

신종바이러스 질병 출현에서 박쥐 등 야생동물의 역할과 예방을 위한 대책¹⁾

신 영 오 교수²⁾



- 국립보건원 명예연구원
- 전, 강원대학교 의과대학 미생물학 교수/의과학연구소장
- 전, 국립보건원, 바이러스분야 연구관, 과장/에이즈센터장
- 전 대한바이러스학회 회장
- 서울대학교 대학원 미생물학과, 이학박사
- 황조근정훈장 등

2019년 중국의 우한에서 발생한 코로나19는 전염병 역사는 물론 전 인류 역사에서 매우 큰 사건이 되고 있다. 이번 코로나19의 발생이 6개월 정도가 경과된 2020년 5월 말 현재 전 세계 219개 국가들에서 누적 환자는 5백만명을 넘어서며, 사망자는 35만 여명에 이른다. 그러나 검사의 부족과 보고 누락 등으로 실제 환자와 사망자 수는 이들보다 더욱 큰 규모일 것으로 추정되며 아직 유행이 지속되고 있어 현재로서는 규모를 예단할 수가 없다.

이러한 팬데믹의 발생은 우선 보건 의료계뿐만이 아니라 현대 인류 문명 자체에 대한 철저한 현황 분석과 아울러 앞으로 예상될 수 있는 재발을 방지하기 위하여 철저한 대책이 요구되고 있다. 이는 과거 2차에 걸친 세계대전을 끝낸 인류가 전쟁 예방을 위한 각종 대책들을 준비한 것과 비교될 수 있다. 실제로 18, 19세기에 천연두 등 대형 전염병의 유행이 계속될 때, 미국과 유럽에서는 전염병에 대한 대응 체계는 국방에 준하였음을 알 수 있다. 그 당시 창궐하던 광견병 예방 백신의 개발 등 전염병 해결에 큰 공을 세운 볼란스의 파스퇴르에 대해서 국가는 원수 칭호를 부여하고 대우하였다.

우리나라에서도 쇠국에서 벗어나 개화초기인 1870년대에 가장 처음 만든 신식 기구 중의 하나가 천연두 백신을 위한 “중두양성소”이었다. 이 기관은 후에 국립방역연구소, 국립보건원 그리고 오늘날의 질병관리본부로 변천을 거듭해 왔다.

이번 코로나19의 대응에서 한국은 전 세계에 방역 모범 국가로서의 저력을 과시하고 있다. 이를 계기로 앞으로 예상되는 신종바이러스 질환의 출현에 대한 대응에서도 세계적

1)The Role of Wild Animals, Mainly Bats, in the Emergence of New Viruses and the Measures for the Prevention

2)SHIN, Yungoh, Korean Industrial Technology Association Organization Association(KOITA), Senior Fellow, E-mail: yungoh@kangwon.ac.kr

선도주자가 될 기회가 주어질 것으로 보인다.

즉 앞으로의 대응 중에서 가장 우선이 주어질 분야가 신종 바이러스 출현의 원인이 되는 야생동물의 보호와 감시 그리고 연구 분야로 생각된다. 따라서 야생동물에 대한 철저한 연구를 통하여 신종바이러스 출현과 확산을 최소화하는 것이 현재 전 세계가 해결해야 할 최우선 당면 과제가 되고 있다.

본란에서는 야생동물 중에서 가장 많은 신종 바이러스 출현과 관련성을 갖는 것으로 밝혀지고 있는 박쥐와 바이러스 그리고 유행재발에 대한 대책을 다루고자 한다. 신종 바이러스의 출현과 예방과 같은 큰 과제에 대해서 한 개인의 짧은 지면에서 구체적인 해답을 제시하기는 어렵다. 다만 여기에서는 신종바이러스 출현의 원인과 이를 예방하기 위한 근본적인 개요를 제시해 보고자 한다.

근래에 출현한 신종 바이러스들

신종 바이러스란 새로운 미생물병원체에 의하여 전염병이 발생하여 여러 지역으로 뚜렷이 확산되며 동시에 미래에도 재발가능성이 있는 질환을 뜻한다. 이러한 바이러스 질환은 면역성과 환경의 차이 등으로 국가나 지역에 따라서 그 종류와 유행 규모가 다를 수 있다. 신종 바이러스 질환의 사례들은 수없이 많으나 여기에서는 근래에 발생한 주요 유행을 간략하게 기술한다.

사람면역결핍바이러스(human immunodeficiency virus, HIV)에 의한 에이즈

1981년에 미국의 서부 도시들에서 카포시육종들을 보이는 면역결핍환자들이 동성애자들 사이에서 유행을 시작하였다. 이 질환에 대한 원인을 분석한 결과, 신종바이러스의 일종인 사람면역결핍바이러스(HIV)에 의한 후천성 면역결핍증(에이즈)으로 규명되었다.

세계보건기구(WHO)는 2018년 현재 전 세계적으로 3천7백9십 만여 명이 HIV감염 상태에서 살아가고 있으며 2018년에만 77만여명이 HIV 감염으로 사망한 것으로 추정하고 있다.

국내에서 에이즈 유행은 1985년 11월 경이었으며 해외 파견 동성애자에서 처음으로 환자가 발생하여 신속히 확산되기 시작되었다. 2018년 현재 국내에서 확인된 한국인 감염자 누계는 12,991명으로서 이 중에서 2018년 한 해에 1,206명이 새로 확인되었다. 이러한 확인된 숫자와는 별개로 실제 감염을 모르는 상태의 미등록 감염자와 국내 거주 외국인을 포함하면 적어도 3만여명 이상으로 추정된다.

에이즈의 기원은 야생 생태계 파괴 등으로 아프리카에서 영장류의 면역결핍바이러스가 HIV로 변이된 것으로 판단하고 있다. 이러한 바이러스 변이가 잦은 국제 교류, 항문성교 등 특이한 성생활, 마약용 주사기의 공유 등 인류 행위에 의하여 크게 유행하고 있다.

신종 인플루엔자들

인플루엔자는 핵산이 8개의 조각으로 이루어진 외막이 있는 RNA 바이러스로서 이들 핵산 조각들의 빈번한 재구성에 의하여 모든 바이러스 중에서 가장 빈번하게 새로운 변이종이 출현한다.

1918년에 유럽에서 전대 미문의 스페인 인플루엔자가 유행하여 세계적으로 약 5,000만 명이 사망하였다. 이 바이러스는 유럽을 거쳐 미국 등 타지역으로 확산되었으며 우리나라에서도 이해 가을과 이듬해 봄에 걸쳐서 전국적으로 대유행이 있었다. 당시 우리나라 인구 759만명의 38%인 3백여만 명이 감염되어 14만명이 사망하였다고 기록하고 있다. 대도시에서는 물론이고 대부분의 농촌 마을마다 다수 사망이 발생하여 젊은 노동 인구의 상실로 인하여 추수가 불가능하였다고 한다. 이때는 인플루엔자 바이러스 자체가 규명되기 이전으로서 임상적 방법으로 환자를 진단하였으며 백신과 치료제가 없던 시기였다.

1957년에는 아시아플루로 알려진 신종 인플루엔자(H2N2)가 중국 귀주에서 시작되어 세계적으로 약 2백만명의 감염자가 발생하였다. 이 바이러스는 여러 지역으로 확대되어 대만에서 10만명, 인도에서 100만명이 감염된 것으로 추정하며 1968년에 홍콩인플루엔자가 유행하면서 아시아플루의 유행이 종식되었다.

1968년에 홍콩인플루엔자(H3N2)의 팬데믹이 시작되었다. 혈구응집항원(hemagglutinin, H)항원의 대변이(H3)를 일으킨 경우로서, 이해 3월 홍콩에서 유행을 시작하여 홍콩 인구의 15%가 감염되었다. 미국에서만도 3백만이 감염자와 3만명 이상의 사망자가 확인되었으며 실제로 현재의 코로나19와 거의 비슷한 수준이었을 것으로 추정된다. 이 바이러스는 2개의 A형 조류인플루엔자 유전자를 갖고 있어서 야생 조류에서 기원된 것으로 판단된다.

2009년에는 인플루엔자 A의 새로운 아형인 H1N1가 유행하여 팬데믹을 형성하였다. 1918년의 스페인인플루엔자와 동일한 아형으로서 거의 100년 만에 다시 대유행을 한 경우이다. 야생돼지에서 기원되어 돼지인플루엔자라도 불려지며 아시아에서만 393,133명의 감염자와 2,137명의 사망이 확인되었다. 이 유행에서 한국은 아시아에서 다섯 번째로 많은 108,234명의 환자와 170명의 사망자가 있었다.

코로나(Corona) 바이러스들

코로나바이러스는 가벼운 감기 증상을 일으키는 바이러스의 일종이었으나 2002~2003년에 중증폐렴을 보이는 사르스(SARS) 바이러스 즉 SARS-CoV가 광동성 포산시에서 출현하였다. 감염자의 1인에서 큰 유행이 시작되어서 여러 나라로 확산되었으며 여러나라에서 8천여명의 감염자와 774명의 사망자가 발생하여 9.6%의 높은 치사율을 보인 것으로 집계되고 있다. 우리나라에서는 4명의 환자가 발생한 것으로 집계되고 있으며 이 변종 바이러스는 박쥐에서 사향고양이를 통하여 사람에게로 전파된 것으로 알려져 있다.

2012년에는 중동의 사우디아라비아에서 새로운 변이종인 메르스(MERS-CoV)가 발생하여 지역성 질환으로 유행하고 있었다. 2015년에 이 지역에서 귀국한 한 한국인이 감염 증

세를 보이자 중동 방문을 숨긴 채 삼성병원, 평택 등의 대형 병원을 전전하게 됨에 따라서 국내 유행이 시작되었다. 이러한 초기 대응의 부실로 인하여 우리나라에서는 186명의 감염자와 36명의 사망을 일으켜 높은 치사율을 나타내었다. 메르스의 유행은 박쥐에서 시작하여 감염된 낙타로부터 사람으로 옮겨진 것으로 설명되고 있다.

2019년의 코로나19는 사람코로나바이러스로는 일곱 번째의 바이러스로서 사람 세포에 대한 감수성과 병원성이 극히 높은 변이종이다. 이 바이러스의 기원은 바이러스의 유전서열 등을 기준으로 하였을 때 박쥐에서 기원하였을 가능성이 높다.

에볼라 등 기타의 신종 바이러스들

에볼라 바이러스 질환은 사람과 영장류들에게 평균 50%의 치명율을 보이는 출혈열질환이다. 이 바이러스는 과일박쥐와 같은 야생동물에서 사람으로 전파된 다음 혈액, 분비물, 감염된 사람의 장기 혹은 다른 체액과의 접촉 등을 통하여 전파된다. 또한 에볼라와 유사한 질병으로 항원성만 다른 마블그출혈열 등 여러 종류의 아프리카 기원의 출혈열 바이러스들이 계속하여 발생하고 있다. 주로 박쥐를 비롯한 몇 종의 야생동물에 의하여 바이러스의 출현, 확산이 있는 것으로 추정한다.

박쥐의 특성, 생태계 그리고 바이러스 보유

박쥐의 생물학

박쥐는 분류학적으로 익수(Chiroptera) 목(目, order)에 속하는 포유류를 뜻한다. 박쥐는 외형 자체가 그림 1에서 보는 바와 같이 절 입구의 사천왕상을 연상케 한다.



그림 1. 코로나바이러스를 원인을 제공하는 편자박쥐

박쥐는 색깔이 매우 다양하여 검정에서 갈색 및 회색이 가장 흔하여 붉은색, 오렌지색 이외 흰 반점을 보이는 종도 있다. 박쥐의 모양은 다른 포유류와 같이 손에 해당하는 날개에 손가락과 발가락이 있다. 박쥐는 동물로서 포유류 중에서 유일하게 장거리 비행을

할 수 있다. 박쥐의 크기는 열매를 먹는 큰박쥐류와 벌레를 잡아먹는 작은박쥐들로 나뉘 지며 과일박쥐나 가축의 피를 빠는 흡혈박쥐처럼 특이한 식성을 가진 종들도 있다. 크기는 나비 크기의 2.9 센티에서부터 가장 큰 종은 무게가 1.6 kg로서 날개 길이가 1.7 m가 된다. 특히 작은 박쥐류는 초음파를 내어 반향음으로써 먹이를 찾으며, 장애물도 피한다.

박쥐는 포유류 중에서 쥐(서류) 다음으로 종의 수가 많아서 그 수가 1,400여 종에 이른다. 이렇게 많은 박쥐 종의 수는 전 지구 포유동물의 20% 이상을 차지하며 지구 생태계에서 큰 위치를 잡고 있다.

대부분의 박쥐는 겨울잠을 자며 다수는 동굴(그림 2)이나 인공 구조물들에서 둥지를 튼다. 야행성인 박쥐는 극한 지역 이외 지구상의 거의 모든 지역에서 분포되어 있다. 해가 질 무렵에 활동을 시작하여 낮에는 동굴 벽, 천장, 바위틈과 지붕의 기와 아래에서 생활한다.

박쥐는 호흡률과 심장 박동수 등이 높으며 체온은 주변의 기온에 따라서 변화가 커서 31°C에서부터 41°C 이른다. 대사율이 보통의 포유류에 비하여 15~16배나 높은 것이 특징이다. 박쥐는 암컷과 수컷이 서로 다른 보금자리에서 생활하는 것으로 알려져 있으며 짝짓기철은 종에 따라 다르나 봄이나 가을 혹은 겨울의 2~3주 동안에 이루어진다. 설치류들이나 식충류에 비하면 새끼 수가 적으며 수명이 몸무게가 비슷한 쥐에 비하여 거의 10 배에 해당하는 40년 가까이 산다.



그림 2. 동굴에서 집단 서식하는 박쥐무리

박쥐의 다양한 바이러스 보유

박쥐의 여러 생물학적 특성들이 특이하게 많은 종류의 바이러스를 갖게 하며 특이한 면역체제를 형성한다. 박쥐는 6천4백만년 동안 진화해 오면서 바이러스와 상호 공동 진화를 거듭해 오고 있으면서 특이한 비롬(virome, 전체 바이러스 구성체)를 형성하고 있다.

물론 박쥐도 일부 바이러스에 대해서 치명적인 병원성을 보이는 경우가 있으나 절대 다수 바이러스에 대해서 다른 동물에서와는 다르게 특별한 병원성을 보이지 않으면서 숙주와 공존 관계를 유지하고 있다. 박쥐의 광범위한 체온과 활발한 대사가 다수 바이러스에

대한 저항성을 보이는 것으로 알려져 있다. 또한 박쥐가 다양한 바이러스를 갖게 되는 요인으로서 큰 무리수가 밀집된 생활을 영위하는 점이다. 연구에 의하면 한 무리가 793,838 마리를 이루는 사례가 발견되고 제곱미터 좁은 공간에서 1900여 마리의 밀집도를 보이기도 하였다(그림 3).



그림 3. 바이러스 전파를 촉진하 박쥐의 매우 높은 밀집 생활

이렇게 많은 무리를 좁은 공간에서 다양한 종들의 박쥐들이 모여서 살게 됨에 따라서 많은 종류의 바이러스들이 감염되어 큰 규모의 비료(바이러스 유전체의 총수)을 형성한다. 물론 박쥐의 바이로비움 형성에는 감염되는 바이러스의 감염성, 박쥐 종에 따른 특정 바이러스에 대한 감수성 그리고 바이러스에 대한 접촉률에 따라서 결정된다. 박쥐가 다수 바이러스를 다른 동물에게로 전파시킬 수 있는 요인 중의 하나는 이들의 긴 이동 거리에서 기인하기도 한다.

박쥐와 바이러스 간의 생물학적 상호관계는 섬세한 균형 작용과 숙주 면역계와 바이러스 탈출 기작 사이의 반작용으로 보통은 숙주와 기생병원체는 적대적이다. 병원체가 유도하는 숙주 적합성이 낮아지면 숙주의 저항 기작을 위하여 바이러스의 선택(selection)을 높이게 된다. 다른 한편으로는 숙주의 새로운 방어로 인하여 병원체에 대한 방어가 높아지게 된다. 이는 숙주와 병원체 간의 유전적 상호 긴밀한 관계로 인하여 숙주-병원체 간에 공동진화가 되는 방향으로 진전된다. 이러한 공동진화는 숙주와 병원체 간 상호진화로 정의된다.

공동진화의 주요 결과는 숙주와 기생하는 병원체 집단 수의 유전적 다양성에 영향을 주게 되며 숙주와 바이러스 모두에게 높은 압박을 가함으로써 생물학적 진화에 주요 영향을 주는 것으로 추정된다. 박쥐의 진화는 포유류 중에서 광범위한 환경에 적응되어 높은 역동성과 장수의 종으로 남은 성공 사례가 되고 있다.

박쥐 바이러스 질병 발생 현황

박쥐는 치사율 백 프로의 사람 광견병바이러스를 포함한 리사(Lyssa)바이러스들을 갖고 있다. 사람은 연간 약 5.5만명이 광견병 혹은 이들의 변종 바이러스로 사망하게 되며, 이중의 일부는 박쥐로부터 기인됨이 확인되었다.

호주 북부의 열대에 가까운 브리스베인 근교 헨드라에서 1994년을 시작으로 4회에 걸쳐서 사람, 말 등에서 신중호흡기 질병의 유행이 있었으며 이의 원인이 박쥐에서 기원된 믹소바이러스과의 일종으로 판명되었다. 발견된 지역 이름에 따라서 헨드라 바이러스로 이름이 붙여진 박쥐 유래 신중 바이러스의 하나이다.

1998에 말레이시아에서 300여명의 사람을 감염시키고 39%의 매우 높은 치사율을 보인 신중질환 유행이 있었으며 대부분의 사람들은 감염된 돼지와 긴밀한 접촉에 의하여 전파되었다. 이 신중질환은 박쥐의 일종에서 발견되는 믹소바이러스의 또 다른 일종으로 규명되어 니파(Nipah)바이러스로 이름이 붙여졌으며 인도, 방글라데시 등에서 거의 매년 발생하고 있다. 1997년에는 박쥐 유래 믹소바이러스과의 일종인 메난글(Menangle) 바이러스가 새끼돼지에서 발견되었으며 사람에서 홍역과 같은 증상을 보인다. 이 바이러스 질환도 또 다른 종의 박쥐에서 기인하여 돼지를 통하여 사람에게로 전파되는 것으로 조사되었다.

박쥐가 가장 많이 보유하고 있는 바이러스는 코로나바이러스로서 전체 보유 바이러스의 약 3분의 1을 차지한다. 박쥐 이외 다른 동물종에서 0.2%가 코로나바이러스를 갖고 있는 반면에 박쥐 종의 8.6%가 코로나 바이러스를 보유하고 있다. 이들 코로나 바이러스의 대표적인 변종이 2002년에 발생한 폐증상을 보이는 중증급성호흡기질환(SARS)이다. 이 신중바이러스는 박쥐의 일종인 편자박쥐에서 감염되어 있음이 혈청시험에서 확인되었다. 이 바이러스가 사향고양이에 전파되고(그림 4) 이를 중국 수산시장에서 판매되는 과정에서 사람으로 전파된 것으로 추정하고 있다.



그림 4. 사르스의 매개 숙주인 사향고양이

2012년에는 CoV에서 기원한 것으로 치사율이 가장 높은 것으로 확인된 메르스 유행이 시작되었다. 근래의 연구에서 박쥐의 일종인 큰집박쥐(Pipistrellus)에서 MERS-CoV와 매우 유사한 바이러스가 발견됨에 따라서 박쥐 기원으로 판단하고 있다. 낙타가 매개 동물로 조사되고 있다.

2019년에 시작된 SARS-CoV-2의 자연 숙주로서 박쥐에서 시작되었을 가능성이 크다. 226마리의 박쥐에서 새로이 분리된 RmYN02로 명명된 코로나바이러스는 사람에서 유행하고 있는 SARS-CoV-2의 전체 유전서열 크기에서 93.3%의 일치율을 보인다. 더구나 코로나바이러스 1ab유전자에서 뉴클레오타이드 서열은 박쥐와 사람코로나 분리주 사이에 97.2%의 일치율을 보이는 것으로 조사되어 현재까지 조사된 여러 코로나바이러스 유연관계에서 가장 유사성을 보이고 있다. 현재로서는 박쥐로부터의 직접적인 전파보다는 천산갑(그림 5) 등 야생동물이 중간숙주로 작용하는 것으로 평가된다. 코로나19는 박쥐가 보유한 코로나바이러스와 유전서열이 가장 유사한 것으로 문헌들이 전하고 있다.



그림 5. 코로나19의 중간숙주로 추정되는 천산갑

1976년에 처음으로 확인된 에볼라바이러스는 간헐적으로 아프리카에서 유행을 이어나가고 있다. 2014~2016년의 서아프리카 유행은 28,000명 정도의 감염자 발생으로 11,325명이 사망하여 에볼라 발견 이후 가장 큰 규모였다. 최근의 동콩고공화국에서 유행한 2018~2019 유행은 정국의 불안과 관련성을 갖는 것으로 판단된다. 에볼라바이러스는 박쥐뿐만이 아니라 침팬지, 원숭이 등 에볼라바이러스에 감염된 여러 야생동물의 체액으로부터 새로운 유행이 시작되는 것으로 추정되고 있다. 특히 최근에 건강한 박쥐에서 6번째의 에볼라바이러스가 발견되어서 박쥐 기원 가능성을 높여주고 있다.

에볼라 관련 바이러스들이 여러 박쥐 종의 조직에서 발견되었으며 박쥐 종들에게 인위적인 접종한 결과 증식을 보였다. 또한 동굴 거주 박쥐에서 크리미안 콩고출혈열바이러스가 보고되어서 이 바이러스의 생활환과 지리적 분포에서 박쥐가 역할을 할 것으로 추정

하고 있다. 이들 이외에도 박쥐에서는 많은 바이러스가 존재하여 유전적 변이에 의하여 가축 혹은 사람에게 새로운 바이러스 질환의 유행을 일으킬 가능성을 내포하고 있다.

박쥐에서 신종 바이러스 출현 기작

박쥐 매개 바이어스의 전파는 사람에게 높은 감염 가능성을 갖는 바이러스와 관련되어 있음에도 불구하고 박쥐에서 사람에게로 직접적인 전파에 대한 직접적인 증거는 아직 확보하지 못한 상태에 있다. 그럼에도 불구하고 지속적으로 새로운 바이러스 변종에 의한 신종바이러스 질환의 유행이 지속적으로 일어나고 있는 상태에서 2019년에 큰 규모의 코로나19 팬데믹이 현실적으로 발생한 것이다.

더구나 박쥐는 많은 종 다양성을 갖고 있으며 체중에 비하여 특이하게 긴 30년이 넘는 수명, 바이러스 감염에 대한 높은 저항성, 큰 무리, 좁은 공간에서의 높은 밀집도 그리고 활발한 이동성에 의하여 여러 병원체들에 대한 보균소 역할을 하고 있다. 따라서 이들 박쥐 생태계에서 환경의 균형을 깨트리는 소요가 초래되는 경우, 사람을 비롯한 여러 동물로의 전파가 이루어진다.

박쥐는 사람의 생태계에 유익한 면도 있으나 근래 과도한 산림 벌채, 도시화 및 인구의 확산이 박쥐의 서식지를 변경시키고 있다. 또한 전 세계적으로 인구가 증가됨에 따라서 이들에게 요구되는 농토, 주택 등들이 높아짐에 따라서 산림의 파괴로 이어진다. 근래 40년 동안 산림 면적은 줄어드는 반면에 농업용 토지를 비롯한 땅에 대한 수요의 증가가 발생하고 있다. 일례로서 동남아시아의 산림이 이 근래 40년 동안 30%나 감소되고 있다. 더구나 동남아시아의 인구는 2030년까지 현재 인구의 거의 배가 증가될 것으로 예상된다. 산림벌채와 도시화의 결과로 인하여 생물 다양성 특히 박쥐 인구는 사람 거주지에 가까운 인공화된 도시환경에게로 이동하여 적응하고 새로운 보금자리를 확보하게 된다.

이러한 환경이 전에는 경험하지 못한 광범위한 박쥐 종의 주거를 갖게 되고 여러 종의 박쥐가 살게 된다. 이러한 결과, 박쥐 다양성과 박쥐 매개 바이러스들이 증가되게 된다.

집에서나 집 주위의 정원 등에 장치한 전등들이 이들 주위에 모여든 곤충을 표적으로 한 박쥐를 끌어모으게 된다. 또한 인간 주거 주위의 들판과 과수원과 함께 가축 외양간과 집들은 동굴에 거주하는 박쥐를 끌어모은다. 인간과 박쥐들의 높아진 접촉 등 상호관계가 더 많은 박쥐 매개 바이러스와의 접촉으로 이어지고 이들 바이러스들의 직접적 접촉이나 박쥐 분뇨의 오염으로 사람이나 가축에게 전파된다.

더구나 박쥐들의 서식, 음식섭취 동안의 집단생활을 포함한 특성들이 지속적으로 여러 종류의 바이러스의 혼합으로 이어지고 이는 다시 바이러스의 재조합, 새로운 변이종 그리고/혹은 RNA의 재구성(reassortment)이 이루어진다. 따라서 이들은 미래에 박쥐-매개 바이러스들의 새로운 출현으로 이어지며 이 중의 일부가 큰 팬데믹으로 확산된다.

신종바이러스 출현의 차단 혹은 예방 대책

박쥐와 같은 야생동물로부터의 신종바이러스 질환 출현을 방지하기 위해서는 사람과 박쥐가 밀접하게 상호 관계를 갖는 곳에서 면밀한 주시, 조사와 모니터링이 요구된다. 따라서 신종 바이러스 질환의 출현을 예방하고 조기 출현에 대비할 조치로서 다음과 같은 국·지역 혹은 범세계적 대책들이 요구된다.

산림녹화 등 자연보존

산림벌채는 박쥐매개 바이러스 발생과 연계되어 왔기 때문에 산림벌채를 금지시키고 산림녹화를 전 세계적으로 권장하는 것이 중요하다. 새로운 바이러스 질환 발생에 대비하여 박쥐 생태계의 보존이 필요하다.

인류의 정상 생활을 마비시키는 신종 바이러스 팬더믹을 차단시키는 데에 있어서 가장 우선 과제는 산림 벌채 방지를 비롯한 자연 생태계의 보호에 있다. 전염병 대책에 있어서 가장 우선 과제는 발생원의 차단과 조기 대응임이 여러 신종바이러스 질병 유행에서 경험한 바 있다. 무엇보다 우선적인 과제는 산림녹화와 야생동물 서식지를 보존해줄 환경을 만드는 것이 필요하다.

인구 증가의 통제

세계의 여러 국가에서 야생동물과의 접촉이 증가되는 주요 원인으로서는 많아지는 인구에 그 원인을 찾을 수 있다. 특히 아열대 및 열대에서의 인구 증가는 여러 바이러스 질병의 출현과 관련성을 갖는다. 현재까지 대부분의 신종바이러스 기원은 아프리카 및 중국에서 기원되었음을 상기할 필요가 있다. 박쥐 이외에도 이들 지역에서는 오리 등 여러 야생동물들과 인간과의 높아진 접촉으로 신종 감염병이 출현하고 있다. 따라서 신종 질환의 출현 방지를 위한 하나의 방안으로 인구 증가를 통제할 필요성이 있다. 인구의 지속적인 증가는 산림황폐로 이어질 것이며 박쥐 인구를 보다 많이 사람에게 노출시켜서 새로운 치명적 바이러스 출현을 가져올 수 있다.

박쥐 등 야생동물의 포획, 소비 및 밀무역의 금지

아시아에서는 현재까지 56종의 박쥐가 포획되어 소비되는 것으로 알려져 있다. 나아가서 생고기 도살, 취급 및 요리하지 않은 박쥐 고기의 소비가 바이러스 전파를 높여줄 가능성이 있다. 따라서 박쥐 사냥과 소비를 중지시킬 필요가 있으며 박쥐 취급과 관련된 위험성에 대한 일반 대중에 대한 인식 제고가 필요하다. 박쥐 이외에도 중간 숙주가 되는 천산갑, 뱀, 원숭이 등 여러 야생동물의 포획과 소비를 금지시킬 필요가 크다.

코로나19와 다른 신종 전염병 발생에서 보듯이 규제받지 않은 야생동물 밀거래가 팬데믹의 가능성을 가진 새로운 전염병의 출현 위험성을 높여줄 수 있다. 따라서 야생동물의

밀거래를 중지시키는 것은 신종 질환의 출현을 차단하는 주요 대책이 되고 있다.

박쥐 등 야생동물에 대한 바이러스 모니터링 제도 도입

전 세계적으로 신종 박쥐 매개 바이러스를 예측하기 위해서는 야생동물, 그리고 가축에 대한 바이러스 변화를 긴밀히 조사하고 모니터링할 필요가 있다. 이러한 감시는 전염병의 기원, 중간숙주, 유출이 발생하는 장소와 시기 등에 대한 정보 그리고 감염병 발생을 야기시킬 가능성이 있는 바이러스 종류들에 대한 직접적인 정보를 제공할 수 있을 것이다.

박쥐와 사람 간에 접촉이 많은 지역에서의 박쥐를 비롯한 야생동물에서의 바이러스 감염에 대한 조사가 요구된다. 이러한 감시와 모니터링 제도를 수행하기 위해서는 대형 사업단이 형성되어서 국내외의 고경력 과학계 전문가를 중심으로 한 효율적인 사업이 이루어져야 할 것으로 생각된다. 우리나라는 2001년에 국립환경연구원(원장: 류재근)이 주관 이 되어 주요 식수원에 대한 원수 및 처리수에 대한 “총배양성 바이러스” 검사 제도를 지속적으로 실시한 적이 있다. 이 사업은 우리 국민들에게 먹는 물의 안전한 공급에 크게 기여한 바 있다. 이와 비슷한 개념으로 국내 야생 동물에 대한 전염병의 지속적인 모니터링 제도를 수행함으로써 조류인플루엔자, 아프리카돼지열병 바이러스 등 가축 질환은 물론이고 각종 인플루엔자, 일본뇌염 등 사람 질병의 유행에 대한 조기 차단이 가능할 것으로 판단된다.

하수의 코로나19 검사 도입 등 주요 바이러스 모니터링 제도 수립

코로나19와 같은 팬데믹의 1차 유행에 이어서 후속적인 재유행을 예방하기 위한 조기 감시 체제와 모니터링을 통한 조기경보체제의 도입이 필요하다. 현재 철저히 수행 중에 있는 위험지역으로부터의 입국 인구에 대한 스크린 사업을 계속해야 하며 조기 발견을 위한 다양한 환자 탐지 시스템의 개발이 필요하다.

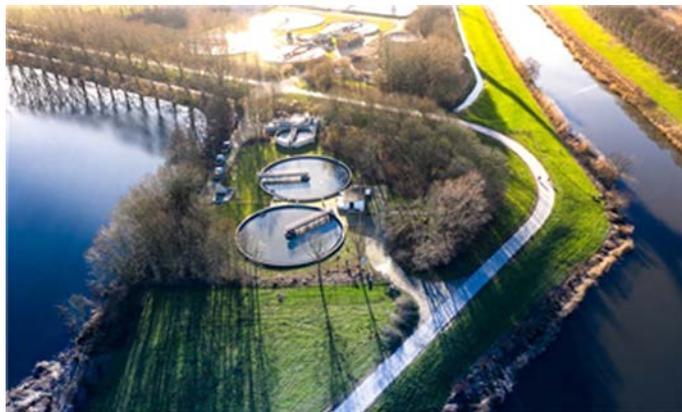


그림 6. 코로나19의 조기 탐지에 활용되는 하수 처리장

나아가서 하수에 존재할 수 있는 코로나19 RNA에 대한 조기 모니터링 제도의 도입과 실시가 요구된다. 이러한 하수로부터의 바이러스 탐지를 위해서는 하수로부터의 시료 채취와 처리 및 핵산 검사 수행으로 이루어진다.

이 시험은 환자 탐지를 위한 RNA 탐지 진단제를 사용한다. 이 방법은 환자 개개인에 대한 임상진단 혹은 실험실 검사 방법에 비하여 이른 시기에 지역에서의 전파 여부를 탐지할 수 있는 유용한 방법으로 알려져 있다. 그러나 이 방법은 감염자의 분을 강한 멸균제 등의 처리 없이 그대로 하수로 내보내야 하는 결점을 갖고 있다. 또한 시료의 성상에 따라서 검사의 정확도를 유지하는 데에는 검사 기술에 대한 연구가 요구된다. 즉 이론적으로만은 적용이 어려우며 상당한 수준의 바이러스학적 기술이 필요하다.

국제 공동 사업 등 관련 대형 연구 과제 수행

신종 바이러스 전염병의 출현 예방과, 조기 대응 그리고 관련 분야 연구는 세계적으로 유기성을 갖고 있으며 전 세계가 공조해야 할 사업이다. 전염병 발생 사업은 국제 공동 연구의 수행 없이는 그 효율성에서 한계가 있다.

특히 우리나라는 1960년대 전염병이 많은 시대부터 전염병 관리에 풍부한 경험을 가진 관련 분야 우수 인력을 확보하고 있다. 따라서 이들을 활용하여 코이카(KOICA) 사업 등 국제 공동 연구 사업에서 좋은 성과를 얻을 수 있을 것으로 생각된다. 특히 새로운 전염병 출현이 많은 국가, 지역에서의 각종 정보의 확보와 적절한 대응은 신종질환 재발 방지를 위하여 반드시 필요한 과제이다.

결 론

이상으로서 신종 바이러스의 출현에서 박쥐를 비롯한 야생동물에서의 바이러스 실상과 생태계를 중심으로 살펴보았다.

신종 바이러스 출현 혹은 재출현과 질병 유행 초기 차단 of 중요성은 이번 코로나19 유행에서 확인하였다. 신종바이러스의 출현 방지와 조기에 적절한 대응은 확산 후에 발생할 수 있는 수백만 감염자, 사망자의 발생 그리고 경제 파탄을 차단하는 가장 확실한 지름길이다. 이를 위해서는 충분한 사전 연구와 적절한 대응이 이루어져야 할 것으로 판단된다. 신종 바이러스 질병 발생으로 인한 국민의 생명과 경제적 손실을 감안할 때, 코로나19와 같은 감염성 질환의 예방을 위해서는 충분한 예산과 유능한 전문가의 적극적인 참여가 필요한 것으로 생각된다.

참고문헌

- Afelt, A., Devaux, C., Serra-Cobo, J. and Frutos, R., 2018. Bats, Bat-Borne Viruses, and Environmental Changes, DOI: 10.5772/intechopen.74377, Chapter 8.
- Ahmed, W., *et al.*, 2020. First confirmed detection of SARS-CoV-2 in untreated wastewater in Australia: A proof of concept for the wastewater surveillance of COVID19 in the community, *Science of the Total Environment*, 728: 138764, pp. 1-8.
- Cadwell, K., 2015. The virome in host health and disease, *Immunity*, 42(5): 805-813. doi:10.1016/j.immuni.2015.05.003.
- Mallapaty, S., 2020. How Sewage Could Reveal True Scale of Coronavirus Outbreak, *Nature*, 580: 176-177.
- Nabi, G., Siddique, R., Ali, A. and Khan, S., 2020. Preventing bat-born viral outbreaks in future using ecological interventions, *Environmental Research* 185: 109460.
- Wang, Q., *et al.*, 2014, Bat Origins of MERS-CoV Supported by Bat Coronavirus HKU4 Usage of Human Receptor CD26, *Cell Host & Microbe*, 16: 328-337.
- World Health Organization, 2020. Health Topics by country, including Coronavirus disease (COVID-19) pandemic, <https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019>.
- Zhou, H., *et al.*, 2020. A Novel Bat Coronavirus Closely Related to SARS-CoV-2 Contains Natural Insertions at the S1/S2 Cleavage Site of the Spike Protein, *Current Biology*, 30: 1-8.
- Many other documents not described here.