

OECD 축산분야 항생제 사용 현황 및 전망과 경제 분석

조재성*

1. 서론

항생제¹⁾는 전 세계적으로 가축의 질병 예방 및 치료와 성장촉진을 목적으로 광범위하게 사용되고 있다. 항생제는 가축의 건강과 생산성을 향상시켜 동물성 단백질의 공급 증대, 식품 안전성 증진, 동물복지 향상 등에 기여한다. 하지만 항생제 내성(Antimicrobial Resistance, AMR)²⁾ 문제는 축산분야에서의 항생제 사용에 대한 우려를 증대시키고 있다. 특히, 일부 항생제는 특정 질병에 대한 유일한 치료제이거나 대체물질이 거의 없다. 따라서 AMR의 출현과 확산은 인류의 건강과 보건 경제에 심각한 위협이 되고 있다. O'Neill(2016)은 2050년에 이르면 항생제 내성균으로 인한 연간 사망자 수가 1천만 명으로 암이나 다른 주요 질병으로 인한 사망자 수를 넘어설 것으로 예측하였다. World Bank(2016)는 2050년 글로벌 실질 GDP가 AMR로 인한 의료 및 수의 비용의 증가와 축산물 가격 상승 등으로 2017년 대비 1.1~3.8% 감소할 것으로 전망하였다.

AMR은 사람, 가축, 환경 등 생태계 내 다양한 경로를 통해 출현 및 확산되므로 AMR의 국제적 확산 가능성은 무역, 해외여행, 이민 등의 증가에 따라 지속해서 높아지고 있다. AMR은 글로벌보건안보구상(Global Health Security Agenda, GHSA) 및 G7 회담 등에서도 심각한 글로벌 보건 안보 문제로 부각되고 있으며, AMR 출현 및 확산 방지를 위한 국제적 협력과 노력이 강조되고 있다. 이에 따라 세계보건기구(World Health Organization, WHO), 세계동물보건기구(World Organisation for Animal Health, OIE)³⁾, 유엔식량농업기구(Food

* 충남대학교 동물자원과학부 조교수(kor0025cho@cnu.ac.kr).

1) 본고에서는 편의상 미생물의 성장을 억제하거나 죽이는 모든 종류의 항균물질을 항생제로 명시함.

2) 항생제 내성이란 박테리아 등의 병원균이 항생제에 대한 저항성을 가지는 것을 의미함.

and Agriculture Organization of the United Nations, FAO) 등의 국제기구들은 ‘하나의 건강(One Health)⁴⁾’이란 개념 하에 의료서비스, 축산, 식품, 환경, 무역 등 AMR 관련 분야 전반에 걸친 종합적인 대책 마련을 추진하고 있다. 하지만 항생제 관련 통계 및 AMR의 발생과 전이에 대한 자료의 부족은 국제적 합의가 가능한 규제 및 관리 방안 수립에 걸림돌이 되고 있다. 특히, 축산분야 항생제 사용 관련 정보는 보건의료분야에 비해 매우 제한적이다.

경제협력개발기구(Organization for Economic Co-operation and Development, OECD)는 축산분야 항생제 사용 관련 정보의 획득 및 항생제 사용을 최소화하는 가축 생산방식⁵⁾으로의 전환을 유도하기 위해 2013년⁵⁾부터 관련 연구를 본격적으로 시행하기 시작하였다. 보고는 OECD의 축산분야 항생제 사용과 관련한 연구(OECD 2014a, OECD 2014b, OECD 2017) 중 ① 생태계 내 AMR 전파 경로, ② 축산분야 항생제 사용 현황 및 전망, ③ 항생제 사용의 경제적 효과에 관한 내용을 요약·정리하였다.

2. 항생제 내성 전파 경로

AMR의 출현 및 전파는 항생제에 노출된 미생물이 자기복제 과정에서 내성을 갖는 형질을 선택하게 되고, 이렇게 생겨난 저항성 유전자를 다른 미생물에게 전달해 이들도 동일한 내성을 갖게 되면서 이루어진다(한국보건사회연구원 2016). 다만, AMR의 출현 및 전파가 전적으로 사람과 동식물 생산에서의 항생제 사용에 기인한다고는 볼 수 없다. 현재 우리가 사용하는 항생제 대부분이 인위적 합성이 아닌 자연에서 발견한 것임을 감안할 때 AMR은 자연에 존재하는 천연 항생물질에 의해서도 출현할 수 있다.

AMR이 외부로부터 사람에게 전파되는 경로는 크게 세 가지이다. 첫째, 가축과의 직접적인 접촉이다. 몇몇 사례에 따르면 가축에게서 흔히 발견되는 항생제 내성균이 농장 주인이나 가족에게서 발견된 적이 있으며, 이렇게 전파된 내성균은 다시 전염된 사람을 통해 지역 사회로 확산할 가능성이 있다.

3) 과거 국제수역사무국(Office International des Epizooties, OIE)으로 2003년 세계동물보건기구로 개칭하였으나 역사성을 감안하여 영문 약칭은 OIE를 사용하고 있음.

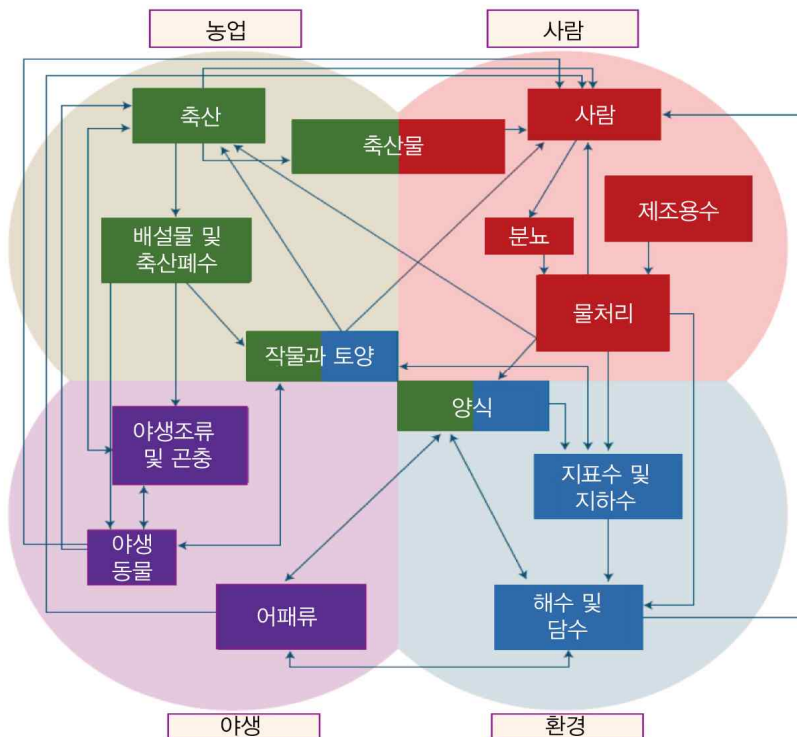
4) ‘하나의 건강’이란 사람, 동식물, 환경 등은 건강 측면에서 서로 밀접하게 연관되어 있으므로 인류 보건 문제를 해결하기 위해서는 관련 분야를 포괄적이고 유기적으로 관리해야 한다는 개념임.

5) 연구결과(OECD 2014a)는 2014년에 발표됨.

둘째, 식품 공급 과정을 통한 전파이다. 가축이 가지고 있는 AMR은 도축 과정 및 후속 처리 과정에서 축산물에 잔존할 수 있다. 따라서 적절한 처리 및 조리 과정을 거치지 않을 경우 항생제 내성균이 사람에게 전염될 수 있다. 또한 항생제 내성균을 가진 가축의 분뇨 또는 물은 주변 토양 및 수자원을 오염시킬 수 있으며, 이러한 토양 및 물을 사용해 재배한 과일, 채소, 곡물 등을 섭취할 경우 항생제 내성균에 전염될 수 있다. 가축에게 투여한 Tetracycline 계열 항생제의 75~90%가 가축의 체내에서 분해되지 않고 가축 분뇨를 통해 환경을 오염시킨 사례가 있다.

셋째, 환경을 통한 전파이다. 사람과 동식물 생산에서의 항생제 사용 및 천연 항생물질에 의해 출현한 항생제 내성균은 환경을 통해 다양한 경로로 AMR을 사람에게 전달한다. 이중 항생제 오남용으로 인한 환경오염이 항생제 내성균 발생의 주요 원인이며, 주로 항생제 생산 시설, 보건의료분야에서의 항생제 사용, 농축산물 생산에서의 항생제 사용에 의해 발생한다. 50년 이상 지속된 가축 생산에서의 항생제 사용이 AMR의 출현 및 전파에 기여한 것은

<그림 1> 항생제 내성의 잠재적 전파 경로



자료: FAO(2016).

사실이나 그 영향은 아직 명확히 분석되지 않았다. AMR의 출현 및 전파에는 항생제 소비 규모, 사양 관리, 기후 조건, 가축사육밀도, 축종, 영양 상태 등 다양한 요인이 영향을 미치기 때문이다. 또한, 전체적인 생태계 내 항생제 전파 경로는 매우 다양하고 복잡하기 때문에 경로별 중요도나 영향을 명확히 파악하기란 거의 불가능하다<그림 1 참조>.

3. 축산분야 항생제 사용 현황 및 전망

3.1. 사용 배경

항생제는 원래 가축 질병의 치료 및 확산 방지를 위한 예방적 수단으로 사용되어 왔다. 하지만 1940년대 후반부터 치료 농도 이하의 항생제 급여가 가축의 성장을 및 사료 효율을 증대시킨다는 연구가 발표되면서부터 미국과 유럽을 중심으로 치료나 예방 목적보다는 성장촉진을 목적으로 한 항생제(Antibiotic Growth Promoters, AGP) 사용이 급증하였다.

미국은 1951년부터 의사 처방 없이 항생제를 사료에 첨가하는 것을 허용하였으며, 유럽 각국도 1950~1960년대부터 항생제의 사료첨가를 허용하였다. 하지만 시간이 지남에 따라 가축의 도체 및 축사 주변에서 항생제 내성균이 발견되고 축산물에 항생제가 잔류할 수 있다는 주장 등이 제기됨에 따라 1986년 스웨덴은 세계 최초로 모든 항생제의 사료첨가를 금지하였으며, 유럽연합(European Union, EU)은 2006년, 우리나라는 2011년부터 AGP의 사용을 전면 금지하였다. 미국은 일부 의학적으로 중요한 항생제에 대해서는 2013년부터 AGP로의 사용을 제한하고 있으나, 모든 항생제의 사료첨가를 금지하지는 않고 있다. OIE가 2012년 시행한 설문조사⁶⁾에 의하면 조사에 참여한 152개국 중 51%는 AGP를 완전히 금지, 19%는 부분 금지, 나머지 30%는 금지하지 않고 있는 것으로 나타났다.

2012년 기준 축산분야에서 사용하는 항생제는 27가지 종류로, 이중 대부분은 사람에게도 사용되고 있다<표 1 참조>. 특히, 2009년 축산분야에서 가장 높은 판매액을 기록한 항생제인 Macrolides(미화 6억 달러), Penicillins(미화 6억 달러), Tetracyclines(미화 5억 달러)은 WTO가 발표한 인류 보건을 위해 가장 중요한 항생제 목록에 포함되어 있다. 따라서 축산분야에서의 항생제 내성균의 출현 및 전이는 인류 보건에 심각한 위협으로 간주되고 있다.

6) (http://www.oie.int/eng/A_AMR2013/Presentations/S2_4_FrançoisDiaz.pdf)(검색일:2018.07.03.)

<표 1> 축산분야에서 사용되는 항생제의 종류

항생제 종류	가금	소	돼지	어류	염소	양	별	토끼	낙타	말
Aminocyclitol	○	○	○	○	○	○		○		○
Aminoglycoside	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Bicyclomycin	○	○	○	○						
Cephalosporin										
· Cephalosporin 1st G		○	○		○	○				○
· Cephalosporin 2nd G		○								
· Cephalosporin 3rd G	○	○	○		○	○		○		○
· Cephalosporin 4th G		○	○		○	○		○		○
Coumarin		○		○	○	○				
Diaminopyrimidine	○	○	○		○	○		○		○
Fusidane		○								○
Glycophospholipid	○	○	○							
Glycopeptide	○		○							
Kirromycin			○							
Lincosamide	○	○	○	○	○	○	○			
Macrolide	○	○	○	○	○	○	○	○		○
Nitrofurane	○	○	○							
Orthosomycin	○							○		
Penicillin	○	○	○	○	○	○		○	○	○
Phenicol	○	○	○	○	○	○		○		○
Phosphonic acid	○	○	○	○						
Pleuromutilin	○		○		○	○		○		
Polypeptide	○	○	○		○	○		○		○
Quinolone										
· Quinolone 1G	○	○	○	○	○	○		○		○
· Quinolone 2G (Fluoroquinolone)	○	○	○	○	○	○		○		○
Quinoxaline			○							
Rifamycin		○	○		○	○		○		○
Streptogramin	○	○	○			○				
Sulfonamide	○	○	○	○	○	○		○		○
· Sulfonamide + diaminopyrimidine	○	○	○	○		○		○		○
Tetracycline	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Thiostrepton	○		○							

자료: OECD(2014a),

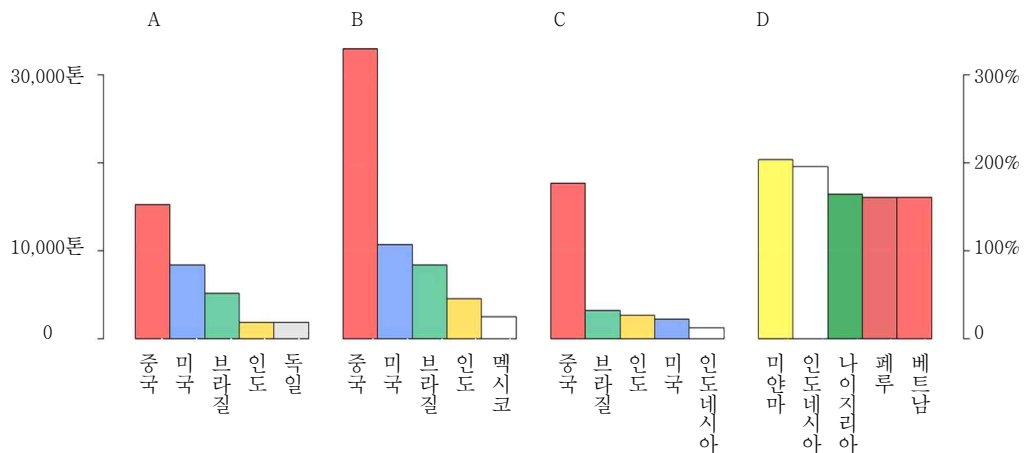
3.2. 항생제 소비 현황 및 전망

현재 글로벌 항생제 소비 현황에 대한 직접적인 조사는 불가능하다. 따라서 OECD는 Van Boeckel et al(2015)의 연구 결과를 인용하여 글로벌 항생제 소비 현황과 전망을 발표하였다(OECD 2014b). Van Boeckel et al(2015)은 글로벌 가축사육밀도, 가용한 국가별 항생제 소비량, GDP와 인구 성장 시나리오 등에 따른 축산물 소비 전망 자료를 이용하여 글로벌 항생제 소비량을 추정하고 전망하였다.

연구 결과 2010년 축산분야에서 소비한 항생제의 양은 총 6만 3,151(± 1,560)톤이며, 2030년 항생제 소비량은 2010년 대비 67% 증가한 10만 5,596(± 3,605)톤에 이를 것으로 전망되었다. 소비량 증가분의 2/3는 사육두수의 증가, 나머지 1/3은 집약사육방식의 확대에 기인하는 것으로 나타났다. 항생제 소비량 증가분의 46%는 아시아 지역의 가축 사육방식 변화에 기인하며, 2030년 아시아 지역의 항생제 소비량은 5만 1,851톤으로 2010년 글로벌 항생제 소비량의 82%에 이를 것으로 전망되었다.

가축용 항생제 최대 소비국은 2010년 중국(23%), 미국(13%), 브라질(9%), 인도(3%), 독일(3%) 순이며, 2030년에는 중국(30%), 미국(10%), 브라질(8%), 인도(4%), 멕시코(2%) 순으로 추정되었다<그림 2 참조>. 2010년 가축용 항생제 소비량이 가장 많은 50개국 중 2030년까지

<그림 2> 2010년과 2030년 주요 국가별 축산분야 항생제 소비량 및 소비 증가율



주: (A) 2010년 기준 가축용 항생제 소비량 상위 5개국, (B) 2030년 기준 가축용 항생제 소비량 상위 5개국, (C) 2010년부터 2030년까지 가축용 항생제 소비 증가량 상위 5개국, (D) 2010년 대비 2030년 가축용 항생제 소비 증가율 상위 5개국.
자료: Van Boeckel et al(2015).

소비량 증가폭이 가장 클 것으로 예상되는 국가는 미얀마(205%), 인도네시아(202%), 나이지리아(163%), 페루(160%), 베트남(157%) 순으로 나타났다. 브릭스(BRICs) 국가들의 2030년 축산분야 항생제 소비량은 2010년 대비 99% 정도 증가할 것으로 추정되었다.

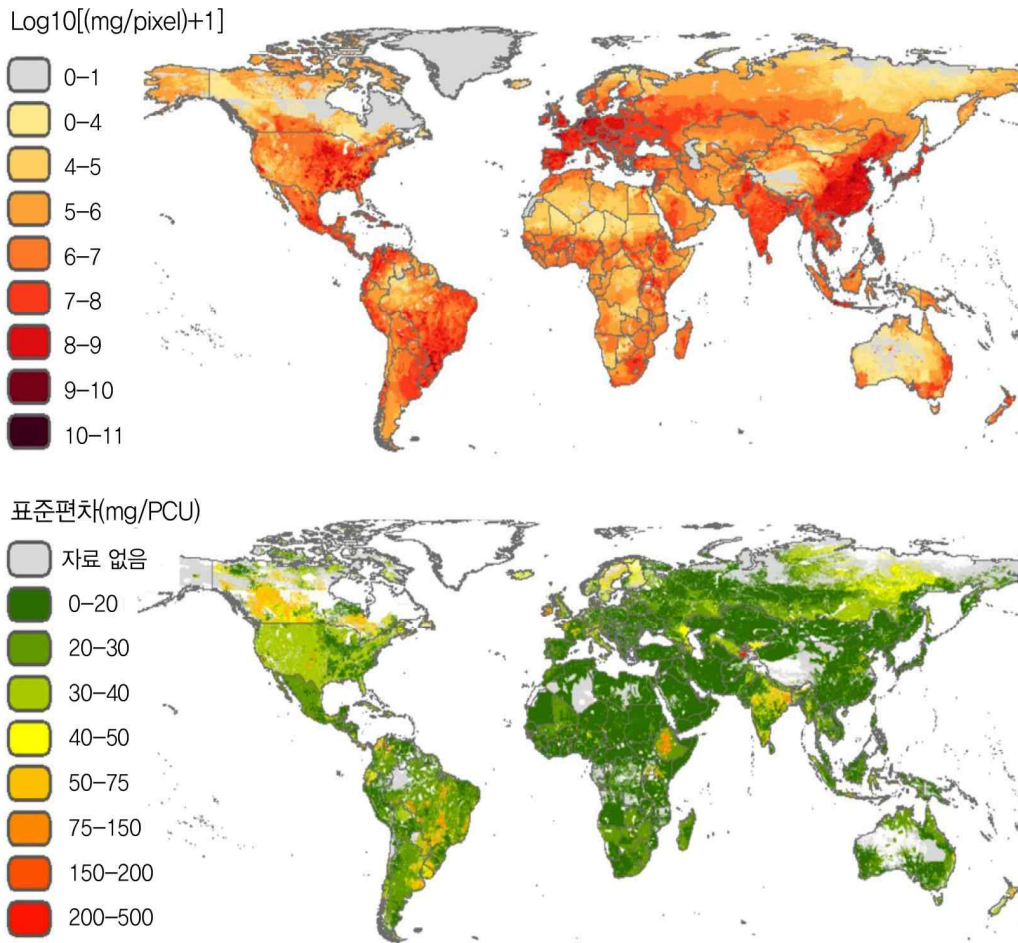
3.3. 지역별 소비 현황 및 전망

남아시아 및 동남아시아 지역의 경우 중국의 남동부 해안과 광둥 및 사천, 베트남의 홍강 삼각주(Red River Delta), 방콕의 교외 북부, 인도의 남해안과 뭄바이 및 델리가 주요 가축용 항생제 소비 지역으로 나타났다. 미주 지역에서 항생제 소비량이 가장 많은 지역은 브라질 남부, 멕시코시티의 교외, 미국 중서부와 남부이다. 아프리카에서 유일하게 주목할 만한 항생제 소비지역은 나일 삼각주와 요하네스버그 및 그 주변 지역으로 나타났다.

가축용 항생제 소비 예측의 불확실성을 살펴보면 일반적으로 가축사육밀도가 높고 집약사육방식을 채택하고 있는 지역의 PCU(Population Correction Unit) 당 항생제 소비량(mg)의 표준편차가 상대적으로 낮게 나타났다. 반면, 중앙아시아, 에티오피아, 캐나다, 인도 동부 지역에서는 PCU 당 항생제 소비량의 표준편차가 높게 나타나 예측의 불확실성이 큰 것으로 나타났다. PCU는 1년 동안 특정 지역의 모든 가축의 체중을 표준화시켜 평균 체중(kg 단위)을 구한 후 전체 사육두수로 곱한 값이다. 예를 들어, PCU 당 항생제 소비량이 50mg (50mg/PCU)이라는 것은 1년 동안 가축 1kg 당 50mg의 항생제를 사용하였다는 의미이다.

축종별 항생제 소비량을 살펴보면, 항생제 소비의 지리적 분포는 지역별 축산 특성에 따라 뚜렷한 차이를 보인다. EU 지역의 경우 닭 생산 부문 항생제 소비는 벨기에 플랜더스(Flanders), 네덜란드, 영국 중부, 프랑스 브리타니(Brittany), 이탈리아 포밸리(Po Valley)에서 높게 나타났다. 돼지 생산 부문 항생제 소비는 주로 독일 북부, 덴마크, 네덜란드, 프랑스 북부, 벨기에 북부, 마드리드, 스페인 카탈루냐, 이탈리아 포밸리에서 높게 나타났다. 소의 경우 닭과 돼지보다 사육밀도가 낮고 PCU 당 항생제 사용량이 적어 소 생산부문 항생제 소비는 유럽 전역에서 전반적으로 낮게 나타났다.

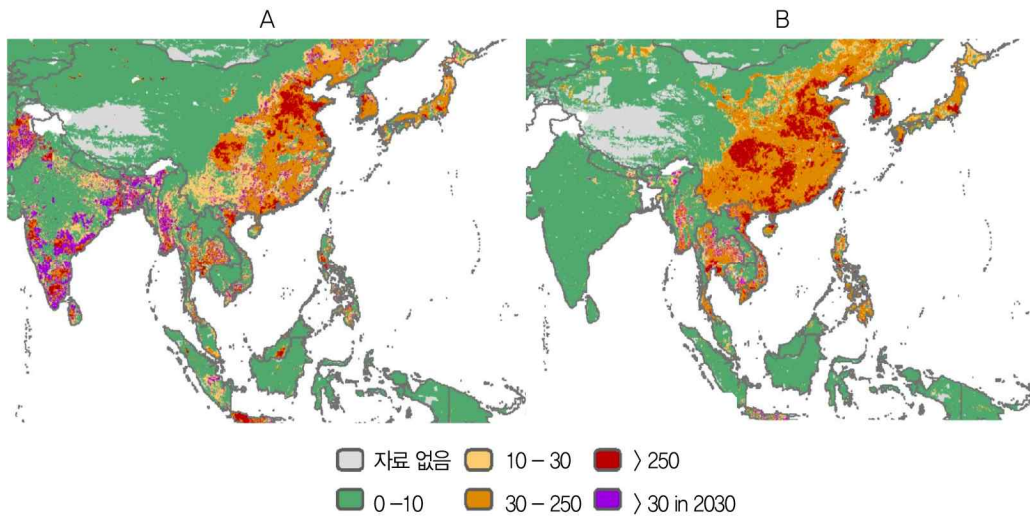
<그림 3> 지역별 가축용 항생제 소비량 및 소비량 예측의 불확실성



주: (상) 가축용 항생제 소비량(mg/10km² 픽셀), (하) PCU 당 항생제 소비량의 표준편차(mg/PCU).
자료: Van Boeckel et al(2015).

아시아 지역의 경우 닭과 돼지 사육을 위한 항생제 소비량은 2030년까지 2010년 대비 각각 129%와 124% 증가할 것으로 추정되었다<그림 4 참조>. 이중 닭 생산부문 항생제 소비량 증가의 주원인은 인도에서의 소비 증가인 것으로 나타났다. 인도에서 닭 생산부문 항생제 소비량이 많은 지역(30kg/km²)의 2030년 항생제 소비량은 2010년 대비 312%에 이를 것으로 전망되었다.

<그림 4> 아시아 지역의 닭과 돼지 사육을 위한 항생제 소비량



주: 2010년 닭(A)과 돼지(B)의 항생제 소비량. 보라색은 2030년까지 항생제 소비량이 30kg/10km²을 초과하는 신규 지역을 나타냄.

자료: Van Boeckel et al(2015).

4. 축산분야 항생제 사용의 경제적 영향

사료에 소량의 항생제를 첨가하여 가축에 급여함으로써 얻을 수 있는 대표적인 편익은 가축의 성장률 및 효율성 향상이다<표 2 참조>. 이밖에도 항생제의 사용은 농가단위에서 위생관리에 투입하는 노동과 자본을 절약하고 출하되는 가축의 크기와 무게의 편차를 감소시켜 도축이나 가공처리 과정에서 발생할 수 있는 가축의 균일성 저하로 인한 금전적 손실방지에도 긍정적인 영향을 미치는 것으로 알려져 있다. 하지만 항생제의 긍정적인 영향에 대한 명확한 검증은 이루어지지 않았으며 모든 항생제가 가축의 생산성을 높이는 것도 아니다. 또한 성장촉진을 목적으로 한 항생제가 농가 생산성 향상에 미치는 효과도 가축의 축종과 연령, 사육방식 및 위생관리, 지리적 위치 등에 따라 많은 차이를 보인다. 다만, 위생이 열악하거나 사양관리 수준이 낮은 지역에서는 항생제가 세균억제와 살균작용 등을 통해 생산성 향상에 기여하는 것으로 추측된다.

성장촉진용 항생제가 가축의 생산성 향상에 기여한다는 연구는 대부분 <표 2>에서 보는 바와 같이 2000년대 이전에 수행되었다. 2000년대 중반 이후에는 EU 및 세계 각국에서 항생제

의 사료첨가를 금지하기 시작하였기 때문에 관련 연구의 수행은 거의 이뤄지지 않았다.

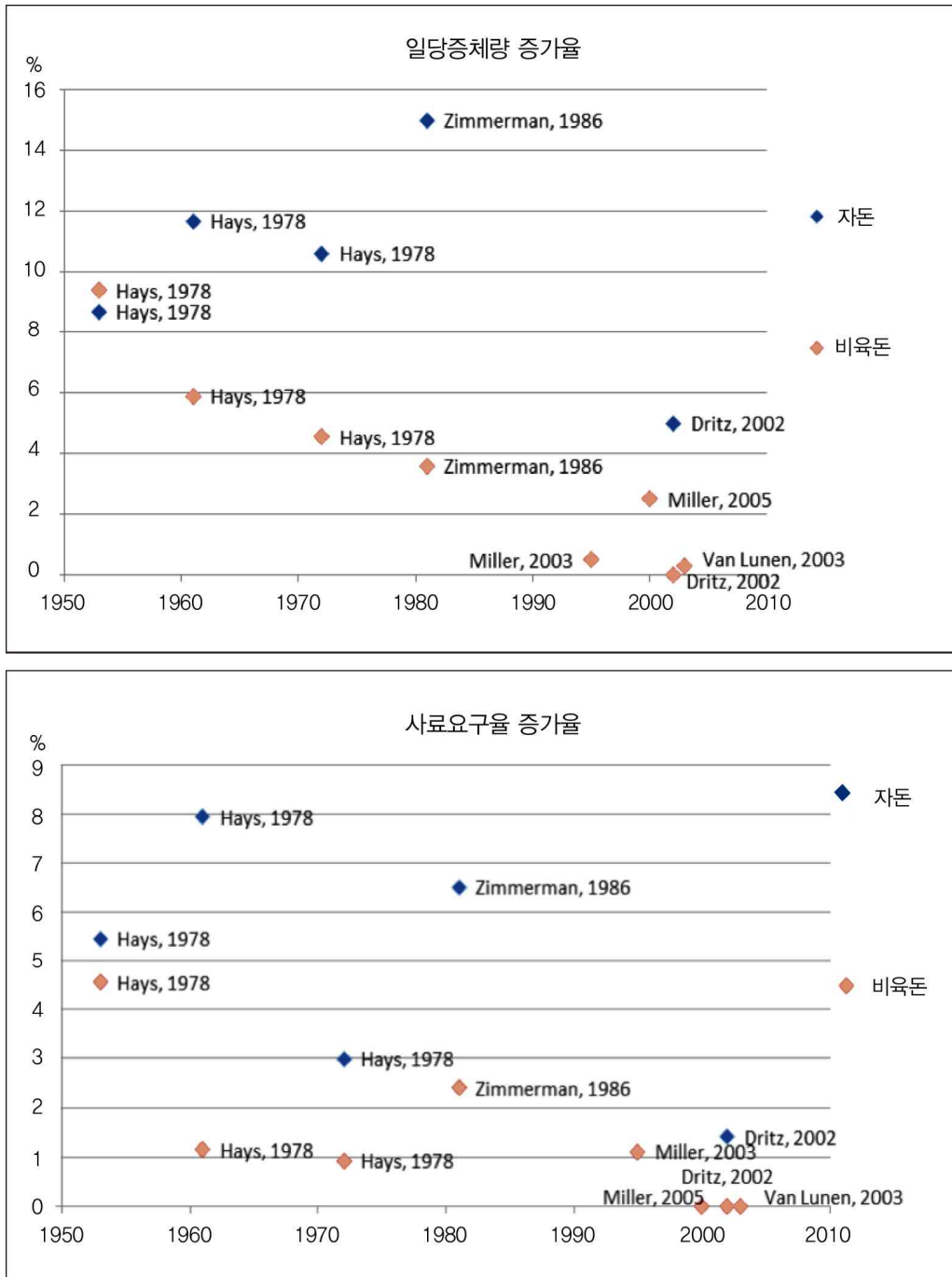
1970년대 후반부터 2000년대 중반까지의 돼지를 대상으로 한 연구를 비교해보면, 지난 30년간 축산분야에서 이루어진 사육환경 개선, 위생관리 강화, 가축 개량 등이 성장촉진용 항생제의 생산성 증대 효과를 큰 폭으로 감소시킨 것으로 추정된다<그림 5 참조>. 따라서 현대적인 사양 및 위생 관리 체계 하에서 성장촉진용 항생제의 효과는 미미할 것으로 예상되며, 항생제 사용금지로 인해 생산비가 일부 증가하더라도 그 파급효과는 도매가격 상승에 그칠 것으로 예상된다. 소매가격의 경우 유통비용이 차지하는 비중이 높기 때문에 소폭의 도매가격 변동에 큰 영향을 받지 않기 때문이다.

<표 2> 성장촉진용 항생제 사용이 가축의 생산성에 미치는 영향

구분	일당 증체량	사료 요구율	참고문헌
• 육계(브로일러)	2.5-6%	1.5-3.5%	Swann, 1969
	2.0%	1.3%	Elwinger, 1976
	2%	3%	Rosen, 1996
	4%	4%	Gropp and Schuhmacher, 1998
	3.9%	2.9%	Thomke, 1998
	<1%	<1%	Engster, 2002
• 자돈(6-20 kg)	8%	4-6%	Gropp and Schuhmacher, 1998
	17%	9%	Thomke, 1998
	16.4%	6.9%	Cromwell, 2002
	5%	1.4%*	Dritz, 2002
• 육성돈(17-49 kg)	6-10%	5-7%	Swann, 1969
	9%	5.5%	Gropp et al., 1992
	10.6%	4.5%	Cromwell, 2002
• 비육돈(24-89 kg)	3.6%	3.1%	Thomke, 1998
	4.2%	2.2%	Cromwell, 2002
	0%	0%	Dritz, 2002
• 소	7%	7%	Gropp and Schuhmacher, 1998
	3.0%	3.8%	Rogers, 1995
• 송아지	7%	4.5%	Gropp and Schuhmacher, 1998

주: 표의 참고문헌은 OECD(2014b) 참조. *는 통계적 유의성 없음.
 자료: OECD 2014b.

<그림 5> 성장촉진용 항생제 사용이 돼지의 일당증체량 및 사료요구율에 미치는 영향

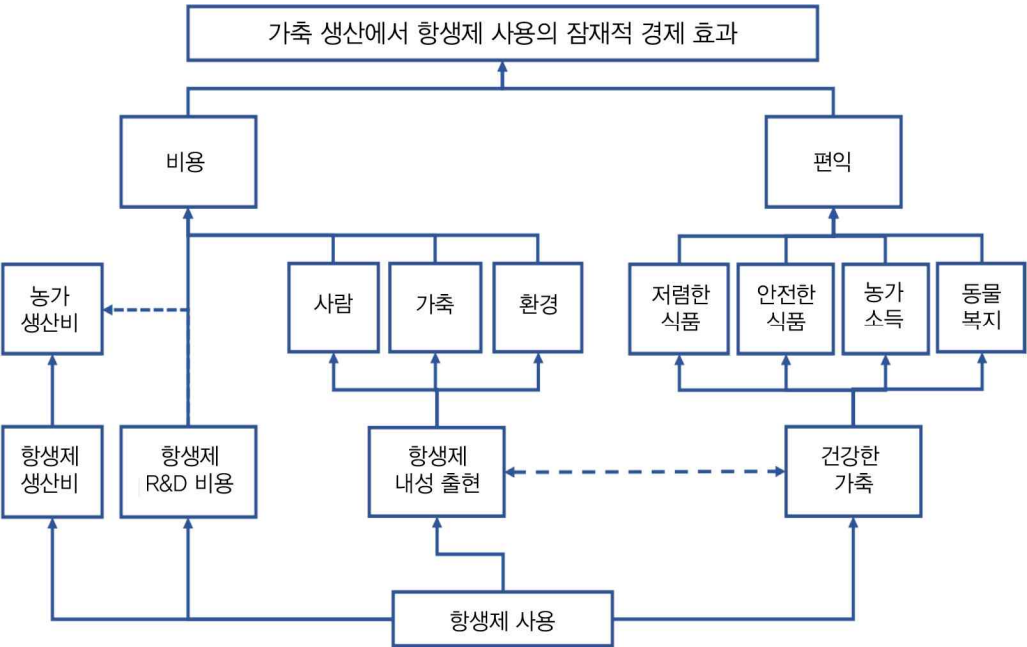


주: 표의 참고문헌은 OECD(2014b) 참조.
 자료: OECD(2014b).

다음으로 성장촉진용 항생제 사용의 중장기적 영향에 대해 살펴보면, 항생제 내성균으로 인한 피해가 대표적이다. 항생제의 일상적인 사용은 시간이 지남에 따라 항생제 내성균의 출현 가능성을 높인다. 또한, 미생물이 한 항생제에 내성을 갖게 되면 동일한 성분을 가진 다른 항생제에도 내성을 갖게 된다. 따라서 항생제 내성균에 의한 질병 발병 시 일반적인 항생제로는 치료가 어렵다. 이 경우 새로운 종류의 항생제를 사용해야 하지만 대부분 새로 개발된 항생제는 막대한 개발 비용 등으로 고가이다. 항생제 내성균은 생태계 내 다양한 경로를 통해 확산되므로 궁극적으로 사람과 동식물의 치료비용을 증가시키는 동시에 질병으로 인한 가축 폐사 및 생산성 저하 등으로 농축산물 가격 상승을 유발할 수도 있다.

<그림 6>과 같이 항생제 사용 및 항생제 내성의 출현과 확산은 매우 복잡하게 얽혀있으며 관련 자료도 부족하다. 따라서 아직 항생제 사용 및 내성과 관련한 객관적이고 수치화된 비용편익 분석은 시행되지 못하고 있다.

<그림 6> 축산분야 항생제 사용의 비용편익



자료: OECD(2017).

5. 결론

지난 20년간 축산물 수요 증가에 따른 가축 사육두수의 증가는 전 세계적으로 항생제 사용량을 급증시켰다. 특히, 항생제는 전염성 질병 발생 억제 및 성장촉진을 위해 집약사육 방식으로 주로 생산되는 가금과 돼지에서 일상적이고 광범위하게 사용되었으며 이는 항생제 내성 증가의 주요 원인으로 지목되고 있다. 이에 따라 OECD는 항생제 사용에 대한 합리적 국제 기준 마련 및 관련 정책 수립을 위한 기초자료 확보하기 위해 항생제 관련 연구를 수행하고 있다.

본고에서 살펴본 바와 같이 축산분야에서의 항생제 사용은 긍정적인 효과와 부정적인 효과를 모두 가지고 있다. 긍정적 효과는 항생제 사용이 질병예방 및 생체 내 신호전달 시스템에 영향을 주어 가축 생산성 향상에 기여한다는 점이다. 하지만 항생제가 농가 생산성 향상에 미치는 효과는 가축의 축종과 연령, 사육방식 및 위생관리, 지리적 위치 등 다양한 요인에 의해 차이가 난다. 또한, 관련 연구 대부분은 2000년대 이전에 시행되었으며 현대적인 사양관리 및 방역체계는 항생제 사용에 의한 생산성 증대 효과를 상쇄할 수 있을 것으로 기대된다. 항생제의 부정적 효과는 항생제 내성의 출현 및 확산이다. 하지만 축산분야에서 사용되는 항생제의 인간을 비롯한 생태계에 미치는 영향에 관한 기전 및 경로는 광범위한 항생제 상용과 다양한 생물학적 반응 때문에 아직 명확하게 파악되지 않고 있다. 이러한 축산분야 항생제 사용에 관한 자료의 불확실성은 국가간·산업간 항생제 사용에 대한 인식의 차이를 발생시켜 국제적으로 통일되고 일관된 규제 및 정책 마련에 장애 요소로 작용한다.

항생제 사용 현황 및 전망에 따르면 2030년 축산분야 항생제 소비량은 2010년 대비 67%나 증가할 것으로 보인다. 이 추세면 O'Neill의 예상처럼 2050년경에는 항생제 내성균으로 인한 연간 사망자 수가 전 세계적으로 1천만 명을 넘어설 수도 있다. 현재 OECD는 항생제 사용을 최소화할 수 있는 대안적 사양관리 기법에 관한 국가별 사례조사를 실시하여 보다 객관적이고 수치화된 자료를 확보하고 있는 중이다. 바라건대 이러한 노력으로 항생제를 대체할 수 있는 실질적인 사양관리 기법과 이에 대한 객관적이고 수치화된 비용편익 분석이 이루어져 국제적 합의가 가능한 항생제 규제 방안 도출에 활용되길 기대한다.

참고문헌

- 한국보건사회연구원. 2016. *항생제 내성*. 글로벌 사회정책 브리프. 한국보건사회연구원.
- FAO. 2016. *Drivers, Dynamics and Epidemiology of Antimicrobial Resistance in Animal Production*. FAO.
- OECD. 2014a. *Antimicrobial Resistance: the Use of Antimicrobials in the Livestock Sector*. TAD/CA/APM/WP(2013)23/FINAL. Oct 08, 2014.
- OECD. 2014b. *Global Antimicrobial use in the livestock sector*. TAD/CA/APM/WP(2014)34. Nov 03, 2014.
- OECD. 2017. *Anti-Microbial Resistance: Scoping Paper Quantifying the benefits and costs of Reducing Antimicrobial Usage in Food Animal Production*. TAD/CA/APM/WP(2017)/18. Apr 28, 2017.
- O'Neill, J. 2016. *Tackling Drug-Resistant Infections Globally: Final Report and Recommendations*. The Review on Antimicrobial Resistance, Wellcome Trust, HM Government, London, U.K.
- World Bank. 2016. *Drug-Resistant Infections: A Threat to Our Economic Future*. The World Bank, Washington, DC 20433, USA.
- Van Boeckel, T.P., Brower, C., Gilbert, M., Grenfell, B.T., Levin, S.A., Robinson, T.P., Teillant, A., and Laxminarayan, R. 2015. *Global trends in antimicrobial use in food animals*. Proc. Natl. Acad. Sci, 112(18):5649-5654.