

2020 자연환경 포럼

기후변화와 위드 코로나바이러스 극복
Climate Change and With-Coronavirus Overcome

2020년 12월 14일(월) 13:30-17:30
중앙보훈회관 대강당



주최 한국자연환경보전협회

후원 환경부, 한국에코과학클럽

2020 자연환경 포럼

기후변화와 위드 코로나바이러스 극복
Climate Change and With-Coronavirus Overcome

2020년 12월 14일(월) 13:30-17:30
중앙보훈회관 대강당



주최 한국자연환경보전협회

후원 환경부, 한국에코과학클럽

1. 목적

기후변화와 COVID19에 따른 팬데믹 현상에 대한 문제해결 방안을 살펴보고, 온라인 인터넷 방송과 오프라인을 통해 자연환경 보존에 힘쓰며, 본 협회의 걸어온 길을 되돌아 보고, 앞으로의 환경문제에 대한 올바른 방향과 회원 상호간의 정보교환과 인식을 높이기 위함.

2. 준비위원회

3. 경과 보고

- * 8월 19일 세계기후환경포럼 참석 (서울 명동 은행회관)
- * 9월 8일 환경 포럼 미팅 (통영집)
- * 10월 23일 한국예코과학클럽 포럼 발표 (류재근 회장, 송화소회의실)

4. 자연 환경 포럼 주요 내용

일시: 2020년 12월 14일(월) 13:30 ~ 17:10
장소: 중앙보훈회관 대강당 (서울시 영등포구 국회대로 76길 33)

주제: 기후변화와 위드 코로나 극복(Climate Change and With-Coronavirus Overcome)

▶ 프로그램

시 간	내 용	
13:30-14:00	등록	
14:00-14:15	개회	사회: 임헌영 사무총장 (한국자연환경보전협회, 교장)
	개회사	조삼래 교수 (한국자연환경보전협회 회장)
	축사	류재근 박사 (한국예코과학클럽회장)
	〈기념 촬영〉	
〈주제 발표 I〉		
14:15-14:45	코로나19와 자연생태계와 환경 그리고 인류의 미래 예측	박창근 박사 (UNEP Global 500 한국위원회 회장)
14:45-15:05	제1토론: 이호준 명예교수(전 건국대학교 부총장, 한국생태학회 회장) 제2토론: 김동욱 박사 (전 환경부 기획관리실장(관리관), 한국자연환경보전협회 부회장) 제3토론: 김은식 교수(국민대 명예교수, 현 세계생태학회 회장)	
〈주제 발표 II〉		
15:05-15:35	기후와 수생태 환경변화를 통해 본 가평천의 어류군집 변동	홍영표 박사 (한국민물고기보존협회장)
15:35-15:55	제1토론 배경석 박사 (한국생태연구소 소장, 전 한국하천호수학회 회장) 제2토론 공동수 교수 (경기대학교) 제3토론 전영호 교장 (한국자연환경보전협회 부회장)	
15:55 - 16:05	휴식	
〈주제 발표 III〉		
16:05-16:35	기후변화 시대 바이러스 감염병 발생 원인과 One Health를 고려한 대책	류재근 박사 (한국예코과학클럽회장)
16:35-16:55	제1토론 최병진 박사 (한국자연환경연구소(주) 책임연구원) 제2토론 이성우 박사 (한국자연환경보전협회 부회장) 제3토론 정흥락 박사 (한국생태연구원)	
16:55 - 17:10	폐회	



인사말	조삼래(한국자연환경보전협회장)	3
축사	류재근(한국에코과학클럽 회장)	4
주제발표	좌장 이호준 명예교수(전 건국대 부총장)	
제1주제	이 ‘코로나19’ 위기는 기회가 되어, 자연과 환경보호의 당위성이 온전하게 평가받는 위대한 세계가 도래할 것이다. -코로나19와 자연생태계와 환경 그리고 인류의 미래예측- 박창근 박사(UNEP Global 500 한국위원회 회장)	5
	제1토론 이호준 명예교수(전 건국대학교 부총장, 한국생태학회 회장)	19
	제2토론 김동욱 박사(전 환경부 기획관리실장(관리관), 전 한국자연보전협회 부회장)	21
	제3토론 김은식 교수(국민대학교 명예교수, 세계생태학회 회장)	27
제2주제	기후와 수생태 환경변화를 통해 본 가평천의 어류군집 변동 홍영표 박사(한국민물고기 보존협회장)	33
	제1토론 배경석 박사(한국생태연구소 소장, 전 한국하천호수학회 회장)	47
	제2토론 공동수 교수(경기대학교)	51
	제3토론 전영호 교장(한국자연환경보전협회 부회장)	57
제3주제	기후변화 시대 바이러스 감염병 발생 원인과 One Health를 고려한 대책 류재근 박사(한국에코과학클럽회장)	63
	제1토론 최병진 박사(한국자연환경연구소(주) 책임연구원)	91
	제2토론 이성우 박사(한국자연환경보전협회 부회장)	95
	제3토론 정흥락 박사(한국생태연구원)	101

인사말

자연을 사랑하시는 한국자연환경보전협회 회원 여러분! 안녕하십니까?

2020년 한 해도 이제 한 장의 달력에 남아 있는 숫자 중 절반만 남겨 놓고 있습니다.

지금 국내는 물론 전 세계가 코로나 바이러스로 인하여 어수선한 분위기입니다.

지금껏 살아 온 짧은 저의 인생이지만 과거에 경험하지 못한 일들이 지금 우리 주변에서 발생하고 있는 현실입니다. 이런 코로나 19에 따른 비정상적인 사회순환체계에 힘드셨을 텐데.. 설상가상으로 일부 지역에서 조류인플루엔자(AI)가 발생하여 축산 농가를 긴장시키고 있습니다.

지금 지구환경의 도처에서는 무자비한 산림의 파괴, 갯벌매립, 댐공사, 각종 화학물질에 의한 수질 오염 등 건강한 지구에 상처를 내고 있습니다.

최근의 코로나 19나 AI 등에 의한 피해가 이렇듯 우리 인간들이 자연을 너무 경솔하게 다뤄서 나타난 현상은 아닌가? 자문도 해 봅니다. 이런 때일수록 우리 자연환경보전협회의 책임이 강조되는 시기가 아닐까 생각합니다.

사랑하는 자연환경보전협회 회원 여러분!

저는 그 동안 회원 여러분의 정확한 주소파악 및 임기만료 후의 임원에 대한 예우 조항과 회비제도 등 정관 수정은 물론 회비 납부를 통해 회원님들의 협회에 대한 관심을 유도하고자 하였습니다. 따라서 본 협회 발전을 위해 헌신해 오신 회원님들을 모시고 주소 및 연락처 파악과 회비 납부에 대한 부탁과 함께 “한국자연환경보전협회가 나아갈 길”에 대한 환경포럼을 계획하였습니다.

그런 의미에서 코로나 정국으로 여러 가지로 어려움이 많지만 이번에 환경포럼을 온라인을 통해 갖기로 하였습니다.

여러 가지로 바쁘신 일정에도 불구하고 본 포럼의 주제 발표를 해 주실 류재근 전 회장님, 박창근 UNEP Global 500 한국위원회 회장님, 그리고 전 국립중앙과학관 연구관인 홍영표 박사님, 그리고 협회에 깊은 애정을 갖고 기꺼이 참여해주신 토론자분들께 진심으로 감사드립니다. 또한 어려운 여건 속에서도 장소섭외, 촬영 및 인터넷 탑재 등에 도움을 주신 사무국에 감사드리며, 회원님들의 적극적인 회비 납부도 부탁드립니다. 우리 모두 희망의 믿음으로 하루 빨리 지금의 사태가 마무리 되길 기원합니다.

감사합니다.

2020년 12월 14일

한국자연환경보전협회장 **조삼래**



축 사

존경하는 한국자연환경보전협회 회원 여러분, 그리고 평소 존경하는 조삼례 회장님을 위시한 회장단 여러분, 그리고 회원 앞에서 축사를 드리게 되어 매우 기쁘게 생각합니다.

2019년 말, 중국에서 시작된 신종 코로나 바이러스 감염증 사태가 좀처럼 수그러들지 않고 있습니다. 전세계가 코로나19 바이러스 발생이 계속 증가되고 있어, 빠른 시일 안에 코로나 예방약이 전세계 인류에게 예방접종하여 새해에는 코로나19 바이러스를 캐치하여 마스크 착용이나 거리두기도 하지 않으면서 지구촌 사람들이 행복을 즐길 수 있게 되기를 기대합니다.

오늘 주제는 “기후변화와 with 코로나”라는 주제로 3가지를 온라인으로 발표해 주시는 박창근 회장님, 홍영표 회장님과 토론해 주시는 이호준 교수님 외 8분의 박사님께 감사드립니다.

한국자연환경보전협회 회원 여러분, 어려운 여건 속에 포스트코로나에 따른 Pandemic 현상에 대한 문제 해결 방안을 이번 포럼에서 모색하고, 21세기에 환경문제 해결을 위해 4가지 문제를 설명드릴 것입니다.

첫째, 지구온난화와 기후변화 문제해결을 위한 탄소 줄이기 운동에 우리 회원이 적극적으로 동참하고,

둘째, 오존층 파괴로 생태계에 미치는 원인물질인 냉장고, 자동차 에어컨에 사용하는 냉매체 등을 적게 사용하기에 모두 힘쓰며,

셋째, 생물다양성이 감소되어 멸종 위기에 처한 생물에 대한 보존증식 운동에 우리가 앞장 서고,

넷째, 매년 증가되는 유해화학물질 사용을 적게하여 환경호르몬물질 관리에 우리 회원이 적극적으로 동참하기를 바랍니다.

특히, 이번 “기후변화 위드(with) 코로나”의 주제는 현재 문제가 되고 있는 지구촌 환경문제가 잘 관리가 되면, 앞으로는 코로나와 같은 바이러스가 지구촌에 발생되기 어려울 것으로 판단됩니다. 이번 포럼을 통해 한국자연환경보전협회가 더 발전되고, 내년에도 이 포럼이 계속적으로 발전하여 기후변화와 생태계 변화에 대한 포럼이 내실화되어 우리나라 자연환경보전정책에 밑거름이 되기를 기원합니다. 그리고 오늘 이 포럼이 성공적으로 이루어지기까지 불철주야 고생하신 한국자연환경보전협회 회장 및 사무총장님에게 감사드립니다.

2020년 12월 14일

한국에코과학클럽 회장 류재근



제1주제

이 ‘코로나19’ 危機는 기회가 되어,
자연과 환경보호의 당위성(當爲性)이 온전하게 평가 받는
위대한 세계가 到來할 것이다.
-‘코로나19’와 자연생태계와 환경 그리고 인류의 미래 예측-

박 창 근

뉴욕 LongIsland 대학원 도시환경 전공
1973년 한국 최초의 민간환경단체 ‘한국환경보호연구회’ 창립
현 UNEP Global 500 한국위원회 회장

이 ‘코로나19’ 危機는 기회가 되어,
 자연과 환경보호의 당위성(當爲性)이 온전하게 평가 받는
 위대한 세계가 到來할 것이다.
 -‘코로나19’와 자연생태계와 환경 그리고 인류의 미래 예측-

박 창 근

뉴욕 LongIsland 대학원 도시환경 전공
 1973년 한국 최초의 민간환경단체 ‘한국환경보호연구회’ 창립
 현 UNEP Global 500 한국위원회 회장

1. 서언(序言)

지금, 지구의 자연생태(自然生態)계와 환경(環境)은 지구가 우주에서 45~48억년 전에 생성된 이래, 최악의 위기를 맞이하고 있다.

가장 큰 원인은 ‘온실효과(溫室效果)’에 의한 지구 온난(溫暖)화에 의한 피해이다. 1차 피해는 지구 온난화로 남극의 빙산과 빙하가 녹아서 해수면이 상승하여, 대륙의 저지대(低地帶)와 많은 섬들이 수몰(水沒)되어, 동식물과 인간이 살 수 없게 되는 문제이고, 2차 피해는 지구 온난화에 의한 기상이변(氣象異變)이다.

뿐만 아니라, 해수(海水)의 증가로 해수의 무게가 해저(海底)의 대륙붕(大陸棚)에 압력을 가(加)하여, 지구의 지각(地殼)이 예측할 수 없게 변동하여, 세계 곳곳에 우발적인 지진(地震)이 나타나 엄청난 피해를 야기하는가 하며, 기상이변은 폭우(暴雨)와 한발(旱魃), 한해(旱害) 등 기상 체계를 전면적으로 교란시켜, 지구의 자연생태계와 환경을 뿌리체 파괴하고 있다.

또한, 기상이변은 우발적인 폭염(暴炎) 등으로 인한 피해를 주고, 반대로 이상 기후가 제3의 빙하기(氷河期)를 불러올 수 있다는 위기도 있다. 그리고 이런 이상 기후로 식생(植生)에 큰 타격을 주어, 사막화(砂漠化)가 빠르게 진행되고 있는 것도 간과할 수 없다.

하여간 현재, 지구는 온난화로 이상 기후에 의한 기상이변으로 자연생태계와 환경이 큰 충격을 받고 있다.

이런 지구에 인간이 위협적인 존재가 된 것은 극히 최근의 일이다.

인간이 지구 상에 처음 등장한 것은 지구 역사의 마지막 1초 쯤이다. 즉, 우주에서 지구가 생겨난 것이 45억

<p>1. 지구 온난화의 원인으로 자연발생한 화재가 삼림을 불태우고 있는 모습이 우주선에서 관찰되었다.</p>	<p>2. 기상이변으로 발생한 도심의 열섬 현상으로 건물이 자연발화되어 불타는 모습의 상상화.</p>	<p>3. 빙하기의 도래로 러시아의 얼어붙은 성 바실리 성당 주변의 상상 모습.</p>	<p>4. 사막화로 만리장성이 모래에 파묻힌 모습의 상상화. (사진, 한국환경사연구소 제공)</p>

~48억 년 전 정도 되는데, 이 45억 년을 1년이라고 가산(假算)하면, 사람과 비슷한 동물 무리가 처음 지구에 모습을 드러낸 것은 그 1년의 마지막 날인 12월 31일 오후 5시쯤이 된다. 이때 '오스트랄로피테쿠스'가 나타났다. '오스트랄로피테쿠스'는 '남쪽의 유인원(類人猿)'이라는 뜻이다.

가장 처음 발견된 '오스트랄로피테쿠스'의 뼈는 여성이었다. 아프리카에서 발견된 이 원시 여성을 '루시'라고 이름 지었다. 루시는 키가 110센티미터, 몸무게가 30킬로그램 정도였다.

'오스트랄로피테쿠스'는 우리 인류의 직접 조상은 아니다. 인류의 조상은 45억 년을 1년이라고 했을 때, 12월 31일 밤 11시 55분에 등장했다. 지구가 생겨난 역사와 견주어 보면 인류 역사는 1초의 찰나(刹那)였다.

그 찰나의 역사는 인구의 폭발적인 증가라는 기적(奇蹟)인지, 미래의 자연생태계와 환경에 참담한 우려(憂慮)가 될지 모를 상황을 낳았다.

'오스트랄로피테쿠스'의 역사는 약 300만 년이지만, 현생인류의 직접적인 조상인 '호모사피엔스사피엔스'가 지구상에 나타난 것은 약 3만~4만 년 전이다. 인류는 산과 들에서 야생동물을 잡고, 숲에서 나무 열매를 채집하여 먹고 살았는데, 약 1만 년 전 농경(農耕)이 시작되었을 때 지구상의 인구는 약 530만 명 정도였다. 이는 현재 서울시 인구의 절반 정도에 해당한다. 그리고 '예수 그리스도'가 탄생하던 서기 1년 세계의 인구는 약 2억 5,000만~3억 명이었는데, 이는 오늘날 미국의 인구나 엇비슷하다. 세계 인구는 시나브로 늘어 영국에서 산업혁명이 시작될 즈음에 약 8억 명이었으며, 19세기 초반 처음으로 10억 명을 넘어섰다. 폭발적인 인구 증가로 1960년에는 30억 명에 도달하였으며, 10여 년마다 인구가 10억 명씩 증가하여 2020년 현재 세계 인구는 69억 명을 초과하였다.

이렇게 기하급수적(幾何級數的)으로 증가한 지구의 인류 증가는 딱 한번, 하향(下向)곡선을 그은 적이 있었다.

1300년대 초 중앙아시아의 건조한 평원지대에서 시작된 '페스트'(Pest균에 의한 급성 열성 감염병으로, 주로 설치류(쥐, 비버 등)에 기생하는 벼룩에 의해 전염된다. 우리나라에서는 1급 법정감염병으로 지정돼 있다)는 '실�크로드'를 통해 1340년대 말 유럽으로 확산됐다.

그리고 유럽에 상륙한 페스트는 1351년까지 유럽 전체 인구의 30~40%를 몰살시키면서 중세 유럽을 초토화(焦土化)시켰다.

‘페스트’는 감염 후 살이 썩어 검게 되기 때문에 ‘검은 죽음(black death)’ 즉, ‘흑사병(黑死病, Plague)’으로 불렸는데, 유럽의 인구는 2세기가 지난 16세기가 되어서야, ‘페스트’ 창궐 이전 수준으로 회복된 것으로 알려질 만큼 ‘페스트’는 당시 유럽에 엄청난 영향을 미쳤다.

‘페스트’는 19세기 말 ‘파스퇴르’에 의해 치료법이 개발되면서 역사속으로 사라지는 듯 했으나, 2012년과 2017년 동아프리카의 마다가스카르에서 수백 건의 발병 사례가 보고돼, 약 80명이 사망한 일이 있다. 이처럼 ‘페스트’는 현재도 아프리카, 아시아 일부 지역 등에서도 발생 사례가 나오고 있다.

‘페스트’는 크게 ‘선페스트’, ‘패혈성 페스트’, ‘페페스트’로 나뉜다. 가장 큰 비중을 차지하는 ‘선페스트’의 경우, 1~6일간의 잠복기를 거친 뒤, 오한, 발열, 근육통, 관절통, 두통 등의 증상이 발생한다. 이어 ‘림프절’이 심하게 부어 오르면서 화농성 염증이 나타나기도 한다. 치료를 제때 하지 않으면 심한 경우 2~4일 만에 패혈증으로 진행돼 사망에 이르게 된다. ‘패혈성 페스트’는 1~6일 잠복기 후 구역질, 구토, 설사 등 소화기계 증상이 나타난다. 20%는 일차성 ‘패혈증’이 발생하는데, 그 증상이 일반적인 ‘패혈증’ 증상과 같아 정확한 진단을 필요로 한다. ‘페페스트’는 가장 위독한 유형으로 보통 페스트 환자의 약 5% 비중을 차지한다. 페스트의 경우, 오한, 발열, 두통, 전신무력감 등의 증상이 나타나고, 호흡곤란, 기침, 가래, 흉통 등의 호흡기 증상이 발생한다. 오늘의 ‘코로나19’와 증상과 별반 큰 차이가 없다.

2. 18세기 페스트와 견줄, ‘스페인 독감’ 창궐

이후, 1918년 초여름에, 당시 프랑스에 주둔하던 미군 병영에서 독감 환자가 나타나기 시작하였으나, 특별한 증상이 없어 별로 주목을 끌지는 못하였다. 같은 해 8월 첫 사망자가 나오고, 이 때부터 급속하게 번지면서 치명적인 독감으로 발전하였다. 곧이어 제1차 세계대전에 참전했던 미군들이 귀환하면서 9월에는 미국에까지 확산되었다. 9월 12일 미국에서 첫 환자가 발생한 지 한 달 만에 2만 4000명의 미군이 독감으로 죽고, 총 50만 명의 미국인이 죽었다.

1919년 봄에는 영국에서만 15만 명이 죽고, 2년 동안 전 세계에서 2,500만~5,000만 명이 죽었다. 한국에서도 740만 명이 감염되었으며, 감염된 이들 중 14만여명이 사망한 것으로 알려져 있다. 당시에는 바이러스를 분리·보존하는 기술이 없어 그동안 ‘스페인독감’의 정확한 원인은 밝혀지지 않고 있었다. 그러다 2005년 미국의 한 연구팀이 알래스카에 묻혀 있던 한 여성의 폐 조직에서 ‘스페인독감’ 바이러스를 분리해 재생하는 데 성공하였다. 재생 결과, 이 바이러스는 인플루엔자 A형(H1N1)으로 확인되었다.

3. ‘스페인 독감’ 같은 ‘코로나19’ 전 세계 확산

그런 ‘스페인독감’ 같은 전염병이 2020년 현재 전 세계를 강타하고 있다. 바로 동물로부터 변이(變移)가 이루어

<p>5. 1918년 ‘스페인 독감’ 당시 미국 미주리주 세인트루이스에서 환자를 이송 중인 적십자사 요원들. 당시는 의료장비가 열악해 환자를 이송하는 간호사들은 방호복도 없이 마스크 착용이 모두였다.</p>	<p>6. 1차 세계대전후 프랑스의 미육군 병원. 1918년 스페인 독감때의 모습. 격리 병상이나, 커튼 한장이 모두이다.</p>	<p>7. 미국 메사추세츠주 로렌스 텐트 격리 병원. 오늘의 한국 격리 병원에 비하면 시설적 차이가 크게 난다. 이나마 병상은 크게 부족했다.</p>	<p>8. 1918년 스페인 독감때의 미국 워싱턴 시애들에서 마스크를 착용한 경찰관 모습.</p>

져서 사람에게 전염이 된 것으로 보는 ‘코로나19’ 이다.

‘스페인독감’은 그냥 스페인에서 시작해서 심각하게 전염병을 일으킨 세계적인 전염병이 아니다. 마치 중국에서 시발한 ‘코로나19’와 같이 중국에서 시작한 ‘페렴’이 전세계로 퍼지고, 미국이 이를 공개적으로 보도하기 시작한 것 같이, ‘스페인 독감’은 미국에서 시작한 독감이 전세계로 퍼지고, 스페인에서는 이를 공개적으로 보도하기 시작한 것이다.

‘스페인 독감’ 당시는 세계1차대전이 일어나는 무렵이었고, 스페인은 1차 세계대전에 참가하지 않았기 때문에 다른 나라들이 감추는 내용을 굳이 감추지 않아도 되었다. 그래서 세계 사람들은 스페인과 독감을 연결지어서 ‘스페인독감’이라고 불리운 것이다.

미군, 영국군, 프랑스군 등이 감염되고, 독일군까지 모두 감염되기 시작한 독감, 세계적 대유행이라는 말을 가진 ‘팬데믹’이란 말이 붙여질 정도로 대유행이 되었다.

숨을 쉬기 힘들어하는 특징을 가진 ‘스페인독감’은 병상이 없고, 간호사들도 부족한 현상을 이루게 되었다. 오늘날 지금 현재도 ‘코로나19’로 인해 병상이 부족하다는 보도가 많이 나오고 있는데, 그 당시 열악한 병원의 모습이나 지금의 부족할 것 없는 대형병원 모습이나 별반 다를게 없다.

왜냐하면 전염병이란 것이 전염되고 전염되어서 환자수를 늘리는 것이기 때문에 불어나는 환자들을 받아들이기에는 속수무책인 것이다. 무시무시한 전염병 속에 사람들은 마늘을 목에 걸고, 생양파를 이용해 아이의 몸을 덮었다.

지금도 면역력을 길러야 코로나에 안걸린다고 생각해 자기생각만으로 코로나를 예방하는 사람들이 많다. 매일 써야 하는 마스크 값을 아끼기 위해 마스크를 드라이기로 말리고, 전자레인지에 넣고, 심지어 빨아쓰는 사람들도 있다.

이런 방법은 오히려 마스크 속의 세균수를 증가시키거나 마스크의 필터기능을 상실시켜서 효과가 없다고 판명이 났다.

그런데 1900년대 초반에 벌어진 ‘스페인독감’ 역시 온갖 방법으로 예방하려고 발버둥쳤던 전세계 사람들의 모습을 볼 수 있다.

현재 진행형인 ‘코로나19’는 전 세계 인구의 약 3분의 1이 감염시킨 ‘스페인 독감’ 보다 더 많은 인류를 희생시킬 수 있는데, 문제는 현대 의학의 발전에도 불구하고, 또 사람에게 전염이 되어서 이렇게까지 확대된 것이기 때문에 VIRUS에 대한 정확한 대책이 없고, ‘코로나19’가 매년 재유행하는 ‘풍토병’이 될 수 있다는 전망이 나오고 있으며, 미래가 크게 우려되고 있다.

즉, ‘코로나19’가 매년 다시 돌아온다면 어떨까. ‘코로나19’는 ‘풍토병’이 되리라 추측하는 전문가들이 많다. 풍토병이란 특정 지역에 사는 주민들에게 지속해서 발생하는 질환이다. 인플루엔자 역시 온대지방에서 겨울마다 유행하는 계절성 풍토병이다. 매년 인플루엔자(독감)가 재유행하듯, ‘코로나19’도 매년 재유행할 수 있다는 의미이다. 인류는 평생 마스크를 쓰고 살아가야 하는 걸까. 최근 ‘코로나19’가 풍토병이 될 수 있다는 주장을 뒷받침하는 연구 결과가 나왔다.

<p>9. 1918년 미국 캘리포니아 시민들이 오늘날 ‘코로나 19’ 방역과 같이 마스크를 쓰고 있다.</p>	<p>10. 1918년 스페인 독감의 대규모 확산에도 불구하고, 시민들이 기도하기 위하여 미국 샌프란시스코 ‘성모 마리아 성당’에 모인 인파들. 작금, 한국의 현실이 이와 비슷하다.</p>	<p>11. 야외 수업 모습, 한국도 비슷한 현실이다.</p>
<p>12. 1918년 스페인 독감은 아시아도 예외는 아니었다. 일본 여고생들의 마스크를 쓴 모습.</p>	<p>13. 1918년 스페인 독감 당시 호주 월랑가라 격리 캠프의 모습. <사진, 한국환경사연구소 제공></p>	

4. ‘변이’ 심한 코로나19와 함께 살아가려면?

WHO 보건긴급프로그램 책임자인 ‘마이크 라이언’ 박사는 지난 5월 언론브리핑에서 ‘코로나19’ 바이러스는 사라지지 않으며 풍토병이 될 것”이라고 말했다. 이어 지난 14일에는 미국 최고 권위 과학저널인 ‘사이언스(Science)’에 관련 연구가 게재됐다. 미국 컬럼비아 ‘메일맨 공중보건대’ 연구진은 ‘코로나19’ 확진자의 혈청을 분석해 감염이나 백신을 통한 면역이 1년 이내에 감소할 수 있다고 주장했다. 이에 따라 시뮬레이션하면, ‘코로나19’ 감염증은 매년 유행할 것이라는 추측도 내놨다.

연구를 진행한 ‘제프리 샤먼’ 교수는 “연구에 따르면 특히 ‘코로나19’는 면역력이 낮아지고, 실내에서 더 많은 시간을 보내는 겨울 동안 재유행할 가능성이 있다”며, “다만, 전 세계 대부분의 인구에게 매우 효과적인 백신을 투약한다는 전제가 추가되면 결과는 달라질 것”이라고 말했다.

‘샤먼’ 교수는 ‘코로나19’, 인플루엔자 등 전염병 발생을 모델링 분야의 선도적인 권위자다. ‘샤먼’ 교수는 “재감염으로 인해 증상의 심각도가 변할 위험이 있는지, 전염성을 얼마나 지니는지에 대해서는 추가 연구가 필요하다”고도 말했다.

대부분 사라진 ‘사스(SARS)’나 ‘메르스(MERS)’ 그리고 반면에 여전히 남아있는 감기, 인플루엔자의 차이점은 무엇일까. 가장 큰 이유는 ‘변이’다. 감기를 유발하는 바이러스는 수백여 개에 이르며, 이들 유형 또한 전파되며 시시각각 변한다. 인플루엔자도 유형이 다양하다. 변이가 심할수록 전파를 막기가 어려워 재유행 위험이 커진다. ‘코로나19’ 또한 ‘사스’보다 변이가 왕성하고, 생성력도 3배나 높다는 연구 결과도 나온 바 있다. 영국 케임브릿지대에 따르면 ‘코로나19’ 바이러스는 끊임없이 돌연변이를 일으키고, 형태를 바꾸면서 다양한 지역 주민에게 적응한다.

인류는 평생 ‘코로나19’ 감염의 우려 속에서 살아가야 하는 걸까. 다행히 희망을 걸어볼 여지는 있다. 같은 ‘코로나19’ 바이러스 종류인 ‘사스’나 ‘메르스’ 역시 백신이 개발되지 않았지만 감염 경로를 줄여나가며 종식 선언을 했다. 백신을 만들기 어렵다면 치료제를 만들어 무섭지 않은 병으로 바꿀 수도 있다. ‘신종플루’는 치료약 ‘타미플

			
<p>14. 2020년 6월 가을 하늘과 같이 높고 투명했던 서울의 하늘.</p>	<p>15. 미국 샌프란시스코 도심에 나타난 여우의 모습.</p>	<p>16. 미국의 한 도시의 맥도날드 가게 앞에 나타난 산양들. 가게 주인은 이들 귀한 손님들에게 신선한 야채를 제공했다.</p>	<p>17. 미국 샌프란시스코 금문교 인근의 강변을 어슬렁거리는 코요테.</p>

루'가 개발되며 치사율이 낮아졌다. 인류가 '코로나19'와 공존할 방법을 찾아야 할 때이다.

5. 문제는 VIRUS를 어떻게 대처하느냐이다

어찌되었거나, 결국 '코로나19' 원인의 핵심 원인인 Virus는 인간을 멸종시키는 단계에 접어들었다.

그 진실을 살펴본다. 빠르게 진행된 바이러스의 수명 주기에 대한 연구 결과는 바이러스 공격에 취약한 부위를 찾아낼 수 있는 배경지식을 제공했다. 간단히 살펴보면, 바이러스는 단백질과 지방질을 포함한 작은 미립자에 불과하다.

바이러스는 가장 작은 생명체로 알려져 있으며, 아주 적은 유전자 정보를 전송한다. 상위 생물의 도움 없이는 존재할 수 없는 관계로, 반드시 세포내에 존재한다. 바이러스는 박테리아처럼 스스로 재생(reproduce)할 수 없다(과학자들은 복제(replicate)란 말을 선호한다). 예를 들면, 바이러스는 세포 내에 존재해야 하며, 세포 내에서 통합되어서 세포의 유전계를 조정한다. HIV(에이즈)는 이러한 방식으로 생성되는데, 이는 유전자 정보가 전송되는 일반적인 방식과 상반된다. 이러한 이유로, 이를 '레트로바이러스(retrovirus)'라고 한다.

세포 내 유전물질은 '데옥시리보핵산(deoxyribonuclei acid ; DNA)'으로 알려진 분자조직으로 구성되어 있다. DNA는 유전자 정보의 저장소라 할 수 있다. 재생되는 일반적인 환경하에서, DNA는 복제되거나 "복사"되며, 다른 분자조직의 경우를 '리보핵산(ribonucleic acid ; RNA)'이라고 한다. '리보핵산'은 핵산의 주형처럼 새로운 세포의 단백질을 직접 생산한다. RNA 역시 유전자 정보를 갖고 있다.

'레트로 바이러스'의 경우도 역전사 효소(reverse transcriptase)라는 효소를 생성한다. 바이러스가 주 세포에 침입해 DNA의 RNA를 복사하고, 그 다음 일련의 순서에 따라 단백질 내 RNA를 변형시킨다.

림프구가 HIV에 의해 감염되는 순서를 살펴보면, 대체로 다음과 같다.

바이러스는 CD4 수용체로 알려진 조직을 결속하며, 세포 주위에 형성된 막에 침투한다. 바이러스는 바이러스 내 물질을 발산해 세포에 침투한다. 바이러스는 DNA의 RNA를 복제한다. DNA를 통해 림프구 핵으로 이동하고, DNA 내에서 복제한 RNA를 림프구에 주입시킨다. 림프구의 주기는 빠르기 때문에, 바이러스에 감염된 림프구만 남게 된다.

모든 감염 세포 내 분할조직에서는, 바이러스성 DNA는 세포 자체 유전 인자에 따라 복제 되고, 잠복 감염의 경우처럼 존재하게 된다. 일부 지점에서 바이러스성 DNA는 새로운 바이러스성 RNA와 바이러스성 단백질을 복사한다. 원인에 대해서는 알려지지 않았다. 이러한 방법을 통해 새로운 바이러스가 생성되는 것이다. 림프구의 세포 막에서 분리되고, 완전히 독립된 다음, 다른 세포를 계속해서 감염시킨다. 이러한 일련활동이 빠른 경우라면 바이러스가 머물고 있는 림프구는 파괴된다. 림프구는 바이러스 입자가 갑자기 나타남에 따라 파괴된다.

그 외 새롭게 생성된 바이러스 표면의 조직이 감염되지 않은 T 세포를 결속시키는 방식이 있다. 이러한 결과에 따라 많은 세포가 융합체라 불리는 응고조직에 융합된다. 융합체는 면역성이 없기 때문에, 응고활동은 그 즉시

많은 림프구가 활동하지 못하는데 매우 효과적인 방법이다.

앞에서 언급한 것처럼 세포는 HIV에 의해 공격받는다. 대표적인 것이 림프구이다. 백혈구 세포는 신체의 면역 반응에 중요한 역할을 한다. 그 중에서도 CD4로 알려진 T 세포의 조직체나 혹은 T4가 잘 알려져 있다. 바이러스는 주로 림프구(하지만 다른 이름은 보조 T 세포이다)를 파괴한다. 그래서 면역 체계에서 가장 중요한 것은 CD4 세포이다. CD4세포는 면역체계의 “지휘자”로 알려져 있다.

HIV는 그래서 다양한 방법을 통해 CD4세포에 영향을 줄 수 있다. CD4 세포 내에서 복제가 가능하며, 장기간에 걸쳐 잠복할 수 있으며, CD4 세포를 파괴하거나 활동하지 못하게 할 수 있다. 이는 CD4 림프구의 거대한 손상을 불러 일으켜, 환자의 면역 체계는 점차 감퇴된다. 그 결과, 박테리아, 세균, 효모균, 다른 미생물의 다양한 감염 형태에 대한 효율적인 방어가 불가능하게 된다.

HIV는 마찬가지로 백혈구 세포를 공격하는 방식으로 침투한다. 백혈구 세포를 단핵세포로 부르기도 하는데, 백혈구 세포는 40퍼센트 이상이 수용막의 CD4 수용체를 포함하고 있다. 그 결과, 바이러스에 감염되는 것이다. 또 다른 방법은 대식세포(말 그대로 “대식가”)로 백혈구 세포를 섭취하고, 감염세포의 잔해를 파괴하는 역할을 한다.

대식세포가 직접 단핵세포를 파괴하는 것과 달리, HIV가 CD4를 직접 파괴하는 것은 아니다. 미생물이 장기간에 걸쳐 잠복하는 저장소나 은신처처럼 사용되는 것처럼 보인다.

앞에서 언급한 사항은 HIV에 의해 면역 체계가 점차 파괴되는 것을 간략하게 소개한 것에 불과하다.

6. 결론(結論)

아이러니하게도, ‘코로나19’가 창궐(猖獗)한 이후 전 세계의 하늘은 맑아지고, 모처럼 프랑스 파리의 ‘세느강’ 변과 이태리 ‘마드리드’ 광장에서는 대기오염(大氣汚染)이 사라진 일몰(日沒)의 화려한 장관을 시민들이 볼 수 있

<p>18. 영국 런던 근교에서 자전거 타는 어린이 옆에 근처 산에서 내려 온 늑대가 서 있다. 늑대를 처음 본 어린이는 큰 개 정도로 생각하고 지나쳤다.</p>	<p>19. 덴마크의 한 도시 주택가에 나타난 산양.</p>	<p>20. 호주의 한 도심의 도로를 뛰어다니는 캥거루.</p>	<p>21. 프랑스 파리 개선문 주변이 ‘코로나 19’의 교훈으로 시민들이 주변에 꽃과 나무를 심고, 차량통행을 전면 통행 금지시킨 후의 수 십년 후의 모습 상상화. <사진, 한국환경사연구소 제공></p>

였으며, 많은 야생 동물들이 인간의 거주지에 출몰했다. 노루, 사슴 심지어는 치이타, 곰까지도 산야(山野) 근교의 도심을 어슬렁거리고, 미국의 해변에서는 바다거북과 물개들이 해변가 마을을 방문하고, 남미의 남극 가까운 도시에서는 펭귄들이 도심에 줄지어 걸어들어왔다.

서울도 2020년 6, 7월의 ‘코로나19’가 한창인 때의 하늘은 가을 하늘 같이 ‘코로나19’의 위협과는 대조적으로 맑고 투명했다. 사람들의 활동이 줄자, 미세먼지가 사라져 하늘이 맑아지고, 동물들이 위협을 느끼지 않게 된 것이다. 말하자면, 그동안의 인간의 지나친 생산(生産)과 소비의 활동이 환경을 악화시키고, 동식물과 자연생태계에 위협이 되었음을 단간적으로 나타낸 경우이다.

즉, ‘코로나19’로 인류는 많은 교훈을 얻었다.

지구는 인간의 지나친 생산과 소비의 활동으로 오염(汚染)되거나 파괴되기 이전에 ‘코로나19’와 같은 VIRUS 역병을 만들어, 페스트와 ‘스페인 동감’과 같이 수 많은 인류가 절멸(絶滅)할 수 있다는 것을 이번에 똑 바로 보고 인식하게 되었다.

따라서, 세계의 많은 사람들은 자각한다. 인간의 지나친 활동은 인간의 환경과 질병에도 위협적이지만, 동식물의 자연생태계에도 치명적인 것을 알아, 인간 활동의 자제(自制)가 ‘코로나19’와 같은 역병을 이겨낼 수 있고, 사전 방지, 예방할 수 있음을 깨닫게 되었다.





‘사자성어’에 “전화위복(轉禍爲福)”란 말이 있다. 수 백년 동안 많은 선각자들과 국가와 우수한 단체들이 ‘자연보호, 환경보호’를 외쳤지만, 공허한 메아리였던 것이 이번 ‘코로나19’ 사태로 자연은 인류에게 극명하게 자연보호와 환경보호의 잣대를 보여준 것이다.





따라서 앞으로 인간들은 역병(疫病)에서 벗어나기 위해서 뿐만 아니라, 많은 동식물들과 조화롭게 지구상에서 공존(共存)하기 위하여 어떻게 해야 할지를 절실하게 깨달았다.





즉, 이번 ‘코로나19’ 위기(危機)는 기회가 되어 인류가 합심하여 행동하면 지구상의 모든 생명들이 조화롭게 어울려 살 수 있는 신세계가 도래(到來)할 것이다.





에필로그



<p>2020. 10. 21 비언행 역사대 역량의 속삭임 (32) 노블레스 오블리주 NOBLESSE OBLIGE</p>	<p>14세기 <백년 전쟁> 당시에, 영국에서 가까운 프랑스의 북부 도시 칼레가 영국군에게 포위 당한 일이 있습니다.</p>	<p>칼레 시민들은 영국의 거센 공격을 처음에는 잘 막아 내었지만, 결국 양식이 떨어져서 1년 만에 양복을 입습니다.</p>	<p>그리고 영국 왕 에드워드 3세에게 자비를 구하는 양복 사절단을 파견합니다.</p>
①	②	③	④

 <p>이때 영국 왕은 모든 시민은 살려주겠다. 그 대신 누군가가 그 동안의 반항에 대해 책임을 지야 하니 전체 시민들을 대신하여 죽을 사람 여섯 명을 뽑아 목에 밧줄을 걸어서 데리고 오라고 요구합니다.</p>	<p>이런 상황에서 목숨을 내놓을 사람이 얼마나 되겠습니까?</p> <p>칼레의 시민들은 큰 혼란에 빠졌습니다.</p> 	<p>모두가 머뭇거리는 상황에서 그 도시 최고 부자가 먼저 나섰습니다. 이어서 시장, 변호사 등 지도층 인사 다섯 명이 동참했습니다.</p>  <p>칼레의 시민 전체를 살리기 위한 용단이었습니다.</p>	<p>그들은 다음 날 아침 목에 밧줄을 건 채로 영국 왕 앞으로 나아갔습니다.</p> 
⑤	⑥	⑦	⑧

<p>평민이 아닌 귀족들이 나이오자 왕은 그들의 희생 정신에 감복했습니다.</p> 	<p>게다가 마침 임신 중이던 영국의 왕비가 '임신 중에 사람을 죽이는 것은 아이에게 좋지 않다'고 간청을 하자 영국 왕은 이들을 살려주게 됩니다.</p> 	<p>이 때부터 '명예 (noblesse) 만큼 의무 (obligé) 를 다해야 함'을 뜻하는 '노블레스 오블리주'라는 말이 생겨나게 되었고,</p> 	<p>그로부터 약 500년 후 프랑스의 조각가 로맹이 [칼레의 시민]이라는 작품으로 인해 이 아름다운 이야기가 전 세계로 알려지게 되었습니다.</p> 
⑨	⑩	⑪	⑫

	<p>영국의 케임브리지 대학이나 옥스퍼드 캠퍼스를 둘러보는 사람들에게 가장 큰 감동을 주는 장소는 이 학교 출신 중 전쟁이 났을 때 제일 먼저 전장으로 나가서 목숨을 바친 동문들의 사진이 걸린 장소라고 합니다.</p> 	<p>몇 년 전 영국 왕실의 서열 5위인 헤리 왕자가 아프가니스탄 전선에서 군복무를 했다는 사실이 알려지면서 전 세계에 잔잔한 감동을 준 일이 있습니다</p> 	<p>그것도 억지리가 아니라 본인이 스스로 선택한 길이기 그 길이 더욱 아름답습니다.</p> 
⑬	⑭	⑮	⑯

<p>영국 왕실이 평소엔 남보다 많이 누리는 것 같아도 국가가 위기에 처하게 되면 이처럼 가장 먼저 달려가 목숨을 걸고 싸우는 책임감이 그들에게 있었기에 영국의 (귀족 문화)가 지금까지 오랜 세월 존속되어 오고 있는 것입니다.</p>  <p>⑰</p>	<p>1988년 카투사 훈련병 중 한 명이 엄청 성실하면서도 조금 둔했던 모양입니다. 훈련 기간 업차려도 많이 받고 맞기도 많이 맞았다고 합니다</p>  <p>⑱</p>	<p>부모님 연의 날 훈련소에 예고도 없이 연역 육군 중장이 나타나서 훈련소 장교들이 "도대체 누구 아버지냐" 난리가 났습니다.</p>  <p>⑲</p>	<p>그제야 고생했던 그 훈련병이 "제 아버지"라고 실토했습니다. 당시만 해도 '뺨'이 있으면 용산이나 의무병 등으로 빠졌지만 그 훈련병은 군기가 섰던 헌병대로 배치받아 제대했다고 합니다.</p>  <p>⑳</p>
---	---	---	--

<p>1970년 즈음 육군 고위 장성이 월남 전선을 사찰했습니다. 당시 그 아들이 병사로 참전하고 있었는데 장군의 아들인지 아무도 몰랐다고 합니다. 파병 부대 진지에서 부자가 짧게 만났다는 소문이 뒤늦게 돌면서 참전 군인들의 사기가 충천했다고 합니다.</p>  <p>㉑</p>	<p>북한의 연평도 포격 당시 연직 차관의 외아들은 백령도 해병대원이었습니다. 주변에서 걱정이 되어 심정을 묻자 그 차관은 "자식을 해병대 보낸 사람이 어디 나 뿐인가" 라고 대답했답니다.</p>  <p>㉒</p>
---	--

제1토론

이 호 준

전 건국대학교 부총장, 한국생태학회장



제2토론

김 동 욱

전 환경부 기획관리실장(관리관), 전 한국자연보전협회 부회장



발표주제: “코로나19와 자연생태계와 환경 그리고 미래 예측”

발표자: 박 창 근 의장

토론자: 김 동 욱(전 환경부 기획관리실장(관리관), 전 한국자연보전협회 부회장)

□ 박창근 의장님께서 아주 훌륭한 주제발표를 해주셨습니다.

- 지금 세계는 코로나19로 인류발생 역사 이래 최악의 위기를 맞고 있다.
- 그것은 세계인구의 급속한 증가와 무분별한 개발로 인한 환경오염과 환경파괴 때문이다. 세계인구는 1만 년 전 530만 명에서 2020년에는 77억 명으로 1,453배 증가하였고, 1인당 에너지와 물질 사용량은 각각 60배 및 100배 증가하였다.
- 14세기 유럽에서 창궐한 흑사병 팬데믹은 1억 명의 생명을 앗아갔고, 20세기 초에 발생한 스페인독감 팬데믹은 5천만 명의 생명을 앗아간 것으로 기록되고 있다. 21세기 초에 발생한 코로나19 사망자는 현재 145만 명이며, 앞을 예측할 수 없다.
- 코로나19가 우리에게 주는 교훈은 (1) 지구는 인간의 지나친 생산과 소비활동으로 오염되거나 파괴되기 이전에 ‘코로나19’와 같은 VIRUS역병을 만들어, 페스트와 ‘스페인 독감’과 같이 수많은 인류가 절멸할 수 있다는 것을 이번에 똑 바로 보고 인식하게 되었다는 것, (2) 이번 ‘코로나19’ 사태로 자연은 인류에게 극명하게 자연보호와 환경보호의 잣대를 보여준 것, (3) 앞으로 인간들은 역병에서 벗어나기 위해서 뿐만 아니라, 많은 동식물들과 조화롭게 지구상에서 공존(共存)하기 위하여 어떻게 해야할지를 절실하게 깨달았다는 것, (4) 즉, 이번 ‘코로나19’ 위기(危機)는 기회가 되어 인류가 합심하여 행동하면 지구상의 모든 생명들이 조화롭게 어울려 살 수 있는 신세계가 도래할 것이라는 것이다.

□ 인류가 지켜야 할 9개의 지구행성경계가 있다.

- 지금 우리는 우리의 욕망을 충족시키기 위한 개발행위로 인해 9개의 지구행성경계를 넘어섰거나 넘어서려고 하고 있다. 지구행성경계는 지속가능개발을 위한 최후의 보루다. 기후변화가 그 중에서 첫째로 지켜야 할 행성경계다.
- 9개의 지구행성경계는 (1) 기후변화(350 ppm), (2) 해양산성화(해양생물체가 껍질을 만드는 광물이 녹기 시작하는 산성화 수준), (3) 성층권 오존고갈(290도손 단위의 5%로 설정), (4) 인과 질소의 지구적 순환의 간섭(인한계 11조 g, 질소 한계 62조g), (5) 생물다양성 상실(생태권 건전성 상실)로 변경, 속도는 생물다양성의 90%



유지), (6) 지구적 담수 사용(경계는 4,000km³), (7) 토지제도의 변화(원시림의 75% 유지), (8) 에어로졸 부하(에어로졸 광학적 두께(AOD) 0.25 이하), (9) 화학물질 오염('화학 물질 오염 및 새로운 물질의 배출'로 변경, 합성유기오염물질, 중금속화합물, 그리고 방사성물질과 같은 독성물질과 잔류성 물질)이다.

□ 코로나19가 역설을 낳고 있다.

- 2020년 코로나바이러스감염증-19로 인해 국가들의 봉쇄 조치가 이루어지고, 사람들의 경제 활동이 크게 위축되면서 일시적이지만 지구 환경의 급속한 개선을 경험했다. 각종 언론이 이 현상을 “코로나의 역설”이라고 부르고 있다.
- 예를 들어, (1) 대기오염 문제는 중국, 미국, 한국 등 세계적으로 미세먼지, 온실가스 등 대기 질이 개선되었고, (2) 수질오염 문제는 대소변을 통한 코로나 전파 가능성으로 상하수도 정비 중요성이 제기되었으며, (3) 동물에 대해서는 야생동물 보호와 기후변화 억제에 대한 필요성이 증대되었다. 다만, (4) 쓰레기 문제는 코로나사태로 배달 음식이 증가하면서 일회용품과 생활폐기물의 폭증으로 '쓰레기 대란' 발생 가능성이 있다.

□ 코로나19는 인류에게 경고하고 있다.

- 인류멸망의 가능성은 전염병, 핵전쟁, 지구온난화, 인공지능오류, 태양폭풍, 천체충돌, 지구자기역전 등이 있으며, 코로나는 그 중 전염병에 의한 인류멸망 원인 중의 하나다.

□ 코로나19 발생원인은 인간의 자연에 대한 가해행위 때문이다.

- 현재 유행 중인 코로나 바이러스는 중국 우한시의 우한수산물도매시장에서 유통되던 야생동물인 뱀, 천산갑, 멧돼지 등에 의해 발생된 것으로 추정되고 있으며, 그 중 멧돼지가 가장 유력하다.
- 코로나19 발생원인을 멧돼지에서 찾는 것은 단편적일 수 있다. 멧돼지는 인류와 오래 동안 공존해 왔기 때문에 이제 새삼스럽게 문제가 되는 것은 이상하다.
- 따라서, 코로나19 발생원인을 인간과 환경과의 관계에서 찾는 것이 합리적일 수 있다. 현재 인간에 질병을 일으키는 바이러스는 독감, 사스, 메르스, 신종플루 등이 있다. 그렇다면, 코로나19의 발생은 지구온난화와 같은 환경의 변화가 직접 또는 간접적인 원인을 제공한 것이라고 할 수 있다.

□ 코로나19는 우리에게 많은 교훈과 과제를 던져주고 있다.

- 코로나19가 우리에게 주는 교훈은 (1) 앞으로 코로나 바이러스보다 더 전염성이 강한 바이러스가 나타날 수 있다는 것, (2) 과학문명이 아무리 발달해도 막지 못하는 바이러스가 있다는 것, (3) 그러한 바이러스에 대한 대책은 바이러스가 발생하지 않도록 예방하는 것이며, (4) 그러한 바이러스 발생예방대책은 발생원인을 제거하는 것이다.
- 코로나19가 우리에게 주는 과제는 (1) 팬데믹 전염병의 발생원인은 자연적인 것과 인위적인 것이 있을 수 있는

데, 자연적인 것을 막을 수 없지만 인위적인 것은 인위적으로 막을 수 있다는 것, (2) 인위적인 발생원인을 제거하는 방법은 그 발생원인이 되는 행위를 하지 않는 것이고, (3) 인간의 그 발생원인행위는 자연환경에 대한 인간의 간섭을 0으로 하거나 최소화하는 것으로, (4) 인간간섭의 최소화는 물질과 에너지 소비를 최소화하는 것이다. 다시 말하면, 우리는 우리의 일상생활 속에서 물질과 에너지 소비를 최소화함으로써 환경과 생태계에 가하는 부정적인 영향을 최소화하는 것으로, (5) 문제는 현재의 생활수준을 낮추지 않으면서 물질과 에너지 소비를 최소화하는 것이다. 대단히 어려운 과제가 아닐 수 없다.

제3토론

김 은 식

국민대학교 명예교수, 세계생태학회 회장



인류에게 주어진 또 하나의 도전: “코로나19”에서 진정한 교훈을 얻을 지혜가 있는가?

발표자: 박 창 근 의장

토론자: 김 은 식(국민대학교 명예교수, 세계생태학회 회장)

주제 발표자인 박창근 회장은 발표 자료를 통하여, 현재 전 세계 인류가 크게 위협받고 엄청난 피해를 입고 있는 “COVID-19(코로나19)” 상황 하에서, 이 “코로나19”로 인하여 인류가 자연과 환경을 보호해야 하는 당위성을 온전하게 평가하게 되는 새로운 기회를 제시할 것이라는 미래 비전을 제시하였다. 발표 자료를 통하여 발표자는 인류가 처한 위기의 원인을 지구온난화, 기상이변뿐만 아니라, 바이러스 등으로 정의한 후, 앞으로 변이가 심한 “코로나19”와 함께 살아가야 할지 모르는 우리 인류의 삶의 방식에 대해서 논의를 전개했다. 특히 인간의 지나친 생산 활동과 소비 활동이 환경오염을 촉진하고, 생물다양성의 소실을 불러온 원인으로 평가한 후, 우리 인류는 “코로나19”에서 큰 교훈을 얻어야 한다고 역설하였다. 이러한 논점을 전개하는 과정에서 발표자는 기후변화, 지구 역사와 인간의 진화, 전 지구적 차원에서 인류를 크게 위협하는 질병으로서 페스트와 스페인독감의 확산 역사에 대해서 설명한 후에, “코로나19”의 감염원(感染源)인 바이러스의 감염 기작(機作, mechanism) 등을 제시하였다.

본 토론을 통해서 필자는 발표자의 주장에 크게 동의한다는 것을 우선적으로 밝히고자 한다. 그러한 상황 하에서 발표자의 주장을 조금 더 지원하는 차원에서 몇 가지 사항들을 추가로 제시하면서 논의를 진행해 보려고 한다. 그것은 현재 우리가 살고 있는 지구의 위상, 지구 안에 살고 있는 생물중 인간의 위상, 인간이 왜곡하고 있는 지구상 생태적 지위, 바이러스류가 인간에게 미치고 있는 위협 등에 대해서 논의한 후, 인간에 의해서 전 지구적 생물종의 대멸종이 발생하지 않도록 하는 전제 조건에 대한 간단한 논의를 해 보려고 한다.

1. 지구의 형성과 생물종의 대멸종

태양이라 하는 큰 별(항성, 恒星)이 중심인 태양계에서, 그 태양을 돌고 있는 여러 개의 행성 중에서 세 번째 궤도를 돌고 있는 지구라는 행성은 약 46억 년 전에 형성되었다. 이 지구 위에 살고 있는 인간은, 지구 안에서 서로 어울려서 생명을 유지해 나가고 있는 수많은 생물종(生物種) 중 하나의 동물종(動物種)이다. 지구에서 생명의 역사가 시작된 약 38억 년 전 이래로 현재에 이르기까지 지구상에서 많은 수의 생물종이 갑자기 사라져 버린 대멸종(大滅種, Mass Extinction)의 시대가 다섯 번 존재했다. 지금부터 약 6,500만 년 전에 일어난 5번째 마지막 대



멸종 사건에 의하여 공룡과 같은 큰 파충류 포식자가 사라짐에 따라서 인간 종(種)이 포함된 포유류는 번성해 가기 시작했다. 현재 지구상에 살고 있는 많은 생물종은 이 다섯 번째 멸종 이후에 나타나거나 번성하기 시작했다. 인류의 조상은 비교적 최근에 나타나기 시작했는데, 인간 속(屬, Genus)인 *Homo*속(屬)은 지금부터 약 250만 년 전에 나타났고, 현생 인간 종(種)인 *Homo sapiens*는 약 30만 년 전에 나타났다.

2. 지구상 인구 증가와 인간 중심의 지구 생태계

인간은 다른 동물에 비해서 큰 두뇌를 가진 종(種)으로 논리적 사고를 하면서 불을 사용하고, 도구를 사용하는 한편, 모여서 공동생활을 하는 높은 사회성을 지닌 동물이다. 이러한 인간은 지구생태계에서 최상위 포식자로서의 위치를 차지하고 있는데, 다른 생물종(生物種)의 존속 여부를 결정할 수 있는 조절자로서의 위치에 오른 지 이미 오래되었다. 또한 이러한 포식자로서의 인간의 숫자는 20세기에 들어서면서 기하급수적으로 증가하고 있고, 2020년 12월 기준으로 이미 78억 명을 넘었고, 이 인구가 10억 명씩 더 증가하는데 약 7년 정도 걸리고 있다.

인간은 지구의 생태계를 오염시키고, 생물 서식처들을 파괴하고, 생물다양성을 저하시키며, 더 나아가서 많은 생물종들을 멸종으로 몰고 가는 등, 지구생태계의 균형을 심각하게 교란시키고 있다. 지구상에서 인간과 가축을 포함한 포유류는 전 지구의 생물량(生物量, biomass)의 0.03%를 차지하고 있는데, 그 중에서 인간과 인간이 기르는 가축이 차지하는 양은 약 95.8%를 차지하고, 그 외의 다른 모든 야생 포유동물들(고래, 바다사자, 코끼리, 곰, 사슴 등)이 차지하는 양은 약 4.2%를 차지한다. 이만큼 지구생태계는 인간이 중심이 되어 유지하는 생태계로 바뀌어 버렸다.

3. 인간의 생존을 위협하는 바이러스

바이러스는 유기체의 살아 있는 세포 안에서만 생명활동을 하는 생물과 무생물의 중간적 존재(반생물, 半生物)이다. 이 바이러스는 우리 인간 생활에 병원체로서 매우 나쁜 영향을 주는 경우가 많은데, 그 예를 들면 과거부터 큰 건강에 문제를 일으켜 온 천연두, 소아마비, 감기, 독감, 수두, 대상포진과 같은 병들뿐만 아니라, 최근 들어서 큰 문제를 일으킨 에이즈(AIDS), 사스(SARS), 메르스(MERS), 에볼라출혈열, 지카 영아소두증(嬰兒小頭症, Microcephaly) 또한 바이러스에 의해서 생긴 병들이다. 동물들에게도 치명적인 영향을 주고 있는 구제역, 조류 독감(AI), 아프리카돼지열병(ASF) 등 또한 바이러스에 의해서 생긴 병이고, 다양한 식물에게도 모자이크병을 일으킨다. 재미있는 사항은 이렇게 다양한 바이러스의 생물량은 전 지구의 생물량(生物量, biomass)의 0.04%를 차지하고 있는데, 그 양은 지구상에서 포유류가 차지하는 생물량보다 더 많다는 것이다. 바이러스의 크기는 일반 세균 크기의 약 1/100정도 되는데, “코로나19” 바이러스의 크기는 60나노미터에서 140나노미터 사이로 그 크기가 매우 작아서 광학현미경으로는 볼 수가 없다(참고: 1나노미터(nm)는 1m의 10억분의 1의 크기 또는 1mm의 100만분의 1 크기). 이러한 바이러스의 작은 크기를 고려하면 지구상에 존재하는 바이러스의 수는 엄청나게 많은 것을 알 수 있다.

이 “코로나19” 문제가 아직 해결되지 않은 상황 하에서, 우리가 더욱 걱정을 해야 할 것은 이번에 발생한 “코로나19”보다 더 위험한 바이러스가 나타날 수 있는 가능성이 언제든지 열려 있다는 것이다. 특히 최근에 들어서 발생한 에이즈, 사스, 메르스, 에볼라출혈열, 지카 바이러스들에 의해서 인류의 건강을 위협하는 전 세계적 질병의 문제들이 발생하는 빈도가 매우 높아져 가고 있다는 것에 주목해야 한다.

현재 “코로나19”를 유발한 바이러스가 어디에서 유래되었는지에 대해서 명확한 과학적 답은 아직 나오지 않고 있는 상황이다. 중국의 박쥐나 천산갑(穿山甲)과 같은 야생동물에서 기원했다고 추측하고 있다. 만약 “코로나19” 병원 바이러스가 이러한 야생동물을 남획하고, 또한 그 서식처를 파괴하고 그 동물종들을 자원으로 이용하는 자연 파괴 및 이용현상에서 유래되었다고 하면, 이러한 자연파괴 및 이용에 의한 인명(人命)의 피해는 엄청난 것이 되고 있을 뿐만 아니라, 이와 별도로 감수해야 할 정치적/경제적/사회적/문화적 피해는 엄청난 것이 되고 있는 것이 현실이다.

4. 자연 보호의 중요성에 대한 새로운 인식의 필요성

만일 이러한 상황이 자연과 그 안에 사는 생물종들을 파괴하고, 그 서식처를 보호를 하지 않았기 때문에 생긴 것이라고 결론이 나거나 또는 그러한 결론을 내릴 수 있다고 하면, 우리 인류는 이번 “코로나19”의 피해를 겪으면서 자연보호를 해야 할 중요성이 얼마나 큰 것인지를 이해해야 할 뿐만 아니라, 그러한 인식에 기반을 둔 자연보호 활동을 적극적으로 진행시켜 가야 한다.

중요한 문제가 하나 있는데, 그것은 이러한 상황 하에서도 자연을 보호하고, 환경을 보전하며, 기후변화에 대응한 온실가스를 줄여 가는데 필요한 인식을 확산해 나가고, 실제적 행동을 해 나가는 노력을 기울이는 것에 대한 정치적/경제적/사회적 변화가 거의 이루어지고 않고 있다는 것이다. 이에 대한 바람직한 접근은 과학적 지식에 기반을 둔 1) 유발 요인(drivers), 2) 생태적 압력(pressures), 3) 변화되는 상태(states), 4) 자연/사회에 주는 영향(impacts)에 대한 이해와 그러한 이해에 기반을 둔 5) 정책 집행의 반응(responses)이 필요한 상황인데, 안타까운 것은 많은 정치가들이 과학적 지식보다는 정치적 이해득실을 평가하여 이러한 문제에 정치적/경제적으로 접근한다는 것이 문제의 해결을 더욱 어렵게 하는 것으로 평가할 수 있다.

5. 인류에게 주어진 또 하나의 도전

본 토론자는 인류에 의한 지구에서 제6의 대멸종이 발생할 원인으로 국가/종교 간의 갈등의 결과로 발생할 지구적 차원에서의 대규모 핵전쟁의 발발을 꼽고자 한다. 한편, 인간종(人間種) 자체의 멸종이 초래될 수 있는 조건은 이에 두 가지를 더 할 수 있다고 생각되는데, 그 하나는 악성 바이러스의 돌연변이의 발생으로 인한 급성 팬데믹(pandemic)의 발생이고, 다른 하나는 인간에 의한 지구온난화, 환경오염 및 생태계 파괴의 종합적인 결과로 나타나는 지구 생태계의 붕괴(崩壞)로 제시해 볼 수 있다.



이렇게 어려운 현재 상황 하에서, 이 “코로나19” 문제를 풀어 가는데 필요한 적절한 교훈을 찾지 못하면, 추후 우리 인류는 지금보다 훨씬 더 심각하고 큰 재난에 직면하게 될 수 있다. 심하면 인간종의 멸종에 까지 이를 가능성도 배제하지 못할 수 있다.

우리 인류가 더욱 현명해 져야 하고, 이러한 어려움에서 교훈을 얻는 지혜가 필요한 시기가 바로 지금이다. 그것이 발표자가 제시한 미래 비전에 맞추어 현재의 위기를 기회로 만들어 가는 첩경이라고 할 수 있다. 완벽한 백신 개발과 치료제 개발이 하루 속히 이루어져서, “코로나19”로 인한 인명의 피해가 최소화되기를 우선적으로 바래본다. (2020. 12. 07.)



제2주제

기후와 수생태 환경변화를 통해 본 가평천의 어류군집변동

홍영표

(사)한국민물고기보전협회

기후와 수생태 환경변화를 통해 본 가평천의 어류군집변동

홍영표

(사)한국민물고기보전협회

기후와 수생태환경의 변화에 따른 어류상의 변화를 보기 위하여 1984년부터 2020년도까지 약 36년 동안 가평천 유역 일대 어류군집의 변화를 살펴보았다. 조사된 어류는 총 11과 43종 9,122개체였으며, 우점종은 참갈겨니, 아우점종은 피라미였고, 기타 우세종은 줄납자루, 쉬리, 돌고기 등이었다.

한국고유종은 25종이 조사되었다. 법정보호종으로는 멸종위기 II급 종인 가는돌고기, 묵납자루 등 2종을 확인하였고, 천연기념물 259호인 어름치가 확인되었다. 기타 분포특이종으로는 민물검정망둑이 가평천어류군집에 포함되었으며, 생태계 교란야생생물은 배스가 확인되었다. 군집분석 결과, 우점도는 점차 증가하고 종의 다양도와 균등도는 점차 하강하는 것으로 나타났다.

기후와 수질오염, 보 등의 어류의 이동장애와 같은 수생태환경의 변화로 어름치, 돌상어, 가는돌고기, 묵납자루 등 법정보호종 대부분이 매우 희귀종이며, 극히 일부의 지점에서만 나타나고, 고유종이며 산소와 먹이자원에 민감한 종인 배가사리, 새코미꾸리, 냉수성 어종인, 대륙종개 집단도 점차 감소하는 집단으로 보여, 가평천 유역의 생태계 파편화가 심각하게 진행되고 있는 것으로 나타났다.

서론

2020년 10월 24일은 세계물고기이동의 날이다. 세계어류회유재단(Fish Migration Foundation)과 런던동물학회(Zoological Society of London)의 보고에 의하면 세계적으로 민물고기의 종수가 눈에 띄게 감소하고 있으며, 이 보고서가 발표한 지구생명지수(Living Planet Index)에 의하면 전 세계에 살고 있는 연어와 같은 회유성 민물고기의 개체는 약 76%가 감소했다고 보고하고 있다(환경운동연합, 2020). 어류의 고향은 바다이다. 대부분의 민물고기는 본래 고향이 바다이나, 일부 어종은 육지의 민물에 들어와서 갇혀서 생활하다가 다시 바다로 가지 못한 종들이 있다. 이들 종을 1차 담수어라고 한다. 일부 종은 민물과 바다 양쪽에 다 적응하여 사는데, 이들 종을 2차 담수어라고 한다. 거꾸로 민물에서는 전혀 살 수 없는 종은 해수어라고 한다. 보통 민물고기라고 하면 해산어



를 제외한 1차 담수어와 2차 담수어를 말한다. 말하자면 1, 2차 담수어는 본 고향이 바다이고, 강을 따라 올라와 오늘날과 같이 순수민물과 민물과 바닷물을 오고가며 생활하게 된 것이다. 이들 중에는 아주 먼 거리를 이동하는 연어와 송어, 뱀장어 등이 있는가 하면 겨울에는 연해에서 생활하다가 민물에 와서 산란하는 은어와 황어, 황복과 같은 종도 있다. 이러한 민물과 바다의 이동뿐 아니라, 같은 하천에서도 봄에는 계곡과 하천의 여울지역으로 이동해서 산란하고, 가을이면 하천의 깊은 곳으로 내려가 월동한 후 이듬해에 다시 하천의 상류로 올라가는 것을 보면 모든 물고기는 서식지 이동을 기본으로 하고 있는 셈이다. 어류는 변온동물로서 하천의 수온과 장애물 그리고 영양염에 큰 영향을 받는다. 최근 기후의 변화에 의한 기온의 상승과 불규칙성은 해수는 물론 담수의 환경에도 영향을 미치고 있다. 기온의 상승은 수온에 영향을 미치고, 수온의 상승은 수중 미생물의 활동에 영향을 미치며, 물속의 산소를 빼앗아 간다. 더욱이 최근 증가하고 있는 질소와 인산염의 증가로 수생태계에 커다란 영향을 미치고 있다. 또한 우리나라에는 34,000여개의 농업용 보가 있다. 이들 보는 이동하는 물고기의 짝짓기와 먹이활동을 방해하고, 흐르는 물의 흐름을 늦추어 수온을 상승하게 하고 용존산소의 양을 줄인다. 결국 이러한 기후 변화와 환경 변화에 따른 수생태계의 변화는 물속의 최종 소비자인 어류의 종과 개체수에 영향을 미친다.

본 연구는 1984년대부터 2020년까지 약 36년 동안 북한강의 지류인 가평천을 대상으로 하여 어류의 서식종과 개체군의 변화를 살펴봄으로써 수생태계의 변화를 알아보고자 하였다.

가평천은 계관산, 화악산, 백운산, 명지산, 귀목봉, 청계산, 연인산등 비교적 높은 산들에 의해 둘러 싸여져 있으며 이 산을 경계로 하여 가평천 유역으로 물이 집수되어 북한강 본류로 유입된다. 가평천을 본류로 하여 개곡천, 백둔천, 소법천, 화악천, 홍적천 등의 지류가 있다. 높은 산과 급한 경사구배가 다양한 하상을 형성하고 있으며, 유량이 많은 북한강 본류와 인접해 있어서 많은 어류들이 산란하는 산란장을 가지고 있어 다양한 어류군집의 형성에 매우 적합한 조건을 가지고 있다. 그러나 최근 많은 팬션 등 하천을 중심으로 하는 생활공간이 확대되면서 어류의 서식에 절대적인 영향을 주는 수량과 수질에도 크게 영향을 미칠 것으로 보인다. 본 연구는 그동안 가평천을 중심으로 한 연구결과와 비교하면서 가평천 유역에 서식하고 있는 어류군집과 다양성, 그리고 우세종과 희소종, 특히 감소해 가는 종을 중심으로 논의해 보고자 한다. 본 지역을 대상으로 한 선행조사와 사용된 데이터는 최(1984), 제2차 전국자연환경조사(1998~2005)에서 남과 여(1998), 전과 김(2001), 제3차전국자연환경조사(2006~2012)에서는 최와 고(2006), 김과 안(2006), 제4차 전국자연환경조사(환경부, 2013~2018)에서는 백과 김(2014)의 결과를 사용하였다.

본 연구는 위의 데이터 결과와 제5차 전국자연환경조사의 일환으로 어류의 분포 및 서식현황 결과를 이용하였다.

조사방법 및 지점

1. 조사방법

정성 및 정량조사를 위하여 제5차 전국자연환경조사지침(2019)에 의하였으며, 어류의 채집은 족대(5×5mm)

와 투망(6 × 6 mm)을 주로 사용하였으며, 필요에 따라 잠수관찰등을 이용하였다.

채집된 어류는 현장에서 동정한 후 방류하였다.

어류의 동정은 김 등(2005), 채 등(2019)등에 따랐으며, 학명과 어류 목록의 배열순서는 “국립생물자원관, 2017국가생물종목록”에 의하였다.

2. 조사일정 및 조사지점

최(1984)는 1984년 다음과 같이 가평천내 4개 지점에서 6회 조사하였다.

St. 1 경기도 가평군 가평읍 읍내리(3회)

St. 2 경기도 가평군 북면 제령리

St. 3 경기도 가평군 북면 목동리

St. 4 경기도 가평군 가평읍 마장리, 마장교

남과 여(1998)은 가평천 상류인 가평군 북면 적목리, 용수동, 거릿내, 명지산입구, 북면 제령리, 북면 화악2리 건들내, 화악리 화악교, 소법2리 맴내와 싸리재, 목동2리 평목교, 북면 이곡리 개곡교, 가평읍 개곡 2리와 개곡리, 읍내리 가평교등 13개 지점에서 조사하였다. 전과 김(2001)은 가평군 하면 승안리 물안골, 경반리, 승안

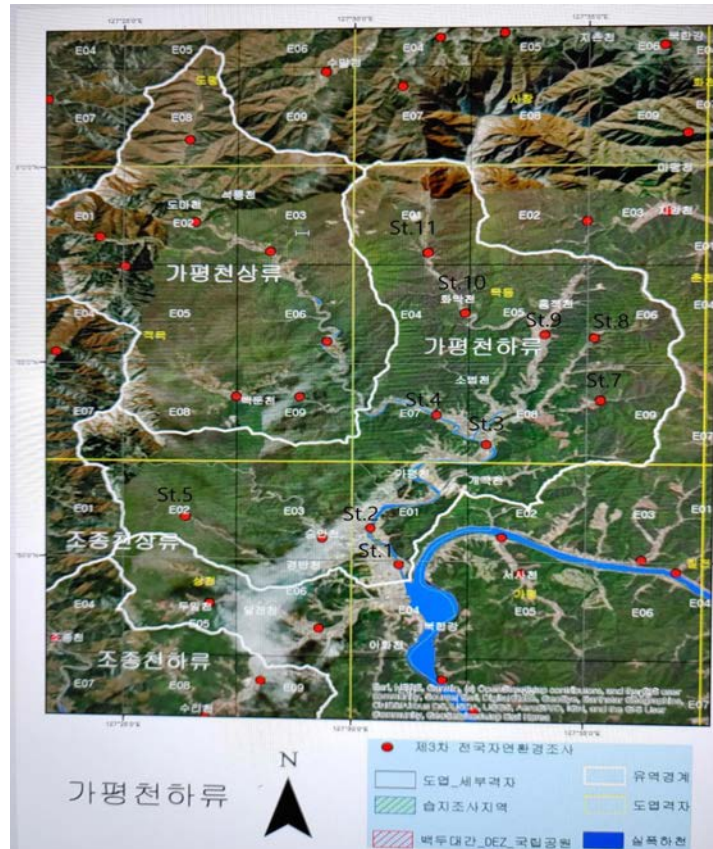


그림 1. 가평천하류 유역 조사지점.



리 회목동, 북면 백둔리 양짓말, 북면 도대리 익근리, 북면 적목리 익산등 6지점에서 조사하였다. 최와 고(2006)는 가평일대의 9개 지점, 목동 일대의 9개 지점에서 조사하였다. 김과 안(2006)은 적목 일대에서 9개 지점, 상천 일대에서 2개 지점을 조사하였다. 백과 김(2014)은 가평천 하류유역의 13개 지점에서 2차에 걸쳐서 조사하였다. 2020년도 가평천하류유역의 조사일정 및 조사행정구역은 표 1, 표 2와 같다.

3. 군집분석

군집분석을 위하여 우점도지수는 McNaughton(1967), 다양도지수는 Pielou(1969), 균등도지수는 Pielou(1975), 풍부도지수는 Margalef(1958)에 의하였다.

결 과

1. 어류상

가평천유역 일대에서 1984년부터 조사된 어류는 총 9과 33종 2,376개체였으며, 우점종은 참갈겨니, 아우점종은 줄납자루였고, 기타 우세종은 쉬리, 피라미, 돌고기 등이었다. 한국고유종은 25종이 조사되었다. 법정보호종으로는 멸종위기 야생생물 II급인 가는돌고기, 묵납자루 등 2종이 확인되었고, 천연기념물은 어름치가 조사되었다. 기타 분포 특이종으로는 금강모치와 육붕종인 민물검정망둑과 꼭저구 등이 확인되었으며, 생태계 교란야생생

표 1. 조사 일정

조사기간		1차 조사	2차 조사
도업명(격자)	지점		
가평(E01)	St. 1	2020. 05. 11 ~ 05. 13	2020. 09. 22
가평(E01)	St. 2	2020. 05. 11 ~ 05. 13	2020. 09. 22
목동(E08)	St. 3	2020. 05. 11 ~ 05. 13	2020. 09. 22
목동(E07)	St. 4	2020. 05. 11 ~ 05. 13	2020. 09. 01
상천(E02)	St. 5	2020. 05. 11 ~ 05. 13	2020. 09. 21
상천(E03)	St. 6	2020. 05. 11 ~ 05. 13	2020. 09. 23
목동(E09)	St. 7	2020. 05. 11 ~ 05. 13	2020. 09. 21
목동(E06)	St. 8	2020. 06. 08 ~ 06. 09	2020. 09. 21
목동(E05)	St. 9	2020. 06. 08 ~ 06. 09	2020. 08. 31
목동(E04)	St. 10	2020. 06. 08 ~ 06. 09	2020. 08. 31
목동(E01)	St. 11	2020. 06. 08 ~ 06. 09	2020. 09. 01

표 2. 조사지점 행정구역

지점	행정구역
St. 1	경기도 가평군 가평읍 읍내리, 가평교, 가평천
St. 2	경기도 가평군 가평읍 승언리, 엽광고
St. 3	경기도 가평군 북면 가화로 목동유원지, 가평북면우체국
St. 4	경기도 가평군 북면 제령리, 제령교, 시크릿펜션
St. 5	경기도 가평군 북면 경반리, 경반천, 경반분교캠핑장
St. 6	경기도 가평군 북면 승안리, 승안천, 연인산테라스
St. 7	경기도 가평군 북면 목동리, 싸리재산장펜션
St. 8	경기도 가평군 북면 목동리, 떡골로 491
St. 9	경기도 가평군 북면 화악리, 신당교
St. 10	경기도 가평군 북면 화악리, 충만교, 록키펜션
St. 11	경기도 가평군 북면 화악리, 푸른산계곡산장

물은 배스가 확인되었다(표 3).

2. 우세종과 희소종

가평천 유역에 서식하는 담수어류 43종 중 가장 큰 개체군은 참갈겨니였고, 다음으로 피라미, 줄납자루, 쉬리, 돌고기, 버들치 등 상류와 최상류의 어류들이 우세종으로 나타나, 가평천의 지형적 특징을 잘 나타내고 있다(그림 2). 그런 반면 대부분의 법적 보호종이 우세종 그룹에 포함되지 않은 것으로 나타나, 이들 집단의 생태계 파편

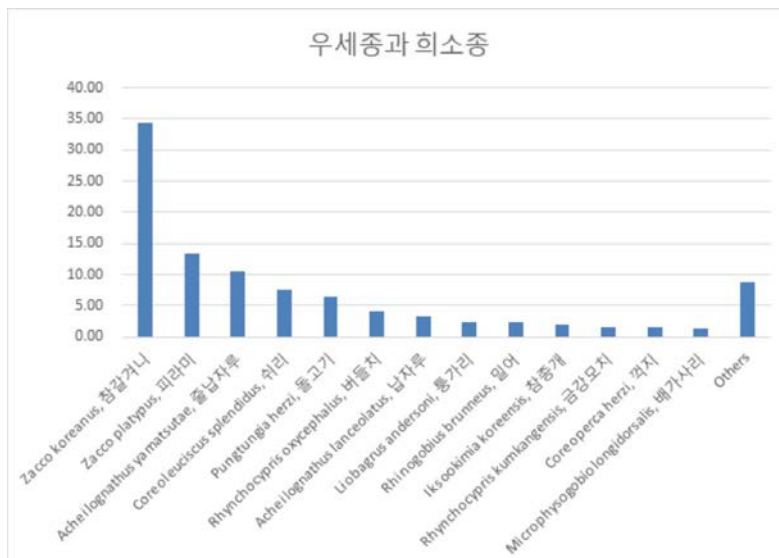


그림 2. 가평천 유역 담수어류의 우세종과 희소종



표 3. 가평천 유역의 어류상.(1984: 최, 1984; 2차: 제2차 자연환경조사; 남과 여, 1998, 전과 김, 2001, 3차: 제3차 전국자연환경조사; 최와 고, 2006, 김과 안, 2006, 4차: 제4차전국자연환경조사; 백과 김, 2014, 5차: 2020년도 조사, 순: 순수담수어, 고:한국고유종, 멸II: 멸종위기II)

어종명	과거 문헌기록					계	%	비고
	1984	2차	3차	4차	5차			
Balitoridae, 종개과								
<i>Orthrias nudus</i> 대륙종개	5	32	1	4		42	0.46	순
Cobitidae 미꾸리과								
<i>Iksookimia koreensis</i> 참종개	85	30	22	15	22	174	1.91	순.고
<i>Koreocobitis rotundicaudata</i> 새코미꾸리	17	44	106	3	9	179	1.96	순.고
<i>Misgurnus anguillicaudatus</i> 미꾸리	14	57	15	6		92	1.01	순
Cyprinidae, 잉어과								
<i>Acheilognathus chankaensis</i> 가시납지리		4				4	0.04	순.고
<i>Alanceolatus lanceolatus</i> 납자루	221	2			71	294	3.32	순
<i>Acheilognathus macropterus</i> 큰납지리		11				11	0.12	순
<i>Acheilognathus signifer</i> 묵납자루		2			30	32	0.35	순.고.멸II
<i>Acheilognathus yamatsutae</i> 줄납자루	4	29	613	6	295	947	10.38	순.고
<i>Carassius auratus</i> 붕어	18	11	1	36	1	67	0.73	순
<i>Coreoleuciscus splendidus</i> 쉬리	34	263	152	31	198	678	7.43	순.고
<i>Ggnathopogon strigatus</i> 줄물개		1				1	0.01	순
<i>Gobiobotia brevibarba</i> 돌상어		3	17			20	0.22	순.고.멸II
<i>Hemibarbus labeo</i> 누치			3	4	9	16	0.18	순
<i>Hemibarbus longirostris</i> 참마자	3	14	8		4	29	0.32	순
<i>Hemibarbus mylodon</i> 여름치		2			16	18	0.20	순.고.천
<i>Microphysogobio longidorsalis</i> 배가사리	10	31	37	29	8	115	1.26	순.고
<i>Microphysogobio yaluensis</i> 돌마자	44	7	10	22	2	85	0.93	순.고
<i>Opsarlichthys uncirostris</i> 꼬리					1	1	0.01	순
<i>Pseudogobio esocinus</i> 모래무지	1	22	4	11	23	61	0.67	순
<i>Pseudopungtungia tenuicorpus</i> 가는돌고기	4	17	9	2	10	42	0.46	순.고.멸II
<i>Pseudorasbora parva</i> 참붕어		5				5	0.05	순

표 3. Continued

어종명	과거 문헌기록					계	%	비고
	1984	2차	3차	4차	5차			
<i>Pungtungia herzi</i> 돌고기	18	220	194	37	125	594	6.51	순
<i>Rhodeus notatus</i> 떡납줄갱이					4	4	0.04	순
<i>Rhodeus uyekii</i> 각시붕어		9			4	13	0.14	순.고
<i>Rhynchocypris kumkangensis</i> 금강모치		42	19		85	146	1.60	순.고
<i>Rhynchocypris oxycephalus</i> 버들치		117	104	54	97	372	4.08	순
<i>Sarcocheilichthys nigripinnis</i> Morii 중고기	2		1		1	4	0.04	순.고
<i>Sarcocheilichthys varigatus</i> Wakiyae 참중고기		5	2		7	14	0.15	순.고
<i>Squalidus gracilis</i> Majimae 긴물개	2	2		15		19	0.21	순.고
<i>Zacco koreanus</i> 참갈겨니	131	834	654	343	1,136	3,097	33.95	순.고
<i>Zacco platypus</i> 피라미	193	574	188	113	136	1,204	13.20	순
검정우럭과, Centrarchidae								
<i>Micropterus salmoides</i> 배스			2		3	5	0.05	외
꺼지과, Centropomidae								
<i>Coreoperca herzi</i> 꺼지	5	30	47	15	44	141	1.55	순.고
망둑어과, Gobiidae								
<i>Gymnogobius urotaenia</i> 꼭저구			6			6	0.07	육
<i>Rhinogobius brunneus</i> 밀어	108		73	28	13	222	2.43	육
<i>Tridentiger brevispinis</i> 민물검정망둑					1	1	0.01	육
동사리과, Odontobutidae								
<i>Odontobutis interrupta</i> 얼룩동사리					6	6	0.07	순.고
<i>Odontobutis platycephala</i> 동사리	31		7	5	2	45	0.49	순.고
독중개과, Cottidae		8				8	0.09	
<i>Cottus koreanus</i> 독중개			18			18	0.20	순.고.멸II
통가리과, Amblycipitidae								
<i>Liobagrus andersoni</i> 통가리	9	124	74	10	6	223	2.44	순.고
동자개과, Bagridae								
<i>Leiocassis ussuriensis</i> 대농갱이	1					1	0.01	순
<i>Pseudobagrus koreanus</i> 눈동자개		10		4	1	15	0.16	순.고
메기과, Siluridae								
<i>Silulus microdorsalis</i> 미유기	1	30	14		6	51	0.56	순.고
종수	24	33	30	21	33	43		
개체수	961	2,592	2,400	793	2,376	9,122	100	



화에 따른 멸종이 우려된다. 법적보호종외에도 과거에 비해 뚜렷하게 그 수나 출현빈도가 적게 나타나는 종들이 있다. 대륙종개, 새코미꾸리, 배가사리, 돌마자, 통가리 등을 들 수 있다. 이들 종은 대부분 먹이원이 특별하고, 여울을 선호하는 종들로서 환경내성에 매우 약한 종들이다. 이들은 멸종위기종들과 마찬가지로 분포역이 줄고 있는 것은 하천의 수질환경의 변화로 보인다. 최근 증가하고 있는 가평천 주변에 대량으로 밀집해 있는 펜션 등 위락시설들의 생활하수와 무관하지 않은 것으로 보인다. 이를 관리하기 위한 분리 상하수도의 매설과 하수전문처리장이 절대적으로 필요한 사항이다.

한편, 가장 대표적인 우세종인 피라미와 참갈겨니의 개체수 분포를 보면 과거에는 피라미가 더 많았으나, 5차 조사에서는 갈겨니가 월등하게 많았는데, 이것은 이 지역이 과거에는 평야부에 빛이 많이 들어 피라미의 먹이원이 많았으나, 최근에 와서 하천변에 비료 등 영양원이 증가하고, 이에 따라 식생이 증가하면서 빛을 차단함으로써 피라미 먹이원보다는 갈겨니 먹이원이 더 많아진 것 때문으로 보인다.

3. 종의 다양도

군집분석의 결과, 종 풍부도는 2차와 4차가 높았으나 우점도는 과거보다 차수가 증가하면서 우점화 경향이 강해짐을 볼 수 있다. 이를 반영하듯 다양도와 균등도는 더욱 감소하는 경향을 보인다. 이러한 경향은 과거에 비해 다양한 어종이 균등하게 분포하지 못함을 보여준다(표 4).

본 조사와 선행 조사(환경부 제2차 전국자연환경조사; 남과 여, 1998; 전과 김, 2001; 제 3차 전국자연환경조사; 최와 고(1), 2006; 최와 고(2), 2006; 김과 안, 2006; 최 등, 2008; 최등, 2011, 제4차전국자연환경조사; 백과 김, 2014)를 비교해 본 결과, 선행 조사에서는 총 11과 41종 6,746개체, 본 조사에서도 9과 33종 2,376개체로 총 종과 개체수는 43종 9,122개체가 채집되었는데, 본 조사에서는 대륙종개, 미꾸리, 가시납지리, 큰납지리, 줄물개, 돌상어, 참붕어, 긴물개의 8종이 확인되지 않았고, 꼬리, 떡납줄갱이, 민물검정망둑, 얼룩동사리의 4종의 분포가 추가되었다. 주목해야 할 것은 멸종위기 II급 종인 돌상어가 가평천 하류구역에서는 확인되지 않았으며, 멸종위기 II급 종인 묵납자루는 5차 조사에서만 확인되었다. 멸종위기 II급 종인 가는돌고기와 천연기념물인 어름치 모두 확인되었으나, 그 분포범위는 매우 줄어든 것으로 볼 수 있다. 이상의 결과를 요약하면 표 5와 같다. 감소 추세종은 돌상어, 어름치, 가는돌고기, 배가사리, 돌마자, 새코미꾸리, 금강모치, 대륙종개, 통가리, 독종개, 피라

표 4. 시기별 종의 풍부도, 우점도, 다양도, 및 균등도

구분	최(1984)	2차 조사	3차 조사	4차 조사	5차 조사
총풍부도(R1)	3.349	4.071	3.725	2.999	4.117
우점도(M)	0.137	0.176	0.162	0.225	0.261
다양도(P1)	2.301	2.248	2.271	2.105	1.988
균등도(E1)	0.724	0.643	0.668	0.691	0.568
종 수	24	33	30	21	33

미 등 11종이며, 그 원인은 이들 종이 냉수성 어종이거나, 산소내성에 약한 종, 먹이습성이 수서곤충이나 규조류 등 특별한 먹이원에 적응되어 있는 종들이기 때문이며, 증가추세종 역시 먹이자원의 형성조건과 관련이 있는데, 피라미는 하천변 영양염의 증가로 수변식물이 번성함으로써 빛이 차단되는 결과를 만들고, 이는 부착조류의 광합성에 영향을 미쳐 주먹이인 부착조류의 양이 줄어 든 까닭이며, 참갈겨니가 증가하는 원인은 역시 수변식물이 증가함으로써 빛이 줄게 되고 동물성 먹이를 주로 하는 참갈겨니의 서식에 적합한 환경으로 변화되기 때문이다. 그 밖에 끄리와 떡납줄갱이, 민물검정망둑 얼룩동사리 등은 물의 흐름이 다소 약한 곳에 살면서 여울을 이용하는 종으로 청평호의 영향으로 개입된 것으로 보인다(표 5).

고찰

본 지역의 수환경은 조사 지역이 대부분 산악지형으로 오염원이 적고 물이 맑아 비교적 우수하였으나, 상류부

표 5. 가평천유역의 감소추세종, 증가추세종 그리고 새개입종

구분	종명	감소 또는 증가 원인	
감소 추세종	대륙종개	냉수성어종, 산소, 민감종	
	새코미꾸리	산소, 민감종	
	돌마자	산소, 민감종	
	배가사리	산소, 민감종	
	어름치	산소, 민감종	
	금강모치	냉수성어종, 산소, 민감종	
	피라미	수변식생 증가	
	가는돌고기	산소, 민감종	
	돌상어	산소, 민감종	
	통가리	산소, 민감종	
	독중개	냉수성어종, 산소, 민감종	
	증가 추세종	참갈겨니	수변식생 증가
		누치	먹이원
새개입종	끄리	먹이원	
	떡납줄갱이	유속 감소	
	얼룩동사리	유속 감소	
	민물검정망둑	유속 감소	

에 펜션 등의 증가에 따른 생활오수의 유입흔적이 많고, 산간계류로서 사방댐과 보가 매우 많았다. 하천의 상류부로서 상류지역은 시골농가나 펜션, 그리고 많은 경작지 등에서 생활하수와 경작용 비료에 노출되어 있다. 집수역

표 6. 주요 출현 종 사진



목납자루



어름치



가는돌고기



금강모치



피라미



참갈겨니



통가리



새코미꾸리

내 대부분의 하천주변의 주택과 팬션은 대부분의 하수처리가 수세식 정화조에 의존하는 결과이다. 수세식 정화조는 고형의 부분은 제거가 되지만 최종의 유출수는 많은 질소와 인을 포함하고 있다. 이들 영양염과 밭에 뿌려지는 잉여량의 비료는 강우 시에 모두 하천으로 흘러 들어온다. 또한 하천관리와 유량확보를 위한 수없이 많은 보들은 물의 흐름을 늦추고, 정체시기의 증가를 통해서 수온을 올린다. 더욱이 최근 기후변화에 따른 온난화와 급작스런 일기의 변동은 변온동물인 어류들에게는 매우 치명적인 것이다. 댐이나 보와 같은 하천 구조물은 물의 성질을 흐름의 성질을 바꿔 어류의 짝짓기, 먹이활동을 제한한다. 위의 결과에서 보는 것처럼 이러한 보의 증가와 유기물의 증가는 멸종위기종과 천연기념물, 많은 한국고유종들의 서식지 파편화와 연결되는 것으로 보인다. 멸종위기종 II 급 종인 돌상어는 과거에는 확인되었으나, 본 조사지역에서 전혀 확인할 수가 없었고, 가는돌고기, 묵납자루 그리고 천연기념물인 어름치도 지점 3에서만 확인됨으로써 서식지의 파편화가 진행되고 있음을 확인할 수 있었다. 특히 지점 3의 경우도 전체적으로 나타나는 것이 아니라, 극히 일부 지역에서 잠수관찰에 의해서만 확인하였다. 이들 종의 장기적인 유지를 위해서는 상하수도의 분리를 통한 오염수 유역관리와 어류의 자유로운 이동통로가 확보되도록 수많은 보의 철거가 절대적으로 필요하다. 우리나라에는 약 34,000개의 농업용 보가 있다. 하천의 안전을 감안하여 양안을 중심으로 독을 쌓고 물의 흐름을 막는 보를 제거하되 보존과 보호를 위해 지속적인 안정적 유량 유지와 수질의 관리가 필요할 것으로 생각된다.

참고문헌

- 김익수, 최윤, 이충렬, 이용주, 김병직, 김지현, 2005. 한국어류대도감. 교학사:1~675.
- 김병직, 안정현, 2006. 제3차 전국자연환경조사, 상천(377024)일대의 담수어류, 환경부.
- 남명모, 여혜경, 1998. 제2차 전국자연환경조사, 가평·춘천, 화악산 일대의 담수어류 pp 1~18. 환경부.
- 백현민, 김상협, 2014. 제4차 전국자연환경조사, 가평천 하류유역의 어류상, 환경부.
- 전상린, 김지현, 2001. 제2차 전국자연환경조사, 가평 명지산일대의 담수어류 pp 282~289. 환경부.
- 최기철, 1984. 경기의 자연 담수어편. 경기도교육위원회: 160~164.
- 최병수, 송호복, 박종영, 조광현, 조성장, 2019. 한국의 민물고기. LG상록재단: 1~355.
- 최승호, 고명훈(1). 2006. 제3차 전국자연환경조사, 기평(377033)일대의 담수어류, 환경부.
- 최승호, 고명훈(2). 2006. 제3차 전국자연환경조사, 목동(377031)일대의 담수어류, 환경부.
- 환경운동연합, 2020. 힘차게 강물을 거슬러 오르는 연어에게 Love Flow. 미디어다움, 같이가치카카오 (2020.10.24.).
- Margalef, R. 1958. Information theory in ecology. General Systematics 3:36~71.
- McNaughton, S.J. 1967. Relationship among functional properties of California Grassland. Nature, 216: 144-168.
- Pielou, E. C. 1969. An introduction to mathematical ecology. John C. Wiley & Sons, New York.
- Pielou, E. C. 1975. Ecological diversity. John C. Wiley & Sons, New York.

제1토론

배 경 석

한국생태연구소 소장, 전 한국하천호수학회 회장



기후 변화와 건강한 수생태계 보전

발표자: 홍 영 표 의장

토론자: 배 경 석(한국생태연구소 소장, 전 한국하천호수학회 회장)

지구의 기후변화는 대기온도의 상승을 일으키고, 다양한 경로를 통하여 수생태계의 구조와 기능에 큰 영향을 미치고 있다. 이산화탄소 등의 온실효과 물질들에 의한 대기 온도의 상승은 수온 상승, 해수면 상승, 강우패턴의 급격한 변화 등을 일으켜 다양한 경로로 수생태계에 영향을 미칠 수 있다. 수온의 변화는 물속생물의 분포와 서식에 직접적인 영향을 미치고, 강우 패턴의 변화에 의한 예상을 뛰어넘는 폭우는 하상과 수변대의 물리적 교란, 탁도 농도와 지속기간의 증대로 인해 하천생태계에 큰 위해 요인으로 작용할 수 있다. 이산화탄소의 증가는 수생식물의 일차생산성 변화를 일으켜 생지화학적 순환에 영향을 미칠 수 있게 된다.

위성에서 바라본 지구는 푸른 바다가 지구의 3분의 2 이상을 덮고 있고, 나머지는 갈색과 녹색을 띤 육지로 외관상으로는 지구(地球)가 아니라 수구(水球)라고 할 수 있을 정도로 물이 많다. 그러나 인류가 광범위하게 이용해 왔던 수자원인 강과 시내의 전체 물의 6만분의 1에 불과하다. 자연적인 기후시스템의 근원적이고 광대한 영역이지만, 인간은 지난 200년 동안 이산화탄소와 메탄같은 온실가스를 증가시켜 지구 기후에 영향을 미쳐왔다. 지구 상에서 살았던 인류 조상들은 수적으로 많지 않았을 뿐 아니라, 식량과 물을 찾아 옮겨다니느라 지구에 별다른 영향을 미치지 못했다. 그러나 1만 2천년 전 농업이 도입된 뒤부터 정주된 집단생활을 하며 영향을 미치기 시작하다가 산업혁명 이후 다량의 온실가스 배출로 빠른 기후 변화를 일으키게 되었다. 자연이 통제하던 기후가 인간이 통제하는 기후로 달라지기 시작한 것은 무려 수천년 전부터였으며, 그 속도는 최근에 가파르게 증가하고 있다.

대기의 온도가 상승하면 필연적으로 수온의 상승을 동반하게 되며, 이와 같은 변화는 다양한 어류의 서식환경에 영향을 미칠 수 있다. 수온이 상승하면 무지개송어 같은 냉수종은 서식지역이 감소하는 반면, 큰입배스와 같은 종은 오히려 증가할 것으로 예측할 수 있다. 화산산과 같이 비교적 높은 산들에서 발원하는 수원을 가진 가평천은 하류의 다른 하천들에 비해 수온이 낮게 유지되어 어름치, 쉬리와 같은 냉수종들이 서식하고 있지만, 온난화에 따른 수온 상승은 냉수종들의 서식범위를 크게 위협하게 될 것이다.

기후변화에 따른 강우패턴의 변화로 가뭄과 폭우의 변동폭이 예전에 비해 점점 커질 것이며, 그 강도도 점점 세질 것이다. 이럴 경우 하상과 수변대의 패임 등에 의한 피해와 적절한 유량을 유지하기 위한 보를 설치하여 관리하고 있다. 보 등에 의해 느려진 정체수역은 대기온도에 따른 수온 상승 등의 변화에 쉽게 반응하며, 가뭄이 지속될 경우 찬 계류의 특성을 쉽게 잃게 된다. 기후변화에 따른 강우 강도의 세기도 점점 강해지고 빈도도 증가하게 될 것이다. 탁수 발생 증가는 최근 들어 점점 심해지고 있다. 탁수와 함께 유출되는 입자가 큰 모래 등은 유속이



빠를 때는 하천 바닥을 따라 흐르다가 유속이 느릴 때는 머물러 있으면서 하상에 퇴적되어 수중생태계에 큰 위협이 되고 있다. 하상의 자갈 틈새는 저서성 대형무척추동물이 살고 물고기가 산란하는 중요한 서식처이다. 탁수에 의해 이동된 모래는 자갈 틈새를 메워 물속생물의 서식과 번식을 방해한다. 저서성 대형무척추동물의 감소는 이들이 먹고 사는 물고기의 서식 조건을 악화시켜 종과 개체수의 풍부성을 크게 위협하는 요인이 될 수 있다.

신생대 이전의 한국의 담수어류는 한반도 주변의 중국대륙 및 일본열도와 깊은 연과성을 가지고 있었으나, 해수의 상승으로 서로 격리되어 종분화 과정을 거치면서 한반도의 독특한 물고기상을 이루게 되었다. 이들은 빠른 유속의 계류형 하천이 많은 한반도의 특수한 환경에서 적응하는 과정에서 종 분화 과정을 거치면서 고유한 종 또는 아종이 다수 발생하게 되었다. 한국산 고유종은 대부분 하천의 중상류에서 서식하며 어체가 소형인 특징이 있다. 한반도에 분포하는 한국고유종(특산종)은 50종으로 전체 담수어류 222종의 22.5%에 이른다. 유속이 빠르고 맑은 물이 흐르는 중상류에 서식하는 고유종은 수온의 변화에 상당히 민감하며, 하천의 개수, 직강하, 골재 채취, 오폐수 유입, 유흥객에 의한 오염 등에 민감하게 반응한다.

가평천은 화악산, 유명산 등의 높은 산이 많은 복잡한 수계를 가지고 있다. 이들 산에서 발원하는 개곡천 등의 다수의 지천으로부터 수원이 찬 맑은 물이 유입되어 집수되고, 북한강과 합쳐지는 대표적인 산간하천이다. 경사가 급한 가평천의 중상류는 암반, 호박돌, 자갈 위주로 하상을 이루다가 중하류로 내려올수록 자갈과 모래의 비중이 증가하는 하상을 유지하고 있으며, 물고기들에게 다양한 서식지를 제공하고 있다. 1984년부터 2020년까지 가평천 수계에 대한 36년간의 장기간 조사에서 확인된 어류는 총 43종으로 상당히 풍부하게 서식함을 밝혔다. 가평천은 유량이 풍부한 북한강과 연계되어 다양한 물고기종이 출현할 수 있는 여건을 가지고 있으며, 기후변화에 따른 수생태계 변화를 파악하는 데 적합한 하천으로 보여진다.

가평천에 서식하는 물고기는 43종이었으며, 이 중에서 한국 고유종은 25종으로 58.1%에 이른다. 찬 수온과 맑은 물을 선호하는 한국 고유종의 출현종과 개체수의 변화, 서식지의 범위 등을 더 심도있게 조사할 필요성이 큰 하천으로 볼 수 있다. 이외에도 멸종위기 2급인 가는돌고기, 묵납자루, 독중개 등 법정보호종 3종과 천연기념물 제259호 어름치 등이 서식하고 있다. 본 조사에서는 수생태계 파편화가 심화되고 있으며, 희귀종, 고유종의 감소가 이루어지고 있다고 평가하였다. 보 등에 의한 수생태계 파편화는 물고기의 상하류 이동을 방해하고 정체구간이 늘어나 기후변화에 따른 수온 상승, 탁수 퇴적 등에 의해 물고기 서식처를 교란한 가능성이 커질 수 있다. 물고기 군집의 우점도는 점차 증가하며, 종 다양도 및 종 균등도는 감소하는 경향을 보여주고 있다. 물고기 군집구조도 점차 단순해지고 있으며, 풍부성과 다양성이 떨어지는 것으로 나타나고 있다. 장기간의 물고기 군집변화 결과로 볼 때 가평천은 기후 변화에 의한 수온상승, 강우 패턴 변화 등의 영향을 직간접으로 받고 있는 것으로 보여지며, 그 변화를 파악하기 위한 지속적인 모니터링이 필요한 하천으로 판단된다. 기후 변화에 의한 영향외에도 유흥객 및 유흥업소, 농지 증가 등에 대한 관리 및 대책 수립도 필요하다고 보여진다.

제2토론

공 동 수
경기대학교



기후와 수생태 환경변화를 통해 본 가평천의 어류군집 변동

발표자: 홍 영 표 의장

토론자: 공 동 수(경기대학교)

기후변화는 전 지구적인 문제이지만 특히 북반구의 중위도에 위치한 우리나라의 기온은 지난 100년 간 전 세계의 평균에 비해 두 배나 빠른 속도로 증가하였으며, 해수면은 제주도 연안을 기준으로 전 세계의 평균에 비해 세 배나 빠르게 상승하였다. 또한 최근 들어 연 강수량은 증가하고 있으나 몬순기에 강우가 더욱 집중되면서 홍수와 한발의 빈도와 강도가 커지고 있다. 국토연구원(2011)에 따르면 가뭄주기가 70년대의 5~7년에서 2000년대에는 2~3년으로 단축되었으며, 가뭄기간도 증가하여 수생태계 변화와 수질 악화도 예상되고 있다. 설상가상으로 우리나라에는 수자원의 과소를 완충할 수 있는 자연호수가 거의 없는데, 이는 과거 지질시대에 단층이나 습곡과 같은 지각활동이 미약했고, 위도가 상대적으로 낮아 빙하활동이 없었기 때문이다.

이에 따라 이미 삼국시대부터 흐르는 물을 막아 저수지를 축조하는 기술이 발달하였고, 농어촌공사의 조사에 따르면 현재 우리나라의 크지 않은 수체에 1만 7천여 개의 댐과 저수지, 3만 4천여 개의 보가 축조되어 있다. 규모가 작은 소하천까지 모두 조사한다면 보의 수는 그보다 훨씬 더 많을 것이다. 이러한 하천 횡단구조물 및 하상 유지공과 같은 인공 구조물은 하천의 물리, 화학, 생물학적 연속성과 연결성을 저하시키고, 서식처를 파편화하여 생물들의 유전자원을 단절시키는 등 하천 생태계의 생물다양성 감소의 원인이 된다. 또한 기상학적 가뭄과 더불어 농업용수 수요가 큰 수문학적 가뭄이 겹치는 시기에는 대부분의 농업용 저수지가 방류를 차단하기 때문에 하류 하천은 건천화가 되기 쉽다. 특히 최근에는 하천변의 시설재배가 증가하여 갈수기인 겨울과 봄에도 하천수나 지하수를 끌어 올려 수막재배를 하기 때문에 하천의 건천화는 더욱 심화되고 있으며, 이러한 시기에 수질악화 및 수생태계의 훼손은 불가피하다.

지구의 다양한 생태계 중에서 수중생태계는 온난화와 그에 따른 기상변동에 의하여 가장 큰 영향을 받을 수 있다. 수중생물은 지구 생명역사의 시작부터 현재까지 육상생물에 비하여 좁은 온도영역에 적응되어 있으므로 기후 변화에 따른 수온증가에 더욱 취약할 수밖에 없다. 또한 수중생물은 물이 있는 구역에 제한되어 서식하기 때문에 기후변화에 따른 홍수와 한발 시 그 영향을 피할 수 있는 길이 국한된다. 특히 하천의 상류에 사는 냉수성 생물들은 더욱 좁은 온도범위에서 서식하는데, 이러한 생물들은 수온 증가나 가뭄 시 더 이상 옮겨갈 피난처가 없다. 우리나라의 대표적인 냉수성 어종인 금강모치에 대한 실험에서 수온이 20°C로 상승할 경우 몸무게에 비해 난소의 무게 비율이 작아지고 성숙한 난자의 수가 급감하였다는 보고가 있다. 수온 증가와 물 흐름의 감소는 하천의 용존 산소 농도 저하와 더불어 수생생물에게 독성이나 질병에 대한 저항성 감소 및 산란시기 변동 등의 생리적 변화를



초래한다. 그 결과의 일례로 수서곤충의 우화시기가 달라지고, 이는 수중생태계 내 먹이망의 교란을 야기하는 등 기후변화에 따른 생태계의 영향은 복합적이면서도 연쇄적이다.

과거 빙하기에 고아무르강의 지류였던 동북한아구의 냉수성 어종들의 서식범위는 우리나라가 곧 남방한계선에 해당한다. 이러한 냉수성 어종 중 독중개나 금강모치의 남방한계선이 북상하고 있는 것으로 보이며, 과거 지리산 일대에 서식하던 독중개는 이미 지역적 멸종에 이르렀다. 그 원인으로 인위적인 간섭을 배제할 수는 없지만, 지리산이 우리나라 최초의 국립공원으로서 보호되어 왔다는 점을 감안하면 기후변화가 주요 원인이었음을 추론할 수 있다. 또한 해수면 증가와 하천 유량의 감소 및 수온 증가는 회귀성 어류의 회유에 큰 영향을 미치는데, 그 예로 최근 들어 칠성장어의 회유도가 현저히 감소된 것으로 평가되고 있다.

이와 반면 호온성 또는 광온성 생물들은 수온 증가에 따라 그 서식범위가 확장될 수 있다. 아열대산 외래식물인 물상추가 경남의 우포늪에서 월동을 하며 서식처를 넓히고 있고, 수변에서는 육상의 황소개구리라 불리는 가시박이 퍼지고 있다. 큰빛이끼벌레나 왕우렁이와 같은 외래 무척추동물이 서식처를 확장하고 있으며, 민물담치와 같은 광온성 종류는 군체를 이루며 과다 증식함으로써 배수관을 막는 등 취수장애를 일으킬 수도 있고, 다른 생물의 서식처를 잠식할 수도 있다. 국내에 도입된 외래어종은 무지개송어와 같은 양식용 어류를 제외하면 대부분이 수온의 적응 범위가 넓은 광온성 어류인데, 특히 북미의 중남부지방이 원산지인 블루길과 큰입배스가 하천상류로 서식처를 확대하고 있는 것으로 추정된다. 외래 포유동물 중에는 낙동강 하류에 서식하는 뉴트리아가 차후 적절한 관리가 이루어지지 않으면 북상할 가능성이 매우 높다. 현재 미국 남부지방의 뉴트리아가 향후 미국 전역으로 확산될 것으로 전망되고 있는 점은 우리에게 시사하는 바가 크다.

이번 포럼발제에서 다루고 있는 가평천은 과거부터 경기도를 대표하는 청정하천으로 인식되어 왔으나, 최근 기후변화와 인위적인 영향으로 수중생태계가 교란되고 있는 양상이 눈에 띄고 있다. 특히 104년 만의 가뭄으로 평가되고 있는 지난 2014~2016년에는 하천유량이 감소하여 하도가 육역화되고, 물고기들이 좁아진 서식처에서 쟁탈을 하는 과정에 상처를 입은 상태로 돌아다니는 것을 목격하기도 하였다. 이와 더불어 최근 시설농업과 팬션의 증가는 갈수기의 유량 감소와 수질 악화를 가중시켜 수중생물의 생육에 더욱 악영향을 미치고 있는 것으로 보인다. 가평천의 하도는 최근 수년간 육역화와 더불어 습생식물 및 정수식물이 크게 번무한 것으로 보이는데, 이는 기후변화와 더불어 인위적인 교란이 복합적으로 작용한 결과로 추정된다.

가평천에 서식하는 어류의 모든 종들이 정상적으로 서식할 수 있는 환경을 조성해야 하는 것이 마땅하지만, 특히 법정 보호종이나 우리나라 고유종 및 금강모치와 같은 냉수성 어종들의 서식처 적합도를 분석하고, 적절한 생태학적 지위 속에 생육할 수 있도록 하여야 한다. 이를 위해 하천의 수질보전 및 적절한 유량과 하도의 종적, 횡적 연속성과 연결성을 확보해 주어야 한다.

기후변화와 인위적인 교란에 의한 하천 생태계의 훼손은 가평천뿐만 아니라 우리나라의 보편적인 하천에서 전반적으로 나타나는 현상이다. 이러한 배경에서 환경부는 2016년에 제2차 물환경관리기본계획을 수립하면서 환경생태유량을 정의하고, 그 확보의 당위성을 적시하였다. 이에 기초하여 2018년에 과거의 「수질 및 수생태계 보

전에 관한 법률」이 물환경보전법으로 개정되면서 환경생태유량과 하천연속성 개념이 도입되고 관련 규정이 마련되었다. 또한 최근에는 물관리와 관련한 정부조직이 일원화되면서 관련 정책과 제도의 추동력이 커졌다. 문순기후대에 속하고 자연호수가 적은 우리나라의 여건에서 홍수와 한발에 대비하기 위해 조성된 대형 댐은 불가피하더라도 용도가 상실된 저수지는 하류의 하천유지용수 공급을 위해 활용하고 소규모 하천에 조성된 보는 조속히 정리하여 물길을 복원할 필요가 있다.

농어촌연구원(2016)의 조사결과에 의하면 2010년 이후 매년 약 49개소의 농업용 저수지의 용도가 폐지되고 있다. 광역상수도의 확대에 따라 활용목적이 상실된 상수원 호소나 휴경이 증가하거나, 경작지가 감소함에 따라 활용목적 상실한 저수지에 대한 실태조사와 더불어 친환경적 관리 방안을 모색할 필요가 있다. 기존 저류시설의 다기능화를 통한 환경생태용수 확보 외에도 유역의 투수율 제고를 통한 수원 함양의 확대, 물 수요관리 및 재이용 등을 통해서도 다양한 용수 확보 방안이 도출될 수 있다. 유역별로 특이적인 것이되 해당 유역에 대한 통합 유역관리 기반의 환경생태용수 확보 및 공급 계획의 수립이 필요하다.

상류에 저류시설이 없는 자연하천에서의 환경생태유량 확보를 위해 상류에 신규 댐을 건설하는 등 동 제도가 추가적인 물순환의 왜곡을 일으키는 수단이 되는 것은 지양되어야 한다. 이 경우 과거의 하천유량과 대표 서식 생물종의 서식처 적합도를 파악하고, 이에 부합하는 수준에서의 물순환의 복원을 지향해야 한다. 자연하천에서 환경생태유량은 수원함양과 더불어 물 수요관리 및 재이용을 통해 확보되어야 하는데, 이는 기술개발과 더불어 시간과 비용이 많이 소요되는 측면이 있다. 따라서 보다 비용효과적인 기법에 대한 연구와 개발이 우선되어야 할 것으로 보인다.

물 수요관리를 통한 환경생태유량 확보를 위해서는 하천법에서 정하고 있는 가뭄 시 용수배분 순위를 재조정할 필요가 있다. 가뭄이 도래하였을 때 환경문제는 전방위적으로 나타난다. 2014년과 2015년 가뭄 시 임진강 하구에서의 염수 침투로 농경지에 염해가 발생하였고, 이러한 시기에는 한강과 임진강 수계의 용수공급체계 전반이 한계 상황에 달하게 한다. 기후변화에 따른 극한가뭄은 수체의 수질 및 생태에 뚜렷한 영향을 미치는데, 이러한 시기에 철저한 물수요 관리를 시행하지 않는다면 수중생물의 피해는 불가피하다. 현재 하천법에서 정하고 있는 용수배분 우선순위에서 하천유지용수는 가장 후순위에 있는데, 충남 보령댐의 경우 2015년 8월에 하천유지용수를 31천 m^3 /일에서 4천 m^3 /일로 87%를 감량한 사례가 있다.

미국 캘리포니아에서는 2012년부터 4년간 지속된 강수량 부족으로 1,200년만의 최악의 가뭄이 발생하였을 때, 주지사는 물절약 25% 목표를 설정하고, 이 목표를 달성하지 못한 자치단체에 벌금을 부과하고, 해당 주민에게는 물 값을 두 배로 책정하는 정책을 추진하였으며, 그해 6월 용수 27%를 절감하여 목표를 초과달성한 사례가 있다. 자치단체장으로서 물 사용을 억제하는 정책을 추진하는 것이 매력적일 수는 없을 것이나, 강력한 절수를 통한 환경생태유량의 확보는 기후변화 시대에서 극한기상이 발생하였을 때 수중생물의 보호를 위해 불가피한 대책이 될 수 있다.

건천화에 따른 수생태계의 심각한 훼손을 최소화하기 위해서는 가뭄 시 물수요 관리와 연계하여 생태수리권을 보장하고, 용수배분 순위에서 하천유지유량을 우선하는 정책의 추진이 필요하다. 가뭄 시 하천법의 용수배분 조



정순서를 [하천유지용수 → 농업용수 → 생·공용수]로 재조정해야 한다. 용수공급 위기 시 생활용수를 줄여 생태용수를 유지하고, 하수를 최소화하는 선진 사례들을 귀감으로 삼아야 하고, 비상 시 생활용수에 대한 절수 및 제한급수를 강화하는 방안을 강구해야 한다.

그리고 극한기상의 강도와 빈도가 증가하고, 그에 따른 환경영향이 커지고 있는 상황에서 이에 대한 대응을 위해서는 기상·유역·하천·호수를 포괄한 국가단위 기후·수량·수질·수생태 통합 예측·관리 시스템의 개발이 필요하다. 기후변화에 대한 물환경지표(성층 강도, 탁도 등), 지표수생생물 발굴 및 생물지수를 개발하고, 취약 서식처 및 생물종에 대한 장기모니터링 및 보전 전략을 수립해야 한다.

제3토론

전 영 호

한국자연환경보전협회 부회장



‘기후와 수생태 환경변화를 통해 본 가평천의 어류군집 변동’연구에 대한 토론 자료

발표자: 홍 영 표 의장

토론자: 전 영 호(한국자연환경보전협회 부회장)

인류의 활동과 생태계는 밀접한 관계를 맺고 있습니다. 최근 약 1세기 동안 인류는 경제활동으로 많은 화석연료를 사용함으로써 자연생태계의 자정 능력을 넘어 대기 중에 이산화탄소를 배출함으로써 지구온난화라는 결과를 초래하였다는 것이 전문가들의 공통된 의견입니다. 또한 주택 및 산업단지, 경작지 등을 조성하기 위하여 자연생태계를 훼손함으로써 담수어를 비롯한 동식물의 생존을 위협하여 많은 종들이 멸종되거나 멸종위기에 처해 있습니다. 우리나라 담수어 중에서 멸종위기 야생생물 I 급은 감돌고기를 포함한 9종, II 급은 가는돌고기를 포함한 16종 총 25종이 해당됩니다.

급속한 경제발달과 그로 인한 화석연료 사용 증가는 이산화탄소 배출을 증가시켰고, 이로 인해 지구내의 평균 온도가 상승하고 있습니다. 육감으로 저의 유년 시절과 현재의 기온을 비교해 보아도 기후가 대단히 온난화된 것 같습니다. 또한 이산화탄소 증가가 가져온 지구온난화는 강우량이나 하천 유량 및 유속에 영향을 미쳐 담수생태계 즉 담수어종의 변화를 가져오고 있습니다.

유엔환경계획한국협회의 자료에 의하면 최근 지구의 주요 서식지 형태 중에서 담수지역에서의 생태학적 다양성이 가장 심각하게 위협받고 있다고 합니다. 세계야생보호기금(WWF)의 “살아있는 지구 지표”(WWF Living Planet Index)에 따르면 담수지역에 사는 어류 종이 1970년대 이래로 세계 평균의 절반까지 줄어든 것으로 나타났으며, 이는 해양 어종의 30% 감소와 산림지역 생태학적 다양성의 10% 감소한 것과 비교해 볼 때 매우 심각한 수준이라고 합니다. 전세계 어종 25,000종 중 40%에 해당하는 1만종이 담수에 살고 있으나, 담수는 전세계 물의 2.5%에 불과하며, 빙하수와 지하수를 제외한다면 0.01%에 채 미치지 못한다고 할 때 얼마나 심각한지 짐작할 수 있습니다.

이번에 홍영표 박사님이 연구 발표한 ‘기후와 수생태 환경변화를 통해 본 가평천의 어류군집 변동’이라는 주제는 현재 인류가 몸살을 앓고 있는 지구온난화 문제와 연계하여 조명했을 뿐만 아니라, 1984년대부터 2020년까지 약 36년이라는 장기간에 걸쳐 북한강의 지류인 가평천을 대상으로 하여 어류의 서식종과 개체군의 변화를 추적 분석함으로써 수생태계의 변화를 탐색했다는 점에서 매우 의의가 있다고 할 수 있습니다.

특히 본 연구에서는 지구온난화에 따른 기온 상승은 수온에 영향을 미치고, 수온의 상승은 수중 미생물의 활동에 영향을 미치며, 또한 최근 질소와 인산염의 증가로 수생태계에 커다란 영향을 미치고 있다고 의견을 내었습니다.



다. 또한 우리나라에 설치된 34,000여개의 농업용 보는 이동하는 물고기의 짝짓기와 먹이활동을 방해하고, 흐르는 물의 흐름을 늦추어 수온을 상승하게 한다는 점과 함께 결국 이러한 기후 변화와 환경변화에 따른 수생태계의 변화는 물속의 최종 소비자인 어류의 종과 개체수에 영향을 미친다는 의견을 내었는데 이에 공감을 표합니다.

본 연구는 가평천을 중심으로 1984년 최기철 박사님이 조사한 자료와 1998년 제2차 전국자연환경조사에서 부터 현재 진행 중인 제5차 전국자연환경조사까지 장기간에 걸친 데이터와 연구결과를 비교하면서 가평천 유역에 서식하고 있는 어류군집과 다양성, 그리고 우세종과 희소종, 특히 감소해 가는 종을 중심으로 비교 분석한 점은 신뢰할만한 가치 있는 연구라 할 수 있습니다. 다만 앞으로 일정한 날짜와 구역을 지정하고 일관되게 장기간 조사해야 좀 더 신뢰할만한 데이터를 얻을 수 있지 않을까 사료됩니다.

본 연구결과, 조사지역의 수환경은 조사 지역이 대부분 산악지형으로 오염원이 적고 물이 맑아 비교적 우수하였으나, 상류지역은 시골농가나 펜션 그리고 많은 경작지 등에서 배출되는 생활오수의 하수처리가 수세식 정화조에 의존하는 결과로 유출수는 많은 질소와 인산염을 포함하고 있을 뿐만 아니라, 밭에 뿌려지는 잉여량의 비료는 강우 시에 모두 하천으로 흘러 들어와 수질을 오염시키고, 수변식물을 잘 자라게 해 빛을 차단하여 어류 종의 분포에 변화를 일으키게 하였다고 고찰하였습니다.

또한 하천관리와 유량확보를 위해 설치된 많은 보들은 물의 흐름을 늦추고, 정체시기의 증가를 통해서 수온을 상승시킴으로써 어류의 짝짓기, 먹이활동을 제한한다고 지적하였습니다. 여기에 최근 기후변화에 따른 온난화와 급작스런 일기의 변동은 변온동물인 어류들에게는 매우 치명적이라고 언급하였습니다. 위 연구 결과에서 나타난 것처럼 이러한 보의 증가와 유기물의 증가는 멸종위기종과 천연기념물, 많은 한국고유종들의 서식지 파편화와 연결되는 것으로 보인다고 의견을 제시하였습니다.

전적으로 연구자의 의견에 동의하며, 앞으로 정부나 지방자치기관에서는 이를 관리하기 위한 분리 상하수도의 매설과 하수전문처리장을 설치하여 담수어가 살기 좋은 수질과 환경으로 개선할 필요가 있다고 생각합니다. 그리고 가평천의 수온 변화에 따른 어류 동태 그리고 먹이원과의 관계를 지속적으로 조사하여 기후변화가 수생태계에 미치는 영향을 예측하고 대비해야 할 것입니다. 나아가 담수 생태학에서 추출된 자료를 보다 효과적으로 분석할 수 있는 분야 간의 학제 간 연구도 필수적으로 이루어져야 합니다. 다만 수량을 확보하고 토사의 퇴적을 막을 목적으로 만들어진 보에 대해서는 좀 더 연구하여 보완 대책을 강구할 필요가 있다고 하겠습니다.

2008년 대한환경공학회지 특집호에 실린 주기제 등의 연구논문 주제인 ‘기후변화와 담수 생태계: 변화와 대응’에는 눈여겨볼 만한 내용이 있습니다. 지구온난화의 영향으로 2030년까지 남반구의 경우 0.5도, 북반구의 경우 2도까지 온도가 상승할 것으로 예측하고 있으며, 21세기 후반까지는 1.1도에서 6.4도까지 지구 표면온도가 상승할 가능성이 있다는 것입니다. 만약 지구 온난화로 인해 수온이 상승하여 어류가 견딜 수 있는 수온을 넘어서게 되면 어류는 하천내의 다른 적합한 장소를 찾아 이동하거나 절멸하는 것이 일반적인 특징이라고 합니다.

어류는 변온동물로서 하천의 수온과 장애물 그리고 영양염에 큰 영향을 받습니다. 기후변화 및 지구온난화 현상은 저위도 지방의 어종들의 종다양성을 감소시키거나 사라지게 만드는 요인이 되고 있습니다. 또한 먹이가 되는 동·식물, 특히 수서곤충의 경우, 수온 변화에 따른 우화 주기(life history)가 변하여, 먹이 연쇄로 인한 어류상

의 변화도 향후 밝혀져야 할 사항입니다. 기후 변화에 의한 담수생태계의 변화는 오랜 시간동안 모니터링을 하여야 파악이 가능합니다.

앞으로 화석연료 사용으로 발생하는 지구온난화를 줄일 수 있는 대책, 생활오수 유입에 대한 하수처리장 설치, 질소나 인산염 유입 방지, 수량 확보를 위해 설치된 보 등에 관심을 갖고, 정부와 지방자치기관 그리고 생태 전문가, 국민들이 함께 지혜를 모아 장기적인 계획을 세워 지속적으로 조사를 하고 보호 대책을 세워 담수어를 보존하는데 최선을 다해야 할 것으로 생각합니다.



제3주제

기후변화 시대 바이러스 감염병 발생 원인과
One Health를 고려한 대책

류재근

한국에코과학클럽 회장

Microbiologist

Seoul National University of Master of Public Health,

Doctor of Philosophy(MPH, Ph.D.)

기후변화 시대 바이러스 감염병 발생 원인과 One Health를 고려한 대책

류 재 근

한국에코과학클럽 회장

Microbiologist

Seoul National University of Master of Public Health, Doctor of Philosophy(MPH, Ph.D.)

2019년 중국 우한 지역에서 발생된 코로나19 바이러스는 박쥐, 천산갑, 고래 등 동물에서 유래한 것으로 여러 학회 발표를 통해 보고되고 있습니다. 일차적인 발생 원인으로 박쥐에 주목하고 있는 것이 세계 추세입니다.

팬데믹으로 번진 코로나19 바이러스는 중국을 비롯한 아시아를 넘어 유럽, 미국, 남미, 아프리카까지 퍼져 세계적으로 확진자가 5천만 명에 달합니다. 이 중 약 130만 명이 사망했습니다. 우리나라 현황을 보면 지난 11월 22일 기준 3만733명이 확진 판정을 받았고 505명이 사망했습니다.

우리나라는 다른 나라들에 비해 방역 수준이 선진적 수준이라고 평가 받고 있습니다. 여기에는 세계 최고 수준의 정보시스템과 마스크 쓰기, 손 씻기 등 국민들 의식 또한 높은 것이 한 몫 했습니다. 특히, 우리나라 수처리 는 세계적 수준이며, 어디서든 손을 씻을 수 있는 시스템이 잘 갖춰져 있고, 거리두기도 여느 나라보다 잘 지켜지는 것으로 나타나고 있습니다.

이처럼 우리나라 방역 시스템, 환경관리 시스템은 세계 최고 수준을 자랑하기 때문에 이번 기회에 이러한 기술을 하나의 수출산업으로 육성하면 좋겠다는 생각을 합니다. 이러한 맥락에서 이번 코로나19 예방에 있어 인수공 통전염병 및 야생동물 관리 시스템에 대하여 발표하고자 합니다.

‘코로나바이러스’는 박쥐를 통해서 전염된 것으로 추정되고 있는데, 단봉낙타와 접촉을 통해서 발생했던 메르 스와 같이 인수공통감염병이다. 메르스는 2015년 186명이 감염돼 38명의 사망자를 냈던 감염병으로 아직도 기 억이 생생하다. WHO에 따르면 최근 20년간 신종 전염병의 60%가 인수공통감염병이며, 이 중 75%가 야생동물 에서 전염되었다고 한다. 20세기 들어 인구가 폭발적으로 증가하면서 야생동물의 서식지가 축소되고, 인간과 동 물의 접촉이 빈번해지면서 동물에만 나타나던 바이러스가 사람에게 전염되고 있다.

지구에 사는 척추동물을 무게로 보면, 사람이 32%, 가축이 67%를 차지하고 있다. 오직 1%만 야생에 남아있는 데도 사람들은 멸종위기라는 코뿔소 코를 잘라먹고, 살아 있는 곰에 호수를 끼워서 쓸개즙을 채취하고 있다.

이번 코로나바이러스도 박쥐를 먹는 식습관에서 비롯되었다고 하니, 자연의 역습인 셈이다. A4 한 장 넓이의

닭장에 갇힌 채 알을 낳는 산란계가 조류독감에 걸리지 않으면 더 이상한 일이다.

사람의 '인권'만 주장할 것이 아니라, 최소한의 '동물권'도 보장해 주어야 한다. 우리는 지구의 주인도 아니고 동물들의 창조주도 아니다. 우리는 다만, '공동의 집' 지구에서 동물과 함께 살고 있는 동거인일 뿐이라는 사실을 잊어서는 안되겠다.

2002년의 '사스(SARS; 중증 급성 호흡기 증후군)', 2015년의 '메르스(MERS; 중등 호흡기 증후군)', 그리고 금년의 '코로나바이러스감염증-19(COVID-19, 이하 코로나19)' 등은 모두 오랜 기간 동안 인간에게 경미한 감기를 일으키던 코로나 바이러스의 변종이라고 보고하고 있다.

출현(emerging) 바이러스는 대부분 RNA 변이에 의하여 새롭게 생성되며, 분자생물학의 발전으로 원인 미상 질병들이 새로운 바이러스에 기인하는 것으로 밝혀지고 있다. 야생동물을 통하여 사람과 동물을 감염시키는 주요 바이러스에 대해 알아보고, 이에 대비한 새로운 차원의 one health 관리 기법을 소개하고자 한다.

1. 21세기 신종 바이러스 전염병의 발생 현황

1990년대 이후 전에 없던 새로운 전염병이 나타나고 이미 퇴치한 것으로 여겨졌던 전염병이 다시 유행하면서, 전염병은 다시 전 세계적인 보건문제로 대두됐다. 결핵, A형간염, 세균성 이질 등 기존 전염병에 더해 코로나 바이러스, 사스, AI 등 신종 전염병이 등장하고 있다.



그림 1. 감염병 대유행의 역사

1) 코로나 바이러스(Coronavirus, COVID-19)

코로나바이러스-19(코로나19)는 감염자의 비말(침방울)이 호흡기나 눈·코·입의 점막으로 침투될 때 전염된다. 여기서 비말감염은 감염자가 기침·재채기를 할 때 침 등의 작은 물방울(비말)에 바이러스·세균이 섞여 나와 타인에게 감염되는 것으로 통상 이동거리는 2m로 알려져 있다. 눈의 경우, 환자의 침 등이 눈에 직접 들어가거나, 바이러스에 오염된 손으로 눈을 비비면 눈을 통해 전염될 수 있다. 여기에 중국 당국은 2월 19일 공기 중에 떠 있는 고체 또는 액체 미립자, 즉 에어로졸에 의한 코로나19의 전파 가능성을 처음 인정한 바 있다.

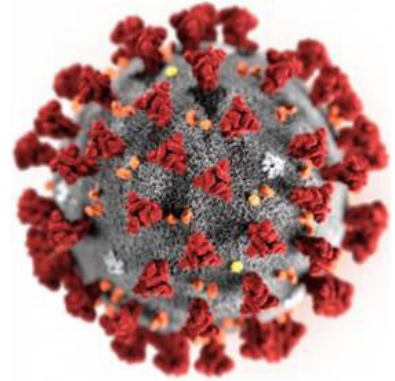


그림 2. 코로나 바이러스

2) A형간염(Hepatitis A)

감염자의 대변을 통해 전염되는 병으로, A형간염 바이러스(hepatitis A virus, HAV)에 오염된 음식이나 물이 전파경로가 된다. A형간염 환자 수는 2006년부터 증가하기 시작하여 2009년도에 1만 5,231명으로 최고점을 찍었다. 2010년 7,655명, 2011년 5,521명 등 점차 줄어들고 있으나, 깨끗한 환경에서 자란 20~30대의 발병률이 급증하는 양상을 보인다.

어린시절 A형간염에 걸리면 증상이 거의 없으나, 성인이 되어 발병하게 되면 황달뿐 아니라, 간부전, 신부전 등 심각한 합병증을 일으킬 확률이 높아진다. 항체가 없는 20~30대에 예방접종이 적극 권장된다. 일년 중 초여름인 6월에 가장 많이 발생한다.

〈그림 A형간염〉

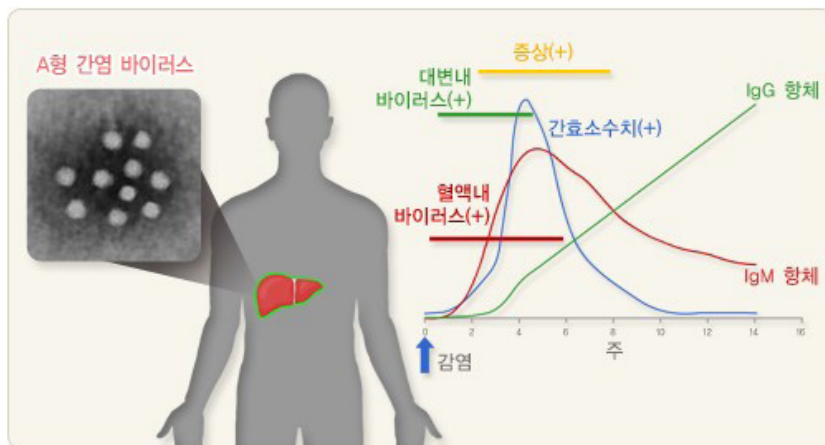


그림 3. A형 간염 바이러스가 간에 미치는 영향

3) 후천성 면역결핍증(Acquired Immunodeficiency Syndrome, AIDS)

에이즈는 HIV(인체면역결핍바이러스)가 몸 속에 침입하여 면역세포를 파괴시켜 면역 기능이 저하되면 정상 상태에서는 거의 발생하지 않는 각종 전염병이나 암 등이 생겨서 사망하게 되는 질병이다. 2013년 기준 한국의 HIV 보균자와 에이즈 환자는 8,662명으로 성별로는 남자 92.1%(7,978명), 여자 7.9%(684명)로 나타났다. 세계적으로는 3,500만명이 감염자로 살고 있으며, HIV가 발견된 후 7,800만명이 감염되었고, 3,900만명이 에이즈 관련 질환으로 사망한 것으로 추산된다. 2001년 이후 에이즈 감염률은 감소 추세에 있다.

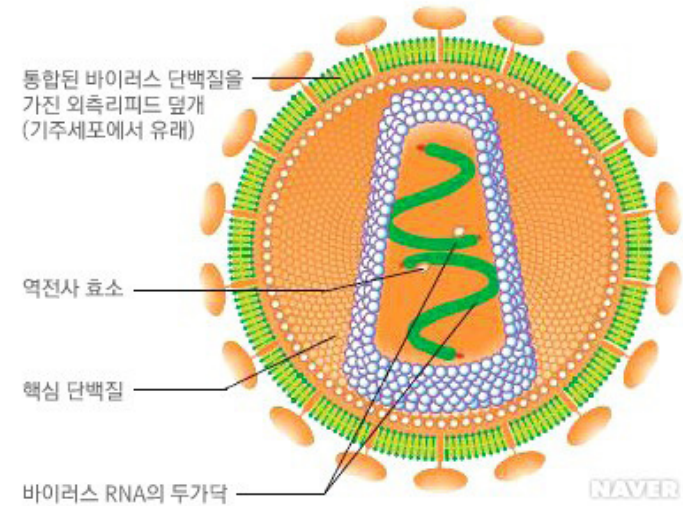


그림 4. HIV바이러스

4) 사스(Severe Acute Respiratory Syndrome, SARS·중증급성호흡기증후군)

중증급성호흡기증후군은 2002년 11월부터 중국 광둥지역에서 발생되어 홍콩, 싱가포르, 베트남, 캐나다 등 전 세계로 확산됐던 신종 전염병이다. 세계보건기구의 발표에 따르면 2003년 한 해 동안 세계적으로 8,096명이 감염되어 이 중 774명이 사망했다. 사스는 아직 백신이나 예방약이 개발되어 있지 않다. 대유행 당시 한국은 노무현 정부의 신속한 대처로 확진 환자는 한 명도 나오지 않아 WHO로부터 사스 예방 모범국이라는 평가를 받기도 했다. 사스는 신종전염병 증후군의 하나로 제4군 법정전염병에 지정되어 있으므로 사스가 의심되는 환자를 진료한 의료기관은 즉시 보건당국에 신고해야 한다.

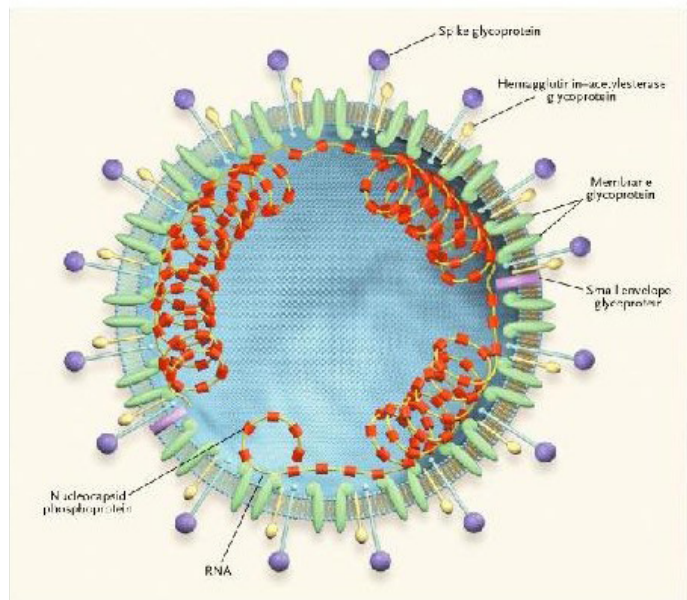


그림 5. SARS바이러스

5) AI(Avian Influenza, 조류독감·H5N1)

조류인플루엔자는 닭 · 칠면조 · 오리 · 야생조류 등에 감염되는 바이러스로 한국에서는 제1종 가축 전염병으로 분류하고 있다. 고병원성인 경우, 인간에게도 감염되어 1997년 홍콩에서 6명이 사망하였고, 2004년 베트남에서는 16명이 사망하였다. 한국에서도 2003년 12월 충청북도 음성에서 조류독감이 발생해 전국적으로 확산되었으나, 약병원성으로 인체에는 전염되지 않는 것으로 확인되었다.

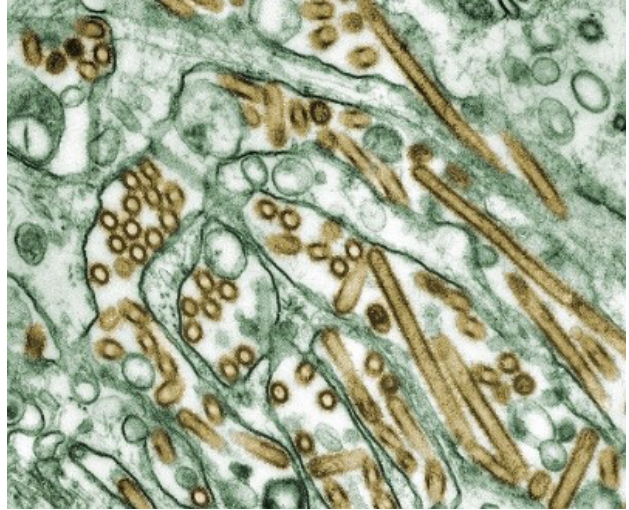


그림 6. AI 바이러스

How Infected Backyard Poultry Could Spread Bird Flu to People

Human Infections with Bird Flu Viruses Rare But Possible

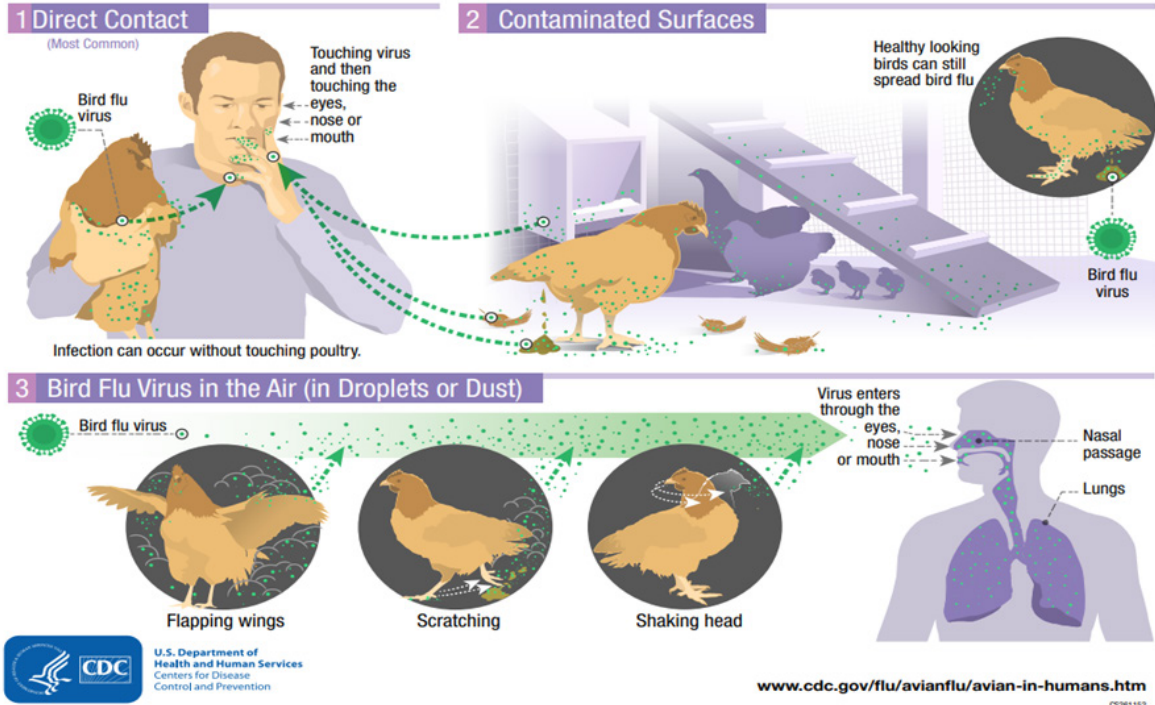


그림 7. 조류독감이 사람에게 옮겨지는 경로



그림 8. 조류독감에 걸린 닭 살처분

표 1. 주요 A형 인플루엔자 특성

	H5N1조류인플루엔자인체감염증	H1N1 신종인플루엔자	H7N9 동물인플루엔자 인체감염증
속칭	조류독감	조류독감	조류독감
감염경로	조류→사람	사람→사람	조류→사람
잠복기	2-8일	1일-4일	2-8일
전염기	발병 전 1일	발병전1일-7일	발병 전 1일
증상	발열, 기침, 인후통	발열, 기침, 인후통	발열, 기침, 인후통, 극도의 피로감
특성	사람간 전파 쉽지 않음, 전파되면 중증	사람간 전파 쉬움, 사망률 낮음	사람간 전파 쉽지 않음, 전파되면 중증
감수성집단		노약자층	중년층
사망률	61%	0.46%	28.5%

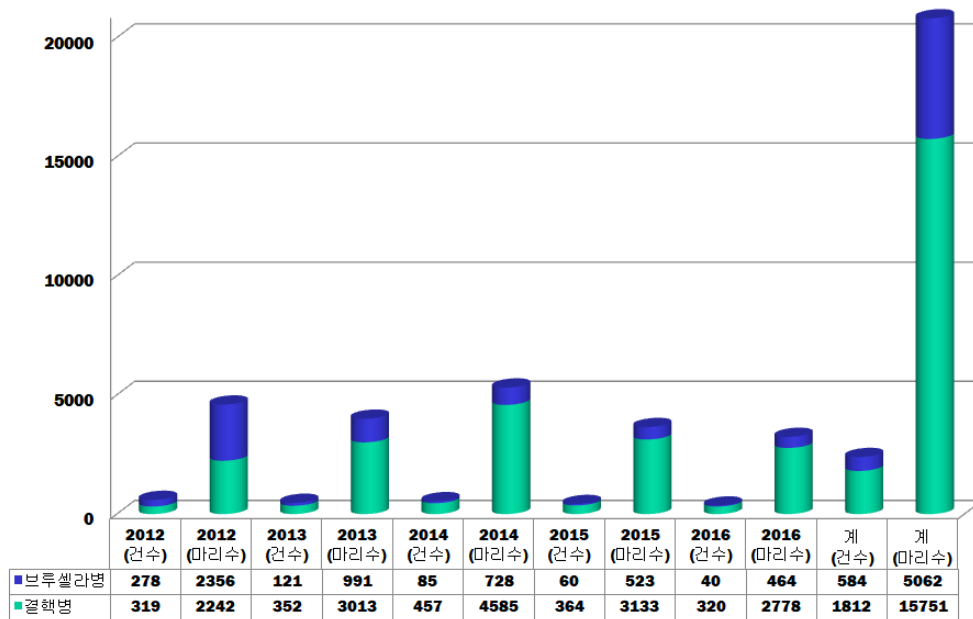


그림 9. 매몰지: 공공보건 위협

6) 구제역(Foot-and-mouth disease)

발굽이 2개인 소·돼지 등의 우제류 가축이 구제역 바이러스에 노출되어 감염되는 법정전염병을 말한다. 발병 후 1~2일이면 입술, 혀, 잇몸, 콧구멍, 발, 젖꼭지 등에 물집이 생기며, 다리를 절고 침을 흘린다. 동시에 식욕을 잃고 젖이 나오지 않게 된다. 이후 24시간 안에 수포가 파열되며 궤양이 만들어진다. 호흡이나 배설물을 통해 전파되며, 바람을 타고 수십 km씩 이동해 전염 속도가 매우 빠르다. 치사율 5~75%인 치명적 전염병이다.

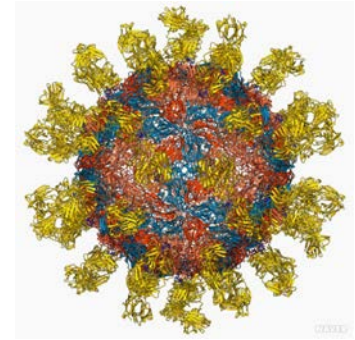


그림 10. 구제역 바이러스

7) 아프리카돼지열병(African Swine Fever, ASF)

이병률(감염된 동물의 비율)이 높고 고병원성 바이러스에 전염될 경우, 치사율이 거의 100%에 이르는 바이러스성 출혈 돼지전염병으로, '돼지 흑사병'으로도 불린다. 우리나라에서는 이 질병을 가축전염병예방법상 제1종 가축전염병으로 지정하여 관리하고 있다.

ASF는 주로 감염된 돼지의 분비물(눈물, 침, 분변 등) 등에 의해 직접 전파되는데, 잠복 기간은 약 4~19일이다. 다만 ASF는 인체에는 영향이 없고 다른 동물에도 전염되지 않으며, 돼지와 야생멧돼지 등 돼지와 동물에만 감염된다. 이 병에 걸린 돼지는 고열(40.5~42℃), 식욕부진, 기립불능, 구토, 피부 출혈 증상 등을 보이다가 보통 10일 이내 폐사한다.

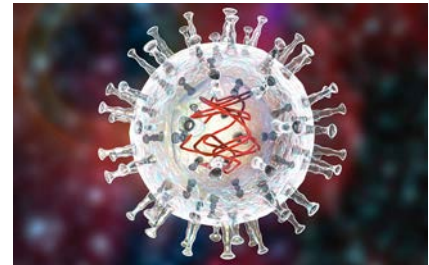


그림 11. 아프리카 돼지열병 바이러스

8) 노로바이러스(Norovirus infection virus)

노로 바이러스 감염증은 노로 바이러스에 의한 유행성 바이러스성 위장염이다. 노로 바이러스는 나이와 관계없이 감염될 수 있으며, 전세계에 걸쳐 산발적으로 감염이 발생하고 있다. 사람이 노로 바이러스에 감염되면 평균 24~48시간의 잠복기를 거친 뒤에 갑자기 오심, 구토, 설사의 증상이 발생한 후 48~72시간 동안 지속되다 빠르게 회복된다. 소아에서는 구토가 흔하고, 성인에서는 설사가 흔하게 나타난다. 두통, 발열, 오한 및 근육통과 같은 전반적인 신체증상이 동반되는 경우가 많다.

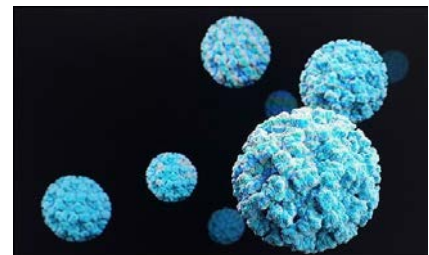


그림 12. 노로바이러스

2. 원헬스(One-Health) 시대 전염병 관리체계 구축이 필요하다.

원 헬스(One Health)는 사람, 동물, 생태계 사이의 연계를 통하여 모두에게 최적의 건강을 제공하기 위한 다학제적 접근을 의미한다. 인간과, 동물, 생태계의 건강은 분리할 수 없다는 것을 의미하는 것이기도 하다.

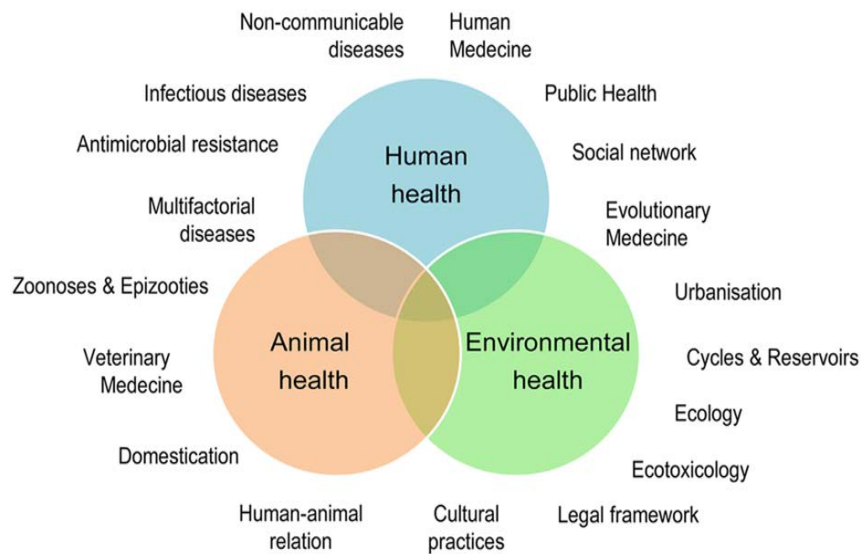


그림 13. 원 헬스를 구성하는 세 가지 축인 사람, 동물, 환경

- 비전염성 질병(Non-communicable disease)
- 한의학(Human medicine)
- 공중보건(Public health)
- 소셜네트워크(Social network)
- 진화의학(Evolutionary medicine)
- 도시화(Urbanisation)
- 생태학(Ecology)
- 환경독성학(Ecotoxicology)
- 법체계(Legal framework)
- 재배법(Cultural practice)
- 인간과 동물의 관계(Human-animal relation)
- 가축화(Domestication)
- 수의학(veterinary medicine)
- 인수공통전염병(Zoonoses) 및 동물전염병(Epizooties)
- 다인성 질환(multifactorial disease)
- 항생제 저항성(Antimicrobial resistance)
- 전염병(infectious disease)

3. 박쥐와 코로나바이러스의 관계

박쥐의 몸속에는 137여 종의 바이러스가 있다. 그것들은 중간 숙주를 거쳐 인간에게 전파된다. 니파와 사스, 에



그림 14. 박쥐

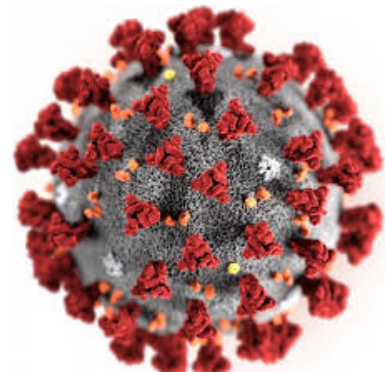


그림 15. 코로나 바이러스

볼라, 메르스, 최근의 코로나19까지 감염병 바이러스의 숙주를 찾다보면 그 끝에 ‘박쥐’가 등장한다. 그래서 박쥐는 여전히 인간에게 혐오의 동물이다. 박쥐는 계속 사라지고 있다. 현재 지구상의 박쥐 중 50% 이상이 멸종 위기에 처해 있다. 이것은 절대 다행스러운 일이 아니다. 박쥐는 그동안 곤충의 개체수를 조절하고, 식물의 수분작용을 도우며 영양소를 분산시키는 역할을 해 왔다. 이들은 생태계에서 절대 없어져서는 안 될 존재다.

4. 박쥐의 생태계 파괴로 인류를 습격하는 바이러스 문제 발생

지난 1월, 호주 퀸즐랜드 주 힌친브룩에 위치한 잉엄이라는 마을에 30만 마리의 박쥐가 몰려들었다. 박쥐로 새까매진 하늘을 보며 마을 주민들은 두려움에 떨었다. 박쥐가 마을을 점령하면서, 아이들은 학교에 등교하지 못했고, 비상 헬리콥터는 병원에 착륙하지 못했다. 박쥐가 인간에게 전염시킬 수 있는 인수공통 바이러스는 61종. 박쥐가 인간의 생활반경과 가까워질수록, 박쥐가 갖고 있는 인수공통 바이러스는 인간에게 더 쉽게 전염된다.



그림 16. 나무에 매달려있는 박쥐



그림 17. 밤에 활동하는 박쥐 모습

인수공통감염병 (Zoonosis)

Anthropos(인류) Zoo(동물) nosis(질병)
(Zoon: Animal, Noson: Disease)
- 동물(척추)과 사람간에 전파되어 감염되는 질병
WHO 1952

- 인체 감염병의 약 60% 인수공통
- 많은 동물에서 나타나며, 증세와 경로가 다양

Avian Influenza
Severe Acute Respiratory Syndrome (SARS)
Monkeypox virus
Rabies virus
Brucellosis
Ebola virus
West Nile virus
Nipah virus
Bovine tuberculosis (*Mycobacterium bovis*)



그림 18. 인수공통전염병(Zoonosis)의 종류

※ 인수공통전염병: 인수공통전염병은 동물에서 사람으로 혹은 사람에서 동물로 전염되는 병으로 ‘zoonoses’는 그리스 어원인 동물(zoon)과 병(nosos)이 합쳐진 단어이다. 1400여 개의 인간에게 병을 일으키는 미생물의 약 60%가량이 인수공통전염병을 일으킨다고 알려졌고, 연간 수만 명이 인수공통전염병에 감염된다.

자연환경(야생동물)을 기반으로 하는 One Health



그림 19. 사람 중심의 감염병 연구, 투자



그림 20. 야생동물 기반 감염병 관리 (질병의 근본적 예방 및 상생)

5. 사육밍크의 코로나바이러스 변종 발견

- 덴마크 농장 밍크 1,500만 마리의 최후 -

덴마크혈청연구소는 지난 6월부터 덴마크 북부지방의 밍크농장 농부들이 코로나바19 변종에 감염된 사례를 밝혀내었다. 덴마크는 세계 최대의 밍크모피 생산국으로 매년 1,900만개의 밍크모피를 출시하였다.

마우누스 호이니커(Magnus Heunicke)보건부장관은 코로나19 감염자 중 783명이 덴마크 북서부 농장의 사육밍크와 관련이 있다고 밝혔다. 감염된 지역은 북부 노르윌란지역의 농장 60여 곳에서 감염이 확산되었고, 타 지역 46개소에서도 감염된 것으로 추정하였다.

덴마크 정부는 감염된 밍크농장의 반경 7.8km²권을 봉쇄하고, 사육밍크 1,500만 마리(시가 7억8,500만 달러)를 일산화탄소(CO)로 도살처분하기로 하고, 군 병력, 장비 지원 아래 경찰관,공무원들을 동원하여 추진하고 있다.



그림 21. 덴마크 농장에서 사육한 흰 밍크(왼쪽) 및 갈색 밍크 어미와 새끼들(오른쪽)

밍크농장의 코로나바이러스 병종의 발생은 덴마크가 처음이 아니며, 네덜란드, 스웨덴, 스페인, 이탈리아, 미국에서도 같은 사례가 발생하여 WHO에 이미 통보하였다.

지난 6월 21일 모겐스 옌센(Mogens Jensen) 환경식품부장관은 북부지역에서 코로나19 변종에 감염된 밉크로부터 농장의 개에게 전염되었다고 발표하면서 농장 주변 주민과 가축에게 전파되지 않도록 철저한 위생적인 일상 실행을 당부하였다.

6. 산림과 함께 사라지는 서식지 문제 발생

그럼에도 박쥐는 점점 더 인간과 가까워지고 있다. 산불과 가뭄, 산림파괴 등으로 서식지가 사라지고 있기 때문이다. 지난 2016년까지 26년간, 세계 산림면적의 1,324,000km²가 사라졌다. 한반도의 6배에 달하는 면적이다. 서식지를 잃은 박쥐는 인간이 거주하는 마을로 이동했다. 1990년대 말 말레이시아에서 발생한 신종 바이러스 니파(Nipahvirus)는 서식지를 잃은 과일박쥐가 양돈 농장에 드나들면서 중간 숙주인 돼지를 거쳐 인간에게까지 전파된 사례였다.

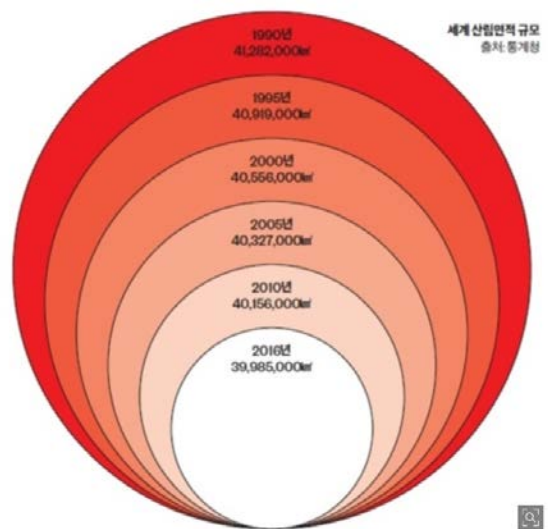


그림 22. 세계 산림면적 규모(출처 : 통계청)



그림 23. 호주 산불

7. 산림생태계가 사라지면 기온이 올라가 기후변화를 초래

산림 파괴는 기후위기를 촉발하기도 한다. 산림청에 따르면, 세계 온실가스 배출량의 17.4%가 산림 파괴에서 비롯된다. 산림은 기후와 불가분의 관계다. 산림은 공기 중의 온실가스, 주로 이산화탄소를 흡수하고 산소를 배출하는 역할을 한다. 산림이 사라지면 공기 중의 이산화탄소가 흡수되지 못한다. 이산화탄소를 비롯한 메탄, 이산화질소 등 온실가스는 지구의 온도를 상승시키는 주범이다. 태양 복사 에너지의 30%가 온실가스 층에 가로막혀 다시 대기로 돌아오기 때문이다. 세계 주요국 산림현황을 보면 유럽이나 중국 등 산림면적이 30% 미만이다.

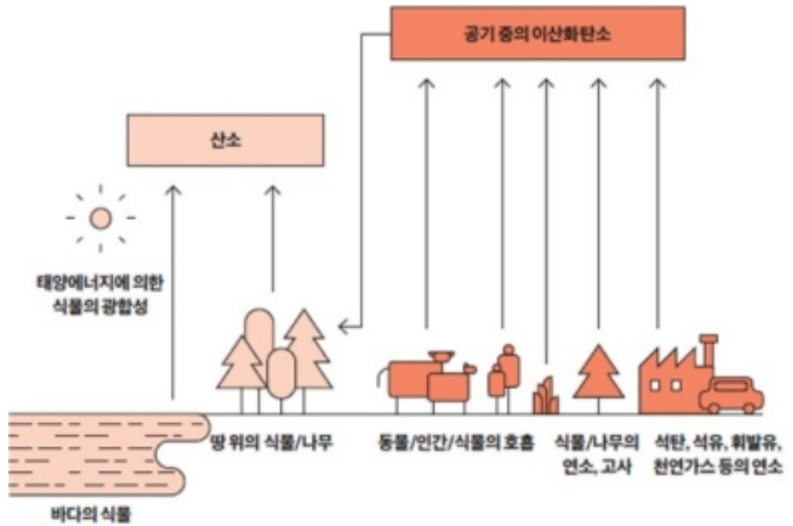


그림 24. 산림생태계가 사라지면서 기후변화가 초래한 변화

표 2. 국내·외 주요국의 산림현황

국가	산림율(%)	국가	산림율(%)	국가	산림율(%)
핀란드	72.9	캐나다	34.1	스위스	31.0
스웨덴	68.7	미국	33.2	뉴질랜드	30.9
일본	68.5	노르웨이	33.1	프랑스	29.0
대한민국	63.0	독일	31.8	호주	19.4
스페인	36.4	이탈리아	31.1	영국	11.9



그림 25. 울창한 산림

8. 기후변화에 따른 기온상승으로 각종 전염병이 전파된다.

지구의 온도가 상승하면 전염병의 위험은 더욱 높아진다. 세계보건기구(WHO)는 기온 상승 등의 기후변화가 질병을 매개로 하는 동물 분포의 변화를 가져와 인류 건강에 영향을 미칠 것이라 경고했다. 국내외 학자들도 기온 상승으로 인한 전염병 확산을 우려해 왔다. 기온 상승이나 대기환경의 변화로 바이러스 매개 동물의 수명이 연장되거나, 품종이 변화되거나, 성장속도가 빨라진다는 것이다. 이들에 따르면 최근 신종 인수공통전염병3이 세계적으로 발생하고 있으며, 신종 전염병의 75% 이상이 동물에서 유래했다.

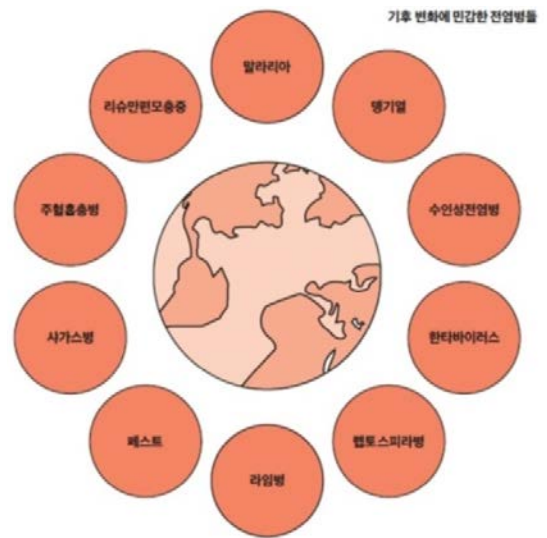


그림 26. 기후상승에 따라 전파되는 각종 전염병

- 말라리아(Malaria)
- 뎅기열(Dengue fever)
- 수인성 전염병(Water-borne infection)
- 한타바이러스(Hanta virus)
- 렙토스피라병(Leptospirosis)
- 라임병(Lyme disease)
- 페스트(Plague)
- 사가스병(Chagas' disease)
- 주혈흡충병(Schistosomiasis)
- 리슈만편모충증(Leishmaniasis)

9. 21세기 지구촌에 치명적인 감염병이 돌면 세계 인구 8,000만 명 이상이 사망할 수 있다고 예측



그림 27. 지구촌 각 나라에 발생하는 전염병 명을 정리한 그림



주요 전염병 종류는 다음과 같다.

1. 웨스트 나일 바이러스(West Nile virus)
2. 하트랜드 바이러스(Heartland virus)
3. 엔테로바이러스 D-68(Enterovirus D68)
4. 크립토스포리듐 [Cryptosporidium, Kryptosporidien]
5. 파와산 바이러스(Powassan virus)
6. 장출혈성 대장균(*e. coli* O104:H4)
7. 에볼라 바이러스 [Ebola virus]
8. 내성을 가진 말라리아(Drug - resistant malaria)
9. 디프테리아 (Diphtheria)
10. Akhmeta virus (AKMV)
11. 중동호흡기증후군 코로나바이러스(MERS-CoV)
12. 리프트 계곡열(Rift valley fever)
13. 장티푸스 [Typhoid fever]
14. 중증 열성 혈소판 감소 증후군 바이러스 (SFTS virus: SFTSV)
15. 병원성 대장균 O157(*E. coli* O157:H7)
16. H5N6 influenza
17. H10N5 influenza
18. H7N9 Influenza
19. H5N1 Influenza
20. 사스(중증급성호흡기증후군, SARS)
21. 니파바이러스 [Nipah virus]
22. 헨드라 바이러스 [Hendra virus]
23. Human monkeypox
24. 엔테로바이러스71(Enterovirus 71, EV71)
25. 인간면역결핍바이러스(HIV, Human immunodeficiency virus)
26. 에볼라바이러스 [Ebola virus]
27. 지카바이러스 [Zika virus]
28. 흑사병 [Plague]
29. MDR/XDR tuberculosis
30. 마르부르그바이러스 [Marburg virus]
31. 콜레라 [Cholera]
32. 황열병(Yellow fever)
33. 아프리카 수면병(African trypanosomiasis)
34. 뎅기열(Dengue)
35. 급성이완성척수염(AFM, Acute flaccid myelitis)
36. 한타바이러스 폐증후군(Hantavirus pulmonary syndrome)
37. 탄저병 [Anthrax]
38. 아데노바이러스 14(Adenovirus 14)
39. 2009 H1N1 influenza
40. Bourbon virus
41. Human monkeypox
42. 홍역(Measles)
43. *E. coli* O157:H7
44. 원포자충증 [Cyclosporiasis]
45. H3N2v influenza
46. 항생제 내성병(Antimicrobial resistant threats)
47. CRE(카바페뮴계 항생제에 내성을 가진 장내세균 속군중)
48. 메티실린-내성 황색포도상구균(MRSA)
49. C.diff(*Clostridium difficile*)
50. N.gonorrhoeae
51. C형 간염 [Hepatitis C]
52. 변종 크로이츠펠트-야코프병(vCJD)
53. 라임병 [Lyme disease]
54. 라싸열 [Lassa fever]

인류를 공포로 몰아넣을 무서운 경고는 계속되고 있다. WHO와 세계은행의 공동조직인 세계준비감시위원회(GPMB)는 지난해 9월 보고서를 통해 전 세계가 전염병 확대에 직면했다고 밝혔다. 유행성 질환은 더욱 자주 발견되며, 관리가 어렵고 충격이 상당한 병원균이 빠르게 증가하고 있다는 것이다. 또한 세계준비감시위원회는 100년 전 스페인 독감과 비슷한 전염병이 현 시기 발생한다면, 전 세계 인구 5,000~8,000만 명이 사망할 수 있다고 내다봤다. 1918년 발병한 스페인 독감으로 전 세계 인구 3분의 1이 병들었고, 전체의 2.8%에 달하는 5,000만 명이 사망했다.

10. 21세기 신종 전염병에 의해 사망은 계속 증가한다.

의료산업과 의료기술이 발전해도 감염병으로 인한 사망률은 줄어들지 않는다. 대한민국의 감염병 사망자 수는 1986년 7,382명에서 2016년 7,946명으로 오히려 늘었다. 미국도 다르지 않다. 1986년 미국에서 감염병으로 사망한 사람은 3만 1623명이며, 2016년에는 7만 52명으로 두 배 이상이 늘었다. 특히 최근 20년간의 지구의 기온 상승으로 아열대지역에서 주로 전파되던 인수공통전염병이 전 세계적 매개성 전염병으로 급속히 확대되고 있다. 한국질병관리본부에 따르면, 국내 말라리아 환자는 1990년에 6명에서 2006년 2,051명으로 급격하게 증가했다. 한국은 OECD국가 중 말라리아 발생률 1위를 기록하고 있다. 뎅기열 환자도 2001년 6명에서 2006년 35명으로 늘었다. 쯤쯤가무시증은 1994년 첫 환자가 발생한 이후 2007년 6,480명으로 확산됐다. 인구 10만 명당 법정 감염병 발생률은 1980년 21.5명에서 2018년 329.1명으로 15배가 늘었다.

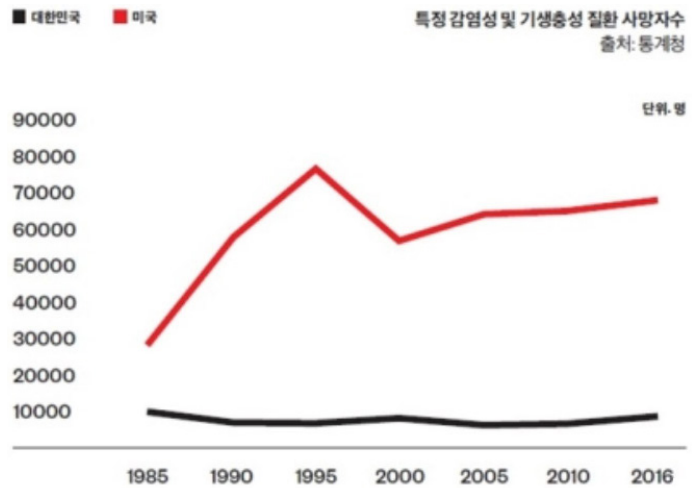


그림 28. 특정 감염성 및 기생충성 질환 사망자수(출처: 통계청)

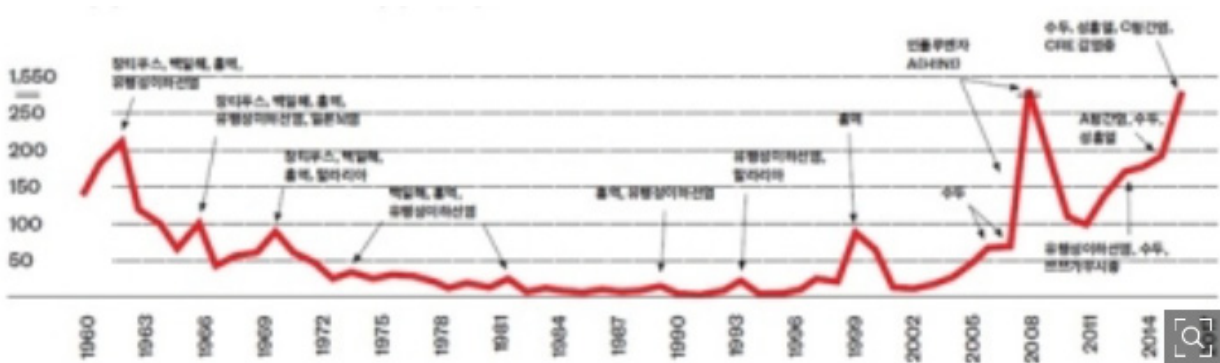


그림 29. 연도별 법정 감염병 발생 추이(출처: 질병관리본부)

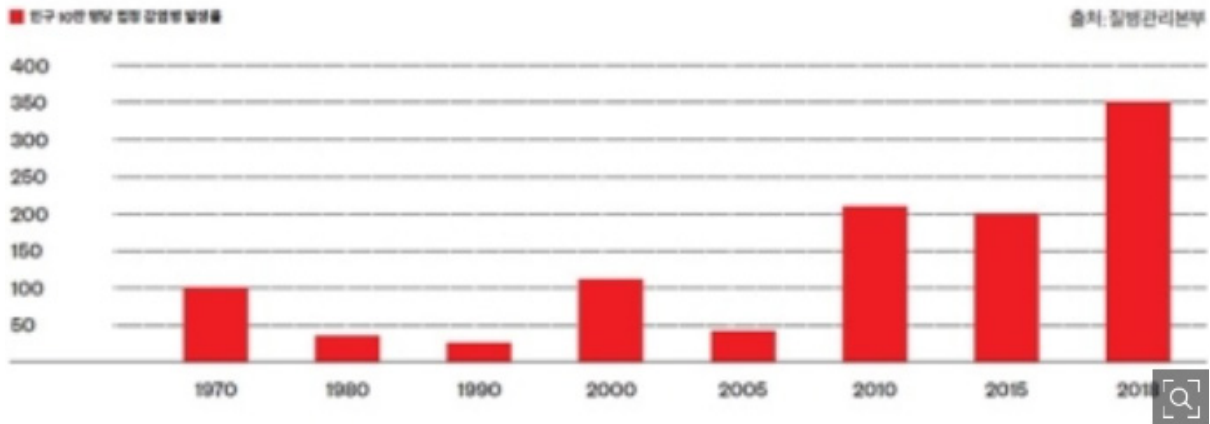


그림 30. 연도별 법정 감염병 발생 추이(출처: 질병관리본부)

11. 전 세계 의약품 제조업체들의 경쟁으로 머지않아 코로나19 바이러스 예방약은 생산될 것으로 전망.

각 제약회사들은 감염병 백신 개발에 적극적으로 하고 있으나, 막대한 비용이 필요하기 때문에 주저하고 있습니다. 그 이유는 실험동물과 인체실험 비용이 비싸기 때문입니다. 고려시대에 처음 발병한 것으로 알려진 말라리아의 경우, 무려 수백 년 동안 백신 개발이 이뤄지지 않고 있습니다. 뎅기열도, 메르스도 모두 효과적인 백신이 존재하지 않습니다. 에볼라 바이러스는 발병 43년 만인 지난해 12월, 미국 머크(MSD)사가 개발한 백신이 최초로 미국 식품의약국(FDA)의 승인을 받았다. 제약회사들이 감염병 백신을 만들지 않는 까닭은 수지타산이 맞지 않아서다. 신종 감염병이 주로 저개발 국가에서 발병하다보니, 백신이 개발되더라도 판매 수익이 나지 않을 가능성이 크기 때문이다. 지난 2월 7일 '건강사회를 위한 약사회'는 신종 감염병 백신 개발을 촉구하며 “이윤추구를 위해 존재하는 제약회사들은 간헐적으로 발생하는 감염성 바이러스 치료 개발을 적극적으로 하지 않았다”고 비판했다.



그림 31. 화이자(제약회사)에서 개발된 코로나 예방약

신종 감염병이 주로 저개발 국가에서 발병하다보니, 백신이 개발되더라도 판매 수익이 나지 않을 가능성이 크기 때문이다. 지난 2월 7일 '건강사회를 위한 약사회'는 신종 감염병 백신 개발을 촉구하며 “이윤추구를 위해 존재하는 제약회사들은 간헐적으로 발생하는 감염성 바이러스 치료 개발을 적극적으로 하지 않았다”고 비판했다.

12. 지구 온도가 1℃ 오르면 전염병은 4.7% 증가한다고 과학 전문가들이 예측함.

최근 빈번하게 발생하는 신종 감염병은 빠른 속도로 인류를 감염시킨다. 현재의 기후 위기가 지속되는 한 인간은 감염병 확산 위협에서 벗어나기 힘들다. 유엔 산하 협의체인 IPCC(기후변화에 관한 정부간 협의체)는 5차 보고서에서 “기후변화가 심화될 경우 21세기에 걸쳐 많은 지역에서 질병률이 높아질 것이며, 이는 특히 개발도상국 내 저소득층에서 두드러지게 나타날 것”이라고 경고했다.

세계보건기구(WHO)는 지구의 평균 기온이 1℃ 오를 때마다 전염병이 4.7% 늘어난다고 예견했다. 그리고 유엔환경계획(UNEP)은 온실가스가 현 상태로 배출될 경우, 2100년까지 지구의 기온이 3℃ 상승할 것이라고 내다봤다. 이들이 지난해 발간한 '2019 온실가스 배출 격차 보고서'에 따르면, 온실가스를 유발하는 이산화탄소와 이

산화질소 등의 배출량이 꾸준히 증가하고 있다.

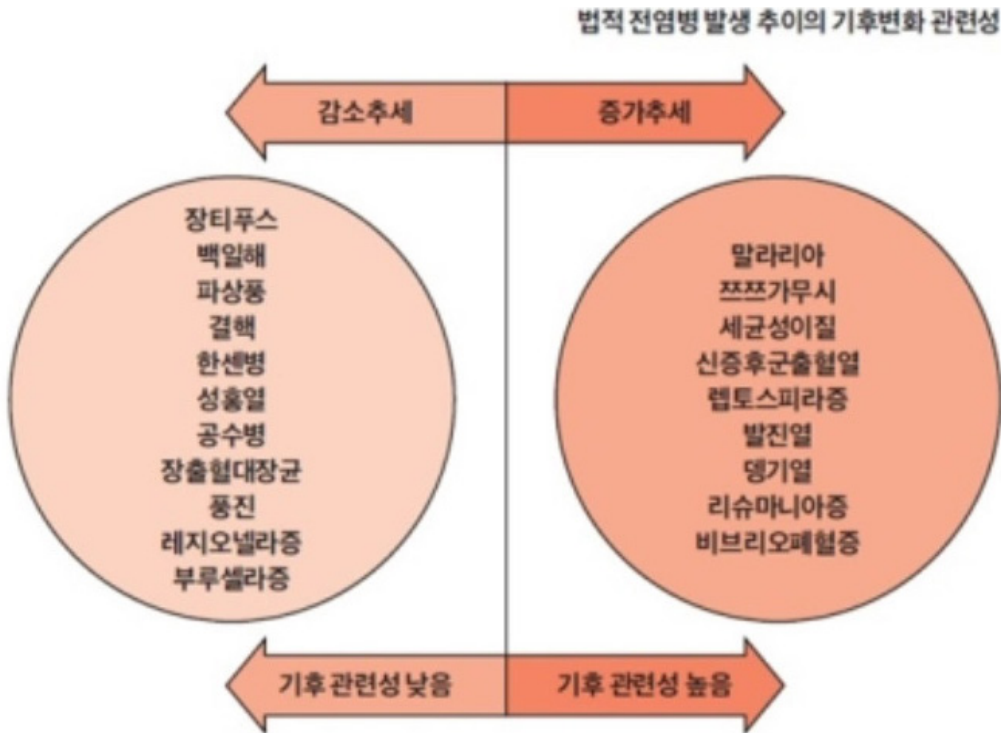


그림 32. 법적 전염병 발생 추이의 기후변화 관련성

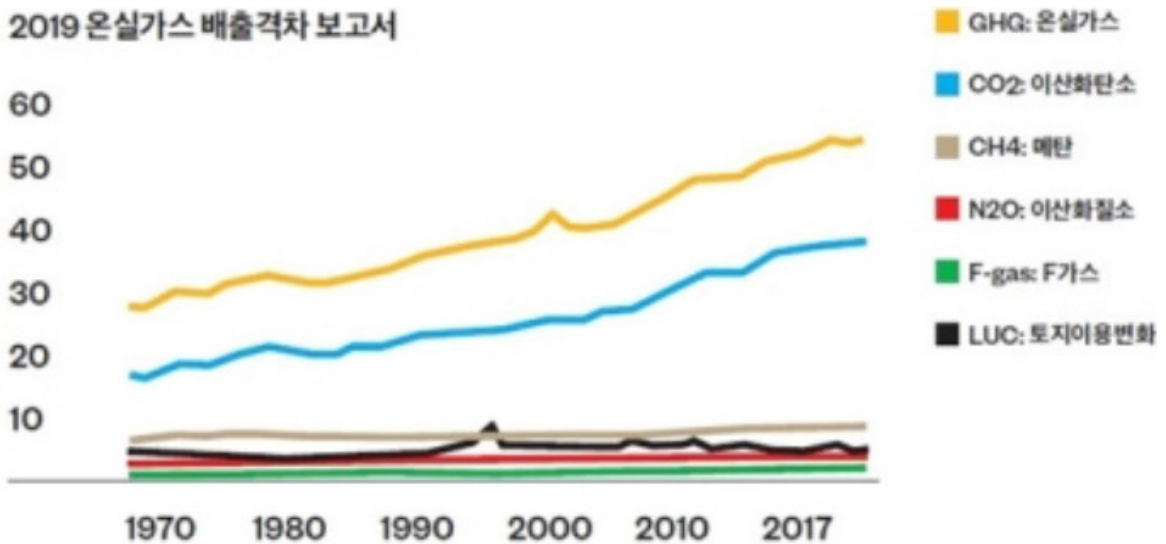


그림 33. 온실가스 배출격차 보고서(2019)

지구온난화를 유발하는 화학물질

1. CO₂ 60%
2. 메탄(CH₄) 20%
3. 오존 등 산화물질 14%
4. 이산화질소(NO₂) 6%



기후변화의 주요 원인과 결과(Impact-cause chain)

기후변화 원인

- 온실가스 배출
- 도시화
- 물순환시스템 변화
- 토지이용 변화 등

기후변화 현상

- 평균 기온 상승 (혹서, 열대야)
- 해수면 (상승효과), 해수온도 상승
- 강수 변화 (강도, 빈도)
- 극한기상현상 (태풍, 호우 등 자연재해)

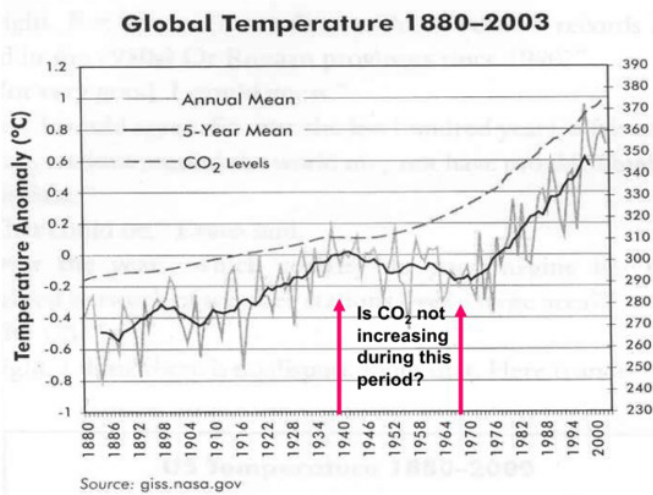


그림 34. CO₂ 등 온실가스로 인한 기후변화

기상재해 피해액 추이

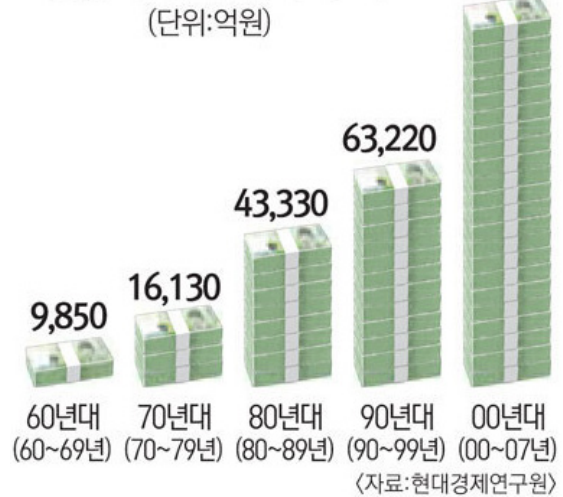


그림 35. 연평균 기상재해 피해액

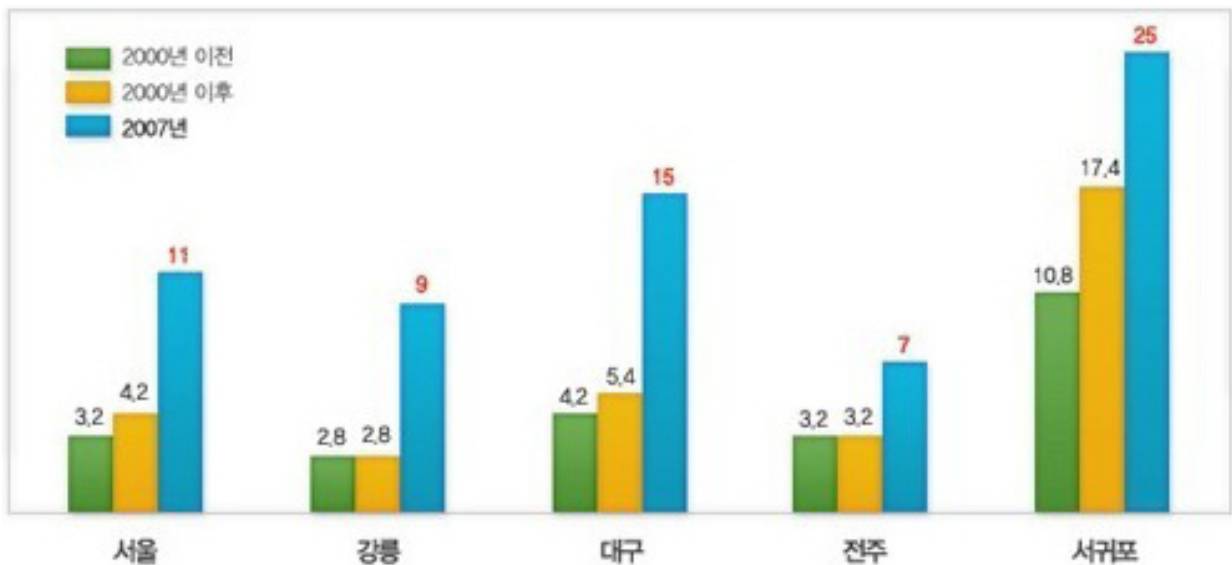


그림 36. 전국 주요 도시 8월 열대야 일수

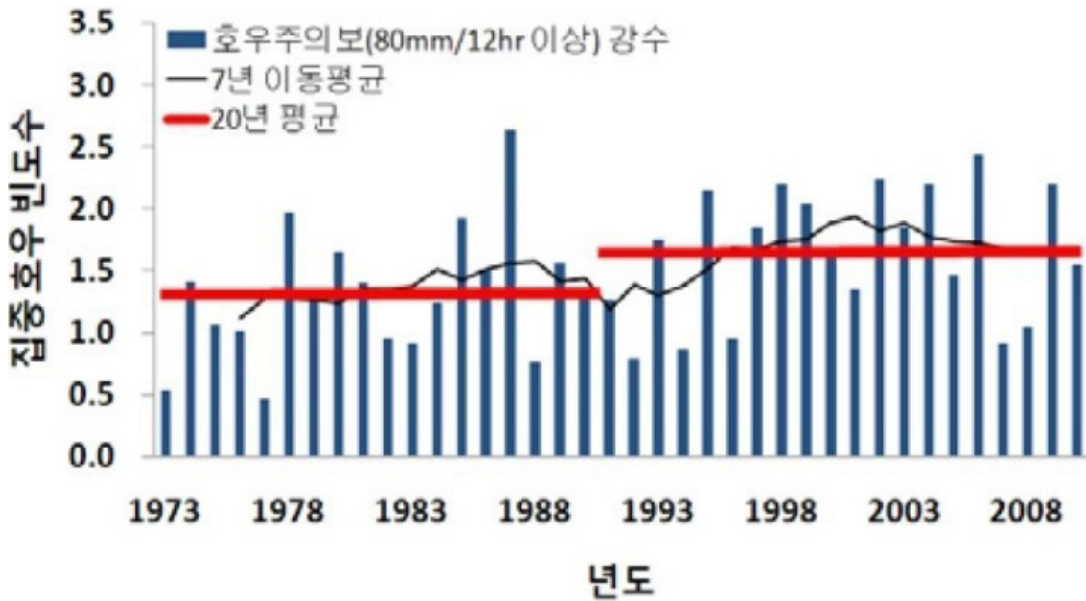


그림 37. 80mm 이상 호우빈도

13. 기후위기를 초래하는 것은 화석연료에 의한 CO₂ 증가 문제로 발생

온실가스 중 인간 활동에 의해 가장 많이 배출되는 물질은 바로 이산화탄소다. 이산화탄소는 에너지 사용을 비롯해 석탄, 석유와 같은 화석연료를 연소하는 과정 등을 통해 발생한다. 세계 이산화탄소 배출량의 46%는 석탄, 34%는 석유, 19%는 가스사용에 의한 것이다. 석유와 석탄의 비중이 높아진 것은 그리 오래된 일이 아니다. 2000년대 초반까지만 해도 세계 이산화탄소 배출량의 석유, 석탄 비중은 40% 가량이었다. 그리고 다량의 온실가스를 배출하며 기후위기를 촉발하는 주범은 세계적 자본들이다. 1988년부터 2015년까지 전 세계 온실가스 배출량의 51.3%를 차지한 이들은 세계 상위 25개 기업이었다. 100대 기업으로 넓힐 경우, 이들이 배출하는 온실가스는 전체의 70.6%에 달한다. 자본주의 이후, 소수의 자본이 기후 위기를 급격히 촉발시켜 온 셈이다. 국내 상황도 다르지 않다. 2017년 기준, 온실가스 배출 상위 10%에 해당하는 사업장이 국내 배출량의 87.2%를 차지하고 있다.

■ 100대 기업 중 상위 25개 기업
 ■ 100대 기업 중 상위 75개 기업
 ■ 100대 기업 외 기타 기업

세계 온실가스 배출 기업 비중
 출처: 국내외 기업의 온실가스 배출 현황

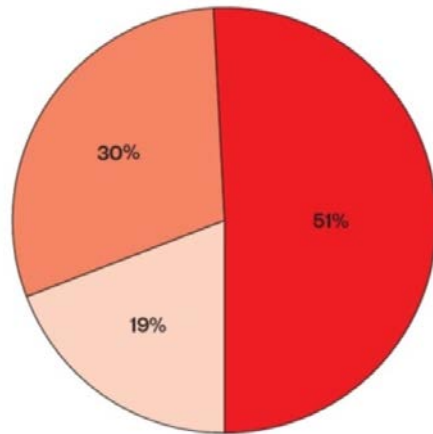


그림 38. 세계온실가스 배출 기업 비중
 (출처: 국내외 기업의 온실가스 배출 현황)

14. 인류를 지킬 수 있는 예방

지구 온도는 1980년대 이후 급격히 상승했다. 상승폭과 상승 속도 모두 가파르다. 자본주의적 생산 및 소비가 발전할수록 기후위기도 심화됐다. 18~19세기에 걸친 자본주의 산업혁명은 도시의 인구집중을 낳았고, 무한이윤

을 위한 무한경쟁과 과잉생산을 낳았으며, 화석연료와 같은 자연에 대한 약탈을 낳았다. 실제로 빙하기와 간빙기 1만 년 동안 지구 평균 온도는 4도 상승한 반면, 18세기 산업 혁명 이후 고작 100년 동안에 1도가 상승했다. 이 같은 기후위기를 극복하기 위해 최근 전 세계적 투쟁이 일고 있다. IPCC는 현 위기를 극복하기 위해서는 '사회의 모든 측면에서 전례 없는 변화'가 있어야 한다고 강조한다. 석탄, 석유 등의 에너지를 재생에너지로 전환하고, 자원에 대한 통제를 사회화하며, 자본주의적 시스템을 생태학적 경제로 전환해야 한다는 요구도 잇따르고 있다. 과연 인류는 지금의 위기에서 탈출할 수 있을까. 자정을 2시간 15분 앞둔 세계 기후위기 시계는 현재도 빠르게 흘러가고 있다.

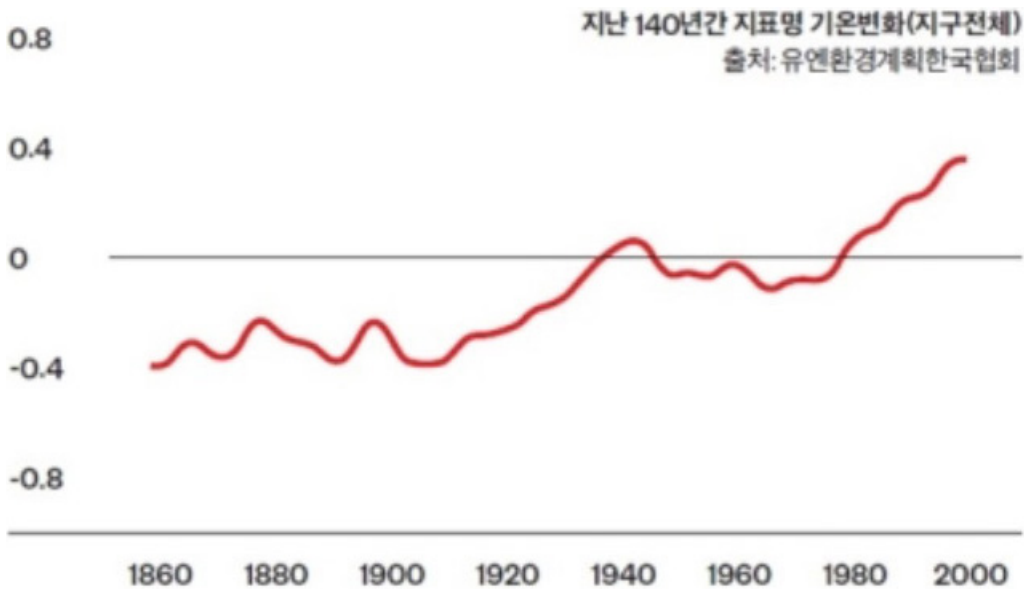


그림 39. 지표면 기온변화(지구전체; 출처: 유엔환경계획한국협회)

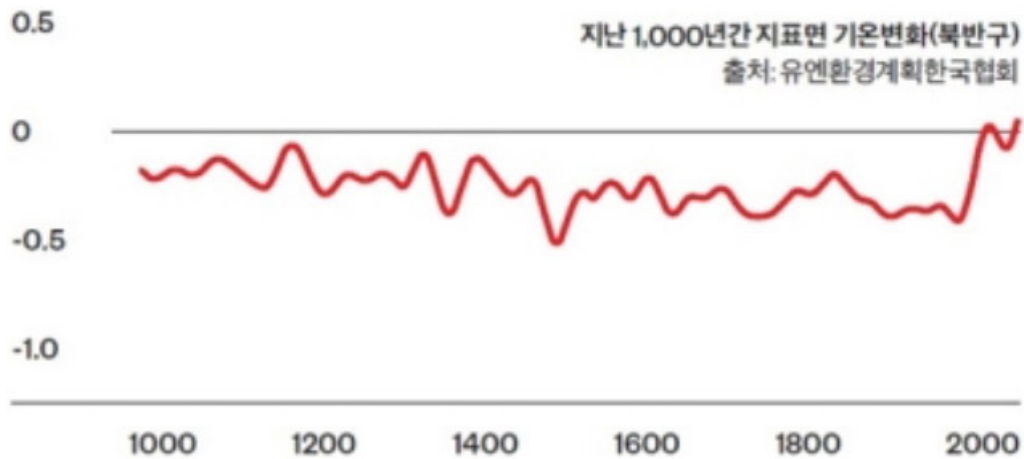


그림 40. 지난 1,000년간 지표면 기온변화(북반구; 출처: 유엔환경계획한국협회)

15. 기후변화와 코로나 바이러스

신종 코로나바이러스와 기후변화 문제: 이것은 인류의 생존과 관계된, 국제사회가 공동으로 대처해야 할 중요한 문제이다. 특히, 경제의 세계화(이윤 극대화를 추구하는 사람·물건·돈·정보 이동의 세계화와 자유화)와 깊은 연관이 있다. 2002년 SARS, 2012년 MERS에 이어 20년 만에 3번째 신종 코로나바이러스의 출현이 매우 빠른 속도다. 기후변화와 무분별한 개발에 의한 생태계 변화, 인간과 야생동물의 거리의 변화가 요인의 가능성(아마모토 타로 나가사키 대학 교수, 2020년 4월 15일자 아사히 신문)이 있으므로 어떤 문제에도 높은 위기의식과 실효성 있는 조치가 필요한 시기다.



그림 41. 가뭄



그림 42. 세계적으로 발생되는 코로나19 바이러스

16. 기후변화와 코로나바이러스에 대한 대책 비교

표 3.

	기후변화 대책 (탈탄소사회 실현)	신종 코로나 바이러스
공통점	<ul style="list-style-type: none"> • 신뢰할 만한 과학적 지식의 중요성 • 일상 생활·경제 방식을 크게 바꿀 필요 • 국제 사회에 의한 공동 대책이 필요 • 사회 전체의 노력과 그것을 지원하는 대규모 재정 투입이 필요(재정 투입 규모는 다름) 	
재정 투입 규모	세계에서 약 300조원/년(IEA에 따르면 2016년-2050년 전력 부문 탈 탄소화 비용 산정)	세계에서 약 8,000조원(4월 15일 기준)
차이점	<ul style="list-style-type: none"> • 지속가능한 에너지로의 전환, 에너지·자원 효율성 개선, 물자 소비에 의존하지 않는 생활로의 전환 등 보다 질 높은 생활, 사람들의 행복에 기여하는 경제 체제로의 전환. • 재정 투입은 지속가능한 인프라 정비, 신기술 개발 등 투자라고 할 수 있다. 더 큰 경제적 수익을 기대할 수 있다. 	<ul style="list-style-type: none"> • 사람과 사람과의 접촉을 피하고, 기본 경제 활동이나 사람의 이동을 제한하는 등 질 높은 생활을 위한 희생이 필요. • 재정 투입은 경제 손실에 대한 보상(휴업 보상 등), 경제적 비용

17. 코로나19에 의한 경제활동의 축소(변화)

- 단기: 대기오염물질과 온실가스 배출량 감소(예를 들면 중국)
- 환경 개선은 일시적: 유행성 수렴 후 경제 활동이 원래대로 돌아가면 오염 물질과 온실가스 배출도 리바운드.
- 코로나19에 의한 경제 침체 → 단기적으로는 기후변화 대책 실시를 늦출 가능성.



- 코로나19에 의한 경제 활동 · 일상 생활의 변화(재택 근무, 시차 출퇴근, 원격 회의 등) → 환경 부하가 적은 경제 활동 · 라이프 스타일 · 워크 스타일의 도입 → 신종 코로나 바이러스 후에도 제도화 · 보급이 필요.

18. 신종 코로나 바이러스에 의한 경제 불황 속 휴식을 의도한 경제 부흥 방법

- 기존 경제 부흥 방법(화석연료 집약형 산업에 대한 지원 건설 사업 확대 등) → 단기 경제 회복에 기여. 장기적인 탈 탄소 사회로의 전환 · 구조 변화는 기대할 수 없다.
- 새로운 경제 부흥 방법 : 동시에 탈 탄소 사회로의 이행과 SDGs 실현에 기여하는 것이어야 함.(저탄소 고용, 신재생 에너지, 재택 근무 등의 새로운 라이프 스타일 및 워크 스타일).
- 브레이크 없는 경제의 세계화(무역 자유화, 자본 자유화, 무역 흐름을 극대화하고 글로벌 공급망) → 전염병 · 기후변화 등 국제 사회의 지속가능성에 대한 위협에 대해 지역 사회 · 국가 · 세계의 내성(레질리언스)을 높이는 관점에서 검토 필요.

19. 에너지 전환의 방향성 : 청정 에너지로의 전환

- 코로나19에 따른 에너지 수요 감소 → 이를 계기로 석탄화력발전소를 줄이고, 대기 오염 · 온실가스 감소
- 코로나 수습 후 에너지 수요 증가 → 재생에너지로 충당해야 한다. 높은 목표 설정 및 제도 정비와 더불어 에너지 비용 감소와 확대를 기대하고 있다.
- 자동 운전 차량 → 자동화와 함께 기후변화 대책과 코로나 바이러스에 동시에 기여. 효율적이고 오염과 감염 위험이 적은 이동 수단의 가능성.
- 탄소 가격 책정(본격적인 탄소세 등) 등의 정책 강화도 중요.

20. EU 유럽그린딜(EGD) 2019년 12월 발표

- 2050년 EU에서 온실가스 배출 실질 제로(0)화, EU를 세계 최초로 「기후 중립 대륙」 목표 달성을 위한 EU의 환경정책의 큰 그림.
- 2030년 감축 목표 : 현행 40% 감축(1990년 대비)에서 50~55% 절감으로 목표 상향.
- EU 신성장 전략과 목표 달성을 위한 로드맵 : 모든 정책 분야에서 의욕적인 정책, 법제(기후법) 대상산업 · 투자와 수단 구체적인 행동(적응 전략, 탄소 국경 조정세, EU / ETS 개정 토지 사용과 삼림 규제 등) 명시.
- 우르술라 폰 데르 라이엔 EU집행위원장: “경제와 생산 · 소비 활동을 지구와 조화시켜 사람들을 위해 기능 시킴으로써 온실가스 감축에 노력하는 한편, 일자리 창출과 혁신 촉진하는 것” 강조.
- EU: 코로나19에 의한 경기침체에도 불구하고, EGD 견지 · 추진을 확인.
- 한국: 총선에서 여당 승리 → 한국판 그린 뉴딜 2050년 탄소 중립(아시아 최초).
- 미국: 바이든 대통령 후보의 기후변화 정책.

21. 그린딜의 도입

- 코로나19에 의한 경제 불황 탈피와 동시에 탈탄소사회로의 이행과 전환에 기여하는 것을 목표로 한다.
- 그린딜: 기술, 사회 시스템, 라이프 스타일의 변화에 의한 탄소 제로에서 지속가능한 경제로의 이행을 목표로, 사회 모든 분야에서의 시책 도입(지속가능한 에너지로의 전환, 에너지 효율 향상, 자원 효율성, 물자 소비에 의존하지 않는 생활로의 전환, 컴팩트 시티, 대중교통, IoT·AI·ICT 활용).
- 장기 대규모 인프라(교통 인프라 건물·전력 시스템 산업 시설 등): 장기적인 방향성을 조속히 설정. 시설 갱신 시 미래사회 변화에 적응하고 크게 전환할 필요.
- 각국의 모든 이해 관계자가 연계하여 민주적 과정을 거쳐 형성·실시해야 할 국가 전략.
- 2050년 탈 탄소 레질리언트 사회의 비전.

22. 유럽 그린딜(EGD)의 주요 항목(참고)

- 에너지 시스템의 새로운 탈탄소화.
- 스마트 그리드·수소 네트워크 등 스마트 인프라.
- 저배출 기술·지속가능한 제품 및 서비스 깨끗하고 순환경제.
- 철강·화학·시멘트 등 에너지 집약적 산업 부문의 탈탄소화 및 현대화.
- 인공지능·5G 클라우드 및 에지 컴퓨팅, IoT 등의 디지털 기술 활용.
- 공공·민간 건물의 에너지와 자원의 효율적인 방법의 구축과 리모델링.
- 지속가능하고 스마트 모바일로의 전환 가속화.
- 건강하고 친환경 식품 시스템의 설계(Farm to Fork).

결론

21세기가 20세기보다 심각한 변화 가능성이 높다는 과학자들의 예측에 따라 2019년 우한에서 발생한 코로나 바이러스가 세계적으로 유행하면서 포스트 코로나 시대로 접어들었다. 모든 나라가 코로나19로 경제 발전이 둔화되고, 의료시설도 붕괴되어 막대한 피해를 입게 되었다.

생태계 복잡성·상호작용을 고려한 관리가 바람직

유엔(UN) 생물다양성협약의 전략 계획에는 생물다양성 손실의 근본 원인과 함께 생물다양성에 대한 직접적인 압력을 줄이면서 지속가능한 이용을 촉진하고, 생태계를 보호하며, 종과 유전적 다양성을 증진하고, 이익을 향상시키는 등 20가지 목표와 약 100가지 지표가 포함되어 있다. 이러한 지표 뒤에 있는 복잡한 프로세스와 상호작용을 감안할 때 모순적인 메시지가 필연적으로 나타나며, 정책에 대한 명확한 신호를 찾기가 어려울 수 있다.



다른 프레임 또한 생태계 관리에 영향을 미친다. ‘사람과 자연’ 관점에서, 과학은 종과 보호지역에 초점을 맞추고, 자연에 의해 제공되는 형태, 기능, 적응력 및 회복력이 가장 중요한 가치가 있는 공유된 습지 환경으로 완전히 이동했다. 그러나 이 용어는 생태계보다 인간 사회에서 다른 것을 의미한다. 인간 사회에서 간단한 행동 변화 또는 기술 혁신은 적응력과 탄력성을 향상시킬 수는 있지만, 종 · 생태계 공동체 및 생태계의 적응력과 탄력성은 적절한 구성요소가 공간과 시간의 규모에 비례하여 위치해야 하는 생물 물리적 과정에서 비롯된다.

인간 경영에 복종하지 않을 수도 있다. 예를 들어, 산림의 장기적인 감소를 회복시키거나, 해양 영양시스템의 전체를 회복시키는 데에는 수 세기가 걸릴 수도 있는 일이다. 이러한 자연 시스템이 손상되면 복구하기 위해 장기적인 노력이 필요하다. 원헬스(One health) 시스템을 갖추지 않으면 코로나19와 같은 질병이 계속 발생하여 많은 인명피해가 예상되고 있다.

이것을 막으려면 다음과 같은 문제 해결에 자연보전협회 전문가부터 앞장 서서 잘 지키고 선도하는 전문가가 되어야 한다.

첫째, 기후변화 대응과 생태계 변화에 대한 문제해결에는 국가자원의 온실가스 감축을 위한 다양한 정책과 조치가 요구된다. 특히, 녹색성장기본법을 실질적으로 이행하고, ‘내가 먼저(Me First)’ 정신으로 가시적인 성과를 내야 한다.

녹색성장은 ▲범 지구적 환경 및 에너지, 다양한 자원 위기 대응, ▲신성장동력 창출과 좋은 일자리 창출, ▲국민 삶의 질을 높이는 환경 개선과 국가 위상 강화 등과 같이 1석3조의 미래 국가비전을 달성할 수 있다.

둘째, 원헬스(One health) 시스템으로 사람과 동물, 환경의 건강성이 동시에 보장되어야 코로나19와 같은 팬데믹을 예방할 수 있다.

셋째, 사람에서 동물로, 동물에서 사람으로 전파되는 인수공통전염병에 대한 연구를 집중적으로 하여 역학조사와 진단 및 치료방법을 체계적으로 구축해야 한다.

넷째, 지구온난화로 상승하는 전염병 확산을 역학적으로 연구하여 야생동물로부터 사람으로 감염병이 옮겨 오지 않도록 철저한 예방조치를 강구해야 한다. 세계보건기구(WHO) 등에서는 인수공통전염병이나 야생동물로부터 전파되는 전염병에 대한 정보를 회원국에게 신속히 알리는 체계를 조속히 구축해야 한다. 코로나19가 전 세계적으로 확산되지 않도록 의료체계를 보다 강화하는 대책방안이 요구된다.

마지막으로 전 세계 인구가 누구나 원헬스 정책을 잘 알 수 있는 가이드라인을 늦기 전에 배포해야 한다. 이 밖에 반려 동물(개, 고양이, 기타)에 대한 관리체계도 과거보다 더 철저히 해야 한다.

참고자료

1. 류재근 · 민창홍, 최신미생물학, 고문사, 1978.
2. 류재근 외 3인, 실습미생물학, 신광출판사, 1974.
3. 류재근, 21세기 유전공학의 현재와 전망(미국 의회 보고서), 신광출판사, 1983.

4. 김재봉·류재근, 환경생물학, 신광출판사, 1987.
5. 김동욱·박찬혁·류재근, 최신환경과학, 청문각, 2020.
6. 도심 경관에 서식하는 관박쥐의 행동권 및 서식지 이용 특성, 동국대학교 생명과학과, 국립생물자원관, 2018.8.
7. 류재근, 자연보존 (2019. 12), 생태계(Ecosystem)는 누가 보존할 것인가? -자연보전에 대한 목표와 인식의 변화를 위해서는 확고한 과학적 기반이 요구된다.
8. 2014년 세계 이산화탄소(CO2)배출 현황과 구조변화 분석, 기후변화연구실, 2017.
9. 류재근, 포스트 코로나 시대 물산업 관점에서의 하수마이닝 기술의 전망, 2020.11.5., 한국물환경학회.

발표자 주요 약력

한국에코과학클럽 회장

한국환경학술단체연합회 회장

UNEP 한국위원회 이사

전 한국교통대학교(전 충주대) 석좌교수

전 한국자연환경보전협회 회장(제23~24대)

전 국립환경과학원 원장

전 국립보건연구원(NIH) 미생물부 세균1과 연구관

전 국무총리 바이오안전성위원회 자문위원

전 경희대학교 간호대학·의과대학 병원미생물학 강의 및 실습

전 고려대학교 의과대학 외래교수 및 환경보건학과 환경미생물학 강의

전 국가과학기술자문위원(2001~2004년)

연구실적

1980년 호남지역 콜레라 발생 원인과 역학조사 연구 외 260편

표창 및 상훈

1976년 및 1980년 국무총리 표창

1992년 대통령 근정포장

2001년 3월 대통령 황조근정훈장

2007년 국제환경상(조선일보사 및 마이니치신문사)

제1토론

최 병 진

한국자연환경연구소(주) 책임연구원



자연과의 공존을 추구하는 One Health 기법의 구현

발표자 : 류 재 근 의장

토론자 : 최 병 진(한국자연환경연구소(주) 책임연구원)

류재근 의장님께서 야생동물에게서 기원하여 인간에 크게 피해를 주는 질병에 대하여 방대한 자료를 토대로 일목요연하게 정리하여 주셨고, 글로벌 위기인 기후변화와와의 상관관계까지 명확하게 정리해 주셨습니다.

야생동물 기원 질병의 발생과 확산의 증가는 서식처 파괴와 교통수단의 발달에 관련

야생동물들은 항상 질병을 가져왔고, 야생동물을 접촉한 가축이나 사람과의 접촉을 통해서 지역사회(토착 부족)나 특정 전문가(야생동물 연구자)들에게는 진드기나 관련 질병이 종종 감염되어 왔었다. 최근 들어서 이러한 질병이 전세계적으로 문제가 되고 더 자주 발생하는 것은 항공, 고속철도 등을 발달과 확산에 따른 이들 교통수단을 이용한 사람과 물자의 빠른 이동으로 인하여 지역적, 지리적 장벽(곤 생태적 장벽)이 낮아지면서 질병의 확산속도가 매우 빨라졌으면 과학이 발전하고 사회가 발전하면 발전할수록 질병의 확산속도는 빨라질 수밖에 없을 것입니다.

본 토론자는 생물학자의 영역에서 One Health 기법을 구체화 하는 방법으로 질병의 발생과 확산속도를 늦출 수 있는 방법에 대해서 구체적으로 말씀드려보고자 합니다.

자연환경의 관리를 통한 야생동물과의 접촉 차단

야생동물에게 사람의 활동(불빛, 소음, 차량의 속도, 도시의 개발)은 가장 크고 무서운 포식자이자 지배자로 느끼기 때문에 사람과의 접촉을 피하고 사람의 공간에 출현하는 것을 극도로 꺼리게 된다. 그러나 조선시대에 도성인 인왕산까지 호랑이가 출몰하고, 최근 신도시를 주변으로 박쥐들이 지속적으로 출현하는 것은 조선시대에 호랑이 밀도가 증가했거나, 새로 생긴 아파트 단지가 박쥐들에게 좋은 환경을 제공해서가 아니라 역설적으로도 호랑이의 서식지가 파괴되어 먹잇감이 없어져서 사람의 공간까지 먹잇감을 구하기 위해서 출현한 것이며, 박쥐들이 아파트 창문에 매달리는 것도 아파트 단지가 친환경적으로 건설되어서가 아니라, 잃어버린 집을 돌려달라는 고공시위인 것이다.

야생동물과 사람과의 접촉을 차단하는 것이야 말로 야생동물 기원의 질병의 발생 빈도를 낮출 수 있는 가장 기본적인 방법이다.

야생동물이 사람의 공간으로 침범하지 않게 하기 위해서 사람들의 공간에 펜스, 담장 등으로 인위적인 차단하



는 것은 풍선효과를 가져와 펜스와 담장이 없는 지역으로 야생동물의 집중화를 가져올 수 있기 때문에 장기적으로는 비용 대비 효과가 미비하다.

사람의 공간에 야생동물의 방문을 방지하는 근본적인 방법은 야생동물의 서식처의 면적이 줄거나 질이 떨어지는 것을 생태통로, 숲의 종다양성 증가 등으로 막아 주어야 하며, 사람들의 거주지와 야생동물의 공간에 연결되는 입연부와 주거지 외곽에는 완충지대를 조성하여야 할 것이다.

완충지대의 조성기법은 야생동물이 기피하는 수목, 초본의 식재와 식생의 밀도를 낮게 관리하여 야생동물의 은신처가 되지 않도록 해주어야 할 것이다.

적극적인 서식처의 보전과 생태적인 완충구역의 조성은 야생동물의 복지차원에서 가장 근본적이고 1차적인 One Health Care가 될 것이다.

야생동물의 고속 이동의 차단

생물의 씨앗의 확산, 동물의 분산 등으로 오랜 진화의 시간동안 한 곳에서 다른 곳으로 이동하고, 유전적으로 변화해가고 환경에 적응해 간다. 이러한 생물의 이동은 자연스러운 행위이며, 바다, 빙하, 큰 강과 높은 산을 만나게 되면 이동의 제한을 받거나 더욱 오랜 시간의 이동의 지체를 겪게 되면서 지역종으로 진화하거나 새로운 종으로 발달하게 된다.

그러나 전쟁, 식량의 자급을 위한 인류의 확산과 우마차, 차량, 배, 항공기 등의 이동수단의 발달로 인해서 식량 작물과 가축의 몇몇종의 저속도 이동에서 최근에는 애완동물인구수의 증가와 애완동물의 회귀성, 다양성을 추구하는 문화로 인하여 국가간, 지역간 무궁무진하게 다양화되는 야생동물종의 직접적인 이동이 빠른 속도로 증가하고 있다.

이로 인해서 자연환경에 발생하는 피해는 크게 1차적으로 야생동물의 포획과정에서 원 서식지의 훼손과 개체군의 감소를 겪게 되며, 2차적으로 새로 이동해간 생태계는 외래종과 외래질병의 노출 위험에 빠지게 된다.

생물의 자연적인 확산속도보다 빠른 인위적인 이동의 제한을 위해서는 국가간 생물종의 이동제한뿐만 아니라, 육지와 제주도, 육지와 울릉도, 섬과 섬간, 수계와 수계, 산맥을 뛰어넘는 생물의 이동과 같은 다른 생태계간 생물종의 이동을 철저하게 차단하여야 할 것이다.

현재까지 우리 사회에 확산된 외래종, 도입종에 대한 개념은 우리나라의 개항 이후에 도입된 새로운 종만을 외래종으로 규정한다든가 국내에서의 이동은 외래종으로 규정하고 있지 않은데, 앞으로는 “생물의 자연적인 이동속도보다 빠른 생물의 이동”은 모두 외래종으로 규정하여 관리하여야 할 것이다.

국내외를 불문하고 인위적인 야생동물의 서식지의 이동은 금지시켜야 할 것이다.

이런 적극적인 외래종의 관리는 원서식처의 생물다양성을 지킬 수 있을 뿐만 아니라, 이동한 생태계의 생태적 교란을 막을 수 있어 야생동물의 2차적인 One Health Care가 될 것이다.

제2토론

이 성 우

한국자연환경보전협회 부회장



토론 자료

발표자: 류 재 근 의장

토론자: 이 성 우(한국자연보전협회 부회장)

최근 국내외적으로 사회적 이슈가 된 주제로 환경포럼을 개최하게 되어 다소 어려운 상황이지만 인류 공통의 문제를 다루는 점에서 의미가 크다고 할 수 있습니다. 본 토론에서 이 분야에 비전문가이나, 주제와 관련하여 느낀 점을 피력하고자 합니다.

우선 코로나 19 바이러스와 관련하여 그동안 인류에게 큰 재앙을 끼친 바이러스의 원인과 피해 등을 상세히 소개해 주었고, 앞으로 예측되는 문제점과 대안 제시는 물론 귀한 정보 제공에 감사의 말씀을 드립니다.

국내에서 올해 초부터 코로나 19 바이러스가 창궐하여 모두 예측하지 못하였던 파급력으로 국가 시스템이 붕괴될 정도로 사회 전반에 막대한 피해를 주게 되었는데, 그나마 한국은 국민이 국가의 정책에 적절히 대응하여 미국, 유럽 등의 국가보다 피해가 훨씬 적었음은 주지의 사실이다. 이는 한국이 정치, 사회, 문화 전반의 시스템이 다르고 뛰어난 의료체제와 준비가 갖추어져 있었다고 보지만, 약간의 아쉬운 점은 지울 수가 없다.

자연의 인간에의 역습은 인류 문명이 급속히 발달하기 시작한 산업혁명 이후부터 시작되었다고 본다. 인간과 동물과 어우러지는 자연 생태계는 함께 공유하고 보전하여야 할 가치가 있는 터전이다. 인간이 일방으로 자연을 너무 낭비한 탓에 치루는 대가는 오늘날 지구촌에 나타나는 현상으로도 잘 설명하고 있어 공감을 하게 되었다.

환경 문제는 과학자, 공학자는 물론 세계기구, NGO 등에서 지속적으로 제기되어 왔으며, 특히 기후변화는 장래 인류의 생존과 연관된 해결하여야 할 과제이다. 이는 한 개인의 노력으로 풀 수 있는 사안이 아니라, 세계국가, 지수촌의 모든 나라가 지혜를 모아도 어려운 숙제이다. 지구는 수십억년에 걸쳐 빙하기, 간빙기를 반복하여 왔으나, 인류가 존재하기 시작한 이후는 너무나 짧은 시간이기때문에 아직 그 누구도 경험하지 못하였다.

그동안 기후변화와 관련한 국제적 논의는 1988년 UNEP와 WMO, IPCC가 공동 창설하였고,¹⁾ 1992년 UNCED²⁾에서 유엔기후변화협약으로 채택하게 되었다. 1977년 제3차 당사국 총회(COP)에서 선진국에게만 온

1) UNEP(United Nations Environment Programme), WMO(World Meteorological Organization),



실가스 배출량을 제한하는 교토의정서(Kyoto Protocol)를 채택하였으며, 이후 2015년 파리 기후변화협약(Paris Climate Change Accord)에서 2°C 목표를 제시하고, 전체 당사국(197개국)에게 온실가스 감축 의무국을 설정(2020년 이후)하였다.

한국은 온실가스 의무감축 대상은 아니지만, 세계 10위권 내외의 경제규모, CO₂ 기준 세계 7위의 온실가스 배출국으로 국제적 압박을 받아 1999년부터 정부 차원의 대응을 하여 왔다. 즉, 2010년 녹색기술, 산업육성을 통한 녹색성장으로 저탄소 사회실현을 위해 「저탄소녹색성장기본법」을 제정 시행하고 있다.

이와 같이 온실가스의 감축은 CO₂ 배출의 저감을 의미하는데, 정부 차원의 정책과 실행이 없으면 어려운 사안으로 특히 배출량의 대부분을 차지하는 선진국이 감축량을 이행하지 않으면 목표를 달성할 수 없을 것이다.

온난화의 영향은 한 세대를 살아본 사람이라면 조금 체험적으로 느낄 수 있을 것으로 여겨지나, 기온 2°C 상승하면 남아프리카와 지중해 물 공급량이 20~30% 감소하는 것으로 예측하였고, 만약 3°C 상승하면 10억~40억명이 물 부족과 유럽지역에서 10년마다 심각한 가뭄이 발생할 것으로 예상하였다³⁾. 2020년 NASA에서는 현재 추세 지속 시 2050년까지 아시아 고산지대 만년설(극권 외 지역 만년설의 44%)이 최대 67% 유실할 것으로 경고하였고, 히말라야 만년설(주변국 주요 강 물 공급처, Water Tower) 유실로 영향을 받는 지역의 약 16억 5,000만명이 물과 식량 부족의 발생 가능성을 제시하였다⁴⁾.

2018년 한국 송도에서 열린 48차 IPCC 총회를 통해 전 세계 기후변화 전문가들이 ‘지구온난화 1.5°C 특별보고서’를 채택하였는데, 이는 지구 평균온도를 산업혁명 이전에 비해 2°C 상승보다 낮은 1.5°C로 제한해야만 기후변화와 지구온난화로 인해 지구상에서 벌어지는 피해를 줄일 수 있다는 보고서로서 2015년 파리기후변화 협약 당시 실제 목표는 2°C이었으나, 기후변화에 취약한 섬나라를 비롯한 개도국들이 2°C로는 부족하다고 호소함에 따라 2°C가 아닌 1.5°C로 제한해야 함을 명시한 보고서(Understanding the IPCC Special Report on 1.5°C)가 채택되었다.

전문가들이 언급하고 있듯이 지구온난화는 결국 물 부족과 식량부족으로 인간이 직접적인 영향을 받게 된다. 물이란 질병과 연관되어 있어 위생적이지 못한 물로 인해 현재에도 심각한 고통을 받고 있다. 2016년 UNEP는 전 세계 3억 2,300만명이 오염된 식수를 마시며 매년 340만명이 수인성 질병으로 사망하고 있다고 보고하였다. 2019년 UN「세계물개발보고서」에서는 전 세계 약 40억명이 연중 최소 한 달 이상 심각한 물 부족을 경험하고 10

IPCC(Intergovernmental Panel on Climate Change).

2) 국제연합환경개발회의(United Nations Conference on Environment and Development, 1992년 브라질의 리우데자네이루에서 개최된 지구환경회담).

3) IPCC 연차보고서.

4) Vegetation expansion in the subnival Hindu Kush Himalaya, University of Exeter, UK.

명중 3명은 안전한 식수를 이용하지 못하며, 요르단, 나일, 유프라테스, 다뉴브, 메콩, 갠지스, 리오그란데 강(江) 및 오대호 등 유역에서 물 확보(식수, 농업용수, 수력 발전)로 분쟁이 지속적으로 발생하고 있는 사태를 볼 때 장래에는 더욱 심화될 것으로 예측되었다.

1300년대 초 중앙아시아의 건조한 평원지대에서 시작된 흑사병(pest)은 실크로드를 통해 1340년대 말 유럽으로 확산되어 1351년까지 유럽 전체 인구의 30~40%를 몰살시키면서 중세 유럽을 초토화시켰는데, 우리가 매일 사용하는 위생적인 수도물이 일찍 보급되었더라면 인류는 여러 감염병으로부터 훨씬 자유로워질 수 있었으리라 상상해 보면서 콜레라 등 수인성전염병도 물로 인해 확산되는 만큼 지구촌을 지키는 책무에서 부족해지는 물의 확보와 보전은 무엇보다도 중요한 사명이라 사료된다.

결국 지구 온난화는 인류에게 물 부족의 재앙을 초래하고, 이로 인해 앞으로 어떠한 질병을 창궐할지는 아무도 예측할 수 없을지라도 세계기구를 통해 각국에 할당된 배출량의 의무 이행과 협력을 기반으로 지구의 온도를 낮추는 노력은 지속적으로 추진하여야 할 것이다.

제3토론

정 흥 락
한국생태연구소



기후변화 시대 바이러스 감염병 발생 원인과 One Health를 고려한 대책

발표자: 류 재 근 의장

토론자: 정 홍 락(한국생태연구소)

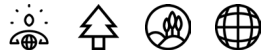
먼저, 류재근 박사님의 기후변화 시대 바이러스 감염병 발생 원인과 One Health를 고려한 대책에 대한 발제 내용은 잘 들었습니다.

코로나 바이러스를 비롯하여 21세기 다양한 신종 바이러스 전염병의 발생 현황을 잘 정리해 주셨고, 원헬스(One-Health)시대 전염병 관리체계의 필요성에 대해서도 강조해 주셨습니다.

말씀해 주신대로 21세기에 들어서면서 신종 바이러스 전염병은 형태를 달리하면서 끊임없이 창궐하고 있는 것으로 파악되고 있습니다. 그 중 2009년 신종플루와 이번 2019년 코로나19가 펜데믹으로 선언되었습니다. 1968년 홍콩독감 이후 약 41년 만에 펜데믹이 선언된 2009년 신종플루와는 10년 만에 다시 펜데믹이 선언되었다는 것은 다시 한 번 생각해 보지 않을 수 없습니다. 이제 우리는 이와 같이 가까운 미래에 펜데믹을 언제 또다시 맞이 할지 모르는 시대에 살고 있다는 것이 문제입니다.

발제 내용에서도 알 수 있듯이 대부분의 바이러스는 자연생태계의 야생동물로부터 기원하고 있습니다. 인간이 자연생태계를 파괴하고 훼손하면서 자연과 더욱 가까워진다는 것은 결국 전염성이 높은 치명적인 병원성 바이러스와도 가까워진다고도 할 수 있을 것입니다. 더욱이 세계 온실가스 배출량의 17.4%가 산림파괴에서 비롯되고, 산림은 기후와 불가분의 관계에 있다는 것을 고려하면 최근 각종 개발사업 등으로 산림이 훼손되거나 파괴되는 것은 인류의 생존이 매우 심각한 상황에 와 있음을 짐작하고도 남음이 있습니다. 증가하는 온실가스로 인하여 나타나는 기후변화는 어떤 재앙을 가져올지 갈수록 예측하기 어려워지고 있습니다. 이상기후로 폭우가 내리는 것은 다반사가 되었고, 산불과 폭설 등 다양한 형태로 인류를 공포의 도가니로 몰아넣고 있습니다. 개인적인 경험에 의하면, 요즘 산에 가서 나무에 제대로 된 열매나 종자가 달리는 경우를 보기 힘든 경우가 많습니다. 이는 제때 내려야 할 비가 오지 않고, 개화기에 비가 많이 온다든지, 아니면 결실기에 비가 오지 않는다든지 하는 등 고르지 않는 이상기후가 가져오는 결과로 여겨집니다.

세계보건기구(WHO)에서 발표한 것처럼 지구의 평균기온이 1℃ 상승할 때마다 전염병이 4.7% 증가한다는 것은 정말 놀라운 사실입니다. 기후변화로 기상이변을 겪는 것도 힘든데, 여기에 전염병까지 늘어난다는 것은 참으로 엄청난 공포가 아닐 수 없습니다. 이러한 사실에도 불구하고, 인류가 계속해서 자연을 파괴한다면 폭우, 폭설, 해일과 같은 물리적 대재앙뿐만 아니라, 코로나19 바이러스 이상의 무서운 전염병이 오지 않는다는 보장은



없을 거라고 생각됩니다.

IPCC(기후변화에 관한 정부간 협의체)에서 “사회의 모든 측면에서 전례 없는 변화”가 필요하다고 강조하고 있지만, 그리 쉽지만은 않은 것 같습니다. 화석에너지를 신·재생에너지로 전환하고, 자본주의 경제를 생태학적 경제로 전환해야 한다고 하지만, 당장 세계인구의 절반이 훨씬 넘는(약 70~80%) 개발도상국이나 저소득국가에서는 먼나라 이야기가 아닐 수 없습니다.

2003년 미국의 수의학자 윌리엄 카레쉬(William B. Karesh)는 처음으로 One Health라는 단어를 사용하며, “생태계와 인간, 동물의 상호의존성”에 대해 설명하고 있지만, 세계보건기구는 One Health를 “공중보건의 향상을 위해 여러 부문이 서로 소통·협력하는 프로그램, 정책, 법률, 연구 등을 설계하고 구현하는 접근법”으로 정의(위키백과 참조)하고 있습니다.

발제자께서는 코로나19와 같은 질병에 대응하기 위해서는 One Health System을 갖추어야 하고, 우리 자연환경보전협회의 전문가분들이 앞장 서서 해야 할 일들을 몇 가지 제시해 주셨습니다. 정말 좋은 제안을 해주셨다고 생각하며, 저는 이에 덧붙여서 한 가지를 제안을 드리고자 합니다. 즉, 우리는 아직 바이러스에 대한 진실과 생태에 대해 충분한 연구가 되어 있지 않을 뿐만 아니라, 특히, 바이러스 생태에 대한 연구를 하는 전문가가 턱없이 부족한 듯 합니다. 언론이나 마스크 등을 통해서도 바이러스 생태를 이야기하는 전문가는 별로 없고, 대부분 의사 혹은 약사들이 나오는 경우가 많은 것 같습니다. 제가 알고 있는 바이러스의 진실이 정확한지는 모르겠지만, 여러 가지 유익한 정보들도 많이 있습니다. 쉬운 예로 감기바이러스는 몸 상태가 좋지 않을 때 나타난다고 하는데, 이런 경우에는 우리 몸에 유익한 바이러스라는 얘기가 됩니다. 발제 내용 중 박쥐의 몸속에는 137종의 바이러스가 있다고 했습니다. 그렇다는 이야기는 곧 박쥐의 몸속에 있는 바이러스가 마냥 유해한 것만은 아니라는 추측이 가능해집니다. 그 바이러스들이 모두 유해한 바이러스들이라면 박쥐의 생존은 어렵지 않을까 하고 저의 짧은 지식으로 생각해 봅니다. 물론 박쥐에게 유익하다고 사람에게도 유익하다고는 할 수 없겠지요. 따라서 저는 바이러스 전염병에 대한 연구도 필요하지만, 그보다 먼저 바이러스에 대한 생태적인 연구가 선행되어야 하고, 다양한 바이러스 전염병이 자주 창궐하는 것을 감안하면 이제 바이러스 생태에 대한 연구가 더욱 활성화 되어야 한다고 생각합니다.

발제 내용에서 말씀하셨듯이 21세기 신종 바이러스 전염병의 발생은 매우 다양하고 빈번합니다. 그리고 펜데믹 주기가 짧아졌다는 것은 매우 심각한 상황이 아닐 수 없습니다. 이런 상황이라면 현재 우리나라에서 진행되고 있는 일부 방역 수칙은 코로나19 이후에도 지속되어야 할 것으로 생각합니다. 늘 전염병 바이러스가 우리 곁에 상존하고, 우리는 그들과 공존하는 방법을 찾아야 할 것입니다. 사회적 거리두기를 비롯하여 잦은 손씻기 등 철저한 개인 위생관리에 이르기까지 생활습관과 사회문화가 모두 패턴을 바꾸어야 하는 시점인 것 같습니다. 기후변화로 인한 재앙과 바이러스 감염병 발생이 지속되는 것을 지금 막지 못한다면 먼 미래의 인류는 SF영화에서나 볼 수 있는 돛형태의 도시속에서 살게 되는 날이 현실화 될지도 모른다는 막연한 우려도 해보게 됩니다. 오늘 류재근 박사님의 발표 잘 들었고, 준비하시느라 정말 고생 많으셨습니다. 감사합니다.

1. 21세기 신종 바이러스 전염병의 발생 현황
 - 1) 코로나 바이러스 (Coronavirus, COVID-19)
 - 2) A형 간염 (Hepatitis A)
 - 3) 후천성 면역결핍증(Acquired Immunodeficiency Syndrome, AIDS)
 - 4) 사스(Severe Acute Respiratory Syndrome, SARS·중증급성호흡기증후군)
 - 5) AI(Avian Influenza, 조류독감·H5N1)
 - 6) 구제역(Foot-and-mouth disease)
 - 7) 아프리카돼지열병(African Swine Fever, ASF)
 - 8) 노로바이러스(Norovirus infection virus)
2. 원헬스(One-Health) 시대 전염병 관리체계 구축이 필요하다.
3. 박쥐와 코로나바이러스의 관계
4. 박쥐의 생태계 파괴로 인류를 습격하는 바이러스 문제 발생
5. 사육밍크의 코로나바이러스 변종 발견
6. 산림과 함께 사라지는 서식지 문제 발생
7. 산림생태계가 사라지면 기온이 올라가 기후변화를 초래
8. 기후변화에 따른 기온상승으로 각종 전염병이 전파된다.
9. 21세기 지구촌에 치명적인 감염병이 돌면 세계 인구 8,000만 명 이상이 사망할 수 있다고 예측
10. 21세기 신종 전염병에 의해 사망은 계속 증가한다.
11. 전 세계 의약품 제조업체들의 경쟁으로 머지않아 코로나19 바이러스 예방약은 생산될 것으로 전망
12. 지구 온도가 1℃ 오르면 전염병은 4.7% 증가한다고 과학 전문가들이 예측함.
13. 기후위기를 초래하는 것은 화석연료에 의한 CO₂ 증가 문제로 발생
14. 인류를 지킬 수 있는 예방

결론

생태계 복잡성 · 상호작용을 고려한 관리가 바람직

2020 환경포럼

기후변화와 위드 코로나바이러스 극복

Climate Change and With-Coronavirus Overcome

2020년 12월 10일 인쇄

2020년 12월 14일 발행

발행인 : 한국자연환경보전협회

서울시 중구 동호로 27길 대학문화원 307호

Tel. 02-383-0694 / Fax. 02-383-0695

E-mail: kacn63@hanmail.net

www.kacn.org

인쇄처 : 거목문화사

(04549) 서울특별시 중구 을지로 148, 609호

(을지로 3가, 중앙대코플라자)

Tel. 02-2277-3324 / Fax. 02-2277-3390

Email: guhmok@guhmok.com

한국자연환경보전협회

서울시 중구 동호로 27길 대학문화원 307호

Tel 02-383-0694 **Fax** 02-383-0695

E-mail kacn63@hanmail.net

www.kacn.org