고문헌

1. Barnosky AD, et al. 2011. Has the earth's sixth mass extinction already arrived?

- Nature, 471:51-57.
2. Carson R. 1962. Silent spring. Houghton Mifflin pp. 368.
 3. IPCC, 2007. IPCC Report: Mitigation of climate change. pp 851.
 4. Malthus TR. 1798. An Essay on the principle of population. J. Johnson pp. 126.
 5. Mora C., Tittensor DP., Adi S., Simpson AG., Worm B. 2011. How many species are there on Earth and in the ocean? PLoS Biology 9(8):e1001127.
 6. Snell_Rood E. 2016. Interdisciplinarity: Bring biologists into biomimetics. nature 529:277-278.
 7. van Valen L. 1973. A new evolutionary law. Evolutionary Theory 1:1-30.
 8. Williams M., Zalasiewics J., Haff PK., Schwägerl C., Barnosky AD., Ellis EC. 2015. The anthropocene biosphere. The Anthropocene Review. 2:196-219.