

OECD 양분수지를 이용한 축산선진국의 농경지 축산분뇨 이용실태 평가

김필주^{1,2)} · 이용복^{3)*} · 이 연³⁾ · 윤홍배³⁾ · 이경동⁴⁾

¹⁾경상대학교 응용생명과학부, ²⁾경상대학교 농업생명과학연구원, ³⁾국립농업과학원, ⁴⁾동신대학교 한약자원학과
(2008년 12월 2일 접수, 2008년 12월 18일 수리)

Evaluation of Livestock Manure Utilization Rates as Agricultural Purpose in Developed OECD Countries by Using Nutrient Balances

Pil Joo Kim^{1,2)}, Yong Bok Lee^{3)*}, Youn Lee³⁾, Hong-Bae Yun³⁾, and Kyung Dong Lee⁴⁾ (¹⁾Division of Applied Life Science (BK 21 Program), Graduate School, Gyeongsang National University, Jinju, 660-701, Korea, ²⁾Institute of Agriculture and Life Sciences, Gyeongsang National University, Jinju, 660-701, Korea, ³⁾National Academy of Agricultural Science, 249 Seodundong Kweonseonku, Suwon, 441-857, Korea, ⁴⁾Department of Oriental Medicine Materials, Dongshin University, Naju, 520-714, Korea)

ABSTRACT: The nitrogen (N) and phosphorus (P) balances in Korea during 1985-2006, which calculated according to the surface balance method of the PARCOM guidelines, continually increased with the lapse of year, and then might keep the highest levels with about 250kg N ha⁻¹ and 50kg P ha⁻¹ in 2006 among OECD countries. National phosphorus balance of the developed OECD countries (Belgium, Denmark, Germany, The Netherlands) in the livestock feeding industries has significantly decreased, due to limit livestock feeding density and nutrient application level by using strong legislation. However, Korean P balance was not apparent decrease, since the number of livestock feeding heads has been increasing, irrespective with the decrease of chemical fertilizer consumption. Manure P portion to the total P input amount of the above four OECD Countries in nutrient balance has continuously inclined to 60-70%. Therefore, the large portion of livestock manure might be used as nutrient source in agricultural side in these countries. In particular, manure P application levels of Belgium and The Netherlands, which have relatively high P balance and manure P portion to total P input dose, was estimated to be 31-33 kg P ha⁻¹ in 2004, and it was similar level with that of Korea in 2006. The manure P application levels for agricultural purpose has continuously decreased in these two OECD countries. In contrast, our manure P application rate continuously increased, and therefore we need the strong political countermeasure to control livestock feeding density at the reasonable level.

Key Words: OECD nutrient balance, surface balance, livestock manure, manure application rate

서 론

1990년대 이후 축산물 시장개방과 지속적인 생산기반 투·융자에 힘입어 농가 규모화·전업화가 급속히 진전되고, 대량의 가축분뇨가 발생함으로써 가축분뇨처리에 많은 어려움을 겪고 있다. 2004년 한우, 젖소, 돼지 및 닭의 4대축종 사육가구는 10년전(1994)에 비해 약 58%가 감소한 반면, 사육두수는 약 32%가 증가하여 가축분뇨 발생량도 함께 증가하고 있다. 2004년 가축 사육두수는 한우 1,666천두, 젖소 497천

두, 돼지 8,908천두, 닭 106,736천수로부터 세정수를 포함하여 연간 49,787천 톤, 세정수를 제외할 경우 연간 33,667천 톤의 가축분뇨가 발생하는 것으로 추정되고 있다¹⁾.

정부는 가축분뇨로부터 오염물질 유출을 저감하기 위해 1997년 3월 「오수·분뇨 및 축산폐수의 처리에 관한 법률(汚糞法)」을 개정하였으며, 허가[소·젖소 900 m²(75두) 이상, 돼지 1,000 m² (715두) 이상] 또는 신고대상 농가[소·젖소 100-900 m² (9두) 이상, 돼지 50-1,000 m² (36두), 닭·오리·양 150 m² (1,500수) 이상, 사슴 500 m² 이상]는 방류수 수질 기준 이하로 배출되도록 축산폐수시설 설치를 의무화하고 있다. 특히, 가축분뇨 배출에 대한 단속 및 규제가 한층 강화되면서 효과적인 가축분뇨처리는 지속적 축산업 발전을 위해

*연락처:
Tel: +82-31-290-0321 Fax: +82-31-290-0208
E-mail: soiltest@kg21.net

선결되어야 할 과제로 제기되고 있다. 가축분뇨처리에 있어 가축 분은 오염부하량이 많아 정화처리하는 것은 비경제적이기 때문에 축산폐기물 제조와 같이 자원화하는 것이 바람직한 것으로 평가되고 있다. 2004년 가축분뇨처리시설 설치농가(57천 개소) 중 약 92%가 퇴비와 액비로 자원화 처리하고 있으며, 자원화 되고 있는 축분(91.6%)의 대부분은 퇴비화(79.6%)처리되고 있으며 일부가 단순 액비화(3.5%)나 퇴비+액비 혼용(8.5%) 방식으로 처리하고 있는 것으로 파악되고 있다¹⁾.

우리나라는 세계적으로 농경지 단위면적 당 화학비료 사용량이 가장 많은 국가 중 하나로 분류되고 있으며²⁾, 정부는 화학비료의 과량 사용에 따른 환경오염 문제를 줄이기 위해 농경지 단위면적 당 화학비료 사용량을 2001년 397 kg ha⁻¹에서 2013년 238 kg ha⁻¹까지, 즉 40%의 화학비료 사용량 저감을 계획하고 있다³⁾. 화학비료 사용량 저감정책과 맞물려 경종과 축산을 상호연계하는 자연순환농업에 대한 관심이 최근 크게 증대되고 있다. 축산부문에서는 가축분뇨 문제를 해결하고 경종부문에서 유기질 비료 부족문제 해결하는 관점에서 축산분뇨 자원화, 즉 퇴비화와 액비화는 대단히 이상적인 관리방안이 될 것으로 판단된다.

우리나라에서 현재 배출되고 있는 가축분뇨 전체를 양분화 하는 것은 많은 장점을 가지고 있음에도 불구하고 경종학적 측면에서 다음의 중요한 몇 가지 문제점 때문에 활용 규모 확대에 어려움을 겪고 있다. 즉, 우리나라 농경지는 고도의 집약농업이 유지되면서 인산과 같은 특성이온의 과량집적이 발생되고 있어 작물의 일반적 양분요구량을 기준하여 질소함량에 인산함량의 비율이 지나치게 높은 가축분뇨 사용량 증대는 기존의 문제를 더 심화시킬 수 있다는 점⁴⁾, 그리고 산업화에 따른 경지면적의 지속적 감소에 따른 전체 양분 요구량이 감소하고 있다 것이 축산분뇨 이용량 확대에 중요한 문제로 지적되고 있다⁵⁾. 만약 축산분뇨 유래 양분을 공급량이 작물재배에 필요한 양에 비해 많다면 양분화 방법 이외에 대체적 방법이 강구하거나 가축사육두수의 과감한 축소가 필요할 것이다.

본 연구에서는 가축사육두수가 지속적으로 증가하고 있는 우리 현실을 감안하여 국가적 차원에서 합리적인 축산분뇨 활용수준을 산정하고자 주요 OECD(경제개발 협력기구) 회원국의 OECD 양분수지(nutrient balance) 값을 분석하여 축산분뇨의 농경지 사용수준을 평가하였다.

재료 및 방법

우리나라 질소와 인산수지분석

우리나라가 1996년 OECD에 가입하면서 농업환경관련 13개 지표개발에 참여하였으며, 그중 하나인 국가단위의 농경지 양분수지(nutrient balance)를 분석하여 1997년부터 최근까지 OECD 본부에 보고한바있다. 농경지 양분수지는

양분의 투입량(input)과 제거량(output)간의 차를 의미하며, 주변 환경에 오염원인 될 수 있는 잠재적 양분량을 의미한다⁶⁾. 양분수지분석은 양분흐름범위를 어떻게 규정하는가에 따라 Farm gate balance, Soil surface balance, System balance의 3가지로 구분할 수 있으며, OECD 양분수지분석에서는 PARCOM guidelines에 따라 Soil surface balance 기법을 이용하고 있다¹¹⁾.

본 연구에서 1985년부터 2006년까지 우리나라의 질소와 인산수지변화를 분석하였다. 이때 질소수지(nitrogen balance)는 김 등⁷⁾과 동일한 방법과 지수를 이용하여 산정되었다. 질소 투입량(input)은 화학비료와 종자 등의 사용량, 가축분뇨발생량, 강우와 생물학적 고정 등의 자연유입량 등의 합으로 산정하였으며, 질소 제거량(output)은 작물과 사료 수확을 통한 회수량의 합으로 산출하였다. 인산수지(phosphorus balance) 산정에는 인산 유입요소로서 화학비료 판매량, 가축분뇨발생량, 종자 등을 통한 유입량만이 고려되었으며 자연유입량은 무시되었다. 인산 제거량은 작물과 사료작물 수확을 통한 인산 회수량의 합으로 산출되었다. 이때 사용된 자료는 대외적으로 신뢰할 수 있는 자료, 즉 농림통계연보와 같은 국가단위 통계자료, 국가기관 등에서 연구하여 발표한 우리나라 대표 지표, 농업의 형태가 유사한 일본의 자료, OECD 사무국에서 제안한 자료 등을 이용하였다.

축산선진국의 축산분뇨 농경지 사용실태 평가

우리나라 농경지에서 축산분뇨 부하량을 축산선진국과 비교하기 위해 OECD 회원국 중 우리나라와 같이 집약적 농업형태로 농경지 단위면적당 가축사육 밀도가 높은 5개 국가(네덜란드, 덴마크, 독일, 벨기에, 일본)를 조사대상국가로 선 발하였다. 각국이 2006년 OECD¹²⁾ 사무국에 보고한 질소와 인산수지 자료를 바탕으로 ① 총 양분투입량에 대한 가축분뇨 부하량 변화를 1차적으로 산정하였다. 그리고 각국 농경지에서 가축분뇨 이용실태를 간접적으로 예측하기 위해 비교적 자연환경에서 변화(dynamics)가 적은 인산을 대상으로 ② 농경지 단위면적 당 인산의 투입량 변화와 가축분과 화학비료 부하량 변화를 산출하였다.

결과 및 고찰

우리나라 질소와 인산수지변화

OECD가 추천하는 Surface balance 법에 의해 1985-2006년 사이 국가단위 질소와 인산수지 변화를 조사하여 Fig. 1과 같은 결과를 얻었다. 우리나라의 질소수지는 본 조사개시점인 1985년 181 kg N ha⁻¹에서 시간이 경과함에 따라 꾸준히 증가하여 1998년 최고 270 kg N ha⁻¹까지 높아졌다. 이후 질소수지는 일정수준에서 등락을 반복하다가 2000년대 초반부터 정부의 강력한 화학비료 사용량 저감정책에

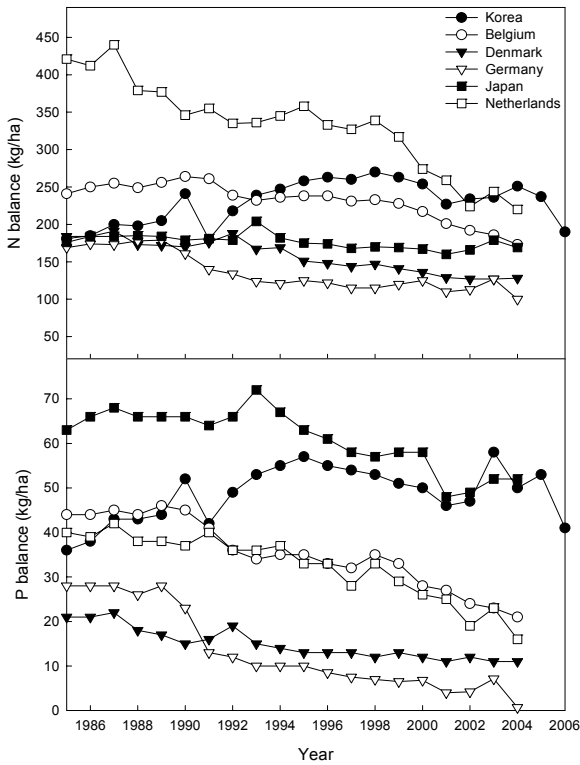


Fig. 1. Changes of nitrogen and phosphorus balances of OECD countries.

힘입어 2006년 190 kg N ha⁻¹까지 감소하였다.

OECD 사무국에서 보고한 각 회원국의 질소수지 자료에 따르면, 2004년도 기준 우리나라의 질소수지는 OECD 회원국 중 가장 높은 수준을 유지하였다. 2000년도까지는 회원국 중 네덜란드의 질소수지가 가장 높아 분석 개시시점인 1985년에 질소수지는 421 kg N ha⁻¹로 대단히 많은 양분을 과잉

사용하는 것으로 알려져 있다. 이후 정부의 강력한 양분사용량 규제정책에 힘입어 질소수지가 2004년 220 kg N ha⁻¹까지 감소하였다. 2004년 이후 네덜란드의 양분수지에 대한 자료의 확보는 불가능한 상태이기 때문에 이후의 변화에 대한 정확한 현황의 파악은 불가능하나 이상과 같은 경향으로 볼 때, 2006년 현재 우리나라의 질소수지가 OECD 회원국 중 가장 높을 것으로 판단된다. 조사 대상 회원국 중 벨기에, 일본, 덴마크, 독일 순으로 질소수지는 낮았으며 질소수지는 지속적으로 감소하는 경향을 볼 수 있었다.

양분수지 조사기간(1985-2006) 동안 우리나라의 질소 총 투입량(input)은 1985년 643,320 톤에서 1995년 최고 759,182 톤까지 증가하였으며(Fig. 2), 이후 친환경농업에 대한 국민적 관심증대로 질소 투입량은 점차 감소하기 시작하였다. 질소 투입량이 1998년 732,305 톤까지 감소하였음에도 불구하고 경지면적의 지속적 감소로 인해 질소수지는 이시기까지 증가하는 경향을 보였다. 즉 1985년 우리나라의 총경지면적은 2,225천 ha이었으나 급속한 도시화와 산업화에 따라 1998년 1,967천 ha까지 크게 감소하여 결과적으로 국가단위 질소수지(kg N ha⁻¹)를 오히려 증가시키는 결과를 초래했다. 정부가 2006년 이후 화학비료 보조금 정책 폐지를 예시하면서, 2004-2006년 농민과 도소매상의 화학비료 사재기로 인해 일시적 큰 폭의 질소수지 증가가 있었으며 2006년에 비로서 큰 폭의 감소가 발생하였다.

국가단위 인산수지(kg P ha⁻¹)도 질소수지 같은 경향을 보이고 있었다 (Fig. 1). 본 조사 개시시점인 1985년 인산수지는 36 kg P ha⁻¹이었으나 연수가 경과함에 따라 지속적으로 증가하여 1995년 최고 57 kg P ha⁻¹까지 높아졌다. 1996-2005년 사이에는 인산수지가 약 50 kg P ha⁻¹ 수준에서 등락이 반복하였으며, 질소수지에서와 마찬가지로 2006년에 41 kg P ha⁻¹ 수준으로 큰 폭의 감소하였다.

질소수지와는 달리 인산수지는 2000년대 초까지는 OECD

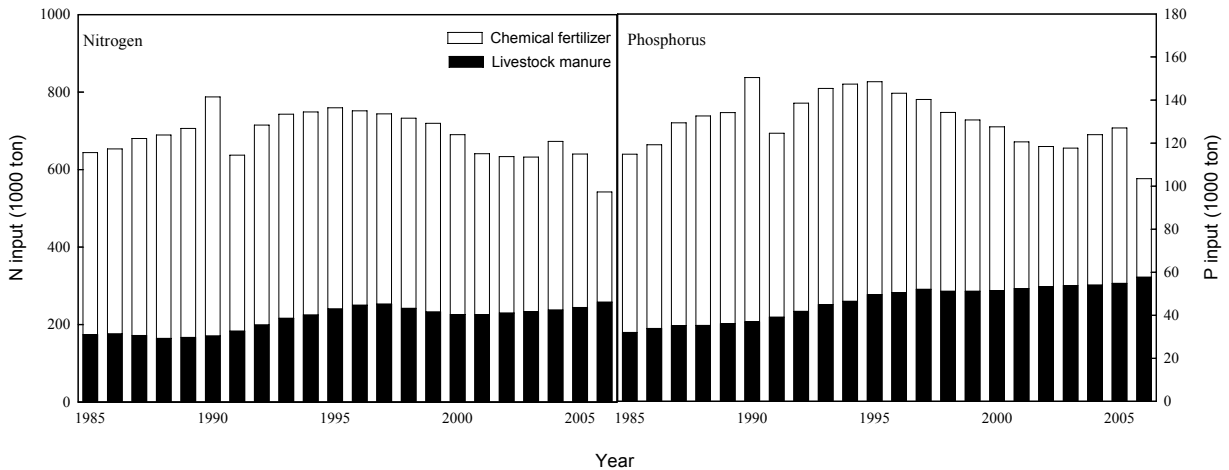


Fig. 2. Changes of nitrogen and phosphorus input by chemical fertilizer and livestock manure in OECD nutrient balances in Korea.

회원국 중 일본이 가장 높은 수준을 유지하였다. 이는 일본 토양 모암이 주로 인산 고정력이 높은 화산회토로 되어있기 때문에 화학비료의 사용량이 높기 때문으로 판단된다⁸⁾. 그러나 1993년 이후 일본 정부의 화학비료 사용량 저감정책에 힘입어 인산수지는 매년 큰 폭으로 감소하여 2001-2004년 우리나라와 비슷한 약 50 kg P ha⁻¹까지 낮아졌다. 단위 경지면적 당 가축사육두수가 많았던 벨기에와 네덜란드⁹⁾의 인산수지는 각각 1989년과 1986년까지 우리나라 보다 다소 높은 인산수지를 유지하고 있었으나 이후 큰 폭으로 감소하여 2004년에는 각각 21과 16 kg P ha⁻¹까지 접근하여 우리나라의 약 50 kg P ha⁻¹과는 상당한 차이를 보이고 있었다. 이는 축산 증산증식의 농업국가로서 단위 농경지 면적당 가축사육두수가 과거에는 상당히 높은 수준을 유지하였으나, 네덜란드의 비료법과 무기물기장제 (MINAS), 벨기에는 가축분뇨법 (1991-1999)과 가축분뇨계획(2000-현재)을 제정 가축사육두수를 강력하게 제한한 결과로 판단된다. 즉 네덜란드는 가축사육두수를 제한하기 위해 1986-1997년 사이 비료법을 제정 농가의 단위경지면적 당 가축분뇨 인산의 생산량이 125 kg P ha⁻¹을 초과하는 농가에 대해 세금을 부과하였으며, 1998-2006년까지 농가의 질소와 인산의 투입(input)량에서 산출물(output)량 간의 차이, 즉 질소와 인산 잉여분(surplus)에 대해 특정수준을 초과시 세금을 부과하는 무기물기장제(MINAS)을 운영하여 농가의 양분사용량을 강력하게 제한해오고 있다. 그리고 벨기에의 가축분뇨법에서는 농경지 단위면적당 (ha) 최대 질소와 인산의 사용율을 설정하여 이를 초과한 과잉양분에 대해 세금을 부과 하였다. 그리고 가축분뇨 계획에서는 모든 농가의 양분생산수준을 1995-1997년 수준으로 2005년까지 제한하는 양분중단명령을 제정하여 생산량 초과분에 대해 세금을 부과하는 좀 더 강력하고 구체적인 가축사육두수의 제한을 실시하였다¹⁰⁾. 이상의 경향으로부터 OECD 회원국 중 우리나라가 현재 가장 높은 인산수지를 유지하고 있는 것으로 판단되며, 인산수지 감소를 위해 타 회원국에서처럼 강력한 양분생산량과 사용량 저감을 위한 정책도입이 필요할 것으로 판단된다.

우리나라에서 질소와 인산의 총 투입량에 대해 화학비료가 차지하는 비율은 연수가 경과함에 따라 다소 감소하는 경향을 보이고 있는 반면, 축산분뇨를 통한 유입비율은 지속적으로 증가하는 경향을 보이고 있다(Fig. 2). 1985년 총 질소(643,320 톤)와 인산(114,822 톤) 투입량에 대한 화학비료가 차지하는 비율은 각각 약 64.4%와 71.3% 이었으나, 2006년 총 투입량(질소 542,106 톤, 인 103,446 톤)에 대해 각각 약 45.1%와 43.5%까지 감소하였다. 이에 반해 축산분뇨의 영향성은 1985년 질소 약 27.0%와 인산 27.9%에서 2006년 각각 47.7과 55.8%까지 크게 증가하였다. 결과적으로 2005년 이전까지 우리나라의 질소와 인산수지의 지속적인 증가는 가축사육두수 증가에 의한 축산분뇨 배출량 증가의 영향이 큰 것으로 분석되었다.

축산선진국의 축산분뇨 농경지 사용실태

OECD 회원국 중 주요 축산선진국의 축분이용실태를 간접 조사하기 위해 각국의 인산 총 투입량(input)에 대한 축산분뇨 유래 인산이 차지하는 비율(%) 변화를 조사하였다(Fig. 3). 우리나라는 1985년 약 28% 정도의 축산분뇨 유래 인산의 비율이 연차가 경과함에 따라 꾸준히 증가하여 2005년 약 43%까지 높아졌다. 2006년 정부의 화학비료 보조금 폐지로 화학비료 판매량의 급격한 감소로 축산분뇨 유래 인산의 부하율이 약 56%까지 크게 증가하였으나, 이는 일본을 제외한 타 OECD 회원국들에 비해 월등히 낮은 부하율로 분석되었다. 총 인산투입량에 대한 축산분뇨 인산의 비율(%)은 일본을 제외한 벨기에, 덴마크, 독일, 네덜란드의 경우 연차가 경과함에 따라 꾸준히 증가하는 경향이였다. 예를 들어 벨기에는 1985년에 26%에서 2004년 63%, 덴마크는 53%에서 71%, 독일은 42%에서 60%, 그리고 네덜란드 69%에서 72%까지 꾸준히 가축분뇨 유래 인산의 비율이 증가되었다. 각 회원국의 인산수지는 연차적으로 감소하는 것과(Fig. 1) 이와는 반대로 총 인산 투입량에 대한 축산분뇨 유래인산의 비율이 높아지고 있는 것으로부터(Fig. 3), 공통적으로 농경지에서 화학비료사용량이 감소하고 있으며 상대적으로 축산분뇨의 양분화 비율이 점점 높아지고 있음을 간접적으로 예측할 수 있었다.

OECD 회원국의 축산분뇨 자원화 현황에 대해 비교할 만한 자료의 확보는 현재까지 다소 어려운 실정이다. 본 연구에서는 OECD 사무국에 보고된 각국의 공식자료를 통해 간접적으로 가축분뇨의 양분화실태 해석을 시도하였다. 현재까지 가축 사육과정 중 발생되는 축산분뇨는 유기물 함량과 BOD 부하량이 대단히 높기 때문에 대부분 퇴비화와 액비화를 통해 자원화되고 있으며, 극히 일부가 수처리 시스템을 통해 정화되고 있다. 우리나라를 포함한 일부국가에서 해양투기를 실시하고 있으나, 전체 배출량에 대해 차지하는 비율은 무시할 만한 수준으로 알려져 있다. 2004년 한 해 동안 우리나라

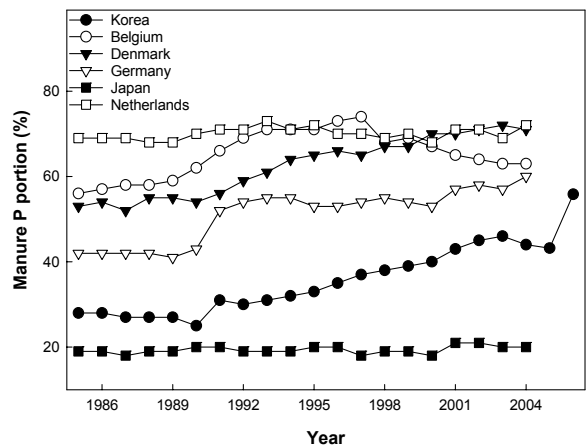


Fig. 3. Changes of manure P portion (%) to total P input in nutrient balances of OECD countries.

에서 배출된 축산분뇨(총 43,915천톤) 중 약 5.9%(2,607천톤) 정도가 해양투기로 처리되었다¹⁾.

OECD 양분지표의 인산투입량 자료로부터 산정된 우리나라 농경지 단위면적 당 인산 시비량은 1985년 약 51.2 kg P ha⁻¹ 수준이었으며, 이중 약 28.1%인 14.4kg P ha⁻¹가 축산분뇨 유래 인산이었다(Fig. 4). 인산시비량은 1995년 최고 72.4 kg P ha⁻¹까지 증가하였으며 이후 점차 감소하여 2006년 55.7 kg P ha⁻¹로 낮아졌다. 그러나 농경지 인산시비량의 변화와 관계없이 축산분뇨를 통한 인산시비 수준은 연수가 경과함에 따라 지속적으로 높아져 2006년 31.3 kg P ha⁻¹까지 증가하였다. OECD 회원국 중 축산선진국으로 분류되는 국가 중 인산수지가 높고(Fig. 1) 인산투입량에 대한 축산분뇨 부하율이 높은(Fig. 3) 벨기에와 네덜란드를 대상으로 농경지 인산의 시비수준을 평가하여 Fig. 4와 같은 결과를

얻었다. 벨기에와 네덜란드 농경지의 인산 시비수준은 조사 개시점인 1985년 이후 지속적으로 감소하였으며, 우리나라 인산시비 수준이 가장 높았던 1995년 각각 66.2와 71.3 kg P ha⁻¹이었으며, 2004년에는 48.3과 45.4 kg P ha⁻¹로 비슷한 시기 우리나라 (2006년 55.7 kg P ha⁻¹)에 비해 상당히 낮은 것으로 분석되었다. 벨기에와 네덜란드 농경지의 축산분뇨 유래 인산 시비수준은 2004년 각각 약 30.3과 32.7 kg P ha⁻¹로 평가되었으며, 이는 2006년 우리나라의 약 31.3 kg P ha⁻¹과 비슷한 수준이었다. 그러나 우리나라의 농경지 축산분뇨 사용수준은 지속적으로 증가하고 있는 반면, 벨기에와 네덜란드는 지속적으로 큰 폭의 감소가 있어 대조적인 특징을 보이고 있었다. 그간의 양국의 양분정책으로 볼 때 축산분뇨 인산시비수준은 지속적으로 감소할 것으로 예상되며, 우리나라도 축산분뇨 시비량 저감을 위한 적극적인 정책도입이 필요할 것으로 판단된다.

이상의 결과로부터 우리나라의 전체 양분수지를 OECD의 주요 축산선진국의 수준으로 낮추기 위해서는 양분생산량에서 축산분뇨가 차지하는 부하율 감소를 위한 노력이 필요할 것으로 판단된다. 특히 우리나라의 축산분뇨 농경지 사용수준도 벨기에와 네덜란드의 수준에 이미 도달하여 있어 더 이상의 가축분뇨 생산량증대는 환경오염문제를 야기시킬 수 있을 것으로 판단되어 대책수립이 필요할 것으로 사료된다. 결과적으로 우리나라 양분수지의 과잉을 효과적으로 낮추기 위해서는 지속적으로 증가하고 있는 축산분뇨의 부하율(%) 감소, 즉 가축사육두수를 합리적 수준까지 조절하는 것이 가장 합리적 조치일 것으로 판단된다.

요 약

OECD 양분수지분석법인 Surface Balance법에 의해 분석된 우리나라의 질소와 인산수지는 1985년 이후 지속적으로 증가하여 2006년 현재 OECD 회원국 중에서 가장 높은 수준인 것으로 예측되었다. 주요 축산 선진국의 질소와 인산수지는 강력한 가축사육두수 및 농경지 양분사용량 제한 법률 등의 운영으로 지속적으로 감소하고 있으나, 우리나라는 화학비료 사용량 감소에도 불구하고 가축사육두수 증가에 의해 상대적으로 높은 수준을 유지하고 있다. 축산선진국인 벨기에, 덴마크, 독일, 네덜란드의 전체 인산투입량에 대한 축산분뇨 유래 인산의 비율이 최근 60-70% 까지 증가하고 있어 농경지 양분의 절대량을 축분뇨에 의존하고 있는 것으로 예측된다. 인산수지와 인산투입량에 대한 축산분뇨의 부하율이 높은 벨기에와 네덜란드의 농경지 축산분뇨 인산 사용량은 2004년 31-33 kg P ha⁻¹로 우리나라와 비슷한 수준이었다. 벨기에와 네덜란드의 농경지 축산분뇨 사용수준은 지속적으로 감소하고 있으나, 우리나라는 지속적으로 증가하고 있어 가축사육두수 조절을 통한 양분수지 저감을 위한 적극적 정책수립이 필요할 것으로 판단된다.

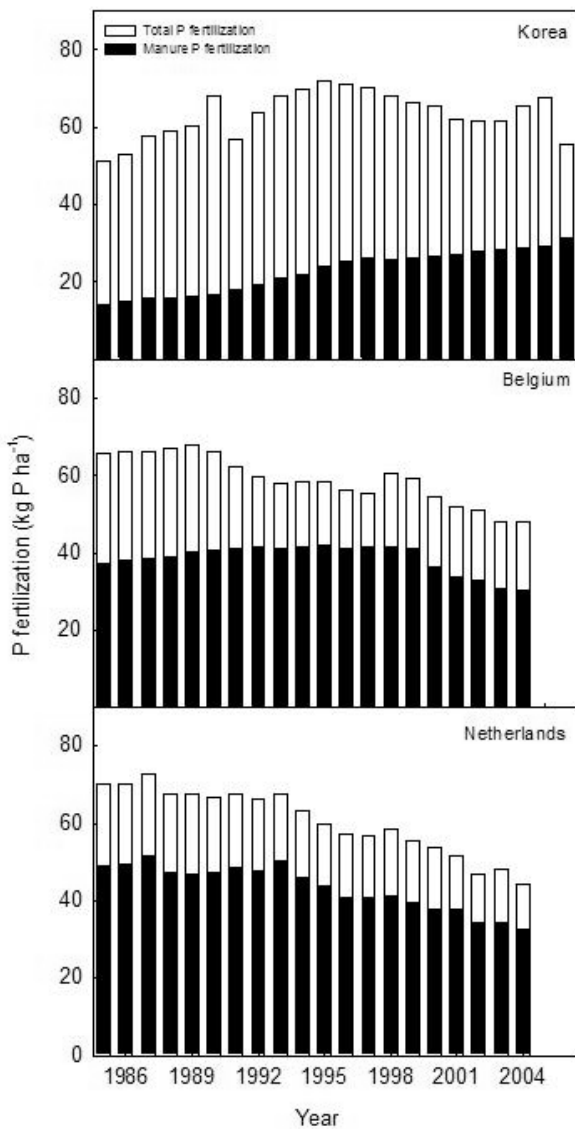


Fig. 4. Estimated P fertilization levels of three OECD countries in arable land base.

감사의 글

본 연구는 농촌진흥청의 현안기술연구사업(20080301-036-028-001-04-00: 가축분뇨의 농경지 시용시 환경영향평가 및 모델 개발)의 지원에 의해 이루어진 것이며, 연구비 지원에 감사드립니다.

참고문헌

1. RDA. (2007) 가축분뇨 자원화 연구동향 및 금후 연구 추진방향분석.
2. 김창길. (2007) 양분수지지표를 활용한 양분 총량제 개발 및 평가. OECD농업환경지표 개발 및 정책적 활용에 관한 워크숍. p, 27-55. 농촌진흥청.
3. 이연, 윤홍배, 노재승 (2005) 농업양분지표의 정책적 이용. OECD 농업환경지표의 개발과 전망, 2005년도 한국환경농학회 춘계워크숍. pp. 135-146. 한국환경농학회.
4. Whalen, J.K, and Chang, C. (2001) Phosphorus accumulation in cultivated soils from long-term annual application of cattle feedlot manure. *J. Environ. Qual.* 30, 222-228.
5. 농림부. 농림업주요통계. (2007)
6. Parris, K. (1998) Agricultural nutrient balances as agri-environmental indicators: an OECD perspective. *Environmental Pollution* 102,219-225.
7. Kim, S.C., Park, Y.H., Lee, Y., and Kim, P.J. (2005) Comparison of OECD nitrogen balance of Korea and Japan. *Korean J. of Environmental Agriculture.* 24, 295-302
8. Nanzyo, M., Dahlgren, R., and Shoji, S. (1993) Chemical characteristics of volcanic ash soils. *In: Shoji, S., Nanzyo, M., Dahlgren, R.A., editors. Volcanic ash soils: genesis, properties, and utilization.* Amsterdam: Elsevier
9. Oenema, O. (2004) Governmental policies and measures regulation nitrogen and phosphorus from animal manure in European agriculture. *J. of Animal Science.* 82, E196-E206.
10. Nutrient Management Legislation in European Countries. Department of Soil Management and Soil Care, Ghent, Belgium, p. 56-77.
11. PARCOM (1995) PARCOM guidelines for calculating mineral balances. Oslo and Paris conventions for the prevention of marine pollution programs and measures committee (PRAM), Oviedo, 20-24 February
12. OECD (2006) OECD Nitrogen and Phosphorus balance handbook.