토양과 비료

- 토양미생물 그 신비를 벗긴다 -

자료원 : 한국토양비료학회의 계간지인 토양과 비료중에서 농업과학기술원 서장선 님 자료 인용

이글을 시작하며

"보릿고개 넘기가 왜 이리 힘드나.... 하얀 쌀밥은 아니더라도 두벌 밥이나 배터지게 먹어보았으면"하던 것이 언제였던가? 두벌 밥이란 무엇인가? 요즘 세상에는 몸에 좋다고 혹은 여름 입맛 살리려고 산나물에 비벼먹는 보리밥이 아닌가. 그래도 지금 보리는 개량이나되어 부드럽기나 하지. 보릿고개 넘던 때는 "겉보리 서 말만 있으면"하고 넋두리하던 농부의 말처럼 겉보리가 주로 재배되었는데, 이 겉보리는 한 번 삶아 가지고는 뜸이 들지 않아두 번 삶았다고 하여 두벌 밥이 아닌가. 그래서 보릿고개 넘던 시절 시골 토담집 처마밑에서 삶은 보리 담아 걸어둔 소쿠리를 발견하기란 그리 어렵지 않았던 것이다.

그런데 지금은 어떤가? 삶이 풍요로와, 고기반찬에 쌀밥은 기본이고 거기다 한 술 더떠 날씬해지려고 허리가 안 굽혀져서라는 이유 아닌 이유로 살을 뺀다나! 다이어트를 한다나! 이렇게 지천으로 남아 돌아가는 이돈, 이 음식을 어찌할 까?

"'옳치! 좋은 수가 있다. 내 창고를 헐고 더 큰 것을 지어 거기에다 내 모든 곡식과 재산을 넣어 두어야지. 그리고 내 영혼에게 말하리라. 영혼아, 많은 재산을 쌓아 두었으니 너는 이제 걱정할 것 없다. 그러니 실컷 쉬고 먹고 마시며 즐기자'. 그러자 하느님께서는 '이 어리석은 자야. 바로 오늘 밤 네 영혼이 너에게서 떠나가리라. 그러니 네가 쌓아 둔 것은 누구의 차지가 되겠느냐?'고 하셨다"(루가 12:18~20)

그렇다면 "내 것이니 창고에 쌓아 둔다"라는 것을 자연학적으로 어떻게 해석할 까?

그것은 흐름을 차단하고 끊어 버린다는 것이다. 자연의 순환질서를 교란하여 파괴한다는 것이다. 먹이사슬을 부수어 버린다는 것이다. 다시 말하여 다른 생물에 필요한 에너지 공급이 차단되기 때문에 먹이를 공급받지 못한 생물은 자의가 아닌 타의적으로 도태되는 것이다. 그렇다면 이와 반대로 억류되어 있는 에너지인 식량은 어떻게 되겠는가? 부실한 창고에 쌓아둔 곡식처럼 썩어 버리거나 반갑지 않은 생쥐들의 몫이 되어 버리지 않겠는가?

보기 싫은 생쥐, 정말 생쥐 보기 싫어 텔레비전 보니 여름 단골 메뉴처럼 이맛살 찌푸려지는 뉴스 하나가 눈에 들어오는 데, 그것은 맺은 자가 풀어야 하는 "결자해지"를 시각적으로 강조하고자 하는 연출가의 고도의 방송기법인가? 팔당 상수원지에 녹조가 남해안에적조현상이 나타났으니 유념하라는 내용이다. 무엇을 유념해, 해결해야지. 이들 현상은 언제 나타나는가? 인산이나 질소 물질이 하천이나 바다로 과다하게 방출될 때 일어나지 않는가? 그것도 새가 아닌 미생물인 조류가 살기 좋은 여름나절에. 그런데 인산과 질소는 무엇인가? 식량생산에 필수적인 식물 영양분이며, 동식물의 중요한 구성물질이 아닌가. 인산은대부분의 원료를 외국에서 수입해서 들여오고, 질소는 비록 생물학적으로 고정되기도 하지만 대부분은 많은 돈을 들여 공장에서 만들지 않는가? 이처럼 자연스럽지 못한 물질의 순환은 자원을 낭비하고 환경을 오염시키는 것이다. 즉 지구 저쪽에서는 에너지 결핍에 의해헐벗고 굶주리고, 다른 저쪽에서는 비만증에 걸린 환경을 치유하려고 머리가 하얗게 되다못해 "빛나리"가 되고 있는 것이다.

실소를 금치 못하는 이런 일은 지구 안에서의 먹이사슬이 헝클어진 실타래처럼 비정상적으로 얽혀 있기 때문인 것이다.

2. 미생물은 무엇을 먹고사는가?

왜 이번 이야기는 처음부터 먹는 것으로 시작하여 아직도 먹는 것을 이야기하고 있는 가? 모든 생물은 먹어야 살기 때문에 그런 것도 아니고, "먹기 위해 사느냐! 살기 위해 먹느냐!"라는 고급스럽지 못한 비유를 설명하기 위한 것은 더더욱 아니다. 단지 우리는 지구라는 생태계 안에서 더불어 살아가는 생명체이기 때문에 철학적이든, 인류학적이든, 정치경제학적이든 먹이사슬이라는 테두리 안에서 자연자원의 자연스러운 공유를 누려야 할 권리가 있기 때문이다.

1) 먹이사슬을 생각하면서

그렇다면 먹이사슬이란 과연 무엇인가? "자연은 살아있다"라든가 하는 다큐멘터리를 들어가며 구차하게 설명하지 않더라고 너무나 잘 아는 단어가 아닌가? 그렇다고 풀을 뜯어먹으며 뛰어다니던 사슴을 잡아먹던 사자가 쓰러지자. 하늘을 날던 대머리 독수리가 나타나고, 뒤이어 하이에나가 와서 싹쓸이 해버리는 그러한 내용을 설명하고 싶지는 않다. 그렇다고 물 속의 플랑크톤을 먹이로 하는 송사리나 피라미를 삼킨 물고기가 하늘을 날던 물수리에 낚아 채이는 이야기도 아니다. 그렇다고 채소도 먹고 물고기도 먹고 육고기도 먹고 때로는 몸에 좋다면 모종의 것도 마다 않고 먹어치우는 인간에 대해서는 더더욱 아니다.

"우는 아이 떡 하나 더 준다"는 말 같지 않은 속담처럼, 우리는 눈에 보이고 귀에 들려야 비로소 들어주는 속성이 있다. 그 많던 고래와 코끼리가 기름을 얻고자 상아를 얻고자 하는 탐욕에 눈에 안보이게 수가 줄어들자 "동물을 보호하자!"고 "생태계를 보호하자!"고 외치는 것처럼 말이다. 그러나 고래도 코끼리도 예를 들어 새우가 없거나 풀이 없으면 어찌살 것이며 어떻게 보호 할 것인가 그러므로 우리는 "새우를 살리자!", "풀을 살리자!" 하고 먼저 외쳐야 하지 않겠는가. 그렇다면 새우와 풀은 무엇을 먹고사는가? 새우는 유기물 찌꺼기를 먹는다고 하지만, 식성에 관한 구체적인 사항은 바다생물을 연구하는 사람들에게 맡기고 우리의 주관심사가 토양인 만큼 풀에 대해서 이야기 해보자.

동물은 음식을 입으로 먹지만 풀과 같은 식물은 잎과 뿌리 그리고 종류에 따라서는 줄기에서도 에너지를 취한다. 식물은 뿌리를 통해 물과 무기영양분을 흡수하지만, 이보다 중요한 것은 햇빛에너지를 이용하여 기체인 이산화탄소를 당과 같은 탄수화물로 동화한다는 것이다. 물론 일부 미생물도 이산화탄소나 질소를 스스로 공정하기도 하지만 물질의 골격을 형성하는 탄소는 모든 생물의 필수 구성원소이기 때문에 식물이 생산하는 탄수화물은 매우중요한 것이다. 그러므로 기체상태의 이산화탄소를 당과 같은 저장산물로 만드는 식물은 미생물을 포함하여 이를 필요로 하는 모든 생물에 매력 만점인 상대가 되는 것이다.

식물은 궁극적으로 일부는 동물에 의해 먹혀 동물체의 구성성분이 되고 다른 일부는 고사하게 된다. 동물에 먹힌 것도 동물의 배설물 혹은 생을 다한 동물에 의해 자연으로 복귀된다. 이 과정에서 우리가 눈여겨보아야 할 것은 고사된 식물, 동물의 배설물, 생을 다한 동물이 어떻게 되는가 하는 것이다. 결국 이 모든 것은 흙으로 돌아오게 되는 것이다. 물론탄소와 질소화합물은 부분적으로 여러 단계를 거쳐 이산화탄소와 질소가 되어 대기로 사라

진다. 그렇다면 이들 동식물체를 흙과 대기로 돌아가게 하는 것이 무엇인가? 그것은 토양에 서식하는 미생물인 것이다. 다시 말하여 미생물은 식물, 동물 그리고 다른 미생물까지도 분해하는 능력이 있다는 것이다.

이러한 이유 때문에 미생물의 식성을 억지로 따진다면 완전 잡식성이라 할 수 있을 것이다. 그러나 미생물을 보다 세분하여 들어가면 고사된 식물체를 좋아하는 부생성 미생물, 살아있는 식물체를 좋아하는 식물병원성 미생물, 식물과 공생하는 공생균, 인축의 병을 일으키는 동물병원성 미생물, 동물 장내에 공생하는 유산균류, 식물을 발효하여 유용한 식품을 생산하는 발효균 등으로 미생물의 작용대상에 따라 구분할 수도 있다. 그러므로 한꺼번에 몰아서 비록 미생물이라 부르고 있지만. 미생물은 종류별로 각기 특이한 작용을 하고 있음을 알 수 있다.

때때로 우리는 비이성적인 행동을 단세포적인 생각이라 하는 바와 같이, 미생물은 좋아하는 먹이를 단세포적으로 무차별 공격한다는 것이다. 특히 병원성 미생물은 대상 기주 동식물의 면역체계가 약화된 시기를 노려 침투하는 주도면밀함을 가지고 있는 전략가이기도 하다. 또한 미생물은 집중적인 공격을 피하는 변신의 명수이기도 하여 고농도의 항생물질의 공격도 무위로 돌려버리기도 한다. 물론 일부 미생물은 동물이나 식물과 공생하며 서로의 삶을 도와주기도 하여 미생물은 두 얼굴을 가진 야누스라고 비하할 수 도 있겠지만 미생물의 입장에서 보면 생존을 위해 형성되어온 당연한 유전적 특질일 뿐이다.

먹이사슬에서의 미생물의 위치는 식물체를 분해하여 생육하는 미생물을 섬모충과 같은 원생동물이 먹고 원생동물은 톡토기와 같은 미소동물이 그리고 미소동물은 지렁이가 먹고 지렁이는 새에 먹히는 기본적인 틀에 속하지만 미생물은 최상위에 있는 동물도 분해하여 먹이로 취한다는 면에서는 오히려 최상위 계급이라고 할 수 있다. 그러므로 미생물은 먹이사슬에서 전방위적으로 작용하는 슈퍼생물인 것이다.

2) 미생물은 어떻게 먹이를 취하는가?

그런데 미생물은 최고의 미식가로서 입맛이 매우 까다로워 먹이를 편식하는 특성이 있으며 음식을 먹기만 할 뿐만 아니라 새로운 물질을 만들기도 한다. 그러므로 미생물의역할을 올바로 평가하기 위해서는 먹는다는 것을 의미하는 물질분해 작용을 떠나 새로운물질을 생성한다는 측면에서 다루어야 한다. 그러나 이렇게 생성된 모든 물질도 정상적인

생태계에서는 다른 미생물에 의해 분해되어 무기원소로 되기 때문에 결국에는 물질순환의 관점에서는 원점으로 돌아가게 된다. 이 과정에서 독성물질을 분비하는 미생물에 정복당하는 생물은 병들어 죽게 되고 이를 극복하는 생물은 새로운 면역체를 형성하여 보다 강하게되는 것이다. 그러므로 자연계의 질서란 도전과 응전, 순응과 극복이라는 역사의 반복이 아니겠는가? 이처럼 미생물은 눈에 보이지 않게 지구의 생태계를 조절하고 가꾸어 가는 역할을 하는 것이다.

그렇다면 음식을 씹어 삼킬 수 없는 미생물은 어떻게 양분을 섭취할까? 이빨이 없으면 잇몸이라는 말도 있지만 이는 미생물에게는 통하지 않는 말이 아니겠는가? 어차피 태생이 다르니까 말이다. 그러나 아무리 태생이 다르더라도 살기 위해서는 먹이를 섭취해야 하지 않겠는가 이도 저도 없는 미생물은 어떻게 할까 우리 주변에 흔히 볼 수 있는 곰팡이를 생각해보자. 그 모양이 어떻게 생겼는지를 자세히 알기 위해서는 현미경을 이용해야 하겠지만 우선 느낄 수 있는 것은 솜털처럼 부드럽게 보인다는 것이다. 비록 이것을 균사라 부르지만 느낌으로 발하자면 스폰지처럼 폭신폭신하게 보인다는 것이다. 그렇다면 스폰지를 물속에 담가놓으면 어떻게 되는가? 스폰지 속으로 물이 스며들게 되는 것이다. 모래와 자갈이들어있는 흙탕물이라 할때 스폰지에 스며드는 것은 무엇인가? 모래와 자갈은 그래도 있고 뿌연 물만 스며들지 않는가? 바로 그렇다. 미생물의 세포를 스폰지라 생각하면 되겠다. 그렇다면 스폰지에 스며들지 않을 정도로 큰 덩어리를 섭취하기 위해서는 우선 잘라야 할 것이 아닌가? 그런데 미생물은 이도 톱도 없는데 어찌 할 것인가?

톱 찾아 일하려 창고에 들어가다 향기롭지 못한 냄새에 두리번거리니 미처 처분하지 못한 작년 걷이 감자가 썩고 있지 않은가 "흥! 병들었어, 갖다 버려야겠구먼" 하면서 들어올리니 가마니 아래에 썩은 물이 흥건히 고여 있지 않은가. "썩기도 왕창 썩었구먼, 오늘 하루해 반갑지 않은 일로 저물겠어" 그렇다면 왜 썩었을 까? "그야 미생물에 오염되었기 때문이지"라고 쉽게 이야기 할 것이다. 미생물도 먹고 살기 위해서 무언가의 작용을 하였던 것이다. 이가 없어 씹지 못하니 녹여 버린 것이다. 그렇다면 무엇으로 녹였을 까?

사람은 때때로 과식하게 되어 배가 더부룩하게 되면 소화제를 찾고 세탁기에 사용되는 어떤 세제는 묵은 때까지 빼주는 바이오제품이라고 자랑한다. 소화제와 바이오 세제의 사용 목적은 무엇인가? 음식과 때를 녹여 없애는 것이다. 바로 이렇게 녹여 없애는데 사용되는 물질이 효소인 것이다. 미생물도 바로 이렇게 녹여 없앨 수 있는 물질인 효소를 가지고 먹 이를 분해하고 섭취하며 다른 물질로 바꾸는 것이다. 다시 말하여 세포막은 물질을 차별적으로 투과시키는 성질을 가지고 있는데, 이 뜻은 세포막이 선택적으로 물질을 흡수하거나 배출한다는 것이다. 그러나 미생물은 전형적으로 거대한 분자를 흡수하지 못하므로 큰 덩어리가 미생물에 이용되기 위해서는 미리 세포 밖에서 해체되어야 한다. 이는 세포 바깥에 있는 효소들의 작용에 의해 미리 분해되어져야 한다는 것이다. 바로 이러한 특성 때문에음식이 부패되거나 유기물이 부숙되는 현상들이 일어나는 것이다.

3) 미생물에 필요한 양분은 무엇인가?

"금강산도 식후경"이라 한 것처럼 미생물도 먹어야 살고 또한 미생물이 무엇을 이용하는 가에 따라 인류 편에서 유용한 미생물인지 아닌지를 구별하여 활용할 수 있기 때문에 이들의 먹거리 즉 필요한 영양분이 무엇인지를 알아보기로 한다.

우리는 「탄소」 및 에너지원에 의해 미생물은 물론 모든 살아있는 사물을 특징지을 수 있다. 즉 빛을 사용하는 광합성 작용에 의해 에너지를 얻는 미생물을 광합성 미생물이라하며 화학물질의 산화환원작용에서 에너지를 얻는 미생물을 화학합성 미생물이라 한다.

한편 생체를 이루는 모든 물질의 골격을 이루고 있는 탄소를 이산화탄소 혹은 중탄산염과 같은 무기태에서 얻는 것을 독립영양 미생물, 포도당과 같은 유기탄소로부터 얻는 것을 종 속영양 미생물이라 한다. 종속영양 미생물 중 사멸하였거나 사멸해 가는 유기물로부터 탄 소와 에너지를 취하는 것을 부생성 미생물이라 하기도 한다.

퇴비 만들때 관여하는 미생물을 생각하면 되겠다. 그렇다면 사람은 어디에 속할 까? 사람은 빛을 이용할 수도 없고 식품에 들어있는 탄수화물을 소화하여 탄소를 얻어야 하기 때문에 화학합성 종속영양생물이라고 해야 하지 않겠는가?

「질소」에는 화학 질소비료의 구성성분인 질산 및 암모니움 같은 무기태 질소와 단백질 및 아미노산과 같은 물질에 들어있는 유기태 질소가 있다. 무기태 질소는 그대로 흡수할 수 있지만 유기태 질소는 고기와 같은 단백질 안에 들어 있기 때문에 효소의 작용에 의해 먼저 분해되어야 한다. 바로 이러한 특성 때문에 일반적인 환경에서는 고기가 썩게 되는 것이고 경우에 따라서는 암모니아와 같은 냄새에 의해 혐오의 대상이 되기도 한다.

그러나 미생물은 암모니아를 선호한다. 왜냐하면 흡수된 암모니아태 질소는 글루타민산과 같은 아미노산 합성에 곧바로 이용될 수 있기 때문이다. 「인」에는 핵산과 같은 유기태 인과 인광석과 같은 무기태 인이 있다. 그러나 미생물은 화합물 상태의 인을 사용할 수 없기 때문에 인을 함유한 물질은 인산과 같은 가용성 무기 이온으로 전환되어야 한다.

인은 DNA와 RNA 같은 핵산의 구성성분이며 에너지 저장물질인 ATP 구성물질로서 중요한 역할을 하고 있기 때문에 미생물 뿐만 아니라 모든 생물은 반드시 인을 흡수하여야한다.

미생물이 이용할 수 있는 「황」에는 단백질 및 아미노산과 같은 유기태 황과 황산염과 같은 무기태 황이 있다. 황은 메티오닌과 시스테인 같은 필수 아미노산의 구성성분이다.

칼슘, 마그네슘, 칼륨과 같은 「양이온」은 Ca^{2+} , Mg^{2+} 그리고 K^+ 의 이온형태로 흡수된다. 다시 말하여 염화가리 비료인 KCloll 물에 녹으면 칼륨 (K^+) 과 염소 (Cl^-) 가 되는데 이때 K^+ 와 같은 것을 양이온이라 한다. 석회나 고토비료가 녹으면 각각 칼슘 (Ca^{2+}) 과 마그네슘 (Mg^{2+}) 이 생기는데 이 역시 미생물이 필요로 하는 영양분이다.

「미량원소」란 적은량만이 미생물에 요구되는 물질이다. 작은 고추가 맵다는 말처럼 이들 원소는 효소작용 등에 있어 필수적인 물질이다. 예를 들어 철은 전자전달과정에서, 망간은 광합성에서 아연은 DNA 중합효소에, 구리는 환원효소에, 코발트는 질소고정 효소에 필수적이다. 몰리브덴은 질소고정 효소와 질산환원 효소에, 니켈은 요소가수분해 효소에, 바나디움은 질소 고정작용의 몰리브덴 대신 사용되고, 나트리움은 몇몇 해양미생물에, 셀레니움과 텡스덴은 일부 메탄생성 미생물에, 규소는 규조류와 같은 미세조류에 필요한 물질이다.

사람도 비타민이 결핍되면 부작용이 일어나듯이 일부 미생물도 외부로부터 어떤 물질을 공급받지 못하면 생육할 수 없는 경우가 있다. 바로 이렇게 생육에 직접적인 영향을 주는 물질을 「생육인자」라 한다. 다시 말하여 생육인자란 미생물 생육에 필수적이나 스스로 합성할 수 없는 물질을 말한다.

생육인자에는 비타민, 아미노산 등이 있다. 이와 같이 하나 이상의 생육인자를 요구하는 미생물을 영양요구체(옥서트로프)라 한다. 인간을 영양요구체라 할 수 있는데 그 이유는 인간에 필요한 대부분의 비타민과 생육인자를 인간체내에서 스스로 합성할 수 없어 음식을 반드시 섭취하여야 하기 때문이다.

그러나 식물은 영양요구체가 아니다. 왜냐하면 식물은 필요로 하는 모든 생육인자를 합성

할 수 있기 때문이다. 그러므로 사람은 아미노산이나 비타민이 함유되어 있는 과일 등의 식물을 먹어야 하는 것이다. 바로 이러한 생물간의 필요 불가결한 법칙에 의해 먹이사슬이 형성되므로 만약 하나의 먹이가 되는 생물이 소멸되면 그에 종속되어 있는 다른 생명체도 역사의 뒤안길로 함께 사라지게 되는 것이다.

4) 미생물도 숨을 쉬는가?

지금까지 미생물의 먹거리에 대해 숨가쁘게 이야기 해 왔다. 이제 좀 쉬어 갈 때가 된 것 같다. 우리는 건강을 위해 호연지기를 배우기 위해 등산을 자주 한다. 뒷동산을 단숨에 오를 때가 있는 가하면, 구불구불 오르락 내리락 높은 산을 하염없이 걷기도 한다. 그래서 우리는 숨을 고르는 방법을 나름대로 터득하고 있다. 가다 쉬어 가는 사람, 가면서 쉬어 가는 사람, 쉬었다가 가는 사람. 나는 어디에 속하는가? 나는 이렇게 권유한다. 평탄한 산등성이에서는 걸어가면서 쉬고, 내리막길에서는 오르는 것을 대비하여 에너지를 보충하고, 오르막길에서는 지금껏 쉬면서 보충한 에너지를 소비하며 쉼 없이 오르라고 이렇게 하면 걸어가는 내가 현재의 나 자신이 아닌 것 같고 생각하려고 생각한 세상사가 생각 없이 사라져 버리고 오로지 정해놓은 종점을 향해 두 다리만 무념·무상·무소유의 심정으로 내달리게 되는 것이다. 그러면서도 숨은 끊임없이 쉬면서 말이다.

그렇다면 미생물도 숨을 쉬는가? 효모를 당과 영양염류가 들어있는 용액에 넣고 몇 일간 배양하면 처음에는 맑았던 내용물이 점차 탁해지고 기포가 발생하게 된다. 냄새가 없었던 용액은 알코올 냄새를 풍기게 된다. 용액은 점점 탁해지고 알코올 및 가스 발생량이 증가한다. 이것은 효모가 대사활동을 시작했기 때문이다. 효모는 보다 많은 세포를 만들기 위해포도당과 영양염을 이용하는 것이다. 이렇게 함으로써 배지는 늘어난 균체에 의해 점점 탁해지고 포도당은 효모에 의해 알코올과 이산화탄소로 전환되는데 이렇게 생성된 알코올은 피곤한 몸을 풀어주는 또는 쓸쓸한 마음 달래주는 위안주라 하면서 유혹하는 바로 그 술이아닌가? 이렇게 포도당에서 알코올이 만들어지고 이산화탄소가 발생하는 작용을 발효라 하는 것이다.

그런데 여기서 발생되는 이산화탄소는 미생물이 숨을 내쉴 때 생긴 것인가? 물론 미생물의 작용에 의해 발생되지만 동물이 들어 내쉬는 산소와 이산화탄소와는 성질이 다르다. 여기서 생기는 이산화탄소는 효모의 먹이로 가해진 포도당이 분해되어 생성된 것이다. 그러

므로 이것은 포도당의 분해 산물인 것이다. 그렇다면 발효의 최종적인 결론은 무엇인가? 그것은 고에너지 함유물질로 인이 들어있는 ATP가 생성되고 알코올 및 유기산 등과 같은 물질이 만들어지는 것이다. 다시 말하여 발효작용이란 술을 빚고 식초를 만드는 것이다.

그렇다면 미생물은 산소가 필요 없는가? 그렇지 않다. 우리가 속칭 호기성이라 부르는 미생물은 산소가 절대적으로 필요하다. 이와 같이 산소의 필요성에 따라 미생물은 산소를 절대적으로 요구하는 편성(절대)호기성균, 산소가 불필요하며 독성이 되는 편성(절대)혐기성균, 산소가 요구되지만 어느 정도 낮은 농도에서는 독성이 되는 미호기성균, 산소를 선호하지만 대체물질도 이용할 수 있는 통성 혐기성균으로 구분된다. 여기서 편성이란 반드시 필요한 것이며, 통성이란 반드시 필요하지 않다는 것으로 환경에 자유롭게 적응하여 생존할수 있다는 것이다.

그렇다면 왜 산소는 일부 미생물에 독성인가? 산소는 강력한 산화제다. 그래서 미생물이에너지를 얻고자 물질을 분해하는 동안 미생물 세포 안에 생기는 전자는 산소에 붙잡히게된다. 전자를 얻게 된 산소는 매우 불안정한 상태 즉 "활성산소"가 되는 것이다. 활성산소는 빨리 안정한 형태로 돌아가고자 유전물질을 포함한 주위의 모든 것을 산화하기 시작한다. 이때 산화된 유전물질은 돌연변이를 일으키는 치명적인 원인이 된다. 이와 같은 이유때문에 미생물은 산소에 매우 민감하게 반응하는 것이다.

그러나 산소를 좋아하는 호기성균도 활성산소나 과산화수소와 같은 중간 독성물질을 방어하지는 못한다. 그렇다면 호기성 미생물은 이들 화합물을 어떻게 제거하는가? 대답은 간단하다. 호기성 미생물은 카탈라제와 같은 효소를 가지고 있기 때문에 생체를 보호 할 수 있다는 것이다. 효소는 먹이를 섭취할 수 있도록 분해하기도 하지만 이처럼 유독한 물질을 순화시키는 작용도 하는 생체 필수 구성체인 것이다. 이와는 반대로 혐기성균에는 활성산소를 처리하는 효소가 없어 산소대신에 질산 혹은 철과 같은 다른 무기이온을 이용한다.

미생물이 숨을 쉰다는 것은 동물처럼 산소를 마시고 이산화탄소를 내놓는 것이 아니라, 세포 안에서 물질이 분해될 때 방출되는 전자를 미생물이 어떻게 처리하는 가를 뜻하는 것이다. 다시 말하여 산소를 이용하여 전자를 처리할 수 있는 것을 호기성 미생물이라 하고, 산소를 이용할 수 없는 것을 혐기성미생물이라고 기억하면 되겠다. 이러한 미생물의 다양한 특성 때문에 지구 생태계 모든 지역에 미생물이 서식하여 역할을 수행하고 있는 것이다.

이글과 더불어

미생물의 먹거리는 무엇이며 이를 어떻게 소화하고 숨은 어떻게 쉬는지에 대해 살펴보았다. 이들 모든 작용이 다른 생물의 기능과 유사하지만 미생물만이 가지고 있는 중요한 점은 동식물이 이용할 수 없는 물질을 분해할 줄 알고 다양한 물질을 합성한다는 것이다.

그러므로 미생물은 분해자이며 생산자인 것이다. 바로 이러한 관계가 작용대상에 따라 병원성, 기생성, 공생관계 등으로 나타나는 것이다. 그러나 이러한 인위적인 도식관계를 떠나자연계에 있는 모든 생명체는 각각의 고유 면역체계를 가지고 있기 때문에 다른 생물과 더불어 살 수 있는 것이다. 이 모든 것이 환경과 더불어 형성되어 온 각자의 생활방식에 따른 결과가 아니겠는가?

지금까지의 이야기에서 미생물은 우리와 가까이 할 수 없는 별종이 아니라 우리와 더불어살아가야 하는 동반자란 것을 알았을 것이다. 비록 일부 미생물이 우리를 아프게도 하지만 대부분의 다른 미생물은 다양한 약과 먹거리를 제공하며 또한 우리를 대신하여 생태계를 말끔히 정돈해 주지 않는가!

오늘만이라도 좋은 누룩으로 빚은 잘 익은 농주 한 사발에 시 한수 읊고자 하는 마음이 우러나도록 하면 어떨까! (끝)

▲ 교육이란 좋은 것이다. 그러나 언제까지나 잊어서는 안된다. 알아둘 가치가 있는 것을 모두 가르칠 수는 없다는 점을.

< 오스카 와일드 >